

## 澳門特別行政區

REGIÃO ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
DE MACAU

澳門特別行政區

REGIÃO ADMINISTRATIVA ESPECIAL  
DE MACAU

第 29/2001 號行政法規

Regulamento Administrativo n.º 29/2001

## 建築鋼結構規章

## Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios

行政長官根據《澳門特別行政區基本法》第五十條(五)項，經徵詢行政會的意見，制定本行政法規。

O Chefe do Executivo, depois de ouvido o Conselho Executivo, decreta, nos termos da alínea 5) do artigo 50.º da Lei Básica da Região Administrativa Especial de Macau, para valer como regulamento administrativo, o seguinte:

第一條  
標的

## Artigo 1.º

**Objecto**

核准附於本行政法規並成為其組成部分的《建築鋼結構規章》。

É aprovado o Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios, anexo ao presente diploma e do qual faz parte integrante.

第二條  
監察

## Artigo 2.º

**Fiscalização**

土地工務運輸局及其他促進公共工程的實體，負責監察對《建築鋼結構規章》的遵守，並跟進其執行。

Compete à Direcção dos Serviços de Solos, Obras Públicas e Transportes, adiante designada por DSSOPT, e às demais entidades promotoras de obras públicas fiscalizar o cumprimento do Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios e acompanhar a sua execução.

第三條  
正在進行的工程及程序

## Artigo 3.º

**Obras e processos em curso**

《建築鋼結構規章》不適用於在本行政法規開始生效之日仍在施工中的工程或准照發出程序仍在土地工務運輸局處理中的工程。

O Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios não é aplicável às obras em curso nem àquelas cujo processo de licenciamento decorra na DSSOPT à data da entrada em vigor do presente diploma.

第四條  
處罰制度

## Artigo 4.º

**Regime sancionatório**

因不遵守《建築鋼結構規章》而適用的處罰制度由專有法規規範。

O regime sancionatório aplicável pelo incumprimento do Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios é objecto de diploma próprio.

第五條  
開始生效

## Artigo 5.º

**Entrada em vigor**

本行政法規自公佈後滿六十日開始生效。

O presente diploma entra em vigor 60 dias após a sua publicação.

二零零一年十一月二十一日制定。

命令公佈。

行政長官 何厚鏞

Aprovado em 21 de Novembro de 2001.

Publique-se.

O Chefe do Executivo, *Ho Hau Wah*.

## 建築鋼結構規章

### 第一章 總則

#### 第一條

##### 標的及適用範圍

一、本規章制定了建築鋼結構設計與施工的一般規則，該等規定均以屋宇結構及橋樑結構之安全及荷載規章（RSA）中所列之一般安全標準為根據而制定。

二、本規章內容不包括如橋樑、塔、煙囪等鋼結構之設計方法，如有需要本規章必須連同 ENV1993-1-1（歐洲法典三）的相關部份一起使用。

三、本規章僅考慮熱軋型鋼的設計，對冷彎型鋼的設計應按 ENV1993-1-3 執行。

#### 第二條

##### 符號及單位

一、本規章所採用之符號詳列於附件一中。

二、不同種類之物理單位應按國際標準單位（S.I.）引用，以下為一些建議之單位：

質量 .....	kg
集中荷載及均佈荷載 .....	kN, kN/m, kN/m <sup>2</sup>
容重 .....	kN/m <sup>3</sup>
應力 .....	N/mm <sup>2</sup> , MPa, GPa
彎矩 .....	kNm

#### 第三條

##### 引用標準

一、按本規章進行鋼結構設計，應按有關產品標準及施工標準進行。該類標準詳列於附件二中。

二、在附件二中所列之引用標準，應以最新版本為準。

## REGULAMENTO DE ESTRUTURAS DE AÇO PARA EDIFÍCIOS

### CAPÍTULO I

#### Generalidades

#### Artigo 1.º

##### Objecto e âmbito de aplicação

1. O presente regulamento define os princípios gerais de projecto e execução de estruturas metálicas em aço para edifícios, baseado nos critérios gerais de segurança definidos no Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA).

2. Para outros tipos de estruturas não abrangidas por este regulamento, tais como pontes, torres e chaminés, este regulamento deve ser lido em conjunto com as partes relevantes da ENV1993-1-1.

3. Este regulamento aplica-se unicamente a perfis laminados a quente. Para perfis enformados a frio, deve ser consultada a ENV1993-1-3.

#### Artigo 2.º

##### Simbologia e unidades

1. A simbologia utilizada no presente regulamento é indicada no Anexo I.

2. As unidades em que são expressas as diversas grandezas são as do Sistema Internacional (SI). Indicam-se seguidamente algumas das unidades recomendadas:

Massa	kg
Forças (concentradas e distribuídas)	kN, kN/m, kN/m <sup>2</sup>
Pesos Volúmicos	kN/m <sup>3</sup>
Tensões	N/mm <sup>2</sup> , MPa, GPa
Momentos	kNm

#### Artigo 3.º

##### Normas de referência

1. O conjunto das normas de referência é apresentado no Anexo II. Definem os padrões de produto e de execução que se aplicam a estruturas metálicas projectadas de acordo com o presente regulamento.

2. As normas apresentadas no Anexo II, referem-se sempre à última edição das publicações.

## 第二章 一般安全準則

### 第四條 一般規定

一、鋼結構的安全性必須按照 RSA 的一般規定，以及本規章訂定的詳細標準確定。

二、建築結構在設計及施工上必須滿足下列各項功能要求：

(一) 結構必須有可接受的概率，使其在預定的設計基準期及成本內能保持設計上所要求的適用性；

(二) 結構必須有適當的可靠度，使其能承受在施工和使用時可能出現的各種作用及影響，同時在正常維修費用下具有足夠的耐久性能。

### 第五條 作用

一、確定鋼結構安全性所考慮的作用已列明於 RSA 中，本條只加以適當之補充。

二、在計算溫度變化所產生之影響，鋼材的線膨脹係數應取  $\alpha = 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。其他計算中所需的鋼材性能可按第十八條『型鋼及鋼板』中所列之值取用。

三、按本規章設計之鋼結構，對各方向的分析，必須具有足夠之延展性以允許將 RSA 第二十三條所述之地震係數降低至  $0.24 \alpha_E$ 。

### 第六條 承載能力極限狀態

承載能力極限狀態，一般應考慮下列情況：

(一) 強度之承載能力極限狀態，相當於結構構件的截面或其連接部份開始破壞或產生過度變形（不包含疲勞破壞）；（見第二十五條）；

(二) 結構轉變為機動體系之承載能力極限狀態，相當於某些截面開始產生塑性變形，形成塑性絞導致整體結構或結構的一部份轉變為機動體系（見第二十六條）；

(三) 挫曲之承載能力極限狀態，相當於結構或結構構件喪失穩定性（見第二十七條）；

## CAPÍTULO II Critérios Gerais de Segurança

### Artigo 4.º

#### Introdução

1. A verificação da segurança de estruturas metálicas em aço deve cumprir os critérios gerais definidos no RSA bem como os detalhes definidos no presente regulamento.

2. As estruturas devem ser projectadas e construídas de modo a que:

1) Com probabilidade aceitável se mantenham aptas para os fins para que foram projectadas, tendo em conta o período de vida previsto e o custo; e

2) Com grau de fiabilidade aceitável, possam suportar todas as acções e influências susceptíveis de ocorrerem durante a execução e a utilização e tenham durabilidade adequada face aos custos de manutenção.

### Artigo 5.º

#### Acções

1. As acções relativas à verificação da segurança de estruturas de aço estão definidas no RSA. Este artigo fornece apenas detalhes complementares.

2. Na determinação dos efeitos devidos às variações de temperatura, o coeficiente de dilatação térmica linear deve ser considerado igual a  $\alpha = 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . Outras propriedades dos aços, necessárias para o cálculo, devem tomar os valores indicados no Artigo 18.º – Perfis e chapas.

3. A estrutura de aço, projectada de acordo com o presente regulamento, para cada uma das direcções em análise, deve possuir ductilidade suficiente que permita que o coeficiente sísmico seja reduzido para  $0,24 \alpha_E$ , como indicado no Artigo 23.º do RSA.

### Artigo 6.º

#### Estados limites últimos

Os estados limites últimos a considerar são:

1) Estados limites últimos de resistência, correspondendo ao início de rotura ou deformação excessiva de uma secção, de um elemento ou de uma ligação (excluindo a fadiga); (ver artigo 25.º)

2) Estados limites últimos de transformação da estrutura num mecanismo, correspondendo à ocorrência de deformação plástica numa determinada secção e transformação da estrutura ou parte num mecanismo através da formação de rótulas plásticas; (ver artigo 26.º)

3) Estados limites últimos de encurvadura, correspondendo à instabilidade de elementos estruturais ou suas ligações; (ver artigo 27.º)

(四) 失穩之承載能力極限狀態，相當於結構作為剛體考慮時整體之傾覆或產生位移（見第二十八條）；

(五) 疲勞破壞之承載能力極限狀態，相當於結構承受動力荷載重複作用（見第二十九條）。

### 第七條

#### 正常使用極限狀態

一、正常使用極限狀態，一般應考慮下列情況（見第二十二條）：

(一) 結構中出現變形或撓度，因而嚴重影響其外觀或有效使用（包括機器或使用上的正常運作）；

(二) 因振動、擺動、或側移導致結構使用者的不舒適或非結構構件飾面之破壞；

(三) 因變形、撓度、振動、擺動或側移導致裝飾材料或非結構構件的破壞。

二、為了避免超出以上之使用極限，必須對結構的變形、撓度及振動加以規限。有關建築物之容許撓度已列於第二十三條『容許限值』中。

### 第八條

#### 耐久性

一、為保證結構具有足夠的耐久性，應考慮下列相關因素：

(一) 結構的使用；

(二) 要求性能的標準；

(三) 預期的環境條件；

(四) 材料的成份、性質及性能；

(五) 構件的形狀及結構細部設計；

(六) 工藝質量及質控水平；

(七) 特別的保護措施；

(八) 在預定設計基準期內可能需要的修護。

二、在設計階段應評估內在及外在環境條件對耐久性的影響，從而提供足夠的材料保護。

4) Estados limites últimos de perda de equilíbrio, correspondendo à rotação ou deslocamento da estrutura como um corpo rígido; (ver artigo 28.º)

5) Estados limites últimos de rotura por fadiga, quando são aplicadas à estrutura cargas repetidas. (ver artigo 29.º)

### Artigo 7.º

#### Estados limites de utilização

1. Os estados limites de utilização devem considerar, em geral, o seguinte: (ver artigo 22.º)

1) Deformações ou deslocamentos (flechas) que afectem desfavoravelmente o aspecto ou a utilização efectiva da estrutura (incluindo o funcionamento adequado de máquinas ou instalações);

2) Vibrações, oscilações ou deslocamentos laterais que causem desconforto aos ocupantes de um edifício ou que danifiquem o seu conteúdo;

3) Deformações, deslocamentos (flechas), vibrações, oscilações ou deslocamentos laterais que causem danos nos acabamentos ou elementos não estruturais.

2. Para evitar que estes limites sejam excedidos, é necessário limitar as deformações, deslocamentos e vibrações. Alguns valores limite recomendados para deslocamentos em edifícios são fornecidos no artigo 23.º – Valores limite.

### Artigo 8.º

#### Durabilidade

1. Para garantir a durabilidade adequada de uma estrutura, deve ter-se em conta os seguintes aspectos interdependentes:

1) A utilização da estrutura;

2) Os critérios de desempenho exigidos;

3) As condições ambientais esperadas;

4) A composição, propriedades e desempenho dos materiais;

5) A forma dos elementos e as disposições construtivas;

6) A qualidade de execução e o nível de controlo;

7) As medidas particulares de protecção;

8) A manutenção prevista para a vida esperada da obra.

2. As condições ambientais internas e externas devem ser avaliadas na fase de projecto, de modo a ser possível estimar a sua importância em relação à durabilidade e, consequentemente, poderem ser tomadas medidas adequadas para a protecção dos materiais.

第九條  
防火規定

有關防火規定，請參閱附件三『鋼結構防火之安全性確定』。

第三章  
結構分析

第十條  
一般規定

- 一、靜定結構的內力應採用靜態分析方法計算。
- 二、超靜定結構的內力一般可採用下列方法計算：
- (一) 彈性理論分析 — 可在任何情況下使用(見第十一條)；
- (二) 塑性理論分析 — 僅在構材截面及材料符合 ENV1993-1-1 第 5.2 條的要求下方可使用。採用塑性設計之鋼結構應按 ENV1993-1-1 所述之方法進行。
- 三、結構內力一般可按下列方法計算：
- (一) 一階理論分析 — 使用結構原始幾何形狀計算。適用於側撐式或非擺動式框架分析(框架之分類見第十五條及第十六條)；
- (二) 二階理論分析 — 考慮結構變形產生之內力，它可使用於任何框架包括擺動式框架(採用二階分析方法進行結構計算時，可參照相關參考資料進行)。

第十一條  
彈性理論分析

- 一、彈性分析應假設材料的應力應變行為在任何應力水平下應為線性關係。這個假設適用於一階及二階彈性分析。
- 二、只要符合下列條件，使用一階彈性理論計算之彎矩，在任何構件上均可重分配不超過最大彎矩之 15%：

Artigo 9.º

**Resistência ao Fogo**

Em relação à resistência ao fogo, deve ser consultado o Anexo III – Verificação da segurança de estruturas de aço em relação à acção do fogo.

CAPÍTULO III

**Cálculo de esforços**

Artigo 10.º

**Generalidades**

1. Os esforços internos e momentos numa estrutura isostática devem ser determinados através da aplicação das regras de equilíbrio da Estática.
2. Os esforços internos e momentos numa estrutura hipers-tática podem geralmente ser determinados usando um dos seguintes métodos:
- 1) Análise global elástica – pode ser usada em todos os casos; (ver artigo 11.º)
- 2) Análise global plástica – só pode ser usada quando as secções transversais das peças e os materiais em aço satisfizerem os requisitos especificados no ponto 5.2 da ENV1993-1-1. O projecto de estruturas usando análise global plástica deve também satisfazer os requisitos da ENV1993-1-1.
3. Os esforços internos e momentos podem geralmente ser determinados usando um dos seguintes métodos:
- 1) Teoria de primeira ordem – usa a geometria inicial da estrutura e pode ser utilizada nos casos de estruturas reticuladas contraventadas e reticuladas sem deslocamentos laterais; (ver artigos 15.º e 16.º para a classificação de estruturas reticuladas)
- 2) Teoria de segunda ordem – tem em conta a influência da deformação da estrutura e pode ser utilizada para análise global em todos os casos incluindo estruturas reticuladas com deslocamentos laterais. (ver outras publicações de referência para projecto de estruturas usando efeitos de segunda ordem)

Artigo 11.º

**Análise global elástica**

1. A análise global elástica deve basear-se na hipótese de que a relação tensões-deformações do material é linear, qualquer que seja o nível de tensões actuantes. Esta hipótese pode ser mantida para a análise elástica, quer de primeira quer de segunda ordem.
2. Adoptando a análise elástica de primeira ordem, os momentos elásticos podem ser modificados, redistribuindo os momentos de qualquer elemento até 15% do momento elástico máximo desse elemento, desde que:

(一) 框架內力與外力必須保持平衡；

(二) 所有折減彎矩(彎矩重分佈)的構件必須為一級或二級截面(截面之分類見第三十一條)。

三、連接計算的假設必須符合第十二條的要求。

## 第十二條 設計假定

一、在結構分析中所作之假設必須與連接點預期之性能相容。

二、框架之假設可分為三類：

(一) 簡支框架 — 構件間之連接節點不傳遞彎矩，以及在結構分析中可假設構件以鉸接方式連接；

(二) 剛性框架 — 在彈性分析中，連接處應保持其原來的完全連續性，以及節點應符合以下有關剛性節點之要求；

(三) 半剛性框架 — 在彈性分析中，以連接節點實際之彎矩-曲率或受力-變形特性之計算。

三、連接節點可按下列分類：

(一) 鉸接連接節點 — 在設計上，此類節點不允許傳遞可能對結構構件產生嚴重影響之彎矩；

(二) 剛性連接節點 — 在設計上，此類節點之變形不會對結構內力分佈或整體變形產生顯著影響；

(三) 半剛性連接節點 — 不能符合有關剛性或鉸接要求之連接節點。

## 第十三條 結構系統

一、框架系統

(一) 所有框架必須考慮下列有關框架之缺陷；

(二) 在框架分析中，缺陷所產生之效應應按表一所述之等效幾何缺陷方法  $\phi$  或等效力方法計算；

(三) 如符合第十六條之要求，框架可分類為側撐框架；

1) Os esforços internos e os momentos na estrutura reticulada se mantêm em equilíbrio com as cargas aplicadas; e

2) Todos os elementos nos quais os momentos sejam reduzidos possuem secções transversais da Classe 1 ou Classe 2. (ver artigo 31.º para a classificação de secções transversais)

3. As hipóteses de cálculo adoptadas para o comportamento das ligações devem satisfazer os requisitos definidos no artigo 12.º.

## Artigo 12.º

### Hipóteses de cálculo

1. As hipóteses adoptadas na análise global da estrutura devem ser consistentes com o tipo de comportamento previsto para as ligações.

2. Apresentam-se de seguida três possíveis grupos de hipóteses de cálculo para analisar estruturas reticuladas:

1) Articulação de nós (ou trianguladas) – nas estruturas articuladas, pode admitir-se que nas ligações entre os elementos não existem momentos. Na análise global pode admitir-se que os elementos estão efectivamente ligados por articulações;

2) Rigidez de nós – a análise elástica deve basear-se na hipótese de continuidade total, com ligações rígidas que satisfaçam os requisitos definidos abaixo;

3) Semi-rigidez de nós – a análise elástica deve basear-se em relações momentos-rotações ou forças-deslocamentos de cálculo, previstas com fiabilidade, para as ligações usadas.

3. Os tipos de ligações são classificados do seguinte modo:

1) Ligações articuladas – dimensionadas de modo a impedirem o aparecimento de momentos significativos que possam afectar desfavoravelmente os elementos da estrutura;

2) Ligações rígidas – dimensionadas de modo a que a sua deformação não tenha uma influência significativa na distribuição dos esforços na estrutura, nem na sua deformação global;

3) Ligações semi-rígidas – não satisfazem os critérios de ligação rígida ou de ligação articulada.

## Artigo 13.º

### Sistemas estruturais

1. Estruturas reticuladas

1) Qualquer estrutura reticulada deve ser analisada tendo em conta as imperfeições da estrutura indicadas abaixo;

2) Os efeitos das imperfeições devem ser tomados em conta de modo a que na análise das estruturas estes sejam incluídos através de uma imperfeição geométrica equivalente,  $\phi$ , ou por forças horizontais equivalentes de acordo com o Quadro 1. Qualquer um destes métodos é permitido;

3) Uma estrutura reticulada pode ser tratada como contraventada desde que o critério especificado no artigo 16.º seja satisfeito;

(四) 在框架分析中，每一層之擺動變形必須按第十五條有關擺動框架之分類進行驗證。如被分類為擺動框架，二階效應必須在計算中考慮。

二、子框架系統

只要符合下列條件，結構可在計算中再細分為多個子框架：

- (一) 子框架間之結構相互作用必須確實地得到模擬；
- (二) 子框架之佈置必須適用於所使用之結構系統；
- (三) 須考慮子框架間相互作用可能產生的嚴重影響。

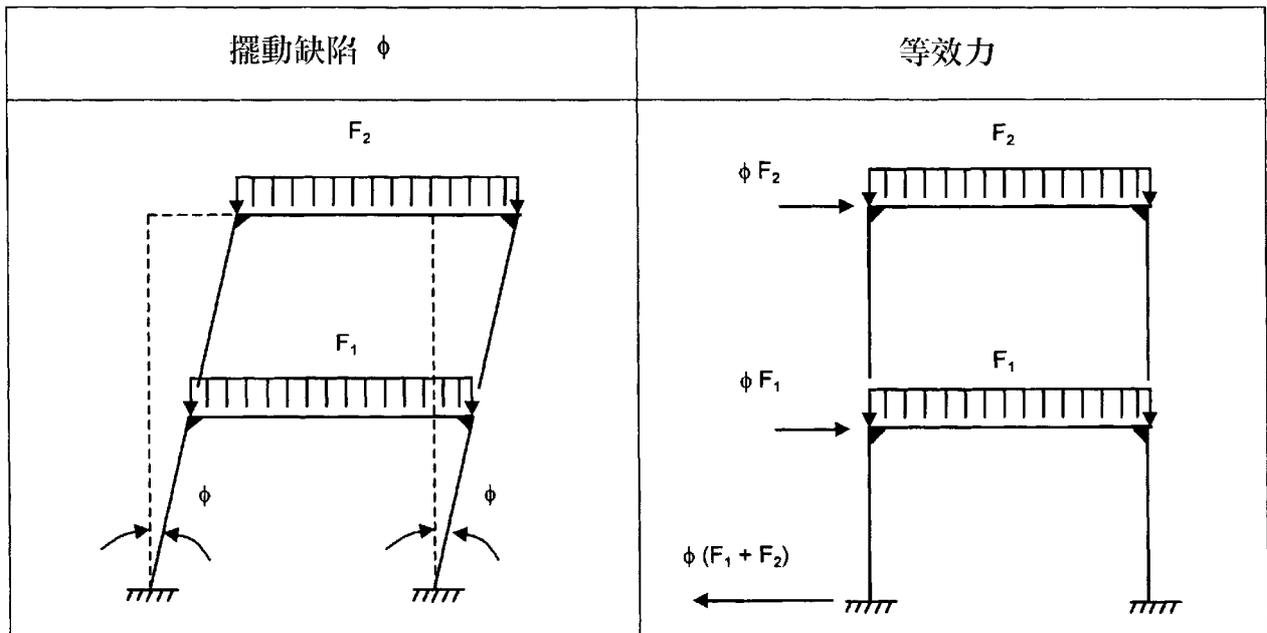
4) Por cada piso, as deformações devidas a deslocamentos laterais resultantes da análise devem ser verificadas de acordo com a classificação das estruturas reticuladas, com ou sem deslocamentos laterais, descrita no artigo 15.º. Se o limite definido por este critério for excedido então devem ser tomados em consideração os efeitos de segunda ordem.

2. Sub-estruturas

Para a análise global, a estrutura pode ser subdividida em várias sub-estruturas, desde que:

- 1) A interacção estrutural entre as sub-estruturas seja correctamente modelada;
- 2) O arranjo das sub-estruturas seja apropriado para o sistema estrutural utilizado;
- 3) Se atenda aos possíveis efeitos adversos da interacção entre sub-estruturas.

表一 框架缺陷



式中：

$$\phi = K_c K_s \phi_0$$

$$\phi_0 = \frac{1}{200}$$

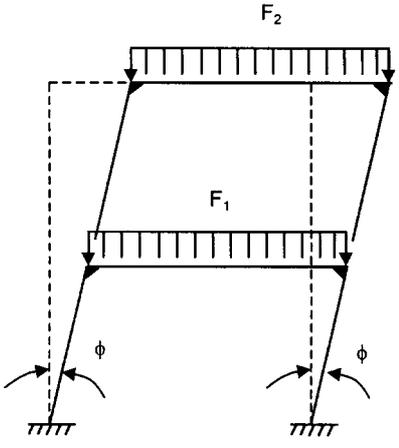
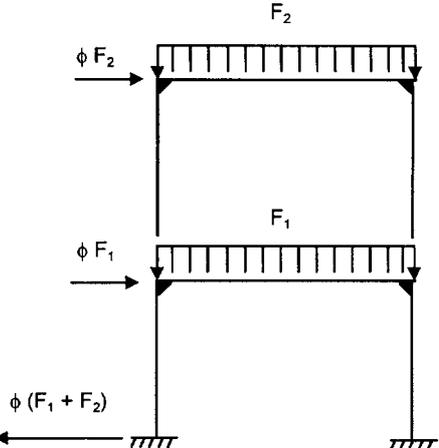
$$K_c = \sqrt{\left(0.5 + \frac{1}{n_c}\right)} \leq 1.0, n_c = \text{柱數目}$$

$$K_s = \sqrt{\left(0.2 + \frac{1}{n_s}\right)} \leq 1.0, n_s = \text{樓層數目}$$

註：

1. 如果柱承受少於在平面上各柱的垂直荷載  $N_{sd}$  平均值之 50% 時，這些柱不應計算在  $n_c$  內。
2. 如果柱不伸展至所有包括在  $n_s$  中的樓層內，這些柱不應計算在  $n_c$  內。若樓層及屋頂層不連接所有包括在  $n_c$  中之柱，在確定  $n_s$  時不應包括這些樓層。

**Quadro 1. Imperfeições da estrutura**

Imperfeições do deslocamento lateral $\phi$	Forças equivalentes
	
<p>onde :</p> $\phi = K_c K_s \phi_0$ $\phi_0 = \frac{1}{200}$ $k_c = \sqrt{\left(0,5 + \frac{1}{n_c}\right)} \leq 1,0, \quad n_c = \text{número de colunas}$ $k_s = \sqrt{\left(0,2 + \frac{1}{n_s}\right)} \leq 1,0, \quad n_s = \text{número de pisos}$ <p>Nota:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. As colunas que suportam uma carga vertical <math>N_{sd}</math> inferior a 50% da média da carga vertical por coluna no plano considerado não devem ser incluídas em <math>n_c</math></li> <li>2. As colunas que não se prolongam por todos os pisos incluídos em <math>n_s</math> não devem ser incluídas em <math>n_s</math>. Os níveis do pavimento e da cobertura que não estão ligados a todas as colunas incluídas em <math>n_c</math> não devem ser incluídas na determinação de <math>n_s</math></li> </ol>	

第十四條

框架穩定性

Artigo 14.º

**Estabilidade lateral**

1. Todas as estruturas devem ter uma rigidez suficiente para limitar os deslocamentos laterais. Essa rigidez pode ser assegurada:

1) Pela rigidez aos deslocamentos laterais de sistemas de contraventamento, tais como estruturas reticuladas trianguladas e estruturas reticuladas com nós rígidos;

2) Pela rigidez aos deslocamentos laterais da própria estrutura, como colunas em consola e rigidez das ligações.

2. Todas as estruturas reticuladas devem possuir resistência adequada à rotura num modo com deslocamentos laterais. No entanto, nos casos em que se demonstre que a estrutura não possui deslocamentos laterais, não é necessário proceder a outras verificações do modo com deslocamentos laterais.

一、所有結構必須有足夠剛度以抵抗側向擺動，可經由：

(一) 支撐系統提供擺動剛度，例如：三角框架或剪力牆；

(二) 框架本身提供擺動剛度，例如：框架柱或節點剛度。

二、所有框架必須有足夠能力抵抗在擺動模式下之側向倒塌。若框架被證明為非擺動框架，則不須進行擺動之驗證。

三、所有框架，包括擺動框架，必須驗證在非擺動模式下具有足夠抵抗破壞之能力。

四、當使用彈性分析計算，擺動模式之二階效應必須考慮，分析時可直接使用二階分析方法或間接地使用下列其中一種方法：

- (一) 使用放大彎矩之一階彈性分析方法；
- (二) 使用擺動挫曲長度之一階彈性分析方法。

五、在放大彎矩方法中，由一階彈性分析方法求得之彎矩應乘上下列比值予以放大：

$$\frac{1}{1 - \frac{\delta \sum V}{h \sum H}} \leq 1.33$$

式中  $\delta$ ,  $h$ ,  $V$  及  $H$  應採用表二之定義。當使用放大彎矩方法時，構件設計應使用非擺動模式下之挫曲長度。

第十五條  
擺動與非擺動框架

一、若框架具有足夠剛度以抵抗水平力，並具有足夠精確性以忽略由水平位移產生之附加內力，框架可被分類為非擺動框架。

二、若能符合表二之準則，於受力情況下，由各層梁柱相接而成之梁柱式框架結構可被分類為非擺動框架。

3. Todas as estruturas reticuladas, incluindo estruturas com deslocamentos laterais, serão igualmente verificadas no que respeita à resistência à rotura nos modos sem deslocamentos laterais.

4. Quando se usa a análise global elástica devem incluir-se os efeitos de segunda ordem associados ao modo com deslocamentos laterais, quer directamente, usando a análise elástica de segunda ordem, quer indirectamente, usando uma das seguintes alternativas:

- 1) Análise elástica de primeira ordem, com amplificação dos momentos devidos aos deslocamentos laterais;
- 2) Análise elástica de primeira ordem, com comprimentos de encurvadura associados ao modo com deslocamentos laterais.

5. No método de amplificação dos momentos devidos aos deslocamentos laterais, os momentos devidos aos deslocamentos laterais obtidos por análise elástica de primeira ordem devem ser amplificados multiplicando-os por:

$$\frac{1}{1 - \frac{\delta \sum V}{h \sum H}} \leq 1,33$$

onde  $\delta$ ,  $h$ ,  $V$  e  $H$  são definidos no Quadro 2. Quando se usa o método da amplificação dos momentos, podem usar-se, no dimensionamento dos elementos, comprimentos de encurvadura no plano correspondentes ao modo sem deslocamentos laterais.

Artigo 15.º

**Classificação das estruturas reticuladas, com ou sem deslocamentos laterais**

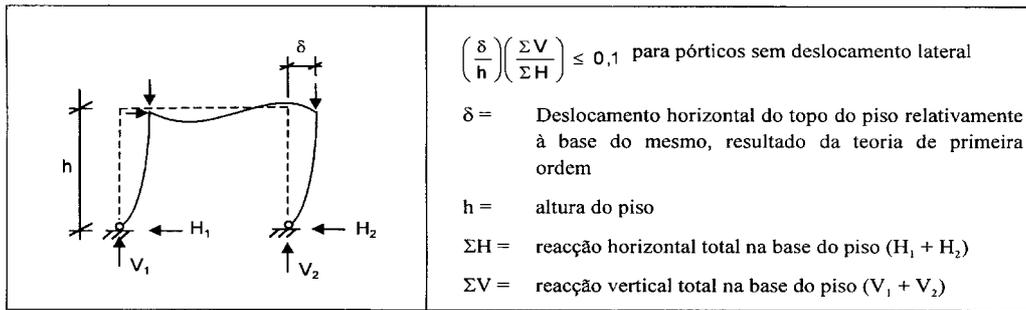
1. Uma estrutura é classificada como estrutura reticulada sem deslocamentos laterais se a sua resposta às forças horizontais no plano da estrutura for suficientemente rígida para se poderem desprezar, com rigor aceitável, todos os esforços adicionais resultantes dos deslocamentos horizontais dos nós da estrutura.

2. As estruturas reticuladas planas de estruturas de edifícios, constituídas por vigas e pilares, com vigas a ligar cada pilar ao nível de cada piso, podem ser tratados como não possuindo deslocamentos laterais para um dado caso de carga se for satisfeito o critério do Quadro 2.

表二 擺動或非擺動框架之分類

	<p>當 <math>\left(\frac{\delta}{h}\right) \left(\frac{\sum V}{\sum H}\right) \leq 0.1</math>，該框架系統可分類為非擺動框架。</p> <p><math>\delta</math> = 由一階理論計算，層頂相對層底之水平位移</p> <p><math>h</math> = 樓層高度</p> <p><math>\sum H</math> = 層底之總水平反力(<math>H_1 + H_2</math>)</p> <p><math>\sum V</math> = 層底之總垂直反力(<math>V_1 + V_2</math>)</p>
--	---

**Quadro 2. Classificação das estruturas articuladas com ou sem deslocamentos laterais**



第十六條  
側撐與非側撐框架

一、若框架由一支撐系統抵抗水平力，在考慮抗擺能力時具有足夠精確性以假設所有水平力由該支撐系統抵抗，則框架可被分類為側撐框架。

二、若支撐系統可將框架之水平位移折減至少80%（見表三），鋼結構框架可被分類為側撐框架。

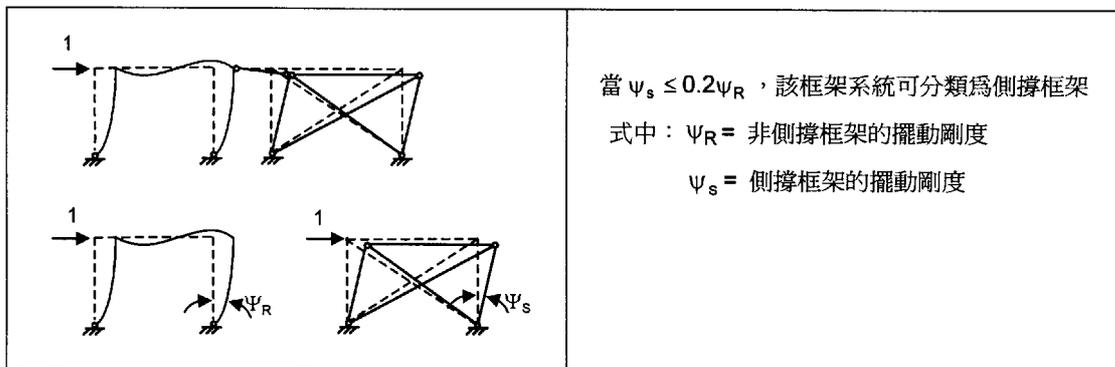
Artigo 16.º

**Classificação de estruturas reticuladas como contraventadas ou não contraventadas**

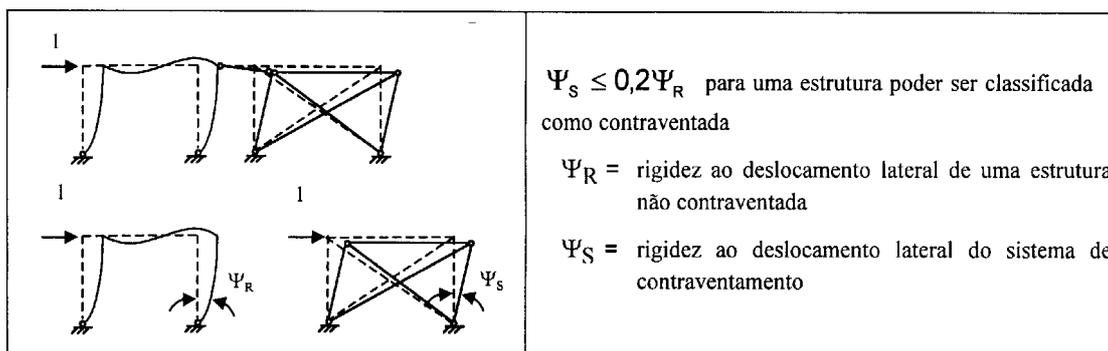
1. Uma estrutura reticulada pode ser classificada como contraventada se a sua resistência aos deslocamentos laterais for proporcionada por um sistema de contraventamento suficientemente rígido para se poder admitir, com rigor aceitável, que irá resistir a todas as acções horizontais no seu plano.

2. Uma estrutura reticulada de aço pode ser tratada como contraventada desde que o sistema de contraventamento reduza no mínimo em 80% os seus deslocamentos horizontais. (ver Quadro 3)

**表三 側撐或非側撐框架之分類**



**Quadro 3. Classificação de estruturas reticuladas como contraventadas ou não contraventadas**



## 第四章

## 材料

## 第十七條

## 鋼材的一般特性

一、本章中所列之鋼材特性標稱值，為設計時所要求之材料特徵值。

二、不同鋼種之特性必須根據其力學性能（可從抗拉試驗，沖擊試驗及彎曲試驗求得）及化學成份而確定。

## 第十八條

## 型鋼及鋼板

## 一、鋼材標準

（一）使用作結構構件之型鋼及鋼板特性必須符合下列標準：

EN10025 - 熱軋碳素結構鋼

EN10113 - 熱軋合金結構鋼

（二）本條中表四、表五及表六所列之鋼材適用於碳素鋼之設計，對高強度鋼材之設計請參閱 EN10113。

## 二、標稱強度

（一）本規章中，不同鋼種之屈服強度  $f_y$  和抗拉強度  $f_u$  之標稱值將列於表四中。鋼號是根據鋼材之屈服強度而作分類；

（二）表四中所引用之標稱值適用於標準值之計算；

（三）按鋼材不同厚度可細分其強度，EN10025標準中對各種厚度之鋼材均有強度定義以作使用；

（四）表中標稱強度也適用於熱軋空心鋼管。

## CAPÍTULO IV

## Materiais

## Artigo 17.º

## Características gerais de aços

1. As propriedades dos materiais indicadas neste capítulo são valores nominais a adoptar para efeitos de cálculo, como valores característicos.

2. As características dos diferentes tipos de aços devem basear-se na informação relativa às suas propriedades mecânicas (determinadas a partir de ensaios de tracção, ensaios de choque e ocasionalmente ensaios de dobragem) e à sua composição química.

## Artigo 18.º

## Perfis e chapas

## 1. Normas de aços

1) As características dos perfis e chapas de aço usadas em elementos estruturais, devem estar de acordo com as seguintes normas:

EN10025 – Produtos laminados a quente de aços de construção não ligados;

EN10113 – Produtos laminados a quente de aços de construção soldáveis de grão fino.

2) Os Quadros 4, 5 e 6 apresentados neste artigo são para projectos de aços de construção não ligados. No respeitante a aços de elevada resistência deve ser consultada a Norma EN10113.

## 2. Resistência nominal

1) De acordo com o presente regulamento, os valores nominais da tensão de cedência  $f_y$  e da tensão de rotura à tracção  $f_u$  para diferentes tipos de aço são apresentados no Quadro 4. Esta classificação é feita de acordo com a tensão de cedência mínima especificada;

2) Os valores nominais apresentados no Quadro 4 podem ser adoptados nos cálculos como valores característicos;

3) Em alternativa, os valores especificados na norma EN10025, podem ser utilizados para uma gama superior de espessuras;

4) Podem adoptar-se valores semelhantes para secções tubulares com tratamento térmico a quente.

表四 鋼材之力學性能

鋼號	品質	屈服強度 $f_y$ 及 抗拉強度 $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> ) 標稱厚度 (mm)				最小伸長率 % <sup>②</sup> ( $L_0 = 5.65 / S_0$ ) 標稱厚度 (mm)			最低沖擊吸收功 (J) <sup>③</sup> 標稱厚度 (mm)	
		$t \leq 40$		$40 < t \leq 100$		$3 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$63 < t \leq 100$	試驗時 溫度 °C	$10 < t \leq 15$
		$f_y$	$f_u$	$f_y$	$f_u$					
S235	JR	235	360	215	340	26	25	24	20	27
	JO								0	27
	J2								-20	27
S275	JR	275	430	255	410	22	21	20	20	27
	JO								0	27
	J2								-20	27
S355	JR	355	510	335	490	22	21	20	20	27
	JO								0	27
	J2								-20	27
	K2								-20	40

註:

- ① 表中所提供之數據可作參考引用，更詳細之數據資料可參閱EN10025標準。
- ② 表中所提供之數據為採用縱向試件由拉力試驗所得。對於鋼板，鋼帶及寬度  $\geq 600$  mm 之扁鋼則採用橫向試件，而其最少伸長率要求可再降低 2%。
- ③ 對於厚度少於 10 mm 之鋼材，其最少沖擊吸收功之要求必須參閱 EN10025 標準之圖一。

Quadro 4. Propriedades mecânicas de aços

Designação	Qualidade	Tensão de cedência $f_y$ e tensão de rotura $f_u$ em N/mm <sup>2</sup> Espessura nominal em mm				Alongamento mínimo em % <sup>②</sup> ( $L_0 = 5.65 / S_0$ ) Espessura nominal em mm			Energia absorvida mín. no ensaio de choque (J) <sup>③</sup> Espessura nominal em mm	
		$t \leq 40$		$40 < t \leq 100$		$3 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$63 < t \leq 100$	Temperatura °C	$10 < t \leq 15$
		$f_y$	$f_u$	$f_y$	$f_u$					
S235	JR	235	360	215	340	26	25	24	20	27
	JO								0	27
	J2								-20	27
S275	JR	275	430	255	410	22	21	20	20	27
	JO								0	27
	J2								-20	27
S355	JR	355	510	335	490	22	21	20	20	27
	JO								0	27
	J2								-20	27
	K2								-20	40

Nota:

- ① Os valores apresentados neste quadro são valores de referência. Para detalhes consultar a norma EN10025
- ② Os valores apresentados neste quadro são aplicáveis a provetes longitudinais para o ensaio de tracção. Para chapas, chapas largas e produtos longos de largura  $\geq 600$  mm utilizam-se provetes transversais e o alongamento min. deve ser inferior a 2%
- ③ Para espessuras inferiores a 10 mm, a energia mínima absorvida no ensaio de choque deve deduzir-se da Fig. 1 da norma EN10025

三、鋼材品質

表四中鋼材除以鋼號分等外，還以JR、JO、J2及K2等標記鋼材之品質，此品質可反映出鋼材之可焊性及要求之沖擊吸收功。鋼材品質級別之表達是由JR級向K2級提升。有關鋼號與品質級別之更詳細說明可參閱EN10025標準。

四、外形尺寸，質量及偏差

各類熱軋型鋼、鋼板及鋼管之斷面尺寸、質量及其相應之偏差要求，必須符合下列標準：EN10024、EN10029、EN10034、EN10055、EN10056、EN10210-2。

五、材料物理性能參考值

鋼結構計算所採用之材料參數，本規章中應取下列數值：

彈性模量 .....  $E = 210 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$

剪變模量 .....  $G = E/2(1 + \nu) \text{ N/mm}^2$

泊松比 .....  $\nu = 0.3$

線膨脹係數 .....  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

密度 .....  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

六、力學性能及化學成份

鋼材之力學性能及化學成份應符合表四與表五之要求。表五中所提供之數值是根據熔煉分析確定。有關成品分析之資料可參閱EN10025標準。最大碳當量之定義可參閱第二十一條。

3. Qualidade de aços

A classificação de aços apresentada no Quadro 4 é ainda designada pelas letras JR, JO, J2 e K2 que representam o nível de qualidade do aço no respeitante à soldabilidade e aos valores especificados do ensaio de choque. A qualidade aumenta para cada designação de JR a K2. Para uma descrição mais detalhada da qualidade de aços, deve-se consultar a norma EN10025.

4. Dimensões, massas e tolerâncias

As dimensões e massas dos perfis laminados a quente, chapas e perfis tubulares, e respectivas tolerâncias, devem estar de acordo com as seguintes normas: EN10024, EN10029, EN10034, EN10055, EN10056, EN10210-2, conforme o produto.

5. Valores de referência das propriedades dos materiais

Os valores de referência das propriedades dos materiais, a adoptar nos cálculos, para os aços a que se refere este regulamento, são os seguintes:

Módulo de elasticidade	$E = 210 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$
Módulo de distorção	$G = E/2(1 + \nu) \text{ N/mm}^2$
Coefficiente de Poisson	$\nu = 0,3$
Coefficiente de dilatação térmica linear	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Massa volúmica	$\rho = 7 850 \text{ kg/m}^3$

6. Propriedades mecânicas e composição química

As propriedades mecânicas e composição química dos aços devem estar de acordo com os requisitos dos Quadros 4 e 5. Os valores apresentados no Quadro 5 são determinados por análise de vazamento. Para análise de produto de aços deve ser consultada a norma EN10025. Para definição de CEV, consultar o artigo 21.º.

表五 鋼材之化學成份和最大碳當量（熔煉分析）

鋼號	品質	標稱厚度 t (mm) 之最大含碳值 Max. C (%)			Mn% Max.	Si% Max.	P% Max.	S% Max.	N% Max.	標稱厚度 t (mm) 之最大碳當量 Max. C (%)	
		t ≤ 16	16 < t ≤ 40	t > 40						t ≤ 40	40 < t ≤ 150
		S235	JR	0.17						0.20	0.17
JO	0.17		0.17	0.17	1.40	-	0.040	0.040	0.009	0.35	0.38
J2	0.17		0.17	0.17	1.40	-	0.035	0.035	-	0.35	0.38
S275	JR	0.21	0.21	0.22	1.50	-	0.045	0.045	0.009	0.40	0.42
	JO	0.18	0.18	0.18	1.50	-	0.040	0.040	0.009	0.40	0.42
	J2	0.18	0.18	0.18	1.50	-	0.035	0.035	-	0.40	0.42
S355	JR	0.24	0.24	0.24	1.60	0.55	0.045	0.045	0.009	0.45	0.47
	JO	0.20	0.20	0.22	1.60	0.55	0.040	0.040	0.009	0.45	0.47
	J2	0.20	0.20	0.22	1.60	0.55	0.035	0.035	-	0.45	0.47
	K2	0.20	0.20	0.22	1.60	0.55	0.035	0.035	-	0.45	0.47

註：

1. 表中所提供之數據可作參考引用，更詳細之數據資料可參閱EN10025標準。

Quadro 5. Composição química e Máx. CEV de aços (análise de vazamento)

Designação	Qualidade	C em % máx. para espessuras nominais t em mm			Mn% Máx.	Si% Máx.	P% Máx.	S% Máx.	N% Máx.	Máx. CEV para espessuras nominais em mm	
		t ≤ 16	16 < t ≤ 40	t > 40						t ≤ 40	40 < t ≤ 150
S235	JR	0,17	0,20	0,17	1,40	-	0,045	0,045	0,007	0,35	0,38
	JO	0,17	0,17	0,17	1,40	-	0,040	0,040	0,009	0,35	0,38
	J2	0,17	0,17	0,17	1,40	-	0,035	0,035	-	0,35	0,38
S275	JR	0,21	0,21	0,22	1,50	-	0,045	0,045	0,009	0,40	0,42
	JO	0,18	0,18	0,18	1,50	-	0,040	0,040	0,009	0,40	0,42
	J2	0,18	0,18	0,18	1,50	-	0,035	0,035	-	0,40	0,42
S355	JR	0,24	0,24	0,24	1,60	0,55	0,045	0,045	0,009	0,45	0,47
	JO	0,20	0,20	0,22	1,60	0,55	0,040	0,040	0,009	0,45	0,47
	J2	0,20	0,20	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	-	0,45	0,47
	K2	0,20	0,20	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	-	0,45	0,47

Nota:  
Os valores apresentados neste quadro são valores de referência. Para maiores detalhes consultar a norma EN10025

## 七、本規章以外之鋼材

使用與以上鋼材標準不同之鋼材時，應提供適當之資料以驗證相關設計及生產之適當性，諸如鋼材之力學性能及化學性能。其試驗方法應符合下列標準之要求：

EN10002-1994 - 金屬拉伸試驗方法；

EN10045-1990 - 金屬夏比沖擊試驗方法；

EN10036 - 鋼鐵化學分析方法。

表六提供現行標準與其他常用鋼材標準在不同鋼號間之對照。必須注意表中有關中國國家標準 GB700-88之鋼材，僅適用於強度方面之比較。當對其他特性進行比較時，必須按本規章要求小心驗證。

## 7. Outros aços para além daqueles apresentados neste regulamento

Podem ser utilizados aços estruturais além daqueles apresentados neste regulamento desde que existam informações adequadas, tais como propriedades mecânicas e composição química, que justifiquem a aplicação das regras de projecto e fabrico desses aços. Os métodos de ensaio e a análise de resultados devem ser efectuados de acordo com as seguintes normas:

EN10002 1994 – Materiais metálicos. Ensaio de tracção;

EN10045 1990 – Materiais metálicos. Ensaio de choque em provete entalhado Charpy;

EN10036 – Análise química de materiais metálicos.

Apresenta-se de seguida o Quadro 6 de modo a que se possa estabelecer a correspondência entre a designação deste regulamento e outras normas habitualmente utilizadas. Deve ser dada especial atenção ao facto de que o aço da norma Chinesa GB700-88 só é válido em termos de resistência mecânica. No caso de outras propriedades serem consideradas relevantes, devem ser verificadas cuidadosamente com os requisitos apresentados neste regulamento.

表六 各類鋼材標準對照表（碳素鋼）

澳門 (EN10025-1993)	歐洲 (EN10025-1990)	英國 (BS4360-1990)	中國● (GB700-88)
S235JR	Fe360B	40B	Q235● / Q255
S235JO	Fe360C	40C	
S235J2	Fe360D	40D	
S275JR	Fe430B	43B	Q275
S275JO	Fe430C	43C	
S275J2	Fe430D	43D	
S355JR	Fe510B	50B	-----
S355JO	Fe510C	50C	
S355J2	Fe510D	50D	
S355K2	Fe510DD	50DD	

註:  
● 中國國標之鋼材，其鋼號僅在強度方面能與其他標準作同等對應，其他性能必須按個別情況加以驗證。  
● 同等強度之比較僅適用於鋼材厚度 t < 16 mm。

**Quadro 6. Correspondência entre as designações de aços em diferentes normas (aços não-ligados)**

Macau (EN10025-1993)	Europa (EN10025-1990)	Reino Unido (BS4360-1990)	China ① (GB700-88)
S235JR	Fe360B	40B	Q235② / Q255
S235JO	Fe360C	40C	
S235J2	Fe360D	40D	
S275JR	Fe430B	43B	Q275
S275JO	Fe430C	43C	
S275J2	Fe430D	43D	
S355JR	Fe510B	50B	-----
S355JO	Fe510C	50C	
S355J2	Fe510D	50D	
S355K2	Fe510DD	50DD	

Nota:

① A designação de aços chinesa é equivalente unicamente em termos de resistência mecânica. Outras propriedades devem ser verificadas em cada caso

② A resistência mecânica é equivalente na gama de  $t < 16$  mm

## 第十九條

## 螺栓、螺帽及墊圈

一、用於鋼結構連接之螺栓、螺帽及墊圈應符合下列相關標準之要求：

## (一) 普通螺栓

螺栓 - ISO 4014, 4016, 4017, 4018, ISO 7411, 7412

螺帽 - ISO 4032~4034, ISO 7413, 7414, 4775

墊圈 - ISO 7089~7091, ISO 7415, 7416

## (二) 摩擦型高強螺栓

螺栓 - ISO 7411

螺帽 - ISO 4775

墊圈 - ISO 7415, 7416

二、表七中列出各級螺栓之屈服強度  $f_{yb}$  及抗拉強度  $f_{ub}$  標稱值。螺栓之其他力學性能可參閱 ISO 898 標準。

## Artigo 19.º

**Parafusos, porcas e anilhas**

1. Os parafusos, porcas e anilhas devem satisfazer as condições estabelecidas nas seguintes normas:

## 1) Parafusos não pré-esforçados (parafusos ordinários)

Parafusos – ISO4014, 4016, 4017, 4018, ISO 7411, 7412

Porcas – ISO4032~4034, ISO7413, 7414, 4775

Anilhas - ISO7089~7091, ISO7415, 7416

## 2) Parafusos pré-esforçados (parafusos de alta resistência)

Parafusos – ISO7411

Porcas – ISO4775

Anilhas – ISO7415, 7416

2. Os valores nominais da tensão de cedência  $f_{yb}$  e da tensão de rotura à tracção  $f_{ub}$  para parafusos, são apresentados no Quadro 7. Para outras propriedades mecânicas deve ser feita referência à norma ISO898.

表七 螺栓之屈服強度及抗拉強度

螺栓等級	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
$f_{ub}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000

Quadro 7. Valores nominais da tensão de cedência e da tensão de rotura à tracção

Classe de parafuso	4,6	4,8	5,6	5,8	6,8	8,8	10,9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
$f_{ub}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000

三、除經試驗確認其適用性，否則低於4.6級或高於10.9級之螺栓不允許使用。

## 第二十條

### 焊接焊條

一、焊接用焊條應符合 BS639 或 AWS D1.1.2 標準之要求。

二、焊接用之填充材料、其屈服強度、抗拉強度、破壞時之伸長率、以及夏比沖擊試驗之最少沖擊功應等於或大於母材之相應值。

三、使用與上述規格不同之焊條，必須進行驗證試驗（如抗拉試驗及抗彎試驗）以確定符合設計要求。而有關試驗程序及要求，應符合上述之有關標準。

## 第二十一條

### 可焊性

一、凡符合第十七條之鋼材均屬可焊之結構鋼。但對於鋼材在不同之焊接條件下確實無單一之準則規範其可焊性，因為鋼材在焊接期間與焊接後之材料行為不僅取決於材料本身，而且還與構材之外形尺寸、製作情況及使用狀況有關。

二、品質編號屬 JR、JO、J2、K2 之鋼材，一般均適合作焊接用途。從 JR 到 K2 之變化代表可焊性等級之提升。選用時必須保證能具有足夠之可焊性以滿足焊接要求。

三、可焊性之量度可採用碳當量（CEV）作評估，此值主要根據熔煉分析之結果，並定義為：

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

較低 CEV 值代表較佳之可焊性，表五中詳列各級鋼材最大碳當量 CEV 之要求。

四、另一影響可焊性之因素是量度鋼材韌性時，夏比沖擊吸收功之數值。表四中詳列在特定溫度下沖擊吸收功之要求。

3. Os parafusos de classe inferior a 4,6 ou superior a 10,9 não devem ser utilizados a não ser que se disponha de resultados que provem a sua aceitabilidade para determinada aplicação.

## Artigo 20.º

### Consumíveis de soldadura

1. Todos os consumíveis de soldadura devem satisfazer as condições estabelecidas na norma BS639 ou na norma AWS D1.1.2.

2. Os valores da tensão de cedência, tensão de rotura à tracção, extensão na rotura e valor mínimo de energia obtido no ensaio de choque Charpy de provete entalhado, especificados para o metal de adição, devem ser iguais ou superiores aos correspondentes valores especificados para o tipo de aço a ser soldado.

3. Devem ser executados testes de verificação (tais como ensaios de tracção e de flexão) nos consumíveis para soldadura diferentes dos referidos nas normas atrás mencionadas, de modo a que se verifique que estes satisfazem as exigências do projecto. Os requisitos e procedimentos de ensaio devem estar de acordo com as normas atrás mencionadas.

## Artigo 21.º

### Soldabilidade

1. Os aços que satisfaçam os requisitos mencionados no artigo 17.º são considerados aços estruturais soldáveis. No entanto, não existe um critério único que defina a soldabilidade de um aço para os diferentes procedimentos de soldadura, visto que o comportamento de um aço durante e após a soldadura não depende unicamente do material mas igualmente das dimensões e da forma, assim como da fabricação e das condições de serviço dos elementos de construção.

2. Os aços das qualidades JR, JO, J2, K2 são em geral aptos a serem soldados. A soldabilidade vai crescendo para cada classe das qualidades JR a K2. Deve ser assegurado que a soldabilidade é suficiente para os objectivos estipulados.

3. Uma medida da soldabilidade é o denominado valor de carbono equivalente (CEV) segundo a análise de vazamento e é definido como:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Valores baixos de CEV implicam melhor soldabilidade. O valor máximo de CEV para cada classe é apresentado no Quadro 5.

4. Outro factor que afecta a soldabilidade é a energia obtida no ensaio de choque Charpy de provete entalhado quando se mede a tenacidade à fractura de aços. Os requisitos para a energia de impacto a temperaturas de teste especificadas são apresentados no Quadro 4.

## 第五章

## 正常使用極限狀態之安全性確定

## 第二十二條

## 一般規定

一、正常使用極限狀態之安全性確定應根據荷載安全規章 (RSA) 考慮極短期、短期及長期之極限狀態。這些極限狀態可相應地採用稀有組合、頻繁組合及準永久組合而確定。

二、根據荷載安全規章 (RSA)，荷載分項安全係數  $\gamma_f$  (永久作用及可變作用) 和材料性能分項安全係數  $\gamma_M$  在正常使用極限狀態下應取值為 1.0。

## 第二十三條

## 容許限值

## 一、撓度

(一) 表八及表九分別列出屋宇結構之垂直撓度及水平位移之容許限值；

(二) 正常使用極限狀態之撓度計算，應考慮二階效應及塑性變形之轉動剛度。

## 二、樓面振動

結構上之振蕩及振動應受到限制，必須避免公眾步行時感到明顯的不舒適。若震動頻率及變形不超出表中各種舒適度之限值，則可視為符合要求。

## 三、積水

為了確保雨水能從平屋頂或接近平之屋頂得到正確之排放，必須對屋面坡度少於 5% 之所有屋頂進行設計檢核，以保證無積水現象出現。檢核中必須對可能出現之施工誤差、基礎沉降、構材和屋頂材料之撓曲、及預拱等因素作考慮。此類積水問題之考慮亦適用於停車場之樓面及各種外露結構。

對坡度少於 3% 之屋頂必須進行額外之驗算，用以檢查不會出現因積水而導致倒塌之情況。

## CAPÍTULO V

## Verificação da segurança em relação aos estados limites de utilização

## Artigo 22.º

## Generalidades

1. De acordo com o RSA, a verificação de segurança em relação aos estados limites de utilização deve considerar os estados limites de muito curta, curta, e de longa duração. Estes tipos de estados limites correspondem, respectivamente, aos seguintes tipos de combinações: combinação rara, combinação frequente e combinação quase permanente.

2. De acordo com o RSA, para estados limites de utilização, o coeficiente de segurança  $\gamma_f$ , relativamente a acções (permanente e variável) e o coeficiente de segurança  $\gamma_M$ , relativamente às propriedades dos materiais, devem tomar o valor de 1.

## Artigo 23.º

## Valores limites

## 1. Deslocamentos

1) Os limites recomendados para os deslocamentos verticais e horizontais em edifícios são os indicados nos Quadros 8 e 9;

2) Os deslocamentos devem ser calculados tendo em conta os efeitos de segunda ordem e a rigidez rotacional de qualquer deformação plástica no estado limite de utilização.

## 2. Vibrações do pavimento

A oscilação e vibração das estruturas sobre as quais o público pode passar devem ser limitadas de forma a evitar desconforto aos utentes. Caso a frequência e deformações apresentadas no Quadro 10 não sejam excedidas, considera-se que as condições de conforto foram satisfeitas.

## 3. Acumulação de águas pluviais

De modo a garantir a correcta descarga de águas pluviais numa cobertura plana ou quase plana, o cálculo de coberturas com um declive inferior a 5% deve ser executado de modo a garantir que não exista acumulação de águas pluviais. Este cálculo deve tomar em conta possíveis imprecisões de construção, o assentamento das fundações, as deformações dos materiais da cobertura, as deformações de elementos estruturais e os efeitos das contra-flechas. Isto também é aplicável a pavimentos de estacionamento de veículos automóveis e a outras estruturas abertas lateralmente.

Quando o declive da cobertura é inferior a 3%, devem ser executados cálculos adicionais de modo a prevenir o colapso da cobertura devido ao peso das águas acumuladas.

表八 垂直撓度容許值

註:

$\delta_{max}$  = 最後階段之垂度

$\delta_0$  = 梁之預拱或彎拱度 (屬初始階段)

$\delta_1$  = 永久荷載加載後瞬即產生之變形量 (屬第一階段)

$\delta_2$  = 與時間有關之永久荷載及可變荷載所產生之變形量 (屬第二階段)

$L$  = 梁跨度或懸臂梁之2倍跨度

狀況	撓度限值	
	$\delta_{max}$	$\delta_2$
1. 普通屋頂	$L/200$	$L/250$
2. 除維修目的外之經常性上人屋頂	$L/250$	$L/300$
3. 普通樓面	$L/250$	$L/300$
4. 採抹灰或脆性材料作飾面之樓面及屋頂	$L/250$	$L/350$
5. 承柱樓面	$L/400$	$L/500$
6. 有損建築物外觀之 $\delta_{max}$	$L/250$	--

Quadro 8. Valores limites recomendados para deslocamentos verticais

Nota:

$\delta_{max}$  = flecha no estado final relativamente à linha recta que une os apoios

$\delta_0$  = contra-flecha da viga no estado não carregado (estado 0)

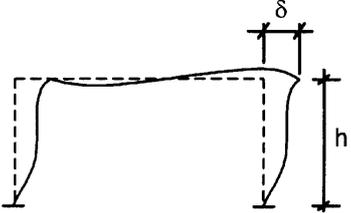
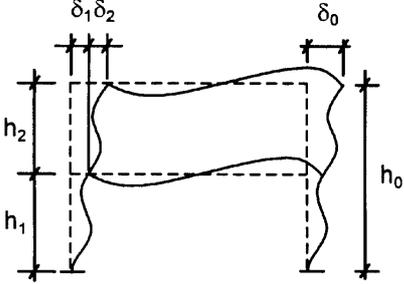
$\delta_1$  = variação da flecha da viga devida às acções permanentes imediatamente após a sua aplicação (estado 1)

$\delta_2$  = variação da flecha da viga devida às acções variáveis acrescida de deformações diferidas devidas às acções permanentes (estado 2)

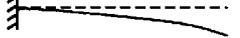
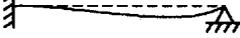
$L$  = vão da viga ou duas vezes o balanço da consola, no caso de vigas em consola

Condições	Limites	
	$\delta_{max}$	$\delta_2$
1. Coberturas em geral	$L/200$	$L/250$
2. Coberturas utilizadas frequentemente por pessoas, para além do pessoal de manutenção	$L/250$	$L/300$
3. Pavimentos em geral	$L/250$	$L/300$
4. Pavimentos e coberturas que suportem rebocos ou outros acabamentos frágeis ou divisórias não flexíveis	$L/250$	$L/350$
5. Pavimentos que suportem pilares	$L/400$	$L/500$
6. Quando $\delta_{max}$ possa afectar o aspecto do edificio	$L/250$	--

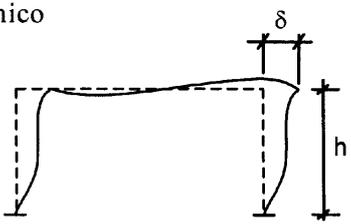
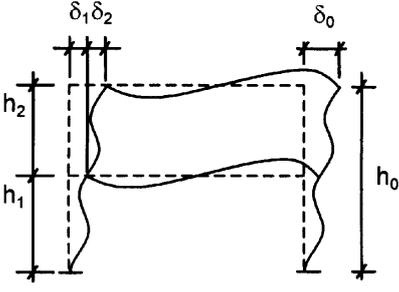
表九 結構水平位移容許值

狀況		容許值
1. 單層結構 	無高架吊機之框架	$h / 150$
	其他建築物	$h / 300$
2. 多層結構 	單一樓層	$h_1 / 300$ $h_2 / 300$
	結構整體	$h_0 / 500$

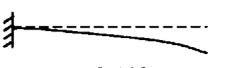
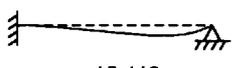
表十 樓面振動容許值

	最低自振頻率 $f_e$ [Hz]	總撓度容許值 $\delta_1 + \delta_2$ [mm]
1. 一般步行使用之樓面	3	28
2. 舞蹈用途之樓面	5	10
$f_e = \frac{1}{2\pi} \frac{\alpha}{L^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \text{ [Hz]}$ E = 彈性模量 I = 截面慣性矩 L = 跨度 m = 單位長度重 $\alpha$ = 基本振態之頻率系數		
 $\alpha = 9.869$	 $\alpha = 22.37$	 $\alpha = 3.516$
		 $\alpha = 15.418$

**Quadro 9. Valores limites recomendados para deslocamentos horizontais**

Condições		Limites
1. Piso único 	Pórticos sem aparelhos de elevação	$h / 150$
	Outros edifícios de piso único	$h / 300$
2. Vários pisos 	Em cada piso	$h_1 / 300$ $h_2 / 300$
	Estrutura como um todo	$h_0 / 500$

**Quadro 10. Valores limites recomendados para vibrações do pavimento**

	Frequência natural mínima $f_e$ [Hz]	Limite da deformação total $\delta_1 + \delta_2$ [mm]
1. Pavimentos sobre os quais pessoas caminham com regularidade	3	28
2. Pavimentos onde ocorrem saltos ou incidência de movimentos rítmicos	5	10
$f_e = \frac{1}{2\pi} \frac{\alpha}{L^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \text{ [Hz]}$ <p>                             E = módulo de elasticidade                              I = segundo momento da área                              L = comprimento                              m = massa por unidade de comprimento  <math>\alpha</math> = coeficiente de frequência do modo básico de vibração                         </p>		
		
$\alpha = 9,869$	$\alpha = 22,37$	$\alpha = 3,516$
		$\alpha = 15,418$

**第六章**  
**承載能力極限狀態之安全性確定**

**第一節**  
**承載能力極限狀態**

第二十四條  
一般規定

一、鋼結構及其組件的佈置必須滿足第二章中有關承載能力極限狀態的基本設計要求。

二、分項安全係數 $\gamma_M$ 的選取應採用下列數值(截面的分類見第三十一條)：

- 第一、二、三級截面的抗力 .....  $\gamma_{M0} = 1.1$
- 第四級截面的抗力 .....  $\gamma_{M1} = 1.1$
- 構件的挫曲承載力 .....  $\gamma_{M1} = 1.1$
- 螺栓孔上淨截面的抗力 .....  $\gamma_{M2} = 1.25$
- 連接物的承載力 ..... 見第七章

三、框架應驗算：

- 截面的抗力 (見第二節)
- 構件的挫曲承載力 (見第三節)
- 連接部份的承載力 (見第七章)
- 框架的穩定性 (見第十四條)
- 靜態平衡 (見第二十八條)

四、構件及截面的抗力應按表十一進行驗算。

**CAPÍTULO VI**

**Verificação da segurança em relação aos estados limites últimos**

**SECÇÃO I**

**Estado limite último**

Artigo 24.º

**Generalidades**

1. As estruturas de aço e os seus elementos devem ser dimensionados de forma a satisfazer os requisitos básicos de dimensionamento para os estados limites últimos, definidos no Capítulo II.

2. O coeficiente parcial de segurança  $\gamma_M$  deve tomar os seguintes valores: (ver artigo 31.º, no que respeita à classificação de secções transversais)

- Resistência das secções transversais da Classe 1, 2 ou 3 .....  $\gamma_{M0} = 1,1$
- Resistência das secções transversais da Classe 4 .....  $\gamma_{M1} = 1,1$
- Resistência de elementos à encurvadura .....  $\gamma_{M1} = 1,1$
- Resistência das secções úteis nas zonas dos furos dos parafusos .....  $\gamma_{M2} = 1,25$
- Resistência das ligações ..... ver Capítulo VII

3. Nas estruturas reticuladas deve ser verificada:

- A resistência de secções transversais; (ver Secção II)
- A resistência à encurvadura dos elementos; (ver Secção III)
- A resistência das ligações; (ver Capítulo VII)
- A estabilidade da estrutura; (ver artigo 14.º)
- O equilíbrio estático. (ver artigo 28.º)

4. A resistência de secções transversais e elementos deve ser verificada de acordo com o Quadro 11.

**表十一 構件及截面抗力驗算**

構件	抗力設計					
	截面	彎曲挫曲	扭轉挫曲	剪力挫曲	翼板挫曲	腹板承受外力
受拉構件	第三十二條	---	---	---	---	---
受壓構件	第三十三條	第三十七條	---	---	---	---
受彎構件 (樑)	第三十四條 第三十五條	---	第三十九條	第四十條	第四十一條	第四十二條
受彎矩及軸力構件	-承受組合力的截面 (第三十六條) -承受組合力的構件 (第三十八條) -在受彎、受拉及受壓構件中選取適合的準則					

**Quadro 11. Verificação de resistência de secções transversais e elementos**

Elementos	Resistência					
	das secções transversais	à encurvadura	à encurvadura lateral	à encurvadura por corte	à encurvadura do banzo no plano da alma	ao enrugamento da alma
<b>Elementos traccionados</b>	Artigo 32.º	---	---	---	---	---
<b>Elementos comprimidos</b>	Artigo 33.º	Artigo 37.º	---	---	---	---
<b>Vigas (flexão)</b>	Artigo 34.º Artigo 35.º	---	Artigo 39.º	Artigo 40.º	Artigo 41.º	Artigo 42.º
<b>Elementos sujeitos a flexão composta</b>	- Secções transversais (Artigo 36.º) - Elementos (Artigo 38.º) - Os critérios relativos a vigas, elementos traccionados ou elementos comprimidos, são aplicados quando apropriado					

## 第二十五條

承載能力極限狀態之抗力驗算

一、抗力的驗算應符合下列要求：

$$S_d \leq R_d$$

式中： $S_d$  = 外力設計值

$R_d$  = 抗力設計值

二、在計算外力設計值  $S_d$  時，應按第三章『結構分析』所定的準則確定，並考慮在RSA中定義的組合作用及分項系數  $\gamma_f$ ，但不包括失穩或疲勞破壞之極限狀態。

三、在計算抗力設計值  $R_d$  時，應按本章所建立的理論進行，其計算方法相對於作用在截面上不同的力或彎矩，並應按第四章所定義的材料力學性能設計。

## 第二十六條

承載能力極限狀態下結構轉變為機動體系的驗算

一、結構轉變為機動體系的驗算，在考慮其相關的結構性能設計值後，應驗證作用在設計範圍內不會令結構轉變為機動體系。

## Artigo 25.º

**Estado limite último de resistência**

1. Para a verificação da segurança em relação ao estado limite último de resistência, deve ser satisfeita a seguinte condição:

$$S_d \leq R_d$$

Onde:  $S_d$  = valor de cálculo do esforço actuante

$R_d$  = valor de cálculo do esforço resistente

2. Os valores de cálculo do esforço actuante  $S_d$  devem ser determinados de acordo com os critérios estabelecidos no Capítulo III e considerando as combinações de acções e o factor parcial de segurança  $\gamma_f$  especificado no RSA para o estado limite último, não incluindo perda de equilíbrio ou fadiga.

3. Os valores de cálculo do esforço actuante  $R_d$  devem ser determinados de acordo com a teoria estabelecida neste capítulo, em que o método é apresentado relativamente a diferentes tipos de forças ou momentos flectores aplicados nas secções transversais e também aos valores das propriedades mecânicas definidas no Capítulo IV.

## Artigo 26.º

**Estado limite último de transformação da estrutura num mecanismo**

1. Quando se considera um estado limite de transformação da estrutura num mecanismo, deve verificar-se que o mecanismo não ocorre a não ser quando as acções excedem os seus valores de cálculo, tomando em consideração os valores de cálculo de todas as propriedades estruturais.

二、結構轉變為機動體系的塑性理論分析應按 ENV1993-1-1 所建立的理論執行。

### 第二十七條

#### 承載能力極限狀態之挫曲驗算

一、由二階效應所引起的挫曲承載能力驗算，在考慮其相關的結構性能設計值後，應驗證作用在設計範圍內不會出現失穩。除此之外，截面亦應保證：

$$S_d \leq R_d$$

二、不同構件的挫曲承載力應根據本章第三節進行設計。

### 第二十八條

#### 承載能力極限狀態之結構失穩驗算

結構整體失去平衡或產生位移的驗算應符合：

$$E_{d, \text{dat}} \leq E_{d, \text{stb}}$$

式中： $E_{d, \text{dat}}$  = 失穩作用效應

$E_{d, \text{stb}}$  = 穩定作用效應

### 第二十九條

#### 承載能力極限狀態之疲勞破壞驗算

一、承載能力極限狀態之疲勞破壞驗算應保證疲勞破壞指數  $D_d$  不超過 1，詳細的驗算程序應按 ENV1993-1-1 第九章執行。

二、除下列情況外，建築物一般不要求驗算疲勞破壞：

- 支撐升降機器或承受滾動荷載的構件；
- 支撐振動機器的構件；
- 受風荷載導致振動的構件；
- 受擠擁人群導致振動的構件。

2. A análise plástica da transformação das estruturas em mecanismos deve ser determinada de acordo com a teoria estabelecida na ENV1993-1-1.

### Artigo 27.º

#### Estado limite último de encurvadura

1. Quando se considera um estado limite de encurvadura devido a efeitos de segunda ordem, deve verificar-se que a instabilidade não ocorre a não ser quando as ações excedem os seus valores de cálculo, tomando em consideração os valores de cálculo de todas as propriedades estruturais. Além disso, as secções devem ser verificadas de acordo com:

$$S_d \leq R_d$$

2. A resistência de elementos à encurvadura deve ser determinada de acordo com a Secção III do presente Capítulo para diferentes tipos de resistência à encurvadura.

### Artigo 28.º

#### Estado limite último de perda de equilíbrio

Quando se considera um estado limite de perda de equilíbrio estático ou de grandes deslocamentos ou deformações da estrutura, deve verificar-se que:

$$E_{d, \text{dst}} \leq E_{d, \text{stb}}$$

onde:  $E_{d, \text{dst}}$  = efeito de ações destabilizantes de cálculo

$E_{d, \text{stb}}$  = efeito de ações estabilizantes de cálculo

### Artigo 29.º

#### Estado limite último de rotura por fadiga

1. Quando se considera um estado limite de rotura por fadiga, deve verificar-se que o valor de cálculo do indicador  $D_d$  não excede a unidade. O procedimento de verificação em detalhe deve estar de acordo com o capítulo 9 da ENV1993-1-1.

2. No que respeita às estruturas de edifícios não se exige uma verificação de fadiga, a não ser nos seguintes casos:

- Elementos que suportem equipamento de elevação ou cargas móveis;
- Elementos que suportem vibrações produzidas por máquinas;
- Elementos sujeitos a oscilações provocadas pelo vento;
- Elementos sujeitos a oscilações provocadas por multidões.

第二節  
截面抗力

第三十條  
一般規定

SECÇÃO II

Resistência das Secções Transversais

Artigo 30.º

Generalidades

一、截面的一般特性定義如下：

(一) 毛截面面積 (A) —— 使用規定尺寸計算之面積。計算時螺栓孔等面積並不扣除，但較大之開孔面積則需考慮；

(二) 淨截面面積 (A<sub>net</sub>) —— 構件毛截面扣除所有開孔及開口的面積；

(三) 一般熱軋型鋼的尺寸可依圖一使用。

二、截面的有效特性

(一) 第四級對稱截面的有效特性應按表十二中受壓部份的有效寬度 (b<sub>eff</sub> = ρ x b) 計算。非對稱截面可參考 ENV1993-1-1 第 5.3.5 條的要求；

(二) 寬度折減係數 ρ 可按下式計算：

$$\rho_i = 1.0 \quad \text{當} \quad \bar{\lambda}_{\rho i} \leq 0.673$$

$$\rho_i = \frac{(\bar{\lambda}_{\rho i} - 0.22)}{\bar{\lambda}_{\rho i}^2} \quad \text{當} \quad \bar{\lambda}_{\rho i} > 0.673$$

式中  $\bar{\lambda}_{\rho i}$  可按表十二求得。

1. Definem-se seguidamente algumas propriedades gerais das secções transversais:

1) Secção bruta (A) — a área da secção bruta deve ser determinada usando as dimensões especificadas. Não é necessário deduzir os furos das ligações, sendo no entanto necessário considerar aberturas de maiores dimensões.

2) Área útil (A<sub>net</sub>) — a área útil da secção transversal de um elemento deve ser considerada como a respectiva área bruta menos as áreas de todos os furos e outras aberturas;

3) As dimensões de algumas secções gerais laminadas a quente apresentam-se na Figura 1.

2. Propriedades das secções efectivas de secções transversais

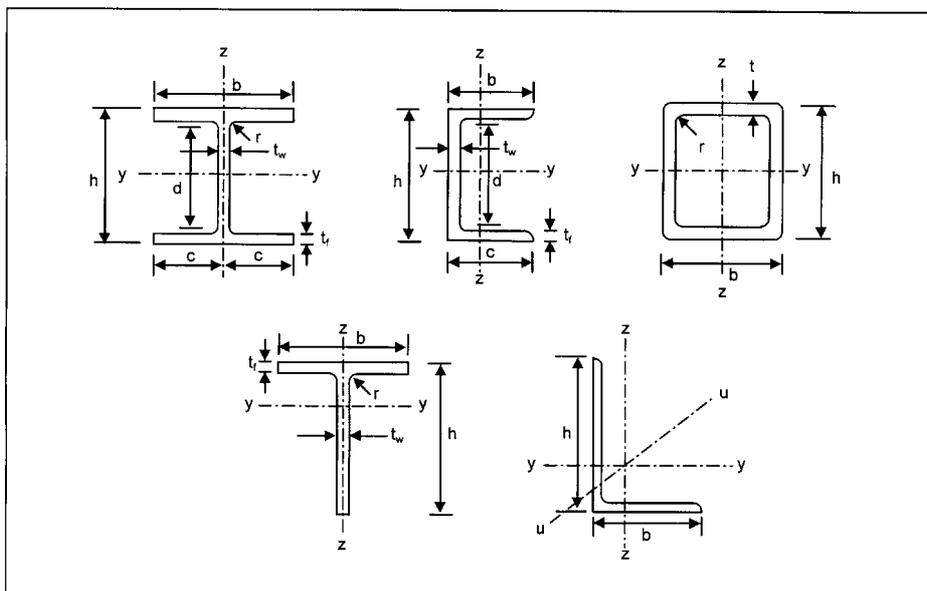
1) As propriedades das secções efectivas de secções transversais de Classe 4 devem ser baseadas nas larguras efectivas (b<sub>eff</sub> = ρ x b) dos elementos em compressão, como indicado no Quadro 12, para secções transversais simétricas. Para secções transversais não simétricas deve consultar-se a cláusula 5.3.5 da ENV1993-1-1.

2) Como aproximação, o factor de redução ρ pode ser obtido do seguinte modo:

$$\rho_i = 1,0 \quad \text{quando} \quad \bar{\lambda}_{\rho i} \leq 0,673$$

$$\rho_i = \frac{(\bar{\lambda}_{\rho i} - 0,22)}{\bar{\lambda}_{\rho i}^2} \quad \text{quando} \quad \bar{\lambda}_{\rho i} > 0,673$$

Em que  $\lambda_{\rho i}$  pode ser obtido a partir do Quadro 12.



圖一 熱軋型鋼的截面尺寸

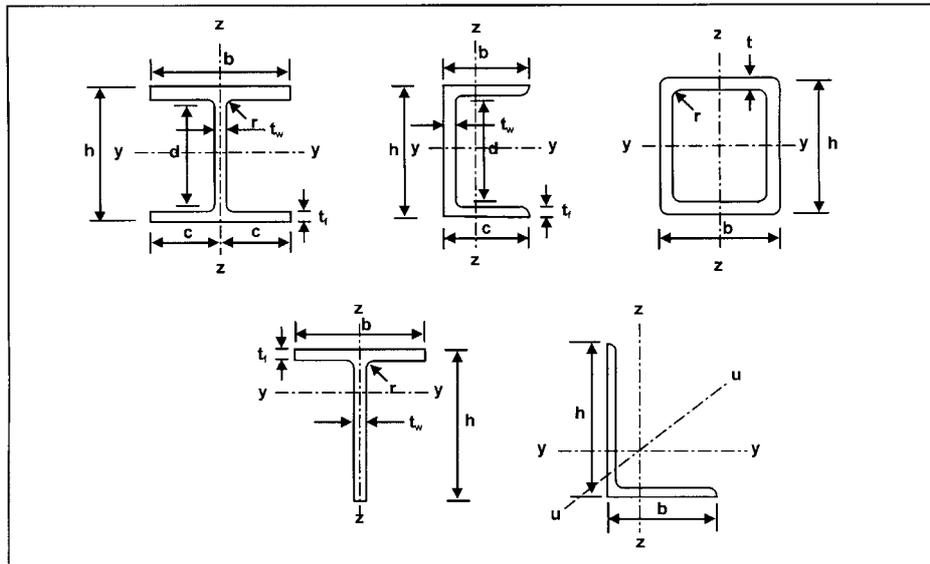


Figura 1. Dimensões gerais de alguns perfis laminados a quente

表十二 對稱構件的有效截面

	毛截面	$\bar{\lambda}_{pi}$	有效截面
受壓構件		$\bar{\lambda}_{p1} = \frac{b_1}{t} \frac{1}{56.8\epsilon}$	
		$\bar{\lambda}_{p1} = \frac{b_1}{t} \frac{1}{56.8\epsilon}$ $\bar{\lambda}_{p2} = \frac{b_2}{t} \frac{1}{18.6\epsilon}$	
受彎構件		$\bar{\lambda}_{p1} = \frac{b_1}{t} \frac{1}{56.8\epsilon}$ $\bar{\lambda}_{p2} = \frac{b_2}{t} \frac{1}{18.6\epsilon}$	
		$\bar{\lambda}_{p3} = \frac{b_3}{t} \frac{1}{138.8\epsilon}$	
		$\bar{\lambda}_{p4} = \frac{b_4}{t} \frac{1}{21.4\epsilon}$	

Quadro 12. Informação de secções transversais efectivas para perfis simétricos

	Secção bruta	$\bar{\lambda}_{pi}$	Secção transversal efectiva
Elementos em compressão		$\bar{\lambda}_{p1} = \frac{b_1}{t} \frac{1}{56,8\epsilon}$	
		$\bar{\lambda}_{p1} = \frac{b_1}{t} \frac{1}{56,8\epsilon}$ $\bar{\lambda}_{p2} = \frac{b_2}{t} \frac{1}{18,6\epsilon}$	
Elementos em flexão		$\bar{\lambda}_{p1} = \frac{b_1}{t} \frac{1}{56,8\epsilon}$ $\bar{\lambda}_{p2} = \frac{b_2}{t} \frac{1}{18,6\epsilon}$	
		$\bar{\lambda}_{p3} = \frac{b_3}{t} \frac{1}{138,8\epsilon}$	
		$\bar{\lambda}_{p4} = \frac{b_4}{t} \frac{1}{21,4\epsilon}$	

第三十一條  
截面分類

## Artigo 31.º

**Classificação de secções transversais**

- 一、截面共分四級，定義如下：
- (一)第一級截面，此截面有足夠轉動之能力，且可形成塑性鉸，以符合塑性設計的要求；
- (二)第二級截面，此截面能發展出塑性彎矩，但只具有有限的轉動能力；
- (三)第三級截面，此截面之鋼材，在受壓下其外緣壓應力能到達屈服強度，但局部挫曲之出現可導致截面不能發展塑性彎矩；
- (四)第四級截面，此截面在計算受壓或受彎承載力時，必需考慮局部挫曲效應。
- 二、第四級截面可使用有效截面寬度的方法計算因局部挫曲效應而減少的承載力，可參看第三十條。
- 三、截面應按受壓部份的分佈進行分類。
- 四、受壓部份包括截面每一個(在荷載組合下受軸力或彎矩)完全或部份受壓的地方。
- 五、截面各受壓部份(例如腹板或翼板)一般有不同的級別。
- 六、截面評級一般採用各受壓部份中之最高(最不利)級別。
- 七、截面的分類亦可針對腹板及翼板再進行分類。
- 八、第一、二、三級截面受壓部份的限制應按表十三至表十五採用，其中若不符合第三級截面的要求，應定為第四級。
- 九、其他沒有在表中出現的截面應按 ENV1993-1-1 表 5.3.1 執行。

1. As secções transversais são divididas em quatro classes, do seguinte modo:

1) As secções transversais de Classe 1 são aquelas em que se pode formar uma rótula plástica com a capacidade de rotação requerida por uma análise plástica;

2) As secções transversais de Classe 2 são aquelas em que é possível atingir o momento plástico, mas que possuem uma capacidade de rotação limitada;

3) As secções transversais de Classe 3 são aquelas em que a tensão calculada na fibra extrema mais comprimida do elemento de aço pode atingir o valor da tensão de cedência, mas em que o momento plástico poderá não ser atingido, devido à encurvadura local;

4) As secções transversais de Classe 4 são aquelas em que é necessário ter em conta, explicitamente, os efeitos de encurvadura local na determinação da sua resistência à flexão ou compressão.

2. As larguras efectivas podem ser utilizadas em secções transversais de Classe 4 de modo a efectuar os ajustes necessários para reduções de resistência devido a efeitos de encurvadura local. (ver artigo 30.º)

3. A classificação de uma secção transversal depende das proporções de cada um dos seus componentes comprimidos.

4. Os componentes comprimidos englobam todos os componentes da secção transversal que se encontram total ou parcialmente à compressão, devido à força axial ou momento flector, sob as combinações de carga consideradas.

5. Os diversos componentes comprimidos da secção transversal (tais como a alma ou o banzo) podem, em geral, ser de classes diferentes.

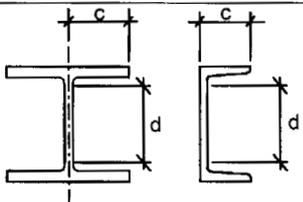
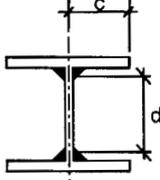
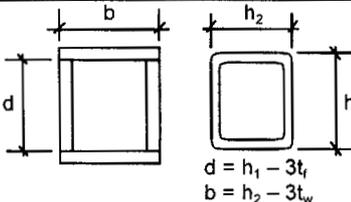
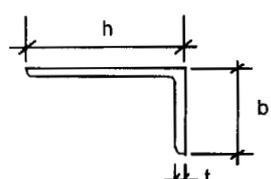
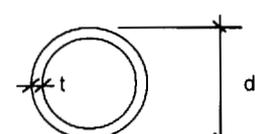
6. Uma secção transversal é normalmente classificada pela classe mais elevada (menos favorável) dos seus componentes comprimidos.

7. Em alternativa, a classificação de uma secção transversal pode ser definida pela classificação da alma e pela classificação do banzo em simultâneo.

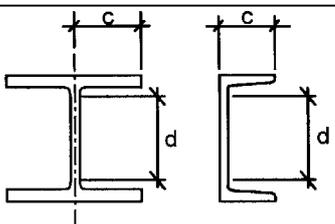
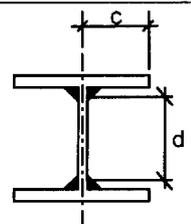
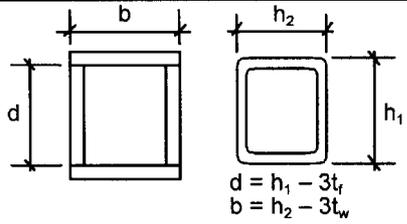
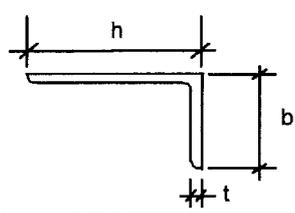
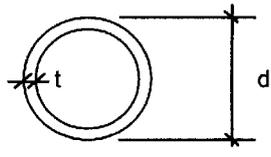
8. Os valores limites da relação entre as dimensões dos componentes comprimidos de Classes 1, 2 e 3 devem ser obtidos através dos Quadros 13 a 15. Um componente que não satisfaça os limites da Classe 3, deve ser considerado como pertencendo à Classe 4.

9. Para perfis além daqueles mencionados nos quadros acima referidos, aqueles valores limite devem ser determinados através do Quadro 5.3.1 da ENV1993-1-1.

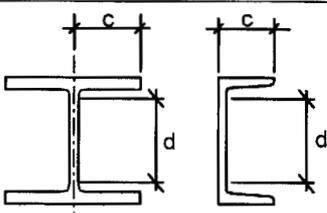
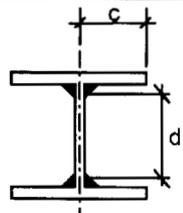
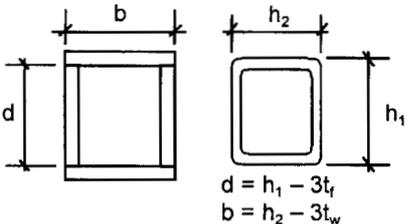
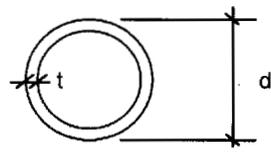
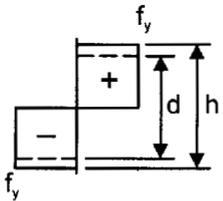
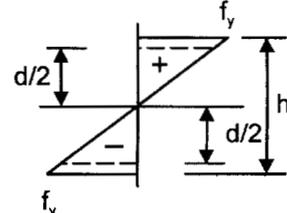
表十三 受壓截面的分類

截面形式		級別		
		第一級	第二級	第三級
	腹板	$\frac{d}{t_w} \leq 33\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 38\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 42\epsilon$
	翼板	$\frac{c}{t_f} \leq 10\epsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 11\epsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 15\epsilon$
	腹板	$\frac{d}{t_w} \leq 33\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 38\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 42\epsilon$
	翼板	$\frac{c}{t_f} \leq 9\epsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 10\epsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 14\epsilon$
 <p><math>d = h_1 - 3t_f</math> <math>b = h_2 - 3t_w</math></p>	腹板	$\frac{d}{t_w} \leq 33\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 38\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 42\epsilon$
	翼板	$\frac{b}{t_f} \leq 42\epsilon$	$\frac{b}{t_f} \leq 42\epsilon$	$\frac{b}{t_f} \leq 42\epsilon$
		----	----	$\frac{h}{t} \leq 15\epsilon$
				$\frac{b+h}{2t} \leq 11.5\epsilon$
		$\frac{d}{t} \leq 50\epsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 70\epsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 90\epsilon^2$
$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	$f_y$	235	275	355
	$\epsilon$	1	0.92	0.81
	$\epsilon^2$	1	0.85	0.66
註： $t_f$ = 翼板厚度 $t_w$ = 腹板厚度				

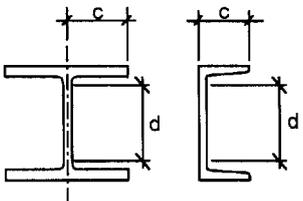
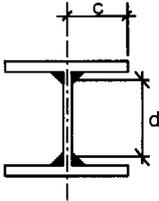
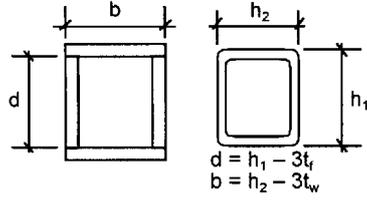
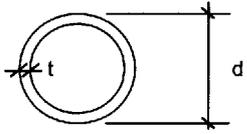
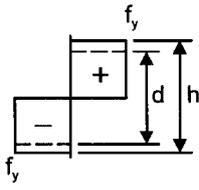
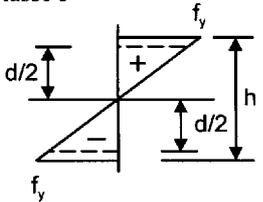
**Quadro 13. Classificação de seções transversais para elementos solicitados à compressão axial**

Perfis		Classe de componentes		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
	Alma	$\frac{d}{t_w} \leq 33\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 38\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 42\epsilon$
	Banzo	$\frac{c}{t_f} \leq 10\epsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 11\epsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 15\epsilon$
	Alma	$\frac{d}{t_w} \leq 33\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 38\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 42\epsilon$
	Banzo	$\frac{c}{t_f} \leq 9\epsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 10\epsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 14\epsilon$
 <p><math>d = h_1 - 3t_f</math> <math>b = h_2 - 3t_w</math></p>	Alma	$\frac{d}{t_w} \leq 33\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 38\epsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 42\epsilon$
	Banzo	$\frac{b}{t_f} \leq 42\epsilon$	$\frac{b}{t_f} \leq 42\epsilon$	$\frac{b}{t_f} \leq 42\epsilon$
		----	----	$\frac{h}{t} \leq 15\epsilon$
				$\frac{b+h}{2t} \leq 11.5\epsilon$
		$\frac{d}{t} \leq 50\epsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 70\epsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 90\epsilon^2$
$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	$f_y$	235	275	355
	$\epsilon$	1	0,92	0,81
	$\epsilon^2$	1	0,85	0,66
Nota: $t_f$ = espessura do banzo $t_w$ = espessura da alma				

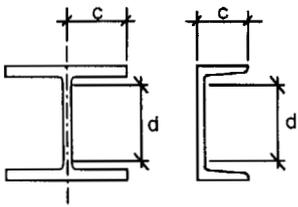
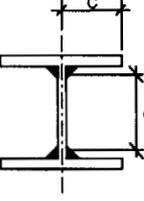
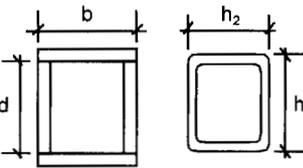
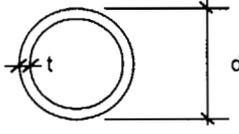
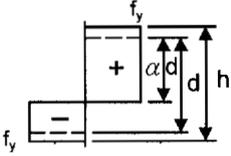
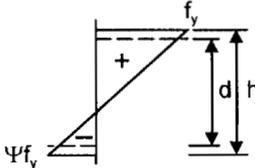
表十四 受彎截面的分類

截面形式		級別			
		第一級 <sup>①</sup>	第二級 <sup>①</sup>	第三級 <sup>②</sup>	
	腹板	$\frac{d}{t_w} \leq 72\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 83\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 124\varepsilon$	
	翼板	$\frac{c}{t_f} \leq 10\varepsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 11\varepsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 15\varepsilon$	
	腹板	$\frac{d}{t_w} \leq 72\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 83\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 124\varepsilon$	
	翼板	$\frac{c}{t_f} \leq 9\varepsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 10\varepsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 14\varepsilon$	
 <p><math>d = h_1 - 3t_f</math> <math>b = h_2 - 3t_w</math></p>	腹板	$\frac{d}{t_w} \leq 72\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 83\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 124\varepsilon$	
	翼板	$\frac{b}{t_f} \leq 33\varepsilon$	$\frac{b}{t_f} \leq 38\varepsilon$	$\frac{b}{t_f} \leq 42\varepsilon$	
			$\frac{d}{t} \leq 50\varepsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 90\varepsilon^2$
$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$		$F_y$	235	275	355
		$\varepsilon$	1	0.92	0.81
		$\varepsilon^2$	1	0.85	0.66
註： $t_f$ = 翼板厚度 $t_w$ = 腹板厚度		<sup>①</sup> 第一、二級截面應力分佈 	<sup>②</sup> 第三級截面應力分佈 		

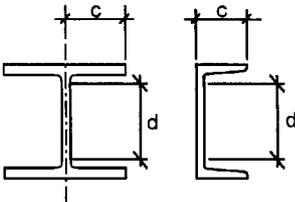
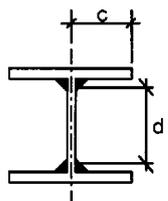
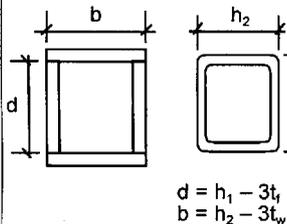
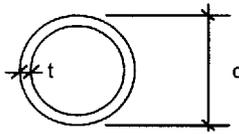
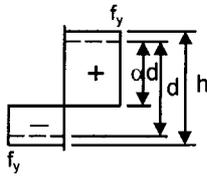
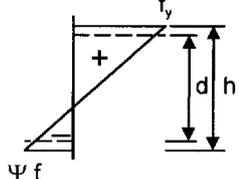
**Quadro 14. Classificação de secções transversais para elementos solicitados à flexão**

Perfis		Classe de componentes			
		Classe 1 ❶	Classe 2 ❶	Classe 3 ❷	
	Alma	$\frac{d}{t_w} \leq 72\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 83\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 124\varepsilon$	
	Banzo	$\frac{c}{t_f} \leq 10\varepsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 11\varepsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 15\varepsilon$	
	Alma	$\frac{d}{t_w} \leq 72\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 83\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 124\varepsilon$	
	Banzo	$\frac{c}{t_f} \leq 9\varepsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 10\varepsilon$	$\frac{c}{t_f} \leq 14\varepsilon$	
 <p><math>d = h_1 - 3t_f</math> <math>b = h_2 - 3t_w</math></p>	Alma	$\frac{d}{t_w} \leq 72\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 83\varepsilon$	$\frac{d}{t_w} \leq 124\varepsilon$	
	Banzo	$\frac{b}{t_f} \leq 33\varepsilon$	$\frac{b}{t_f} \leq 38\varepsilon$	$\frac{b}{t_f} \leq 42\varepsilon$	
			$\frac{d}{t} \leq 50\varepsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 90\varepsilon^2$
$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$		$f_y$	235	275	355
		$\varepsilon$	1	0,92	0,81
		$\varepsilon^2$	1	0,85	0,66
<p>Nota:</p> <p><math>t_f</math> = espessura do banzo <math>t_w</math> = espessura da alma</p>		<p>❶ Distribuição de tensões para secções transversais de Classes 1 e 2</p> 	<p>❷ Distribuição de tensões para secções transversais de Classe 3</p> 		

表十五 壓彎截面的分類

截面形式		級別					
		第一級 <sup>①</sup>		第二級 <sup>①</sup>		第三級 <sup>②</sup>	
		$\alpha < 0.5$	$\alpha > 0.5$	$\alpha < 0.5$	$\alpha > 0.5$	$\psi \leq -1$	$\psi > -1$
	腹板	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{41.5\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq 62\epsilon$ $(1-\psi)\sqrt{-\psi}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{42\epsilon}{0.67 + 0.33\psi}$
	翼板	$\frac{c}{t_f} \leq 10\epsilon$		$\frac{c}{t_f} \leq 11\epsilon$		$\frac{c}{t_f} \leq 15\epsilon$	
	腹板	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{41.5\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq 62\epsilon$ $(1-\psi)\sqrt{-\psi}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{42\epsilon}{0.67 + 0.33\psi}$
	翼板	$\frac{c}{t_f} \leq 9\epsilon$		$\frac{c}{t_f} \leq 10\epsilon$		$\frac{c}{t_f} \leq 14\epsilon$	
 <p><math>d = h_1 - 3t_f</math> <math>b = h_2 - 3t_w</math></p>	腹板	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{41.5\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq 62\epsilon$ $(1-\psi)\sqrt{-\psi}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{42\epsilon}{0.67 + 0.33\psi}$
	翼板	$\frac{b}{t_f} \leq 33\epsilon$		$\frac{b}{t_f} \leq 38\epsilon$		$\frac{b}{t_f} \leq 42\epsilon$	
		$\frac{d}{t} \leq 50\epsilon^2$		$\frac{d}{t} \leq 70\epsilon^2$		$\frac{d}{t} \leq 90\epsilon^2$	
$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$		$f_y$	235	275	355		
		$\epsilon$	1	0.92	0.81		
		$\epsilon^2$	1	0.85	0.66		
註： $t_f$ = 翼板厚度 $t_w$ = 腹板厚度		<sup>①</sup> 第一、二級截面應力分佈			<sup>②</sup> 第三級截面應力分佈		
							

**Quadro 15. Classificação de secções transversais para elementos solicitados à flexão e compressão**

Perfis		Classe de componentes					
		Classe 1 ❶		Classe 2 ❷		Classe 3 ❸	
	Alma	$\alpha < 0,5$	$\alpha > 0,5$	$\alpha < 0,5$	$\alpha > 0,5$	$\psi \leq -1$	$\psi > -1$
		$\frac{d}{t_w} \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq 62\epsilon$ $(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$
Banzo	$\frac{c}{t_f} \leq 10\epsilon$		$\frac{c}{t_f} \leq 11\epsilon$		$\frac{c}{t_f} \leq 15\epsilon$		
	Alma	$\alpha < 0,5$	$\alpha > 0,5$	$\alpha < 0,5$	$\alpha > 0,5$	$\psi \leq -1$	$\psi > -1$
		$\frac{d}{t_w} \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq 62\epsilon$ $(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$
Banzo	$\frac{c}{t_f} \leq 9\epsilon$		$\frac{c}{t_f} \leq 10\epsilon$		$\frac{c}{t_f} \leq 14\epsilon$		
 <p><math>d = h_1 - 3t_w</math> <math>b = h_2 - 3t_w</math></p>	Alma	$\alpha < 0,5$	$\alpha > 0,5$	$\alpha < 0,5$	$\alpha > 0,5$	$\psi \leq -1$	$\psi > -1$
		$\frac{d}{t_w} \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{d}{t_w} \leq 62\epsilon$ $(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$	$\frac{d}{t_w} \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$
Banzo	$\frac{b}{t_f} \leq 33\epsilon$		$\frac{b}{t_f} \leq 38\epsilon$		$\frac{b}{t_f} \leq 42\epsilon$		
		$\frac{d}{t} \leq 50\epsilon^2$		$\frac{d}{t} \leq 70\epsilon^2$		$\frac{d}{t} \leq 90\epsilon^2$	
		$\frac{d}{t} \leq 50\epsilon^2$		$\frac{d}{t} \leq 70\epsilon^2$		$\frac{d}{t} \leq 90\epsilon^2$	
$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	$f_y$	235		275		355	
	$\epsilon$	1		0,92		0,81	
	$\epsilon^2$	1		0,85		0,66	
<p>Nota:</p> <p><math>t_f</math> = espessura do banzo</p> <p><math>t_w</math> = espessura da alma</p>	<p>❶ Distribuição de tensões para secções transversais de Classes 1 e 2</p> 			<p>❷ Distribuição de tensões para secções transversais de Classe 3</p> 			

第三十二條

受拉截面

Artigo 32.º

**Tracção**

受拉構件各截面上的軸力設計值  $N_{Sd}$  應滿足下列條件：

$$N_{Sd} \leq N_{t,Rd}$$

Para elementos traccionados, o valor de cálculo do esforço de tracção  $N_{Sd}$  em cada secção transversal deve satisfazer:

$$N_{Sd} \leq N_{t,Rd}$$

式中  $N_{t,Rd}$  為抗拉承載力設計值，應取以下較小的情形：

(一) 毛截面的塑性抗拉承載力設計值；

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{MO}$$

(二) 螺栓孔上淨截面之抗拉承載力設計值；

$$N_{u,Rd} = 0.9 A_{net} f_u / \gamma_{M2}$$

### 第三十三條

#### 受壓截面

一、受壓構件各截面上的軸力設計值  $N_{sd}$  應滿足下列條件：

$$N_{sd} \leq N_{c,Rd}$$

式中  $N_{c,Rd}$  為受壓承載力設計值，應按下列公式計算：

(一) 毛截面的塑性抗壓承載力設計值(適用於第一、二、三級截面)

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{MO}$$

(二) 毛截面在局部挫曲下的抗壓承載力設計值(適用於第四級截面)

$$N_{o,Rd} = A_{eff} f_y / \gamma_{M1}$$

式中  $A_{eff}$  為截面有效面積(見第三十條)

二、除加大孔及長圓孔外，受壓構件的螺栓孔不需要考慮。

三、除此之外，構件的挫曲承載力亦應驗算(見第三十七條)。

### 第三十四條

#### 受彎截面

一、於不考慮剪力情況下，構件中各截面的彎矩設計值  $M_{sd}$  應滿足下列條件：

$$M_{sd} \leq M_{c,Rd}$$

式中  $M_{c,Rd}$  在第一、二級截面時應取  $M_{pl,Rd}$ ，在第三級截面時應取  $M_{el,Rd}$ ，在第四級截面時應取  $M_{o,Rd}$ ，及在螺栓孔淨截面時應取  $M_{u,Rd}$ 。

(一) 毛截面塑性受彎承載力設計值(適用於第一、二級截面)；

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{MO}$$

式中  $W_{pl}$  為截面塑性模數

em que  $N_{t,Rd}$  é o valor de cálculo da resistência à tracção da secção transversal, considerado como o menor dos seguintes valores:

1) Valor de cálculo da resistência plástica da secção bruta;

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{MO}$$

2) Valor de cálculo da resistência última da secção útil, tendo em consideração os furos das ligações.

$$N_{u,Rd} = 0.9 A_{net} f_u / \gamma_{M2}$$

### Artigo 33.º

#### Compressão

1. No caso de elementos submetidos a compressão, o valor de cálculo do esforço de compressão  $N_{sd}$  em cada secção transversal deve satisfazer:

$$N_{sd} \leq N_{c,Rd}$$

em que  $N_{c,Rd}$  é o valor de cálculo da resistência à compressão da secção transversal, devendo ser calculado da forma seguinte:

1) Valor de cálculo da resistência plástica da secção bruta (para as classes 1, 2 e 3);

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{MO}$$

2) Valor de cálculo da resistência à encurvadura local da secção bruta (para a classe 4).

$$N_{o,Rd} = A_{eff} f_y / \gamma_{M1}$$

em que  $A_{eff}$  é a área efectiva da secção transversal. (ver artigo 30.º)

2. Nos elementos comprimidos não é necessário considerar os furos das ligações, excepto no caso de furos com folgas superiores às nominais ou ovalizados.

3. A resistência à encurvadura do elemento deve também ser verificada. (ver artigo 37.º)

### Artigo 34.º

#### Momento flector

1. Na ausência de esforço transversal, o valor de cálculo do momento flector  $M_{sd}$  em cada secção transversal deve satisfazer:

$$M_{sd} \leq M_{c,Rd}$$

em que  $M_{c,Rd}$  é  $M_{pl,Rd}$  para as Classes 1 e 2,  $M_{el,Rd}$  para a Classe 3,  $M_{o,Rd}$  para a Classe 4 e  $M_{u,Rd}$  para secções úteis em furos para ligações.

1) Valor de cálculo do momento resistente plástico da secção bruta (para as classes 1 e 2);

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{MO}$$

em que  $W_{pl}$  é o módulo de flexão plástico da secção

(二) 毛截面彈性受彎承载力設計值 (適用於第三級截面) :

$$M_{cl.Rd} = W_{cl} f_y / \gamma_{M0}$$

式中  $W_{cl}$  為截面彈性模數

(三) 毛截面局部挫曲下之受彎承载力設計值 (適用於第四級截面) :

$$M_{o.Rd} = W_{eff} f_y / \gamma_{M1}$$

式中  $W_{eff}$  為有效截面模數 (見第三十條)

(四) 計算螺栓孔上淨截面之受彎承载力設計值  $M_{u.Rd}$ , 翼板上的螺栓孔如符合下列條件則可不需考慮 :

■ 受拉區上的孔 :

$$0.9 (A_{f.net} / A_f) \geq (f_y / f_u) (\gamma_{M2} / \gamma_{M0})$$

式中  $A_f$  及  $A_{f.net}$  為翼板的毛面積及淨截面面積

■ 除加大孔及長圓孔外, 一般不允許螺栓孔在受壓區截面上。

二、除此之外, 構材的側向扭轉挫曲亦應進行驗算 (見第三十九條)。

第三十五條

受剪截面

一、各截面的剪力設計值  $V_{sd}$  應滿足下列條件 :

$$V_{sd} \leq V_{pl.Rd}$$

式中 :  $V_{pl.Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$

二、抗剪面積  $A_v$  可按表十六採用。

2) Valor de cálculo do momento resistente elástico da secção bruta (para a classe 3);

$$M_{el.Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

em que  $W_{el}$  é o módulo de flexão elástico da secção

3) Valor de cálculo da resistência à encurvadura local da secção bruta (para a classe 4);

$$M_{o.Rd} = W_{eff} f_y / \gamma_{M1}$$

em que  $W_{eff}$  é o modulo de flexão da secção efectiva (ver artigo 30.º)

4) Em relação a furos para ligações e para efeitos de cálculo do momento resistente último da secção efectiva  $M_{u.Rd}$ , não é necessário considerar os furos para ligações desde que se verifiquem as seguintes condições:

• Furos para ligações no banzo traccionado;

$$0.9 (A_{f.net} / A_f) \geq (f_y / f_u) (\gamma_{M2} / \gamma_{M0})$$

em que  $A_f$  e  $A_{f.net}$  são a área e a área efectiva do banzo

• Furos para ligações no banzo comprimido: não é necessário considerar os furos das ligações, excepto no caso de furos com folgas superiores às nominais ou ovalizados.

2. A resistência à encurvadura lateral do elemento deve também ser verificada. (ver artigo 39.º)

Artigo 35.º

**Esforço transverso**

1. O valor de cálculo do esforço transverso  $V_{sd}$  em cada secção transversal deve satisfazer:

$$V_{sd} \leq V_{pl.Rd}$$

em que  $V_{pl.Rd}$  é o valor de cálculo da resistência plástica ao esforço transverso dado por

$$V_{pl.Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

2. A área de corte  $A_v$  pode ser calculada utilizando o Quadro 16.

表十六 抗剪面積

截面形式	$A_v$
a. 荷載平行於腹板的熱軋 I 型鋼、H 型鋼及槽鋼	$1.04 h t_w$
b. 荷載平行於腹板的焊接 I 形鋼、H 型鋼、槽鋼及箱型鋼	$\Sigma (d t_w)$
c. 荷載平行於翼板的焊接 I 形鋼、H 型鋼、槽鋼及箱型鋼	$A - \Sigma (d t_w)$
d. 荷載平行於深度的熱軋矩形鋼管	$A h / (b + h)$
e. 荷載平行於寬度的熱軋矩形鋼管	$A b / (b + h)$
f. 圓形鋼管及均厚管道	$2 A / \pi$

Quadro 16. Área de corte

Perfis	$A_v$
a. Perfis laminados em I, H ou U, carga paralela à alma	$1,04 h t_w$
b. Perfis soldados em I, H e caixão, carga paralela à alma	$\Sigma (d t_w)$
c. Perfis soldados em I, H, U e caixão, carga paralela aos banzos	$A - \Sigma (d t_w)$
d. Perfis tubulares rectangulares laminados com espessura uniforme, carga paralela à altura	$A h / (b + h)$
e. Perfis tubulares rectangulares laminados com espessura uniforme, carga paralela à largura	$A b / (b + h)$
f. Perfis tubulares circulares e tubos com espessura uniforme	$2 A / \pi$

三、其他截面形式  $A_v$  可以按類似的方法計算。

四、除  $A_{v.net} \geq (f_y / f_u) A_v$  外，抗剪的驗算不允許有螺栓孔。當  $A_{v.net}$  少於以上的數值， $A_{v.net}$  可取有效抗剪面積  $(f_y / f_u) A_{v.net}$ 。

五、此外，當下列情況發生時，剪力挫曲承載力亦應按第四十條所述的方法驗算：

$$\frac{d}{t_w} > 69\epsilon \text{ — 非加勁腹板}$$

$$\frac{d}{t_w} > 30\epsilon\sqrt{k_\tau} \text{ — 加勁腹板}$$

式中  $k_\tau =$  挫曲係數（見表二十一）  
 $\epsilon = \sqrt{(235 / f_y)}$

六、構件端部的塊狀剪力撕裂準則應按第五十條進行驗證。

### 第三十六條

同時受彎、受剪及受軸力之截面

一、第一、二級截面應滿足下列條件：

(一) 軸力： $N_{sd} \leq N_{Rd}$ （見第三十二條或第三十三條）

(二) 剪力： $V_{sd} \leq V_{pl.Rd}$ （見第三十五條）

(三) 彎矩： $M_{sd} \leq M_{N.V.Rd}$ （見表十七）

式中： $M_{N.V.Rd}$  = 同時受軸力及剪力下塑性彎矩的折減承載力

$$(四) \text{ 複合彎矩 } \frac{M_{y.Sd}}{M_{N.V.y.Rd}} + \frac{M_{z.Sd}}{M_{N.V.z.Rd}} \leq 1$$

二、第三級截面應滿足下列條件：

(一) 軸力： $N_{sd} \leq N_{Rd}$ （見第三十二條或第三十三條）

(二) 剪力： $V_{sd} \leq V_{pl.Rd}$ （見第三十五條）

3. Nos outros casos, o valor de  $A_v$  deve ser determinado de forma análoga.

4. Não é necessário ter em conta os furos para ligações nas verificações ao esforço transversal desde que:

$$A_{v.net} \geq (f_y / f_u) A_v$$

Quando  $A_{v.net}$  for inferior a este limite, pode admitir-se uma área efectiva de corte com o valor de  $(f_y / f_u) A_{v.net}$ .

5. A resistência à encurvadura por esforço transversal deve também ser verificada, tal como especificado no artigo 40.º quando:

$$\frac{d}{t_w} > 69\epsilon \text{ no caso de uma alma não reforçada}$$

$$\frac{d}{t_w} > 30\epsilon\sqrt{k_\tau} \text{ no caso de uma alma reforçada}$$

em que  $k_\tau =$  coeficiente de encurvadura (ver Quadro 21)  
 $\epsilon = \sqrt{(235 / f_y)}$

6. O critério de rotura por esforço transversal apresentado no artigo 50.º deverá também ser verificado nas extremidades de um elemento.

### Artigo 36.º

#### Flexão, esforço transversal e forças axiais

1. Para as secções transversais das Classes 1 e 2, os seguintes critérios devem ser satisfeitos:

1) Força axial:  $N_{sd} \leq N_{Rd}$  (ver artigos 32.º ou 33.º)

2) Esforço transversal:  $V_{sd} \leq V_{pl.Rd}$  (ver artigo 35.º)

3) Momento flector:  $M_{sd} \leq M_{N.V.Rd}$  (ver Quadro 17)

em que  $M_{N.V.Rd}$  é o valor de cálculo reduzido do momento plástico tendo em conta a força axial e o esforço transversal.

4) Momento flector biaxial (flexão desviada):

$$\frac{M_{y.Sd}}{M_{N.V.y.Rd}} + \frac{M_{z.Sd}}{M_{N.V.z.Rd}} \leq 1$$

2. Para as secções transversais da Classe 3, os seguintes critérios devem ser satisfeitos:

1) Força axial:  $N_{sd} \leq N_{Rd}$  (ver artigos 32.º ou 33.º)

2) Esforço transversal:  $V_{sd} \leq V_{pl.Rd}$  (ver artigo 35.º)

(三) 彎矩： $M_{sd} \leq M_{Rd}$  (見第三十四條)

3) Momento flector:  $M_{sd} \leq M_{Rd}$  (ver artigo 34.º)

(四) 相互公式：

4) Fórmula de interacção:

$$\frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Sd}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \leq 1 \quad \text{當 } V_{Sd} \leq 0.5V_{pl,Rd}$$

$$\frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Sd}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \leq 1 \quad \text{para } V_{Sd} \leq 0.5V_{pl,Rd}$$

$$\frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Sd}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \leq 1 - \rho \quad \text{當 } V_{Sd} > 0.5V_{pl,Rd}$$

$$\frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Sd}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \leq 1 - \rho \quad \text{para } V_{Sd} > 0.5V_{pl,Rd}$$

式中： $\rho = (2 V_{Sd} / V_{pl,Rd} - 1)^2$

em que:  $\rho = (2 V_{Sd} / V_{pl,Rd} - 1)^2$

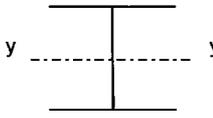
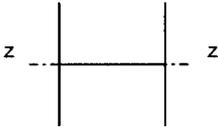
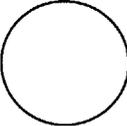
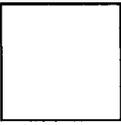
三、此外，構材的扭曲或側向扭轉扭曲亦應進行驗算（見第三節）。

3. A resistência à encurvadura do elemento e à encurvadura lateral deve também ser verificada. (ver Secção III)

表十七 同時受軸力及剪力下塑性彎矩承載力的折減（第一級或第二級）

截面形式	軸力水平	剪力水平	
		$V_{Sd} \leq 0.5V_{pl,Rd}$	$V_{Sd} > 0.5V_{pl,Rd}$
	低	$M_{N,V,Rd} = M_{y,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{y,Rd}$
	高	$M_{N,V,Rd} = 1.11(1 - n)M_{y,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1.11(1 - n - \rho)M_{y,Rd}$
	低	$M_{N,V,Rd} = M_{z,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{z,Rd}$
	高	$M_{N,V,Rd} = 1.56(1 - n)(0.6 + n)M_{z,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1.56(1 - n - \rho)(0.6 + \frac{n}{1 - \rho})M_{z,Rd}$
	$N_{Sd} \leq 0.25N_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = M_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{Rd}$
	$N_{Sd} > 0.25N_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1.04(1 - n^{1.7})M_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1.04(1 - \rho - \frac{n^{1.7}}{(1 - \rho)^{0.7}})M_{Rd}$
	低	$M_{N,V,Rd} = M_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{Rd}$
	高	$M_{N,V,Rd} = 1.26(1 - n)M_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1.26(1 - n - \rho)M_{Rd}$
	低	$M_{N,V,Rd} = M_{y,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{y,Rd}$
	高	$M_{N,V,Rd} = 1.33(1 - n)M_{y,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1.33(1 - n - \rho)M_{y,Rd}$
	低	$M_{N,V,Rd} = M_{z,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{z,Rd}$
	高	$M_{N,V,Rd} = \frac{1 - n}{0.5 + \frac{ht}{A}} M_{z,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = \frac{1 - n - \rho}{0.5 + \frac{ht}{A}} M_{z,Rd}$
<p>表中：</p> $n = \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \quad \text{及} \quad \rho = \left(2 \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} - 1\right)^2$ <p>低軸力：<math>N_{Sd} \leq 0.25N_{Rd}</math> 及 <math>N_{Sd} \leq \frac{d}{2} \frac{t_f}{\gamma_{Mo}}</math></p> <p>高軸力：<math>N_{Sd} &gt; 0.25N_{Rd}</math> 及 <math>N_{Sd} &gt; \frac{d}{2} \frac{t_f}{\gamma_{Mo}}</math></p>			

**Quadro 17. Momento de resistência plástica reduzido  $M_{N,V,Rd}$  tomando em conta a força axial e o esforço transversal (Para Classes 1 e 2)**

Perfis	Nível de carga axial	Nível de esforço transversal	
		$V_{Sd} \leq 0,5 V_{pl,Rd}$	$V_{Sd} > 0,5 V_{pl,Rd}$
	Baixo	$M_{N,V,Rd} = M_{y,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{y,Rd}$
	Elevado	$M_{N,V,Rd} = 1,11(1 - n)M_{y,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1,11(1 - n - \rho)M_{y,Rd}$
	Baixo	$M_{N,V,Rd} = M_{z,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{z,Rd}$
	Elevado	$M_{N,V,Rd} = 1,56(1 - n)(0,6 + n)M_{z,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1,56(1 - n - \rho)(0,6 + \frac{n}{1 - \rho})M_{z,Rd}$
	$N_{Sd} \leq 0,25N_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = M_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{Rd}$
	$N_{Sd} > 0,25N_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1,04(1 - n^{1,7})M_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1,04(1 - \rho - \frac{n^{1,7}}{(1 - \rho)^{0,7}})M_{Rd}$
	Baixo	$M_{N,V,Rd} = M_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{Rd}$
	Elevado	$M_{N,V,Rd} = 1,26(1 - n)M_{Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1,26(1 - n - \rho)M_{Rd}$
	Baixo	$M_{N,V,Rd} = M_{y,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{y,Rd}$
	Elevado	$M_{N,V,Rd} = 1,33(1 - n)M_{y,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = 1,33(1 - n - \rho)M_{y,Rd}$
	Baixo	$M_{N,V,Rd} = M_{z,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = (1 - \rho)M_{z,Rd}$
	Elevado	$M_{N,V,Rd} = \frac{1 - n}{0,5 + \frac{ht}{A}} M_{z,Rd}$	$M_{N,V,Rd} = \frac{1 - n - \rho}{0,5 + \frac{ht}{A}} M_{z,Rd}$
<p>Onde:</p> $n = \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \text{ e } \rho = \left( 2 \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2$ <p>Baixo nível de carga axial: <math>N_{Sd} \leq 0,25N_{Rd}</math> e <math>N_{Sd} \leq \frac{d}{2} \frac{t f_y}{\gamma_{M0}}</math></p> <p>Elevado nível de carga axial: <math>N_{Sd} &gt; 0,25N_{Rd}</math> e <math>N_{Sd} &gt; \frac{d}{2} \frac{t f_y}{\gamma_{M0}}</math></p>			

第三節  
構件抗力

SECÇÃO III

Resistência à encurvadura dos elementos

第三十七條

Artigo 37.º

受壓構件的挫曲承載力

Resistência à encurvadura de elementos comprimidos

一、受壓構件的挫曲承載力設計值應滿足下列條件：

1. O valor de cálculo da resistência à encurvadura de um elemento comprimido deve verificar:

$$N_{sd} \leq N_{b,Rd}$$

$$N_{sd} \leq N_{b,Rd}$$

式中  $N_{b,Rd} = \chi \beta_A A f_y / \gamma_{M1}$

em que  $N_{b,Rd}$  é dado por  $N_{b,Rd} = \chi \beta_A A f_y / \gamma_{M1}$

$\beta_A = 1$  適用於第一、二、三級截面

$\beta_A = 1$  para secções transversais de Classes 1, 2 ou 3

$\beta_A = A_{eff} / A$  適用於第四級截面

$\beta_A = A_{eff} / A$  para secções transversais de Classe 4

$\chi$  = 相關挫曲狀態下的折減係數

$\chi$  = factor de redução para o modo de encurvadura relevante

二、均勻截面的  $\chi$  值可按下列公式計算：

2. Para secções transversais uniformes, o valor de  $\chi$  pode ser determinado a partir da seguinte expressão:

$$\chi = \frac{1}{\phi + [\phi^2 - \bar{\lambda}^{-2}]^{0.5}} \leq 1$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + [\phi^2 - \bar{\lambda}^{-2}]^{0.5}} \leq 1$$

式中  $\phi = 0.5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$

em que:  $\phi = 0.5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$

$\alpha$  = 缺陷係數 (見表十八)

$\alpha$  = factor de imperfeição (ver Quadro 18)

三、幾何細長比  $\bar{\lambda}$  按下式計算：

3. A esbelteza adimensional  $\bar{\lambda}$  é dada por:

$$\bar{\lambda} = \left(\frac{\lambda}{\lambda_1}\right) \sqrt{\beta_A}$$

$$\bar{\lambda} = \left(\frac{\lambda}{\lambda_1}\right) \sqrt{\beta_A}$$

式中  $\lambda_1 = \sqrt{E/f_y} = 93.9 \varepsilon$

em que:  $\lambda_1 = \sqrt{E/f_y} = 93.9\varepsilon$

com  $\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$  ( $f_y - N/mm^2$ )

$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$  ( $f_y - N/mm^2$ )

$\lambda$  = esbelteza

$\lambda$  = 細長比

4. A esbelteza  $\lambda$  pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$\lambda = \frac{\lambda}{i}$$

四、細長比  $\lambda$  應按下式計算：

em que  $\lambda$  = comprimento de encurvadura de um elemento comprimido, com as duas extremidades impedidas de se deslocarem lateralmente, pode, conservativamente, ser considerado igual ao seu comprimento nominal L.

$$\lambda = \frac{\lambda}{i}$$

$i$  = raio de giração da secção transversal bruta, em relação ao eixo apropriado.

式中  $\lambda$  = 受壓構件雙端受側向固定的挫曲有效長度，可保守地取其相等於構件的長度。

$i$  = 參考軸的回轉半徑，應按毛截面特性計算。

5. Para elementos de secção transversal variável ao longo do seu comprimento, os valores de  $\chi$  podem ser verificados através de uma análise de segunda ordem.

五、非均勻構件截面變化的  $\chi$  值，可按二階分析方法驗證。

表十八 截面挫曲曲線的選擇

截面形式	限制	挫曲方向	挫曲曲線	缺陷係數 $\alpha$
軋制 I 形截面	$h/b > 1.2$ 及 $t_f \leq 40$ mm	對 y 軸 對 z 軸	a b	0.21 0.34
	$h/b > 1.2$ 及 $40 < t_f < 100$	對 y 軸 對 z 軸	b c	0.34 0.49
	$h/b \leq 1.2$ 及 $t_f \leq 100$ mm	對 y 軸 對 z 軸	b c	0.34 0.49
	$h/b \leq 1.2$ 及 $t_f > 100$ mm	對 y 軸 對 z 軸	d d	0.76 0.76
焊接 I 形截面	$t_f \leq 40$	對 y 軸 對 z 軸	b c	0.34 0.49
	$t_f > 40$	對 y 軸 對 z 軸	c d	0.49 0.76
空心截面	熱軋	對任意軸	a	0.21
焊接箱形截面	一般	對任意軸	b	0.34
U 形、L 形、T 形及實心截面		對任意軸	c	0.49

註：表中所列之挫曲曲線可作參考引用，更詳細之數據資料可參閱 ENV1993-1-1。

Quadro 18. Seleção da curva de encurvadura de uma secção transversal

Secção transversal	Limites	Encurvadura em relação ao eixo	Curva de encurvadura	Factor de imperfeição $\alpha$
Perfis I laminados	$h/b > 1,2$ e $t_f \leq 40$ mm	y-y z-z	a b	0,21 0,34
	$h/b > 1,2$ e $40 < t_f < 100$	y-y z-z	b c	0,34 0,49
	$h/b \leq 1,2$ e $t_f \leq 100$ mm	y-y z-z	b c	0,34 0,49
	$h/b \leq 1,2$ e $t_f > 100$ mm	y-y z-z	d d	0,76 0,76
	Perfis I soldados	$t_f \leq 40$	y-y z-z	b c
$t_f > 40$		y-y z-z	c d	0,49 0,76
Secções tubulares	Laminadas a quente	qualquer	a	0,21
Secções em caixão soldadas	Em geral	qualquer	b	0,34
Perfis U, L, T e secções sólidas		qualquer	c	0,49

Nota:  
A curva de encurvadura é apresentada apenas para referência. Para informação adicional consultar a ENV 1993-1-1.

## 第三十八條

同時受彎及受壓之挫曲承載力

## Artigo 38.º

## Resistência à encurvadura de elementos em flexão composta com compressão

一、第一、二級截面的構件同時受彎及受壓下應滿足下列條件：

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_{min} A f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

式中：

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{Sd}}{\chi_y A f_y} \leq 1.5$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y (2\beta_{M,y} - 4) + \left[ \frac{W_{pl,y} - W_{el,y}}{W_{el,y}} \right] \leq 0.90$$

$$k_z = 1 - \frac{\mu_z N_{Sd}}{\chi_z A f_y} \leq 1.5$$

$$\mu_z = \bar{\lambda}_z (2\beta_{M,z} - 4) + \left[ \frac{W_{pl,z} - W_{el,z}}{W_{el,z}} \right] \leq 0.90$$

$\chi_{min}$  = 取  $\chi_y$  ,  $\chi_z$  中較少的值

$\chi_y$  ,  $\chi_z$  ,  $\bar{\lambda}_y$  ,  $\bar{\lambda}_z$  = 應按第三十七條計算

$\beta_{M,y}$  ,  $\beta_{M,z}$  = 受彎挫曲的等效彎矩係數 (見表十九及第四款)

二、若側向扭轉挫曲是一種潛在破壞模式亦應滿足下列條件：

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_z A f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_{LT} M_{y,Sd}}{\chi_{LT} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

式中：

$$k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} N_{Sd}}{\chi_z A f_y} \leq 1$$

$$\mu_{LT} = 0.15 \bar{\lambda}_z \beta_{M,LT} - 0.15 \leq 0.90$$

$\chi_{LT}$  ,  $\bar{\lambda}_{LT}$  = 應按第三十九條計算

$\beta_{M,LT}$  = 側向挫曲的等效彎矩係數 (見表十九及第四款)

三、屬第三、四級截面之構件，其驗證應符合 ENV1993-1-1 第 5.5.4 章的要求。

四、等效彎矩係數  $\beta_{M,y}$  ,  $\beta_{M,z}$  ,  $\beta_{M,LT}$  可根據兩點支撐之間的彎矩圖形從表十九中獲得：

1. Os elementos com secções transversais das Classes 1 e 2 sujeitas a uma combinação de flexão e compressão devem satisfazer a condição:

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_{min} A f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

em que:

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{Sd}}{\chi_y A f_y} \leq 1.5$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y (2\beta_{M,y} - 4) + \left[ \frac{W_{pl,y} - W_{el,y}}{W_{el,y}} \right] \leq 0.90$$

$$k_z = 1 - \frac{\mu_z N_{Sd}}{\chi_z A f_y} \leq 1.5$$

$$\mu_z = \bar{\lambda}_z (2\beta_{M,z} - 4) + \left[ \frac{W_{pl,z} - W_{el,z}}{W_{el,z}} \right] \leq 0.90$$

$\chi_{min}$  = menor dos valores de  $\chi_y$  e  $\chi_z$ .

$\chi_y$  ,  $\chi_z$  ,  $\bar{\lambda}_y$  ,  $\bar{\lambda}_z$  = obtidos a partir do artigo 37.º

$\beta_{M,y}$  ,  $\beta_{M,z}$  = factores de momento uniforme equivalente, correspondentes à encurvadura por varejamento (ver Quadro 19 e parágrafo 4)

2. Os elementos com secções transversais das Classes 1 e 2 para os quais a encurvadura lateral é um modo de colapso possível devem satisfazer igualmente a condição:

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_z A f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_{LT} M_{y,Sd}}{\chi_{LT} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{W_{pl,z} f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

em que:

$$k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} N_{Sd}}{\chi_z A f_y} \leq 1$$

$$\mu_{LT} = 0.15 \bar{\lambda}_z \beta_{M,LT} - 0.15 \leq 0.90$$

$\chi_{LT}$  ,  $\bar{\lambda}_{LT}$  = obtidos a partir do artigo 39.º

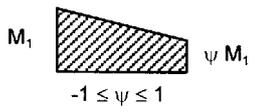
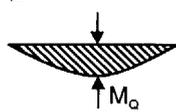
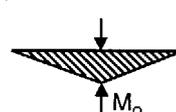
$\beta_{M,LT}$  = factor de momento uniforme equivalente, correspondente à encurvadura lateral (ver Quadro 19 e parágrafo 4)

3. A verificação de resistência à encurvadura para os elementos das Classes 3 e 4 deve seguir o descrito no capítulo 5.5.4 de ENV1993-1-1.

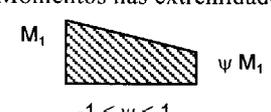
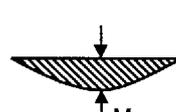
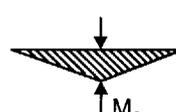
4. Os factores de momento uniforme equivalente  $\beta_{M,y}$  ,  $\beta_{M,z}$  ,  $\beta_{M,LT}$  devem ser obtidos a partir do Quadro 19, de acordo com a forma do diagrama de momentos de flexão, entre pontos contraventados do seguinte modo:

係數	彎矩軸	支承方向	Coeficientes	momento em	contraventamento direção
$\beta_{M,y}$	y - y	z - z	$\beta_{M,y}$	y - y	z - z
$\beta_{M,z}$	z - z	y - y	$\beta_{M,z}$	z - z	y - y
$\beta_{M,LT}$	y - y	y - y	$\beta_{M,LT}$	y - y	y - y

表十九 等效彎矩係數  $\beta_M$

彎矩圖	等效彎矩係數
a). 端部彎矩 	$\beta_{M,\psi} = 1.8 - 0.7\psi$
b). 受側向荷載的彎矩 	$\beta_{M,Q} = 1.3$
c). 受側向荷載的彎矩 	$\beta_{M,Q} = 1.4$

Quadro 19. Factores de momento uniforme equivalente  $\beta_M$

Diagrama dos momentos	Factor de momento uniforme equivalente
Momentos nas extremidades 	$\beta_{M,\psi} = 1,8 - 0,7\psi$
Momentos devidos a cargas laterais no plano 	$\beta_{M,Q} = 1,3$
Momentos devidos a cargas laterais no plano 	$\beta_{M,Q} = 1,4$

第三十九條

梁的側向扭轉挫曲承載力

Artigo 39.º

Encurvadura lateral de vigas

- 一、有充分側向支撐的梁不需進行側向挫曲承載力之驗算。
- 二、無充分側向支撐的梁之挫曲彎矩承載力設計值應滿足下列條件：

$$M_{Sd} \leq M_{b,Rd}$$

式中： $M_{b,Rd} = \chi_{LT} \beta_w W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}$

- $\beta_w = 1$  適用於第一、二級截面
- $\beta_w = W_{el,y} / W_{pl,y}$  適用於第三級截面
- $\beta_w = W_{eff} / W_{pl,y}$  適用於第四級截面
- $\chi_{LT}$  = 側向挫曲折減係數

三、 $\chi_{LT}$  可按下式計算：

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + [\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2]^{0.5}} \leq 1$$

式中：

$$\phi_{LT} = 0.5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$$

$$\alpha_{LT} = 0.21 \text{ 軋制截面 (曲線 a)}$$

$$\alpha_{LT} = 0.49 \text{ 焊接截面 (曲線 c)}$$

四、幾何細長比  $\bar{\lambda}_{LT}$  按下式計算：

$$\bar{\lambda}_{LT} = \frac{\lambda_{LT}}{\lambda_1} \sqrt{\beta_w}$$

式中：

$$\lambda_1 = 93.9\epsilon$$

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y} \quad (f_y : \text{N/mm}^2) \quad (\text{見第三十七條})$$

$$\lambda_{LT} = \frac{L \left[ \frac{W_{pl,y}^2}{I_z I_w} \right]^{0.25}}{C_1^{0.5} \left[ 1 + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_w} \right]^{0.25}}$$

$I_t$  = 扭力常數

$I_w$  = 翹曲常數

$C_1$  = 受荷載及支承狀態影響的係數，可由  $\Psi$  及  $k$  確定 (見表二十)

$\Psi$  = 側向支撐間的端部彎矩比

1. Não é necessário verificar a resistência à encurvadura lateral de vigas com contraventamento lateral.

2. O valor de cálculo do momento resistente à encurvadura lateral de uma viga sem contraventamento lateral deve verificar:

$$M_{Sd} \leq M_{b,Rd}$$

Em que  $M_{b,Rd}$  é dado por

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \beta_w W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}$$

- $\beta_w = 1$  para secções transversais de Classe 1 ou Classe 2;
- $\beta_w = W_{el,y} / W_{pl,y}$  para secções transversais de Classe 3;
- $\beta_w = W_{eff} / W_{pl,y}$  para secções transversais de Classe 4;

$\chi_{LT}$  = factor de redução para a encurvadura lateral.

3. O valor de  $\chi_{LT}$  pode ser determinado a partir da expressão:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + [\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2]^{0.5}} \leq 1$$

em que:

$$\phi_{LT} = 0.5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2];$$

$\alpha_{LT} = 0.21$  para secções laminadas (curva a);

$\alpha_{LT} = 0.49$  para secções soldadas (curva c);

4. A esbelteza normalizada  $\bar{\lambda}_{LT}$  pode ser determinada a partir da expressão:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \frac{\lambda_{LT}}{\lambda_1} \sqrt{\beta_w}$$

em que

$$\lambda_1 = 93.9\epsilon;$$

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y} \quad (f_y : \text{N/mm}^2); \quad (\text{ver artigo 37.º})$$

$$\lambda_{LT} = \frac{L \left[ \frac{W_{pl,y}^2}{I_z I_w} \right]^{0.25}}{C_1^{0.5} \left[ 1 + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_w} \right]^{0.25}}$$

$I_t$  = constante de torsão;

$I_w$  = constante de enfunamento («warping»);

$C_1$  = factor dependente da situação de carga e das condições de restrição de movimento, indicado por  $\psi$  e por  $k$  (ver Quadro 20);

$\psi$  = relação do momento final entre as restrições de movimento lateral;

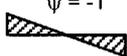
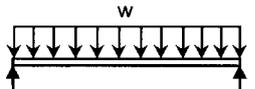
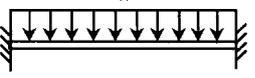
k = 在平面上端部轉動的有效長度係數，當端部完全固定時等於0.5，無固定轉動時等於1.0，一端固定另一端無固定時等於0.7

k = Factor de comprimento efectivo para rotação no plano, que é igual a 0,5 para uma fixação total e 1,0 sem qualquer fixação, sendo 0,7 para o caso em que uma extremidade está livre e a outra fixa.

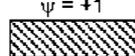
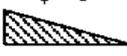
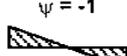
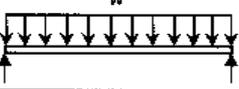
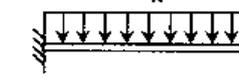
五、若  $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ ，側向扭曲不需要考慮。

5. No caso em que a esbelteza normalizada  $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0,4$ , não é necessário considerar a encurvadura lateral.

表二十 對應 k 值之  $C_1$  係數：端部彎矩荷載

荷載及支承狀態	彎矩圖	k 值	$C_1$ 值
	$\psi = +1$ 	1.0	1.000
		0.7	1.000
		0.5	1.000
	$\psi = 0$ 	1.0	1.879
		0.7	2.092
		0.5	2.150
	$\psi = -1$ 	1.0	2.752
		0.7	3.063
		0.5	3.149
		1.0	1.132
		0.5	0.972
		1.0	1.285
		0.5	0.712

Quadro 20. Valores do factor  $C_1$  correspondendo a valores do factor k: Carregamento no momento final

Carregamento e situações de suporte	Diagrama do momento flector	Valor de k	Valores de $C_1$
	$\psi = +1$ 	1,0	1,000
		0,7	1,000
		0,5	1,000
	$\psi = 0$ 	1,0	1,879
		0,7	2,092
		0,5	2,150
	$\psi = -1$ 	1,0	2,752
		0,7	3,063
		0,5	3,149
		1,0	1,132
		0,5	0,972
		1,0	1,285
		0,5	0,712

第四十條

Artigo 40.º

腹板的剪力挫曲承載力

Resistência à Encurvadura por Esforço Transverso

一、設計基本要求

(一) 當非加勁腹板的  $d/t_w$  值大於  $69\epsilon$  加勁腹板的  $d/t_w$  大於  $30\epsilon\sqrt{k_\tau}$  ( $k_\tau$  值見表二十一)，應對其剪力挫曲承載力進行驗算；

(二) 當腹板無中間橫向加勁板或只有加勁板在支承點時，剪力挫曲承載力可按以下方法計算：

- 後挫曲方法——在本條後面部份詳述
- 張力區方法 — 應按 ENV1993-1-1 第 5.6 條款所述方法計算

二、後挫曲方法

(一) 使用後挫曲方法的剪力挫曲承載力設計值  $V_{ba,Rd}$  應符合下列條件：

$$V_{Sd} \leq V_{ba,Rd}$$

式中： $V_{ba,Rd} = dt_w \tau_{ba} / \gamma_{M1}$

$\tau_{ba}$  為受腹板細長度  $\lambda_w$  影響的後剪力挫曲強度 (見表二十二)

(二) 腹板細長比應按下式計算：

$$\lambda_w = \frac{d/t_w}{37.4\epsilon\sqrt{k_\tau}}$$

式中： $k_\tau$  = 挫曲係數 (見表二十一)

$$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$$

1. Bases

1) As almas com  $d/t_w$  superior a  $69\epsilon$  para uma alma não reforçada, ou  $30\epsilon\sqrt{k_\tau}$  (ver Quadro 21 para valores de  $k_\tau$ ) para uma alma reforçada, devem ser verificadas quanto à resistência à encurvadura por esforço transverso;

2) Para as almas sem reforços transversais intermédios e para as almas apenas com reforços transversais, a resistência à encurvadura por esforço transverso pode ser verificada utilizando:

- O método simples de resistência pós-encurvadura — apresentado seguidamente;
- O método do campo diagonal de tracções — consultar a cláusula 5.6 da ENV1993-1-1.

2. Método simples de resistência pós-encurvadura

1) No método simples de resistência pós-encurvadura, o cálculo do esforço transverso resistente à encurvadura  $V_{ba,Rd}$  deve verificar:

$$V_{Sd} \leq V_{ba,Rd}$$

em que  $V_{ba,Rd}$  é dado por  $V_{ba,Rd} = dt_w \tau_{ba} / \gamma_{M1}$

$\tau_{ba}$  é a resistência pós-encurvadura ao corte que depende da esbelteza da alma  $\lambda_w$  (ver Quadro 22);

2) A esbelteza da alma  $\lambda_w$  é determinada a partir de:

$$\lambda_w = \frac{d/t_w}{37.4\epsilon\sqrt{k_\tau}}$$

em que  $k_\tau$  = coeficiente de encurvadura (ver Quadro 21).

$$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$$

表二十一 挫曲係數  $k_\tau$

腹板在支承點有橫向加勁板及	$k_\tau$
無中間橫向加勁板	5.34
$a/d < 1$ ① 之中間橫向加勁板	$4 + 5.34 / (a/d)^2$
$a/d \geq 1$ ① 之中間橫向加勁板	$5.34 + 4 / (a/d)^2$
註： ① a = 橫向加勁板的間距 d = 腹板深度	

**Quadro 21. Coeficiente de encurvadura  $k_\tau$**

<b>Almas com reforços transversais nos apoios</b>	<b><math>k_\tau</math></b>
sem reforços transversais intermédios	5,34
reforços transversais intermédios com $a / d < 1$ ①	$4 + 5,34 / (a / d)^2$
reforços transversais intermédios com $a / d \geq 1$ ①	$5,34 + 4 / (a / d)^2$
Nota: ① $a$ = espaçamento livre entre reforços transversais $d$ = altura da alma	

**表二十二 剪力挫曲強度**

$\lambda_w$	$\lambda_w \leq 0.8$	$0.8 < \lambda_w < 1.2$	$\lambda_w \geq 1.2$
$\tau_{ba}$	$\tau_{ba} = \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}}$	$\tau_{ba} = [1 - 0.625(\lambda_w - 0.8)] \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}}$	$\tau_{ba} = \left(\frac{0.9}{\lambda_w}\right) \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}}$
註： $f_{yw}$ = 腹板的屈服強度			

**Quadro 22. Resistência pós-encurvadura ao corte**

$\lambda_w$	$\lambda_w \leq 0.8$	$0.8 < \lambda_w < 1.2$	$\lambda_w \geq 1.2$
$\tau_{ba}$	$\tau_{ba} = \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}}$	$\tau_{ba} = [1 - 0.625(\lambda_w - 0.8)] \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}}$	$\tau_{ba} = \left(\frac{0.9}{\lambda_w}\right) \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}}$
Nota: $f_{yw}$ = tensão de cedência da alma			

三、同時受彎及受剪

(一) 只要  $V_{Sd}$  不超過  $V_{ba,Rd}$  的一半，同時受剪的截面彎矩承载力設計值不需要折減；

(二) 當  $V_{Sd}$  超過  $V_{ba,Rd}$  的一半，截面的彎矩承载力設計值應按下列公式折減：

$$M_{Sd} \leq M_{v,Rd}$$

式中：

$$M_{v,Rd} = M_{f,Rd} + (M_{pl,Rd} - M_{f,Rd}) \left[ 1 - \left( \frac{2V_{Sd}}{V_{ba,Rd}} - 1 \right)^2 \right]$$

3. Momento flector e esforço transversal

1) Desde que  $V_{Sd}$  não exceda 50% de  $V_{ba,Rd}$ , a resistência de cálculo da secção transversal ao momento flector não tem que ser reduzida para ter em conta o esforço transversal;

2) Quando  $V_{Sd}$  excede 50% de  $V_{ba,Rd}$ , a resistência de cálculo da secção transversal deve ser reduzida a  $M_{v,Rd}$  do seguinte modo:

$$M_{Sd} \leq M_{v,Rd}$$

em que:  $M_{v,Rd} = M_{f,Rd} + (M_{pl,Rd} - M_{f,Rd}) \left[ 1 - \left( \frac{2V_{Sd}}{V_{ba,Rd}} - 1 \right)^2 \right]$

$M_{f,Rd}$  = 淨翼板上的塑性彎矩承載力設計值，考慮受壓翼板的有效寬度  $b_{eff}$

$M_{f,Rd}$  = valor de cálculo da resistência à flexão plástica de uma secção transversal constituída apenas por banzos, tendo em conta a largura efectiva  $b_{eff}$  do banzo comprimido.

第四十一條  
翼板之挫曲

Artigo 41.º

**Encurvadura do banzo no plano da alma**

要避免受壓翼板的挫曲，腹板的  $d/t_w$  比值應符合下列條件：

Para impedir a possibilidade do banzo comprimido encurvar no plano da alma, a relação  $d/t_w$  da alma deve satisfazer o critério seguinte:

$$\frac{d}{t_w} \leq k \left( \frac{E}{f_{yf}} \right) \left[ \frac{A_w}{A_{fc}} \right]^{0.5}$$

$$\frac{d}{t_w} \leq k \left( \frac{E}{f_{yf}} \right) \left[ \frac{A_w}{A_{fc}} \right]^{0.5}$$

式中：

em que:

$A_w$  = 腹板面積

$A_w$  é a área da secção da alma;

$A_{fc}$  = 受壓翼板面積

$A_{fc}$  é a área da secção do banzo comprimido;

$f_{yf}$  = 受壓翼板的屈服強度

$f_{yf}$  é a tensão de cedência do banzo comprimido;

$k = 0.3$  適用於一級截面之翼板

$k = 0,3$  para banzos de Classe 1;

0.4 適用於二級截面之翼板

0,4 para banzos de Classe 2;

0.55 適用於三級或四級截面之翼板

0,55 para banzos de Classe 3 ou Classe 4.

第四十二條

Artigo 42.º

腹板受外力作用之承載力

**Resistência da alma a forças transversais**

一、非加勁腹板透過翼板承受外力作用之承載力主要受制於下列其中一種破壞模式（圖二）。

1. A resistência de uma alma não reforçada a forças transversais aplicadas através de um banzo é condicionada por um dos seguintes modos de colapso (ver Figura 2):

(一) 靠近翼板的腹板產生壓碎，翼板並同時出現塑性變形；

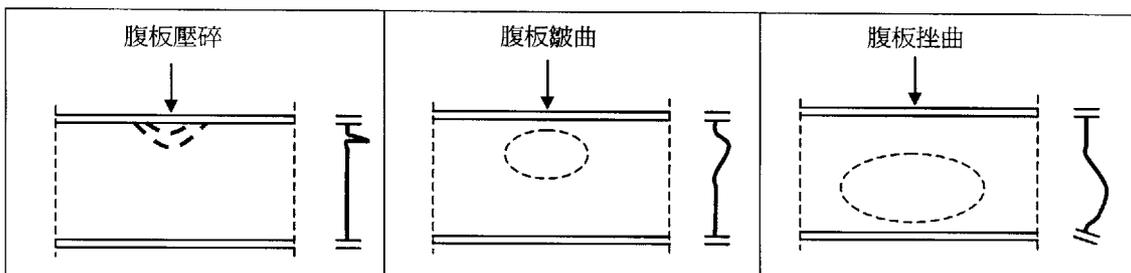
1) Esmagamento da alma junto ao banzo, acompanhado de deformação plástica do banzo;

(二) 腹板以局部挫曲的形式出現皺曲，靠近翼板的腹板產生壓碎，翼板並同時出現塑性變形；

2) Enrugamento da alma sob a forma de encurvadura e esmagamento localizado da alma junto ao banzo, acompanhados de deformação plástica do banzo;

(三) 構材大部份的深度產生腹板挫曲。

3) Encurvadura da alma abrangendo a maior parte da altura da peça.



圖二 腹板受外力作用下的破壞模式

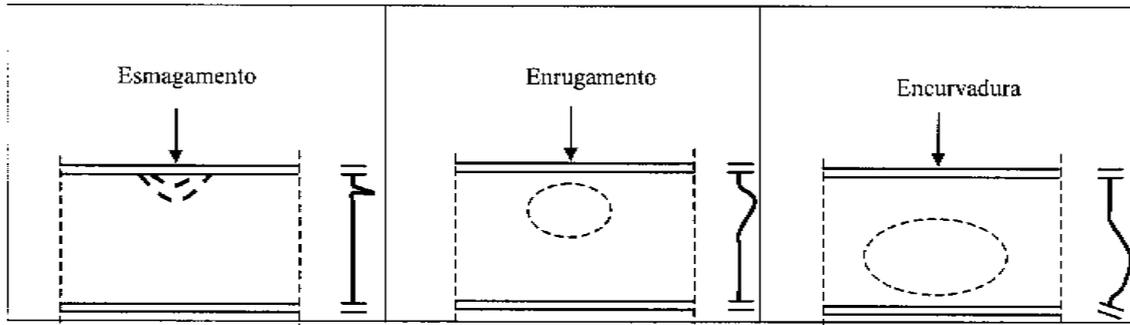


Figura 2. Modos de colapso devido à introdução de carga

二、當外力透過翼板一端再由腹板抵抗剪力，腹板受外力作用之承載力應取以下較少的情況：

- 腹板壓碎承載力  $R_{y,Rd}$  (見第四款)
- 腹板皺曲承載力  $R_{a,Rd}$  (見第五款)

三、當外力透過翼板一端，再直接由腹板傳到另一端翼板，腹板受外力作用之承載力應取以下較少的情況：

- 腹板壓碎承載力  $R_{y,Rd}$  (見第四款)
- 腹板挫曲承載力  $R_{b,Rd}$  (見第六款)

四、腹板壓碎承載力  $R_{y,Rd}$

I形、H形或U形截面的腹板壓碎承載力設計值應按下式計算：

$$R_{y,Rd} = (s_s + s_y) t_w f_{yw} / \gamma_{M1}$$

式中：

$s_s$  = 支承長度

$$s_y = 2t_f \sqrt{\frac{b_f t_{yf}}{t_w f_{yw}} \left[ \frac{\sigma_{f,Ed}}{f_{yf}} \right]}$$

但  $b_f$  不應超過  $25t_f$  及在構材端部  $s_y$  須減半。

$\sigma_{f,Ed}$  = 翼板的縱向應力

五、腹板皺曲承載力  $R_{a,Rd}$

I形、H形或U形截面的腹板皺曲承載力設計值應按下式計算：

$$R_{a,Rd} = 0.5 t_w^2 \sqrt{(E f_{yw}) [\sqrt{(t_f / t_w)} + 3(t_w / t_f)(s_s / d)]} / \gamma_{M1}$$

但  $s_s / d$  不應超過 0.2，當構件亦同時承受彎矩，應同時滿足下列條件：

$$F_{Sd} \leq R_{a,Rd}$$

$$M_{Sd} \leq M_{c,Rd}$$

$$\frac{F_{Sd}}{R_{a,Rd}} + \frac{M_{Sd}}{M_{c,Rd}} \leq 1.5$$

2. Quando as forças são aplicadas através de um banzo e equilibradas por esforço transversal na alma, a resistência da alma às forças transversais deve ser considerada como o menor dos valores:

- da resistência ao esmagamento  $R_{y,Rd}$  (ver parágrafo 4);
- da resistência ao enrugamento  $R_{a,Rd}$  (ver parágrafo 5).

3. Nos casos em que as forças são aplicadas a um banzo e transferidas através da alma directamente ao outro banzo, a resistência da alma às forças transversais deve ser considerada como o menor dos valores:

- da resistência ao esmagamento  $R_{y,Rd}$  (ver parágrafo 4);
- da resistência à encurvadura  $R_{b,Rd}$  (ver parágrafo 6).

4. Resistência ao esmagamento  $R_{y,Rd}$

O valor de cálculo da resistência ao esmagamento  $R_{y,Rd}$  da alma de uma secção I, H ou U deve ser obtido a partir de:

$$R_{y,Rd} = (s_s + s_y) t_w f_{yw} / \gamma_{M1}$$

em que:

$s_s$  = comprimento de apoio rígido;

$$s_y = 2t_f \sqrt{\frac{b_f t_{yf}}{t_w f_{yw}} \left[ 1 - \left( \frac{\sigma_{f,Ed}}{f_{yf}} \right)^2 \right]}$$

mas  $b_f$  não deve ser considerado superior a  $25t_f$  e na extremidade de uma peça  $s_y$  deve ser reduzido a metade;

$\sigma_{f,Ed}$  é a tensão longitudinal do banzo.

5. Resistência ao enrugamento  $R_{a,Rd}$

O valor de cálculo da resistência ao enrugamento  $R_{a,Rd}$  da alma de uma secção I, H ou U obtém-se a partir de:

$$R_{a,Rd} = 0,5 t_w^2 \sqrt{(E f_{yw}) [\sqrt{(t_f / t_w)} + 3(t_w / t_f)(s_s / d)]} / \gamma_{M1}$$

Mas  $s_s / d$  não deve ser considerado superior a 0,2. Nos casos em que a peça também esteja sujeita a momentos flectores, devem ser satisfeitos os seguintes critérios:

$$F_{Sd} \leq R_{a,Rd}$$

$$M_{Sd} \leq M_{c,Rd}$$

$$\frac{F_{Sd}}{R_{a,Rd}} + \frac{M_{Sd}}{M_{c,Rd}} \leq 1,5$$

六、腹板挫曲承載力  $R_{b,Rd}$

I形、H形或U形截面的腹板挫曲承載力設計值應將腹板考慮成虛擬之受壓構件，並用下式計算有效寬度  $b_{eff}$ ：

$$b_{eff} = \sqrt{h^2 + s_s^2} \quad (\text{見表二十三})$$

腹板挫曲承載力應按第三十七條的方法，採用  $c$  類曲線及  $\beta_A$  等於 1。

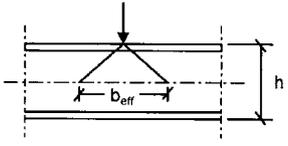
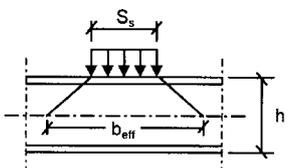
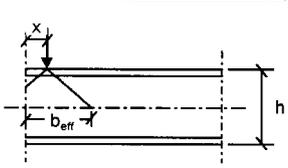
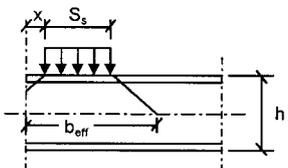
6. Resistência à encurvadura  $R_{b,Rd}$

O valor de cálculo da resistência à encurvadura  $R_{b,Rd}$  da alma de uma Secção I, H ou U obtém-se considerando a alma como um elemento fictício comprimido com uma largura efectiva  $b_{eff}$  obtida a partir de:

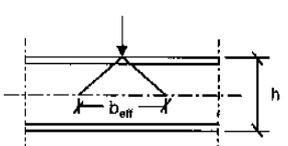
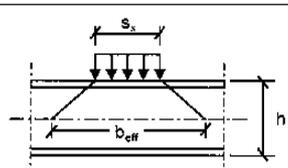
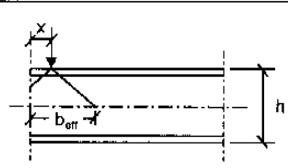
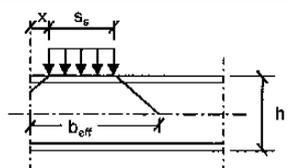
$$b_{eff} = \sqrt{h^2 + s_s^2} \quad (\text{ver Quadro 23})$$

A resistência à encurvadura deve ser determinada com base no artigo 37.º considerando a curva de encurvadura  $c$  e  $\beta_A=1$ .

表二十三 計算腹板側向挫曲的有效寬度

	$b_{eff} = h$
	$b_{eff} = \sqrt{h^2 + s_s^2}$
	$b_{eff} = \frac{h}{2} + x$ 但 $b_{eff} \leq h$
	$b_{eff} = \frac{1}{2} \sqrt{h^2 + s_s^2} + x + \frac{S_s}{2}$ 但 $b_{eff} \leq \sqrt{h^2 + s_s^2}$

Quadro 23. Largura efectiva para resistência da alma à encurvadura

	$b_{eff} = h$
	$b_{eff} = \sqrt{h^2 + s_s^2}$
	$b_{eff} = \frac{h}{2} + x$ mas $b_{eff} \leq h$
	$b_{eff} = \frac{1}{2} \sqrt{h^2 + s_s^2} + x + \frac{S_s}{2}$ mas $b_{eff} \leq \sqrt{h^2 + s_s^2}$

第七章  
鋼結構連接之安全性確定

第一節  
設計基本要求

第四十三條  
一般規定

一、所有連接部份必須具有足夠的設計承載力使結構能保持有效，並滿足第二章所述的所有基本要求。

二、連接設計所使用的分項安全係數  $\gamma_M$  應取下列的數值：

(一) 螺栓承載力 .....  $\gamma_{Mb} = 1.25$

(二) 焊接承載力 .....  $\gamma_{Mw} = 1.25$

(三) 高強螺栓抗滑移承載力：

■ 力傳遞方向與長圓孔縱軸垂直，標準孔隙之圓孔，其：  
承載能力極限狀態之抗滑承載力

.....  $\gamma_{Ms,ult} = 1.25$

正常使用極限狀態之抗滑承載力

.....  $\gamma_{Ms,ser} = 1.10$

■ 力傳遞方向與長圓孔縱軸平行，加大孔或長圓孔，其：  
承載能力極限狀態之抗滑承載力

.....  $\gamma_{Ms,ult} = 1.40$

(四) 對中空截面之格構梁，其節點連接之承載力應參考 ENV1993-1-1 附件 K。

三、採用本條進行連接設計時必須聯同第四十六條一起使用。

第四十四條  
設計假定

一、承載能力極限狀態下作用於連接點的力及彎矩，應按第三章所述的整體分析方法計算。

二、連接點可按任何合理的方法計算內力或彎矩分佈，只要：

(一) 計算內力（或彎矩）與外力（或彎矩）平衡；

(二) 連接點的每一部份有足夠能力抵抗在結構分析中計算的內力或應力；

(三) 由內力分佈引起的變形不超過連接物或焊縫及其連結部份的容許變形能力。

CAPÍTULO VII

Verificação da segurança de ligações

SECÇÃO I

Bases

Artigo 43.º

Generalidades

1. Todas as ligações devem ter uma resistência de cálculo que permita à estrutura permanecer funcional e satisfazer as exigências fundamentais de dimensionamento definidas no Capítulo II.

2. O coeficiente parcial de segurança  $\gamma_M$  deverá tomar os seguintes valores:

1) Resistência de ligações aparafusadas: .....  $\gamma_{Mb} = 1,25$ ;

2) Resistência de ligações soldadas: .....  $\gamma_{Mw} = 1,25$ ;

3) Resistência ao escorregamento em ligações aparafusadas pré-esforçadas:

• parafusos em furos com folga normalizada e em furos ovalizados na direcção normal à direcção do esforço

para o estado limite último: .....  $\gamma_{Ms,ult} = 1,25$ ;

para o estado limite de utilização: .....  $\gamma_{Ms,ser} = 1,10$ ;

• parafusos em furos de grande folga e em furos ovalizados na direcção paralela à direcção do esforço...  $\gamma_{Ms,ult} = 1,40$ ;

4) Resistência das ligações nos nós em vigas trianguladas (treliças) constituídas por perfis tubulares, ver Anexo K-ENV1993-1-1

3. Relativamente aos tipos de ligações aparafusadas, este artigo deve ser lido em conjunção com o artigo 46.º.

Artigo 44.º

Hipóteses de cálculo

1. A determinação dos esforços aplicados às ligações, no estado limite último, deve ser feita através da análise global da estrutura, em conformidade com o Capítulo III.

2. As ligações podem ser dimensionadas recorrendo à distribuição dos esforços que parecer mais racional, desde que:

1) Os esforços admitidos estejam em equilíbrio com os esforços aplicados;

2) Cada componente da ligação tenha a capacidade para resistir às forças ou tensões admitidas na análise;

3) As deformações que essa distribuição implica se situem dentro da capacidade de deformação das peças de ligação ou soldaduras, e das peças ligadas.

### 三、構件交接點

(一) 在一般情況下，構件的重心線應盡可能在節點處匯交於一點；

(二) 當構件交接點出現偏心時，節點及構件的設計必須考慮；

(三) 在一個節點內有至少兩個螺栓的角鋼及 T 形鋼連接情況下，螺栓群的定線可當重心線作構件的交接點使用。

### 四、由反覆荷載或震動造成剪力之節點荷載：

(一) 對於由沖擊力或明顯振動導致節點承受剪力之情況，應採用焊接或具鎖定裝置之螺栓、摩擦高強螺栓、壓射螺栓或其他具有足夠防移位能力之螺栓連接方式；

(二) 由於承受反覆之剪力荷載(或其他原因)，節點位置不允許出現滑移現象，可使用摩擦高強螺栓、密接螺栓或焊接作抗滑連接；

(三) 對於受風力及側撐之穩定問題，一般可採用螺栓作承壓連接。

## 第二節

### 螺栓連接

#### 第四十五條

##### 一般規定

一、螺栓孔的佈置應盡量避免銹蝕、局部挫曲及使螺栓的安裝更容易。

二、螺栓孔的佈置亦須符合計算螺栓承載力時所使用的限值。

三、螺栓的最大及最小間距可按第六十五條採用。此數值不適用於暴露結構或高腐蝕環境。

#### 第四十六條

##### 螺栓連接的種類

一、鋼結構建築物上使用的螺栓有下列兩種：

(一) 普通螺栓：適用於承壓型連接，板間接觸面的剪力由螺栓承壓在板上；

### 3. Intersecções

1) As peças que se encontram num nó devem, normalmente, ser colocadas de modo a que os eixos centrais se cruzem num ponto;

2) Nos casos em que haja excentricidade nas intersecções, deve ter-se em conta essa excentricidade no projecto do nó e do elemento;

3) No caso de ligações aparafusadas de cantoneiras e secções em T, com pelo menos dois parafusos por ligação, os alinhamentos dos parafusos podem ser considerados como eixos centrais para o efeito da intersecção nos nós.

4. Ligações ao corte sujeitas a vibrações e/ou inversão de esforços:

1) Nos casos em que uma ligação ao corte esteja sujeita a impactos ou vibrações significativos, devem utilizar-se soldaduras ou parafusos com dispositivos de travamento, parafusos pré-esforçados ou outros que impeçam efectivamente o escorregamento;

2) Sempre que não for aceitável o escorregamento, por se tratar de uma ligação ao corte submetida a inversão de esforços, devem utilizar-se nas ligações resistentes ao escorregamento parafusos pré-esforçados ou parafusos ajustados ou soldaduras;

3) Nos contraventamentos para o vento e/ou nos contraventamentos de estabilidade, podem empregar-se parafusos ou ordinários.

## SECÇÃO II

### Ligações aparafusadas

#### Artigo 45.º

##### Generalidades

1. A disposição dos furos para parafusos deve ser tal que impeça a corrosão e encurvadura local e facilite a colocação dos parafusos.

2. A disposição dos furos também deve obedecer aos limites de validade das regras utilizadas para determinar as resistências de cálculo dos parafusos.

3. As distâncias mínimas e máximas entre parafusos são apresentadas no artigo 65.º. Estes valores são válidos para estruturas que não se encontram expostas a ambientes ou outras influências corrosivas.

#### Artigo 46.º

### Tipos de ligações aparafusadas

1. Os tipos de parafusos utilizados na construção de estruturas metálicas são:

1) Parafusos não pré-esforçados (ou ordinários) — são utilizados em ligações do tipo rosca onde a força de corte na superfície de contacto da chapa é transmitida através do apoio do parafuso na chapa;

(二) 摩擦型高強螺栓：適用於摩擦型連接，需用一預壓力將兩塊連接板夾緊。

二、螺栓連接按其功能可細分為下列類型：

(一) 剪力螺栓連接

節點承受剪力之螺栓連接設計，應符合下列其中一種類型：

■ 類型 A：承壓設計

應採用強度 4.6 級至 10.9 級之普通螺栓（由低碳鋼制成）或高強螺栓進行設計。對接觸面並無要求施加預壓力及任何特別之措施。設計時，承載能力極限狀態下，螺栓的剪力設計值不應超過抗剪承載力設計值及承壓承載力設計值，詳見第四十八條。

表達式為：

$$F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$$

$$F_{v,Sd} \leq F_{b,Rd}$$

■ 類型 B：正常使用極限狀態下之抗滑移設計

應採用符合第七十五條要求，具有扭緊控制之摩擦高強螺栓進行設計。本設計中，是不允許在正常使用極限狀態下有任何滑移現象發生。應考慮不同荷載型式下之荷載組合效應，可根據抗滑要求決定不同之荷載型式。設計時，正常使用極限狀態下的剪力設計值不應超過抗滑承載力設計值，詳見第四十九條。而承載能力極限狀態下的剪力設計值不應超過抗剪承載力設計值及承壓承載力設計值，詳見第四十八條。

表達式為：

$$F_{v,Sd,ser} \leq F_{s,Rd,ser}$$

$$F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$$

$$F_{v,Sd} \leq F_{b,Rd}$$

■ 類型 C：承載能力極限狀態下之抗滑移設計

應採用符合第七十五條要求，具有扭緊控制之摩擦高強螺栓進行設計。本設計中，是不允許在承載能力極限狀態下有任何滑移現象發生。設計時，承載能力極限狀態下的剪力設計值不應超過抗滑承載力設計值（第四十九條）及承壓承載力設計值（第四十八條）。

2) Parafusos pré-esforçados (ou de elevada qualidade) — são utilizados em ligações do tipo de fricção. São apertados de modo a induzir uma força de aperto conhecida (carga de prova) de modo a apertar duas chapas.

2. As ligações aparafusadas deverão ser classificadas nas seguintes categorias:

1) Ligações ao corte

O dimensionamento das ligações aparafusadas sujeitas ao corte deve ser feito de acordo com a sua classificação em uma das seguintes categorias:

• Categoria A: Ligações aparafusadas ordinárias (ou correntes);

Nas ligações desta categoria utilizam-se parafusos correntes (fabricados com aço de baixo teor de carbono) ou parafusos de alta resistência desde a classe 4.6 à classe 10.9, inclusive. Não é necessário qualquer pré-esforço nem preparação especial para as superfícies de contacto. O valor de cálculo da força de corte do estado limite último não deve ser superior ao valor de cálculo da resistência ao corte nem ao valor de cálculo da resistência ao esmagamento, obtidos a partir do artigo 48.º.

Critérios de segurança:  $F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$

$$F_{v,Sd} \leq F_{b,Rd}$$

• Categoria B: Ligações resistentes ao escorregamento no estado limite de utilização;

Nas ligações desta categoria utilizam-se parafusos de alta resistência pré-esforçados com aperto controlado, em conformidade com o artigo 75.º. Não deve haver escorregamento no estado limite de utilização. A combinação de acções a considerar deve ser coerente com os casos de carga em que seja necessário garantir a resistência ao escorregamento. O valor de cálculo da força de corte do estado limite de utilização não deve exceder o valor de cálculo da resistência ao escorregamento, obtido a partir do artigo 49.º. O valor de cálculo da força de corte no estado limite último não deve exceder o valor de cálculo da resistência ao corte nem o valor de cálculo da resistência ao esmagamento, obtidos a partir do artigo 48.º.

Critérios de segurança:  $F_{v,Sd,ser} \leq F_{v,Rd,ser}$

$$F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$$

$$F_{v,Sd} \leq F_{b,Rd}$$

• Categoria C: Ligações resistentes ao escorregamento no estado limite último.

Nas ligações desta categoria utilizam-se parafusos de alta resistência pré-esforçados com aperto controlado em conformidade com o artigo 75.º. Não deve haver escorregamento no estado limite último. O valor de cálculo da força de corte no estado limite último não deve exceder o valor de cálculo da resistência ao escorregamento obtido a partir do artigo 49.º, nem o valor de cálculo da resistência ao esmagamento obtido a partir do Artigo 48.º.

此外，在承載能力極限狀態下，螺栓孔上淨截面之塑性抗拉承載力設計值  $N_{net,Rd}$  應取：

$$N_{net,Rd} = A_{net} \cdot f_y / \gamma_{MO}$$

## (二) 拉力螺栓連接

節點承受拉力之螺栓連接設計，應符合下列其中一種類型：

### ■ 類型 D：普通螺栓之連接設計

應採用強度至 10.9 級之普通螺栓（由低碳鋼製成）或高強螺栓進行設計。本設計並無要求施加預壓力。此類型設計並不適用於經常承受反覆拉力荷載之連接設計，但仍可作為承受一般抗風荷載之連接設計。

表達式為：

$$F_{t,Sd} \leq F_{t,Rd}$$

### ■ 類型 E：摩擦高強螺栓之連接設計

應採用符合第七十五條要求，具有扭緊控制之摩擦高強螺栓進行設計。本設計中，高強螺栓所施加之預壓力會提高抗疲勞效應。但其效能之提高及加強取決於細部配置與偏差要求。

■ 對於採用類型 D 及 E 之拉力連接設計，其接觸面無須進行任何的特別處理，但當類型 E 之連接同時承受拉力及剪力則屬例外情況（即類型 E-B 或 E-C 之組合）。

三、普通螺栓及高強螺栓的設計應符合第十九條所規定的標準。

四、螺栓的選擇取決於連接點需要抵抗的力或彎矩。一般的鋼結構工程中，普通螺栓多選用 4.6 或 8.8 級。高強螺栓通常選用 8.8 或 10.9 級，適用於有反向彎矩或振動發生的連接點，例如：門架式建築物的屋簷連接。

## 第四十七條

### 內力分析

#### 一、螺栓群的內力分佈

當抗剪承載力設計值  $F_{v,Rd}$  少於承壓承載力  $F_{b,Rd}$ （見表二十四 a），在承載能力極限狀態下螺栓群的內力分佈應與轉動中心的距離成比例。

Além disso, no estado limite último a resistência plástica de cálculo da secção resistente atravessada pelos furos dos parafusos,  $N_{net,Rd}$  deve ser considerada como:

$$N_{net,Rd} = A_{net} f_y / \gamma_{MO}$$

## 2) Ligações traccionadas

O dimensionamento de uma ligação aparafusada sujeita a tracção deve ser feito de acordo com a sua classificação em uma das seguintes categorias:

### • Categoria D: Ligações com parafusos não pré-esforçados;

Nas ligações desta categoria utilizam-se parafusos correntes (fabricados com aço de baixo teor de carbono) ou parafusos de alta resistência até à classe 10,9, inclusive. Não é necessário qualquer pré-esforço. Esta categoria não deve ser utilizada nos casos em que as ligações estejam frequentemente sujeitas a variações do esforço de tracção. No entanto, os parafusos desta categoria podem ser utilizados em ligações destinadas a resistir à acção estática do vento.

Critérios de segurança:  $F_{t,Sd} \leq F_{t,Rd}$ .

### • Categoria E: Ligações com parafusos de alta resistência pré-esforçados.

Nas ligações desta categoria utilizam-se parafusos de alta resistência pré-esforçados com aperto controlado, em conformidade com o artigo 75.º. Este pré-esforço melhora a resistência à fadiga. No entanto, essa melhoria dependerá da pormenorização e das tolerâncias adoptadas.

### • Nos casos de ligações traccionadas das categorias D e E não é necessário qualquer tratamento especial das superfícies de contacto, excepto nos casos em que as ligações da categoria E estejam sujeitas, simultaneamente, à tracção e ao corte (combinação E-B ou E-C).

3. O cálculo de parafusos não pré-esforçados e pré-esforçados deve estar de acordo com as normas especificadas no artigo 19.º.

4. A escolha do tipo de parafusos depende da ligação seleccionada e das forças/momentos sob os quais vai estar sujeito. Para estruturas metálicas normais, são geralmente especificados parafusos não pré-esforçados das Classes 4,6 ou 8,8. Os parafusos pré-esforçados, (geralmente da classe 8,8 ou 10,9) são aconselháveis para a maior parte das ligações em que ocorram momentos alternados ou em que ocorra vibração, como é o caso das palas ou consolas exteriores.

## Artigo 47.º

### Distribuição de forças

#### 1. Distribuição de forças entre parafusos

Quando o cálculo de resistência ao corte  $F_{v,Rd}$  de um parafuso é inferior ao cálculo da resistência ao esmagamento  $F_{b,Rd}$  (ver Quadro 24, a), a distribuição de esforços internos entre parafusos no estado limite último deve ser proporcional à distância ao centro de rotação.

其他承壓型螺栓群的內力分佈，在承載能力極限狀態下應根據塑性規定設計（見表二十四b）。

二、杠桿力

當螺栓群需要承受外加拉力，在設計上亦需考慮抵抗因杠桿效應而出現的附加力（見圖三）。杠桿力的大小與連接點的相對剛度及幾何佈置有關。

三、長接頭

當接頭兩端螺栓中心的距離超過15d（d為螺栓標稱直徑），抗剪承載力設計值 $F_{v,Rd}$ 必須按長度折減。計算折減係數的方法可按ENV1993-1-1第6.5.10條執行。

Em outros tipos de ligações de rosca, a distribuição de esforços internos entre parafusos no estado limite último pode também seguir critérios de plastificação (ver Quadro 24, b).

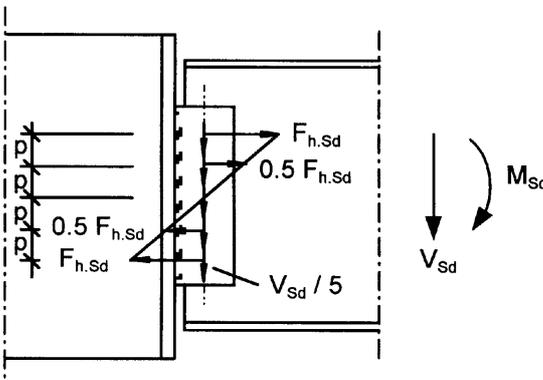
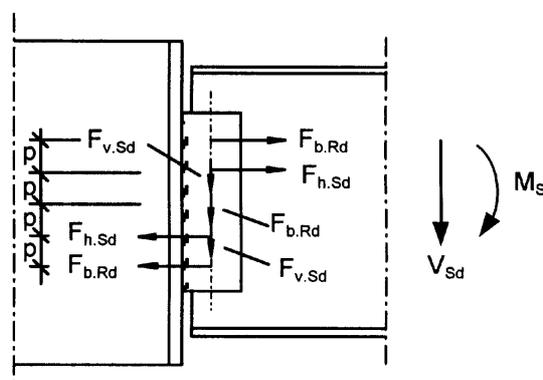
2. Efeito de alavanca

Nos casos em que os parafusos tenham de suportar uma força de tracção, devem ser dimensionados de modo a resistirem também à força adicional resultante do efeito de alavanca (ver Figura 3). As forças de alavanca dependem da rigidez relativa e das proporções geométricas dos elementos da ligação.

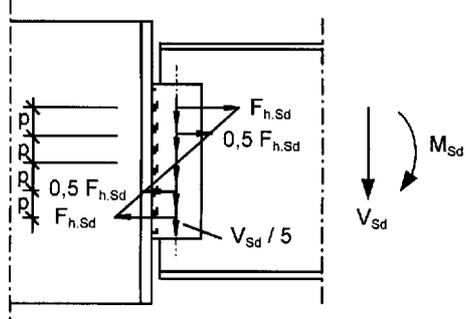
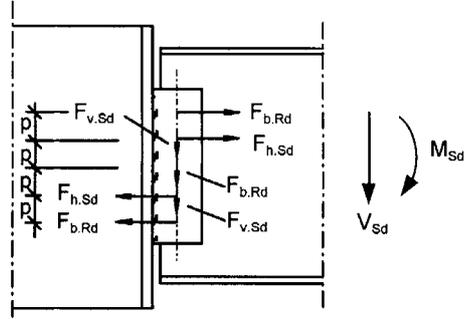
3. Juntas longas

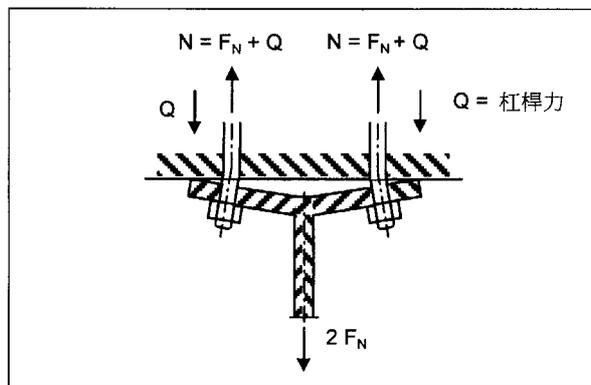
Quando a distância entre os centros dos furos extremos de uma ligação for superior a 15d, em que d é o diâmetro nominal dos parafusos, o valor de cálculo da resistência ao corte  $F_{v,Rd}$  deverá ser reduzido. Consultar o ponto 6.5.10 da ENV1993-1-1 para o cálculo do coeficiente de redução.

表二十四 螺栓群連接的內力計算

<p>a. 內力分佈的大小與轉動中心的距離成比例</p>	<p>b. 螺栓連接有可能發生的塑性內力分佈，其他真實的分佈亦可使用，例如：</p>
<p>5 個螺栓抵抗 <math>V_{Sd}</math> 及 <math>M_{Sd}</math></p>  <p>a. 線性分佈</p>	<p>3 個螺栓抵抗 <math>V_{Sd}</math> 及 4 個螺栓抵抗 <math>M_{Sd}</math></p>  <p>b. 塑性分佈</p>
$F_{h,Sd} = \frac{M_{Sd}}{5p}$	$F_{h,Sd} = \frac{M_{Sd}}{2p} - 2F_{b,Rd}$
$F_{v,Sd} = \sqrt{\left(\frac{M_{Sd}}{5p}\right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{5}\right)^2}$	$F_{v,Sd} = \frac{V_{Sd} - F_{b,Rd}}{2}$
$F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$	$\sqrt{F_{h,Sd}^2 + F_{v,Sd}^2} \leq F_{b,Rd}$

**Quadro 24. Distribuição de cargas entre parafusos**

<p>a. Distribuição proporcional à distância ao centro de rotação</p>	<p>b. Possível distribuição plástica de cargas entre parafusos. Qualquer combinação realista pode ser utilizada, e.g.</p>
<p>5 parafusos a resistir a <math>V_{sd}</math> e <math>M_{sd}</math></p>  <p>a. Linear</p>	<p>3 parafusos a resistir a <math>V_{sd}</math> e 4 a resistir a <math>M_{sd}</math></p>  <p>b. Plástica</p>
$F_{h,Sd} = \frac{M_{sd}}{5p}$	$F_{h,Sd} = \frac{M_{sd}}{2p} - 2F_{b,Rd}$
$F_{v,Sd} = \sqrt{\left(\frac{M_{sd}}{5p}\right)^2 + \left(\frac{V_{sd}}{5}\right)^2}$	$F_{v,Sd} = \frac{V_{sd} - F_{b,Rd}}{2}$
$F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$	$\sqrt{F_{h,Sd}^2 + F_{v,Sd}^2} \leq F_{b,Rd}$



圖三 杠桿力

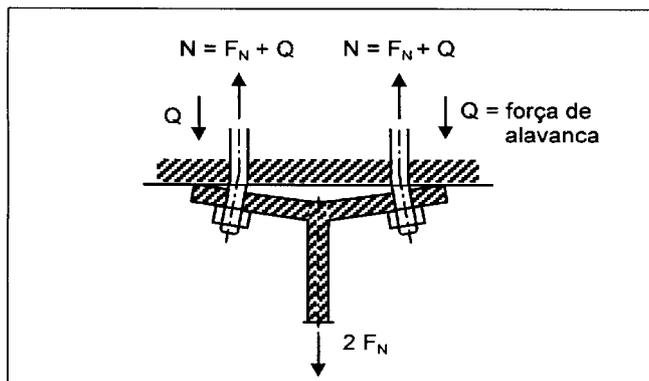


Figura 3. Forças de alavanca

第四十八條

Artigo 48.º

普通螺栓的承載力計算

Resistência de parafusos não pré-esforçados

一、受剪設計

在承載能力極限狀態下，螺栓的剪力設計值  $F_{v,Sd}$  不應超過以下較小的情況：

- 抗剪承載力設計值  $F_{v,Rd}$  (見表二十五 a) ；
- 承壓承載力設計值  $F_{b,Rd}$  (見表二十五 b) 。

二、受拉設計

包括所有因杠桿效應產生的拉力設計值  $F_{t,Sd}$ ，均不應超過以下較小的情況：

- 抗拉承載力設計值  $F_{t,Rd}$  (見表二十五 c) ；
- 沖切承載力設計值  $F_{p,Rd}$ ，(見表二十五 d) 。

三、同時承受剪力及拉力之設計

除上述的準則外，螺栓同時受拉及受剪亦須滿足下式：

$$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1.0$$

1. Corte

No estado limite último a força de corte de cálculo  $F_{v,Sd}$  num parafuso não deve exceder o menor dos seguintes valores:

- O valor de cálculo da resistência ao corte  $F_{v,Rd}$  (ver Quadro 25, a);
- O valor de cálculo de resistência ao esmagamento  $F_{b,Rd}$  (ver Quadro 25, b).

2. Tracção

A força de tracção de cálculo  $F_{t,Sd}$ , na qual se inclui qualquer parcela de força devida ao efeito de alavanca, não deve exceder o menor dos seguintes valores:

- O valor de cálculo da resistência à tracção  $F_{t,Rd}$  (ver Quadro 25, c);
- O valor de cálculo de resistência ao punçoamento  $F_{p,Rd}$ , (ver Quadro 25, d).

3. Corte e tracção

Os parafusos que estejam simultaneamente sujeitos ao corte e à tracção devem, adicionalmente, satisfazer o seguinte critério:

$$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

表 二十五 普通螺栓的承載力計算

受力方式	螺栓承載力
a. 每一抗剪面的抗剪承載力 $F_{v,Rd}$	$F_{v,Rd} = \frac{C_1 f_{ub} A_s}{\gamma_{Mb}}$ <p>式中 <math>C_1 = 0.6</math> (適用於 4.6、5.6 及 8.8 級)  <math>C_1 = 0.5</math> (適用於 4.8、5.8、6.8 及 10.9 級)</p>
b. 承壓承載力 $F_{b,Rd}$	$F_{b,Rd} = \frac{2.5\alpha f_u dt}{\gamma_{Mb}}$ <p>式中 <math>\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right)</math></p>
c. 抗拉承載力 $F_{t,Rd}$	$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{Mb}}$
d. 沖切剪力承載力 $F_{p,Rd}$	當連接物厚 $t_p$ 少於 $0.5d$ ，沖切剪力承載力設計值應按 ENV1993-1-1 第 6.5.5 (4) 條款驗算。
註： ① $A$ 為螺栓毛截面面積 ② $A_s$ 為螺栓有效抗拉面積 ③ $d$ 為螺栓直徑 ④ $d_0$ 為孔徑 ⑤ $e_1$ 、 $e_2$ 、 $p_1$ 及 $p_2$ 之定義請參閱第六十五條	

Quadro 25. Resistência de cálculo para parafusos não pré-esforçados

Tipo	Resistência dos parafusos
a. Resistência ao corte (por plano de corte) $F_{v,Rd}$	$F_{v,Rd} = \frac{C_1 f_{ub} A_s}{\gamma_{Mb}}$ em que $C_1 = 0,6$ para as classes 4,6, 5,6 e 8,8 $C_1 = 0,5$ para as classes 4,8, 5,8, 6,8 e 10,9
b. Resistência ao esmagamento $F_{b,Rd}$	$F_{b,Rd} = \frac{2,5\alpha f_u dt}{\gamma_{Mb}}$ em que $\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right)$
c. Resistência à tracção $F_{t,Rd}$	$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{Mb}}$
d. Resistência ao punçoamento $F_{p,Rd}$	Quando a espessura da chapa $t_p$ é inferior a $0,5d$ , o valor de cálculo de resistência ao punçoamento deve ser confirmado de acordo com a cláusula 6.5.5.(4) da ENV1993-1-1
Nota: ❶ A é a área da secção transversal bruta do parafuso. ❷ $A_s$ é a área de tracção do parafuso. ❸ d é o diâmetro do parafuso. ❹ $d_0$ é o diâmetro do furo. ❺ Para as definições de $e_1$ , $e_2$ , $p_1$ e $p_2$ ver o artigo 65.º.	

## 第四十九條

## 摩擦型高強螺栓的承載力計算

## 一、正常使用極限狀態下的抗滑承載力設計

在抗滑連接設計中，正常使用極限狀態下的剪力設計值  $F_{v,Sd,Ser}$  不應超過在表二十六a中所定的抗滑承載力設計值  $F_{s,Rd,Ser}$ 。此外，極限剪力設計值  $F_{v,Sd}$  亦不應超過抗剪承載力設計值  $F_{v,Rd}$  或承壓承載力設計值  $F_{b,Rd}$ 、 $F_{v,Rd}$  或  $F_{b,Rd}$  的設計詳見第四十八條。

## 二、承載能力極限狀態下的抗滑承載力設計

在抗滑連接設計中，承載能力極限狀態下的剪力設計值  $F_{v,Sd}$  不應超過在表二十六b中所定的抗滑承載力設計值  $F_{s,Rd}$  或承壓承載力設計值  $F_{b,Rd}$ 、 $F_{v,Rd}$  的設計可參見第四十八條。

## Artigo 49.º

## Resistência de parafusos pré-esforçados

## 1. Resistência ao escorregamento no estado limite de utilização

Em ligações projectadas como resistentes ao escorregamento no estado limite de utilização, o valor de cálculo de carga de corte de utilização  $F_{v,Sd,Ser}$  não deve ser superior ao valor de cálculo de resistência ao escorregamento  $F_{s,Rd,Ser}$  obtido a partir do Quadro 26, a. O valor de cálculo da carga de corte última  $F_{v,Sd}$  não deve exceder o valor de cálculo da resistência ao corte  $F_{v,Rd}$  nem o valor de cálculo de resistência ao esmagamento  $F_{b,Rd}$ . Ver o artigo 48.º para o cálculo de  $F_{v,Rd}$  ou de  $F_{b,Rd}$ .

## 2. Resistência ao escorregamento no estado limite último

Em ligações projectadas como resistentes ao escorregamento no estado limite último, o valor de cálculo de carga de corte de utilização  $F_{v,Sd}$  não deve ser superior ao valor de cálculo de resistência ao escorregamento  $F_{s,Rd}$  obtido a partir do Quadro 26, b, nem ao valor de cálculo de resistência ao esmagamento  $F_{b,Rd}$ . Ver o artigo 48.º para o cálculo de  $F_{v,Rd}$ .

表二十六 摩擦型高強螺栓的承載力計算

受力方式	螺栓承載力
a. 正常使用極限狀態下的抗滑承載力 $F_{s,Rd,ser}$	$F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{Ms,ser}} F_{p,cd}$ <p>式中</p> $F_{p,cd} = 0.7 f_{ub} A_s$ <p><math>\mu</math> = 按摩擦面級別而定之摩擦係數  <math>n</math> = 摩擦面數目</p>
b. 承載能力極限狀態下的抗滑承載力 $F_{s,Rd}$	$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{Ms,ult}} F_{p,cd}$
摩擦面級別	接觸面處理方法
A 級 ( $\mu = 0.5$ )	噴砂處理，清除所有浮銹，無坑槽
B 級 ( $\mu = 0.4$ )	噴砂處理後並塗上厚度達 50-80 $\mu\text{m}$ 之鋅漆
C 級 ( $\mu = 0.3$ )	採用鋼絲刷或火焰清除浮銹
D 級 ( $\mu = 0.2$ )	不經處理的表面
$k_s$ 值	孔隙 (第六十三條)
$k_s = 1.0$	標準孔隙之圓孔
$k_s = 0.85$	短形長圓孔
$k_s = 0.70$	長形長圓孔

Quadro 26. Resistência de cálculo para parafusos pré-esforçados

Tipo	Resistência dos parafusos
a. Resistência de utilização ao escorregamento $F_{s,Rd,ser}$	$F_{s,Rd,ser} = \frac{K_s n \mu}{\gamma_{Ms,ser}} F_{p,cd}$ <p>em que</p> $F_{p,cd} = 0,7 f_{ub} A_s$ <p><math>\mu</math> = coeficiente de atrito dependente da classe da superfície.  <math>n</math> = número de contactos por fricção</p>
b. Resistência última de escorregamento $F_{s,Rd}$	$F_{s,Rd} = \frac{K_s n \mu}{\gamma_{Ms,ult}} F_{p,cd}$
Classe de superfície	Descrição
Classe A ( $\mu = 0,5$ )	Superfícies limpas com partículas, com remoção de qualquer ferrugem solta, sem ataque químico
Classe B ( $\mu = 0,4$ )	Superfícies limpas com partículas e pintadas com uma tinta de silicatos de zinco, de modo a produzir um revestimento de espessura entre 50-80 $\mu\text{m}$
Classe C ( $\mu = 0,3$ )	Superfícies limpas com escova ou à chama, com remoção de qualquer ferrugem solta
Classe D ( $\mu = 0,2$ )	Superfícies não tratadas
Valores de $K_s$	Folgas em furos (Art. 63)
$K_s = 1,00$ $K_s = 0,85$ $K_s = 0,70$	Furos de folga normalizada Furos com ovalização curta Furos com ovalização longa

第五十條

Artigo 50.º

塊狀剪力撕裂承載力計算

Resistência ao esforço transverso

一、靠近梁端的腹板或托座應有適當的孔距以避免螺栓群發生塊狀撕裂。這種破壞模式通常包括螺栓群受拉面的破壞，以及螺栓群行受剪面同時出現剪力降服。（見表二十七）。

1. A rotura por esforço transverso da extremidade da alma de uma viga ou de uma peça de ligação, na zona dos furos de parafusos (ver Quadro 27), deve ser evitada, espaçando convenientemente os parafusos. Este modo de rotura desenvolve-se ao longo de duas linhas de eixos de furos, sendo uma a linha tracionada que limita o grupo de furos, onde se forma uma rotura por tracção, e a outra linha a fiada de eixos sujeita a esforço transverso que limita, na outra direcção, o grupo de furos, ao longo do qual se dá uma rotura por esforço transverso.

二、塊狀剪力撕裂有效承載力應按下式計算：

2. O valor de cálculo da resistência efectiva ao modo de rotura apresentado anteriormente  $V_{eff,Rd}$  deve ser calculado pela expressão:

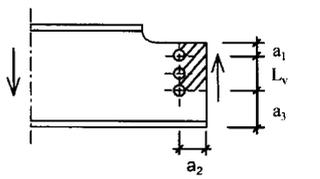
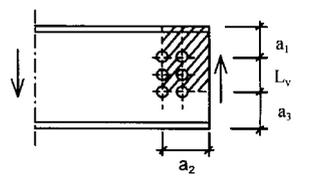
$$V_{eff,Rd} = (f_y / \sqrt{3}) A_{v,eff} / \gamma_{M0}$$

$$V_{eff,Rd} = (f_y / \sqrt{3}) A_{v,eff} / \gamma_{M0}$$

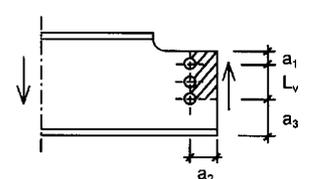
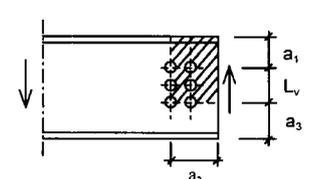
式中  $A_{v,eff}$  為有效抗剪面積（見表二十七）

em que  $A_{v,eff}$  é a área efectiva de corte (ver Quadro 27).

表 二十七 塊狀剪力撕裂的有效抗剪面積

 <p>a. 一行螺栓 k = 0.5</p>	 <p>b. 二行螺栓 k = 2.5</p>
<p><math>A_{v,eff} = t L_{v,eff}</math></p> <p>式中：</p> <p><math>L_{v,eff} = L_v + L_1 + L_2</math> 並且 <math>L_{v,eff} \leq L_3</math></p> <p><math>L_1 = a_1 \leq 5 d</math></p> <p><math>L_2 = (a_2 - k d) (f_u / f_y)</math></p> <p><math>L_3 = L_v + a_1 + a_3</math> 並且 <math>L_3 \leq (L_v + a_1 + a_3 - n d) (f_u / f_y)</math></p> <p>d = 螺栓的標稱直徑</p> <p>n = 受剪面上的螺栓數量</p> <p>t = 腹板或托座的厚度</p>	

Quadro 27. Rotura por esforço transverso - área efectiva de corte

 <p>a. Fila única de parafusos k = 0,5</p>	 <p>b. Duas filas de parafusos k = 2,5</p>
<p><math>A_{v,eff} = t L_{v,eff}</math> em que</p> <p><math>L_{v,eff} = L_v + L_1 + L_2</math> mas <math>L_{v,eff} \leq L_3</math></p> <p><math>L_1 = a_1 \leq 5 d</math></p> <p><math>L_2 = (a_2 - k d) (f_u / f_y)</math></p> <p><math>L_3 = L_v + a_1 + a_3</math>, mas <math>L_3 \leq (L_v + a_1 + a_3 - n d) (f_u / f_y)</math></p> <p>d = diâmetro nominal do parafuso</p> <p>n = número de furos para parafusos na superfície de corte</p> <p>t = espessura da alma ou da peça de ligação</p>	

## 第三節

## SECÇÃO III

## 焊縫連接

## Ligações soldadas

## 第五十一條

## Artigo 51.º

## 一般規定

## Generalidades

本節中出現的條款適用於：

- (一) 符合第四章要求的焊接用結構鋼；
- (二) 符合第八章的設計規定；
- (三) 符合第九章的工藝要求；
- (四) 採用電弧焊接作為焊接程序；
- (五) 鋼材厚度4mm或以上；

(六) 焊縫使用適當熔接材料製成的拉伸試樣，其最小屈服及抗拉強度須大於母材規定的強度。此外，焊縫金屬在力學性能上必須與母材相容。

As disposições desta secção aplicam-se a:

- 1) Aços de construção soldáveis que satisfaçam os requisitos do Capítulo IV;
- 2) Regras de cálculo de acordo com o Capítulo VIII;
- 3) Procedimentos em obra de acordo com o Capítulo IX;
- 4) Soldaduras executadas por arco eléctrico;
- 5) Materiais de espessura igual ou superior a 4 mm;

6) Juntas em que a soldadura é compatível com o metal base em termos de propriedades mecânicas, desde que a soldadura seja executada com consumíveis de soldadura adequados, originando cordões de soldadura completos que tenham simultaneamente uma tensão de cedência mínima e uma tensão de rotura mínima não inferiores às especificadas para o metal base.

## Artigo 52.º

## 第五十二條

## Tipos de ligações soldadas

## 焊接種類

一、焊接一般可分類為：

(一) 角焊縫 (見第五十四條)

- 角焊縫 — 可用於熔接面角度在60°至120°間的連接部份；
- 槽焊縫 — 用於圓孔或長圓孔的角焊縫。

(二) 對接焊縫 (見第五十五條)

■ 完全焊透的對接焊縫 — 充填金屬完全焊透於連接母材整個厚度的對接焊縫；

■ 不焊透的對接焊縫 — 充填金屬不焊透於連接母材整個厚度的對接焊縫。

二、焊接的種類及其代號可參看表二十八。

1. As soldaduras são, de um modo geral, classificadas como:

1) Soldaduras de ângulo (ver artigo 54.º)

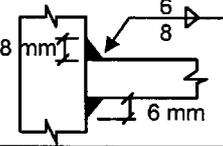
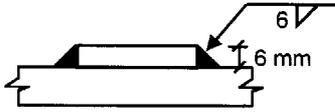
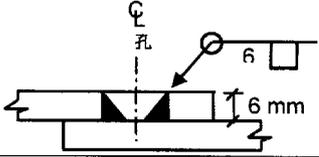
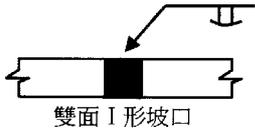
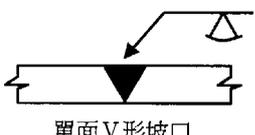
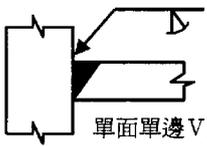
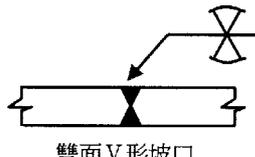
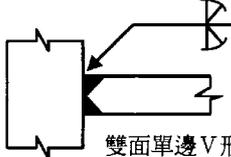
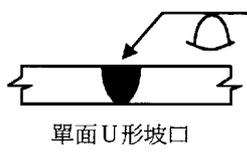
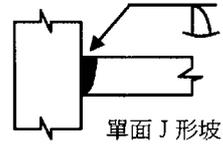
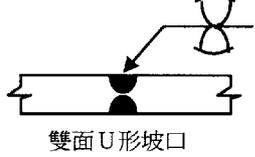
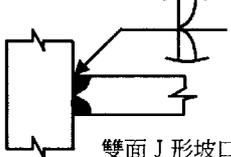
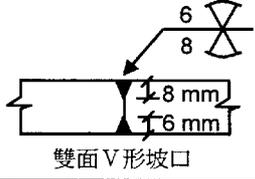
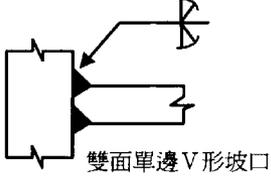
- Soldaduras de ângulo — podem ser utilizadas para ligar peças em que as faces de fusão formam entre si um ângulo entre 60° e 120°;
- Soldaduras por entalhe — são soldaduras de ângulo que incluem cordões em furos circulares ou alongados;

2) Soldaduras de topo (ver artigo 55.º)

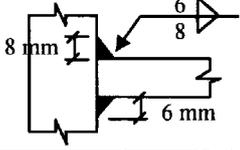
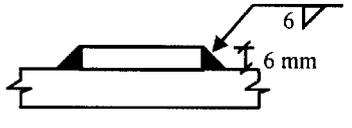
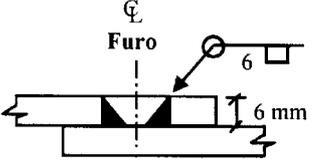
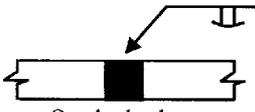
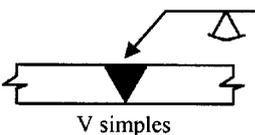
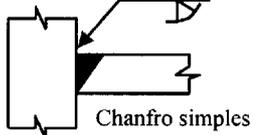
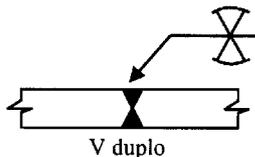
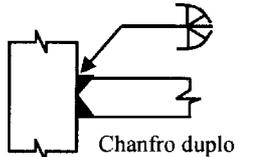
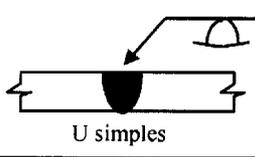
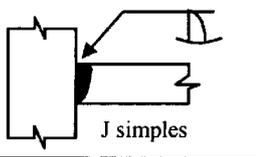
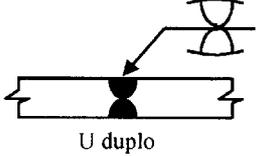
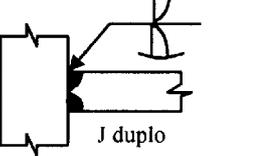
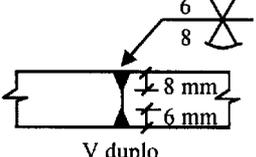
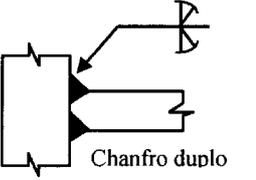
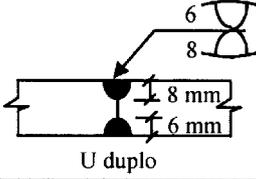
- Soldaduras de topo de penetração total — são soldaduras em que se dá a penetração e fusão total do metal de adição e do metal base em toda a espessura da junta;
- Soldaduras de topo de penetração parcial — são soldaduras em que a penetração da junta é inferior à espessura total do metal base.

2. A classificação das soldaduras e respectiva simbologia está ilustrada no Quadro 28.

表二十八 焊縫的基本類形

焊縫種類	接頭種類		
	對接接頭	T形接頭	搭接接頭
角焊縫			
槽焊縫			
完全焊透的對接焊縫	 雙面 I 形坡口		
	 單面 V 形坡口	 單面單邊 V 形坡口	
	 雙面 V 形坡口	 雙面單邊 V 形坡口	
	 單面 U 形坡口	 單面 J 形坡口	
	 雙面 U 形坡口	 雙面 J 形坡口	
不焊透的對接焊縫	 雙面 V 形坡口		
	 雙面 U 形坡口	 雙面單邊 V 形坡口	

Quadro 28. Tipos comuns de ligações soldadas

Tipo de soldadura	Tipo de ligação		
	Ligação de topo	Ligação de topo em T	Ligação com sobreposição
Soldadura de ângulo			
Soldadura por entalhe			
Soldadura de topo com penetração total	 Quadrado aberto		
	 V simples	 Chanfro simples	
	 V duplo	 Chanfro duplo	
	 U simples	 J simples	
	 U duplo	 J duplo	
Soldadura de topo com penetração parcial	 V duplo	 Chanfro duplo	
	 U duplo		

## 第五十三條

## 內力分析

焊縫內力分佈的計算必須考慮下列各點：

- (一) 可使用符合第四十四條之彈性或塑性行為計算；
- (二) 焊縫一般允許假設一個簡化的荷載分佈；
- (三) 有可能形成塑性絞的焊縫必須提供不少於最弱連接部份的設計承載力；
- (四) 因可能過度變形而要求有足夠轉動能力的焊縫，靠近焊縫之母材達至降伏時，焊縫不應先產生破壞；
- (五) 若果焊縫的設計承載力大於最弱連接部份的80%，則前一款之要求一般可以得到滿足。

## 第五十四條

## 角焊縫的強度計算

## 一、有效長度

角焊縫的有效長度應取擁有完整焊縫厚度的長度，包括末端轉角處。只要焊縫有完整厚度，焊縫起始處之有效長度不需要折減。

長度  $L > 150a$  ( $a$  為焊縫計算厚度) 的焊接接頭，其承載力設計值應按 ENV1993-1-1 第 6.6.9 條款折減。

## 二、焊縫計算厚度

角焊縫的計算厚度  $a$  應取在熔接面及焊縫表面內劃出最大三角形中的垂直高度，詳見圖四。

只要初部試驗證明熔深要求能夠達到，深溶角焊縫可考慮額外多出的厚度。

採用自動埋弧焊進行的角焊縫，在無初部試驗下其計算厚度可增加 20% 或 2 mm (取其中較小的值)。

## Artigo 53.º

**Distribuição de forças**

Para calcular a distribuição de forças de ligações soldadas é necessário considerar o seguinte:

- 1) A distribuição de forças numa ligação soldada, que pode ser calculada admitindo-se quer um comportamento elástico quer um comportamento plástico, de acordo com o Artigo 44.º;
- 2) Normalmente, é aceitável admitir uma distribuição simplificada das forças nas soldaduras;
- 3) Nas juntas em que se possam vir a formar rótulas plásticas, as soldaduras devem ser dimensionadas de modo a assegurarem uma resistência de cálculo pelo menos igual à da peça ligada mais fraca;
- 4) Noutras juntas, em que seja necessário garantir capacidade de deformação para a rotação da junta devido à possibilidade de deformação excessiva, as soldaduras devem ser suficientemente resistentes para que não haja rotura antes de se verificar a plastificação generalizada do material base adjacente;
- 5) De um modo geral, pode satisfazer-se esta condição se a resistência de cálculo da soldadura não for inferior a 80% da resistência de cálculo da peça ligada mais fraca.

## Artigo 54.º

**Resistência de soldaduras de ângulo**

## 1. Comprimento efectivo

Deve considerar-se como comprimento efectivo de um cordão de ângulo, o comprimento total do cordão com secção completa, incluindo os prolongamentos das extremidades. Desde que a espessura do cordão se mantenha constante ao longo deste comprimento, não é necessário prever-se uma redução do comprimento efectivo quer na extremidade inicial quer na extremidade final da soldadura.

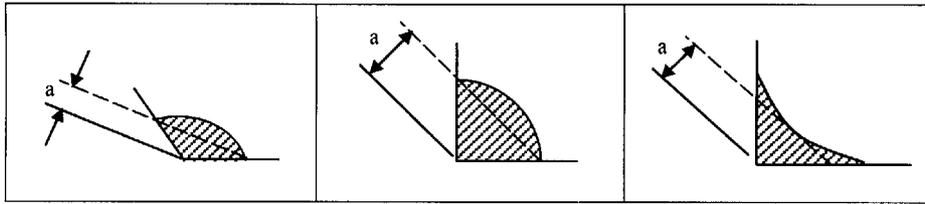
A resistência de cálculo de juntas longas com  $L > 150a$  ( $a$  = espessura do cordão) deve ser reduzida como se especifica na cláusula 6.6.9 da ENV 1993-1-1.

## 2. Espessura do cordão

Deve considerar-se como espessura,  $a$ , de um cordão de ângulo, a altura do maior triângulo susceptível de ser inscrito dentro dos planos da base de soldadura e da superfície da soldadura medida perpendicularmente ao lado exterior desse triângulo. A Figura 4 representa a definição de cordão de soldadura.

Para cordões de soldadura de ângulo de penetração profunda, pode ter-se em conta a sua espessura adicional, desde que se demonstre, por meio de ensaios, que se pode obter constantemente a penetração pretendida.

No caso de um cordão de soldadura executado por um processo de soldadura automático de arco submerso, a espessura poderá ser aumentada em 20% ou em 2 mm, conforme o valor mais baixo, sem se recorrer a ensaios.



圖四 角焊縫計算厚度的定義

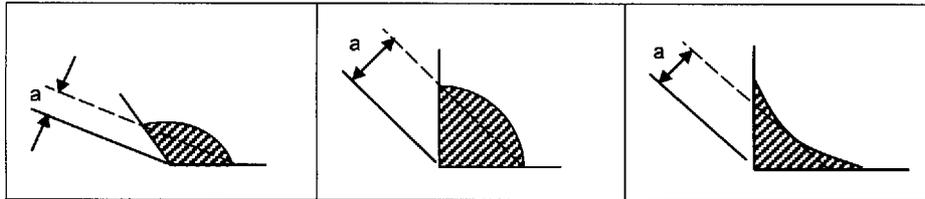


Figura 4. Definição de espessura de cordão

三、焊縫每單位長度的強度設計

角焊縫每單位長度的強度設計值  $F_{w,Rd}$  應符合下列條件：

$$F_{w,Sd} \leq F_{w,Rd}$$

式中：

$$F_{w,Sd} = \sqrt{N_{Sd}^2 + V_{l,Sd}^2 + V_{t,Sd}^2} \text{ (作用於焊縫之合力設計值)}$$

$N_{Sd}$  = 垂直於焊縫長度方向的軸心力設計值

$V_{l,Sd}$  = 沿焊縫長度方向的剪力設計值

$V_{t,Sd}$  = 垂直於焊縫長度方向的剪力設計值

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u a}{\sqrt{3} \beta_w} \frac{1}{\gamma_{mw}} \text{ (角焊縫的強度設計值)}$$

$f_u$  = 連接點較弱部份的抗拉強度

$\beta_w$  = 修正係數 (見表二十九)

3. Resistência por unidade de comprimento

O valor de cálculo de resistência por unidade de comprimento  $F_{w,Rd}$  deve ser determinado por:

$$F_{w,Sd} \leq F_{w,Rd}$$

em que :

$$F_{w,Sd} = \sqrt{N_{Sd}^2 + V_{l,Sd}^2 + V_{t,Sd}^2} \text{ (força resultante transmitida pela soldadura);}$$

$N_{Sd}$  = valor de cálculo da força normal à soldadura;

$V_{l,Sd}$  = valor de cálculo da força de corte longitudinal à soldadura;

$V_{t,Sd}$  = valor de cálculo da força de corte transversal à soldadura;

$$F_{w,Rd} = \frac{f_u a}{\sqrt{3} \beta_w} \frac{1}{\gamma_{mw}} \text{ (valor de cálculo da resistência da soldadura);}$$

$f_u$  = resistência à tracção nominal última da peça ligada mais fraca;

$\beta_w$  = factor de correcção (ver Quadro 29).

表二十九 角焊縫的修正係數  $\beta_w$

鋼材級別	抗拉強度 $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	修正係數 $\beta_w$
S235	360	0.80
S275	430	0.85
S335	510	0.90

**Quadro 29. Factor de correcção  $\beta_w$  para soldaduras em ângulo**

Designação do aço	Tensão de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	Factor de correcção $\beta_w$
S235	360	0,80
S275	430	0,85
S335	510	0,90

## 第五十五條

## 對接焊縫的強度計算

## 一、完全焊透的對接焊縫設計

只要焊縫使用適當焊條（或熔接材料）製成的拉伸試樣，其最小屈服強度及抗拉強度大於母材規定的強度，則完全焊透的對接焊縫強度設計值應取連接點較弱部份的強度設計值。

## 二、不焊透的對接焊縫設計

不焊透的對接焊縫強度設計值應按深溶角焊縫的公式計算，（見第五十四條）。

焊縫的計算厚度應取熔接後可到達的厚度。

## 第五十六條

## 非加勁翼板的焊接強度設計

## 一、非加勁 I 形、H 形或箱形截面與鋼板之 T 形接頭，截面

母材及焊縫之寬度應考慮折減成有效寬度。（見圖五）

## 二、I 形或 H 形截面的有效寬度應按下式計算：（圖五 a）

$$b_{\text{eff}} = t_w + 2r + 7t_f \text{ 並須符合}$$

$$b_{\text{eff}} \leq t_w + 2r + 7(t_f^2 / t_p)(f_y / f_{yp})$$

式中：

$f_y$  為截面的屈服強度設計值

$f_{yp}$  為鋼板的屈服強度設計值

三、如  $b_{\text{eff}}$  小於完整寬度的 0.7 倍，接頭應進行加勁。

## Artigo 55.º

**Resistência de soldaduras de topo**

## 1. Soldaduras de topo de penetração total

A resistência de cálculo de uma soldadura de topo de penetração total deve ser igual à resistência de cálculo da parte ligada mais fraca, desde que a soldadura seja executada com um eléctrodo adequado (ou outro consumível de soldadura) originando cordões completos que tenham simultaneamente uma tensão de cedência mínima e uma resistência à tracção mínima, que não sejam inferiores às que tenham sido especificadas para o metal base.

## 2. Soldaduras de topo de penetração parcial

A resistência de uma soldadura de topo de penetração parcial deve ser determinada de forma análoga à de um cordão de soldadura de ângulo de penetração profunda (ver artigo 54.º).

A espessura a considerar para uma soldadura de topo de penetração parcial deve ser igual à profundidade de penetração susceptível de ser obtida constantemente.

## Artigo 56.º

**Ligações de banzos não reforçados**

1. Numa ligação em T entre uma chapa e um banzo não reforçado de uma secção I, em H ou oca, considerar-se-á uma largura efectiva reduzida, quer para o material base, quer para as soldaduras (ver Figura 5).

2. Para uma secção em I ou em H, a largura efectiva  $b_{\text{eff}}$  deve ser obtida a partir de (Figura 5, a):

$$b_{\text{eff}} = t_w + 2r + 7t_f$$

$$\text{mas } b_{\text{eff}} \leq t_w + 2r + 7(t_f^2 / t_p)(f_y / f_{yp})$$

em que  $f_y$  é a tensão resistente de cálculo do elemento e  $f_{yp}$  é a tensão resistente de cálculo da chapa.

3. Se  $b_{\text{eff}}$  for inferior a 0,7 vezes a largura total, a junta deve ser reforçada.

四、箱形截面的有效寬度應按下式計算：（見圖五 b）

$b_{eff} = 2t_w + 5t_r$  並須符合

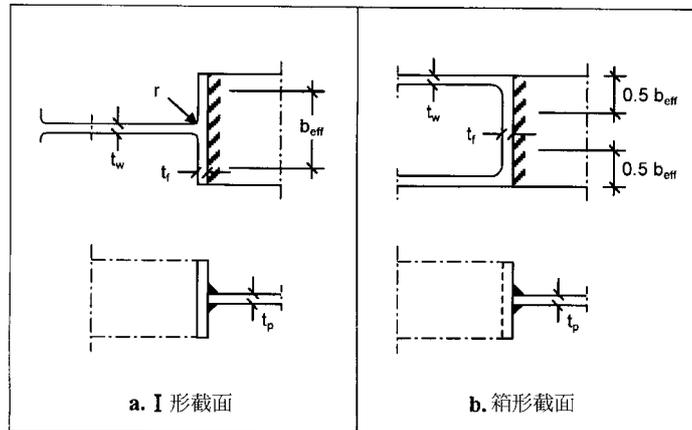
$b_{eff} \leq 2t_w + 5(t_r^2 / t_p)(f_y / f_{yp})$

五、連接截面翼板與鋼板的焊縫，其每單位長度之強度設計值應超過鋼板每單位寬度之強度設計值。

4. Para uma secção oca, a largura efectiva  $b_{eff}$  deve ser obtida a partir de (Figura 5, b):

$b_{eff} = 2t_w + 5t_r$ , mas  $b_{eff} \leq 2t_w + 5(t_r^2 / t_p)(f_y / f_{yp})$

5. As soldaduras que ligam a chapa ao banzo devem ter uma resistência de cálculo por unidade de comprimento que não deve ser inferior à resistência de cálculo por unidade de largura da chapa.



圖五 非加勁 T 形接頭的有效寬度

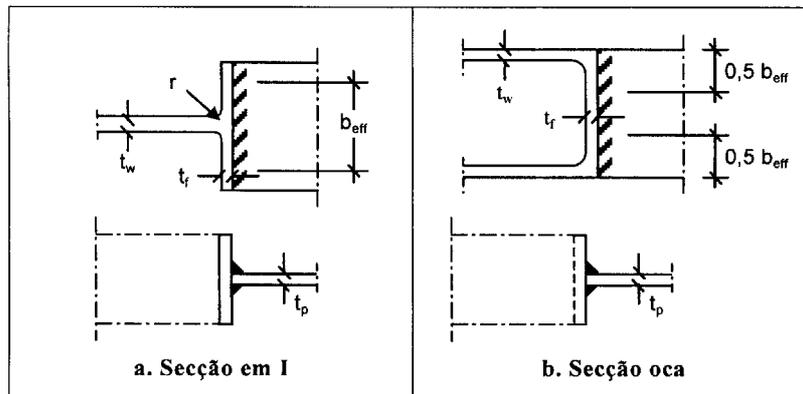


Figura 5. Largura efectiva de uma ligação em T não reforçada

第八章  
構造配置及設計規定

第一節  
一般規定

第五十七條  
最小厚度

CAPÍTULO VIII

Disposições de projecto e de construção

SECÇÃO I

Generalidades

Artigo 57.º

Espessuras mínimas

建築用鋼結構構材厚度不宜小於4mm。當結構在嚴重腐蝕環境下而沒有特別防銹蝕措施，構材之最小厚度應高於以上規定值。

Não devem ser utilizados elementos estruturais de espessura inferior a 4 mm. No caso de estruturas sujeitas a condições ambientais particularmente agressivas em que não se adoptem protecções especiais contra a corrosão, haverá que limitar a espessura mínima a valores superiores ao acima indicado.

## 第五十八條

## 構造配置

結構中主要構件之佈置應盡量對稱於結構平均面。另外在三角形結構中構件之連接應盡量將其中心軸相交於一點。當以上的規定不能符合，計算中應考慮由偏心所產生之次力。

## 第五十九條

## 構件截面的變化

結構構件應盡量避免截面突然發生變化或局部減弱。

## 第六十條

## 連接

- 一、結構構件間之連接一般採用焊接方式或螺栓連接。
- 二、連接部份應盡量避免同時使用焊接及螺栓連接傳遞內力。

## 第六十一條

## 支撐

結構主要構件間之支撐應確保能達到其整體性（見第十六條）。

## 第六十二條

## 維護

結構之設計應盡量避免維護時產生困難，即難於塗裝或出現不必要之積水位置。

## 第二節

## 螺栓連接

## 第六十三條

## 孔徑

- 一、螺栓連接所採用之螺栓直徑一般如下：

## Artigo 58.º

**Especificações de construção**

Os elementos principais das estruturas planas devem, tanto quanto possível, ter secções simétricas em relação ao plano médio dessas estruturas. Nas estruturas trianguladas deve ainda procurar-se que os elementos concorrentes numa ligação fiquem dispostos de modo que os eixos concorram num ponto 2. No caso de não serem efectivadas as disposições construtivas indicadas neste artigo, deverão ser considerados, desde que assumam importância significativa, os esforços secundários que daí resultem.

## Artigo 59.º

**Variação de secções dos elementos**

Devem evitar-se, nos elementos das estruturas ou das suas ligações, variações bruscas de secção ou enfraquecimentos localizados.

## Artigo 60.º

**Ligações**

1. As ligações entre os elementos das estruturas podem ser executadas por aparafusamento ou soldadura.
2. Numa ligação deve evitar-se, para a transmissão dos esforços, a utilização de soldadura em conjunção com aparafusamento.

## Artigo 61.º

**Contraventamentos**

Devem ser previstos contraventamentos entre os elementos principais das estruturas, de modo a garantir o seu funcionamento de conjunto (ver artigo 16.º).

## Artigo 62.º

**Conservação**

Devem ser evitadas as disposições construtivas que dificultem a conservação das estruturas, nomeadamente as que dificultem a aplicação de pintura ou favoreçam a retenção de água.

## SECÇÃO II

**Ligações aparafusadas**

## Artigo 63.º

**Diâmetro dos furos**

1. Os principais diâmetros utilizados em ligações aparafusadas são:

M12、M14、M16、M20、M22、M24、M27、M30、M36；

其中M12為公稱直徑12mm之螺栓。

二、應避免使用非本標準所規定直徑之螺栓。

三、螺栓孔徑不應大於螺栓直徑加上孔隙。標準孔之一般間隙應為：

- 1mm 適用於M12及M14螺栓；
- 2mm 適用於M16至M24螺栓；
- 3mm 適用於M27及更大直徑之螺栓。

四、螺栓孔可使用少於以上規定之孔隙。

五、用於抗滑移連接之加大孔之一般間隙應為：

- 3mm 適用於M12螺栓；
- 4mm 適用於M14至M22螺栓；
- 6mm 適用於M24螺栓；
- 8mm 適用於M27及更大直徑之螺栓。

六、只有在指定情況下，加大孔及長圓孔方可用於抗滑移連接。

七、用於抗滑移連接之短形長圓孔，其標稱尺寸不應大於：

- $(d+1)$  mm x  $(d+4)$  mm 適用於M12及M14螺栓；
- $(d+2)$  mm x  $(d+6)$  mm 適用於M16至M22螺栓；
- $(d+2)$  mm x  $(d+8)$  mm 適用於M24螺栓；
- $(d+3)$  mm x  $(d+10)$  mm 適用於M27及更大之螺栓。

d為螺栓之標稱直徑，單位mm。

八、用於抗滑移連接之長形長圓孔，其標稱尺寸不應大於：

- $(d+1)$  mm x  $2.5d$  適用於M12及M14螺栓；
- $(d+2)$  mm x  $2.5d$  適用於M16至M24螺栓；
- $(d+3)$  mm x  $2.5d$  適用於M27及更大之螺栓。

#### 第六十四條

##### 螺栓長度

一、在考慮偏差後，螺栓長度應符合：

(一) 螺栓有螺紋部份應在扭緊後突出於螺帽；及

(二) 螺栓沒有螺紋部份與螺帽間之淨距，普通螺栓應至少有一圈螺紋（螺紋末端除外），而高強螺栓應至少有四圈螺紋。

M12, M14, M16, M20, M22, M24, M27, M30, M36, em que M12 é um parafuso com um diâmetro de 12 mm.

2. Deve ser evitado o uso de parafusos com diâmetros não especificados nas normas.

3. O diâmetro dos furos não deve exceder o diâmetro dos parafusos mais a folga nominal dos furos. A folga nominal dos parafusos normalizados deve ser:

- 1 mm para parafusos M12 e M14;
- 2 mm para parafusos M16 a M24;
- 3 mm para parafusos M27 e maiores.

4. Furos com folgas inferiores às normalizadas podem ser especificados.

5. A folga nominal de furos alargados em ligações resistentes ao escorregamento deve ser:

- 3 mm para parafusos M12;
- 4 mm para parafusos M14 a M22;
- 6 mm para parafusos M24;
- 8 mm para parafusos M27 e maiores.

6. Só se podem utilizar furos alargados ou ovalizados em ligações resistentes ao escorregamento nos casos em que tal seja especificado.

7. A dimensão nominal de furos ovalizados curtos para ligações resistentes ao escorregamento não deve ser superior a:

- $(d + 1)$  mm por  $(d + 4)$  mm para parafusos M12 e M14;
- $(d + 2)$  mm por  $(d + 6)$  mm para parafusos M16 a M22;
- $(d + 2)$  mm por  $(d + 8)$  mm para parafusos M24;
- $(d + 3)$  mm por  $(d + 10)$  mm para parafusos M27 e maiores, em que d é o diâmetro nominal do parafuso em mm.

8. A dimensão nominal dos furos ovalizados longos para ligações resistentes ao escorregamento não deve ser superior a:

- $(d + 1)$  mm por  $2.5d$  para parafusos M12 e M14;
- $(d + 2)$  mm por  $2.5d$  para parafusos M16 a M24;
- $(d + 3)$  mm por  $2.5d$  parafusos M27 e maiores.

#### Artigo 64.º

##### Comprimento dos parafusos

1. O comprimento de um parafuso deve ser tal que, depois de se ter em conta as tolerâncias:

1) A espiga roscada se projecte para fora da porca depois de apertada; e

2) Fique livre pelo menos um filete inteiro, para parafusos não pré-esforçados, ou quatro filetes inteiros, para parafusos pré-esforçados (além da transição para o liso), entre a porca e a parte não roscada do parafuso.

第六十五條  
螺栓孔的佈置

一、螺栓孔之佈置應盡量避免銹蝕、局部挫曲及應使螺栓容易安裝。

二、螺栓孔之佈置亦應符合在計算螺栓承載力時規定之限制。

三、螺栓佈孔之最大及最小距離應採用以下提供之限值。此限值不適用於外露結構及高腐蝕環境，當有需要時以下之限值可適當提高。

(一) 端部距離  $e_1$  及邊緣距離  $e_2$  (圖六 a)

$$1.2 d_o \leq e_1 \leq \max (12t, 150 \text{ mm})$$

$$1.5 d_o \leq e_2 \leq \max (12t, 150 \text{ mm})$$

(二) 螺栓距  $p_1$  及  $p_2$

$$p_1 \geq 2.2 d_o, p_2 \geq 3.0 d_o \text{ (圖六 a)}$$

$$p_1, p_2 \leq \min (14t, 200 \text{ mm}) \text{ (受壓構件見圖六 b)}$$

$$p_{1,o} \leq \min (14t, 200 \text{ mm}) \text{ (受拉構件見圖六 c)}$$

$$p_{1,i} \leq \min (28t, 400 \text{ mm}) \text{ (受拉構件見圖六 c)}$$

(三) 長圓孔

$$e_3, e_4 \geq 1.5 d_o \text{ (圖六 d)}$$

Artigo 65.º

Posicionamento dos furos

1. O posicionamento dos furos para parafusos deve ser tal que impeça a corrosão e encurvadura local e facilite a colocação dos parafusos.

2. A disposição dos furos também deve obedecer aos limites de validade das regras utilizadas para determinar as resistências de cálculo dos parafusos.

3. Apresentam-se de seguida as distâncias mínimas e máximas entre parafusos. Estes valores são válidos para estruturas não expostas a ambientes ou outras influências corrosivas e, se necessário, deverão ser aumentados:

1) Distância ao topo  $e_1$  e distância ao bordo lateral  $e_2$  (Figura 6, a)

$$1,2 d_o \leq e_1 \leq \max (12t, 150 \text{ mm});$$

$$1,5 d_o \leq e_2 \leq \max (12t, 150 \text{ mm});$$

2) Afastamentos entre furos  $p_1$  e  $p_2$

$$p_1 \geq 2,2 d_o, p_2 \geq 3,0 d_o \text{ (Figura 6, a);}$$

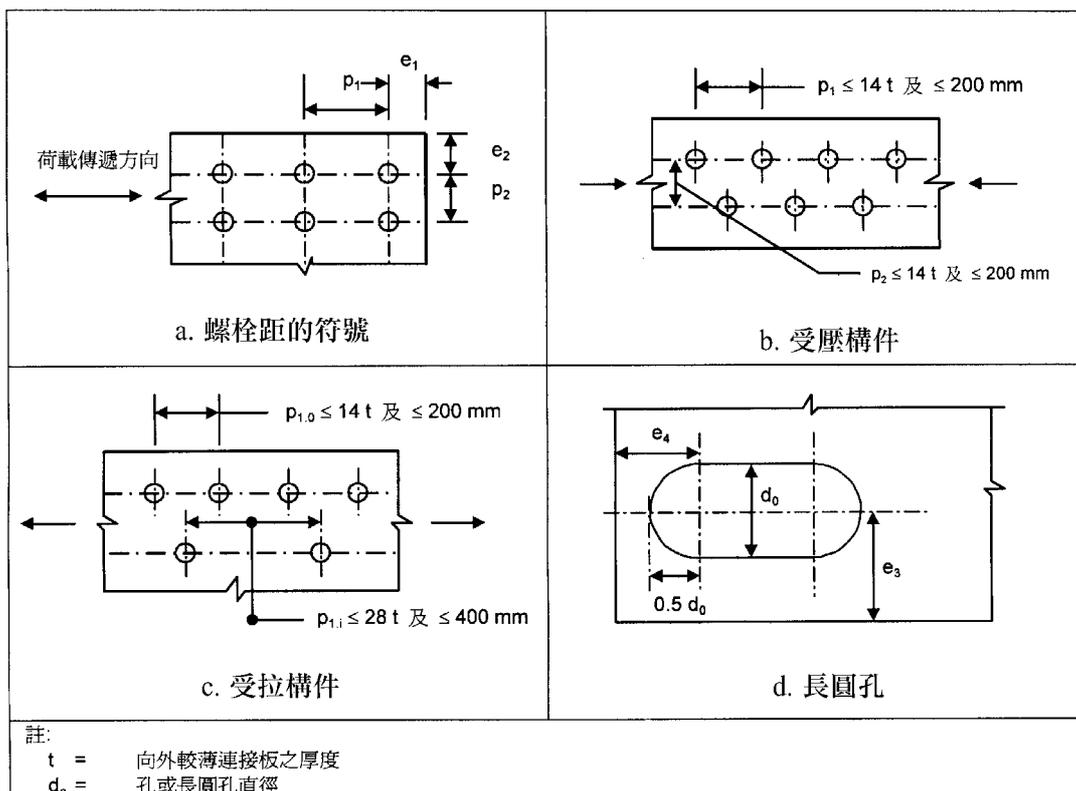
$$p_1, p_2 \leq \min (14t, 200 \text{ mm}) \text{ (para elementos comprimidos - Figura 6, b);}$$

$$p_{1,o} \leq \min (14t, 200 \text{ mm}) \text{ (para elementos traccionados - Figura 6, c);}$$

$$p_{1,i} \leq \min (28t, 400 \text{ mm}) \text{ (para elementos traccionados - Figura 6, c);}$$

3) Furos ovalizados

$$e_3, e_4 \geq 1,5 d_o \text{ (Figura 6, d).}$$



圖六 螺栓孔的佈置

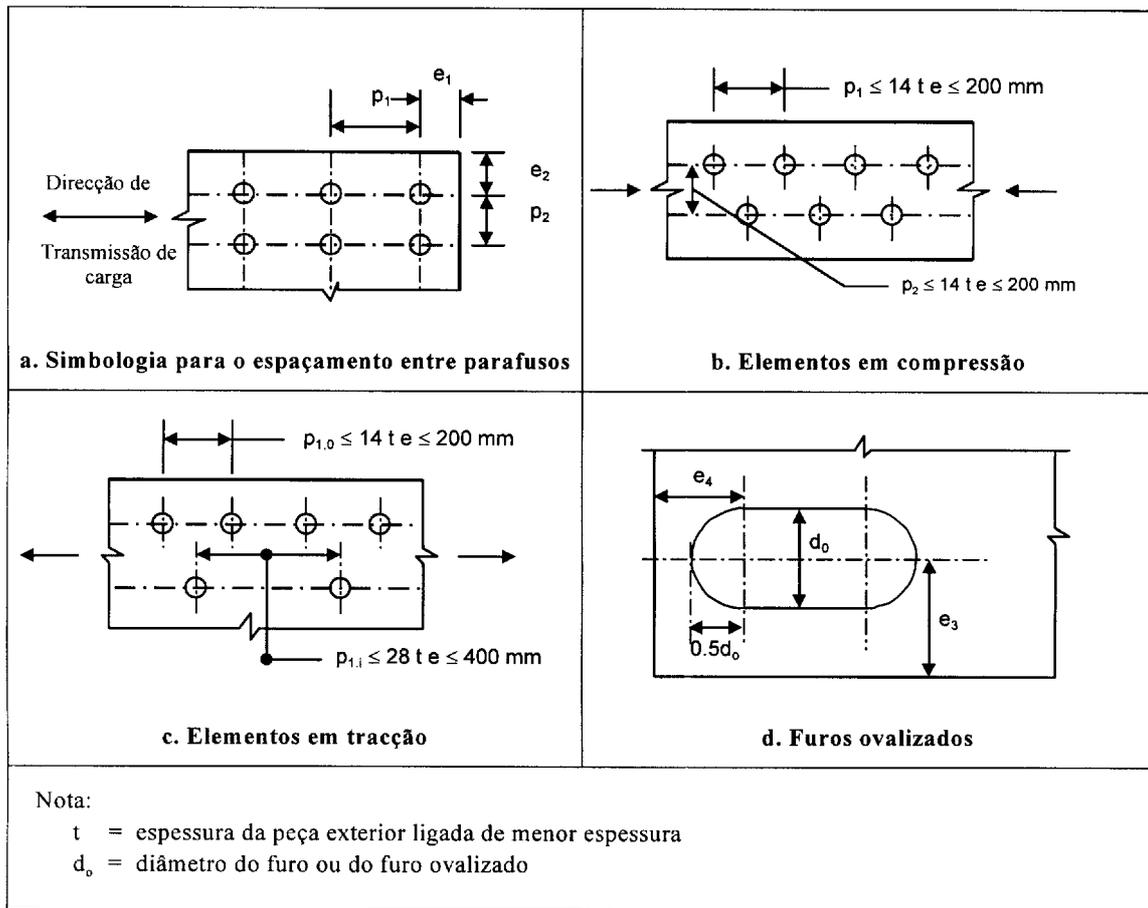


Figura 6. Posicionamento dos furos

第六十六條

摩擦型高強螺栓連接要求

- 一、摩擦型高強螺栓應使用 8.8 級或以上強度之螺栓。
- 二、設計預拉力、鎖緊扭力，高強螺栓類形及扭緊方法應由設計者規定。螺栓安裝必須小心確保扭緊至要求預拉力，否則在使用荷載中會出現滑移現象及變成普通螺栓連接。第七十五條中提供一些螺栓安裝之扭緊方法。

第三節

焊縫連接

第六十七條

一般規定

焊縫連接應注意下列之一般規定：

- (一) 焊縫連接之使用應符合第四章及第九章有關材料、製作及安裝之要求；

Artigo 66.º

Ligações com parafusos pré-esforçados

- 1. Os parafusos utilizados em ligações pré-esforçadas devem ser de classe 8.8 ou superior.
- 2. O projectista deve especificar a carga de pré-esforço ou momento de aperto, o tipo de parafusos pré-esforçados e os métodos de aperto. É necessário dar especial atenção para garantir o aperto correcto dos parafusos até à tensão exigida, ocorrendo de outro modo escorregamento a cargas de serviço e a junta funcionará como uma junta aparafusada corrente. Alguns métodos de aperto de parafusos são apresentados no artigo 75.º.

SECÇÃO III

Ligações soldadas

Artigo 67.º

Condições gerais

Nas ligações soldadas deve ser dada especial atenção às seguintes condições:

- 1) As ligações obtidas por soldadura devem obedecer às condições referentes aos materiais e à execução, especificadas nos Capítulos IV e IX;

(二) 建立焊接施工步驟及細部設計時，應盡可能減低因施焊而引起之應力增加；

(三) 應避免集中在同一區域內過度施焊；

(四) 除有特別理由證明其安全性外，否則應避免焊接厚度大於 30mm 之構件；

(五) 焊條之使用應嚴格遵守生產商之建議。

## 第六十八條

### 角焊縫連接要求

角焊縫的設計應符合下列條件：

(一) 角焊縫之計算厚度不應少於 3mm 及不應大於較薄連接部份之 0.7 倍；

(二) 角焊縫可用於熔接面角度在 60° 至 120° 間的連接部份；

(三) 允許熔接面少於 60° 之角焊縫。但在這種情況下必須將焊縫考慮為不焊透對接焊縫。超過 120° 之角焊縫不應考慮為可傳遞內力；

(四) 有效長度少於 40mm 或 6 倍計算厚度（選兩者中較大值）之焊縫不應考慮為可傳遞內力；

(五) 角焊縫不應終止在構件或連接部份之轉角位置。當焊縫在同一平面轉角時，其轉角後之長度應相等於二倍焊腳長度，並連續地、完整地圍繞這個轉角；

(六) 角焊縫可以連續或斷續形式出現。斷續焊縫之使用應按 ENV1993-1-1 第 6.6.2.2 條款執行；

(七) 槽焊縫僅適用於傳遞剪力、防止挫曲或分離搭接之部份；

(八) 槽焊縫之圓孔直徑或長圓孔寬度不應少於其厚度之四倍；

(九) 除伸展至板邊之孔端外，施加槽焊之長圓孔末端應為半圓形。

2) A disposição das soldaduras e a sua ordem de execução devem ser estabelecidas de modo a reduzir, tanto quanto possível, os estados de tensão devidos à operação de soldadura;

3) Deve evitar-se a concentração excessiva de soldadura numa mesma zona;

4) Salvo justificação especial, evitar-se-á soldar elementos de espessura superior a 30 mm;

5) Os consumíveis de soldadura devem ser utilizados estritamente de acordo com as recomendações do fabricante.

## Artigo 68.º

### Soldaduras de ângulo

O cálculo de um cordão de soldadura de ângulo deve obedecer às seguintes condições:

1) A espessura de um cordão de soldadura não deve ser inferior a 3 mm ou superior a 0,7 vezes a menor espessura dos elementos a ligar;

2) Podem utilizar-se cordões de ângulo para ligações de elementos quando as faces da soldadura formarem um ângulo compreendido entre 60° e 120°;

3) Também são permitidos ângulos inferiores a 60°. No entanto, nesses casos considerar-se-á que a soldadura é uma soldadura de topo de penetração parcial. No caso de ângulos superiores a 120°, não se deve considerar a contribuição de cordões de soldadura para a transmissão de forças;

4) As soldaduras com comprimentos efectivos inferiores a 40 mm ou a 6 vezes a espessura do cordão, consoante o valor que for maior, devem ser ignoradas no que se refere à transmissão de força;

5) Os cordões de soldadura não devem terminar nos cantos de peças ou elementos. Devem ser continuamente prolongados, sem redução de secção e de modo a contornar o canto, por um comprimento igual ao dobro da espessura do cordão, sempre que seja possível proceder a esse prolongamento no mesmo plano;

6) Os cordões de soldadura de ângulo podem ser contínuos ou descontínuos. A utilização de cordões de soldadura de ângulo intermitentes deve estar de acordo com a cláusula 6.6.2.2 da ENV1993-1-1;

7) As soldaduras por entalhe só podem ser utilizadas para transmitir esforço rasante ou para impedir a encurvadura ou a separação de peças sobrepostas;

8) O diâmetro de um furo circular, ou a largura de um furo alongado, de uma soldadura por entalhe, não deve ser inferior a quatro vezes a espessura da peça que a contém;

9) As extremidades dos furos alongados devem ser semi-circulares, com excepção das extremidades que se prolongam até ao bordo da peça.

第六十九條

Artigo 69.º

對接焊縫連接要求

Soldaduras de topo

一、對接焊縫的坡口處理

對接焊縫的坡口處理方法與母材厚度有關，亦對焊條之溶接性能有重要影響。表三十提供一些常用坡口處理方法。

二、單面焊接

不焊透對接焊縫或角焊縫僅適用於因單面焊接造成截面偏心而能自我補償之情況，例如小直徑之空心截面或具足夠厚度鋼材之焊接。

在其他可能發生偏心轉動之情況，不允許使用單面焊接。

1. Preparação de uma soldadura de topo

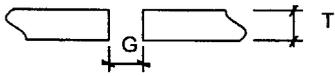
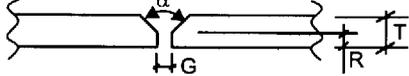
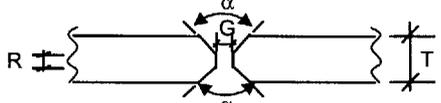
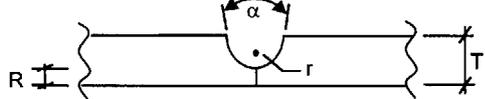
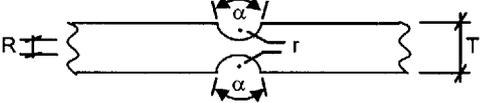
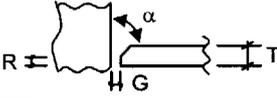
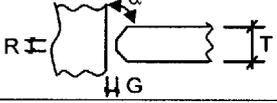
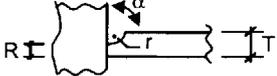
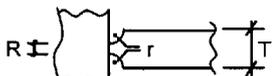
Os diferentes tipos de preparação de uma soldadura de topo estão relacionados com a espessura do metal e com a capacidade de acesso dos eléctrodos. A Tabela 30 indica os perfis de alguns métodos de preparação habitualmente utilizados.

2. Soldaduras num único lado

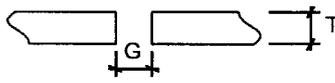
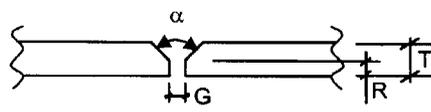
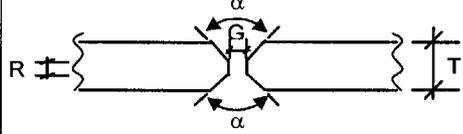
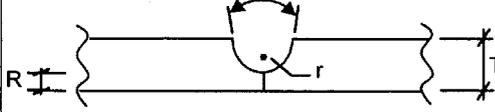
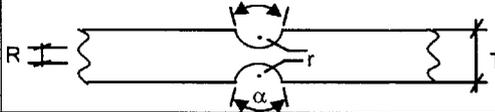
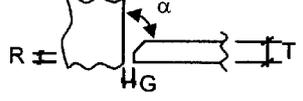
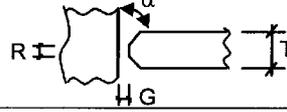
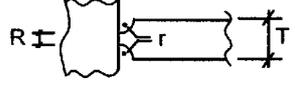
As soldaduras de topo de penetração parcial ou as soldaduras de ângulo num único lado devem ser utilizadas apenas em situações em que as excentricidades devido a soldaduras em um só lado são compensadoras, como é o caso de ligações em secções tubulares de diâmetro reduzido e com espessura suficiente de material.

Noutros casos, em que possam ocorrer rotações devidas à excentricidade, as soldaduras em um só lado não são permitidas.

表三十 對接焊縫的坡口處理

坡口形式	坡口尺寸	T mm	G mm	$\alpha$	R mm	r mm
I 形		0-3 3-6	0-3 3	---	---	--
單面 V 形		5-12 > 12	2 2	60° 60°	1 2	--
雙面 V 形		> 12	3	60°	2	--
單面 U 形		> 20	0	20°	5	5
雙面 U 形		> 40	0	20°	5	5
單面單邊 V 形		5-12	3	45°	1	--
雙面單邊 V 形		> 12	3	45°	2	--
單面 J 形		> 20	0	20°	5	5
雙面 J 形		> 40	0	20°	5	5

**Quadro 30. Tipos de soldadura de topo**

Tipos de Soldaduras	Condições	T (mm)	G (mm)	$\alpha$	R (mm)	r (mm)
<b>Quadrado</b>		0-3 3-6	0-3 3	---	---	---
<b>V simples</b>		5-12 > 12	2 2	60° 60°	1 2	---
<b>V duplo</b>		> 12	3	60°	2	---
<b>U simples</b>		> 20	0	20°	5	5
<b>U duplo</b>		> 40	0	20°	5	5
<b>Chanfro simples</b>		5-12	3	45°	1	---
<b>Chanfro duplo</b>		> 12	3	45°	2	---
<b>J simples</b>		> 20	0	20°	5	5
<b>J duplo</b>		> 40	0	20°	5	5

**第九章**

**製作及安裝**

第七十條

一般規定

一、本章主要針對鋼結構在製作及安裝過程中，定出施工質素之最基本要求，其目的主要是確保施工能符合設計要求，並且結構安全性亦能達至預期之水平。任何對特殊結構之附加要求必須明列於設計規格中。

**CAPÍTULO IX**

**Fabrico e montagem**

Artigo 70.º

**Generalidades**

1. Neste capítulo especificam-se alguns dos critérios mínimos de qualidade de execução exigidos para o fabrico e montagem, de forma a assegurar que sejam respeitadas as hipóteses que fundamentaram o presente regulamento e, por conseguinte, garantir que se obtenha o nível pretendido de segurança estrutural. Quaisquer requisitos adicionais para estruturas específicas devem ser estipulados no Caderno de Encargos.

二、設計規格中是允許附加額外之施工要求，但不能以此取代本規章所定之基本要求。

三、鋼結構之製作及安裝偏差要求可分為三等級：

(一) 一般偏差要求 — 適用於設計上無特殊偏差要求之一般結構物，僅在外形尺寸上定出可接受之基本偏差限制；

(二) 特別偏差要求 — 適用於一般結構以外之其他結構，其偏差要求較為嚴格，並須能滿足設計假定；

(三) 特異偏差要求 — 適用於特殊結構或其結構構件，其偏差要求較為嚴格，並須能滿足設計及功能上之要求。

四、本章中所規定之偏差容許值僅屬一般偏差要求。

#### 第七十一條

##### 鋼結構製作的一般要求

鋼結構製作應採用完備之施工規則進行施工，尤其是下列方面：

(一) 鋼結構配置上應精確並與設計相符。當設計中有預拱之情況，更應考慮配置之適當性以使最後之外形達至合適之要求；

(二) 鋼材應有相當之平直度並符合設計上規定之偏差要求。若設計上無特定之偏差要求，則應符合第七十二條所規定之一般偏差要求；

(三) 製作設計上所需之平直度或形狀要求之鋼結構時，應採用不會導致材料性能下降並低於規格要求之施工方法；

(四) 鋼材切割位置之不規則往往會影響接頭之施工，故所有經由火焰切割或電弧切割之切割位置應修磨平整。

#### 第七十二條

##### 鋼結構製作容許偏差

一、本條所載之製作容許偏差主要適用於一般之鋼結構加工場所。而螺栓連接及焊縫連接則不屬本條討論範圍，其有關規定列於第七十五條及第七十六條中。製作之容許偏差包括：

- 熱軋型鋼（見第十八條）
- 焊接型鋼（見表三十一）
- 構件長度、平直度及預拱（見表三十二）

二、本條中並無規定之容許偏差，考慮時應參考適當之標準。

2. O Caderno de Encargos pode suplementar os requisitos mas não deve substituir os requisitos mínimos estipulados no presente Capítulo.

3. São definidos três tipos de tolerâncias:

1) Tolerâncias normais — limites básicos para os desvios das dimensões necessários para definir tolerâncias aceitáveis para estruturas de edifícios na ausência de outros requisitos;

2) Tolerâncias especiais — tolerâncias mais rigorosas necessárias para satisfazer hipóteses de dimensionamento para estruturas que não sejam estruturas normais de edifícios;

3) Tolerâncias específicas — tolerâncias mais rigorosas necessárias para satisfazer requisitos funcionais de estruturas específicas ou componentes estruturais.

4. Todos os valores de tolerâncias especificados neste capítulo devem ser tratados como tolerâncias normais.

#### Artigo 71.º

##### Regras gerais de fabrico

Os trabalhos devem ser executados segundo as boas normas de construção, nomeadamente as seguintes:

1) A traçagem será feita com precisão e de acordo com o projecto. Desde que no projecto sejam indicadas contra-flechas, devem estas ser tidas em consideração na traçagem e devidamente distribuídas para que a forma final seja a conveniente;

2) As peças devem ser desempenadas segundo as tolerâncias especificadas no projecto ou, na falta dessa indicação, segundo as tolerâncias especificadas no artigo 72.º;

3) Qualquer desempenho ou enformação necessários devem ser executados utilizando métodos que não reduzam as propriedades do material para além dos limites especificados;

4) Os cortes efectuados a maçarico ou por arco eléctrico serão posteriormente afagados sempre que a irregularidade da zona de corte prejudique a execução das ligações.

#### Artigo 72.º

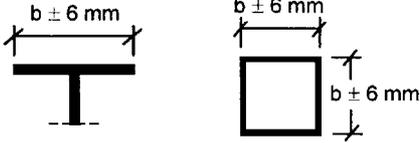
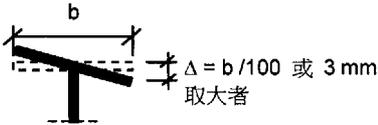
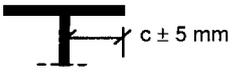
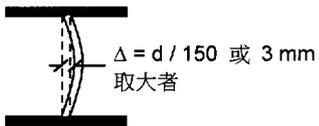
##### Tolerâncias de fabrico

1. As tolerâncias de fabrico descritas neste artigo englobam as tolerâncias utilizadas para as operações normais em estaleiro, à excepção das ligações aparafusadas e soldadas, que se encontram descritas nos artigos 75.º e 76.º. Assim, este artigo engloba as tolerâncias para:

- Secções laminadas a quente (ver artigo 18.º);
- Secções montadas (ver Quadro 31);
- Comprimento, rectilinearidade e flechas de elementos (ver Quadro 32).

2. Para valores de tolerâncias além dos especificados neste capítulo, devem ser consultadas as normas apropriadas.

表 三十一 焊接型鋼的製作容許偏差

類別	容許偏差
a. 深度	
b. 翼板寬度	
c. 截面垂直度	
d. 腹板偏移度	
e. 腹板扭曲度	

Quadro 31. Tolerâncias de fabrico para elementos montados

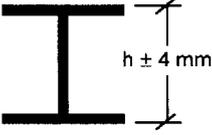
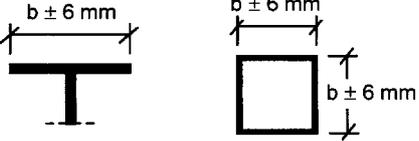
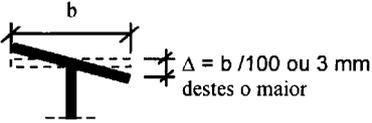
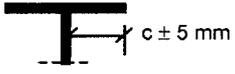
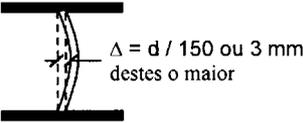
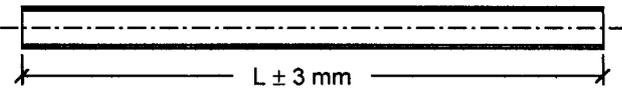
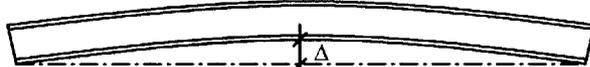
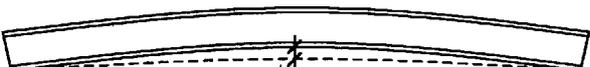
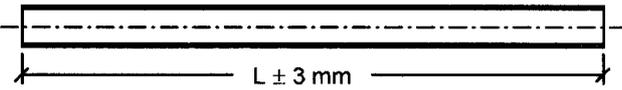
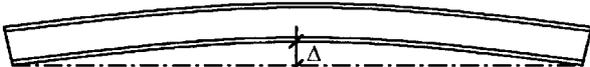
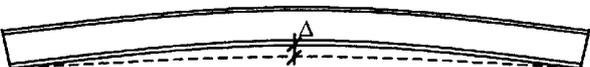
Tipo de tolerância	Desvio permitido
a. Altura	
b. Largura do banzo	
c. Quadratura da secção	
d. Excentricidade da alma	
e. Distorção da alma	

表 三十二 設計上需考慮的容許偏差

類別	容許偏差
a. 長度	 <p style="text-align: center;"><math>L \pm 3 \text{ mm}</math></p>
b. 平直度	 <p style="text-align: center;"><math>\Delta</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Delta = L / 1000</math> (一般截面) <math>\Delta = L / 500</math> (空心截面)</p>
c. 拱度	 <p style="text-align: center;"><math>\Delta</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Delta = L / 1000</math> 或 12 mm 取大者</p>
<p>註： 1. 當偏差超出容許限值時，所造成之額外彎曲度應由設計驗算予以確認。</p>	

Quadro 32. Tolerâncias incorporadas nas regras de projecto

Tipo de tolerância	Desvio permitido
a. Comprimento	 <p style="text-align: center;"><math>L \pm 3 \text{ mm}</math></p>
b. Rectilinearidade	 <p style="text-align: center;"><math>\Delta</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Delta = L / 1000</math> (geralmente) <math>\Delta = L / 500</math> (secção tubular)</p>
c. Flecha	 <p style="text-align: center;"><math>\Delta</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\Delta = L / 1000</math> ou 12 mm destes o menor</p>
<p>Nota: Quando a variação exceder estes valores, deve ser permitida uma curvatura adicional nos cálculos do projecto.</p>	

## 第七十三條

## 鋼結構安裝的一般要求

鋼結構組裝施工時，應考慮所有與施工安全有關之規章及下列情況：

(一) 避免組裝時出現與構材位置有關之疑問，所有構件應於加工廠中予以適當標記及編號；

(二) 鋼結構安裝連接時構件中不應產生顯著之應力。如設計中已對此類應力作出預估則屬例外情況，但所產生之應力應以適當之方法加以驗證；

(三) 鋼結構構件被拉伸使平直時，螺栓孔不應產生變形；

(四) 組裝期間，鋼結構應被固定，接頭螺栓應栓緊，以確保結構能充分地承受組裝期間所出現之荷重，而此類荷重可在加工場中及組裝施工操作時引起；

(五) 除非設計師對鋼結構安裝偏差有特別要求，否則安裝之容許偏差應採用第七十四條之規定；

(六) 進行防銹護層處理時，應採用第七十七條及第七十八條之規定；

(七) 任何受損之防銹護層均應修復，其修補方法應根據該防銹系統廠家之建議，並應得到設計師之核准方可進行。

## 第七十四條

## 鋼結構安裝容許偏差

鋼結構組裝時，未受荷載結構應符合表三十三之一般偏差規定。表中所引用之各種情況應考慮為獨立之要求，結構應各自地滿足規定之偏差要求。

## Artigo 73.º

**Regras gerais de montagem**

Na montagem das estruturas devem respeitar-se as prescrições da regulamentação em vigor sobre segurança nos trabalhos de construção civil, bem como o estipulado nas alíneas seguintes:

1) Todas as peças devem ser convenientemente marcadas na oficina, de modo que não se levantem dúvidas na montagem quanto à posição que devem ocupar;

2) As ligações devem efectuar-se sem introduzir esforços importantes nas peças. Nos casos especiais em que esteja prevista no projecto a introdução de tais esforços, deve proceder-se à sua verificação por métodos apropriados;

3) A introdução de repuxos para acerto das peças deve fazer-se sem deformar os furos;

4) Durante a montagem da estrutura, as peças deverão ser aparafusadas de um modo seguro que garanta que a estrutura possa suportar cargas que podem ocorrer durante a montagem, incluindo, quando necessário, as cargas previstas no plano de montagem;

5) A precisão com que as peças são montadas deve estar de acordo com o artigo 74.º, a não ser que o projectista especifique algo diferente;

6) Quando for necessário aplicar ou terminar um sistema de protecção em obra, os requisitos dos artigos 77.º e 78.º devem ser cumpridos;

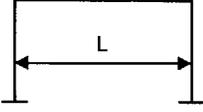
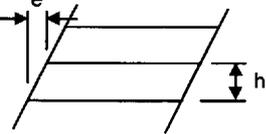
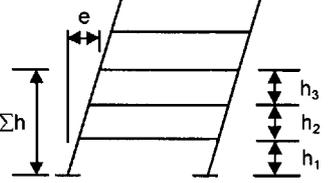
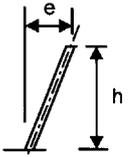
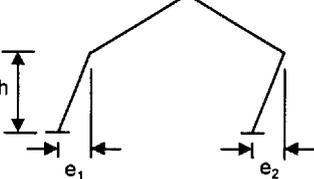
7) Qualquer dano provocado no sistema de protecção durante a operação de montagem deverá ser reparado. A reparação deverá ser realizada de acordo com as recomendações do fabricante do sistema de protecção e aprovada pelo projectista.

## Artigo 74.º

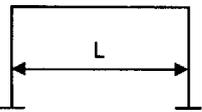
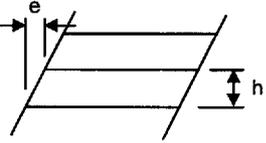
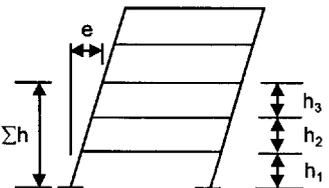
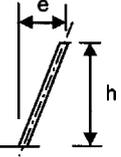
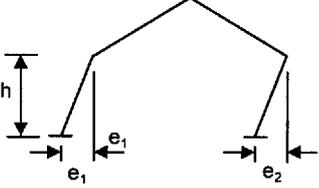
**Tolerâncias de montagem**

A estrutura de aço não carregada, após montagem, deve satisfazer os critérios indicados no Quadro 33, dentro dos limites de tolerância especificados. Cada critério apresentado neste quadro deve ser considerado um requisito separado e deve ser respeitado independentemente de quaisquer outros critérios de tolerância.

表三十三 鋼結構安裝後的一般容許偏差

情況	簡圖	容許偏差
a. 鄰柱間距之偏差		$\pm 5 \text{ mm}$
b. 相鄰樓層間，柱之傾斜度		$e \leq 0.002h$
c. 多樓層柱之偏移度，由柱基面作垂直線至欲評估之樓層得柱之偏移度		$e \leq \frac{0.0035 \Sigma h}{n^{1/2}}$ <p><math>n = \text{樓層數目}</math></p>
d. 非門式框架之單層結構，柱之傾斜度 (無吊機情況)		$e \leq 0.0035h$
e. 門式框架結構，柱之傾斜度(無吊機情況)		<p>柱之傾斜度  <math>e_1, e_2 \leq 0.010h</math></p> <p>框架之傾斜度  <math>\frac{e_1 + e_2}{2} \leq 0.002h</math></p>
<p>註：</p> <p>1. 以上所規定之偏差值應以下列參考點考慮：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 柱：考慮基面至任一樓面間柱之中心點時，不含任何之柱底板及頂板。</li> <li>- 梁：考慮梁端上緣之中心點時，不含任何之端板。</li> </ul>		

Quadro 33. Tolerâncias normais após montagem

Critério	Descrição	Desvio permitido
a. Desvio de distância entre colunas adjacentes		$\pm 5 \text{ mm}$
b. Inclinação de uma coluna entre pisos adjacentes		$e \leq 0,002h$
c. Localização de uma coluna em qualquer piso em relação a uma linha vertical que atravesse a localização prevista da base da coluna		$e \leq \frac{0,0035 \Sigma h}{n^{1/2}}$ n = número de pisos
d. Inclinação de uma coluna num edifício de um só piso que não seja uma estrutura porticada (sem uma ponte rolante)		$e \leq 0,0035h$
e. Inclinação das colunas de um pórtico que não suporte uma ponte rolante		Inclinação de cada coluna $e_1, e_2 \leq 0,010h$ Inclinação média de um pórtico $\frac{e_1 + e_2}{2} \leq 0,002h$
<p>Nota:</p> <p>As tolerâncias especificadas acima são aplicáveis nos seguintes pontos de referência:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Para uma coluna, o centro real da coluna ao nível de cada piso e na base, excluindo qualquer chapa de base ou chapa de topo;</li> <li>– Para uma viga, o centro real da superfície superior em cada extremidade, excluindo qualquer chapa de extremidade.</li> </ul>		

第七十五條  
螺栓連接要求

Artigo 75.º

Ligações aparafusadas

一、螺孔

如無特別規定，螺栓孔之制孔可採用鑽孔或衝孔形式。制孔如要求採鑽孔時，可先以衝孔再擴孔來完成。

長圓孔之制孔可由一次性之鑽孔工序完成，或可由衝孔或鑽孔形式先制作兩圓孔，再採用優質之火焰切割技術去除兩圓孔間之鋼材，並經修整後成長圓孔。修整後必須確保能讓螺栓自由通過整個長圓孔。

1. Furos

Salvo especificação em contrário, os furos para parafusos podem ser mandrilados ou punçoados. Nos casos em que se exijam furos mandrilados, estes podem ser punçoados num diâmetro inferior e alargados a mandril.

Os furos ovalizados devem ser punçoados numa única operação ou então formados abrindo dois furos redondos por punçoamento ou mandrilagem, e completando-os por corte a maçarico e rectificação de alta qualidade, de modo a assegurar que o parafuso se possa deslocar livremente em todo o comprimento do entalhe.

螺孔之標準間隙要求應參考第六十三條。

## 二、螺栓

螺栓剪切面位置多設計位於螺栓無螺紋部份上，在考慮安裝偏差後，應有適當措施以保證剪切面不會出現在螺紋位置及螺紋末端位置上。

如無設計師之要求，則不可使用全段螺桿有螺紋的螺栓。

## 三、螺帽

螺帽應收緊或由機械式扭緊，對承受振動之結構，應有適當的措施避免螺帽的任何鬆脫現象出現。

對於摩擦型高強螺栓之螺帽，一般之螺帽旋扭工序可視為已具有足夠之牢固度。

## 四、墊圈

應使用墊圈之情況如下：

- 當螺栓之受力面為斜面，並與螺桿之垂直面所成夾角大於 $3^\circ$ 時，應採用楔形墊圈；
- 當設計規格中指定採用一些較長之螺栓，為了能讓剪切面不出現在有螺紋之位置上，此時應採用墊圈以達設計所需之要求。

摩擦型高強螺栓中應使用高硬度墊圈之情況如下：

- 當螺栓頭或螺帽被設計為轉動時，應採用高硬度墊圈；
- 在設計所指定之非轉動組件中(螺栓或螺帽)，亦應使用高硬度墊圈；
- 當需要確保轉動組件能緊壓螺桿之垂直面時，應採用高硬度楔形墊圈；
- 當非轉動組件之受力面為斜面，並與螺桿之垂直面所成夾角大於 $3^\circ$ 時，應使用高硬度楔形墊圈。

## 五、螺栓之緊固

螺栓應緊固以確保各組件間能充分地相接。

對普通螺栓並不要求扭緊至一預設之扭力值。但作為一個施工指標，螺栓安裝時應有下列之要求：

- 螺栓之扭緊可由工人以一般之活動扳手完成；或

A folga de furos normalizados deve estar de acordo com o artigo 63.º.

## 2. Parafusos

Quando no dimensionamento se admitirem parafusos com o liso de espiga no plano de corte, devem especificar-se medidas apropriadas para assegurar que, tendo em conta as tolerâncias, nem a rosca nem a sua transição para o liso se situem no plano de corte.

Não se podem utilizar parafusos com roscas até à cabeça (rosca total), salvo nos casos em que tal seja especificado pelo projectista.

## 3. Porcas

Para estruturas sujeitas a vibrações, devem tomar-se medidas para evitar que as porcas se desapertem. Estas devem ser fixas com dispositivos de bloqueamento ou outros meios mecânicos.

Pode admitir-se que as porcas de parafusos pré-esforçados ficam suficientemente fixas com o processo de aperto normal.

## 4. Anilhas

Não são necessárias anilhas excepto nos seguintes casos:

- Quando a superfície tiver uma inclinação superior a  $3^\circ$  em relação a um plano perpendicular ao eixo do parafuso, deve utilizar-se uma anilha de rampa;
- Quando, devido a um requisito do Caderno de Encargos, for necessário utilizar um parafuso mais comprido a fim de manter a rosca do parafuso fora do plano de corte ou fora de um furo ajustado, devem utilizar-se anilhas.

Devem utilizar-se anilhas endurecidas para parafusos pré-esforçados nos seguintes casos:

- Por baixo da cabeça do parafuso ou porca, consoante o lado em que se efectuar o aperto;
- Por baixo do componente que não seja submetido a rotação (cabeça do parafuso ou porca), sempre que tal seja especificado no Caderno de Encargos;
- Deve ser utilizada uma anilha de rampa endurecida se for necessário assegurar que o componente submetido a rotação se apoia sobre uma superfície perpendicular ao eixo do parafuso;
- Deve ser utilizada uma anilha de rampa endurecida por baixo do componente não submetido a rotação, sempre que a superfície tenha uma inclinação superior a  $3^\circ$  em relação a um plano perpendicular ao eixo do parafuso.

## 5. Aperto de parafusos

Os parafusos devem ser suficientemente apertados de modo a assegurar que se obtenha contacto suficiente entre as peças apertadas.

Não é necessário apertar os parafusos não pré-esforçados de acordo com um valor previamente determinado. No entanto, como indicação, sugere-se que o aperto a seguir seja:

- O que um homem obtém utilizando uma chave inglesa normal; ou

- 可採用機動扳手，當扭力達至某一值時會發出訊號；或
- 根據生產商之意見，採用其建議之扭力進行施工。

摩擦型高強螺栓應緊固並符合其施工標準。設計中應規定此類螺栓安裝之施工方法。

螺栓緊固之一些工法如下：

- 採用分段扭緊：當螺帽扭緊後，根據螺栓之長度及直徑再施力多扭半圈或四分之三圈；
- 採用扭力控制：可使用電動或手動扭力扳手以傳遞特定之扭力於螺帽上。電動扳手應定期校準；
- 採用有力量顯示之螺栓及墊圈：螺栓扭緊後墊圈會被壓下，可利用塞尺以檢查扭緊後之間隙有否達到要求。

#### 六、抗滑移摩擦面

螺栓接頭之連接面應具特定之摩擦特性，此摩擦面應符合設計的要求。

若抗滑接頭中使用金屬墊板，應確保其接觸面之處理能符合抗滑之設計要求。

#### 七、接觸面之密接度

螺栓接頭縫隙應少於最大允許值。若設計中無指定的更小值者，則普通螺栓之接頭縫隙最大值为2mm，摩擦型高強螺栓為1mm。

當使用摩擦型高強螺栓時，設計者應考慮因施工之密接度不足可能出現之效應，並可選擇引用更嚴格之偏差要求予以控制。

#### 第七十六條 焊縫連接要求

焊接之施工應採用已被公認為有效率之施工方式，即如電弧焊及氧乙炔氣焊等工法。其施工應符合相關標準及下列情況之要求：

- (一) 焊接施工應能使完工後之成品尺寸在規定之偏差要求內；

- O que se obtém até ao momento em que se obtém o primeiro impacto numa chave de impacto; ou
- Aplicando um determinado torque ao parafuso de acordo com as instruções do fabricante.

Os parafusos pré-esforçados devem ser apertados de acordo com a sua Norma de Referência. O Caderno de Encargos deve especificar qual dos métodos indicados a utilizar.

Alguns métodos habituais de aperto são:

- Rotação por partes – após o aperto da porca, esta é forçada mais meia ou três quartos de volta, dependendo do comprimento e diâmetro do parafuso;
- Controle do torque – É utilizada uma chave de torque, automática ou manual, para transmitir o torque especificado à porca. As chaves automáticas devem ser calibradas a intervalos de tempo regulares;
- Anilhas e parafusos com indicação de carga – estes têm projecções que vão sendo esmagadas conforme o parafuso é apertado. É utilizado um medidor de folgas para observar quando a distância atingiu a dimensão necessária.

#### 6. Superfícies de contacto resistentes ao escorregamento

Nos casos em que seja exigida uma preparação especial para uma superfície de escorregamento de uma ligação aparafusada, essa exigência deve ser especificada no Caderno de Encargos.

Caso se utilizem cobre-juntas numa junta resistente ao escorregamento, deve assegurar-se que as superfícies de contacto também sejam preparadas de modo a satisfazer a condição especificada.

#### 7. Ajustamento das superfícies de contacto

A não ser que sejam especificados valores inferiores no Caderno de Encargos, o intervalo remanescente máximo entre as superfícies adjacentes de uma junta não deve exceder 2 mm para parafusos não pré-esforçados e 1 mm para parafusos pré-esforçados.

Quando se utilizam parafusos pré-esforçados, o Projectista deve considerar a possibilidade de ter em conta os possíveis efeitos de falta de ajustamento, como alternativa a impor tolerâncias menores.

#### Artigo 76.º

#### Ligações soldadas

Quando se executam ligações soldadas, estas devem ser executadas utilizando processos de eficácia comprovada, em particular os processos de soldadura por arco eléctrico e de chama oxi-acetilénica, e devem estar de acordo com as normas correspondentes e, em particular, com as seguintes condições:

- 1) O posicionamento e a soldadura devem ser executadas de modo a que as dimensões finais se situem dentro das tolerâncias apropriadas;

(二) 設計規格中應包含焊接接頭施工之詳細說明，例如設計要求之特殊焊接程序、質量控制水平、及檢測程序等；

(三) 設計規格中如無禁止，焊接施工可於工地現場進行。施焊前，焊區表面及焊條必須乾燥；

(四) 對接焊縫之施工大樣中應清楚指出是採用完全焊透的對接焊或不焊透的對接焊。若為不焊透對接焊情況時，應規定焊道之有效深度；

(五) 施焊前焊區表面應清理至無夾渣。若為多層焊接，每一層焊道焊完後應及時清理，並以鋼絲刷去除焊渣後方可繼續施焊。

(六) 施焊後焊道不應出現過於不規則情況，而氣孔、裂縫、空洞或其他施工缺陷亦不應於焊道中出現；

(七) 在鋼結構加工場以外進行之焊接施工數量應減少，並盡可能將難度較高之焊接施工量降低，尤其是仰焊施工；

(八) 鋼結構製作期間所採用之焊接程序，焊縫連接之類型及焊接環境等均應符合 BS5135 或 AWS D1.1-96 標準之要求；

(九) 鋼結構製作前，必須提交由檢定組織所簽發的資格證書作審核，以驗證各焊工是否符合 EN287 或 AWS D1.1-96 的要求。若設計中有規定焊接工藝之驗證，可按 EN288 進行考核，其考核應按焊接之工種分類作評估。

#### 第七十七條

##### 塗料防銹的要求

鋼材的所有組件應有適當之處理作防銹保護，防銹處理可以按下列方式進行：

(一) 鋼材防銹護層應符合 BS5493 標準之要求；

(二) 塗裝前應清除鋼材表面之鐵銹及鐵鱗層，一般可採用噴射除銹方法進行除銹，如使用酸洗、火焰或動力工具進行除銹應先得到核准。噴射除銹應根據瑞典標準 SIS055900 或 ISO8501 進行，其完工表面應符合二級品質水平，除銹等級應達 Sa2 1/2；

(三) 鋼材表面除銹採用噴砂處理時應符合 ISO8501 標準之要求；

2) O Caderno de Encargos deve incluir referências pormenorizadas e adequadas sobre quaisquer ligações soldadas que exijam procedimentos de soldadura especiais, níveis especiais de qualidade, procedimentos de inspecção especiais e procedimentos de ensaio especiais;

3) As soldaduras podem ser executadas no local, a não ser que o Caderno de Encargos o proíba. A superfície dos componentes a soldar e os eléctrodos devem encontrar-se secos previamente às operações de soldadura;

4) Os desenhos devem indicar claramente se se pretende que as soldaduras de topo sejam de penetração total ou de penetração parcial. No caso de soldaduras de topo de penetração parcial, deve especificar-se a espessura de garganta exigida;

5) As superfícies a soldar devem estar bem limpas e sem escórias. No caso do cordão ser obtido por várias passagens, deve proceder-se, antes de nova passagem, à repicagem das escórias por um processo adequado e à limpeza a escova de arame;

6) Os cordões devem ficar isentos de irregularidades, poros, fendas, cavidades ou outros defeitos;

7) Deve-se procurar reduzir ao indispensável o número de soldaduras a efectuar fora da oficina e devem utilizar-se dispositivos que permitam reduzir ao mínimo as soldaduras de difícil execução, em particular as soldaduras ao tecto;

8) O processo de soldadura, tipo de ligação e condições de soldadura devem estar de acordo com os requisitos das normas BS5135 ou AWS D1.1-96;

9) Previamente ao fabrico, devem ser apresentados certificados, passados por uma autoridade de inspecção, demonstrando a aprovação de cada soldador de acordo com a norma EN287 ou de acordo com a norma AWS D1.1-96 e, se especificado, executar testes de aprovação de acordo com a norma EN 288. A aprovação do soldador deve ser apropriada para a categoria de soldaduras que vai executar.

#### Artigo 77.º

##### Protecção contra a corrosão – pintura

Todas as peças devem ser protegidas contra a corrosão com um processo adequado, e as seguintes condições devem ser seguidas:

1) A protecção de estruturas metálicas contra a corrosão deve estar de acordo com a norma BS5493;

2) Previamente à pintura, devem ser removidos da superfície metálica a pintar, a ferrugem e resíduos através de limpeza a jacto, a não ser que a utilização de ataque ácido, limpeza mecânica, ou limpeza a chama tenha sido aprovada. Em geral, a limpeza a jacto das peças metálicas deve ser feita de acordo com o acabamento de superfície de segunda qualidade de acordo com Sa 2 1/2. da Norma Sueca SIS055900 ou ISO 8501;

3) A preparação das superfícies de aço utilizando limpeza a jacto, deve obedecer à norma ISO 8501;

(四) 除銹施工前，噴射除銹試樣 (150mm x 150mm) 應預先提交審核，已核准之試樣應適當地保護，可用無色、透明的材料密封，並妥善保存以便在除銹施工時作對比用。鋼材噴射除銹後四小時內應進行塗裝工作；

(五) 塗裝施工前，各種塗裝系統之試樣 (150mm x 75mm) 應預先提交審核，試樣制作時應按塗裝系統單面分層從底漆開始塗裝，並以等寬度逐層退縮以顯示整個塗裝系統；

(六) 塗裝施工前，塗裝位置應乾燥；

(七) 塗裝系統中各階段施工前，塗層應具足夠之乾燥或硬固。連續塗層間之塗裝時間應符合塗料生產商之要求；

(八) 如遇下列情況，則不允許於鋼材中進行塗裝工作：

- 當環境溫度低於4°C或相對濕度高於90%或不符產品規定之環境；

- 在嚴酷的天氣狀況下進行室外施工，包括霧中、雨中、金屬表面結露或類似情況等；

(九) 塗層受損修復時，在受損位置上應清潔至金屬裸露層或金屬護層，非受損位置邊緣之塗層應修成斜面。整個塗裝系統應從新塗裝於受損位置上，新塗層應環繞受損位置至少 50mm 覆蓋於原有塗層上；

(十) 除了以摩擦螺栓作連接之接頭外，所有永久連接之接頭表面，其塗裝施工應於接頭連接前進行；

(十一) 滾動及滑動支承表面不應塗裝，但須以適當材料予以保護；

(十二) 塗裝系統中之各類塗料應為可相容的，並應為同一生產商之產品。

#### 第七十八條

##### 鍍鋅防銹的要求

採用鍍鋅方式作鋼材防銹護層時應符合下列規定：

(一) 鋼材防銹護層應符合 BS5493 標準之要求；

(二) 鍍鋅護層之制作應根據 BS729 以熱浸鍍鋅方式進行。鋼結構上之鍍鋅層厚度最少應有 85µm (除非設計另有規定)。對結

4) As superfícies limpas a jacto devem ser pintadas com primário até 4 horas após a limpeza a jacto ter sido efectuada. Uma amostra da superfície do aço limpa a jacto (150 mm x 150 mm) deve ser apresentada antes da continuação dos trabalhos. A amostra aprovada deverá ser mantida num invólucro selado, sem cor, transparente, e guardada para comparação com as peças metálicas subsequentemente preparadas;

5) Devem ser apresentadas, antes da operação de pintura começar, amostras de chapas de zinco pintadas. As chapas (150 mm x 75 mm) deverão ser pintadas numa das faces com o sistema de pintura de tal modo que cada revestimento deixe uma faixa de igual largura, de modo a observar os revestimentos previamente aplicados.

6) As superfícies a ser pintadas devem estar secas antes da tinta ser aplicada;

7) Cada revestimento do sistema de pintura deverá encontrar-se seco ou curado antes da aplicação de um novo revestimento. O espaço de tempo que separa a aplicação de revestimentos deve estar dentro dos limites estipulados pelo fabricante;

8) A tinta não deve ser aplicada nas peças metálicas sob as seguintes condições:

- Quando a temperatura ambiente se encontra abaixo dos 4° C ou a humidade relativa se encontra acima dos 90% ou sejam cumpridas as especificações do produto;

- Para trabalhos no exterior, durante períodos de tempo de clima difícil, incluindo nevoeiro, névoa e chuva ou quando tenha ocorrido ou venha a ocorrer condensação no metal;

9) As áreas de pintura de superfícies metálicas que sofreram danos devem ser limpas até ao metal a nu ou até ao revestimento metálico, e as arestas que contêm tinta devem ser niveladas. O sistema de pintura, como especificado, deverá ser restaurado, de modo a que cada novo revestimento sobreponha o revestimento existente pelo menos em 50 mm à volta da zona afectada;

10) As superfícies que devem ficar permanentemente em contacto, salvo no caso de ligações aparafusadas pré-esforçadas, serão pintadas antes de se proceder à sua ligação;

11) As superfícies de rolamento ou escorregamento de aparelhos de apoio não devem ser pintadas mas protegidas por massa grafitada ou outro material adequado;

12) Os diferentes tipos de tintas pertencentes ao mesmo sistema de pintura devem ser compatíveis entre si e produzidos pelo mesmo fabricante.

#### Artigo 78.º

##### Protecção contra a corrosão – galvanização

A protecção de peças metálicas utilizando galvanização como sistema de revestimento deve satisfazer os requisitos seguintes:

1) A protecção de peças metálicas contra a corrosão deve estar de acordo com a norma BS5493;

2) Os revestimentos de galvanização devem ser aplicados pelo processo «hot-dip» de acordo com a norma BS729. A espessura mínima de revestimento deverá ser de 85 µm (a não ser que seja

構暴露於較惡劣之環境中，鍍鋅層之最少厚度應符合BS5493圖一之要求；

(三) 浸鍍前所有鐵銹及鐵鱗層均應從鋼材中清除，其除污方法應以符合鍍鋅程序之噴射或酸洗處理；

(四) 鋼材表面除銹採用噴砂處理時應符合ISO8501標準之要求；

(五) 鍍鋅層如要進行塗裝施工，應先對鍍鋅層進行鈍化處理。所採用之塗裝系統應能與鍍鋅層相容；

(六) 鋼結構在運輸或組裝過程中，經由施焊、切割或粗糙的施工而導致鍍鋅層小面積之破損，應塗上至少兩層之含鋅塗料以作修補。於塗裝含鋅漆前，由施焊影響之所有位置應以磨機作打磨處理；

(七) 中空構材進行浸鍍時應預留透氣孔。透氣孔應足夠大以至能確保構材內部之浸鍍效果良好，鍍鋅完成後透氣孔應予密封；

(八) 對於有螺紋的金屬件及組件應考慮鍍鋅後螺紋尺寸之改變。鍍鋅後螺帽中之螺紋尺寸不應大於0.4mm。如無預先核准，摩擦型高強螺栓及螺帽鍍鋅後螺紋尺寸不能出現過大情況。

## 第十章 品質保證及驗收控制

### 第一節 品質保證

#### 第七十九條

##### 一般規定

一、本章所載僅為鋼結構施工在品質保證工作上，作為日常施工控制之最基本要求。設計者應按每個工程項目之個別情況作出特定的附加要求。

二、本規章中所採用之控制方法僅考慮與結構有關之安全及耐久性問題，其目的是確保施工能達至預定之使用能力及對質量作保證。為達至此目標，本章提供關於初步控制、生產控制及工程合格控制、工程驗收及維護之一般標準。

三、基本上，品質保證系統與工程項目中的所有參與者有關（定作人、設計師、承建商、使用者、監管機構等），並可延伸至工程的所有階段（規劃、設計、施工及使用）。

especificado de outra forma). Para condições ambientais mais severas a espessura mínima de revestimento deve estar de acordo com a Figura 1 da norma BS5493;

3) Os resíduos ou ferrugem devem ser removidos das peças metálicas a serem galvanizadas, quer através de limpeza a jacto quer através de ataque ácido, o que for compatível com o processo de revestimento;

4) A preparação das superfícies de aço utilizando limpeza a jacto, deve obedecer à norma ISO 8501;

5) Os revestimentos galvanizados a ser pintados deverão ser passivados. O sistema de pintura deverá ser compatível com o revestimento;

6) As áreas galvanizadas que foram danificadas durante a soldadura, corte ou durante as operações de transporte devem ser recuperadas através da aplicação de pelo menos duas demãos de uma tinta rica em zinco. Previamente à aplicação da tinta rica em zinco, as áreas deverão ser minuciosamente limpas através de abrasivos ou de ferramentas mecânicas;

7) Os elementos tubulares galvanizados deverão ter furos de ventilação. Estes deverão ter dimensões tais que garantam a galvanização interna dos elementos ou que sejam selados após a galvanização dos mesmos;

8) Deve ser dada uma tolerância em relação à espessura do revestimento nas roscas de componentes metálicos roscados que serão revestidos. As porcas não deverão ter uma tolerância superior a 0,4 mm, e os parafusos e porcas pré-esforçados galvanizados não deverão ter qualquer tolerância, a não ser que seja aprovada.

## CAPÍTULO X

### Garantia de qualidade e controlo de recepção

#### SECÇÃO I

### Garantia de Qualidade

#### Artigo 79.º

#### Generalidades

1. Este Capítulo contém os requisitos mínimos no respeitante à Garantia de Qualidade para estruturas metálicas normalizadas, e estes requisitos devem ser seguidos como bases de rotina. O projectista deverá especificar requisitos adicionais dependendo das condições específicas de cada projecto.

2. A metodologia destinada a assegurar a aptidão da obra para a utilização prevista – garantia de qualidade – apenas é encarada no presente regulamento nos aspectos relativos à segurança e durabilidade das estruturas. Com este objectivo apresentam-se neste capítulo critérios gerais relativos aos controlos preliminares, aos controlos de produção e de conformidade da obra, à recepção desta e à sua manutenção.

3. Um sistema de garantia de qualidade envolve, em princípio, todos os participantes no processo construtivo (dono da obra, projectista, construtor, utilizador, autoridades, etc.) e estende-se a todas as suas fases (concepção, projecto, construção e utilização).

四、本章所提供的資料，主要是用於確立與質量保證有關之基本概念及術語。並在國際認可水平上提供能作為編寫工程承攬規則之指引。

五、本章並不處理與質量保證有關之合約或法律事項，尤以因拒收不合格品所導致之後果（罰則、賠償等），同時在工程項目上不同參與者間之責任分配問題亦不屬本章的規定範圍。

六、在下列條款中，將就初步控制、生產控制、工程合格控制、工程驗收及維護等提供更詳盡的資料。

#### 第八十條

#### 文件要求

為確保工程項目的質量，各類與施工質量控制有關之文件必須齊備，當中應包括：

##### （一）工程設計方面：

- 承攬規則；
- 細部加工詳圖；
- 技術規格；
- 質量控制計劃及檢驗程序；
- 組裝計劃；
- 維護計劃。

##### （二）鋼材及焊條方面：

- 鋼材軋制證書；
- 工地現場鋼材之取樣計劃，接受／拒收準則及測試計劃，包括抗拉試驗、沖擊試驗及化學成份分析；
- 質量控制計劃及檢驗程序；
- 焊條之證書及測試結果。

##### （三）焊接方面：

- 施焊程序及施工細則；
- 焊工資格證明或焊工審核試驗；
- 質量控制計劃及檢驗程序；

4. A matéria apresentada neste capítulo tem em vista, fundamentalmente, estabelecer alguns conceitos gerais sobre garantia de qualidade e respectiva terminologia, numa base internacionalmente aceite, fornecendo assim, orientações para a elaboração dos cadernos de encargos das obras.

5. Não são tratados, porém, quaisquer aspectos contratuais ou jurídicos ligados à garantia da qualidade; em particular as consequências de uma rejeição (penalidades, indemnizações, etc.) e a repartição de responsabilidades entre os diversos intervenientes na obra estão fora do âmbito deste regulamento.

6. Nos seguintes artigos, apresenta-se informação mais detalhada no respeitante ao controlo preliminar, controlo de produção, controlo de conformidade, recepção da obra e manutenção.

#### Artigo 80.º

#### Documentação

De modo a garantir a qualidade do projecto, a documentação disponível em relação aos diferentes elementos envolvidos na construção deverá incluir:

##### 1) Para o projecto em geral:

- Caderno de Encargos;
- Desenhos do projecto;
- Especificações técnicas do projecto;
- Esquema de controlo de qualidade e procedimentos de inspecção;
- Esquema de montagem;
- Esquema de manutenção.

##### 2) No referente aos materiais metálicos e aos consumíveis de soldadura:

- Certificados de produção;
- Plano de ensaios do material recebido em obra, incluindo ensaios de tracção, ensaios de impacto e ensaios de análise química, incluindo também o plano de amostragem e o critério de aceitação/rejeição;
- Esquema de controlo de qualidade e procedimentos de inspecção;
- Certificado do fabricante dos consumíveis de soldadura e ensaios dos consumíveis de soldadura.

##### 3) No referente às operações de soldadura:

- Descrição do processo de soldadura e procedimentos a serem seguidos;
- Certificados de aptidão dos soldadores ou teste de aprovação de soldadores;
- Esquema de controlo de qualidade e procedimentos de inspecção;

■ 焊接施工文件，包括預熱程序、施焊過程中各焊道間之溫度控制程序及焊條之處理規則等；

■ 除銹及坡口加工之表面處理施工程序；

■ 含取樣計劃及接受／拒收準則之試驗計劃。

(四) 螺栓方面：

■ 螺栓、螺帽及墊圈之產品規格，質量控制計劃及檢測程序；

■ 螺栓安裝程序，包括制孔及扭緊之施工程序；

■ 含取樣計劃及接受／拒收準則之試驗計劃。

(五) 防銹保護方面：

■ 防銹護層之技術說明及防銹系統之產品技術規格；

■ 質量控制計劃及檢驗程序；

■ 含取樣計劃及接受／拒收準則之防銹護層試驗計劃；

■ 施工細則、防銹承建商之技術規定及施工環境之要求。

• Documentação referente a pré-aquecimento, temperatura entre passes e procedimentos de manuseamento de consumíveis;

• Procedimentos de preparação de superfícies, incluindo remoção de ferrugem e abertura de chanfros;

• Plano de ensaios, incluindo o plano de amostragem e o critério de aceitação/rejeição.

4) No referente a ligações aparafusadas:

• Especificação do fabricante de parafusos, porcas e anilhas, esquema de controlo de qualidade e procedimentos de inspeção;

• Procedimento de execução das operações de aparafusamento, incluindo as operações de mandrilagem e de aperto;

• Plano de ensaios, incluindo o plano de amostragem e o critério de aceitação/rejeição.

5) No referente aos sistemas de protecção contra a corrosão:

• Descrição do sistema de protecção a ser aplicado e especificações técnicas do fabricante do sistema de protecção contra a corrosão;

• Esquema de controlo de qualidade e procedimentos de inspeção;

• Plano de ensaios do sistema de protecção contra a corrosão, incluindo o plano de amostragem e o critério de aceitação/rejeição;

• Descrição dos procedimentos técnicos, condições ambientais e técnicas da entidade responsável pela aplicação do sistema de protecção contra a corrosão.

#### 第八十一條

##### 初步控制

一、初步控制應於工程執行前開始實施，其目的是要確保預定的工程技術、材料及施工方法能得到滿意的執行。

二、初步控制之執行方向應針對質量、設計、材料與施工方法等之恰當性進行控制。

三、審批鋼結構加工廠時，應於鋼結構組件生產前進行廠內巡查，對生產狀況進行驗證，其驗證內容應包含質量控制程序、材料加工方法、批量識別方法及檢測程序等。

四、審批鋼結構防銹系統施工之熱鍍鋅廠時，應於浸鍍施工前進行廠內巡查，對生產狀況進行驗證，其驗證內容應包含質量控制程序、材料處理方法、批量識別方法及檢測程序等。對於以塗裝作防銹系統時，應於塗裝施工前對防銹承建商之技術規定及施工環境之要求加以驗證。

#### Artigo 81.º

##### Controlos preliminares

1. Os controlos efectuados antes do início da execução destinam-se a assegurar que é possível realizar satisfatoriamente a obra prevista, com os técnicos, os materiais e os métodos de execução disponíveis.

2. Estes controlos devem incidir, nomeadamente, sobre a qualidade e adequação do projecto, dos materiais e dos meios de execução que vão ser utilizados.

3. Deverá ser feita uma inspeção à unidade de produção dos elementos em aço previamente à produção dos mesmos, para verificação das condições de produção, procedimentos de qualidade e métodos de preparação do material, e para estabelecer os procedimentos para identificação de lotes e respectivos ensaios.

4. No referente aos sistemas de protecção contra a corrosão, e para a unidade de galvanização, deverá ser feita uma inspeção à fábrica previamente ao início do processo de galvanização, para verificação das condições de produção, esquemas de controlo de qualidade e métodos de preparação do material, e para estabelecer os procedimentos para identificação de lotes e respectivos ensaios.

## 第八十二條

## 生產控制

一、生產控制包含鋼結構制作期間，於加工廠內或工地現場所作之控制工作，其目的是要在施工能滿足設計要求方面得到一合理之保證。基本上，其控制執行方向應針對材料、成品尺寸、結構組裝方法、專業技術人員的資格（尤以焊工）等方面進行控制。

二、材料使用前應驗證其材料特性，此驗證包含生產過程中之抽檢控制。若該抽檢控制能提供足夠之保證，則驗證工作可簡化為核對材料之有關識別。

材料使用前亦應檢查在儲存及處理期間所受之損毀，會否不適合於預定之應用上。

材料之生產控制，應考慮其標準中規定之各種情況。

三、為了確保能滿足設計要求及本規章第七章制作及安裝之所有規定，鋼結構制作時亦應進行所需的驗證工作。

四、工程登記冊應按時順序對所有於施工期間所發生或已核准通過之重要事項進行記錄。如有需要時，具判決權人仕可參閱該登記冊並可作評議。正確的填寫工程登記冊是品質保證的一項重要工作。

五、生產控制的執行包含材料之驗收工作，應對所有材料進行目視檢查及記錄，並核對其產品之來源證明。鋼材之驗收還包含原材料之抽樣試驗，及螺栓、螺帽、墊圈、焊道之各類驗證試驗，該等試驗應符合預先制定之質控計劃及檢測程序。

六、生產控制的執行同時亦應對材料的加工進行控制，當中包括鋼材的切割、焊接、制孔及其他加工，其控制應於結構組裝施工前執行，並須符合細部加工圖之要求。除防銹保護外，結構安裝完成後僅能允許作小量的調整。

七、結構在組裝過程中應不斷地進行監督檢驗，以確保第七章中所定之規則能得到落實執行。

## Artigo 82.º

## Controlo de produção

1. O controlo de produção consiste num conjunto de acções exercidas durante a execução da estrutura, quer em oficina, quer em obra, com vista a obter um grau razoável de garantia de que as condições que lhe são exigidas estão a ser satisfeitas. Este controlo deve incidir, fundamentalmente, sobre os materiais, as dimensões, o modo como é realizada a estrutura, e sobre a qualificação profissional dos executantes, nomeadamente dos soldadores.

2. As características dos materiais devem ser verificadas antes da sua utilização, podendo, para este efeito, ser tidos em conta eventuais controlos a que tenham sido sujeitos durante a sua produção. No caso de tais controlos oferecerem as necessárias garantias, estas acções podem limitar-se a simples operações de identificação.

Imediatamente antes da utilização dos materiais, deve ser verificado se durante o seu armazenamento e manutenção sofreram danos que os tornem impróprios para a aplicação prevista.

No que se refere ao controlo de produção dos materiais, devem ser tidas em consideração as condições especificadas nas normas de referência.

3. A execução da obra deve ser acompanhada das verificações necessárias para assegurar o cumprimento das condições estipuladas no projecto e ter em consideração as regras de execução e montagem contidas no Capítulo VII deste regulamento.

4. No livro de registo da obra devem ser indicadas, cronologicamente, todas as ocorrências verificadas no decurso da obra e que interessam à realização desta. Este livro será facultado aos agentes das entidades que tenham jurisdição sobre a obra, sempre que estes o solicitarem, para que possam visá-lo ou nele inscrever as observações que o andamento dos trabalhos lhes sugerir. Considera-se de importância fundamental, para as actividades de garantia de qualidade, o correcto preenchimento do livro de registo de obra.

5. Este controlo inclui o acto de recepção de materiais em que deverá ser executada e correctamente registada uma inspecção visual do material, e em que também deverá ser verificada a rastreabilidade dos certificados de fábrica. A recepção de materiais inclui também ensaios dos materiais, soldadura e suas variáveis, e de parafusos porcas e anilhas, de acordo com o esquema pré-estabelecido de controlo de qualidade e com o procedimento de inspecção.

6. O controlo de produção engloba também a preparação de material que inclui operações de corte, de mandrilagem, de soldadura e outras, que deverão ser executadas previamente à montagem da estrutura e de acordo com os desenhos do projecto. São permitidos apenas pequenos ajustes após a montagem da estrutura, à excepção do sistema de protecção contra a corrosão.

7. Deverá existir um acompanhamento e uma verificação contínua da operação de montagem, de modo a garantir que os requisitos descritos no Capítulo VII estão a ser seguidos.

## 第八十三條

## 合格控制

一、合格控制是按預先制定的規則（根據抽樣標準及接受／拒收標準而制定之合格判定規則）為基礎而作出的控制行動與決策。其目的是要確定施工是否符合能作出『合格』與『不合格』判斷之要求。此類控制應於施工期間及完工後針對材料進行控制。

二、材料之合格控制可採用材料之測試結果及其生產控制結果作為判斷基礎。當控制未能提供足夠的保證或並無進行控制時，則應進行所需的檢查及測試以便能作出合格判斷。

材料之合格控制執行時，應考慮本章第二節所定之合格準則。

三、當不合格情況出現時，應按既定的接受／拒收準則，針對問題進行詳細的分析，並作出更正行動。

四、合格控制執行時應以第八十二條之生產控制為基礎，並應同時考慮工程登記冊中所記錄之各類事項。

五、通常可採用外形及尺寸之檢查作為完工後最終之合格控制。但必須注意有否焊接缺陷或防銹護層不足情況出現。當工程特性屬較特殊之情況，可能需要進行一些附加試驗用以驗證完工後是否符合要求。

## 第八十四條

## 驗收

一、驗收是根據合格控制結果所作出之最終行動，包括接受或拒收該工程。當合格時，工程應被接受；當不合格時，原則上工程應被拒收，但在下列之情況中仍可被接受。

二、當不合格情況出現時，只要經過判斷，考慮特定的條件，並證實已滿足安全規定之要求，則工程仍可被接受。

三、驗收的執行應以第八十二條及第八十三條所定之生產控制及合格控制為基礎。

## Artigo 83.º

## Controlo de conformidade

1. O controlo de conformidade consiste num conjunto de acções e de decisões efectuadas com base em regras pré-estabelecidas (regras de conformidade, que têm em conta os critérios de amostragem e os critérios de aceitação/rejeição), destinadas a verificar se a obra cumpre as exigências que lhe são atribuídas, permitindo, em consequência, efectuar um julgamento de «conformidade» ou de «não conformidade». Estas acções devem incidir sobre os materiais, sobre a execução dos trabalhos e sobre a obra terminada.

2. O controlo de conformidade dos materiais poderá basear-se em resultados de ensaios e verificações do controlo da sua produção. Caso tal controlo não ofereça as necessárias garantias – ou mesmo se não tiver sido efectuado –, há que proceder às verificações e ensaios necessários para habilitar o julgamento de conformidade.

No controlo de conformidade dos materiais devem ser tidos em consideração os critérios estipulados na Secção II do presente Capítulo.

3. Na eventualidade de um resultado de não conformidade, deverá ser feita uma análise detalhada do problema e deverão ser executadas as acções resultantes, de acordo com os planos pré-estabelecidos que incluem o critério de aceitação/rejeição.

4. O controlo de conformidade da execução dos trabalhos deve basear-se nos controlos referidos no artigo 82.º e ter em conta os elementos que constam do livro de registo da obra.

5. O controlo de conformidade final da obra deve exercer-se, em regra, através de verificações de dimensões e dando atenção particular à eventual existência de defeitos em soldaduras, insuficiências da protecção contra a corrosão, etc. Em certos casos, em face da importância ou das características especiais da obra, poderá ser prevista a realização de ensaios complementares com vista a confirmar o seu comportamento.

## Artigo 84.º

## Recepção

1. A recepção é o acto de decisão final que, em face dos resultados do controlo de conformidade, consiste em aceitar ou rejeitar a obra. No caso de «conformidade», a obra deve ser aceite; no caso de «não conformidade», a obra será, em princípio, rejeitada, podendo, no entanto, vir ainda a ser aceite nas condições indicadas no parágrafo seguinte.

2. No caso dos resultados do controlo de conformidade não serem satisfatórios, a obra poderá ainda ser aceite desde que se faça um julgamento do problema, tendo em atenção as suas condições específicas, e seja feita prova de que as condições regulamentares de segurança são satisfeitas.

3. A verificação do controlo de recepção é baseada nos critérios de controlo de produção e de conformidade definidos nos artigos 82.º e 83.º.

## 第八十五條

## 維護

一、結構應得到適當維護以維持本身應有之能力，執行其在設計上所預定之功能。為達此目的，結構應定期檢查，並在有需要時進行適當的修護。

二、結構於使用期間應進行定期的檢查工作，其目的是希望能預早發現任何的損壞並能作及時的修護。檢查週期可視不同因素而定，如結構的使用型式、結構的重要性及外界環境對結構的侵蝕狀況。

結構檢查期間應特別注意面層的局部變色、護層的剝落、開裂及構材過度的變形等情況。該等情況的出現可顯示結構已出現不正常的行為，並應及時得到處理。

三、當檢查時發現結構上任何之不妥時，應研究其成因以便進行必要的維護工作。

四、根據結構預定之使用功能，修護後之結構應能符合安全規定。於某些情況中，可在適當位置放上最大容許使用荷載之指示標誌，目的是希望提醒使用者若施加超出規定之荷載時，可能會對結構造成破壞。

五、當外界環境對鋼結構的侵蝕並不嚴重時，結構檢查週期可採用以下之建議：

一般結構	-----	五年
工業結構	-----	二至五年
公路橋樑	-----	一至五年
鐵路橋樑	-----	至兩年

六、檢查及維護工作應遵守第八十條之維護規定。執行時應對建築物之使用，周圍之環境及結構預期之使用年限等因素進行考慮。

## 第二節

## 驗收控制

## 第八十六條

## 鋼材制品的驗收

## 一、取樣

若鋼材能提供第八十條規定之文件以證明其追溯性，取樣可按同一爐號相同厚度之每一斷面，每40噸抽取一個試件進行測試。其中“相同厚度”是指厚度變化少於5mm之相似斷面。測試件應在現場中以隨機方式進行抽樣。

## Artigo 85.º

## Manutenção

1. As estruturas devem ser mantidas em condições que preservem a sua aptidão para o desempenho das funções para que foram concebidas. Com esta finalidade, deverão ser objecto de inspecções regulares e, se necessário, de reparações adequadas.

2. Durante a vida da estrutura devem ser efectuadas inspecções regulares, a fim de detectar possíveis danos e permitir a sua reparação em tempo útil. A periodicidade destas inspecções depende de vários factores, entre os quais o tipo de utilização da obra, a importância desta e as condições de agressividade do ambiente.

Durante a inspecção, deve ser dada uma atenção especial à alteração da cor ou desgaste do revestimento de acabamento, fissuras e deformação excessiva dos elementos. Estes factores representam um comportamento anormal da estrutura e deverão ser corrigidos.

3. No caso das inspecções revelarem qualquer deficiência no comportamento da estrutura, haverá que investigar as causas com vista a proceder aos necessários trabalhos de reparação.

4. A estrutura, após reparação, deverá satisfazer a segurança regulamentar relativamente às condições de utilização previstas. Em certos casos, poderá ser conveniente colocar em locais apropriados placas com a indicação das sobrecargas de utilização máximas permitidas, a fim de alertar os utilizadores para o facto de que a aplicação de sobrecargas superiores às indicadas pode danificar a estrutura.

5. Quanto à periodicidade das inspecções para estruturas correntes, não sujeitas a ambientes particularmente agressivos, podem ser recomendadas as seguintes:

Edifícios, em geral	.....	5 anos;
Edifícios industriais	.....	2 a 5 anos;
Pontes rodoviárias	.....	1 a 5 anos;
Pontes ferroviárias	.....	1 a 2 anos.

6. A inspecção e manutenção devem seguir o plano de manutenção descrito no artigo 80.º. Este procedimento deve ser elaborado de forma a ter em conta o uso previsto do edifício, ambiente envolvente e tempo de vida útil expectável para a estrutura.

## SECÇÃO II

## Controlo de recepção

## Artigo 86.º

## Recepção das peças metálicas

## 1. Amostragem

Fornecer pelo menos um provete de ensaio por cada 40 toneladas ou fracção de cada secção, com a mesma espessura, do mesmo vazamento, no caso dos materiais serem rastreáveis de acordo com os documentos especificados no artigo 80.º. A «mesma espessura» indica secções idênticas com uma variação de espessura que não excede 5 mm. Os provetes de ensaio deverão ser seleccionados de secções escolhidas aleatoriamente em obra.

二、驗收測試

取樣後之鋼材試件應進行抗拉試驗，試驗方法應符合 EN10002 標準之規定。當鋼材軋制證書內並沒有鋼材化學成份及沖擊吸收功之資料時，應對鋼材進行夏比沖擊試驗及化學成份分析。沖擊試驗之試驗之方法應符合 EN10045 標準之要求。

三、合格準則

當測試結果不符合要求，應於相同驗收批中抽取額外兩個試件進行試驗。若任一試驗結果仍不符合要求，則整個驗收批應視為不符合標準之要求。

第八十七條

螺栓、螺帽及墊圈的驗收

一、取樣

螺栓、螺帽及墊圈應抽取試樣（每個試樣中最少三個試件）根據相關標準進行試驗。如無特別規定，取樣率可按表三十四決定。

表 三十四 螺栓制品的取樣率

螺栓直徑	取樣率
$\phi > M16$	1 / 15000 或分數
$M16 < \phi < M24$	1 / 5000 或分數
$\phi > M24$	1 / 2500 或分數

二、驗收測試

試件應根據 ISO 898 進行抗拉試驗。當設計中須要驗證螺栓性能時，則應進行荷載之驗證試驗或有關的驗證試驗。

三、合格準則

當測試結果不符合要求，應於相同驗收批中抽取額外兩個試件進行試驗。若任一試驗結果仍不符合要求，則整個驗收批應視為不符合標準之要求。

第八十八條

焊縫的驗收

一、取樣

焊縫之取樣率多取決於焊縫之施焊類型及所要求之質量水平，可採用表三十五之數值進行控制：

2. Ensaio de recepção

O ensaio de tracção deverá ser executado em cada amostra de aço. O método de ensaio deve estar de acordo com a norma EN10002. O ensaio de provete entalhado de Charpy e a análise da composição química deverão também ser executados, no caso de tal informação não constar nos certificados do fabricante. O método utilizado para o ensaio de impacto deverá estar de acordo com a norma EN10045.

3. Critérios de aceitação

Caso o ensaio não esteja de acordo com os requisitos estipulados na norma, deverão ser produzidos mais dois provetes a partir do material donde foi retirado o primeiro provete. Se um dos testes suplementares falhar, o lote é considerado como não cumprindo com a norma.

Artigo 87.º

Recepção de parafusos, porcas e anilhas

1. Amostragem

Fornecer amostras de ensaio (mínimo de 3 provetes de ensaio por amostra) e efectuar os respectivos ensaios dos parafusos e respectivas porcas e anilhas de acordo com a norma referente. A taxa de amostragem deverá ser de acordo com o Quadro 34, a não ser que seja especificado algo de diferente.

Quadro 34. Amostragem de parafusos

Diâmetro de parafusos	Grau de amostragem
$\phi > M16$	1 em 15000 ou fracção
$M16 < \phi < M24$	1 em 5000 ou fracção
$\phi > M24$	1 em 2500 ou fracção

2. Ensaio de recepção

Deverão ser executados ensaios de tracção de acordo com a norma ISO 898. O ensaio de carga de prova e outros ensaios deverão ser executados quanto for necessário verificar essas propriedades com os valores de cálculo.

3. Critérios de aceitação

Caso algum ensaio não esteja de acordo com os requisitos estipulados na norma, deverão ser executados mais dois ensaios. Se um dos ensaios suplementares falhar, o lote é considerado como não cumprindo com a norma.

Artigo 88.º

Recepção de ligações soldadas

1. Amostragem

A taxa de amostragem depende da aplicação e do grau de qualidade das ligações soldadas, como se pode observar no Quadro 35.

表 三十五 焊縫驗收的取樣率

施焊類型	無損檢測(ND)之最低要求量
合約中定明須 100% 進行無損檢測之焊縫	100%
一般焊縫	10%
焊腳 < 4 mm 之角焊縫或 厚度 (最薄處) < 4 mm 之對接焊縫	僅須 100% 目視檢驗

Quadro 35. Taxa de amostragem para ligações soldadas

Tipo de soldadura	Quantidade mínima de ensaios não destrutivos (END)
Soldaduras especificadas no contrato para 100% END	100%
Soldaduras em geral	10%
Soldaduras de ângulo com um cordão de lado < 4 mm ou Soldadura de topo com espessura da parte mais fina < 4 mm	Apenas 100% visual

## 二、驗收測試

目視檢驗應根據 BS5289 之規定進行。

無損檢測應根據下列標準進行：

## ■ 對接焊縫

超聲波探傷檢測 ..... BS3923

射線探傷檢測 ..... BS2600

## ■ 角焊縫

著色滲透探傷檢測 ..... BS6443

磁粉探傷檢測 ..... BS6072

焊縫之檢定試驗亦可根據 AWS D1.1-96 進行。

## 三、合格準則

焊縫檢測之合格標準可採用 BS5135 之表 18 及 19，BSEN25187 之表 1 或 AWS D1.1-96。若檢測結果低於合格標準，則焊縫經適當之處理後，應再進行驗收測試。

## 第八十九條

## 塗裝的驗收

## 一、取樣

每個驗收批中應進行一個塗層厚度測試以作驗收。驗收批可定義為在同一施工區相同時間內所進行之塗裝工作。

## 2. Ensaios de recepção

A inspeção visual deve ser executada de acordo com a norma BS5289.

Os ensaios não destrutivos nas soldaduras deverão ser executados de acordo com as seguintes normas:

## • Soldaduras de topo

Ensaio por ultra-sons ..... BS3923

Ensaio radiológicos ..... BS2600

## • Soldaduras de ângulo

Ensaio de líquidos penetrantes ..... BS6443

Inspeção por partículas magnéticas ..... BS6072

Os ensaios de soldaduras também podem ser executados de acordo com a norma AWS D1.1-96.

## 3. Critérios de aceitação

Os critérios de aceitação deverão ser os referidos nos Quadros 18 e 19 da norma BS5135, no Quadro 1 da norma BSEN25187 ou de acordo com a norma AWS D1.1-96. Na eventualidade dos resultados dos ensaios demonstrarem que as soldaduras se encontram abaixo dos níveis de aceitação, deverão ser executadas reparações e os respeitantes testes de aceitação.

## Artigo 89.º

## Recepção de pinturas

## 1. Amostragem

Deverá ser executado um ensaio de espessura de tinta por cada lote. Um lote é definido como um grupo de peças pintadas ao mesmo tempo, no mesmo local.

## 二、驗收測試

塗層厚度測試應根據 ISO 2808 之規定進行。

## 三、合格準則

當測試結果不符合要求，應於相同驗收批中抽取額外兩個位置進行試驗。若任一試驗結果仍不符合要求，則整個驗收批應視為不符合標準之要求。

第九十條  
鍍鋅制品的驗收

## 一、取樣

驗收測試件之取樣率可按鍍鋅件之總重量決定，可採用下列方式進行取樣：

- 每 20 噸重量或每次送抵現場之貨量（取少者），應進行一個鍍層厚度測試；
- 每 100 噸重量或每次送抵現場之貨量（取少者），應進行一個鍍層均勻度測試。

## 二、驗收測試

鍍層厚度測試及鍍層均勻度測試應根據 BS729 之規定進行。

## 三、合格準則

當測試結果不符合要求，應於相同驗收批中抽取額外兩個試件進行試驗。若任一試驗結果仍不符合要求，則整個驗收批應視為不符合標準之要求。

附件一  
符號說明

## 一、大階拉丁字母

A	偶然作用；截面面積
$A_{\text{eff}}$	有效截面面積
$A_f$	翼板截面面積
$A_{\text{fc}}$	受壓翼板截面面積
$A_m$	每單位長度鋼材之外露表面積
$A_{\text{net}}$	淨截面面積
$A_p$	每單位長度無隔火護層鋼材之外露表面積
$A_s$	螺栓有效抗拉面積

## 2. Ensaios de recepção

Os ensaios de espessura deverão ser executados de acordo com as especificações da norma ISO 2808.

## 3. Critérios de aceitação

Se um dos ensaios falhar com os requisitos, deverão ser executados dois ensaios suplementares. Se qualquer um dos ensaios suplementares falhar, o lote é considerado como não cumprido com a norma.

## Artigo 90.º

**Recepção de peças galvanizadas pelo processo «hot-dip»**

## 1. Amostragem

A taxa de amostragem depende do peso das peças galvanizadas, do seguinte modo:

- Deverá ser executado um ensaio de espessura por cada 20 toneladas de material ou por cada entrega, conforme o menor;
- Deverá ser executado um ensaio de uniformidade do revestimento por cada 100 toneladas, ou por cada entrega, conforme o menor.

## 2. Ensaios de recepção

O ensaio de espessura do revestimento e o ensaio de uniformidade deverão ser executados de acordo com as especificações da norma BS729.

## 3. Critérios de aceitação

Se um dos ensaios falhar com os requisitos deverão ser executados dois ensaios suplementares. Se qualquer um dos ensaios suplementares falhar, o lote é considerado como não cumprido com a norma.

## ANEXO I

**Simbologia**

## 1. Letras maiúsculas latinas

A	acção accidental; área
$A_{\text{eff}}$	área efectiva
$A_f$	área do banzo
$A_{\text{fc}}$	área do banzo comprimido
$A_m$	área superficial exposta de um elemento por unidade de comprimento
$A_{\text{net}}$	área útil
$A_p$	área superficial exposta de um elemento por unidade de comprimento para um elemento de aço não protegido
$A_s$	área de tensão de tracção por parafuso

$A_v$	抗剪面積	$A_v$	área de corte
$A_w$	腹板面積	$A_w$	área da alma
$C$	常數；係數	$C$	valor fixado; coeficiente
$D_d$	疲勞破壞指數	$D_d$	indicador de dano
$E$	彈性模量	$E$	módulo de elasticidade
$E_{a,\theta}$	高溫下之彈性模量	$E_{a,\theta}$	módulo de elasticidade a temperaturas elevadas
$E_{cm}$	混凝土正割彈性模量平均值	$E_{cm}$	valor médio da secante do módulo do betão
$E_{d,dat}$	失穩作用效應	$E_{d,dat}$	valor de cálculo do efeito de acções destabilizantes
$E_{d,stab}$	穩定作用效應	$E_{d,stab}$	valor de cálculo do efeito de acções estabilizantes
$E_{fi,d}$	受火作用效應	$E_{fi,d}$	valor de cálculo do efeito de acções para o caso de projecto para incêndio
$F$	作用力	$F$	acção; força
$F_{b,Rd}$	螺栓的承壓承載力設計值	$F_{b,Rd}$	valor de cálculo de resistência ao esmagamento por parafuso
$F_{p,Rd}$	螺栓的沖切承載力設計值	$F_{p,Rd}$	valor de cálculo da resistência ao punçoamento por parafuso
$F_{s,Rd}$	承載能力極限狀態下螺栓的抗滑承載力設計值	$F_{s,Rd}$	valor de cálculo de resistência ao escorregamento por parafuso no estado limite último
$F_{s,Rd,ser}$	正常使用極限狀態下螺栓的抗滑承載力設計值	$F_{s,Rd,ser}$	valor de cálculo de resistência ao escorregamento por parafuso no estado limite de utilização
$F_{t,Rd}$	螺栓的抗拉承載力設計值	$F_{t,Rd}$	valor de cálculo de resistência à tracção por parafuso
$F_{t,Sd}$	螺栓的抗力設計值	$F_{t,Sd}$	valor de cálculo de força de tracção por parafuso
$F_{ten}$	剪力連接件的拉力設計值	$F_{ten}$	valor de cálculo de força de tracção de ligações ao corte
$F_{v,Rd}$	螺栓的抗剪承載力設計值	$F_{v,Rd}$	valor de cálculo de resistência ao corte por parafuso
$F_{v,Sd}$	承載能力極限狀態下螺栓的剪力設計值	$F_{v,Sd}$	valor de cálculo de força de corte por parafuso no estado limite último
$F_{v,Sd,ser}$	正常使用極限狀態下螺栓的剪力設計值	$F_{v,Sd,ser}$	valor de cálculo de força de corte por parafuso no estado limite de utilização
$F_{w,Rd}$	角焊縫每單位長度的強度設計值	$F_{w,Rd}$	valor de cálculo de resistência por unidade de comprimento de uma soldadura de ângulo
$G$	永久作用剪變模量	$G$	acção permanente; módulo de distorção
$H$	總水平荷載或反力	$H$	carga ou reacção horizontal total
$I_t$	扭力常數	$I_t$	constante de torção
$I_w$	翹曲常數	$I_w$	constante de distorção
$I_y, I_z$	對 y 軸和 z 軸的截面慣性矩	$I_y, I_z$	momento secundário de área segundo os eixos y e z
$K_{\lambda}, K_t$	剪力連接件之折減係數	$K_{\lambda}, K_t$	coeficiente de redução para o cálculo de junções de corte
$L$	長度；跨度；系統長度	$L$	comprimento; vão; comprimento do sistema
$L_{cr}$	臨界截面間的距離	$L_{cr}$	comprimento entre duas secções transversais críticas
$M_{Rd}$	受彎承載力設計值	$M_{Rd}$	valor de cálculo do momento flector resistente

$M_{b,Rd}$	側向扭曲下的受彎承載力設計值	$M_{b,Rd}$	valor de cálculo de resistência à encurvadura para LTB
$M_{c,Rd}$	截面彈性受彎承載力設計值	$M_{c,Rd}$	valor de cálculo de resistência do momento elástico de uma secção transversal
$M_{el,Rd}$	毛截面彈性受彎承載力設計值	$M_{el,Rd}$	valor de cálculo de resistência do momento elástico da secção bruta
$M_{fi,Ed}$	受火作用之受彎承載力設計值	$M_{fi,Ed}$	valor de cálculo do momento flector para a situação de incêndio
$M_{fi,t,Rd}$	受火作用 t 小時後的受彎承載力設計值	$M_{fi,t,Rd}$	valor de cálculo de resistência do momento para a situação de incêndio no intervalo de tempo t
$M_{N,V,Rd}$	同時受軸力及剪力作用下、受彎承載力折減值	$M_{N,V,Rd}$	valor de cálculo reduzido de resistência tendo em conta os esforços axiais e de corte
$M_{o,Rd}$	毛截面局部扭曲下之受彎承載力設計值	$M_{o,Rd}$	valor de cálculo de resistência do momento a encurvadura local na área bruta
$M_{pl,Rd}$	毛截面之塑性受彎承載力設計值	$M_{pl,Rd}$	valor de cálculo de resistência plástica do momento da secção bruta
$M_{Sd}$	彎矩設計值	$M_{Sd}$	valor de cálculo do momento flector
$M_{y,Sd}, M_{z,Sd}$	對 y 軸和 z 軸的彎矩設計值	$M_{y,Sd}, M_{z,Sd}$	valor de cálculo do momento flector segundo os eixos y e z
N	剪力連接件數量	N	número de junções de corte
$N_{Rd}$	軸力承載力設計值	$N_{Rd}$	valor de cálculo do esforço normal resistente
$N_{b,Rd}$	受壓構件在扭曲下的受壓承載力設計值	$N_{b,Rd}$	valor de cálculo de resistência à encurvadura de um elemento comprimido
$N_{c,Rd}$	毛截面的受壓承載力設計值	$N_{c,Rd}$	valor de cálculo de resistência à compressão da área bruta
$N_f$	全抗剪連接設計之剪力連接件數量	$N_f$	número de junções de corte calculado para uma ligação de corte completa
$N_{fi,Ed}$	受火作用下的軸力設計值	$N_{fi,Ed}$	valor de cálculo do esforço normal para a situação de incêndio
$N_{fi,t,Rd}$	受火作用 t 小時後的軸向承載力設計值	$N_{fi,t,Rd}$	valor de cálculo de resistência ao esforço normal para a situação de incêndio num intervalo de tempo t
$N_{o,Rd}$	毛截面在局部扭曲下的軸向承載力設計值	$N_{o,Rd}$	valor de cálculo de resistência à encurvadura local da secção bruta
$N_{pl,Rd}$	毛截面的塑性軸向承載力設計值	$N_{pl,Rd}$	valor de cálculo de resistência plástica da secção transversal bruta
$N_{Sd}$	軸力設計值	$N_{Sd}$	valor de cálculo do esforço normal
$N_{t,Rd}$	毛截面之抗拉承載力設計值	$N_{t,Rd}$	valor de cálculo de resistência à tracção da secção transversal
$N_{u,Rd}$	螺栓孔上淨截面之抗拉承載力設計值	$N_{u,Rd}$	valor de cálculo de resistência última da secção transversal útil
$P_{Rd}$	剪力連接件之承載力設計值	$P_{Rd}$	valor de cálculo de resistência de junções de corte
Q	可變作用	Q	acção variável
R	反力	R	reação
$R_{a,Rd}$	腹板皺曲承載力設計值	$R_{a,Rd}$	valor de cálculo de resistência da alma ao enrugamento

$R_{b,Rd}$	腹板挫曲承載力設計值	$R_{b,Rd}$	valor de cálculo de resistência da alma à encurvadura
$R_d$	抵抗能力設計值	$R_d$	valores de esforços de resistência
$R_{fi,d,t}$	受火作用 t 小時後的抗力設計值	$R_{fi,d,t}$	valor de cálculo para a situação de incêndio no intervalo de tempo t
$R_{y,Rd}$	腹板壓碎承載力設計值	$R_{y,Rd}$	valor de cálculo de resistência da alma ao esmagamento
$S_d$	外加作用設計值	$S_d$	valores de esforços reais
$s_s$	支承長度	$s_s$	comprimento do elemento rígido
T	溫度，扭矩	T	temperatura; momento torsor
V	總垂直荷載或反力，每單位長度之構件體積	V	carga ou reacção vertical total; volume de um elemento por unidade de comprimento
$V_{Rd}$	抗剪承載力設計值	$V_{Rd}$	valor de cálculo do esforço transversal
$V_{ba,Rd}$	剪力挫曲的承載力設計值	$V_{ba,Rd}$	valor de cálculo de resistência à encurvadura de corte
$V_{fi,Ed}$	受火作用下的剪力設計值	$V_{fi,Ed}$	valor de cálculo de esforço transversal para a situação de incêndio
$V_{fi,t,Rd}$	受火作用 t 小時後的抗剪承載力設計值	$V_{fi,t,Rd}$	valor de cálculo de resistência ao corte para a situação de incêndio no intervalo de tempo t
$V_\lambda$	剪力連接件的縱向剪力設計值	$V_\lambda$	valor de cálculo de esforço transversal longitudinal para junções de corte
$V_{pl,Rd}$	塑性抗剪承載力設計值	$V_{pl,Rd}$	valor de cálculo de resistência plástica ao corte
$V_{Sd}$	剪力設計值	$V_{Sd}$	valor de cálculo do esforço transversal
W	截面模數	W	módulo da secção
$W_{eff}$	有效截面模數	$W_{eff}$	módulo efectivo da secção
$W_{el}, W_{pl}$	截面彈性及塑性模數	$W_{el}, W_{pl}$	módulos elásticos e plásticos da secção

## 二、小楷拉丁字母

$\dot{K}_{net,d}$	每單位面積之熱流量設計值	$\dot{K}_{net,d}$	valor de cálculo do fluxo térmico útil por unidade de área
a	距離；幾何參數；角焊縫計算厚度；面積比值	a	distância; propriedades geométricas; espessura da garganta numa soldadura de ângulo; coeficiente de área
b	寬度	b	largura
$b_{eff}$	有效寬度	$b_{eff}$	largura efectiva
c	距離	c	distância
$c_a$	高溫下鋼材之比熱	$c_a$	calor específico do aço a temperaturas elevadas
d	直徑；深度	d	diâmetro; profundidade
$d_o$	孔徑	$d_o$	diâmetro de um furo
$d_p$	隔火材料的厚度	$d_p$	espessura do material de protecção contra o incêndio
e	偏心距；形心軸的偏移；邊緣距離；端部距離	e	excentricidade; desvio do eixo neutro; distância ao bordo; distância ao topo
$f_{ck}$	混凝土抗壓強度標準值	$f_{ck}$	resistência característica do betão
$f_e$	自振頻率	$f_e$	frequência natural

## 2. Letras minúsculas latinas

$f_p$	鋼材的比例極限	$f_p$	limite proporcional do aço
$f_{p,\theta}$	高溫下鋼材的比例極限	$f_{p,\theta}$	limite proporcional do aço a temperaturas elevadas
$f_{sk}$	鋼筋屈服強度標準值	$f_{sk}$	resistência característica à cedência do reforço
$f_u$	鋼材之抗拉強度	$f_u$	tensão de rotura do aço
$f_{ub}$	螺栓之抗拉強度	$f_{ub}$	tensão de rotura do parafuso
$f_{vw,d}$	角焊縫之強度設計值	$f_{vw,d}$	valor de cálculo de resistência de uma soldadura de ângulo
$f_y$	鋼材之屈服強度	$f_y$	tensão de cedência do aço
$f_{y,\theta}$	高溫下鋼材的有效屈服強度	$f_{y,\theta}$	tensão de cedência efectiva do aço a temperaturas elevadas
$f_{yb}$	螺栓之屈服強度	$f_{yb}$	tensão de cedência do parafuso
$f_{yf}$	受壓翼板之屈服強度	$f_{yf}$	tensão de cedência do banzo comprimido
$f_{yp}$	壓型鋼板之屈服強度標準值	$f_{yp}$	tensão de cedência característica de perfis laminados de aço
$f_{yw}$	腹板之屈服強度	$f_{yw}$	tensão de cedência da alma
$h$	高度	$h$	altura
$i$	回轉半徑	$i$	raio de giração
$k$	係數	$k$	coeficiente; factor
$k_{E,\theta}$	彈性模量折減係數	$k_{E,\theta}$	factor de redução do módulo elástico
$k_{p,\theta}$	比例極限折減係數	$k_{p,\theta}$	factor de redução do limite proporcional
$k_{y,\theta}$	屈服強度折減係數	$k_{y,\theta}$	factor de redução da tensão de cedência
$k_\theta$	折減係數	$k_\theta$	factor de redução
$k_\tau$	挫曲係數	$k_\tau$	coeficiente de encurvadura
$l$	長度；跨度；挫曲長度	$l$	comprimento; vão; comprimento de encurvadura
$l_{fi}$	受火作用的挫曲長度	$l_{fi}$	comprimento de encurvadura para a situação de incêndio
$n_c$	柱數目	$n_c$	número de colunas
$n_s$	樓層數目	$n_s$	número de pisos
$p$	螺栓距；間距	$p$	afastamento; espaçamento
$r$	半徑；根部半徑	$r$	raio; raio da raiz
$t$	厚度	$t$	espessura
$t_f$	翼板厚度	$t_f$	espessura do banzo
$t_w$	腹板厚度	$t_w$	espessura da alma
三、希臘字母		3. Letras gregas	
$\Phi$	等效幾何缺陷；轉動量	$\phi$	imperfeição geométrica equivalente; rotação
$\Delta t$	間隔時間	$\Delta t$	intervalo de tempo
$\bar{\lambda}, \bar{\lambda}_{LT}$	幾何細長比	$\bar{\lambda}, \bar{\lambda}_{LT}$	esbelteza geométrica
$\bar{\lambda}_\theta, \bar{\lambda}_{LT,\theta}$	受火作用下的幾何細長比	$\bar{\lambda}_\theta, \bar{\lambda}_{LT,\theta}$	esbelteza geométrica para a situação de incêndio

$\alpha$	夾角；鋼材的線膨脹係數；缺陷係數	$\alpha$	ângulo; relação; coeficiente; coeficiente de expansão linear; coeficiente de imperfeição
$\alpha_a$	高溫下鋼材的線膨脹係數	$\alpha_a$	coeficiente de expansão linear para o aço a temperaturas elevadas
$\alpha_E$	地震係數	$\alpha_E$	coeficiente sísmico
$\beta$	夾角；比值；係數	$\beta$	ângulo; relação; coeficiente
$\beta_A$	修正係數	$\beta_A$	coeficiente de correlação
$\beta_{MLT}$	側向挫曲的等效彎矩係數	$\beta_{MLT}$	coeficiente de momento uniforme equivalente para LTB
$\beta_{M,y}, \beta_{M,z}$	對 y 軸和 z 軸的等效彎矩係數	$\beta_{M,y}, \beta_{M,z}$	coeficiente de momento uniforme equivalente segundo os eixos y e z
$\gamma_a$	結構鋼材之分項安全係數 (= $\gamma_{MO}$ )	$\gamma_a$	coeficiente de segurança parcial para aço estrutural (= $\gamma_{MO}$ )
$\gamma_{ap}$	壓型鋼板之分項安全係數	$\gamma_{ap}$	coeficiente de segurança parcial para aço perfilado
$\gamma_c$	混凝土之分項安全係數	$\gamma_c$	coeficiente de segurança parcial para betão
$\gamma_f$	分項安全係數	$\gamma_f$	coeficiente de segurança
$\gamma_{M,fi}$	受火作用之分項安全係數	$\gamma_{M,fi}$	coeficiente de segurança parcial para a situação de incêndio
$\gamma_{M0}$	一、二、三級截面抗力之分項安全係數	$\gamma_{M0}$	coeficiente de segurança parcial; resistência das secções transversais das classes 1, 2 e 3
$\gamma_{M1}$	第四級截面抗力之分項安全係數	$\gamma_{M1}$	coeficiente de segurança parcial; resistência das secções transversais da classe 4
$\gamma_{M2}$	螺栓孔上淨截面之抗力分項安全係數	$\gamma_{M2}$	coeficiente de segurança parcial; resistência da secção útil em furos para parafusos
$\gamma_{Mb}$	螺栓承載力之分項安全係數	$\gamma_{Mb}$	coeficiente de segurança parcial; resistência de ligações aparafusadas
$\gamma_{Mw}$	焊縫承載力之分項安全係數	$\gamma_{Mw}$	coeficiente de segurança parcial; resistência de ligações soldadas
$\gamma_s$	鋼筋之分項安全係數	$\gamma_s$	coeficiente de segurança parcial para reforço de aço
$\delta$	撓度；變形	$\delta$	deslocamento (flecha); deformação
$\varepsilon$	應變	$\varepsilon$	extensão
$\varepsilon_{p,\theta}$	高溫下之比例極限應變	$\varepsilon_{p,\theta}$	limite de extensão proporcional para temperaturas elevadas
$\varepsilon_{t,\theta}$	高溫下之屈服強度極限應變	$\varepsilon_{t,\theta}$	limite de extensão para a tensão de cedência a temperaturas elevadas
$\varepsilon_{u,\theta}$	高溫下之極限應變	$\varepsilon_{u,\theta}$	extensão última para a tensão de cedência a temperaturas elevadas
$\varepsilon_{y,\theta}$	高溫下之屈服應變	$\varepsilon_{y,\theta}$	extensão de cedência a temperaturas elevadas
$\eta$	係數	$\eta$	coeficiente
$\theta$	夾角	$\theta$	ângulo
$\theta_a$	鋼材溫度	$\theta_a$	temperatura do aço
$\theta_{a,t}$	t 時間下的鋼材溫度	$\theta_{a,t}$	temperatura do aço no intervalo de tempo t

$\theta_{g,t}$	受火作用 t 時間下之環境氣溫	$\theta_{g,t}$	temperatura do gás ambiente no intervalo de tempo t
$\kappa$	調配係數	$\kappa$	coeficiente de adaptação
$\lambda$	細長比	$\lambda$	coeficiente de esbelteza
$\lambda_a$	鋼材的導熱性	$\lambda_a$	conductividade térmica do aço
$\lambda_p$	隔火材料之導熱性	$\lambda_p$	conductividade térmica do material de protecção contra o incêndio
$\mu$	摩擦係數	$\mu$	coeficiente de atrito; coeficiente
$\nu$	泊松比	$\nu$	coeficiente de Poisson
$\rho$	折減係數；質量	$\rho$	coeficiente de redução; massa unitária
$\rho_a$	鋼材質量	$\rho_a$	massa unitária do aço
$\rho_p$	隔火材料之質量	$\rho_p$	massa unitária do material de protecção contra o incêndio
$\sigma$	正應力	$\sigma$	tensão normal
$\sigma_{f,Ed}$	翼板的縱向應力	$\sigma_{f,Ed}$	tensão longitudinal no banzo
$\tau$	剪應力	$\tau$	tensão de corte
$\tau_{ba}$	腹板的剪力挫曲強度	$\tau_{ba}$	resistência ao corte por encurvadura
$\chi$	挫曲折減係數	$\chi$	coeficiente de redução de encurvadura
$\chi_{fi}$	受火作用的挫曲折減係數	$\chi_{fi}$	coeficiente de redução de encurvadura para a situação de incêndio
$\chi_{LT}$	側向挫曲折減係數	$\chi_{LT}$	coeficiente de redução de encurvadura para LTB
$\chi_{LT,fi}$	受火作用的側向挫曲折減係數	$\chi_{LT,fi}$	coeficiente de redução de encurvadura para a situação de incêndio e LTB
$\Psi$	應力比；折減係數	$\Psi$	coeficiente de tensão; coeficiente de redução
$\Psi_R$	非側撐框架的擺動剛度	$\Psi_R$	rigidez do contraventamento para uma estrutura reticulada
$\Psi_S$	側撐框架的擺動剛度	$\Psi_S$	rigidez do contraventamento para uma estrutura não reticulada

## 四、略語表

AWS	美國焊接學會
BS	英國標準
CEV	碳當量
EN	歐洲標準
ENV	歐洲法典
GB	中國國家標準
ISO	國際標準化組織
LTB	側向扭轉挫曲
REAE	建築鋼結構規章
REBAP	鋼筋混凝土及預應力混凝土結構規章
RSA	屋宇結構及橋樑結構之安全及荷載規章

## 4. Abreviaturas

AWS	American Welding Society
BS	British Standard
CEV	Valor de Carbono Equivalente
EN	Norma Europeia
ENV	Eurocódigo
GB	Norma chinesa
ISO	International Organization for Standardization
LTB	Encurvadura Lateral de Vigas
REAE	Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios
REBAP	Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado
RSA	Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes

RSCI	防火安全規章
CHS	圓形鋼管
RHS	矩形鋼管
SHS	方形鋼管
NDT	無損檢測

RSCI	Regulamento de Segurança Contra Incêndios
CHS	Perfil Tubular Circular
RHS	Perfil Tubular Rectangular
SHS	Perfil Tubular Quadrangular
END	Ensaio Não Destrutivos

## ANEXO II

## 附件二

## Normas de referência

## 引用標準之目錄

## 一、焊接用結構鋼

EN10025 1993 — 熱軋碳素結構鋼

EN10113 1993 — 熱軋合金結構鋼

EN10210-1 — Part 1 熱軋空心鋼管

## 二、外形，尺寸，重量及允許偏差

BS4 — 結構用型鋼

EN10024 1995 — 熱軋 I 型結構鋼之外形，尺寸，重量及允許偏差

EN10029 1991 — 厚度 3mm 或以上之熱軋鋼板之外形尺寸，重量及允許偏差

EN10034 1993 — I 型及 H 型結構鋼之外形尺寸，重量及允許偏差

EN10055 1995 — 等翼寬之熱軋 T 型結構鋼之外形尺寸，重量及允許偏差

EN10056 1993 — 等邊及不等邊之熱軋角鋼之外形尺寸，重量及允許偏差

EN10210-2 — Part 2 熱軋鋼管之外形尺寸，重量及允許偏差

## 三、材料試驗

EN10002 1994 — 金屬拉伸試驗方法 Part 1~5

EN10036 — 鋼鐵化學分析方法

EN10045 1990 — 金屬夏比沖擊試驗方法 Part 1,2

## 四、螺栓、螺帽及墊圈

ISO898 — 螺栓，螺絲釘和雙頭螺栓的力學性能

ISO4014~4018 — A、B、C 級六角頭螺栓及螺絲釘

ISO4032~4034 — A、B、C 級六角頭螺帽

## 1. Aço soldável para estruturas

EN10025 1993 — Produtos laminados a quente de aços de construção não ligados

EN10113 1993 — Produtos laminados a quente de aços de construção soldáveis de grão fino

EN10210-1 — Perfis ocas acabados a quente: Parte 1

## 2. Dimensões, massas e tolerâncias

BS4 — Secções de aço de construção

EN10024 1995 — Perfis normais e barras em U normais. Tolerâncias de forma e de dimensões

EN10029 1991 — Chapas de aço laminadas a quente de espessura igual ou superior a 3 mm. Tolerâncias nas dimensões, na forma e na massa

EN10034 1993 — Perfis I e H de aço de construção. Tolerâncias de forma e dimensões

EN10055 1995 — Barra T de aço de abas iguais e cantos arredondados laminada a quente. Dimensões e tolerâncias na forma. Dimensões e massas

EN10056 1993 — Tolerâncias para os perfis de abas iguais e de abas desiguais. Partes 1 e 2: Tolerâncias na forma e dimensões

EN10210-2 — Secções ocas laminadas a quente: Parte 2 Dimensões e tolerâncias

## 3. Ensaio de materiais

EN10002 1994 — Materiais metálicos. Ensaio de tracção Partes 1 ~ 5

EN10036 — Análise química de materiais metálicos

EN10045 1990 — Materiais metálicos — Ensaio de choque em provete entalhado Charpy: Partes 1 e 2

## 4. Parafusos, porcas e anilhas

ISO898 — Propriedades mecânicas de parafusos: Parte 1

ISO4014 ~ 4018 — Parafusos de cabeça hexagonal. Classes de produto A, B e C

ISO4032 ~ 4034 — Porcas hexagonais. Classes de produto A, B e C

ISO4775 — 結構用高強度六角頭螺帽

ISO7089~ISO7091 — 墊圈

ISO7411~ISO7416 — 結構用螺栓

## 五、焊接

AWS D1.1-96 — 鋼材焊接標準

BS639 1986 — 手工電弧焊用碳素鋼焊條規格

BS709 1983 — 焊接接頭和焊縫金屬的破壞性檢測方法

BS2600 1983 — 對接焊縫之射線探傷檢測方法

BS3923 1986 — 焊縫超聲波探傷檢測方法

BS5135 1984 — 碳素鋼電弧焊焊接規定

BS5289 1983 — 焊縫目視檢驗規則

BS6072 1981 — 磁粉探傷檢測

BS6443 1984 — 著色滲透探傷檢測

EN287 1992 — 焊工審核規則

EN288 1992 — 金屬焊接工藝評定規則

EN25187 1992 — 鋼焊縫缺陷分級指引

## 六、銹蝕防護

BS729 — 鋼鐵制品熱浸鍍鋅處理標準

BS5493 1977 — 鋼結構銹蝕防護標準

ISO2808 — 塗層厚度試驗

ISO8501/BS7079 — 塗裝或相關防銹處理前之表面處理方法

## 七、結構設計參與荷載設計

ENV1993Part 1 — 歐洲法典三 建築鋼結構設計

Part 2 — 橋樑和版結構

Part 3 — 塔形，柱形和煙囪形結構

Part 4 — 池，倉和管道結構

Part 5 — 樁基礎

Part 6 — 吊機式結構

ISO4775 — Porcas hexagonais para aparafusamento estrutural de alta resistência

ISO7089 ~ ISO7091 — Anilhas

ISO7411 ~ ISO7416 — Aparafusamento estrutural

## 5. Soldadura

AWS D1.1-96 — Código de soldadura estrutural — Aço

BS639 1986 — Especificações para eléctrodos de carbono e carbono manganês em aço para soldadura manual por arco eléctrico

BS709 1983 — Métodos de ensaios destrutivos. Juntas de fusão soldadas e metal soldado em aço

BS2600 1983 — Ensaio radiográfico de juntas de fusão soldadas topo a topo em aço

BS3923 1986 — Métodos de ensaio por ultra-sons em soldaduras

BS5135 1984 — Especificação para soldadura por arco eléctrico em aços carbono e carbono manganês

BS5289 1983 — Regras de utilização. Inspeção visual de juntas de fusão soldadas

BS6072 1981 — Detecção de defeitos por partículas magnéticas

BS6443 1984 — Detecção de defeitos por líquidos penetrantes

EN287 1992 — Ensaios de aprovação de soldadores para soldadura por fusão

EN288 1992 — Especificação e aprovação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos

EN25187 1992 — Juntas de aço soldadas por arco eléctrico — Guia para níveis de qualidade e imperfeições

## 6. Protecção contra a corrosão

BS729 — Revestimentos galvanizados em peças de ferro e de aço pelo processo «hot dip»

BS5493 1977 — Regras de utilização para revestimentos de protecção contra a corrosão de estruturas em ferro e em aço

ISO2808 — Ensaio de espessura de pinturas

ISO8501 / BS7079 — Preparação de substratos de aço previamente à aplicação de tintas e respectivos produtos

## 7. Acções e projecto de estruturas

ENV1993Parte 1 — Projecto de estruturas de aço

Parte 2 — Pontes e estruturas laminares

Parte 3 — Torres, mastros e chaminés

Parte 4 — Depósitos, silos e oleadutos

Parte 5 — Estacas

Parte 6 — Estruturas de aparelhos de elevação

Part 7 — 海中和沿岸結構

Parte 7 — Estruturas navais e marítimas

Part 8 — 農用結構

Parte 8 — Estruturas agrícolas

ENV1994 Part 1 — 歐洲法典四 鋼筋混凝土組合結構

ENV1994 Parte 1 — Projecto de estruturas mistas aço-betão

REBAP Macau — 鋼筋混凝土及預應力混凝土結構規章

REBAP Macau — Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado

RSA Macau — 屋宇結構及橋樑結構之安全及荷載規章

RSA Macau — Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes

八、結構防火設計

8. Projecto de estruturas resistentes à acção do fogo

ENV1991-1-2 歐洲法典一 結構防火作用

ENV1991-1-2 Eurocódigo 1 Parte 2 — Acções em estruturas expostas ao fogo

ENV1993-1-2 歐洲法典三 鋼結構防火設計

ENV1993-1-2 Eurocódigo 3 Parte 2 Projecto de estruturas resistentes à acção do fogo — estruturas metálicas

ENV1994-1-2 歐洲法典四 鋼與混凝土組合結構防火設計

ENV1994-1-2 Eurocódigo 4 Parte 2 — Projecto de estruturas resistentes à acção do fogo — estruturas mistas aço-betão

prENVyyy5 建築材料的防火測試

prENVyyy5 Ensaio de fogo em elementos de construção de edifícios

prENISO834 防火強度的一般要求

prENISO834 Resistência ao fogo: Requisitos gerais

**附件三****ANEXO III****鋼結構防火之安全性確定****Verificação da segurança de estruturas metálicas em relação à acção do fogo****第一節****Secção 1****總則****Generalidades****一、宗旨****1. Objectivo**

本附件制定了在偶然受火作用下之鋼結構設計。這些設計方法須與前述章節中所定義之常溫設計方法一併使用。對於組合結構，其耐火設計方法應按 ENV1994-1-2 執行。

Este anexo aborda o projecto de estruturas metálicas para a situação accidental de exposição à acção do fogo e deverá ser utilizado em conjunção com o projecto de estruturas metálicas a temperaturas normais definido nos Capítulos precedentes. Em relação à resistência ao fogo de estruturas mistas dever-se-á consultar a norma ENV1994-1-2.

樓宇耐火等級之分類已定義於防火安全規章 (RSCI) 中，其分類按樓宇高度及使用類別來確定。

A classificação de classes resistentes ao fogo está definida no Regulamento de Segurança Contra Incêndios (RSCI) que depende da classe de altura e grupo de utilização dos edifícios.

以下提供四種基本耐火設計方法：

Existem basicamente quatro modos de obter resistência ao fogo:

■無隔火護層之鋼結構：在計算中已考慮鋼材在高溫下之性能，此情況下鋼材不需要隔熱處理（見第四及第五節）；

• Estruturas desprotegidas — tendo em consideração as propriedades do material a temperaturas elevadas, não sendo assim necessário isolamento (ver Secções 4 e 5);

■有隔火護層之鋼結構：計算中使用正常溫度下之性能，同時將構材進行隔熱處理，以使結構保持足夠之低溫（見第四及第六節）；

• Isolamento através de material de protecção contra o fogo — projecto que utiliza as propriedades do material a temperaturas normais e isolando os elementos de forma a manter a temperatura da estrutura suficientemente baixa (ver Secções 4 e 6);

■使用隔熱屏幕：其設計方法見 ENV1993-1-2 或相關標準；

• Protecção por painéis de calor (ver ENV1993-1-2 ou outras normas relevantes);

■使用其他方法限制鋼材之溫度：見 ENV1993-1-2 或相關標準。

## 二、引用標準

有關結構耐火設計之詳細方法應參照下列標準的要求：

- ENV1991-1-2 歐洲法典一 結構之受火作用；
- ENV1993-1-2 歐洲法典三 鋼結構之耐火設計；
- ENV1994-1-2 歐洲法典四 組合結構之耐火設計；
- prENVyyy5 建築物構件之耐火試驗；
- prENISO834 耐火設計之一般要求。

## 第二節

### 耐火設計之基本原理

#### 一、性能之要求

當火災時需提供力學上之抵抗能力，鋼結構必須採用受火作用時能保持其承載功能之方法進行設計及施工。

#### 二、受火作用

受火作用下之荷載組合應按RSA中之偶然組合執行，其所採用之作用值定義於 ENV1993-1-2 標準中。

本附件中所述的規定僅適用於標準受火作用，此將會於相關條文中加以說明。

#### 三、評定方法

受火作用下之結構分析可使用下列其中一種方法：

■整體結構分析：考慮結構在受火作用下之破壞模式、材料高溫下之特性及構材剛度等，從而對結構作出整體分析，可參照 ENV1993-1-2 的要求；

■局部結構分析：使用上一點之方法對結構中適當的子結構進行分析，可參照 ENV1993-1-2 的要求；

■構件分析：對個別構件進行分析（見第四節）。

對於標準受火作用，構件分析已足夠作為抗火驗算。

除整體結構分析外，構件分析亦可用於耐火設計中。在  $t=0$

• Protecção por outros métodos que limitem o coeficiente térmico do aço (ver ENV1993-1-2 ou outras normas relevantes).

## 2. Normas de referência

As seguintes normas devem ser referenciadas de modo a obter informação mais detalhada para projectos de estruturas resistentes ao fogo.

- ENV1991-1-2 Parte 2: Acções em estruturas expostas ao fogo
- ENV1993-1-2 Parte 2: Projecto de estruturas resistentes à acção do fogo — estruturas metálicas
- ENV1994-1-2 Parte 2: Projecto de estruturas resistentes à acção do fogo — estruturas mistas aço-betão
- prENVyyy5 Ensaios de fogo em elementos de construção de edifícios
- prENISO834 Resistência ao fogo: Requisitos gerais

## Secção 2

### Princípios básicos de projecto de estruturas resistentes ao fogo

#### 1. Requisitos de desempenho

Quando é necessária resistência mecânica do aço sob acção do fogo, as estruturas metálicas deverão ser projectadas e construídas de modo a que mantenham a sua capacidade de suporte de carga durante a exposição ao fogo.

#### 2. Acções

A combinação de cargas para a acção do fogo deverá ser a indicada no RSA, utilizando as acções de combinação acidental, e os valores de acções indicados na norma ENV1993-1-2.

Quando as regras apresentadas neste anexo forem apenas válidas para exposição ao fogo normalizada, tal será identificado nas cláusulas relevantes.

#### 3. Métodos de análise

A análise estrutural para situações de fogo poderá ser executada utilizando um dos seguintes métodos:

• Análise global da estrutura relativamente à resistência ao fogo, que deverá ser realizada tendo em conta os modos de rotura relevantes, em exposição ao fogo, as propriedades dos materiais e as rigidezes dos elementos em função da temperatura (consultar a norma ENV1993-1-2);

• Análise estrutural de sub-estruturas, compreendendo partes apropriadas da estrutura, que pode ser efectuada de acordo com as regras para análise global (consultar a norma ENV1993-1-2);

• Análise de elementos individuais (ver Secção 4).

Para a verificação de requisitos de resistência ao fogo normalizados, é suficiente executar a análise de elementos.

Como alternativa à análise estrutural global, pode ser executada uma análise de elementos para a situação de fogo. As condi-

時（起火前），支承及構件末端的固端狀態可假設於起火後保持不變。不同固端狀態的情況，將在相關條款內指出。

### 第三節

#### 材料在高溫下之特性

##### 一、一般規定

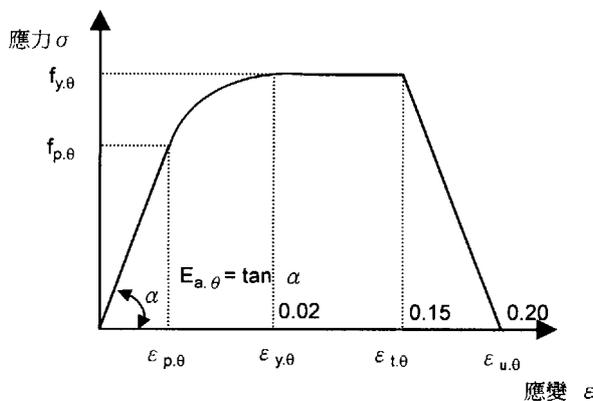
鋼材在高溫下之導熱及物理性能應按以下提供之方法計算。受火作用之分項安全係數  $\gamma_{M,fi}$  應取 1.0。

鋼材在 20°C 時的物理性能應採用第四章所定之數值（正常溫度設計法）。

隔火材料之性能及特性應按 prENVyyy5，prENISO834 或其他相關標準的試驗程序進行評估。

##### 二、應力應變關係

加熱率在 2 至 50K/min（K 為絕對溫度）間之鋼材，在高溫下其強度及變形特性應採用圖七之應力應變關係。此關係可用作計算構材拉力、壓力、彎矩及剪力等承載力。



圖七 鋼材在高溫下的應力應變曲線

##### 三、鋼材之導熱及物理性能

圖八提供鋼材在高溫下相對 20°C 時之折減係數  $k_\theta$ ，此係數主要是根據圖七之應力應變關係求得，如下所示：

有效屈服強度	$k_{y,\theta} = f_{y,\theta} / f_y$
比例極限	$k_{p,\theta} = f_{p,\theta} / f_y$
彈性模量	$k_{E,\theta} = E_{a,\theta} / E_a$

ções de fronteira, esforços internos e momentos aplicados nos suportes e extremidades dos elementos a um tempo  $t = 0$  (na ausência de fogo) podem, em geral, ser assumidos como mantendo-se inalterados durante a exposição ao fogo. Quando são aplicáveis diferentes condições, tal é indicado nas respectivas provisões.

### Secção 3

#### Propriedades do material a temperaturas elevadas

##### 1. Generalidades

Apresenta-se de seguida o modo de cálculo das propriedades térmicas e mecânicas do aço a temperaturas elevadas. O factor de segurança parcial  $\gamma_{M,fi}$  para a situação de fogo deverá ser tomado como 1,0.

As propriedades do aço a 20 °C deverão ser indicadas no Capítulo IV para o cálculo a temperaturas normais.

As propriedades e o desempenho dos materiais de protecção contra o fogo deverão ser calculados utilizando os procedimentos apresentados nas normas prENVyyy5, prENISO834 ou em outras normas relevantes.

##### 2. Relação tensão-extensão

Para taxas de aquecimento entre 2 e 50 K/min (em que K designa graus Kelvin), as propriedades de resistência e de deformação do aço a altas temperaturas deverão ser obtidas a partir da relação tensão-extensão apresentada na Figura 7. Esta relação deverá ser utilizada para determinar a resistência à tracção, compressão, momento flector ou corte.

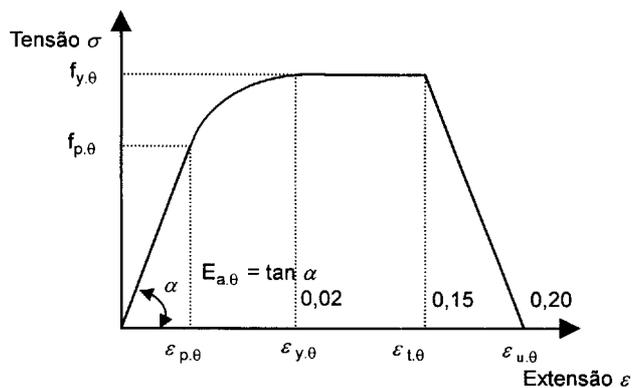


Figura 7. Relação tensão-extensão para aço a temperaturas elevadas

##### 3. Propriedades mecânicas e térmicas do aço

A Figura 8 apresenta os coeficientes de redução  $k_\theta$ , relativamente aos valores a 20°C, para a relação tensão-extensão de aço a temperaturas elevadas apresentadas na Figura 7, do seguinte modo:

Tensão de cedência efectiva:	$k_{y,\theta} = f_{y,\theta} / f_y$
Limite proporcional:	$k_{p,\theta} = f_{p,\theta} / f_y$
Declive da zona linear elástica:	$k_{E,\theta} = E_{a,\theta} / E_a$

在耐火計算中高溫下鋼材的其他特性應取以下數值：

Outras propriedades do aço a temperaturas elevadas para resistência ao fogo deverão ser tomadas como se segue:

密度  $\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$

Massa unitária  $\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$

線膨脹係數  $\alpha_a = 14 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Coeficiente de expansão térmica linear  $\alpha_a = 14 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

比熱  $c_a = 600 \text{ J/kgK}$

Calor específico  $c_a = 600 \text{ J/kg K}$

導熱性  $\lambda_a = 45 \text{ W/mK}$

Conductividade térmica  $\lambda_a = 45 \text{ W/mK}$

圖八 鋼材在高溫下的折減係數

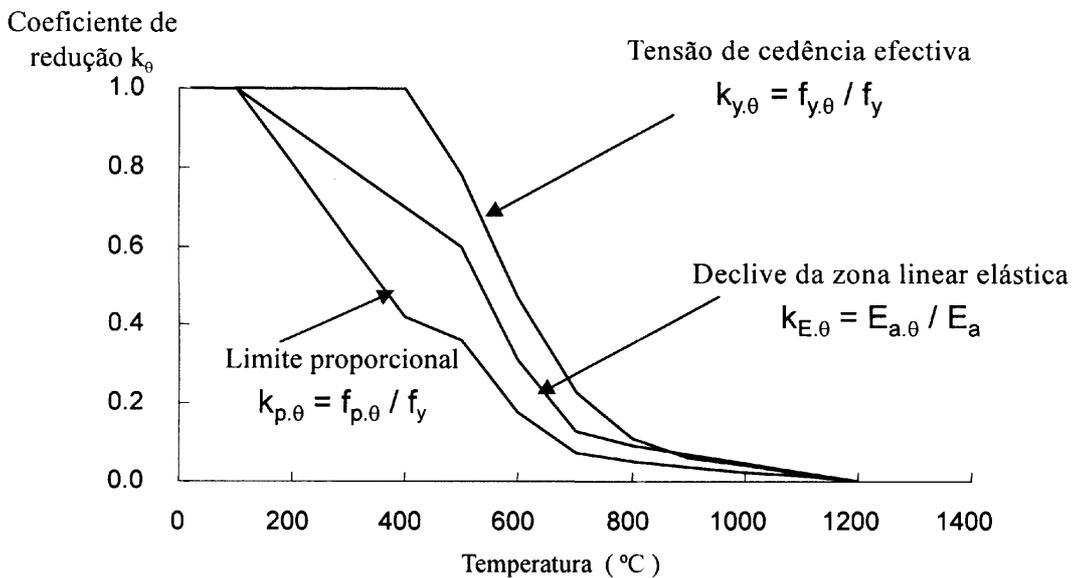
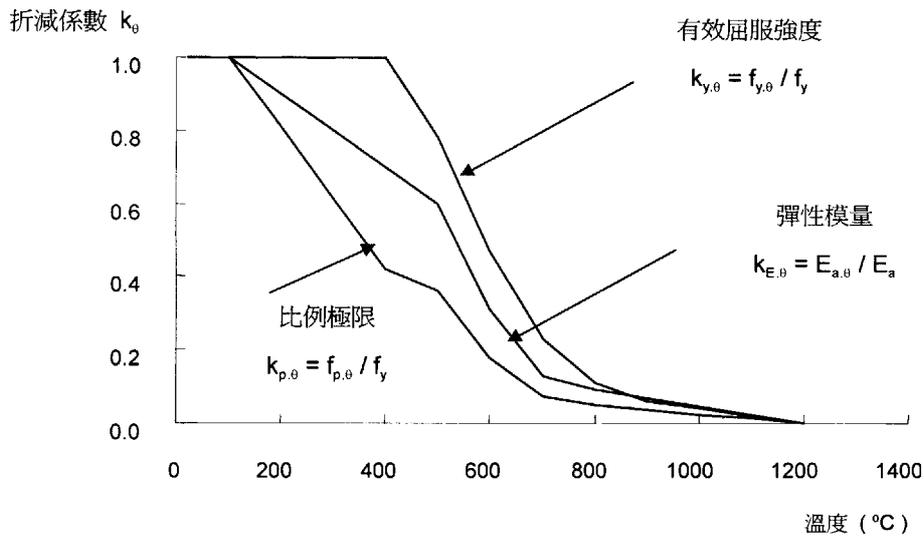


Figura 8. Coeficientes de redução do aço a temperaturas elevadas

## 第四節

## 受火作用下之構件抗力

## 一、一般規定

受火作用下結構性能的評估，應根據下列其中一種方法或其組合進行。

- 簡單計算模式：對個別構件使用簡化設計方法，所得之結果較為保守；
- 改進計算模式：根據結構在受火時之基本物理行為而進行更真實的分析；
- 試驗模式：根據耐火試驗的結果進行分析。

當簡單計算模式不適用時，必須使用改進計算模式或試驗模式計算。本附件中只描述簡單計算模式之方法。

## 二、構件抗力

在簡單計算模式中，如符合下式要求，鋼構件可假設在火燒  $t$  時間後，仍能保時其承載功能。

$$E_{fi,d} \leq R_{fi,d,t}$$

式中：

$E_{fi,d}$  = 受火作用效應設計值。（例如： $M_{fi,Ed}$ ,  $N_{fi,Ed}$ ,  $V_{fi,Ed}$ ）

$R_{fi,d,t}$  = 鋼構件受火作用  $t$  小時後的抗力設計值。（例如： $M_{fi,t,Rd}$ ,  $N_{fi,t,Rd}$ ,  $V_{fi,t,Rd}$ ）

鋼結構在  $t$  時間下之抗力設計值  $R_{fi,d,t}$  應根據截面的溫度分佈計算，其方法可修改正常溫度時之抗力設計值及考慮鋼材在高溫下之力學性能。

不同構件在高溫下之抗力設計值可按表三十六公式計算。

## 三、鋼材之溫度發展

不均勻溫度分佈之構件在  $t$  時間下的抗力設計值，可保守地採用均勻溫度  $\theta_a$  分佈時之抗力設計值。而  $\theta_a$  相等於鋼材  $t$  時間下之最高溫度。

無隔火及有隔火護層之鋼構件在  $t$  時間下的最高溫度  $\theta_a$  可按第五節及第六節的方法計算。

## Secção 4

## Resistência de elementos sob a acção do fogo

## 1. Generalidades

A análise do comportamento estrutural numa situação de projecto de resistência ao fogo deverá ser baseada numa das seguintes aproximações, ou numa sua combinação:

- Modelos simples de cálculo — métodos simplificados de cálculo aplicados a elementos individuais que apresentam resultados conservadores;
- Modelos avançados de cálculo — uma análise mais realista de estruturas expostas ao fogo baseada no comportamento físico fundamental;
- Ensaios — baseada nos resultados de ensaios de resistência ao fogo.

Quando não é apropriado utilizar o método simples de cálculo, é necessário utilizar ou o método de cálculo baseado em modelos avançados de cálculo ou o método baseado nos resultados de ensaios. Neste anexo utilizam-se apenas modelos simples de cálculo.

## 2. Resistência de elementos

Nos modelos simples de cálculo, deverá assumir-se que a função de capacidade de carga de um elemento de aço mantém-se após um intervalo de tempo  $t$ , num dado fogo, se:

$$E_{fi,d} \leq R_{fi,d,t} \quad \text{em que}$$

$E_{fi,d}$  é o valor de cálculo do efeito das acções para a situação de fogo de cálculo (como  $M_{fi,Ed}$ ,  $N_{fi,Ed}$ ,  $V_{fi,Ed}$ );

$R_{fi,d,t}$  é o correspondente valor de cálculo de resistência do elemento de aço para a situação de fogo assumida, no intervalo de tempo  $t$  (como  $M_{fi,t,Rd}$ ,  $N_{fi,t,Rd}$ ,  $V_{fi,t,Rd}$ ).

O valor de cálculo de resistência  $R_{fi,d,t}$ , no intervalo de tempo  $t$ , deverá ser determinado, para a distribuição de temperaturas na secção transversal, modificando o valor de cálculo de resistência para o projecto a temperatura normal, de modo a ter em conta as propriedades do aço a temperaturas elevadas.

O valor de cálculo de resistência para diferentes elementos a temperaturas elevadas pode ser determinado a partir do Quadro 36.

## 3. Evolução da temperatura no aço

O valor de cálculo de resistência  $R_{fi,d,t}$  de um elemento, no tempo  $t$ , com uma distribuição de temperaturas não uniforme, pode conservadoramente ser tomado como igual ao valor de cálculo de resistência de um elemento com temperatura uniforme  $\theta_a$  igual ao máximo de temperatura do aço  $\theta_a$  no tempo  $t$ .

A determinação do máximo de temperatura do aço  $\theta_a$ , atingida no tempo  $t$ , pode ser determinada a partir das Secções 5 e 6 para peças de aço não protegidas e para peças de aço protegidas com material de protecção contra o fogo.

表三十六 受火作用下之構件抗力

構件類形	構件耐火抗力 $R_{fi,d,t}$ ①②
a. 受拉構件	抗拉承載力 $N_{fi,t,Rd} = k_{y,\theta} N_{Rd} [\gamma_{M,1} / \gamma_{M,fi}]$
b. 受壓構件 (第一、二或三級截面)	抗壓承載力 $N_{b,fi,t,Rd} = \left[ \frac{\chi_{fi}}{1.2} \right] A k_{y,\theta} \cdot f_y / \gamma_{M,fi}$ $\chi_{fi}$ 應按第三十六條所述之方法計算及使用： i. 挫曲曲線 c ii. 挫曲長度 $\lambda_{fi}$ 取代 $\lambda$ ③ iii. $\bar{\lambda}_{\theta}$ 取代 $\bar{\lambda}$ 其中 $\bar{\lambda}_{\theta} = \bar{\lambda} [k_{y,\theta} / k_{E,\theta}]^{0.5}$
c. 梁構件 (第一、二或三級截面)	1. 受彎及抗剪承載力 $M_{fi,t,Rd} = k_{y,\theta} M_{Rd} [\gamma_{M,1} / \gamma_{M,fi}] / \kappa_1 \kappa_2$ ④ $V_{fi,t,Rd} = k_{y,\theta} V_{Rd} [\gamma_{M,1} / \gamma_{M,fi}] / \kappa_1 \kappa_2$ ④ 2. 側向挫曲承載力 $M_{b,fi,t,Rd} = \left[ \frac{\chi_{LT,fi}}{1.2} \right] W_{pl,y} k_{y,\theta} \cdot f_y / \gamma_{M,fi}$ ⑤ $\chi_{LT,fi}$ 應按第三十八條所述之方法計算及使用 $\bar{\lambda}_{LT,\theta}$ 取代 $\bar{\lambda}_{LT}$ 其中 $\bar{\lambda}_{LT,\theta} = \bar{\lambda}_{LT} [k_{y,\theta} / k_{E,\theta}]^{0.5}$
d. 同時受壓及受彎構件 (第一、二或三級截面)	應按第三十七條所述之方法計算及使用： i. $M_{fi,Ed}$ 取代 $M_{Sd}$ ii. $N_{fi,Ed}$ 取代 $N_{Sd}$ iii. $\chi_{fi} / 1.2$ 取代 $\chi$ iv. $\chi_{LT,fi} / 1.2$ 取代 $\chi_{LT}$ v. $k_{y,\theta} f_y$ 取代 $f_y$ vi. $\gamma_{M,fi}$ 取代 $\gamma_{M,1}$
註： ① $k_{y,\theta}$ , $k_{E,\theta}$ 相等於 t 小時後鋼材到達最高溫度時之屈服強度及彈性模量折減係數(見第三節)。 ② $N_{Rd}$ , $M_{Rd}$ 及 $V_{Rd}$ 相等於正常溫度設計下之軸力、彎矩及剪力承載力。 ③ 在側撐框架情況下，若每一層由有足夠耐火能力之隔火間隔組成，其挫曲長度 $\lambda_{fi}$ 可取以下的數值： - 中層： $\lambda_{fi} = 0.5 \lambda$ - 頂層： $\lambda_{fi} = 0.7 \lambda$ ④ 調配係數 $\kappa$ 應採用以下數值： $\kappa_1 = 1.0$ 四面受火作用之梁 $\kappa_1 = 0.7$ 三面受火作用之梁，第四面受混凝土或組合板保護 $\kappa_2 = 0.85$ 超靜梁的支承處 $\kappa_2 = 1.0$ 其他情況 ⑤ 如 $\bar{\lambda}_{LT,\theta} \leq 0.4$ ，不需考慮側向挫曲	

Quadro 36. Resistência de cálculo de elementos sujeitos à acção do fogo

Tipo de elemento	$R_{fi,d,t}$ ❶ ❷
a. Elemento à tracção	Resistência à força de tracção $N_{fi,Rd} = k_{y,\theta} N_{Rd} [\gamma_{M,1} / \gamma_{M,fi}]$
b. Elemento à compressão, com secções transversais de Classe 1, Classe 2 ou Classe 3	Resistência à força de compressão $N_{b,fi,Rd} = \left[ \frac{\chi_{fi}}{1,2} \right] A k_{y,\theta} f_y / \gamma_{M,fi}$ $\chi_{fi}$ deverá ser determinado como indicado no Artigo 36 ° utilizando i. curva de encurvadura c ii. comprimento de encurvadura $\lambda_{fi}$ em vez de $\lambda$ ❸ iii. $\bar{\lambda}_{\theta}$ em vez de $\bar{\lambda}$ , em que $\bar{\lambda}_{\theta} = \bar{\lambda} [k_{y,\theta} / k_{E,\theta}]^{0,5}$
c. Vigas com secções transversais de Classe 1, Classe 2 ou Classe 3	1. Resistência ao momento e esforço transverso $M_{fi,Rd} = k_{y,\theta} M_{Rd} [\gamma_{M,1} / \gamma_{M,fi}] / \kappa_1 \kappa_2$ ❹ $V_{fi,Rd} = k_{y,\theta} V_{Rd} [\gamma_{M,1} / \gamma_{M,fi}] / \kappa_1 \kappa_2$ ❹ 2. Resistência ao Momento para LTB $M_{b,fi,Rd} = \left[ \frac{\chi_{LT,fi}}{1,2} \right] W_{ply} k_{y,\theta} f_y / \gamma_{M,fi}$ ❺ $\chi_{LT,fi}$ deverá ser determinado como indicado no Artigo 38 ° utilizando $\bar{\lambda}_{LT,\theta}$ em vez de $\bar{\lambda}_{LT}$ em que $\bar{\lambda}_{LT,\theta} = \bar{\lambda}_{LT} [k_{y,\theta} / k_{E,\theta}]^{0,5}$
d. Elementos com secções transversais de Classe 1, Classe 2 ou Classe 3, sujeitas a flexão e compressão axial	Deverá satisfazer as condições referidas no artigo 37 ° utilizando i. $M_{fi,Ed}$ em vez de $M_{Sd}$ ii. $N_{fi,Ed}$ em vez de $N_{Sd}$ iii. $\chi_{fi} / 1,2$ em vez de $\chi$ iv. $\chi_{LT,fi} / 1,2$ em vez de $\chi_{LT}$ v. $k_{y,\theta} f_y$ em vez de $f_y$ vi. $\gamma_{M,fi}$ em vez de $\gamma_{M1}$
<p>Notas:</p> <p>❶ <math>k_{y,\theta}</math>, <math>k_{E,\theta}</math> é o coeficiente de redução para a tensão de cedência e módulo de elasticidade à temperatura máxima do aço atingida no intervalo de tempo t (ver Secção 3).</p> <p>❷ <math>N_{Rd}</math>, <math>M_{Rd}</math>, <math>V_{Rd}</math> são as resistências das forças axiais, momentos flectores e forças de corte para os valores de cálculo à temperatura normal.</p> <p>❸ No caso específico de uma estrutura de aço reticulada, em que cada piso engloba uma secção diferente de fogo com suficiente resistência ao fogo, o comprimento de encurvadura <math>\lambda_{fi}</math> poderá ser calculado da seguinte forma: - piso intermédio: <math>\lambda_{fi} = 0,5 \lambda</math> - último piso <math>\lambda_{fi} = 0,7 \lambda</math></p> <p>❹ O coeficiente de adaptação <math>\kappa</math> deverá ser o seguinte: <math>\kappa_1 = 1,0</math> para uma viga exposta em todos os quatro lados <math>\kappa_1 = 0,7</math> para uma viga exposta em três lados, com uma laje de compósito ou de betão no quarto lado <math>\kappa_2 = 0,85</math> nos suportes de uma viga estaticamente indeterminada <math>\kappa_2 = 1,0</math> em todos os outros casos</p> <p>❺ Em que <math>\bar{\lambda}_{LT,\theta} \leq 0,4</math>, não é necessário efectuar nenhum ajuste para a encurvadura lateral das vigas.</p>	

## 第五節

## 無隔火護層之鋼結構內部的溫度發展

## Secção 5

## Evolução da temperatura do aço em peças internas não protegidas

一、使用等效均勻溫度分佈方法之截面，在一定間隔時間 $\Delta t$ 內，無隔火護層鋼構件之上升溫度可按下式計算：

$$\Delta\theta_{a,t} = \frac{A_m / V}{c_a \rho_a} h_{net,d} \Delta t$$

式中：

$A_m / V$  無保護層鋼構件之截面係數

$A_m$  每單位長度構件之外露面積

$V$  每單位長度構件之體積

$c_a$  高溫下鋼材之比熱 [J/kgK]

$\rho_a$  高溫下鋼材之密度 [kg/m<sup>3</sup>]

$h_{net,d}$  每單位面積之熱流量設計值 [W/m<sup>2</sup>]

$\Delta t$  間隔時間

二、 $h_{net,d}$  之值應使用  $\epsilon_{res} = 0.5$  及按 ENV1991-2-2 所述之方法計算。

三、 $c_a$ 、 $\rho_a$  應採用第三節所規定之數值。

四、 $\Delta t$  之值不應超過 5 秒。

五、截面係數  $A_m / V$  不應採用小於 10m<sup>-1</sup> 之數值。表三十七提供一一些無保護層鋼構件的截面係數  $A_m / V$  計算公式。

1. Para uma distribuição de temperaturas uniforme equivalente na secção transversal, o aumento de temperatura  $\Delta\theta_{a,t}$  num elemento de aço não protegido durante um intervalo de tempo  $\Delta t$  pode ser determinado a partir de:

$$\Delta\theta_{a,t} = \frac{A_m / V}{c_a \rho_a} h_{net,d} \Delta t \text{ em que}$$

$A_m / V$  é o coeficiente de secção para elementos de aço não protegidos;

$A_m$  é a área superficial exposta do elemento por unidade de comprimento;

$V$  é o volume do elemento por unidade de comprimento;

$c_a$  é o calor específico do aço [J / kg K];

$\rho_a$  é a massa volúmica do aço [kg / m<sup>3</sup>];

$h_{net,d}$  é o valor de cálculo do fluxo térmico útil por unidade de área [W/m<sup>2</sup>];

$\Delta t$  é o intervalo de tempo [segundos];

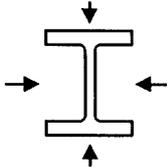
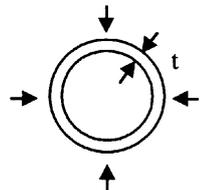
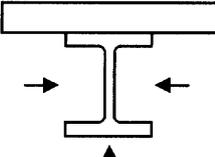
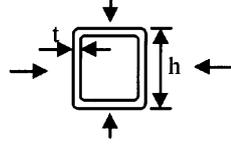
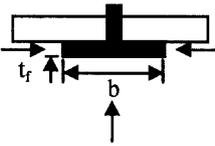
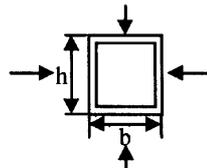
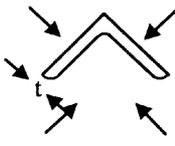
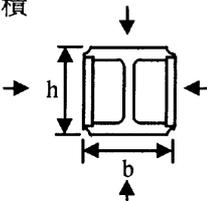
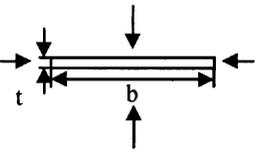
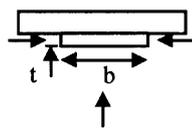
2. O valor de  $h_{net,d}$  deverá ser obtido a partir da norma ENV1991-2-2 utilizando  $\epsilon_{res} = 0,5$ .

3. Os valores de  $c_a$ ,  $\rho_a$  devem ser determinados como o indicado na Secção 3.

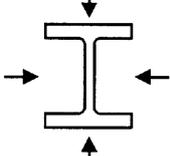
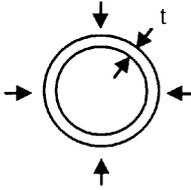
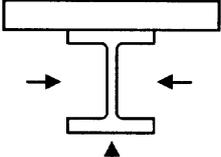
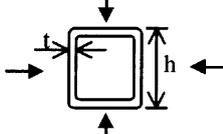
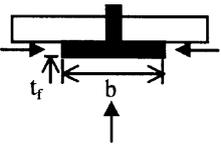
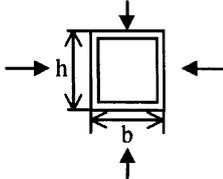
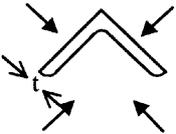
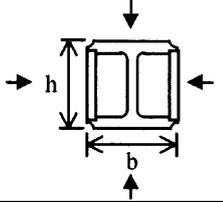
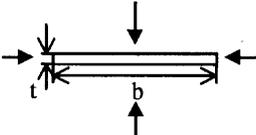
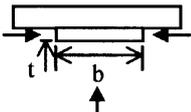
4. O valor de  $\Delta t$  não deverá ser mais do que 5 segundos.

5. O valor de  $A_m / V$  não deverá ser menor do que 10m<sup>-1</sup>. São apresentadas no Quadro 37 algumas expressões para determinação dos valores de cálculo do coeficiente de secção  $A_m / V$  para elementos de aço não protegidos.

表三十七 無隔火護層鋼材的截面係數  $A_m/V$

<p>四面受火作用之開放式截面：</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{周長}}{\text{截面面積}}$ 	<p>四面受火作用之鋼管</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{1}{t}$ 
<p>三面受火作用之開放式截面：</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{受火作用之面積}}{\text{截面面積}}$ 	<p>三面受火作用之空心截面(或均厚焊接箱形截面)：</p> <p>如果 <math>t \ll b</math>: <math>A_m / V \cong 1 / t</math></p> 
<p>三面受火作用之 I 型截面翼板：</p> $A_m / V = (b + 2 t_f) / (b t_f)$ <p>如果 <math>t \ll b</math>: <math>A_m / V \cong 1 / t_f</math></p> 	<p>四面受火作用之焊接箱型截面：</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{2(b+h)}{\text{截面面積}}$ 
<p>四面受火作用之角鋼 (或其他均厚開放式截面)：</p> $A_m / V = 2 / t$ 	<p>四面受火作用之 I 型截面(有箱型加強板)：</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{2(b+h)}{\text{截面面積}}$ 
<p>四面受火作用之扁鋼：</p> $A_m / V = 2 (b + t) / (b t)$ <p>如果 <math>t \ll b</math>: <math>A_m / V \cong 2 / t_f</math></p> 	<p>三面受火作用之扁鋼：</p> $A_m / V = (b + 2t) / (bt)$ <p>如果 <math>t \ll b</math>: <math>A_m / V \cong 1 / t</math></p> 

**Quadro 37. Coeficiente de secção  $A_m / V$  para elementos de aço não protegidos**

<p>Secção aberta exposta ao fogo em todos os lados:</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{perímetro}}{\text{área da secção transversal}}$ 	<p>Tubo exposto ao fogo em todos os lados:</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{1}{t}$ 
<p>Secção aberta exposta ao fogo em três lados:</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{superfície exposta ao fogo}}{\text{área da secção transversal}}$ 	<p>Secção tubular (ou secção oca soldada de espessura uniforme) exposta ao fogo em todos os lados: Se <math>t \ll b</math>: <math>A_m / V \cong 1 / t</math></p> 
<p>Banzo de secção I exposto ao fogo em três lados:</p> $A_m / V = (b + 2 t_f) / (b t_f)$ <p>Se <math>t \ll b</math>: <math>A_m / V \cong 1 / t_f</math></p> 	<p>Secção oca soldada exposta ao fogo em todos os lados:</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{2(b+h)}{\text{área da secção transversal}}$ 
<p>Cantoneira (ou qualquer secção aberta de espessura uniforme) exposta ao fogo em todos os lados:</p> $A_m / V = 2 / t$ 	<p>Secção I com reforço em caixa, exposta ao fogo em todos os lados:</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{2(b+h)}{\text{área da secção transversal}}$ 
<p>Barra plana exposta ao fogo em todos os lados:</p> $A_m / V = 2 (b + t) / (b t)$ <p>Se <math>t \ll b</math>: <math>A_m / V \cong 2 / t_f</math></p> 	<p>Barra plana exposta ao fogo em três lados:</p> $A_m / V = (b + 2t) / (bt)$ <p>Se <math>t \ll b</math>: <math>A_m / V \cong 1 / t</math></p> 

## 第六節

## 有隔火護層之鋼結構內部的溫度發展

一、使用均勻溫度分佈方法之截面，在一定間隔時間  $\Delta t$  內，有隔火保護層鋼構件之上升溫度可按  $\Delta\theta_{a,t}$  下式計算：

$$\Delta\theta_{a,t} = \frac{\lambda_p A_p / V (\theta_{g,t} - \theta_{a,t})}{d_p c_a \rho_a (1 + \phi/3)} \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \Delta\theta_{g,t}$$

但  $\Delta\theta_{a,t} \geq 0$

$$\text{且 } \phi = \frac{c_p \rho_p}{c_a \rho_a} d_p A_p / V$$

式中：

$A_p / V$	有隔火護層鋼構件之截面係數
$A_p$	每單位長度構件受保護之表面積
$V$	每單位長度構件之體積
$c_a, c_p$	高溫下鋼材及隔火材料之比熱[J/kg K]
$d_p$	隔火材料之厚度[m]
$\Delta t$	間隔時間[s]
$\theta_{a,t}$	在 t 時間下之鋼材溫度
$\theta_{g,t}$	在 t 時間下之環境氣溫
$\Delta\theta_{g,t}$	在一定時間 $\Delta t$ 內之環境氣溫
$\lambda_p$	隔火材料之導熱性[W/mK]
$\rho_a$	鋼材密度[kg/m <sup>3</sup> ]
$\rho_p$	隔火材料密度[kg/m <sup>3</sup> ]

二、鋼材及隔火材料之  $c$ 、 $\lambda$  及  $\rho$  值應按第三節之方法計算。

三、 $\Delta t$  之值不應超過 30 秒。

四、隔火材料之  $A_p$  值一般應取內壁面積，但與鋼構件有間隙之空心外殼可一樣採用無間隙空心外殼之值。表三十八提供一些有保護層鋼構件的截面係數  $A_p / V$  計算公式。

## Secção 6

## Evolução da temperatura do aço de peças internas isoladas por material de protecção contra o fogo

1. Para uma distribuição de temperaturas uniforme numa secção transversal, o aumento de temperatura  $\Delta\theta_{a,t}$  de um elemento de aço isolado, durante um intervalo de tempo  $\Delta t$ , pode ser obtido a partir de:

$$\Delta\theta_{a,t} = \frac{\lambda_p A_p / V (\theta_{g,t} - \theta_{a,t})}{d_p c_a \rho_a (1 + \phi/3)} \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \Delta\theta_{g,t} \text{ mas } \Delta\theta_{a,t} \geq 0$$

com:

$$\phi = \frac{c_p \rho_p}{c_a \rho_a} d_p A_p / V$$

em que:

$A_p / V$  é o coeficiente de secção para elementos de aço isolados por material de protecção contra o fogo;

$A_p$  é a área superficial exposta protegida do elemento por unidade de comprimento;

$V$  é o volume do elemento por unidade de comprimento;

$c_a, c_p$  é o calor específico do aço e do material isolante [J / kg K];

$d_p$  é a espessura do material de protecção contra o fogo [m];

$\Delta t$  é o intervalo de tempo [segundos];

$\theta_{a,t}$  é a temperatura do aço no tempo t;

$\theta_{g,t}$  é a temperatura do gás ambiente no tempo t;

$\Delta\theta_{g,t}$  é o aumento da temperatura do gás ambiente durante o intervalo de tempo  $\Delta t$ ;

$\lambda_p$  é a condutividade térmica do material de protecção contra o fogo [W/mK];

$\rho_a$  é a massa volúmica do aço [kg / m<sup>3</sup>];

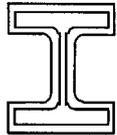
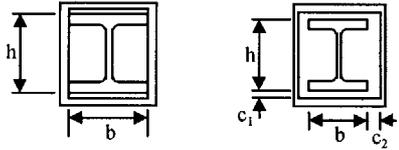
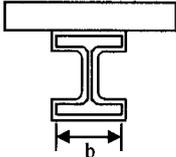
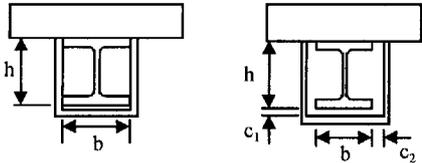
$\rho_p$  é a massa volúmica do material de protecção contra o fogo [kg / m<sup>3</sup>].

2. Os valores de  $c$ ,  $\lambda$  e  $\rho$  para o aço e para o material de protecção contra o fogo deverão ser determinados como foi descrito na Secção 3.

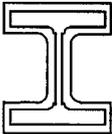
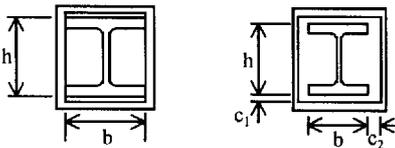
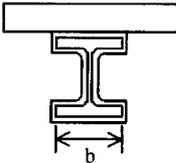
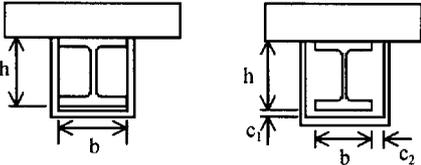
3. O valor de  $\Delta t$  não deverá ser menor do que 30 segundos.

4. O valor de  $A_p$  do material de protecção contra o fogo deverá geralmente ser tomado como a área da superfície interior, mas para um isolamento tubular, com uma tolerância à volta do elemento de aço, pode ser adoptado o mesmo valor para o isolamento tubular sem a tolerância. Alguns dos valores de cálculo do coeficiente de secção  $A_p / V$  para elementos de aço isolados são apresentados no Quadro 38.

表三十八 有隔火護層鋼材的截面係數  $A_p / V$

隔火護層類形	描述	截面係數 ( $A_p / V$ )
	均厚截面外殼	$\frac{\text{鋼材周長}}{\text{鋼材截面面積}}$
	均厚空心外殼 ❶	$\frac{2(b+h)}{\text{鋼材截面面積}}$
	均厚截面外殼，三面受火作用	$\frac{\text{鋼材周長} - b}{\text{鋼材截面面積}}$
	均厚空心外殼 ❶，三面受火作用	$\frac{2h+b}{\text{鋼材截面面積}}$
註： ❶ 間隙尺寸 $c_1$ 及 $c_2$ 一般不應大於 $h / 4$		

**Quadro 38. Coeficiente de secção  $A_p / V$  para elementos de aço isolados por material de protecção contra o fogo**

Secção	Descrição	Coeficiente de secção ( $A_p / V$ )
	Isolamento circundante de espessura uniforme	$\frac{\text{perímetro de aço}}{\text{área da secção transversal de aço}}$
	Isolamento tubular ❶ de espessura uniforme	$\frac{2 (b + h)}{\text{área da secção transversal de aço}}$
	Isolamento circundante de espessura uniforme, exposto ao fogo em três lados	$\frac{\text{perímetro de aço} - b}{\text{área da secção transversal de aço}}$
	Isolamento tubular ❶ de espessura uniforme, exposto ao fogo em três lados	$\frac{2 h + b}{\text{área da secção transversal de aço}}$
Nota: ❶ A folga de dimensões $c_1$ e $c_2$ não deve normalmente exceder $h / 4$		

附件四

組合梁剪力連接件之安全性確定

第一節

總則

一、宗旨

本附件制定了屬於組合結構中剪力連接件部份的設計。有關組合梁及組合板之設計不屬本附件討論範圍，其設計方法應按 ENV1994-1-1 執行。

ANEXO IV

Verificação da segurança em relação a junções de corte em vigas mistas

Secção 1

Generalidades

1. Objecto

O objecto deste anexo relaciona-se com o projecto de ligações ao corte, que é parte do projecto de estruturas mistas. Os requisitos de projecto de vigas e lajes mistas não são abordados neste anexo, devendo ser consultado para esse efeito a norma ENV1994-1-1.

沿著梁的縱向上應提供足夠剪力連接件及橫向鋼筋，使其能在極限狀態下承受鋼梁與混凝土板二者疊合面之間的縱向水平剪力，設計時並忽略兩者間之固有握裹力。

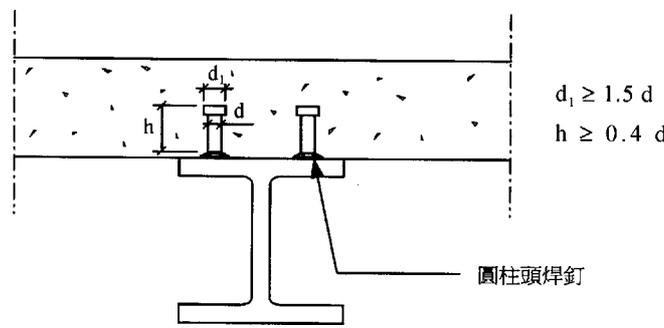
二、剪力連接件之種類

剪力連接件一般採用圓柱頭焊釘（圖九），直接或間接透過壓型鋼板焊接在鋼梁上。焊釘上圓頭的設計目的是抵抗作用在焊釘上的上舉力。其他類型之剪力連接件（如塊狀或彎起鋼筋連接件），只要具足夠變形能力仍可被使用。焊釘材料之規格要求詳列於本節第四款中。

As junções de corte e os reforços transversais deverão ser dispostos ao longo do comprimento da viga, de modo a transmitir a força longitudinal de corte entre a laje de betão e a viga de aço no estado limite último, ignorando o efeito da ligação natural entre os dois.

2. Tipo de junções de corte

As junções de corte tomam, em geral, a forma de um parafuso com cabeça e sem rosca (Figura 9) soldados à viga de aço, quer directamente quer através de chapas de aço perfiladas. O propósito da cabeça é o de resistir a qualquer uma das componentes de levantamento das forças aplicadas ao parafuso. Podem ser utilizadas outras junções de corte (tais como junções em bloco ou em arco), desde que apresentem uma capacidade de deformação adequada. Os requisitos referentes aos materiais dos parafusos devem ser os apresentados na cláusula 4 desta secção.



圖九 組合梁的標準連接件

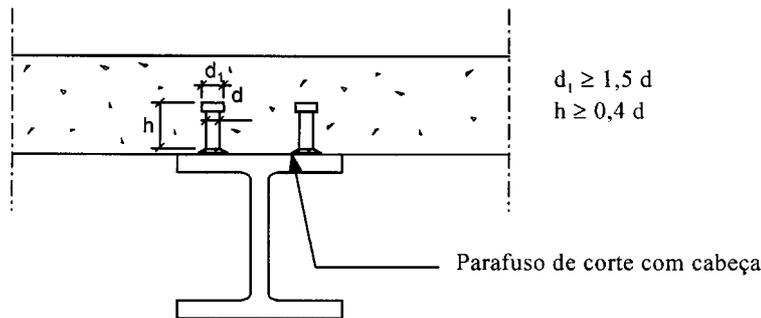


Figura 9. Junções de corte típicas numa viga mista

三、混凝土及鋼材之要求

任何情況下，混凝土及鋼材設計所用的材料特性應按本規章第四章及REBAP內之規定使用。一些常用特性與安全係數總結如下：

3. Betão e aço

As propriedades dos materiais betão e aço a adoptar para efeitos de cálculo deverão, em todos os casos, ser utilizadas em conjugação com o REBAP e com o Capítulo IV do presente regulamento. Algumas propriedades e coeficientes de segurança são sumariados de seguida:

$\gamma_a = 1.10$  結構鋼材之分項安全係數 ( $=\gamma_{MO}$ )

$\gamma_a = 1,10$  coeficiente parcial de segurança para aço estrutural ( $=\gamma_{MO}$ );

$\gamma_c = 1.5$  混凝土之分項安全係數

$\gamma_s = 1.15$  鋼筋之分項安全係數

$\gamma_{ap} = 1.10$  壓型鋼板之分項安全係數

$f_{ck}$  = 混凝土抗壓強度標準值 (見 REBAP)

$f_{sk}$  = 鋼筋屈服強度標準值 (見 REBAP)

$f_y$  = 結構鋼材之屈服強度 (見第四章)

$f_{yp}$  = 壓型鋼板之屈服強度標準值 (見 ENV1993-1-3)

#### 四、剪力連接件的要求

連接件材料的品質應考慮性能上的要求與安裝方法。當採用焊接安裝時，材料的品質應考慮焊接技術的使用。使用彎起鋼筋連接件時須特別注意材料是否具足夠焊接性能。

連接件材料的力學性能應符合下列要求：

- 鋼材規定之抗拉強度  $f_u$  與屈服強度  $f_y$  之比值應大於 1.2；
- 原始標距為  $5.65 \sqrt{A_0}$  (其中  $A_0$  為原始截面面積) 之拉伸試件，其破壞後之伸長率應大於 12%；
- 對於圓柱頭焊釘，上述材料特性是指焊釘成品。

圓柱頭焊釘的釘頭直徑不應小於 1.5d，釘頭厚度亦不應小於 0.4d，其中 d 為焊釘直徑 (見圖九)。

## 第二節

### 剪力連接件之基本設計原則

#### 一、一般規定

連接件的數量最少應相等於縱向剪力設計值  $V_\lambda$  除以連接件承載力設計值  $P_{Rd}$ 。其關係可由下式表達：

$$N_f = \frac{V_\lambda}{P_{Rd}}$$

式中： $N_f$  = 全抗剪設計之連接件數量

$V_\lambda$  = 縱向剪力設計值 (見第三節)

$P_{Rd}$  = 連接件承載力設計值 (見第四及第五節)

$\gamma_c = 1,5$  coeficiente parcial de segurança para betão;

$\gamma_s = 1,15$  coeficiente parcial de segurança para reforço em aço;

$\gamma_{ap} = 1,10$  coeficiente parcial de segurança para aço perfilado;

$f_{ck}$  = resistência característica do betão (ver REBAP);

$f_{sk}$  = tensão de cedência característica do reforço (ver REBAP);

$f_y$  = tensão de cedência nominal de aço estrutural (ver Capítulo IV);

$f_{yp}$  = tensão de cedência característica de chapa de aço perfilado (ver ENV 1993-1-3).

#### 4. Junções de corte

O material da junção deverá de ser de uma qualidade tal que toma em consideração o desempenho exigido e o método de fixação ao aço estrutural. Quando a fixação é executada por soldadura, a qualidade do material deve ter em consideração a técnica de soldadura a ser utilizada, se âncoras ou arcos são utilizados como junções de corte, e um cuidado especial na verificação da qualidade do material em relação à sua soldabilidade.

As propriedades mecânicas especificadas do material da junção deverão estar de acordo com os seguintes requisitos:

- A relação entre a tensão de rotura especificada  $f_u$  e a tensão de cedência mínima especificada  $f_y$  não deverá ser inferior a 1,2;
- O alongamento até à fractura num indicador de comprimento de  $5,65 \sqrt{A_0}$  (em que  $A_0$  é a área original da secção transversal) não deverá ser inferior a 12%.
- Para parafusos, estas propriedades do material relacionam-se com o produto acabado.

As cabeças das junções de parafusos devem ter um diâmetro não inferior a 1,5 d e uma altura não inferior a 0,4 d, em que d é o diâmetro do corpo do parafuso (ver Figura 9).

## Secção 2

### Bases de cálculo

#### 1. Generalidades

O número de ligações deve ser pelo menos igual ao valor de cálculo do esforço de corte  $V_\lambda$  dividido pelo valor de cálculo da resistência de uma ligação  $P_{Rd}$ . Esta relação pode ser expressa pela seguinte equação:

$$N_f = \frac{V_\lambda}{P_{Rd}}$$

em que:

$N_f$  = número de junções de corte completas necessárias;

$V_\lambda$  = valor de cálculo do esforço de corte longitudinal (ver Secção 3);

$P_{Rd}$  = valor de cálculo da resistência das junções de corte (ver Secções 4 e 5).

## 二、計算方法

採用塑性理論方法確定承載力設計值，僅適用於有效組合截面屬一級或二級之情況。彈性理論方法均適用於任何級別之截面，其使用方法不在本附件中討論。

在組合梁設計中，採用塑性理論計算臨界截面的彎矩承載力時，可使用兩種概念設計剪力連接件：

■ 全抗剪連接（見第四節第一款）：實際使用連接件的數量 $N$ 等於或大於全抗剪連接設計時之數量 $N_f$ ，連接件數量超過 $N_f$ 時構件之彎矩承載力 $M_{pl,Rd}$ 不會增加；

■ 部份抗剪連接（見第四節第二款）：實際使用連接件的數量 $N$ 少於全抗剪連接設計時之數量 $N_f$ 。構件之塑性彎矩承載力 $M_{pl,Rd}$ 應按抗剪度折減。部份抗剪連接一般用於當極限荷載設計值少於構件的承載力時。部份抗剪連接的使用限制詳列於第二節第四款中。

## 三、設計假定

剪力連接應具足夠能力抵抗混凝土板的上舉力。除非剪力連接件直接承受拉力，否則按第三節至第六節設計之圓柱頭焊釘已可假設具有足夠的上舉抵抗力。

應避免縱向剪力破壞及因連接件的集中力而導致混凝土板出現剪裂情況。若剪力連接件的細部設計按第六節執行，則可假設縱向剪力破壞及剪裂情況不會發生。

只要有試驗證明連接件之行為及強度足夠，並由概念性的模型支持，則可使用不同於本附件所提供的方法去計算鋼構件與樓板間的縱向剪力傳遞。

## 四、剪力連接件的變形能力

為了與結構設計中對剪力連接件所作之理想塑性行為的假設相符，韌性連接件應具有足夠之變形能力。

應使用直徑在16至22mm間之圓柱頭焊釘，焊釘於焊接安裝後其整體長度應大於4倍焊釘直徑。若焊釘之抗剪度由 $N/N_f$ 之比確定（表三十九），則可考慮為韌性剪力連接件。

## 2. Análise

O valor de cálculo da resistência pode ser determinado usando a teoria da plasticidade apenas quando a secção efectiva mista é de Classe 1 ou Classe 2. A análise elástica pode ser aplicada a secções transversais de qualquer classe e não é abordada no presente regulamento.

Para vigas mistas em que se utiliza a teoria da plasticidade, para obter valores de cálculo de resistência à flexão de secções transversais críticas, são aplicáveis dois conceitos para o projecto de junções de corte:

• Ligações de corte completas (ver cláusula 1 da Secção 4) — o número real de junções de corte  $N$  é igual ou superior ao número necessário  $N_f$  para ligação completa e o aumento do número das junções de corte não iria aumentar o valor de cálculo da resistência à flexão  $M_{pl,Rd}$  do elemento;

• Ligações de corte parciais (ver cláusula 2 da Secção 4) — o número real de junções de corte  $N$  é inferior ao número necessário  $N_f$  calculado para ligações de corte completas. A capacidade de momento plástico  $M_{pl,Rd}$  do elemento deverá ser reduzida. Geralmente podem ser utilizados se o valor de cálculo da carga última for inferior a aquele que seria suportado pelo elemento. Os limites à utilização de ligações de corte parciais são apresentados na cláusula 4 da secção 2.

## 3. Hipóteses de cálculo

As junções de corte deverão ser capazes de oferecer resistência ao levantamento da laje de betão. Pode-se assumir que as junções de corte com parafusos de cabeça, de acordo com as Secções 3 a 6, fornecem resistência suficiente ao levantamento, a não ser que a junção de corte se encontre sujeita a tracção directa.

A rotura por corte longitudinal e a fractura da laje de betão, devido a forças concentradas aplicadas pelas junções, deverá ser evitada. Se os detalhes da junção de corte estiverem de acordo com a Secção 6, pode assumir-se que a rotura por corte longitudinal e a fractura são evitadas.

Os métodos de interligação, além das junções de corte abordadas neste capítulo, podem ser utilizadas para efectuar a transmissão de esforços longitudinais entre o elemento de aço e a laje, desde que a adequabilidade em relação ao comportamento e à resistência seja demonstrada por ensaios e suportada por um modelo conceptual.

## 4. Capacidade de deformação de junções de corte

Junções dúcteis são aquelas com suficiente capacidade de deformação que justifiquem a hipótese de comportamento plástico ideal da junção de corte na estrutura considerada.

Os parafusos com cabeça, com um comprimento total após soldadura não inferior a 4 vezes o diâmetro, e com um corpo de diâmetro não inferior a 16 mm e não excedendo os 22 mm, podem ser considerados como dúcteis, dentro dos seguintes limites, para o grau da junção de corte, que é definido pela razão  $N/N_f$  (Quadro 39).

表三十九 韌性剪力連接件的抗剪度限制

鋼材截面	跨度 (m)	抗剪度
等邊翼板	$L \leq 5$	$\frac{N}{N_f} \geq 0.4$
	$5 \leq L \leq 25$	$\frac{N}{N_f} \geq 0.25 + 0.03L$
	$L \geq 25$	$\frac{N}{N_f} \geq 1.0$
不等邊翼板 ( $A_{b,r} < 3 A_{t,r}$ )	$L \leq 20$	$\frac{N}{N_f} \geq 0.4 + 0.03L$
	$L \geq 20$	$\frac{N}{N_f} \geq 1.0$

註：  
 $N_f$  = 按全抗剪連接計算在梁相關長度上的剪力連接件數量  
 $N$  = 在梁的同一長度上實際使用的剪力連接件數量  
 $A_{b,r}$ ,  $A_{t,r}$  = 底部及頂部翼板面積

Quadro 39. Limites para o grau de junção de corte em junções dúcteis

Secção do aço	Vão (m)	Grau da Junção de corte
Banzos iguais	$L \leq 5$	$\frac{N}{N_f} \geq 0,4$
	$5 \leq L \leq 25$	$\frac{N}{N_f} \geq 0,25 + 0,03L$
	$L \geq 25$	$\frac{N}{N_f} \geq 1,0$
Banzos diferentes ( $A_{b,r} < 3 A_{t,r}$ )	$L \leq 20$	$\frac{N}{N_f} \geq 0,4 + 0,03L$
	$L \geq 20$	$\frac{N}{N_f} \geq 1,0$

Nota:  
 $N_f$  = número de junções de corte determinado para o comprimento relevante da viga de acordo com o valor de cálculo de ligações de corte completas  
 $N$  = número de junções de corte dentro do mesmo comprimento de viga  
 $A_{b,r}$ ,  $A_{t,r}$  = área do fundo e do topo do banzo

## Secção 3

## 第三節

## Espaceamento entre junções de corte

## 剪力連接件間距的要求

一、設計縱向剪力可考慮為適當地分佈於梁上，故剪力連件應佈置於梁上以傳遞縱向剪力及防止混凝土板與鋼梁分離。

1. As junções de corte devem ser espaçadas ao longo da viga de modo a transmitir o corte longitudinal e prevenir a separação entre a laje de betão e a viga de aço, tendo em consideração uma distribuição apropriada do valor de cálculo do esforço de corte longitudinal.

二、於懸臂樑及連續樑的負彎矩區內，剪力連接件的佈置應配合受拉鋼筋的截斷位置及忽略其錨固長度。

三、在縱向抗剪承載力驗算中，臨界長度 $L_{cr}$ 是由混凝土與結構鋼疊合面之兩個臨界截面間的距離組成。只要符合下列條件，按第五節及第六節設計之圓柱頭焊釘可平均分佈在 $L_{cr}$ 上。

- 沿跨度上所有臨界截面屬一級或二級；
- 當以 $L_{cr}$ 取代 $L$ 後， $N/N_f$ 可滿足表三十九的限制；
- 組合截面之塑性彎矩承載力不大於淨鋼構件之2.5倍。否則需額外驗證連接件在臨界截面間約中間位置之足夠性。

#### 第四節 縱向剪力的計算

##### 一、全抗剪連接

按第三節佈置的剪力連接件，其縱向剪力設計值 $V_\lambda$ 可按下列情況計算：

- 在最大正彎矩點與簡支座之間

$$V_\lambda = F_{cf}$$

式中：

$$F_{cf} = \frac{A_a f_y}{\gamma_a} \text{ 或 } F_{cf} = \frac{0.85 A_c f_{ck}}{\gamma_c} + \frac{A_{se} f_{sk}}{\gamma_s}$$

取少值者。

$A_a$  = 結構件之截面面積

$A_c$  = 混凝土有效截面面積

$A_{se}$  = 包括在受彎承載力計算中，任何縱向受壓鋼筋面積

以上的面積均指最大正彎矩點之截面

- 在最大正彎矩點與中間支座或固定支座之間

$$V_\lambda = F_{cf} + \frac{A_s f_{sk}}{\gamma_s} + \frac{A_{ap} f_{yp}}{\gamma_{ap}}$$

2. Em vigas encastradas e regiões de momentos negativos de vigas contínuas, as junções de corte devem ser espaçadas de modo a acomodar a redução da tensão do reforço ignorando o comprimento de ancoragem de vigas reduzidas.

3. De modo a verificar a resistência ao corte longitudinal, um comprimento crítico  $L_{cr}$  consiste num comprimento da interface entre o aço estrutural e o betão ligados por duas secções transversais críticas. As junções de corte de parafusos, de acordo com as secções 5 e 6, podem ser espaçadas uniformemente sobre um comprimento  $L_{cr}$  desde que:

- Todas as secções críticas no vão considerado sejam de Classe 1 ou Classe 2;
- $N / N_f$  satisfaça o limite apresentado no Quadro 39, em que  $L$  é substituído por  $L_{cr}$ ;
- O momento de resistência plástica da secção mista não exceda em 2,5 vezes o momento de resistência plástica do elemento de aço isolado. De outro modo, deverão ser executadas verificações adicionais no referente à adequabilidade da junção de corte, em pontos intermédios situados aproximadamente a meia distância entre secções transversais críticas adjacentes.

#### Secção 4

#### Valor de cálculo de esforços de corte longitudinais

##### 1. Ligações de corte completas

O valor de cálculo total de corte longitudinal  $V_\lambda$  a ser resistido por junções de corte espaçadas de acordo com a Secção 3, é dado pelos seguintes casos:

- Entre o ponto de momento flector positivo máximo e um apoio simples de extremidade,

$$V_\lambda = F_{cf}$$

em que  $F_{cf}$  é o menor de:

$$F_{cf} = \frac{A_a f_y}{\gamma_a} \text{ ou } F_{cf} = \frac{0.85 A_c f_{ck}}{\gamma_c} + \frac{A_{se} f_{sk}}{\gamma_s}$$

$A_a$  = área de aço estrutural

$A_c$  = área efectiva de betão

$A_{se}$  = área de qualquer reforço longitudinal em compressão incluído no cálculo da resistência à flexão relacionando-se estas áreas à secção transversal no ponto de momento flector positivo máximo.

- Entre o ponto de momento flector positivo máximo e um suporte intermédio ou um apoio de extremidade restringido,

$$V_\lambda = F_{cf} + \frac{A_s f_{sk}}{\gamma_s} + \frac{A_{ap} f_{yp}}{\gamma_{ap}}$$

式中：

$A_s$  = 樓板縱向鋼筋之有效面積

$A_{ap}$  = 壓型鋼板之有效面積

以上的面積均指支座點之截面。而 $F_{cf}$ 應採用上式之定義及在懸臂時 $F_{cf} = 0$

二、部份抗剪連接

若連接件第二節第四款定義為韌性，可假設使用塑性理論計算臨界面之彎矩承载力，在極限狀態下能夠產生一定位移。在欠缺更精確的計算時，縱向剪力 $V_\lambda$ 可按下列的情況計算：

- 在正彎矩截面與簡支座之間

$$V_\lambda = F_c$$

式中：
$$F_c = \frac{M_{Sd} - M_{apl,Rd}}{M_{pl,Rd} - M_{apl,Rd}} F_{cf}$$

$M_{apl,Rd}$  = 淨鋼構件之塑性受彎承载力設計值

$M_{pl,Rd}$  = 組合截面之塑性受彎承载力設計值

- 在正彎矩截面與中間支座或固定支座之間

$$V_\lambda = F_c + \frac{A_s f_{sk}}{\gamma_s} + \frac{A_{ap} f_{yp}}{\gamma_{ap}}$$

若剪力連接件按第二節第四條款定義為非韌性，縱向剪力之計算應按臨界面的應力分佈及以鋼材與混凝土間完全連接為依據。非韌性連接件之設計應參照 ENV1994-1-1 第 6.2 點的要求。

第五節

剪力連接件在實心混凝土板上的承载力設計值

一、使用一般焊接套環之自動焊接圓柱頭焊釘，其抗剪承载力設計值 $P_{Rd}$ 應取以下較少值：

$$P_{Rd} = 0.8 f_u \left( \frac{\pi d^2}{4} \right) \frac{1}{\gamma_v}$$

或 
$$P_{Rd} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} \frac{1}{\gamma_v}$$

式中：

$d$  = 焊接直徑

$f_u$  = 焊釘之規定抗拉強度 (<500N/mm<sup>2</sup>)

em que:

$A_s$  = área efectiva do reforço longitudinal da laje

$A_{ap}$  = área efectiva de qualquer chapa de aço perfilada relacionando-se estas áreas à secção transversal no suporte.

$F_{cf}$  é como acima referida, e toma o valor de zero para uma viga encastrada.

2. Ligações de corte parciais

Se as junções são dúcteis, como definido na cláusula 4 da Secção 2, pode assumir-se que pode ocorrer escorregamento suficiente no estado limite último para momentos de resistência em secções críticas a ser calculados pela teoria da plasticidade. Na ausência de um cálculo mais rigoroso, o corte longitudinal  $V_\lambda$  pode ser considerado como um dos seguintes casos:

- Entre a secção transversal considerada com momento flector positivo e um apoio simples de extremidade,

$$V_\lambda = F_c$$

em que: 
$$F_c = \frac{M_{Sd} - M_{apl,Rd}}{M_{pl,Rd} - M_{apl,Rd}} F_{cf}$$

$M_{apl,Rd}$  = valor de cálculo de resistência plástica à flexão da secção de aço estrutural isolada

$M_{pl,Rd}$  = valor de cálculo de resistência plástica da secção mista

- Entre a secção transversal considerada com momento flector positivo e um apoio intermédio ou com um apoio de extremidade restringido,

$$V_\lambda = F_c + \frac{A_s f_{sk}}{\gamma_s} + \frac{A_{ap} f_{yp}}{\gamma_{ap}}$$

Se as junções de corte não são dúcteis, como o definido na cláusula 4 da Secção 2, o corte longitudinal deverá ser determinado a partir da distribuição de tensões nas secções transversais críticas baseado numa continuidade total na interface entre o aço e o betão. Deve ser consultado o ponto 6.2 da norma ENV1994-1-1.

Secção 5

Valor de cálculo de resistência de junções de corte — lajes sólidas

1. O valor de cálculo de resistência ao corte  $P_{Rd}$  de um parafuso de cabeça soldado automaticamente com um cordão de soldadura normal, deverá ser o menor dos seguintes:

$$P_{Rd} = 0,8 f_u \left( \frac{\pi d^2}{4} \right) \frac{1}{\gamma_v} \text{ ou } P_{Rd} = 0,29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} \frac{1}{\gamma_v}$$

em que:

$d$  = diâmetro do corpo do parafuso;

$f_u$  = tensão de rotura especificada do parafuso (< 500 N/mm<sup>2</sup>);

$$\alpha = 0.2 [h/d+1] \quad \text{當 } 3 \leq h/d \leq 4$$

$$\alpha = 1 \quad \text{當 } h/d > 4$$

h = 焊釘的整體高度

$\gamma_v = 1.25$  分項安全係數

$E_{cm}$  = 混凝土正割彈性模量平均值

二、以上公式不可用於直徑大於 22mm 的焊釘。

三、一般焊接瓷環的最少尺寸及焊接規範應參照連接件標準的要求。

四、除剪力外還直接受拉之圓柱頭焊釘，其設計拉力  $F_{ten}$  少於  $0.1P_{Rd}$  時，拉力可忽略不計。

五、在其他不屬本節所討論之情況時，焊釘之抗剪承載力設計值應根據 ENV1994-1-1 所述之推出試驗計算。

$$\alpha = 0,2 [h / d + 1] \text{ para } 3 \leq h / d \leq 4;$$

$$\alpha = 1 \text{ para } h / d > 4;$$

h = altura total do parafuso;

$\gamma_v = 1,25$  coeficiente de segurança parcial;

$E_{cm}$  = valor médio do módulo secante do betão.

2. As equações acima apresentadas não podem ser utilizadas para parafusos com diâmetro superior a 22 mm.

3. As dimensões mínimas do cordão de soldadura e as especificações para a soldadura deverão seguir as normas de referência para junções de corte.

4. Quando parafusos de cabeça são sujeitos a esforços de tracção directos juntamente com o corte, e o valor de cálculo do esforço de tracção  $F_{ten}$  por parafuso é inferior a  $0,1 P_{Rd}$ , o esforço de tracção pode ser desprezado.

5. Para outras situações, fora do campo de aplicação desta secção, o valor de cálculo de resistência dos parafusos deverá ser determinado a partir de ensaios de pressão de acordo com a norma ENV1994-1-1.

第六節

剪力連接件在壓型鋼板上的承載力設計值

一、設計假定

本節中剪力連接件只提供梁的組合作用。若樓板的組合作用須一併考慮時，連接件的承載力應符合 ENV1994-1-1 第 6.3.3.3 條的要求。

二、板肋與梁平行之組合梁

焊釘一般佈置在混凝土板托區內（圖十）。其抗剪承載力設計值  $P_{Rd}$  應採用實心混凝土板之承載力（見第五節）再乘以下式的折減係數  $K_\lambda$ ：

$$k_\lambda = 0.6 \left( \frac{b_o}{h_p} \right) \left[ \frac{h}{h_p} - 1 \right] \leq 1.0$$

式中：h 不應大於  $h_p + 75\text{mm}$

Secção 6

Valor de cálculo de resistência para junções de corte — chapas de aço perfiladas

1. Hipóteses de cálculo

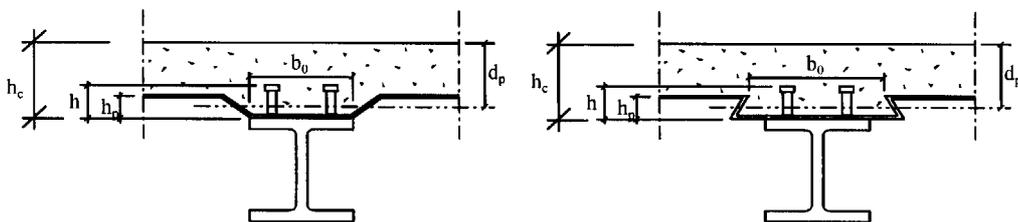
As junções de corte apresentadas nesta secção são projectadas apenas para produzir uma acção mista na viga. Se se pretender uma acção composta da laje, a combinação de esforços deve satisfazer a cláusula 6.3.3.3 da Norma ENV1994-1-1.

2. Chapas com veios paralelos às vigas de suporte

Os parafusos estão localizados numa área de betão que tem a forma da base de um arco (Figura 10). O seu valor de cálculo da resistência ao corte,  $P_{Rd}$ , deverá ser tomado como o valor da resistência numa laje sólida (ver Secção 5) multiplicado pelo coeficiente de redução  $k_\lambda$  apresentado na expressão seguinte:

$$k_\lambda = 0,6 \left( \frac{b_o}{h_p} \right) \left[ \frac{h}{h_p} - 1 \right] \leq 1,0$$

em que h não deverá ser maior que  $h_p + 75\text{ mm}$



圖十 板肋與梁平行之壓形鋼板組合梁

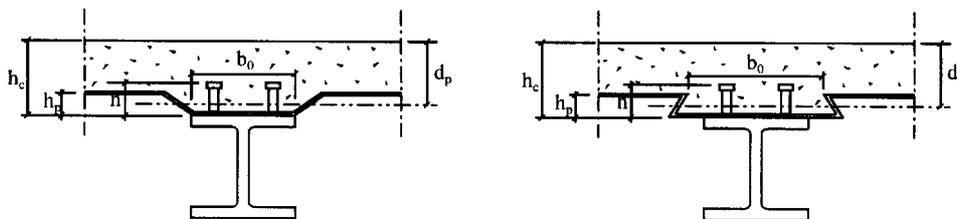


Figura 10. Viga com chapa de aço perfilada paralela à viga

### 三、板肋與梁垂直之組合梁

當焊釘佈置在波高  $h_p$  不超過 85mm 之板肋上和寬度  $b_o$  不少於  $h_p$  時，抗剪承載力設計值  $P_{Rd}$  應採用實心混凝土板之承載力（見第五節）再乘以下的折減係數  $k_t$ ：

$$k_t = \frac{0.7}{\sqrt{N_r}} \left( \frac{b_o}{h_p} \right) \left[ \frac{h}{h_p} - 1 \right] \leq 1.0$$

式中： $N_r$  ( $\leq 2$ ) 為每一肋板之焊釘數量。

### 3. Chapas com veios transversais às vigas de suporte

Quando os parafusos são colocados em veios com uma altura  $h_p$  que não excede 85 mm e com uma largura  $b_o$  que não é inferior a  $h_p$ , o valor de cálculo da resistência ao corte  $P_{Rd}$  deverá ser o valor da resistência na laje sólida (ver Secção 5) multiplicado pelo coeficiente de redução  $k_t$  apresentado na expressão seguinte:

$$k_t = \frac{0.7}{\sqrt{N_r}} \left( \frac{b_o}{h_p} \right) \left[ \frac{h}{h_p} - 1 \right] \leq 1.0$$

em que  $N_r$  ( $\leq 2$ ) é o número de parafusos por veio.

## 第七節

### 剪力連接件的構造要求

#### 一、抗分離能力

圓柱頭焊釘下表面抵抗分離力部份應比混凝土底部鋼筋高出 30mm 以上。

#### 二、混凝土的搗實及保護層厚度

剪力連接件之細部設計應使連接件底部周圍的混凝土能得到足夠之搗實。

若連接件需要保護層，其厚度應取以下較大的值：

- 大於 20mm，或；
- 按 REBAP 之鋼筋保護層厚度規定少 5mm。

若不需保護層，連接件頂面可與混凝土表面同高。

#### 三、連接件間距的要求

當設計上假設鋼與混凝土構件之穩定性由連接件保證，各剪力連接件應足夠接近以使該假設成立。

因剪力連接件的限制，鋼梁受壓翼板在低於一或二級的情況可假設為一級或二級翼板。但剪力連接件在受壓方向之中心間距不應超過以下限制：

## Secção 7

### Detalhes de junções de corte

#### 1. Resistência à separação

A superfície de uma junção exposta a esforços de separação (isto é, a parte de baixo da cabeça do parafuso) não se deverá situar a menos de 30 mm acima da parte de baixo do reforço.

#### 2. Cobertura e compactação do betão

Os detalhes das junções de corte deverão ser executados de forma a permitir uma adequada compactação do betão na base da junção.

Se for exigido um recobrimento sobre a junção, este deverá ser:

- Não inferior a 20 mm, ou
- Como o especificado no REBAP para reforços, inferior a 5 mm.

Se tal recobrimento não for exigido, o topo da junção pode ser nivelado com a superfície superior da laje de betão.

#### 3. Espaçamento entre junções

Quando no projecto se assume que a estabilidade do elemento de aço ou de betão é garantida pela junção entre os dois, então o espaçamento das junções de corte deverá ser suficientemente pequeno de modo a garantir a validade desta hipótese.

Quando se assume que um banzo de aço comprimido é de Classe 1 ou Classe 2, que de outro modo seria de uma classe inferior, devido à restrição imposta pelas junções de corte, então o espaçamento centro-a-centro das junções de corte segundo a direcção de compressão não deverá exceder os seguintes limites:

- 當樓板與梁之全長接觸（例：實心混凝土板）：

$$s \leq 22 t \sqrt{235/f_y}$$

- 當樓板不與梁之全長接觸（例：壓型鋼板肋與梁垂直）：

$$s \leq 15 t \sqrt{235/f_y}$$

- 鋼梁受壓翼板邊緣與最近一行連接件間之淨距不應超過

$$9 t \sqrt{235/f_y}$$

其中  $t$  = 翼板厚度

$f_y$  = 翼板之標稱屈服強度，N/mm<sup>2</sup>

剪力連接件之最大縱向中心距不應超過 6 倍樓板厚度  $h_c$  或 800mm。

只要在設計時有考慮非平均分佈之縱向剪力，鋼構件與樓板間很有可能出現滑移垂直分離以及翼板挫曲等情況，連接件可成組並以大於單一接件間距之方式佈置。

#### 四、鋼梁翼板尺寸的要求

受連接件焊接之鋼板或翼板，其厚度應足夠允許焊接施工，並允許應力從連接件傳遞至翼板而不會導致局部破壞或過度變形出現。

鋼梁翼板邊緣與連接件邊緣間之距離應大於 20mm。

#### 五、圓柱頭焊釘的要求

圓柱頭焊釘的整體高度不應小於  $3d$ ， $d$  為焊釘直徑。

焊釘之釘頭應符合第一節第四款的要求，或提供拉桿功能以抵抗分離力。

剪力方向的焊釘間距不應少於  $5d$ 。當使用實心混凝土板時，垂直於剪力方向的焊釘間距不應少於  $2.5d$ ，在其他情況下則不應小於  $4d$ 。

除非提供試驗資料驗證剪力連接件的承載力，否則焊釘直徑不應超過翼板厚度之 2.5 倍，而直接焊接於腹板上之焊釘則不屬此限。

• Quando a laje se encontra em contacto sobre o comprimento total (por exemplo laje sólida):

$$s \leq 22 t \sqrt{235/f_y}$$

• Quando a laje não se encontra em contacto sobre o comprimento total (por exemplo laje com veios transversais à viga):

$$s \leq 15 t \sqrt{235/f_y}$$

• A distância do limite do banzo de compressão à linha mais próxima de junções de corte não deverá exceder

$$9 t \sqrt{235/f_y}$$

em que  $t$  = é a espessura do banzo, e

$f_y$  = a tensão de cedência nominal do banzo em N/mm<sup>2</sup>

O espaçamento máximo longitudinal centro-a-centro de junções de corte não deve exceder em 6 vezes a espessura total da laje,  $h_c$ , nem ser superior a 800 mm.

Como alternativa, as junções podem ser dispostas em grupos, com um espaçamento entre grupos superior ao especificado para junções individuais, desde que no cálculo se tome em consideração o fluxo não uniforme de corte longitudinal, à maior possibilidade de escorregamento e de separação vertical entre a laje e o elemento de aço e à encurvadura do banzo de aço.

#### 4. Dimensões do banzo de aço

A espessura da chapa de aço ou do banzo no qual a junção é soldada deverá ser suficiente, de modo a permitir uma soldadura adequada e de modo a permitir uma transferência de carga adequada da junção para a chapa sem que ocorra fractura local ou uma deformação excessiva.

A distância entre o bordo da junção e o bordo do banzo da viga à qual se encontra soldada não deverá ser inferior a 20 mm.

#### 5. Junções de parafuso

A altura total do parafuso não deverá ser inferior a  $3d$ , em que  $d$  é o diâmetro do corpo do parafuso.

Uma junção de parafuso deverá possuir uma cabeça de acordo com o referido na cláusula 4 da Secção 1 ou possuir saliências que resistam aos esforços de separação.

O espaçamento entre parafusos, segundo a direcção dos esforços de corte, não deverá ser inferior a  $5d$ ; o espaçamento segundo a direcção transversal aos esforços de corte não deverá ser inferior a  $2,5d$  em lajes sólidas e  $4d$  para outros casos.

À excepção dos casos em que os parafusos se encontram directamente sobre a alma, o diâmetro do parafuso não deverá exceder em 2,5 vezes a espessura da parte a que se encontra soldada, a não ser que seja fornecida informação de ensaios que estabeleça a resistência do parafuso como uma junção de corte.