

建筑结构设计手册

第二篇

钢结构设计

建筑工程部设计局组织编写

中国工业出版社

建筑结构设计手册

第二篇

钢结构设计

建筑工程部设计局组织编写

中国工业出版社

本书系以現行建筑結構設計规范为依据，結合各設計部門的实际經驗編写而成。

本篇着重叙述建筑鋼結構构件設計原則，以及工业厂房中鋼結構构件按极限状态設計的計算和构造規則；并簡要地介紹了鋼結構的特点与应用范围、鋼材的性能与鋼材的选择、鋼結構构件的连接以及鋼結構設計制图等。

书中附有設計实例与計算图表。

本书可作为結構設計技術人員及有关院校师生参考。

建筑結構設計手冊

第 二 篇

鋼 結 構 設 計

建筑工程部設計局組織編写

*

建筑工程部編輯部編輯（北京西郊百万庄）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本787×1092 $\frac{1}{16}$ ·印張10 $\frac{3}{4}$ ·插頁7·字数236,000

1963年10月北京第一版·1963年10月北京第一次印刷

印数0001—6,920·定价（10-7）1.85元

*

統一书号：15165·2140（建工-291）

前 言

建国十三年来，特别是大跃进以来，我国建成的各类工程是很多的，在设计工作中积累的經驗也是丰富的。为了总结这些經驗，不断提高设计技术水平，并且給广大的设计人員提供一套完整的結構设计参考資料，我們把建筑結構设计方面的基本原理、計算方法、实际經驗，以及有关的技术資料，加以系統整理，編成手冊，供建筑結構设计人員和有关大专院校师生参考使用。

这一套手冊，包括数学力学荷載、鋼結構设计、鋼筋混凝土結構设计、装配式鋼筋混凝土单层厂房设计、木結構设计、磚石結構设计和特种結構设计等七篇，各篇将陸續分册出版。

这一套手冊的編写和审查工作是由許多设计单位共同进行的。参加这项工作的有建筑工程部北京工业建筑设计院、华东工业建筑设计院、西北工业建筑设计院、东北工业建筑设计院、中南工业建筑设计院、建筑机械金屬結構研究设计院、天津城市煤气工程设计院、給水排水设计院、水泥玻璃工业设计院、非金屬矿山研究设计院，还有吉林省建筑设计院、上海市民用建筑设计院、武汉市工业民用建筑设计院、广州市城市建筑设计院等单位。特种結構设计篇的編写，还承粮食部科学研究设计院大力协助。在編写和审查工作中，清华大学、同济大学和建筑工程部建筑科学研究院也都給以很大帮助。应当說，这一套手冊的編成，是許多单位通力合作、集体努力的結果。

在这一套手冊里，內容不够完善之处，甚至錯誤之处都在所难免，希望讀者把发现的問題和意見随时告訴我們。

建筑工程部設計局

1962年6月

一 般 符 号

- a —— 腹板区段长度；铆钉间距。
- b —— 板的宽度。
- C —— 荷载组合系数；计算偏心受压构件侧向稳定的折减系数。
- D —— 吊车梁传给钢柱的压力。
- d —— 铆钉或螺栓的孔径；制动架宽度。
- d_0 —— 螺栓杆的内径。
- E —— 钢的弹性模量。
- e —— 偏心距。
- e_1 —— 相对偏心距。
- $F_{\delta p}$ —— 毛截面面积。
- $F_{\kappa T}$ —— 净截面面积。
- f —— 极限变形。
- g —— 吊车小车的重量。
- H —— 柱的高度。
- h —— 截面高度。
- h_0 —— 腹板区段计算高度。
- h_{uu} —— 焊缝厚度。
- $J_{\delta p}$ —— 毛截面惯性矩。
- $J_{\kappa T}$ —— 净截面惯性矩。
- k —— 材料的均质系数；吊车的动力系数。
- l —— 构件长度；梁或桁架的跨度。
- l_0 —— 受压构件屈折长度。
- l_{uu} —— 焊缝计算长度。
- M —— 计算弯矩。
- M_H —— 吊车梁的水平弯矩。
- M_T —— 吊车梁上翼缘承受的局部弯矩。
- m —— 构件工作条件系数。
- m_c —— 铆钉及螺栓连接的工作条件系数。
- N —— 计算轴向力。
- n —— 超载系数；铆钉或螺栓的个数。
- n_{cp} —— 一个铆钉或螺栓剪力面的数目。
- P —— 计算荷载；吊车轮压。
- P^n —— 标准荷载。
- Q —— 计算剪力；吊车的起重量。
- q —— 分布荷载密度。
- R —— 钢材抗拉、抗压、抗弯计算强度。
- R_p —— 螺栓抗拉计算强度。
- $R_{c.\kappa}$ —— 滚轴抗压计算强度。

$R_{cM \cdot M}$ ——鋼材局部緊接擠壓計算強度。

$R_{cM \cdot T}$ ——鋼材端部承壓計算強度。

R_{cp} ——鋼材抗剪計算強度。

$R_{0Tp}^{3\alpha\kappa\lambda}$ ——鉚釘頭抗拉計算強度。

$R_{cM}^{3\alpha\kappa\lambda}$ ——鉚釘孔壁的擠壓計算強度。

$R_{cp}^{3\alpha\kappa\lambda}$ ——鉚釘的抗剪計算強度。

R^H ——材料的標準強度。

R_{ρ}^{cs} ——對齊焊縫的抗拉計算強度。

R_c^{cs} ——對齊焊縫的抗压計算強度。

R_{cp}^{cs} ——對齊焊縫的抗剪計算強度。

R_y^{cs} ——貼角焊縫的計算強度。

r ——截面的迴轉半徑。

$S_{\delta p}$ ——受彎構件被計算的一部分毛截面對中性軸的靜力矩。

T ——吊車掣動力；綴板承受的剪力。

t ——結構的計算溫度。

$W_{\delta p}$ ——毛截面抵抗矩。

$W_{1\delta p}$ ——偏心受壓構件最大受壓一側的毛截面抵抗矩。

W_{HT} ——淨截面抵抗矩。

Z ——作用於梁上集中荷載的分布長度。

γ ——計算疲勞的折減係數。

δ ——板的厚度；材料試件的延伸率。

λ ——受壓構件的細長比。

λ_{np} ——格架式組合截面受壓構件的折算細長比。

μ ——腹板區段邊長之比；柱的自由長度係數。

σ ——正應力。

$\sigma_0, \sigma_{01}, \sigma_{02}$ ——計算腹板局部穩定的臨界正應力。

σ_M ——腹板頂邊的擠壓應力。

$\sigma_{M0}, \sigma_{M01}, \sigma_{M02}$ ——計算腹板局部穩定的臨界擠壓應力。

σ_{HT} ——鋼材抗張強度。

σ_T ——鋼材屈服點。

τ ——剪應力。

$\tau_0, \tau_{01}, \tau_{02}$ ——計算腹板局部穩定的臨界剪應力。

φ ——計算軸心受壓構件穩定的縱向屈折係數。

φ_β ——計算受彎構件整體穩定的折減係數。

$\varphi_{\beta M}$ ——計算偏心受壓構件穩定的折減係數。

目 录

前言

一般符号

第一章 概 述1

第一节 鋼結構的应用及其 优缺点1

一、鋼結構的应用范围1

二、鋼結構的优缺点1

第二节 工业厂房选用鋼結構的 原則2

第三节 鋼結構設計的要求3

第二章 鋼結構的材料4

第一节 鋼材的性质4

一、鋼材的机械性质4

二、化学成分对鋼材性质的影响5

三、炼鋼方法对鋼材性质的影响5

四、鋼材供应分类及其保証項目5

第二节 鋼材的选择6

一、选材的一般規定6

二、选材的变通办法7

第三节 鋼結構的连接材料8

一、焊条8

二、鉚釘和螺栓8

第四节 鋼材的代用9

第三章 鋼結構构件的計算10

第一节 基本計算規則10

第二节 軸心受拉和軸心受压 构件的計算14

一、强度的驗算14

二、稳定性的驗算14

第三节 受弯构件的計算18

一、强度的驗算18

二、整体稳定的驗算20

三、局部稳定的驗算23

第四节 偏心受拉和偏心受压 构件的計算28

一、强度的驗算28

二、稳定性的驗算29

第四章 鋼結構的连接34

第一节 焊缝连接34

一、焊接的材料和构造34

二、焊接强度的計算36

三、材料的工厂焊接接头38

第二节 鉚釘连接39

一、鉚接的材料和构造39

二、鉚接强度計算41

第三节 螺栓连接42

第五章 鋼結構构件設計举例45

第一节 屋盖及其支撑系統45

一、支撑系統設計45

二、构件設計49

三、节点构造設計51

四、屋盖設計实例55

第二节 吊車梁系統76

一、吊車梁的設計原則76

二、掣动梁和掣动架的設計原則80

三、吊車梁系統的连接构造80

四、吊車梁設計实例86

第三节 柱和柱撑110

一、柱的构造和計算原則110

二、柱撑的构造和計算原則133

第四节 梯子和平台136

一、鋼梯136

二、平台140

三、栏杆140

第六章 鋼結構設計制图142

第一节 鋼結構設計阶段的划分142

第二节 初步設計142

第三节 技术設計142

第四节 施工詳图設計144

一、图紙内容144

二、构件編号146

三、划分运输和安装单元147

四、构件詳图的几种习惯画法149

第五节 鋼結構設計制图对于 制造和安装的考虑151

一、对鋼結構制造的考虑152

二、对鋼結構安装的考虑153

附 录156

I. 型鋼規格表156

II. 鋼軌規格表162

III. 型鋼准綫距离164

IV. 型鋼标准接头164

V. 鉚釘和螺栓的計算抗力168

VI. 一对角鋼組合时貼角焊缝 的計算抗力168

VII. 一对角鋼軸心受拉和軸心 受压的計算抗力172

参考书目179

第一章 概 述

第一节 鋼結構的应用及其优缺点

一、鋼結構的应用範圍

鋼結構的应用範圍十分广泛，大致可归納为以下几方面：

1. 工业厂房鋼結構：解放后，我国兴建了不少大型工业厂房，如鋼鐵联合企业的各种厂房、重型机器厂的鑄鋼車間、水压机車間以及汽輪机厂、水輪机厂、鍋炉厂的主厂房等。这些厂房，往往設有二到三层吊車，起重量最大达300吨以上，跨度达36米以上，因此必須采用鋼結構作为承重結構。

2. 民用建筑鋼結構：最近几年来在北京等地陸續建成了一批体育館、展覽厅、大会堂等建筑物。由于跨度大、淨空高、质量要求严格，鋼結構在这些建筑中也得到了应用。例如1959年在北京建成的人民大会堂，其鋼屋架的跨度达到60多米，宴会厅的托架每榀重达140余吨。

3. 桥梁鋼結構：随着铁路和交通运输事业的发展，我国已建成不少巨型鋼桥，例如南昌八一桥、郑州黄河大鉄桥等，而武汉长江大桥更是聞名于世。

4. 特种鋼結構：在工业企业中除厂房建筑外，尚有很多构筑物需要采用鋼結構，例如冶金工业中的大型高炉，石油和化学工业中的儲液池、儲气庫和反应塔，水工建筑中的閘門和电力工业中的高压輸电塔等。我国随着广播及电訊事业的发展，先后兴建了不少无綫电塔及微波塔，还酝酿筹建高150~200米甚至更高的电视塔，因此塔桅鋼結構日益广泛地得到应用。为了滿足大規模建筑工程的需要，起重机械必将大量增加，例如各种塔式起重机、門式起重机、纜索起重机、桅杆起重机等。这些起重机械要求能移动运行，承受震动荷載，并需經常装拆，因此也必須采用鋼結構。

二、鋼結構的优缺点

鋼結構具有如下优点：

1. 鋼結構是較可靠的結構。鋼材由于本身組織均匀，具有較高的彈性模量（ $E=2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ），最切合各向同性体的概念，因而鋼結構較符合目前所采用的計算方法，設計較为准确可靠。

2. 鋼結構与磚石結構、鋼筋混凝土結構等相比是重量較輕、体积較小的結構。鋼的强度較高，可以选用很小的截面，并利于运输和安装。

3. 鋼結構在工厂中加工制造，可以快速地成批生产，在工地安装的期限也比較短。

但是，鋼結構还具有如下的缺点：

1. 鋼結構易受銹蝕，因此油漆和养护費用高于鋼筋混凝土結構和磚石結構。
2. 鋼結構虽然不是可燃体，但是防火性能仍然不够理想，当直接靠近 150°C 以上的热源时，就必须采用隔热层或采取降溫措施。
3. 鋼結構的造价較其他結構为高。

第二节 工业厂房选用鋼結構的原則

由于現代建筑科学技术的迅速发展，已經在很多建筑中大量采用装配式鋼筋混凝土結構和預应力鋼筋混凝土結構来代替鋼結構。所以从发展趋势来看，并为了节约鋼材，鋼結構在建筑結構中所占的比重应该逐漸降低，但对某些有特殊要求的建筑物，混凝土結構或預应力混凝土結構不能代替时，仍旧应当采用鋼結構。例如：

跨度或高度特大的結構；

承受較大动力或振动荷載的結構；

在高溫、工作制特別繁重或工艺上有特殊要求条件下使用的結構；

施工、运输、安装确有困难的結構；

位于湿陷性土上，为避地地基处理复杂化的結構。

根据我国目前的設計施工水平以及材料供应情况，在工业厂房設計中可参考以下原則选用鋼結構：

1. 屋架：凡屬下列情况之一者，一般应当采用鋼屋架：

1) 平炉炼鋼車間以及鑄鋼車間的熔化工段；

2) 鍛工車間中鍛錘重量在 5 吨以上而无特殊防振措施者；或鍛錘重量为 3 ~ 5 吨，其基础振幅超过 0.6 毫米者；

3) 柱頂高度在 20 米以上或厂房跨度为 24 米以上，如采用鋼筋混凝土屋架，施工吊装条件确有困难者；

4) 厂房跨度为 36 米或 36 米以上者；

5) 当采用鋼柱或鋼托架者。

2. 托架：凡符合下列情况之一者，一般应当采用鋼托架：

1) 柱距 18 米或 18 米以上者；

2) 当采用鋼柱者。

3. 吊車梁：凡屬下列情况之一者，一般应当采用鋼吊車梁：

1) 柱距 6 米，吊車为重級工作制，起重量等于或大于 75 吨者；

2) 柱距 6 米，吊車为中、輕級工作制，起重量等于或大于 100 吨者；

3) 柱距 9 米或 12 米，吊車为重級工作制，起重量等于或大于 20 吨者；

4) 柱距 9 米或 12 米，吊車为中、輕級工作制，起重量等于或大于 50 吨者；

5) 柱距 18 米或 18 米以上者；

6) 当采用鋼柱者。

4. 柱：凡屬下列情况之一者，一般应当采用鋼柱：

1) 設有三层吊車者（包括壁行吊車）；

- 2) 設有二层吊車(不包括壁行吊車), 其中一层吊車起重量等于或大于75吨者;
- 3) 設有5吨以上动力鍛錘而无特殊防振措施者。

第三节 鋼結構設計的要求

鋼結構應該滿足下列基本要求:

滿足建築物使用上的要求;

具有可靠的强度和剛度, 保證結構的安全;

節約鋼材;

降低制造和安裝的劳动量。

为此, 在設計時應該注意以下各点:

1. 在确定結構的几何形式时, 应寻求結構的最优形式, 并适当考虑可能供应的材料尺寸。为了达到統一化的目的, 尽量采用定型构件和統一模数。

2. 在确定节点构造时, 應該使其連接可靠, 制造簡單, 安裝方便并具有互換性。并尽可能采用焊縫連接。

3. 在确定結構的加工要求时, 應該考虑制造厂的設備条件和技术水平, 例如自动电焊机, 邊緣刨床、端面銑床和吊車的起重能力等。

4. 在确定結構的运输和安裝单元时, 除了考虑供料的长度外, 尙应滿足鐵道及公路运输部門关于載重和淨空限界的規定, 适应安裝部門的机械設備能力。

随着建筑技术的不断发展, 鋼筋混凝土結構和預应力鋼筋混凝土結構大量代替鋼結構, 鋼結構只在更重要的建築物中得到应用, 对它的要求也就相应地提高了, 因此必須力求改进, 大体可从以下几方面进行:

1. 推广采用高强度低合金鋼, 例如16Mn号低合金鋼, 不仅强度高, 可焊性也很好。用这种鋼材設計的結構一般可以省鋼10~20%左右。例如1959年以来建成的某些无綫电塔桅結構便采用了16Mn号低合金鋼。

2. 研究发展預应力鋼結構, 預应力鋼結構开辟了節約鋼材的新途徑, 比普通鋼結構可省鋼材10~25%左右。例如1959年兴建的某些矿区运输棧桥便采用了預应力鋼結構。

3. 改进結構形式, 例如空間鋼架結構和圓鋼組合結構, 在一定的情况下都是比較合理的結構。

4. 繼續研究并进一步推广焊接技术, 焊接結構比鉚接結構不仅省鋼, 而且减少了制造的劳动量。

5. 加强鋼結構計算理論的研究工作, 例如按塑性理論进行計算的研究。与此同时还应当进行鋼結構的實驗研究工作。

第二章 鋼結構的材料

第一节 鋼材的性质

一、鋼材的机械性质

鋼結構所用的鋼材，絕大部分都是普通熱軋低碳鋼，有时也选用低合金鋼。鋼材的机械性质要求具有足够的强度、較高的屈服点和良好的塑性。在用作承受动力荷載的結構时，还要求具有良好的冲击韌度。茲分述如下：

1. 屈服点：鋼是理想的彈性体，在应力低于比例极限时，应力和应变成正比，鋼处在彈性工作阶段。在此阶段內，鋼的变形約不大于0.1%。当应力越过比例极限，稍微提高很小的数值后，出現了极为明显的变形，这时的应力便称为屈服点 σ_T 。屈服点是鋼的一項极为重要的性质。屈服点对鋼的工作具有两个意义：第一，在屈服点以前鋼遵守彈性阶段計算的假定。第二，在屈服点以前鋼的变形很小，和結構的几何尺寸相比可以忽略不計。根据这两点，在設計中便把屈服点当作承載能力的极限状态。

鋼在到达屈服点出現流动时，能够很好地遵守理想塑性体的假定。因此計算时，在屈服点以前可把鋼看作完全彈性的，在屈服点以后又把鋼看作是完全塑性的；如图2-1所示。

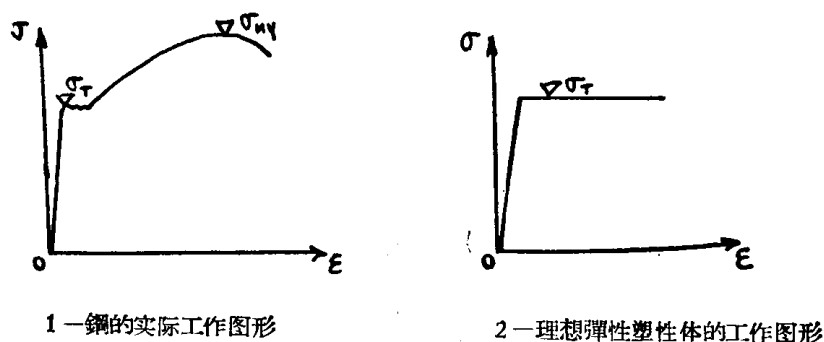


图 2-1

2. 抗張强度：鋼到达屈服点經過一段流动，对于Ⅱ3号鋼，在变形达到3%时，承載能力又可以繼續提高，但此时应力与应变不再成正比，应力的最高限值便是抗張强度 σ_{nk} 。它表明鋼在完全破坏以前可能承受的最大荷載，因而是鋼的另一項重要性质。

3. 塑性：鋼的塑性工作阶段比鋼的彈性工作阶段的范围要大得多，这就使鋼結構具有很大的后备强度。实际上鋼結構很少毀坏于塑性的韌性断裂，总是毀坏于鋼轉入脆性状态后的断裂。鋼的塑性表示为鋼的延伸率，即鋼受張拉发生韌性断裂的最大应变值。塑性也可用冷弯来表示，以鋼材冷弯180°不出現裂紋者为合格。

4. 冲击韌度：鋼的脆性断裂比韌性断裂更加危險，因为这种断裂是突然发生的。鋼的

脆性随着时间的延續而增加，即所謂时效硬化。对于直接承受动力荷载的結構，为了防止脆性破坏，鋼材必須保証冲击韧度的数值。除此以外，当这类結構的計算溫度在 -25°C 以下时，鋼材还必须保証負溫的冲击韧度。

二、化学成分对鋼材性质的影响

鋼的化学成分影响着鋼材的組織构造，因此，它与鋼材的机械性质有密切的关系：

1. 碳——普通碳素鋼的强度随含炭量的增加而提高，但是鋼的塑性却要降低，可焊性也会更差。

2. 硫——鋼中硫的混合物使鋼变为热脆，它是由鑄鉄熔炼为鋼时剩留在鋼內的有害杂质。当溫度为 $800\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 时硫易使鋼出現裂紋，不宜鍛造和焊接。

3. 磷——也是鑄鉄熔炼为鋼时剩留在鋼內的有害杂质。磷使鋼在低溫时变脆，当溫度低于 -20°C 时就很显著。

4. 錳——錳是有益的掺料，它能中和鋼中的硫，降低硫的有害影响，并提高鋼的强度，但却使鋼的塑性稍微降低。普通炭素鋼中錳的含量一般在 0.7% 以下。

5. 硅——硅能提高鋼的强度，但使鋼的可焊性变差，并降低鋼的抗蝕能力。在焊接結構中，普通炭素鋼硅的含量最好在 0.25% 以下。

6. 氧和氮——均屬有害杂质，在炼鋼时从空气中进入鋼內。氧和氮对鋼的有害作用与硫和磷的作用一样。氮使鋼变脆，氧的有害作用較硫更为剧烈。

三、炼鋼方法对鋼材性质的影响

建筑工程鋼結構所用鋼材主要是由平炉冶炼而成。由于熔炼过程、設備和燃料的不同，鋼的质量也有所不同。

平炉鋼是在平炉中加鑄鉄、碎鋼屑（廢鋼）和一些矿物质炼成（这些矿物质在熔炼时逐漸形成矿渣）。一般是用煤气和热风送入炉內作燃料。因为在鋼液表面有矿渣层分隔燃燒的煤气，能减少鋼液对煤气和热风中的有害杂质的吸收，因此鋼的质量較好。由于在熔炼后出鋼和鑄錠的不同可分为两类：

1. 平炉鎮靜鋼——鋼液熔炼完毕后，在盛鋼桶內放置一个時間，并加入脫氧剂錳和鋁等，脫氧剂的作用是保持鋼的溫度并从鋼中排除氧气。这时，熔解在鋼中的煤气量也可减少。因此平炉鎮靜鋼具有顆粒結構較均匀、有害杂质較少、孔隙較小等优点，但鋼的价格較高。

2. 平炉沸騰鋼——鋼液熔炼完毕后，直接倒在鋼錠模內鑄成鋼錠。所以平炉沸騰鋼的杂质要比平炉鎮靜鋼多，孔隙要大，結構顆粒也沒有鎮靜鋼細而均匀。

四、鋼材供应分类及其保証項目

根据中华人民共和国重工业部部頒标准“重4-55”的規定，普通热轧碳素鋼按照供应时所保証的項目分为两类：

1. 甲类鋼——按机械性质供应的鋼，它的基本保証項目为：

1) 抗張强度；

2) 延伸率。

根据訂貨的要求, 除基本保證項目外, 經協議尚可保證屈服点、冷弯、冲击韌度和几种化学元素的极限含量。

2. 乙类鋼——按化学成分供应的鋼, 它的基本保證項目为碳、硫、磷、硅、錳的极限含量。根据訂貨者的要求, 經協議还可在化学成分方面提供其他保證。

甲类鋼、乙类鋼的机械性质和化学成分保證項目的具体指标, 見“重4-55”的規定。除甲类鋼、乙类鋼以外, 以后可能还要应用特类鋼——按机械性质和化学成分供应的鋼。

鋼结构中应用最广的是A3号鋼, 其机械性质及化学成分符合下列規定:

机械性质:

- | | |
|--------------|----------------------------------|
| 1) 抗張强度 | $38 \sim 47 \text{ kg/mm}^2$ |
| 2) 延伸率 (长試件) | 不小于21% |
| 3) 屈服点 | 不小于 24 kg/mm^2 |
| 4) 冷弯 | 180°C 不裂縫 |
| 5) 常温冲击韌度 | 不小于 $8 \sim 10 \text{ kgm/cm}^2$ |
| 6) 負温冲击韌度 | 不小于 3 kgm/cm^2 |

化学成分:

- | | |
|------|--------------------|
| 1) 碳 | $0.14 \sim 0.22\%$ |
| 2) 硫 | 不大于 0.055% |
| 3) 磷 | 不大于 0.05% |

第二节 鋼材的选擇

一、选材的一般規定

鋼材的选用包括两方面, 即确定鋼种、鋼号和确定需要保證的項目。

鋼材的选用与結構种类、荷載性质、連接形式、計算溫度 t 等一系列因素有关。根据我国目前的鋼材供应情况和設計的实践經驗, 可参照下列原則选用鋼材。

(一) 鋼种、鋼号的确定

1. 下列結構一般应当采用A3号平炉鎮靜鋼:

- 1) 計算溫度 $t \geq -25^\circ\text{C}$ 的非冶金厂房重級工作制焊接吊車梁;
- 2) $-25^\circ\text{C} > t \geq -30^\circ\text{C}$ 的重級工作制鉚接吊車梁;
- 3) $-25^\circ\text{C} > t \geq -30^\circ\text{C}$ 的中輕級工作制焊接吊車梁;
- 4) $-30^\circ\text{C} > t \geq -40^\circ\text{C}$ 的中輕級工作制鉚接吊車梁;
- 5) $-30^\circ\text{C} > t \geq -40^\circ\text{C}$ 的承受靜荷載和間接承受动力荷載的焊接結構。

2. 冶金厂房內的重級工作制焊接吊車梁以及計算溫度 t 低于“1”的規定的結構, 应当采用桥梁鋼(M16C)或低合金結構鋼。

3. 下列結構一般应当采用A3号平炉沸騰鋼:

- 1) $t \geq -25^\circ\text{C}$ 的重級工作制鉚接吊車梁;

- 2) $t \geq -25^{\circ}\text{C}$ 的中、輕級工作制焊接吊車梁;
- 3) $t \geq -30^{\circ}\text{C}$ 的中、輕級工作制鉚接吊車梁;
- 4) $t \geq -30^{\circ}\text{C}$ 的承受靜荷載和間接承受動力或振動荷載的焊接結構。
4. 非計算的次要構件可以採用 ± 0 號平爐鋼。

(二) 鋼材保證項目的確定

1. 鋼結構所用的鋼材，特別是焊接結構所用的鋼材一般應當符合碳、硫、磷的極限含量的要求。

2. 鋼結構所用鋼材的機械性質應符合以下規定：

1) 承受靜荷載的結構（如沒有懸掛運輸設備的屋架），應當保證抗張強度、延伸率和屈服點。

2) 間接承受動力或振動荷載的結構（如鋼柱），應當保證抗張強度、延伸率、屈服點和冷彎。

3) 直接承受動力或振動荷載的結構（如吊車梁），應當保證抗張強度、延伸率、屈服點、冷彎和常溫沖擊韌度。當計算溫度 $t < -25^{\circ}\text{C}$ 時，還應當保證負溫沖擊韌度。

二、選材的變通辦法

在實際應用中，完全按照以上的一般規定選用鋼材，仍舊存在一定困難。因此，除了在訂貨時對鋼材提出嚴格要求外，當供給的材料實在不能滿足一般規定的要求時，可採用下列變通辦法：

1. 化學成分

成品鋼材經試驗分析，其化學成分容許存在表2-1所示的偏差。對於焊接結構，一般只容許負偏差。當存在正偏差時，對於不直接承受動力荷載的焊接結構可以考慮採用，但應加強焊接措施，例如：使用直流電焊機和低氫鹼性焊條，由高級焊工施焊，仔細檢查焊接質量等。

2. 機械性質

鋼材機械性質所需的保證項目僅有一項不合格者，可按下列原則處理：

- 1) 抗張強度不低於下限值 5 % 者（絕對值），容許使用。當冷彎合格時，抗張強度上限值可不受限制。
- 2) 延伸率不低於規定值 3 % 者（絕對值），容許使用，但不適用於按塑性變形提高承載能力的構件。
- 3) 屈服點不低於規定值 5 % 者，可按比例折減計算強度，進行核算方准使用。
- 4) 冷彎折角 α ，當 $150^{\circ} < \alpha < 180^{\circ}$ 時，對於鉚接結構和焊接結構的次要受力杆件容許使用。
- 5) 沖擊韌度值不容許降低。

成品鋼材化學成份容許偏差 表 2-1

元 素	容 許 偏 差 (%)	
	鎮 靜 鋼	沸 騰 鋼
碳	+0.03; -0.02	± 0.03
硫	+0.005	+0.006
磷	+0.005	+0.006
硅	+0.03; -0.02	-
錳	+0.05; -0.03	+0.05; -0.04

第三节 鋼結構的連接材料

連接材料与結構用鋼一样重要，設計時也应特別重視。連接材料与結構用鋼必須互相适应，各种連接材料均应保證机械性质和化学成分的要求。

一、焊 条

当用手工焊接时，对于 $\sigma 0$ 、 $\sigma 2$ 、 $\sigma 3$ 和 $\sigma 4$ 号鋼应采用符合我国第一机械工业部部頒标准“机标(JB)294—61”規定的T42型焊条。对于优质碳素結構鋼和低合金鋼应采用T505、T506和T55型焊条。对于无需計算的連接系构件和工作平台（不堆置动力設備及材料）以及圍柵与結構的不受力部分，可以考虑采用T38型焊条。这些焊条的机械性质列如表2-2。

焊 条 的 机 械 性 质

表 2-2

焊 条 型 号	熔 成 金 屬			焊 接 接 头	
	抗 張 强 度 (kg/mm^2)	延 伸 率 ($\delta_5\%$)	冲 击 韌 度 (kg/cm^2)	抗 張 强 度 (kg/mm^2)	冷 弯 角 度 (度)
T 38	38	15	6	38	90
T 42	42	18	8	42	120
T 425; T 426	42	22	14	42	180
T 505; T 506	50	20	13	50	150
T 55	55	20	12	55	140

当自动焊接时，应采用冶金工业部部頒标准“冶标(YB)199—63”規定的H08、H08A、H08Mn、H08MnA、H15、H15Mn号焊絲，并用相应标号的助熔剂。

二、鉚 釘 和 螺 栓

当結構材料为 $\sigma 0$ 、 $\sigma 2$ 和 $\sigma 3$ 号鋼时，鉚釘用 $\sigma 2$ 号鉚釘鋼制作。当結構材料为 $\sigma 4$ 及强度比 $\sigma 4$ 更高的鋼时，鉚釘用 $\sigma 3$ 号鉚釘鋼制作。

$\sigma 2$ 号鉚釘鋼和 $\sigma 3$ 号鉚釘鋼的化学成分应分別符合 $\sigma 2$ 号和 $\sigma 3$ 号普通碳素鋼乙类鋼的标准，但含硫量不得超过0.050%。 $\sigma 2$ 号鉚釘鋼和 $\sigma 3$ 号鉚釘鋼的机械性质列如表2-3。

螺栓用 $\sigma 3$ 和 $\sigma 5$ 号普通碳素鋼制作。如果有充分根据时，也可以用 $\sigma 0$ 号鋼制作。

鉚 釘 鋼 的 机 械 性 质

表 2-3

鋼 号	抗 張 强 度 (kg/mm^2)	延 伸 率 ($\delta_{10}\%$)	热 頂 鍛 試 驗	熔 炼 方 法
$\sigma 2$ 号鉚釘鋼	34~42	26	达原高度的 $\frac{1}{4}$	平 炉
$\sigma 3$ 号鉚釘鋼	38~47	22	达原高度的 $\frac{1}{4}$	平 炉

第四节 鋼材的代用

当制造厂的备料規格不能完全滿足設計要求的規格时，就需要選擇代用材料。在設計圖紙已經完成的情況下，代用鋼材必須細致慎重，并注意以下各点：

1. 代用鋼材在可能範圍內尽量作到經濟合理，尽量縮小因代用而造成的修改設計的范围。

2. 代用鋼材的机械性质应和原設計一致。

3. 代用时应詳細复核构件的强度、稳定性和剛度，特別是代用后引起的附加应力，例如自重的增加和偏心影响等。即使代用后的截面积不小于原設計的截面积，也应该注意核算截面的其他力学特征，如慣矩、抵抗矩、迴轉半徑等改变后的影响。

4. 由于代用鋼材常常引起构件之間連接尺寸、零件的工作綫、构件与工艺設備和土建部分的連接尺寸发生变动，在代用时应作彻底的修改。

鋼材代用可能引起設計圖紙的很大变动，因而在設計施工詳图时，最好事先对备料情况作充分的了解，使設計和备料情况尽可能相符合。

第三章 鋼結構構件的計算

第一节 基本計算規則

工业厂房承重鋼結構的設計，以采用极限状态的計算方法較為合理，但某些特种結構，例如建筑机械鋼結構的設計，由于目前尚无新的設計規範，故仍沿用許可應力的計算方法。

鋼結構的設計，應該驗算两种极限状态。

第一种极限状态——按承載能力計算，对于所有結構均應進行計算。承載能力的計算，包括强度、穩定性和耐久性。驗算可按下列公式進行：

$$N \leq \Phi, \quad (3-1)$$

式中 N ——構件在計算荷載最不利組合下所產生的計算內力；

Φ ——構件的承載能力。

公式(3-1)可化為下列形式

$$\Sigma C n P^u \bar{S} \leq m \Phi R^u k, \quad (3-2)$$

$$\text{或} \quad \Sigma P \bar{S} \leq m \Phi R, \quad (3-3)$$

式中 C ——荷載組合系數，由荷載規範規定；

n ——超載系數，由荷載規範規定；

P^u ——標準荷載，由荷載規範及使用條件規定；

$\bar{S}$ ——單位荷載產生的內力；

P ——計算荷載 $P = C n P^u$ ；

R^u ——材料的標準強度，由規範規定；

k ——材料的均質系數，由規範規定；

R ——材料的計算強度， $R = R^u k$ ，見表3-1至表3-3；

m ——工作條件系數，根據構件的使用特點由規範規定，見表3-7；

Φ ——構件截面的幾何或力學特征。

在確定計算內力和構件的承載能力時，一般均應按照結構工作的彈性階段來確定。在超靜定體系中，當根據計算和結構的使用條件容許有剩余變形時，以及在承受靜力荷載的軋成或焊成的不變截面的等跨度的連續梁中，當整體穩定具有保證時，可以考慮塑性變形的開展來決定計算內力。在有適當的依據時（符合規範的指示），也可以考慮利用塑性變形的開展來提高構件的承載能力，但是，根據塑性變形的開展決定構件計算內力和提高構件的承載能力不得同時考慮。

在重級運轉量的冶金廠房中直接承受動力荷載的鋼結構，以及直接承受經常震動荷載的鋼結構，應對構件和構件連接的耐久性進行疲勞強度的驗算。在進行疲勞強度驗算時，計算內力按照標準荷載確定，而承載能力則乘上系數 γ 予以降低。