

建筑结构设计系列手册

钢结构设计手册 (上册)

GANG JIE GOU SHE JI SHOU CE

(第三版)

■ 《钢结构设计手册》编辑委员会

中国建筑工业出版社

建筑结构设计系列手册

钢结构设计手册(上册)

(第三版)

《钢结构设计手册》编辑委员会

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构设计手册(上册)/《钢结构设计手册》编辑委员会. —3 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003
ISBN 7-112-06110-5

I. 钢... II. 钢... III. 钢结构-结构设计-技术手册 IV. TU391.04-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 100938 号

本手册基于近年来的工程设计经验和科研成果, 根据新颁布的《钢结构设计规范》(GB50017—2003) 以及其他相关国家规范和标准进行编写, 内容包括: 钢结构设计基本规定与计算, 单层房屋钢结构, 涉及门式刚架、排架、屋架、网架等设计, 以及设计例题、构件选用表、构件承载力计算表与有关计算用图表资料。高层钢结构将编入下册出版。可供建筑设计、施工、教学人员使用和参考。

* * *

责任编辑: 黎 钟
责任设计: 崔兰萍
责任校对: 刘玉英

建筑结构设计系列手册
钢结构设计手册 (上册)
(第三版)

《钢结构设计手册》编辑委员会

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 58 字数: 1446 千字

2004 年 1 月第三版 2004 年 4 月第十八次印刷

印数: 225071—233070 册 定价: 78.00 元

ISBN 7-112-06110-5
TU·5375 (12123)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

《钢结构设计手册》编辑委员会

主任 汪一骏

副主任 顾泰昌 冯 东 周廷垣

委员 魏明钟 沈祖炎 刘纯康 陈明辉

张志平 罗永丹 王步伟 樊 志

沈祥发 郭春颀 刘树岭

前 言

《钢结构设计规范》(GB50017—2003)已经颁布,本手册是中国建筑工业出版社为设计应用而组织编写的钢结构设计手册第三版,本版除在原钢结构设计手册(第二版)的基础上按新修订的《钢结构设计规范》(GB50017—2003)修编外,还增加了常用的冷弯薄壁型钢构件、门式刚架及主要构件的抗震验算。新增加的多高层房屋钢结构将编入下册中。

随着电子计算机的普及、应用,以及为了加快设计进度,新版手册中删去了原来大量的力学计算公式和计算步骤,并列出了若干常用构件的选用表。为增加设计人员的整体概念,某些设计实例中还附有完整的施工详图。

本书共分4篇:

第1篇为钢结构基本构件设计,其中包括钢结构材料选用、设计基本规定、基本构件的计算和主要构造、连接计算与构造。

第2篇为单层房屋钢结构设计,其中包括房屋的组成、屋面及屋盖结构、吊车梁、门式刚架、排架柱及柱间支撑、墙架、工作平台及制作、运输、安装和防锈。

第3篇为设计计算图表,其中包括轴心受压构件截面分类、稳定系数 φ 、柱的计算长度系数 μ 、钢材截面规格、组合截面特性、紧固件规格及重量、构件及连接的承载力设计值、横梁的固端弯矩及挠度,以及等截面门式刚架的内力计算公式。

第4篇为有关的标准及代号、材料性能、型钢的规线距离和连接尺寸及梁式、桥式吊车技术资料。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和不妥之处,希望广大读者提出批评和指正。

编写人:第1篇 第1~4章 汪一骏 姜兰潮 冯 东

第2篇 第5章 刘纯康 陈明辉 第6章 汪一骏 姜忆南 郭春颀
第7章 冯 东 纪福宏 张孝荣 第8章 陈明辉 刘纯康
冯 东 第9章 张志平 汪一骏 第10章 刘纯康 第11章
汪一骏 胡祖成 第12章 汪一骏 李宏林 第13章 汪一骏
王步伟 柴 昶

第3篇 雷全立 纪福宏 汪一骏 郭惠琴

第4篇 顾泰昌 冯 东 姜兰潮

主审:汪一骏

主要编写单位:

1. 中国建筑标准设计研究院(原中国建筑标准设计研究所)
2. 北京交通大学(原北方交通大学) 北京交大科技发展中心
3. 中元国际工程设计研究院(原机械工业设计研究院)
4. 徐州安美固建筑空间结构有限公司
5. 北京市北泡轻钢建材有限公司
6. 北京太空板业股份有限公司
7. 河南省长葛市通用机械厂

目 录

第 1 篇 钢结构基本构件设计

1 总则和材料	2
1.0 总则	2
1.1 钢材分类和性能	2
1.2 选材变通方法	7
2 设计基本规定	9
2.1 设计原则	9
2.2 荷载	11
2.3 设计指标	12
2.4 变形规定	16
2.5 构造	18
3 基本构件计算	21
3.1 受弯构件	21
3.2 轴心受力构件和拉弯、压弯构件	33
3.3 疲劳计算	46
3.4 塑性设计	50
4 连接	52
4.1 焊接	52
4.2 普通螺栓和高强度螺栓连接	63
4.3 普通螺栓和高强度螺栓群的连接计算和构造要求	65
4.4 拼接连接	68
4.5 连接设计实例	70

第 2 篇 单层房屋钢结构设计

5 单层房屋钢结构的组成	80
5.1 概述和受力体系	80
5.2 排架荷载	85
6 单层房屋的屋面	88
6.1 国内曾采用过的几种屋面材料	88
6.2 压型钢板和夹芯板的板型及檩距	90

6.3	发泡水泥复合板(太空板)	95
6.4	各种屋面设计参数	96
6.5	板的连接	97
6.6	建筑构造	101
6.7	压型钢板的计算	101
6.8	压型钢板的构造	103
6.9	压型钢板的连接构造与计算	104
7	屋盖结构	108
7.1	檩条	108
7.2	屋架	138
7.3	托架和托梁	243
7.4	天窗架	260
7.5	网架	276
7.6	屋盖支撑	293
8	吊车梁	311
8.1	概述	311
8.2	吊车梁系统的组成和类型	311
8.3	设计的基本要求	313
8.4	实腹式焊接吊车梁	318
8.5	实腹式铆接吊车梁	335
8.6	吊车桁架	341
8.7	箱形焊接吊车梁	353
8.8	壁行吊车梁和悬挂式吊车梁	358
8.9	制动结构、辅助桁架及支撑	367
8.10	吊车梁与柱的连接计算及构造	376
8.11	吊车轨道和车挡	379
8.12	吊车梁设计实例	386
9	门式刚架	413
9.1	刚架特点及适用范围	413
9.2	结构形式及有关要求	414
9.3	内力和侧移计算	415
9.4	构件截面设计	417
9.5	节点设计	423
9.6	刚架设计实例	426
9.7	刚架设计系列	447
9.8	有关刚架设计中的若干问题	455
10	排架柱	470
10.1	设计的一般要求	470
10.2	柱的计算及构造	475

10.3	柱间支撑	506
10.4	厂房纵向刚度和温度应力计算	514
10.5	柱及柱间支撑的抗震构造措施	518
10.6	柱及柱间支撑实例	520
11	墙架	544
11.1	一般说明	544
11.2	墙架结构的布置	545
11.3	墙架构件的截面计算	550
11.4	墙架的连接节点	554
11.5	墙架构件的计算示例	560
11.6	墙架构件选用	570
12	工作平台结构	575
12.1	一般说明	575
12.2	平台结构构件的形式和计算	578
12.3	平台结构的连接和构造	589
12.4	平台梁的构造及其计算特点	590
12.5	平台柱的构造和梁柱的连接	593
12.6	平台柱的柱脚及柱间支撑计算	595
12.7	栏杆和钢梯	596
13	制作、运输、安装、防锈和防火	600
13.1	概要	600
13.2	钢结构的制作	600
13.3	钢结构的运输和安装	615
13.4	防锈与防火	618

第3篇 钢结构设计计算图表

14	稳定系数	630
(1)	轴心受压构件的截面分类	630
(2)	轴心受压构件的稳定系数	632
15	柱的计算长度系数	642
(1)	无侧移框架等截面柱的计算长度系数 μ	642
(2)	有侧移框架等截面柱的计算长度系数 μ	646
(3)	柱上端为自由的单阶柱下段的计算长度系数 μ	650
(4)	柱上端可移动但不转动的单阶柱下段的计算长度系数 μ	652
(5)	柱上端为自由的双阶柱下段的计算长度系数 μ	654
(6)	柱上端可移动但不转动的双阶柱下段的计算长度系数 μ	660
16	钢材的规格及截面特性	666
(1)	型钢的规格及截面特性	666

(2) 钢板的规格及尺寸	695
(3) 冷弯型钢的规格、尺寸及截面特性	698
(4) 两个等边及不等边角钢组合时连接填板的最大间距	710
17 组合截面特性	712
(1) 两个热轧等边角钢的组合截面特性 (按 GB/T 9787—1988 计算)	712
(2) 两个热轧不等边角钢 (两短边相连) 的组合截面特性 (按 GB/T 9788—1988 计算)	716
(3) 两个热轧不等边角钢 (两长边相连) 的组合截面特性 (按 GB/T 9788—1988 计算)	720
(4) 两个热轧普通槽钢的组合截面特性 (按 GB/T 707—1988 计算)	724
(5) 两个热轧轻型槽钢的组合截面特性 (按 YB164—63 计算)	726
(6) 焊接工字形钢的截面特性	728
(7) 焊接槽形钢的截面特性	739
18 紧固件的规格、尺寸及重量	746
(1) 半圆头铆钉 (粗制) 的规格 (按 GB/T 863.1—1986)	746
(2) 沉头铆钉 (粗制) 的规格 (按 GB/T 865—1986)	747
(3) 半沉头铆钉 (粗制) 的规格 (按 GB/T 866—1986)	749
(4) 普通 C 级六角头螺栓的规格 (按 GB/T 5780—2000)	751
(5) 普通 C 级 I 型六角螺母的规格 (按 GB/T 41—2000)	760
(6) 普通 C 级平垫圈的规格 (按 GB/T 95—1985)	761
(7) 普通 A 级、B 级六角头螺栓的规格 (按 GB/T 5782—2000)	762
(8) 普通 A 级、B 级 I 型六角螺母的规格 (按 GB/T 6170—2000)	770
(9) 普通 A 级平垫圈、A 级平垫圈 (倒角型) 的规格 (按 GB/T 97.1—1985、GB/T 97.2—1985)	771
(10) 钢结构用高强度大六角头螺栓的规格 (按 GB/T 1228—1991)	773
(11) 钢结构用高强度大六角螺母的规格 (按 GB/T 1229—1991)	776
(12) 钢结构用高强度垫圈的规格 (按 GB/T 1230—1991)	777
(13) 钢结构用扭剪型高强度螺栓的规格 (按 GB/T 3632—1995)	778
(14) 钢结构用扭剪型高强度螺母的规格 (按 GB/T 3632—1995)	780
(15) 钢结构用扭剪型高强度垫圈的规格 (按 GB/T 3632—1995)	781
(16) 标准型弹簧垫圈的规格 (按 GB/T 93—1987)	782
(17) 轻型弹簧垫圈的规格 (按 GB/T 859—1987)	782
(18) 工字钢用方斜垫圈的规格	783
(19) 槽钢用方斜垫圈的规格	784
19 构件的承载力设计值、承载力矩设计值	785
(1) 受弯构件的承载力矩设计值	785
(2) 轴心受压构件的承载力设计值 (稳定)	797
20 连接的承载力设计值	848
(1) 焊接连接的承载力设计值	848

(2) 普通螺栓的承载力设计值	854
(3) 高强度螺栓的承载力设计值	855
21 横梁的固端弯矩	858
(1) 一端固定一端铰支梁的固端弯矩计算公式	858
(2) 两端固定梁的固端弯矩计算公式	860
22 单跨等截面门式刚架弯矩剪力计算公式	862
(1) 双坡门式铰接刚架计算公式	862
(2) 双坡门式刚接刚架计算公式	865

第 4 篇 有关标准 相关内容和技术资料

23 标准名称	868
(1) 材料的标准	868
(2) 型钢、钢板的标准	868
(3) 紧固件的标准	869
(4) 焊接接头形式与尺寸的标准	870
(5) 涂料的标准	870
24 材料的性能	871
(1) 材料的化学成分和力学性能	871
(2) 一般工程用铸造碳钢的化学成分和力学性能	873
(3) 普通碳素钢、热轧圆钢的化学成分和力学性能	874
(4) 高强度螺栓、螺母、垫圈用原钢材的化学成分和力学性能	875
(5) 高强度螺栓、螺母、垫圈的性能等级及其力学性能	883
(6) 碳钢焊条的药皮类型和焊接电源	884
(7) 碳素焊条熔敷金属的化学成分和力学性能	885
(8) 低合金焊条熔敷金属的化学成分和力学性能	887
25 型钢的规线距离和连接尺寸	894
(1) 热轧角钢的规线距离	894
(2) 热轧工字钢的规线距离	895
(3) 热轧槽钢的规线距离	896
(4) 热轧普通工字钢的连接尺寸	897
(5) 热轧轻型工字钢的连接尺寸	898
(6) 热轧普通槽钢的连接尺寸	899
(7) 热轧轻型槽钢的连接尺寸	900
26 吊车技术资料	901
(1) 大连重工·起重集团有限公司 DQQD 型 5 ~ 50/10t 吊钩起重机 技术规格 2003 年	901
(2) 大连重工·起重集团有限公司 DSQD 型 5 ~ 125t 吊钩起重机技术规 格 2003 年	904

(3) 大连重工·起重集团有限公司 75/20 ~ 125/30t 吊钩起重机技术规格 2003 年·····	908
(4) 大连重工·起重集团有限公司 150/30 ~ 400/80t 吊钩起重机技术规格 2003 年·····	910
(5) 北京起重运输机械研究所 5 ~ 50/10t 吊钩起重机技术规格 2003 年·····	911
(6) 北京起重运输机械研究所 1 ~ 10t 吊钩 LDB 型电动单梁起重机 技术规格·····	914
参考文献·····	916

第 1 篇 钢结构基本构件设计

- 1 总则和材料
- 2 设计基本规定
- 3 基本构件计算
- 4 连接

1 总则和材料

1.0 总 则

1.0.1 为学习理解和应用《钢结构设计规范》GB50017—2003，特编制本设计手册。

1.0.2 本手册主要适用于工业与民用房屋和一般构筑物的钢结构设计，也包括部分由冷弯成型钢材制作的构件及其连接等；对于冷弯成型的钢材制作的构件等，在具体设计时应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018—2002的规定。

1.0.3 本手册的设计原则是根据现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017—2003制订的。取用的荷载及其组合值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009—2001的规定；在地震区的建筑物和构筑物，尚应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011—2001的规定。

1.0.4 设计钢结构时，应从工程实际情况出发，合理选择材料、结构方案和构造措施，满足结构构件在运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度的要求，符合防火、防腐蚀的要求，并宜优先采用通用的和标准化的结构和构件，减少制作、安装工作量。

1.0.5 钢结构设计文件中，应注明建筑结构设计使用年限、采用的钢材牌号（包括质量等级、脱氧方法、供货条件等）、连接材料的型号（或钢号）和对钢材所要求的力学性能、化学成分及其他的附加保证项目。此外，还应注明所要求的焊缝形式、焊缝质量等级（焊缝质量等级的检验标准应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205—2001的规定）、端面刨平顶紧部位以及对施工的其他要求。

1.0.6 对有特殊设计要求和在特殊情况下的钢结构设计，尚应符合现行有关国家标准的要求。

1.1 钢材分类和性能

1.1.1 结构材料

1. 承重结构的材料宜采用现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700—1988中的Q235钢和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591—1994中的Q345、Q390和Q420钢。当采用其他牌号的钢材时，尚应符合相应有关标准的规定和要求。

2. 在建筑结构设计中对结构用钢材可按下述方法分类：

(1) 按冶炼方法（炉种）分为平炉钢和电炉钢、氧气转炉钢或空气转炉钢。承重结构钢一般采用平炉或氧气转炉钢。

(2) 按炼钢脱氧程度分为沸腾钢（F）、半镇静钢（b）、镇静钢（Z）及特殊镇静钢（TZ）。

(3) 钢的牌号按钢的屈服点数值命名，Q235钢，其质量等级分为A、B、C、D四级，

这四个等级与钢的化学成分、力学性能及冲击试验性能有关。

碳素结构钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法四个部分按顺序组成。

例如, Q235-B·F, 其符号含义如下:

Q——钢材屈服强度;

235——屈服点 (不小于) $235\text{N}/\text{mm}^2$;

A、B、C、D——质量等级, 从次到优顺序排列;

F、b、Z、TZ——沸腾钢、半镇静钢、镇静钢、特殊镇静钢, 在牌号表示中“Z”与“TZ”符号可忽略。

在碳素结构钢中, 钢号越大, 含碳量越高, 强度也随之增高, 但塑性和韧性降低。在承重结构钢中经常采用掺加合金元素的低合金钢。其强度高于碳素结构钢, 强度的增高不是靠增加含碳量, 而是靠加入合金元素的程度, 所以, 其韧性并不降低。在低合金钢中 Q345 钢 (16Mn) 的综合性能较好, 在我国已有几十年的工程实践经验。

3. 钢材的力学性能和化学成分

(1) 力学性能

1) 抗拉强度 (f_u)

抗拉强度是衡量钢材经过其本身所能产生足够变形后的抵抗能力。它不仅是反映钢材质量的重要指标, 而且与钢材的疲劳强度有密切关系。由抗拉强度变化范围的数值, 可以反映出钢材内部组织的优劣。

2) 伸长率 (δ)

伸长率是衡量钢材塑性性能的指标。钢材的塑性实际上是当结构经受其本身所产生的足够变形时, 抵抗断裂的能力。因此, 承重结构钢无论在静力荷载或动力荷载作用下, 以及在加工制造过程中, 除要求具有一定的强度外, 还要求有足够的伸长率。

3) 屈服强度 (f_y)

屈服点是衡量结构的承载能力和确定基本强度设计值的重要指标。碳素结构钢和低合金钢在应力达到屈服点后, 应变急剧增长, 使结构的实际变形突然增加到不能再继续使用的程度。所以, 钢材所采用的强度设计值一般都以屈服点除以适当的抗力分项系数来确定。

4) 冷弯性能

冷弯是衡量材料性能的综合指标, 也是塑性指标之一。通过冷弯试验不仅可以检验钢材颗粒组织、结晶情况和非金属夹杂物的分布等缺陷。在一定程度上也是鉴定焊接性能的一个指标。结构在加工制造和安装过程中进行冷加工时, 尤其对焊接结构焊后变形的调直, 都需要钢材具有较好的冷弯性能。用于承重结构的薄壁型钢的热轧带钢或钢板也应有冷弯性能保证。

5) 冲击韧性

冲击韧性是衡量抵抗脆性破坏的一个指标。因此, 直接承受动力荷载以及重要的受拉或受弯焊接结构, 为了防止钢材的脆性破坏, 应具有常温冲击韧性的保证, 在某些低温情况下尚应具有负温冲击韧性的保证。

(2) 化学成分

建筑结构用钢除了要保证含碳量外,硫、磷含量也不能超过国家标准的规定。因为这两种有害元素的存在将使钢材的焊接性能变差,且降低钢材的冲击韧性和塑性,降低钢材的疲劳强度和抗腐蚀性。

建筑结构用钢的力学性能和化学成分见表1-1、表1-2。

钢材的力学性能

表 1-1

标准代号	钢材牌号	厚度 (mm)	一般机械性能				V型冲击试验		
			屈服点 f_y (N/mm ²)	抗拉强度 f_u (N/mm ²)	伸长率 δ_5 (%)	180°冷弯试验 $d =$ 弯心直径 $B =$ 试样宽度 $a =$ 试样厚度	质量等级	温度	冲击功 (纵向) J 不小于
GB/T 700—1988	Q235	≤16	235	375~500	26	$B = 2a, d = 1.5a$ (试样方向为横向) $d = a$ (试样方向为纵向)	B	20	27
		17~40	225		25		C	0	
		41~60	215		24		D	-20	
GB/T 1591—1994	Q345	≤16	345	470~630	21 (22)	$d = 2a$	B	20	34
		17~35	325			$d = 3a$	C	0	
		36~50	295			$d = 3a$	D	-20	
	Q390	≤16	390	490~650	19 (20)	$d = 2a$	B	20	34
		17~35	370			$d = 3a$	C	0	
		36~50	350			$d = 3a$	D	-20	
	Q420	≤16	420	520~680	18 (19)	$d = 2a$	B	20	34
		17~35	400			$d = 3a$	C	0	
		36~50	380			$d = 3a$	D	-20	
							E	-40	27

注: 1. 质量等级为 A 级不要求 V 型冲击试验。

2. δ_5 括号内数值适用于 C~E 级。

钢材的化学成分

表 1-2

标准代号	钢材牌号	化学成分 (%)					
		C	S	P	Si	Mn	
GB/T700—1988	Q235	A 级	0.14~0.22	0.050	0.045	0.30	0.30~0.65 注.1
		B 级	0.12~0.20	0.045			0.30~0.70 注.1
		C 级	≤0.18	0.040	0.040		0.35~0.80
		D 级	≤0.17	0.035	0.035		
GB/T1591—1994	Q345	A 级	0.20 (0.18)		0.045	0.55	1.00~1.60
		B 级			0.040		
		C 级			0.035		
		D 级			0.030		
		E 级			0.025		

续表

标准代号	钢材牌号		化学成分 (%)				
			C	S	P	Si	Mn
GB/T1591—1994	Q390	A级	0.20	≤		0.55	
		B级		0.045			
		C级		0.040			
		D级		0.035			
		E级		0.030			
	Q420	A级	0.20	≤		0.55	1.00 ~ 1.70
		B级		0.045			
		C级		0.040			
		D级		0.035			
				0.030			

注：1. Q235A、B级沸腾钢锰含量上限为0.60%。

2. 括号内含碳量C仅适用于D、E级。

4. 建筑结构用钢铸件采用的材质应符合国家标准《一般工程用铸造碳素钢》GB/T/11352—1989的规定，其机械性能和化学成分见表24-6、表24-7。

5. 检验项目

(1) 所有承重结构的钢材均应具有抗拉强度、伸长率、屈服点和硫、磷极限含量的合格保证，对焊接结构尚应具有含碳量的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构的钢材还应具有冷弯试验的合格保证。

(2) 对于需要验算疲劳的焊接结构的钢材，应具有常温冲击韧性的合格保证（B级）。当结构工作温度等于或低于0℃但高于-20℃时，对Q235钢和Q345钢应具有0℃冲击韧性的合格保证（C级）；对Q390钢和Q420钢应具有-20℃冲击韧性的合格保证（D级）。当结构工作温度等于或低于-20℃时，对Q235钢和Q345钢应具有-20℃冲击韧性的合格保证（D级）；对Q390钢和Q420钢应具有-40℃冲击韧性的合格保证（E级）。

(3) 对于需要验算疲劳的非焊接结构的钢材亦应具有常温冲击韧性的合格保证（B级）。当结构工作温度等于或低于-20℃时，对Q235钢和Q345钢应具有0℃冲击韧性的合格保证（C级）；对Q390钢和Q420钢应具有-20℃冲击韧性的合格保证（D级）。

注：当吊车起重量等于或大于50t的中级工作制（A4~A5）吊车梁，对钢材冲击韧性的要求应与需要验算疲劳的构件相同。

6. 选用

(1) 为保证承重结构的承载能力和防止在一定条件下出现脆性破坏，应根据结构的重要性、荷载特征、结构形式、应力状态、连接方法、钢材厚度和工作环境等因素综合考虑，选用合适的钢材牌号和材性。当结构构件的截面是按强度控制并有条件时，宜采用Q345钢（或Q390、Q420钢）。Q345钢和Q235钢相比，屈服强度提高45%左右，故采用Q345钢可比Q235钢节约30%左右。

(2) 下列情况的承重结构和构件不宜采用Q235沸腾钢：

1) 焊接结构

A. 直接承受动力荷载或振动荷载且需要验算疲劳的结构；

B. 工作温度低于 -20°C 时直接承受动力荷载或振动荷载但可不验算疲劳的结构，以及承受静力荷载的受弯及受拉的重要承重结构；

C. 当工作温度等于或低于 -30°C 的所有承重结构。

2) 非焊接结构

工作温度等于或低于 -20°C 的直接承受动力荷载且需要验算疲劳的结构。

(3) 当焊接承重结构为防止钢材的层状撕裂而采用Z向钢时，其材质应符合现行国家标准《厚度方向性能钢板》GB/T 5313的规定。

(4) 对处于外露环境，且对大气腐蚀有特殊要求的或在腐蚀性气态和固态介质作用下的承重结构，宜采用耐候钢，其质量要求应符合现行国家标准《焊接结构用耐候钢》GB/T 4172的规定。

1.1.2 连接材料

1. 焊接

(1) 材质

钢结构的焊接材料应与被连接构件所采用的钢材材料质相适应。将两种不同强度的钢材相连接时，可采用与低强度钢材相适应的连接材料。对直接承受动力荷载或振动荷载且需要验算疲劳的结构，宜采用低氢型焊条。

1) 手工电弧焊应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117—1995或《低合金钢焊条》GB/T 5118—1995规定的焊条，为使经济合理，选择的焊条型号应与构件钢材的强度相适应。选用时可按下列要求确定：

A. 对Q235钢宜采用E43型焊条；

B. 对Q345钢宜采用E50型焊条。

2) 自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和相应的焊剂应与主体金属强度相适应，并应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝和焊剂》的规定。

(2) 选用

焊接连接是目前钢结构最主要的连接方法，它具有不削弱杆件截面、构造简单和加工方便等优点。一般钢结构中主要采用电弧焊。电弧焊是利用电弧热熔化焊件及焊条（或焊丝）以形成焊缝。目前应用的电弧焊方法有：手工焊、自动焊和半自动焊。在轻型钢结构中，由于焊件薄，焊缝少，故多数采用手工焊。手工焊施焊灵活，易于在不同位置施焊，但焊缝质量低于自动焊。

2. 螺栓

(1) 材质

1) 普通螺栓可采用符合现行国家标准《碳素结构钢》。规定的Q235-A级钢制成，并应符合现行国家标准《六角头螺栓—C级》GB/T 5780—2000和《六角头螺栓—A级和B级》GB/T 5782—2000的规定。

2) 高强度螺栓可采用45号钢、40Cr、40B或20MnTiB钢制作并应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈与技术条件》GB/T 1228—1991～GB/T 1231—1991或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632—1995～GB/T 3633—1995的规定。