

轻型钢结构设计指南

(实例与图集)

第二版

《轻型钢结构设计指南 (实例与图集)》编辑委员会

qingxinggangjiegoushejizhinan

中国建筑工业出版社

轻型钢结构设计指南 (实例与图集)

(第二版)

《轻型钢结构设计指南 (实例与图集)》编辑委员会

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

轻型钢结构设计指南 (实例与图集) / 《轻型钢结构设计指南 (实例与图集)》编辑委员会. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2005

ISBN 7-112-07382-0

I. 轻... II. 轻... III. 轻型钢结构—结构设计
IV. TU392.504

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 041318 号

轻型钢结构设计指南 (实例与图集)

(第二版)

《轻型钢结构设计指南 (实例与图集)》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

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 48 字数: 1195 千字

2005 年 8 月第二版 2005 年 8 月第十次印刷

印数: 24501—30500 册 定价: 80.00 元

ISBN 7-112-07382-0

(13336)

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>

《轻型钢结构设计指南》(实例与图集) 编辑委员会

主 任: 汪一骏

副主任: 冯 东 张志平

委 员: 郭春颢 王步伟 樊 立 王凤池 樊 志 龚伯锋

编写人: 汪一骏 冯 东 张志平 郭家福 刘彦青 姜忆南 张利军

纪福宏 雷全立 张孝荣 姜兰潮 吴燕燕 马颖芳

主 审: 汪一骏

参加本书编写的单位:

北京交通大学 北京交大科技发展中心

总装备部工程设计研究总院

北京市北泡轻钢建材有限公司

徐州安美固建筑空间结构有限公司

北京太空板业股份有限公司

提供本书设计软件的单位:

中国建筑科学研究院 PKPM-CAD 工程部 (STS)

同济大学土木工程学院创迪软件公司 (3D3S)

北京云光科技有限公司 (SFCAD)

本书主要根据新编《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102: 2002)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018—2002)及《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)等,在总结国内近年来轻型钢结构设计经验的基础上,参考各种相关资料对本书第一版(2000年)进行修编。内容包括:设计规定、计算、构造、制作、安装及工程应用。书中还列有常用轻型钢结构设计实例以及形成结构系列的构件截面选用图表和详图 140 余幅,供实际工程参考和选用。

本书可供广大土建专业人员 and 大专院校师生参考使用。

* * *

责任编辑:黎 钟

责任设计:赵 力

责任校对:刘 梅 王金珠

前 言

我国自 20 世纪 60 年代兴起的轻型钢结构主要是以石棉瓦等轻型斜坡屋面、圆钢、小角钢、冷弯薄壁方钢管和 Z 形钢组成的轻型三角形屋架和轻型钢檩条。这种轻型钢屋盖结构曾得到大量应用,但其瓦材本身的牢固性、耐久性和保温隔热性能等缺陷阻碍了其应用和推广。90 年代随着压型钢板(夹芯板)和太空板等轻型平坡屋面的开发和推广,这种屋面不仅比石棉瓦屋面的强度、保温隔热性能大大提高,从而使钢屋盖结构的檩距、柱距、截面尺寸、用钢量和造价能与传统的混凝土屋盖相竞争。

本书是在总结我国轻型钢结构设计经验的基础上,根据新编《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102:2002)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)、冷弯薄壁型钢结构技术规范(GB 50018—2002)及《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)等结合近年来作者在参加国家建筑标准设计图编制心得和体会的基础上对本书一版补充和修编。目的是为广大土建结构设计、施工及科研教学人员在应用轻型钢结构时提供一本实用工具书,以方便并能正确地理解和应用国家建筑标准设计图的设计意图。

全书共分十四章。除了重点介绍轻型钢结构的屋盖特点、应用范围、屋面和结构的材料、结构形式,以及工程应用外,还论述了轻型钢结构的设计规定、计算方法、杆件与节点设计、构造与制作安装。

书中在详细介绍轻型钢结构每一种构件设计内容的同时,还列举了大量设计实例,以及形成结构系列的构件截面选用图表和详图 140 余幅,供实际工程参考和选用。

为配合房屋结构构件截面和产品的更新,书中还列出了高频焊接薄壁 H 型钢、热轧 H 型钢及其剖分 T 型钢的产品和应用实例。

为方便设计应用,书中还列出单轴对称截面、冷弯薄壁方钢管、圆钢管轴心受压构件在平面内和平面外的承载力 N 表,以及 C 形钢、Z 形钢、高频焊接薄壁 H 型钢和热轧 H 型钢受弯构件的整体稳定系数 φ_b 表。

本书的组织和编写,是在北京交通大学、北京交大科技发展中心和总装备部工程设计研究总院等单位的大力支持下,组成了《轻型钢结构设计指南》(实例与图集)编辑委员会,并得到了中国建筑标准设计研究院等领导和专家的指点和帮助,在此表示衷心地感谢。

由于我们水平有限,书中谬误之处在所难免,望读者及时提出批评指正。

本书编辑委员会

目 录

第 1 章 轻型钢结构的范畴、种类和材料	1
1.1 结构范畴	1
1.2 结构种类	1
1.3 结构材料	4
1.4 连接材料	6
第 2 章 结构设计基本规定	8
2.1 设计原则	8
2.2 荷载	10
2.3 设计指标	11
2.4 变形规定	14
2.5 构造	16
2.6 基本构件计算	17
2.7 连接计算及构造	28
第 3 章 轻型屋面	39
3.1 轻型屋面的特点及应用	39
3.2 几种常用轻型屋面	39
3.3 压型钢板	40
3.4 压型钢板屋面节点构造	42
3.5 发泡水泥复合屋面板	48
3.6 发泡水泥复合屋面板节点构造	48
3.7 轻型屋面设计注意事项	53
第 4 章 檩条	56
4.1 檩条形式及特点	56
4.2 檩条截面尺寸	58
4.3 檩条荷载	59
4.4 檩条计算	59
4.5 檩条的布置、连接与构造	62
4.6 檩条设计实例	66
【例题 4-1】 冷弯薄壁卷边槽钢檩条 (L-1)	67
【例题 4-2】 冷弯薄壁卷边槽钢檩条 (风吸力控制) (L-2)	71
【例题 4-3】 冷弯薄壁卷边槽钢檩条 (网架屋盖) (L-3)	73
【例题 4-4】 冷弯薄壁直卷边 Z 形钢檩条 (L-4)	75
【例题 4-5】 冷弯薄壁斜卷边 Z 形钢檩条 (连续) (L-5)	76
【例题 4-6】 薄壁 H 型钢檩条 (L-6)	77

【例题 4-7】 薄壁 H 型钢檩条 (两跨连续) (L-7)	78
【例题 4-8】 薄壁 H 型钢檩条 (发泡水泥复合板屋面) (L-8)	79
第 5 章 屋架	81
5.1 屋架设计规定	81
5.2 角钢和 T 型钢屋架	85
5.3 钢管屋架	96
5.4 屋架设计实例	112
【例题 5-1】 24m 角钢 (含上下弦 T 型钢) 屋架 (GWJ-1)	113
【例题 5-2】 18m 角钢 (含上下弦 T 型钢) 屋架 (设 6m 天窗架) (GWJ-2)	133
【例题 5-3】 18m 角钢 (含上下弦 T 型钢) 屋架 (有 1~2t 悬挂吊车) (GWJ-3)	138
【例题 5-4】 24m 方钢管屋架 (GWJ-4)	144
【例题 5-5】 24m 圆钢管屋架 (GWJ-5)	150
第 6 章 天窗架	153
6.1 天窗架形式及应用	153
6.2 天窗架计算	153
6.3 天窗架杆件截面选择	155
6.4 天窗架节点构造	155
6.5 天窗架设计实例	157
【例题 6-1】 三铰拱式天窗架 (TCJ-1)	157
【例题 6-2】 三支点式天窗架 (TCJ-2)	161
第 7 章 网架	167
7.1 说明	167
7.2 网架形式选择	167
7.3 网架主要尺寸确定	168
7.4 网架杆件设计	168
7.5 网架节点构造	169
7.6 网架设计实例	173
【例题 7-1】 正放四角锥网架 (WJ-1)	175
【例题 7-2】 正放抽空四角锥网架 (WJ-2)	178
【例题 7-3】 斜放四角锥网架 (WJ-3)	178
【例题 7-4】 棋盘形四角锥网架 (WJ-4)	184
【例题 7-5】 正放四角锥网架 (有吊车) (WJ-5)	187
第 8 章 吊车梁	190
8.1 概述	190
8.2 吊车梁系统的组成和类型	190
8.3 设计的基本要求	191
8.4 实腹式焊接吊车梁	193
8.5 悬挂式吊车梁	204
8.6 制动结构	205

8.7 吊车梁与柱的连接构造	206
8.8 吊车轨道和车挡	209
8.9 吊车梁设计实例	210
【例题 8-1】 6m 焊接工字形吊车梁 (DL-1)	210
【例题 8-2】 7.5m 焊接工字形吊车梁 (DL-2)	216
【例题 8-3】 9m 焊接工字形吊车梁 (DL-3)	222
第 9 章 门式刚架	230
9.1 特点及适用范围	230
9.2 结构形式及有关要求	231
9.3 内力和侧移计算	232
9.4 构件截面设计	234
【例题 9-1】 单跨双坡门式刚架柱平面内的稳定计算	240
9.5 节点设计	245
【例题 9-2】 牛腿与钢柱连接计算	249
9.6 刚架设计实例	249
【例题 9-3】 单跨双坡门式刚架 (GJ-1)	252
【例题 9-4】 单跨双坡门式刚架 (GJ-2)	263
【例题 9-5】 单跨双坡门式刚架 (GJ-3)	265
【例题 9-6】 设有吊车的单跨双坡门式刚架 (GJ-4)	266
【例题 9-7】 双跨单坡 (高低跨) 门式刚架 (GJ-5)	270
【例题 9-8】 双跨双坡门式刚架 (GJ-6)	272
【例题 9-9】 双跨双坡门式刚架 (GJ-7)	275
【例题 9-10】 四跨双坡门式刚架 (GJ-8)	277
【例题 9-11】 单跨双坡门式刚架 (GJ-9) (有 5t 梁式吊车)	280
9.7 有关刚架设计中的若干问题	290
9.8 工程实例	309
第 10 章 墙架	313
10.1 墙架设计与构造	313
10.2 墙架设计实例	318
【例题 10-1】 高层建筑屋顶广告牌 (QJ-1)	318
【例题 10-2】 墙架设计 (QJ-2)	321
第 11 章 支撑	324
11.1 一般要求	324
11.2 杆件设计及截面	328
11.3 连接构造	329
11.4 支撑设计实例	333
【例题 11-1】 承受风荷载的横向支撑 (SC-1)	333
【例题 11-2】 屋架端部竖向支撑 (ZC-2)	334
第 12 章 制作、安装、涂装和隔热	337

12.1 概要	337
12.2 轻钢结构的制作	337
12.3 安装	344
12.4 涂装和隔热	348
第 13 章 结构系列	355
13.1 檩条	355
13.2 屋架	359
13.3 网架	380
13.4 吊车梁	437
13.5 门式刚架	439
13.6 墙架	522
13.7 支撑	527
第 14 章 计算图表	534
14.1 普通钢结构受弯构件的整体稳定系数 φ_b	534
14.2 普通钢结构轴心受压构件截面分类 (板厚 $t < 40\text{mm}$)	536
14.3 普通钢结构轴心受压构件稳定系数 φ	538
14.4 薄壁型钢结构轴心受压构件稳定系数 φ	542
14.5 受压板件有效宽厚比 b_e/t	543
14.6 柱的计算长度系数 μ	557
14.7 常用钢材截面特性表	562
14.8 螺栓球规格系列	600
14.9 两个等边及不等边角钢连接填板间距及尺寸表	600
14.10 构件承载力	602
14.11 连接的承载力设计值	712
14.12 热轧角钢螺栓孔距规线表	722
14.13 风荷载计算	722
14.14 常用压型钢板产品规格	724
14.15 发泡水泥复合板 (太空板) 产品规格	730
14.16 吊车技术资料	736
14.17 横梁的固端弯矩	748
14.18 单跨等截面门式刚架弯矩剪力计算公式	751
14.19 本书编辑委员会有关单位和人员	756
参考文献	757

第1章 轻型钢结构的范畴、种类和材料

1.1 结 构 范 畴

1.1.1 范畴

轻型钢结构与普通钢结构并无明确的分界线和设计上的差异。早在上世纪70年代我国钢结构设计规范首次将圆钢、小角钢的轻型钢结构列为专门一章,对推广轻型钢结构起了很大作用。但人们易片面地认为轻型钢结构只是指“跨度不超过18m且起重量不大于5t的轻、中级工作制桥式吊车的房屋中采用有圆钢或小角钢(小于 $L45 \times 4$ 或 $L56 \times 36 \times 4$)的钢结构”,而忽视了大量应用的其他截面尺寸较小、壁厚较薄的轻型钢结构。因此,轻型钢结构的范畴应包括所有轻型屋面下所采用的钢结构。本书着重介绍轻型钢结构有关的压型钢板、夹芯板和发泡水泥复合板(太空板)为主的轻型屋面、轻型檩条、屋架、网架、吊车梁和门式刚架等的设计和构造。

1.1.2 应用场合和特点

根据轻型钢结构的发展,其应用范围将不局限于具有小跨度、小吊车的房屋,而且已逐渐扩展,可以取代部分普通钢结构的应用。

轻型屋面的应用和屋面荷载的大幅度降低,使钢屋盖结构的截面尺寸和重量比按传统混凝土重屋面设计的大幅度降低,不仅节约钢材用量,加快建设速度,更引人触目的是它本身具有较强的抗震能力而且能提高整个房屋的综合抗震性能。但由于轻型钢结构的截面尺寸相对较小,在制作、运输、安装以及防锈、隔热等方面必须引起足够的注意。

1.2 结 构 种 类

单层轻型房屋一般采用屋架、网架和门式刚架为主要承重结构。其上设檩条、屋面板(或板檩合为一体的太空轻质大型屋面板),其下设柱(对刚架则梁柱合一)、基础,柱外侧有轻质墙架,柱的内侧可设吊车梁。轻型钢结构房屋的具体布置见图1-1~图1-3。

1.2.1 屋架

目前大量应用的压型钢板有檩体系和太空轻质大型屋面板无檩体系多为平坡轻型屋面。当房屋跨度较大、高度较高时宜采用屋架结构。屋架结构的形式、构造及设计见图1-1及第5章。图1-1示出了设有天窗架的屋架结构。

1.2.2 门式刚架

国内外单层轻型房屋大量采用门式刚架结构。我国《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102: 2002)^[1]的颁布,为我国轻型钢结构的推广应用起了促进和更加规范化的

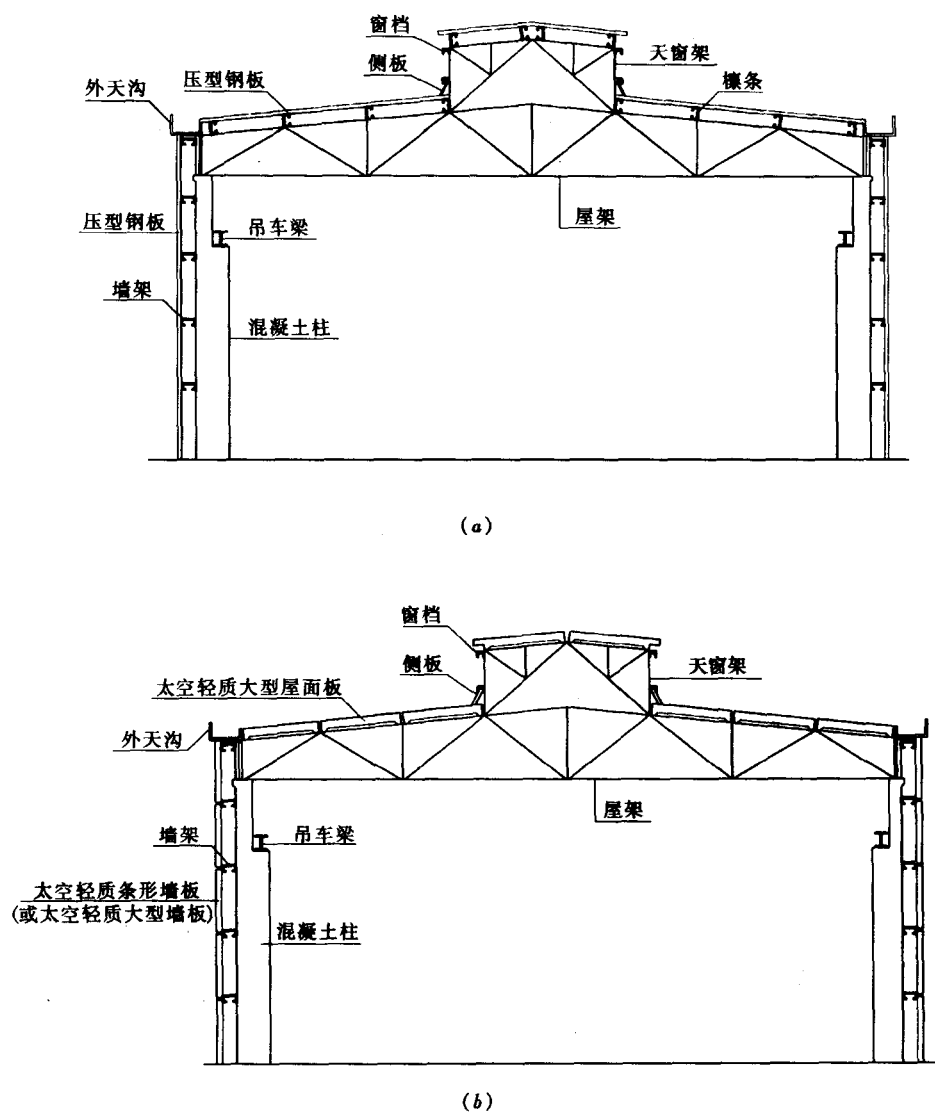


图 1-1 屋架

(a) 有檩体系; (b) 无檩体系

作用。门式刚架结构的形式、构造及设计见图 1-2 及第 9 章。

屋架和门式刚架均为平面结构体系，为保证结构的整体性、稳定性及空间刚度，在每榀刚架或屋架间应由纵向构件或支撑系统连接。

1.2.3 网架

当房屋跨度较大，其平面尺寸长短边之比接近于 1 或不超过 2 时，宜采用网架结构。网架结构可提供较大的房屋平面及净空，外形美观。网架结构的形式、构造及设计见图 1-3 及第 7 章。网架为空间结构体系，不像刚架和屋架需另设支撑。

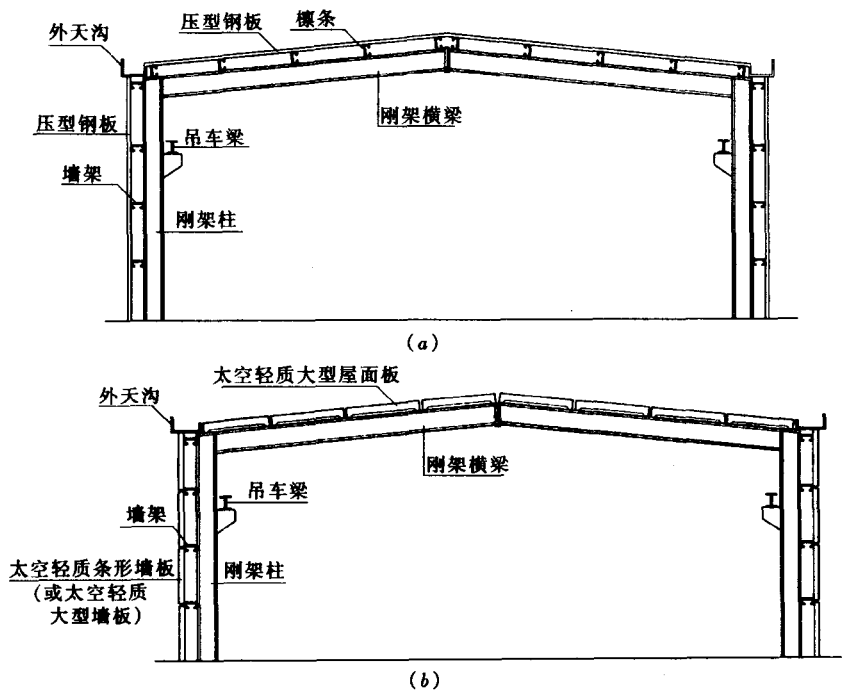


图 1-2 门式刚架

(a) 有檩体系; (b) 无檩体系

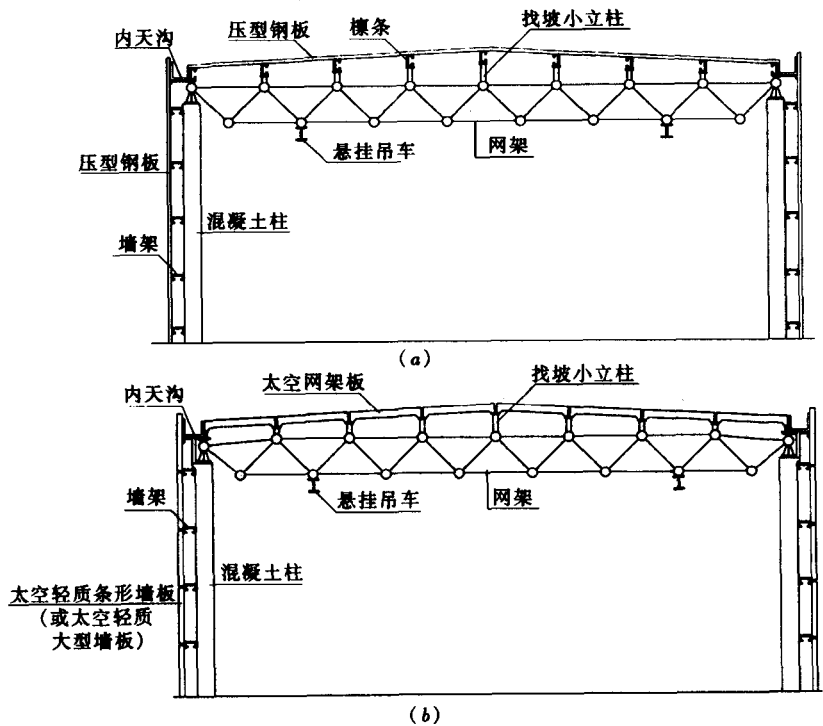


图 1-3 网架

(a) 有檩体系; (b) 无檩体系

1.3 结 构 材 料

1.3.1 材质

1. 材料的分类

结构用钢材可以按下述方法分类：

(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 Q235 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) 按钢的牌号分类。钢的牌号按钢的屈服点数值命名，钢的质量等级分 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。

普通碳素钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法等四个部分按顺序组成。

例如，Q235-B·F 符号含义如下：

Q——钢材屈服强度；

235——屈服点（不小于） 235N/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高强度结构钢。其强度高干碳素结构钢，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。在低合金高强度结构钢中 Q345 钢的综合性能较好，在我国已有几十年的工程实践经验。

2. 钢材的机械性能和化学成分

(1) 机械性能

1) 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高强度结构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。

2) 抗拉强度 (f_u)

抗拉强度是衡量钢材经过其本身所能产生的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，而且与钢材的抗震强度有密切关系。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。

3) 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。

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（20℃）冲击韧性的保证（B级钢），在某些低温情况下尚应具有零度和负 20℃冲击韧性的保证（C级和 D 级钢）。

(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。

建筑结构用钢的机械性能和化学成分见表 1-1、表 1-2。

钢材的机械性能 表 1-1

标准代号	钢材牌号	厚度 (mm)	机 械 性 能			
			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
			不小于		不小于	
GB/T 700—1988	Q235	≤ 16	235	≥ 375	26	$B = 2a, d = 1.5a$ (试样方向为横向) $d = a$ (试样方向为纵向)
		17 ~ 40	225		25	
		41 ~ 60	215		24	
GB/T 1591—1994	Q345	≤ 16	345	≥ 510	22	$d = 2a$
		17 ~ 25	325	≥ 490	21	$d = 3a$
		26 ~ 36	315	≥ 470	21	$d = 3a$

- 注：1. 有关 Q390 和 Q420 钢的性能，表中未列入，可参考有关国标。
2. 对 Q235 钢，表中未列 V 形冲击试验和 C、D 级钢的应用，B 级钢的冲击功（纵向）J 不小于 27。
3. 对 Q345 钢，V 形冲击试验的冲击功（纵向）J 不小于 34。A 级钢不要求 V 形冲击试验。

钢 材 的 化 学 成 分 表 1-2

标准代号	钢材牌号		化 学 成 分 (%)					
			碳	硫	磷	硅	锰	钒
				不 大 于				
GB/T 700—1988	Q235	A 级	0.14 ~ 0.22	0.05	0.045	≤0.30	0.30 ~ 0.65	—
		B 级	0.12 ~ 0.20	0.045			0.30 ~ 0.70	—
GB/T 1591—1994	Q345A、B		0.20	0.04 ~ 0.045	0.04 ~ 0.045	0.55	1.00 ~ 1.60	—

3. 检验项目

所有承重结构的钢材均应具有屈服点、抗拉强度、伸长率、冷弯试验和硫、磷的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。

对于需要验算疲劳的以及重要的受拉或受弯的焊接结构的钢材,应具有常温冲击韧性的合格保证。当结构工作温度不高于 0°C 但高于 -20°C 时, Q235、Q345 钢应具有 0°C 冲击韧性的合格保证(C级钢);当结构工作温度不高于 -20°C 时, Q235、Q345 钢应具有 -20°C 冲击韧性的合格保证(D级钢)。

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级钢),当结构工作温度不高于 -20°C 时, Q235、Q345 钢应具有 0°C 冲击韧性的合格保证(C级钢)。

1.3.2 选用

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、连接方法、钢材厚度和工作温度等因素综合考虑,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。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 15% ~ 25%。

1. 承重结构的钢材宜采用 Q235 钢和 Q345 钢,其质量应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》和《低合金高强度结构钢》的规定。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. 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

1) 直接承受动力荷载或振动荷载且需要验算疲劳的结构;

2) 工作温度低于 -20°C 时的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;

3) 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。

注:工作温度系指现行国家标准《采暖通风和空气调节设计规范》GBJ 19—87(2001 版)中所列出的最低日平均温度。

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—1985 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。

1.4 连 接 材 料

1.4.1 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:

- 1) 对 Q235 钢宜采用 E43 型焊条;
- 2) 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》GB/T 14957—1994 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,通常焊缝少,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。

1.4.2 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 或 Q345 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 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 1231—1991 或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632—1995 的规定。

(3) 螺栓可采用现行国家标准《碳素结构钢》中规定的 Q235-A 钢或《低合金高强度结构钢》中规定的 Q345-A 钢。

2. 选用

(1) 普通螺栓连接主要用在结构的安装连接以及可拆装的结构中。螺栓连接的优点是拆装便利,安装时不需要特殊设备,操作较简便。但由于普通螺栓连接传递剪力较差,而高强度螺栓连接在施工中的要求又较高,因而轻型钢屋架与支撑连接,一般采用性能级别为 4.6 级或 4.8 级普通螺栓(C 级),受力较大时可用螺栓定位、安装焊缝受力的连接方法。

(2) 高强度螺栓连接除能承受较大的拉力外,尚能借其连接处构件接触面的摩擦可靠地承受剪力,故在轻型门式刚架梁柱的连接节点以及螺栓球网架节点的连接中得到广泛应用。

(3) 锚栓主要应用于屋架与混凝土柱顶的连接及门式刚架柱脚与基础的连接,锚栓可根据其受力情况选用不同牌号的钢材 Q235-A 或 Q345-A 制成。