

钢结构工程系列丛书

钢结构选型 与辅助设计

李芬红	杨海平	主 编
尹道林	于曰坤	副主编
	张海燕	主 审
	戚 豹	

中国建筑工业出版社

钢结构工程系列丛书

钢结构选型与辅助设计

李芬红	杨海平	主 编
尹道林	于曰坤	副主编
	戚 豹	主 审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构选型与辅助设计/李芬红主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 11

(钢结构工程系列丛书)

ISBN 978-7-112-18633-4

I. ①钢… II. ①李… III. ①钢结构 IV. ①TU391

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 259112 号

本书按照建筑钢结构工程技术专业的职业要求, 根据建筑工程类施工一线技术与管理人员所必须的应用知识, 从实用性、职业性、可塑性及一专多能性相结合的出发点, 以钢结构设计、施工必需的知识、技能为基础, 通过工学结合的方式, 介绍了常见的几种钢结构的特点、结构的基本组成、钢结构构件选用、钢结构应用、钢结构辅助设计方法、钢结构深化辅助设计等。内容包括轻钢结构的选型与辅助设计、多高层钢结构的选型与辅助设计、桁架结构的选型与辅助设计、网架结构的选型与辅助设计、钢结构深化设计实例讲解, 共 5 章。为方便教学及扩大知识面, 提高实际应用能力, 各章后均附有实例软件和实例介绍。

本书定位于培养高等技术应用型人才, 重在突出职业技术教育特点, 培养学生合理选用钢结构形式, 进行钢结构设计的能力。

本书可作为高职高专建筑钢结构工程技术专业教材, 同时可供土建类工程技术人员学习参考。

* * *

责任编辑: 赵晓菲 张 磊

责任设计: 李志立

责任校对: 李美娜 关 健

钢结构工程系列丛书

钢结构选型与辅助设计

李芬红 杨海平 主 编

尹道林 于曰坤 张海燕 副主编

戚 豹 主 审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10½ 字数: 257 千字

2015 年 12 月第一版 2015 年 12 月第一次印刷

定价: 26.00 元

ISBN 978-7-112-18633-4

(27461)

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)

前 言

钢结构由于具有抗震性能优越、减轻结构自重、降低工程造价、加上施工周期短的优点及工业、体育、文化事业等领域的发展,钢结构在工业厂房、体育场馆、博览中心、机场、火车站、多高层建筑、桥梁等工程中得到了广泛的应用。本教材对于专业技术人员了解各种钢结构的特点、合理选用结构形式、设计方法等知识有很大的帮助。

教材按照建筑钢结构工程技术专业的职业要求,根据建筑工程类施工一线技术与管理人员所必须的应用知识,从实用性、职业性、可塑性及一专多能性相结合的出发点,以钢结构设计、施工必需的知识、技能为基础,通过工学结合的方式,介绍了常见的几种钢结构的特点、结构的基本组成、钢结构构件选用、钢结构应用、钢结构辅助设计方法、钢结构深化辅助设计等。内容包括轻钢结构的选型与辅助设计、多高层钢结构的选型与辅助设计、桁架结构的选型与辅助设计、网架结构的选型与辅助设计、钢结构深化设计实例讲解,共5章。为方便教学及扩大知识面,提高实际应用能力,各章后均附有实例软件和实例介绍。

本书定位于培养高等技术应用型人才,重在突出职业技术教育特点,培养学生合理选用钢结构形式,进行钢结构设计的能力。

本教材由江苏建筑职业技术学院戚豹主审,浙江同济科技职业学院李芬红、杨海平主编,上海翌德建筑规划设计有限公司尹道林、潮峰钢构集团有限公司于曰坤、浙江大地钢结构有限公司张海燕副主编。第一、三章由李芬红、杨海平编写;第二章由李芬红、尹道林编写;第四章由李芬红、于曰坤编写;第五章由李芬红、张海燕编写。

本书可作为高职高专建筑钢结构工程技术专业教材,同时可供土建类工程技术人员学习参考。

由于经验不足,能力有限,加之时间较紧,书中不妥之处,恳请读者批评指正。

目 录

1 轻钢结构的选型与辅助设计

1.1 轻钢结构的基础知识	1
1.1.1 轻钢结构的概念	1
1.1.2 轻钢结构的特点	2
1.1.3 轻钢结构的应用	3
1.1.4 轻钢结构的钢材选用	4
1.2 轻钢结构的结构形式和布置	10
1.2.1 轻钢门式刚架的结构形式	10
1.2.2 轻钢门式刚架的结构布置	12
1.2.3 轻钢门式刚架的支撑布置	12
1.2.4 隅撑的设置	13
1.3 轻钢门式刚架结构的辅助设计	14
1.3.1 软件简介	14
1.3.2 轻钢门式刚架结构的设计流程	14
1.3.3 工程设计实例	15

2 多高层钢结构的选型与辅助设计

2.1 多高层钢结构的基础知识	32
2.1.1 多高层钢结构的概念	32
2.1.2 多高层钢结构的特点	33
2.1.3 多高层钢结构的应用	34
2.1.4 多高层钢结构的钢材选用	36
2.2 多高层钢结构的结构体系和布置	41
2.2.1 主要结构类型	41
2.2.2 钢结构体系的选型与布置要求	44
2.2.3 各种结构体系的组成	46
2.3 多高层钢结构的辅助设计	58
2.3.1 软件简介	58
2.3.2 多高层钢结构设计流程	61
2.3.3 工程设计实例	62

3 桁架结构的选型与辅助设计

3.1 桁架结构的基础知识	75
3.1.1 桁架结构的概念和组成	75

3.1.2	桁架结构的特点	77
3.1.3	桁架结构的应用	78
3.1.4	桁架结构的钢材选用	79
3.2	桁架结构的选型	83
3.2.1	桁架常见类型	83
3.2.2	桁架结构选型原则	85
3.3	桁架结构的辅助设计	86
3.3.1	几种常用的辅助设计软件介绍	86
3.3.2	桁架结构的设计流程	87
3.3.3	工程设计实例	88

4 网架结构的选型与辅助设计

4.1	网架结构的基础知识	95
4.1.1	网架结构的概念和组成	95
4.1.2	网架结构的特点	98
4.1.3	网架结构的应用	99
4.1.4	网架结构的钢材选用	99
4.2	网架结构的选型	101
4.2.1	网架结构常见类型	101
4.2.2	网架结构选型原则	102
4.3	网架结构辅助设计	104
4.3.1	几种常用的辅助设计软件介绍	104
4.3.2	网架结构的设计流程	106
4.3.3	工程设计实例	108

5 钢结构深化设计实例讲解

5.1	工程概况	118
5.2	建模及出图	118
5.2.1	启动 Tekla Structures	119
5.2.2	创建模型	119
5.2.3	创建轴线	121
5.2.4	创建轴线视图	123
5.2.5	创建构件	125
5.2.6	出图	141
5.2.7	创建图纸	148
参考文献		160

1 轻钢结构的选型与辅助设计

◆ 引言

钢结构建筑近年来在我国建筑市场上所占比重日益扩大，尤其是轻钢结构。在这一章中，将通过对轻钢结构概念、轻钢结构的适用范围和轻钢结构体系的构造等知识的学习，使初学者对轻钢结构的选型及辅助设计有很好的了解和熟悉。

◆ 本章要点

熟悉轻钢结构的概念、特点及常用材料和结构构件的主要截面形式；

熟悉轻钢结构的结构体系和布置；

明确各种轻钢结构体系的组成及各自的特点；

了解相关的轻钢结构辅助设计软件及设计过程。

1.1 轻钢结构的基础知识

[本节要点] 掌握轻钢结构的概念和特点，了解轻钢结构的常用材料以及主要结构构件的截面形式。

[关键概念] 轻钢结构；抗震性能；抗风性能；耐久性能；构件形式。

轻钢结构在我国已进入快速发展时期，已在工业建筑中得到广泛的应用，轻钢住宅也成为轻钢结构应用的新领域和新的增长点。在学习轻钢结构之前，首先要弄清轻钢结构的概念、特点以及轻钢结构的选材。

1.1.1 轻钢结构的概念

[提示]

- (1) 轻钢结构的主要构件的板材厚度较小。
- (2) 轻钢结构建筑的围护结构往往采用轻质材料。
- (3) 轻钢结构建筑投入小，建设周期短。

[相关知识]

人们往往将钢结构划分为重钢结构和轻钢结构两大类。但是，究竟如何定义或区分这两类结构，却存在着很多不同的标准。在现行国家规范（包括以往已经废除的国家规范）和以往技术文件都并没有重钢一说，现在主要为了区别轻型房屋钢结构，出现了“重钢结构”这一说法。其实对重钢结构称之为“普钢”更合适。因为普通钢结构的范围很广，可以包含各种钢结构，比如重型工业厂房、多高层建筑、桁架结构、网架结构等。

轻钢结构是一个很模糊的概念,没有严格的定义,目前应用较多的理解主要有以下几种。

(1) 按照《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102—2002)的适用范围规定:

1) 主要承重结构为单跨或多跨实腹门式刚架。

2) 具有轻型屋盖和轻型外墙。

3) 无桥式吊车或有起重量不大于 20t 的 A1~A5 (轻、中级) 工作制桥式吊车或 3t 悬挂式起重机 (这里对单梁吊车没有限制,主要因为单梁吊车起重量一般在 5t 以内,采用进口掣链可以达到 10t,如天起的 LD 型,因此对单梁吊规范未加限制),也就是说具有轻型屋盖 (包括吊车起重量 20t 以内) 和轻型外墙 [也可以有条件地采用砌体外墙,如《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102—2002) 第 4.4.3 条规定不同的抗震设防地区采取不同的外墙] 的单层实腹门式刚架结构,属于轻钢结构。这里的轻型主要是指围护用轻质材料,主要构件截面是由中厚度 (多指 5~14mm 厚) 钢板焊成的 H 形截面构件。由此目前的轻钢含义主要是指符合本规定的实腹门式刚架结构。

(2) 除上述门式刚架结构外,按照主要受力构件的截面组成来区分,还有以下结构形式也应该属于轻钢结构:

1) 由冷弯薄壁型钢组成的结构;

2) 由热轧轻型型钢 (工字钢、槽钢、H 形钢、L 形钢、T 形钢等) 组成的结构;

3) 由焊接轻型型钢 (工字钢、槽钢、H 形钢、L 形钢、T 形钢等) 组成的结构;

4) 由圆管、方管、矩形管组成的结构;

5) 由薄钢板焊成的构件组成的结构;

6) 由以上各种构件组成的结构。此外低层钢结构装配式住宅也包含在轻钢结构范畴内。

(3) 事实上,轻钢结构体系的本质是“轻”,实现这一本质的条件是截面板件要“薄”,设计时必然要考虑板件局部失稳后的极限强度。所以,从结构工作机理和设计计算原理的角度出发,轻钢结构体系是指:结构构件采用较薄板件,设计时考虑板件局部失稳后的后继强度的钢结构体系。

1.1.2 轻钢结构的特点

[提示]

(1) 轻钢结构的特点主要针对普钢结构而言。

(2) 轻钢结构建筑的特点大多都归因于其轻质高强的特点。

[相关知识]

虽然轻钢结构的优点诸多,但其防火和防腐仍旧不可忽视。然而,随着近年来防火和防腐新产品的不断出现,已较好地解决了轻钢结构防火性能及抗腐蚀性差的缺点,使得它在工业厂房以及民用设施建筑中得到了广泛的应用。

(1) 抗震性能好:低层别墅的屋面大都为坡屋面,因此屋面结构基本上采用的是由冷弯型钢构件做成的三角形屋架体系,轻钢构件在封完结构性板材及石膏板之后,形成了非

常坚固的“板肋结构体系”，这种结构体系有着更强的抗震及抵抗水平荷载的能力，能适用于抗震烈度为8度以上的地区。

(2) 抗风性能好：对于低层的型钢结构，建筑重量轻、强度高、整体刚性好、变形能力强。建筑物自重仅是砖混结构的1/5，可抵抗每秒70m的飓风，使生命财产能得到有效的保护。

(3) 耐久性好：轻钢结构住宅全部采用冷弯薄壁钢构件体系组成，钢骨采用超级防腐高强冷轧镀锌板制造，有效避免钢板在施工和使用过程中的锈蚀的影响，增加了轻钢构件的使用寿命，结构寿命可达100年。

(4) 保温性能好：采用的保温隔热材料以玻纤棉为主，具有良好的保温隔热效果。用以外墙的保温板，有效地避免墙体的“冷桥”现象，达到了更好的保温效果。100mm左右厚的R15保温棉热阻值可相当于1m厚的砖墙。

(5) 隔声效果好：隔声效果是评估住宅的一个重要指标，轻钢体系安装的窗均采用中空玻璃，隔声效果好，隔声达40dB以上；由轻钢龙骨、保温材料石膏板组成的墙体，其隔声效果可高达60dB。

(6) 环保性能好：干作业施工，减少废弃物对环境造成的污染，房屋钢结构材料可100%回收，其他配套材料也可大部分回收，符合当前环保意识；所有材料为绿色建材，满足生态环境要求，有利于健康。

(7) 舒适性：轻钢墙体采用高效节能体系，具有呼吸功能，可调节室内空气干湿度；屋顶具有通风功能，可以使房屋内部上空形成空气流动的空间，保证屋顶内部的通风及散热需求，使用时感觉到舒适。

(8) 建设周期短：全部干作业施工，不受环境季节影响。一栋300m²左右的建筑，只需5个工人30个工作日可以完成从地基到装修的全过程。

(9) 节能：全部采用高效节能墙体，保温、隔热、隔声效果好，可达到50%的节能标准。

(10) 机械化程度高：构配件均为自动化、连续化、高精度生产，产品规格系列化、定型化、配套化，各部分尺寸精确。

(11) 空间布置灵活：由于轻钢结构采用轻型薄壁型材，自重轻、强度高，便于扩大柱距和提供更大分隔空间，可降低层高和增加建筑面积，节省空间。

1.1.3 轻钢结构的应用

轻钢结构是一种年轻而极具生命力的钢结构体系，基于其诸多的优点，已广泛应用于一般工农业、商业、服务性建筑，如厂房、办公楼、别墅、仓库、娱乐、旅游景观建筑和住宅等领域，还可用于旧房增层、改造、加固项目及建材缺乏地区、运输不便地区、工期紧、活动式可拆迁建筑等（图1.1.1、图1.1.2），总之，轻钢结构倍受业主青睐。

目前发达国家在非居住建筑上的应用十分迅速，并正在向多层居住建筑拓展。非居住建筑以四层以下的轻钢结构为主，跨径一般大于20m，普遍用在大跨的轻工、电子、仓库、加工等车间的建造，也有应用在日用的超市、临时用房、飞机库等。轻钢结构居住建筑一般用于多层（4~6层），目前轻钢别墅（图1.1.3）的建设非常盛行。



图 1.1.1 轻钢厂房



图 1.1.2 可拆卸的工棚



图 1.1.3 轻钢别墅

1.1.4 轻钢结构的钢材选用

[提示]

- (1) 为了满足承重构件的承载性能，对结构用钢的材性提出要求。
- (2) 根据结构主要受力构件的各种性能，结构用钢及连接材料的选用至关重要。

(3) 提供各种截面形式供设计结构构件合理选取。

[相关知识]

虽然轻钢结构所受的荷载及作用种类少,受力相对简单,承载能力要求相对较低,容易满足正常使用要求,但是由于各种条件的影响,仍需要合理选择材料和构件的截面形式,以达到经济合理、安全适用的目的。

1. 结构用钢的材性要求

由于轻钢结构的承重相对较小,所以主要承重构件的板厚相对较薄,截面规格相对较小,材料强度要求相对较低:

(1) 钢材应具有足够的强度和塑性。

(2) 具有良好的工艺性能:冷弯性能和焊接工艺性能都应满足要求。

(3) 轻钢结构外露承重构件还应具有较好的耐锈蚀性能。

2. 结构用钢的选用

(1) 用于承重的冷弯薄壁型钢、轻型热轧型钢和钢板应采用现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)规定的 Q235 钢和《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591—2008)规定的 Q345 钢。

(2) 门式刚架、吊车梁、焊接的檩条和墙梁等构件宜采用质量等级为 B 级以上的钢。非焊接的檩条和墙梁等构件可采用质量等级为 A 级的钢。

当有根据时轻钢结构的檩条和墙梁可采用其他牌号的钢制作。

各种牌号的钢材强度设计值应按照现行国家规范《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)的规定。

(3) 主要承重构件选用钢板时为避免过大的焊接变形,选用的钢板厚度不应太薄,一般不宜小于 4mm,否则焊缝强度设计值和钢材强度设计值应降低 5%。

3. 连接材料的选用

(1) 螺栓连接

轻钢结构的传力螺栓连接一般宜选用普通螺栓和高强度螺栓连接,普通螺栓宜选用 C 级普通螺栓,高强度螺栓宜选用 8.8 级和 10.9 级两种性能等级的高强度螺栓,高强度螺栓类型可选用扭剪型螺栓,也可用大六角型螺栓。螺栓的强度设计值、高强度螺栓的预拉力值均应符合现行国家规范《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)的规定。

(2) 焊接连接

轻钢结构构件及节点大量采用了焊接连接,焊接材料必须按与母材性能相匹配来选用。当采用手工焊、埋弧自动焊或 CO₂ 气体保护焊时, Q235 钢可采用 E43 型系列焊条, Q345 钢可采用 E50 型系列焊条。当不同强度的钢材相焊接时,焊接材料选用与低强度材料相一致的材料。焊缝强度设计值应符合现行国家规范《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)的规定。

(3) 栓钉连接

楼板多采用压型钢板衬底代替模板的钢筋混凝土楼板,楼板与钢梁之间采用栓钉连接。

(4) 自攻钉连接

屋面板、墙面板多采用集保温、防水于一体的彩色涂层钢板或夹芯板,除了部分采用暗扣板与檩条、墙梁咬合在一起外,还有一部分采用自攻钉与檩条、墙梁连接。

4. 主要结构构件形式

轻钢结构的主要受力构件或系统种类有：梁、柱、檩条、墙梁、支撑、围护、楼板等。下面介绍各种构件的主要截面形式。

(1) 梁

常见的梁有楼面梁、屋面梁、吊车梁等，常用截面形式有（图 1.1.4）：工字钢、槽钢、热轧 H 形钢、C 形钢、Z 形钢、C 形钢组合截面、焊接 H 形钢等。有时还会采用薄壁钢管或薄板焊接的箱形钢等。

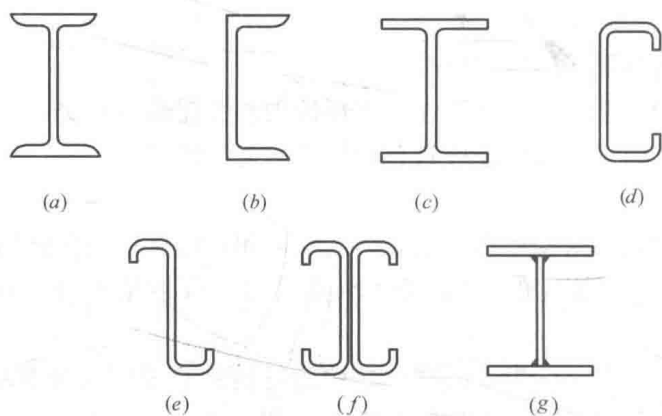


图 1.1.4 梁的常用截面形式

(2) 柱

常见的柱有厂房柱、框架柱、平台柱等，常用截面形式有（图 1.1.5）：焊接 H 形钢、热轧 H 形钢、焊接箱形钢、圆管等。有时还会采用薄壁方钢管、薄壁矩形钢管、工字钢、槽钢等。

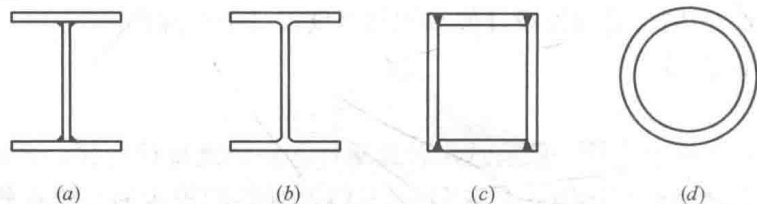


图 1.1.5 柱的常用截面形式

(3) 檩条

檩条常用截面形式有（图 1.1.6）：C 形钢、Z 形钢、C 形钢组合截面等。有时还会采用薄壁方钢管、薄壁矩形钢管、高频焊接 H 形钢、槽钢、工字钢等。

(4) 墙梁

墙梁常用截面形式有（图 1.1.7）：C 形钢、C 形钢组合截面等。有时还会采用薄壁方钢管、薄壁矩形钢管、槽钢等。

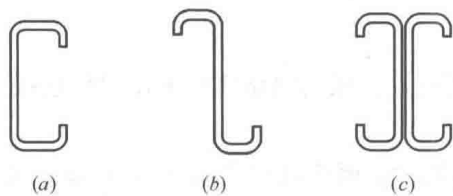


图 1.1.6 檩条的常用截面形式

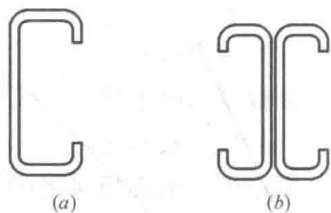


图 1.1.7 墙梁的常用截面形式

(5) 支撑

支撑一般有水平支撑和垂直支撑，支撑的常用截面形式有（图 1.1.8）：单角钢、双角钢、单槽钢、双槽钢、H 形钢（热轧 H 形钢或焊接 H 形钢）等。有时还会根据实际情况采用圆钢、薄壁方钢管、薄壁矩形钢管、圆管等。

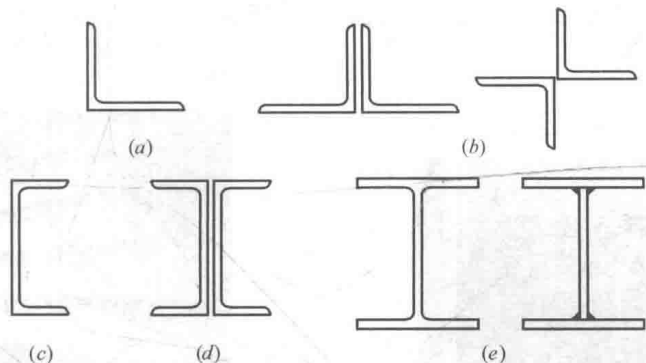


图 1.1.8 支撑的常用截面形式

(6) 围护、楼板

用于轻钢结构的围护系统主要包括屋面板、墙面板，常见的板有彩钢压型钢板、合金板、铝塑板、铝板、挤塑板、夹芯板等，截面形式各种各样（图 1.1.9）：图 1.1.9 (a)~图 1.1.9 (c) 为压型钢板；图 1.1.9 (d)~图 1.1.9 (f) 为夹芯板；图 1.1.9 (g)、图 1.1.9 (h) 为铝镁锰合金板；图 1.1.9 (i) 为铝塑板；图 1.1.9 (j) 为铝板；图 1.1.9 (k) 为挤塑板等。

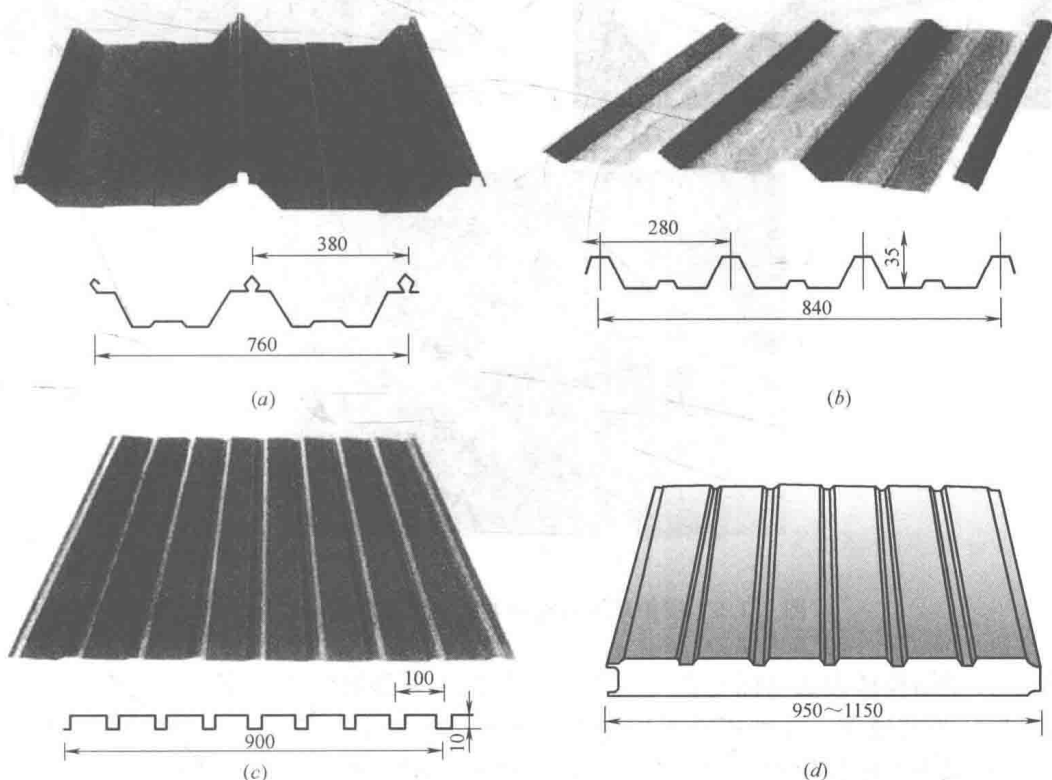


图 1.1.9 围护系统常见板类型及截面形式 (一)

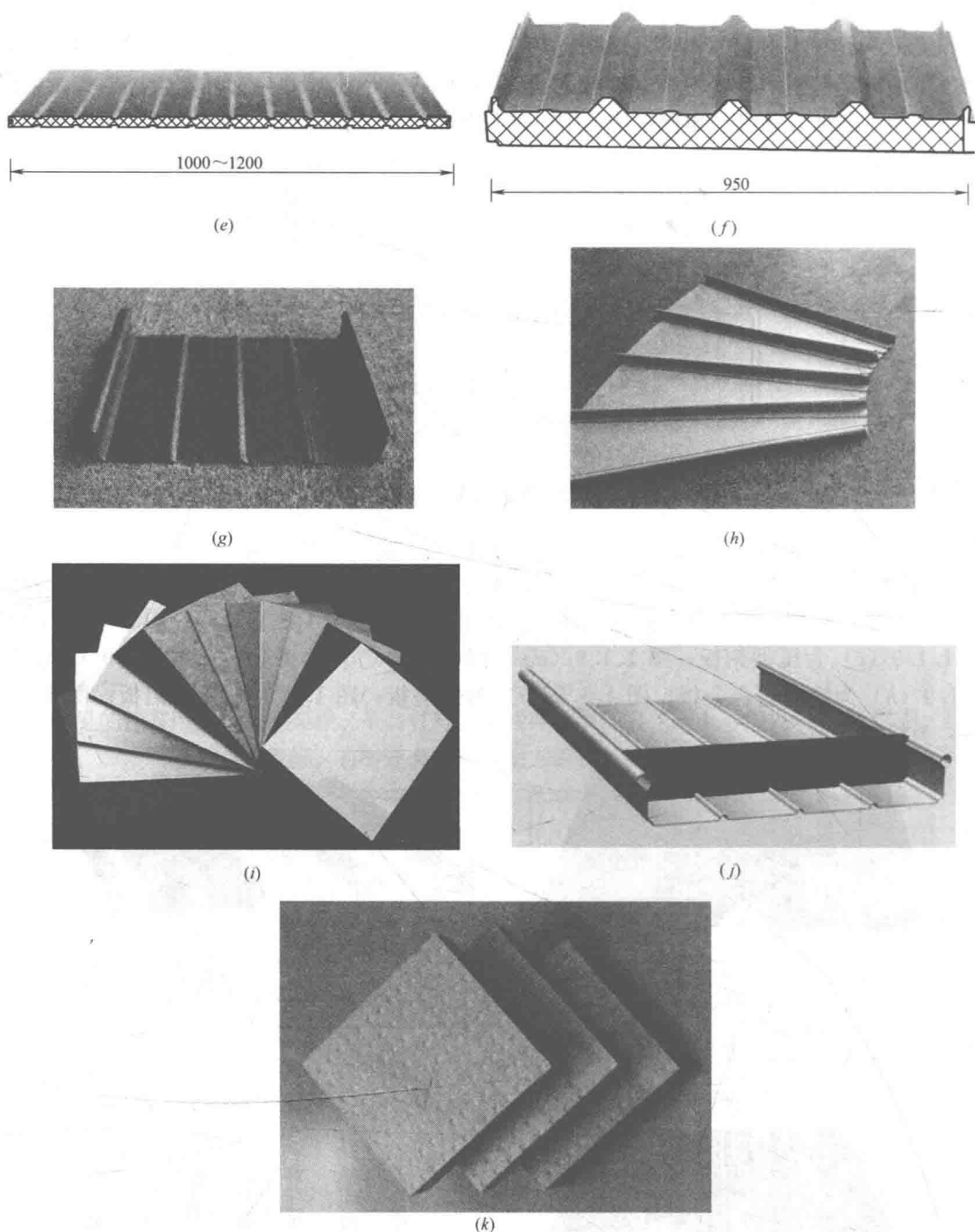


图 1.1.9 围护系统常见板类型及截面形式 (二)

用于轻钢结构楼面板 (图 1.1.10) 的压型钢板主要是镀锌压型钢板 (图 1.1.11)。图 1.1.11 (a) 为普通型, 这种压型钢板制作、运输、施工都很方便, 但与混凝土的粘结很差, 一般只能当做模板使用。图 1.1.11 (b) 为紧扣型压型钢板, 可大大增强压型钢板与混凝土的粘结作用。由于压型钢板很薄, 为提高压型钢板受力的局部稳定, 可将压型钢板

的上下翼缘做成带褶皱的形式如图 1.1.11 (c) 所示。而为了增强压型钢板与混凝土的粘结作用,也可在压型钢板上压痕形成齿槽的形式,如图 1.1.11 (d) 所示。

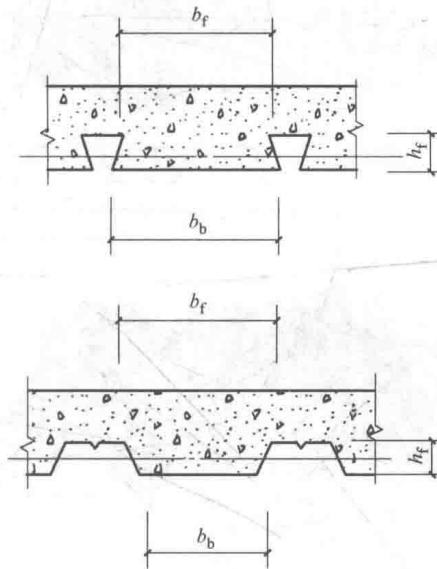
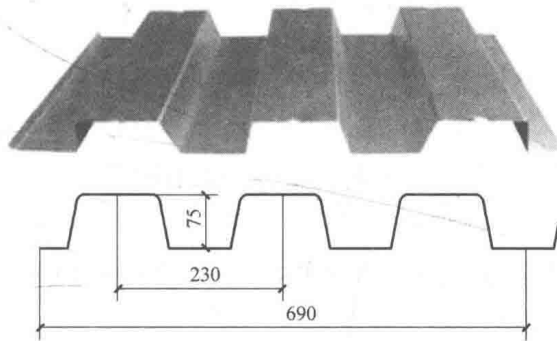
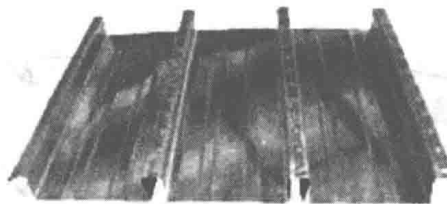


图 1.1.10 楼面板



(a)



(b)

图 1.1.11 楼板用镀锌压型钢板的主要形式 (一)

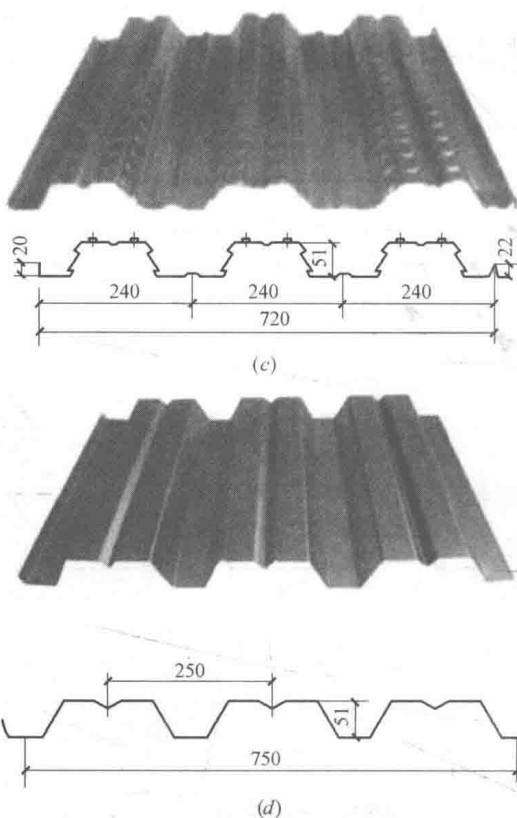


图 1.1.11 楼板用镀锌压型钢板的主要形式 (二)

1.2 轻钢结构的结构形式和布置

[本节要点] 明确轻钢结构体系的结构形式、主要构件的功能和结构布置。

[关键概念] 轻钢门式刚架结构形式；结构布置；支撑布置。

从结构的主体骨架类型来看，常见的轻钢结构建筑的结构类型主要有轻钢门式刚架结构、轻钢框架结构和薄壁钢板拱壳屋面结构体系等。此处，将着重介绍门式刚架结构的构造和组成。

1.2.1 轻钢门式刚架的结构形式

[提示]

(1) 门式刚架的跨度宜采用 9~36m。当边柱截面高度不等时，其外侧应对齐。门式刚架的平均高度宜采用 4.5~9.0m，当有桥式吊车时不宜大于 12m。门式刚架的间距，即柱网轴线间的纵向距离宜采用 6~9m。

(2) 轻钢门式刚架结构梁柱节点和梁梁拼接节点为刚接。

(3) 轻钢门式刚架结构主构件的材料一般为 Q235B 或 Q345B，不选质量等级为 A 的钢材。

(4) 轻钢门式刚架檩条一般为 C 形钢或 Z 形钢, 非焊接时可以采用质量等级为 A 的钢材。

[相关知识]

轻钢门式刚架如果无吊车, 一般将刚架柱设计为楔形变截面, 柱脚为铰接, 一般为两铰刚架; 如果有吊车, 一般将刚架柱设计为等截面, 柱脚为刚接, 一般为无铰刚架。

轻钢门式刚架结构工程是一个系统工程, 包含主结构系统、次结构系统和围护系统三大方面 (图 1.2.1)。

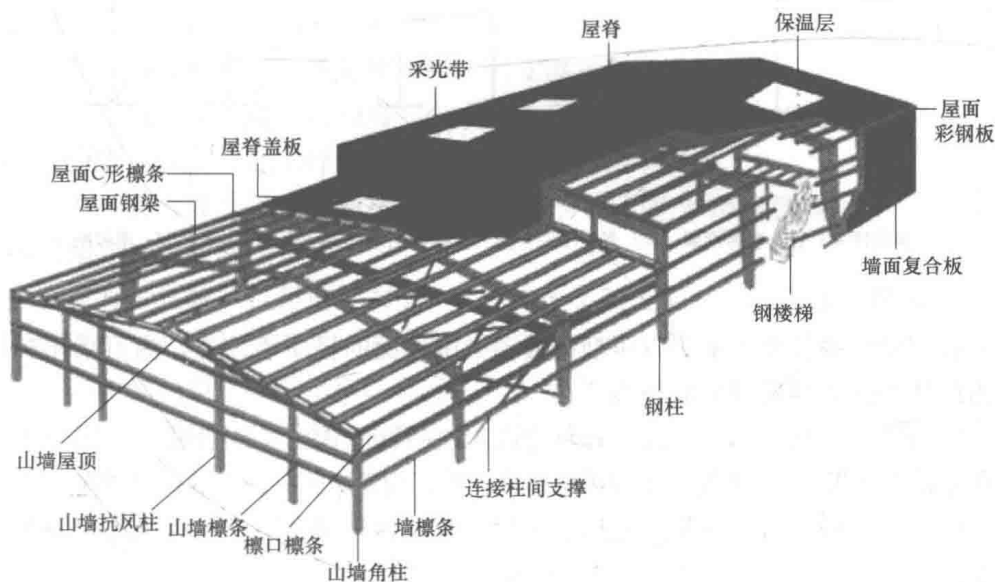


图 1.2.1 轻钢厂房的结构组成

主结构系统包括主刚架和支撑体系, 次结构系统一般包括屋面檩条和墙梁, 围护系统主要包括屋面板和墙面板及其配件。

(1) 在门式刚架轻型房屋钢结构体系中, 屋盖宜采用压型钢板屋面板和冷弯薄壁型钢檩条, 主刚架可采用变截面实腹刚架, 外墙宜采用压型钢板墙面板和冷弯薄壁型钢墙梁。主刚架斜梁下翼缘和刚架柱内翼缘出平面的稳定性, 由与檩条或墙梁相连接的隅撑来保证, 主刚架间的交叉支撑可采用张紧的圆钢。

(2) 门式刚架分为 (图 1.2.2): 单跨、双跨、多跨刚架以及带挑檐的和带毗屋的刚架等形式。多跨刚架中间柱与斜梁的连接可采用铰接, 多跨刚架宜采用双坡或单坡屋盖, 必要时也可采用由多个双坡屋盖组成的多跨刚架形式。

(3) 根据跨度、高度和荷载不同, 门式刚架的梁柱可采用变截面或等截面实腹焊接工字形截面或轧制形截面, 设有桥式吊车时柱宜采用等截面构件。变截面构件通常改变腹板的高度做成楔形; 必要时也可改变腹板厚度。结构构件在安装单元内一般不改变翼缘截面, 当必要时, 可改变翼缘厚度; 邻接的安装单元可采用不同的翼缘截面, 两单元相邻截面高度宜相等。

(4) 门式刚架的柱脚多按铰接支承设计, 通常为平板支座, 设一对或两对地脚螺栓。当用于工业厂房且有 5t 以上桥式吊车时, 宜将柱脚设计成刚接。

(5) 门式刚架轻型房屋屋面坡度宜取 $1/20 \sim 1/8$ 。在雨水较多的地区宜取其中的较