



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材
(经典精品系列教材)

钢结构 下册

房屋建筑钢结构设计

(第三版)

西安建筑科技大学 编
陈绍蕃 郭成喜 主编

中国建筑工业出版社

“普通高等教育本科国家级规划教材
学科专业“十二五”规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材
(经典精品系列教材)

钢 结 构

下册 房屋建筑钢结构设计 (第三版)

西安建筑科技大学 编
陈绍蕃 郭成喜 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构. 下册, 房屋建筑钢结构设计/陈绍蕃, 郭成喜主编.
北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 5

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材. 普通高等教育
土建学科专业“十二五”规划教材 高校土木工程专业指导
委员会规划推荐教材 (经典精品系列教材)

ISBN 978-7-112-16500-1

I. ①钢… II. ①陈…②郭… III. ①房屋-钢结构-结构设计-高等学校-教材 IV. ①TU391

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 038979 号

**“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材
(经典精品系列教材)**

钢 结 构

下册 房屋建筑钢结构设计(第三版)

西安建筑科技大学 编

陈绍蕃 郭成喜 主编

*

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

北京红光制版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 17 $\frac{3}{4}$ 插页: 1 字数: 360 千字

2014 年 8 月第三版 2014 年 8 月第二十七次印刷

定价: 32.00 元

ISBN 978-7-112-16500-1

(25363)

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)

本书对第二版作了较大的更新和充实，以适应当前钢结构的发展和高等学校本科土木工程专业培养创新型人才的需要。

本书是高等学校土木工程专业专业课教材，是上册《钢结构基础》的后续部分，讲述常用房屋钢结构的设计方法。具体内容包括轻型房屋门式刚架结构、中型和重型厂房结构（含一般钢屋架）、大跨屋盖结构、多层及高层房屋结构和轻住宅钢结构，并结合讲述钢结构设计的一般要求及设计与施工的密切关系。

本书内容密切结合《钢结构设计规范》GB 50017 和其他有关规范和规程，并尽可能对规范和规程有关条文作简明解释。

本书除用作教材外，也可供工程设计人员在工作中参考。

* * *

责任编辑：王 跃 吉万旺

责任校对：李美娜 陈晶晶

出版说明

1998年教育部颁布普通高等学校本科专业目录，将原建筑工程、交通土建工程等多个专业合并为土木工程专业。为适应大土木的教学需要，高等学校土木工程学科专业指导委员会编制出版了《高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲》，并组织我国土木工程专业教育领域的优秀专家编写了《高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材》。该系列教材2002年起陆续出版，共40余册，十余年来多次修订，在土木工程专业教学中起到了积极的指导作用。

本系列教材从宽口径、大土木的概念出发，根据教育部有关高等教育土木工程专业课程设置的教學要求编写，经过多年的建设和发展，逐步形成了自己的特色。本系列教材投入使用之后，学生、教师以及教育和行业行政主管部门对教材给予了很高评价。本系列教材曾被教育部评为面向21世纪课程教材，其中大多数曾被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材和普通高等教育土建学科专业“十五”、“十一五”、“十二五”规划教材，并有11种入选教育部普通高等教育精品教材。2012年，本系列教材全部入选第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

2011年，高等学校土木工程学科专业指导委员会根据国家教育行政主管部门的要求以及新时期我国土木工程专业教学现状，编制了《高等学校土木工程本科指导性专业规范》。在此基础上，高等学校土木工程学科专业指导委员会及时规划出版了高等学校土木工程本科指导性专业规范配套教材。为区分两套教材，特在原系列教材丛书名《高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材》后加上经典精品系列教材。各位主编将根据教育部《关于印发第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材书目的通知》要求，及时对教材进行修订完善，补充反映土木工程学科及行业发展的最新知识和技术内容，与时俱进。

高等学校土木工程学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社
2013年2月

第三版前言

和本书的上册《钢结构基础》一样,这本下册在修订时除更新内容外也注意改进写法,使之能够有助于开发智力和启迪思辨精神。为此,这次修订工作继续注意加强设计概念和设计理论,如在第3章中增加了对网壳稳定性能的解释;在第4章中增加了框架和支撑架侧向刚度的对比分析。

建筑结构设计离不开有关规范、规程的指导,然而,对教科书而言,在论述某一典型结构的设计时,该结构在环境和功能方面的特点、基于这些特点的设计方法和方法所依据的概念和理论,应是第一位的,规范和规程的条款则是第二位的。单纯围绕规范和规程的条款写教材,不利于培养创新性人才。首先,规范和规程的大量条款都是非强制性的,确有可靠依据时可以突破。其次,规范、规程一般十年才修订一次,致使有些条款有滞后性。为此规范、规程在教材中的地位需要适当淡化。

在更新内容方面,这次修订有较多的增添。除了第3章增加一些大跨度的新结构形式,第4章增加钢板剪力墙外,还增加了第5章轻型住宅钢结构和第6章钢结构设计与施工。在层数不多的居住房屋中使用钢结构,已经在逐渐推广,它具有轻型化和装配化的特点,是前4章所述结构之外的另一种典型。设计和施工的紧密结合是钢结构的一大特点,为此而增加第6章,有其必要性。这章除了论述施工过程对钢结构的影响外,也简述了施工中的受力分析。

在增加内容的同时,也删去一部分不必要的内容。设计大跨屋盖结构,一般都可利用商业程序进行计算。因此,对第3章的有限元法计算加以精简。

参加下册第三版修订和编写的人员是:于安林(第1章),郭成喜(第2、4章),顾强(第3章),郝际平(第5章),杨应华(第6章),由陈绍蕃最后定稿。

编者

2014年2月

第二版前言

这本《钢结构》下册的修订原则和上册是一致的，具体增订情况如下：

增加新内容的幅度比上册要大。第一章末增加了结构体系的布置示意图和刚架构件的明细图作为小结的一部分；第二章加强了中型厂房结构的内容并把章名改为“中、重型厂房结构设计”；在一、二章中还给出了支撑力的计算；第三章增加了网壳结构和悬索结构设计的具体内容，以适应这两类结构应用日益广泛的新形势；第四章加强了多层房屋结构的形式和布置方案，介绍了交错桁架体系的新结构形式，还增加了蜂窝梁的计算。在增加内容的同时，也删去一些次要内容，如多层框架 D 值法的表格。

在加强概念和有助于理解钢结构性能的论述方面，也作了不少增订。作为结构设计的教材，对结构形式要有全面分析，尤其是力学性能要清楚，如高楼支撑体系中帽桁架的作用和框筒的剪力滞后效应等。对结构的布局要注意各部分的内在联系，如屋盖结构中屋架下弦平面的支撑系统不仅影响下弦杆的出平面刚度，还影响受压腹杆的稳定性。又如多层房屋有一部分柱不参与抗侧力时，它们的重力荷载的倾覆效应对刚架柱的影响不能忽视。

对设计规范条文的理解，我们在第一版中就曾经强调，但具体做得还不够，这次修订有所加强，如门式刚架斜梁腹板压皱计算和方管桁架节点强度计算等。

设计工作中有些问题规范并未加以规定，而现实工程经验表明必须加以注意，如重级工作制吊车梁在受压区出现裂纹问题，这次作了论述。

上册和下册之间既要有机联系，又要避免重复。框架梁与柱刚性连接的图和上册图 7-103 重复，这次作了改变。

例题 1-2 和例题 2-1 存在缺点，都作了修改。

编者

2007 年 7 月

第一版前言

这本《房屋建筑钢结构设计》是上册《钢结构基础》的后续部分。它包括以下四部分内容。

1. 轻型门式刚架结构 这是近年来发展最快、应用最广的房屋建筑结构,也是新技术含量较高的结构,需要比较全面地论述它的组成和相关构件的设计。

2. 重型厂房结构 这是钢结构应用的传统领域。虽然今后重型厂房的建设未必很多,但在这一章中论述的屋架和吊车梁的设计原则和方法具有普遍性。屋架可用于各类房屋,吊车梁也不限于重型厂房。

3. 大跨屋盖结构 也是应用广泛的结构类型。由于学时限制,本书除简略介绍各类大跨屋盖结构的型式外,重点阐述平板网架的设计,包括网架结构的组成特点、空间杆系有限元法和节点设计。

4. 多层及高层房屋结构 在多层住宅建筑中采用钢结构,已经提到日程上来,高层钢结构在我国方兴未艾。多层和高层房屋结构和单层者相比有很多不同特点,抗震设计即是一项重要内容。

在已有钢结构基本知识的基础上,这本教材把读者引向应用阶段。学习本书除对钢结构的性能有进一步了解,并掌握几类典型建筑结构的设计方法外,还应从中领会结构设计的一般要求。学过之后能在遇到本书未涉及的结构时,知道根据结构承受的直接和间接作用及所处环境特点,正确考虑如何对待有关设计问题。为此,在第1章中提出结构整体性概念、材料集中使用原则和计算与构造一致性等重要设计概念。

作为结构设计教材,应该密切联系有关的设计规范、规程。本书引用的规范、规程,凡是在21世纪初修订的,都以修订后的新版本为依据,如钢结构设计规范GB 50017—2003,建筑结构荷载规范GB 50009—2001,建筑抗震设计规范GB 50011—2001和门式刚架轻型房屋钢结构技术规程CECS102:2002。然而,设计工作者不仅应该了解设计规范的有关规定,还需要对规定的依据有所通晓,才不致在应用规范时出现差错。为此,本书尽可能结合本科生的基础知识,用比较简明的方式介绍规范、规程规定的来龙去脉,如平板网架温度应力计算公式的简明推导。对涉及较深理论的问题,则尽量从原则上加以阐明,如带有摇摆柱的框架柱计算长度。

本书第3章空间杆系有限元法一节和结构力学有些重复,第4章有关地震作用和结构抗震验算的内容和钢筋混凝土结构也有重复。授课教师可以根据具体情况对内容做出取舍。四章内容有较大的相互独立性,授课教师也可以改变讲授的顺序。

本书大部分内容都是新编的。虽然在西安建筑科技大学用过一次后做了修改,难免还有不少不妥之处。希望读者发现后不吝指正。

目 录

绪论	1
第 1 章 轻型门式刚架结构	2
1.1 概述	2
1.2 结构形式和结构布置	4
1.3 刚架设计	7
1.4 压型钢板设计	33
1.5 檩条设计	39
1.6 墙梁、支撑设计和本章小结	48
习题	52
第 2 章 中、重型厂房结构设计	53
2.1 结构形式和结构布置	53
2.2 厂房结构的计算原理	69
2.3 钢屋架设计	73
2.4 吊车梁设计	92
习题	105
第 3 章 大跨屋盖结构	107
3.1 结构形式	107
3.2 网架结构	107
3.3 网壳结构	116
3.4 空间网格结构的计算要点	119
3.5 网架杆件设计	125
3.6 节点设计	126
3.7 索结构	144
习题	166
第 4 章 多层及高层房屋结构	167
4.1 多、高层房屋结构的组成	167
4.2 楼盖的布置方案和设计	177
4.3 柱和支撑的设计	189
4.4 多、高层房屋结构的分析和设计计算	204
习题	228
第 5 章 轻型住宅钢结构	230
5.1 概述	230
5.2 材料	233
5.3 建筑设计	235

5.4 结构设计	239
习题	249
第6章 钢结构设计与施工	250
6.1 钢结构的施工	250
6.2 设计工作照顾施工条件	251
6.3 保证竣工工程的质量，防止施工产生不利的后果	256
6.4 施工阶段受力分析	257
跋	266
附录	267
参考文献	270

绪 论

建筑结构设计遵循下列普遍原则：

(1) 满足建筑物的功能要求。为此结构工程师要和建筑师及设备工程师密切配合。在工业建筑中还要和工艺工程师配合。

(2) 具有足够的可靠度，这是结构设计的主要任务。相关原则将在第1章末和书后的《跋》中阐述。

(3) 技术先进。与时俱进是人类社会发展的一条规律。结构工程也不例外。

(4) 成本较低，符合市场经济的要求。但结构只是建筑物的一部分，还需要有全面的经济观点。

另一方面，每栋房屋都是鲜明的个体，需要根据功能要求、地域、环境和材料供应条件等进行个别设计。要按照“具体问题具体分析”的精神，实事求是地做细致的工作，力求拿出符合实际条件的优等方案。生搬硬套，甚至照抄已有建筑物的设计图纸，不是设计而是抄计。设计者要有开放的心态，既继承前人的成熟经验，又不墨守成规。

设计创新既立足于结构理论上的先进性，又离不开技术上的可能性和经济上的合理性。见多识广，深谙材料和构件的性能，熟知制作安装的手段和工程成本的组成，是成功设计和创新的基础。

建筑结构设计还有一个如何对待设计规范的问题。规范的条文规定或是有充分的理论依据，或是前人成熟经验的总结，一般应该遵守。但是条件不断变化，规范条款很可能有滞后之处。推广新结构或遇到新情况，有可能需要突破规范的规定。规范的非强制性条文都可以突破，只有黑体字印刷的强制性条文是任何情况下都必须遵守的。需要注意的是，创新精神必须和科学态度相结合，只是在有细致的理论分析和试验验证的情况下才能突破。

这本教材给出几种常用房屋钢结构的设计方法，希望同学们学完后既了解这些有典型性结构的设计特点，又领会钢结构设计的一般原则，以便今后遇到其他类型的钢结构时也能应付自如。希望第1章末的小结和全书之末的《跋》有助于实现编者的心愿。

第 1 章 轻型门式刚架结构

1.1 概 述

1.1.1 单层门式刚架结构的组成

如图 1-1 所示,单层门式刚架结构是指以轻型焊接 H 型钢(等截面或变截面)、热轧 H 型钢(等截面)或冷弯薄壁型钢等构成的实腹式门式刚架或格构式门式刚架作为主要承重骨架,用冷弯薄壁型钢(槽形、卷边槽形、Z 形等)做檩条、墙梁;以压型金属板(压型钢板、压型铝板)做屋面、墙面;采用聚苯乙烯泡沫塑料、硬质聚氨酯泡沫塑料、岩棉、矿棉、玻璃棉等作为保温隔热材料并适当设置支撑的一种轻型房屋结构体系。

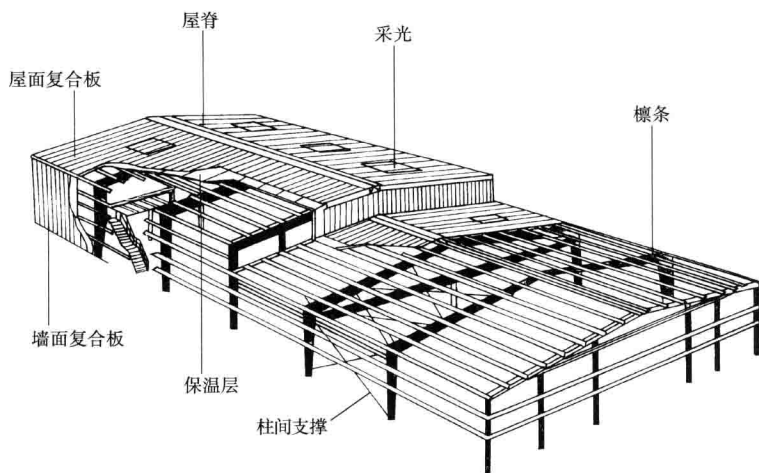


图 1-1 单层轻型钢结构房屋的组成

在目前的工程实践中,门式刚架的梁、柱构件多采用焊接变截面的 H 形截面,单跨刚架的梁-柱节点采用刚接,多跨者大多刚接和铰接并用。柱脚可与基础刚接或铰接。围护结构采用压型钢板的居多,玻璃棉则由于其具有自重轻、保温隔热性能好及安装方便等特点,用作保温隔热材料最为普遍。

1.1.2 单层门式刚架结构的特点

单层门式刚架结构和钢筋混凝土结构相比具有以下特点:

(1) 质量轻

围护结构由于采用压型金属板、玻璃棉及冷弯薄壁型钢等材料组成,屋面、墙面的质量都很轻,因而支承它们的门式刚架也很轻。根据国内的工程实例统计,单层门式刚架房屋承重结构的用钢量一般为 $10\sim 30\text{kg}/\text{m}^2$;在相同的跨度和荷载条件情况下自重约仅为钢筋混凝土结构的 $1/30\sim 1/20$ 。

由于单层门式刚架结构的质量轻,地基的处理费用相对较低,基础也可以做得比较小。同时在相同地震烈度下门式刚架结构的地震反应小,一般情况下,地震作用参与的内力组合对刚架梁、柱杆件的设计不起控制作用。但是风荷载对门式刚架结构构件的受力影响较大,风荷载产生的吸力可能会使屋面金属压型板、檩条的受力反向,当风荷载较大或房屋较高时,风荷载可能是刚架设计的控制荷载。

(2) 工业化程度高,施工周期短

门式刚架结构的主要构件和配件均为工厂制作,质量易于保证,工地安装方便。除基础施工外,基本没有湿作业,现场施工人员的需要量也很少。构件之间的连接多采用高强度螺栓连接,是安装迅速的一个重要方面,但必须注意设计为刚性连接的节点,应具有足够的转动刚度。

(3) 综合经济效益高

门式刚架结构由于材料价格的原因其造价虽然比钢筋混凝土结构等其他结构形式略高,但由于采用了计算机辅助设计,设计周期短;构件采用先进自动化设备制造;原材料的种类较少,易于筹措,便于运输;所以门式刚架结构的工程周期短,资金回报快,投资效益高。

(4) 柱网布置比较灵活

传统的结构形式由于受屋面板、墙板尺寸的限制,柱距多为 6m ,当采用 12m 柱距时,需设置托架及墙架柱。而门式刚架结构的围护体系采用金属压型板,所以柱网布置不受模数限制,柱距大小主要根据使用要求和用钢量最省的原则来确定。

门式刚架结构除上述特点外,还有一些特点需要了解:

门式刚架体系的整体性可以依靠檩条、墙梁和隅撑以及屋面板和墙板来保证,从而减少了屋盖支撑的数量,同时支撑多用张紧的圆钢做成,很轻便。

门式刚架的梁、柱多采用变截面杆以节省材料,是这类结构的一大特点。图 1-2 所示刚架,柱为楔形构件,梁则由多段楔形杆组成。梁、柱腹板在设计时利用屈曲后强度,可使腹板宽厚比放大(腹板厚度较薄)。当然,由于变截面门式刚架达到极限承载力时,可能会在多个截面处形成塑性铰而使刚架瞬间形成机动体系,因此塑性设计不再适用。使门式刚架结构轻型化的有力措施还有:在多跨框架中把中柱做成只承重力荷载的两端铰接柱,对平板式铰接柱脚考

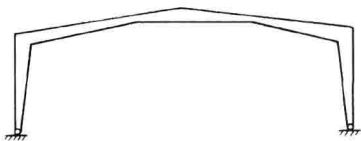


图 1-2 变截面门式刚架

虑其实际存在的转动约束,利用屋面板的蒙皮效应和适当放宽柱顶侧移的限值等。设计中对轻型化带来的后果必须注意和正确处理。风力可使轻型屋面的荷载反向,就是一例。

组成构件的杆件较薄,对制作、涂装、运输、安装的要求高。在门式刚架结构中,焊接构件中板的最小厚度为 3.0mm;冷弯薄壁型钢构件中板的最小厚度为 1.5mm;压型钢板的最小厚度为 0.4mm。板件的宽厚比大,使得构件在外力撞击下容易发生局部变形。同时,锈蚀对构件截面削弱带来的后果更为严重。

构件的抗弯刚度、抗扭刚度比较小,结构的整体刚度也比较柔。因此,在运输和安装过程中要采取必要的措施,防止构件发生弯曲和扭转变形。同时,要重视支撑体系和隅撑的布置,重视屋面板、墙面板与构件的连接构造,使其能参与结构的整体工作(蒙皮效应)。

1.1.3 门式刚架结构的应用情况

门式刚架轻型房屋结构在我国的应用大约始于 20 世纪 80 年代初期。经过二十年的发展,中国工程建设标准化协会编制的《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS102)(以下简称《规程》)于 1998 年颁布施行,使其应用得到了迅速的发展,主要用于轻型的厂房、仓库、建材等交易市场、大型超市、体育馆、展览厅及活动房屋、加层建筑等。目前,国内大约每年有上千万平方米的轻钢建筑竣工。国外也有大量钢结构制造商进入中国,加上国内几百家的轻钢结构专业公司和制造厂,市场竞争也日趋激烈。

1.2 结构形式和结构布置

1.2.1 门式刚架的结构形式

门式刚架又称山形门式刚架。其结构形式分为单跨(图 1-3a、d)、双跨(图 1-3b、e、f)、多跨(图 1-3c、h)刚架以及带挑檐的(图 1-3d)和带毗屋的(图 1-3e)刚架等。多跨刚架宜采用双坡(图 1-3c、h)或单坡屋盖(图 1-3f),尽量少采用由多个双坡屋盖组成的多跨刚架形式。当需要设置夹层时,夹层可沿纵向设置(图 1-3g)或在横向端跨设置(图 1-3h)。

多跨刚架常作成一个大屋脊的大双坡屋面。这是因为金属压型板屋面为长坡面排水创造了条件。而多脊多坡刚架的内天沟容易产生渗漏及堆雪现象。不等高刚架这一问题更为严重(参看图 2-21a)。

单脊双坡多跨刚架,用于无桥式吊车房屋时,当刚架柱不是特别高且风荷载也不很大时,中柱宜采用两端铰接的摇摆柱(图 1-3b、c),中间摇摆柱和梁的连

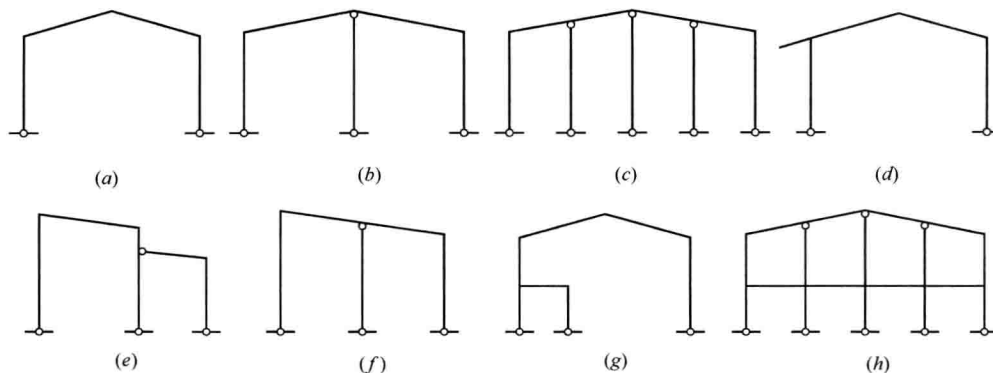


图 1-3 门式刚架的结构形式

(a) 单跨刚架；(b) 双跨刚架；(c) 多跨刚架；(d) 带挑檐刚架；(e) 带毗屋刚架；
(f) 单坡刚架；(g) 纵向带夹层刚架；(h) 端跨带夹层刚架

接构造简单，而且制作和安装都省工。这些柱不参与抵抗侧力，截面也比较小。但是在设有桥式吊车的房屋时，中柱宜为两端刚接，以增加刚架的侧向刚度。中柱用摇摆柱的方案体现“材料集中使用”的原则。边柱和梁形成刚架，承担全部抗侧力的任务（包括传递水平荷载和防止门架侧移失稳）。由于边柱的高度相对比较小（亦即长细比比较小），材料能够比较充分地发挥作用。

根据跨度、高度及荷载不同，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 H 形截面。等截面梁的截面高度一般取跨度的 $1/40 \sim 1/30$ ，变截面者端高不宜小于跨度的 $1/40 \sim 1/35$ ，中段高度则不小于跨度的 $1/60$ 。设有桥式吊车时，柱宜采用等截面构件。截面高度不小于柱高度的 $1/20$ 。变截面柱在铰接柱脚处的截面高度不宜小于 $200 \sim 250\text{mm}$ 。变截面构件通常改变腹板的高度，作成楔形；必要时也可改变腹板厚度。结构构件在运输单元内一般不改变翼缘截面，当必要时可改变翼缘厚度。

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桥式吊车时，宜将柱脚设计成刚接。

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

门式刚架可由多个梁、柱单元构件组成，柱一般为单独单元构件，斜梁可根据运输条件划分为若干个单元。单元构件本身采用焊接，单元之间可通过端板用高强度螺栓连接。

门式刚架上可设置起重量不大于 3t 的悬挂起重机和起重量不大于 20t 的轻、中级工作制单梁或双梁桥式吊车。

1.2.2 结 构 布 置

1.2.2.1 刚架的建筑尺寸和布置

门式刚架的跨度取横向刚架柱间的距离，跨度宜为9~36m，宜以3m为模数，但也可不受模数限制。当边柱宽度不等时，其外侧应对齐。门式刚架的高度应取柱轴线与斜梁轴线交点至地坪的高度，宜取4.5~9m，必要时可适当放大。门式刚架的高度应根据使用要求的室内净高确定，有吊车的厂房应根据轨顶标高和吊车净空的要求确定。柱的轴线可取柱下端（较小端）中心的竖向轴线，工业建筑边柱的定位轴线宜取柱外皮。斜梁的轴线可取通过变截面梁段最小端中心与斜梁上表面平行的轴线。

门式刚架的合理间距应综合考虑刚架跨度、荷载条件及使用要求等因素，一般宜取6m、7.5m或9m。

挑檐长度可根据使用要求确定，宜为0.5~1.2m，其上翼缘坡度取与刚架斜梁坡度相同。

门式刚架轻型房屋的构件和围护结构通常刚度不大，温度应力相对较小。因此其温度分区与传统结构形式相比可以适当放宽，但应符合下列规定：

纵向温度区段 $<300\text{m}$ ；

横向温度区段 $<150\text{m}$ ；

当有计算依据时，温度区段可适当放大。

当房屋的平面尺寸超过上述规定时，需设置伸缩缝，伸缩缝可采用两种做法：(a) 设置双柱；(b) 在搭接檩条的螺栓处采用长圆孔，并使该处屋面板在构造上允许涨缩。

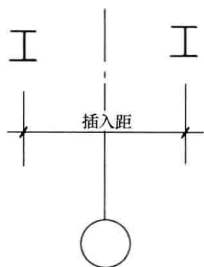


图 1-4 柱的插入距

对有吊车的厂房，当设置双柱形式的纵向伸缩缝时，伸缩缝两侧刚架的横向定位轴线可加插入距（图 1-4）。在多跨刚架局部抽掉中柱或边柱处，可布置托架或托梁。

1.2.2.2 檩条和墙梁的布置

屋面檩条一般应等间距布置。但在屋脊处，应沿屋脊两侧各布置一道檩条，使得屋面板的外伸宽度不要太长（一般小于200mm），在天沟附近应布置一道檩条，以便于天沟的固定。确定檩条间距时，应综合考虑天窗、通风屋脊、采光带、屋面材料、檩条规格等因素按计算确定。

侧墙墙梁的布置，应考虑设置门窗、挑檐、遮雨篷等构件和围护材料的要求。当采用压型钢板作围护面时，墙梁宜布置在刚架柱的外侧，其间距由墙面板型和规格确定，且不大于由计算确定的数值。

1.2.2.3 支撑和刚性系杆的布置

支撑和刚性系杆的布置应符合下列规定：

(1) 在每个温度区段或分期建设的区段中,应分别设置能独立构成空间稳定结构的支撑体系。

(2) 在设置柱间支撑的开间,应同时设置屋盖横向支撑,以构成几何不变体系(参看图 1-1)。

(3) 端部支撑宜设在温度区段端部的第一或第二个开间。柱间支撑的间距应根据房屋纵向受力情况及安装条件确定,一般取 30~45m;有吊车时不宜大于 60m。

(4) 当房屋高度较大时,柱间支撑应分层设置;当房屋宽度大于 60m 时,内柱列宜适当设置支撑。

(5) 当端部支撑设在端部第二个开间时,在第一个开间的相应位置应设置刚性系杆。

(6) 在刚架转折处(边柱柱顶、屋脊及多跨刚架的中柱柱顶)应沿房屋全长设置刚性系杆。

(7) 由支撑斜杆等组成的水平桁架,其直腹杆宜按刚性系杆考虑。

(8) 刚性系杆可由檩条兼任,此时檩条应满足压弯构件的承载力和刚度要求,当不满足时可在刚架斜梁间设置钢管、H 形钢或其他截面形式的杆件。

门式刚架轻型房屋钢结构的支撑宜用十字交叉圆钢支撑,圆钢与相连构件的夹角宜接近 45° ,不超出 $30^\circ \sim 60^\circ$ 。圆钢应采用特制的连接件与梁、柱腹板连接,校正定位后张紧固定。张紧手段最好用花篮螺丝。在设有起重量大于 15t 桥式吊车的跨间,柱间支撑应参照第 2 章 2.1.1.3 节的要求设置。

当房屋内设有不小于 5t 的吊车时,柱间支撑宜用型钢杆件。当房屋中不允许设置柱间支撑时,应设置纵向刚架。

支撑虽然不是主要承重构件,在房屋结构中却是不可或缺的,柱间支撑和屋盖支撑的作用和形式在第 2 章的 2.1.3 节还有详尽的论述。

1.3 刚 架 设 计

1.3.1 荷载及荷载组合

设计门式刚架结构所涉及的荷载,包括永久荷载和可变荷载,除现行《规程》CECS102:2002(升级为技术规范后则为《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》)有专门规定者外,一律按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012(以下简称《荷载规范》)采用。

1.3.1.1 永久荷载

永久荷载包括结构构件的自重和悬挂在结构上的非结构构件的重力荷载,如屋面、檩条、支撑、吊顶、墙面构件和刚架自身等。