

新版

钢结构快速入门 与 预算无师自通

**GANGJIEGOU KUAISU RUMEN
YU YUSUAN WUSHIZITONG**

◎ 郭荣玲 编著

假如你是刚进入钢结构领域的工程人员，

怎样让老板看起来像一个老手，

不说外行话，不办外行事呢？

而且，还要顶起一摊，做做预算。

那么，这本书也许就是你不该错过的选择....



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

钢结构快速入门 与预算无师自通

郭荣玲 编著

机械工业出版社

本书立足于钢结构工程一线,针对钢结构施工技术人员及预算人员,特别是刚进入钢结构行业,踏上工作岗位的大中专院校毕业生,根据他们的需求,就钢结构工程制作、施工、预算方面的基础知识结合工程实践、工作实际需要和最新规范规程,通过工程实例进行了深入浅出的讲解。具体内容包括:钢结构工程概述、钢结构施工图识读、钢结构工程造价概述、钢结构工程定额计价、钢结构工程工程量清单计价、钢结构工程工程量计算、钢结构工程设计概算的编制与审查、钢结构工程施工图预算的编制与审查、工程结算与竣工决算、钢结构工程投标报价、建设工程施工合同与施工索赔。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构快速入门与预算无师自通/郭荣玲编著. —2版.
—北京:机械工业出版社,2016.3
ISBN 978-7-111-52661-2

I. ①钢… II. ①郭… III. ①钢结构-工程施工②钢结构-建筑工程-建筑预算定额 IV. ①TU758.11
②TU723.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第006599号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:薛俊高 责任编辑:薛俊高 臧程程
版式设计:霍永明 责任校对:程俊巧
封面设计:张静 责任印制:乔宇
北京京丰印刷厂印刷
2016年3月第2版·第1次印刷
169mm×239mm·16印张·6插页·327千字
标准书号:ISBN 978-7-111-52661-2
定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

服务咨询热线:010-88361066
读者购书热线:010-68326294
010-88379203

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com
机工官博:weibo.com/cmp1952
金书网:www.golden-book.com
教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

前 言

近年来,随着我国建筑业的飞速发展,钢结构市场在建筑业所占领域不断拓展,势必需要更多的工程技术人员投入到钢结构领域中去。工程造价管理作为钢结构建设项目重要的组成部分,贯穿了建设项目的全过程,而工程预算编制则是做好工程造价管理工作的关键,这就需要从事钢结构预算编制的技术人员不但要深入掌握钢结构工程专业知识,而且在编制过程中也要将理论知识与实践相结合,综合细致地运用工程造价的基本原理,才能顺利准确地完成预算编制工作。

建设工程预算的编制有一套较科学的、完整的计价理论和计算方法,不仅要求编审人员具有一定的专业技术知识,包括建筑设计、施工技术等一系列系统的建筑工程知识,而且还要有较高的预算业务素质,充分掌握工程定额的内涵、工作程序、子目内容、工程量的计算规则等。同时也需要工程预算技术人员具有良好的职业道德和实事求是的工作作风。工程预算的编制工作较为烦琐,而且是必须很认真细致地去对待的技术与经济相结合的核算工作。在实际工作中,如果能做好工程造价管理工作,对提高施工企业的经营效果会有很大的作用。

针对目前钢结构市场对预算技术人员的强烈需求,为帮助刚接触钢结构行业和今后希望从事钢结构预算工作的初学者,以及提升已从事钢结构工程预算技术人员的综合素质,编写了这本《钢结构快速入门与预算无师自通》,本书共分11章43节,以钢结构预算为主要内容,从钢结构基础知识及施工图识读讲起,对钢结构工程造价的编制及其影响因素进行了全面讲解,根据《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2013),着重讲述钢结构工程量清单的编制和计价规则及工程量的计算方法。本书可作为钢结构预算工作者的自学教材,也可作为从事钢结构预算人员的参考资料。

限于编者的水平,书中不妥、疏漏之处在所难免,敬请广大读者和专家批评指正,在此谨表谢意。

编 者

2016年元月

目 录

前言

第一章 钢结构工程概述	1
第一节 钢结构的概念及特点	1
第二节 钢结构工程设计的内容、原理及构造	2
第三节 钢结构工程常用材料	15
第四节 钢结构连接方式	23
第二章 钢结构施工图识读	26
第一节 常用钢结构材料的表示方法	26
第二节 钢结构焊缝基本符号	30
第三节 钢结构施工图常见符号	40
第四节 钢结构表面防护	48
第五节 钢结构施工图的内容及阅读技法	49
第六节 钢结构连接节点详图识读	51
第七节 钢结构施工图识读实例	61
第三章 钢结构工程造价概述	66
第一节 工程造价的组成、分类与特点	66
第二节 工程造价计价程序	69
第三节 钢结构工程造价的构成与计算	71
第四章 钢结构工程定额计价	86
第一节 定额的概念、特点、作用及分类	86
第二节 基础定额编制内容及换算方法	90
第三节 人工、材料、机械台班单价的组成及确定	97
第四节 人工、材料、机械台班定额消耗量的计算	103
第五节 工程单价和单位估价表	111
第五章 钢结构工程工程量清单计价	116
第一节 工程量清单计价基础知识	116
第二节 工程量清单计价费用组成及计算	122
第三节 工程量清单及标准格式	130
第六章 钢结构工程工程量计算	149
第一节 建筑面积计算	149
第二节 钢构件加工制作工程量的计算	156
第三节 钢构件运输及安装工程工程量的计算	162
第四节 钢构件垂直运输工程工程量的计算	164

第五节	建筑物超高增加人工、机械工程量的计算	166
第六节	钢结构建筑修缮工程工程量的计算	168
第七节	钢结构工程工程量计算实例	169
第七章	钢结构工程设计概算的编制与审查	199
第一节	工程设计概算的概念、内容及作用	199
第二节	工程设计概算的编制	201
第三节	工程设计概算的审查	202
第八章	钢结构工程施工图预算的编制与审查	206
第一节	施工图预算的概念、形式及作用	206
第二节	施工图预算的编制	206
第三节	施工图预算的审查	207
第四节	“两算”对比	209
第九章	工程结算与竣工决算	212
第一节	工程结算	212
第二节	工程竣工决算	221
第十章	钢结构工程投标报价	224
第一节	工程投标报价工作程序	224
第二节	工程投标报价策略与技巧	229
第三节	钢结构工程报价编制	232
第十一章	建设工程施工合同与施工索赔	236
第一节	建设工程施工合同概述	236
第二节	工程施工索赔与反索赔	239

第一章 钢结构工程概述

20 世纪 90 年代以来,随着建筑技术的飞速发展,钢结构作为国民经济发展的产物,成为世界各国建筑业逐步推广和应用的一种结构形式。钢与其他的结构材料相比,其结构的性能、使用功能及经济效益、社会效益,都具有较大的优越性,已成为现代空间结构发展的主流建材。

第一节 钢结构的概念及特点

一、钢结构的概念

钢结构是采用钢板及型钢经过加工成各种形状的钢构件后,通过焊接、螺栓、铆钉将钢构件相互连接固定而成的承重结构物。它具有质量轻、强度高、制作安装周期短、可靠性强、抗震性能好等优点,因此在建筑工程中被广泛应用。

钢结构在国民经济建设中的应用很广泛,房屋建筑中,有大量的钢结构厂房、高层钢结构、大跨度钢网架、悬索结构等;公路及铁路建筑中,有各种形式的钢桥,如板梁桥、桁架桥、拱桥、悬索桥、斜张桥等。

钢结构的组成应满足结构使用功能的要求,结构应形成几何不变的空间整体,才能有效并经济地承受荷载。

二、钢结构的特点

钢结构与其他结构相比,具有如下特点:

(一) 钢结构质量轻

钢结构的密度虽然较大,但与其他建筑材料相比,它的强度却要高得多,因而当承受的荷载和条件相同时,钢结构要比其他类型结构轻。主要表现在:

(1) 恒荷载轻 由于采用轻质围护结构,恒荷载及地震作用大幅度减小,基础形式简单,对地基要求低,抗震性能得到了加强。

(2) 构件截面小 由于采用新的设计理论、高强度钢材和新结构体系,使得承重构件截面小,用钢量低。

钢结构工程与钢筋混凝土的深基、胖柱、肥梁、重盖结构相比,“轻”字体现得更为突出。对于无吊车梁的工业和民用建筑,轻钢结构的钢材用量一般为 $20 \sim 50\text{kg}/\text{m}^2$,因此,它更适合用于一些地基较为松软的地区。

(二) 钢材的塑性和韧性好

对于建筑构件来讲,要求构件在受力破坏时应为塑性破坏,最忌脆性破坏,或

称为突然性破坏。而钢材由于其延伸性能好,说明了它的塑性良好,使钢结构工程一般不会因偶然超载或局部超载而突然破坏。由于钢材的韧性好,则使钢结构对动力荷载适应性较强。可以说,钢材的塑性和韧性为钢结构工程安全可靠度提供了充分的质量保证。

(三) 钢结构制作简便, 安装施工周期短

钢结构工程由各种 H 型钢、C 型钢、角钢或圆钢等型材所组成, 制作简单。大量的钢结构构件均在专业化的制造厂中制作而成, 质量可靠、精确度高。钢结构工程的工期与同等面积的钢筋混凝土工程相比, 仅为钢筋混凝土工程的 $1/3 \sim 1/4$, 因此, 钢结构工程施工工期短是其最具有竞争力的特征之一。而且, 钢结构构件的连接多采用焊接和螺栓连接, 这样就具有施工方便之特点。

(四) 跨度大, 结构占用面积较小

因为钢材具有得天独厚的物理属性, 所以可以用来建造大跨度、大空间的建筑, 并且可以灵活地隔断空间。由于大跨度的结构减小了钢柱、梁、墙、隔断等占用面积, 等于增加了单位使用面积。钢结构的占用面积可比同类钢筋混凝土结构的占用面积减小约 25%。这实际上是增加了建筑物的使用价值和投资者的经济效益。

(五) 符合国家的“绿色、环保、节能”的环保理念

钢结构工程的应用, 使墙体围护材料也得到了改变。由于黏土砖被淘汰, 保护了我们有限的土地资源。采用钢结构也减少了开山挖石烧水泥, 有利于生态环境的保护。在安装施工现场, 由于采用整体装配式连接, 大大降低了混凝土搅拌、砌筑砂浆的搅拌、混凝土的养护等作业的工作量, 限制了粉尘的污染, 减少了建筑垃圾, 降低了施工噪声。在节能方面, 98% 以上的钢结构构件可以回收利用, 既节约了材料, 又节约了能源, 符合绿色、环保和可持续发展的原则。

钢结构虽然具有以上种种优势, 但也有相应的缺点:

(一) 钢结构防火性差

当钢材受热超过 200°C 时, 材质就发生变化, 抗拉、抗压强度降低; 受热达到 600°C 时, 钢材进入塑性状态从而失去承载能力。

(二) 钢结构耐腐蚀性差

钢材在潮湿的环境中, 特别是处于腐蚀介质的环境中容易锈蚀。所以涂装质量一定要严格控制, 而且在使用期间还需定期进行维护。

第二节 钢结构工程设计的内容、原理及构造

一、钢结构工程设计的内容

根据现行《钢结构设计规范》(GB 50017—2016) 的设计规定, 钢结构设计应包括下列内容:

1) 结构方案设计, 包括结构选型、构件布置。

- 2) 材料选用。
- 3) 作用及作用效应分析。
- 4) 结构的极限状态验算。
- 5) 结构、构件及连接的构造。
- 6) 防火设计。
- 7) 制作、安装、防腐和防火等要求。
- 8) 满足特殊要求结构的专门性能设计。

二、钢结构工程设计的基本原理

钢结构设计应遵循的一般原则是“技术先进、经济合理、安全适用、确保质量”。钢结构的设计方法可分为容许应力法和极限状态设计法两种。

1. 容许应力法

“容许应力法”也称为“安全系数法”或“定值法”。即将影响结构设计的诸因素取为定值,采用一个凭经验选定的安全系数来考虑设计诸因素变异的影响,以衡量结构的安全度。其表达式为

$$\sigma \leq [\sigma]$$

式中 σ ——由标准荷载与构件截面尺寸所计算的应力;

$[\sigma]$ ——容许应力 $[\sigma] = f_k/k$;

f_k ——材料的标准强度,对于钢材为屈服点 f_y ;

k ——安全系数。

容许应力法,作为一种传统的设计方法计算简便,目前许多国家在不同的规范中仍在采用。但此设计方法采用定值的安全系数考虑不确定诸因素的影响并不科学,不能定量度量结构的可靠度,而且容易给人一种误导,以为只要有安全系数,结构就百分之百可靠。目前,我国《钢结构设计规范》(GB 50017—2016)中,只有结构构件或连接的疲劳强度计算采用此方法。

2. 极限状态设计法

极限状态设计法问世于20世纪50年代。它将变异性的设计参数采用概率分析引入结构设计中。根据应用概率分析的程度分为三种水准。即半概率极限状态设计法、近似概率极限状态设计法和全概率极限状态设计法。目前,钢结构设计方法采用的是近似概率极限状态设计法,有时也称为概率极限状态设计法。

(1) 可靠性 按照概率极限状态设计法,结构可靠度定义为:结构在规定的时间内,在规定的条件下,完成预定功能的概率。结构可靠性是结构安全性、适用性和耐久性的总称。

(2) 极限状态 当结构或其组成部分超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能要求时,此特定状态就称为该功能的极限状态。结构的极限状态可分为两类:

1) 承载力极限状态。结构或构件达到最大承载力或达到不适于继续承载的变形时的极限状态, 它包括强度、稳定和疲劳等计算。

2) 正常使用极限状态。结构或构件达到正常使用的某项规定极限值时的极限状态, 包括静载下的过大变形、动载下的剧烈振动及耐久性问题。

(3) 结构的功能函数 结构的工作性能可用结构的功能函数来描述, 若结构设计时需考虑的影响结构可靠性的随机变量有 n 个, 即 $x_1, x_2, \dots, x_n$, 则在 n 个随机变量间通常可建立函数关系, 若仅考虑 R, S 两个参数, 则结构的功能函数为

$$Z = (R, S) = R - S$$

式中 R ——结构的抗力;

S ——荷载效应。

实际工程中, 随着条件的不同, Z 有三种可能性:

当 $Z > 0$ 时, 结构处于可靠状态。

当 $Z = 0$ 时, 结构达到临界状态, 即极限状态。

当 $Z < 0$ 时, 结构处于失效状态。

结构的可靠度及失效概率为:

结构的可靠度: $P_s = P(Z \geq 0)$

结构的失效概率: $P_f = P(Z \leq 0)$

两者关系: $P_s + P_f = 1$

(4) 设计方法表达式 现行《钢结构设计规范》(GB 50017—2016) 中除疲劳计算外, 都采用广大设计人员熟悉的分项系数设计表达式表示以概率理论为基础的极限状态设计方法。对于承载力极限状态, 应按荷载效应的基本组合或偶然组合进行荷载组合, 基本组合按下列设计表达式中最不利值确定。

由可变荷载效应控制的组合:

$$\gamma_0 \left(\gamma_G S_{G_k} + \gamma_{Q_1} S_{Q_{1k}} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Q_i} \psi_{ci} S_{Q_{ik}} \right) \leq f$$

由永久荷载效应控制的组合:

$$\gamma_0 \left(\gamma_G S_{G_k} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Q_i} \psi_{ci} S_{Q_{ik}} \right) \leq f$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数;

γ_G ——永久荷载的分项系数;

γ_{Q_i} ——第 i 个可变荷载的分项系数, 其中 γ_{Q_1} 为可变荷载 Q_1 的分项系数;

S_{G_k} ——按永久荷载标准值计算的荷载效应值;

$S_{Q_{ik}}$ ——按可变荷载标准值计算的荷载效应值, 其中 $S_{Q_{1k}}$ 为可变荷载效应中起控制作用者;

ψ_{ci} ——可变荷载的组合值系数;

n ——参与组合的可变荷载数;

f ——钢材的强度设计值。 $f=f_y/\gamma_R$ 为钢材的屈服点, γ_R 为抗力分项系数, 对于 Q235 钢: $\gamma_R=1.087$; 对于 Q345、Q390 和 Q420 钢: $\gamma_R=1.111$ 。但对于端面承压和连接, 则 $f=f_u/\gamma_{R_u}$, 其中 f_u 为极限强度, $\gamma_{R_u}=1.538$ 。

对于正常使用极限状态, 应根据不同的设计要求, 采用荷载的标准组合、频遇组合或准永久组合。钢结构通常只考虑荷载的标准组合, 其设计式为

$$V_{G_k} + V_{Q_{1k}} + \sum_{i=2}^n \psi_{ci} V_{Q_{ik}} \leq [V]$$

式中 V_{G_k} ——永久荷载标准值在结构或结构构件中产生的变形值;

$V_{Q_{1k}}$ ——起控制作用的第一个可变荷载的标准值在结构或结构构件中产生的变形值;

$V_{Q_{ik}}$ ——其他第 i 个可变荷载标准值在结构或结构构件中产生的变形值;

$[V]$ ——结构或结构构件中的容许应力值。

三、钢结构工程的基本构造

钢结构工程的基本构造主要有门式刚架轻型钢结构、钢框架结构、钢网架结构及索膜结构。

(一) 门式刚架轻型钢结构

门式刚架轻型钢结构主要指承重结构为单跨或多跨实腹式或格构式门式刚架, 具有轻型屋盖和轻型外墙, 可以设置起重量不大于 20t 的中、轻级工作制桥式起重机或 3t 悬挂式起重机的单层厂房钢结构。

1. 门式刚架的特点

刚架结构是梁、柱单元构件的组合体, 其形式种类繁多, 但在单层工业与民用房屋的钢结构中, 应用较多的为单层的单跨、双跨或多跨的双坡门式刚架, 如图 1-1 所示。它可根据通风、采光的需要设置天窗、通风屋脊和采光带等。

门式刚架与屋架结构相比, 整个构件的横截面尺寸较小, 可以有效地利用建筑空间, 从而降低房屋的高度, 减小建筑体积, 在建筑造型上也较简洁、美观。刚架构件的刚度较好, 其平面内、外的刚度差别较小, 为制造、运输、安装提供较有利的条件。因此刚架用于中、小跨度的工业房屋或较大跨度的公共建筑, 都能达到较好的经济效果。

刚架屋面材料一般多用石棉水泥中小波瓦、瓦楞铁以及其他轻型瓦材。屋面坡度主要取决于屋面材料及排水要求, 通常采用的屋面坡度为 1/3。当采用压型钢板屋面时, 屋面坡度较平。

门式刚架的用钢量与荷载、跨度、柱高以及结构形式有关。屋面采用石棉水泥瓦, 跨度为 12~18m, 柱高为 4.5~6.0m 的门式刚架, 一般用钢量为 8~13kg/m², 包括檩条、支撑、墙梁等构件在内, 其总用钢量为 15~25kg/m²。因影响用钢量的参数较多, 故其用钢量变化的幅度比较大。

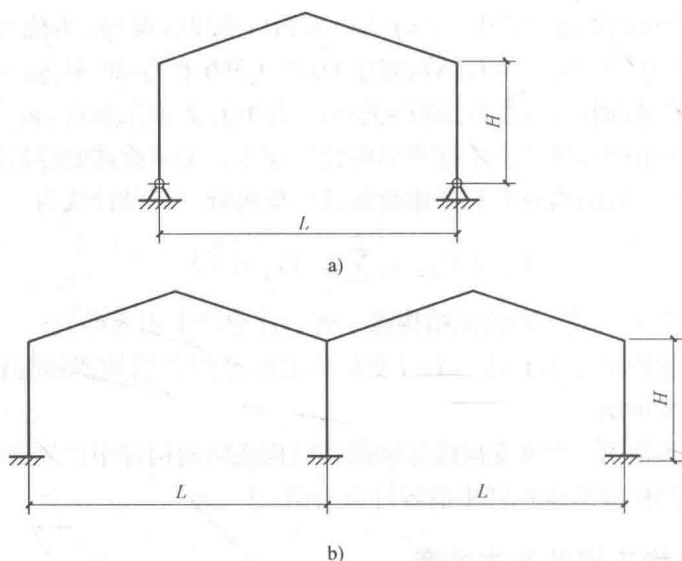


图 1-1 门式刚架简图

2. 门式刚架的结构形式

门式刚架的结构形式是多种多样的，按跨度可分为单跨、双跨、多跨等形式；按屋面坡脊数可分为单脊单坡、单脊双坡、多脊多坡，屋面坡度宜取 $1/20 \sim 1/8$ ，如图 1-2 所示。单脊双坡多跨刚架，用于无桥式起重机的房屋时，当刚架柱不是特别高且风荷载也不是很大时，依据“材料集中使用的原则”，中柱宜采用两端铰接的摇摆柱方案，门式刚架的柱脚多按铰接设计。当用于工业厂房且有桥式起重机时，宜将柱脚设计成刚接。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、中级工作制的单梁或双梁桥式起重机。

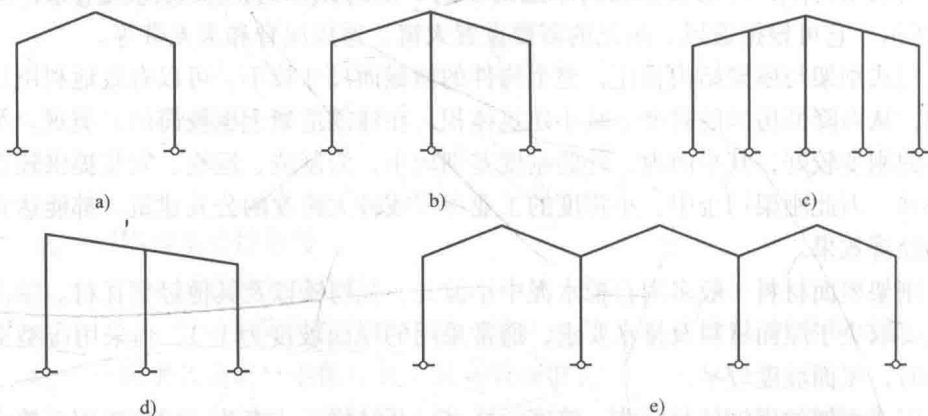


图 1-2 门式刚架形式简图

a) 单跨（单脊双坡） b) 双跨（单脊双坡） c) 多跨（单脊双坡）

d) 双跨（单脊单坡） e) 多跨（多脊多坡）

门式刚架的结构形式按构件体系可分为实腹式与格构式；按截面组成可分为等截面与变截面两种。实腹式刚架的横截面为一个整体，一般为工字形，少数为 Z 形；格构式刚架的横截面为矩形或三角形，如图 1-3 所示。格构刚架的材料选择和截面组成比较灵活，组成形式可以因地制宜，实现多样化。当刚架内力较小时，宜采用等截面，其截面为单腹杆的矩形以及三腹杆的三角形，材料可用普通角钢、槽钢以及薄壁钢管等；当刚架内力较大时，宜采用变截面，其截面为双腹杆的矩形和三腹杆的三角形，材料可用普通角钢、槽钢以及无缝钢管等，如图 1-3d、e、f 所示。

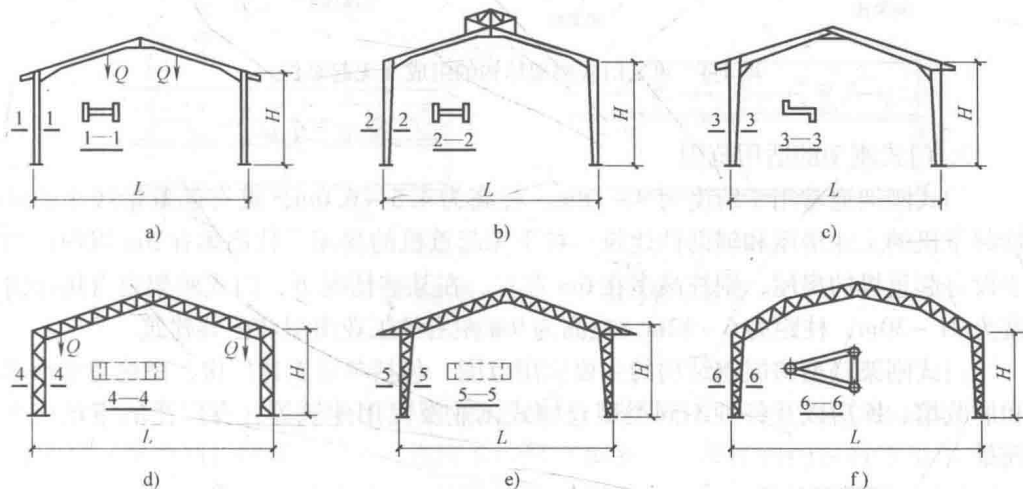


图 1-3 门式刚架形式

- a) 实腹式（等截面） b) 实腹式（变截面） c) 实腹式（Z 形）
d) 格构式（等截面矩形） e) 格构式（变截面矩形） f) 格构式（三角形）

门式刚架结构体系主要包括：基础、主刚架、次结构、外围护结构和辅助结构。其中主刚架主要包括钢柱、钢梁、钢吊车梁等构件。它常采用焊接 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。单层门式钢结构根据主刚架构成可分为无起重机和带起重机两类。无起重机门式刚架结构组成如图 1-4 所示，带起重机刚架结构组成与此类同，只是在柱上设计标高位置加上一道或几道吊车梁。次结构主要包括水平支撑、柱间支撑、系杆、隅撑、拉条、套管、檩条、墙梁等构件，用来保证主刚架的整体稳定性，构件材料常采用型钢（圆钢、钢管、角钢、槽钢等）做支撑、冷弯薄壁型钢（槽钢、C 型钢、Z 型钢等）做檩条和墙梁。外围护结构屋盖常采用压型钢板屋面板，也可采用隔热卷材和带隔热层的板材作屋面。外墙常采用压型钢板墙板，也可以采用砌体外墙或底部为砌体、上部为轻质材料的外墙。辅助结构主要包括楼梯、天窗架、车挡、走道板等构件，构件材料常采用槽钢、H 型钢、角钢、花纹板、钢管、方钢等。

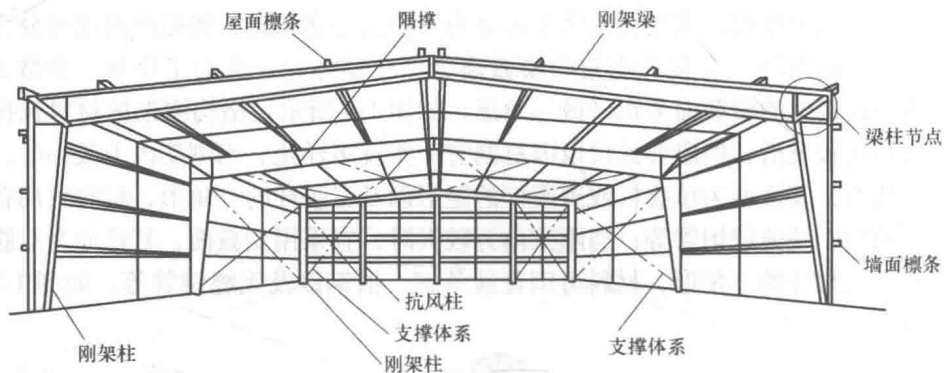


图 1.4 单层门式刚架结构的组成（无起重机）

3. 门式刚架的适用范围

门式刚架通常用于跨度为 $9 \sim 18\text{m}$ ，柱高为 $4.5 \sim 6.0\text{m}$ ，设有起重量较小的悬挂起重机的工业房屋和辅助性建筑。对于无起重机的房屋，柱高多在 5m 以内；对于设有起重机的房屋，则柱高多在 6m 左右。在某些情况下，门式刚架也有用于跨度为 $21 \sim 30\text{m}$ ，柱距为 $6 \sim 12\text{m}$ ，柱高为 9m 左右的工业房屋和公共建筑。

门式刚架轻型房屋钢结构的主要应用范围，包括单层工建厂房，民建超级市场和展览馆、库房以及各种不同类型仓储式工业及民用建筑等，有广泛的市场应用前景。

（二）钢框架结构

1. 钢框架结构特点

钢框架结构是常用的钢结构形式，由于结构自身的特点，近年来在高层和超高层建筑中应用越来越广泛。不同立面形式的框架具有不同的特点，纯框架结构延性好，但侧向刚度差；中心支撑框架通过支撑提高框架刚度，但支撑受压会屈曲，支撑屈曲将导致原结构的承载力降低；偏心支撑框架可通过偏心梁段剪切屈服限制支撑的受压屈曲，从而保证结构具有稳定的承载力和良好的耗能性能，而结构侧向刚度介于纯框架和中心支撑框架之间；框筒实际是密柱框架结构，由于梁跨度小、刚度大，使周围柱近似构成一个整体受弯的薄壁筒体，具有较大的侧向刚度和承载力，因而框筒结构多用于高层建筑。

钢框架结构因为钢梁、钢柱截面小，墙板一般采用预制板材。预制板材主要有钢板、挤压铝板、以钢板为基材的铝材罩面的复合板、夹心板、预制轻混凝土大板等。各种墙板的夹层或内侧应配有隔热保温材料，并由密封材料保证墙体的水密性。现代多层民用钢结构建筑外墙面积相当于总建筑面积的 $30\% \sim 40\%$ ，施工量大，高空作业难度大，建筑速度缓慢，同时出于美观、耐久性要求和减轻建筑物自重等因素的考虑，外围护墙已开始采取标准化、定型化、预制装配、多种材料复合等构造方式，多采用轻质薄壁和高档饰面材料，幕墙就是其中主要的一种类型。

钢框架结构的楼盖主要有两种形式：现浇钢筋混凝土组合楼盖、压型钢板—混凝土板组合楼盖。前一种形式组合楼盖楼面刚度较大，但由于在现场浇筑混凝土板，施工工序复杂，需要搭设脚手架，安装模板和支架，绑扎钢筋，浇筑混凝土及拆模等作业，施工进度慢。后一种形式组合楼盖是目前在多层和高层钢结构中采用最多的一种，它不仅具备很好的结构性能和合理的施工工序，而且综合经济效益显著。这类组合楼盖由压型钢板—混凝土板、剪力键和钢梁三部分组成，如图 1-5 所示。

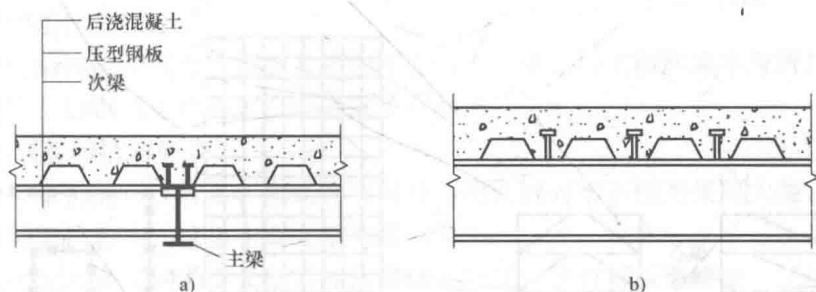


图 1-5 压型钢板—混凝土板组合楼盖类型

a) 肋平行于钢梁 b) 肋垂直于钢梁

屋顶是房屋最上层起覆盖作用的围护构件，为了减小承重结构的截面尺寸、节约钢材，除个别特殊要求外，首先应采用轻型屋面。轻型屋面的材料宜采用高强、耐火、防火、保温和隔热性能好，构造简单，施工方便，并能工业化生产的建筑材料，如压型钢板等。

2. 钢框架的结构形式

钢框架一般可分为单层单跨、单层多跨等结构形式，以满足不同建筑造型和功能的需求，如图 1-6 所示。

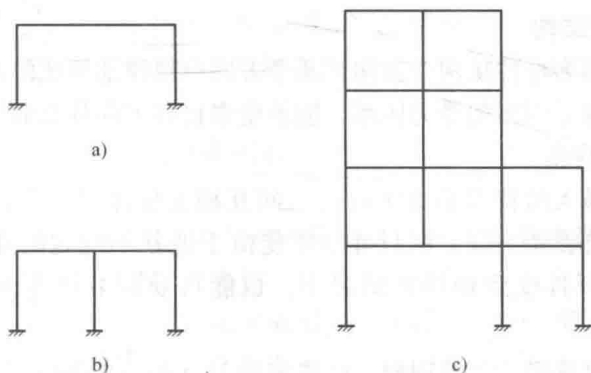


图 1-6 框架的结构形式

a) 单层单跨 b) 单层多跨 c) 多层多跨

根据钢框架抗侧力体系的不同,可将其分为纯框架、中心支撑框架、偏心支撑框架和框筒几种立面形式,如图 1-7 所示。

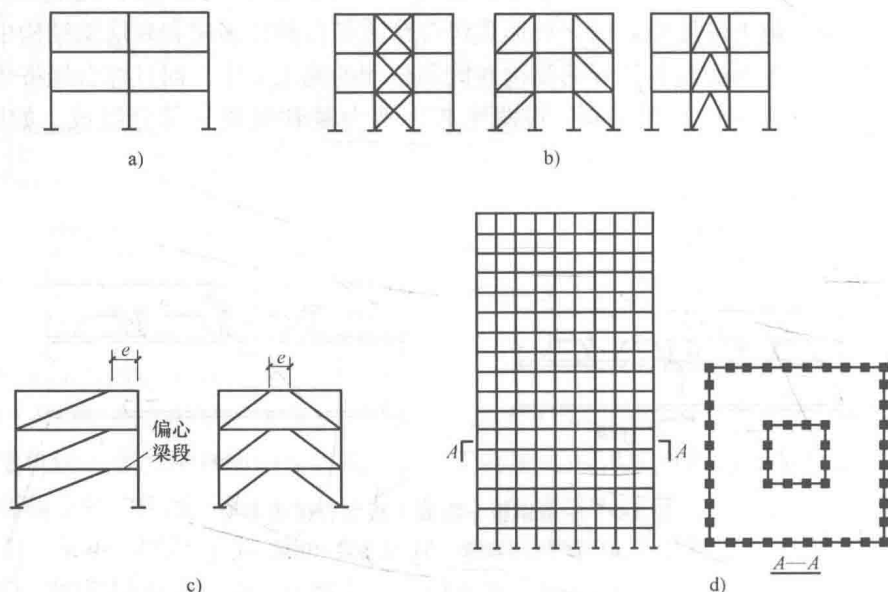


图 1-7 钢框架的立面形式

a) 纯框架 b) 中心支撑框架 c) 偏心支撑框架 d) 框筒

3. 钢框架的适用范围

钢框架多用于大跨度公共建筑,工业厂房和一些对建筑空间、建筑体型、建筑功能有特殊要求的建筑物和构筑物中,如剧院、商场、体育馆、火车站、展览厅、造船厂、飞机厂、停车库、仓库、工业车间、电厂锅炉刚架等,并在高层和超高层建筑中有越来越广泛地应用。

(三) 钢网架结构

钢网架是由很多杆件从两个方向或几个方向有规律地组成的高次超静定空间结构。它改变了一般平面桁架受力体系,能承受来自各方向的荷载。

1. 钢网架的特点

钢网架结构最大的特点是由于杆件之间互相支撑作用,它的刚度大、整体性好、抗震性好、抗震能力强,而且能够承受由于地基不均匀沉降所带来的不利影响。即使在个别杆件受到损伤的情况下,也能自动调节杆件内力,保持结构的安全。

钢网架结构自重轻,节约钢材,已建成的 18m 跨度的钢管网架用钢量仅为 $7 \sim 10\text{kg}/\text{m}^2$ 。某 112m 跨度的角钢网架用钢量仅为 $65\text{kg}/\text{m}^2$,并且由于钢网架结构高度较小,可以有效地利用建筑空间。

钢网架结构的适应性大,它既适用于小跨度的建筑,又适用于大跨度的房屋,而且从建筑物平面形式来说,钢网架结构可以适应于各种平面的建筑:如矩形、圆形、扇形及各种多边形的平面建筑形式。

钢网架结构取材方便,一般多采用 Q235 钢或 Q345 钢,杆件截面形式多采用钢管或型钢(型钢以角钢为主),并且可以用小规格的杆件截面建造大跨度的建筑。

钢网架结构由于它的杆件规格划一,适宜工厂化生产,这就为加速工程进度提供了有利的条件和保证。

钢网架结构的计算有通用的计算程序,制图简单,加上钢网架本身所具有的特点和优越性,给钢网架结构的发展提供了有利条件。

2. 钢网架的结构形式

钢网架结构的形式较多,按其外形可分为曲面网壳和平板网架两大类,在国内采用平板网架比较多,这里主要介绍平板网架。

平板网架除常采用的交叉梁系和角锥体系形式,还有桥板形网架、三层网架以及利用钢筋混凝土代替网架上弦杆的组合网架。

平板网架按其支承形式可分成周边支承、三边支承、多点支承以及周边支承和多点支承相结合的支承形式。

周边支承的网架可分成周边支承在柱子上或周边支承在圈梁上两类形式:周边支承在柱子上时,柱距可取成网格模数,将网架直接支承在柱顶上,这种形式一般用于大、中型跨度的网架;周边支承在圈梁上,这种形式的网格划分比较灵活,适用于小跨度的网架。

多点支承的网架可分成四点支承的网架或多点支承的网架:四点支承的网架,宜带悬挑,一般挑出 $1/4$,这样可减小网架跨中弯矩,改善网架受力性能,节约钢材;多点支承网架可根据使用功能布置支点,一般多用于厂房、仓库和展览厅等建筑。多点支承网架一般受力最大的是柱帽部分,设计施工时,应注意柱帽处的处理。

周边支承和多点支承相结合的网架多用于厂房结构。

三边支承的网架多用于机库和船体装配车间,一般在自由边处加反梁或设托梁。

钢网架常用的结构形式如图 1-8 所示。

3. 钢网架的适用范围

钢网架结构是一种适用范围很广的结构形式,从用途上来讲,可用于公共建筑,也可用于工业建筑;从跨度上来讲,可大至 100m 跨度以上的房屋建筑,小至几米跨度的站头装饰架或广告牌;从平面形貌上来讲,它既适用于一般矩形平面建筑,也适用于圆形、扇形、六边形乃至多边形平面的建筑;从支承条件上来讲,它既适用于周边支承、三边支承的建筑,也适用于四点或多点支承的建筑,还可适用于周边支承和多点支承二者结合的情况。