

钢结构设计

STEEL STRUCTURE DESIGN

主编 陈树华

普通高等院校土木专业“十一五”规划精品教材

Civil Professional Textbooks for the 11th Five-Year Plan

主审 刘锡良

普通高等院校土木专业“十一五”规划精品教材

钢 结 构 设 计

Steel Structure Design

丛书审定委员会

王思敬	彭少民	石永久	白国良
李 杰	姜忻良	吴瑞麟	张智慧

本书顾问委员会

刘锡良	李国强	石永久	柴 昶
张耀春	陈敖宜	尹德钰	严 慧
陆赐麟	王仕统	侯兆欣	周绪红
郝际平			

本书主审 刘锡良

本书主编 陈树华

本书副主编 贾玉琢 赵 欣

本书编写委员会

陈志华	陈树华	雷宏刚	赵占彪
贾玉琢	赵 欣	王 林	白正仙
张春玉	颜庆智	刘斌云	潘卫国
卢瑞华	李 昊	闫亚杰	王治均
李曰兵	郭轶宏		

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

钢结构设计/陈树华 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2008 年 6 月
ISBN 978-7-5609-4438-8

I. 钢… II. 陈… III. 钢结构-结构设计 IV. TU391.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 001816 号

钢结构设计

陈树华 主编

责任编辑:陈丽君

封面设计:张 璐

责任校对:刘 竣

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:850mm×1065mm 1/16

印张:25.5 插页:1

字数:510 000

版次:2008 年 6 月第 1 版

印次:2008 年 6 月第 1 次印刷

定价:46.00 元

ISBN 978-7-5609-4438-8/TU·342

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书内容较全面,适用性较强,按新的《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)编写。其内容包括普通钢屋架和特殊钢屋架、拱形波纹钢屋盖、单层厂房钢结构、门式刚架结构、多层钢结构和高层钢结构、空间网格结构、钢结构设计图深度及表示方法。各种结构从结构体系的特点开始介绍,然后介绍荷载效应及组合、结构整体分析、构件设计、节点设计等。

本书是高等院校土木工程专业的专业课教材,属于房屋钢结构设计部分;也可供钢结构、桥梁、水港及建筑等专业工程技术人员和科研人员参考。

总 序

教育可理解为教书与育人。所谓教书,不外乎是教给学生科学知识、技术方法和动作技能等,教学生以安身之本。所谓育人,则是要教给学生做人道理,提升学生的人文素质和科学精神,教学生以立命之本。我们教育工作者应该从中华民族振兴的历史使命出发,来从事教书与育人工作。作为教育本源之一的教材,必然要承载教书和育人的双重责任,体现两者的高度结合。

中国经济建设高速持续发展,国家对各类建筑人才需求日增,对高校土建类高素质人才培养提出了新的要求,从而对土建类教材建设也提出了新的要求。这套教材正是为了适应当今时代对高层建设人才培养的需求而编写的。

一部好的教材应该把人文素质和科学精神的培养放在重要位置。教材中不仅要内容上体现人文素质教育 and 科学精神教育,而且还要从科学严谨性、法规权威性、工程技术创新性来启发和促进学生的科学世界观的形成。简而言之,这套教材有以下特点。

一方面,从指导思想来讲,这套教材注意到“六个面向”,即面向社会需求、面向建筑实践、面向人才市场,面向教学改革、面向学生现状、面向新兴技术。

二方面,教材编写体系有所创新。结合具有土建类学科特色的教学理论、教学方法和教学模式,这套教材进行了许多教学方式的探索,如引入案例式教学、研讨式教学等。

三方面,这套教材适应现在教学改革发展的要求,提倡所谓“宽口径、少学时”的人才培养模式。在教学体系、编写内容和课时数量等方面做了相应考虑,而且教学起点也可随学生水平做相应调整。同时,在这套教材编写中,特别重视人才的能力培养和基本技能培养,注重适应土建专业特别强调实践性的要求。

我们希望这套教材能有助于培养适应社会发展需要的、素质全面的新型工程建设人才,也相信这套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,为教师和学生,以及专业人士所喜爱。

中国工程院院士

王 思 敬

2006 年 6 月于北京

前 言

2006 年世界粗钢产量已经达到 12.395 亿吨。我国 1949 年生产粗钢只有 15.8 万吨,1996 年我国生产粗钢 1.012 亿吨,到 2001 年我国的粗钢产量已经上升到 1.509 亿吨,增长了 49.1%。2006 年我国生产粗钢 4.188 亿吨,仅仅在 10 年之中即增长了 313.8%,我国在世界粗钢总产量中的比例同时也成指数地增长。1996 年,我国第一次成为世界上最大的产钢国家,所占世界粗钢总产量的比例为 13.5%;2006 年,我国所占的比例上升到 33.8%,已占到世界粗钢总产量三分之一以上。钢材产量的飞速增长,为我国钢结构产业的发展提供了良好的物质基础。“十一五”期间全国建筑钢结构在建筑工程投资额总量中的比重将扩大到 20%,建筑钢结构用钢量达到全国钢产量的 6%,约 1800 万吨,我国钢结构产业将从此进入一个蓬勃发展的新时期。

《钢结构设计》是以钢结构基本原理为基础,根据各方向的工程技术特点及行业规范要求,结合常用的建筑钢结构基本体系,重点阐述钢结构设计原理、设计方法及构造特点的专业书籍。

本书是为土木工程专业建筑工程方向编写的教材,共 9 章。其内容包括普通钢屋架和特殊钢屋架、拱形波纹钢屋盖、单层厂房结构、门式刚架结构、多层钢结构和高层钢结构、空间网格结构、钢结构设计图深度及表示方法。各种结构从结构体系的特点开始介绍,然后介绍荷载效应及组合、结构整体分析、构件设计、节点设计等。

参加本书编写的人员有:哈尔滨工程大学陈树华(主编,第 4、9 章)、东北电力大学贾玉琢(副主编,第 1、3 章)、河北工业大学赵欣(副主编,第 7 章)、北京建筑工程学院王孟鸿(第 8 章)、黑龙江科技学院张春玉(第 2、5 章)、哈尔滨工程大学郭轶宏(第 6 章)。全书由陈树华统稿,由天津大学刘锡良教授主审。

本书在编写过程中得到了顾问委员会、编写委员会的大力支持和帮助,为此表示衷心的感谢。

因编者水平有限,书中难免有不足和错误之处,希望读者发现后及时告之,在此表示诚恳的谢意。

编 者
2007 年 7 月

目 录

第 1 章 普通钢屋架	(1)
1.1 屋架结构的形式及主要尺寸	(1)
1.2 屋盖支撑	(2)
1.3 钢屋架设计	(8)
第 2 章 特殊钢屋架	(45)
2.1 轻型钢屋架	(45)
2.2 钢管屋架	(65)
第 3 章 单层厂房结构	(76)
3.1 厂房结构的形式和布置	(76)
3.2 厂房结构的横向框架	(84)
3.3 纵向框架柱间支撑及框架柱的设计	(88)
3.4 吊车梁设计	(93)
第 4 章 轻型门式刚架结构	(110)
4.1 轻型门式刚架结构的结构形式及布置	(110)
4.2 轻型门式刚架结构的荷载	(113)
4.3 轻型门式刚架结构的内力计算	(116)
4.4 轻型门式刚架结构的荷载效应组合	(118)
4.5 轻型门式刚架结构的侧移计算	(119)
4.6 轻型门式刚架结构的构件截面设计	(121)
4.7 轻型门式刚架结构的节点设计	(131)
4.8 轻型门式刚架结构的檩条的构造与计算	(137)
4.9 轻型门式刚架结构的墙梁的构造与计算	(145)
4.10 轻型门式刚架结构的刚架支撑的设计和构造	(149)
4.11 轻型门式刚架结构的计算实例	(152)
第 5 章 拱形波纹钢屋盖结构	(176)
5.1 拱形波纹钢屋盖结构的材料	(178)
5.2 拱形波纹钢屋盖结构的基本设计规定	(178)
5.3 拱形波纹钢屋盖结构的设计指标	(179)
5.4 拱形波纹钢屋盖结构的荷载	(181)
5.5 拱形波纹钢屋盖结构的构造要求	(182)
5.6 拱形波纹钢屋盖结构的结构计算	(183)

5.7	拱形波纹钢屋盖结构的制作	(185)
5.8	拱形波纹钢屋盖结构的安装	(186)
第 6 章	空间网格结构	(188)
6.1	刚性结构体系	(188)
6.2	柔性结构体系	(195)
6.3	杂交结构体系	(206)
6.4	折叠结构	(207)
6.5	开合结构	(208)
6.6	玻璃结构	(209)
6.7	工程应用	(215)
6.8	空间网格结构的特点	(220)
6.9	工程事故	(221)
第 7 章	多层钢结构设计	(226)
7.1	多层钢结构类型	(226)
7.2	多层钢结构布置的主要原则	(228)
7.3	多层钢结构的作用效应和组合	(230)
7.4	多层钢结构的内力分析	(234)
7.5	多层钢结构的梁	(239)
7.6	多层钢结构的柱	(239)
7.7	多层钢结构的支撑	(243)
7.8	钢与混凝土组合板和组合梁	(248)
7.9	多层钢结构的连接	(260)
第 8 章	高层钢结构设计	(293)
8.1	高层钢结构的体系和布置	(293)
8.2	高层钢结构的荷载及效应组合	(306)
8.3	高层钢结构的内力与位移分析	(312)
8.4	高层钢结构的构件及节点设计	(326)
第 9 章	建筑钢结构设计的依据和文件编制	(341)
9.1	钢结构制图基本规定	(341)
9.2	钢结构设计阶段	(343)
9.3	结构专业的初步设计	(349)
9.4	结构专业施工图设计	(350)
9.5	钢结构的施工图	(354)
9.6	钢结构工程法律法规规章	(356)
附录 A	钢材和连接强度设计值	(359)
附录 B	受弯构件的挠度容许值	(362)

附录 C 梁的整体稳定系数	(363)
附录 D 轴心受压构件的整体稳定系数	(365)
附录 E 柱的计算长度系数	(369)
附录 F 疲劳计算的构件和连接分类	(371)
附录 G 型钢表	(374)
附录 H 螺栓和锚栓规格	(392)
附录 I 混凝土强度设计值	(393)
附录 J 各种截面回转半径的近似值	(394)
参考文献	(395)

第 1 章 普通钢屋架

【本章要点】理解钢屋盖支撑的作用;熟练掌握普通钢屋架设计的各个环节:支撑体系的布置、屋架形式和尺寸的确定、荷载和杆件内力的计算、杆件内力组合、杆件合理截面形式的选择、节点设计、屋架施工详图的绘制等。

1.1 屋架结构的形式及主要尺寸

1.1.1 屋架形式

屋架是由各种直杆相互连接组成的一种平面桁架,在竖向节点荷载作用下,各杆件将只产生轴心压力或轴心拉力,因而杆件截面应力分布均匀,材料利用充分,具有用钢量小、自重轻、刚度大、便于加工成型和应用广泛的特点。常用的屋架外形有三角形、梯形、平行弦和人字形等。

屋架选型是设计的第一步,其基本原则如下。

①满足使用要求。应满足排水坡度、建筑净空、天窗、天棚以及悬挂吊车的要求。

②满足受力合理性要求。从受力的角度看,屋架的外形应尽可能与其弯矩图接近,这样能使杆件受力均匀,腹杆受力较小。腹杆的布置应使内力分布趋于合理,尽量使长杆受拉,短杆受压,腹杆数目宜少,总长度宜短。斜腹杆的倾角一般在 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间,布置腹杆时应注意荷载都作用在桁架的节点上(石棉瓦等轻屋面的屋架除外),避免节间荷载使弦杆承受局部弯矩。

③满足施工要求。屋架的节点数量宜减少,杆件规格宜少,节点构造简单合理,便于制造。

设计时应按照上述基本原则和屋架的主要结构特点,在全面分析的基础上根据具体情况进行综合考虑,然后再确定屋架的合理形式。

1.1.2 天窗架形式

在工业厂房中,为了满足采光和通风等要求,常需在屋盖上设置天窗。天窗的形式有纵向天窗、横向天窗和井式天窗三种。后两种天窗的构造较为复杂,较少采用。最常用的是沿房屋纵向在屋架上设置天窗架(见图 1-1),该部分的檩条和屋面板由屋架上弦平面移到天窗架上弦平面,而在天窗架侧柱部分设置采光窗。天窗架支承于屋架之上,将荷载传递到屋架。

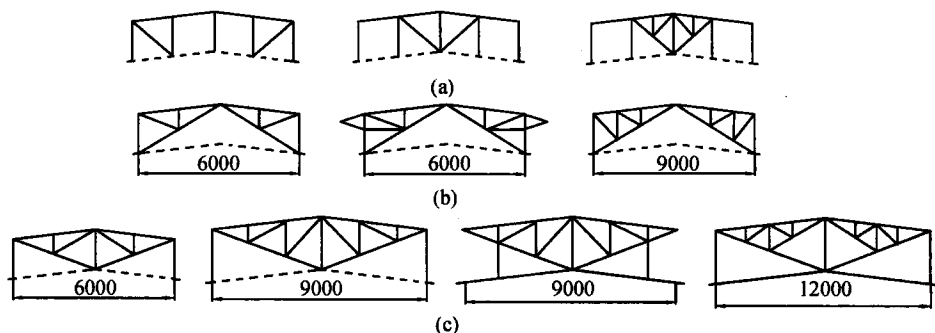


图 1-1 天窗架的形式

1.1.3 托架形式

在工业厂房的某些部位,常因放置设备或交通运输要求而需局部抽掉一根或几根柱。这时该处的屋架(称为中间屋架)就需支承在专门设置的托架上(见图 1-2)。托架两端支承于相邻的柱上,跨中承受中间屋架的反力。钢托架一般做成平行弦桁架。其跨度一般不大,但所受荷载较重。通常情况下,钢托架设置在与屋架大致相同的高度范围内,中间屋架从侧面连接于托架的竖杆。这种形式构造方便且屋架和托架的整体性、水平刚度和稳定性都能得到很好的保证。

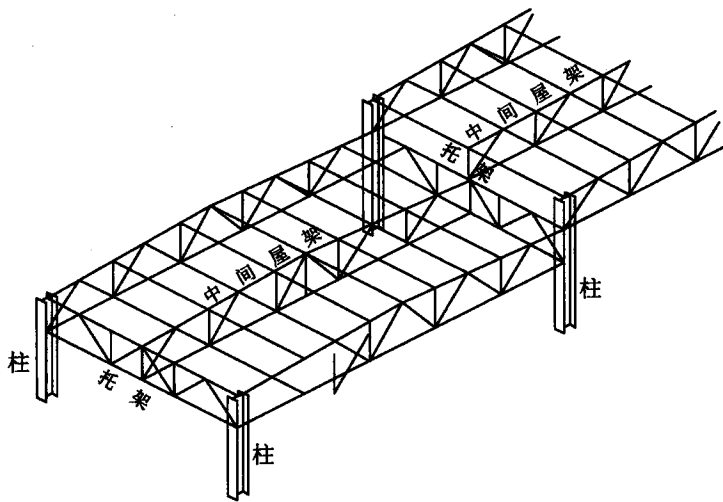


图 1-2 托架形式

1.2 屋盖支撑

平面屋架在其本身平面内,由于弦杆与腹杆构成了几何不变铰接体系而具有较

大的刚度,能承受屋架平面内的各种荷载。但在垂直于屋架平面方向(通称屋架平面外),不设支撑体系的平面屋架的刚度和稳定性很差,不能承受水平荷载。因此,为使屋架结构具有足够的空间刚度和稳定性,必须在屋架间设置支撑系统(见图 1-3),否则屋架设计得再好,屋盖结构的安全也得不到保证。下面将对屋盖支撑的种类、作用和布置方法等分别做出说明。

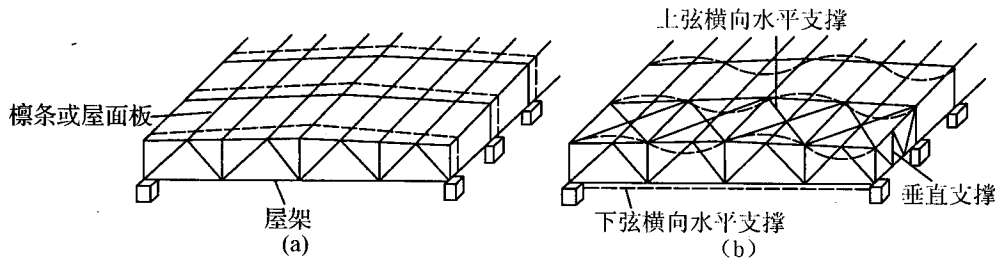


图 1-3 屋盖支撑作用示意图

1.2.1 屋盖支撑的种类

屋盖支撑系统包括下列四类。

① 横向水平支撑。根据其位于屋架的上弦平面还是下弦平面,又可分为上弦横向水平支撑和下弦横向水平支撑两种。

② 纵向水平支撑。设于屋架的上弦或下弦平面,布置在沿柱列的各屋架端部节间部位。

③ 垂直支撑。位于两屋架端部或跨间某处的竖向平面内。

④ 系杆。根据其是否能抵抗轴心压力而分成刚性系杆和柔性系杆两种。通常刚性系杆的截面采用由双角钢组成的十字形截面,而柔性系杆截面则为单角钢的形式。在轻型屋架中柔性系杆也可采用张紧的圆钢来构成。

1.2.2 支撑的作用

1) 保证结构的空间整体作用

如图 1-3(a)所示,仅由平面桁架和檩条及屋面材料组成的屋盖结构,是一个不稳定的体系,简支在柱顶上的所有屋架有可能向一侧倾倒。如果将某些屋架在适当部位用支撑连接起来,成为稳定的空间体系(见图 1-3(b)),其余屋架再由檩条或其他构件连接在这个空间稳定体系上,就保证了整个屋盖结构的稳定,使之成为空间整体。

2) 避免压杆侧向失稳,防止拉杆产生过大的振动

支撑可作为屋架弦杆的侧向支撑点(见图 1-3(b)),减小弦杆在屋架平面外的计算长度,保证受压弦杆的侧向稳定,并使受拉下弦不会在某些动力作用下(例如吊车运行时)产生过大振动。

3) 承受和传递纵向水平力(风荷载、悬挂吊车纵向制动力、地震荷载等)

房屋两端的山墙挡风面积较大,所承受的风压力或风吸力有一部分将传递到屋面平面(也可传递到屋架下弦平面),这部分的风荷载必须由屋架上弦平面横向支撑(有时同时设置下弦平面横向支撑)承受。所以,这种支撑一般都设在房屋两端,就近承受风荷载并把它传递给柱(或柱间支撑)。

4) 保证结构在安装和架设过程中的稳定性

屋盖的安装工作一般是从房屋温度缝区段的一端开始的,首先用支撑将两相邻的屋架连接起来组成一个基本空间稳定体,在此基础上即可按顺序进行其他构件的安装。

1.2.3 屋盖支撑的布置

1) 上弦横向水平支撑

在通常情况下,无论有檩屋盖还是无檩屋盖,在屋架上弦和天窗架上弦均应设置横向水平支撑。横向水平支撑一般应设置在房屋两端或纵向温度缝区段两端(见图1-4、图1-5)。在山墙承重或设有纵向天窗但此天窗,又未到温度缝区段尽端而退一个柱间断开时,为了与天窗支撑配合,可将屋架的横向水平支撑布置在第二柱间,但在第一柱间要设置刚性系杆以支持端屋架和传递端墙风力(见图1-5(b))。两道上弦横向水平支撑间的距离不宜大于60m;当温度缝区段长度较大时,还应在温度缝

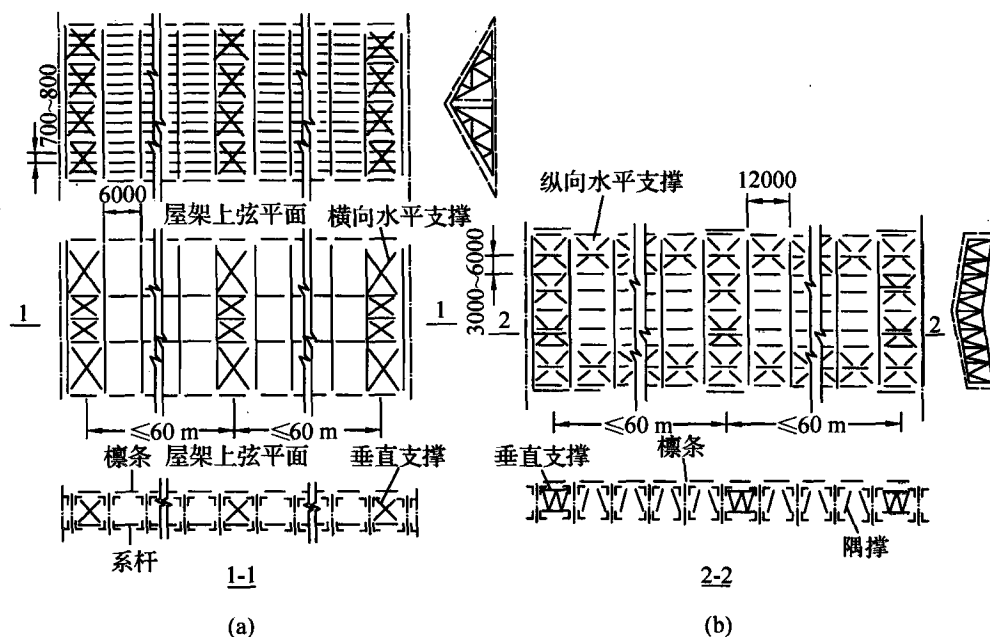


图 1-4 有檩屋盖的支撑布置

(a)屋架间距为6m时;(b)屋架间距为12m时

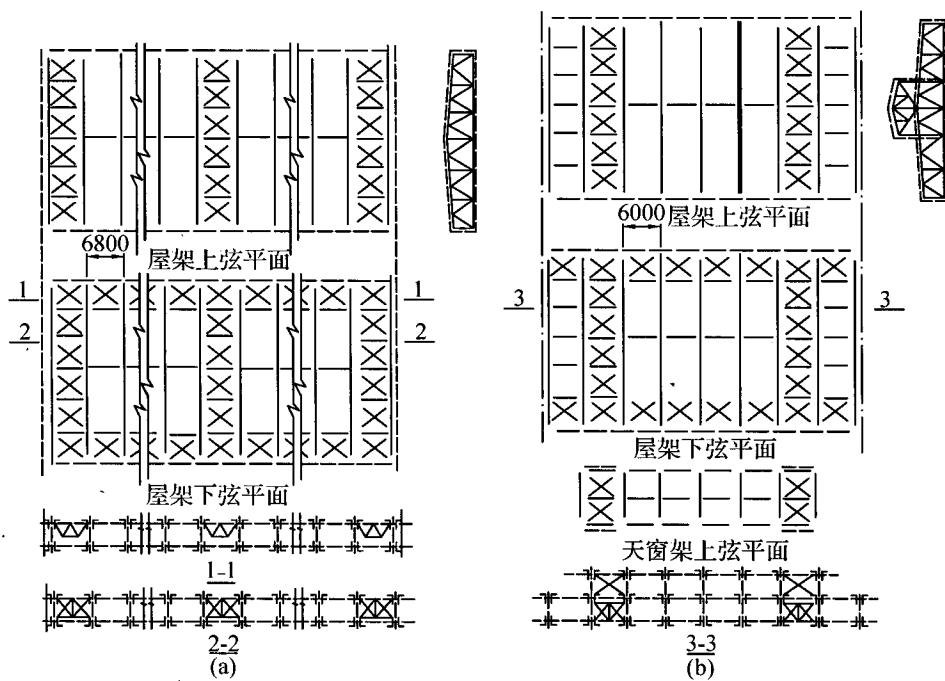


图 1-5 无檩屋盖的支撑布置

(a)屋架间距为 6 m 无天窗架的屋盖支撑布置;(b)天窗未到尽端的屋盖支撑布置

区段中部设置支撑,以符合此要求。

当采用大型屋面板的无檩屋盖时,如果大型屋面板与屋架的连接满足每块板有三点支撑处进行焊接等构造要求,则可考虑大型屋面板起一定支撑作用。但由于施工条件的限制,焊接质量很难保证,一般只考虑大型屋面板起系杆作用。而在有檩屋盖中,上弦横向水平支撑的横杆可用檩条代替。

当屋架间距大于 12 m 时,上弦横向水平支撑还应加强,以保证屋盖的刚度。

2) 下弦横向水平支撑

当屋架间距小于 12 m 时,尚应在屋架下弦设置横向水平支撑,但当屋架跨度比较小($l < 18$ m),又无吊车或其他振动设备时,可不设下弦横向水平支撑。

下弦横向水平支撑一般和上弦横向水平支撑布置在同一柱间以形成空间稳定体系的基本组成部分(见图 1-4(a)、图 1-5)。

当屋架间距大于或等于 12 m 时,由于屋架下弦设置支撑不便,可不必设置下弦横向水平支撑,但上弦支撑应当加强,并应用隅撑或系杆对屋架下弦侧向加以支撑(见图 1-4(b))。

屋架间距大于或等于 18 m 时,如果仍采用上述方案,则檩条跨度过大,此时宜设置纵向次桁架,使主桁架(屋架)与次桁架组成纵横桁架体系;次桁架间再设置檩条或设置横梁及檩条。同时,次桁架还对屋架下弦平面外提供支撑。

3) 纵向水平支撑

当房屋较高、跨度较大、空间刚度要求较高时,要设支撑中间屋架的托架。为保证托架的侧向稳定,在设有重级或大吨位的中级工作制吊车、壁行吊车或有锻锤等较大振动设备时,均应在屋架端节间平面内设置纵向水平支撑。纵向水平支撑和横向水平支撑形成封闭体系,将大大提高房屋的纵向刚度。单跨厂房一般沿两纵向柱列设置,多跨厂房则要根据具体情况,沿全部或部分纵向柱列设置。

屋架间距小于 12 m 时,纵向水平支撑通常设置在屋架下弦平面内(见图 1-5(a))。

当屋架间距大于或等于 12 m 或屋架为三角形屋架,以及端斜杆为下降式且主要支座设在上弦处的梯形屋架和人字形屋架时,纵向水平支撑宜布置在上弦平面内(见图 1-5(b))。

4) 垂直支撑

无论是有檩屋盖还是无檩屋盖,通常均应设置垂直支撑。屋架的垂直支撑与上、下弦横向水平支撑设置在同一柱间(见图 1-4、图 1-5)。对于三角形屋架的垂直支撑,当屋架跨度小于或等于 18 m 时,可仅在跨度中央设置一道(见图 1-6(c));当跨度大于 18 m 时,宜设置两道(在跨度 1/3 左右处各设置一道)(见图 1-6(d))。

对于梯形屋架、人字形屋架或其他端部有一定高度的多边形屋架,必须在屋架端部布置垂直支撑,此外,还应按下列条件设置中部的垂直支撑;当屋架跨度小于或等于 30 m 时,可仅在屋架跨中布置一道垂直支撑(见图 1-6(a));当跨度大于 30 m 时,则应在跨度 1/3 左右的竖杆平面内各设一道垂直支撑(见图 1-6(b));当有天窗时,宜设在天窗腿下面(见图 1-6(b))。若屋架端部有托架,就用托架来代替,不另设垂直支撑。

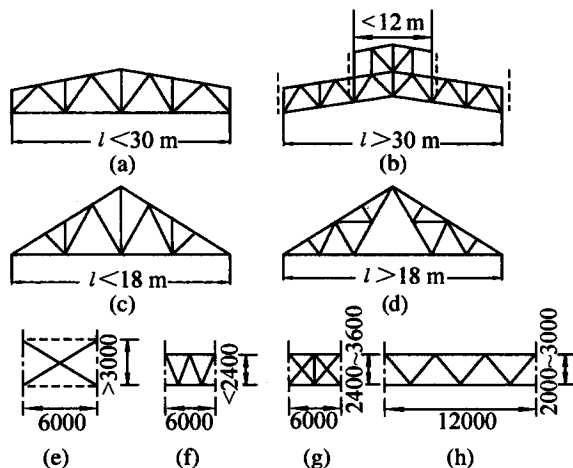


图 1-6 垂直支撑的布置和形式

与天窗架上弦横向水平支撑类似,天窗架垂直支撑也应设置在天窗架端部,以及中部有横向水平支撑的柱间(见图 1-5(b)),并应在天窗两侧柱平面内布置(见图 1-6(b)),对于多竖杆和三点式天窗架,当其宽度大于 12 m 时,还应在中央竖杆平面内增设一道垂直支撑。

5) 系杆

为了支撑未连支撑的平面屋架和天窗架,保证它们的稳定和传递水平力,应在横向支撑或垂直支撑节点处沿厂房通长设置系杆(见图 1-4、图 1-5)。

在屋架上弦平面内,对于无檩体系屋盖,应在屋脊处和屋架端部处设置系杆;对于有檩体系屋盖,只有在有纵向天窗下的屋脊处设置系杆。

在屋架下弦平面内,当屋架间距为 6 m 时,屋架端部处、下弦杆有折弯处、与柱刚接的屋架下弦端节间处受压应设压杆,但未设纵向水平支撑的节点处、跨度大于或等于 18 m 的芬克式屋架的主斜杆与下弦相交的节点处等部位皆应设置系杆。当屋架间距大于或等于 12 m 时支撑杆件截面将大大增加,钢材耗量较多,比较合理的做法是将水平支撑全部布置在上弦平面内,并利用檩条作为支撑体系的压杆和系杆,而作为下弦侧向支撑的系杆可用支于檩条的隅撑代替。

系杆分为刚性系杆(既能受拉也能受压)和柔性系杆(只能受拉)两种。屋架主要支承节点处的系杆,屋架上弦屋脊节点处的系杆均宜用刚性系杆,当横向水平支撑设置在房屋温度缝区段端部第二柱间时,第一柱间的所有系杆(见图 1-5(b))均为刚性系杆,其他情况可用柔性系杆。

1.2.4 屋盖支撑的计算和构造

屋架的横向和纵向水平支撑都是平行弦桁架,屋架或托架的弦杆均可兼作支撑桁架的弦杆,斜腹杆一般采用十字交叉式(见图 1-4、图 1-5),斜腹杆和弦杆的交角宜在 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之间,通常横向水平支撑节点间的距离为屋架上弦端节间距离的 2~4 倍,纵向水平支撑的宽度取屋架端节间的长度,一般为 6 m 左右。

屋架垂直支撑也是一个平行弦桁架(见图 1-6(f)、(g)、(h)),其上、下弦可兼作水平支撑的横杆。有的垂直支撑还兼作檩条,屋架间垂直支撑的腹杆体系应根据其高度与长度之比采用不同的形式,如交叉式、V 式或 W 式(见图 1-6(e)、(f)、(g)、(h))。天窗架垂直支撑的形式也可按图 1-6(e)、(f)、(g)、(h)所示选用。

支撑中的交叉斜杆以及柔性系杆按拉杆设计,通常用单角钢做成;非交叉斜杆、弦杆、横杆以及刚性系杆按压杆设计,宜采用双角钢做成 T 形截面或十字形截面,其中横杆和刚性系杆的截面常用十字形截面,以使其在两个方向具有等稳定性。屋盖支撑杆件的节点板厚度通常采用 6 mm,对于重型厂房屋盖宜采用 8 mm。

屋盖支撑受力较小,截面尺寸一般由杆件容许长细比和构造要求决定,但对兼作支撑桁架的弦杆、横杆或端竖杆的檩条或屋架竖杆等,其长细比应满足支撑压杆的要求,即 $[\lambda] \leq 200$;兼作柔性系杆的檩条,其长细比应满足支撑拉杆的要求,即 $[\lambda] \leq 400$ (一般情况)或 350 (有重级工作制的厂房)。对于承受端墙风力的屋架下弦横向水平支撑和刚性系杆,以及承受侧墙风力的屋架下弦纵向水平支撑,当支撑桁架跨度较大(大于或等于 24 m)或承受风荷载较大(风压力的标准值大于 0.5 kN/m^2),或垂直支撑兼作檩条,以及考虑厂房结构的空间工作而用纵向水平支撑作为柱的弹性支撑时,支撑杆件除应满足长细比要求外,还应按桁架体系计算内力,并据此内力按强度或稳定性选择截面并计算其连接。

具有交叉斜腹杆的支撑桁架,通常将斜腹杆视为柔性杆件,只能受拉,不能受压。因而每节间只有受拉的斜腹杆参与工作(见图 1-7)。

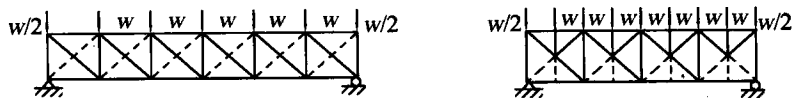


图 1-7 支撑桁架杆件的内力计算简图

支撑与屋架或天窗架的连接应使构造简单、安装方便,通常采用普通 C 级螺栓,每一杆件接头处的螺栓数不少于两个。螺栓直径一般为 20 mm,与天窗架或轻型钢屋架连接的螺栓直径为 16 mm。有重级工作制吊车或有较大振动设备的厂房中,屋架下弦支撑和系杆(无下弦支撑时为上弦支撑和隅撑)的连接,宜采用高强螺栓,或除 C 级螺栓外另加安装焊缝,每条焊缝的焊脚高度尺寸不宜小于 6 mm,长度不宜小于 80 mm。

支撑与屋架的连接构造如图 1-8 所示。

1.3 钢屋架设计

钢屋架是平面桁架屋盖结构体系中的主要承重结构,它对整个屋盖结构的安全性、经济性起着至关重要的作用。下面以屋盖结构中的普通钢屋架(区别于轻型钢屋架的钢桁架)为设计对象,并结合实际情况介绍其设计的主要内容。

1.3.1 钢屋架设计内容及步骤

(1) 屋架的选型

屋架的选型即屋架形式的选取及有关尺寸的确定(包括屋架的外形、腹杆体系及主要尺寸的确定等)。

(2) 荷载计算

荷载计算包括永久荷载(包括屋面材料、保温材料、檩条及屋架、支撑等的自重)、屋面均布活荷载、雪荷载、风荷载、积灰荷载等的计算。

(3) 内力计算

计算内力时通常先计算单位荷载(包括满跨布置和半跨布置)作用下屋架中各杆件的内力,即内力系数,然后用内力系数乘以荷载设计值即得相应荷载作用下杆件的内力设计值。

(4) 内力组合

内力组合的目的是确定各杆件的最不利内力。

(5) 屋架的杆件设计

屋架的杆件设计包括根据杆件的位置、支撑情况等确定杆件的计算长度;选取杆件截面形式;初选截面尺寸;根据杆件的最不利内力按轴心受拉、轴心受压或拉压弯构件进行杆件截面设计等(验算杆件的强度、刚度、稳定性是否满足要求)。