



钢结构详图设计快速入门 —XSteel

软件实操指南与技巧

苏翠兰◎编著

中国建筑工业出版社

钢结构详图设计快速入门

——XSteel 软件实操指南与技巧

苏翠兰 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

钢结构详图设计快速入门——XSteel 软件实操指南与技巧/苏翠兰编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2010.9

ISBN 978-7-112-12340-7

I. ①钢… II. ①苏… III. ①钢结构—结构设计: 计算机辅助设计—应用软件, Xsteel IV. ①TU391.04-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 155335 号

本书是钢结构深化设计人员(详图设计人员)的入门及实际操作必备参考书, 全书共 4 章, 分别就钢结构深化设计人员应掌握的基本知识、应具备的能力、钢结构施工详图的绘制方法和要点等进行了详细介绍, 并对深化设计软件 Telka (Xsteel) 操作方法、有关技巧和使用中的常见问题与解决方法进行了详尽阐述。全书内容实用, 图文并茂, 是钢结构详图设计人员入门及提高的必备参考书, 也可作为大中专院校相关专业师生的教学参考书。

* * *

责任编辑: 范业庶

责任设计: 陈旭

责任校对: 张艳侠 赵颖

钢结构详图设计快速入门 ——XSteel 软件实操指南与技巧 苏翠兰 编著

*

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

北京永峥排版公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 $\frac{3}{4}$ 字数: 359 千字

2010 年 12 月第一版 2010 年 12 月第一次印刷

定价: 35.00 元

ISBN 978-7-112-12340-7

(19606)

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

随着我国建筑业的不断发展，钢结构是目前广泛应用的一种建筑结构。近年来，有许多钢结构加工厂如雨后春笋般成立，据不完全统计，仅北京市就有钢结构加工厂千余家，但是大多数厂家钢结构深化设计的力量还是不够强大，另外大部分有总包资质的建筑企业内部缺少优秀的钢结构专业技术人员，其深化设计能力尤其薄弱，都有待大幅度提高。随着钢结构行业的不断发展，优秀钢结构人才将会出现紧缺现象，社会也将加大对钢结构深化设计人才的需求。

本书是作者结合自己多年的钢结构深化设计经验，参考各方面文献资料，综合国内钢结构深化设计现状而编写的，并将自己使用 Tekla (Xsteel) 软件做深化设计的感受和经验与大家分享。期待钢结构深化设计工作在钢结构工程施工的各个环节发挥最大效用，期待更多的人了解钢结构施工详图的绘制及钢结构深化设计管理的特点和常用的方法，提高钢结构深化设计工作的安排、组织与管理水平，提高从事钢结构深化设计工作人员的业务水平。

本书将深化设计管理和钢结构施工详图绘制过程中需要注意的事项都作了特别强调。由于作者工作经验和水平有限，书中难免存在欠缺和错误，恳切希望广大读者对本书批评指正，以便有机会进一步修改和完善。

目 录

第1章 钢结构深化设计师应掌握的知识	1
1.1 钢材知识	1
1.1.1 钢材的牌号	1
1.1.2 钢材的分类	2
1.1.3 钢材的品种	2
1.1.4 建筑钢材的选用	3
1.2 结构概念及节点设计知识	4
1.2.1 结构概念	4
1.2.2 节点设计知识	8
1.3 焊接知识	15
1.3.1 焊接难度	15
1.3.2 施工图中应标明的焊接技术要求	16
1.3.3 单位资质	16
1.3.4 焊接方法	16
1.3.5 接头形式及坡口形状	19
1.3.6 焊缝质量等级	20
1.3.7 焊缝符号	20
1.4 钢结构加工	23
1.4.1 钢结构加工前的准备工作	23
1.4.2 钢结构生产的组织方式和工艺流程	26
1.4.3 工厂拼装和连接	27
1.4.4 成品矫正、制孔和检验	28
1.4.5 成品表面处理、油漆、堆放和装运	30
第2章 深化设计师应具备的能力	34
2.1 识图能力	34
2.1.1 施工图的产生与分类	34
2.1.2 看图的方法和步骤	35
2.1.3 看图的注意事项	36
2.1.4 看图要抓重点	37
2.2 绘图能力	41
2.2.1 基本规定	41
2.2.2 详图的位置和编号	45
2.2.3 软件使用能力	47

2.3 沟通能力	47
2.3.1 沟通方式方法及技巧	47
2.3.2 规避风险	48
第3章 做好钢结构施工详图	49
3.1 钢结构施工详图	49
3.1.1 施工详图与设计图的区别	49
3.1.2 施工详图的构成要素	49
3.2 钢结构施工详图的作用	50
3.2.1 要素作用分析	50
3.2.2 为业主提供帮助	50
3.3 钢结构施工详图的深化设计过程	50
3.3.1 准备工作	50
3.3.2 具体实施	51
3.4 钢结构施工详图的合格标准及注意要点	52
3.4.1 合格标准	52
3.4.2 注意要点	52
3.5 常见钢结构类型及施工详图绘制要点	53
3.5.1 厂房类钢结构	53
3.5.2 钢骨混凝土结构	53
3.5.3 大型桁架类屋面结构	53
3.5.4 网架类场馆	54
3.5.5 桥梁类钢结构	54
第4章 深化设计软件 Tekla (Xsteel) 操作指南	56
4.1 软件简介	56
4.1.1 Xsteel 软件、Tekla 软件及 Tekla Structures 软件	56
4.1.2 Tekla Structures 软件的功能完善	56
4.1.3 Tekla Structures 软件的操作智能	57
4.1.4 对计算机硬件要求	57
4.1.5 支持正版软件	58
4.2 一般信息	58
4.2.1 基本配置	58
4.2.2 主要功能	58
4.2.3 环境和语言	59
4.2.4 单用户模式及多用户模式	60
4.2.5 编辑器	61
4.3 用户界面	63
4.4 名词、术语解释	65
4.4.1 软件应用基础类	65
4.4.2 Tekla Structures 软件专有名词	66

4.5	屏幕组件	69
4.6	重点命令的介绍	72
4.6.1	标准工具栏	72
4.6.2	中断—撤销工具栏	72
4.6.3	编辑工具栏	73
4.6.4	视图工具栏	73
4.6.5	转换工具栏	74
4.6.6	捕捉设定工具栏	76
4.6.7	点工具栏	77
4.6.8	钢部件工具栏	78
4.6.9	细部工具栏	79
4.6.10	工具工具栏	80
4.7	熟悉钢结构图纸与策划深化设计方案	81
4.7.1	熟悉结构图纸	81
4.7.2	策划深化设计方案	81
4.7.3	搭建三维实体模型	83
4.7.4	安装节点	108
4.7.5	审核模型及编号	145
4.7.6	创建图纸	148
4.7.7	修改和编辑图纸	177
4.7.8	整理图纸目录、报告	179
4.8	深化设计能力提高	181
4.8.1	自动保存文件位置	181
4.8.2	模板编辑器	182
4.8.3	符号编辑器	196
4.8.4	多用户模式	199
4.8.5	多边形板控柄设置	204
4.8.6	快捷键	204
4.9	常见问题解答	205
附录		212
附录 A	角焊缝及螺栓连接的承载力（设计值）	212
附录 B	钢板、槽钢、工字钢、角钢的螺栓连接形式	216
附录 C	钢结构制造操作的空间要求	217
附录 D	型钢连接螺栓最大孔径和间距	218
附录 E	焊缝符号表示（摘自 GB/T324-2008）	220
参考文献		230

第 1 章 钢结构深化设计师应掌握的知识

1.1 钢材知识

1.1.1 钢材的牌号

钢材已成为建筑工程中不可缺少的工程材料。建筑用钢材可以分为钢结构用钢材及土建钢材。土建钢材主要为螺纹钢、圆钢、线材及型钢等。本书只讨论建筑结构中钢结构用钢材。

承重钢结构的钢材以采用现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700-2006 中的 Q235 钢和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591-2008 中的 Q345、Q390 和 Q420 钢为主。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。

为了把某一钢种的特性很好地反映出来，便产生了具体反映钢材本身特性的简单易懂的符号，就是所谓的 Q235、HPB235 (20MnSi) 等这些表示钢的钢牌号。我们国家钢牌号的命名，采用汉语拼音字母、化学元素符号及阿拉伯数字相结合的方法表示。下面说明碳素结构钢和低合金结构钢的钢牌号表示方法。

碳素结构钢的钢牌号由代表屈服强度的字母“Q”，屈服强度数值 (MPa)，质量等级符号 A、B、C、D 和脱氧方法符号等四个部分按顺序组成。例如，Q235-BF 表示如图 1-1 所示。

在牌号组成表示中，“Z”与“TZ”符号可以省略。例如，质量等级为 D 的 Q235 钢的牌号为 Q235-D-TZ，其中“TZ”可省去，因为 D 类钢均为特殊镇静钢。

在碳素结构钢中，钢号越大，含碳量越高，强度也随之越高，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钢。其强度高于碳素结构钢，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。在低合金钢中 Q345 (16Mn) 的综合性能较好。

GB/T 1591 规定，低合金结构钢钢号命名参照国际标准，改用以屈服强度 (MPa) 命名，其前缀为“Q”，与碳素结构钢相同；并与 GB/T700 在强度上形成系列牌号。有 5 个强度等级系列和牌号；Q295、Q345、Q390、Q420、Q460，而且有 5 个质量等级 (冲击功) A、B、C、D、E。其牌号表示：如原来 16Mn 钢，现在为 Q345，如果是 D 级钢，其新牌号为 Q345-D；原来 15MnTi 钢，新牌号为 Q390 等。但专用的低合金钢仍采用 GB/T221 规定的

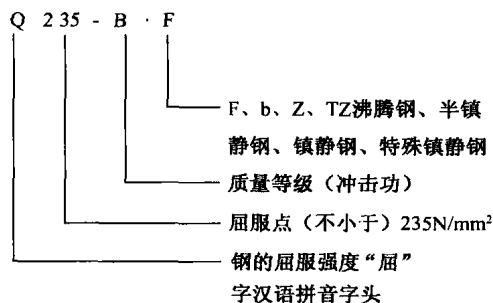


图 1-1 钢号及其代表含义

表示方法，表示方法与合金结构钢相同。如 HRB335（20MnSi）就是合金钢的表示方法。

1.1.2 钢材的分类

（1）钢铁行业钢材分类。为了增强国内钢铁工业统计指标的科学性和与国际标准的可比性，提高钢铁工业现代化管理水平，从 2005 年 1 月 1 日起，钢铁行业在全国范围内推行新的统计指标体系，对钢材的分类作了较大调整，见表 1-1。

钢铁行业钢材分类表 表 1-1

序号	分类方式	分 类 名 称
1	按化学成分	非合金钢、低合金钢、合金钢（不含不锈钢）、不锈钢
2	按加工工艺	热轧钢材、冷轧（拔）钢材、镀涂层钢材、锻挤旋压钢材、其他加工工艺钢材
3	按品种	大型型钢、中小型钢、棒材、钢筋
		特厚板、厚板、中板、热轧薄板、冷轧薄板、中厚宽钢带、热轧薄宽钢带、冷轧薄宽钢带、镀层板带、涂层板带、热轧窄钢带、冷轧窄钢带

（2）在建筑结构中对结构用钢材可按表 1-2 分类。

建筑钢结构钢材分类表 表 1-2

序号	分类方法	分 类 名 称	备 注
1	按冶炼方法	平炉钢和电炉钢、氧气转炉钢或空气转炉钢	
2	按炼钢脱氧程度	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	按屈服点数值命名，Q235 钢，其质量等级分为 A、B、C、D 四级	这四个等级与钢的化学成分、力学性能及冲击实验性能有关
4	按建筑用途分	碳素结构钢、焊接结构耐候、高耐候性结构钢和桥梁用结构钢等	
5	按化学成分分	碳素钢、合金钢	
6	按品质分	普通钢、优质钢、高级优质钢	

钢的分类方法只是简单地把某种具有共同特征的钢种划分或归纳为同一类型，而不是某一钢种具体特性的反映。上述的分类方法都较为常用，另外还有其他的分类方法。其实分类都会根据不同的需要或是不同的场合而采用不同的分类方法。在某些情况下，还会几种分类方法混合使用。

1.1.3 钢材的品种

在建筑结构中使用的钢材主要有热轧钢板、型钢以及冷弯成型的薄壁型钢等。

（1）钢板和钢带

它们的区别主要体现在其成品形状上。钢板是指平板状、矩形的，可直接轧制或由宽

钢带剪切而成的板材。一般情况下，钢板是指一种宽厚比和表面积都很大的扁平钢材。钢带一般是指长度很长，一般以卷供应的钢板。

(2) 型钢

①按材质分：按材质分有普通型钢和优质型钢。普通型钢由碳素结构钢和低合金高强度结构钢制成，一般用于建筑钢结构；优质型钢是优质钢，一般用于各种机器结构、工具及有特殊性能要求的结构。

②按生产方法分：按生产方法分有热轧型钢、冷弯型钢、冷拉型钢、挤压型钢和焊接型钢。

③按截面形状分：按截面形状分有圆钢、方钢、扁钢、六角钢、等边角钢、不等边角钢、工字钢、槽钢和异形型钢。

(3) 钢管

钢管是一种具有中空截面的长条形管状钢材。与圆钢相比是一种经济截面钢材。广泛应用在制造结构件和各种机械零件，一般它分为圆钢管、方钢管、异形钢管等。

(4) 钢筋及盘条

在混凝土结构中用到的钢筋及盘条较多。组合钢结构中涉及钢筋穿透钢构件的问题，可以参考组合钢结构方面的书籍。

1.1.4 建筑钢材的选用

建筑钢结构用钢材必须有足够的强度，良好的塑性、韧性、耐疲劳性和优良的焊接性能，且易于冷热加工成型，耐腐蚀性好。

碳素结构钢是最普遍的工程用钢，建筑钢结构中应用最多的碳素钢是 Q235，也是现行标准中质量等级最齐全的，其质量等级为 C、D 的，不论从含碳量控制严格程度和对冲击韧性的保证，都应优先为焊接结构所采纳使用。

部分重要结构设计中要求钢材采用具有 Z15、Z25、Z35 等 Z 向性能要求的材料。轻钢主结构多采用 Q235 型材料，重钢主结构多采用 Q345 型材料，预埋地脚螺栓多采用 HPB235 (Q235) 圆钢、或 HRB335 (20MnSi) 带肋钢筋，拉条多为热轧钢筋，另外角钢、槽钢、C 型钢、Z 型钢、H 型钢、工字钢等型钢也常有使用。

(1) 结构钢材的选择

不同的结构对钢材要求不同，外界温度对钢材选用也有影响。选用时，需要对钢材的强度、塑性、耐疲劳性能、焊接性能、耐锈性能等各项性能全面考虑。

对于厚钢板结构、焊接结构、低温结构和采用含碳量高的钢材制作的结构，应防止脆性破坏；低温地区的露天或类似露天的焊接结构用沸腾钢时，钢板厚度不宜过大（表 1-3）。

(2) 钢材代用

加工单位或安装施工单位不宜随意更改或代用钢结构钢材。有时因为市场供应、采购周期、加工工艺或施工方法等原因有可能需要材料代换时，必须与设计单位共同研究确定。钢结构详图设计师提出材料代换时需要注意下述几点：

①如果钢材性能满足设计要求，而钢号质量低于设计要求时，一般不允许代用。如结构性质和使用条件允许，在材质相差不大的情况下，经设计单位同意并发出设计变更后，亦可代用。

根据不同结构类型选择钢板

表 1-3

序号	结 构 类 型			计算温度 (℃)	选用牌号
1	焊接结构	直接承受动力荷载的结构	重级工作制吊车梁或类似结构	—	Q235 镇静钢或 Q345 钢
2			轻、中级工作制吊车梁或类似结构	≤ -20	同序 1
3				> -20	Q235 沸腾钢
4		承受静力荷载或间接承受动力荷载的结构		≤ -30	同序 1
5				> -30	同序 3
6	非焊接结构	直接承受动力荷载的结构	重级工作制吊车梁或类似结构	≤ -20	同序 1
7			轻、中级工作制吊车梁或类似结构	> -20	同序 3
8				—	同序 3
9		承受静力荷载或间接承受动力荷载的结构		—	同序 3

②钢材的钢号和性能都与设计提出的要求不符时，如 Q235 钢代 Q345 钢，首先应根据上述规定检查是否合理，然后按钢材的设计强度重新计算，根据计算结果改变结构的截面、焊缝尺寸和节点构造。

③在普通碳素钢中，以 Q215 代 Q235 是不经济的，因为 Q215 的设计强度低，代用后结构的截面和焊缝尺寸都要增大很多。以 Q255 代 Q235，一般作为 Q235 的强度使用，但制作结构时应该注意冷作和焊接的一些不利因素。Q275 钢不宜在建筑结构中使用。

④钢材的规格尺寸与设计的要求不同时，不能随意以大代小，须经计算后才能代用。

⑤如遇钢材市场供应不全情况，又须代换时，可根据钢材选择的原则灵活调整。建筑结构对材质的要求是：受拉构件高于受压构件，焊接结构高于螺栓或铆钉连接的结构，厚钢板结构高于薄钢板结构，低温结构高于常温结构，受动力荷载的结构高于受静力荷载的结构。如遇到含碳量高或焊接困难的钢材或节点，可改用螺栓连接或铸钢件连接，但需与设计单位商定。

⑥涉及国内钢材与国外钢材互相代换时，应验证其化学成分和机械性能是否满足相应钢号的标准。

1.2 结构概念及节点设计知识

1.2.1 结构概念

本节主要介绍不直接承受动力荷载或承受静力荷载情况的结构体系。

(1) 门式刚架结构

①种类多样：门式刚架的种类很多，从外形分为单跨、双跨、多跨刚架，以及带挑檐的和带毗屋的刚架（图 1-2）；按构件体系则可分为实腹式和格构式两种；按截面形式可分为等截面和变截面；按结构选材可分为普通型钢、薄壁型钢、钢管或钢板焊接。

实腹式刚架的截面一般为工字形，格构式刚架的截面为矩形、梯形或三角形。

②门式刚架特点：

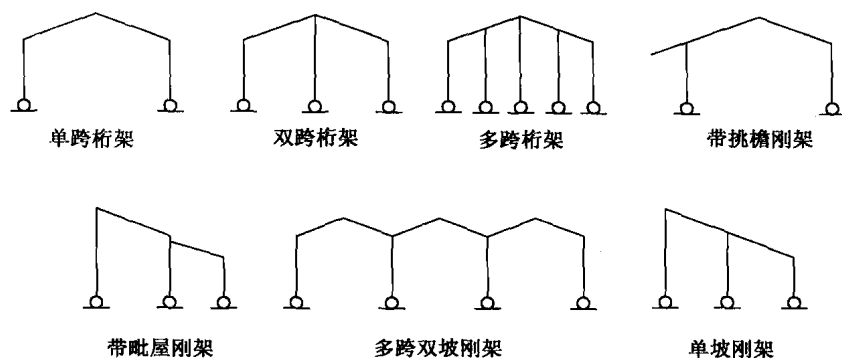


图 1-2 门式刚架种类

根据通风、采光等使用功能的需要，可以设置通风口、采光带及天窗架、电线支架等。

高度较高、跨度较大的刚架，一般宜采用变截面梁、柱。

非地震区或不要求抗震功能的支撑，一般采用张紧的圆钢。

结构构件基本采取工厂制作，工业化程度高。这也是钢结构工程的特点。

构件分段根据运输条件及现场吊车吊重进行分段，构件之间节点宜采用现场螺栓连接，安装方便快捷。

③适用范围：

门式刚架通常用于跨度 9 ~ 36m、柱距 6m、柱高 4.5 ~ 12m、设有吊车起重量较小的单层工业厂房或公共建筑（如超市、候车大厅等）。设置桥式吊车时，宜为起重量不大于 20t 的中、轻级工作制的吊车；设置悬挂吊车时，其起重量不宜大于 3t。目前国内单跨刚架的跨度已达到 72m。

④建筑尺寸：

跨度：取横向刚架柱轴线间的距离。一般跨度为 9 ~ 36m，模数为 3m。

间距：即为柱网轴线在纵向的距离，宜为 6m，最大可为 12m。

檐口高度：取地坪至房屋外侧檩条上缘的高度。

最大高度：取地坪至屋盖顶部檩条上缘的高度。

宽度：取房屋墙梁外皮之间距离。

长度：取房屋山墙墙梁外皮之间距离。

屋面坡度：宜取值范围 1/20 ~ 1/8。

柱轴线位置：宜为柱下端截面中心，还有的边柱轴线取边柱外皮的情况（图 1-3）。

(2) 单层房屋钢结构

①结构体系。单层钢结构房屋主要由横向结构和纵向结构系统组成。横向结构体系就是排架（包括屋架或横梁、天窗架和柱）；纵向结构系统是由柱、托架、柱间支撑、墙梁等构成（图 1-4）。

另外，还有吊车梁、吊车制动梁、桁架、外围墙架及屋面支撑共同组成空间刚性骨架。

②屋盖结构。单层房屋钢结构体系中重点是屋盖结构，一般采用平面桁架屋盖结构体

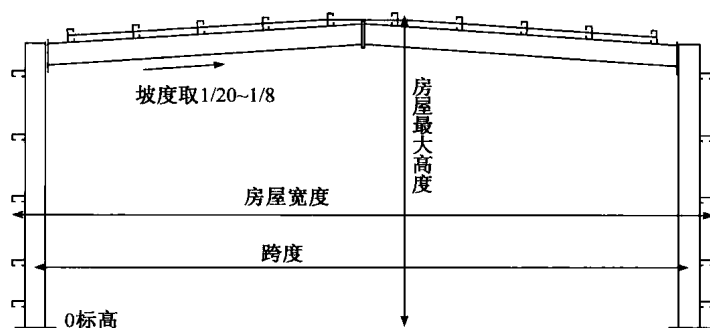


图 1-3 门式刚架建筑尺寸

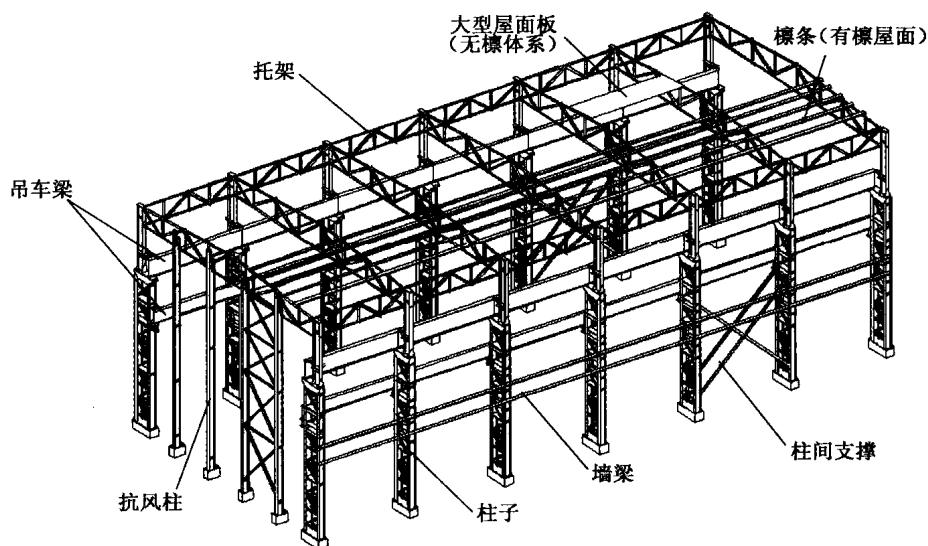


图 1-4 单层房屋钢结构

系。是由屋面材料、檩条、屋架、托架和天窗架等构件组成，一般柱距较大时，需设置托架。主要分为有檩屋盖和无檩屋盖两大类，如图 1-5 所示。平坡屋面有采用大型屋面板的无檩屋盖体系和采用长尺寸压型钢板的有檩屋盖体系；斜坡屋面一般为有檩屋盖体系。

③屋架形式。钢屋架的形式按结构形式分主要有三角形、梯形、多边形（双坡屋面）和平行弦（单坡）桁架等；按所采用的材料可分为普通钢屋架、轻型钢屋架（杆件为圆钢和小角钢）和薄壁型钢屋架（图 1-6）。

（3）多层及高层结构

随着社会经济的发展，建筑业及建筑结构形式也有了很新的发展，日新月异。随着许多建筑艺术、建筑造型以及建筑多功能、多用途等方面的创新，出现了许多体型复杂和内部空间多变的高层建筑。如：带转换层结构、连体结构、竖向收进和悬挑结构、带加强层结构、平面不规则结构等其他复杂结构。

多高层建筑结构采用钢或钢与混凝土组合成结构体系时，常按两种方法分类。一种方法是根据主要结构所采用的材料或由不同材料组合划分成各种类型和类别；另一种是根据

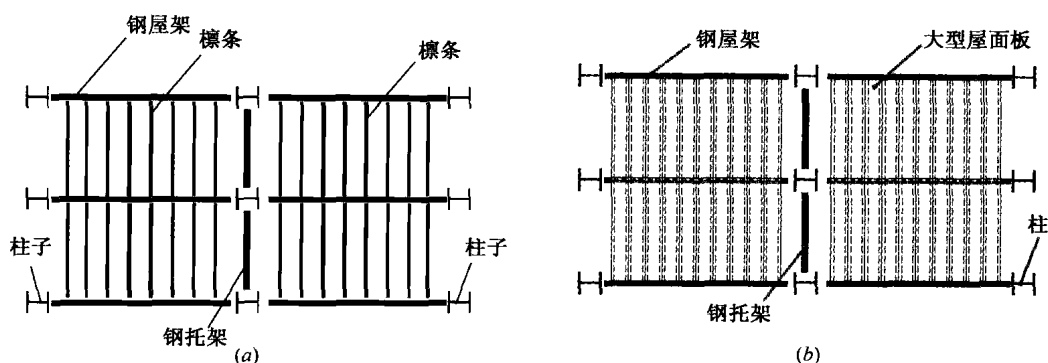


图 1-5 屋盖体系
(a) 有檩屋盖体系；(b) 无檩屋盖体系

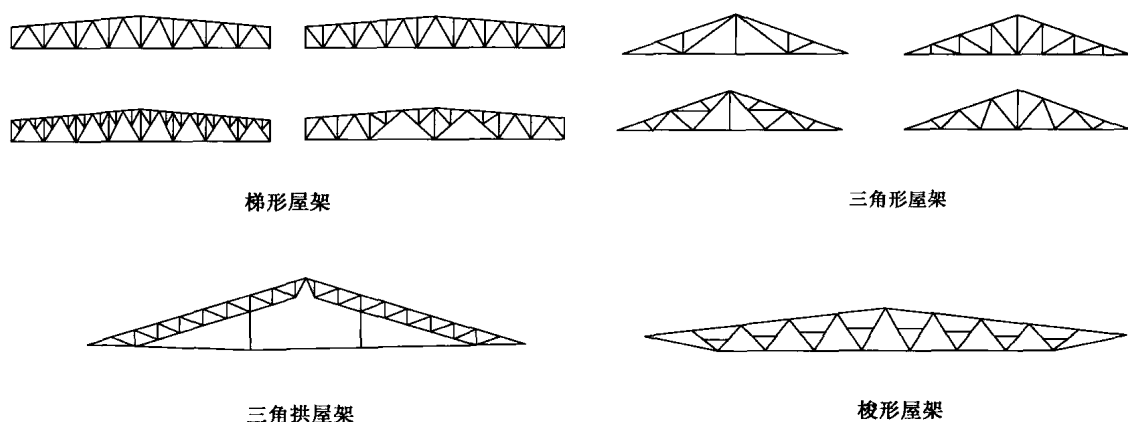


图 1-6 屋架形式

抗侧力结构的力学模型及受力特性划分成各种结构体系和类别。

1) 按采用的材料区分的结构类型

①对多层及高层结构按照主要结构所用的材料不同划分成各种类型。如：全钢结构、钢-混凝土混合结构、型钢混凝土结构和钢管混凝土结构。

全钢结构：梁、柱及支撑等主要构件均采用钢材的结构。

钢-混凝土混合结构：由钢构件、钢筋混凝土构件及钢与混凝土组合构件相结合组成的结构类型，这些构件的组合形式较多，所以形成了多种结构体系。

主要有钢框架-混凝土剪力墙体系和钢框架-混凝土核心筒（筒中筒体系）。典型的组合是外框架采用钢框架，内筒采用钢筋混凝土结构，形成钢框架-混凝土核心筒体系。

型钢混凝土（SRC）结构：由型钢混凝土柱、型钢混凝土梁所组成，在某些高层建筑中，也设置型钢混凝土墙或型钢混凝土筒。

②对多层及高层结构按照不同结构类型及不同材料可以构成不同的组合结构体系。如：上部为钢结构下部为型钢混凝土结构、钢框架-型钢混凝土内筒结构、型钢混凝土柱和钢梁组合成框架结构及钢管混凝土柱与钢梁组合成框架结构。

2) 按钢结构体系的选型区分的结构类型

①框架结构体系（包括半刚接及刚接框架）。

②双重抗侧力体系（钢框架-支撑体系、钢框架-混凝土核心筒体系、钢框架-混凝土剪力墙体系、型钢混凝土框架-剪力墙体系）。

③筒体结构体系（框筒体系、桁架筒体系、筒中筒体系、框筒束体系、成束筒体系）。

④巨型框架体系等多种结构体系。

(4) 空间网架类型

空间网架类型很多，其基本类型有：两向交叉网架、三向交叉网架、三角锥网架、四角锥和六角锥网架；再以这些基本类型还可以开发出很多新的网架形式（图 1-7 ~ 图 1-11）。

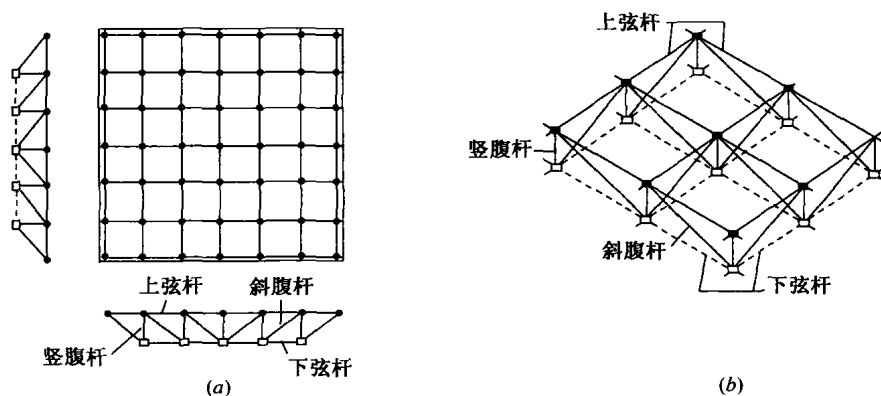


图 1-7 两向交叉网架图示

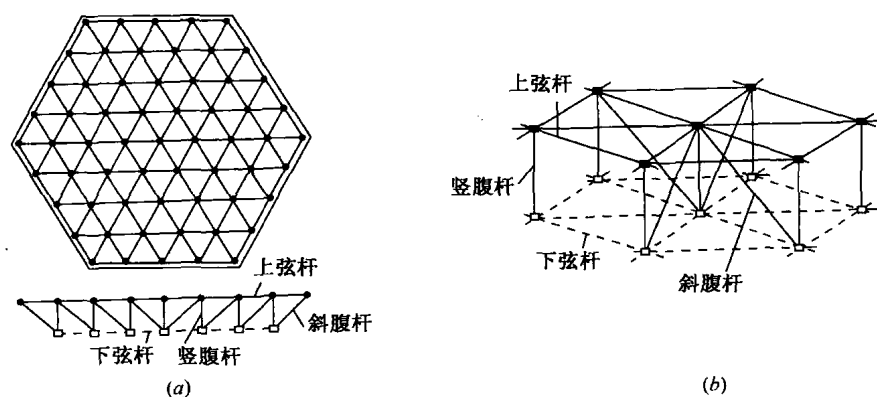


图 1-8 三向交叉网架图示

1.2.2 节点设计知识

(1) 钢结构构件节点连接

钢结构设计阶段已经把结构的主要节点构造和尺寸表示清楚了，作为钢结构深化设计人员必须对节点的构造设计做到了解和掌握。钢结构连接节点是指把各种不同形状的杆件（或构件）组成一个平面或立体的连接结构实体。

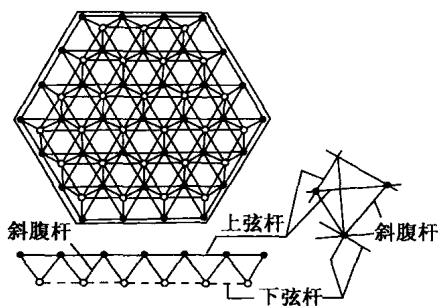


图 1-9 三角锥网架图示

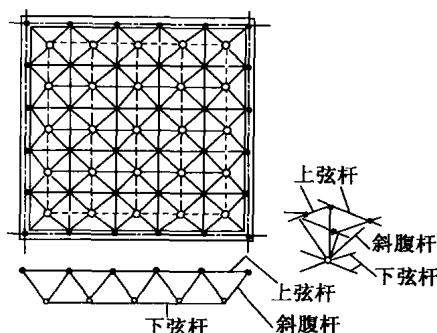


图 1-10 四角锥网架图示

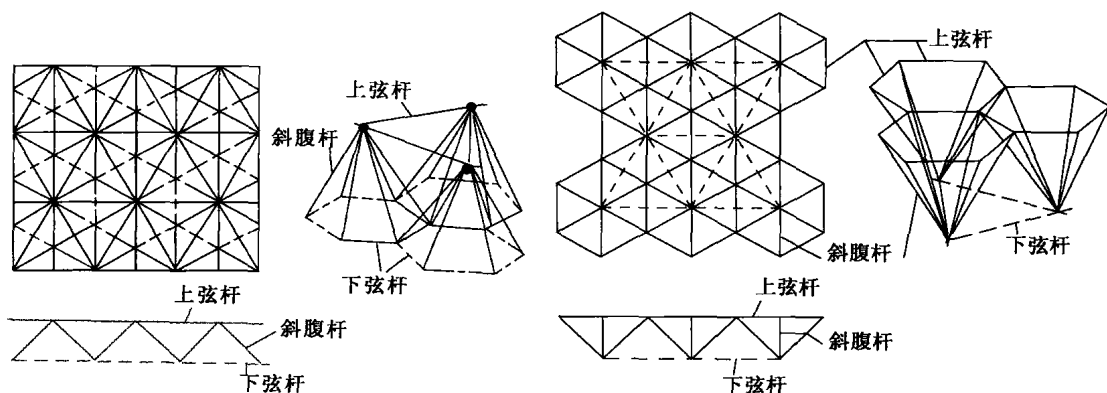


图 1-11 六角锥网架图示

钢结构之间的连接，即钢结构节点连接是钢结构工程中的重点。节点设计是整个钢结构设计工作的很重要环节。许多钢结构事故及震害都表明，钢结构大多是由于节点首先破坏而导致结构的整体破坏。节点设计不仅对结构安全有重要影响，而且直接影响钢结构的制作、安装和造价。

设计者会根据连接节点的位置及其所要求的强度和刚度，合理确定连接节点的形式、连接方法和具体构造及基本公式，以满足强度和刚度的要求。

钢结构的连接节点选用的主要型材与结构形式及其所用材料、加工制造和施工安装等有着密切的联系。杆系结构中，杆件的相互拼接通常都采用焊接连接，有时采用普通（C）级螺栓作为安装的临时固定而后进行焊接；对于梁系或实腹柱结构本身的连接一般都采用以下几种：①翼缘与腹板都采用焊接连接；②翼缘采用完全焊透的坡口对接焊缝连接，腹板采用高强度螺栓摩擦型连接；③翼缘和腹板都采用高强度螺栓连接。

连接节点的类别按节点的力学特性分为：刚性连接节点、半刚性连接节点和铰接连接节点。不过为了简化，通常连接节点的设计都按完全刚接或完全铰接的情况来处理。至于因节点构造形成的半刚性连接，对整个结构的安全度是不会有影响的，相反对个别杆件的安全储备是有一定好处，可以在设计中不予考虑。铰接连接节点一般不能用于构件的拼接连接，通常只用于构件端部的连接，比如柱脚、梁的端部连接和桁架、网架杆件的端部连

接等。

钢结构施工详图的设计内容包括根据设计单位提供的设计图对构件的钢结构构造进行完善。

(2) 焊接连接

焊接连接是钢结构设计中采用最普遍的一种连接形式。它与螺栓连接相比,具有构造简单、施工方便;易于自动化操作;不削弱构件截面;生产效率高等优点。但焊接连接的缺点也不少,主要是在热影响区内容易产生残余应力和残余变形,焊接后的材料性能对疲劳较敏感。焊接产生的气孔、夹渣、未熔合缺陷达到一定程度时引起接头强度、塑性(延性)和韧性的下降。焊接接头中的微小裂缝在工作应力的作用下可能扩张产生构件断裂现象。

1) 焊接的焊缝计算

根据工程设计情况,一般钢结构设计图纸都标明了焊角尺寸和焊缝长度,钢结构施工详图阶段主要是根据有关规范规定对构件的构造进行完善。

如果设计图纸只提供构件截面和内力,则钢结构施工详图设计阶段应按设计规范有关焊缝计算公式进行计算,角焊缝承载力可参照附录 A 中表 A-1 选用。

2) 焊缝的构造要求

焊缝的构造要求是钢结构施工详图绘制时应遵守的规定。下面所列供参考,其中有的是《钢结构设计规范》的规定,有些是抗震规范的规定或专业规程的定义,具体如下:

①在设计中不得任意加大焊缝,应尽量避免焊缝的立体交叉、焊缝布置应尽量对称于构件或节点板截面中和轴,避免偏心传力。

②焊角尺寸,不得小于 $1.5\sqrt{t}$,当焊件厚度等于或小于 4mm 时,则最小焊缝焊脚尺寸应与厚度相同,角焊缝焊脚尺寸不宜大于较薄焊件厚度的 1.2 倍。角焊缝长度不得小于 $8h_f$ 和 40mm,侧面角焊缝的计算长度不宜大于 $60h_f$ 。

③选用焊接材料材质应与主体金属相适应,当不同强度的钢材连接时,可采用与较低强度钢材相适应的焊接材料。

④在搭接连接中,搭接长度不得小于焊件较小厚度的 5 倍,并不得小于 25mm。

⑤为便于焊接操作,尽量选用俯焊、平焊或搭焊的焊接位置,并应考虑合理的施焊空间。

⑥焊接桁架应以杆件重心线为轴线,当桁架弦杆截面变化时,如轴线变动不超过较大弦杆截面高度的 5%,可不考虑其影响。

⑦当焊接桁架的杆件用节点板连接时,弦杆与腹杆,腹杆与腹杆的间隙 $\geq 2t$,且不应小于 20mm,相邻焊脚趾间净距应大于 5mm。

⑧钢管结构中支管壁与主管壁之间夹角大于或等于 120° 时的区域宜用对接焊缝或带坡口的角焊缝。角焊缝的焊脚尺寸 h_f 不宜大于支管壁厚的 2 倍。

⑨高层钢结构的梁翼缘与柱翼缘间应采用全熔透坡口焊接;抗震设防烈度 8 度乙类建筑和 9 度时,应检验 V 形切口的冲击韧性,其恰帕冲击韧性在 -20°C 时不低于 27J。箱形截面柱在梁翼缘对应位置的隔板应采用全熔透对接焊缝与壁板相连。工字形截面柱的横向加劲肋与柱翼缘应采用全熔透对接焊缝连接,与腹板可采用角焊缝连接。

梁与柱刚性连接时,柱在梁翼缘上下各 500mm 的节点范围内,柱翼缘与柱腹板间或