

高职高专教改系列教材

钢结构制作

主 编 祝冰青

副主编 胡 慨 吕成炜 宋文学 孔定娥

刘 雯 张彩凤 夏 璐

主 审 李有香



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

高职高专教改系列教材

钢 结 构 制 作

主 编 祝冰青

副主编 胡 慨 吕成炜 宋文学 孔定娥

刘 雯 张彩凤 夏 璐

主 审 李有香

社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材为中央财政支持提升专业服务产业发展能力建设专业“建筑钢结构工程技术专业”系列教材之一。作者本着高职高专教育特色,依据提升专业服务能力的专业人才培养方案和课程建设的目标及要求,按照校企专家多次研究讨论后制定的课程标准进行编写。

全书共8个学习项目,内容包括:钢结构施工图识图,钢结构钢材,钢结构制作准备,钢结构零部件加工,钢结构连接工艺与质量控制,钢构件的组装和预拼装,钢结构的涂装,钢结构成品检查与运输。

本书可作为建筑钢结构工程技术专业的教学用书,也可作为土建类相关专业和工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

钢结构制作 / 祝冰青主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2013.8
高职高专教改系列教材
ISBN 978-7-5170-1217-7

I. ①钢… II. ①祝… III. ①建筑结构—钢结构—生产工艺—高等职业教育—教材 IV. ①TU391

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第202370号

书 名	高职高专教改系列教材 钢结构制作
作 者	主 编 祝冰青 副主编 胡慨 吕成炜 宋文学 孔定娥 刘雯 张彩凤 夏璐 主 审 李有香
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16开本 23印张 574千字
版 次	2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	48.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

本教材是依据中央财政支持提升专业服务产业发展能力建设专业“建筑钢结构工程技术专业”的人才培养方案和课程建设目标进行编写的。

本专业的课程改革是以工作过程为导向,以项目为载体进行的。人才培养方案和课程重构建设方案由校企等多方面的专家经过多次研讨论证形成。根据课程教学基本要求,按照以学习情境代替学科为框架体系的编排结构,在教材风格上形成理论与实践相结合的鲜明特色。与以往教材对比,本教材理论知识本着适度的原则,在此基础上大幅度增加操作技术的应用,着重和突出学生实际能力的培养。本教材共有8个学习项目,内容包括钢结构施工图识图、钢结构钢材、钢结构制作准备、钢结构零部件加工、钢结构连接工艺与质量控制、钢构件的组装和预拼装、钢结构的涂装、钢结构成品检查与运输。每个项目内按照工作任务分为若干个工作情境。本教材的例题、思考题的安排注意引导学生采用理论联系实际的学习方法,以利于培养其分析问题、解决问题的能力。

本教材由安徽水利水电职业技术学院祝冰青任主编。祝冰青编写学习项目5之学习情境5.11、学习项目7;吕成炜编写学习项目8、学习项目5之学习情境5.4;胡慨编写学习项目3、学习项目4;宋文学编写学习项目1、学习项目5之学习情境5.1、5.8;孔定娥编写学习项目5之学习情境5.2、5.3;刘雯编写学习项目5之学习情境5.5、5.6、5.7、5.9、5.10、5.12;张彩凤编写学习项目2;夏璐编写学习项目6。

本教材由李有香副教授任主审。

本教材由安徽水利水电职业技术学院和安徽省第三建筑工程公司共同开发,在编写过程中,得到了安徽省第三建筑工程公司的大力支持,在此一并表示感谢。限于作者水平,书中难免存在欠妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2013年4月

目 录

前言

学习项目 1 钢结构施工图识图	1
学习情境 1.1 施工图基本知识	1
学习情境 1.2 钢结构节点详图	20
学习情境 1.3 钢结构工程施工设计图识图	27
项目小结	29
思考题	29
学习项目 2 钢结构钢材	30
学习情境 2.1 钢材的物理性能	30
学习情境 2.2 钢材的化学成分和焊接性	34
学习情境 2.3 钢材力学性能试验	40
学习情境 2.4 常用钢材力学性能	42
学习情境 2.5 钢材进场	46
项目小结	50
思考题	51
学习项目 3 钢结构制作准备	52
学习情境 3.1 施工前的技术准备	52
学习情境 3.2 施工前的机具准备	58
学习情境 3.3 施工前的作业条件准备	64
项目小结	67
思考题	67
学习项目 4 钢结构零部件加工	68
学习情境 4.1 一般钢结构工程制作工艺流程	68
学习情境 4.2 钢材放样与号料	69
学习情境 4.3 钢材切割、冲裁、成型加工与制孔	74
学习情境 4.4 钢材矫正	96
学习情境 4.5 管、球加工制作	104
项目小结	108
思考题	108

学习项目 5 钢结构连接工艺与质量控制	110
学习情境 5.1 焊条电弧焊	110
学习情境 5.2 埋弧焊	131
学习情境 5.3 气体保护焊	149
学习情境 5.4 电渣焊	177
学习情境 5.5 栓钉焊	187
学习情境 5.6 电阻点焊	195
学习情境 5.7 碳弧气刨	200
学习情境 5.8 氧气切割	207
学习情境 5.9 焊接质量与焊接安全	216
学习情境 5.10 铆钉连接	232
学习情境 5.11 螺栓连接	246
学习情境 5.12 紧固件连接工程质量控制标准	282
项目小结	285
思考题	286
学习项目 6 钢构件的组装和预拼装	288
学习情境 6.1 钢构件的组装	288
学习情境 6.2 钢构件预拼装	296
学习情境 6.3 钢构件试组装与运输	304
项目小结	304
思考题	305
学习项目 7 钢结构的涂装	306
学习情境 7.1 涂装前钢构件的表面处理	306
学习情境 7.2 钢结构涂装设计	314
学习情境 7.3 钢结构涂装施工方法和施工机具	320
学习情境 7.4 钢结构防火涂料涂装	329
项目小结	340
思考题	340
学习项目 8 钢结构成品检查与运输	341
学习情境 8.1 钢结构成品入库前的检查	341
学习情境 8.2 钢结构产品的库存	350
学习情境 8.3 钢结构产品的包装、装夹和运输	351
项目小结	358
思考题	358
参考文献	359

学习项目1 钢结构施工图识图

学习目标：通过本项目的学习，使学生能初步了解钢结构施工图的制图基本规定；理解各种符号的表示意义；读懂钢结构施工图掌握钢结构节点详图的表示方法。

学习情境1.1 施工图基本知识

1.1.1 制图标准有关规定

1.1.1.1 线型

绘制钢结构施工图，应遵守 GB/T 50001—2001《房屋建筑制图统一标准》和 GB/T 50105—2001《建筑结构制图标准》的规定。GB/T 50001—2001《房屋建筑制图统一标准》规定图线的宽度 b ，宜从下列线宽系列中选取：2.0mm、1.4mm、1.0mm、0.7mm、0.5mm、0.35mm。每个图样，应根据复杂程度与比例大小，先选定基本线宽 b ，再选用相应的线宽组，在同一张图纸中，相同比例的各图样，应选用相同的线宽组。见表 1.1。

表 1.1 线型和线宽

名称		线型	线宽	一 般 用 途
实线	粗		b	螺栓、主钢筋线、结构平面图中的单线结构构件线、钢木支撑及系杆线、图名下划线、剖切线
	中		$0.5b$	结构平面图及详图中剖到可见的墙身轮廓线、基础轮廓线、钢、木结构轮廓线、箍筋线、板钢筋线
	细		$0.25b$	可见的钢筋混凝土构件的轮廓线、尺寸线、标注引出线、标高符号、索引符号
虚线	粗		b	不可见的钢筋、螺栓线、结构平面中不可见的单线结构构件线及钢、木支撑线
	中		$0.5b$	结构平面中的不可见构件、墙身轮廓线及钢、木结构轮廓线
	细		$0.25b$	结构平面中的管沟轮廓线、不可见的钢筋混凝土构件轮廓线
单点长画线	粗		b	柱间支撑、垂直支撑、设备基础轴线图中的中心线
	细		$0.25b$	定位轴线、对称线、中心线
双点长画线	粗		b	预应力钢筋线
	细		$0.25b$	原有结构轮廓线
折断线			$0.25b$	断开界线
波浪线			$0.25b$	断开界线



1.1.1.2 比例

钢结构施工图中常用的比例一般为 1:50、1:100, 基础平面图为 1:150、1:200, 详图为 1:10、1:20。但也可根据图样的用途、被绘物体的复杂程度采用其他比例。

当构件的纵、横向端面尺寸相差悬殊时, 同一详图中的纵、横向可采用不同的比例, 轴线尺寸与构件尺寸也可不同。

1.1.1.3 剖切符号

1. 剖面符号

施工图中剖切符号用粗实线表示, 它由剖切位置线和投射方向线组成。剖面符号 $\overline{\square}_a$ 、 $\overline{\square}_a$ 表示从符号处剖开看到的断面及断面后方的其他东西。

2. 断面符号

断面的剖切符号用粗实线表示, 且仅用剖切位置线而不用投射方向线。断面的剖切符号编号所在的一侧为该断面的剖视方向。断面符号 $\overline{a}$ 、 $\overline{a}$ 表示从符号处剖开看到的断面, 不表示断面后方的其他东西。

剖面图或断面图与被剖切图样不在同一张图纸内时, 在剖切位置线的另一侧标注其所在图纸的编号, 或在图纸上集中说明。

1.1.1.4 索引符号、详图符号

图样中的某一局部或构件需另见详图时, 以索引符号表示, 索引符号如图 1.1 (a) 所示。索引符号由直径为 10mm 的圆和水平直径组成, 圆和水平直径用细实线表示。索引出的详图与被索引出的详图同在一张图纸时, 在索引符号的上半圆中用阿拉伯数字注明该详图的编号, 在下半圆中间画一段水平细实线, 如图 1.1 (b) 所示。索引出的详图与被索引出的详图不在同一张图纸时, 在符号索引的上半圆中用阿拉伯数字注明该详图的编号, 在下半圆中用阿拉伯数字注明该详图所在图纸的编号, 如图 1.1 (c) 所示, 数字较多时, 也可加文字标注。

索引符号用于索引剖视详图时, 在被剖切的部位绘制剖切位置线, 并用引出线引出索引符号, 引出线所在的一侧即为投射方向, 如图 1.1 (d) 所示。索引符号的编号同上。

零件的编号以直径为 4~6mm (同一图样应保持一致) 的细实线圆表示, 其编号应为从上到下, 从左到右, 先型钢, 后钢板, 用阿拉伯数字按顺序编写如图 1.2 所示。

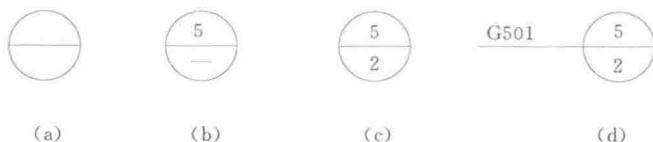


图 1.1 索引符号

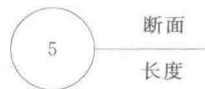


图 1.2 零件的编号

详图的位置和编号, 应以详图符号表示。详图符号的圆应以直径为 14mm 粗实线绘制, 详图应按下列规定编号: ①详图与被索引的图样同在一张图纸内时, 应在详图符号内注明详图的编号, 如图 1.3 所示; ②详图与被索引的图样不在一张图纸内时, 应在上半圆中注明详图编号, 在下半圆中注明被索引的图样的编号, 如图 1.4 所示。

1.1.1.5 引出线

引出线应以细实线绘制, 宜采用水平方向的直线。与水平方向成 30°、45°、60°、90°的



直线，或经上述角度再折为水平线。文字说明宜注写在水平线的上方，如图 1.5 (a) 所示，也可注写在水平线的端部，如图 1.5 (b) 所示。索引详图的引出线，与水平直径线相连接，如图 1.5 (c) 所示。



图 1.3 与被索引图样同在一张
图纸内的详图符号



图 1.4 与被索引图样不在一张
图纸内的详图符号

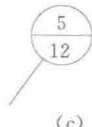
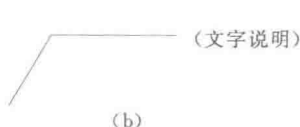
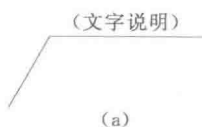


图 1.5 引出线

同时引出几个相同部分的引出线，宜互相平行，如图 1.6 (a) 所示，也可画成集中于点的放射线，如图 1.6 (b) 所示。

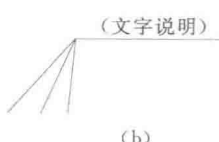


图 1.6 共同引出线

1.1.1.6 其他符号

1. 对称符号

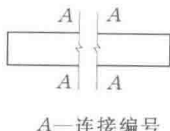
对称符号由对称线和两端的两对平行线组成。对称线用细点画线绘制；平行线用细实线绘制，其长度宜为 6~10mm，每对的间距宜为 2~3mm；对称线垂直平分于两对平行线，两端超出平行线宜为 2~3mm，如图 1.7 所示。

2. 连接符号

连接符号应以折断线表示需连接的部位。两部位相距过远时，折断线两端靠图样一侧应标注大写拉丁字母表示连接编号。两个被连接的图样必须用相同的字母编写，如图 1.8 所示。



图 1.7 对称符号



A—连接编号

图 1.8 连接符号

1.1.1.7 桁架

结构施工图中桁架结构的几何尺寸用单线图表示，杆件的轴线长度尺寸标注在构件的上



方,如图1.9所示。当桁架结构杆件布置和受力均为对称时,在桁架单线图的左半部分标注杆件的几何轴线尺寸,右半部分标注杆件的内力值和反力值。当桁架结构杆件布置和受力非对称时,在桁架单线图的上方标注杆件的几何轴线尺寸,下方标注杆件的内力值和反力值。竖杆的几何轴线尺寸标注在左侧,内力值标注在右侧。

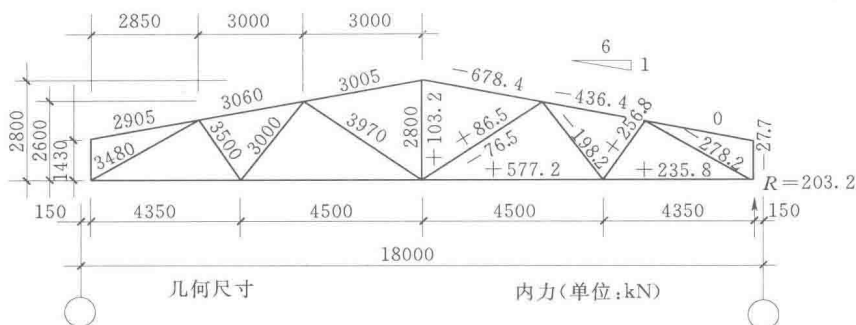


图 1.9 对称桁架几何尺寸和内力标注方法

1.1.1.8 构件尺寸标注

(1) 施工图中,常见的构件尺寸标注有下列几种:当两构件的两条重心线很接近时,在交汇处可将其各自向外错开,如图1.10所示。

(2) 当构件弯曲时,应沿其弧度的曲线标注弧的轴线长度,如图1.11所示。

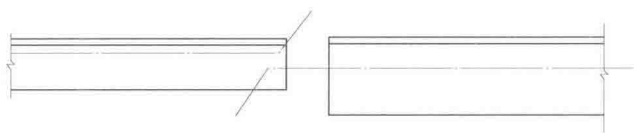


图 1.10 两构件重心线不重合的表示方法

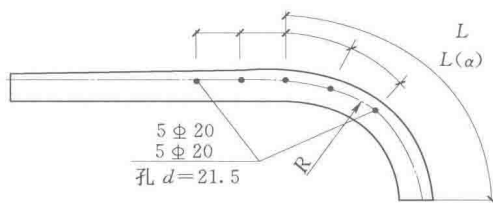


图 1.11 弯曲构件尺寸的标注方法

(3) 切割的板材,应标注各轴线段的长度及位置,如图1.12所示。

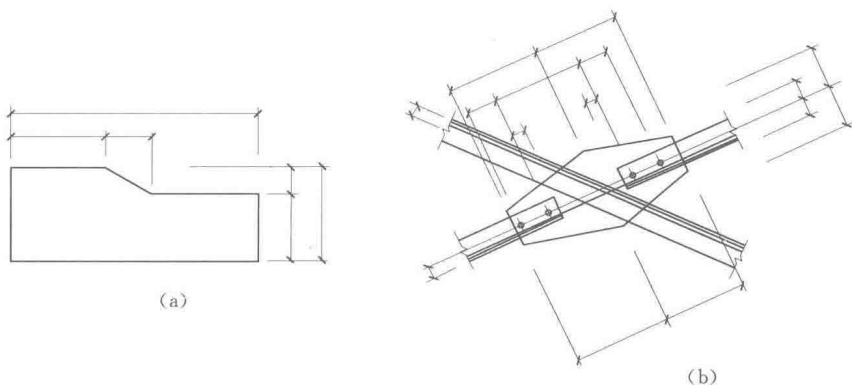


图 1.12 切割板材尺寸的标注方法

(4) 当角钢组成的构件两边不等时,需标注角钢一肢的尺寸如图1.13所示;当角钢两边相等时,可不标注。



(5) 节点板尺寸应注明节点板的尺寸和各杆件螺栓孔中心的距离, 以及杆件端部至几何中心线交点的距离, 如图 1.14 所示。

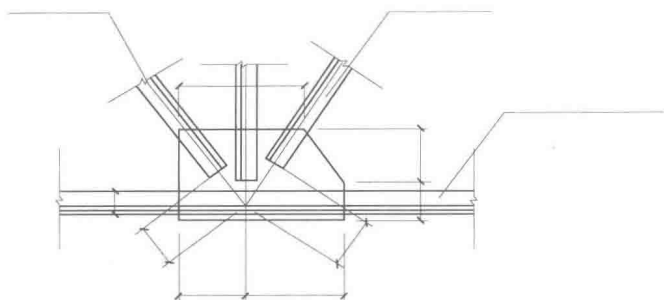


图 1.13 节点尺寸及不等边角钢的标注方法

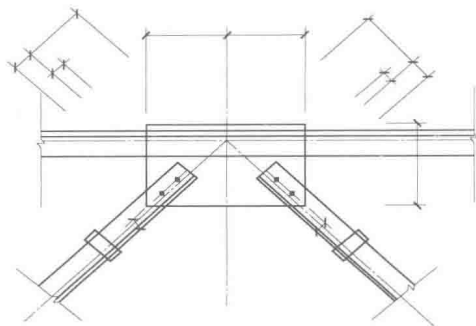


图 1.14 节点尺寸的标注方法

(6) 当截面由双型钢组合时, 构件应注明缀板的数量 n 及尺寸 $b \times t$, 如图 1.15 所示, 引出横线的上方标注缀板的数量、宽度和厚度, 引出横线的下方标注缀板的长度。

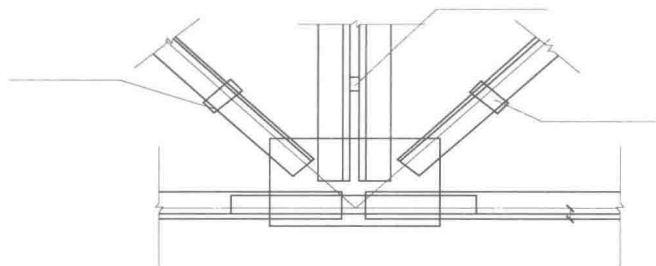


图 1.15 缀板的标注方法

(7) 非焊接的节点板, 应注明节点板的尺寸和螺栓孔中心与几何中心线交点的距离, 如图 1.16 所示。

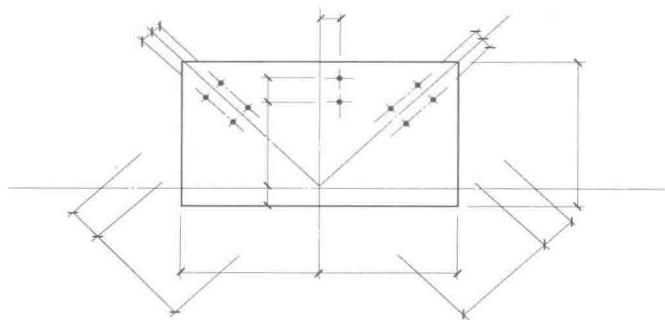


图 1.16 非焊接节点板尺寸的标注方法

1.1.1.9 构件名称代号

构件的名称可用代号表示, 一般用汉字拼音的第一个字母, 见表 1.2。当材料为钢材时, 前面加“G”, 代号后标注的阿拉伯数字为该构件的型号或编号, 或构件的序号。构件的序号可采用不带角标的阿拉伯数字连续编排。如 GWJ-1 表示编号为 1 的钢屋架。



表 1.2

常用构件代号

序号	名称	代号	序号	名称	代号
1	板	B	28	屋架	WJ
2	屋面板	WB	29	托架	TJ
3	空心板	KB	30	天窗架	CJ
4	槽形板	CB	31	框架	KJ
5	折板	ZB	32	刚架	GJ
6	密肋板	MB	33	支架	ZJ
7	楼梯板	TB	34	柱	Z
8	盖板或沟盖板	GB	35	框架柱	KZ
9	挡雨板或檐口板	YB	36	构造柱	GZ
10	吊车安全走道板	DB	37	承台	CT
11	墙板	QB	38	设备基础	SJ
12	天沟板	TGB	39	桩	ZH
13	梁	L	40	挡土墙	DQ
14	屋面梁	WL	41	地沟	DG
15	吊车梁	DL	42	柱间支撑	ZC
16	单轨吊车梁	DDL	43	垂直支撑	CC
17	轨道连接梁	DGL	44	水平支撑	SC
18	车挡	CD	45	梯	T
19	圈梁	QL	46	雨篷	YP
20	过梁	GL	47	阳台	YT
21	连系梁	LL	48	梁垫	LD
22	基础梁	JL	49	预埋件	M
23	楼梯梁	TL	50	天窗端壁	TD
24	框架梁	KL	51	钢筋网	W
25	框支梁	KZL	52	钢筋骨架	G
26	屋面框架梁	WKL	53	基础	J
27	檩条	LT	54	暗柱	AZ

1.1.2 材料代号

1.1.2.1 钢材的代号

1. 普通碳素结构钢

碳素钢是以铁为基本成分,以碳为主要合金元素的铁碳合金。碳钢除含铁、碳外,还含有少量的有益元素锰、硅及少量的有害杂质元素硫、磷。普通碳素结构钢按其质量等级不同可分为 A、B、C、D 4 个等级。其中 A 级一般不做冲击试验;B 级做常温冲击试验;C 级做 0℃ 冲击试验;D 级做 -20℃ 冲击试验。因此 D 级质量最好,C、D 级可用做重要的焊接结构。



普通碳素结构钢的牌号是由代表屈服点的字母 Q、屈服点的数值以及质量等级和脱氧方法 4 个部分按顺序组成。“F”表示沸腾钢，“b”表示为半镇静钢，“Z”表示镇静钢，“TZ”表示特殊镇静钢。通常镇静钢和特殊镇静钢不标注符号。

例如：Q235-B·F 表示钢材屈服点为 235N/mm²，钢材的质量等级为 B 级，沸腾钢。

沸腾钢是在熔炼钢液中加入弱脱氧剂进行脱氧；镇静钢和特殊镇静钢是在熔炼钢液中加入强脱氧剂进行脱氧，脱氧彻底充分，质量比沸腾钢好，价格也比沸腾钢高；半镇静钢的价格和质量介于沸腾钢和镇静钢之间。

GB/T 700—2006《碳素结构钢》将普通碳素结构钢分为 Q195、Q215、Q235、Q275 四种牌号，其中 Q235 在使用、加工和焊接方面的性能较好，是钢结构中最常用的钢种之一。

2. 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢比普通碳素结构钢杂质含量少、性能优越。优质碳素结构钢的牌号由两位阿拉伯数字和随其后加注的规定符号来表示。如 08F、45、20A、70Mn、20g 等，牌号中的两位阿拉伯数字，表示以万分之几计算的平均碳的质量分数。例如“45”表示这种钢的平均碳的质量分数为 0.45%；阿拉伯数字之后标注的符号“F”表示沸腾钢；“b”表示半镇静钢，镇静钢不标注符号；阿拉伯数字之后标注的符号“Mn”表示钢中锰的质量分数较高，达到 0.7%~1.0%，普通含锰量的钢不标注其符号；阿拉伯数字之后标注的符号“A”表示高级优质碳素结构钢，“E”表示特级优质碳素结构钢，钢中硫的质量分数小于 0.03%，磷的质量分数小于 0.035%；阿拉伯数字之后标注的符号表示专门用途钢，其中“g”表示锅炉用钢，“R”表示压力容器用钢，“q”表示桥梁用钢，“DR”表示低温压力容器用钢等。

3. 低合金高强度结构钢

低合金高强度结构钢的牌号表示方法与普通碳素结构钢相同，由代表屈服点的字母 Q、屈服点的数值、质量等级符号 3 个部分按顺序组成。只是质量等级有 A、B、C、D、E 5 个等级，其中 E 级需要做 -40℃ 的冲击试验。

GB/T 1591—2008《低合金高强度结构钢》按屈服强度高低将低合金高强度结构钢分为 Q345、Q390、Q420、Q460、Q500、Q550、Q620、Q690 八种牌号。

4. 合金结构钢

合金结构钢的牌号根据 GB/T 3077—1999《合金结构钢》用阿拉伯数字和合金元素符号表示。前两位阿拉伯数字表示钢中以万分之几计算的平均碳的质量分数，接着是合金所含的元素符号和平均质量分数。元素的平均质量分数小于 1.5%，该元素只标注符号。

例如：30CrMnSiA 查 GB/T 3077—1999《合金结构钢》可知表示高级优质合金结构钢碳、铬、锰、硅的平均质量分数分别为 0.3%、0.95%、0.85%、1.05%。

5. 焊接结构耐候钢

焊接结构耐候钢是在钢中加入少量的合金元素（如铜、铬、镍等），使其在金属基本表面上形成保护层，以提高钢的耐候性，并保持良好的可焊性。焊接结构耐候钢的牌号由代表屈服点的汉语拼音字母“Q”和“耐候”的汉语拼音字母“NH”及屈服点的数值组成。GB/T 4172—2000《焊接结构用耐候钢》将焊接结构耐候钢分为 Q235NH、Q295NH、Q355NH、Q460NH 四种牌号。

6. 高耐候结构钢

高耐候结构钢是在钢中加入少量的合金元素（如铜、磷、铬、镍等），其耐候性较焊接



结构耐候钢好。高耐候结构钢按化学成分可分为铜磷钢和铜磷铬镍钢两类，其牌号是由代表屈服点的汉语拼音字母“Q”和“高耐候”的汉语拼音字母“GNH”以及屈服点的数值组成，含铬、镍的高耐候钢在其牌号后加注“L”。

7. 不锈钢和高合金耐热钢

不锈钢和高合金耐热钢按所含主要合金元素种类不同分为高铬钢、高铬镍钢、高铬锰氮钢；按组织特征不同分为马氏体钢、铁素体钢、奥氏体钢、奥氏体-铁素体双相钢及沉淀硬化钢等。不锈钢和高合金耐热钢的牌号表示方法为首部用一位阿拉伯数字表示平均碳的质量分数（以千分之几计）；第二部分是由元素符号和紧跟在其后的数字组成，元素符号表示所含的合金元素，数字表示合金元素的平均质量分数。

1.1.2.2 焊接材料

焊接材料是指焊接时所消耗的材料，包括焊条、焊丝、焊剂和气体等。焊接过程中，焊条或焊剂产生熔渣和气体，将熔化金属与外界隔离，防止空气中的氮、氧与熔融金属发生作用；同时通过冶金作用向焊缝过渡有益的合金元素，使焊接材料具有稳弧性好、脱渣性强、焊缝成形性好、飞溅小等良好的焊接操作性能。钢结构施工图中都明确规定焊接材料的类型、品种、性能及要执行的有关标准、规范和规程。详见后续章节。

1.1.2.3 球节点

建筑钢结构中，常用的网架球节点有螺栓球节点和焊接球节点两大类。

1. 螺栓球节点

螺栓球节点是由钢球、螺栓、封板或锥头、套筒、螺钉或销子等组成，如图 1.17 所示。螺栓球节点的连接构造原理是：先将置有螺栓的锥头或封板焊在钢管杆件的两端，在伸出锥头或封板的螺杆上套长形六角套筒（或称长形六角无纹螺母），并以销子或紧固螺钉将螺栓与套筒连在一起，拼装时直接拧动长形六角套筒，通过销钉或紧固螺钉带动螺栓转动，使螺栓旋入球体。

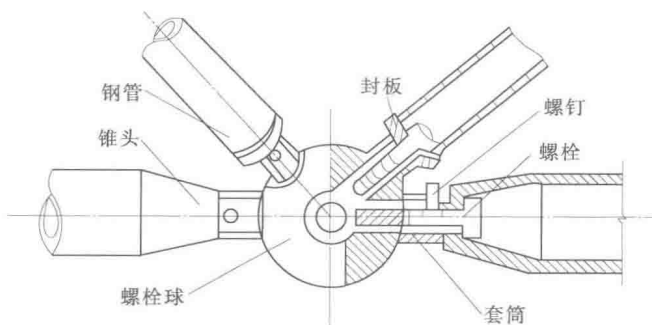


图 1.17 螺栓球节点组成

高强螺栓在整个节点中是最关键的传力部件，它的强度等级要达到 8.8 级或 10.9 级。套筒主要是起拧紧螺栓和传递杆件轴向压力的作用。它有两种形式：一种是沿套筒长度方向设滑槽，一种是在套筒侧面设螺钉孔。它的内孔径一般比螺栓直径大 1mm。

套筒和螺栓通过销子或螺钉在旋转套筒的同时带动螺栓伸入钢球内。为了减少销孔对螺栓有效截面的削弱，销子或螺钉直径不能太大，销子直径一般为螺栓直径的 $1/7 \sim 1/8$ ，螺钉的直径为螺栓直径 $1/5 \sim 1/3$ 。销钉或紧固螺钉仅在安装过程中起作用，安装完后其作用



终止。

封板和锥头主要是连接钢管和螺栓，并承受杆件传来的拉力和压力。当杆件管径不小于 76mm 时，采用锥头；当杆件管径小于 76mm 时，采用封板。封板厚度不小于钢管外径的 1/5。

螺栓球的大小取决于螺栓的直径、相邻杆件的夹角和螺栓伸入球体的长度等。它要求伸入球体的两相邻螺栓不相碰。节点的钢球一般采用 45 号钢制作。螺栓球的规格代号由“BS”和螺栓球直径组成。如 BS100：BS 表示螺栓球的代号，100 表示螺栓球的直径为 100mm。

2. 焊接空心球节点

焊接空心球节点是由两个半球对焊而成的，如图 1.18 所示。半球有冷压和热压两种成型方法，热压成型简单，用得最多；冷压需较大压力，模具磨损较大，目前很少采用。

焊接空心球节点有不加肋与加肋两种。不加肋焊接空心球如图 1.19（a）所示，可用代号 WS2408 表示，其中 WS 表示焊接球节点，24 表示球径为 24cm，08 表示球的壁厚为 8mm。加肋焊接空心球如图 1.19（b）所示，用代号 WSR3012 表示，其中 WSR 表示加肋焊接空心球，球径为 30cm，球壁厚为 12mm。

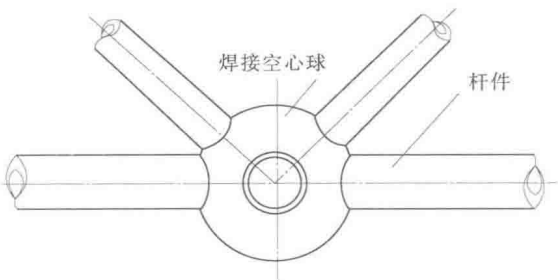


图 1.18 焊接空心球节点的组成

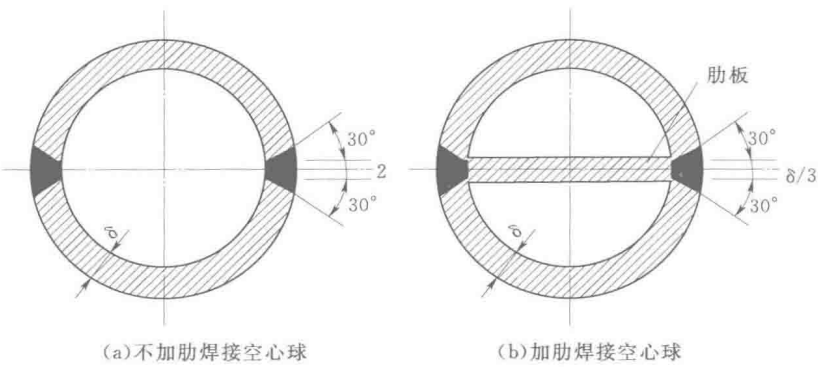


图 1.19 不加肋与加肋焊接空心球节点

1.1.3 型钢与螺栓的表示方法

1.1.3.1 型钢的标注方法

常用型钢的标注方法应符合表 1.3 中的规定。

表 1.3 常用型钢的标注方法

序号	名称	截面	标注	说 明
1	等边角钢			b 为肢宽， t 为肢厚。如： $\angle 80 \times 6$ 表示等边角钢肢宽为 80mm，肢厚为 6mm



续表

序号	名称	截面	标注	说明
2	不等边角钢		$B \times b \times t$	B 为长肢宽, b 为短肢宽, t 为肢厚。如: $\angle 80 \times 60 \times 5$ 表示不等边角钢肢宽分别为 80mm 和 60mm, 肢厚为 5mm
3	工字钢		I_N Q_N	轻型工字钢加注 Q 字, N 为工字钢的型号。如: 120a 表示截面高度为 200mm 的 a 类厚板工字钢
4	槽钢		C_N Q_N	轻型槽钢加注 Q 字, N 为槽钢的型号。如: $Q \left[25b \right.$ 表示截面高度为 250mm 的 b 类轻型槽钢
5	方钢		b	如: $\square 600$ 表示边长为 600mm 的方钢
6	扁钢		$-b \times t$	如: -150×4 表示宽度为 150mm, 厚度为 4mm 的扁钢
7	钢板		$\frac{-b \times t}{l}$	$\frac{\text{宽} \times \text{厚}}{\text{板长}}$ 如: $\frac{-100 \times 6}{1500}$ 表示钢板的宽度为 100mm, 厚度为 6mm, 长度为 1500mm
8	圆钢		ϕd	如: $\phi 20$ 表示圆钢的直径为 20mm
9	钢管		$\phi d \times t$	如: $\phi 76 \times 8$ 表示钢管的外径为 76mm, 壁厚为 8mm
10	薄壁方钢管		$B \square b \times t$	薄壁型钢加注 B 字, 如: $B \square 50 \times 2$ 表示边长为 50mm, 壁厚为 2mm 的薄壁方钢管
11	薄壁等肢角钢		$B \angle b \times t$	如: $B \angle 50 \times 2$ 表示薄壁等边角钢肢宽为 50mm, 壁厚为 2mm
12	薄壁等肢卷边角钢		$B \left[b \times a \times t \right.$	如: $B \left[60 \times 20 \times 2 \right.$ 表示薄壁卷边等边角钢的肢宽为 60mm, 卷边宽度为 20mm, 壁厚为 2mm
13	薄壁槽钢		$B \left[b \times a \times t \right.$	如: $B \left[50 \times 20 \times 2 \right.$ 表示薄壁槽钢截面高度为 50mm, 宽度为 20mm, 壁厚为 2mm
14	薄壁卷边槽钢		$B \left[h \times b \times a \times t \right.$	如: $B \left[120 \times 60 \times 20 \times 2 \right.$ 表示薄壁卷边槽钢截面高度为 120mm, 宽度为 60mm, 卷边宽度为 20mm, 壁厚为 2mm
15	薄壁卷边 Z 型钢		$B \left[h \times b \times a \times t \right.$	如: $B \left[120 \times 60 \times 20 \times 2 \right.$ 表示薄壁卷边 Z 型钢截面高度为 120mm, 宽度为 60mm, 卷边宽度为 20mm, 壁厚为 2mm
16	T 型钢		$HW h \times b$ $HM h \times b$ $HN h \times b$	热轧 T 型钢: TW 为宽翼缘, TM 为中翼缘, TN 为窄翼缘。如: $TW 200 \times 400$ 表示截面高度为 200mm, 宽度为 400mm 的宽翼缘 T 型钢



续表

序号	名称	截面	标注	说 明
17	热轧 H 型钢		$HW_h \times b$ $HM_h \times b$ $HN_h \times b$	热轧 H 型钢: HW 为宽翼缘, HM 为中翼缘, HN 为窄翼缘。 如: HM400×300 表示截面高度为 400mm, 宽度为 300mm 的中翼缘热轧 H 型钢
18	焊接 H 型钢		$Hh \times b \times t_1 \times t_2$	焊接 H 型钢如: H200×100×3.5×4.5 表示截面高度为 200mm, 宽度为 100mm, 腹板厚度为 3.5mm, 翼缘厚度为 4.5mm 的焊接 H 型钢
19	起重机钢轨			××为起重机轨道型号
20	轻轨及钢轨			××为轻轨或钢轨型号

1.1.3.2 螺栓、孔、铆钉的表示方法

常用螺栓, 孔, 铆钉的表示方法应符合表 1.4 中的规定。

表 1.4 螺栓、孔、铆钉的表示方法

序号	名称	图例	说 明
1	永久螺栓		1. 细“+”线表示定位线; 2. M 表示螺栓型号; 3. ϕ 表示螺栓孔直径; 4. d 表示膨胀螺栓, 电焊铆钉直径; 5. 采用引出线标注螺栓时, 横线上标注螺栓规格, 横线下标注螺栓孔直径
2	高强螺栓		
3	安装螺栓		
4	胀锚螺栓		
5	圆形螺栓孔		
6	长圆形螺栓孔		
7	电焊铆钉		