

# 目 录

## 第1章 施工图基本知识

§ 1.1 制图标准有关规定 .....	(1)
§ 1.2 材料代号 .....	(9)
§ 1.3 螺栓与球节点 .....	(21)
§ 1.4 型钢与螺栓的表示方法 .....	(26)
§ 1.5 焊缝及其表示方法 .....	(29)
§ 1.6 钢结构的防火和防腐 .....	(38)

## 第2章 钢结构节点详图

§ 2.1 节点详图识读 .....	(40)
2.1.1 柱拼接连接详图 .....	(40)
2.1.2 梁拼接连接详图 .....	(41)
2.1.3 主次梁侧向连接详图 .....	(42)
2.1.4 梁柱连接详图 .....	(42)
2.1.5 屋架支座节点连接详图 .....	(45)
2.1.6 柱脚节点详图 .....	(46)
2.1.7 支撑节点详图 .....	(48)
2.1.8 钢梁与混凝土的连接详图 .....	(49)
2.1.9 钢梁腹板开洞补强详图 .....	(50)
§ 2.2 节点详图图例 .....	(50)

## 第3章 钢结构工程施工设计图识读

§ 3.1 概述 .....	(60)
§ 3.2 单层门式钢结构厂房施工图实例 .....	(61)

附录 参考文献 .....	(80)
---------------	------

# 第1章 施工图基本知识

在建筑钢结构工程设计中,通常将结构施工图的设计分为设计图设计和施工详图设计两个阶段。设计图设计是由设计单位编制完成,施工详图设计是以设计图为依据,由钢结构加工厂深化编制完成,并将其作为钢结构加工与安装的依据。








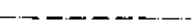
设计图与施工详图的主要区别是:设计图是根据工艺、建筑和初步设计等要求,经设计和计算编制而成的较高阶段的施工图设计图。它的目的和深度以及所包含的内容是作为施工详图编制的依据,它由设计单位编制完成,图纸表达简明,图纸量少。内容一般包括:设计总说明、结构布置图、构件图、节点图和钢材订货表等。施工详图是根据设计图编制的工厂施工和安装详图,也包含少量的连接和构造计算,它是对设计图的进一步深化设计,目的是为制造厂或施工单位提供制造、加工和安装的施工详图,它一般由制造厂或施工单位编制完成,它图纸表示详细,数量多。内容包括:构件安装布置图、构件详图等。本书只介绍钢结构设计图的识读。

## § 1.1 制图标准有关规定

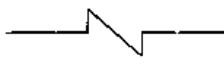

### 1.1.1 线型

在结构施工图中图线的宽度  $b$  通常为 2.0mm、1.4mm、0.7mm、0.5mm、0.35mm,当选定基本线宽度为  $b$  时,则粗实线为  $b$ 、中实线为  $0.5b$ 、细实线为  $0.25b$ 。在同一张图纸中,相同比例的各种图样,通常选用相同的线宽组。各种线型及线宽所表示的内容如表 1-1。

表 1-1 图线

名 称	线 型	线 宽	表 示 的 内 容
实 线	粗		$b$ 螺栓、结构平面图中的单线结构构件线、支撑及系杆线,图名下横线、剖切线
	中		$0.5b$ 结构平面图及详图中剖到或可见的构件轮廓线、基础轮廓线
	细		$0.25b$ 尺寸线、标注引出线,标高符号,索引符号
虚 线	粗		$b$ 不可见的螺栓线、结构平面图中不可见的单线结构构件线及钢结构支撑线
	中		$0.5b$ 结构平面图中的不可见构件轮廓线
	细		$0.25b$ 基础平面图中的管沟轮廓线
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

续表

名 称	线 型	线 宽	表 示 的 内 容
双点长画细线	-----	0.25b	原有结构的轮廓线
折断线		0.25b	断开界线
波浪线		0.25b	断开界线

### 1.1.2 比例

钢结构施工图中常用的比例,一般结构平面图为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、横向断面尺寸相差悬殊时,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。

### 1.1.3 剖切符号

施工图中剖视的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。剖切位置线的长度大于投射方向线的长度如图1-1,一般剖切位置线的长度为6~10mm,投射方向线的长度为4~6mm。剖视剖切符号的编号为阿拉伯数字,顺序由左至右、由上至下连续编排,并注写在剖视方向线的端部如图1-1。需转折的剖切位置线,在转角的外侧加注与该符号相同的编号如图1-1中3剖切线。构件剖面图的剖切符号通常标注在构件的平面图或立面图上。

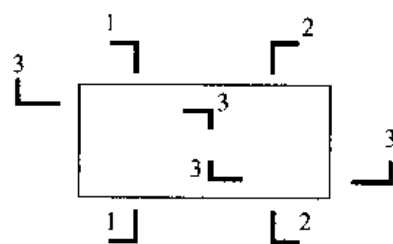


图1-1 剖视的剖切符号

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如图1-2。

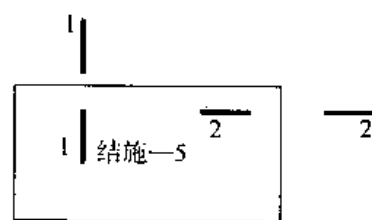


图1-2 断面的剖切符号

### 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,以索引符号索引如图1-3(a)。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1-3(b)。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

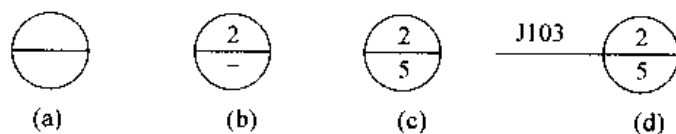


图1-3 索引符号

如图 1-3(c), 数字较多时, 也可加文字标注。

索引出的详图采用标准图时, 在索引符号水平直径的延长线上加注该标准图册的编号如图 1-3(d)。

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 1-4。索引符号的编号同上。

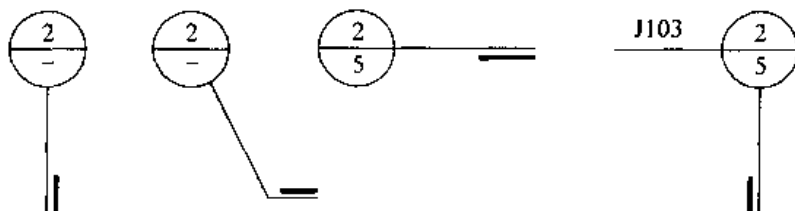


图 1-4 用于索引剖面详图的索引符号

零件、杆件的编号用阿拉伯数字按顺序编写, 以直径为 4~6mm 的细实线圆表示如图 1-5, 同一图样圆的直径要相同。



图 1-5 零件、杆件的编号

详图符号的圆用直径为 14mm 粗线表示, 当详图与被索引出的图样在同一张纸内时, 在详图符号内用阿拉伯数字注明该详图编号如图 1-6。

当详图与被索引出的图样不在同一张图纸时, 用细实线在详图符号内画一水平直径, 上半圆中注明详图的编号, 下半圆注明被索引图纸的编号如图 1-7。



图 1-6 与被索引出的图样在同一张图纸的详图符号



图 1-7 与被索引出的图样不在同一张纸内的详图符号

### 1.1.5 引出线

施工图中的引出线用细实线表示, 它由水平方向的直线或与水平方向成 30°、45°、60°、90° 的直线和经上述角度转折的水平直线组成。文字说明注写在水平线的上方或端部如图 1-8(a)、(b), 索引详图的引出线与水平直径线相连接如图 1-8(c)。

同时引出几个相同部分的引出线, 引出线可相互平行, 也可集中于一点如图 1-9。

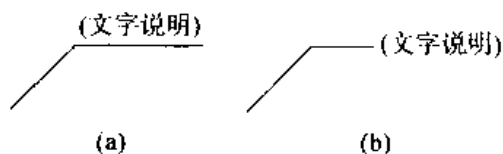


图 1-8 引出线

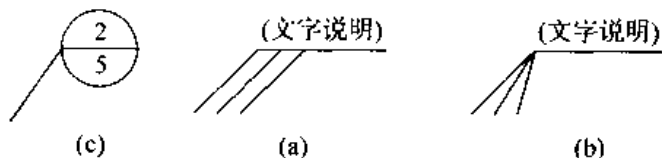


图 1-9 共用引出线

多层构造或多层管道共用的引出线要通过被引出的各层。文字说明注写在水平线的上方或端部, 说明的顺序由上至下, 与被说明的层次一致。如层次为横向排序时, 则由上至下的说明顺序与左至右的层次相一致如图 1-10。

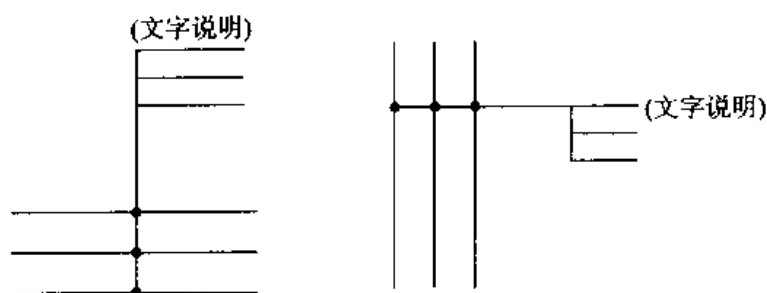


图 1-10 多层构造引出线

### 1.1.6 对称符号

施工图中的对称符号由对称线和两端的两对平行线组成。对称线用细点划线表示，平行线用细实线表示。平行线长度为 6~10mm，每对平行线的间距为 2~3mm，对称线垂直平分于两对平行线，两端超出平行线 2~3mm 如图 1-11。



图 1-11 对称符号

### 1.1.7 连接符号

施工图中，当构件详图的纵向较长、重复较多时，可省略重复部分，用连接符号相连。连接符号用折断线表示所需连接的部位，当两部位相距过远时，折断线两端靠图样一侧要标注大写拉丁字母表示连接编号。两个被连接的图样要用相同的字母编号如图 1-12。

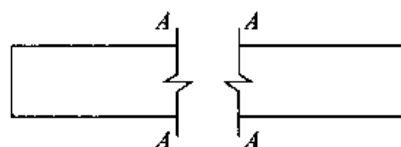


图 1-12 连接符号

### 1.1.8 定位轴线

施工图中的定位轴线用细点划线表示，轴线的编号写在轴线端部的圆内，圆用细实线表示，直径为 8~10mm，定位轴线圆的圆心在定位轴线的延长线上或延长线的折线上。

平面图上定位轴线的编号注在图样的下方与左侧，横向编号用阿拉伯数字，从左至右编写，竖向编号用大写拉丁字母，从下至上编写如图 1-13。拉丁字母不够用时可用双字母或单字母加数字角标，如  $A_A$ 、 $B_A$ 、 $A_1$ 、 $B_2$  等表示。

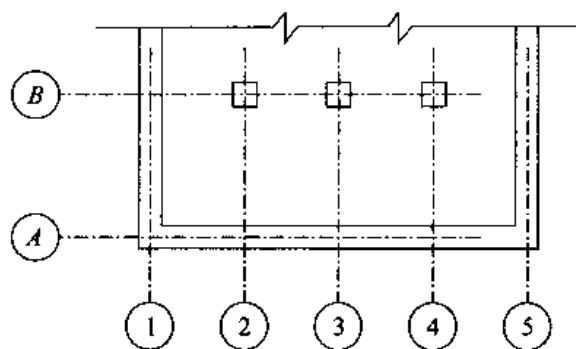


图 1-13 定位轴线的编号顺序

组合较复杂的平面图,定位轴线可采用分区编号如图 1-14,编号形式为“分区号-该分区编号”。分区号用阿拉伯数字或大写拉丁字母表示。

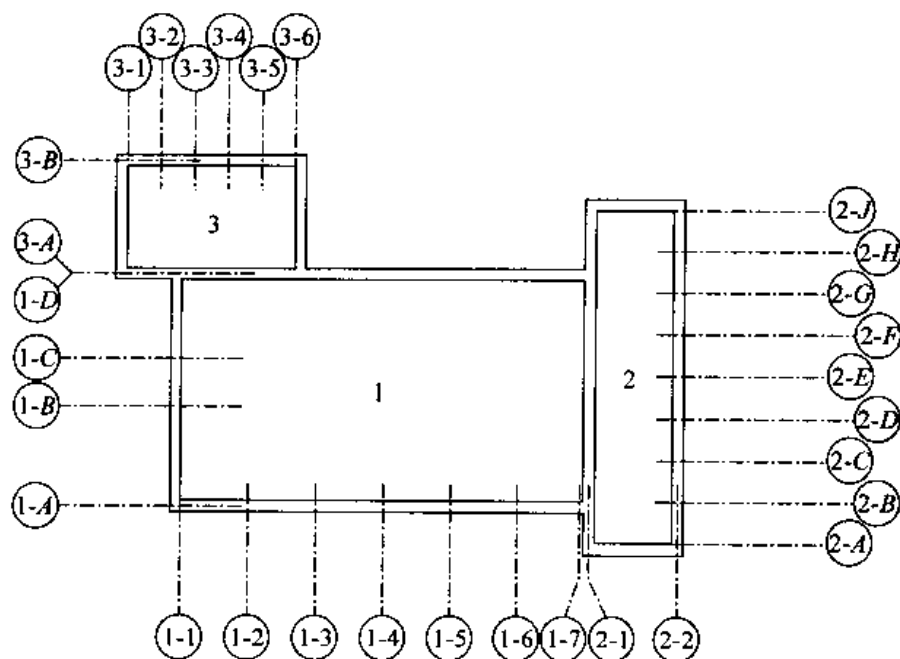


图 1-14 定位轴线的分区编号

附加定位轴线的编号用分数表示,两根轴线间的附加轴线,分母表示前一轴线的编号,分子表示附加轴线的编号如图 1-15(a)、(b)。1 号轴线和 A 号轴线之前的附加轴线的分母用 01 或 0A 表示如图 1-15(c)、(d)。

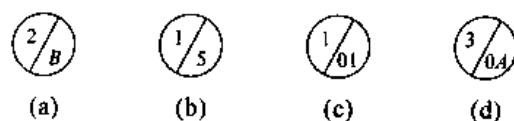


图 1-15 附加定位轴线的编号

当一个详图适用于几根轴线时,同时注明各有关轴线的编号。如图 1-16(a)用于 2 根轴线,图 1-16(b)用于 3 根或 3 根以上轴线,图 1-16(c)用于 3 根以上连续编号轴线,通用详图的定位轴线只画圆,不注写轴线编号。

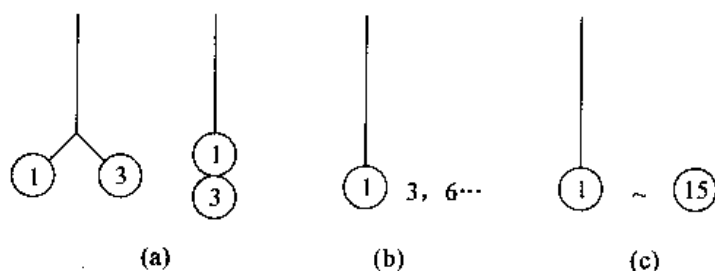


图 1-16 详图的轴线编号

圆形平面图的定位轴线编号,径向轴线用阿拉伯数字,从左下角开始按逆时针顺序编写,圆周轴线用大写拉丁字母,从外向内顺序编写如图 1-17。

折线形平面图的定位轴线编号如图 1-18。

需注意的是,结构平面图中的定位轴线与建筑平面图或总平面图中的定位轴线应一致,同

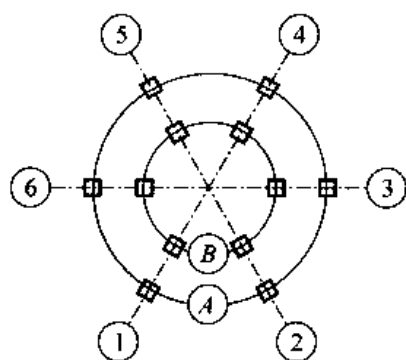


图 1-17 圆形平面图定位轴线的编号

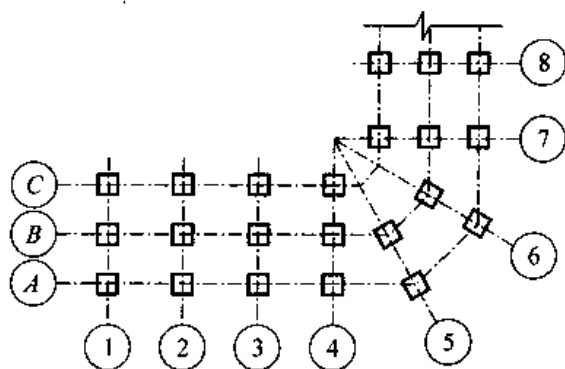


图 1-18 折线形平面定位轴线的编号

时结构平面图要标注结构标高。

### 1.1.9 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 1-19。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。

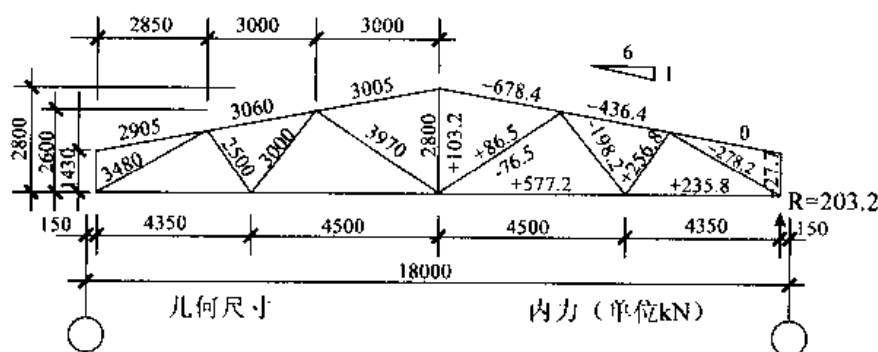


图 1-19 对称桁架几何尺寸和内力标注方法

### 1.1.10 构件尺寸标注

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 1-20。

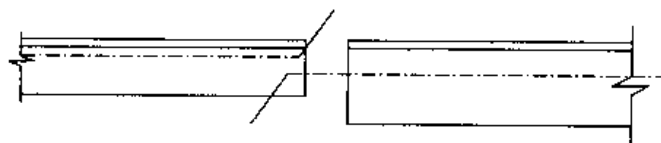


图 1-20 两构件重心线不重合的表示方法

当构件弯曲时,应沿其弧度的曲线标注弧的轴线长度如图 1-21。

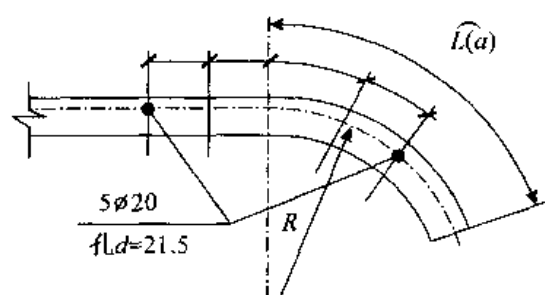


图 1-21 弯曲构件尺寸的标注方法

当板材需切割时,要标明切割板材各线段的长度和位置如图 1-22。

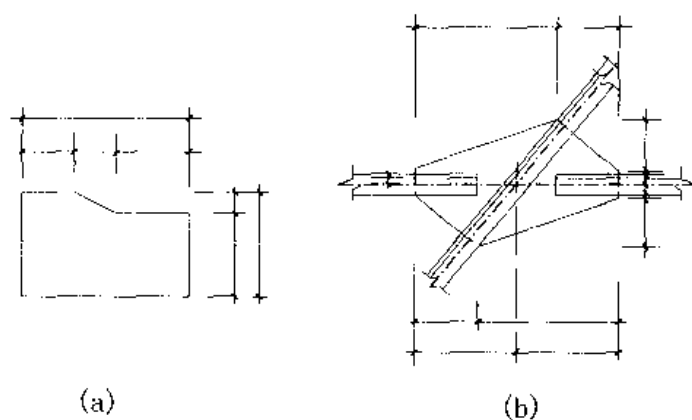


图 1-22 切割板材尺寸的标注方法

当角钢组成的构件角钢两边不等时,需标注角钢一肢的尺寸如图 1-23;当角钢两边相等时,可不标注。

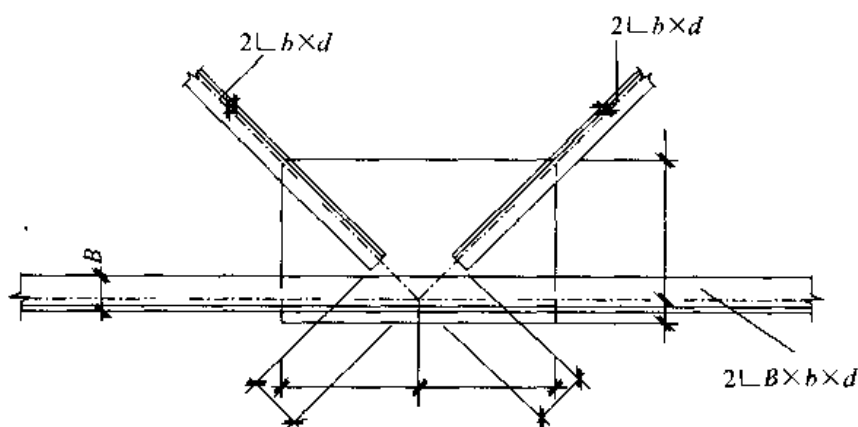


图 1-23 节点尺寸及不等边角钢的标注方法

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 1-24。

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 1-25,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。



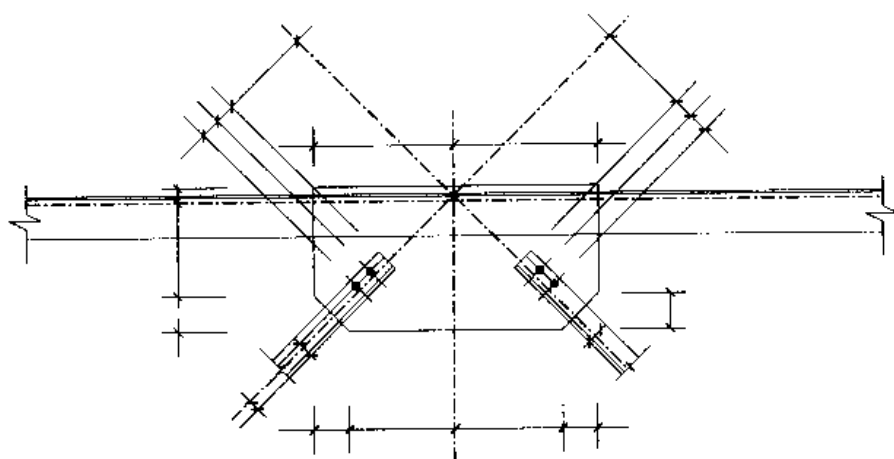


图 1-24 节点尺寸的标注方法

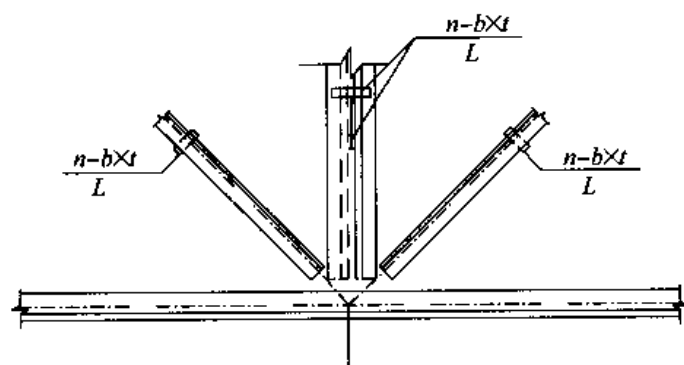


图 1-25 缀板的标注方法

当节点板为非焊接时,需注明节点板的尺寸及螺栓孔的中心与构件几何中心线交点的距离如图 1-26。

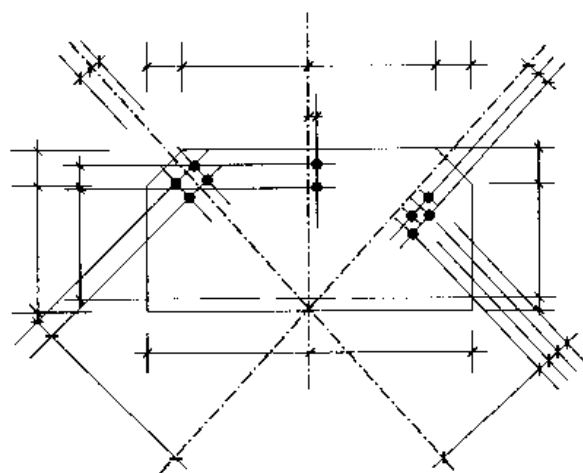


图 1-26 非焊接节点板尺寸的标注方法

### 1.1.11 构件名称的代号

构件的名称可用代号表示,一般用汉字拼音的第一个字母,如表 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,或构件的顺序号。构件的顺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	序号	名称	代号
1	板	B	15	基础梁	JL	29	连系梁	LL
2	屋面板	WB	16	楼梯梁	TL	30	柱间支撑	ZC
3	楼梯板	TB	17	框架梁	KL	31	垂直支撑	CC
4	盖板或沟盖板	GB	18	框支梁	KZL	32	水平支撑	SC
5	挡雨板或檐口板	YB	19	屋面框架梁	WKL	33	预埋件	M
6	吊车安全走道板	DB	20	檩条	LT	34	梯	T
7	墙板	QB	21	屋架	WJ	35	雨篷	YP
8	天沟板	TGB	22	托架	TJ	36	阳台	YT
9	梁	L	23	天窗架	CJ	37	梁垫	LD
10	屋面梁	WL	24	框架	KJ	38	地沟	DG
11	吊车梁	DL	25	刚架	GJ	39	承台	CT
12	单轨吊车梁	DDL	26	支架	ZJ	40	设备基础	SJ
13	轨道连接	DGL	27	柱	Z	41	桩	ZH
14	车挡	CD	28	框架柱	KZ	42	基础	J

## § 1.2 材料代号

### 1.2.1 钢材的牌号

#### 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 四个等级。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四个部分按顺序组成。“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/mm<sup>2</sup>,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。

现行国家标准《碳素结构钢》(GB 700-88)将普通碳素结构钢分为 Q195、Q215、Q235、Q255、Q275 等五种牌号,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是由两位阿拉伯数字和随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、质量等级符号三个部分按顺序组成。只是质量等级有 A、B、C、D、E 五个等级,其中 E 级需要做 -40℃ 的冲击试验。

现行国家标准《低合金高强度结构钢》(GB1591-94)按屈服强度高低将低合金高强度结构钢分为 Q295、Q345、Q390、Q420、Q460 等五种牌号。

## 4. 合金结构钢

合金结构钢的牌号用阿拉伯数字和合金元素符号表示。前面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 <1.5%,该元素只标注符号;元素的平均质量分数为 1.5%~2.49%、2.5%~3.49%……22.5%~23.49%……时,相应标注 2、3……23……高级优质合金结构钢尾部加“A”,特级合金结构钢尾部加“E”。

例如:30CrMnSiA

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。现行国家标准《焊接结构用耐候钢》(GB/T4172-2000)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”。如牌号 Q345GNHL 表示高耐候钢的屈服点为 345N/mm<sup>2</sup>,含

有铬、镍。国家标准《高耐候结构钢》(GB4171-2000)将高耐候结构钢分为 Q295GNH、Q295GNHL、Q345GNHL、Q345GNH、G390GNH 等五种牌号。

#### 7. 不锈钢和高合金耐热钢

不锈钢是在大气、酸、碱或其他化学侵蚀介质中能抵抗氧化和腐蚀的高合金钢。不锈钢与高合金耐热钢都属于高合金钢,都含有大量铬元素。许多不锈钢既能满足不锈钢耐化学介质腐蚀性能的要求,也能满足耐热钢热强性和热稳定性的要求。但不同的是高合金耐热钢强调在高温下能抵抗气体侵蚀而不被氧化的能力,而不锈钢则强调耐化学介质腐蚀的性能。有的高合金耐热钢虽具有一定的耐腐蚀性,但由于其耐化学介质腐蚀的性能达不到不锈钢的要求,所以不能叫不锈钢。不锈钢和高合金耐热钢在化学成分和性能上有许多相近之处,因此常放在一起介绍。

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)。当平均碳的质量分数 $<0.1\%$ 时,牌号的首部标注“0”;当平均碳的质量分数 $\leq 0.03\%$ 时,牌号的首部标注“00”。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。当某合金元素的平均质量分数 $<1.50\%$ 时,在牌号中只标注该合金元素符号,不标注其合金元素的质量分数。当合金元素的平均质量分数为 $1.50\% \sim 2.49\%$ 、 $2.50\% \sim 3.49\%$ …… $22.5\% \sim 23.49\%$ ……时,相应标注 2、3……23……

例如:1Cr18Ni9 表示碳的平均质量分数为 $0.1\%$ ,铬的平均质量分数在 $17.50\% \sim 18.49\%$ 范围内,镍的平均质量分数在 $8.50\% \sim 9.49\%$ 范围内。

#### 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。常用焊接材料的类型有:

##### 1. 焊条

焊条按用途不同分为结构钢焊条、钼和铬钼耐热焊条、低温钢焊条、不锈钢焊条、堆焊焊条、铸铁焊条、镍和镍合金焊条、铜及铜合金焊条、铝及铝合金焊条、特殊用途焊条等十大类,并有相应的国家标准。

焊条按熔渣酸性和碱性的不同分为酸性焊条和碱性焊条。酸性焊条有高钛型、钛钙型、钛铁矿型、氧化铁型、高纤维素型等;碱性焊条有低氢型。酸性焊条焊接的焊缝外表美观、焊波细密、成形平滑,但焊接过程中合金元素烧伤较多,焊缝金属中氧和氢的含量较多,熔敷金属的塑性、韧性较低。碱性焊条的焊缝外观波纹粗糙,但焊缝金属中含氢量较低,塑性、冲击韧性较好。

建筑施工图焊条用型号或牌号表示,型号是国家标准中对焊条规定的编号,用来标识焊条熔敷金属力学性能和化学成分、药皮类型、焊接位置和焊接电流种类。牌号是制造商对每种出厂产品标识的特定编号,用来区别不同焊条的化学成分、力学性能、药皮类型、焊接位置和焊接

电流种类。国家标准只规定焊条的最基本要求,不同的生产厂家要使用统一牌号。下面介绍焊条型号和牌号的表示方法。

### 1) 碳钢焊条的型号和牌号

#### (1) 碳钢焊条的型号

按国家标准《碳钢焊条》(GB/T5117-95)的规定碳钢焊条的型号表示方法如下:

$E\ X_1 X_2 X_3 X_4$

E——表示电焊条;

$X_1 X_2$ ——表示熔敷金属抗拉强度的最小值。以  $\text{kgf/mm}^2$  计,如  $43\text{kgf/mm}^2$  等于  $420\text{MPa}$ ;

$X_3$ ——表示焊条适用的焊接位置。“0”及“1”表示焊条适用于全位置焊接(平焊、立焊、仰焊及横焊),“2”表示适用于平焊及平角焊,“4”表示焊条适用于立向下焊等;

$X_3 X_4$  组合——表示焊条药皮类型及电流种类,如表 1-3。

表 1-3 碳钢焊条型号中  $X_3 X_4$  的含义

焊条的型号	第三数字代表的焊接位置	第三和第四位数字组合代表的	
		涂层类型	焊接电流种类
$E\ X\ X\ 0\ 0$	各种位置焊接(平焊、立焊、仰焊及横焊)	特殊型	交流或直流正、反接
$E\ X\ X\ 0\ 1$		钛铁矿型	
$E\ X\ X\ 0\ 3$		钛钙型	
$E\ X\ X\ 1\ 0$		高纤维素钠型	直流反接
$E\ X\ X\ 1\ 1$		高纤维素钾型	交流或直流反接
$E\ X\ X\ 1\ 2$		高钛钠型	交流或直流正接
$E\ X\ X\ 1\ 3$		高钛钾型	交流或直流正、反接
$E\ X\ X\ 1\ 4$		铁粉钛型	
$E\ X\ X\ 1\ 5$	各种位置焊接(平焊、立焊、仰焊及横焊)	低氢钠型	直流反接
$E\ X\ X\ 1\ 6$		低氢钾型	交流或直流反接
$E\ X\ X\ 1\ 8$		铁粉低氢型	
$E\ X\ X\ 2\ 0$	平焊、平角焊	氧化铁型	交流或直流正接
$E\ X\ X\ 2\ 2$		铁粉钛钙型	交流或直流正、反接
$E\ X\ X\ 2\ 3$			交流或直流正、反接
$E\ X\ X\ 2\ 4$		铁粉钛型	
$E\ X\ X\ 2\ 7$		铁粉氧化铁型	交流或直流正接
$E\ X\ X\ 2\ 8$		铁粉低氢型	交流或直流反接
$E\ X\ X\ 4\ 8$	平焊、立焊、仰焊、立向下焊		

有时在  $X_4$  后还附加些符号,如“R”表示耐吸潮焊条,“M”表示耐吸潮和力学性能有特殊规定的焊条,“-1”表示冲击韧性有特殊规定的焊条。

例如: E 4315 表示焊条熔敷金属抗拉强度的最小值为  $43\text{kgf/mm}^2$ ,适用于全位置焊接,焊

条药皮为低氢钠型,可用直流反接焊接。

## (2) 碳钢焊条的牌号

结构钢焊条的牌号包括碳钢焊条和低合金高强钢焊条,它们均可用下列方法表示:  $J \times_1 \times_2 \times_3$

$J$ ——表示结构钢焊条,或用汉字“结”表示;

$\times_1 \times_2$ ——表示熔敷金属抗拉强度的最小值,共有九个等级,如表 1-4;

$\times_3$ ——表示药皮的类型和焊接电源的种类,如表 1-6。

表 1-4 结构钢焊条牌号中  $\times_1 \times_2$  的含义

牌号	熔敷金属抗拉强度等级 /MPa(kgf/mm <sup>2</sup> )	熔敷金属屈服强度等级 /MPa(kgf/mm <sup>2</sup> )	牌号	熔敷金属抗拉强度等级 /MPa(kgf/mm <sup>2</sup> )	熔敷金属屈服强度等级 /MPa(kgf/mm <sup>2</sup> )
J42 $\times$	420(43)	330(34)	J75 $\times$	740(75)	640(65)
J50 $\times$	490(50)	410(42)	J80 $\times$	780(80)	——
J55 $\times$	540(55)	440(45)	J85 $\times$	830(85)	740(75)
J60 $\times$	590(60)	530(54)	J90 $\times$	980(100)	——
J70 $\times$	690(70)	590(60)			

有时在  $\times_3$  后面还加注其他符号代表某种意思。如加注“Fe”表示药皮中加入质量分数为 20% 或超过 20% 的铁粉,药皮类型为铁粉型;加注“CuP”表示用于铜磷钢焊接的焊条;加注“H”表示超低氢焊条;加注“GR”表示高韧性焊条;加注“RH”表示高韧性超低氢焊条;加注“LMA”表示耐吸潮焊条。

例如:J507GR 表示结构钢焊条,熔敷金属抗拉强度的最小值为 490MPa(50kgf/mm<sup>2</sup>),具有高韧性,药皮为低氢型,适用于直流焊接。

## 2) 低合金钢焊条的型号和牌号

### (1) 低合金钢焊条的型号

按国家标准《低合金钢焊条》(GB/T5118-95)的规定低合金钢焊条型号的表示方法与碳钢焊条基本相同,它表示为  $E \times_1 \times_2 \times_3 \times_4 - \times_5 - \times_6$ 。

与碳钢焊条不同的是,  $\times_5$  表示熔敷金属化学成分分类代号。如 A1 表示碳钼钢焊条, B1、B2、B3、B4、B5 表示铬钼钢焊条, C1、C2、C3 表示镍钢焊条, NM 表示镍钼钢焊条, D1、D2、D3 表示锰钼钢焊条, G、M、M1、W 表示其他合金钢焊条;而  $\times_6$  则表示附加的化学元素符号,当不具有附加化学成分时该项省略。

例如: E 5515-B2-V 表示铬钼钢焊条,熔敷金属抗拉强度最小值为 55(kgf/mm<sup>2</sup>),主要合金成分  $Cr \approx 1\%$ 、 $Mo \approx 0.5\%$ ,附加化学成分为 V,药皮为低氢型,直流施焊。

### (2) 低合金钢焊条的牌号

国家标准《低合金钢焊条》(GB/T5118-95)中规定低合金钢焊条包括低合金高强度钢、低温用钢、耐热钢等。低合金钢焊条前面已介绍了,这里主要介绍低温钢、耐热钢焊条牌号的表示方法。

$\square \times_1 \times_2 \times_3 \times_4$

□——当为低温钢焊条时,用“W”或汉字“温”表示;当为耐热钢焊条时,用“R”或汉字“热”表示;

$\times_1 \times_2$ ——两位数字表示低温钢的工作温度等级,如 40、70、90、100 等,分别表示工作温度等级为  $-40^\circ\text{C}$ 、 $-70^\circ\text{C}$ 、 $-90^\circ\text{C}$ 、 $-100^\circ\text{C}$ ;

$\times_1$ ——一位数字表示耐热钢熔敷金属化学成分组成类型,如表 1-5;

$\times_2$ ——一位数字表示耐热钢熔敷金属同一化学成分组成类型中的不同编号;

$\times_3$ ——表示药皮的类型和电源的种类,如表 1-6;

$\times_1$ ——元素符号,只在强调某元素作用时才表明。

表 1-5 耐热钢焊条牌号中 $\times_1$ 的含义

$\times_1$ —类别代号	$W_{Cr}(\%)$	$W_{Mo}(\%)$	$\times_1$ —类别代号	$W_{Cr}(\%)$	$W_{Mo}(\%)$
1	—	$\approx 0.5$	5	$\approx 5$	$\approx 0.5$
2	$\approx 0.5$	$\approx 0.5$	6	$\approx 7$	$\approx 1$
3	1~2	0.5~1	7	$\approx 9$	$\approx 1$
4	$\approx 2.5$	$\approx 1$	8	$\approx 11$	$\approx 1$

表 1-6 结构钢焊条牌号中 $\times_3$ 的含义

牌号	药皮类型	焊接电源种类	牌号	药皮类型	焊接电源种类
$\times \times 0$	不属已规定类型	不规定	$\times \times 4$	氧化铁型	直流或交流
$\times \times 1$	氧化钛型	直流或交流	$\times \times 5$	纤维素型	直流或交流
$\times \times 2$	氧化钛钙型	直流或交流	$\times \times 6$	低氢钾型	直流或交流
$\times \times 3$	钛铁矿型	直流或交流	$\times \times 7$	低氢钠型	直流

例如:W107Ni 表示低温钢用的焊条,工作温度等级为  $-100^\circ\text{C}$ ,熔敷金属中含有元素 Ni,药皮为低氢钠型,直流施焊。R347 表示耐热钢焊条,熔敷金属中  $W_{Cr} \approx 1\% \sim 2\%$ 、 $W_{Mo} \approx 0.5\% \sim 1\%$ ,牌号编号为 4,药皮为低氢钠型,直流施焊。

### 3) 不锈钢焊条的型号和牌号

#### (1) 不锈钢焊条的型号

按国家标准《不锈钢焊条》(GB/T983-1995)的规定不锈钢焊条的型号可用下列方法表示:

$E \times_1 \times_2 \times_3 \times_4 - \times_5 \times_6$

E——表示电焊条;

$\times_1 \times_2 \times_3$ ——表示熔敷金属化学成分分类代号,详见国家标准《不锈钢焊条》(GB/T51983-1995),如 308 表示熔敷金属化学成分中 C 的质量分数为 0.08%、Cr 18.0%~21.0%、Ni 9.0%~11.0%、Mo 0.75%、Mn 0.5%~2.5%、Si 0.9%、P 0.04%、S 0.03%、Cu 0.75%;

$\times_4$ ——表示熔敷金属中含有一种或多种具有特殊要求的化学元素,没有时该项省略;

$\times_5 \times_6$ ——表示药皮类型、焊接位置及电源种类,如表 1-7。

表 1-7 不锈钢型号中 $\times_5 \times_6$ 含义

$\times_5 \times_6$ 代号	焊接电源种类	焊接位置	药皮类型
15	直流反接	全位置	碱性药皮
25		平焊、横焊	
16	交流或直流反接	全位置	碱性或其他 类型药皮
17			
26		平焊、横焊	

有时在 $\times_3$ 后或 $\times_4$ 后附加字母 L、或 H、或 R,分别表示含碳量较低、含碳量较高和含硫、磷、硅量较低。

例如:E410NiMo-26 表示不锈钢焊条熔敷金属的化学成分分类代号为 410,熔敷金属中 Ni 和 Mo 的含量有特殊要求,药皮为碱性或其他类型,适用于平焊和横焊位置,采用交流或直流正、反接施焊。

#### (2) 不锈钢焊条牌号

不锈钢焊条牌号可表示如下:

$\square \times_1 \times_2 \times_3$

$\square$ ——当为铬不锈钢焊条时,用“G”或汉字“铬”表示;当为奥氏体不锈钢时,用“A”或汉字“奥”表示;

$\times_1$ ——表示熔敷金属主要化学成分组成等级;铬不锈钢焊条如表 1-8,奥氏体不锈钢如表 1-9;

表 1-8 铬不锈钢焊条化学成分组成等级

牌 号	熔敷金属主要化学成分(质量分数,%)
铬 2 $\times \times$	Cr $\approx$ 13
铬 3 $\times \times$	Cr $\approx$ 17
铬 4 $\times \times$	Cr $\approx$ 25

表 1-9 奥氏体不锈钢焊条化学成分组成等级

牌 号	熔敷金属主要化学成分(质量分数,%)
奥 0 $\times \times$	C $\leq$ 0.04 Cr $\approx$ 18 Ni $\approx$ 8
奥 1 $\times \times$	Cr $\approx$ 19 Ni $\approx$ 9
奥 2 $\times \times$	Cr $\approx$ 18 Ni $\approx$ 12
奥 3 $\times \times$	Cr $\approx$ 24 Ni $\approx$ 13
奥 4 $\times \times$	Cr $\approx$ 26 Ni $\approx$ 21
奥 5 $\times \times$	Cr $\approx$ 16 Ni $\approx$ 25
奥 6 $\times \times$	Cr $\approx$ 15 Ni $\approx$ 35
奥 7 $\times \times$	Cr-Mn-N 不锈钢
奥 8 $\times \times$	Cr $\approx$ 18 Ni $\approx$ 18



$\times_2$ ——表示同一熔敷金属主要化学成分组成等级中的不同牌号,按 0,1……9 顺序排列;

$\times_3$ ——表示药皮的类型和电源的种类,如表 1-6。

例如:G207 表示铬不锈钢焊条熔敷金属的主要化学成分为  $W_{Cr} \approx 13\%$ ,产品编号为 0,药皮为低氢型,采用直流反接施焊。

A432 表示奥氏体不锈钢焊条熔敷金属的主要化学成分为  $W_{Cr} \approx 25\%$ 、 $W_{Ni} \approx 20\%$ ,产品编号为 3,药皮为钛钙型,交直流两用。

建筑钢结构中,电焊条要与主体金属相匹配。如 Q235 钢制作的重级工作制吊车梁或类似结构用 E4315、E4316 型焊条;16Mn 钢制作的重级工作制吊车梁或类似结构用 E5015、E5016、E5018 型焊条。

## 2. 焊剂

焊剂是在焊接时,能够熔化形成熔渣和气体,对熔化金属起保护作用的颗粒状物质。它的作用类似于电焊条药皮,主要用于埋弧焊与电渣焊。

钢结构中常用的焊剂有熔炼焊剂、粘结焊剂和烧结焊剂。

熔炼焊剂是将各种原料按配方比例配成炉料,放到电炉或火焰炉中熔炼后,进行水冷粒化、烘干、筛选而制成的焊剂。它按化学成分的不同分为高硅焊剂、中硅焊剂、低硅焊剂和高锰焊剂、中锰焊剂、低锰焊剂、无锰焊剂,以及高氟焊剂、中氟焊剂、低氟焊剂;按化学性质的不同分为氧化性焊剂、弱氧化性焊剂、惰性焊剂;按颗粒结构的不同分为玻璃状焊剂、结晶状焊剂、浮石状焊剂;按氧化物性质的不同分为酸性焊剂、中性焊剂、碱性焊剂。

粘结焊剂是将各种粉料(如矿物、铁合金、化工产品等)按配方比例均匀混拌后,加粘结剂制成颗粒,经 500℃ 以下温度烘干、筛选而制成的焊剂,也称陶质焊剂或低温烧结焊剂。

烧结焊剂颗粒制成的方法与粘结焊剂相同,但它是在 700~900℃ 高温下烧结后筛选制成,也称高温烧结焊剂。

### 1) 焊剂型号

#### (1) 碳素钢埋弧焊焊剂

根据国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》(GB/T5293-1999)的规定,碳素钢埋弧焊焊剂的型号可表示如下:

HJ  $\times_1 \times_2 \times_3$  — H  $\times \times \times \times$

HJ——表示埋弧焊用的焊剂;

$\times_1$ ——表示焊缝金属的拉伸力学性能(包括焊缝金属的抗拉强度、屈服强度和伸长率),通常用“3”、“4”、“5”表示,如表 1-10;

$\times_2$ ——表示拉伸试样和冲击试样的状态。“0”表示焊态,“1”表示焊后热处理状态;

$\times_3$ ——表示焊缝金属冲击韧度值不小于 34J/cm<sup>2</sup>时的最低试验温度,如表 1-11;

H  $\times \times \times \times$ ——表示焊接试件用的典型焊丝牌号,详见国家标准 GB/T14957-1994。

表 1-10 碳素钢埋弧焊焊剂型号中的  $\times_1$  含义

焊剂型号	$\sigma_b$ /MPa(kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$ /MPa(kgf/mm <sup>2</sup> )	$\delta$ (%)
HJ3 $\times_2 \times_3$ — H $\times \times \times \times$	420~550(42~56)	$\geq 310(\geq 31.6)$	$\geq 22$
HJ4 $\times_2 \times_3$ — H $\times \times \times \times$	420~550(42~56)	$\geq 336(\geq 34.2)$	$\geq 22$
HJ5 $\times_2 \times_3$ — H $\times \times \times \times$	490~650(49~66)	$\geq 406(\geq 41.4)$	$\geq 22$

表 1-11 碳素钢埋弧焊焊剂型号中的 $\times_3$ 的含义

焊剂型号	试验温度/℃	冲击韧度/(J/cm <sup>2</sup> ) (kgf/cm <sup>2</sup> )	焊剂型号	试验温度/℃	冲击韧度/(J/cm <sup>2</sup> ) (kgf/cm <sup>2</sup> )
HJ $\times_1\times_20$ -H $\times\times\times$	—	无要求	HJ $\times_1\times_24$ -H $\times\times\times$	-40	34
HJ $\times_1\times_21$ -H $\times\times\times$	0	合格	HJ $\times_1\times_25$ -H $\times\times\times$	-50	
HJ $\times_1\times_22$ -H $\times\times\times$	-20	合格	HJ $\times_1\times_26$ -H $\times\times\times$	-60	
HJ $\times_1\times_23$ -H $\times\times\times$	-30				

例如: HJ403-H08MnA 表示埋弧焊用的焊剂, 采用 H08MnA 焊丝, 按国家标准 (GB/T5293-1999) 规定的焊接参数焊接试件, 焊态的焊缝金属的抗拉强度为 420~550MPa, 屈服强度不小于 336MPa, 伸长率不小于 22%, -30℃ 时冲击韧度值不小于 34J/cm<sup>2</sup>。

## (2) 低合金钢埋弧焊焊剂

根据国家标准《低合金钢埋弧焊用焊剂》(GB/T12470-1990) 的规定, 低合金钢埋弧焊焊剂的型号可表示如下:

F $\times_1\times_2\times_3\times_4$ —H $\times\times\times$

F——表示埋弧焊用的焊剂;

$\times_1$ ——表示熔敷金属的拉伸力学性能 (包括焊缝金属的抗拉强度、屈服强度和伸长率), 通常用“5”、“6”、“7”、“8”、“9”、“10”表示, 如表 1-12;

$\times_2$ ——表示试样的状态, “0”表示焊态, “1”表示焊后热处理状态;

$\times_3$ ——表示熔敷金属冲击吸收功的分级代号, 用“0”……“10”表示, 如表 1-13;

$\times_4$ ——表示焊剂渣系代号, 用“1”……“6”表示, 如表 1-14。

H $\times\times\times$  表示焊接试件用的典型焊丝牌号, 详见国家标准 GB/T14957-1994。

例如: F5121-H08MnMoA 表示低合金钢埋弧焊焊剂, 采用 H08MnMoA 焊丝, 按国家标准 (GB/T12470-1990) 所规定的焊接参数焊接试件, 其试样经焊后热处理, 熔敷金属的抗拉强度为 480~650MPa, 屈服强度不低于 380MPa, 伸长率不小于 22%, 在 -20℃ 时 V 形缺口冲击吸收功大于或等于 27J, 焊剂渣系为氟碱型。

表 1-12 低合金钢埋弧焊焊剂的型号 $\times_1$ 的含义

拉伸性能代号 $\times_1$	$\sigma_b$ /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	$\delta$ (%)	拉伸性能代号 $\times_1$	$\sigma_b$ /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	$\delta$ (%)
5	480~650	≥380	≥22.0	8	690~820	≥610	≥16.0
6	550~690	≥460	≥20.0	9	760~900	≥680	≥15.0
7	620~760	≥540	≥17.0	10	820~970	≥750	≥14.0

表 1-13 熔敷金属冲击吸收功的分级代号 $\times_3$ 的含义

冲击吸收功代号 $\times_3$	试验温度/℃	冲击吸收功/J	冲击吸收功代号 $\times_3$	试验温度/℃	冲击吸收功/J
0	—	无要求	5	-50	≥27
1	0	≥27	6	-60	
2	-20		8	-80	
3	-30		10	-100	
4	-40				

表 1-14 焊剂渣系代号 $\times_4$ 的含义

渣系代号 $\times_4$ 的含义	主要成分(%)	渣系	渣系代号 $\times_4$ 的含义	主要成分(%)	渣系
1	$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{MnO} + \text{CaF}_2 > 50$ $\text{SiO}_2 \leq 20$ $\text{CaF}_2 \geq 15$	氟碱型	4	$\text{MnO} - \text{SiO}_2 > 50$	硅锰型
2	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} > 45$ $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 20$	高铝型	5	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 > 45$	铝钛型
3	$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SiO}_2 > 60$	硅钙型	6	不作规定	其他型

## 2) 焊剂牌号

## (1) 熔炼焊剂的牌号

按《焊接材料产品样本》的规定,熔炼焊剂的牌号可用下列方法表示:

HJ $\times_1 \times_2 \times_3$

HJ——表示焊剂,包括埋弧焊用焊剂和电渣焊用焊剂;

$\times_1$ ——表示焊剂中 MnO 的平均含量,如表 1-15;

$\times_2$ ——表示焊剂中  $\text{SiO}_2$  和  $\text{CaF}_2$  的平均含量,如表 1-16;

$\times_3$ ——表示同一类型焊剂的不同牌号,同一牌号焊剂有粗细两种颗粒度,如为细颗粒时,在末尾加“细”字。

例如:HJ131 表示埋弧焊和电渣焊用的熔炼焊剂,焊剂类型为无锰高硅低氟,牌号编号为 1。

表 1-15 熔炼焊剂的牌号 $\times_1$ 的含义

焊剂牌号	焊剂类型	MnO 含量(%)	焊剂牌号	焊剂类型	MnO 含量(%)
HJ1 $\times_2 \times_3$	无锰	$< 2$	HJ3 $\times_2 \times_3$	中锰	15~30
HJ2 $\times_2 \times_3$	低锰	2~15	HJ4 $\times_2 \times_3$	高锰	$> 30$

表 1-16 熔炼焊剂的牌号 $\times_2$ 的含义

焊剂牌号	焊剂类型	SiO <sub>2</sub> 和 CaF <sub>2</sub> 含量(%)		焊剂牌号	焊剂类型	SiO <sub>2</sub> 和 CaF <sub>2</sub> 含量(%)	
		SiO <sub>2</sub>	CaF <sub>2</sub>			SiO <sub>2</sub>	CaF <sub>2</sub>
HJ $\times_1$ 1 $\times_3$	低硅低氟	$< 10$	$< 10$	HJ $\times_1$ 6 $\times_3$	高硅中氟	$> 30$	10~30
HJ $\times_1$ 2 $\times_3$	中硅低氟	10~30	$< 10$	HJ $\times_1$ 7 $\times_3$	低硅高氟	$< 10$	$> 30$
HJ $\times_1$ 3 $\times_3$	高硅低氟	$> 30$	$< 10$	HJ $\times_1$ 8 $\times_3$	中硅高氟	10~30	$> 30$
HJ $\times_1$ 4 $\times_3$	低硅中氟	$< 10$	10~30	HJ $\times_1$ 9 $\times_3$	其他	不作规定	不作规定
HJ $\times_1$ 5 $\times_3$	中硅中氟	10~30	10~30				

## (2) 烧结焊剂的牌号

烧结焊剂的牌号可用下列方法表示:

SJ $\times_1 \times_2 \times_3$

SJ——表示烧结焊剂;

$\times_1$ ——表示焊剂熔渣的渣系类型代号,用“1”……“6”表示,如表 1-14;

$\times_2 \times_3$ ——表示同一渣系类型焊剂中不同的牌号。

例如: SJ101 表示埋弧焊烧结焊剂, 其熔渣的渣系为氟碱型, 牌号编号为 01。

按焊剂标准的规定, 同一种焊剂有不同几个型号, 焊剂生产厂家要在焊剂包装或使用说明书上标记出至少一个型号。标记时, 先标记牌号, 然后再标记型号。从焊剂的牌号中用户可标识出焊剂的制造方法和渣系的类型, 从焊剂型号中可标识出焊剂与焊丝配合得到的熔敷金属的力学性能。

### 3. 焊丝

钢结构中常用的焊丝有实心焊丝和药心焊丝。实心焊丝是由金属线材直接拉拔而成的; 药心焊丝是将薄钢带卷成圆形钢管或异形钢管并在其中填满规定成分的药粉, 再拉制而成的焊丝。

#### (1) 碳钢、低合金钢实心焊丝的牌号

碳钢、低合金钢实心焊丝牌号的第一个字母用“H”(或汉字“焊”)表示, 其后面的两位数字表示碳的平均质量的百分数; 接着是化学元素符号, 其后的数字是表示该元素的平均质量的百分数。当质量分数小于 1% 时, 该数字省略。当牌号尾部标有“A”时为优质品, 其硫、磷平均含量小于万分之三; 标有“E”时为高级优质品, 其硫、磷平均含量小于万分之二。

例如: H08Mn2SiA, “H”表示焊接用的实心焊丝, “08”表示碳的平均含量为百分之八, “Mn2”表示 Mn 的平均含量为百分之二, “Si”表示 Si 的平均含量小于百分之一, “A”表示优质品, 硫、磷平均含量小于万分之三。

#### (2) 不锈钢实心焊丝的牌号

不锈钢实心焊丝牌号的第一个字母用“H”(或汉字“焊”)表示, 跟在其后的阿拉伯数字表示平均碳质量的千分数。当平均碳的质量分数  $< 0.1\%$  时, 标注“0”; 当平均碳的质量分数  $\leq 0.03\%$  时, 标注“00”。再接下去的化学元素符号和其后的数字是表示实心焊丝所含的合金元素及其平均质量的百分数。

例如: H0Cr21Ni10, “H”表示焊接用的不锈钢实心焊丝, “0”表示碳的平均含量小于千分之一, “Cr21”表示 Cr 的含量为 19.50%~22.00%, “Ni10”表示 Ni 的含量为 9.00%~11.00%。

#### (3) 碳钢、低合金钢气体保护焊用实心焊丝的型号

按国家标准《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》(GB/T8110-1995)的规定, 焊丝可用下列方法表示:

ER  $\times_1 \times_2 - \times_3$

ER——表示焊丝;

$\times_1 \times_2$ ——表示熔敷金属最低抗拉强度;

$\times_3$ ——表示化学成分分类代号, 详见(GB/T8110-1995)。

如还附加其他化学成分时, 直接用化学元素符号在  $\times_3$  后面表示, 并以短划“-”与前面数字分开。

例如: ER55-B2-Mn 表示焊丝熔敷金属抗拉强度最低值为 550MPa, 化学成分分类代号为 B2, 焊丝中含有锰元素。

#### (4) 碳钢药心焊丝的型号

按国家标准《碳钢药心焊丝》(GB/T10045-1988)的规定可用下列方法表示:

EF  $\times_1 \times_2 - \times_3 \times_4 \times_5 \times_6$

EF——表示药心焊丝;

$\times_1$ ——表示适用的焊接位置,“0”表示适用于平焊和横焊,“1”表示适用于全位置焊;

$\times_2$ ——表示焊丝分类代号,如表 1-17;

$\times_3 \times_4$ ——表示焊缝金属最小抗拉强度;

$\times_5$ ——表示 V 形缺口冲击吸收功不小于 27J 所对应的试验温度代号,如表 1-18;

$\times_6$ ——表示 V 形缺口冲击吸收功不小于 47J 所对应的试验温度代号,如表 1-18。

例如:EF03-5042 表示药心焊丝适用于平焊和横焊,焊丝药心为  $\text{CaO-CaF}_2$  型,采用  $\text{CO}_2$  气体保护焊,直流、焊丝正接,焊缝金属抗拉强度最小值为 500MPa,V 形缺口冲击吸收功在  $-30^\circ\text{C}$  时不小于 27J,V 形缺口冲击吸收功在  $0^\circ\text{C}$  时不小于 47J。

表 1-17 碳钢药心焊丝型号中焊丝分类代号  $\times_2$  的含义

焊丝类型	药心类型	保护气	电源种类	适用性
EF $\times_1$ 1	氧化钛型	$\text{CO}_2$	直流、焊丝接正	单道和多道焊
EF $\times_1$ 2	氧化钛型	$\text{CO}_2$		单道焊
EF $\times_1$ 3	氧化钙-氟化物型	$\text{CO}_2$		单道和多道焊
EF $\times_1$ 4	—	自保护		单道和多道焊
EF $\times_1$ 5	—	自保护	直流、焊丝接负	单道和多道焊

表 1-18 碳钢药心焊丝型号中代号  $\times_5 \times_6$  的含义

$\times_5$	冲击吸收功		$\times_6$	冲击吸收功	
	温度/ $^\circ\text{C}$	冲击功不小于/J		温度/ $^\circ\text{C}$	冲击功不小于/J
0	没规定	没规定	0	没规定	没规定
1	+20	27	1	+20	47
2	0		2	0	
3	-20		3	-20	
4	-30		4	-30	
5	-40		5	-40	

#### (5) 低合金钢药心焊丝的型号

按国家标准《低合金钢药心焊丝》详见(GB/T17493-1998)的规定可用下列方法表示:

$\text{E} \times_1 \times_2 \times_3 \text{T} \times_4 \text{---} \times_5$

E——表示低合金钢药心焊丝;

$\times_1 \times_2$ ——表示焊缝金属最小抗拉强度;

$\times_3$ ——表示推荐的焊接位置,“0”表示适用于平焊和横焊,“1”表示适用于全位置焊;

T $\times_4$ ——表示药心焊丝类别特点的代号,如表 1-19;

$\times_5$ ——焊丝化学成分分类代号,如 A1、D1 等,详见 GB/T17493-1998。

表 1-19 低合金钢药心焊丝型号中药心焊丝类别代号 T $\times_4$  的含义

型号	焊丝渣系特点	保护类型	电源类型
$\text{E} \times_1 \times_2 \times_3 \text{T1} \text{---} \times_5$	渣系以金红石为主体,熔滴成喷射或细滴过渡	气保护	直流,焊丝接正极

续表

型号	焊丝渣系特点	保护类型	电源类型
$E \times_1 \times_2 \times_3 T4 - \times_5$	渣系具有强脱硫作用, 熔滴成粗滴过渡	自保护	直流, 焊丝接正极
$E \times_1 \times_2 \times_3 T5 - \times_5$	氧化钙—氟化物碱性渣系熔滴成粗滴过渡	气保护	直流, 焊丝接正极
$E \times_1 \times_2 \times_3 T8 - \times_5$	渣系具有强脱硫作用	自保护	直流, 焊丝接负极
$E \times_1 \times_2 \times_3 TX - \times_5$	渣系、电弧物性、焊缝成形及极性不作规定		

#### (6) 碳钢药心焊丝的牌号

碳钢药心焊丝的牌号可表示如下:

$YJ \times_1 \times_2 \times_3 - \times_4$

Y——表示药心焊丝;

J——表示结构用;

$\times_1 \times_2$ ——表示熔敷金属最小的抗拉强度;

$\times_3$ ——表示焊丝药心类型及焊接电源种类, 如表 1-6;

$\times_4$ ——表示焊接时的保护方法, “1”表示气保护、“2”表示自保护, “3”表示气保护和自保护两用, “4”表示其他保护形式。

例如: YJ502-1 表示结构用的药心焊丝熔敷金属的抗拉强度最低值为 500MPa, 焊丝药心类型是氧化钛钙型, 交直流两用, 焊接时的保护方法是气保护。

#### 4. 保护气体

焊接用保护气体是指在焊接过程中用于保护金属熔滴、焊接熔池及焊接区的高温金属免受外界有害气体侵袭的气体。

焊接用的保护气体有:  $CO_2$  保护气体、Ar 保护气体、He 保护气体或 Ar 和 He 混合的保护气体。

国际焊接学会规定, 保护气体统一按“氧化势”分成五类, 并用代号表示: “I”表示惰性气体或还原气体, “M<sub>1</sub>”表示弱氧化性气体, “M<sub>2</sub>”表示中等氧化性气体, “M<sub>3</sub>、C”表示强氧化性气体。

### § 1.3 螺栓与球节点

螺栓作为钢结构的主要连接紧固件, 通常用于钢结构构件间的连接、固定和定位等。螺栓有普通螺栓和高强度螺栓两种。

#### 1.3.1 普通螺栓

普通螺栓的紧固轴力很小, 在外力作用下连接板件即将产生滑移, 通常外力是通过螺栓杆的受剪和连接板孔壁的承压来传递。普通螺栓质量等级按螺栓加工制作的质量及精度公差不同, 分 A、B、C 三个等级。A 级的加工精度最高, C 级最差。A、B 级螺栓称精制螺栓, C 级则称粗制螺栓。A、B 级螺栓杆身经车床加工制成, 加工精度高。A 级螺栓适用于小规格螺栓, 直径  $d \leq M24$ , 长度  $l \leq 150mm$  和  $10d$ ; B 级螺栓适用于大规格螺栓,  $d > M24$ , 长度  $l > 150mm$  和  $10d$ ; C 级螺栓是用未经加工的圆钢制成, 杆身表面粗糙, 加工精度低, 尺寸不准确。

螺栓孔壁质量类别分Ⅰ、Ⅱ两类,Ⅰ类孔的质量高于Ⅱ类孔。Ⅰ类孔通常是指由下列三种方法加工制成:1)在装配好的构件上按设计孔径钻成的孔;2)在单个零件上或构件上按设计孔径用钻模钻成的孔;3)在单个零件上先钻成或冲成较小的孔径,然后在装配好的构件上再扩钻至设计孔径的孔。Ⅱ类孔是在单个零件上一次冲成或不用钻模钻成的孔。螺栓孔壁质量类别与螺栓等级是相匹配的,A、B级螺栓与Ⅰ类孔匹配使用。Ⅰ类孔的孔径与螺栓公称直径相等,基本上无缝隙,螺栓可轻击入孔。C级螺栓常与Ⅱ类孔匹配使用,Ⅱ类孔的孔径比螺栓直径大1~2mm,缝隙较大,螺栓入孔较容易,抗剪性能较差,只适用于受拉力的连接,受剪时用支托承受剪力。若C级螺栓用于受剪,也只能在承受静载结构中的次要连接或临时固定用的安装连接。普通螺栓的连接对螺栓紧固轴力没有要求,一般由操作工使用普通扳手靠自己的力量拧紧,使被连接板件接触面贴紧无明显间隙即可。

建筑钢结构中常用的普通螺栓的性能等级有4.6、4.8、5.6、8.8等四个等级。螺栓的性能等级代号以两个数值表示,前一个数值表示螺栓公称的最低抗拉强度,后一个数值表示螺栓的屈强比。如4.6表示螺栓最低抗拉强度为400N/mm<sup>2</sup>,0.6表示螺栓的屈服强度与抗拉强度的比值为0.6。普通螺栓常用Q235钢制作,通常为六角头螺栓,标记为M $d \times L$ 。其中 $d$ 为螺栓的直径、 $L$ 为螺栓的公称长度。普通螺栓常用的规格有M8、M10、M12、M16、M20、M24、M30、M36、M42、M48、M56和M64等。

### 1.3.2 高强度螺栓

高强度螺栓连接受力性能好、连接刚度高、抗震性好、耐疲劳、施工简便,它已广泛地被用于建筑钢结构的连接中,成为建筑钢结构的主要连接件。

#### 1. 高强度螺栓的类型及一般要求

高强度螺栓根据其受力特征的不同可分为摩擦型高强度螺栓和承压型高强度螺栓。摩擦型高强度螺栓是通过螺栓紧固轴力,将连接板叠压紧,剪力靠压紧板叠间的摩擦阻力传递,以摩擦阻力刚被克服作为连接承载力的极限状态。承压型高强度螺栓当剪力大于摩擦阻力后,连接板叠产生相对滑移,栓杆与板叠有挤压,它是以栓杆被剪断或连接板件被压坏作为承载力极限状态,其承载力极限值大于摩擦型高强度螺栓。

目前生产商供应的高强度螺栓,摩擦型和承压型在制造和构造上没有区分,只是承载力极限状态取值不同。

建筑钢结构中常用的高强度螺栓有大六角头高强度螺栓和扭剪型高强度螺栓两种。我国使用的大六角头高强度螺栓有8.8级和10.9级两种,大六角头高强度螺栓连接副含一个螺栓、一个螺母和两个垫圈。扭剪型高强度螺栓只有10.9级一种,扭剪型高强度螺栓连接副含一个螺栓、一个螺母和一个垫圈。高强度螺栓的力学性能是以经热处理后的数值为准,其性能等级代号与普通螺栓相同,用两个数值表示,如8.8级和10.9级,前一个数值表示经热处理后的最低抗拉强度,8和10分别表示最低抗拉强度为800N/mm<sup>2</sup>和1000N/mm<sup>2</sup>;后一个数值表示螺栓经热处理后的屈强比为0.8和0.9。

高强度螺栓连接副的机械性能主要包括螺栓的抗拉荷载、螺母的保证荷载及实物硬度等。如高强度螺栓连接副,无论10.9级还是8.8级,垫圈一致要求其硬度为HRC 35~45。

HR是表示洛氏硬度,它是用规定的载荷,将顶角为120度的圆锥形金刚石压头或直径为1.59mm的淬硬钢球压入金属表面,取其压痕深度计算的硬度。国标GB/T230-1991规定,用1471N载荷和顶角为120度的圆锥形金刚石压头所测定的硬度用HRC表示。

高强度螺栓所用原材料的钢号: 8.8级螺栓为45号、35号钢, 10.9级为20MnTiB、40B、35VB钢, 螺母为45、35号钢或15MnVB钢, 垫圈为45、35号钢。

摩擦型高强度螺栓的孔径比栓杆直径大1.5~2.0mm, 承压型高强度螺栓的孔径比栓杆大1.0~1.5mm。

## 2. 高强度螺栓连接的摩擦面

高强度螺栓的连接无论是摩擦型还是承压型, 连接板摩擦面的处理方法及摩擦面抗滑移系数的数值都是影响其承载力的重要因素。摩擦面的处理一般是结合钢构件表面处理一并进行, 所不同的是摩擦面处理完不用涂防锈底漆。常用的摩擦面处理方法有:

### (1) 喷砂(丸)法

喷砂(丸)法是利用压缩空气为动力, 将砂(丸)直接喷射到钢板表面, 使钢板达到一定的粗糙度并将铁锈除掉, 经喷砂(丸)后的钢板表面呈铁灰色。它效果较好, 质量容易保证。目前大型金属结构厂基本上都采用这种方法。

经过喷砂(丸)处理过的摩擦面, 在露天生锈一段时间, 安装前除掉浮锈, 可提高其抗滑移系数, 理想的生锈时间为60~90天。有时为了防锈及施工方便, 表面喷砂(丸)后全部喷涂无机富锌底漆, 这样摩擦面的抗滑移系数值会降低, 与未经表面处理的摩擦面抗滑移系数值接近, 仅为0.3左右。

### (2) 酸洗法

酸洗法是将加工完的构件浸入酸洗槽中停留一段时间, 然后放入石灰槽中中和, 并用清水清洗。酸洗后钢板表面无轧制铁皮, 呈银灰色。它处理简便、省时, 但残留酸液易引起钢板腐蚀。由于受环保的限制, 目前已很少用。酸洗后摩擦面的抗滑移系数值提高不明显, 一般是在露天生锈一段时间, 摩擦面的抗滑移系数才会提高。

### (3) 砂轮打磨法

手工砂轮打磨法常用在小型工程或已有的建筑物加固改造工程的摩擦面处理。它直接、简便, 打磨后, 露天生锈60~90天, 摩擦面的粗糙度会提高。

### (4) 钢丝刷人工除锈

钢丝刷人工除锈是用钢丝刷将摩擦面处的铁磷、浮锈、尘埃、油污等污物刷掉, 使钢材表面露出金属光泽, 保留原轧制表面。它只用于不重要的结构, 处理过的摩擦面抗滑移系数值可达到0.3左右。

一般重要的受力节点, 摩擦面限制或禁止使用涂层, 因为在连接板摩擦面上涂防锈漆、面漆后会降低摩擦面的抗滑移系数。

## 3. 高强度螺栓的预拉力

高强度螺栓的预拉力是通过扭紧螺帽来实现。常用的方法有扭矩法、转角法或扭掉螺栓梅花头法。扭矩法是采用可直接显示扭矩的特制扳手, 根据事先测定的扭矩和螺栓拉力的关系施加扭矩, 建立螺栓的预拉力。转角法分初拧和终拧, 初拧是用普通扳手使被连接构件相互紧密贴合, 终拧是以初拧的贴紧位置为起点, 根据螺栓直径和板叠厚度确定终拧转角, 用强有力的扳手旋转螺母至预定角度, 螺栓的拉力即为所需的预拉力。扭剪法是用扭断螺栓梅花头切口处截面来控制预拉力的数值。

高强度螺栓的设计预拉力的大小是由螺栓材料强度和有效直径确定。

## 4. 高强度螺栓连接施工的要求

①高强度螺栓连接在施工前要对连接副实物和摩擦面进行检验和复验, 合格后才能进行



安装施工。

②每一个连接接头,要先用临时螺栓或冲钉定位,不能把高强度螺栓作为临时螺栓使用。

③高强度螺栓的安装应是自由穿入孔,不能自由穿入时,孔用铰刀修整,修整后孔的最大直径应小于 1.2 倍的螺栓直径。

④螺栓的紧固次序从中间开始,对称地向两边进行。

### 1.3.3 锚栓

锚栓主要是作为钢柱脚与钢筋混凝土基础的连接承受柱脚的拉力,并作为柱子安装定位时的临时固定。锚栓的锚固长度不能小于锚栓直径的 25 倍。

锚栓通常用 Q235 或 Q345 等塑性性能较好的钢制作,它是非标准件,直径较大。锚栓在柱子安装校正后,锚栓垫板要焊死,并用双螺母紧固,防止松动。

### 1.3.4 圆柱头焊钉

圆柱头焊钉(又称带头栓钉)是高层建筑钢结构中用量较大的连接件,它是作为钢构件与混凝土构件之间的抗剪连接件,其形状和规格参见国家标准《圆柱头焊钉》(GB 10433-89)。

高层建筑钢结构中的梁、柱构件上常用的圆柱头焊钉直径为 16mm、19mm 及 22mm。

### 1.3.5 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 1-27。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。

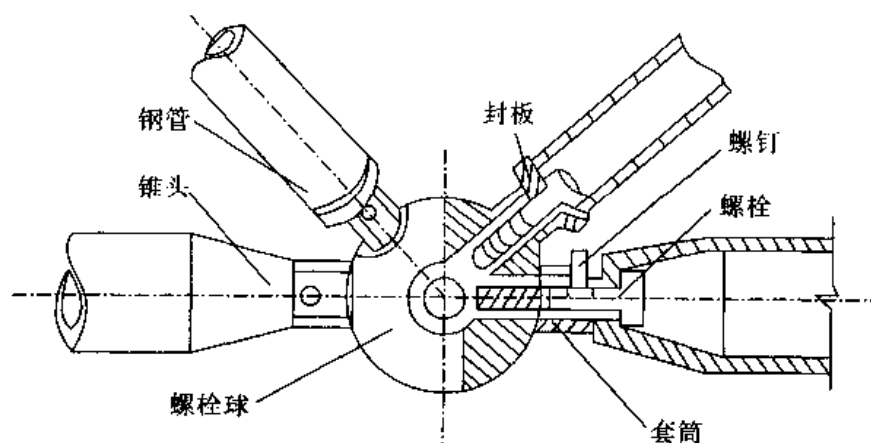


图 1-27 螺栓球节点组成

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。

套筒和螺栓是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,它的作用就终止。

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。当杆件管径大于或等于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1-28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。

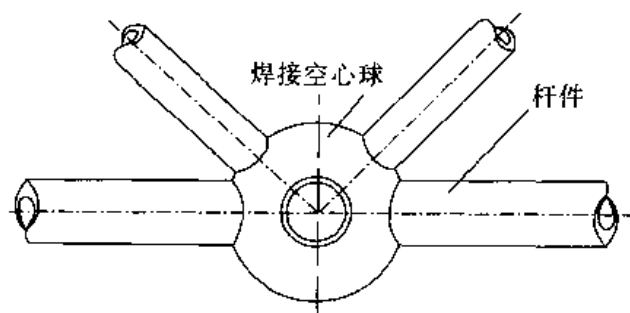


图 1-28 焊接空心球节点的组成

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1-29(a),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1-29(b),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。

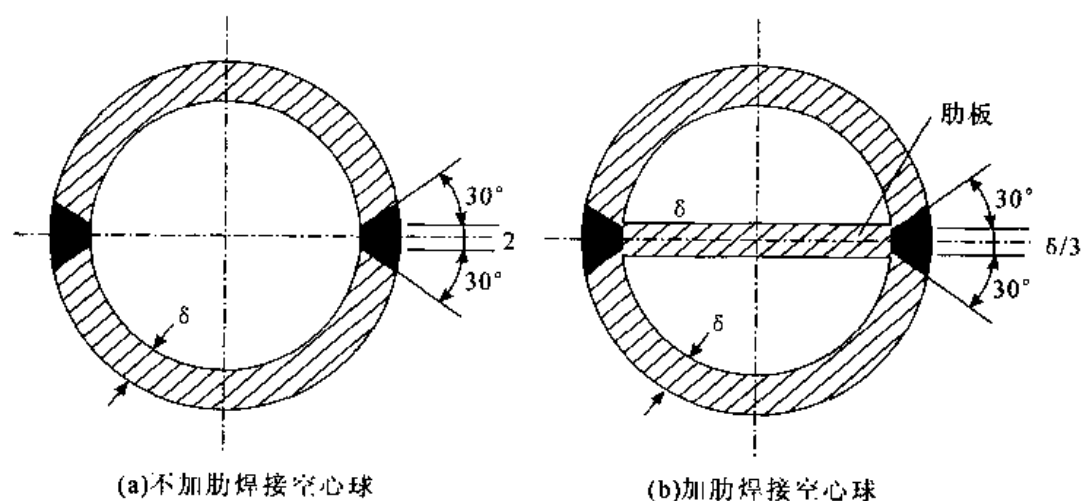





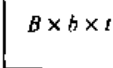

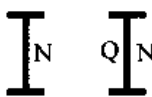

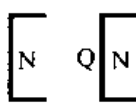


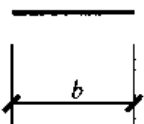





图 1-29 不加肋与加肋焊接空心球节点

## § 1.4 型钢与螺栓的表示方法

### 1.4.1 型钢的标注方法

型钢的标注方法见表 1-20。

表 1-20 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
2	不等边角钢			$B$ 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			轻型工字钢加注 Q 字, N 为工字钢的型号。如: I20a 表示截面高度为 200mm 的 a 类厚板 T 字钢
4	槽钢			轻型槽钢加注 Q 字, N 为槽钢的型号。如: Q[25 b 表示截面高度为 250mm 的 b 类轻型槽钢
5	方钢			如: $\square 600$ 表示边长为 600mm 的方钢
6	扁钢		$-b \times t$	如: $-150 \times 4$ 表示宽度为 150mm, 厚度为 4mm 的扁钢
7	钢板		$\frac{-b \times t}{l}$	<div style="text-align: center;">宽×厚 板长</div> 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		$\phi d$	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			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

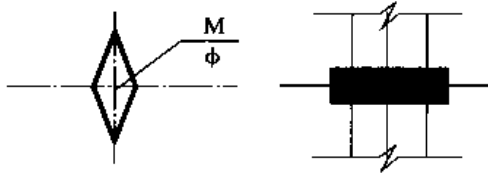
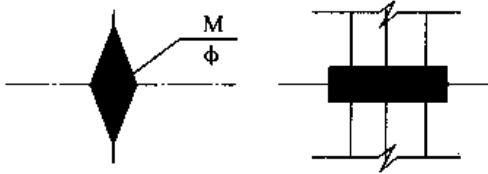
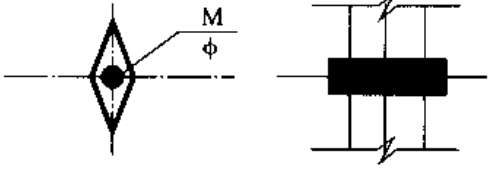
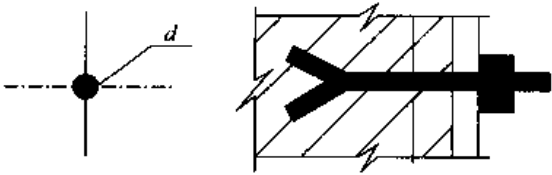
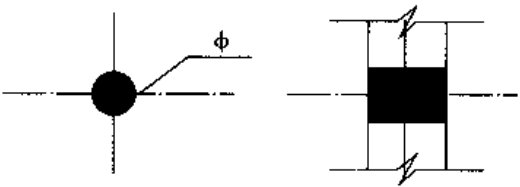
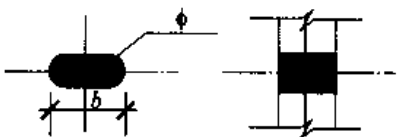
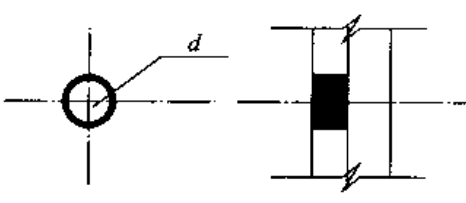
续表

序 号	名 称	截面	标注	说明
11	薄壁等肢角钢		B $b \times t$	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 $b \times a \times t$	如: B $60 \times 20 \times 2$ 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 $b \times a \times t$	如: B $[ 50 \times 20 \times 2$ 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 $h \times b \times a \times t$	如: B $120 \times 60 \times 20 \times 2$ 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 $h \times b \times a \times t$	如: B $120 \times 60 \times 20 \times 2$ 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		TW $h \times b$ TM $h \times b$ TN $h \times b$	热轧 T 型钢: TW 为宽翼缘, TM 为中翼缘, TN 为窄翼缘。 如: TW200 $\times$ 400 表示截面高度为 200mm, 宽度为 400mm 的宽翼缘 T 型钢
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 $\times$ 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		H $h \times b \times t_1 \times t_2$	焊接 H 型钢如: H 200 $\times$ 100 $\times$ 3.5 $\times$ 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		QU $\times \times$	$\times \times$ 为起重机轨道型号
20	轻轨及钢轨		$\times \times$ kg/m 钢轨	' $\times \times$ ' 为轻轨或钢轨型号

### 1.4.2 螺栓、孔、电焊铆钉的表示方法

螺栓、孔、电焊铆钉的表示方法见表 1-21。

表 1-21 螺栓、孔、电焊铆钉的表示方法

符号	名称	图例	说明
1	永久螺栓		1. 细“+”表示定位线 2. M 表示螺栓型号 3. $\phi$ 表示螺栓孔直径 4. 采用引出线表示螺栓时,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		$d$ 表示膨胀螺栓、电焊铆钉的直径
5	圆形螺栓孔		
6	长圆形螺栓孔		
7	电焊铆钉		

### 1.4.3 压型钢板的表示方法

压型钢板用 YX  $H$ - $S$ - $B$  表示;

YX—分别为压、型的汉语拼音字母;

$H$ ——压型钢板波高;

$S$ ——压型钢板的波距;

$B$ ——压型钢板的有效覆盖宽度;

$t$ ——压型钢板的厚度,如图 1-30。

例如:YX 130-300-600 表示压型钢板的波高为 130mm,波距为 300mm;有效的覆盖宽度为 600mm,如图 1-31。压型钢板的厚度通常是在说明材料性能时一并说明。

又如:YX 173-300-300,表示压型钢板的波高为 173mm,波距为 300mm;有效的覆盖宽度为 300mm,如图 1-32。

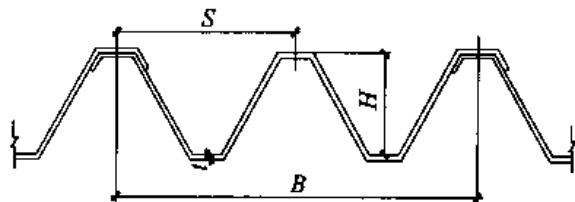


图 1-30 压型钢板截面形状图

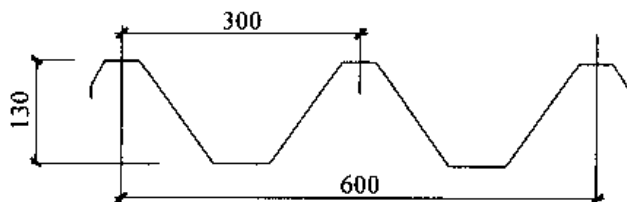


图 1-31 双波压型钢板截面

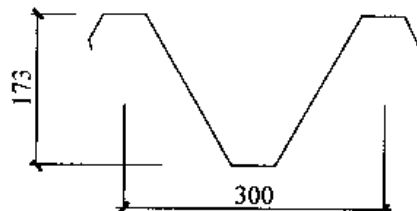


图 1-32 单波压型钢板截面

## § 1.5 焊缝及其表示方法

### 1.5.1 焊缝符号的表示

焊缝符号表示的方法及有关规定:

①焊缝的引出线是由箭头和两条基准线组成,其中一条为实线,另一条为虚线。线型均为细线,如图 1-33。

②基准线的虚线可以画在基准线实线的上侧,也可画在下侧,基准线一般应与图样的标题栏平行,仅在特殊条件下才与标题栏垂直。

③若焊缝处在接头的箭头侧,则基本符号标注在基准线的实线侧;若焊缝处在接头的非箭头侧,则基本符号标注在基准线的虚线侧,如图 1-34。

④当为双面对称焊缝时,基准线可不加虚线,如图 1-35。

⑤箭头线相对焊缝的位置一般无特殊要求,但在标注单边形焊缝时箭头线要指向带有坡口一侧的工件,如图 1-36。

⑥基本符号、补充符号与基准线相交或相切,与基准线重合的线段,用粗实线表示。

⑦焊缝的基本符号、辅助符号和补充符号(尾部符号除外)一律为粗实线,尺寸数字原则上

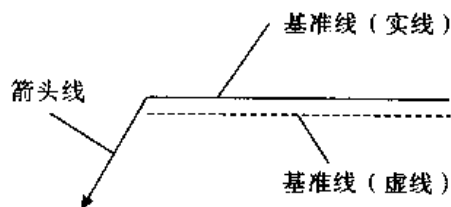


图 1-33 焊缝的引出线

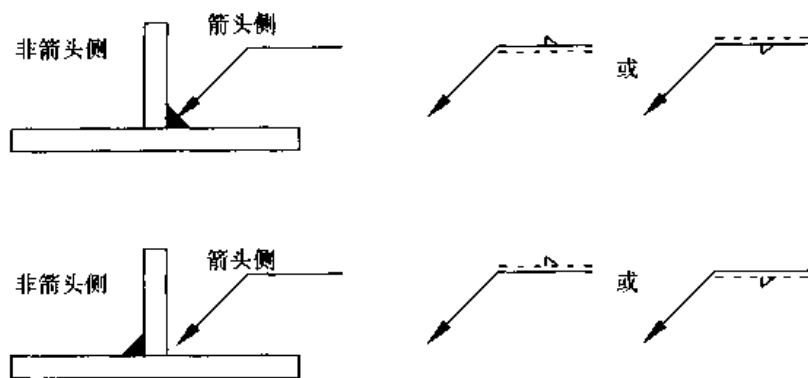


图 1-34 基本符号的表示位置

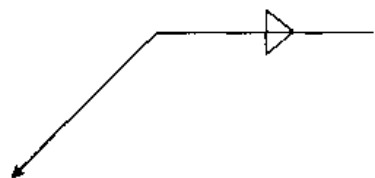


图 1-35 双面对称焊缝的引出线及符号

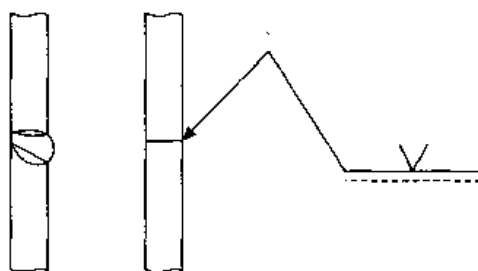


图 1-36 单边形焊缝的引出线

亦为粗实线,尾部符号为细实线,尾部符号主要是标注焊接工艺、方法等内容。

⑧在同一图形上,当焊缝形式、断面尺寸和辅助要求均相同时,可只选择一处标注焊缝的符号和尺寸,并加注“相同焊缝的符号”,相同焊缝符号为  $3/4$  圆弧,画在引出线的转折处,如图 1-37(a)。

在同一图形上,有数种相同焊缝时,可将焊缝分类编号,标注在尾部符号内,分类编号采用 A、B、C……在同一类焊缝中可选择一处标注代号,如图 1-37(b)。

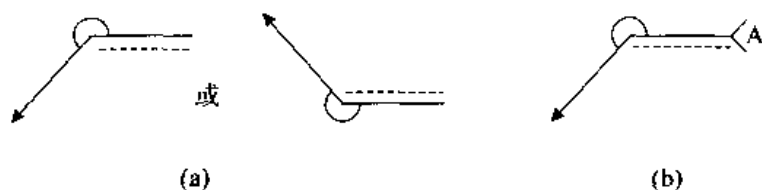


图 1-37 相同焊缝的引出线及符号

⑨熔透角焊缝的符号应按图 1-38 方式标注。熔透角焊缝的符号为涂黑的圆圈,画在引出线的转折处。

⑩图形中较长的角焊缝(如焊接实腹钢梁的翼缘焊缝),可不用引出线标注,而直接在角焊缝旁标注焊缝尺寸值  $K$ ,如图 1-39。

⑪在连接长度内仅局部区段有焊缝时,按图 1-40 标注。 $K$  为角焊缝焊脚尺寸。

⑫当焊缝分布不规则时,在标注焊缝符号的同时,在焊缝处加中实线表示可见焊缝,或加栅线表示不可见焊缝,标注方法如图 1-41。

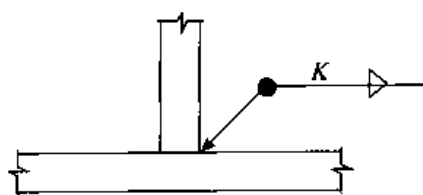


图 1-38 熔透角焊缝的标注方法

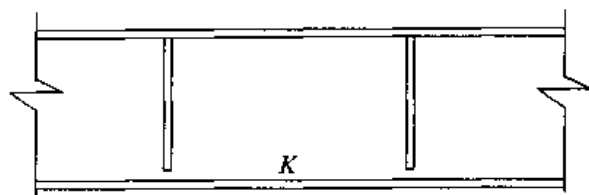


图 1-39 较长焊缝的标注方法

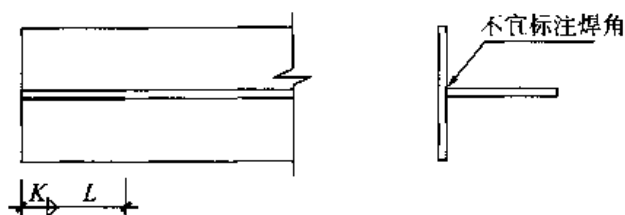


图 1-40 局部焊缝的标注方法

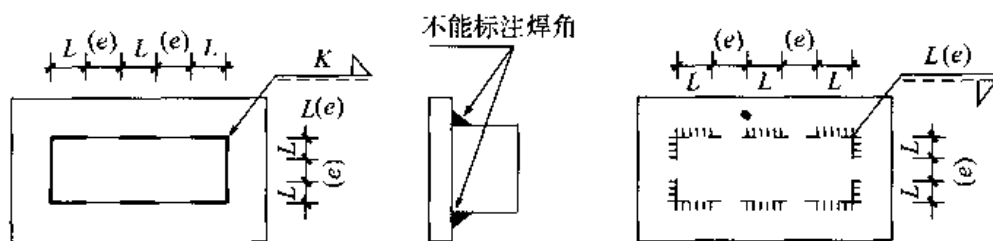


图 1-41 不规则焊缝的标注方法

⑬相互焊接的两个焊件,当为单面带双边不对称坡口焊缝时,引出线箭头指向较大坡口的焊件,如图 1-42。

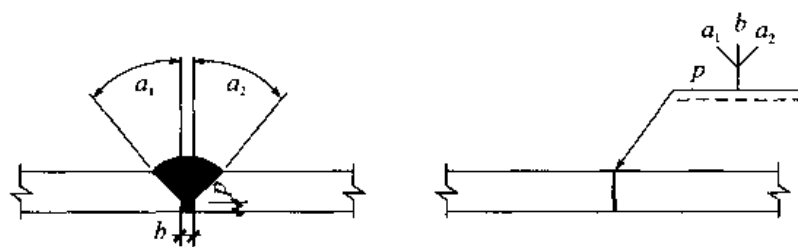


图 1-42 单面不对称坡口焊缝的标注方法

⑭环绕工作件周围的围焊缝符号用圆圈表示,画在引出线的转折处,并标注其焊角尺寸  $K$ ,如图 1-43。

⑮三个或三个以上的焊件相互焊接时,其焊缝不能作为双面焊缝标注,焊缝符号和尺寸应分别标注,如图 1-44。

⑯在施工现场进行焊接的焊件其焊缝需标注“现场焊缝”符号。现场焊缝符号为涂黑的三角形旗号,绘在引出线的转折处,如图 1-45。

⑰相互焊接的两个焊件中,当只有一个焊件带坡口时(如单面 V 形),引出线箭头是指向



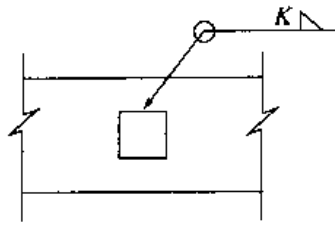


图 1-43 围焊缝符号的标注方法

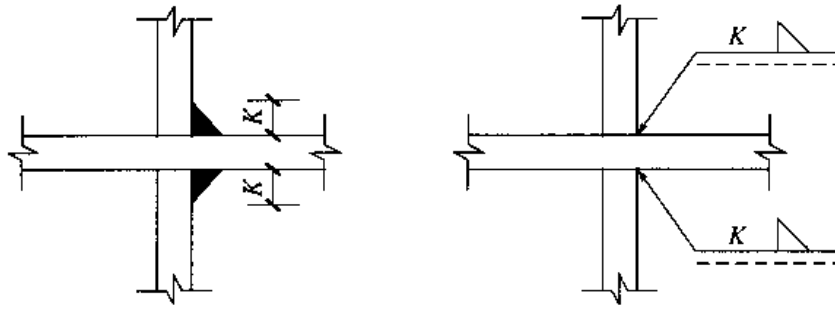


图 1-44 三个以上焊件的焊缝标注方法

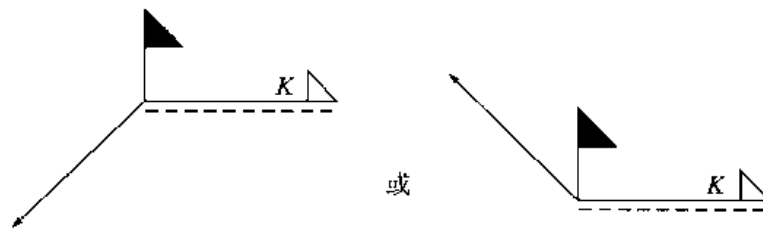


图 1-45 现场焊缝的表示方法

带坡口的焊件,如图 1-46。

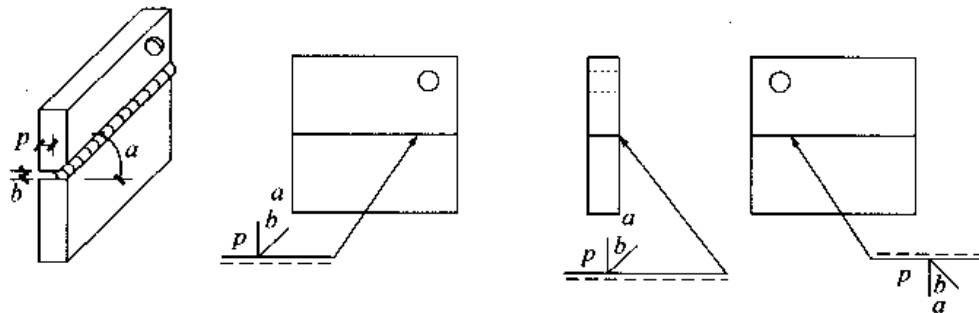
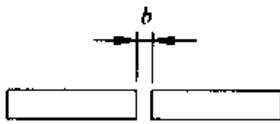

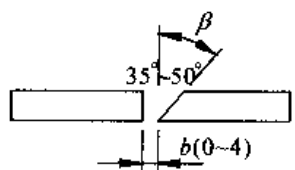
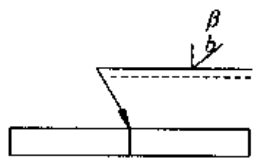
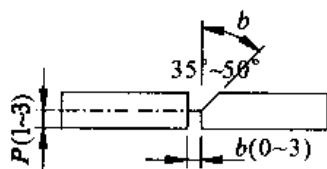
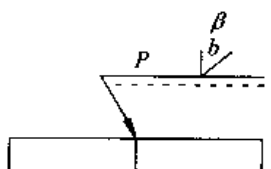
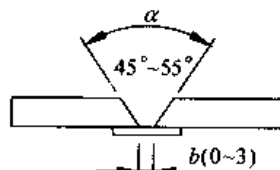

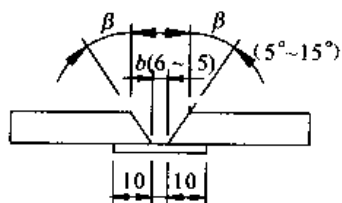
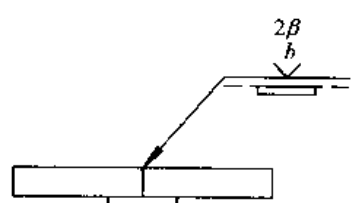
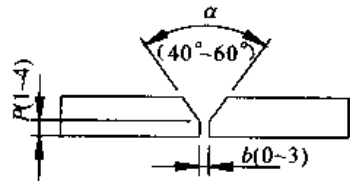
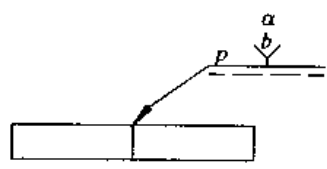
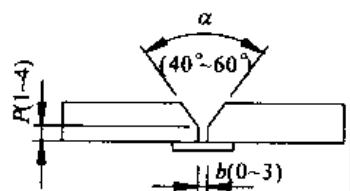
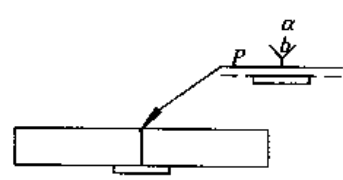


图 1-46 一个焊件带坡口的焊缝标注方法

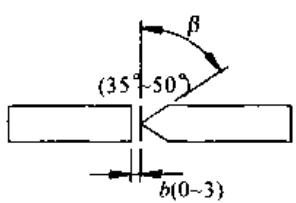
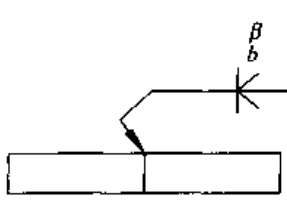
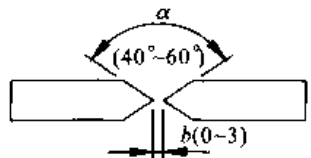
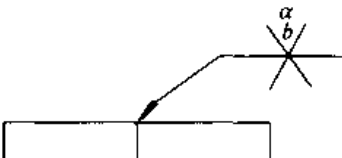
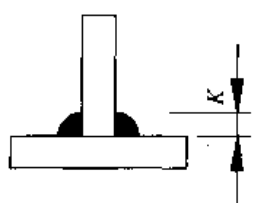
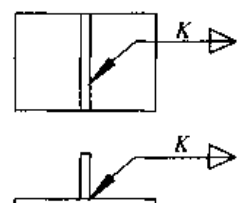
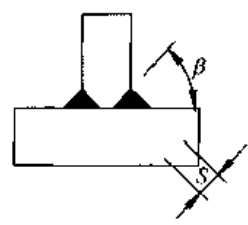
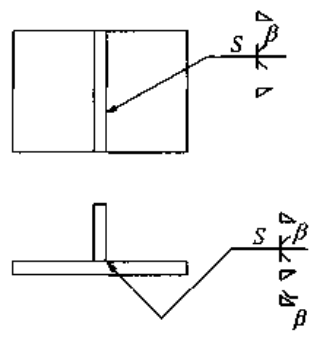
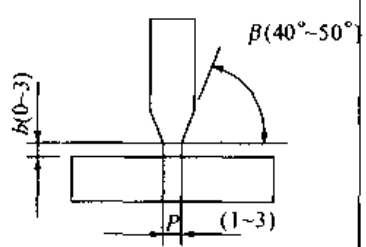
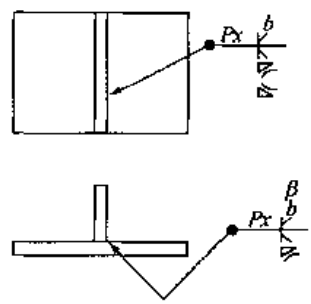
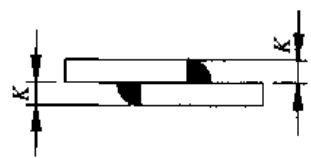
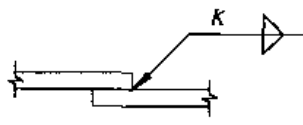
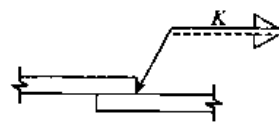
### 1.5.2 常用焊缝的标注方法

常用焊缝的标注方法见表 1-22。

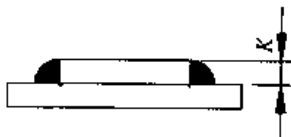
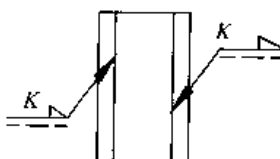
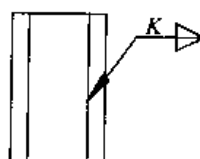
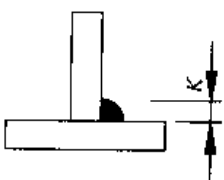
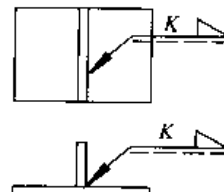
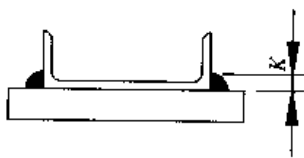
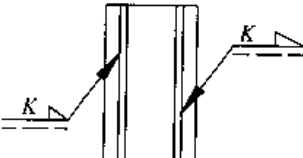
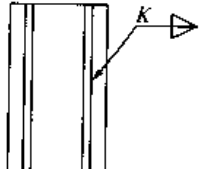
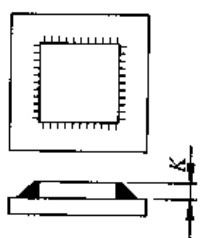
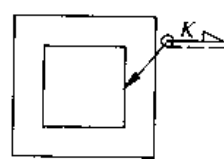
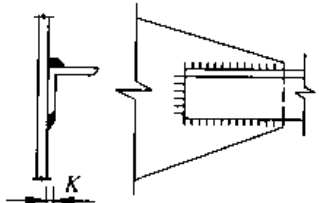
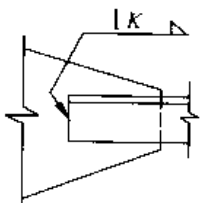
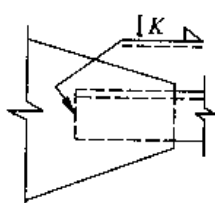
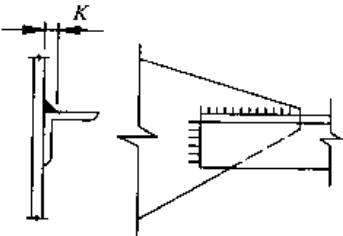
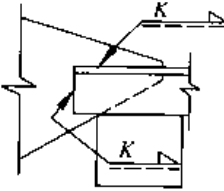
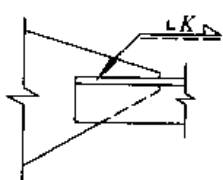
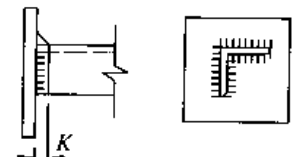
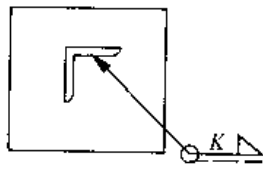
表 1-22 常用焊缝的标注方法

序号	焊缝名称	形式	标准标注方法	习惯标注方法(或说明)
1	I型焊缝			$b$ 焊件间隙(施工图中可不标注)
2	单边 V 型焊缝			$\beta$ 施工图中可不标注
3	带钝边 单边 V 型焊缝			$P$ 的高度称钝边, 施工图中可不标注
4	带垫板 V 型焊缝			$\alpha$ 施工图中可不标注
5	带垫板 V 型焊缝			焊件较厚时
6	Y 型焊缝			
7	带垫板 Y 型焊缝			

续表

序号	焊缝名称	形式	标准标注方法	习惯标注方法(或说明)
8	双单边坡V型焊缝			
9	双V型焊缝			
10	T型接头双面焊缝			
11	T型接头带钝单边双边坡V型焊缝(不焊透)			
12	T型接头带钝单边双边坡V型焊缝(焊透)			
13	双面角焊缝			

续表

序号	焊缝名称	形式	标准标注方法	习惯标注方法(或说明)
14	双面角焊缝			
15	T型接头角焊缝			
16	双面角焊缝			
17	周围角焊缝			
18	三面围角焊缝			
19	L型围角焊缝			
20	双面L型围角焊缝			

续表

序号	焊缝名称	形式	标准标注方法	习惯标注方法(或说明)
21	双面角焊缝			
22	双面角焊缝			
23	槽焊缝			
24	喇叭型焊缝			
25	双面喇叭型焊缝			
26	不对称Y型焊缝			
27	断续角焊缝			

续表

序号	焊缝名称	形式	标准标注方法	习惯标注方法(或说明)
28	交错断续角焊缝			
29	塞焊缝			
30	塞焊缝			
31	较长双面角焊缝			
32	单面角焊缝			
33	双面角焊缝			
34	平面封底V型焊缝			

在实际应用中基准线中的虚线经常被省略。

### 1.5.3 焊缝的质量检验

焊接的质量检查是钢结构质量保证体系的一个重要环节。钢结构的焊缝质量等级根据结构的重要性、实际承受荷载的特性、焊缝的形式、工作环境以及应力状态的不同,可分为三个等级。不同的质量等级,焊缝的质量要求不同,检验的比例和验收的标准也不同。

焊缝的质量检验包括外观检查和内部缺陷检测。外观检查通常采用目视检查,检查焊缝表面形状、尺寸和表面缺陷等。内部缺陷检测主要是检测焊缝内部是否存在裂纹、气孔、夹渣、未熔合与未焊透等缺陷,它是在外观检查完成后再进行,常用的方法有超声波探伤和射线探伤。

## § 1.6 钢结构的防火和防腐

钢结构的最大弱点是防火和防腐性能差。钢结构规范要求,钢结构必须进行防火和防腐处理。

### 1.6.1 钢结构的防火

未经防火保护处理的钢柱、梁、楼板及屋顶承重构件的耐火极限仅为 0.25h,为了保证人民的生命财产安全,有利于安全疏散和消防灭火,避免和减轻火灾损失,钢结构应进行防火处理。钢结构按组成建筑物的墙、柱、梁、楼板、屋顶等主要构件的燃烧性能和耐火极限不同将建筑物的耐火等级分为一、二、三、四级,耐火极限从 0.15~4 h 不等。钢结构防火涂层的厚度是保证构件达到预期耐火极限的重要因素。

钢结构防火涂料的竣工验收,通常是用目视法检测涂料品种、颜色及是否有漏涂和裂缝等;用 0.75~1kg 榔头轻击涂层检测其强度,用 1m 直尺检测涂层平整度,按规范规定的方法检测其厚度。

### 1.6.2 钢结构的防腐

钢结构常用的防腐方法有涂装法和热镀锌、热喷铝(锌)复合涂层等。涂装法是将涂料涂敷在构件表面上结成薄膜来保护钢结构。防腐涂料通常由底漆—中漆—面漆或底漆—面漆组成。钢结构在涂装前要对钢材表面进行除锈处理,表面处理的好坏直接影响其防护效果。钢材除锈的方法有:手工或动力工具除锈、喷射或抛射除锈、酸洗除锈和酸洗磷化处理除锈、火焰除锈等四类。国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》(GB 8923-88)将除锈等级按不同的除锈方法分为不同等级,并用不同的符号表示如表 1-23。钢材防腐涂层的厚度是保证钢材防腐效果的重要因素。目前国内钢结构涂层的总厚度(包括底漆和面漆),要求室内涂层厚度一般为 100~150 $\mu\text{m}$ ,室外为 150~200 $\mu\text{m}$ 。

钢结构涂装工程质量检验有涂装前、涂装过程、涂装后质量检查。涂装前检查主要检查钢材表面除锈是否符合设计要求和国家现行有关标准的规定;涂装过程中的检查主要是测湿膜厚度以控制干膜厚度和漆膜质量;涂装后的检查主要是检查漆膜外观是否均匀、平整、丰满、有光泽,颜色、涂料、涂装遍数、涂层厚度是否符合设计要求。

钢结构涂装工程的验收是按照《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205-2001)验收。

热镀锌、热喷铝(锌)复合涂层法是一种长效防腐蚀方法,它使钢结构的防腐蚀年限达到

20~30 年,甚至更长。

表 1-23 钢材除锈等级的表示方法

表面处理方法	除锈等级表示方法	表面处理要求
喷射或抛射除锈	Sa1	轻度的喷射或抛射除锈,钢材表面无可见的油脂或污垢,没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物
	Sa2	彻底地喷射或抛射除锈,钢材表面无可见的油脂和污垢、氧化皮、铁锈等,附着物已基本清除,其残留物是牢固附着的
	Sa2 $\frac{1}{2}$	非常彻底地喷射或抛射除锈,钢材表面无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物,任何残留的痕迹应仅是点状或条状的轻微色斑
	Sa3	使钢材表面洁净的喷射或抛射除锈,钢材表面无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆等附着物,表面显示出均匀的金属光泽
手工和动力工具除锈	St2	彻底手工和动力工具除锈,钢材表面无可见的油脂和污垢,没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物
	St3	非常彻底地手工和动力工具除锈,钢材表面无可见的油脂和污垢,没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物,除锈比 St2 更彻底,底材显露部分的表面具有金属光泽
火焰除锈	F1	钢材表面无氧化皮、铁锈和油漆层等附着物,任何残留的痕迹仅为表面变色(即不同颜色的暗影)



## 第2章 钢结构节点详图

### § 2.1 节点详图识读

钢结构是由若干构件连接而成,钢构件又是由若干型钢或零件连接而成。钢结构的连接有焊缝连接、铆钉连接、普通螺栓连接和高强度螺栓连接,连接部位统称为节点。连接设计是否合理,直接影响到结构的使用安全、施工工艺和工程造价,所以钢结构节点设计同构件或结构本身的设计一样重要。钢结构节点设计的原则是安全可靠、构造简单、施工方便和经济合理。

在识读节点施工详图时,先看图下方的连接详图名称,然后再看节点立面图、平面图和侧面图,此三图表示出节点部位的轮廓,对一些构造相对简单的节点,根据简单明了的原则,可以只有立面图。特别要注意连接件(螺栓、铆钉和焊缝)和辅助件(拼接板、节点板、垫块等)的型号、尺寸和位置的标注,螺栓(或铆钉)在节点详图上要了解其个数、类型、大小和排列;焊缝要了解其类型、尺寸和位置;拼接板要了解其尺寸和放置位置。节点详图的读解显得相当重要,而且也较难理解,这一部分能看懂后,可以说对钢结构施工图的识读也就基本上掌握了,因为钢结构的结构布置和构件表示与混凝土结构的相似。

下面我们在读者具备了钢结构施工图基本知识的基础上,一起来对钢结构节点详图进行分类识读。

#### 2.1.1 柱拼接连接详图

柱的拼接有多种形式,以连接方法分为螺栓和焊缝拼接,以构件截面分为等截面拼接和变截面拼接,以构件位置分为中心和偏心拼接。图 2-1 为柱拼接连接详图。在此详图中,可知此钢柱为等截面拼接,HW452×417 表示立柱构件为热轧宽翼缘 H 型钢,高为 452mm,宽为 417mm,截面特性可查型钢表 GB/T 11263-1998;采用螺栓连接,18M20 表示腹板上排列 18 个直径为 20mm 的螺栓,24M20 表示每块翼板上排列 24 个直径为 20mm 的螺栓,由螺栓的图例,可知为高强度螺栓,从立面图可知腹板上螺栓的排列,从立面图和平面图可知翼缘上螺栓的排列,栓距为 80mm,边距为 50mm;拼接板均采用双盖板连接,腹板上盖板长为 540mm,宽为 260mm,厚为 6mm,翼缘上外盖板长为 540mm,宽与柱翼宽相同,为 417mm,厚为 10mm,内盖板宽为 180mm。作为钢柱构件,在节点连接处要能传递弯矩、扭矩、剪力和轴力,柱的连接必须为刚性连接。

图 2-2 为变截面柱偏心拼接连接详图。在此详图中,知此柱上段为 HW400×300 热轧宽翼缘 H 型钢,截面高、宽为 400mm 和 300mm,下段为 HW450×300 热轧宽翼缘 H 型钢,截面高、宽分别为 450mm 和 300mm,截面特性可查型钢表 GB/T 11263-1998;柱的左翼缘对齐,右翼缘错开,过渡段长 200mm,使腹板高度达 1:4 的斜度变化,过渡段翼缘宽度与上、下段相同,此构造可减轻截面突变造成的应力集中,过渡段翼缘厚为 26mm,腹板厚为 14mm;采用对接焊缝连接,从焊缝标注可知为带坡口的对接焊缝,焊缝标注无数字时,表示焊缝按构造要求开口。

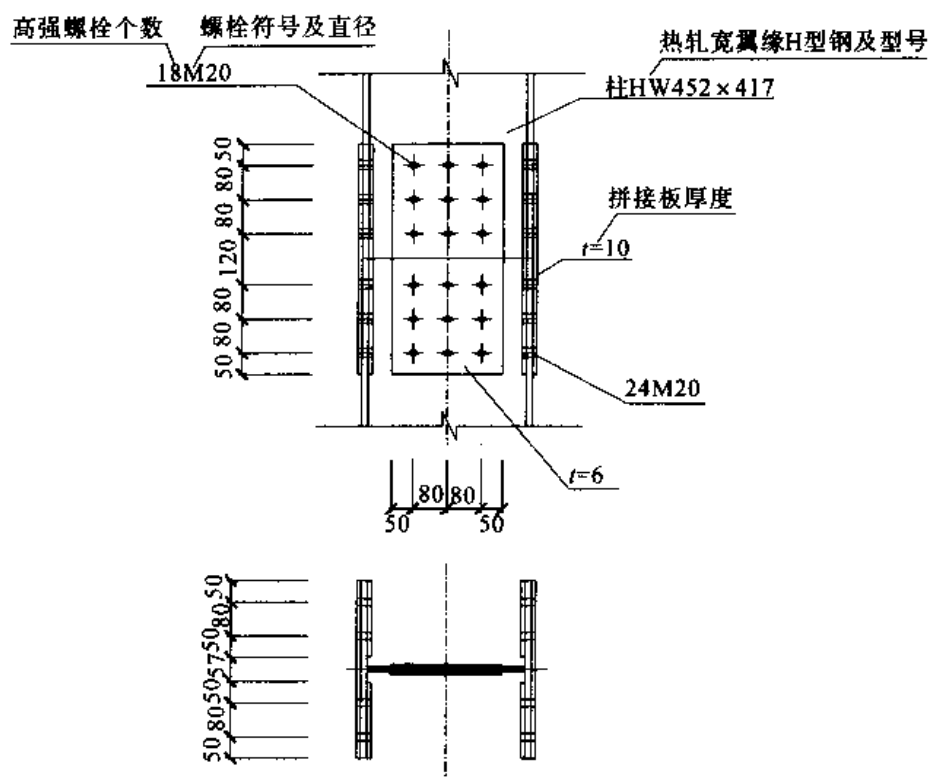


图 2-1 柱拼接连接详图(双盖板拼接)

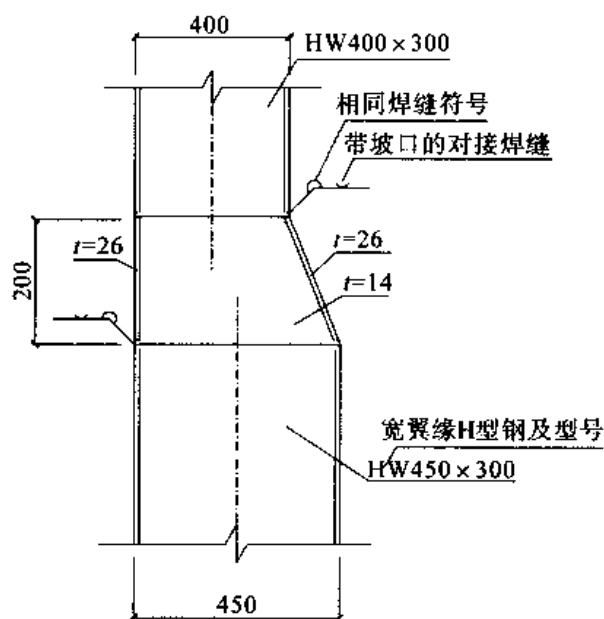


图 2-2 变截面柱偏心拼接连接详图

### 2.1.2 梁拼接连接详图

梁的拼接形式与柱类同。

图 2-3 为梁拼接连接详图。在此详图中,可知此钢梁为等截面拼接,HN500×200 表示梁为热轧窄翼缘 H 型钢,截面高、宽为 500mm 和 200mm,采用螺栓和焊缝混合连接,其中梁翼缘为对接焊缝连接,小三角旗表示焊缝为现场施焊,从焊缝标注可知为带坡口有垫块的对接焊缝,焊缝标注无数字时,表示焊缝按构造要求开口,从螺栓图例可知为高强度螺栓,个数有 10

个,直径为 20mm,栓距为 80mm,边距为 50mm;腹板上拼接板为双盖板,长为 420mm,宽为 250mm,厚为 6mm,此连接可使梁在节点处能传递弯矩,为刚性连接。

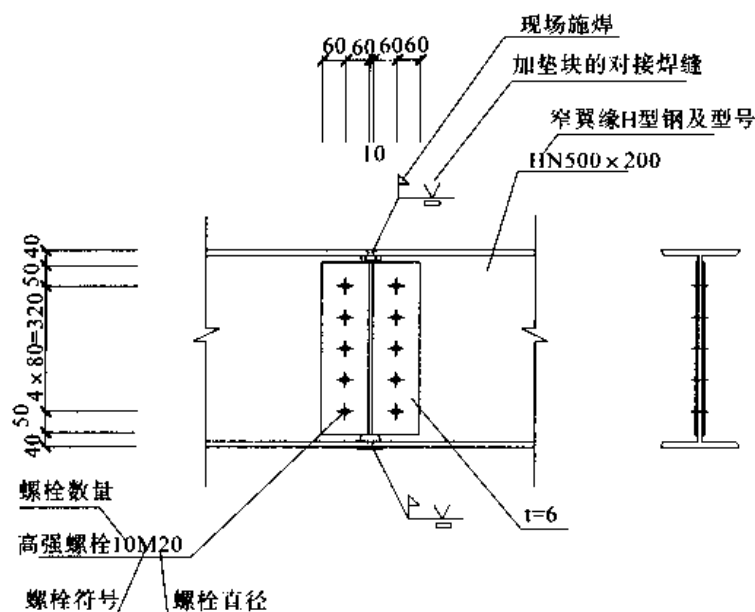


图 2-3 梁拼接连接详图(刚性连接)

### 2.1.3 主次梁侧向连接详图

图 2-4 为主次梁侧向连接详图。在此详图中,主梁为 HN600×300,表示为热轧窄翼缘 H 型钢,截面高、宽为 600mm 和 300mm,截面特性可查型钢表 GB/T 11263-1998,次梁为 I36a,表示为热轧普通工字钢,截面特性可查型钢表 GB706-88,截面类型为 a 类,截面高为 360mm;次梁腹板与主梁设置的加劲肋采用螺栓连接,从螺栓图例可知为普通螺栓连接,每侧有 3 个,直径为 20mm,栓距为 80mm,边距为 60mm,加劲肋宽于主梁的翼缘,对次梁而言,相当于设置隅撑;加劲肋与主梁翼、腹板采用焊缝连接,从焊缝标注可知焊缝为三面围焊的双面角焊缝;此连接不能传递弯矩,即为铰支连接。

### 2.1.4 梁柱连接详图

梁柱连接形式多种多样,以连接方法分为螺栓、焊缝和混合连接;以传递弯矩分为刚性、半刚性和铰接连接。在梁柱连接中,必须注意,柱构件应贯通而梁构件断开。图 2-5 为梁柱刚性连接详图。在此详图中,钢梁为 HZ500×200,表示梁为热轧窄翼缘 H 型钢,截面高、宽为 500mm 和 200mm,钢柱为 HW400×300,表示柱为热轧宽翼缘 H 型钢,截面高、宽为 400mm 和 300mm,截面特性可查型钢表 GB/T 11263-1998;采用螺栓和焊缝混合连接,梁翼缘与柱翼缘为对接焊缝连接,小三角旗表示焊缝为现场施焊,从焊缝标注可知为带坡口有垫块的对接焊缝,焊缝标注无数字时,表示焊缝按构造要求开口;梁腹板通过大角钢与柱翼缘连接,2 L 125×12 表示角钢有两块,分置于梁腹板两侧,等肢角钢,肢宽为 125mm,肢厚为 12mm,角钢与柱翼缘为双面角焊缝连接,焊脚为 10mm,焊缝长度无数字表示沿肢尖满焊,角钢与梁腹板采用高强度螺栓连接,螺栓个数为 5 个,直径为 20mm,其排列位。此连接能使梁在节点处传递弯矩,为刚性连接。

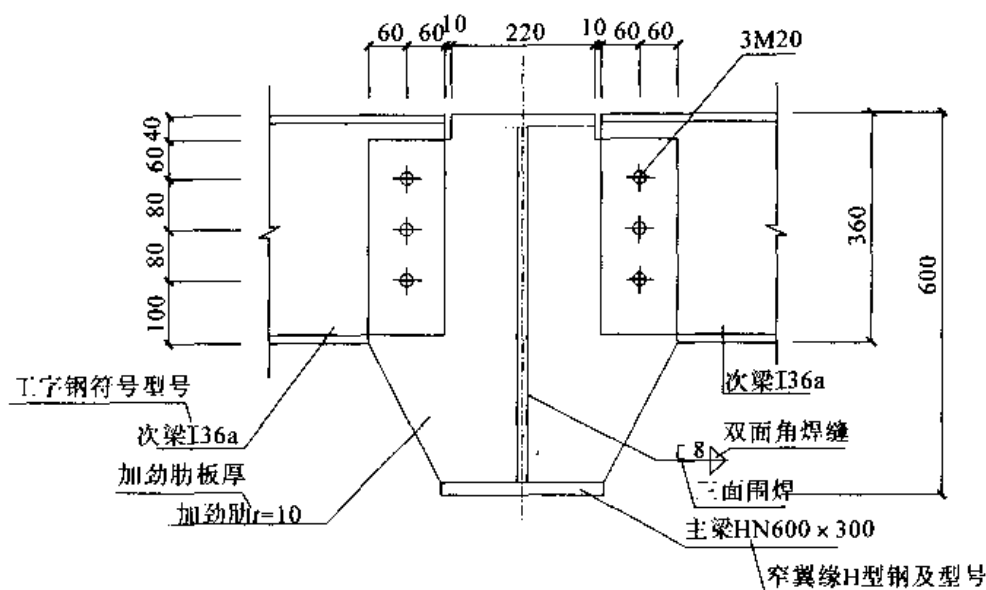


图 2-4 主次梁侧向连接详图

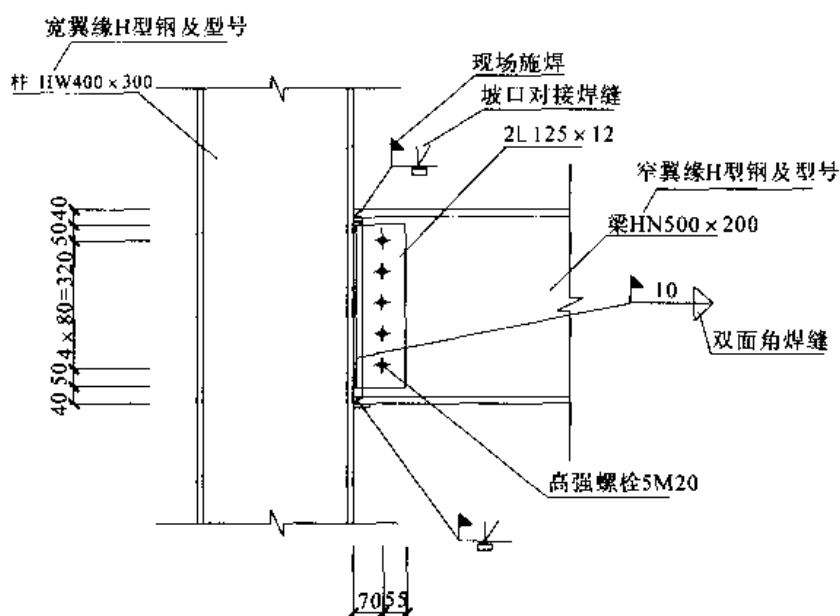


图 2-5 梁柱刚性连接详图

图 2-6 为梁柱半刚性连接详图。在此详图中,钢梁为 HZ500×200,表示梁为热轧窄翼缘 H 型钢,截面高、宽为 500mm 和 200mm,钢柱为 HW400×300,表示柱为热轧宽翼缘 H 型钢,截面高、宽为 400mm 和 300mm,截面特性可查型钢表 GB/T 11263-1998;通过大角钢梁腹板柱翼缘采用高强度螺栓连接,2 L 125×12 表示角钢有两块,分置于梁腹板两侧,等肢角钢,肢宽为 125mm,肢厚为 12mm,梁腹板上螺栓数为 5 个,直径为 20mm,柱翼缘上螺栓数为 10 个,直径为 20mm,栓距为 80mm,边距为 50mm,在梁下翼缘用大角钢 L 125×12 作为支托,两肢分别用 2 个直径 20mm 的高强度螺栓与梁、柱翼缘连接。此为半刚性连接。

图 2-7 为梁柱铰支连接详图。在此详图中,钢梁为 HZ500×200,表示梁为热轧窄翼缘 H 型钢,截面高、宽为 500mm 和 200mm,钢柱为 HW400×300,表示柱为热轧宽翼缘 H 型钢,截面高、宽为 400mm 和 300mm,截面特性可查型钢表 GB/T 11263-1998;通过大角钢梁腹板柱

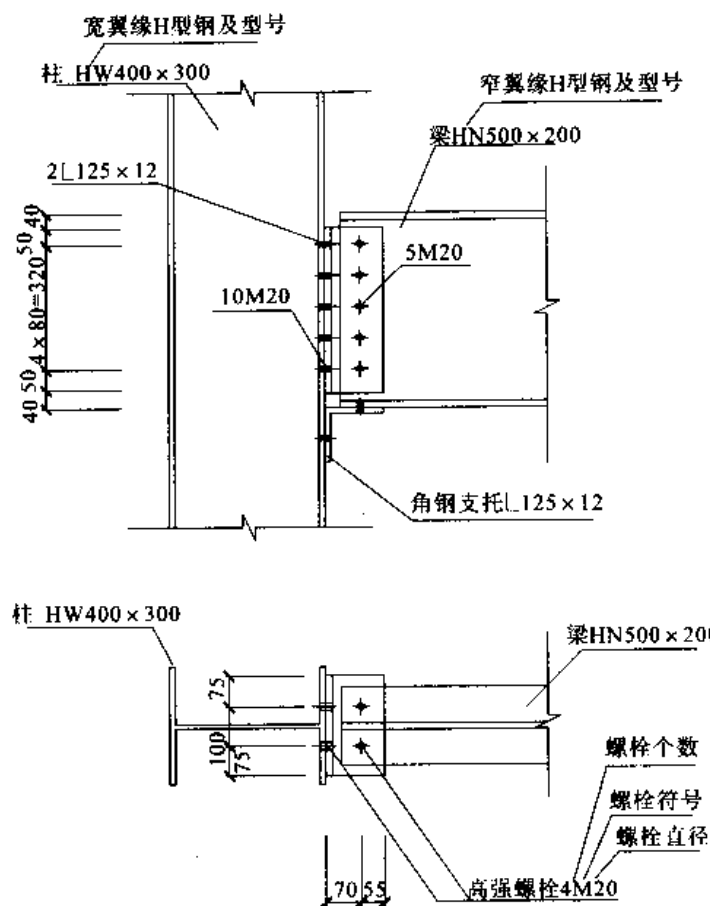


图 2-6 梁柱半刚性连接详图

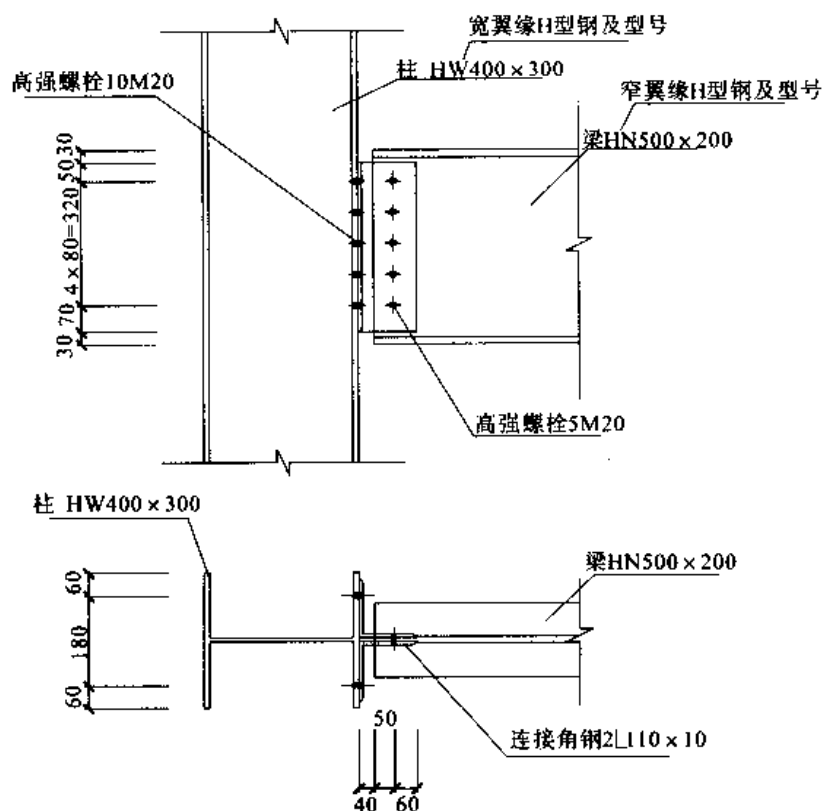


图 2-7 梁柱铰支连接详图

翼缘采用高强度螺栓连接,  $2 \angle 125 \times 12$  表示角钢有两块, 分置于梁腹板两侧, 等肢角钢, 肢宽为 125mm, 肢厚为 12mm, 梁腹板上螺栓数为 5 个, 直径为 20mm, 柱翼缘上螺栓数为 10 个, 直径为 20mm, 在梁下翼缘用大角钢  $\angle 125 \times 12$  作为支托, 两肢分别用 2 个直径 20mm 的高强度螺栓与梁、柱翼缘连接, 栓距为 80mm, 边距为 50mm。此为铰支连接。

### 2.1.5 屋架支座节点连接详图

屋架支座有梯形支座和三角形支座之分。图 2-8 为一梯形屋架支座节点详图。在此详图中, 将屋架上、下弦杆和斜腹杆与边柱螺栓连接, 边柱为 HW400×300, 表示柱为热轧宽翼缘 H 型钢, 截面高、翼缘宽为 400mm 和 300mm。在与屋架上、下弦节点处, 柱腹板成对设置构造加劲肋, 长与柱腹板相等, 宽为 100mm, 厚为 12mm。在上节点, 上弦杆采用两不等边角钢  $2 \angle 110 \times 70 \times 8$  组成, 通过长为 220mm、宽为 240mm 和厚为 14mm 的节点板与柱连接, 上弦杆与节点板用两条侧角焊缝连接, 焊脚 8mm, 焊缝长度 150mm, 节点板与长为 220mm、宽为 180mm 和厚为 20mm 的端板用双面角焊缝连接, 焊脚 8mm, 焊缝长度为满焊, 端板与柱翼缘用 4 个直径 20mm 的普通螺栓连接。在下节点, 腹杆采用两不等边角钢  $2 \angle 90 \times 56 \times 8$  组成, 与长为 360mm、宽为 240mm 和厚为 14mm 的节点板用两条侧角焊缝连接, 焊脚为 8mm, 焊缝长度 180mm; 下弦杆采用两等边角钢  $2 \angle 100 \times 8$  组成, 与节点板用侧角焊缝连接, 焊脚为 8mm, 焊缝长度 160mm; 节点板与长为 360mm、宽为 240mm 和厚为 20mm 的端板用双面角焊缝连接, 焊脚 8mm, 焊缝长度为满焊, 端板与柱翼缘用 8 个直径 20mm 的普通螺栓连接。柱底板长为 500mm、宽为 400mm 和厚为 20mm, 通过 4 个直径 30mm 的锚栓与基础连接; 下节点端板刨平顶紧置于支托上, 支托长为 220mm、宽为 80mm 和厚为 30mm, 用焊脚 10mm 的角焊缝三面围焊。

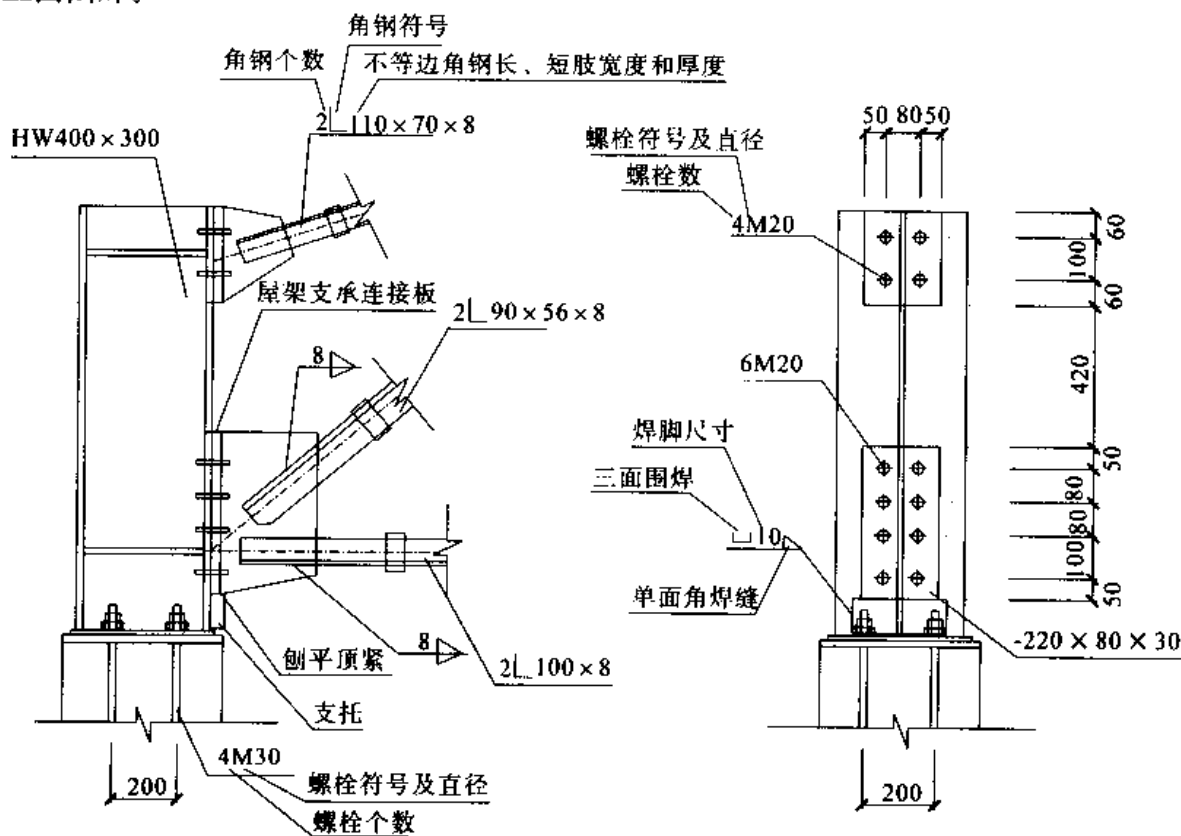


图 2-8 梯形屋架支座节点详图

[illegible]

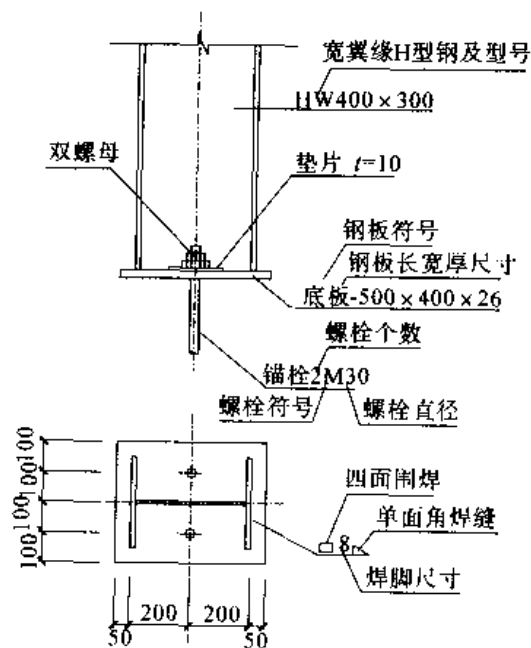


图 2-10 铰接柱脚详图

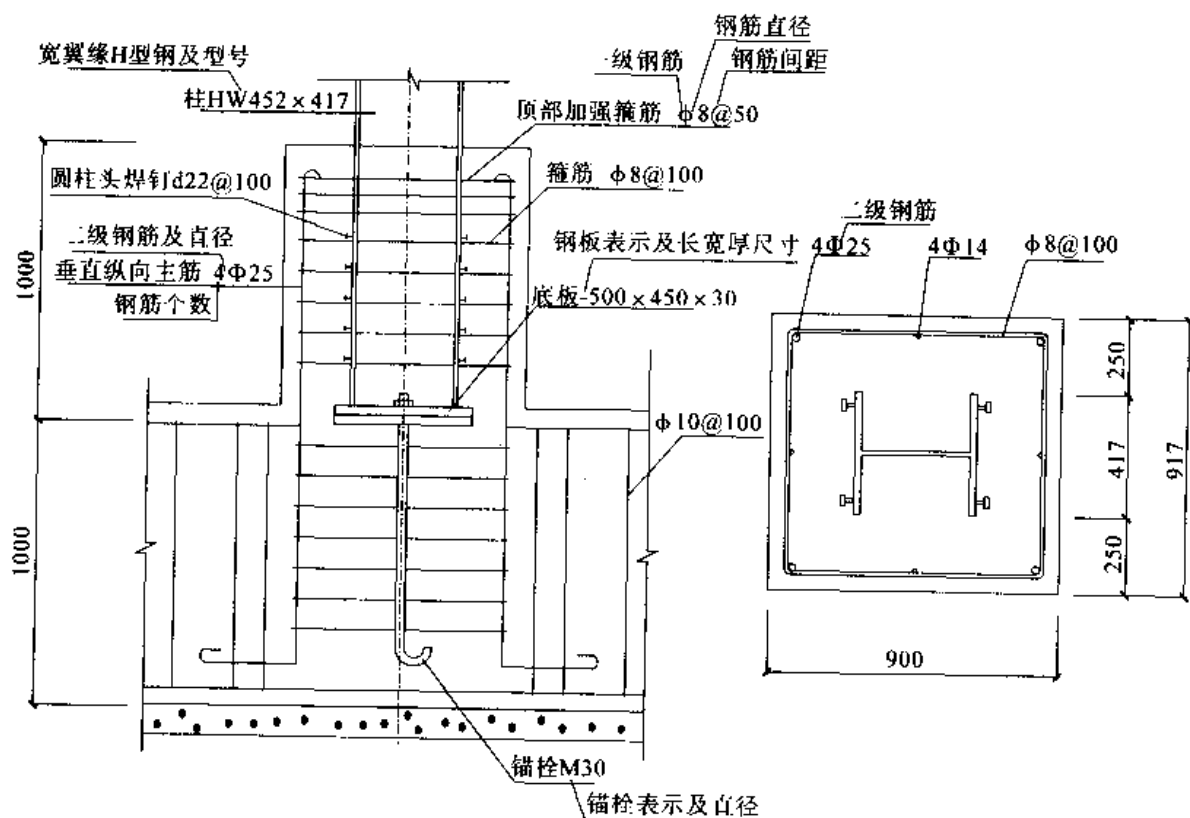


图 2-11 包脚式柱脚详图

图 2-12 为一埋入式柱脚详图。在此详图中,钢柱为双肢缀板式格构柱,分肢为 I25b 热轧普通工字钢,截面高为 250mm,截面特性可查型钢表 GB 706-88,分肢形心间距为 400mm。混凝土基础预留深度为 350mm 的埋入孔,孔的上部与分肢周边间距为 75mm,下部与分肢周边间距为 50mm,放入钢柱后现浇细石混凝土填实。



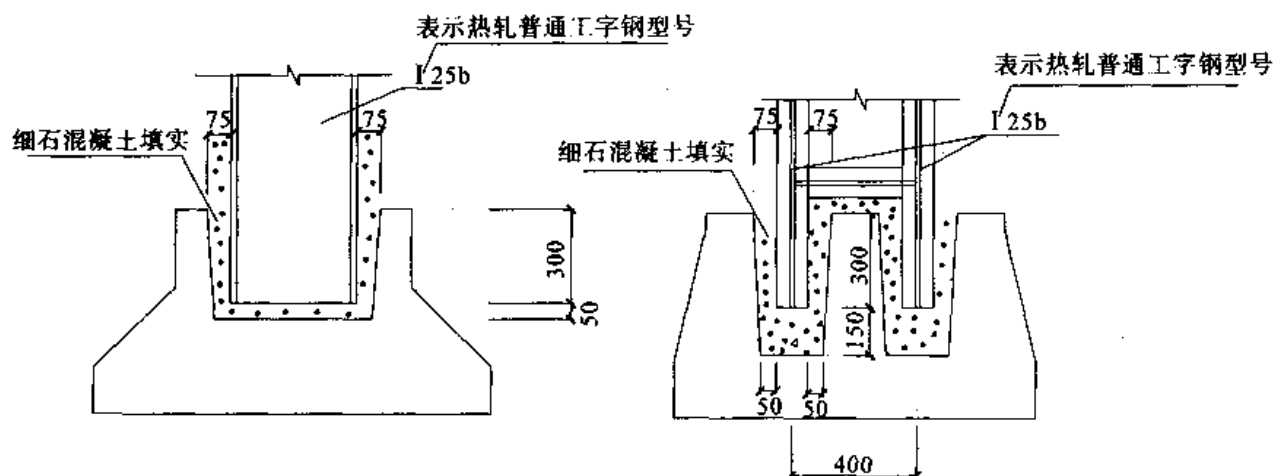


图 2-12 埋入式柱脚详图

### 2.1.7 支撑节点详图

支撑多采用型钢制作,支撑与构件、支撑与支撑的连接处称支撑连接节点。图 2-13 为一槽钢支撑节点详图。在此详图中,支撑构件为双槽钢 2[20a,截面高为 200mm,截面特性可查型钢表 GB 706-88,槽钢连接于厚 12mm 的节点板上,可知构件槽钢夹住节点板连接,贯通槽钢用双面角焊缝连接,焊脚为 6mm,焊缝长度为满焊;分断槽钢用普通螺栓连接,每边螺栓有 6 个,直径 14mm,螺栓间距为 80mm。

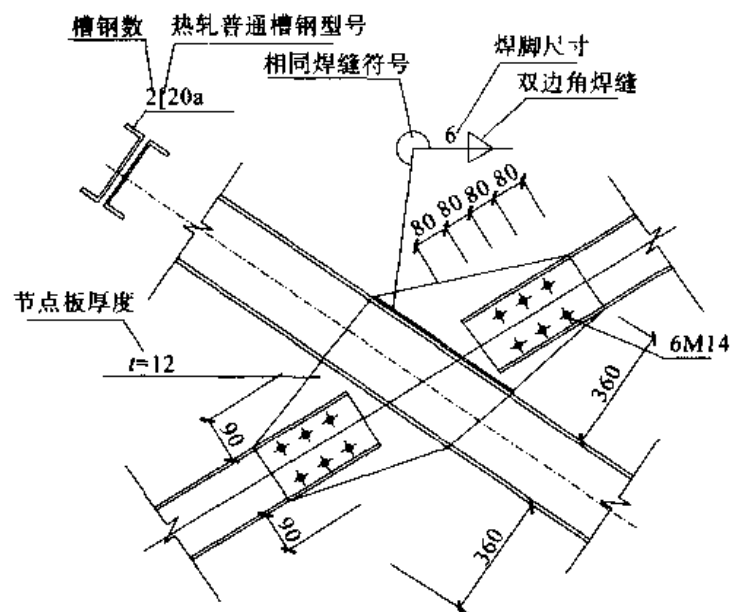


图 2-13 槽钢支撑节点详图

图 2-14 为一角钢支撑节点详图。在此详图中,支撑构件为双角钢 2 L 80×50×5,长肢宽为 80mm,短肢宽为 50mm,肢厚为 5mm,用角焊缝和螺栓连接于节点板上,贯通角钢用双面角焊缝连接,焊脚为 10mm,焊缝长度为满焊;分断角钢用普通螺栓加角焊缝连接,每边螺栓有 2 个,直径 20mm,螺栓间距为 80mm。角焊缝为现场施焊,焊脚为 10mm,焊缝长度为 180mm。由连接设计可考虑到普通螺栓只起临时固定作用,传力还是由角焊缝承担。

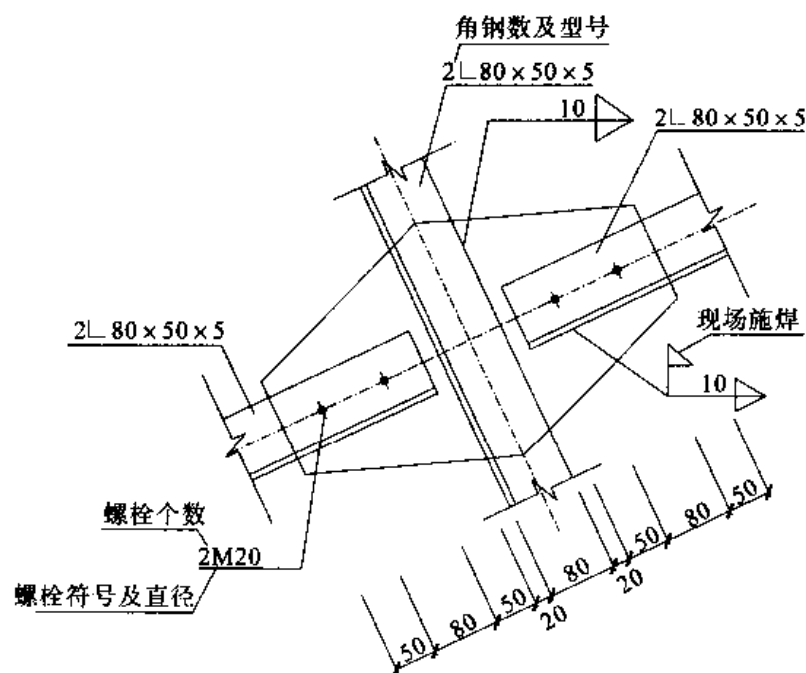


图 2-14 角钢支撑节点详图

### 2.1.8 钢梁与混凝土的连接详图

钢构件常与其混凝土构件相连,以组成整体结构或组合构件。如钢柱与混凝土基础连接,钢梁与混凝土墙、柱连接,钢梁与混凝土板连接等。图 2-15 为一钢梁与混凝土墙的连接详图。在此详图中,钢梁为 HW400×300,表示梁为热轧宽翼缘 H 型钢,截面高、宽为 400mm 和 300mm;钢梁插入墙内深度为 850mm,在梁两翼缘上设置单排直径为 19mm,间距为 150mm 的圆柱头焊钉。

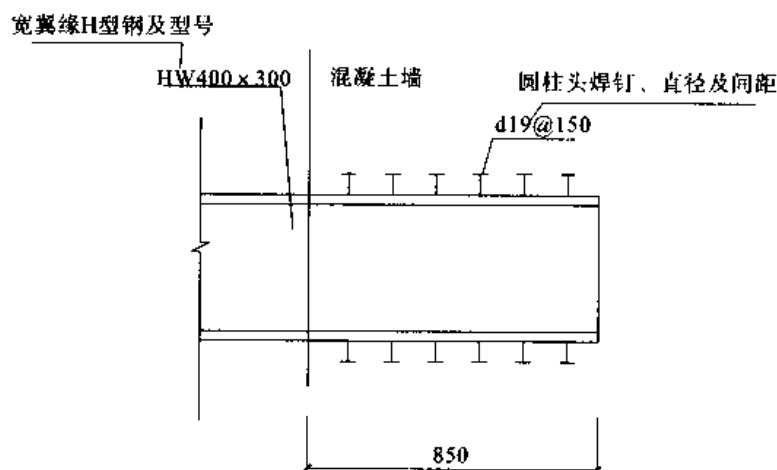


图 2-15 钢梁与混凝土墙连接详图

图 2-16 为一钢梁与混凝土板的连接详图。在此详图中,钢梁为 HW400×300,表示梁为热轧宽翼缘 H 型钢,截面高、宽为 400mm 和 300mm;钢梁放置压型钢板 YX75×230,表示压型钢板肋高为 75mm,波宽为 230mm,作为现浇混凝土的模板,混凝土板净高为 75mm,在梁上翼缘设置直径为 19mm,间距为 200mm 的圆柱头焊钉,以满足梁板工作协

调的要求。

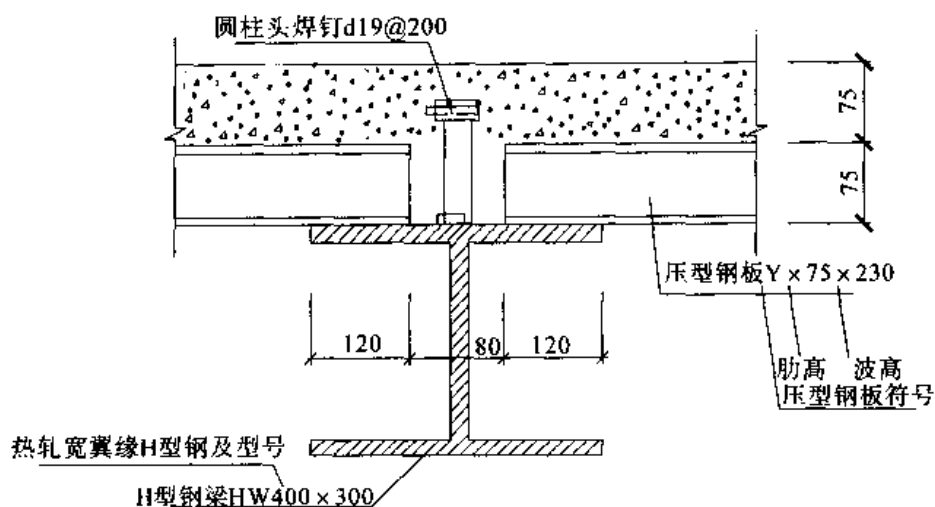


图 2-16 钢梁与混凝土板连接详图

### 2.1.9 钢梁腹板开洞补强详图

图 2-17 为一钢梁腹板开洞补强详图。在此详图中,钢梁为 HN500×300,表示梁为热轧窄翼缘 H 型钢,截面高、宽为 500mm 和 200mm,截面特性可查型钢表 GB/T 11263-1998;钢梁腹板居中开边长为 200mm 的方洞,在方洞周边、梁腹板四边用井字形加劲肋加强,纵、横向加劲肋长与梁腹板高等同,宽为 85mm,厚为 14mm,加劲肋与梁腹板用角焊缝连接,焊脚为 10mm,焊缝长度连续满焊。

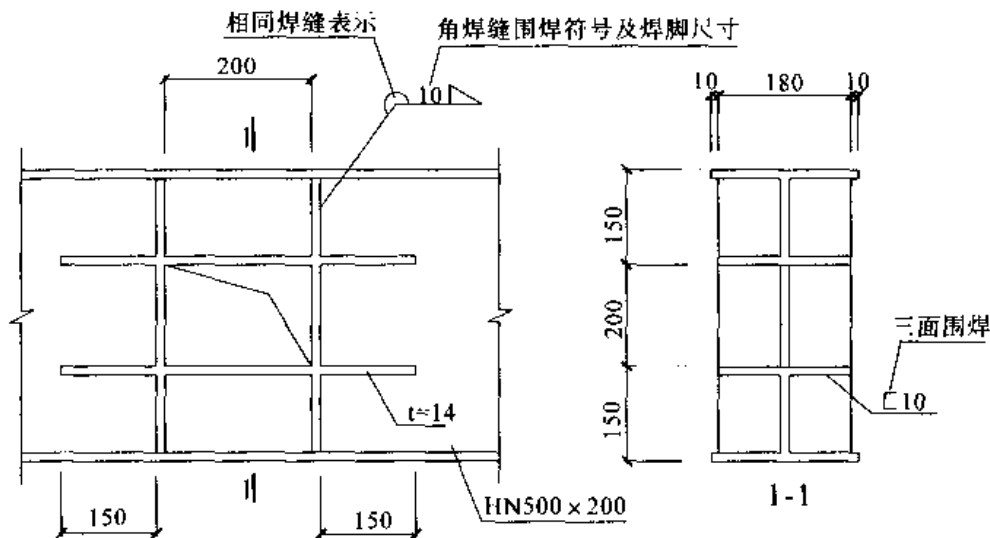


图 2-17 钢梁腹板开洞补强详图

## § 2.2 节点详图图例

本章第一节简单介绍了节点连接详图的识读,要达到快速识读施工图的程度,还需经历一

个过程,为此在第二节里,集中列出一些节点连接详图(图 2-18~图 2-36),以供初学者练习,在一些较难理解之处,增加了相应的文字解说,便于初学者识读。

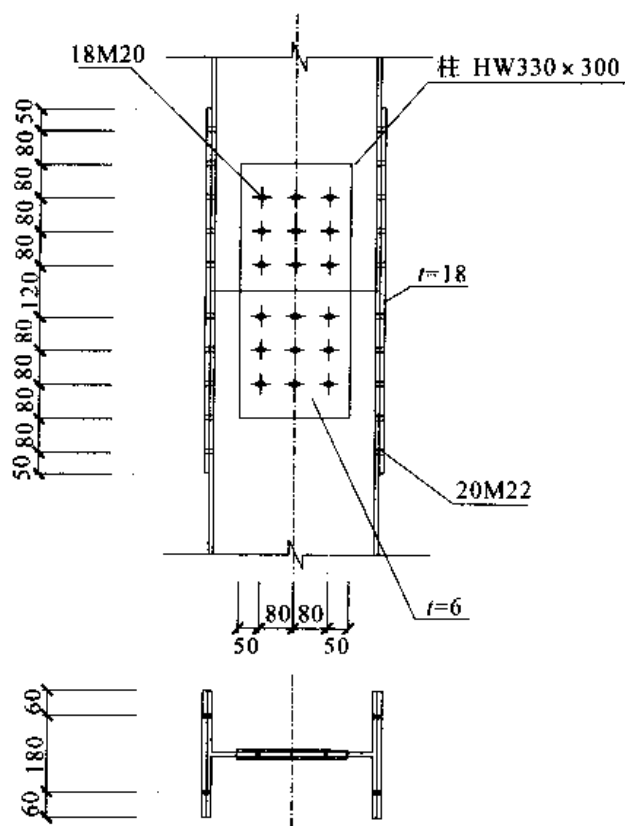


图 2-18 钢柱拼接连接详图(单盖板拼接)

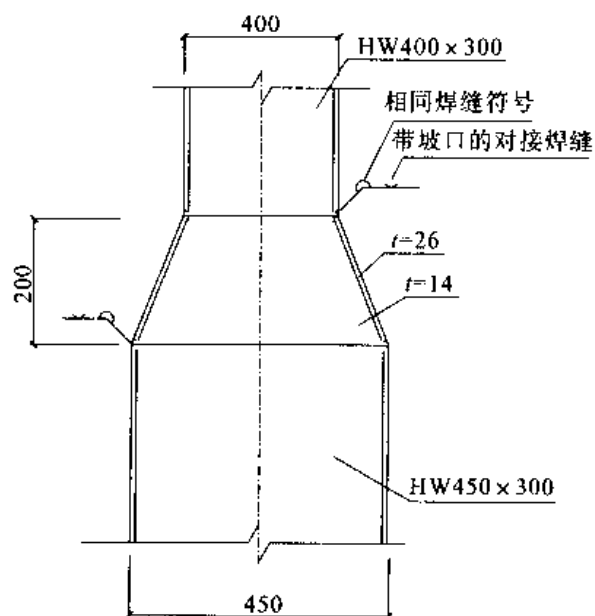


图 2-19 变截面柱轴心拼接详图

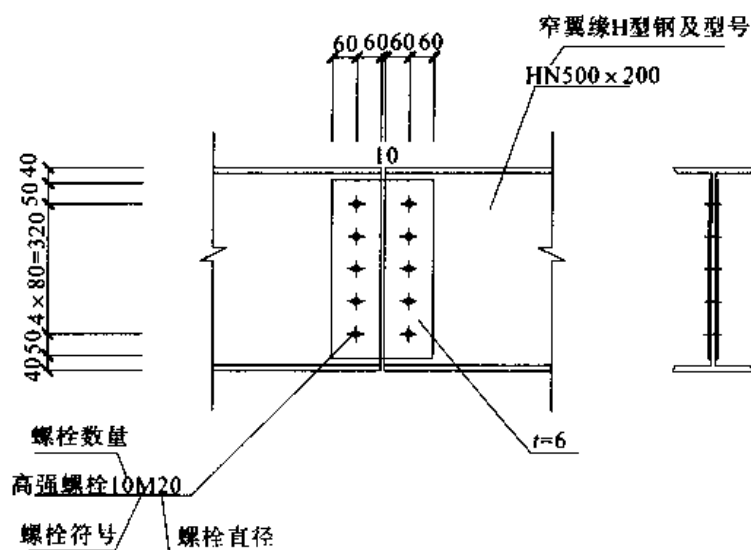


图 2-20 钢梁的拼接连接详图

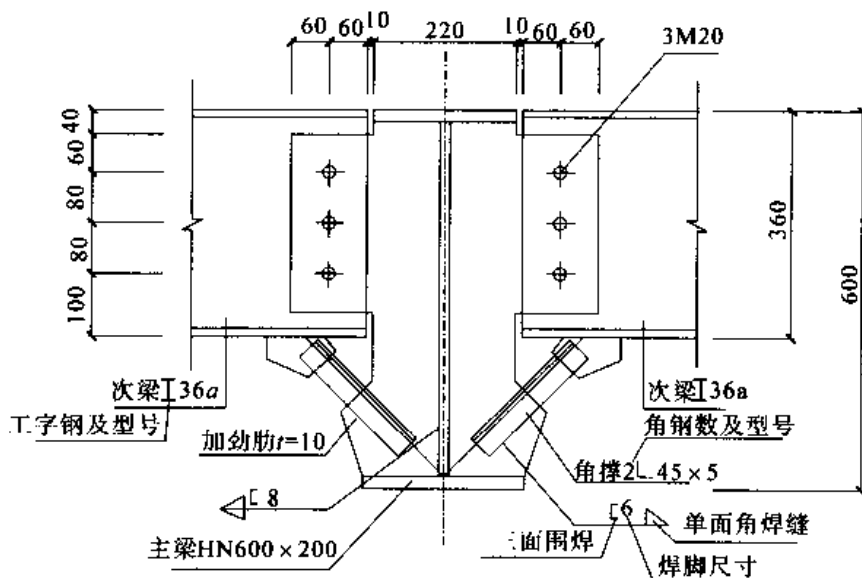


图 2-21 带角撑的主次梁连接详图

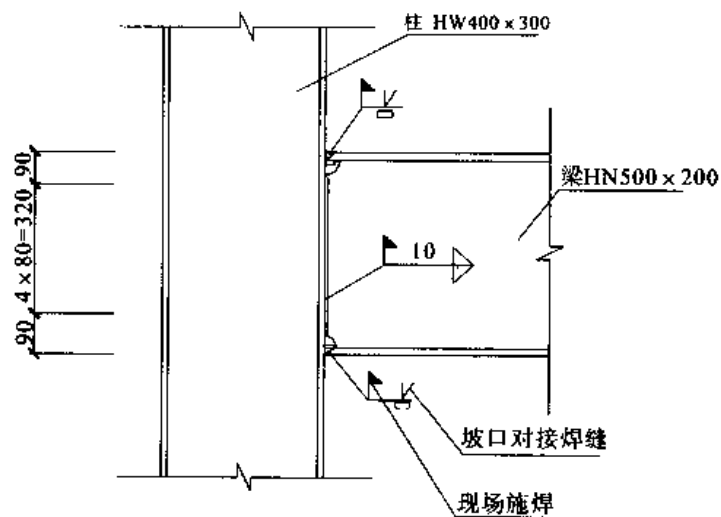


图 2-22 梁柱焊缝刚性连接详图

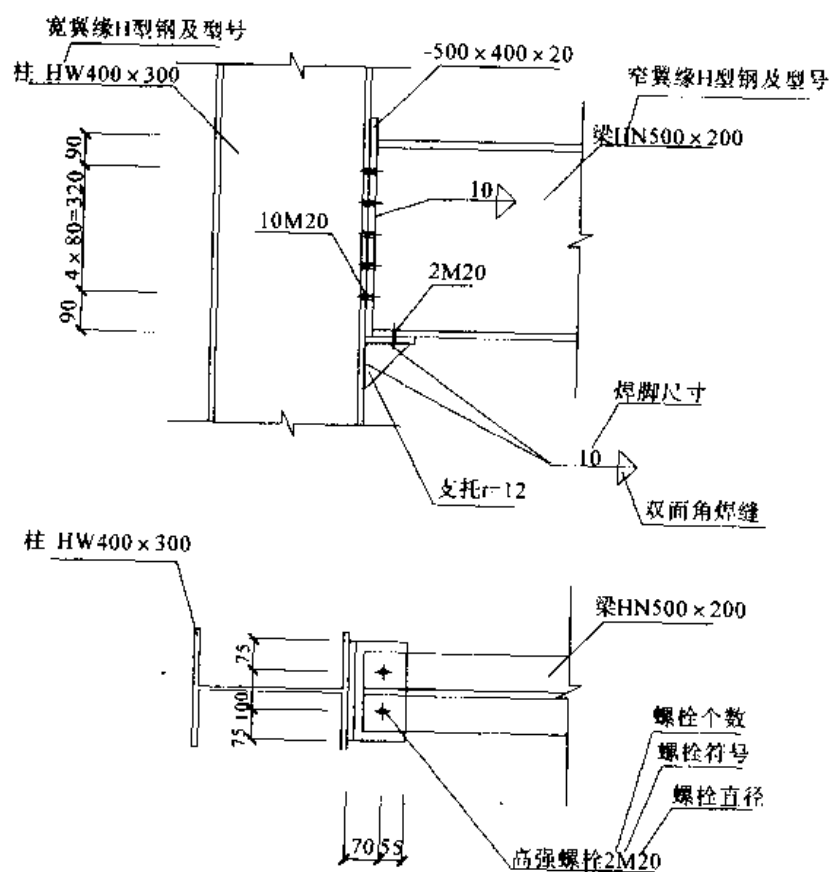


图 2-23 梁柱加支托的半刚性连接详图

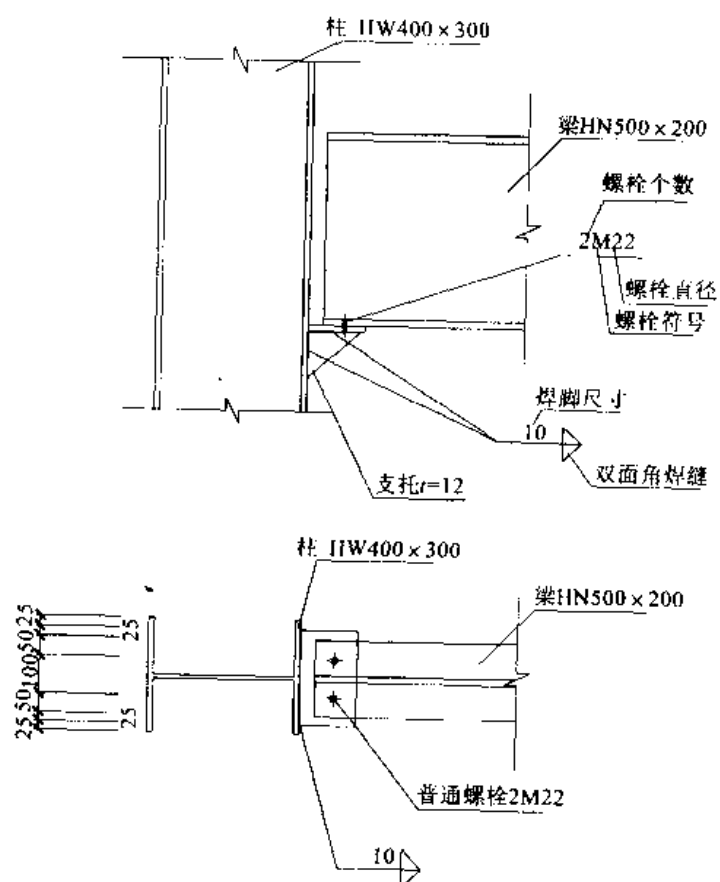


图 2-24 梁柱铰接连接详图

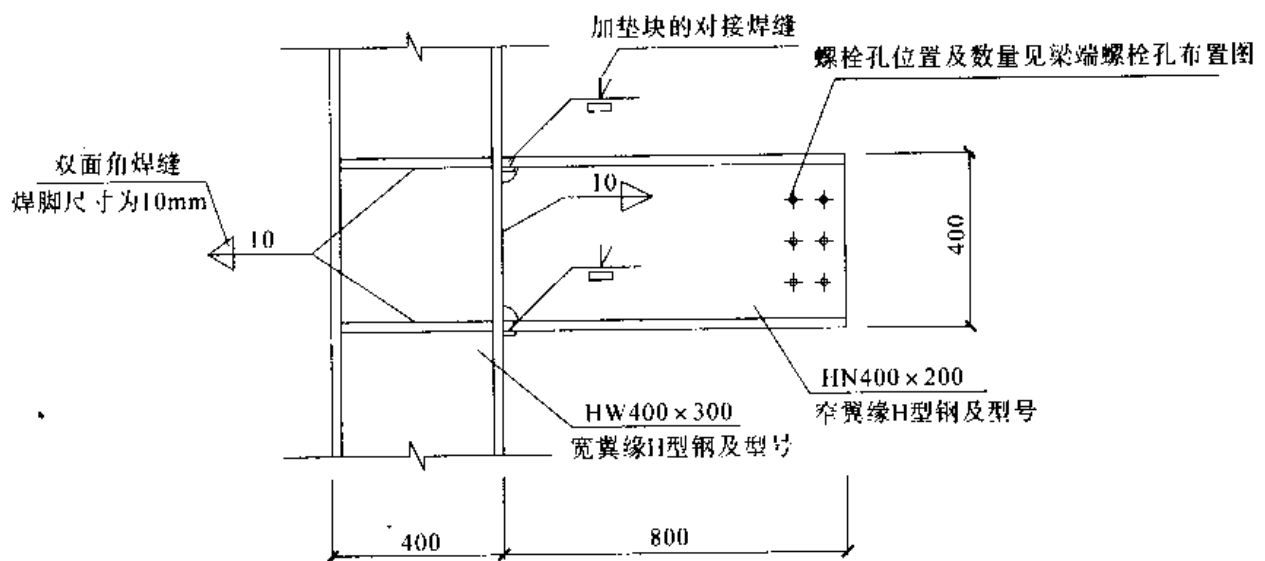


图 2-25 梁柱节点连接详图

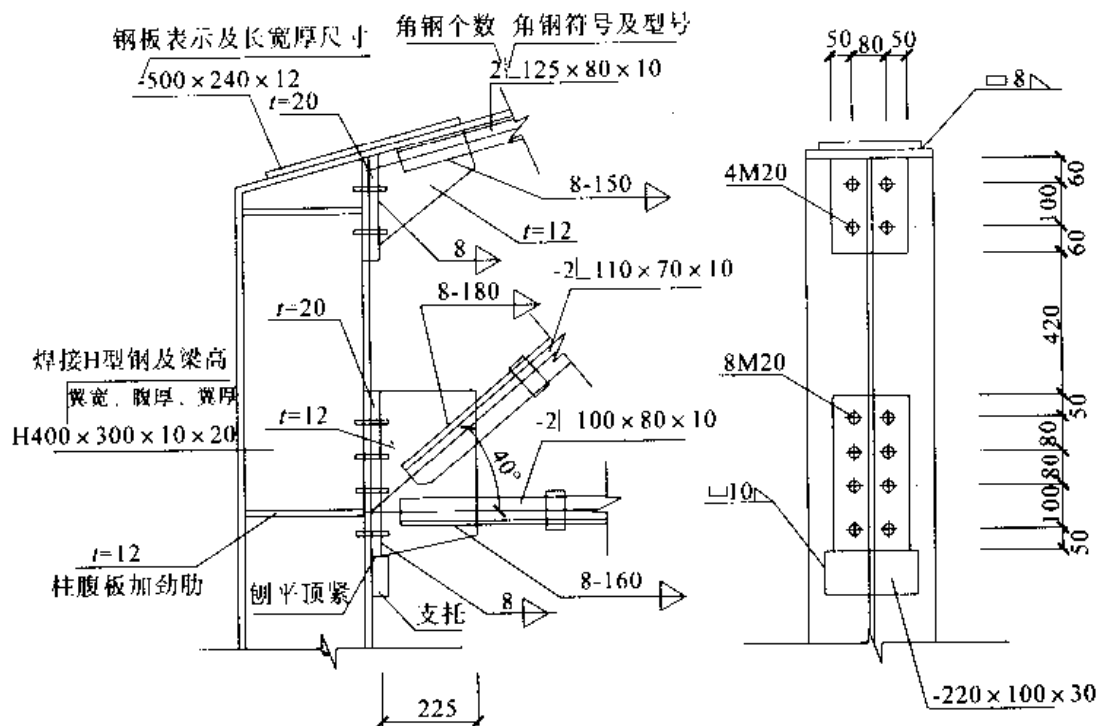


图 2-26 梯形屋架(下腹杆)节点详图

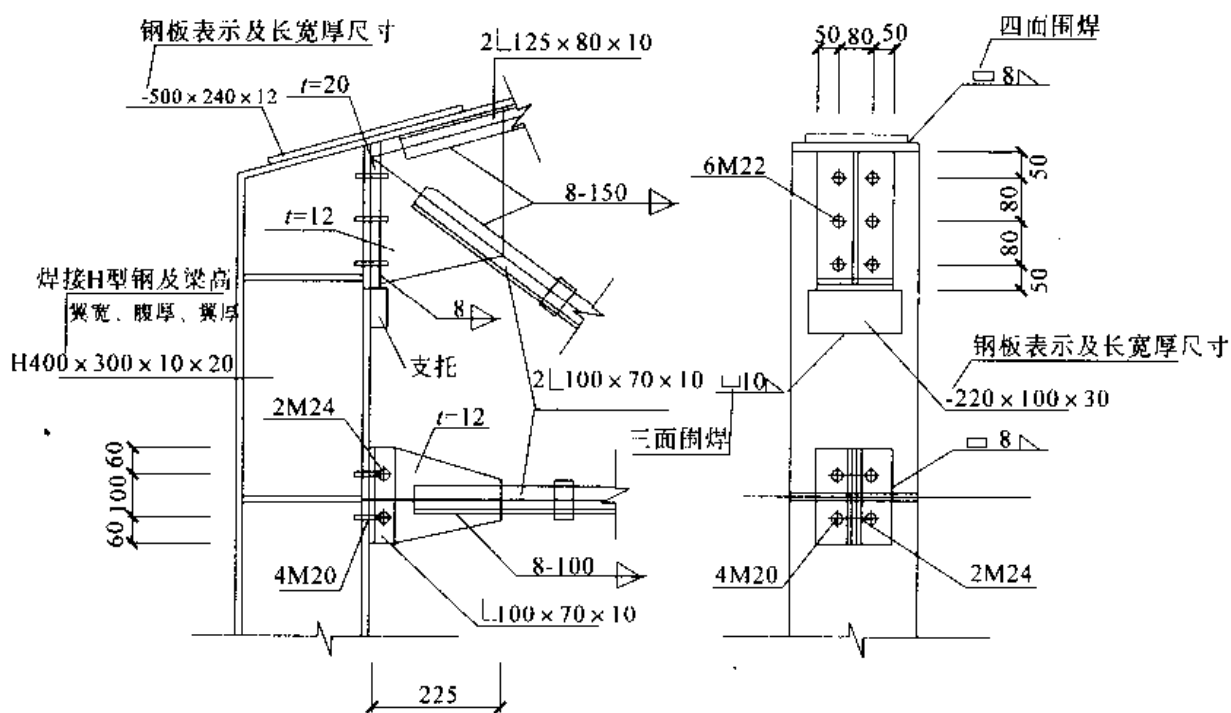


图 2-27 梯形屋架(上腹杆)节点详图

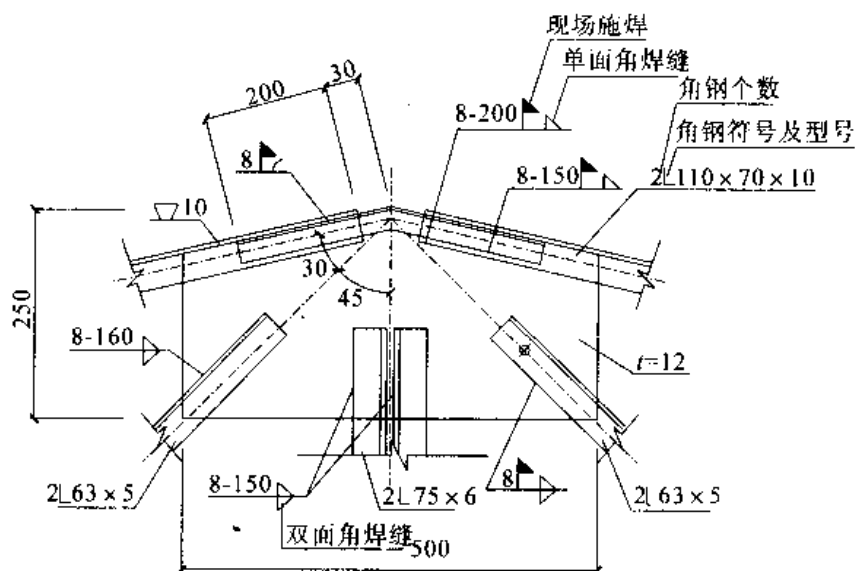


图 2-28 屋脊节点详图



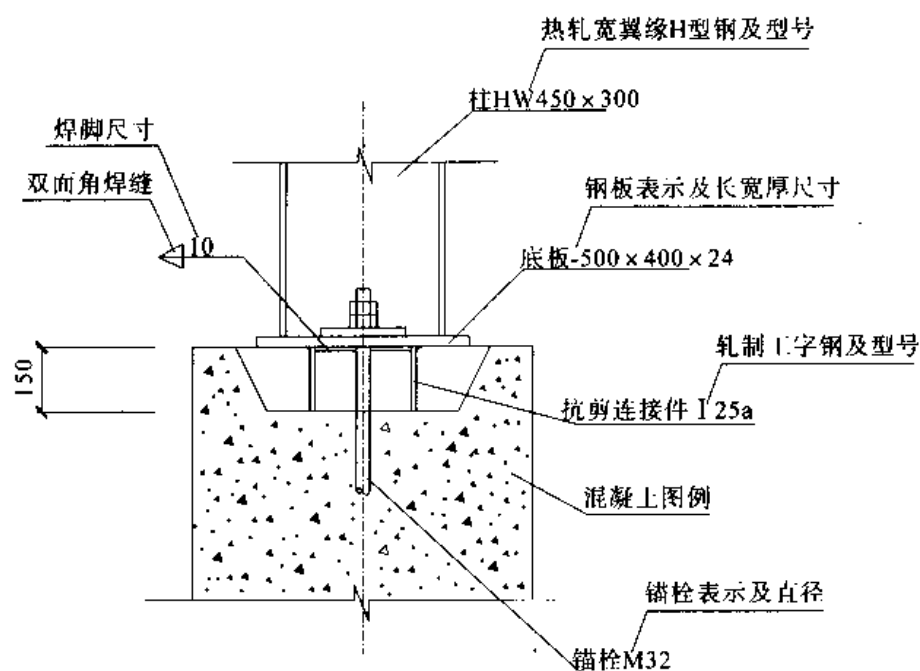


图 2-29 设置抗剪键的柱脚详图

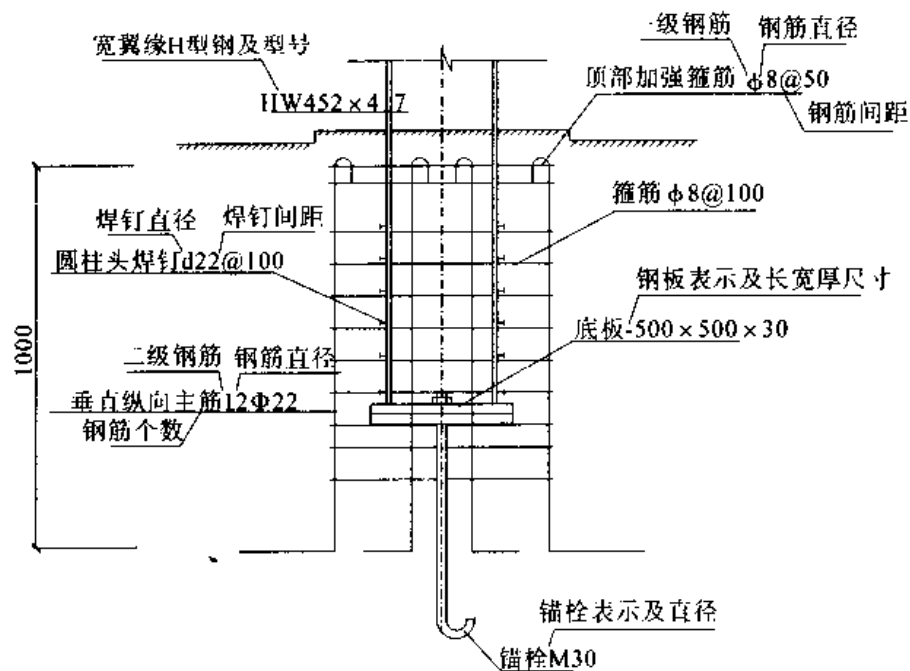


图 2-30 埋入式刚性柱脚详图

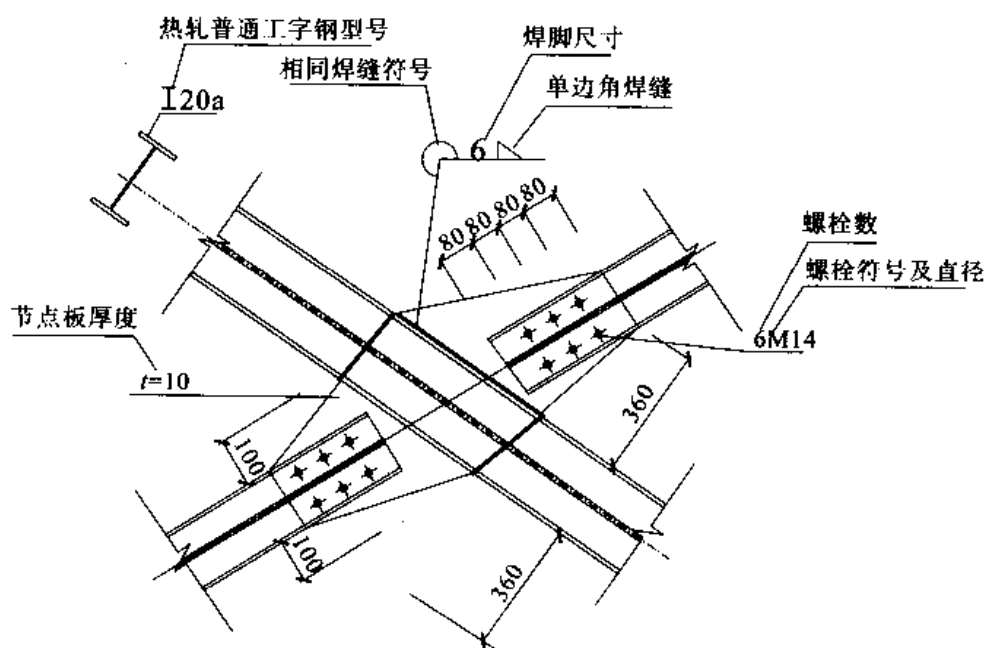


图 2-31 工字钢支撑节点详图

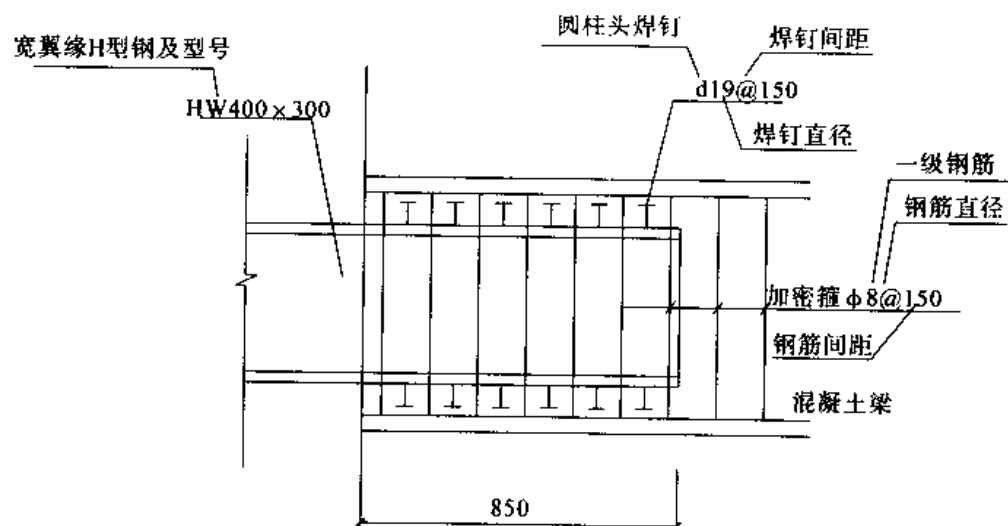


图 2-32 钢梁与混凝土构件刚性连接详图

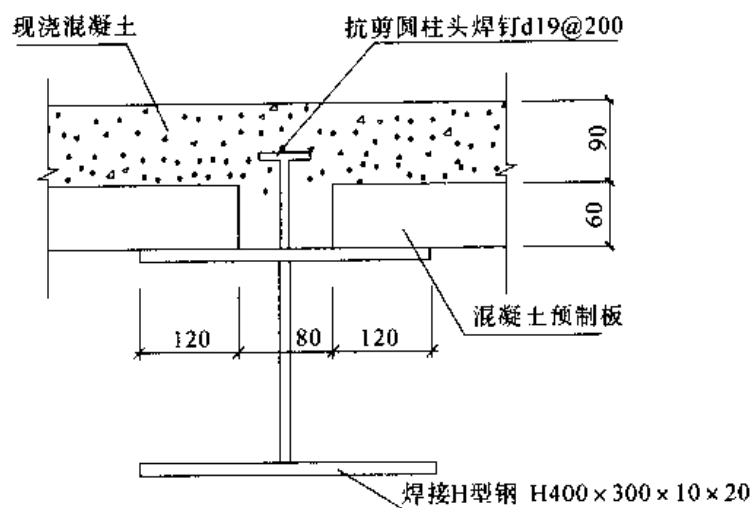


图 2-33 组合梁板连接详图

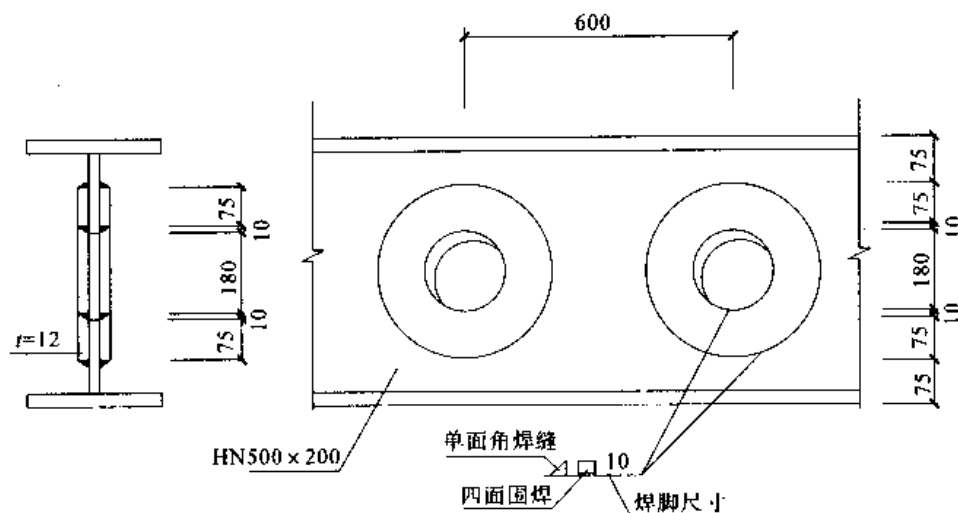


图 2-34 梁腹板开洞(圆洞)补强详图

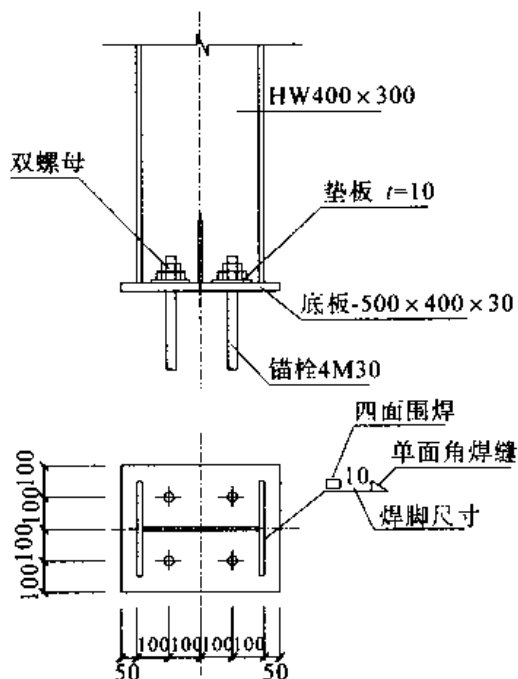


图 2-35 铰接柱脚详图

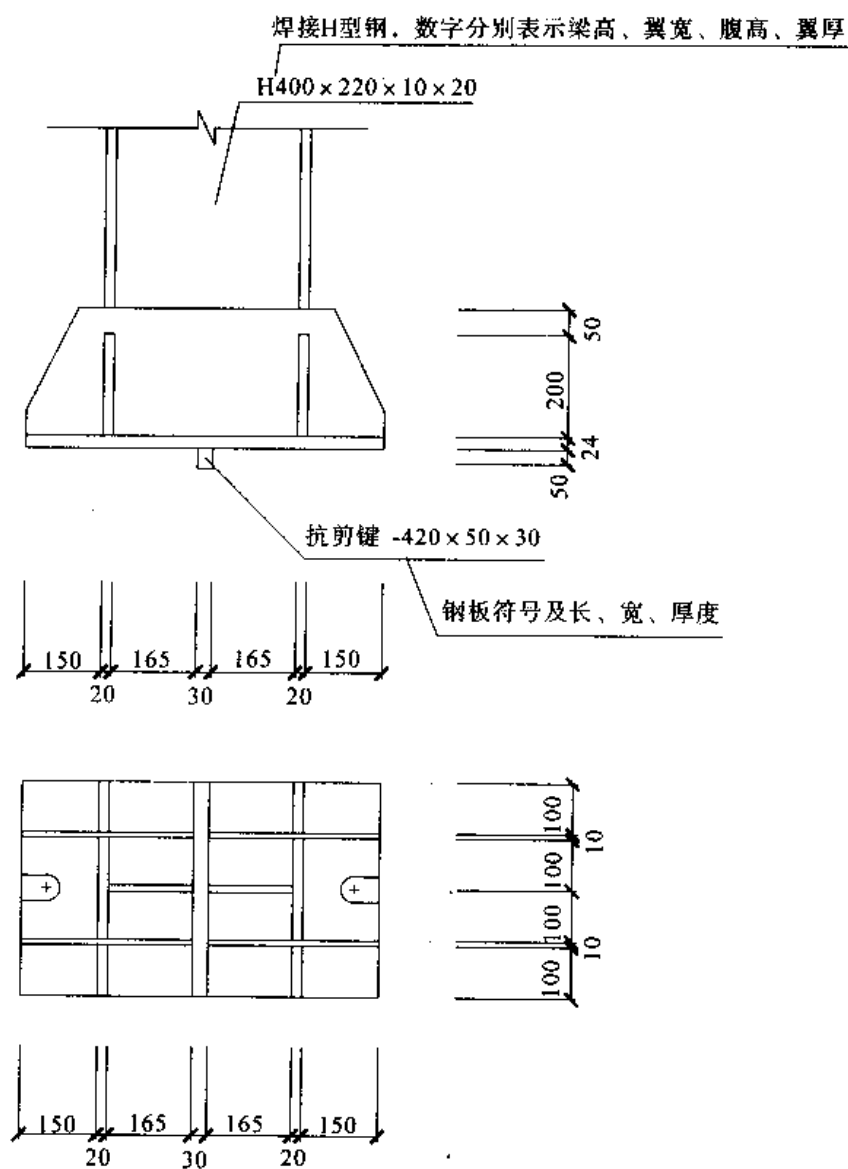


图 2-36 柱脚剪力键设置详图

## 第3章 钢结构工程施工设计图识读

### § 3.1 概 述

钢结构工程施工设计图通常有:图纸目录、设计说明、基础图、结构布置图、构件图、节点详图以及其他次构件、钢材订货表等。

1) 图纸目录通常注有:设计单位名称、工程名称、工程编号、项目、出图日期、图纸名称、图别、图号、图幅以及校对、制表人等。

2) 钢结构的设计说明通常包含:

① 设计依据:主要有国家现行有关规范和甲方的有关要求。

② 设计条件:主要指永久荷载、可变荷载、风荷载、雪荷载、抗震设防烈度及工程主体结构使用年限和结构重要等级等。

③ 工程概况:主要指结构质式和结构规模等。

④ 设计控制参数:主要指有关的变形控制条件。

⑤ 材料:主要指所选用的材料要符合有关规范及所选用材料的强度等级等。

⑥ 钢构件制作和加工:主要指焊接和螺栓等方面的有关要求及其验收的标准。

⑦ 钢结构运输和安装:主要包含运输和安装过程中要注意的事项和应满足的有关要求。

⑧ 钢结构涂装:主要包含构件的防锈处理方法和防锈等级及漆膜厚度等。

⑨ 钢结构防火:主要包含结构防火等级及构件的耐火极限等方面的要求。

⑩ 钢结构的维护及其他需说明的事项内容。

3) 基础图包括基础平面布置图和基础详图。基础平面布置图主要表示基础的平面位置(即基础与轴线的关系),以及基础梁、基础其他构件与基础之间的关系;标注基础、钢筋混凝土柱、基础梁等有关构件的编号,表明地基持力层、地耐力、基础混凝土和钢材强度等级等有关方面的要求。基础详图主要表示基础的细部尺寸,如基底平面尺寸、基础高度、底板配筋、基底标高和基础所在的轴线号等;基础梁详图主要表示梁的断面尺寸、配筋和标高。

4) 柱脚平面布置图主要表示柱脚的轴线位置与和柱脚详图的编号。柱脚详图表示柱脚的细部尺寸、锚栓位置及柱脚二次灌浆的位置和要求等。

5) 结构平面布置图表示结构构件在平面的相互关系和编号,如刚架、框架或主次梁、楼板的编号以及它们与轴线的关系。

6) 墙面结构布置图可以是墙面檩条布置图、柱间支撑布置图。墙面檩条布置图表示墙面檩条的位置、间距及檩条的型号;柱间支撑布置图表示柱间支撑的位置和支撑杆件的型号;墙面檩条布置图同时也表示隅撑、拉条、撑杆的布置位置和所选用的钢材型号,以及墙面其他构件的相互关系,如门窗位置、轴线编号、墙面标高等。

7) 屋盖支撑布置图表示屋盖支撑系统的布置情况。屋面的水平横向支撑通常由交叉圆杆组成,设置在与柱间支撑相同的柱间;屋面的两端和屋脊处设有刚性系杆,刚性系杆通常是圆钢管或角钢,其他为柔性系杆可用圆钢。

8) 屋面檩条布置图表示屋面檩条的位置、间距和型号以及拉条、撑杆、隅撑的布置位置 and 所选用的型号。

9) 构件图可以是框架图、刚架图,也可以是单根构件图。如刚架图主要表示刚架的细部尺寸、梁和柱变截面位置,刚架与屋面檩条、墙面檩条的关系;刚架轴线尺寸、编号及刚架纵向高度、标高;刚架梁、柱编号、尺寸以及刚架节点详图索引编号等。

10) 节点详图是表示某些复杂节点的细部构造。如刚架端部和屋脊的节点,它表示连接节点的螺栓个数、螺栓直径、螺栓等级、螺栓位置、螺栓孔直径;节点板尺寸、加劲肋位置、加劲肋尺寸以及连接焊缝尺寸等细部构造情况。

11) 次构件详图包括隅撑、拉条、撑杆、系杆及其他连接构件的细部构造情况。

12) 材料表包括构件的编号、零件号、截面代号、截面尺寸、构件长度、构件数量及重量等。

### § 3.2 单层门式钢结构厂房施工设计图实例

本节给出了一套完整的单层门式钢结构厂房的结构施工设计图,使读者对钢结构工程施工设计图的组成有一个整体的概念,便于读者理解和识读钢结构构件间相互关系的表达方式,建立起钢结构工程施工设计图的全局观念。

图 纸 目 录					
××××× 建筑设计院 建设部甲级×××××号		工程名称	厂 房		工程编号
		项 目			日 期
序号	图纸名称	图号	图幅	备注	
1	图纸目录		A4		
2	钢结构设计说明(一)	结施 01	A3		
3	钢结构设计说明(二)	结施 02	A3		
4	钢结构设计说明(三)	结施 03	A3		
5	基础平面布置图	结施 04	A2		
6	基础详图(一)	结施 05	A3		
7	基础详图(二)	结施 06	A3		
8	钢柱平面布置图	结施 07	A2		
9	柱脚和锚栓详图	结施 08	A3		
10	④轴墙面檩条布置图	结施 09	A2		
11	⑤轴墙面檩条布置图	结施 10	A2		
12	①⑤轴墙面檩条布置图	结施 11	A3		
13	屋面支撑布置图	结施 12	A2		
14	屋面檩条布置图	结施 13	A2		
15	GJ-1 刚架详图	结施 14	A3		
16	GJ-2 刚架详图	结施 15	A3		
17	刚架节点详图	结施 16	A3		
18	次构件详图	结施 17	A3		
19					
20					
21					
校对: _____ 制表: _____					

图 3-1 图纸目录

## 钢结构设计说明(一)

### 一、设计依据

- 1.1 国家现行建筑结构设计规范、规程。
- 1.2 钢结构设计、制作、安装、验收应遵循下列规范、规程：
  - 1.2.1 《钢结构设计规范》(GB50017-2003)
  - 1.1.2 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB50018-2002)
  - 1.2.3 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(CESS-102:2002)
  - 1.2.4 《钢结构工程施工质量验收规范》(GB50205-2001)
  - 1.2.5 《建筑钢结构焊接规程》(JGJ81-2002)
  - 1.2.6 《钢结构高强度螺栓连接的设计、施工及验收规程》(JGJ82-91)
  - 1.2.7 《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》(GB8923)

### 二、本说明为本工程钢结构部分说明，基础及钢筋混凝土部分详见结施图中土建结构设计说明。

### 三、主要设计条件

- 3.1 按重要性分类，本工程安全等级为三级。
- 3.2 本工程主体结构设计使用年限为50年。
- 3.3 本工程建筑抗震设防类别为丙类，抗震设防烈度为7度，设计地震分组为第二组，设计基本地震加速度为0.15g，场地类别为Ⅱ类。
- 3.4  $\times \times \times \times \times \times$ 地区基本风压为0.70 kN/m<sup>2</sup>，地面粗糙度为B类，刚架、檩条、墙梁及围护结构体型系数按《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(CECS 102: 2002)取值。

### 3.5 设计荷载标准值：

- 3.5.1 屋面恒荷载（不含刚架自重）：0.25kN/m<sup>2</sup>；
- 3.5.2 屋面活荷载：0.30kN/m<sup>2</sup>；
- 3.5.3 屋面施工荷载：1.0kN。

### 四、本工程±0.000为室内地坪标高，相当于绝对标高详建施

本工程所有结构施工图中标注的尺寸除标高以m为单位外，其余尺寸均以mm为单位，图纸中所有尺寸均以标注为准，不得以比例尺量取图中尺寸。

### 五、结构概况

本工程为单层钢结构门式刚架厂房，跨度为25m，柱距为6.0m，檐高为7m，轴线面积为1800m<sup>2</sup>。

### 六、设计控制参数

- 6.1 刚架斜梁挠度限值(不设吊顶)：1/180。
- 6.2 屋面檩条挠度限值：1/150，墙面檩条挠度限值：1/100。

### 七、材料

7.1 本工程所选材料的性能、质量应符合下列规范：

- 7.1.1 《碳素结构钢》(GB/T700-88)
- 7.1.2 《低合金高强度结构钢》(GB/T1591-94)
- 7.1.3 《钢结构用扭剪型高强度螺栓》(GB3732-3733-83)
- 7.1.4 《融化焊用钢》(GB/T14957-94)
- 7.1.5 《碳素钢埋弧焊用焊剂》(GB/T5293-85)
- 7.1.6 《低合金钢埋弧焊用焊剂》(GB/T2470-90)
- 7.1.7 《碳钢焊条》(GB/T5117-95)
- 7.1.8 《碳低合金钢焊条》(GB/T5118-95)
- 7.1.9 《钢结构防火涂料应用技术规范》(CECS 24:90)

7.2 本工程所采用的钢材除满足材料规范外，地震区尚应满足下列要求：

- 7.2.1 钢材的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不小于1.2。
- 7.2.2 钢材应具有明显的屈服台阶，且伸长率应大于20%。
- 7.2.3 钢材应具有好的可焊性和冲击韧性。

7.3 本工程钢梁、柱采用Q345B，梁柱端头板、连接板采用Q345B加劲肋采用Q345B，次构件采用Q235。

7.4 除图中特殊注明外，所有结构加劲板、连接板厚度均为6mm。

7.5 钢结构之主体结构连接件需采用10.9级摩擦型高强度螺栓，高强度螺栓结合面不得涂漆，采用喷砂后生赤锈处理法，要求摩擦面抗滑移系数 $\geq 0.45$  0.45（对钢材为Q345）或0.40（对钢材为Q235）。

7.6 檩条与刚托、隅撑以及隅撑与刚架斜梁等次要连接采用普通螺栓，普通螺栓应符合现行国家标准《六角螺栓-C级》(GB5780)的规定，基础锚栓采用Q235。

### 7.7 檩条：

- 7.7.1 屋面采用C150×2.0型镀锌檩条，墙面采用C150×2.0型镀锌檩条。
- 7.7.2 镀层处理：连续热浸镀锌檩条液压成型，自动冲孔裁切。
- 7.7.3 其标称镀锌量为275g/m<sup>2</sup>，须具有原厂提供之材质证明，不得使用黑铁皮镀锌，避免变形侧曲。

工程名称		工程名称	工程名称	工程名称
建设单位		建设单位	建设单位	建设单位
设计单位		设计单位	设计单位	设计单位
审核人		审核人	审核人	审核人
日期		日期	日期	日期

图 3-2 钢结构设计说明(-)



钢结构设计说明 (二)

7.8 压型钢板:

7.8.1 屋面采用彩色夹心浪板, 压型彩板厚度为0.426mm。墙面采用PU型彩色浪板, 基材厚度为0.426mm, 总厚度为0.48mm。

7.8.2 钢板镀层: 冷轧钢板经连续热浸镀锌处理, 其称镀铝锌量为150g/m<sup>2</sup>。

7.8.3 屋面天沟: 采用厚度材质同屋面面板的彩板外天沟。

7.8.4 零配件:

7.8.4.1 固定屋、墙面钢板自攻螺丝应经镀锌处理, 螺丝之帽盖用尼龙头覆盖, 且钻尾能够自行钻孔固定在钢结构上。

7.8.4.2 止水胶泥: 应使用中性的止水胶泥(硅胶)。

八、钢结构制作与加工

8.1 除地脚螺栓外, 钢结构构件螺栓钻孔直径均比螺栓直径大1.5~2.0mm。

8.2 檩条及墙梁:

8.2.1 打孔处理, 除图中特别注明外, 打孔尺寸一律为(长圆孔)  $\phi 14\text{mm} \times 18\text{mm}$ , 并与M12螺栓配合使用, 详图1。

8.2.2 固定方式, 以M12螺栓将檩条固定于檩托板。

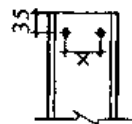


图1 檩条冲孔标准尺寸图

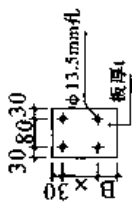


图2 标准檩托板尺寸图

8.3 焊接:

8.3.1 焊接时应选择合理的焊接工艺及焊接顺序, 以减少钢结构中产生的焊接应力和焊接变形。  
8.3.2 组合H型钢因焊接产生的变形应以机械或火焰矫正调直, 具体做法应符合GB50205的相关规定。

8.3.3 Q345与Q235钢之间焊接应采用E50型焊条, Q235与Q235钢之间焊接应采用E43型焊条, Q345与Q235钢之间焊接应采用E43型焊条。

8.3.4 构件角焊缝厚度范围详图3。

8.3.5 焊缝质量等级: 端板与柱、梁翼板和腹板的连接焊缝为全熔透剖口焊, 质量等级为二级, 其余为三级。

角焊缝的最小焊脚尺寸hf 角焊缝的最大焊脚尺寸hf

较厚构件的厚度 (mm)	手工焊接(hf) (mm)	埋弧焊接(hf) (mm)	较薄构件的厚度 (mm)	最大焊脚尺寸hf (mm)
≤4	4	3	4	5
5~7	4	3	5	6
8~11	5	4	6	7
12~16	6	5	8	10
17~21	7	6	10	12
22~26	8	7	12	14
27~36	9	8	14	17

图3 焊脚尺寸

所有非施工图所示构件拼接用对接焊质量应达到二级。图中未注明的焊脚尺寸均为5mm。

九、钢结构的运输、检验、堆放

9.1 在运输及操作过程中应采用措施防止构件变形和损坏。

9.2 结构安装前应对构件进行全面检查: 如构件的数量、长度、垂直度, 安装接头处螺栓孔之间的尺寸是否符合设计要求等。

9.3 构件堆放场地应事先夯实, 并做好四周排水。

9.4 构件堆放时, 应先放置枕木垫平, 不宜直接将构件放置于地面上。

9.5 檩条卸货后, 如因其他原因未及时安装, 应用防水雨布覆盖, 以防止檩条出现“自化”现象。

图3-3 钢结构设计说明(二)

××××建筑设计院		××××有限公司	
项目负责人	设计人	审核人	审批人
专业负责人	专业设计人	专业审核人	专业审批人
结构负责人	结构设计人	结构审核人	结构审批人
日期	2017	日期	2017

### 钢结构设计说明(三)

#### 十、钢结构安装

##### 10.1 柱脚及基础锚栓的安装:

10.1.1 应先在混凝土短柱上用墨线及经纬仪将各中心线弹出,用水准仪将标高引测到锚栓上。

10.1.2 基础底板及锚栓尺寸经复核符合GB50205要求且基础砼强度等级达到设计强度等级的70%后方可进行钢柱安装。

10.1.3 钢柱脚地脚螺栓采用斜垫调整水平(每组垫片不应超过5块)。待结构形成空间单元且经检测、校核几何尺寸无误后,柱脚采用C30微膨胀自流性细石砼浇筑柱底空隙,可采用压力灌浆,应确保密实。

##### 10.2 结构安装:

10.2.1 刚架安装顺序:应先安装靠近山墙的有柱间支撑的两榀刚架,后安装其他刚架。头两榀刚架安装完毕后,再调整两榀刚架间的水平系杆、檩条、柱间支撑及屋面水平支撑的垂直度及水平度。

10.2.2 待调整正确后方可锁定支撑,后安装其他刚架。

10.2.3 除头两榀刚架外,其余榀的檩条、墙架、隅撑的螺栓均应校正再进行拧紧。

10.2.4 钢柱吊装:钢柱吊至基础短柱顶面后,采用经纬仪进行校正。

10.2.5 刚架屋面斜梁组拼:斜梁跨度较大,在地面组拼时应尽量采用立拼,预防斜梁侧向变形。

10.2.6 檩条的安装应待刚架主体结构调整定位后进行,檩条安装后应用拉杆调整平直度。

10.2.7 结构吊(安)装时应采取有效措施确保结构的稳定,并防止产生过大变形。

10.2.8 结构安装完成后,应详细检查运输、安装过程中涂层的擦伤,并补刷油漆,对所有的连接螺栓应逐一检查,以防漏拧或松动。

10.2.9 不得利用已安装就位的构件起吊其他重物,不得在构件上加焊非设计要求的其他构件。

##### 10.3 高强螺栓施工:

10.3.1 钢构件加工时,在钢构 $\frac{1}{2}$ 件高强螺栓结合部位表面除锈,喷砂后立即贴上胶带密封,待钢构件吊装拼装时用铲刀将胶带铲除干净,严禁在高强螺栓连接处摩擦面上做任何标记。

10.3.2 对在现场发现的因加工误差而无法进行施工的构件螺栓孔,严禁采用锤击螺栓强行穿入或用气割扩孔,应与设计及相关部门协商处理,高强螺栓不得作为临时安装螺栓。

10.3.3 高强螺栓施工顺序应由中间向两端逐步交错进行。

#### 十一、钢结构涂装

11.1 除锈:除镀锌构件外,钢构件制作前表面均应进行喷砂(抛丸)除锈处理,不得手工除锈,除锈质量等级应达到国标GB8923中Sa2 级标准。

11.2 涂装:底漆为二道红丹底漆,再涂 $\frac{1}{2}$ 二道面漆,其中最后一道面漆应在安装完成后工地涂制。

11.3 漆膜总厚度不小于 $120\mu\text{m}$ (高强螺栓结合处的摩擦面不得涂漆)。

#### 十二、钢结构防火工程

12.1 本工程耐火等级为三级,要求钢构件耐火极限为:钢柱2.0小时,钢梁1.0小时。

12.2 钢结构耐火防护做法:

12.2.1 防火等级依照建筑设计要求;

12.2.2 所选用的钢结构防火涂料应满足 CECE24 的要求且应与防锈蚀油漆(涂料)进行相容性试验,试验合格后方可使用。

#### 十三、钢结构维护

钢结构使用过程中应根据使用情况(如涂装材料使用年限,结构使用环境条件等),定期对结构进行必要维护(如进行涂装、更换损坏构件等),以确保使用过程中的结构安全。

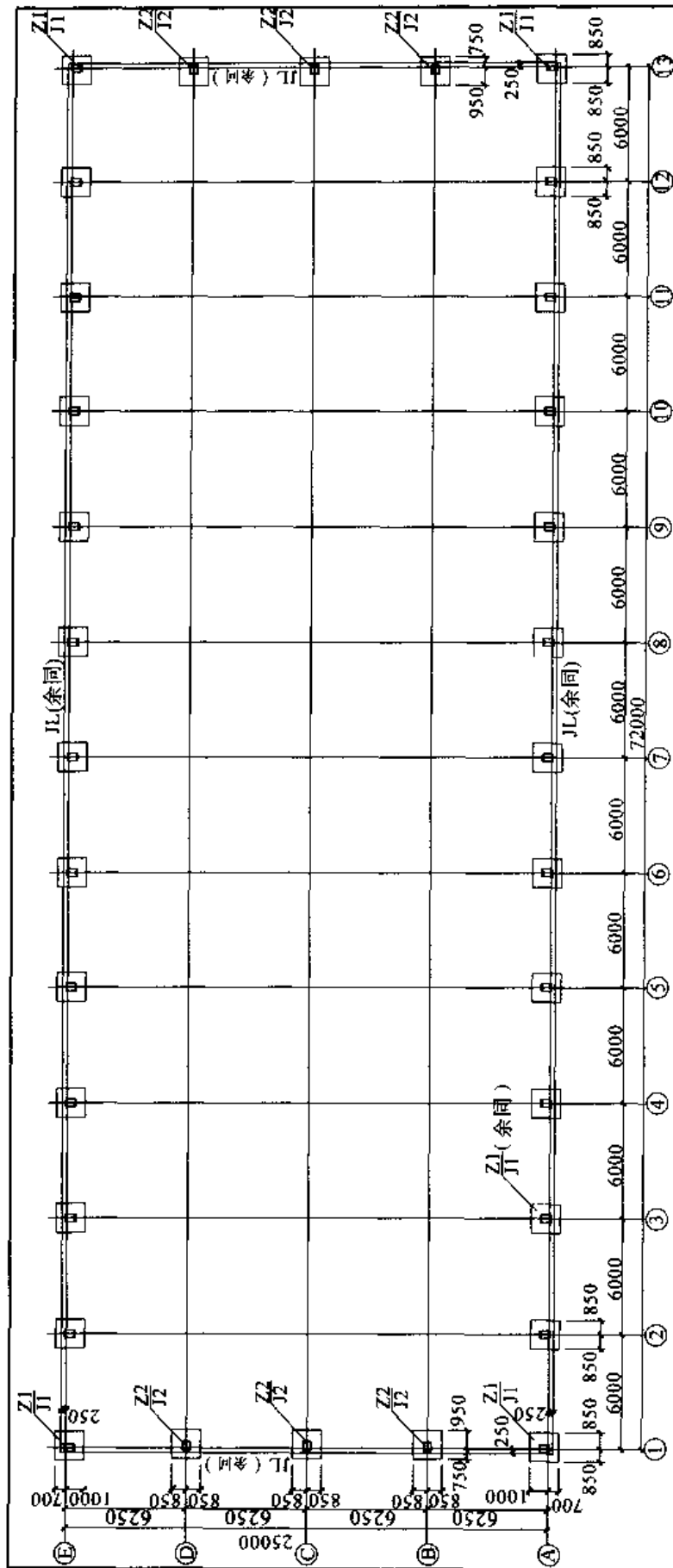
#### 十四、其他

14.1 本设计未考虑雨季施工,雨季施工时应采取相应的施工技术措施。

14.2 未尽事宜应依照现行施工及验收规范、规程的有关规定进行施工。

×××建筑设计院		工程名称	××××有限公司
设计人		审核人	×××
设计日期		审核日期	×××
设计人		审核人	×××
设计日期		审核日期	×××
设计人		审核人	×××
设计日期		审核日期	×××

图 3-4 钢结构设计说明(三)



基础平面布置图

基础设计说明

1. 本工程根据建设方提供的由×××勘察有限公司所做的岩土工程勘察报告进行基础设计。  
本工程基础设计采用柱下独立基础，以报告所示的第③层残积黏性土层为基础持力层。
2. 材料黏性土层地基承载力特征值根据报告提供的数据 $f_{ak}=180kPa$ 。  
混凝土强度等级：  
混凝土：基础及地梁为C20，垫层为C10。  
钢筋： $\phi$ 为HPB235， $\phi$ 为HRB335。
3. 基础、地梁及短柱受力主筋的保护层厚度为40mm。
4. 本工程室内设计标高为±0.000。

注：未注明的柱均为Z1，未注明的基础均为J1。

5. 基础底面进入持力层不小于200，如不满足，应挖至持力层F200，再用C10素砼垫层垫至设计标高，基础施工前必须进行验槽，如发现土层与地质报告不符，须会同勘察、施工、设计、建设单位现场协商解决。
6. JL钢筋按框架梁锚固，锚固长度为 $48d$ ，上部钢筋在跨中1/3处搭接，下部钢筋在距支座1/3处内搭接，搭接长度 $>48d$ ，在搭接范围内箍筋加密间距 $@100$ 。
7. 基础施工完后应及时回填，回填时应做到在基础四周同时进行，回填土须分层夯实。
8. 基础其余未详处按规范施工。

×××建筑设计院		工程名称	×××××有限公司
设计人	×××	审核人	×××
校对人	×××	制图人	×××
日期	×××	日期	×××
专业	基础	专业	基础
图号	4017	图号	4017
比例	1:1	比例	1:1
备注	基础平面布置图		

图3-5 基础平面布置图

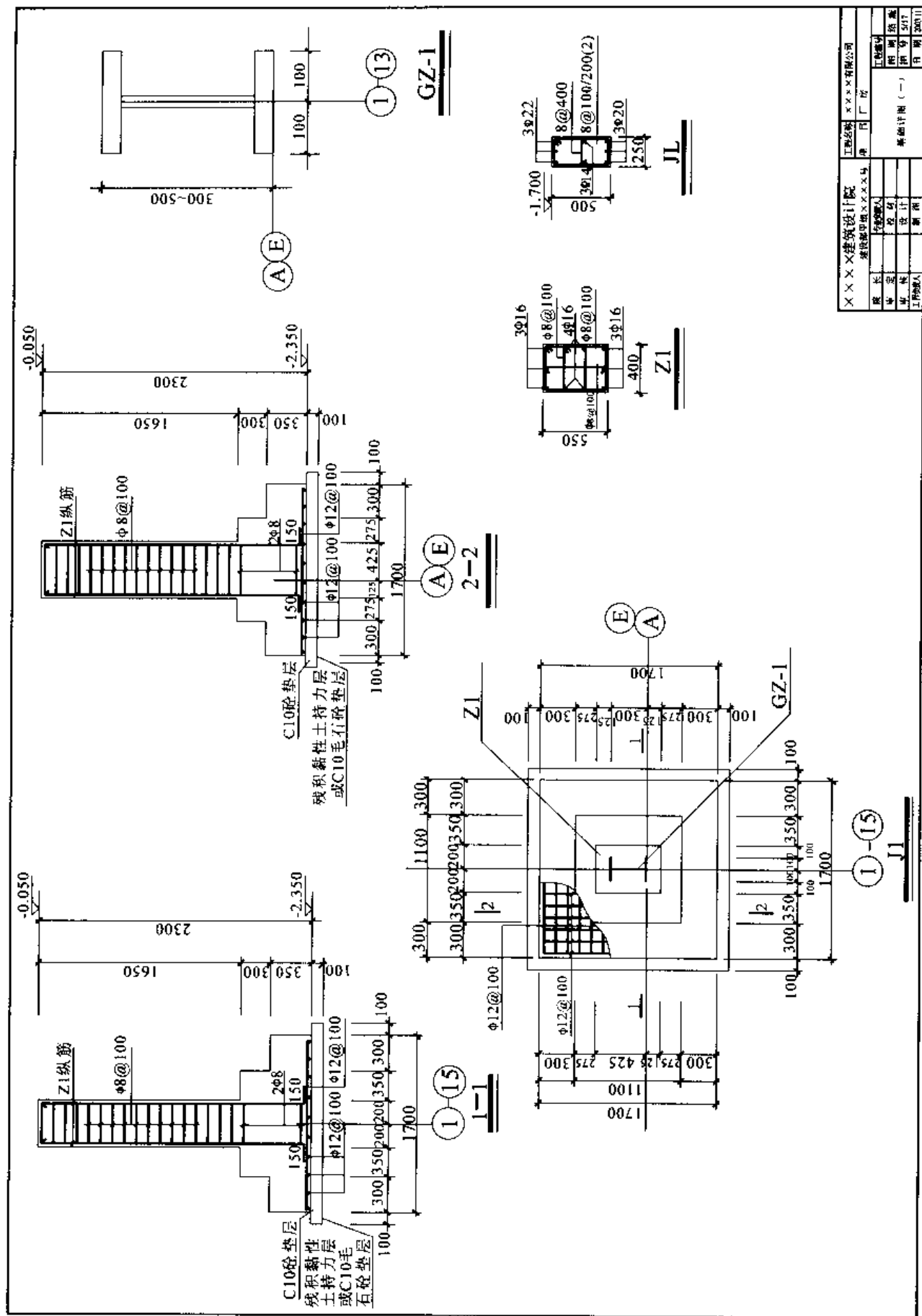
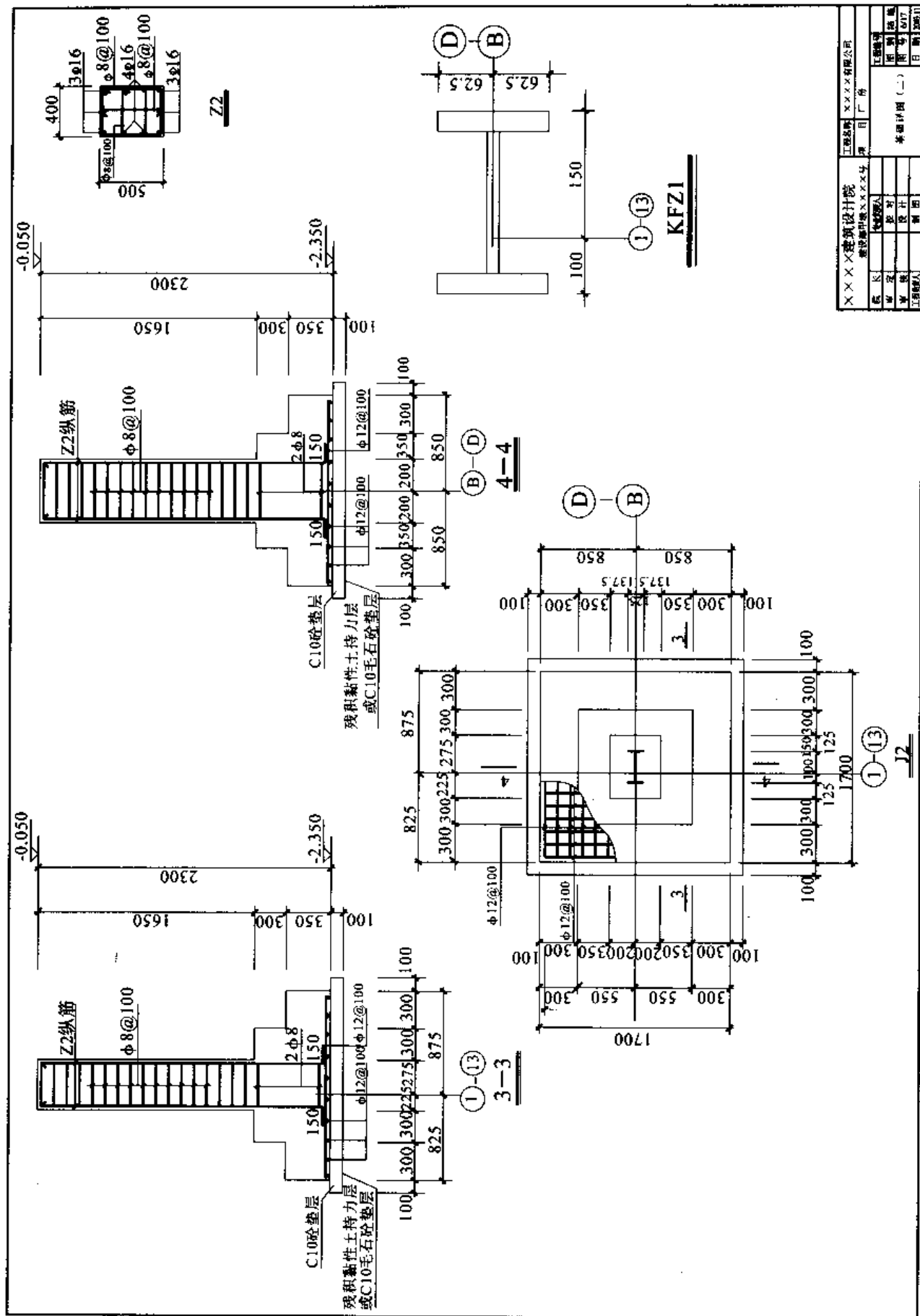


图3-6 基础详图(一)



XX建筑设计院		XX有限公司	
项目负责人	XX	项目负责人	XX
专业负责人	XX	专业负责人	XX
审核人	XX	审核人	XX
设计人	XX	设计人	XX
制图人	XX	制图人	XX
日期	2011	日期	2011

图3-7 基础详图 (二)

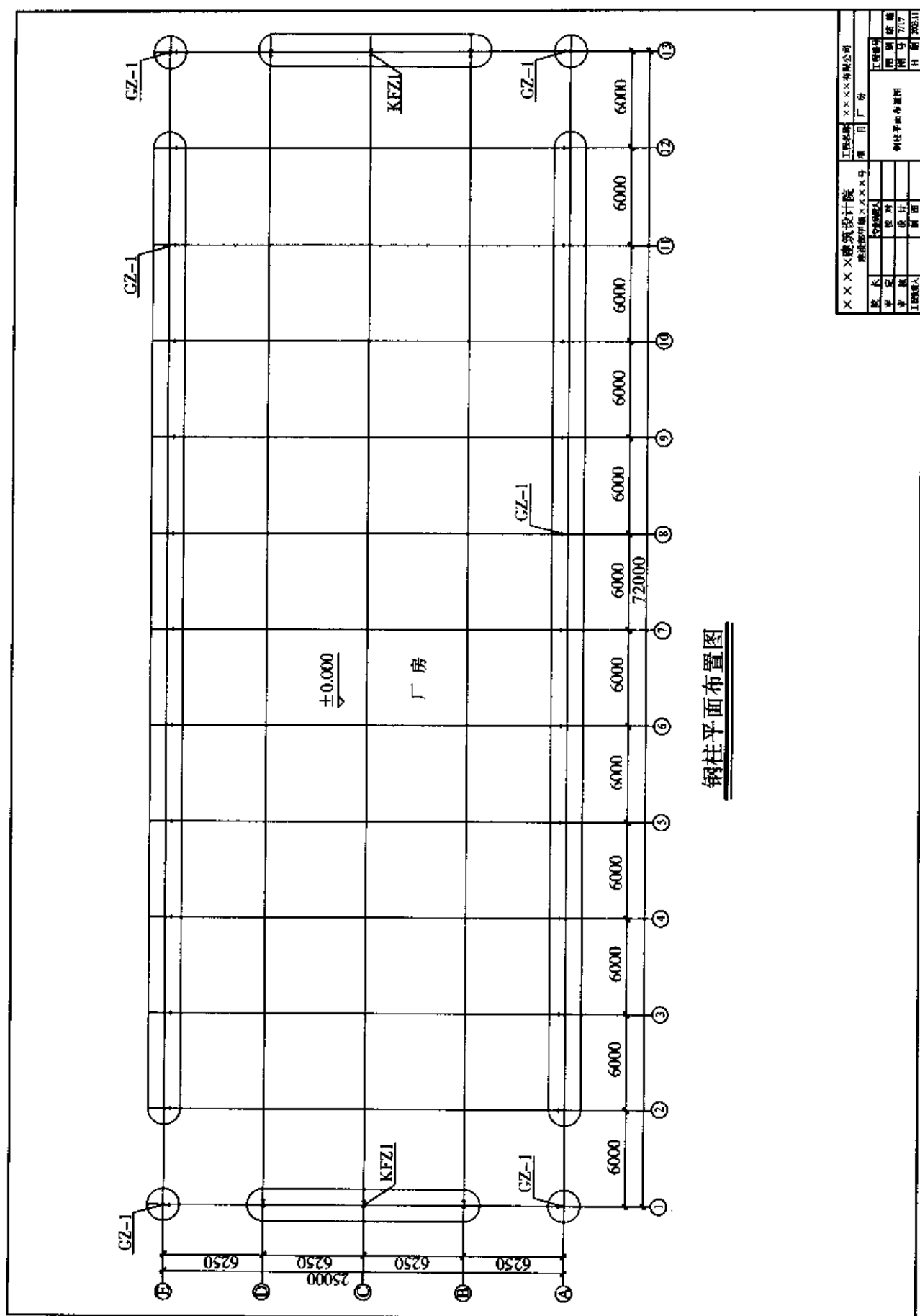


图 3-8 钢柱平面布置图

×××建筑设计院		工程名称	×××××有限公司
设计人	×××	设计日期	××××年××月××日
审核人	×××	审核日期	××××年××月××日
专业	结构	专业负责人	×××
计算	×××	计算日期	××××年××月××日
校核	×××	校核日期	××××年××月××日
制图	×××	制图日期	××××年××月××日
标题栏	钢柱平面布置图		
图号	7/17		
比例	1:1		
备注			

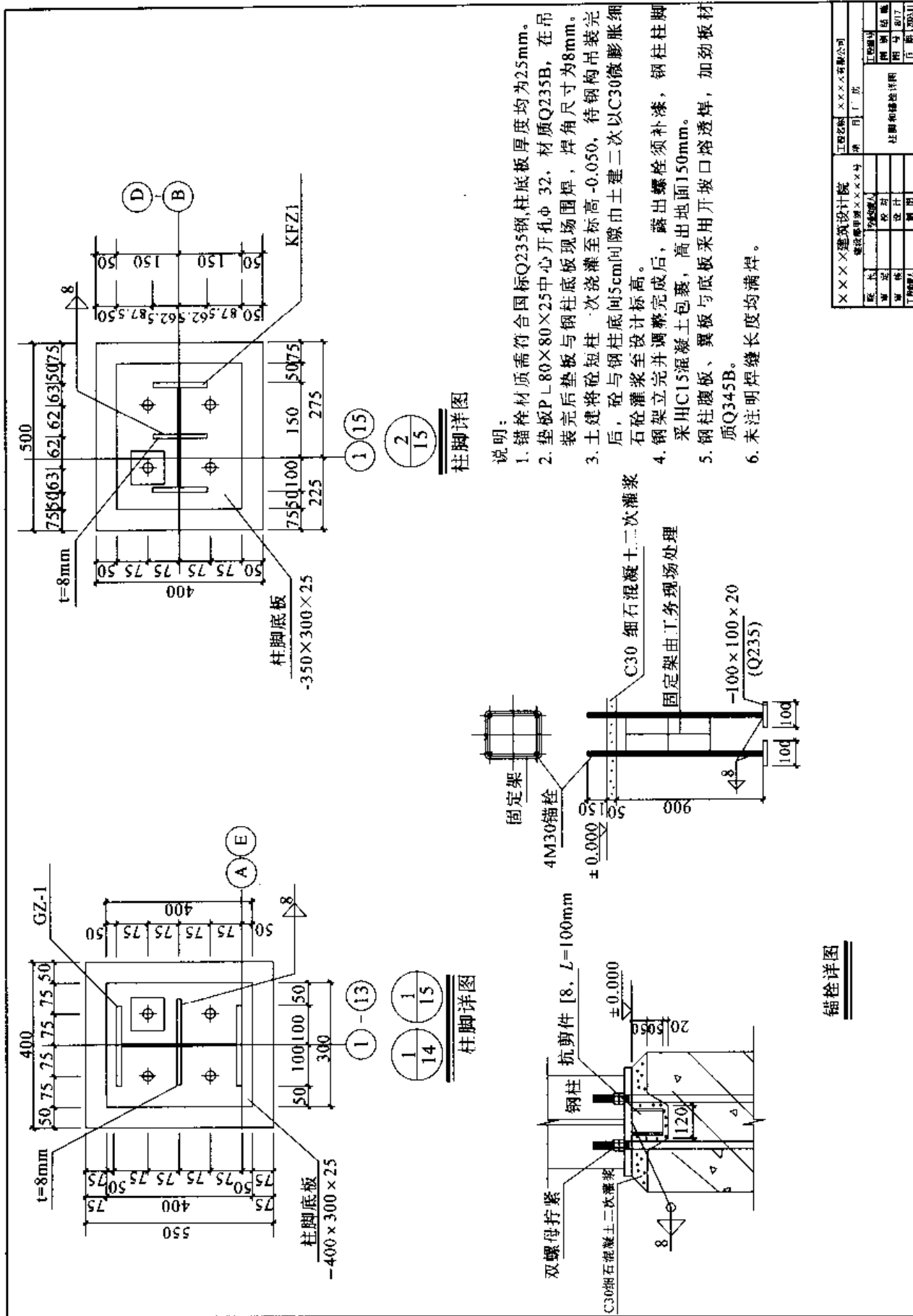


图3-9 柱脚和锚栓详图





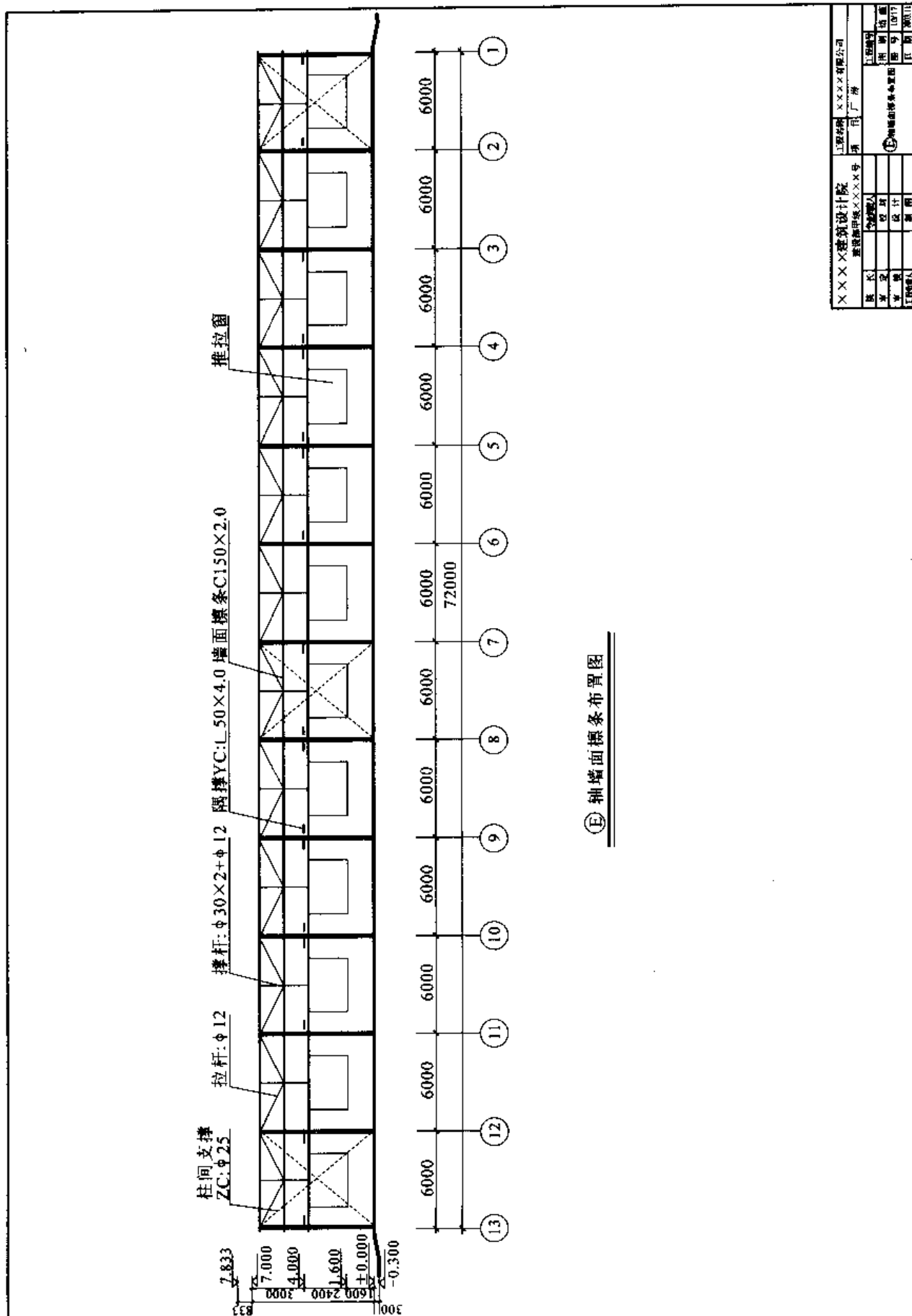
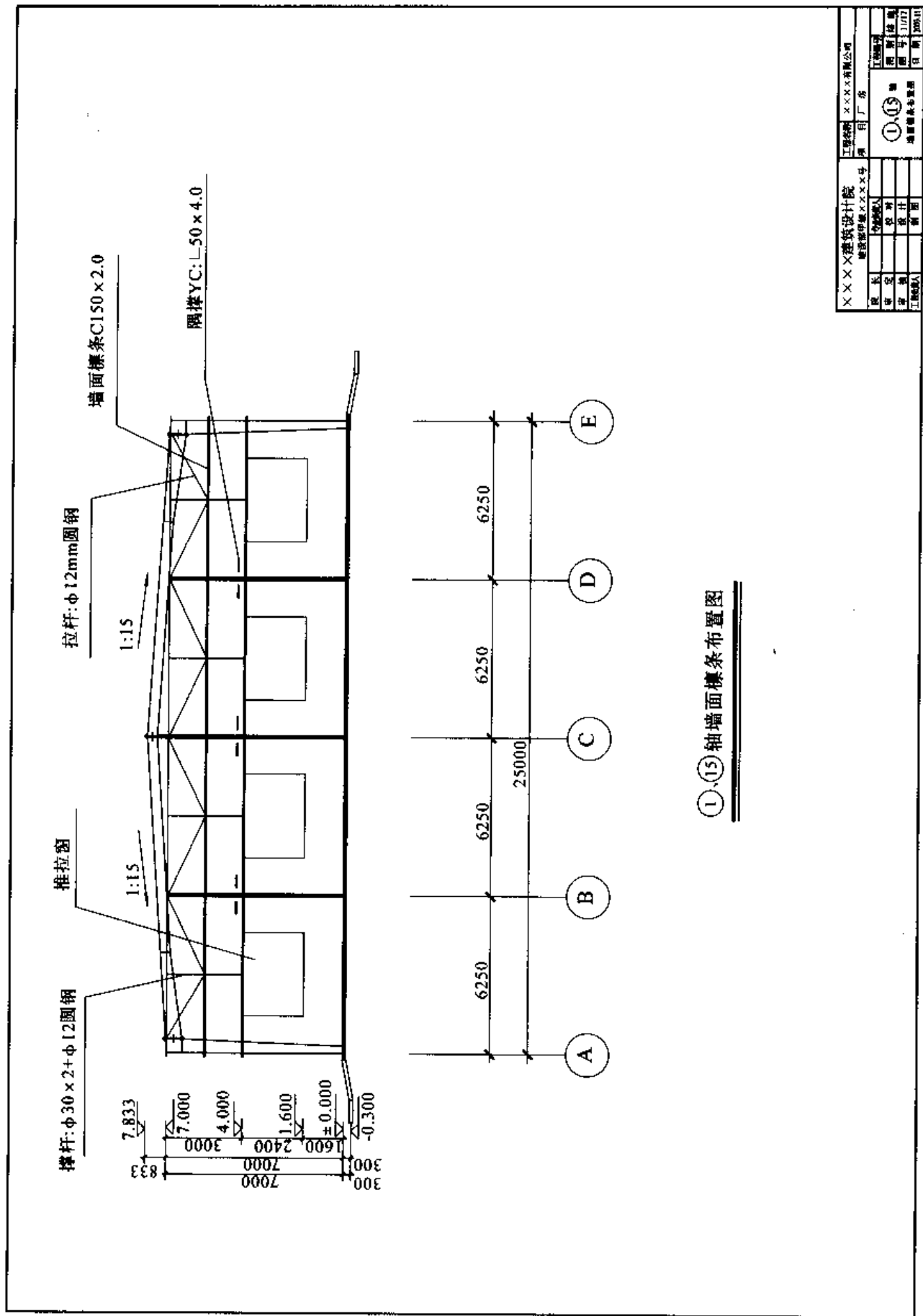
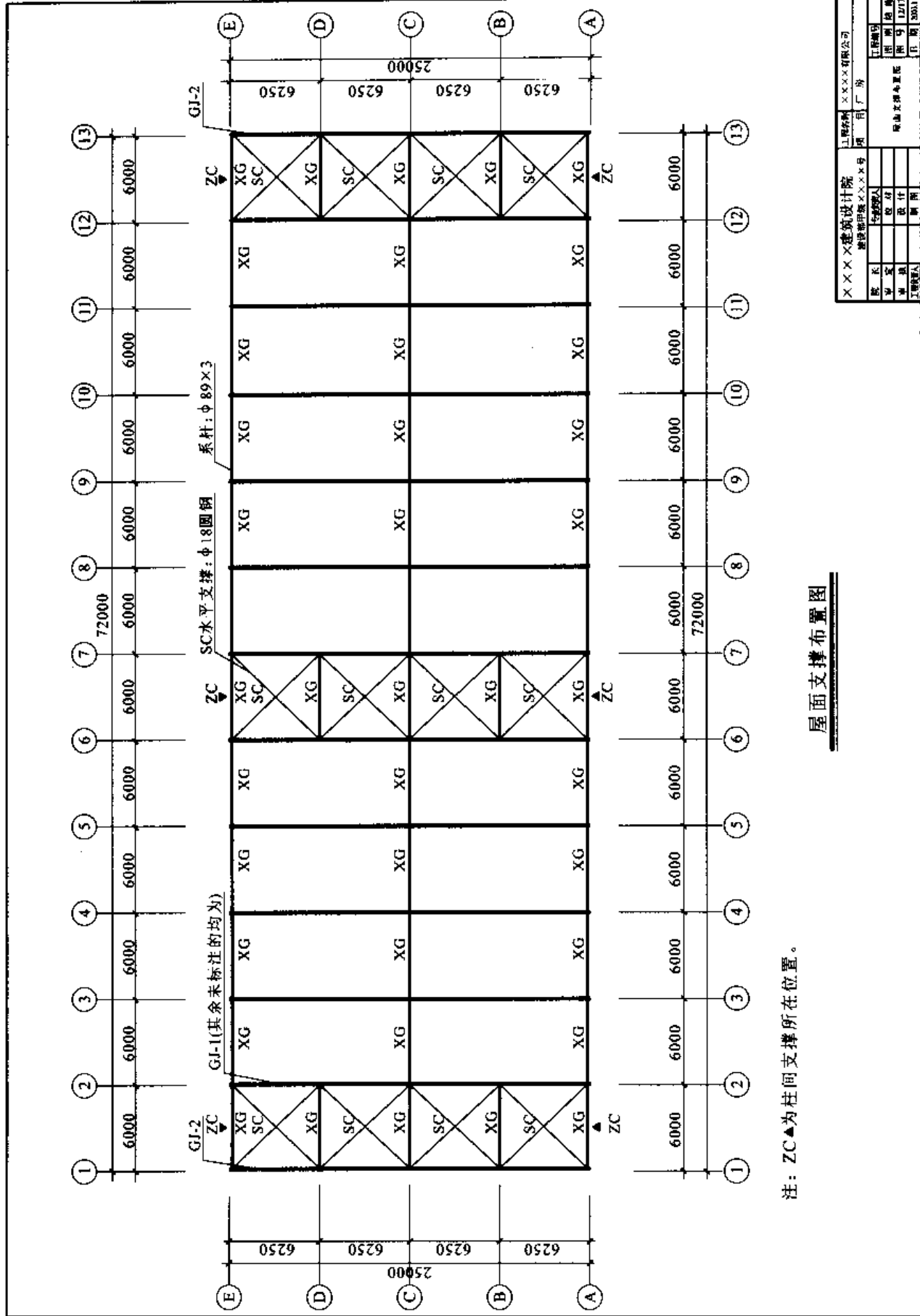


图3-11 ⑤ 轴墙面檩条布置图



XXX建筑设计院		工程名称	XXX有限公司
院长	XXX	设计人	XXX
审核	XXX	校核	XXX
审定	XXX	设计	XXX
工程负责人	XXX	制图	XXX
XXX有限公司		图号	1、13
		日期	2008.11

图3-12 ①、⑬轴墙面檩条布置图



XX XX XX 建筑设计院		工程名称	XX XX XX 有限公司
院长	总工程师	项目负责人	项目负责人
设计	校核	设计	校核
审核	审核	审核	审核
制图	制图	制图	制图
日期	日期	日期	日期
12/17	12/17	12/17	12/17
12/17	12/17	12/17	12/17
12/17	12/17	12/17	12/17

图3-13 屋面支撑布置图

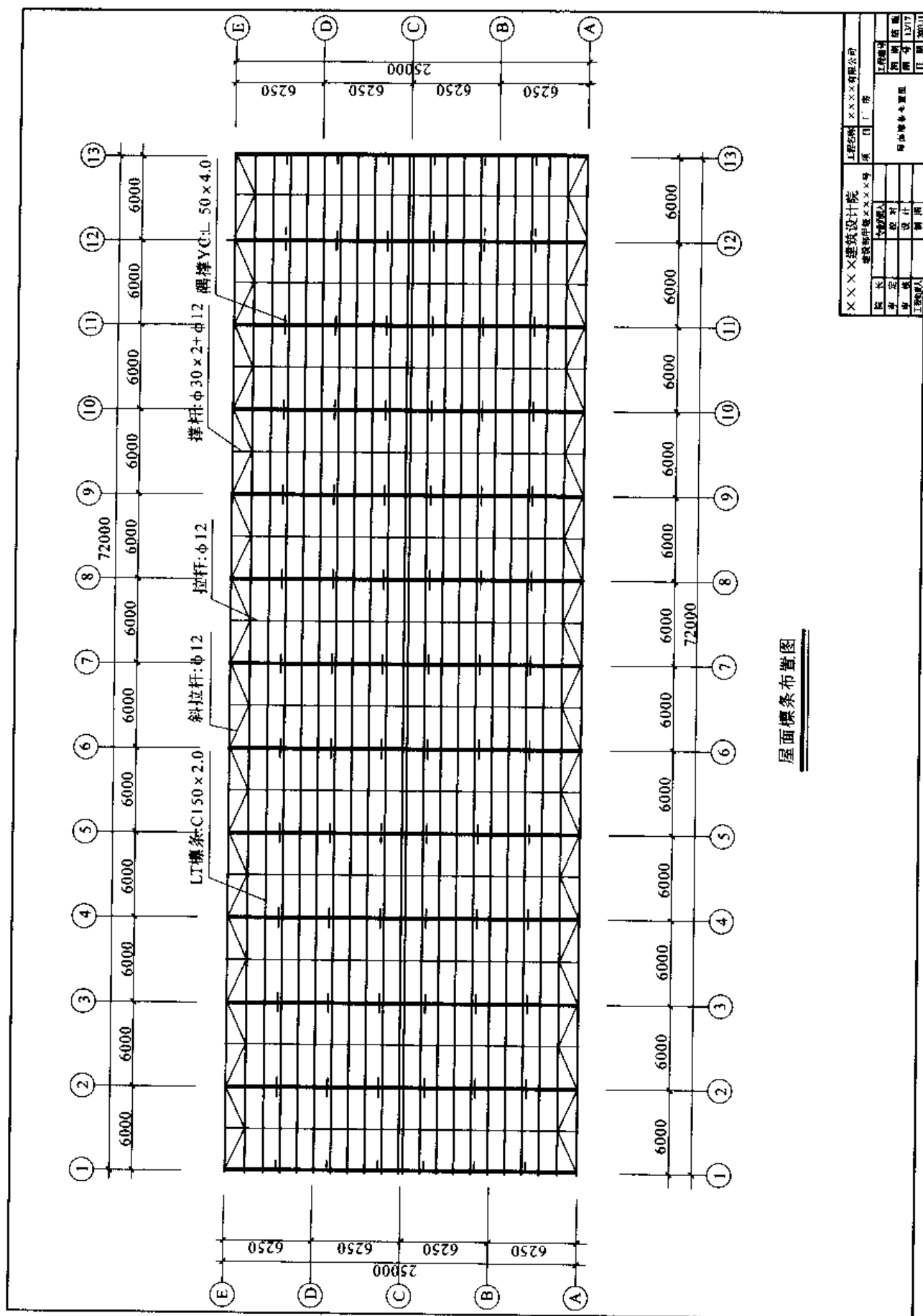
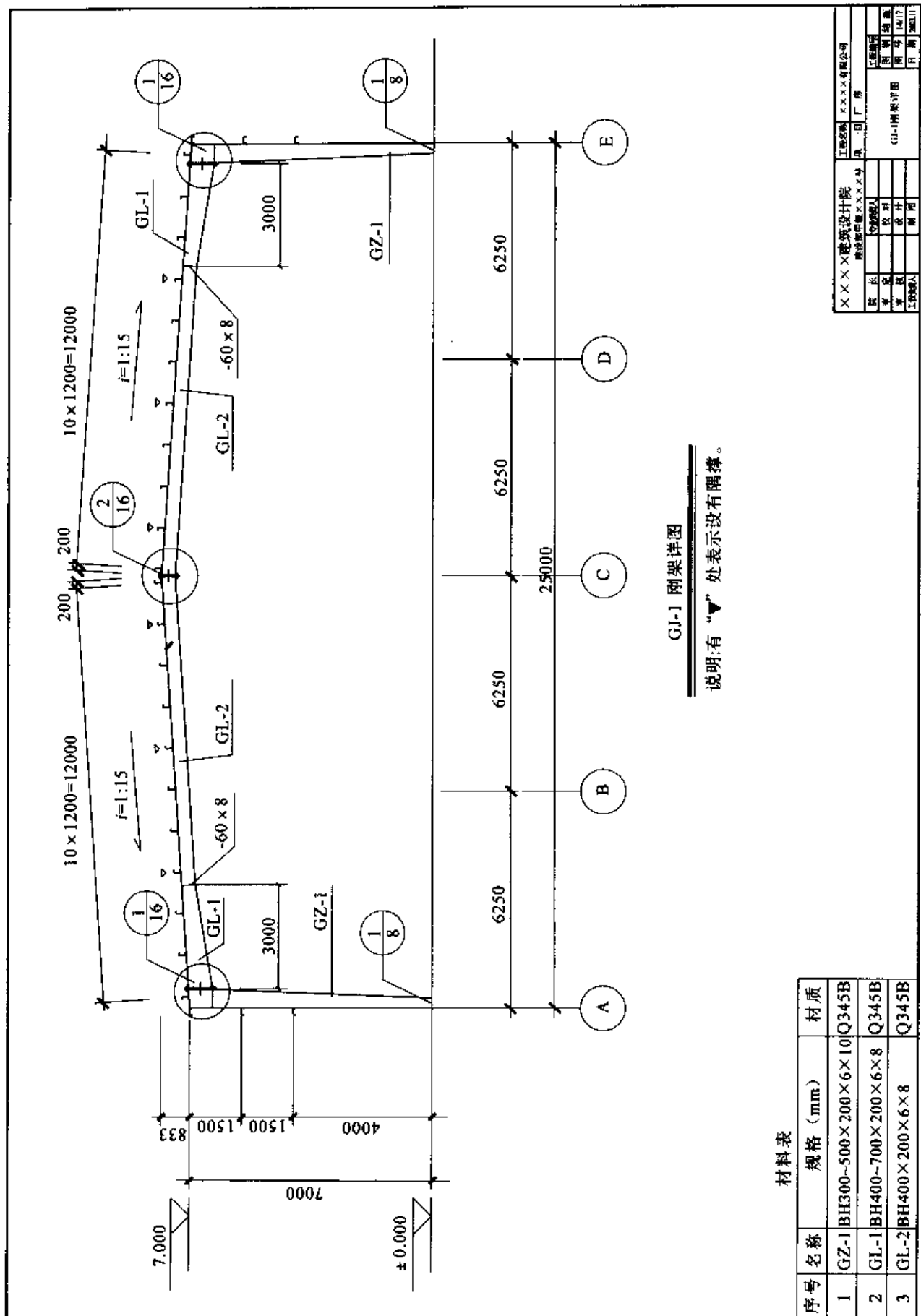
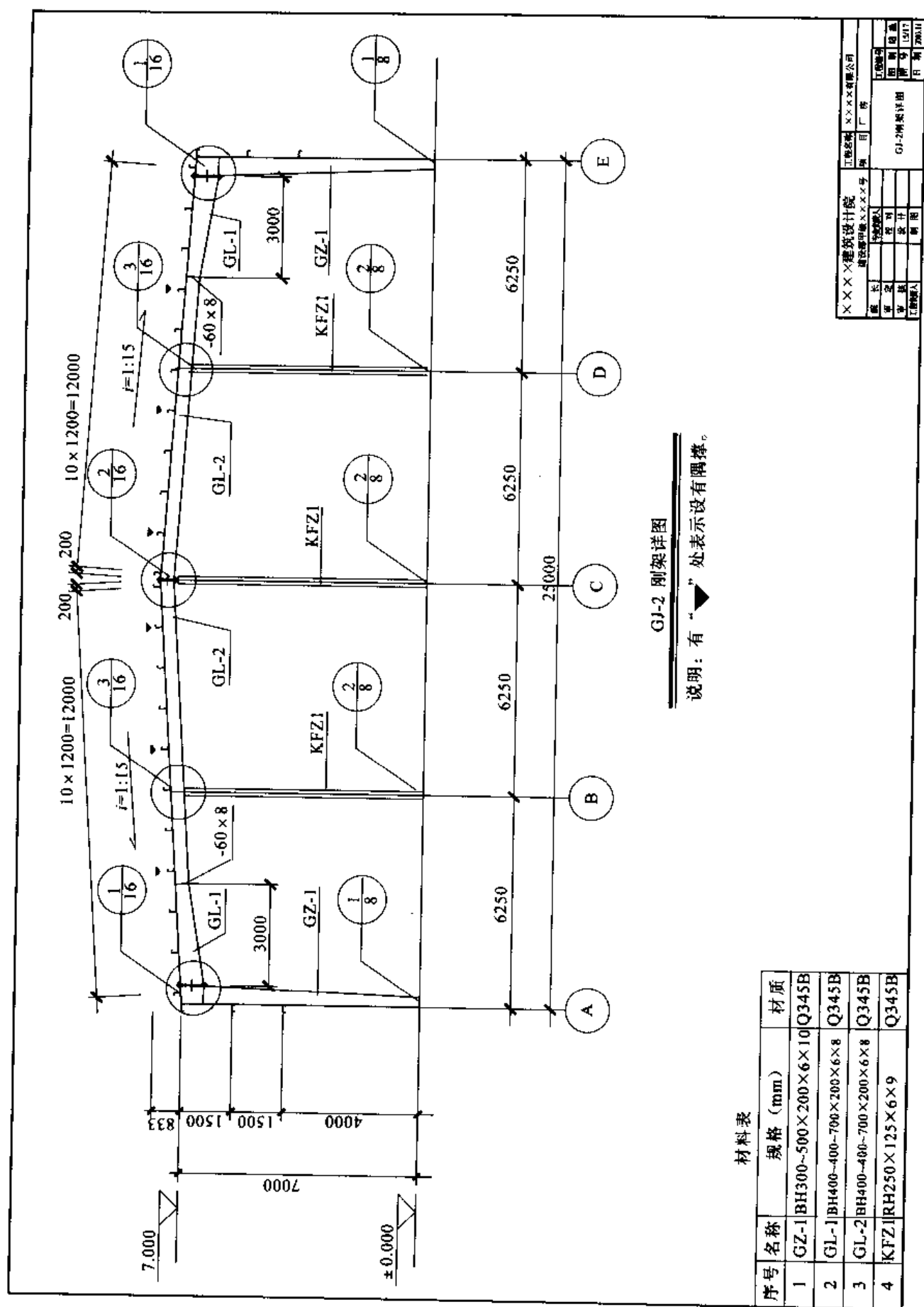


图3-14 屋面檩条布置图











## 附录 参考文献

1. 建筑制图标准 GB/T50104-2001. 北京:中国计划出版社
2. 房屋建筑制图统一标准 GB/T50001-2001. 北京:中国计划出版社
3. 建筑结构制图标准 GB/T50105-2001. 北京:中国计划出版社
4. 王宗杰,臧汝恒,李德元编著. 工程材料焊接技术问答. 北京:机械工业出版社
5. 李亚江,陈茂爱,孙俊生主编. 实用焊接技术手册. 石家庄:河北科学技术出版社
6. 建筑钢结构焊接技术规程 JGJ 81-2002. 北京:中国建筑工业出版社
7. 钢结构工程施工质量验收规范 GB 50205-2001. 北京:中国建筑工业出版社
8. 钢结构设计规范 GB 50017-2003. 北京:中国计划出版社
9. 中国钢结构协会编著. 建筑钢结构施工手册. 北京:中国计划出版社
10. 徐伟,宋康主编. 钢结构工程. 北京:中国建筑工业出版社