

钢结构 详图设计 实例图集

王安麟 主编

中国建筑工程出版社



钢结构详图设计 实例图集

王安麟 主编

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本书在讲述钢结构制图原理、钢结构详图设计的程序和方法的基础上，收集了较多的钢结构工程详图设计实例，予以辅助说明。全书内容包括：绘图、钢材和钢结构的基本知识；钢结构制图原理；钢结构详图设计方法；详图设计实例；构件运输，设计应用附表等。其中详图实例 43 幅，都是已竣工投产使用的，可供详图设计和制图参考。

本书可供钢结构详图设计人员和工业与民用建筑专业学生参考，也可供钢结构制作，施工、安装人员自学应用。

* * *

责任编辑 黎钟

钢结构详图设计

实例图集

王安麟 主编

*

中国建筑工业出版社、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

北京云浩印制厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/8 印张：16 $\frac{1}{2}$ 字数：422 千字
1996 年 8 月第一版 1996 年 8 月第一次印刷

印数：1—4,600 册 定价：33.00 元

ISBN 7-112-02852-3

TU·2172 (7965)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换
(邮政编码 100037)

前言

随着我国经济建设的不断发展，钢材的产量日益提高，建筑中钢结构应用逐渐增多。为配合钢结构生产制造中进行详图设计的需要，我们编写了这本图集。

本书在讲述钢结构制图原理、钢结构详图设计的程序和方法的基础上，收集了较多的工程详图设计实例予以辅助说明，以期达到深入浅出、通俗易懂的目的。

全书内容包括：绘图、钢材和钢结构的基本知识；钢结构制图原理；钢结构详图设计；厂房结构设计详图；刚架、平台和梯子结构详图；漏斗；构件运输；设计应用附表等，其中厂房结构设计详图又有屋架结构、吊车梁系统、柱网系统三个部分。

本书可供钢结构详图设计人员和工业与民用建筑专业学生参考，也可供钢结构制作、施工安装人员自学应用。

本书的第一、二、四、五、六、七章，以及第三章的一、二节由王安麟编写；第三章的第三、四节由王军编写。

由于作者水平有限，书中内容可能存在不当之处，望读者提出意见，以便更正。

目 录

前言	1
序言	2
第一章 基本知识	2
第一节 绘图基本知识	4
第二节 建筑用钢材	8
第三节 钢结构构件连接	19
第四节 钢结构构件拼接	22
第二章 钢结构制图原理	24
第三章 详图设计概述	24
第一节 准备工作	24
第二节 详图设计	24
第四章 厂房结构设计详图	27
第一节 屋盖结构	27
例图 1~例图 11	41~51
第二节 吊车梁系统	52
例图 12~例图 19	61~68
第三节 柱网系统	69
例图 20~例图 26	82~88
第五章 刚架、平台及梯子结构详图	89
第一节 刚架详图	89
例图 27~例图 30	91~94
例图 31~例图 33	95~97
第二节 刚架平台详图设计	98
例图 34~例图 36	100~102
第三节 钢梯详图	103
例图 37~例图 38	105~106

第六章 漏斗	107
漏斗例图 39~43	109~113
第七章 构件运输	114
附录	116
附表 1 热轧等肢角钢的规格和重量	116
附表 2 热轧不等肢角钢的规格和重量	117
附表 3 热轧普通工字钢规格和重量	118
附表 4 热轧轻型工字钢规格和重量	119
附表 5 普通低合金钢热轧轻型工字钢规格和重量	119
附表 6 热轧普通槽钢规格和重量	120
附表 7 热轧轻型槽钢规格和重量	120
附表 8 普通低合金钢热轧轻型槽钢规格和重量	121
附表 9 钢管规格和重量	121
附表 10 钢轨规格和重量	123
附表 11 轧制薄钢板规格及尺寸	123
附表 12 热轧厚钢板规格及尺寸	123
附表 13 花纹钢板规格及重量	124
附表 14 圆钢、方钢和六角钢规格和重量	124
附表 15 热轧角钢孔距规线	125
附表 16 热轧工字钢孔距规线	125
附表 17 热轧槽钢孔距规线	126
附表 18 两个热轧不等肢角钢组合时连接填板的最大间距	126
附表 19 两个热轧等肢角钢组合时连接填板的最大间距	127
附表 20 两个热轧槽钢组合时连接填板的最大间距	127
附表 21 交叉杆件计算	128

序

钢结构详图是指导钢结构构件制造和安装的技术文件，同时也是编制施工图预算的依据和工程竣工后的存档资料。

钢结构详图设计是继钢结构施工图设计之后的设计阶段。在此阶段中，设计人员根据施工图提供的构件布局、构件形式、构件截面及各种有关数据和技术要求，严格遵守现行《钢结构设计规范》的规定，对构件的构造予以完善，同时对某些构件通过焊缝连接或螺栓连接的计算，以确定其杆件的长度和连接板的尺寸；进而遵照现行《钢结构工程施工及验收规范》的标准，根据制造厂的生产条件和便于施工的原则，确定构件中连接节点的形式，并考虑运输部门、安装部门的运输和安装能力确定构件的分段；最后，在《建筑制图标准》中规定的基础上，运用钢结构制图这种专门的工程语言，将各构件的整体形象，构件中各零件的加工尺寸和要求，以及零件间的连接方法等详尽地介绍给构件制造人员，也将各构件所处的平面和立面位置，以及所施工的构件之间，本次施工构件与外部其他构件之间的连接方法等详尽地介绍给构件安装人员，以便制造人员和安装人员通过图纸，即能容易地领会设计意图和有关要求，使制造和施工符合设计的目的的。

在钢结构详图设计中还应准确地编制构件表和材料表，以便施工图预算人员根据表中提供的各种数据以及详图表达对构件各零件的加工难度及其他要求等，能够迅速地编制施工图预算。另外，建设单位可以通过阅读施工详图能够很快地了解对构件的质量要求及构件施工的难易程度等，因而钢结构详图在建设单位和施工单位之间起了沟通作用。

钢结构详图设计是一门专业的工程学科。从事施工图设计的人员不但要有专业知识，而且还要有一定的生产知识。设计时，应对施工图设计阶段的工作进行审核、校对、发现问题要立即提出，及时解决，即便没有实际操作经验，也应了解制作生产的程序和施工方法。只有这样才能使详图设计有可靠的依据，才能将零件间或构件间的连接方法及零件的加工要求处理得合理可行，以便于保质、保量地进行生产、施工。

钢结构详图设计是语言艺术与绘图艺术的综合体现。

钢结构详图的特点虽然突出一“详”字，其表现仍需“精炼”。详图设计人员在表达中要“意图明确”、“语言精炼”。能以尽量少的语言——图形，最清楚地说明问题，通过减少绘图量达到降低劳动强度的目的。

根据需要确定了要绘制的图形后，详图设计人员要根据各图形的具体情况安排图面，也就是进行图面排版。安排图面的原则是：图形位置，分布合理；突出重点，主次有序；满而不挤，疏密得当；语言简练，逻辑严密，只有这样的图面才能使阅读者一开始即产生好的印象。另外，钢结构详图与建筑或机械制图有一个原则性的区别就是：钢结构构件上的零件一般不能按其实际

言

尺寸统一选用某一比例进行绘制。因为钢结构构件中零件的尺寸往往相差甚大；有的长几米甚至十几米，而有的长度则可能只有几十毫米。若以大零件尺寸按图幅选定比例，小零件就可能无法清晰地绘出他的轮廓线；如若小零件上还有切角、钻孔等细小的处理，那就绘制出图形的目的也达不到，更不用说能看清图的内容了。若以小零件的尺寸为基准选取比例，那么大零件的图形就会远远大于图形的幅面。因此，钢结构详图是无法按比例绘制的。这样，就要求设计人员具有一定的“形体美学”知识，能使所绘制的图形在“清晰、明确”的前提下按零件的实际尺寸，充分表达构件尺寸的大小，长短，宽窄，而且能从视觉上使人感到“似称”；切忌让人产生“傻、大、黑、粗”的短粗感，或“长细比过大”的不稳定感。

图形的线条是表达设计意图的重要手段，“粗、细、实、虚”线代表着不同的意义，其区别必须明显。线条要均匀、圆滑、流畅。在绘图中要通过不同线条及线条着色的不同深度（如：细实线用 5H 铅笔；虚线用 H 铅笔；粗实线用 HB 铅笔）表现出零件所在不同层次的立体感。

图纸上的数字和文字，要按工程数字（或用数字模板）和仿宋体标准书写，设计图纸才能符合制图的统一标准。

语言精炼是体现设计人员的文学修养；图面安排适度和图形“似称”反映设计人员的审美水平 and 表现风格；线条的运用和书法形体说明设计人员的绘图技巧。三者的统一则可概括为“艺术素养”，只有具备了上述能力，设计出的图纸才会给人以赏心悦目之感。

钢结构详图设计人员只具备了专业知识和艺术素养是不够的，更重要的是应具备高度的责任感。详图设计是自初步设计开始的全部设计流程的最后一关，是集全部设计工作大成的最终体现，它呈现的是全体设计人员无数心血的结晶……。钢结构详图设计人员在图上绘出的每一道线条和书写的每一个数字都是举足轻重的，详图设计将直接影响构件制造的生产周期和生产成本，也影响到构件运输的难易和安装工程能否顺利进行。

钢结构详图设计阶段是一个承上启下的重要环节。从事详图设计工作的人员必须具备上述各项能力，用自己的辛勤劳动为整体设计工作添彩增辉。

本书例图中选用的都是早已竣工投产使用的构筑物 的详图，其钢材的材质和焊条牌号在本书例图中没有改动。

由于本书例图的图幅较小，许多图面中零件间的间隔距离很窄，为了防止图面过于拥挤和杂乱，并考虑本书例图的目的只作为绘图举例，并非供制作使用，故对图中许多零件间形式相同或近似的连接焊缝，只标注了部分焊缝符号，其他未标注的应根据实际情况参考已标注的焊缝决定。

第一章 基

本 知 识

第一节 绘图基本知识

一、图幅

钢结构详图的幅面尺寸如表 1.1 所示,其长度单位为毫米,表中尺寸为裁边后的尺寸,图纸的框线如图 1.1 所示。

图 幅		表 1.1			
代 号	0 号	1 号	2 号	3 号	4 号
$b \times l$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10				
a	25				

图纸的标题栏(图标)应放在图纸的右下角,其形式及内容可因需要而异,现举例如图 1.2 所示。

二、线型及其用途

钢结构制图所用线型名称及其用途见表 1.2。

在钢结构详图中对虚线的使用是这样规定的:若零件 B 的全部或局部被零件 A 遮挡,且零件 B 又紧贴在零件 A 下,就可以在零件 A 中用虚线描述零件 B 被遮挡部分的轮廓线或标注零件 B 的装配尺寸等;若它们彼此不相贴,要表示零件 B 的情况时则必须将零件 A 的相应部分揭开,用波浪线示意,以便将零件 B 展现出来,见图 1.3。

三、尺寸线及其标注

详图的尺寸由尺寸线、尺寸界线、尺寸起止点(45°斜短线)、尺寸数字组成。根据国家标准规定,详图中的尺寸,除标高尺寸以 m 为单位外,其他尺寸均以 mm 为单位,且在尺寸标注时不再书写单位。

详图中构件的尺寸分为三道,由内向外依次为:

1. 加工尺寸线——描述构件(零件)长度和宽度,零件上需进行切角、开槽、钻孔等加工的控制尺寸线。
2. 装配尺寸线——指示构件上各零件组装位置的控制线。
3. 安装尺寸线——确定构件安装位置的控制线。

在标注构件尺寸时,尺寸界线应自所指处引出。尺寸线要平行于所描述的构(零)件部位,加工尺寸线与构(零)件的距离应为 15mm~20mm;尺寸线之间的距离为 8mm~10mm。见图 1.4。

名 称	线 型	宽 度 (mm)	用 途
粗实线	——	0.9~1.2	平、立、剖面可见轮廓线
细实线	——	0.1~0.3	1. 尺寸线、尺寸界线及引出线 2. 不属于本次设计的构件零件轮廓线
虚 线	- - - -	0.6~0.7	不可见轮廓线
点划线	- · - ·	0.1~0.3	1. 定位轴线 2. 中心线、重心线
折断线	——/——	0.1~0.3	被断开部分的边线
波浪线	~~~~~	0.1~0.3	表示构造层次的局部边线

××××××××××金属结构工程公司					
设计	图 名	设计单位			
审核		设计日期			
制图	厂 名	图 号			
校对					
绘图					

图 1.2 图示格式举例

圆弧的半径一般标注在圆弧内部,采用箭头表示;较小的半径及直径,可标注在圆弧或圆的外部;较长的半径可用折断线表示。

角度采用箭头表示。当角度较小时,箭头可标注在角度尺寸线外部。见图 1.5。

四、文字、数字

钢结构详图中所使用的文字均用仿宋体书写。字母均用手写体的大写书写。根据不同的用

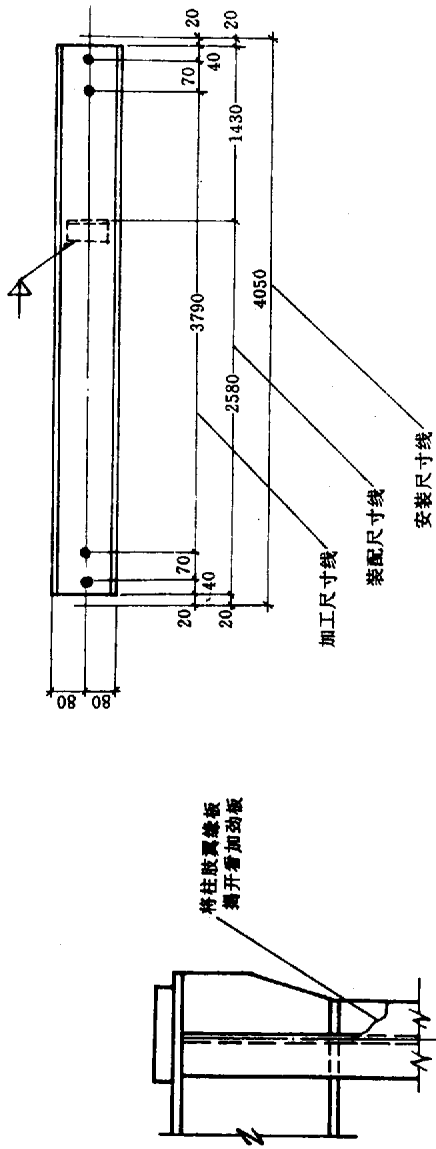


图 1.3

途, 可采用表 1.3 中的字体高度。

数字均用工程数字书写 (实际中可使用数字模板套写)。在图纸中, 除按表 1.3 规定的书写高度外, 一般数字的高度均可取 3mm~4mm。

五、符号

在钢结构详图中经常使用的符号有: 剖面符号、对称符号、连接符号、剖切符号、索引符号等。现分述如下。

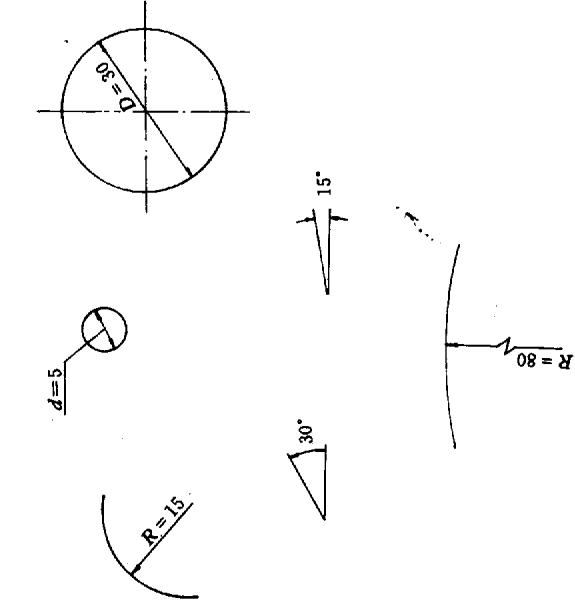


图 1.5

1. 剖面符号

在详图中, 为了展现出构件主视图无法看到或表达不清的截面形状、零件间的层次关系, 以及它们的加工、装配情况等, 则需使用剖面符号指出构件的剖断位置或翻转方向, 以便于说明问题。剖面符号平行于被剖面的粗实线段, 数字方向为翻转方向, 剖面符号的指示方向一般如下:

- (1) 箭头从下向上指示 (在平面图中) 在平面图中剖面应从下向上翻;

剖面从右向左翻转。

- (2) 箭头从右向左指示

- (3) 箭头从上向下指示 (在立面图中)

在立面图中剖面应以上向下翻, 剖面符号的形式见图 1.6a。

2. 对称符号

若一个构件是以中心线对称的, 那么绘制详图时可只画出该构件图形的一半 (一般应稍多画出一部分, 以保证对称轴部位的完整), 然后在对称轴上标注对称符号即可。这样既减少工作量, 又简单明了。对称符号见图 1.6b。

3. 折断省略符号及连接符号

如构件较长, 且沿长度方向形状相同, 又因折断线断开省略绘制。如 1.6c 左图。

如果构件 B 与构件 A 只有某一端不相同, 有时为了减少工作量, 可只完整地绘制构件 A 的图形, 再将构件 B 中与构件 A 不同的部位绘制出来, 并与构件 A 的保留部分组成构件 B。为了表达这种意思, 应在构件 A 上与构件 B 部分的衔接处标注连接符号, 符号的旗尖指向将被替代的部位; 而在构件 B 的局部图形上应使符号的旗尖从衔接部位指向其余全部。

当一个构件的图形过长, 以至在一个位置上绘制不完而需在其他位置上接着绘制时, 也需在两部分图形的衔接处标注连接符号。旗尖指向同上, 见图 1.6c 右图。

4. 剖切符号

在一个工程中, 为了完整地介绍不在同一个平面上的构件的布置情况, 或一个构件中不在同

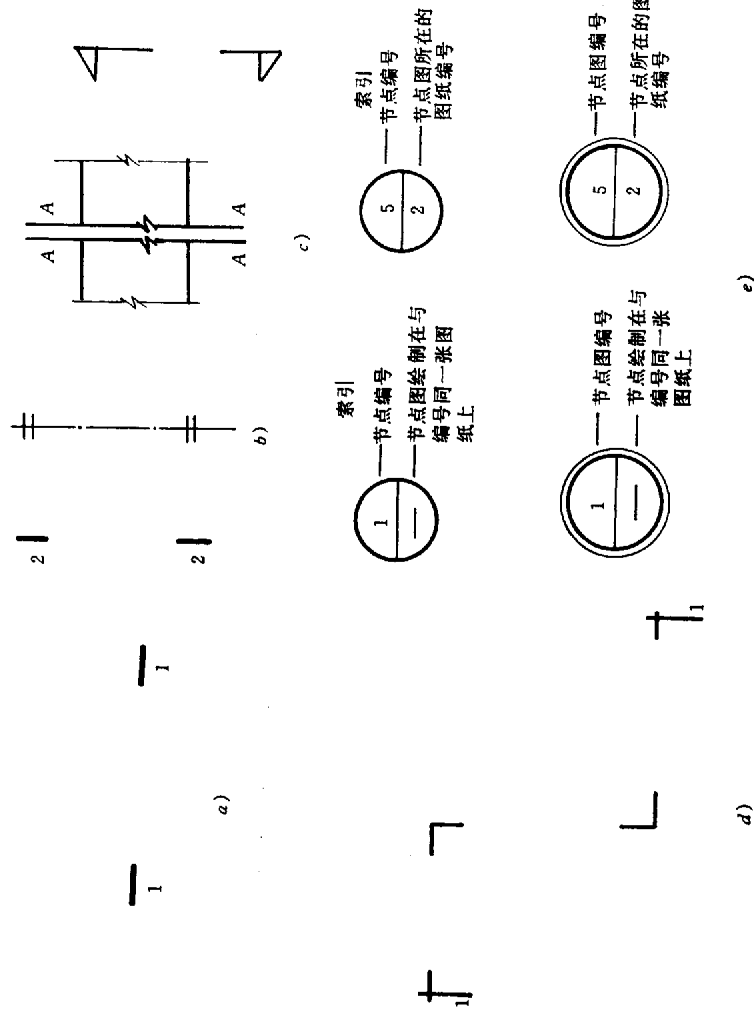


图 1.6

- 断 (截) 面的剖切符号; b) 对称符号; c) 截断符号及对称符号
- 剖切符号; e) 索引符号

一个平面上的结构情况,则需用剖切符号。剖切符号见图 1.6d。

5. 索引符号

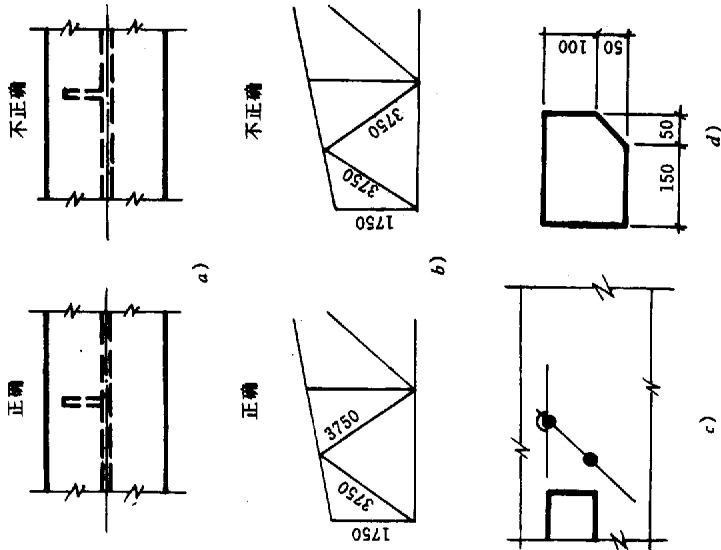
在钢结构详图的布置图中,有的节点连接情况需用节点图详细介绍时,应用细实线将节点圈出,然后在其旁标注索引符号,并用细实线段将二者相连(见例图)。索引符号为单圆圈,其直径为 10mm。节点详图绘制完毕,应在图形下标上详图标志。详图标志用双圆圈:外细、内粗,外径为 16mm,内径为 14mm。索引符号及详图标志均由水平线将其分为上、下二等份。上部填写节点图序号;下部填写节点详图所在的图纸编号。见图 1.6e。

六、应注意的问题

在绘图工作中,由于线条种类较多、尺寸标注量大,稍有不慎就可能出现违背绘图规范甚至出现差错的现象。现将较易出现的问题提示如下:

1. 在图形中虚线与虚线相交、虚线与实线相交处,必须让二者“实线”相交,不允许交于间断的空隙,见图 1.7a。
2. 标注斜尺寸时,必须保证使数字“首在上、尾在下”,不能出现首尾倒置的现象。
3. 尽量避免使尺寸线相交,尽量避免使尺寸线与螺栓及开孔符号相交。实在无法躲开时,必须在一尺寸上标出互相交差的符号,见图 1.7c。
4. 尺寸线中起止点上起止线必须从右上方向左下方划出,长度约为 2mm,见图 1.7d。
5. 尺寸线和尺寸起止线应从交点处各向外伸出 1~2mm,见图 1.7d。

图 1.7



第二节 建筑用钢材

钢材的品种很多。我国在建筑钢结构中主要采用普通碳素钢、普通低合金钢及桥梁用普通低合金钢。按《钢结构设计规范》(GBJ17—88)规定,其质量标准应分别符合《普通碳素结构钢技术条件》(GB700—79)、《低合金钢技术条件》(GB1591—79)和《桥梁用碳素钢及普通低合金钢板技术条件》(YB168—70)的规定。

一、普通碳素钢

普通碳素钢按供应条件分为甲、乙、特三类。

1. 甲类钢

主要按机械性能供应。其基本保证条件是抗拉强度、延伸率、碳、硫、磷等项含量须符合国家标准。需要时可增加屈服点、冷弯试验和冲击韧性等保证项目。

2. 乙类钢

按化学成分供应,它保证钢材的碳、硫、磷、硅、锰等元素含量及铜的残余含量合格。需要

时可增加保证铬、镍的残余含量符合国家标准。

3. 特类钢

按机械性能和化学成分供应。钢材的抗拉强度、延伸率、屈服点、冷弯试验等机械性能和碳、硫、磷等元素的含量及铜、铬、镍的残余含量符合国家标准。需要时可增加常温冲击韧性和负温冲击韧性要求。

由于乙类钢不能保证对机械性能的要求,特类钢的价格又高,所以建筑结构一般均采用甲类钢。

普通碳素钢根据含碳量的高低,按数码可分为七个钢号。钢号越大,含碳量就越高,钢材的强度和硬度虽得以提高,但塑性和韧性却因此下降。由于普通碳素钢较易冶炼,成本低且加工性能好,所以应用广泛。其中尤以“3”号钢为最常用的钢材。

普通碳素钢的代号,根据《钢铁产品牌号表示方法》(GB221—79)的规定,按钢类、炉种、号数及浇注方法的次序表示。如:甲类氧气转炉“3”号沸腾钢表示为“AYF3”;甲类平炉“3”号镇静钢表示为“A3”。

二、普通低合金钢

普通低合金钢是在普通碳素钢中添加了总量不超过 5% 的合金元素而成的。其强度和韧性均得到较大提高。我国的普通低合金钢种类较多,且性能好;但由于某些钢号因积累数据不多,故目前正式列入规范推荐使用的只有 16Mn (16 锰)、15MnV (15 锰钒)、16Mnq (16 锰桥) 和 15MnVq (15 锰钒桥);后两种为桥梁用钢。

普通低合金钢的代号中前面两位数表示平均含碳量的万分数,其后标出所含合金元素的符号。如:16Mn 钢表示平均含碳量为 0.16%,主要合金元素为锰。当合金元素平均含量高于 1.5% 时应在元素符号后标出百分数(取整数),低于 1.5% 者可不标,如:09 锰 2。

优质钢是由普通碳素钢或普通低合金钢经过热处理(调质处理),而成。它比原来的杂质元素含量减少 ($S < 0.040\%$ 、 $P < 0.0045\%$),强度大幅度提高,而塑性和韧性又无明显降低。如用于高强度螺栓的 20MnTiB (20 锰钛硼) 钢,其抗拉强度可达 1040N/mm²~1240N/mm²。

表 1.4 钢材的表示符号

名称	符号	名称	符号
工字钢	 如: I20a	方钢	 如: 65x65
槽钢	 如: [14a	圆钢	 如: 445
等边角钢	 如: L100x10	钢轨	 如: QU70
不等边角钢	 如: L90x63x6		
扁钢板	 如: -150x8		

续表

螺栓的钢号 (或性能等级) 和构件的钢号			构件钢材		普通螺栓								锚栓	承压型高强度螺栓	
					C级螺栓				A级、B级螺栓					抗拉 f_t	承压 f_p
					抗拉 f_t	抗剪 f_v	承压 f_p	抗拉 f_t	抗剪 f_v	承压 f_p	抗拉 f_t	抗剪 f_v			
构件	承压型高强度螺栓	8.8级	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	250	—
		10.9级	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	310	—
	3号钢	第1~3组	—	—	—	—	—	305	—	—	—	—	—	—	465
		—	≤16	—	—	—	—	420	—	—	—	—	—	—	640
		—	17~25	—	—	—	—	400	—	—	—	—	—	—	615
构件	16Mnq钢	—	26~36	—	—	—	—	385	—	—	—	—	—	—	590
	15MnV钢	—	≤16	—	—	—	—	435	—	—	—	—	—	—	665
	15MnVq钢	—	17~25	—	—	—	—	420	—	—	—	—	—	—	640
构件	15MnVq钢	—	26~36	—	—	—	—	400	—	—	—	—	—	—	615

注：见表1.7的注1。

表 1.9 焊缝的强度设计值 (N/mm²)

焊接方法和焊条型式	构件钢号	钢材组别	厚度或直径 mm	对接焊缝			角焊缝	
				抗压 f_c^w	焊缝质量为下列级别时， 抗拉和抗弯 f_t^w			抗剪 f_v^w
					一级、二级	三级		
自动焊、半自动焊和 用 $E43 \times \times$ 型焊条的 手工焊	3号钢	第一组	—	215	215	185	125	160
		第二组	—	200	200	170	115	160
		第三组	—	190	190	160	110	160
自动焊、半自动焊和 用 $E50 \times \times$ 型焊条的 手工焊	16Mn 钢 16Mnq 钢	—	≤ 16	315	315	270	185	200
		—	17~25	300	300	255	175	200
		—	26~36	290	290	245	170	200
自动焊、半自动焊和 用 $E55 \times \times$ 型焊条的 手工焊	15MnV 钢 15MnVq 钢	—	≤ 16	350	350	300	205	220
		—	17~25	335	335	285	195	220
		—	26~36	320	320	270	185	220

注：自动焊和半自动焊所采用的焊丝和焊剂，应保证其熔敷金属抗拉强度不低于相应手工焊焊条的数值。

表 1.5

3号钢材分组尺寸 (mm)			角钢、工字钢和槽钢的厚度		钢板的厚度	
组别	圆钢、方钢和扁钢的直径和厚度	厚度	≤15	≤20	≤20	≤20
第一组	≤40	—	—	—	—	—
第二组	40~100	—	—	—	—	—
第三组	—	—	—	—	—	—

表 1.6

钢材的设计强度值 (N/mm ²)			抗拉、抗压和抗弯		抗剪		端面承压 (刨平顶紧)	
钢号	组别	厚度或直径 (mm)	f	f _v	f _v	f _v	f _{ce}	f _{ce}
3号钢	第一组	—	215	125	125	320	320	320
	第二组	—	200	115	115	320	320	320
	第三组	—	190	110	110	320	320	320
16Mn钢	—	≤16	315	185	185	445	445	445
	—	17~25	300	175	175	425	425	425
	—	26~36	290	170	170	410	410	410
16Mnq钢	—	≤16	350	205	205	450	450	450
	—	17~25	335	195	195	435	435	435
	—	26~36	320	185	185	415	415	415

注：3号镇静钢材的抗拉、抗压、抗弯和抗剪设计强度值可按表中数值增加5%。

表 1.7

铆钉连接的设计强度值 (N/mm ²)			抗拉 (铆钉)		抗剪		承压	
铆钉和构件的钢号	组别	厚度 (mm)	头拉脱 f_t		I类孔		I类孔	
			—	—	—	—	—	—
铆钉	ML2或ML3	—	120	185	155	—	—	—
		第1~3组	—	—	—	445	360	360
		—	—	—	—	610	500	500
构件	16Mn钢	≤16	—	—	—	590	480	480
		17~25	—	—	—	565	460	460
		26~36	—	—	—	—	—	—

注：1. 孔壁质量属于下列情况者为I类孔：
(1) 在装配好的构件上按设计孔径钻成的孔；
(2) 在单个零件或构件上按设计孔径分别用钻模钻成的孔；
(3) 在单个零件或构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成至设计孔径的孔。
2. 在单个零件上一次冲成或不用钻模钻成设计孔径的孔，属于I类孔。

表 1.8

螺栓连接的设计强度值 (N/mm ²)			普通螺栓		承压型高强度螺栓	
螺栓的钢号 (或性能等级) 和构件的钢号	组别	厚度 (mm)	C级螺栓		A级、B级螺栓	
			抗拉 f_t	承压 f_p	抗拉 f_t	承压 f_p
普通螺栓	3号钢 (4.6级)	—	170	130	—	—
		170	—	170	—	—
		—	—	—	—	—
锚栓	3号钢 16Mn钢	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—

表 1.10 强度设计值折减系数

项次	结构构件或连接情况		折 减 系 数
1	单面连 接的角 钢	按轴心受压计算强度和连接	0.85
2		等边角钢	0.6+0.0015λ, 但≤1.0 0.5+0.0025λ, 但≤1.0 0.70
3		短边相连的不等边角钢	
4		长边相连的不等边角钢	
5	施工条件较差的高空安装焊缝和铆钉连接		0.90
6	沉头和半沉头铆钉连接		0.80
7	在接点处或拼接接头的一端, 或受力方向的连接长度 $L_1 > 15d_0$ 的螺栓或铆钉连接		$1.1 - \frac{L_1}{15d_0}$
8	采用塑性设计时, 钢材和连接		0.9
9	轻型 钢结构	拱的双圆钢拉杆及其连接	0.85
10		平面桁架式檩条和三铰拱斜梁的端部主要受压腹杆	0.85
11		其它杆件和连接	0.95
12		单圆钢杆件连接	0.85
13		杆件受拉时, 杆件和连接按轴心受力计算	

注: λ——对中间无联系的单圆钢压杆, 按最小回转半径计算的长细比, 当 $\lambda < 20$ 时, 取 $\lambda = 20$;
 d_0 ——孔径。

在新的《钢结构设计规范》(GBJ17—88) 出版发行后, 一些新的国家标准也相继陆续出版。这里将《碳素结构钢》(GB700—88) 及《低合金结构钢》(GB1591—88) 中有关建筑结构用钢的“化学成分”和“机械性能”情况列表介绍, 见表 1.11、1.12、1.13、1.14 和 1.15。

在《碳素结构钢》(GB700—88) 中, 钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号等四个部分按顺序组成。

例如: Q235—A·F

- Q——钢材屈服点“屈”字汉语拼音首字母;
- A、B、C、D——分别为质量等级;
- F——沸腾钢“沸”字汉语拼音首字母;
- b——半镇静钢“半”字汉语拼音首字母;
- Z——镇静钢“镇”字汉语拼音首字母;
- TZ——特殊镇静钢“特镇”两字汉语拼音首字母。

在牌号组成表示方法中, “Z”与“TZ”代号予以省略。

表 1.11

牌 号	等 级	化 学 成 分 , %						脱氧方法
		C	Mn	Si	S	P		
				不 大 于				
Q195	—	0.08~0.12	0.25~0.50	0.30	0.050	0.045	F·b·Z	
Q215	A	0.09~0.15	0.25~0.55	0.30	0.050	0.045	F·b·Z	
	B				0.045			
Q235	A	0.14~0.22	0.30~0.65 ⁽¹⁾	0.30	0.050	0.045	F·b·Z	
	B	0.12~0.20	0.30~0.70 ⁽¹⁾		0.045			
	C	≤0.18	0.35~0.80		0.040	0.035		
	D	≤0.17			0.035			
Q255	A	0.13~0.28	0.40~0.70	0.30	0.050	0.045	Z	
	B				0.045			
Q275	—	0.28~0.38	0.50~0.80	0.35	0.050	0.045	Z	

注: Q235A、B 级沸腾 Mn 含量上限为 0.60%。

表 1.12

牌 号	等 级	拉 伸 试 验				冲击试验	
		屈 服 点 σ_s N/mm ²		抗 拉 强 度 σ_t N/mm ²		温 度 °C	
		钢 材 厚 度 (直 径) mm		钢 材 厚 度 (直 径) mm		伸 长 率 σ_5 %	
		≤ 16	> 16	≤ 16	> 16	≥ 16	V 型冲击功 (纵向)
Q195	—	(185)	—	—	—	—	—
Q215	A	215	185	175	165	31	—
	B	205	195	185	175	30	—
Q235	A	235	215	205	185	26	27
	B	225	215	205	185	25	—
	C	225	215	205	185	24	20
	D	225	215	205	185	23	—
Q255	A	255	235	225	205	20	—
	B	245	235	225	205	19	—
Q275	—	275	255	245	225	15	—

表 1.13

牌 号	试样方向	冷 弯 试 验 B=2a 180°		
		钢 材 厚 度 (直径) mm		
		>4~60	>60~100	>100~200
		弯 心 直 径 d		
Q195	纵	0	—	—
	横	0.5a	—	—
Q215	纵	0.5a	1.5a	2a
	横	a	2a	2.5a
Q235	纵	a	2a	2.5a
	横	1.5a	2.5a	3a
Q255		2a	3a	3.5a
Q275		3a	4a	4.5a

注：B为试样宽度，a为钢材厚度（直径）。

附 件

新旧 G B 700 标准牌号对照

G B700—88 的牌号表示方法以及对各牌号所规定的技术要求与 G B700—79 都不同，新旧标准牌号对照如下，供参考。

表 1.14

GB700—88		GB700—79	
Q195	不分等级，化学成分和力学性能（抗拉强度、伸长率和冷弯）均须保证，但轧制薄板和圆条之类产品，力学性能的保证项目，根据产品特点和使用要求，可在有关标准中另行规定	1 号钢	Q195 的化学成分与本标准 1 号钢的乙类钢 B1 同，力学性能（抗拉强度、伸长率和冷弯）与甲类钢 A1 相同（A1 的冷弯试验是附加保证条件）。1 号钢设有特类钢
A 级		A2	
Q215	B 级（做常温冲击试验，V 型缺口）	C2	
A 级（不做冲击试验）		A3	（附加保证常温冲击试验，U 型缺口）
Q235	B 级（做常温冲击试验，V 型缺口） C 级（作为重要焊接结构用） D 级	C3 — —	（附加保证常温或—20℃冲击试验，U 型缺口）
A 级		A4	
Q255	B 级（做常温冲击试验，V 型缺口）	C4	（附加保证冲击试验，U 型缺口）
Q275	••不分等级，化学成分和力学性能均须保证	C5	

表 1.15

牌 号	化 学 成 分 %										
	C	Mn	Si	V	Ti	Nb	Cu	N	RE 加入量	S	P
										不 大 于	
09MnV	≤0.12	0.80~1.20	0.20~0.55	0.04~0.12	—	—	—	—	—	0.045	0.045
09MnNb	≤0.12	0.80~1.20	0.20~0.55	—	—	0.015~0.050	—	—	—	0.045	0.045
09Mn2	≤0.12	1.40~1.80	0.20~0.55	—	—	—	—	—	—	0.045	0.045
12Mn	0.09~0.16	1.10~1.50	0.20~0.55	—	—	—	—	—	—	0.045	0.045
18Nb	0.14~0.22	0.40~0.80	0.17~0.37	—	—	0.020~0.050	—	—	—	0.045	0.045
09MnCuPTi	≤0.12	1.00~1.50	0.20~0.55	—	≤0.03	—	0.20~0.40	—	—	0.045	0.05~0.12
10MnSiCu	≤0.12	1.25~1.60	0.80~1.10	—	—	—	0.15~0.30	—	—	0.045	0.045
12MnV	≤0.15	1.00~1.40	0.20~0.55	0.04~0.12	—	—	—	—	—	0.045	0.045
14MnNb	0.12~0.18	0.80~1.20	0.20~0.55	—	—	0.015~0.050	—	—	—	0.045	0.045
16Mn	0.12~0.20	1.20~1.60	0.20~0.55	—	—	—	—	—	—	0.045	0.045
16MnRE	0.12~0.20	1.20~1.60	0.20~0.55	—	—	—	—	—	0.02~0.20	0.045	0.045
15MnV	0.12~0.18	1.20~1.60	0.20~0.55	0.04~0.12	—	—	—	—	—	0.045	0.045
15MnTi	0.12~0.18	1.20~1.60	0.20~0.55	—	0.12~0.20	—	—	—	—	0.045	0.045
10MnPNbRE	≤0.14	0.80~1.20	0.20~0.55	—	—	0.015~0.050	—	—	0.02~0.20	0.045	0.06~0.12
16MnNb	0.12~0.20	1.00~1.40	0.20~0.55	—	—	0.015~0.050	—	—	—	0.045	0.045
14MnVTiRE	≤0.18	1.30~1.60	0.20~0.55	0.04~0.10	0.09~0.16	—	—	—	0.02~0.20	0.045	0.045
15MnVN	0.12~0.20	1.30~1.70	0.20~0.55	0.10~0.20	—	—	—	0.010~0.020	—	0.045	0.045

表 1.16

牌 号	钢材厚度 或直径 mm	抗拉强度 σ_b N/mm ²	屈服点 σ_s N/mm ²	伸长率 δ_5 %		180°弯曲试验 d = 弯心直径 a = 试样厚度	冲 击 试 验	
				不 小 于	于		温 度 ℃	V 型冲击功 (纵向) J
19MnV	≤16 >16~25	430~580	295 275	23		$d=2a$ $d=3a$	20	27
09MnNb	≤16 >16~25	410~560 390~540	295 275	24		$d=2a$ $d=3a$	20	27
				23				
09Mn2	≤16 >16~30 >30~100 方、圆钢	440~590 420~570 410~560	295 275 255	22		$d=2a$ $d=2a$ $d=3a$	20	27
				22				
				21				
12Mn	≤16 >16~25 >25~36 >36~50 >50~100 方、圆钢	440~590 430~580 400~550 390~540 390~540	295 275 255 235 235	22		$d=2a$ $d=3a$ $d=3a$ $d=3a$ $d=3a$	20	27
				21				
				21				
				21				
				20				
18Nb	≤16 >16~25	470~620 450~600	345 325	20		$d=2a$ $d=2a$	20	27
				19				
09MnCuPTi	≤16 >16~25	490~640 490~640	345 335	22		$d=2a$ $d=3a$	20	27
				21				
10MnSiCu	4~10 >10~20 >20~32	490~640 470~620 470~620	345 335 325	22		$d=2a$ $d=2a$ $d=3a$	20	27
				22				
				22				
12MnV	≤16 >16~25	490~640 490~640	345 325	22		$d=2a$ $d=3a$	20	27
				21				
14MnNb	≤16 >16~25	490~640 470~620	355 335	21		$d=2a$ $d=3a$	20	27
				20				
16Mn	≤16 >16~25 >25~36 >36~50 >50~100 方、圆钢	510~660 490~640 470~620 470~620 470~620	345 325 315 295 275	22		$d=2a$ $d=3a$ $d=3a$ $d=3a$ $d=3a$	20	27
				21				
				21				
				21				
				20				
16MnRE	≤16 >16~25	510~660 490~640	345 325	22		$d=2a$ $d=3a$	20	27
				21				

续表

牌 号	钢材厚度 或直径 mm	抗拉强度 σ_b N/mm ²	屈服点 σ_s N/mm ²	伸长率 δ_s %		180°弯曲试验 d = 弯心直径 a = 试样厚度	冲 击 试 验	
				不 小 于	于		温 度 ℃	V 型冲击功率 (纵向) J
10MnPNbRE	≤10	510~660	390	20	$d=2a$	20	27	
15MnV	≤4 >4~16 >16~25 >25~36 >36~50	550~700 530~680 510~660 490~640 490~640	410 390 375 355 335	19 18 18 18 18	$d=2a$ $d=3a$ $d=3a$ $d=3a$ $d=3a$	20	27	
15MnTi	≤25 >25~40	530~680 510~660	390 375	20 20	$d=3a$ $d=3a$	20	27	
16MnNb	≤16 >16~20	530~680 510~660	390 375	20 19	$d=2a$ $d=3a$	20	27	
14MnVTiRE	≤12 >12~20	550~700 530~680	440 410	19 19	$d=2a$ $d=3a$	20	27	
15MnVN	≤10 >10~25 >25~38 >38~50	590~740 570~720 550~700 530~680	440 420 410 390	19 19 18 18	$d=2a$ $d=3a$ $d=3a$ $d=3a$	20	27	

第三节 钢结构构件连接

钢结构中的构件一般都是由若干零件连接而成的。其连接方式的设计是否合理直接影响到结构的使用寿命，施工工艺和工程造价；连接节点的设计同构件本身的设计一样重要。

绘制钢结构详图之前，应首先根据施工图所示的节点形式及节点内力，通过计算确定所需焊缝的长度或螺栓（铆钉）的数量，再结合结构要求“放大样”，以决定节点板的尺寸，然后绘图。连接节点的计算是钢结构详图设计的一项重要内容。

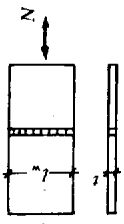
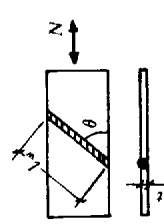
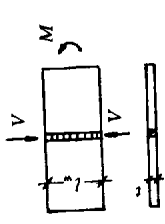
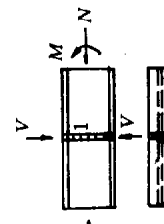
钢结构的连接主要有焊接连接、铆钉连接、普通螺栓连接和高强度螺栓连接四种。

一、焊接连接

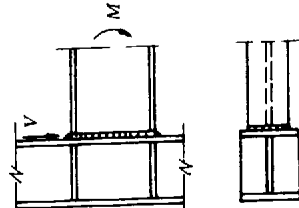
焊接连接是钢结构中采用最普遍的一种连接形式，它与铆接和螺栓连接相比，具有构造简单、施工方便、易于采用自动化操作、不削弱材料截面，生产效率高等优点。它的缺点是在热影响区内容易产生残余应力和残余变形，焊接后的材料性能变脆且对疲劳较敏感。因此对于直接承受动力荷载或重型结构的某些部位，是否采用焊接连接应予慎重。焊接可分为手工电弧焊、半自动埋弧焊、自动埋弧焊、电渣焊和气体保护焊等。

1. 对接焊缝的强度计算

对接焊缝的强度应按表 1.7 所列公式计算。

表 1.17 对接焊缝连接的强度计算公式			
项次	连接形式及受力情况	计 算 公 式	备 注
1		$\sigma = \frac{N}{l_w t} \leq f_t^w \text{ 或 } f_c^w \quad (1.1)$	
2		$\sigma = \frac{N \sin \theta}{l_w t} \leq f_t^w \text{ 或 } f_c^w \quad (1.2a)$ $\tau = \frac{N \cos \theta}{l_w t} \leq f_v^w \quad (1.2b)$	当 $\tan \theta \leq 1.5$ 时, 其强度可不计算
3		$\sigma = \frac{6M}{l_w^2 t} \leq f_t^w \text{ 或 } f_c^w \quad (1.3a)$ $\tau = \frac{1.5V}{l_w t} \leq f_v^w \quad (1.3b)$	
4		$\sigma = \frac{N}{A_w} + \frac{M}{W_w} \leq f_t^w \text{ 或 } f_c^w \quad (1.4a)$ $\tau = \frac{VS_w}{I_w t} \leq f_v^w \quad (1.4b)$ $\sigma_{zs} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$ $= \sqrt{\left(\frac{N}{A_w} + \frac{M y_1}{I_w}\right)^2 + 3\left(\frac{VS_w}{I_w t}\right)^2} \leq f^w \quad (1.4c)$	在正应力和剪应力都较大的地方才需要计算折算应力, 如图中的 1 点处

续表

项次	连接形式及受力情况	计 算 公 式	备 注
5		$\sigma = \frac{M}{W_w} \leq f_t^w \text{ 或 } f_c^w \quad (1.5a)$ $\tau = \frac{V}{A_w} \leq f_v^w \quad (1.5b)$ $\sigma_{zs} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$ $= \sqrt{\left(\frac{M}{W_w}\right)^2 + 3\left(\frac{V}{A_w}\right)^2} \leq 1.1f^w \quad (1.5c)$	如连接在翼缘处无横肋加劲肋, 则在计算正应力 σ 时, 不应计入翼缘水平焊缝, 即 $W_w = \frac{h^2 t}{6}$

表中 N 、 M 、 V ——作用于连接处的轴心力、弯矩和剪力;

l_w ——焊缝的计算长度, 当对接焊缝无法采用引弧板施焊时, l_w 取实际长度减去 10mm;

t ——焊缝厚度;

A_w 、 W_w ——焊缝截面的面积和抵抗矩;

S_w ——所求剪应力处以上的焊缝截面对中和轴的面积矩;

I_w ——焊缝截面的惯性矩;

y_1 ——1 点到中和轴的距离;

S_{w1} ——计算 1 点剪应力所用的焊缝截面的面积矩;

A_w' ——竖直焊缝的截面积, $A_w' = ht$;

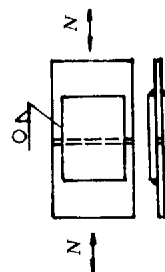
h ——竖直焊缝的长度 (即牛腿截面高度);

f_t^w 、 f_c^w 、 f_v^w ——对接焊缝的抗拉、抗压、抗剪强度设计值。

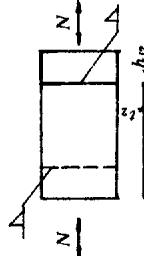
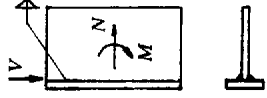
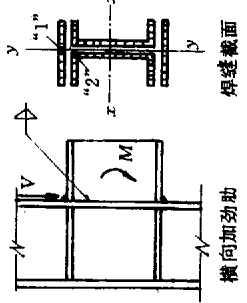
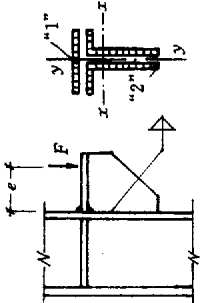
2. 角焊缝的强度计算

角焊缝连接的直角角焊缝强度应按表 1.18 所列公式计算。斜角角焊缝的强度亦按表 1.18

所列公式计算, 但取 $\beta_t = 1.0$ 。其有效厚度为: 当 $\alpha > 90^\circ$ 时, $h_e = h_i \cos \frac{\alpha}{2}$; 当 $\alpha \leq 90^\circ$ 时, $h_e = 0.7h_i$ 。 α 为两焊脚边的夹角。

表 1.18 直角角焊缝连接的强度计算公式			
项次	连接形式及受力情况	计 算 公 式	备 注
1		$\tau = \frac{N}{0.7h_i l_w} \leq f_t^w \quad (1.6)$	

续表

项次	连接形式及受力情况	计算内容	计算公式	备 注
2		剪应力	$\tau = \frac{N}{0.7\beta_1(h_{t1} + h_{t2})l_w} \leq f^T \quad (1.7)$	
3		剪应力	$\tau = \sqrt{\frac{1}{\beta_1^2}(\tau_M + \tau_N)^2 + \tau_V^2} = \left[\frac{1}{\beta_1^2} \left(\frac{6M}{2 \times 0.7h_1l_w} + \frac{N}{2 \times 0.7h_1l_w} \right)^2 + \left(\frac{V}{2 \times 0.7h_1l_w} \right)^2 \right]^{1/2} \leq f^T \quad (1.8)$	
4		剪应力	$\tau_1 = \tau_{M1} = \frac{M}{W_{w1}} \leq \beta_1 f^T \quad (1.9a)$ $\tau_2 = \sqrt{\frac{1}{\beta_1^2} \tau_{M2}^2 + \tau_V^2} = \sqrt{\frac{1}{\beta_1^2} \left(\frac{M}{W_{w2}} \right)^2 + \left(\frac{V}{A'_w} \right)^2} \leq f^T \quad (1.9b)$	如连接在翼缘处无横向加劲肋加强,则只有竖向焊缝传力,此时按公式(1.8)计算
5		剪应力	$\tau_1 = \tau_{M1} = \frac{Fe}{W_{w1}} \leq f^T \quad (1.10a)$ $\tau_2 = \sqrt{\frac{1}{\beta_1^2} \tau_{M2}^2 + \tau_V^2} = \sqrt{\frac{1}{\beta_1^2} \left(\frac{Fe}{W_{w2}} \right)^2 + \left(\frac{F}{A'_w} \right)^2} \leq f^T \quad (1.10b)$	

续表

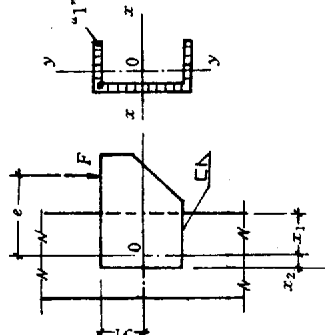
项次	连接形式及受力情况	计算内容	计算公式	备 注
6		剪应力	$\tau_1 = \sqrt{\tau_{N1}^2 + \frac{1}{\beta_1^2}(\tau_{V1} + \tau_F)^2} = \sqrt{\left(\frac{Fey_1}{I_{wp}} \right)^2 + \frac{1}{\beta_1^2} \left(\frac{Fex_1}{I_{wp}} + \frac{F}{A_w} \right)^2} \leq f^T \quad (1.11)$	图中“O”点为焊缝截面形心,焊缝1点处受力最大

表 1.18 中

h_t (h_{t1} 、 h_{t2}) —— 角焊缝的较小焊脚尺寸;

ΣL_w —— 连接一边的计算长度;

W_{w1} 、 W_{w2} —— 焊缝有效截面对 1 点和 2 点的抵抗矩;

A'_w —— 腹板连接焊缝 (竖直焊缝) 的有效截面积;

A_w —— 焊缝有效截面积;

I_{wp} —— 焊缝有效截面对其形心 o 的极惯性矩, 其值为: $I_{wp} = I_{wx} + I_{wy}$;

I_{wx} 、 I_{wy} —— 焊缝有效截面对其形心轴 x 和 y 的惯性矩;

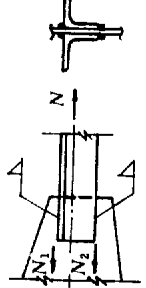
β_t —— 正面角焊缝的设计强度增大系数, 对直接承受动力荷载的结构 $\beta_t = 1.0$; 对承受静力荷载或间接承受动力荷载的结构 $\beta_t = 1.22$;

f^T —— 角焊缝的强度设计值。

3. 角钢与钢板连接的角焊缝计算

角钢与钢板连接的角焊缝, 应按表 1.19 所列公式计算。

表 1.19 角钢与钢板连接的角焊缝计算公式

项次	连接形式	计 算 公 式	备 注
1		$l_{w1} = \frac{K_1 N}{2 \times 0.7h_{t1} f^T} \quad (1.12a)$ $l_{w2} = \frac{K_2 N}{2 \times 0.7h_{t2} f^T} \quad (1.12b)$	假定焊脚尺寸求焊缝长度

续表

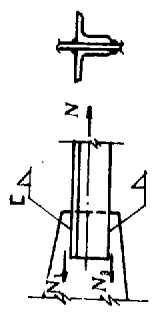
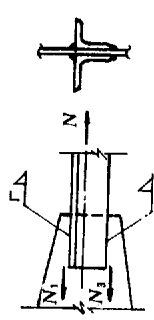
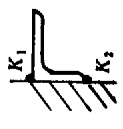
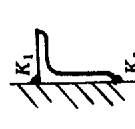
项次	连接形式	计算公式	备注
2		$N_3 = 2 \times 0.7 h_{w3} \beta_t f_T \quad (1.13a)$ $N_1 = K_1 N - \frac{N_3}{2}$ $N_2 = K_2 N - \frac{N_3}{2}$ $l_{w1} = \frac{N_1}{2 \times 0.7 h_{w1} f_T} \quad (1.13b)$ $l_{w2} = \frac{N_2}{2 \times 0.7 h_{w2} f_T} \quad (1.13c)$	端焊缝长度 l_{w3} 可视为已知 假定焊脚尺寸求焊缝长度, 且使 $l_{w1} \geq l_{w3}$
3		$N_3 = 2K_2 N \quad (1.14a)$ $l_{w1} = \frac{N - N_3}{2 \times 0.7 h_{w1} f_T} \quad (1.14b)$ $h_{w3} = \frac{N_3}{2 \times 0.7 l_{w3} f_T} \quad (1.14c)$	L 型围焊一般只宜用于内力较小的杆件, 且使 $l_{w1} \geq l_{w3}$

表 1.19 中 h_{w1} 、 l_{w1} ——一个角钢肢背侧焊缝的焊脚尺寸和计算长度;
 h_{w2} 、 l_{w2} ——一个角钢肢尖侧焊缝的焊脚尺寸和计算长度;
 h_{w3} 、 l_{w3} ——一个角钢端焊缝的焊脚尺寸和计算长度;
 K_1 、 K_2 ——角钢肢背和肢尖的焊缝内力分配系数, 按表 1.20 确定。

表 1.20 K_1 和 K_2 值			
项次	角钢类型	连接形式	焊缝内力分配系数
			K_1 (肢背) K_2 (肢尖)
1	等边角钢		0.7 0.3

续表			
项次	角钢类型	连接形式	焊缝内力分配系数
			K_1 (肢背) K_2 (肢尖)
2	不等边角钢 (短肢相连)		0.75 0.25
3	不等边角钢 (长肢相连)		0.65 0.35

4. 圆钢与平板 (或型钢)、圆钢与圆钢连接的角焊缝, 应按下式计算抗剪强度:

$$\tau = \frac{N}{h_e \sum l_w} \leq f_T^* \quad (1.15)$$

式中 N ——作用在圆钢上的轴心力;

$\sum l_w$ ——焊缝的计算长度之和;

h_e ——焊缝的有效厚度;

对圆钢与平板的连接 (图 1.8), $h_e = 0.7 h_f$;

对圆钢与圆钢的连接 (图 1.9) h_e 应按下式计算:

$$h_e = 0.1(d_1 + 2d_2) - a \quad (1.16)$$

式中 d_1 ——大圆钢直径;

d_2 ——小圆钢直径;

a ——焊缝表面至两个圆钢公切线的距离。



图 1.8 圆钢与平板间的焊缝

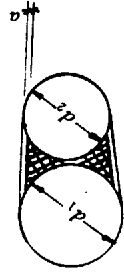


图 1.9 圆钢与圆钢间的焊缝

5. 焊缝连接的构造要求

(1) 在设计中不得任意加大焊缝, 避免焊缝立体交叉和在一处集中大量焊缝, 同时焊缝的布置应尽可能对称于构件重心。

钢板的拼接采用对接焊缝时, 纵横两方向的对接焊缝可采用十字形交叉或 T 形交叉, 交叉点的距离不得小于 200mm (图 1.10)。

(2) 焊缝金属宜与主体金属相适应。当为不同强度的钢材连接时, 可采用与低强度钢材相适应

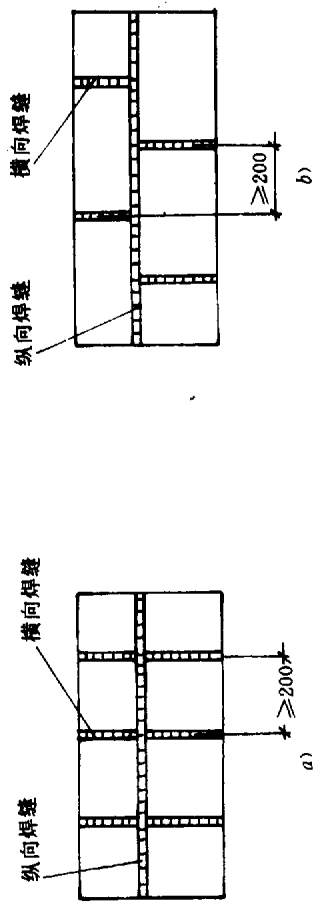


图 1.10 钢板的拼接

a) 十字形交叉; b) T形交叉

应的焊接材料。

(3) 在对接焊缝的拼接处, 焊件的宽度不同或厚度相差 4mm 以上时, 应分别在宽度方向或厚度方向从一侧或两侧做成坡度不大于 1/4 的斜角 (图 1.11)。

(4) 角焊缝两焊脚边的夹角 α 一般为 90° (直角角焊缝)。夹角 $\alpha > 120^\circ$ 或 $\alpha < 60^\circ$ 的斜角角焊缝, 不宜用作受力焊缝 (钢管结构除外)。

(5) 角焊缝的尺寸应符合下列要求:

1) 角焊缝的焊脚尺寸 h_f (mm) 不得小于 $1.5\sqrt{t}$, t 为较厚焊件的厚度 (mm), 但对自动焊, 最小焊脚尺寸可减小 1mm; 对 T 形连接的单面角焊缝, 应增加 1mm。当焊件厚度等于或小于 4mm 时, 则最小焊脚尺寸与焊件厚度相同。

2) 角焊缝的焊脚尺寸不宜大于较薄焊件厚度的 1.2 倍 (钢管结构除外), 但板件 (厚度为 t) 边缘的角焊缝最大焊脚尺寸, 尚应符合下列要求:

当 $t \leq 6\text{mm}$ 时, $h_f \leq t$;

当 $t > 6\text{mm}$ 时, $h_f \leq t - (1 \sim 2)\text{mm}$ 。

圆孔或槽孔内的角焊缝焊脚尺寸尚不宜大于圆孔直径或槽孔短径的 1/3。

3) 侧面角焊缝或正面角焊缝的计算长度不得小于 $8h_f$ 和 40mm。

4) 侧面角焊缝的计算长度不宜大于 $60h_f$ (承受静力荷载或间接承受动力荷载时) 或 $40h_f$ (直接承受动力荷载时); 当大于上述数值时, 其超过部分在计算中不予考虑。若内力沿侧面角焊缝全长分布, 其计算长度不受此限。

5) 在次要构件或次要焊缝连接中, 允许采用断续角焊缝。断续角焊缝之间的净距不应大于 $15t$ (对受拉构件) 或 $30t$ (对受压构件), t 为较薄焊件的厚度。

6) 当板件的端部只有两侧面角焊缝连接时, 每条侧面角焊缝长度不宜小于两侧面角焊缝之间的净距, 同时两侧面角焊缝之间的距离不宜大于 $16t$ (当 $t > 12\text{mm}$) 或 200mm (当 $t \leq 12\text{mm}$), t 为较薄焊件的厚度。

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

8) 圆钢与圆钢、圆钢与平 (钢) 板间的焊缝有效厚度, 不应小于 0.2 倍圆钢直径 (当焊接两圆钢的直径不相等时, 取平均直径) 或 3mm, 并不大于 1.2 倍平 (钢) 板厚度, 焊缝计算长度不应小于 20mm。

【例 1.1】 计算图 1.12 所示截面 -500×12 钢板的对接连接。钢材为 A3F, 承受轴心拉力 $N=1150\text{kN}$, 手工焊接, 焊条牌号为 E43××型, 采用引弧板, 焊缝质量检验为三级。

【解】 (1) 钢板的强度计算

$$\sigma = \frac{N}{A_n} = \frac{1.15 \times 10^6}{500 \times 12} = 191.7\text{N/mm}^2 < f = 215\text{N/mm}^2$$

(2) 焊缝的强度计算

$$\sigma = \frac{N}{l_w t} = \frac{1.15 \times 10^6}{500 \times 12} = 191.7\text{N/mm}^2 > f_t^w = 185\text{N/mm}^2$$

焊缝应力超过规定的强度设计值, 故应提高焊缝质量检验级别为二级; 当有困难时, 亦可采用斜对接焊缝连接。

【例 1.2】 计算图 1.13 所示牛腿与柱的连接角焊缝。钢材为 A3F, 焊条 E43××型, 手工焊, 作用力 $F=360\text{kN}$ 。

【解】 假设将作用力 F 移至通过焊缝截面的 y 轴上, 则通过该截面的剪力 $V=F=360\text{kN}$ 将使焊缝产生剪应力 τ , 和由弯矩 $M=Fe=360 \times 300 \times 10^3 = 1.08 \times 10^8\text{N} \cdot \text{mm}$ 产生 τ_M 。由于牛腿翼缘板的竖向刚度较低, 一般不考虑其承受剪力, 只承受弯矩。因此, 剪力全部由腹板上的两条竖向角焊缝承受, 弯矩则由全部焊缝承受。

(1) 焊缝有效截面的几何特征

取焊脚尺寸 $h_f=8\text{mm}$, 则

两条竖向焊缝的计算面积为

$$A_w = 2 \times 0.7 \times 8 \times 376 = 4211.2\text{mm}^2$$

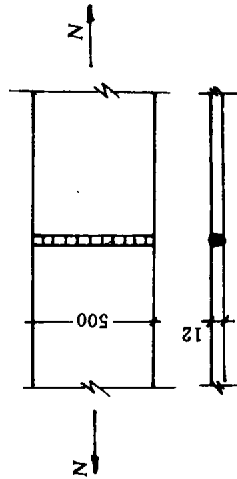


图 1.12 例 1.1 附图

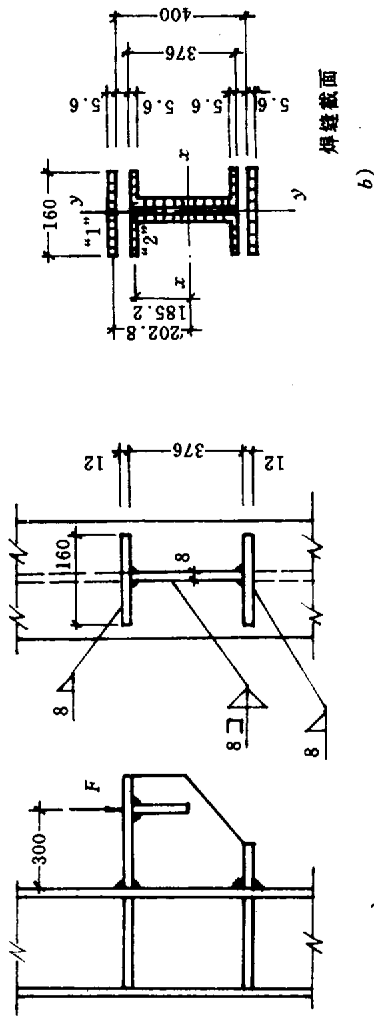


图 1.13 例 1.2 附图