

技师学院机械类专业教材 机械类专业技师培训教材

JISHI XUEYUAN JIXIELEI ZHUANYE JIAOCAI

JIXIELEI ZHUANYE JISHI PEIXUN JIAOCAI



焊工工艺

与技能训练

HANGONG GONGYI

YU JINENG XUNLIAN



中国劳动社会保障出版社

THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS



月工

与技能训练

THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS

CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

技师学院机械类专业教材
机械类专业技师培训教材

焊工工艺与技能训练

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工工艺与技能训练/王长忠主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2005
ISBN 7-5045-4861-8

I. 焊… II. 王… III. 焊接工艺 IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 013305 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.75 印张 441 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数: 4000 册

定价: 28.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

进入 21 世纪以来,我国作为制造业大国的地位和当前生产一线劳动者素质偏低及技能人才,尤其是高级技工、技师人才匮乏之间的矛盾越来越突出,已成为制约我国制造业升级的突出问题。为了解决这一矛盾,2005 年国务院颁发了《关于大力发展职业教育的决定》,确立了“力争用 5 年时间,在全国新培养 190 万名技师和高级技师,新培养 700 万名高级技工,并带动中级和初级技能劳动者队伍梯次发展”的目标。正是在这样的新形势下,为了推进我国职业教育建设,加强各类高素质高技能专门人才的培养,我们组织编写了这套机械类专业技师教材,初步完成的有《车工工艺与技能训练》《钳工工艺与技能训练》和《焊工工艺与技能训练》3 种,之后我们还将陆续开发其他技师教材。

在这套教材的编写过程中,我们始终坚持了以下基本原则:

一是从生产实际出发,合理安排教材的知识和技能结构,突出技能性培养,摒弃“繁难偏旧”的理论知识。二是以国家相关职业标准为依据,确保在知识内容和技能水平上符合国家职业鉴定技师标准。三是引入新技术、新工艺内容,反映行业的新标准、新趋势,淘汰陈旧过时的技术,拓宽专业技术人员的知识眼界。四是在结构安排和表达方式上,强调由浅入深,循序渐进,力求做到图文并茂。

此外,本套教材还编写了相应国家技师职业鉴定的模拟理论试题及其答案。

本套教材可作为技师学院机械类专业教材,也可作为机械类技师培训教材。

本套教材的编写工作得到了辽宁、湖南、山东、江苏等省有关学校的支持和帮助,在此我们表示衷心的感谢。

《焊工工艺与技能训练》的主要内容包括：识读焊接装配图，焊接结构生产，常用焊接设备维修，钎焊、热喷涂、堆焊及特种焊接方法，特种材料的焊接，焊接接头静载强度计算和结构可靠性分析，焊接管理等。

本书由王长忠、高艳华、卢大勇编写，王长忠主编；朱庄安、邱葭菲审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2006年1月

目 录

第一章 识读焊接装配图	(1)
§ 1—1 焊接装配图的表示方法	(1)
§ 1—2 焊接装配图的识读与绘制	(9)
思考练习题	(14)
第二章 焊接结构生产	(15)
§ 2—1 一般焊接结构的生产工艺流程	(15)
§ 2—2 焊接工装夹具及变位设备	(44)
§ 2—3 典型焊接结构制造工艺	(63)
§ 2—4 焊接工艺规程的编制	(74)
思考练习题	(90)
第三章 常用焊接设备维修	(91)
§ 3—1 电弧焊机维修工艺	(91)
§ 3—2 焊条电弧焊设备维修	(98)
§ 3—3 埋弧焊设备维修	(106)
§ 3—4 熔化极气体保护焊设备维修	(113)
§ 3—5 钨极氩弧焊设备维修	(119)
思考练习题	(122)
第四章 钎焊、热喷涂、堆焊及特种焊接方法	(123)
§ 4—1 钎焊	(123)
§ 4—2 热喷涂	(142)
§ 4—3 堆焊	(151)
§ 4—4 激光焊接与切割	(163)
§ 4—5 电子束焊接	(171)

思考练习题	(178)
第五章 特种材料的焊接	(179)
§ 5—1 镍及镍合金的焊接	(179)
§ 5—2 陶瓷与金属的焊接	(185)
§ 5—3 几种特殊材料的焊接实践	(191)
思考练习题	(196)
第六章 焊接接头静载强度计算和结构可靠性分析	(197)
§ 6—1 焊接接头受力分析	(197)
§ 6—2 焊接接头静载强度计算	(204)
§ 6—3 焊接接头可靠性分析	(220)
思考练习题	(231)
第七章 焊接管理	(232)
§ 7—1 焊接质量管理	(232)
§ 7—2 焊接生产管理	(249)
§ 7—3 技术文件编写	(260)
思考练习题	(265)
模拟试卷 (一)	(266)
模拟试卷 (二)	(268)
模拟试卷 (三)	(270)

第一章

识读焊接装配图

§ 1—1 焊接装配图的表示方法

一、焊接装配图的特点

焊接装配图是指在焊接结构制造中,由焊接零件、部件组装成构件或整体结构的图样。这类图样也可叫做焊接构件图或焊接结构图。

焊接装配图和机械制图基本上是一样的,均符合机械制图国家标准的有关规定,但图样上的焊接结构件在结构特点上有所不同。

1. 焊接结构件的特点

(1) 焊接结构件在制造过程中,相对于机械零部件加工而言,要求的加工精度较低,一般不需要加工,或者是为加工前做准备工作,即加工前材料的矫正、拼装、焊接和整修等工序。

(2) 所需要的材料绝大部分是板材(如薄板、中板和厚板等)和各种不同种类、不同规格的型材(如角钢、工字钢、槽钢、管材等),也有一些其他种类的材料,如锻件、铸钢件等。所用的材质除了少量的特殊金属材料,如不锈钢、铸铁、有色金属外,大部分是低碳钢和低合金结构钢。

(3) 结构外形尺寸一般较大,形状较复杂、不规则,不像机械零件那样,不是正方形、长方形,就是圆柱、圆锥、圆台等有规则的几何形状。

(4) 焊接工作量特别大,并且在焊接过程中产生大量的焊接热,形成了热影响区,构件内应力,致使焊接结构产生焊接残余应力和残余变形,需要采取许多补救和防范措施,如采用预变形、合理的焊接装配顺序、焊后整形等方法来保证结构的设计要求和产品质量。

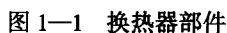
(5) 组成结构的零部件数量多,少则几件,多则几十件,甚至几百件。一般都是通过焊接而成,为永久性连接,不可拆卸,只有少数的组部件之间是螺栓连接或铆接。

2. 焊接装配图的特点

(1) 焊接装配图较复杂 它不同于机械加工图,机械加工图样大部分是零件图,尺寸标注、几何形状、公差要求在图上一目了然。而焊接装配图很大一部分是组部件图,每张图中包括的零件又很多,形状也不规则,视图比较复杂。

识图时,要从图中找出每一件的几何形状、尺寸大小,了解件与件之间的连接关系和技术要求。对图样所表达的零部件在脑海中形成一个较完整的立体形状,必要时需要绘制出零件草图。

(3) 一般不能直接下料 有的结构件不能根据图样中所给的几何尺寸直接下料, 而需要经过展开放样下料, 如图 1-1 中所示的容器壳体就是如此。



(5) 图中剖视、剖面、局部放大很多 由于焊接装配图中组部件图很多,组成的零件也多,单用几个基本视图不能完整清楚地表达各零件之间的相互关系,有的零件在视图中不能完整的表达出全部尺寸。因此,必须利用剖视、剖面、局部放大的绘图方式,画出表达零件尺寸的详图。

(6) 图中相贯线、截交线较多 在结构制造过程中, 往往通过相贯线、截交线正确画出各零部件的展开图, 使加工件所用的材料剪裁准确, 制造无误。在锅炉、压力容器、管路的部件图中常常会见到相贯线、截交线。

(7) 图中表面粗糙度符号和形位公差符号较少 这是因为焊接结构的精度一般要求较低

的缘故,即使有的部件的表面粗糙度要求较高,但往往是需要通过机械加工来最终保证。

(8) 图中焊缝符号特别多 焊接装配图除了要符合机械制图国家标准的有关规定外,在图面上还表达出哪些部件要用哪种焊接方法将零件、部件连接起来。也就是说,需要焊接的部位都应标注(或说明)焊缝符号及焊接方法代号。

二、焊接装配图的表示方法

1. 尺寸标注及标记

(1) 尺寸标注

1) 在平行于孔、螺栓及铆钉轴线的视图中,尺寸界线与图中的符号断开,如图 1—2 所示。尺寸界线用细实线绘制,并应从图形的轮廓线、轴线或中心线处引出。

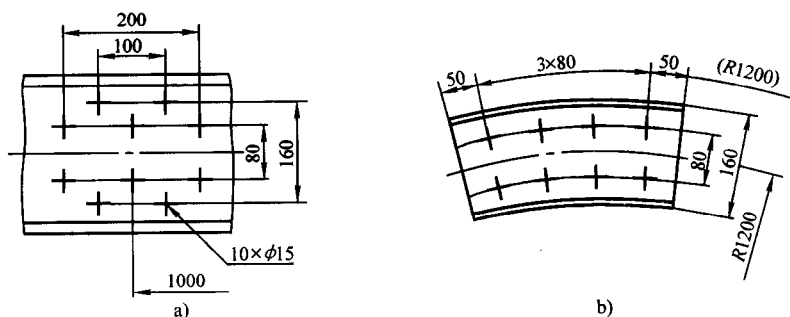


图 1—2 尺寸界线与图中的符号断开

2) 孔的直径尺寸标注,应按图 1—2 所示的方法引出(如 $10 \times \phi 15$),标注在孔的附近。

3) 若孔、螺栓及铆钉离中心线等间距时,应按图 1—2 中所注尺寸 80、100、160、200 的方法标注尺寸。

4) 在弧的展开长度旁,应将这些长度所对应的弯曲半径在括号内标注,如图 1—2 中的 ($R1200$)。

5) 倒角应用线性尺寸标注,如图 1—3 所示。尺寸线必须与所标注的线段平行,尺寸线不能用图中其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

6) 标注节点板尺寸的基准线时,至少应由两条成定角的汇交重心线组成,其汇交点称为基准点。节点板的尺寸应包含以重心线为基准的各孔的位置尺寸、节点板的形状尺寸及节点板边缘到孔中心线间的最小距离等,如图 1—4 所示。

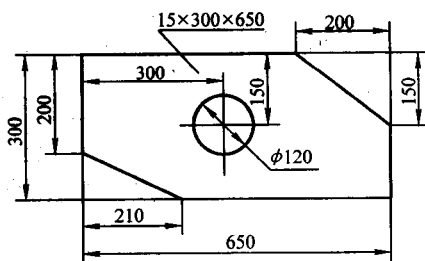


图 1—3 倒角尺寸标注

重心线的斜度用直角三角形的两短边表示,在短边旁注出基准点之间的实际距离,或用注写在圆括号内的相对于 100 的比例值表示,如图 1—4 所示。

(2) 标记

1) 相同要素的标记 如果孔、螺栓及铆钉是一组相同的要素时,可以只标注外侧的一个要素,此时构成同一组的孔、螺栓、铆钉的个数应写在该标记之前,如图 1—2、图 1—5 所示。

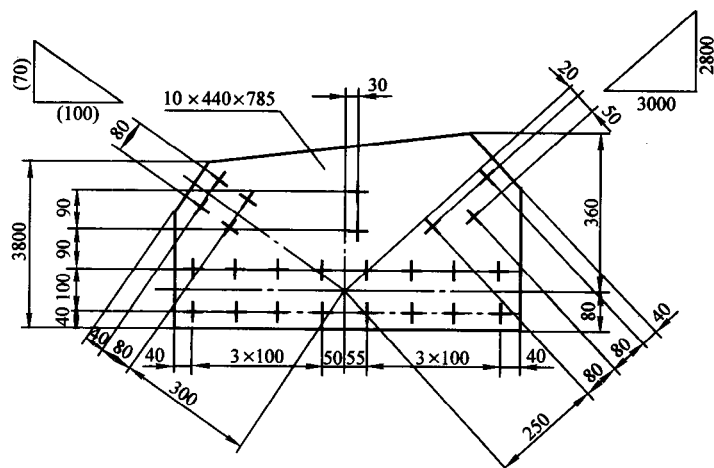


图 1—4 节点板尺寸标注

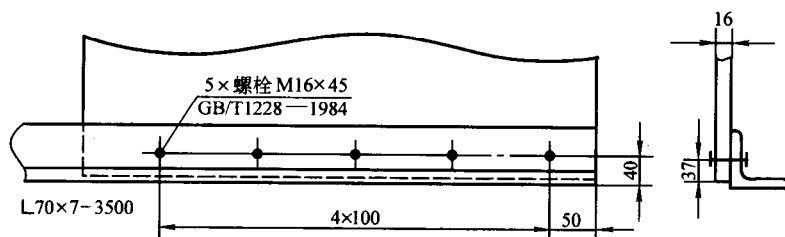


图 1—5 相同要素的标记

2) 板钢、条钢和型钢的标记 板钢的标记应为板厚及钢板的总体尺寸，如图 1—4 中的尺寸“10×440×785”，即为所用板钢的标记。条钢及型钢应采用表 1—1 中规定的符号及尺寸进行标记，必要时，可在标记后注出切割长度，但需要一短线隔开。图上的标记应与条钢或型钢的位置一致，如图 1—5、图 1—6 所示。

表 1—1

各种型钢的标记符号及尺寸

名 称	标 记		名 称	标 记	
	符 号	尺 寸		符 号	尺 寸
圆钢 钢管		d $d \times t$	半圆钢		$b \times h$
实心方钢 空心方钢		b $b \times t$	等边角钢		若无其他相应标准时，应详细地标明型钢的规格尺寸，并在其前加注符号（有些符号具有方向性）
实心扁钢 空心扁钢		$b \times h$ $b \times h \times t$	不等边角钢		
实心六角钢 空心六角钢		s $s \times t$	工字钢		
三角钢		b	槽钢		

续表

名 称	标 记		名 称	标 记	
	符 号	尺 寸		符 号	尺 寸
丁字钢		若无其他相应标准时,应详细地标明型钢的规格尺寸,并在其前加注符号(有些符号具有方向性)	钢轨		若无其他相应标准时,应详细地标明型钢的规格尺寸,并在其前加注符号(有些符号具有方向性)
Z字钢			球头扁钢		

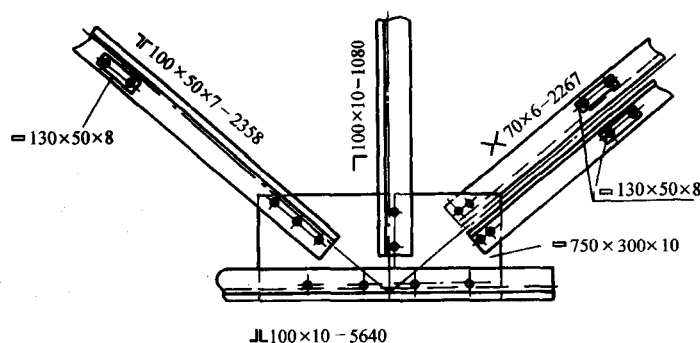


图 1—6 钢板标记

2. 焊缝的标注方法

焊缝的标注方法有两种,即标注法和图示法。在焊接装配图样上一般使用标注法,这种方法简单清晰,能说明问题,不必把焊缝坡口的制备尺寸再画出来,只有在必须进一步表示时,才用局部剖视图、剖面图来说明。如果标注法不如图示法简洁明了,则用图示法。值得注意的是,若采用了图示法,就不必再用标注法;或者在用标注法时,不必再画出焊缝坡口的制备尺寸,即在同一图样上不能将图示法与标注法混为一体标注。

(1) 图示法 如果图样上需要简易地绘制焊缝,应按技术制图 GB/T 12212—1990《焊缝符号的尺寸、比例及简化表示法》所规定的图示法(包括视图、剖视图或剖面图、轴测图示意等)表示,如图 1—7、图 1—8、图 1—9、图 1—10 所示。

图中表示焊缝的一系列细实线允许徒手绘制,也允许采用粗线表示焊缝,但在同一图样上绘制只允许采用同一画法(见图 1—7)。

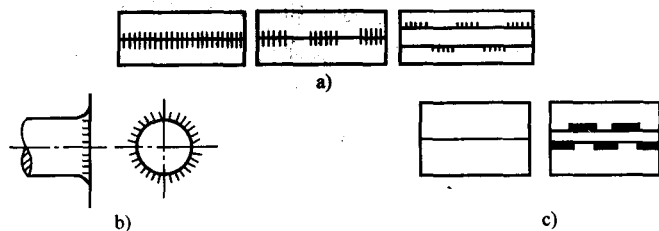


图 1—7 焊缝图示法

在表示焊缝端面视图中,一般用粗实线绘制焊缝轮廓,必要时可用细实线画出坡口形状等(见图 1—8a)。在剖视图上或剖面图上焊缝的金属熔焊区一般应涂黑表示(见图 1—8b),

若同时需要表示坡口等形状时,熔焊区部分亦可不涂黑,而用细实线画出坡口形状(见图1—8c)。

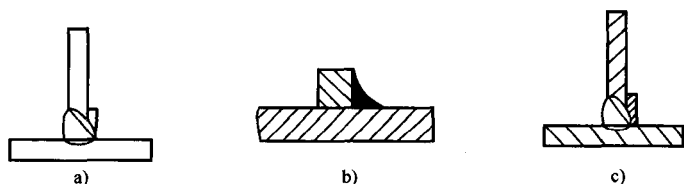


图1—8 视图、剖视图或剖面图的焊缝端面图示法

a) 焊缝端面视图 b) 焊缝端面剖视图 c) 焊缝端面剖面图

必要时也用轴测图示意表示焊缝(见图1—9)。

焊缝局部放大并标注尺寸符号或数字,如图1—10所示。

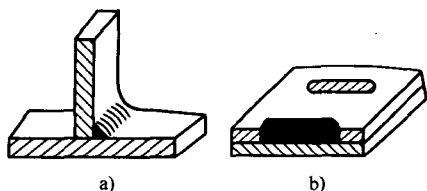


图1—9 轴测图上的焊缝图示法

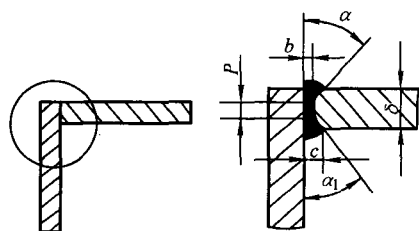


图1—10 焊缝局部放大图示法

当图样上采用图示法绘制焊缝时,一般仍应同时标注焊缝符号,如图1—11所示。图样中的全部焊缝相同或部分焊缝相同,且已用图示法明确表示其位置时,可统一在技术要求中用符号或文字说明。

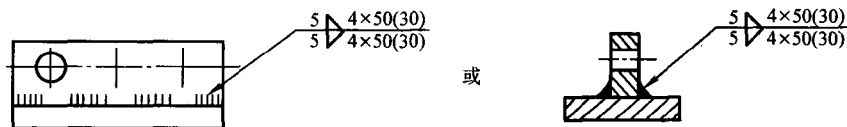


图1—11 图示法与标注焊缝符号的关系

(2) 标注法 在 GB/T 324—1988、GB/T 12212—1990 和 GB/T 5185—1985 中对焊缝符号(在中级焊工工艺学中已讲述)和焊接方法代号(见表1—2)都有明确的规定。

焊缝符号和焊接方法代号必须通过指引线并符合有关规定才能准确无误地表示焊缝。

指引线一般由箭头线和两条基准线(一条为实线,另一条为虚线)组成,箭头线相对焊缝的位置一般没有特殊要求,但在标注V形、单边V形、J形等坡口形式的焊缝时,箭头应指向带有坡口一侧的工件,必要时允许箭头线弯折一次。

基准线的虚线可以画在基准线的实线上侧或下侧,基准线一般应与图样的底边相平行,但在特殊情况下亦可与底边相垂直。

如果焊缝和箭头线在接头的同一侧,则将焊缝基本符号标在基准线的实线侧;相反,如果焊缝和箭头线不在接头的同一侧,则将焊缝基本符号标在基准线的虚线侧。

此外,该标准还要求在必要时基本符号可附带尺寸符号及数据,其标注原则为:

表 1—2

主要焊接方法代号

焊接方法名称	焊接方法代号	焊接方法名称	焊接方法代号
电弧焊	1	对焊	25
焊条电弧焊	111	气焊	3
埋弧焊	12	氧—乙炔焰焊	311
MIG 焊	131	压焊	4
MAG 焊	135	其他焊接方法	7
TIG 焊	141	电渣焊	72
等离子弧焊	15	激光焊	751
电阻焊	2	电子束焊	76
点焊	21	钎焊	9
缝焊	22	硬钎焊	91
闪光焊	24	软钎焊	94

- 1) 焊缝横截面上的尺寸标注在基本符号左侧;
- 2) 焊缝长度方向的尺寸标注在基本符号右侧;
- 3) 坡口角度、坡口面角度、根部间隙等尺寸标注在基本符号的上侧或下侧;
- 4) 相同焊缝数量符号标注在尾部;
- 5) 当需要标注的尺寸数据较多又不易分辨时, 可在数据前面增加相应的尺寸符号。

焊缝符号和焊接方法代号标注举例见图 1—12。图 1—12a 表示 T 形接头交错断续角焊缝, 焊脚为 5 mm, 相邻焊缝的间距为 30 mm, 焊缝段数为 35, 每段焊缝长度为 50 mm。图 1—12b 表示对接接头周围焊缝, 由埋弧焊焊成的 V 形焊缝在箭头一侧, 要求焊缝表面齐平。由焊条电弧焊焊成的封底焊缝在非箭头一侧, 也要求焊缝表面齐平。

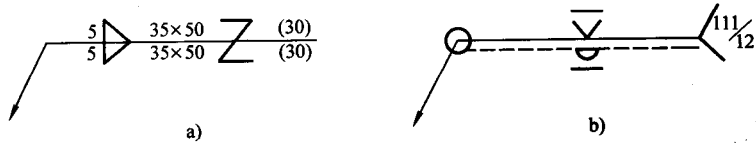


图 1—12 焊缝符号和焊接方法代号标注举例

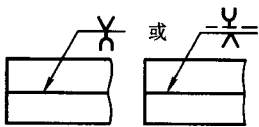
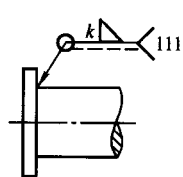
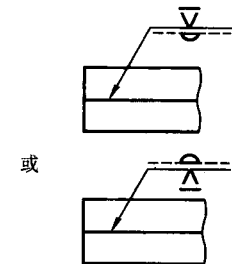
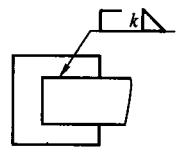
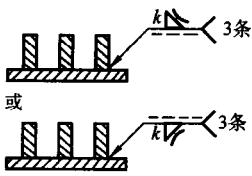
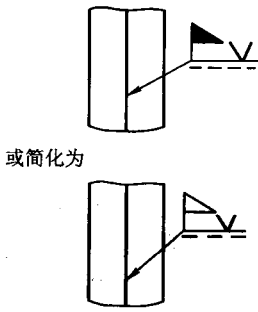
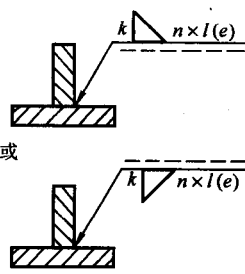
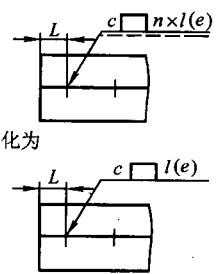
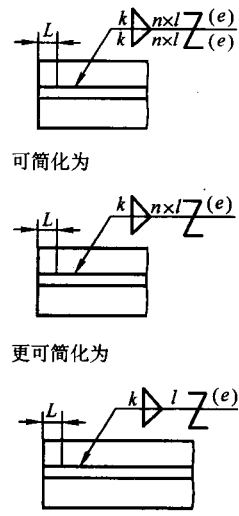
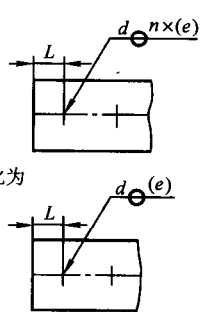
(3) 焊缝标注方法示例, 见表 1—3。

表 1—3

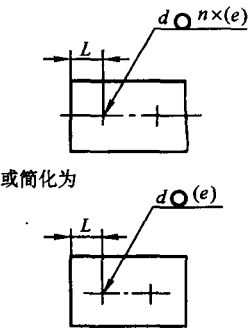
焊缝标注方法示例

标注方法示例	说 明	标注方法示例	说 明
	断续 I 形焊缝在箭头侧, L 是焊缝起始位置的定位尺寸, S 为焊缝厚度	或简化为 	焊缝段数无严格要求时, 允许省略焊缝段数 箭头线指向焊缝, 而非箭头侧又无焊缝要求时, 允许省略非箭头侧的基准线 (虚线)

续表

标注方法示例	说 明	标注方法示例	说 明
	V形焊缝在箭头侧, 带钝边 U形焊缝在非箭头侧		周围施焊的角焊缝, 采用焊条电弧焊 各种焊接方法的数字代号可查 GB/T 5185—1985《金属焊接及钎焊方法在图样上的表示代号》
	V形焊缝(平面)在箭头侧, 封底焊缝在非箭头侧		三面带有焊缝, 在箭头侧
	凹面角焊缝在箭头侧, 相同的角焊缝共有 3 条		在现场进行施工, V形焊缝在箭头侧 或简化为
	断续角焊缝在箭头侧		槽焊缝在箭头侧, L 是确定焊缝起始孔中心位置的定位尺寸 或简化为
 可简化为 更可简化为	交错断续角焊缝, L 是箭头侧焊缝起始位置的定位尺寸, 在箭头侧和非箭头侧两端均为有焊缝 对称或交错焊缝的尺寸允许在基准线上只标注一次 断续焊缝的段数无严格要求时, 允许省略焊缝段数的标注	 或简化为	点焊缝位于中心位置, L 是确定焊缝起始焊点中心位置的定位尺寸

续表

标注方法示例	说 明	标注方法示例	说 明
 或简化为	点焊缝偏离中心位置，在箭头侧（即焊点中心不在两板的接触面处，而是向上板偏离）		

3. 简图表示法

对空腹式金属结构件可用简图表示，即用粗实线表示相交杆件的重心线。重心线基准点的距离值，应直接标注在杆件之上。帮助了解构件的重心线的尺寸和杆件内力情况，见图1—13。

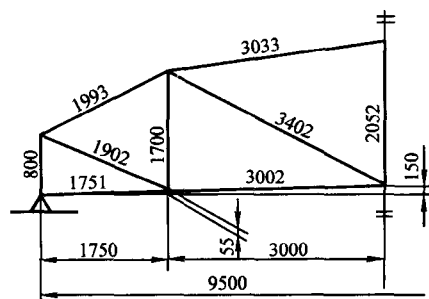


图1—13 金属结构件简图表示法

§ 1—2 焊接装配图的识读与绘制

焊接装配图是焊接结构生产全过程的核心，能否正确地理解图样，将关系到焊接结构的产品质量。同一种焊接结构由于生产条件、生产批量、结构形式的不同，可以有不同的装配方式、不同的焊接工艺和不同的装配焊接顺序，也会有不同的工艺措施。因此，通过焊接装配图的识读并看懂焊接装配图，生产前仔细分析，尽可能地采取最佳的装配焊接工艺，以满足图样的技术要求，是非常重要的。

一、焊接装配图的识读

1. 识读焊接装配图的方法和步骤

(1) 通读图样，形成总体概念 一项工程一种型号的产品图样很多，故在识图之前，首先应根据图样目录清查图样是否齐全，并应根据图样的先后次序，依次通读。这样可以对整个工程和产品建立一个基本的概念。如对工程的需求地点、周围环境、工程规模大小、产品