

职业技能上岗培训教材

焊工

(初级)

朱学忠 主编
王宗贵 主审



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目(CIP)数据

焊工：初级/朱学忠主编. —北京：人民邮电出版社，2003.10

职业技能上岗培训教材

ISBN 7-115-11527-3

I. 焊... II. 朱... III. 焊接—技术培训—教材 IV. TC4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 069939 号

内 容 提 要

本书依据中华人民共和国劳动和社会保障部颁布的《焊工国家职业标准》初级部分编写。全书共分 7 章，主要包括电焊工相关基础知识、手工电弧焊、气焊、碳弧气刨的工艺技术和操作技能以及焊缝缺陷及检验办法。

本书的特点是将基础知识、工艺技术和操作技能巧妙地融入焊前准备、焊接过程和焊后检验 3 个过程中。同时，每章配有课后练习题，符合岗前培训、鉴定和就业工作的需要。

本书不仅可作为上岗培训、职业鉴定教材，同时也可供技工学校、职业学校师生学习、参考和自学。

职业技能上岗培训教材

焊 工（初级）

◆ 主 编 朱学忠

主 审 王宗贵

责任编辑 李树岭

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市顺义区西马各庄 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129264

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本：787×1092 1/16

印张：12.75

字数：303 千字

2003 年 10 月第 1 版

印数：1-5 000 册

2003 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11527-3/TN · 2139

定价：17.00 元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010) 67129223

焊工职业技能上岗培训教材

编 委 会

主 任： 王杰恩 吕晓春

副 主 任： 胡本进 孙国旗 沙岩玉 王晓丹

委 员： 刘式达 陈增礼 王宗贵 张超英 朱学忠
巩华荣 李树岭 超桂珍 姚予疆 唐素荣

执行委员： 李树岭 超桂珍

丛 书 前 言

中华人民共和国劳动和社会保障部于2000年5月颁发了《焊工国家职业标准》。该标准以操作焊接和气割设备,进行金属工件的焊接或切割成型人员为对象,共设初级、中级、高级、技师和高级技师等5个等级。

为了贯彻和实施这个标准,人民邮电出版社组织了高等职业院校和相关行业的技术专家和考评人员编写了这套《焊工职业技能上岗培训教材》。这套教材共3册,即《焊工(初级)》、《焊工(中级)》和《焊工(高级)》。每册书的内容严格按照《焊工国家职业标准》限定的范围,并且根据初级、中级、高级等级的知识要求和专业技能的要求来编写。

本套教材打破了以往教材理论知识与技能操作相分离的传统,吸取了最新的职业培训“一体化”教材的编写理念,将理论与实践技能融为一体。既突出了教材、鉴定的针对性和实用性,又兼顾了实践中的典型事例和新技术、新材料,符合就业人员上岗培训、鉴定和就业工作的需要。

本套教材不仅适合作为上岗培训、职业鉴定教材,同时也可供职业学校、技工学校师生和技术人员学习参考和自学。

由于时间仓促,不足之处在所难免,欢迎使用教材和个人提出宝贵意见和建议。

焊工职业技能上岗培训教材编委会

前 言

为了贯彻和落实中华人民共和国劳动和社会保障部颁布的《焊工国家职业标准》(以下简称《标准》),适应我国焊工的职业技能鉴定要求,我们组织了一批有经验的专家和教师编写了这本书。书中紧扣《标准》规定的范围和知识技能要求,由浅入深,通俗易懂地阐述了初教焊工的基准知识、专业知识和操作技能等内容。

本书吸取了最新的职业培训“一体化”教材的编写理念,既突出了考核、鉴定的针对性和实用性,又注重系统性、典型性和先进性。体现了以职业简动为导向,以职业技能为核心的特点,符合培训、鉴定和就业工作需要。

本书不仅适合作为职工上岗培训、职业技能鉴定培训的教材,也可作为职业学校、校工学技等师生的参考书和自学用书。

本书编写人员如下:周莹、王尧杰、于静波(编1章),朱学忠(2、3、4章),麻常选(5、6、7章)。王宗贵、黄国民审编,王宗贵主审。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 焊工基础知识	1
1.1 识图知识	1
1.1.1 正投影理论	1
1.1.2 剖视、断面的表达方法	3
1.1.3 简单装配图的识读知识	7
1.1.4 焊缝符号和焊接方法代号表示法	10
1.2 金属学及热处理知识	19
1.2.1 金属晶体结构的一般知识	19
1.2.2 合金的组织结构及铁碳合金的基本知识	21
1.2.3 铁碳相图的构造及应用	23
1.2.4 钢的热处理基本知识	25
1.2.5 常用金属材料知识	29
1.3 电工基础知识	42
1.3.1 直流电路的基本知识与定律	42
1.3.2 磁的基本知识与电磁感应	47
1.3.3 交流电的基本知识	50
1.3.4 变压器的结构及工作原理	53
1.3.5 常用电工仪表	54
1.4 化学基本知识	56
1.4.1 化学元素符号	56
1.4.2 原子结构	57
1.4.3 简单的化学反应式	59
1.5 冷加工基础知识	62
1.5.1 钳工基础知识	62
1.5.2 钣金工基础知识	65
第 2 章 焊接材料、工件与设备	74
2.1 焊接材料	74
2.1.1 焊条的组成及作用	74
2.1.2 焊条的分类及型号	77
2.1.3 碳钢焊条的选择和使用	80
2.2 焊接工件	81
2.2.1 焊接工件接头的种类	81
2.2.2 坡口	84

2.3	焊接设备	86
2.3.1	手工电弧焊机的种类及型号	86
2.3.2	焊机铭牌	87
2.3.3	对弧焊电源的要求	88
2.3.4	焊钳及焊接电缆的选用原则	90
第3章	手工电弧焊	95
3.1	焊接概念	95
3.1.1	焊接概念及特点	95
3.1.2	焊接的分类	95
3.2	手工电弧焊机的结构、原理、电流调节及使用方法	95
3.2.1	手工电弧焊机的结构、原理与电流调节	95
3.2.2	手工电弧焊机的正确使用与维护	97
3.3	手工电弧焊工艺	100
3.3.1	手工电弧焊的工艺特点	100
3.3.2	手工电弧焊的工艺参数	100
3.4	焊接电弧知识	104
3.4.1	焊接电弧的引燃方法及直流电弧的构造和温度	104
3.4.2	电弧的静特性曲线及电弧电压	105
3.4.3	电弧燃烧的稳定性与电弧的偏吹	106
3.4.4	熔滴及熔滴过渡	108
3.4.5	手工电弧焊的引弧、运条和收弧	110
3.4.6	焊接工件的组对和定位焊	112
3.5	手工电弧焊的操作要点	113
3.5.1	手工电弧焊单面焊双面成形简介	113
3.5.2	低碳钢平板平焊位的单面焊双面成形	114
3.5.3	低碳钢平板的立对接焊、横对接焊	116
3.5.4	T形接头平角焊的手工电弧焊法	121
3.5.5	低碳钢的水平转动管焊接	125
第4章	气焊与气割	129
4.1	气焊与气割设备及工具	129
4.1.1	气瓶	129
4.1.2	减压器	130
4.1.3	焊炬	133
4.1.4	割炬	135
4.1.5	气焊、气割辅助工具	137
4.2	气焊、气割的材料	137
4.2.1	氧气和乙炔	137

4.2.2	气焊丝和气焊溶剂	138
4.3	气焊、气割工艺	141
4.3.1	气焊工艺	141
4.3.2	气割工艺	146
第 5 章	碳弧气刨	151
5.1	碳弧气刨的原理、特点及工艺	151
5.1.1	碳弧气刨的原理、特点及应用	151
5.1.2	碳弧气刨的工艺	151
5.2	碳弧气刨的设备、工具 and 材料	153
5.2.1	碳弧气刨的设备	153
5.2.2	碳弧气刨的工具和材料	154
5.3	常用金属材料的碳弧气刨	154
5.3.1	低碳钢的碳弧气刨	154
5.3.2	低合金钢的碳弧气刨	157
5.3.3	不锈钢的碳弧气刨	157
第 6 章	焊缝的检验	159
6.1	焊缝的形状和尺寸	159
6.1.1	平焊缝的形状和尺寸	159
6.1.2	角焊缝的形状和尺寸	160
6.1.3	焊缝成形系数	161
6.2	焊缝缺陷种类、产生原因和防止方法	161
6.2.1	焊缝表面尺寸不符合要求	161
6.2.2	焊接裂纹	162
6.2.3	气孔	163
6.2.4	咬边	163
6.2.5	未焊透	163
6.2.6	未熔合	164
6.2.7	夹渣	164
6.2.8	焊瘤	164
6.2.9	塌陷	165
6.2.10	凹坑	165
6.2.11	烧穿	165
6.3	焊缝缺陷的返修和焊补	165
6.3.1	焊缝缺陷的返修要求	165
6.3.2	焊缝缺陷的返修	166

第7章 安全用电和环境保护知识	169
7.1 安全用电知识	169
7.1.1 电流对人体的伤害	169
7.1.2 安全电压	171
7.1.3 电焊机的保护接地或接零	172
7.1.4 发生触电事故的原因和预防措施	174
7.2 焊接劳动保护知识	175
7.2.1 有害因素的来源及危害	175
7.2.2 焊接的劳动保护	179
7.3 安全操作	182
7.3.1 气焊、气割的安全操作	182
7.3.2 手工电弧焊的安全操作	184
7.3.3 登高焊割作业安全操作	187
7.3.4 化工燃料容器及管道焊接与切割作业的安全操作	188
参考文献	194

第 1 章 焊工基础知识

1.1 识图知识

1.1.1 正投影理论

一、投影的基本知识

物体在光线照射下，会在地面或墙上产生影子。投影法就是投射射线通过物体射向投影平面上而得到图形的方法。投影法分为中心投影法和平行投影法。

1. 中心投影

投射射线相交于一点的投影法称为中心投影法，所得投影称为中心投影。如图 1-1-1 (a) 所示。中心投影不能反映物体的真实大小，但是具有很强的立体感。

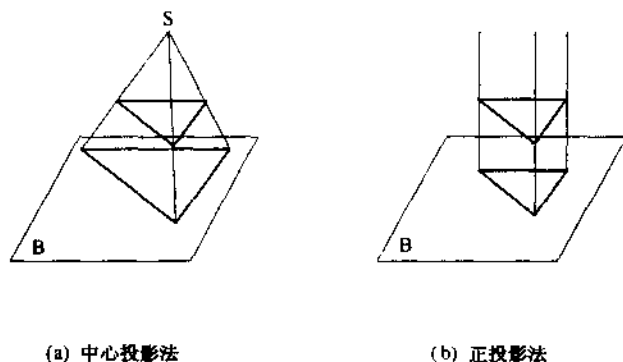


图 1-1-1 投影法

2. 正投影

投射射线互相平行的投影法称为平行投影法。在平行投影法中，投射射线与投影面垂直所得的投影称为正投影。如图 1-1-1 (b) 所示。正投影能够表达物体的真实形状和大小，并且作图方便，但立体感较差。

二、三视图

用正投影法绘制的物体的图形称为视图。一个视图只能反映物体一个方向的形状,而不能完整地反映物体的形状。在机械制图中,通常用三个视图即主视图、俯视图和左视图来表达物体的完整形状。

1. 三视图的形成

如图 1-1-2 (a)所示,将物体放在三个互相垂直的投影面即三投影面体系中,使物体的主要平面平行于投影面,然后分别向三个投影面作正投影。将物体由前向后向正立投影面(简称正面,用 V 表示)投影所得到的视图称为主视图;将物体由上向下向水平投影面(简称水平面,用 H 表示)投影所得到的视图称为俯视图;将物体由左向右向侧立投影面(前称侧面,用 W 表示)投影所得到的视图称为左视图。

为了把三个视图画在一张图纸上,必须把互相垂直的三个投影面展开到一个平面上。展开时正面保持不动,将水平面和侧面按照图 1-1-2 (b)旋转至与正面重合,如图 1-1-2 (c)所示。为使图形清晰和作图的方便,去掉投影面边框和投影轴,得到如图 1-1-2 (d)所示的三视图。

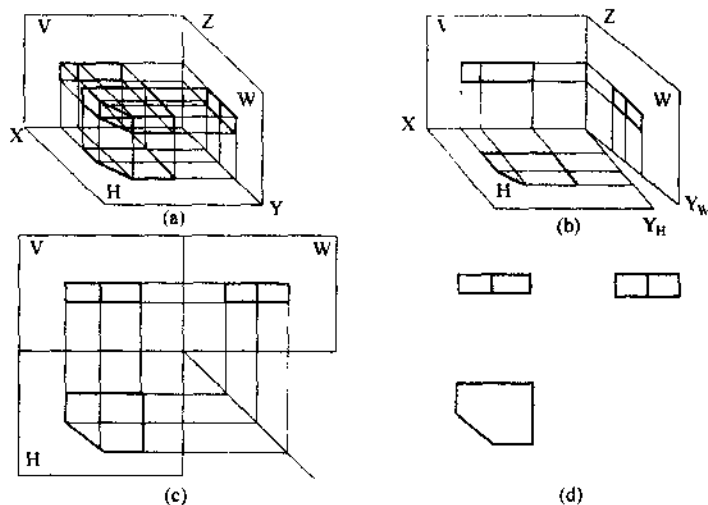


图 1-1-2 三视图的形成

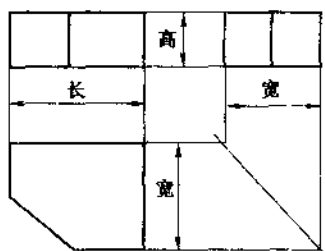
2. 三视图的投影规律

物体有长、宽、高三个方向的大小。主视图反映物体的长度和高度,俯视图反映物体的长度和宽度,左视图反映物体的高度和宽度。即物体的长度由主视图和俯视图同时反映出来,物体的高度由主视图和左视图同时反映出来,物体的宽度由俯视图和左视图同时反映出来。

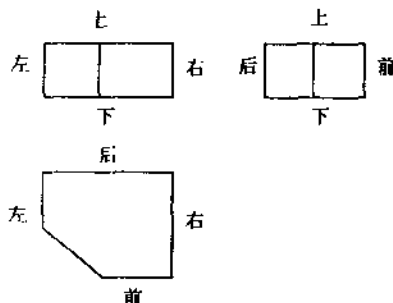
由此归纳出三视图的投影规律:主视图与俯视图长度对正,主视图与左视图高度平齐,俯视图与左视图宽度相等,简称“长对正,高平齐,宽相等”。如图 1-1-3 (a)所示。

3. 三视图与物体方位的对应关系

物体有上、下、左、右、前、后六个方位,其中主视图反映物体上、下和左、右的位置关系,俯视图反映物体左、右和前、后的位置关系,左视图反映物体上、下和前、后的位置



(a) 三视图的投影关系



(b) 三视图的方位关系

图 1-1-3 三视图的投影关系和方位关系

关系。如图 1-1-3 (b)所示。

1.1.2 剖视、断面的表达方法

一、剖视图

假想用剖切平面剖开机件，将观察者与剖切平面之间的部分移去，其余部分向投影面投射所得的图形称为剖视图。剖视图用于表达机件内部的结构形状。

1. 全剖视图

用剖切平面完全剖开机件所得的剖视图称为全剖视图。如图 1-1-4 (a)所示的机件，为表达其内部结构，在主视图剖开的投影图为全剖视图，如图 1-1-4 (b)所示。全剖视图一般适用于外形简单、内部结构较为复杂的机件。

2. 半剖视图

当机件具有对称平面时，以对称中心线为界，一半画成剖视，另一半画成视图，这种剖视图称半剖视图。如图 1-1-5 所示机件前后对称，左右也对称，所以主视图、俯视图都画成半剖视图。半剖视图既充分表达了机件内部的结构形状，又保留了机件的外部形状，所以常用于表达内、外形状都比较复杂的对称机件。

3. 局部剖视图

用剖切平面局部地剖开机件所得的剖视图称为局部剖视图。如图 1-1-6 所示机件，主

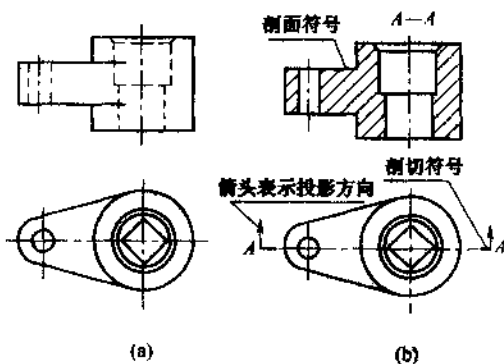


图 1-1-4 全剖视图

视图采用了局部剖视图的表达方法。局部剖视图既能把机件局部的内部结构形状表达清楚，又保留了机件的外部形状，其剖切范围可根据需要而定，是一种灵活的表达方法。局部剖视图用波浪线分界，波浪线应画在机件的实体上，不能超出轮廓线之外，也不能用轮廓线代替或与图样上的其它图线重合。

当剖切平面通过由回转面形成的孔或凹坑的轴线时，或当剖切平面通过非回转面会导致出现完全分离的断面时，这些结构应按剖视绘制。如图 1-1-7 所示轴的小孔及凹坑、图 1-1-8 所示断面分离时，其断面应画成封闭的图形。

移出断面应尽量配置在剖切平面的延长线上，必要时也可画在其他位置。

移出断面的标注一般用剖切符号表示剖切位置，箭头表示投影方向并注上字母，在断面图上方用同样的字母标出相应名称“×-×”。如果图形对称，又在剖切平面的延长线上，可省略标注。

2. 重合断面

画在视图轮廓之内的断面称为重合断面。

重合断面的轮廓线用细实线画出。当视图中轮廓线与重合断面的图形重叠时，视图中的轮廓线仍应完整画出，不能间断。如图 1-1-9 所示。

重合断面当图形不对称时，需用箭头标注其投影方向；如图形对称，一般不必标注。

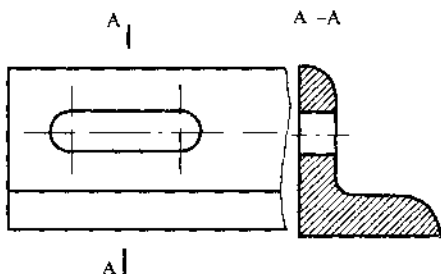


图 1-1-8 断面分离时的画法

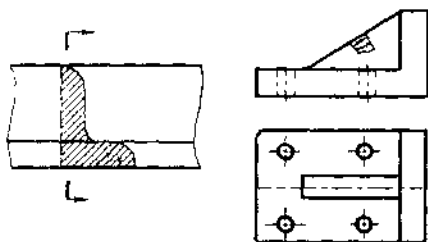


图 1-1-9 重合断面

三、常用件的规定画法及代号

在机器中广泛应用的螺栓、螺母、键、滚动轴承、齿轮以及弹簧等零件称为常用件，其中有些常用件的整体结构和尺寸已标准化，如螺栓、螺母等，称为标准件。

1. 螺纹的规定画法

(1) 外螺纹

外螺纹的牙顶(大径)及螺纹终止线用粗实线表示，牙底(小径)用细实线表示，并画到螺杆的倒角或倒圆部分；在垂直于螺纹轴线方向的视图中，表示牙底的细实线圆只画约 3/4 圆，此时不画螺杆端面倒角圆。如图 1-1-10 所示。

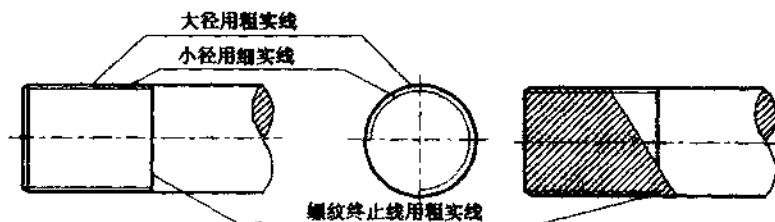


图 1-1-10 外螺纹的画法

(2) 内螺纹

在螺孔作剖视时(如图 1-1-11(a)所示),牙底(大径)用细实线表示,牙顶(小径)及螺纹终止线用粗实线表示。不作剖视时(如图 1-1-11(b)所示),牙顶、牙底和螺纹终止线皆为虚线。在垂直于螺纹轴线方向的视图中,牙底画成约 3/4 圈的细实线,不画螺纹孔口的倒角圆。

对于不穿通螺孔,应将钻孔深度和螺纹深度分别画出,如图 1-1-12 所示。

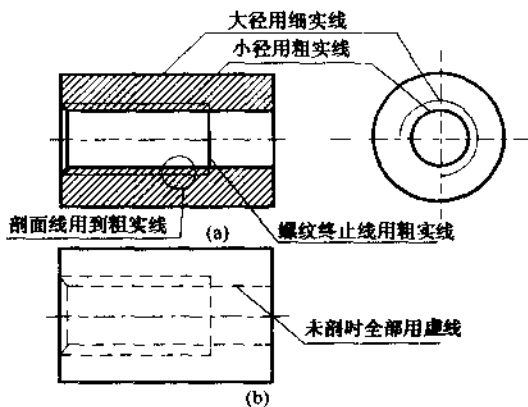


图 1-1-11 内螺纹的画法

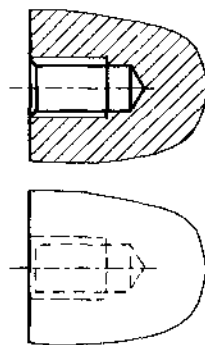


图 1-1-12 不穿通螺孔的画法

(3) 内、外螺纹的连接

国标规定,在通过轴线的剖视图中表示螺纹连接时,其旋合部分按外螺纹的画法表示,螺杆不剖,其余部分仍按各自的画法表示。在垂直于轴线的剖视图中,螺杆也要剖。如图 1-1-13 所示。

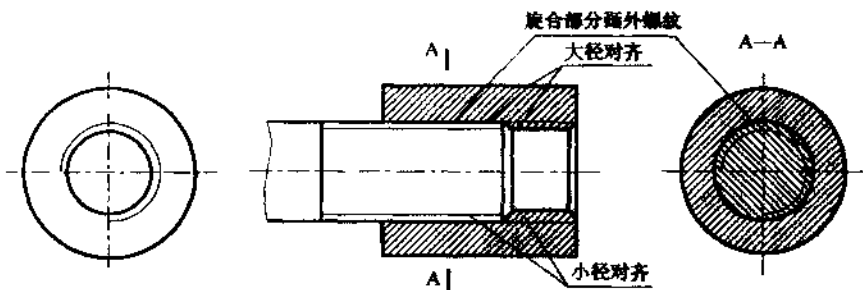


图 1-1-13 内、外螺纹连接的画法

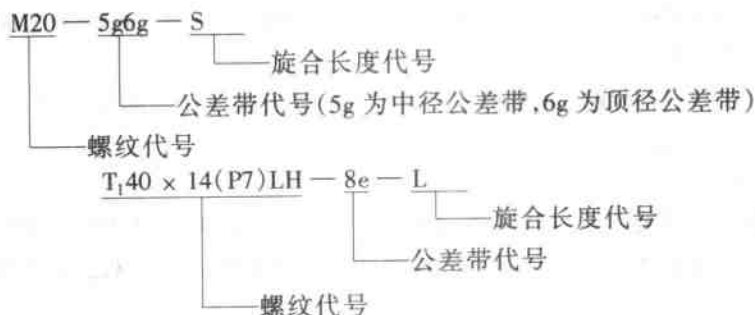
2. 螺纹标记

螺纹采用规定画法后,为区别螺纹的种类及参数,应在图样上按规定格式进行标记,以表示该螺纹的牙型、公称直径、螺距和公差带等。完整的螺纹标记由螺纹代号、螺纹公差带代号和旋合长度代号组成,中间用“—”分开。

螺纹标记和标注时应注意:

- ① 普通螺纹的螺距有粗牙和细牙两种,粗牙螺距不标注,细牙必须注出螺距。

例如:



② 左旋螺纹要注写 LH, 右旋螺纹不注。

③ 普通螺纹的旋合长度规定为短(S)、中(N)、长(L)三组, 中等旋合长度(N)不必标注。

1.1.3 简单装配图的识读知识

一、装配图的作用和内容

1. 装配图的作用

装配图是表达机器或部件中零件间的相对位置、连接方式和装配关系的图样。图 1-1-14 所示为千斤顶的轴测图。千斤顶由底座、顶块、螺母、螺杆和挡圈等零件组成。图 1-1-15 为千斤顶的装配图, 表达的是各零件之间的装配关系。

设计时, 先根据使用要求画出装配图, 再根据装配图画出零件图; 在制造中, 首先要根据零件图加工零件, 然后按装配图进行装配; 在使用或维修时, 需要通过装配图了解使用性能、传动路线和操作方法。装配图是生产中的重要技术文件之一。

2. 装配图的内容

一张完整的装配图应包括如下内容:

① 一组图形。表达机器或部件的工作原理、装配关系的主要零件的结构形状。

② 必要尺寸。注明机器或部件的规格性能及装配、检验、安装时必须的尺寸。

③ 技术要求。用文字或符号说明机器或部件在装配、检验、调试和使用中的技术要求。

④ 零件序号、明细栏和标题栏。说明机器或部件包含的零件名称、序号、数量和材料等。



图 1-1-14 千斤顶轴测图

二、装配图的视图表达

1. 装配图的规定画法

① 相邻两零件的接触面和配合面间只画一条线, 非配合要求的两接触面, 即使间隙很小, 也必须画两条线。

② 紧固件和实心件如螺栓、轴、连杆和键等，如纵向剖切，且剖切平面通过其对称平面或轴线时，这些零件均按不剖绘制。

③ 相邻两零件的剖切线，其倾斜方向应相反，或方向一致而间距不同。

2. 装配图的特殊表达方法

(1) 假想画法

在装配图中，当需要表示某些零件运动范围或极限位置时，可用双点画线画出该零件的极限位置图；当需要表达本部件与相邻部件间的装配关系时，可用双点画线假想画出相邻部件的轮廓线。

(2) 拆卸画法

当需表达的结构或装配关系被某些零件遮住时，可假想将某些零件拆去后再画出某一视图，或沿零件结合面进行剖切，结合面上不画剖面线，并注明拆去“××”。

(3) 展开画法

为了展示传动机构的传动路线和装配关系，可假想按传动顺序沿轴线剖切，然后依次展开，将剖切平面均旋转到与选定的投影面平行的位置，再画出其剖视图。

(4) 简化画法

① 装配图中若干相同零部件组，可只画出一组，其余用细点画线表示出其位置即可。

② 装配图中，当剖切平面通过某些标准件的轴线时，可只画外形。

③ 装配图中的滚动轴承，允许一侧采用规定画法，另一侧按简化画法绘制。

④ 装配图中，零件的某些较小工艺结构如倒角、沟槽等，可省略不画。

(5) 夸大画法

装配图中，当图形上孔的直径或薄片的厚度较小($\leq 2\text{mm}$)，以及两瓣、斜度和锥度较小时，允许将该部分不按原比例面夸大画出。

三、识读装配图的方法和步骤

读装配图要求了解装配体的名称、用途、性能、结构和工作原理，以及各零件间的装配关系、装配顺序等。

以图 1-1-15 所示千斤顶装配图为例，说明识读装配图的方法和步骤。

1. 概括了解

从标题栏中了解装配体的名称和用途，从明细栏可知零件的种类和数量，从视图的配置、标注的尺寸和技术要求，可知装配体的结构和大小。

如图 1-1-15 所示装配图的名称是千斤顶，从明细栏可知千斤顶由五种零件组成，按序号依次查明各零件名称和所在位置。千斤顶利用螺杆旋转力来顶举重物，是机械安装或汽车修理的一种起重或顶压工具。工作时，绞杠穿在螺杆(2)上部的孔中，转动绞杠，螺杆通过螺母(3)中的螺纹上升顶起重物。螺母镶在底座里，用螺钉固定。在螺杆的球面形顶部套一顶块(1)，为防止顶块随螺杆一起转动时不至脱落，在螺杆顶部加工一环形槽，将一紧定螺钉的端部伸进环形槽镶定。

2. 具体分析

利用装配图的表达方法和投影关系，将零件的投影从重叠的视图中分离出来，从而读懂零件的基本结构形状和作用。