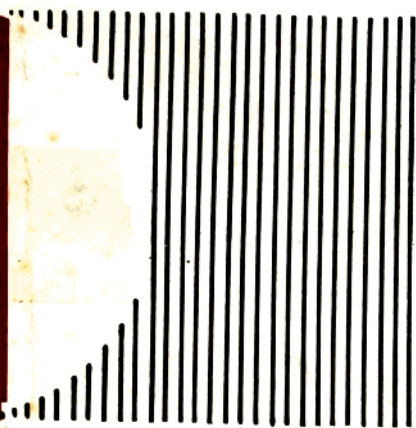


安装工人技术等级培训教材

气焊工

● (初级工)

本培训教材编委会 组织编写



中国建筑工业出版社

出版说明

为贯彻落实建设部教育工作会议精神，认真搞好建设系统职工的培训工作，尽快提高建设系统职工队伍的技术素质，我司在中国安装协会的协助下，在注意吸收国内外先进培训经验的基础上，组织编写了本套“安装工人技术等级培训教材”。

该套教材覆盖了建筑安装十个主要工种。每个工种的教材按初级工、中级工和高级工三个等级编写，并附有一本《安装工人技术等级培训计划与培训大纲》与之配套，全套教材共计31种。

本套教材在编写时以《安装工人技术等级标准》（JGJ 43—88）为依据，针对目前建设系统职工技术素质的实际情况和职工培训的实际需要，力求做到应知应会相结合。全套教材突出实用性，即侧重于全面提高职工的操作技能，辅以工人必须掌握的基本技术知识和管理知识，并较详细地介绍了成熟的、并已推广应用的新材料、新设备、新技术、新工艺。初、中、高三个等级的教材内容既不重复，又相互衔接，逐步深化。培训计划与培训大纲在编写时力求做到实用、具体，并列出了考核项目，供各地参照执行。

本套教材及培训计划与培训大纲已通过全国各地有关方面专家审定，现由中国建筑工业出版社出版，可供建筑安装工人培训、自学及技术竞赛之用。在使用过程中如发现问题，请及时函告我们，以便修正。

建设部教育司

“安装工人技术等级培训教材” 编委会

主任委员：杨筱悌 强十渤 吴小莎

委员（以姓氏笔画为序）：

王 旭	卢建英	刘克峻	李 忠	杨同起
张 崢	张文祥	林汉丁	孟宪明	赵恒忱
钱大治	蔡耀恺			

目 录

一、焊接概论	1
(一) 焊接与切割	1
(二) 焊接的优越性	4
(三) 焊接的发展与应用	5
复习题	7
二、工程识图	8
(一) 投影分析	8
(二) 机械制图的基本规定	15
(三) 机件的表达方法	21
(四) 尺寸的标注方法	38
(五) 表面粗糙度代号及其标注	47
(六) 焊缝在图样上的表示方法及代号的标注	52
(七) 图例	58
复习题	79
三、常用材料	81
(一) 金属材料概述	81
(二) 黑色金属材料	83
(三) 钢的化学成分与机械性能	93
(四) 有色金属材料	98
(五) 塑料	102
(六) 焊接材料	105
复习题	133
四、常用器材	135
(一) 焊割器材	135

(二) 测量仪器	170
(三) 辅助工具	172
复习题	178
五、工装与夹具	179
(一) 工装与夹具的作用	179
(二) 工装与夹具的种类	180
(三) 常用工装与夹具	180
(四) 工装夹具的检查与修理	195
复习题	195
六、气焊工艺	196
(一) 气焊火焰	196
(二) 气焊接头的种类和坡口形式	201
(三) 气焊规范	205
(四) 定位焊	209
复习题	211
七、焊接操作技术	212
(一) 焊割炬的操作	212
(二) 焊接基本操作技术	215
(三) 各种位置的焊接方法	220
复习题	227
八、低碳钢的焊接	228
(一) 低碳钢的焊接性能	228
(二) 低碳钢气焊的特点	228
(三) 低碳钢的气焊工艺	229
(四) 压力容器焊接简介	248
复习题	249
九、火焰钎焊	250
(一) 钎焊概述	250
(二) 火焰钎焊工艺	254
(三) 火焰钎焊的应用	261

复习题	269
十、气割与气刨	271
(一) 气割	271
(二) 气刨	292
复习题	300
十一、焊接缺陷与气割质量检验	302
(一) 焊接缺陷	302
(二) 焊接质量检验方法简介	311
(三) 气割质量检验	319
复习题	323
十二、相关工种知识简介	324
(一) 电工	324
(二) 电焊工	343
(三) 铆工	360
(四) 管道工	368
复习题	376
十三、焊接安全技术	378
(一) 安全用电	378
(二) 防火防爆	381
(三) 焊割现场的安全作业	386
(四) 劳动保护	389
复习题	394
附录 初级气焊工技术标准	395

一、焊 接 概 论

(一) 焊 接 与 气 割

1. 焊接概念：在金属结构或机械制造等行业中，将两个或两个以上的零件连接起来的方式，通常有两种类型：一类是可拆连接，另一类是不可拆连接。前者如螺栓连接、键连接，后者如铆接、焊接。由于焊接和铆接相比有很多优越性，故在不可拆连接中，焊接是主要的连接形式。

焊接是通过加热或加压，或两者并用，并且用或不用填充材料，使工件达到原子结合的一种加工方法。焊接的实质是使两个分离物体借助原子间或分子间的结合及质点的扩散作用而形成一个整体的过程。

2. 焊接分类：焊接的方法有很多，根据焊件在焊接过程中所处的状态不同可以分为三类，即熔焊、压焊和钎焊。焊接方法的分类如图1-1所示。

(1) 熔焊 焊接过程中，将焊接接头加热至熔化状态，不加压力完成的焊接方法称熔焊。在加热条件下，金属原子动能增加，促进原子扩散。当被焊金属加热到熔化状态形成液态熔池时，原子间可以充分扩散和紧密接触，冷却后便可形成牢固的焊接接头。常见的气焊、电弧焊、气体保护焊等都属于这一类焊接方法。

(2) 压焊 焊接过程中，必须对焊件施加压力（加热或不加热）完成的焊接方法称压焊。这类焊接有两种形式：

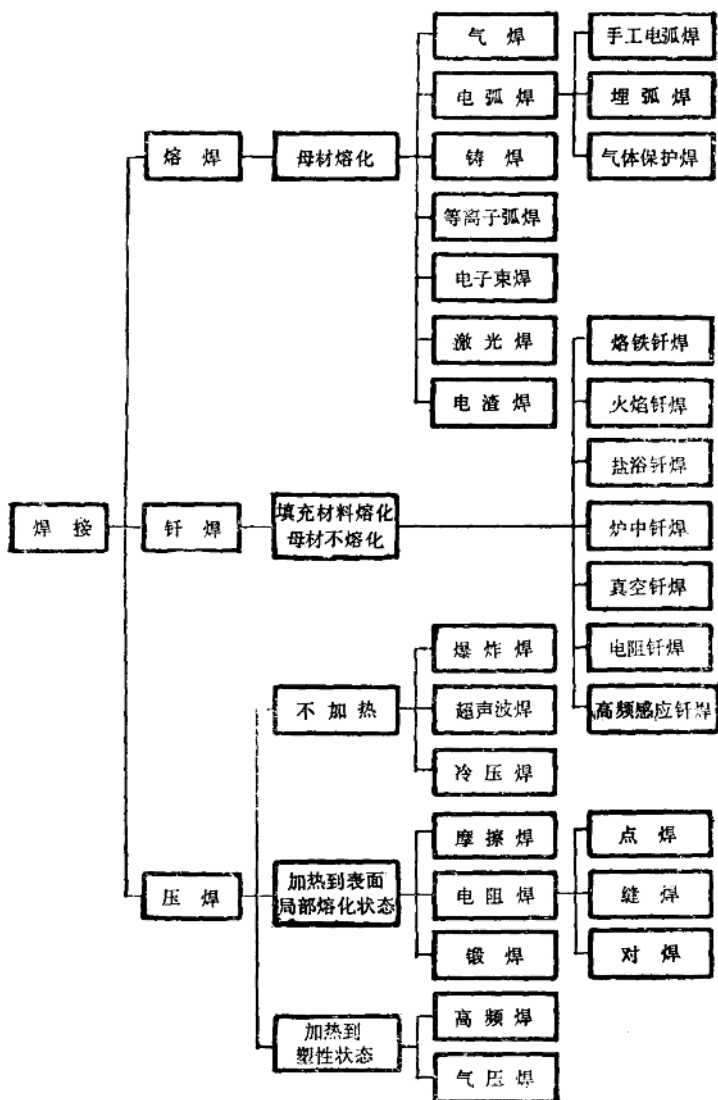


图 1-1 焊接方法的分类

一是将被焊金属接触部分加热到塑性状态或局部熔化状态，然后施加一定的压力，使金属原子间相互结合形成焊接接头，如电阻焊、锻焊等；二是不进行加热，仅在被焊金属的接触面上施加足够大的压力，借助于压力所引起塑性变形，使金属原子相互接近而获得焊接接头，如冷压焊、爆炸焊等。

(3) 钎焊 采用比母材熔点低的金属材料作钎料，将焊件和钎料加热到高于钎料熔点、低于母材熔点的温度，利用液态钎料润湿母材、填充接头间隙，并与母材相互扩散来实现连接的方法称钎焊，如烙铁钎焊、火焰钎焊等。根据使用钎料的不同，可分为硬钎焊和软钎焊两类。

3. 气焊与气割

(1) 气焊 气焊是通过可燃性气体的燃烧并从一定的设备（如焊炬）中集中喷射出火焰来加热和熔化金属的一种焊接方法。气焊的特点是设备简单、不用电源、移动方便、操作容易。气焊的设备和器具如图1-2所示。

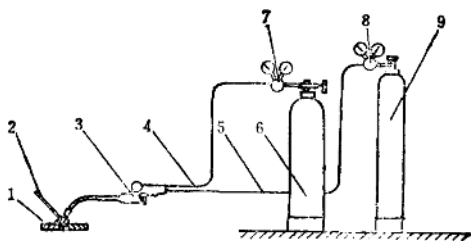


图 1-2 气焊设备和器具示意图

- 1—焊件；2—焊丝；3—焊炬；4—乙炔带；5—氧气带；
6—乙炔瓶；7—乙炔减压器；8—氧气减压器；
9—氧气瓶

气焊的热能是化学能，它是由乙炔、煤气、液化石油气和氢气等可燃气体燃烧时获得的。其中乙炔燃烧时所产生的热量最高，是应用最多的一种可燃气体。乙炔燃烧时的化学反应方程式如下：



上述反应为放热反应，乙炔燃烧产生的温度可达3000~3300℃，可使多数金属材料熔化。

气焊适用于多种钢材、有色金属和铸铁的焊接或焊补，并可进行平、立、仰、横各种位置的操作。

气焊的能源是化学能，温度不高，功率有限，故只适合于小件、薄件的焊接或局部区域的焊补，对于厚大件或难熔金属的焊接用气焊就不适宜了。

(2) 气割 气割是利用气体火焰的热能将钢件切割处预热到一定温度，然后通以高速切割氧流，使铁燃烧（激烈氧化）并放出热量实现切割的一种方法。用氧乙炔焰作为气体火焰进行切割的称氧乙炔气割。

氧乙炔切割由于设备简单、灵活方便、生产率高，切口质量好，特别是能切割厚度大（目前最大切割厚度已达2600mm）和形状复杂的零件，故成为金属切割加工中一种极为重要的工艺方法。

氧乙炔切割不仅可以切割各种碳钢和低合金钢，还能采取一定的工艺措施来切割高合金钢、铸铁、不锈钢以及部分有色金属材料，因此氧乙炔切割具有广泛的应用性。

(二) 焊接的优越性

随着工业的发展，在连接工艺方面，焊接所占的比重越来越大，因为它与铆接相比早就显示出各方面的优越性了。

焊接与铆接或铸造相比有如下优点：

1. 节省金属材料，减轻结构重量。一方面铆接结构的连接需用钢板、角钢等辅助材料才能连接成构件，而焊接结构只需对接或搭接便可实现连接；另一方面因铆接连接需要有连接孔，为达到原强度必须加大、加厚材料，必然要增加结构重量。一般情况下，焊接结构可比铆接结构节省金属材料15%~20%，比铸钢件可节省30%左右。

2. 接头的强度高。焊接件只要焊缝达到技术要求，其强度就很容易达到甚至超过母材金属。

3. 接头的致密性好，焊接接头的致密性比铆接的好得多，这在容器制造或管道连接中可充分显示出这一加工工艺的优越性。

4. 劳动强度低，劳动生产率高。焊接与铆接比，工人的劳动强度要小得多，当采用自动焊接方式时，其劳动强度更小。在加工工艺方面，焊接的工序简单，故劳动生产率高，如应用自动焊接，效率可更高。

5. 设备投资少。与铆接、铸造等加工方法比较，焊接的设备费用是最低的，尤其是气焊，设备投资更少。

6. 工作环境较好。铆接及铸造，操作时要用风动工具，噪音很大，长期连续工作会影响工人的听觉。焊接过程中噪音很小，若使用自动焊接，工作环境则更好。

（三）焊接的发展与应用

焊接是一门既古老又年轻的科学技术。远在四千年前即旧石器时代的初期，我国劳动人民就已发明了锻焊，即用加热锻打的办法把两块铁件联在一起的加工工艺，这是最原始的焊接方法。据此我国可谓是世界上应用焊接技术最早的国

家。钎焊的历史也很悠久，在公元7世纪（唐朝）时，我国就已使用了这一技术，也远远早于其他国家。

焊接事业的快速发展是在近代，即电弧发现之后。可以这样认为：“19世纪后期（1882年）电弧焊的出现给焊接事业带来了一场革命。古老的焊接方法与电弧焊是无法相比的”。由于电弧焊功率大、质量高、使用方便、生产率高，在各生产领域都得到了广泛的应用和迅速发展。与电弧焊同期（1903年）发展起来的还有氧乙炔气焊。因其设备简单、操作方便又无需电源，同样也获得了广泛的应用，故在20世纪的前几十年中几乎与电弧焊平分秋色。

20世纪40年代初期出现了优质电焊条使手工电弧焊的技术得到了一次飞跃。40年代后期埋弧焊和电阻焊的应用，开创了焊接过程机械化和自动化的新局面。50年代的电渣焊、气体保护焊、超声波焊，60年代的等离子弧焊、电子束焊、激光焊等先进焊接方法的不断涌现，更使焊接技术达到了一个新的水平。近年来很多国家又对能量束焊接、太阳能焊接、冷压焊等新的焊接方法进行研制，进一步拓宽了焊接领域。另外焊接工艺的自动控制技术已开始运用，如采用先进的计算机技术使焊接质量的自动控制得以实现；工业电视已出现在焊接生产上，便于监控；工业机器人已在汽车工业中大显身手。这些都标志了焊接自动化达到了一个更高的水平。

我国的焊接事业在新中国建立后得到了很大的发展。目前我国已拥有焊接科研机构及设有焊接专业的高等院校数十所；生产焊接材料与焊接设备的工厂遍布全国。在生产工艺方面的发展也很快，1954年焊接就用于船体制造；1961年运用电渣焊技术成功地解决了水压机的关键，制成了我国第一

台12000t水压机；70年代生产了100t的门式吊车、209m的全焊电视塔；80年代建造了十万吨级的远洋货轮、大型原子能反应堆等。可见焊接技术在我国的社会主义建设中起着不可低估的作用，随着四化建设的需要，我国的焊接技术将继续飞速发展。

复 习 题

1. 焊接可分哪几类？
2. 什么是气焊？气焊的特点有哪些？气焊需用哪些设备和器具？
3. 焊接与铆接或铸造相比有哪些优点？
4. 名词解释：焊接、熔焊、压焊、钎焊、气割。

二、工程识图

在工程技术中，为了确切地表达机件（或结构）的形状、尺寸、材料和连接方式等内容，通常将其按国家统一规定的技术标准表达在图纸上，这样的图纸称为图样。制作该图样的过程称为制图（或绘图）。在施工中，图样是进行下料、加工、组焊、安装、检验等环节中的重要技术依据之一。因此要求每个技术工人都必须具备识图能力，以保证工程（或产品）质量达到设计要求。

（一）投影分析

1. 投影法与视图的概念

（1）投影法的概念 物体在光线的照射下会在地面或墙壁上产生影子。此影子能反映出物体某些方面的形状特征，这就是常见的投影现象。通过物体射向预定的平面上而得到该物体图形的方法，即投影法。投影法又分为中心投影法和平行投影法两种。

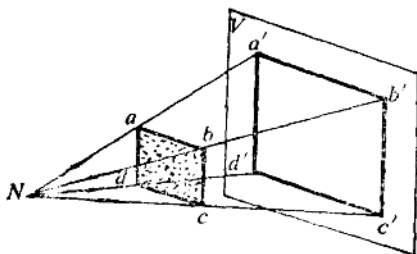


图 2-1 中心投影法示意

a. 中心投影法：射线汇交于一点的投影法称为中心投影法。如图2-1所示。射线发出点 N 称为投影中心，射线称为投影线；预定平面 V 称为投影平面；在投影平面上所得到的图形称为中心投影。

从图中可以看出，投影 $a'b'c'd'$ 比空间四边形 $abcd$ 的轮廓大，即中心投影法所得到的投影不能真实地反映物体原来的大小。因此中心投影法不能用于机械制图。

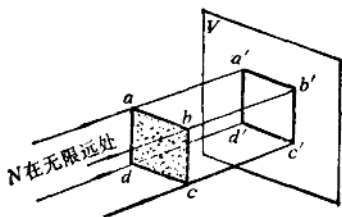


图 2-2 平行投影法示意

b. 平行投影法：射线相互平行的投影法称为平行投影法。如图2-2所示。此时的投影中心 N 假定在无限远处，用这种投影法在投影平面上所得到的图形称为平行投影。

从图中可以看出，当四边形 $abcd$ 平行于投影面 V 时，无论四边形 $abcd$ 距离其多么远，得到的投影 $a'b'c'd'$ 与空间的四边形 $abcd$ 大小是相同的。同时可以看出，此时的投影线是与投影面垂直的，因此，又把这种投影线与投影面垂直的平行投影法称为正投影法。由于正投影法所得到的投影不仅能如实地表达物体的形状和大小，而且作图方便，因此在机械制图中得到广泛应用。

(2) 视图的概念 在实际的制图应用中，根据正投影法的原理，把平行视线当作投影线，把图纸当作投影面，用

正投影法将要表达的物体的形状和大小如实地画在图纸上，就得到了这个物体的正投影。这种正投影在机械制图中被称为视图。

2. 点、线、面的正投影特性：任何物体都是由点、线、面等几何要素构成的，因此物体在每个投影面上的投影，都包含了这些几何要素的投影。

(1) 点的投影特性 点在每个面上的投影仍是点。

(2) 直线的正投影特性 空间直线段相对于一个投影面的位置有倾斜、平行和垂直三种，如图 2-3 所示。三种位置具有不同的投影特性。

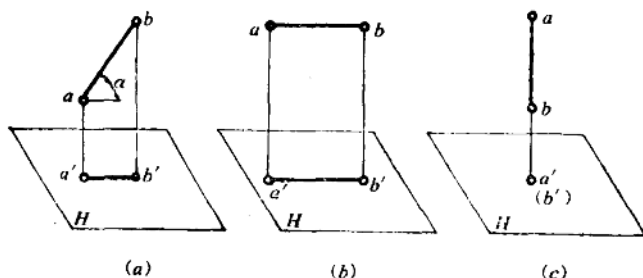


图 2-3 直线的投影特性

(a) 倾斜位置；(b) 平行位置；(c) 垂直位置

a. 当线段 AB 倾斜于投影面（图 2-3a）时，它在该投影面上的投影 ab 的长度比线段 AB 短。

b. 当线段 AB 平行于投影面（图 2-3b）时，它在该投影面上的投影 ab 的长度与线段 AB 相等，即显示实长。

c. 当线段 AB 垂直于投影面（图 2-3c）时，它在该投影面上的投影 ab 重合为一个点。

(3) 平面形的正投影特性 平面形对于一个投影面的

相对位置有倾斜、平行和垂直三种，如图 2-4 所示。三种位置具有不同的投影特性。

a. 当平面形倾斜于投影面（图 2-4a）时，它在该投影面上投影的形状和大小都被改变。

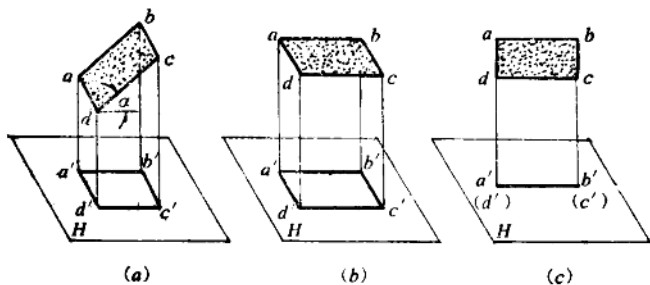


图 2-4 平面形的投影特性

(a) 倾斜位置；(b) 平行位置；(c) 垂直位置

b. 当平面形平行于投影面（图 2-4b）时，它在该投影面上的投影形状和大小均与其相同，即显示真形。

c. 当平面形垂直于投影面（图 2-4c）时，它在该投影面上的投影积聚成一直线。

3. 三视图及其投影规律

(1) 三视图 在实际制图中，只用一个视图一般不能确定物体的形状和大小。因为某些不同形状的物体，在特定条件下，在投影面 V 上的投影是完全相同的，如图 2-5 所示。为了确切地表达物体的真实形状和大小的差别，通常选用互相垂直的三个投影面，建立一个三面投影体系，如图 2-6 所示。图中投影面 V 为正投影面， H 为水平投影面， W 为侧投影面。三个投影面彼此垂直相交形成三根投影轴，即 X 轴、 Y 轴、 Z 轴。三轴的交点 O 称为原点。