



职业技能培训入门系列



# 图解 焊工入门

您想快速掌握焊工技能吗？

您想知道油罐车、大型桥梁、船体、汽车外壳、管道是怎样由一块块钢板连接为体的吗？

**请打开本书寻找答案吧！**

谷定来◎主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

职业技能培训入门系列

# 图解焊工入门

主 编 谷定来

副主编 王晓光 陈春宝 孟 玮

参 编 王大伟 侯 崇 赵春爽



机械工业出版社

您想快速掌握焊工技能吗？您想知道油罐车、大型桥梁、船体、汽车外壳、自来水管、供热管道是怎样连接成一体吗？零件之间的连接除了胶接、铆接、螺纹连接外，现在最主要的方式就是焊接。请打开本书寻找答案吧！这是一本带您轻松认知焊工知识的培训读物。

本书采用工厂实际生产中生动的实例图片，用图解的方式生动地介绍了焊工的基本知识和基本技能，使得枯燥乏味的专业知识变得图文并茂、直观易学，让您轻松地了解并掌握焊工知识。本书共分为9个模块，内容包括焊工必备的基本知识、焊工认知、焊条电弧焊、手工钨极氩弧焊、CO<sub>2</sub>气体保护焊、埋弧焊、电阻焊、综合实训、焊工必备的相关知识。

本书非常适合焊工自学，还可作为职业技能培训学校和技校、职业技术学院的实习教材，同时可供相关专业的大学生、工程技术人员和管理人员了解焊工知识。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

图解焊工入门/谷定来主编. —北京: 机械工业出版社, 2017. 10

(职业技能培训入门系列)

ISBN 978-7-111-58099-7

I. ①图… II. ①谷… III. ①焊接-图解 IV. ①TG4-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 234568 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 何月秋 责任编辑: 何月秋 责任校对: 佟瑞鑫

封面设计: 马精明 责任印制: 张博

河北鑫兆源印刷有限公司印刷

2018 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·15.25 印张·278 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-58099-7

定价: 39.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

金书网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

# 前 言

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（如电阻焊），使工件达到结合的一种方法。

焊接是工业生产中比较常见的连接方法（另外还有螺纹联接、铆钉连接、胶接、胀接等，这些是由冷作工、钳工来完成的）。

焊接是制造业的基础工艺和技术，在各个领域，如汽车、船舶、压力容器、航空航天、电子产品、海洋钻探、高层建筑等，都采用了焊接技术。常用的焊接方法如下：

（1）钎焊 钎焊是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，低于母材熔化的温度，利用液态钎料润湿母材，填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的焊接方法。钎焊用于各种电器导线的连接、电子线路的焊接，以及汽车水箱、硬质合金刀具、钻探钻头等的焊接。

（2）气焊 气焊是利用气体火焰作为热源（氧-乙炔、氧-液化石油气）的焊接方法。气焊时使接头部位的金属母材和焊丝熔化，冷却凝固后形成牢固的整体。

（3）焊条电弧焊 焊条电弧焊是用手工操纵焊条进行焊接的电弧焊方法。一根焊条（长度 200~600mm、直径  $\phi 1.6 \sim \phi 8\text{mm}$ 、依据焊件材质和厚度选择焊条）快用尽时，在焊钳上更换新的焊条。焊缝质量取决于焊工技能的高低。

（4）氩弧焊 使用氩气作为保护气体的气体保护焊即氩弧焊。焊接时，氩气可以对焊件接头处的熔池形成保护气罩，防止空气侵入，形成良好力学性能的焊接接头。

（5）埋弧焊 即焊接时电弧在焊剂层下燃烧进行焊接的方法。埋弧焊焊接质量稳定、焊接生产率高、无弧光、烟尘少。

（6）电阻焊 即工件组合后通过电极施加压力，利用电流通过接头的接触面及邻近区域产生的电阻热，将接触处金属加热到熔化或塑性状态，从而使之结合的焊接方法。



(7) CO<sub>2</sub> 气体保护焊 即利用 CO<sub>2</sub> 作为保护气体的气体保护焊, 简称为 CO<sub>2</sub> 焊。该方法焊接时电弧稳定, 减少了焊接缺陷。

(8) 等离子弧焊 等离子弧焊是借助水冷喷嘴对电弧的拘束作用, 获得较高能量密度的等离子弧进行焊接的方法。即气体由电弧加热产生离解, 在高速通过水冷喷嘴时受到压缩, 增大能量密度和离解度, 形成等离子弧。等离子弧焊具有较高的熔透力和焊接速度。

但许多人只是粗略地知道焊接。这与其在制造业的地位不相称。有鉴于此, 从普及科学常识, 提高焊工知名度的角度出发, 依据我国制造业的现状及用人单位的实际需求, 用学生实训及工厂焊接生产的实例图片, 突出实用的基本理论和操作技能, 编写了这本通俗易懂的《图解焊工入门》。全书共分 9 个模块, 内容包括焊工必备的基本知识、焊工认知、焊条电弧焊、手工钨极氩弧焊、二氧化碳气体保护焊、埋弧焊、电阻焊、综合实训、焊工必备的相关知识。

本书由锦西工业学校谷定来主编, 其中模块 1、模块 4 由王晓光、陈春宝、孟玮编写, 其余各模块均由谷定来编写。王大伟、侯崇、赵春爽参与了部分编写工作。在编写过程中, 各位老师、有关工厂的领导及工人师傅们给予了大力的支持和热情的帮助, 在此一并表示衷心感谢。

如果您通过本书了解并掌握了一些焊工的基本知识和技能, 我们将甚感欣慰, 这也是我们编写这本普及读物的初衷。

编者

# 目 录

## 前言

模块 1	焊工必备的基本知识 .....	1
项目 1	职业道德 .....	1
项目 2	安全防护知识 .....	3
项目 3	焊工必备的识图知识 .....	7
项目 4	钢材的基本知识 .....	21
模块 2	焊工认知 .....	49
项目 1	焊接生产过程概况 .....	49
项目 2	焊接的常见设备及工具 .....	53
项目 3	钢材的表示方法 .....	60
项目 4	坡口的加工 .....	62
项目 5	焊接符号 .....	66
项目 6	对焊接缺陷及焊缝外观的认识 .....	74
模块 3	焊条电弧焊 .....	82
项目 1	焊接基本知识 .....	82
项目 2	焊条电弧焊的基本操作练习 .....	90
模块 4	手工钨极氩弧焊 .....	125
项目 1	氩弧焊基本知识 .....	125
项目 2	平敷焊 .....	132
项目 3	管子水平固定焊 .....	134



项目 4	管子对接垂直固定焊 .....	136
项目 5	平角焊 .....	138
<b>模块 5</b>	<b>二氧化碳气体保护焊 .....</b>	<b>141</b>
项目 1	CO <sub>2</sub> 气体保护焊的原理、分类及特点 .....	141
项目 2	平敷焊 .....	150
项目 3	平角焊 .....	155
项目 4	立角焊 .....	159
<b>模块 6</b>	<b>埋弧焊 .....</b>	<b>164</b>
项目 1	埋弧焊基本知识 .....	164
项目 2	对接环缝焊接 .....	168
项目 3	对接直缝焊接 .....	170
<b>模块 7</b>	<b>电阻焊 .....</b>	<b>172</b>
项目	点焊的基本操作 .....	172
<b>模块 8</b>	<b>综合实训 .....</b>	<b>177</b>
项目	微型压力容器的焊接 .....	177
<b>模块 9</b>	<b>焊工必备的相关知识 .....</b>	<b>206</b>
项目 1	火焰钎焊 .....	206
项目 2	气割 .....	211
项目 3	半自动切割 .....	215
项目 4	数控切割 .....	217
项目 5	气焊 .....	218
项目 6	数控水刀切割 .....	220
项目 7	碳弧气刨 .....	223
项目 8	等离子弧焊与切割 .....	230

## 模块1

# 焊工必备的基本知识

### 阐述说明

一个好的焊工，要有良好的职业道德，高超的操作技能，熟知安全操作知识。焊工要保证在工作过程中做到“三不”：不伤害自己，不伤害他人、不被他人伤害。钢结构产品是通过多个工种、多道工序加工后焊接而成的（零件与零件之间的定位焊、焊接；部件焊接、总装后的焊接），焊工需要掌握一定的机械识图知识、金属材料知识，具有过硬的焊接操作技能，才能按照焊接工艺的要求，焊接出符合设计要求的合格产品。

## • 项目1 职业道德 •

### 1. 道德

道德是人们的行为应遵守的原则和标准。

### 2. 职业道德

职业道德是道德的一部分，它是指从事一定职业的人们，在其指定的职业活动中，应遵守的行为规范。

### 3. 职业道德修养

从业人员自觉按照职业道德的基本原则和规范，通过自我约束、教育、磨练，达到较高职业道德境界的过程。焊工的职业道德可以从以下几方面培养。

- 1) 热爱本职工作，对工作认真负责。
- 2) 遵守劳动纪律，维护生产秩序。劳动纪律和生产秩序是保证企业生产正

常运行的必要条件，必须严格遵守劳动纪律，严格执行工艺流程，使企业生产按预定的计划进行。劳动纪律和生产秩序包括工作时间，劳动的组织、调度和分配，技术操作规程。焊工必须严格按照产品的技术要求、工艺流程和操作规范进行生产加工。

3) 相互尊重，团结协作。生产钢结构产品，如压力容器、桁架、船体、箱体等，需要焊工与冷作工、起重工等多个工种合作，经过多道工序才能完成。每个车间、工段、班组的各个工种都要完成相应的工作，才能完成整个产品的制造。这就需要协调好车间、工段、班组、工种之间的关系；为相关工种及工序创造有利的条件和环境，达到一种“默契”的配合，否则将会影响产品的质量，延长产品的交货期。常见大型装置的焊接如图 1-1~图 1-5 所示。

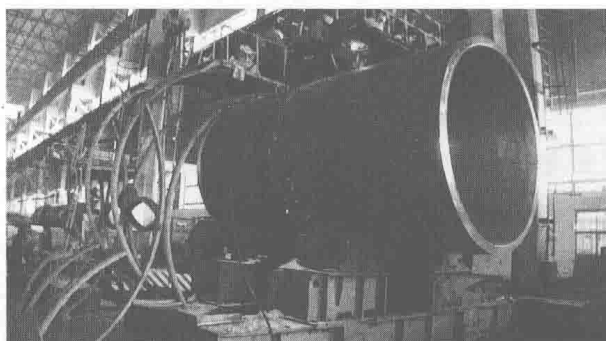


图 1-1 装焊大直径筒体的环缝

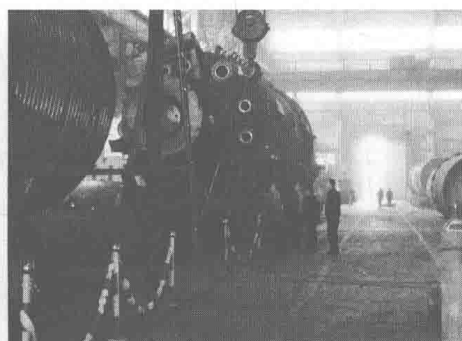


图 1-2 装焊大型聚合釜的出料管

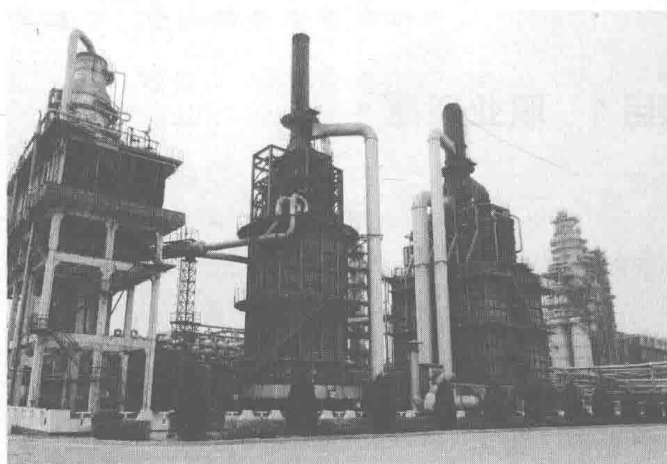


图 1-3 装焊大型的炼油装置

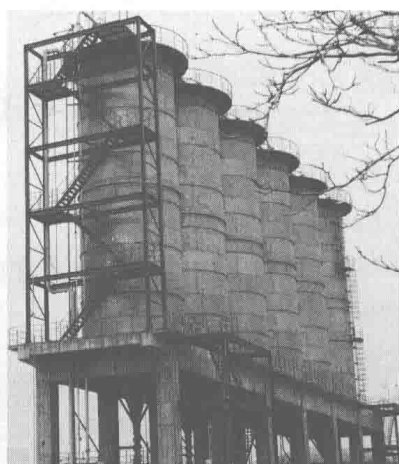


图 1-4 装焊高压储罐

4) 钻研技术，提高业务水平。钻研业务是做好本职工作的前提，下面以焊接管子的环缝（见图 1-6）为例进行介绍。环缝的焊接包括了仰焊、立焊、平焊几种位置的焊接，在加工车间中可以对环缝的位置进行调整（比如转动到平焊位



置进行焊接，可以保证焊接质量及焊接效率)；而在现场作业时，对大直径的自来水管、供暖管线、天然气管线的装焊是不能调整位置的，焊工要有过硬的业务能力，焊接的环缝不能有气孔、夹渣、裂纹等缺陷，避免出现管线爆裂而导致水或燃气泄漏的事故，否则轻则要挖开管线上面的填充土及地面的方砖，给附近居民的生活带来不便，重则会发生火灾甚至爆炸，造成人员伤亡。

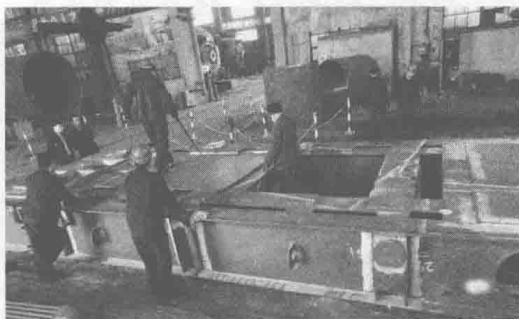


图 1-5 装焊大型发电机基座

因此焊工要努力提高自己的技术水平，不能满足于现状，科技是不断发展的，要不断地学习、不断掌握新的操作技术。焊工制造的多为大型产品（如船体、高压容器、各种塔和釜等），要消耗大量的钢材；焊接产品需经过多道工序、多个工种合作才能完成。每一道工序都是制造过程中的关键一环，若每道工序的人员业务能力都很强，就能提高材料的利用率，降低原材料的消耗，缩短生产周期，保证产品质量。



图 1-6 焊接管子的环缝  
(大型容器内部的物料输送管)

## • 项目2 安全防护知识 •

### 1. 预防为主

焊工制造产品时会经常变换地点（如船舶制造、压力容器制造、大型的箱体和桁架制造），作业面较大，部件较重。涉及的加工设备种类较多，如卷板机、弯管机、转罐机、气割机、焊接设备、吊车等。如焊接筒体的环缝时，焊工在筒体的上部，利用转罐机转动筒体，这样环缝的焊接就变成了对接平焊，焊接效率高且质量好，但要注意与冷作工、吊车工的配合，避免发生转动筒体或焊工焊接过程中发生从上部跌下的事故，如图 1-7 所示。

焊工在工作中有时要与易燃、易爆气体接触（如气焊或气割），与压力容器接触（容器完工后要进行气压、水压试验，检验焊缝质量），与电机、电器接触（各种设备电源线、地线的安装），有时还要登高作业（装配和焊接大型的塔、聚



合釜、桁架、船体等)，还有可能接触有毒、有害气体（如进行船舱底部的焊接、对出厂的容器定期维修等）。因此，严格按照规程操作是制造产品的必要前提，如果操作者缺乏必要的安全操作知识或者违反操作规程，会引发各种事故，造成设备的损坏和人员伤亡。

## 2. 个人安全防护知识

1) 焊工工作时必须按操作要求穿戴好劳保用品（见图 1-8），如面罩、工作服、长皮手套、口罩、眼镜（气割或气焊）、工作鞋（绝缘鞋），防止在焊接过程中压伤、划伤、烫伤。电焊工进行电弧焊、等离子弧焊或切割等时，应穿白色工作服（脖子上围上白毛巾，避免飞溅的熔渣从脖颈部位落入），能有效地防止弧光辐射，以防灼伤皮肤。

2) 进行气割（见图 1-9）或气焊时应戴好护目镜，防止弧光和飞溅物损伤眼睛。

3) 工作场地的通风和照明应良好，防止有害粉尘和有毒气体侵入焊工体，造成危害。在密闭的容器或舱室内焊接内部环缝时，除做好照明和通风（用风泵强制通风）以外，还要有专人在容器外监护，以防意外，如图 1-10 所示。

4) 登高焊接或气割时应系好安全带，安全带应高挂低用，这样人体下落时可减少落差，以便更好地保障焊工的人身安全。

5) 焊接大型的钢结构（压力容器、船体等）时，焊工要协助配合，通常为两个焊工一组，对产品进行对称焊接，这样可以减少结构件的焊接变形，如图 1-11 所示。与焊工配合的有吊车工、冷作工；每道工序都是如此。由于加工产品的部件较重、作业面较大，焊工要注意自己和同伴的安全，要注意吊钩的位置正确且挂牢。

6) 电是各种设备运行的能源，各种设备应有可靠的保护接零或保护接地，以防意外。装焊较长圆筒（塔、釜、换热器）内的零件时，使用移动照明灯的电源电压要小于 36V，灯泡要有专用防护罩，以防止灯泡损坏后电极外露引起触电事故，如图 1-12 所示。



图 1-7 用转罐机对大型塔体进行卧装后的焊接位置调整



图 1-8 焊工个人防护用品

- 1—面罩 2—护目遮光镜片
- 3—工作服 4—焊工手套
- 5—工作鞋 6—毛巾

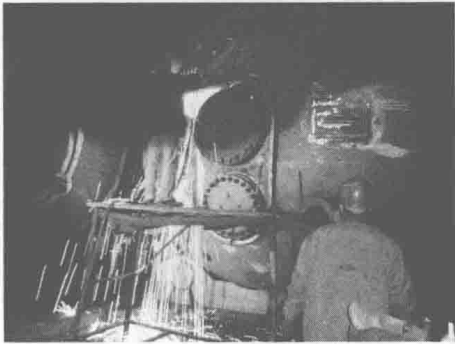


图 1-9 用氧乙炔火焰切割出密封圈位置

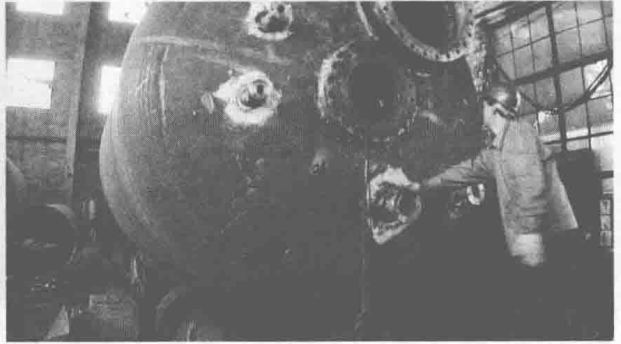


图 1-10 容器内部焊接时要有专人在容器外监护

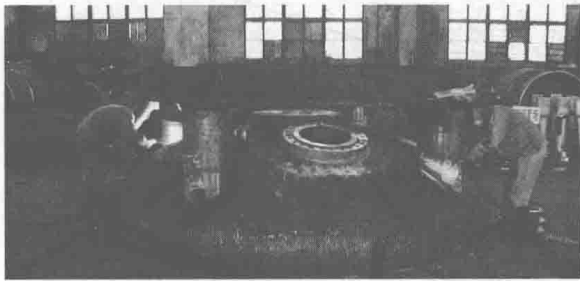


图 1-11 对称焊接大型聚合釜的进出料管



图 1-12 装焊塔体内部的零件  
(使用有防护罩的移动照明灯)

7) 若用电设备出现故障, 操作者不能擅自处理, 应逐级上报, 由专业维修的钳工及电工对设备及电路进行维修, 如图 1-13 所示。

8) 电工完成检测, 确定需要更换电动机时, 钳工将旧电动机拆下, 进行维修或换上备件, 如图 1-14 所示。



图 1-13 电工在检修气泵 (空气压缩机)



图 1-14 更换电动机

9) 气焊工 (水焊工) 操作时, 氧气瓶距离乙炔瓶、明火或热源的间距应大于 5m, 氧气瓶最好直立使用, 若放倒时头部要稍稍垫起; 乙炔瓶必须直立使用,



要放置平稳防止倾倒，如图 1-15 所示。

切割操作时要穿戴好劳动保护用品（手套、口罩、护目镜、帽子），工件的下部要垫起，留出切割熔渣的下落空间，当割嘴过热或飞溅物堵塞割嘴时，要迅速关闭各阀门，检查割嘴，用通针疏通气道，处理完毕后才能重新点火继续切割，如图 1-16 所示。

减压器是将气瓶内的高压气体降为工作时的低压气体，氧气瓶、乙炔气瓶中的气体不能用尽，当氧气表（见图 1-17）的低压值在 0.1~0.3 MPa、乙炔表（见图 1-18）的低压值在 0.02~0.03 MPa，就要关闭阀门将钢瓶送去充气，以防止乙炔气倒流发生回火事故。



图 1-15 乙炔瓶必须直立放置



图 1-16 气割工件时应穿戴好劳动保护用品



图 1-17 氧气表（左侧是瓶内压力，右侧是经减压表输出的压力）

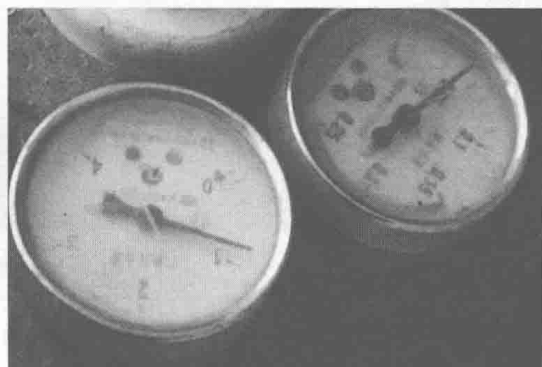


图 1-18 乙炔表（左侧是瓶内压力，右侧是经减压表输出的压力）



## • 项目3 焊工必备的识图知识 •

### 1. 正投影及三视图的投影规律

#### (1) 正投影的基本知识

1) 投影法即投射线通过物体向选定的投影面投射得到图形的方法。所得到的图形称为投影（投影图），得到投影的平面称为投影面。

2) 绘制机械图样时采用正投影法（投射线垂直于投影面），所得到的投影即正投影，如图 1-19 所示。

#### (2) 正投影的基本性质

1) 显实性。平面（或直线）与投影面平行时，其投影反映实形（或实长）的性质，称为显实性，如图 1-20a 所示。

2) 积聚性。平面（或直线）与投影面垂直时，其投影为一条直线（或点）的性质，称为积聚性，如图 1-20b 所示。

3) 类似性。平面（或直线）与投影面倾斜时，其投影变小（或变短），但投影的形状与原来形状相类似的性质，称为类似性，如图 1-20c 所示。

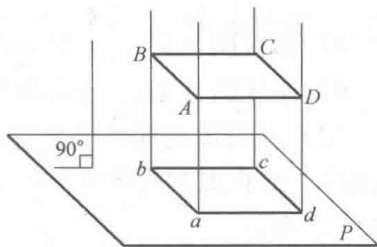


图 1-19 正投影

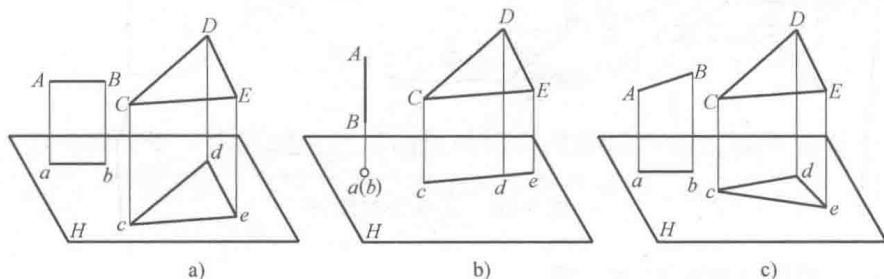


图 1-20 正投影的基本性质

### 2. 三视图

#### (1) 三视图的形成

1) 物体放在图 1-21 所示的三投影面体系中，向  $V$ 、 $H$ 、 $W$  三个投影面做正投影即得到物体的三视图，如图 1-22 所示。物体的正面投影（ $V$ ）为主视图，水平投影（ $H$ ）为俯视图，侧面投影（ $W$ ）为左视图。为了画图方便，将三投影面展开，如图 1-23a 所示。

2) 主视图（ $V$ ）。正对着物体从前向后看，得到的投影称为主视图。

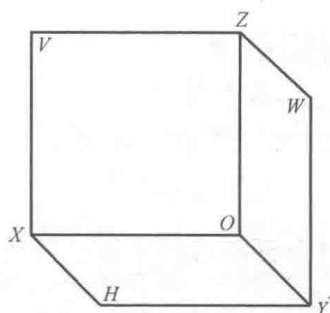


图 1-21 三投影面体系

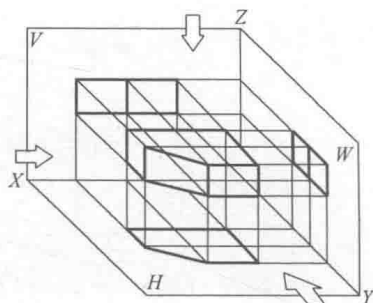


图 1-22 三视图的形成

3) 俯视图 ( $H$ )。正对着物体从上向下看, 得到的投影称为俯视图。

4) 左视图 ( $W$ )。正对着物体从左向右看, 得到的投影称为左视图。

(2) 三视图之间的位置关系 物体的三视图不是相互孤立的, 主视图的位置确定后, 俯视图在主视图的正下方, 左视图在主视图的正右方。其位置关系如图 1-23b 所示。

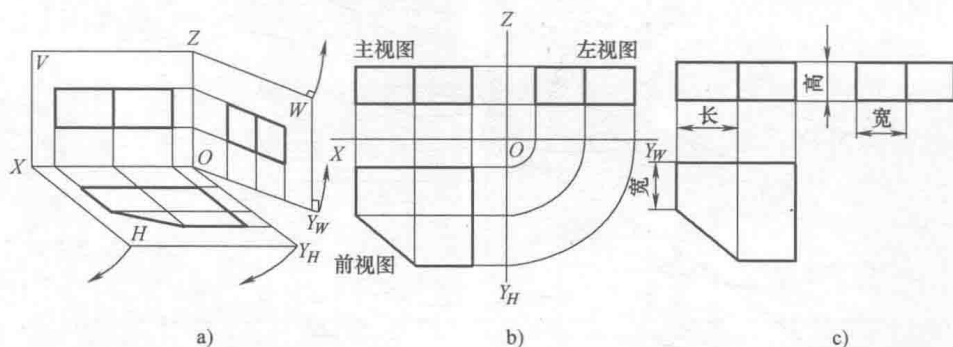


图 1-23 三视图的展开

(3) 三视图之间的尺寸关系

1) 物体的一面视图只能反映物体两个方向的尺寸, 如图 1-23c 所示。

主视图 ( $V$  面视图): 反映物体的长和高。

俯视图 ( $H$  面视图): 反映物体的长和宽。

左视图 ( $W$  面视图): 反映物体的高和宽。

2) 三视图之间有“三等”关系: 主视图与俯视图长对正; 主视图与左视图高平齐; 俯视图与左视图宽相等。

物体的投影规律: “长对正, 高平齐, 宽相等”是画图及看图时必须遵守的规律。

### 3. 点、线、面的投影

(1) 点的投影



1) 空间点用大写字母表示 (如图 1-24a 中  $S$  点), 点  $S$  在  $H$ 、 $V$ 、 $W$  各投影面上的正投影, 分别表示为  $s$ 、 $s'$ 、 $s''$ , 如图 1-24b 所示。投影面展开后得到图 1-24c 所示的投影图。

2) 点、线、面是构成空间物体的基本元素, 识读物体的视图, 必须掌握点、线、面的投影。

(2) 点的投影规律 由图 1-24b 所示的投影图可以看出点的三面投影有如下规律:

- 1) 点的  $V$  面投影和  $H$  面投影的连线垂直于  $OX$  轴, 即  $ss' \perp OX$  (长对正)。
- 2) 点的  $V$  面投影和  $W$  面投影的连线垂直于  $OZ$  轴, 即  $s's'' \perp OZ$  (高平齐)。
- 3) 点的  $H$  面投影到  $OX$  轴的距离等于其  $W$  面投影到  $OZ$  轴的距离,  $os_X = os_{Y_H} = os_{Y_W} = s''s_Z$  (宽相等)。

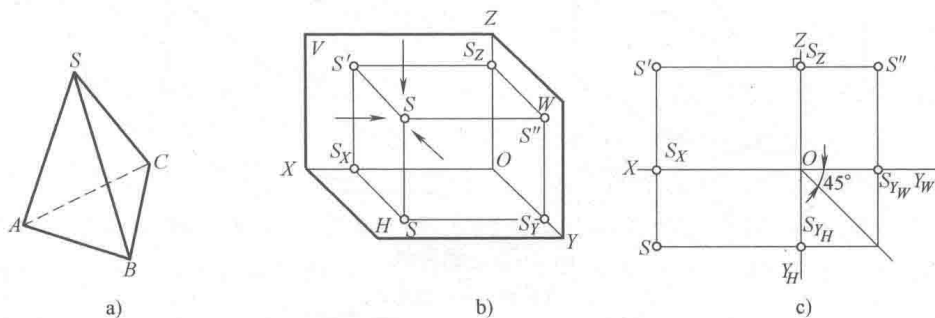


图 1-24 点的投影

(3) 直线的投影 由直线上任意两点的同面投影来确定, 如图 1-25 中线段的两端点  $A$ 、 $B$  的三面投影, 连接两点的同面投影得到的  $ab$ 、 $a'b'$ 、 $a''b''$ , 就是直线  $AB$  的三面投影。直线的投影一般仍为直线。

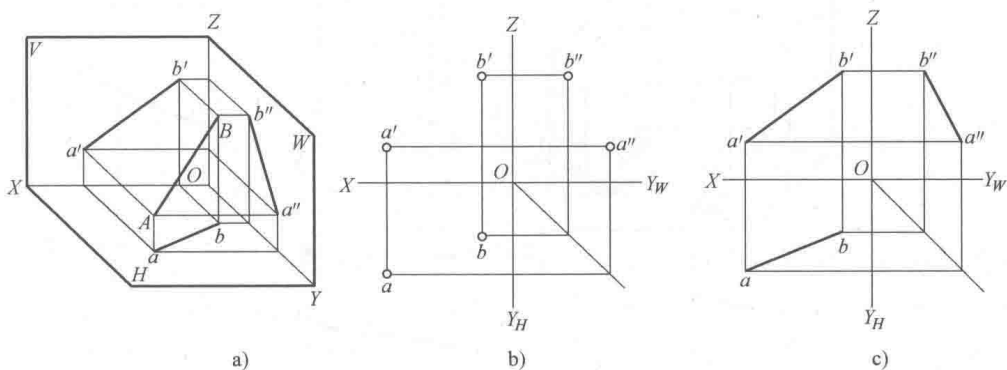


图 1-25 直线的三面投影



1) 一般位置直线：对三个投影面都倾斜的直线称为一般位置直线，图 1-25 所示的  $AB$  就是一般位置直线，其投影特性为“三面投影均是小于实际长度的斜线”。

2) 投影面平行线：平行于一个投影面，倾斜于两个投影面的直线称为投影面平行线。平行于  $V$  面的直线称为正平线；平行于  $H$  面的直线称为水平线；平行于  $W$  面的直线称为侧平线。其投影特性为“平行面上投影为实长线，其余两面是短线”，图 1-26 所示为正平线的投影。

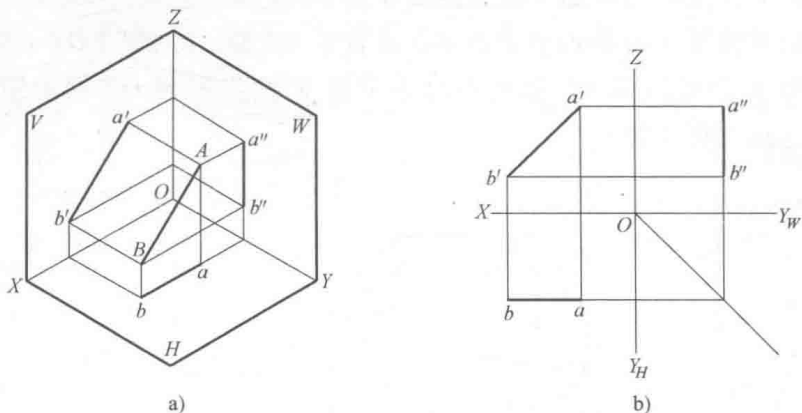


图 1-26 正平线

a) 直观图 b) 投影图

3) 投影面垂直线：垂直于一个投影面，平行于另两个投影面的直线，称为投影面垂直线。垂直于  $V$  面的直线称为正垂线；垂直于  $H$  面的直线称为铅垂线；垂直于  $W$  面的直线称为侧垂线。其投影特性为“垂直面上的投影为点，其余两面的投影是实长线”，图 1-27 所示为铅垂线的投影。

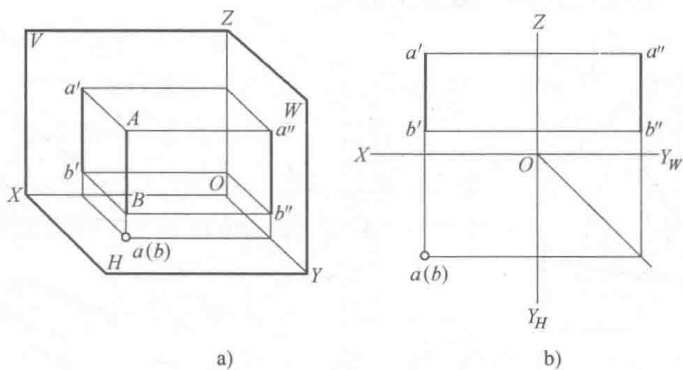


图 1-27 铅垂线

a) 直观图 b) 投影图