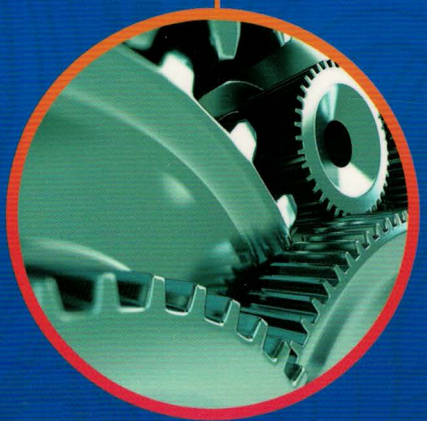
职业技能培训入门系列



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一体的吗?

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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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、自来水管道、供热管道等是怎样连接成一体的吗？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_2 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、职业技术学校的实习教材，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	网络服务
服务咨询热线：010-88361066	机 工 官 网：www.cmpbook.com
读者购书热线：010-68326294	机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
010-88379203	金 书 网：www.golden-book.com
封面无防伪标均为盗版	教育服务网：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 ϕ1.6～ϕ8mm、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_2 气体保护焊　即利用 CO_2 作为保护气体的气体保护焊，简称为 CO_2 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工单位的实际需求，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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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

模块5　二氧化碳气体保护焊 …… 141

项目1　CO_2 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

模块6　埋弧焊 …… 164

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

模块7　电阻焊 …… 172

项目　点焊的基本操作 …… 172

模块8　综合实训 …… 177

项目　微型压力容器的焊接 …… 177

模块9　焊工必备的相关知识 …… 206

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。

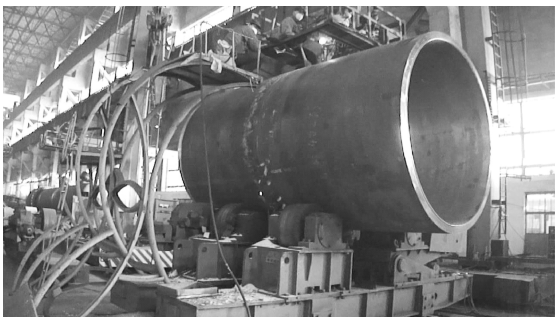


图 1-1　装焊大直径筒体的环缝



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

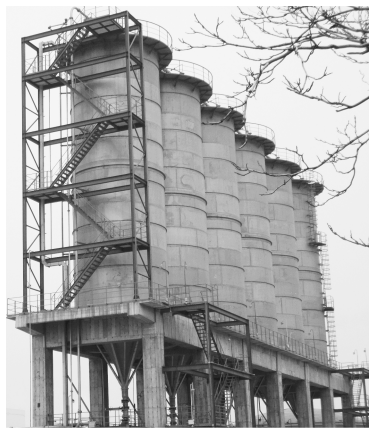


图 1-4　装焊高压储罐

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。



图 1-7　用转罐机对大型塔体进行卧装后的焊接位置调整

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领部位落入），能有效地防止弧光辐射，以防灼伤皮肤。

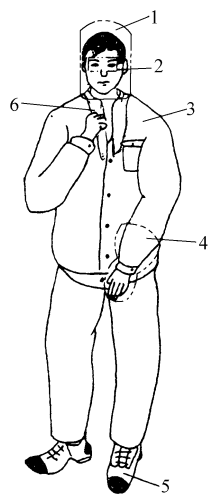


图 1-8　焊工个人劳动防护用品

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

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 1-9　用氧乙炔火焰切割出密封圈位置

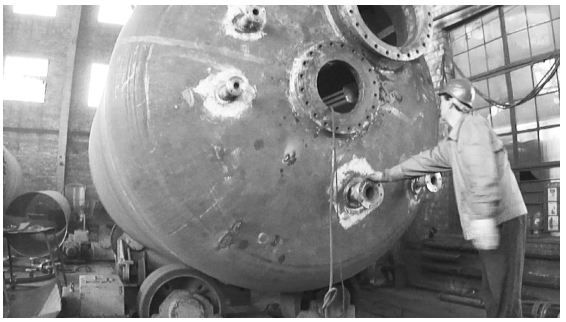


图 1-10　容器内部焊接时要有专人在容器外监护

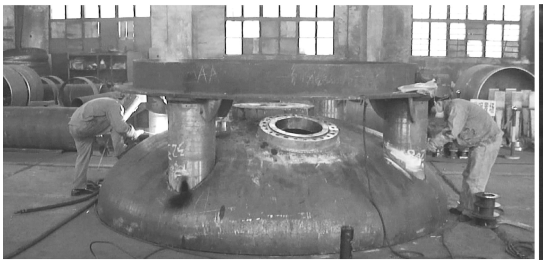


图 1-11　对称焊接大型聚合釜的进出料管



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。



图 1-15　乙炔瓶必须直立放置

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 1-16　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。

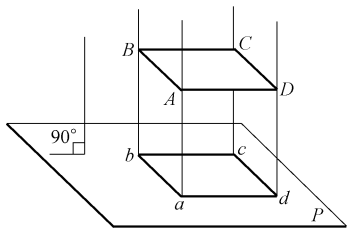


图 1-19　正投影

（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。

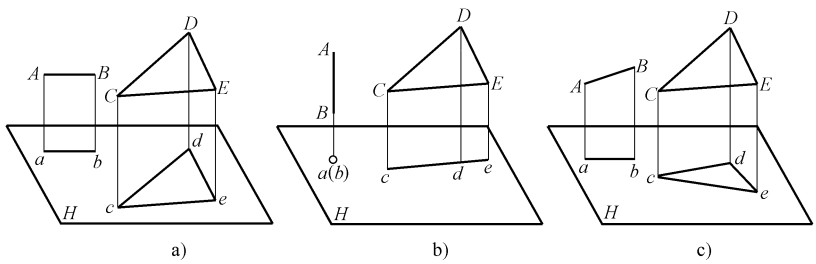


图 1-20　正投影的基本性质

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。

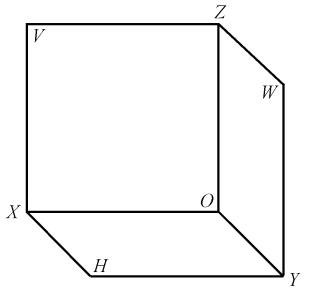


图 1-21　三投影面体系

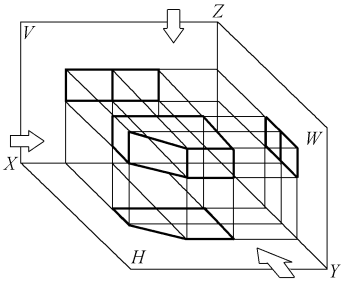


图 1-22　三视图的形成

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。

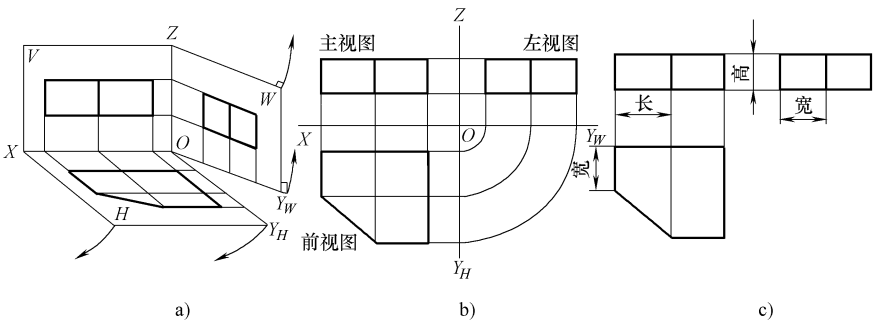


图 1-23　三视图的展开

（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，$ss_X = os_{YH} = os_{YW} = s''s_Z$（宽相等）。

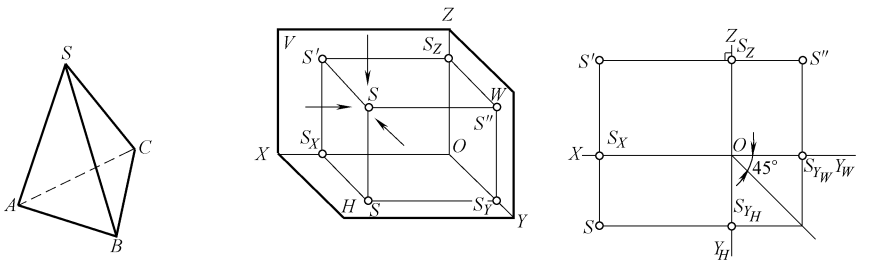


图1-24　点的投影

（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。

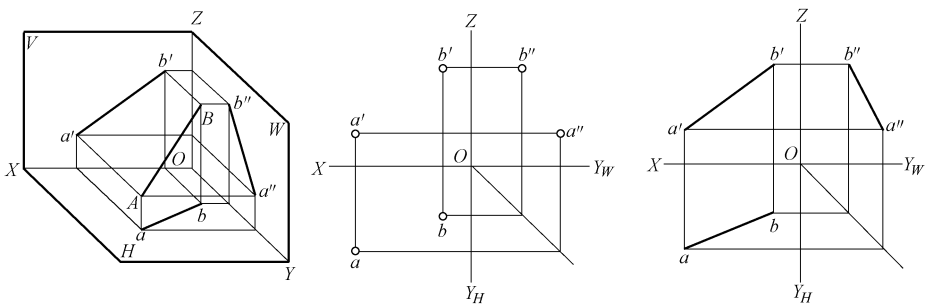
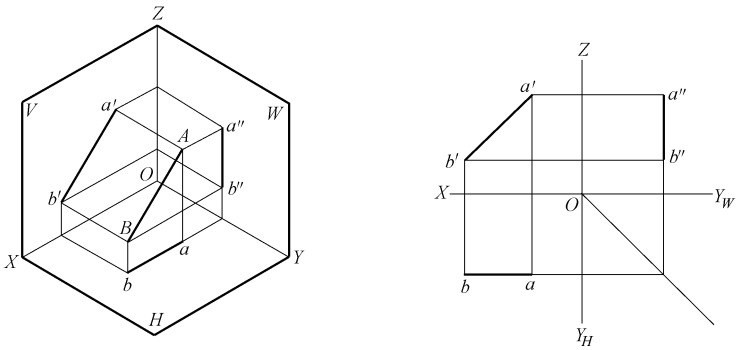


图1-25　直线的三面投影

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。

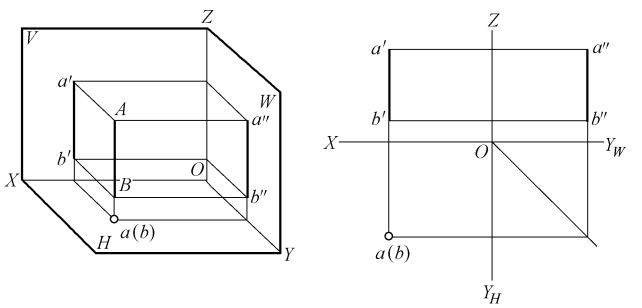


a)　　b)

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。



a)　　b)

图 1-27　铅垂线

a）直观图　b）投影图