

中等职业技术教育规划教材

机械常识与识图

中国机械工业教育协会
全国职业培训教学工作指导委员会 编
机电专业委员会
主 编 赵香梅



机械工业出版社

本书是为适应中等职业学校机电类专业教学改革需要而编写的，是电气维修专业的技术理论课教材。主要内容有：机械识图，极限与配合，工程力学基础，材料基础知识，机械传动，常用机构，联接，弹性元件，示数装置和液压传动等。

本教材可供技工学校、中等职业技术学校使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械常识与识图 /赵香梅主编 .—北京：机械工业出版社，2004.6
中等职业技术教育规划教材
ISBN 7-111-14586-0

I. 机... II. 赵... III. ①机械学—专业学校—教材②机械图—识图法—专业学校—教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 051315 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：荆宏智
责任编辑：吴天培 版式设计：张世琴 责任校对：陈延翔
封面设计：姚毅 责任印制：

印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·12.25 印张·301 千字
定价： 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

中等职业技术教育规划教材 编审委员会名单

主 任 郝广发

副 主 任 周学奎 刘亚琴 李超群 何阳春 林爱平
李长江 付 捷 单渭水 王兆山 张仲民

委 员 (按姓氏笔画排序)

于 平 王 珂 王 军 王洪琳 付元胜 付志达 刘大力
(常务) 刘家保 许炳鑫 孙国庆 李木杰 李稳贤 李鸿仁
李 涛 何月秋 杨柳青 (常务) 杨耀双 杨君伟 张跃英
林 青 周建惠 赵杰士 (常务) 郝晶卉 荆宏智 (常务)
贾恒旦 黄国雄 董桂桥 (常务) 曾立星 甄国令

本书主编 赵香梅

参 编 宋燕琴 勾 明 林小妹 胡英英 王建民

本书主审 曲宝芹

前 言

为贯彻落实“全国职业教育工作会议”精神，克服原有的教材专业设置落后，缺乏新的专业和复合专业，技术内容比较陈旧，理论课内容偏深、偏难的弊端，更好地满足中等职业技术教育教学改革的需要，中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会联合组织编写了这套适合新形势的中等职业技术教育规划教材。首批所选五个专业为机床切削加工、机械设备维修、模具制造与维修、数控机床加工、电气维修。本套教材的编写指导思想是：贯彻党的教育方针，依据《劳动法》、《职业教育法》的规定和《国家职业标准》的要求，更新教学内容，突出技能训练，强化创新能力的培养，以培养具备较宽理论基础和复合型技能的人才，使培养的人才适应科技进步、经济发展和市场的需要。其宗旨是：促职业教育改革，助技能人才培养。

为实现这一宗旨，中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会联合组织了 30 多所高、中级技工学校参加了首批五个专业教学计划、教学大纲的制定和教材的编审工作。各学校对新教材的专业选择、课程设置、学时安排、教学计划和教学大纲的制定、教材定位、编写方式等，参照《国家职业标准》相关工种中级工的要求和各校实际，经过三次会议进行了广泛的讨论和充分论证，首先完成了教学计划和教学大纲的制定和审定工作。在教材的编写过程中，贯彻了“简明、实用、够用”的原则，反映了新知识、新技术、新工艺和新方法，体现了科学性、实用性、代表性和先进性，正确处理了理论知识与技能的关系。同时通过对原有教材进行评价，针对其不足并在编写过程中进行了改进，以充分反映学校的实际需要。新教材的价值在于兼顾了学生学习真本领与达到职业技能鉴定考试两种要求。综上所述，本套教材具有以下特色：

- 1) 职业性 专业设置参照有关专业目录，并根据职业发展变化和社会实际需求确定。
- 2) 科学性 教学内容与现代科学技术发展和先进技术装备、技术水平相适应，体现了科学性和先进性。
- 3) 实践性 重视实践性教学环节，加强了技能训练和生产实习教学，努力实现产教结合。
- 4) 衔接性 与企业培训和其他类型教育相沟通，与国家职业资格证书体系相衔接。
- 5) 实用性 教学内容符合职业标准及企业生产实际需要，有利于培养实用型人才。

与本教材配套的还有相应教材的习题集。

本套教材的编写工作得到了各学校领导的重视和支持，参加教材编审的人员均为各校的教学骨干，保证了本套教材能够按计划有序地进行，并为编好教材提供了良好的技术保证，在此对各个学校的支持表示感谢。

由于时间和编者水平有限，书中难免存在某些缺点或错误，敬请读者批评指正。

中国机械工业教育协会
全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会

目 录

| | | | |
|---------------------|-----|----------------------|-----|
| 前言 | | 第二节 链传动 | 129 |
| 绪论 | 1 | 第三节 齿轮传动 | 131 |
| 第一章 机械识图与电气识图 | 2 | 第四节 定轴轮系 | 136 |
| 第一节 识图基础知识 | 2 | 复习题 | 138 |
| 第二节 投影与视图 | 6 | 第六章 常用机构 | 140 |
| 第三节 零件图 | 27 | 第一节 铰链四杆机构 | 140 |
| 第四节 装配图 | 47 | 第二节 凸轮机构和间歇运动机构 ... | 143 |
| 第五节 电气识图基本知识 | 52 | 复习题 | 146 |
| 复习题 | 69 | 第七章 联接 | 147 |
| 第二章 极限与配合 | 80 | 第一节 键、销及其联接 | 147 |
| 第一节 概述 | 80 | 第二节 螺纹联接 | 149 |
| 第二节 孔、轴尺寸的极限与配合 ... | 81 | 第三节 轴承和联轴器 | 152 |
| 第三节 形状和位置公差 | 92 | 第四节 焊接 | 156 |
| 第四节 表面粗糙度 | 97 | 复习题 | 158 |
| 复习题 | 101 | 第八章 弹性元件 | 159 |
| 第三章 工程力学基础 | 103 | 第一节 弹性元件基础 | 159 |
| 第一节 静力学基础 | 103 | 第二节 弹簧 | 160 |
| 第二节 材料力学基础 | 106 | 第三节 其他弹性元件 | 161 |
| 复习题 | 111 | 复习题 | 163 |
| 第四章 常用材料基础知识 | 112 | 第九章 示数装置 | 164 |
| 第一节 金属材料的力学性能 | 112 | 第一节 示数装置的类型 | 164 |
| 第二节 常用金属材料 | 114 | 第二节 标尺指针示数装置 | 164 |
| 第三节 钢的热处理 | 119 | 复习题 | 165 |
| 第四节 常用电工材料 | 121 | 第十章 液压传动 | 166 |
| 复习题 | 124 | 第一节 液压传动的原理和组成 | 166 |
| 第五章 机械传动 | 126 | 第二节 压力、流量和功率 | 167 |
| 第一节 带传动 | 126 | 第三节 液压元件 | 170 |
| | | 第四节 液压基本回路 | 180 |
| | | 复习题 | 187 |

绪 论

一、引言

在科学技术日新月异发展的当今世界，为增强机电产品在国际、国内市场的竞争能力，机电工业的发展必须转变到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。随着高新技术在生产领域中的应用，各专业知识之间的联系更加紧密，培养宽基础、复合型人才才能适应经济和技术发展的需要。作为一名电气安装维修工人，除应掌握本工种的专业知识之外，相关专业的基础知识也应具备。随着科技水平的提高，机电一体化的产品应用越来越广泛，熟悉一些机械方面的基本常识，不仅对自己的电气知识有补充作用，而且可为今后适应市场经济的综合能力发展奠定一定的技术基础，使自己成为一名新时代的技术工人。

二、本课程的性质、任务和学习方法

《机械常识与识图》是一门综合性的课程，是专业技术交融的纽带，是电气安装维修类专业的技术基础课。通过学习，使学生掌握一定的机械知识及有关国家标准，熟悉“工程语言”机械制图的内容和识读方法，以便在生产实践中能够看懂简单的零件图、装配图；熟悉常用金属材料的牌号及性能特点，了解热处理的方法；分析各种常用机构运动原理，掌握液压传动工作原理和应用；进行简单的受力分析及强度计算；并具有查阅有关资料的能力。

本课程内容涉及面广，各章相对独立性较强，是理论与实践相结合的技术学科，既强调理论基础，更注重实用特色。在教学过程中，应开设必要的实验，充分运用电化教学、教具模型、教学挂图和参观等辅助教学手段，重视理论联系实际，重视生产实习，不断培养分析和解决实际问题的能力。

三、本课程的主要内容

《机械常识与识图》共分十章，其主要内容包含以下几个部分：

1. 机械识图与电气识图 讲述识图基础知识、投影作图、常用零件画法、识读零件图、装配图的基本方法及有关国家标准的应用，电气识图基本知识。
2. 极限与配合、工程力学基础 介绍极限与配合、机械零件的受力分析及强度计算。
3. 常用材料基础知识 介绍常用金属材料牌号、性能指标及应用，常用电工材料，以及钢的热处理方法。
4. 机械基础知识 讲述机械传动、机构和机械零件的原理及应用。
5. 液压传动 讲述液压传动原理和各种液压元件的作用以及它们在液压系统中的应用。

当前，机械产品（或设备）已向机电一体化的方向发展。以数控机床为例，它是以机械传动为基础，融入了电气、电子、微电脑控制等新的科学技术组成的自动化或半自动化的高效率机床。通过对本课程的学习，对数控机床的性能和工作原理的了解会更加深刻，它是通过微电脑发布命令，经过电气（如步进电动机等）和液压（如夹紧装置等）传动来执行，最后由机械传动完成的过程。在生产过程中，无论是安装还是维修，不管是电气原因还是机械故障，都能迎刃而解，在自己的工作岗位上发挥重要作用。

第一章 机械识图与电气识图

机械图样是工业生产中人们传递技术信息和思想的媒介与工具，因此，凡是从事工业生产的人，没有不和图样打交道的。对于未来的技术工人来说，必须具有一定的识图能力和初步的画图能力。

第一节 识图基础知识

国家标准《技术制图》是一项基础技术标准，国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准，它们是图样的绘制与使用的准绳，因此必须认真学习和遵守这些规定。制图的基本规定：

1. 图纸幅面和格式 (GB/T14689—1993)

(1) 图纸幅面尺寸 为了合理地利用图纸并便于保管，国家对图纸幅面做出了相应的规定，绘图时应优先选用表 1-1 中所规定的幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面尺寸

(单位：mm)

| 幅面代号 | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|--------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| $B \times L$ | 841×1189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |
| e | 20 | | 10 | | |
| c | 10 | | | 5 | |
| a | 25 | | | | |

(2) 图框格式 在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留有装订边和不留装订边两种，如图 1-1 所示。同一产品的图样只能采用一种格式。

(3) 标题栏 每张图纸都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸应按 GB 10609. 1—1989 的规定。在制图作业中建议采用图 1-2 的格式。标题栏的位置应位于图样的右下角，如图 1-2 所示。

2. 比例 (GB/T 14690—1993) 图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。

(1) 原值比例 比值为 1 的比例，即 1:1。

(2) 放大比例 比值大于 1 的比例，如 2:1 等。

(3) 缩小比例 比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

当需要按比例绘制图样时，应优先由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

为了从图样上直接反映出实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。因各种实物的大小与结构千差万别，绘图时，应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。

不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形的比例无关，如图 1-3 所示。

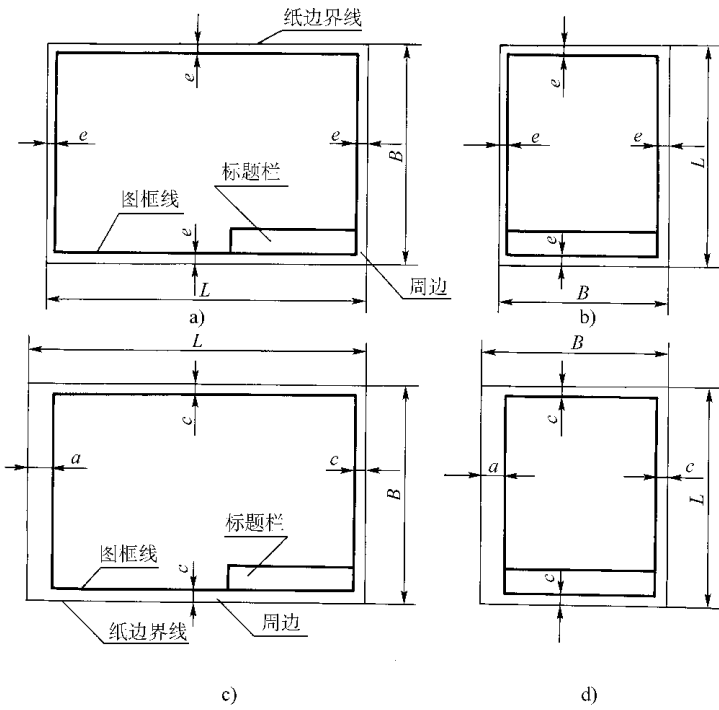


图 1-1 图框格式
a)、b) 不留有装订边 c)、d) 留有装订边

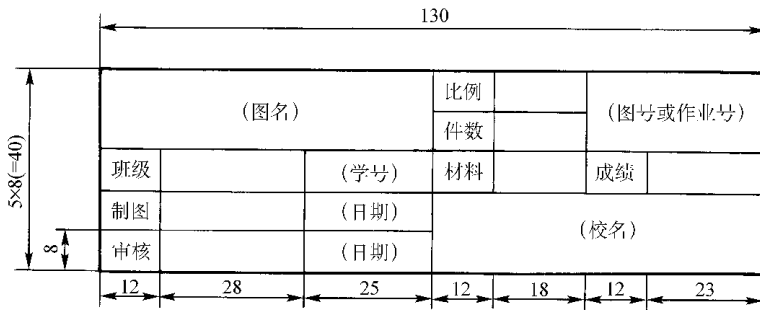


图 1-2 标题栏格式

表 1-2 比例

| 种类 | 比例 | | | | |
|------|--|--|---|------------------------------|------------------------------|
| 原值比例 | 1:1 | | | | |
| 放大比例 | 5:1 $5 \times 10^n:1$ | 2:1 $2 \times 10^n:1$ | $1 \times 10^n:1$ | 4:1 $4 \times 10^n:1$ | 2.5:1 $2.5 \times 10^n:1$ |
| 缩小比例 | 1:2 $1:2 \times 10^n$ 1:3 $1:3 \times 10^n$ | 1:5 $1:5 \times 10^n$ 1:4 $1:4 \times 10^n$ | 1:10 $1:1 \times 10^n$ 1:6 $1:6 \times 10^n$ | 1:1.5 $1:1.5 \times 10^n$ | 1:2.5 $1:2.5 \times 10^n$ |

注：n 为正整数。

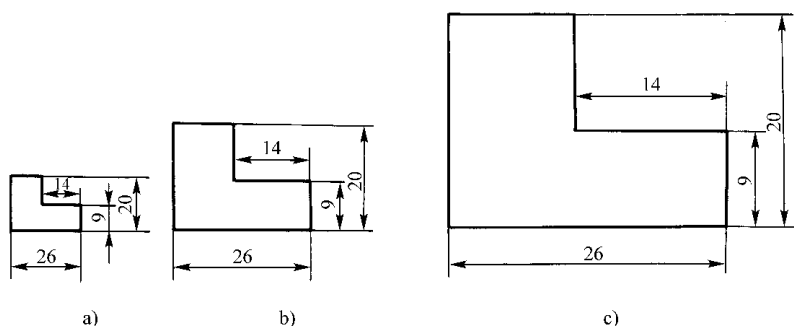


图 1-3 图形比例与尺寸数字

a) 1:2 b) 1:1 c) 2:1

3. 字体 (GB/T14691—1993) 在图样和技术文件上书写的汉字、数字和字母都必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。字体示例如图 1-4 所示。

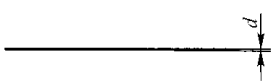
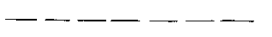


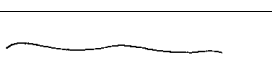
字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐



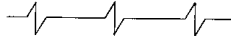


图 1-4 字体示例

4. 图线 (GB/T17450—1998、GB/T4457.4—2002) 国家标准《机械制图》规定了图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的应用，见表 1-3。

表 1-3 图线

| 图线名称 | 图线型式及代号 | 图线宽度 | 应用举例 |
|------|---|---------|----------------------|
| 粗实线 |  | d | 可见轮廓线 |
| 细虚线 |  | 约 $d/2$ | 不可见轮廓线 |
| 细实线 |  | 约 $d/2$ | 尺寸线、尺寸界线、剖面线 |
| 细点画线 |  | 约 $d/2$ | 轴线 对称中心线 |
| 波浪线 |  | 约 $d/2$ | 断裂处的边界线 视图和剖视的分界线 |

(续)

| 图线名称 | 图线型式及代号 | 图线宽度 | 应用举例 |
|-------|---|---------|------------------------|
| 双折线 |  | 约 $d/2$ | 断裂处的边界线 |
| 粗点画线 |  | d | 限定范围表示线 |
| 细双点画线 |  | 约 $d/2$ | 相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 |

各种图线的部分应用示例如图 1-5 所示。

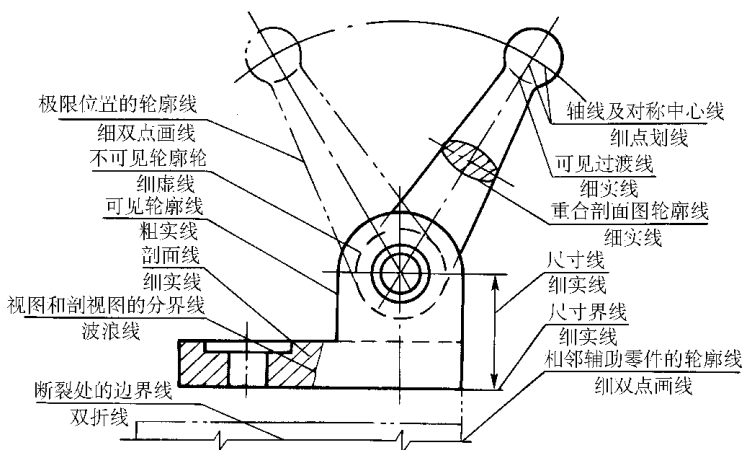


图 1-5 各种图线应用举例

同一图样中同类图线的宽度应基本一致。细虚线、细点画线及细双点画线的长度和间隔应各自大致相等。

5. 尺寸注法 (GB4458.4—1984)

(1) 基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

2) 图样中的尺寸，以毫米 (mm) 为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

3) 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

4) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标在反映该结构最清晰的图形上。

(2) 标注尺寸的三要素 一个完整的尺寸应包括尺寸界线、尺寸线 (含箭头)、尺寸数字三个要素，如图 1-6 所示。

常用尺寸的注法，见表 1-4。

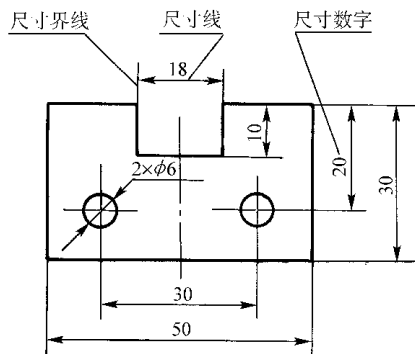


图 1-6 标注尺寸的三要素

表 1-4 常用尺寸的注法

| 标注内容 | 图 例 | 说 明 |
|---------------|-----|---|
| 线性尺寸的 数字方向 | | 尺寸数字应按左图中的方向注写, 并尽量避免在 30° 范围内标注尺寸; 当无法避免时, 可按右图标注 |
| 角度 | | 角度的数字一律写成水平方向, 一般注写在尺寸线的中断处。必要时可写在上方或外面, 也可引出标注 |
| 圆和圆弧 | | 直径、半径的尺寸数字前应分别加符号“ ϕ ”、“ R ”。尺寸线应按图例绘制 |
| 大圆弧 | | 无法标出圆心位置时, 可按图例标注 |
| 小尺寸和 小圆弧 | | 在没有足够位置画箭头或写数字时, 可按图例形式标注 |
| 球 面 | | 标注球面的直径或半径时, 应在符号“ ϕ ”或“ R ”前加注符号“ S ” 在不致引起误解时, 可省略符号“ S ” |

第二节 投影与视图

一、投影法概念

日常生活中常见物体被阳光或灯光照射后, 在地面或墙面上出现物体的影子, 这种自然现象就是投影。人们经过科学抽象, 把光线称为投射线, 地面或墙面称为投影面, 如图 1-7

中，过空间物体 $\square ABCD$ 各顶点作投射射线 SA 、 SB 、 SC 、 SD ，交投影面于 a 、 b 、 c 、 d 点，每两点连直线即为 $\square ABCD$ 在投影面上的投影。

上述这种用投射射线通过物体，向选定的投影面投射，并在该面上得到图形的方法称为投影法。

工程上常用的投影法有两种：

1. 中心投影法 投射射线汇交于一点的投影法称为中心投影法，如图 1-7 所示。用中心投影法得到的投影不能反映物体的真实大小，作图复杂，在机械图样中很少采用。

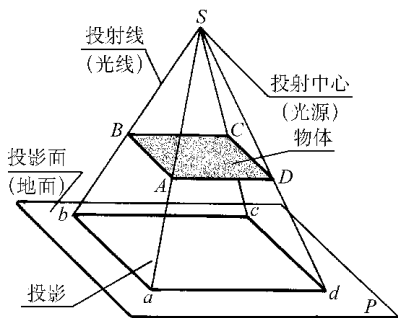


图 1-7 投影法 (中心投影法)

2. 平行投影法 投射射线相互平行的投影方法称为平行投影法，如图 1-8 所示。

根据投射射线与投影面的角度

不同，平行投影法又分为两种：

(1) 斜投影法 投射射线倾斜于投影面，如图 1-8a 所示。

(2) 正投影法 投射射线垂直于投影面，如图 1-8b 所示。由于正投影法能准确地表达物体的形状结构，并且度量性好，作图方便，所以机械图样主要是采用正投影法绘制的。

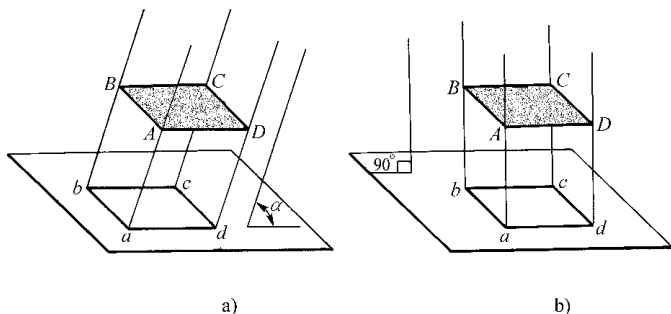


图 1-8 平行投影法

a) 斜投影法 b) 正投影法

3. 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 1-9 所示。

(2) 积聚性 平面 (或直线) 与投影面垂直时，其投影积聚为一条直线 (或一个点) 的性质，称为积聚性，如图 1-10 所示。

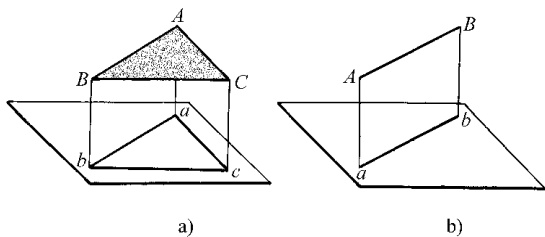


图 1-9 平面、直线平行投影面时的投影

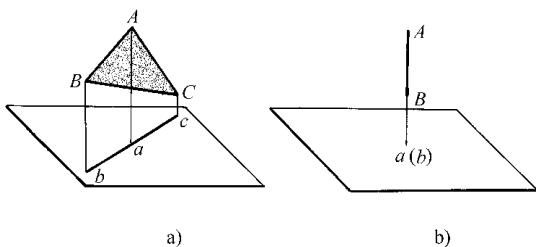


图 1-10 平面、直线垂直投影面时的投影

(3) 类似性 平面 (或直线) 与投影面倾斜时，其投影变小 (或变短)，但投影的形状仍为原来形状相类似的性质，称为类似性，如图 1-11 所示。

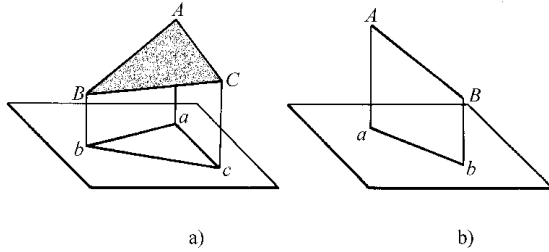


图 1-11 平面、直线倾斜投影面时的投影

二、三视图的形成及投影规律

根据有关标准和规定，用正投影法绘制出的物体图形称为视图，如图 1-12 所示。一般情况下，一面视图不能完全确定物体的形状和大小（图 1-12）。因此，为了将物体的形状和大小表达清楚，工程上常用三面视图。

1. 三视图的形成

(1) 三投影面体系的建立 三投影面体系由三个相互垂直的投影面所组成，如图 1-13 所示。三个投影面分别为：正立投影面，简称正面，用 V 表示；水平投影面，简称水平面，用 H 表示；侧立投影面，简称侧面，用 W 表示。

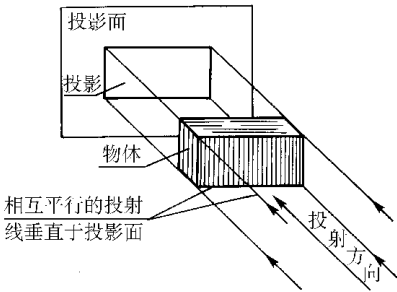


图 1-12 物体的视图

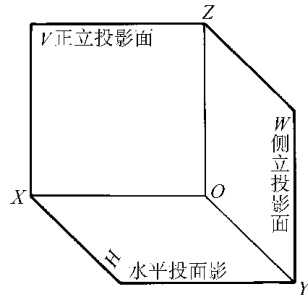


图 1-13 三投影面体系

相互垂直的投影面之间的交线，称为投影轴。它们分别是： OX 轴，简称 X 轴，是 V 面与 H 面的交线，它代表物体的长度方向； OY 轴，简称 Y 轴，是 H 面与 W 面的交线，它代表物体的宽度方向； OZ 轴，简称 Z 轴，是 V 面与 W 面的交线，它代表物体的高度方向。三根投影轴相互垂直，其交点 O 称为原点。

(2) 物体在三投影面体系中的投影 将物体放置在三投影面体系中，按正投影法向各投影面投射，即可分别得到物体的正面投影、水平投影和侧正投影，如图 1-14a 所示。

(3) 三投影面的展开 为了画图方便，需将相互垂直的投影面摊平在同一个平面上，规定：正投影面不动，将水平投影面绕 OX 轴向下旋转 90° ，将侧立投影面绕 OZ 轴向右旋转 90° （图 1-14b），分别重合到正立投影面上（这个平面就是图纸），见图 1-14c。

物体在正立投影面上的投影，也就是由前向后投射所得的视图，称为主视图；物体在水平投影面上的投影，也就是由上向下投射所得的视图，称为俯视图；物体在侧立投影面上的

投影，也就是由左向右投射所得的视图，称为左视图，见图 1-14c。由于画图时不必画出投影面的边框线，所以去掉边框线就得到图 1-14d 所示的三视图。

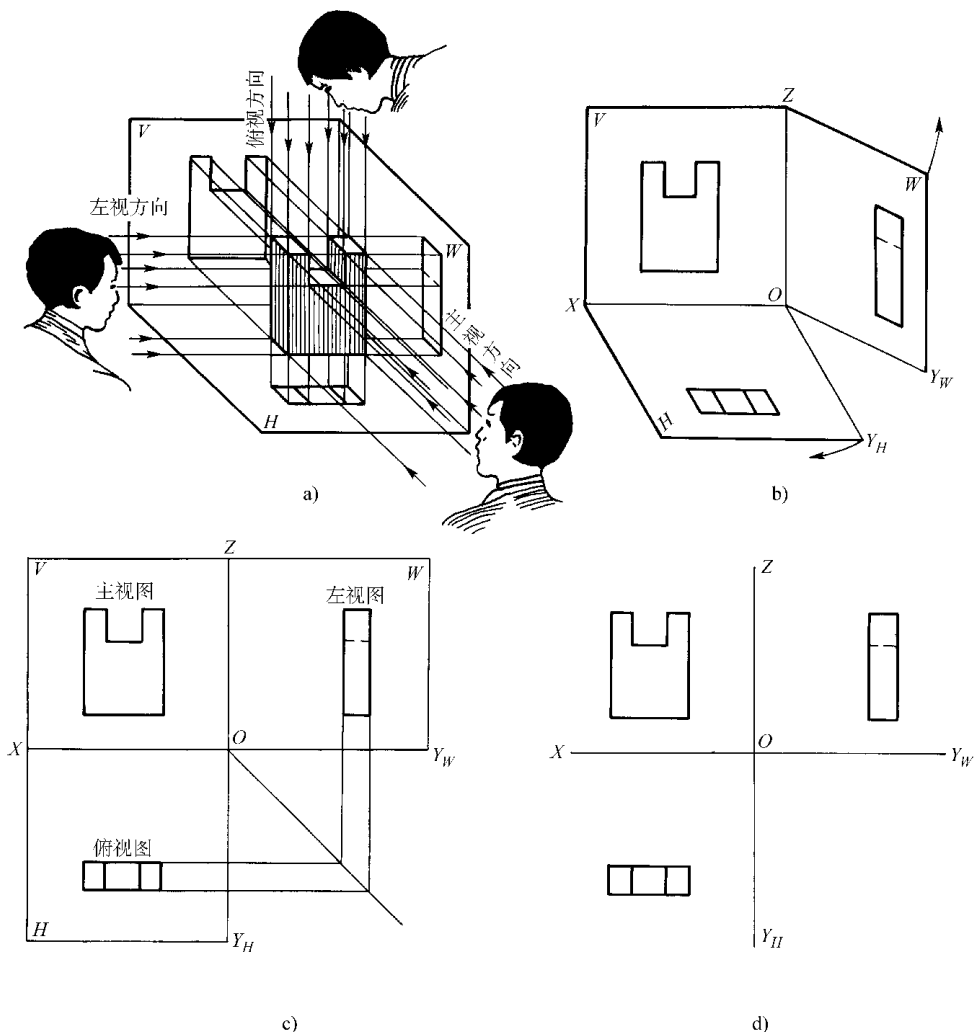


图 1-14 三视图的形成过程

2. 三视图之间的关系

(1) 三视图的位置关系 以主视图为准，俯视图在主视图的正下方，左视图在主视图的正右方。

(2) 视图间的投影关系 从三视图（图 1-15）的形成过程中，可以看出：

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。

由此归纳得出：

主、俯视图长对正（等长）；

主、左视图高平齐（等高）；

俯、左视图宽相等（等宽）。

(3) 视图与物体的方位关系 所谓方位关系，指的是以看图（或绘图）者面对正面（即主视图的投射方向）来观察物体为准，看物体的上、下、左、右、前、后六个方位（图 1-16a）在三视图中的对应关系，如图 1-16b 所示。

主视图反映物体的上、下、左和右；

俯视图反映物体的左、右、前和后；

左视图反映物体的上、下、前和后。

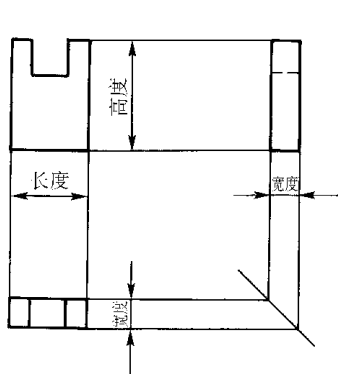


图 1-15 三视图间的投影关系

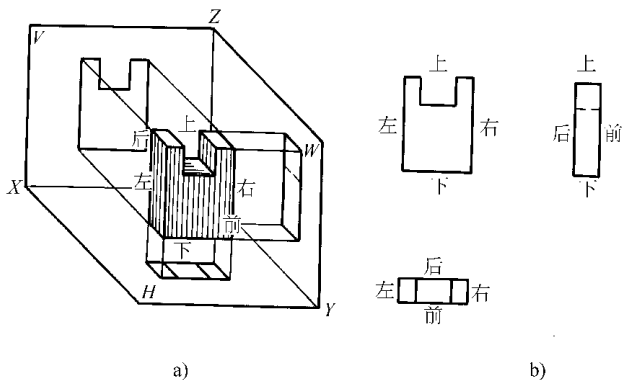


图 1-16 视图和物体的方位对应关系

由图 1-16 可知，俯、左视图靠近主视图的一边（里边），均表示物体的后面；远离主视图的一边（外边），均表示物体的前面。

3. 三视图的作图方法与步骤 根据物体（或轴测图）画三视图时，首先应分析其结构形状，摆正物体（使其主要表面与投影面平行），选好主视图的投射方向，再确定绘图比例和图纸幅面。

作图时，应先画出三视图的定位线，再从主视图入手，根据“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律，按组成部分依次画出俯视图和左视图。图 1-17a 所示的物体，其三视图的作图步骤如图 1-17b、c、d 所示。

三、基本体

常见的基本体，按其表面性质的不同，可分为平面立体和曲面立体两类。平面立体的每个表面都是平面，如棱柱、棱锥；曲面立体至少有一个表面是曲面，如圆柱、圆锥、圆球和圆环等。下面分别讨论几种常见的基本体视图的画法。

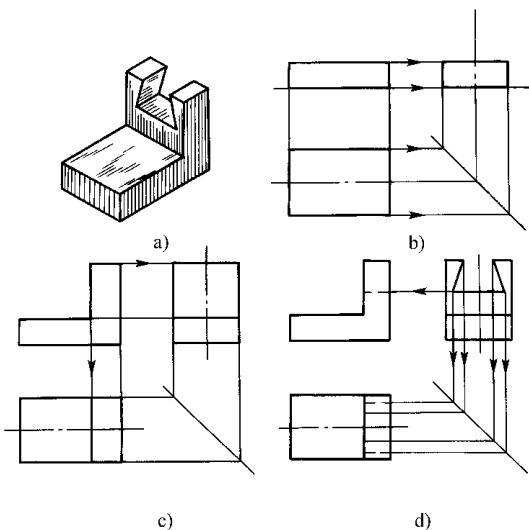


图 1-17 三视图的画图步骤
a) 轴测图 b) 画底板的三面投影
c) 画立板的三面投影 d) 画槽的三面投影

1. 平面立体的投影

(1) 棱柱 棱柱的棱线互相平行，常见的棱柱有三棱柱、四棱柱、五棱柱、六棱柱等。现以图 1-18 所示的正六棱柱为例，说明它的投影特征和作图方法。

分析：如图 1-18a 所示，正六棱柱的顶面和底面是互相平行的正六边形，六个棱面均为矩形，各棱面与底面垂直。为作图方便，选择六棱柱的顶面和底面平行于水平面，并使前后两个棱面与正面平行。

六棱柱的投影特征是：顶面和底面的水平投影重合，并反映实形——正六边形，它们的正面和侧面投影均积聚成直线。六个棱面的水平投影分别积聚为六边形的六条边。由于前后两个棱面平行于正面，所以正面投影反映实形。侧面投影积聚成直线，其余棱面不平行于正面和侧面，它们的正面和侧面投影为矩形（类似形），且小于实形。

作图步骤：

- 1) 作六棱柱的对称中心线和底面基准线，确定各视图的位置（图 1-18b）。
- 2) 先画具有投影特征的视图——俯视图上的正六边形。按长对正的投影关系和六棱柱的高度画出主视图（图 1-18c）。
- 3) 按高平齐和宽相等的投影关系画出左视图（图 1-18d）。

(2) 棱锥 棱锥的底面为多边形，各棱面均为一个公共顶点的三角形。常见的棱锥有三棱锥、四棱锥、五棱锥等。现以图 1-19 所示的四棱锥为例，说明它的投影特征和作图方法。

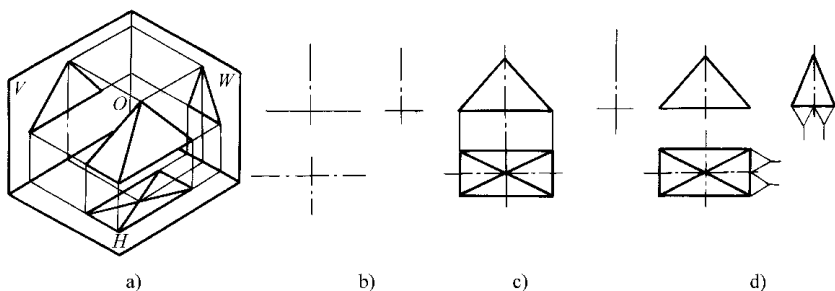


图 1-18 正六棱柱三视图的作图步骤

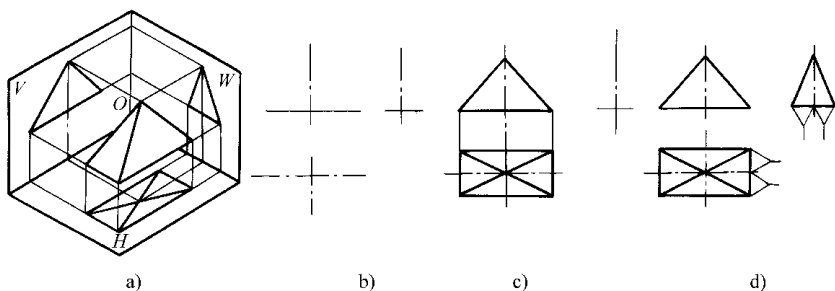


图 1-19 四棱锥三视图的作图步骤

分析：如图 1-19a 所示，棱锥底面平行于水平面，其水平投影反映实形，其正面和侧面投影积聚成直线。四棱锥的左右两个棱面垂直于正面，它们的正面投影积聚成直线；前后两

个棱面垂直于侧面，它们的侧面投影积聚成直线；四棱锥的前后和左右四个棱面倾斜于水平面，它们的水平投影为三角形（类似形）。

作图步骤：

1) 作四棱锥的对称中心线和底面基线，确定各视图的位置（图 1-19b）。

2) 画底面的俯视图（四边形）和主视图（直线），并根据四棱锥的高度在主视图上定出锥顶，然后在俯视图上分别将锥顶与底面各顶点用直线连接，即得四条棱线的投影（图 1-19c）。

3) 按高平齐、宽相等的投影关系画出左视图（图 1-19d）。

2. 曲面立体的投影

(1) 圆柱 圆柱体由圆柱面与上、下两端面围成。圆柱面可看做是一条直母线绕平行于它的轴线回转而成，圆柱面上任意一条平行于轴线的直线，称为素线。

图 1-20 所示为圆柱体的投影图和三视图。由于圆柱轴线垂直水平面，圆柱上、下端面的水平投影反映实形，正、侧面投影积聚成直线。圆柱面的水平投影积聚为一圆，与两端面的水平投影重合。在正面投影中，前、后两半圆柱面的投影重合为一矩形，矩形的两条竖线分别是圆柱面最左、最右素线的投影，也是前后分界的转向轮廓线。在侧面投影中，左、右两半圆柱面的投影为矩形，矩形的两条竖线分别是圆柱面最前、最后素线的投影，也是左右分界的转向轮廓线。

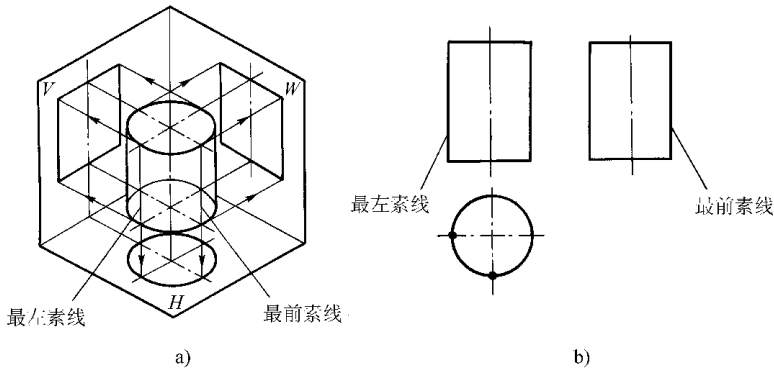


图 1-20 圆柱的投影图和三视图

作圆柱的三视图时应先画圆的中心线和圆柱轴线在其他投影面上的投影，然后从投影为圆的视图画起，再完成其他视图。

(2) 圆锥 圆锥由圆锥面和底面围成。圆锥面可看做是由一条直母线绕与它相交的轴线回转而成。

图 1-21 所示为轴线垂直于水平面的圆锥的投影和三视图。锥底平行于水平面，水平投影反映实形，正面和侧面投影积聚成直线。圆锥面的三个投影都没有积聚性。水平投影与底面的投影重合，全部可见；正面投影由前、后两个半圆锥面的投影重合为一等腰三角形，三角形的两腰分别是圆锥最左、最右素线的投影，也是前后分界的转向轮廓线；侧面投影由左、右两半圆锥面的投影重合为一等腰三角形，三角形的两腰分别是最前、最后素线的投