



普通高等教育“十二五”规划教材  
公共基础课系列教材

# 电气电子工程制图 与CAD

高红 杜士鹏 主编  
魏双燕 包妍 王琳 副主编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材  
公共基础课系列教材

# 电气电子工程制图 与CAD

主 编	高 红	杜士鹏		
副主编	魏双燕	包 妍	王 琳	
编 写	白 斌	郭维城	刘 峰	
	范志广	孙振东		
主 审	鞠振河	尹常永		



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材。本书内容紧密联系电气工程实际，注重实用性，着眼于培养学生的创新能力、实践能力和运用知识的能力。本书主要内容包括五个单元：第一单元为工程制图基础，主要介绍投影的基本知识和实物的识读方法；第二单元为电气与电子设备图，主要介绍设备图的表达方法、国家制图标准及设备图的简化方法；第三单元为电气功能简图，主要介绍电路图和框图的画法；第四单元为电气与电子施工图，主要介绍位置图、安装图、线扎图、接线图、印制电路板图等各类与施工工程相关图样的画法；第五单元为计算机辅助设计，主要介绍 CAXA、AutoCAD 和 Protel 三款 CAD 绘图软件。本书与高红主编的《普通高等教育“十二五”规划教材 电气电子工程制图与 CAD 习题集》配套使用。本书配有电子课件。

本书可作为高等工科院校电气类、电子信息类、自动化类等相关专业制图课程的教材，也可供高职高专院校师生和工程技术人员选用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电气电子工程制图与 CAD/高红，杜士鹏主编. —北京：中国电力出版社，2011.12

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-2529-6

I. ①电… II. ①高…②杜… III. ①电气制图-计算机辅助设计-高等学校-教材②电子工业-工程制图-计算机辅助设计-高等学校-教材 IV. ①TM02②TN02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 274095 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2012 年 4 月第一版 2012 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.5 印张 449 千字

定价 33.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前 言

电气电子工程制图所依据的是电气制图国家标准。很长时间以来,我国关于电气制图的标准比较混乱,各行业都制定了不少标准。至20世纪80年代,我国开始对制图标准的制定进行统一管理,20世纪90年代提出了全国统一的制图标准。到目前为止,电气制图国家标准还在陆续编制之中。

在这样的背景下,电气电子工程制图的教材也在内容选取、编写体例上存在较大的差异,概括起来可分为三大类。

(1) 单纯的规范解析。这类教材以制图标准的体系为蓝本,以制图标准的内容为主要内容。这类教材可供具有一定专业基础的技术人员作为在职提高使用,而用于在校学生,尚显艰涩。

(2) 以电路图为主的电气电子制图教材。这类教材在内容上已经将电气和电子工程技术人员在工作中所要用到的制图内容大大缩小了,不仅不利于培养学生对制图基本知识的理解和实际的绘图与读图能力,也不利于学生将来的实际工作。

(3) “机械制图+电气制图”的电气电子制图教材。目前已经出版的教材明显注意到了机械制图在电气和电子工程技术中的重要作用,并尝试将这两部分内容一并介绍给学生。但一般是将机械制图和电气制图按各自的固有体系分开编写,将二者粘贴、合并,并没有做到有机融合。

在近几年的教学实践中,编者不断听取相关专业院系对电气电子工程制图的意见,并听取相关行业工程技术人员对制图内容的要求,力图以行业的实际需求为目标,将机械制图和电气制图有机融合,突出课程的基础性和工具性,以满足企业对人才知识结构和制图能力的要求。

按照上述思路,本书具有以下特征:

## 1. 突出专业性

本书坚持“高视点”,根据电力和电子行业对电气电子工程制图知识和技能的要求,以培养和训练学生具有绘制和阅读电气电子工程制图能力为目的,针对高等学校电气电子类各相关专业的特点,结合电力和电子工程设计与施工的实例,将电气电子工程制图领域所涉及的理论与实践知识及现代工程制图技术循序渐进、全面合理地介绍给学生。在突出本书专业特色的同时,兼顾学生自学能力的养成和对新知识搜索与掌握能力的发展。

## 2. 追求先进性

本书从当前电力和电子工程领域的实际需求出发,在吸收电气电子工程制图最新研究成果的基础上,有机地融合了机械和电气制图的知识,并且引入CAXA、AutoCAD和Protel等电力和电子行业中流行的计算机辅助设计软件相关内容,具有先进性、适用性和通用性。

## 3. 体现规范性

本书采用最新国家标准,全面吸收目前本学科领域科学技术发展的最新成果。鉴于本书编写过程中,还有一些国家标准尚在制订当中,编者对这部分内容采用“有标准遵从标准,

无标准按照原则，无原则参照惯例”的原则，使教材内容更好地服务于行业的实际需求，是一本电气和电子类专业的全新制图基础教材。

#### 4. 强调应用性

本书的定位为应用教程，不追求制图理论体系的完整性和逻辑性，以实际工作的需求为线索，重视培养学生的应用能力。在此基础上，本书对传统机械制图的内容做了大胆的删减，并加大了简图、轮廓图的介绍；在电气制图部分，所采用的案例均以当今流行的电气和电子图为参考，囊括了电气和电子系统中各个具体专业领域。在内容编排上，由浅入深，详细讲解电气制图的过程，以便课堂教学、实训教学及学生课后自学。

#### 5. 内容全面性

本书共分五个单元。第一单元为工程制图基础（第一～三章），主要介绍实物图的读图方法；第二单元为电气与电子设备图（第四～七章），主要介绍实物图的国家标准和简化画法；第三单元为电气功能简图（第八、九章），主要介绍电路图、框图的画法；第四单元为电气与电子施工图（第十～十二章），主要介绍位置图、线扎图、接线图等电气电子施工用图；第五单元为计算机辅助设计（第十三～十七章），主要介绍 CAXA、AutoCAD 和 Protel 的入门知识。最后，本书还以附录的形式列出了相关参考资料。通过这些内容，全面地向读者介绍电气电子工程制图所需要的各种知识和技能。

参加本书编写的人员既有多年从事制图课教学的教师，也有从事 CAD 理论教学、机械制图、电气电子类专业教学以及具有多年工程设计实践的工程技术人员。

本书由沈阳工程学院高红、杜士鹏任主编，由魏双燕、包妍、王琳任副主编，白斌、郭维城、刘峰、范志广、孙振东参加编写。本书由沈阳工程学院李彪教授统稿。

本书由辽宁太阳能研究有限公司董事兼总工程师鞠振河和沈阳工程学院尹常永教授主审，对他们提出的宝贵意见和建议，在此表示由衷的感谢。

在本书编写过程中，得到了沈阳工程学院电力系王晓文教授、信息工程系富璇教授及有关老师的大力支持与帮助。他们对本书提出了许多宝贵意见，并提供了大量的资料，在此一并表示感谢。

编 者

2011 年 12 月



# 目 录

前言

## 第一单元 工程制图基础

第一章 工程图样与投影	1
第一节 工程图样	1
第二节 工程图样基本表达规则	3
第三节 投影	4
第四节 三视图的形成及其对应关系	6
第五节 空间平面的三视图	9
第二章 简单立体的三视图	12
第一节 基本体的三视图	12
第二节 基本体的截切	16
第三节 基本体的相贯	24
第三章 复杂立体三视图的识读	31
第一节 复杂立体的构成方法	31
第二节 复杂立体的分析方法	33
第三节 复杂立体的读图	37
第四节 立体的轴测图	40

## 第二单元 电气与电子设备图

第四章 设备零件图通用表达方法	43
第一节 视图	43
第二节 剖视图	47
第三节 断面图	55
第四节 简化画法	58
第五节 第三角投影法简介	61
第五章 电气电子设备图通用规范	63
第一节 电气和电子设备装配图	63
第二节 电气电子设备图的国家标准简介	64
第三节 电气电子设备图的尺寸标注	69
第四节 图样标注与标注符号	78

第五节	电气和电子装配图的表达方法	79
<b>第六章</b>	<b>电气电子设备中的标准件和常用件</b>	<b>82</b>
第一节	螺纹及螺纹紧固件	82
第二节	键与销	88
第三节	弹簧	90
第四节	铆钉及其连接	91
<b>第七章</b>	<b>电气电子设备图的识读与简化</b>	<b>93</b>
第一节	电气电子设备图的特殊表示方法	93
第二节	常见电气设备图的简化结构图	99
第三节	电子元器件图及其简化	103

### **第三单元 电气功能简图**

<b>第八章</b>	<b>电气功能简图通用规则</b>	<b>108</b>
第一节	电气简图的概念、分类与特点	108
第二节	电气简图用图形符号	110
第三节	项目代号	113
第四节	电气简图布局	116
第五节	电气简图的其他表达方法	119
<b>第九章</b>	<b>电气功能简图的画法</b>	<b>122</b>
第一节	电路图概述	122
第二节	电路图的绘制规范	123
第三节	电路图的画法步骤	128
第四节	电路画法实例	129
第五节	系统图与框图	132
第六节	流程图和逻辑图	135

### **第四单元 电气与电子施工图**

<b>第十章</b>	<b>建筑图的识读与简化</b>	<b>140</b>
第一节	房屋建筑图的基本表达方法	140
第二节	房屋建筑图图例	143
第三节	房屋建筑图的简化	145
第四节	场地平面图的识读与简化	147
<b>第十一章</b>	<b>电气电子位置图与安装图</b>	<b>149</b>
第一节	位置图与安装图概述	149
第二节	基于场地和建筑的电气布置图	153
第三节	基于设备的位置图	156

第四节 印制电路板图·····	161
第十二章 电气电子接线图与线扎图·····	166
第一节 接线图(表)·····	166
第二节 线扎图·····	175

## 第五单元 计算机辅助设计

第十三章 CAD 基础知识·····	179
第一节 CAD 概述·····	179
第二节 CAD 软件的基本操作·····	183
第三节 CAD 常用绘图手段·····	186
第四节 CAD 软件的“帮助”文件·····	188
第十四章 CAXA 电子图板入门·····	192
第一节 CAXA 的基本操作·····	192
第二节 CAXA 的常用命令与尺寸标注·····	196
第三节 CAXA 的其他操作·····	208
第十五章 CAXA 绘制工程图样举例·····	213
第一节 用 CAXA 绘制面板图·····	213
第二节 用 CAXA 绘制电路图·····	220
第十六章 AutoCAD 入门·····	226
第一节 AutoCAD 的基础知识·····	226
第二节 AutoCAD 的常用命令与标注·····	231
第三节 AutoCAD 绘制二维图形举例·····	239
第四节 AutoCAD 的三维技术简介·····	243
第十七章 Protel 入门·····	249
第一节 Protel 99 SE 概述·····	249
第二节 电子线路原理图设计·····	252
第三节 印制电路板设计·····	263
附录·····	273
参考文献·····	286





# 第一单元 工程制图基础

## 第一章 工程图样与投影

工程图样在工业生产中起着表达和交流技术思想的作用，是工程界的“通用语言”或称“工程师语言”。在现代社会中，工程图样的使用场合几乎涵盖了整个工业体系，如机械、电力、电子、化工、建筑、航空航天等。在电力、电子行业，工程图样是进行工程设计、制造安装和调试的重要技术文件。因此，每个工程技术人员都必须能够熟练地绘制和阅读工程图样。

### 第一节 工程图样

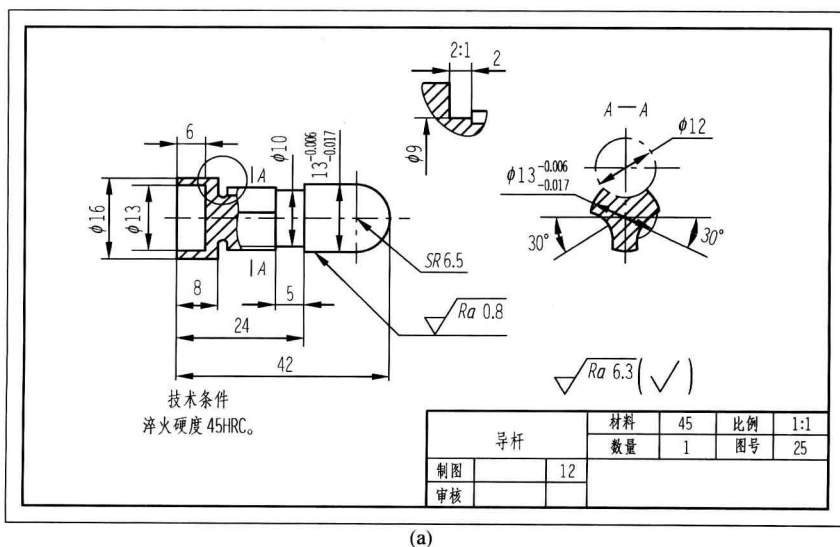
工程图样尽管被称为“图”，但与人们常见的艺术图画是不同的。工程图样作为工程师的通用语言，必须遵循一定的画法规则才能被大家所接受。

#### 一、工程图样的概念及相关术语

工程技术中，按一定的投影方法和有关标准，把物体的形状、设计的思想画在图纸上或存在磁盘等介质上，并用数字、文字和符号标出物体的大小、材料及有关制造、安装要求等技术说明的图样，称为工程图样。

绘制工程图样的过程称为工程制图。“制”既为“绘制”，更为“制式”。也就是说，工程制图是按照统一标准绘制的“制式”图样，这种“统一标准”就是国家制图标准。

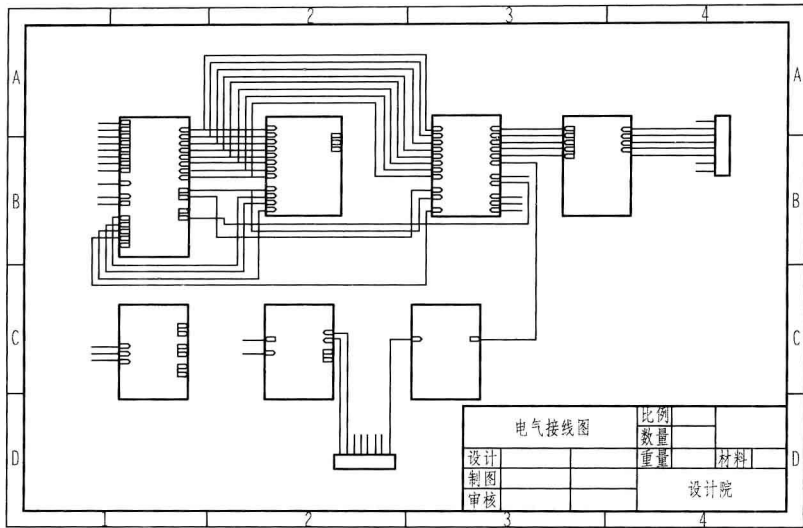
不同工业领域面对的工作对象是不同的，所需的工程图样也有所不同。图 1-1 给出了



(a)

图 1-1 工程图样示例 (一)

(a) 机械工程图样——导杆



(b)

图 1-1 工程图样示例 (二)

(b) 电气工程图样——接线图

机械和电气两种不同的工程图样。通过比较可以看出，尽管图 1-1 (a)、(b) 所表达的内容不同，但在表达形式上非常相似，都符合国家相关标准的规定。也正是有了这些标准，工程图样才能成为工程技术上的“通用语言”。

无论何种工程图样，以下内容都是必须存在的。

(1) 图纸。图纸不仅是图形的载体，也是工程图样的必备要素。作为图形载体，图纸既包括传统的纸质图纸，也包括现代的电子图纸。作为图样要素，无论何种载体，都必须在图样中按国家标准规定画出图纸的边界。在图 1-1 所示的两张工程图样，最外面的方框所表示的就是该图样的图纸边界。

(2) 图形。图形是工程图样的核心，是按相关标准绘制的。图形可以是机械的、电气的，也可以是建筑的；可以是立体的，也可以是用符号、表格、曲线来表示的思想或理论图。

(3) 图框。图框是图形绘制的界限，是图纸中最外围的边框。

(4) 标题栏。图纸右下角的表格称为标题栏，主要供标明图样名称及其他相关信息所用。

(5) 说明。图 1-1 (a) 中所示的“技术要求”及图纸中除图样以外的其他文字和符号都称为说明。

## 二、电气电子工程图样

电路图是人们首先会想到的电气电子工程图样，但电气电子工程图样并不只有电路图，即使是电路图也有详图与概图之分。图 1-1 (b) 所示即为电气接线图，它是把一个理想的电路转化成实际系统的工程图样。

实际上，电路图仍然是一种理想化的图样，要把电路图变成现实的系统，还必须使用设备、元器件来实现，这又需要设备和元器件图。设备和元器件图是一种实物图，在工程图样上归类为机械图。要建设一座发电厂或一处变电所，会涉及土木建筑的内容，这又要求具有建筑图样的知识。因此，作为电力和电子行业的工程技术人员，不仅要懂得电路图的画法和识读技巧，还要懂得其他相关领域图样的识读知识。

电气电子工程中常用的工程图样有以下几类：

(1) 机械图。机械图并不单指机械设备的图样，而是指由工厂生产的所有实物产品图样，如变压器、电阻器、操作台等。在本书中，将除建筑图以外的所有实物图样都称为机械图。机械图在电力工程中主要用于设备安装、接线、运行、维修等场合；在电子工程中用于电路板、机箱机柜、元器件的设计、安装、连接等方面。机械图也是电气电子工程中应用最多的工程图样之一。

(2) 电气图。电气图是电力、电子行业中最重要工程图样。电气图包括电气简图和电气施工图两大类。电气简图可进一步细分为框图、概图、电路原理图等，电气施工图则包括布置图、安装图、接线图等。在许多情况下，电气施工图中都含有机械图和土木工程图的内容。例如，房屋照明线路的配置、印刷电路板的布线、变电所的接线图等大都是建筑图、机械图和电气图的综合图样。

(3) 建筑图。在电力工程中，发电厂、变电所、输电线路的设计和施工都要求能够识读建筑图；在电子工程中，通信线路、自动化楼宇的建设和维护过程也要求掌握建筑图识读知识。

## 第二节 工程图样基本表达规则

工程图样的表达方法是由国家标准规定的。本节只介绍其中最基本的规则，其他规则将在后面的章节逐步介绍。

### 一、工程图样中的计量单位

国家标准规定，工程图样中的计量单位采用公制单位。在实物类工程图中，主要考虑的计量单位要素是空间几何形状的大小，即长度的单位。长度单位的用法规则如下：

- (1) 工程图中，基本长度单位是毫米（mm）。
- (2) 毫米是制图中的默认单位，当采用毫米为计量单位时，应省略单位名称。
- (3) 当必须采用其他长度单位时，除另有规定外（如建筑图中的标高），单位名称不可省略。

### 二、图线

图线是工程图样中最基本的构成元素。在机械图和建筑图中，图线用来表示物体的轮廓；在电气图中，图线可用来构成各种电气符号，也用来表示导线或连接关系。


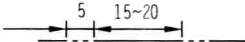
#### 1. 常用基本线型

最常用的线型有粗实线、细实线、虚线、点画线等，其画法规则和用途见表 1-1。

表 1-1 常用图线的名称、形式、宽度及用途

图线名称	图线形式	图线代号	图线宽度	图线应用举例
粗实线		A	$b$	可见轮廓线，可见过渡线，视图上的铸造分型线，电气图中重要导线、主干线
细虚线		F	约 $b/2$	不可见轮廓线，不可见过渡线，电路图中的机械连接线
细实线			约 $b/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线、电气图中的连接线

续表

图线名称	图线形式	图线代号	图线宽度	图线应用举例
波浪线			约 $b/2$	断裂处的边界线, 视图与剖视图的分界线
双折线			约 $b/2$	断裂处的边界线
细点画线		G	约 $b/2$	轴线、对称中心线、轨迹线, 电气图中的围框线
粗点画线			$b$	有特殊要求的线或表面的表示线
细双点画线		K	约 $b/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线及电气图中的预留设备围框等

## 2. 图线的宽度

在机械图和建筑图上, 图线一般只有两种宽度, 分别为粗线和细线, 其宽度之比为 2 : 1。

在通常情况下, 粗线的宽度不小于 0.25mm, 优先采用 0.5mm 或 0.7mm。

## 3. 图线的使用规则

优先规则:

当各种线型重合时, 应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。对于重合的图线, 在重合部分只画出优先权最高的图线, 其他图线省略不画。

画法规则:

(1) 同一图样中, 同类型图线的宽度应一致。虚线、点画线各自的画长和间隔尽量一致。

(2) 点画线的首尾应是长画, 不能以短画作为起始或结束, 其长度应超出对称部分 3~5mm。

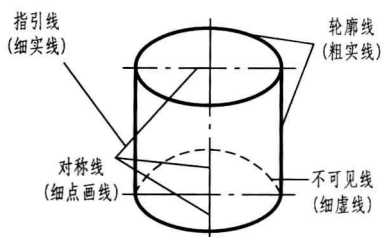


图 1-2 图线应用示例

(3) 点画线、双点画线中的“点”是很短的直线, 而不是圆点。

(4) 在较小的图形上绘制点画线有困难时, 可用细实线代替。

(5) 虚线、点画线之间或与其他图线相交时, 应是画相交。

图线的应用示例如图 1-2 所示。

## 第三节 投 影

投影是绘制工程图样的基础, 也是工程图样不同于一般美术图画本质区别。

### 一、投影原理

在光线照射下, 一个空间物体在图纸上留的影像称为这个空间物体的投影, 光线称为投射射线, 图纸称为投影面。

工程上常假设投射射线为一组平行光线，投影面与投射射线垂直，这种投影的方法称为正投影法，用正投影法获得的投影称为正投影，如图 1-3 所示。

在图 1-3 中，左、右两侧的注释文字分别是日常语言和科学术语，请读者自行对照。

工程图样主要采用正投影法来绘制，通常将正投影简称为投影，用正投影法得到的投影称为视图。

## 二、正投影的基本性质

正投影的基本性质见表 1-2。掌握正投影的这些性质是正确作图和读图的必备基础。

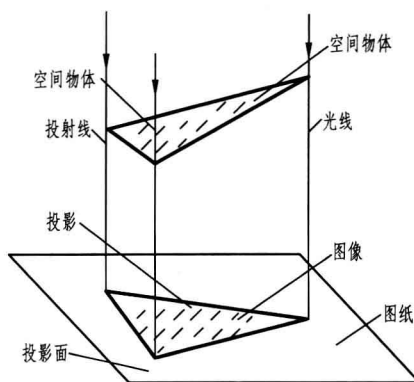


图 1-3 正投影法

表 1-2

正投影的基本性质

性质	图 例	说 明
实形性		平行于投影面的直线，其投影反映实长；平行于投影面的平面，其投影反映实形
积聚性		垂直于投影面的直线，其投影积聚为一点；垂直于投影面的平面，其投影聚为一条直线
类似性		倾斜于投影面的直线，其投影是缩短了直线；倾斜于投影面的平面，其投影为比原形小的类似平面
从属性		点在直线上，则点的投影必在该直线的投影上；直线在平面上，则直线的投影必在该平面的投影上

实形性又称为真形性、真实性、原形性。

类似性不同于相似性。相似性是指两形体的边和角数目相同，且对应角相等；而类似性仅仅是边和角的数目相同，对应角不一定相等。

### 三、视图的画法

视图是空间物体在图上的投影。空间物体是由面和线组成的。工程图样中，“面”用封闭线框表示，封闭线是平面的外框线，或是曲面的轮廓线，如图 1-4 所示。两个面之间的“棱”称为交线，交线也是两个面外框线的共有线。

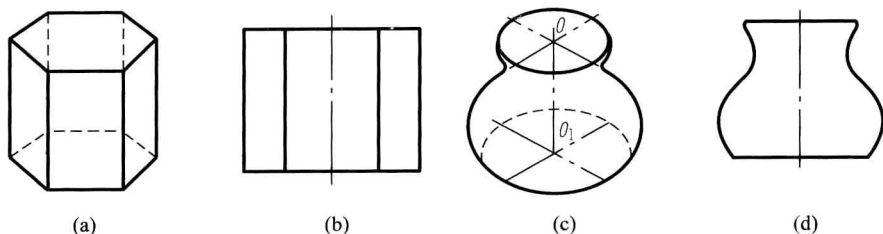


图 1-4 视图的画法示例

(a) 六棱柱立体图；(b) 六棱柱视图；(c) 曲面立体图；(d) 曲面体视图

#### 1. 图 1-4 (b) 所示画法分析

图 1-4 (b) 是图 1-4 (a) 的视图，共有三个封闭线框，每个线框表示一个面，每条直线都是面与面的交线，四条垂直的直线称为棱线。六棱柱的上底面和下底面因与投影面垂直，在视图中积聚成直线，这两条直线同时也是两底面与六棱柱各侧表面的交线。

六棱柱前后两个侧表面与投影面平行，在视图中表现为实形；其余四个侧表面，与投影面既不平行也不垂直，在视图中表现为该表面的类似形。

在六棱柱的六个侧表面中，前面的三个侧表面在视图中可见，后面的三个侧表面被遮挡，为不可见，应该用虚线表示。但这三个不可见表面与前面的三个可见表面是重合的，根据图线的优先原则，只用粗实线画出前面的棱线，省略后面棱线的虚线。

#### 2. 图 1-4 (d) 所示画法分析

图 1-4 (c) 所示为一个类似花瓶的曲面立体图，图 1-4 (d) 所示为图 1-4 (c) 的视图。这个曲面体的视图只有一个封闭线框，左右两条曲线是曲面立体的两侧轮廓线，上下两条直线是上下两平面的积聚线，同时也是曲面与平面的交线。视图中间的点画线是这个曲面立体的对称中心线。

## 第四节 三视图的形成及其对应关系

很多情况下，仅用一个投影面不能完全准确地表达出物体的全部形状和结构。如图 1-5 所示，四个不同物体在同一投影面上的正投影完全相同，即用一个投影不能准确、唯一地表达空间物体形状，因此工程图样中常采用多面正投影来表达空间物体的形状。

### 一、三面投影及其形成

在工程图中，通常用三个互相垂直的投影面构成三面投影体系，如图 1-6 所示。

在这个投影面体系中，将正立的投影面称为正面投影面，用  $V$  表示；将垂直于正面投影面的水平投影面称为水平投影面，用  $H$  表示；将垂直于正面投影面和水平投影面的投影面称为侧面投影面，用  $W$  表示。正投影面和水平投影面的交线称为  $X$  轴，侧投影面和水平投影面的交线称为  $Y$  轴，正面投影面和侧投影面的交线称为  $Z$  轴。相互垂直的三个轴的交

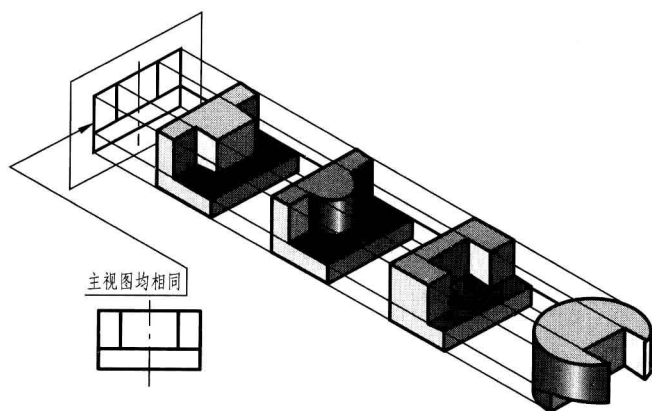


图 1-5 四个立体具有相同的投影

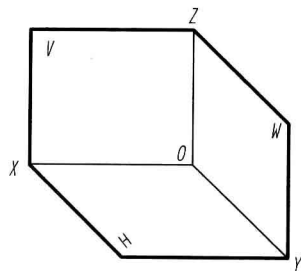


图 1-6 三面投影体系

点称为原点，用  $O$  表示。需要特别注意的是， $X$  轴的正方向是从右至左，而不是像数学中的坐标轴那样从左到右。

## 二、三视图的形成

如图 1-7 (a) 所示，将物体放在三个互相垂直的投影面当中，但为了把三个相互垂直的视图画在同一张图纸上，需要将这三个投影面摊平在同一个平面上。通常规定：正立投影面不动，将水平投影面沿  $OX$  轴向下旋转  $90^\circ$ ，将侧立投影面绕  $OZ$  轴向右旋转  $90^\circ$ ，如图 1-7 (b) 所示，分别摊平在正立投影面上，如图 1-7 (c) 所示。旋转后， $OY$  轴被分为两处，分别用  $OY_H$  和  $OY_W$  表示。

经旋转摊平后的三个视图称为空间物体的三视图。为了简化作图，在三视图中并不画出投影面的边框线和投影面的  $V$ 、 $H$ 、 $W$  代号，如图 1-7 (d) 所示。

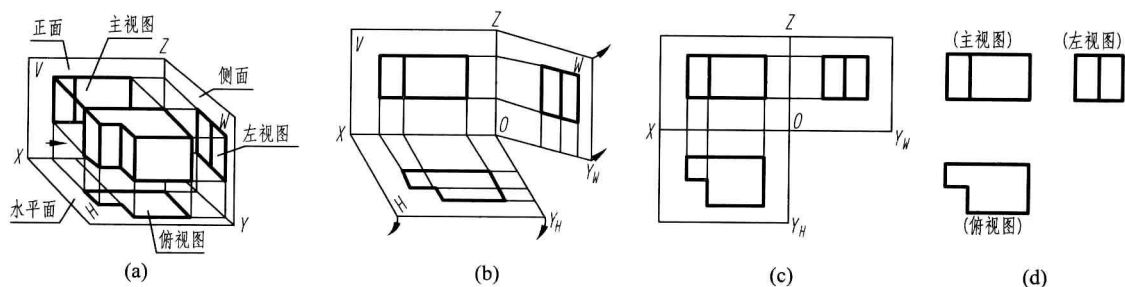


图 1-7 三面投影展开后形成三视图

(a) 空间立体在三个投影面上投影；(b) 三面投影体系展开方向；(c) 展开后的三面投影体系；(d) 三视图

在机械图中，将物体由前向后在正投影面上做投影，所得到视图称为主视图；将物体由上向下在水平投影面做投影，所得到的视图称为俯视图；将物体由左向右在侧投影面做投影，所得到的视图称为左视图。

## 三、三视图的投影规律

三视图的基本投影规律有尺寸表达规律、“三等”规律和位置对应规律。掌握三视图的投影规律是正确绘图和读图的基础。

### 1. 尺寸表达规律

在三视图中，任意一个视图都表达两个方向的尺寸，任意一个尺寸都由两个视图来表达。

物体有长、宽、高三个方向的尺寸大小。通常规定：物体左右之间的距离为长（ $X$ ），前后之间的距离为宽（ $Y$ ），上下之间的距离为高（ $Z$ ）。

从图 1-8（a）可看出，一个视图反映物体两个方向的尺寸大小。例如，主视图反映物体的长和高，左视图反映物体的宽和高，俯视图反映物体的长和宽。而物体在一个方向上的尺寸大小都会由两个视图表示，如主、左视图都能表示物体的高，主、俯视图都能表示物体的长，俯、左视图都能反映物体的宽。

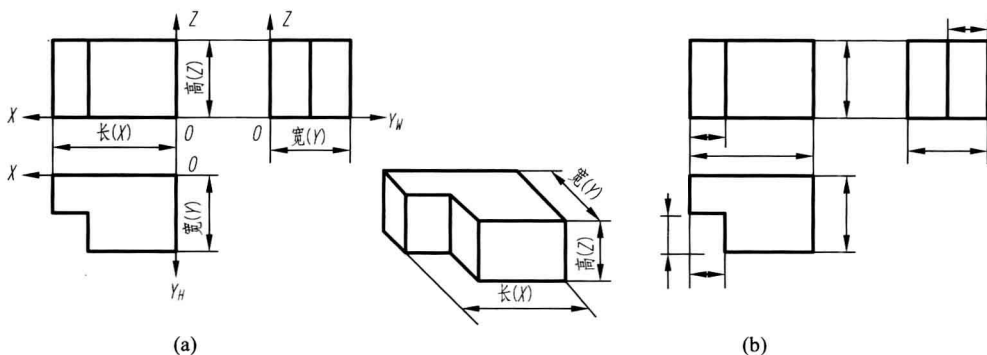


图 1-8 三视图的投影关系

(a) 对物体长、宽、高方向的规定；(b) 三视图间存在“三等”关系

### 2. “三等”规律

由上述三个投影面展开的过程可知，俯视图在主视图的下方，且对应的长度相等，左右两端恰好对正，即主、俯视图相应部分的连线是相互平行且垂直于  $OX$  轴的直线。同理，左视图与主视图的高度相等且平齐，即主、左视图相应部分在同一条与  $OZ$  轴垂直的直线上。左视图与俯视图都反映物体的宽，所以俯视图、左视图的宽度应相等，如图 1-8（b）所示。

概括起来，三视图间存在下列关系：主视图和俯视图——长对正；主视图和左视图——高平齐；俯视图和左视图——宽相等。

“长对正、高平齐、宽相等”是三视图的投影特性，简称“三等”关系或“三等”规律。

“三等”规律不仅适用于整个物体的投影，也适用于物体上每个局部，乃至点、线、面的投影。

“三等”规律是绘图和读图时必须遵守的基本规律。绘图时，三个视图的配置必须符合“三等”规律的要求；读图时，应根据“三等”规律来分析和理解图中的内容。

### 3. 位置对应规律

物体有上、下、前、后、左、右六个方位。以图 1-9（a）所示物体为例，在物体的三视图中，主视图反映物体的上、下和左、右的相对位置关系，俯视图反映物体前、后和左、右的相对位置关系，左视图反映物体前、后和上、下的相对位置关系，如图 1-9（b）所示。

从上述分析中还可以得出这样一个规律：相对于主视图来说，在俯视图和左视图中，远离主视图的一侧为物体的前面，靠近主视图的一侧为物体的后面。这个规律称为三视图的位置对应规律。



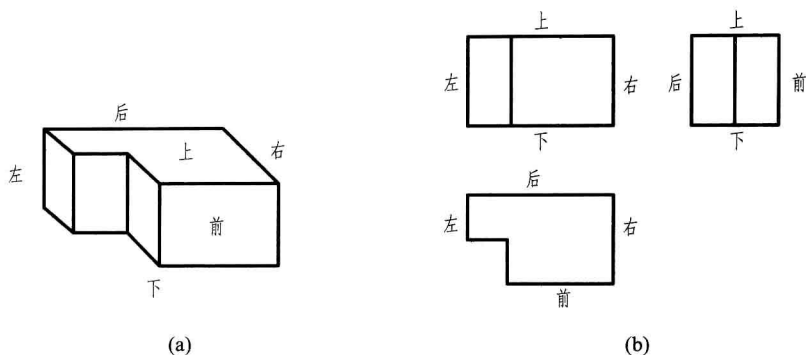


图 1-9 三视图的方位关系

(a) 立体图；(b) 三视图

三视图与物体的方位对应关系在读图和绘图中有特别重要的意义，也是工程制图初学者必须牢记的内容。

## 第五节 空间平面的三视图

根据平面在三投影面体系中对三个投影面所处位置的不同，可将平面分为一般位置平面、投影面垂直平面和投影面平行平面三类。其中，投影面垂直平面和投影面平行平面统称为特殊位置平面。

为了方便说明，对空间物体及其三面投影的表示方法规定如下：空间物体用大写的拉丁字母表示；物体在水平面的投影，用与之对应的小写拉丁字母表示；物体在正面的投影，用与之对应的小写拉丁字母加“'”表示；物体在侧面的投影，用与之对应的小写拉丁字母加“''”表示。

### 一、一般位置平面及其投影特性

如图 1-10 所示， $\triangle ABC$  倾斜于  $V$ 、 $H$ 、 $W$  面，称为一般位置平面。

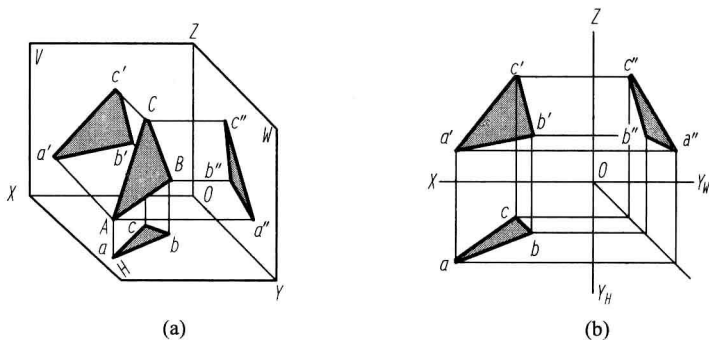


图 1-10 一般位置平面

(a) 立体图；(b) 投影图

图 1-10 (b) 所示为  $\triangle ABC$  的三面投影，三个投影都是  $\triangle ABC$  的类似形（边数相等），且均不能直接反映该平面对投影面的真实倾角。

由此，可得出一般位置平面的投影特性：它的三个投影都是缩小了的与空间平面相类似