

高等职业教育计算机系列教材

# 计算机工程制图

郑 坚 孙力红 高润泉 编著  
梁 军 印 平 邬葆苓  
刘 璇 主审

科学出版社

高等职业教育计算机系列教材

# 计算机工程制图

郑 坚 孙力红 高润泉 编著  
梁 军 印 平 邬葆芬  
刘 璇 主审

科学出版社

2000

## 内 容 简 介

本书将计算机绘图技术融于“工程制图”的教学之中,内容包括:工程投影原理,工程图的国家标准与规定画法,计算机辅助绘图的硬件及软件知识,计算机辅助绘图的方法与技巧,多面视图的表达,尺寸的标注,立体图形的绘制,零件图和装配图的基本概念。

本教材需 48 学时,上机操作 32 学时,还可安排 1 周集中训练。

本教材适用于高等职业教育的本专科学生。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机工程制图/郑坚等编著. -北京:科学出版社,2000  
(高等职业教育计算机系列教材)

ISBN 7-03-006967-6

I. 计… II. 刘… III. 计算机制图:工程制图-高等教育  
:职业教育-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 29781 号

**科学出版社出版**

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

**北京双青印刷厂印刷**

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

2000 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2000 年 1 月第一次印刷 印张:17 $\frac{3}{4}$

印数:1—5 100 字数:398 600

**定价:23.00 元**

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

# 高等职业教育计算机系列教材

## 编写委员会

主 编 高 林 汪继祥

副主编 王启智

编 委 (按姓氏笔画排列)

支芬和 牛大刚 刘 璇 吴 悦 张俊玲

陈文博 陈 南 周 立 周海燕 郑 坚

胡景凡 鲍有文 樊月华

## 序 言

20 世纪后半叶,随着高新技术的发展和第三产业的兴起,人类社会进入信息时代,知识经济将成为新世纪的主导产业。社会所需的计算机高级程序设计员、高级网络管理员、高级营销员、广告创新制作员、国际贸易高级服务员、高级海关报关员等高级专门人才越来越供不应求,而传统的教育模式对这几类人才的培养与社会需求越来越不适应。社会经济发展的多元化和多层次需求推动着高等教育的改革,一种新型的高等教育——高等职业技术教育应运而生。联合国教科文组织 1997 年公布的教育分类中,把这种教育称之为“高等技术与职业教育”。我国改革开放以来,由于经济的持续、高速发展,产业结构的调整与完善,对这类教育的需求越来越迫切,越来越广泛。90 年代以来,这种特殊类型的高等教育,在我国从无到有,迅速发展。我国教育部门将这类教育称之为高等职业教育(简称高职教育)。

要发展高等职业教育,必须在改革传统的教学模式之后,对课程设置、教学内容和相应的教材建设进行更加深入、细致的改革,以便为教学模式改革之后新培养目标的落实铺路搭桥。

在高等职业教育中,计算机教育占有相当重要的地位。在诸多职业技术的要求标准中,会不会、熟不熟计算机的操作与使用,是用人单位的首选和起码条件。因此,计算机教育将成为高等职业技术教育不可缺少的组成部分和必修课。为此,我们组织了北京地区较早开展高等职业教育的院校的专家、教授,经过研讨编写了一套包括五门计算机课程的系列教材,由科学出版社出版。这五本教材是:

- (1)《计算机操作技术基础》
- (2)《FoxPro 数据库技术基础》
- (3)《QBASIC 程序设计》
- (4)《计算机工程制图》
- (5)《Internet/Intranet 基础与应用训练》

本系列教材的特点是:

- (1) 以学会使用计算机的技术训练为主,以学会和熟练使用计算机为目标;
- (2) 从面向读者在实际应用中可能遇到的问题出发,采用提出问题、分析问题、解决问题的思路,导出必要的概念和方法;
- (3) 通过对本系列教材提供的大量上机习题和实际训练作业深入浅出的练习,达到学会和熟练应用的目的。

本系列教材可作为高等职业教育、成人高等教育的教材,也可作为一些面向实际应用的专业的普通高等教育的教材,也可作为开展 NIT(国家信息技术证书)培训和考试的

参考书。

本系列教材中的《QBASIC 程序设计》一书已于 1999 年 2 月由科学出版社出版。《计算机工程制图》、《FoxPro 数据库技术基础》、《计算机操作技术基础》这三本书即将于 1999 年 8 月出版。《Internet/Intranet 基础与应用训练》一书正在组织人员编写，将于 2000 年 2 月出版。

欢迎广大读者对本系列教材提出宝贵意见，以便再版时改进。

高 林 王启智

1999 年 6 月

# 前 言

本教材的主要目的是介绍画图的规定和方法,使受到高等职业技术教育的学生在认真学习基础理论之后能够画出符合生产要求的工程图样,并经过几年时间的实践以后能够指导别人进行工程技术工作。

我们的教育要面向未来。在当前这个信息化的年代里,对于理工科院校一个完整的职业教育来说,必须包含一些新的内涵,即大学课程的内容应随着科学技术的发展逐步更新,以使我们培养的学生能更为有效地工作。

随着科学技术的发展,计算机和绘图仪已成为人们绘图的主要工具。发达国家的工程师们早已甩掉图板,基本上每人配有一台工作站。我国的一些主要工程设计部门也在用计算机代替手工绘图和设计,这样不仅可以提高绘图和设计的效率和质量,而且使工程设计人员有更多的精力去考虑产品设计的其它问题。但是,再先进的工具也是无法代替人的思维,也需要人来操作,只有掌握了工程图的基本知识才能用计算机来辅助绘图,进行创造性的设计。

工程绘图引入计算机技术,传统的“制图”教材就显得很不适应时代的要求。计算机绘图软件书籍的内容多是以介绍软件功能为主,不能满足教学上的要求。所以需要有一本知识与技能相结合的教材来适应当前制图课程的要求。

将计算机绘图技术融汇于“工程制图”的教学之中,对我们来说是一个全新的课题。教学中既要传授读图、识图及工程图的标准和规定,又要使学生掌握计算机操作技能,同时还要使学生具有一定的徒手绘制草图的能力,这样才能使学生在今后的工作中,更好地完成有关工程的设计任务。

本课程主要内容包括:工程图投影原理,工程图的国家标准与规定画法,计算机辅助绘图的硬件及软件知识,计算机辅助绘图的方法与技巧,多面视图的表达,尺寸的标注,立体图形的绘制,零件图和装配图的基本概念。本教材适用于高等职业教育的本专科学生。

本书讲述的内容以培养学生绘制机械图样为主。工程技术某些分支的未来成员也许认为:绘制这些机械图样对他们没有什么用处。这种观点是不对的,因为机械图样和其他专业图样的绘制方法是一样的,只是表达的方式不一样,所以理解机械图样就可以为学习其他专业图样(如建筑、电子、服装以及家具图样)打好基础。另外,非机械专业的学生也需要设计一些诸如仪器仪表结构或实验装置等,同样需要掌握一定的工程制图知识,以利于自己的专业工作或与其他领域的合作者进行交流。

另外,建议开设本课程放在学生基本掌握了计算机操作的学期。讲课48学时,上机操作32学时,如有条件可以安排1周的集中训练。本教材每章后附有自测习题,有些题

目可以直接写或画在习题中，有一些则需上机操作。对每一道上机操作题目，要求学生事先认真分析预习，必要时写出操作步骤，并徒手勾画草图，以获得更好的操作效果和效率。

本教材在内容结构上有所创新，在编写中难免有不当之处，请批评指正。

编者

1999.4



# 目 录

序言

前言

<b>第 1 章 工程制图的基本知识</b> .....	(1)
1.1 概论 .....	(1)
1.2 投影图的形成 .....	(1)
1.2.1 投影方式 .....	(1)
1.2.2 基本投影面 .....	(3)
1.2.3 平行投影的基本性质 .....	(3)
1.3 三视图投影 .....	(5)
1.3.1 投影面体系与投影轴 .....	(5)
1.3.2 点的投影和坐标 .....	(6)
1.3.3 直线的投影 .....	(6)
1.3.4 平面的投影 .....	(9)
1.4 机械制图国家标准一般规定 .....	(12)
1.4.1 标准化的意义与机械制图国家标准 .....	(12)
1.4.2 图纸的幅面与格式 .....	(13)
1.4.3 比例 .....	(16)
1.4.4 字体和线型 .....	(17)
自测习题 .....	(18)
<b>第 2 章 计算机辅助绘图的硬件及软件</b> .....	(21)
2.1 计算机辅助绘图硬件设备的基础知识 .....	(21)
2.1.1 计算机图形系统 .....	(21)
2.1.2 图形输入设备 .....	(22)
2.1.3 图形显示设备 .....	(24)
2.1.4 图形输出设备 .....	(25)
2.2 计算机辅助绘图软件系统及其选择 .....	(26)
2.2.1 系统软件 .....	(26)
2.2.2 CAD 支撑软件 .....	(27)
2.2.3 用户开发的应用软件 .....	(28)
2.2.4 CAD 软件系统的选择 .....	(28)
2.3 通用绘图系统 AutoCAD 的安装与启动 .....	(28)
2.3.1 AutoCAD 对系统配置的基本要求 .....	(29)
2.3.2 AutoCAD 的安装 .....	(29)
2.3.3 AutoCAD 的启动 .....	(30)
2.4 AutoCAD R12 for Windows 的主要特点 .....	(30)

2.4.1	AutoCAD for Windows 环境 .....	(30)
2.4.2	方便、灵活的交互式命令及命令输入方式 .....	(31)
2.4.3	丰富的二次开发环境 .....	(31)
2.5	AutoCAD 的基本操作 .....	(32)
2.5.1	用户界面 .....	(32)
2.5.2	系统环境的设置 .....	(33)
2.5.3	命令的输入 .....	(37)
2.5.4	数据的输入 .....	(41)
2.5.5	常用功能键 .....	(44)
2.5.6	基本绘图命令的使用 .....	(44)
	自测习题 .....	(49)
<b>第3章</b>	<b>计算机辅助绘图的基本方法</b> .....	<b>(50)</b>
3.1	绘图工具 .....	(50)
3.1.1	图纸 .....	(50)
3.1.2	画笔 .....	(55)
3.1.3	各种线型 .....	(60)
3.1.4	橡皮 .....	(65)
3.2	样本图 .....	(66)
3.2.1	样板图的设置 .....	(67)
3.2.2	样板图的使用 .....	(67)
3.3	计算机绘制简单平面图形 .....	(67)
3.3.1	图形比例 .....	(68)
3.3.2	线段、圆弧的连接 .....	(68)
3.4	常见图形的计算机绘制 .....	(72)
3.4.1	螺栓、螺母类图形 .....	(72)
3.4.2	具有倾斜尺寸的图形 .....	(74)
3.4.3	具有一定数目相同部分的图形 .....	(75)
3.4.4	对称或基本对称图形 .....	(76)
3.4.5	带有等距封闭线框的图形 .....	(76)
	自测习题 .....	(78)
<b>第4章</b>	<b>工程图的绘制</b> .....	<b>(81)</b>
4.1	工程图的表示方法 .....	(82)
4.1.1	三视图的投影规律 .....	(82)
4.1.2	基本形体的三视图 .....	(83)
4.1.3	读三视图 .....	(83)
4.1.4	组合体的画图 .....	(90)
4.1.5	工程图的其他表示方法 .....	(92)
4.2	剖视与剖面 .....	(96)
4.2.1	剖视图 .....	(96)
4.2.2	几种剖视图的适应范围、画法和标注 .....	(98)
4.2.3	剖面图 .....	(103)
4.3	视图的选择及布局 .....	(105)

4.3.1	视图的选择 .....	(105)
4.3.2	几种典型机件的结构分析 .....	(106)
4.4	计算机绘制三视图举例 .....	(108)
	自测习题 .....	(112)
<b>第5章</b>	<b>立体图的绘制 .....</b>	<b>(117)</b>
5.1	引言 .....	(117)
5.2	轴测投影 .....	(118)
5.2.1	基本方法 .....	(119)
5.2.2	长方体正等轴测图的画法 .....	(120)
5.2.3	非正等轴测线 .....	(123)
5.2.4	正等轴测图中的圆和圆弧 .....	(123)
5.2.5	正等轴测图的剖视图 .....	(129)
5.3	斜轴测图 .....	(129)
5.4	透视投影 .....	(130)
5.4.1	透视图的形成 .....	(130)
5.4.2	透视图的种类 .....	(131)
5.4.3	透视图的一般画法 .....	(133)
5.4.4	透视图绘图技巧 .....	(135)
5.5	三维功能 .....	(141)
5.5.1	建立三维绘图 .....	(141)
5.5.2	观察三维图形 .....	(142)
5.5.3	消除隐藏线 .....	(144)
5.5.4	立体着色 .....	(144)
5.5.5	基本形体 .....	(145)
5.6	阴影 .....	(146)
5.6.1	轴测图中的阴影 .....	(147)
5.6.2	基本几何体的阴影 .....	(148)
5.6.3	平面立体的阴影 .....	(152)
5.6.4	透视图中的阴影 .....	(152)
5.7	技术插图 .....	(155)
	自测习题 .....	(156)
<b>第6章</b>	<b>工程图纸的标注 .....</b>	<b>(159)</b>
6.1	标注的作用 .....	(159)
6.1.1	标注尺寸的基本规则 .....	(159)
6.1.2	尺寸的基本要素 .....	(159)
6.1.3	准备用计算机标注尺寸 .....	(160)
6.2	标注的种类与标准 .....	(163)
6.3	尺寸标注的方法 .....	(164)
6.3.1	标注尺寸必须完全 .....	(164)
6.3.2	标注尺寸必须清晰合理 .....	(168)
6.3.3	如何使用 AutoCAD 进行尺寸标注 .....	(170)
6.4	粗糙度及形位公差的标准 .....	(179)

6.4.1	表面粗糙度的概念及其注法	(179)
6.4.2	尺寸公差与配合的概念及注法	(181)
6.4.3	形状和位置公差(形位公差)的概念及其注法	(184)
6.5	文字标注的方法	(187)
6.5.1	文字输入命令	(188)
6.5.2	设置文字式样	(188)
6.5.3	文字对齐方式	(189)
6.5.4	特殊字符的输入	(190)
6.5.5	修改文字的方法	(190)
6.5.6	装入外部文字	(191)
	自测习题	(192)
<b>第7章</b>	<b>装配图绘制</b>	(199)
7.1	装配图的基本内容和表达方法	(199)
7.1.1	装配图的基本内容	(199)
7.1.2	装配图的表达方法	(201)
7.2	装配图的绘制方法和步骤	(203)
7.2.1	对所画对象进行剖析	(203)
7.2.2	确定视图表达方案	(203)
7.2.3	装配图绘图步骤	(203)
7.2.4	计算机绘制装配图说明	(210)
7.3	看装配图及拆画零件图简介	(211)
7.4	块和属性使用	(212)
7.4.1	块	(212)
7.4.2	属性	(214)
	自测习题	(217)
<b>第8章</b>	<b>电气图的绘制</b>	(226)
8.1	概述	(226)
8.2	电气图样和示意图	(227)
8.3	图示标准	(228)
8.3.1	一般标准	(228)
8.3.2	简图的布局	(229)
8.4	图形符号	(230)
8.4.1	符号的标准代号	(231)
8.4.2	符号的选择	(231)
8.4.3	符号的大小	(232)
8.4.4	符号的取向	(232)
8.4.5	符号中端子的表示法	(233)
8.4.6	引线的表示方法	(234)
8.5	连接线	(234)
8.5.1	一般要求	(234)
8.5.2	连接线的标记	(236)
8.5.3	中断线	(236)

8.5.4 可供选择的连接表示法 .....	(237)
8.5.5 单线表示法 .....	(238)
8.5.6 围框 .....	(240)
自测习题 .....	(243)
<b>第9章 图形和数据的输入输出 .....</b>	<b>(245)</b>
9.1 图形输出 .....	(245)
9.1.1 选择并配置输出设备 .....	(245)
9.1.2 执行 PLOT 命令 .....	(246)
9.2 图形数据的交换 .....	(254)
9.2.1 运用 Windows 剪贴板 .....	(254)
9.2.2 输入/输出数据 .....	(255)
自测习题 .....	(256)
<b>AutoCAD 命令参考 .....</b>	<b>(257)</b>

# 第 1 章 工程制图的基本知识

## 1.1 概 论

用图样来表达思想意图可以说是人类的一种本能，我们的祖先在洞穴的地面或洞壁上就已利用图画来表达他们的思想了。在文字出现以前的很长一段时间内，人类是用图画来满足表达上的基本需要的。尽管现在有些图样可以用计算机和绘图仪画出，但从某种意义上讲，图样仍然是一种语言。随着文字的形成和发展，图样才逐渐摆脱其早期用途的约束，成为艺术家和工程设计师表达设计思想的工具。工程图样与数学符号、音乐符号一样成为全世界通用的语言。

工程图样是工程师的语言。从产品的设计到加工制作，从组装、调试到检验、维修，哪一个环节也离不开图纸。作为一个工程技术人员要想与他人充分、完整地交流设计思想，必须精通以下三种交流方法：①书面和口述；②使用本专业规定的基础符号；③利用工程图样。所以工科院校将《工程制图》这门课作为每个学生的必修课，使他们掌握绘制及阅读工程图样的能力，同时还要学习工程图纸的规定画法及制图标准。

本章主要讲述工程制图的基础知识。通过本章的学习，读者应完成以下任务：

### (1) 掌握投影的基本概念

- 1) 投影体系的建立；
- 2) 点的三面投影特性；
- 3) 直线的三面投影规律；
- 4) 平面的三面投影规律。

### (2) 了解绘制工程图的国家标准一般规定

- 1) 图纸的幅面与格式；
- 2) 图纸的比例；
- 3) 工程图中的字体与线型。

## 1.2 投影图的形成

由于工程师的任务是在图纸平面上表达具有三维空间物体的形状和大小。因此，要想使画出的图样容易被人们看懂，就必须遵守公认的画图方法。表达物体的形状和大小虽然同样重要，但为了阐述基本作图原理，本章仅讨论表达物体形状的方法。对于物体大小表达问题，将在后面的一些章节中讨论。

### 1.2.1 投影方式

所谓投影在日常生活中是经常遇到的。如图 1.1 (a) 所示，把一块三角板  $ABC$  放在光源与一个平面之间（三角板的厚度忽略不计）。则在平面上就会出现一个三角形的影子

$abc$ , 三角形  $abc$  就是三角板  $ABC$  在这个平面 (投影平面) 上的投影。在工程图样中, 为了在平面上表达空间物体的结构形状, 对物体投影时, 首先必须确定光源, 及投影平面和物体相对于投影面的位置, 还要确定光线与投影平面的关系 (垂直或倾斜)。如果把光源抽象成一点则称为投影中心。投影所在的平面称为投影面。投影光线称为投影线。光线投影方向称为投影方向。过点  $A$  的光线与投影面的交点  $a$  称为点  $A$  在投影面  $P$  上的投影。

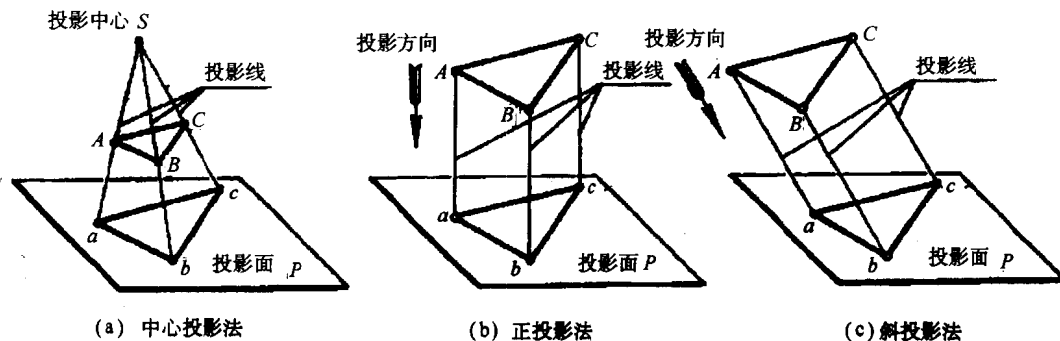


图 1.1 投影法

工程上常用的投影方法, 有中心投影法和平行投影法。在图 1.1 (a) 中投影中心  $S$  在有限距离内, 即全部投影线在投影中心  $S$  相交。这种投影方法称为中心投影法。

如果把投影中心移至无限远处, 则如图 1.1 (b), (c), 诸投影线相互平行, 这种投影方法称为平行投影法。根据投影线与投影面所成之夹角不同, 平行投影法又分为直角投影法和斜角投影法。投影线与投影面垂直的图 1.1 (b) 称为正投影法; 投影线与投影面倾斜的图 1.1 (c) 称为斜投影法。正投影法又称为直角投影法。斜投影法又称为斜角投影法。

因为平行投影作图比较简单, 所以在工程上被广泛采用。特别是平行投影的正投影, 可以得到与物体表面大小相同的投影, 如图 1.1 (b) 所示。实际上, 这种投影可以认为是延伸物体到平面的垂直投影线而形成的。这种投影称为正投影图。但是投影面上的投影不能显示物体的厚度。为了完整地表达物体的形状, 有必要再增加一个或多个投影面, 如图 1.2 (a) 和图 1.2 (b) 所示。通常用两个投影就足以表达简单的物体了, 但对复杂的物体来说, 则需要三个或三个以上的投影。

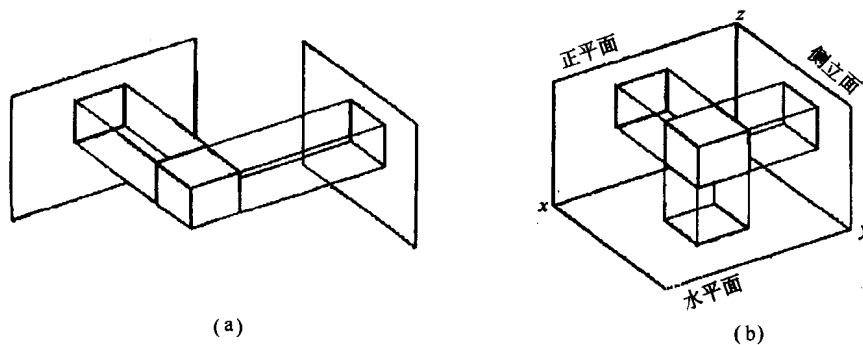


图 1.2 正投影

## 1.2.2 基本投影面

习惯上把图 1.2 (b) 称为坐标投影面或基本投影面, 并把画面的垂线称为投射射线。在工程制图中, 这些平面通常按图 1.2 (b) 所示配置。由于三个投影面均相互垂直, 所以分别把它们称为“水平面 ( $H$ )”、“正平面 ( $V$ )”和“侧平面 ( $W$ )”。为了在画图时保持这种相互的位置关系, 通常认为正平面与图纸共面, 而将水平投影面和侧立投影面看成是旋转到与图纸重合的位置。各投影面的旋转方式如图 1.3 所示。这种投影面的假想处理方法, 就在各投影面之间建立了一种特定的关系。如果没有这种确定的关系, 要想象一个物体的形状是很困难的。这是因为如缺少这种确定的关系, 就不可能迅速确定某个视图的投影方向。

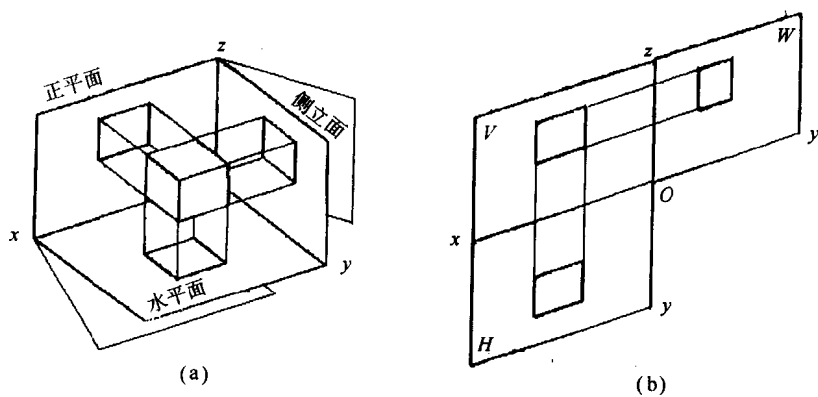


图 1.3 三投影面的形成

## 1.2.3 平行投影的基本性质

### 1. 同类型

空间点的投影仍然为点。一般情况下直线的投影仍为直线, 平面的投影仍为平面。见图 1.4 所示。

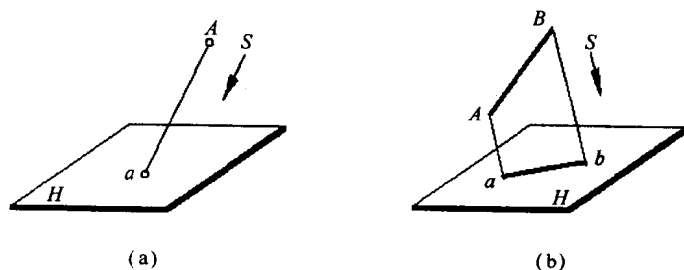


图 1.4 平行投影的同类型



## 2. 从属性

在直线上的点，其投影必然在该直线的投影上，即  $C \in AB$ ，则  $c \in ab$ ；而且直线上的点分割线段之比等于其投影之比，即  $\frac{AC}{CB} = \frac{ac}{cb}$ ，见图 1.5 (a)，这个比例关系可以用初等几何的平行截割定理加以证明。

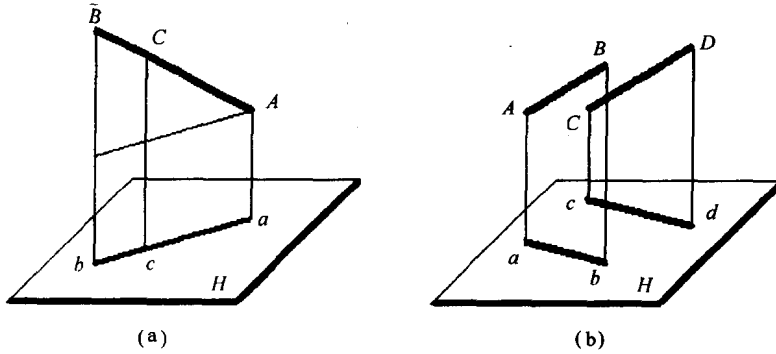


图 1.5 平行投影的从属性和平行性

## 3. 平行性

空间两条直线平行，其投影仍相互平行，且空间两平行线段之比等于其投影之比，即  $\frac{AB}{CD} = \frac{ab}{cd}$ ，见图 1.5 (b) 所示。

## 4. 不变性

不变性是有条件的，当直线或平面平行投影面时，其投影反映实长或实形，见图 1.6 所示。

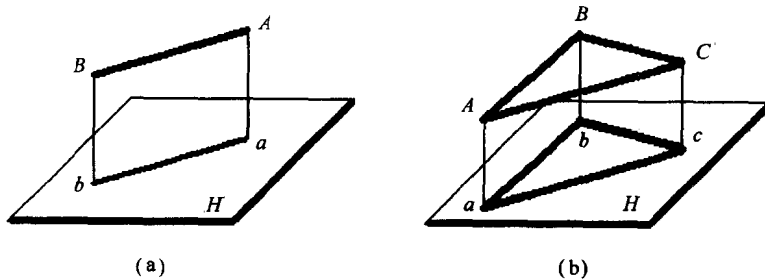


图 1.6 平行投影的不变性

## 5. 积聚性

积聚性也是有条件的，当直线或平面垂直于投影面时，其投影积聚成一个点或一条直线，见图 1.7 所示。