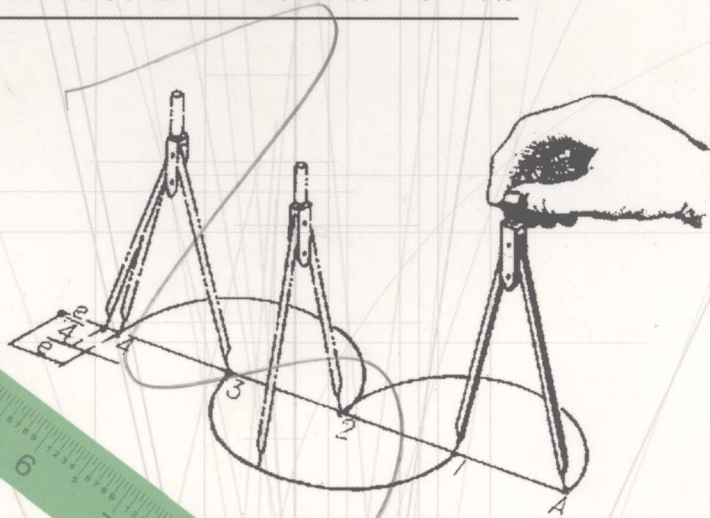


21世纪高等院校规划教材·工程图学系列

工程图学应用教程

Gong Cheng Tu Xue Ying Yong Jiao Cheng

主 编: 林启迪 副主编: 刘 炀



中国科学技术大学出版社

TB23/158

2008

21 世纪高等院校规划教材 · 工程图学系列

工程图学应用教程

主 编 林启迪

副主编 刘 炆

中国科学技术大学出版社

2008 · 合肥

内 容 简 介

本书是根据教育部高等工业学校《工程制图基础课程教学基本要求》的精神组织编写。可供非机械类少学时的电子、通讯、信息、资源与环境、管理等专业(50~70学时)使用。

全书共10章,内容包括:点、直线、平面的投影;立体的投影;工程制图基本知识;组合体;轴测图;机件的常用表达方法;标准件和常用件;零件图;装配图和计算机绘图等,并参照最新国家标准列出了书后的附录。

本书可作为高等工科院校电子、计算机、机械、建筑等专业的制图教材使用,同时也可作为其他类型学校有关专业的师生参考选用。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学应用教程/林启迪主编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2008.8
(工程图学系列教材)
ISBN 978-7-312-02372-9

I. 工… II. 林… III. 工程制图-高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 089427 号

中国科学技术大学出版社 出版发行

(安徽省合肥市金寨路 96 号, 邮编: 230026)

中国科学技术大学印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本: 787×1092/16 印张: 17.125 字数: 410 千

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—5000 册

ISBN 978-7-312-02372-9 定价: 28.00 元

前言

根据《高等工业学校画法几何及制图课程教学基本要求》的精神,吸收多所院校“工程图学”教材的精华,总结我们多年来“工程图学”课程的教学经验,为便于“工程图学”系列课程的教学,合肥工业大学工程图学教研室组织编写了“工程图学系列教材”,主要包括:

《现代工程图学(上)》及《现代工程图学(下)》(机械类)、《工程制图基础》(非机械类)、《工程图学应用教程》(电子及应用理科类)、《工程制图解题分析》(各类)、《计算机绘图》(各类)、《画法几何与阴影透视》及《画法几何与阴影透视习题集》(建筑学类等)、《土木工程制图》及《土木工程制图习题集》(土建类等)。

本书是“工程图学系列教材”之《工程图学应用教程》。与《工程制图解题分析》和《计算机绘图》配套,作为非机械类“工程图学”课程的教材。是参照高等工业学校《工程制图基础课程教学基本要求》(电子、应用理科类专业适用,50~70学时)编写的,供非机械类少学时的电子、通讯、信息、资源与环境、管理等专业使用。

编写过程中,力求做到以下几点:

1. 明确编写目的,确定编写体系:本课程在大学课程中属较难的一类,从引导学生空间思维出发,尽力做到一步一图,投影图配直观图,由浅入深,由详到略,图文并茂,循序渐进,突出重点,融化难点。为便于学习掌握各章末设有思考题,以明确重点和难点。

2. 紧扣课程任务,合理选排内容:在编写本书时,我们贯彻了精选内容,打好基础,加强实践,培养能力的原则。内容的选排考虑尽可能适应教学的要求,在保持理论性和系统性的同时,力求简明、实用。本书共分为10章,第1章“点、直线、平面的投影”和第2章“立体的投影”,是绘图和看图的理论基础,内容以图示为主,配合少量的图解知识。第3章“工程制图基本知识”和第6章“机件的常用表达方法”部分,力求精选图例,全部采用新标准,力求贯彻技术制图及机械制图国家标准最新标准。第4章“组合体”,以介绍形体分析法和线面分析法为主线,强化绘图与看图的练习,着重培养学生的空间构思能力。第5章“轴测图”,主要介绍正等测和斜二测的画法,教学中可安排与第4章内容相结合进行。第7章“标准件”、第8章“零件图”和第9章“装配图”为机械制图部分,图例均选自生产实际,凡涉及新修订的国家标准的内容,均尽量作了更新,这部分内容以培养学生的读图能力为重点。第10章“计算机绘图简介”,简要介绍了目前广泛应用的绘图软件 Auto CAD2006 的概况及常用的作图命令,这部分内容可以在今后的学习中作为很好的参考资料。

3. 为应国际交流,逐步推广双语教学的需要,在各章节中加入一些专业英语名词。

本书由林启迪主编、刘炀副主编。参加编写的有(按章节顺序):林启迪(第1章、第2章、第6章、第8章),刘炀(绪论、第3章、第4章、第5章、附录),吕堃(第7章、第9章、第10章)。最后由主编审校定稿。

本书由李学京、程久平主审。在编写及出版过程中，合肥工业大学工程图学教研室、合肥工业大学教材科和中国科学技术大学出版社给予了大力支持，在此谨致谢忱。

限于我们水平有限，书中难免有缺点甚至错误，恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 5 月

目 录

前 言.....	(I)
绪 论.....	(1)
第1章 点、直线、平面的投影.....	(3)
1.1 投影法的基本知识.....	(3)
1.1.1 中心投影法.....	(3)
1.1.2 平行投影法.....	(4)
1.2 点的投影.....	(4)
1.2.1 点的单面投影.....	(4)
1.2.2 点的两面投影.....	(5)
1.2.3 点的三面投影.....	(6)
1.2.4 点的三面投影与直角坐标的关系.....	(7)
1.2.5 两点的相对位置及重影点.....	(8)
1.3 直线的投影.....	(9)
1.3.1 各种位置的直线.....	(10)
1.3.2 两直线的相对位置.....	(12)
1.4 平面的投影.....	(15)
1.4.1 平面的表示法.....	(15)
1.4.2 各种位置平面及其投影特性.....	(15)
1.4.3 平面上的点和直线.....	(18)
1.5 直线与平面、平面与平面的相对位置.....	(20)
1.5.1 平行.....	(20)
1.5.2 相交.....	(21)
1.6 换面法.....	(22)
1.6.1 基本概念.....	(22)
1.6.2 点的一次换面.....	(23)
1.6.3 换面法的应用.....	(24)
思考题.....	(26)
第2章 立 体.....	(27)
2.1 平面立体.....	(27)

2.1.1 棱柱.....	(27)
2.1.2 棱锥.....	(29)
2.1.3 平面截切平面立体.....	(30)
2.2 回转体.....	(32)
2.2.1 圆柱.....	(32)
2.2.2 圆锥.....	(34)
2.2.3 圆球.....	(35)
2.2.4 圆环.....	(36)
2.3 平面与回转体表面相交.....	(37)
2.3.1 平面与圆柱相交.....	(37)
2.3.2 平面与圆锥相交.....	(40)
2.3.3 平面与球相交.....	(42)
2.3.4 平面和组合回转体相交.....	(43)
2.4 两回转体表面相交.....	(44)
2.4.1 表面投影积聚性取点法.....	(44)
2.4.2 辅助平面法.....	(47)
2.4.3 相贯线的特殊情况.....	(49)
思考题.....	(50)
第3章 工程制图的基本知识.....	(52)
3.1 工程制图的一般规定.....	(52)
3.1.1 图纸幅面.....	(52)
3.1.2 比例.....	(53)
3.1.3 字体.....	(54)
3.1.4 图线.....	(55)
3.1.5 尺寸注法.....	(57)
3.2 几何作图.....	(59)
3.2.1 正六边形.....	(60)
3.2.2 斜度和锥度.....	(60)
3.2.3 圆弧连接.....	(61)
3.2.4 椭圆的画法.....	(62)
3.3 平面图形的尺寸分析及画图步骤.....	(63)
3.3.1 平面图形的尺寸分析.....	(63)
3.3.2 平面图形的线段分析及画图步骤.....	(64)
3.4 绘图工具及仪器简介.....	(65)
思考题.....	(66)

第4章 组合体	(67)
4.1 组合体的三视图	(67)
4.1.1 三视图的形成及其投影规律.....	(67)
4.1.2 组合体的组合方式及其分析方法.....	(68)
4.2 组合体三视图的画法	(69)
4.2.1 形体分析与线面分析	(69)
4.2.2 视图选择	(70)
4.2.3 画图	(71)
4.2.3 相贯线的简化画法	(72)
4.3 组合体的尺寸标注	(73)
4.3.1 基本形体的尺寸标注	(73)
4.3.2 组合体的尺寸标注	(75)
4.3.3 尺寸的清晰布置	(76)
4.4 读组合体视图的方法和步骤	(76)
4.4.1 读组合体视图的基本要点	(77)
4.4.2 读图的方法和步骤	(79)
4.4.3 补视图和补漏线	(82)
思考题	(87)
第5章 轴测图	(88)
5.1 轴测图的基本知识	(88)
5.1.1 轴测投影的形成	(88)
5.1.2 轴测轴、轴间角、轴向伸缩系数.....	(88)
5.1.3 轴测图的投影特性	(89)
5.1.4 轴测图的分类	(89)
5.2 正等轴测图	(89)
5.2.1 正等测的形成及轴间角和轴向伸缩系数.....	(89)
5.2.2 平面立体正等测图的画法	(90)
5.2.3 曲面立体正等测图的画法	(92)
5.2.4 组合体正等测图的画法	(95)
5.3 斜二轴测图	(96)
5.3.1 轴间角和轴向伸缩系数	(96)
5.3.2 斜二测的画法	(96)
思考题	(97)
第6章 机件常用的表达方法	(99)
6.1 视图	(99)

6.1.1 基本视图.....	(99)
6.1.2 向视图.....	(99)
6.1.3 局部视图.....	(101)
6.1.4 斜视图.....	(102)
6.2 剖视图.....	(103)
6.2.1 剖视图的概念和画剖视图的方法步骤.....	(103)
6.2.2 剖视图的种类和剖切面的分类.....	(108)
6.3 断面图.....	(121)
6.3.1 断面的概念.....	(121)
6.3.2 断面的种类.....	(121)
6.4 其他画法.....	(124)
6.4.1 局部放大图.....	(124)
6.4.2 简化画法和其他规定画法.....	(125)
6.5 机件的各种表达方法综合举例.....	(129)
6.6 第三角投影简介.....	(131)
6.6.1 第三角投影的原理及作图.....	(131)
6.6.2 第三角投影法的标志.....	(132)
思考题.....	(133)
第7章 标准件和常用件.....	(134)
7.1 螺纹.....	(134)
7.1.1 螺纹的形成.....	(134)
7.1.2 螺纹的要素.....	(135)
7.1.3 螺纹的规定画法.....	(136)
7.1.4 螺纹的种类和标注.....	(137)
7.2 螺纹紧固件.....	(138)
7.2.1 螺纹紧固件的标记.....	(140)
7.2.2 螺纹紧固件的画法.....	(140)
7.2.3 螺纹紧固件连接图的画法.....	(141)
7.3 键、销和滚动轴承.....	(143)
7.3.1 键.....	(143)
7.3.2 销.....	(144)
7.3.3 滚动轴承.....	(145)
7.4 齿轮和弹簧.....	(147)
7.4.1 齿轮.....	(147)
7.4.2 弹簧.....	(150)

思考题.....	(153)
第8章 零件图.....	(154)
8.1 概述.....	(154)
8.1.1 零件图的作用.....	(154)
8.1.2 零件图的内容.....	(155)
8.2 零件图的视图选择和尺寸标注.....	(155)
8.2.1 零件的视图选择.....	(155)
8.2.2 零件图的尺寸标注.....	(158)
8.3 零件图上的技术要求.....	(164)
8.3.1 表面粗糙度.....	(164)
8.3.2 极限与配合.....	(168)
8.4 零件结构的工艺性及零件测绘.....	(176)
8.4.1 零件结构的工艺性.....	(176)
8.4.2 零件测绘.....	(179)
8.5 读零件图.....	(183)
8.5.1 读零件图的方法与步骤.....	(183)
8.5.2 读零件图举例.....	(183)
思考题.....	(185)
第9章 装配图.....	(186)
9.1 装配图的内容.....	(186)
9.2 装配图的表达方法.....	(188)
9.2.1 装配图的规定画法.....	(188)
9.2.2 装配图的特殊画法.....	(188)
9.3 装配图中的尺寸标注.....	(191)
9.4 装配图的技术要求.....	(192)
9.5 装配图的零件序号、标题栏和明细栏.....	(192)
9.6 部件测绘和装配图画法.....	(194)
9.6.1 部件测绘.....	(194)
9.6.2 画装配图的方法和步骤.....	(196)
9.7 常见的装配结构.....	(200)
9.7.1 接触面与配合面的结构.....	(200)
9.7.2 螺纹连接的合理结构.....	(201)
9.8 读装配图和由装配图拆画零件图.....	(203)
9.8.1 读装配图的基本要求.....	(203)
9.8.2 读装配图的方法和步骤.....	(203)

9.8.3 由装配图拆画零件图	(206)
思考题	(210)
第10章 计算机绘图	(211)
10.1 AutoCAD 2006的工作界面	(211)
10.1.1 标题栏	(211)
10.1.2 菜单栏和右键菜单	(211)
10.1.3 工具栏	(212)
10.1.4 绘图区	(212)
10.1.5 命令窗口	(212)
10.1.6 状态栏	(213)
10.1.7 设置绘图环境	(213)
10.2 绘制二维图形对象	(213)
10.2.1 绘制单点或多点	(213)
10.2.2 直线、射线、构造线	(213)
10.2.3 绘制矩形	(214)
10.2.4 绘制圆弧	(214)
10.2.5 椭圆及圆弧	(215)
10.2.6 圆	(215)
10.2.7 绘制与编辑多线	(215)
10.2.8 绘制与编辑多段线	(216)
10.2.9 绘制与编辑样条曲线	(216)
10.2.10 创建擦除对象	(216)
10.3 编辑图形对象	(216)
10.3.1 选择对象	(217)
10.3.2 删除对象	(218)
10.3.3 复制对象	(218)
10.3.4 镜像复制对象	(218)
10.3.5 阵列复制对象	(218)
10.3.6 偏移复制对象	(219)
10.3.7 改变对象位置·移动对象	(219)
10.3.8 旋转对象	(219)
10.3.9 比例缩放对象	(219)
10.3.10 拉伸对象	(220)
10.3.11 修改对象	(220)
10.3.12 利用夹点编辑对象	(221)

10.4 使用绘图辅助工具	(222)
10.4.1 使用坐标系	(222)
10.4.2 使用捕捉、栅格和正交	(222)
10.4.3 使用对象捕捉	(223)
10.4.4 使用自动追踪	(223)
10.5 线型、颜色及图层	(223)
10.5.1 线型	(223)
10.5.2 颜色	(223)
10.5.3 图层	(223)
10.6 绘制面域与图案填充	(224)
10.6.1 将图形转换为面域	(224)
10.6.2 绘制圆环、宽线与二维填充图形	(224)
10.7 控制图形显示	(225)
10.7.1 缩放与平移视图	(225)
10.7.2 使用命名视图	(225)
10.7.3 使用平铺视口	(225)
10.7.4 使用鸟瞰视图	(225)
10.8 标注文字	(226)
10.8.1 定义文字样式	(226)
10.8.2 标注文字	(226)
10.8.3 编辑文字	(226)
10.9 标注图形尺寸	(227)
10.9.1 基本概念	(227)
10.9.2 创建与设置标注样式	(227)
10.9.3 标注尺寸	(228)
10.9.4 标注形位公差	(230)
10.9.5 尺寸标注的编辑	(230)
10.10 使用块、外部参照	(230)
10.10.1 创建与编辑块	(230)
10.10.2 编辑与管理块属性	(231)
10.10.3 使用外部参照	(231)
10.11 绘制基本三维对象	(231)
10.11.1 三维坐标系	(232)
10.11.2 设置视点	(232)
10.11.3 绘制简单三维对象	(232)

10.11.4	根据标高和厚度绘制三维图形	(232)
10.11.5	绘制三维曲面	(232)
10.12	绘制三维实体	(233)
10.12.1	绘制基本实体对象	(233)
10.12.2	通过二维对象绘制实体	(234)
10.12.3	布尔运算	(234)
10.13	编辑与渲染三维对象	(236)
10.13.1	编辑三维对象	(236)
10.13.3	编辑实体的面与边	(237)
10.13.4	渲染三维对象	(238)
10.14	打印与图形的输入输出	(238)
10.14.1	图形的输入	(239)
10.14.2	输出图形	(239)
	思考题	(240)
	附录	(241)
	参考文献	(261)

绪 论

1. 本课程的研究对象和任务

本课程是研究绘制工程图样的理论、方法和技术的一门技术基础课。图样是二维的，机器和工程结构是三维的，解决三维与二维转换，绘制和阅读图样是本课程研究的对象。

工程图样是工程技术界的语言。在工业生产中，从产品的设计到制造，都离不开工程图样。在使用各类工程设备以及做维护保养时，也必须通过阅读图样来了解产品的结构和性能，工程图样是极其重要的产品信息载体。

本课程的内容主要包括画法几何、工程制图、计算机绘图三个部分。画法几何研究用投影法图示和图解空间几何问题的基本原理，它是工程图学课程的理论基础。工程制图部分主要介绍制图的基本规则，贯彻有关制图的国家标准，培养绘制和阅读工程图样的能力。工程制图包括机械、土木等专业内容，其中的机械制图是一项重点，也是本书介绍的主要内容。计算机绘图是伴随计算机技术的飞速进步而诞生和发展起来的新技术领域，它代表了工程图学的发展方向，未来产品信息的数字化将引领工程图学进入一个全新的层次。作为工程图学基础课程，本书仅对这部分内容作简要介绍，让读者对计算机绘图有初步认识。

2. 工程图学的学习任务

本课程是一门既有系统理论，又有较强实践性的技术基础课，学习任务的关键在于能力培养，具体有以下几项内容：

(1) 学习正投影法的基本原理，正确运用正投影法进行图示及图解。培养空间构思和想象的初步能力，掌握平面图样（二维）与空间形体（三维）之间的相互转换方法。

(2) 学习有关制图的国家标准，培养绘制和阅读机械图样的初步能力。

(3) 对计算机绘图有初步了解，为进一步学习计算机图形技术打下基础。

(4) 培养遵守《国家标准》，认真细致的学风及严谨尽责的工作态度。

3. 本课程的学习方法

在明确了本课程的研究对象、内容和学习任务之后，学习中应该做到以下几点：

(1) 学好投影理论，反复练习三维空间形体和二维平面图样之间的转化，把培养和提高空间构思及分析能力放在首要位置。

(2) 实践性强是本课程的一个重要特点，因此学习中应重视实践环节的训练，通过作业及绘图训练，培养和提高绘图与看图的能力。在绘图实践中，学会查阅并严格遵守和运用相关国家标准。

(3) 由于工程图样是重要的技术文件，任何细小的差错都可能导致生产中的重大损失，所以学习中一定要培养一丝不苟的严谨作风，作业要认真完成，绘制图样要做到投

影正确，图线规范，尺寸齐全，字体工整，图面整洁。应该认识到，无论计算机绘图技术多么先进，机器仍要根据人的指令完成作图，因此坚实的手工作图能力仍然是工程制图的重要基础。

本课程只能为培养学生的绘图与看图能力打下初步基础，通过后继课程的学习，以及在今后长期的学习和工作实践中，还要不断拓展空间构思及创新能力，提高绘图与读图的水平。

第1章 点、直线、平面的投影

在工程图样中，为了在平面上表达空间物体的形状，广泛采用投影的方法。本章介绍投影法的基本概念和如何在平面上表示空间几何要素（点、直线和平面）的方法。

1.1 投影法的基本知识

在日常生活中，物体在光线的照射下，就会在地面或墙壁上产生一个物体的影子。人们根据这一自然物理现象，创造了用投影来表达物体形状的方法，即：光线通过物体向选定的面投射，并在该面上得到图形，这种现象就叫投影（projection）。这种确定空间几何元素和物体投影的方法，称为投影法（projection method）。

投影法通常分为中心投影法（perspective projection method）和平行投影法（parallel projection method）两种。

1.1.1 中心投影法

如图 1-1 所示，设一平面 P （投影面）与光源 S （投影中心）之间，有一个 $\triangle ABC$ （被投影物）。经投影中心 S 分别向 $\triangle ABC$ 顶点 A 、 B 、 C 各引一直线 SA 、 SB 、 SC （称为投射线），并与投影面 P 交于 a 、 b 、 c 三点。则 a 、 b 、 c 三点就是空间 A 、 B 、 C 三点在 P 平面上的投影， $\triangle abc$ 就是空间 $\triangle ABC$ 在 P 平面上的投影。

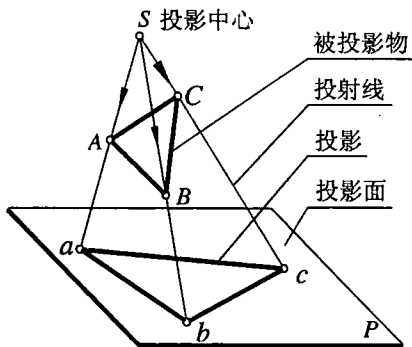


图 1-1 中心投影法

这种投射线汇交于一点的投影方法称为中心投影法。中心投影法的投影中心位于有限远处，该投影法得到的投影图形称为中心投影。

由于中心投影法得到的物体投影的大小与物体的位置有关，如果改变物体（ $\triangle ABC$ ）与投

影中心(S)的距离,投影($\triangle abc$)的大小也随之改变,即不能反映空间物体的实际大小。因此,中心投影法通常不用于绘制机械图样,而用于建筑物的外观透视图等。

1.1.2 平行投影法

如图 1-2 所示,若将投影中心 S 沿一不平行于投影面的方向移到无穷远处,则所有投射射线趋于相互平行。这种投射射线相互平行的投影方法,称为平行投影法。平行投影法的投影中心位于无穷远处,该投影法得到的投影图形称为平行投影。投射线的方向称为投影方向。

由于平行投影法中,平行移动空间物体,即改变物体与投影面的距离时,它的投影的形状和大小都不会改变。

平行投影法按照投射射线与投影面倾角的不同又分为正投影法(Orthogonal method)和斜投影法(Oblique projection method)两种:当投影方向(即投射射线的方向)垂直于投影面时称为正投影法,如图 1-2(a)所示;当投影方向倾斜于投影面时称为斜投影法,如图 1-2(b)所示。正投影法得到的投影称为正投影,斜投影法得到的投影称为斜投影。

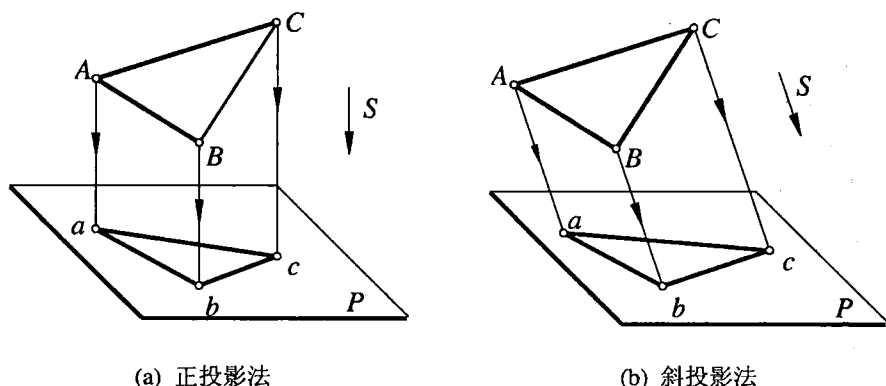


图 1-2 平行投影法

正投影法是机械图样绘制中最常用的一种方法。本教材后续章节中提及的投影,若无特殊说明,均指正投影。

1.2 点的投影

点(point)是构成形体最基本的几何元素,一切几何形体都可看作是点的集合。点的投影(point projector)是线(line)、面(surface)、体(body)的投影基础。

1.2.1 点的单面投影

如图 1-3 所示,已知投影面 P 和空间点 A ,过点 A 作 P 平面的垂线(投射射线),得唯一投影 a 。反之,若已知点的投影 a ,就不能唯一确定 A 点的空间位置。也就是说,点的一个投影不能确定点的空间位置,即:单面投影不具有“可逆性”。因此,常将几何形体放置在相互垂直的两个或三个投影面之间,然后向这些投影面作投影,形成多面正投影。