

画法几何及工程制图

(第二版)

(机械类专业用)

高等学校教材

中国纺织大学工程图学教研室等编

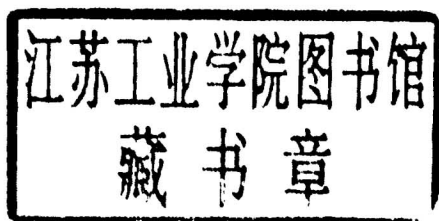
高等学校教材

画法几何及工程制图

(机械类专业用)

(第二版)

中国纺织大学工程图学教研室等编



上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书根据教育部颁发的《画法几何及工程制图教育大纲》，在 1982 年版的基础上修订而成。编者对内容作了必要的修改，增加了计算机绘图的内容，全部采用最新《机械制图》标准。本书除绪论外，分四篇十八章及附录。第一篇画法几何，分五章：点和直线，平面，投影变换，曲线与曲面，立体。第二篇制图基础，分四章：制图的一般规定与基本技能，组合体的视图，零件常用的表达方法，轴测投影图。第三篇零件图与装配图，分五章：零件图，齿轮、蜗轮、蜗杆、滚动轴承和弹簧，零件的连接，公差与配合、形状和位置公差的标注，装配图。第四篇计算机绘图与其他图样，分四章：计算机绘图的设备与原理，计算机绘图的程序设计方法，展开图，房屋建筑图。

书中配有较多的黑白、润色立体图和必要的彩色立体结构图。编者还另编了《画法几何及工程制图习题集》，配合本教材使用。

本书可供高等学校机械类及其相近专业师生使用，也可供职工大学、业余大学、函授大学的上述专业师生使用，也可供有关工程技术人员参考。

高等学校教材 画法几何及工程制图 (机械类专业用) (第二版)

中国纺织大学工程图学教研室等编

上海科学技术出版社出版
(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 23.25 插页 2 字数 554,000

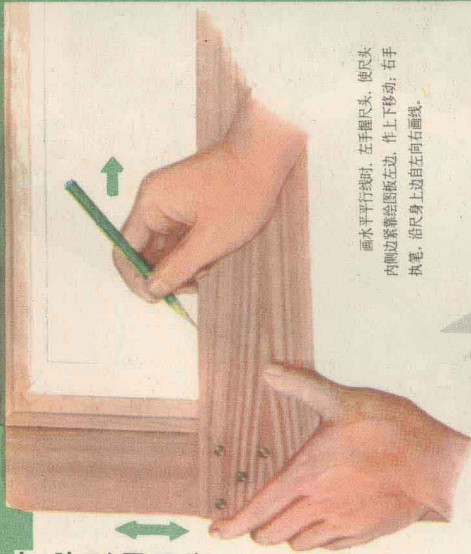
1982 年 6 月第 1 版

1986 年 5 月第 2 版 1986 年 5 月第 5 次印刷

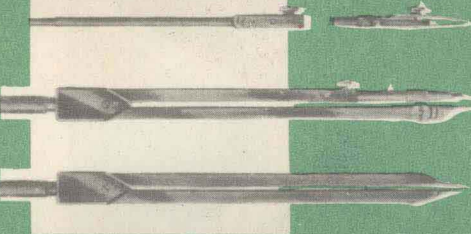
印数：115,201—147,500

统一书号：15119·2202 定价：3.95 元

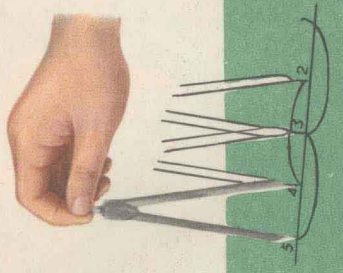
丁字尺的用法



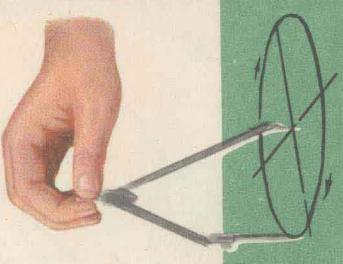
画水平线时，左手握尺头，使尺头内侧面紧靠绘图板左边，作上下移动；右手执笔，沿尺身上边自左向右画线。



分规的用法



分规可用来分划线段。分划线段时，把分规两脚尖调到所需的距离，然后用右手拇指、食指握住分规手柄，使分规两脚尖沿线段量取前进。



画圆或圆弧时，使圆规两脚尖接触纸面作顺时针方向旋转。

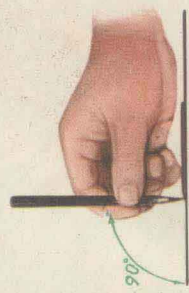
圆规的用法

三角板的用法

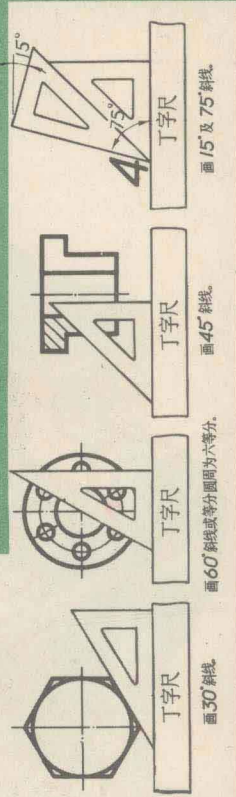


三角板与丁字尺配合使用，可画出垂直线和 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 角的斜线。画垂直线时，铅笔沿三角板的垂直边自下向上画线。

直线笔的用法

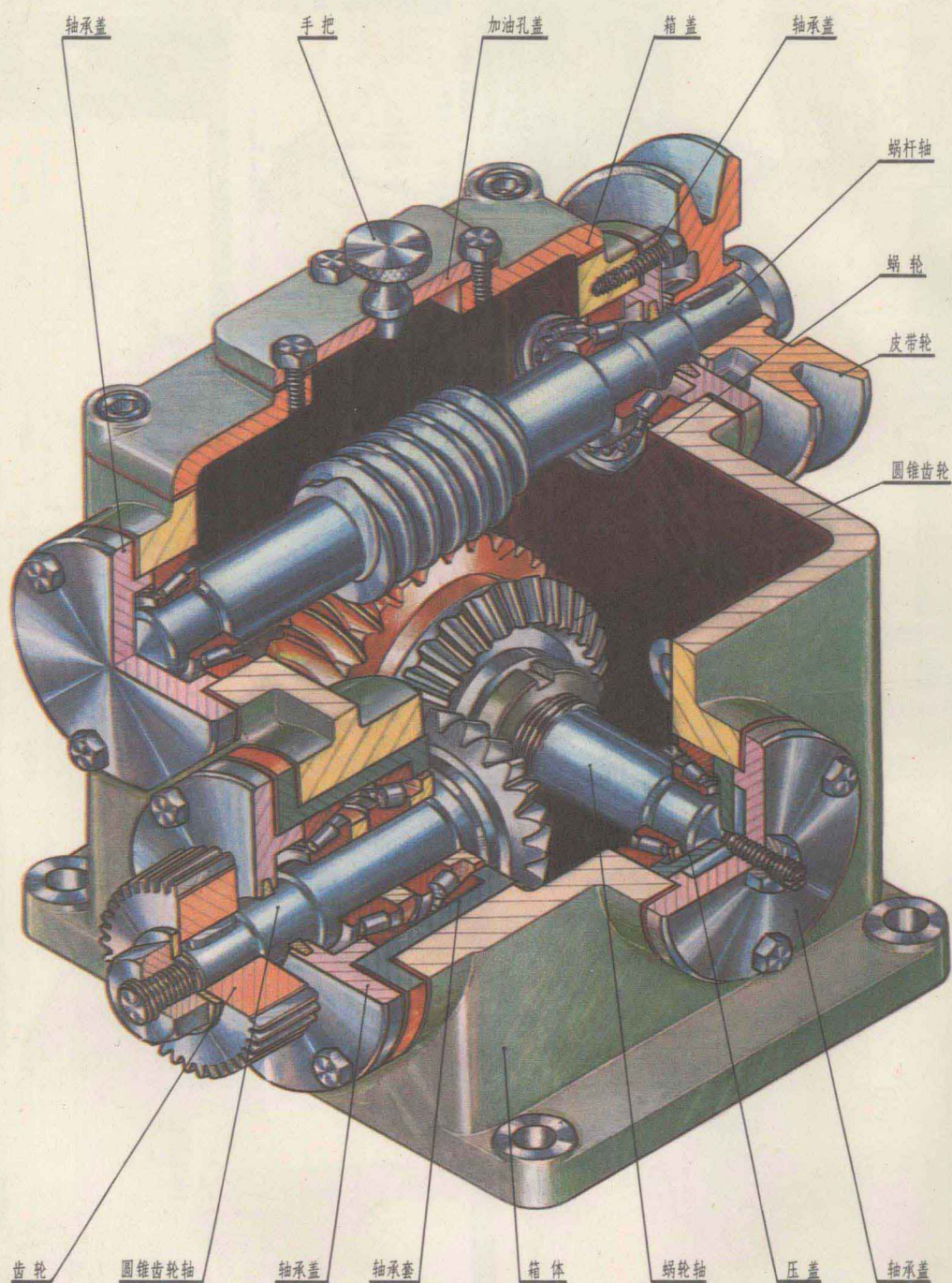


直线笔是上置油墨的画线工具，上置油墨时，把直线笔两钢片调节到所需的线型宽度，然后用蘸水钢笔把墨汁装到两钢片之间，装墨高度约 $6\sim 8$ 毫米。



画 30° 斜线
画 60° 斜线或等分圆周六等分
画 45° 斜线
画 15° 及 75° 斜线

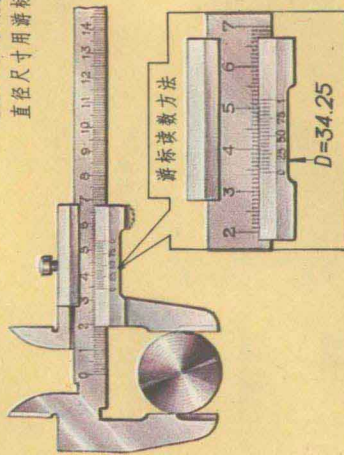
图 I 绘图工具的使用



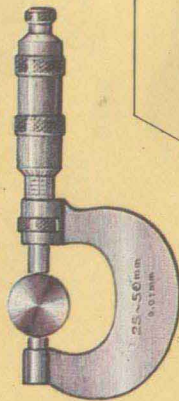
图II 减速箱结构图

直径及长度的测量

直径尺寸用游标卡尺测量



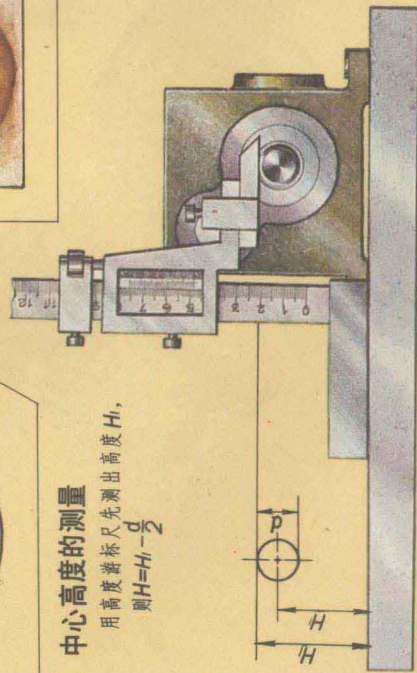
精度较高的直径可用分厘卡尺测量



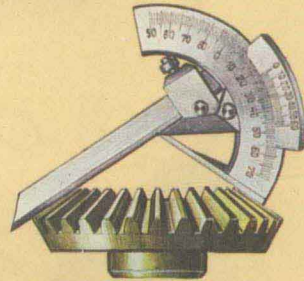
中心高度的测量

用高度游标尺先测出高度 H_1 ,

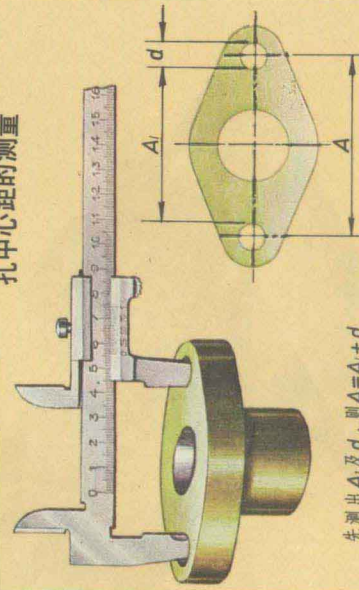
$$\text{则 } H = H_1 - \frac{d}{2}$$



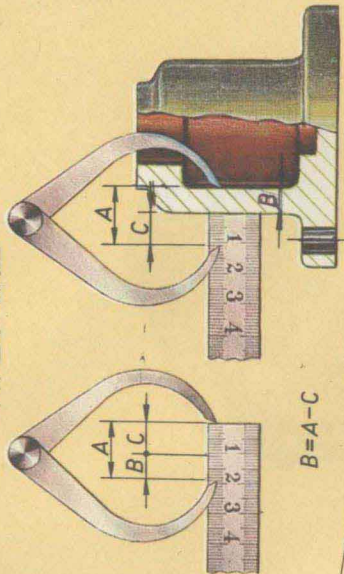
角度的测量



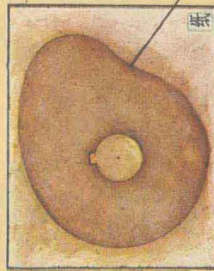
孔中心距的测量



零件壁厚测量



测定曲线轮廓 采用拓印法确定曲线轮廓尺寸



螺纹的测量

螺距部分的螺距可用螺纹规测量

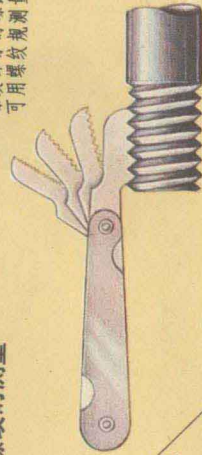
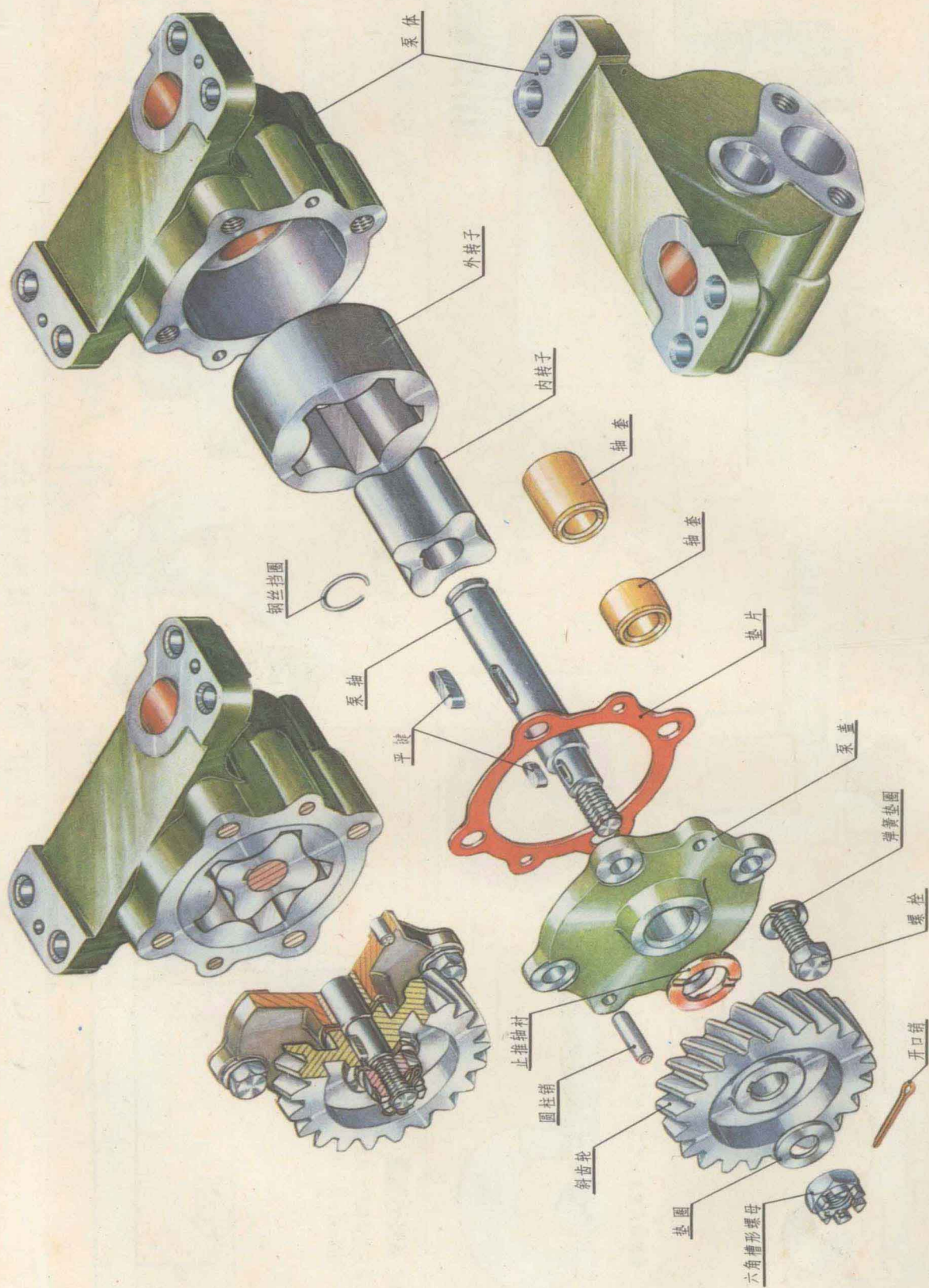


图 III 常用量具及测量方法



图IV 摆线转子泵结构图

前 言

本教材系根据教育部高等学校工科画法几何及工程制图教材编审委员会 1980 年 5 月审订的高等工业学校《画法几何及工程制图教学大纲》(四年制机械制造类专业试用——150 学时)编写的。全书除绪论外,分五篇,共二十章及附录。还另编了《画法几何及工程制图习题集》,配合本教材使用。

本书适用于高等院校机械类各专业,亦可供其他类型相近的专业使用或参考。对“大纲”中的选学部分,本书用小字排印,不同专业可根据需要选用。

参加本书编写的有:华东纺织工学院(主编)朱辉、曹桃、唐保宁、陈大复;上海交通大学陆中和、冯泽华;上海工业大学吕海琮;上海机械学院盛焕鹏;华东化工学院潘鸿猷;上海海运学院孙景贤;上海铁道学院张国威等同志。华东纺织工学院马和福同志描绘了本书的插图。

参加本书审稿的有:山东工学院(主审)郑大锡、王敬言、张玉明;浙江大学吴中奇;南京工学院李思泮;合肥工业大学雷云青等同志。

在本书编写过程中,得到有关院校、工厂、研究院(所)等单位的帮助和支持。上海科技出版社徐锦华同志帮助绘制了本书部分彩色插图和书写了仿宋字体示例;同济大学张士良同志对本书第十八章房屋建筑图提出了许多宝贵的意见,对此我们表示衷心感谢。

对本书存在的问题,我们热诚希望广大读者提出宝贵意见与建议,以便今后继续改进。

编 者
1981 年 10 月

第 二 版 前 言

本书自 1982 年出版以来,已印刷了四次。随着教学改革不断发展,本书内容也应作相应的修改与更新。同时,新国家标准《机械制图》在 1985 年 7 月 1 日起实施,由于标准修改较大,因此一些内容也将按新标准论述,插图亦按新标准绘制。本书还配有习题集。通过这次修订,我们相信本书将更能适应当前教学的需要与满足读者自学的愿望。

本书在修订过程中,编写的同志对如何进行修改作了认真、深入的讨论与研究。具体执笔的有中国纺织大学(即前华东纺织工学院)朱辉、曹桃、唐保宁、陈大复等。马和福、蒋德海、独翠凤、姜月玲等帮助描绘了本书插图。

此修订本还会存在一些问题,欢迎广大读者指正。

编 者

1985 年 10 月

目 录

绪论	1
§ 1 本学科的研究对象、学习目的和方法	1
§ 2 投影的方法及其分类	2
§ 3 正投影法的基本特性	3

第一篇 画法几何

第一章 点和直线	5
§ 1-1 点在两投影面体系中的投影	5
§ 1-2 点在三投影面体系中的投影	6
§ 1-3 两点的相对位置	9
§ 1-4 直线的投影	10
§ 1-5 直线段的实长和对投影面的倾角	13
§ 1-6 直线上的点	15
§ 1-7 两直线的相对位置	16
§ 1-8 垂直两直线的投影	19
第二章 平面	21
§ 2-1 平面的投影	21
§ 2-2 各类平面的投影特性	22
§ 2-3 平面上的点和直线	26
§ 2-4 平行问题	30
§ 2-5 相交问题	31
§ 2-6 垂直问题	35
§ 2-7 综合问题分析	37
第三章 投影变换	41
§ 3-1 投影变换的目的与方法	41
§ 3-2 变换投影面法	42
§ 3-3 绕垂直轴旋转法	49
§ 3-4 绕平行轴旋转法	53
第四章 曲线与曲面	55
§ 4-1 曲线的形成与分类	55
§ 4-2 平面曲线	55
§ 4-3 空间曲线	59
§ 4-4 曲面的形成与分类	60
§ 4-5 直线面	61
§ 4-6 曲线面	66
第五章 立体	67
§ 5-1 立体的投影	67
§ 5-2 平面与立体相交	73

§ 5-3 直线与立体相交	80
§ 5-4 平面立体与曲面立体相交	82
§ 5-5 两曲面立体相交	84

第二篇 制图基础

第六章 制图的一般规定与基本技能	91
§ 6-1 国家标准《机械制图》摘录	91
§ 6-2 绘图工具及使用	100
§ 6-3 几何作图	103
§ 6-4 平面图形的画法	109
§ 6-5 绘图的方法与步骤	110
§ 6-6 图样的复制	111
第七章 组合体的视图	113
§ 7-1 三视图的形成与投影规律	113
§ 7-2 组合体的形体分析	114
§ 7-3 组合体视图的画法	119
§ 7-4 视图上的尺寸注法	121
§ 7-5 看视图的基本方法	124
第八章 零件常用的表达方法	133
§ 8-1 视图	133
§ 8-2 剖视	137
§ 8-3 剖面	146
§ 8-4 局部放大图	149
§ 8-5 简化画法及其他规定画法	149
§ 8-6 表达方法综合举例	153
第九章 轴测投影图	155
§ 9-1 轴测投影的基本概念	155
§ 9-2 正等测和正二测	157
§ 9-3 斜二测	165
§ 9-4 轴测剖视图的画法	166
§ 9-5 轴测图的选择	168

第三篇 零件图与装配图

第十章 零件图	171
§ 10-1 零件图的内容	171
§ 10-2 零件的表达分析	174
§ 10-3 零件图上的尺寸标注	181
§ 10-4 零件图上的技术要求	189
§ 10-5 看零件图	196
§ 10-6 零件结构工艺性	202
第十一章 齿轮、蜗轮、蜗杆、滚动轴承和弹簧	204
§ 11-1 齿轮	204
§ 11-2 蜗轮、蜗杆	213
§ 11-3 滚动轴承	218
§ 11-4 弹簧	219

第十二章 零件的连接	224
§ 12-1 螺纹	224
§ 12-2 螺纹连接件	231
§ 12-3 键及其联结	237
§ 12-4 销及其连接	239
§ 12-5 焊接	241
第十三章 公差与配合、形状和位置公差的标注	245
§ 13-1 公差与配合的基本概念	245
§ 13-2 公差与配合的基本规定	248
§ 13-3 形状和位置公差的标注	252
第十四章 装配图	259
§ 14-1 装配图的作用和内容	259
§ 14-2 部件的表达方法	259
§ 14-3 装配图上的尺寸标注和技术要求	268
§ 14-4 装配图上的序号和明细表	269
§ 14-5 零件结构的装配工艺性	270
§ 14-6 部件测绘和装配图画法	271
§ 14-7 看装配图的方法和步骤	277
§ 14-8 由装配图画零件图	278

第四篇 计算机绘图与其他图样

第十五章 计算机绘图的设备与原理	281
§ 15-1 计算机图形学的产生与发展	281
§ 15-2 微型计算机的显示和绘图系统	281
§ 15-3 自动绘图机的分类和插补原理	283
§ 15-4 微型计算机图形显示指令	285
§ 15-5 绘图机指令	288
第十六章 计算机绘图的程序设计方法	293
§ 16-1 编制绘图程序的方法和步骤	293
§ 16-2 绘制三视图程序设计的基本方法	297
§ 16-3 绘制正轴测图的基本原理与程序编制方法	301
§ 16-4 子程序和子图形	304
第十七章 展开图	308
§ 17-1 平面立体的表面展开	308
§ 17-2 可展曲面的表面展开	312
§ 17-3 不可展曲面的表面展开	316
第十八章 房屋建筑图	321
§ 18-1 概述	321
§ 18-2 房屋的一些组成部分及设备的表示法	323
§ 18-3 读厂房建筑图	328
§ 18-4 总平面图	330
附 录	331
(一)公差与配合	332

(二) 螺纹.....	333
(三) 螺栓.....	340
(四) 双头螺柱.....	342
(五) 螺钉.....	343
(六) 螺母.....	346
(七) 垫圈.....	349
(八) 键.....	352
(九) 销.....	354
(十) 紧固件通孔及沉头座尺寸.....	355
(十一) 滚动轴承.....	356
(十二) 常用材料及热处理名词解释.....	359

绪 论

§1 本学科的研究对象、学习目的和方法

(一)本学科的研究对象

图样与语言、文字一样都是人类表达、交流思想的工具。在工程技术中为了正确地表示出机器、设备及建筑物的形状、大小、规格和材料等内容,通常将物体按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上,这称之为工程图样。在机械工程上常用的图样是装配图和零件图。在设计和改进机器设备时,要通过图样来表达设计思想和要求;在制造机器过程中,无论是制作毛坯还是加工、检验、装配等各个环节,都要以图样作为依据;在使用机器时,也要通过图样来帮助了解机器的结构与性能。因此,图样是设计、制造、使用机器过程中的一种主要技术资料。“图样”被认为是工程上的一种“语言”。

此外,人们还常在构思、设计、图解空间几何问题的过程中以及分析、研究事物的客观规律时广泛地应用其他各种图样。

研究空间几何元素(点、线、面)和物体在平面上图示的原理和方法称为图示法。研究在平面上图解空间几何问题(定位、度量、轨迹等)的原理和方法称为图解法。

本学科就是一门研究图示法和图解法以及根据工程技术的规定和知识来绘制和阅读工程图样的科学。

(二)本课程的学习目的和任务

本课程是高等工科院校中一门既有理论,又有实践的重要技术基础课。其目的是培养学生具有绘图、看图和空间想象能力。主要任务是:

- (1) 研究投影的基本理论;
- (2) 培养空间形体的图示表达能力;
- (3) 培养绘制和阅读工程图样(主要是机械图样)的能力;
- (4) 培养空间几何问题的图解能力;
- (5) 培养计算机绘图的初步能力。

随着后继课程的学习以及通过实践经验的积累,才能逐步地具有绘制合理的生产图样的能力。

(三)本课程的学习方法

(1) 在学习本课程的理论基础部分即画法几何时,必须掌握投影原理、基本作图方法和图解方法。要把基本概念理解透彻,做到融汇贯通,这样才能灵活运用这些概念和方法进行解题。

(2) 为了培养空间形体的图示表达能力,必须注意对物体进行几何分析以及掌握不同形体在各种相对位置时物体形状的图示特点。随着空间形体与平面图形之间关系的认识不断深化,从而逐步提高图示物体的能力。

(3) 为了培养解决空间几何问题的图解能力,必须注意对空间几何问题进行分析。解

题过程中要善于分析已知条件、明确解题思路,提出解题方法和步骤,再进行作图。有的解
题可有多种方法,应选择比较简捷的方法进行作图。

(4) 绘图和读图能力的培养主要通过一系列的绘图与读图实践。在实践中逐步掌握绘
图与读图方法,提高这方面的能力以及熟悉制图国家标准和有关技术标准。

(5) 要注意培养自学能力。要认识到通过课堂讲授是获取知识的一个途径,但许多知
识是通过自学来掌握的。在自学中,要循序渐进和抓住重点,把基本概念、基本理论和基本
知识掌握好,然后深入理解有关理论内容和扩展知识面。

鉴于图样在工程技术中的重要作用,工程技术人员就不能画错和看错图样,否则会造成
重大损失。因此在学习上要养成耐心细致的工作作风和树立严肃认真的工作态度。

§ 2 投影的方法及其分类

(一) 投影的方法

物体在光线照射下,就会在地面或墙壁上产生影子。人们根据这种自然现象加以抽象
研究,总结其中规律,提出投影的方法。如图 1,设光源 S 为投影中心,平面 P 为投影面,
在光源 S 和平面 P 之间有一空间点 A ,连接 SA 并延长与 P 平面相交于 a 点,形成 SAa
投影线, a 即为空间点 A 在投影面 P 上的投影。 $\overrightarrow{Sa}$ 称为投影方向。由于一条直线只能与平
面相交于一点,因此当投影方向和投影面确定以后,点在该投影面上的投影是唯一的。但
是,已知点的一个投影并不能确定空间点的位置,如已知投影 b 点,在 $\overrightarrow{Sb}$ 投影线上的各个
点 $B_1、B_2、B_3、\dots$ 等的投影都重影为 b 。

这种对物体进行投影在投影面上产生图象的方法称为投影法。工程上常用各种投影法
来绘制图样。

(二) 投影法的分类

投影法一般分为中心投影法和平行投影法两类:

- 1. 中心投影法 用通过固定投影中心的投影线对物体进行投影的方法称为中心投影
法(图 2)。
- 2. 平行投影法 用相互平行的投影线对物体进行投影的方法称为平行投影法(图 3)。

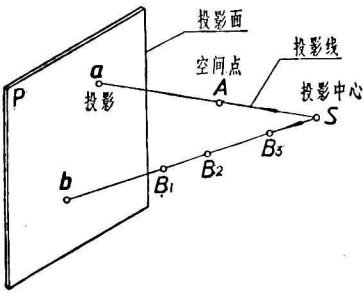


图 1 投影方法

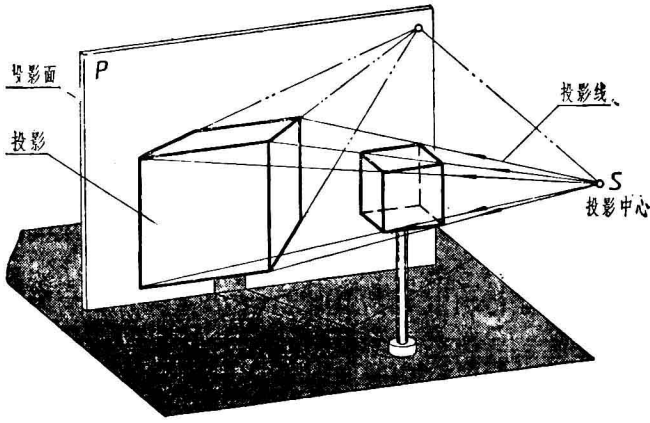
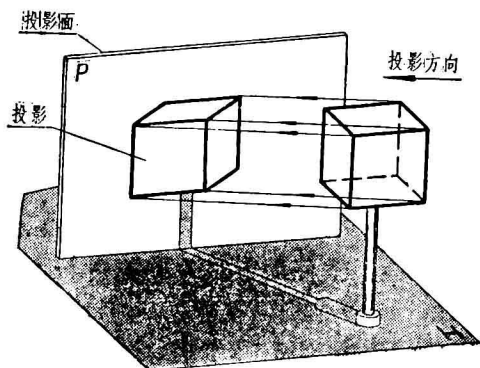
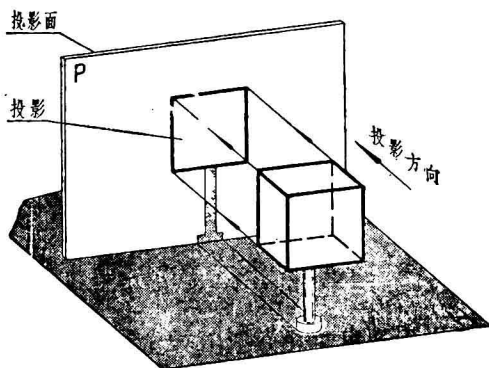


图 2 中心投影法



(a) 斜投影法



(b) 正投影法

图3 平行投影法

平行投影法又可分为两种:

(1) 斜投影法 投影方向(或投影线)倾斜于投影面(图3(a))。

(2) 正投影法 投影方向(或投影线)垂直于投影面(图3(b))。

由于应用正投影法能在投影面上较正确地表达空间物体的形状和大小, 而且作图也比较方便, 因此在工程制图中得到广泛地应用。本书主要叙述正投影方法。

§3 正投影法的基本特性

1. 点的投影仍是一点, 直线的投影在一般情况下仍是一直线。点在直线上, 则点的投影必在该直线的同面投影上(所谓同面投影即在同一投影面上的投影)。

如图4所示, A 点的投影为 a 点, BC 直线的投影为 bc 直线。 D 点在 BC 直线上, 则 D 的投影 d 在 BC 的投影 bc 上。如图5所示, K 点是 AB 、 CD 的交点, 则 K 的投影 k 一定是 AB 的投影 ab 和 CD 的投影 cd 的交点, 即相交两直线的投影必定相交, 两直线交点的投影必定为两直线投影的交点。

2. 直线上两线段的长度之比等于其投影长度之比。

如图4所示, D 点把直线 BC 分成两段 BD 和 DC , 其投影为 bd 和 dc , 因为 $Bb \parallel Dd \parallel Cc$, 所以 $BD:DC = bd:dc$ 。

3. 空间两平行直线的投影必定互相平行, 并且该两平行线段长度之比等于其投影长度之比。

如图6所示, 空间两直线 AB 、 CD 互相平行, 则它们的投影 ab 、 cd 也必定互相平行。若

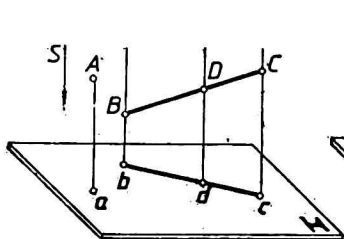


图4 点与直线的投影

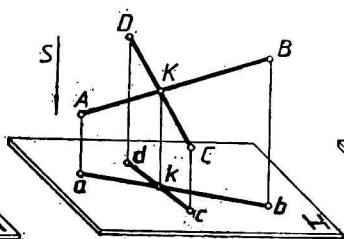


图5 相交两直线的投影

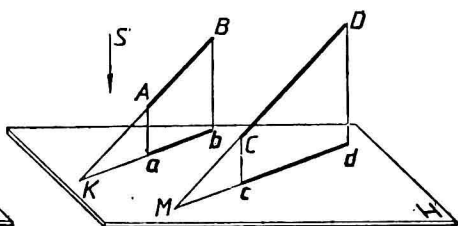


图6 平行两直线的投影

把直线 AB 和 CD 延长与 H 面相交得交点 K 和 M , 则 $\triangle BKKb$ 和 $\triangle DMMd$ 相似, 因此 $KB:Kb=MD:Md$; 又 $KB:Kb=AB:ab$, $MD:Md=CD:cd$, 所以 $AB:CD=ab:cd$ 。

4. 当直线或平面垂直于投影面时, 则直线、平面在该投影面上的投影重影为一点或一直线, 直线上点的投影重影在直线的投影(点)上, 平面上点和直线的投影重影在平面的投影(直线)上, 这种性质称为重影性。

如图 7 所示, 直线 AB 垂直投影面 H , 则直线 AB 在 H 面上的投影重影为一点 $a(b)$ 。 K 点在 AB 上, 其投影 k 也重影在 $a(b)$ 上。 平面 $CDEF$ 垂直投影面 H , 其在 H 面上的投影 $cdef$ 重影为一直线, 直线 MN 在该平面上, 其投影 mn 也必定重影在 $cdef$ 上。

5. 当直线或平面与投影面平行时, 则直线、平面在该投影面上的投影反映直线段的实长和平面的实形。

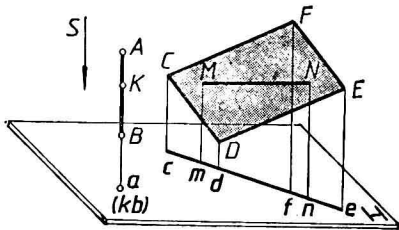


图 7 垂直于投影面的直线和平面的投影

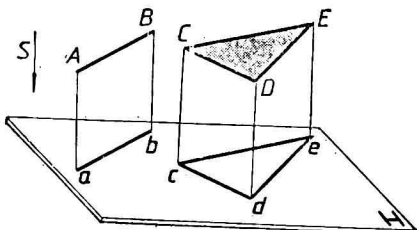


图 8 平行于投影面的直线和平面的投影

如图 8 所示, 直线 AB 平行 H 面时, $ABba$ 为一矩形, 所以 $ab=AB$, 由此可推出, 当 $\triangle CDE$ 平行 H 面时, $\triangle cde \cong \triangle CDE$ 。

6. 当直线倾斜于投影面时, 则该直线的投影比它的实长短; 平面图形倾斜于投影面时,

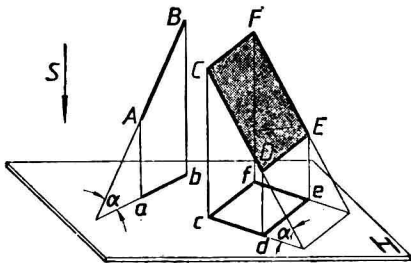


图 9 倾斜于投影面的直线和平面的投影

它的投影为一与原来形状相类似的平面图形, 投影面积比原平面图形的面积小, 该投影图形称为平面图形的类似形。如平行四边形的投影为平行四边形, 三角形的投影为三角形, 圆、椭圆的投影为椭圆或圆。

如图 9 所示, 直线 AB 的投影为 ab , 设 AB 对 H 面的倾角为 α , 则 $ab=AB \cos \alpha$, 当 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ 时, $\cos \alpha < 1$, 所以 ab 必定短于线段的实长 AB 。 设 $\square CDEF$ 对 H 面的倾角为 α_1 , 它的投影 $\square cdef$ 为其类似形, 其面积 $\square cdef = \square CDEF \cos \alpha_1$, 当 $0^\circ < \alpha_1 < 90^\circ$ 时, $\square cdef$ 的面积必定小于 $\square CDEF$ 。