



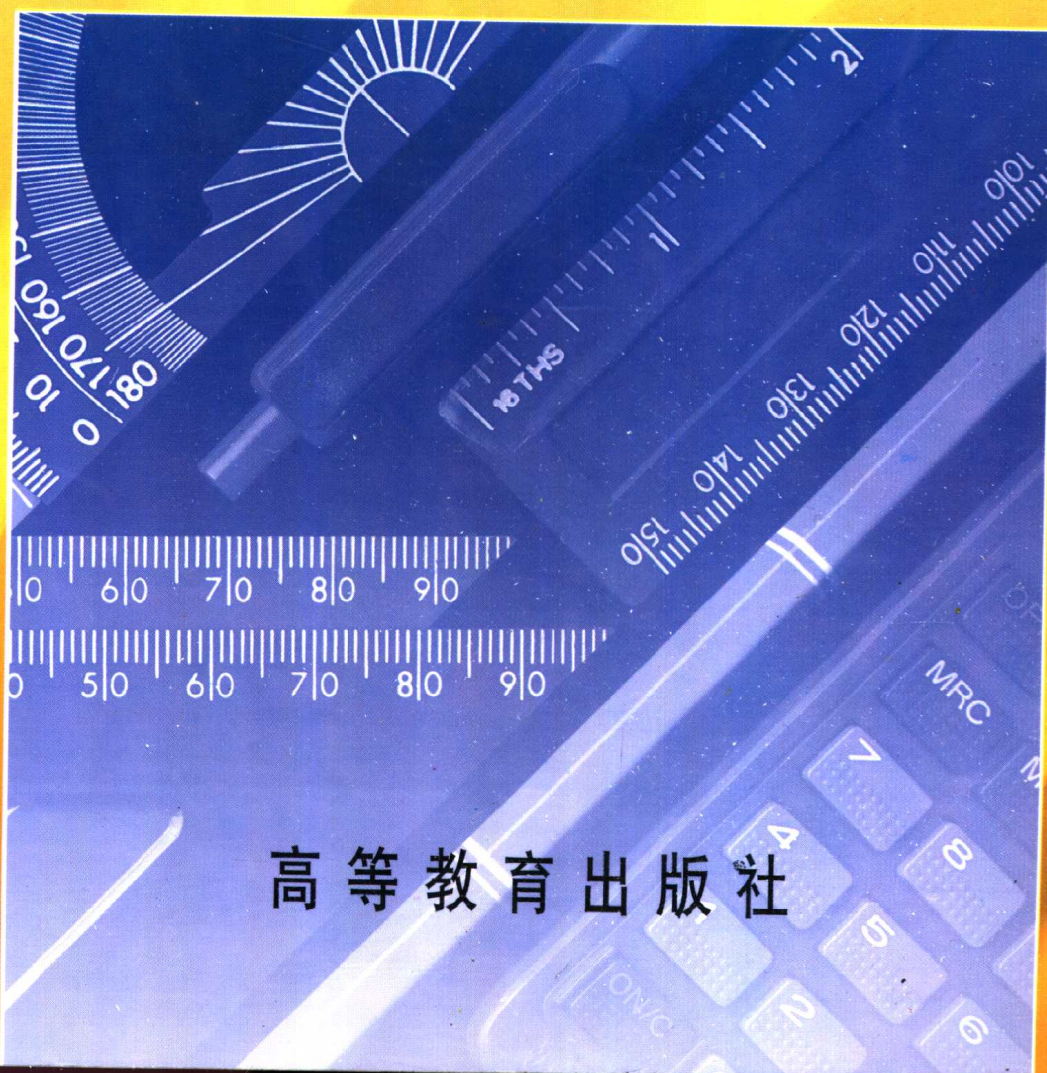
全国成人高等教育规划教材

画法几何及机械制图

第二版

(机械类专业用)

教育部高等教育司 组编



高等教育出版社

全国成人高等教育规划教材

画法几何及机械制图

(第二版)

(机械类专业用)

教育部高等教育司 组编
东北大学工程图学及计算机图学教研室 编
徐炳松 张秀艳 张茵麦 主编

高等教育出版社

(京)112 号

内容提要

本书是在 1985 年第一版的基础上,根据教育部 1998 年印发的“全国成人高等教育画法几何及机械制图课程教学基本要求(适于机械类专业,本科用)和机械制图课程教学基本要求(适于机械类专业,专科用)”,并参考各方面的意见和建议修订而成的。

本书内容主要包括:绪论,点、直线、平面及相对位置的投影,投影变换,立体投影,立体表面交线,轴测图,制图基本知识和技能,组合体的视图及尺寸注法,机件的表达方法,标准件、常用件,零件图,装配图,计算机绘图基础,展开图和焊接件图等,每章开始都有内容提示及应达到的要求,每章末有内容小结和思考题。

另外,与本书配套使用的《画法几何及机械制图习题集》(其中包括测验作业)也同时进行了修订。

本书可供全国成人高等教育机械类专业本、专科学生使用,也可供参加高等教育自学的读者、普通高等院校机械类专业师生及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机械制图/徐炳松等主编;张秀艳等编.

- 2 版. - 北京:高等教育出版社,1999.6

全国成人高等教育规划教材

ISBN 7-04-007283-1

I. 画… II. ①徐… ②张… III. ①画法几何—成人教育:高等教育—教材②机械制图—成人教育:高等教育—教材 IV. H126.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 18661 号

画法几何及机械制图(第二版)

教育部高等教育司 组编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
电 话 010-64054588
网 址 <http://www.nep.edu.cn>

邮政编码 100009
传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 北京地质印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 33.25
字 数 800 000

版 次 1984 年 6 月第 1 版
1999 年 6 月第 2 版
印 次 1999 年 6 月第 1 次印刷
定 价 37.70 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为了加强成人高等教育教学的宏观管理,指导并规划成人高等教育的教学工作,保证达到培养规格,教育部于今年4月颁布了全国成人高等教育公共课和经济学、法学、工学等学科门类主要课程的教学基本要求。教学基本要求是成人高等教育的指导性教学文件,是成人高等教育开展有关课程教学工作和进行教学质量检查的重要依据。为了更好地和更迅速地贯彻这个教学基本要求,我司又组织制订了全国成人高等教育主要课程教材建设规划。经过有关出版社论证申报和教育部组织的成人教育专家评审,确定了各门课程教材的主编人选及承担出版任务的出版社。

承担任务的出版社,遴选了学术水平高、有丰富成人教育经验的专家参加教材及教学辅助用书的编写和审定工作。新编教材尽可能符合成人学习特点,较好地贯彻了成人高等教育教学基本要求。推广使用这套教材,对于加强成人高等教育的教学工作,提高教学质量,促进成人高等教育的改革与发展具有十分重要的意义。

首批完成的有公共课和经济学、法学、工学三大学科门类共81门主要课程的教材。由于此项工作是一项基础性工作,具有一定的开创性,可能存在不完善之处。我司将在今后的教学质量检查评估中,及时总结经验,认真听取各方反馈意见,根据教学需要,适时组织教材的修订工作。

教育部高等教育司

1998年12月1日

第二版序

本书是在 1985 年第一版的基础上,根据教育部原成人教育司 1998 年印发的“全国成人高等教育画法几何及机械制图课程教学基本要求(适于机械类专业,本科用)和机械制图课程教学基本要求(适于机械类专业,专科用)”并参考全国许多兄弟院校师生在使用本教材过程中所提的宝贵意见和建议修订而成的。

根据全国成人高等教育工程制图规划教材编写会议的精神,明确本教材应是本、专科共用。编写原则是:专科起点、本科够用。为方便师生使用,本教材附上“全国成人高等教育画法几何及机械制图课程教学基本要求(适于机械类专业,本科用)和机械制图课程教学基本要求(适于机械类专业,专科用)”。

与第一版相比,本版除继续保持原有的,“以成人对象”和适应“远距离教学”,方便函授生自学自测,增强教材的可读性等特色外,还作了以下的一些调整和修订。

1. 严格按照教学基本要求,精简原教材内容的深广度,降低画法几何中有关图解空间几何问题的难度和复杂程度。

2. 各章注意了由浅入深,循序渐进地安排教学内容,对内容偏多、图例偏难、不便于自学的章节都作了调整,对图例作了适当的更新,注意图例的典型性并适当降低了难度。

3. 本版将平面立体的投影与回转体的投影合并为一章,删去了曲线与曲面一章,将曲线曲面的部分内容合并到第十六章展开图与焊接件图中介绍,使内容更能有机地结合。

4. 全书采用了最新的国家标准。

5. 为了适应计算机辅助设计日益普及和今后学习的需要,对计算机绘图基础内容进行了全面更新,教材中除一般介绍计算机绘图系统及其工作原理外,着重介绍 Auto CAD 的功能和指令,使学生能绘出一张完整的工程图样。

6. 为便于读者自学或教师安排教学,在绪论后面编有专、本科学时分配及作业安排的建议表,供读者及教师参考。

与本教材配套的《画法几何及机械制图习题集》也作了相应的修订。

本版由华中理工大学冯世瑶教授和张子清教授审阅,并经教育部委托普通高等院校成人教育研究会工程图学学科委员会组织的审稿会审阅通过。

冯世瑶教授对书稿进行了认真、细致的审查,并提出了许多宝贵的意见和建议。另外,华中理工大学张子清教授审阅了计算机绘图基础部分,也提出了许多宝贵的意见和建议,在此,对两位教授表示衷心感谢。

本书自 1985 年出版以来,大部分参加第一版编写的编者已先后调离教研室或退休,但他们为本书曾做出许多贡献,并留下了宝贵经验。成人教育学院赵良真研究员、龙凤伦教授对本书提出不少有益的建议,在此一并致谢。

参加本版修订和编写工作的有徐炳松、张秀艳、张茵麦、黄英、宋翠娥和郭丽珍,由徐炳松、张秀艳和张茵麦任主编。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

1998年12月

第一版序

本书是根据教育部一九八一年十二月在石家庄召开的高等工业学校函授教学工作会议审订的高等工业学校机械类《画法几何及机械制图函授教学大纲》(草案)编写并经会议评审通过的函授教材。

在编写过程中总结了本院多年函授教学的经验,并且从体系和内容上,都考虑了函授教育的特点。书中首先介绍了函授的学习方法,在各章中编有目的与要求、内容要点及学习方法和思考题。内容上力求作到由浅入深,由易到难,讲述详细,文字通俗易懂,便于读者自学。另外还编写了《画法几何及机械制图习题集》,其中并编有测验作业,与本书配套使用。

本书是作为我国高等工业学校机械类各专业使用的函授教材,对于参加高等教育的自学读者也可以使用。

参加本书编写工作的有:徐炳松、官冶平、官述之、郭丽珍、林开诚、胡文博、张德贤、蔺国莲、郑志杨、王汉文、方昆凡、王文昌同志,并由徐炳松、官冶平担任主编,官述之、张德贤任副主编。

参加本书审稿的有:华中工学院(主审)谭丕林、吴崇仁、钱淑英,大连海运学院高德生,昆明工学院贺光谊,北京化工学院汤泰旺和山东工学院戴邦国同志,以上同志对本教材提出了很多修改意见,对提高教材质量给予很大的帮助,在此表示衷心的感谢。

由于我们的水平所限,书中难免存在某些缺点和错误,欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 者

1984.6

目 录

绪论	1
第一章 投影与视图	
§ 1-1 投影的基本知识	4
§ 1-2 正投影的基本性质	6
§ 1-3 三面视图	7
第二章 点、直线和平面的投影	
§ 2-1 点的投影	11
§ 2-2 直线的投影	17
§ 2-3 平面的投影	33
第三章 直线与平面、平面与平面的相对位置	
§ 3-1 平行问题	45
§ 3-2 相交问题	49
§ 3-3 垂直问题	53
第四章 投影变换	
§ 4-1 概述	56
§ 4-2 变换投影面法	57
第五章 立体的投影	
§ 5-1 平面立体	73
§ 5-2 回转体	86
第六章 回转体表面交线	
§ 6-1 概述	103
§ 6-2 平面与回转体表面相交	104
§ 6-3 回转体表面相交	117
第七章 制图基本知识与技能	
§ 7-1 国家标准《技术制图与机械制图》的 基本规定	132
§ 7-2 绘图工具、仪器及其使用	148
§ 7-3 几何作图	155
§ 7-4 平面图形的分析及绘图步骤	161
§ 7-5 画徒手草图的方法	164
第八章 组合体的视图	
§ 8-1 组合体的形体分析及其连接关系	168
§ 8-2 画组合体视图的方法和步骤	171
§ 8-3 组合体的尺寸注法	174
§ 8-4 看组合体视图的方法	179
第九章 机件的表达方法	
§ 9-1 视图	192
§ 9-2 剖视图	195
§ 9-3 断面图	206
§ 9-4 局部放大图和简化画法	209

§ 9-5 第三角画法简介	215
---------------------	-----

第十章 轴 测 图

§ 10-1 轴测图的基本知识	220	§ 10-3 斜二等轴测图的画法	232
§ 10-2 正等轴测图的画法	222	§ 10-4 轴测剖视图的画法	235

第十一章 连 接 件

§ 11-1 螺纹	240	§ 11-3 键联结和销连接	255
§ 11-2 螺纹连接件	248		

第十二章 常 用 件

§ 12-1 齿轮	263	§ 12-3 弹簧	281
§ 12-2 滚动轴承	276		

第十三章 零 件 图

§ 13-1 零件图概述	286	§ 13-6 形状和位置公差	322
§ 13-2 零件图的视图选择和表达方案	287	§ 13-7 表面粗糙度	327
§ 13-3 零件图的尺寸标注	294	§ 13-8 零件结构的合理性	334
§ 13-4 典型零件的零件图分析	301	§ 13-9 零件的测绘	340
§ 13-5 极限与配合	310	§ 13-10 看零件图	344

第十四章 装 配 图

§ 14-1 装配图概述	350	§ 14-4 装配结构简介	366
§ 14-2 机器测绘	353	§ 14-5 看装配图	367
§ 14-3 部件表达方法及装配图的画法	359	§ 14-6 由装配图拆画零件图	371

第十五章 计算机绘图基础

§ 15-1 计算机绘图及其硬件系统	383	§ 15-3 绘图程序编制	393
§ 15-2 二维图形的变换方法	387	§ 15-4 绘图软件 Auto CAD 的使用	411

第十六章 展开图与焊接件图

§ 16-1 展开图	454	§ 16-2 焊接件图	466
------------------	-----	-------------------	-----

附 录 一

一、螺纹	475	五、常用的机械加工一般规范和零件结构要素	505
二、常用标准件	477	六、常用材料	508
三、滚动轴承	490	七、常用的热处理和表面处理名词解释	511
四、标准公差与基本偏差	493		

附 录 二

- | | | | |
|--|-----|----------------------------------|-----|
| 一、全国成人高等教育画法几何及机械制图课程教学基本要求(适于机械类专业,本科用)…… | 512 | 三、全国成人高等教育机械类本科学时分配及作业安排建议 …………… | 517 |
| 二、全国成人高等教育机械制图课程教学基本要求(适于机械类专业,专科用)…………… | 514 | 四、全国成人高等教育机械类专科学时分配及作业安排建议 …………… | 518 |

绪 论

一、本课程的性质、任务和内容

图样与文字、语言一样,是人类用来表达和交流思想的重要工具。在现代生产中,无论是机械设备的设计、制造、安装,还是房屋的建造,都要根据工程图样进行。工程图样被喻为工程界的共同语言,所有工程技术人员都必须学习和掌握这种语言。

随着计算机技术的迅速发展和普及,工程图样的绘制已逐渐现代化。CAD/CAM 的一体化,使设计、绘图到加工制造都可以由计算机来完成,从而保证了设计质量,提高了绘图精度和绘图速度,大大减少了设计绘图的工作量。

本课程是理工科院校一门必修的技术基础课,它研究绘制和阅读机械工程图样的原理和方法,为培养学生的空间思维能力和制图技能(徒手绘图、尺规绘图及计算机绘图)打下必要的基础。同时,它又是学习后续课程和完成课程设计、毕业设计不可缺少的基础。

本课程的主要任务是:

1. 学习投影法(以正投影法为主)的基本理论及其应用。
2. 培养绘制和阅读机械工程图样的基本能力。
3. 培养空间形象思维和图解空间几何问题的基本能力。
4. 培养计算机绘图的基本能力。
5. 培养学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

本课程的内容包括:画法几何、制图基础、机械图、计算机绘图基础以及选学内容。

1. 画法几何部分 研究用投影法表达空间几何形体和图解空间几何问题的基本理论和方法。
2. 制图基础部分 训练用尺规绘图和徒手绘图的技能,学习国家标准《技术制图》、《机械制图》中的有关规定,培养绘制和阅读投影图的能力,学习标注尺寸的基本方法。
3. 机械图部分 研究机械工程中零件图和装配图的绘制和阅读方法。
4. 计算机绘图基础部分 了解计算机绘图的意义、基本原理和方法,能用计算机绘制一般的机械图样。

二、对本课程学习方法的建议

画法几何及机械制图是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。学习时应注意投影理论部分的系统性和逻辑性,在理解基本概念的基础上,经过由浅入深、由简到繁、由物画图,由图想物的反复实践,逐步提高自己的空间想象能力。学习时应坚持理论联系实际学风,正确使用绘图工具和仪器,按时保质保量地完成作业。作业要投影正确、作图准确、尺寸齐全、符合标

准、字体端正、图面整洁,并逐步提高绘图的能力和速度。

函授生和自学者在学习本课程时,可根据教材及有关教学文件(教学基本要求、自学进度表、学时分配和作业安排建议等),通过阅读、做习题、完成阶段测验作业和参加面授、辅导、上机、考试等环节来进行。

上述各教学环节的要求和学习方法如下:

1. 阅读教材

教材是学生自学和复习的主要依据,阅读教材是最基本也是最重要的环节。学习每一章时应首先按本章的内容提示、目的要求,认真分析和研究教材中的主要问题和具体内容。

阅读时最好首先对全章内容通读一遍,通读时不必过分拘泥于每节的内容细节,只侧重于对内容有一轮廓性的认识。通读以后,根据该章后的内容小结明确本章内容的重点所在,然后逐节仔细精读。在精读时应弄清基本概念、基本作图方法,掌握解题的空间分析方法和作图步骤。对疑难问题要及时书面向函授老师请教或记录下来在面授时加以解决。

2. 做习题

在自学教材的基础上,每一章应按规定完成一定数量的习题(参见学时分配与作业安排表)。只有通过做题才能理解和掌握基本理论,从而达到灵活运用,提高分析问题和解决问题的能力。

做题时应遵循以下几点:

- 1) 认真审题,在文字或投影图中确定已知条件,弄清需要求作的答案。
- 2) 根据已知条件进行空间分析,用学过的基本原理和方法确定作图方法和步骤。
- 3) 做完题后对结果进行分析和检查。
- 4) 对于一些难题,可根据题中的提示进行空间分析。

3. 阶段测验作业

阶段测验作业是一种综合性练习。经过一个阶段学习后,在完成一定数量习题的基础上通过一次大型作业可总结和巩固所示知识,提高独立工作能力。在完成测验作业的过程中应注意以下几点:

1) 认真阅读每次测验作业的方法提示(附在习题集后面),弄清目的要求、作业格式、作业内容和完成作业的步骤。

2) 对测验作业必须按时、保质、保量地独立完成,并交老师批阅。如不能按期完成或缺测验作业,要按规定补做。

3) 测验作业应按要求画在制图纸上,且所绘图样要投影正确、作图准确、字体工整、图面整洁。

4. 讲课或面授

面授一般在自学的基础上进行。学生应认真阅读教材,然后带着自学中所存在的问题认真听课,要特别注意教师对重点、难点内容的分析,弄清自己不懂的关键所在。此外,还应注意教师在解题时的分析方法,从而提高分析问题和解决问题的能力。

5. 辅导

有条件的函授站可设辅导教师。他们的任务是指导、检查和督促学生学习,通过辅导课帮助学生消化和巩固所学知识,解决自学中存在的疑难问题;指导学生完成规定的全部习题和测验作业。

6. 绘图方法训练

徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图都是工程技术人员必须具备的绘图技能,应保证一定的时间进行严格训练。学生要有一套符合要求的绘图仪器、工具及用品。

计算机绘图具有广阔的发展前景,学生应在本课程中学习运用 Auto CAD 绘图软件画图的基本方法,要安排足够时间上机操作画图。

7. 考试

考试是保证教学质量的重要环节,考试目的不仅是评定学生成绩的一种有效手段,而且也是教学结果的信息反馈。考前学生要按教学基本要求全面复习,清理复习所有的作业,要重点补上平时未掌握的内容。在此基础上适当找些有关参考资料,如复习自测题等,扩大自己的解题范围。

为了便于函授教学和自学,本书最后附有教育部印发的“全国成人高等教育画法几何及机械制图课程教学基本要求(适于机械类专业,本科用)和机械制图课程教学基本要求(适于机械类专业,专科用)”,并编制了“学时分配及作业安排的建议”表,供教学和学习时参考。在函授教学或个人自学中可根据不同专业和具体情况,对具体的内容(包括习题、作业等)和学时分配作必要的取舍和调整。

第一章 投影和视图

内容提示

学习本章的主要目的是初步了解机械工程图样的绘制原理和方法。通过本章学习,应达到如下要求:

1. 建立正投影的基本概念,掌握正投影的基本原理;
2. 掌握正投影的基本性质;
3. 掌握三视图的形成、三视图间的联系规律——三等规律;
4. 能初步运用正投影原理绘制简单立体的三视图。

§ 1-1 投影的基本知识

一、投影法的基本概念

在日常生活中可以看到,当太阳光或灯光照射物体时,会在墙上或地面上出现物体的影子,这就是一种投影现象。人们将这些现象进行科学的总结和抽象,提出了投影法。

如图 1-1 所示,用 S 表示光线方向,即投射方向;将墙面抽象为平面 P ,称为投影面;过空间点 A 作与投射方向 S 平行的直线和平面 P 相交得到 a 点。直线 Aa 称为投射射线,交点 a 称为空间点 A 在平面 P 上的投影。这种产生投影的方法称为投影法。当投射方向和投影面确定后,空间点 A 在投影面上的投影 a 是唯一的。但是,根据点的一个投影不能唯一确定空间点的位置。例如,图 1-1 中的 b 是空间一点的投影,但 B_1 、 B_2 、 B_3 等空间点都在 Bb 投射线上,它们的投影都是 b ,所以仅由一个投影 b 不能唯一确定它是那一空间点的投影。

二、投影法的种类

投影法分为两类:中心投影法和平行投影法。

1. 中心投影法

投射射线都汇交于一点的投影法称为中心投影法,投射射线的交点 S 称为投射中心,如图 1-2 a 所示, $\triangle abc$ 为 $\triangle ABC$ 在平面 P 上的中心投影。中心投影法常用于绘制建筑物或产品的立体图,也称为透视图,其特点是直观性好,立体感强,但度量性差,在机械工程图中很少采用。

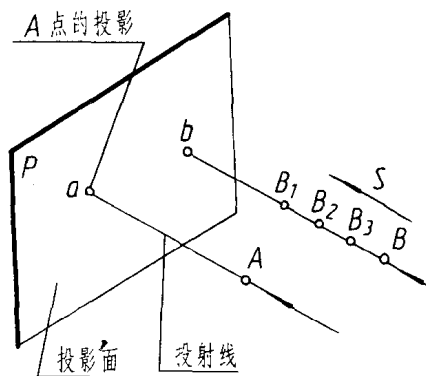


图 1-1 投影的基本概念

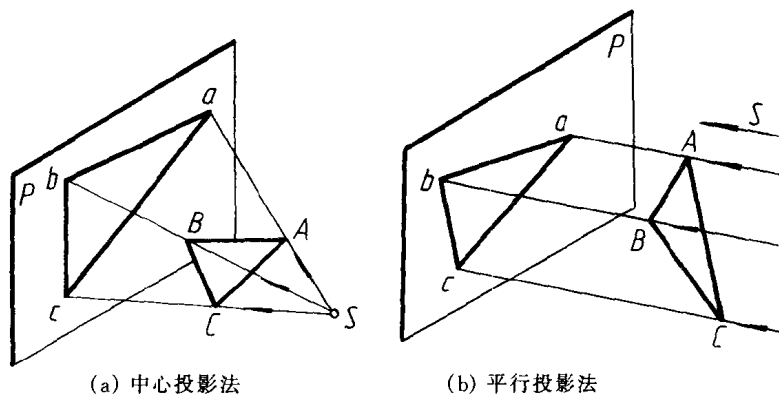


图 1-2 两种投影法

2. 平行投影法

如果将投影中心 S 移到无穷远, 则所有的投射射线都互相平行, 如图 1-2b 所示。这种投射射线互相平行的投影法称为平行投影法。

根据投射射线与投影面是否垂直, 平行投影法可分为两种:

- 1) 斜投影法——投射射线与投影面倾斜(图 1-3 a)。
- 2) 正投影法——投射射线与投影面垂直(图 1-3 b)。

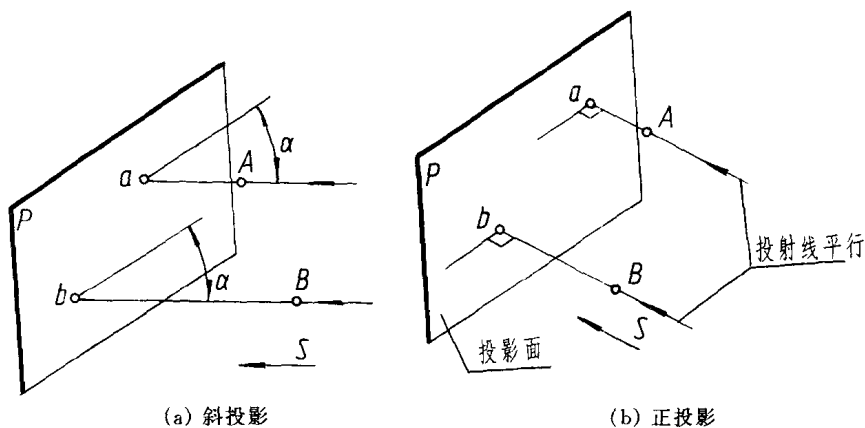


图 1-3 斜投影和正投影

斜投影法常用于绘制机械零件的立体图, 也称为轴测图, 其特点是立体感强, 但作图比较麻烦, 而且也不能反映物体的真实形状和大小, 在机械工程图中只作为一种辅助图样。本书第十章将专门讨论轴测图的画法。

机械工程中最常用的多面正投影图是采用正投影法绘制的。这种投影图能正确地表达物体表面的真实形状和大小, 作图比较方便, 在机械工程中应用最广泛, 所以正投影法是我们学习的一种主要投影方法。

§ 1-2 正投影的基本性质

正投影法是学习机械制图时必须掌握的基本理论,正投影有以下一些基本性质:

1. 直线的投影一般仍为直线(图 1-4)。

2. 点在直线上,则该点的投影一定在直线的投影上,而且该点分割线段之比等于其分割直线的投影之比。如图 1-5 所示,点 K 是直线 AB 上的一点,它们的投影分别为直线 ab 和点 k ,则有 $\frac{AK}{KB} = \frac{ak}{kb}$ 。

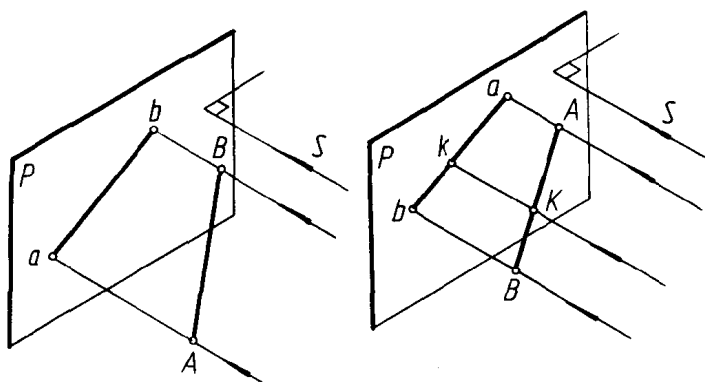


图 1-4 直线的投影

图 1-5 直线上点的投影

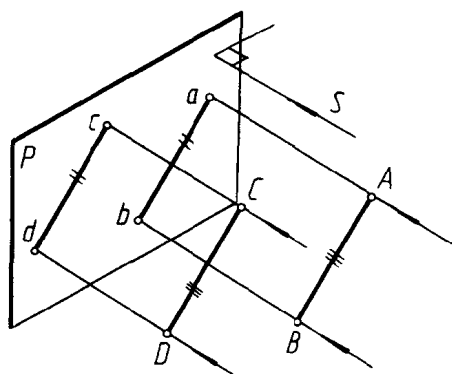


图 1-6 互相平行的两直线的投影

3. 空间互相平行的两直线,其投影也必然互相平行。如图 1-6 所示, $AB \parallel CD$, 则 $ab \parallel cd$ 。

4. 当直线或平面与投影面平行时,则直线的投影反映实长,平面的投影反映实形(图 1-7)。这种投影性质叫做正投影的真实性。

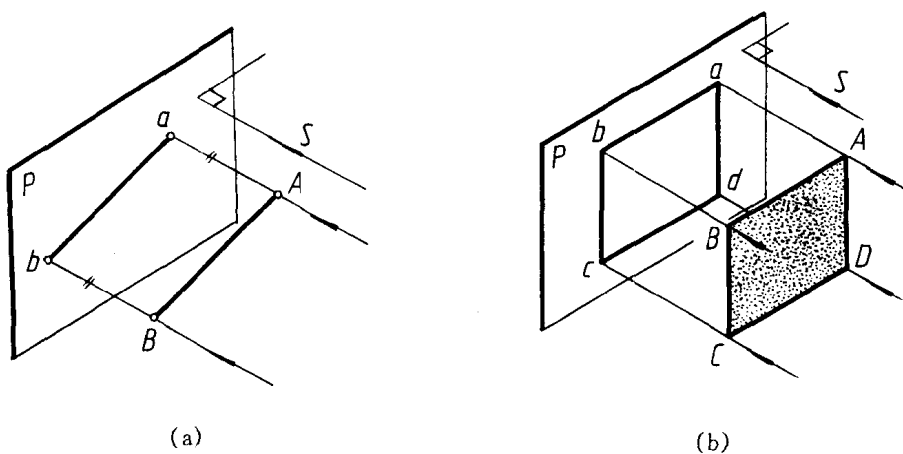


图 1-7 正投影的真实性

5. 当直线或平面与投影面垂直时,则直线的投影积聚成一点,平面的投影积聚成一条直线

(图 1-8)。这种投影性质叫做正投影的积聚性。如图 1-8 b 所示,由于 $\triangle ABC$ 平面垂直于投影面,则平面上所有几何元素 D 、 E 、 F 等的投影都积聚在直线 abc 上。

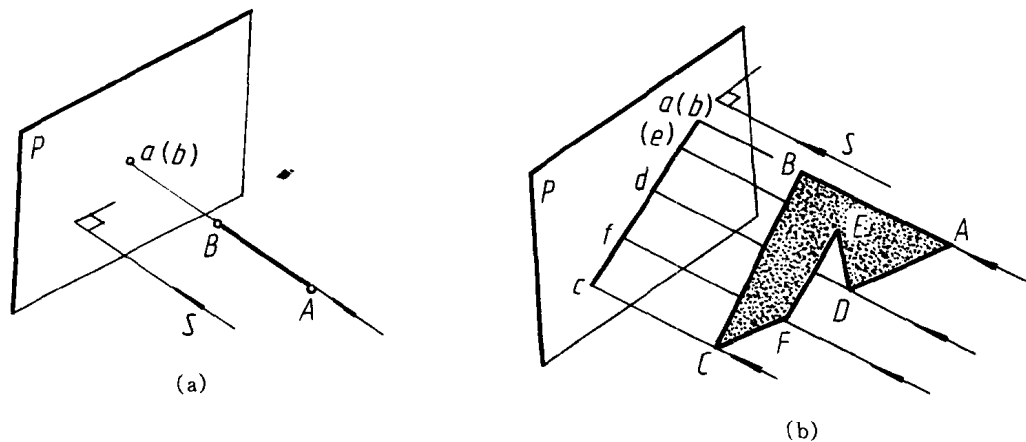


图 1-8 正投影的积聚性

6. 当直线或平面与投影面倾斜时,它们的投影虽然会缩短或变小,但直线的投影仍然是直线,平面多边形的投影仍是边数不变的多边形(图 1-9)。这种投影性质叫做正投影的类似性。

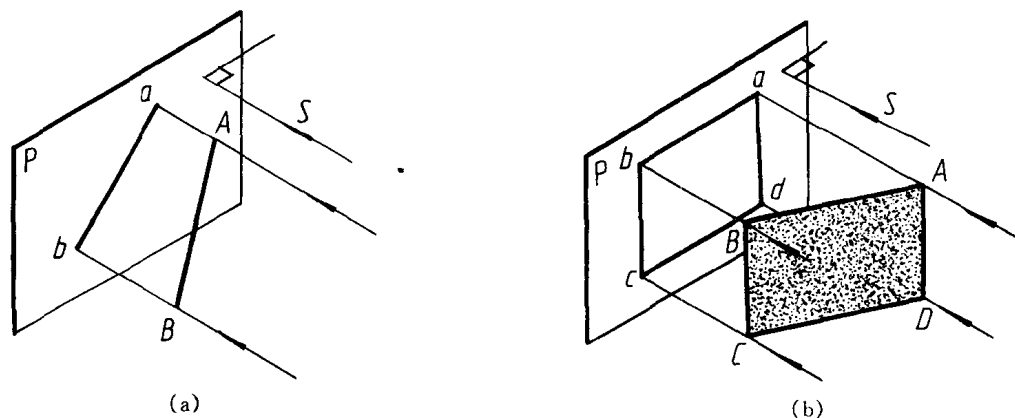


图 1-9 正投影的类似性

§ 1-3 三面视图

一、视图的基本概念

用正投影法所绘制出的物体的图形叫做视图。

用正投影原理绘制物体的视图时,相当于人的视线沿正投影方向观察物体,将所见轮廓画在投影面上。人的视线相当于正投影法中互相平行的投射射线,即假设观察者的视线互相平行、并与投影面垂直,如图 1-10 所示。