

画法几何及机械制图 上册

徐炳松 宫治平 主编

高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

画法几何及机械制图

上 册

东北工学院机械制图教研室 编
徐炳松 宫治平 主编

高等教育出版社

TB22

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

画法几何及机械制图

上册

东北工学院机械制图教研室 编

徐炳松 宫冷平 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是根据高等工业学校机械类专业试用的《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。

本书分上、下两册出版,上册内容主要是画法几何部分及制图的基本知识部分,下册内容主要是机械制图部分。为了便于自学,在每章开始都编写了目的与要求,每章的最后编有内容要点与学习方法以及思考题。

另外还编有《画法几何及机械制图习题集》其中包括测验作业,与本书配套使用。

本书可供高等工业学校机械类各专业函授及同等要求的自学读者使用,也可供普通高等工业学校机械类专业及其它有关工程技术人员参考。

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

画法几何及机械制图

上 册

东北工学院机械制图教研室 编

徐炳松 宫治平 主编

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

二二〇七工厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 16.75 字数 380,000

1985年1月第1版 1985年4月第1次印刷

印数 00,001—16,600

书号 15010·0613 定价 2.90 元

前 言

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我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、宫冶平、宫述之、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、宫冶平担任主编,宫述之、张德贤任付主编。

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	内容要点与学习方法	106
第一章 正投影和三面视图	6	思考题	107
目的与要求	6	第六章 回转体的投影	108
第一节 正投影的基本原理	6	目的与要求	108
第二节 三面视图	10	第一节 圆柱体的投影	108
第三节 基本形体与简单组合体的视图	12	第二节 圆锥体的投影	111
内容要点与学习方法	15	第三节 圆球的投影	115
思考题	16	第四节 圆环的投影	117
第二章 点、直线和平面的投影	17	第五节 复合回转体的投影	120
目的与要求	17	第六节 回转体轴线与投影面倾斜时的投影	120
第一节 点的投影	17	内容要点与学习方法	122
第二节 直线的投影	22	思考题	123
第三节 平面的投影	35	第七章 立体表面的交线	124
内容要点与学习方法	48	目的与要求	124
思考题	50	第一节 概述	124
第三章 直线与平面、平面与平面的相对位置	51	第二节 平面与回转体表面相交	125
目的与要求	51	第三节 直线与回转体相交	136
第一节 平行问题	51	第四节 平面立体与回转体相交	139
第二节 相交问题	55	第五节 两回转体相交	140
第三节 垂直问题	63	第六节 机件表面上交线的分析	152
内容要点与学习方法	68	第七节 机件表面的过渡线	155
思考题	70	内容要点与学习方法	157
第四章 投影变换	71	思考题	159
目的与要求	71	第八章 制图基本知识与绘图方法	160
第一节 概述	71	目的与要求	160
第二节 变换投影面法	72	第一节 国家标准《机械制图》的基本规定	160
第三节 旋转法	83	第二节 尺寸注法	166
内容要点与学习方法	89	第三节 绘图工具及其使用方法	172
思考题	90	第四节 几何作图	177
第五章 平面立体的投影	91	第五节 平面图形的尺寸分析和绘图步骤	184
目的与要求	91	内容要点与学习方法	187
第一节 平面立体的投影	91	思考题	188
第二节 带切口的平面立体的投影	96	第九章 组合体的视图	189
第三节 看平面立体组合体投影图的方法	100	目的与要求	189
		第一节 组合体视图的画法	189

第二节 组合体的尺寸注法.....	194	内容要点与学习方法.....	231
第三节 看组合体视图的方法.....	198	思考题.....	233
内容要点与学习方法.....	207	第十一章 机件的表达方法	234
思考题.....	209	目的与要求.....	234
第十章 轴测图	210	第一节 视图.....	234
目的与要求.....	210	第二节 剖视图.....	237
第一节 轴测图的基本知识.....	210	第三节 剖面图.....	248
第二节 正等轴测图的画法.....	211	第四节 局部放大图、简化画法 及其它规定画法.....	251
第三节 斜二等轴测图的画法.....	224	第五节 第三角投影法简介.....	256
第四节 机件表面交线轴测图的画法.....	227	内容要点与学习方法.....	259
第五节 轴测剖视图的画法.....	229	思考题.....	261

绪 论

一、本课程的研究对象、性质与任务

画法几何及机械制图主要是研究用正投影法绘制机械工程图样和解决空间几何问题的理论和方法的一门科学。

机械工程图样在机械制造中一直被称为机械工程界的共同语言,它是设计、制造、使用机器和进行技术交流的一种重要的技术资料,所以从事机器制造业的工程技术人员都必须学习和掌握它。在高等工科院校中,它是一门既有理论又有实践的重要的技术基础课。其目的是培养学生具有绘制、阅读机械工程图样的能力和空间想像能力。

本课程主要的任务是:

- (1) 研究平行投影(主要是正投影)的基本理论;
- (2) 培养绘制和阅读机械工程图样(零件图与装配图)的能力;
- (3) 培养空间几何问题的图解能力;
- (4) 培养和发展空间想像能力和空间分析能力;
- (5) 培养严肃认真的工作作风。

图 I 是手压滑油泵的立体图,它的装配图如图 II 所示,图 III 是手压滑油泵泵体的零件图,

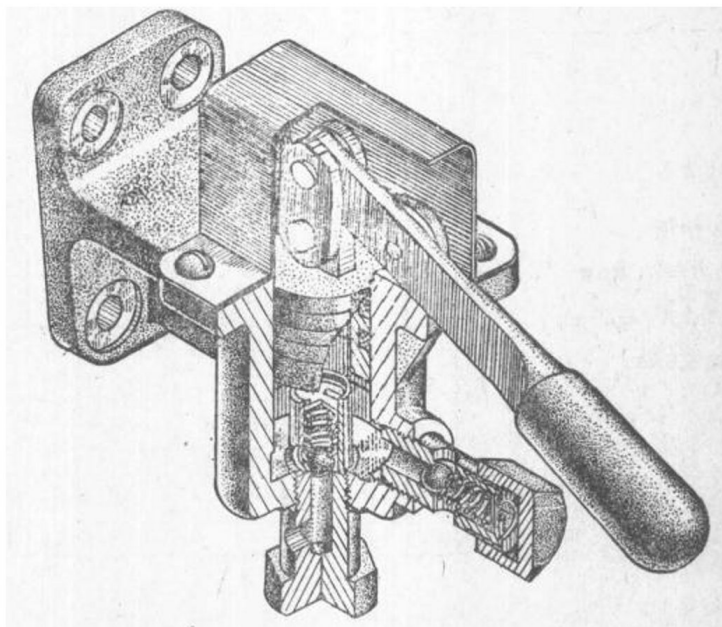
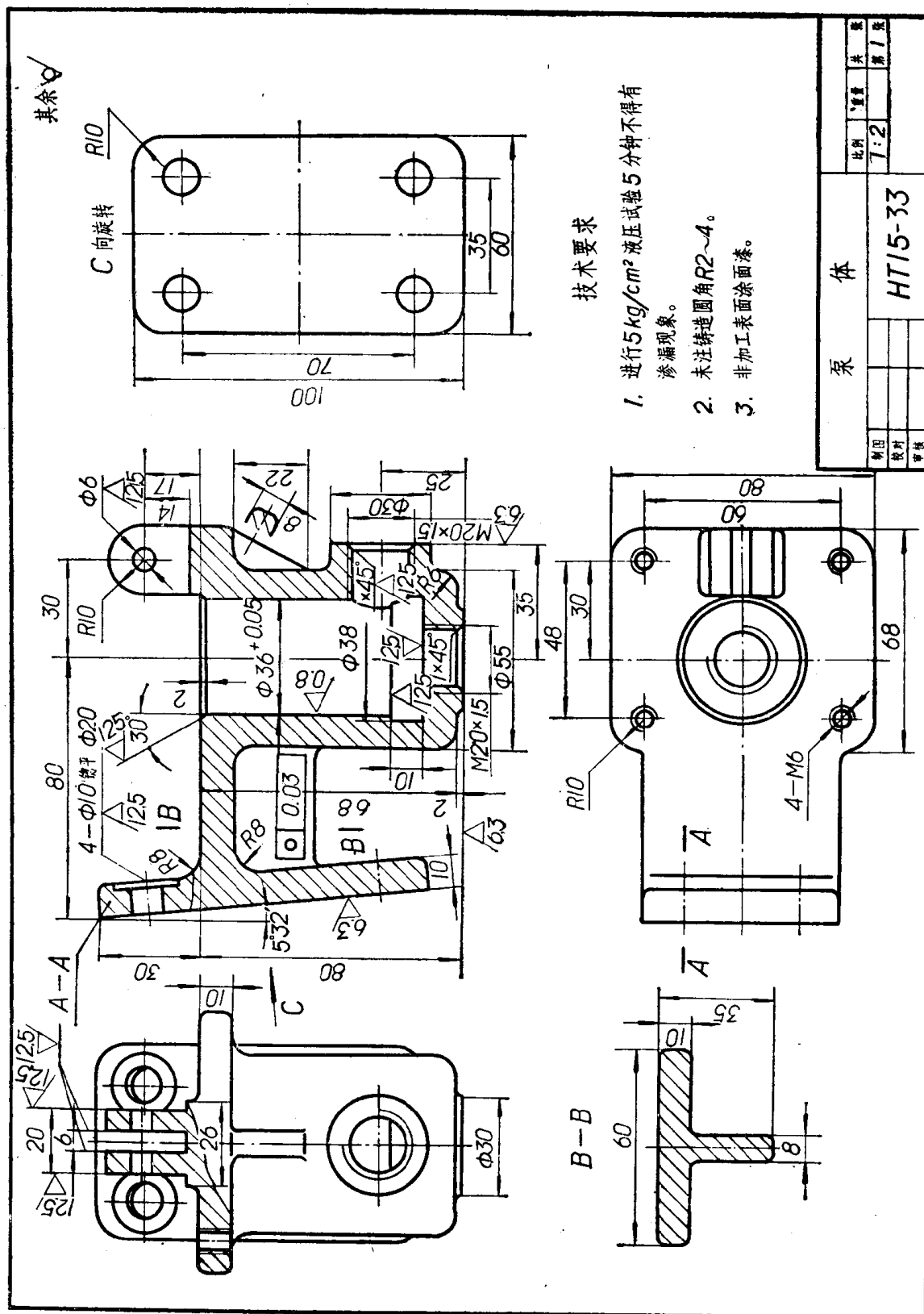


图 I 手压滑油泵的立体图

要具备绘制和阅读上述机械图样的能力,必须学习和掌握:

- (1) 运用正投影的基本原理和国家标准《机械制图》中的有关规定,在平面上表达机件结构



技术要求

1. 进行 5 kg/cm^2 液压试验 5 分钟不得有渗漏现象。
2. 未注铸造圆角 $R2 \sim 4$ 。
3. 非加工表面涂漆。

比例	1:2	共	第 1 张
制图		审核	
校对		审核	
泵体	HT15-33		

形状的方法,即图示法。

(2) 运用标注尺寸的方法来表示机件结构形状的大小,即尺寸注法。

(3) 表示机件结构形状及尺寸精确程度的基本方法,如公差配合、表面粗糙度和其它一些技术要求等。

(4) 正确地使用制图工具和仪器,掌握用仪器和徒手画图的方法和步骤。

以上是本课程不可缺少的最基本的内容。

此外,在平面上解决空间几何问题(定位、度量等)的各种图解方法也是本课程的基本内容,同样应该重视和掌握。

二、画法几何及机械制图的发展概况

任何一门学科的产生和发展都是和生产的发展密切相关的。早在远古时代人类就具备了描述动物形象的能力,但是做为交流技术思想和组织生产,特别是人们可以按预先构思的设计工程去施工,那还是社会发展到一定阶段才出现的。

图样出现的基础是农业中测量土地、原始建筑中测定方向、加工和安装石木结构以及在记录天象等工作中,积累的几何知识和描绘事物的绘画技能等。

在这方面,我国具有悠久的历史。远在公元前一千五百年左右,对于方、圆、勾、股等几何问题,我们的祖先就有了卓越的见解。在春秋时代的一部技术经典著作《周礼考工记》中就有关于画图仪器“规”、“矩”、“绳”、“墨”、“悬”、“水”等的记载。在这同时天文方面已有星图,地理方面已有地图了。

以后各朝代都有相应的发展,在当时的某些著作中均有记载。如《周髀算经》中记有“合矩以为方,环矩以为圆”;唐代柳宗元所著《梓人传》中记有“画宫于堵盈尺而曲尽其制,计其毫厘而构大厦无进退焉”,文中说明了当时已有按一定比例关系绘制的施工图了;宋代李诫所著《营造法式》(公元一一〇三年),其中不仅记有我国传统使用的轴测投影图,而且还有许多是采用正投影法绘制的图样,其中包括建筑上的立面图和构件详图等;明末《武备志》一书中的龙尾战车图,不仅有外形图,还有每个零件的零件图。这些都说明图学在我国发展是很早的,而且有较高的水平。只是由于帝国主义侵入后遭到了摧残和压抑,从而使图学的理论和方法的发展受到影响。

当时世界上某些较为发达的国家,制图技术的发展是很快的,法国的数学家加斯帕拉·蒙日,在军事施工中,积累、整理和创造了按多面正投影法绘制施工图,并于1795年发表了画法几何著作,成为几何学的一个独立分支,它为在平面上表达、绘制机器图样提供了理论基础和方法,至今各个工程技术部门仍在广泛运用并得到不断发展。

现代计算机科学的发展和普及,推动了制图技术走向自动化。目前在航空、造船、建筑以及机械等领域中正逐步推广设计制图自动化,随着计算机自动绘图技术的推广和应用,必将促进制图理论和技术的新发展。

三、对本课程学习方法的建议

学习本课程时,可在每章后面的学习方法指导下,通过阅读教材、作习题、完成阶段测验作业和参加面授、辅导、考试等环节来进行。

(1) 阅读教材

教材是函授生自学的主要依据,读者学习每一章时,首先应按本章的目的与要求自己钻研有关内容,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,搞清本章哪些内容是重点和难点。在自学中对经过思考后仍不能解决的疑难问题,可以用书面答疑或面授解决。

(2) 作习题

每一章在自学教材的基础上,应按各章后面的规定(见各章后的习题号)作一定数量的习题。只有通过作习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。在解题时要认真地审题,认真地进行空间分析和思考,最后确定作图的方法和步骤。出现困难时,还需进一步地阅读、复习教材中的有关章节,直至问题得到解决。

(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,通过一次大型作业来进行总结和巩固所学的知识,提高独立工作能力。测验作业一定要按着作业方法指导的要求,在规定的时间内独立完成,然后交给教师审阅。

(4) 辅导

有条件的函授站可设辅导教师,他们的任务是指导和检查督促函授生学习。通过辅导课帮助函授生消化和巩固所学的知识;解决疑难问题;指导函授生完成规定的全部习题和测验作业。

(5) 面授

面授讲课和习题课是教师指导函授生自学、解决疑难问题、明确各章的重点和难点、培养分析问题和解决问题能力的重要环节。这一环节,要求所有函授生必须参加,不可缺课。

面授一般在自学的基础上进行,函授生应带着自学中的问题认真听课。听课时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。上习题课时要注意教师在解题时的分析方法,从中找出规律性以指导完成课外作业。

(6) 考试

考试是保证函授教学质量的重要环节。考试的目的主要是检查函授生的学习情况,帮助函授生更好地理解 and 巩固所学知识。因此,考试前一定要作系统地复习和总结。考试时一律不得缺席。

第一章 正投影和三面视图

目的与要求

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。

通过本章的学习,应达到以下几点要求:

- (1) 掌握正投影法的基本原理;
- (2) 了解正投影法的基本性质;
- (3) 熟悉三个基本视图及其联系规律;
- (4) 能初步运用正投影原理来绘制简单组合体的三视图。

第一节 正投影的基本原理

一、投影的基本知识

在工程技术中,人们常常遇到各种图样,如图 II、图 III 是机械制造工业中常用的装配图和零件图。图 I 是手压滑油泵的立体图,它具有较强的立体感。在建筑工程中,除了画出各种平面图外,为了研究建筑物的外形,常常需要画出直观性很强的透视图(图 1-1)。另外还有用来表示地形的标高图(图 1-2)等等。这些图样都是按着不同的投影方法绘制出来的。

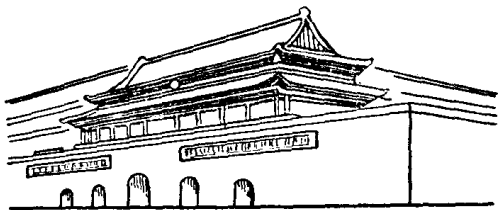


图 1-1 建筑物的透视图



图 1-2 地形标高图

1. 投影法的基本概念

在日常生活中,人们可以看到太阳光或灯光照射物体时,即在墙上或地面上出现物体的影子,这就是一种投影现象。投影法就是根据这一现象,经过科学的总结和抽象而创造出来的。

我们把光线称为投影线,墙面称为投影面,影子称为物体在投影面上的投影。如图 1-3 所示,过空间一点 A , 作与投影方向 S 平行的直线(投影线),它和所设的投影面 P 相交,交点 a 为空间 A 点在该投影面上的投影。当投影方向和投影面确定后, A 点在投影面上的投影是唯一的。但是,根据点的一个投影,不能确定该点在空间的位置。因为若已知空间一点的投影 b , 而在与投影方向 S 平行的 Bb 投影线上的各点如 B_1 、 B_2 、 B_3 ……, 它们的投影都是 b 。

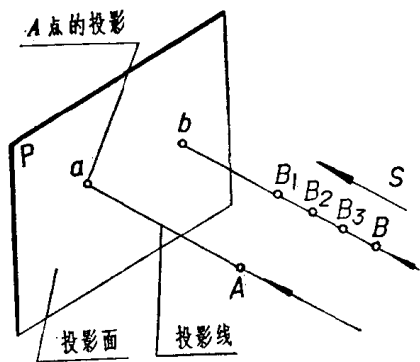
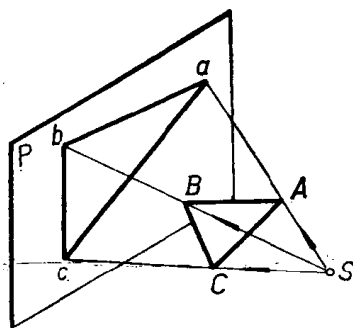
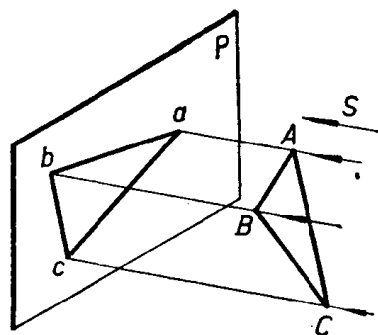


图 1-3 投影的基本概念



(a) 中心投影法



(b) 平行投影法

图 1-4 两种投影法

2. 投影法的种类

投影法可分为中心投影法和平行投影法两种。

1) 中心投影法

投影线都相交于一点 S , S 点称为投影中心, 如图 1-4a 所示。图 1-1 就是采用中心投影法绘制的透视图。从图中可以看出, 建筑物中原来互相平行的直线在投影上变成不平行了, 因此它不能反映建筑物各表面的真实形状和大小。虽然看起来直观性较强, 但在机械工程中很少采用。

2) 平行投影法

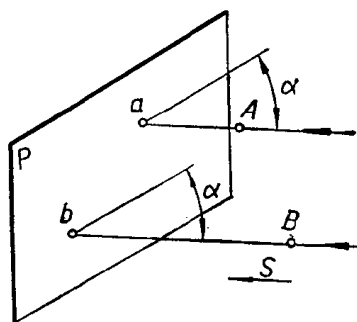
如果将投影中心 S 移到无穷远, 则所有的投影线均可视为互相平行的, 如图 1-4b 所示。图 I 就是采用平行投影法绘制出来的立体图。这种图的优点是立体感强, 但作图比较麻烦, 而且也不能反映物体的真实形状和大小。所以, 在机械工程中只作为一种辅助图样。

在平行投影法中又分为两种:

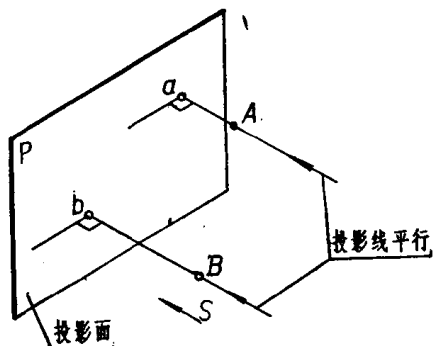
(1) 斜投影法 投影线与投影面倾斜(图 1-5a)。

(2) 正投影法 投影线与投影面垂直(图 1-5b)。

图 III 是采用正投影法绘制的手压滑油泵泵体的多面正投影图, 这种投影图能正确地表达物体表面的真实形状和大小, 作图也比较方便。因此, 在机械工程中得到广泛的应用, 所以它是我们主要要学习的一种投影方法。



(a) 斜投影



(b) 正投影

图 1-5 斜投影和正投影

二、正投影法的基本性质

正投影法是学习机械制图时必须掌握的基本理论，也是我们学习中的一个重点。正投影法有以下一些基本性质：

(1) 直线的投影一般仍为直线(图 1-6)。

(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投影之比，即： $\frac{AK}{KB} = \frac{ak}{kb}$ ，如图 1-7 所示。

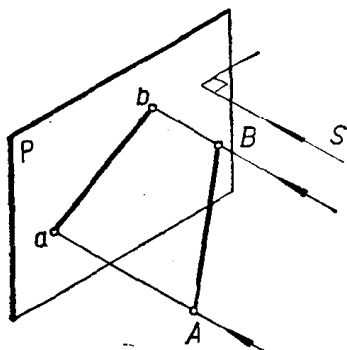


图 1-6 直线的投影

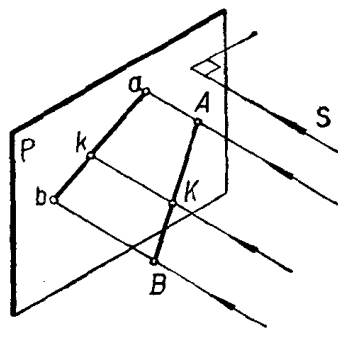


图 1-7 直线上点的投影

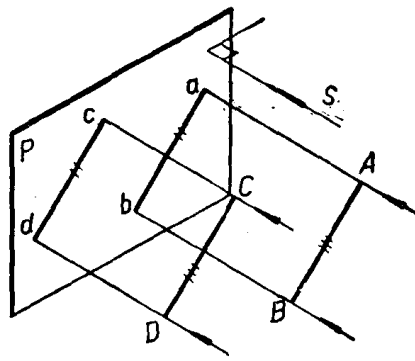
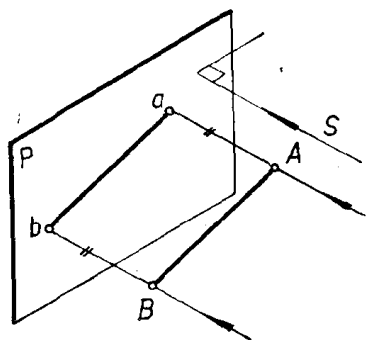


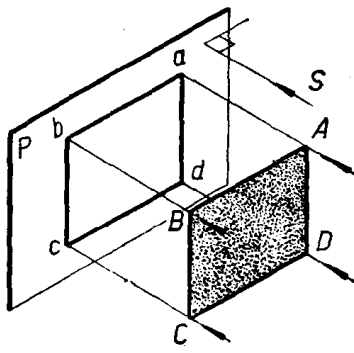
图 1-8 互相平行的两直线的投影

(3) 空间互相平行的两直线，其投影也必然互相平行，如图 1-8 所示， $AB \parallel CD$ ，则 $ab \parallel cd$ 。

(4) 当直线或平面与投影面平行时，则直线的投影为实长，平面的投影为实形(图 1-9)。这种投影性质叫做投影的真实性。



(a)



(b)

图 1-9 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 1-10)。这种投影性质叫做投影的积聚性。如图 1-10b 中由于 $\triangle ABC$ 平面垂直投影面，则平面上所有几何元素 $D, E, F, \dots$ 的投影都积聚在 abc 直线上。

(6) 当直线或平面与投影面倾斜时，则直线的投影小于直线的实长，平面的投影是小于实形的类似形(图 1-11)。这种投影性质叫做类似性。如图 1-11b 所示的四边形 $ABCD$ 倾斜于投影

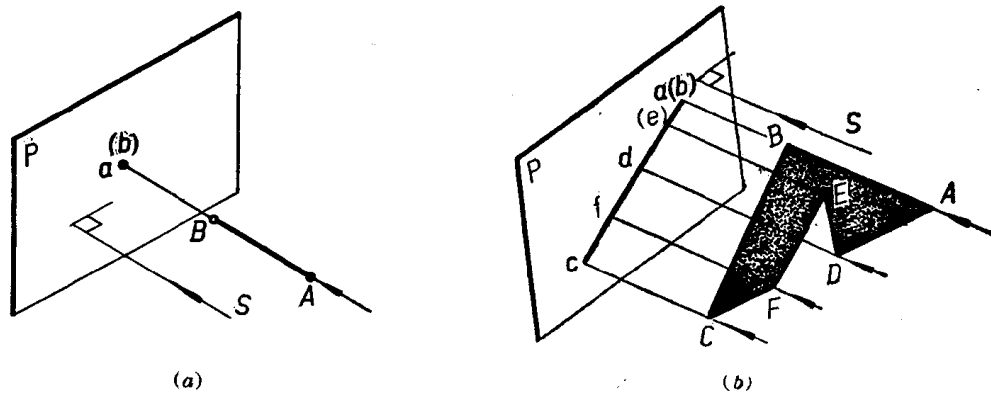


图 1-10 投影的积聚性

面, 它的投影是缩小了的四边形 $abcd$ 。

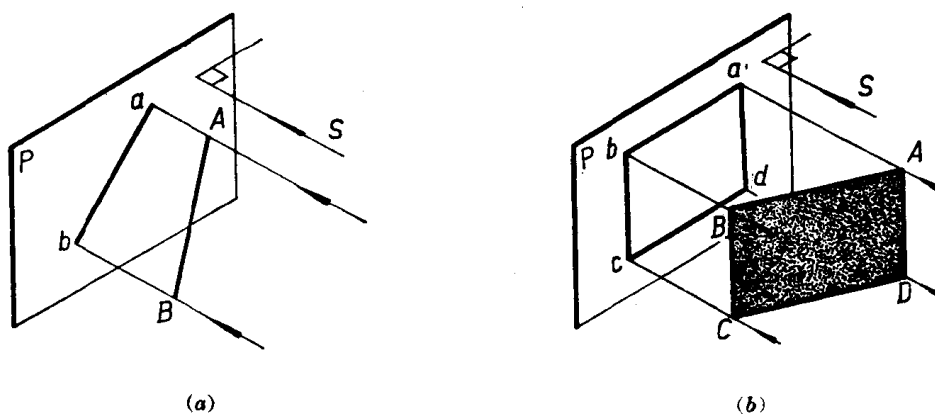


图 1-11 正投影的类似性

正投影法是平行投影法中的一种, 因此, 以上所介绍的正投影法的投影性质, 在平行投影法中基本上是一致的, 但应注意, 就其类似性来说, 平行投影中的斜投影是不同的。在斜投影中, 当直线或平面与投影面倾斜时, 则直线的投影可能是小于、大于或等于原直线的实长; 而平面的投影可能是小于、大于或等于原平面的实形。如图 1-12 所示。

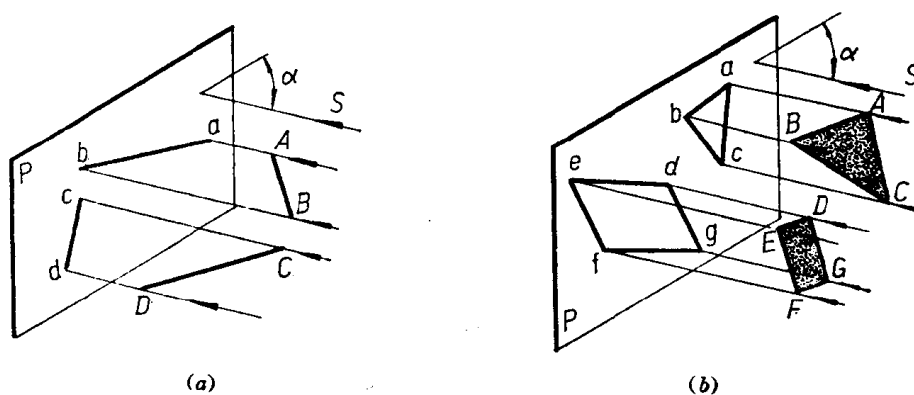


图 1-12 斜投影的类似性

第二节 三面视图

一、视图的基本概念

用正投影原理绘制机件的投影图,相当于人的视线按着正投影方向观察机件,将所见的轮廓画在平面上(图 1-13)。视线相当于正投影法中互相平行的投影线,因此,在观察机件时假设视

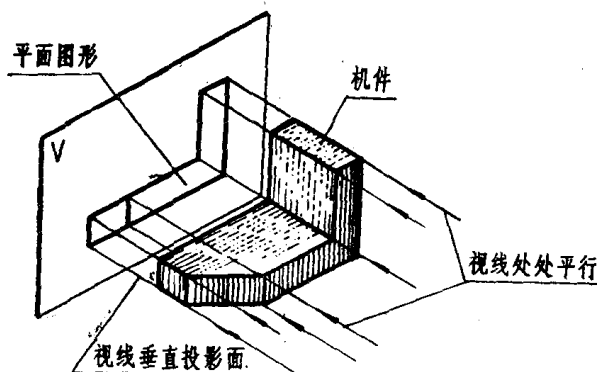


图 1-13 视图的概念

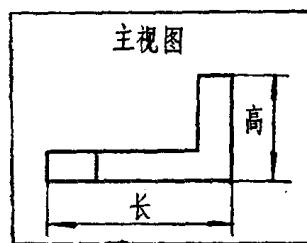


图 1-14 视图

线是互相平行且与投影面垂直。这样画出的平面图形称为视图。从图 1-14 中可以看出,这个视图只能反映机件的长度和高度,还不能反映机件的宽度。因此,在一般情况下, 一个视图不能完全确定机件的形状和大小,如图 1-15 所示。

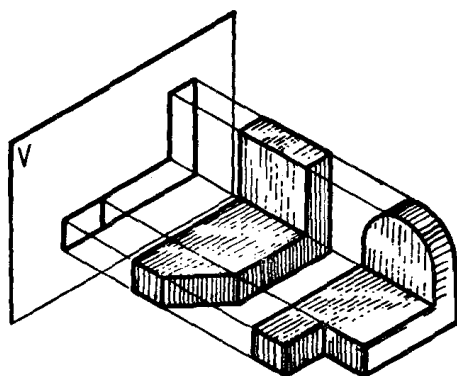


图 1-15 一个视图不能确定机件的形状

二、三视图的形成及其联系规律

由于一个视图不能完全确定机件的形状和大小,所以我们可以设立多个投影面(常用的是三个投影面),然后从机件的三个方向进行观察,这样就可以在三个投影面上画出三个视图,用以表达机件的形状和大小。

如图 1-16 所示,我们取三个互相垂直的平面做为投影面即: 正立投影面(简称正面) V 、水平

投影面(简称水平面) H 、侧立投影面(简称侧面) W 。按国家标准《机械制图》的规定,从机件的前方向后观察,在 V 面上所得到的视图,称为主视图。它反映了机件的长度和高度。从机件的上方向下观察,在 H 面上所得到的视图,称为俯视图。它反映了机件的长度和宽度,图中反映了机件上底板的形状。再从机件的左方向右观察,在 W 面上所得到的视图,称为左视图。它反映了机件的高度和宽度,图中反映了机件上立板的形状。

为了将三个视图画在同一平面上,规定按图 1-16 中箭头所指的方向将 H 面绕 OX 轴向下旋

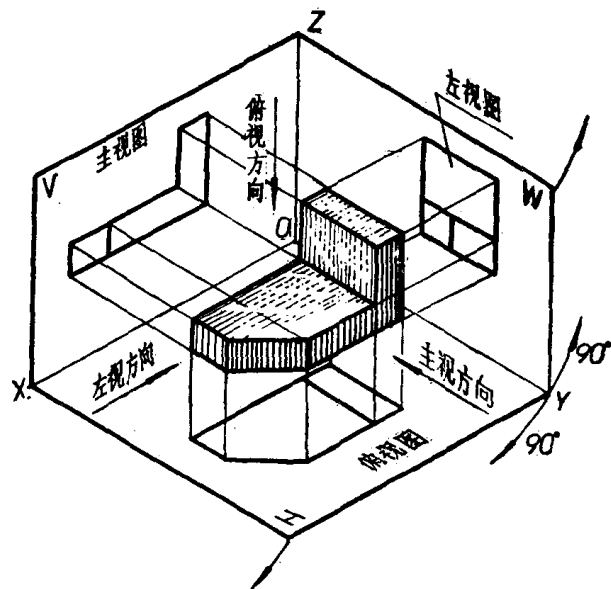


图 1-16 三视图

转,将 W 面绕 OZ 轴旋转,使它们旋转到与 V 面在同一平面上。这样就得到如图 1-17 所示机件的三视图。在实际画图时,投影面的边框不必画出,如图 1-18 所示。

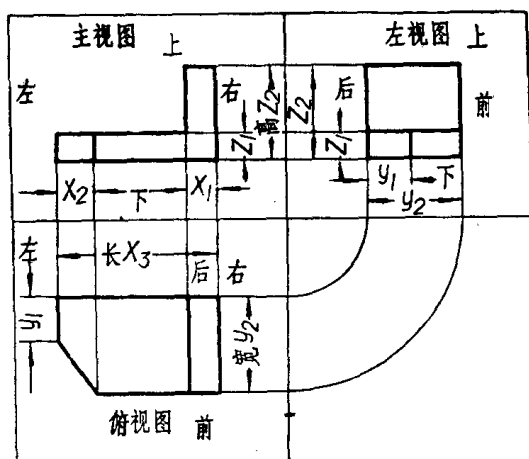


图 1-17 投影面的展开

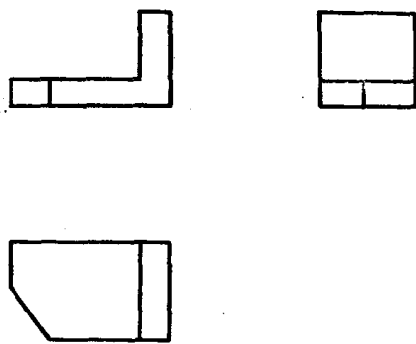


图 1-18 三视图

从图 1-16 和图 1-17 中可以看出,机件的三个视图间存在着下列关系:主视图与左视图的高度相等,同时反映了机件的上、下位置;主视图与俯视图的长度相等,同时反映了机件的左、右