

QUANGUO
GAODENG
JIAOYU

全国高等教育
自学考试学习用书

ZIXUE

机械制图

虞洪述 (主编)
徐伯康 高 镇
刘燕铨 蔡如芬
洪曼君 于国昌

(机械类)

KAOSHI

西安交通大学出版社

XUEXI

YONGSHU

TH11-6
69
全国高等教育自学考试学习用书

机 械 制 图

(机 械 类)

虞洪述(主编) 徐伯康 高 镇 刘燕铤

蔡如芬 洪曼君 于国昌

西安交通大学出版社

内 容 提 要

本书是根据全国高等教育自学考试指导委员会颁布的机械制造工艺及设备专业《机械制图自学考试大纲》，结合我校教学实践基础上编写而成的。

本书主要目的是培养自学者绘制机械图样的方法和技能。内容包括：制图基本知识和技能、画法几何投影基础、组合体、轴测图、机件表达方法、标准件、常用件、零件图、公差配合和形位公差、装配图、曲线曲面、展开图和附录。本书文字叙述通俗，内容分析清晰，各章均编写了自学指导，并附有自我检查题的部分题解，便于自学。

本书是《机械制图》课程自学教材，供个人自学、国家考试使用，也可供函授大学、广播电视大学、职工大学等机械类专业的教学用书。与本书配套使用的《机械制图习题集》，亦由西安交通大学出版社出版。

全国高等教育自学考试学习用书

机 械 制 图

（机械类）

虞洪述(主编) 徐伯康 高 镇 刘燕铨

蔡如芬 洪菱君 于国昌

责任编辑 房立民

西安交通大学出版社出版

（西安市咸宁路28号）

西安交通大学出版社印刷厂印装

陕西省新华书店发行 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 25.625 字数：627 千字

1988年4月第1版 1988年4月第1次印刷

印数：1—10500册

ISBN7-5605-0083-8/TB-5

定价：4.10 元

出版前言

高等教育自学考试教材建设是高等教育自学考试工作的一项基本建设。经国家教育委员会同意，我们拟有计划、有步骤地组织编写一些高等教育自学考试教材，以满足社会自学和适应考试的需要。《机械制图》是为高等教育自学考试机械制造工艺与设备专业组编的一套教材中的一种。这本教材根据专业考试计划，从造就和选拔人才的需要出发，按照全国颁布的《机械制图自学考试大纲》的要求，结合自学考试的特点，组织高等院校一些专家学者集体编写而成的。

机械制造工艺与设备专业《机械制图》包括习题集自学考试教材，是供个人自学、社会助学和国家考试使用的。无疑也适用于其他相同专业方面的学习需要。现经审定同意予以出版发行。我们相信，随着高教自学考试教材的陆续出版，必将对我国高等教育事业的发展，保证自学考试的质量起到积极的促进作用。

编写高等教育自学考试教材是一种新的尝试，是一项巨大的工程，希望得到社会各方面的关怀和支持，使它在使用中不断提高和日臻完善。

全国高等教育自学考试指导委员会

一九八七年七月

编 者 的 话

本书根据全国高等教育机械类自学考试指导委员会审定的《机械制图自学考试大纲》编写。我们考虑到自学教材的要求,结合多年来的教学实践经验,在编写过程中,力求做到以下几点:

1. 在教学内容的深广度上做到精选内容,突出重点,贯彻少而精原则。例如,主要作为制图理论基础的画法几何内容,突出特殊位置;适当处理点线面综合问题的要求;利用投影变换,以简化一般位置问题的解题方法。制图部分突出有关画图、读图的主要内容;删减了部分后继课程需要进一步学习的内容。

2. 文字叙述,通俗易懂;图例选择,难易适中。对重要的作图方法,注意思路的分析,并尽量利用分解图来表达作图方法和步骤,以避免冗长的文字说明。多数投影图画出相应的轴测图,以帮助读者理解所学内容和建立空间概念。

3. 每章都编写了自学指导,内容包括各章节的基本要求、学习要点和学习方法建议、自我检查问题。学习要点和学习方法建议主要指明各章节的重点、难点,并对学习中容易产生的一些普遍性问题和错误也作了相应的分析。自我检查问题是检查阅读教材后,对相应内容的理解和掌握情况。

4. 本书采用1984年发布,1985年7月实施的新《机械制图》国家标准,以及普通螺纹、梯形螺纹新的国家标准。

本书由虞洪述主编,参加编写的有:徐伯康(绪论、第二章)、高镇(第一、三、十六章)、刘燕铤(第四、五、八、十七章)、蔡如芬(第六、七、九章)、虞洪述(第十、十三章)、洪曼君(第十一、十二章、附录)、于国昌(第十四、十五章初稿,由洪曼君、刘燕铤整理完成)。顾锦洁参加部分章节插图的润饰和描绘工作,我们还编写了《机械制图习题集》(西安交通大学出版社出版)和本书配套使用。

本书在编写过程中得到全国高等教育机械类自学考试指导委员会的指导和帮助。

本书由天津大学刘达新副教授主审,西安交通大学朱同钧副教授协审。清华大学梁德本副教授,扬州工学院李澄副教授,上海城市建设学院何铭新教授,上海机械制造专科学校沙仁龙副教授参加审稿工作。他们对本书初稿提出了许多宝贵意见,对提高本书质量起了很大作用,我们特此表示诚挚感谢。

本书主要是高等教育机械类自学考试《机械制图》课程的自学教材,也可选作函授大学、电视大学、职工大学等机械类专业的教学用书,以及供高等工科院校师生参考。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中一定还存在不少缺点和错误,我们诚恳希望读者批评指正。

编 者

一九八七年三月于西安

目 录

出版前言	
编者的话	
绪 论	(1)
自学指导	(8)
第 一 章 制图基本知识和技能	(12)
§ 1—1 机械制图标准	(12)
§ 1—2 绘图工具和仪器的使用方法	(29)
§ 1—3 几何作图	(32)
§ 1—4 平面图形的画法	(37)
§ 1—5 绘图的方法和步骤	(41)
自学指导	(43)
第 二 章 点、直线、平面	(46)
§ 2—1 点	(46)
§ 2—2 直线	(53)
§ 2—3 平面	(63)
自学指导	(72)
第 三 章 直线与平面及两平面的相对位置	(76)
§ 3—1 直线与平面平行 两平面相互平行	(76)
§ 3—2 直线与平面相交 两平面相交	(77)
§ 3—3 直线与平面垂直 两平面相互垂直	(82)
自学指导	(84)
第 四 章 投影变换	(85)
§ 4—1 概述	(85)
§ 4—2 换面法	(86)
§ 4—3 旋转法	(92)
自学指导	(94)
第 五 章 立体	(96)
§ 5—1 平面立体的投影	(96)
§ 5—2 回转体的投影	(101)
自学指导	(110)
第 六 章 平面与立体相交	(112)
§ 6—1 概述	(112)
§ 6—2 平面与平面立体相交	(112)
§ 6—3 平面与回转体相交	(114)

§ 6—4 综合举例	(123)
自学指导	(128)
第七章 两曲面立体相交	(130)
§ 7—1 概述	(130)
§ 7—2 两回转体相交	(130)
§ 7—3 综合相交	(141)
自学指导	(142)
第八章 组合体	(145)
§ 8—1 组合体的画法	(145)
§ 8—2 组合体的尺寸注法	(149)
§ 8—3 读图的基本方法	(154)
自学指导	(159)
第九章 轴测图	(161)
§ 9—1 概述	(161)
§ 9—2 正等轴测图的画法	(162)
§ 9—3 斜二等轴测图的画法	(170)
§ 9—4 轴测剖视图的画法	(172)
自学指导	(174)
第十章 视图、剖视和剖面	(176)
§ 10—1 视图	(176)
§ 10—2 剖视	(180)
§ 10—3 剖面	(190)
§ 10—4 简化画法和其它表达方法	(191)
§ 10—5 第三角投影简介	(197)
自学指导	(198)
第十一章 标准件	(202)
§ 11—1 螺纹	(202)
§ 11—2 螺纹连接	(210)
§ 11—3 键联结	(220)
§ 11—4 销连接	(223)
§ 11—5 滚动轴承	(224)
自学指导	(227)
第十二章 常用件	(230)
§ 12—1 齿轮	(230)
§ 12—2 弹簧	(235)
自学指导	(240)
第十三章 零件图	(241)
§ 13—1 零件图的作用和内容	(241)
§ 13—2 零件图的视图选择	(242)

§ 13—3 零件图的尺寸注法	(245)
§ 13—4 零件上常见的工艺结构	(250)
§ 13—5 零件表面粗糙度代号及其在图样上的标注	(256)
§ 13—6 零件测绘	(266)
§ 13—7 读零件图	(269)
自学指导	(276)
第十四章 公差与配合 形状公差和位置公差	(279)
§ 14—1 互换性概念	(279)
§ 14—2 公差与配合的基本概念	(279)
§ 14—3 标准公差与基本偏差 基准制与配合	(281)
§ 14—4 公差与配合在图样上的标注	(287)
§ 14—5 形状公差和位置公差	(290)
自学指导	(295)
第十五章 装配图	(297)
§ 15—1 装配图的作用和内容	(297)
§ 15—2 装配图的视图表达方法	(297)
§ 15—3 装配图的尺寸注法	(302)
§ 15—4 装配图中的编号、明细表和标题栏	(303)
§ 15—5 部件测绘及画装配图的方法和步骤	(304)
§ 15—6 机器上常见的装配结构和装置	(309)
§ 15—7 看装配图和拆画零件图的方法	(311)
自学指导	(322)
第十六章 曲线与曲面	(324)
§ 16—1 曲线概述	(324)
§ 16—2 螺旋线	(325)
§ 16—3 曲面概述	(327)
§ 16—4 直线面	(328)
自学指导	(334)
第十七章 展开图	(335)
§ 17—1 概述	(335)
§ 17—2 可展面的展开	(335)
§ 17—3 不可展曲面的近似展开	(338)
§ 17—4 组合表面的展开	(340)
自学指导	(341)
附 录	(343)
一、通用标准	(343)
二、螺纹	(344)
三、螺纹结构	(346)

四、常用的标准件.....	(349)
五、滚动轴承.....	(362)
六、公差与配合.....	(365)
七、常用材料及热处理.....	(374)
八、模拟试题.....	(380)
九、自我检查题题解.....	(393)
后 记.....	(402)

绪 论

一、本课程的目的和任务

在现代的工业生产中，准确地反映物体的形状、大小及其要求的图样，已成为必不可少的技术资料。在组织生产各种机器、仪表和设备时，设计者通过绘制图样以表达设计对象，制造者依据图样了解设计要求并加工制造。图样起着表达和交流技术思想的作用，因而被公认为工程界的“技术语言”。这种“语言”的“语法”，便是用投影法来研究图示和图解空间几何问题的画法几何。它为工程图样的绘制提供了基本原理和基本方法。每个工程技术人员必须掌握这种“语言”及其“语法”，具有绘制和阅读工程图样的能力。

本课程是一门研究用投影法绘制机械图样和解决空间几何问题的、既有理论又有较多绘图实践的技术基础课。其主要目的是培养学生绘图、读图和图解能力。本课程的内容包括画法几何、制图基础和机械图三个部分。它的主要任务是：

- (1) 学习平行投影（主要是正投影）的基本理论；
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的能力；
- (3) 培养图解空间几何问题的初步能力；
- (4) 培养空间想象能力和空间分析能力；
- (5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

随着计算机技术的发展，新兴的计算机绘图技术已日益广泛地应用于生产和设计部门。本课程因考虑到目前的自学条件，未把计算机绘图的初步知识列为基本任务。为适应设计、绘图自动化的发展趋势，读者在自学完本课程的基础上，可进一步自学本课程全日制同类教科书的“计算机绘图简介”一章，以期对这一新技术及其发展的意义有初步了解。

二、投影法的基本知识

1. 投影法

如图 1 所示，设空间有定点 S 和不通过该点的定平面 P 以及另一点 A ，过定点 S 和空间点 A 连一直线并延长与平面 P 相交于 a 点，交点 a 称为空间点 A 在 P 平面上的投影。定点 S

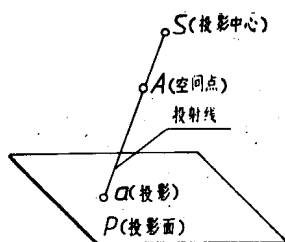


图 1 投影法

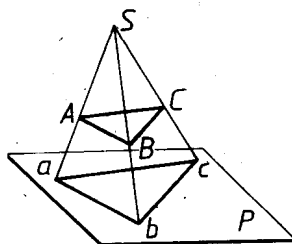


图 2 中心投影法

称为投影中心；定平面 P 称为投影面；直线 SAa 称为投影线。其中设定的投影中心和投影面为投影条件。在一定的投影条件下，求得空间形体在投影面上的投影的方法，称为投影法。

2. 投影法分类

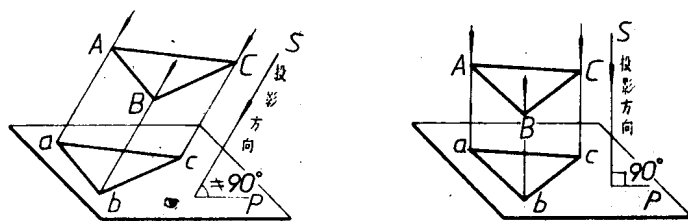
投影法分为中心投影法和平行投影法两类。

(1) 中心投影法

如图 2 所示, 投影中心 S 距离投影面 P 在有限远处, 由空间 $\triangle ABC$ 各顶点引出的投射射线 SAa 、 SBb 和 SCc 都通过投影中心 S 。这种投射射线都相交于一点的投影法, 称为中心投影法。按中心投影法作出的投影 $\triangle abc$ 称为空间 $\triangle ABC$ 的中心投影。

(2) 平行投影法

当投影中心 S 移至无限远处时, 则投射射线成为互相平行。这种投射射线互相平行的投影法, 称为平行投影法, 如图 3 所示。按平行投影法作出的投影, 称为平行投影。平行投影法



(a) 斜投影法

(b) 正投影法

图 3 平行投影法

中, 投射射线相对投影面的方向称为投影方向。平行投影法按投影方向的不同又分为两种:

(a) 斜投影法 投影方向 S 倾斜于投影面时称为斜投影法, 如图 3 (a) 所示。由此法所得的投影称为斜投影。

(b) 正投影法 投影方向 S 垂直于投影面时称为正投影法, 如图 3 (b) 所示。由此法所得的投影称为正投影。

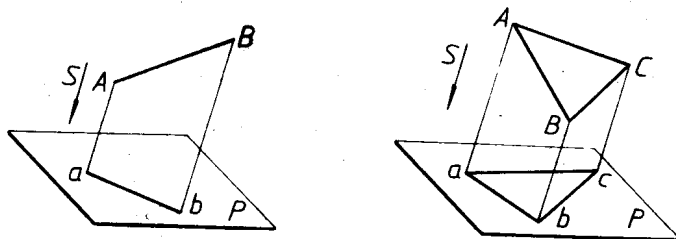
本课程所研究的是平行投影法, 而且主要是其中的正投影法。

3. 平行投影的基本性质

(1) 同类性

一般情况下, 直线的投影仍是直线; 平面图形的投影仍是原图形的类似形 (多边形的投影仍为同边数的多边形)。

如图 4 (a) 所示, 直线 AB 在投影面 P 上的投影 ab , 是由过 AB 上各点的投射射线形成平面 $ABba$ 与投影面 P 的交线, 故 ab 必为直线。同理, $\triangle ABC$ 在投影面 P 上的投影为 $\triangle abc$, 如图 4 (b) 所示。



(a) 直线的投影

(b) 平面形的投影

图 4 投影的同类性

(2) 真形性

当直线或平面平行于投影面时, 其投影反映原线段的实长或原平面图形的真形。

如图 5 所示, 当直线 AB 平行于投影面 P 时, Aa 与 Bb 平行且相等 (四边形 $ABba$ 为平行四边形, 故 $ab=AB$)。又图中当 $\triangle CDE$ 平行于投影面 P 时, 因 $\triangle CDE$ 与 $\triangle cde$ 相应边相等, 故该两三角形全等。

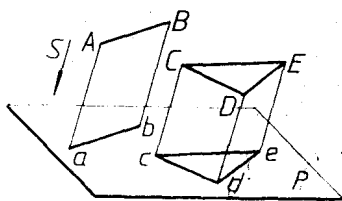


图 5 投影的真形性

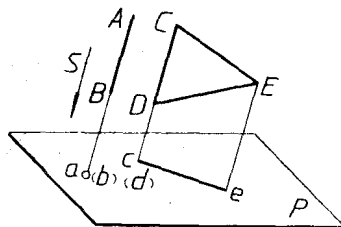


图 6 投影的积聚性

(3) 积聚性

当直线或平面平行于投影方向时, 直线的投影积聚成点, 平面的投影积聚成直线, 如图 6 所示。这种性质称为积聚性, 其投影称为具有积聚性的投影。

(4) 从属性

若点在直线上, 则点的投影仍在该直线的投影上。如图 7 所示, 点 M 在直线 AB 上, 则 m 必在 ab 上。

(5) 平行性

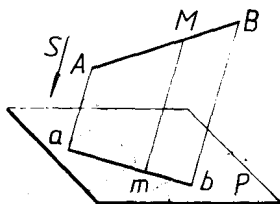


图 7 直线上的点

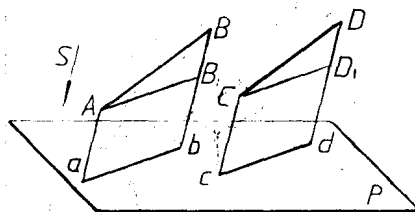


图 8 平行两直线

若两直线平行, 则其投影仍互相平行。如图 8 所示, $AB \parallel CD$, 过此两直线的投射射线所形成的两平面 $ABba$ 和 $CDdc$ 必互相平行, 故该两平面与投影面 P 的交线 ab 和 cd 也必互相平行。

(6) 定比性

直线上两线段长度之比或两平行线段长度之比, 分别等于其投影长度之比。

在图 7 中, 点 M 分 AB 为 AM 和 MB 两线段, 因 $Mm \parallel Aa \parallel Bb$, 故 $AM:MB=am:mb$ 。又在图 8 中, 过 A 作 $AB_1 \parallel ab$, 过 C 作 $CD_1 \parallel cd$, 则 $\triangle ABB_1$ 与 $\triangle CDD_1$ 为两相似三角形, 且 $AB_1=ab$, $CD_1=cd$, 故 $AB:CD=ab:cd$ 。

上述平行投影的基本性质, 是今后研究图示法的基础。此外, 在各种投影法中还有另一个共同性质, 即: 在一定的投影条件下, 空间处于一定位置的几何元素具有唯一确定的投影, 例如图 7 中的点 A 、 M 和 B 各有唯一对应的投影 a 、 m 和 b ; 而反之, 若仅知其一个投影却

不能确定该几何元素的空间位置,例如图 8 中的投影 b 可对应投射线上的任意点 B 、 B_1 。同样,仅根据形体的一个投影,也不能确定该形体的形状。如图 9 所示, V 面上的投影可能是表示形体 I、形体 II 或其他形体。因此,要使投影图能确切而唯一地反映空间形体的形状,还需采用一定的方法以补充某些条件,从而形成工程上使用的各种投影图。

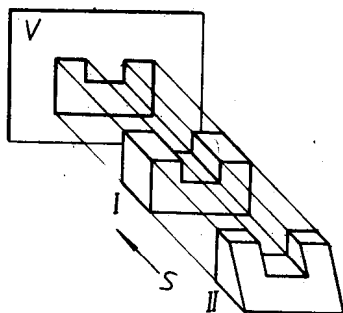


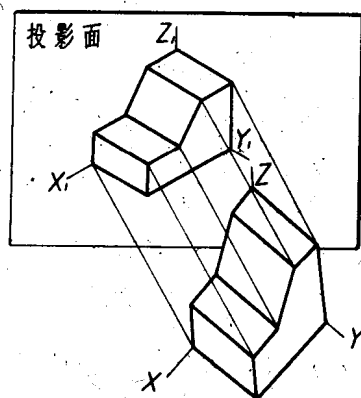
图 9 一个投影不能确定空间形体的形状

三、轴测投影图和正投影图

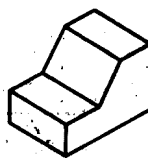
工程上常用平行投影法绘制图样,本课程要讨论的是其中的轴测投影图和正投影图。

1. 轴测投影图

按平行投影法把空间形体连同确定其空间位置的直角坐标系 $O-XYZ$ 一并投影到一个适当位置的投影面上,使所得的投影能反映形体三个坐标面的形状。这种图示法称为轴测投影法,所得的投影图称为轴测投影图,简称轴测图,如图 10 所示。



(a) 轴测投影法



(b) 轴测投影图

图 10

轴测图虽然只是形体的一个投影,但其中的坐标轴为补充条件。借坐标轴 OX 、 OY 、 OZ 与其投影 O_1X_1 、 O_1Y_1 、 O_1Z_1 在长度上成一定的比例关系,即可在图上测定形体各轴向的尺寸和形体各组成部分的相对位置,从而确定出形体的形状和大小。

这种图有较好的直观性,容易看懂,但形体表面的形状在投影图上变形,致使度量性差,因此轴测图仅在某些工程图样或产品使用说明书上使用。

2. 正投影图(多面正投影图)

按正投影法将空间形体分别投影到两个或两个以上互相垂直的投影面上,然后把各投影

面展开成一个平面。用这种方法在一个平面上得到的一组投影,称为多面正投影图,简称正投影图。

如图 11(a)所示,置几何形体于三个互相垂直的投影面 V 、 H 和 W 之间的空间,并尽可能使该形体的表面与相应的投影面平行(以便所得的投影能反映表面的真形),再分别向各投影面作出它的正投影;然后,如图 11(b)使 V 面固定,而把 H 面和 W 面分别绕其与 V 面的交线按图中箭头的指向旋转至与 V 面重合,便得到空间几何形体的正投影图,如图 11(c)所示。根据正投影图中互有联系的一组投影,便能唯一确定空间形体的形状和大小。

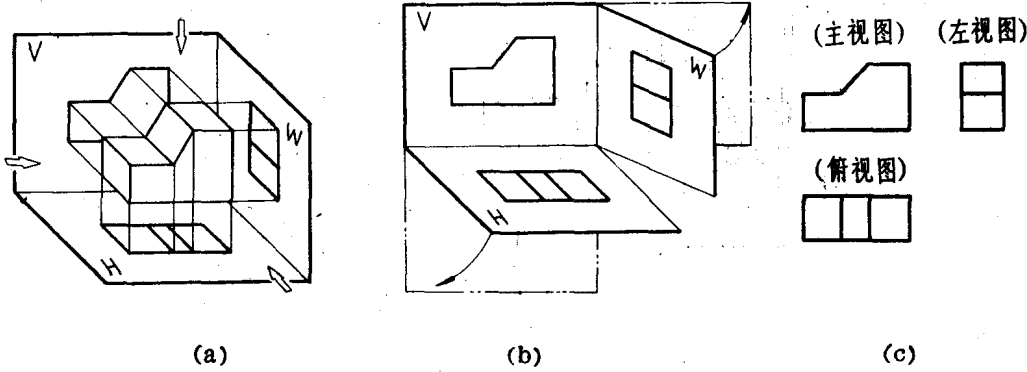
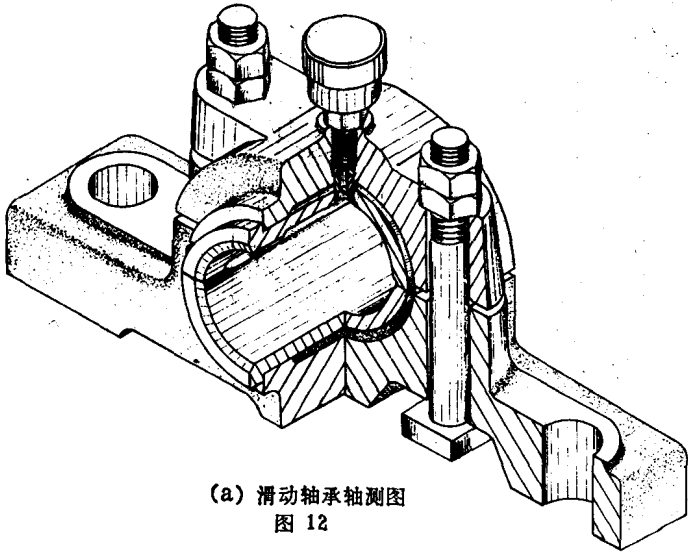


图 11 三面正投影图的形成

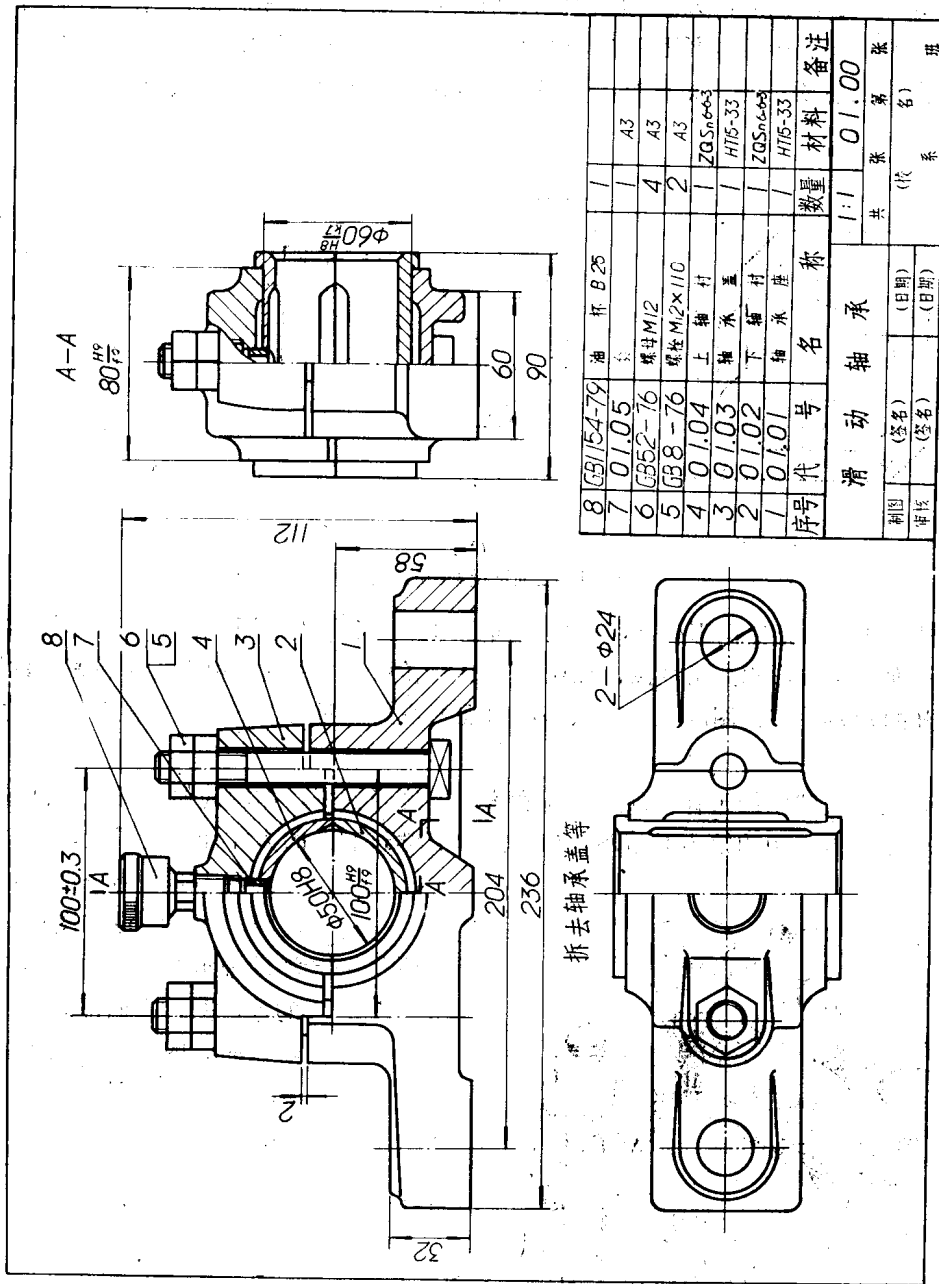
在机械制图中,把空间形体在每个投影面上的正投影称为视图。在 V 面上的投影称为主视图,在 H 面上的投影称为俯视图,在 W 面上的投影称为左视图。根据三个投影面的相对位置及其展开的规定,三视图的位置关系是:俯视图在主视图的正下方,左视图在主视图的正右方。

正投影图能反映空间形体的实际形状和大小,度量性好,作图简便,所以在机械等工程上被广泛使用。这种图的缺点是直观性较差,只有学过制图的人才能完全看懂。



(a) 滑动轴承轴测图
图 12

图 12(a)为一滑动轴承的轴测图。图 12(b)和图 13分别为该滑动轴承的装配图和其中上轴衬的零件图。它们都是用正投影法绘制的。图上还按机械制图国家标准注出了有关尺寸和制造技术要求等内容。



(b) 滑动轴承装配图
图 12

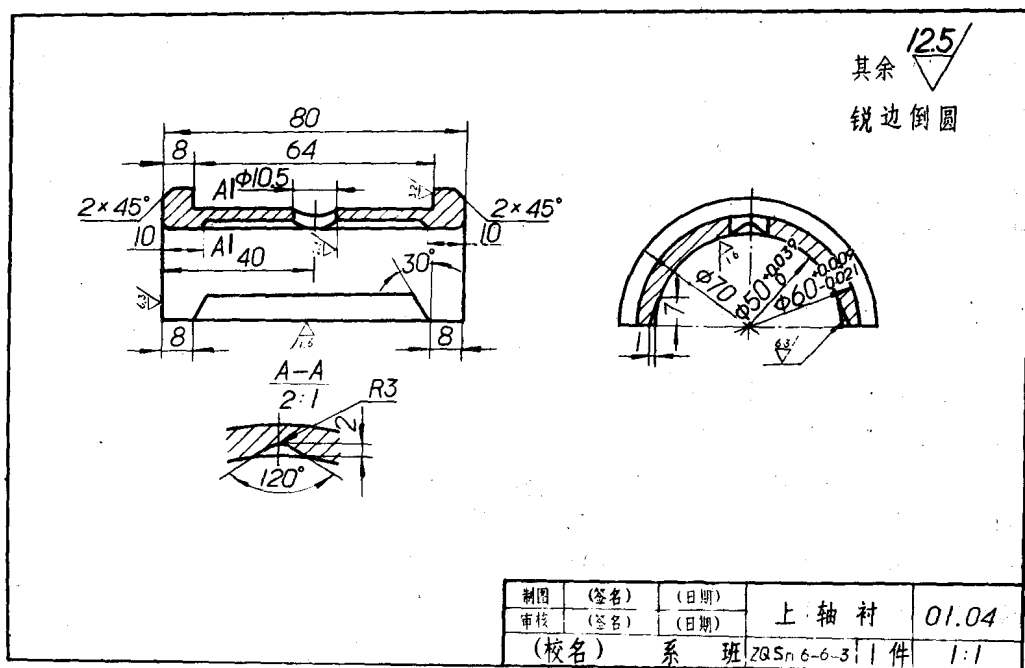


图 13 上轴衬零件图

四、学习本课程应达到的要求和自学方法的建议

本课程在高等工科教育机械类专业自学教学计划中是一门重要的技术基础课。自学者学完本课程后，应达到如下要求：

- (1) 掌握正投影的基本理论、方法和应用；了解轴测投影的基本知识，并掌握其基本画法；能图解常见的空间定位问题和度量问题。
- (2) 能正确地使用绘图工具和仪器，掌握用仪器和徒手作图的基本技能。
- (3) 能正确地绘制和阅读一般的零件图和中等复杂的装配图。所绘图样应做到：视图选择与配置恰当，投影正确，尺寸完全，标注清晰，字体工整，图面整洁，符合机械制图国家标准。
- (4) 会查阅机械零件手册和有关国家标准；懂得常见技术要求如表面粗糙度符号、尺寸公差与配合代号和形位公差符号等的意义及标注方法；在工艺与结构方面懂得要结合生产实际。

为帮助自学者学好本课程，现根据课程和自学的特点，提出下列学习方法，供学习中参考。

- (1) 自学教材内容是学习本课程的主要环节。自学者要参照自学进度表的顺序学习。在开始自学每一章节之前，必须先参阅附在每章之后的自学指导，对该章的基本要求、重点和难点以及学习中应注意的一些问题等有个初步了解，以便自学时心中有数。阅读教材时，应逐段细读，边读边思，对重点内容更应反复钻研。为彻底弄懂教材内容，文字阅读与图例要紧密结合，有的题例最好能亲自画一遍。自学每一章后，必须独立回答自我检查题，以检查对

该章节内容的理解情况。通过自学教材,要求对基本概念必须正确理解,对基本理论必须彻底弄清,对基本作图方法必须全面掌握。

(2) 画法几何部分是本课程的理论基础。自学这部分内容时,既要重视空间几何关系的分析,又要重视投影作图的方法。要经常注意空间问题与其投影之间的对应关系。在初学阶段,可用纸片或橡皮泥等制作简易模型,帮助空间想象和分析。这部分要重点掌握立体及其几何元素的投影规律、投影特性、基本作图方法,以及解题的分析思考方法。

(3) 制图基础部分和机械图部分,重点掌握视图表达、尺寸注法以及画图、读图的基本方法和基本技能。对《机械制图》国家标准的有关规定,要求在画图、读图过程中逐步地掌握。制图部分的内容与生产实际有密切联系,要求尽可能参观了解零、部件的制造和加工过程,增加生产实践知识,以利于画图和读图能力的提高。

(4) 完成习题和作业是帮助理解、消化和巩固所学知识,达到本课程基本要求的重要途径。学完每一章节后,按进度计划及时完成规定的习题和作业。画图时必须正确使用绘图工具和仪器,力求达到作业说明所规定的要求。在独立完成习题和作业的基础上,参阅书后所附习题和作业的解答进行核对。

(5) 考试前应按本课程自学考试大纲的内容进行全面复习,并在此基础上闭卷独立完成模拟试题,衡量自己对本课程主要内容的掌握程度,找出薄弱环节,进一步为参加自学考试作好充分准备。有关自学考试的日期、地点以及考试的具体方式方法等,均由高等教育自学考试委员会公布。凡欲报名参加本课程的自学考试者,必须向考试委员会有关机构交验一定数量的习题和作业,并经审查合格后才准予报考。

只要我们有为祖国社会主义现代化建设而学习的明确目的,刻苦钻研,锲而不舍,就一定能自学好机械制图课程,并取得自学考试的优异成绩。

自 学 指 导

一、基本要求

1. 了解本课程的研究对象、学习要求和自学方法的注意点。
2. 掌握投影法的基本概念及其有关知识。

二、学习要点和学习方法建议

1. 对本课程的研究对象、学习要求和自学方法的注意点只需有一个概括的了解。对其涉及的有些名词或术语一时难于理解的,可暂时放过,不必深究,以后随着自学的进程自会明白。为使自学有计划地进行,自学者可参照进度表,并结合本人的实际情况制订自学计划。

2. 学习绪论中的投影法基本知识时,要联系初等几何知识,弄清各种投影法的区别,重点掌握平行投影的基本性质。

3. 对于绪论中介绍的正投影图和轴测图的画法,以后要系统学习,在此只要有一个初步的认识。

三、自我检查问题

1. 试述各种投影法的投影条件。
2. 中心投影法与平行投影法的区别何在?正投影法和斜投影法的区别又何在?