

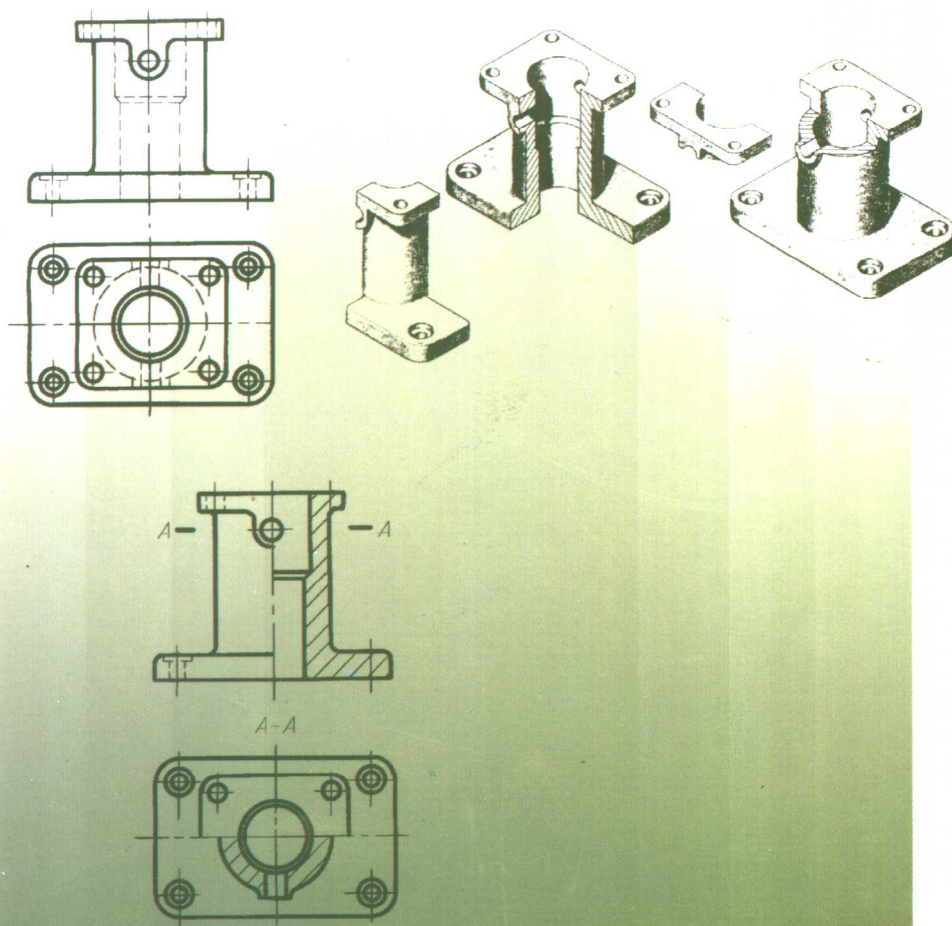


教育部 高职高专规划教材

机械制图 (附习题集)

(机械类专业适用)

钱可强 主编
董国耀 主审



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

机械制图 (附习题集)

(机械类专业适用)

钱可强 主编

董国耀 主审

化学工业出版社

教材出版中心

• 北 京 •

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图 (附习题集) / 钱可强主编. — 北京: 化学工业出版社, 2001. 7

教育部高职高专规划教材. 机械类专业适用

ISBN 7-5025-3287-0

I. 机… II. 钱… III. 机械制图-高等学校: 技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 037746 号

教育部高职高专规划教材
机 械 制 图 (附习题集)
(机械类专业适用)

钱可强 主编

董国耀 主审

责任编辑: 张建茹

责任校对: 蒋 宇、顾淑云

封面设计: 郑小红、顾淑云

*

化学工业出版社 出版发行
教 材 出 版 中 心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京云浩印刷有限责任公司印刷
三河市东柳装订厂装订
开本 787 毫米 × 1092 毫米 1/16 印张 35½ 字数 657 千字
2001 年 7 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 2 次印刷
ISBN 7-5025-3287-0/G · 855
总定价: 59.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特性和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

《机械制图》是高等职业院校机械类专业学生必修的一门主干技术基础课。传统的《画法几何与机械制图》课程内容和体系的基本框架形成于20世纪50年代,随着社会发展与科技进步,特别是计算机技术的广泛应用,传统的教学模式已不能适应现代科技对人才培养的要求。为适应21世纪工程图学教育改革的需要,编者在总结从事高校四十余年的教学实践以及近年来编写中等职业学校教材的基础上,根据教育部制订的《高职高专教育工程制图课程基本要求》编写了本教材。

高等职业教育是培养技术应用型人才,要重视实践能力和职业技能的训练。针对这一特点,在教材编写过程中特别注意贯彻基础理论不强调完整性与系统性,而以应用为目的,以必需、够用为度的教学原则,同时也要考虑到知识储备,为今后发展打下必要的基础。

教学基本要求特别重视课程综合性的实践性教学环节,要求各校必须精心组织1~2周集中测绘。为此,本教材单列一章“零部件测绘”,使学生对本课程的基本知识、原理、方法得到综合运用和全面训练,并使本课程更加贴近工程应用和生产实际。

随着计算机技术的迅速发展及普及,教学基本要求规定集中一周计算机绘图专门训练,要求学生学会使用一种绘图软件绘制零件图和简单的装配图。本教材单列一章“计算机绘图基础”,各校可根据实际条件集中训练或分散执行。计算机绘图作为一种绘图工具和方法,与尺规绘图、徒手绘图三种方式同时并举。

本教材全部采用国家技术监督局最新发布的《技术制图》与《机械制图》等国家标准,按照课程内容的需要,将有关标准和表格编排在正文或附录中,使学生养成贯彻国家标准的意识和具备查询国家标准的能力。

本教材特邀中国工程图学学会副理事长何援军研究员编写“计算机绘图基础”一章,简明扼要地介绍了上海白玉兰(BYL)CAD绘图软件系统,并通过实例说明软件的使用操作方法。

与本教材配套的《机械制图习题集》(钱可强主编)同时出版。习题集的编排顺序与教材体系保持一致,适当减少尺规绘图的作业量,增加选择、判断类型的题型,加强徒手绘图和计算机绘图的训练。

机械图样的“表达”、“识读”、“测绘”是学习本课程必须掌握的基本要求,在完成绘制和识读机械图样的过程中,必须注意零件与部件、零件图与装配图的有机结合,熟悉国家标准规定的表达方法和简化画法,了解机械图样中技术要求的标记和注写方法,达到具备绘制和识读复杂程度机械图样的初步能力。

与本教材配套的《机械制图教学辅导系统》课件同时出版。多媒体课件可动态显示课堂教学中难以表达的内容,教师根据需要随时进入某个教学内容,重演进行过的内容,反复交互使用,也可暂停正在进行的内容,有利于重点、难点的教学。课件还结合习题和作业进行解题分析,指导学生完成练习,提高综合分析能力。课件还包括白玉兰CAD绘图软件(教学版)的内容,学生可随时调出绘图,迅速掌握绘图软件的使用。多媒体课件为教师和学生提供了现代化教学手段。

本书由钱可强教授任主编，参加本书编写的还有何援军，裴晓宁，徐宁，果连成，谢贤萍，李同军，李英兰，宋业成，汪铭。

本书由中国工程图学学会常务理事、图学教育分会主任董国耀教授主审。袁丽娜副教授、王槐德副教授审阅了全书并提出许多宝贵意见，在此一并致谢。

本教材中的立体润饰图、大部分插图以及全部习题集由李同军老师用电脑绘制，对李老师付出的辛勤劳动在此表示深切的谢意。

五邑大学袁承武副教授等制作了与教材、习题集配套的多媒体课件，在此表示衷心感谢。

对同济大学职业技术学院常务副院长陈祝林教授在本教材编写过程中的关心和指导表示衷心感谢。

由于编者水平所限，教材体系和内容不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者 2001. 3.

内 容 提 要

本书是教育部高职高专院校机械类专业规划教材。作者以其丰富的教学和著书经验，极好地将知识点与能力点紧密结合，并重点突出了工程应用和与生产实际相结合。

全书共分十二章。内容包括：制图基本知识 with 技能，正投影法基本原理，立体及其表面交线，轴测图，组合体，图样的基本表示法，标准件及标准结构要素的规定表示法，零件与部件的表达，机械图样中的技术要求，机械图样的识读，零部件测绘，计算机绘图。

教材力求体现高职教育特点，对传统的教材体系和内容进行优化组合。强化徒手绘图、轴测草图的训练。

与教材配套的习题集增加选择、判断、改错等题型的练习，改变其单一的绘图作业模式。本教材附有一张包括多媒体教学课件及自主版权 BYLCAD 绘图软件的教学光盘。全书采用最新国家标准。

本书可供高职高专院校机械类专业学生使用，也可供成教、电大相关专业作为教材和工程技术人员参考。

目 录

绪论	1
第一章 制图基本知识与技能	7
第一节 国家标准《技术制图》、《机械制图》的基本规定	7
第二节 尺规绘图的工具及其使用	12
第三节 尺寸注法 (GB/T 4458. 4—1984)	14
第四节 平面图形画法	17
第五节 尺规绘图的方法与步骤	21
第二章 正投影法基本原理	24
第一节 正投影法与视图	24
第二节 点、直线、平面的投影	28
第三节 平面上的直线和点	36
第四节 求作直线的实长及投影面垂直面的实形	40
第三章 立体及其表面交线	45
第一节 基本体及其表面上点的投影	45
第二节 平面与立体相交	52
第三节 两曲面体相交	61
第四节 简单形体的尺寸标注	67
第四章 轴测图	70
第一节 轴测图概述	70
第二节 正等轴测图	71
第三节 斜二轴测图	75
第四节 轴测图的选择	77
第五节 轴测草图画法	79
第五章 组合体	85
第一节 组合体的形体分析	85
第二节 画组合体视图	87
第三节 组合体的尺寸标注	89
第四节 读组合体视图	93
第六章 图样的基本表示法	104
第一节 机件外部形状的表达——视图	104
第二节 机件内部形状的表达——剖视图	108
第三节 机件断面形状的表达——断面图	117
第四节 机件局部细小结构的表达——局部放大图	119
第五节 常用简化画法 (GB/T 16675. 1—1996)	120
第六节 第三角画法	123
第七章 标准件及标准结构要素的规定表示法	126
第一节 螺纹和螺纹紧固件	126
第二节 齿轮	134

第三节 键和销	140
第四节 弹簧	142
第五节 滚动轴承	144
第八章 零件与部件的表达	147
第一节 零件图与装配图的基本知识	147
第二节 零件结构形状的表达	150
第三节 零件图的尺寸标注	157
第四节 装配图画法的基本规定和特殊表达方法	164
第五节 装配图中的尺寸标注及序号、明细栏	167
第六节 画装配图的方法与步骤	168
第九章 机械图样中的技术要求	170
第一节 表面粗糙度符号、代号及其注法	170
第二节 极限与配合	175
第三节 形状和位置公差	182
第四节 镀(涂)和热处理的符号、代号及其标注	187
第十章 机械图样的识读	189
第一节 读装配图的方法和步骤	189
第二节 读零件图的方法和步骤	192
第三节 由装配图拆画零件图	197
第四节 读装配图举例	203
第十一章 零部件测绘	217
第一节 了解测绘对象和拆卸部件	217
第二节 画零件草图	220
第三节 画部件装配图	227
第四节 画零件工作图	236
第十二章 计算机绘图基础	241
第一节 白玉兰 CAD (BYLcad) 系统	241
第二节 交互作图	247
附录	
1. 普通螺纹 (GB/T 193—1981、GB/T 196—1981)	258
2. 螺纹紧固件	259
3. 键	265
4. 销	266
5. 轴承	267
6. 中心孔	270
7. 公差	271
8. 材料	278
9. 热处理	282
参考文献	283

绪 论

一、图样的内容和作用

按一定的投影方法及有关规定和要求绘制的图称为图样。工程图样是现代工业生产不可缺少的依据，设计者通过图样表达设计的对象，制造者根据图样来指导生产。

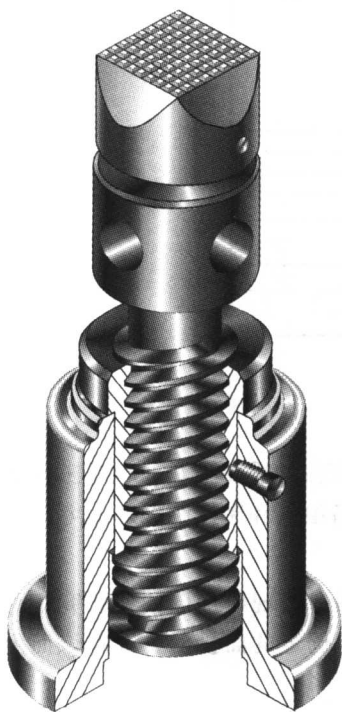


图 0-1 (a) 千斤顶立体图

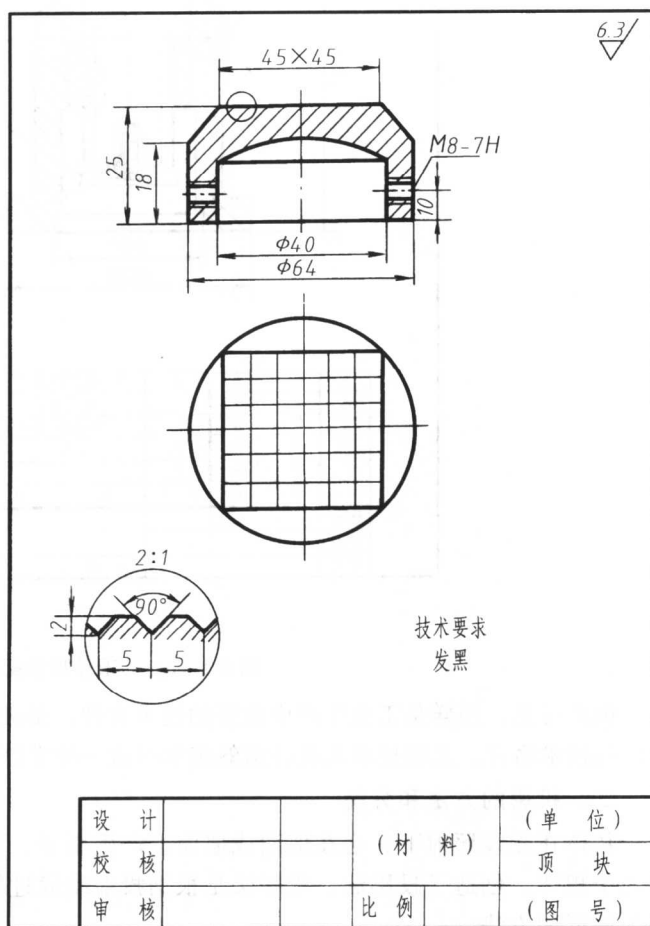


图 0-1 (b) 千斤顶顶块零件图

机器是由若干零件组装而成。在制造机器时，要根据零件图加工零件，再按装配图把零件装配成机器。图 0-1 (a) 为千斤顶立体图，它由底座、顶块、螺杆等零件组成；图 0-1 (b) 所示为千斤顶顶盖的零件图，零件图是表达零件的结构、形状、大小以及有关技术要求的图样，是加工零件的依据；图 0-1 (c) 所示为千斤顶装配图，装配图表示组成机器各零件之间的连接方式和装配关系的图样，根据装配图所表达的装配关系和技术要求，把合格的零件装配在一起，制造出机器。

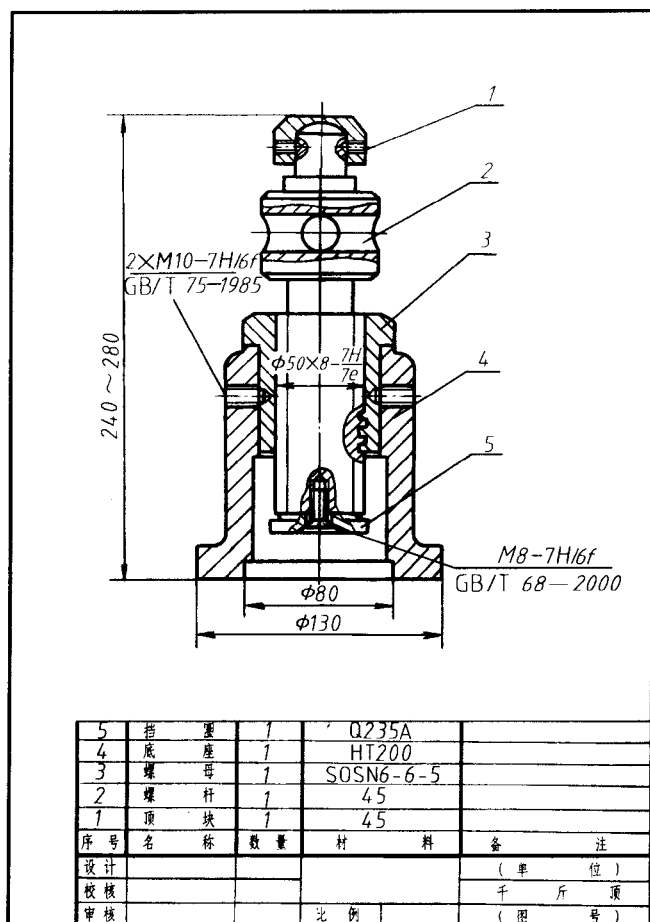


图 0-1 (c) 千斤顶装配图

由此可见,图样是工业生产中重要的技术文件,是进行技术交流的重要工具,也是工程界共同的技术语言。工程技术人员必须熟练掌握这一技术语言,具备绘制和阅读图样的能力。

二、投影的方法和分类

物体在光线照射下,会在地面或墙面上产生影子,根据这种自然现象加以抽象研究,总结其中规律,创造了投影法。投影法是根据投射线通过物体,向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法。

工程上常用的投影法分为两类:中心投影法和平行投影法。

1. 中心投影法

如图 0-2 (a) 所示,设 S 为投射中心, SA 、 SB 、 SC 为投射线,平面 P 为投影面。延长 SA 、 SB 、 SC 与投影面 P 相交,交点 a 、 b 、 c 即为三角形顶点 A 、 B 、 C 在 P 面上的投影。由于投射线都由投射中心出发,所以称这种投影为中心投影法。在日常生活中,照相、放映电影等均为中心投影的实例。

2. 平行投影法

当投射中心位于无限远处,所有投射线互相平行,这种投影法称为平行投影法。在平行

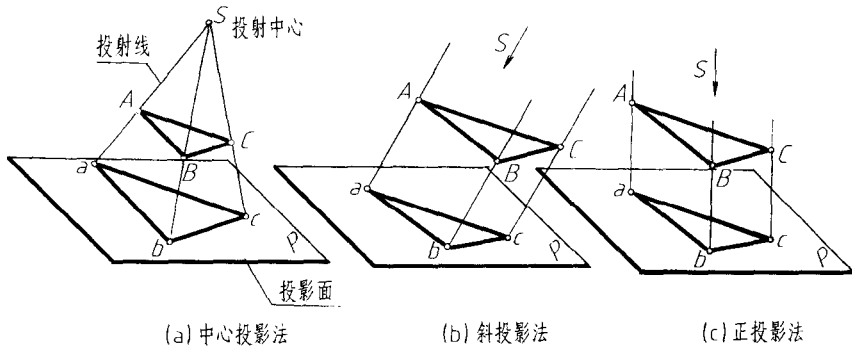


图 0-2 中心投影法和平行投影法

投影法中， S 表示投射方向。根据 S 与投影面 P 的倾角不同，平行投影法又分为斜投影法与正投影法两种。

斜投影法——投射线与投影面相倾斜的平行投影法，如图 0-2 (b)。

正投影法——投射线与投影面相垂直的平行投影法，如图 0-2 (c)。

三、工程上常用的投影图

1. 透视图

用中心投影法将物体投射到单一投影面上所得到的图形称为透视图，如图 0-3 (a) 所示。

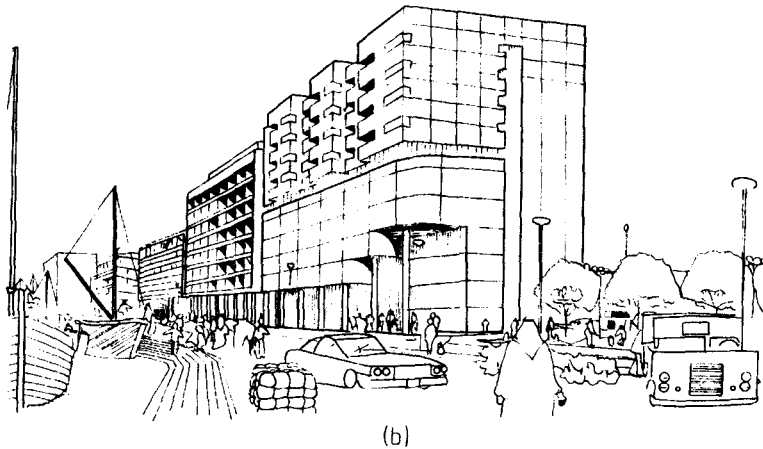
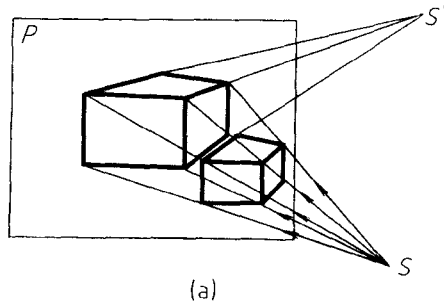


图 0-3 透视图

由于透视图与人的视觉相符,能体现近大远小的效果,所以形象逼真,具有丰富的立体感。但作图比较麻烦,且度量性差,常用于建筑和机械工程的效果图,如图 0-3 (b) 所示。

2. 轴测图

将物体正放用斜投影法画出的图或将物体斜放用正投影法画出的图称为轴测图。如图 0-4 (a) 所示,物体上互相平行且长度相等的线段,在轴测图上仍互相平行,长度相等。轴测图虽不符合近大远小的视觉习惯,但仍具有很强的直观性,所以在工程上特别是机械图样中得到广泛应用,如图 0-4 (b) 所示。

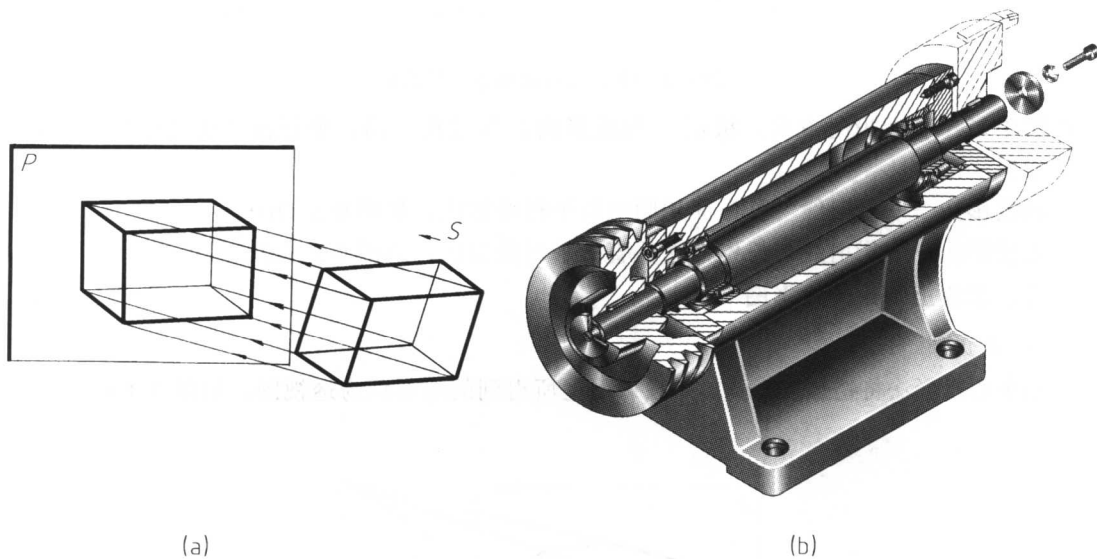


图 0-4 轴测图

3. 多面正投影图

根据正投影法所得到的图形称为正投影图,如图 0-5 (a) 所示。

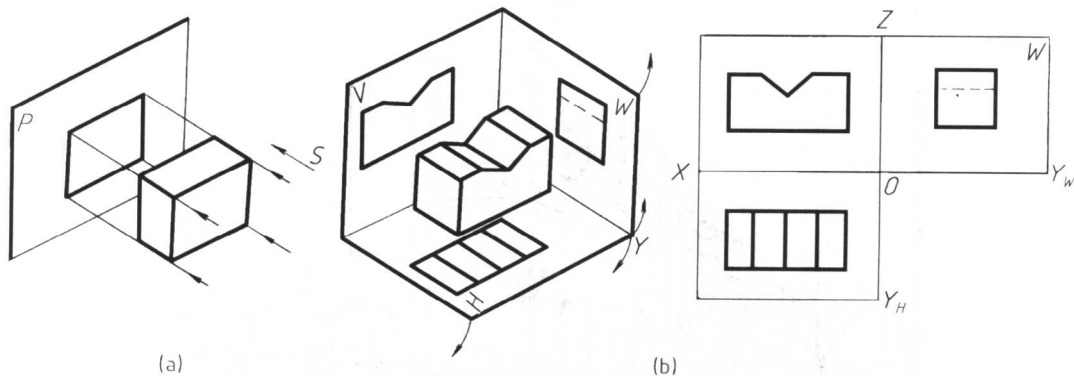


图 0-5 多面正投影法

用正投影法将物体分别投射到互相垂直的几个投影面上,如正面 V 、水平面 H 和侧面 W ,得到三个投影,然后将 H 、 W 面旋转到与 V 面在一个平面上,如图 0-5 (b) 所示。这

种用一组投影表达物体形状的图称为多面正投影图。

正投影图直观性不强,但能正确反映物体的形状和大小,且作图方便,度量性好,所以在工程上应用最广。

四、本课程的学习目的和要求

- ① 掌握用正投影法图示空间物体的基本理论和方法。
- ② 培养尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图的初步能力。
- ③ 掌握绘制和识读机械图样的基本能力,熟悉机械制图国家标准和查阅方法。
- ④ 培养空间构思表达能力和三维形体的形象思维能力。

五、本课程的特点和学习方法

本课程的基本内容,主要是学习如何用图形表达物体形状,由已画好的图样想象物体的形状,初步掌握绘制和识读机械图样的能力。因此,学习本课程的一个重要方法是自始至终把物体的投影与物体的形状紧密联系,既要想象物体的形状,又要思考作图的投影规律。

工程图样被誉为国际性的工程技术语言,不同国籍的工程技术人员都能看懂。具有这种性质,是因为工程图样是按照国际上共同遵守的若干规则绘制的。这些规则可归纳为两个方面,一方面是规律性的投影法则,另一方面是规范性的制图标准。学习本课程时,应遵守这两类规则,联系空间形体与平面图形的对应关系,由物画图,由图想物,不断提高空间想象能力。同时,要熟悉和了解《机械制图》国家标准的有关规定,培养耐心细致的学习态度和工作作风。

六、工程图学的历史与发展

自从劳动开创人类文明史以来,图形与语言、文字一样,是人们认识自然、表达和交流思想的基本工具。远古时代,人类从制造简单工具和营造建筑物,就开始使用图形来表达意图,但都是以直观、写真的方法来画图。随着生产的发展,这种简单的图形不能正确表达形体,迫切需要总结出一套绘制工程图的方法,满足既能正确表达形体,又便于绘图和度量,以便按照图样制造或施工。18世纪欧洲的工业革命促使一些国家科学技术的迅速发展。法国著名科学家蒙日(Gaspard Monge 1746—1818)总结前人经验,根据平面图形表示空间形体的规律,应用投影方法创建了《画法几何学》(1798年出版),奠定了图学理论基础,将工程图的表达与绘制规范化。二百多年来,经过不断完善和发展,逐渐形成了一门独立的学科——工程图学。

在图学发展的历史长河中,具有五千年文明史的中国曾有光辉的一页。“没有规矩,不成方圆”,反映了中国古代对尺规作图已有深刻的理解和认识。春秋时代的《周礼·考工记》中记载了规矩、绳墨、悬垂等绘图工具的运用。中国历史上保存下来最著名的建筑图样为宋朝李明仲所著《营造法式》(刊印于1103年),书中记载的各种图样与现代的正投影图、轴测图、透视图的画法已非常接近。宋代以后,元代王桢所著《农书》(1313年)、明代宋应星所著《天工开物》(1637年)等书中都附有上述类似图样。清代徐光柵所著《农政全书》,画出了许多农具的图样,包括构造细部和详图,并附有详细的尺寸和制造技术要求的注解。但是,由于中国长期处于封建社会,科学技术发展缓慢,虽然很早就有相当高的成就,但未能形成专著流传下来。

20世纪50年代,中国著名学者赵学田教授简明而通俗地总结了三视图的投影规律为“长对正、高平齐、宽相等”,从而使工程图易学易懂。1959年,中国正式颁布国家标准

《机械制图》，1970 年、1974 年、1984 年相继作了必要的修订。为了尽快与国际接轨，1992 年中国又陆续制订了多项适用于各行业的《技术制图》国家标准，并对 1984 年颁布的《机械制图》国家标准逐步开始了全面的修订。

20 世纪 50 年代，世界上第一架平台式自动绘图机诞生，计算机技术的广泛应用，大大地促进了图形学的发展。70 年代后期，随着微型计算机的出现，应用图形软件通过微机绘图，使计算机绘图进入高速发展和更加普及的新时期。

展望 21 世纪，计算机绘图、计算机辅助设计（CAD）技术，推动了现代制造业的发展。随着计算机科学、信息科学、管理科学的不断进步，工业生产将进一步走向科学、规范的管理模式。过去，人们把工程图纸作为表达零件形状、传递零件分析和制造的各种数据的唯一方法。现在，应用高性能的计算机绘图软件生成的实体模型可以清晰而完整地描述零件的几何特征形状，并且可利用基于特征造型的实体模型直接生成该零件的工程图或数据代码，完成零件的工程分析和制造。为了适应制造业的发展，对《机械制图》课程传统的教学模式必须进行大胆改革。将传统的教学内容与现代的计算机技术有机地结合在一起，这样才能满足制造业对人才培养的需求。

第一章

制图基本知识与技能

第一节 国家标准《技术制图》、《机械制图》的基本规定

图样是现代工业生产中最基本的文件。为了正确地绘制和阅读工程图样，必须熟悉和掌握有关标准和规定。国家标准《技术制图》和《机械制图》是工程界重要的技术基础标准，是绘制和阅读工程图样的依据。需要注意的是，《机械制图》标准适用于机械图样，《技术制图》标准则普遍适用工程界各种专业技术图样。

中国国家标准（简称国标）的代号是“GB”。例如 GB/T 14689—1993，其中 GB/T 表示推荐性国标，14689 是编号，1993 是发布年号。

本节摘要介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体、图线等制图基本规定，其他标准将在有关章节中叙述。

一、图纸的幅面和格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面。必要时，也允许选用所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留有装订边和不留装订边两种，如图 1-1 所示。同一产品的图样只能采用一种格式。

3. 标题栏的格式、方位及看图方向

GB/T 10609—1989 对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定。制图作业的标题栏建议采用图 1-2 所示的格式。

标题栏应位于图纸的右下角，如图 1-1 所示。如果使用预先印制的图纸，允许将标题栏放在图纸的右上角。国标对看图方向的规定与标题栏的方位有关。当标题栏位于图纸右下角时，看图及绘图与看标题栏的方向一致；当标题栏位于图纸右上角时，看图及绘图方向以方向符号的指向为准。方向符号应位于图纸下边的对中符号处（图 1-3）。

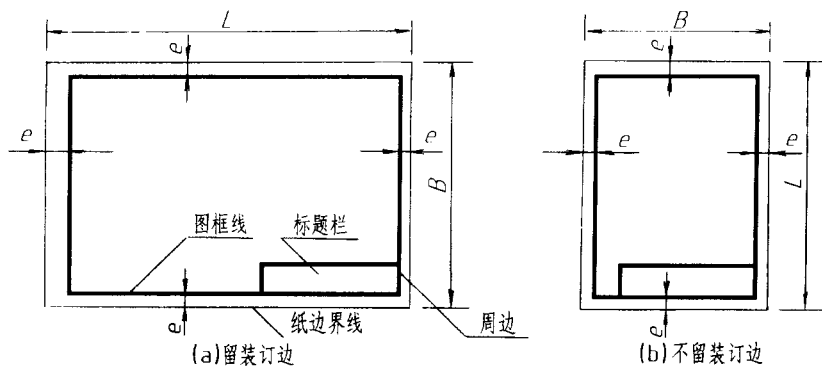


图 1-1 图框格式

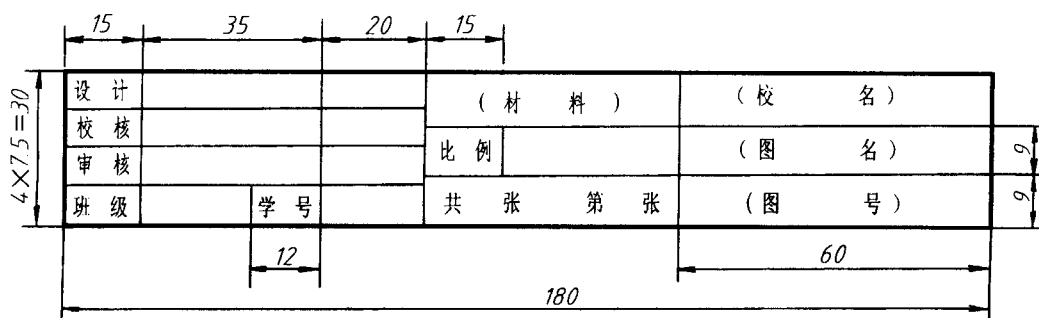


图 1-2 制图作业标题栏

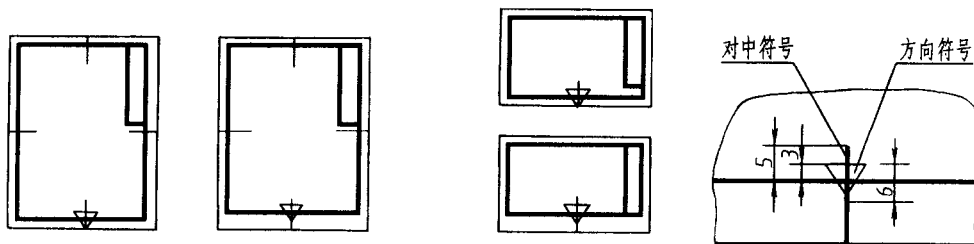


图 1-3 标题栏位于右上角时的看图方向

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时,应根据图样的用途与所绘机件的复杂程度,从表 1-2 规定的系列中选取适当比例。

表 1-2 绘图的比例

种 类		比 例			
原值比例		1 : 1			
放大比例	5 : 1	2 : 1	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注: n 为整数。