



教育部教改项目成果
高职高专机械类专业基础课规划教材

吕素霞 何文平 主编

现代机械制图

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



教育部教改项目成果

高职高专机械类专业基础课规划教材

现代机械制图

吕素霞 何文平 主 编



机械工业出版社

本书是教育部“新世纪高职高专教育机械基础课程教学内容体系改革、建设的研究与实践”项目的研究成果，与之配套使用的《现代机械制图习题集》和《AutoCAD 绘图基础实训教程》同时出版。

本书反映高职高专特色，以增强应用性和培养能力与素质为指导；以体为主线，遵循从三维立体到二维平面图形的认识规律，加强绘制和阅读三维图能力的培养。全书共有十二章，主要内容有：制图的基本知识、投影法基础、三维实体造型设计基础、简单实体二维图的画法、组合体二维图的画法、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、零件几何量公差、装配图、展开图、焊接图。

本书可作为高职高专和成人教育学院机械类、近机类专业的教材，也可作为高等教育自学考试相关专业的教学用书，亦可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代机械制图/吕素霞、何文平主编. —北京: 机械工业出版社, 2005.7

教育部教改项目成果高职高专机械类专业基础课规划教材

ISBN 7-111-16570-5

I. 现… II. ①吕…②何… 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 (2005) 第 049080 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 何月秋

责任编辑: 王英杰 版式设计: 冉晓华 责任校对: 吴美英

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 洪汉军

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·19 印张·470 千字

0 001—5 000 册

定价: 29.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

教育部教改项目成果

“高职高专机械类专业基础课规划教材”编委会

主 任 汪德敏

副 主 任 (按姓氏拼音字母排序)

李凤云 (常务) 李铁成 王进军

赵 波 赵德申

委 员 (按姓氏拼音字母排序)

曹龙斌 何文平 何月秋 李焕锋

兰建设 吕素霞 卢艳军 李源生

刘自然 王宏元

本书主编 吕素霞 何文平

本书副主编 李滨慧 刘家平

本书参编 任彩霞 王宏元 冯辉英 董 燕

本书主审 孙伯鲁

序

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向21世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专新世纪的发展目标和改革措施，推进高职高专教学改革，培养“应用性”高技能人才，教育部高教司（2002）38号文件决定组织实施“新世纪高职高专教育机械基础课程教学内容体系改革、建设的研究与实践”课题的研究。本套“高职高专机械类专业基础课规划教材”正是河南工业大学（原郑州工业高等专科学校）、河南工业职业技术学院、辽宁省交通高等专科学校和济南职业学院根据教育部高教司精神，投入大量的人力、物力和财力，经过大量的研究、探索和实践所取得的丰硕成果。

20世纪90年代以来，党中央、国务院非常重视高职高专教育，在积极发展高等教育的同时，提出了大力发展高等职业教育的方针，并相继出台了一系列政策和措施，大大推动了我国高职高专教育的改革与发展。多年的改革实践形成了高职高专教育人才培养模式的共识，即“以培养高等技术应用性人才为根本任务；以适应社会需求为目标；以培养技术应用能力为主线”。根据这一形势和教育部的教改精神，课题组对目前国内外高职高专教育进行了广泛深入的调查研究。

新世纪高职教育的主要特点为：教育国际化和终身化、课程综合化。这些特点要求高职院校培养的学生应具有良好的综合素质，较全面的基础知识，必备的专业技能，面向市场的较强的竞争能力。新世纪是信息化的时代，以信息科学为代表的高新技术向机械行业的渗透，使得现代化的机械制造是传统机械制造技术与信息、自动化和现代管理科学的有机融合。

课题组经过充分调研论证认为，高职高专培养的人才应是：具有良好的综合素质，“必需、够用”的理论基础知识，较全面的应用技术知识，熟练的操作及创新能力，解决实际技术问题能力的“现代技术实施的在线人员”。

根据这一培养目标，新世纪高职高专机械基础课教学内容体系改革的基本思路为：以创新应用为核心，以使用现代化的机械设备加工出高质量的机械产品为主线，打破原技术基础与专业基础的界限，重组机械基础教学内容体系。根据目前高职高专院校大多没有行业背景，多数学生面向市场就业的现状，新世纪高职高专教育机械基础课程应由四大基础模块，即机械设计技术基础、机械制造技术基础、机械控制技术基础与机械检测技术基础组成。

根据此改革思路和研究成果我们组织编写了这套“高职高专机械类专业基础课规划教材”。该套教材首批编写了《现代机械制图》、《现代机械制图习题集》、《AutoCAD绘图基础实训教程》、《实用电工学》、《单片机基本原理及应用系统》、《液压与气动技术》、《机械力学



与设计基础》、《机械制造应用技术》共 8 种。这套教材具有以下特点：

1. 贯彻教育部高职高专两年制的要求。
 2. 采用新的课程体系：以职业需要为主线，体现基础性、实用性和专业性。
 3. 在内容的选取中紧紧围绕着为机械设计与制造服务这一宗旨，贯彻基本理论以“必需、够用”为度，简化传统知识，力争在内容上体现先进性、实用性。
 4. 在内容的构建中，考虑到现在就业状况需要学生持有“双证”的需要，将与技能鉴定考核有关的知识编入了教材。
 5. 21 世纪是国际间合作与交流的时代，因此在教材的编写中部分介绍了国际常用标准。
- 由于我们水平有限，加之时间仓促，书中可能存在不少缺憾，恳请广大读者和师生批评指正。

课题负责人 李风云

前 言

随着三维 CAD/CAM 技术的迅猛发展,设计和制造的理论 and 加工手段都发生了巨大变化。人们可以利用三维设计和绘图手段,直接进行产品三维造型设计,然后由三维设计图直接转化为二维图形。还可以通过三维数字化信息传递直接输入数控机床,实现无纸化生产。现代化制造技术已经向当前的机械制图教学提出了新的要求。我们根据教育部“新世纪高职高专教育机械基础课程教学内容体系改革、建设的研究与实践”课题改革方案的要求,在认真总结和充分吸收项目各个成员学校近几年教学改革成功经验的基础上,编写了本教材。

本教材具有以下特点:

1. 体系新,时代感强,具有前瞻性。制图与设计紧密结合,引入新的设计方法、新的制造技术(计算机三维设计、无纸化生产)概念,加强绘制和阅读三维图能力的培养。以体为主线,遵循从三维立体到二维平面图形的认识规律,先讲轴测图的画法,引入拉伸,切割,并、交、差等计算机三维造型设计概念,加入构形设计练习,使学生先有一些形象储备,更易掌握从三维立体图到二维投影图的转换。

2. 注意循序渐进,由浅入深,由简到繁;语言简明扼要,文字通俗易懂;图例典型,以图释义。

3. 以高职高专理论教育“必需、够用”为原则,精选内容。削减画法几何内容,降低表面交线的求画难度,以定形分析和简化画法为主,力求实用性强,并具有高职高专特色。

4. 全部采用我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准及与制图有关的其他标准。

5. 本教材中没有计算机绘图内容,另编一本《AutoCAD 绘图基础实训教程》,保持机械制图投影原理和计算机绘图技能操作各自内容的连续性。

本书可作为高职高专和成人教育学院机械类、近机类专业的教材,也可作为高等教育自学考试相关专业的教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。

与本书配套的吕素霞主编《现代机械制图习题集》和何文平主编《AutoCAD 绘图基础实训教程》由机械工业出版社同时出版,可供选用。

参加本教材编写工作的有河南工业大学吕素霞(绪论、第一章第一节、第三章、第五章一部分)、任彩霞(第一、二、四章)、何文平(第十、十一、十二章)、济南职业学院王宏元(第五章一部分)、辽宁交通高等专科学校李滨慧(第六章)、河南工业职业技术学院刘家平(第七章、部分附录中附表 1~附表 18)、冯辉英(第八章、附录中附表 19、附表 24)、董燕(第九章、附录中附表 21~附表 23),河南工业大学孔雪清、马宁绘制并润饰了全书的立体图,河南工业大学牛红宾绘制了第五章部分插图。本书由吕素霞、何文平任主编,

李滨慧、刘家平任副主编。

郑州大学工学院孙伯鲁教授仔细审阅了本书，提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了河南工业大学李凤云教授、刘振魁副教授的热情指导和帮助，同时也得到各院校领导和许多教师的支持和帮助，在此一并表示感谢。

本书在编写过程中参考了一些国内同类著作，在此特向有关作者致谢。

由于我们的水平有限，加之经验不足，书中缺点、错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

序	
前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识	5
第一节 绘图方法	5
第二节 国家标准《技术制图》和 《机械制图》简介	6
第三节 常用手工绘图工具、仪器及其使用 方法	17
第四节 平面图形的画法	20
●第五节 徒手绘图的方法	27
第二章 投影法基础	29
第三章 三维实体造型设计基础	33
第一节 空间形体的类型及形成	33
第二节 轴测图	35
第三节 计算机三维实体造型设计简介	44
第四章 简单实体二维图的画法	50
第一节 三视图的形成及其投影规律	50
第二节 平面立体三视图的画法	52
第三节 立体的投影分析	54
第四节 回转体的投影	69
第五章 组合体二维图的画法	76
第一节 组合体视图的画法	76
第二节 截交线的画法	81
第三节 相贯线的画法	89
第四节 组合体的尺寸标注	95
第五节 看组合体视图的方法	99
第六章 机件的常用表达方法	106
第一节 视图	106
第二节 剖视图	110
第三节 断面图	123
第四节 局部放大图及简化表示法	126
第五节 表达方法综合举例	130
第六节 第三角投影简介	132
第七章 标准件和常用件	135
第一节 螺纹	135
第二节 螺纹紧固件及其联接	144
第三节 键联接和销联接	150
第四节 滚动轴承	155
第五节 齿轮	158
第六节 弹簧	166
第八章 零件图	171
第一节 零件图的作用和内容	171
第二节 零件图的视图选择	172
第三节 零件图的尺寸标注	177
第四节 零件常见的工艺结构	182
第五节 看零件图	187
第六节 零件测绘	189
第九章 零件几何量公差	197
第一节 极限与配合	197
第二节 形状和位置公差	207
第三节 表面粗糙度	226
第十章 装配图	233
第一节 装配图的作用和内容	233
第二节 装配图的规定画法和特殊画法	234
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	238
第四节 装配图的序号和明细栏	239
第五节 装配结构的工艺性	240

第六节 由零件图画装配图	245	附表 6 双头螺柱	278
第七节 看装配图和拆画零件图	250	附表 7 内六角圆柱头螺钉	279
第十一章 展开图	257	附表 8 螺钉 (一)	280
第一节 概述	257	附表 9 螺钉 (二)	280
第二节 平面立体表面的展开	257	附表 10 1 型六角螺母	281
第三节 可展曲面的表面展开	259	附表 11 垫圈	282
第四节 变形接头的展开	261	附表 12 标准型弹簧垫圈	283
第五节 不可展曲面的表面展开	262	附表 13 紧固件沉头座尺寸	283
第十二章 焊接图	264	附表 14 普通平键及键槽各部尺寸	284
第一节 焊缝符号	264	附表 15 圆柱销	285
第二节 焊缝标注的有关规定	268	附表 16 圆锥销	286
第三节 焊缝标注的示例	269	附表 17 开口销	286
附录	273	附表 18 滚动轴承	287
附表 1 普通螺纹直径与螺距系列	273	附表 19 倒角和圆角半径	288
附表 2 55°非密封管螺纹	274	附表 20 砂轮越程槽	288
附表 3 梯形螺纹直径与螺距系列		附表 21 标准公差数值	289
基本尺寸	275	附表 22 优先配合中轴的极限偏差	289
附表 4 六角头螺栓 (一)	276	附表 23 优先配合中孔的极限偏差	291
附表 5 六角头螺栓 (二)	277	附表 24 常用金属材料	292
		参考文献	294

绪 论

一、现代机械设计与机械制造

任何一个产品的诞生，都要经过设计与制造两大过程，如机器设备、家用产品等。设计是为制造而制订的规划或方案，它具有构思、创造的含义。

机械设计是以机械产品为对象所进行的设计，它是根据产品的使用要求，确定其工作原理、运动方式、结构形状，通过分析和计算，选择合适的材料、几何形状及尺寸，并用机械图样和其他技术资料等信息表达出设计结果。因为复杂的结构无法用普通的语言来描述，而图样是最直观明了的表达方式。

机械制造过程是按一定的加工方法及手段将机械图样所表达的物体加工制造成产品。传统的机械设计与制造过程是从三维构思→二维图形表达→加工并装配成三维实体。这种设计与制造过程要求设计人员必须具备较强的空间想像力和二维图样的表达能力，制造者也必须具备较强的看图能力。随着计算机技术的发展，计算机辅助设计的广泛应用，改变了过去的设计与制造的手段与方法，现代机械设计与制造过程是从三维构思→三维表达→二维表达→加工并装配成三维实体（也可以不要二维表达，直接进行数控加工）。

现代机械设计与机械制造的一般过程如图 0-1 所示。

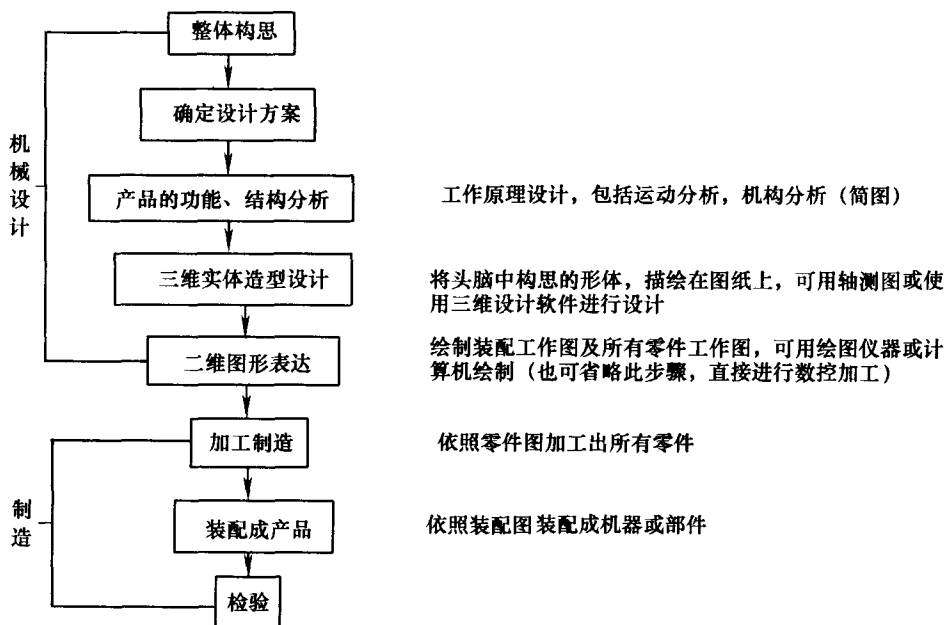


图 0-1 现代机械设计与机械制造的一般过程

二、图样的作用

产品在机械设计、制造、检验、安装等过程中使用的图样称为机械图样，简称图样。例

如, 图 0-2 所示球阀轴测图、图 0-3 所示球阀装配图、图 0-4 所示球阀阀体零件图

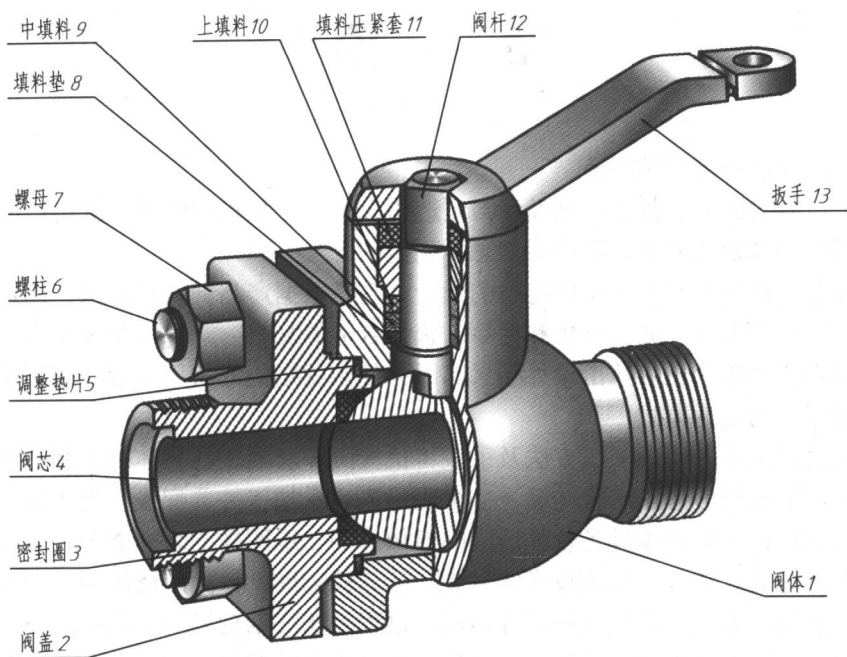


图 0-2 球阀轴测图

1. 图样是指导生产的重要技术文件

从图 0-1 可看出设计工作的成果是画出总装图和所有的零件图, 制造者根据零件图生产出所有的零件, 然后根据装配图装配成产品, 所以机械图样始终在指导着生产。

装配图 (机器或部件) → 零件图 → (或三维设计图)

↓ ↓
装配成机器 (或部件) ← 加工出所有零件

2. 图样是技术交流的工具

图样能直观简明地表达设计人员的设计思想, 在技术交流时, 无需看实物, 就能了解产品的工作原理、结构形状等信息, 所以它是交流设计思想的重要工具。

由此可见, 图样在现代机械设计与制造中具有十分重要的地位。根据它的作用, 图样一直被人们誉为工程界“共同的技术语言”, 每一个工程技术人员都必须掌握这种“语言”, 否则就无法从事工程技术工作。

三、本课程的研究内容及任务

现代机械制图是一门研究三维设计表达方法和二维机械图样表达方法的基础技术课程, 它是工科院校多数专业学生的一门十分重要的、必修的课程。本课程的主要任务是:

(1) 了解机械产品三维设计思想, 学习三维设计的表达方法。

(2) 学习平行投影法的基本原理, 掌握正投影法的基本原理。

(3) 掌握绘制和阅读二维机械图样的基本方法和技能 (包括徒手绘图、尺规绘图及计算机绘图的能力)。

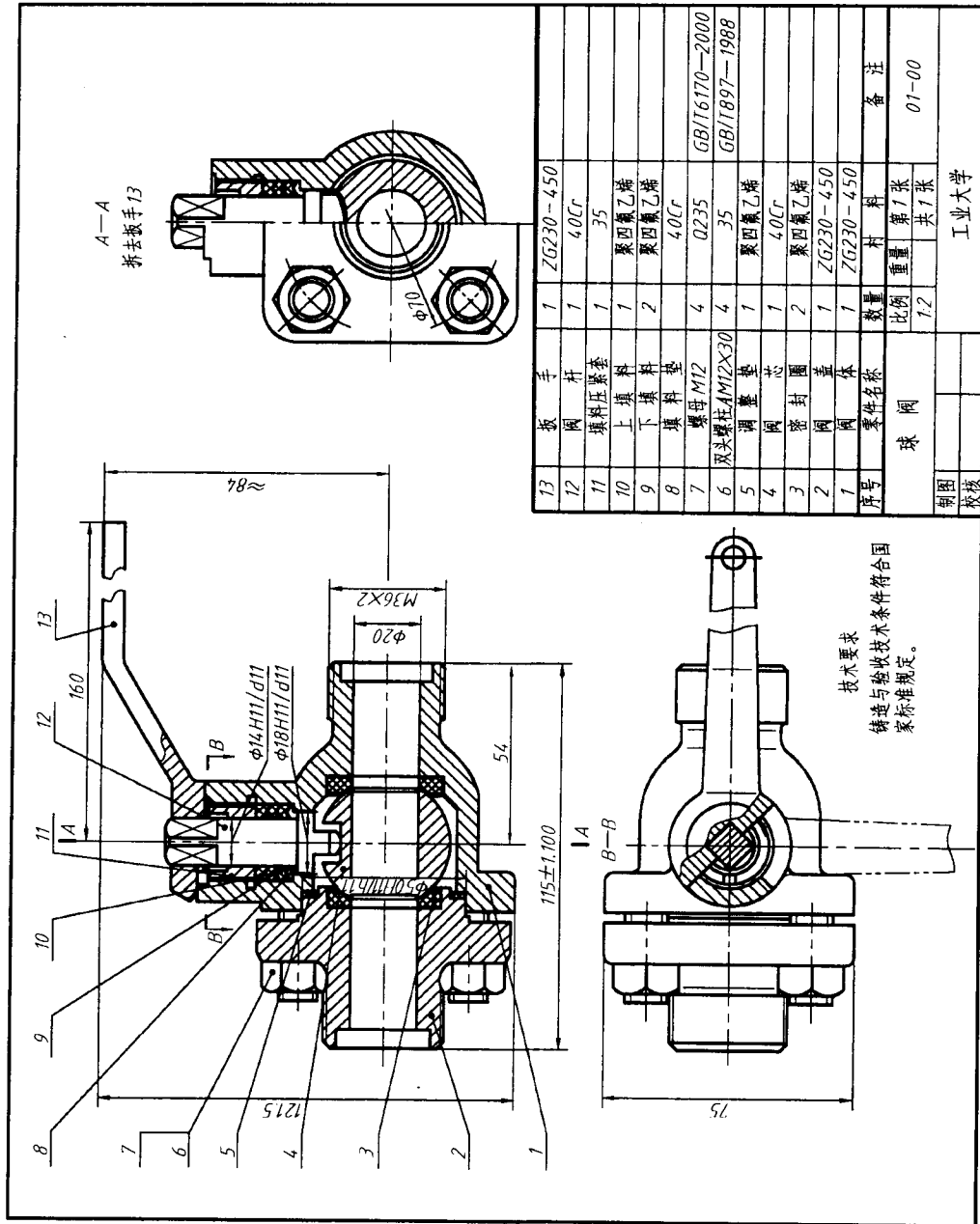


图 0-3 球阀装配图

- (4) 学习并贯彻执行制图国家标准和有关规定，培养查阅有关标准、手册的能力。
- (5) 培养空间想像力与形体构思能力，能绘制和阅读中等复杂的机械图样。
- (6) 培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

四、本课程的性质和学习方法

本课程是一门有理论但偏重于实践的课程。理论即为投影原理及画图、看图的方法；实践即为画图、看图。

除了通常的学习方法外，要注意：

1. 用形象思想方法去画图、读图，要根据“从空间到平面，再从平面到空间”的原则进行反复练习。学习初期可借用模型、轴测图等增强感性认识，但不可长期依赖它们。
2. 多看、多画图，完成一定量的作业。
3. 本课程与工程实际联系紧密，注意积累实际知识，多观察周围的机械产品进行形象储备。

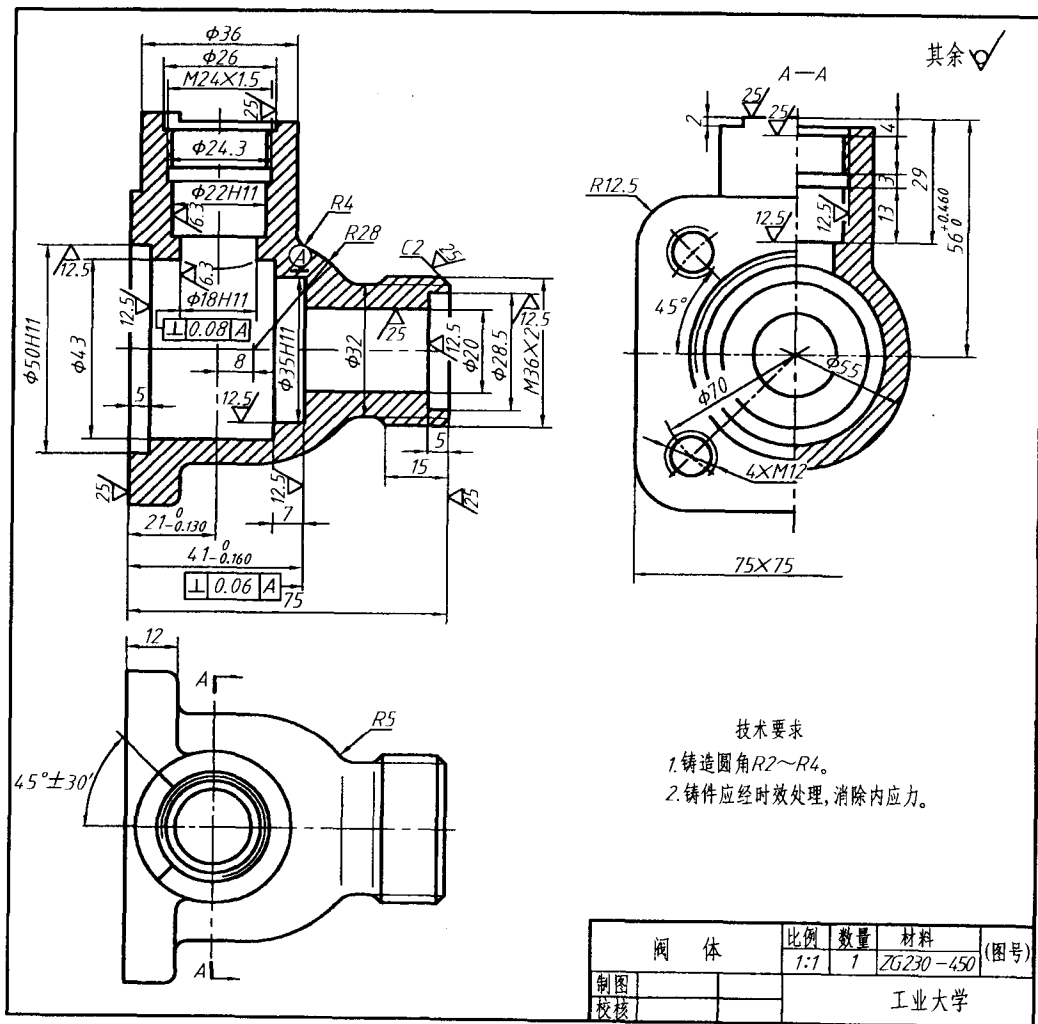


图 0-4 球阀阀体零件图

第一章

制图的基本知识

第一节 绘图方法

一、图样的种类

1. 根据图样表达内容分类

(1) 总装图——表达机器或部件的整体外形轮廓、各部分的相对位置、大致装配关系及基本性能的图样。

(2) 装配图——表达机器或部件间的工作原理、传动路线、运动方式、各零件间的装配联接关系等内容的图样，如图 0-3 所示球阀装配图。

(3) 零件图——表达零件的形状结构、尺寸大小及技术要求等内容的图样，如图 0-4 所示的阀体的零件图。

2. 按图样绘制方法与使用目的分类

(1) 草图——凭目测比例徒手绘制的图样，一般用于讨论方案、现场测绘中。

(2) 原图——设计后经审核部门批准可作为原稿的图样，传统为铅笔图，现代设计用计算机绘制。

(3) 底图——根据原图制成可供复制的图。它是原始的正式文件，底图上有设计者和有关负责人的签字，传统为描绘的墨线图，现代设计用计算机绘制。

(4) 生产用图——根据底图晒制或复印的图，传统为蓝图，现在为计算机打印出来的图，是加工制造、检查产品的依据。

二、绘图方法简介

现代机械设计中，主要有手工尺规绘图、计算机绘图与徒手绘图三种绘图方法。

1. 手工尺规绘图

手工尺规绘图就是用手绘工具与仪器绘制图样，通常是铅笔图，它是一种传统绘图方法，目前许多中小企业仍以此绘图方法为主。它要求工程技术人员能正确、熟练地使用绘图工具及仪器，具有一定的绘图技能与技巧。

2. 计算机绘图

计算机绘图就是利用计算机存储、产生图形输出，由自动绘图机（或图形打印机）绘出图形。计算机绘图（Computer Graphics）有两种方式：

(1) 静态式计算机绘图（即手工编程绘图） 这种绘图方式要修改图形必须修改程序和数据，一般用于参数化绘图。

(2) 动态的交互式计算机绘图（即人机对话式绘图） 这种绘图方式用户能控制图形，不需编程，可用交互绘图软件包来绘图。

3. 徒手绘图

徒手绘图是不借助绘图工具与仪器，凭目测比例徒手绘制图样，这种图样称为草图。在讨论设计方案、技术交流及现场测绘中使用，还可作为计算机绘图前的底稿图。

第二节 国家标准《技术制图》和《机械制图》简介

工程图样是表达设计思想，进行技术交流，指导现代生产和建设的重要技术文件。为了便于生产和技术交流，国家对图样画法、尺寸注法等作了统一的规定。工程人员应严格遵守，认真贯彻。1959年第一次颁布国家标准（简称国标，代号“GB”）《机械制图》后，对国民经济建设起了积极的促进作用，随着生产不断发展，又先后几次进行了较大的修改，此后又颁布了国家标准《技术制图》。本节仅摘录“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸注法”和“标题栏”等主要内容。

一、图纸幅面和格式（GB/T14689—1993）

1. 图纸幅面

为了合理利用图纸，便于装订和管理，国标规定了五种基本图纸幅面，具体的规格尺寸见表 1-1。绘制工程图样时，应按标准规格选用图纸幅面。必要时，可按规定加长幅面，如图 1-1 所示。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

(单位: mm)

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

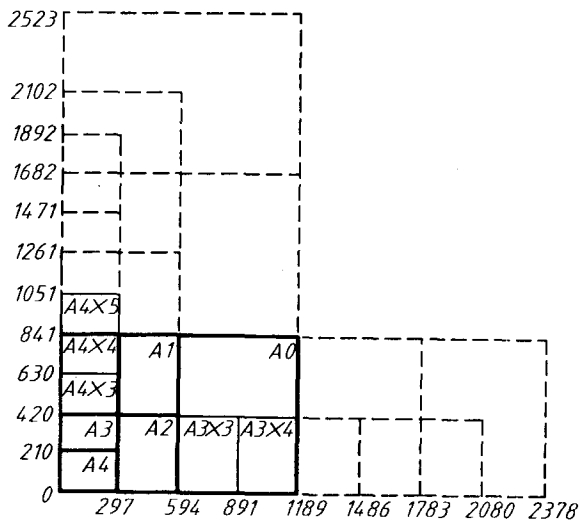


图 1-1 图纸幅面及加长边

2. 图框格式

图样无论是否装订，在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留装订边和不留装订边两种，如图 1-2 和图 1-3 所示，尺寸按表 1-1 选取，但同一产品的图样只能采用一种格式。

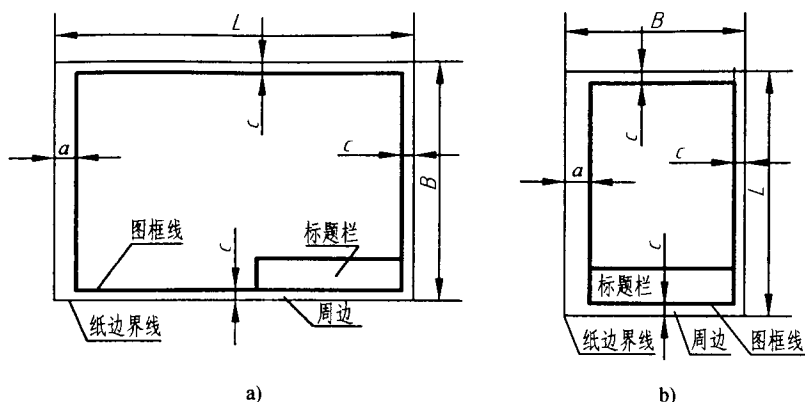


图 1-2 留装订边的图框格式

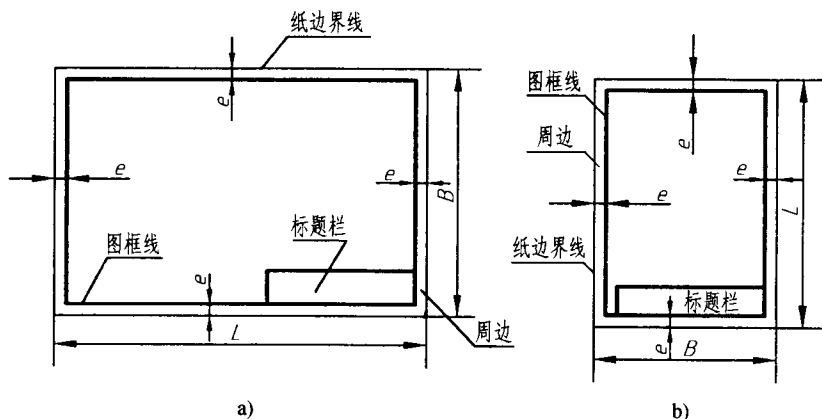


图 1-3 不留装订边的图框格式

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏，标题栏的位置应位于图纸的右下角，与看图方向一致。标题栏的格式，国家标准 GB/T 10609.1—1998 已作了统一规定，如图 1-4 所示。学校的制图中，建议采用图 1-5 推荐的格式。标题栏内的图名和校名用 10 号字，其余用 5 号字。注意：标题栏的外框线一律用粗实线绘制，其右边和底边均与图框线重合；内部分格线用细实线绘制。

根据视图的布置需要，图纸可以横放（长边位于水平方向）或竖放（短边位于水平方向），标题栏应位于图框右下角，如图 1-2 和图 1-3 所示，这时看图与看标题栏的方向一致。但有时为了利用预先印刷好图框和标题栏的图纸，允许将图纸逆时针旋转 90°，标题栏位于图框右上角，如图 1-6a、b 所示，此时看图方向与看标题栏的方向不一致。为了明确绘图与