



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

机 械 制 图

(机械类专业适用)

刘小年 刘振魁 主编



高 等 教 育 出 版 社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪 课程教材
Textbook Series for 21st Century

机械制图

(机械类专业适用)

刘小年 刘振魁 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内 容 提 要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”中“高等学校工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究和实践”项目的研究成果,是面向 21 世纪课程教材。主要内容有机械设计与制图的基本知识、AutoCAD 基础、AutoCAD 绘制平面图形、正投影的基础知识、立体的投影、组合体、AutoCAD 绘制三视图、文本与尺寸标注、轴测图、表示机件的图样画法、标准件与常用件、零件图、零件图的技术要求、AutoCAD 绘制零件图、装配图以及 AutoCAD 三维绘图简介等。

本书可作为应用型本科院校、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。与本书配套的刘振魁、刘小年主编《机械制图习题集》由高等教育出版社同时出版,可供选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/刘小年,刘振魁主编;蒋得军等编. —北京:高等教育出版社,2000.7 (2002 重印)

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-04-008007-9

I. 机… II. ①刘…②刘…③蒋… III. 机械制图—高等学校—教材 IV. TH12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 23088 号

机械制图(机械类专业适用)

刘小年 刘振魁 主编

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
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

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 北京中科印刷有限公司

开 本 850×1168 1/16
印 张 28.5
字 数 700 000

版 次 2000 年 7 月第 1 版
印 次 2002 年 12 月第 3 次印刷
定 价 30.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

为适应高等工科院校培养具有创新精神的应用型技术人才的需要,我们根据教育部“面向21世纪工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”项目教改整体方案的要求,在认真总结和充分吸收项目组各成员院校近年来教学与教改成功经验的基础上,编写了本教材。

全书共十六章,另加附录。主要内容有机械设计与制图的基本知识、AutoCAD 基础、AutoCAD 绘制平面图形、正投影的基础知识、立体的投影、组合体、AutoCAD 绘制三视图、文本与尺寸标注、轴测图、表示机件的图样画法、标准件与常用件、零件图、零件图的技术要求、AutoCAD 绘制零件图、装配图以及 AutoCAD 三维绘图简介等。

本书主要有以下特点:

1. 体系结构新颖、时代感强。本教材首次将 AutoCAD 绘图与传统机械制图内容完全融为一体,把众多的 AutoCAD 命令灵活运用到制图各单元之中,深入浅出地讲授 AutoCAD 的基本概念和绘制各类图形的方法与技巧。学完本书,能利用手工绘图工具和计算机熟练地绘制各种机械图样。

2. 教材内容的选择精、新、特。本书对传统制图内容削枝强干,力求少而精。较大幅度地削减了画法几何内容,降低立体表面交线的求画难度,以工程应用示例为主,以定形分析和简化画法为主,并适当精减了手工仪器绘图方法及训练等内容。加强了反映现代科学技术的新内容、新知识,较大幅度地增加了计算机绘图的内容。教材所有内容的选择,力求针对性、实用性强,并具有明显的专科特色,完全适合于高职高专教学特点。

3. 制图与设计紧密结合,零、部件结构介绍与构形设计紧密结合,以适应机械 CAD 对本课程的要求。同时,教材的编写还注意有利于现代化教学手段与方法的采用。

4. 徒手绘制草图的方法与技能训练贯穿全书。既有利于加强学生徒手画草图能力的培养,又有利于加速培养学生空间想象能力、形体构思能力和提高学习效率。

5. 教材编写严谨、规范。全书内容科学准确、文字精练、语言流畅、逻辑性强,图例丰富、插图清晰。本书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。

本书可作为应用型本科院校、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。

与本书配套的刘振魁、刘小年主编《机械制图习题集》由高等教育出版社同时出版,可供选用。

本书由刘小年、刘振魁主编。参加编写的有湖南工程学院刘小年、蒋得军、李玲,郑州工业高等专科学校刘振魁、吕素霞,南京工程学院刘庆国,哈尔滨理工大学郭镜清、葛江华,华北航空工业学院马兰,洛阳工业高等专科学校邹家红,长春汽车工业高等专科学校陈婷,黑龙江交通高等专科学校王会军。

本书由郑州工业大学孙伯鲁教授和南京工程学院施复副教授审阅,并经教育部高工专机械基础课程教学委员会制图课程组组织审稿会审议通过。

由于我们水平有限,加之经验不足,书中缺点、错误在所难免,恳请使用本书的广大师生和有关读者批评指正。

编者

2000年1月

目 录

绪论	1	第七章 AutoCAD 绘制三视图	146
第一章 机械设计与制图的基本知识	3	§ 7-1 图层、颜色与线型	146
§ 1-1 机械设计与绘图方法	3	§ 7-2 图形的复制及修改	151
§ 1-2 国家标准《技术制图与机械 制图》的基本规定	5	§ 7-3 绘制组合体三视图举例	154
§ 1-3 常用手工绘图工具	19	第八章 文本与尺寸标注	156
§ 1-4 平面图形的绘制方法	23	§ 8-1 文本标注	156
第二章 AutoCAD 基础	33	§ 8-2 尺寸标注	157
§ 2-1 AutoCAD 简介	33	§ 8-3 尺寸变量的设置	161
§ 2-2 AutoCAD R14 新界面	35	§ 8-4 尺寸编辑	162
§ 2-3 图形文件管理	37	第九章 轴测图	164
第三章 AutoCAD 绘制平面图形	39	§ 9-1 轴测图的基本知识	164
§ 3-1 图形参数的设置	39	§ 9-2 正等轴测图	166
§ 3-2 常用绘图命令	40	§ 9-3 斜二等轴测图	173
§ 3-3 常用图形编辑命令	45	§ 9-4 轴测剖视图画法	175
§ 3-4 绘图辅助工具	51	§ 9-5 轴测草图的画法	177
§ 3-5 显示控制	52	§ 9-6 用 AutoCAD 绘制正等测	179
§ 3-6 绘制平面图形举例	54	第十章 表示机件的图样画法	182
第四章 正投影的基础知识	57	§ 10-1 视图	182
§ 4-1 投影法的基本知识	57	§ 10-2 剖视图	186
§ 4-2 点的投影	60	§ 10-3 断面图	198
§ 4-3 直线的投影	66	§ 10-4 图样的其他表达方法	201
§ 4-4 平面的投影	73	§ 10-5 机件图样画法举例	206
第五章 立体的投影	83	§ 10-6 第三角画法简介	210
§ 5-1 基本几何体的投影	83	§ 10-7 用 AutoCAD 绘制剖视图	212
§ 5-2 切割体的投影	92	第十一章 标准件与常用件	217
§ 5-3 相贯体的投影	103	§ 11-1 螺纹及螺纹紧固件	218
§ 5-4 用 AutoCAD 绘制截交线和相 贯线	110	§ 11-2 键联接与销联接	233
第六章 组合体	115	§ 11-3 滚动轴承	239
§ 6-1 组合体及其形体分析法	115	§ 11-4 齿轮	244
§ 6-2 组合体三视图画法	118	§ 11-5 用 AutoCAD 绘制齿轮零 件图	257
§ 6-3 组合体的尺寸标注	127	§ 11-6 弹簧	259
§ 6-4 看组合体的视图	132	第十二章 零件图	262
		§ 12-1 零件图的作用与内容	262

§ 12-2 零件表达方案的选择	263	§ 15-3 装配图的尺寸标注和技术 要求	377
§ 12-3 零件图的尺寸标注	270	§ 15-4 装配图的零件序号和明 细栏	378
§ 12-4 零件构型设计与工艺结构	279	§ 15-5 装配结构与部件构形设计	379
§ 12-5 零件的测绘	288	§ 15-6 部件测绘和装配图的画法	386
§ 12-6 看零件图	294	§ 15-7 读装配图和由装配图拆画 零件图	394
第十三章 零件图的技术要求	298	§ 15-8 用 AutoCAD 绘制装配图 ...	400
§ 13-1 尺寸公差与配合	298	第十六章 AutoCAD 三维绘图简介	405
§ 13-2 表面粗糙度	320	§ 16-1 三维建模概述	405
§ 13-3 形状和位置公差	330	§ 16-2 建立用户坐标系	405
§ 13-4 其他技术要求	355	§ 16-3 三维显示功能	410
第十四章 AutoCAD 绘制零件图	357	§ 16-4 实体造型基础	412
§ 14-1 图块	357	§ 16-5 实体造型命令介绍	414
§ 14-2 属性	361	§ 16-6 实体造型综合举例	417
§ 14-3 表面粗糙度标注	364	附表	424
§ 14-4 形位公差的标注	365	主要参考书目	449
§ 14-5 典型零件举例	368		
第十五章 装配图	370		
§ 15-1 装配图的作用与内容	370		
§ 15-2 表示部件的方法	372		

绪 论

一、本课程的研究对象及主要任务

在现代工业生产中,无论是设计制造各种机器或设备,还是建造高楼大厦和进行水利工程建设,都离不开图样。工程技术中根据投影原理并遵照国家标准的有关规定绘制的能准确表达物体形状、尺寸及技术要求等方面内容的图,称为工程图样。用于各种机械及设备加工制造的图样,称为机械工程图样,简称机械图样。例如,图 0-1 所示整体轴承轴测图、图 0-2 所示整体轴承装配图和图 0-3 所示轴承座零件图,就是常见的几种机械图样。

图样是表达设计意图、交流技术思想和指导生产的重要工具。机械图样是现代工业生产中重要的技术文件,常被喻为工程界共同的“技术语言”。作为一名工程技术人员,必须掌握这种“语言”,否则就无法从事工程技术工作。机械制图就是研究如何运用正投影的基本原理,绘制和阅读机械图样的学科。它是工科院校学生一门十分重要的、必修的技术基础课,其主要任务是:

1. 学习正投影的基本原理、制图的基本知识及应用;

2. 学习运用手工绘图工具、计算机和徒手绘制机械图样的方法、技能与技巧;

3. 学习并贯彻执行《技术制图与机械制图》国家标准及有关规定,培养查阅有关标准、手册的能力;

4. 培养图示能力和空间想象与形体构思能力,能绘制和阅读中等复杂程度的机械图样;

5. 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致、一丝不苟的工作作风。

二、本课程的特点及学习方法

本课程是一门实践性很强的技术基础课。因此,学习本课程应坚持理论联系实际学风,既注重学好基本理论、基本知识和基本方法,又要练好自己的基本功。在懂得和掌握书本知识的同时,通过大量的作业、练习等绘图、读图、上机实践,加深理解和巩固课程知识,掌握绘图方法、技能与技巧,培养空间想象能力和构形设计能力。

此外,还应注意经常深入生产实际,向有经验的工程技术人员和工人师傅学习,不断增加和丰富自己的工程实践知识。同时注意克服自己在学习和绘图过程中的急躁情绪与粗糙马虎等不良习惯,逐步养成勤于思考、勇于拼搏、认真负责、精益求精的良好作风。

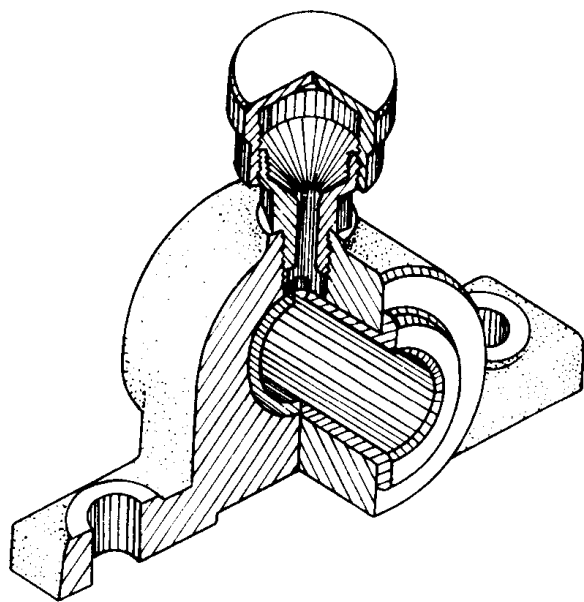


图 0-1 整体轴承轴测图

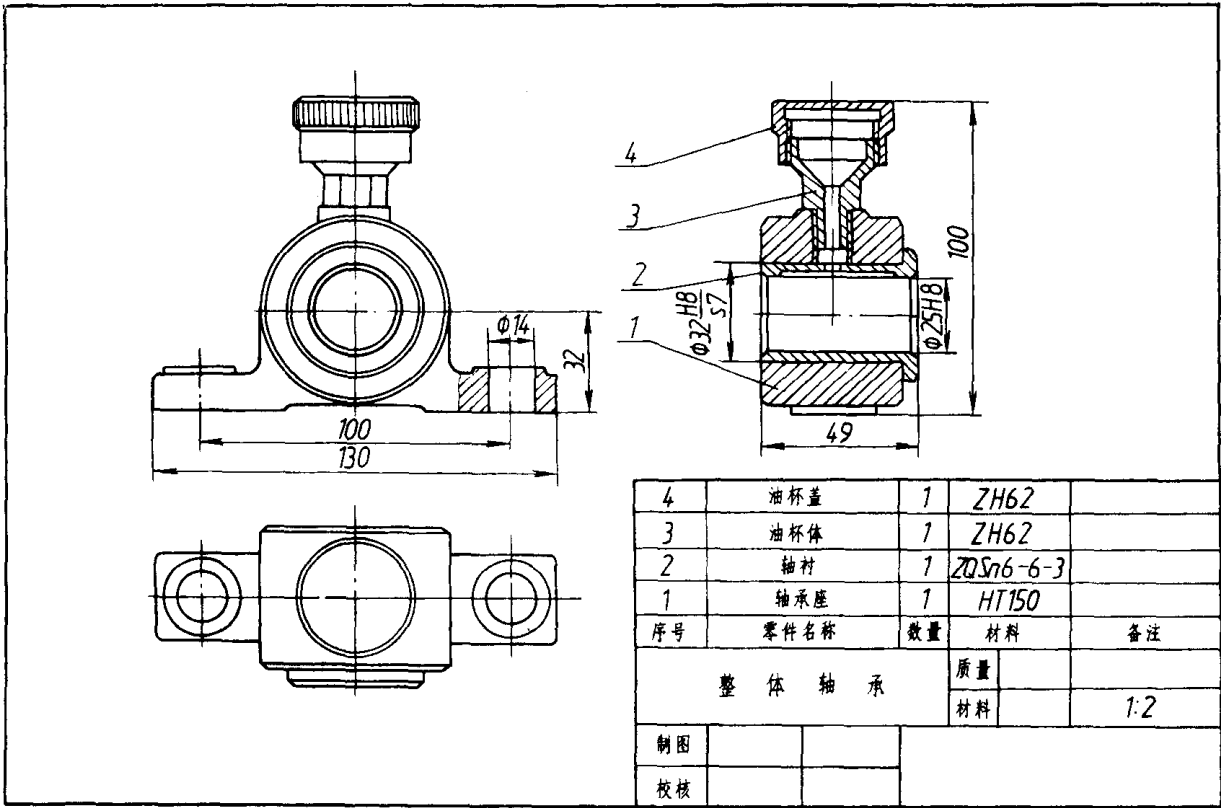


图 0-2 整体轴承装配图

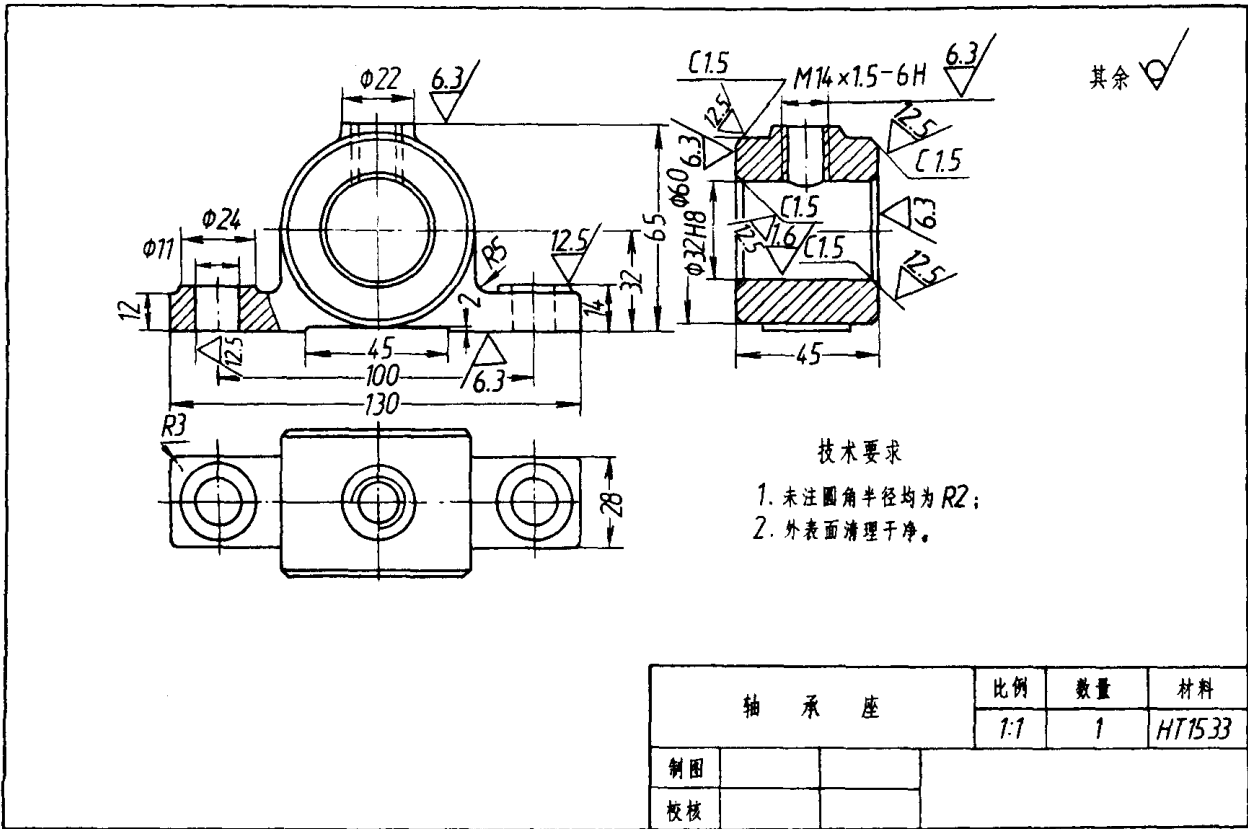


图 0-3 轴承座零件图

第一章 机械设计与制图的基本知识

将人们头脑中思考的物体变成实际物体形式,为此而做出全部信息、数据的工作就是设计。机械设计就是根据机器或设备的使用要求,确定其工作原理和实现预定运动的途径,在充分考虑加工制造、装配及维修等因素的基础上,通过分析和计算,选择合适的材料,确定组成机器零、部件的几何形状和尺寸,并用机械图样和其他技术资料等信息表达出来的全过程。显然,机械图样是设计和生产中重要的技术文件,为便于组织生产管理和进行技术交流,对机械图样的画法、标注、技术要求及使用符号等都需要作出统一的技术规定。这些由国家主管部门作出的技术规定,就是制图的国家标准。

本章主要介绍机械设计的一般过程、国家标准《技术制图与机械制图》的基本规定以及绘图方法等方面的基本知识。

§ 1-1 机械设计与绘图方法

一、机械设计的一般过程

机械设计的一般过程及主要内容,反映在图样设计上,可分为整体设计、结构设计、零件设计等三个主要设计阶段。现代机械设计过程如图 1-1 所示。

二、设计文件的形式及种类

常见的设计文件有两种主要形式,即文字型文件和图样型文件。

1. 文字型文件

文字型文件与我们生活中常见的文件类似,它是一种以文字说明为主、插图为辅的文件形式。作为设计的文字型技术文件主要有各种工艺规程、材料明细表以及设计和使用说明书等。

2. 图样型文件

设计时,对于机器及设备的形状和大小主要用图样型文件表示。常见的图样型文件有以下几种:

(1) 按产品类型分类

基本产品图样——表示基本产品及其组成部分的图样;

辅助产品图样——表示制造基本产品时所用专门夹具、工具及模具等的图样;

工艺工序图样——表示产品毛坯及机械加工过程工序的图样。

(2) 根据图样种类分类

总装图——表示机器或设备的整体外形轮廓、基本性能和各部分大致装配关系的图样;

装配图——表示机器或部件的工作原理、性能结构及零件之间装配连接关系等内容的图样,如绪论中图 0-2 所示的装配图;

零件图——表示单个零件的形状结构、尺寸大小及技术要求等内容的图样,如绪论中图 0-

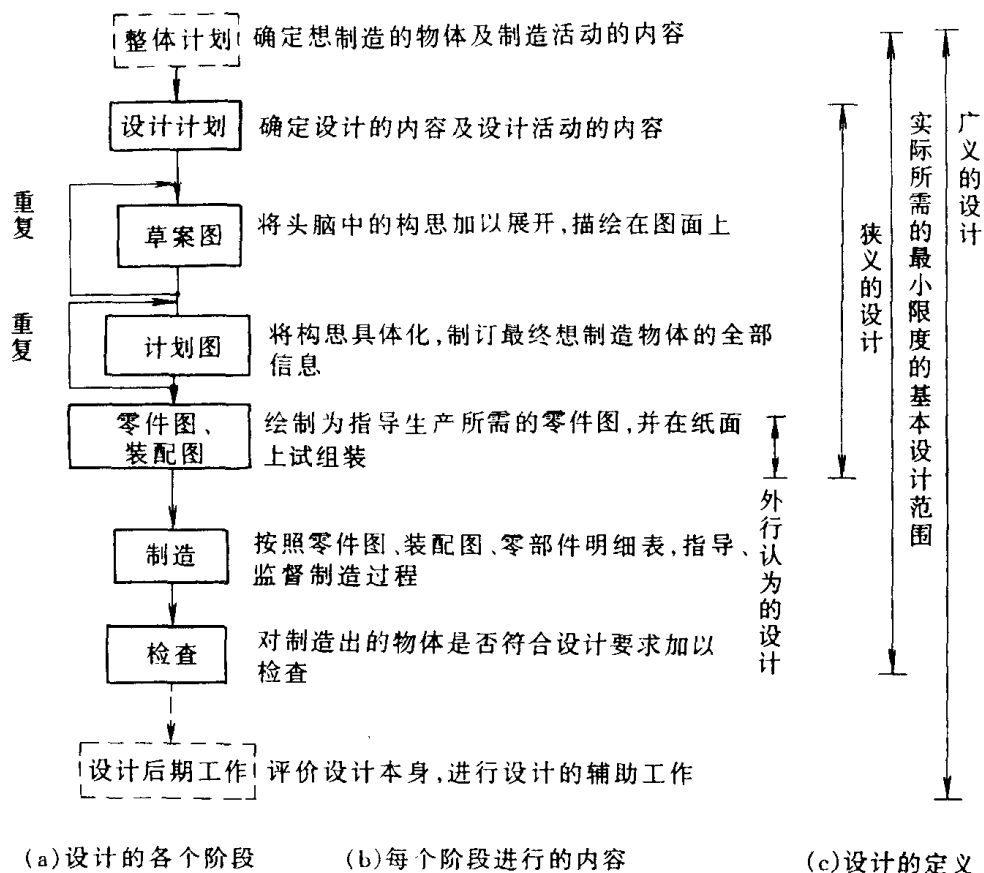


图 1-1 机械设计过程的流程图

3 所示的零件图。

(3) 按图样使用目的与性质分类

草图——凭目测按大致比例徒手绘制的图样；

原图——设计后经审核批准可作为原稿的图样，常为铅笔图；

底图——根据原图复制的图样，一般为描绘的墨线图；

生产用图——根据底图晒制或复印的图，传统的为蓝图。是加工检验产品的依据。

装配图和零件图是图样型文件中两种主要的文件形式，是机械设计中两种重要的机械图样，本课程主要讨论学习这两种图样的绘制与阅读。

三、绘图方法简介

现代工程技术与设计中，主要有手工尺规作图、计算机绘图与徒手绘图三种绘图方法。

1. 手工尺规作图

手工尺规作图就是采用手工绘图工具绘制图样。它是一种具有悠久历史的传统绘图方法，目前许多中小企业仍以这种绘图方法为主。它要求工程技术人员能正确、熟练地使用各种绘图工具，掌握几何作图方法，加强绘图技能、技巧的基本功训练，做到绘图质量高、速度快。

2. 计算机绘图

计算机绘图(Computer Graphics 简称 CG)，就是将图形信息输入计算机，进行存储和处理后，控制图形输出设备，实现显示或绘制出各种图形。随着计算机技术的普及和发展，计算机绘图将

逐步取代传统的手工尺规作图,并逐步与计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)和计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing,简称 CAM)紧密结合,逐步实现设计、制图与制造的自动化。

3. 徒手绘图

徒手绘图就是不借助于绘图工具,凭目测、按大致比例、徒手绘制图样的方法。采用徒手绘图方法绘制的图样,称为草图。在设计方案讨论、技术交流及现场测绘中,经常需要快速地绘制出草图。所以,徒手绘图技术也是工程技术人员必须具备的一项基本技能。

§ 1-2 国家标准《技术制图与机械制图》的基本规定

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

为了便于图样的绘制、使用和保管,图样应画在规定幅面和格式的图纸上。绘图时应优先采用表 1-1 规定的基本幅面,幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 等 5 种。必要时,可按规定加长幅面,如图 1-2 所示。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	294 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

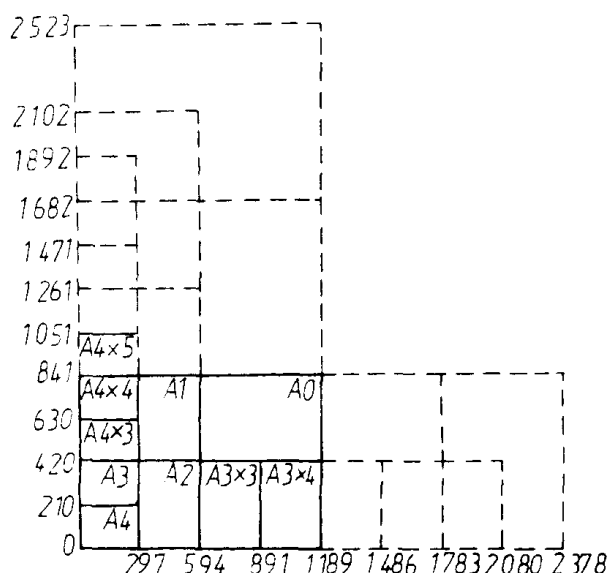


图 1-2 图纸幅面及加长边

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,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,见图 1-3 和 1-4,尺寸按表 1-1 选取,但同一产品的图样只能采用一种格式。

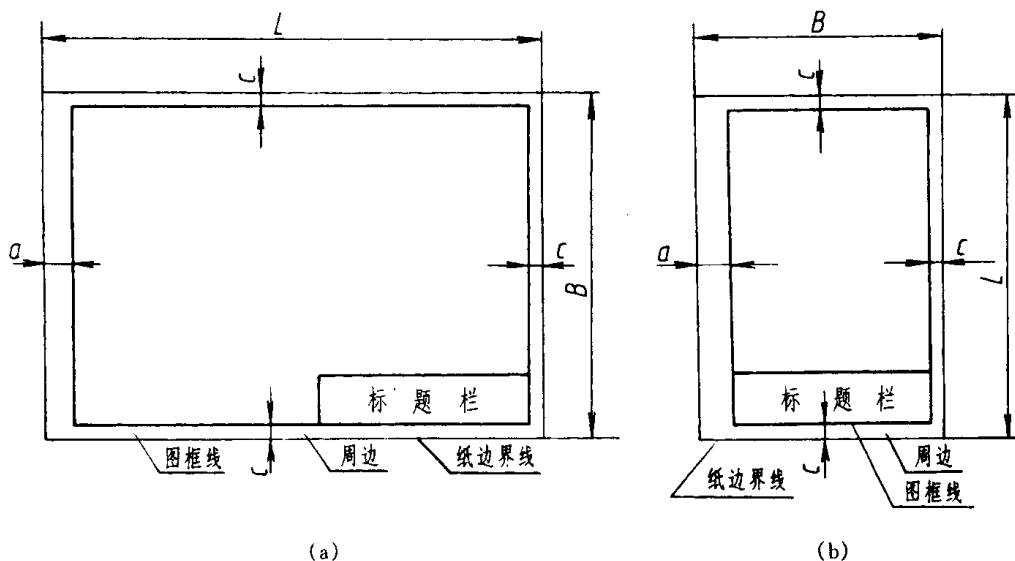


图 1-3 留有装订边的图框格式

图纸一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

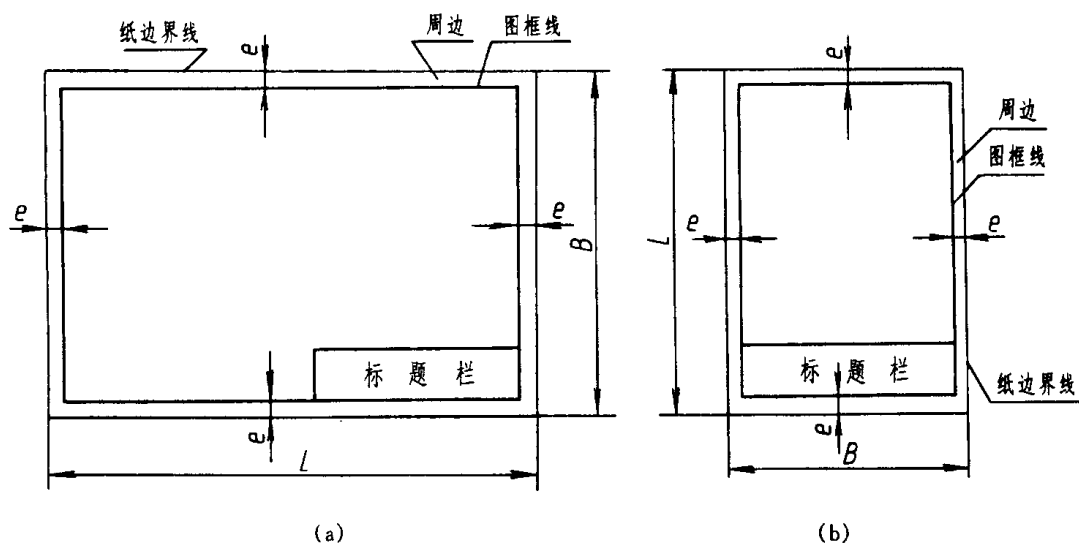


图 1-4 不留装订边的图框格式

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 10609.1—1989 已作了统一规定,如图 1-5 所示。学校的制图作业中,建议采用图 1-6 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

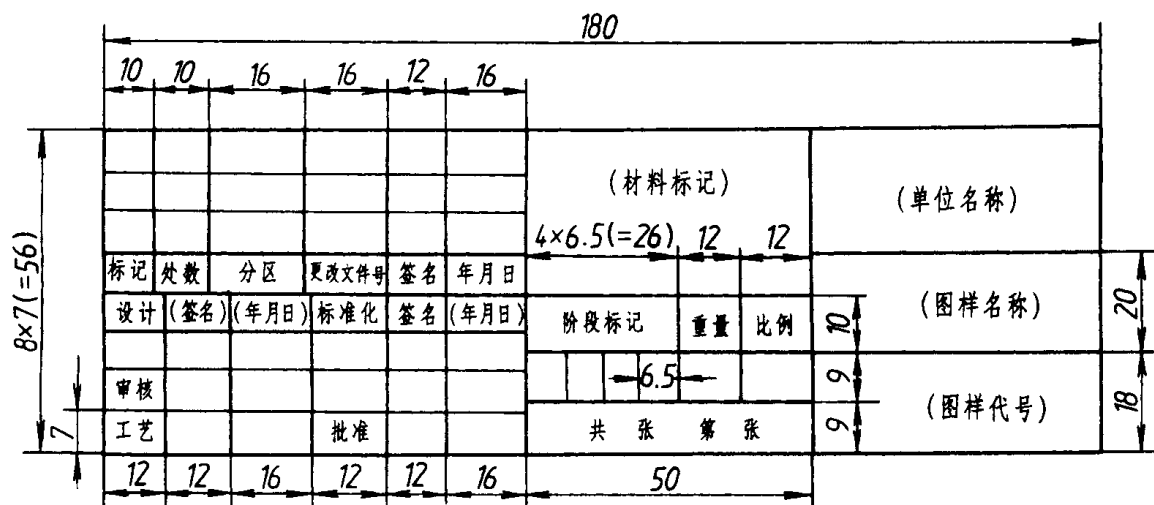


图 1-5 标题栏的格式及其部分的尺寸

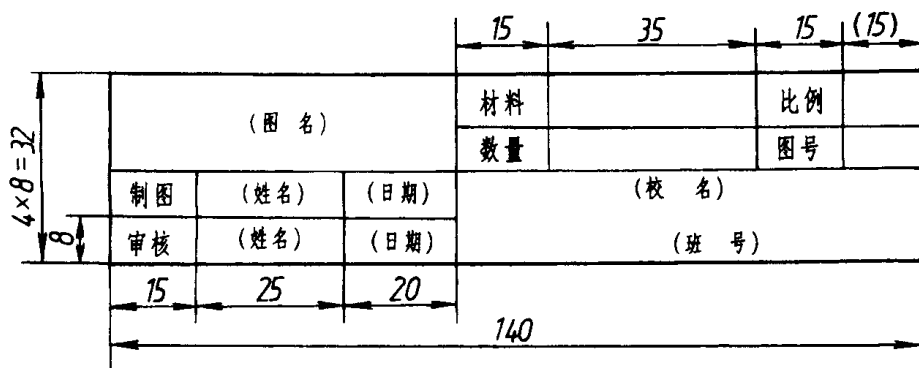


图 1-6 制图作业中推荐使用的标题栏格式

实线绘制。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-3a 与图 1-4a 所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-3b 与图 1-4b 所示。此时,看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印制好的图纸,允许将 X 形的图纸的短边置于水平位置使用,如图 1-7a 所示,或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-7b 所示。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5 mm,长度从图纸边界开始至伸入图框内约 5 mm,如图 1-7 所示。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏的部分省略不画,如图 1-7b 所示。

若使用预先印制好的图纸,为了明确绘图和看图的方向,应在图纸的下边对中符号处,画一个方向符号,如图 1-7 所示。

方向符号是一个用细实线绘制的等边三角形,其大小及所在位置如图 1-8 所示。

二、比例(GB/T 14690—1993)

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘图时应尽量采用 1:1 的原值比例。需要按比例绘制图样时,应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。必要时,也允许选取

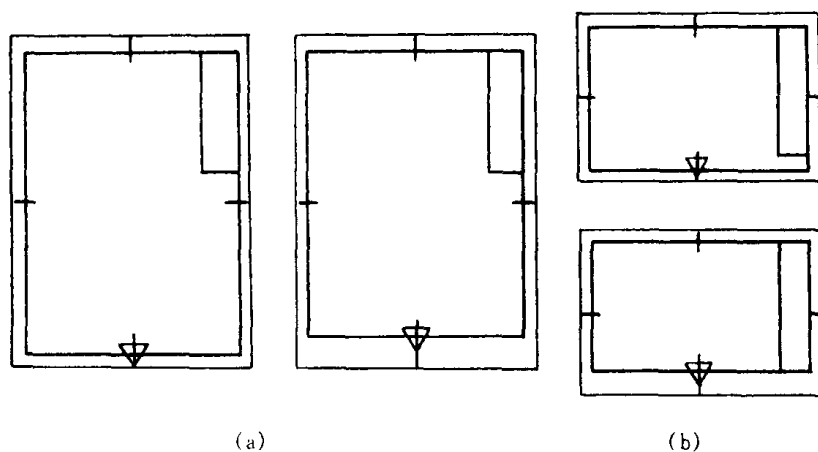


图 1-7 对中符号和方向符号

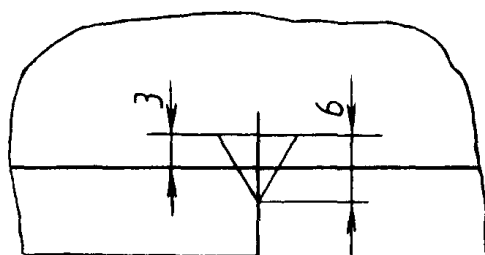


图 1-8 方向符号的大小与位置

表 1-3 中的比例。

表 1-2 规定的比例(一)

种 类	比 例
原值比例(比值为 1 的比例)	1:1
放大比例(比值 > 1 的比例)	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$
缩小比例(比值 < 1 的比例)	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:10 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1-3 规定的比例(二)

种 类	比 例
放大比例	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

同一张图样上的各视图应采用相同的比例,并标注在标题栏中的“比例”栏内。图样无论放大或缩小,在标注尺寸时,应按机件的实际尺寸标注。

当某视图需要采用不同的比例时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如图 1-9 所示。

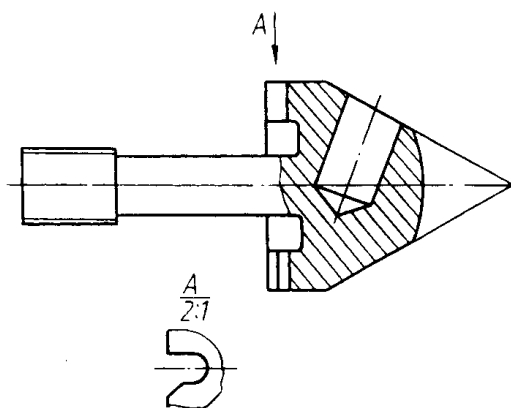


图 1-9 比例另行标注的形式

三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样中,字体书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

国家标准中以字体高度代表字体的号数,共规定了 8 种字号,字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm。若需要书写更大的字,字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5 mm。其字宽为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋字体的要领是:横平竖直、排列均匀、注意起落、填满方格。长仿宋字的基本笔画及运笔方法如表 1-4 所示。

表 1-4 汉字的基本笔画及运笔法

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾
基本笔画及运笔法	尖点 垂点 撇点 上挑点	平横 斜横	竖	平撇 斜撇 直撇	斜捺 平捺	平挑 斜挑	左折 右折 斜折 双折	竖勾 左曲勾 右曲勾 平勾 竖弯勾 包勾 横折弯勾 竖折折勾
举例	方光 心活	左七 下代	十 上	千月 八床	术分 建超	均公 技线	凹 周 安 及	牙 子 代 买 孔 力 气 码

长仿宋字示例:

10 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5 号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

2. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/14$; B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。但在同一图样上,只允许选用同一种型式的字体。

字母和数字均可写成斜体和直体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。图样上一般采用斜体字。

(1) 拉丁字母(A 型)示例

大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N O

P Q R S T U V W X Y Z

小写斜体

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

(2) 希腊字母(A 型)示例(小写斜体)

α β γ δ ϵ ζ η θ ϑ ι κ λ μ ν

ξ $\omicron$ π ρ σ τ υ ϕ φ χ ψ ω