



机械
工程
图学

高等工业院校教材

(附光盘 1 张)

机械工程学

中国地质大学 王 巍 主编
同 济 大 学 钱可强

机械工业出版社



机械工业出版社
China Machine Press

高等工业院校教材

机械程图学

中国地质大学 王 巍
同济大学 钱可强 主编



机械工业出版社

本书是为了适应 21 世纪工程图学教学改革及远程教育的需要而编写。与本教材配套的《机械工程图学习题集》，以及《机械工程图学教学辅导系统》和《机械工程图学学习辅导系统》教学光盘同时出版。

本书主要介绍制图的基础知识、AutoCAD 绘图、正投影法基础、立体的投影、机件的表达方法、标准件、常用件、零件图、装配图、展开图和三维实体造型等有关内容，并选用了广泛使用的 AutoCAD2000 平台。

本书可作为高等工业院校机械类和非机械类各专业“画法几何及机械制图”课程的教材或参考书，也可供电视大学、职业（工）大学及函授等院校各专业使用。

图书在版编目（CIP）数据

机械工程图学/王巍，钱可强主编. —北京：机械工业出版社，2000.8
高等工业院校教材
ISBN 7-111-07881-0

I. 机… II. ①王…②钱… III. 机械制图-高等学校-教材 IV.
TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2000）第 09773 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
责任编辑：刘小慧 版式设计：张世琴 责任校对：张 媛
封面设计：李雨桥 李 理 责任印制：路 琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2000 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷
787mm×1092mm^{1/16}·16.5 印张·404 千字
00 001—10 000 册
定价：34.00 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）68993821、68326677-2527

前 言

《工程图学》是高等工业院校的一门技术基础课。传统的《画法几何与工程制图》课程内容和体系的基本框架形成于 50 年代。半个世纪以来,通过不断的实践,在课程体系、教学内容以及教学方法等方面有所改革和创新。但传统模式的束缚仍然存在。随着科技进步和社会发展,特别是计算机技术的广泛应用,计算机绘图将成为 21 世纪工程技术人员的基本技能之一。因此,传统的教学模式已不能适应现代科技对人才培养的要求,用计算机图形学来更新和改革传统的工程制图已成为必然趋势。

为适应 21 世纪工程图学教育改革及远程教育的需要,编者在总结多年教学改革实践的基础上,剖析国内的同类教材,吸取许多院校教改的成功经验,编写了这套教材,我们期待本教材能改变传统的教学模式,引入计算机绘图并与传统的教学内容融合,贯穿教学全过程。改变依赖挂图、模型等陈旧的教学手段,采用图文声像并茂,形象直观的多媒体教学辅助课件,营造一个生动活泼的学习环境,使学生获取更多的知识和信息量,从而建立 21 世纪人才要求的新的教学体系。

与本书配套使用的有《机械工程图学习题集》、《机械工程图学教学辅导系统》和《机械工程图学学习辅导系统》教学光盘。

本套教材有以下特点:

1. 适用于机械类和非机械类各专业,对于少学时的专业,打“*”号内容可以不讲。为将计算机绘图融入到传统图学教学的全过程,编者选用了广泛使用的 AutoCAD2000 绘图平台,并将有关绘图功能贯穿到教学的全过程。

2. 《机械工程图学教学辅导系统》,包括多媒体教学课件和电子挂图。用电子挂图可以进行可视化教学。课件采用了多种动画形式,形象地表现画图和读图的思维方法和作图过程。丰富的色彩和多种界面形式,为教师和学生提供了先进的教学手段,使学生能牢固地掌握有关知识。多媒体教学课件具有灵活多样的导航系统,便于教师自由掌握教学进度,灵活选用教学内容,不仅使教员丢掉黑板、粉笔,同时可以提高教学单位时间内的信息量。

3. 《机械工程图学学习辅导系统》包括习题、习题解答、典型例题的解题分析以及与习题配套的立体动画。习题集中的全部习题及解答均在 AutoCADR14 平台上绘制,根据课程的要求,学生可以在计算机上调出习题进行练习。在完成正投影基本方法及工程图学基本理论学习的同时,不仅掌握制图的基本理论,也能迅速掌握绘图软件的使用。典型例题的解题分析可供习题课用,直观可视化的动画解题过程既能帮助学生增强对基本概念的理解,又能促进学生对解题方法与技巧的掌握,激发学生的学习兴趣,以利能力的提高。在教学中将会收到事半功倍的效果。

4. 《机械工程图学学习辅导系统》中与习题配套的立体图制作成精美的三维动画,借助动画用可视化方法帮助学生建立空间概念,了解几何形体和零部件的结构形状、工作原理、装配、拆卸过程。全部习题均有解答,这不仅减轻了教师批改作业、辅导答疑的工作量,而且能提高学生的创新意识和解决实际问题的能力。

5. 考虑到徒手绘图是创意构思设计时必需具备的技能,是现代工程技术设计中的一种必要的能力,本教材充实了徒手绘图的内容,并配有相应的习题以提高学生徒手绘图的能力。

6. AutoCAD 具有强大的三维造型功能, 按照人们由三维到二维的认知规律, 第 12 章将图示原理中的形体分析法与计算机三维造型理论相结合, 结合实例介绍 AutoCAD 三维几何造型的方法和技巧, 进行物体的特征造型。图例由浅入深, 全部图例均可在计算机上实现, 用体视投影的方法获得的三维形体所生成的实体, 呈现直观、形象、逼真、可视的三维效果。通过本章的学习, 可帮助读者对投影原理的理解, 提高和丰富空间思维能力, 并能较熟练地掌握 AutoCAD 的三维造型技巧。

7. 习题和作业在采用尺规作图的同时, 配有填空、选择、判断等题型, 增加徒手绘制轴测图、上机绘图练习。从不同角度深入理解和掌握课程内容, 培养灵敏的思维和创新能力, 开拓思路。

8. 全书采用了 1999 年以前国家技术监督局发布的《技术制图》和《机械制图》等有关最新国家标准, 按照课程内容的需要, 将有关国家标准和表格分别编排在正文或附录中, 以养成学生贯彻国家标准的意识和培养查询国家标准的能力。

参加本教材各章编写工作的有: 武汉工业学院吴志军(第 1 章、第 5 章), 吴志军、孙昌佑(第 8 章), 易启伟(第 11 章), 中国地质大学周琴(第 2 章), 何圣熙(第 7 章), 王巍(绪论、第 12 章); 湖北工学院尹杰、杨勇勤(第 3 章), 徐巍、宋小春(第 6 章); 武汉工业大学方兴、钟华(第 4 章), 武汉科技学院陈学超、李红军(第 9 章), 武汉测绘科技大学孙宇宁、郑琳、郭强(第 10 章)。中国地质大学王巍、同济大学钱可强任主编; 华中理工大学许永年(第 1~6 章)、张子清(第 7~12 章)任主审; 吴志军、何圣熙、陈学超任副主编; 易启伟、孙昌佑、郑琳任编委。

与教材配套的习题集由中国地质大学王巍、同济大学钱可强任主编; 华中理工大学朱冬梅任主审; 孙宇宁、钟华、徐巍任副主编; 宋小春、杨勇勤任编委。

与教材配套的《机械工程图学教学辅导系统》由中国地质大学王巍、同济大学钱可强、湖北工学院陆载涵任主编, 武汉工业大学方兴、武汉工业学院李理、南华大学彭如恕任副主编; 《机械工程图学学习辅导系统》由王巍、钱可强任主编, 华中理工大学朱冬梅任主审, 李理、周琴、尹杰任副主编, 周晔、徐汝绎、郭强、李红军、陈坚祯任编委。

李理绘制了全部立体美工图及教材插图。

南华大学的彭如恕、陈坚祯参加教材的审核及部分编写工作。

程序设计由张生德、杨展完成。

参加全套教材绘图、立体动画制作、素材整理等工作的还有周晔、万彦、徐汝绎、邓群、梁晓勇等人。

本书编写过程中, 得到湖北省工程图学学会、中国地质大学教务处、设备处、211 办公室、机电系、CAD 教学实验中心的大力支持, 得到图学界许多老师的帮助, 凝聚着参与教学改革全体老师的智慧和汗水, 以及研制教学软件的研究生的贡献, 在此一并表示感谢。

本书参考了一些国内同类著作, 在此特向有关作者致意!

由于编者水平有限, 书中会有某些缺点或错误, 敬请读者批评指正。

编者

2000 年 4 月 20 日

机械工程图学学习辅导系统使用说明

安装注意事项:

在安装过程中,如果安装程序提示缺少 OLEAUT32.DLL 文件,或是文件版本不对,请将安装程序目录下的 OLEAUT32.DLL 文件拷贝到: C:\WINDOWS\SYSTEM 目录下。如果无法在 WINDOWS 下拷贝该文件,请退出 WINDOWS,在 DOS 下进行。

安装环境 WINDOWS95 运行平台 AutoCADR14

先安装 AutoCADR14 再安装《机械工程图学学习辅导系统》

安装完成后,首先打开 AutoCAD “工具 (Tools)” 菜单下的 “系统配置 (Preferences) …” 在 “Support File Serch Path” 中增加 (Add) “xtj” 路径。第一次运行先键入 “xtj” 命令之后即可使用机械制图习题与解答功能按钮运行习题集。

建议将习题集安装到 C: 或 D: 盘!

点取 “选题确定” 按钮进入 AutoCAD R14 绘图区域,若需要辅导答疑,学生可以操作寻求帮助系统下的机械制图习题与解答功能按钮,或输入相关命令,进行以下的选择:

点取 (hlp) 按钮,此时机上练习进入透明模式状态,点取 (3DD) 可以调出与习题相配套的三维立体动画图。

点取 (demo) 按钮可以调出典型例题的解题分析教学课件,按动 (show) 按钮可以调出习题解答,该状况下绘图、编辑等命令处于禁用方式。

习题解答看完后,按动 (qt) 按钮,退出习题解答后才可以进行机上练习。

若需要重新调出习题,必须按动 “打开习题集” 按钮方可回复到导航系统图中,开始新一页的练习。

目 录

前言	
绪论	1
第1章 制图的基本知识与技能	2
1.1 国家标准有关规定	2
1.2 制图方法与技能	9
1.3 平面图形的分析及作图方法	11
第2章 计算机绘图的基本知识	17
2.1 AutoCAD2000 简介	17
2.2 绘图命令及编辑命令	19
2.3 对象捕捉	21
2.4 绘制平面图形	22
2.5 图层	25
第3章 投影基础	29
3.1 投影法	29
3.2 几何元素的投影及其相对位置	30
第4章 立体及其表面交线的投影	49
4.1 平面立体的投影	49
4.2 曲面立体的投影	50
4.3 立体表面的交线——截交线	54
4.4 两回转体表面相交——相贯线	61
第5章 轴测图	70
5.1 轴测图的基本知识	70
5.2 正等轴测图	71
5.3 斜二测轴测图	75
5.4 徒手绘轴测草图	76
第6章 组合体	78
6.1 组合体的组合形式	78
6.2 组合体的画法	81
6.3 组合体的尺寸标注	85
6.4 读组合体视图	88
6.5 用 AutoCAD 绘制组合体	94
第7章 机件常用的表达方法	98
7.1 视图	98
7.2 剖视图	101
7.3 断面图	110
7.4 其他表达方法	113
7.5 综合应用举例	117
* 7.6 AutoCAD 绘制剖视图	119
第8章 标准件和常用件	122
8.1 螺纹及螺纹紧固件	122
8.2 键、销和滚动轴承	135
8.3 齿轮	139
第9章 零件图	144
9.1 零件图的作用与内容	144
9.2 零件结构的工艺性简介	145
9.3 零件的表达方法	147
9.4 零件的技术要求	151
9.5 零件图的尺寸标注	158
9.6 AutoCAD 的尺寸标注	163
9.7 读零件图	166
第10章 装配图	169
10.1 装配图的内容	170
10.2 装配图的表达方法	170
10.3 装配图的尺寸标注及零、部件 序号和明细栏	172
10.4 装配结构的合理性简介	174
10.5 由零件图画装配图	175
10.6 读装配图并拆画零件图	185
第11章 立体表面的展开	191
11.1 图解法展开	191
11.2 计算法展开	199
* 第12章 三维实体造型	200
12.1 创建实体模型的命令及图标工具	200
12.2 三维造型实例	203
附录	224
参考文献	256

绪 论

一、本课程的研究对象

工程图学是以图样作为研究对象。工程上以投影原理为基础,按国家规定的制图标准而绘制的表示物体形状、大小和结构的图,称为图样。图样中注有必要的生产(如施工、检验)、安装、使用和维护等技术说明与要求,是机械制造、土木建筑等工程中的重要技术文件。在生产和科学实验中,设计者用图样表达设计的对象,制造者从图样中了解设计要求并制造产品,人们还运用图样进行科学技术交流。现代工业、农业、国防和科学研究等都离不开图样。图样与文字、数字一样,是人们用以表达设计思想、记录创新构思灵感、指导生产加工、交流设计意图的重要工具之一。它是“工程技术界的共同语言”,每个工程技术人员都必须熟练地掌握这种语言,具备绘制和阅读图样的能力。

本课程是研究设计、绘制和阅读各种工程图样的原理和方法的一门技术基础课,它的目的是培养学生运用计算机绘图、尺规绘图和徒手绘草图等方法来进行创造性形体设计、表达工程设计思想能力的一门学科。

二、本课程的任务

1. 学习投影理论,培养绘制和阅读机械图样的能力。
2. 培养尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图的能力。
3. 掌握机械图样有关知识和机械制图国家标准,培养查阅有关标准的能力。
4. 培养空间构思表达能力和三维形体的形象思维能力。
5. 培养学生的自学能力,提高分析问题、解决问题的能力。
6. 培养耐心细致的工作作风和认真负责的工作态度。提高创造能力和审美能力。

三、学习方法

1. 机械制图是一门实践性很强的课程,必须注重理论联系实际,细观察,多思考,勤动手,掌握正确的读图、画图的方法和步骤,提高绘图技能。
2. 利用正投影原理,加强对几何体、组合体、零件、部件的感性认识。按投影规律作图与空间想象结合,发展空间形象思维能力。
3. 将计算机绘图、徒手绘图等各种技能与投影理论密切结合,培养创新能力。
4. 自学能力和独立工作能力是 21 世纪优秀科技人员必须具备的基本素质,在学习过程中,要有意识地培养和提高。

由于图样在生产建设中起着很重要的作用,绘图和读图的差错,都会带来损失,所以在完成习题和作业的同时,应该养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。本课程只能为学生的绘图和读图能力打下初步基础,在后继课程以及生产实习、课程设计和毕业设计中,还要继续提高。

第 1 章 制图的基本知识与技能

技术图样是产品设计、制造、安装、检测等过程中的重要技术资料，是科学技术交流的重要工具。为便于生产、管理和交流，必须对图样的画法、尺寸注法等方面作出统一的规定。《技术制图》和《机械制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准，是绘制和阅读机械图样的准则和依据。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。

本章摘要介绍国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸注法的有关规定，介绍常见的绘图方式和几何作图方法。

1.1 国家标准有关规定

1.1.1 图纸幅面 (GB/T 14689—1993) 和标题栏

1. 图纸幅面及图框格式

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的代号为 A0、A1、A2、A3、A4 的基本幅面（基本幅面的尺寸见表 1-1）。必要时，允许加长幅面，但加长量必须符合 GB/T—14689—1993 中的规定（GB 为国家标准代号，GB/T 为推荐性国标，14689 为发布顺序号，1993 表示发布年份）。

表 1-1 图纸基本幅面的尺寸 (单位: mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1198	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

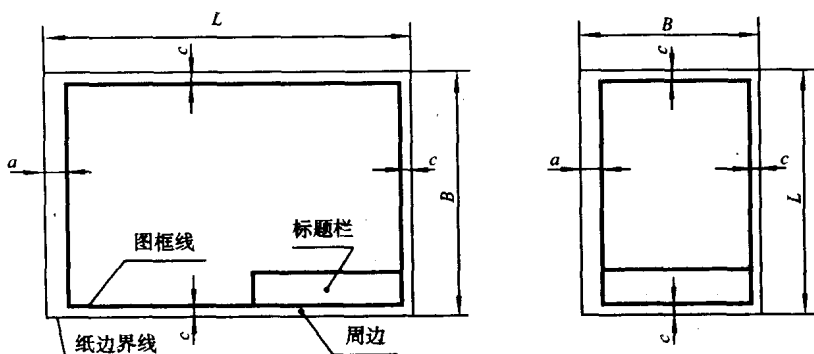


图 1-1 留有装订边图样的图框格式

图样中的图框由内外两框组成，外框用细实线绘制，大小为幅面尺寸，内框用粗实线绘制，内外框周边的间距尺寸与格式有关。图框格式分为留有装订边和不留装订边两种，如图

1-1 和 1-2 所示。两种格式图框周边尺寸 a 、 c 、 e 如表 1-1 所示。但应注意，同一产品的图样只能采用一种格式。

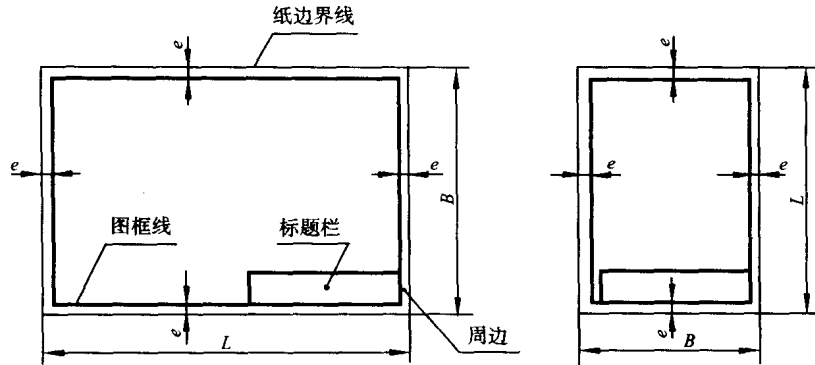


图 1-2 不留有装订边图样的图框格式

2. 标题栏格式

标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图 1-1，图 1-2 所示。

标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏的格式、内容和尺寸在 GB/T10609.1—1989 中已作了规定，学生制图作业建议采用图 1-3 所示的标题栏格式。

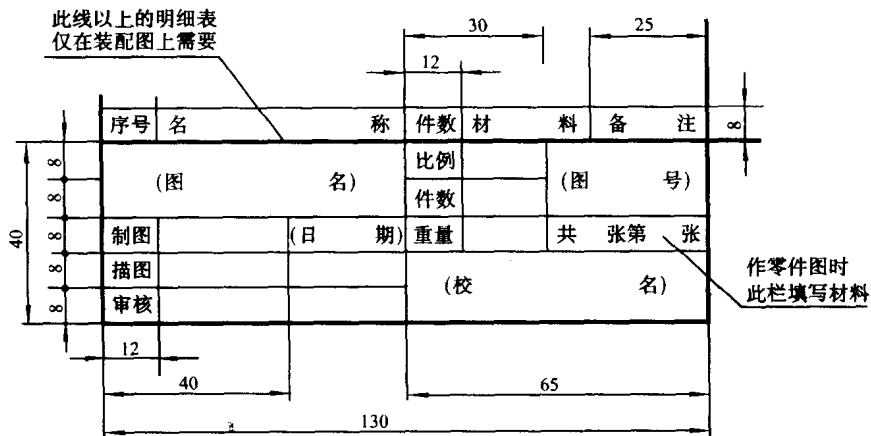


图 1-3 制图作业标题栏

1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

原值比例：比值为 1 的比例，即 1:1。

放大比例：比值大于 1 的比例，如 2:1 等

缩小比例：比值小于 1 的比例，如 1:5 等

需要按比例绘制图样时，由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了表达机件形状的图形外，还要用文字和数字说明机件的大小、技术要求和其他内容。在图样中书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

1. 字高

表 1-2 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 : 10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注： n 为正整数。

字体的高度（用 h 表示），其公称尺寸系列为（单位为 mm）：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。

字体的高度代表字体的号数。

2. 汉字

汉字应写成长仿宋体，并采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字方案》中规定的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。图 1-4 为汉字示例。

10号汉字

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

图 1-4 汉字示例

3. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度（ d ）为字高的 1/14，B 型字体的笔画宽度（ d ）为字高的 1/10。在同一张图样上，只允许选用一种形式的字体。

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75°。

字体示例：图 1-5 为拉丁字母的大小写示例、图 1-6 为罗马数字和阿拉伯数字示例。

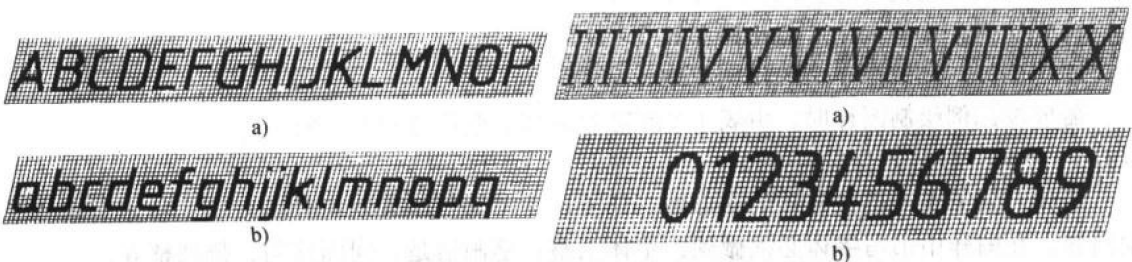


图 1-5 示例（一）

图 1-6 示例（二）








1.1.4 图线

我国现行的图线专项标准有两项，即 GB/T4457.4—1984《机械制图 图线》和 GB/T17450—1998《技术制图 图线》。在绘制机械图样时，应在不违背 GB/T17450 的前提下，继续贯彻 GB/T4457.4 中的有关规定。

1. 线型

国家标准 GB/T17450—1998 规定了 15 种基本线型及基本线型的变形。机械图样中常用的图线名称、型式、宽度及其应用见表 1-3。

表 1-3 图线

图线名称	图线形式	代号	图线宽度	主要用途
粗实线		A	d	可见轮廓线、可见过渡线
细实线		B	$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、辅助线
波浪线		C	$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视的分界线
双折线		D	$d/2$	断裂处的边界线
虚线		E	$d/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线		F	$d/2$	轴线、对称中心线、节圆及节线、轨迹线
粗点画线		G	d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		H	$d/2$	假想轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、中断线

2. 线宽

机械图样中的图线分粗线和细线两种。粗线宽度(d)应根据图形的大小和复杂程度在 0.5~2mm 之间选择，细线的宽度约为 $d/2$ 。图线宽度的推荐系列为：

0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。应用中一般取 0.7mm 或 0.5mm，避免采用 0.18mm。

3. 图线画法

- 1) 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。
- 2) 虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大小相等。
- 3) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线宽度的两倍，其最小距离不得小于 0.7mm。

4) 如图 1-7 所示点画线、双点画线的首尾，应是线段而不是短画；点画线彼此相交时应该是线段相交，而不是短画相交；中心线应超过轮廓线，但不能过长。在较长的图形上画点画线、双点画线有困难时，可采用细实线代替。

5) 虚线与虚线、虚线与粗实线相交应是线段相交；若虚线处于粗实线的延长线上时，粗实线应画到位，而虚线相连处应留有空隙，如图 1-8 所示。

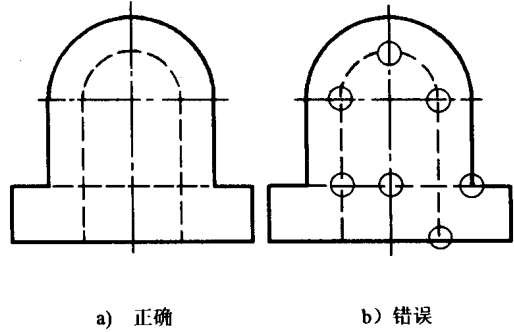
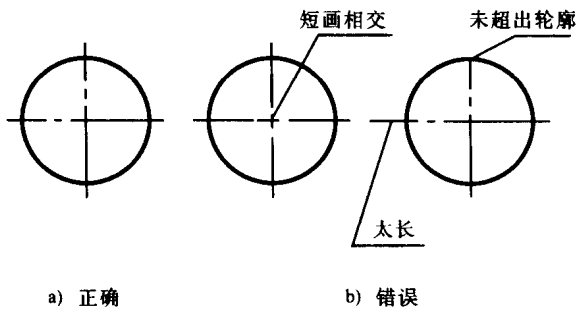


图 1-7 点画线相交画法

图 1-8 图线画法示例

1.1.5 尺寸注法 (GB/T4458.4—1984)

机件的大小由标注的尺寸确定。标注尺寸时，应严格遵照国家标准有关尺寸注法的规定，做到正确、齐全、清晰、合理。

1. 基本规定

1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

2) 图样中的尺寸，以 mm 为单位时，不需注明计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明相应的计量单位。

3) 机件的每一尺寸，在图样中一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

4) 图样中所注尺寸是该机件最后完工时的尺寸，否则应另加说明。

2. 标注尺寸的三要素

标注尺寸应包括尺寸界限、尺寸线（含箭头）和尺寸数字。如图 1-9 所示。

表 1-4 列出了尺寸标注的基本规定和常用注法。

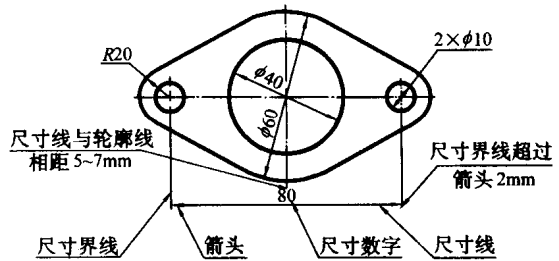
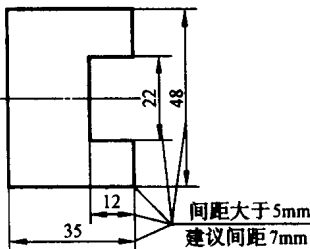
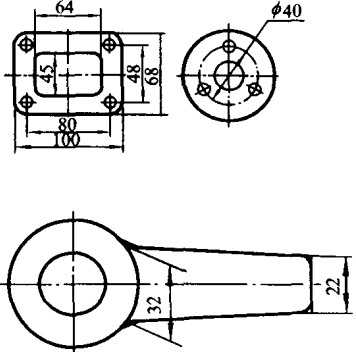
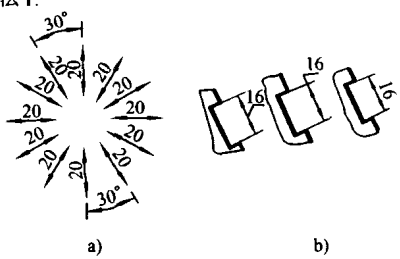
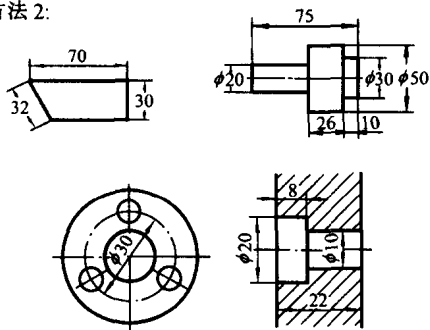
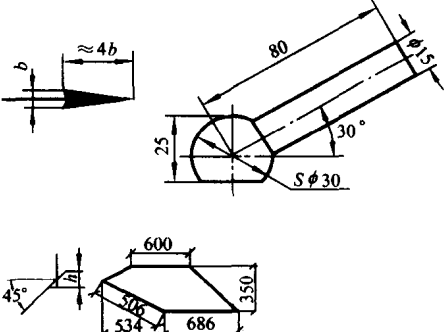


图 1-9 尺寸组成标准示例

表 1-4 尺寸标注的基本规定

项目	说 明	图 例
尺寸线	1. 尺寸线用细实线单独画出，不能用其他图线代替，也不得与其他图线重合或画在其他线的延长线上 2. 尺寸线与所标注的线段平行，尺寸线与轮廓线的间距、相同方向上尺寸线之间的间距应大于 5mm	

(续)

项目	说明	图例
尺寸界线	<p>1. 尺寸界线用细实线绘制, 由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可直接利用它们作尺寸界线</p> <p>2. 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 当尺寸界线贴近轮廓线时, 允许与尺寸线倾斜</p> <p>3. 在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线</p>	
尺寸数字	<p>1. 尺寸数字一般应标注在尺寸线的上方, 也允许标注在尺寸线的中断处</p> <p>2. 线性尺寸数字的方向一般应采用以下所述的第1种方法标注。在不致引起误解时, 也允许采用第2种方法。在一张图样中, 应尽可能采用同一种方法</p> <p>方法1: 数字应按图 a 所示的方向标注, 并尽可能避免在图示 30° 范围内标注, 若无法避免时, 可按图 b 的形式标注</p> <p>方法2: 非水平方向上的尺寸, 其数字可水平标注在尺寸线的中断处</p> <p>3. 尺寸数字不可被任何图线所通过, 否则必须将该图线断开</p>	<p>方法1:</p>  <p>方法2:</p> 
尺寸终端	<p>1. 机械图尺寸线终端画箭头, 土建图尺寸线终端画斜线</p> <p>2. 箭头尖端与尺寸界线接触, 不得超出也不得分开。尺寸线终端采用斜线形式时, 尺寸线与尺寸界线必须垂直</p>	

项目	说明	图例
直径与半径	<p>1. 标注直径时, 应在尺寸数字前加注符号“ϕ”; 标注半径时, 应在尺寸数字前加注符号“R”</p> <p>2. 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法注出其圆心位置时, 可按图 a 的形式标注; 若不需要标出其圆心位置时, 可按图 b 的形式标注, 但尺寸线应指向圆心</p>	
球面直径与半径	<p>标注球面直径或半径时, 应在符号 ϕ 或 R 前加注符号“S”, 如图 a。对于螺钉、铆钉的头部、轴和手柄的端部等, 在不致引起误解的情况下, 可省略符号 S, 如图 b</p>	
角度	<p>尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线画成圆弧, 圆心是角的顶点, 尺寸数字应一律水平书写 (图 a), 一般注在尺寸线的中断处, 必要时也可按图 b 的形式标注</p>	
弦长与弧长	<p>标注弦长和弧长时, 尺寸界线应平行于弦的垂直平分线; 标注弧长尺寸时, 尺寸线用圆弧, 并应在尺寸数字上方加注符号“\sim”</p>	
狭小部位	<p>1. 在没有足够的位置画箭头或标注数字时, 可将箭头或数字布置在外面, 也可将箭头和数字都布置在外面</p> <p>2. 几个小尺寸连续标注时, 中间的箭头可用斜线或圆点代替</p>	

(续)

项目	说明	图例
对称机件	当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时, 尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线, 并在尺寸线一端画出箭头	
方头结构	表示剖面为正方形结构尺寸时, 可在正方形边长尺寸数字前加注符号“□”, 如□14, 或用 14×14 代替□14	

图 1-10 用正误对比的方法, 列举了初学标注尺寸时一些常见错误。

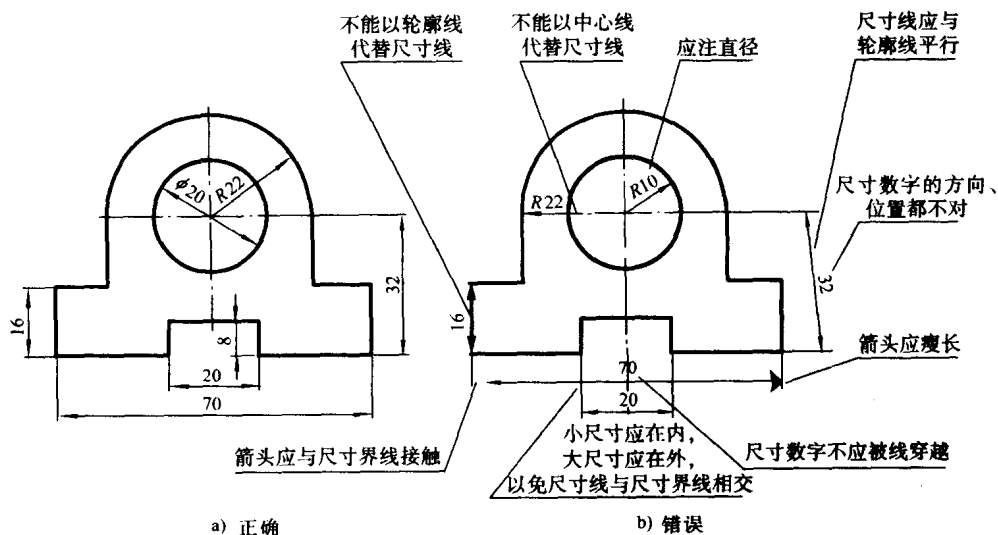


图 1-10 尺寸标注的正误对比

1.2 制图方法与技能

绘制图样有三种方法: 尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图 (见第 2 章)。

1.2.1 尺规绘图

尺规绘图是借助丁字尺、三角板、圆规、分规等绘图工具和仪器进行手工操作的一种绘图方法。正确使用各种尺规工具和仪器既能保证绘图质量, 加快绘图速度, 又能为计算机绘图奠定基础。常见的尺规绘图工具和仪器以及它们的使用方法见附表 1 (在书后附录中)。尺

规绘图步骤及方法如下:

(1) 绘图前的准备工作

准备工具 准备好所用的绘图工具和仪器, 削好铅笔及圆规上的笔芯。

固定图纸 将选好的图纸用胶带纸固定在图板偏左下方的位置, 使图纸下边与丁字尺的边平齐, 固定好的图纸要平整。

(2) **画图框及标题栏** 按 GB 规定的幅面尺寸和标题栏位置, 用细实线绘制图框和标题栏, 待图纸完工后再对图框线加深、加粗 (注: 预先印制好图框的图纸省略此步骤)。

(3) **布置图形** 根据机件预先选好的表达方案, 按照 GB 规定的各视图的投影关系配置, 留有标注尺寸、注写技术要求的余地, 定出各个视图在图纸上的位置, 使绘出的各个图形均匀地分布在图纸平面内。

(4) **画底稿** 用 H (或 2H) 型铅笔轻淡地打底稿。其绘制顺序是: ①按布图确定各图形的位置, 先画轴线或对称中心线, 再画主要轮廓线, 然后画细节。②如图形是剖视图或断面图时, 最后画断面符号。图形完成后, 画其他符号。底稿完成后, 经校核, 擦去多余的作图线。

(5) **图线加深** 用 B (或 HB) 型铅笔加深粗实线, 用削尖的 H 型铅笔加深虚线、细实线、细点画线等各类细线。画圆时圆规的铅芯应比画相应直线的铅芯软一号。

(6) **标注尺寸** 标注尺寸时, 先画出尺寸界限、尺寸线和尺寸箭头, 再注写尺寸数字和其他文字说明。

(7) **填写标题栏** 经仔细检查图纸后, 填写标题栏中的各项内容, 完成全部绘图工作。

1.2.2 徒手绘图

按目测比例徒手画出草图, 是工程技术人员必须具备的一项基本技能。徒手草图并不是潦草的图, 仍应基本做到: 图形正确, 线型分明, 比例匀称, 字体工整, 图面整洁。只有经过反复训练, 才能提高画徒手草图的水平。画徒手图一般用 HB 铅笔, 常在印有浅色方格的纸上画图。

各种图线的画法如下:

1. 直线

画直线时, 眼睛看着图线的终点, 画短线常用手腕运笔, 画长线则以手臂动作, 且肘部不宜接触纸面, 否则不易画直。作较长线时, 也可以用目测在直线中间定出几个点, 然后分段画。水平线由左向右画, 铅垂线由上向下画, 如图 1-11 所示。

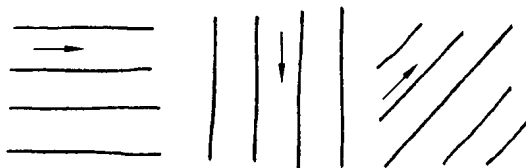


图 1-11 徒手画直线

2. 等分线段

等分线段时, 根据等分数的不同, 应凭目测, 先分成相等或成一定比例的两 (或几) 大段, 然后, 再逐步分成符合要求的多个相等的小段。如八等分线段, 先目测取得中点 4, 再取分点 2、6, 最后取其余分点 1、3、5、7, 如图 1-12a 所示。又如五等分线段, 先目测将线段分成 3:2, 得分点 2, 再得分点 3, 最后取得分点 1 和 4, 如图 1-12b 所示。

等分线段需要较强的目测能力, 必须反复练习。

3. 角度线

对 30°、45°、60°等常见角度, 可根据两直角边的比例关系, 定出两端点, 然后连接两点即为所画的角度线。如画 10°、15°等角度线, 可先画出 30°角后, 再等分求得, 如图 1-13 所示。