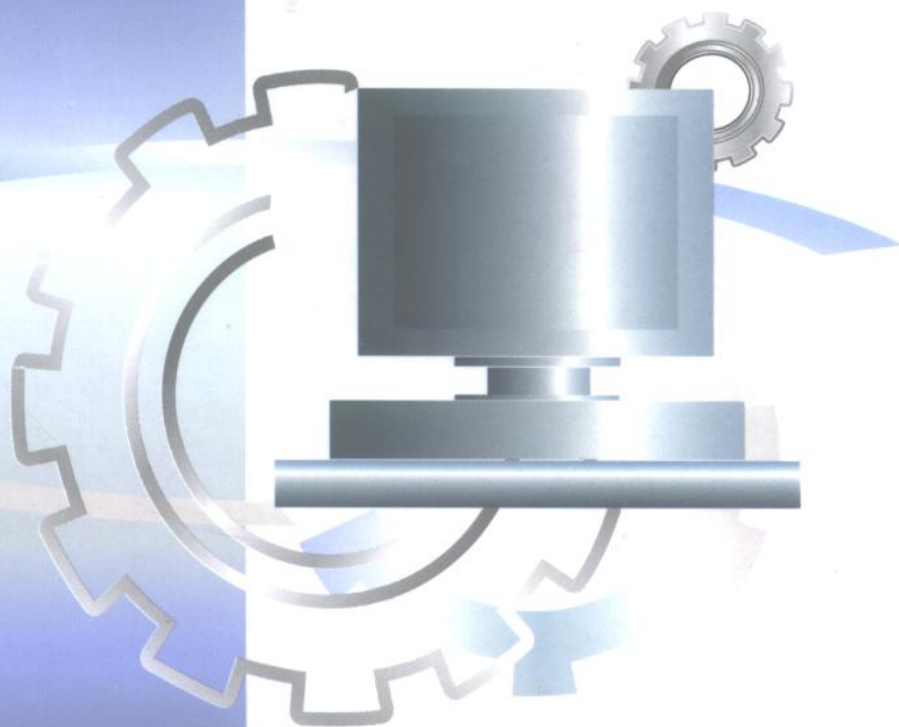


高等工科院校适用

机械制图及 微机绘图

YUANNIAO SHIYONG

张先虎 主编



机械工业出版社

TH/126

Z.00

414106

高等工科院校适用

机械制图及微机绘图

主 编	张先虎		
副主编	寇世瑶	张北胜	
参 编	袁世先	魏增菊	蒋乐勉
	胡 勇	杨小兰	吴国岑
	刘家平	赵艳霞	王彦峰
主 审	王耀林		



机械工业出版社

DW03/08

本书是根据 1997 年国家教委审定的高等学校工程专科机械制图课程教学基本要求编写的。还编写了与之配套使用的《机械制图及微机绘图习题集》，同时出版。

本教材反映专科教育特色，以增强应用性和培养能力与素质为指导。全书分上、下两篇。上篇为机械制图，主要内容有：制图基本知识，正投影，立体表面的交线，组合体，轴测图，机件的表达方法，标准件和常用件，零件几何量公差，零件图和装配图。下篇为微机绘图，主要内容有：微机绘图系统及工作原理，AutoCAD 基础知识，基本实体绘图命令，图形显示及辅助绘图工具，层及块、图形填充及尺寸标注，三维绘图简介和图形输出。另有附录。并采用了最新国家标准。

本教材适用于高等工程专科学校机械类和近机类各专业使用，亦可作为职工院校、职业院校、中等专业学校相关专业和有关专业岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图及微机绘图/张先虎主编. —北京: 机械工业出版社, 1998, 7
高等工科院校适用

ISBN 7-111-06113-6

I. 机… II. 张… III. ①机械制图-高等学校-教材②计算机制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 01037 号

出 版 人: 马九荣(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 张一萍 林松 版式设计: 霍永明 责任校对: 申春香

封面设计: 姚毅 责任印制: 路 琳

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16· 21.75 印张 530 千字

0 001—6500 册

定价: 27.50 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

前 言

本教材系根据国家教委 1997 年审定的《高等学校工程专科机械制图课程教学基本要求》，结合参编院校多年来的教学改革经验，在机械工业出版社教材编辑室的指导和支持下编写的，同时还编写了与之配套使用的《机械制图及微机绘图习题集》。这是一套配合高等工程专科学校教学改革的系列教材之一。

本教材突出专科学校教育特色，以增强应用性和注重培养能力与素质为指导，精选了本学科的传统内容，拓宽了某些相关知识，并加强了现代技术。按照学科自身规律，建立了新的课程体系。

本教材由上、下两篇共十九章和附录组成。上篇为机械制图，主要为传统内容。编写时，坚持基础理论以应用为目的。删去了直线与平面、平面与平面的各种相对位置，删减了与图解法有关的内容等，以达到削枝强干之目的。根据专业教学改革要求，鉴于不再单独开设《公差配合与技术测量》课，本教材拓宽了表面粗糙度、公差与配合和形位公差的基本知识，同时加大了对草图训练力度。下篇为微机绘图，着重介绍了运用 AutoCAD 软件的绘图方法，并通过上机实践，培养学生的微机绘图能力。

本书内容翔实，简明扼要，文字通俗流畅，容易理解，图例典型，采用了最新国家标准，附录简明、实用。

本书既可作为高等工程专科学校机械类和近机类各专业的教材，又可作为其它专业及职大、业大、中等专业学校和各种专业岗位培训教材。对从事机械工程的科技人员，也有参考价值。

参加本教材编写的人员：郑州工业高等专科学校张先虎(绪论、第二章)、蒋乐勉(第四章)、张北胜(第八、九章)、赵艳霞(第十一~第十四章、第十九章)，河南职业技术学院袁世先(第一章)、胡勇(第五章、第七章部分内容和附录)，平原大学魏增菊(第三章)，河南机电高等专科学校杨小兰(第六章)、寇世瑶(第七章)，中原机械工业学校吴国岑(第二、九章部分内容)、刘家平(第十章)，南阳理工学院王彦峰(第十五~十八章)。由张先虎任主编，寇世瑶、张北胜任副主编。由中国人民解放军信息工程学院王耀林教授主审。王耀林教授对教材体系和具体内容等提供了很多宝贵意见，在此特表谢意。

本教材在编写过程中，承蒙各参编院校各级领导的大力支持，各制图教研室全体教师的热情帮助，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，本书难免有缺点和错误，恳请兄弟院校的师生和广大读者批评指正。

编者

1997 年 10 月

目 录

前言	
绪论	1

上篇 机械制图

第一章 制图基本知识	3
第一节 国家标准《机械制图》和《技术制图》简介	3
第二节 手工绘图工具、仪器及其使用方法	10
第三节 几何作图	12
第四节 平面图形画法	17
第五节 手工绘图方法和步骤	20
第二章 正投影法	23
第一节 投影法概述	23
第二节 点的投影	24
第三节 直线的投影	28
第四节 平面的投影	34
第五节 换面法	39
第六节 基本体的投影	46
第三章 立体表面的交线	54
第一节 平面与平面立体相交	54
第二节 平面与回转体相交	56
第三节 两回转体相交	63
第四章 组合体的视图	70
第一节 概述	70
第二节 组合体视图的画法	72
第三节 组合体的尺寸注法	75
第四节 看组合体的视图	79
第五章 轴测图	88
第一节 轴测图的基本知识	88
第二节 正等轴测图	90
第三节 斜二等轴测图	97
第四节 轴测剖视图的画法	97
第五节 轴测草图的画法	101
第六章 机件形状的常用表达方法	103
第一节 视图	103

第二节 剖视图	106
第三节 剖面图	114
第四节 简化画法和其它表达方法	116
第五节 表达方法综合应用举例	120
第六节 第三角画法简介	121
第七章 标准件和常用件	123
第一节 螺纹	123
第二节 螺纹紧固件及其连接	131
第三节 键联结和销连接	136
第四节 滚动轴承	141
第五节 齿轮	144
第六节 弹簧	153
第八章 零件几何量公差	157
第一节 表面粗糙度	157
第二节 公差与配合的基本概念	163
第三节 公差与配合的基本规定	166
第四节 公差与配合的选用及标注	169
第五节 形位公差概述	173
第六节 形位公差带定义	178
第七节 公差原则及其应用简介	186
第九章 零件图	190
第一节 零件图的作用和内容	190
第二节 零件的视图选择	191
第三节 零件图的尺寸标注	193
第四节 典型零件的视图选择和尺寸标注	196
第五节 零件常见的工艺结构	201
第六节 读零件图	205
第七节 零件测绘	207
第十章 装配图	211
第一节 装配图的作用和内容	211
第二节 装配图的规定画法和特殊表达方法	212
第三节 常见的装配结构和装置	213
第四节 装配图的尺寸和技术要求	215
第五节 装配图的零件序号、明细栏和标题栏	216

第六节 由零件图画装配图的方法和步骤	216
第七节 看装配图、由装配图拆画零件图	221

下篇 微机绘图

第十一章 微机绘图基本知识	227
第一节 微机绘图概述	227
第二节 微机绘图系统	228
第十二章 AutoCAD 基本知识	230
第一节 AutoCAD 概述	230
第二节 AutoCAD 基本知识	230
第三节 实用命令	233
第四节 绘图步骤	235
第五节 退出 Auto CAD 绘图屏幕的方法	236
第十三章 实体绘图命令	237
第一节 基本图形实体的绘制方法	237
第二节 文体的绘制方法	248
第十四章 显示控制及辅助绘图工具	252
第一节 显示控制命令	252
第二节 辅助绘图工具	254
第十五章 图形编辑命令	259
第一节 选择集	259
第二节 擦除(ERASE)	261
第三节 恢复(OOPS)	261
第四节 比例(SCALE)	262
第五节 平移(MOVE)	262
第六节 拷贝(COPY)	263
第七节 镜像(MIRROR)	264
第八节 旋转(ROTATE)	265
第九节 阵列(ARRAY)	266
第十节 修剪(TRIM)	267
第十一节 倒圆角(FILLET)	268
第十二节 倒角(CHAMFER)	269

第十三节 切断(BREAK)	270
第十四节 偏移拷贝(OFFSET)	271
第十五节 取消(UNDO)与重作(RED0)	272
第十六章 层及块	274
第一节 图层的基本概念	274
第二节 图层命令(LAYER)	276
第三节 图形块概述	277
第四节 块定义(BLOCK)	277
第五节 块插入(INSERT)	279
第六节 块的拆散(EXPLODE)	280
第七节 块存盘(WBLOCK)	280
第十七章 图案填充及尺寸标注	282
第一节 图案填充	282
第二节 尺寸标注的概念	286
第三节 长度型尺寸(LINEAR)	287
第四节 角度型尺寸(ANGULAR)	289
第五节 直径型尺寸(DIAMETER)	290
第六节 半径型尺寸(RADIUS)	290
第七节 旁注线尺寸(LEADER)	291
第八节 尺寸编辑	291
第九节 尺寸变量	293
第十节 尺寸式样	296
第十八章 三维绘图简介	298
第一节 基面(ELEV)	298
第二节 视点(VPOINT)	298
第三节 消隐(HIDE)	299
第四节 三维直线(3DLIN)	301
第五节 三维平面(3DFACE)	302
第十九章 图形输出	303
第一节 使用图形输出设备的步骤	303
第二节 PLOT(出图)命令的使用方法	303
附录	307
参考文献	340

绪 论

一、本课程的研究对象

准确表达物体的形状、大小和技术要求的图形，称为工程图样。它是按照一定的理论和方法，把“形”和“数”巧妙地结合起来，即用图形加注尺寸的方法把物体的形状和大小准确、完整表达出来。它解决了用语言和文字难以描绘清楚的形、数问题。只有不易用图形表达的某些技术要求，才借助少量文字加以说明。

不同行业的工程图样，所表达的具体对象有所区别。机械图样是表达零、部件或整台机器的图样，是加工和检测零件，装配、安装、检验和调试机器的依据。

就当代科学技术水平而言，工程图样仍是机械制造、土木建筑等工程在设计、制造、使用和维修时的重要技术文件，同时也是进行技术交流和科学研究的重要工具。随着计算机技术的迅速发展，制图技术必将逐步实现自动化。目前，我国计算机绘图技术已在很多部门用于生产、设计、科研和管理工作中。深信，随着我国改革开放的不断推进和现代技术的不断发展，图样信息的产生、加工、存储和传递必将成为工程界一种新的技术语言。

工程技术人员必须掌握绘制工程图样的基本理论，掌握手工绘图和微机绘图两种方法，具有较强的绘图、读图技能，以适应当前和将来生产发展的需要。

本课程系研究机械图样绘制和阅读的基本理论，学习国家标准《机械制图》、《技术制图》的基本内容，阐述手工和微机绘制机械图样和阅读机械图样的基本方法。

二、本课程的主要任务

本课程是工科院校多数专业的必修课。其主要任务是：

- 1) 学习用正投影法图示空间物体的基本理论和方法。
- 2) 培养绘制和阅读机械图样的基本技能和空间想象能力。
- 3) 初步掌握运用微机及绘图软件绘制机械图样的基本技能。
- 4) 培养严肃细致的工作作风和认真负责的工作态度。

三、本课程的特点和学习方法

本课程是工科院校中一门既有理论、又偏重实践的技术基础课。在学习时，不仅应很好掌握投影理论和基本概念，还要认真学习国家标准，通过不断地画图、读图和上机训练等实践活动，逐步提高空间想象能力，增强工程意识，培养和提高绘制和阅读机械图样的能力。学习时应注意：

- 1) 没有正确理论作指导的实践是盲目的，因此要掌握画图和看图的方法，必须首先掌握投影理论。对于投影理论的学习，要理论联系实际，多看、多想、多画，不断地由物画图，由图想物，既要注意逻辑思维，更要重视形象思维，逐步提高空间想象能力和空间分析能力。
- 2) 完成一定数量的习题和作业，是巩固基本理论和培养画图、读图能力的保证。因此对习题和作业必须高度重视，既要认真、按时完成，又要优质、快速。
- 3) 国家标准《机械制图》、《技术制图》，是评价机械图样是否合格和优劣的重要依据，因此，要认真学习国家标准，通过实践逐步掌握，并以国家标准来规范自己的绘图行为。绘制

的机械图样应做到，投影关系正确，视图选择和配置恰当，图线规格、尺寸标注、字体书写等符合国家标准规定。

4) 要正确掌握绘图仪器和工具的使用方法，努力提高图面质量和绘图速度。

5) 不断总结和改进学习方法，增强自我训练的能动性，努力提高自学能力和独立思考能力。

上篇 机械制图

第一章 制图基本知识

第一节 国家标准《机械制图》和《技术制图》简介

工程图样是表达设计思想、进行技术交流和指导现代化生产的重要技术文件。为了便于生产和交流，国家标准《机械制图》与《技术制图》对图样的格式、内容、画法和尺寸注法等都作了统一规定。工程技术人员在绘制工程图样时必须严格遵守、认真贯彻国家标准。

本节简要介绍“图纸幅面”、“比例”、“字体”、“图线”和“尺寸注法”等几个国标。

一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—93)

1. 图纸幅面规格 绘制技术图样时，图纸的幅面应采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时，允许选用加长幅面，如图 1-1 所示。图中粗实线所示为基本幅面，细实线和虚线所示为加长幅面。

2. 图框格式 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，但同一产品的图样只能采用同一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示；留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-3 所示，尺寸见表 1-1。

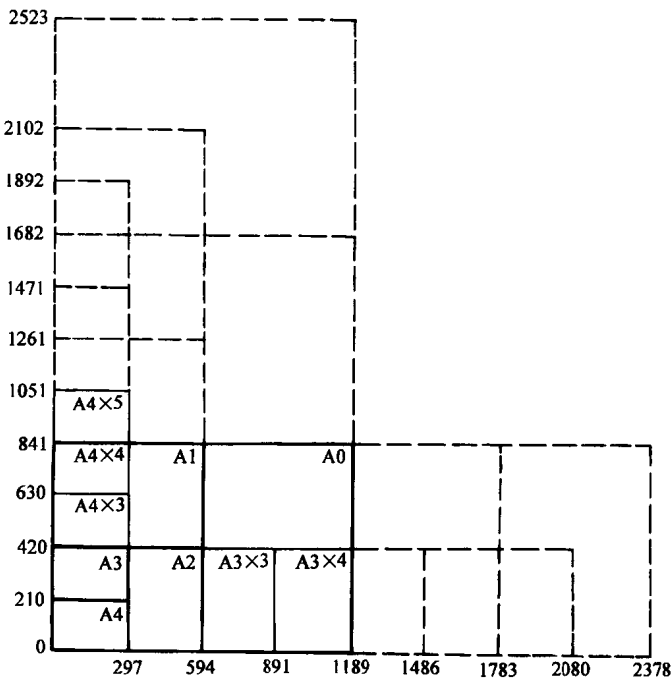


图 1-1 图纸幅面的加长

表 1-1 图纸幅面规格 (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				

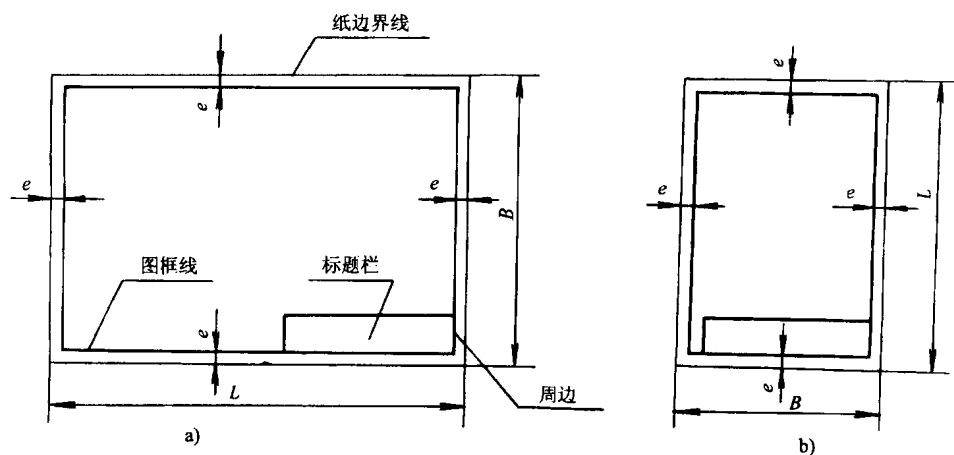


图 1-2 不留装订边的图框格式

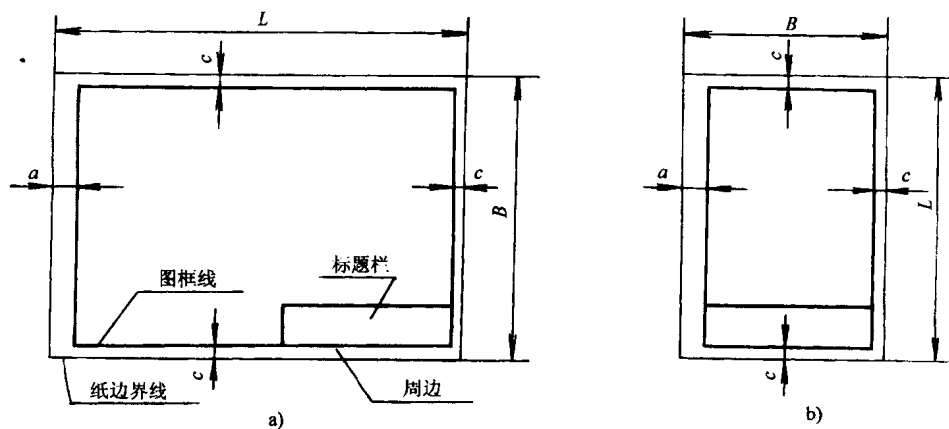


图 1-3 留有装订边的图框格式

3. 标题栏 国家标准对标题栏已作统一规定。制图作业中, 建议采用图 1-4 所示标题栏。

二、比例(GB/T14690—93)

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。

绘制图样时, 一般应选用表 1-2 规定的比例, 并尽量采用原值比例, 必要时允许选用表 1-3 中规定的比例。同一机件的各个视图应采用相同的比例, 并一般在标题栏中填写。图样不论采用何种比例, 在标注尺寸时, 应按机件的实际尺寸标注, 如图 1-5 所示。

表 1-2 图样比例(一)

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

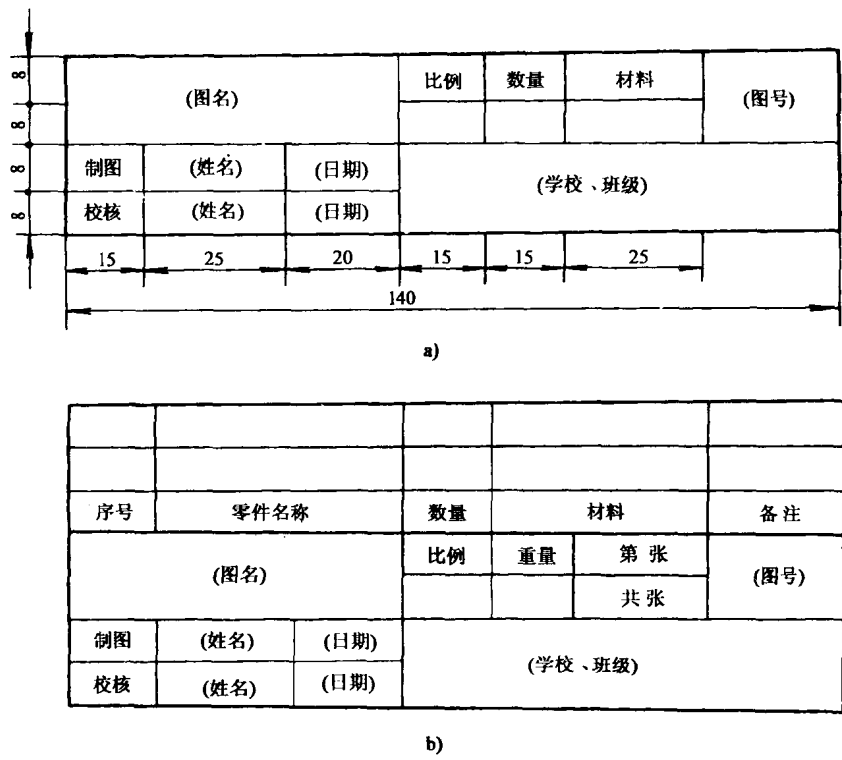


图 1-4 标题栏
a) 零件图标题栏 b) 装配图标题栏和零件明细表

表 1-3 图样比例(二)

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	4 × 10 ⁿ : 1	2.5 × 10 ⁿ : 1			
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	1 : 1.5 × 10 ⁿ	1 : 2.5 × 10 ⁿ	1 : 3 × 10 ⁿ	1 : 4 × 10 ⁿ	1 : 6 × 10 ⁿ

注：n 为正整数

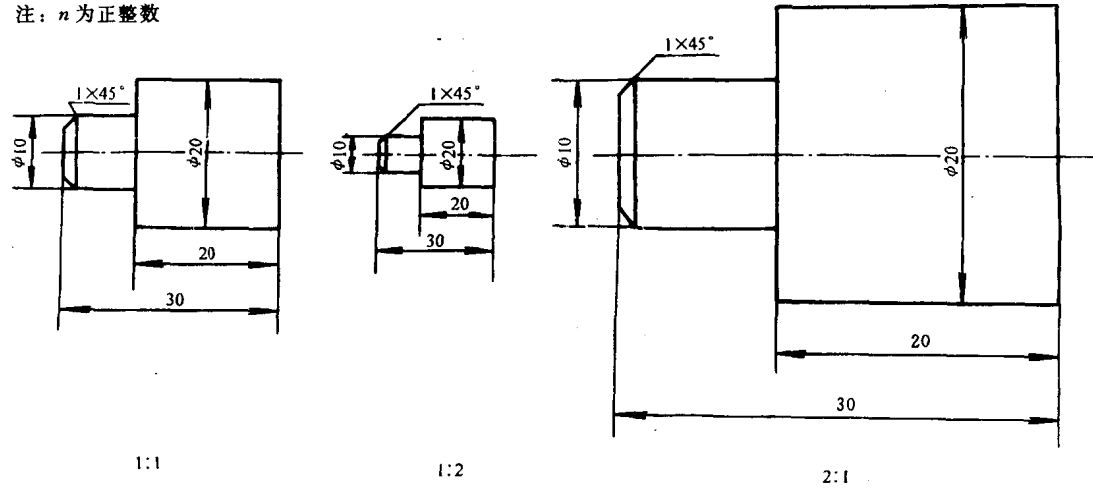


图 1-5 用不同比例画出的图形

三、字体 (GB/T14691—93)

图样上的汉字、字母和数字，书写时必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。汉字应写成长仿宋体，并应采用国务院正式公布推行的简化字。各种字体及符号示例如图 1-6 所示。

字体高度 h 的尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm，字体高度即为字体的号数，汉字高 h 不应小于 3.5mm；字体的宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

汉字：

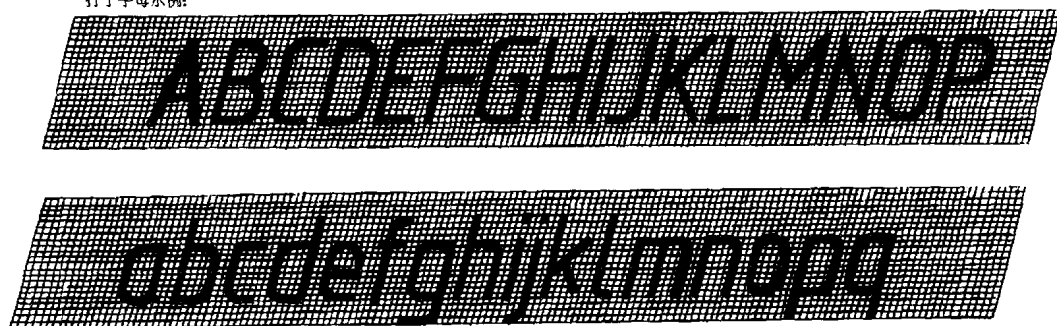
字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

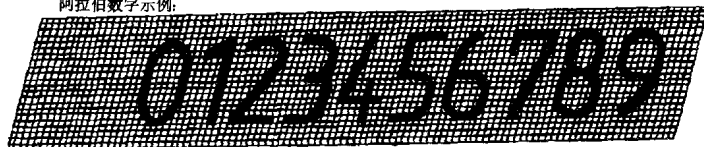
技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖掘施工引水通风阀坝闸梯麻化纤

拉丁字母示例：



阿拉伯数字示例：



罗马数字示例：



图 1-6 字体示例

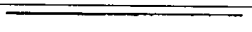
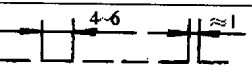
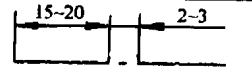
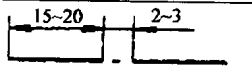
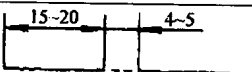
字母和数字分为 A 型和 B 型，A 型字体的笔划宽度 d 为 $h/14$ ，B 型字体的宽度 d 为 $h/10$ 。字母和数字分斜体和直体，常用的是斜体，其字头向右倾斜与水平线成 75° 。

四、图线(GB4457.4—84)

1. 图线的种类及应用

各种图线的名称、型式、宽度以及在图样中的主要应用见表 1-4、图 1-7 所示。

表 1-4 图线

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	可见轮廓线、可见过渡线
细实线		约 $b/3$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合剖面的轮廓线等
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线
虚线		约 $b/3$	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点划线		约 $b/3$	轴线、对称中心线、轨迹线等
粗点划线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		约 $b/3$	相邻辅助零件的轮廓线、假想投影轮廓线等

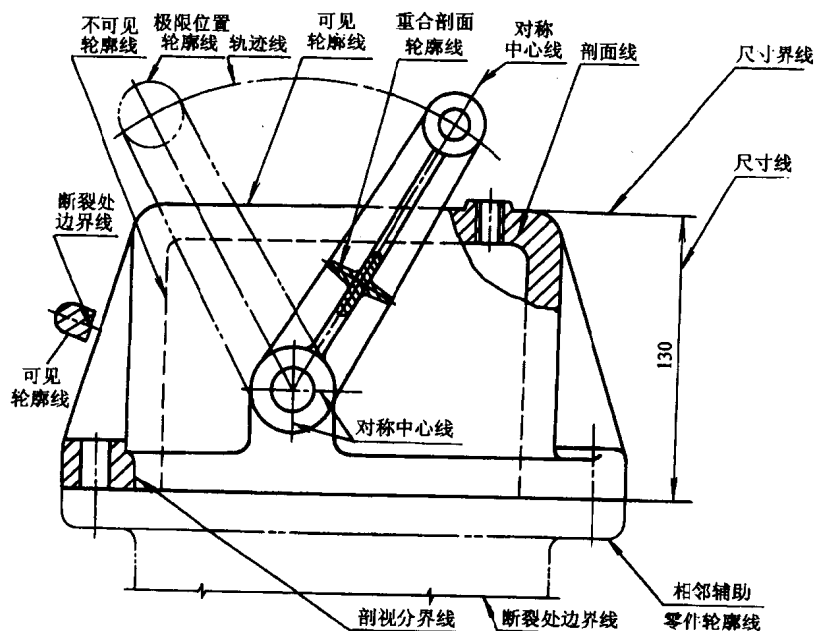


图 1-7 图线应用示例

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图样的大小和复杂程度，在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择，细线的宽度约为 $b/3$ 。

2. 图线的画法

1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、细点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

2) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。细点划线和双点划线的首末两端应是线段，且应超出所画圆的轮廓线约 $2 \sim 5\text{mm}$ 。当在较小的图形上绘制点划线有困难时，可用细实线代替，如图 1-8 所示。

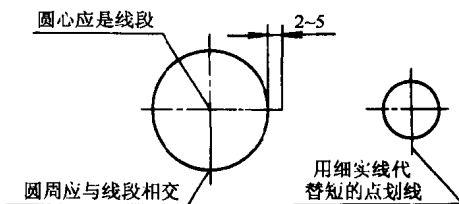


图 1-8 圆的中心线画法

3) 细点划线、虚线与其它图线相交时，都应交在线段处；当虚线处于粗实线的延长线上时，粗实线应画到分界点，而虚线应留有空隙，如图 1-9 所示。当虚线圆弧和虚线直线相切时，虚线圆弧的线段应画到切点，而虚线直线留有空隙。

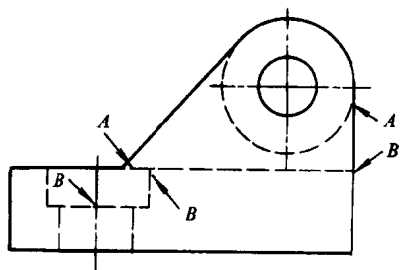


图 1-9 虚线连接处的画法

A 处应留空隙，B 处应相交

五、尺寸注法(GB4458.4—84)

图形只能表达机件的形状，而大小必须通过标注尺寸才能确定。标注尺寸应严格遵守国家标准所规定的规则和方法。

1. 基本规则

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(包括技术要求和其它说明)的尺寸，一般以毫米为单位，且不需标注计量单位的代号或名称，如采用其它单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

3) 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

4) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸包括尺寸界线、尺寸线和尺寸数字，如图 1-10 所示。

1) 尺寸界线用细实线绘制，并应由图形轮廓线、轴线或对称中心线处引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。

2) 尺寸线用细实线单独绘制，不能用其它图线代替，一般也不得与其它图线重合或画在其延长线上。

尺寸线的终端有下列两种形式：

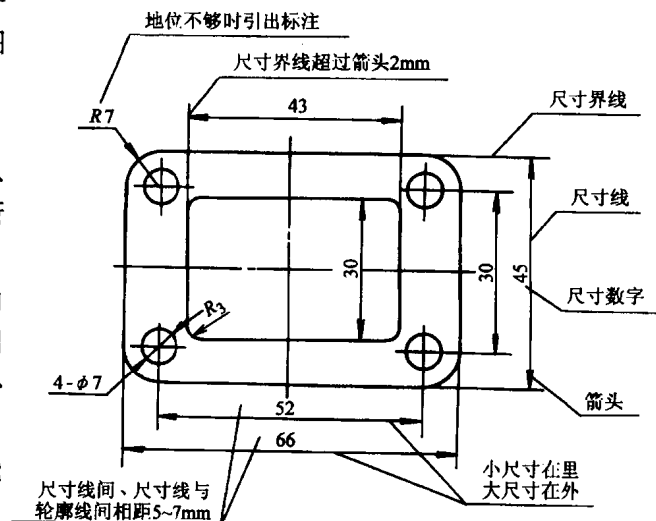


图 1-10 尺寸的组成及标注示例

① 箭头 箭头的形式和画法如图 1-11a 所示, 箭头的尖端与尺寸界线接触。在同一张图样上, 箭头大小要一致。

② 斜线 斜线用细实线绘制, 其方向和画法如图 1-11b 所示。这种形式适用于尺寸线与尺寸界线必须是直线且相互垂直。

3) 线性尺寸的数值, 一般应注写在尺寸线的上方或左方, 也允许注写在尺寸线的中断处; 当位置不够时, 也可引出标注。常用的尺寸注法见表 1-5。

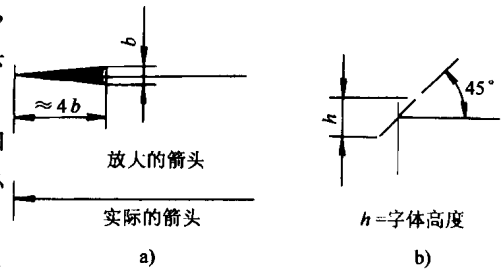


图 1-11 尺寸线终端形式

a) 箭头 b) 斜线

表 1-5 常用的尺寸注法

标注内容	图例	说明
线性尺寸的数值方向		水平尺寸数字头朝上, 垂直尺寸数字头朝左, 并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时, 可按 b 图标注
角度尺寸		尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线应画成圆弧, 圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写, 一般注写在尺寸线的中断处。必要时可写在上方或外面, 也可引出标注
圆和圆弧		直径、半径的尺寸数字前应分别加符号“ϕ”、“R”, 尺寸线应按图例绘制; 大圆弧无法标出圆心位置时, 可按 d 图标注

(续)

标注内容	图例	说明
小尺寸和小圆弧		没有足够地位画箭头或写数字时, 可按图例形式标注
球面		应在“φ”或“R”前面加注符号“S”, 对于螺钉、铆钉的头部等, 在不致引起误解时, 可省略符号“S”
尺寸数字无法避免被图线通过时		必须在注写尺寸数字处将图线断开

第二节 手工绘图工具、仪器及其使用方法

为了保证绘图质量, 提高绘图速度, 必须掌握绘图工具的正确使用方法。

一、图板、丁字尺和三角板

图板是用来固定图纸的矩形木板, 要求表面平坦光洁, 图板的左右两边称为导边, 必须平直, 如图 1-12 所示。

丁字尺是画水平线的长尺。画图时, 应使尺头紧靠着图板左侧的导边, 上下移动即可按尺身的工作边画出水平线, 如图 1-12 所示。

三角板除了直接用来画直线外, 也可配合丁字尺画铅垂线和 30° 、 60° 、 45° 、 15° 、 75° 等角度的斜

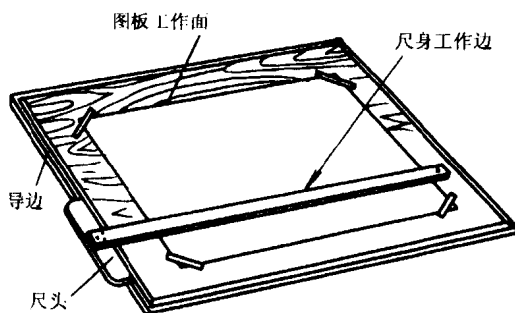


图 1-12 图板和丁字尺

线，如图 1-13 所示。

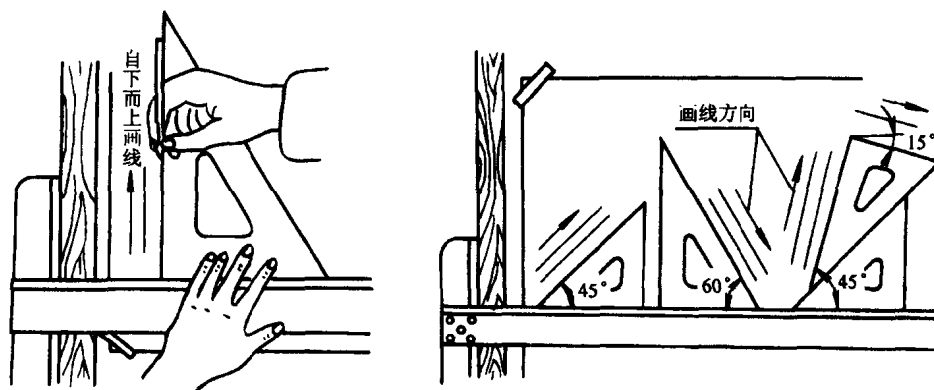


图 1-13 三角板和丁字尺配合使用

二、圆规和分规

圆规是画圆和圆弧的工具。使用时，应先调整针脚，使针尖略长于铅芯，且插针和铅芯脚都与纸面大致保持垂直。画大圆弧时，可加上延伸杆，如图 1-14 所示。

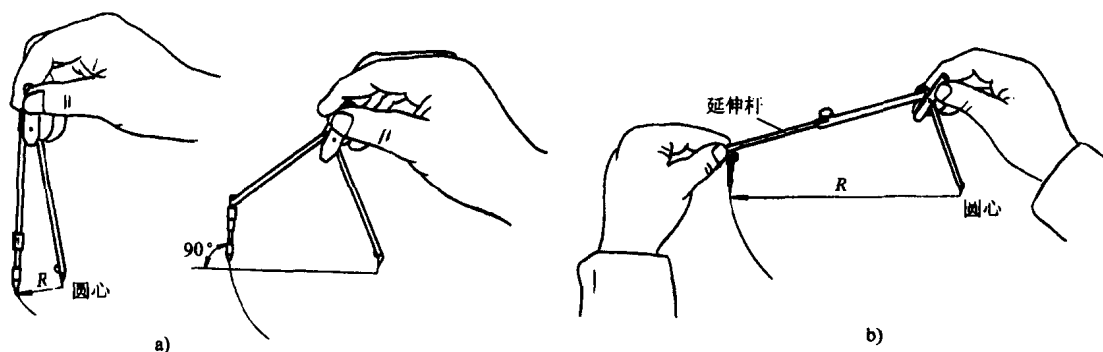


图 1-14 圆规的使用方法

a) 沿画线方向，保持适当倾斜，作等速转动 b) 接延伸杆画大圆

分规是用来等分和量取线段的。分规两脚的针尖并拢后，应能对齐，如图 1-15 所示。



图 1-15
分规

四、铅笔削法

铅笔铅芯的硬度用 H、B 符号表示。H 前的数字越大，表示越硬；B 前的数字越大，表示越软；HB 表示软硬适中。

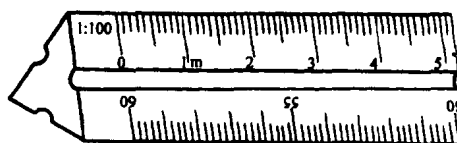


图 1-16 比例尺