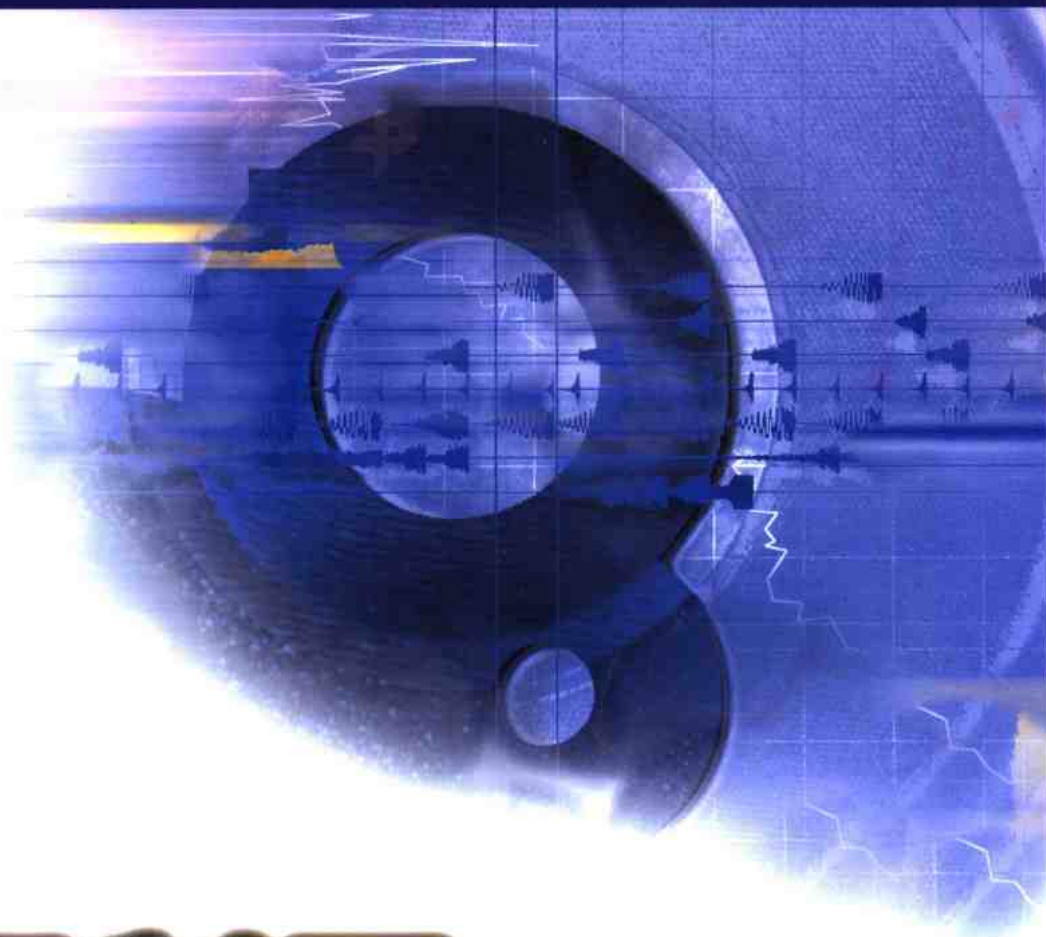




高职高专规划教材



工程制图 与计算机绘图

杜存臣 主编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高职高专规划教材

工程制图与计算机绘图

主 编 杜存臣

参 编 张学明 徐永军 乔萍萍

主 审 朱方鸣

机械工业出版社

本书是按照教育部制定的《高职高专工程制图课程教学基本要求》编写的,采用了最新的《技术制图》和《机械制图》国家标准,最高职高专院校制冷与空调专业规划教材。根据高职高专的教育特点和规律,本书突出了“以应用为主,强化画图和看图能力的培养”的原则。全书共分四篇共计十七章,内容包括:制图的基本知识和基本技能,投影基础与三视图,点、直线和平面的投影,基本几何体,截交线与相贯线,组合体,轴测投影,机件的表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图,制冷工程图,计算机绘图等。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人高等院校制冷与空调专业的通用教材,也可供其他相近专业使用和参考。与本书配套使用的《工程制图与计算机绘图习题集》同时由机械工业出版社出版。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与计算机绘图/杜存臣主编. —北京:机械工业出版社, 2003.7

高职高专规划教材

ISBN 7-111-12244-5

I. 工... II. 杜... III. 工程制图:计算机制图—高等学校:技术学校—教材 IV. TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 039528 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:王世刚

封面设计:饶薇 责任印制:施红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm $1/16$ · 21 印张 · 501 千字

定价:28.00 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、88379646

封面无防伪标均为盗版

高职高专制冷与空调专业规划教材编写说明

随着科技发展、社会进步和人民生活水平的不断提高，制冷与空调设备的应用几乎遍及生产、生活的各个方面。运行和维护制冷与空调设备需要大批专门技术人才，尤其我国加入 WTO，融入国际竞争的大潮，社会对制冷空调设备的安装、维修、管理专业高级技术人才的需求量也愈来愈大。为了满足和适应社会不断增长的需要，全国已有数十所高职高专院校先后开设了“制冷与空调”专业，以加速制冷与空调专业应用型高级技术人才的培养。

为了编写出既有行业特色，又有较宽覆盖面、适应性、实用性强的专业教材，我们组织了全国十几所不同行业高职院校具有丰富教学和工程实践经验的教师编写了这套高职高专制冷与空调专业规划教材。书目见封四。

本套教材在编写过程中，结合我国制冷与空调专业的发展以及行业对高职高专人才的实际要求，在形式和内容上都进行了有益探索。在专业面向上，既涉及家用、商用制冷与空调设备，又涉及工业制冷空调设备，其覆盖范围广；在内容安排上，既介绍传统的制冷空调原理、方法、设备，又补充了大量的新技术、新工艺、新设备，立足专业最前沿；在课程组织上，基本理论力求深入浅出、通俗易懂，实验、实训力求贴近生产，强调实际、实用；特别强调突出能力培养，体现高职特色，既可作为高职高专院校的专用教材，也可作为社会从业人员岗位培训教材。

本套教材编写过程中，得到了有关设计、施工、管理、生产企业和有关专家学者的大力支持。他们提出了许多宝贵意见，提供了大量技术资料和工程实例，使得教材内容更加丰富、详实，在此向他们表示衷心的感谢！

由于受理论水平、专业能力和知识面的限制，加之时间短促，全套教材中难免有疏漏和错误，恳请广大师生和读者批评指正，以便再版时修订、补充，不断完善和提高。

高职高专制冷与空调专业教材编审委员会

2003年3月

前 言

本书是根据教育部制定的《全国高职高专工程制图课程教学基本要求》，结合高职高专教育的特点，吸收了众多高职高专院校成功经验，综合了编者长期从事制图教学、教改的经验和成果编写而成的。为方便学习还编写了配套习题集供练习时使用。

本教材按 90~120 学时编写，适用于高职高专制冷与空调专业的制图教学，也可供采暖通风工程专业和成人教育相关专业使用和参考。

按照高职高专的培养目标和培养模式，以及对高职高专毕业生基础理论知识适度，技术应用能力较强，知识面较宽的特点，在编写本书时，特别注重以应用为主线构建教材体系，同时又突破学科体系。在编写的过程中，参编人员经过多次研讨论证，重点把握了以下几点：

(1) 基础理论突出以应用为目的，以必需够用为度，强化读图能力的训练。本教材适当降低了理论要求，删去了一些实用价值不大的内容，仅保留最基本的内容。涉及制冷空调和计算机绘图学科的内容，只进行简单的介绍。

(2) 围绕读图能力的训练，增强了徒手画图作业的内容，针对学时较少的实际情况减少了大作业的次数。

(3) 密切注意制图国家标准的变动情况，只要在定稿之前收集到的相应新标准，不论在教材中，还是在习题集中，都加以贯彻，也体现了教材的先进性和时代性。

(4) 突出高职高专教育特色，紧密联系国家的就业准入制度。在计算机绘图篇章中，考虑到多数高职高专院校已经把 Auto CAD 列入制图教学并组织学生参加考证，为减少选择教材的难度，本书在字数要求相对紧张的情况下，较为全面地介绍了 Auto CAD2000，既方便了学生掌握计算机绘图的基本技能，又满足了学生就业的需要。

参加教材编写工作的有：徐州工业职业技术学院杜存臣（第八章、第十章、第十一章、第十二章）、济源职业技术学院张学明（绪论、第一章~第五章）、南京化工职业技术学院徐永军（第十三章~第十七章）、山东商业职业技术学院乔萍萍（第六章、第七章、第九章）。全书由杜存臣统稿。

本书由南京化工职业技术学院朱方鸣副教授主审，徐州工业职业技术学院林慧珠副教授、高级工程师参加了审稿。朱方鸣副教授对本书提出了许多修改意见和建议，对提高本书质量起到了重要的作用。在此，特向其表示衷心的感谢。同时向给予编写工作大力支持的四所学院有关领导表示诚挚的谢意。

由于作者的水平有限，错误之处在所难免，欢迎使用本教材的广大师生和读者批评指正，以利于教材更加成熟和提高。

编者

目 录

前言

第一篇 制图基础

第一章 制图基本知识和基本技能	1	第五章 截交线与相贯线	53
第一节 国家标准关于制图的有关规定	1	第一节 截交线	53
第二节 绘图工具、仪器及其使用	11	第二节 相贯线	60
第三节 绘图工作方法	14	第六章 组合体	67
第四节 常用几何图形的画法	15	第一节 组合体的形体分析	67
第五节 平面图形的画法	21	第二节 组合体三视图 的画法	70
第二章 投影基础与三视图	24	第三节 组合体的尺寸标注	73
第一节 投影法及其分类	24	第四节 组合体三视图的读法	76
第二节 三视图	26	第七章 轴测投影	84
第三章 点、直线和平面的投影	29	第一节 轴测投影的概述	84
第一节 点的投影	29	第二节 正等测图的画法	86
第二节 直线的投影	32	第三节 斜二测图的画法	93
第三节 平面的投影	35	第八章 机件的表达方法	96
第四章 基本几何体	41	第一节 视图	96
第一节 平面立体	41	第二节 剖视图	100
第二节 回转体	44	第三节 断面图	109
第三节 基本几何体和带切口 几何体的尺寸标注	50	第四节 其他表达方法	111

第二篇 机械制图

第九章 标准件和常用件	115	第四节 零件常用的结构工艺	154
第一节 螺纹及其螺纹联接件	115	第五节 零件测绘	157
第二节 其他常用件简介	128	第六节 看零件图	160
第十章 零件图	138	第十一章 装配图	162
第一节 零件图及其表达	138	第一节 装配图的作用、要求和内容	162
第二节 零件图的尺寸标注	143	第二节 装配图的画法	164
第三节 零件图的技术要求	147	第三节 装配图的视图选择	165

第四节	装配图的尺寸标注	166	第七节	零件的装配结构	175
第五节	装配图的零件序号及明细栏	168	第八节	看装配图和由装配图 拆画零件图	178
第六节	装配图的画图步骤	170			

第三篇 制冷与空调工程图

第十二章	制冷空调工程图	183	第二节	设备布置图	190
第一节	概述	183	第四节	管道布置图	193
第二节	制冷工艺图	185			

第四篇 计算机绘图基础

第十三章	计算机绘图基本知识	210	第六节	对象选择方式	250
第一节	概述	210	第七节	图形基本编辑命令	253
第二节	AutoCAD 2000 的工作界面	212	第八节	其他编辑命令	265
第三节	AutoCAD 2000 的命令 输入与数据输入	214	第九节	图形属性的查看和编辑	268
第十四章	初始化绘图环境	220	第十节	平面图形的作图方法	270
第一节	启动对话框	220	第十六章	文本、尺寸标注和图块	273
第二节	图形文件的创建与管理	225	第一节	文本样式的设置、 输入与编辑	273
第三节	图层设置及管理	228	第二节	尺寸标注样式的设置、 视图的尺寸标注	277
第四节	图形显示与控制命令	232	第三节	图块设置与插入	289
第十五章	平面图形的绘制和编辑	236	第十七章	零件图与装配图的绘制	295
第一节	直线的绘制	236	第一节	零件图的绘制	295
第二节	圆和椭圆的绘制	239	第二节	装配图的绘制	299
第三节	多线段和样条曲线的绘制	242	第三节	制冷工艺图的绘制	304
第四节	矩形和正多边形的绘制	245	附录		307
第五节	图案填充	247	参考文献		329

第一篇 制图基础

第一章 制图基本知识和基本技能

第一节 国家标准关于制图的有关规定

工程图样是现代工业生产中最基本的技术文件。为了有利于组织生产、技术管理和促进技术交流，图样的内容、格式和表示方法等都有统一的规定，由国家技术监督局通过国家标准《技术制图》和《机械制图》统一规定和发布实施。绘图时必须严格遵守这些规定，树立标准化的概念。

一、图纸幅面与格式（GB/T14689—1993）

为了合理使用图纸和便于装订保管，国家标准《技术制图》对图纸幅面尺寸和图框格式做了统一的规定。

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面（必要时可以选用加长幅面）。以 A0、A1、A2、A3、A4 为其代号。其中 A0 图纸幅面最大，其大小是 841mm×1189mm，A1 幅面为 A0 幅面大小的一半（以图纸长边对折裁开），以此类推，即后一号图纸为前一号图纸幅面一半。

表 1-1 图纸幅面的尺寸 (mm)

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，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，如图 1-1 所示，其尺寸按表 1-1 规定。需要装订的图样，一般采用 A4 幅面竖放或 A3 幅面横放。

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏，标题栏的格式和尺寸应按 GB/T10609.1—1989 的规定，其位置一般应按图 1-1 所示，有时也可按图 1-2 所示的方位配置。标题栏的文字方向为看图的方向。

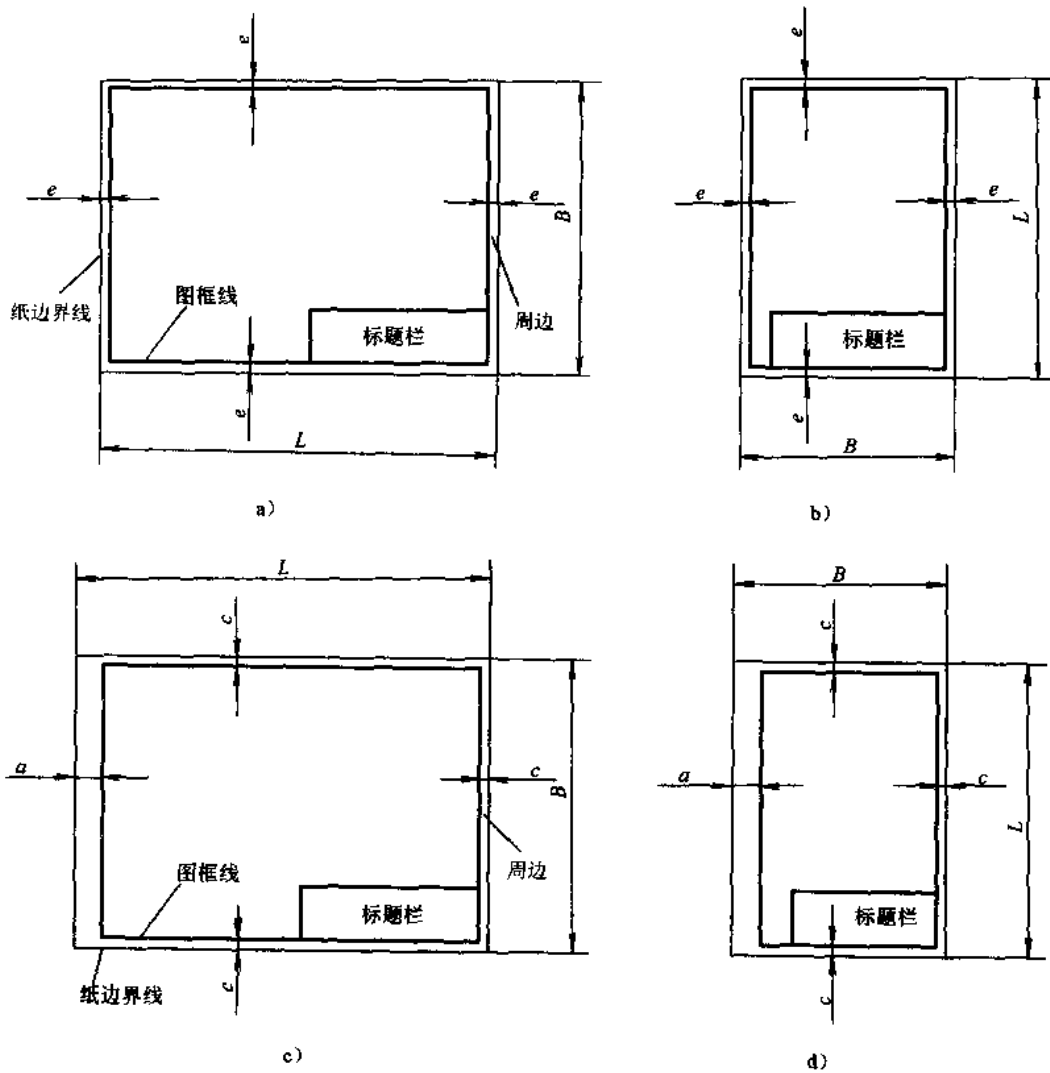


图 1-1 图框格式

a)、b) 不留装订边 c)、d) 留装订边

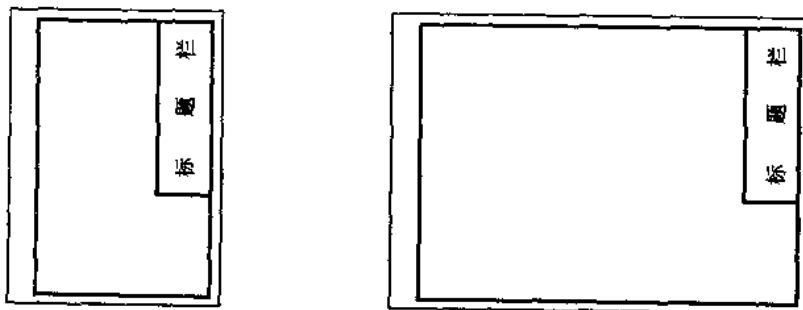


图 1-2 标题栏允许配置的位置

学生作业用的标题栏格式和尺寸可进行简化自行制定。建议采用图 1-3 的格式和尺寸。

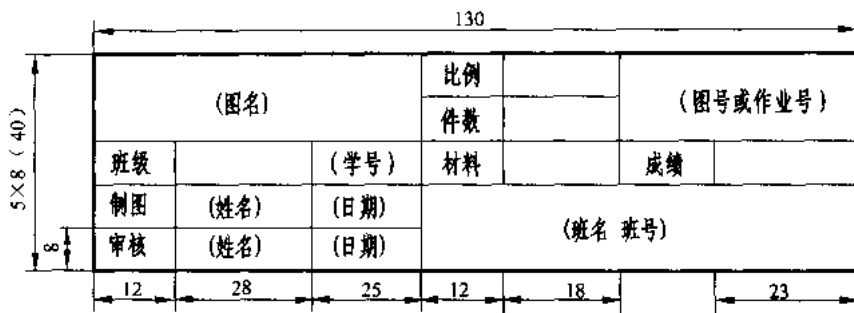


图 1-3 制图作业用标题栏参考格式

二、比例 (GB/T14690—1993)

图样中所画机件图形与实际机件相应要素线性尺寸之比,称为图形的比例。

每张图样都要注出所画图形采用的比例。例如:1:1,即所绘图形与机件实际尺寸相同,又称原值比例;2:1,即所绘图形为机件实际尺寸的2倍,是放大的比例;1:3,即所绘图形为机件实际尺寸的1/3,是缩小的比例。

读图时为了能从图上得到机件大小的真实印象,应尽可能优先采用1:1画图。但因各种机件大小悬殊,繁简不一,当需要把机件放大或缩小绘图时,应采用国家标准规定的比例,见表1-2。

表 1-2 绘制图样的比例

种 类	比 例
与实物相同	1:1
缩小的比例	1:1.5 1:2 1:2.5 1:3 1:4 1:5 1:10 ⁿ 1:1.5×10 ⁿ 1:2×10 ⁿ 1:2.5×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ
放大的比例	2:1 2.5:1 4:1 5:1 (10×n):1

注: n 为正整数。

同一张图样上,若各图采用的比例相同时,在标题栏的比例一格内注明所用的比例即可,如1:1,1:2,2:1,3:1等。

同一张图样上,若个别图样(如局部放大图)选用的比例与标题栏中所注的比例不同时,对这个图形必须另行标注所用的比例。

图形不论放大或缩小,在标注尺寸时,应按机件的实际尺寸标注。绘制图形中的角度,也应按物体实际角度绘制和标注,如图1-4所示。

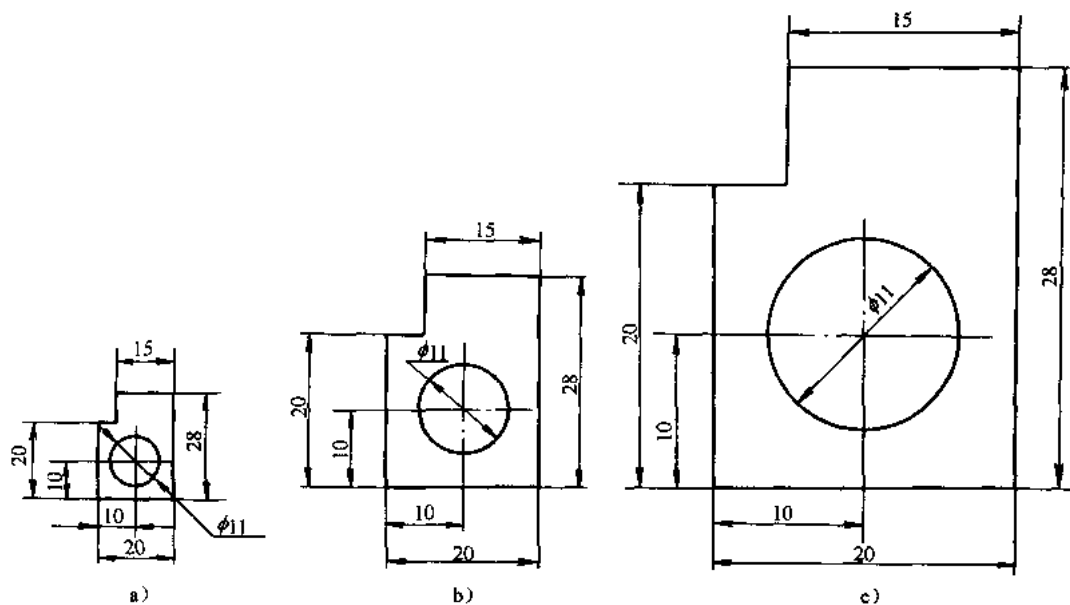


图 1-4 比例使用示例

a) 1:2 b) 1:1 c) 2:1

三、字体 (GB/T14691—1993)

图样上和技术文件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。字体号数（用 h 表示），即字体高度（单位为 mm），分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 八种，字体宽度约为字高的 $2/3$ 。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布使用的简化字。书写时要做到：横平竖直、起落露锋、结构均匀、写满方格。汉字不采用 2.5 号，图 1-5 为不同字号长仿宋体字的写法。

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7 号

装配时作度深沉最大小球的厚直网纺均布铆接平镜抛光
研这视图向旋转前后表面做展开图两样中心孔锥销

5 号

装配时作度深沉最大小球的厚直网纺均布铆接平镜抛光待操作时要注意
研这视图向旋转前后表面做展开图两样中心孔锥销如何打中心孔钻

3.5 号

字母和数字分为在制图要装配时作度深沉最大小球的厚直网纺均布铆接平镜抛光待操作时要注意
关于加强信用卡的管理待研这视图向旋转前后表面做展开图两样中心孔锥销锥销本能如何打中心孔钻

图 1-5 长仿宋体字示例

2. 字母和数字

字母和数字分为 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 $1/10$ 。但在同一图样上，只允许选用同一种型号的字体。

字母和数字均可写成斜体和正体。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) 示例如图 1-6 所示。

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
p q r s t u v w x y z

图 1-6 拉丁字母 (A 型) 示例

(2) 希腊字母 (A 型) 示例 (小写斜体) 如图 1-7 所示。

α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν
ξ ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω

图 1-7 希腊字母 (A 型) 示例

(3) 阿拉伯数字示例如图 1-8 所示。

A 型斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A 型正体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

图 1-8 阿拉伯数字示例

(4) 罗马数字示例如图 1-9 所示。

A 型斜体


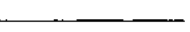

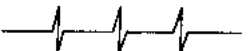
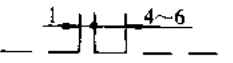
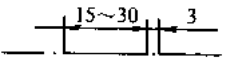
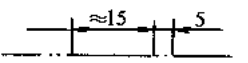
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

图 1-9 罗马数字示例

四、图线及其画法 (GB/T17450—1998、GB/T4457.4—1984)

图样是由各种不同粗细和类型的图线画成的。为了使图样统一、清晰及阅读方便，绘图时应采用国家标准规定的七种线型，见表 1-3 所列和图 1-10 所示的应用示例。其余将在以后有关章节中介绍。

表 1-3 图线规格

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		b	1. 可见轮廓线 2. 可见过渡线
细实线		$b/3$	1. 尺寸线及尺寸界线 2. 剖面线 3. 重合断面轮廓线 4. 螺纹牙底线及齿轮的齿根线
波浪线		$b/3$	1. 断裂处的边界线 2. 视图和剖视的分界线
双折线		$b/3$	1. 断裂处的边界线
虚线		$b/3$	1. 不可见过渡线 2. 不可见轮廓线
细点画线		$b/3$	1. 轴线 2. 对称中心线 3. 轨迹线 4. 节圆及节线
双点画线		$b/3$	1. 相邻辅助零件的轮廓线 2. 极限位置的轮廓线 3. 坯料的轮廓线

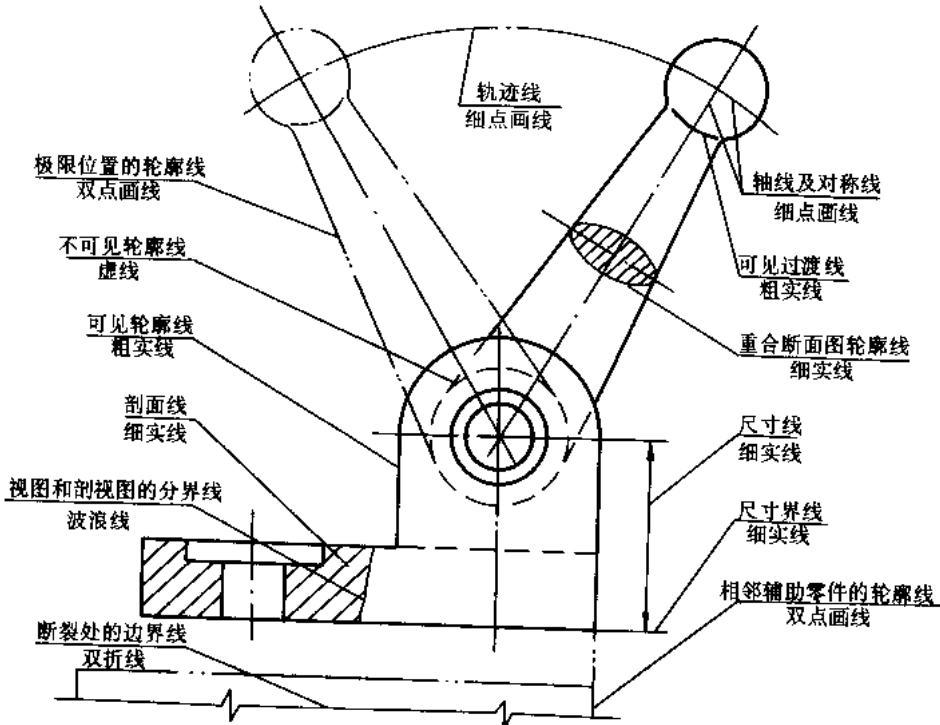


图 1-10 线型应用示例

绘图时，应根据图形大小和复杂程度以及图的复制等条件，在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 的范围内选用

粗实线的宽度 b 。其它图线的粗细应根据所用粗实线的宽度 b 为标准来确定。在同一张图样上绘制图形，同类图线的粗细应保持基本一致，虚线、点画线及双点画线的线段长短和间距大小也应各自大致相等，表 1-3 中所示线段长短和间距大小的尺寸可供参考。还要注意点画线或双点画线中的点是极短的一画（长约 1mm），不必特意画成圆点，而线的首末两端应该是线段，不得为点。

画图时，在线条交、接、切处应注意一些习惯画法，举例说明见表 1-4。

表 1-4 图线交、接、切处习惯画法

画法说明	图 例	
	正 确	错 误
虚线与虚线或实线相交：应以线段相交，不得留有空隙。		
点画线应以线段相交。 点画线的首末两端应是线段而不是点，并应超出图形 3~5mm		
图线与图线相切。 应以切点相切，相切处应保持相切两线中较宽的图线的宽度，不得相割或相离。		

五、尺寸标注（GB/T16675.2—1996、GB/T4458.4—1984）

图形只表示物体的形状，而物体的真实大小要靠图样中的尺寸来确定。标注尺寸是一项极其重要的工作，必须认真对待，一丝不苟。一个机件有数以十计、百计的尺寸，图上不能有一个尺寸遗漏或错误，否则就会给生产带来困难，甚至造成损失。

在图样中标注尺寸要做到：符合国家标准基本规定、完全、注写清楚、标注合理。本节仅介绍国家标准《机械制图》（GB/T4458.4—1984）和《技术制图》（GB/T16675.2—1996）中有关尺寸注法的基本规定，其他内容将在以后有关章节中述及。

1. 尺寸标注的基本规则

(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程度无关。

(2) 图样中的尺寸，以 mm 为单位时，不需标注计量单位的名称或代号，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. 尺寸的基本要素

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字这三个基本要素组成，如图 1-11 所示。

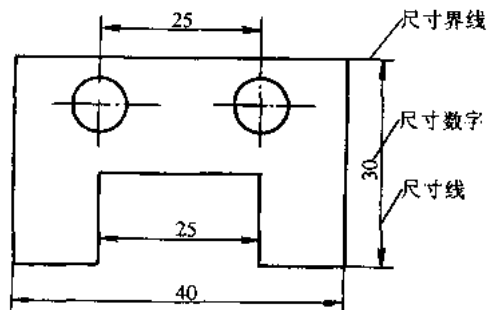


图 1-11 尺寸的基本要素及标注示例

(1) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制，表示所注尺寸的范围。

尺寸界线一般由图形的轮廓线、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。通常，尺寸界线与尺寸线垂直，并超出尺寸线终端 2mm 左右，如图 1-11 所示。必要时允许尺寸界线与尺寸线倾斜。

(2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘在尺寸界线之间，表示尺寸度量的方向。

尺寸线必须单独绘制，不能用其它图线代替，也不得与其它图线重合或画在其它图线的延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，如图 1-11 所示；标注角度时，尺寸线应画成圆弧，圆心是该角的顶点，如图 1-12a 所示；弦长和弧长的尺寸线画法如图 1-12b、c 所示。

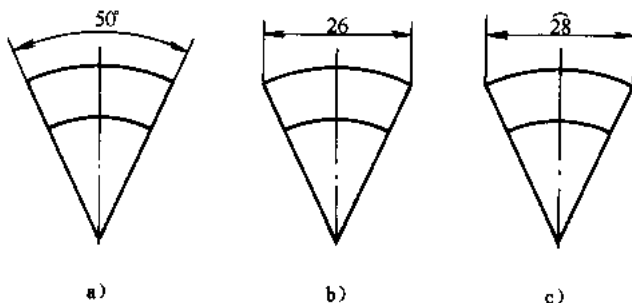


图 1-12 角度、弦长、弧长的尺寸标注

a) 角度 b) 弦长 c) 弧长

尺寸线的终端有两种形式：

1) 箭头 如图 1-13a 所示，适用于各种类型的图样。

2) 斜线 用细实线绘制，其画法如图 1-13b 所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须互相垂直。同一张图样中应尽量采用同一种尺寸线终端形式。

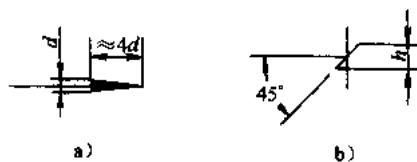


图 1-13 尺寸线终端的画法

a) 箭头型式 b) 斜线型式

(3) 尺寸数字 尺寸数字表示所注机件尺寸的实际大小。

如图 1-11 所示，线性尺寸的数字一般注写在尺寸线的上方，也可注在尺寸线的中断处。尺寸数字的书写方法有两种：

方法一：如图 1-14a 所示，水平方向的尺寸数字字头朝上；垂直方向的尺寸数字字头朝左；倾斜方向的尺寸数字其字头保持有朝上的趋势。但在垂直线左侧 30° 范围内应尽量避免标注尺寸，当无法避免时，可参照如图 1-14b 的形式标注。

方法二：对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸线的中断处，如图 1-15 中的 25 所示。

尺寸数字的注写一般采用第一种方法，且注意在同一张图样中，尽可能采用同一种方法。

在注写尺寸数字时，数字不可被任何图线所通过。当不可避免时，必须把图线断开，如图 1-16 所示。

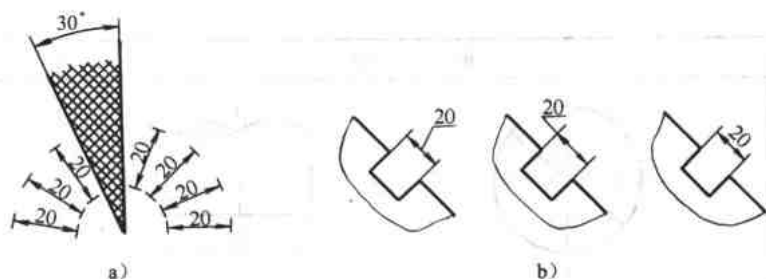


图 1-14 线性尺寸数字的标注方法一

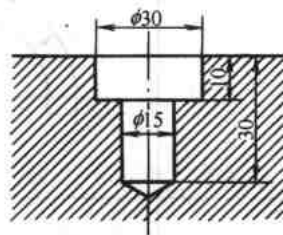
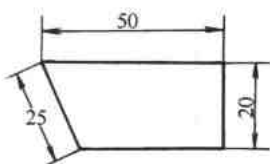


图 1-15 线性尺寸数字的标注方法二

图 1-16 保证尺寸数字清晰的注法

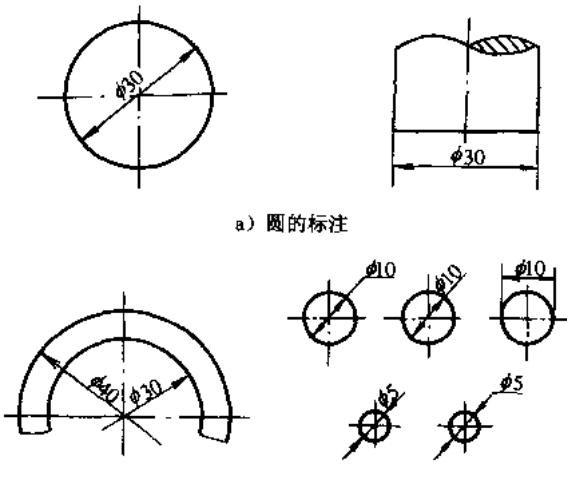
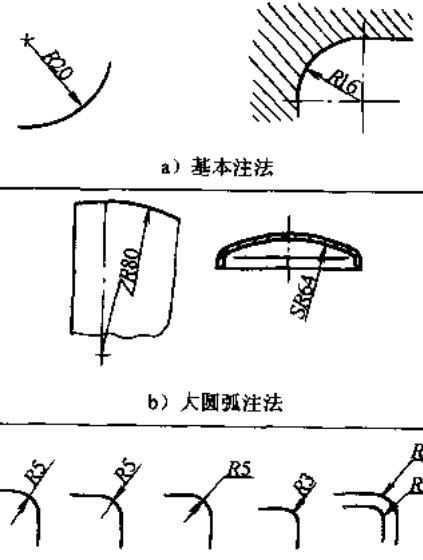
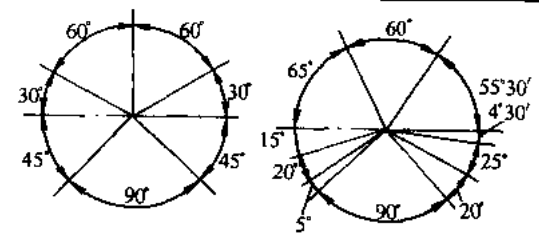
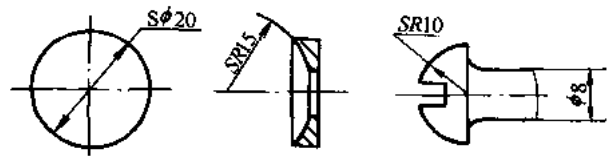
3. 常用的尺寸注法

根据国家标准的有关规定，表 1-5 列举了一些常见的尺寸注法示例以供参考。

表 1-5 常用尺寸注法示例

尺寸种类	图 例	说 明
直线尺寸的注法	<p>a) 正确 b) 错误</p>	串联尺寸, 箭头应对齐
	<p>a) 正确 b) 错误</p>	并列尺寸, 要保持小在内, 大在外尺寸线间隔不小于 7~10mm
狭小部位直线尺寸注法	<p>a) 正确 b) 错误</p>	狭小部位直线尺寸的标注, 可将箭头画在尺寸界线外侧, 或用圆点或斜线代替, 尺寸数字优先写在右边箭头上方或引出标注

(续)

尺寸种类	图 例	说 明
圆的尺寸注法	 <p>a) 圆的标注</p> <p>b) 不完整圆注法</p> <p>c) 小圆注法</p>	<p>尺寸线通过圆心，并在直径尺寸数字前加注符号“ϕ”</p>
圆弧尺寸的注法	 <p>a) 基本注法</p> <p>b) 大圆弧注法</p> <p>c) 小圆弧注法</p>	<p>半径尺寸一般注法：单箭头的尺寸线通过圆心，指向圆弧，并在半径尺寸数字前加注符号“R”</p> <p>需要标明圆心位置，但圆弧半径过大，在图纸范围内无法标出其圆心位置时用左图，不需标明圆心位置时用右图</p> <p>位置不够时，小圆弧可采用引出注法</p>
角度的注法		<p>标注角度的数字，一律水平填写在尺寸线的中断处或适当位置；必要时可以写在尺寸线的上方或外面，也可以引出标注</p>
球体的注法		<p>球直径和球半径的标注，应在ϕ或R前加注符号“S”</p>