



21世纪高等学校规划教材
Textbook Series of 21st Century

工程制图与计算机绘图

李富波 张海萍 主 编
贺 勃 王枕霞 副主编
毛汝生 詹朝杰



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

TB237-43
L150

世纪高等学校规划教材
Textbook Series of 21st Century

1/1

工程制图与计算机绘图

主 编 李富波 张海萍
副主编 贺 勃 王枕霞
毛汝生 詹朝杰
编 写 赵晓巍 王树昆
主 审 孙伯鲁



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 摘 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。

全书共分 10 章, 主要内容包括绪论、制图基本知识、投影基础知识、立体与交线、轴测投影、组合体、机件的图样画法、标准件与常用件、零件图、装配图、计算机绘图等。本书全部采用我国最新的国家标准。与本书配套的《工程制图与计算机绘图习题集》同时出版。

本书根据高职高专的培养目标, 主要突出看图能力的培养并强化徒手画图能力的训练, 适合于各类高等院校的非机械类专业使用, 也可以作为高职高专、成人教育等相关专业教材, 同时可供工程技术人员使用以及自学参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图与计算机绘图/李富波, 张海萍主编. —北京: 中国电力出版社, 2005

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 7-5083-3561-9

I. 工… II. ①李…②张… III. 工程制图: 计算机制图—高等学校—教材 IV. TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 095115 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 9 月第一版 2005 年 9 月北京第一次印刷
787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 19 印张 435 千字
印数 0001—3000 册 定价 28.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前 言

本书是根据教育部关于 21 世纪教学内容和课程体系改革精神, 总结多年的教学经验, 吸收同类教材的精华, 结合高等教育教学的特点, 本着着重培养学生看图能力和绘图技能的宗旨, 构建教材体系, 是 21 世纪规划类教材之一。

本书有以下主要特点:

- (1) 注意理论联系实际, 知识面宽, 起点较高。
- (2) 计算机部分采用的是 AUTOCAD2004 版本, 着重介绍 AUTOCAD 的有关命令和操作, 要求学生能够独立绘制完整的工程图样。
- (3) 从引导学生空间思维出发, 循序渐进, 力求做到一步一图, 并配合适量直观图, 以帮助读者理解。
- (4) 本书全部采用我国最新发布的《机械制图》、《技术制图》等国家标准。

本书由李富波、张海萍任主编, 贺勃、王枕霞、毛汝生、詹朝杰任副主编, 参加编写的有李富波(绪论、第一章、第六章)、张海萍(第二章、第五章)、贺勃(第八章、附录)、王枕霞(第四章、第九章)、毛汝生(第三章、第七章、附录)、詹朝杰(第十章), 赵晓巍、王树昆也参加了部分内容的编写。本书由李富波统稿。

本书由郑州大学孙伯鲁教授担任主审, 在编写过程中, 曾得到许多部门和同志的大力支持和帮助, 对提高教材的质量发挥了重要作用, 在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促, 编者水平有限, 书中缺点、错误和疏漏之处在所难免, 恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识	2
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	2
第二节 手工绘图工具和仪器的使用	12
第三节 几何作图	15
第四节 平面图形的画法	19
第五节 徒手画图的方法	21
第二章 投影基础知识	23
第一节 投影法及三视图	23
第二节 点的投影	27
第三节 直线的投影	30
第四节 平面的投影	34
第三章 立体及交线	39
第一节 平面立体	39
第二节 曲面立体	42
第三节 立体表面的交线	47
第四节 基本体的尺寸标注	61
第四章 轴测投影	64
第一节 轴测图的基本知识	64
第二节 正等轴测图	65
第三节 斜二测轴测图	68
第五章 组合体	71
第一节 组合体组成分析	71
第二节 组合体三视图的画法	73
第三节 组合体的尺寸注法	76

第四节	读组合体的三视图	79
第六章	机件的图样画法	88
第一节	视图 (GB/T 17451—1998)	88
第二节	剖视图 (GB/T 17452—1998)	92
第三节	断面图	107
第四节	其他表达方法	109
第七章	标准件、常用件	114
第一节	螺纹及螺纹紧固件	114
第二节	键及其连接	126
第三节	销及其连接	128
第四节	齿轮	130
第五节	滚动轴承	135
第六节	弹簧	138
第八章	零件图	142
第一节	零件图的作用和内容	142
第二节	零件图的视图选择	143
第三节	零件图的尺寸标注	145
第四节	零件的工艺结构	151
第五节	技术要求在零件图上的标注	154
第六节	常见典型零件图例分析	168
第七节	读零件图	174
第八节	零件测绘	176
第九章	装配图	180
第一节	装配图的作用和内容	180
第二节	装配图的表达方法	181
第三节	装配图的尺寸标注和技术要求	183
第四节	装配图中零、部件的序号和明细栏	184
第五节	装配结构的合理性	185
第六节	装配图的画法	186
第七节	读装配图及拆画零件图	188
第十章	计算机绘图	194
第一节	AutoCAD 的发展历史及基本功能	194

第二节	基本操作	194
第三节	图形设置	201
第四节	基本绘图	205
第五节	图形对象的编辑	226
第六节	图案填充	236
第七节	文字注释	240
第八节	尺寸标注	244
第九节	图块和属性	258
附录		266
参考文献		293

绪 论

一、本课程的研究对象

在现代生产中,各类机器、仪器、设备以及工程设施等都必须依照图样来生产或者施工。图样就是按照投影原理,根据有关标准和规定,准确表达机件的形状、大小和技术要求的图形。图样在工程技术界的作用非常重要,是工程技术人员表达设计思想,进行技术交流和新产品设计、加工的重要工具,是工程界的“共同语言”。

机械制图是研究机械图样的绘制(画图)和读图(识图)规律与方法的一门学科,是工科类学校学生必须掌握的一门专业基础课。通过本课程的学习,学生应该具有绘图和读图的能力,并为以后从事科学研究、工程设计和制造打下坚实的基础。

二、本课程的主要目的和任务

- 1) 掌握正投影法的基本理论及其运用。
- 2) 能够熟练使用绘图仪器并具有熟练徒手绘图的能力。
- 3) 掌握国家标准的有关规定,能查阅有关标准手册。
- 4) 培养学生的空间想像能力以及空间思维能力。
- 5) 能够绘制和识读一般复杂的零件图和装配图。
- 6) 掌握计算机绘图的基本知识和绘图技能。
- 7) 培养耐心细致的工作作风。

三、学习本课程的具体要求

本课程是一门既有理论又有较强实践性和专业性的课程,很多学生在学习的过程中会感到陌生,因此对初学者提出以下要求:

- 1) 牢固掌握正投影法的基本理论。机械图样是按正投影法绘制出来的,因此必须掌握其基本理论。
- 2) 努力建立空间概念。结合绘图和读图的实践,通过不断地由平面(图样)到空间(实物),再由空间到平面的对照和联想,培养空间分析和想像能力。
- 3) 严格遵守国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定。
- 4) 认真完成作业。认真及时地完成规定的练习和作业,是学好本课程的关键。
- 5) 努力培养自己的学习兴趣。

第一章 制图的基本知识

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

作为现代工业生产和技术交流的语言,机械图样必须有统一的画法和标准。为此,国家技术监督局颁布了国家标准《技术制图》和《机械制图》,对图样的内容、格式、画法、尺寸标注等都做出了统一规定,要求工程技术人员必须遵守。

国家标准简称国标(代号“GB”),是汉语拼音 GUOBIAO 的缩写,如“GB/T 14690—1993”,其中“T”表示推荐标准,“14690”表示标准序号,“1993”表示标准发布的年号。本节摘要介绍标准中的“图纸幅面及格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸标注”等内容。

一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面尺寸

标准图幅共有五种,分别用 A0、A1、……代号表示,见表 1-1。各幅面间的尺寸关系如图 1-1 所示。

绘制技术图样时,应优先选用表中幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面尺寸 mm

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

必要时允许将标准图幅加长。对于 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的 1/8 的倍数增加;对于 A1、A3、幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 1/4 的倍数增加。

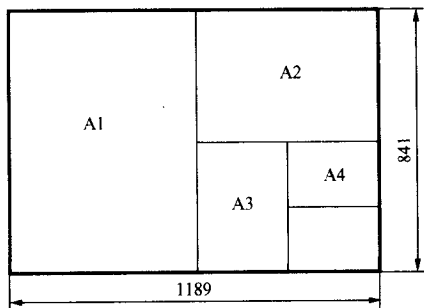


图 1-1 各幅面的尺寸关系

2. 图框格式

每张图纸在绘图之前均须用粗实线(规格见表 1-3)绘制图框。

图框有两种格式:

1) 留装订边的图框格式,如图 1-2 所示,一般按 A3 幅面横装和 A4 幅面竖装。尺寸关系如表 1-1 规定。

2) 不留装订边的图框格式,如图 1-3 所示。尺寸关系如表 1-1 规定。

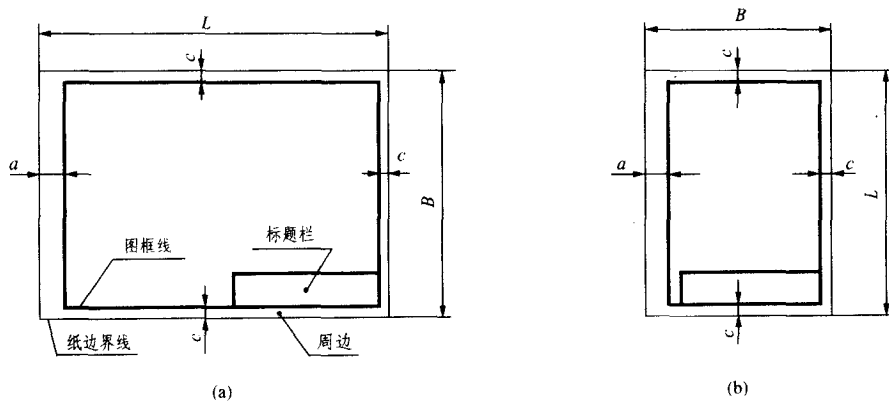


图 1-2 留装订边的图框格式

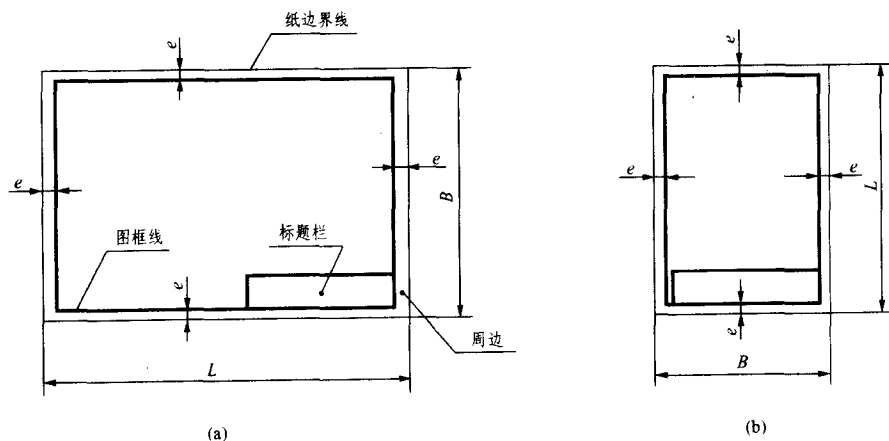


图 1-3 不留装订边的图框格式

3. 标题栏

机械图样上必须绘制标题栏，标题栏的内容、格式和尺寸 GB/T 10609.1—1989 有明确规定。标题栏的位置一般放在图纸的右下角，如图 1-2 和图 1-3 所示，必要时可放置在其他位置。标题栏中的文字方向为看图方向。绘图时，建议采用图 1-4 的格式。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形

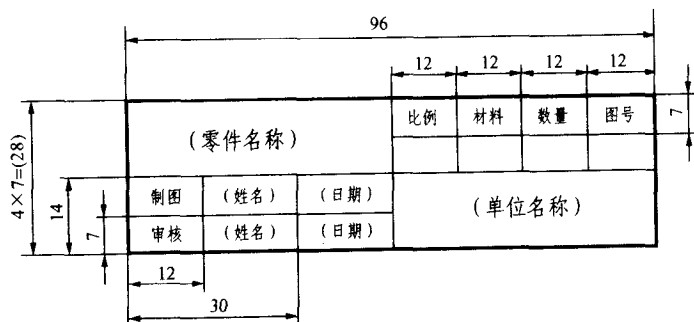


图 1-4 标题栏的格式

与其实物相应要素的线性尺寸之比。

在按比例绘制图样时，标准给出了两个系列，一个是优先选用系列；另一个是允许选用系列，可根据需要选用，见表 1-2。

表 1-2 绘图比例系列

种类	优先选用的比例			允许选用的比例				
原值比例	1 : 1							
放大比例	5 : 1	2 : 1		4 : 1	2.5 : 1			
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$	$2.5^n \times 10 : 1$			
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$		$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$

注 n 为正整数。

为了从图样中更好地反映机件的真实大小，绘图时尽量采用原值比例，也可以根据需要；选用放大和缩小的比例。绘制同一机件的各个视图时，应采用相同的比例，而且应填写在标题栏中的“比例”栏内，如 1 : 1 或 1 : 2 等。

图样中所注的尺寸必须是机件的实际尺寸，与绘图比例无关，如图 1-5 所示。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了用图形表达机件的结构形状外，还必须用文字填写标题栏和书写有关技术要求等内容，用数字表达机件的大小。为此，国家标准规定了汉字、字母、数字的结构形式及基本尺寸。

1. 基本要求

1) 书写字体必须做到：字

体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

2) 字体的号数即字体高度 (用 h 表示) 的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

3) 汉字应写成仿宋体，并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

4) 字母和数字分 A 和 B 型。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。在同一张图上，只允许选用一种形式的字体。

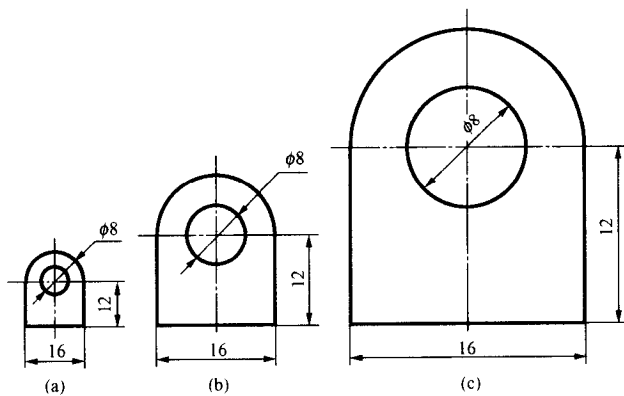


图 1-5 用不同比例画出的图形

(a) 1 : 2; (b) 1 : 1; (c) 2 : 1

5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例

(1) 汉字示例。

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

姓名比例材料数量技术制图机械电子电力水利建筑

(2) 拉丁字母示例。

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

(3) 阿拉伯数字示例。

斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

直体

0123456789

(4) 罗马数字示例。

斜体

IIIIIIIVVVVVVIIIIIXX

直体

IIIIIIIVVVVVVIIIIIXX

(5) 特殊位置的字体示例。

用作指数、分数、注脚、极限偏差的数字和字母，一般应采用小1号的字体。

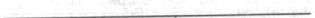



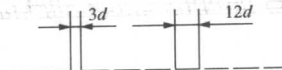
10^3 S^{-1} D_1 T_d $\Phi 20_{-0.023}^{+0.010}$ $7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$

四、图线 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

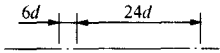

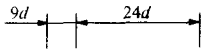
1. 图线的代码、名称、尺寸及应用

国家标准《技术制图》规定了机械图样中常用的八种基本线型，见表 1-3 和图 1-6。

表 1-3 图线及应用

代码 No.	图线名称	图线形式	线宽	应用举例
01.1	细实线		$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线、基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、投影线等
	波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、局部剖视和局部视图的边界线
	双折线		$d/2$	断裂处的边界线、局部剖视和局部视图的边界线
01.2	粗实线		d	可见轮廓线、可见棱边线、相贯线、螺纹牙顶线、齿顶圆(线)、螺纹长度终止线等
02.1	细虚线		$d/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线

续表

代码 No.	图线名称	图线形式	线宽	应用举例
04.1	细点画线		$d/2$	轴线、中心线、对称线、分度圆(线)
04.2	粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
05.1	细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、坯料的轮廓线、中断线等

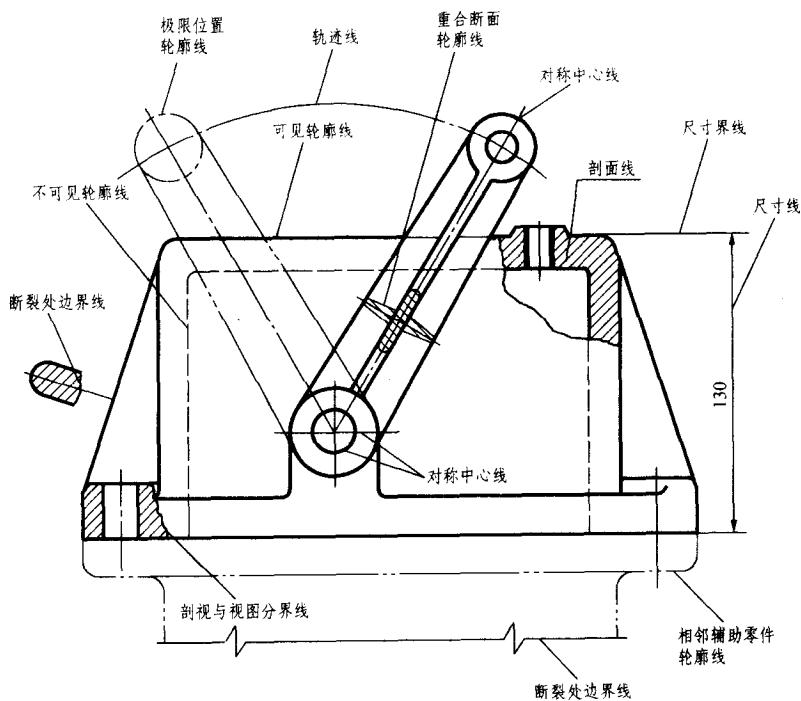


图 1-6 图线的应用示例

2. 图线宽度

机械图样中图线的宽度分粗细两种，其比例为 2 : 1，可按图样的类型和尺寸大小选用，见表 1-4。其中 0.5 mm 和 0.7 mm 线宽为优先采用的线型宽度，在制图作业中建议采用 0.7 mm 的线宽。

表 1-4

图线宽度

mm

线型名称	线型宽度						
	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
粗实线、粗虚线、粗点画线	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
细实线、细点画线、细虚线 波浪线、细双点画线	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1

3. 绘制图线时的注意事项 (如图 1-7 所示)

1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔各自应大致相等。

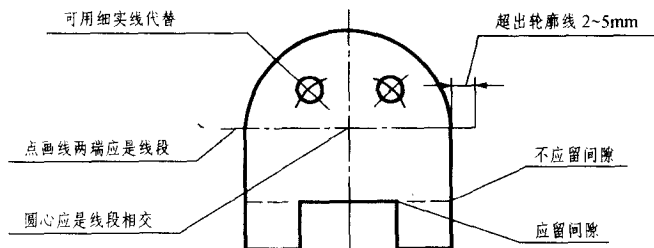


图 1-7 图线画法应用举例

- 2) 除非另有规定, 两条平行线的最小间隙不得小于 0.7 mm 。
- 3) 点画线、双点画线的首末两端应是画, 而不是点。
- 4) 点画线、双点画线、虚线以及实线相交, 必须在画线相交。
- 5) 画对称中心线、轴线和圆的中心线时, 细点画线的两端应超出轮廓线 $2 \sim 5 \text{ mm}$ 。
- 6) 当虚线处于粗实线的延长线上时, 虚线应留有间隙。
- 7) 在较小的图形上画点画线时, 可用细实线代替。

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—1984、GB/T 16675.2—1996)

绘制一张完整的图样, 除了用图形表达机件的结构形状, 还必须用尺寸表达机件的真实大小。国家标准规定了有关标注尺寸的基本规则和基本方法。

(一) 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, 与图形的大小和绘图的准确度无关。

2) 图样中 (包括技术要求和其他说明) 的尺寸, 以毫米为单位时, 不需要标注计量单位的代号“mm”或名称“毫米”, 如果采用其他单位, 则必须注明相应的计量单位的代号和名称。

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。

(二) 尺寸的组成

图样中所标注的尺寸一般由尺寸线、尺寸数字和尺寸界线组成, 如图 1-8 所示。

1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、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尺寸界线, 见图 1-8。

绘制尺寸界线时应注意:

1) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时允许倾斜, 如图 1-9 所示。

2) 在光滑过度处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它的交点处引出尺寸界

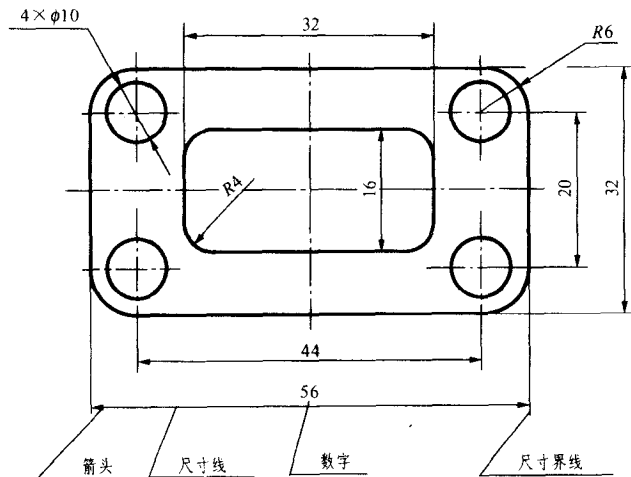


图 1-8 尺寸的组成

线,如图 1-10 所示。

2. 尺寸线及其终端

尺寸线必须用细实线单独画出,不得用其他图线代替。其终端可以有列两种形式:

(1) 箭头。箭头的形式和大小如图 1-11 (a) 所示,适用于各种类型的图样。绘制机械图样主要采用的这种形式。

(2) 斜线。斜线用细实线,其方向和画法如图 1-11 (b) 所示。采用这种形式时,尺寸线与尺寸界线必须垂直。

绘制尺寸线时应注意(如图 1-12 所示):

1) 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。

2) 尺寸线不能用其他图线代替,也不允许与其他图线重合或画在其延长线上。

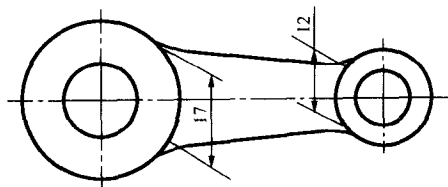


图 1-9 尺寸界线与尺寸线倾斜

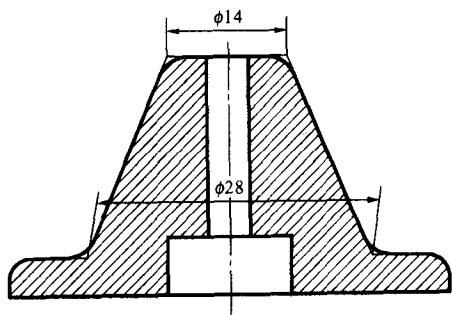


图 1-10 光滑过度处标注尺寸示例

3. 尺寸数字

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,也可以注写在尺寸线的中断处,如图 1-13 所示。同一张图样中应尽量采用相同的标注方法。

线性尺寸数字的方向,注写方式如图 1-14 所示,并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时可按图 1-15 的形式标出。

注意:尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须将该图线断开,见图 1-16。

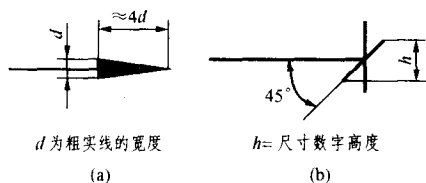


图 1-11 尺寸线终端的形式

(a) 箭头; (b) 斜线

(三) 常用的尺寸注法

1. 直径与半径

标注直径尺寸时应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”，标注半径尺寸时加注符号“ R ”，半径尺寸必须注在投影为圆弧处，且尺寸线应通过圆心，如图 1-17 (a) 所示。标注球面的直径和半径时，应在“ ϕ ”或“ R ”前加注“ S ”，如图 1-17 (b) 所示。当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时，可按图 1-17 (c) 的形式标出，若不需要

标出其圆心位置时，可按图 1-17 (d) 的形式标出。

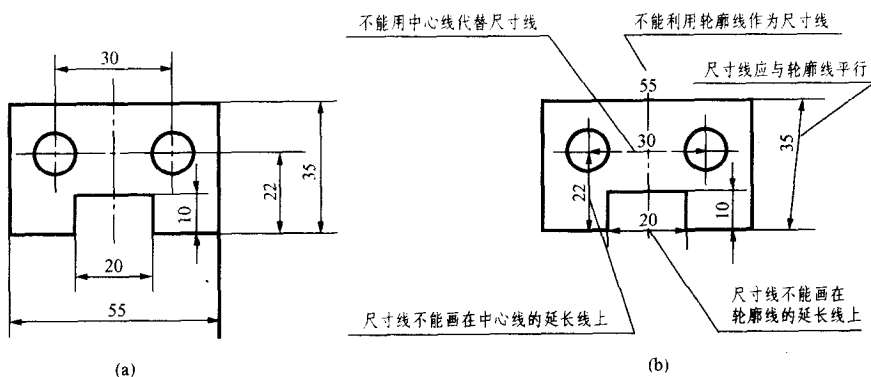


图 1-12 尺寸线的绘制

(a) 正确; (b) 错误

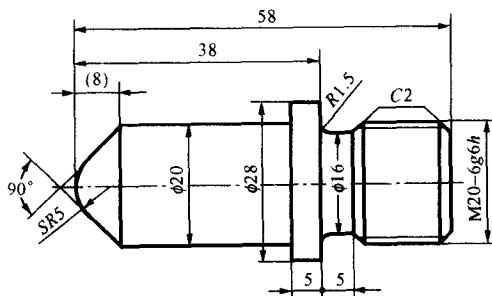


图 1-13 尺寸数字 (一)

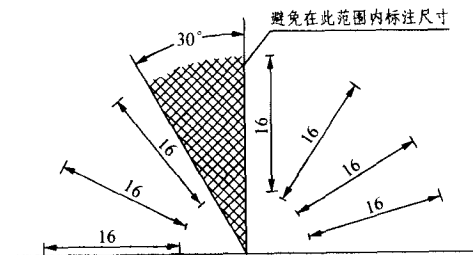


图 1-14 尺寸数字 (二)

2. 小尺寸的注法

在没有足够的位置画箭头或注写尺寸数字时，允许将箭头或数字布置在图形外面。标注一连串小尺寸时，可用小圆点代替箭头，但两端箭头仍须画出，如图 1-18 所示。