



煤炭技工学校通用教材



机械制图

煤炭工业出版社

煤炭技工学校通用教材

机械制图

全国职业培训教学工作指导委员会煤炭专业委员会 编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书共分七章,分别介绍了制图基本知识和技能、投影作图、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图,以及计算机绘图等内容。

本书既可作为煤炭技工学校的教材,也可供工人自学和工程技术人员参考。

煤炭技工学校通用教材

机 械 制 图

全国职业培训教学工作指导委员会煤炭专业委员会 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

北京房山宏伟印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 18¹/₄

字数 432 千字 印数 1—5,000

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5020-3165-7/TD17

社内编号 5966 定价 37.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前 言

为了加快煤炭技工学校的教学改革步伐，不断适应社会主义市场经济发展和劳动者就业的需要，加速煤炭工业技能型人才的培养，促进煤炭工业现代化建设和科学技术的进步，在全国职业培训教学工作指导委员会的指导下，全国职业培训教学工作指导委员会煤炭专业委员会，以全国煤炭技工学校“八五”教材建设规划为基础，研究制定了全国煤炭技工学校新时期教材建设规划，并列入了国家劳动和社会保障部制定的全国技工学校教材建设规划，劳动和社会保障部以《关于印发 1999 年度全国职业培训教材修订开发计划的通知》（劳社培就司函（1999）第 15 号）下发全国。这套教材 59 种，其中技术基础课教材 43 种，实习课教材 16 种。目前正在陆续出版发行当中。

这套教材主要适用于煤矿技工学校教学，工人在职培训、就业前培训，也适合具有初中文化程度的工人自学和工程技术人员参考。

《机械制图》是这套教材中的一种，是根据劳动和社会保障部批准的全国煤矿技工学校统一教学计划、教学大纲的规定编写的，经全国职业培训教学工作指导委员会煤炭专业委员会审定，并被劳动和社会保障部认定为合格教材，是全国煤炭技工学校教学，工人在职培训、就业前培训的必备的统一教材。

本教材由山东煤炭技术学院游娟同志主编。另外，在本教材的编写过程中，得到了有关煤炭技工学校的广大教师和煤矿企业有关工程技术人员的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，书中若有不当之处，恳请广大读者批评指正。

全国职业培训教学工作指导委员会
煤炭专业委员会

2007 年 7 月

全国职业培训教学工作指导委员会 煤炭专业委员会

主任委员	刘 富					
副主任委员	仵自连	刘同良	张贵金	韩文东	范洪春	刘荣林
	雷家鹏	曾宪周	夏金平	张瑞清		
委 员	(按姓氏笔画为序)					
	于锡昌	牛麦屯	牛宪民	王亚平	王自学	王朗辉
	甘志国	石丕应	仵自连	任秀志	刘同良	刘荣林
	刘振涛	刘 富	刘 鉴	刘鹤鸣	吕军昌	孙东翔
	孙兆鹏	邢树生	齐福全	严世杰	吴庆丰	张久援
	张 君	张祖文	张贵金	张瑞清	李 玉	李庆柱
	李祖益	李家新	杨 华	辛洪波	陈家林	周锡祥
	范洪春	赵国富	赵建平	赵新社	夏金平	高志华
	冀立谦	储可奎	曾宪周	程光玲	程建业	程彦涛
	韩文东	雷家鹏	樊玉亭			
主 编	游 涓					
参 编	陈延广	冯秀丽	张更鸿	翟贵林		

目 录

绪论	1
第一章 制图基本知识和技能	3
第一节 国家标准《机械制图》的基本规定	3
第二节 绘图工具和仪器的使用	12
第三节 几何作图	16
第四节 平面图形的分析和画法	22
第五节 绘图的一般步骤	23
第二章 投影作图	26
第一节 投影法概述	26
第二节 三视图的形成与投影规律	28
第三节 点的投影	31
第四节 直线的投影	34
第五节 平面的投影	38
第六节 基本几何体的投影	43
第七节 轴测图	52
第八节 截交线	61
第九节 相贯线	67
第十节 组合体视图的画法	72
第十一节 组合体的尺寸标注	78
第十二节 读组合体的视图	81
第三章 机件的表达方法	90
第一节 视图	90
第二节 剖视图	95
第三节 机件断面形状的表达——断面图	103
第四节 机件局部细小结构的表达——局部放大图	105
第五节 常用简化画法	107
第四章 标准件和常用件	113
第一节 螺纹和螺纹紧固件	113
第二节 齿轮	128
第三节 键和销连接	143
第四节 弹簧	148
第五节 滚动轴承	151
第六节 焊接	153

第七节 中心孔.....	157
第五章 零件图	161
第一节 零件图概述.....	161
第二节 零件图的视图选择.....	162
第三节 零件图的尺寸标注.....	165
第四节 零件图上的技术要求.....	172
第五节 零件图的识读.....	189
第六节 零件测绘.....	204
第六章 装配图	210
第一节 装配图的作用和内容.....	210
第二节 装配图的表达方法.....	212
第三节 装配图中的零部件序号和明细栏.....	214
第四节 装配结构的合理性简介.....	216
第五节 绘制装配图.....	218
第六节 读装配图和拆画零件图.....	222
第七章 计算机绘图	229
第一节 AutoCAD 2006 中文用户界面.....	229
第二节 AutoCAD 2006 的文件操作.....	232
第三节 准备绘图.....	235
第四节 AutoCAD 实体绘图命令.....	242
第五节 图形的修改和编辑.....	246
第六节 AutoCAD 中的尺寸标注和文字标注.....	253
第七节 块的创建与应用.....	262
第八节 绘制蜗轮轴.....	264
附录	270

绪 论

一、《机械制图》及其主要任务

准确地表达物体的形状、大小及技术要求的图形,称为图样。图样是现代生产中重要的技术文件。无论是机器的设计、制造、维修或各种工程的设计与施工,还是各种仪器的制作等,都必须依赖图样才能进行。在生产和科学实验活动中,设计者通过图样来表达设计对象,制造者通过图样来了解设计要求和制造设计对象,使用者也需通过图样来明确机器及各种设备的结构和工作原理。此外,人们还通过图样来进行科学技术方面的交流。所以,图样是表达设计者意图,交流技术思想的重要工具,是工程界的技术语言。

不同性质的生产部门,对图样有不同的要求和名称,如机械图样、建筑图样、水利工程图样等。机械制图就是研究机械图样的图示原理、画图和看图方法及有关标准的课程。

作为培养技术工人的技工学校,机械制图课程是相关专业一门重要的技术基础课。本课程的主要任务是培养学生具有一定的绘制和识读机械图样的技能及空间想象能力,具有计算机绘图的初步能力,并且通过以后的基础课程和专业课程的学习,能在工作岗位上从事技术工人业务范围内的看图及设计制图工作。

二、本课程的主要内容及目的要求

本课程的主要内容为:

- (1) 制图的基础知识和技能:学习国家标准《机械制图》的部分规定,绘图工具、仪器的正确使用,以及常用几何作图等知识和技能。
- (2) 投影作图:主要介绍正投影法图示各种形体的原理和方法。
- (3) 机械图样知识:主要介绍零件图、装配图的画图和看图方法。
- (4) 计算机绘图基础:主要介绍 Auto CAD 绘图软件的基本操作及绘制简单图形的方法步骤等。

学习本课程后应达到以下目的要求:掌握用正投影法图示空间物体的基本理论和方法;能够正确地使用常用绘图工具和仪器,具备查阅常用标准件及公差配合等国家标准的基本能力;能够看懂和绘制中等复杂程度的机械零件图和装配图;培养学生耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

三、本课程的学习方法

《机械制图》是一门理论性和实践性都较强的课程,要学好本课程的主要内容,只有通过画图和看图实践才能掌握。要想把机械图样画得好、看得懂,则必须做到:

- (1) 上课认真听讲,课后及时复习,并通过完成一定数量的练习、作业,明确并掌握机械制图的基本原理和基本方法。

(2) 注意画图和看图相结合，物体和图样相结合，处理好由空间到平面，再由平面到立体的相互转化关系。要多画多看，培养空间想象能力和空间构思能力。

(3) 在画图和看图过程中，严格遵守国家标准《机械制图》的规定并认真贯彻，同时学会查阅手册。

第一章 制图基本知识和技能

第一节 国家标准《机械制图》的基本规定

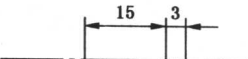
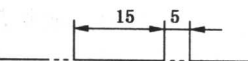
图样是现代工业生产中最基本的技术文件，为了适应生产需要和技术交流，国家标准《机械制图》对图样画法、尺寸注法等都作了统一规定，使绘图和读图有了共同的准则。我国国家标准（以下简称国标）的代号是“GB”（GB/T 为推荐性国标），例如《GB/T 4457.4—2002 机械制图 图样画法 图线》，即表示国家制图标准中图样画法的图线部分，编号为 4457.4，标准颁布的年号是 2002 年。

一、图线（GB/T 4457.4—2002）

1. 图线的名称及其应用

机械图样中常用图线的名称、线型、线宽和主要用途见表 1-1。图 1-1 所示为常用图线的用途示例。

表 1-1 各种图线的名称、线型、线宽和主要用途

图线名称	线 型	线 宽	主 要 用 途
细实线		$0.5d$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线等
波浪线		$0.5d$	断裂处边界线，视图与剖视图的分界线。 在一张图样上，一般采用一种线型，即采用波浪线或双折线
双折线		$0.5d$	
粗实线		d	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线等
细虚线		$0.5d$	不可见棱边线、不可见轮廓线等
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
细点画线		$0.5d$	轴线、对称中心线等
粗点画线		d	限定范围表示线（例如：限定测量热处理表面的范围）
细双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、重心线、成形前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线、中断线等

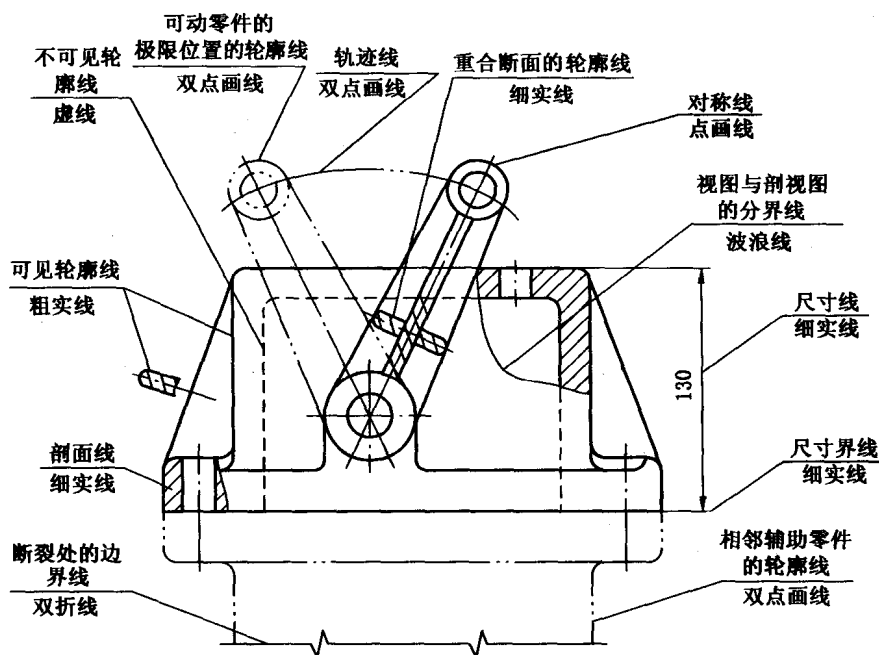


图 1-1 常用图线的用途示例

2. 图线画法

(1) 在机械图样中采用粗、细两种线宽，线宽的比例是 2:1。粗线的宽度 d 应按图的大小和复杂程度在 0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm 数系中确定，优先采用 $d=0.5\text{mm}$ 或 0.7mm 。

(2) 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线和双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

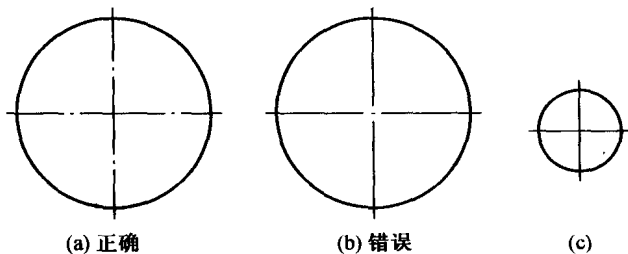


图 1-2 圆的对称中心线的画法

(3) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首、末两端应是线段而不是短画，并超出图形 2~5mm。当图形比较小时，可用细实线代替点画线，如图 1-2 所示。

(4) 虚线与其他图线相交或相连的画法如图 1-3 所示。

二、图纸幅面及标题栏 (GB/T 14689—1993 及 GB/T 10609.1—1989)

1. 图纸幅面

为了合理使用图纸和便于图样管理，画图时应优先采用表 1-2 中所规定的基本幅面。必要时，也允许按规定加长幅面，其加长量是按基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。

无论图样是否装订，均用粗实线画出图框。需要装订的图样，一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装，其图框格式如图 1-4 所示。不需要装订的图样，其图框格式如图 1-5 所

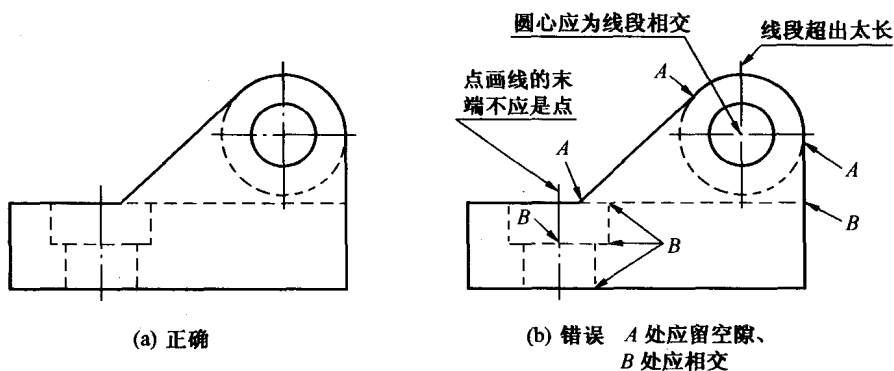


图 1-3 图线画法举例

表 1-2 基本幅面及图框尺寸

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		

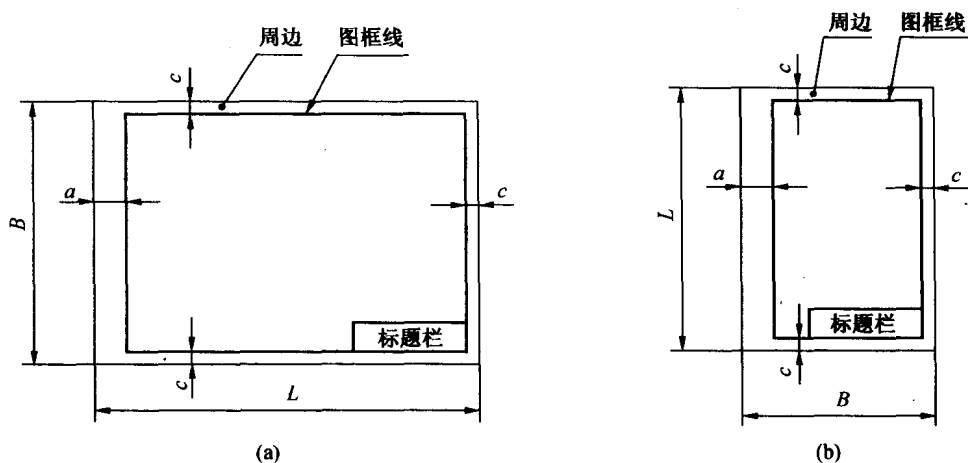


图 1-4 留装订边的图样的图框格式

示。图框尺寸均按表 1-2 规定选取。

2. 标题栏

每张图纸图框的右下角均应绘制标题栏，如图 1-4 和图 1-5 所示。标题栏的边框是粗实线，其右边和底边与图纸边框重合，栏内线条用细实线绘制。标题栏中的文字方向代表看图方向。国家标准《机械制图》(GB/T 10609.1—1989) 对标题栏虽作了统一规定，但由于其稍复杂，所以在学校制图作业中建议采用图 1-6 所示的格式。

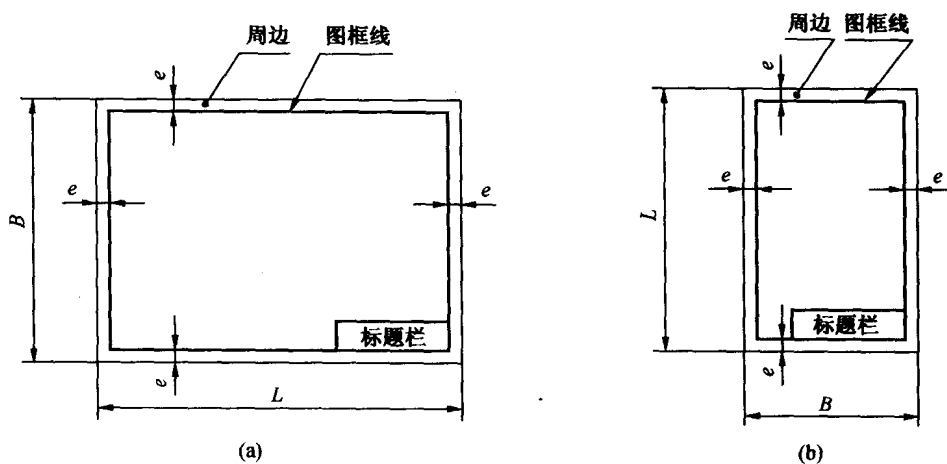


图 1-5 不留装订边的图样的图框格式

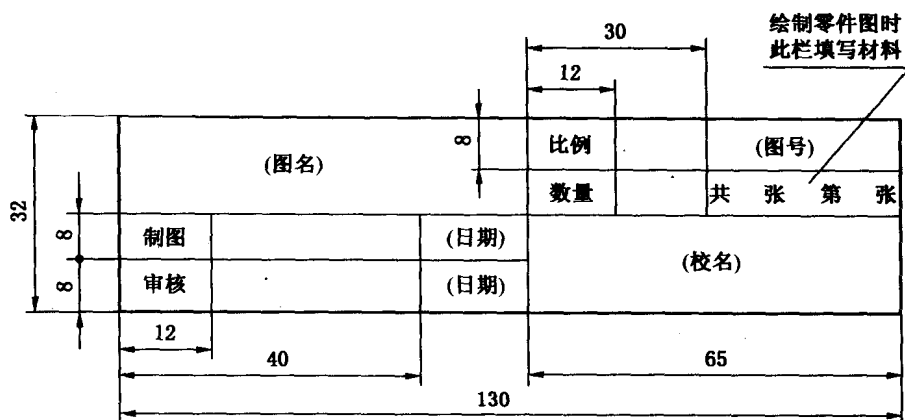


图 1-6 制图作业中的标题栏格式

三、比例 (GB/T 14690—1993)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比，称为比例。

绘图时尽量采用 1 : 1 的原值比例，以便从图样上反映机件的真实大小。但因各种机件的大小不一及结构有别，所画图形应根据实际情况放大或缩小，采用的比例应从表 1-3 规定的系列中适当选取。

表 1-3 绘 图 比 例

原值比例	1 : 1				
放大比例	2 : 1	5 : 1	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$
	(2.5 : 1)	(4 : 1)	(2.5 $\times 10^n$: 1)	(4 $\times 10^n$: 1)	
缩小比例	1 : 2	1 : 5	$1 : 1 \times 10^n$	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$
	(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，优先选用不带括号的比例。

绘制同一机件的视图应采用相同的比例，并在标题栏的比例一栏中填写，例如 1:1、2:1、1:5 等。若个别视图采用不同比例时，必须另行标注所用比例。

无论采用何种比例，图纸上标注的尺寸必须按机件的实际尺寸标注。

四、字体 (GB/T 14691—1993)

图样和技术文件中书写的汉字、数字、字母必须做到：字体工整，笔画清楚，间隔均匀，排列整齐。

字体的号数，即字体高度 h ，其公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布推行的简化字。汉字高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋体字的要领是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。长仿宋体字示例如图 1-7 所示。

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间职均匀

7 号

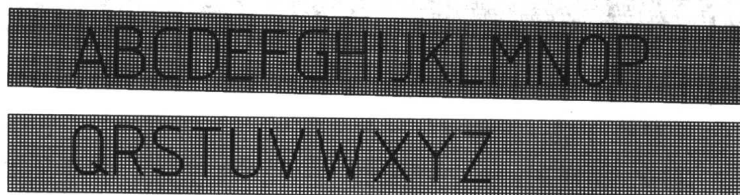
装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研视图
向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

5 号

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级精热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧其
余未注明按全部倒角

图 1-7 长仿宋体字示例

拉丁字母大写直体 (A 型)



拉丁字母小写斜体 (A 型)

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

rstuvwxyz

希腊字母（部分）大写斜体（B型）

ΑΒΓΔΘΛΜΠΣΦΩ

希腊字母（部分）小写斜体（B型）

αβγδθλμπσφω

阿拉伯数字斜体（A型）

0123456789

阿拉伯数字直体（A型）

0123456789

阿拉伯数字书写笔顺

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

罗马数字斜体（A型）

IIIIIIIVVVVVVIIIIIXX

综合应用示例

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。在同一图样上，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，常用斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 角。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体。字母、数字及综合应用示例如图 1-8 所示。

五、尺寸注法(GB/T 4458. 4—2003)

机件的结构形状主要由图样中的图形来表示，而机件的大小必须通过在图样上标注的尺寸来确定。标注尺寸应该严格遵守国家标准中的有关规定，保证尺寸标注的正确而清晰。

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（包括技术要求和其他说明）中的尺寸，以毫米（mm）为单位时，

不需标注单位的符号（或名称）；如采用其他单位，则应注明相应单位的符号（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

图样上标注的每一个尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字三个部分组成，其相互间的关系如图 1-9 所示。

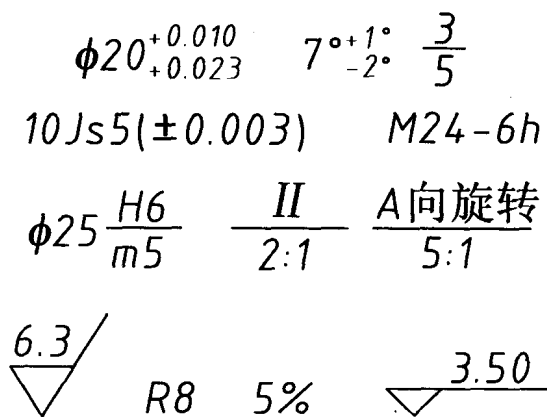


图 1-8 字母、数字及综合应用示例

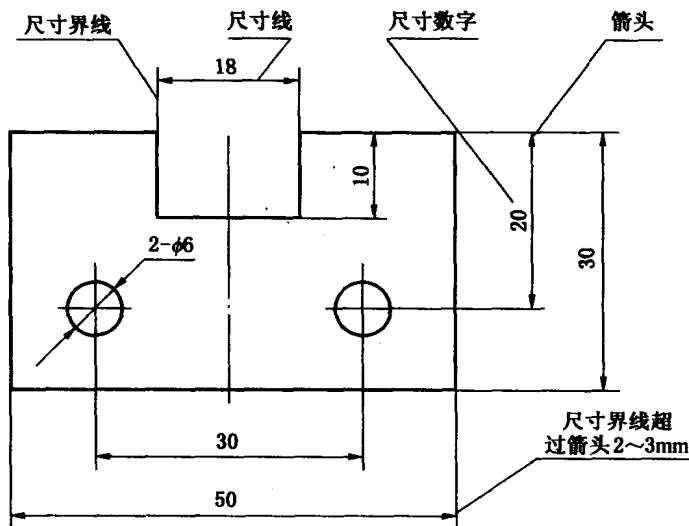


图 1-9 尺寸的三个组成部分

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。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线终端 2~3mm，如图 1-9 所示。

2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制，不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行；当有几条相互平行的尺寸线时，大尺寸要注在小尺寸的外边，以免尺寸线与尺寸界线相交，如图 1-9 所示。

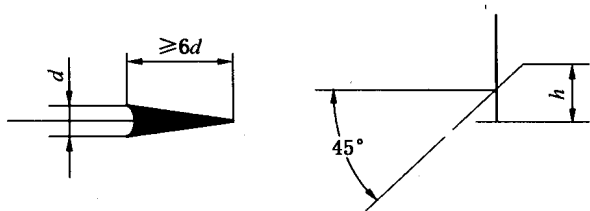


图 1-10 尺寸线终端的画法

尺寸线的终端可以有箭头和斜线两种形式，如图 1-10 所示。箭头适用于各种类型的图样，图中的 d 为粗实线的宽度；斜线用细实线绘制，图中 h 为字体的高度。在采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

机械图样中一般采用箭头作为尺寸线终端。当尺寸线和尺寸界线相互垂直时，同一图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。当采用箭头时，在位置不够的情况下，允许用圆点或斜线代替箭头，见表 1-4 中有关小尺寸的标注。

表 1-4 尺寸注法示例

项 目	说 明	图 例
线性尺寸 数字的 方向	线性尺寸数字的方向，一般应采用第一种方法注写；在不致引起误解时，也允许采用第二种方法。但在一张图样中，应尽可能采用一种方法 方法一：数字应按图 a 所示的方向注写，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 b 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	方法一 (a) 图 (a) 展示了多种方向的尺寸线，数字 20 均按与尺寸线平行的方向标注。图中还标注了 30° 的范围。 (b) 图 (b) 展示了三种不同方向的尺寸线，数字 16 均按与尺寸线平行的方向标注。 方法二 图 (c) 展示了两种不同方向的尺寸线，数字 70 和 30 均按水平方向标注。图中还标注了 32、75、26、10 等尺寸。
角度	角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，必要时可以注写在尺寸线的上方或外面，也可以引出标注。标注角度的尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点。尺寸界线应沿径向引出	图 (d) 展示了多种角度的尺寸线，数字均按水平方向标注。图中还标注了 60°、65°、$55^\circ 30'$、$4^\circ 30'$、25°、20°、90°、5°、15° 等角度。