

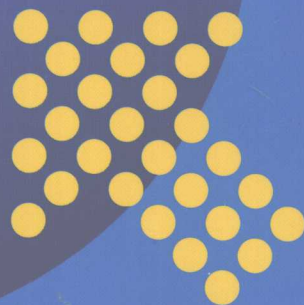
21世纪高等学校规划教材



GONGCHENG ZHITU

工程制图

马巧英 明 太 主 编
吉晓梅 尹辉燕 武 丽 副主编



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

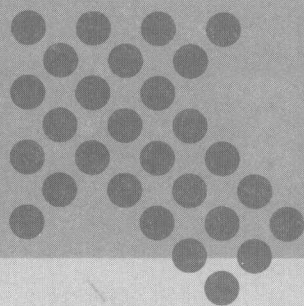
21世纪高等学校规划教材



GONGCHENG ZHITU

工程制图

主 编	马巧英	明 太	
副主编	吉晓梅	尹辉燕	武 丽
编 写	高胜利	刘 垚	
主 审	赵炳利		



中国电力出版社

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

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会制定的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”，在总结编者多年教学改革经验的基础上编写而成的。本书主要内容包括绪论，制图的基本知识和技能，正投影法，基本立体的投影，组合体的视图，轴测图，机件常用的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图，Auto-CAD 基础。本书与明太、武丽主编的《21 世纪高等学校规划教材 工程制图习题集》配套使用。

本书可作为本科院校近机类、非机类各专业的“工程制图”课程的教材，也可作为高职高专院校相关专业的教材，还可供工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图/马巧英, 明太主编. —北京: 中国电力出版社, 2009

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 978 - 7 - 5083 - 8637 - 9

I. 工… II. ①马…②明… III. 工程制图-高等学校-教材
IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 044594 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)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 6 月第一版 2009 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.5 印张 377 千字

定价 25.80 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会制定的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”，在总结编者多年教学改革经验的基础上编写而成的。与明太、武丽主编的《21 世纪高等学校规划教材 工程制图习题集》配套使用。

在编写本书的过程中，遵循基础理论教学以应用为目的、以必须够用为度的原则，以加强实践性与应用性、培养能力与素质为指导，在内容上努力做到深入浅出，翔实具体，所选的图例兼顾不同学时要求，以拓宽教材的适用面。

本书文字简练、通俗易懂、便于自学。书中的作图步骤多以分步叙述的形式出现，便于阅读掌握；采用表格式的图例，配以扼要的文字说明，便于图文对照；附表穿插在有关章节中，便于学生参考查阅。书中全部采用我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》等国家标准。

本书由马巧英和明太担任主编，吉晓梅、尹辉燕、武丽担任副主编。其中，前言、绪论、第六章由山西大学工程学院马巧英编写；第一章和第二章由山西大学工程学院高胜利编写；第三章和第五章由山西大学工程学院吉晓梅编写；第四章和第十章由山西大学工程学院武丽编写；第七章由山东电力高等专科学校尹辉燕编写；第八章由山东电力高等专科学校明太编写；第九章和附录由明太和尹辉燕共同编写。山西大学工程学院刘垚参与了部分插图的绘制工作。

本书由燕山大学赵炳利教授主审，并提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在错误和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 3 月

目 录

前言	1
绪论	1
第一章 制图的基本知识和技能	2
第一节 机械制图国家标准介绍	2
第二节 绘图工具的使用方法	11
第三节 几何图形画法及圆弧连接	14
第四节 平面图形的尺寸注法和线段分析	17
第五节 绘制徒手草图的方法	19
第二章 正投影法	21
第一节 投影法的基本知识	21
第二节 点的投影	23
第三节 直线的投影	26
第四节 平面的投影	31
第五节 直线与平面以及两平面之间的相对位置	36
第三章 基本立体的投影	40
第一节 基本立体的投影	40
第二节 平面与立体相交	45
第三节 两曲面立体表面相交	54
第四章 组合体的视图	61
第一节 组合体的分析方法	61
第二节 组合体视图的画法	63
第三节 组合体视图的尺寸标注	68
第四节 组合体的读图	73
第五章 轴测图	82
第一节 轴测图概述	82
第二节 正等轴测图	84
第三节 斜二轴测图	89
第六章 机件常用的表达方法	93
第一节 视图	93
第二节 剖视图	96
第三节 断面图	103
第四节 其他规定画法	105
第五节 第三角投影法简介	108

第七章 标准件和常用件	109
第一节 螺纹	109
第二节 螺纹紧固件及其连接	119
第三节 圆柱齿轮和弹簧	127
第四节 键和销	135
第五节 滚动轴承	139
第八章 零件图	143
第一节 零件图的作用与内容	143
第二节 零件的视图选择	143
第三节 零件图的尺寸标注	149
第四节 零件图中的技术要求	152
第五节 零件的常见工艺结构	164
第六节 读零件图	166
第七节 零件的测绘	168
第九章 装配图	171
第一节 装配图的作用与内容	171
第二节 装配图的表达方法	173
第三节 装配图的尺寸注法	174
第四节 常见装配结构	175
第五节 零件编号及明细栏	176
第六节 由零件图绘装配图	177
第七节 读装配图和由装配图拆画零件图	180
第十章 AutoCAD 基础	189
第一节 概述	189
第二节 AutoCAD 的图形绘制	196
第三节 AutoCAD 中图形编辑	200
第四节 AutoCAD 的尺寸标注	205
第五节 AutoCAD 三维绘图简介	212
第六节 AutoCAD 图形输出	216
附录	221
参考文献	241

绪 论

一、本课程的研究对象

在工程界,根据投影原理、标准或有关规定,表达出机器或建筑物的形状、大小、材料等,并有必要的技术说明的图,称为工程图样。工程图样是表达设计意图、交流技术思想和指导生产的重要工具,是工程技术部门的重要技术文件。在工程设计、施工、检验、技术交流等各方面都离不开工程图样。因此,工程图样常被称为“工程界的共同语言”。每个工程技术人员都必须能够绘制和阅读工程图样。

本课程是一门研究设计、绘制和阅读工程图样的原理与方法的技术基础课,是工科院校学生的一门十分重要的、必修的技术基础课。

二、本课程的主要任务

- (1) 学习正投影法的基本原理及应用。
- (2) 学习制图的基本知识和方法,培养尺规绘图、计算机绘图、徒手绘图等综合绘图能力和读图能力。
- (3) 培养学生三维空间思维能力和空间想象能力。
- (4) 学习制图有关国家标准,培养贯彻执行国家标准的意识。
- (5) 培养学生一丝不苟的工作作风和严谨的工作态度。

三、本课程的学习方法

本课程是一门实践性很强的技术基础课,因此学习本课程应坚持理论联系实际的学风。既要注重学好基本理论知识,又要练好基本功。具体做法如下:

(1) 学好投影理论。

本课程的基本理论是正投影原理和投影制图,且各章之间有着密切的内在联系,只有不断地通过由物到图,再由图到物的反复实践,逐步提高空间想象力和空间分析能力。

(2) 练好绘图基本功。

- 1) 需备有一套制图工具、仪器和用品,并掌握正确的使用方法。
- 2) 掌握正确的作图方法和步骤。
- 3) 了解并遵守《机械制图》国家标准的有关规定。

(3) 认真独立地完成每次作业和练习,力求做到投影正确、图线分明、尺寸齐全、字体工整、图面整洁美观。由于工程图样在生产实际中起着很重要的作用,任何绘图和读图的差错都会带来损失,所以在做习题和作业时,应培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

(4) 加强徒手草图的练习,提高绘图的实际能力。

(5) 在学习过程中,有意识地培养自学能力,提高自己的创新意识。

第一章 制图的基本知识和技能

第一节 机械制图国家标准介绍

机械图样是设计、制造、安装、检测、维修整个机械过程中的重要技术资料，是交流技术思想的语言，对图样画法、尺寸注法等都必须做出统一的规定。国家标准《机械制图》是我国颁布的一项重要技术标准，统一规定了有关机械方面的生产和设计部门共同遵守的绘图规则。同时，根据科学技术日益进步和国民经济不断发展的需要，我国制订了对各类技术图样和有关技术文件共同适用的统一国家标准《技术制图》。

一、图纸幅面格式和标题栏

1. 图纸幅面 (GB/T 14689—1993)

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。图框线用粗实线绘制，图纸既可横放，也可竖放。需要装订边的图样，其图框格式如图 1-1 所示；不需要装订边的图样，如图 1-2 所示。必要时允许加长幅面，加长幅面及其图框尺寸在 GB/T 14689—1993 中另有规定。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸

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		

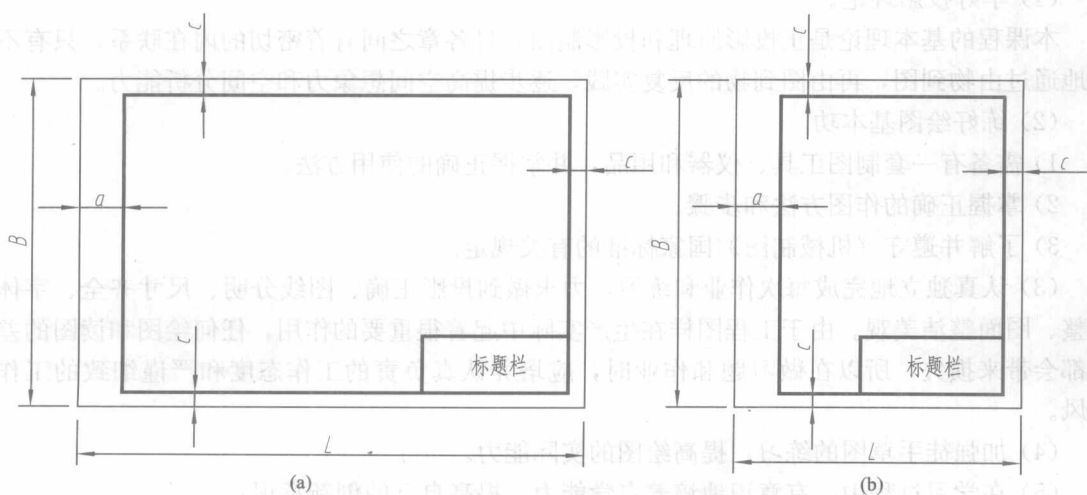


图 1-1 需要装订边的图框格式

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，应在图纸的中点处画出对中符号。对中符号用粗实线画，线宽不小于 0.5mm，从图纸边界开始伸入图框内约 5mm，如图 1-2 (a) 所示。

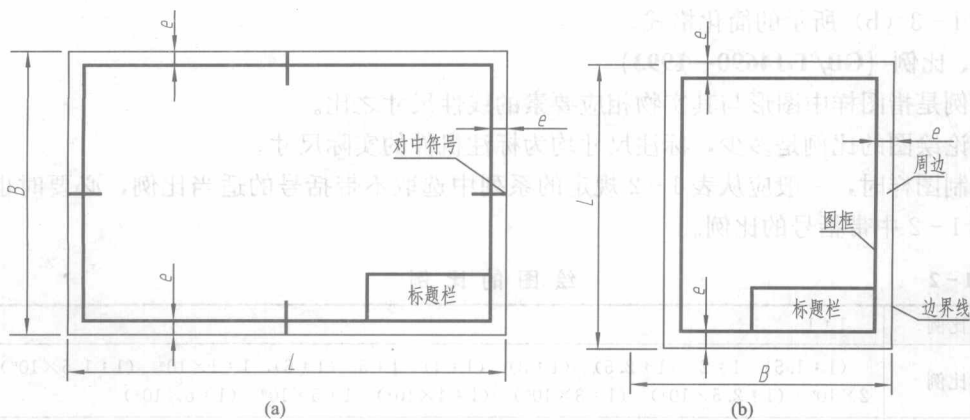


图 1-2 不需要装订边的图框格式

2. 标题栏 (GB/T 10609.1—1989)

标题栏位于图纸的右下角，右边、底边与图框线重合，国家标准对其格式、内容、尺寸等也做了规定。标题栏文字方向必须和识图方向一致，如图 1-3 (a) 所示。制图作业建议

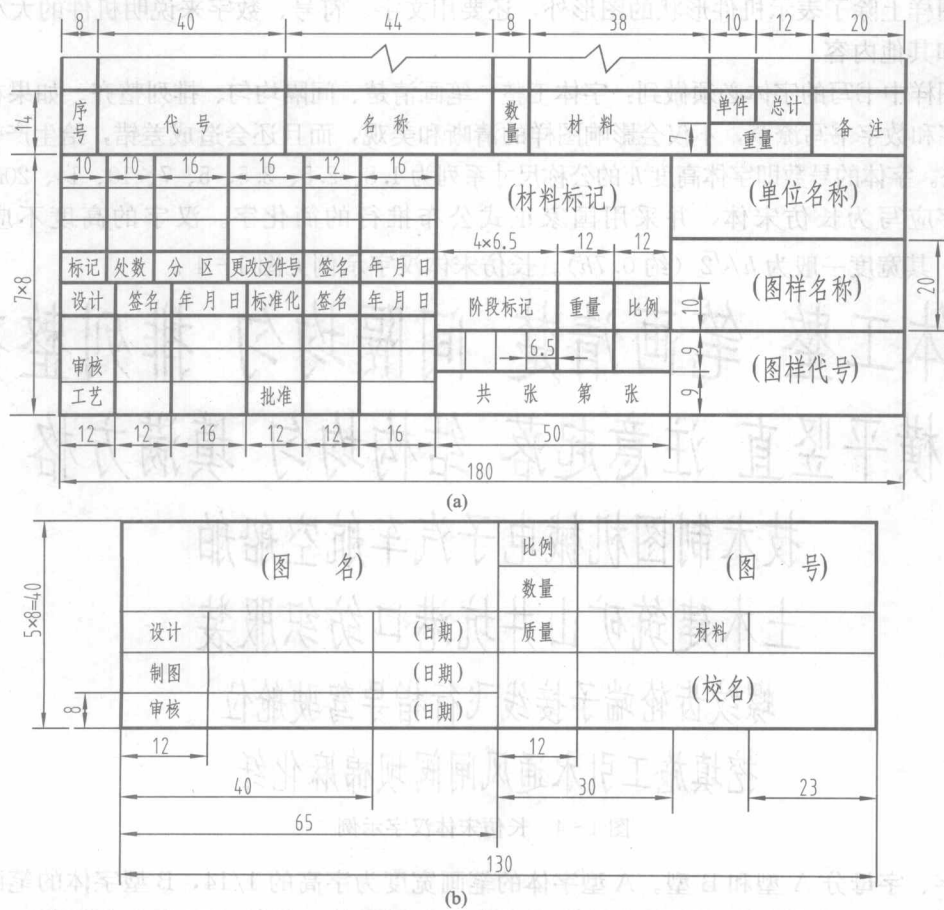


图 1-3 标题栏

(a) 标题栏格式；(b) 简化标题栏

使用图 1-3 (b) 所示的简化格式。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

不论绘图的比例是多少,标注尺寸均为标注机件的实际尺寸。

绘制图样时,一般应从表 1-2 规定的系列中选取不带括号的适当比例,必要时也允许选取表 1-2 中带括号的比例。

表 1-2

绘图的比例

原值比例	1:1
缩小比例	(1:1.5) 1:2 (1:2.5) (1:3) (1:4) 1:5 (1:6) 1:1×10 ⁿ (1:1.5×10 ⁿ) 1:2×10 ⁿ (1:2.5×10 ⁿ) (1:3×10 ⁿ) (1:4×10 ⁿ) 1:5×10 ⁿ (1:6×10 ⁿ)
放大比例	2:1 (2.5:1) (4:1) 5:1 1×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 (2.5×10 ⁿ :1) (4×10 ⁿ :1) 5×10 ⁿ :1

注 n 为正整数。

比例一般应标注在标题栏的比例栏内,必要时也可标注在视图名称的下方或右侧。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字、符号、数字来说明机件的大小、技术要求和其他内容。

在图样中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。如果在图样上的文字和数字书写潦草,不仅会影响图样的清晰和美观,而且还会造成差错,给生产带来麻烦和损失。字体的号数即字体高度 h 的公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。

汉字应写为长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 0.7 h)。长仿宋体汉字示例见图 1-4。

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

挖填施工引水通风闸阀坝棉麻化纤

图 1-4 长仿宋体汉字示例

数字、字母分 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。数字和字母可写成斜体或直体,常用斜体。斜体字字头向右倾料,与水平基准线成 75°。为了保证字体大小一致和整齐,书写时可先画上格子或横线,然后写字。

数字、字母的 B 型斜体字的笔序、书写形式和综合应用示例见图 1-5。字体的综合应用有下述规定：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；图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号，以及其他符号、代号，应分别符合国家有关法令和标准的规定。

阿拉伯数字

0123456789

大写拉丁字母

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

小写拉丁字母

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

罗马数字

I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-5 数字和字母示例

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

GB/T 17450—1998《技术制图图线》规定了适用于各种技术图样的图线名称、形式、结构、标记及画法规则；GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》规定了机械制图中所用图线的一般规则，适用于机械工程图样。

按 GB/T 4457.4—2002 规定，在机械图样中采用粗细两种线宽，它们之间的比例为 2:1，设粗线的线宽为 d ， d 应在 0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、0.9、1、1.4、2mm 中根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求确定，优先采用 $d=0.5$ 或 0.7。

机械工程图样中的图线的名称、代码、线型、一般应用及应用示例，可查阅 GB/T 4457.4—2002。表 1-3 摘录了各种图线的名称、线型、线宽和主要用途。图 1-6 所示为常用图线的用途示例。

表 1-3

各种图线的名称、主要用途

图线名称	线 型	线宽	用 途
粗实线		d	可见轮廓线、棱边线、相贯线等
细实线		$0.5d$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线、重合断面的轮廓线、过渡线等
虚线	 画 $6d$ 、间隔 $1.5d$	$0.5d$	不可见轮廓线、棱边线、相贯线等
波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线，一张图样上采用一种线型
双折线		$0.5d$	

续表

图线名称	线 型	线宽	用 途
细点画线	短画 0.25d、长画 12d、间隔 1.5d	0.5d	对称线、轴线、圆中心线
双点画线	短画 0.25d、长画 12d、间隔 1.5d	0.5d	假想轮廓线、轨迹线、中断线等
粗点画线	短画 0.25d、长画 12d、间隔 1.5d	d	限定范围表示线

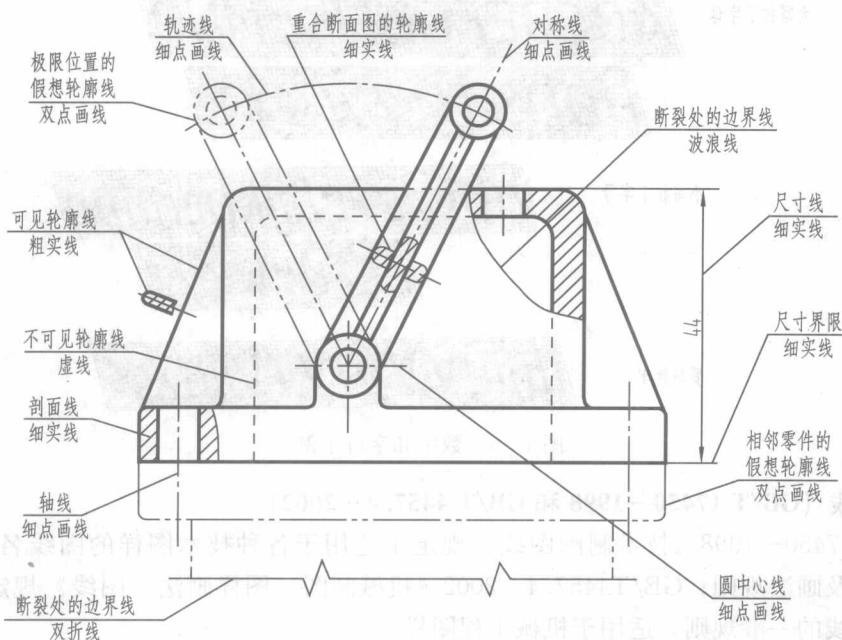


图 1-6 常用图线的用途示例

图 1-7 说明了绘图时图线画法的几个注意问题。

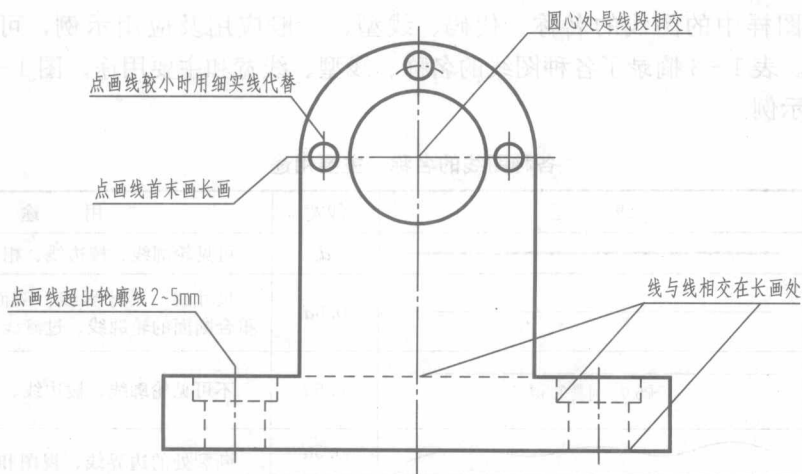


图 1-7 图线绘制注意事项

(1) 在同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的短画、长画的长度和间隔应各自大小相等。

(2) 绘制圆的对称中心线(简称中心线)时, 圆心应为长画的交点。点画线、虚线与其他图线相交时或自身相交时, 都应在长画处相交, 不应在间隔或短画处相交。

(3) 点画线和双点画线的首末两端应是长画而不是短画。点画线(轴线、对称线、中心线)、双折线和作为中断线的双点画线, 应超出轮廓线 $2 \sim 5 \text{ mm}$ 。

(4) 在较小的图形上绘制点画线、双点画线有困难时, 可用细实线代替。

(5) 当虚线处于粗实线的延长线上时, 粗实线应画到分界点, 而虚线与粗实线间应留有间隔。

(6) 两条平行线之间的距离不应小于粗线宽的两倍。

(7) 图中的图线复合时, 优先顺序为粗实线、虚线、点画线。

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—1996)

图形只能表达机件的形状, 而机件的大小则由标注的尺寸确定。标注尺寸是一项极为重要的工作, 必须认真细致、一丝不苟。如果标注的尺寸有任何遗漏或错误, 都会给生产带来困难和损失。

下面介绍国标规定中的部分内容, 有些内容将在后面的相关章节中讲述, 未详尽处需要时可查阅 GB/T 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—1996。

1. 基本规则

(1) 图样上所注的尺寸为机件的实际尺寸, 与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸, 以 mm 为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称, 如采用其他单位, 则必须注明相应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

如图 1-8 所示, 一个完整的尺寸一般应包括尺寸数字、尺寸线、尺寸界线和表示尺寸线终端的箭头或斜线。

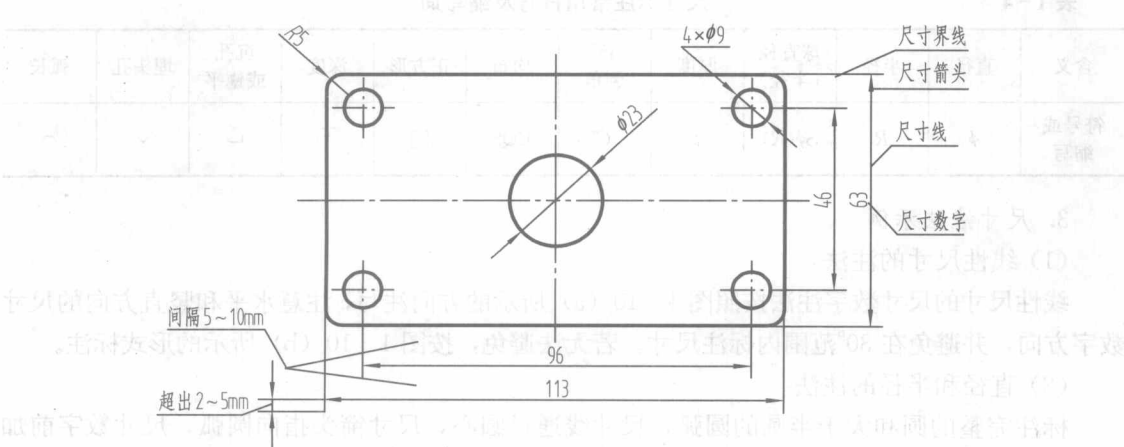


图 1-8 尺寸的组成及标注示例

(1) 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; 当有几条互相平行的尺寸线时, 它们之间的间隔应均匀, 一般为 $5 \sim 10\text{mm}$, 大尺寸要注在小尺寸外面, 以免尺寸线与尺寸界线相交。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时, 尺寸线一般应通过圆心或尺寸线延长线通过圆心。

(2) 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 $2 \sim 5\text{mm}$ 。

(3) 尺寸线的终端。尺寸线的终端有两种形式, 如图 1-9 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, 当尺寸较小时用斜线或圆点代替箭头。斜线用细实线绘制, 图中的 h 为字体高度。圆的直径、圆弧半径及角度的尺寸线的终端应画成箭头。在采用斜线形式时, 尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

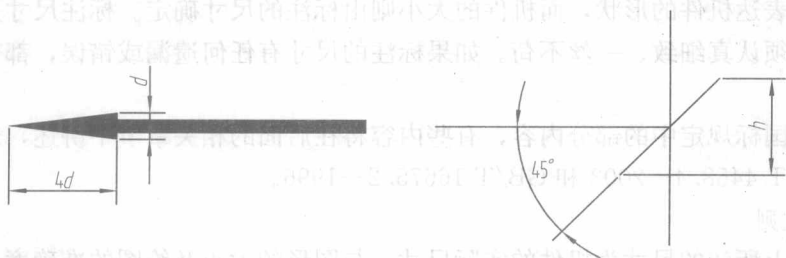


图 1-9 尺寸终端的两种形式

(4) 尺寸数字。线性尺寸的数字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, 不能被任何图线通过, 否则图线必须断开。国标还规定了一些注写在尺寸数字周围的标注尺寸的符号见表 1-4。例如在标注直径时, 应在尺寸数字前加注符合“ ϕ ”, 标注半径时, 应在尺寸数字前加注符号“ R ”, 在标注球面的直径或半径时, 应在符号“ ϕ ”或“ R ”前再加注符号“ S ”等。

表 1-4

尺寸标注常用符号及缩写词

含义	直径	半径	球直径 (半径)	厚度	45° 倒角	均布	正方形	深度	沉孔 或锪平	埋头孔	弧长
符号或 缩写	ϕ	R	$S\phi(R)$	t	C	EQS	$\square$	∇	$\sqcup$	$\vee$	$\frown$

3. 尺寸注法示例

(1) 线性尺寸的注法。

线性尺寸的尺寸数字注法按照图 1-10 (a) 所示的方向注写, 注意水平和竖直方向的尺寸数字方向, 并避免在 30° 范围内标注尺寸。若无法避免, 按图 1-10 (b) 所示的形式标注。

(2) 直径和半径的注法。

标注完整的圆和大于半圆的圆弧, 尺寸线通过圆心, 尺寸箭头指向圆弧, 尺寸数字前加注符号“ ϕ ”, 如图 1-11 (a) 所示。标注半圆和小于半圆的圆弧时, 尺寸数字前加注符号“ R ”, 如图 1-11 (b) 所示。不完整圆弧的尺寸线指向弧的一端画箭头。若大圆弧的半径过

大, 可将尺寸线折断, 如图 1-11 (c) 所示。

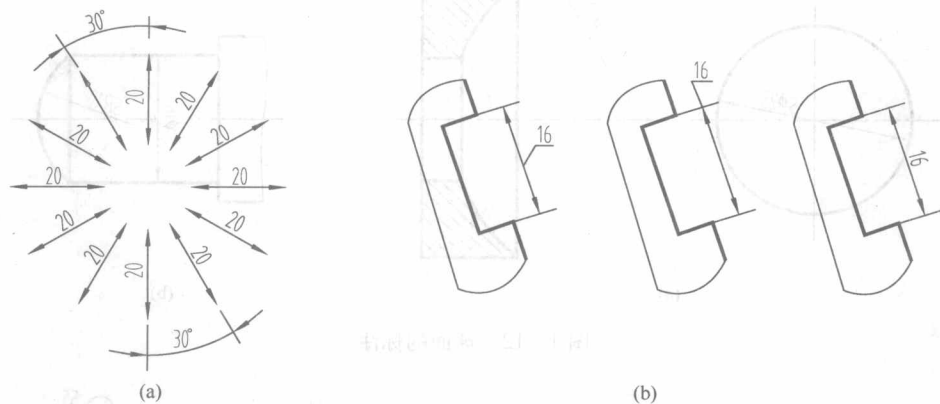


图 1-10 尺寸数字的标注方向

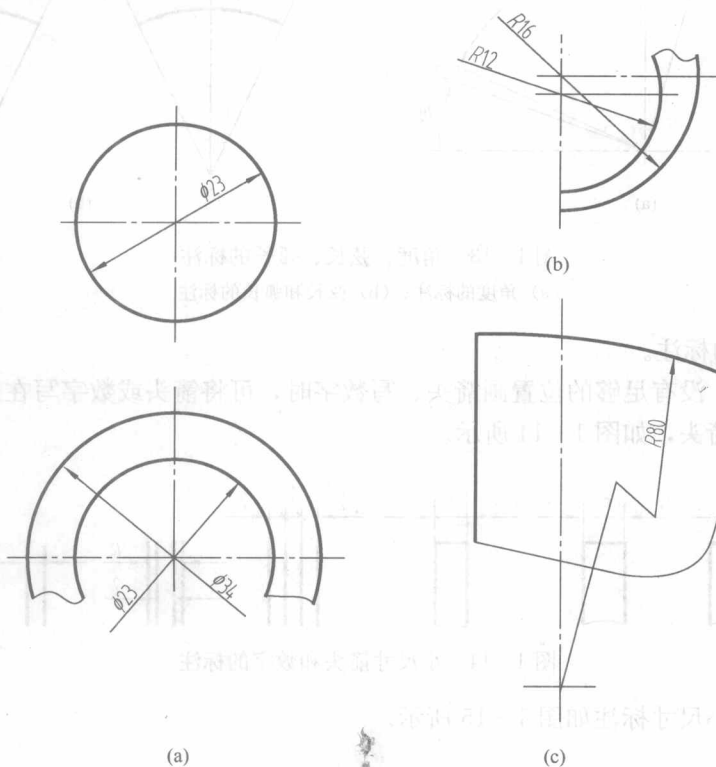


图 1-11 直径和半径的注法

标注球面的直径和半径时, 在“ ϕ ”和“R”前加注“S”, 如图 1-12 (a) 所示。对于某些轴、手柄的端部等, 可省略“S”, 如图 1-12 (b) 所示。

(3) 角度、弦长、弧长的标注。

标注角度时, 尺寸线画成圆弧, 尺寸界线由角的顶点引出, 尺寸数字一律水平方向书写, 也可引出标注, 如图 1-13 (a) 所示。

弦长和弧长的标注如图 1-13 (b) 所示, 弧长数字前加注符号“ $\sim$ ”。

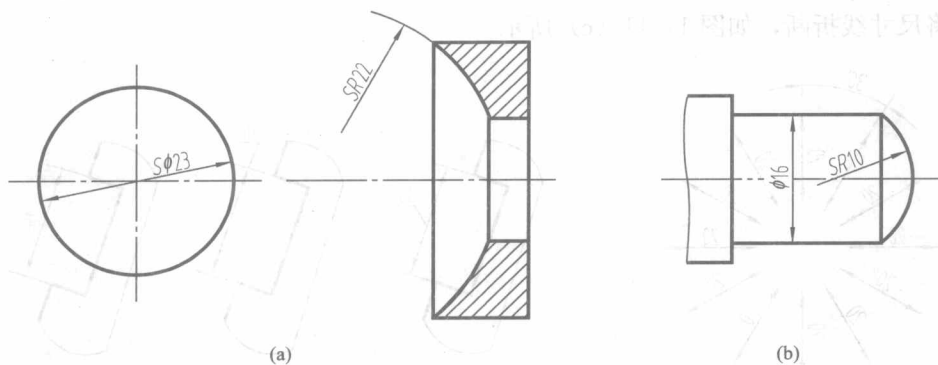


图 1-12 球面的标注

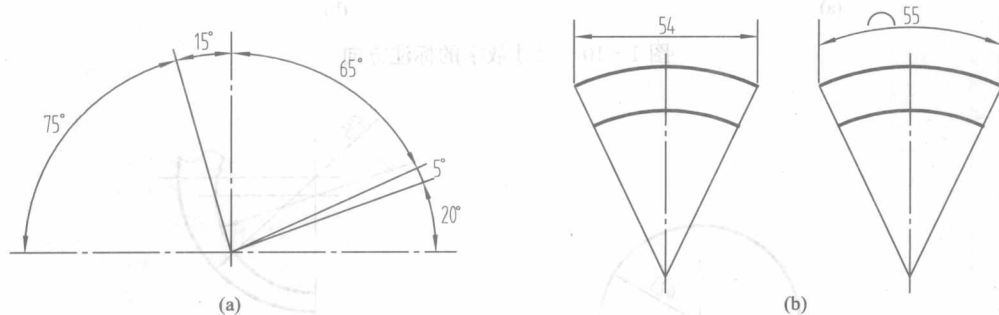


图 1-13 角度、弦长、弧长的标注

(a) 角度的标注; (b) 弦长和弧长的标注

(4) 小尺寸的标注。

较小的尺寸, 没有足够的位置画箭头、写数字时, 可将箭头或数字写在外面, 也可用圆点或细斜线代替箭头, 如图 1-14 所示。

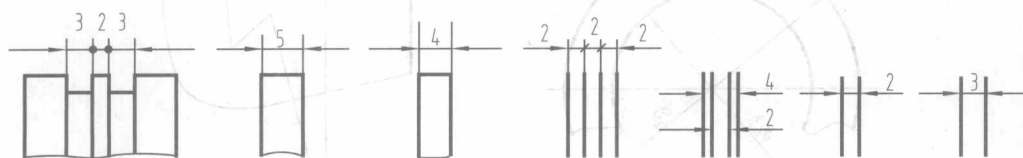


图 1-14 小尺寸箭头和数字的标注

圆和圆弧的小尺寸标注如图 1-15 所示。

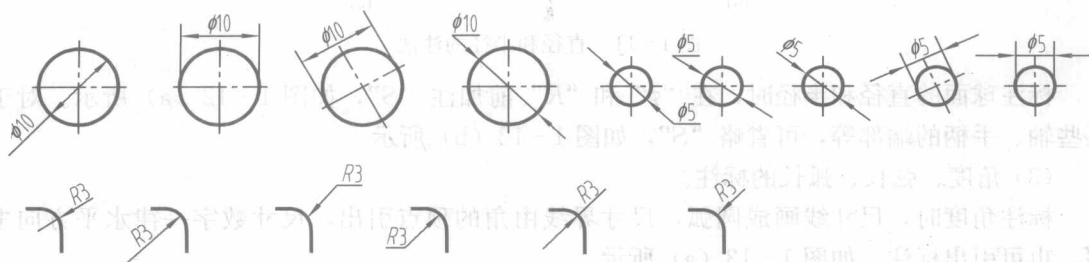


图 1-15 圆和圆弧的小尺寸标注

(5) 对称机件的标注。

对称机件仅画出一半时, 尺寸线的一端无法注全, 尺寸线超过对称线, 只在另一端画出箭头。如图 1-16 所示的尺寸 96、113、 $\phi 23$ 。相同的直径只标注一次, 并在“ ϕ ”前加注“数目 $\times$ ”; 相同的半径也只标注一次, 但是在“R”前不加注“数目 $\times$ ”。图中“ t ”是厚度的符号, 对称线上的“=”是对称符号。

另外, 尺寸界线一般与尺寸线垂直, 必要时允许倾斜, 如图 1-17 所示。

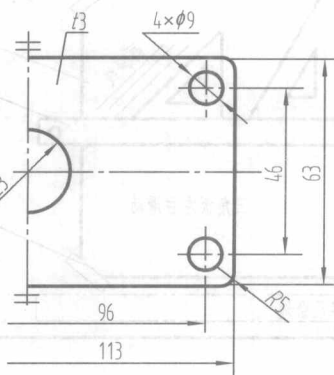


图 1-16 对称机件的标注

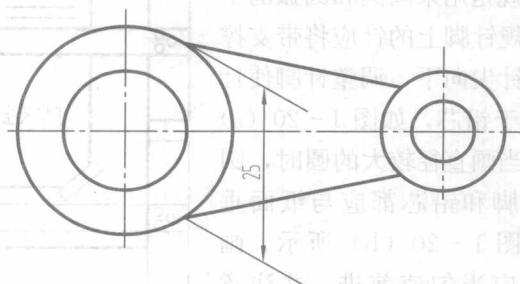


图 1-17 允许倾斜的尺寸界线

图 1-18 用正误对比的方法, 列举了初学标注尺寸时的一些常见错误。

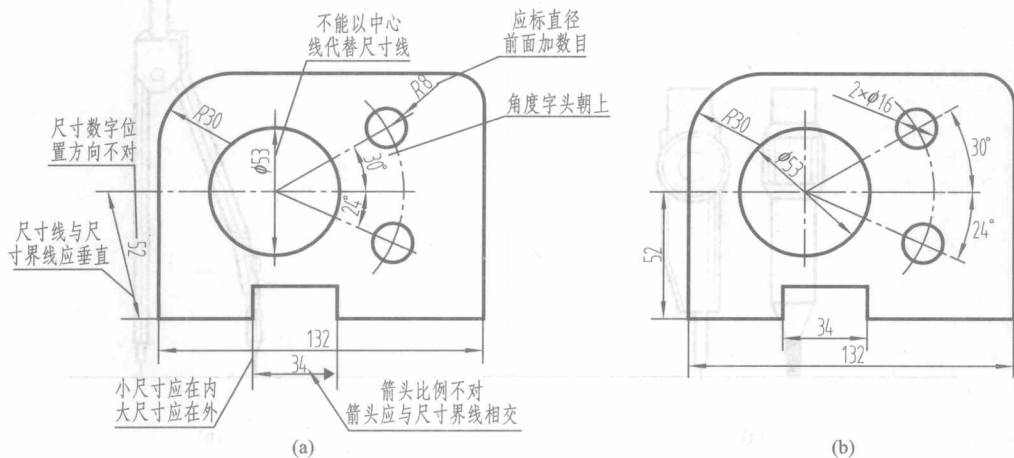


图 1-18 尺寸标注的正误对比示例

(a) 错误; (b) 正确

第二节 绘图工具的使用方法

一、绘图工具的使用

用尺子(包括丁字尺、一字尺、三角板、曲线板等)和圆规(包括分规)的绘图方法, 称为尺规绘图, 尺规绘图所用的主要工具、仪器还有比例尺、直线笔、绘图墨水笔等。其他的工具则有胶带纸、削笔刀、砂纸、软硬橡皮、擦图片、小刷子、量角器、模板等。