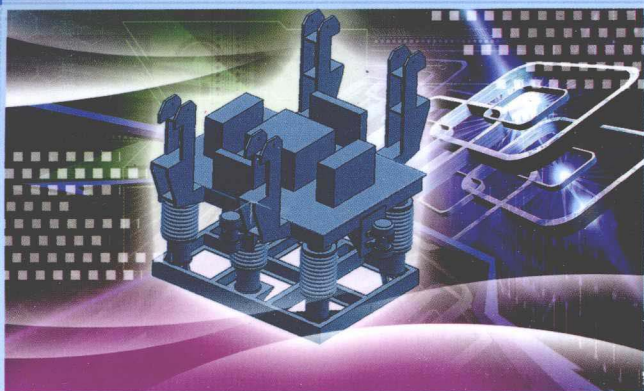
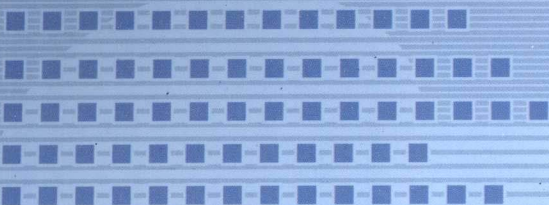




面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果



工程图学

ENGINEERING TUXUE

◎ 主 编 郭纪林 顾吉仁 周华军

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

工程图学

主 编 郭纪林 顾吉仁 周华军
副主编 罗会藩 江 涛 欧茂川

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本教材是根据教育部工程图学教学指导委员会关于“工程制图课程教学基本要求”和国家标准局最新发布的新标准,在充分总结各院校工程制图课程教学改革研究与实践的成果和经验基础上编写而成的。内容包括机械制图的基本知识、正投影的基础知识、立体的投影、轴测图、组合体、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、建筑制图、电气设备图、化工设备图和 AutoCAD 2007 绘图基础,全书以培养学生读图和绘图能力为主,将精选的制图内容与计算机绘图软件相结合,力求适时、精练、实用。

本科教材可作为本科院校、高等职业技术学院、高等专科学校的专业教材,也可供有关工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工程图学/郭纪林,顾吉仁,周华军主编. —北京:北京理工大学出版社, 2011. 1

ISBN 978 - 7 - 5640 - 3997 - 4

I. ①工… II. ①郭… ②顾… ③周… III. ①工程制图 - 高等学校 - 教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 237835 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 442 千字

版 次 / 2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑 / 张慧峰

印 数 / 1 ~ 1500 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 39.00 元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本书是在北京理工大学出版社 2009 版《工程图学》的基础上,根据教育部工程图学教学指导委员会关于“工程制图基础课程教学基本要求”和国家标准局最新发布的新标准,在充分总结各院校工程制图课程教学改革研究与实践的成果和经验基础上编写而成的。

随着社会和科学技术的进步,特别是计算机技术的普及与发展,工程制图课程无论是课程体系、教学内容,还是教学方法与手段,以及现代科技对人才培养的要求等方面都发生了深刻的变化。因此,本书力求反映这种发展变化相关知识,反映以应用为目的,以必需、够用为度的特色。除了在文字教材中尽量反映现代科学技术和新知识、新内容外,还将陆续推出与教材配套的教师教学辅导系统和学生学习辅导系统的电子化教材,以适应现代化教学方法与手段的需要。

本书主要有以下特点:

1. 坚持基础理论以应用为目的,教材内容的选择及体系结构,完全适用本科、专科的教学需要,力求体现本科、专科的教学特色。
2. 为适应各专业的教学需要,不仅在教学内容的选择上有一定的广泛性,而且所选图例尽量涵盖各专业需要,以满足不同学时、不同专业的教学需求。
3. 计算机绘图采用 AutoCAD 2007 版本,并精选内容,做到在允许的学时范围内,达到能绘制二维图形的目的。
4. 在组合体和零件图中,增加了构形设计内容,旨在激发学生的学习兴趣,又利于培养学生勤于思考和创新的精神。
5. 本书全部采用《技术制图与工程图学》最新国家标准及与制图有关的其他标准。

全书共十三章,主要内容有制图基本知识、正投影的基础知识、立体的投影、轴测图、组合体、机件常用的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、化工、电气、建筑和 AutoCAD 2007 绘图基础。

本书可作为普通高等学校本科、高职高专各专业:50~90 学时工程制图的教材,也可供有关工程技术人员参考。与本书配套的郭纪林主审的《工程图学习题集》由北京理工大学出版社同时出版。

本书由郭纪林、顾吉仁、周华军主编,罗会藩、江涛、欧茂川副主编,具体分工为:郭纪林(内容提要、前言、目录、绪论、第 1 章)、罗会藩(第 9 章、第 10 章)、顾吉仁(第 6、8、12 章、附表)、周华军(第 5、7、13 章)、江涛(第 2、4、11 章)、欧茂川(第 3 章),其中王进、王月雷等参与了本书的部分编写工作。

本书在编写过程中一直得到杨秀英的指导和帮助,在此一并致谢!

限于编者水平,书中还会存在一些缺点、错误,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	(1)
第1章 制图的基本知识	(2)
1.1 制图基本规格	(2)
1.2 绘图工具和仪器的使用方法	(12)
1.3 几何作图	(17)
1.4 平面图形的线段分析和画图步骤	(20)
第2章 点、直线和平面	(24)
2.1 投影法	(24)
2.2 点的投影	(25)
2.3 直线的投影	(33)
2.4 平面	(38)
第3章 立体	(42)
3.1 立体的投影及表面取点	(42)
3.2 截交	(49)
3.3 相贯	(57)
第4章 轴测投影图	(62)
4.1 基本概念	(62)
4.2 正等测轴测图	(63)
4.3 斜二测轴测图	(72)
第5章 组合体	(74)
5.1 三视图的形成及其投影规律	(74)
5.2 组合体的组合形式及其形体分析	(75)
5.3 画组合体三视图的方法和步骤	(78)
5.4 组合体的尺寸注法	(82)
5.5 组合体读图	(89)
第6章 机械图样的基本表示法	(93)
6.1 视图	(93)
6.2 剖视图	(97)
6.3 断面图	(105)
6.4 局部放大图和简化画法	(108)
第7章 标准件与常用件	(112)
7.1 螺纹	(112)
7.2 螺纹紧固件及其连接画法	(118)

7.3 键和销	(124)
7.4 滚动轴承	(127)
7.5 齿轮	(130)
7.6 弹簧	(134)
第8章 零件图	(137)
8.1 零件图的作用与内容	(137)
8.2 零件表达方案的选择与尺寸标注	(138)
8.3 零件的构形设计与工艺结构	(145)
8.4 零件的技术要求	(148)
第9章 装配图的用途和内容	(169)
9.1 装配图的用途和内容	(169)
9.2 装配图的规定画法和特殊画法	(169)
9.3 装配图的尺寸注法和技术要求	(172)
9.4 装配图中零、部件序号和明细栏	(174)
9.5 装配体测绘	(175)
第10章 房屋建筑图图样简介	(182)
10.1 房屋建筑图的概述	(182)
10.2 房屋图的绘图规则	(185)
第11章 电气线路图图样简介	(193)
11.1 电气线路图的概述	(193)
11.2 电气线路图各种元件的规定画法	(194)
11.3 焊缝的表达方法	(198)
第12章 化工设备图	(204)
12.1 概述	(204)
12.2 化工设备图的图示特点	(205)
12.3 化工设备图的尺寸标注及其他内容	(210)
12.4 化工设备图的绘制和阅读	(218)
第13章 AutoCAD 2007 绘图基础	(224)
13.1 计算机绘图概述	(224)
13.2 AutoCAD 2007 软件的界面	(224)
13.3 文件的管理	(225)
13.4 命令和数据的输入方法	(226)
13.5 图层	(226)
13.6 绘图的基本命令	(229)
13.7 编辑的基本命令	(235)
13.8 尺寸的标注	(243)
附录	(248)

绪 论

一、本课程的研究对象和任务

在现代工业生产和科学技术中,无论是制造各种机械设备、电气设备、仪器仪表,或加工各种通讯电子元器件,还是建筑房屋和进行水利工程施工等,都离不开工程图样。所以,图样是表达设计意图、进行技术交流和指导生产的重要工具,是生产中重要的技术文件。因此,图样常被喻为“工程界共同的技术语言”。作为一名工程技术人员,不懂得和掌握这种“语言”,就无法从事工程技术工作。

工程制图就是研究如何运用正投影的基本理论和方法,绘制和阅读各种工程图样的课程。本课程是工科院校学生一门必修的重要技术基础课,其主要任务是:

- (1) 学习正投影的基本原理及其应用;
- (2) 学习利用绘图仪器工具、计算机及徒手绘制工程图样的方法与基本技能;
- (3) 培养初步的空间想象力和形体构思能力,能阅读常见的、较简单的零件图和装配图;
- (4) 熟悉《技术制图与机械制图》及其有关的国家标准,具有查阅有关标准手册的能力;
- (5) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的特点和学习方法

本课程既有理论又重实践,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学风。在学好基本理论、基本方法的基础上,应通过大量的作业练习和绘图、看图及上机实践,加深对课程知识的理解与掌握。尤其是只有通过多画图、看图,才能培养扎实的绘图基本功,提高自己的画图、读图的能力。

此外,由于图样是生产的依据,绘图和读图中的任何一点疏忽,都会给生产造成严重的损失。所以,在学习中还应注意养成认真负责、耐心细致和一丝不苟的良好作风。

第 1 章 制图的基本知识

✓ 学习完本章内容，应该掌握如下内容：

- ◆ 技术制图中有关图纸幅面尺寸及格式、比例、字体、图线和尺寸注法等基本内容
- ◆ 绘图仪器与工具的使用
- ◆ 几何作图
- ◆ 平面图形的线段分析和尺寸注法

1.1 制图基本规格

图样是产品或工程设计结果的一种表达形式，是产品制造和工程施工的依据，是组织和管理生产的重要技术文件，是“工程技术界的共同语言”。为了便于交流技术思想，对图样必须作出统一的规定。国家标准《机械制图》中统一规定了在绘制工程图样的过程中应共同遵守的画图规则。

国家标准简称“国标”，代号“GB”。在 GB/T 14689—2008 ~ GB/T 14690—1993、GB/T 14691—1993、GB 4457.4—2002 和 GB 4458.4—2003 中，分别就图纸的幅面尺寸及格式、比例、字体、图线和尺寸注法作了规定。

1.1.1 图纸幅面及格式

绘制图样时，优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。

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		

图纸可以横放或竖放。图纸无论装订与否，均用粗实线画出图框线和标题栏框线。需要装订的图样，其图框格式如图 1-1 所示，一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。不需装订的图样，只需将如图 1-1 所示的尺寸 a 和 c 均改为表 1-1 中的尺寸 e 即可。必要时可将幅面加长，对 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的 1/8 倍数增加，对 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 1/4 倍数增加。

图框用粗实线绘制。

每张图样都必须有标题栏。标题栏的位置应按如图 1-1 所示的形式配置。必要时，也

采用如图 1-2 所示的格式。看图的方向与看标题栏的方向一致。

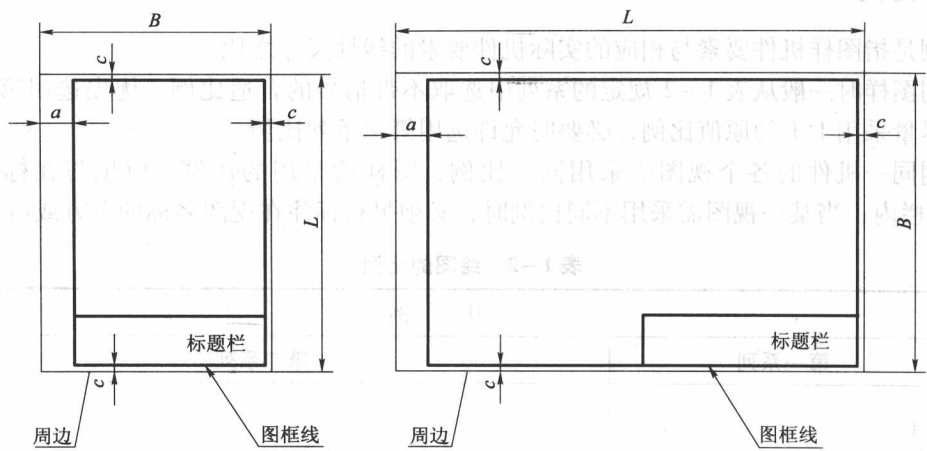


图 1-1 需要装订的图框格式

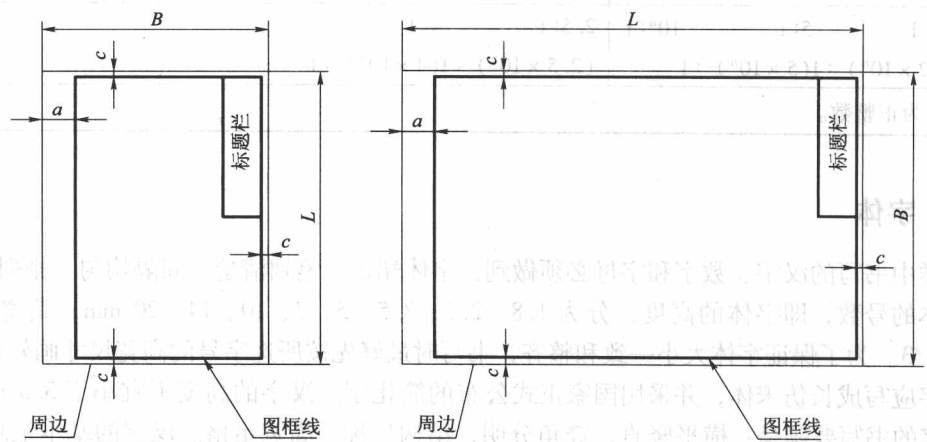


图 1-2 标题栏配置的另一种格式

国家标准对标题栏的格式、内容和尺寸作了统一规定。制图作业的标题栏最好采用如图 1-3 所示的简化格式。

		30	
		12	
40	(图 名)	比例	(图 号)
		件数	
	制图	重量	共 张 第 张
	描图	(校 名)	
	审核	系 班	
	12	65	
	40		
		130	

图 1-3 标题栏格式

1.1.2 比例

比例是指图样机件要素与相应的实际机件要素的线性尺寸之比。

绘制图样时一般从表 1-2 规定的系列中选取不带括号的合适比例。优先选用第一系列比例，尽量采用 1:1 的原值比例，必要时允许选用第二系列比例。

绘制同一机件的各个视图应采用同一比例，图样所采用的比例，应填写在标题栏的“比例”栏内；当某一视图需采用不同比例时，必须另行标注在视图名称的下方或右侧。

表 1-2 绘图的比例

种类	比 例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	
缩小比例	1:2 1:5 1:10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6
	1:(2×10 ⁿ) 1:(5×10 ⁿ)	1:(1.5×10 ⁿ) 1:(2.5×10 ⁿ) 1:(3×10 ⁿ) 1:(4×10 ⁿ) 1:(6×10 ⁿ)
放大比例	2:1 5:1 10 ⁿ :1	2.5:1 4:1
	(2×10 ⁿ):1 (5×10 ⁿ):1	(2.5×10 ⁿ):1 (4×10 ⁿ):1

注：n 为正整数。

1.1.3 字体

图样中书写的汉字、数字和字母必须做到：字体端正、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数，即字体的高度，分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm，其宽度约为高度的 2/3。为了保证字体大小一致和整齐，书写时最好先按所选字号的高宽尺寸画好格子。

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不宜小于 3.5 mm。长仿宋体字的书写要领是：横平竖直，锋角分明，结构匀称，高宽足格。汉字的基本笔划有点、横、竖、撇、捺、提、钩、折，如图 1-4 所示，长仿宋体汉字字体示例见图 1-5 所示。

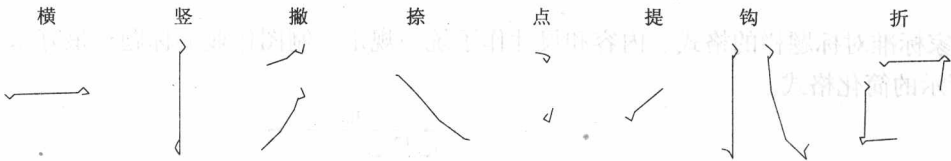


图 1-4 汉字的基本笔划

图样中的汉字、数字和字母必须写得
字体端正 笔划清楚 间隔均匀 排列整齐

图 1-5 长仿宋体汉字字体示例

数字和字母有斜体和直体两种，通常采用斜体，斜体字头向右倾斜，与水平线成 75° 倾角。数字和字母分为 A 型和 B 型，A 型字体的笔划宽度为字高的 1/14，B 型字体的笔划宽

度为字高的 $1/10$ 。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号的字体；图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其他符号应符合国家有关法令和标准的规定。数字及字母的示例如图 1-6 所示。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

(a)

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

(b)

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

(c)

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu$

$\nu \xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega$

(d)

I II III IV V VI VII VIII IX X

(e)

R_3 56 ± 0.1 2×45 $\phi 65 H9$
 $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\frac{II}{5:1}$ $\frac{A_{向旋转}}{2:1}$

(f)

图 1-6 数字、字母及其综合示例

1.1.4 图线

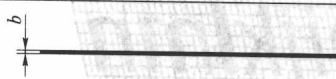
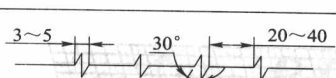
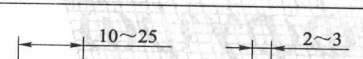
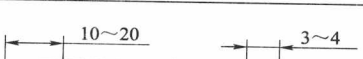
绘制图样时,应采用如表1-3所列中规定的各种图线。表1-3及如图1-7所示列出了各种形式图线的名称、型式、宽度及主要用途,其他的用途可查国家标准。

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度确定,在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $b/3$ 。图线宽度的推荐系列为:0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.1、2 mm,其中0.18 mm应避免采用,在本课程的制图作业中粗线一般选用0.7 mm为宜。

绘图时通常应注意以下几点:

(1) 同一图样的同类图线宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。点划线和双点划线中的“点”应画成长约1 mm的短划,短划不能与短划或长划相交。点划线和双点划线的首尾两端应是线段而不是点短划。

表 1-3 图线的名称、型式、宽度和主要用途

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、引出线及重合断面轮廓线等
细波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线、视图与剖视的分界线等
细双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线
细虚线		约 $b/3$	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线		约 $b/3$	轴线、对称中心线等
细双点画线		约 $b/3$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等
粗点画线		b	有特殊要求的线或表面的表示线

(2) 两条平行线间的距离应不小于粗实线宽度的两倍,其最小距离不得小于0.7 mm。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应是线段的交点。

(4) 绘制轴线、对称中心线、双折线和作为中断线的双点划线时,宜超出轮廓线约2~5 mm。

(5) 在较小的图形上绘制点划线时,可用细实线代替。

(6) 当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,虚线应留有空隙。当虚线与

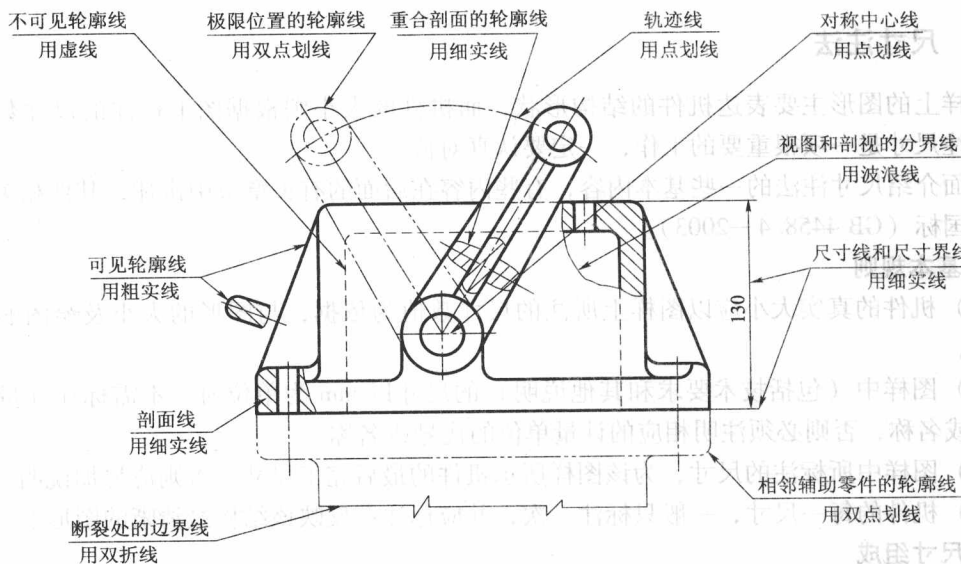


图 1-7 图线的应用示例

粗实线或虚线相交时，不应留有空隙。当虚线圆弧和虚线直线相切时，虚线圆弧的线段应画至切点，虚线直线则留有空隙。

(7) 粗实线与虚线或点划线重叠，应画粗实线。虚线与点划线重叠，应画虚线。如图 1-8 所示为图线画法的图例。

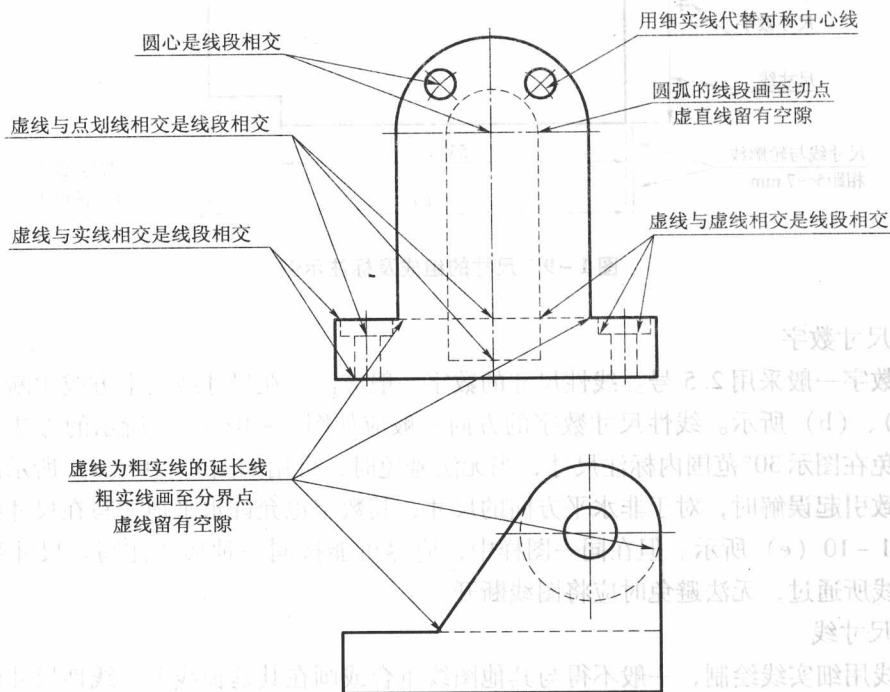


图 1-8 图线画法示例

1.1.5 尺寸注法

图样上的图形主要表达机件的结构形状，而机件的大小则根据图上标注的尺寸数值确定。标注尺寸是一项很重要的工作，一定要认真对待。

下面介绍尺寸注法的一些基本内容，有些内容在后面的有关章节中讲述，其他相关内容可查阅国标（GB 4458.4—2003）。

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，否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

如图 1-9 所示，一个完整的尺寸包括尺寸数字、尺寸线、尺寸线终端和尺寸界线。

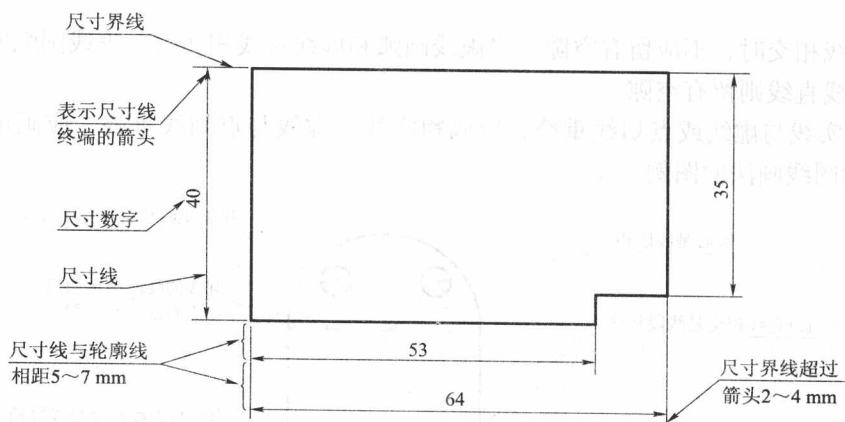


图 1-9 尺寸的组成及标注示例

(1) 尺寸数字

尺寸数字一般采用 2.5 号。线性尺寸的数值一般应注写在尺寸线的上方或中断处，如图 1-10 (a)、(b) 所示。线性尺寸数字的方向一般应如图 1-10 (c) 所示的方法注写，并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时，可用如图 1-10 (d) 所示的形式标注。在不致引起误解时，对于非水平方向的尺寸，其数字也允许水平地注写在尺寸线的中断处，如图 1-10 (e) 所示。但在同一图样中，应尽可能按同一种形式注写。尺寸数字不能被任何图线所通过，无法避免时应将图线断开。

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制，一般不得与其他图线重合或画在其延长线上。线性尺寸的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，大尺寸要标注在小尺寸外面。尺寸线与轮廓线或两平行尺寸线之间的距离约为 5 mm 左右，如图 1-9 所示。在圆或圆弧上

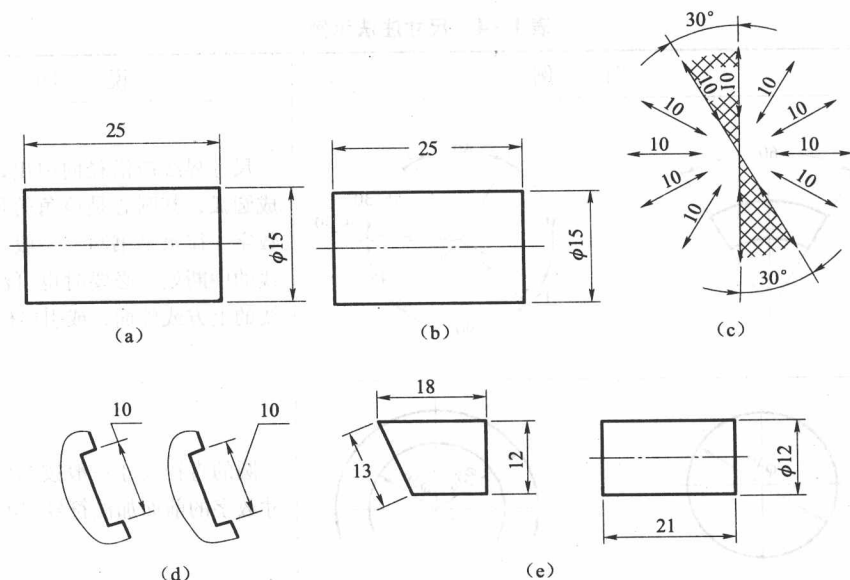


图 1-10 尺寸数字标注

标注直径或半径尺寸时, 尺寸线一般应通过圆心或延长线通过圆心。

(3) 尺寸终端

尺寸线终端有两种形式: 箭头适用于各种类型的图样, 在机械图样中主要采用这种形式, 如图 1-11 (a) 所示, 图中的 b 为粗实线的宽度; 斜线用细实线绘制, 如图 1-11 (b) 所示, 图中的 h 为字体高度, 采用斜线形式时, 尺寸线与尺寸界线一般应互相垂直。

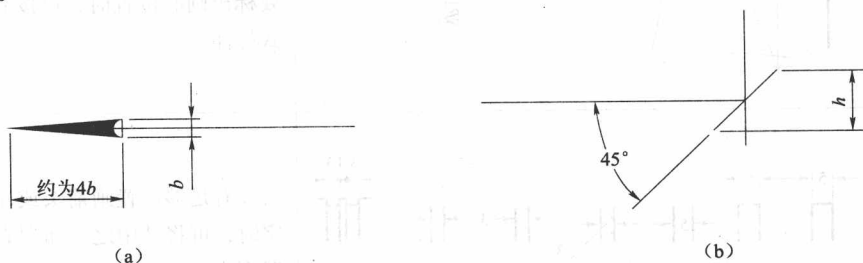


图 1-11 尺寸终端的两种形式

(a) 箭头; (b) 斜线

(4) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制, 并应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超出尺寸线的终端约 2 mm。如图 1-9 所示。如果尺寸界线垂直于尺寸线, 则图线很不清晰, 此时尺寸界线允许倾斜, 如表 1-4 中“光滑过渡处的尺寸”。

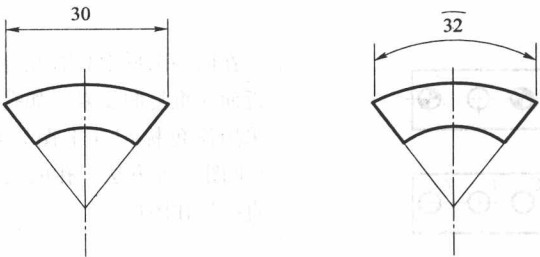
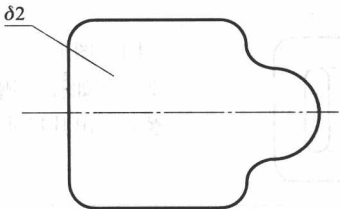
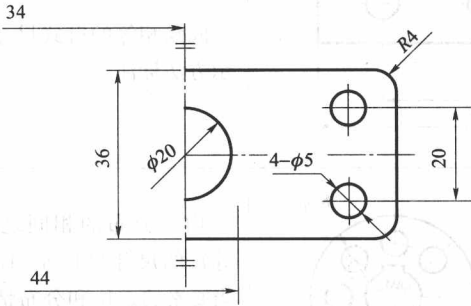
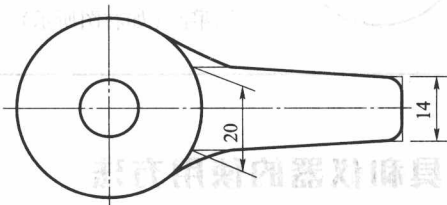
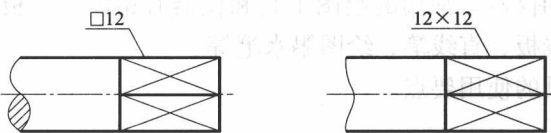
3. 尺寸注法示例

表 1-4 中列出了国家标准规定的一些尺寸注法。

表 1-4 尺寸注法示例

标注内容	图 例	说 明
角度		尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线画成圆弧, 其圆心是该角的顶点, 尺寸数字一律水平书写, 一般注写在尺寸线的中断处, 必要时也可注写在尺寸线的上方或外面, 或引出标注
圆		圆的直径尺寸一般按图例标注在尺寸数字的前面加注符号“ ϕ ”
圆弧		圆弧的半径尺寸一般按图例标注, 在尺寸数字的前面加注符号“ R ”
大圆弧		在图纸范围内无法标出圆心位置时, 可按左图所示形式标注; 若不需要标出圆心位置时, 可按右图所示形式标注
小尺寸		没有足够位置画箭头或注写尺寸数字时, 可将其中之一布置在外面; 位置更小时, 箭头和数字均可布置在外面; 尺寸数字还可引出标注; 几个小尺寸连续标注时, 中间的箭头可用圆点或斜线代替
球面		标注球面的直径或半径时, 应在符号“ ϕ ”或“ R ”前加注符号“ S ”, 在不致引起误解的情况下可省略 (如右图)

续表

标注内容	图 例	说 明
弦长和 弧长		弦长和弧长的尺寸界线应平行于弦的垂直平分线。当弧度较大时,可沿径向引出。弦长的尺寸线应与弦平行;弧长的尺寸线用圆弧,尺寸数字上方加注符号“ $\frown$ ”
薄板厚度		标注薄板零件的厚度尺寸时,在尺寸数字前加注符号“ δ ”
对称图形		当对称图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线,仅在尺寸线的一端画出箭头。在对称中心线两端分别画出两条与其垂直的平行细实线(对称符号)
光滑过渡 处的尺寸		在光滑过渡处,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线
正方形 结构		标注剖面为正方形结构的尺寸时,可在边长数字前加注符号“ $\square$ ”,或用“ $B \times B$ ”代替(B 为正方形的边长)