

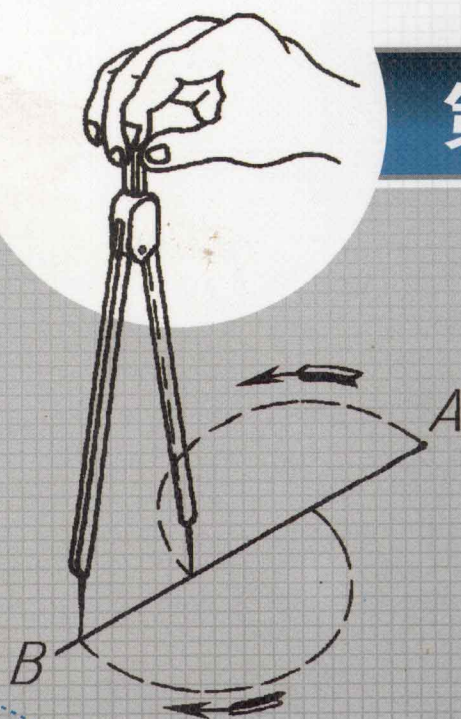
高等学校教材

工程制图

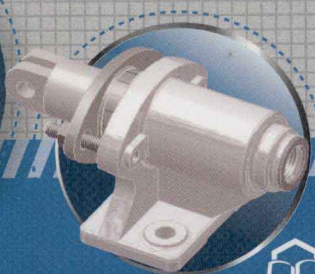
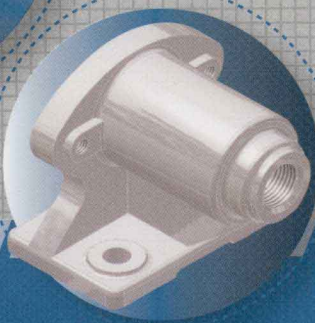
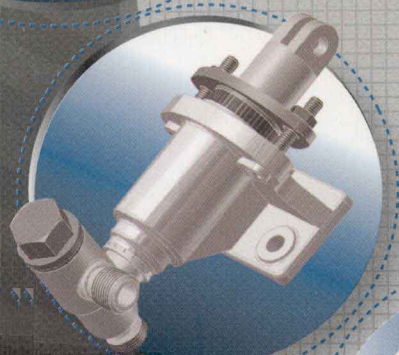
(附习题集)

□ 赵惠清 主编
□ 冯连勋 主审

第二版



GONGCHENG
ZHITU



化学工业出版社

高等学校教材

工 程 制 图

(附习题集)

第 二 版

赵惠清 主编

冯连勋 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是在 2003 年第一版的基础上修订而成的，内容如下。

1. 机械制图基础知识，包括：制图的基本知识、立体的视图、机件的表达方法等。
2. 机械图样的绘制和阅读，包括：标准件和常用件、零件图的绘制和阅读、装配图的绘制和阅读。
3. 利用计算机辅助三维软件 Inventor，对零件进行三维设计、装配及二维工程图生成等。

本书附录中，从最新的国家标准中，摘录了螺纹、螺纹紧固件、键、销、滚动轴承以及极限与配合等方面的常用参数。

本书可作为高等院校、高等职业学校等少学时工程制图课程的教材，也可供相关的教师和工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图 (附习题集)/赵惠清主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2010.6
高等学校教材
ISBN 978-7-122-08505-4

I. 工… II. 赵… 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 (2010) 第 082033 号

责任编辑: 程树珍 金玉连
责任校对: 边 涛

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市前程装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 18½ 字数 467 千字 2010 年 9 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

第二版前言

本书 2003 年第一版出版至今，多个新的《机械制图》、《技术制图》等国家标准相继颁布，为配合新标准的推广执行，并结合近几年教学实践的经验，对第一版做出相应的修订。

本书第二版保留了以下第一版的特点。

- (1) 直接从平面立体入手，突出组合体以及工程零件中常见结构。
- (2) 结合工程实际，突出曲面立体截交线、相贯线形成的原理以及简化作图。
- (3) 尺寸的标注贯穿整个认知过程，将尺寸标注的内容及难点分散到各章之中，从而有利于学生的理解和掌握。

(4) 强化零件图、装配图的绘制和阅读的训练，以利于学生相关知识的掌握以及绘图、读图综合能力的提高。

本书第二版做了以下修订。

(1) 对内容进行调整。在视图的投影规律之后，以图表的形式，简要介绍立体表面各种线、面的投影特性。强化组合体读图的内容，增加了构形设计。适当增加并强化了零件图和装配图阅读的内容。

(2) 增加了利用计算机辅助三维软件 Inventor，对零件进行三维设计、装配以及二维工程图生成等内容。

(3) 融入最新的相关国家标准。

(4) 对与本书配套的习题集内容作了调整，增加了组合体读画、零件图及装配图读画的相关习题。

本书由赵惠清主编并统稿。参加编写的有：赵惠清（第一、二章）、王琳（第三、四章）、杨静（第五章）、安瑛（第六、七章）、崔维娜（第八章）。本书由冯连勋教授主审。

借此出版之际，对为本书所有作出贡献的人员表示感谢。

本书的修订得到了“北京化工大学教材建设基金”的资助，在此表示感谢。

书中难免存在不足，敬请读者批评指正。

编者

2010 年 5 月

第一版前言

随着教育教学改革的不断深入开展, 课程内容体系也应与现代工程教育特征和教学改革思想相适应, 符合面向 21 世纪的人才培养模式。目前, 各工科院校非机类各专业的工程制图课程学时一般安排在 30~50 学时。为此, 本书的编写旨在, 坚持以整体优化为原则, 对课程的内容体系进行较大的调整, 对教学内容进行优化整合, 以利于学生对相关知识的掌握和综合能力的培养。本书除了作为高等工科院校非机类各专业工程制图课程的教材外, 也可用作职大、函大、电大、夜大等同类专业的教材。

本教材的特点有如下几点:

- ① 直接引入平面立体, 将点、线、面的相关知识融入其中;
- ② 平面立体内容重点在组合体以及工程零件中常见结构;
- ③ 结合工程实际, 突出曲面立体截交线、相贯线形成的原理, 简化其作图;
- ④ 尺寸标注贯穿整个认知过程, 将尺寸标注的内容及难点分散到各章之中, 从而有利于学生的理解和掌握;
- ⑤ 强化学生零件图、装配图绘制和阅读的训练, 以利于学生相关知识的掌握以及绘图和读图综合能力的提高;
- ⑥ 全书采用最新国家标准;
- ⑦ 本书附有与之配套的《工程制图习题集》。

本书由赵惠清主编并统稿。参加编写的有: 赵惠清 (第一章、第二章)、王琳 (第三章、第四章)、刘新卫 (第五章)、安瑛 (第六章、第七章)。由北京化工大学冯连勋教授主审。原北京化工大学工程图学教研室主任丁国强副教授对本书进行了审阅, 提出了许多宝贵的意见和建议。在此一并表示衷心地感谢。

本书的编写和试用, 得到了本单位领导和教研室全体教师的大力支持。对此深表谢意。

本书的出版得到了“北京化工大学教材建设基金”的大力资助。

我们希望, 本书能够成为一本适应教育教学改革、满足工科院校非机类各专业教学要求、有利于工程制图课程教学的教材。由于我们的水平有限, 书中难免会存在一些缺点或错误。在此, 敬请使用本书的教师、学生以及有关人士批评指正。

编者

2003 年 3 月

目 录

第一章 制图的基本知识	1
第一节 国家标准《机械制图》的基本规定	1
第二节 制图的基本技能	9
第三节 投影方法的基本概念	11
第四节 投影面体系的建立及视图的形成	12
第二章 基本立体的视图和尺寸标注	18
第一节 平面立体的视图和尺寸标注	18
第二节 曲面立体的视图及尺寸标注	21
第三节 具有缺口的曲面立体的视图及尺寸标注	25
第四节 相贯体的视图和尺寸标注	30
第三章 组合体	38
第一节 组合体的基本知识	38
第二节 组合体的画图方法	41
第三节 组合体视图阅读方法	44
第四节 组合体的尺寸标注方法	53
第四章 机件常用的表达方法	59
第一节 视图	59
第二节 剖视图	61
第三节 断面图	70
第四节 规定画法、简化画法和局部放大画法	73
第五章 标准件和常用件	76
第一节 螺纹	76
第二节 螺纹紧固件	83
第三节 键和销	88
第四节 滚动轴承	90
第五节 齿轮	92
第六节 弹簧	96
第六章 零件图	99
第一节 零件图的内容	99
第二节 零件的加工方法及常见的工艺结构	100
第三节 零件的视图选择	103
第四节 零件图的尺寸标注	106
第五节 零件图的技术要求	109
第六节 典型零件分析	121
第七节 零件草图的绘制和测量方法	127
第八节 读零件图	131

第七章 装配图	133
第一节 装配图的作用和内容	133
第二节 装配图的表达方法	135
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	138
第四节 装配图的零部件编号及明细栏	139
第五节 装配图结构的合理性	140
第六节 由零件拼画装配图	141
第七节 读装配图及装配图拆画零件图	145
第八章 Inventor 三维造型	151
第一节 Inventor 简介	151
第二节 Inventor 实体建模基础	151
第三节 Inventor 装配技术	163
第四节 3D 模型生成 2D 工程图	168
附录	178
一、常用螺纹及螺纹紧固件	178
二、常用键与销	188
三、常用滚动轴承	193
四、极限与配合	199
参考文献	210

第一章 制图的基本知识

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必不可少的技术资料，是进行技术交流的重要工具。因此对图样及其绘制的各个方面都需要有统一的规定，这些规定就是标准，是国家相关标准之一。它自1959年首次颁布实施以后，已经做过多次的修订，随着科学技术和国民经济的发展还将有所变动。

国家标准简称“国标”，代号为“GB”。例如《机械制图》国家标准 GB/T 14689—1993，其中“T”表示推荐性标准，“14689”表示标准顺序，“1993”表示标准颁布的年代号。本节仅介绍其中图幅、比例、字体、线型、剖面符号、尺寸标注等规定，其他规定将在后续章节中介绍。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时可采用国家标准规定的加长幅面。图样要有图框及标题栏。需要装订的图样的图框格式见图 1-1，不需装订的图样的图框格式见图 1-2，图框线型为粗实线，尺寸按表 1-1 规定。

表 1-1 图纸幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

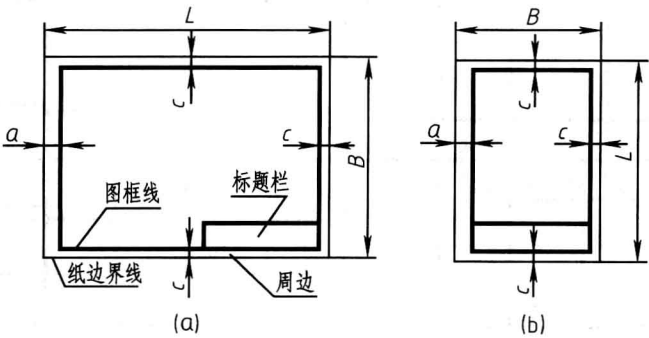


图 1-1 需要装订的图框格式

为了图样复印和缩微时定位方便，可在图纸各边长的中点处分边画出对中符号，对中是从图纸边界开始深入图框内约 5mm 的一段粗实线，如图 1-3（a）所示。具体规定详见 GB/T 14689—2008。

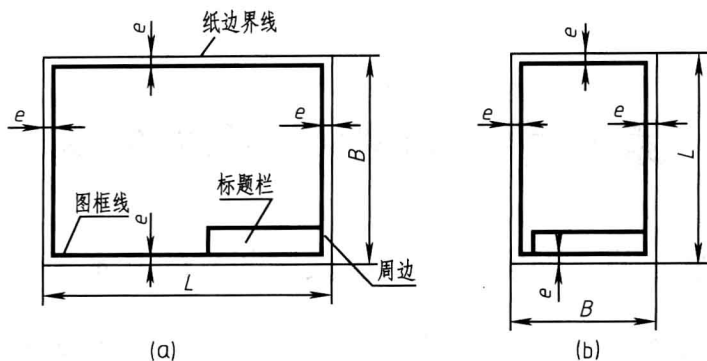


图 1-2 不需装订的图框格式

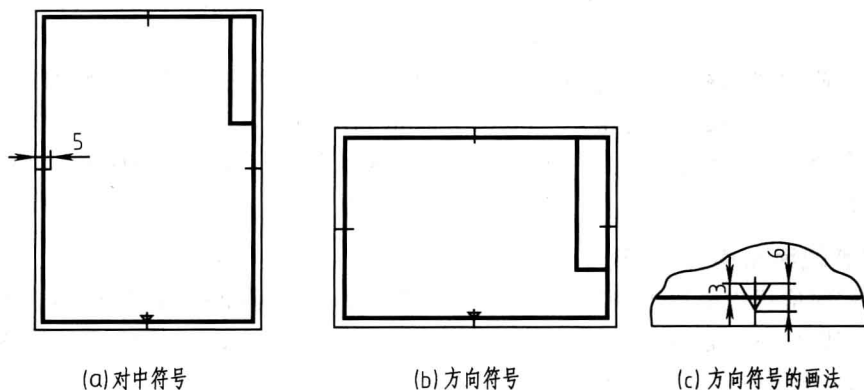


图 1-3 方向符号的画法

国家标准 GB/T 10609.1—2008 规定了标题栏格式，内容及尺寸，如图 1-4 所示。装配图中明细栏一般配置在装配图中标题栏的上方，格式按 GB 10609.2—1989，如图 1-5 所示。作业可采用图 1-6 的简单格式。标题栏在图中的位置如图 1-1 和图 1-2 所示。

180											
10		10		16		16		12		16	
7											
标记		处数		分区		更改文件号		签名		年、月、日	
设计		(签名)		(年月日)		标准化		(签名)		(年月日)	
审核											
工艺						批准					
12		12		16		12		12		16	

180											
8	40		44		8	38		10	12	20	
14	7										
序号		代号		名称		数量	材料		单件重量	总计重量	备注

表 1-3 比例系列二

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1		2.5 : 1		
	$4 \times 10^n : 1$		$2.5 \times 10^n : 1$		
缩小比例	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。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

标准规定，图样字体书写必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度的公称尺寸系列为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20，单位为 mm。字体的高度代表字体的号数。字体的宽度一般为字体的高度的 $h/\sqrt{2}$ (约 $0.7h$)。

1. 汉字

图样中的汉字应写成长仿宋字，汉字的高度应不小于 3.5mm。长仿宋字的运笔方法及示例如图 1-7 所示。

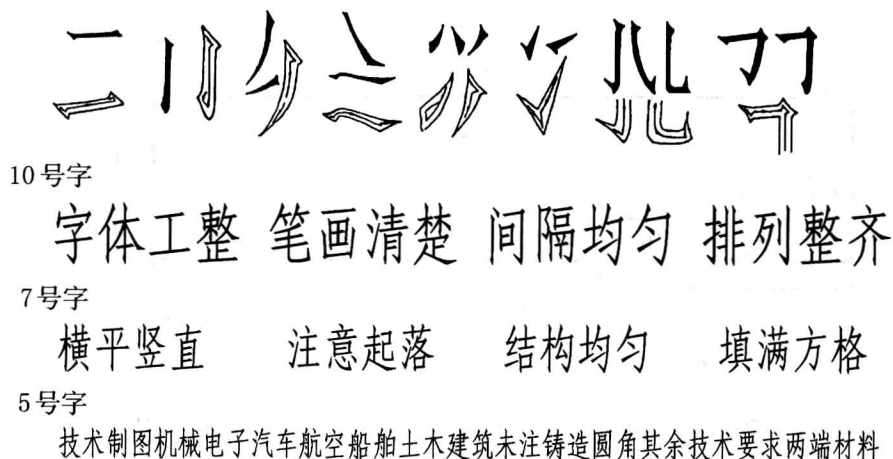


图 1-7 汉字示例

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 (b) 为字高 (h) 的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。字母和数字可写成斜体或直体，斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。在同一张图上，只允许选用同一型式的字体，A 型斜体字母和数字示例见图 1-8。

四、图线 (GB/T 4457.4—2002)

国家标准规定了技术图样中的 15 种基本线型 (详见 GB/T 4457.4—2002)。所有线型的图线宽度 (b) 应按图样的类型和尺寸大小在 0.14, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 (mm) 中选择。

图样中，粗线、中粗线和细线的宽度比率为 $4 : 2 : 1$ 。在同一图样中，同类图线的宽度应一致。在机械工程图样中一般采用两种线宽为 $2 : 1$ 。粗线宽度一般取 $0.5 \sim 2\text{mm}$ ，视图幅大小而定。



图 1-8 A 型斜体字母和数字示例

表 1-4 为机械工程图样中常用的 8 种线型名称、图线型式及主要用途。各种图线的应用举例如图 1-9 所示。

表 1-4 图线及应用

图线名称	图线型式	主要应用	图线宽度
细实线		① 尺寸线和尺寸界线 ② 剖面线 ③ 重合断面的轮廓线 ④ 投射线	约 $b/2$
细波浪线		① 断裂处的边界线 ② 视图与剖视图的分界线	约 $b/2$
细双折线		断裂处的边界线	约 $b/2$
粗实线		① 可见轮廓线 ② 螺纹牙顶线 ③ 齿轮齿顶线	b
细虚线		不可见轮廓线	约 $b/2$
粗点画线		限定范围的表示,例如热处理	b
细点画线		① 中心线、轴线 ② 对称中心线 ③ 节圆及节线	约 $b/2$
细双点画线		① 相邻零件的轮廓线 ② 移动件的限位线 ③ 先期成型的初始轮廓线 ④ 剖切平面之前的零件结构状况	约 $b/2$

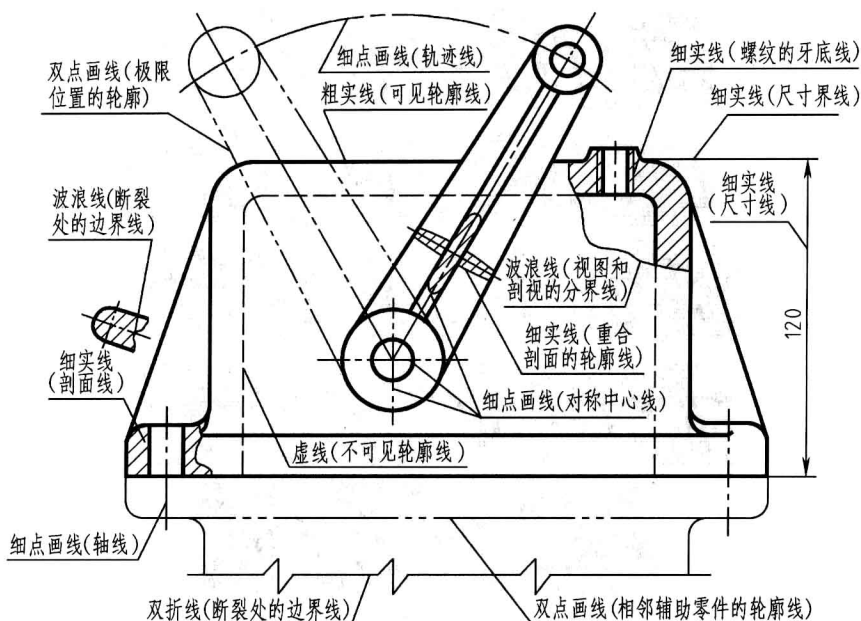


图 1-9 图线应用举例

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)

在图样中,除需表达零件的结构外,还需要标注尺寸,确定零件的大小。因此,国家标准对尺寸标注的基本方法做了一系列的规定,在绘图过程中必须严格遵守。

1. 基本规则

- i. 图样中所标注尺寸为机件的真实大小,与绘图比例及绘图准确性无关。
- ii. 尺寸数字以毫米为单位,且不需标注计量单位的名称或代号。如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位或代号。
- iii. 图样中所标注尺寸为机件的成品尺寸,否则应另加说明。
- iv. 机件的每一个尺寸,在图样中只标注一次,且标注在能清晰反映该结构的图形中。

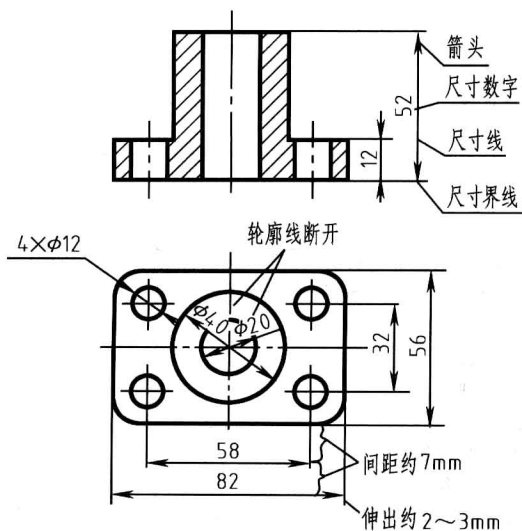


图 1-10 尺寸的组成及标注示例

2. 尺寸的基本要素

一个完整的尺寸应包括尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个基本要素,如图 1-10 所示。

i. 尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可以不引出,直接利用它们作为尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜。光滑过渡处标注尺寸时,须用细实线将轮廓线延长,从交点处引出尺寸界线。

ii. 尺寸线用细实线绘制,且不能和任何其他图形线重合或画在其延长线上。尺寸线终端有两种形式:箭头和斜线,如图 1-11 所示。同一图样只能采用一种尺寸线终端。机械工程图样上的尺寸终端一般为箭头。

iii. 尺寸数字的书写应符合 GB/T 14691—1993 中对数字的规定。图样上的尺寸数字一般为 3.5 号, 对 A0、A1 幅面的图可用 5 号字。尺寸数字一般写在尺寸线的上方或中断处。同一图中, 应采用同一种标注形式。尺寸数字不可被任何图线通过, 否则必须将图线断开。参考尺寸的数值需加圆括号。

3. 基本标注方法

(1) 直线尺寸的标注

水平直线尺寸的数值一般应写在尺寸线的上方或中断处, 字头向上, 垂直方向的尺寸数值写在尺寸线左方, 字头向左, 如图 1-12 (a) 所示。写在中断处时, 字头向上, 如图 1-12 (b) 所示。应尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸, 如图 1-12 (c) 所示, 无法避免时, 可按图 1-12 (d) 的形式标注。同一张图样中应采用同一注法。

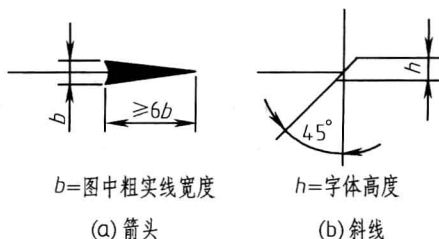


图 1-11 尺寸线终端形式

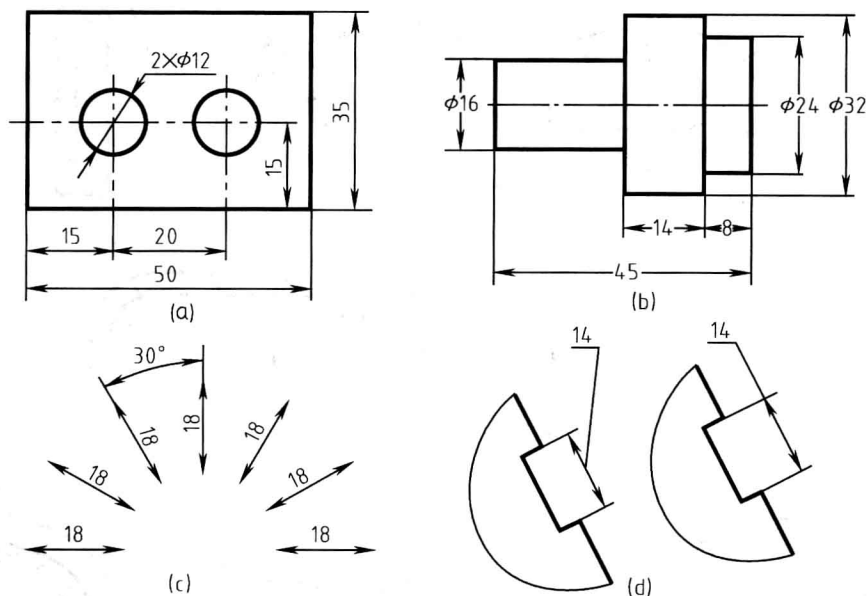


图 1-12 直线尺寸注法

(2) 直径与半径尺寸的标注

标注整圆或大于半圆的圆弧尺寸时, 应标注其直径尺寸, 尺寸数字前加注符号“ ϕ ”。直径尺寸可标注在其特征圆上或其非圆直径上, 标注形式见图 1-13。标注球体的直径尺寸时, 应在尺寸数字前加注符号“S”。

标注半圆或小于半圆的圆弧尺寸时, 应标注其半径尺寸, 尺寸数字前加注符号“R”。半径尺寸必须标在其特征圆弧上, 标注形式见图 1-14。标注球体的半径尺寸时, 应在尺寸数字前加注符号“SR”。

(3) 角度、弦长、弧长的尺寸标注

标注角度的尺寸界线应从径向引出, 尺寸线是以该角顶点为圆心的圆弧, 角度数字一律水平书写, 如图 1-15 (a) 所示。标注弦长或弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线。如图 1-15 (b) 所示。弧长尺寸数字左方须加注符号“ $\overset{\frown}$ ”, 如图 1-15 (b) 所示。

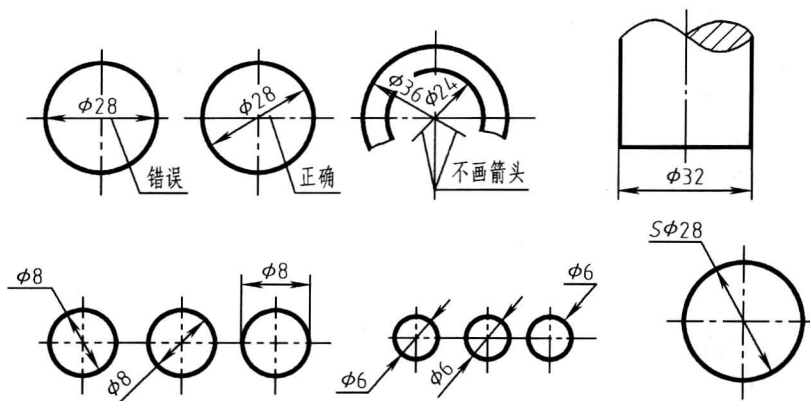


图 1-13 直径尺寸标注法

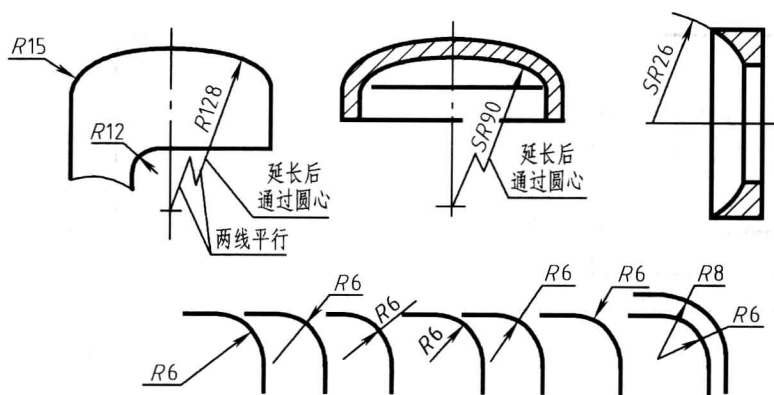


图 1-14 半径尺寸标注法

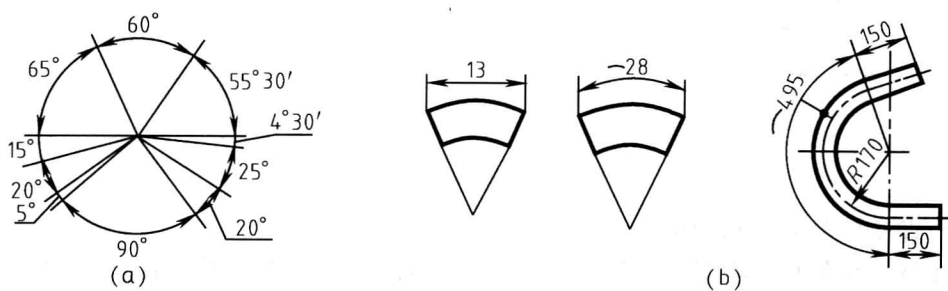


图 1-15 角度、弦长、弧长尺寸标注法

(4) 其他标注方法

① 狭小结构 在没有足够位置画箭头或注写数字时,可按图 1-16 (a) 的形式标注。

② 对称机件 当对称机件的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,并仅在尺寸线一端画出箭头,见图 1-16 (b)。

③ 相同结构 在同一图形中相同结构的孔、槽等可只注出一个结构的尺寸,并标出相同要素的数量,如图 1-16 (c)。相同要素均布时,可注出均布符号“EQS”,明显时也可省略。

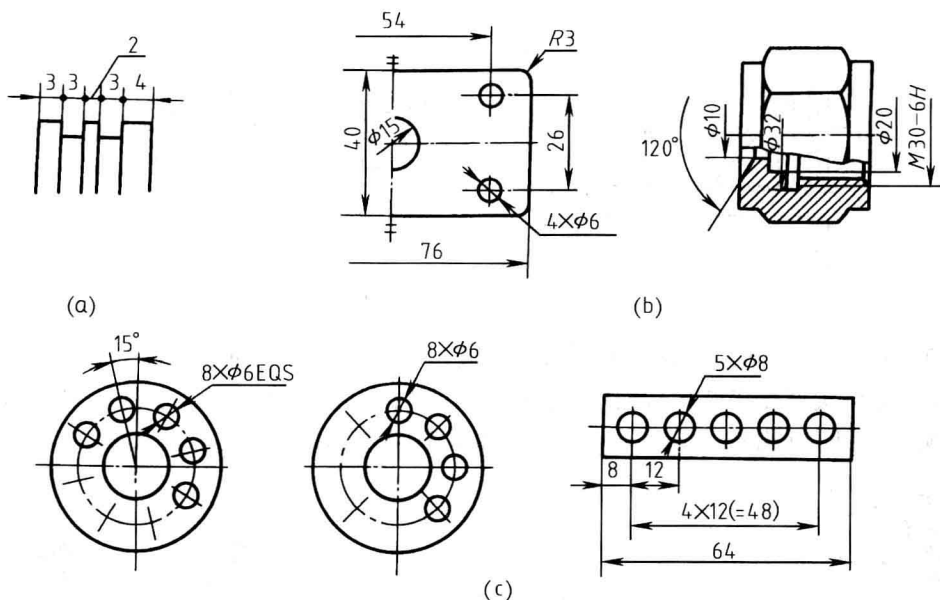


图 1-16 其他标注方法

第二节 制图的基本技能

工程图样的绘制方法主要有三种：仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图。各种方法都具有各自的特点和适用场合。仪器绘图是传统的绘图方法。徒手绘图是在不使用绘图仪器的情况下，凭目测按大概比例徒手绘制图样的方法。这是在现场测绘和设计方案讨论中经常采用的一种快速的绘图方法。计算机绘图是利用计算机完成图形的绘制、存储、输出的方法，相关内容将在计算机绘图教材中介绍。

一、仪器绘图

1. 绘图工具的使用

正确使用绘图工具可以提高绘图速度和图面质量。常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、铅笔等。下面分别介绍其使用方法。

① 图板、丁字尺 图板使用时长边应该水平放置，图板的两短边为导边。使用时，丁字尺头部要紧靠图板左边，上下移动画水平线，如图 1-17 所示。

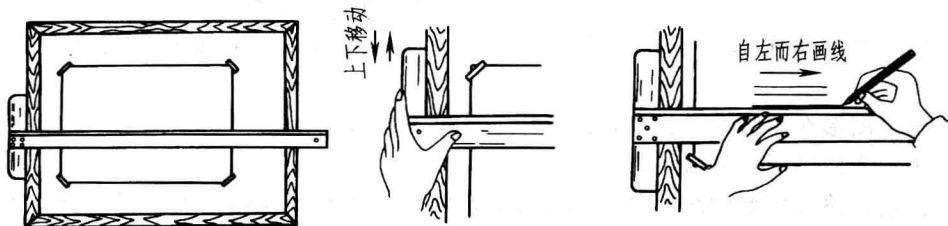


图 1-17 图板、丁字尺的使用

② 三角板 绘图时，三角板与丁字尺配合使用，可画出垂直线和 30° 、 45° 、 60° 及 75° 等斜线，如图 1-18 所示。

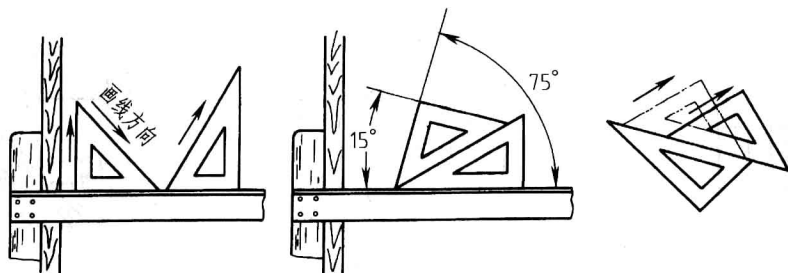


图 1-18 三角板的使用

③ 圆规、分规 圆规主要用于画圆或圆弧，画图时，尽量使定心针尖和铅芯尖同时垂直纸面，定心针尖要比铅芯尖稍长些。当画较大圆时，可接上加长杆，如图 1-19 所示。

分规主要用于等分线段、量取尺寸等，如图 1-20 所示。

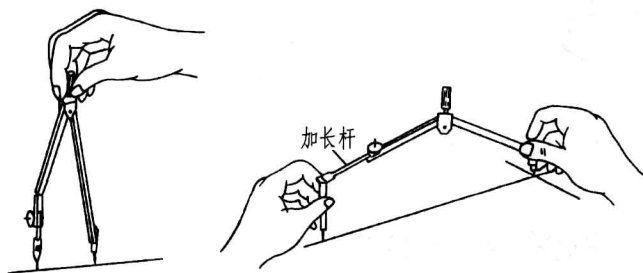


图 1-19 圆规的使用

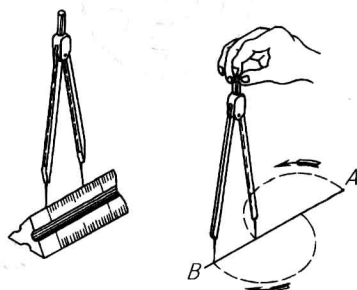


图 1-20 分规的使用

④ 铅笔、擦图片 常用的绘图铅笔有 H、HB、B 几种，其中 H 铅笔铅芯较硬，常用于画底图或细线，B 或 HB 铅笔铅芯较软，常用于画粗线。圆规的铅芯可较铅笔的软一级。画细线和写字用的铅笔应磨成锥状，加粗时应削成扁状，如图 1-21 所示。

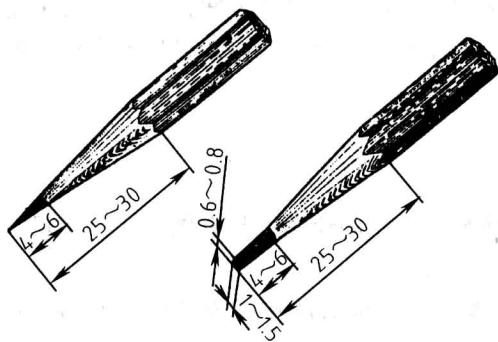


图 1-21 铅笔削法

擦图片用于图形的修改。使用时，把擦图片放在图形上，并使欲擦除的线段从擦图片上的孔处露出，再用橡皮将此线段擦除，不会影响其他线段。

2. 仪器绘图的步骤

i. 准备好绘图工具。

ii. 使图纸的水平边与图板的水平边平行，并用胶带纸或其他材料将图纸固定在图板上。

iii. 确定图形在图纸上的位置，画出中心线或基准线。

iv. 用细实线画图形底稿。

v. 检查，擦去多余的线，并加深图形。加深时，先画粗圆弧，再画粗直线，先水平由上往下，再竖直由左往右。

vi. 标注尺寸，填写标题栏。

二、徒手绘图

徒手绘图是指不使用仪器，仅用铅笔以徒手目测的方法绘制的图样，也称为草图。徒手