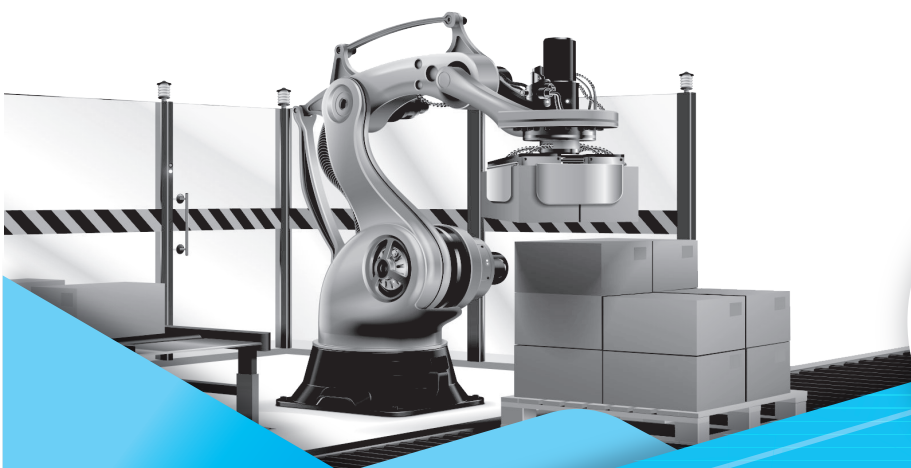


高等职业教育机电系列精品教材

工程制图

主 编 陈晓罗 王守志
副主编 王军红 史卫华
主 审 邓三鹏



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书依据现行的《技术制图》与《机械制图》国家标准,简化了画法几何部分内容,以基础理论够用为度,强调知识的实际应用和实践训练,旨在培养学生的制图基本能力、空间想象能力、抽象思维能力与综合素养。

全书共 10 个模块,主要内容包括制图基本知识、投影法基础、组合体、轴测图、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、其他工程图、AutoCAD 计算机绘图。

本书可作为高等职业教育装备制造大类各专业的教材,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 陈晓罗, 王守志主编. —上海: 上海交通大学出版社, 2021. 11(2023. 12 重印)

ISBN 978-7-313-24066-8

I. ①工… II. ①陈… ②王… III. ①工程制图—高等职业教育—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 219635 号

工程制图

GONGCHENG ZHITU

主 编: 陈晓罗 王守志

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

印 制: 大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

字 数: 370 千字

版 次: 2021 年 11 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-24066-8

定 价: 55.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 19 插页 1

印 次: 2023 年 12 月第 2 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如您发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0316-8836866

工程制图是高等职业教育装备制造大类各专业的基础课,其主要的研究对象是工程图样。

在现代工业生产中,工程图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的重要文件,是指导生产的重要依据,是“工程界的语言”。绘制和识读工程图样是工程技术人员必备的技能。

工程制图课程的任务是培养学生的空间思维能力、绘制和识读工程图样的能力,以及良好的职业素养,为其后续专业课程的学习和日后的工作打下基础。

本书具有如下特点:

(1)教学内容的选取遵循理论够用、突出应用的原则,围绕图例讲解有关知识点,文字叙述通俗易懂。

(2)依据现行的“机械制图”和“技术制图”国家标准。

(3)增加了计算机绘图的内容,介绍了使用计算机绘图软件绘制工程图的方法和步骤,实现了工程制图与计算机绘图的融合。

本书由天津电子信息职业技术学院陈晓罗、天津中德应用技术大学王守志任主编,天津电子信息职业技术学院王军红、史卫华任副主编。其中,模块一、模块二和模块十由陈晓罗编写,模块四和模块九由王守志编写,模块三、模块五和模块八由王军红编写,模块六和模块七由史卫华编写。

本书由天津职业技术师范大学邓三鹏教授主审。邓教授在审稿过程中提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,恳请广大读者对书中的不足之处提出意见和建议。

编 者

目录

模块一

1

制图基本知识 1

课题一 制图国家标准的基本规定 1

课题二 常用绘图工具及其使用方法 11

课题三 几何作图 13

课题四 平面图形的画法及尺寸标注 17

课题五 徒手绘图 19

模块二

2

投影法基础 22

课题一 投影法与三视图 22

课题二 点、直线和平面的投影 26

课题三 立体的投影 36

课题四 立体表面交线 39

模块三

3

组合体 52

课题一 组合体的形体分析 52

课题二 组合体的画法及尺寸标注 57

课题三 组合体读图 63

模块四

4

轴测图 66

课题一 轴测图的基本知识 66

课题二 正等轴测图 67

课题三 斜二等轴测图 71

模块五

5

机件的常用表达方法	73
课题一 视图	73
课题二 剖视图	76
课题三 断面图	83
课题四 其他常用表达方法	86
课题五 表达方法综合应用	88

模块六

6

标准件和常用件	91
课题一 螺纹	91
课题二 螺纹紧固件	96
课题三 键与销	101
课题四 齿轮	104
课题五 滚动轴承	109
课题六 弹簧	112

模块七

7

零件图	115
课题一 零件图概述	115
课题二 零件的工艺结构	116
课题三 零件表达方案的选择	120
课题四 零件图的尺寸标注	123
课题五 零件图的技术要求	127
课题六 零件图的识读	137
课题七 零件的测绘	140

模块八

8

装配图	146
课题一 装配图概述	146
课题二 装配图的视图选择和画法	147
课题三 装配图的尺寸标注和技术要求	152
课题四 装配图中的零件序号和明细栏	153
课题五 装配结构	154
课题六 由零件图画装配图	157
课题七 读装配图和拆画零件图	160

模块九

9

其他工程图	165
课题一 表面展开图	165
课题二 焊接图	171
课题三 电气制图	177
课题四 房屋建筑图	188
课题五 化工制图	196

模块十

10

AutoCAD 计算机绘图	203
课题一 AutoCAD 绘图基础	203
课题二 AutoCAD 绘制平面图形	218
课题三 AutoCAD 绘制工程图	256

附录

.....	267
附录 A 螺纹	267
附录 B 螺纹紧固件	270
附录 C 键与销	280
附录 D 滚动轴承	282
附录 E 技术要求	284
附录 F 常用材料及热处理	294

参考文献	297
------------	-----



模块一 制图基本知识



知识目标

熟悉制图国家标准关于图幅、比例、字体、图线、尺寸注法等的基本规定；
掌握常用绘图工具的使用方法；
熟悉常见几何图形的作图方法；
掌握平面图形的分析与绘制方法；
掌握徒手绘制草图的方法。



技能目标

能够正确分析、绘制平面图形；
能够正确标注尺寸。



课题一 制图国家标准的基本规定

一、图纸幅面和格式

1. 图纸幅面

图纸幅面是指绘制工程图时所使用图纸的大小。为了合理使用图纸和便于资料管理，绘图用的图纸尺寸应符合表 1-1 的规定。基本幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。必要时，也允许选用国家标准所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，如图 1-1 所示。

表 1-1 图纸幅面代号和尺寸

单位: 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		

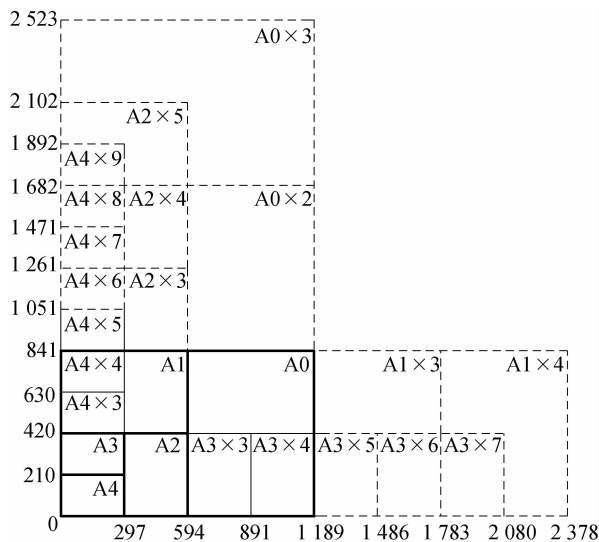


图 1-1 图纸的幅面及加长尺寸

2. 图框格式

在绘制图样时,图纸上必须用粗实线绘制出图框,其格式分为留有装订边和不留装订边两种。需要装订的图样应留装订边,其图框格式如图 1-2 所示。不需要装订边的图框格式如图 1-3 所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式,图样必须画在图框之内。

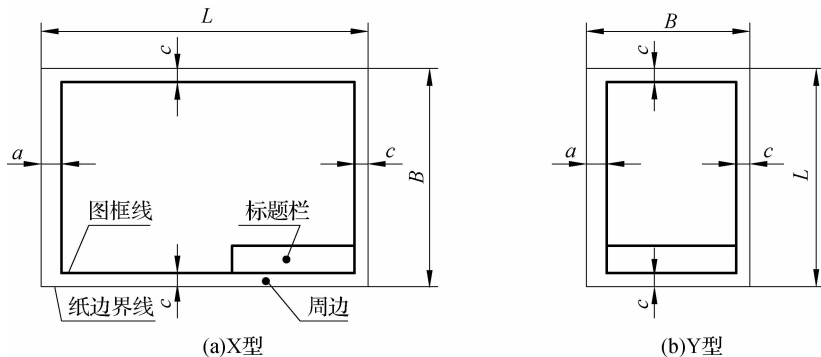


图 1-2 留有装订边的图框格式

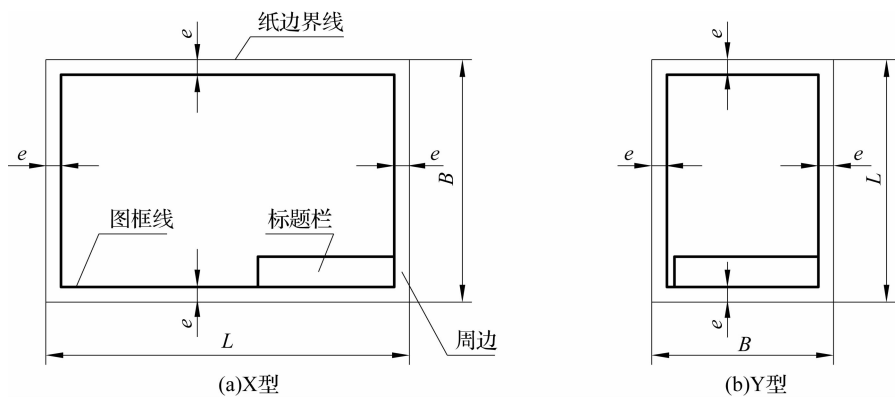


图 1-3 不留装订边的图框格式

3. 标题栏

标题栏位于图纸的右下角,其格式、内容和尺寸在国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)中已做了规定。为了简化作图,在制图作业中建议采用如图 1-4 所示的简易标题栏格式。

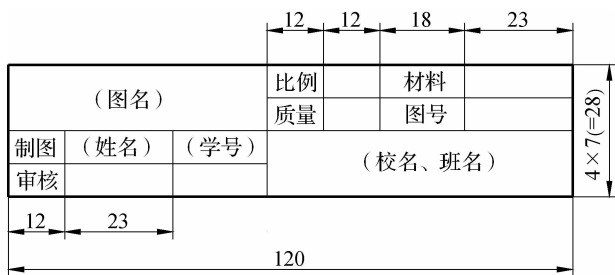


图 1-4 简易标题栏格式

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2(a)和图 1-3(a)所示;当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2(b)和图 1-3(b)所示。看图的方向要与看标题栏的方向一致。

二、比例

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

- (1)原值比例。原值比例是比值为 1 的比例,即 1 : 1。
- (2)放大比例。放大比例是比值大于 1 的比例,如 2 : 1 等。
- (3)缩小比例。缩小比例是比值小于 1 的比例,如 1 : 2 等。

绘图时应尽量采用原值比例,需要按比例绘制图样时,从表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-2 常用比例(摘自 GB/T 14690—1993)

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1 : 1	—
放大比例	2 : 1, 5 : 1, 1×10^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

续表

缩小比例	1:2, 1:5, 1:10, 1:1×10 ⁿ , 1:2×10 ⁿ , 1:5×10 ⁿ	1:1.5, 1:2.5, 1:3, 1:4, 1:6, 1:1.5×10 ⁿ , 1:2.5×10 ⁿ , 1:3×10 ⁿ , 1:4×10 ⁿ , 1:6×10 ⁿ
------	---	---

注: n 为正整数。

三、字体

图样上除了表达物体形状的图形外,还要用数字和文字说明物体的大小、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。

(1)字体的号数代表字体的高度 h ,其公称尺寸系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、
5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。

(2)汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行《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 $h/\sqrt{2}$ 。

(3)字母和数字分为 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/14$,B 型字
体的笔画宽度 d 为字高的 $1/10$ 。在同一张图样上,只允许选用一种形式的字体。

(4)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° 。

图 1-5 和图 1-6 所示为图样上常见字体的书写示例。

字体端正 笔画清楚
排列整齐 间隔均匀
横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

图 1-5 长仿宋字



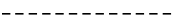
图 1-6 数字和字母

四、图线

1. 基本线型

国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)规定了机械图样中常用
的九种图线的名称、形式、宽度及一般应用,具体内容如表 1-3 所示。

表 1-3 图线的名称、形式、宽度及一般应用

图线名称	线 型	线 宽	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$0.5d$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、指引线和基准线
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线
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
细双点画线		$0.5d$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等
波浪线		$0.5d$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$0.5d$	

2. 图线宽度

机械图样中采用粗、细两种线宽,其比例关系为 2 : 1。图线宽度 d 应根据图样的类型、大小、比例和缩微摄影的要求在下列数值中选取:0. 13 mm、0. 18 mm、0. 25 mm、0. 35 mm、0. 5 mm、0. 7 mm、1 mm、1. 4 mm、2 mm,优先采用 0. 5 mm 或 0. 7 mm。为了保证图样清晰易读,图样上应避免出现线宽小于 0. 18 mm 的图线。

图 1-7 所示为常用图线应用举例。

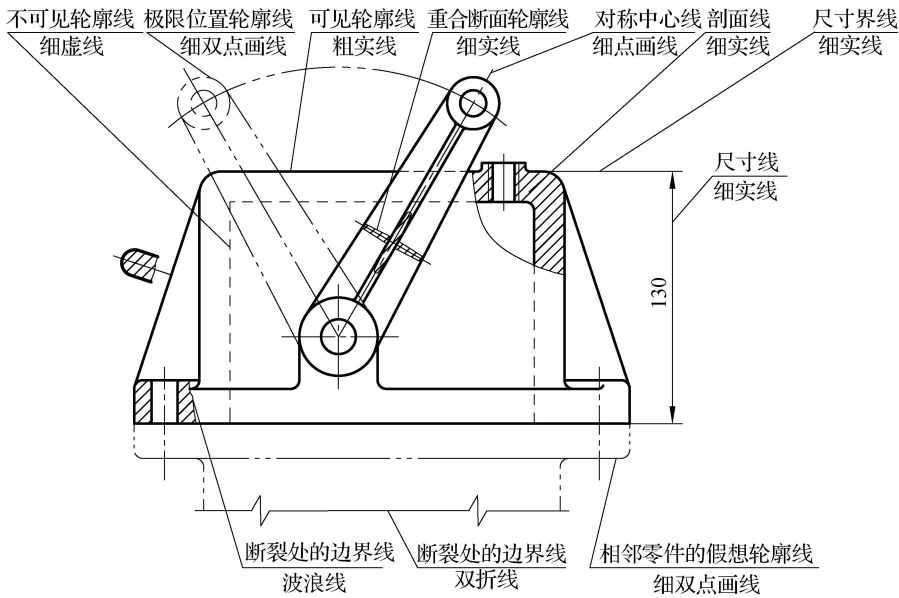


图 1-7 常用图线应用举例

3. 图线画法

图线画法有以下几个要点。

- (1)在同一图样中,同类图线的宽度应一致,虚线、点画线的线段长度和间隔应大致相同。

(2) 绘制圆的中心线时, 圆心应以线段相交, 中心线应超出圆的轮廓线 2~5 mm。

(3) 虚线与虚线或其他图线相交时, 应画成线段相交。虚线为粗实线的延长线时, 应留有空隙, 如图 1-8 所示。

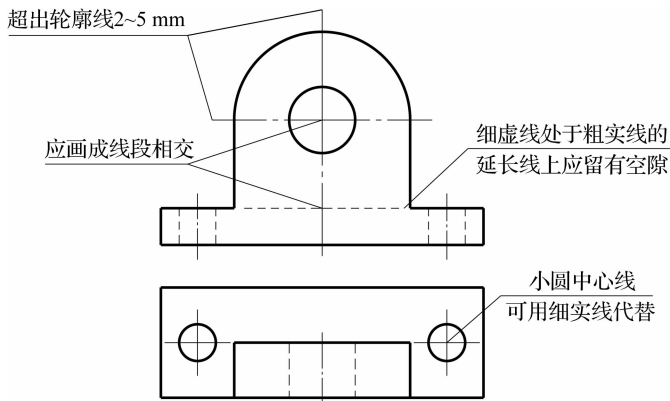


图 1-8 图线画法

五、尺寸注法

图形只能表示物体的形状, 而机件结构形状的大小和相对位置是由尺寸确定的。尺寸是图样中的重要内容之一, 是制造机件的依据。国家标准《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458. 4—2003) 规定了在图样中标注尺寸的基本方法。

1. 标注尺寸的基本规则

(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) 当图样中的尺寸以毫米为单位时, 无须标注单位符号(或名称)。若采用其他单位, 则应注明相应的单位符号。

(3) 图样中所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. 尺寸的组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个要素组成, 如图 1-9 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为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超出尺寸线终端 2 mm 左右。

2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制, 其终端有箭头和斜线两种形式。机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端, 当没有足够的位置画箭头或注写数字时, 允许用圆点或斜线代替箭头, 如图 1-10 所示。同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

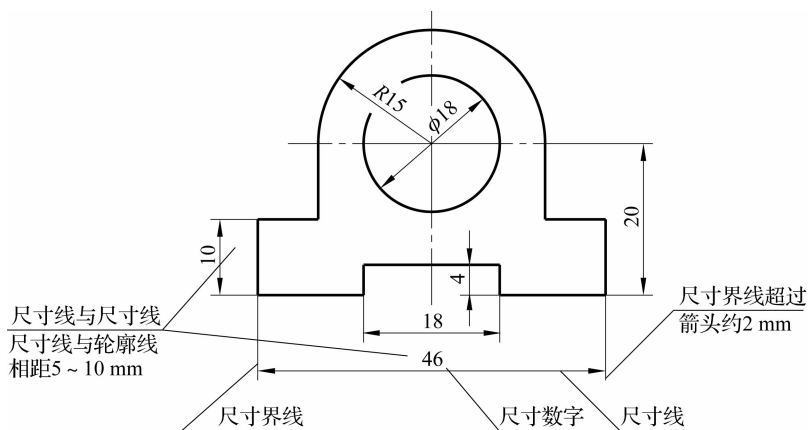


图 1-9 尺寸要素

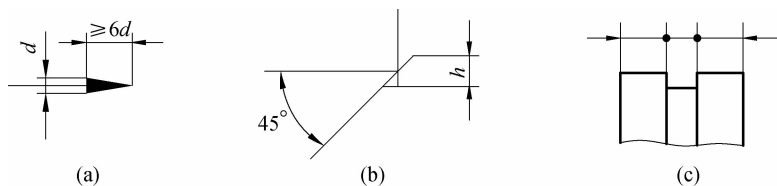


图 1-10 尺寸线终端

当标注线性尺寸时,尺寸线应与所标注的线段平行。尺寸线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。

3) 尺寸数字

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,且尺寸数字不可被任何图线通过,否则应将该图线断开。线性尺寸数字一般按图 1-11(a)所示的方向注写,即水平方向字头朝上,竖直方向字头朝左,倾斜方向的字头保持朝上的趋势,并尽量避免在图示 30° 所在范围内标注尺寸,当无法避免时,可按图 1-11(b)的形式标注。国标还规定了一些标注尺寸常用的符号和缩写词,具体内容如表 1-4 所示。

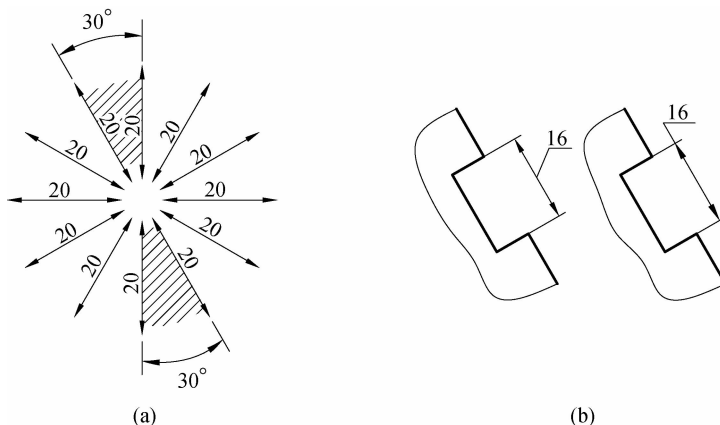


图 1-11 尺寸数字的注写方向

表 1-4 标注尺寸常用的符号和缩写词

名 称	符号或缩写词	名 称	符号或缩写词
直径	ϕ	斜度	$\angle$
半径	R	正方形	$\square$
球	S	深度	$\downarrow$
均布	EQS	沉孔或铰平	$\sqcup$
厚度	t	埋头孔	∇
45°倒角	C	锥度	$\triangleright$

常见尺寸注法示例如表 1-5 所示。

表 1-5 常见尺寸注法示例

尺寸注法	图 例	说 明
线性尺寸的注法	(a) (b)	① 尺寸线应与所标注的线段平行。并列尺寸的尺寸线由小到大、从内到外依次排列,如图(a)所示。串列尺寸的尺寸线箭头对齐,排成一条直线。 ② 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图(b)所示。尺寸界线超出尺寸线 2 mm 左右。 ③ 尺寸线之间或尺寸线与尺寸界线之间应避免相交

续表

尺寸注法	图 例	说 明
圆的直径和圆弧半径的注法	(a) (b) (c)	①圆或者大于半圆的圆弧应标注直径,标注直径时,在尺寸数字前加注符号“ϕ”。小于等于半圆的圆弧应标注半径,标注半径时,在尺寸数字前加注符号“R”。 ②圆的直径和圆弧的半径的尺寸线的终端应画成箭头,并按图(a)所示方法标注。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(b)的形式标注。若不需要标出其圆心位置时,可按图(c)的形式标注
角度尺寸的注法		①标注角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线应画成圆弧,圆心是该角的顶点。 ②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。必要时也可用指引线引出标注

续表

尺寸注法	图 例	说 明
均匀分布的重复结构要素的尺寸注法	(a) (b) (c)	零件中成规律分布的重复结构,允许只绘制其中一个或几个完整的结构,并用中心线反映其分布情况,如图(a)所示。在同一图形中,尺寸相同的孔、槽等要素可仅在一个要素上注出其尺寸和数量,并用缩写词“EQS”表示“均匀分布”,如图(b)所示;当组成要素的定位和分布情况在图形中已明确时,可不注其角度,并省略“EQS”,如图(c)所示
对称图形采用简化画法时的尺寸注法	对称符号	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线或断裂处的边界线,此时仅在尺寸线的一端画出箭头

课题二 常用绘图工具及其使用方法

一、图板和丁字尺

图板是用来铺放、固定图纸用的矩形木板,板面要求平整,左边为导边,必须平直。图纸用胶带纸固定在图板上,如图 1-12(a)所示。当图纸较小时,应将图纸铺贴在图板靠近左上方的位置。

丁字尺由尺头和尺身两部分组成。它主要用来画水平线,其头部必须紧靠绘图板左边,然后用丁字尺的上边画线。移动丁字尺时,用左手推动丁字尺头沿图板上下移动,把丁字尺调整到准确的位置,然后压住丁字尺进行画线。画水平线是从左向右画,铅笔前后方向应与纸面垂直,而在画线前进方向倾斜约 30° ,如图 1-12(b)所示。

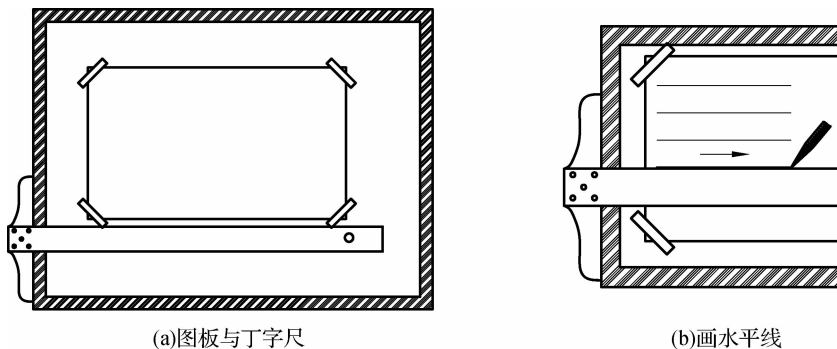


图 1-12 图板与丁字尺的用法

二、三角板

一副三角板由 45° 和 $30^\circ(60^\circ)$ 两块组成。三角板与丁字尺配合使用,可画垂直线以及与水平方向成 30° 、 45° 、 60° 的倾斜线;两块三角板可画与水平线成 15° 、 75° 的倾斜线,还可画任意已知直线的平行线或垂直线,如图 1-13 所示。

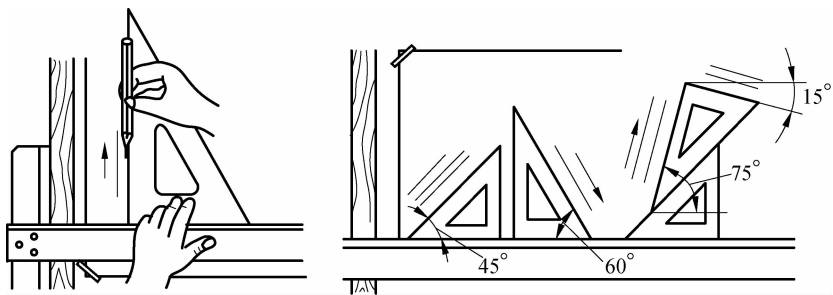


图 1-13 三角板的用法

三、圆规与分规

1. 圆规

圆规用来画圆和圆弧。画圆时,圆规的钢针应使用有台阶的一端,以避免图纸上的针孔不断扩大,并使笔尖与纸面垂直。圆规的用法如图 1-14 所示。

2. 分规

分规是用来截取线段、等分直线或圆周,以及从尺上量取尺寸的工具。分规的两个针尖并拢时应对齐。分规的用法如图 1-15 所示。

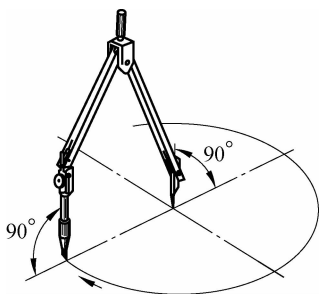


图 1-14 圆规的用法

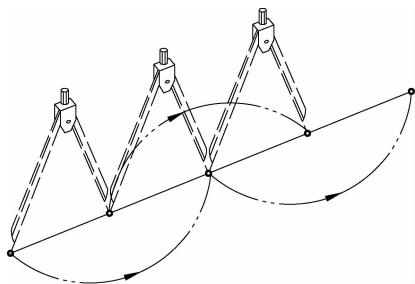


图 1-15 分规的用法

四、铅笔

绘图铅笔用 B 和 H 表示铅笔的软硬程度。B 表示软性铅笔,B 前面的数字越大,表示铅芯越软。H 表示硬性铅笔,H 前面的数字越大,表示铅芯越硬。HB 表示铅芯软硬适中。画细线常用 H 或 2H 铅笔,画粗线常用 B 或 2B 铅笔,写字常用 HB 铅笔。

五、曲线板



图 1-16 曲线板

曲线板是用来绘制曲率半径不同的非圆曲线的工具,如图 1-16 所示。

作图时,先用铅笔徒手把各点依次连成曲线;然后找出曲线板上与曲线相吻合的线段,每次至少要吻合四个点(三段线),画出前两段曲线,按同样的方法找出下一段,相邻曲线段之间应留一小段共同段作为过渡,即应有一小段与已画曲线段重合,以保证最后画成的曲线光滑、

流畅,如图 1-17 所示。

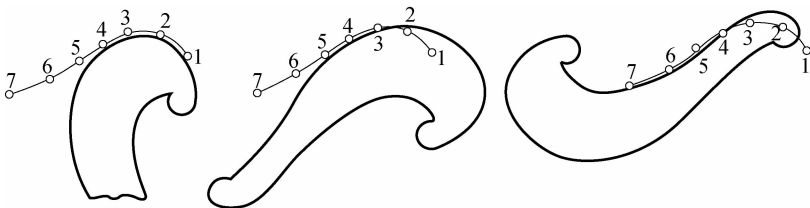


图 1-17 曲线板的用法

课题三 几何作图

一、等分作图

1. 等分线段

已知线段 AB , 将其五等分, 作图过程如图 1-18 所示。过线段 AB 的一个端点 A , 作一条与 AB 成任意角度的线段 AC , 在此线段上截取五等份。将最后的等分点 5 与端点 B 连接, 过点 4、点 3、点 2、点 1 分别作线段 $5B$ 的平行线, 与线段 AB 的交点 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 即为所需等分点。

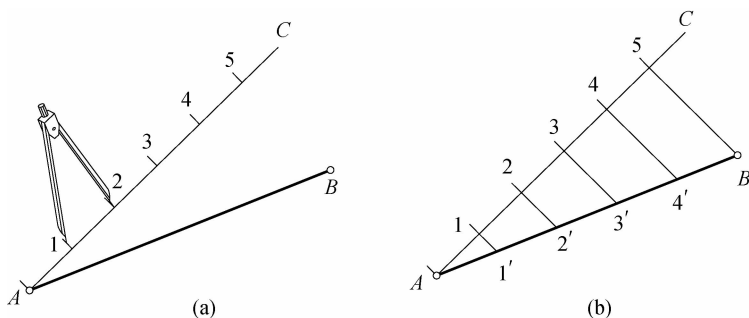


图 1-18 等分线段

2. 等分圆周

1) 等分圆周作正五边形

已知外接圆直径, 绘制正五边形的方法如图 1-19 所示。

(1) 取外接圆半径 OA 的中点 D 。

(2) 以 D 点为圆心、 DE 为半径画圆弧交水平直径于 F 点, EF 即为正五边形的边长。

(3) 以 E 点为圆心、 EF 为半径画圆弧, 等分圆周得到顶点 2、5, 以同样的方法继续等分圆周, 共得到五个顶点 1、2、3、4、5; 依次连接各点, 得正五边形。

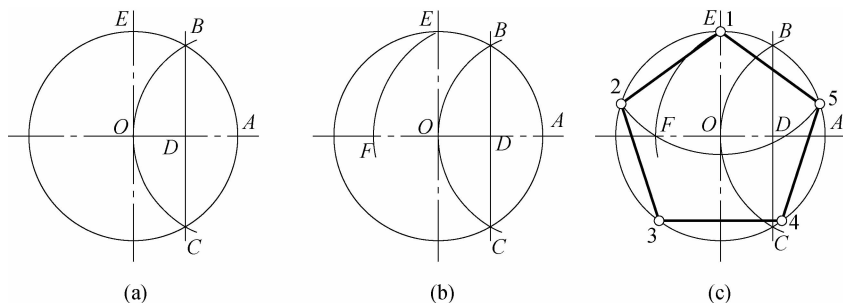


图 1-19 正五边形的作法

2) 等分圆周作正六边形

(1) 用三角板与丁字尺。已知外接圆直径, 使用 30° (60°) 三角板与丁字尺配合作图, 如图 1-20(a) 所示。过 A 、 B 两点用三角板直接画出六边形的四条边, 再用丁字尺分别连接 1、2

和 3、4, 即得正六边形。

(2) 用圆规。已知外接圆直径, 使用圆规直接等分, 如图 1-20(b) 所示。以 A、D 两点为圆心, 以外接圆半径为半径, 画弧交外接圆于 B、F、C、E, 则 A、B、C、D、E、F 即为圆周的六等分点, 连接各点即得正六边形。

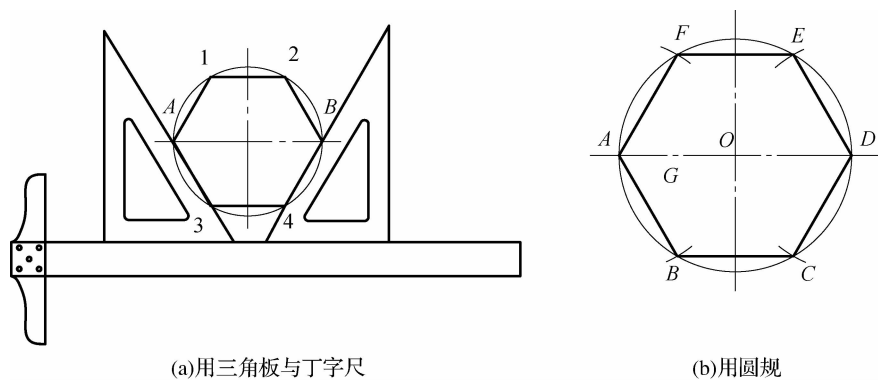


图 1-20 正六边形的作法

二、斜度与锥度

1. 斜度

斜度是指一直线或平面对另一直线或平面的倾斜程度, 其大小用倾斜角的正切值来表示, 并把比值写成 $1:n$ 的形式, 即斜度 $= \tan \alpha = H:L = 1:n$ 。

斜度符号的斜线方向应与斜度方向一致, 如图 1-21(a) 所示, 其中 h 为字高。若已知线段的斜度为 $1:4$, 其作图方法如图 1-21(b) 所示。

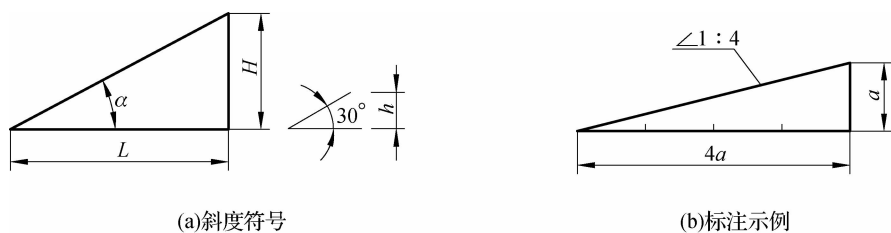


图 1-21 斜度的画法

2. 锥度

锥度是指圆锥的底圆直径 D 与高度 H 之比或圆锥台的上、下底圆直径之差 $D-d$ 与圆锥台高度 h 之比, 通常, 锥度也要写成 $1:n$ 的形式, 即锥度 $= 2 \tan \alpha = D:H = (D-d):h = 1:n$ 。

锥度符号的方向应与锥度方向一致, 锥度的作图方法如图 1-22(a) 所示。若已知直线段的锥度为 $1:3$, 其作图方法如图 1-22(b) 所示。

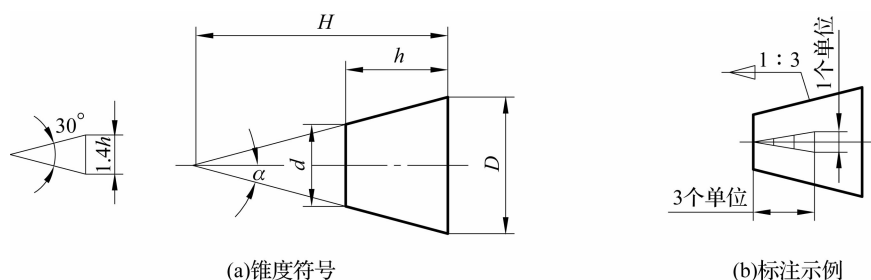


图 1-22 锥度的画法

三、椭圆画法

1. 同心圆法

同心圆法的作图步骤如图 1-23(a)所示。

- (1) 分别以长、短轴为直径作同心圆。
- (2) 过圆心 O 作一系列放射线, 分别与大圆和小圆相交, 得若干点。
- (3) 过大圆上的各交点引竖直线, 过小圆上的各交点引水平线, 对应同一条放射线的竖直线和水平线交于一点, 如此可得一系列交点。
- (4) 光滑地连接各交点及 A 、 B 、 C 、 D 即得椭圆。

2. 四心法

四心法的作图方法如图 1-23(b)所示。

- (1) 过 O 点分别作长轴 AB 及短轴 CD 。
- (2) 连接 AC , 以 O 为圆心、 OA 为半径画弧交 CD 延长线于 E , 再以 C 为圆心、 CE 为半径画弧交 AC 于 F 。
- (3) 作线段 AF 的中垂线, 分别交长、短轴于 O_1 、 O_2 , 并作 O_1 、 O_2 的对称点 O_3 、 O_4 , 即求出四段圆弧的圆心。
- (4) 分别以 O_1 、 O_3 和 O_2 、 O_4 为圆心、 O_1A 和 O_2C 为半径画圆弧, 使四段圆弧相切于 K 、 H 、 M 、 N 点, 光滑连接即得椭圆。



四心法(画椭圆)

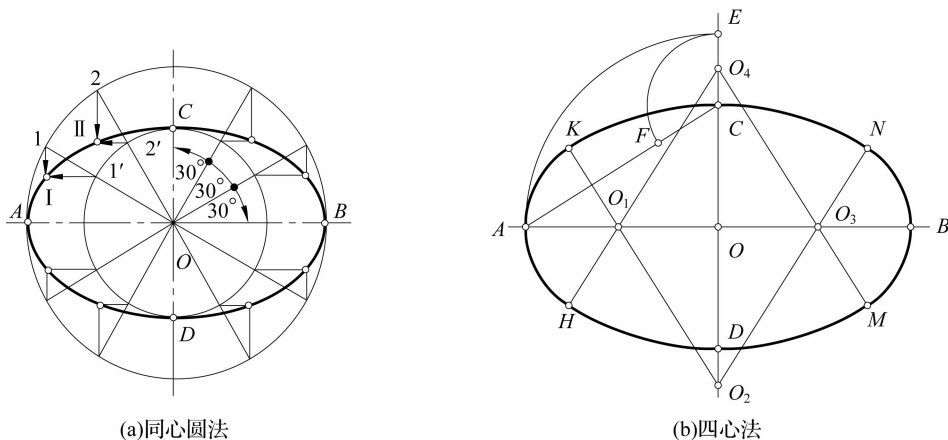
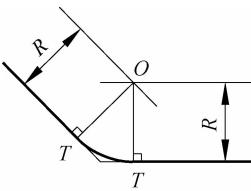
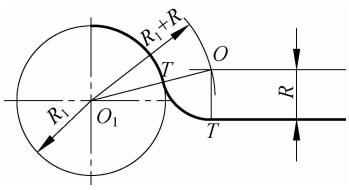
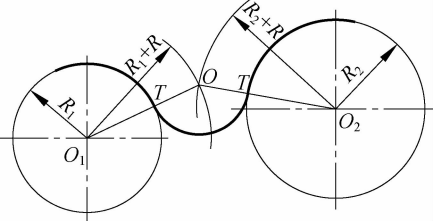
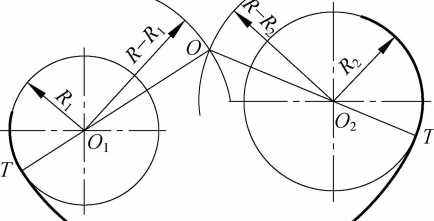


图 1-23 椭圆的近似画法

四、圆弧连接

用一段圆弧光滑连接相邻两条线段(直线或圆弧)的作图方法称为圆弧连接。要保证线段间光滑连接,必须使线段与线段在连接处相切。用以连接其他线段的圆弧称为连接弧,被连接的线段称为已知线段,为了使连接弧与相邻的直线或圆弧相切,必须准确作出连接弧的圆心和切点。圆弧连接的作图方法如表 1-6 所示。

表 1-6 圆弧连接的作图方法

类 型	作图方法	步骤说明
圆弧连接两已知直线		①求连接弧圆心 O。作已知直线的平行线,间距为 R,两条轨迹线的交点即为 O。 ②求切点。过圆心作已知直线的垂线,垂足 T 即为切点。 ③画连接弧。以 O 为圆心、R 为半径在两切点之间画圆弧
圆弧连接已知直线和圆弧		①求连接弧圆心 O。以 $R_1 + R$ 为半径作已知圆 O_1 的同心圆,以 R 为间距作已知直线的平行线,两条轨迹线相交得 O。 ②求切点。连接 OO_1,与圆 O_1 相交于 T,过 O 作已知直线的垂线得垂足 T。 ③画连接弧。以 O 为圆心、R 为半径在两切点之间画圆弧
圆弧外切连接两已知圆弧		①求连接弧圆心 O。分别以 $R + R_1$、$R + R_2$ 为半径, O_1、O_2 为圆心,画圆弧交于 O。 ②求切点。分别连接 OO_1、OO_2,与已知弧交于切点 T。 ③画连接弧。以 O 为圆心、R 为半径在两切点之间画圆弧
圆弧内切连接两已知圆弧		①求连接弧圆心 O。分别以 $R - R_1$、$R - R_2$ 为半径, O_1、O_2 为圆心,画圆弧交于 O。 ②求切点。分别连接 OO_1、OO_2 并延长,与已知弧交于切点 T。 ③画连接弧。以 O 为圆心、R 为半径在两切点之间画圆弧

课题四 平面图形的画法及尺寸标注

平面图形是由若干直线和曲线按一定关系连接而成的封闭图形,线段的形状、大小,线段之间的相对位置和连接关系是由给定尺寸确定的。在平面图形中,有些线段的尺寸已完全给定,可以直接画出,而有些线段要根据相切的连接关系才能画出。因此,绘图前应对所绘图形进行分析,以确定正确的作图方法和步骤。下面以图 1-24 所示手柄的平面图形为例进行尺寸和线段分析。

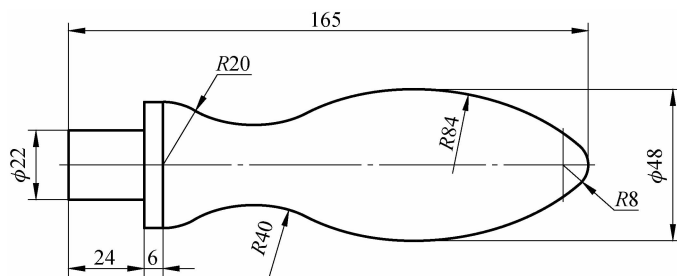


图 1-24 手柄的平面图形

一、平面图形的分析

1. 尺寸分析

平面图形中的尺寸按其作用可分为定形尺寸和定位尺寸两大类。

1) 定形尺寸

确定图形中各线段形状大小的尺寸称为定形尺寸,如图 1-24 中的 $\phi 22$ 、24、6、 $R20$ 、 $R40$ 、 $R84$ 、 $R8$ 等。

2) 定位尺寸

确定图形中各线段间相对位置的尺寸称为定位尺寸,如图 1-24 中的 165、 $\phi 48$ 。

3) 尺寸基准

定位尺寸通常以图形的对称线、圆的中心线以及其他线段作为标注尺寸的起点,这些起点称为尺寸基准。一个平面图形有长度和高度两个方向的尺寸基准。在每个方向上有一个主要尺寸基准,还可以有一个或几个辅助尺寸基准。

2. 线段分析

平面图形中的线段,根据其尺寸是否齐全可分为已知线段、中间线段和连接线段三类。

1) 已知线段

有齐全的定形尺寸和定位尺寸的线段称为已知线段,作图时可以根据已知尺寸直接绘出,如图 1-24 中的尺寸 $\phi 22$ 、24、6、 $R20$ 及 $R8$ 。

2) 中间线段

有定形尺寸和一个定位尺寸的线段称为中间线段,另一个定位尺寸可根据与相邻已知线段的几何关系求出,如图 1-24 中的 $R84$ 圆弧。

3) 连接线段

有定形尺寸而无定位尺寸的线段称为连接线段,可根据其与两端相邻的已知线段的连接关系求出,如图 1-24 中的 $R40$ 圆弧。

分析上述三类线段的定义,不难得出线段连接的一般规律:在两条已知线段之间可以有任意条中间线段,但有且只有一条连接线段。

二、平面图形的绘制步骤

(1) 画作图基准线、定位线,如图形的对称线、圆的中心线等,如图 1-25(a)所示。

(2) 画已知线段,如图 1-25(b)所示。

(3) 画中间线段,如图 1-25(c)所示。

(4) 画连接线段,如图 1-25(d)所示。

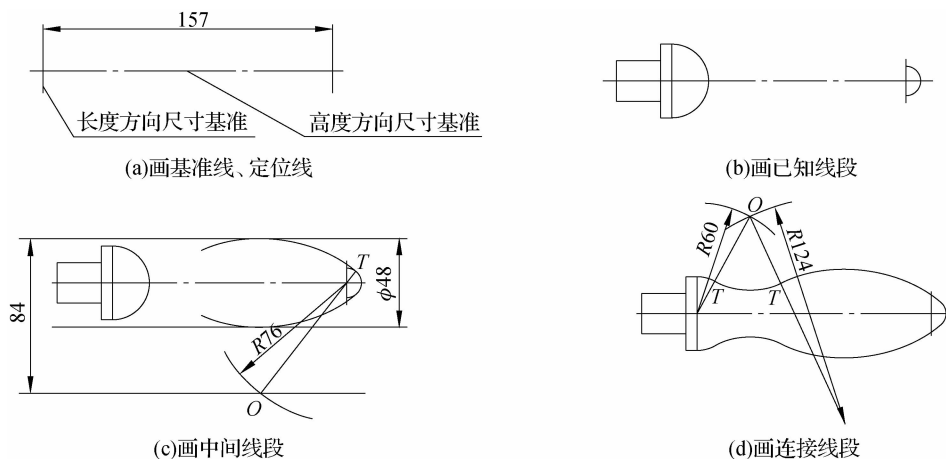


图 1-25 平面图形的绘制步骤

三、平面图形的尺寸标注

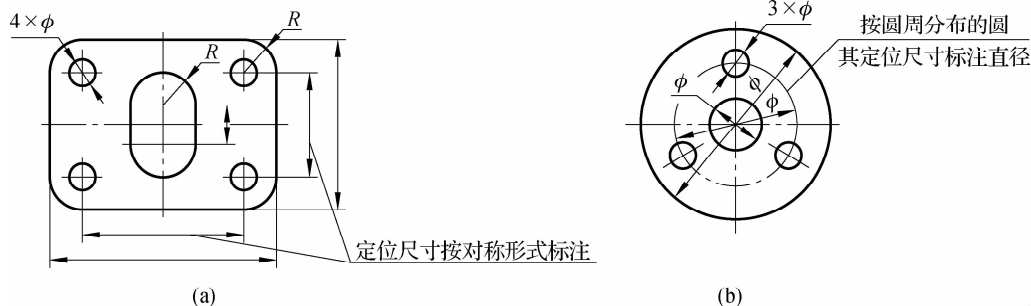
平面图形尺寸标注的基本要求是正确、完整(不重复或遗漏)、清晰。因此,在标注尺寸时应注意以下几点。

(1) 尺寸注法应遵守国家标准的基本规定,且标注尺寸时应注意布局合理,按照由小到大、由内到外的顺序排列尺寸,如图 1-26(a)所示。

(2) 按圆周分布的要素,其定位尺寸应标注直径,如图 1-26(b)所示。

(3) 当平面图形的两端是圆弧且是已知弧时,不必再标注总长,如图 1-26(c)(d)所示。

(4) 图中通过几何作图确定的线段无须标注尺寸,如图 1-26(d)所示。



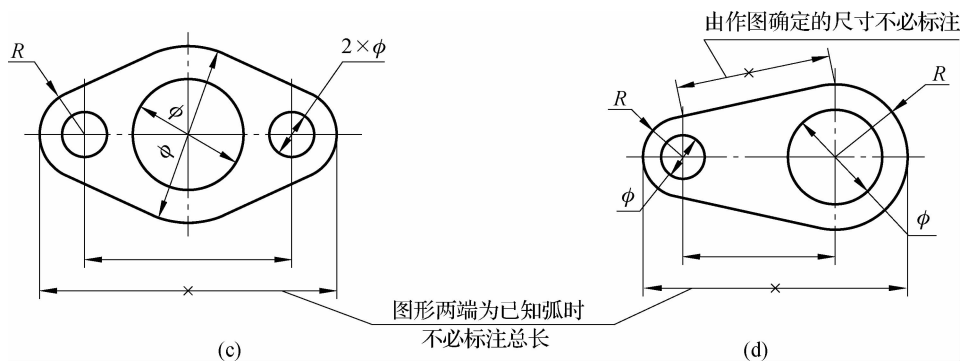


图 1-26 平面图形的尺寸标注示例

课题五 徒手绘图

一、徒手绘图的方法

徒手绘制的图又称为草图。它是一种以目测估计图形与实物的比例,按一定画法要求徒手绘制的图样。在讨论设计方案、现场测绘时常需要绘制草图,草图是工作图的原始资料,因此草图要求内容完整、图形正确、线型分明、比例匀称、字体工整、图面整洁。

物体的图形由直线、圆、圆弧及曲线组成,因此要画好草图,必须掌握徒手画各种线条的方法。

1. 直线的画法

画直线时握笔要稳而有力,离笔尖不要太近(约 35 mm),眼睛注视所画线的前方或终点,手腕以均匀的速度连续移动而画出,如图 1-27 所示。较长直线可分段画出,但应避免断续、歪斜和粗细不匀等弊病。

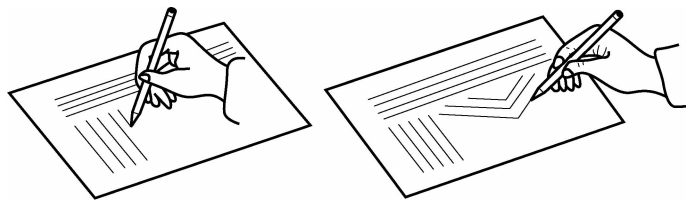


图 1-27 徒手画直线

2. 圆的画法

画直径较小的圆时,先画水平和垂直的两条中心线以确定圆心,再以半径目测确定中心线上的四个点,然后徒手将各点连成圆,如图 1-28(a)所示。画较大圆时,可过圆心作几条倾斜的直线,并定出半径的端点,再徒手光滑地连接成圆,如图 1-28(b)所示。

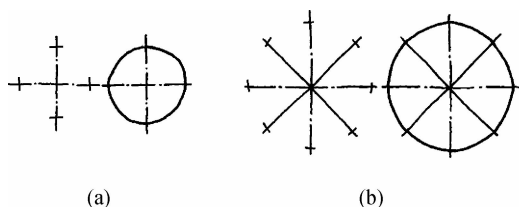


图 1-28 徒手画圆

3. 椭圆的画法

椭圆徒手作图的方法和步骤与徒手画圆基本相同,主要区别是估画出椭圆上的长短轴或共轭直径的端点,如图 1-29 所示。

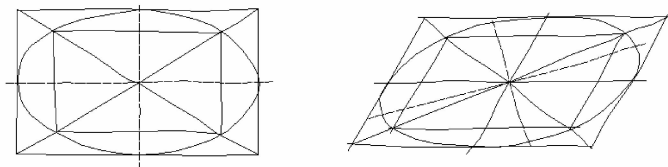


图 1-29 椭圆的画法

二、目测的方法

徒手绘图时,要保证物体各部分的比例。开始绘图时,整个物体的长、宽、高的相对比例一定要仔细拟定,然后在画中间部分和细节部分时,要随时将新测定的线段与已拟定的线段进行比较。因此掌握目测方法对画好草图十分重要。

在画中、小型物体的草图时,可用铅笔当直尺放在物体上测各部分的大小,然后按测量的大概尺寸画出草图,如图 1-30 所示。也可用此方法估计出各部分的相对比例,再按此比例画出缩小的草图。

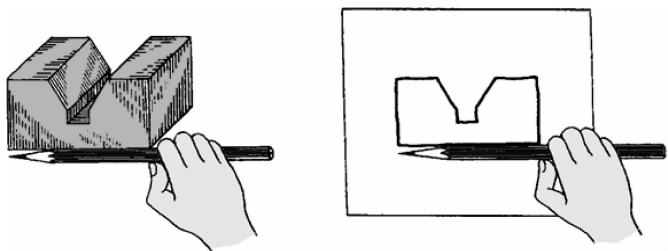


图 1-30 中、小型物体的目测

画较大物体的草图时,可用手握住一支铅笔进行目测,如图 1-31 所示。目测时,人的位置保持不动,握铅笔的手要伸直。人和物体的距离应根据所需图形的大小来确定。

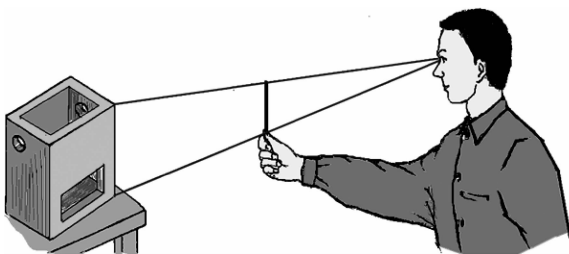


图 1-31 较大物体的目测

在绘制及确定各部分相对比例时,建议先画大体轮廓。对于比较复杂的物体的草图,更应如此。



知识总结与延伸

工程制图能力被认为是工程技术人员必备的一大技能。工程技术人员绘制工程图样和编制技术文件时必须遵守国家规定的规定。国家标准起到统一工程语言的作用。通过本模块的学习,学生可以养成严肃认真的学习习惯,对待图纸一线一字都不能马虎,增强责任感和使命感。



思考与练习

1. 图纸的基本幅面有几种? 每种长、宽各是多少?
2. 图框格式有几种? 尺寸是如何规定的?
3. $1:2$ 和 $2:1$ 哪一个是放大比例?
4. 图样中,尺寸的默认单位是什么? 尺寸数字注写时应注意什么?
5. 什么是斜度? 什么是锥度?
6. 尺规绘图的一般步骤是什么?
7. 什么是草图? 其一般在什么情况下使用?