

内 容 简 介

本教材是为适应高等职业教育教学改革与发展,面向高技能人才培养需要,总结作者多年教学经验和国家示范院校建设中课程教学改革成果的基础上编写的。

本教材共分七个模块:图样基础、立体的投影、轴测投影图、机件表达、标准件与常用件、零件图、装配图。其中模块一为图样基础部分,模块二、模块三为投影图部分,模块四~模块七为工程图部分。主要内容有制图标准,基本几何元素的投影,基本几何体的投影,截交线与相贯线,组合体的投影,轴测投影图,机件表达,标准件与常用件,零件图和装配图等。为方便读者使用,在模块六中较多地介绍了焊接图和钣金图等内容。

本教材可作为高职高专机械设计与制造、模具设计与制造、焊接技术及自动化、计算机辅助设计与制造、材料成型与控制工程等专业使用,同时出版的《工程制图习题集》与本书配套,可供读者选用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/吕波主编. —北京:北京邮电大学出版社,
2013. 4(2022. 7 重印)

ISBN 978-7-5635-3463-0

I. ①工… II. ①吕… 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(2013)第 065615 号

书 名: 工程制图

主 编: 吕 波

责任编辑: 滕 耘

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 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

印 张: 19.75

字 数: 487 千字

版 次: 2013 年 4 月第 1 版 2022 年 7 月第 6 次印刷

ISBN 978-7-5635-3463-0

定 价: 49.80 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

服务电话:400-615-1233

工程技术中,根据投影原理、标准或有关规定表示工程对象的形状、结构和大小,并有必要的技术说明的图称为图样。

图样是现代工业生产中最基本的技术文件,它能够简洁、清楚、直观地表达设计者的设计思想和意图,是工程界通用的技术语言。不同性质的生产部门对图样有不同的要求和名称,如建筑工程中使用的图样称为建筑图样,水利工程中使用的图样称为水利工程图样,机械制造中使用的图样则称为机械图样等。

任务一 制图标准

知识目标

学习并贯彻执行制图国家标准有关图幅、比例、字体、图线、尺寸标注等规定,初步奠定绘图基础;

了解并熟悉各种绘图工具的使用;

掌握绘制平面图形的基本方法与步骤。

技能目标

掌握绘图工具的使用;

能正确使用各种绘图工具绘制二维图并进行尺寸标注。

任务描述

看似复杂的各种工程图样是怎样绘制的,如何看懂工程图样呢?初学者面对一张工程图样,往往觉得很复杂,甚至无从下手。其实绘图和看图都是有一定规律可循的,工程图底稿最初都是按照有关标准和规定,利用工具、仪器或设备一步步绘制而成的,只要按照正确的方法和规律,工程图并不难掌握。国家标准《技术制图》和《机械制图》是工程制图的两个重要基础标准,是阅读和绘制工程图样的根本依据。我国国家标准对图样的画法、尺寸标注等内容均作了统一的规定。本模块仅就有关图幅、比例、字体、线型、尺寸标注等基本规定进行必要的学习。



任务分析

国家标准是国家颁布的法令性文件,具有强制性,必须严格遵照执行。《技术制图》和《机械制图》都为国家标准(简称国标),从范围上说,《机械制图》仅适用于机械行业,《机械制图》的规定可作为《技术制图》规定的补充,当《机械制图》标准与《技术制图》标准发生矛盾时,服从《技术制图》标准的规定。为便于指导生产和进行技术交流,正确地阅读和绘制工程图样,首先必须要学习并贯彻制图国家标准和有关规定。



相关知识

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面尺寸

绘制工程技术图样时,优先采用表 1-1 中的基本幅面规格尺寸和边框尺寸。必要时,可以加长幅面,加长幅面是按基本幅面的短边成整数倍增加。

表 1-1 基本幅面规格尺寸和边框尺寸

单位:mm

| 幅面代号 | | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|------|---|-----------|---------|---------|---------|---------|
| B×L | | 841×1 189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |
| 边框 | e | 20 | | 10 | | |
| | c | 10 | | | 5 | |
| | a | 25 | | | | |

各图纸基本幅面尺寸关系如图 1-1 所示,图中粗实线为基本幅面,即第一选择;细实线为加长幅面,即第二选择;虚线为加长幅面,即第三选择。沿着某一号幅面的长边对裁即为下一号幅面的大小。例如,沿 A1 幅面的长边对裁即为 A2 的幅面,以此类推。必要时,可以使用加长幅面。加长幅面是按基本幅面的短边成整数倍增加,以方便图纸的折叠。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线绘制图框线。需要装订的图框,如图 1-2 所示,边框有 a(装订边)和 c 两种尺寸;不需要留装订的图框,如图 1-3 所示,边框只有一种 e 尺寸。a、c、e 的尺寸见表 1-1 所示。装订时,一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

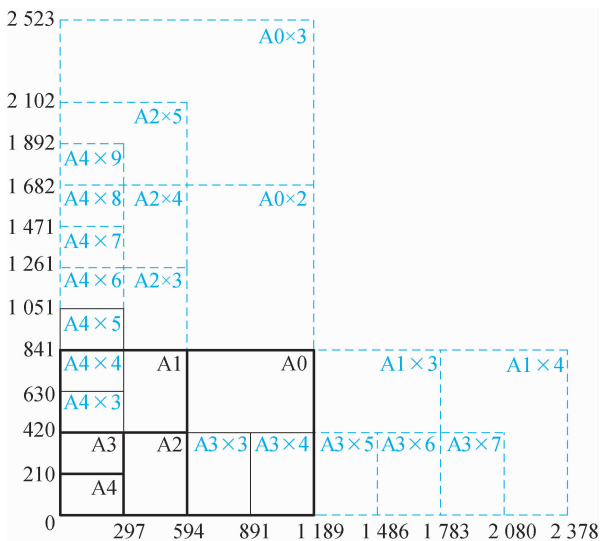


图 1-1 图纸基本幅面尺寸关系

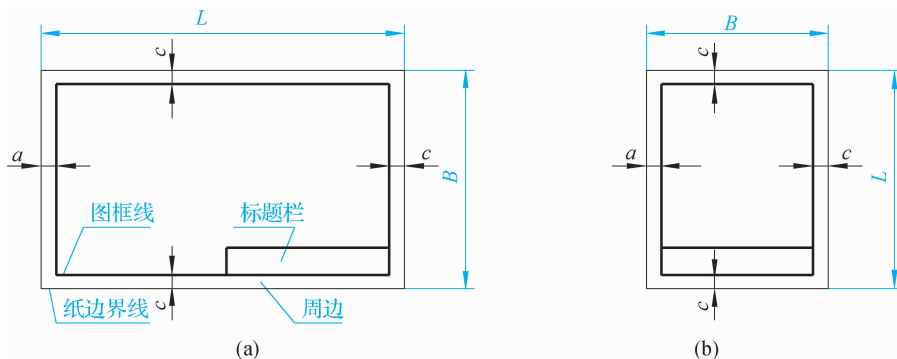


图 1-2 留有装订边的图框

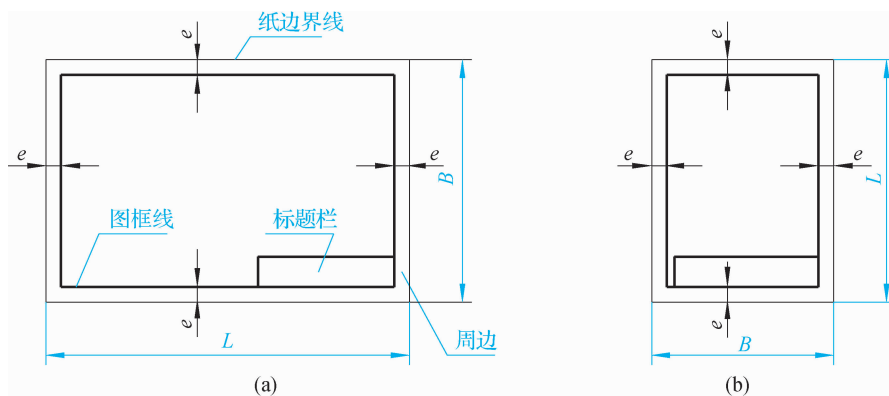


图 1-3 不留装订边的图框

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号,对中符号是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线,如图 1-4 所示。为表明看图方向,有时还在图框上画看图方向符号,见图 1-4 的倒三角符号。

3. 标题栏及其配置

每张图样必须绘制标题栏,标题栏应位于图纸的右下角,如图 1-2 或图 1-3 所示。此时,标题栏中文字的方向应为看图方向,也允许将标题栏放在图纸的右上角,但必须画上看图和绘图的方向符号,如图 1-4 所示。标题栏的格式由国家标准 GB/T 10609.1—2008 作了统一规定,如图 1-5 所示。

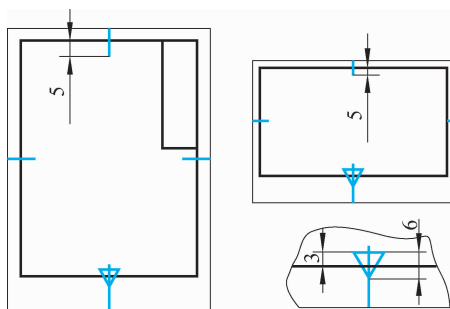


图 1-4 对中符号及绘图方向符号

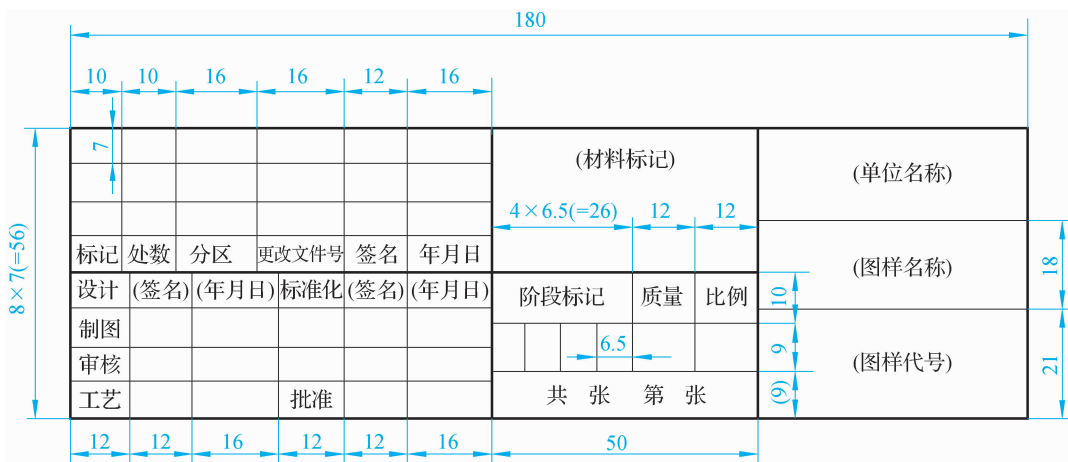


图 1-5 标题栏的格式和尺寸

在学校制图作业中,建议采用如图 1-6 所示的简化的标题栏格式。标题栏的外框线用粗实线、内框线用细实线绘制。

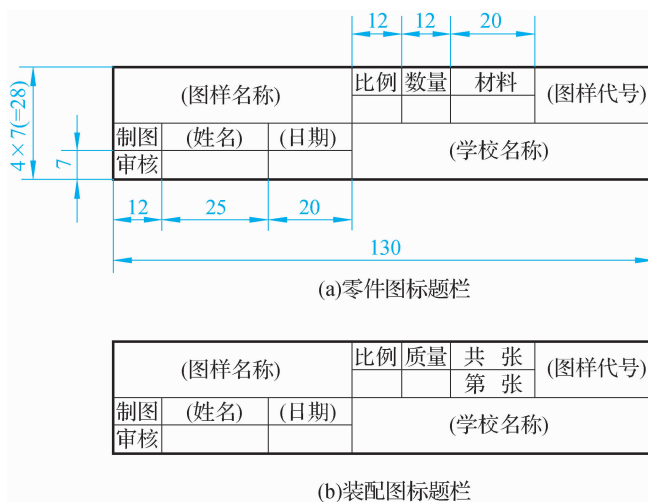


图 1-6 学校制图作业简化的标题栏

二、比例(GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。

绘制工程图样时,尽量采用 1 : 1 的比例画图,这样图样便可以反映实物的真实大小。否则,应根据机件大小选择放大或缩小的比例。图样中的比例一般应优先从表 1-2 中适当选取,必要时也允许选取表 1-3 中的比例。无论采用放大或缩小比例,图样中所标注的尺寸必须是机件的实际尺寸,与图样的准确程度和比例大小无关。

表 1-2 图样比例(一)

| 种 类 | 比 例 |
|------|--|
| 原值比例 | 1 : 1 |
| 放大比例 | 2 : 1 5 : 1 $1 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $5 \times 10^n : 1$ |
| 缩小比例 | 1 : 2 1 : 5 1 : 10 $1 : 1 \times 10^n$ $1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ |

注: n 为正整数。

表 1-3 图样比例(二)

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

比例一般应标在标题栏中的比例栏内,见图 1-5 和图 1-6,必要时可在视图名称下方或右侧标注。当机件上有较小或较复杂的结构需采用不同的比例表达时,可采用局部放大图来表示,并且比例需要单独标出,如图 1-7 所示。当绘制直径或厚度等于或小于 2 mm 的孔或薄片,以及绘制较小的斜度和锥度时,该部分可不按比例而夸大画出。

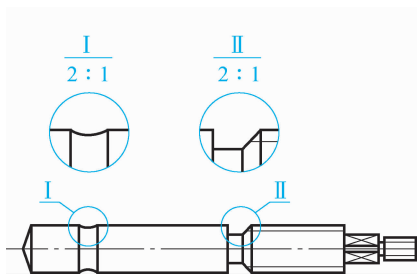


图 1-7 局部放大视图中的比例标注

图样中所标注的尺寸必须是机件的实际尺寸,与图样的准确程度和比例大小无关,如图 1-8 所示。

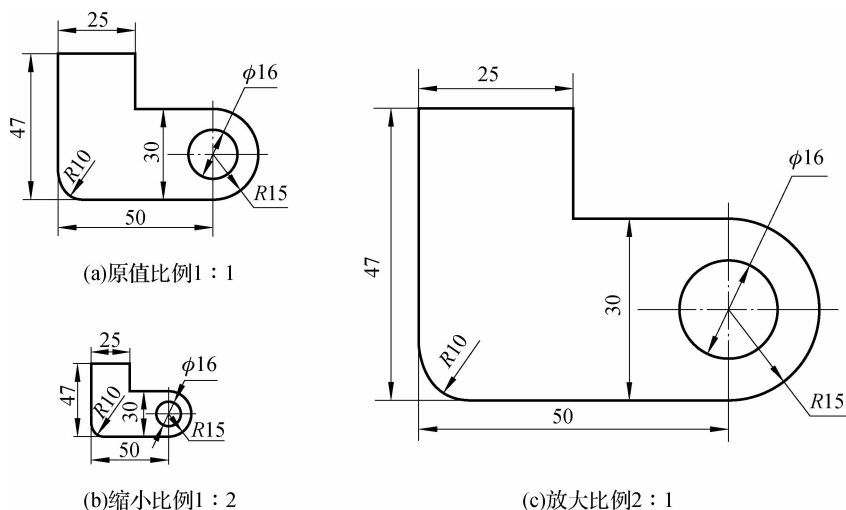


图 1-8 不同比例表达的图形

三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和其他内容。汉字要写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数就是以毫米为单位的字体的高度,其取值为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm 等,其他字号根据需要按 $\sqrt{2}$ 的倍数递增或递减。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。字与字间隔约为字高的 1/4,行与行的间隔约为字高的 1/3。数字及字母分为 A 型和 B 型,A 型字体的笔画宽度约为字高的 1/14,B 型字体的笔画宽度约为字高的 1/10。数字和字母均可写成斜体和直体,斜体字字体向右倾斜,与水平线成 75° 角。在同一图样中只允许选用一种型式的字体。字体具体示例如下。

1. 长仿宋体汉字示例

10号字 齿轮 机械设计研究院 技术要求

7号字 技术制图 表面去毛刺 未注倒角

5号字 制图 描图 审核 比例 日期 材料 图号

3.5号字 $\phi 20^{+0.021}_0$ $\phi 25^{+0.007}_{-0.020}$ Q235
R3 $2 \times 45^\circ$ M24—6H $\phi 60H7$ $\phi 30g6$

2. 拉丁字母示例

ABCDEFGHIJKLMN
abcdefghijklmn

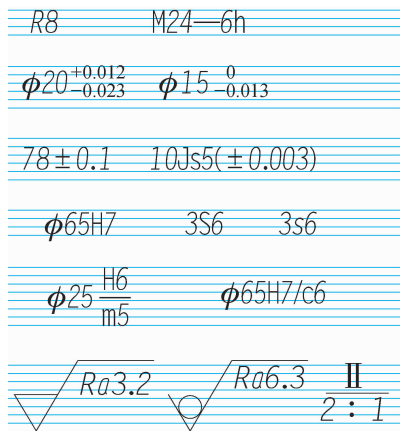
3. 斜体阿拉伯数字

123456789

4. 斜体罗马数字

I II III IV V VI VII VIII IX X

5. 综合举例



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

1. 基本线型

根据国家标准 GB/T 17450—1998 的规定绘制图样时,应采用技术制图标准规定的图线。图线基本线型共有 15 种。工程制图中要用到粗实线、细实线、细虚线、细点画线、波浪线、细双点画线、双折线、粗点画线、粗虚线 9 种图线。线型分粗、细两种,其中细线 6 种,粗线 3 种,粗线、细线的宽度比例为 2 : 1,见表 1-4。

表 1-4 基本线型及应用

| 图线名称 | 线型图示 | 图线宽度 | 应用 |
|-------|------|-------|--|
| 粗实线 | | d | 可见轮廓线、可见棱边线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆(线)、模样分型线等 |
| 细实线 | | $d/2$ | 过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、螺纹牙底线、范围线及分界线、重合断面的轮廓线、短中心线、尺寸线的起止线、表示平面的对角线等 |
| 细虚线 | | $d/2$ | 不可见轮廓线、不可见棱边线 |
| 细点画线 | | $d/2$ | 轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线、剖切线 |
| 波浪线 | | $d/2$ | 断裂处边界线、视图与剖视图的分界线 |
| 细双点画线 | | $d/2$ | 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、轨迹线、毛坯图中制成品的轮廓线、中断线等 |
| 双折线 | | $d/2$ | 断裂处边界线、视图与剖视图的分界线 |
| 粗点画线 | | d | 限定范围表示线 |
| 粗虚线 | | d | 允许表面处理的表示线 |

2. 图线的宽度

如图 1-9 所示为常见图线在图纸中的应用示例。

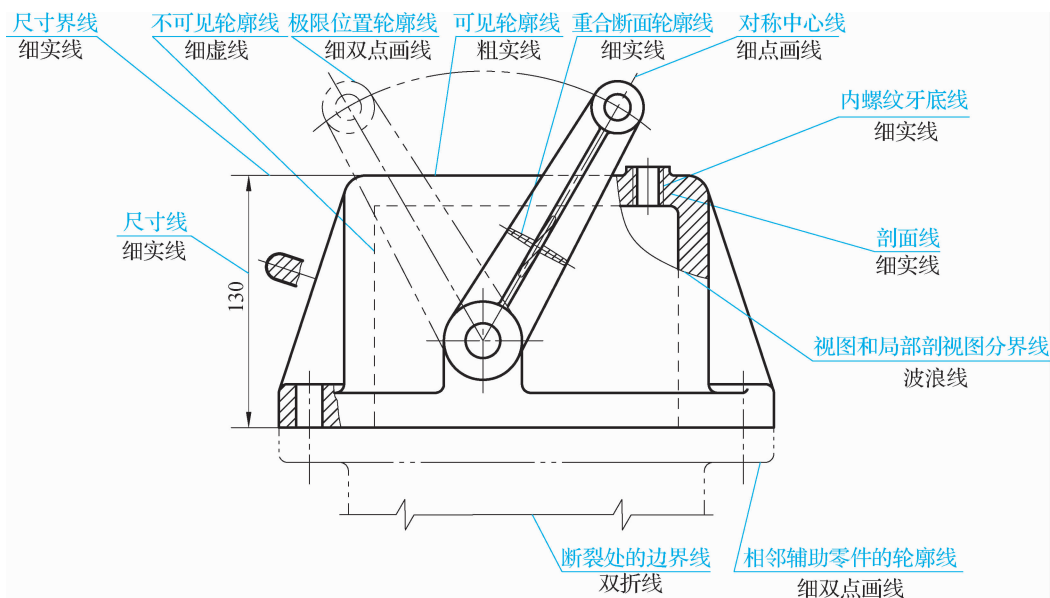


图 1-9 图线的应用示例

图线宽度分粗、细两种。粗线的宽度 d 应按图的大小和复杂程度, 在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选择, 常取 0.7 mm ; 细线的宽度约为 $d/2$ 。所有线型的图线宽度 d 应按图样的类型和尺寸在下列数系中选择: 0.13 mm 、 0.18 mm 、 0.25 mm 、 0.35 mm 、 0.5 mm 、 0.7 mm 、 1.0 mm 、 1.4 mm 、 2 mm 。

为了保证图样的清晰度、易读性和便于缩微复制, 应尽量避免采用小于 0.18 mm 的图线。在同一张图纸上, 同类图线的宽度应基本一致。

3. 画线时应注意的事项

(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画和间隔应相等。

(2) 图线之间相交、相切都应以线段相交或相切, 不应在空隙或短画处相交。

(3) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度, 其最小距离不小于 0.7 mm 。

(4) 绘制圆对称中心线时, 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。

(5) 在较小的图形上绘制点画线和双点画线有困难时, 可用细实线代替。

(6) 轴线、对称中心线、双折线和作为中断线的双点画线, 应超出轮廓线 $2 \sim 5 \text{ mm}$ 。

(7) 当虚线处于粗实线的延长线上时, 粗实线应画到分界点, 而虚线应留有空隙。当虚线圆弧与虚线直线相切时, 虚线圆弧的线段应画到切点, 而虚线直线需留有空隙。

(8) 图线不得与文字、数字或符号重叠, 不可避免时应首先保证文字、数字或符号的清晰, 而将图线断开。

(9)若各种图线重合,应按粗实线、点画线、虚线的先后顺序选用线型。当点画线、虚线等与粗实线重叠时,图线均画成粗实线。

常见图线画法正误对比如图 1-10 所示。

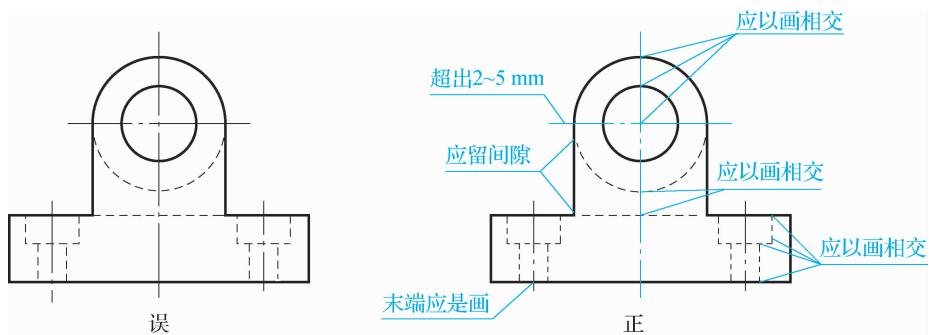


图 1-10 图线画法正误对比

五、绘图工具及使用

目前按照使用工具的情况,绘图分为计算机绘图(本书不做介绍)、尺规绘图和徒手绘图三种形式。后面两种都为手工绘图,是传统的绘图形式,与徒手绘图相比,尺规绘图应用更加广泛。因此,正确使用绘图工具和仪器进行手工绘图,是保证绘图质量和加快绘图速度的一个重要方面,即便是使用计算机绘图,其方法和步骤也是依据手工绘图的原理。因此,正确使用、维护绘图工具和仪器,熟练进行手工绘图,是养成良好绘图习惯和今后进行计算机绘图的必要基础。常用绘图工具主要有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、铅笔、橡皮和曲线板等。

1. 图板、丁字尺和三角板

1) 图板

图板主要用来固定图纸,作画图的垫板。它一般是用胶合板制成,板面光滑平整,四边用平直的硬木镶边,其左侧边称为导边。常用的图板规格有 0 号、1 号和 2 号。绘图之前要将图纸用胶带纸固定在图板的适当位置上,并保证图纸边缘与图板边缘平行,如图 1-11 所示。

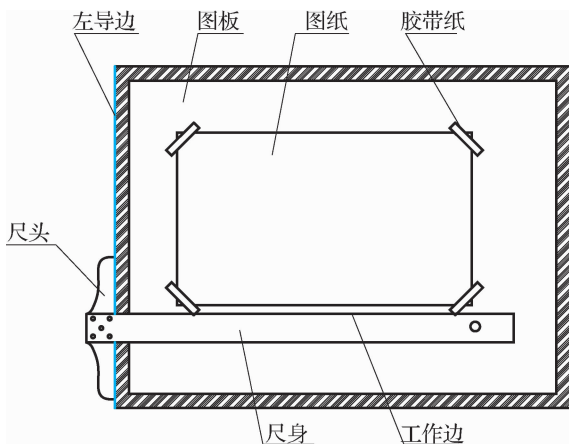


图 1-11 图纸的固定

2) 丁字尺

丁字尺有木质和有机玻璃两种。它是由相互垂直的尺头和尺身组成。使用时,左手扶住尺头,将尺头的内侧面紧贴图板的导边,上下移动丁字尺,自左向右,可画出不同位置的水平线,如图 1-12(a)所示。

3) 三角板

三角板一般由有机玻璃制成,有 45° 、 45° 、 90° 角和 30° 、 60° 、 90° 角的各一块。三角板与丁字尺配合使用可画垂直线和倾斜线,如图 1-12(b)、(c)所示。

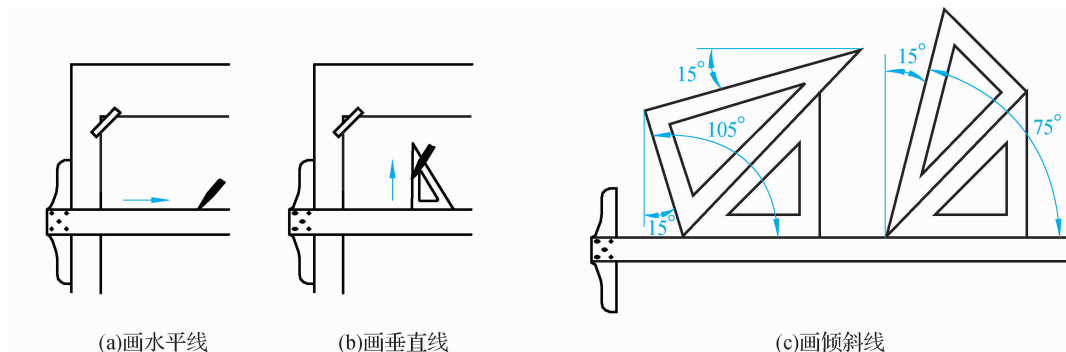


图 1-12 用图板、丁字尺和三角板画线

2. 圆规、分规

1) 圆规

圆规是画圆和圆弧的工具。圆规的一只脚上有活动针尖,针尖两端为一短尖一长尖,短尖是画圆或圆弧时定心用的,长尖作分规用;另一只脚上有活动关节,可随时装换铅芯插脚、鸭嘴插脚、作分规用的锥形钢针插脚。如图 1-13(a)所示,在使用圆规前,应先调整针脚,使针尖略长于铅芯。画图时,应将圆规向前进方向稍微倾斜;画较大圆时,应使圆规两脚都与纸面垂直,如图 1-13(b)所示。

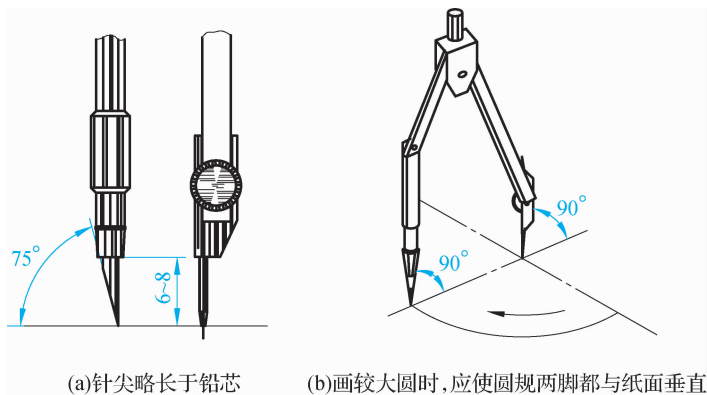


图 1-13 圆规的使用

2) 分规

分规用于等分和量取线段,如图 1-14 所示。分规两脚的针尖在并拢后,应能对齐,如

图 1-14(a)所示,用分规截取长度如图 1-14(b)所示,用分规等分线段如图 1-14(c)所示。



图 1-14 分规的使用

3. 铅笔

绘图铅笔的种类很多,一般根据铅芯的软硬不同,可将绘图铅笔划分成不同的等级。从最硬的 9H、中等硬度的 HB,一直到最软的 6B。“B”表示较软而浓,“H”表示轻淡而硬,“HB”表示软硬适中。制图中常用 H、HB、B 等型号的铅笔,可根据图线的粗细不同来选用不同等级。一般 2B 以上的较软绘图铅笔用于徒手草图绘制方案。除了用上述绘图铅笔外,也可以用活动铅笔作图,一般活动铅笔的铅芯有 0.5 mm、0.7 mm 和 0.9 mm 三种规格,硬度多为 HB 和 2B。通常用 H 或 2H 铅笔画底稿(细线),用 B 或 HB 铅笔加粗加深全图(粗实线),写字时用 HB 铅笔。2H、H、HB 铅笔修磨成圆锥形;B 铅笔修磨成扁铲形。铅笔的削法如图 1-15 所示。

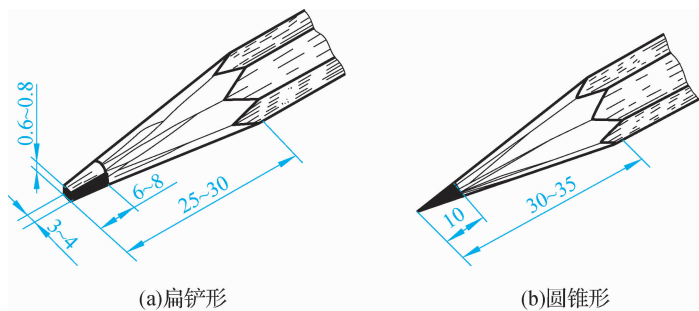


图 1-15 铅笔的削法

4. 曲线板

曲线板是用来绘制曲率半径不同的非圆自由曲线的工具。绘制非圆曲线时,还可用由可塑性材料和柔性金属芯条制成的柔性曲线尺来绘制。

(1)使用曲线板作图时,为保证线条流畅、准确,应先按相应的作图方法定出所需画的曲线上足够数量的点,然后用曲线板连接相关点而成。

(2)具体的用法与步骤依次是:①按相应的作图法作出曲线上一些点;②用铅笔徒手把各点依次连成曲线;③找出曲线板与曲线相吻合的线段,并画出该线段;④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圆润、流畅。曲线板的用法如图 1-16 所示。



图 1-16 曲线板的用法

5. 其他用品

除上述绘图工具和仪器外,还有一字尺、削笔刀、量角器、橡皮、胶带纸、制图模板、毛刷、绘图机和绘图仪等,这些用品在制图时主要起辅助作用,限于篇幅关系,此不赘述。

思考与练习

一、填空题

1. $1:3$ 是 _____ (放大的、缩小的) 比例,表示 _____ 与 _____ 的 _____ 之比。
2. 制图中所使用的汉字均采用 _____ 字,且汉字字高不应小于 _____ mm。字高即字体的号数,制图中常用字体高有 _____ mm、_____ mm、_____ mm 等,根据需要字体号数可以按 _____ 倍数递增或递减。
3. 制图中的图线线型有 _____、_____ 之分,可见轮廓线应该用 _____ 线绘制,轴线、对称中心线、分度圆(线)等要用 _____ 线绘制,细实线用途较多,可用于绘制 _____、_____、_____、_____ 和 _____ 等。
4. 铅笔根据 _____ 的不同,可划分成不同的等级。绘制粗线一般用 _____ 铅笔,写字用 _____ 铅笔,画底稿用 _____ 铅笔。_____、_____、_____ 铅笔修磨成圆锥形,_____ 铅笔修磨成扁铲形。

二、简答题

1. 国家标准规定 A0、A1 和 A4 号图纸的幅面分别为多少? 它们大小变化规律怎样?
2. 同一图样中的图线有什么要求? 基本线型相交时有什么要求?

任务二 尺寸标注



知识目标

学习和贯彻制图国家标准关于尺寸注法的基本规定；
掌握常见基本图形的尺寸注写方法与规律。



技能目标

能比较熟练地对常见基本平面图形进行尺寸标注；
明确尺寸注写国家标准的有关规定，做到正确、完整、清晰、合理。



任务描述

虽然图样能清楚地表达形体的形状和各部分的相互关系，但还必须注上足够的尺寸，才能明确形体的实际大小和各部分的相对位置。只凭一张表达了形状而没有标注尺寸或尺寸标注不全的图样是无法加工出符合要求的产品的，甚至复制图纸都很困难。如图 1-17(b)所示的图形，只标注了两个尺寸，缺少内孔、图形高度、圆角等尺寸，缺少了这些尺寸，即使想抄画它们都是困难的，更何况加工制造呢？可见尺寸对图样而言至关重要。尺寸标注必须正确、完整、清晰、合理。任务二将以尺寸标注为核心，初步掌握常见基本平面图形尺寸标注的基本知识。



任务分析

对于确定的图形，尺寸的数量是一定的，标注的尺寸既不能多，也不能少，多标注或少标注都是错误的，都将导致图示的零件无法加工或装配。不同的尺寸作用也不相同，有的尺寸用来确定几何元素的位置，有的则用来确定几何元素的形状和大小。要避免在尺寸标注过程中出现错误与遗漏，做到正确、完整、清晰、合理地标注尺寸，就要遵照国家标准，按一定的方法和规律合理进行。



相关知识

一、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) 图样中的尺寸以毫米为单位时，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，在图样上一般只标注一次，并标注在反映该结构最清晰的图形上。

二、尺寸标注的组成

一个完整的尺寸标注,由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端(箭头或斜线)和尺寸数字组成。如图 1-17(a)所示。

1) 尺寸界线

尺寸界线表示所注尺寸的范围,一般用细实线绘出,也可用轴线、中心线和轮廓线作为尺寸界线,如图 1-17(a)所示。尺寸界线应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图 1-17(b)所示。

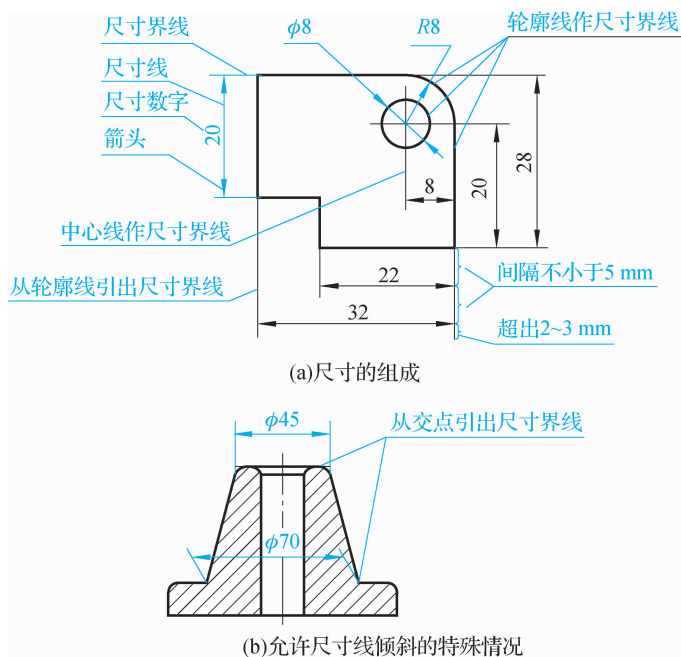


图 1-17 尺寸标注

2) 尺寸线

尺寸线表示度量尺寸的方向,必须用细实线单独绘出,尺寸线不得由其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其他图线的延长线上。线性尺寸的尺寸线应与所标注的线段平行。相互平行的尺寸线,大尺寸在外,小尺寸在内,以避免尺寸界线与尺寸线相交,且平行尺寸线间的间距尽量保持一致,一般为 5~10 mm。尺寸界线超出尺寸线 2~3 mm。

3) 尺寸线终端

尺寸线终端有两种形式:箭头和斜线。如图 1-18 所示, d 为粗实线宽度, h 为字体高度。工程图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端。箭头的尖端与尺寸界线接触,箭头大小要一致。

当尺寸线终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。因此,标注圆的直径、圆弧半径和角度尺寸线时,其终端应该用箭头。一张图样中除圆、圆弧、角度外,应采用同一种尺寸线终端形式。

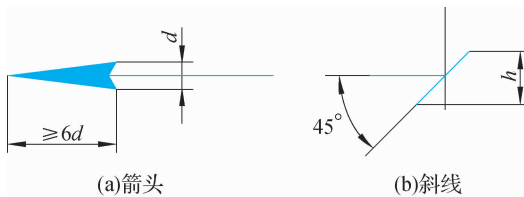


图 1-18 尺寸线终端的两种形式

4) 尺寸数字

尺寸数字表示尺寸的大小。线性尺寸数字一般注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处。水平方向的尺寸数字,字头朝上注写在尺寸线的上方;垂直方向的尺寸数字应注写在尺寸线的左侧,字头朝左;倾斜方向的尺寸数字,应保持字头向上的趋势。尺寸数字不可被任何图线通过,否则应将该图线断开。

三、尺寸标注的注意事项

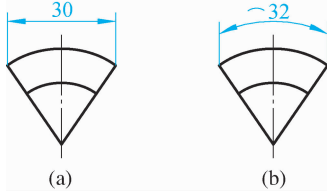
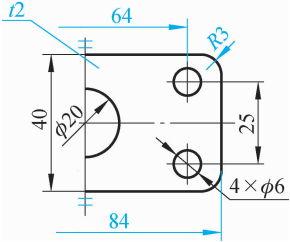
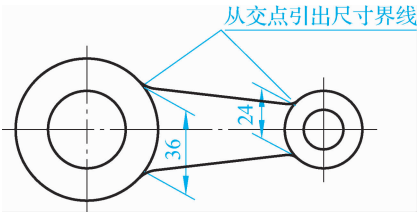
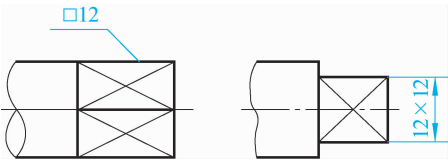
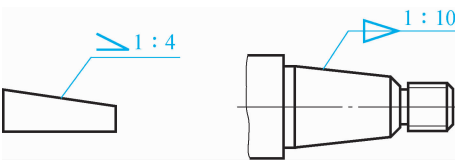
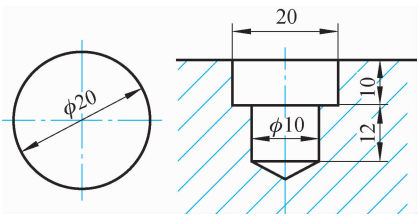
国标对尺寸标注有明确的规定,除了前面讲述的尺寸标注的组成和基本规则外,制图人员还需熟练掌握常见结构的尺寸标注方法,表 1-5 中所示的是常见结构尺寸标注方法示例,附带的说明指出了对应标注方法使用的范围和注意事项,需要大家熟记。

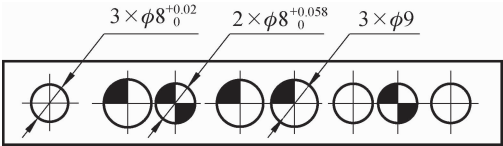
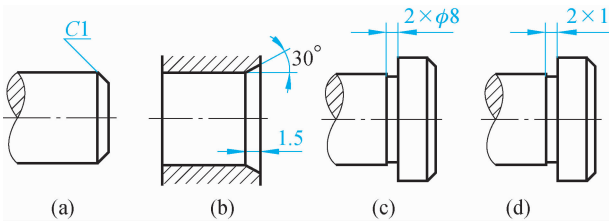
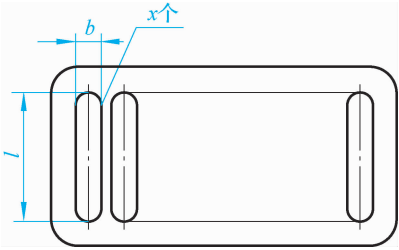
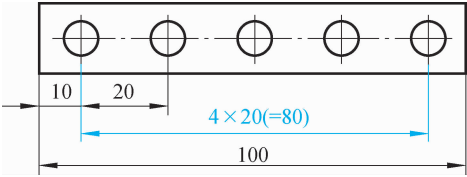
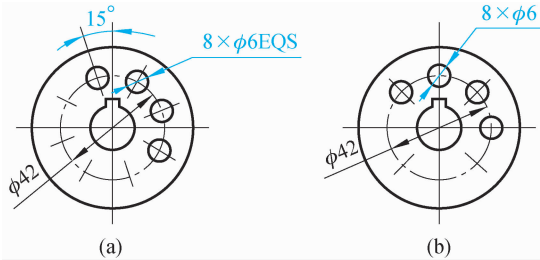
表 1-5 常见结构尺寸标注方法示例

| 标注内容 | 示例 | 说明 |
|----------|----|---|
| 线性尺寸数字方向 | | <p>第一种方法:尺寸数字应按图(a)所示方向注写,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;</p> <p>第二种方法:在不致引起误解时,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,如图(c)、图(d)所示;</p> <p>同一张图样中,应尽可能采用同一种方法,一般应采用第一种方法</p> |
| 角度 | | <p>尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画成圆弧,圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写,一般注在尺寸线的中断处,如图(a)所示,必要时也可按图(b)的形式标出</p> |

| 标注内容 | 示 例 | 说 明 |
|------|-----|--|
| 圆、圆弧 | | <p>圆的直径尺寸可按图(a)、图(b)标注；当圆弧的长度$\leq 1/2$圆时，圆弧的半径尺寸一般以图(d)、图(e)所示形式标注；当圆弧长度恰好为$1/2$圆时，一般标注半径尺寸，如图(c)所示，特殊情况下也可标注直径尺寸</p> |
| 大圆弧 | | <p>在图纸范围内无法标出圆心位置时，可按图(a)标注；不需标出圆心位置时，可按图(b)标注</p> |
| 小尺寸 | | <p>当没有足够位置时，箭头可画在外面，或用小圆点代替两个箭头；尺寸数字也可写在外面或引出标注；圆和圆弧的小尺寸，可按两排例图标注</p> |
| 球面 | | <p>标注球面的尺寸，如图(a)、图(b)所示，应在ϕ或R前加注“S”；在不致引起误解时，则可省略，如图(c)所示$R8$</p> |

续表

| 标注内容 | 示 例 | 说 明 |
|-----------|---|---|
| 弦长与弧长 |  | 标注弦长和弧长, 尺寸界线应平行于弦的垂直平分线; 标注弧长尺寸时, 尺寸线用圆弧, 并应在尺寸数字前方加注符号“~”, 如图(b)所示 |
| 对称机件、板状机件 |  | 图中尺寸 64 和 84, 它们的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); 标注板状零件的尺寸时, 在厚度的尺寸数字前加注符号“ t ”, 如图中的 t_2 |
| 允许界线倾斜 |  | 如图例所示, 在光滑过渡处, 必须用细实线将轮廓线延长, 并从它们的交点引出尺寸界线; 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时允许倾斜 |
| 正方形结构 |  | 如图例所示, 标注机件的剖面为正方形结构的尺寸时, 可在边长尺寸数字前加注符号“□”, 或者用“ 12×12 ”代替“□12” |
| 斜度和锥度 |  | 斜度和锥度可用例图中所示的方法标注, 符号的方向应与斜度和锥度的方向一致; 锥度也可注在轴线上 |
| 图线与数字 |  | 尺寸数字不可被任何图线通过。当尺寸数字无法避免被图线通过时, 图线必须断开 |

| 标注内容 | 示 例 | 说 明 |
|-------------|---|---|
| 简化标注和其他标注形式 |  | <p>在同一图形中具有几种尺寸数值相似而又重复的要素(如孔等)时,可采用涂色标记或标注字母等方法。孔的尺寸和数量可直接注在图形上,也可另用列表形式表示。例图是用涂色标记和直接将孔的尺寸和数量注在图形上的方法</p> |
| |  | <p>轴或孔上的 45°倒角,可按图(a)标注,非 45°倒角,可按图(b)标注(倒角是指零件在圆柱形的轴端或孔口加工形成的圆台形结构);</p> <p>槽的尺寸可按图(c)或图(d)标注。图(c)所注的是“槽宽×直径”,图(d)所标注的是“槽宽×槽深”</p> |
| 简化标注 |  | <p>如例图所示,在同一图形中,对于相同尺寸的孔、槽等成组要素,可仅在一个要素上注出其尺寸和数量</p> |
| |  | <p>间隔相等的链式尺寸,可采用例图中所示的方法标注</p> |
| |  | <p>均匀分布的成组要素(如孔等)的尺寸,按图(a)所示的方法标注;当成组要素的定位和分布情况在图形中已明确时,可不标注其角度,并省略“EQS(均布)”,如图(b)所示</p> |



思考与练习

一、填空题

1. 一个完整的尺寸标注,由_____、_____、_____和_____组成。当图样中标注的所有尺寸均未注明单位时,表示图中尺寸均以_____为单位。当图线与尺寸相遇时,应将_____断开。

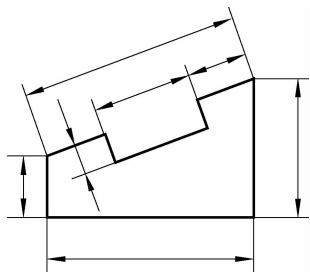
2. 尺寸界线应与尺寸线_____ ,相互平行的尺寸线,应大尺寸在_____,小尺寸在_____进行标注。

3. 标注线性几何要素的尺寸时,尺寸线的方向应与轮廓线_____,圆或大于 $1/2$ 圆的圆弧的尺寸应标注_____径尺寸,小于 $1/2$ 圆的圆弧的尺寸应标注_____径尺寸。

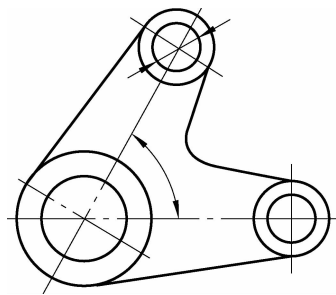
4. 水平方向的尺寸数字字头朝_____书写,垂直方向尺寸数字头朝_____书写,注写倾斜方向的尺寸数字时,应使字头应朝_____趋势书写;当尺寸数字与图线相遇时,此时必须将_____断开。

二、标注题

标注下列各图的各个尺寸,尺寸数值在图中按实际尺寸量取,并取整。



图题 1-1



图题 1-2

任务三 平面图形的绘制



知识目标

学习利用圆规,三角板等绘图工具完成基本几何作图,包括正多边形、斜度、锥度以及圆弧连接的画法;

了解、熟悉各种绘图工具,并掌握其用法;

初步掌握徒手绘图方法。



技能目标

掌握绘图工具的使用,能对平面图形进行正确分析,利用绘图工具完成平面图形的绘制并进行尺寸标注;

能徒手绘制基本平面图形。



任务描述

结构复杂的工程图样都是由最基本的几何作图组成的,因此打下扎实的几何作图基础尤为重要。任务三将利用绘图工具学习基本几何图形(如圆周等分、斜度和锥度、椭圆、圆弧连接等)的绘制方法,平面图形结构和尺寸的分析方法,并通过实例让学生真实体验平面图形的绘制过程。最后学习草图的绘制方法,草图是产品或零件设计的第一步,看似简单的草图实际上要求非常扎实的几何绘图基础。草图绘制水平的提高需要不断学习和练习。



任务分析

几何图形的绘制和尺寸标注是本任务的学习重点,有了良好的理论基础才能正确分析平面图形的结构和尺寸。任何平面图形都是由各种线段(直线或曲线)构成的。平面内的线段之间可能彼此相交或平行。最基本的平面图形绘制有线段等分、圆周等分、斜度、锥度、圆弧连接等。熟练掌握手工平面图形的绘制方法,是提高绘图速度和质量的基本技能之一。



相关知识

本任务除了要求大家掌握机械制图国标中规定的相关知识之外,还需要大家具有一定的几何知识基础。

一、几何作图

下面详细介绍等分圆周、斜度和锥度、椭圆的画法和圆弧连接的方法。

1. 等分圆周作内接正多边形

1) 正五边形

五边形的作法如图 1-19 所示。

(1)作 OA 的中点 M 。

(2)以 M 点为圆心, MO 为半径作弧,交水平直径于 K 点。

(3)以 OK 为边长,将圆周五等分,即可作出圆内接正五边形。

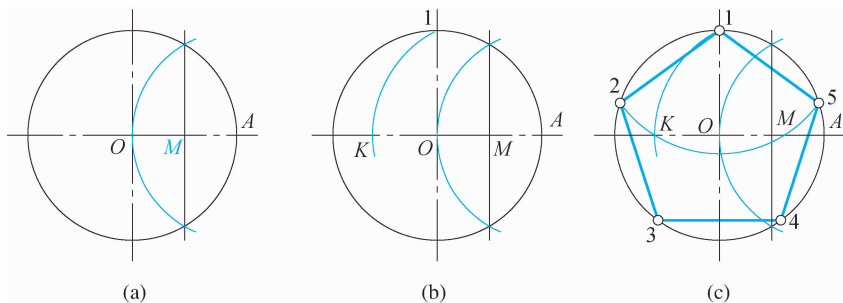


图 1-19 正五边形的画法

2) 正六边形

(1)用圆规作图。分别以已知圆在水平直径上的两处交点 A 、 D 为圆心,以 $R=D/2$ 作圆弧,与圆交于 B 、 F 、 C 、 E 点,依次连接 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 点即得圆内接正六边形,如图 1-20(a)所示。

(2)用三角板作图。以 60° 三角板配合丁字尺作平行线,画出四条斜边,再以丁字尺作上、下水平边,即得圆内接正六边形,如图 1-20(b)所示。

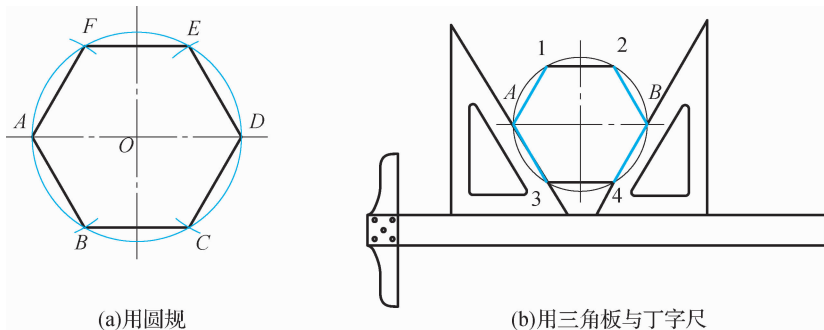


图 1-20 正六边形的画法

3) 正 n 边形

以正七边形为例, n 等分铅垂直径 AK ,在图中 $n=7$,以 A 点为圆心, AK 为半径作弧,交水平中心线于点 S ,延长连线 S_2 、 S_4 、 S_6 ,与圆周交得点 G 、 F 、 E ,再作出它们的对称点,即可作出圆内接正 n 边形,如图 1-21 所示。

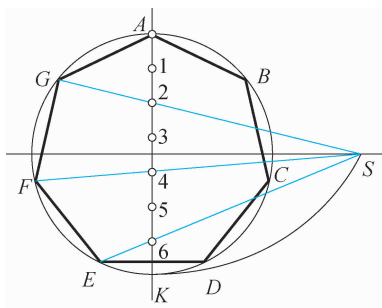


图 1-21 正七边形的画法

2. 斜度和锥度

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,其大小以它们夹角的正切值来表示,如图 1-22(a)所示。在图样中,习惯以 $1:n$ 的形式标注,并在前面加注符号“ \angle ”,符号的方向与斜度方向一致,它的特点是单向分布。斜度的画法及标注如图 1-22(b)所示。

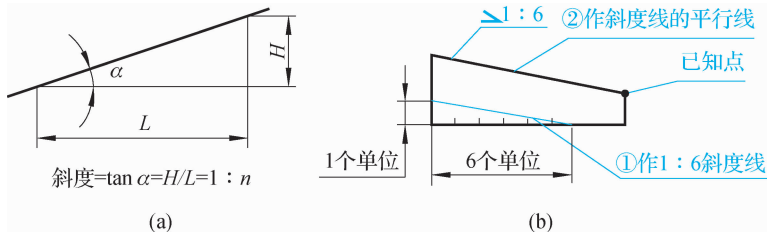


图 1-22 斜度

2) 锥度

锥度是指正圆锥底圆直径与其高度之比,或正圆台的两底圆直径差与其高度之比。在

图样中习惯以 $1:n$ 的形式标注,它的特点是双向分布,如图 1-23(a)所示。锥度的画法及标注如图 1-23(b)所示。

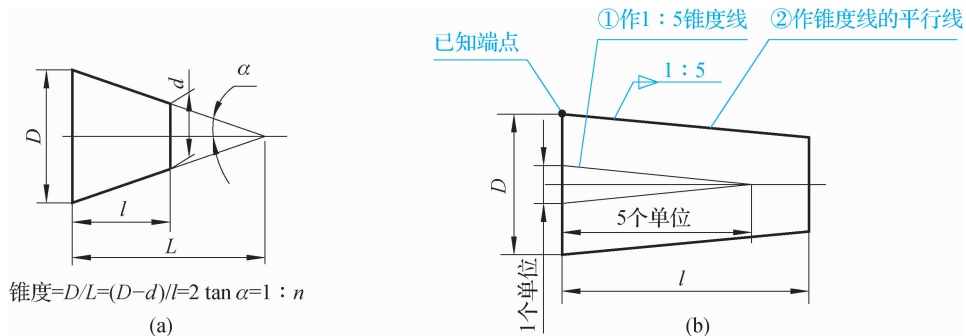


图 1-23 锥度

3. 椭圆的画法

画椭圆常用的画法有同心圆法和四心圆弧法两种。

已知椭圆的长轴 AB 与短轴 CD ,画椭圆方法如下。

1) 同心圆法

- (1)以 AB 和 CD 为直径画同心圆。
- (2)过圆心作一系列直径与两圆相交。
- (3)从交点分别作与长轴、短轴平行的直线,即可找到椭圆上相应各点。
- (4)最后光滑连接各点即可,如图 1-24(a)所示。

2) 椭圆的近似画法(四心圆弧法)

- (1)连 AC ,以 O 为圆心, OA 为半径画圆弧,交 CD 延长线于 E ;
- (2)以 C 为圆心, CE 为半径画圆弧,截 AC 于 E_1 ;
- (3)作 AE_1 的中垂线,交长轴于 O_1 ,交短轴于 O_2 ,并找出 O_1 和 O_2 的对称点 O_3 和 O_4 ;
- (4)把 O_1 与 O_2 、 O_2 与 O_3 、 O_3 与 O_4 、 O_4 与 O_1 分别连直线;
- (5)以 O_1 、 O_3 为圆心, O_1A 为半径; O_2 、 O_4 为圆心, O_2C 为半径,分别画圆弧到连心线, K 、 K_1 、 N_1 、 N 为连接点即可,如图 1-24(b)所示。

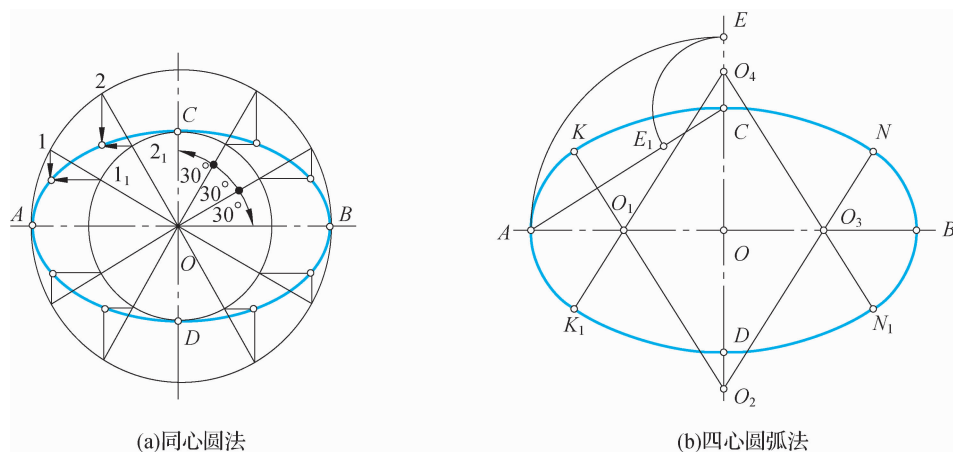


图 1-24 椭圆的画法

4. 圆弧连接

圆弧连接的画法分为直线与圆弧连接、圆弧与圆弧外切和圆弧与圆弧内切三种情况,其他图形都是这三种情况的组合。但无论是哪一种连接,最关键的都是要找到圆弧的圆心和半径。

1) 直线与圆弧连接

例 1-1 已知连接圆弧的半径为 R ,并使圆弧与直线 EF 、 MN 连接,如图 1-25(a)所示。

(1)分别作 EF 、 MN 的平行线,并使其与 EF 、 MN 的距离均为 R ,两条直线的交点 O 就是圆弧的圆心,如图 1-25(b)所示。

(2)从圆心 O 向两已知直线作垂线,垂足即为连接点(切点),如图 1-25(c)所示。

(3)以 O 为圆心,以 R 为半径画弧,完成圆弧连接,如图 1-25(d)所示。

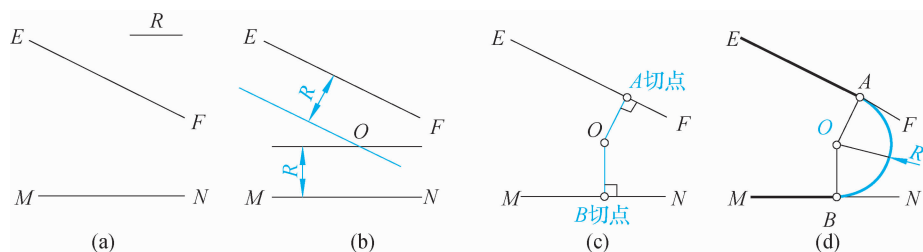


图 1-25 直线与圆弧连接

直线与圆弧连接的实质是使连接圆弧和被连接的直线或被连接的圆弧相切,关键就是找出连接圆弧的圆心和连接点(即切点)。

2) 圆弧与圆弧连接——外切、内切

圆弧与圆弧的连接分为外切连接和内切连接两种。

(1)若已知圆弧半径为 R ,圆心为 O ,则根据几何知识可知与之相外切的半径为 R_1 的圆弧的圆心 O_1 在以 O 为圆心,以 $R+R_1$ 为半径的圆上,如图 1-26(a)所示。

(2)若已知圆弧半径为 R 圆心为 O ,则根据几何知识可知与之相内切的半径为 R_2 ($R>R_2$) 的圆弧的圆心 O_2 在以 O 为圆心,以 $R-R_2$ 为半径的圆上,如图 1-26(b)所示。

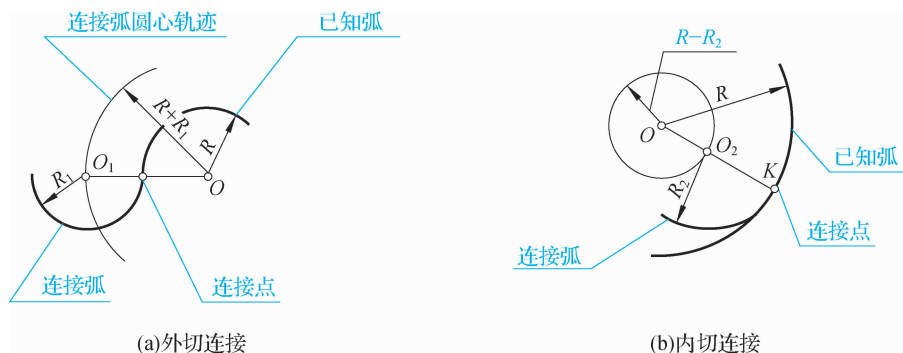


图 1-26 圆弧与圆弧的连接

例 1-2 已知两圆 O_1 和 O_2 的半径分别为 R_1 和 R_2 ,求作圆弧使其与圆 O_1 和 O_2 相外切,并且半径为 R 。作法如图 1-27 所示。

- (1) 分别以 O_1 和 O_2 为圆心, 以 $R+R_1$ 、 $R+R_2$ 为半径画弧, 交点 O 就是所求圆弧的圆心。
- (2) 连接 OO_1 、 OO_2 交圆 O_1 于点 A , 交圆 O_2 于点 B , A 、 B 即为切点。
- (3) 以 O 为圆心, 以 R 为半径画弧。弧 AB 即为所求。

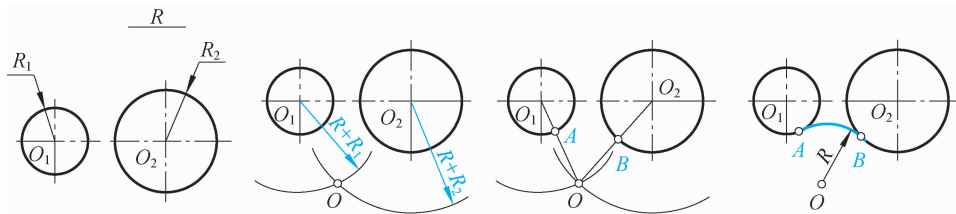


图 1-27 圆弧外切画法

例 1-3 已知两圆 O_1 和 O_2 的半径分别为 R_1 和 R_2 , 求作圆弧使 O_1 和 O_2 内切于圆 O , 并且半径为 R 。作法如图 1-28 所示。

- (1) 分别以 O_1 和 O_2 为圆心, 以 $R-R_1$ 、 $R-R_2$ 为半径画弧, 交点 O 就是所求圆弧的圆心。
- (2) 连接 OO_1 、 OO_2 交圆 O_1 于点 A , 交圆 O_2 于点 B , A 、 B 即为切点。
- (3) 以 O 为圆心, 以 R 为半径画弧。弧 AB 即为所求。

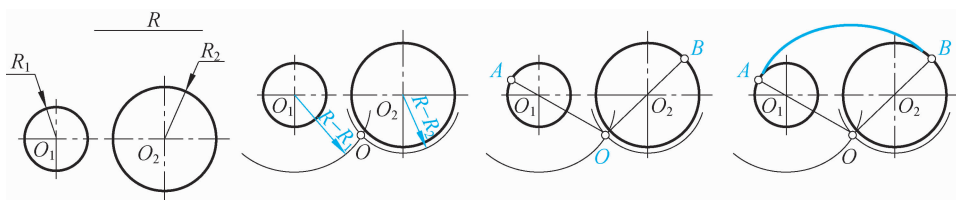


图 1-28 圆弧内切画法

二、平面图形

1. 平面图形的分析

平面图形是由直线和曲线按照一定的几何关系绘制而成的, 这就要求对组成图形的线段进行分析, 而这些线段又必须根据给定的尺寸关系画出, 所以就必须对图中标注的尺寸进行分析。

1) 尺寸分析

尺寸分析, 即对图中标注的尺寸进行分析。根据所起的作用不同, 尺寸可以分为定形尺寸和定位尺寸两种。

(1) 定形尺寸。定形尺寸是指确定平面图形上几何元素形状大小的尺寸, 如图 1-29 所示的 $\phi 12$ 、 $R13$ 、 $R26$ 、 $R7$ 、 $R8$ 、 48 和 10 。一般情况下确定几何图形所需定形尺寸的个数是一定的, 如直线的定形尺寸是长度, 圆的定形尺寸是直径, 圆弧的定形尺寸是半径, 正多边形的定形尺寸是边长, 矩形的定形尺寸是长和宽两个尺寸等。

(2) 定位尺寸。定位尺寸是指确定各几何元素相对位置的尺寸, 如图 1-29 中的 18 、 40 和 4 。确定平面图形位置需要两个方向的定位尺寸, 即水平方向和垂直方向, 也可以以极坐

标的形式定位,即半径加角度。

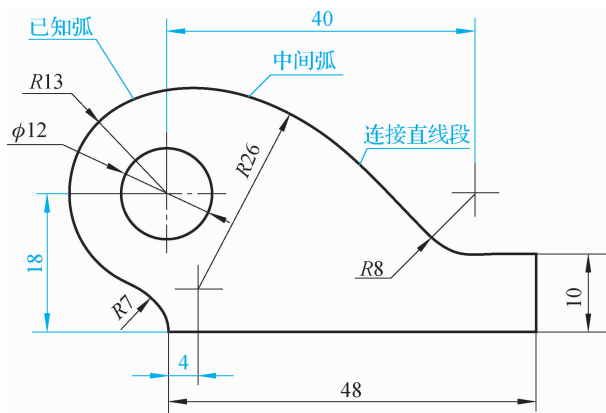


图 1-29 平面图形尺寸分析

(3)基准。任意两个平面图形之间必然存在着相对位置,就是说必有一个是作为参照的。标注尺寸的起点称为尺寸基准,简称基准。平面图形的尺寸有水平和垂直两个方向(相当于坐标轴 x 方向和 y 方向),因此基准也必须从水平和垂直两个方向考虑。平面图形中尺寸基准是点或线。常用的点基准有圆心、球心、多边形中心点等,线基准往往是图形的对称中心线或图形中的边线。

2) 线段分析

线段分析,即对组成平面图形的图线进行分析。根据定形、定位尺寸是否齐全,可以将平面图形中的图线分为以下三大类。

(1)已知线段。已知线段就是定形、定位尺寸齐全的线段。作图时该类线段可以直接根据尺寸作图,如图 1-29 中的 $\phi 12$ 的圆、 $R13$ 的圆弧、48 和 10 的直线均属已知线段。

(2)中间线段。中间线段是只有定形尺寸和一个定位尺寸的线段。

作图时必须根据该线段与相邻已知线段的几何关系,通过几何作图的方法求出,如图 1-29 中的 $R26$ 和 $R8$ 两段圆弧。

(3)连接线段。连接线段是只有定形尺寸而没有定位尺寸的线段。其定位尺寸需根据与线段相邻的两线段的几何关系,通过几何作图的方法求出,如图 1-29 中的 $R7$ 圆弧段、 $R26$ 和 $R8$ 间的连接直线段。

两条已知线段之间,可以有多条中间线段,但必须而且只能有一条连接线段。否则,尺寸将出现缺少或多余。

2. 平面图形的画法

下面以实例详细介绍平面图形的一般绘制步骤。

例 1-4 绘制如图 1-30 所示的平面图形,要求尺寸必须按图纸要求。

1) 图形分析

图形中两同心圆的圆心与水平底面的距离 20,与零件右侧面的距离 45,底板厚度 8,倒角圆弧 $R2$,圆的直径 $\phi 24$ 和 $\phi 12$,左侧的圆弧 $R8$ 均为已知线段,可以直接绘制;圆弧 $R50$ 仅有一个定位尺寸 6,为中间线段,可以根据该线段与相邻已知线段的几何关系,通过几何作图的方法求出;右侧与 $R50$ 相外切的圆弧 $R8$ 无定位尺寸,故为连接线段,可以根据与线段相

邻的两线段的几何关系,通过几何作图的方法求出。

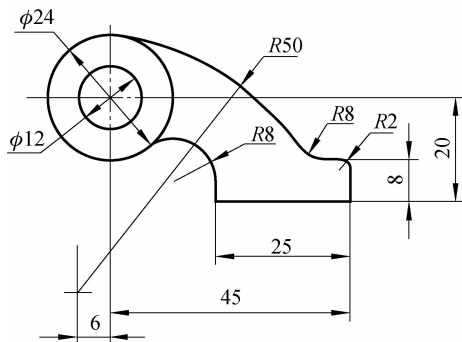


图 1-30 平面图形例题

2) 绘制图形

(1) 图面布置, 绘制底稿线。画出孔的中心线、底边线和侧线右边, 保证尺寸 20 和 45, 如图 1-31(a) 所示。

(2) 绘制已知线段圆 $\phi 24$ 和 $\phi 12$, 倒角圆弧 $R2$, 绘制连接圆弧 $R8$ 。如图 1-31(b) 所示。

(3) 根据圆心定位尺寸 6 和定形尺寸 $R50$ 绘制中间线段圆弧 $R50$ 。它与圆 $\phi 24$ 相外切, 可以利用几何关系找到圆心。即: 绘制与竖直中心线水平距离为 6 的定位尺寸线后, 与 $\phi 24$ 同心以 $38(50-12=38)$ 为半径画弧, 并与定位线相交, 交点即为圆心。再以该交点为圆心, 以 50 为半径画弧。如图 1-31(c) 所示。

(4) 利用右侧圆弧与底板上表面相切同时与圆弧 $R50$ 相外切绘制中间线段 $R8$ 。即先绘制与底板上表面间距为 8 的水平线, 再以圆弧 $R50$ 的圆心为圆心, 以 $58(50+8=58)$ 为半径画弧, 与上一步所画水平线的交点即为圆心。以该交点为圆心, 以 8 为半径画弧。如图 1-31(d) 所示。

3) 检查加深

按图形及尺寸检查, 确定准确无误后加深全图, 保证线型及平面内容标准。最后完成尺寸标注。

3. 平面图形的尺寸注法

平面图形中标注的尺寸, 必须能唯一地确定图形的形状和大小, 不遗漏、不多余地标注出确定各线段的相对位置及其大小的尺寸。

标注尺寸的方法和步骤如下。

- (1) 先选择水平和垂直方向的基准线。
- (2) 确定图形中各线段的性质。
- (3) 按已知线段、中间线段、连接线段的次序逐个标注尺寸。

例 1-5 如图 1-32 所示的平面图形, 图形的分析和尺寸标注过程如下。

(1) 分析图形。确定基准图形由外线框、内线框和两个小圆构成。整个图形左右是对称的, 所以选择对称中心线为水平方向基准。垂直方向基准选两个小圆的中心线。

(2) 标注定形尺寸。外线框需注出 $R50$ 和 $R20$ 以及 $2 \times \phi 24$; 内线框需注出 $R8$, 两个小圆要注出 $2 \times \phi 12$ 。

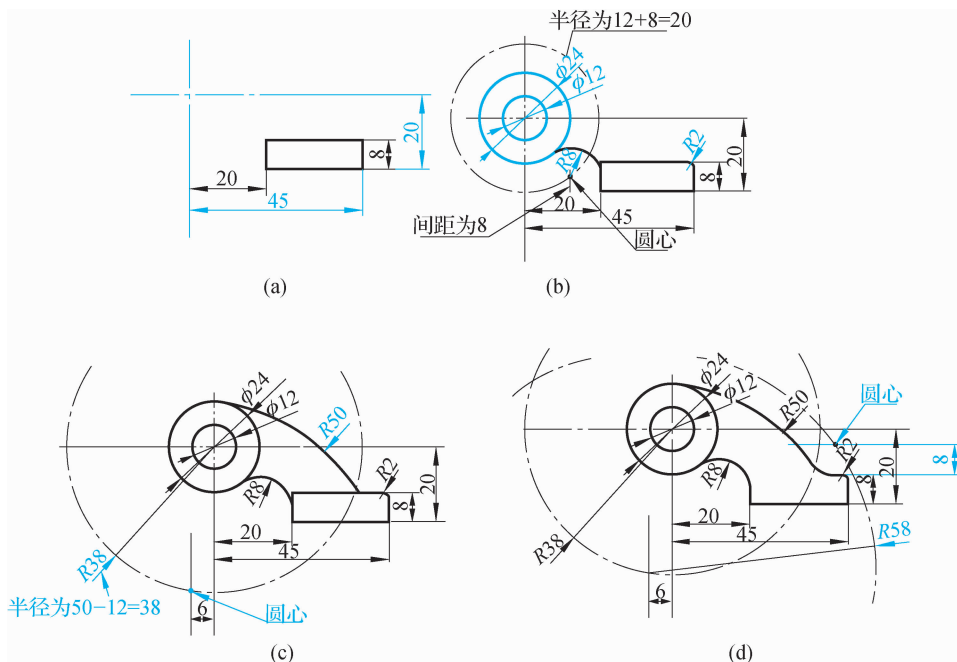


图 1-31 平面图形的绘制

(3)标注定位尺寸。左右两个圆心的定位尺寸 65,上、下半圆的圆心定位尺寸 15、10。

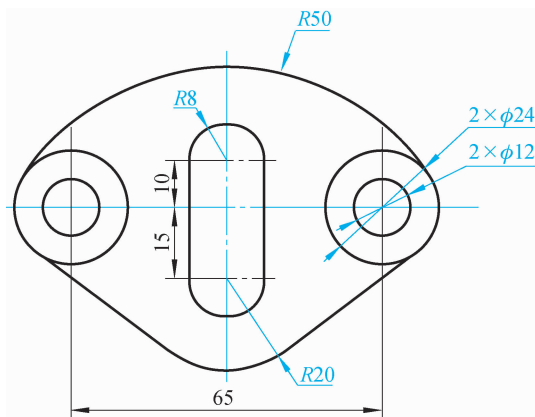


图 1-32 平面图形的尺寸标注

三、徒手绘图

徒手绘图的基本方法和步骤

依靠目测来估计物体各部分的尺寸比例,徒手绘制的图样称为草图。在设计、测绘、修配机器时,都要绘制草图。因此,徒手绘图是和使用仪器绘图同样重要的绘图技能。绘制草图时使用软一些的铅笔(如 HB、B 或者 2B),铅笔削长一些,铅笔芯呈圆形,粗细各一支,分别用于绘制粗、细线。绘制草图时,可以用有方格的专用草图纸,或者在白纸下面垫一张有格子的纸,以便控制图线的平直和图形的大小。

(1)直线的画法。画直线时,可先标出直线的两端点,在两点之间先画一些短线,再连成一条直线。运笔时手腕要灵活,目光应注视线的端点,不可只盯着笔尖。画水平线应自左向右画出;垂直线自上而下画出;斜线斜度较大时,可自左上向右下或自左下向右上画出。如图 1-33 所示。

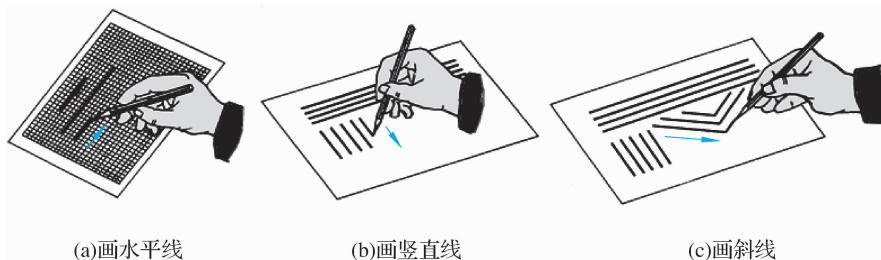


图 1-33 直线的画法

(2)圆的画法。画圆时,应先画中心线。较小的圆在中心线上定出半径的四个端点,过这四个端点画圆。稍大的圆可以过圆心再作两条斜线,再在各线上定半径长度,然后过这八个点画圆。如图 1-34 所示。圆的直径很大时,可以用手作圆规,以小指支撑于圆心,使铅笔与小指的距离等于圆的半径,笔尖接触纸面不动,转动图纸,即可得到所需的大圆。也可在一纸条上作出半径长度的记号,使其一端置于圆心,另一端置于铅笔,旋转纸条,便可以画出所需圆。

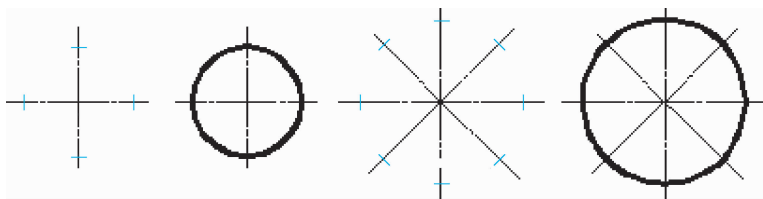


图 1-34 徒手绘制圆形

四、复杂图形的徒手绘图技巧

徒手绘制平面图形时,也和使用尺规作图时一样,要进行图形的尺寸分析和线段分析,先画已知线段,再画中间线段,最后画连接线段。在方格纸上画平面图形时,主要轮廓线和定位中心线应尽可能利用方格纸上的线条,图形各部分之间的比例可按方格纸上的格数来确定。图 1-35 所示为徒手在方格纸上画平面图形的示例。

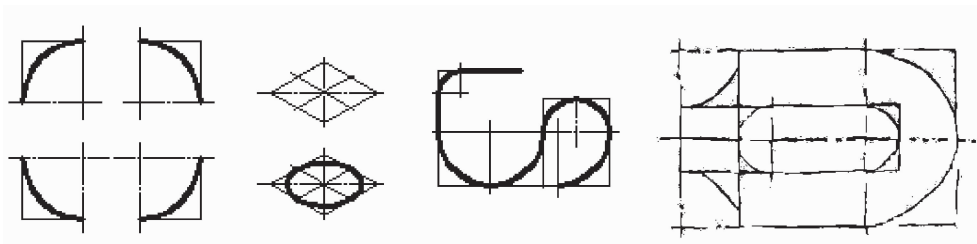


图 1-35 徒手绘制平面图形



思考与练习

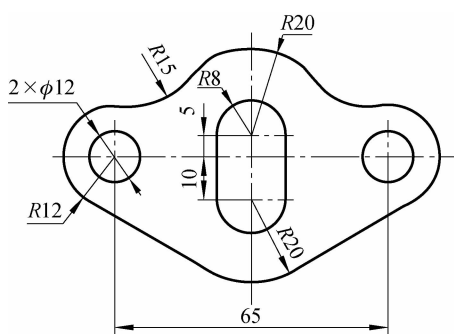
一、选择题

1. 工程制图规定绘制图样时,应优先选用基本图幅,图幅 A3 的尺寸是()。
A. 420×210 B. 420×297 C. 210×297 D. 182×257
2. 国家制图标准对绘图比例作了规定,在标准中又确定了优先选择系列,下面的放大比例中()比例为优先选择的比例。
A. 3 : 1 B. 4 : 1 C. 5 : 1 D. 6 : 1
3. 一张完整的零件图应包括视图、尺寸、技术要求和()。
A. 细目栏 B. 标题栏 C. 列表栏 D. 项目栏
4. 工程图样常用的图线线型有粗实线、细实线、点画线、波浪线、()等。
A. 轮廓线 B. 虚线 C. 边框线 D. 轨迹线
5. 工程制图标准规定,图样中零件的可见轮廓线由()画出。
A. 波浪线 B. 虚线 C. 细实线 D. 粗实线

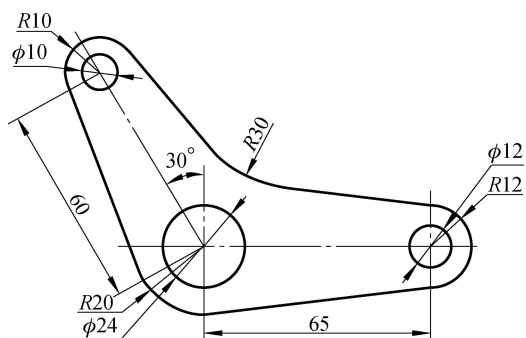
二、简答题

1. 国标中规定图纸的基本幅面有几种? 其中最大和最小幅面尺寸分别是多少? 相邻号图纸的幅面关系是什么?
2. 图样的比例 1 : 1, 1 : 2, 2 : 1 各是什么含义? 绘图时应尽量采用哪种比例画图?
3. 在工程制图中,汉字采用哪种字体书写? 国标规定汉字字高应不小于多少?
4. 制图国家标准规定了几种线型,分别是哪些?
5. 使用绘图工具练习绘制各种基本线型。
6. 制图标准规定水平方向和垂直方向的尺寸数字应怎样书写? 倾斜方向的尺寸数字其字头又应朝哪个方向?

三、抄画平面图形



图题 1-3



图题 1-4