

项目一

抄画平面图形

知识目标

1. 通过完成图框、线型、尺寸标注练习等项目，基本掌握制图国家标准的主要内容。
2. 通过完成线段等分、正五边形、正六边形、斜度和锥度的画法练习项目，了解几何作图的基本步骤。

能力目标

1. 能正确使用绘图工具进行作图。
2. 能按照国家标准的规定进行图框、标题栏的正确绘图。
3. 能正确分辨和绘制不同线型，能运用基本几何作图的方法抄画平面图形。
4. 能对平面图形进行尺寸标注。

情感目标

1. 体验抄画出各种形状图形的乐趣。
2. 培养正确使用绘图工具进行标准绘图的规范意识。
3. 在项目学习中逐步养成自主学习新知识、新技术的良好习惯。

任务1 识别图样

任务要求

要求学生看一幅图样后，能读懂标题栏的内容、比例、尺寸含义，能正确分辨出不同的线型，并回答问题，完成对应的字体、线型、尺寸标注等练习。

情境创设

教师拿出几张企业使用的工程图纸给学生观看，让学生回答观看感受。教师给学生讲述机械图样作为“工程界的技术语言”的重要性及其使用广泛性，激发学生的学习积极性。



任务引导

相关知识点学习：要求学生课前预习“知识链接”后独立完成。

1. 图样的基本幅面有_____、_____、_____、_____、_____共5种。

2. 图样中图形与其_____相应要素的线性尺寸之比，称为比例。比例值为1:1称为_____比例。

3. 国家标准规定了绘制机械图样的9种线型，其中_____种粗，_____种细。_____线用于画可见轮廓线，_____线用于画不可见轮廓线，_____线用于画尺寸线、尺寸界线和剖面线等，_____线用于画轴线、对称中心线。

4. 一个标注完整的尺寸由_____、_____、_____和_____四要素组成。

5. 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段_____，相互平行的尺寸线_____在内，_____在外，依次排列整齐。线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的_____。标注圆的尺寸时，应在尺寸数字前加注符号_____。标注角度时，角度的数字一律写成_____方向。



试一试

读图1-1，回答问题。

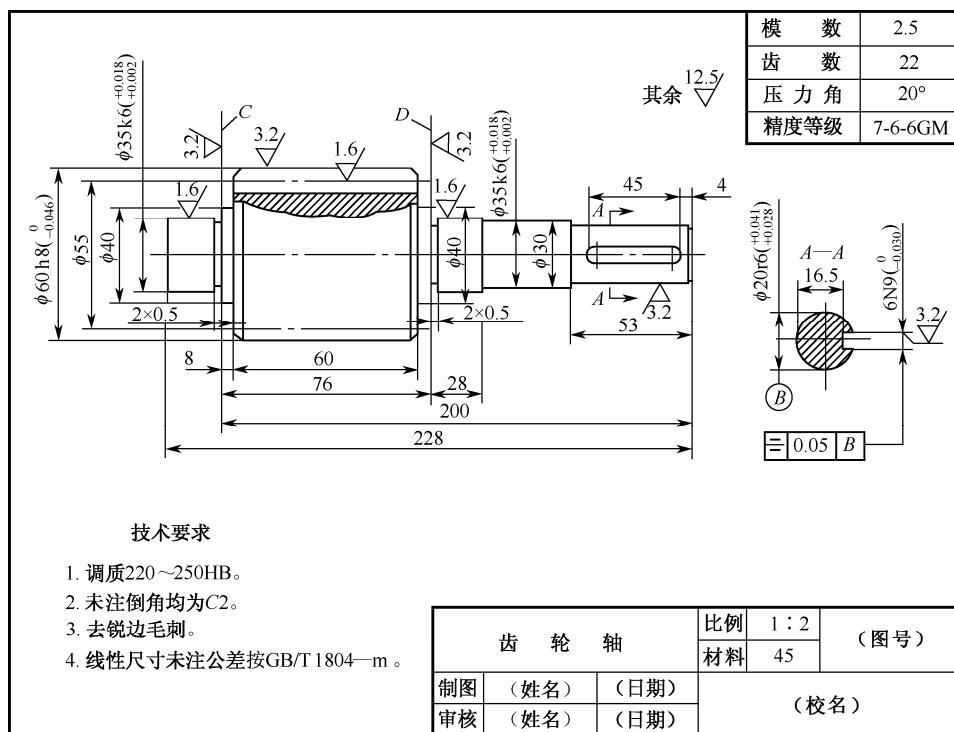


图1-1 齿轮轴零件图

- 图样上画的零件名称为_____，图样右下角的框格称为_____。
- 图样的比例为_____，表示_____；应选用的图纸为_____号，图纸的标准尺寸为_____。
- 图上零件的总长为_____。 $\phi 40$ 表示_____， 2×0.5 表示_____。
- 图上采用的图线有_____种，分别是_____。
- 画出上图，所需要的工具有_____。



知识链接

一、图纸幅面、格式及标题栏

1. 图纸幅面

国家标准《技术制图》中规定了图纸的幅面尺寸（表 1-1）。

表 1-1 图纸的基本幅面代号及其尺寸

单位：mm

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	

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留装订边和不留装订边两种，如图 1-2 和图 1-3 所示。

3. 标题栏

标题栏格式和尺寸按 GB 10609.1 - 2008 的规定，标题栏应位于图纸的右下角。

标题栏在制图作业中可以简化，建议采用图 1-4 所示的简化标题栏。

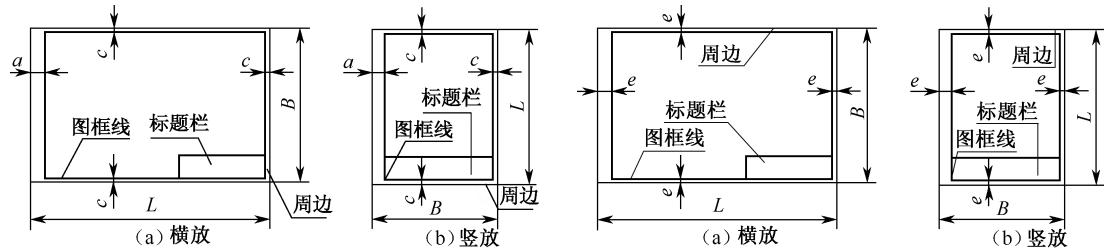


图 1-2 留装订边格式

图 1-3 不留装订边格式

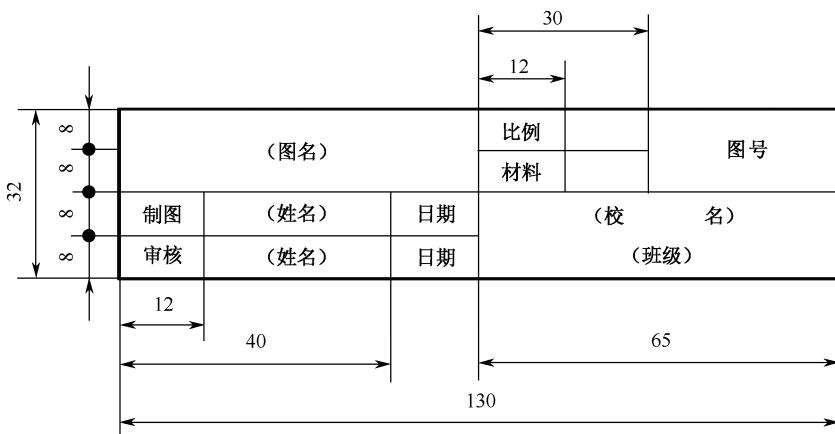


图 1-4 简化标题栏

二、比例

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。所画图形与相应实物大小一样时，比例为 1:1，称为原值比例；所画图形比相应实物大的称为放大比例；反之则称为缩小比例。一般应尽可能采用原值比例画图。比例的选用见表 1-2。

表 1-2 比例的选用

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 1:10 ⁿ 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 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 2×10 ⁿ :1 5×10 ⁿ :1	2.5:1 4:1 2.5×10 ⁿ :1 4×10 ⁿ :1

注：n 为正整数；选择比例时，应尽量选择第一系列。

三、字体

图样上所注写的汉字、数字、字母必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。国标规定，字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm，共 8 种。字体高度代表字体号数。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。

长仿宋体字示例如下。

10号字 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字 技术制图 机械电子 汽车船舶 土木建筑

3.5号字 螺纹齿轮 航空工业 施工排水 供暖通风 矿山港口



【做一做 1.1】

练习写仿宋体字。

机 械 工 程 制 图 基 本 知 识 视 图 校 核

尺 寸 标 注 形 体 分 析 零 图 班 级 结 构 件

2. 字母和数字

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 °。拉丁字母示例如下。

大写斜体

ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ

小写斜体

abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz

阿拉伯数字示例如下。

0123456789



【做一做 1.2】

练习写字母和数字。

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 R 0 1 2 3 4 5
 00000000000000000000000000000000
 00000000000000000000000000000000
 00000000000000000000000000000000

四、图线

图线分粗、细两种。粗线的宽度 b 为 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ ，细线的宽度约为 $b/2$ 。

同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。

图线的形式及应用见表 1-3，图线示例如图 1-5 所示。

表 1-3 图线的形式及应用

图线名称	线型	线宽	一般应用
粗实线	——	b	可见轮廓线、螺纹牙顶线、齿顶线等
细实线	——	约 $b/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线、剖面线、基准线、螺纹牙底线、齿根线等
波浪线	~~~~~	约 $b/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线	—↑—↑—↑—↑—	约 $b/2$	断裂处边界线
虚线	····	约 $b/2$	不可见轮廓线
细点画线	—·—·—·—·—	约 $b/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)、剖切线、孔系分布的中心线
粗点画线	—·—·—·—·—	b	限定范围表示线
双点画线	—·—·—·—·—	约 $b/2$	相邻辅助零件轮廓线、可动零件极限位置轮廓线

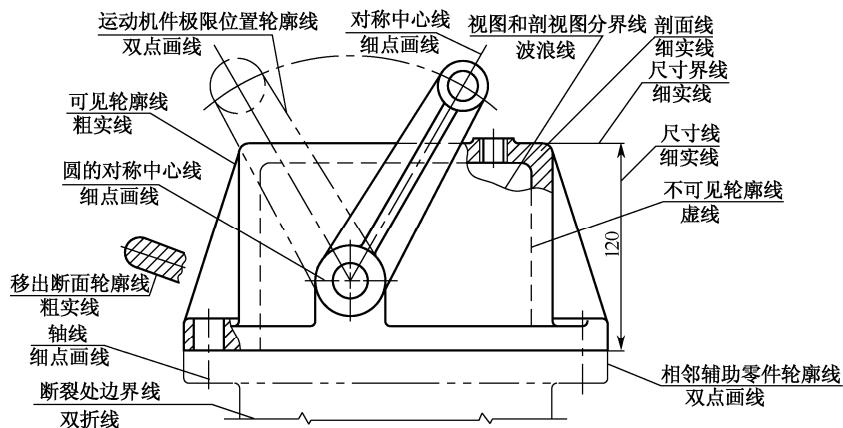


图 1-5 图线示例

画图时，应注意图 1-6 中的问题。

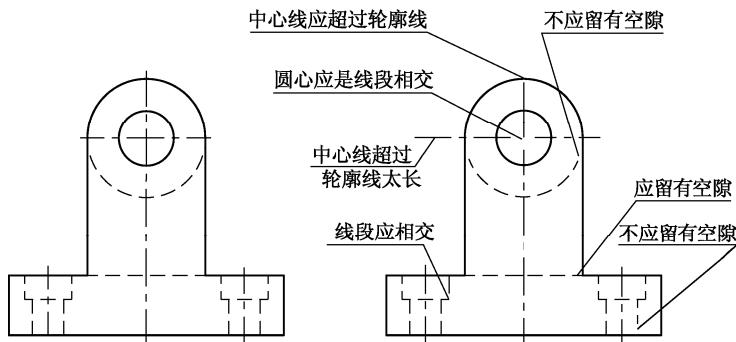


图 1-6 绘图时应注意的问题



【做一做 1.3】

请在表 1-4 中对应画出 4 条线条。

表 1-4 线条绘图练习表

线型名称	学生练习
粗实线	
细实线	
虚线	
细点画线	
波浪线	

五、尺寸注法

1. 标注尺寸的基本规则

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（即所采用的比

例) 和绘图的准确度无关。

图样中(包括技术要求和其他说明文件中)的尺寸,以毫米(mm)为单位时,无须标注单位符号(或名称)。如采用其他单位,则应注明相应的单位符号。

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。

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. 标注尺寸的基本规定

完整的尺寸标注包含下列四要素:尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和尺寸线终端(箭头)。相关示例如图1-7和图1-8所示。

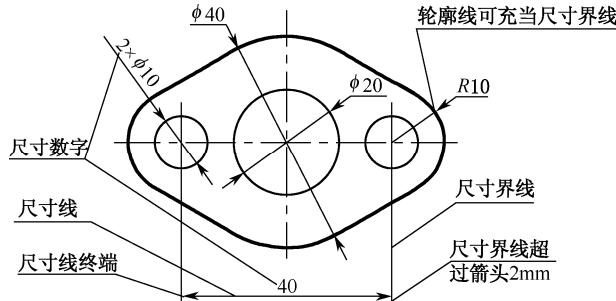


图 1-7 尺寸标注示例(一)

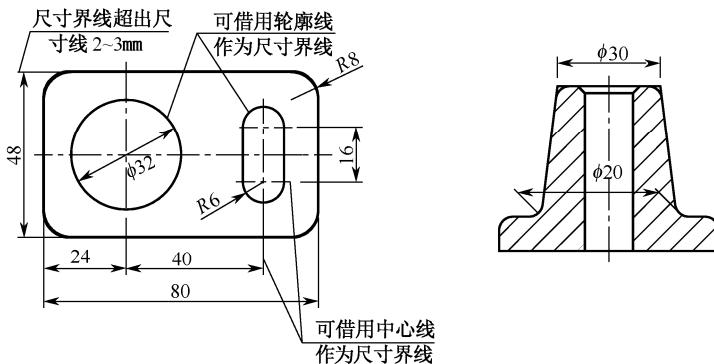


图 1-8 尺寸标注示例(二)

(1) 尺寸界线

尺寸界线用来限定尺寸度量的范围,表示所注尺寸的起始和终止位置,用细实线绘制。它由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可利用轮廓线、轴线或对称中心线本身作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,尺寸界线超出尺寸线 $2\sim3mm$ 。

(2) 尺寸线

尺寸线表示所注尺寸的范围,用细实线绘制。尺寸线不能用其他图线代替,不得与其他图线重合或画在其延长线上,并应尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线相交。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行;对于相互平行的尺寸线,小尺寸在内,大尺寸在外,依次排列整齐;各尺寸线的间距要均匀,间隔应大于 $5mm$,以便注写尺寸数字和有关符号。

(3) 尺寸线终端

尺寸线终端有两种形式：箭头和细斜线。机械图样一般用箭头形式，箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出也不得离开，如图 1-9 所示。

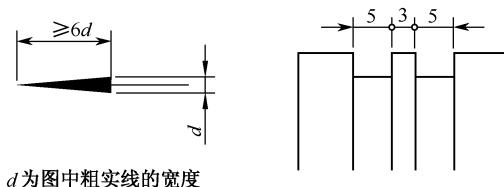


图 1-9 箭头

当尺寸线太短，没有足够的位置画箭头时，允许将箭头画在尺寸线外边；标注连续的小尺寸时可用圆点代替箭头。

(4) 尺寸数字

尺寸数字表示所注尺寸的数值。

线性尺寸的数字一般应写在尺寸线的上方、左方或尺寸线的中断处，位置不够时，也可以引出标注。

尺寸数字不能被任何图线通过，否则必须将该图线断开。在同一张图上基本尺寸的字高要一致，一般采用 3.5 号字，不能根据数值的大小而改变。

六、常用尺寸的标注方法



【做一做 1.4】

尝试对图 1-10 (a) 进行尺寸标注（提示：长度、宽度、角度，从原图上量取尺寸）。

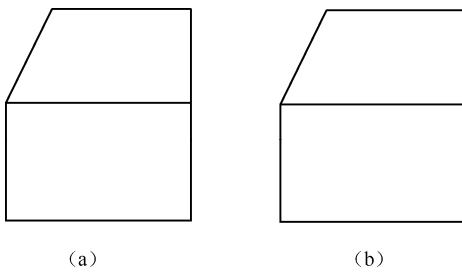


图 1-10 尺寸标注练习

1. 线性尺寸的标注

尺寸数字一般应写在尺寸线的上方，当尺寸线为垂直方向时，应注写在尺寸线的左方，也允许注写在尺寸线的中断处。当位置不够时，也可以引出标注。线性尺寸的标注如图 1-11 所示。

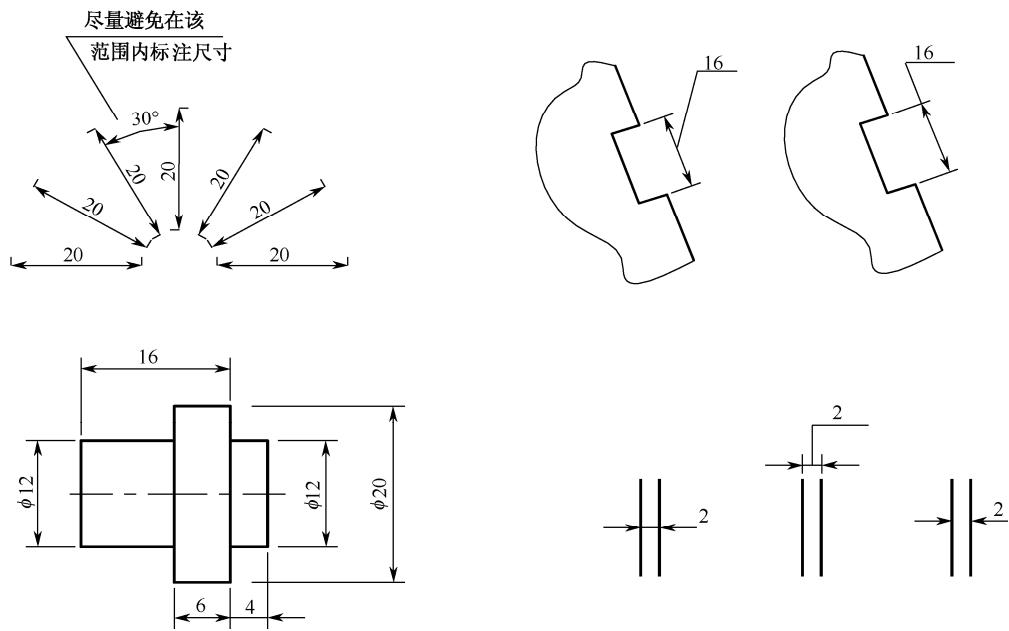


图 1-11 线性尺寸的标注

2. 角度尺寸的标注

角度的尺寸界线应沿径向引出，尺寸线是以角的顶点为圆心画出的圆弧线。角度的数字应水平书写，一般注写在尺寸线的中断处，必要时也可写在尺寸线的上方或外侧。角度较小时也可以用指引线引出标注。角度尺寸必须注出单位。角度尺寸的标注如图 1-12 所示。

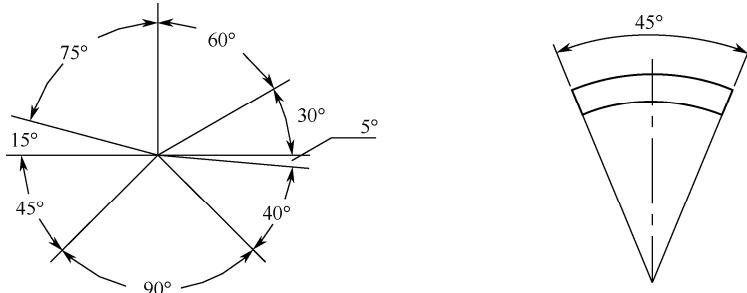


图 1-12 角度尺寸的标注



【做一做 1.5】

对照知识点检查图 1.10 (a) 是否标注正确，并在图 1.10 (b) 中进行正确标注。

3. 圆和圆弧尺寸的标注

圆及圆弧的尺寸，可将轮廓线作为尺寸界线，尺寸线或其延长线要通过圆心。大于半圆的圆弧标注直径，在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”；小于和等于半圆的圆弧标注半径，在尺寸数字前加注符号“ R ”。圆和圆弧尺寸的标注如图 1-13 所示。

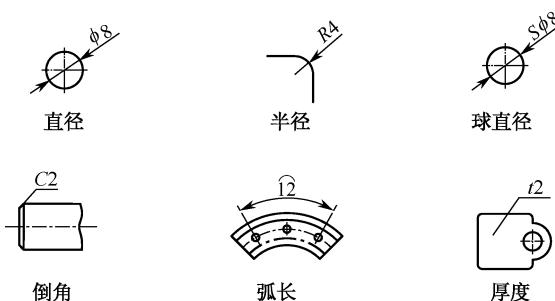


图 1-13 圆和圆弧尺寸的标注

七、标注尺寸时应注意的问题

1. 尺寸数字

在同一张图上基本尺寸的字高要一致，一般采用 3.5 号字，不能根据数值的大小而改变字符的大小；字符间隔要均匀；字体应严格按国家标准规定书写。

2. 箭头

在同一张图上箭头的大小应一致，机械图样中箭头一般为闭合的实心箭头。

3. 尺寸线

互相平行的尺寸线间距要相等。尽量避免尺寸线相交。

标注尺寸时应注意的问题如图 1-14 所示。

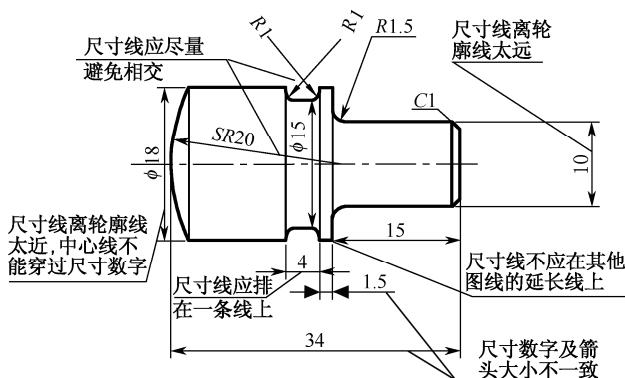


图 1-14 标注尺寸时应注意的问题



【做一做 1.6】

对平面图形进行尺寸标注。

尺寸标注练习：如图 1-15 所示，在给定的尺寸线上画出箭头，填写尺寸数字（尺寸数字按 1:1 从图上量取，取整数）。

尺寸注法改错：如图 1-16 所示，查出尺寸标注的错误，并在右边空白图上正确标注。

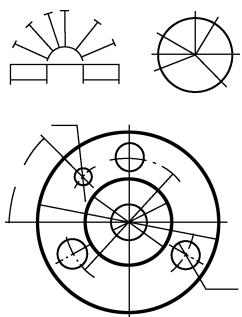


图 1-15 尺寸标注练习

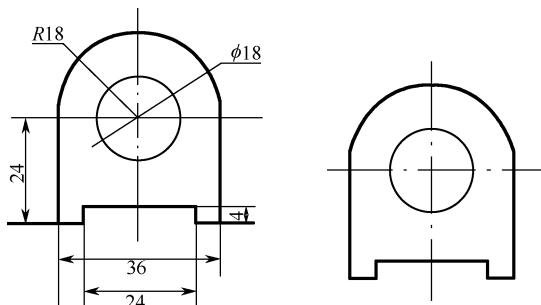


图 1-16 尺寸注法改错

任务2 常用几何图形的作图

任务要求

通过完成线段等分、正五边形、正六边形、斜度、锥度和简单圆弧连接的画法练习项目，了解几何作图的基本步骤，掌握一定的手工作图的方法。

情境创设

让学生找找在日常生活中常见的基本平面图形有哪些，在机械零件中有哪些零件是由基本图形演变而来的，比如螺母。



任务引导

相关知识点学习：要求学生课前预习“知识链接”后独立完成。

1. 等分线段即_____。
2. 正多边形即_____的多边形。
3. 斜度是指一直线（或平面）相对另一直线（或平面）的_____，它的特点是_____分布。
4. 锥度是指正圆锥_____与其_____之比，它的特点是_____分布。
5. 圆弧连接的实质，就是使连接弧与相邻线段_____，以达到_____的目的。



试一试

按照图 1-17 (a)，尝试将图 1-17 (b) 补充完整，如有困难，请自行阅读“知识链接”。

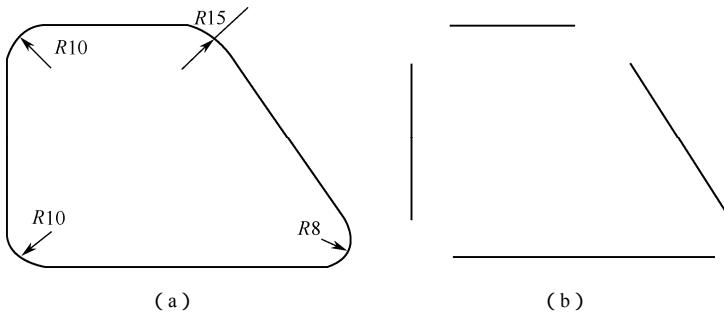


图 1-17 圆弧连接任务



知识链接

机件的轮廓形状虽然是多种多样的，但在图样上，机件的轮廓基本上都是由直线、圆弧和非圆弧曲线所组成的几何图形。熟练掌握几何图形的基本作图方法对于保证图面质量、提高绘图速度是十分重要的。

一、直线段的等分

等分线段的概念：将线段分成任意相等的几等份。

用平行线法将已知线段 AB 分成 n 等份（如 5 等份）的作图方法如图 1-18 所示。

过端点 A 任作一直线 AC ，用分规以等距离在 AC 上量出 $1, 2, 3, 4, 5$ 各等分点。

连接 $5B$ ，过 $1, 2, 3, 4$ 各等分点作 $5B$ 的平行线与 AB 相交，得等分点 $1', 2', 3', 4'$ 即为所求。

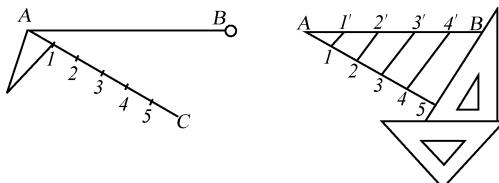


图 1-18 直线段的等分



【做一做 1.7】

将线段 CD 分成 4 等份（图 1-19）。

C _____ D

图 1-19 线段等分练习

二、正多边形作图法

1. 正六边形作图法

正六边形，即六条边都相等的六边形，可以用圆的六等分画法（图 1-20）作正六边形。方法一：用圆规直接等分。

以已知圆直径的两端点 A, D 为圆心，以已知圆半径 R 为半径画弧与圆周相交，即得

等分点 B 、 F 、 C 、 E ，依次连接各点，即得正六边形。

方法二：用 30° 、 60° 三角板等分。

将 30° 、 60° 三角板的短直角边紧贴丁字尺，并使其斜边过圆直径上的两端点作直线，翻转三角板，以同样的方法作直线，即得正六边形。

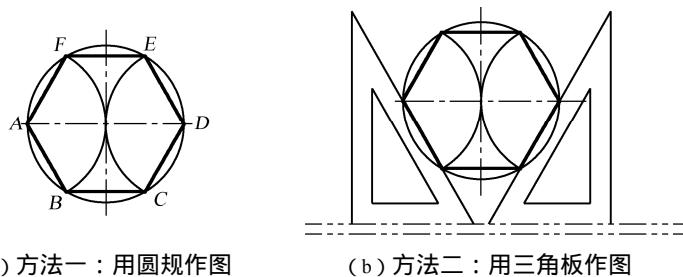


图 1-20 圆的六等分画法

2. 正五边形作图法

正五边形，即五条边都相等的五边形，可以用圆的五等分画法（图 1-21）作正五边形。

平分半径 OA 得点 M ，以点 M 为圆心， $M1$ 为半径作弧，交中心线得点 K 。

取 $1K$ 的弦长，自 1 点起在圆周上依次截取，得等分点 2 、 3 、 4 、 5 ，依次连接各点，即得正五边形。

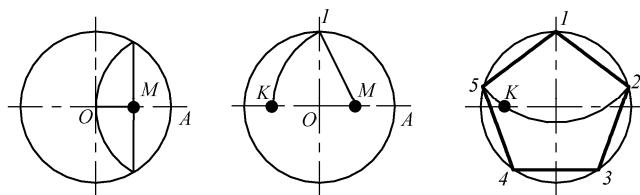
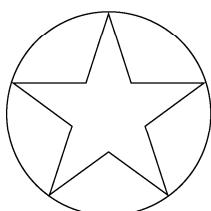


图 1-21 圆的五等分画法

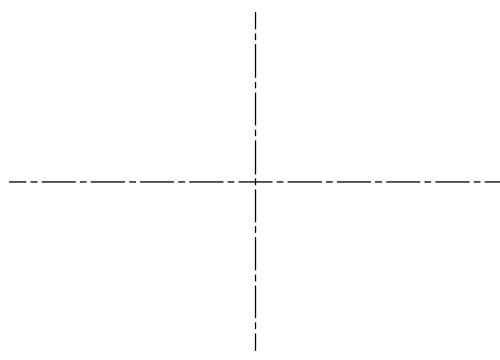


【做一做 1.8】

参照图 1-22 (a)，在图 1-22 (b) 中画出图形（直径为 $\phi 50\text{mm}$ ）。



(a)



(b)

图 1-22 圆的等分练习

三、斜度和锥度

1. 斜度

(1) 斜度的概念

斜度指一直线(或平面)相对另一直线(或平面)的倾斜程度。

(2) 斜度的标注

斜度的比值要化作 $1:n$ 的形式，并在前面加注斜度符号“ \nearrow ”，其方向与斜度的方向一致。它的特点是单向分布。标注示例如图 1-23 所示。斜度 $= \tan\alpha = H/L = 1:n$ 。

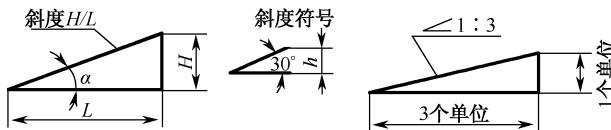


图 1-23 斜度标注示例

(3) 斜度的画法

以斜度 $1:6$ 为例，画法如图 1-24 所示。

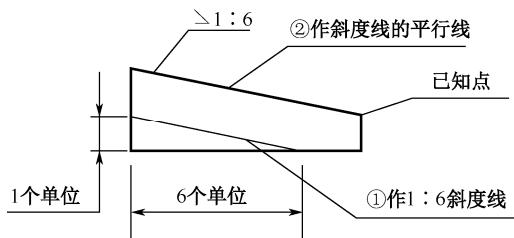


图 1-24 斜度的画法



【做一做 1.9】

参照图 1-25 (a)，在图 1-25 (b) 中作斜度，并进行标注。

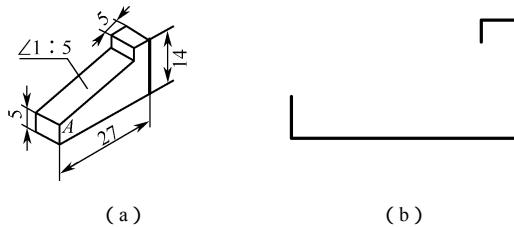


图 1-25 斜度练习

2. 锥度

(1) 锥度的概念

锥度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。

(2) 锥度的标注

锥度在图样上也以 $1:n$ 的简化形式标注。锥度符号为“ \triangleright ”，它的特点是双向分布。

标注示例如图 1-26 所示。锥度 $= D/L = 2\tan\alpha = 1:n$ 。

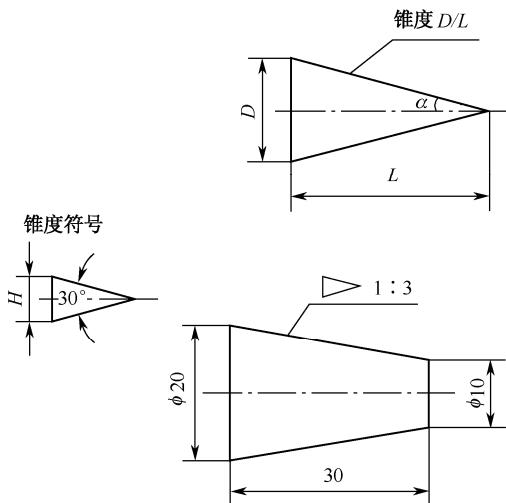


图 1-26 锥度标注示例

(3) 锥度的画法

以锥度 1:5 为例，画法如图 1-27 所示。

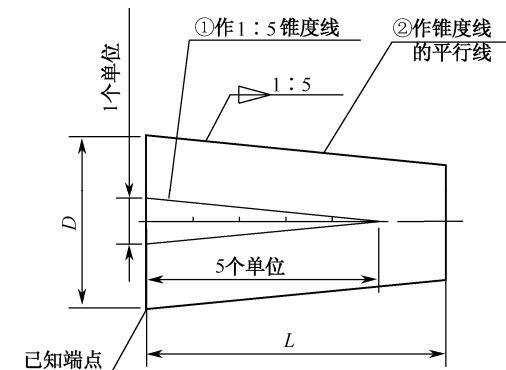


图 1-27 锥度的画法



【做一做 1.10】

参照图 1-28 (a)，在图 1-28 (b) 中作锥度，并进行标注。

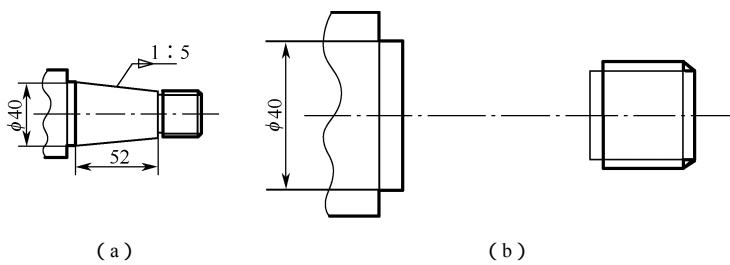


图 1-28 锥度练习

四、圆弧连接

1. 圆弧连接的概念

绘制机件的图形时，常会遇到圆弧与圆弧、圆弧与直线光滑连接的情况，如图 1-29 所示。圆弧连接是指用已知半径的圆弧，光滑地连接直线或圆弧。这种起连接作用的圆弧称为连接弧。作图时，要准确地求出连接弧的圆心和连接点（切点），才能确保圆弧的光滑连接。

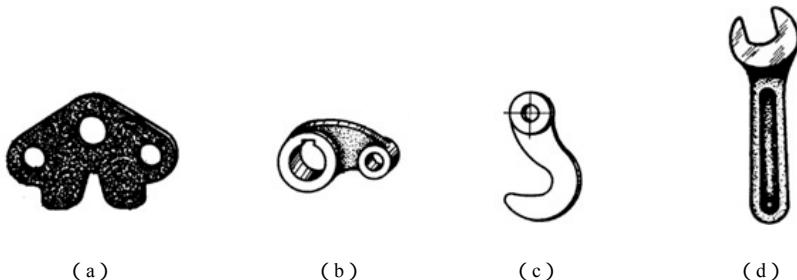


图 1-29 带有圆弧连接的机件

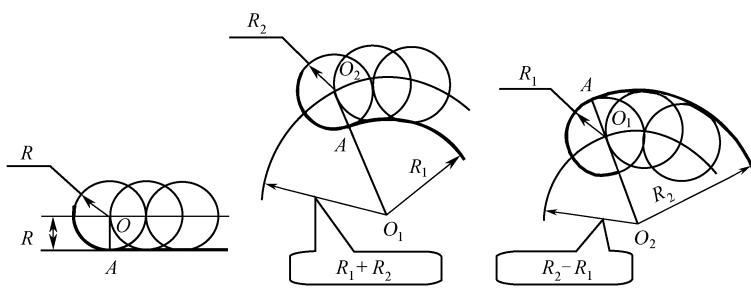
圆弧连接的实质，就是使连接弧与相邻线段相切，以达到光滑连接的目的。因此，圆弧连接的作图步骤可归纳如下。

求连接弧的圆心。

找出连接点即切点的位置。

在两连接点之间画出连接弧。

圆弧连接作图原理如图 1-30 所示。



(a) 圆弧与直线相切 (b) 圆弧与圆弧连接 (外切) (c) 圆弧与圆弧连接 (内切)

图 1-30 圆弧连接作图原理

直线与圆弧相切：连接弧圆心的轨迹是与已知直线相距为 R 且平行于已知直线的直线；切点为连接弧圆心向已知直线所作垂线的垂足。

圆弧与圆弧外切：连接弧圆心的轨迹是已知圆弧的同心圆弧，其半径为 R_1+R_2 ；切点为两圆心的连线与已知圆的交点。

圆弧与圆弧内切：连接弧圆心的轨迹是已知圆弧的同心圆弧，其半径为 R_2-R_1 ；切点为两圆心连线的延长线与已知圆的交点。

2. 圆弧连接的作图方法

(1) 两直线间的圆弧连接

两相交直线可以相交成直角、锐角和钝角三种情况，其作图方法原理相同。

【例 1.1】用半径为 R 的圆弧连接两直线，如图 1-31 所示。

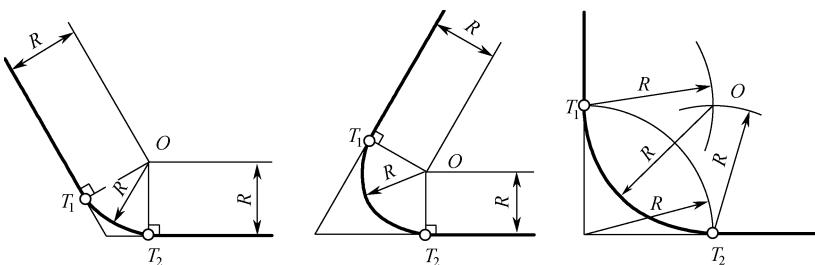


图 1-31 圆弧连接两直线

作图步骤如下。

求圆心：分别作与已知直线相距为 R 的平行线，其交点为 O ，即为连接弧（半径 R ）的圆心。

求切点：自点 O 分别向两直线作垂线，得垂足 T_1 和 T_2 ，即为切点。

画连接弧：以 O 为圆心， R 为半径，自点 T_1 至 T_2 画圆弧，即完成作图。



【做一做 1.11】

参照图 1-32 (a)，完成图 1-32 (b) 中各处圆弧连接，并加深、加宽轮廓线。

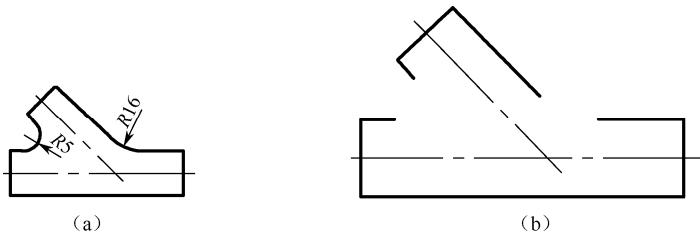


图 1-32 圆弧连接两直线练习

(2) 两圆弧间的圆弧连接

【例 1.2】用半径为 R 的圆弧连接两已知圆弧 (R_1 、 R_2)，如图 1-33 所示。

作图步骤如下。

求圆心：分别以 O_1 、 O_2 为圆心，以 R_1+R 和 R_2+R [外切时，如图 1-33 (a) 所示]，或 $R-R_1$ 和 $R-R_2$ [内切时，如图 1-33 (b) 所示]，或 $R-R_2$ 和 R_1+R [内、外切，如图 1-33 (c) 所示]为半径画弧，得交点 O ，即为连接弧（半径 R ）的圆心。

求切点：作两圆心连线 O_1O 、 O_2O 或 O_1O 、 O_2O 的延长线，与两已知圆弧（半径 R_1 、 R_2 ）相交于点 m_1 、 m_2 ，则 m_1 、 m_2 即为切点。

画连接弧：以 O 为圆心， R 为半径，自点 m_1 至 m_2 画圆弧，即完成作图。