

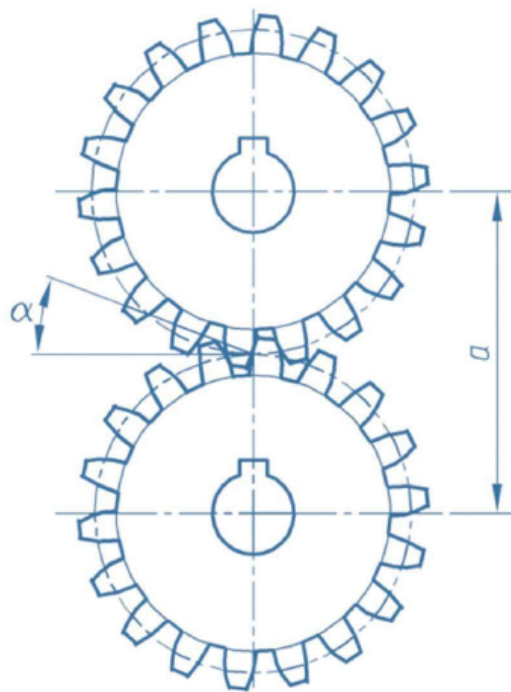
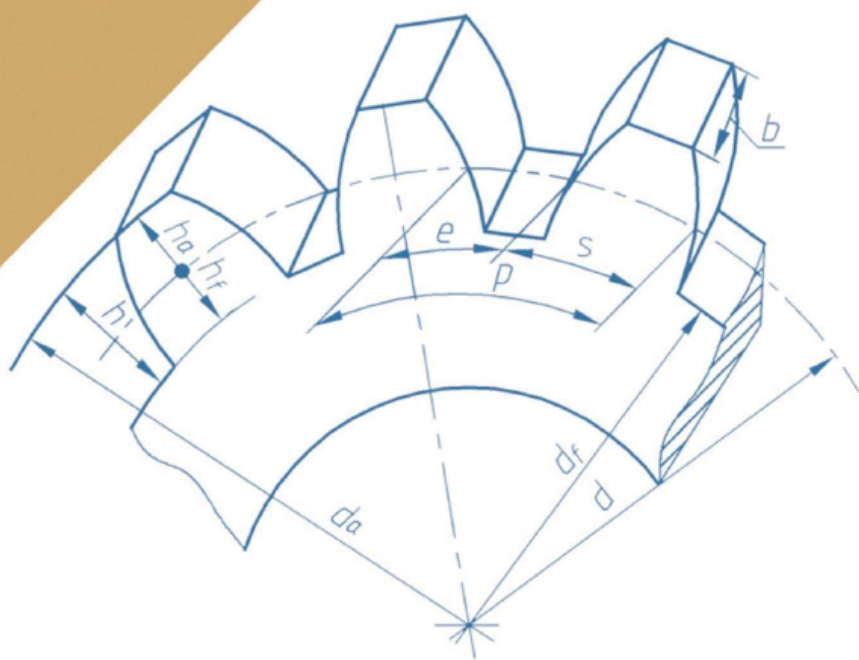
高等教育应用型人才培养“十三五”规划教材

主 编 张 慧 谢 勇 罗胜男

机械制图

与CAD

JIXIE
ZHITU YU CAD



高等教育应用型人才培养“十三五”规划教材

机械制图与 CAD

主 编 张 慧 谢 勇 罗胜男

副主编 龙一帆 凌 奔 张梦莎

杨 振 寇海利

西南交通大学出版社

·成 都·

图书在版编目 (C I P) 数据

机械制图与 CAD / 张慧, 谢勇, 罗胜男主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2018.8
高等教育应用型人才培 养“ 十三 五” 规划教材
ISBN 978-7-5643-6388-8

I. ①机... II. ①张... ②谢... ③罗... III. ①机械制图 - AutoCAD 软件 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 205008 号

高等教育应用型人才培 养“ 十三 五” 规划教材

机械制图与 CAD

主 编 / 张 慧 谢 勇 罗胜男	责任编辑 / 罗在伟
	助理编辑 / 何明飞
	封面设计 / 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行
(四川省成都市二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)
发行部电话: 028-87600564 028-87600533
网址: <http://www.xnjdcbs.com>
印刷: 四川煤田地地质制图印刷厂

成品尺寸 185 mm× 260 mm
印张 20.25 字数 506 千
版次 2018 年 8 月第 1 版 印次 2018 年 8 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-6388-8
定价 54.00 元

课件咨询电话: 028-87600533
图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

机械制图是高职院校工程技术类各专业一门必修的技术课程，目的是培养学生掌握表达和识读工程图的基本能力，为今后职业生涯发展奠定基础。本书是经过长时间的酝酿，总结了一线教师在机械制图教学中积累的丰富经验，同时汲取兄弟院校同类教材的优点，力求符合轨道交通行业人才培养目标，并满足轨道交通行业对机械制图的新要求。为此，本教材体现出以下特点：

1. 难易适中，适合高职教育

本书坚持以“实用为主，够用为度”的原则，将制图基本理论原理与图例应用紧密结合，强化工程素质教育，以培养能力为重点。对于后续课程要进一步阐述的内容，采取普及为主，点到为止的方式，使得教材的难易程度更符合目前高职学生的实际情况。

2. 图文并茂，易于理解掌握

在文字表述上力求简明扼要、深入浅出，使学生更容易理解和掌握。对于一些制图中容易出现的错误，列举出对比图例；对于复杂的制图，采用分步骤图例；对教学难点投影图，采取立体图帮助理解。

3. 多措并举，练就三种技能

针对目前高等职业教育培养应用型人才的特点，识读工程图样是最重要的基本技能。在教材的编写中体现以识图为主，徒手绘图、手工绘图、AutoCAD 绘图三种技能训练并举的特点。

4. 配套习题，提高制图能力

习题集与教材配套使用，从高职学生实际就业岗位出发，以培养学生绘制和阅读工程图样为目的，以解决实际问题为准则，对机械制图习题内容进行了适当的调整和删减，力求体现轨道交通行业职业教育特色，全面提升学生的识图制图能力。

本书适用于轨道交通行业高等职业院校机车车辆专业、车辆工程专业、机电工程

专业制图课程。

本书由湖北铁道运输职业学院机械制图课程的骨干教师共同编写，由张慧、谢勇、罗胜男担任主编。具体分工为：张慧编写第 1、2 模块，谢勇编写第 4、5 模块，罗胜男编写第 3、6、8 模块，谢勇、龙一帆编写第 7 模块，凌奔、张梦莎编写第 9 模块；书中部分章节的插图由杨振绘制，寇海利负责文字校对；全书由张慧、谢勇负责统稿。

本书编写过程中，得到了章柯、蔡海云、耿奎、冯骥、高杉等老师的大力支持，提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于参加编写的各位老师水平和认识不尽一致，书中难免存在疏漏和不足之处，欢迎同行专家和读者批评指正。

编 者

2018 年 7 月

目 录

模块 1 平面几何图形	1
任务 1-1 机械制图国家标准的基本规定	1
任务 1-2 几何作图	7
任务 1-3 圆弧连接	11
任务 1-4 平面图形的分析与作图	14
任务 1-5 徒手绘图	16
模块 2 正投影基础与组合体	20
任务 2-1 投影法与三视图	20
任务 2-2 点、线、面的投影特性	25
任务 2-3 基本体及切割体的三视图	31
任务 2-4 组合体及相贯体的三视图	40
任务 2-5 组合体的尺寸标注	44
任务 2-6 读组合体视图的方法	46
模块 3 轴测图	52
任务 3-1 基本体的正等测	53
任务 3-2 组合体的正等测	58
任务 3-3 基本体的斜二测	62
任务 3-4 组合体的斜二测	65
模块 4 机件的表达方式	70
任务 4-1 视 图	70
任务 4-2 剖视图	73
任务 4-3 断面图	82
任务 4-4 其他视图表达方式	84
模块 5 标准件与常用件的绘制	91

任务 5-1	螺纹的绘制与标注	91
任务 5-2	螺纹连接件的绘制	98
任务 5-3	直齿圆柱齿轮及其画法	107
任务 5-4	键、销及其连接的画法	111
任务 5-5	滚动轴承及其画法	115
任务 5-6	弹簧及其画法	120
模块 6	零件图	123
任务 6-1	零件图概述	123
任务 6-2	表面结构的表示法	141
任务 6-3	极限与配合	146
任务 6-4	几何公差	154
任务 6-5	看零件图	158
模块 7	量具的使用及零件测绘	165
任务 7-1	游标卡尺、高度游标卡尺的使用	165
任务 7-2	千分尺、塞尺、卡钳的使用	170
任务 7-3	轮对检查器的使用	175
任务 7-4	车辆车钩中心高度尺	186
任务 7-5	零件的测绘	187
模块 8	装配图	193
任务 8-1	装配图概述	193
任务 8-2	看装配图	200
任务 8-3	画装配图	213
模块 9	计算机绘图	220
任务 9-1	AutoCAD 2018 的基本操作	220
任务 9-2	AutoCAD 2018 的基本图形绘制	232
任务 9-3	AutoCAD 2018 的基本编辑命令	240
任务 9-4	AutoCAD 2018 的注释图形与尺寸标注	250
任务 9-5	AutoCAD 应用实例	261
附 录		285
附录 1	常用螺纹	285

附录 2 常用螺纹紧固件	288
附录 3 常用键与销	296
附录 4 常用滚动轴承	303
附录 5 极限与配合	309
参考文献	317

模块 1

平面几何图形

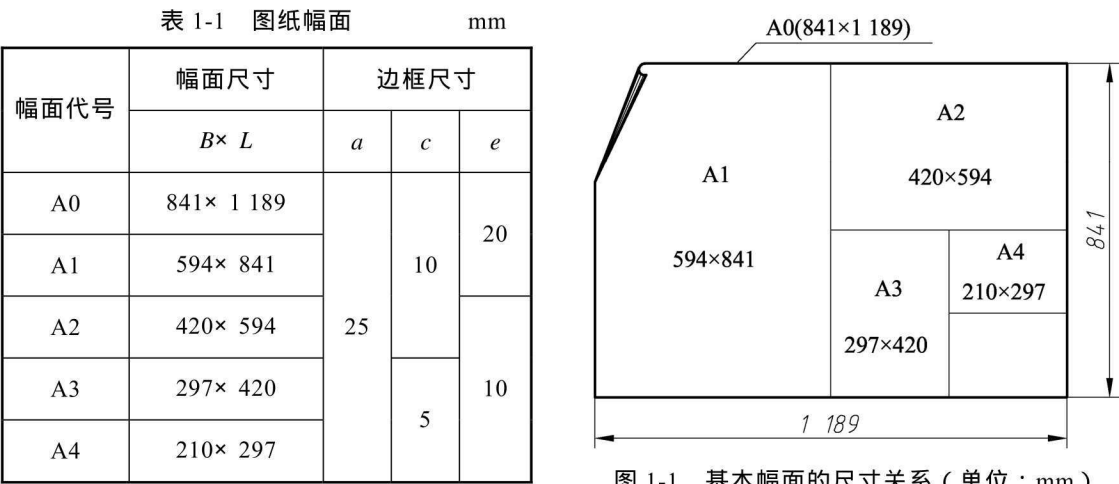
任务 1-1 机械制图国家标准的基本规定

图样是工程界的技术语言，也是铁道运输、轨道交通行业表达和交流技术思想的重要工具，是指导全行业生产运营的重要技术文件。国家标准对图样的绘制和阅读做了统一的规定。每个从事铁道运输、轨道交通生产运营的工作人员都必须掌握并严格执行这些国家标准（简称国标）。本任务简要介绍机械制图国家标准的基本规定。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

绘制机械图样时，应优先采用国家标准规定的图纸基本幅面，如表 1-1 所示。基本幅面共 5 种，其尺寸关系如图 1-1 所示。必要时，也可选用国家标准中所规定的加长幅面，加长幅面的尺寸应为基本幅面的短边整数倍增加后得出。



2. 图框格式

图纸上必须用粗实线绘出图框，其格式分为留装订边和不留装订边两种，如图 1-2、图 1-3 所示。同一产品的图样只能采用同一种格式。

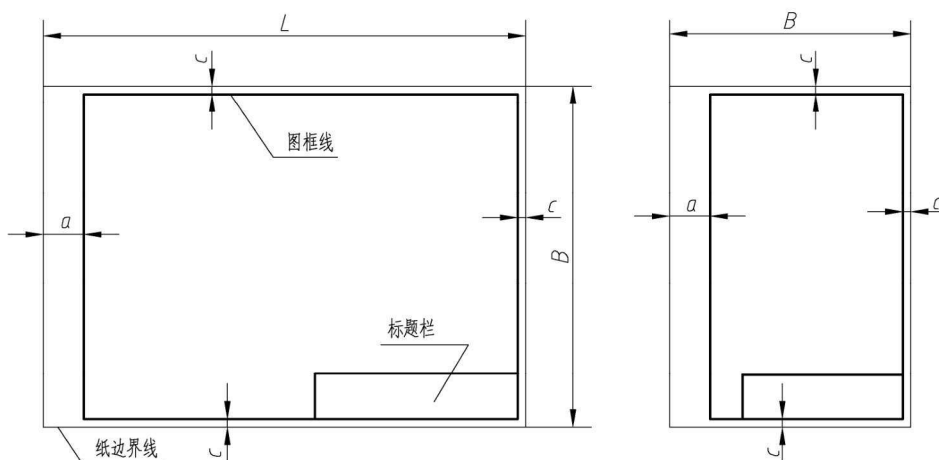


图 1-2 留装订边的图框格式

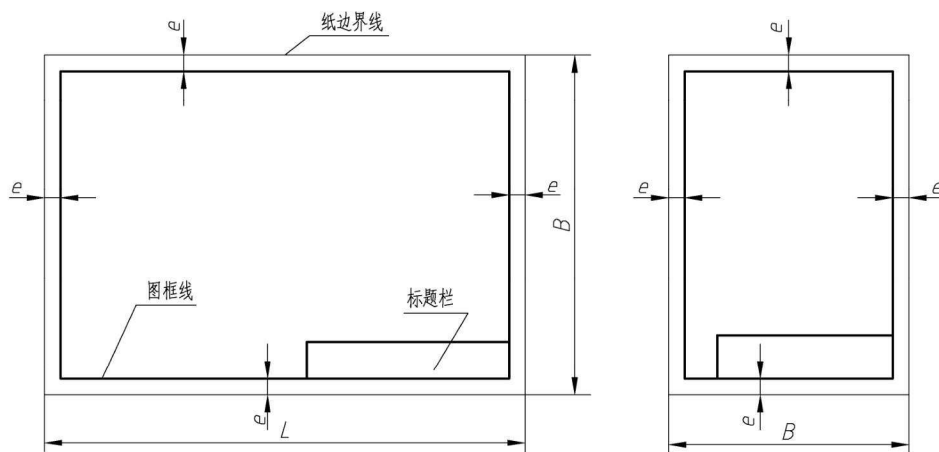


图 1-3 不留装订边的图框格式

二、标题栏（GB/T 10609.1—2008）

每张图样都必须绘制标题栏。国家标准对标题栏的内容、格式和尺寸做了统一规定。本书建议教学中采用简化的标题栏格式，如图 1-4 所示。标题栏一般绘制在图纸右下角，如图 1-2、图 1-3 所示。

三、比例（GB/T 14690—1993）

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时，应选择国家标准规定的比例，如表 1-2 所示。注意：不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与绘图比例、图形大小无关。

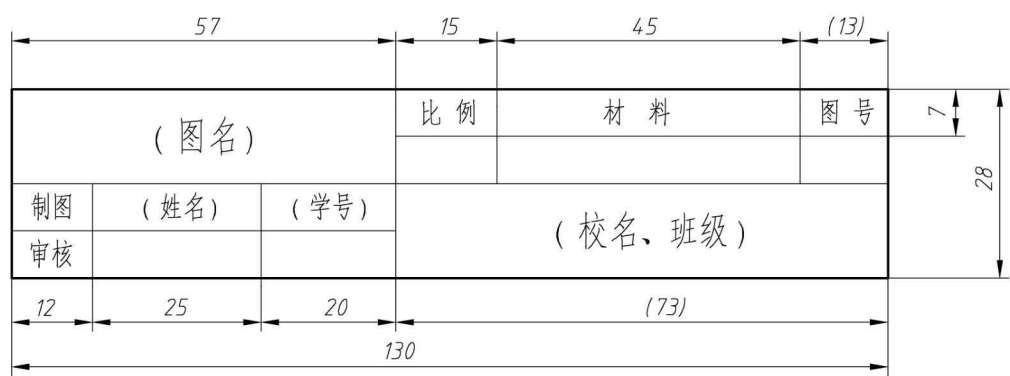


图 1-4 标题栏格式（简化版）

表 1-2 比例系列

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1 : 1	—
放大比例	5 : 1 $5 \times 10^n : 1$	4 : 1 $4 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2 $1 : 2 \times 10^n$	1 : 1.5 $1 : 1.5 \times 10^n$

注：n 为正整数。

四、字体（GB/T 14691—1993）

国家标准对图样上的字体做了详细的规定，如表 1-3 所示。在图样上书写汉字、字母和数字时，必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。书写长仿宋体字的要领是：横平竖直不连笔，结构匀称长方形。

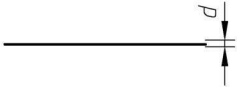
表 1-3 字体示例

字体	示 例
长仿宋体汉字	高等职业教育 铁道运输 城市轨道交通 机械制图 机车驾驶 车辆检修 牵引供电 通信信号 运营管理
拉丁字母	大写斜体 小写斜体
阿拉伯数字	斜体 正体
罗马数字	正体

五、图线 (GB/T 17450—1998 ; GB/T 4457.4—2002)

国家标准规定了图样中采用的 9 种图线,其名称、型式、宽度和应用如表 1-4 所示。

表 1-4 图线线型及其应用 (摘自 GB/T 4457.4—2002)

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	1. 可见轮廓线 ; 2. 可见棱边线 ; 3. 相贯线
细实线		$d/2$	1. 尺寸线及尺寸界线 ; 2. 剖面线 ; 3. 过渡线
细虚线		$d/2$	1. 不可见轮廓线 ; 2. 不可见棱边线
细点画线		$d/2$	1. 轴线 ; 2. 对称中心线 ; 3. 剖切线
波浪线		$d/2$	1. 断裂处的边界线 ; 2. 视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	1. 断裂处的边界线 ; 2. 视图与剖视图的分界线
双点画线		$d/2$	1. 相邻辅助零件的轮廓线 ; 2. 可动零件的极限位置和轮廓线 ; 3. 成形前的轮廓线 ; 4. 轨迹线
粗点划线		d	限定范围的表示线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

图线的宽度应根据图纸幅面的大小和所表达对象的复杂程度来选取。图线宽度常用的值有 $d = 0.35, 0.5, 0.7, 1$ (mm)。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。图线的画法及应用如图 1-5 所示。当不同图线重合时,根据图线所表达对象的重要程度,按粗实线、细虚线、细实线、细点划线、细双点划线的先后顺序选择绘制。

画图线应注意以下几个问题:

- (1) 细点画线、细双点画线的首尾两端应是划,不能是点。
- (2) 各种线型相交时,都要以划相交,而不能以点或间隔相交。
- (3) 画圆的中心线时,圆心应是划的交点;圆的中心线、对称中心线及轴线的两端应超出物体轮廓线 $2 \sim 5$ mm。
- (4) 当圆的图形较小时,绘制其中心线允许用细实线代替细点画线。

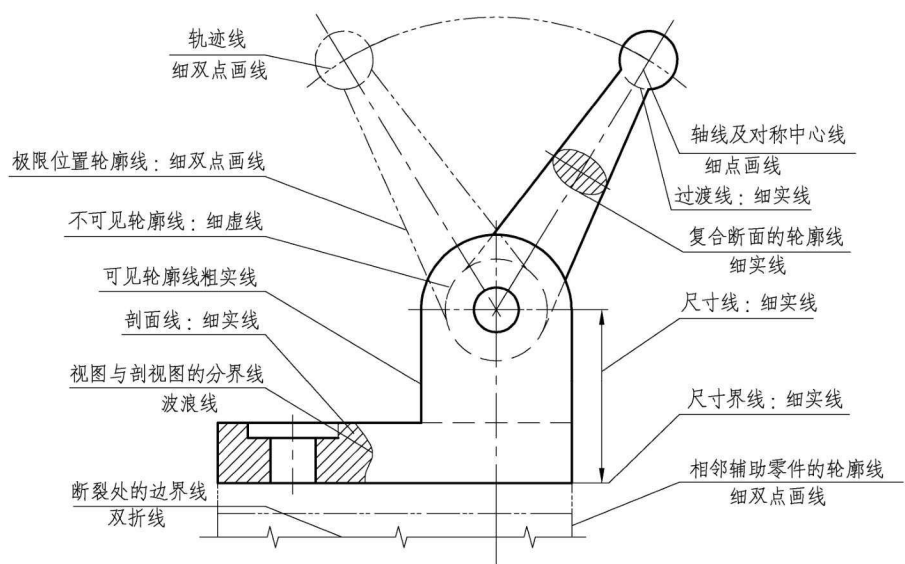


图 1-5 图线应用举例

六、尺寸标注（GB/T 4458.4—2003；GB/T 19096—2003）

图形表示物体的形状，尺寸表示物体的大小。尺寸是图样中最重要的内容之一，是制造机件的直接依据，也是图样中指令性最强的部分。因此，标注尺寸时，必须严格遵守国家标准的有关规定。

1. 标注尺寸的基本规则

- （1）机件的真实大小应以图样上标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 mm 为单位符号时，无须标注计量单位的符号（或名称）。如采用其他单位，则必须注明相应的单位符号。
- （3）机件上的每一尺寸，一般只标注一次，并标注在表示该结构最清晰的图形上。
- （4）图样中所注尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。
- （5）常用的标注尺寸的符号和缩写词如表 1-5 所示。

表 1-5 常用的符号和缩写词

含 义	符号或缩写词	含 义	符号或缩写词
直径	ϕ	45°倒角	C
半径	R	深度	$\downarrow$
球直径	S ϕ	沉孔或锪平	
球半径	SR	埋头孔	
厚度	t	均布	EQS
正方形		弧长	

2. 标注尺寸的三要素

- (1) 尺寸界线：表示尺寸的起止位置，用细实线绘制，也可以用轮廓线或中心线代替。
- (2) 尺寸线：平行于被标注要素的线段，两端有箭头（或斜线）与尺寸界线相接触，用细实线绘制。
- 注意：尺寸线必须单独画出，不得用任何图线或其延长线代替。
- (3) 尺寸数字：水平的尺寸数字注写在尺寸线的上方，自左而右地读数；竖直的尺寸数字注写在尺寸线的左方，自下而上地读数。

注意：尺寸数字不允许被任何图线断开！当不可避免时，必须把图线断开。具体标注如图 1-6 所示。

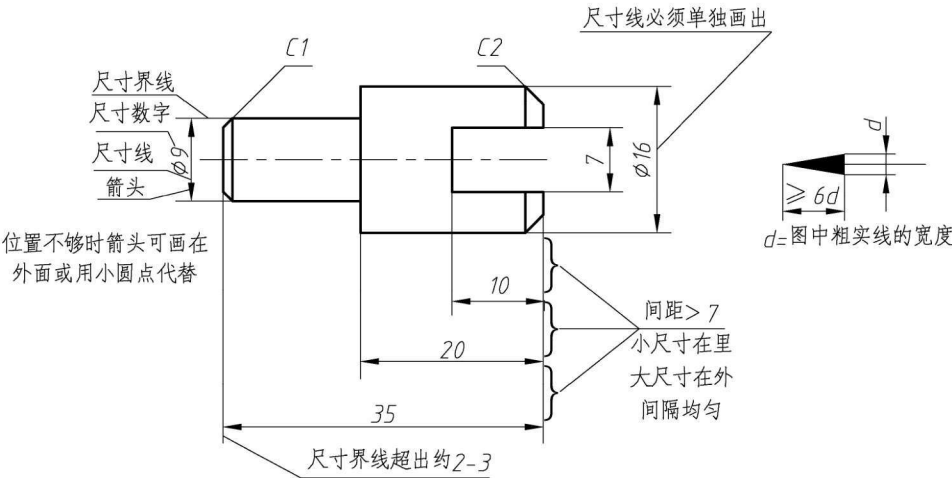


图 1-6 尺寸的组成及标注示例

七、尺寸标注示例

尺寸标注示例见图 1-7 ~ 图 1-11。

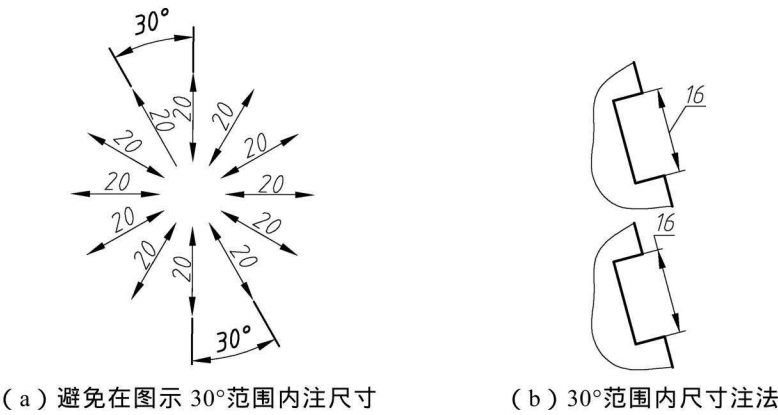


图 1-7 尺寸数字注法

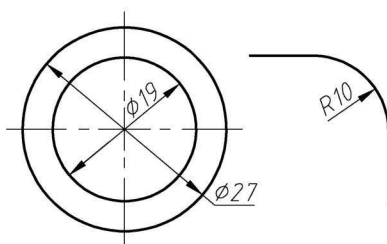


图 1-8 圆及圆弧尺寸注法

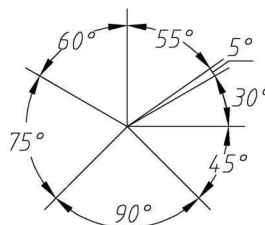


图 1-9 角度尺寸注法

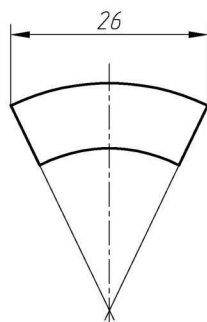


图 1-10 弦长尺寸注法

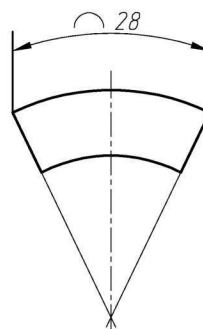


图 1-11 弧长尺寸注法

任务 1-2 几何作图

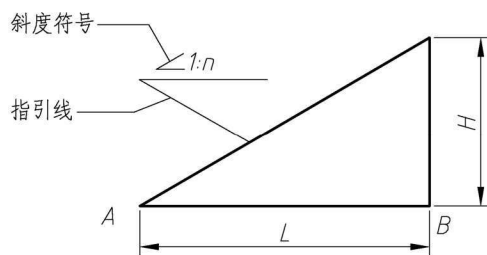
机件轮廓图形是由直线、圆（圆弧）和其他曲线组成的几何图形。因此，熟练掌握几何图形的正确作图方法，是提高绘图速度，保证制图质量的必备技能。

一、斜 度

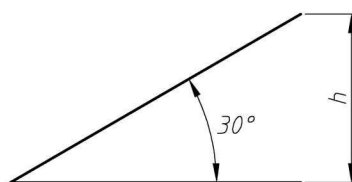
斜度是指一直线（或平面）对另一直线（或平面）的倾斜程度。其大小用这两条直线（或平面）间夹角的正切值来表示，如图 1-12（a）所示。即

$$\text{斜度} = \tan \alpha = H/L = 1 : n$$

斜度符号如图 1-12（b）所示。



（a）斜度及标注



（b）斜度符号

图 1-12 斜度及其标注

斜度在图样上通常以 $1:n$ 的形式标注。斜度符号“ $\angle$ ”的方向应与图形中斜度方向一致。斜度的画法如图 1-13 所示：在图形内（或外）按斜度值和斜度方向，作一细实线的直角三角形，然后在欲画斜度线的位置，作直角三角形斜边的平行线即可。

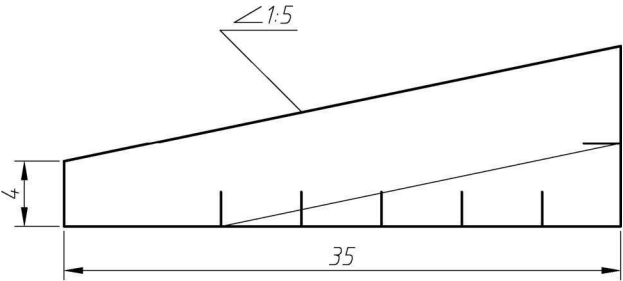


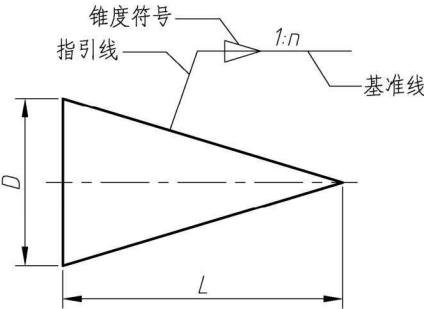
图 1-13 斜度的画法

二、锥 度

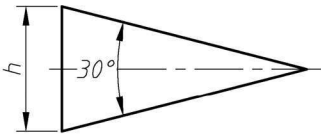
锥度是指圆锥的底圆直径 D 与圆锥高度 H 之比，如图 1-14（a）所示。即

$$\text{锥度} = D/L = 1 : n$$

锥度符号如图 1-14（b）所示。



（a）锥度及标注



（b）锥度符号

图 1-14 锥度及其标注

锥度在图样上通常以 $1:n$ 的形式表示。锥度符号“ $\angle$ ”或“ $\triangleright$ ”的方向应与图形中锥度方向一致，基准线与圆锥轴线平行。

锥度的作图方法如图 1-15 所示：在图形内或外，先按锥度值和锥度方向作一细实线的等腰三角形，然后在欲作锥度线的位置作等腰三角形两腰的平行线即可。

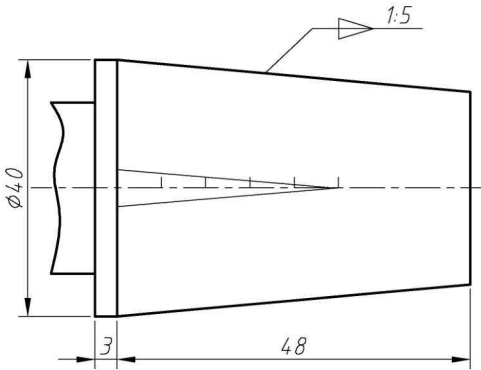


图 1-15 锥度的画法

三、等分作图

1. 等分线段

(1) 平行线法。

如图 1-16 所示, 将线段 AB 分为五等分。

从线段端点 A 任引一直线 AC , 在 AC 上以适当长度截取五等份, 得 6, 7, 8, 9 点; 连接 C, B ; 过 6, 7, 8, 9 各点分别作 CB 的平行线, 交 AB 于 1, 2, 3, 4 点, 即为线段 AB 的等分点。

(2) 试分法。

如图 1-17 所示, 将线段 AB 分为五等分。

先将分规开度大约调整至线段 AB 的 $1/5$ 长 (目测), 然后试分线段 AB 得 1, 2, 3, 4, 5 点 (点 5 也许在端点 B 之外); 调整分规, 使其长度增加 (或减少) $5B$ 的 $1/5$ (目测), 继续试分, 直至将线段 AB 五等分。

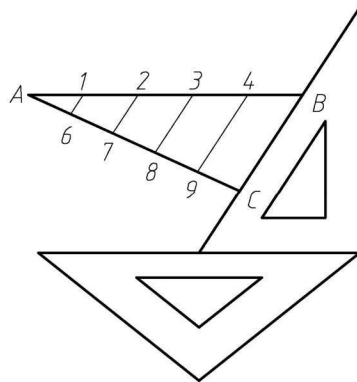


图 1-16 平行线法等分线段

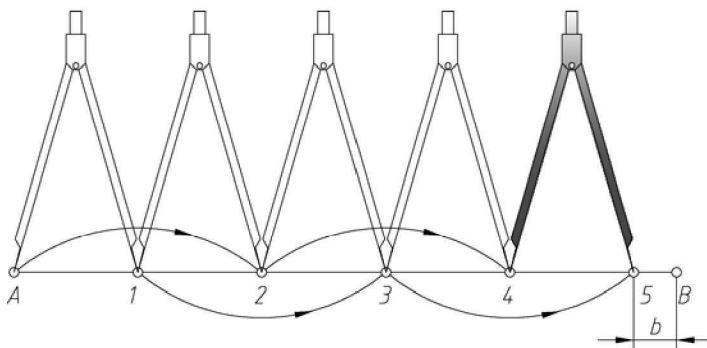


图 1-17 试分法等分线段

2. 等分圆周及作正多边形

(1) 三、六、十二等分圆周。

① 半径法。

如图 1-18 所示, 作圆的内接正三角形、正六边形和正十二边形。

分别以圆的中心线和圆周的交点为圆心, 用该圆的半径 R 为半径画弧, 就可以把圆周分为三、六、十二等份。依次连接各点, 即可得圆的内接正三角形或正六边形, 正十二边形。

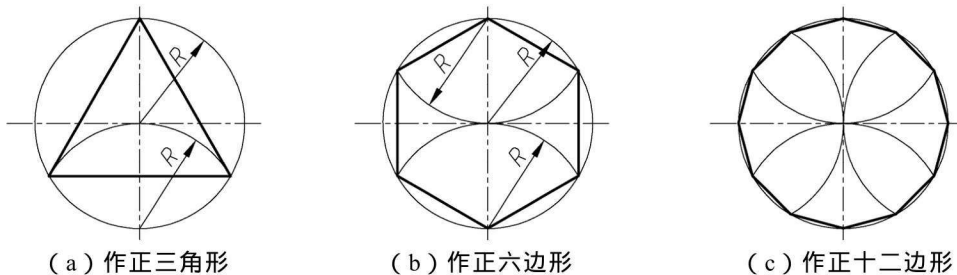


图 1-18 用圆规等分圆周及作圆内接正多边形