

 职业教育汽车类专业“互联网+”新生态创新示范教材

机械制图 与计算机绘图

JIXIE ZHITU YU JISUANJI HUITU

主 编 商玉美 周秋菊
编 写 陈 坚 吴子今 姚恒梅
 陈宝珍 翁基明
主 审 徐 展



互联网+新生态教材

 江苏凤凰教育出版社  凤凰职教

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图与计算机绘图 / 商玉美、周秋菊主编. —南京:
江苏凤凰教育出版社, 2019.7 (2022.1 重印)

ISBN 978-7-5499-8012-3

I. ①机… II. ①商…②周… III. ①机械制图—高等职业教
育—教材②计算机制图—高等职业教育—教材 IV.

① TH126 ② TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 078781 号

书 名 机械制图与计算机绘图

主 编 商玉美 周秋菊
责任编辑 汪立亮
出版发行 江苏凤凰教育出版社
地 址 南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009
出 品 江苏凤凰职业教育图书有限公司
网 址 <http://www.fhmooc.com>
照 排 江苏凤凰制版有限公司
印 刷 北京盛通印刷股份有限公司
厂 址 北京市经济技术开发区经海三路18号, 邮编: 100176
电 话 010-52249888
开 本 889 毫米×1 194 毫米 1/16
印 张 22.75 (共两册)
版次印次 2019年7月第1版 2022年1月第2次印刷
标准书号 ISBN 978-7-5499-8012-3
定 价 65.80元 (共两册)
批发电话 025-83658831
盗版举报 025-83658873

图书若有印装错误可向江苏凤凰职业教育图书有限公司调换
提供盗版线索者给予重奖

出版说明

面对新时代中国特色社会主义建设的宏伟蓝图，我国社会主要矛盾已经转化为人们日益增长的美好生活需要与发展不平衡、不充分之间的矛盾，这就需要有更高水平、更高质量、更高效益的发展，实现更加平衡、更加充分的发展，才能全面建成社会主义现代化强国。职业教育的发展必须服从服务于国家发展战略，以不断满足人们对美好生活需要为追求目标，全面贯彻党的教育方针，全面深化教育改革，全面实施素质教育，全面落实立德树人根本任务，充分发挥职业教育的优势，建立和完善职业教育课程体系，健全德能并修、工学结合的育人机制，着力培养学生的工匠精神、职业道德、职业技能和就业创业能力，创新教育教学方法和人才培养模式，完善人才培养质量监控评价制度，不断提升人才培养质量和水平，为实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献力量。

教材建设是人才培养工作的重要载体，也是深化教育教学改革、提高教学质量的重要基础。教材编写应遵循教材建设规律和职业教育教学规律、技术技能人才成长规律，紧扣产业升级和数字化改造，满足技术技能人才需求变化，依据职业教育国家教学标准体系，对接职业标准和岗位（群）能力要求。目前，职业教育教材建设规划性不足、系统性不强、特色不明显等问题一直制约着内涵发展、创新发展和特色发展的空间。因此，我们紧密结合职业教育发展新形势，主动适应职业教育改革创新的需要，组织了一批具有先进教学思想和学术造诣较高的专业骨干教师，编写了本套教材。

本套教材在编写过程中，注重教材内容安排，符合学生认知特点，遵

辑严谨，梯度明晰，严格对接职业标准和岗位能力要求；以典型工作任务为载体，反映人才培养模式改革方向，将知识、能力和正确价值观的培养有机结合，有效激发学生学习兴趣和创新潜能。本套教材具有以下特点：

（1）坚持立德树人。本套教材以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，弘扬工匠精神，将工匠精神、爱国情怀等融入到教学全过程，力求培养更多高素质技能人才、能工巧匠、大国工匠，为全面建设社会主义现代化国家、实现中华民族伟大复兴的中国梦提供强有力的人才支撑。

（2）将课程内容与职业标准对接。本套教材将职业标准融入到了教材内容中，根据职业资格考试和岗位要求，选择了与行业和职业需求接轨的教学内容。

（3）将教学过程与生产过程对接。本套教材理论上遵循适度、必需、够用的原则，将工作情境搬进课堂，强化工学结合。

（4）多样的呈现形式。根据目前职业院校学生特点，本套教材采用了全彩印刷，版式设计灵活，形式新颖，便于教师教学和学生使用。

（5）超强的编写团队。校园名师与行业专家强强联合，校企结合的编写模式保证了本套教材的前沿性和适用性。

（6）丰富的课程资源。本套教材配备了二维码、PPT、电子教案等多种资源，构建 O2O 立体化课程资源。

总的来说，本套教材较好地吸收了职业教育最新理论和实践研究成果，符合职业教育人才培养目标定位要求。教材内容深入浅出，难易适中，突出专业实践技能经验积累培养，重视启发学生思维和培养学生运用知识的能力。教材条理清楚，层次分明，结构严谨，图表美观、文字规范，是一套专门针对职业教育人才培养的教材。

编委会



前言

preface

《机械制图与计算机绘图》是机械类专业的专业基础课程之一，在教材编写过程中，我们力求通过一体化教学活动，培养学生终身学习的探索乐趣、良好的思维习惯、严谨的标准意识，为后续专业课的学习奠定良好的基础。在教材编写过程中，编者认真总结长期的课程教学实践经验，广泛吸取同类教材的优点，本书具有以下特点：

1. 以项目为载体，体现了项目教学法在课程教学中的应用，真正做到“做中学、学中做”，从而有效培养学生的空间思维能力与良好的绘图、识图习惯。采用最新的《机械制图》和《技术制图》国家标准，养成国家标准意识，所选图例兼顾典型性、通用性，使教学与生产一线在制图规范与识图能力方面零距离，积累机械常识，培养制图读图学习兴趣。

2. 在内容编排上，改变了以知识能力点为体系的框架，以实践活动为主线组织编排教材。在每一个任务中，紧紧围绕知识活动，引出实践操作，提出解题思路 and 提供完成任务所需的信息资源，为学生完成实践操作提供了必要技术支持和帮助。实践操作后，增加了知识测评环节，这样的编排有利于学生对于知识点进行回顾总结。

3. 在呈现形式上，除了在层次上注意逻辑清晰之外，还考虑了职业学校学生的认知特点，采用全彩印刷，对重难点内容以图表、彩色文字或引线标注进行凸显区分。

4. 计算机绘图部分打破常规的偏重于软件命令和功能的单纯介绍，将其融进任务中，使读者在任务学习的过程中，既学会了命令和功能，又掌握了绘图技巧及绘图命令的综合运用，这有助于提高学生的学习兴趣及学习成就感。并且机械制图与 CAD 绘图部分互相呼应，根据学院机房安排，

既可以混合教学，让学生通过直接动手操作软件，在屏幕上读图、画图，教会学生独立绘制简单的平面图形和三视图，减轻学生害怕手工绘图的心理压力，充分利用计算机绘图的优势，如绘图准确度高、修改简便、作图速度快等，增强学生的学习兴趣，将理论和实践结合起来，从而得到全面的培养和训练，充分掌握和巩固制图知识。

5. 以方便学习为方向，注重数字化资源建设。以课程开发为理念，运用互联网+形式，通过二维码嵌入高清微视频、微课，开发多媒体PPT，与纸质教材无缝对接，易学易懂。

本教材由长期从事机械制图及计算机绘图的教师合作编写。本教材由商玉美、周秋菊担任主编并负责统稿，参与编写的还有陈坚、姚恒梅、吴子今、陈宝珍、翁基明等老师。由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。





目录

项目一

制图的基本规定

001

- 任务一 制图的国家标准和一般规定·····001
- 任务二 尺寸注法·····007
- 任务三 几何作图·····011
- 任务四 平面图形的分析及作图方法·····016

项目二

正投影作图基础

020

- 任务一 正投影法基本知识·····020
- 任务二 三视图的形成与投影规律·····023
- 任务三 点、直线、平面的投影·····026
- 任务四 基本体的投影·····034
- 任务五 截交线的投影作图·····043
- 任务六 相贯线的投影作图·····051

项目三

轴测图

056

- 任务一 轴测图概述·····056
- 任务二 正等轴测图的画法·····058
- 任务三 斜二轴测图的画法·····064

项目四

组合体

067

- 任务一 组合体的组合方式·····067
- 任务二 组合体的三视图画法·····070
- 任务三 组合体的尺寸注法·····074
- 任务四 读组合体视图的方法和步骤·····080

项目五

机件的表达方法

086

- 任务一 视图·····086
- 任务二 剖视图·····090
- 任务三 断面图·····098
- 任务四 局部放大图和简化表示法·····102
- 任务五 第三角画法简介·····104

项目六

机械图形的特殊表示法

107

- 任务一 螺纹和螺纹紧固件·····107
- 任务二 齿轮·····117
- 任务三 键联接和销联接·····122
- 任务四 滚动轴承·····126
- 任务五 弹簧·····130

项目七

零件图

132

- 任务一 确定零件的表达方案·····132
- 任务二 合理标注零件尺寸·····139
- 任务三 认识零件上常见的工艺结构·····144
- 任务四 零件图技术要求·····147
- 任务五 识读零件图·····157

项目八

装配图

162

- 任务一 装配图的表达方法选择·····162
- 任务二 装配图中的其他内容认识·····167
- 任务三 识读装配图·····173
- 任务四 装配图拆画零件图·····177

任务一	AutoCAD 制图基础知识·····	181
任务二	AutoCAD 平面图形的绘制（一）·····	188
任务三	AutoCAD 平面图形的绘制（二）·····	200
任务四	AutoCAD 文字与尺寸标注·····	210
任务五	AutoCAD 绘制视图·····	221
任务六	AutoCAD 绘制零件图·····	225
参考文献		



项目一 制图的基本规定

本项目着重介绍《技术制图》和《机械制图》国家标准中有关制图的基本规定，并简要介绍了制图工具的使用以及平面图形的绘制。

任务一 制图的国家标准和一般规定



任务目标

知识目标：

1. 认识图样。
2. 掌握国家标准中关于机械制图的一些规定。

能力目标：

会查阅有关的制图标准或手册。



知识储备

机械图样是表达工程技术人员设计意图、进行技术交流以及制造生产的重要工具。为了便于管理和交流，国家发布了《技术制图》和《机械制图》等一系列国家标准。《技术制图》是一项基础技术标准，具有通用性和一般性，而《机械制图》是针对机械行业的标准。

我国国家标准(简称国标)的代号是“GB”(“GB/T”为“推荐性标准”，无“T”字时为“强制性标准”)，它是由“国标”两个字的汉语拼音的第一个字母“G”和“B”组成的。例如《GB/T 4457.4—2002 机械制图 图样画法 图线》表示制图标准中图线的画法，发布的标准顺序编号为4457.4(.4表示第四部分)，发布的年号是2002年。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸宽度与长度组成的图面称为图纸幅面。图纸的基本幅面共有5种，详见表1-1。幅面的代号分别为A0、A1、A2、A3、A4。其中A0幅面最大，A4幅面最小，相邻幅面的尺寸为对折关系，详见图1-1所示。

注意：必要时，可以按规定加长图纸幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的短边乘整数倍后得出。

表 1-1 图纸幅面及周边尺寸

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

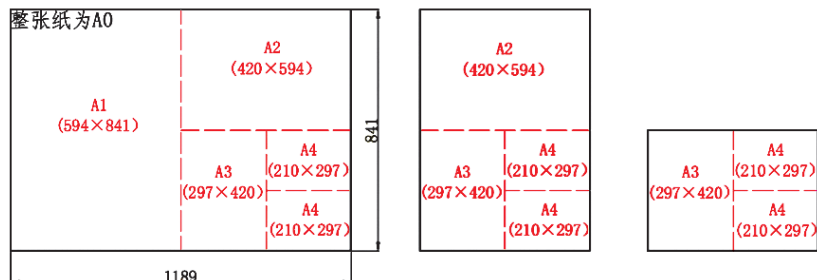


图 1-1 图纸幅面的相应关系

2. 图框格式

图框是图纸上限制绘图区域的线框，必须用粗实线画出，其格式有两种，分别是留有装订边和不留装订边，如图 1-2 和图 1-3 所示。装订边宽度 a 和周边宽度 c 、 e 可以由表 1-1 中查出。

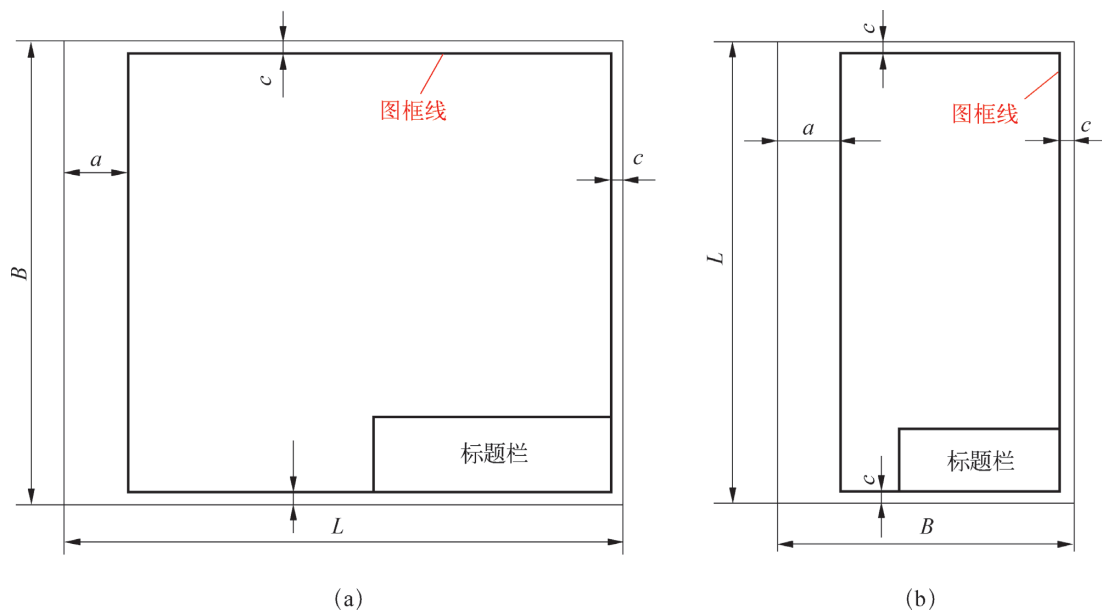


图 1-2 有装订边图框格式

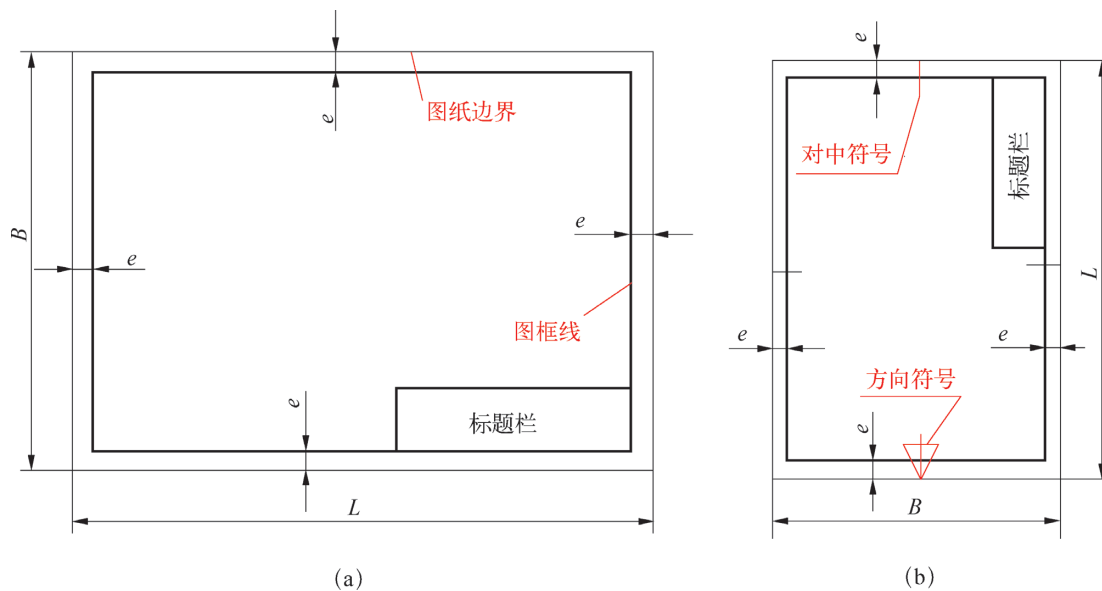


图 1-3 无装订边图框格式及对中、方向符号

注意：同一产品的图样应采用统一图框格式。为了复制和缩微投影方便，应在图纸各边长的中点处绘制对中符号 [对中符号是从图纸边界开始至伸入图框内约 5mm 的一段粗实线，如图 1-3 (b) 所示]。

3. 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

在每一张技术图样上，均需要画出标题栏。标题栏的格式，国家标准 GB/T 10609.1—2008 已作出了统一规定，如图 1-4 所示，教学中建议采用简化的标题栏，如图 1-5 所示。标题栏的外框线一律用粗实线绘制，右边和底边与图框线重合；标题栏的分格线用细实线绘制。

标题栏位于图框的右下角，标题栏中的文字方向为看图方向。

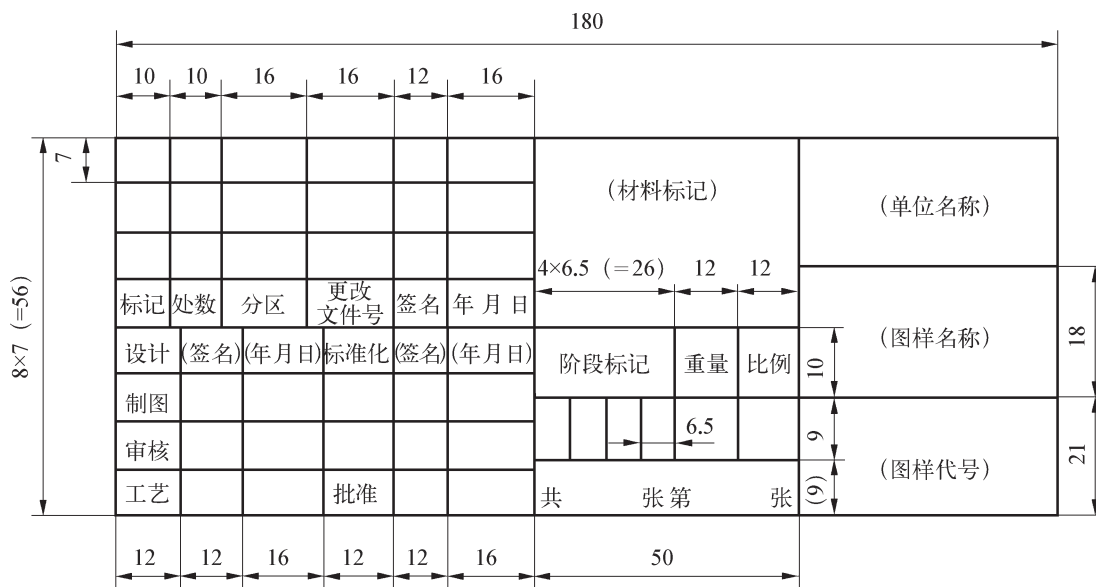


图 1-4 标题栏格式

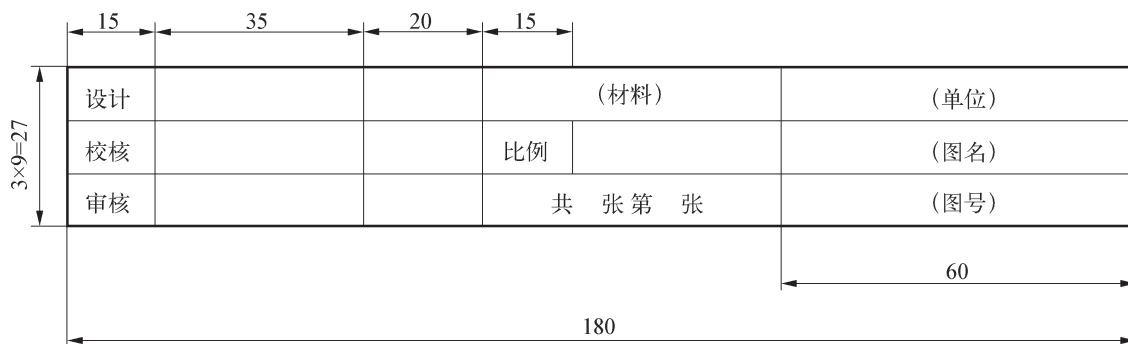


图 1-5 简化标题栏格式

二、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。当需要按比例绘制图样时，应该从表 1-2 中优先选取。

表 1-2 绘图比例

原值比例	1:1					
放大比例	2:1 (2.5:1)	5:1 (4:1)	$1 \times 10^n:1$ ($2.5 \times 10^n:1$)	$2 \times 10^n:1$ ($4 \times 10^n:1$)	$5 \times 10^n:1$	
缩小比例	1:2 (1:1.5) ($1:1.5 \times 10^n$)	1:5 (1:2.5) ($1:2.5 \times 10^n$)	1:10	$1:1 \times 10^n$ (1:3) ($1:3 \times 10^n$)	$1:2 \times 10^n$ (1:4) ($1:4 \times 10^n$)	$1:5 \times 10^n$ (1:6) ($1:6 \times 10^n$)

注： n 为整数。

注意：不论采用何种比例，图上所注尺寸数值均为机件的实际尺寸，如图 1-6 所示。

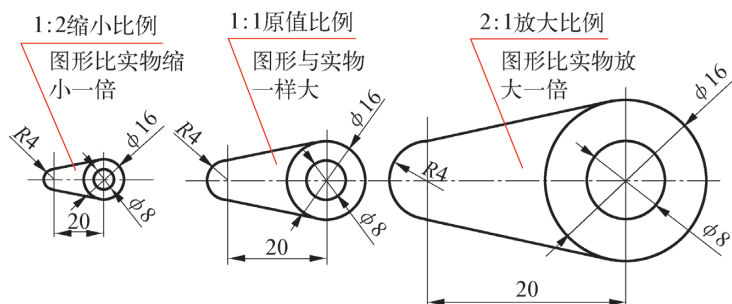


图 1-6 采用不同比例绘制的同一图形

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样中除图形外,还需要用文字、字母、数字等来说明各项要求和标注尺寸。

(1) 字体的号数即字体的高度(用 h 表示)分为 8 种 (mm): 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8。如需书写更大的字,其字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

(2) 图样上的汉字应写成长仿宋体字,并且要采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,宽度为 $h/\sqrt{2}$ 。

(3) 字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 $d=h/14$, B 型字体的笔画宽度 $d=h/10$ 。

注意:在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

(4) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

注意:在图样中书写文字、字母、数字时必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐,具体参照表 1-3 所示。

表 1-3 字体示例

字体		示例
长仿宋体	5号	字体工整笔画清楚
	3.5号	字体工整笔画清楚
拉丁字母	大写直体	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	大写斜体	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写直体	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
	小写斜体	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯数字	直体	0123456789
	斜体	0123456789
罗马数字	直体	I II III IV V VI VII VIII X XI XII
	斜体	I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

四、图线 (GB/T 4457.4—2002)

1. 图线的线型及应用

绘图时,应采用国家标准中规定的图线。国家标准 (GB/T 4457.4—2002)《机械图样 图样画法 图线》规定了在机械图样中使用的九种图线,其名称、线型、线宽及应用见表 1-4 及图 1-7 所示。

注意:在机械图样中采用粗细两种线宽,它们之间的比例为 2:1,粗线宽度 d 一般采用 0.5mm、0.7mm。

表 1-4 线型及应用 (GB/T 4457.4—2002)

名称	线型	线宽	一般应用
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、过渡线
粗实线		d	可见轮廓线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
粗虚线		d	允许表面处理的标示线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线
粗点画线		d	限定范围表示线
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
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	同波浪线

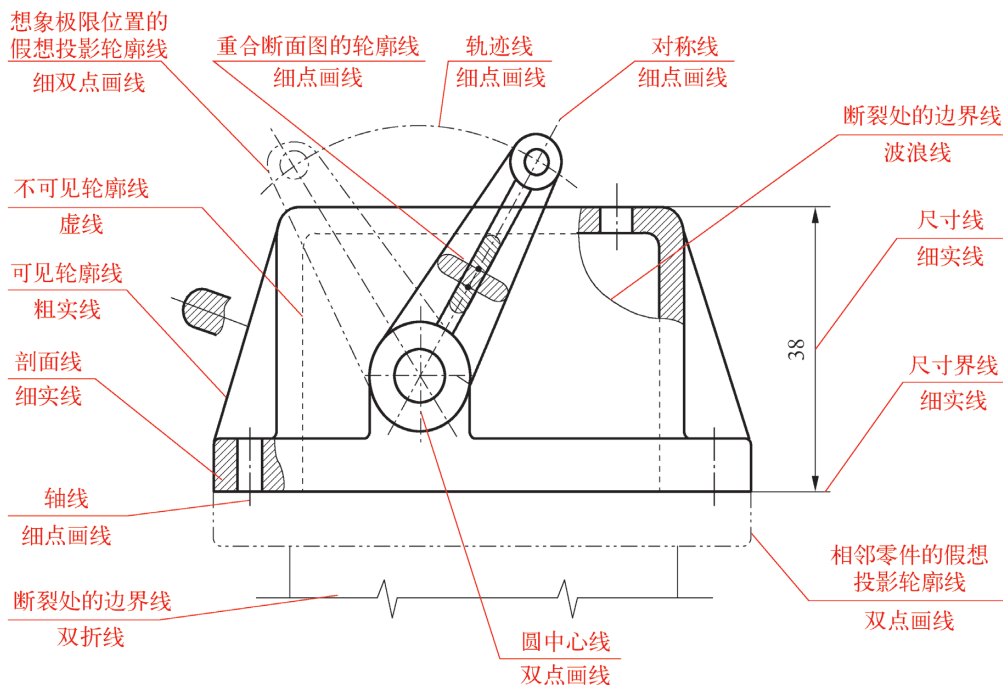


图 1-7 图线的应用举例

2. 画图线时的注意事项 (图 1-8)

- (1) 点画线和双点画线的首末两端应为“画”而不应为“点”。它们中的点是极短的一画（长约 1mm），不能画成圆点，且应点、线一起画。
- (2) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，首末两端应为长画且超过轮廓线 2 ~ 5mm。
- (3) 虚线、点画线或双点画线和实线相交或它们自身相交时，应以“画”相交，而不应为“点”或“间隔”。
- (4) 在较小的图样上绘制细点画线和细双点画线有困难时，可用细实线代替。
- (5) 同一图样中，同类型图线的宽度应一致，虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等，且虚线、点画线或双点画线为实线的延长线时，不得与实线相连。

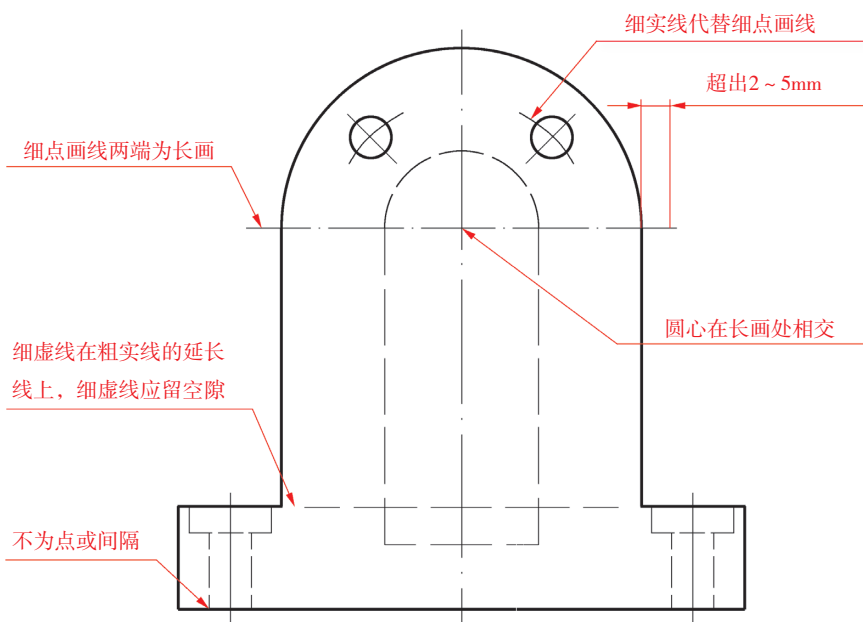
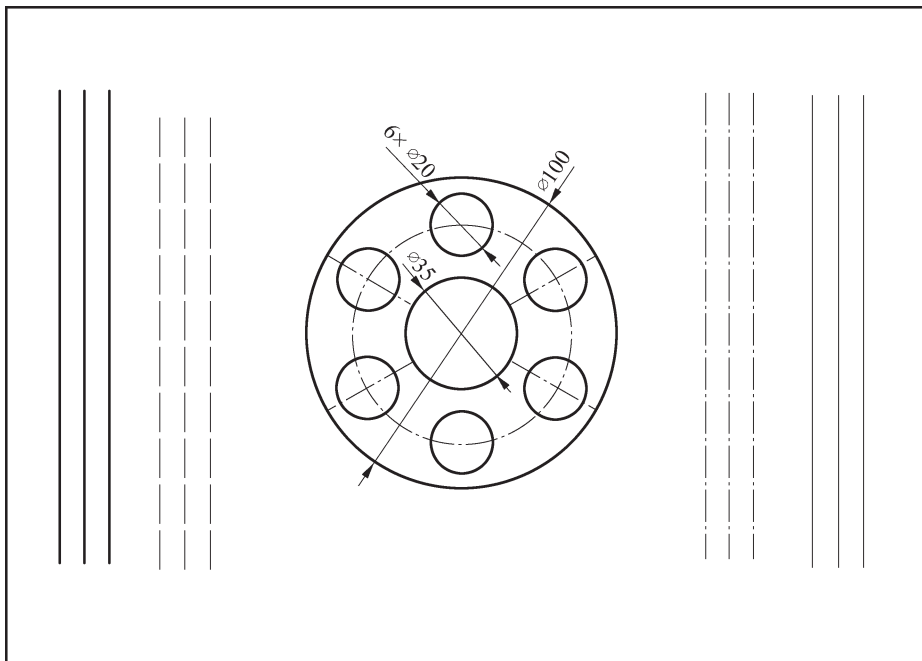


图 1-8 绘制图线的注意事项



要求：在 A4 图纸上抄画下列图形。



提示：（1）在 A4 纸上画出图框线。

（2）画线时要用力，使细线细而清晰，粗线黑而光滑。

（3）画中间图形时，应先画出正交两条点画线，注意：点画线的交点必须在长画线上；依次画出同心圆，注意先小后大；用 30° 三角板，定出点画线圆上六个小圆的圆心，画出中心线；依次画出各小圆。

（4）画左右各 6 条垂直线。为使两端整齐，可先在两端极轻地画出两条水平线，作为边界线，再按图示画出各条线，虚线、点画线的线段长及间隔，要合乎规定。



1. 无论图样是否装订，均应画出_____线，标题栏应位于图纸的_____，标题栏中的文字方向为_____。
2. 图纸的幅面按尺寸大小可分为_____种，其代号分别为_____。
3. 比例是指图中_____与其_____之比。图样上标注的尺寸应是机件的_____尺寸，与所采用的比例_____关。
4. 常用比例有_____、_____和_____三种；比例 1:2 属于_____比例；比例 2:1 属于_____比例。
5. 画图时应尽量采用_____比例，需要时也可采用_____或_____的比例。
6. 图样中，机件的可见轮廓线用_____画出，不可见轮廓线用_____画出，对称中心线和轴线用_____画出。虚线、细实线和细点划线的图线宽度约为粗实线的_____。
7. 字体的号数即为字体的_____，单位是_____。

任务二 尺寸注法



知识目标:

1. 掌握图样的尺寸标注规则。
2. 熟练掌握各种标注符号及缩写代号。

能力目标:

能正确标注尺寸。



图样中的图形只能表达机件的结构形状,若要表达机件的大小,则需在图形上标注尺寸。按照《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003),尺寸的标注要符合一定的规范。

一、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) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需要标注单位符号(或名称),如采用其他单位,则应注明相应的单位符号。
- (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,并应该标注在反映结构最清晰的图形上。
- (5) 标注尺寸时,应尽可能使用符号或缩写词,常用符号及缩写词详见表 1-5 所示。

表 1-5 标注常用符号及缩写词

序号	含义	符号或缩写词	序号	含义	符号或缩写词
1	直径	ϕ	7	45° 倒角	C
2	半径	R	8	正方形	□
3	球直径	S ϕ	9	弧长	∧
4	球半径	SR	10	斜度	∠
5	厚度	t	11	锥度	∠
6	均布	EQS	12	深度	↓

二、尺寸标注的组成

尺寸标注由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三部分组成,如图 1-9 所示。

1. 尺寸界线

尺寸界线表明所注尺寸的范围,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。也可以利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线,如图 1-9 所示。

注意:(1) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图 1-10 所示。

(2) 尺寸界线一般情况下超出尺寸线约 2mm。

2. 尺寸线

尺寸线表明度量尺寸的方向,必须用细实线单独绘制,不能用图中的任何图线来替代,也不得画在其他图线的延长线上。

尺寸线的终端有两种形式:

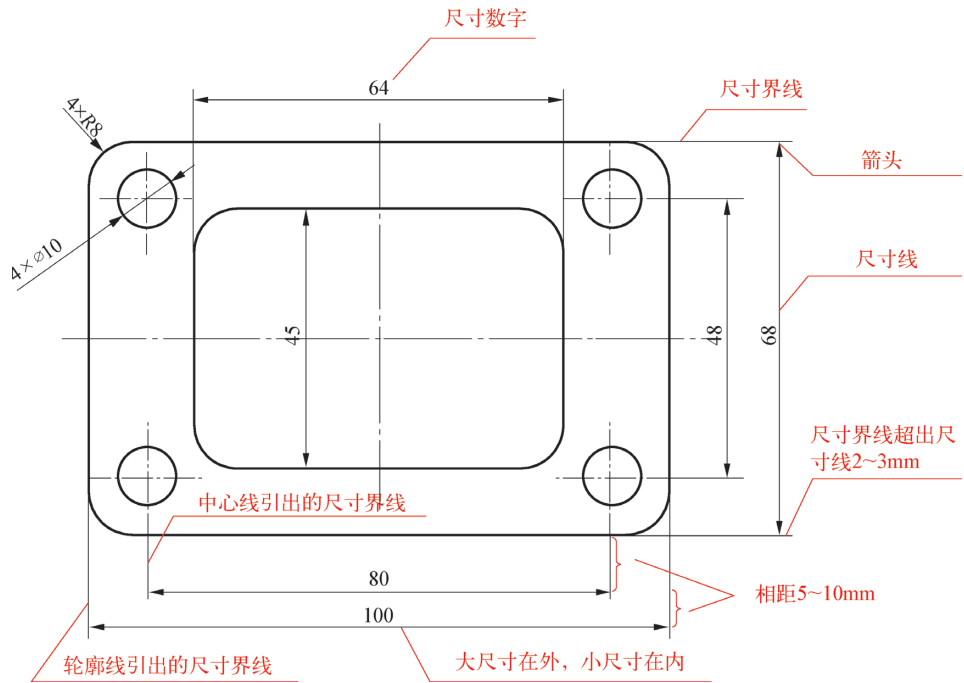


图 1-9 尺寸界线的画法

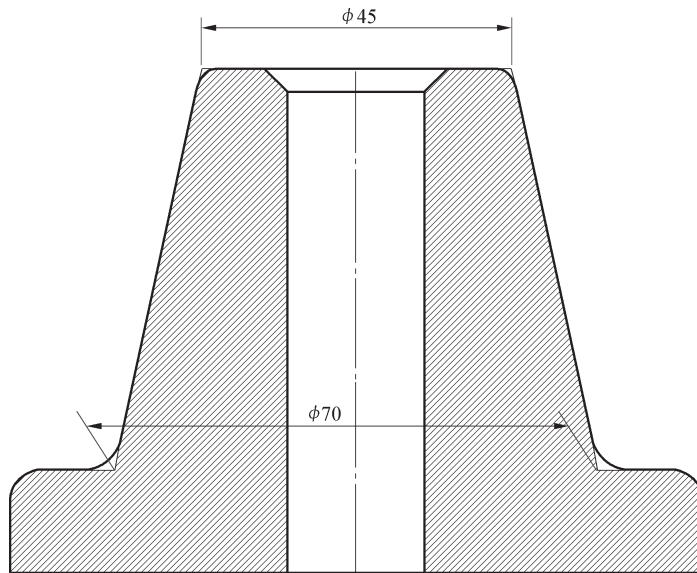
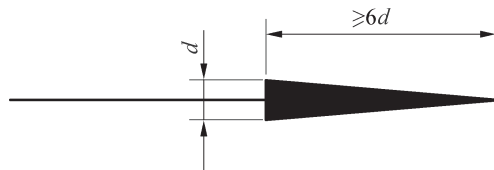


图 1-10 尺寸界线与尺寸线斜交的注法

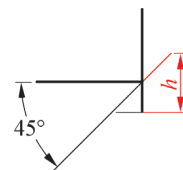
(1) 箭头：箭头的形式如图 1-11 所示，适用于各种类型的图样。

(2) 斜线：斜线用细实线绘制，其方法和画法如图 1-12 所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线应相互垂直。



d 为粗实线的线宽

图 1-11 尺寸线终端的箭头



h 为字体高度

图 1-12 尺寸线终端的斜线

3. 尺寸数字

尺寸数字表示机件的实际大小，一般应注写在尺寸线的上方或左方，也允许写在尺寸线的中断处。注写尺寸数字时，应注意以下几点：

- (1) 尺寸线为水平方向时，尺寸数字规定由左向右书写，字头朝上。
- (2) 尺寸线为竖直方向时，尺寸数字由下向上书写，字头朝左。
- (3) 在倾斜的尺寸线上注写尺寸数字时，必须使字头方向有向上的趋势。

三、常用的尺寸注法

根据国家标准的相关规定，表 1-6 列举了一些常见的尺寸注法示例。

表 1-6 尺寸注法示例

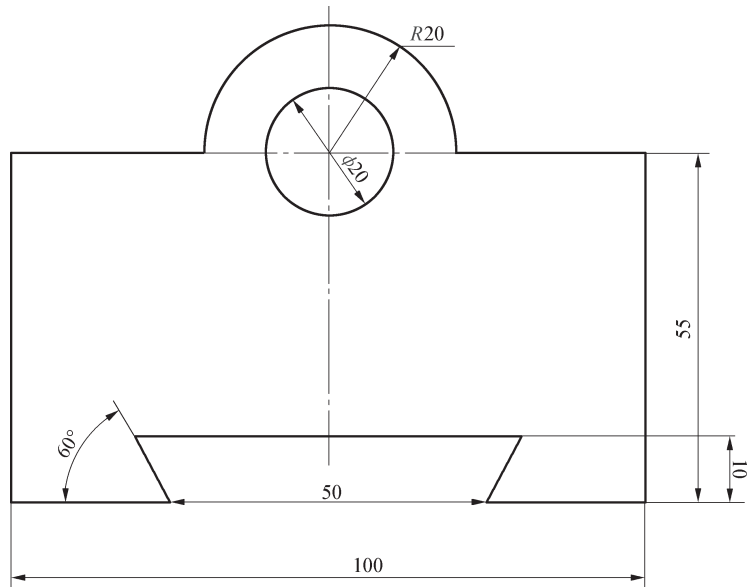
项目	示例	说明
尺寸数字方向		尽可能避免在 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时，可采用右边的形式标注
角度或弧长标注		角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，必要时也可写在尺寸线的上方、外面或引出标注。标注弧长时，应在尺寸数字左方加注符号“~”，如左图所示的“~28”
圆的尺寸标注		标注整圆的直径尺寸时，应以圆周为尺寸界线，尺寸线过圆心，并在尺寸数字前加直径符号“φ”。标注大于半圆的圆弧直径尺寸时，其尺寸线应略超过圆心，只在尺寸线一端画箭头指向圆弧
圆弧的尺寸标注		标注小于或等于半圆的圆弧半径尺寸时，尺寸线应从圆心出发引向圆弧，只画一个箭头，并在尺寸数字前加半径符号“R”。 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注圆心时，可用折线形式表示尺寸线。若无需表示圆心位置时，可将尺寸线中断
小尺寸标注		在尺寸界线之间没有足够的位置画箭头或注写尺寸数字的小尺寸，可用左边所示的方式进行标注。标注连续尺寸时，可用小圆点代替箭头
对称机件标注		当对称机件的图形只画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，且只在有尺寸界线的一端画出箭头



尺寸标注

 **实践操作**

下图中尺寸标注存在错误，请选择正确的图幅画出下图并正确标注。



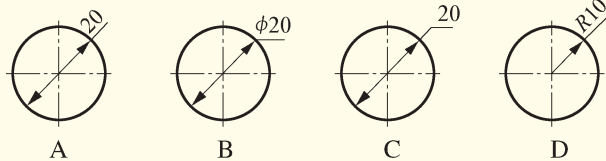
 **知识测评**

1. 图样中的尺寸，不加以说明时，其单位均为_____。
2. 一个标注完整的尺寸，应包含_____、_____、_____。
3. 尺寸标注中的符号： R 表示_____， ϕ 表示_____， $S\phi$ 表示_____， C 表示_____。
4. 标注水平尺寸时，尺寸数字的字头方向应_____；标注垂直尺寸时，尺寸数字的字头方向应_____。角度的尺寸数字一律按_____位置书写。当任何图线穿过尺寸数字时都必须_____。

5. 尺寸界线一般应超出尺寸线（ ）

- A.1 ~ 2 mm B.3 ~ 4 mm C.5 ~ 6 mm D.7 ~ 8 mm

6. 下列尺寸正确标注的图形是（ ）



7. 标注尺寸时，出现平行并列的尺寸，应使（ ）

- A. 较小的尺寸靠近视图，较大的尺寸应依次向外分布
 B. 较大的尺寸靠近视图，较小的尺寸应依次向外分布
 C. 为方便标注，较大或较小的尺寸靠近视图都可以

8. 在图样中标注机件的尺寸时，每一个尺寸（ ）

- A. 只能标注一次 B. 一般只标注一次，必要时可重复标注 C. 无规定

任务三 几何作图



任务目标

知识目标:

1. 掌握各种绘图工具的使用方法。
2. 掌握等分线段、正多边形、斜度、锥度的作图方法。
3. 了解圆弧联接的作图方法。

能力目标:

1. 能熟练使用绘图工具。
2. 能利用绘图工具绘制等分线段、正多边形、斜度、锥度等图形。



知识储备

一、绘图工具及使用

正确使用绘图工具，是提高手工绘图质量和绘图速度的关键因素。本任务主要介绍几种常用的绘图工具的使用方法。

1. 图板

图板是绘图时用来铺垫用的，一般要求表面光滑平整。图板的左侧为丁字尺的导边，要求必须平滑，图纸用胶带或图钉固定在图板上，如图 1-13 所示。

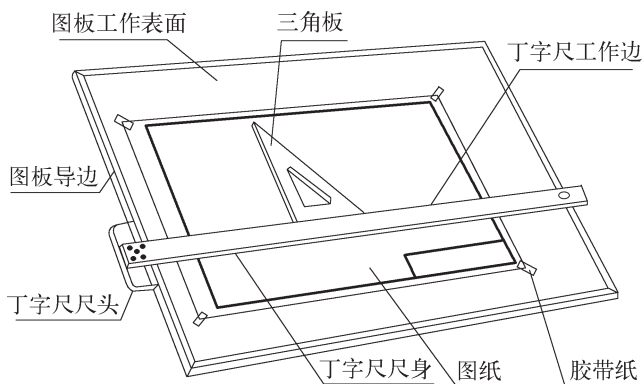


图 1-13 图板、丁字尺、三角板及图纸的固定

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身构成，主要用来绘制水平线。使用丁字尺时，尺头必须紧靠图板的左侧，用左手推动丁字尺上下移动，然后沿尺身画出水平线。

3. 三角板

三角板有两块，分别是 45° 和 30° (60°)。

三角板可以和丁字尺配合使用画垂线，与水平线成 45° 、 60° 、 30° 、 75° 和 15° 的斜线等，如图 1-14 所示。

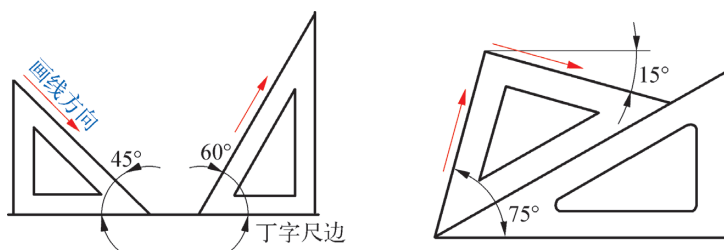


图 1-14 用三角板绘制常用角度斜线

4. 圆规和分规

圆规是用来画圆和圆弧的。画

圆时，先将圆规两腿分开至所需的半径尺寸，钢针对准圆心并扎入图板至台阶处（防止圆心孔眼扩大），沿画线方向，保持适当倾斜做等速运动，如图 1-15 所示。

分规是用来量取尺寸、截取线段、等分线段的工具。分规两端有钢针，并拢时两针尖应对齐，如图 1-16 所示。

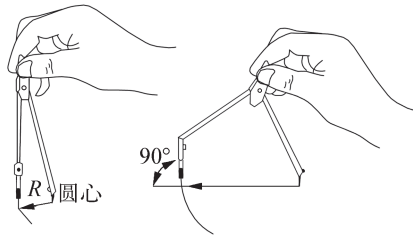


图 1-15 圆规的使用

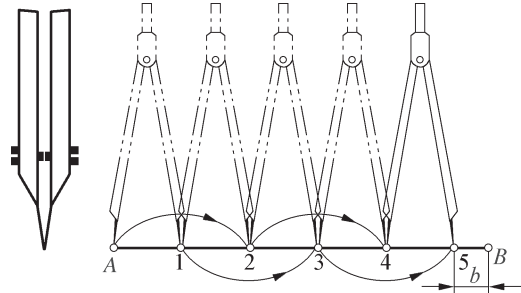


图 1-16 分规的使用

5. 铅笔

绘图铅笔有软硬之分，用 H、HB 和 B 来表示。B 前的数字越大，表示铅笔越软，绘出的图线颜色越深；H 前的数字越大，表示铅笔越硬；HB 表示铅笔软硬适中。

绘图时，常用 H 或 2H 的铅笔画底稿或加深细线；用 HB 或 H 的铅笔写字；用 B 或 HB 铅笔画粗线；将 B 或 2B 的笔芯装入圆规的插脚内，用来加深圆或圆弧。

二、尺规作图

零件的轮廓形状多种多样，但基本上都是由直线、圆弧、圆以及其他曲线组合而成，因此，熟练掌握尺规绘图的基本方法是绘制图样的基础。

1. 等分线段（三等分）

1. 过点 A 作任意直线 AB_1	2. 用分规取任意长度在 AB_1 上截取三个等长线段，得 1, 2, 3 点	3. 联接 $3B$	4. 过 1, 2 点作 $3B$ 的平行线，得到 C, D 两点，即将线段 AB 三等分

2. 五等分圆周（作内接正五边形）

1. 作 OB 的垂直平分线，得到点 O_1	2. 以 O_1 为圆心， O_1C 为半径画圆弧，和 OA 交于 D 点	3. 以 CD 为半径在圆周上依次截取，即可得到等分点 1, 2, 3, 4	4. 依次联接 1, 2, 3, 4, C 点，得到正五边形

3. 六等分圆周（作内接正六边形）

1. 以 A 为圆心， R 为半径作圆弧，与圆周相交得 1, 2 两点	2. 以 B 为圆心， R 为半径作圆弧，与圆周相交得 3, 4 两点	3. 依次联接 1, 2, 3, 4, 5, 6 点，得到正六边形



直线等分



五等分圆周



六等分圆周

4. 斜度

斜度是指一直线对另一直线或一平面对另一平面的倾斜程度，大小以夹角的正切来表示，在图形上通常简化为 $1:n$ 的形式，即 $\tan\alpha=H:L=1:n$ ，详见图 1-17 (a) 所示，斜度符号的画法如图 1-17 (b) 所示。

【例 1-1】画出图 1-18 所示的图形。

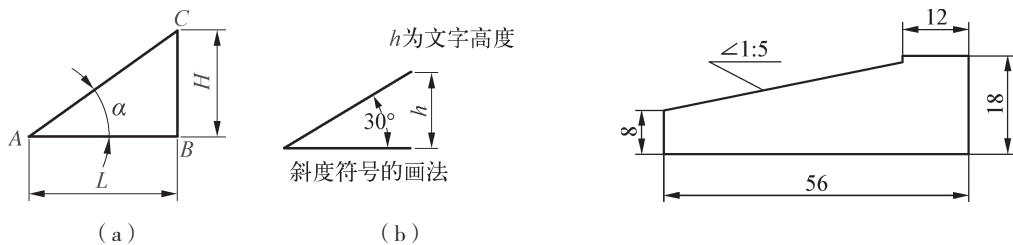


图 1-17 斜度的表示

图 1-18 楔键

绘图步骤见表 1-7 所示。

表 1-7 楔键的绘图步骤

1. 根据图中的尺寸，画出已知部分	2. 用分规取任意长度从 A 点开始在直线上截取五个等长线段，得到点 B	3. 过点 B 作垂线，并截取 1 个单位长度，得到 C 点，联接 AC 两点
4. 过 D 点作 AC 的平行线	5. 加深轮廓，并标注斜度，斜度一般采用引线标注	



例 1-1

注意：标注斜度时，一般采用引线标注，符号的倾斜方向应与斜度的方向一致。

5. 锥度

锥度是指正圆锥体的底圆直径与正圆锥体的高度之比（如果是圆锥台，则是上下两圆直径差与锥台高度之比），以 $1:n$ 的形式表示，详见图 1-19 (a) 所示，锥度符号的画法如图 1-19 (b) 所示。

【例 1-2】画出图 1-20 所示具有 1:5 锥度的图形。

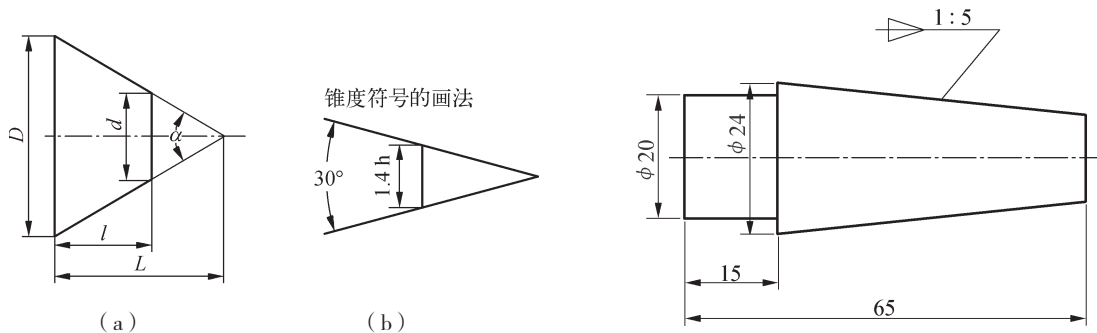


图 1-19 锥度的表示


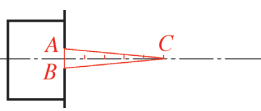
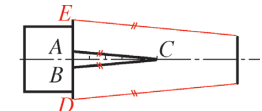
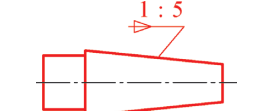
图 1-20 具有 1:5 锥度的图形

绘图步骤见表 1-8 所示。



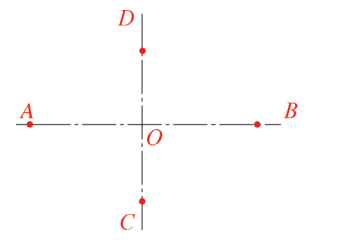
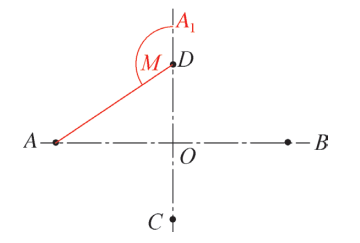
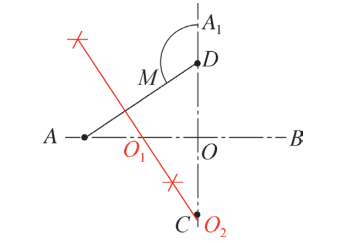
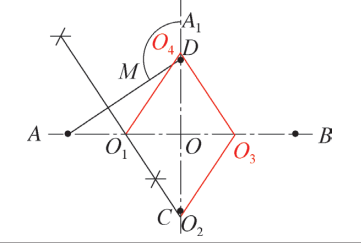
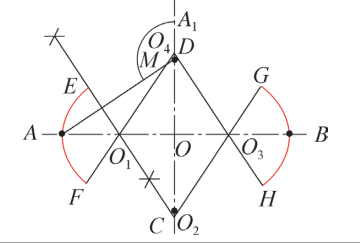
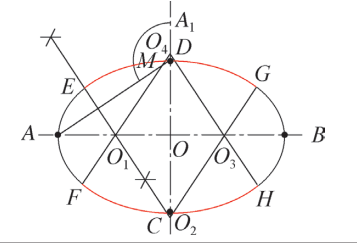
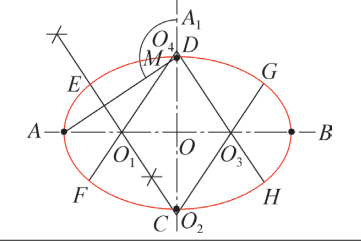
例 1-2

表 1-8 锥度的绘图步骤

			
1. 根据图中的尺寸, 画出已知部分	2. 任意确定等腰三角形的底边 AB 为 1 个单位, 高为 5 个单位, 画出等腰三角形 ABC	3. 过点 D 、 E 作 AC 和 BC 的平行线, 完成轮廓	4. 加深轮廓, 并标注锥度

注意: 标注锥度时, 一般采用引线标注, 符号的方向应与锥度方向一致。

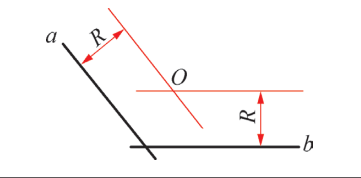
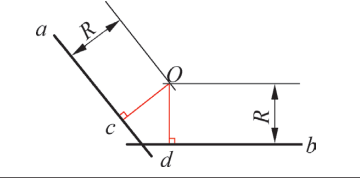
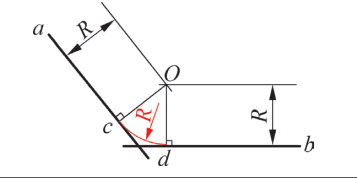
6. 椭圆 (四圆心法画椭圆)

		
1. 作出椭圆的长轴 AB 和短轴 CD	2. 联接 AD , 在 AD 上取点 M , $DM=OA-OD$, 以 D 点为圆心, DM 为半径作弧, 和 OD 的延长线相交于 A_1 点	3. 作 AM 的垂直平分线, 并延长, 和 OA 、 OC 交于 O_1 和 O_2 两点
		
4. 作 O_1 和 O_2 的对称点 O_3 和 O_4 。联接 O_2O_3 、 O_3O_4 、 O_4O_1	5. 以 O_1 、 O_3 为圆心, 以 O_1A 、 O_3B 为半径作圆弧, 与 O_1O_2 、 O_2O_3 、 O_3O_4 、 O_4O_1 分别交于 E 、 G 、 F 、 H	6. 以 O_2 、 O_4 为圆心, 以 O_2D 、 O_4C 为半径作圆弧, 与之前的圆弧相连
		
7. 轮廓加深描粗		

7. 圆弧联接

用一段圆弧光滑联接两线段 (直线或圆弧) 的作图方法称为圆弧联接。

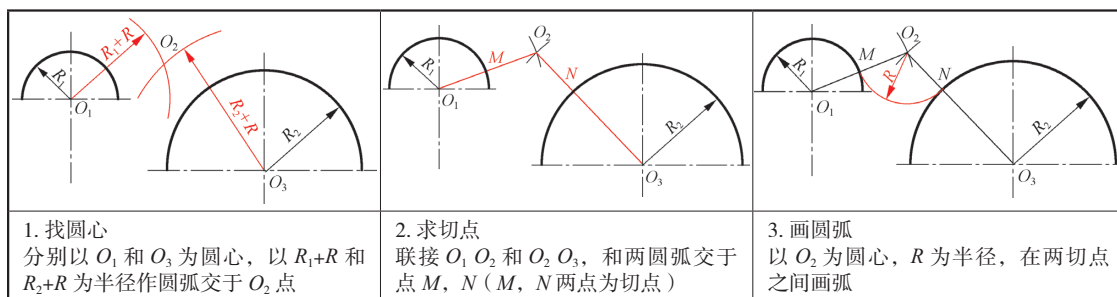
(1) 用半径为 R 的圆弧联接两条已知直线。

		
1. 找圆心 分别作 a 和 b 的平行线, 间距为 R	2. 求切点 过 O 点分别向直线 a 和直线 b 作垂线, 垂足为 c 、 d (c 、 d 两点为切点)	3. 画圆弧 以 O 为圆心, R 为半径, 在两切点之间画弧

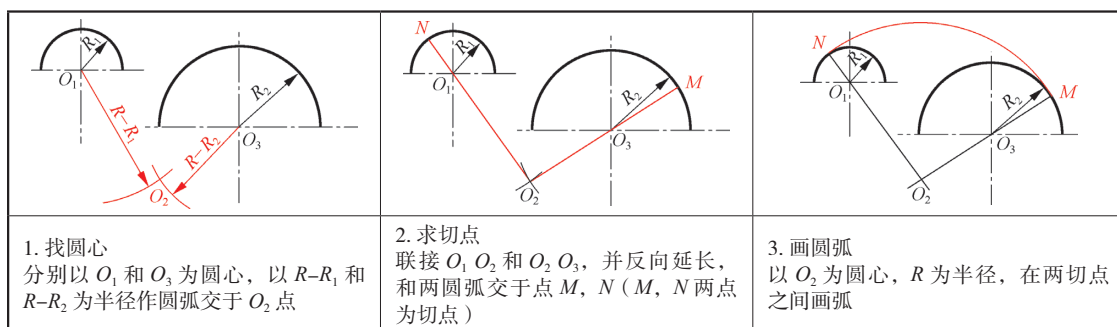


椭圆

(2) 用半径为 R 的圆弧联接两已知圆弧 (外切)。



(3) 用半径为 R 的圆弧联接两已知圆弧 (内切)。

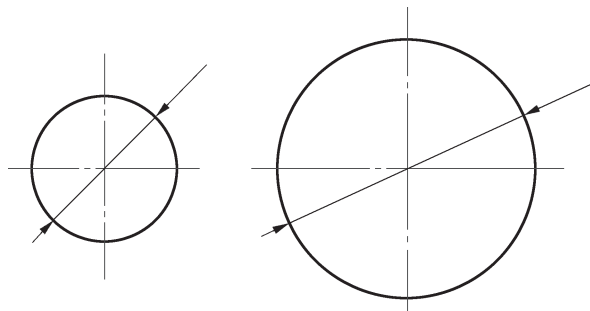


圆弧联接要点:

根据已知条件准确定出联接圆弧 R 的圆心及切点。



量取已知两圆的半径, 分别用 $R20$ 和 $R25$ 的圆弧作已知圆的外切圆弧 (保留作图轨迹)。



1. 斜度是指_____对_____的倾斜程度, 用符号_____表示, 标注时符号的倾斜方向应与所标斜度的倾斜方向_____。

2. 锥度是指_____与_____的比, 锥度用符号_____表示, 标注时符号的锥度方向应与所标锥度方向_____。

3. 圆弧联接的作图步骤可归纳为: 先求联接圆弧的_____ ; 再找出联接点即_____的位置, 最后联接而成。

4. 图样中通常把斜度的 () 化成 $1:n$ 的形式。

A. 比例 B. 比值 C. 长度 D. 对称度

5. 图样中绘制斜度及锥度符号时, 其线宽为 ()

A. $h/14$ (h 为字体高度) B. $h/10$

C. $d/2$ (d 为粗实线线宽) D. $d/3$

6. 圆锥体高度为 40mm 底圆半径为 10mm, 则该圆锥的锥度为 ()。

A. 1:2 B. 4:1 C. 1:4 D. 10:40

任务四 平面图形分析及作图方法



知识目标:

1. 掌握尺寸分析及线段分析的方法与条件。
2. 掌握平面图形的绘制方法。

能力目标:

1. 具备尺寸分析与标注、绘制简单的平面图形的能力。
2. 能熟练使用绘图工具绘制平面图形。



平面图形是由若干直线和曲线联接而成, 这些直线和曲线之间的相对位置和联接关系是靠给定的尺寸来确定的。画平面图形时, 只有通过分析尺寸, 确定线段性质, 明确作图顺序, 才能正确地画出图形。

一、尺寸分析

平面图形中的尺寸可根据作用不同, 分为定形尺寸和定位尺寸两类。

1. 定形尺寸

用来表示平面图形中各个几何图形的形状和大小的尺寸称为定形尺寸, 如直线段的长度、圆及圆弧的直径或半径、角度的大小等。图 1-21 中的 $\phi 20$ 、 $\phi 5$ 、15、 $R15$ 、 $R50$ 、 $R10$ 、 $\phi 32$ 等, 均为定形尺寸。

2. 定位尺寸

用来表示各个几何图形间的相对位置的尺寸称为定位尺寸。图 1-21 中的 8 为 $\phi 5$ 小孔的定位尺寸。注意: 有时某些尺寸既是定形尺寸, 又是定位尺寸, 如图 1-21 中的 75。

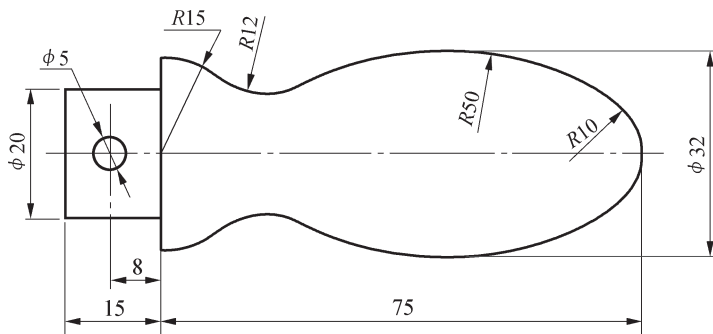


图 1-21 手柄

二、线段分析

在平面图形中，有些线段具有完整的定形和定位尺寸，绘图时，可以直接绘出，而有些线段的定位尺寸并未全部给出，这时要利用线段联接关系找出潜在的条件才能画出。因此，按照线段的尺寸是否标注齐全，将线段分为已知线段、中间线段和联接线段三类。

1. 已知线段

凡是定形尺寸和定位尺寸均齐全的线段称为已知线段，如图 1-21 中的 $\phi 5$ 、 $R15$ 、 $R10$ 。

2. 中间线段

有定形尺寸，并给出一个定位尺寸的线段称为中间线段，如图 1-21 中的 $R50$ ，其圆心的上下位置可以根据 $\phi 32$ 来确定，但左右位置无法确定。画图时，要根据 $R50$ 与 $\phi 32$ 外切、 $R50$ 与 $R10$ 内切的几何条件，找出圆心位置，才能画出 $R50$ 的圆弧。

3. 联接线段

只有定形尺寸，而无定位尺寸的线段称为联接线段，如图 1-21 中的 $R12$ 。画图时，必须根据 $R12$ 与 $R15$ 和 $R50$ 两圆弧同时外切的几何条件分别画弧，找出 $R12$ 的圆心位置，才能画出 $R12$ 的圆弧。

三、平面图形的绘图方法和步骤

下面以图 1-21 手柄为例，介绍平面图形的绘图步骤。

1. 准备工作

- (1) 准备好制图工具和仪器。
- (2) 分析平面图形的尺寸及线段，拟定制图步骤→确定比例→选择图幅→固定图纸→画出图框和标题栏，如图 1-22 所示。



图 1-22 画图框和标题栏

2. 绘制底稿

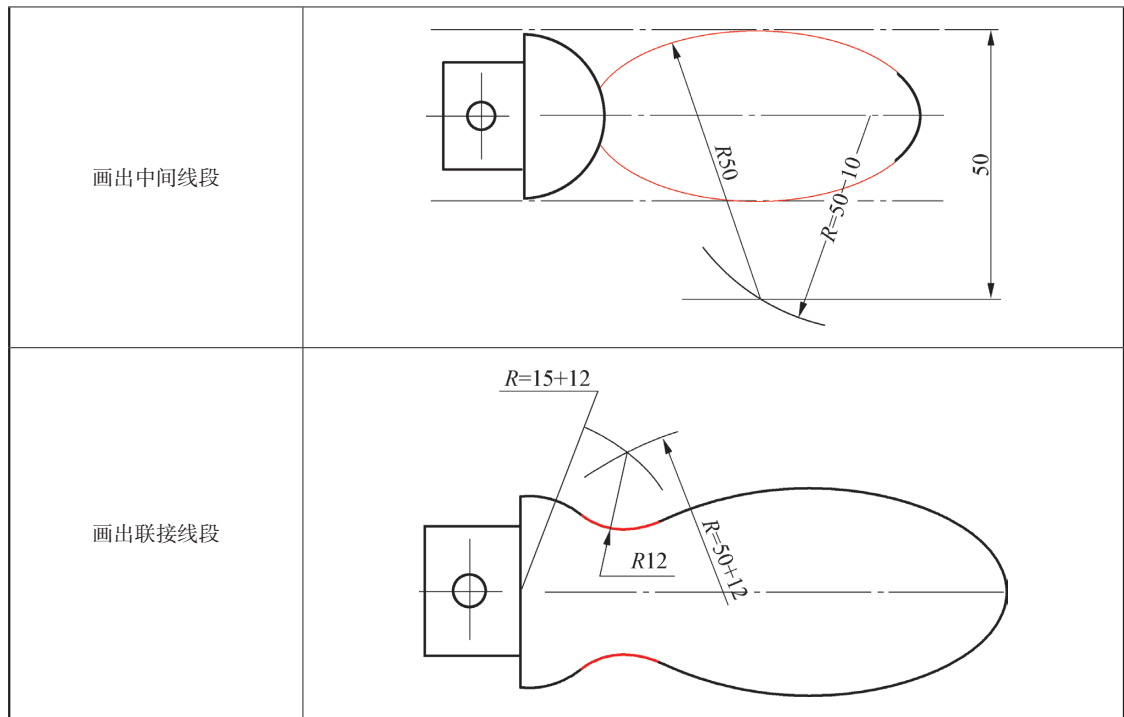
一般用 H 或 2H 铅笔画出底稿，具体绘图步骤见表 1-9 所示。

表 1-9 手柄的绘图步骤

画出作图基准线	
画出已知线段	



手柄的绘制



注意：绘制底稿时，布图要合理均匀，图线要尽量清淡、准确，保持图面整洁。

3. 加深描粗

底稿完成后要仔细核对，校正错误，擦去多余的图线，然后按照要求的线宽进行加深，画出尺寸线和尺寸界线。

描粗时注意以下几点：

- (1) 先粗后细。先用 B 或 2B 铅笔加深全部粗实线，然后用 HB 铅笔加深细实线、细点画线及细虚线等。
- (2) 先曲后直。先加深圆或圆弧，再从图的左上方开始，顺次向下描深所有水平方向的线，再从图的左上方开始，顺次向右描深所有垂直方向的线。

4. 标注尺寸，填写标题栏

绘成的手柄平面图形如图 1-23 所示。

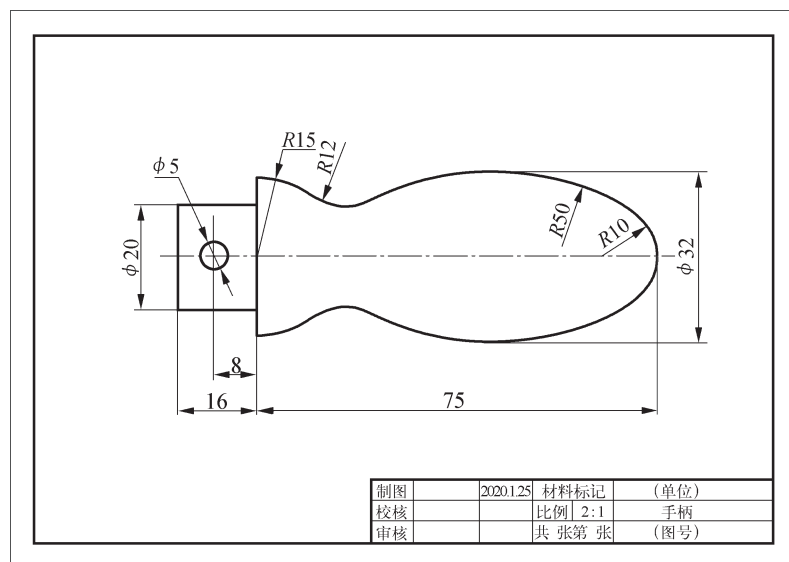


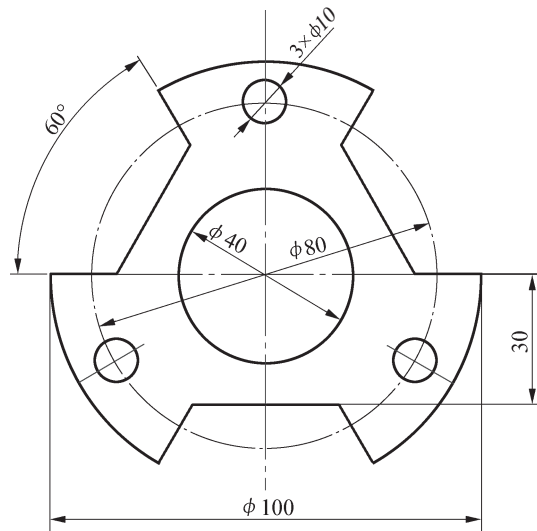
图 1-23 手柄平面图形



实践操作

绘制下列平面图形。

提示：三个 $\phi 10$ 孔的径向定位尺寸为 $\phi 80$ ，当一个孔定位在垂直中心线上方后，其余两孔沿 $\phi 80$ 圆周均匀分布，省去了角向定位尺寸 120° ；三个槽的定位尺寸 30 兼作槽的定形尺寸。



知识测评

1. 图形中的线段按尺寸是否齐全可分为_____、_____、_____三种。它们的作图顺序应是先画出_____，然后画_____，最后画_____。
2. 图形中的尺寸按作用可分为_____、_____两种。