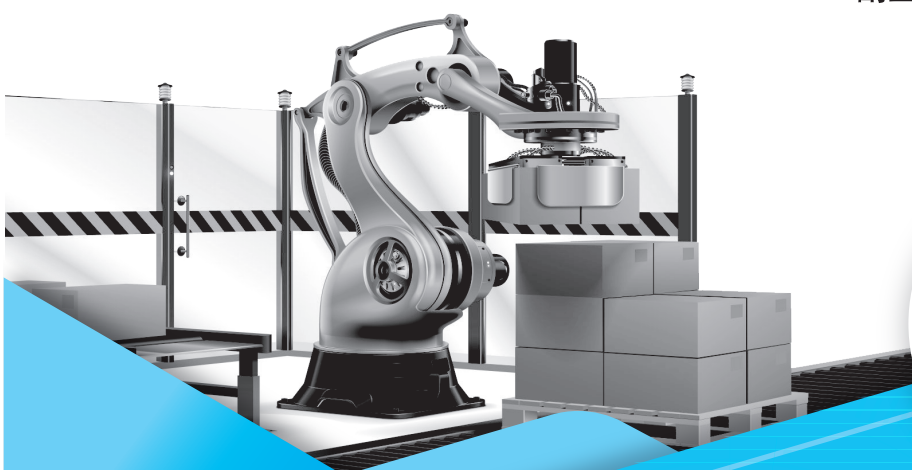


高等职业教育机电系列精品教材

机械制图与识图

主 编 王军红 战忠秋
副主编 陈晓罗 史卫华 屈秀坤



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

内容提要

本书主要内容分为八个单元,包括制图的基本知识与技能、识读与绘制三视图、组合体、轴测图、图样表达方法、标准件和常用件、识读与绘制零件图、识读与绘制装配图。

本书既可作为高等职业院校装备制造大类各专业的教材,也可供相关技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与识图 / 王军红, 战忠秋主编. — 上海 :
上海交通大学出版社, 2023. 1

ISBN 978-7-313-24119-1

I. ①机… II. ①王… ②战… III. ①机械制图—高等学校—教材 ②机械图—识图—高等学校—教材 IV.
①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 218629 号

机械制图与识图

JIXIE ZHITU YU SHITU

主 编:王军红 战忠秋

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

印 制:三河市骏杰印刷有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

字 数:360 千字

版 次:2023 年 1 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-24119-1

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:18.5 插页 1

印 次:2023 年 1 月第 1 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:0316-3662258

前言

本书是为了贯彻教育部等九部门印发的《职业教育提质培优行动计划(2020—2023年)》的总体要求,推进习近平新时代中国特色社会主义思想进教材进课堂进头脑,落实立德树人根本任务;积极推进职业教育“三教”改革;深化产教融合、校企合作,实现校企“双元”开发教材;适应“互联网+职业教育”的需求和社会对高职人才培养的要求而编写的。

本书对机械制图理论知识与制图识图实操技能做了较为详尽的阐述,知识结构合理,理论深度适中,重视培养学生的制图与识图技能,突出技能培养的目标。编者在编写中融入了产业发展的新技术、新规范,弱化画法几何知识和手工绘图理论知识的讲解,突出制图及识图能力的培养;本书中配有二维码资源和内容丰富的教材资料包,实现了信息化教学。本书具有以下特色:

(1)思想性。融入了思政元素,对学生加强社会主义核心价值观教育,将职业精神、职业道德和职业素养教育贯穿全书。

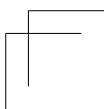
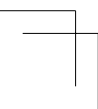
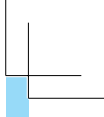
(2)先进性。采用现行的“机械制图”与“技术制图”国家标准,并由企业提供行业先进的生产实例。

(3)实用性。将学习机械制图基础知识与培养制图识图技能相结合,突出以能力为本位的职业教育特点,满足企业设计人员及生产人员的制图识图能力需求。

本书由天津电子信息职业技术学院王军红、天津职业技术师范大学战忠秋任主编,天津电子信息职业技术学院陈晓罗、史卫华、屈秀坤任副主编,参与编写的还有天津电子信息职业技术学院刘建敏、霍立军和中国一重集团有限公司张全红。本书在编写过程中得到天津电子信息职业技术学院机电技术系主任刘松、思想政治理论教学研究部部长常玉华的指导,在此深表感谢!

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请大家批评指正。

编者



目录

绪论	1
单元一	制图的基本知识与技能5
1	理论知识
	知识 国家标准基本规定..... 5
	实操技能
	技能 制图的基本技能..... 16
单元二	识读与绘制三视图32
2	理论知识
	知识一 投影法..... 32
	知识二 三视图投影规律..... 34
	实操技能
	技能一 点、直线与平面的投影..... 38
	技能二 识读与绘制几何体三视图..... 53
单元三	组合体84
3	理论知识
	知识 组合体分析..... 84
	实操技能
	技能一 组合体三视图的绘制..... 87
	技能二 组合体三视图的尺寸标注..... 91
	技能三 识读组合体三视图..... 96

单元四

4

轴测图 108

理论知识

知识 轴测图的基本知识 109

实操技能

技能一 正等轴测图 110

技能二 斜二等轴测图 120

单元五

5

图样表达方法 124

实操技能

技能一 视图 124

技能二 剖视图 127

技能三 断面图 140

技能四 其他常用表达方法 143

技能五 剖视图的视图表达、尺寸标注及综合实例 149

技能六 第三角投影 153

单元六

6

标准件和常用件 165

实操技能

技能一 螺纹的画法与识读 166

技能二 螺纹紧固件及其连接的画法 174

技能三 键、销连接的画法与识图 180

技能四 齿轮的画法与识图 184

技能五 滚动轴承的画法与识图 191

技能六 弹簧的画法与识图 195

单元七

7

识读与绘制零件图 206

理论知识

知识一 零件图概述 206

知识二 零件的工艺结构 208

实操技能

技能一 零件图的视图表达 213

技能二	零件图的尺寸标注	216
技能三	零件图的技术要求	221
技能四	识读零件图	237
技能五	零件测绘	243

单元八

8

识读与绘制装配图	260
----------	-----

理论知识

知识一	装配图概述	260
知识二	装配图的视图表达	262
知识三	装配图的尺寸标注和技术要求	266
知识四	装配图中零件序号和明细栏	267
知识五	常见装配结构	269

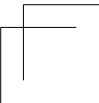
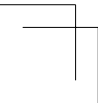
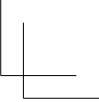
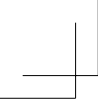
实操技能

技能一	绘制装配图	272
技能二	识读装配图和拆画零件图	276

附录

		284
附录一	螺纹	284
附录二	常用标准件	286

参考文献	289
------	-----





绪 论

机械图样是工业生产中工程技术人员用于表达设计意图和交流技术思想的重要文件，也是企业生产过程中的技术依据。正确识读和规范绘制机械图样，是工程技术人员的基本技能。

掌握机械制图与识图知识是从事产品设计和机械加工工作的基础。近些年来，随着国内机械加工技术的提高，以及制造业国际化进程的推进，我国不断地更新机械制图国家标准，创新机械产品设计，提高产品加工技术，对机械制图与识图有更高、更新的要求。

一、课程的性质与作用

本课程是研究机械图样绘制与识读方法的一门实践性很强的技术基础课。“图样”是根据投影原理及国家标准，准确地表达物体的形状、大小及技术要求的图形，是“工程界的语言”。绘图与识图是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流及指导生产实践等必备的技能。

本课程的任务是培养空间思维能力、识读和绘制机械图样的能力，同时，培养良好的职业素养、职业道德和爱岗敬业精神，为后续专业课程的学习和未来的工作打下坚实的基础。

二、课程内容及培养目标

本课程内容包含机械制图的基本知识与技能、几何体三视图、组合体、轴测图、图样表达方法、标准件和常用件、零件图与装配图等。本书采用现行国家标准，从企业对机械制图与识图的知识与技能的要求出发，旨在培养学生掌握基本的机械制图与识图知识，使他们具备从事产品设计和机械加工的专业技能和职业素养。

1. 能力目标

- (1) 培养空间思维能力。
- (2) 具备识读中等难度的机械图样的能力。
- (3) 具备绘制中等难度零件图及装配图的能力。
- (4) 具备徒手绘图的能力。
- (5) 具备熟练使用常用测量工具的能力。

2. 知识目标

- (1) 掌握机械制图国家标准与规范。
- (2) 掌握正投影理论与三视图投影规律。
- (3) 掌握轴测图的形成与绘制方法。
- (4) 掌握零件常用表达方法。
- (5) 掌握标准件与常用件的用途及制图要求。
- (6) 掌握零件图与装配图的内容及表达方法。

3. 素质目标

- (1) 增强爱岗敬业意识，培养爱岗敬业精神。
- (2) 增强主人翁的责任感，提升积极主动做事的意识。
- (3) 培养认真负责、一丝不苟的工作作风。
- (4) 养成按规矩办事的行为习惯。
- (5) 培养独立思考、分析问题和解决问题的能力。
- (6) 激发探索精神，培养不畏艰难永攀高峰的大无畏精神。
- (7) 培养团队协作精神和管理能力。

三、课程的教学方法

本课程采用理论知识与实操技能相结合的教学模式，将产品实例与机械制图和识图知识相结合，以培养学生绘制和识读机械图样的能力。同时，注重培养学生徒手绘制草图的能力和利用测量工具进行测绘的能力，主要教学方法如下。

1. 案例教学法

在实操技能部分，采用案例教学，学生结合自身经验，通过产品实例分析与研究，学习作图知识，培养空间思维，丰富制图经验，达到学习知识与培养能力并进的目标。案例分析贯穿于学习过程之中，学生运用所学知识寻找解决问题的途径和办法，从而培养学生独立分析问题与解决问题的能力。

2. 讲练结合法

教材每个单元配有知识检测和技能演练部分，目的是使学生明确学习知识与培养技能是相辅相成的。知识检测和技能演练紧密联系，讲练结合，由浅入深，精讲精练，践行知行合一。

3. 小组讨论法

在学习过程中，建议大家重视技能演练。采取分小组讨论的方法，提出设计方案，优化解决问题的策略，从而加深对制图知识的理解，加强对作图技能的培养，同时培养学生的自主学习能力和团队协作精神。

四、工程图学的发展及应用

我国在工程图学方面有着悠久的历史。春秋时期的《周礼·考工记》中记载了制图工具“规”“矩”“绳”“墨”“悬”“水”。“规”即圆规，“矩”即直尺，“绳”和“墨”即为弹线的墨斗，“悬”和“水”是定铅垂线和水平线的工具。宋代的《营造法式》中有立体图、平面图、剖面图、详图类相关图例，出现了正投影、轴测投影和透视等作图法。

新中国成立后，工程图学迅速发展，制定了一系列机械制图国家标准（代号 GB），促进了制图技术与工业生产的发展。

随着我国的改革开放，机械制图标准不断地向 ISO（国际标准化组织）标准靠拢，国家标准进行了多次修订。如今，ISO 标准规定，工程图基本采用两种投影方法，即第一角投影法和第三角投影法。中国和多数欧洲国家采用第一角投影法，而美国、加拿大等采用第三角投影法。

本教材根据企业对机械制图与识图能力的需求，以产品实例为线索、以现行国家标准规定和绘图识图方法为依据编写，建议教学学时为 96 学时，分两学期教学，具体授课学时分配如下：

序号及名称	教 学 内 容	学 时	总 学 时
单元一 制图的基本知识与技能	知识 国家标准基本规定	6	6
	技能 制图的基本技能		
单元二 识读与绘制三视图	知识一 投影法	4	18
	知识二 三视图投影规律		
	技能一 点、直线与平面的投影	6	
	技能二 识读与绘制几何体三视图	8	
单元三 组合体	知识 组合体分析	4	10
	技能一 组合体三视图的绘制		
	技能二 组合体三视图的尺寸标注	2	
	技能三 识读组合体三视图	4	
单元四 轴测图	知识 轴测图的基本知识	4	6
	技能一 正等轴测图		
	技能二 斜二等轴测图	2	

(续表)

序号及名称	教 学 内 容	学 时	总 学 时
单元五 图样表达方法	技能一 视图	2	16
	技能二 剖视图	4	
	技能三 断面图	2	
	技能四 其他常用表达方法	2	
	技能五 剖视图的视图表达、尺寸标注及综合实例	4	
	技能六 第三角投影	2	
单元六 标准件和常用件	技能一 螺纹的画法与识读	4	14
	技能二 螺纹紧固件及其连接的画法	2	
	技能三 键、销连接的画法与识图	1	
	技能四 齿轮的画法与识图	3	
	技能五 滚动轴承的画法与识图	2	
	技能六 弹簧的画法与识图	2	
单元七 识读与绘制零件图	知识一 零件图概述	2	18
	知识二 零件的工艺结构		
	技能一 零件图的视图表达	2	
	技能二 零件图的尺寸标注	2	
	技能三 零件图的技术要求	6	
	技能四 识读零件图	2	
	技能五 零件测绘	4	
单元八 识读与绘制装配图	知识一 装配图概述	2	8
	知识二 装配图的视图表达		
	知识三 装配图的尺寸标注和技术要求	2	
	知识四 装配图中零件序号和明细栏		
	知识五 常见装配结构	2	
	技能一 绘制装配图	2	
	技能二 识读装配图和拆画零件图		



单元一 制图的基本 知识与技能

知识目标

学习“技术制图”与“机械制图”国家标准中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸标注等方面的基本规定。

技能目标

- (1) 学会常用绘图工具和仪器的使用方法；
- (2) 掌握平面图形的的基本作图方法和尺寸标注方法；
- (3) 初步学会徒手绘制草图的基本方法。

素质目标

- (1) 培养爱岗敬业、精益求精的职业精神；
- (2) 养成坚持原则、遵守规矩的行为习惯；
- (3) 践行学思结合、知行合一。

理论知识

知识 国家标准基本规定

技术图样是产品调研、论证、设计、加工制造、安装、使用 and 维修过程得以顺利进行的必备技术资料，是贯穿于产品生命周期的一种技术交流语言。机械制图必须具有一定的绘图标准与规范。

为此，我国 1959 年颁布了“机械制图”国家标准，后来，经过数次重大修改，颁布了“技术制图”国家标准。下面重点介绍“机械制图”和“技术制图”国家标准中图纸幅面、格式、标题栏、比例、字体、图线及尺寸标注等相关内容。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008), 标准名称为《技术制图 图纸幅面和格式》, 标准编号为“GB/T 14689—2008”, 其中 GB/T 表示国家推荐标准, 14689 为标准发布的顺序号, 2008 为标准的批准年号。

标准规定, 绘制图样时优先采用表 1-1 中规定的 A0、A1、A2、A3、A4 五种基本幅面, 其尺寸关系如图 1-1 所示。必要时采用加长幅面, 加长幅面的尺寸是基本幅面短边尺寸的整数倍, 如图 1-2 所示。

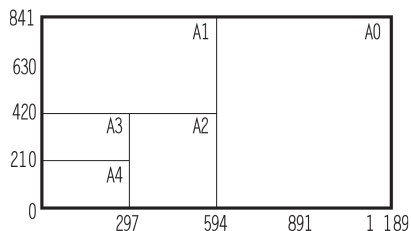


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

幅面代号	幅面尺寸 $B \times L$	周边尺寸		
		a	c	e
A0	841 × 1 189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594		5	10
A3	297 × 420			
A4	210 × 297			

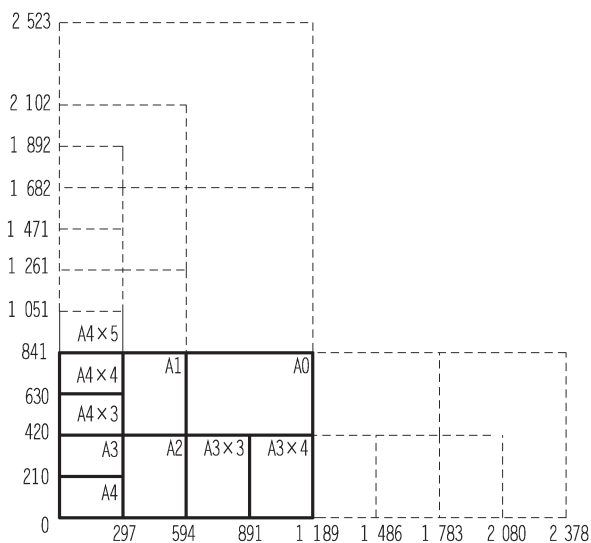


图 1-2 图纸加长幅面

图框用粗实线绘制，其格式分为不留装订边（见图 1-3）和留装订边（见图 1-4）两种，尺寸如表 1-1 规定。同一产品的图样只能采用一种图框格式。对中符号的规定画法如图 1-3 所示。

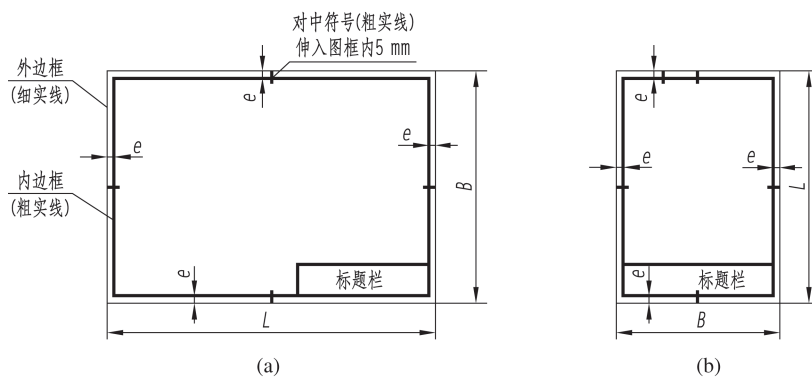


图 1-3 不留装订边的图框格式

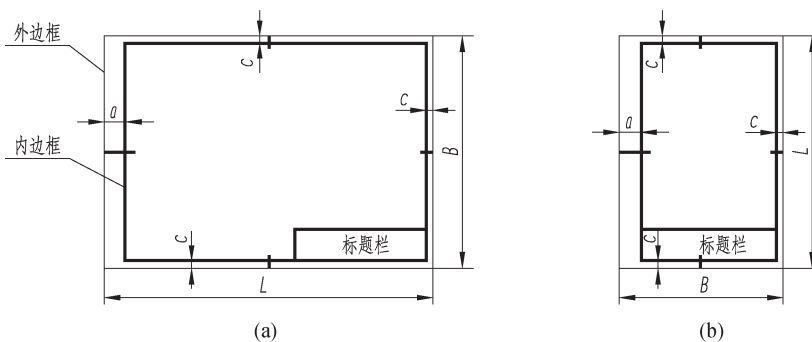


图 1-4 留装订边的图框格式

一般情况下，图框右下角必须画出标题栏，标题栏中的文字方向一般为看图方向。特殊情况下，以对中符号处画出的方向符号为看图方向。如图 1-5 (a) 所示，标题栏在右上方，方向符号的画法如图 1-5 (b) 所示。

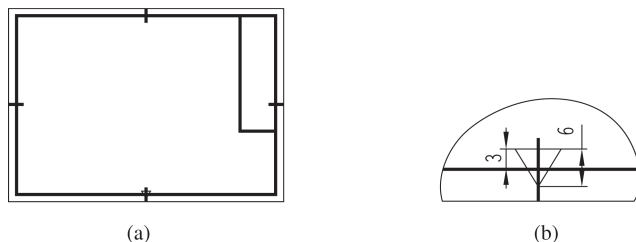


图 1-5 方向符号及其画法

(a) 方向符号；(b) 方向符号的画法

为看图方便,《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)对标题栏的格式、尺寸及内容做了统一规定,如图 1-6 所示。本书建议学生作业中标题栏形式采用如图 1-7 所示的简化格式。

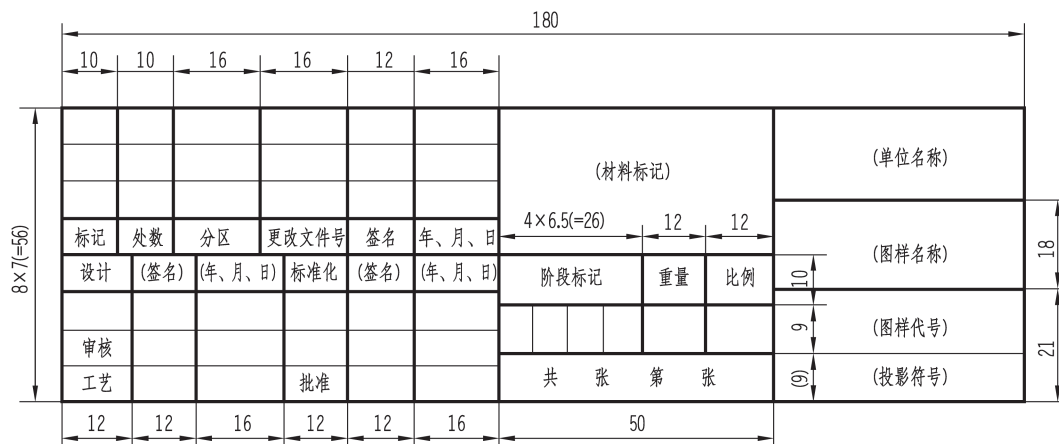


图 1-6 标题栏的格式、尺寸及内容

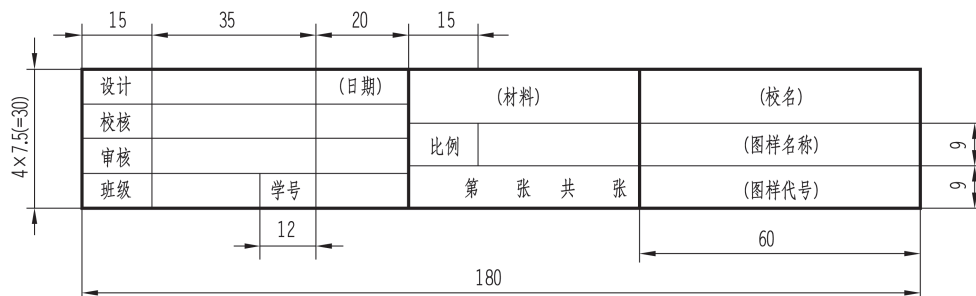


图 1-7 学生作业用标题栏形式

二、比例 (GB/T 14690—1993)

在一定图纸幅面上表达实际工件时,往往要对实际图样进行缩放,于是涉及比例的问题。图样的比例是指图样与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例有三种类型:原值比例、缩小比例和放大比例。绘图时应遵照《技术制图 比例》(GB/T 14690—1993)选用比例,如表 1-2 所示。

表 1-2 比例系列 (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	5:1 2:1 5 × 10 ⁿ :1 2 × 10 ⁿ :1 1 × 10 ⁿ :1	4:1 2.5:1 4 × 10 ⁿ :1 2.5 × 10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2 × 10 ⁿ 1:5 × 10 ⁿ 1:1 × 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

注: n 为正整数。

为了直观地反映物体的大小,绘图时优先选用原值比例。根据机件大小和复杂程度不同,也可采用放大或缩小比例绘制,比例填写在标题栏内。当优先选择系列不能满足要求时,再从允许选择系列中选取。选用比例的原则是合理使用图纸幅面,清晰表达物体的结构。

小提示

不论采用哪种比例,图样中标注的尺寸应为机件的实际大小,与选用的比例无关,如图 1-8 所示。

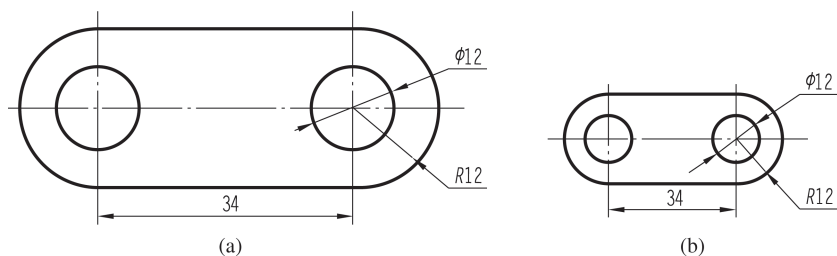


图 1-8 不同比例图形尺寸均标注实际尺寸

(a) 1:1; (b) 1:2

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样不仅要用图形表达物体的形状,还要用汉字、数字和字母表达物体的大小和技术要求等。这些字符同样要遵循特定的规范,国家标准《技术制图 字体》(GB/T 14691—1993)对图样中的字体提出了具体要求。

1. 字体的基本要求

图样中书写的汉字、数字和字母,必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数即字体的高度 h ,分别为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm 八种。

2. 汉字

汉字应写成长仿宋字,高度不小于 3.5 mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 $0.7h$),如图 1-9 所示。

图样中书写的字体要做到字体工整笔画清楚
 间隔均匀排列整齐用来标注尺寸技术要求等
 制图者要苦练基本功横平竖直注意起落结构均匀
 技术制图应用领域广泛机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口

图 1-9 汉字示例

3. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14，B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。数字或字母可以写成直体或斜体（常用斜体），斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° ，如图 1-10 所示。



图 1-10 A 型斜体字母和数字示例

小提示

同一图样中，只允许选用一种形式的字体。

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

国家标准《机械制图 图样画法 图线》（GB/T 4457.4—2002）规定了 15 种基本线型。其中，常用的 9 种图线及其应用如表 1-3 所示。图线的应用举例如图 1-11 所示。国家标准规定了多种线宽 d ，常用粗实线宽度为 0.5 mm 或 0.7 mm。

表 1-3 常用图线及其应用

图线名称	图线形式	线宽	主要应用
粗实线		d	可见轮廓线、螺纹牙顶线、齿轮齿顶线
细实线		$d/2$	尺寸线和尺寸界线、剖面线、过渡线、指引线、基准线、重合断面的轮廓线
细点画线		$d/2$	中心线、轴线、对称中心线、节圆及节线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
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		$d/2$	断裂处的边界线
细双点画线		$d/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线、中断线
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

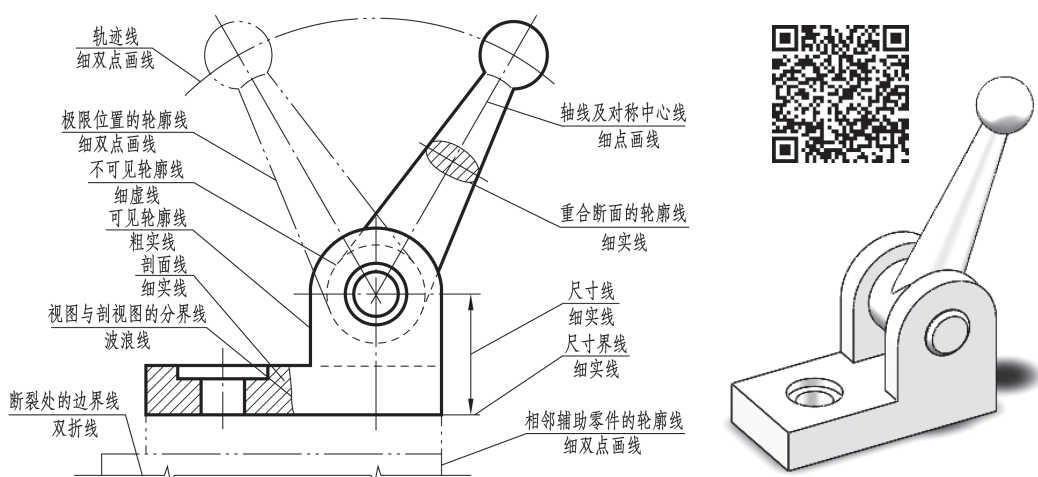


图 1-11 图线的应用举例

画图时，应按照表 1-3 所示各种线型规范作图，并注意以下几点，如图 1-12 所示。

- (1) 点画线的首末两端应为长画。
- (2) 点画线与点画线或其他线相交时，应以长画相交。
- (3) 虚线在粗实线的延长线上时，应留间隙。
- (4) 虚线与虚线相交时，应是线段相交。
- (5) 点画线较短时，用细实线代替。

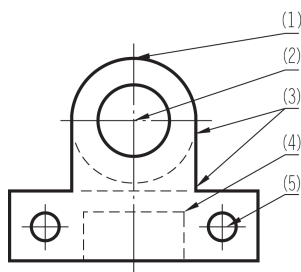


图 1-12 图线的正确画法

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—2012)

图样中的图形仅表达零件的结构, 零件大小需要用标注的尺寸来确定。标注尺寸时, 要遵守国家标准有关规定, 做到标注尺寸正确、齐全、合理、清晰。

1. 标注尺寸的基本规则

- (1) 图样中所注尺寸为机件的真实大小, 与绘图比例及绘图准确性无关。
- (2) 当尺寸以毫米为单位时, 不必标注单位 (毫米) 或符号 (mm), 若采用其他单位, 必须注明。
- (3) 图样中所注的尺寸应为机件的完工尺寸, 否则应另加说明。
- (4) 机件的每个尺寸在图样中只标注一次, 且标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸要素

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个要素组成, 如图 1-13 所示。

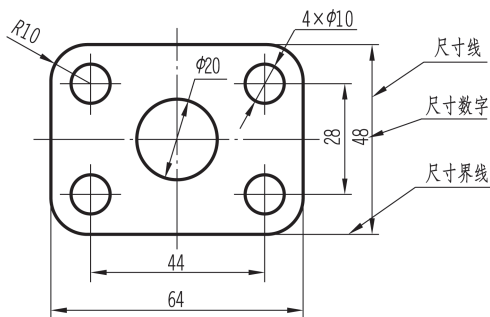


图 1-13 尺寸要素

尺寸界线用细实线绘制, 应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出, 或者由它们代替。尺寸线也用细实线绘制, 但不能与其他图线重合或画在其他图线的延长线上。尺寸线终端有箭头和斜线两种形式, 机械图样中一般采用箭头, 遇到狭小处, 可用小圆点

代替，如图 1-14 所示。

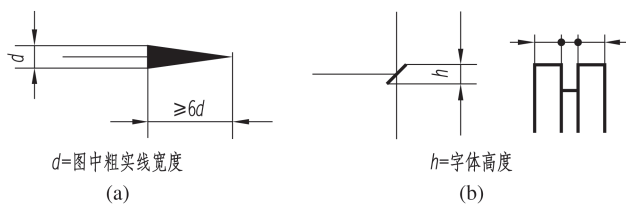


图 1-14 尺寸线终端形式

(a) 箭头; (b) 斜线或圆点

尺寸数字一般写在尺寸线的上方或中断处，如图 1-15 (a) 所示。同一图中，应采用同一种标注形式。当尺寸数字与图线重合时，断开图线，保留完整数字，如图 1-15 (b) 所示的 $\phi 20$ 。

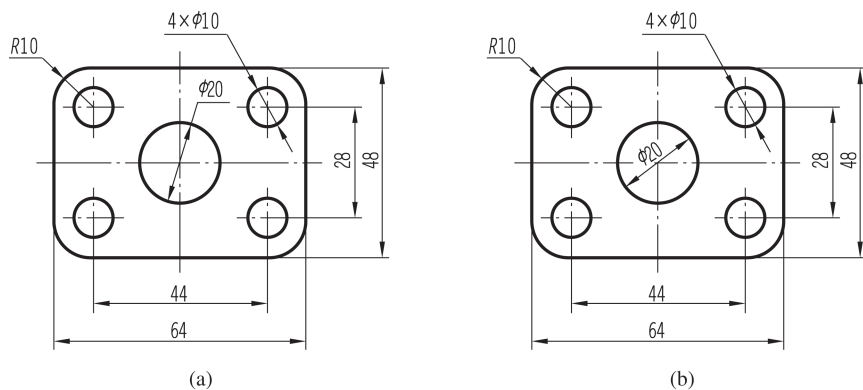


图 1-15 尺寸数字的注写

3. 尺寸标注方法

(1) 线性尺寸的标注。标注线性尺寸时，尺寸线应平行于所标注的线段，间距以 5 ~ 7 mm 为宜，如图 1-15 所示。一般地，水平尺寸写在尺寸线上方，字头朝上；垂直尺寸写在尺寸线左侧，字头朝左。倾斜尺寸写在斜上方，字头朝斜上方，如图 1-16 (a) 所示。图示两处 30° 范围内尽量避免标注尺寸，如果无法避免，就按照图 1-16 (b) 所示引出标注。

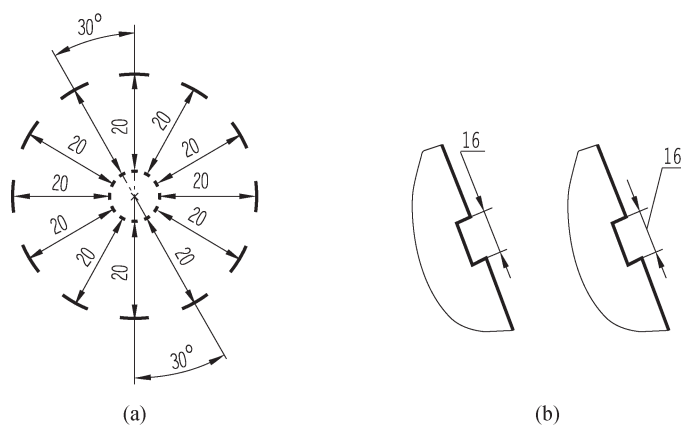


图 1-16 线性尺寸注法

(2) 直径和半径的标注。对于整圆或大于半圆的图形，标注直径尺寸，且在尺寸数字前加注符号 ϕ ；对于小于或等于半圆的图形，标注半径尺寸，且在尺寸数字前加注符号 R ，尺寸线都应通过圆心，且不能与水平和垂直中心线重合；标注球面直径或半径时，在尺寸数字前加注 $S\phi$ 或 SR ，如图 1-17 所示。当标注位置不够时，可以引出标注，如图 1-18 所示。

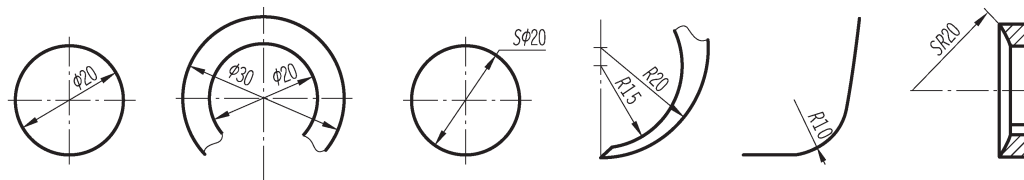


图 1-17 直径和半径的注法

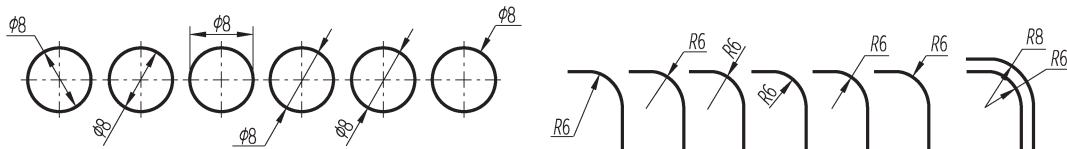


图 1-18 小尺寸直径与半径的标注方法

(3) 角度、弦长及弧长的标注。标注角度的尺寸界线从径向引出，尺寸线是以该角顶点为圆心的圆弧，角度数字一律水平书写，如图 1-19(a)所示。弦长及弧长标注方法如图 1-19(b)所示，弧长数字前加注“ $\frown$ ”符号。

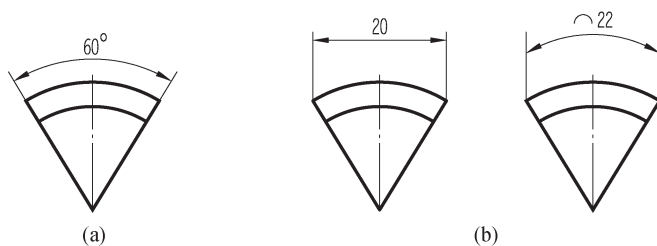


图 1-19 角度、弦长及弧长标注

注意：① 对称结构应采取对称标注的方法，如图 1-20 所示的尺寸 26，表示 4 个 $\phi 6$ 孔的前后方向的中心距，其位置呈对称分布。图中只画了零件的右边一半，采用了对称结构的简化画法，此时标注方法如图 1-20 所示的尺寸 54 和 76。

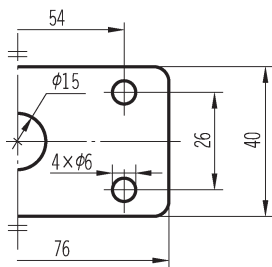


图 1-20 对称结构及简化画法标注

② 相同结构的孔、槽等可只标注出一个结构的尺寸，并注出此要素的数量，如图 1-21 所示。其中，EQS 是均布的意思。

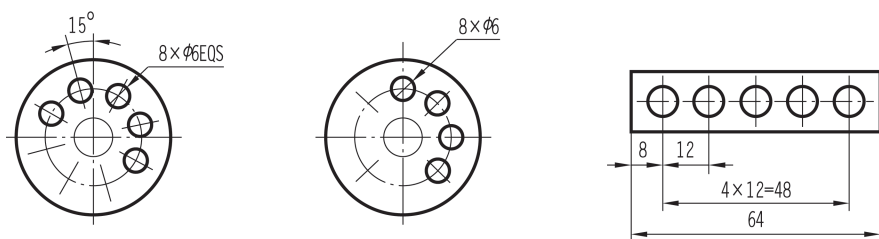


图 1-21 相同结构标注

尺寸标注的详细规则见国家标准《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)和《技术制图 简化表示法 第 2 部分：尺寸注法》(GB/T 16675.2—2012)。



技能 制图的基本技能

工程图样的绘制方法有三种：仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图。每种方法的特点和应用场合不同。

仪器绘图是利用绘图工具和仪器等绘制图样的传统方法，用于早期的产品图样绘制。徒手绘图是目测物体大小徒手绘制零件草图的方法，是设计、仿造及维修时经常采用的一种绘图方法。计算机绘图是利用计算机完成图形的绘制、存储及输出的方法。随着信息技术的发展，计算机绘图也在不断发展，可实现绘图的高质量且便于保存和修改，正在得到越来越广泛的应用。

一、仪器绘图

1. 绘图工具的使用

常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、铅笔、圆规与分规等。正确使用绘图工具可以提高绘图质量和作图速度。

1) 图板和丁字尺

图板是用来铺放和固定图纸的。图板应选择平坦光洁的一面为工作面，长边应水平放置，左侧边为导边。图板总是与丁字尺配合使用。丁字尺尺头紧靠图板左侧导边上下移动，自左向右画水平线，如图 1-22 所示。

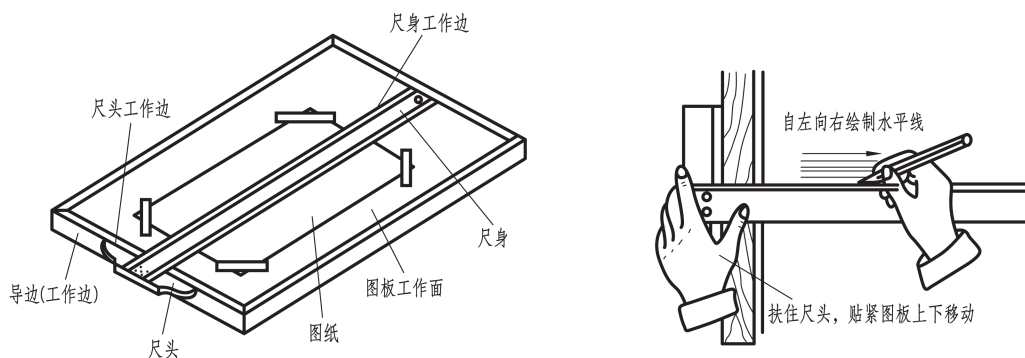


图 1-22 图板和丁字尺配合使用

2) 三角板

三角板与丁字尺配合，绘制 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 线及垂直线等，如图 1-23 所示。

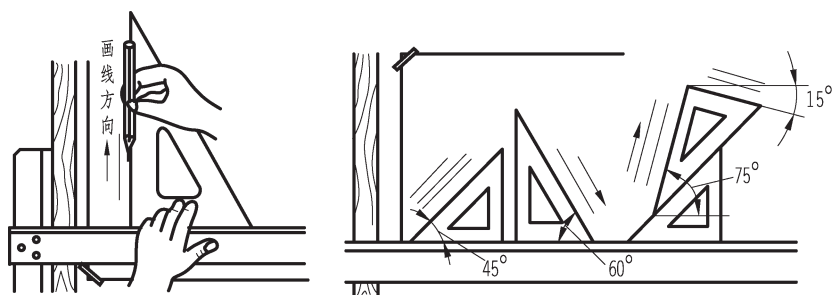


图 1-23 用三角板配合丁字尺绘制角度线

3) 铅笔

铅笔的铅芯可分为软芯与硬芯两种，分别用字母 **B** 与 **H** 来表示。字母 **B** 前的数字越大表示铅芯越软，所绘制的线条颜色越深；字母 **H** 前数字越大表示铅芯越硬，所绘制的线条颜色越淡；**HB** 型介于两者之间。

如图 1-24 所示，铅笔一般可削磨成圆锥状头部和四棱柱状头部两种，分别用来绘制细实线和粗实线。画图时通常用 **H** 和 **2H** 铅笔画底稿，用 **B** 或 **HB** 铅笔加粗、加深全图，书写文字时一般用 **HB** 铅笔。

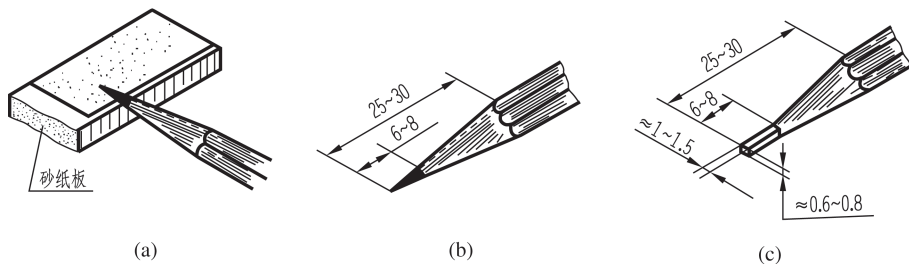


图 1-24 铅笔的削磨方法

(a) 铅芯的修磨；(b) 削磨成圆锥状；(c) 削磨成四棱柱状

4) 圆规与分规

(1) 圆规。圆规是用来画圆与圆弧的工具。圆规的一脚上装有带台阶的小钢针，用来定圆心，并可防止针孔扩大；另一脚上安装铅芯画图。画圆时，应尽量使钢针和铅芯都垂直于纸面，钢针的台阶与笔尖应平齐，如图 1-25 所示。

(2) 分规。分规是在作图过程中用来等分线段或量取尺寸的工具。分规的两脚端部均为固定的钢针，当两脚合拢时，两尖应合并成一点。分规的使用方法如图 1-26 所示。

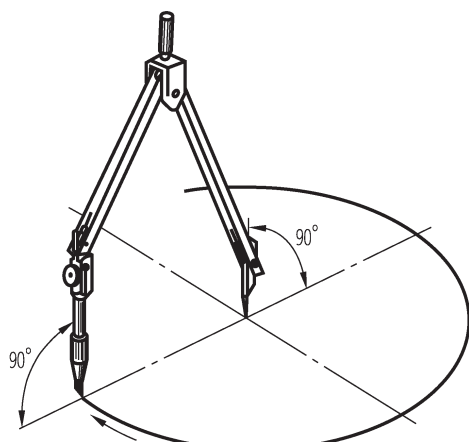


图 1-25 圆规的用法

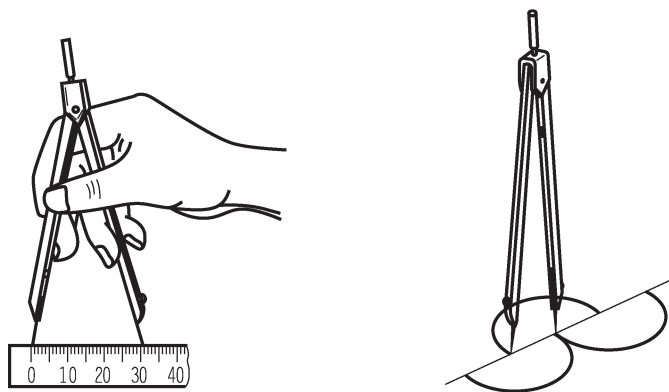


图 1-26 分规的用法

2. 几何作图方法

几何作图，即依据给定条件，准确绘出预定的几何图形。常用几何作图包括等分线段，等分圆周，画斜度与锥度、椭圆、圆弧连接等。随着计算机绘图的广泛应用，等分线段、等分圆周、椭圆及圆弧连接均能用计算机快速绘制。下面就常用的任意等分线段、等分圆周以及斜度和锥度的概念、画法及标注做介绍。

1) 任意等分线段

将一条线段任意等分，通常有两种方法，分别为试分法与平行线法。首先介绍试分法，如图 1-27 所示，以线段 AB 四等分为例。先目测分规两针间距为所分线段的 $1/4$ ，从线段一端 A 点开始，使两针尖交替画弧试分直到 C 点（有可能超过点 B ），再根据剩余或超出的距离调整两针尖距，再进行重复试分，直到等分为止。

如图 1-28 所示是用平行线法等分线段的示例。现要求将线段 AB [见图 1-28 (a)] 五等分；过端点 A 作任意一条辅助线，并用分规将该辅助线采用适当的任意间隔五等分 [见图 1-28 (b)]；将 B 点与辅助线的最后一个等分点相连，连续过辅助线上的等分点作该线的平行线与线段 AB 相交，则交点即为所求的等分点 [见图 1-28 (c)]。

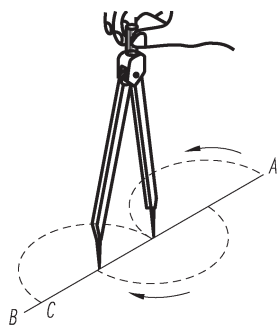


图 1-27 用试分法等分线段

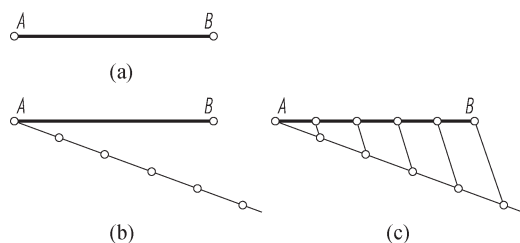


图 1-28 用平行线法等分线段

2) 等分圆周及作正多边形

(1) 三等分圆周及作正三角形。三等分圆周及作正三角形的方法如图 1-29 所示。已知圆周，先使 $30^\circ/60^\circ$ 三角板的长直角边通过圆周直径 AB ，以丁字尺工作边导向，推动三角板短直角边进行平移，沿三角板的斜边过点 A 作线，交已知圆周于“1”点；反转三角板，用同样方法在对称方向作斜线交已知圆周于另一点“2”点，则 A 、“1”及“2”点为已知圆周的三等分点，连接以上三点，即得已知圆周的內接正三角形。

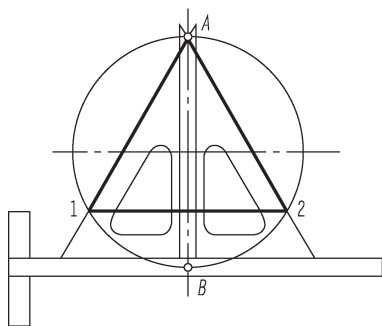


图 1-29 三等分圆周及作正三角形

(2) 六等分圆周及作正六边形。求作六等分点及正六边形的方法通常有两种，分别如图 1-30 (a) (b) 所示。第一种方法是用圆规求作的。图 1-30 (a) 中，以已知圆周与任意直径的两个交点 A 、 D 为圆心，以已知圆周的半径为半径，分别向上、下方向作弧，与已知圆周交于四点 B 、 C 、 E 、 F ，则 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 即为所求已知圆周的六等分点，

依次连接该六点则为已知圆周的内接正六边形。

第二种方法是用丁字尺与三角板相互配合来求作的。图 1-30 (b) 中, 保证丁字尺水平工作状态, 将 $30^{\circ}/60^{\circ}$ 三角板的短直角边与丁字尺的水平工作边接触平齐, 以丁字尺为导向, 沿三角板斜边分别过已知圆周与直径的交点 A 、 D 画直线, 与已知圆周分别交于 F 、 C 两点; 将三角板进行反转, 采用同样方法沿三角板斜边画直线, 与已知圆周分别交于 B 、 E 两点。 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 点即为所求已知圆周的六等分点, 将六点依次相连则为已知圆周的内接正六边形。

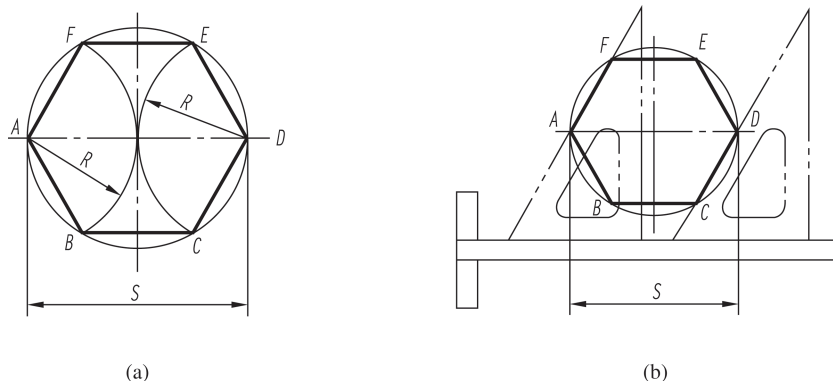


图 1-30 六等分圆周及作正六边形

(a) 用圆规求作; (b) 用丁字尺与三角板求作

五等分圆周及任意等分圆周的作图方法, 由于手工绘图中很少使用, 而且用计算机作图很方便, 这里不再赘述。

3) 斜度与锥度

(1) 斜度。斜度是指一直线 (或平面) 相对于另一条直线 (或平面) 的倾斜程度, 其大小可用这两条直线 (或平面) 的夹角的正切值来表示, 如图 1-31 所示。

$$\text{斜度} = \tan \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{H}{L} \quad (\alpha \text{ 为倾斜角度})$$

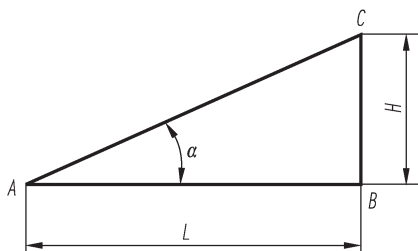


图 1-31 斜 度

斜度的画法与标注如图 1-32 所示。在图 1-32 (a) 中, 首先利用临时辅助线求作图

样所要求的 1:6 斜度值；然后在图 1-32 (b) 中作已求斜度的平行线即为图样上实际的斜度轮廓线；最后在图 1-32 (c) 中擦去多余的辅助线，对图样加以修饰，并进行相应的标注。

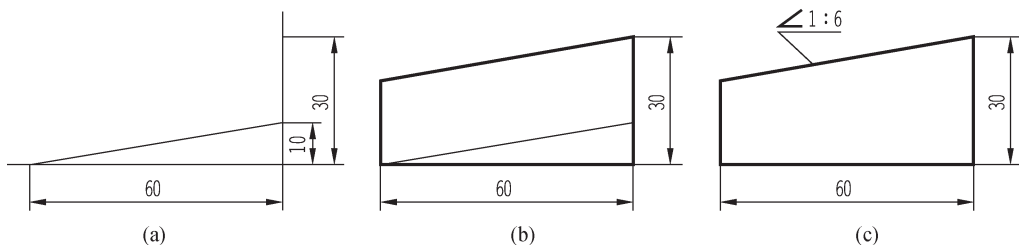


图 1-32 斜度的画法与标注

(2) 锥度。锥度是指正圆锥体底圆直径与锥高之比。如果是圆锥台则是上下底圆直径之差与锥台高度之比，如图 1-33 所示。

$$\text{锥度} = 2 \tan \alpha = \frac{D}{L} = \frac{D-d}{l} \quad (\alpha \text{ 圆锥半角})$$

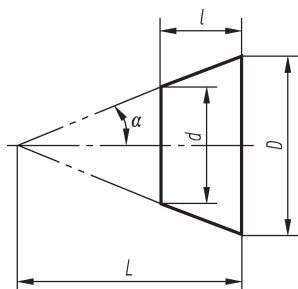


图 1-33 锥 度

锥度的画法与标注如图 1-34 所示。在图 1-34 (a) 中，首先利用临时辅助线求作图样所要求的 1:3 的锥度值；然后在图 1-34 (b) 中作已求锥度的平行线即为图样上实际的锥度轮廓线；最后在图 1-34 (c) 中擦去多余的辅助线，对图样加以修饰，并进行相应的标注。

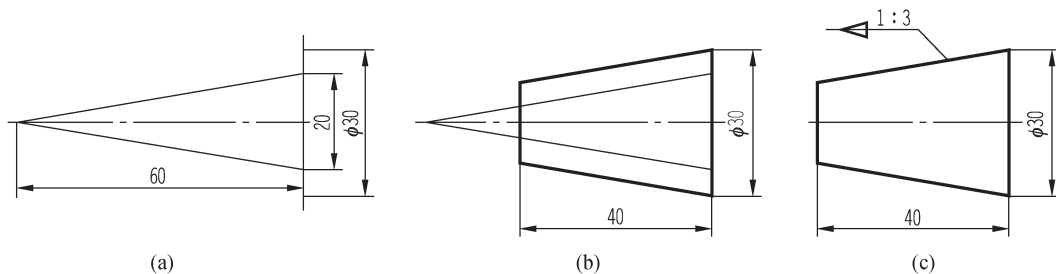


图 1-34 锥度的画法与标注

小提示

标注时，在斜度值前加符号“ $\angle$ ”，且符号的方向应与斜度的方向一致。标注时，在锥度值前加符号“ $\triangleleft$ ”，该符号应配置在基准线上，符号和锥度值应靠近圆锥轮廓标注，基准线应与圆锥的轴线平行，符号的方向应与锥度的方向一致。

3. 平面图形的分析和绘图步骤

1) 平面图形的尺寸分析

平面图形中的尺寸，根据其表达作用的不同，可分为定形尺寸与定位尺寸两类。

(1) 定形尺寸。定形尺寸是指平面图形中确定各部分大小的尺寸，如线段长度、圆的直径、圆弧半径及角度大小等。图 1-35 中的 $\phi 5$ 、 $\phi 20$ 、15、85、 $R10$ 、 $R12$ 、 $R15$ 、 $R50$ 都属于定形尺寸。

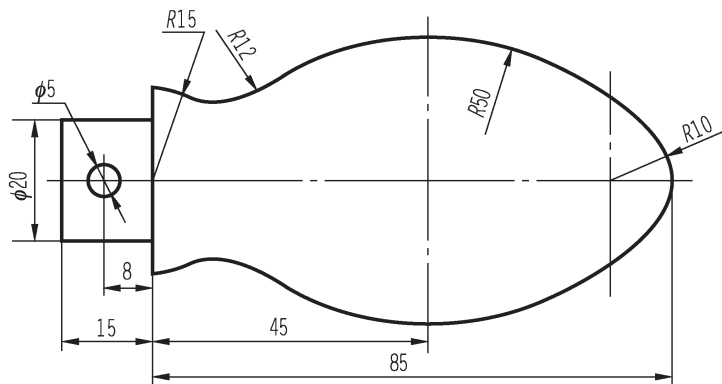


图 1-35 手柄平面图形

(2) 定位尺寸。定位尺寸是指平面图形中确定各部分之间相对位置的尺寸。一般地，平面图形中每个部分要标出两个方向的定位尺寸，即只有得到两个方向的尺寸才能确定此部分在平面图形中的准确相对位置。图 1-35 中的 8、45、85 都属于定位尺寸。

小提示

有些尺寸既属于定形尺寸，又属于定位尺寸，如图 1-35 中的尺寸 85，既是确定手柄长度的定形尺寸，又是确定 $R10$ 与 $R15$ 两段圆弧相对位置的定位尺寸。

(3) 尺寸基准。标注尺寸的起点称为尺寸基准。定位尺寸通常以图形的对称线或中心线、图形的底边或边线等为尺寸基准。平面图形一般至少在水平和竖直方向各有一个尺寸基准。图 1-35 中平面图形的水平方向尺寸基准为 $R15$ 的竖直直径，竖直方向尺寸基准为对称中心线。

2) 平面图形的线段分析

平面图形中，根据线段所给定位尺寸的齐全与否，可以把线段分成三类：已知线段、中间线段和连接线段。

(1) 已知线段。凡具有定形尺寸和两个定位尺寸，能直接画出的线段称为已知线段，如图 1-35 中的 $\phi 5$ 、 $\phi 20$ 、 $R10$ 、 $R15$ 所标注的线段。

(2) 中间线段。只有定形尺寸和一个定位尺寸的线段称为中间线段。虽然中间线段的另一个定位尺寸没有明显标出，但可以借助与其相邻线段中的一个连接关系求得。图 1-35 中标注的 $R50$ 圆弧，只标出其水平方向的定位尺寸 45，这时还不能确定其圆心位置，但显然该线段与其相邻的 $R10$ 线段是内切关系，因此以 $R10$ 弧的圆心为圆心、以其半径之差为半径作弧，即可求得 $R50$ 的圆心，从而作出该中间线段。

(3) 连接线段。只有定形尺寸，而无定位尺寸的线段称为连接线段。图 1-35 中的 $R12$ 标注的圆弧，只给出其定形尺寸，而无定位尺寸，因此该圆弧即为连接线段，可借助于与其相邻的两段圆弧的连接关系求得。

小提示

已知线段如果是圆弧，其圆心及半径均为已知；

中间线段如果是圆弧，其圆心的一个坐标和半径为已知；

连接线段如果是圆弧，其半径已知，圆心的两个坐标均未知。

3) 平面图形的绘制

平面图形绘制的一般步骤如下：

(1) 准备工作。分析图形、确定比例、选择图幅、固定图纸。

(2) 画底稿。先布图，画出中心线和基准线；再用细实线画底稿。

(3) 检查并加深。加深时，先圆弧后直线，先水平后垂斜，先上后下。

(4) 标注尺寸并填写标题栏。

平面图形绘制示例如图 1-36 所示，绘图主要步骤如图 1-37 所示。

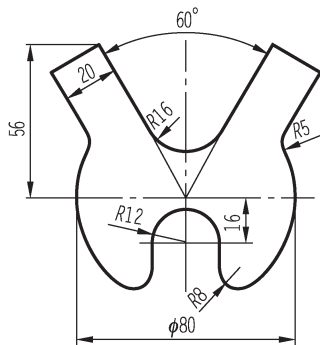
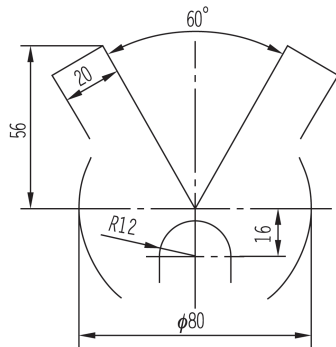
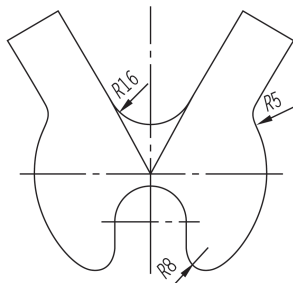


图 1-36 平面图形绘制示例



(a)



(b)

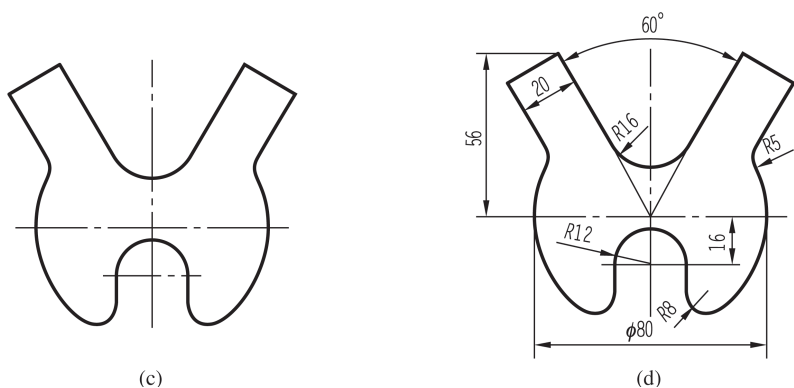


图 1-37 平面图形的绘制步骤

(a) 分析线段，画出中心线，画出已知线段；(b) 画出中间线段与连接线段；(c) 检查描深；(d) 标注尺寸

4. 平面图形的尺寸标注

1) 平面图形尺寸标注注意要点

平面图形尺寸标注应注意以下要点：

(1) 标注尺寸之前必须先分析清楚图中哪些尺寸需要标注，哪些尺寸不需要标注。

(2) 各种结构的尺寸标注要正确，即符合 GB/T 4458.4—2003。

(3) 图中所有定形尺寸与定位尺寸不能重复标注，更不能有遗漏的情况。

(4) 图中尺寸标注总体达到合理、清晰的要求。

2) 平面图形尺寸标注步骤

以图 1-38 所示垫片的尺寸标注为例，平面图形的尺寸标注步骤如下：

(1) 分析图形，确定基准。因为示例中的图形在两个方向都是对称的，因此选择两个方向的对称中心线作为尺寸基准。

(2) 标注定形尺寸。由于该图是对称图形，因此相同结构的定形尺寸标注一次即可。图中两个 $R6$ 、 $4 \times \phi 6$ 、 $\phi 28$ 、 $\phi 60$ 、80 都属于定形尺寸。

(3) 标注定位尺寸。图 1-38 中 36、30、68 都属于定位尺寸。

(4) 检查。最后要检查所标注的尺寸有没有重复、遗漏与不合理的情况，完成标注。

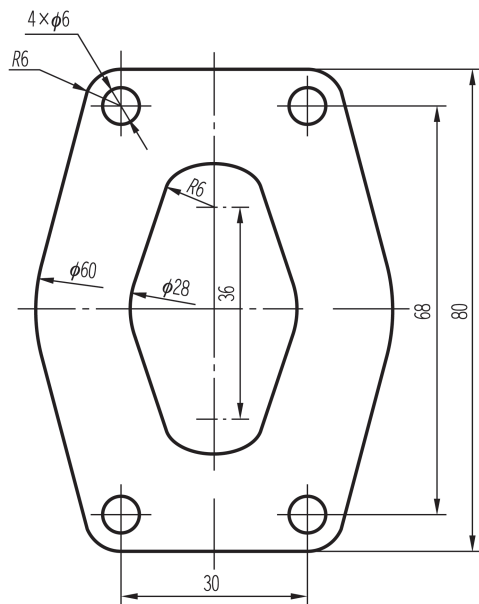


图 1-38 垫片的尺寸标注

常见平面图形尺寸标注示例如图 1-39 所示。



二、徒手绘图

徒手绘图是指不使用绘图仪器，通过目测零件大小，仅用铅笔徒手绘制图样的方法，这样绘制的图样即草图。在机器测绘、技术交流和现场参观等场合，经常需要徒手绘图表达技术思想和进行工程记录等。徒手绘图是工程技术人员必备的一项基本技能。

徒手绘图时，需要用到铅笔、坐标纸（或白纸）及橡皮等工具。徒手绘图的基本要求如下：

- （1）画线要稳，图线要清晰。
- （2）目测尺寸尽量符合实际尺寸，各部分比例选取适当。
- （3）绘图速度要快。
- （4）标注尺寸尽可能准确、清晰，字迹尽可能工整。

1. 直线的画法

1) 画水平、垂直直线

画水平线时，先在图纸的左右两边根据所画线段的长短定出其两端点，注视终点，自左向右水平移动，小指轻轻滑过纸面，以控制直线的平直，画至终点。画垂直线时，先在图纸的上下两边根据所画线段的长短定出其两端点，由上而下用手腕沿垂直方向轻轻移动，画至终点，如图 1-40 所示。

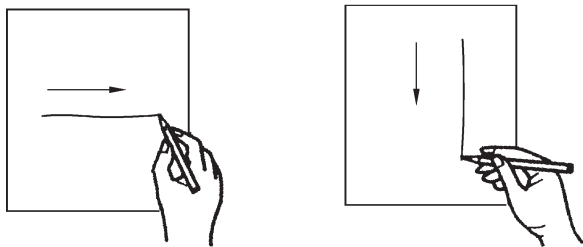


图 1-40 徒手画直线

2) 画斜线

画斜线时，首先目测线段长短，定出两端点；若画向右的倾斜线，则自左向右用手腕沿倾斜方向朝斜上方轻轻移动，画至终点；若画向左的倾斜线，则自左向右用手腕沿倾斜方向朝斜下方轻轻移动，画至终点，如图 1-41 所示。

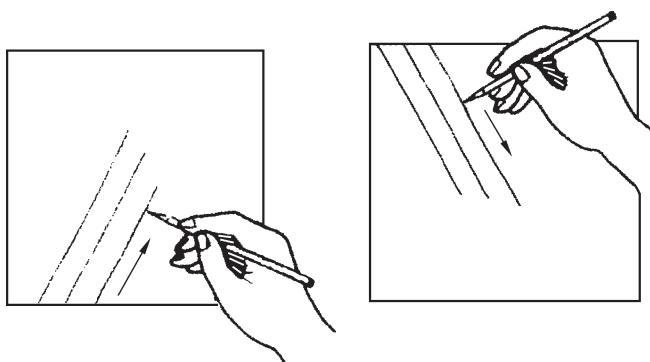


图 1-41 徒手画斜线

2. 圆的画法

画圆时，应首先定圆心位置，过圆心画出对称中心线，再过中心点画出与水平线成 45° 角的斜线；在对称线及斜交线上距圆心等于半径处截取八个点；过八个点画圆即可，如图 1-42 所示。

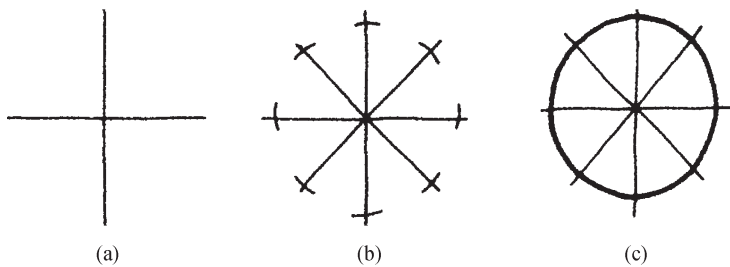


图 1-42 徒手画圆

3. 常用角度的画法

画常用角度时，可根据它们的斜率，用近似比值画出，如图 1-43 所示。

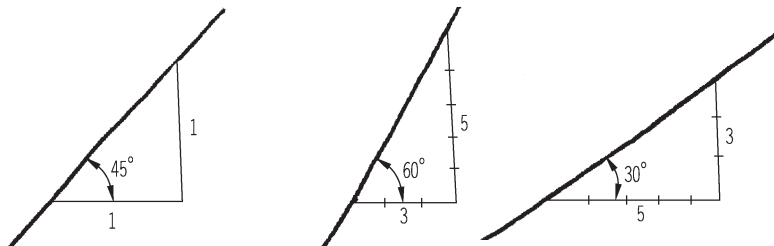


图 1-43 徒手画角度

随着信息技术的发展,计算机辅助设计已广泛用于机械、建筑及航空等领域。仪器绘图由于速度慢、不规范和不易修改等缺点,将逐渐被计算机绘图所取代。计算机绘图具有快速、准确、规范、易于保存和修改等特点,我们将在后续计算机辅助设计课程中学习计算机绘图。

教学指导

本单元重点讲解“技术制图”与“机械制图”国家标准中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸标注等方面的基本规定,使学生能够按照制图标准、采用绘图仪器绘制平面图形并合理标注尺寸;初步学会徒手绘图的基本方法;在绘图实践中不断熟练仪器绘图和徒手绘图的方法,提高作图基本技能。

教学中,首先要使学生认识到本课程是提高专业技能的基础,是保证产品质量的重要条件,故要具有强烈的职业责任感和精益求精的职业精神;其次,通过机械制图国家标准的学习,使学生认识到绘图要遵守相应的规则,从而养成遵守规矩、坚持原则的行为习惯;最后,通过理论知识学习与绘图技能训练相结合、相互促进,帮助学生践行学思结合、知行合一。

知识检测

1. 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。绘图时一般采用_____比例,需要时也可采用_____或_____的比例。无论采用何种比例,图样中所注的尺寸,均为机件的_____。尺寸以_____为单位时,无须标注代号或名称。
2. 图样中,机件的可见轮廓线用_____画出,不可见轮廓线用_____画出,尺寸线和尺寸界线用_____画出,对称中心线和轴线用_____画出。细虚线、细实线和细点画线的图线宽度约为粗实线的_____。
3. 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_____。符号“ $\angle 1:10$ ”表示_____。
4. 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_____。符号“ $\triangleright 1:5$ ”表示_____。
5. 工程图样的绘制方法有三种:仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图。其中,_____是利用绘图工具和仪器等绘制图样的传统方法,用于早期的产品图样绘制;_____是目测物体大小徒手绘制零件草图的方法,是设计、仿造及维修时经常采用的一种绘图方法;_____是利用计算机完成图形的绘制、存储及输出的方法,其绘图质量高且便于保存和修改,现在得到越来越广泛的应用。



技能演练

1. 字体练习。

制 图 设 计 描 述 审 核 质 量 共 第 章 序 号 标 准

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

或 名 称 数 量 材 料 比 例 备 注 其 余 技 术 要 求

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ϕ I II III IV V VI VII VIII IX X

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z kg m

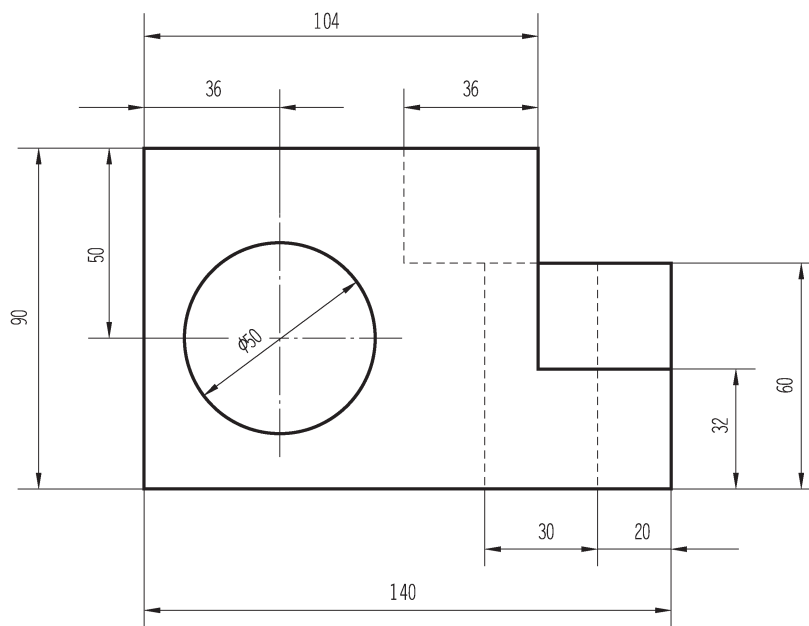
□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

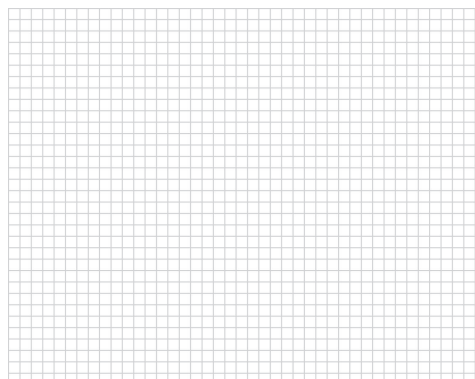
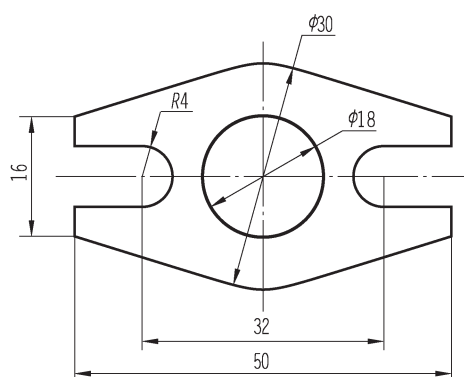
2. 图线练习。



3. 用尺规按 1:2 的比例抄画图形，并标注尺寸。



4. 用尺规按 1:1 的比例抄画图形，并标注尺寸。



5. 按所给尺寸徒手绘图，并标注尺寸。

