

内 容 简 介

本书是“十四五”职业教育国家规划教材。

本书除绪论和附录外共有八个学习情境,内容包括平面图形的分析与绘制、投影作图理论及方法、组合体三视图画法、机件表达方法、常用零件及结构要素的表示法、识读与绘制零件图、识读与绘制装配图、计算机绘图。

本书可作为高等职业院校、成人教育院校机电类、近机类各专业的教材,也可作为机械 CAD 初、中、高级绘图员职业资格证考试的培训辅导书,还可作为相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图 / 邵娟琴,汪小芳主编.

4 版. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2025. -- ISBN 978-7-5635-7776-7

I. TH126

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025294UH5 号

策划编辑: 朱婉茜 责任编辑: 谭宏微 封面设计: 黄燕美

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

邮政编码: 100876

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市骏杰印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 18

字 数: 372 千字

版 次: 2012 年 8 月第 1 版 2025 年 11 月第 4 版

印 次: 2025 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-7776-7

定 价: 49.90 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

第4版前言



本书贯彻党的二十大报告建设中国式现代化必须“实施科教兴国战略,强化现代化建设人才支撑”的精神,以符合人才培养需求、体现教育改革成果、确保图书质量、形式新颖创新为指导思想,以培养学生的专业基础能力和创新能力为目标,以培养学生的绘图能力和读图能力为主线,在保持编写宗旨的基础上对第3版书进行修订。本书修订后具有以下特点。

(1)问题导向、学生至上。为全面贯彻党的教育方针,落实立德树人根本任务,在本书编写中坚持问题导向,将思政元素融入学习情境,引导学生运用马克思主义科学的世界观和方法论解决问题。

(2)理念先进。本书在项目化教学实践的基础上编写而成,课程采用情境导向、任务驱动的教学模式。每个学习情境由教学目标、思政延展和若干学习任务构成,每项任务包含学习任务单、知识链接、任务实施单三个基本环节,内容的编排符合现代职业教育特点。

(3)技术领先。书中融入了“互联网+”思维,利用 App 构建实时互动的教学环境,扫描书中的图片,可立刻展现零部件的三维建模效果,也可放大、缩小、随意旋转模型,还可拆分零部件以观看内部结构,帮助学生快速理解零部件的结构和工作原理。

(4)反映新技术、新标准。书中计算机绘图内容以 AutoCAD 2024 为蓝本,凸显了该版本的操作便捷性及更强大的绘图功能。本书引用了机械制图和技术制图现行标准的相关内容,体现了制图国家标准的学用一致性。

(5)体例新颖、便于组织教学。本书在内容呈现方面结合表单的应用,凸显内容的结构化,明确的目标和具体的操作步骤便于师生开展教学活动。另有跟本书内容配套的习题集,增强了练习的针对性和便捷性,便于学生自主学习。

(6)理论够用、突出应用。在教学内容的选取方面遵循理论够用、突出应用的原则。第一篇制图基础知识模块突出空间想象力的培养及图样画法的锻炼;第二篇机械制图模块增加了零部件测绘内容,着重培养学生的工程图样表达能力及零部件测绘技能,能满足制图测绘综合实训的教学需要。

(7)课证融通。结合二维 CAD 工程师考证要求,在计算机绘图习题中引用了大量 CAD 技能考试题目,能满足 1+X 证书制度试点工作需要。

(8)思政延伸。对教学情境的思政延伸设计如下。

情境名称	思政元素及融入点	思政延伸设计
绪论	明确思政目标 展现机械大国的风采	家国情怀,民族自信。以绪论为载体,激发学生的爱国热情,增强学生的民族自信心和自豪感,使学生树立胸怀祖国、心系人民、勤奋学习、勇于创新的远大理想
情境一 平面图形的分析与绘制	遵守制图基本规定,规范绘制图形	没有规矩,不成方圆。图形是人们认识自然、表达和交流思想的基本工具之一,为了绘制出符合规范的图样,人们必须遵守统一的规定和准则。同样,要养成符合社会规范的道德情操,必须遵守道德准则和法律法规



续表

情境名称	思政元素及融入点	思政延伸设计
情境二 投影作图理论及方法	三视图的形成及投影规律蕴含了普遍联系及抓住主要特征的马克思主义哲学观和严谨细致的工匠精神	多维视角,普遍联系。要正确表达物体的形状,通常需要一组视图相互配合,而要正确绘制物体的三视图,必须掌握视图间的投影规律和作图规则。同样,用联系的观点和多维的视角分析问题有助于人们把握事物的本质,高效解决问题
情境三 组合体三视图画法	组合体的构成方式、组合体三视图的绘制和识读,蕴含了遇到复杂事物,要学会抓住主要矛盾的马克思主义哲学观和专业专注的工匠精神	化繁为简,分清主次。在绘制与解读组合体的视图时,常常将其分解成若干简单的形体,并从整体出发处理好各形体之间的组合方式及表面关系,使复杂的绘图与看图问题变得简单。同样,在工作和生活中善于从大局出发,且注重细节的打磨,有助于人们正确处理和解决问题
情境四 机件表达方法	机器零件的表达需要灵活运用图样画法的基本规定	具体问题具体分析。机器零件形状结构不同,其表达方案也不尽相同,善于灵活应用图样画法的基本规定,才能体现看图方便、制图简便的图样表达原则。同样,熟悉不同岗位的工作要求和工作职责,有助于人们在做好本职工作的同时,养成良好的服务意识
情境五 常用零件及结构要素的表示法	零件的表达必须遵守图样画法的特殊规定	特殊情况特殊对待。为了简化表达,对于常用的机件和机件上常见的结构,通常采用特殊表示法。同样,工作中遇到特定情况要敢于打破思维定式,灵活运用规则
情境六 识读与绘制零件图	零件图的识读与绘制蕴含了精益求精的工匠精神	质量至上,追求卓越。技术产品(如机器、房屋、武器等)的核心竞争力在于质量,而技术产品生命周期的每一个环节都和图样息息相关。只有把好图样质量关,才能生产出高质量的产品。同样,在工作中若能坚守初心、敬业精进,不断提升自身价值,一定会成为有用之才
情境七 识读与绘制装配图	装配图的识读与绘制蕴含了个体与整体的哲学观和敬业精进的工匠精神	爱岗敬业,精诚团结。任何机械产品的功能实现都离不开零件之间的配合与协作,零件的质量关乎产品的质量。同样,个人能力的展现离不开良好的平台,我们要珍惜所处的平台,在平凡的工作岗位上耐得住寂寞,专注于本职工作,干一行爱一行
情境八 计算机绘图	计算机绘图培养兼具专业技能与家国情怀的新工科人才	结合工程制图规范教学、精准绘图训练,培养学生严谨细致、精益求精的态度,遵守行业标准的职业道德,践行新时代“大国工匠”精神

本书由邵娟琴、汪小芳任主编,李锐任副主编,参与编写的还有吴芳、吴孟宝、张磊。其中,邵娟琴编写绪论、情境一、情境二、情境三及附录,汪小芳编写情境五(部分)、情境六(部分)、情境八(部分),李锐编写情境五(部分),吴芳编写情境四、情境六(部分),吴孟宝编写情境七,张磊编写情境八(部分)。全书由陈保国教授主审。

本书在编写过程中参考了相关文献资料,在此对相关作者表示感谢。

本书获得“2020年全国煤炭行业教学成果奖”职业教育类教学成果二等奖——基于“互联网+”的《机械制图》增强现实(AR)教学资源库的探索与应用。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,欢迎读者批评指正。

编者

第1版前言



本教材是根据教育部“高职高专机械制图课程教学基本要求”,配合教育部“十二五”国家级规划教材建设工作,以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,形式新颖创新”为指导思想,以培养学生对机械图样的识读与绘制能力为根本目的编写而成的。本教材反映职业教育特色与教改要求。

(1)内容模块化。在教学内容的选取方面遵循理论够用、突出应用的原则,将教学内容划分为两大模块。制图基础知识模块突出二维视图的识读与三维立体构型能力的培养,机械制图模块以项目为载体,着重培养工程图样的表达能力及零部件测绘技能。在教学内容的组织方面围绕图例展开,文字叙述通俗易懂。

(2)理念先进。本教材在项目化教学实践的基础上编写而成,课程采用项目导向、任务驱动的教学模式。每个教学单元由教学目标和若干学习任务构成,每项任务包含任务描述、任务分析、知识链接、任务实施、能力检测五个主要环节,突出培养学习者的自主学习能力。

(3)技术领先。信息化设计与制造技术促进产品信息传递的多元化,二维图样是产品信息表达的基础技术,三维造型是产品信息表达的新技术。为了与后续三维 CAD 课程更好地衔接,教材在投影作图部分结合三维 CAD 基于特征轮廓的立体构型方法,增加了常见立体的形成与投影特征分析,有助于培养学习者的形体构型设计创新思维能力。

(4)突出应用。本教材计算机绘图的相关知识 with 制图理论紧密结合,以 AutoCAD 2010 为蓝本,突出 CAD 绘图技能的专业应用性。另外,本教材将零部件测绘工作与制图理论教学融合为一体,充分体现理论与实践的结合,知识传授与能力、素质培养的结合。

(5)反映新标准。制图教材与制图国家标准关系密切,本教材采用现行“机械制图”和“技术制图”最新国家标准,及时体现制图国家标准的变化发展。

本教材由常州工程职业技术学院邵娟琴副教授主编,具体编写分工如下:绪论、单元一、单元二和附录由邵娟琴编写;单元三由吴芳编写;单元四由汪小芳编写;单元五由刘松、吴芳和汪小芳共同编写;单元六由严锦武编写。全书由邵娟琴统稿,陈保国教授主审。

本教材在编写过程中参考了相关文献资料,在此对相关作者表示感谢。

由于编者水平有限,教材中难免有不足之处,欢迎专家、读者批评指正。

编 者

目录



绪论	1
----------	---

第一篇 制图基础知识模块

情境一 平面图形的分析与绘制	6
任务 手工绘制平面图形	6
情境二 投影作图理论及方法	24
任务一 绘制物体的三视图	24
任务二 绘制切口平面立体的三视图	35
任务三 绘制切口回转体的三视图	39
任务四 绘制相贯体的三视图	47
情境三 组合体三视图画法	52
任务一 绘制组合体的三视图	52
任务二 识读组合体的视图	70
情境四 机件表达方法	77
任务一 机件外部形状的表达	77
任务二 机件内部形状的表达	82
任务三 机件断面形状的表达	89
任务四 机件表达方法的综合应用	95
情境五 常用零件及结构要素的表示法	101
任务一 绘制螺栓连接图	101
任务二 绘制齿轮零件图	111

第二篇 机械制图模块

情境六 识读与绘制零件图	126
任务一 识读与绘制铣刀头主轴零件图	126
任务二 识读与绘制铣刀头 V 带轮零件图	145
任务三 识读与绘制拨叉零件图	148
任务四 识读与绘制铣刀头座体零件图	151
任务五 测绘齿轮油泵主要零件	154
情境七 识读与绘制装配图	165
任务一 识读铣刀头装配图	165
任务二 手工绘制钻夹具装配图	176



任务三 测绘齿轮油泵装配体	182
---------------------	-----

第三篇 计算机绘图模块

情境八 计算机绘图	192
任务一 应用 AutoCAD 绘制平面图形	192
任务二 应用 AutoCAD 绘制组合体三视图	222
任务三 应用 AutoCAD 绘制机件的剖视图	226
任务四 应用 AutoCAD 绘制铣刀头主轴零件图	228
任务五 应用 AutoCAD 绘制 V 带轮零件图	240
任务六 应用 AutoCAD 绘制拨叉零件图	242
任务七 应用 AutoCAD 绘制座体零件图	244
任务八 应用 AutoCAD 绘制铣刀头装配图	246
附录	256
参考文献	279

绪 论

一、课程的性质与作用

本课程是研究“机械工程图样”绘制和识读方法的一门专业基础课。“图样”是根据投影原理、国家标准及有关规定表示工程对象,并有必要的技术说明的图,是工程界通用的“技术语言”。识图与绘图是工程技术人员表达设计思想、进行工程技术交流、指导生产等必备的技能。

本课程的主要任务是培养学习者的空间思维和形体构型能力、识读和绘制机械图样的能力,以及自主学习和解决问题的能力。通过本课程的学习,为机械基础、机械产品的虚拟设计等后续课程的学习及发展自身的职业能力打下必要的基础。

二、课程的主要内容及培养目标

为了满足后续课程和职业发展对识图与绘图能力的要求,课程内容划分为制图基础知识、机械制图和计算机绘图三大模块。制图基础知识模块包括平面图形的分析与绘制、投影作图理论及方法、组合体三视图画法、机件表达方法、常用零件及结构要素的表示法五个学习情境,主要培养制图基础技能。机械制图模块包括识读与绘制零件图、识读与绘制装配图两个学习情境,主要培养识读与绘制机械图样的能力。计算机绘图模块包括计算机绘图一个学习情境,主要培养用计算机识读与绘制机械图样的能力。

1. 能力目标

- (1)初步具备查阅资料的能力,能认真执行机械制图国家标准的有关规定。
- (2)能应用正投影法绘制和识读物体的三视图。
- (3)能根据机件结构特点选择合适的表达方法。
- (4)能正确识读和绘制零件图、装配图等机械图样。
- (5)能应用 AutoCAD 软件绘制零件图和装配图。

2. 知识目标

- (1)熟悉制图基础知识,掌握制图基本技能。
- (2)掌握正投影理论及作图方法。
- (3)熟悉机件常用表达方法。
- (4)掌握零件图和装配图的表达方法。
- (5)掌握 AutoCAD 常用绘图与编辑命令。

3. 素质目标

- (1)树立远大理想和爱国主义情怀,心怀强国的使命感和责任感。



微课
绪论



- (2) 具备主人翁意识及认真负责的工作态度。
- (3) 具备较好的自主学习和自我管理能力。
- (4) 具备较强的团队协作精神和团队管理能力。
- (5) 具备自我总结、自我评价及自我提高的能力。

4. 思政目标

- (1) 树立精益求精的质量观念,确立“百年大计,质量第一”的职业道德信念。
- (2) 贯彻国家标准(如制图规范),强化工程实践中的规范操作习惯。
- (3) 结合国产重大工程案例(如高铁、盾构机、航母等),激发学生科技自立自强的使命感,增强服务国家战略需求的信念。
- (4) 挖掘中国古代工程成就(如榫卯结构、传统建筑),增强文化自信与民族自豪感。
- (5) 引导学生认识到工程师的职业定位,明确其对社会发展、国家建设的责任担当。

三、课程的教学学法

课程采用产出导向、任务驱动的教学模式。强调在做中学,要求学生在完成情境教学任务的前提下整合制图知识,进一步完成齿轮油泵的测绘工作。课程学习任务通过一系列教学任务的实施得以完成,教学目标通过一系列教学任务的完成得以实现。

课程在具体实施过程中主要采用以下几种教学方法。

1. 案例教学

对于机械图样的识读与绘制等程序性知识的习得,主要采用案例教学法。

2. 先学后教+讲练结合

对于投影作图等制图知识与技能的习得,主要采用“先学后教+讲练结合”教学法。

3. 测试引导+自学辅导

对于制图国家标准的有关规定等陈述性知识的习得,主要采用“测试引导+自学辅导”教学法。

4. 分组讨论

对于完成具体任务的问题解决策略的习得,主要采用分组讨论教学法。

在各项学习任务的学习与完成过程中,要坚持系统观念。万事万物是相互联系、相互依存的。只有用普遍联系的、全面系统的、发展变化的观点观察事物,才能把握事物发展规律。不断提高辩证思维、系统思维、创新思维能力,为终身学习提供科学思想方法。

四、制图技术的发展及制图标准的重要性

图形与语言、文字一样,是人们认识自然、表达和交流思想的基本工具。早在 18 世纪,法国著名数学家蒙日就在总结前人经验的基础上,创建了画法几何学科体系,从而奠定了图学理论基础。经过两百多年来的发展与完善,工程图样在工业生产中得到了广泛的应用。

20 世纪 70 年代,随着微型计算机的出现,计算机绘图技术得到了快速发展。AutoCAD 是目前世界上应用最广泛的 CAD 软件,具有完善的图形绘制功能和图形编辑功能,是二维工程绘图的通用平台。21 世纪,随着计算机辅助设计(CAD)技术的高速发展,手工绘图将



逐渐被计算机绘图取代。CAD 技术改变了传统的设计思路和方法,大大提高了人们的工作效率。

一方面,计算机技术的快速发展有力地推动了制图技术的自动化;另一方面,工程图学的发展与制图标准的修订完善息息相关。1959 年,我国颁布了《机械制图》第一个国家标准,在全国范围内统一了工程图样的表达方法。1978 年,我国正式加入国际标准化组织(ISO),以更好地进行国际技术交流和进一步提高标准化水平。众所周知,技术产品(如机器、房屋、武器等)的核心竞争力在于质量,而技术产品生命周期的每一个环节都和图样息息相关。因此,制图标准在工程图学的发展中有着重要作用。

机械工程图样几乎在所有工程技术领域都有应用,要想高效率、高质量地绘读适用范围广的图样,关键是严格执行相关制图标准的规定。为了更好地学用标准,本教材引用了机械制图和技术制图现行标准的相关内容,并注明了标准代号,以便学习中查阅标准原文。

五、我国制造业的发展历程简介

一直以来,制造业都是国民经济的主体,是科技创新的主战场,也是立国之本、兴国之器、强国之基。在建设中国特色社会主义的新时代,坚持走中国特色新型工业化道路,加快制造强国建设,加快发展先进制造业,对于实现中华民族伟大复兴的中国梦具有特殊重要的意义。

从 1978 年至今,中国的制造业经过改革开放四十多年的积累沉淀,已使中国成了名副其实的制造大国。2015 年,政府工作报告首次提出“中国制造 2025”,坚持“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的基本方针,通过三步走实现建设制造强国的战略目标。回望 2017 年,航母下水、“天眼”探空、“蛟龙”探海、高铁疾驰、北斗组网、国产大飞机首飞告捷……一大波央企制造的大国重器,鼓舞了国人,惊艳了世界;它们不仅便利了我们的生活,更成为中国“智”造的世界新名片。

中国制造业正处于转型升级的发展过程中,“中国制造”转变为“中国‘智’造”是这一进程的必由之路。做好中国制造,需要有一种精神。这种精神在过去表现为自力更生、艰苦奋斗,而在今天则是企业家精神、科学家精神、担当精神和工匠精神的有机组合。以坚定的意志和韧劲,恪守初心、担当使命,必将铸就中国制造业新的辉煌。

党的二十大报告指出:“高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务。”新时代以来,党中央提出并贯彻新发展理念,着力推进高质量发展,推动我国经济实力实现历史性跃升。新征程上,我们要坚持以推动高质量发展为主题,为全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标而不懈努力。



第一篇

制图基础知识模块

情境一

平面图形的分析与绘制

机件的轮廓形状是多种多样的,但在技术图样中,表达它们各部位结构形状的图形都是由直线、圆和其他曲线组成的平面图形。平面图形的阅读和绘制是机械制图的一项基本技能。

教学目标

熟悉制图国家标准关于图幅、比例、线型、字体、尺寸注法等的基本规定;
熟悉常见几何图形的作图方法,掌握平面图形的分析与绘制方法。

思政延展

没有规矩,不成方圆。图形是人们认识自然、表达和交流思想的基本工具之一,若不遵守统一的准则,是绘制不出符合规范的图样的。同样,只有在道德准则和法律的约束下,才能实现社会的安定和人身的自由。

任务 手工绘制平面图形

学习任务单

任务名称	手工绘制平面图形
------	----------

续表

任务描述

用 A4 图纸,按 1:1 绘制图 1-1 所示扳手轮廓图,并标注尺寸

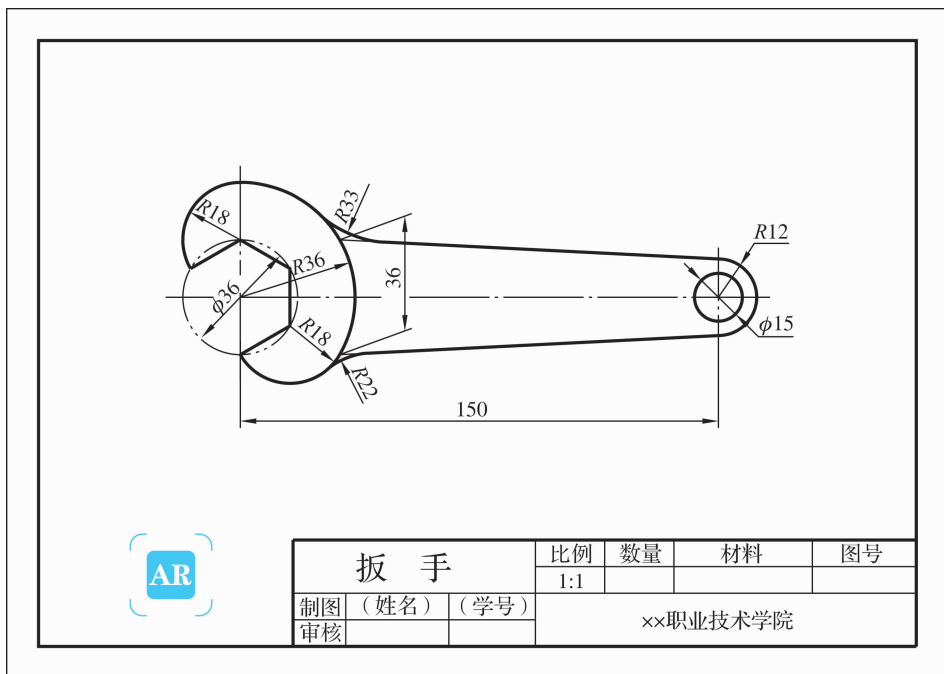


图 1-1 扳手轮廓图

任务分析

要想绘制扳手轮廓图,首先要分析尺寸和线段间的关系,明确图形的作图顺序和作图方法;其次必须遵守制图国家标准的相关规定,正确标注尺寸

成果展示
与评价

各组成员每人绘制扳手平面图形的 A4 图纸一张,小组互评后由教师综合评定成绩



知识链接

一、制图的基本规定

机械制图和技术制图国家标准是工程界重要的技术基础标准,是绘制和阅读机械图样的准则和依据。为了正确绘制和阅读机械图样,必须熟悉有关标准和规定。本情境重点介绍机械制图领域中有关图纸幅面和格式、比例、字体、图线等的基本规定。

1. 图纸幅面和格式

1) 图纸幅面

为了使图纸幅面统一,便于装订和管理,技术制图国家标准规定了五种基本幅面,具体内容见表 1-1(符号 B 、 L 、 a 、 c 、 e 见图 1-2)。



表 1-1 图纸幅面和图框尺寸(摘自 GB/T 14689—2008)

单位:mm

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

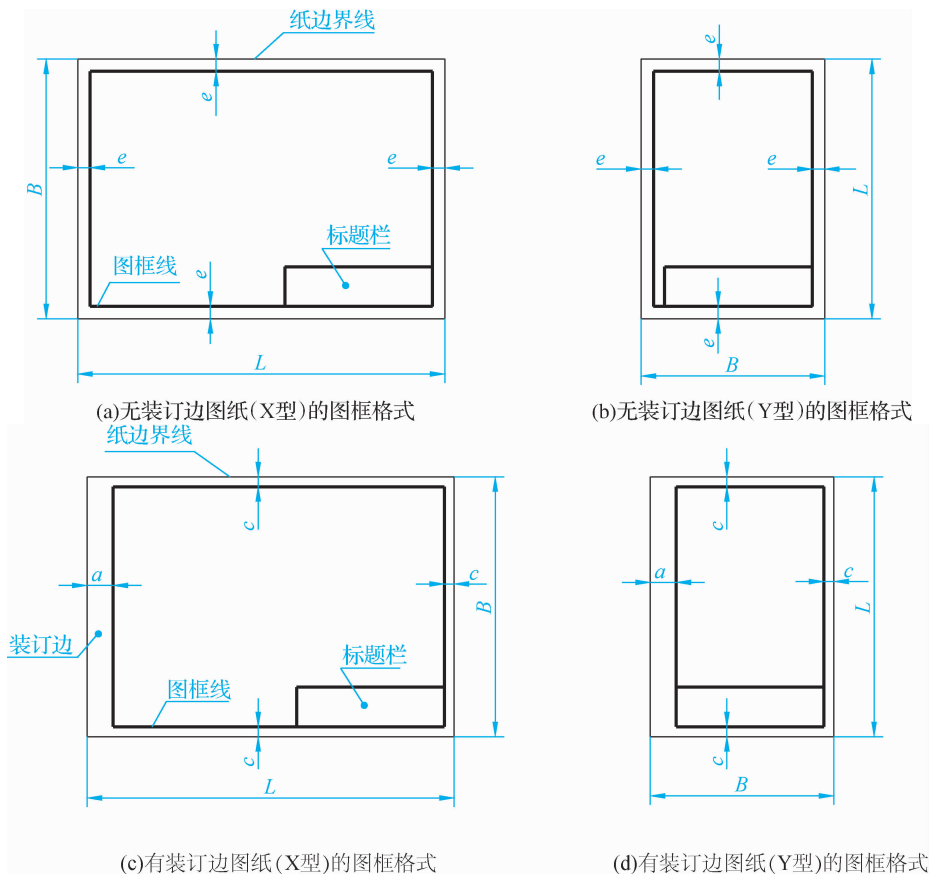


图 1-2 图框格式

2)图框格式

(1)在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,如图 1-2 所示。

(2)同一产品图样只能采用一种图框格式,装订时通常采用 A3 横装或 A4 竖装。

3)标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏,其内容和格式详见 GB/T 10609. 1—2008 的规定。标题栏应位于图框的右下角。为了简化作图,在制图作业中建议采用图 1-3 所示的简化标题栏和明细栏。



当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2(a)、图 1-2(c)所示;当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2(b)、图 1-2(d)所示。看图的方向要与看标题栏的方向一致。

10		46			54			10		30		30		7
														14
序号	代号			名称			数量	材料		备注				
(图名)				比例	数量	材料		图号						
制图	(姓名)	(学号)		(校名、班级)										
审核														
15	30	25	20	20	40			(30)						
180														

图 1-3 简化标题栏和明细栏

4) 对中符号和方向符号

为了使图样在复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边的中点处分别画出对中符号(用粗实线绘制,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm)。如果使用预先印制的图纸,当需要改变标题栏的方位时,必须将其旋转至图纸的右上角。此时,为了明确绘图与看图的方向,应在图纸下边的对中符号处画出一个方向符号(高为 6 mm 的等边三角形,用细实线绘制),如图 1-4 所示。

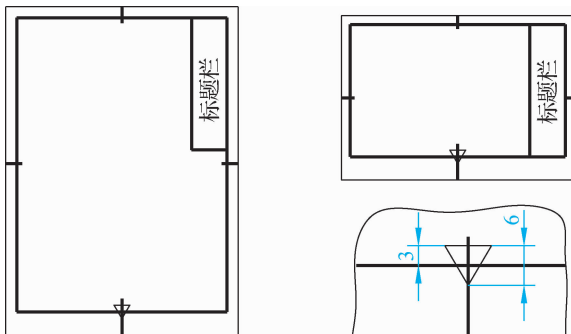


图 1-4 对中符号和方向符号

2. 比例

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时应根据图纸幅面及物体大小选用适当的比例,常用的比例见表 1-2。

表 1-2 常用的比例(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	4 : 1, 2.5 : 1
	$5 \times 10^n : 1, 2 \times 10^n : 1, 1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1, 2.5 \times 10^n : 1$



续表

种 类	优先选择系列	允许选择系列
缩小比例	1 : 2, 1 : 5, 1 : 10	1 : 1.5, 1 : 2.5, 1 : 3, 1 : 4, 1 : 6
	1 : 2 × 10 ⁿ , 1 : 5 × 10 ⁿ , 1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 1.5 × 10 ⁿ , 1 : 2.5 × 10 ⁿ , 1 : 3 × 10 ⁿ , 1 : 4 × 10 ⁿ , 1 : 6 × 10 ⁿ

注: n 为正整数。

为了从图样上直接反映物体的大小,绘图时应优先采用原值比例。若物体太大或太小,可采用缩小或放大的比例绘图。选用比例的原则是有利于图形的清晰表达和图纸幅面的有效利用。绘图时不论采用何种比例,图样中所注尺寸数值必须为物体的实际大小,与绘图比例无关,如图 1-5 所示。同一机件的各个图形一般应采用相同的比例,并在标题栏中的比例栏目内写明采用的比例。

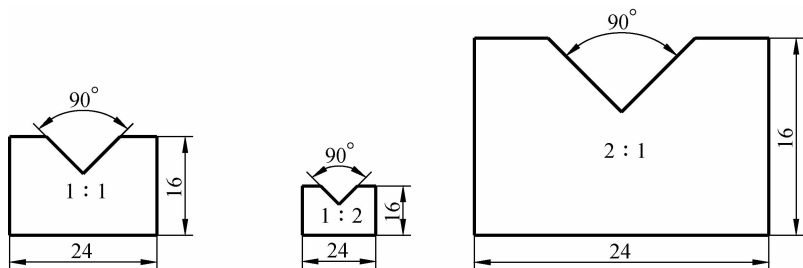


图 1-5 不同比例绘制的图形

3. 字体

图样上除了表达机件形状的图形外,还需要用文字和数字说明机件的大小、技术要求等其他内容。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。

(1) 字体高度 h 的公称尺寸系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。字体高度代表字体的号数。

(2) 汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(3) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 1/14, B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 1/10。字母和数字可写成直体或斜体,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

(4) 字体示例。汉字、字母、数字的字体示例见表 1-3。

表 1-3 字体示例

汉字示例	字体工整 笔画清楚 间隔均匀
	横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	机械制图与计算机绘图是工程技术人员必备的绘图技能



续表

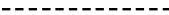
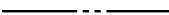
字母示例	大写斜体: ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ 小写斜体: abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 大写直体: ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ 小写直体: abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
数字示例	斜体: 0123456789 直体: 0123456789

4. 图线

1) 图线的型式及应用

《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457. 4—2002)规定了机械图样中常用的 9 种图线的代码、名称、型式、宽度及一般应用,具体内容见表 1-4。图线应用示例如图 1-6 所示。

表 1-4 机械图样中常用图线的代码、名称、型式、宽度及一般应用(摘自 GB/T 4457. 4—2002)

图线代码 No.	图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
01. 1	细实线		$d/2$	①尺寸线及尺寸界线; ②剖面线; ③重合断面轮廓线; ④指引线和基准线
	波浪线		$d/2$	①断裂处边界线;
	双折线		$d/2$	②视图与剖视图的分界线
01. 2	粗实线		d	可见轮廓线
02. 1	细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
02. 2	粗虚线		d	允许表面处理的表示线
04. 1	细点画线		$d/2$	①轴线; ②对称中心线; ③剖切线
04. 2	粗点画线		d	限定范围表示线
05. 1	细双点画线		$d/2$	①相邻辅助零件轮廓线; ②可动零件的极限位置轮廓线; ③轨迹线; ④中断线

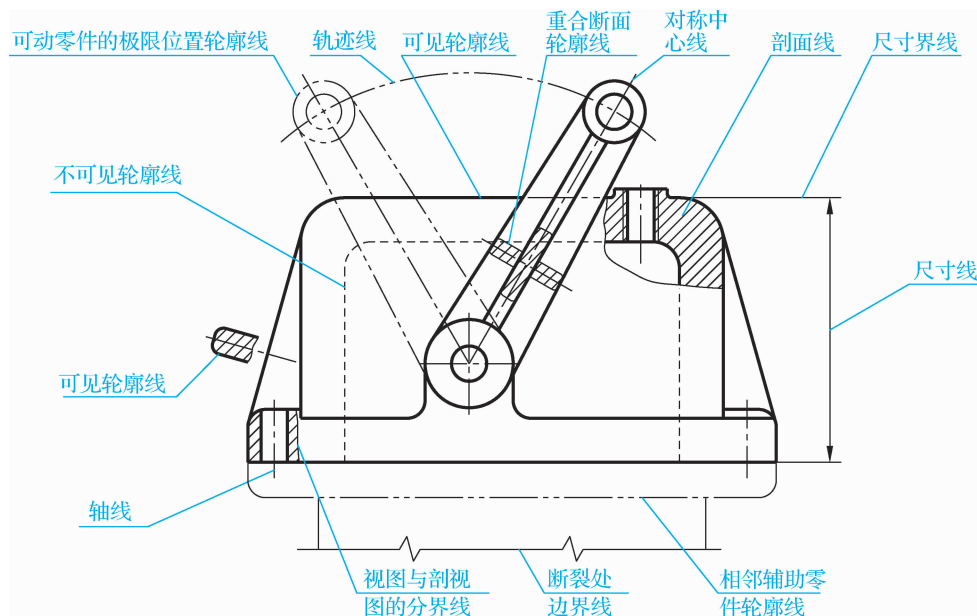


图 1-6 图线应用示例

2) 图线宽度

机械图样中采用粗、细两种线宽,它们之间的比例为 2 : 1。图线宽度 d 应根据图样的类型、大小、比例和缩微摄影的要求,在下列数值中选取:0.25 mm,0.35 mm,0.5 mm,0.7 mm,1.0 mm,1.4 mm,2 mm。粗线宽度 d 通常采用 0.5 mm 或 0.7 mm。

3) 图线画法的注意事项

(1)在同一图样中,同类图线的宽度应一致,虚线、点画线的线段长度和间隔应大致相同。

(2)绘制圆的中心线时,圆心应以线段相交,中心线应超出圆的轮廓线 2~5 mm。小圆中心线可用细实线代替。

(3)虚线与虚线或其他图线相交时,应画成线段相交。虚线为粗实线的延长线时,应留有空隙。

图线画法,如图 1-7 所示。

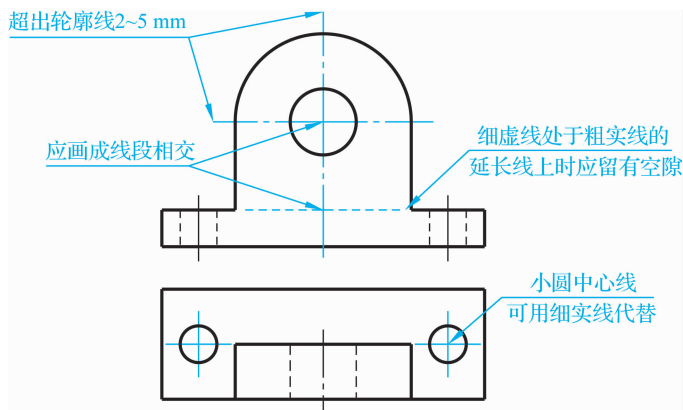


图 1-7 图线画法



二、尺寸注法

图形只能表示物体的形状,其大小是由所标注的尺寸确定的。尺寸是图样中的重要内容之一,是制造机件的依据。《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)规定了在图样中标注尺寸的基本方法。

1. 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)。若采用其他单位,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,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸界线、尺寸线和尺寸数字

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 1-8 所示。

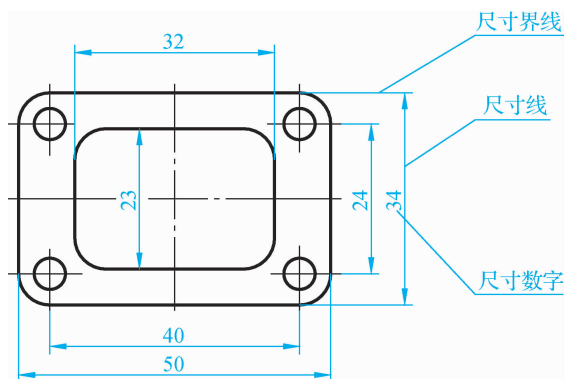


图 1-8 尺寸要素

1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。

2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,其终端有箭头[见图 1-9(a)]和斜线[见图 1-9(b)]两种形式。机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端,当没有足够的位置画箭头或注写数字时,允许用圆点或斜线代替箭头,如图 1-9(c)所示。

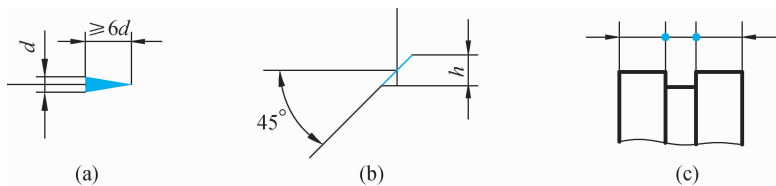


图 1-9 尺寸线终端形式



微课
尺寸注法



标注线性尺寸时,尺寸线应与所标注的线段平行。尺寸线不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

3) 尺寸数字

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,且尺寸数字不可被任何图线所通过,否则应将该图线断开。线性尺寸数字一般按图 1-10(a)所示的方向注写,即水平方向字头朝上,竖直方向字头朝左,倾斜方向的字头保持朝上的趋势,并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,可按图 1-10(b)所示的形式标注。

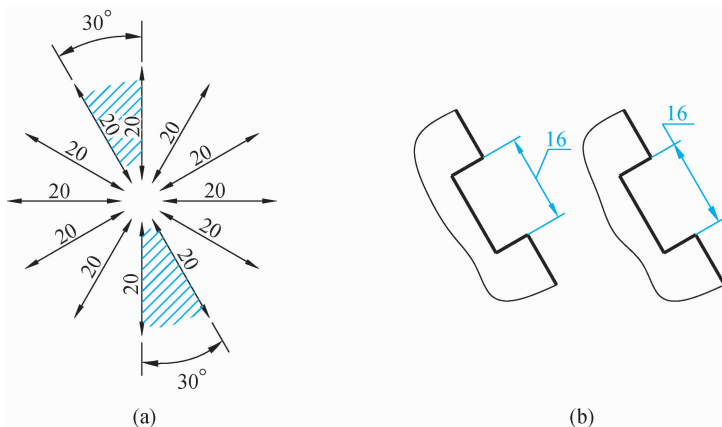


图 1-10 尺寸数字的注写方向

3. 尺寸注法示例

常见尺寸注法示例见表 1-5。

表 1-5 常见尺寸注法示例

尺寸类型	图 例	说 明
线性尺寸的注法	(a) (b)	① 尺寸线应与所标注的线段平行。并列尺寸的尺寸线由小到大、从内到外依次排列,如图(a)所示。串列尺寸的尺寸线箭头对齐,排成一条直线; ② 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图(b)所示。尺寸界线超出尺寸线 $2\sim 3\text{ mm}$; ③ 尺寸线之间或尺寸线与尺寸界线之间应避免相交

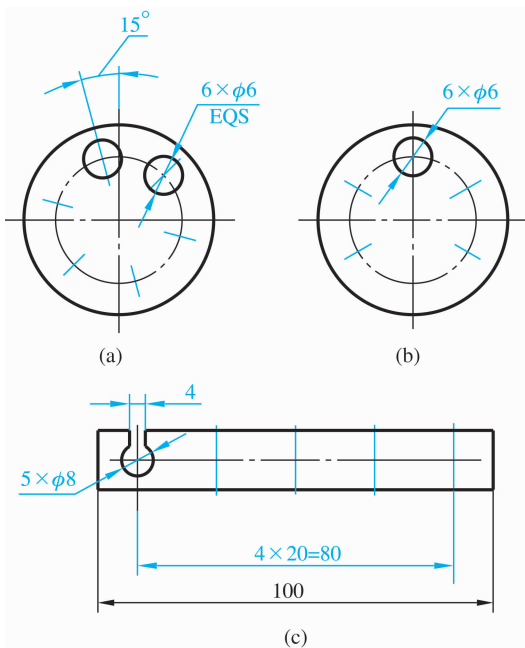
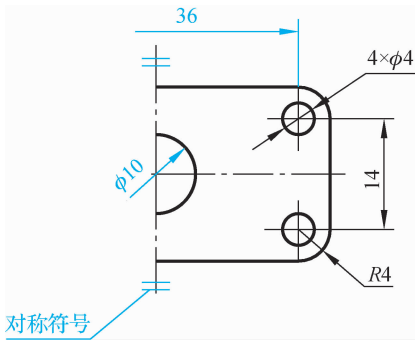


续表

尺寸类型	图 例	说 明
圆的直径和圆弧半径的注法	(a) (b) (c)	①圆和圆弧的尺寸界线为圆或圆弧本身； ②圆或者大于半圆的圆弧应标注直径，标注直径时，在尺寸数字前加注符号“ϕ”。小于等于半圆的圆弧应标注半径，标注半径时，在尺寸数字前加注符号“R”； ③圆的直径和圆弧的半径的尺寸线的终端应画箭头，并按图(a)所示方法标注。当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时，可按图(b)的形式标注。若不需要标出其圆心位置，可按图(c)的形式标注
角度尺寸的注法		①标注角度的尺寸界线应沿径向引出，尺寸线应画成圆弧，圆心是该角的顶点； ②角度数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处。必要时也可用指引线引出标注



续表

尺寸类型	图 例	说 明
均匀分布的重复结构要素的尺寸注法		零件中呈规律分布的重复结构,允许只绘制其中一个或几个完整的结构,并用中心线反映其分布情况。在同一图形中,对于尺寸相同的孔、槽等要素,可仅在一个要素上标注出其尺寸和数量,并用缩写词“EQS”表示“均匀分布”,如图(a)所示;当组成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”,如图(b)所示
对称图形采用简化画法时的尺寸注法		当对称图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称线或断裂处的边界线,此时仅在尺寸线的一端画出箭头

三、几何作图

1. 常见几何图形的作图方法

机件的轮廓形状虽然多种多样,但都是由直线、圆(圆弧)和其他一些平面曲线所组成的几何图形。常见几何图形的作图方法见表 1-6。



表 1-6 常见几何图形的作图方法

类 型	作图方法	步骤说明
正六边形	(a) (b)	作法一:用圆规等分圆周作正六边形,如图(a)所示; 作法二:用 60° 三角板作正六边形,如图(b)所示
椭圆		四心圆法: ①连接椭圆长、短轴的端点 A、C,取 $OE=OA$,以 C 为圆心、CE 为半径画圆,交 AC 于 F; ②作 AF 的中垂线,交椭圆两轴于 O_1、O_2,并作对称点 O_3、O_4; ③分别以 O_1、O_2、O_3、O_4 为圆心,以 O_1A、O_2C、O_3B、O_4D 为半径作弧,即得近似椭圆
斜度		①作 1:5 的参考斜度线; ②过已知点作参考线的平行线; ③完成作图并标注
锥度		①作 1:6 的参考锥度线; ②过已知点作参考线的平行线; ③完成作图并标注

2. 圆弧连接

用一段圆弧光滑地连接相邻两条线段(直线或圆弧)的作图方法称为圆弧连接。要保证线段间光滑连接,必须使线段与线段在连接处相切。用以连接其他线段的圆弧称为连接弧,被连接的线段称为已知线段,为了使连接弧与相邻的直线或圆弧相切,必须准确作出连接弧的圆心和切点。圆弧连接的作图方法见表 1-7。



微课
圆弧连接画法



表 1-7 圆弧连接的作图方法

类 型	作图方法	步骤说明
圆弧连接两已知直线		①求连接弧圆心 O。作已知直线的平行线,间距为 R,两条轨迹线的交点即为 O。 ②求切点。过圆心作已知直线的垂线,垂足 T 即为切点。 ③画连接弧。以 O 为圆心、R 为半径,在两切点之间画圆弧
圆弧连接已知直线和圆弧		①求连接弧圆心 O。以 $R_1 + R$ 为半径作已知圆 O_1 的同心圆,以 R 为间距作已知直线的平行线,两条轨迹线相交得 O。 ②求切点。连接 OO_1,与圆 O_1 相交于 T,过 O 作已知直线的垂线得垂足 T。 ③画连接弧。以 O 为圆心、R 为半径,在两切点之间画圆弧
圆弧外切连接两已知圆弧		①求连接弧圆心。分别以 $R + R_1$、$R + R_2$ 为半径, O_1、O_2 为圆心,画弧交于 O。 ②求切点。分别连接 OO_1、OO_2 与已知弧交于切点 T。 ③画连接弧。以 O 为圆心、R 为半径,在两切点之间画圆弧

续表

类 型	作图方法	步骤说明
圆弧内切连接两已知圆弧		①求连接弧圆心。分别以 $R-R_1$、$R-R_2$ 为半径，O_1、O_2 为圆心，画弧交于 O。 ②求切点。分别连接 OO_1、OO_2 并延长，与已知弧交于切点 T。 ③画连接弧。以 O 为圆心、R 为半径，在两切点之间画圆弧

四、平面图形的画法及尺寸标注

平面图形是由若干直线和曲线按一定关系连接而成的封闭图形，线段的形状、大小，线段之间的相对位置和连接关系是由给定尺寸确定的。在平面图形中，有些线段的尺寸已完全给定，可以直接画出；而有些线段要根据相切的连接关系才能画出。因此，绘图前应对所绘图形进行分析，以确定正确的作图方法和步骤。下面以图 1-11 所示手柄的平面图形为例进行尺寸和线段分析。

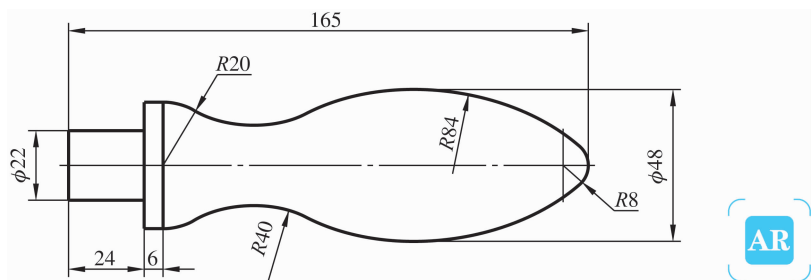


图 1-11 手柄的平面图形

1. 平面图形的分析

1) 尺寸分析

平面图形中的尺寸按其作用可分为定形尺寸和定位尺寸两大类。

(1)定形尺寸。定形尺寸即确定图形中各线段形状大小的尺寸，如图 1-11 中的 $\phi 22$ 、24、6、 $R20$ 、 $R40$ 、 $R84$ 、 $R8$ 等。

(2)定位尺寸。定位尺寸即确定图形中各线段间相对位置的尺寸，如图 1-11 中的 165、 $\phi 48$ 。

定位尺寸通常以图形的对称线、圆的中心线以及其他线段作为标注尺寸的起点，这些起点称为尺寸基准。一个平面图形有长度和高度两个方向的尺寸基准。如图 1-12(a)所示，水平中心线为高度方向的尺寸基准，左侧轮廓线为长度方向的尺寸基准。



微课

平面图形的画法



2) 线段分析

平面图形中的线段按给定尺寸完整与否可分为三类。

(1) 已知线段。已知线段即定形、定位尺寸齐全, 根据给定的尺寸可直接画出的线段, 如图 1-11 中左端由尺寸 $\phi 22$ 、24、6 确定的线段和由尺寸 $R20$ 确定的圆弧以及右端由尺寸 $R8$ 确定的圆弧。

(2) 中间线段。中间线段即注出定形尺寸和一个方向的定位尺寸, 必须依靠相邻线段间的连接关系才能画出的线段, 如图 1-11 中 $R84$ 的圆弧。

(3) 连接线段。连接线段即只注出定形尺寸, 未注出定位尺寸, 必须根据该线段与相邻两线段的连接关系才能画出的线段, 如图 1-11 中 $R40$ 的圆弧。

2. 平面图形的作图步骤

(1) 画作图基准线、定位线, 如图形的对称线、圆的中心线等, 如图 1-12(a) 所示。

(2) 画已知线段, 如图 1-12(b) 所示。

(3) 画中间线段, 如图 1-12(c) 所示。

(4) 画连接线段, 如图 1-12(d) 所示。

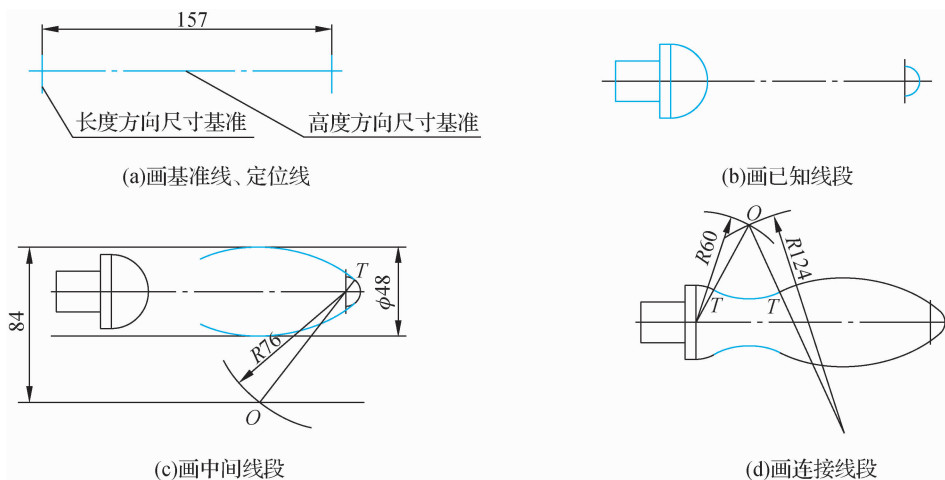


图 1-12 平面图形的作图步骤

3. 平面图形的尺寸标注

平面图形尺寸标注的基本要求是: 正确、完整(不重复或遗漏)、清晰。因此, 在标注尺寸时应注意以下几点。

(1) 尺寸注法应遵守国家基本规定, 且标注尺寸时应注意布局清晰, 按照由小到大、从内到外的顺序排列尺寸, 如图 1-13(a) 所示。

(2) 按圆周均匀分布的要素, 其定位尺寸应标注直径, 如图 1-13(b) 所示。

(3) 当平面图形的两端是圆弧, 且是已知弧时, 不必再标注总长, 如图 1-13(c)、图 1-13(d) 所示。

(4) 图中通过几何作图确定的线段不必标注尺寸, 如图 1-13(d) 所示。

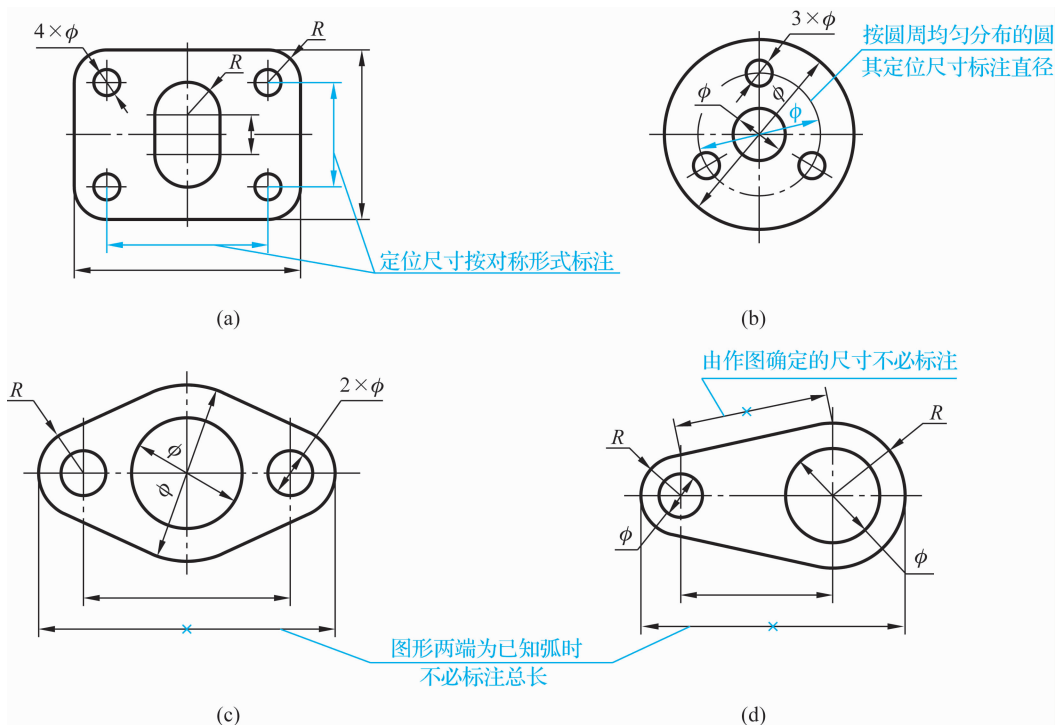


图 1-13 平面图形的尺寸标注示例

五、手工绘图工具的使用方法

为了提高尺规绘图的质量和效率,必须学会正确使用各种绘图工具和仪器。下面介绍几种常用的手工绘图工具及其用法。

1. 图板、丁字尺和三角板

(1)图板。图板是用来铺放、固定图纸用的矩形木板,板面要求平整,左边为导边,必须平直。

(2)丁字尺。丁字尺由尺头和尺身构成,主要用来画水平线。使用时尺头内侧必须紧靠图板的导边,左手推动丁字尺上下移动,移到所需位置后,右手执笔,自左向右画水平线。

(3)三角板。一副三角板由 45° 和 $30^\circ(60^\circ)$ 两块组成。三角板与丁字尺配合使用,可画垂直线以及与水平方向成 30° 、 45° 、 60° 的倾斜线;两块三角板可画与水平线成 15° 、 75° 的倾斜线,还可画出任意已知直线的平行线或垂直线。

图板、丁字尺和三角板的用法如图 1-14 所示。

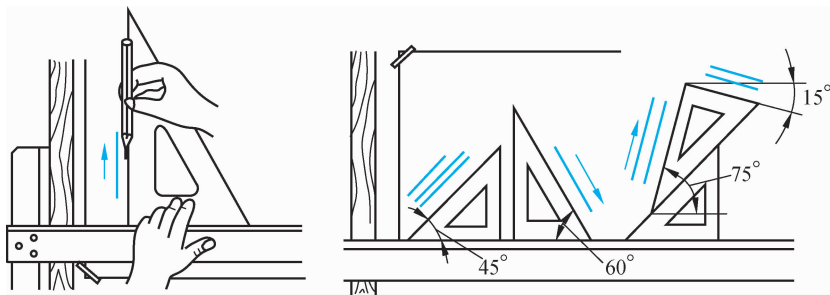


图 1-14 图板、丁字尺和三角板的用法



2. 圆规和分规

(1)圆规。圆规用来画圆和圆弧。画圆时,圆规的钢针应使用有台阶的一端,以避免图纸上的针孔不断扩大,并使笔尖与纸面垂直。圆规的使用方法如图 1-15 所示。

(2)分规。分规是用来截取线段、等分直线或圆周,以及从尺上量取尺寸的工具。分规的两个针尖并拢时应对齐。分规的使用方法如图 1-16 所示。

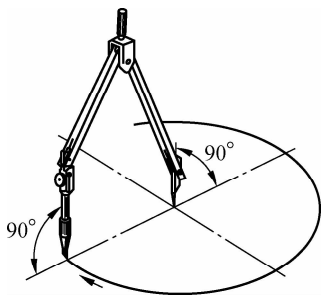


图 1-15 圆规的使用方法

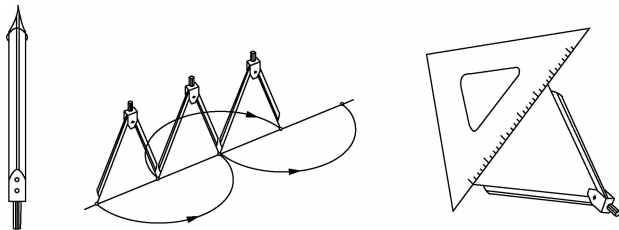


图 1-16 分规的使用方法

3. 铅笔

绘图铅笔用 B 和 H 表示铅笔的软硬程度。B 表示软性铅笔,B 前面的数字越大,表示铅芯越软。H 表示硬性铅笔,H 前面的数字越大,表示铅芯越硬。HB 表示铅芯软硬适中。画细线常用 H 或 2H,画粗线常用 B 或 2B,写字常用 HB。

除上述常用绘图工具外,还应备有小刀、橡皮、胶带纸等。

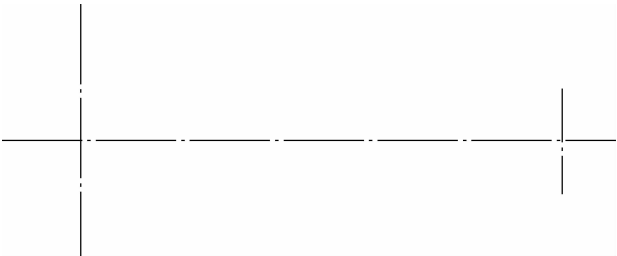
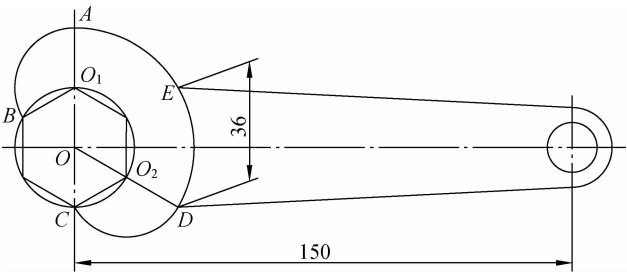
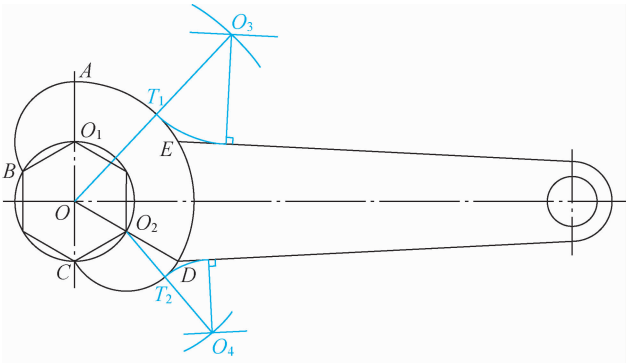


任务实施单

	方法步骤	图 示
1. 分析尺寸	150 为长度方向的定位尺寸,36 为高度方向的定位尺寸,其余均为定形尺寸	
2. 分析线段	R22 和 R33 的圆弧为连接线段,其余均为已知线段	



续表

方法步骤	图 示
(1) 绘制基准线	
(2) 绘制已知线段。作 $\phi 36$ 圆的内接正六边形, 分别以 O 、 O_1 、 O_2 为圆心, 画圆弧 AD 、 AB 、 CD ; 画已知圆 $\phi 15$ 和已知弧 $R12$, 过 D 、 E 两点作圆弧 $R12$ 的切线	
3. 绘制图形 (3) 绘制连接线段	
(4) 加粗图线, 标注尺寸	