



普通高等教育“十三五”规划教材

新形态教材

工程制图

(第三版)

郭红利 主编

立体模型动画演示

作图过程情景再现

重点内容彩色印刷



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

工程制图

(第三版)

主 编 郭红利

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书按照“互联网+教材+数字资源”三位一体的立体化教材编写思路,充分运用移动新媒体技术、网络交互技术等先进的教学手段,通过二维码、虚拟现实、增强现实等新信息技术,将书本文字、网络媒体、立体动画有机结合,实现立体模型的动画演示和作图过程的情景再现。此外,本书采用双色印刷,突出作图过程,强调知识重点。

本书内容包括制图的基本知识与技能、投影基础、立体表面的交线、轴测图、组合体、机械图样的画法、标准件和常用件、零件图、装配图、其他工程图样简介和计算机绘图基础。其他工程图样包含焊接图、电气制图和化工设备图。

本书可作为高等学校工科非机械类各专业本科生的教材,也可作为高职高专、电大、函授和其他类型学校有关专业的教学用书。教学参考学时为48~72学时。

与本书配套出版的《工程制图习题集(第三版)》可供读者选用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/郭红利主编. —3版. —北京:科学出版社,2018.1
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-03-056274-6

I. ①工… II. ①郭… III. ①工程制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 006633 号

责任编辑:毛 莹 朱晓颖 / 责任校对:郭瑞芝
责任印制:霍 兵 / 封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市密东印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年5月第一版 开本:787×1092 1/16

2011年12月第二版 印张:17 1/4

2018年1月第三版 字数:409 000

2018年1月第十八次印刷

定价:49.80元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书第一版和第二版分别于2008年5月和2011年12月出版。自出版发行以来,至今已经印刷17次,累计印数近50000册,得到了广大师生及社会读者的一致认可与好评。

近年来,随着网络技术、移动新媒体技术的发展,新的教育教学理念也发生了重大变化。微课、MOOC、SPOC等新的教学方式在知识传播过程中所占的比重不断上升,视频、动画等数字化资源,以及二维码、虚拟现实、增强现实等新信息技术在教学过程和教材建设中得到广泛应用,传统教材亟待适应教育新形势的发展。同时,由于近年来部分国家标准的修订,原版教材的部分内容已不符合新国标规定。我们始终认为,教学水平的提高必须依赖高质量、高水平的教材,因此,自2016年开始,在陕西科技大学、科学出版社及兄弟院校的多方策划、支持和帮助下,经过近两年的建设,我们完成了本书第三版的修订工作。

本次教材修订的指导思想是:以“新工科教材”建设为目标,遵循“重视基础、结合应用、突出重点、注重创新”的原则,打造“互联网+教材+数字资源”三位一体的全新教学模式,重点突出三个结合:

(1) **教材内容与网络媒体交互技术有机结合** 利用手机二维码扫描等技术,实现立体模型的动画演示和作图过程的情景再现,启发读者思考;

(2) **教材体系与工程应用有机结合** 以机械工程图样为基础,针对化工、电气等工科专业的特点,兼顾其他工程图样,以满足不同专业的需要;

(3) **课堂教学、课后辅导与互联网有机结合** 利用“互联网+”优势,实现动画、视频、三维模型、多媒体课件等资源的共享,帮助学生掌握制图理论与方法,使该书成为一本先进、生动、实用的工程制图书籍。

依据这一指导思想,第三版教材主要有以下特点:

(1) **优化知识体系,突出逻辑层次** 将“绘图工具及其使用”调整到“绘图的方法和步骤”之前;将“平面与回转体表面相交”和“两回转体表面相交”独立建章,便于组织教学。在知识点的引入与过渡方面作了加强,突出知识点的逻辑关系和认知层次,先易后难,循序渐进。通过思维导图,帮助学生梳理知识点,掌握知识点之间的认知逻辑关系。

(2) **理论联系实际,注重能力培养** 以制图基础理论为根本,结合工程实践,突出空间分析与形体分析,充分利用新的网络媒体技术,使读者在学习过程中分析问题有思路、投影作图有方法、易找规律和特点,帮助读者提高空间构思和图示表达能力。

(3) **融合信息技术,配套数字资源** 充分利用网络平台优势,借力新媒体技术,给重点图例配上相应的视频讲解或动画演示,通过扫描二维码再现课堂教学,使读者身临其境,提高学习兴趣和效果;新增多媒体课件,可供读者学习和参考。

(4) **采用双色印刷,强调知识重点** 对需要强调的知识点和作图过程做变色处理,改善原有教材中色彩单一、图形重点不突出的缺点,提高教材的可读性和美观性。

(5) **结合专业特色, 满足教学需求** 为适应非机械类各专业的教学需要, 教学内容具有一定的伸缩性, 在“其他工程图样简介”章节依旧保留了焊接图、电气制图和化工制图等内容, 以满足不同专业的需要。

在编写过程中, 本书依照“制图基础、技能培养、工程应用”三个结构体系展开:

制图基础 讲解投影法的基本知识, 建立空间立体投影的基本概念, 包括点、线、面、立体、组合体的投影等。

技能培养 通过画图和读图训练, 培养学生的零件表达能力、阅读和绘制工程图样的能力, 着重培养学生的空间逻辑思维能力等。

工程应用 以机械工程图样为主, 突出工程应用, 针对行业特点, 兼顾焊接图、电气制图、化工制图等。

本书由郭红利主编, 参加本书编写的老师有: 刘庆立(第1章)、张曼(第2章、第3章)、徐英英(第4章、第5章)、郭红利(第6章、第7章)、王靓(第8章、第9章)、张春侠(第10章)、史鹏涛(第11章), 书中动画、视频由刘庆立老师完成。

与本书配套使用、由郭红利主编的《工程制图习题集(第三版)》同时修订出版, 可供读者选用。

在本书的编写过程中, 得到了很多工程图学同仁的大力支持, 在此表示诚挚的感谢。

由于编写水平有限, 书中存在的错误和不当之处, 恳请读者批评指正。

编者

2017年7月

目 录

绪论	1	2.3.1 视图的基本概念	37
第1章 制图的基本知识与技能	4	2.3.2 三视图的形成	37
1.1 国家标准《技术制图》和 《机械制图》的一般规定	4	2.3.3 三视图的投影规律	39
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)	5	2.4 立体	40
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993) ...	7	2.4.1 平面立体	40
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993) ...	8	2.4.2 回转体	43
1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002) ...	9	第3章 立体表面的交线	49
1.1.5 尺寸标注方法 (GB/T 4458.4—2003)	10	3.1 平面与回转体表面相交	49
1.2 几何作图	13	3.1.1 截交线的一般性质	49
1.2.1 等分已知线段	13	3.1.2 截交线的作图方法	49
1.2.2 等分圆周及正多边形画法	14	3.2 两回转体表面相交	57
1.2.3 斜度和锥度	15	3.2.1 相贯线的几何性质	57
1.2.4 椭圆的画法	16	3.2.2 利用投影的积聚性求相 贯线	58
1.2.5 圆弧连接	17	3.2.3 利用辅助平面求相贯线	61
1.3 平面图形的画法	19	3.2.4 相贯线的特殊情况	62
1.3.1 尺寸分析	20	第4章 轴测图	64
1.3.2 线段分析	20	4.1 轴测图的基本知识	64
1.3.3 画图步骤	20	4.1.1 轴测图的形成	64
1.4 绘图工具及其使用	21	4.1.2 轴测图的相关术语	64
1.5 绘图的方法和步骤	24	4.1.3 轴测图的分类	65
1.5.1 仪器绘图的方法和步骤	24	4.1.4 轴测图的基本性质	65
1.5.2 徒手绘图的一般方法	24	4.2 正等轴测图	65
第2章 投影基础	27	4.2.1 正等轴测图的形成	65
2.1 投影法	27	4.2.2 轴间角和轴向伸缩系数	65
2.1.1 投影法	27	4.2.3 平面立体正等轴测图的画法 ...	66
2.1.2 投影法的分类	27	4.2.4 回转体正等轴测图的画法	67
2.1.3 正投影的基本特性	28	4.2.5 组合体正等轴测图的画法	69
2.2 点、直线和平面的投影	29	4.3 斜二等轴测图	70
2.2.1 点的投影	29	4.3.1 斜二等轴测图的形成	70
2.2.2 直线的投影	31	4.3.2 轴间角和轴向伸缩系数	70
2.2.3 平面的投影	34	4.3.3 斜二等轴测图的画法	71
2.3 物体的三视图	37	第5章 组合体	73
		5.1 组合体的组合方式及表面连接 关系	73

5.1.1 组合体的组合方式	73	7.1.4 螺纹的规定画法	123
5.1.2 相邻表面之间的连接关系	73	7.1.5 常用螺纹的种类和标注	124
5.2 画组合体视图的方法	75	7.2 螺纹紧固件	126
5.2.1 形体分析	75	7.2.1 常用螺纹紧固件的种类和 标记	126
5.2.2 视图选择	75	7.2.2 常用螺纹紧固件的连接 画法	128
5.2.3 叠加式组合体的画法	76	7.3 键连接和销连接	130
5.2.4 切割式组合体的画法	77	7.3.1 键连接	130
5.3 读组合体视图的方法	78	7.3.2 销连接	132
5.3.1 读图的基本要领	78	7.4 滚动轴承	132
5.3.2 读图的基本方法	82	7.4.1 滚动轴承的种类	132
5.3.3 已知组合体两个视图求作第三 视图	84	7.4.2 滚动轴承的代号	133
5.4 组合体的尺寸标注	88	7.4.3 滚动轴承的画法	133
5.4.1 基本几何体的尺寸标注	88	7.5 齿轮	134
5.4.2 组合体的尺寸标注	90	7.5.1 齿轮的作用和分类	134
第6章 机件图样的画法	96	7.5.2 圆柱齿轮各部分的名称及几何 尺寸计算	134
6.1 视图	96	7.5.3 直齿圆柱齿轮的规定画法	136
6.1.1 基本视图	96	7.6 弹簧	138
6.1.2 向视图	98	7.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧的各部分 名称及尺寸计算	138
6.1.3 局部视图	99	7.6.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定 画法	139
6.1.4 斜视图	99	第8章 零件图	141
6.2 剖视图	100	8.1 零件图的作用和内容	141
6.2.1 剖视图的基本概念	100	8.1.1 零件图的作用	141
6.2.2 剖视图的种类	103	8.1.2 零件图的内容	141
6.2.3 剖切面的种类	106	8.2 一般零件的视图选择与尺寸 标注	142
6.3 断面图	110	8.2.1 零件图的视图选择	142
6.3.1 断面图的种类	110	8.2.2 零件图的尺寸标注	144
6.3.2 移出断面	110	8.2.3 典型零件表达方案选择和尺寸 标注举例	147
6.3.3 重合断面	111	8.3 零件常见的工艺结构	150
6.4 局部放大图、规定画法和其他 简化画法	112	8.3.1 铸造工艺结构	151
6.4.1 局部放大图	112	8.3.2 机械加工工艺结构	151
6.4.2 规定画法和简化画法	113	8.4 零件图的技术要求	153
6.5 综合表达举例	115	8.4.1 表面结构	153
6.6 第三角画法简介	116	8.4.2 极限与配合	154
第7章 标准件和常用件	119		
7.1 螺纹的表示法	120		
7.1.1 螺纹的形成	120		
7.1.2 螺纹的要素	120		
7.1.3 螺纹的结构	122		

8.4.3 几何公差简介	162	10.3 化工设备图	209
8.4.4 零件的常用材料及热处理 ...	163	10.3.1 化工设备图的表达方法	209
8.5 读零件图	163	10.3.2 化工设备图的尺寸注法	215
8.5.1 读零件图的要求	163	10.3.3 化工设备图的表格和技术 要求	216
8.5.2 读零件图的方法和步骤	163	10.3.4 化工设备图的绘制	218
第9章 装配图	168	10.3.5 化工设备图的阅读	219
9.1 装配图的作用和内容	168	第11章 计算机绘图基础	221
9.1.1 装配图的作用	168	11.1 用户界面与文件操作	221
9.1.2 装配图的内容	168	11.1.1 用户界面	221
9.2 装配图的表达方法	170	11.1.2 常用的文件操作	223
9.2.1 装配图的规定画法	170	11.2 图形的绘制与编辑	224
9.2.2 装配图的特殊表达方法	171	11.2.1 命令输入的方法	224
9.3 装配图的尺寸标注、技术要求 及零件序号和明细栏	172	11.2.2 绘图坐标系统	224
9.3.1 装配图的尺寸标注	172	11.2.3 绘制平面图形	224
9.3.2 装配图的技术要求	173	11.2.4 编辑平面图形	226
9.3.3 零件序号及明细栏	173	11.3 AutoCAD 绘图辅助功能 ...	230
9.4 装配工艺结构的合理性简介 ...	174	11.3.1 图形显示控制	230
9.5 由零件图拼画装配图	175	11.3.2 图形要点捕捉	230
9.5.1 分析部件	175	11.3.3 其他辅助功能	231
9.5.2 确定表达方案	176	11.4 用 AutoCAD 绘制零件图 ...	231
9.5.3 拼画装配图的步骤	177	11.4.1 绘图环境的设置	232
9.6 看装配图和拆画零件图	179	11.4.2 图形绘制	233
9.6.1 看装配图	179	11.4.3 尺寸标注	236
9.6.2 由装配图拆画零件图	182	11.4.4 公差标注	240
第10章 其他工程图样简介	186	11.4.5 表面结构的标注	242
10.1 焊接图	186	11.4.6 技术要求的书写	245
10.1.1 焊缝的表示方法	186	11.4.7 零件图作图举例	245
10.1.2 焊缝的标注	189	11.5 用 AutoCAD 绘制装配图 简介	247
10.2 电气制图	192	参考文献	249
10.2.1 电气制图的有关制图标准 ...	192	附录	250
10.2.2 常见的电气图	198		

绪 论



语言、文字、图是人类表达思想、交流情感和传承文明最重要的三种形式。语言表达方法丰富多彩，它可以把一件事描述得生动、感人，人们可以用语言或文字来表达自己的思想，但是如果用语言或文字来表达物体的形状和大小是很困难的。相比语言和文字，图具有不可比拟的优势，因为图有形象、直观、简洁和明确的特性，所以在描述空间物体的形状、结构、位置、大小等信息时远胜于其他方式，被广泛地应用在科学研究、工程项目以及信息表达等各个领域。

因此，在工程上表达物体形状和大小的图样，就成为生产中不可缺少的技术文件了。设计者通过图样来表达设计对象，制造者通过图样了解设计要求，并依据图样制造机器，使用者也通过图样了解机器的结构和性能。在各种技术交流活动中，图样也是不可缺少的。

《三国志》中，诸葛亮的“木牛流马”关于“木牛”是这样记载的：“方腹曲头，一脚四足，头入颌中，舌著於腹载多而行少，宜可大用，不可小使；特行者数十里，群行者二十里也曲者为牛头，双者为牛脚，横者为牛领，转者为牛足，覆者为牛背，方者为牛腹，垂者为牛舌，曲者为牛肋，刻者为牛齿，立者为牛角，细者为牛鞅，摄者为牛秋轴牛仰双辕，人行六尺，牛行四步。载一岁粮，日行二十里而人不大劳。”我们仔细看一看这段文字，可能会发现它很长，描述不简洁，理解起来很困难，不形象，不直观。由于没有图样流传下来，到现在已经失传了。于是，人们根据这段文字去仿制木牛流马，但是结果不尽理想。这样的例子还有很多，汉代的张衡发明了地动仪，并在实际应用中得到了验证，遗憾的是，地动仪实物和图样失传，只留下了文字记载，实物遂成千古之谜。

相反，达·芬奇的设计草稿有很多工程的作品，图 0-1 为达·芬奇绘制的大十字弓的工程图，从图中可直观地看到十字弓的形状，也能看到它的牵引机构是用带有螺纹的一种装置牵引的。虽然达·芬奇的工程图没有过多的文字描述，或许在工程实践上存在一定的不足，但在设计思想的表达上还是清楚的。

因此，宋代郑樵在《通志》中说“图谱之学不传，则实学尽化为虚学矣”“凡器用之属，非图无以制器”，这就是图的特点。

工程界有一句话叫“一图胜万言”，大家可以想象一下没有图的世界是什么样的。如果没有图，科技的进步是很难想象的。人类在探索自然的过程中已经越来越离不开工程图了。正是因为有图，才使得大量知识得以记载和传播，可以说如果没有图，人类的发展进程将会变得很慢。

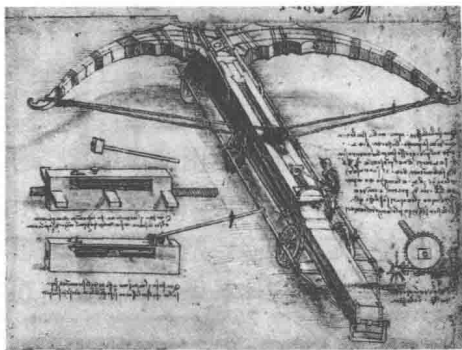


图 0-1 达·芬奇的工程图

工程图样以投影原理为基础,按照特定的制图标准或规定制定,用以准确表示工程对象的形状、大小和结构,并有必要的技术要求,它是表达设计意图、进行技术交流和指导生产的重要工具,是生产中重要的技术文件,常被喻为工程界的“技术语言”。工程图与不同的行业领域结合,形成了具有不同专业领域特点的制图技术,如机械工程制图、建筑工程制图、土木工程制图、电气工程制图、船舶工程制图、地形图等。

在现代工业生产中,各种车辆、船舶、航天飞机、机床,各种冶金、化工设备,各种仪表、仪器都是根据工程图样进行生产和装配的,而且在使用这些机器、设备、仪表时,也必须通过阅读图样来了解它们的结构和性能。因此,工程技术人员若缺乏绘制和阅读工程图样的能力,就无法进行技术交流,每个工程技术人员都必须掌握这种工程界的语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。

1. 本课程的性质和任务

工程制图研究绘制和阅读工程图样的原理和方法,培养学生的形象思维能力,是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。通过本课程的学习,学生可掌握绘制和阅读工程图样的基本技能,为学习后续课程打下坚实的基础。

本课程的主要任务是:

- (1) 掌握正投影法的基本理论,培养空间想象能力和形象思维能力。
- (2) 掌握图与物的相互转换过程及画图和读图的基本方法和规律。
- (3) 掌握阅读和绘制工程图样的基本技能,培养解决工程技术问题的能力。
- (4) 初步养成自觉遵守国家标准和生产规范的习惯,培养严谨的工作作风和认真的工作态度。

2. 本课程的学习方法

本课程既有理论,又注重实践,各部分内容既紧密联系,又各有特点。根据本课程的学习要求及各部分内容的特点,在本课程的学习中应注意以下几点:

(1) 多看:就是要认真看书,由于受到教学时数的限制,每节课讲的内容比较多,除了课堂认真听课外,课后一定要认真复习,及时理解掌握所学知识。

(2) 多想:就是看到空间物体就要想象其投影视图,要从不同角度去观察,选择合适的表达方案进行表达,构思空间形体,不断“由物想图、由图想物”,逐步培养空间逻辑思维与形象思维能力。

(3) 多练:熟能生巧,通过多练习,并在做题的时候,善于总结,举一反三,将画图与读图练习贯穿于学习的全过程,提高绘图能力。

有许多同学感到制图课很难学。的确,要将空间的物体用平面图形来表示,平面的图形又要还原成空间的物体,这对初学者来说确实有点头疼,但是制图的作图原理很简单,只要同学们有一定的信心,坚持多看、多想、多练,就一定能够学好这门课程。

本课程的知识体系思维导图如图 0-2 所示。

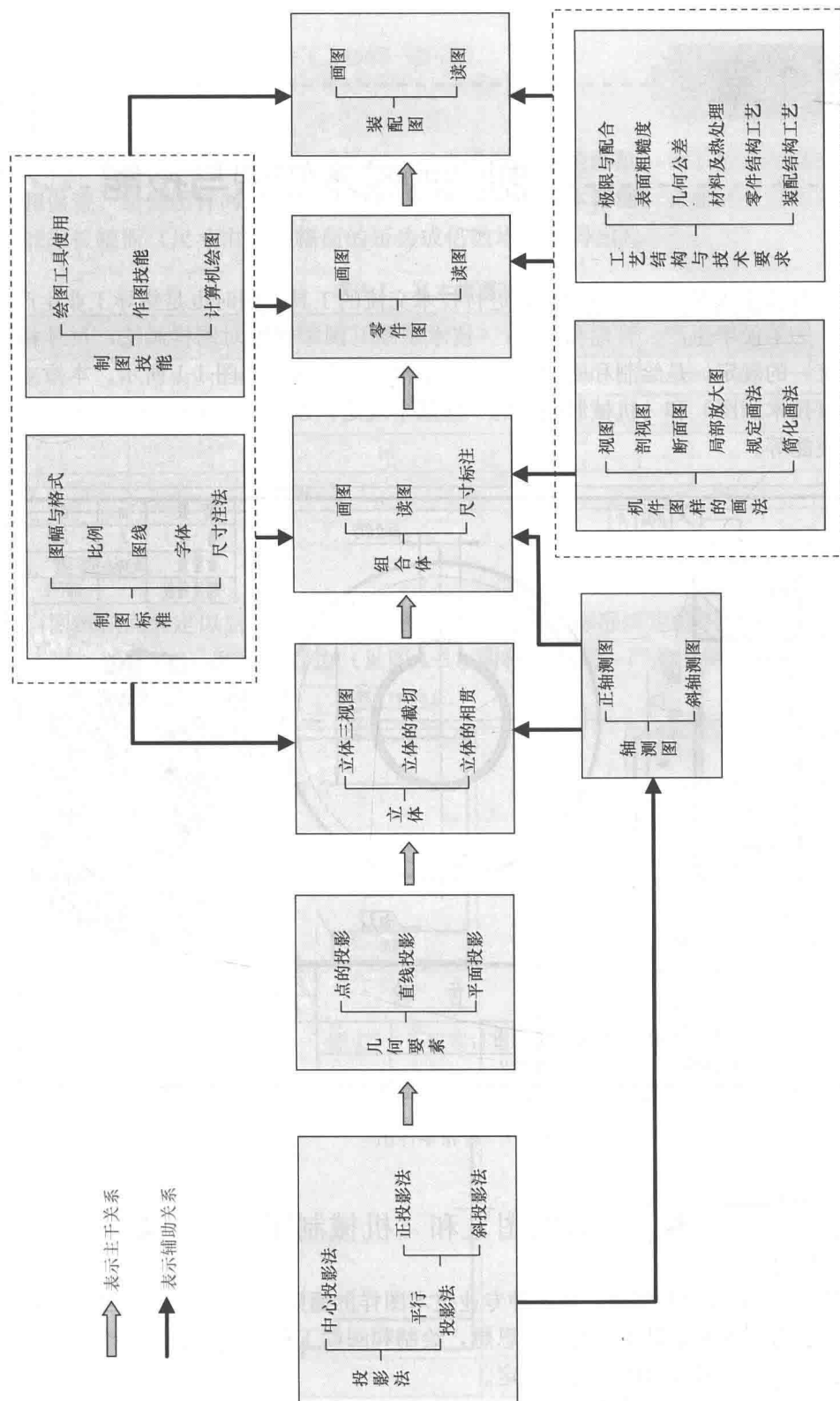


图 0-2 课程知识体系思维导图

第1章

制图的基本知识与技能



图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具,同时也是指导工业生产的重要技术文件。为了便于生产、管理和交流,《技术制图》国家标准对图样画法、尺寸标注等方面做出了统一的规定,是绘制和阅读工程图样的准则和依据,如图 1-1 所示。本章主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》的一些基本规定,以及几何图形的作图方法、徒手作图的基本技能等。

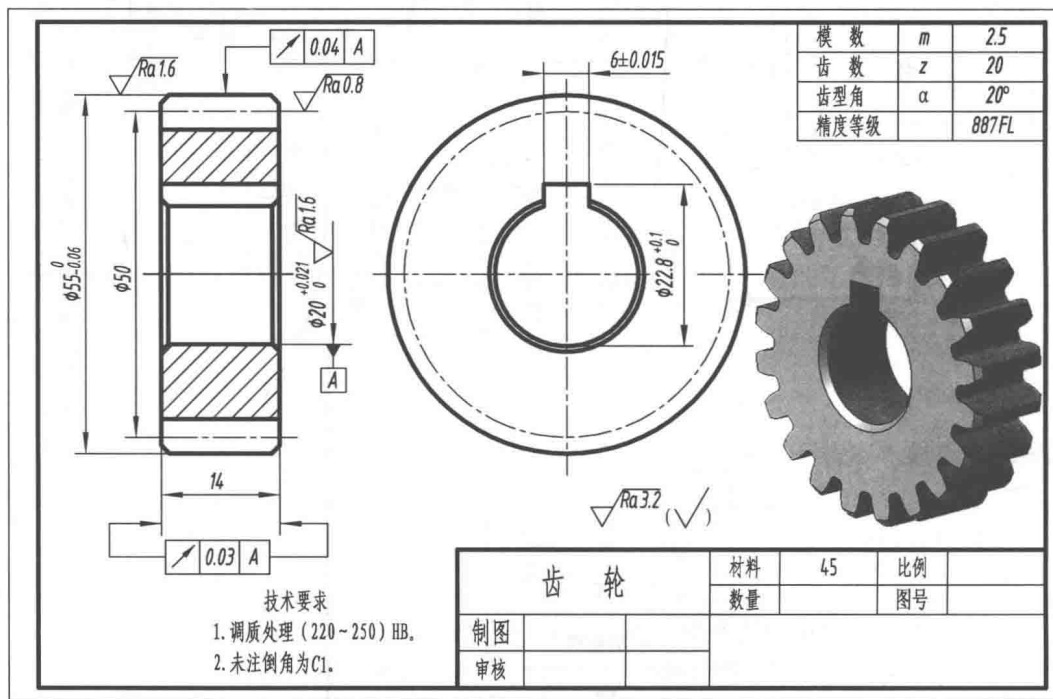


图 1-1 齿轮零件图

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

《技术制图》是基础技术标准,是各种专业技术图样的通则性规定。《机械制图》是机械专业制图标准。为了准确无误地交流技术思想,绘制和阅读工程图样时必须严格遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定。

国家标准简称“国标”,其代号为汉语拼音字母“GB”,“T”表示推荐性标准,字母后的数字为标准的编号,分隔号后的数字为该标准颁布的年代,如“GB/T 14689—2008”。

本节以图 1-1 为例，主要介绍图纸幅面和格式、比例、图线、字体以及尺寸注法的国家标准相关规定。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

要想绘制图 1-1 所示齿轮的零件图，首先需要一张绘图纸。为了使图纸幅面统一，便于装订和保管，绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时允许采用国家标准所规定的加长幅面（尺寸由基本幅面的短边成倍数增加后得出）。

表 1-1 基本幅面及周边尺寸

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

当图纸幅面确定以后，我们需要在图纸上画出国家标准规定的图框线。图框格式分为不留装订边（见图 1-2）和留装订边（见图 1-3）两种，但同一产品图样只能采用同一种格式，

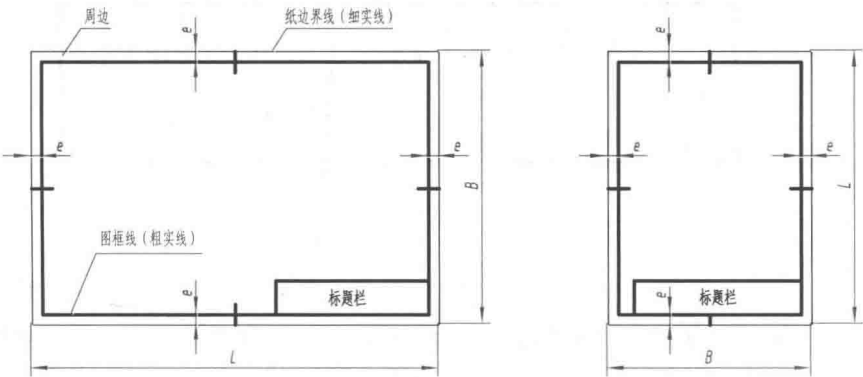


图 1-2 不留装订边的图幅格式

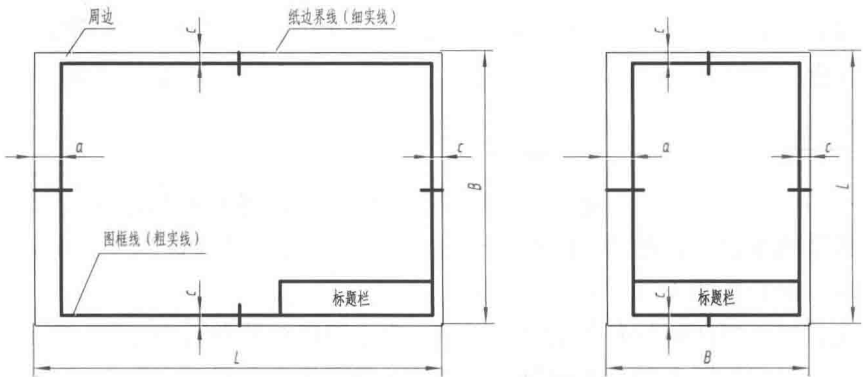


图 1-3 留装订边的图幅格式

尺寸按表 1-1 的规定。装订时可采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

3. 标题栏的方位与格式

(1) 每张图纸都必须具有一个标题栏,通常位于图纸右下角(见图 1-2 和图 1-3)。标题栏的格式和尺寸应按国家标准 GB/T 10609.1—2008 的规定绘制,如图 1-4 所示。在制图作业中建议采用图 1-5 的格式。

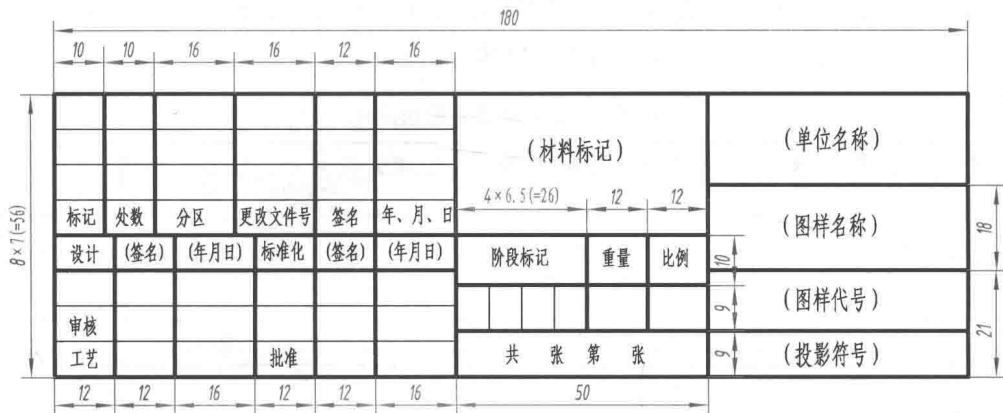


图 1-4 标题栏格式

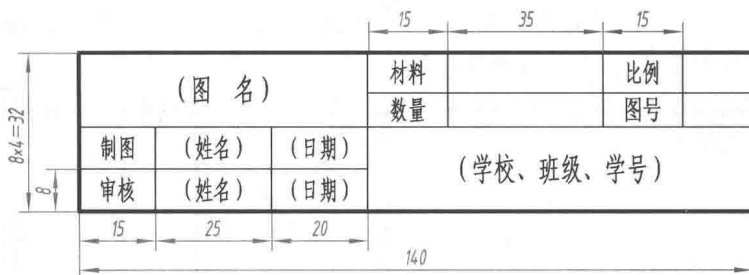


图 1-5 制图作业用标题栏格式

(2) 标题栏中文字的书写方向即为读图的方向。标题栏的线型、字体(签字除外)等填写格式应符合标准。

(3) 对预先印制的图纸, 考虑布图方便, 允许将图纸逆时针旋转 90° , 此时, 标题栏位于图框右上角, 标题栏字体与看图方向不一致, 可在图纸下方画上方向符号, 明确看图方向, 如图 1-6 所示。

4. 附加符号

(1) 对中符号：为使图纸复制和微缩时定位方便，应在图纸各边的中点处用粗实线画出对中符号，长度从纸边界开始伸入图框内约 5mm。对中符号处在标题栏范围内时，伸入标题栏部分省略不画，如图 1-2、图 1-3 和图 1-6 所示。

(2) 方向符号: 当使用预先印制的图纸时, 为了明确绘图和看图方向, 要在对中符号处画出一个方向符号 (见图 1-6)。方向符号用细实线画等边三角形 “▽”。

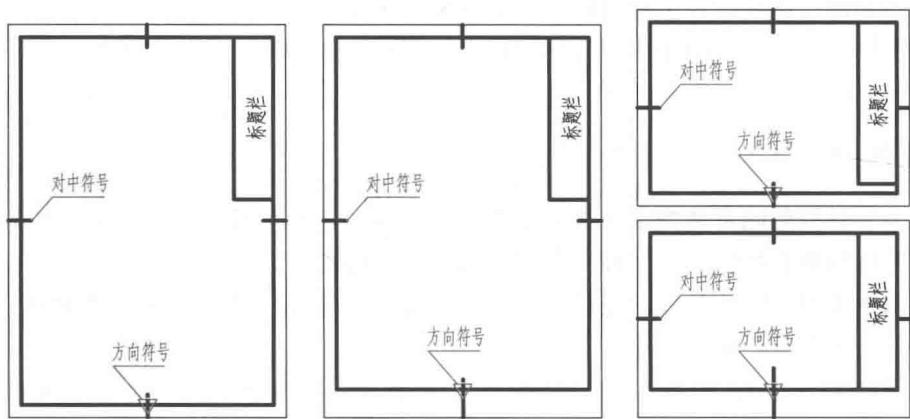


图 1-6 对中符号和方向符号

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

确定好图纸的幅面和图框格式后，要根据零件的大小和复杂程度确定合适的绘图比例，如表 1-2 所示。

表 1-2 比例

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 : 6 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。

画图时要注意：

(1) 比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

(2) 绘制图样时，一般应由表 1-2 规定的系列值中选取适当的比例。不论采用何种比例，图样中所标注的尺寸均为物体的真实尺寸，如图 1-7 所示。

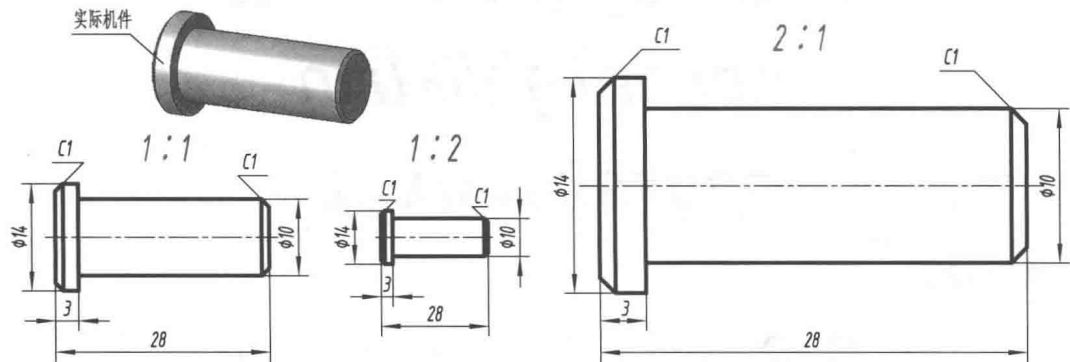


图 1-7 不同比例绘制的图形

(3) 绘制同一机件的各个视图时,应尽量采用相同的比例,并将其标注在标题栏的比例栏内。当图样中的个别视图采用了与标题栏中不相同的比例时,可在该视图上方另行标注其比例。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

每一个零件要想确定其大小并能应用于工程实际,需要有相应的尺寸数值和技术要求等内容。国家标准中对数字、字母和汉字的书写有着严格的规定。

(1) 基本要求:字体是技术图样中的一个重要组成部分。书写字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 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。如需要更大的字,高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增,字体的高度为字体的号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体,采用国家正式公布推行的简化字,字高不小于 3.5mm,字宽为 $h/\sqrt{2}$ 。书写要领为:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

(4) 字母和数字分为 A 型(笔画宽 $h/14$)和 B 型(笔画宽 $h/10$)两种,可写成直体或斜体两种形式。斜体字字头向右倾斜,与水平基准成 75° 。同一张图纸只允许用一种类型的字体。书写字体的范例如下所示。

汉字示例:

横 平 竖 直 注 意 起 落 结 构 均 匀 填 满
方 格 机 械 制 图 轴 旋 转 技 术 要 求 键

字母示例:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
OPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz

数字示例:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

综合应用示例：

$\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $10JS5(\pm 0.003)$ $M24-6h$ 5%

$\phi 25\frac{H6}{m5}$ $\sqrt{Ra6.3}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $R8$

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002)

1. 图线的形式及其应用

图线是组成图形的基本要素之一，绘制零件的图形时，要根据实际情况，选用相应的图线形式，常用的图线形式如表 1-3 所示。

绘制图样时应采用表 1-3 中规定的各种图线。国标推荐的图线宽度系列为：0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。机械图样中粗线和细线的宽度比率为 2：1，粗线的宽度通常按图形的大小和复杂程度选用，一般情况下选用 0.5mm 或 0.7mm。

表 1-3 图线的形式及应用举例

名 称	图线形式	线型宽度	图线主要应用举例
粗实线		d	可见的轮廓线
细实线		d/2	1. 尺寸线和尺寸界线 2. 剖面线和重合断面的轮廓 3. 引出线
细虚线		d/2	不可见轮廓线
细点画线		d/2	1. 中心线 2. 对称中心线
细双点画线		d/2	1. 相邻零件的轮廓线 2. 移动件的限位线
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	断裂处的边界线

注：表中所注的线段长度和间隔尺寸仅供参考。

2. 图线画法及注意事项

(1) 在同一张图样中，同类图线的宽度应一致。虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应大致相同，如图 1-8 所示。