



21世纪高等院校规划教材

计算机辅助设计—— AutoCAD 2010 实用教程

主 编 孙江宏



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



中国美术学院美术考级教材

计算机辅助设计—— AutoCAD 2010

实用教程

王 明 编著

中国美术学院美术考级教材

21 世纪高等院校规划教材

计算机辅助设计

——AutoCAD 2010 实用教程

主 编 孙江宏

副主编 李忠刚 李翔龙 王 威



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”与“普通高等院校计算机图形学基础课程教学基本要求”以及国家标准“机械CAD制图规则”编写完成。

本书共分12章,从入门的角度讲解AutoCAD 2010中文版的基本应用技术。全书循序渐进,从机械制图的角度,讲解该软件与工程制图之间的关系,进行图档管理、平面视图与三维视图操作、平面绘图与标注、参数化设计、三维对象绘制等。

本书适合作为普通高等院校本科机械与近机械类专业学生学习工程制图的教材,也可以提供给相关专业的工程技术人员参考。

本书配有PowerPoint制作的电子教案,任课教师可根据教学实际任意修改。读者可以到中国水利水电出版社或万水书苑网站免费下载,网址: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/> 或 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计: AutoCAD 2010实用教程 / 孙江宏
主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2011.3
21世纪高等院校规划教材
ISBN 978-7-5084-8175-3

I. ①计… II. ①孙… III. ①计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD 2010—高等学校—教材 IV.
①TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第245277号

策划编辑: 雷顺加 责任编辑: 宋俊娥 加工编辑: 吴 朔 封面设计: 李 佳

书 名	21 世纪高等院校规划教材 计算机辅助设计——AutoCAD 2010 实用教程
作 者	主 编 孙江宏
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 21.25 印张 521 千字
版 次	2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	35.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨跃式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才培养体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才培养的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才培养的探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新。教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了3个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设计算法的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:以计算机学科的科学体系为依托,明确目标定位,分类组织实施,兼容互补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现学科发展的内在规律;教材内容循序渐进,保证学术深度,减少知识重复,前后相互呼应,内容编排合理,整体

结构完整;采取自顶向下设计方法,内涵发展优先,突出学科方法论,强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是:

(1) 面向应用型高等院校,在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度,注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系,根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要,建立新的课程体系,并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求,知识点不要求大而全,但一定要讲透,使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合,使学生通过实践深化对理论的理解,学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重,使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题,既注重培养学生分析问题的能力,也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式,以实际问题引出相关原理和概念,在讲述实例的过程中将本章的知识点融入,通过分析归纳,介绍解决工程实际问题的思想和方法,然后进行概括总结,使教材内容层次清晰,脉络分明,可读性、可操作性强。同时,引入案例教学和启发式教学方法,便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上,力求由浅入深,循序渐进,举一反三,突出重点,通俗易懂。采用模块化结构,兼顾不同层次的需求,在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写,如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等,注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案,以使教材向多元化、多媒体化发展,满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作,教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码,方便教师直接切换到系统环境中教学,提高教学效果。

总之,本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧,内容新颖,结构完整,概念清晰,深入浅出,通俗易懂,可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业,也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材,此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献,也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信,随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不断深入,具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见,以便进一步修订,使该套规划教材不断完善。

前 言

1. AutoCAD 2010 中文版简介

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称 CAD) 技术萌芽于 20 世纪 50 年代后期, 并随着计算机硬件技术的发展而迅猛发展。目前, CAD 技术已经广泛应用于航空、航天、冶金、船舶、机械、纺织、建筑、地理信息、出版等行业, 并日益得到各界的重视。在众多的 CAD 软件中, 美国 Autodesk 公司开发的旗舰产品——AutoCAD 日益普及, 已经占据了计算机 CAD 市场的主导地位, 尤其是在中国, 几乎所有的高校和研究部门都在应用该软件。可以说, 其在平面制图方面的功能几乎达到了完美的程度。

同其他大型、专业化 CAD 软件相比, AutoCAD 对计算机系统的要求较低, 价格便宜, 具有较高的性价比。因此, 它一经推出便受到广大中小小型企业的欢迎。Autodesk 公司对 AutoCAD 软件不断改进和完善, 其功能日益强大, 市场占有率逐渐提高。目前, AutoCAD 推出多种语言版本, 而且其图形格式已成为一种事实上的国际性工业标准。

AutoCAD 2010 是一体化、功能丰富、面向未来的设计软件, 它充分地组合了用户、设计信息和整个世界。在 AutoCAD 2010 的技术平台框架上, 充分考虑到易用性、数据共享和网络化协同, 通过创新的智能化设计环境, 构成了一个轻松易用的设计环境, 使用户能够将精力集中于设计而不是软件本身。

本书从入门的角度讲解 AutoCAD 2010 中文版的基本应用技术。全书循序渐进, 从机械制图的角度, 讲解该软件与工程制图之间的关系, 进行图档管理、平面视图与三维视图操作、平面绘图与标注、三维对象绘制等。

2. 本书导读

全书共分 12 章, 每章都相对独立。各章的具体内容如下:

第 1 章介绍 AutoCAD 2010 中文版与工程制图之间的关系, AutoCAD 2010 的基本特性, 图纸、文字与线条设置, 三维图形与平面对象以及如何获取软件帮助。

第 2 章讲解 AutoCAD 的文档管理, 包括文件操作、命令与系统变量、坐标系与图层等。

第 3 章讲解 AutoCAD 的平面视图操作、对象操作、常规编辑与信息查询。

第 4 章讲解三维图形操作, 包括工作空间设置、三维坐标系、三维视图操作、动态观察与视口等内容。

第 5 章讲解三视图基本原理与投影关系, 并讲解 AutoCAD 中的点、线这两个基本元素以及精确绘图辅助工具。

第 6 章讲解 AutoCAD 的基本绘图工具, 包括圆、圆弧、多段线、多线等。

第 7 章讲解 AutoCAD 的修改工具, 包括对象复制、对象方位处理、对象变形处理、打断、倒角等内容, 最后介绍工具栏的设置。

第 8 章讲解尺寸标注, 包括尺寸标注方法、尺寸标注样式设置、尺寸标注编辑以及公差

标注。

第 9 章讲解文字标注，包括放置文本、编辑文本、文本样式设置及表格处理。

第 10 章讲解装配图基础知识、表达方法与内容，装配图绘制与拆装，介绍 AutoCAD 中块、外部参照、外部参照管理器、设计中心、动态块等重要辅助工具。

第 11 章介绍参数化设计的两个重要方面，即几何约束和标注约束。

第 12 章介绍三维对象的绘制与编辑，包括三维线框、三维曲面和三维实体绘制，三维对象的操作与编辑，以及一些辅助工具。

3. 本书特点

本书具有以下特点：

- 切实从读者学习和使用的实际出发来安排章节顺序和内容，语言通俗易懂，逻辑严密，深入浅出。
- 图文并茂。讲述过程中结合大量制作实例，力求易于理解并方便学习和实践过程中的使用。
- 主要面向初、中级用户，适合初、中级用户在入门与提高阶段使用。同时，书中对 AutoCAD 2010 中文版的一些高级扩展功能也作了一定的探讨，适合高级用户参考。

本书由孙江宏担任主编，李忠刚、李翔龙、王威担任副主编。另外，参加编写的人员还有黄小龙、罗坤、段大高、王雪艳、马向辰、宁宇、赵腾任、毕首全、张万民、于美云、叶楠、宁松和刘忠和等。

作者长期从事 CAD/CAE/CAM 的教学与研究工作，并根据自己的教案整理完成本书内容，由于时间仓促，难免在写作方式和内容上存在缺点和不足，请读者批评指正。

作 者
2011 年 1 月

目 录

序

前言

第1章 AutoCAD 2010 与工程制图	1	2.3.1 笛卡尔坐标系与极坐标系	40
1.1 工程图与画法几何	1	2.3.2 用户坐标系	40
1.1.1 基本概念	1	2.4 设置图层、线型和颜色	41
1.1.2 工程制图的基本要求	3	2.4.1 基本概念	41
1.1.3 工程制图的国际标准与国家标准	3	2.4.2 设置图层	41
1.1.4 计算机辅助绘图	4	2.4.3 设置线型	44
1.2 AutoCAD 2010 与工程制图	4	2.4.4 设置颜色	45
1.2.1 AutoCAD 的发展历程	4	2.4.5 设置线宽	45
1.2.2 AutoCAD 2010 的界面	6	2.4.6 利用功能面板设置	46
1.2.3 AutoCAD 2010 的工具与工程 制图的关系	10	习题二	47
1.3 图纸	12	第3章 平面视图操作与编辑	51
1.3.1 图纸幅面与比例	12	3.1 平面视图操作	51
1.3.2 AutoCAD 中图纸幅面的设置	17	3.1.1 缩放视图	51
1.4 文字、线条与尺寸	19	3.1.2 平移视图	54
1.4.1 字体	19	3.1.3 鸟瞰视图	55
1.4.2 图线	21	3.1.4 刷新视图	56
1.4.3 尺寸	23	3.2 对象的选择和特性更改	58
1.5 三维对象与平面图	25	3.2.1 对象的多种选择方式	58
1.5.1 三维空间与二维投影	25	3.2.2 选择集模式和夹点编辑	59
1.5.2 AutoCAD 2010 三维操作空间与 二维工程图	27	3.2.3 编辑对象特性	62
习题一	28	3.3 对象常规编辑	64
第2章 工程图文档管理	29	3.3.1 对象删除和恢复	64
2.1 工程图档与 AutoCAD 文件	29	3.3.2 对象的复制	65
2.1.1 概述	29	习题三	67
2.1.2 AutoCAD 2010 文件操作	30	第4章 三维绘图基础	69
2.2 AutoCAD 2010 命令	38	4.1 工作空间与三维建模空间	69
2.2.1 命令的输入方式	38	4.2 标准三维坐标系与用户坐标系	71
2.2.2 命令类型	39	4.2.1 标准三维坐标系	71
2.2.3 输入命令参数	39	4.2.2 用户坐标系 (UCS)	71
2.3 坐标系统	40	4.3 三维图像的类型与管理	75
		4.3.1 三维图像的类型	75
		4.3.2 视觉样式管理器	76

4.4 三维视图观察	78	6.2.2 正多边形	122
4.4.1 设置观察方向	78	6.2.3 实体区域填充	123
4.4.2 设置观察视点	79	6.3 多线	124
4.4.3 显示 UCS 平面视图	80	6.3.1 绘制多线	124
4.5 三维视图的动态观察与相机	80	6.3.2 定义多线样式	125
4.5.1 动态观察	81	6.3.3 编辑多线样式	128
4.5.2 其他动态操作	82	6.4 样条曲线	133
4.6 视口与命名视图	83	6.4.1 绘制样条曲线	133
4.6.1 平铺视口	83	6.4.2 样条曲线编辑	135
4.6.2 命名视图	86	6.5 多段线	138
习题四	88	6.5.1 绘制多段线	138
第 5 章 三视图与基本投影元素绘制	90	6.5.2 控制多段线的宽度	139
5.1 三视图基础知识	90	6.5.3 多段线弧	139
5.1.1 三视图的形成	90	6.5.4 多段线的分解	142
5.1.2 三视图之间的关系	92	6.5.5 多段线编辑	142
5.1.3 三视图绘制过程	93	6.6 修订云线与区域覆盖	144
5.2 点的投影	94	6.6.1 修订云线	144
5.2.1 点投影原理	94	6.6.2 区域覆盖	146
5.2.2 AutoCAD 2010 中点的绘制	96	习题六	147
5.3 直线的投影	99	第 7 章 对象修改	150
5.3.1 直线的投影特性	99	7.1 复制操作	150
5.3.2 AutoCAD 2010 中直线的绘制	99	7.1.1 镜像复制	150
5.4 AutoCAD 2010 精确绘图辅助工具	102	7.1.2 偏移复制	152
5.4.1 正交绘图	103	7.1.3 阵列复制	153
5.4.2 捕捉光标	103	7.2 对象方位处理	155
5.4.3 栅格显示功能	105	7.2.1 移动对象	155
5.4.4 对象捕捉	106	7.2.2 旋转对象	156
5.4.5 极轴追踪	108	7.2.3 对齐对象	158
5.4.6 自动捕捉与自动追踪	108	7.3 对象变形处理	159
5.4.7 动态输入	110	7.3.1 比例缩放	159
习题五	112	7.3.2 拉伸对象	160
第 6 章 基本绘图命令	114	7.3.3 拉长对象	161
6.1 圆(弧)和椭圆(弧)	114	7.3.4 延伸对象	162
6.1.1 圆	115	7.3.5 修剪对象	163
6.1.2 圆弧	116	7.4 对象打断与合并	164
6.1.3 圆环	119	7.4.1 打断	164
6.1.4 椭圆(弧)	119	7.4.2 打断于点	165
6.2 矩形、正多边形和区域填充	121	7.4.3 合并	165
6.2.1 矩形	121	7.5 对象倒角	165

7.5.1 倒棱角	166	9.2.4 效果	218
7.5.2 倒圆角	167	9.3 标注多行文字	219
7.5.3 多段线倒角	168	9.4 编辑文字	222
7.6 剖视图与图案填充	169	9.4.1 编辑文字	222
7.6.1 剖视图的形成与画法	169	9.4.2 注释与注释性	222
7.6.2 图案填充	170	9.5 工程图表格及其处理	224
7.6.3 面域造型	177	9.5.1 创建表格	225
7.7 工具栏设置	180	9.5.2 从数据提取创建表格	226
习题七	182	9.5.3 表格的编辑修改	229
第8章 尺寸标注	187	9.5.4 表格样式设置	232
8.1 尺寸标注基础	187	习题九	240
8.1.1 尺寸标注组成	187	第10章 装配图及辅助工具	242
8.1.2 尺寸标注类型	188	10.1 装配图的作用和内容	242
8.1.3 标注尺寸步骤与工具	189	10.2 装配图的表达方法	243
8.2 尺寸标注方法	189	10.2.1 规定画法	243
8.2.1 线性尺寸标注	189	10.2.2 特殊画法	244
8.2.2 连续尺寸标注与基线尺寸标注	192	10.3 装配图的其他内容	246
8.2.3 径向尺寸标注	193	10.3.1 装配图的尺寸标注	246
8.2.4 角度标注	195	10.3.2 装配图上的零、部件序号和 明细栏(表)	247
8.2.5 引线标注	196	10.4 装配图绘制	248
8.2.6 其他尺寸标注	199	10.4.1 绘制装配图	248
8.3 设置样式	201	10.4.2 在 AutoCAD 中绘制装配图	250
8.3.1 设置文字样式	201	10.5 由装配图拆零件图	250
8.3.2 设置尺寸标注样式	202	10.6 块	252
8.3.3 设置多重引线样式	204	10.6.1 块与块文件	252
8.4 编辑尺寸标注和放置文本	206	10.6.2 插入块	256
8.4.1 尺寸标注编辑	207	10.6.3 块属性	259
8.4.2 放置尺寸文本位置	208	10.7 外部参照	263
8.4.3 尺寸关联	208	10.7.1 使用外部参照管理器附着 外部参照	263
8.5 公差标注	209	10.7.2 外部参照的编辑	267
习题八	210	10.8 设计中心	268
第9章 技术要求与表格处理	213	10.8.1 设计中心界面	269
9.1 技术要求与文字标注	213	10.8.2 查看图形内容	270
9.1.1 文本基本概念	213	10.8.3 在文档间复制对象	270
9.1.2 输入简单文字	214	10.8.4 使用收藏夹	272
9.2 构造文字样式	216	10.9 动态块	272
9.2.1 样式处理	217	10.9.1 动态块的创建过程	273
9.2.2 选择字体	217		
9.2.3 确定文字大小	218		

10.9.2 使用动态编辑器·····	273	12.3.1 通过拉伸二维对象创建三维实体·····	301
10.9.3 向动态块中插入元素·····	275	12.3.2 绕轴旋转二维对象创建三维实体·····	302
习题十·····	278	12.3.3 扫掠二维对象创建三维实体·····	303
第 11 章 参数化绘图 ·····	280	12.3.4 放样二维对象创建三维实体·····	305
11.1 参数化概述·····	281	12.4 三维操作 ·····	307
11.2 几何约束·····	283	12.4.1 三维移动·····	308
11.3 标注约束·····	287	12.4.2 三维旋转·····	309
习题十一·····	292	12.4.3 对齐与三维对齐·····	310
第 12 章 三维对象绘制与编辑 ·····	293	12.4.4 三维镜像·····	311
12.1 概述·····	293	12.4.5 三维阵列·····	312
12.2 直接生成三维实体·····	294	12.4.6 倒角·····	313
12.2.1 创建多段体·····	294	12.5 编辑三维实体对象 ·····	314
12.2.2 创建长方体·····	295	12.5.1 布尔运算·····	314
12.2.3 创建楔体·····	296	12.5.2 实体边处理·····	316
12.2.4 创建圆锥体·····	296	12.5.3 实体面处理·····	318
12.2.5 创建球体·····	297	12.5.4 其他实体编辑·····	322
12.2.6 创建圆柱体·····	298	习题十二·····	324
12.2.7 创建棱锥体·····	299	附录 各章部分习题参考答案 ·····	327
12.2.8 创建圆环体·····	300	参考文献 ·····	329
12.3 二维图形转三维实体·····	300		

第 1 章 AutoCAD 2010 与工程制图



教学目标

工科学校的重要任务之一就是通过工程制图课程来掌握必要的图纸表达方法，而 AutoCAD 2010 是重要的辅助绘图工具，二者直接的相互融合才能提高制图效率。

本章主要介绍工程图与画法几何的基本概念，它们与 AutoCAD 2010 的关系，以及 AutoCAD 2010 的发展历程，并讲解国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于图纸幅面、图框格式、比例、字体、图线和尺寸注法等基本规定，介绍三维对象的平面投影关系以及在 AutoCAD 2010 中的相应处理方法。



本章要点

- AutoCAD 2010 与工程制图的关系
- AutoCAD 2010 的界面与工具
- 图纸设置
- 文字设置
- 线条设置
- 尺寸标注
- 三维对象与平面图

1.1 工程图与画法几何

根据投影原理、标准和有关规定，表示工程对象并有必要的技术说明的图称为图样。随着生产和科学技术的发展，图样在工程技术上的作用显得尤为重要。设计人员通过它表达自己的设计思想，制造人员根据它加工制造，使用人员利用它进行合理使用。因此，图样被认为是“工程界的语言”。它是设计、制造、使用部门的一项重要技术资料，是发展和交流科学技术的有力工具。

机械工程图样的质量将直接影响产品的质量和经济性。因此，首先要掌握绘制机械图样的基本知识和技能。

学习 AutoCAD 的一个重要目的，就是让所建立的模型以工程图的形式表达出来，让工厂工人可以准确理解零件并加工。这个环节是通过工程图解决的，工程制图的基础是画法几何。

1.1.1 基本概念

对于对象的表达，人们习惯使用两种方式，如图 1-1 和图 1-2 所示。其中，三维立体图直

观，但是难画；平面图不直观，但是能准确描述形体尺寸。实际上，无论三维立体图还是平面图形，它们的本质都是图。作为一个工程技术人员，理解宇宙直到生活环境的物体，他的认知过程都是逐渐过渡的，即图→工程图→工程制图。也就是说，这是一个从整体到细节的问题。

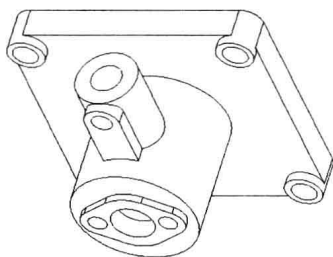


图 1-1 立体图

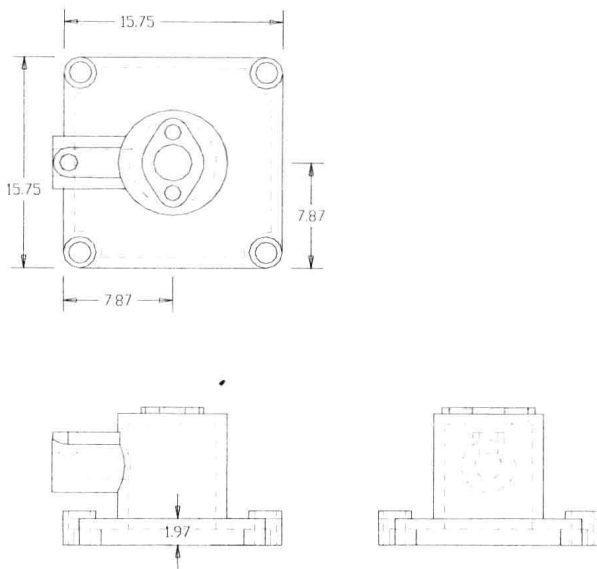


图 1-2 平面图

图是把物体的形象反映到平面上的形式，只要把要表达的对象反映到纸面等媒介上，就是完成了一张图。文字也是特殊的图。

在生产建设和科学研究工程中，对于已有或想象中的空间体（如地面、建筑物、机器等）的形状、大小、位置等资料，很难用语言和文字表达清楚，因而需要在平面上（例如图纸上）用图形表达出来。这种在平面上表达工程物体的图，称为工程图。工程图常用的表达方式有透视图、轴测图、正投影图和标高投影图。

如果将工程图比喻为工程界的一种语言，则画法几何便是这种语言的语法。

当研究在平面上用图形来表达空间物体时，因为空间物体的形状、大小和相互位置等不同，不便以个别物体逐一研究，为了研究时描述正确和完整，以及所得结论能广泛地应用于所有物体，所以采用几何学将空间物体概括成抽象的点、线、面等几何形体，研究几何形体在平面上如何用图形来表达，以及如何通过作图来解决它们的几何关系问题。这种研究在平面上用图形来表示空间几何形体和运用几何图来解决它们的几何关系问题的学科，称为画法几何。例如，正方体可以描述为由 6 个面组成，每个面由无数条线组成，而每条线又由无数个点组成。

在工程图中，除了有表达物体形状的线条以外，还要应用国家制图标准规定的一些表达方法和符号，根据画法几何的理论，注以必要的尺寸和文字说明，使得工程图能完善、明确和清晰地表达出物体的形状、大小、位置以及其他必要的信息（如物体的名称、材料的种类和规格、生产方法等）。研究绘制工程图的学科，称为工程制图。同工程图相比，工程制图是工程图的正投影图扩展而来，而且添加了文字等注释信息。

工程制图用于不同目的,就成为不同的工程图。例如,如果用在建筑行业,则形成建筑平面图、建筑立面图和建筑剖面图;如果用在机械行业,则形成平面结构图、模具图、加工图纸等。

1.1.2 工程制图的基本要求

1. 工程制图的任务与要求

学习工程制图的目的就是培养学生绘图、读图和图解的能力以及空间想象能力。概括而言,主要分为以下几项任务:

- (1) 研究正投影的基本理论和作图方法。
- (2) 培养绘制和阅读工程图的能力,即培养图解能力。
- (3) 通过绘图、读图和图解的实践,培养空间想象能力。
- (4) 培养用计算机辅助绘图软件绘制图样的初步能力。

(5) 正确使用绘图工具,包括实际手工工具和软件工具,掌握绘图的技巧和方法,又快又好地作出符合国家标准工程图,并能正确地阅读一般的工程图纸。

在学习过程中,只有培养认真、细致、一丝不苟的工作作风,才能做出符合要求的正确图纸。良好的工作作风是完成任务的润滑剂。

2. 学习方法

画法几何是制图的理论基础,比较抽象,系统性较强。机械制图是投影理论的实际运用,实践性较强,学习时要完成一系列的绘图、识图作业,但必须注意学习方法,才能提高学习效果。

具体方法如下:

(1) 要培养空间与二维视图转换的想象能力。可以借助于一些模型,加强图物对照的感性认识,但要逐步减少使用模型,直至可以完全依靠自己的空间想象能力看懂图纸。

(2) 要培养实体的分解能力。要解决这个问题,一要掌握分解的思路,即空间问题,一定要拿到空间去分析研究,决定分解方案;二要掌握几何元素之间的各种基本关系(如平行、垂直、相交、交叉等)的表示方法,才能将分解体逐步用作图表达出来,并求得解答。

(3) 要提高自学能力与严谨的态度。工程图纸(机械图纸、化工图纸、建筑图纸等)是施工的根据,必须与工程实践结合起来,而专业知识的学习主要靠用户自学,所以读者要想准确把握工程制图,就必须提高自己的自学能力。另外,在绘制工程图后,往往由于一条线的疏忽或数字的差错,造成严重的返工浪费。所以应从初学制图开始,严格要求自己,养成认真负责、一丝不苟和力求符合国家标准的工作态度。同时又要逐步提高绘图速度,达到又快又好的要求。

1.1.3 工程制图的国际标准与国家标准

为了便于生产和技术交流,每个国家都对工程图样画法、尺寸标注方法等作了统一规定。主要有 ISO 标准和各国自己的标准,例如美国的 ANSI 标准、日本的 JIS 标准、德国的 DIN 标准等。ISO 标准为国际标准组织制定,我国的标准也是参照该标准制定的。

1959 年,由中华人民共和国科学技术委员会批准发布了我国第一个《机械制图》国家标准(GB 122—1959~GB 141—1959),该标准对图纸幅面、比例、图线、剖面线、图样画法、



尺寸注法、标准件和通用件等画法和代号方面都作了统一的规定。自该标准实施以来,起到了统一工程语言的作用,并在 1974 年和 1984 年进行过两次修订。1993 年,根据有关规定,把某些与机械、建筑、电气、土木、水利等行业均有关系的共性内容制订成《技术制图》国家标准,即 GB/T 14689—1993。其中 GB 为“国标”(国家标准的简称)二字的汉语拼音字头,“T”为推荐的“推”字的汉语拼音字头,14689 为标准编号,1993 为标准颁布的年号。2008 年该标准修订更新为 GB/T 14689—2008,工程技术人员应严格遵守,认真贯彻国家标准。

1.1.4 计算机辅助绘图

计算机科学是最近几十年来发展最为迅猛的科学分支。计算机硬件和软件的交替进步,已经使如今的微型计算机成为非常好的绘图工具。计算机绘图速度快,质量好,而且便于修改,易于管理。计算机绘图技术已成为工程技术人员必须掌握的基本技术。

实现计算机绘图,必须依靠计算机绘图系统的正常运行。计算机绘图系统由硬件和软件两大部分组成。

硬件部分主要包括微型计算机、图形输入设备和图形输出设备。软件部分包括操作系统和绘图软件。绘图软件有很多,较为流行的有 Solidworks、Pro/Engineer、AutoCAD 等。各种绘图软件可能在使用方法和技巧上稍有差异,但它们的绘图原理归根到底都是相同的,都要遵循画法几何原理。

1.2 AutoCAD 2010 与工程制图

AutoCAD 2010 是 Autodesk 公司最新推出的面向未来的先进设计软件,本书将围绕该软件进行讲解。

1.2.1 AutoCAD 的发展历程

计算机辅助设计(Computer Aided Design, 简称 CAD)技术萌芽于 20 世纪 50 年代后期,并随着计算机硬件技术的发展而迅猛发展。目前, CAD 技术已经广泛应用于航空、航天、冶金、船舶、机械、纺织、建筑、地理信息、出版等行业,并逐渐得到各界的重视。在众多的 CAD 软件中,美国 Autodesk 公司开发的旗舰产品——AutoCAD 日益普及,已经占据了计算机 CAD 市场的主导地位,几乎所有的高校和研究部门都在应用该软件。可以说,其在平面制图方面的功能几乎达到了完美的程度。

同其他大型、专业化 CAD 软件相比, AutoCAD 对计算机系统的要求较低,价格便宜,具有较高的性价比。因此,一经推出便受到广大中小企业的欢迎。通过 Autodesk 公司对 AutoCAD 软件的不断改进和完善,其功能日益强大,市场占有率逐步提高。目前, AutoCAD 推出多种语言版本,而且其图形格式已成为一种事实上的国际性工业标准。

在发展初期, AutoCAD 是一个基于 DOS 命令行式的程序。AutoCAD 1.0 版是 Autodesk 公司于 1982 年 11 月在美国拉斯维加斯(Las Vegas)举行的 COMDEX 展览会上正式发布的,原名 MicroCAD,目的是为孩子和学生提供一个进行手工画图的计算机工具。它运行在配备 Intel 8080CPU 和 CP/M 操作系统的计算机平台上,只具有简单的二维绘图功能。经过十多年的发展, AutoCAD 已经演化成一个完全的 Windows 应用程序,它的版本不断更新,功能和目

的也在不断变化。如表 1-1 所示列出了 AutoCAD 各版本发布时间及简单的发展概况。

表 1-1 AutoCAD 各版本的发布时间及发展概况

版本	发布时间	发展概况
V1.0 (R1)	1982.12	首次推出
V1.3 (R2)	1983.4	增加尺寸标注功能
V1.3 (R3)	1983.8	增加系统配置工具及对大型绘图机的支持
V1.4 (R4)	1983.10	增加 ARRAY 命令及模式/坐标状态行
V2.0 (R5)	1984.10	增加属性功能
V2.1 (R6)	1985.5	增加原型图及三维功能、增加 AutoLISP 语言 (2.18 版)
V2.5 (R7)	1986.6	增加上下文敏感帮助, 允许输出图形到文件
V2.6 (R8)	1987.4	增加三维线、三维面对象
R9	1987.9	改善用户界面, 提供了下拉菜单、对话框, 可以绘制样条曲线
R10	1988.10	增强三维绘图功能、增加句柄功能
R11	1990.10	增加图纸空间、标注样式、扩展实体数据、实体造型功能, 提供修复工具、ADS 二次开发工具、网络支持
R12	1992.6	用户界面做了重大修改, 增加夹点编辑功能、渲染功能
R13	1994.11	采用面向对象的程序设计方法, 提供了全新的尺寸标注命令、多行文本编辑器 (MTEXT) 以及 ARX 二次开发工具
R14	1997.6	采用 HEIDI 图形子系统, 改进多行文本编辑器, 集成 Internet 功能
R14 中文版	1998.4	Autodesk 公司推出的第一个使用简体中文语言的版本
2000	1999.3	提供了多文档设计环境、AutoCAD 设计中心特性管理窗口等一系列新特性
2000i	2000.9	提供了在 Internet 上的设计工具, 可以进行电子传递、网上发布等提高效率的工作
2002	2001.6	主要在数据交换、CAD 标准以及属性提取等方面进行了增强
2004 中文版	2003.4	提供了网络协同、数字签名、工具选项板、文字格式等新特性, 并去掉了“今日”等实用性不强的功能
2005 中文版	2004.3	新增图纸集管理器和集成的协作平台
2006 中文版	2005.3	增强了一些绘图命令、尺寸标注、图案填充和多行文字编辑等, 新增了动态块、动态输入等工具
2007 中文版	2006.3	增加了三维工具、外部参照和用户界面, 新增了材质、光源、动画等工具
2008 中文版	2007.3	在面板、工作空间、图形管理等方面进行了增强, 功能更加稳定, 三维操作融入了 3DS MAX 功能, 更加方便灵活
2009 中文版	2008.3	在图形界面方面进行了重大更改, 增加了动作录制器、查看工具、地理位置等工具, 并提升了图层特性管理器, 更加贴近微软操作习惯
2010 中文版	2009.4	在用户界面、局部参数化设计、三维打印、PDF 文档输出、动态块操作以及生产力增强等方面进行了增强

在各个时段, AutoCAD 的侧重点都是不同的。其中, R8 是商品化的第一个产品; R10 是 AutoCAD 开始得到广泛关注的版本, 并提供了中文汉化版; AutoCAD R12 则是其发展的一个重要里程碑, 代码全部重写, 分别提供了基于 DOS 和 Windows 的版本; AutoCAD R14 中文