

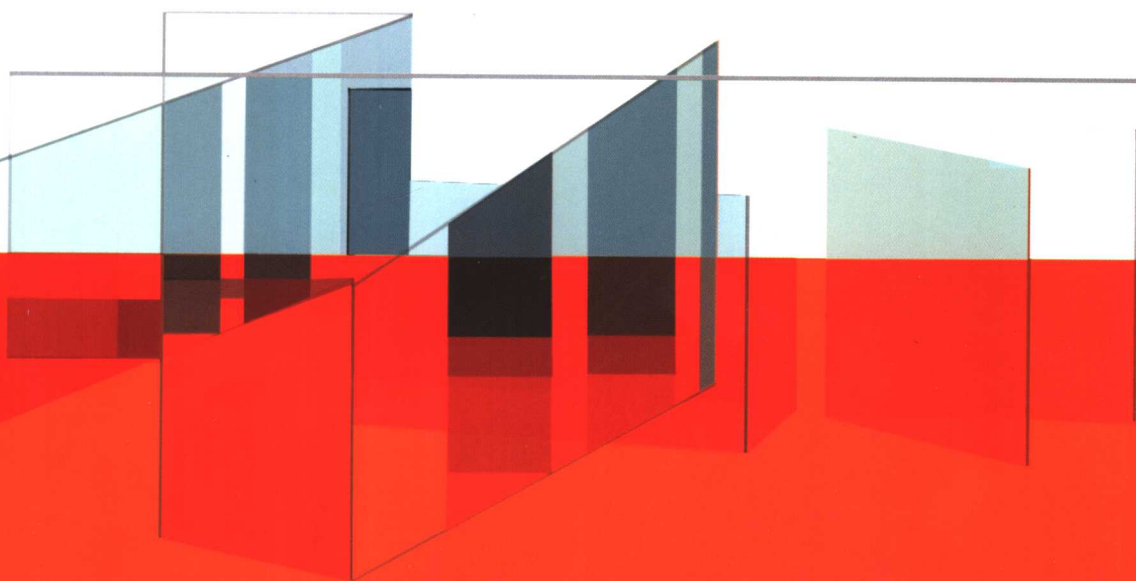
CAD 实用技术

工程制图技术基础

SUNNYTECH
浙大旭日科技

单 岩 主编
吴立军 邹凤楼 缪应俊 编著

- 基础知识与实用技能并重，培养扎实的基本功
- 精心提炼工程制图知识点和 AutoCAD 的核心功能，大大提高学习效率
- 全面讲解主流三维 CAD 软件与 AutoCAD 的数据交换，实用性更强
- 配以丰富的功能操作图解和绘图实例，深入浅出，通俗易懂



清华大学出版社

CAD 实用技术

工程制图技术基础

单 岩

主编

吴立军 邹凤楼 缪应俊 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据目前工程制图的实际需要,以丰富的实例讲解了工程制图的基本概念与思路,运用 AutoCAD 绘制工程图的方法与技巧,以及 AutoCAD 与主流的三维 CAD 软件进行数据交换的方法与技巧。

本书可作为 CAD 技术人员的自学教材、大中专院校 CAD 专业课程教材以及 CAD 技术各级培训教材。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图技术基础/单岩 主编;吴立军,邹凤楼,缪应俊编著. —北京:清华大学出版社,2005.6

(CAD 实用技术)

ISBN 7-302-10812-9

I. 工… II. ①单…②吴…③邹…④缪… III. 工程制图—计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD
IV. TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 032097 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编:100084
社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:胡伟卷

文稿编辑:刘金喜

封面设计:王 永

版式设计:康 博

印 刷 者:北京嘉实印刷有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:19.5 字数:450 千字

版 次:2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-10812-9/TP·7190

印 数:1~5000

定 价:27.00 元

《CAD 实用技术》丛书特色

▼ 基础知识与实用技术相结合

了解和掌握一定的基础知识,有助于深刻领会 CAD 技术中的各种实用功能,做到“知其然,更知其所以然”,从而提高学习效率,保证学习效果,为技术水平的不断提高打下坚实的基础。本丛书中的基础知识内容均经过仔细的筛选,与丛书中所讲授的各种实用技术密切相关。同时,以通俗直观的形式进行讲解,便于读者理解和掌握。

▼ 突出 CAD 技术的核心内容

CAD 软件虽然种类繁多,但其中的核心功能基本相同,并且构成了 CAD 技术的主要组成部分。丛书将各种 CAD 技术中的大量功能进行归纳、分类和总结,重点讲解具有共性的、最实用的部分,使读者从整体上把握 CAD 技术中的核心功能,并了解其中的规律性,从而达到学精学透的目的。

▼ 功能操作与实际应用相结合

本书不仅讲解了 CAD 软件中各种实用功能的操作步骤,更重要的是讲解这些功能的应用背景、应用方法和技巧,使读者能够将所学的知识应用到实际工作中,从而达到学以致用的目的。

丛书编委会

主 编 单岩(浙江大学)

副主编 吴立军(浙江科技学院)

编 委 周瑜(浙大旭日科技) 周超明(浙大旭日科技) 王刚(浙江大学)
王蓓(浙大旭日科技) 褚专祺(浙大旭日科技)

丛书序言

工业技术不断进步的一个重要标志是计算机应用的日益普及。在机械制造业, 计算机辅助设计(CAD)技术的地位和角色正在发生深刻的转变——由稀有昂贵的高级技术资源普及成为常规的和必备的技术手段。随着全球制造业向我国的转移, 这种转变已呈现出加速的趋势, 形成了对该领域技术人才巨大的市场需求。

在这一趋势的带动下, CAD 技术已成为机械行业从业人员和高等院校相关专业学生的学习和培训热点。

CAD 技术的发展十分迅速, 各种软件层出不穷, 版本更新越来越快。面对种类繁多的软件以及日益复杂的功能, 初学者往往会感到十分茫然, 难以把握学习的要领, 以致影响学习的效果和积极性。

为帮助读者扎实、高效地学习和掌握 CAD 技术中最实用的部分, 我们组织编写了这套《CAD 实用技术》丛书。这套丛书总结了我们多年的 CAD 技术应用和培训经验, 其中不仅包括了 CAD 技术中的经典内容——三维造型, 还讲授了一些比较专业的高级实用技术, 如逆向工程和模具分析等。

本丛书由 3 部分组成:

- 三维造型

包括三维造型的基础背景知识、软件功能分析及使用技巧、三维造型的实际应用思路与技巧、典型 CAD 软件的使用、实例分析等。

- 逆向工程

其中总结了我们多年逆向造型的实际经验、技巧和技术开发的成果, 包括三坐标测量、复杂产品(摩托车、汽车零部件)的逆向造型等高级造型技术。

- 模具设计与分析

包括注塑模具设计及注塑工艺等方面的基础知识, 介绍利用世界顶级注塑模具分析软件 Moldflow 进行注塑分析的过程和方法。

本丛书希望达到的学习目标是:

- 使初学者快速坚实地掌握 CAD 的基础知识和基本技能, 并具备一定程度的三维造型能力。

- 使具有一定 CAD 技术基础和工作经验的读者掌握更专业的高级技术, 达到较高的应用水平。

本丛书可供具有中专以上文化程度的机械工程师自学, 或作为高等院校相关专业课程的教材, 以及用于 CAD 技术的普及和高级培训。

限于编写时间和作者的水平，从书中必然会存在需要进一步改进和高的地方。希望读者及专业人士提出宝贵意见与建议，以便我们今后不断加以完善。可通过网站 <http://www.51cax.com> 或 <http://www.sunnytech.cn> 与我们交流。

本丛书是编委会全体成员共同努力的结果，在此深表谢意。杭州浙大旭日科技开发有限公司的工程师们为本丛书提供了大量的技术资料和技术支持，在此也对他们表示衷心的感谢。

最后，感谢清华大学出版社为本丛书的出版提供的机遇和帮助。

《CAD 实用技术》丛书编委会

前 言

工程图样被誉为“工程界的语言”，它是表达和交流技术思想的重要工具。在科技突飞猛进、知识日新月异的今天，其重要性不言而喻。要准确地使用工程图，需要掌握一定的工程制图理论、相关的国家标准以及绘制工程图的工具。在目前三维 CAD 日益普及的情况下，还需掌握从三维 CAD 中导出工程图的方法和技巧。但从目前教学与培训的情况来看，并没有将它们有机地结合在一起。在教学部门，教学的手法以及所使用的教材侧重于工程制图基础理论与手工绘制方法；在培训部门一般只讲授工程制图软件功能的使用，很少涉及工程制图的基础理论、造型思路与技巧；在三维 CAD 软件的培训中一般也只简略地讲述导出工程图的方法，很少涉及制图理论与二维工程图的内容。这种状况导致基础知识、造型功能、造型思路与技巧等内容各自独立，不利于读者正确领会与灵活运用。

为使初学者能更快地学会使用工程图样，本书尝试将这 3 部分融于一体。本书内容包括以下 3 个部分：

- 工程制图基础。没有理论基础，很难绘制出正确的工程图，也不能正确、深入地理解工程制图软件的功能；不了解相关的国家标准，很难绘制出规范的工程图。因此，本书首先介绍最基本的工程制图理论和相关的国家标准。通过这部分的学习，读者可以快速了解并掌握工程制图的基础知识、基本概念及基本方法。读者的空间想象力和阅读工程图样的基本能力也在此得到培养。
- 工程制图软件的使用。针对二维绘图的实际需要，本书分析和归纳了目前使用最为广泛的绘图软件 AutoCAD 的核心功能。为使读者能切实掌握这些基本功能和使用 AutoCAD 软件进行二维制图的思路、方法与技巧，本书还列出了大量的实例，部分实例还做成动画以演示其操作过程，从而使读者高效率、高质量地完成二维绘图技术的学习。
- AutoCAD 与常用三维 CAD 软件的数据交换。介绍 AutoCAD 与 UG、Pro/E、CATIA 等三维 CAD 软件的数据交换方法与技巧。

读者可通过 <http://www.tupwk.com.cn/download/index.asp> 下载本书中的实例文件。

由于水平所限，加之时间紧迫，体系与内容不当之处在所难免。恳请读者对本教材中的不足提出宝贵的意见和建议，以便我们不断改进。读者可通过网站 <http://www.51cax.com> 或 <http://www.sunnytech.cn> 与我们交流。

作 者

2005 年 4 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 为什么要学习工程制图	1
1.2 如何学习工程制图	3
1.3 CAD 软件简介	3
1.4 本书的编排与使用指南	4
1.5 小结	5
第2章 投影基础	6
2.1 投影的基本概念	6
2.2 投影体系的建立	8
2.3 直线的投影	11
2.4 平面的投影	12
2.5 基本体及其投影特性	13
2.6 立体表面的交线	16
2.6.1 截交线	16
2.6.2 相贯线	18
2.7 小结	22
2.8 思考与练习	22
第3章 组合体和零件的表达	23
3.1 组合体的形体分析	23
3.2 组合体的画法	26
3.3 组合体的看图方法	31
3.4 组合体的尺寸标注方法	32
3.5 零件的常用表达方法	36
3.5.1 表示零件外形的方法——视图	37
3.5.2 表示零件内部结构的方法——剖视	44
3.5.3 表示断面形状的方法——剖面	50
3.5.4 规定画法	51
3.5.5 简化画法	53
3.6 小结	54
3.7 思考与练习	55

第4章 工程图的绘制与阅读	56
4.1 概述	56
4.2 零件图的绘制与阅读	56
4.2.1 零件的基本知识	56
4.2.2 零件图的内容与绘制步骤	60
4.2.3 零件图的视图选择	61
4.2.4 零件图的尺寸标注	62
4.2.5 零件图的技术要求	66
4.2.6 零件图的读图方法	75
4.3 装配图的绘制与阅读	75
4.3.1 装配图的用途与主要内容	75
4.3.2 装配图的绘制	77
4.3.3 看装配图的方法与步骤	77
4.4 小结	78
4.5 思考与练习	78
第5章 AutoCAD 的用户界面和基本操作	79
5.1 概述	79
5.2 界面组成	80
5.3 绘图系统常用功能设置	85
5.4 命令的输入	87
5.5 坐标的输入	88
5.6 对象的捕捉与选择	91
5.7 视图操作	91
5.8 绘图流程	94
5.9 小结	97
5.10 思考与练习	98
第6章 常用绘图工具	99
6.1 基本绘图工具	99
6.1.1 点	99
6.1.2 直线	101
6.1.3 构造线	103
6.1.4 射线	106
6.1.5 正多边形	106
6.1.6 绘制矩形	107
6.1.7 圆弧	108

6.1.8	圆	110
6.1.9	椭圆和椭圆弧	112
6.1.10	多段线	113
6.1.11	样条线	117
6.1.12	块	118
6.1.13	图案填充	124
6.2	图形编辑工具	127
6.2.1	删除	127
6.2.2	移动	127
6.2.3	复制	128
6.2.4	镜像	128
6.2.5	偏移	129
6.2.6	阵列	130
6.2.7	旋转	133
6.2.8	缩放	134
6.2.9	拉伸	134
6.2.10	拉长	135
6.2.11	修剪	136
6.2.12	延伸	137
6.2.13	打断	138
6.2.14	倒角	140
6.2.15	圆角	142
6.2.16	打散	143
6.2.17	特性修改	144
6.2.18	特性匹配	145
6.2.19	编辑多段线	145
6.2.20	编辑样条线	148
6.2.21	利用夹点编辑图形	149
6.3	辅助绘图工具	151
6.3.1	精确绘图工具	151
6.3.2	图层	154
6.3.3	查询工具	162
6.4	实例与说明	163
6.5	小结	168
6.6	思考与练习	168

第 7 章 文字与尺寸标注	170
7.1 文本标注	170
7.1.1 设置文字样式	170
7.1.2 标注单行文本	172
7.1.3 标注多行文本	173
7.1.4 编辑文本	174
7.2 表格	175
7.2.1 创建表格	175
7.2.2 自定义表格	177
7.3 尺寸标注	180
7.3.1 尺寸标注的基本原则	181
7.3.2 尺寸标注的步骤与格式设置	181
7.3.3 创建标注层	181
7.3.4 创建标注样式	181
7.3.5 尺寸标注的类型	184
7.3.6 编辑尺寸标注	194
7.4 小结	198
7.5 思考与练习	198
第 8 章 机械制图标准与输出图纸	199
8.1 制图标准	199
8.1.1 图纸幅面和格式	199
8.1.2 标题栏	200
8.1.3 比例	201
8.1.4 字体	202
8.1.5 图线	203
8.1.6 剖面符号	204
8.1.7 实例	204
8.2 模型空间与图纸空间	207
8.3 在图纸空间输出图纸	207
8.3.1 通过图纸空间输出图纸的步骤	208
8.3.2 使用系统内置布局样板	212
8.3.3 创建自己的布局样板	213
8.4 小结	215
8.5 思考与练习	215

第 9 章 实例	216
9.1 机械绘图环境设置	216
9.2 标准件与常用件的绘制	221
9.2.1 螺纹的绘制	221
9.2.2 螺纹紧固件的绘制	228
9.2.3 键连接的绘制	234
9.2.4 销连接的绘制	235
9.2.5 滚动轴承的绘制	236
9.2.6 弹簧的绘制	238
9.2.7 圆柱齿轮的绘制	240
9.3 零件图的绘制	241
9.4 机械装配图的绘制	266
9.5 小结	272
9.6 思考与练习	272
第 10 章 三维软件与 AutoCAD 的数据交换	273
10.1 概述	273
10.2 UG NX 工程制图中和国标相关的一些设置	274
10.2.1 设置不显示视图边框	274
10.2.2 各种标注设置	274
10.2.3 有关视图设置	278
10.2.4 设置剖面线	281
10.3 UG NX 工程图转 DXF/DWG 的方法	281
10.4 Pro/Engineer 工程图与 AutoCAD 交换数据的方法	285
10.4.1 Pro/E 工程制图的标准设定	285
10.4.2 Pro/E 工程图输出到 AutoCAD 的方法	288
10.5 CATIA V5 输出 DXF/DWG	289
10.6 转换输出后可能存在的问题	290
10.7 小结	291
10.8 思考与练习	291
附录 1	292
附录 2	293
附录 3	294
附录 4	295

第1章 绪 论

【内容提要】

本章主要介绍工程制图的概念、常见的二维制图软件。

【学习重点】

了解相关的背景知识。

1.1 为什么要学习工程制图

日常生活中，人们常通过语言或文字表达自己的思想，但用语言与文字表达产品的设计意图和实施方案时就显得比较苍白。由于工程图样同时具有直观性、形象性和逻辑性等特点，因此它成为现代工业中，特别是在工程界表达设计思想、交流技术经验的重要工具，也因此被誉为“工程界的语言”。例如，图 1-1 是电子线路的设计图样，图 1-2 是房屋楼梯的设计图样，图 1-3 是阀体(部分)的设计图样。

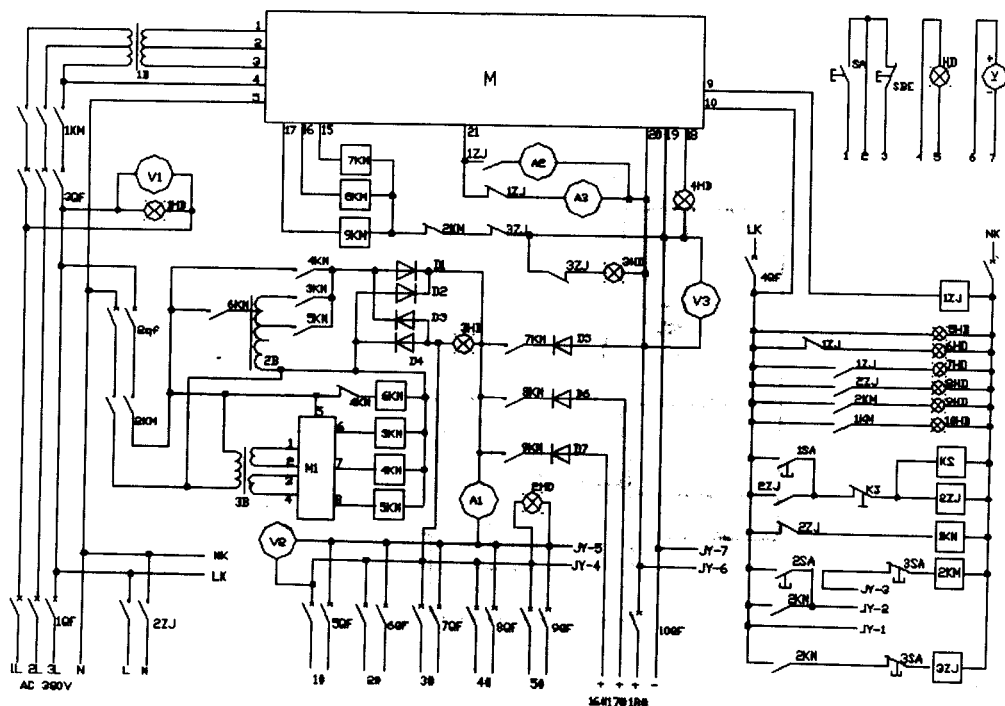


图 1-1

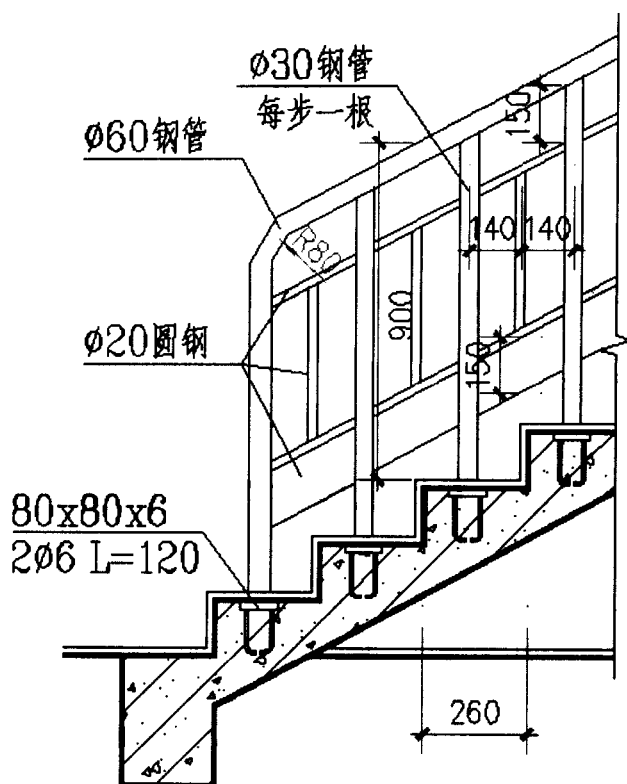


图 1-2

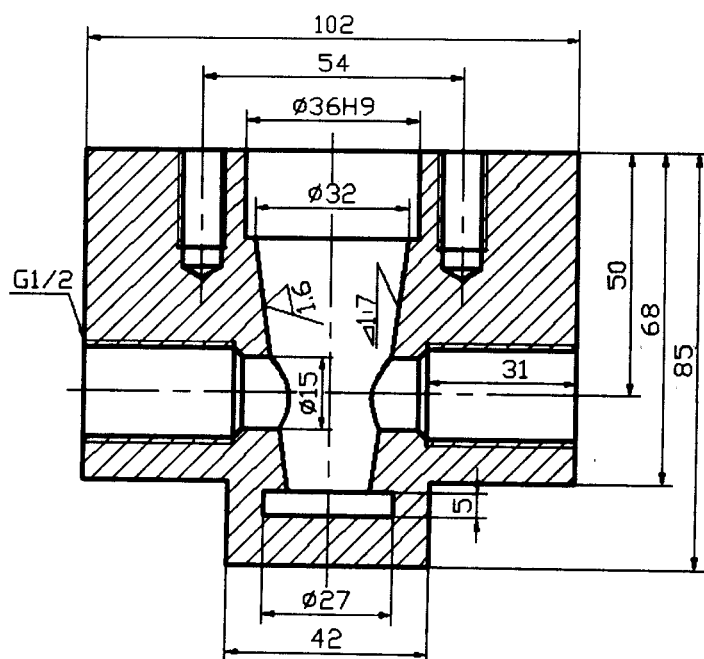


图 1-3

既然工程图样是工程上用来表达和交流技术思想的重要工具，作为一个工程技术人员，就必须掌握工程图样这门语言。

1.2 如何学习工程制图

要掌握工程图样这门语言，就要掌握一定的工程制图理论、相关的国家标准，除此之外，还必须有严谨的工作作风和丰富的实践经验。

没有理论基础，很难绘制出正确的工程图，也不能正确、深入地理解工程制图软件的功能。不了解相关的国家标准，很难绘制出规范的工程图。而且由于图样在生产、科研中起着很重要的作用，因此要求所绘制的图样不能有误，读图时也不能看错，否则会造成重大的经济损失，甚至威胁人的生命。所以在绘制工程图样时，必须一丝不苟、严谨细致，严格遵守国家标准《机械制图》的有关规定。

要快速准确地绘制工程图还必须有丰富的实践经验。绘图和读图能力的培养以及空间想象能力、空间构形能力、空间分析能力的提高，都始终离不开实践，只有通过一系列的绘图和读图实践，不断由物画图、由图想物，分析和想象空间形体与图形之间的对应关系，才能在实践中逐步理解和掌握基本理论及基本作图方法，逐步提高空间想象能力、空间构形能力和空间分析能力。

学习使用工程图样的有效方法是先学习一些基本的理论知识，如投影原理，点，直线，平面的投影以及相关的国家标准，应该使用工程图样，边学边用，边用边学，并根据实际需要进一步学习相关的制图理论与国家标准。随着实践经验的慢慢积累，就会更容易理解与掌握制图理论和国家标准。

随着计算机技术的发展，CAD 这个名词越来越流行。CAD(Computer Aided Design)的含义是指计算机辅助设计，即工程技术人员以计算机为工具，对产品和工程进行设计、绘图、分析并编写技术文档，它是计算机技术的一个重要应用领域。在 CAD 软件出现之前，人们是通过手工方式绘制工程图样的。但随着 CAD 软件产品的开发、推广和应用，人们注意到通过 CAD 软件不仅可以提高绘图效率和精度，方便后期的编辑修改以及文件的保存、传递和再利用，而且可以使绘图、出图工作更加科学化、规范化、标准化，更容易做到与国际接轨，所以目前国内外的大部分企业基本上甩掉图板而采用 CAD 软件。因此，为更好地使用工程图样，还必须掌握一种绘制工程图样的 CAD 软件。

1.3 CAD 软件简介

CAD 软件可分为两大类：二维 CAD 软件以及三维 CAD 软件。

二维 CAD 软件已经相当成熟，在我国，比较流行的微机版 CAD 软件主要有美国的

AutoCAD 以及国内自主研发的 CAD 软件。

AutoCAD 软件是一个优秀的计算机辅助设计软件,是由美国 Autodesk 公司推出的既能在微机,又能在工作站上运行的 CAD 软件。经过二十多年的发展,该软件功能越来越强,已经广泛应用于机械、电子、建筑、纺织、地理、航空等领域,成为全球最为通用的二维制图软件,它的存储格式 dwg/dxf 已经成为事实上的工程图形交换标准,几乎所有的 CAD 软件都可以导入或导出该格式的文件。

国内自主研发的二维 CAD 软件主要有北航海尔 CAXA/EB、清华同方 OpenCAD 和 MDS2000、华中 InteCAD、开目 CAD、中科院凯思博宏 PICAD 和大恒 HMCAD 及浙大大天 GS-ZDDS 等。由于这些软件的价位相对较低,且对国标有着良好的支持,因此在国内也占有越来越大的市场份额。值得一提的是,ZDDS 软件与 AutoCAD 绘图方式有较大的区别,该软件采用参数化绘图方式,由尺寸驱动图形,即修改尺寸后,对应的几何图形会自动发生改变。这种参数化绘制二维图形的方式常称为草图方式,在草图方式下,作图时不需要输入准确的尺寸,而只需先绘制出大致形状的几何图形,然后再进行几何约束与尺寸约束,即可获得具有准确尺寸的图样。

三维 CAD 软件,如 CATIA、Unigraphics、Pro/E 及 SolidWorks 等,主要用于绘制三维的实体模型,但它们还往往集成了数控加工(CAM)、工程分析(CAE)模块,充分利用这些三维 CAD 软件可以大大缩短产品的设计周期。但一方面由于三维 CAD 软件价格昂贵,另一方面由于数据接口等原因,目前的普及率还远低于二维 CAD 软件,人们之间的交流大多还采用工程图样。三维 CAD 软件可以根据所创建的实体模型自动生出工程图样,当然也可以利用三维 CAD 软件的曲线模块绘制工程图纸。

1.4 本书的编排与使用指南

本书分为三个部分:第一部分介绍制图的基本理论;第二部分介绍最为流行的二维 CAD 软件——AutoCAD 软件的使用方法;第三部分介绍从三维 CAD 软件中生成工程图的方法。对其中的任何一部分展开介绍都将至少是一本厚厚的手册,这是本书所不能够涵盖的。本书只介绍最基本的理论与最常用的功能,掌握这些理论与功能,应能够满足日常需求。更多的制图理论、国家标准与功能解释请参阅相关的资料与专著。

需要说明的是,由于 CAD 软件的普及以及国内企业基本甩开图板用 CAD 软件绘制工程图的事实,本书不再讲述徒手绘图的方式,因此在学习第一部分时,最好能对 CAD 软件有一定的了解,比如如何在 CAD 软件中绘制直线、圆,如何修改图形等。建议初学者先学习本书第 5、第 6、第 7、第 8 章的内容,然后根据第 9 章的实例,依样画葫芦地在 AutoCAD 中操作一次,以获得一些实际绘图的经验,再来学习制图理论部分。

1.5 小 结

本章介绍了工程图的作用，学习工程制图的基本方法，以及目前常用的 CAD 软件，最后介绍了本书的编排特点与使用方法。