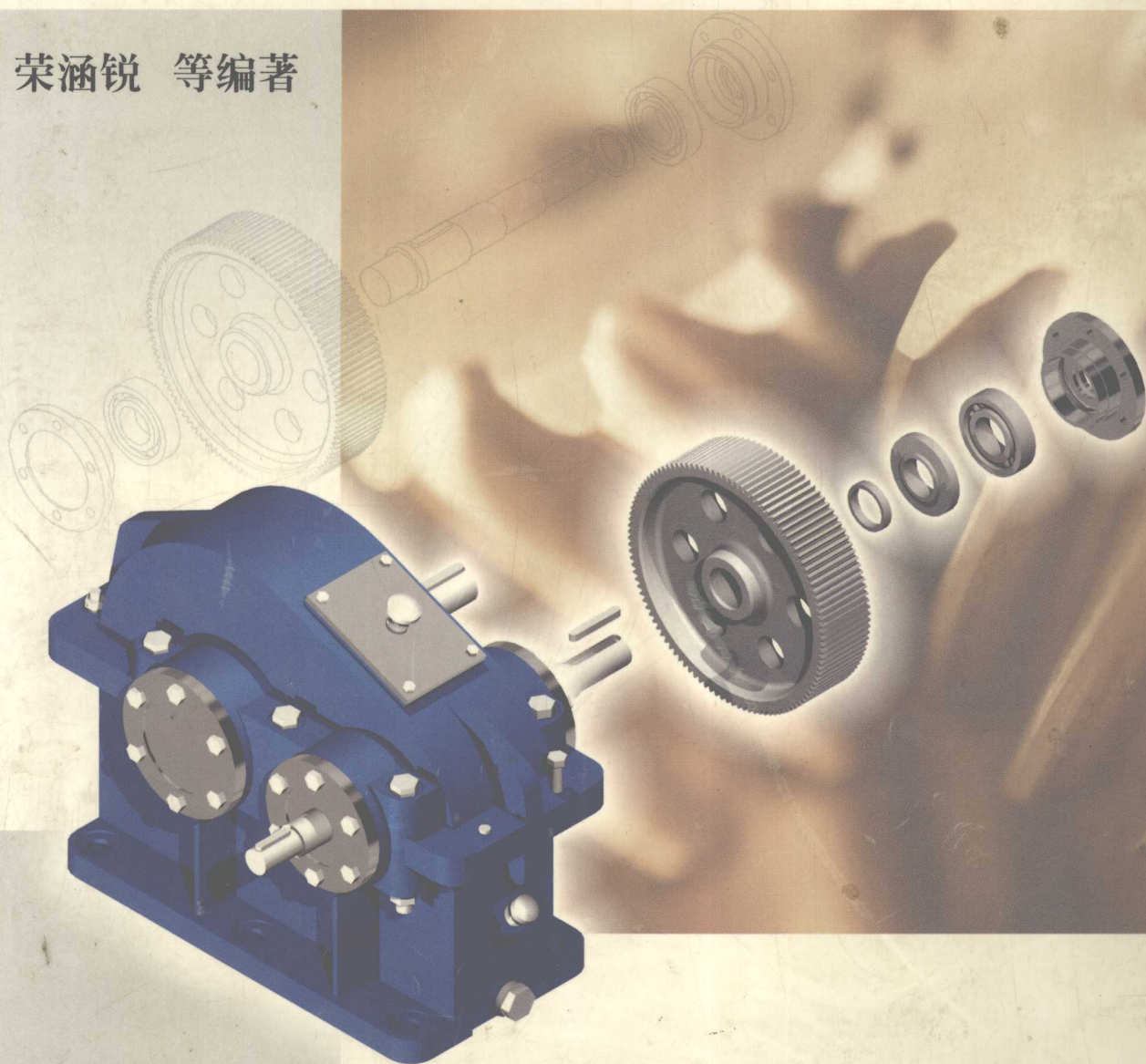


机械设计CAD技术基础

—AutoCAD 2004

第2版

荣涵锐 等编著



哈尔滨工业大学出版社



TH122

407

机械设计 CAD 技术基础

——AutoCAD 2004

第2版

荣涵锐 等编著

哈尔滨工业大学出版社

哈尔滨

内 容 简 介

企业的竞争力来源于产品,产品的竞争力来源于设计创意和能实现设计创意的设计工具、设计手段。CAD 是当今时代最能实现设计创意的设计工具、设计手段,是现代设计方法之首,推动了一切领域的设计革命。

本书为普及 CAD 而编写,介绍了以 AutoCAD 2004 为平台的二维机械 CAD 的基础知识,强调 CAD 工作方式,突出高级工具和 Internet 上的资源共享。

作者长期从事机械设计和机械设计 CAD 教学工作,对机械设计和机械设计 CAD 技术的应用有较深刻的理解。本书强调 CAD 在机械设计中的应用,不仅介绍那些经过筛选并为机械设计所常用的 CAD 命令,而且按照机械设计的方法和步骤对它们进行有机组合,以形成机械设计 CAD 的应用能力。本书以结构设计为主线,将机械传动装置设计贯穿全书,把减速器设计内容分解到各个小节中,还另辟一章从部件设计角度介绍了 CAD 应用过程,强调技能训练和设计能力培养,突出应用性和综合性。

本书可作为高等工科学校机械类本、专科学生和研究生教材,也可作为广大工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计 CAD 技术基础:AutoCAD 2004/荣涵锐等编著.—2 版.
—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004.1

ISBN 7-5603-1340-X

I.机… II.荣… III.机械设计:计算机辅助设计—应用软件,
AutoCAD 2004 IV.TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 126866 号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区教化街 21 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

印 刷 肇东粮食印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 18.25 字数 441 千字

版 次 2004 年 1 月第 2 版 2004 年 1 月第 3 次印刷

书 号 ISBN 7-5603-1340-X/TH·67

印 数 7 001~12 000

定 价 24.80 元

第2版前言

CAD 技术将计算机高速的数据处理和海量的存储能力,与人的逻辑判断、综合分析、创造性思维能力相结合,在加速新产品开发、缩短设计制造周期、提高产品质量、降低成本、增强市场竞争力、提升企业创新能力上起到了重要的作用。可以说 CAD 技术是企业生存和发展不可缺少的手段,是企业进入世界市场的入场券。

美国人认为,CAD/CAM 是对 20 世纪影响最大的 10 项先进科学技术之一,而且,早已把 CAD 作为主要的设计工具。据资料介绍,新产品上市时间推迟 6 个月,企业利润减少 $1/3$;而在美国,一些制造业在 10 年前就已经做到了“三个三”,即产品的生命周期为 3 年,产品的制造周期为 3 个月,产品的设计周期为 3 个星期,从而,争得丰厚的利润。

目前,我国大中型企业产品的平均生命周期为 10.5 年,平均开发周期为 18 个月,产品开发周期长、质量不高、竞争力差。其原因之一是,我国的设计工具、手段、思维方式还停留在传统图板设计阶段,而 CAD 刚刚开始普及。

本书是为在我国普及 CAD 应用技术和满足在工科大学本、专科学生、研究生中普及 CAD 技术的要求,为适应老工程技术人员更新知识结构的需要而编写的。

本书是作者多年 CAD 教学和科研的总结。荣涵锐长期在哈尔滨工业大学从事机械设计和机械设计 CAD 教学,对机械设计过程和机械设计 CAD 技术的应用有较深刻的理解,在教学上做出了有益的工作,曾获得 1993 年国家级教学成果一等奖和 2002 年全国普通高等学校优秀教材一等奖。

本书自 1998 年出版以来,CAD 应用发生了很大变化:① 我国在二维 CAD 的普及上已经取得很大进展,大企业基本普及了二维 CAD,基本实现了甩掉图板的目标。② 机械设计、机械制图标准更加趋向国际化。③ Internet 得到飞速发展,已经成为设计师一刻都离不开的获得设计信息的有效工具。④ AutoCAD 软件又更新了 4 个版本,由 AutoCAD R14、AutoCAD 2000、AutoCAD 2000i、AutoCAD 2002 到 AutoCAD 2004。与 AutoCAD R14 相比,AutoCAD 2004 不仅界面发生了很大变化,而且也在 Web 化,逐渐适应 Internet 环境下的设计工作,因为大家都意识到,下一代的 CAD 软件必然是 Web 化的软件。

本次修订继承了 1998 年版《机械设计 CAD 技术基础》的编写思路,强调 CAD 在机械设计中的应用,不仅介绍经过筛选并为机械设计所常用的 CAD 命

令,而且按照机械设计的方法和步骤对它们进行有机组合,以形成机械设计 CAD 的应用能力。本书以结构设计为主线,将机械传动装置设计贯穿全书,把减速器设计内容分解到各个小节中,还另辟一章又从部件设计角度介绍了 CAD 应用过程,强调技能训练和设计能力培养,突出应用性和综合性。

本书以 AutoCAD 2004 为平台,作了大幅度的修改,除了基本绘图命令和编辑命令外,重写了大多数章节,增加了 CAD 思维方式和工作方式、设计中心、特性面板、工具选项板、CAD 标准、外部参照、图形的超链接、在 Internet 上打开和保存图形文件、图形文件的电子传递、DWF 电子图形文件、图形文件的网上发布、通信中心、浏览 Web 等内容。

全书共分 11 章,第 1 章机械设计 CAD 概述,第 2 章 AutoCAD 绘图环境,第 3 章常用绘图命令,第 4 章图形编辑,第 5 章剖面图案填充,第 6 章文本,第 7 章尺寸标注,第 8 章图块与外部参照,第 9 章部件设计,第 10 章高级工具,第 11 章 Internet 上的资源共享。

机械设计 CAD 技术基础课作为机械设计课的后续课,可安排 80 学时(讲授 40 学时,上机 40 学时)组织教学,并在课程设计中安排 100 机时的上机,应用 CAD 技术完成一般机械传动装置的设计。通过以上两个阶段的学习和训练,学生可初步掌握机械设计 CAD 技术的应用。

本次修订由荣涵锐主笔,荣毅虹、夏宇宏、邓洪财、荣毅、王彩霞参加了有关工作。

在本书编写过程中得到哈尔滨工业大学机械设计教研室同仁的关心和支持,得到哈尔滨工业大学出版社黄菊英同志的督促和支持,在此一并表示感谢。

限于作者水平,书中不足和疏漏之处在所难免,恳请批评指正。

作者

2003 年 7 月

第 1 版前言

机械设计是“设计—评价—再设计”反复迭代、不断完善的过程。传统的人工设计周期长,不能适应激烈竞争的市场经济需要。因而,缩短设计周期、提高设计质量、降低设计成本已成为机械设计中亟待解决的问题。CAD 技术的出现,使这些问题的解决成为现实。目前,世界各国都把发展 CAD 技术作为重要的战略目标。从某种意义上讲,CAD 技术已成为一个国家科学技术现代化和工业现代化的标志。

我国的 CAD 技术从总体上看,与发达国家还存在着较大差距。但幸运的是,我们已充分认识到这一点。早在 1991 年江泽民总书记就对应用 CAD 技术的意义作过十分精辟的论述:“计算机辅助设计,推动了,几乎一切领域的设计革命……”当时的国家科委主任宋健提出了“到 2000 年甩掉图板”的目标。国家科委等有关部委组织开展“CAD 应用工程”。目前,我国 CAD 技术已得到较快的发展。

对广大工程技术人员进行 CAD 技术培训和在高等学校开设 CAD 技术课程,无疑是开展 CAD 技术应用工程的重要环节。作者长期从事机械设计与机械设计 CAD 教学工作,对机械设计过程和机械设计 CAD 技术的应用有较为深刻的理解。本书是作者在总结多年机械设计 CAD 教学体会的基础上编写的,书中主要介绍了机械设计 CAD 的基础知识。全书以机械设计中的主要工作——设计计算和结构设计为主要内容,将机械传动装置设计贯穿全书,强调技能训练和设计能力培养,突出应用性和综合性。本书还以圆柱齿轮减速器设计为题,将圆柱齿轮减速器的设计分解到每一小节中,在最后一章又从部件设计角度进行了归纳总结。本书以 AutoCAD R14 为绘图软件是基于以下几点考虑:① AutoCAD R14 能满足一般机械装置设计的需要(包括汉字输入);② AutoCAD 实现了向 Windows/Objects/Web 的战略转移,体现了世界 CAD 技术发展的趋势;③ 目前全球有 5 万所院校讲授 AutoCAD,每年有 100 多万学生学习 AutoCAD、980 个 AutoCAD 培训中心和 300 多万注册用户。AutoCAD 广泛流行,随处可见,已成为沟通全世界产品设计的工程语言。在全球经济一体化的今天,学习和使用 AutoCAD,有利于国际间的经济技术交流与合作,便于走向国际市场。机械设计 CAD 技术基础课作为机械设计课的后续课,可按 80 学时(讲授 40 学时,上机 40 学时)组织教学,并在课程设计中安排 100 机时的上机,应用 CAD 技术完成圆柱齿轮减速器的设计。通过以上两个阶段的学习

和训练,学生可初步掌握机械设计 CAD 技术的应用。

本书由荣涵锐(第一~三、六~十章)、荣毅虹(第四、五章)编著,全书由荣涵锐统编定稿。

在本书编写过程中得到哈尔滨工业大学机械工程系教学指导委员会和机械设计教研室的关心和支持,哈尔滨工程大学、哈尔滨理工大学、东北林业大学等兄弟院校机械设计教研室的老师对本书的编写提出了宝贵的意见,哈尔滨工业大学出版社黄菊英同志对本书的出版给予大力支持,在此作者一并表示感谢。

限于作者水平,书中错误和不周之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

1998 年 6 月

目 录

第 1 章 机械设计 CAD 概述	(1)
1.1 CAD 的发展和应用	(1)
1.2 Autodesk 与 AutoCAD 简介	(2)
1.3 CAD 工作方式	(3)
1.4 AutoCAD 可以完成的设计任务	(7)
第 2 章 AutoCAD 绘图环境	(10)
2.1 启动与退出	(10)
2.2 界面	(10)
2.3 坐标系	(14)
2.4 图形数据查询	(18)
2.5 对象捕捉	(21)
2.6 自动追踪	(26)
2.7 图层、颜色、线型	(33)
2.8 图形显示	(46)
2.9 文件操作命令	(47)
2.10 建立样板图	(53)
第 3 章 常用绘图命令	(55)
3.1 绘图命令概述	(55)
3.2 line 命令	(56)
3.3 circle 命令	(60)
3.4 arc 命令	(63)
3.5 ellipse 命令	(66)
3.6 rectang 命令	(69)
3.7 polygon 命令	(70)
3.8 point 命令	(71)
3.9 polyline 命令	(74)
3.10 spline 命令	(76)
3.11 xline 命令	(79)
第 4 章 图形编辑	(80)
4.1 图形编辑概述	(80)
4.2 编辑对象的选择	(80)
4.3 erase、undo、redo、cancel 命令	(87)
4.4 trim 命令	(87)

4.5	break 命令	(90)
4.6	extend 命令	(91)
4.7	stretch 命令	(92)
4.8	move 命令	(95)
4.9	rotate 命令	(97)
4.10	scale 命令	(99)
4.11	copy 命令	(101)
4.12	mirror 命令	(103)
4.13	offset 命令	(104)
4.14	array 命令	(109)
4.15	chamfer 命令	(113)
4.16	fillet 命令	(116)
4.17	pedit 命令	(118)
第 5 章	剖面图案填充	(121)
5.1	边界图案填充对话框	(121)
5.2	绘制剖面线的一般过程	(125)
5.3	剖面线的编辑	(127)
第 6 章	文本	(130)
6.1	文字样式的设置	(130)
6.2	文本输入	(133)
6.3	文本编辑	(142)
6.4	文本显示	(143)
第 7 章	尺寸标注	(145)
7.1	标注样式设置	(145)
7.2	标注方法	(154)
7.3	公差标注	(167)
7.4	编辑标注	(174)
7.5	标注的关联性	(176)
第 8 章	图块与外部参照	(178)
8.1	块的生成	(178)
8.2	块的插入	(180)
8.3	块的属性	(182)
8.4	块的应用实例	(183)
8.5	附着外部参照	(190)
8.6	外部参照管理器	(193)
8.7	剪裁外部参照	(194)
8.8	绑定	(196)
8.9	外部参照的编辑与更改信息	(200)

第 9 章 部件设计	(201)
9.1 部件设计概述	(201)
9.2 轴承部件的结构设计	(204)
9.3 输出轴部件设计实例	(206)
第 10 章 高级工具	(217)
10.1 设计中心	(217)
10.2 特性面板	(229)
10.3 工具选项板	(232)
10.4 CAD 标准	(236)
第 11 章 Internet 上的资源共享	(245)
11.1 图形的超链接	(245)
11.2 在 Internet 上图形文件的打开和保存	(250)
11.3 图形文件的电子传递	(252)
11.4 DWF 电子图形文件	(259)
11.5 图形文件的网上发布	(269)
11.6 通信中心	(277)
11.7 浏览 Web	(280)
参考文献	(281)

第1章 机械设计 CAD 概述

1.1 CAD 的发展和应用

机械设计是根据市场需求,利用科学原理、技术理论和想像力,给出具有特定功能和最佳经济效益的机械或机器的工程描述的过程。在多数情况下,机械设计过程要反复进行修改,不仅仅是在设计计算和结构设计过程中要反复修改,而且还要根据在制造、安装、销售、使用、维护等环节中反馈回来的大量信息,对设计进行修改。显然,机械设计是一个“设计—评价—再设计”的反复迭代、不断优化的过程。在传统手工设计情况下,设计周期长。因而,设计者迫切希望实现某种程度上的设计自动化,以便缩短设计周期,降低设计成本,提高设计质量,这便是计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)的需求基础。

计算机辅助设计是随着计算机的硬件和软件的发展而形成的一门新技术。据美国国家工程科学院对人类 1964~1989 年 25 年间工程成就的评选结果, CAD 技术的开发应用是十大成就之一。

20 世纪 50 年代中期,计算机主要用于科学计算。60 年代初,美国麻省理工学院的 I. E. Sutherland 开发了在显示器上选取、定位图形要素和图层的技术,为 CAD 的交互式图形技术奠定了基础。同一时期,美国通用汽车公司和洛克希德飞机公司等,在 IBM 大型机上开发了 CAD、CAM 等机械设计与制造方面的软件。进入 80 年代,随着计算机,尤其是微机和计算机绘图技术的发展, CAD 技术在机械、电子、航空、航天、汽车、船舶、轻工、纺织、建筑等行业的应用越来越普遍。1993 年中国机械工程高级会员代表团赴美参加 AutoFACT93' 会议,并考察了美国 CAD 应用情况,在考察报告中说,据 SME 有关人士说,全美大公司中 80% 以上的设计工作已由 CAD 完成,中小公司中其比例也在 75% 以上。还说,虽然当前以二维图形为主,但是三维实体造型越来越受用户的青睐。从发展趋势看,三维实体造型代替工程图形的时代将会到来。据 2001 年的资料介绍,西方发达国家的企业 90% 以上的产品已使用 CAD 技术, CAD 软件商品化程度已很高。具有自动测量体形和“魔镜”功能的服装 CAD 早已实用化。产品和工程 CAD 已从二维绘图跃升为三维实体造型、动态仿真、体系结构综合分析等。美国已普遍采用三维实体造型。

CAD 技术所产生的经济效益是十分可观的。据 1988 年统计,国外 CAD 技术产业一年的销售额达到近百亿美元,其中机械 CAD 占 60%,到 80 年代中期,年增长率达到 20% 以上。据美国科学研究院工程技术委员会 1986 年的统计分析, CAD 技术所产生的经济效益是:① 降低工程设计成本 13%~30%;② 减少从产品设计到投产的时间 30%~60%;③ 产品质量的量级提高 2~5 倍;④ 减少加工过程 30%~60%;⑤ 降低人力成本 5%~20%;⑥ 增加产品作业生产率 40%~70%;⑦ 增加设备的生产率 2~3 倍;⑧ 增加工程师分析问题的广度和深度的能力 3~35 倍。

随着经济全球化和我国加入 WTO,企业间的竞争已无国界,并且更加激烈。在美国,一些机械制造业在 1990 年就已经做到了“三个三”,即产品的生命周期为三年,产品的制造周期为三个月,产品的设计周期为三个星期。而我国大中型机械制造企业正在生产的主导产品,平均生命周期为 10.5 年,平均开发周期为 18 个月,产品开发周期长,质量不高。因此,如何构造设计平台,不仅是设计技术问题,而且是影响企业生存的大问题。采用 CAD 技术已经是改造传统设计过程的必由之路,同时也是衡量一个国家科学技术现代化和工业化水平的重要标志。世界各国都把发展 CAD 技术作为战略目标,制订了很多由政府或工业界支持的发展规划。

我国 CAD 技术的研究及应用,始于 20 世纪 70 年代初,主要研究单位是为数不多的航空和造船工业中的大型企业和高等学校。到 80 年代后期,我国的 CAD 技术有了较大的发展,CAD 技术的优点开始为人们所认识。1991 年江泽民总书记曾对应用 CAD 技术的意义做了十分精辟的论述:“计算机辅助设计,推动了几乎一切领域的设计革命……”当时的国家科委主任宋健提出了“到 2000 年甩掉图板”的目标,国务院的有关部委开展了“CAD 应用工程”,旨在 2000 年使我国的 CAD 应用水平达到发达国家 20 世纪 80 年代末 90 年代初的水平。

2000 年末,CAD 应用工程已经普及 29 个省市、4 个行业、500 多个示范企业、3 000 多个重点应用单位;工程设计和机械企业的 CAD 应用普及率达到 90%以上,有 10 万家企业和设计院甩掉了图板。大企业起了带头作用,1999 年 8 月 30 日人民日报头版头条报道一汽集团的 CAD 应用已经达到 100%;国内各高校都开设了 CAD 课程;我国开发了一些具有自主知识产权的 CAD 软件,如 863 计划的金银花系列三维 CAD 软件;我国还颁布了一系列机械工程 CAD 制图规则。在我国已有一批企业在 CAD 应用方面取得了出色的成果,如北京第一机床厂采用 CAD/CAM 技术后,缩短产品设计开发周期 30%~50%,缩短制造周期 10%~20%,减少资金占用 10%以上;再如沈阳鼓风机厂通过应用信息技术,产品交货期从 18 个月缩短至 10~12 个月,设计生产能力由 29 台增加到 54 台,质量成本下降了 70.9%,并从 1995 年开始从世界同类行业排名的第十几位上升到第 6 位。

我国的 CAD 技术,从总体水平上看,虽然发展迅速,但与发达国家相比较,存在着较大的差距,应用水平相当于发达国家 20 世纪 90 年代初的水平。①在 CAD 软件的应用层次上,虽然二维 CAD 绘图已经普及,但是三维 CAD 的应用刚刚开始,采用三维造型系统的企业很少。②满足现状,对于 CAD 技术的长远发展的认识朦胧,对于 CAD 在用信息技术改造和提升制造技术中的作用认识不够。

1.2 Autodesk 与 AutoCAD 简介

机械设计 CAD 系统包括硬件和软件。应用软件是 CAD 的核心,决定着 CAD 系统的功能。商品化的绘图软件很多。在微机上应用的有 AutoCAD、CADkey、PD(Personal Design)、Micro-Station、3DSMAX 等。其中以 AutoCAD 应用最为广泛。

Autodesk 公司,是全球最大的软件公司之一,是微软的三大合作伙伴之一,是世界领

先的设计软件和数字媒体公司,是全球前5大微机软件公司中惟一深入而广泛涉及工程技术设计和服务的全球软件公司。

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司于 1982 年开发的微机绘图软件,到 2003 年的 AutoCAD 2004 版本,已升级 18 次,平均一年更新一次,升级速度很快。经过多次升级,其功能越来越强,体现了 CAD 技术的发展趋势,因而用户越来越多,是世界上流行最广的图形软件,也是我国应用最广的图形软件。AutoCAD 有 19 种不同语言的版本,遍布全球 150 多个国家和地区,注册用户 400 万;1999 年中国正版装机量 3.5 万。

美国 Autodesk 公司的产品,除了 AutoCAD 外,还有涉足于建筑、地图、土地规划、基础设施和机械制造业、媒体等 10 个行业。著名的三维动画软件 3DSMAX 是该公司的产品。

在 AutoCAD 发展历程中,从 R12 开始向 Windows 过渡,到 R14 已经是 Windows 时代成熟的作品;从 2000i 开始向 Internet 过渡,2000i 中的 i 字就是 Internet,到 2004 已经完成向互联网应用体系的全面升级。

AutoCAD 2004 与它的前一版本 AutoCAD 2002 相比,在速度、数据共享和软件管理方面有着显著的改进和提高。其中,速度比 AutoCAD 2002 提高 24%,网络性能提升了 28%,.dwg 文件大小平均减小 44%,可将服务器磁盘空间要求减少 40%~60%。在数据共享方面,AutoCAD 2004 采用改进的 DWF 文件格式——DWF 6,支持在出版和查看中安全地进行共享;并通过参照变更的自动通知、在线内容获取、CAD 标准检查、数字签字检查等技术为用户提供了方便、快捷、安全的数据共享环境。

Autodesk 公司一贯非常重视中国市场,把中国市场放在其全球战略高度的地位,广泛地与国务院各部委、国家级大企业、国家重点高校建立合作关系。

1.3 CAD 工作方式

习惯了在传统的图板上的一笔一笔地绘图的人,当使用 CAD 进行绘图时,要及时改变工作方式和思维方式。只有思维方式和工作方式适应 CAD 后,才能获得 CAD 应有的效率、速度、质量。

1. 建立坐标的概念

在图板上绘图时,点的位置是靠有刻度的丁字尺、三角板来确定的。

在 AutoCAD 中,点的位置是由坐标来确定的,所有的几何图形都是置于坐标系下的。在作图时,通过输入点的坐标来输入点;在读图时,通过查询可以获得点的坐标。在使用 AutoCAD 进行机械设计时,要建立坐标的概念。

2. 建立 CAD 标准的概念

标准的制订和颁布是普及的标志。“符合标准”是进入市场的通行证。设计不仅是为自己的,更是为他人、为市场的。一个好的设计必须符合标准。

对于机械制图,国家早已颁布了标准。随着二维 CAD 的普及,国家又颁布了机械工程 CAD 制图规则(GB/T 14665-1998),对于图层名称、线型、颜色进行了规定。因此,在用 AutoCAD 进行二维 CAD 设计时,除了贯彻执行机械制图标准外,还应贯彻执行机械工程 CAD 制图标准。

AutoCAD 2004 提供了优秀的 CAD 标准工具,不仅能建立对于图层、线型、文字样式、尺寸标注样式四方面的标准文件(.DWS),而且可以检查其是否符合标准,当不符合标准时,将会在状态栏托盘处发出警告,并可以自动纠正错误。

AutoCAD 2004 还在 Template 路径下,提供了符合我国技术制图的图纸幅面和格式标准(GB/T 14689 - 1993)的 GB 样板图。

3. 修改错误的方式

CAD 中的修改图形错误是一个全新的概念。

在手工绘图时,如果要去掉某个图形,那么只好用橡皮一段一段地擦,而在 AutoCAD 中,使用 erase 命令可以一下子就删除这个图形。假如擦错了,在手工绘图时,只好重新一笔一笔地画出来,而在 AutoCAD 中,则可以用 undo 命令取消错误的删除操作,使被删除的图形得以恢复。

若要改变某个图形的位置,在手工绘图时,只能先擦掉,然后再重新画出来,而在 AutoCAD 中,可以用 move 命令,很容易把图形从一个位置移动到另一个位置。例如,当键距离轴端较远时,可通过移动图中普通平键连接的位置来解决(图 1.1)。

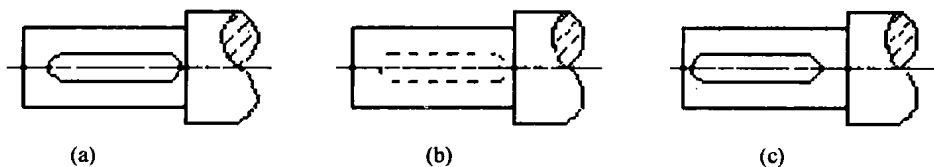


图 1.1 移动平键的位置

使用 stretch 命令,可伸长或缩短局部图形的长度。例如,当窥视孔的长度不够时,可伸长其长度(图 1.2)。

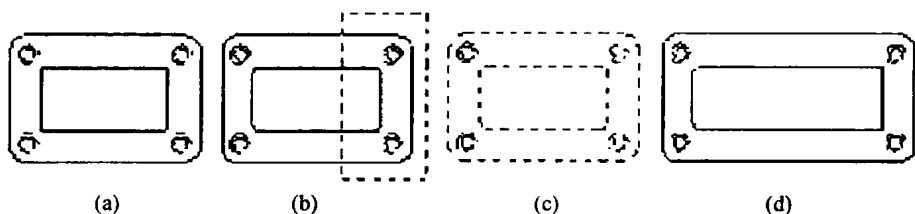


图 1.2 伸长窥视孔长度

使用 rotate 命令,可以旋转某个图形的角度。例如,当错误地把轴承端盖的连接螺栓放在剖分面上时,旋转 30° ,即可避开剖分面(图 1.3)。

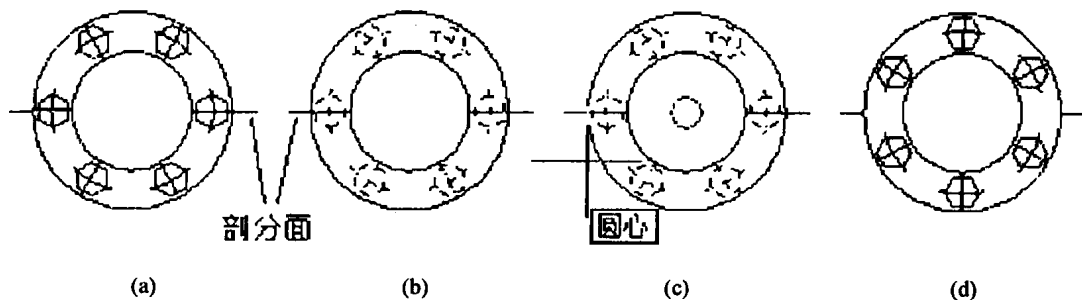


图 1.3 旋转连接螺栓

4. 复制

重复使用(reuse)是工程上十分重要的思想。凡是能重复使用的,就不必重新设计。重复使用可以大大减轻计算与绘图的工作量,简化设计程序,缩短设计周期,提高设计质量。在 AutoCAD 中,有许多重复使用的手段,复制是重复使用的基本手段之一。

凡是有对称轴的图形(例如,齿轮、轴承、轴承盖、密封件、轴承部件)都可以用 mirror 命令进行镜像复制。例如,对于有辐板孔的齿轮,只需绘制 1/4 齿轮,经 2 次镜像复制,即可得到完整的齿轮(图 1.4)。

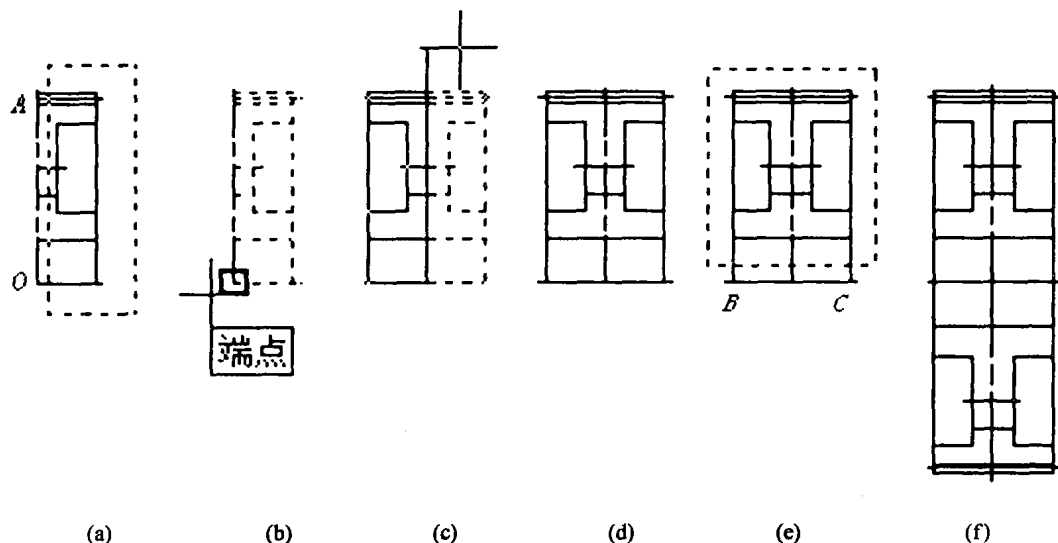


图 1.4 镜像复制

凡是有规律分布的螺栓、螺栓孔、螺纹孔等,都可以用 array 命令进行阵列复制。例如,轴承盖上的螺栓孔、连接螺栓可用环形阵列(图 1.5)。

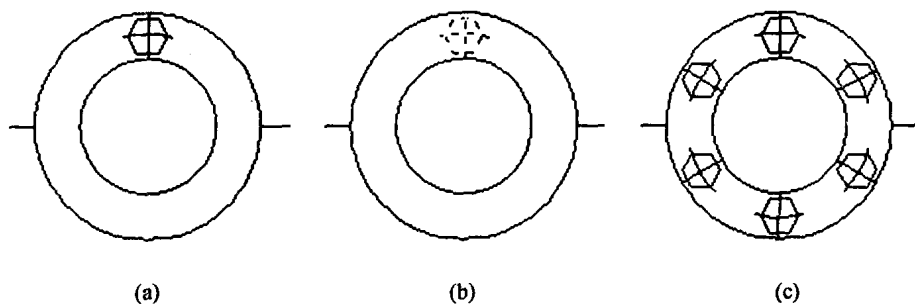


图 1.5 环形阵列

凡是相似形,如同心圆、圆形法兰盘、矩形法兰盘等,都可以用 offset 命令进行偏移复制。例如,偏移复制有圆角的矩形法兰盘(图 1.6)。

5. 图块

图块(block, 一组图形)也是重复使用的基本手段之一。凡是常用的图形(例如,粗糙度符号、标题栏等)都可以做成图块,凡是标准件都使用现成的,只设计不常用的、非标准

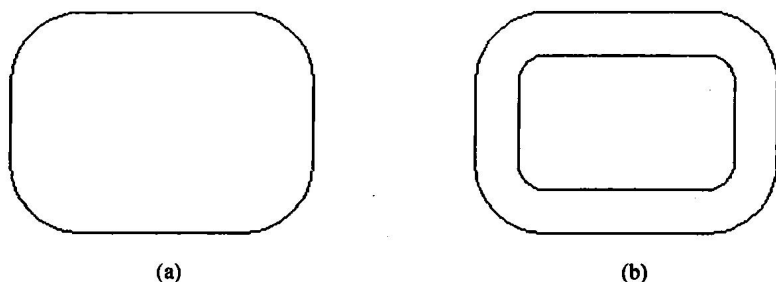


图 1.6 偏移复制

的零件,将大大提高设计速度和设计质量,降低设计成本。

在新产品设计中,要求至少有 60% 的零件是采用已有的设计结果,使设计、制造成本大幅度下降。

例如,在一级圆柱齿轮减速器中,大约有 20 多种、80 多个零件。其中非标准件有大小齿轮、高低速轴、机盖和机座,以及套筒、挡油板等 11 个;在标准件和通用件中,各种螺栓、螺母 44 个,弹簧垫圈 6 个,轴承 4 个,键 4 个,圆柱销 2 个,轴承盖 4 个,调整垫片多片,油标、油塞各 1 个,窥视孔盖 1 个,通气器 1 个,合计 64 个。非标准件占零件总数的 15% 左右,标准件和通用件占 85% 左右。

标准件不仅可做成图块,而且还可建成标准件图库,只需拖动,即可插到安装位置(图 1.7)。

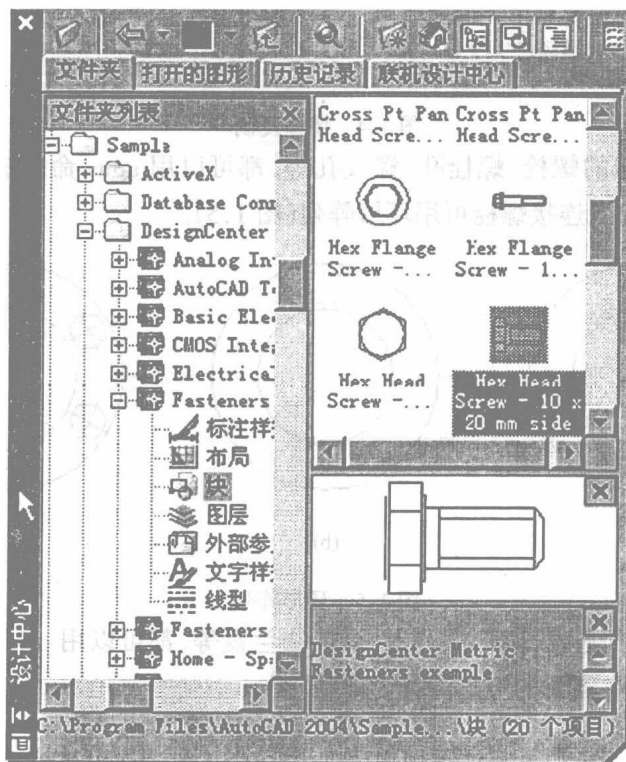


图 1.7 标准件图库

6. 外部参照

当今时代,设计工程都是由团队完成的,团队协作或分工合作是必然的,任何人都要与他人的工作相衔接,都需要他人的设计图形。

AutoCAD 的外部参照(reference)、密码保护和数字签名,就是为适应在 Internet 下团队工作而提出的。

外部参照是当前文件共享其他图形文件信息的有效方式。外部参照可插入到图形中的指定位置,以便检查两图的衔接,也可以从外部参照开始绘图。插入的外部参照只是被链接到当前图形中,插入外部参照的当前图形文件的大小并没有显著增加。

AutoCAD 2004 提供了插入外部参照更改通知功能,显示被更改的参照文件名及更改者,只需选择通知中的文件,重新加载,即可保证使用的外部参照始终与源图形文件一致。

使用密码可以保护自己的文件。

带有电子签名的文件是经过批准的具有法律效用的,可让使用者放心。一旦文件被修改,数字签名自动消失。

数字签名时,从授权者那里获得的数字证书(ID)随安全级别而异。每个数字 ID 都是惟一的,由名称、序列号、有效期、其他信息组成。设计完成后,公司的批准人(例如首席工程师)审查后,将用他的数字签名在图形上加盖戳记,并将图形发给需要的人。

总之,在进行计算机辅助设计时,不仅要明白 CAD 是机械设计的重要组成部分,是离不开的助手;而且还要及时改变自己的思维方式和工作方式,以适应 CAD。在应用计算机辅助设计技术时要区分开,哪些工作计算机能做,哪些工作计算机不能做。凡是计算机能做的工作,都应让计算机去做。人只作计算机不能做的事情。

1.4 AutoCAD 可以完成的设计任务

使用 AutoCAD 进行二维图形设计、三维实体设计、CAD 技术的 Internet 化,这只是 AutoCAD 提供的可以直接使用的功能。

AutoCAD 还提供了软件开发工具 Visual LISP 语言,用户使用 Visual LISP 语言,可以开发专业性很强、而面很窄的专业设计软件。

使用 AutoCAD 还可以完成三维实体设计,可以添加材料、灯光,进行渲染,得到真实照片感的图片(如生成本书封面上的圆柱齿轮减速器),还可以用三维实体模型直接生成二维视图,且二维图形与三维实体尺寸相关。

本书仅介绍使用 AutoCAD 完成一般机械设计工作,包括 CAD 技术的 Internet 化。具体说,使用 AutoCAD 可以完成齿轮减速器装配图的全部内容,包括视图、尺寸标注、公差配合、表面粗糙度、技术要求、零件编号、明细表和标题栏等。图 1.8 和图 1.9 分别为用 AutoCAD 绘制的齿轮减速器装配图(A0 幅面)和齿轮零件图(A3 幅面)。