



普通高等教育  
电气工程与自动化类  
“十一五”规划教材

Introduction to Automation

# 自动化概论

赵曜 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



全彩  
印刷

# 自动化概论

Introduction to Automation

主 编: 赵 曜

副主编: 汪道辉

参 编: 苏 敏 孙 衢 曾晓东 黄学梅

主 审: 谢克明

机械工业出版社

本书是关于自动化的一本入门书，全面介绍自动化的基本概念、发展历程、发展趋势、核心内容、典型应用及应用热点。本书既可用作高校自动化专业的“专业概论”课教材，也可用作其他专业的自动化入门课教材，还可作为科普读物，供广大自动化爱好者参考。

全书的编写通俗易懂，深入浅出，图文并茂，突出应用，突出物理概念，通过大家熟悉的例子来阐述自动化及自动控制的基本原理和基本思想，并在内容上立足全球，力求反映自动化的最新技术、当前的水平和发展趋势。

本书配有免费电子课件，欢迎选用本书作教材的老师登录 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 注册下载或发邮件到 [wbj@cmpbook.com](mailto:wbj@cmpbook.com) 索取。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

自动化概论/赵曜主编. —北京: 机械工业出版社, 2009. 3  
普通高等教育电气工程与自动化类“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-111-26550-4

I. 自... II. 赵... III. 自动化技术—高等学校—教材 IV. TP2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 037048 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王保家 责任编辑: 王保家 姚光明

责任校对: 张玉琴 责任印刷: 杨 曦

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2009 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14.25 印张 · 349 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-26550-4

定价: 42.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换  
销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)88379727

封面无防伪标均为盗版

# 全国高等学校电气工程与自动化系列教材 编审委员会

主任委员 汪樵生 浙江大学

副主任委员 (按姓氏笔画排序)

王兆安 西安交通大学

王孝武 合肥工业大学

田作华 上海交通大学

刘 丁 西安理工大学

陈伯时 上海大学

郑大钟 清华大学

赵光宙 浙江大学

赵 曜 四川大学

韩雪清 机械工业出版社

委 员 (按姓氏笔画排序)

戈宝军 哈尔滨理工大学

王钦若 广东工业大学

吴 刚 中国科技大学

张纯江 燕山大学

张晓华 哈尔滨工业大学

邹积岩 大连理工大学

陈庆伟 南京理工大学

夏长亮 天津大学

萧蕴诗 同济大学

韩 力 重庆大学

熊 蕊 华中科技大学

方 敏 合肥工业大学

白保东 沈阳工业大学

张化光 东北大学

张 波 华南理工大学

杨 耕 清华大学

陈 冲 福州大学

范 瑜 北京交通大学

章 兢 湖南大学

程 明 东南大学

雷银照 北京航空航天大学

# 序

随着科学技术的不断进步，电气工程与自动化技术正以令人瞩目的发展速度，改变着我国工业的整体面貌。同时，对社会的生产方式、人们的生活方式和思想观念也产生了重大的影响，并在现代化建设中发挥着越来越重要的作用。随着与信息科学、计算机科学和能源科学等相关学科的交叉融合，它正在向智能化、网络化和集成化的方向发展。

教育是培养人才和增强民族创新能力的基础，高等学校作为国家培养人才的主要基地，肩负着教书育人的神圣使命。在实际教学中，根据社会需求，构建具有时代特征、反映最新科技成果的知识体系是每个教育工作者义不容辞的光荣任务。

教书育人，教材先行。机械工业出版社几十年来出版了大量的电气工程与自动化类教材，有些教材十几年、几十年长盛不衰，有着很好的基础。为了适应我国目前高等学校电气工程与自动化类专业人才培养的需要，配合各高等学校的教学改革进程，满足不同层次、不同层次的学校在课程设置上的需求，由中国机械工业教育协会电气工程及自动化学科教育委员会、中国电工技术学会高校工业自动化教育专业委员会、机械工业出版社共同发起成立了“全国高等学校电气工程与自动化系列教材编审委员会”，组织出版新的电气工程与自动化类系列教材。这类教材基于“加强基础、削枝强干、循序渐进、力求创新”的原则，通过对传统课程内容的整合、交融和改革，以不同的模块组合来满足各类学校特色办学的需要。并力求做到：

1. 适用性：结合电气工程与自动化类专业的培养目标、专业定位，按技术基础课、专业基础课、专业课和教学实践等环节进行选材组稿。对有的具有特色的教材采取一纲多本的方法。注重课程之间的交叉与衔接，在满足系统性的前提下，尽量减少内容上的重复。

2. 示范性：力求教材中展现的教学理念、知识体系、知识点和实施方案在本领域中具有广泛的辐射性和示范性，代表并引导教学发展的趋势和方向。

3. 创新性：在教材编写中强调与时俱进，对原有的知识体系进行实质性的改革和发展，鼓励教材涵盖新体系、新内容、新技术，注重教学理论创新和实践创新，以适应新形势下的教学规律。

4. 权威性：本系列教材的编委由长期工作在教学第一线的知名教授和学者组成。他们知识渊博，经验丰富。组稿过程严谨细致，对书目确定、主编征集、资料申报和专家评审等都有明确的规范和要求，为确保教材的高质量提供了有力保障。

这套教材的顺利出版，先后得到全国数十所高校相关领导的大力支持和广大骨干教师的

积极参与，在此谨表示衷心的感谢，并欢迎广大师生提出宝贵的意见和建议。

此套教材的出版如能在转变教学思想、推动教学改革、更新专业知识体系、创造适应学生个性和多样化发展的学习环境、培养学生的创新能力等方面收到成效，我们将会感到莫大的欣慰。

全国高等学校电气工程与自动化系列教材编审委员会

汪植生 陈万时 郑大钟



汪道辉编写了第3章的“3.2 汽车中的自动化系统”和“3.4 智能建筑与楼宇自动化”，苏敏编写了第3章的“3.3 智能交通”、“3.6 形形色色的机器人”、“3.7 先进制造技术与自动化”、“3.8 军事与国防的现代化”和“3.12 社会与经济系统”，孙衢编写了第3章的“3.5 电力系统自动化”，曾晓东编写了第3章的“3.10 办公自动化”，黄学梅编写了第3章的“3.11 电子商务与商业自动化”。全书由赵曜统稿和定稿，并对第3章分工编写的各个部分进行了一些改写和编辑。

在完成本书的初稿后，太原理工大学的谢克明教授作为主审详细审阅了书稿，提出了很多宝贵的修改意见和建议，在此表示衷心的感谢。另外，本书的编写参考了大量的书籍、论文和网上的资料，由于“参考文献”部分的篇幅有限，不可能一一罗列，而且“参考文献”的内容安排主要是考虑读者的需要和接受能力，因此内容偏深的文献都没有列入其中，在此谨向相关的作者表示诚挚的谢意和歉意。

本书的编写涉及多个学科和众多的应用领域，需要先“深入”后才能做到“浅出”，因此编写难度相当大，尽管编者花费了大量心血，尽到了最大努力，以保证本书的质量和满足读者的需要，但限于编者的水平，书中难免存在错误和不当之处，衷心希望广大读者和专家学者能提出宝贵意见。

本书配有免费电子课件，欢迎选用本书作教材的老师登录 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 注册下载或发邮件到 [wbj@cmpbook.com](mailto:wbj@cmpbook.com) 索取。

编 者



# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 序                       |    |
| 前言                      |    |
| 第1章 自动化概述 .....         | 1  |
| 1.1 自动化的基本概念 .....      | 1  |
| 1.2 自动化的应用 .....        | 6  |
| 1.3 自动化的过去、现在和将来 .....  | 16 |
| 1.4 自动化与信息技术 .....      | 20 |
| 1.5 自动化与信息化 .....       | 22 |
| 第2章 自动化的核心              |    |
| ——自动控制 .....            | 24 |
| 2.1 自动控制的基本形式 .....     | 25 |
| 2.1.1 最简单的控制            |    |
| ——开环控制 .....            | 25 |
| 2.1.2 自动控制的精髓           |    |
| ——反馈控制 .....            | 26 |
| 2.1.3 即时纠偏——补偿控制 .....  | 32 |
| 2.2 最基本的控制方法            |    |
| ——PID控制 .....           | 35 |
| 2.2.1 比例控制作用 .....      | 36 |
| 2.2.2 积分控制作用 .....      | 37 |
| 2.2.3 微分控制作用 .....      | 38 |
| 2.2.4 PID控制的优点和缺点 ..... | 38 |
| 2.3 最热门的控制方法            |    |
| ——智能控制 .....            | 39 |
| 2.3.1 智能控制的基本概念 .....   | 39 |
| 2.3.2 专家控制 .....        | 40 |
| 2.3.3 模糊控制 .....        | 42 |
| 2.3.4 神经网络控制 .....      | 47 |
| 2.3.5 对智能控制的一些展望 .....  | 52 |
| 2.4 自动控制的发展概况 .....     | 52 |
| 2.4.1 自动控制技术的发展概况 ..... | 53 |
| 2.4.2 自动控制理论的发展概况 ..... | 55 |
| 第3章 自动化的典型应用 .....      | 64 |
| 3.1 家庭自动化 .....         | 64 |
| 3.1.1 家庭自动化的基本          |    |
| 概念和发展概况 .....           | 64 |
| 3.1.2 家庭自动化的主要          |    |
| 功能和特点 .....             | 67 |
| 3.1.3 未来的家庭自动化 .....    | 70 |
| 3.1.4 家庭自动化发展过程         |    |
| 中值得注意的问题 .....          | 72 |
| 3.2 汽车中的自动化系统 .....     | 72 |
| 3.2.1 汽车自动化系统概述 .....   | 73 |
| 3.2.2 汽车中的自动控制系统 .....  | 75 |
| 3.2.3 汽车导航信息系统 .....    | 81 |
| 3.2.4 汽车先进控制系统          |    |
| 研究情况简介 .....            | 82 |
| 3.2.5 汽车自动化的发展动态 .....  | 84 |
| 3.3 智能交通 .....          | 85 |
| 3.3.1 智能交通的主要内容 .....   | 85 |
| 3.3.2 城市智能交通控制          |    |
| 管理系统 .....              | 86 |
| 3.3.3 电子不停车收费系统 .....   | 91 |

|                                    |     |                                  |     |
|------------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 3.3.4 智能汽车 .....                   | 92  | 3.9.6 航天飞行的发展历程<br>及展望 .....     | 161 |
| 3.3.5 智能公路 .....                   | 93  | 3.10 办公自动化 .....                 | 169 |
| 3.4 智能建筑与楼宇自动化 .....               | 94  | 3.10.1 办公自动化的定义和<br>特征 .....     | 169 |
| 3.4.1 智能建筑概述 .....                 | 94  | 3.10.2 办公自动化的发展 .....            | 170 |
| 3.4.2 楼宇自动化系统 .....                | 98  | 3.10.3 办公自动化的层次结构 ..             | 173 |
| 3.5 电力系统自动化 .....                  | 101 | 3.10.4 办公自动化系统的功能 ..             | 174 |
| 3.5.1 电力系统自动化的<br>重要性 .....        | 102 | 3.11 电子商务与商业自动化 .....            | 177 |
| 3.5.2 电力系统自动化的内容 ..                | 103 | 3.11.1 电子商务的基本概念 .....           | 177 |
| 3.5.3 电力系统自动化发展趋势<br>及新技术的应用与展望 .. | 108 | 3.11.2 电子商务的发展情况 .....           | 179 |
| 3.6 形形色色的机器人 .....                 | 110 | 3.11.3 电子商务系统的组成 .....           | 182 |
| 3.6.1 机器人系统的工作<br>原理及分类 .....      | 112 | 3.11.4 电子商务的安全问题 .....           | 183 |
| 3.6.2 工业机器人 .....                  | 112 | 3.11.5 商业自动化的基本概念 ..             | 184 |
| 3.6.3 水下机器人 .....                  | 114 | 3.11.6 商业自动化的重要技术 ..             | 185 |
| 3.6.4 空间机器人 .....                  | 115 | 3.11.7 商业自动化的发展 .....            | 187 |
| 3.6.5 服务机器人 .....                  | 117 | 3.12 社会与经济系统 .....               | 189 |
| 3.6.6 机器人技术的发展趋势 ..                | 121 | 3.12.1 经济控制概述 .....              | 190 |
| 3.7 先进制造技术与自动化 .....               | 122 | 3.12.2 经济控制的发展概况 .....           | 192 |
| 3.7.1 先进制造技术概述 .....               | 123 | 3.12.3 现代控制理论在经济<br>系统中的作用 ..... | 192 |
| 3.7.2 先进制造系统的综合<br>自动化技术 .....     | 127 | 3.13 自动化应用面临的挑战与<br>展望 .....     | 195 |
| 3.7.3 先进制造技术的发展<br>趋势 .....        | 132 | 3.13.1 自动化应用面临的问题<br>和挑战 .....   | 195 |
| 3.8 军事与国防的现代化 .....                | 133 | 3.13.2 自动化应用的前沿领域<br>和发展趋势 ..... | 201 |
| 3.8.1 “数字化”部队的<br>基本概念 .....       | 133 | <b>第4章 自动化教育的内涵与体系</b> ..        | 207 |
| 3.8.2 现代化战争的一体化<br>指挥系统 .....      | 134 | 4.1 国外自动化教育的现状<br>及发展 .....      | 207 |
| 3.8.3 现代化战争的武器装备 ..                | 136 | 4.2 我国自动化教育的发展<br>历程和发展趋势 .....  | 211 |
| 3.8.4 现代化战争的特点和<br>发展趋势 .....      | 142 | 4.3 自动化教育的培养目标<br>与定位 .....      | 213 |
| 3.9 宇宙飞行与自动化 .....                 | 143 | 4.4 自动化专业的知识结构<br>与课程体系 .....    | 214 |
| 3.9.1 航天系统概述 .....                 | 146 | <b>参考文献</b> .....                | 216 |
| 3.9.2 航天器的典型飞行过程 ..                | 148 |                                  |     |
| 3.9.3 航天发射场与运载火箭 ..                | 151 |                                  |     |
| 3.9.4 航天器控制技术 .....                | 153 |                                  |     |
| 3.9.5 航天测控网 .....                  | 158 |                                  |     |

# 第 1 章

## 自动化概述

当今世界的科学技术发展迅猛，日新月异，微电子、计算机、互联网、移动通信、机器人、磁悬浮、高速列车、智能机器、智能交通、航天器、纳米材料、基因工程等令人眼花缭乱、目不暇接。新技术不断涌现，新产品层出不穷，与信息、材料、能源、生物工程等相关的高新技术不断推陈出新，百花争艳，对社会产生了深刻的影响，使很多行业都发生了根本性的变革，并在很大程度上改变了人们的生活方式、工作方式和生产方式，而且其影响日益巨大，变革日益激烈，改变日益显著。在这五光十色、缤纷多彩的现代科技的百花园中，自动化就是这万紫千红中的一朵奇葩。

### 1.1 自动化的基本概念

如今的时代不仅是数字化、网络化和信息化的时代，也是自动化的时代。自动化正在飞速发展，自动化正在迅速普及，自动化正在朝着每一个人走来。今天的自动化离我们已不再遥远，自动化的身影无处不在，自动化的装置随处可见，自动化的概念已是家喻户晓。在各行各业乃至日常生活中，到处都有自动化系统在运行、在工作、在为人们服务。空调机自动地使房间温度保持恒定，电冰箱自动地使食物保鲜，洗衣机自动地洗净衣物，电梯自动地把乘员送到想去的楼层，商店的自动门随顾客接近和离开而自动开闭，红外线防盗装置自动探测出是否有陌生人闯入并进行报警，电力系统自动地维持电源的电压和频率恒定，数控机床和数控加工中心自动地完成零部件加工，自动化生产线源源不断地制造出各种产品，机器人自动地完成装配、焊接、抛光、喷漆、钻孔、处理危险品等各种各样的任务，无人飞机自动进行气象探测、遥感测绘、侦查监视、攻击作战，现代农业机械自动地进行播种、灌溉、施肥、杀虫、收割，火箭自动地把人造卫星送上轨道，火炮自动地进行瞄准和射击，导弹自动地修正轨迹以击中目标，汽车、火车、飞机等各种交通工具中的自动化系统使人们能够安全、舒适、快捷地到达目的地，等等。当我们享受着这些自动化带来的所有便利和好处时，

我们是否想过自动化到底是怎么一回事，它包含哪些内容？涉及哪些基本原理？能给我们带来多大的好处？如何发展到今天的？未来前景如何？……让我们从自动化的基本概念出发，去遨游神奇的自动化世界吧。

什么是自动化呢？

“自动化”一词并没有准确统一的定义，而是一种比较笼统的、形象化的概念。“机械化”强调的是大规模使用机器，“电气化”强调的是普遍应用电力，“信息化”强调的是大范围利用计算机、网络等现代技术工具高效地获取、处理、分析和利用信息，而“自动化”则重点在“自动”二字。通俗地讲，自动化就是利用机器、设备或装置代替人或帮助人自动地完成某个任务或实现某个过程；具体一点讲，自动化是指在没有人的直接参与下，利用各种技术手段，通过自动检测、信息处理、分析判断、操纵控制，使机器、设备等按照预定的规律自动运行，实现预期的目标，或使生产过程、管理过程、设计过程等按照人的要求高效自动地完成。

下面举几个典型的例子，看看自动化系统或自动化的过程通常是如何运作的。

要利用空调（见图 1-1）来调节房间的温度，人要做的只是用遥控器设置好期望的温度值，剩下的事情空调机会自动完成。空调机如何工作的呢？空调机的“心脏”是压缩机，通过压缩机的运行就可以制冷或制热。以冬季取暖为例，空调机通过它的“感觉器官”——一个温度传感器去感知房间的温度高低，空调控制器（见图 1-2）将其和温度的设定值进行比较，若房间温度低于设定值的下限，则压缩机运行，使温度上升，温度上升到设定值的上限时则停止运行。这是一种典型的基于反馈信息（温度值）的运行方式，通常称为“反馈控制”。反馈控制方式在自动化系统中应用最为普遍，同时也是构成自动化系统的最为核心的组成部分。

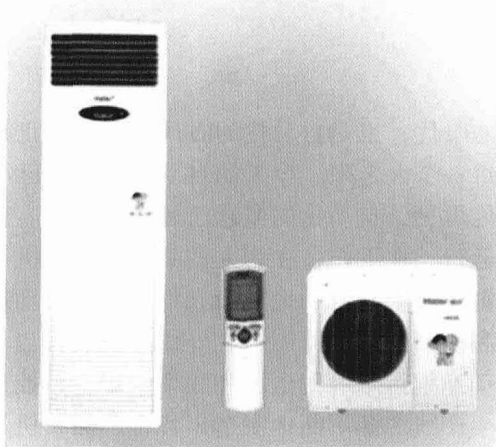


图 1-1 柜式空调

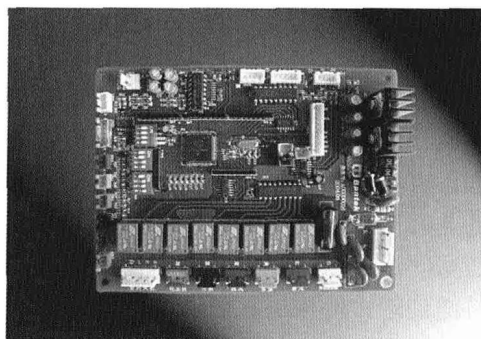


图 1-2 空调控制器

要用全自动洗衣机洗衣服（见图 1-3 和图 1-4），较常用的全自动洗衣机需要由人来选择最合适的洗衣程序，一旦程序确定，洗衣机就会按照设定的程序自动地完成洗衣任务。这是自动化系统的另一种典型工作方式——程序控制。洗衣机严格按照预先设定好的程序一丝

不苟、按部就班地工作。更高级的全自动洗衣机还具有一定的“智能”，并拥有较多的“感觉功能”，可以检测出被洗衣物量的多少、脏的程度、衣料的质地等，并根据这些检测到的信息进行分析计算，决定洗涤剂的用量、水位的高低、洗衣强度和洗衣时间等，因而实现了真正意义上的全自动、“傻瓜式”运行，人要做的只是将衣物放进去和接通电源。这种工作方式实际上既包含了反馈控制，也包含了程序控制，属于混合型，在实际应用中也是很常见的。

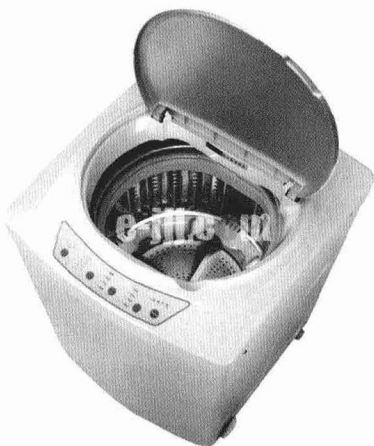


图 1-3 全自动洗衣机

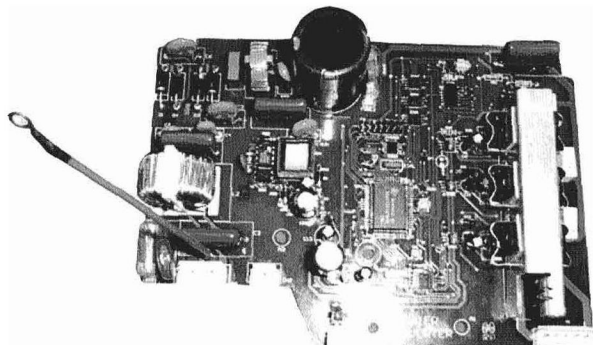


图 1-4 洗衣机智能控制器

数控机床和数控加工中心（见图 1-5）是典型的机电一体化的工业自动化设备。数控机床是计算机技术与传统机械技术相结合的产物，是在普通机床的基础上增加了计算机控制及检测部分，相当于给机床添加了“大脑”和“感觉器官”，赋予了“智慧”，可以做更复杂的事情，完成难度更大的任务。数控加工中心是带有刀具库和自动换刀装置的一种高度自动化的多功能数控机床，能自动完成多种工序和复杂形状的产品加工。要把零部件加工成要求的形状，操作者只需要把零部件的相关数据输入到机器的“大脑”——计算机中，机器就会根据要求自动选择和更换刀具，并指挥刀具自动沿着设定的形状进行高精度的加工，使产品质量和生产效率大幅度提高。

现代战斗机（见图 1-6 和图 1-7）在攻击目标时，可以在几十、甚至几百公里以外就将导弹发射出去，最新型的导弹可以做到“发射后不管”，即在发射后能够自动搜寻、跟踪和击中目标，是一种高度自动化的攻击方式。发射后飞机无须对导弹进行引导就可以立即返航，被攻击方可能连飞机的影子尚未见到就已经挨打了。



图 1-5 数控加工中心



图 1-6 战斗机发射导弹

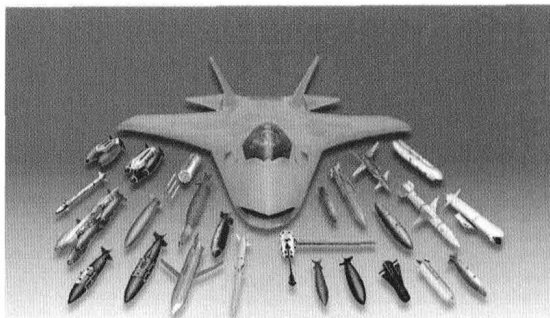


图 1-7 现代战斗机的武器系统

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD) 是综合运用计算机软、硬件及网络来实现产品设计过程的自动化。通常设计者只要输入相关数据 (如产品的规格、功能、要求等), 计算机就能完全自动地进行分析、计算和设计, 并自动输出设计的结果。利用 CAD 技术不仅能够大幅度减少设计人员的工作量, 而且还能够显著地提高设计水平、缩短产品开发周期、降低产品的成本, 提高企业及其产品在市场上的竞争能力, 因此 CAD 技术目前已广泛应用于服装、纺织、建筑、航空航天、汽车、机械、造船、电子电气、消费品生产等很多行业。

例如, 在服装设计上应用 CAD 不仅可以帮助服装设计师构思和设计新颖的服装款式, 完成款式到服装样片的自动生成设计, 提高设计与工艺的水平, 还可自动进行放码, 即根据基础版推出全部号型的版, 从而对市场要求品种多、款式新及质量高的需求做出快速反应; 而当客户希望“量体裁衣”、进行个性化服装设计时, 设计师只要输入客户的要求及尺寸数据, 计算机就会自动生成多种新颖的服装款式, 并用三维图形显示出各种款式的试穿效果, 客户满意后再进行裁剪和制作。图 1-8 所示为设计游泳衣的一个服装设计 CAD 的界面。

航空工业是最早采用 CAD 技术的领域之一, 而波音飞机公司在 20 世纪 90 年代设计波音 777 客机时就首次采用了全面利用计算机的“无纸化”设计模式, 设计人员利用 CAD 对波音 777 的全部零件进行了设计和三维实体造型, 并在计算机上对整个波音 777 进行了全尺寸的预装配 (虚拟制造), 工程师在预装配的数字样机上即可检查和修改设计中的问题和不协调。与传统设计和装配流程相比较, 节省了 50% 的重复工作和错误修改时间, 并全面提升飞机性能。如果用户有特殊需求, 利用 CAD 技术, 波音公司不必重新设计和建立物理样机, 只需进行参数更改, 就可以得到满足用户需要的电子样机, 用户可以在计算机上进行预览。实际上“虚拟制造”不仅涉及 CAD, 还涉及计算机辅助工程 (Computer Aided Engineering, CAE)、计算机辅助加工规划 (Computer Aided Processing Planning, CAPP)、计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM)、产品数据管理 (Product Data Management, PDM) 等, 只是为了简便, 有时将它们统称为 CAD 技术 (见图 1-9)。

继波音 777 之后, 即将投入运营的波音 787 在设计过程中同样地全面采用了 CAD 技术, 实现了低燃料消耗、高巡航速度、高效益及舒适的客舱环境 (见图 1-10)。据称其燃油消耗可比目前同类飞机节省 20%, 重量比从 20% 提高至 50%。

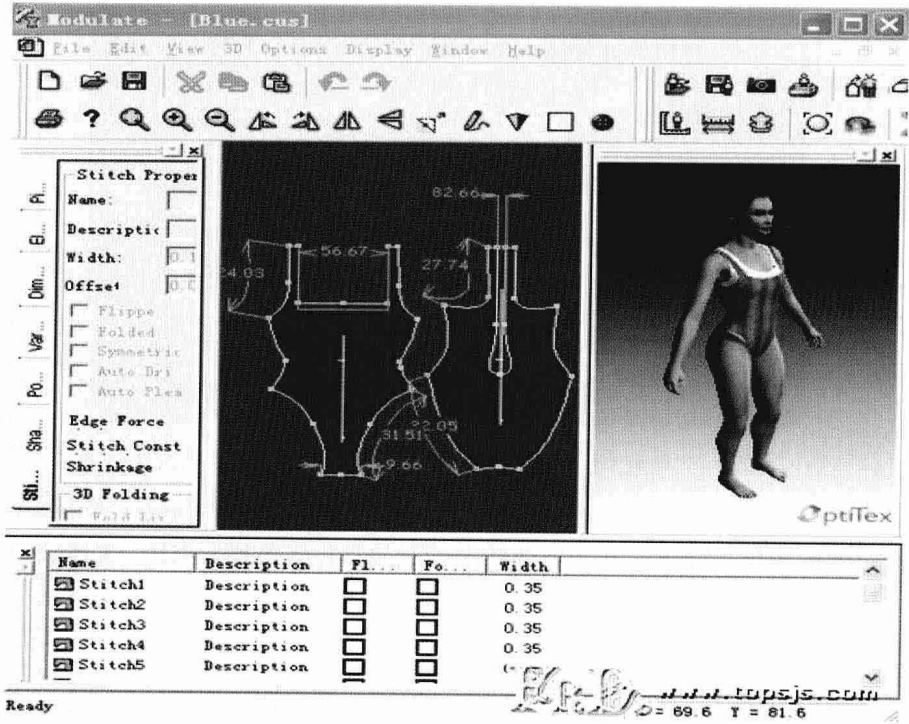


图 1-8 服装设计 CAD 的界面

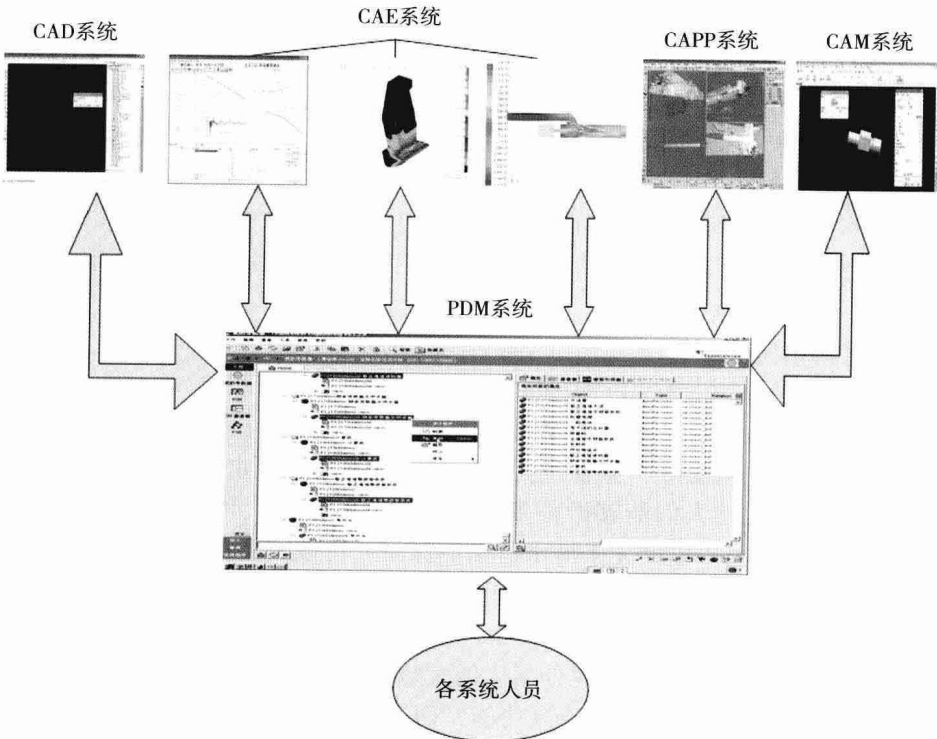


图 1-9 “虚拟制造”过程示意图





图 1-10 波音 787 客机的内部模拟图

在现代集成电路的设计过程中，电子设计自动化（Electronic Design Automation, EDA）扮演了极其重要的角色。今天，几乎所有的电子产品都包含了集成电路，而集成电路芯片的发展基本上遵循了 1975 年提出的“摩尔定律”，即集成度（电路芯片的电子器件数）每 18 个月翻一番，而价格保持不变甚至下降。从小规模集成电路（SSI）、中规模集成电路（MSI）、大规模集成电路（LSI）发展到超大规模集成电路（VLSI）、特大规模集成电路（ULSI）和巨大规模集成电路（GSI），集成度目前已高达每片几百万至几千万门，并且还在迅速提高。单个芯片中已经可以容纳包括硬件和软件整个系统，即所谓系统级芯片（System On a Chip, SOC），一个微处理器、甚至一个数字计算机系统都完全可以集成在一个或数个芯片中。支撑这一领域迅猛发展的一个核心技术就是“电子设计自动化（EDA）”，其主要内涵为 CAD 技术，并与 CAM、计算机辅助测试（Computer Aided Test, CAT）等相辅相成。

从发展趋势上看，未来的芯片设计将更多地依靠科学家，而不是工程师。因为未来的 EDA 工具将高度自动化，设计者重点是概念设计，而大部分工程实现中的技术问题都可依靠 EDA 工具解决。可以断言，如今的芯片技术离开了 EDA 将寸步难行，如果单纯依靠人力进行研制，即使有了一个产品的奇妙构想，但在它问世之前就可能因落后而夭折了。

## 1.2 自动化的应用

自动化使人们的生活与工作更加方便、高效、省心、省力；自动化使生产过程的效率更高、成本更低、产品质量更好、竞争力更强、对环境的影响和冲击更小，并显著地降低能源和原材料消耗；自动化使人们能够做很多以前无法做的事情，可以通过载人航天器上“九天揽月”、翱翔太空，可以借助无人潜水器探测深海，可以利用机器人去处理危险品、爆炸物、核废料，可以通过人造卫星实现全球通信等。自动化已经实现了人类的很多梦想，也正在和必将实现更多的梦想。

机器延伸了人的四肢、计算机延伸了人的大脑，传感器及检测技术延伸了人的感官，通信技术延伸了人的神经传导和信息传递功能，而自动化则全面提升、取代和扩展了人的功能。

早期的自动化使人类从体力上获得了解放，其作用主要体现在能自动取代人的很多调整



及操作活动。例如，自动保持工业过程中的流量、温度、压力、液位、厚度、张力、酸碱度、真空度等基本恒定，保持机床和轧钢设备中主轴转速的稳定，以及保持军事装备对运动目标的随动跟踪、火炮的自动瞄准、运动物体的自动驾驶等。现代的自动化已发展为综合自动化，通过与计算机及网络系统的结合，可以对数据自动进行采集和处理，自动完成分析、设计、计算、优化、协调、决策等，并将管理功能与现场设备的自动控制功能融为一体，不仅对单一设备，而且对多种不同性质、类型及分布在不同区域的装置进行综合控制和协调控制，从而使人不仅从体力上获得了解放，也从脑力上获得了很大程度的解放。现在，综合自动化系统的规模越来越大，应用越来越广，例如电力系统、交通系统、城市自来水系统、国防军事系统、全球化生产系统等。

自动化广泛应用于工业、农业、交通、国防、商业、医疗、航空航天、服务和家庭等各个领域，常见的主要有下面几类。

### 1. 工厂自动化

工厂自动化 (Factory Automation) 主要包括生产设备、生产线、生产过程、管理过程等的自动化。例如数控机床、数控加工中心、工业机器人、自动传送线、无人运输车、自动化仓库等都是自动化设备，由这些设备及计算机监控中心可以构成进行产品加工装配的自动化生产线或自动化无人工厂；生产过程自动化则主要针对温度、压力、流量、液位、成分等连续变量的控制问题，涉及化工、炼油、发电、冶金、纺织、制药等众多行业，一般由各种自动检测仪表、调节装置和计算机等组成自动化生产系统；管理过程自动化一般包含一个网络化的计算机信息管理系统，通过该系统实现全厂乃至整个企业集团生产、信息采集与处理、财务、人事、技术与设备等的自动化管理。

生产自动化与管理自动化是整个工业生产系统不可分割、密切相关的两个方面，二者的有机结合或一体化通常称为“管控一体化”或“综合自动化”（见图 1-11），体现了现代化

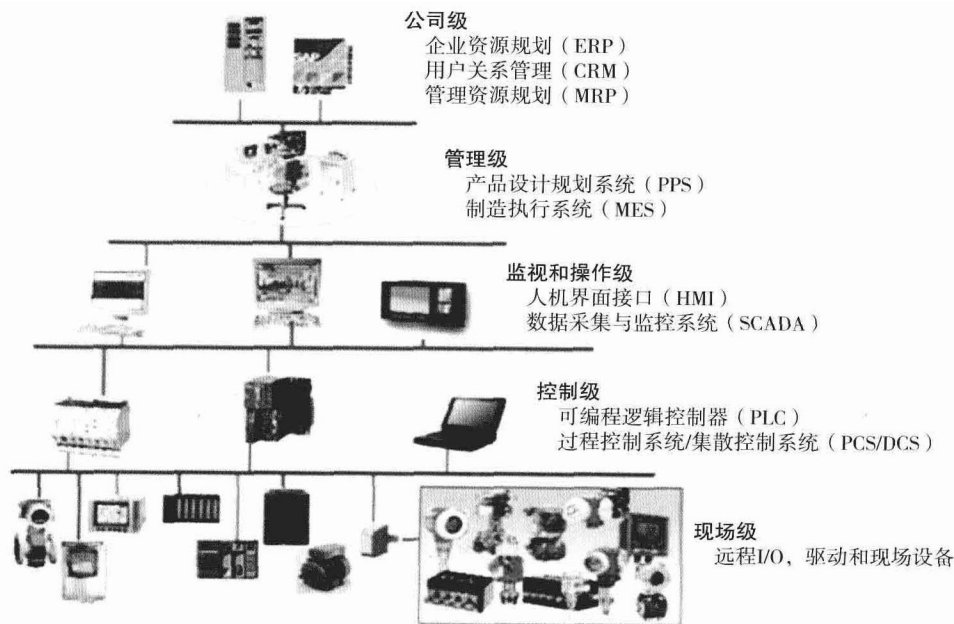


图 1-11 工厂“管控一体化”系统