现代工业企业自动化丛书

电子技术改造传统产业概论

主　编　冯辛安

副主编　赵立国

清华大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京) 新登字 158 号

内 容 简 介

用电子技术改造传统产业是当前我国工业企业面临的一项重大历史任务，这是一门涉及内容极其广泛的高新技术，学科跨度大。本书对电子技术改造传统产业从总体上作了一个概括的介绍。在内容处理上，着重介绍一些基本概念、应用技术、发展水平、实施方法和关键技术。

全书内容如下：第 1 章综述；第二部分内容是介绍四大基础元器件，含第 2 章的传感与检测技术及其应用，第 3 章的电力电子技术及其应用和第 4 章的数字控制及可编程序控制器技术；第三部分内容介绍五大系统技术，含第 5 章的 CAD/CAM 一体化技术，第 6 章的机器人技术，第 7 章的计算机过程控制技术，第 8 章的设备状态监测与故障诊断技术和第 9 章的计算机辅助生产管理系统；最后介绍传统产业改造的方向，即第 10 章的柔性自动化制造技术。

本书可作为机械、电子、冶金、轻工、军工、化工、建筑、医疗、仪器设备等行业的企业技术领导和从事产品开发、制造、管理和企业技术改造的科技人员为更新知识、改变观念、增强决策能力进行技术培训用，使读者可以站在较高的位置，规划和实施电子技术改造传统产业工程。

本书也可作为各类大专院校本科生和研究生的教材或参考书。

版权所有，翻印必究
本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

图书在版编目（CIP）数据

电子技术改造传统产业概论/冯辛安，赵立国编著. —北京：清华大学出版社，1996
(现代工业企业自动化丛书)
ISBN 7-302-02217-8

Ⅰ. 电… Ⅱ. ①冯… ②赵… Ⅲ. 电子技术-应用-工业企业-技术革新-研究 Ⅳ. F406. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（96）第 09738 号

出版者：清华大学出版社（北京清华大学校内，邮编 100084）
印刷者：北京密云胶印厂
发行者：新华书店总店北京科技发行所
开 本：787× 1092 1/16 印张：19 字数：468 千字
版 次：1996 年 8 月第 1 版 1996 年 8 月第 1 次印刷
书 号：ISBN 7-302-02217-8/TP・1071
印 数：0001—4000
定 价：20.00 元

《现代工业企业自动化》丛书编委会

名誉主任：张钟俊

顾　　问：吴钦炜

主　　任：白英彩

副 主 任：邵世煌　王行愚　吴启迪　孙廷才

编　　委：（按姓氏笔划）

于海川　王行愚　白英彩　孙振飞　孙廷才

江志道　刘元元　邵世煌　吴启迪　张兆琪

杨德礼　周德泽　柴天佑　虞孟起　魏庆福

序

当今世界先进工业国家正处于由“工业经济”模式向“信息经济”模式转变的时期，其中技术进步因素起着极为重要的作用，它在经济增长中占 70%～80%。“以高新技术为核心，以信息电子化为手段，提高工业产品附加值”已经成为现代工业企业自动化重要的发展目标。从我国经济发展史来看，其工业经济增长主要是依靠投入大量资金和劳动力来实现的，尚未充分发挥技术进步在工业经济增长中的“二次效益倍增器”的作用。“如何加快发展电子信息技术、调整产业结构，适应世界经济发展需求”是当前我国工业企业自动化界研究的重要课题之一。

工业自动化是一门应用学科，它主要包括单机系统自动化、工业生产过程自动化和工业系统管理自动化等三个方面。企业自动化包括企业生产管理信息电子化、信息处理的自动化以及网络化。现代工业企业自动化涉及到自动化技术、计算机技术、通信技术、先进制造技术和管理学等诸多学科，它需要各学科的专家和工程技术人员通力合作，从而形成“多专业知识与技术集成”的现代工业自动化发展思路。目前工业企业自动化系统主要呈现开放性、集散性、智能性和信息电子化与网络化的特点。在现代工业企业自动化中，计算机控制技术充当了极为重要的角色，它是计算机技术和控制理论有机的结合。自动控制理论的发展是伴随着被控制对象的复杂性、不确定性等因素的研究成果而发展的，它由经典控制理论（频域方法）和现代控制理论（时域方法）发展到第三代控制理论——智能控制理论。计算机控制系统分为数据采集与处理系统、计算机在线操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督控制系统、分级控制系统和集散控制系统以及分布式智能控制系统。从当前计算机技术和自动控制技术发展状况来看，高性能工业控制机系统、智能控制系统和基于网络系统的虚拟企业自动化系统将是未来工业企业自动化的重要发展方向。

从系统工程的角度来看，工业自动化技术研究与应用过程分为三个阶段：自动化技术研究阶段、科研成果向实用转化阶段和产品应用阶段。经过我国科技工作者半个世纪卓有成效的研究，在自动化技术研究与应用方面取得可喜的成绩，并给我国的工业自动化事业带来了深刻影响和变革，产生了巨大的社会和经济效益，其中有的技术已经接近或达到世界先进水平，但从应用以及成果向产品的转化的总体发展角度来看，仍存在着一些问题，仍需花大力气进一步探索和研究。例如，我国在工控机及其配套设备的生产方面尚需进一步构成规模经济；建立并发展企业网络及其协议和数据库集成技术，为全面实现我国“金企工程”提供技术和手段；开发系列的工控机软件包、实时操作系统，以提高工控机系统的总体水平；充分运用以工控机为核心的电子信息技术来改造我国各类传统工业的工装设备及产品；在我国的部分现代企业中大力倡导推行 MIS，MRP-Ⅱ和 CIMS/CIPS 以及信息网络系统，以提高企业管理水平和竞争能力等。在 20 世纪 40 年代，计算机刚问世不久，它的应用除在军事、政要部门之外，主要是在各传统工业领域的应用。在 60 年代～70 年代，各国的工业计算机应用极为普遍促进了其工业企业自动化高速发展，而我国的工业企业自动化非但没有大踏步前进，反而停滞不前。到了 90 年代这个问题就显得十分严重了，因此

我们必须“补上这一课”。我们编写了《现代工业企业自动化丛书》(目前暂定42册，并根据实际需要不断增加新的书目)，该《丛书》内容既包括工业生产过程自动化，又包括现代企业管理自动化技术，如基于总线工控机系统、工程数据库、CIMS/CIPS以及企业网络技术等。其编写原则为：理论与实践密切结合，为实现工业企业自动化提供典型示范系统”。编委会特邀请了国内在该领域有扎实理论基础和富有实践经验的专家分别承担各分册的编审任务，以期在向读者展示国内外相关技术的最新成果和发展动态的同时，提供解决现代企业自动化的思路、方法、技术和设备等。

该《丛书》以工程技术人员为主要读者对象。我们相信该《丛书》的出版必将在推动我国工业企业自动化应用的普及和发展进程中起到积极的作用，为进一步提高我国工业企业自动化水平做出贡献。

清华大学出版社颇具魄力和眼光、高瞻远瞩，及时提出组稿这套《丛书》的任务，他们为编好《丛书》做了认真、细致的准备工作，并为该丛书的出版提供了许多有利的条件，在此深表谢意。同时对于参加各分册编审任务的专家、学者所付出的艰辛劳动表示衷心感谢。编审《丛书》的任务十分繁杂而艰巨，加之时间仓促，书中出现疏漏、欠妥之处也是难免的，希望广大读者不吝赐教，以使我们逐步完善这个《丛书》系列。

中国科学院院士、上海交通大学教授

张钟俊

需要全本请访问 www.ertongbook.com

前　言

我国目前实行的是社会主义市场经济模式，企业根据市场的需要来组织生产。与计划经济模式的情况不同，企业要生存，必须通过激烈的市场竞争，与众多实力强大的国内外同行较量，拿到足够多的订单，并取得足够的利润。为此，企业对所生产产品的质量、性能和更新速度提出了越来越高的要求，把降低成本、提高经济效益提到越来越重要的地位。在这种通过激烈竞争求生存的形势下，企业的产品必须技术含量高，更新速度快，品种和规格多样化，批量小，生产装备自动化和柔性化，生产计划管理灵活和高效。企业若继续按以前计划经济模式下形成的一套传统的设计、生产和管理模式去组织生产，则产品品种单调、性能差、质量低劣和成本高，生产出来的产品必然不受欢迎，而市场急需的产品又一下子生产不出来，等到开发出来了，产品的质量和生产批量又一下子上不去，占领不了市场也形成不了规模经济，利润很少甚至赔钱，或者市场的需求又变了，企业始终处于消极被动的困境。

企业要搞活，必须采用以微电子技术为代表的高新技术进行综合改造，以增加产品的技术含量；加快设计速度，提高设计质量，促进产品的更新换代；提高生产的自动化和柔性化程度，提高劳动生产率，适应多品种、小批量和新产品迅速投产的生产环境；缩短生产周期，提高设备利用率，减少在制品和库存，加快流动资金的周转；改善企业的经营，提高企业的经济效益。

为此，作为各企业、行业和地区的技术领导和主要技术骨干必须对电子技术改造传统产业的各个应用领域有一个比较清楚的了解，才不致于在面临这项重大历史任务之前观望徘徊，或单纯地满足于局部领域的改造，不从企业的整体来规划和实施电子技术的改造，使企业的改造误入歧途，造成巨大的经济损失。

电子技术改造传统产业所涉及的内容极其广泛，学科跨度大。编写本书的目的是使读者对这个领域从总体上有一个概括的了解。在内容处理上，偏重于介绍一些基本概念、应用技术、发展水平、实施方法和关键技术；紧密联系企业的实际需要，讲清楚每项技术是什么？应用该项技术可以解决什么问题？国内外该项技术的应用水平和发展趋势？如企业要开发应用该项技术，如何规划和实施？使读者可以站在较高的位置，规划和实施电子技术改造传统产业工程。

本书由大连理工大学冯辛安教授主编，赵立国教授副主编。

各章编写分工如下：第 1，5，8 章由冯辛安教授编写；第 4，7 章由赵立国教授编写；第 2，6，9，10 章分别由大连理工大学孙宝元教授、大连海事大学李国栋教授、大连理工大学蒋贵善教授和同济大学张曙教授供稿，冯辛安教授改编；第 3 章由北京机床研究所高级工程师陈瑜供稿，赵立国教授改编。大连理工大学王众托教授、何熙文教授、孙耀明教授、张景海教授、何兆森教授、张应中副研究员、陈星助理研究员、罗晓芳讲师等为本书

提供了部分素材和初稿。全书由大连理工大学杨德礼教授主审，提出了宝贵意见，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中错误和不足之处在所难免，恳请批评指正。

编　者

1995 年 6 月

目　　录

第 1 章　综述 …… 1
1.1　微电子技术产生的技术背景 …… 1
1.2　微电子技术改造传统产业 …… 2
1.3　微电子技术改造传统产业的总体目标和基本内容 …… 3
1.3.1　产品结构的调整和机电一体化 …… 4
1.3.2　CAD/CAE/CAM 技术的应用 …… 5
1.3.3　对传统落后的生产装备的改造 …… 6
1.3.4　计算机辅助管理 …… 7
1.3.5　设计、工艺、生产与管理信息的一体化 …… 8
1.3.6　企业职工技术素质的提高 …… 9
1.4　微电子技术改造传统产业的指导思想 …… 9

第 2 章　传感与检测技术及其应用 …… 12
2.1　概述 …… 12
2.1.1　传感器的定义与概念 …… 12
2.1.2　传感器在工程领域的地位与作用 …… 12
2.1.3　传感器在高新科技领域的应用 …… 13
2.1.4　传感器与人们的日常生活 …… 13
2.2　机电类传感器的基本原理与特点 …… 14
2.2.1　传感器的分类 …… 14
2.2.2　几何量传感器 …… 14
2.2.3　力学量传感器 …… 15
2.2.4　热力学传感器 …… 18
2.2.5　光学量传感器 …… 19
2.2.6　数字式传感器 …… 23
2.3　变换电路与测试系统 …… 25
2.3.1　变换电路 …… 25
2.3.2　测试系统 …… 26
2.4　传感器的发展与市场预测 …… 29
2.4.1　国外传感器发展动向 …… 29
2.4.2　国内传感器发展现状与 90 年代市场预测 …… 32

第 3 章　电力电子技术及其应用 …… 34
3.1　电力电子技术概述 …… 34

3.1.1 定义 …… 34
3.1.2 发展简史 …… 35
3.2 电力半导体器件 …… 36
3.2.1 二极管 …… 36
3.2.2 晶闸管（SCR） …… 38
3.2.3 双极型功率晶体管（GTR） …… 41
3.2.4 新一代电力电子器件 …… 42
3.3 电力电子技术应用基础线路 …… 45
3.3.1 整流电路 …… 46
3.3.2 晶闸管交流开关与交流调压器 …… 49
3.3.3 直流斩波器和逆变器 …… 50
3.4 电力电子技术与传统产业改造 …… 53
3.4.1 概况 …… 53
3.4.2 电力电子技术与节能 …… 53
3.4.3 电力电子技术与节材 …… 58
3.4.4 电力电子技术与机电一体化 …… 60

第 4 章 数字控制及可编程序控制器技术 …… 70
4.1 数控技术概述 …… 70
4.1.1 数控技术发展历史的回顾 …… 70
4.1.2 数控加工系统的基本组成、工作原理及特点 …… 71
4.1.3 数控加工几种典型的分类方法 …… 72
4.1.4 数控技术发展方向 …… 74
4.1.5 我国数控系统及伺服系统的现状 …… 75
4.2 数控系统主要控制软件 …… 80
4.2.1 概述 …… 80
4.2.2 插补运算的主要方法及其基本原理 …… 81
4.2.3 进给速度控制 …… 86
4.2.4 输入数据处理 …… 86
4.3 数字控制的开环控制系统 …… 89
4.3.1 概述 …… 89
4.3.2 步进电机的工作原理及主要特性 …… 89
4.3.3 步进电机的选择 …… 91
4.3.4 步进电机的控制 …… 92
4.3.5 步进电机的驱动电源 …… 93
4.4 数字控制的闭环控制系统 …… 94
4.4.1 数控系统中常用的位置检测装置 …… 95
4.4.2 伺服电机 …… 97
4.4.3 闭环伺服系统的几种主要形式 …… 98

4.5 机床数控系统实例分析 …… 101
4.5.1 机床数控改造应注意的几个问题 …… 101
4.5.2 JWK 系列数控装置 …… 102
4.5.3 FANUC 7M 数控系统 …… 108
4.6 可编程序控制器概述 …… 112
4.6.1 概述 …… 112
4.6.2 可编程序控制器的特点 …… 113
4.6.3 PLC 应用场合 …… 114
4.6.4 国内外 PLC 的发展情况 …… 114
4.7 PLC 的基本组成及工作原理 …… 116
4.7.1 PLC 的基本组成 …… 116
4.7.2 工作原理 …… 117
4.7.3 PLC 的结构型式 …… 118
4.7.4 几种常用的可编程序控制器的性能 …… 119
4.8 可编程序控制器编程方法及编程步骤 …… 120
4.8.1 编程方法 …… 120
4.8.2 编程步骤 …… 121
4.9 可编程序控制器使用要点 …… 123
4.9.1 如何选择可编程序控制器的机型 …… 123
4.9.2 输入/输出点数量估算 …… 123
4.9.3 内存容量的估算 …… 124
4.9.4 抗干扰的一些措施 …… 124

第 5 章 CAD/CAM 一体化技术 …… 125
5.1 概述 …… 125
5.1.1 CAD/CAM 一体化技术的定义 …… 125
5.1.2 传统的生产过程 …… 126
5.1.3 CAD/CAM 所涉及的内容 …… 127
5.1.4 CAD/CAM 技术的产生、发展和现状 …… 127
5.2 CAD/CAM 的硬件系统 …… 130
5.2.1 CAD/CAM 硬件系统的组成与特点 …… 130
5.2.2 计算机 …… 131
5.2.3 图形显示系统 …… 134
5.2.4 图形输入装置 …… 134
5.2.5 外存储器 …… 136
5.2.6 图形输出装置 …… 136
5.2.7 计算机网络 …… 137
5.2.8 CAD/CAM 硬件系统正确选型的基本原则 …… 137
5.3 CAD/CAM 的支撑软件系统 …… 139

5.3.1 CAD/CAM 软件系统的分类 …… 139
5.3.2 操作系统 …… 139
5.3.3 数据库及其管理系统 …… 143
5.3.4 图形支撑软件系统 …… 145
5.3.5 CAD/CAM 支撑软件系统选购要点 …… 153
5.4 成组技术 …… 154
5.4.1 成组技术的基本原理 …… 154
5.4.2 零件分类成组的方法 …… 155
5.5 CAD 应用软件的开发 …… 157
5.5.1 开发 CAD 应用软件应遵循的原则 …… 157
5.5.2 参数化 CAD …… 158
5.5.3 成组 CAD …… 159
5.5.4 交互式 CAD …… 160
5.5.5 智能化 CAD …… 161
5.5.6 图形录入方法 …… 162
5.6 计算机辅助工艺规程编制(CAPP)应用软件的开发 …… 163
5.6.1 检索式 CAPP …… 163
5.6.2 生成式 CAPP …… 164
5.6.3 混合式 CAPP …… 166
5.7 计算机辅助质量系统(CAQ) …… 166
5.7.1 计算机辅助质量保证(CAQA) …… 166
5.7.2 计算机辅助质量控制(CAQC) …… 168

第 6 章 机器人技术及其应用 …… 170
6.1 概述 …… 170
6.1.1 机器人的定义 …… 170
6.1.2 机器人技术的发展 …… 170
6.1.3 机器人应用可带来的效益 …… 172
6.1.4 我国机器人技术的发展 …… 172
6.2 机器人的组成与分类 …… 173
6.2.1 机器人的组成 …… 173
6.2.2 机器人的坐标系和自由度 …… 173
6.2.3 机器人的分类 …… 175
6.3 机器人的驱动和传动机构 …… 176
6.3.1 机器人的驱动 …… 176
6.3.2 机器人的传动机构 …… 176
6.4 机器人的控制 …… 177
6.4.1 “示教再现”控制方式 …… 177
6.4.2 数字控制方式 …… 178

需要全本请访问 www.ertongbook.com

6.4.3 位姿控制 …… 178
6.4.4 力及顺应控制 …… 179
6.4.5 自适应控制 …… 179
6.5 机器人的传感器 …… 180
6.5.1 机器人传感器的分类 …… 180
6.5.2 机器人的触觉 …… 180
6.5.3 机器人的视觉 …… 181
6.6 机器人及其应用 …… 182
6.6.1 毛坯生产 …… 182
6.6.2 零件生产 …… 183
6.6.3 处理作业 …… 183
6.6.4 装配作业 …… 185
6.6.5 搬运作业 …… 186

第 7 章 计算机过程控制系统 …… 188
7.1 微机过程控制技术概述 …… 188
7.1.1 微机过程控制的基本概念 …… 188
7.1.2 微机过程控制系统的组成 …… 189
7.1.3 微机控制系统的分类 …… 192
7.1.4 计算机控制系统发展简史 …… 193
7.1.5 机电企业微机监测与控制系统的应用 …… 194
7.2 微机控制系统设计 …… 195
7.2.1 系统设计的基本要求 …… 195
7.2.2 控制系统总体方案的确定 …… 195
7.2.3 微型计算机的选择 …… 197
7.2.4 控制算法的选用 …… 198
7.2.5 微机控制系统的硬件设计 …… 198
7.2.6 微机控制系统的应用软件设计 …… 199
7.2.7 微机控制系统的调试 …… 200
7.3 直接数字控制系统及控制规律 …… 201
7.3.1 直接控制系统的工作原理 …… 201
7.3.2 比例-积分-微分 (PID) 控制算法 …… 202
7.3.3 专家系统在过程控制中的应用初步 …… 203
7.3.4 模糊控制原理及其在工业中的应用 …… 207
7.4 集散控制系统 (DCS) 简介 …… 211
7.4.1 集散控制系统的概念 …… 212
7.4.2 设计思想与特点 …… 212
7.4.3 集散控制系统的硬件组成与功能 …… 213
7.4.4 集散控制系统的软件 …… 214

7.4.5 集散控制系统的通信技术 …… 216
7.4.6 集散控制系统的发展概况 …… 218

第 8 章 设备状态监测与故障诊断技术 …… 222
8.1 概述 …… 222
8.1.1 加强现代工业生产设备维修管理工作的重要意义 …… 222
8.1.2 设备状态监测与故障诊断是现代维修管理制度的基础 …… 222
8.1.3 设备状态监测与故障诊断的目的和内容 …… 223
8.1.4 设备状态监测与故障诊断过程和方法的分类 …… 223
8.1.5 设备状态监测与故障诊断的应用与发展 …… 224
8.2 设备状态监测常用的基础技术 …… 225
8.2.1 振动与噪声监测技术 …… 225
8.2.2 超声监测技术 …… 226
8.2.3 声发射 (AE) 诊断技术 …… 228
8.2.4 红外监测技术 …… 228
8.2.5 油污染分析监测诊断技术 …… 228
8.2.6 功率监控技术 …… 230
8.2.7 涡流诊断技术 …… 230
8.3 设备状态与故障的诊断与预报 …… 230
8.3.1 设备状态与故障的诊断方法 …… 230
8.3.2 设备状态与故障的预报方法 …… 232
8.4 设备状态监测与故障诊断的应用 …… 233
8.4.1 应用的一般情况 …… 233
8.4.2 滚动轴承的监测与诊断 …… 234
8.4.3 齿轮故障的诊断 …… 234
8.4.4 大型旋转机械的监测与诊断 …… 235

第 9 章 计算机辅助生产管理系统 …… 237
9.1 生产计划与管理 …… 237
9.1.1 生产计划与管理在企业中的地位和任务 …… 237
9.1.2 传统生产计划与管理工作存在的问题 …… 237
9.1.3 计算机管理信息系统 (MIS) …… 238
9.2 企业生产计划管理 …… 240
9.2.1 企业生产计划管理的层次和内容 …… 240
9.2.2 物料需求计划 (MRP) …… 241
9.2.3 MRP 的计算模型 …… 244
9.2.4 多产品的 MRP …… 246
9.2.5 MRP 的批量规则 …… 246
9.3 车间作业计划的编制与实施 …… 247

9.3.1 车间作业管理的要求和任务 …… 247
9.3.2 作业排序的优化 …… 248
9.4 制造资源计划系统 (MRP-Ⅱ) …… 249
9.4.1 从 MRP 到 MRP-Ⅱ …… 249
9.4.2 MRP-Ⅱ系统的典型功能组成 …… 250
9.4.3 MRP-Ⅱ系统的软硬件配置 …… 252
9.4.4 MRP-Ⅱ系统的实施 …… 254

第 10 章 柔性自动化制造技术 …… 256
10.1 概述 …… 256
10.1.1 柔性自动化制造技术的基本形式 …… 256
10.1.2 柔性自动化方案的选择 …… 257
10.1.3 FMS 的现状和各国的特点 …… 257
10.2 柔性制造单元 (FMC) 和柔性制造系统 (FMS) …… 259
10.2.1 FMC 和 FMS 的组成 …… 259
10.2.2 典型的柔性制造系统 …… 260
10.2.3 面向 FMC 和 FMS 的机床的特点 …… 262
10.2.4 工件流系统 …… 263
10.2.5 刀具流系统 …… 263
10.2.6 FMS 的信息流 …… 266
10.2.7 作业计划管理与控制 …… 267
10.2.8 制造过程的协调控制 …… 267
10.2.9 加工过程监控和故障诊断 …… 270
10.3 独立制造岛 …… 271
10.3.1 技术构思 …… 271
10.3.2 系统的功能和结构 …… 273
10.3.3 生产组织原则的变革 …… 274
10.4 计算机集成制造系统 (CIMS) …… 275
10.4.1 CIMS 的提出 …… 275
10.4.2 CIMS 的定义 …… 276
10.4.3 CIMS 的基本构成 …… 277
10.4.4 CIMS 的效益及应用对象 …… 279
10.4.5 CIMS 的实施 …… 281
10.4.6 我国 CIMS 的发展策略 …… 285

参考文献 …… 287

第 1 章　综　　述

1.1　微电子技术产生的技术背景

在机械技术发展史上，技术复合把机械技术推向一个又一个新的发展阶段。瓦特发明了蒸汽机，机械技术与蒸汽动力技术复合，出现了火车、轮船、由动力驱动的纺织机械和金属切削机床等，产生了第一次技术革命。1867 年德国人发明了直流发电机，1889 年俄国人发明了三相异步电动机和三相变压器，机械技术与电气技术、自动化技术复合，产生了第二次技术革命。这个阶段持续了百余年，各项技术日臻成熟，特别是电子管、晶体管和电力电子器件的出现和发展，使生产自动化取得了新的发展。这个阶段的机械主要处理的对象是物质和能量，由于缺乏存储和灵活处理信息的能力，未能在取代人的智能方面取得突破，自动化程度一直未摆脱“刚性”的特征。同时由于控制装置复杂、笨重和昂贵，自动化水平的提高受到了限制，应用也难于普及。

近二十多年来，微电子技术的迅速发展和推广使用，机械技术与微电子技术、信息技术相复合，产生了第三次技术革命，或称第三次浪潮。

“微电子技术”是对电子元器件和电子线路的微小型化进行研制、生产以及用它们来实现电子系统功能的技术领域，它仍属于电子技术的范畴。可以将微电子技术通俗地称为“微小型化的电子技术”。这种微小型化技术不是简单地将电子元器件的几何尺寸做得小一些，因为这样做可以缩小的尺寸是非常有限的。微电子技术是在新的概念、新的结构和新的工艺技术的基础上实现的，是专门研究如何利用固体物质内部的微观特性和一些特殊工艺，将整个复杂的电子线路和其包含的元器件做在一块硅片上，制成所谓的集成电路，以达到微小型化的目的。微电子技术除了包括上述集成电路的设计和制作技术外，还包括集成电路及由集成电路构成的微电子系统及其产品在内，尤其是微型计算机的应用。

50 年代末，世界上出现的第一块集成电路只包含四个元器件。随着集成化程度的不断提高，1970 年出现了一种包括算术逻辑运算器、寄存器和控制器 (包括时钟发生器) 在内的可编程序的四位计算机芯片，在一块 12cm^2 的芯片上集成了 2250 个晶体管，称之为微处理器 (Central Processing Unit，简称 CPU)。与此同时相继出现了另两块大规模集成电路芯片：存储数据或指令用的存储器芯片和输入/输出接口电路芯片。将上述三块大规模集成电路芯片焊接在一块印刷线路板上，构成了世界上第一台微型计算机 (MCS-4)。这种四位单板机体积小、重量轻、价格便宜、使用方便灵活，大大受到欢迎，应用到许多工业控制系统中。

继这以后，随着大规模和超大规模集成电路集成化程度的不断提高，微型计算机平均每三年左右更新换代一次，至今微型计算机的功能不断提高，已经超过十年前小型机甚至大型机的处理数据的能力。

在微处理器和微型计算机发展的同时，单片微型计算机也发展迅速。单片机是将组成

计算机的微处理器、存储器和输入/输出接口电路全部集成在一块芯片上。集成度常达几百万个晶体管。

目前微型计算机几乎是无孔不入地进入到工业、科学研究、国防、社会和家庭中。其所以能够发展如此迅速，是因为它不仅具有一般电子计算机所共有的特点，尚有下列独特的优点:

① 体小价廉。体积小的特点使微型计算机可很方便地附属在各种工业设备中，使各种类型和不同大小的传统工业设备采用微电子技术进行改造成为可能。价格低廉的特点使微型计算机广泛地应用于价格低的机组上成为可行。

② 应用灵活。组成微型计算机或其控制系统的各个功能部件大多数可以采用市场上可以购买到的标准模板和元器件，它们之间只需很少导线就可以彼此连接起来，硬件的设计和制造均很方便。此外，同样的硬件采用不同的软件就可以灵活地适应不同的应用场合。

③ 多机组合、集小成大。与小型计算机相比，微型计算机的功能和速度是有限的，但它可以组合起来构成一个微机网络系统，它不仅有微型计算机的优点，而且可以完成小型机甚至大型机的任务。

1.2 微电子技术改造传统产业

用微电子技术改造传统产业是当前企业适应社会主义市场经济环境，进一步搞活和提高经济效益的有效措施。

所谓“传统产业”是指盖上了第二次技术革命时期的烙印的产业。在这个时期大量地采用机器生产。为了提高生产效率，尽量减少产品的品种，增加生产批量，以形成“规模经济”，出现了专业化分工越来越细，对市场的响应能力越来越差的情况。具体表现在:

① 这个阶段的生产设备是“刚性”的，即只能按固定的程序工作，改变工作程序十分困难，因此更新产品慢，生产批量也不宜太小。

② 机械主要是用来代替和放大人的体力，其工作比人更加熟练和精确，并有一定的自动化程度。但由于控制装置复杂、笨重、昂贵和可靠性差，自动化水平的提高受到了限制，应用也难于普及。

③ 由于缺乏存储和灵活处理信息的能力，未能在取代人的智能方面取得突破。

传统产业在我国还具有另外的特征，这就是长期以来我国是以计划经济的模式发展生产。工厂是根据国家的计划安排生产的，生产所需的原材料由国家拨给，生产出来的产品由国家统一调拨。工厂生产的产品可以许多年不变，质量好坏不影响产品出厂，经济效益与企业的生存无关，一切由国家包下来。长期以来发展生产的习惯做法就是向国家要投资，盖厂房，购买设备和增加职工，即所谓的从“外延”上做文章。这样做，厂房和设备是新的，但所生产的产品和采用的工艺和管理仍然是传统落后的，产品的产量和质量尽管有所提高，但企业的经济效益与素质提高不大。

采用上述发展生产的模式，我国的煤、石油、钢、电力、水泥、化肥和棉布等的产量尽管居世界前列，但这是用高于发达国家三倍以上的能源和原材料消耗换来的；我国的

劳动生产率仅是发达国家的三十分之一；投资效益低，引进的技术不能很好地消化吸收，往往若干年后再来第二次引进；产品的更新换代慢，技术档次低，在市场上缺乏竞争力。

上述生产模式不适应当前改革开放的形势。现在我国实行的是社会主义市场经济模式，企业有较大的自主权，可根据市场的需求确定产品的类型和生产规模，是根据订货合同组织生产的。企业要搞活，必须拿到足够多的订货，取得较大的利润。继续按以前的一套传统的生产模式去组织生产，往往是生产出来的产品市场不需要，市场急需的产品一下子又生产不出来，等到磨磨蹭蹭地开发出来了，生产的批量一下子又上不去，利润很少甚至赔钱，或者市场的需求又变了，企业始终处于消极被动的困境。要适应改革开放的形势，在技术上企业应该进行以下四方面的改造：

① 企业应该进行产品结构的调整，开发出新一代的机电一体化产品，增强产品在国内外市场上的竞争能力。

② 企业应具有根据市场需要快速更新产品和开发新产品的能力。用 CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) 即计算机辅助设计和计算机辅助制造技术等现代化设计和制造手段，可以有效地改善新产品开发质量，缩短开发周期，提高一次试制成功率，使新产品迅速占领市场。

③ 为更好地适应市场经济的需要，企业的生产装备应在技术上和经济上适应多品种、小批量生产和经常更新品种的需要。要达到这一目的，需用微电子技术改造传统落后的生产装备，使其具有“柔性化”、“自动化”和“精密化”的特点。

④ 企业的管理模式应适应上述多品种、小批量和经常更新产品的生产模式，采用计算机充分和及时地采集和利用各方面的信息，可以正确作出决策，有效合理地利用企业内部各方面的资源，改善经营管理，提高经济效益。

⑤ 企业职工的技术素质应适应新技术革命的需要。

要做到上述各个方面，只有依靠技术进步。国外少数几个发达国家较多的是采用大规模更新生产设备的办法来完成这种改造，这样做需要投入大量的资金。许多国家和企业拿不出这么多资金来，采用的办法是用微电子技术对传统产业进行综合改造，从企业的“内涵”上下功夫，当然这样做并不排斥添置和更新一些关键设备。

不管是添置和更新设备，或者对老设备进行改造，均大量采用微电子技术。采用微电子技术可以较好地使企业具备上面提出的各项运行机制。国内外大量的实践证明，用微电子技术对企业进行改造可以较少的投入，大幅度地提高劳动生产率和产品质量，降低成本，改善经营，提高企业在国内外市场上的应变能力和竞争能力，取得稳定和高的经济效益，这是当前我国许多企业摆脱困境走出低谷的有效措施。

1.3 微电子技术改造传统产业的总体目标和基本内容

微电子技术改造传统产业的总体目标是突破传统的生产和管理模式，广泛采用微电子技术逐步实现生产和管理的现代化，提高企业的技术素质，增强企业在国内外市场竞争中的应变能力。

基本内容包括下述几个方面。

需要全本请访问 www.ertongbook.com