高科技知识丛书



自动化技术

主编 冯纯伯

主编 冯纯伯

江苏科学技术出版社

江苏科学技术出版社

GAOKEJI
ZHISHI
CONGSHU

主编　冯纯伯

科工委学校802 2 0012640 6

自动化技术

高科技知识丛书

（苏）新登字第002号

自动化技术

冯纯伯　主编

出版发行：江苏科学技术出版社
经　　销：江苏省新华书店
印　　刷：盐城市印刷厂

开本850×1168毫米　1/32　印张6.125　插页4　字数120,000
1993年11月第1版　1993年11月第1次印刷
印数1—5,000册

ISBN　7—5345—1683—8

TP·38　　定价：6.30元

责任编辑　　高志一

我社图书如有印装质量问题，可随时向承印厂调换

GF23/25

出 版 说 明

为了贯彻党中央关于“把经济建设转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”的战略决策，帮助广大干部和科技人员加深理解邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的科学论断和“发展高科技，实现产业化”的战略思想，全面、系统地学习高科技的基本知识，正确认识发展高科技的重大战略意义，提高科学文化水平，更好地为实现社会主义现代化的战略目标服务，在原副省长吴锡军教授总体设计下，由中共江苏省委宣传部、省科学技术委员会、省教育委员会、省科学技术协会和江苏科学技术出版社联合组织出版这套《高科技知识丛书》。

《丛书》以中学以上文化程度的各级党政、企事业干部为主要对象，兼顾科技人员、大中学校师生、城乡知识青年以及部队指战员的需要。全书共分《高技术——跨世纪的战略问题》、《电子信息技术》、《生物技术》、《新能源技术》、《新材料技术》、《自动化技术》、《航空航天技术》、《海洋技术》、《绿色技术》等9个分册。各分册既相对独立，又互有联系，便于广大读者选读。

编写工作是在多次调查研究，听取多方面意见的基础上进行的。全书贯彻“立足本省，面向全国，放眼世界”的编写方针。各分册的内容根据我国国民经济和社会发展十年规划的精神，以及世界新科技革命的发展趋势，着重普及高科技基本知识，并紧密联系国内外的实际，全面阐述高科技在新科技革命和我国社会主义现代化建设中的地位、作用，介绍重点应用领域和发展方向，体现时代性、知识性、思想性和实用性相结合的特色。

在《丛书》的组织出版过程中，国务委员、国家科学技术委员会主任宋健同志给予亲切关怀，并在百忙中为《丛书》撰写了序言；中共江苏省委负责同志给予很大鼓励；还得到省新闻出版局负责同志的大力支持；学部委员钱钟韩、李庆逵、时钧、冯端、曲钦岳，以及胡福明、韦钰、管致中、朱德熙、范从振等知名教授担任了《丛书》的顾问，并对编写工作提出了宝贵的意见；各分册的正副主编和所有作者花了很多精力参加编写，多次审改，直至定稿；有关单位在短时间内突击照排、赶印，确保丛书按时出版。对此，我们一并表示衷心的感谢！

由于我们水平有限，经验不足，谨请广大读者对编写、出版工作中的缺点和差错给予批评指正，以便再版时改进。

《高科技知识丛书》编委会

江苏科学技术出版社

1993年10月

序

宋健

以电子信息技术、新能源技术、航天技术、生物技术、新材料技术等为代表的高技术是20世纪人类科学技术事业最伟大的成就之一。特别是进入80年代以来，大批建立在最新科学成就基础上的高技术蓬勃发展并迅速向现实生产力转化，对世界经济和社会发展乃至整个国际战略格局产生了并将继续产生着日益深刻的影响。高技术及其产业已成为推动经济和社会发展的主导力量，成为综合国力的核心和国际竞争的焦点。当前的态势是，谁占有高技术产业优势，谁就占有政治、经济、军事和社会发展的主动权。因此，许多国家都把发展高技术作为基本国策，采取措施，奋力进取，以期在国际竞争中占据有利地位。

大力发展高技术及其产业，对我国的社会主义

现代化建设具有至关重大的战略意义。我国的经济社会发展面临人口、资源、环境等诸多制约因素，科技进步水平和综合国力同发达国家比较，存在差距。面对狂飙突进的世界新科技革命浪潮，我们必须有危机感和紧迫感，奋起直追，缩小差距，要在世界上占有受人尊重的地位。60～70年代，我国成功地研制了“两弹一星”，极大地提高了国威，科技界为中华民族的振兴做出了永垂青史的贡献。进入80年代以来，我国科技界又继续前进，相继发起并实施了“高技术研究发展计划纲要”（即“863”计划）和发展高新技术产业计划（即“火炬”计划）。一大批高新技术产业开发区如雨后春笋，从沿海到内地，拔地而起。一大批科技工作者勇敢地投身于发展高新技术及其产业，为提高综合国力、加速经济发展和推动社会进步，奋力拼搏，已经取得了可喜的成就。在这历史的关键时刻，邓小平同志高瞻远瞩，提出了“发展高科技，实现产业化”的号召。抓住机遇，迎头赶上世界高科技前进的步伐，是社会主义现代化建设的紧迫任务，也是中华民族自强于世界的必然抉择。

发展高科技，实现产业化，一个十分关键的问题是提高广大干部的觉悟和科学知识水平。现代高

科技发展日新月异，我们的各级领导人必须密切注意高科技的发展动向、趋势，不断学习掌握现代科学文化知识，才能正确引导各项事业的发展方向，做好领导工作。

为适应新时期干部学习的需要，由吴锡军教授总体设计并与有关部门组织多方面的专家、教授，编写了《高科技知识丛书》。这是国内第一套以面向广大干部为主、普及高科技知识为目的的系列丛书。《丛书》全面介绍了各高科技领域的基本知识，详细解释了高科技在经济和社会发展中的地位和作用，描述了当前世界高科技发展的现状，展示了未来的前景，反映了先进国家的发展动向，阐述了我国在高科技领域的发展水平。由于作者们都是在有关高科技领域有建树的专家、教授和管理工作者，因而《丛书》资料翔实、信息量大，具有较强的科学性、系统性和实用性。作者们充分注意了文字的普及性和可读性，力求深入浅出，通俗易懂，不失为广大干部和知识青年学习高科技知识的一套好读物。

我们衷心感谢这套《丛书》的作者们，他们为《丛书》付出了辛勤的劳动。希望奋战在社会主义现代化建设各条战线上的广大干部以及科技人员都

能抽时间读一读这套《丛书》。它能帮助大家增长高科技知识，了解高科技发展的现状和趋势，增强各级干部和科技人员的紧迫感和使命感，从而激发奋起直追的热情，更好地担负起领导者和科技工作者的责任，为发展我国的高技术产业，提高我国的综合国力和国际竞争能力，作出新的贡献。

1992年8月

目　录

引言 …… 1

1 现代控制技术 …… 8

一、反馈控制 …… 9
二、程序控制 …… 22

2 生产过程自动化 …… 30

一、生产过程自动化进展 …… 30
二、集散控制系统 …… 36
三、现代操作环境 …… 44
四、新型人机交互技术 …… 50
五、仿真培训系统 …… 56

3 自动化工厂 …… 61

一、计算机集成制造 …… 61
二、柔性制造和智能加工 …… 80
三、人机工程 …… 85

四、展望 …… 92

4 机器人技术 …… 96

一、机器人的发展 …… 97
二、机器人的定义、分类、技术特点和性能指标 … 103
三、关键技术 …… 109
四、机器人的应用和发展前景 …… 116

5 自动化技术装备 …… 132

一、传感器 …… 133
二、自动化仪器仪表 …… 146
三、执行机构 …… 154

6 自动化工程的组织管理 …… 164

一、企业综合自动化 …… 166
二、综合自动化工程的组织与管理 …… 179

引　言

自动化技术是20世纪举世瞩目的高技术之一，也是我国重点发展的一个高科技领域。

什么是自动化技术？早期对“自动化技术”的直观和浅层的理解是指能自动取代人的部分调整操作活动的技术，主要反映在对过程中重要参量的自动控制。例如保持工业过程中的流量、温度、压力、液位、酸碱度、真空度、机床和轧钢设备中的主轴的转速、进给、厚度、张力、压力的稳定，以及军事装备中的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等。

现代自动化技术已发展为综合自动化。它的规模愈来愈大，不仅对单一设备，而且对多种不同性质、类型的装置进行综合控制；它不仅可代替人的体力劳动，也在很大程度上取代了人的脑力劳动；它已经渗透到人的一切社会活动之中，成为推动新的产业革命，促进社会全面发展的重要力量。

自动化技术的研究开发和应用水平是衡量一个国家发达程度的主要标志之一。在某种意义上说，自动化也是现代化社会的一大标志。为了加快实现我国社会主义现代化，使

我国在世界高技术的竞争乃至新的产业革命中立于不败之地，大力发展自动化技术是一项非常迫切的战略任务。

自动化技术推动工业生产飞跃发展，对促进产业革命起着十分重要的作用。1787 年瓦特发明了离心式调速器，实现了蒸汽机转速的自动调节，使蒸汽机作为转速稳定、安全可控的动力机，得到广泛应用，从而引发了第一次工业革命。

现代生产自动化技术的出现被认为是第二次工业革命的重要标志。美国福特汽车公司为提高生产率和降低汽车成本，首先研制出能自动将发动机气缸组送进和移出的传送机，以及从冲压机中取出大的冲压件的自动化生产流水线，在国际上开创了大批量制造机械产品的现代自动化技术。到了 1946 年，福特汽车公司副经理 D. S. 哈德正式提出用自动化(Automation)一词来描述这种流水线。福特汽车公司应用这种自动线建立起单一品种的大批量生产方式，大大提高了生产率，不到 3 年时间，汽车生产成本下降近 3 倍，仅用 8 年时间就使汽车销售价格下跌到原价的 9%，从而使汽车进入普通家庭。汽车工业的发展，又带动了冶金、化工、石油等工业利用自动化仪表和集中控制装置，促进了连续生产过程自动化的发展，大大提高了钢铁、化工、石油的产量和质量。

本世纪 70 年代以来，随着超大规模集成电路及微处理器的出现，为自动化技术提供了先进的装备，使自动化技术在工业中应用的范围愈来愈宽，综合自动化技术得到了更大的发展。机械制造业在单机自动化的基础上进一步采用

综合自动化技术，产生了柔性制造系统和计算机集成制造系统。这种综合自动化技术所产生的社会经济效益大大超过了单机自动化所产生的效益。据统计，从1936～1976年的40年间，由于自动化技术的发展，使劳动生产率提高了3.8倍。而预计1978～2018年的40年间，全世界劳动生产率将提高8倍。当今发达国家在制造业中的竞争十分剧烈，纷纷加强、加速工厂综合自动化的投入，以求进一步提高产品的质量和数量，适应市场的快速变化。1988年美国工厂自动化设备的市场规模是600亿美元，1992年扩展到1000亿美元。据估计，过去10年中，美国、西欧和日本投入工厂自动化方面的资金超过1.5万亿美元。1989年工业自动化设备的世界总销售额为444亿美元，而1991年则达到了571亿美元，今后仍将以每年8.3%的速率递增。以美国通用汽车公司为例，1986～1990年它投入了600亿美元推动工厂设备自动化，1990年该公司已使用了20万台微型计算机和6000台机器人。

自动化技术不仅在制造业中产生关键性作用，在其他工业部门也同样使劳动生产率大大提高。例如日本的钢产量50年代只有几百万吨，由于广泛采用自动化技术，目前日本的钢产量已达1亿多吨，而且质量很高。日本鹿岛制铁所用34台计算机实现生产过程控制和管理最优化，每小时的产量提高30%，减少多余板坯30%，减少职工700～900人。

现代农业正在向高科技农业方向发展，在这方面自动化技术也起着重要的作用。以现代种植业和养殖业为例，要

应用生物技术，这就需要依靠现代控制技术和自动化技术，以形成一个适合于现代种植业和养殖业发展的人造环境或工厂。日本九州电力公司从1990年起同三菱重工业公司和熊本技术财团共同开发了自动化蔬菜工厂，使蔬菜生长不受季节和场所的影响，既大幅度节省人力，又可实现不使用农药的蔬菜生产。据九州电力公司估算，自动化蔬菜工厂与露天栽培相比，生产率可提高8倍，蔬菜生长的速度可提高3倍。另据报道，西方将在饲养业中采用机器人，在此基础上无人饲养场将很快出现。

军备竞赛推动着军用自动化技术高速发展。现代武器之神奇威力、现代战争之快速变幻，令人咋舌，真好像是科幻小说的真实体现。1992年海湾战争使世人对现代军用自动化技术的奇效惊愕不已。用自动化技术武装起来的炮弹就像有了“头脑”、长了“眼睛”，有极高的命中精度。现代“灵巧”炸弹由飞机投出后，经激光束导引可自动寻找目标，几乎百发百中。现代巡航导弹由几百公里以外发射后，可贴近地面飞行，依靠弹上的设备随时随地观测地形，可自动地躲避山峰、高楼等障碍物，按预定航线飞行直至命中目标。例如为了摧毁一个建筑物中的地下工事，可先用一枚导弹在建筑物上炸开一个洞，第二枚导弹从此洞穿入攻击地下工事。所以能达到如此精确的程度，全靠导弹上的自动控制系统。上述例子说明这些武器上的控制系统有很高的自主能力，它能观察环境，作出判断并采取正确的行动。这是综合利用包括计算机在内的各种自动化技术的结果。利用这类有自主能力的控制技术还可实现无人战车、机器人单兵和

无人驾驶飞机。可以预期不远的将来，在空中有人驾驶的飞机率领一批无人飞机参与战斗，在地面有人战车指挥若干无人战车联合作战，将完全是可能的。除上述武器自控技术外，还必须强调综合自动化在军事中的重要作用。现代战争是海、陆、空立体战争，战场上情况转瞬万变，所以要具有能运筹于万里之外、决策于瞬息之中的超常规能力，这就必须依靠具有高度自动化技术水平的 C^3I（即指挥、通信、控制和情报的英文名词缩写）综合自动化系统。

自动化技术对现代科学研究起到极大的推动作用。现代控制技术造就了现代科学技术加速度发展的环境和条件。许多科学仪器都离不开自动控制技术。现代大规模的实验研究所用的装备非常复杂，其本身就是一个十分庞大的系统。要使这种设备能够正常运行并完成任务，全要靠自动化技术。举例来说，美国人实现了登月计划，全靠有精密的控制。1983 年前苏联的“宇宙-1443”号卫星在轨道上与运行的“礼炮-7”航天站成功地实现对接，在茫茫太空之中完成这样的操作，没有高超的自动控制技术是办不到的。

自动化技术也在日常家庭生活中发挥重要作用。各种家用电器都需要自动控制，这些家用电器减轻了人们的家务劳动，改善了生活环境。目前家用自动化技术正在走向更高层次，向计算机管理的方向发展。日本正在积极发展所谓“电脑大楼”和“电脑住宅”，在家庭中用计算机自动管理日常起居，创造良好的生活环境和自动化程度高的工作条件。这类自动化系统一般包括计算机的通信终端、报警系统、太阳能供电装置、照明、空调、娱乐的自动化管理等等。日本电

子工业协会的一位负责人说，从长远和经济的角度看，发展家庭自动化是大势所趋。这种趋势对未来的家用电器的更新换代将产生深远的影响。

以上情况说明生产自动化、办公自动化、军事自动化、农业自动化乃至家庭自动化已成为现代化社会的标志。现代自动化技术正在人们的一切社会活动中起到愈来愈大的作用，而且这种发展趋势愈来愈快。概括地说，现代自动化技术具有以下一些重要特点：

①自动控制的精度不断提高，智能化程度日益增加。自动化技术不仅仅能代替人无法完成的体力劳动，而且在大量地代替人的脑力劳动。后者的发展势头很快，应特别引起我们的注意。哪个国家的自动化技术发展得更高级，意味着从总体上说那个国家的人"智力更高"。

②自动化技术日益向综合化的方向迅速发展，其社会经济效益愈来愈大，应用的领域愈来愈扩大，因此加强系统的观点、综合的观点是十分必要的。

③自动化技术显示出知识密集化、高技术集成化的特点，它是许多种技术科学、基础科学和多种工程技术结合的产物。这里需要提醒的是，在发展自动化技术过程中，硬设备固然重要，但必须充分重视软设备所起的关键作用。

从前面介绍的情况，我们可以看到自动化技术在各个领域中的重要作用，以及我国与先进国家之间的差距。我们迫切需要急起直追，迎头赶上。但是我们必须看到自动化技术是一种集成技术，它受技术、人、组织、经济、文化等多方面因素的影响，因此不能单纯就技术论技术，必须适合国