



26

自动世界

丛书主编 李建中

丛书副主编 谈朗玉 李大东 张令朝

本卷主编 张元



KEPU TONGJIAN
ZIDONG SHIJIE



 中国科学技术出版社
 河南科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

自动世界/张元主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2013. 10
(2013. 11 重印)

(科普通鉴/李建中主编)

ISBN 978 - 7 - 5349 - 6600 - 2

I. ①自… II. ①张… III. ①自动化技术 - 普及读物 IV. ①TP - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 227594 号

出版发行: 中国科学技术出版社

地址: 北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮编: 100081

电话: (010) 62106522

网址: www.cspbooks.com.cn

河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028

网址: www.hnstp.cn

统筹编辑: 尚伟民 蒋云鹏 徐 涛

策划编辑: 李喜婷 冯 英

责任编辑: 张 建

责任校对: 柯 姣

封面设计: 赵 钧

版式设计: 赵玉霞

责任印制: 朱 飞

印 刷: 郑州金秋彩色印务有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 10.5 字数: 171 千字

版 次: 2013 年 10 月第 1 版 2013 年 11 月第 2 次印刷

定 价: 16.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系并调换。

《科普通鉴》丛书

主 编 李建中

副主编 谈朗玉 李大东 张令朝

《科普通鉴·自动世界》编委会

主 编 张 元

副主编 李秀娟 徐朝晖 曹 毅

委 员 (按姓氏音序排列)

曹 毅 黄凤芝 李秀娟

吴 翔 徐朝晖 张 元

张世杰

序

科技是人类智慧的伟大结晶，创新是文明进步的不竭动力。

回望文明历程，科技之光涤荡了人类旅途之蒙昧阴霾，科技之火点燃了人类心灵之求知火焰，科技之灯照亮了人类发展之光辉前程。科学技术的每一次重大突破，每一项发明创造的诞生，不仅推动人类对客观世界之认知发生质的飞跃，而且促使人类改造世界之能力得到提升。18 世纪中期以来的 200 多年，是科学技术突飞猛进的历史时期。数学、物理、化学、天文学、地学和生物学等各个领域的研究均取得了空前成就，并引发了一次又一次重大科技理论革命，特别是牛顿力学、爱因斯坦相对论和量子力学的创立，深刻改变了人类生存状态和生产、生活方式。在不计其数的科技发明、发现、创造中，蒸汽机、电话、火车、汽车、医用 X 光片、青霉素、DNA 双螺旋结构、火箭、阿波罗 10 号太空舱、计算机等无疑是改变世界的重大发明、发现及创造。

放眼现代社会，科技已经成为推动经济快速发展的主导

力量和创造社会财富的主要源泉，成为国家间、区域间竞争的核心和壮大综合国力的决定性力量。为了在竞争中取得优势地位，各国、各地区，特别是发达国家及地区都高度重视科技创新和发展。进入 21 世纪的短短十余年间，全球科技创新浪潮此起彼伏，科技发展日新月异，创新成果大量涌现。人类基因组序列图完成，细胞重新编程技术，人类最早祖先确定，宇宙存在暗物质猜想，干细胞研究的新进展，纳米技术研究的新突破，欧洲强子对撞机启动，人类探测器创最远纪录，七大数学难题之一——庞加莱猜想被证明，则可能是最具科学价值的重大科技成就。

展望未来，人类前进的道路上依然存在无数难题等待破解，依然存在众多未知世界等待认识。尤其是随着人口数量急剧增加、自然资源逐渐枯竭和生态环境的日益恶化，人类正遭遇着前所未有的生存挑战和危机。毫无疑问，应对挑战、解决危机，只有依靠科技的不断创新与发展。在可以预见的未来，为了拓展生存空间，提高生存质量，必将掀起一场以信息科技革命为先导、新材料科技为基础、生命科技为核心、新能源科技为动力、海洋科技和航天科技为内拓和外延的新的科技创新浪潮。

伴随知识经济向创意经济的转变，科学技术进入了多学科交叉、互为渗透、综合发展的历史时期，形成了学科林立、知识纷繁的新格局。面对浩如烟海的科技世界，经与有关专家学者反复研究论证，从理、工、农、医和高新科技五大领域中确定了 26 个社会公众关注度较高的选题编著成书。

弘扬科学精神，传播科学思想，倡导科学方法，普及科学知识，促进创新创造，是编著本书的基本思想。考虑到读者对象年龄、职业、身份的多样性和对知识需求的差异性，力求做到重点突出，脉络清晰，融入人文精神，体现人文情怀，以达引人入胜的效果。

此套大型科普丛书，涉及领域广，学科多，在内容和表述上尽可能避免交叉重复或冗长繁杂，在体例和风格上尽可能保持相对统一。但是，由于我们学识水平有限，编著时间仓促，缺乏相应经验，个别章节仍然存在这样那样的问题。这些缺憾，我们将在再版重印时加以修订改进。诚恳希望广大读者对本书的修订改进提出宝贵意见和建议，使本书的质量再版时有一个较大提高。

通览科技文明，鉴取创新精粹。期待有缘阅读本书的各界人士，汲取科技精髓，激发创新思维，为中华民族的伟大复兴贡献聪明才智。

即将退休前夕，主持编著了这套大型科普丛书，期望能对后人创新思维、报效祖国产生一些积极的影响。借此机会，感谢我的妻子曹四梅对编著本书所给予的宝贵意见，特别要感谢她三十多年来对我工作的支持和无私的奉献！我的妻子曹四梅，原籍安徽宿州，1957年出生于河南项城，婚后三十五年，对我生活上的照顾无微不至，才使我有足够的时间和精力投身于国家的事业。回首往昔，岁月峥嵘；弹指一挥间，履职三十六个春秋。极目长天，光阴荏苒；伴随万物生，年轮滚动催生霜鬓。谨用一首《复兴华夏》的藏头诗作

为对伟大祖国的美好祝愿。

复礼克己演春秋，

兴业建邦造英雄。

华族鼎立环球日，

夏禹仙界贺奇功。

祖国广袤无垠的辽阔疆域，哺育着伟大的华夏民族繁衍生息。白发的烙印，既留下了少年时代的天真烂漫，又刻画了中青年时代的历史轨迹。我热爱我的祖国，更加由衷真诚地祝愿国家富强昌盛、人民安康幸福！

河南省科学技术协会主席、党组书记 李建中

2013 年 6 月

目 录

引言 / 001

1 赋予物体“生命”的自动化技术 / 005

1.1 无处不在的自动化应用 / 005

1.2 自动化技术的前世今生 / 008

1.3 自动化学科的分门别类与知识体系 / 017

1.4 自动化的发展趋势 / 020

2 自动化的灵魂——自动控制系统 / 021

2.1 自动化与自动控制系统基础 / 021

2.2 自动控制系统的组成 / 022

2.3 多样的自动控制系统 / 025

2.4 自动控制系统的经典控制方法 / 029

3 自动化的骨架——工业自动化 / 040

3.1 人们身边的工业自动化 / 040

3.2 五花八门的工业自动化 / 044

3.3 未来发展趋势 / 056

4 人类的好助手——机器人 / 059

4.1 认识机器人 / 059

4.2 机器人的发展历史 / 060

- 4.3 多种多样的机器人 / 063
- 4.4 机器人的组成 / 071
- 4.5 机器人的主要支撑技术 / 073
- 4.6 机器人的未来 / 076

- 5 无形操作——遥感遥控遥测技术 / 078
 - 5.1 隐形的操作技术 / 078
 - 5.2 神奇的遥控技术 / 081
 - 5.3 遥感技术——碧空慧眼 / 085
 - 5.4 遥测技术 / 094
 - 5.5 精确制导技术——三遥技术的结合 / 097

- 6 高效办公——商务与办公自动化 / 105
 - 6.1 办公自动化的概念 / 105
 - 6.2 办公自动化软件的特点 / 107
 - 6.3 办公自动化系统的设计 / 108
 - 6.4 办公自动化系统的常用设备 / 111
 - 6.5 办公自动化的常用软件 / 115
 - 6.6 互联网时代的办公与云计算 / 117

- 7 科技起居——智能生活 / 122
 - 7.1 智能建筑 / 122
 - 7.2 智能交通 / 125
 - 7.3 智能家电 / 130

- 8 自动化理念的拓展应用 / 135
 - 8.1 生物控制论及信息处理 / 135

8.2 社会控制与经济控制 / 139

8.3 系统工程 / 144

结语 / 149

参考文献 / 153

后记 / 154

引言

自动化，是为人类自身生产、生活服务的，是人们追求的目标。

长期以来，人们对自动化的理解是“以机械的动作代替人力操作，自动地完成特定的作业”。这实质上是自动化代替人的体力劳动的观点，但随着电子和信息技术的发展，特别是计算机的出现和广泛应用，自动化的概念已扩展为用机器（包括计算机）不仅代替人的体力劳动，而且还代替或辅助人的脑力劳动，以自动地完成特定的作业。

人类诞生至今，几乎地球上每个独立的文明都曾对自动化进行过独立的探索，包括四大古国和其他远古文明的哲学家、科学家乃至文学家在内的先贤们，对自动化原理和技术的探索也从未停止过。由于对自动化终极追求目的上的一致性和人类感官系统的相似性，在自动化的发展上，不同的文明与国家之间可以说是殊途同归。

一、从古希腊“太罗斯”到诸葛亮“木牛流马”，东西方在自动化探索中各自迈出第一步

古希腊神话中，描写了发明家戴达罗斯用青铜为克里特岛国王迈诺斯塑造了一个卫士“太罗斯”，它是以水、空气和蒸汽压力为动力的会动的雕像，它可以自己开门，还可以借助蒸汽唱歌。

无独有偶，根据我国史料记载，西周能工巧匠偃师也制出了能歌善舞的“伶人”，这也是中国最早有记载的机器人。然而这些都还是史料中简单的描绘甚至是神话传说，并没有对自动化设备的原理乃至构造做任何有力说明，但神话其

实就是人类对自身缺点的反省，对超越自身能力的思考，对未来愿望的理想化。因此可以说，在远古时期人类就开始对自动化进行思考和实践活动了。

在我国，更加广为人知的木牛流马则可追溯到春秋末期。王充在《论衡》中记载：鲁国工匠鲁班为其老母巧工制作过一台木车马，“机关具备，一驱不还。”鲁班之后大约 700 年，三国时期的诸葛亮发明了木牛流马，用其在崎岖的栈道上运送军粮，且“人不大劳，牛不饮食”。《三国志·诸葛亮传》记载“亮性长于巧思，损益连弩，木牛流马，皆出其意。”《三国志·后主传》记载“建兴九年，亮复出祁山，以木牛运，粮尽退军；十二年春，亮悉大众由斜谷出，以流马运，据武功五丈原，与司马宣王对于渭南。”给《三国志》做注的南北朝时期的裴松之，在注中引用了现在已经失传的《诸葛亮集》中有关木牛流马的一段记载，对木牛的形象做了描绘，对流马的部分尺寸做了记载。诸葛亮造出木牛流马 200 年后，南北朝时期的科技天才祖冲之也造出了木牛流马。《南齐书·祖冲之传》说“以诸葛亮有木牛流马，乃造一器，不因风水，施机自运，不劳人力。”

二、从“安提基特拉机械”到电子计算机，自动化发展进程中始终离不开逻辑和计算基础

1900 年 10 月，潜水员在希腊安提基特拉岛 Glyphadia 海岸外的沉船中发现大量的艺术品，其中还包括一部奇怪的机器。1902 年 5 月 17 日，考古学家维拉理奥斯·史大理斯清理沉船中的物品时发现一个齿轮嵌在一块岩石中，史大理斯一开始认为这是天文钟，但多数学者认为这物品和同时期发现的其他东西相较之下太过复杂。这就是安提基特拉机械，是目前所知最古老的复杂科学计算机。

它为什么会在货船上已经无从得知。研究者认为该船可能是从安提基特拉岛上掠夺的物品，要送往罗马在尤利乌斯·恺撒的凯旋式上展示。它含多个齿轮，被认为是世界上第一个模拟计算机，可能是依照古希腊天文学家发展的天文学和数学理论制造的，其年代可能是公元前 150 到前 100 年之间。安提基特拉机械的小型化和其部分装置的复杂性，可与 19 世纪机械钟表相比，它上面的齿轮超过 30 个，有人推测可能有多达 72 个带正三角形齿的齿轮。由一个曲柄输入一个日期，该机械就可算出日月或行星等其他天体的位置。

时至今日，随着现代自动控制在制造业领域的大规模运用、互联网与电

子计算机的普及、办公自动化和家居智能化的实现，人类在自动化探索和发展的过程中已经逐步进入了成熟期，但不论是古希腊的安提基特拉机械还是现在的电子计算机，其基本原理都是通过机器进行一系列逻辑和运算，从而得到预先希望的效果。在这个过程中，人的智慧起主导作用，机器处于从属和辅助的地位。未来不论自动控制理论和实践取得多么大的进展，逻辑和计算基本原理仍然是自动化乃至整个电子信息科技和工业的基石。

三、从古希腊庙门自动开启到瓦特的蒸汽机调速器，自动装置的发展与应用历程

自动装置的出现和应用在 18 世纪以前。早在 1 世纪，古埃及和希腊的发明家就创造了一些机器人或机器动物来适应当时宗教活动的需要。到近代，17 世纪以来，随着生产的发展，在欧洲的一些国家相继出现了多种自动装置。

18 世纪末至 20 世纪 30 年代，是自动化技术的形成时期。社会的需要是自动化技术发展的动力。自动化技术是紧密围绕着生产、军事设备的控制以及航空航天工业的需要而形成和发展起来的。

四、从二次开发应用到自主创新，我国自动化发展历程和前景展望

我国工业控制自动化的发展道路，大多是在引进成套设备的同时进行消化吸收，然后进行二次开发和应用的。目前我国工业控制自动化技术、产业和应用都有了很大的发展，我国工业计算机系统行业已经形成。工业控制自动化技术正在向智能化、网络化和集成化方向发展。

从 20 世纪 60 年代开始，西方国家就依靠技术进步（新设备、新工艺及计算机应用）开始对传统工业进行改造，使工业得到飞速发展。20 世纪末，世界上最大的变化就是全球市场的形成。全球市场导致竞争空前激烈，促使企业必须加快新产品投放市场时间（Time to Market）、改善质量（Quality）、降低成本（Cost）以及完善服务体系（Service），这就是企业的 T. Q. C. S.。虽然计算机集成制造系统（CIMS）结合信息集成和系统集成，追求更完善的 T. Q. C. S.，使企业实现“在正确的时间，将正确的信息以正确的方式传给正确的人，以便做出正确的决策”，即“五个正确”。然而这种自动化需要投入大量的资金，是一种高投资、高效益同时是高风险的发展模式，很难为大多数中小企业所采用。

在我国，中小型企业及准大型企业走的还是低成本工业控制自动化的道路。20 世纪 90 年代以来，由于 PC - based 工业计算机（简称工业 PC）的发展，以工业 PC、I/O 装置、监控装置、控制网络组成的 PC - based 自动化系统得到了迅速普及，成为实现低成本工业自动化的重要途径。

从 1952 年美国麻省理工学院研制出第一台试验性数控系统，数控技术到现在已走过了几十年的历程。近年来，随着计算机技术的飞速发展，各种不同层次的开放式数控系统应运而生，发展很快。目前正朝着标准化开放体系结构的方向前进。我国自动化控制系统的开发与生产，通过“七五”引进、消化、吸收，“八五”攻关和“九五”产业化，取得了很大的进展，基本上掌握了关键技术，建立了数控开发、生产基地，培养了一批人才，初步形成了自己的自动化产业，也带动了机电控制与传动控制技术的发展。进入 21 世纪，人类社会将逐步进入知识经济时代，知识将成为科技和生产发展的资本与动力，而自动化技术的战略性重要地位、受重视程度，也将更加鲜明突出。

1 赋予物体“生命”的自动化技术

在当前的人类社会中，自动化技术已经渗入了我们生产、生活的方方面面，不管是在工业、农业、军事、国防事业中，还是在人们的衣、食、住、行中。自动化技术对人类进步和社会发展具有巨大的推动作用，你能想象得到，如果没有自动化技术，没有自动化设备和自动化机械，全靠人力工作的世界会是什么样的吗？

金字塔不是一天建起来的，万里长城也不是一朝一夕之功。同样，自动化技术和自动控制的出现和发展也是经过了很漫长的一段时间。那么自动化技术是怎样一步一步发展起来的呢？它经过了一个什么样的发展过程呢？未来的发展方向又是什么呢？作为一个学科的自动化是怎样分类的呢？它具有怎样的知识体系结构呢？在本章中将给大家一一道来。

1.1 无处不在的自动化应用

人类自开始进行劳动以来，就一直梦想着制造出无需人的参与就可以自己完成任务的劳动工具。

从刀耕火种的年代起，人们就梦想着省时省力地生产出更多的东西，来满足人们生活的需要。在几千年的生产过程中，人们发明了很多节省力气的工具，如在河流上建造的水车（图 1-1）。它可以通过水的冲击带动轮子转动，实现灌溉、淘米等工作。

伴随 1788 年工业革命的到来，自动化的发展加快了步伐，人们开始用机器代替人类完成一部分工作。还记得卓别林大师表演的无声电影《摩登时代》吗？



图 1-1 水车

它很好地记录了工业自动化带给人们的轻松快乐，以及人在流水线上显出的难以适应的无奈。值得一提的是工业革命时期瓦特最著名的发明——蒸汽机，它大大改变了人类的社会生产活动。此后，人们一直在探索，尤其是在第二次世界大战期间，各国政府积极研究制作战争武器、设备和装备，为自动化技术的应用提供了舞台。1948 年，美国应用数学家诺伯特·维纳发表了自动化的理论基础著作——《控制论》，这标志着自动化技术的正式诞生。

控制论作为自动化技术的理论基础从诞生到现在，在工农业生产、交通运输、国防建设和航空航天事业等各个领域大显身手，得到了广泛的应用。上至天上飞的太空飞行器、人造卫星等，下至水下游的潜艇、水下机器人等；大至飞机、飞行器，小至自动门锁、电子钱包……无处不存在着自动化技术的应用。图 1-2 ~ 图 1-5 为自动化技术应用举例。



1-2 人造地球卫星的发射系统



图 1-3 具有雷达自动跟踪的导弹系统