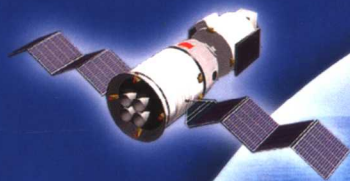


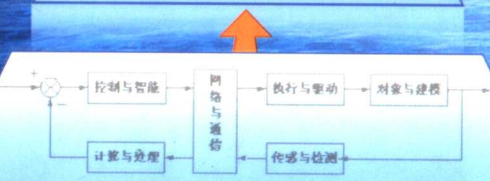
高等学校教材

自动化学科概论

戴先中 赵光宙 编著



知识域: 系统与工程
知识元: 大系统、复杂系统、运动控制系统、过程控制系统、集成自动化系统、管理信息系统、系统工程、运筹学、智能系统、机器人系统、人机系统、多智能体等等



知识域: 数理基础、机电基础、计算机基础
知识元: 数学、力学、物理、化学、现代生物学、生命科学、脑科学、思维科学、系统科学、管理科学、电工电子基础、机械基础、计算机原理、计算机语言、微机原理等等



高等教育出版社

高等学校教材

自动化学科概论

戴先中 赵光宙 编著

高等教育出版社

内容提要

本书从自动化科学与技术学科的层面来审视、介绍本科自动化专业所要学习的内容。通过本书,读者将较深入地理解:(1)自动化的内涵、外延与定位;(2)自动化科学与技术的基本原理与核心概念;(3)自动化学科的知识体系、知识元及其相互关系;(4)自动化专业的课程体系、主要课程及其相互关系;(5)自动化科学技术、自动化专业与相关科学技术、相关专业之间的联系与区别,并对现代自动化科学与技术的发展有一个大概的了解。

本书的读者对象主要是自动化学科(专业)的本科生,可作为一年级新生“自动化学科概论”课程的教材,或作为自动化专业高年级学生了解本专业的参考书,也可作为系统介绍自动化学科与专业的参考资料,供自动化学科教学与研究人員参考。

图书在版编目(CIP)数据

自动化学科概论/戴先中,赵光宙编著. —北京:高等教育出版社,2006.4

ISBN 7-04-019208-X

I. 自... II. ①戴...②赵... III. 自动化技术-概论-高等学校-教学参考资料 IV. TP2

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第043233号

策划编辑 韩颖 责任编辑 杜炜 封面设计 刘晓翔
责任绘图 朱静 版式设计 张岚 责任校对 王效珍
责任印制 尤静

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网址	http://www.hep.edu.cn
总机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经销	蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印刷	北京市南方印刷厂	畅想教育	http://www.widedu.com
开本	787×960 1/16	版次	2006年4月第1版
印张	11	印次	2006年4月第1次印刷
字数	200 000	定价	16.80元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19208-00

前 言

告别中学时代,踏入大学校门,每位莘莘学子都对未来充满憧憬,都渴望了解所学专业。而担负着培养国家栋梁重任的大学,有责任在新生入学之初,进行专业入门教育,让学生在对专业深入了解的基础上,学习的目的性更明确,学习更主动,从而学得更好。

“自动化学科概论(或自动化专业概论)”就是这样一门为自动化专业新生开设的入门课程。

本书是“自动化学科概论”课的教科书,从自动化科学与技术学科层面来审视、介绍本科自动化专业。

通过本书,自动化专业学生将较深入的理解:

(1)自动化的内涵、外延与定位;

(2)自动化科学与技术的基本原理与核心概念;

(3)自动化学科的知识体系、需要掌握的知识元及其相互关系;

(4)自动化专业的课程体系、需要学习的主要课程及其相互关系;

(5)自动化科学技术、自动化专业与相关科学技术、相关专业之间的联系与区别,并对现代自动化科学与技术的发展有一个大概的了解。

本书不仅是学生学习“自动化专业”的入门书,而且可作为“自动化专业”4年学习期间的参考书。每当学生学习一门新课(尤其是主要课程)时,都能通过本书对所学课程、对该课程与其他课程之间的关系有一个大概的了解。更进一步,当学生:①进入专业课学习阶段(三年级),可以(如果可能)选择选修课时;②进入毕业设计(四年级),可以(如果可能)选择毕业设计课题时;③准备报考研究生(三、四年级),选择研究方向时,能从本书中获得做出自己独立“决策”的依据。这或许就是本书最主要的目的。

本书的大纲由戴先中提出初稿,在赵光宙修改的基础上,经反复讨论确定。第1、2、5、6章及附录由戴先中编写,第3、4章由赵光宙编写,全书由戴先中统稿、定稿。本书在编写与出版过程中得到了高等教育出版社韩颖编辑的大力支持,得到了教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会众多自动化教育专家的指导,在此一并致谢!

|| 前 言

本书的内容虽已在东南大学讲授多年,但作为国内第一本从全新的角度介绍自动化学科与专业的书,全书的架构、章节段落安排还值得进一步推敲,是否适合不同院校的不同自动化专业的学生还有待实践检验。因而诚挚地希望能听到、收到各方面的批评与建议,以便能作进一步的修改,使其不断完善。

作者的通信地址是:东南大学自动控制系戴先中:xzdai@seu.edu.cn;浙江大学电气工程学院赵光宙:zhaogz@cee.zju.edu.cn。

目 录

第1章 绪论	1
§ 1.1 为什么要学这门课	1
§ 1.2 如何学好这门课	1
§ 1.3 全书内容简介	3
§ 1.4 课程教学安排	3
思考题	4
第2章 自动化与自动化学科、专业	5
§ 2.1 自动化	5
§ 2.1.1 自动化的内容与应用范围	6
§ 2.1.2 自动化的发展历史	7
§ 2.1.3 自动化在工业化建设中的作用与地位	12
§ 2.1.4 自动化在信息化进程中的作用与地位	14
§ 2.1.5 自动化在现代化建设中的作用与地位	18
§ 2.2 自动化科学与技术	19
§ 2.2.1 自动化科学技术的定位	19
§ 2.2.2 自动化科学与技术的基本内容与核心概念	21
§ 2.2.3 自动化科学技术与信息科学技术的关系	24
§ 2.2.4 自动化科学与技术的特点	27
§ 2.3 自动化学科、专业	29
§ 2.3.1 学科与专业的含义与区分	29
§ 2.3.2 自动化学科	30
§ 2.3.3 自动化专业	32
§ 2.4 小结	34
思考题	34
第3章 自动化的基本原理	36
§ 3.1 自动化、自动控制系统与自动控制理论	36
§ 3.1.1 自动化与自动控制系统	36
§ 3.1.2 自动控制理论	39
§ 3.2 被控对象及其数学模型的建立	42
§ 3.2.1 被控对象的类型	42

§ 3.2.2	建立被控对象数学模型的基本方法	43
§ 3.2.3	复杂系统建模的困难	48
§ 3.3	自动控制基本原理	48
§ 3.3.1	自动控制系统的基本性能要求	48
§ 3.3.2	开环控制与闭环控制	50
§ 3.3.3	单回路控制与多回路控制	54
§ 3.3.4	基本控制规则	56
§ 3.3.5	单变量控制与多变量控制	56
§ 3.3.6	非线性系统控制及其困难	57
§ 3.4	数字控制及计算机控制系统	59
§ 3.4.1	从模拟量到数字量	59
§ 3.4.2	计算机控制	60
§ 3.4.3	基于网络技术的计算机控制	62
§ 3.5	自动化基本设备	66
§ 3.5.1	信息获取——传感器	66
§ 3.5.2	信息传输——信号转换与传输网络	67
§ 3.5.3	信息处理——控制器	67
§ 3.5.4	信息应用——执行器	68
§ 3.5.5	系统集成、优化的重要性	68
§ 3.6	小结	69
	思考题	69
第 4 章	现代自动化科学与技术	71
§ 4.1	复杂系统及其控制	71
§ 4.1.1	复杂系统及控制的困难	71
§ 4.1.2	先进控制技术	72
§ 4.1.3	智能控制	74
§ 4.2	大系统控制	79
§ 4.2.1	大系统及其控制	79
§ 4.2.2	系统工程及其应用	83
§ 4.3	集成自动化系统	85
§ 4.3.1	系统的集成和优化	85
§ 4.3.2	集成自动化系统	86
§ 4.4	自动化科学技术的最新发展	88
§ 4.4.1	基于网络环境的自动化	88
§ 4.4.2	人工智能在自动化系统中的进一步应用	89

§ 4.4.3 其他领域的自动化	91
§ 4.5 小结	93
思考题	94
第5章 自动化学科、专业的知识体系与课程体系	95
§ 5.1 自动化学科的知识结构与知识体系	95
§ 5.1.1 自动化学科的研究内容	95
§ 5.1.2 自动化学科的知识结构	96
§ 5.1.3 自动化学科的知识体系	100
§ 5.2 自动化专业的知识与知识体系	102
§ 5.2.1 不同类型的知识与体系的划分	102
§ 5.2.2 “实体控制”类知识与体系	104
§ 5.2.3 “信息控制”类知识与体系	106
§ 5.2.4 “模型控制”类知识与体系	108
§ 5.3 自动化专业人才的知识、素质与能力要求	110
§ 5.3.1 自动化专业人才培养目标	110
§ 5.3.2 自动化专业人才的完整知识结构	111
§ 5.3.3 自动化专业人才的素质、能力要求	113
§ 5.4 自动化专业的课程结构与课程体系	114
§ 5.4.1 自动化专业的课程结构	114
§ 5.4.2 “实体控制”类课程体系	116
§ 5.4.3 “信息控制”类课程体系	116
§ 5.4.4 “模型控制”类课程体系	116
§ 5.5 小结	125
思考题	125
第6章 自动化学科(专业)发展	127
§ 6.1 自动化学科(专业)的特点	127
§ 6.1.1 多学科交叉的特点——适合通才教育	127
§ 6.1.2 突出的方法论特点——利于培养创新人才	128
§ 6.1.3 系统集成的特点——利于培养将才、帅才	129
§ 6.2 与其他相关学科(专业)的关系	129
§ 6.2.1 与计算机学科(专业)的联系与区别	130
§ 6.2.2 与信息类学科(专业)的联系与区别	132
§ 6.2.3 与工程类学科(专业)的联系与区别	132
§ 6.3 自动化学科(专业)的发展前景与发展趋势	134
§ 6.3.1 自动化学科(专业)发展面临的挑战	134

IV 目 录

§ 6.3.2 自动化科学与技术的发展趋势	135
§ 6.3.3 自动化高等教育的发展趋势	136
§ 6.4 小结	137
思考题	138
参考文献	139
附 录	141
附录 1 自动化科学与技术的发展历史	141
附录 2 自动化学科的分类	144
附录 3 我国自动化学科、专业人才培养的演变历程	148
附录 4 我国自动化专业与国际“接轨”问题分析	150
附录 5 自动化领域著名公司、科研院所、大学与重要学术刊物	154

注:打“*”的章、节可作为自学内容

第1章 绪 论

§ 1.1 为什么要学这门课

在进入大学学习的前后,或通过大学招生简章中的专业宣传,或通过大学入学时的专业简介,或通过前辈(尤其是自动化专业毕业的前辈)的介绍,每位自动化专业的学生或多或少的对自动化专业已有所了解,这是一个良好的开端。

如果把整个科学技术比作茂密的树林,各个学科(专业)比作树林中的一棵棵不同种类的参天大树,构成自动化学科的知识比作自动化参天大树的枝和叶,那么在学习本课程之前,自动化专业的新生对自动化专业这棵大树的了解充其量只是“一幅素描”。这对于树立正确的专业学习目标,掌握正确的大学学习方法,学得主动、学得更好是远远不够的。

大学教学与中学教学有着本质的区别。进入大学,学生在学习一定的基础知识后,开始系统地学习专门(专业)知识。同时,为了培养学生的自主学习能力和独立从事科学研究、技术开发的能力,并给学生更大的发展空间,学生(尤其在高年级时)往往可自己选择一些学习课程。这在给每位学生提供了充分的发展空间(机会)的同时,也提出了挑战。这就要求学生对本专业有一个深入与全面的了解:

(1) 不仅需要了解本专业(自动化专业),还应对专业背景(自动化、自动化科学技术)及其发展有所了解,即对自动化参天大树的全貌有一个全面的了解;

(2) 不仅需要了解自动化专业四年将学习的知识,还应对更宽范围的学科专业知识(如研究生知识)有所了解,即了解树的各部分(枝和叶)及其相互之间的关系;

(3) 不仅需要了解本专业(自动化专业),还应对相关专业有所了解,即了解自动化参天大树与其他大树的关系。

而这正是开设本课程的出发点与目的。

§ 1.2 如何学好这门课

为了让学生对本专业有一个较深入与全面的了解,树立正确的专业学习目标,本课程宜在新生一入学即开设。但却随之带来一个问题:在学生仅有中学知识及少量的大学数理基础知识的情况下,如何介绍需要较深高等数学知识的自

动化科学技术的基本原理与核心概念,如何介绍自动化学科的知识体系,又如何介绍自动化科学与技术的最新进展,才能让学生听得懂、学得进,又不会成为高级科普?

科普是科学普及的简称。一般科普读物、讲座、宣传采用通俗易懂、深入浅出的方法将科学与技术知识传授给普通百姓,是普及与提高全社会科学技术素质的一个重要手段;而高级科普著作则面向具有一定科学技术素质的读者,同样采用通俗易懂、深入浅出的方法介绍最新或深奥的科学技术知识。

但(高级)科普从来不适合作为专业教材,因为绝大多数的(高级)科普存在这样的缺陷:由于不能引入较深的高等数学知识,难以对问题进行科学和严谨的描述,从而难以揭示其真谛。因此,采用(高级)科普的方式方法来讲授本课程和编写课程教材,极易造成读者对涉及的科学问题表面已懂但实际未懂的尴尬局面,甚至会产生错觉:“所谓的高精尖科学问题其实也很简单,不需要高深的数理知识也能懂”,从而“误导”学生。此外,绝大多数科普是课外读物,有“可有可无”之嫌。

另一方面,在一门课程有限的学时内,想把学生在四年中将学习的自动化科学技术的主要内容讲清楚,让学生“不仅知其然,而且知其所以然”也是不现实的。

因此,本教材在介绍自动化科学与技术的基本原理与核心概念以及现代自动化科学与技术时,遵循以下两个原则:

(1) 在一定的高等数学(微积分)知识的基础上,将最基本的原理与最核心的概念讲清楚;

(2) 对需要高深数理知识才能讲深讲透的原理、方法,只设法把涉及的科学问题讲清楚,解决此问题的难点讲清楚;仅扼要介绍解决问题的思路,不介绍具体解决问题的原理、方法。使学生虽仅仅“知其然”,但能激发其求知欲,在随后的学习中,力求达到“知其所以然”。

当然,要真正做到以上两点,难度很大。但我们相信,这是讲授“自动化学科概论”课程比较合适的方式。如能做到以上两点,不仅能让学生有一个学习自动化科学与技术的良好开端,更能让学生对学习自动化科学与技术的难度有一个正确的认识,从而一方面充分激发学生的求知欲,另一方面促使他们学好数理基础知识,为今后的学习打下坚实的基础。

为能做到以上两点,需要教学计划的配合(与高等数学课程进度的协调),需要教师与学生之间的沟通与交流(及时了解学生的理解、接受程度),尤其需要的是学生的积极配合——不把本课程当作“科普”,而把它真正当作“科学”来学。

§ 1.3 全书内容简介

第1章“绪论”介绍开设本课程对于刚入学的自动化专业新生的重要意义,分析教师如何讲好、学生如何学好本课程的关键点,并扼要介绍课程的各部分内容与教学安排。

第2章“自动化与自动化学科、专业”是本书的第一个学习重点,从一个中学毕业生能够理解的角度,较深入地介绍自动化的研究内容,自动化的作用与重要性,自动化与自动化学科、专业的关系,自动化学科、专业划分,自动化专业、学科的特点。并简要介绍自动化的发展历史,自动化在工业化、信息化与现代化建设中的重要性。以使刚开始学习高等数学的大学生能对自动化、自动化科学与技术、自动化学科、自动化专业能有一个初步但比较完整、深刻的印象。

从第3章“自动化的基本原理”开始,结合学生刚学习的高等数学(微积分)知识,介绍自动化(控制)的最基本的原理与最核心的概念,让学生建立“反馈”、“闭环控制”的基本概念,了解自动控制原理、自动控制系统与自动控制工程各自的含义与包含的内容。本章既是本书的学习重点,又是本书的学习难点。

第4章“现代自动化科学与技术”作为自学内容,将有选择地扼要介绍先进的、深奥的自动化科学与技术,这些知识绝大多数已超出本科生学习范围(属于研究生学习的内容)。通过扼要的介绍,让学生能对整个自动化科学与技术有一个较完整的了解。

本书的第三个学习重点是接下来的第5章“自动化学科、专业的知识体系与课程体系”。在这一章中,从分析自动化学科包含的内容着手,将给出整个自动化学科的完整知识体系和自动化专业的完整课程体系。从而让学生了解,作为一名从事自动化学科研究与教育的人员(也包括学生)所必须具备的基本知识结构,和必须掌握的基本知识内容——知识域与知识元,以及作为一名自动化专业的学生,四年内将要学习的课程及其之间的相互关系。

第6章“自动化学科(专业)发展”,介绍了自动化学科的三个重要特点,自动化学科(专业)与其他相关学科(专业),尤其是与计算机类、信息类、工程类学科(专业)的联系与区别。最后通过对世界范围内高等工程教育的整体发展趋势的分析,来探讨和预测自动化高等教育的发展趋势,从而让学生对自动化学科有进一步深入的了解。

§ 1.4 课程教学安排

本课程宜在新生入学后的第一个学期开设。

本课程的教学学时数,建议安排16学时或24学时。在课程的具体安排上,主要应考虑与高等数学课程进度的协调。

对16学时的教学安排,建议周学时为2,从第2周开始,隔周上课。教学内容安排:第1章1学时,第2章4-5学时,第3章5-6学时,第4章安排自学,第5章4学时,第6章1学时。同时,最好安排一次介绍本校自动化专业,或参观本校自动化专业有关实验室与研究室(不计学时)的教学内容。

对24学时的教学安排,建议周学时也为2,从第2周开始,先隔周上课,然后再连续每周上课(以便与高等数学课程进度一致)。具体可安排在第2、4、6、8、9、10、11、12、13、14、15、16周。教学内容安排:第1章1学时,第2章5学时,第3章7-8学时,第4章2-3学时(部分自学),第5章5学时,第6章1学时,并安排一次介绍本校自动化专业或参观本校自动化专业有关实验室与研究室(计2学时)的教学内容。

思考题

1. 在学习本课程之前,你对自动化学科、自动化专业有多少了解?
2. 简述你选择自动化专业的原因或动机。
3. 如何理解“如果把整个科学技术比作茂密的树林、各个学科(专业)比作树林中的一棵棵不同种类的参天大树,则构成自动化学科的知识就是自动化参天大树上的枝和叶”?你准备如何去“认识”这些“枝和叶”?
4. 你读过多少有关自动化方面的科普书?
5. 你准备如何学好“自动化学科概论”这门课程?

第2章 自动化与自动化学科、专业

本章从一个中学毕业生能理解的角度,简要论述自动化的研究内容,自动化的作用与重要性,自动化与自动化学科、专业的关系,自动化学科、专业划分。并简要介绍自动化的发展历史,自动化在工业化、信息化与现代化建设中的重要性。使读者对自动化、自动化科学与技术、自动化学科、自动化专业能有一个初步但比较完整、深刻的印象。

§ 2.1 自动化

在日常生活中,较少听到“自动化”这个名词,更多听到的是:这个设备(器具)是自动的、自动控制的、或全自动的。日常生活中常见的“自动化”设备有:

- ① 家庭——全自动照相机、洗衣机、电饭煲;
- ② 银行——自动取款机 ATM;
- ③ 交通——自动控制的红绿灯、火车上的自动烧开水机;
- ④ 楼宇——自动门、自动自来水开关;

“自动化”设备,不仅应用于日常生活,更多的应用于社会财富的创造业——产业,包括农业(第一产业)、工业(第二产业)和服务业(第三产业),分别称之为农业自动化、工业自动化和服务自动化。与此同时,军事自动化(自动火炮、导弹、无人飞机、无人战车等)也是自动化的重要应用领域。

到目前为止,工业自动化(从自动化机器、自动化生产线到无人车间、无人工厂)对人类社会做出的贡献最大,在国民经济中占有举足轻重的地位,在提升国家综合实力方面起着重要的作用;而服务自动化近年来发展最快,大有后来居上之势。如:办公自动化、楼宇自动化(包括电、气、水全自动管理,温度、湿度、空气质量全自动控制,门、窗、家用电器自动控制,安全、消防自动报警等)。

以上是从日常生活的感受和体验中获得的对“自动化”设备、“自动化”的初步认识和感性认识,为了能对自动化科学与技术、自动化学科与专业有一个初步但全面的了解,仅有这些感性认识是远远不够的。需要从理性的角度,在了解自动化发展历史的基础上,全面地认识自动化,把握自动化的内涵、本质与外延、应用,了解自动化在工业化、信息化和现代化建设中的重要性与突出地位,为进一步深刻理解自动化科学技术的定义、内涵与外延,认识自动化科学技术在整

个科学技术体系中的重要性打基础。

§ 2.1.1 自动化的内容与应用范围

在大多数汉语字典中,并没有“自动化”这一条款及其解释。中文“自动化”,按其所对应的英译名词“Automation 或 Automatization”,其含义或解释有三:

① 指设备、过程或系统的自动运行或自动控制(The automatic operation or control of equipment, a process, or a system);

② 用于实现自动运行或自动控制的技术或设备(The techniques and equipment used to achieve automatic operation or control);

③ 被自动控制或自动操作的状态(The condition of being automatically controlled or operated)。

简言之,“Automation”包含了① 设备、过程或系统的自动化;② 自动化技术或设备;③ 自动化状态。由此可看出,自动化的定义是基本明确的,其内容是十分丰富的。

在以上对自动化的解释中,虽然没有明确指出,但包含了两层基本意思:① “自动”运行或控制,即没有人或很少人直接参与;② 虽然没有人,但肯定应按人的要求去做。

因此,可以说,自动化是指机器设备、系统或过程(生产、管理过程),在没有人或较少人的直接参与下,按照人的要求,经过自动检测、信息处理、分析判断、操纵控制,实现预期的目标。

从自动化的定义还可看出,自动化涉及的范围极其广阔,几乎是无所不包。从深度来看,以工业生产为例,小到—个普通的设备——如电机,大到企业的整个加工、制造系统乃至企业的整个生产过程,都可以是自动化的,可称之为自动化设备、自动化系统和自动化过程;从广度来看,涉及第二产业——工业自动化、第一产业——农业自动化、第三产业——服务自动化(如办公自动化、楼宇自动化、商务自动化、交通自动化等等),涉及的系统有人造系统(如机器系统、交通系统、电力系统、军事系统)和自然系统(如生命系统、生态系统),涉及的过程有生产过程、管理过程、决策过程等等。

由此可看出自动化对人类的重要性。一方面,通过实施自动化,能极大地提高劳动生产率。从自动化生产线上生产的产品,质量越来越好,价格越来越低;另一方面,像机器人这样的自动化设备、系统能在危险、恶劣的环境下(矿井掘井、核电站检查、消防救火),替代人完成各种作业,把人从繁重危险的工作中解放出来,降低工人的劳动强度,并使蓝领工人转变为白领工人。

需要指出的是:实施自动化并不必然造成大量工人失业。在自动化发展历

史上,包括政治家、社会活动家在内的许多人,都曾担心发展自动化会导致失业率大幅增加。但历史的发展表明,这种担心是不必要的。美国 20 世纪 50 年代有一个反对发展自动化的 3A 革命委员会,声称如果无节制地发展自动化,到 1970 年美国将失去 700 万个就业机会。但历史进程却和他们的预料相反。到了 1970 年前后,随着经济发展,美国反而多增加了几百万个就业机会。同样,当汽车制造业的高效大规模生产线出现时,又有人出来反对,但随着汽车生产成本的大幅降低、质量的大幅提高,促进了汽车的普及,不仅使汽车成了支柱产业,也大大增加了就业机会;20 世纪 70 年代,当工业机器人应用开始普及时,美国劳联、产联和英国的工会担心机器人的普及会带来大量工人失业,迫使政府连续几年停止对发展机器人的支持。而日本却抓住机遇,在汽车生产线上大量采用机器人,在 20 世纪 80 年代一跃成为汽车的出口大国。为此,1985 年,英国前首相撒切尔夫人不无感慨地说:在发达工业国中,日本使用机器人最多,失业率最低,而英国使用机器人最少,失业率却最高。

自动化的魅力还远不止这些。自动化设备能克服人的局限性——生理阈值,完成人无法完成的工作,例如:

① 人易出错,而自动化设备与系统完成作业的一致性与重复性要远高于人,可使生产的产品质量大幅度地提高;

② 人的视觉和手无法完成精确(精细)的动作,因而集成电路的制作必须采用高精尖的自动化设备;

③ 人的躯体“庞大”,无法在窄小空间中作业,因而各种管道(油管、水管)内的检修需要各种管道机器人来完成。

④ 人无法承受高温、高压、深水、核等环境下的工作,因此必须采用各种自动化设备或机器人来完成。

以上讨论了自动化的定义、自动化包含的内容以及自动化的应用范围。下面,首先简要地回顾自动化的发展历史,然后顺序分析自动化在工业化、信息化与现代化进程中的作用与地位,进一步认识自动化对发展国民经济所起的重要作用以及自动化对人类文明发展的重要性。

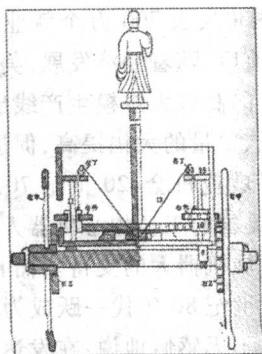
§ 2.1.2 自动化的发展历史

自动化的概念起源于最早的自动控制,而最早的自动控制可以追溯到公元前,如我国古代的指南车(图 2.1.1)。

应用自动控制的方法代替人工控制各种机械设备是人类发展史中的一大创举。由于自动控制的引入,使得各种机械设备能在无人照料的情况下 24 小时不间断地工作,并使得各种机械设备能更有效、更安全地运行,生产出的产品质量明显提高。



指南车 (1) 模型



(2) 结构图

图 2.1.1 公元 235 年中国马钧研制出用齿轮传动的自动指示方向的指南车

对自动化的大量需求始于工业革命时期。瓦特在发明蒸汽机的同时,于 1788 年发明了如图 2.1.2 所示的离心式调速器。当负载或蒸汽供给量发生变化时,离心式调速器能够自动调节进汽阀门的开度,从而控制蒸汽机的转速。这种采用机械式调节原理实现的动力机速度自动控制是自动化发展中的第一个里程碑。

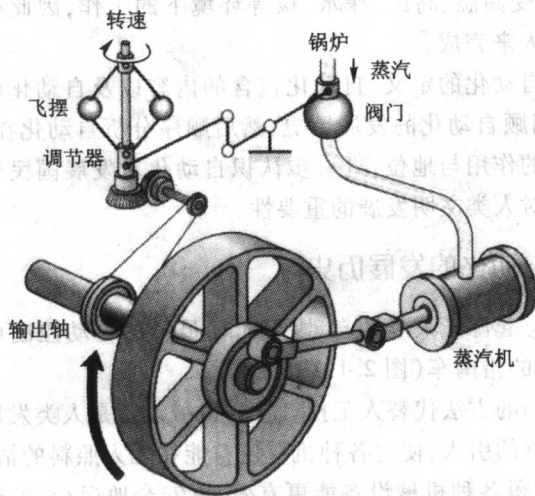


图 2.1.2 1788 年英国 Watt 发明的控制蒸汽机速度的离心式调速器