

自动化技术导论

Introduction to Automation

张广明 薄翠梅 王轶卿 袁宇浩 李俊 编著



科学出版社

自动化技术导论

张广明 薄翠梅 王轶卿 袁宇浩 李俊 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书立足自动化领域的技术产生、发展及其应用,全面地对其知识体系进行了映射。系统地阐述了自动化技术的基本思想、基本原理、重要概念、系统设计方法和计算机控制系统。结合不同领域的实际应用,重点反映了自动化技术在先进制造、工业过程、交通运输、生命系统和教育科技中的最新应用成就,突出体现了自动化技术对社会经济发展的巨大促进作用。

全书写作通俗易懂、深入浅出、图文并茂、突出应用。本书不仅适合高等院校自动化类的学生使用,也可供工程技术人员参考以及对自动化技术感兴趣的广大读者使用。

图书在版编目(CIP)数据

自动化技术导论/张广明等编著. —北京:科学出版社,2016.11

ISBN 978-7-03-050490-6

I. ①自… II. ①张… III. ①自动化技术—研究 IV. ①TP2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第266792号

责任编辑:周 丹 曾佳佳/责任校对:彭珍珍

责任印制:张 倩/封面设计:许 瑞

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年11月第一版 开本:720×1000 1/16

2016年11月第一次印刷 印张:13 1/4

字数:267 000

POD定价:49.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

以系统论、控制论和信息论为基础的自动化技术，为解决人类面临的许多挑战性问题提供了一种科学系统的思想、方法和理论，同时为许多领域提供先进的生产技术和控制仪器及其设备。自动化技术不仅极大地促进了全球社会经济的发展，而且切实地提高了人们的物质文化生活，人们可以享受自动化技术带来的快捷、便利与舒适。当今社会，互联网、物联网、大数据、云计算、人工智能等信息技术的迅猛发展，给自动化技术的发展和未来注入新的动力，推动自动化技术向智能化、绿色化方向发展。

自动化是工业、农业、国防、科学技术和教育现代化的重要条件，自动化技术已经成为衡量一个国家科技发展水平和综合国力的重要标志之一。美国在 20 世纪 70 年代就推进国家信息化建设战略，21 世纪近期，德国和中国分别提出了“德国工业 4.0”和“中国制造 2025”发展战略，这些都标志着人类迎来了以信息物理融合系统为基础，以生产的高度数字化、网络化、信息化、智能化为特征的第四次工业革命，也构成了当今自动化技术的主要内容和未来发展趋势。综合自动化技术的开放性与容纳性，要求自动化人才培养也要思想更加开放、知识更加综合、能力更加集成。

结合当前世界科技发展的大趋势和社会经济发展的总体需求，本书立足自动化领域的技术产生、发展及其应用，全面地对其知识体系和最新成果进行了描述，系统地阐述了自动化技术的基本思想、基本原理、重要概念、系统设计方法和计算机控制系统。结合不同领域的实际应用，重点反映了自动化技术在先进制造、工业过程、交通运输、生命系统和教育科技中的最新应用成就，突出体现了自动化技术对社会经济发展的巨大促进作用。

本书在写作体系上进行了创新探索，按照国际自动控制联合会自动化知识体系进行排列，既注重知识体系和内容的更新，又形成自动化技术领域的共识。全书写作通俗易懂、深入浅出、图文并茂、突出应用，不仅适用于各类高等院校自动化类的学生使用，也可供工程技术人员参考以及对自动化技术感兴趣的广大读者使用。

本书在撰写过程中参阅了大量相关书籍、科技论文和网页内容等文献资料，在此向这些文献作者和信息提供者致以诚挚的谢意。同时由于时间仓促与作者水平有限，书中难免存有不当之处，敬请领域专家和广大读者提出批评和建议。

作 者

2016 年 8 月于南京

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 自动化技术简述	1
1.2 自动化发展简史	2
1.2.1 自动化技术形成	2
1.2.2 局部自动化	3
1.2.3 综合自动化	4
1.3 自动化技术的发展	5
1.3.1 工业自动化技术	5
1.3.2 信息化技术	7
1.3.3 智能化技术	9
1.3.4 绿色自动化技术	11
第 2 章 自动控制系统设计方法	13
2.1 自动控制系统	13
2.2 自动控制系统的组成及分类	14
2.2.1 自动控制系统的组成	14
2.2.2 常用术语	15
2.2.3 自动控制系统的分类	16
2.3 基本形式与总体构建	18
2.3.1 控制系统数学模型	18
2.3.2 自动控制系统的性能要求	21
2.3.3 自动化控制系统基本设备	22
2.3.4 自动控制系统的設計	23
2.4 控制方法与理论	26
2.4.1 PID 控制	26
2.4.2 最优控制	27
2.4.3 鲁棒控制	29
2.4.4 智能控制	31
2.4.5 自适应控制	34
2.4.6 非线性系统理论	36

第 3 章 计算机控制系统	37
3.1 信息与信息技术	37
3.1.1 信息处理过程	38
3.1.2 信息的获取与传输	40
3.1.3 信号的转换与干扰消减	42
3.1.4 信号制式与传输规则	43
3.1.5 信息的集成与管理	45
3.2 计算机控制系统的定义及特点	46
3.3 计算机控制系统的组成	49
3.3.1 控制计算机	50
3.3.2 被控对象、执行机构、测量变送	50
3.3.3 输入输出通道	51
3.4 几种典型的计算机控制系统	54
3.4.1 操作指导控制系统	54
3.4.2 直接数字控制系统	55
3.4.3 监督控制系统	56
3.4.4 分布式控制系统	57
3.4.5 网络控制系统	59
3.5 计算机控制系统的设计步骤	60
3.5.1 确定设计任务说明书	60
3.5.2 制订计算机控制系统整体设计方案	61
3.5.3 计算机控制系统硬件设计	62
3.5.4 计算机控制系统软件设计	63
3.5.5 控制系统调试与运行	64
3.6 计算机控制系统的发展趋势	65
第 4 章 先进制造自动化技术	68
4.1 先进制造技术	68
4.2 柔性制造系统自动化	69
4.2.1 柔性制造系统	71
4.2.2 柔性制造系统的控制	71
4.3 数控机床自动控制	73
4.3.1 数控机床组成	73
4.3.2 数控机床控制技术	75
4.3.3 数控机床的接口	78
4.3.4 PLC、CNC 与数控机床的关系	79

4.4	工业机器人	80
4.4.1	工业机器人控制技术	81
4.4.2	工业机器人的关键技术	82
4.4.3	工业机器人的应用	84
4.5	先进制造发展趋势	87
4.5.1	中国制造 2025	87
4.5.2	核心关键	88
4.5.3	五大工程	88
4.5.4	十大重点领域	89
第 5 章	工业过程自动化	91
5.1	化工过程自动化	91
5.1.1	生产过程自动化	91
5.1.2	简单控制系统	92
5.1.3	复杂控制系统	93
5.1.4	典型化工过程装备控制	97
5.2	冶金过程自动化	99
5.2.1	冶金自动化系统	99
5.2.2	冶金过程控制系统	100
5.3	火力发电自动化	101
5.3.1	火力发电概况	101
5.3.2	火力发电控制系统	103
5.4	管控一体化技术	105
5.4.1	管控一体化应用技术	105
5.4.2	生产管理控制系统	106
5.4.3	管控一体化的发展方向	107
5.5	“工业 4.0”与智慧工厂	108
5.5.1	“工业 4.0”起源	108
5.5.2	“工业 4.0”的两大主题	109
5.5.3	智慧工厂的概念	111
5.5.4	智慧工厂的架构	111
5.5.5	智慧工厂的应用	113
5.6	智能建筑	114
5.6.1	智能建筑基本构成	114
5.6.2	智能建筑综合管理系统	115
5.6.3	智能家居	117

第 6 章 交通运输系统	121
6.1 船舶自动化	121
6.1.1 船舶导航与驾驶自动化技术	122
6.1.2 船舶机舱自动化系统与设备技术	128
6.1.3 船岸信息一体化系统技术	130
6.1.4 液货自动装卸系统技术	131
6.1.5 船舶自动化的未来展望	132
6.2 航空航天自动化	133
6.2.1 航空飞行器	134
6.2.2 航天系统概述	137
6.2.3 载人飞船	139
6.2.4 航空航天飞机	140
6.2.5 航天飞行器控制	141
6.2.6 航空航天自动化的未来及展望	142
6.3 汽车中的自动化技术	142
6.3.1 汽车自动控制系统	143
6.3.2 汽车先进控制系统	146
6.4 智能交通	151
6.4.1 智能交通系统子系统	151
6.4.2 城市智能交通控制	152
6.4.3 智能公路	156
6.4.4 不停车收费系统	157
第 7 章 生命支持系统	158
7.1 农业系统控制	158
7.1.1 农业机械自动化控制	160
7.1.2 灌溉自动控制技术	164
7.1.3 自动化在精准农业中的应用	164
7.2 智能农业	165
7.2.1 温室自动控制与管理系统	165
7.2.2 智能农业生态系统	165
7.2.3 智慧农村	168
7.3 生物医学自动化	169
7.3.1 生物医学自动化的发展历程	170
7.3.2 医学自动化目前的常见问题	170
7.3.3 自动化在医学中的应用	171

7.3.4 生物医学自动化的其他发展趋势	177
7.4 生态自动化	178
7.4.1 生态自动化系统发展	178
7.4.2 农林生态自动化系统	178
7.4.3 农林生态自动化的实际应用	181
7.4.4 农林生态自动化系统的发展趋势	182
第 8 章 自动化的整体与教育效果	184
8.1 自动化的社会影响	184
8.2 自动化教育	186
8.2.1 发达国家自动化教育的现状	187
8.2.2 中国自动化教育的发展历程及现状	190
8.2.3 自动化专业的学习方法	191
8.2.4 自动化专业的课程体系	193
8.3 自动化技术在教育领域的应用	195
8.3.1 MOOC	195
8.3.2 微课	196
8.3.3 翻转课堂	197
参考文献	199

第1章 绪 论

1.1 自动化技术简述

自动化(automation)是指机械设备、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,实现预期目标的过程。自动化的核心就是用控制论、系统论和信息论的思想去实现有目的的行为,这里不仅包含了人类肢体行为的机械化延伸,而且包含了人类高级传感行为和思维行为的信息化延伸。工业自动化是机器、设备或生产过程在不需要人工直接干预的情况下,能完全自动地按规定的要求和既定的程序进行生产,人只需要确定控制的要求和程序。自动化服务于人类,不仅使人从繁重、重复性工作以及恶劣、危险环境中解放出来,而且极大地提高了劳动生产率,进而可以更多地将人的时间和精力投入到创造性的工作中,增强了人类认识世界和改造世界的能力。

自动化技术是一门综合性技术,它和控制论、信息论、系统工程、计算机技术、电子学、自动控制、仿生学、人工智能等许多学科有着十分密切的关系。以“自动控制”和“信息处理”为核心的自动化技术也已成为推动生产力发展、改善人类生活以及促进社会前进的原动力之一。自动化技术广泛用于农业、工业、军事、交通运输、商业、医疗、科学研究、服务和家庭等方面。当今世界,自动化是工业、农业、国防和科学技术现代化的重要条件,自动化技术已经成为衡量一个国家科技发展水平和综合国力的重要标志之一。

当前,从全球范围来看,自动化技术正面临着空前的挑战和发展机遇。这种挑战首先来自社会经济和科技的发展,随着经济全球化及市场竞争的日趋激烈,自动化作为一种高科技,其作用已远不止以自动机器取代人工劳动,而成为优质高产、节能降耗、快速应变、整体优化的关键技术。不仅传统工业领域,而且各种新兴工业领域,乃至诸多社会工程,如建筑、交通、物流、港口、环保、通信等,以及农业、经济、生物等广泛领域,都对自动化提出了以提高效率、实现优化为目标的各种要求。例如,随着自动化应用技术的发展,2013年德国政府提出了“工业4.0”,描绘了制造业的未来前景,它指出在蒸汽机应用、规模化生产和电子信息技术三次工业革命后,人类将迎来以信息物理系统(cyber physical system, CPS)为基础,以生产的高度数字化、网络化、信息化为标志的第四次工

业革命。2015 年中国政府提出了“中国制造 2025”，从国家战略层面，中国制造业的智能信息化确定为未来 10 年的热点方向，这也是中国制造业转型升级的必由之路。

自动化系统随处可见，自动化技术具有很强的渗透性和扩展性，自动化技术的思想和方法可应用于各种领域，包括工程、社会、经济、管理等。通过“自动化技术导论”的学习，使自动化及其他相关专业的学生和工程技术人员全面了解自动化的基本概念，自动控制的基本原理和基本思想，自动化技术的应用状况、应用热点、前沿技术及发展趋势。

1.2 自动化发展简史

自动化发展史是一个以需求为驱动、以技术变革为牵引的发展历史，经历了从自动化装置及其发展，然后形成自动化技术，在此基础上逐步上升到自动化理论和自动化科学的过程。从时间跨度上自动化发展史大致可以分为三个阶段：自动化技术形成、局部自动化和综合自动化。

1.2.1 自动化技术形成

1. 自动化技术的形成与发展

自动化技术的前驱，可以追溯到我国古代，以指南针出现为代表。早期自动化技术在工业上的应用，一般是以瓦特的蒸汽机调速器作为正式起点。自动调节器应用标志着自动化技术进入新的历史时期。1788 年，瓦特发明离心式调速器，并与蒸汽机的阀门连接起来，构成蒸汽机转速的闭环自动控制系统。这种离心调速装置成为世界上最早的自动化装置，开创了近代自动调节装置应用的新纪元。进入 20 世纪以后，工业生产中广泛应用各种自动调节装置，促进了对自动控制系统进行分析和综合的研究工作。

2. 控制理论的形成与发展

到第二次世界大战前后，控制理论逐渐形成并发展。1877 年，英国数学家劳斯提出了著名的劳斯稳定判据。1895 年，德国数学家赫尔维茨提出著名的赫尔维茨稳定判据。劳斯-赫尔维茨稳定判据是当时能事先判定调节器稳定性的重要判据。1892 年，俄国数学家李雅普诺夫从数学方面给稳定性下了严格的定义，给出解决稳定性问题的两种方法。虽然在自动调节器中已广泛应用反馈控制结构，但从 20 世纪 20 年代开始从理论上研究反馈控制原理。1922 年，迈纳斯基研制出船

舶操纵自动控制器,并且证明了如何从描述系统的微分方程中确定系统的稳定性。1927年,美国贝尔电话实验室的电气工程师布莱克在解决电子管放大器失真问题时,首先引入反馈的概念。1932年,美国电信工程师奈奎斯特提出著名的奈奎斯特稳定判据,可以直接根据系统的传递函数来判定反馈系统的稳定性。

1.2.2 局部自动化

1. 局部自动化技术

20世纪40年代是控制理论与技术形成的关键时期,随着机械、电气和电子技术的发展,一批科学家为了解决军事上提出的火炮控制、鱼雷导航、飞机导航等技术问题,开始研究以分析和设计单变量控制系统为主要的经典控制理论与方法。由于第二次世界大战期间军事技术的发展,以及战后把这些技术向机械、航空和化工等领域推广,PID调节器已广泛应用在工业上,并用电子模拟计算机来设计自动控制系统。当时在工业上实现了单个过程或单个机器的局部自动化。

20世纪30年代出现了标准气动单元组合仪表,20世纪50年代研制出了电动单元组合仪表,为工业自动化提供了必不可少的控制模块,并使得构成和设计自动控制系统更简便、更工程化。一方面应用了PID调节器或其他自动调节装置,另一方面又用继电器来实现启动、停车、连锁和保护等功能。当时的PID调节器是电动的、气动的或液压的。生产自动化促进了自动化仪表的进步。50年代以后,自动控制作为提高生产率的一种重要手段开始推广应用。它在机械制造中的应用形成了机械制造自动化;在石油、化工、冶金等连续生产过程中应用,对大规模的生产设备进行控制和管理,形成了过程自动化。电子计算机的推广和应用,使自动控制与信息处理相结合,出现了业务管理自动化。

2. 经典控制理论

在1943~1946年,美国电气工程师埃克特和物理学家莫奇利为美国陆军研制成世界上第一台基于电子管和数字管的计算机(electronic digit computer)——电子书积分和自动计数器。随后人们对计算机进行了多次改良,使之更加实用。1946年,美国福特公司的机械工程师哈德首先提出用自动化一词来描述生产过程的自动操作。

1945年后出现了系统阐述经典控制理论的著作。1948年,维纳出版了《控制论》,为控制论奠定了基础。1952年,迪博尔德第一本以自动化命名的《自动化》一书出版,他认为自动化是分析、组织和控制生产过程的手段。实际上,自动化技术是将自动控制用于生产过程的结果。1954年,钱学森在美国出版了《工程控

制论》，书中所阐明的基本理论和观点，奠定了工程控制论的基础。

1960年，在第一届全美联合自动控制会议上提出经典控制理论这个概念。经典控制理论的研究对象是具有单输入、单输出的单变量系统，而且多数是线性定常系统。使用的数学工具是微分方程、拉氏变换等。研究方法有传递函数法、频率响应分析法（如伯德图）、直观简便的图解法（如根轨迹法）和描述函数法。主要代表人物有美籍瑞典科学家奈奎斯特、美国科学家伯德及埃文斯等。

1.2.3 综合自动化

1. 综合自动化技术发展

综合自动化广泛采用电子计算机、智能机器人、自动控制系统、自动搬运机、自动化仓库，以及质量控制系统和自动管理系统等组成的自动化车间和自动工厂。综合自动化系统能加强生产系统对市场动态的应变能力，极大提高设备的使用率和企业的投资效益，并能避免由主观因素造成的损失。现代综合自动化正向计算机集成制造系统发展。这是一种包括从产品计划、设计、制造、检验直至包装、运输、销售和市场分析等所有环节在内的计算机优化与计算机控制系统。重视生产环节的有机结合，强调信息化利用，使得整个生产系统具有高度的灵活性。

20世纪50年代末微电子技术有了新的突破，成为综合自动化时期的萌芽期。例如，1958年出现晶体管计算机，1965年出现集成电路计算机，1971年出现单片微处理机。微处理机的出现对控制技术产生了重大影响，控制工程师可以很方便地利用微处理机来实现各种复杂的控制，使综合自动化成为现实。20世纪60年代，复杂的工业生产过程、航空及航天技术、社会经济系统等领域的进步使自动控制理论、信息处理技术等得以迅速发展，自动化水平极大提高。两个显著进展是数字计算机得到广泛应用以及现代控制理论的诞生，尤其是将自动控制与信息处理技术相结合，使自动化进入到生产过程的最优控制与管理的综合自动化阶段。到了21世纪，自动化技术进入了计算机自动设计的年代。

20世纪80~90年代，大规模、复杂工程和系统，涉及许多用现代控制理论难以解决的问题，促进了自动化的理论、方法和手段的革新，于是出现了大系统的系统控制和复杂系统的智能控制，出现了综合利用计算机技术、通信技术和人工智能等成果的高级自动化系统，如计算机集成制造系统、柔性制造系统（flexible manufacturing system, FMS）、智能机器人、专家系统、办公自动化、决策支持系统等。高级自动化系统被广泛地应用到国防、科学研究和经济等各个领域，实现更大规模的自动化，如大型企业综合自动化系统、城市交通控制系统、铁路自动调度系统、国家电网自动调度系统、国民经济管理系统等。自动化将在更大程度

上模仿人的智能, 20 世纪 70 年代开发出来的一批工业机器人、感应式无人搬运台车、自动化仓库和无人叉车成为综合自动化的强有力的工具。机器人已在工业生产、海洋开发和宇宙探测等领域得到应用, 专家系统在医疗诊断、地质勘探等方面取得显著效果。

2. 现代控制理论

现代控制理论是在 20 世纪 50 年代中期迅速兴起的空间技术的推动下发展起来的。空间技术的发展迫切要求建立新的控制原理, 以解决诸如把宇宙火箭和人造卫星用最少燃料或最短时间准确地发射到预定轨道等一类的控制问题。20 世纪 70 年代, 现代控制理论大力发展, 确立了状态空间概念, 以状态空间法、极大值原理、动态规划、卡尔曼-布什滤波为基础的分析 and 设计控制系统的新的原理和方法已经确立, 标志着现代控制理论的形成。1958 年, 苏联科学家庞特里亚金提出了名为极大值原理的综合控制系统的新方法。在这之前, 美国学者贝尔曼于 1954 年创立了动态规划, 并在 1956 年应用于控制过程。他们的研究成果解决了空间技术中出现的复杂控制问题, 并开拓了控制理论中最优控制理论这一新的领域。1961 年, 美国学者卡尔曼建立了卡尔曼滤波理论, 因而有可能有效地考虑控制问题中所存在的随机噪声的影响, 并把状态空间法系统地引入控制理论中, 对揭示和认识控制系统的许多重要特性具有关键的作用。其中能控性和能观测性尤为重要, 称为控制理论两个最基本的概念。目前现代控制理论所包含的学科内容十分广泛, 主要的方面有: 线性系统理论、非线性系统理论、最优控制理论、随机控制理论、自适应控制理论、模型预测控制、鲁棒控制理论等。

1.3 自动化技术的发展

在论及自动化技术的发展方向之前, 首先应该关注自然科学技术的发展趋势。一般认为, 信息科学和生命科学仍然是 21 世纪的前沿科学。而信息科学与生命科学的交叉研究是未来几十年的大趋势, 只有在认清这种大趋势下谈论自动化技术的发展方向才有意义。学科交叉研究始终是自动化技术发展的动力。现代化工业生产和科学技术的发展, 对自动化技术提出越来越高的要求, 同时也为自动化技术的革新提供了必要条件。

1.3.1 工业自动化技术

21 世纪, 在综合自动化技术促进下, 工业朝着数字化、智能化、网络化与集成化的方向发展, 制造业自动化技术的互补与渗透, 正不断朝着高度一体化、信

息化、集成化方向协同发展。在自动化技术领域中，信息技术推进了自动化领域的发展。目前，由于计算机网络技术和控制技术的结合，自动化技术已不再停留于理论和实验阶段。各种先进控制技术已进入实践并用于分布式控制系统、可编程序控制器等控制器中，而且这种趋势在不断加快。同时自动控制领域的三大支柱：可编程序控制器（programmable logic controller, PLC）、分布式控制系统（distributed control system, DCS）、工控机（industrial personal computer, IPC），形成了具有混合控制策略的 PLC/DCS 混合控制系统（hybrid control system, HCS）。HCS 的主要特点是构建一个公共的、集成的开发环境，提供通用开发平台、共用标签和单一数据库，以满足多领域自动化系统设计和集成的需要。同时它采用了可自由组合的模块化的硬件架构，减少系统升级带来的开销。当前工业自动化关注的热门技术包含仪器仪表智能化、控制系统网络化、工业通信无线化、物联网与自动化等技术。

1. 仪器仪表智能化

在控制系统中，仪器仪表作为其构成元素，它的技术进展是跟随控制系统技术的发展而发展的。目前控制理论已发展到智能控制阶段，自动化仪器仪表更加趋于智能化。仪器仪表的智能化主要归结于微处理器和人工智能技术的发展与应用。运用智能技术，使仪器仪表实现高速、高效、多功能灵活等性能。

2. 控制系统网络化

21 世纪的控制将是网络与控制结合的系统。对网络化控制系统的研究已经成为当前自动化领域中的前沿课题之一。传统的控制领域开始向网络化方向发展，控制系统的结构从最初的计算机集中控制系统（centralized control system, CCS），到第二代的 DCS，发展到现在的现场总线控制系统（fieldbus control system, FCS）。由于图像、语音信号等大数据对高速率传输的要求，工业以太网与控制网络的结合，将嵌入式技术、工业控制网络互联、无线等技术融合，拓展了工业控制领域的发展空间。

3. 工业通信无线化

无线通信技术作为有线控制系统的补充，正广泛应用于工业自动化系统中，也是工业自动化产品的一个新增增长点。无线通信的数据安全性是人们所关心的，但可以通过加安全密码和加密密码等一系列措施来确保数据的安全传输。在近期，工业无线技术仍是传统有线技术的延伸，大多数仪表以及自动化产品会嵌入无线传输的功能。国际上对于无线技术的研究处于起步阶段，相关的标准也在制定之中。

4. 物联网与自动化

从“管理、控制、智能”的角度来看，物联网与工业自动化是一脉相承的，工业自动化包含采集、传输、计算等环节，而物联网是全面感知、可靠传递、智慧处理，两者是相通的。物联网只是更加强调无线、海量数据采集、智能计算等。物联网与自动化技术是有着十分密切的联系。两者的区别是：传统的自动化网络多是通过有线网络来实现，网络连接范围较窄，而在传感网络中，无线网络成为主要的传输路径，且连接的范围更加广泛。

1.3.2 信息化技术

1. 新一代信息化技术

信息化是以现代通信、网络、数据库技术为基础，对所研究对象各要素汇总至数据库，供特定人群生活、工作、学习、辅助决策等，和人类息息相关的各种行为相结合的一种技术。使用该技术后，可以极大地提高各种行为的效率，为推动人类社会进步提供极大的技术支持。信息化代表了信息技术被高度应用，信息资源被高度共享，从而使得人的智能潜力以及社会物质资源潜力被充分发挥，个人行为、组织决策和社会运行趋于合理化的理想状态。同时信息化也是 IT 产业发展与 IT 在社会经济各部门扩散的基础之上的，不断运用 IT 改造传统的经济、社会结构从而通往如前所述的理想状态的一段持续的过程。

信息化需要信息学、测量学、控制理论、系统学、计算机科学、管理科学以及各种专业的学科交叉与融合才能实现。工业信息化是指在工业的生产、管理、经营过程中，通过信息基础设施，在集成平台上，实现信息的采集（传感器及仪器仪表）、信息的传输（通信）、信息的处理（计算机）以及信息的综合应用（自动化、管理、经营等功能）等。将信息技术用于企业产品设计、制造、管理和销售的全过程，以提高企业的市场应变能力和竞争能力。信息化主要分为如下五个层次。

1) 产品信息化

产品信息化是信息化的基础，含两层意思：一是产品所含各类信息比重日益增大、物质比重日益降低，产品日益由物质产品的特征向信息产品的特征迈进；二是越来越多的产品中嵌入了智能化元器件，使产品具有越来越强的信息处理功能。

2) 企业信息化

企业信息化是国民经济信息化的基础，指企业在产品的设计、开发、生产、

管理、经营等多个环节中广泛利用信息技术，并大力培养信息人才，完善信息服务，加速建设企业信息系统。企业想实现部门的信息综合集成，实际主要就是要实现企业业务集成和管理集成，从整个信息化建设角度看，要分部门级应用、数据大集中、信息快准稳、多数据源综合集成、信息化管控五个台阶实现。

首先要实现部门级应用，即每个部门能够实现自主采集、输入和查看本机数据，这是信息化普及的基础。在部门级应用通畅的情况下，进行跨部门数据大集中，即将所有关键业务的数据集中管理和共享，这是实现信息化综合集成的根本。在数据集中的基础上，要着力解决一手数据快准稳问题，即数据获取快、数据准确性高、数据来源稳定，为管理信息化发挥切实效益提供基础保障。多数据源综合集成包括产品维度的综合集成、企业管理维度的综合集成、价值链维度的综合集成三个方面。信息化管控是信息化综合集成所期望达到的管理形态，即流程固化、管办分离。这既需要强大的信息化实施推进力，也需要管理的二次提升和在此基础上进行的信息化应用的二次优化。

3) 产业信息化

产业信息化指农业、工业、服务业等传统产业广泛利用信息技术，大力开发和利用信息资源，建立各种类型的数据库和网络，实现产业内各种资源、要素的优化与重组，实现产业的升级。

4) 国民经济信息化

国民经济信息化指在经济大系统内实现统一的信息大流动，使金融、贸易、投资、计划、通关、营销等组成一个信息大系统，使生产、流通、分配、消费等经济的四个环节通过信息进一步连成一个整体。国民经济信息化是各国急需实现的目标。

5) 社会生活信息化

社会生活信息化指包括经济、科技、教育、军事、政务、日常生活等在内的整个社会体系采用先进的信息技术，建立各种信息网络，大力开发有关人们日常生活的信息内容，丰富人们的精神生活，拓展人们的活动时空。社会生活极大程度信息化以后，我们也就进入了信息社会。

2. 自动化与信息化融合发展

工业自动化主要包含三个层次，从下往上依次是基础自动化、过程自动化和管理自动化，其核心部分是基础自动化和过程自动化。工业信息化的三个层次为监控软件、过程控制层、资源管理决策层等。工业过程自动化是工业企业信息化的基础，制造业信息化的快速推进，也必将依托于自动化和信息化的发展。自动化必须与信息化结合才能够发挥最大功效。在自动化发展过程中，与信息化是相辅相成的，必须互相融合。从发展历程来看，过去的自动化所针对的研究对象是生产线上装备的检测装置、执行机构、控制系统等，从本质上讲这些都离不开信