



智能控制 系统工程的 实践与创新

赵宝明◎著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

智能控制系统工程的实践与创新

赵宝明 著

 科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

智能控制系统工程的实践与创新 / 赵宝明著. —北京: 科学技术文献出版社, 2014. 11
ISBN 978-7-5023-9499-8

I. ①智… II. ①赵… III. ①智能控制—控制系统—研究 IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 224305 号

智能控制系统工程的实践与创新

策划编辑: 孙江莉 责任编辑: 孙江莉 宋 玉 责任校对: 赵 媛 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)
发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)
邮 购 部 (010) 58882873
官 方 网 址 www.stdp.com.cn
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京厚诚则铭印刷科技有限公司
版 次 2014 年 11 月第 1 版 2014 年 11 月第 1 次印刷
开 本 880×1230 1/16
字 数 650千
印 张 19.25
书 号 ISBN 978-7-5023-9499-8
定 价 80.00元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

序 言

中国改革开放经历 30 多年，取得的成就令人瞩目，GDP 总值超过日本，已跃居世界第二，成为世界的生产、制造大国，为世界经济的增长做出了重要的贡献。特别是当其他一些欠发达国家经济发展停滞不前，中国以往的紧急增长模式，今后能否做到可持续的增长，这是世人普遍关心的问题。

中国在前几年发布的《十一五经济和社会发展规划纲要》中提出了对原有经济发展模式的调整，号召用科学发展观统领全局，坚持以人为本，转变发展观念，创新经济增长模式，提高经济增长质量，把经济发展切实转入全面协调可持续发展的轨道。

当前迅猛发展的信息技术与自动化控制技术相结合的智能控制技术的广泛应用是实现真正意义上的生产、制造大国和实现中国经济增长模式快速转变的技术支撑和创新基础。这也为智能控制的实践与创新提供了广阔的天地。智能控制在社会生活和国民经济各个生产制造部门的广泛应用，将大幅度提高各行各业的劳动生产率，节约能源，改善劳动条件，减轻劳动强度，提高产量、稳定质量和降低生产成本，为国内外的市场提供优质价廉的商品。

《智能控制系统工程的实践与创新》一书，为广大读者系统、全面地阐述了智能控制系统的概念，关键技术，控制算法；计算机控制系统的设计原则，数据采集、传输和数据处理的方式、方法；给出了计算机控制系统的应用实例，着重理论基础和实际应用的结合，全书既有基础、概念、理论的分析，又有工程实例的设计、调试、维护的经验，具有较强的实用性和工程性。

本书是作者近 50 年来在教学、科研和工程实践的经验总结。因此本书也可作为大专院校、科研单位、相关专业的学生、教师、科研人员以及在工业生产和制造业从事智能控制系统工程的技术人员的学习用书或教学参考用书。

希望广大读者能够通过对《智能控制系统工程的实践与创新》一书的学习与参考，激发出更大的创新 and 实践能力，为在中国各行各业早日实现中国经济增长模式的转变，提高生产力水平，使中国从目前粗放型的生产、制造大国，尽快转变为创新型强国而贡献出每人的一点力量。

中国科学院自动化所 原副所长、书记

顾学真

发生在滨海新区内的多次科技创新实例

赵宝明，男，76岁，1958—1963年在中国科学技术大学电子系学习，5年大学本科毕业后，1963—2010年合计47年，从事智能控制及管理综合系统工程的研发、设计、施工和维护工作，身临现场，亲自动手实践，先后完成多项工程。2010年春节后开始进行总结编著该书，总结自己近60年所完成的多项科研成果和多项工程项目的实践经验，结合吸取目前国内外的先进理论、方法和技术，以智能控制及管理综合系统的网络化、开放化、智能化和集成化发展趋势为主线索，重点介绍智能控制及管理综合系统的基本概念、关键技术及实践经验，突出系统工程的设计，施工实践技术，立足培养实际动手能力、综合应用能力及创新思维能力。

赵宝明曾任交通部天科院开办的天科公司总经理职务，我国第一批高级工程师。其父赵贵才1916年16岁时进入由“化工部”副部长侯德榜等人开办的天津碱厂当工人。幼年时期的赵宝明作为职工家属进厂洗澡时，看到该厂工人在制盐坑上的艰苦劳动环境，“头顶青云，脚踏火焰山，身上的汗毛都烤干”，看到父辈们在这种恶劣的环境下劳动，就下定决心努力学习，掌握先进技术，彻底改变父辈们的这种恶劣的生产劳动环境。

上小学时，赵宝明用节省下来的早点钱购买零件，自己动手组装了一台矿石收音机，得到老师和同学们的好评，参加明星小学举办的展览会，1950年7月得到明星小学颁发的奖状。之后在天津市塘沽一中上初中时，开始用积攒的零用钱购买无线电零件，自己动手组装了一台电子管收音机，后又相继组装成功一台半导体收音机和电视机。

1958年高中毕业后以优异的成绩考入中国科学技术大学电子系，实现了自己学习电子技术的愿望。上学期间努力学习，被选为班委，获得助学金，解决了学习费用问题，1962年在中国科学院电子所实习2年期间，学到了许多实际技术，为今后的研发工作打下了基础。

1963年，5年大学学习期满毕业后，分配到“化工部”天津碱厂工作，利用自己掌握的电子及自动化等专业技术，结合制盐工艺世界新技术，1965年从国内市场购买仪表及执行机构，自己动手设计、组装施工完成天津碱厂的真空制盐PID自动控制系统工程，取得成功，投入使用，彻底改变了工人的劳动环境，实现了自己幼年时期立下的心愿。该技术被天津市科委列为市级双革成果项目参加展出，获得各级领导好评。天津碱厂先后多次进行报道。

从1965年开始先后在天津市塘沽区科委举办的科技进修学院大专班、塘沽区职工大学、业余大学、塘沽区文化宫开办的大专班担任计算机课的讲课老师，塘沽区教育局开办的教师培训学院担任讲课老师，赵宝明编写了电子计算机讲义，从事教学工作多年，为国家培养了大批人才。

1966年，天津市科委组织天津南开大学、天津电子计算机厂、天津碱厂（由赵宝明代表）组成三结合工业生产过程控制计算机系统的研发工作，赵宝明担任重要研发工作，后来调入天津电子计算机厂工作，在此期间，完成了多项电子计算机应用项目，为天津市塘沽防疫站、塘沽水厂、自来水公司等单位完成多项电子计算机开发应用项目，如人事档案管理、水费收费等开发应用项目。

1988年1月26日被天津市工业系统职称办和天津市化工局、天津水科所确认及聘为高级工程师，1989年天津市塘沽区科委聘任赵宝明担任塘沽区微电脑学会理事长（兼职）。交通部天科院聘他担任交通部天科院开办的天科公司总经理职务期间，完成了许多项工程项目。

1991年为天津市地毯六厂研制ZBM型高温高压染槽微机控制系统工程，研发成功并安装投入运行获得成功，由天津市科委组织13名高级计算机专家组成的专家鉴定委员会，获得“国内首创，国际领先”的鉴定结论。该项目获得中国发明专利，颁发专利证书，之后先后完成多项工业生产控制电子计算机系统工程。1995年成功完成陕西省西安市沔河毛纺厂的工业生产过程计算机控制系统工程的研发，成功后投入使用，1995年11月21日西安市科委组织专家召开ZBM-3型微机控制系统鉴定验收会，再次获得成功。

1992年2月参加了在香港举办的“首届中国得奖产品技术展览会”。

1994 年,先后完成杭州临平针织厂、天津港务局、塘沽阀门厂、福慧花园、中国工商银行天津分行、中国银行天津分行、东港出入境、天津出入境、塘沽出入境等单位工程项目。

2000 年之后,先后完成天津市很多单位的多项数据,信息实时采集传输工程,如天津港务局集装箱公司、东方海陆集装箱公司、天津出入境边检站等单位的工程项目。

2004 年之后,完成多项网络工程,重点在于光纤的设计、安装,施工、调试及维护,先后完成了多项光缆信息数据传输工程。

2006 年完成多项无线微波信息数据传输工程和无线遥控微机控制工程项目。

2009 年完成了隔河、隔海异地微波信息,数据传输工程,研发成功了 ZBM-6 型移动式(装卸桥)微机控制传输系统工程,申请了中国发明专利(中国国家专利局颁发了发明专利合格通知书),2009 年 6 月被邀请参加由天津出入境边检站组织的船载测试,从天津港三公司到海上灯塔,远距离海上移动信息无线传输和控制,有 6 家参加测试,测试结果:赵宝明研发的 ZBM-6 型系统,传输距离最远,效果最好。

先后获得国家科委、天津市科委等单位颁发的金奖杯和奖状。

天津日报、天津人民广播电台、天津电视台等媒体报道了他的事迹。中央文献出版社出版的跨世纪优秀人才库等 10 多种书刊,刊登了他的人名和事迹。赵宝明从事智能控制及管理综合系统工程的研发工作,近 50 年来为国家的智能控制及管理综合系统工程事业,贡献不菲,他以自己的实践经验,总结写成本书,无私地奉献给国家,供国内同行人士参考利用,为国家多做贡献,这就是他的心愿。

天津开发区安龙电子科技有限公司



前言

智能控制系统工程的实践与创新技术是我国现代化建设中的关键技术和核心技术之一,智能控制在工业控制领域中得到了广泛的应用。智能控制计算机可靠性高,实时性好,且具有标准化、模块化、组合化和开放式结构,能适应千差万别的工业控制对象。

实现智能控制可以提高系统性能,改善劳动条件,减轻劳动强度,大幅度提高生产率,节约能源,提高产品质量和经济效益。智能控制系统设备可以代替人完成各类高危作业。

现代工业自动化系统已呈现开放性、智能化、信息化与网络化的特点。它融合了自动化技术、电子技术、信息技术、现代控制技术、通信技术、先进制造技术及现代管理学等诸多学科的先进技术,需要工作人员不断学习掌握先进技术,从而实现多学科专业知识与系统集成,从而实现智能控制系统工程的实践与创新。

为了让更多的智能控制系统工程的实践与创新工作人员,实现自己完成智能控制系统工程的目的,为了推广智能控制系统实践创新技术的应用,发展和提高我国工业自动化技术的应用水平,培养高水平的工程技术人才,帮助工作在生产第一线的领导和工程技术人员及时拓展知识结构,较全面地了解和掌握现代化工业自动化领域中的最新技术和应用。著者总结自己 50 年的智能控制系统实践创新技术理论和实践经验无私地贡献给祖国人民,让智能控制技术人员,能够更多地完成工业智能控制工程,为国家做出更大的贡献,这就是编著本书的目的。

一、编著本书的目的

本书的重点在于实现智能控制系统工程的实践与创新的经验,发挥抛砖引玉的作用,让更多的人能独自一人完成智能控制系统工程,为国家多做贡献。

二、读者对象

1. 适用于计算机技术、自动化技术、测控技术、电工技术、电子技术、控制工程、电气工程、机电一体化技术、信息通讯、检测传动、仪器仪表、电力工程、机械电子、家电维修等大专生、本科生、研究生、教师及广大科技工作者和工程技术人员的学习用书或参考书。

2. 从事工业智能控制系统工程的技术人员、管理人员。

3. 电子产品开发者,专业的电子计算机行业的技术人员及电子爱好者。

三、本书的主要特点

1. 覆盖面广 内容全面,覆盖了工业生产控制系统工程的设计、施工与维护的各个方面的实践技术。本书的重点是实践与创新。

2. 内容新 书中内容来自著者多年实际设计、施工等经验及学习总结。

3. 实用性强 著者结合多年从事智能控制系统工程的设计、施工和维护的实践经验,提供了很多实际应用案例。

4. 概念清晰 有较强的系统性,其基本内容是经过多年的实践总结而成。

5. 内容全面 重点突出并贯穿以大量实例,着重基础和实际应用相结合。

6. 内容翔实 结构新颖,语言简洁,层次分明。

7. 注重知识内容的系统性、先进性、实践性、应用性、工程性。

8. 著者总结 50 年的教学及科研成果和吸收国内外的先进理论、方法和技术编著成本书。

9. 注重立足培养读者的实际动手能力、综合应用能力和创新思维能力。

目 录

第一章 智能控制系统概述	1
第一节 智能控制系统概念	1
第二节 计算机智能控制	3
第三节 智能控制系统组成	6
第四节 智能控制系统的关键技术	7
第五节 智能控制系统的特点、类型及发展	9
第六节 智能控制系统的发展方向	12
第二章 被控对象的实践技术	16
第一节 概述	16
第二节 被控对象的特性	22
第三节 被控对象的基本环节及其组合	33
第四节 智能控制规律及特点	45
第五节 运控执行机构的形式、参数和特征	52
第三章 实时数据采集系统	59
第一节 概述	59
第二节 实时数据的采集及设备	66
第三节 模拟/数字 (A/D) 转换系统	85
第四节 数据传输技术	93
第四章 智能控制计算机	99
第一节 智能控制计算机的基本技术	99
第二节 智能控制计算机的设计	130
第三节 智能控制计算机系统程序设计	139
第四节 输入输出通道	159
第五节 最简单的智能控制计算机	166
第六节 直接控制计算机系统	173
第七节 最佳控制机	179
第八节 比例、积分、微分 (PID) 控制系统	180
第九节 集散控制系统	189
第十节 现场总线控制系统 (FCS)	202
第十一节 模糊控制	206
第十二节 远程控制系统	208
第十三节 无线控制系统	214
第十四节 工业以太网控制系统	223
第五章 智能控制系统的抗干扰技术	225
第一节 干扰的产生与抑制	225
第二节 抗干扰技术	228
第三节 雷电及防雷技术	239
第四节 智能控制系统的抗干扰技术	242
第六章 运控执行系统	245
第一节 运控执行系统概述	245
第二节 数字模拟 (D/A) 转换系统	249

第三节 运控执行系统方案	250
第四节 传动机构	253
第五节 外部设备	256
第七章 智能控制系统工程的安装	258
第一节 安装前的准备工作	258
第二节 信息传输系统的安装	259
第八章 完成智能控制系统工程的实践与创新的经验总结	264
第一节 完成智能创新工程获得中国发明专利	264
第二节 研制创新工程过程	269
第三节 初次实践创新	271
第四节 社会兼职有利创新	275
第五节 完成多项实践创新工程	276
第六节 移动式微波传输系统研制成功再次获得国家发明专利	278
第七节 获奖 刊登 报道	280
附录	282

第一章 智能控制系统概述

第一节 智能控制系统概念

智能控制系统实践是采用当今世界上最先进的智能技术实现的。智能控制系统实践概念包含智能概念、智能控制概念和智能控制系统概念。

一、智能概念

(一) 人工智能

智能是智慧及能力的简称,智慧是人类大脑所具有的比任何其他动物的大脑智慧能力要强大得多。人类在自动控制和企业管理等领域取得了重大成果,现代社会中,人类采用电子计算机代替人类实现了自动控制和企业管理。为此就离不开对人脑的借鉴,其中包括对人脑的结构、功能和人脑具有强大智能的原因,过程等的借鉴,又称为人工智能,简称 AI。人工智能就是用人工的方法在电子计算机上实现人的智能,使计算机具有类似于人的智能,完成工业控制及企业管理,即用计算机模拟人类在工业控制及企业管理的智力、行为的理论、技术和应用。

人工智能涉及多门学科,包括信息论、控制论、自动化、电子技术、仿生学、生物学、心理学、数理逻辑、语言学、医学和哲学等多门学科。

(二) 计算机智能

使计算机具有看、听、说、写等感知能力和交互功能,具有联想、推理、理解、学习等高级思维能力,还要有分析问题、解决问题和发明创造的能力。简言之,使计算机像人一样,具有自动发现规律和利用规律的能力,或者说具有自动获取知识和利用知识的能力,从而扩展和延伸人的智能。

二、智能控制

智能控制是人工智能和自动控制等学科结合起来形成的,智能控制包括智能过程控制和智能运动控制两大类。智能控制是用计算机模拟人类的智能,是人工智能科学的一个重要应用领域,智能控制简称 IC。

智能控制是指专家系统、模糊推理、人工神经网络等人工智能技术应用于智能控制中,解决多种复杂的决策问题,提高控制系统的水平和实用性,人工智能的作用是要代替熟练工人的技艺,具有学习工程技术人员实践经验和知识的能力,并用以解决生产实际问题,从而将工人、工程技术人员多年来积累起来的丰富而又宝贵的实际经验保存下来,并能在生产实际中长期发挥作用。因此,目前正在纷纷研究开发发挥人的创造能力和具有人的智能(和技能)的控制系统。

智能计算机是一种模拟人的智力的计算机,具有推理学习和自身积累经验的功能,是具有智能的计算机,是一门涉及计算机科学、控制论、信息论、仿生学、神经生理学和心理学等学科,是探索模拟人的感觉和思维规律的科学,具有思维能力的机器人,其发展历程为开环控制→闭环反馈控制→最优控制→随机控制→自适应/鲁棒控制→自学习控制→智能控制。

开环控制及闭环反馈控制已成功应用多年,其特点是控制简单,以单输入单输出控制系统为主,属于初级阶段。随着计算机的应用领域的不断扩展,实现多变量线性系统控制,最优控制等系统形成了现代控制理论,即中期阶段。采用核心装置计算机实现最优控制、随机控制和自适应控制,从 20 世纪 80 年代开始进入第三阶段,采用智能机器系统实现智能控制,实现综合控制。智能控制与前两个阶段的控制相结合,可以形成优势互补的控制系统,如智能控制完成智能调度,用初级传统控制方法作为执行级对被控对象的直接控制,这就是本书的重点,即实现智能控制的实践与创新。

三、智能控制系统

(一) 系统

系统是由各个部分（又称子系统）组合而成的，各子系统之间相互依存、相互联系、相互作用从而达到某种目的，或者说，系统是为达到某些特定目的而相互联系所组成的事物的完整综合体。

系统的性能取决于各子系统间的配合与协调。系统的特性有目的性、边界性、联系性及结构化特性 4 个方面。

企业系统：由生产、销售、市场经营、财务、人事等部门组成。

信息系统：数据在人与人，部门与部门之间的流动，组成一个传递、处理、存储系统

控制系统：分为过程控制系统和运动控制系统两大部分（后面详述）。

(二) 智能系统

智能系统是一个具有社会性的人与机器亲密合作的巨型系统。智能系统的研究应走综合集成的道路，需要研究各种智能的集成问题，构成一个优势互补的集成智能系统。

(三) 智能控制系统

智能控制系统包括两大部分：过程控制系统和运动控制系统。

1. 过程控制系统 它是以生产的过程为背景，以要完成的工艺参数为控制目标，完成对诸如温度、压力等过程参数的控制。虽然大量的过程控制系统最终实现的是对电动机的控制，但是电动机的控制只是为了保证对过程参数的精确控制，一般对电动机的运动精度及快速性要求较低。

过程控制利用执行机构可以自动把设备启动及停止并进行交换接通的操作等。在工业生产中的压缩机、鼓风机等的自动操纵，按照一定顺序，依照规定时间自动进行电动机起动、制动、转向、停车等操作，也可以实现阀门和闸门的远距离操纵。利用远距离操纵，实现工艺过程集中控制。

过程控制过程为：计算机→放大→执行机构→调节机构→被控对象。

在过程控制系统中，可以自动控制连续进行的工业生产过程。自动调节系统是工业自动化中最主要的系统。实现自动调节可以代替人直接参与调节过程的工作，自动调节的任务在于自动地具有一定准确地维持表征生产过程的物理参数给定值，即维持调节参数的给定值。自动调节器应包括执行调节过程所需的一切机能的元件。代替人所能完成的那些工作。

2. 运动控制系统 它是指在复杂的条件下，将预定的控制方案，规划指令转变成期望的机械运动，一般表现为直接对电动机的控制，使其完成位置、速度及加速度等实时控制过程，使运动部件按照预期的轨迹和规定的运动参数完成相应的动作。

运动控制系统是以机械运动的驱动设备——电动机作为控制对象，以控制器为核心，以电力电子、功率变换装置为执行机构，在自动控制理论指导下组成的电气传动控制系统。这类系统控制电动机的转矩、转速和转角，将电能转换为机械能，对被控机械实现精确的位置、速度、加速度、转矩或力控制，以及这些被控量的综合控制。

运动控制系统的组成：

运动控制系统多种多样，其基本结构如图 1-1 所示。

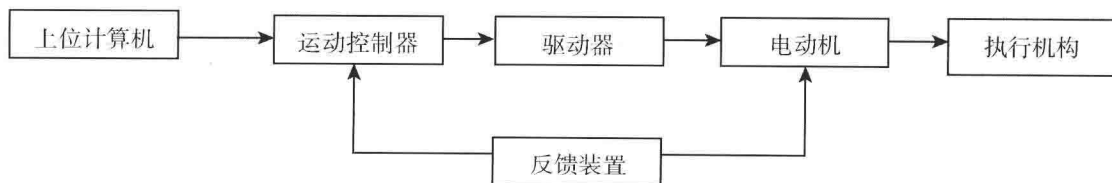


图 1-1 典型运动控制系统构成图

上位计算机进行系统管理、任务协调和人机交互。运动控制器的主要任务是根据作业的要求和传感器件的信号进行必要的逻辑/数学运算，将分析、计算所得出的运动命令以数字脉冲信号或模拟量的形式送到驱动器中，为电动机驱动装置提供正确的控制信号。驱动器进行功率变换，并驱动电动机按照控制指令转动。电动机为步进电动机、数字式交流伺服电动机和直流伺服电动机等。执行机构为机械运动部件，包

括传动部件和导向部件,实现所规划的位置、速度和加速度运动。反馈装置将检测到的速度或位置反馈到驱动器或控制器中,构成半闭环或全闭环控制。其检测元件有脉冲编码器、旋转变压器、感应同步器、光栅尺、磁尺及激光干涉仪等。

概括而论,智能控制技术是在科学技术的发展与现代工业的基础上综合应用机械,微电子信息,自动控制,传感测量,电力电子,接口及软件编程等群体技术,对运动机械进行高性能、高质量、高精度、高可靠性、低能耗意义上的综合性系统设计与实践的工程技术。

(四) 智能集成系统

人机一体化就是采取以人为主,人与计算机等共同组成一个系统,各自完成自己最擅长的工作,在平等合作的基础上共同认识、共同感知、共同决策,在实际运行中,相互理解、相互作用、取长补短、协同工作,突破传统的人工智能系统的概念,形成超过人的能力乃至智力的“超智能”系统,使人机一体化系统达到最佳经济目标和最佳整体效益。

在感知(实时数据采集)上实现人机联合感知,人通过视、听等五官感知系统的内外部信息,并将有关信息传递给计算机,而计算机一方面感知人传递过来的信息,另一方面通过信息网络感知有关信息,并将所感知的信息进行加工处理后再传递给人,让人进行二次感知。此外人机之间还可进行相互感知,经过人机联合交互感知使系统获得更精确、更全面、更可靠的信息,综合利用人和机器的智能以获得最佳决策。

人机一体化集成系统是指在产品设计,工艺规划,生产控制,原材料及外购件的采购,零件加工,产品包装,质量检验,产品销售以及售后服务等全过程中,充分利用计算机的知识及企业领导、设计工程师、工艺规划工程师、管理人员、操作工人的经验、技能、诀窍等使产品更好地适应市场需要,为企业创造更高的经济效益和社会效益。根据人机一体化思想的基本原理,将适合于计算机等机器做的工作交给计算机等机器去做。适合于人做的事由人去完成,人和智能机器在整个生产过程中,既要有明确的合理分工,又要有密切的合作,以提高系统的整体效益。

(五) 全厂综合智能控制系统

利用全厂工艺整体优化技术、管理技术、智能控制技术、计算机网络技术、数据整合技术、数据共享与交换技术,结合全厂特点,集成、整合现有的综合资源、创新技术和管理理念,建立全厂统一的生产管理,综合研究的数字化管理系统,“实现同一平台,信息共享、多级监视、分散控制”、达到强化安全、过程监控、节约人力资源和提高效益的目标。

采用面向服务的多层架构系统与地理信息系统、视频系统、管理信息系统无缝集成,所有的生产数据完全由软件平台采用分布式构架进行远程汇总。建设生产运行管理系统为枢纽,建立面向生产、科研、管理、经营的生产管理调度系统和信息资源共享平台,做到全厂生产管理指挥智能化、办公自动化、管理信息化、信息资源网络化、业务处理电子化,以及决策科学信息化,实现全厂生产管理的高度协调统一,把全厂建设成为现代化的数字生产厂。

现场控制站用 PLC/RTU 负责现场设备的数据,如压力、流量、温度等,通过数据采集设备向现场控制站发送数据,现场控制站装有 PC 机,存储大量数据可以采集约 60 台或更多设备的数据。

装有 DCS 控制系统,采集全厂的数据。在关键部位安装视频监控,设置电子视频跟踪锁定及传声警示等电子遥控系统,实现异常情况自动报警,监控辖区出入车辆人员。

在调度中心建造一个生产调度中心,安装高性能的事实数据库,可通过光纤采集现场站的数据及来自管网的数据,实现统一管理。提供系统的全部功能,实现在调度中心通过计算机系统远程监控现场站等运行情况,企业实时数据库作为实时处理、存蓄、管理从现场站等各远程点传送来的实时数据,同时又为网络中的其他服务器和 workstation 提供实时数据。

第二节 计算机智能控制

一、人与计算机是信息处理机

人的实际生活中所做的事情,其主要内容是处理信息,可以把人比拟为信息处理机。

计算机也是信息处理机，是人赋予它的，它是人类智慧的结晶，因而计算机工作原理脱离不了人进行信息处理时所包含的最简单最基本的规律和特征。

（一）人比拟为信息处理机

1. 信息的输入 信息在人处理之前，该信息必须要先存入人的大脑记忆部分之中，这就需要有输入信息的手段，人是以视觉、听觉、味觉、触觉及嗅觉等五种感觉器官来感知，获得信息，再把它通过神经送入大脑存储起来，以备处理。

2. 信息的存储 信息输入大脑后，必须存储起来，信息的存储发生在大脑的记忆部分，可见，大脑记忆部分是信息存储的场所，而输入的信息存储起来之后是为了事后处理或参考比较。

3. 信息的处理 人对存储在大脑的信息的进一步处理，就是对信息进行分析、判别、筹划与执行等相应的处理方法和步骤并得出处理结果，这些计算方法和步骤以及处理结果也要存储在大脑部分，最后由大脑的另一部分（即调节控制部分）来具体执行处理任务。

4. 信息的输出 当信息已被加工、处理后，经常要求把它输出，人们输出信息的方法主要有用声带发声表达为语言的方式，以及用手写或打字机等机械工具表达的文字和图形的方式等，其次，还可以通过人们的面部表情或身体某些部位的具体动作等方法来输出信息。

5. 信息处理功能的控制 对信息处理过程的控制和管理是人作为信息处理机功能上的最后一个重要环节，也就是说，信息的输入，加工处理，记忆和输出过程中必须有协调的动作，而这些动作的进行必须有一定的顺序。例如，不能在一个信息尚未输入之前就开始处理它，同样不能在信息处理结果尚未得到之前就来输出信息，所以协调各个功能部门之间的关系，严格执行工作的步骤极为重要，这些步骤存储在大脑的记忆部分，而由大脑的另一部分控制执行。

总之，人作为信息处理机，有输入、存储、处理和输出信息的功能，同时人还有监督管理这些处理信息功能的能力，使其按一定的顺序、一定的方式来协调一致地工作。

（二）电子计算机作为信息处理机

应和人作为信息处理机在处理信息的功能方面有类似的情况和功能，模仿人实现工业控制。为了实现自动化的信息加工，计算机必须具备能够实现上述相似功能的一些基本装置。

1. 要有能够存入原始数据，存入程序的输入设备和输出中间结果或最后结果的输出设备。
2. 必须要具有能够保存和记忆原始数据与程序以及运算的中间结果和最后结果的装置即存储器。
3. 必须要具有能进行数字运算和逻辑运算的运算器。
4. 要使计算机按一定顺序工作，就需要有一个能对主机起监督、管理作用的控制器。

（三）人与计算机在信息处理方面的功能十分相似

人的身体相当于计算机的硬件：如果人学会了英语就等于人的大脑里配上了能认识英语的软件，如人学会了工业生产过程控制技术，就相当于人的头脑里能管理他的器官协调地高效地完成工业生产过程控制的操作，相当于本领更大的一个人。

计算机是人的智力延伸。人的智慧是无穷的，人发明了各种各样的机器，而这些机器的能力往往大大超过了人本身，从而扩大了人的能力。如汽车是人的腿的延伸，雷达是人的视力延伸，蒸汽机是人的体力的延伸。而计算机是人的智力的延伸，是人类历史上出现的第一个智力机器。使人无论是信息的记忆、存储量、信息的处理能力、信息的收集能力、信息处理速度等都有了巨大的发展。

二、计算机代替人的头脑实现智能控制

人脑是人体最重要的器官。人脑重仅约 0.454 kg，体积约 1000 cm³，是人体的一小部分，但人脑部却指挥控制着人体其他各部分的活动，人脑对人体其他部分的控制是通过处理信息来进行的。人体各部分将从外界感知的信息通过神经送到大脑。大脑对这些信息进行分析，综合处理形成新的信号，再返回到全身各器官指挥各部分的动作。

计算机发展迅速，无孔不入，工业生产过程控制中大量使用计算机。现今计算机不仅能取代人类部分脑力劳动，还能解决许多人脑所不能解决的问题。

人和电子计算机的功能比较，见表 1-1。

表 1-1 人和计算机功能比较表

功能	人	计算机
记忆能力、计算能力、控制能力	脑	内存储器、运算器、控制器
听和看的能力	耳、目	输入设备
写和读的能力	手、口	输出设备

电子计算机能够帮助人们做许多工作，特别是智力劳动，做得极为出色，其原因是计算机的本领和人的本领比较有许多相似之处。

人有脑、耳、目、手、和口，人有脑会思索，人有手会劳动，所以人类非常聪明智慧。大脑有许多本领，现在举出三种：一是能够记忆，可以记住许多事情，长期不忘。二是会计算，会分析判断。如知道手中有多少股份是涨是落，这些几乎人人会做。三是具有控制指挥的本领，人的言谈举止无不受大脑的控制和支配。

电子计算机也具有上述三种本领的一个大脑，计算机有一个能够记忆各种信息的部件，称存储器，它具有记忆能力。人脑能记住的信息总是有限的，信息多了就要记在笔记本上帮助记忆，计算机也如此，能记忆的信息有限，内存储器的记忆容量是有限的，通常多以千个字节为单位来衡量。多了怎么办？它也学人的办法，另外作笔记，也就是在内存储器之外再配置一个存储器（称外存储器）帮助内存储器记忆，增大计算机的记忆容量。计算机里也有一个会计算、会判断的部件叫运算器，它不仅可以做加减乘除还会比较判断，即逻辑运算。此外，计算机里还装有指挥机器各部分协同动作的部件叫控制器，它是按照给定的程序（软件）去指挥的。通常把控制器和运算器视为计算机统帅部，称之为中央处理单元，这六个字的英文字头就是 CPU。

上述三个部件用一束一束的导线将它们连线起来，连接这些部件的导线在计算机术语中称为总线，这个总体称为主机。

人的耳朵能够听见声音，眼睛能够看见景物，它们都能把外界事物传递给大脑，使人产生视觉和听觉，也就是说耳目具有向大脑传递外界信息本领。计算机也同样配有类似耳目的设备，它起着向计算机输入信息的作用，具有取信息存信息的功能，称这种设备为计算机的输入设备。

此外，人还有手和口，口能讲述、手能书写和操作设备，即手和口能把经过大脑计算后结果表达执行出来。同样计算机也配有类似手口的设备，它具有输出信息的功能，称这种设备为计算机的输出设备。

输入输出设备统称为外部设备，外部设备和主机联接是通过输入输出接口的电路对接起来。

三、微机代替人的五官实时数据采集

计算机根据一定的算法，依据检测元件测得的信号数据，对生产过程的大量参数作巡回检测处理、分析、记录以及参数的超限报警等。计算机和人一样可以对被控对象的温度、压力、流量等实现实时数据采集。

所谓实时是指信号的输入、计算和输出都在一定的时间范围内完成，即计算机对输入的信息，以足够快的速度进行控制，超出了这个时间，失去了控制的时机，控制也就失去了意义。实时的概念不能脱离具体过程，一个在线的系统不一定是一个实时系统，但一个实时控制系统必定是在线系统。

在线方式：在计算机控制系统中，生产过程和计算机直接连接，并受计算机控制的方式，称为在线方式或联机方式。

离线方式：生产过程不和计算机相连，且不受计算机控制，而是靠人进行联系并作相应操作的方式，称为离线方式或脱机方式。

工业控制机：按生产过程的特点和要求而设计的计算机（包括微机或单片机）包括硬件和软件两部分。

生产过程对象：包括被控对象。测量变送，执行机构，电气开关等装置。

计算机控制及管理系统：包括工业控制机，生产过程对象和管理系统。

软件：管理计算机的程序以及过程控制的应用程序，包括系统软件和应用软件。

系统软件：包括汇编语言，高级算法语言，过程控制语言，数据结构，操作系统，数据库系统，通信网络软件和诊断程序等。

应用软件：是系统设计人员对某个生产过程而编制的控制和管理程序，它的优劣直接影响控制品质和管理水平。

第三节 智能控制系统组成

一、被控对象

通过智能控制系统的实践可以证明掌握被控对象的专业技术是智能控制系统实践的关键技术。如果有可能最好到被控对象的现场与操作人员一起进行操作，从中总结被控对象的专业技术，包括被控对象的重要参数，被控对象的过度过程及控制曲线的确定，被控对象的调节规律及其实现方法，被控对象的性能指标，被控对象的数学模型。

二、实时数据采集

工业生产过程中的实时数据采集是智能控制系统中最基础的专业技术，必须全面掌握，包括实时数据采集类型，构成，信息采样与保持，采样周期的专业技术等。最基础的数据采集技术包括压力、流量、温度等数据的采集技术，以及各种智能数据采集技术等。被控对象生产过程中的各种物理量与化学量，如压力、流量、温度物质的成分等，进行实时数据采集，以便对生产过程进行控制。

由于工业生产连续进行，检查测量也需连续进行，以反映客观的结果。而用人工的方法是不能完全达到此一目的，而只有用自动检查测量装置才能不断地检查工业生产工艺过程的进行，来测量和记录出生产过程中的物理的变化。

自动检查测量装置中包括感受元件，检查测量元件及指示元件。感受元件感受对象中的物理参数的变化，检查测量元件进行测量，而指示元件记录过程的物理量。

自动信号装置分为预告信号装置，事故信号装置及检查信号装置。

预告信号装置：能自动报告工艺过程已处于危险状态中，如果情况在继续向恶化方向发展，必然导致事故的发生。

事故信号装置：能自动报告工艺过程遭受破坏，报告哪个设备发生了故障以及自动保护装置是否切断故障设备。

检查信号装置：自动报告工艺过程的状态，各个辅助机构的状态并报告对象中过程是否正常进行及质量指标是否达到了极限值。

感受元件分为以下4种：

1. 从被检查与测量过程中取得能量的感受元件。
2. 根据被测参数的变化而改变本身物理性能的感受元件。
3. 从被控对象中取得能量作用于继电元件，而后者带动信号装置。
4. 感受元件接入测量线路，由测量线路发出指令信号，通过继电元件对信号装置产生作用。

三、模拟/数字 (A/D) 转换

常规的实时数据采集设备的输出是模拟信号，而计算机的输入是数字信号，所以必须进行模拟/数字 (A/D) 转换。模拟/数字 (A/D) 转换的专业技术包括：转换原理，转换通道的结构，转换系统的主要指标，转换系统的类型及接口技术等。

四、数据传输

数据传输的专业技术包括信号沿传输线运动的基本规律，驱动传输线的方法，数据通道，数据挖掘等。

五、计算机实现实时控制

智能控制计算机的专业技术，包括智能控制计算机原理、构成、特点、性能的优越性、最新技术、基

本调节规律、整定参数。智能控制计算机的设计,包括硬件设计、软件设计、直接控制、PID 控制系统、集散控制系统,现场总线控制系统,模糊控制系统等各种不同类型的计算机控制系统的实践等。

六、数字/模拟 (D/A) 转换

计算机输出信号是数字量信息,运控机构的输入是模拟信号,计算机的输出信号控制运控机构,必须进行数字/模拟 (D/A) 转换。其专业技术包括数字/模拟 (D/A) 转换原理,转换系统,技术指标,数字/模拟转换器及接口的专业技术,智能高速数字/模拟 (D/A) 转换器等。

七、运控机构

运控机构的专业技术包括运控系统的关键技术,自动操作系统,开关量执行机构,模拟量执行机构,无线遥控执行结构,各种类型的调节阀,操控系统设备(外部设备)等。

八、其他专业技术

其他专业技术包括光纤传输、无线传输及网络技术等专业技术。

第四节 智能控制系统的关键技术

一、关键技术

智能控制技术不再是用电子装置对控制对象简单控制,而是包含了机械工程、电子工程、控制工程、计算机科学以及传感检测技术的相互交叉融合的综合技术,如图 1-2 所示。

智能控制技术是在传统技术基础上,与一些新兴技术相结合而发展起来的,其关键技术可以归纳为 8 个方面:精密机械技术、传感检测技术、计算机与信息处理技术、自动控制技术、伺服驱动技术、抗干扰技术、安装技术、系统总体技术,形成了多学科技术领域综合交叉的技术密集型系统工程。

(一) 精密机械技术

机械技术是智能控制的基础,运动控制系统中的机械与一般的同类型机械的区别在于结构更简单、功能更强、性能更优越。新机构、新原理、新材料、新工艺等不断出现,现代设计方法不断发展和完善,以满足智能控制设备对减轻重量、缩小体积、提高精度和刚度、改善性能等多方面要求。

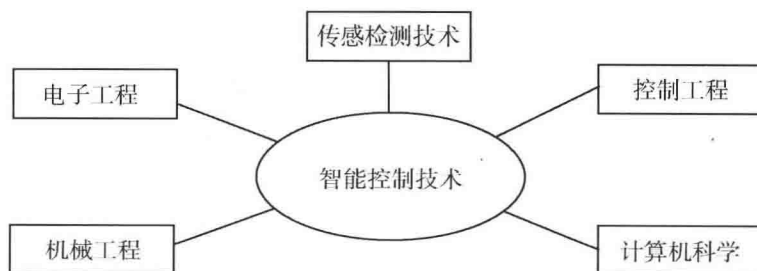


图 1-2 智能控制技术的构成

(二) 传感检测技术

传感检测技术指与传感器及其信号检测装置相关的技术。在智能控制系统中,传感器就像人体的感觉器官一样,将各种内、外信息通过相应的信号检测装置感知并反馈给控制及信息处理装置,因此传感检测是实现自动控制的关键环节。智能控制技术要求传感器能快速、精确地获取信息并经受各种严酷环境的考验。

(三) 计算机与信息处理技术

信息处理技术包括信息的交换、存取、运算、判断和决策等,实现信息处理的主要工具是计算机,计算机与信息处理技术是密切相关的。计算机技术包括计算机硬件技术和软件技术、网络与通信技术、数据

库技术等。在智能控制设备中,计算机与信息处理装置指挥整个系统的运行,信息处理是否正确,及时,直接影响到系统工作的质量和效率。因此,计算机与信息处理技术已成为促进智能控制技术发展的最活跃因素。

(四) 自动控制技术

自动控制技术包括自动控制理论、控制系统设计、系统仿真、现场调试、可靠运行等从理论到实践的整个过程。由于被控制对象种类繁多,所以控制技术内容极其丰富,包括高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断、校正、补偿、示教再现、检索等控制技术,自动控制技术的难点在于自动控制理论的工程化与实用化,由于现实世界中的被控对象往往与理论上的控制模型之间存在较大差距,使得从控制设计到控制实施往往要经多次反复调试与修改,才能获得比较满意的结果。由于微型机的广泛应用,自动控制技术越来越多地与计算机控制技术联系在一起,成为智能控制技术中非常重要的关键技术。

(五) 伺服驱动技术

伺服驱动技术是在控制指令的指挥下,控制驱动元件,使机械的运动部件按照指令要求运动,并具有良好的动态性能。伺服驱动技术是直接执行操作的技术,伺服系统是实现电信号到机械动作的转换装置或部件,对系统的动态性能、控制质量和功能具有决定性的影响。常见的伺服驱动方式有直流伺服电动机、交流伺服电动机、步进电动机等。由于变频技术的进步,交流伺服驱动技术取得了突破性进展,为智能控制系统提供了高质量的伺服驱动装置,极大地推动了智能控制技术发展。

(六) 抗干扰技术

智能控制系统的抗干扰技术是保障智能控制系统正常运行的重要专业技术,包括智能控制系统的干扰来源,信号系统的抗干扰措施,接地系统的抗干扰技术,电源系统的抗干扰技术,过程通道的抗干扰技术,空间干扰及抗干扰技术,安装工艺防干扰技术,软件防干扰设计技术等。

(七) 安装技术

智能控制系统工程安装技术,包括安装工作时的注意事项,信息传输系统的安装技术,综合布线系统工程安装技术,无线传输系统工程的安装技术,智能控制系统设备的安装技术,调试和运行专业技术等。

(八) 系统总体技术

系统总体技术是一种从整体目标出发,用系统的观点和方法,将系统总体分解成相互联系的若干功能单元,并以功能单元为子系统继续分解,直至找到可实现的技术方案,然后再把功能单元和技术方案组合进行分析、评价和优选的综合应用技术。

智能控制技术是一种复合技术,既要智能控制系统的各项相关技术进行全面、深入的了解,又要能从系统的概念入手,通过系统总体设计来使各种相关技术形成有机的结合,并注意研究和解决技术融合过程中不断产生的新问题。

二、机械系统

(一) 机械系统概述

智能控制系统中的机械系统是由计算机协调与控制的,与一般的机械系统相比,除要求具有较高的定位精度之外,还应具有良好的动态响应特性,即快速响应和良好的稳定性。

1. 高精度 精度直接影响产品的质量,因此机械系统的高精度是其首要的要求,如果机械系统精度不能满足要求,其他系统工作再精确,也无法完成其预定的机械操作。

2. 快速响应 智能控制系统的快速响应是要求机械系统从接到指令到开始执行指令制订的任务之间的时间间隔短。这样系统才能精确地完成预定的任务要求,控制系统能及时根据机械系统的运行情况得到反馈信息,下达指令,使其准确地完成任务。

3. 良好的稳定性 智能控制系统要求机械装置在温度、震荡等外界干扰的作用下依然能够正常稳定地工作。

为确保机械系统的上述特性,在设计中通常提出无间隙、低摩擦、低惯量、高刚度、高谐振频率和适当的阻尼比等要求。此外机械系统还要求具有体积小、重量轻、高可靠性和寿命长等特点。