

机械制造自动化 及智能制造技术研究

JIXIE ZHIZAO ZIDONGHUA

JI ZHINENG ZHIZAO JISHU YANJU

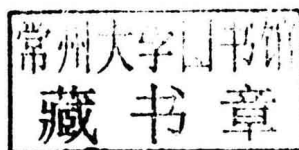
王义斌 著

中国原子能出版社



机械制造自动化 及智能制造技术研究

王义斌 著



中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造自动化及智能制造技术研究 / 王义斌著.

-- 北京: 中国原子能出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-5022-8728-3

I. ①机… II. ①王… III. ①机械制造—自动化技术—研究②机械制造—智能制造系统—研究 IV. ①TH164

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 312066 号

内 容 简 介

本书主要论述了机械制造自动化的原理、技术和实际应用,主要内容包括:加工设备自动化、物料供输自动化、加工刀具自动化、检测过程自动化、产品装配过程自动化、自动化制造的控制系統、智能制造技术、智能制造时代的工业机器人等。本书充分吸收国内外最新成果,内容新颖,融理论与工程实例于一体,可读性强,是一本值得学习研究的著作。

机械制造自动化及智能制造技术研究

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

责任编辑 张琳

责任校对 冯莲凤

印刷 北京亚吉飞数码科技有限公司

经销 全国新华书店

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 18.25

字数 237 千字

版次 2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5022-8728-3 定价 64.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn> E-mail: atomep123@126.com

发行电话: 010-68452845

版权所有 侵权必究

前 言

机械制造能力是生产力水平的反映,制造业经历了从人工制造到计算机辅助制造,再到人工监督机器人制造的发展。人类从生产中逐步分离出来,并以人类集体的智慧驾驭机器,创造美好的未来世界。机械制造是实现人类共同富裕、共同繁荣的必经之路。当下,工业机器人和智能制造技术正在蓬勃发展,世界各国都提出了相应的机器制造智能化战略,如“德国工业 4.0”“美国工业互联网”“美国制造业振兴计划”。我国在此浪潮下积极提出“中国制造 2025”,国务院总理李克强亲自带领指导,主要在“四个方面”“十大领域”作了部署,“四个方面”为:(1)制造业创新中心(工业技术研究基地)建设工程;(2)智能制造工程;(3)工业强基工程;(4)绿色制造工程。“十大领域”为:(1)新一代信息技术产业;(2)高档数控机床和机器人;(3)航空航天装备;(4)海洋工程装备及高技术船舶;(5)先进轨道交通装备;(6)节能与新能源汽车;(7)电力装备;(8)农机装备;(9)新材料;(10)生物医药及高性能医疗器械。

智能制造是当前制造技术的核心发展方向。智能制造通过制造技术、信息技术和人工智能技术的集成和深度融合,借助计算机收集、存储模拟人类专家的制造智能,进行制造各环节的分析、判断、推理、构思和决策,取代和延伸制造环境中人类的部分脑力劳动,实现制造过程、制造系统和制造装备的智能感知、智能学习、智能决策、智能控制与智能执行。

放眼望去,机械制造自动化和智能制造技术定能创造出新的

辉煌。但是由于受各种原因的制约还没有发挥出机械制造自动化和智能制造应有的作用,相信广大的有志于改善国家制造业落后局面的人才,能够从本书中汲取到有用的知识,并不断解决制造业中存在的问题,这也是本书作者对制造业新未来的期盼。

机械制造自动化及智能制造技术是支撑制造企业运作、制造技术进步,产生先进制造技术的工程学科。本书主要分为9章,分别从加工设备自动化、物料供输自动化、加工刀具自动化、检测过程自动化、产品装配过程自动化、自动化制造的控制系統、智能制造技术、智能制造时代的工业机器人等方面全面探讨了制造系统的每一环节。

本书在撰写过程中参考了大量的文献和资料,从总体上来说比较符合机械制造自动化和智能制造技术的发展方向,但是在撰写过程中难免存在疏漏和不足,望广大的专家和学者加以指正。对本书引用的参考文献的作者们再次表示衷心的感谢!

作 者

2017年10月

目 录

第 1 章 导 论	1
1.1 机械制造自动化的发展史	1
1.2 机械制造自动化的内容和意义	4
1.3 机械制造自动化的类型	5
1.4 机械制造自动化的发展趋势	7
第 2 章 加工设备自动化	9
2.1 概述	9
2.2 单机自动化方案	13
2.3 数控机床	23
2.4 加工中心	28
2.5 机械加工自动线	36
2.6 柔性制造单元	41
2.7 柔性制造系统	44
2.8 自动线的辅助设备	45
第 3 章 物料供输自动化	51
3.1 概述	51
3.2 单机自动供料装置	54
3.3 自动线输送系统	64
3.4 柔性物流系统	74

第 4 章 加工刀具自动化	85
4.1 刀具的自动装夹	85
4.2 自动化换刀装置	95
4.3 排屑自动化	106
第 5 章 检测过程自动化	115
5.1 机械制造中的自动检测技术	115
5.2 工件加工尺寸的自动测量	122
5.3 刀具状态的自动识别和监测	134
5.4 自动化加工过程的检测和监控	139
第 6 章 产品装配过程自动化	150
6.1 概述	150
6.2 自动装配工艺过程分析和设计	154
6.3 自动化装配设备	160
6.4 自动装配线	177
6.5 柔性装配系统	182
第 7 章 自动化制造的控制系統	187
7.1 概述	187
7.2 顺序控制系统	195
7.3 计算机数字控制系统	198
7.4 自适应控制系统	205
7.5 DNC 控制系统	207
7.6 多级分布式计算机控制系统	213
第 8 章 智能制造技术	220
8.1 概述	220

8.2	智能制造系统架构	224
8.3	智能制造装备	226
8.4	智能制造服务	237
第 9 章	智能制造时代的工业机器人	244
9.1	概述	244
9.2	工业机器人的结构	255
9.3	工业机器人的驱动系统	264
9.4	工业机器人的控制技术	266
9.5	工业机器人的应用	271
参考文献	279

第 1 章 导 论

制造是通过能量和信息的输入将原材料变换为产品的过程。广义的制造活动包括制造企业的全部物流和信息流,狭义的制造过程包括生产准备、工艺准备、加工、检验、装配、辅助等物流环节以及与物流有关的信息流处理。制造系统是为了完成既定目标而构造的物理或组织系统。

1.1 机械制造自动化的发展史

最早使用“自动化”一词的是美国福特公司于 1947 年首次使用的,其真正的含义是实现连续的机械生产模式。在最近的一百多年中,机械制造自动化在工业发达国家的主要发展历程如图 1-1 所示。

我国研究和开发自动化机械的历史悠久。早在距今四千多年前就研制成功自动定向的指南针,在三千多年前研制成功自动计时的铜壶滴漏,在两千多年前使用齿轮及凸轮制成指南车,发明了带自动料斗的畜力磨和链式自动送料装置“水转翻车”。三国时期,出现了使用齿轮系和自动离合器的更先进的指南车、高效纺织机械和新式提水机具。东汉时期,出现了记里鼓车,通过用车轮、凸轮和轮系的转动,用木人击鼓的方式自动报告行车距离。东汉的张衡以滴水为动力,通过齿轮使“浑象”天象仪每天等速旋转一周。他还在 132 年制成了世界上第一台地震仪——候风地震仪。西汉末期发明的水力推动的水碓,是一种采用凸轮

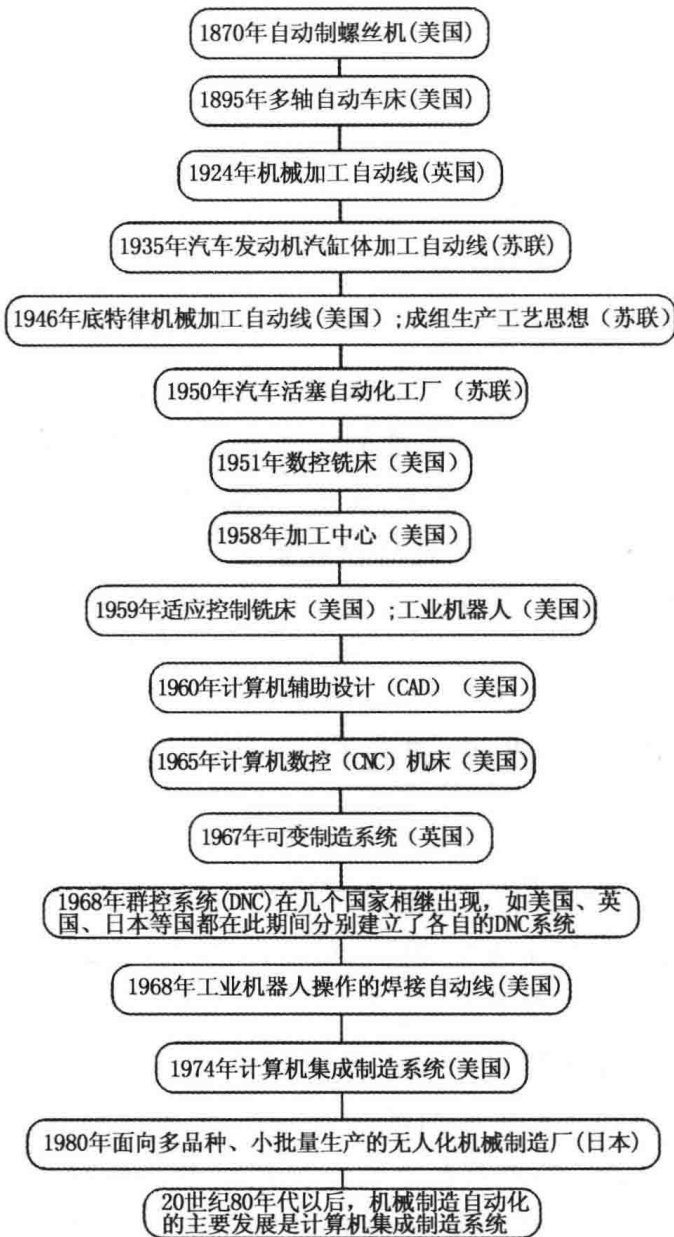


图 1-1 机械制造自动化在工业发达国家的主要发展历程

机构的四工位自动机。唐代出现了水力机械——筒车。北宋制成水力驱动的天文仪器——水运仪象台,能用多种形式表现天体的时空运行。南宋末期出现了用水轮带动 32 个锭子同时旋转的捻麻纱机器,其技术类似于现代的环锭纺纱机。明代制造出大型天文仪,其直径 2 m 多的大铜环是用畜力拖动的立车车削和磨削

出来的。明代郑和下西洋率领的是当时世界最大的船队,当时的帆船已具有全方向航行的能力。在宋代木风扇基础上明代出现了使用活塞风箱的冶金鼓风设备。

西欧产业革命以后,我国沦为半殖民地半封建社会,自动化科学技术停滞不前。1949年中华人民共和国成立后,我国的生产自动化逐渐得到发展。1956年我国第一个五年计划完成后,建成了汽车汽缸体加工自动线,成功制造了单轴转塔自动车床、单轴纵切自动车床和多刀半自动车床,以后又相继成功制造多轴立式半自动车床、多轴卧式自动车床和组合机床;1959年,我国自行设计并成功制造丝锥自动线、轴承内外环加工自动线、柴油机汽缸体加工自动线、齿轮自动线和螺钉螺帽自动线,以后又成功研制数控铣床;从1964年起,我国仅为第二汽车制造厂就设计制造了各种高生产率的自动机床八千多台、自动线57条,在以后的几年间,又建成了轴承自动化车间和装配自动线;1976年以后,相继成功研制了各种数控镗床、数控车床、数控自动换刀镗铣床、可换主轴箱的组合机床、计算机控制的群控自动加工系统;20世纪70年代初期开始自行研制工业机器人,包括示教再现式工业机器人和计算机控制的机器人,已逐步开发成功涂装、焊接、搬运、水下作业和能步行、上下台阶、爬墙的多种机器人;1984年成功研制两个柔性制造单元,1987年后我国在引进国外先进设备的同时开始自主研发,部分院校积极参与研发,有近200家企业参与CIMS项目的实施。

进入21世纪,随着互联网、物联网等技术的不断发展,机械制造已进入新的领域。

德国于2013年发布《保障德国制造业未来:关于实施“工业4.0”战略的建议》,通过发展信息物理系统,以智能工厂和智能生产为载体带动智能制造的发展,其中还包含有八项具体的计划。英国也于2013年发布《未来制造业:一个新时代给英国带来的机遇与挑战》,通过对先进制造技术发展布局来推动智能制造的发

展。同时,跨国公司不断加大对智能制造的投入,谷歌公司 2013 年收购八家与机器人有关的公司,2014 年又陆续收购人工智能公司和智能家居公司,2013 年世界机器人销售同比增加 12%,2008 到 2013 年平均增长 9.5%,工业机器人逐渐呈现出智能化发展态势,智能制造系统的自适应能力和人机交互功能逐渐增强。我们国家紧跟德国的脚步于 2015 年 5 月 8 日公布了强化高端制造业的国家战略规划“中国制造 2025”。“中国制造 2025”要求坚持走中国特色新型工业化道路,以促避制造业创新发展为主题,以提质增效为中心,以加快新一代信息技术与制造业深度融合为主线,以推进智能制造为主攻方向,以满足经济社会发展和国防建设对重大技术装备的需求为目标,强化工业基础能力,提高综合集成水平,完善多层次多类型人才培养体系,促进产业转型升级,培育有中国特色的制造文化,实现制造业由大变强的历史跨越。

由此机械制造正式进入智能化时代。

1.2 机械制造自动化的内容和意义

1.2.1 机械制造过程自动化的主要内容

机械制造过程自动化主要包括以下内容:

(1)机械加工部分的自动化主要有上下料自动化、装夹自动化、换刀自动化、加工过程自动化及零件检测自动化。

(2)物料储运的自动化主要包括工件的储运自动化、刀具储运自动化以及其他的储运自动化。

(3)装配自动化技术包含零部件供应自动化技术和装配过程自动化技术。

(4)质量控制系统分为零件检测自动化、刀具检测自动化以及加工过程的在线控制等。

1.2.2 机械制造过程自动化的意义

所谓机械自动化指的是在传统机械制造的基础上,采用连贯的运行方式,使机械运转不需要人工的操作而自动运转,最后实现一体化的流水式作业。通俗地说,机械化的实现是为了实现人工的使用。

在物质生活极大丰富的今天,人们对高效、快捷而美好的生活的追求越来越明显,人们的消费周期越来越快。而人类长久地绑控于各类劳动生产中,机械自动化实现了人力的最大解放。

现在世界人口还在迅速膨胀,人口膨胀的同时对各类产品的需求也越来越大,由于传统的手工化生产不仅效率低下,而且质量不规范。之后出现的半自动化的机械操作,虽然有效改观了人们的物质需求,但是半自动化所实现的程度并不高。自动化的机械却可以在保障产品规格和质量的同时实现不间断的流水式作业,对工厂生产的产品进行大批量式的制造,不仅大大满足消费者的需要、减少了工人的工作量,而且也为工厂节省了劳动力并增加了经济收益。

1.3 机械制造自动化的类型

1. 机械自动化的智能自动化

在现代化生活中,我们的生活实现了翻天覆地的变化,这要归功于智能自动化的实现。这里的智能自动化主要指的是人工智能自动化技术,即利用计算机技术和模拟技术将人类的思维潜移默化地植入机器的内部,最终实现机器能够完成简单的类人化的动作而完成相应的操作。总体来说,此类技术目前主要用于生产和研发高新技术,从而实现产品的高端化、人性化。必须说明

的是智能自动化也有其弊端,如气维修成本高、维修复杂,所以智能自动化的应用受到一定的限制。

2. 机械自动化的集成自动化

在普通的机械生产过程中,通常将产品的生产分为几大部分,招聘大量的工人控制和监督每一环节的质量,此方法虽然能够实现产品质量,但是极大地延长了生产周期,对于工厂而言,其收益相对较低。尤其是一些高新产品的制造,其过程更加繁杂。机械自动化生产的优点是能够整合各个制造环节,实现高效化、高品质,同时减少人力,降低成本。

3. 机械自动化的柔性自动化

柔性自动化生产指的是工厂生产中,对某些软性指标进行分析推理得出产品的数量。如某一产品在生产前期可通过对某些软性指标的分析 and 推断,从而确定产品的数量。柔性化极大地提高了物料的周转,有效避免了囤货过多的现象。除此之外,柔性自动化还可以根据企业的管理目标进行其他的数据测量,并且使得公司在这些数据的指导下进行生产活动,从而使得公司的产品能够符合市场的需求。

4. 机械自动化的虚拟自动化

机械制造的虚拟自动化主要是指机械绘图的能力,这一过程的实现主要是通过 CAD、CAPP 等技术 with 计算机制图技术的融合。相对于传统的手工制图而言具有绝对的优势,这不光是由于机械制图易于修改的缘故,还由于机械制图易于保留。机械制造的虚拟自动化能够快速进行调整,使产品更具竞争力。

1.4 机械制造自动化的发展趋势

机械制造自动化正在向着智能化、柔性化、适度集成、信息化和网络化、环保化的方向发展。

1. 智能化制造系统

随着计算机集成制造技术和人工智能技术在制造系统中的广泛应用,智能设备已经成为时代发展的潮流。智能集成化制造系统具有自律能力和自决策能力,能根据外部环境的变化自动调整自身运行参数,保持最佳运行状态,并能自动监视本身的运动状态、自动发现和排除故障。

2. 具有柔性和敏捷性的制造系统

随着社会总体研发水平的进步,机械产品更新换代的周期大大缩小。现在的市场环境是多品牌共存和市场需求难以预测的问题,因此增强机械制造的柔性能够推动市场走向更为健康的方向。

传统的柔性是非常有局限性的,其柔性是设计前预先确定的。一般而言,智能化制造系统有很强的适应环境的能力,这种特性实际上是智能系统的敏捷性。

3. 集成化制造系统

计算机集成制造系统是在柔性制造系统基础上发展起来的,它使生产的全部活动,包括产品开发、产品销售、生产准备与组织管理、产品制造装配及检验,都由计算机控制完成,在系统整体中实现信息资源共享和人机功能合理分配。因此,智能化的集成制造系统是机械制造自动化系统发展的高级形式。

4. 信息化和网络化系统

各种信息与知识的分布式协同处理,增强了自动化系统的应变能力及自组织能力;强调人与知识的作用;适应全球制造的需求,建立基于因特网的自动化系统,通过资源和信息的全球共享,使制造自动化向更高的层次发展。

5. 环保化的制造系统

环境问题是人类共同面临的大问题,如何协调好资源和环境是社会发展的两大问题。制造业是能源消费或转化的源头,必须实现环保化。因此,在系统的规划及运行过程中,应将资源和能源的优化利用以及环境保护作为一个重要控制目标。

第 2 章 加工设备自动化

自动化加工设备是指实现了加工循环的自动化,同时具备装卸工件等辅助设备的自动化,半自动循环设备是指仅实现了加工循环自动化的设备。利用自动化或者半自动化加工设备能够实现高效、精密以及可靠的自动半自动加工。

2.1 概 述

2.1.1 自动化控制的基本组成

自动控制系统的的基本组成如图 2-1 所示。

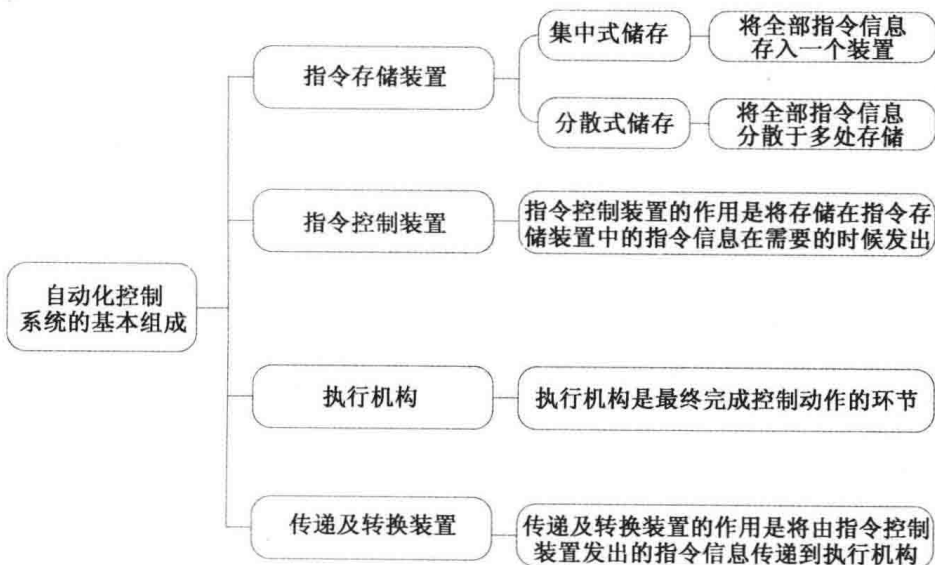


图 2-1 自动控制系统的的基本组成