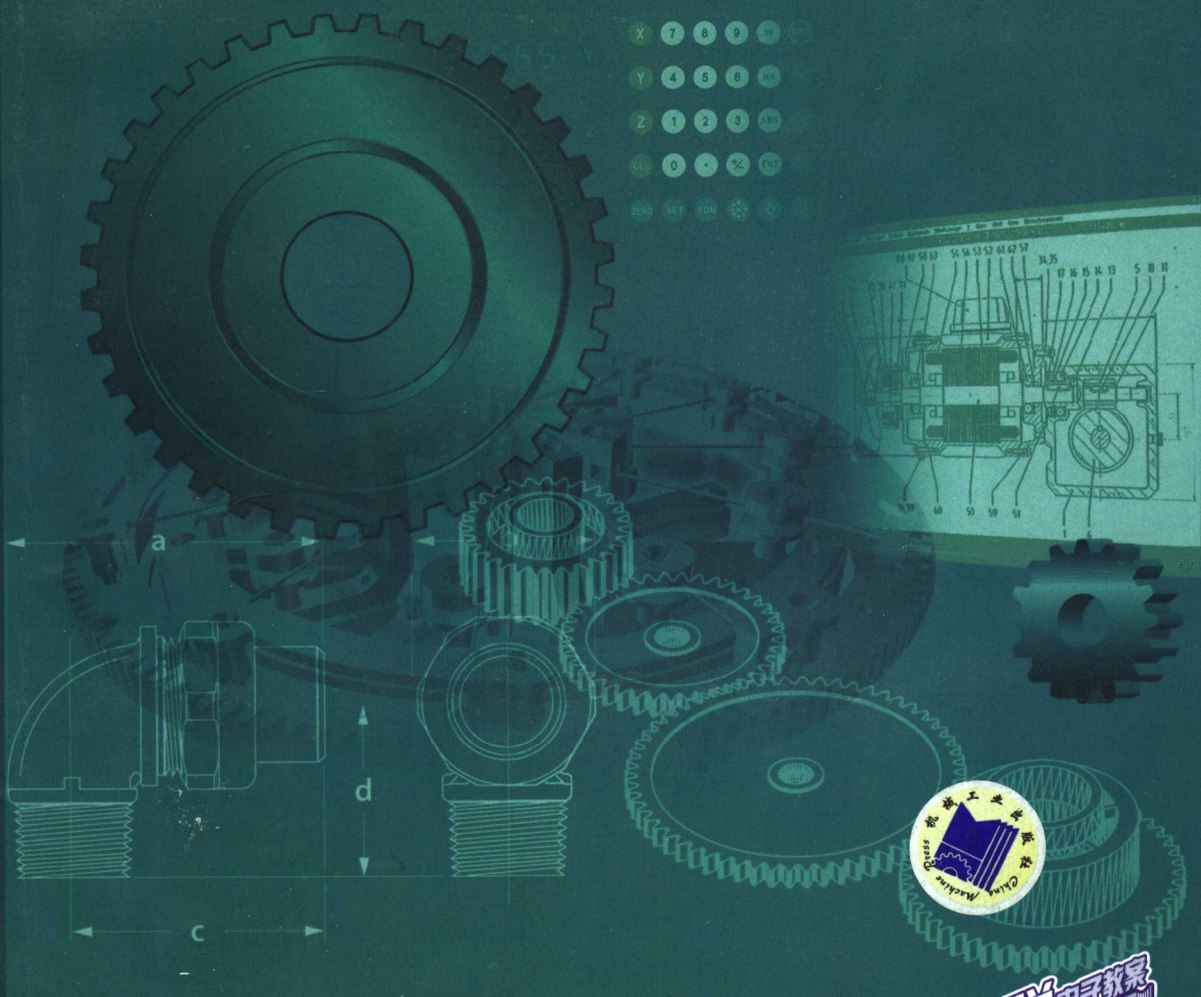


普通高等教育机电类规划教材

# 机械制造 自动化技术

第2版

周骥平 林 岗 主编



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育机电类规划教材

# 机械制造自动化技术

第2版

主编 周骥平 林 岗  
参编 汪通悦 魏孝斌 张有才  
主审 易 红



机械工业出版社

本书围绕机械制造全过程,系统地介绍了自动化的基本原理、技术、方法和实际应用。包括自动化的有关基本概念,加工设备自动化,物料供输自动化,刀具自动化,检测过程自动化,装配自动化,工业机器人,自动化与信息化等方面的技术、方法和应用。可满足机械制造类学生系统地掌握有关机械制造自动化方面的基本原理,了解机械制造中各主要单元和系统的自动化方法以及各种自动化装置的结构原理和特点,并提高应用管理的能力需要。

本书在内容取舍上注重其实用性和应用性,在内容编排上遵循循序渐进的原则,努力做到深入浅出、详略有序,以利于读者了解和掌握基本概念和应用技术。全书各章内容尽量相对独立,并附有复习思考题和实验。

考虑到各高校的教学需要,本教材配有一张教学资料光盘,可与出版社联系购买。

本书可作为高等工科院校机械工程及其自动化等专业的教材,或高等职业技术学院相关专业的教学参考书,也可供从事机械制造、自动化技术的人员自学和参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制造自动化技术/周骥平,林岗主编.—2版.—北京:  
机械工业出版社,2007.2

普通高等教育机电类规划教材

ISBN 978-7-111-09206-3

I. 机… II. ①周…②林… III. 机械制造-自动化技术-  
高等学校-教材 IV. TH164

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第011468号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:高文龙 版式设计:冉晓华 责任校对:吴美英

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷 三河市国英印务有限公司

2007年3月第2版·第1次印刷

169mm×239mm·7.875印张·303千字

标准书号:ISBN 978-7-111-09206-3

定价:20.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379711

封面无防伪标均为盗版

## 普通高等教育机电类规划教材编审委员会

主任：邱坤荣  
副主任：黄鹤汀 左健民  
          高文龙 章跃  
          王晓天 周建方  
          沈世德  
秘书：周骥平  
委员：(排名不分先后)  
          周骥平 徐文宽  
          唐国兴 邓海平  
          戴国洪 李纪明  
          蒋同洋 鲁屏宇  
          葛士恩 赵连生  
          芮延年 王萍  
          乔斌 李建启  
          葛友华

## 第 2 版序

20 世纪末、21 世纪初，在社会主义经济建设、社会进步和科技飞速发展的推动下，在经济全球化、科技创新国际化、人才争夺白炽化的挑战下，我国高等教育迅猛发展，胜利跨入了高等教育大众化阶段，使高等教育理念、定位、目标和思路等发生了革命性变化，正在逐步形成以科学发展观和终身教育思想为指导的新的高等教育体系和人才培养工作体系。在这个过程中，一大批应用型本科院校和高等职业技术学院异军突起，超常发展，1999 年已见端倪。当时我们敏锐地感到，这批应用型本科院校的崛起，必须有相应的应用型本科教材来满足她的教学需求，否则就有可能使她回到老本科院校所走过的学术型办学路子。2000 年下半年，我们就和机械工业出版社、扬州大学工学院、南京工程学院、河海大学常州校区、淮海工学院、南通工学院、盐城工学院、淮阴工学院、常州工学院、江南大学等 12 所高校在南京工程学院开会，讨论策划编写出版机电类应用型本科系列教材问题，规划出版 38 种，并进行了分工，提出了明确的规范要求，得到江苏省各方面的支持和配合。2001 年 5 月开始出书，到 2004 年 7 月已出齐 38 种，还增加了 3 种急需的教材，总册数已达 45 万册。每种至少有 2 次以上印刷，最多的印刷了 5 次、发行量达 2.5 万册。据调查，用户反映良好，并反映这个系列教材基本上体现了我在序言中提出的四个特点，符合地方应用型工科本科院校的教学实际，较好地满足了一般应用型工科本科院校的教学需要。用户的评价使我们很高兴，但更是对我们的鞭策和鼓励，实际上这一轮机电类教材存在的问题还不少，需要改进的地方还很多。我们应当为过去取得的进步和成绩而高兴，同样，我们更应当为今后这些进步和成绩的进一步发展而正视自己，我们并不需要刻意去忧患，但确实存在值得忧患的现实而不去忧患，就很难有更美好的明天。今后怎么办？这是大家最关注的问题，也是我们亟待研讨和解决的问题。我们应该以对国家对人民对社会对受教育者高度负责的精神重新审视这一问题，以寻求更好的解决方案。我们认为，必须在总结前一阶段经验教训的新起点上，坚持以国家新时期教育方针和科学发展观为指导，坚持高标准、严要求，坚持“质量第一、多样发展、打造精品、服务教学”的方针，坚持高标准、严要求，把下一轮机电类教材修订、编写、出版工作做大、做优、做精、做强，为建设有

中国特色的高水平的地方工科应用型本科院校做出新的更大贡献。

### 一、坚持用科学发展观指导教材修订、编写和出版工作

应用型本科院校是我国高等教育在推进大众化过程中崛起的一种新的办学类型，它除应恪守大学教育的一般办学基准外，还应有自己的个性和特色，就是在培养具有创新精神、创业意识和创造能力的工程、生产、管理、服务一线需要的高级技术应用型人才方面办出自己的特色和水平。应用型本科人才的培养既不能简单“克隆”现有的本科院校，也不能是原有专科培养体系的相似放大。应用型人才的培养，重点仍要思考如何与社会需求的对接。既要从学生的角度考虑，以人为本，以素质教育的思想贯穿教育教学的每一个环节，实现人的全面发展；又要从经济建设的实际需求考虑，多类型、多样化地培养人才，但最根本的一条还是坚持面向工程实际，面向岗位实务，按照“本科学历+岗位技术”的双重标准，有针对性地进行人才培养。根据这样的要求，“强化理论基础，提升实践能力，突出创新精神，优化综合素质”应当是工作在一线的本科应用人才的基本特征，也是本科应用型人才的总体质量要求。

培养应用型人才的关键在于建立应用型人才和培养模式。而培养模式的核心是课程体系与教学内容。应用型人才必须依靠应用型的课程和内容，用学科型的教材难以保证培养目标的实现。课程体系与教学内容要与应用型人才的知识、能力、素质结构相适应。在知识结构上，科学文化基础知识、专业基础知识、专业知识、相关学科知识等四类知识在纵向上应向应用前沿拓展，在横向上应注重知识的交叉、联系和衔接。在能力结构上，要强化学生运用专业理论解决实际问题的实践能力、组织管理能力和社会活动能力，还要注重思维能力和创造能力的培养，使学生思路清晰、条理分明，有条不紊地处理头绪纷繁的各项工作，创造性地工作。能力培养要贯彻到教学的整个过程之中。如何引导学生去发现问题、分析问题和解决问题应成为我们应用型本科教学的根本。

探讨课程体系、教学内容和培养方法，还必须服从和服务于大学生全面素质的培养。要通过形成新的知识体系和能力延伸以促进学生思想道德素质、文化素质、专业素质和身体心理素质的全面提高。因此，要在素质教育的思想指导下，对原有的教学计划和课程设置进行新的调整和组合，使学生能够适应社会主义现代化建设的需要。我们强调培养“三创”人才，就应当用“三创教育”、人文教育与科学教育的融合等适应时代的教育理念，选择一些新的课程内容和新的教学形式来实现。

研究课程体系，必须看到经济全球化与我国加入世界贸易组织以及高等教育的国际化对人才培养的影响。如果我们的课程内容缺乏国际性，那么我们所培养的人才就不可能具备参与国际事务、国际交流和国际竞争的能力。应当研究课程的国际性问题，增设具有国际意义的课程，加快与国外同类院校的课程接轨。要努力借鉴国

外同类应用型本科院校的办学理念和培养模式、做法来优化我们的教学。

在教材编、修、审全过程中，必须始终坚持以人的全面发展为本，紧紧围绕培养目标和基本规格进行活生生的“人”的教育。一所大学使得师生获得自由的范围和程度，往往是这所大学成功和水平的标志。同样，我们修订和编写教材，提供教学用书，最终是为了把知识转化为能力和智慧，使学生获得谋生的手段和发展的能力。因此，在修订、编写教材过程中，必须始终把师生的需要和追求放在首位，努力提供教的方便和学的便捷，努力为教师和学生留下充分展示自己教和学的风格和特色的发展空间，使他们游刃有余，得心应手，还能激发他们的科学精神和创造热情，为教和学的持续发展服务。教师是课堂教学的组织者、合作者、引导者、参与者，而不应是教学的权威。教学过程是教师引导学生，和学生共同学习、共同发展的双向互促过程。因此，修订、编写教材对于主编和参加编写的教师来说，也是一个重新学习和思想水平、学术水平不断提高的过程，决不能丢失自我，决不能将“枷锁”移嫁别人，这里“关键在自己战胜自己”，关键在自己的理念、学识、经验和水平。

## 二、坚持质量第一，努力打造精品教材

教材是教学之本。大学教材不同于学术专著，它既是学术专著，又是教学经验之理性总结，必须经得起实践和时间的考验。学术专著的错误充其量只会贻笑大方，而教材之错误则会遗害一代青年学子。有人说：“时间是真理之母”。时间是对我们所编写教材的最严厉的考官。目前，我们的教材才使用了几年，还很难说就是好教材，因为前一阶段主要是解决有无问题，用户还没有来得及去总结和反思，所以有的问题可能还没有来得及暴露。我们必须清醒地看到这一点。今后，更要坚持高标准、严要求，用航天人员“一丝不苟”、“一秒不差”的精神严格要求自己，确保教材质量和特色。为此，必须采取以下措施：第一、高等教育的核心资源是一支优秀的教师队伍，必须重新明确主编和参加编写教师的标准和要求，实行主编招标和负责制，把好质量第一关；第二，教材要从一般工科本科应用型院校实际出发，强调实际、实用、实践，加强技能培养，突出工程实践，内容适度简练，跟踪科技前沿，合理反映时代要求，这就要求我们必须严格把好教材编写或修订计划的评审关，择优而用；第三、加强教材编写或修订的规范管理，确保参编、主编、主审以及交付出版社等各个环节的质量和要求，实行环节负责制和责任追究制；第四、确保出版质量；第五、建立教材评价制度，奖优罚劣。对经过实践使用，用户反映好的教材要进行修订再版，切实培育一批名师编写的精品教材。出版的精品教材必须和多媒体课件配套，并逐步建立在线学习网站。

三、坚持“立足江苏、面向全国、服务教学”的原则，努力扩大教材使用范围，不断提高社会效益

下一轮教材编写和修订工作，必须加快吸收有条件有积极性的外省市同类院校、民办本科院校、独立学院和有关企业参加，以集中更多的力量，建设好应用型本科教材。同时，要相应调整编审委员会的人员组成，特别要注意充实省内外的优秀的“双师型”教师和有关企业专家。

#### 四、建立健全用户评价制度

要在使用这套教材的省市有关高校建立教材使用质量跟踪调查，并建立网站，以便快速、便捷、实时地听取各方面的意见，不断修改、充实和完善我们的教材编写和出版工作，实实在在地为教师和学生提供精品服务，实实在在地为培养高质量的应用型本科人才服务。同时也努力为造就一批工科应用型本科院校高素质高水平的教师提供优良服务。

本套教材的编审和出版一直得到机械工业出版社、江苏省教育厅和各主编、主审和参加编写高校的大力支持和配合，在此，一并表示衷心感谢。今后，我们应一如既往地更加紧密地合作，共同为工科应用型本科院校教材建设作出新的贡献，为培养高质量的应用型本科人才作出新的贡献，为建设有中国特色社会主义的应用型本科教育作出新的努力。

普通高等教育机械工程及自动化专业  
机电类规划教材编审委员会  
主任 教授 邱坤荣  
2005年10月



## 第2版前言

本书第1版自2001年9月出版以来已在全国十余个省份的二十余所院校中使用。随着高等教育的改革与发展,对机械类专业应用型人才的培养已成为适应现代工业企业发展需求、满足对社会经济建设需要的一项迫切任务。由于我们在该教材编写之初的认识所限以及经过这几年的教学实践,不难发现该教材还存在许多不足之处,觉得有必要对该教材进行重新修订(出版第2版)。

《机械制造自动化技术》是为了适应地方性工科院校培养应用型机械类专业人才的要求而编写的。机械类专业应用型人才的培养最根本的一条就是要坚持面向工程实际,面向岗位实务,注重创新精神、创业意识和创造能力。作为制造业自动化主要组成部分的机械制造自动化是企业实现自动化生产、参与市场竞争的基础。因此,本教材的修订从一般地方型工科本科应用型院校的实际出发,强调实际、实用、实践,加强技能培养,突出工程实践,内容适度简练,跟踪科技前沿,合理反映时代要求。为使本教材能更好地满足教与学两方面的需求,在修订时注意与《机械制造技术》、《机械制造装备》、《先进制造技术》、《液压传动与气动》、《测试技术》、《工业机器人》等课程内容的衔接和关系。同时,为便于对本教材的学习和讲授,此次修订将配套相应的光盘,该光盘主要汇集各章节的图、设备机构的图像资料及建议实验内容并有相应各章学习指导。

修订后的基本章节没有改变,只在内容上作了调整。参加本书修订工作的有:第一章和第二章由扬州大学周骥平负责,第三章和第七章由河海大学林岗负责,第四章和第六章由淮阴工学院汪通悦负责,第五章和第八章由扬州大学魏孝斌负责,附录由扬州大学张有才编写。全书由周骥平、林岗主编。东南大学易红教授担任了本书的主审。

在本书的修订过程中,江苏省地方一般性工科院校机制专业教改协作组给予了指导和帮助,全国部分使用本教材的高校老师提出了许多宝贵意见,在此特表示衷心的感谢。此外,在本书的修订过程中,参考并选用了近几年来国内出版的有关自动化方面的教材、论著和手册,我们向有关的著作者表示诚挚的谢意并希望得到他们的指教。

限于编者水平,加之由于本课程是新的体系,许多问题有待于探讨与实践总

结，因此，书中的缺点与错误在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见，以利于本书的改进与提高。

本书的修订得到扬州大学出版基金的资助。

编者

2006年9月于扬州大学

# 第1版前言

随着科学技术的不断进步,机械制造技术的水平在不断的提高,特别是随着机电一体化技术、计算机辅助技术和信息技术的发展,当今世界机械制造业已将进入全盘自动化的时代。采用自动化技术,不仅可以大大降低劳动强度,而且还可以提高产品质量,改善制造系统适应市场变化的能力,从而提高企业的市场竞争能力。作为制造业自动化主要组成部分的机械制造自动化是企业实现自动化生产、参与市场竞争的基础。对机械制造过程各个环节自动化技术的了解,即在熟悉掌握机械制造的基本理论和技术的基础上,了解掌握现代机械制造的新手段、新方法、新技术,即自动化的基本理念,是适应现代工业企业对机械类专业人才培养需求以及自身适应能力增强的必然需求。我们编写此书就是为了适应工科院校机械类专业人才培养的发展趋势,满足学生系统的掌握有关机械制造自动化方面的基本原理,了解机械制造中各主要单元和系统的自动化方法以及各种自动化装置的工作原理和特点,并提高其应用管理能力。

本书的编写主要是围绕机械制造全过程,系统地介绍各种自动化技术、方法和实际应用,包括设备、装置、手段、方式、过程和系统等。在课程的内容取舍上注重其实用性和应用性,在课程内容的编排上遵照循序渐进的原则,努力做到深入浅出、详略有序、以利于读者了解和掌握其基本概念和应用常识。而且课程的各章内容尽量相对独立,以利于读者根据需要查阅使用。编写时注意与《机械制造技术》、《机械制造装备》和《现代制造技术》等课程内容的衔接和关系。同时,为便于本教材的学习和讲授,与本书配套相应的CAI课件,该课件主要汇集相关过程的自动化技术图像资料。

本书第一章概述、第二章加工设备自动化由扬州大学工学院周骥平同志编写,第三章物料供输自动化、第七章工业机器人由淮海大学机电学院林岗同志编写,第四章刀具自动化、第六章装配自动化由淮阴工学院汪通悦同志编写,第五章检测过程自动化、第八章集成制造系统由南京工程学院邱胜海同志编写。全书由周骥平、林岗主编。

东南大学易红教授担任了本书的主审。在本书的编写中,江苏省地方一般性工科院校机制专业教改协作组给予了指导和帮助,并提出了许多宝贵意见,在此

特表示衷心的感谢。参加编写的老师所在学校的许多领导和老师在本书的编写过程中也提供了不少帮助，在此也一并致谢。此外，我们在编写本书的过程中，参考并选用了近几年来国内出版的有关自动化方面的教材、论著和手册，我们向有关的著作者表示诚挚的谢意并希望得到他们的指教。

限于编者水平，由于本课程是新的体系，许多问题有待于探讨与实践总结。因此，书中的缺点与错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2001年4月于扬州

# 目 录

第 2 版序

第 2 版前言

第 1 版前言

<b>第一章 概论</b> .....	1
第一节 基本概念和主要内容 .....	1
第二节 机械制造自动化的类型 .....	3
第三节 机械制造自动化的控制方式 .....	6
第四节 自动化发展及趋势 .....	23
复习思考题 .....	28
<b>第二章 加工设备自动化</b> .....	30
第一节 加工设备自动化概述 .....	30
第二节 切削加工自动化 .....	33
第三节 金属板材成形加工自动化 .....	47
第四节 机械加工自动线 .....	53
复习思考题 .....	65
<b>第三章 物料供输自动化</b> .....	67
第一节 概述 .....	67
第二节 单机自动供料装置 .....	69
第三节 自动线输送系统 .....	79
第四节 柔性物流系统 .....	88
复习思考题 .....	104
<b>第四章 刀具自动化</b> .....	105
第一节 刀具的自动装夹 .....	105
第二节 自动化换刀系统 .....	110
第三节 排屑自动化 .....	114
复习思考题 .....	118
<b>第五章 检测过程自动化</b> .....	119

第一节	制造过程的检测技术 .....	119
第二节	加工尺寸的自动测量 .....	122
第三节	刀具的自动识别和监测 .....	131
第四节	加工设备的自动监测 .....	137
第五节	相关的检测技术 .....	142
	复习思考题 .....	149
<b>第六章</b>	<b>装配自动化</b> .....	<b>150</b>
第一节	基本概况 .....	150
第二节	自动装配工艺过程分析 .....	154
第三节	自动装配原理 .....	159
第四节	自动装配机械 .....	166
第五节	柔性装配系统 .....	169
	复习思考题 .....	171
<b>第七章</b>	<b>工业机器人</b> .....	<b>172</b>
第一节	概述 .....	172
第二节	机械与驱动系统 .....	176
第三节	工业机器人控制技术 .....	180
第四节	工业机器人的应用实例 .....	185
	复习思考题 .....	189
<b>第八章</b>	<b>自动化与信息化</b> .....	<b>190</b>
第一节	柔性制造技术 .....	190
第二节	集成制造技术 .....	199
第三节	计算机集成制造系统 (CIMS) .....	203
第四节	信息化带动自动化 .....	209
	复习思考题 .....	217
<b>附录</b>	.....	<b>218</b>
实验一	自动换刀装置实验 .....	218
实验二	自动化立体仓库的控制与使用 .....	223
<b>参考文献</b>	.....	<b>234</b>

# 第一章 概 论

制造自动化是人类在长期的社会生产实践中不断追求的主要目标。随着科学技术的不断进步,自动化制造的水平也愈来愈高。采用自动化技术,不仅可以大大降低劳动强度,而且还可以提高产品质量,改善制造系统适应市场变化的能力,从而提高企业的市场竞争能力。机械制造自动化是制造自动化的主要组成部分,它主要控制机械运动(如刀具、工件、毛坯等的运动)及可能变化的制造工艺,使整个生产处于优化状态。以机械加工和装配为主要代表的机械制造业要实现自动化,比之其他制造业来要困难得多,主要是表现在自动化机构上。这是因为机械制造中所使用的材料、加工手段等较为复杂,对制造对象要求高精密、高准确的定向、定位,可靠的识别装置、握持装置等。因此,需要各种各样的装料、卸料、定向整理、夹紧握持、运送、识别、测量等自动化机构。机械制造自动化就是在机械制造过程的所有环节采用自动化技术,实现机械制造全过程的自动化。本书将侧重讲述机械制造过程的主要环节,包括加工、物料传输、检测与控制、刀具、装配等采用的自动化技术。

## 第一节 基本概念和主要内容

### 一、自动化的基本概念

自动化一词的含义十分广泛,它是指采用能自动开停、调节、检测、加工和控制的机器、设备进行各种作业,以代替人力来直接操作的措施。它是机械化的高级阶段。

任何制造过程都是由若干个工艺过程组成的,在一个工艺过程中又包含若干个工序。而在一个工序中,又包含着若干种基本动作,如传动动作、上下料动作、换刀动作、切削动作以及检验动作等。此外,还有操纵和管理这些基本动作的操纵动作,如开动和关闭传动机构的动作等。这些动作可以用手动来完成,也可以用机器来完成。

当执行制造过程的基本动作是由机器(机械)代替人力劳动来完成时称之为机械化。若操纵这些机构的动作也是由机器来完成时,则就可以认为这个制造过程是“自动化”了。自动化的原意就是设计一种控制设备来取代人力操作机械的动作,以达到各种机械自动、半自动运行的目的。

在一个工序中,如果所有的基本动作都机械化了,并且使若干个辅助动作也

自动化起来，而工人所要做的工作只是对这一工序作总的操纵和监督，就称为工序自动化。

一个工艺过程（如加工工艺过程）通常包括着若干个工序，如果不仅每一个工序都自动化了，并且把它们有机地联系起来，使得整个工艺过程（包括加工、工序间的检验和输送）都自动进行，而工人仅是对这一整个工艺过程作总的操纵和监督，这时就形成了某一种加工工艺的自动生产线，通常称为工艺过程自动化。

一个零部件（或产品）的制造包括着若干个工艺过程，如果不仅每个工艺过程都自动化了，而且它们之间是自动地有机联系在一起，也就是说从原材料到最终成品的全过程都不需要人工干预，这时就形成了制造过程的自动化。机械制造自动化的高级阶段就是自动化车间甚至自动化工厂。

## 二、机械制造自动化的主要内容

一般的机械制造主要由毛坯制备、物料储运、机械加工、装配、辅助过程、质量控制、热处理和系统控制等过程组成。本书所涉及的是狭义的机械制造过程，主要是机械加工以及与此关系紧密的物料储运、质量控制、装配等过程。因此机械制造过程中的自动化技术主要有：

1) 机械加工自动化技术，包含上下料自动化技术、装夹自动化技术、换刀自动化技术、加工自动化技术和零件检验自动化技术等。

2) 物料储运过程自动化技术，包含工件储运自动化技术、刀具储运自动化技术和其他物料储运自动化技术等。

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等。

4) 质量控制自动化技术，包含零件检测自动化技术、产品检测自动化技术和刀具检测自动化技术等。

## 三、机械制造自动化的作用

机械制造中采用自动化技术可以显著提高劳动生产率，有效缩短生产周期，大幅度提高产品的质量，有效改善劳动条件，并能显著降低制造成本。因此，机械制造自动化技术得到了快速发展，并在生产实践中得到越来越广泛的应用。概括而言，实现机械制造自动化具有如下的作用：

### 1. 提高生产率

生产率是指在一定的时间范围内生产总量的大小。采用自动化技术后，可以大幅度缩短制造过程中的辅助时间，从而使生产率得以提高。

### 2. 缩短生产周期

机械制造业按其产品特点可分为如下三类：大批生产；多品种、中小批生产；单件生产。在现代机械制造企业中，单件、小批量的生产约占 85% 左右，而大批量生产仅占 15%。而在多品种、小批量生产中，被加工零件处于储运、



等待加工等时间约占 95%，实际有效的加工时间仅有 1.5%。采用自动化技术的主要效益在于可以有效缩短零件 98.5% 的无效时间，从而有效缩短生产周期。

### 3. 提高产品质量

由于自动化系统中广泛采用多种高精度的加工设备和自动检测设备，减少了人工因素的干扰，保证零部件的加工、装配精度，从而可以有效提高产品的质量。

### 4. 提高经济效益

采用自动化技术，可以减少生产面积，减少直接生产工人的数量，减少废品率，因而就减少了对生产的投入，提高了投入产出比，因此可以有效提高经济效益。

### 5. 降低劳动强度

采用自动化技术后，机器可以完成绝大部分笨重、艰苦、烦人甚至对人体有害的工作，从而降低了工人的劳动强度。

### 6. 有利于产品更新

现代柔性制造自动化技术使得变更制造对象更容易，适应的范围也较宽，十分有利于产品的更新。

### 7. 提高劳动者素质

采用自动化技术要求操作者具有较高的业务素质和严谨的工作态度，无形中就提高了劳动者的素质。

### 8. 带动相关技术的发展

实现机械制造自动化可以带动自动检测技术、自动控制技术、产品设计技术、系统工程技术等相关技术的发展。

## 第二节 机械制造自动化的类型

### 一、机械制造自动化系统的构成

从系统的观点来看，机械制造自动化系统主要有以下 4 个部分所构成：

#### 1. 加工系统

即能完成工件的切削加工、排屑、清洗和测量的自动化设备与装置。

#### 2. 工件支撑系统

即能完成工件输送、搬运以及存储功能的工件供给装置。

#### 3. 刀具支撑系统

即包括刀具的装配、输送、交换和存储装置以及刀具的预调和管理系统。

#### 4. 控制与管理系统

即对制造过程的监控、检测、协调与管理。