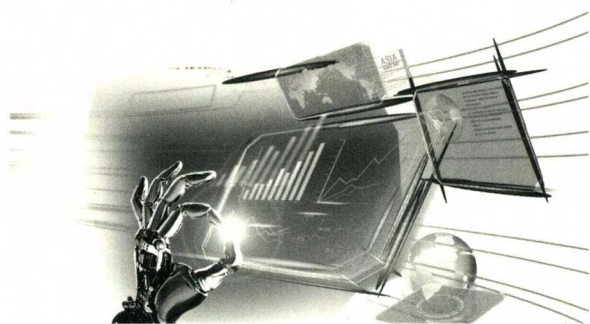




智能制造领域应用型人才培养“十三五”规划精品教材

工业机器人 应用技术基础

主编 © 刘杰 王涛



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

制造领域应用型人才培养“十三五”规划精品教材

工业机器人

应用技术基础

主编 © 刘杰 王涛



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书根据工业机器人产品业岗位技能需要,由武汉金石兴机器人自动化工程有限公司技术人员和院校骨干教师共同编写。本书系统地介绍了工业机器人的基本组成、应用选型、执行机构、数学基础、编程和应用等内容。本书内容新颖、易教易学,注重学生知识全面性的培养。通过学习本书,学生可对工业机器人有一个总体认识和全面了解。

本书适合从事工业机器人应用的操作与编程人员,特别是刚接触工业机器人的工程技术人员,以及高等院校工业机器人及机电一体化相关专业学生使用。本书技术性问题可联系 2360363974@qq.com。

图书在版编目(CIP)数据

工业机器人应用技术基础/刘杰,王涛主编. —武汉:华中科技大学出版社,2019.1

智能制造领域应用型人才培养“十三五”规划精品教材

ISBN 978-7-5680-4242-0

I. ①工… II. ①刘… ②王… III. ①工业机器人-教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 012480 号

工业机器人应用技术基础

Gongye Jiqiren Yingyong Jishu Jichu

刘 杰 王 涛 主 编

策划编辑:袁 冲

责任编辑:刘 静

封面设计:孢 子

责任监印:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:11

字 数:271千字

版 次:2019年1月第1版第1次印刷

定 价:35.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

现阶段,我国制造业面临资源短缺、劳动力成本上升、人口红利减少等压力,而工业机器人的应用与推广,将极大地提高生产效率和产品质量,降低生产成本和资源消耗,有效提高我国工业制造竞争力。我国《机器人产业发展规划(2016—2020年)》强调,机器人是先进制造业的关键支撑装备和未来生活方式的重要切入点。广泛采用工业机器人,对促进我国先进制造业的崛起,有着十分重要的意义。“机器换人,人用机器”的新型制造方式有效推进了产业升级和转型。

伴随着工业大国相继提出机器人产业政策,如德国的“工业4.0”、美国的先进制造伙伴计划、中国的“十三五规划”与“中国制造2025”等国家政策,工业机器人产业迎来了快速发展的态势。当前,随着劳动力成本上涨,人口红利逐渐消失,生产方式向柔性、智能、精细转变,中国制造业转型升级迫在眉睫。全球新一轮科技革命和产业变革与中国制造业转型升级形成历史性交汇,中国已经成为全球最大的机器人市场。大力发展工业机器人产业,对于打造我国制造业新优势、推动工业转型升级、加快制造强国建设、改善人民生活水平具有深远意义。

工业机器人已在越来越多的领域得到了应用。在制造业中,尤其是在汽车产业中,工业机器人得到了广泛应用。如在毛坯制造(冲压、压铸、锻造等)、机械加工、焊接、热处理、表面涂覆、上下料、装配、检测及仓库堆垛等作业中,机器人逐步取代人工作业。机器人产业的发展对机器人领域技能型人才的需求也越来越迫切。为了满足岗位人才需求,满足产业升级和技术进步的要求,部分应用型本科院校相继开设了相关课程。在教材方面,虽有很多机器人方面的专著,但普遍偏向理论与研究,不能满足实际应用的需要。目前,企业的机器人应用人才培养只能依赖机器人生产企业的培训或产品手册,缺乏系统学习和相关理论指导,严重制约了我国机器人技术的推广和智能制造业的发展。武汉金石兴机器人自动化工程有限公司依托华中科技大学在机器人方向的研究实力,顺应形势需要,产、学、研、用相结合,组织企业专家和一线科研人员开展了一系列企业调研,面向企业需求,联合高校教师共同编写了“智能制造领域应用型人才培养‘十三五’规划精品教材”系列图书。

该系列图书有以下特点:

(1) 循序渐进,系统性强。该系列图书从工业机器人的入门应用、技术基础、实训指导,到工业机器人的编程与高级应用,由浅入深,有助于读者系统学习工业机器人技术。

(2) 配套资源丰富多样。该系列图书配有相应的人才培养方案、课程建设标准、电子课件、视频等教学资源,以及配套的工业机器人教学装备,构建了立体化的工业机器人教学体系。

(3) 覆盖面广,应用广泛。该系列图书介绍了工业机器人集成工程所需的机械工程案例、电气设计工程案例、机器人应用工艺编程等相关内容,顺应国内机器人产业人才发展需要,符合制造业人才发展规划。

“智能制造领域应用型人才培养‘十三五’规划精品教材”系列图书结合工业机器人集成工程实际应用,教、学、用有机结合,有助于读者系统学习工业机器人技术和强化提高实践能力。该系列图书的出版发行填补了机器人工程专业系列教材的空白,有助于推进我国工业机器人技术人才的培养和发展,助力中国智造。

中国工程院院士

2018年10月

当前,以机器人为代表的智能制造正逐渐成为全球新一轮生产技术革命浪潮中最澎湃的浪花,推动着各国经济发展的进程。随着工业互联网、云计算、大数据、物联网等新一代信息技术的快速发展,社会智能化的发展趋势日益显现,机器人的服务也从工业制造领域逐渐拓展到教育娱乐、医疗康复、安防救灾等诸多领域。机器人已成为智能社会不可或缺的人类助手。就国际形势来看,美国“再工业化”战略、德国“工业 4.0”战略、欧洲“火花计划”、日本“机器人新战略”等,均将“机器人产业”作为发展重点,试图通过数字化、网络化、智能化夺回制造业优势。就我国国内发展而言,经济下行压力增大、环境约束日益趋紧、人口红利逐渐摊薄,迫切需要转型升级,形成增长新引擎,适应经济新常态。目前,中国政府提出的“中国制造 2025”战略规划中,以机器人为代表的智能制造是难点也是挑战,是思路更是出路。

近年来,随着劳动力成本的上升和工厂自动化程度的提高,中国工业机器人市场正步入快速发展阶段。据统计,2015 年上半年我国机器人销量达到 5.6 万台,增幅超过了 50%,中国已经成为全球最大的工业机器人市场。国际机器人联合会的统计显示,2014 年在全球工业机器人大军中,中国工厂的机器人使用数量约占四分之一。然而,机器人技术人才急缺,“数十万元高薪难聘机器人技术人才”已经成为社会热点问题。因此,“机器人产业发展,人才培养必须先行”。

本系列图书在行业企业专家、技术带头人和一线科研人员的带领下,经过反复研讨修订和论证,完成了编写工作。本书由刘杰、王涛担任主编,沈雄武、陈仁科和陶芬参与了编写工作。在编写过程中,得到了武汉金石兴机器人自动化工程有限公司工程技术处及参与校企合作的各院校教师的鼎力支持与帮助,在此表示衷心的感谢!

尽管编者主观上想努力使读者满意,但书中肯定还有不尽如人意之处,欢迎读者提出宝贵的意见和建议。

第 1 章 绪论	1
1.1 机器人的发展历程	1
1.2 机器人的分类	3
1.3 工业机器人的定义和特点	6
1.4 工业机器人的应用	6
1.5 工业机器人品牌介绍	11
第 2 章 工业机器人的基本组成	16
2.1 工业机器人基本组成概述	16
2.2 工业机器人的机械结构系统	17
2.3 工业机器人的驱动系统	25
2.4 工业机器人的传感系统	28
2.5 工业机器人的控制系统	34
第 3 章 工业机器人的应用选型及工业机器人智能软件	41
3.1 工业机器人的应用选型	41
3.2 工业机器人智能软件	47
第 4 章 工业机器人的执行机构	51
4.1 工业机器人末端操作器	51
4.2 工业机器人末端操作器设计	66
4.3 工业机器人安装定位	70
4.4 工业机器人本体附件设计概要	72
第 5 章 工业机器人环境感觉技术	76
5.1 工业机器人的视觉	76
5.2 工业机器人的触觉	82
第 6 章 工业机器人运动学和动力学	89
6.1 坐标变换	89

6.2	工业机器人运动学	96
6.3	工业机器人静力学	105
6.4	工业机器人动力学分析	112
第7章	工业机器人编程	119
7.1	工业机器人语言系统	119
7.2	工业机器人语言的要素	121
7.3	工业机器人语言的基本功能	124
7.4	常见的工业机器人语言	126
7.5	示教编程过程	132
7.6	离线编程与仿真	133
7.7	工业机器人离线编程软件简介	137
第8章	工业机器人工作站及自动线	142
8.1	工业机器人工作站	142
8.2	工业机器人自动线	157
8.3	在生产中引入工业机器人工作站系统的方法	163
参考文献	167

机器人是一种在计算机控制下的可编程的自动机器,根据所处的环境和作业需要,它具有至少一项或多项拟人功能,另外还程度不同地具有某些环境感知能力,以及语言功能乃至逻辑思维、判断决策功能等,从而能在要求的环境中代替人进行作业。

机器人的诞生和机器人学的建立及发展,是20世纪自动控制领域最具说服力的成就,是20世纪人类科学技术进步的重大成果。机器人技术是现代科学与技术交叉和综合的体现,先进机器人的发展代表着国家综合科技实力和水平。随着需求范围的扩大,机器人结构和形态的发展呈现多样化。

随着智能装备的发展,机器人在工业制造中的优势越来越显著,工业机器人已经成为机器人家族重要的一员。

1.1 机器人的发展历程

1. 早期机器人的发展

机器人的起源要追溯到3000多年前。据战国时期记述官营手工业的《考工记》记载,中国的偃师(古代一种职业)用动物皮、木头、树脂制出一个能歌善舞的伶人献给周穆王。

春秋时代(公元前770—前476)后期,被称为木匠祖师爷的鲁班,利用竹子和木料制造出一个木鸟,它能在空中飞行,“三日不下”,这件事在古书《墨经》中有所记载,这可称得上世界第一个空中机器人。

三国时期的蜀汉(公元221—263),丞相诸葛亮既是一位军事家,又是一位发明家。他成功地创造出木牛流马(见图1-1),它可以运送军用物资,可称为最早的陆地军用机器人。

在国外,也有一些国家较早进行机器人的研制。在公元前2世纪出现的书籍中,描写过一个具有类似机器人角色的机械化剧院,这些角色能够在宫廷仪式上进行舞蹈和列队表演。

500多年前,达·芬奇在人体解剖学的知识基础上利用木头、皮革和金属外壳设计出了初级机器人。根据记载,这个机器人以齿轮作为驱动装置,肌体间连接传动杆,不仅可以完成一些简单的动作,还能发声。不过,现代人并不能确定达·芬奇是否真的造出了这个机器人,但根据其设计倒是可以还原出堪称世界上第一个人性机械的铁甲骑士。

同样是利用齿轮和发条的原理,1768年至1774年,瑞士的钟表匠德罗斯三父子发明了

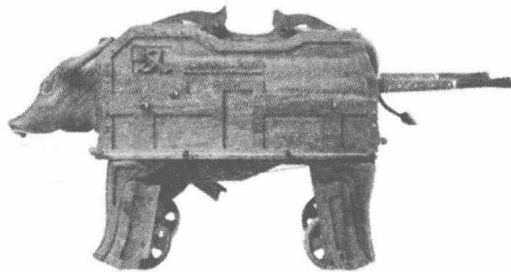


图 1-1 木牛流马

会写字绘画的机器人。它们是由凸轮控制和弹簧驱动的自动机器,至今还作为国宝保存在瑞士纳切特市艺术和历史博物馆内。

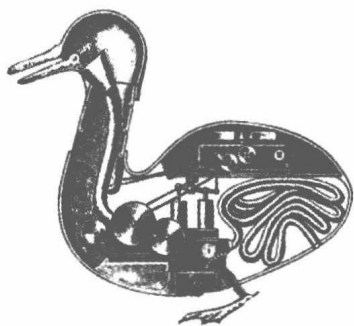


图 1-2 机器鸭

1738年,法国技师杰克·戴·瓦克逊发明了一只机器鸭(见图 1-2),它会嘎嘎叫,会游泳和喝水,还会进食和排泄。这只机器鸭主要被用于医学研究。

1893年,加拿大摩尔设计的能行走的机器人安德罗丁,是以蒸汽为动力的。这些机器人工艺珍品,标志着人类在机器人从梦想到现实这一漫长道路上,前进了一大步。

2. 近代机器人的发展

1920年,捷克斯洛伐克剧作家卡雷尔·凯培克在他的科幻情节剧《罗萨姆的万能机器人》中,第一次提出了“机器人”(robot)这个名词,该名词被当成机器人一词的起源。在捷克语中,robot这个词是一个奴仆的意思。

20世纪60年代和70年代是机器人发展最快、最好的时期,这期间的各项研究发明有效地推动了机器人技术的发展和推广。

1954年,美国最早提出了工业机器人的概念,并申请了专利。该专利的要点是借助伺服技术控制机器人的关节,利用人手对机器人进行动作示教,机器人能实现动作的记录和再现。

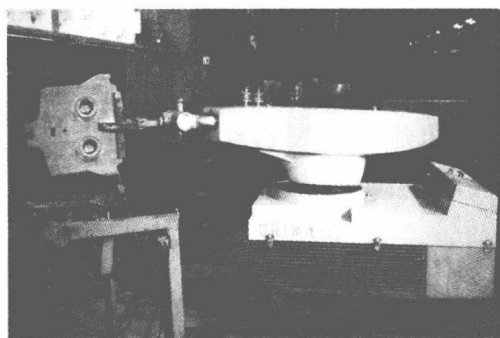


图 1-3 世界上第一台 Unimate 机器人

1958年,被誉为“机器人之父”的恩格尔伯格创立了世界第一家机器人公司 Unimation。利用乔治·德沃尔所授权的专利技术,Unimation公司在1959年研制出了世界上第一台 Unimate 机器人(见图 1-3),这是一台用于压铸的五轴液压驱动机器人,手臂的控制由一台计算机完成,采用了分离式固体数控元件,并装有存储信息的磁鼓,能够记忆完成 180 个工作步骤。与此同时,另一家美国公司——AMF 公司也开始研制工业机器人,即 Versatran

(Versatile Transfer)机器人。它采用液压驱动,主要用于机器之间的物料运输。该机器人的手臂可绕机座回转,沿垂直方向升降,也可以沿半径方向伸缩。一般认为 Unimate 和 Versatran 机器人是世界上最早的工业机器人。其于 1961 年投入到通用汽车生产线上,开始了工业机器人的产业化。

1965年,美国麻省理工学院(MIT)的 robots 演示了第一个具有视觉传感器的、能识别与定位简单积木的机器人系统。

20世纪中期,日本一直致力于研发人形机器人。最初,由于劳动力的不足,日本的机器人事业以工业机器人为主;后来由于人口老年化问题严重,转向服务型和娱乐型。

1969年,日本早稻田大学加藤一郎实验室研发出第一台以双脚走路的机器人。加藤一郎也被誉为“仿人机器人之父”。

日本著名的机器人有索尼公司推出的机器狗“爱宝”(AIBO)、本田汽车公司研发的人形机器人阿西莫(Asimo, 见图 1-4), 后者能够以接近人类的姿态走路和奔跑。

1992 年从麻省理工学院分离出来的波士顿动力公司相继研发出能够直立行走的军事机器人 Atlas 以及四足全地形机器人“大狗”“机器猫”等, 令人叹为观止。它们是世界第一批军事机器人, 如今在阿富汗服役。

机器人应用面越来越宽。除了应对日常的生产和生活, 科学家们还希望机器人能够胜任更多的工作, 包括探测外太空。2012 年, 美国“发现号”成功将首台人形机器人送入国际空间站。这位机器宇航员被命名为“R2”。R2 活动范围接近于人类, 并可以像宇航员一样执行一些比较危险的任务。

随着大数据时代的到来, 以数据为依托的深度学习技术取得突破性的发展, 比如语音识别、图像识别、人机交互等。人工智能机器人的典型代表有 IBM 公司的沃森和软银集团的 Pepper 等。在未来的机器人技术研究中, 深度学习仍然是一大趋势。

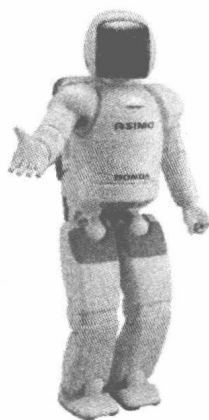


图 1-4 人形机器人 Asimo

1.2 机器人的分类

机器人的分类方法很多, 这里根据两个有代表性的分类方法对机器人进行分类。

1. 按照应用类型分类

机器人按应用类型可分为工业机器人、极限作业机器人、服务机器人和娱乐机器人。

(1) 工业机器人。工业机器人有搬运、焊接、装配、喷涂、检查等机器人, 主要用于现代化的工厂和柔性加工系统中。弧焊机器人如图 1-5 所示, 汽车焊接生产线上的机器人如图 1-6 所示。

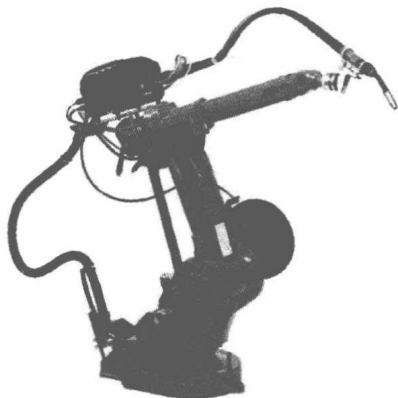


图 1-5 弧焊机器人



图 1-6 汽车焊接生产线上的机器人

(2) 极限作业机器人。极限作业机器人主要是指在人们难以进入的核电站、海底、宇宙空间进行作业的机器人, 也包括建筑机器人、农业机器人等。火星探测机器人如图 1-7 所示, 排爆机器人如图 1-8 所示。

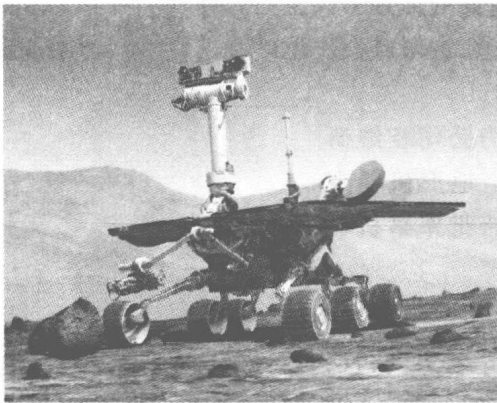


图 1-7 火星探测机器人

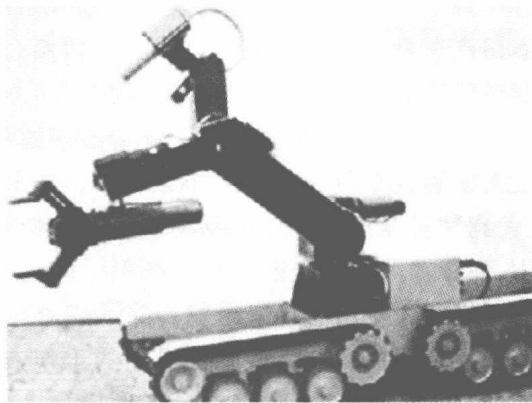


图 1-8 排爆机器人

(3) 服务机器人。服务机器人包括清洁机器人、家用机器人和医疗康复机器人等。近年来,全球服务机器人市场保持较快的增长速度。另外,随着全球人口的老齡化带来的问题的大量出现,服务机器人被大量应用。烹饪机器人如图 1-9 所示,护理机器人如图 1-10 所示。

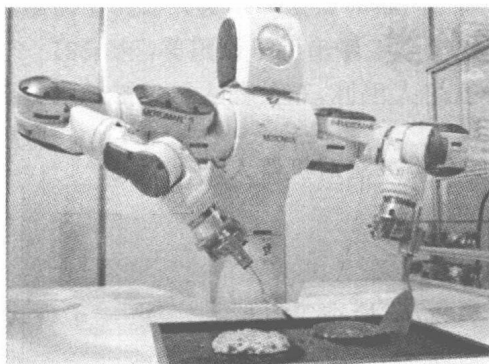


图 1-9 烹饪机器人

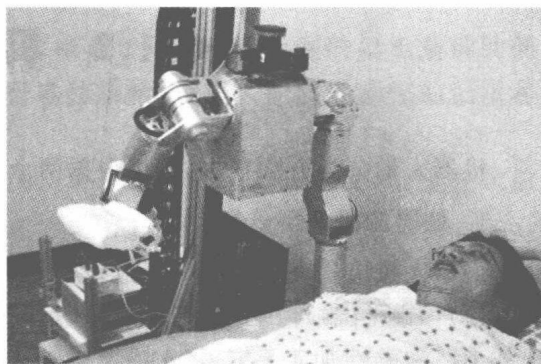


图 1-10 护理机器人

(4) 娱乐机器人。娱乐机器人包括弹奏乐器的机器人、舞蹈机器人、玩具机器人等(具有某种程度的通用性),也有根据环境而改变动作的机器人,如图 1-11、图 1-12 所示。

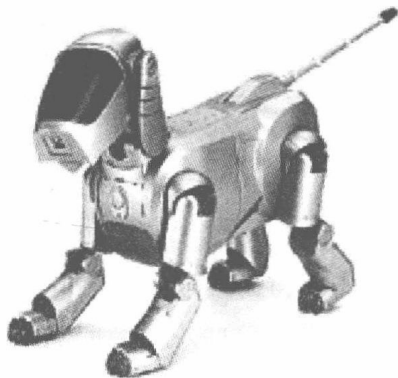


图 1-11 宠物机器人狗

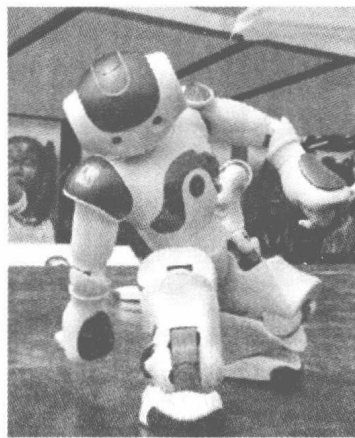


图 1-12 机器男孩

2. 按照控制方式分类

机器人按控制方式可分为操作机器人、程序机器人、示教再现机器人、智能机器人和综合机器人。

(1) 操作机器人。操作机器人的典型代表是在核电站处理放射性物质时远距离进行操作的机器人。在这种场合,相当于人手操纵的部分称为主动机械手,而从动机械手基本上与主动机械手类似,只是从动机械手要比主动机械手大一些,作业时的力量也大一些。

(2) 程序机器人。程序机器人按预先给定的程序、条件、位置进行作业。目前大部分机器人都采用这种控制方式工作。

(3) 示教再现机器人。示教再现机器人同盒式磁带的录放一样,将所教的操作过程自动记录在磁盘、磁带等存储器中,当需要再现操作时,可重复所教过的动作过程。示教方法有手把手示教、有线示教和无线示教三种,如图 1-13 所示。

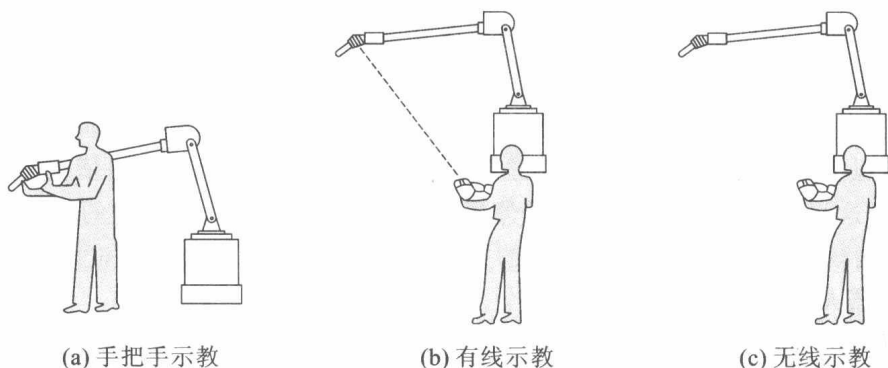


图 1-13 机器人示教方法

(4) 智能机器人。智能机器人不仅可以完成预先设定的动作,还可以按照工作环境的变化改变动作。

(5) 综合机器人。综合机器人是由操作机器人、示教再现机器人、智能机器人组合而成的机器人,如火星机器人。1997年7月4日,火星探险者(Mars Pathfinder)在火星上着陆,着陆体是四面体形状,着陆后三个盖子的打开状态如图 1-14 所示。它在能上、下、左、右动作的摄像机平台上装有两台 CCD 摄像机,通过立体观测而得到空间信息。整个系统可以看作是由地面指令操纵的操作机器人。

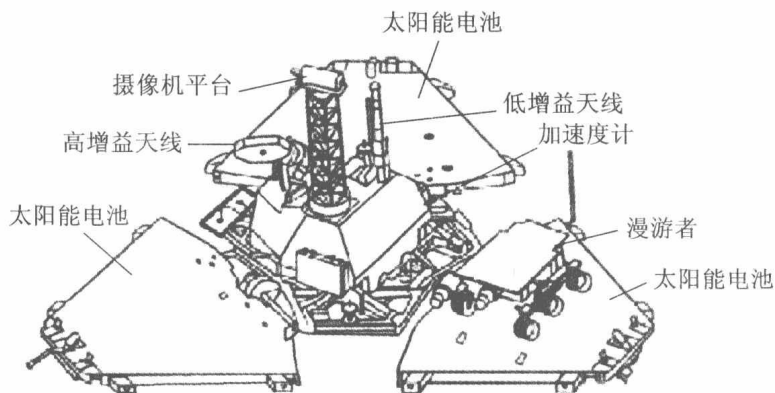


图 1-14 火星探险者着陆后三个盖子的打开状态

图 1-14 所示的火星机器人既可按地面上的指令移动,也能自主地移动。地面上的操纵人员通过电视可以了解火星地形,但由于电波往返一次大约需 40 分钟,因此不能一边观测一边进行操纵。所以,要考虑火星机器人的动作程序,可用这个程序先在地面进行移动实验,如果没有问题,再把它传送到火星上,火星机器人就可再现同样的动作。该机器人不仅能移动,而且能在到达指定目标后用自身的传感器一边检测障碍物一边安全移动。

1.3 工业机器人的定义和特点

工业机器人是机器人的一种,是一种仿人操作、自动控制、可重复编程、能在三维空间完成各种作业的机电一体化的自动化生产设备,特别适用于多品种、大批量的柔性生产。它对稳定和提高产品质量,提高生产效率,改善劳动条件和促进产品的快速更新换代起着十分重要的作用。工业机器人的兴起促进了大学及研究所开展对机器人的研究。

戴沃尔提出的工业机器人有以下特点:将数控机床的伺服轴与遥控操纵器的连杆机构连接在一起,预先设定的机械手动动作经编程输入后,系统就可以离开人的辅助而独立运行。这种机器人还可以接受示教而完成各种简单的重复动作,示教过程中,机械手可依次通过工作任务的各个位置,这些位置序列全部记录在存储器内,任务执行过程中,机器人的各个关节在伺服驱动下依次再现上述位置,故这种机器人的主要技术功能被称为“可编程”和“示教再现”。

工业机器人最显著的特点有以下几个。

(1) 可编程。生产自动化的进一步发展是柔性自动化。工业机器人可随其工作环境变化的需要而再编程,因此它能在小批量、多品种、具有均衡高效率的柔性制造过程中发挥很好的功用,是柔性制造系统中的一个重要组成部分。

(2) 拟人化。工业机器人在机械结构上有类似人的行走、腰转、大臂、小臂、手腕、手爪等部分,在控制上有计算机。此外,智能化工业机器人还有许多类似人类的生物传感器,如皮肤型接触传感器、力传感器、负载传感器、视觉传感器、声觉传感器等。传感器提高了工业机器人对周围环境的自适应能力。

(3) 通用性。除了专门设计的专用的工业机器人外,一般工业机器人在执行不同的作业任务时具有较好的通用性。比如,更换工业机器人手部末端操作器(手爪、工具等)便可执行不同的作业任务。

(4) 工业机器人技术涉及的学科相当广泛,归纳起来是机械学和微电子学的结合——机电一体化技术。第三代智能机器人不仅具有获取外部环境信息的各种传感器,而且具有记忆能力、语言理解能力、图像识别能力、推理判断能力等人工智能,这些都是微电子技术的应用,特别是与计算机技术的应用密切相关。因此,机器人技术的发展必将带动其他技术的发展,机器人技术的发展和水平也可以验证一个国家科学技术和工业技术的发展水平。

1.4 工业机器人的应用

自从 20 世纪 50 年代末人类创造了第一台工业机器人以后,机器人就显示出它强大的生命力,在短短几十年的时间中,机器人技术得到了迅速的发展,工业机器人已在工业发达

国家的生产中得到了广泛的应用。

工业机器人的使用不仅能将工人从繁重或有害的体力劳动中解放出来,解决当前劳动力短缺问题,而且能够提高生产效率和产品质量,增强企业整体竞争力。服务机器人通常是可移动的,代替或协助人类完成为人类提供服务和安全保障的各种工作。工业机器人并不仅是简单意义上代替人工的劳动,它可作为一个可编程的高度柔性、开放的加工单元集成到先进制造系统,适用于多品种、大批量的柔性生产,可以提升产品的稳定性和一致性,在提高生产效率的同时加快产品的更新换代,对提高制造业自动化水平起到很大作用。使用工业机器人的好处如表 1-1 所示。

表 1-1 使用工业机器人的好处

优 点	内 容
提高劳动生产率	工业机器人能高强度地、持久地在各种环境中从事重复的劳动,改善劳动条件,减少人工用量,提高设备的利用率
提高产品稳定性	工业机器人动作准确性、一致性高,可以降低制造中的废品率,降低工人误操作带来的残次零件风险等
实现柔性制造	工业机器人具有高度的柔性,可实现多品种、小批量的生产
具有较强的通用性	工业机器人具有广泛的通用性,比一般自动化设备有更广泛的使用范围
缩短产品更新周期	工业机器人具有更强与可控的生产能力,可加快产品更新换代,提高企业竞争力

正是因为使用工业机器人具有上述好处,工业机器人及成套设备广泛应用于各个领域。目前,工业机器人已广泛应用于汽车及汽车零部件制造业、机械加工行业、电子电气行业、橡胶及塑料工业、食品工业、木材与家具制造业等领域中。在工业生产中,弧焊机器人、点焊机器人、装配机器人、喷漆机器人及搬运机器人等工业机器人都已被大量采用。工业机器人在各行业中的应用如表 1-2 所示。

表 1-2 工业机器人在各行业中的应用

行 业	具 体 应 用
汽车及其零部件	弧焊、点焊、搬运、装配、冲压、喷涂、切割(激光、离子)等
电子、电气	搬运、洁净装配、自动传输、打磨、真空封装、检测、拾取等
化工、纺织	搬运、包装、码垛、称重、切割、检测、上下料等
机械基础件	工件搬运、装配、检测、焊接、铸件去毛刺、研磨、切割(激光、离子)、包装、码垛、自动传送等
电力、核电	布线、高压检查、核反应堆检修、拆卸等
食品、饮料	包装、搬运、真空包装
塑料、轮胎	上下料、去毛边
冶金、钢铁	钢和合金锭搬运、码垛、铸件去毛刺、浇口切割
家电、家具	装配、搬运、打磨、抛光、喷漆、玻璃制品切割、雕刻
海洋勘探	深水勘探、海底维修、建造
航空航天	空间站检修、飞行器修复、资料收集
军事	防爆、排雷、兵器搬运、放射性检测

当今近 50% 的工业机器人集中使用在汽车领域,主要进行搬运、码垛、焊接、喷涂和装配等复杂作业,因此,下面着重介绍这几类工业机器人的应用情况。

1. 搬运机器人

搬运作业是指用一种设备握持工件,从一个加工位置移到另一个加工位置。搬运机器人(transfer robot)可安装不同的末端操作器(如机械手爪、真空吸盘、电磁吸盘等)以完成各种不同形状和状态的工件搬运,大大减轻了人类繁重的体力劳动。通过编程控制,可以让多台机器人配合各道工序不同设备的工作时间,实现流水线作业的最优化。搬运机器人具有定位准确、工作节拍可调、工作空间大、性能优良、运行平稳及维修方便等特点。目前世界上使用的搬运机器人已超过 10 万台,广泛应用于机床上下料、自动装配流水线、码垛搬运、集装箱搬运等自动搬运。搬运机器人应用于自动装配流水线和机床上下料分别如图 1-15 和图 1-16 所示。

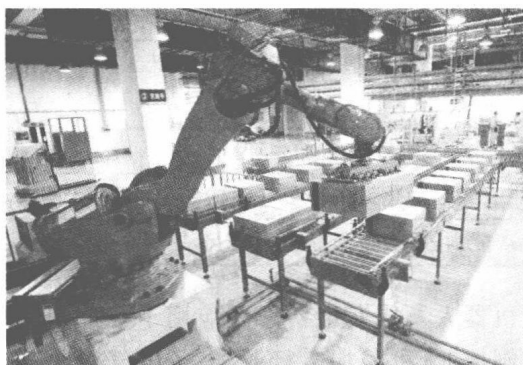


图 1-15 搬运机器人应用于自动装配流水线



图 1-16 搬运机器人应用于机床上下料

2. 码垛机器人

码垛机器人(robot palletizer,见图 1-17)是机电一体化高新技术产品。它可满足中低量的生产需要,也可按照要求的编组方式和层数,完成对料带、胶块、箱体等各种产品的码垛。码垛机器人替代人工搬运、码垛,能迅速提高企业的生产效率和产量,同时能减少人工搬运造成的错误。码垛机器人可全天候作业,由此每年能节约大量的人力资源成本,达到减员增效的目的。码垛机器人广泛应用于化工、饮料、食品、啤酒、塑料等生产企业,对纸箱、袋装、罐装、啤酒箱、瓶装等各种形状的包装成品作业都适用。

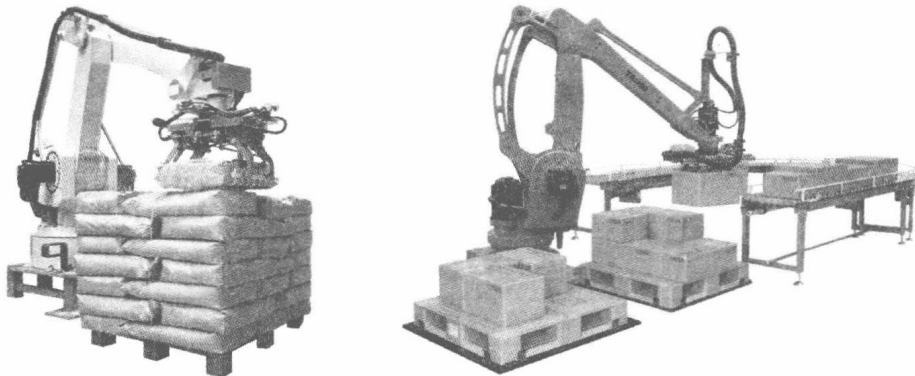


图 1-17 码垛机器人

3. 焊接机器人

焊接机器人(welding robot)是具有三个或三个以上可自由编程的轴,并能将焊接工具按要求送到预定空间位置,按要求轨迹及速度移动焊接工具的机器。它包括点焊机器人、弧焊机器人、激光焊接机器人等。机器人焊接是目前最大的工业机器人应用领域(如工程机械、汽车制造、电力建设、钢结构等)。焊接机器人能在恶劣的环境下连续工作并提供稳定的焊接质量,提高了工作效率,减轻了工人的劳动强度。采用机器人焊接是焊接自动化的革命性进步,突破了焊接刚性自动化(焊接专机)的传统方式,开拓了一种柔性自动化生产方式,实现了在一条焊接机器人生产线同时自动生产若干种焊件。通常使用的焊接机器人有点焊机器人和弧焊机器人两种。

1) 点焊机器人

点焊机器人(spot welding robot,见图 1-18)是用于点焊自动作业的工业机器人。点焊机器人由机器人本体、计算机控制系统、示教盒和点焊焊接系统几个部分组成。为了适应灵活动作的工作要求,点焊机器人通常选用关节型工业机器人的基本设计,一般具有腰转、大臂转、小臂转、腕转、腕摆及腕捻六个自由度。其驱动方式有液压驱动和电气驱动两种。其中电气驱动具有保养和维修简便、能耗低、速度高、精度高、安全性好等优点,因此应用较为广泛。点焊机器人按照示教程序规定的动作、顺序和参数进行点焊作业,其过程是完全自动的,并且具有与外部设备通信的接口,可以通过这一接口接受上一级主控与管理计算机的控制命令进行工作。

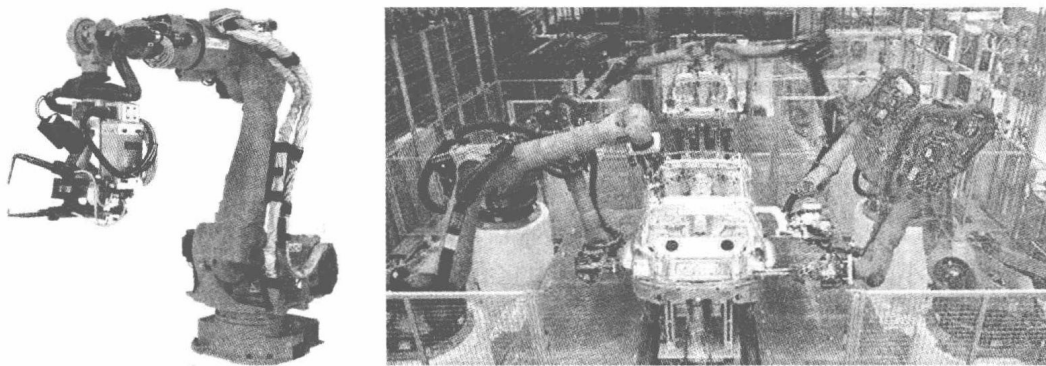


图 1-18 点焊机器人

点焊机器人的典型应用领域是汽车工业。一般装配每台汽车车体需要完成 3 000~4 000 个焊点,而其中的 60%是由点焊机器人完成的。在有些大批量汽车生产线上,服役的机器人台数甚至高达 150 台。汽车工业引入点焊机器人已取得了下述明显效益:改善多品种混流生产的柔性;提高焊接质量;提高生产率;把工人从恶劣的作业环境中解放出来。今天,点焊机器人已经成为汽车生产行业的支柱。

点焊机器人在汽车装配生产线上的大量应用大大提高了汽车装配焊接的生产效率和焊接质量,同时点焊机器人又具有柔性焊接的特点,即只要改变程序,就可同一条生产线上对不同的车型进行装配焊接。

2) 弧焊机器人

一般的弧焊机器人(arc welding robot,见图 1-19)由示教盒、控制盘、机器人本体及自动送丝装置、焊接电源等部分组成。它可以在计算机的控制下实现连续轨迹控制和点位控制,