

工业机器人概论

金陵芳 主编, 许红平 主编

浙江省职业技能教学研究所 组编



浙江科学技术出版社




工业机器人概论

职业技能培训丛书

主编 金凌芳 许红平

浙江省职业技能教学研究所 组织编写

 浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

工业机器人概论 / 金陵芳, 许红平主编; 浙江省职业技能
教学研究所组织编写. —杭州: 浙江科学技术出版社, 2017.8

(职业技能培训丛书)

ISBN 978-7-5341-7512-1

I. ①工… II. ①金…②许…③浙… III. ①工业机
器人—技术培训—教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 111995 号

丛 书 名 职业技能培训丛书
书 名 工业机器人概论
组织编写 浙江省职业技能教学研究所
主 编 金陵芳 许红平

出版发行 浙江科学技术出版社
邮政编码: 310006
杭州市体育场路 347 号
办公室电话: 0571-85062601
销售部电话: 0571-85171220
网 址: www.zkpress.com
E-mail: zkpress@zkpress.com

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司
印 刷 杭州豪波安全科技有限公司
经 销 全国各地新华书店

开 本	787 × 1092 1/16	印 张	8.25
字 数	186 000		
版 次	2017 年 8 月第 1 版		2017 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5341-7512-1	定 价	26.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题, 本社销售部负责调换)

责任编辑 罗 瑾 责任校对 张 宁
责任美编 孙 菁 责任印务 崔文红

“职业技能培训丛书”编辑指导委员会

主 任 吴顺江
副 主 任 刘国富 蔡国春 郭 敏 宓小峰 龚和艳
仇贻泓 陈 中 宋云峰 夏春胜
委 员 (按姓氏笔画排序)
王 树 王 晨 王丁路 许世斌 吴招明
吴善印 陈芬芬 陈树庆 林雅莲 项 薇
赵健明 俞 翟 阎小锋 徐顺聪 郭禾阳

“职业技能培训丛书”编辑工作组

组 长 俞 翟 王丽慧
成 员 (按姓氏笔画排序)
卢红华 许 虹 许红平 刘建军 巫惠林
宋 力 周金葵 蒋公标

本册编写小组

主 编 金凌芳 许红平
副 主 编 毛雷飞 张 祺
编 著 者 毛雷飞 戴黄峰 张 祺 金凌芳 潘明来 冯玖强
章灵敏 兰新花 朱巍巍
主 审 陈 立 周根兴 李震球 虞嘉丞 张小德
王振华 吴浙栋 孟广毅

前 言

职业技能培训是提高劳动者技能水平和就业创业能力的主要途径。大力加强职业技能培训,建立健全面向全体劳动者的职业技能培训制度,是实施扩大就业的发展战略,解决就业总量矛盾和结构性矛盾,促进就业和稳定就业的根本措施;是贯彻落实人才强国战略,加快技能人才队伍建设,建设人力资源强国的重要任务;是加快经济发展方式转变,促进产业结构调整,提高企业自主创新能力和核心竞争力的必然要求;是推进城乡统筹发展,加快工业化和城镇化进程的有效手段。为认真贯彻落实全国、全省人才工作会议精神和《国务院关于加强职业培训促进就业的意见》《浙江省中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》,切实加快培养适应我省经济转型升级、产业结构优化要求的高技能人才,带动技能劳动者队伍素质整体提升,浙江省人力资源和社会保障厅规划开展了职业技能培训系列教材建设,由浙江省职业技能教学研究所负责组织编写工作。本系列教材第六批共7册,主要包括药膳制作实用技术、工业机器人传感技术及应用、工业机器人概论、网络创业实训指导手册、母婴护理员培训教程(基础知识、基本技能)、技工院校学生创新创业素养教育读本等地方产业、新兴产业以及特色产业方面的技能培训教材。本系列教材针对职业技能培训的目的要求,突出技能特点,便于各地开展农村劳动力转移技能培训、农村预备劳动力培训等就业和创业培训,以及企业职工、企业生产管理人员技能素质提升培训。本系列教材也可以作为技工院校、职业院校培养技能人才的教学用书。

随着劳动力的结构性短缺以及劳动力成本的急剧上升,我国劳动力红利时代即将结束,迫切需求产业转型升级。近几年我国工业机器人以超过44%的年增长率快速增长,工业机器人的市场应用呈井喷态势,预计到2020年我国工业机器人保有量将增至50万—60万台。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》和《机器人产业发展规划(2016—2020年)》中将机器人作为未来优先发展的战略方向,大力发展机器人产业,对于打造中国制造新优势,推动工业转型升级,加快制造强国建设已成为趋势。然而,机器人技术人才紧缺,“数十万高薪难聘机器人技术人才”已经成为当今社会的热点问题,因此加快机器人技术人才的培养是当务之急。



目前,各技工院校和职业院校争先恐后地开设工业机器人相关专业和课程,但缺乏相应的师资和配套的教材,也缺少课程教学资源。在这样的背景下,浙江省职业技能教学研究所协同浙江省内部分技工院校、知名机器人生产企业和研究所组建了“工业机器人教学联盟”,组织单位联合开发了工业机器人技术专业系列教材。《工业机器人概论》由联盟单位杭州萧山技师学院、嘉兴技师学院牵头编写。

本书是针对工业机器人应用与维护专业入门课程开发的教材,适合技工院校和高等职业院校使用,也可作为面向社会高技能人才的培训教材,目的是让学生了解工业机器人的发展历程和行业中的应用,工业机器人的基本结构及主要部件,对工业机器人的机械结构、驱动系统、控制系统及传感系统进行概括性介绍。本书从一名初学者的视角出发,合理安排知识和技能,通过参观现场、动手操作、实例展示等途径,让学习对工业机器人有一个系统的、全面的了解,激发学生其兴趣,坚定其职业理想,为以后学习工业机器人应用与维护专业的其他课程奠定基础。

本书的编写理念是以能力为本位,以就业为导向,以培养学生综合职业能力为核心,注重各种能力训练之间的衔接与互补。本书采取传统教学和项目教学两种教学结构有机结合的编写方式,体现“行动导向”的教学理论和“以学生为中心”的教学思想。

本书在编写的同时开发了丰富的课程教学资源,分为:主教学资源,包括纸质教材、多媒体课件、微视频等;实践教学资源,包括实训平台、工程案例等;网络教学资源,包括网络下载、云教学服务平台等。建议在配有网络的多媒体教室进行教学,教学方法可采取小组讨论、任务驱动等,并引导学生网上搜索资料进行自主学习、探究学习和合作学习等。本书的具体内容、课时分配和任务目标安排见下表,可供读者参考。

学习领域	工作任务	课时	任务目标
项目一 走近工业机器人	1. 工业机器人的发展回顾	1	1. 查找资料认识机器人的起源与发展历程
	2. 工业机器人的分类与生产企业	1	2. 会区分机器人和工业机器人
	3. 工业机器人的基本组成与主要参数	2	3. 能说出工业机器人的主要分类、结构组成及技术参数
	4. 工业机器人的应用领域	1	4. 通过参观企业和网上搜索明确目前工业机器人的知名品牌、应用领域及发展前景
	5. 参观工业机器人应用企业(实训工场)	2	5. 激发学生对本专业的学习兴趣
项目二 认识工业机器人的机械结构	1. 手部结构(末端执行器)	2	1. 认识工业机器人的机械结构系统由基座、手臂、手腕、手部四大部分组成
	2. 手腕结构	2	2. 区分各部分的作用和分类
	3. 手臂结构	2	3. 能说出自由度、坐标型结构等重要概念
	4. 基座结构	2	4. 会探究工业机器人内部机械结构,为后续学习拆装与编程做好知识和技能铺垫
	5. 观看六轴工业机器人的机械结构	2	

续表

学习领域	工作任务	课时	任务目标
项目三 观察工业机器人的驱动控制系统	1. 驱动系统	2	1. 会区分工业机器人驱动系统组成
	2. 控制系统	2	2. 能区分驱动装置的特点和应用场合
	3. 人机交互系统及机器人语言	1	3. 能说出工业机器人控制系统的特点、分类和主要功能
	4. 观察六轴工业机器人的控制系统	2	4. 会画图说明工业机器人的控制系统组成
项目四 辨识工业机器人的传感器系统	1. 工业机器人传感器概述	1	5. 能认识机器人常用示教器产品
	2. 内部传感器	2	6. 通过观察控制系统和示教器结构,为学习工业机器人电路和编程打基础
	3. 外部传感器	2	1. 记住工业机器人传感器的作用、分类名称
	4. 辨识焊接工业机器人传感器系统	2	2. 能区分工业机器人内部传感器的类型、作用,了解工作原理
项目五 走进工业机器人职场	1. 工业机器人应用领域的市场调查	2	3. 能区分工业机器人外部传感器的类型、作用,了解外部传感器工作原理
	2. 工业机器人应用与维护专业人才的需求的调研	2	4. 观察和辨识工业机器人在生产线上的传感器,为自动化生产线集成应用打基础
	3. 工业机器人专业人员职业生涯规划	2	1. 通过调查分析,了解工业机器人的市场需求和发展前景
			2. 明晰工业机器人应用与维护专业学习目标,坚定专业理想
			3. 科学合理地制订职业生涯规划,为专业成长做好心理准备

本书由金凌芳、许红平担任主编并统稿,毛雷飞、张祺担任副主编,由陈立、周根兴、李震球、虞嘉丞、张小德、王振华、吴浙栋、孟广毅担任主审,具体编写分工为:项目一由毛雷飞、戴黄峰编写,项目二由张祺、毛雷飞编写,项目三由金凌芳、潘明来编写,项目四由金凌芳、冯玖强、章灵敏编写,项目五由金凌芳、兰新花、朱巍巍编写。本书在编写过程中得到了杭州新松机器人自动化有限公司、浙江亚龙科技集团、浙江智能机器人研究院等单位专家的热情指导,得到了杭州萧山技师学院、嘉兴技师学院、宁波第二技师学院、浙江交通技师学院等学院领导的鼎力支持,在此表示感谢!

由于水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

浙江省职业技能教学研究所

2016年10月

项目一 走近工业机器人 1

- 1.1 工业机器人的发展回顾 2
- 1.2 工业机器人的分类与生产企业 7
- 1.3 工业机器人的基本组成与主要参数 13
- 1.4 工业机器人的应用领域 18
- 1.5 参观工业机器人应用企业(实训工场) 27

项目二 认识工业机器人的机械结构 33

- 2.1 手部结构(末端执行器) 34
- 2.2 手腕结构 40
- 2.3 手臂结构 43
- 2.4 基座结构 47
- 2.5 观看六轴工业机器人的机械结构 49

项目三 观察工业机器人的驱动控制系统 55

- 3.1 驱动系统 56
- 3.2 控制系统 64
- 3.3 人机交互系统和机器人语言 67
- 3.4 观察六轴工业机器人的控制系统 71

项目四 辨识工业机器人的传感器系统 79

- 4.1 工业机器人传感器概述 80
- 4.2 内部传感器 82
- 4.3 外部传感器 87
- 4.4 辨识焊接工业机器人传感器系统 98

项目五 走进工业机器人职场 105

- 5.1 工业机器人应用领域的市场调查 106
- 5.2 工业机器人应用与维护专业人才需求的调研 110
- 5.3 工业机器人专业人员职业生涯规划 114

参考文献 124



项目一 走近工业机器人

机器人的问世改变了人们的生活、工作方式,使人类社会迈向智能化、信息化时代。当前,世界各国都积极发展新科技生产力,以提高国家竞争实力,而工业机器人是当今科技发展的新重点,工业机器人行业发展将进入一个前所未有的高速发展期。本项目是工业机器人专业课程学习的开篇项目,将扼要阐述机器人的起源与发展历程,机器人和工业机器人的定义,工业机器人的分类、结构组成及技术参数,目前国内外工业机器人的知名品牌及相关生产厂家,工业机器人的应用领域和发展前景。通过本项目学习,我们一起去揭开工业机器人的神秘面纱。



扫码看本项目 PPT



扫码看本项目视频

1.1 工业机器人的发展回顾

机器人作为20世纪人类最伟大的发明之一,自20世纪60年代初问世以来,经历了近60年的发展,已取得了显著成果。走向成熟的工业机器人,各种用途的特种机器人的实用化,昭示着机器人灿烂的明天。

一、机器人的定义

什么是机器人呢?至今科学家们对机器人的定义仍然是仁者见仁,智者见智,没有统一的意见。

美国国家标准局1981年提出的定义是:“一种机械装置。在对其编程之后,可以完成某些依自动控制指令进行的制造工作和搬运工作。”

苏联标准化组织的定义是:“一种可程序的多功能执行机构,它被使用于通过各种已经编程的动作,来搬运金属部件、工具或特殊装置,完成各种任务。”

日本科学家以“自动性、智能性、个体性、半机械半人性、作业性、通用性、信息性、柔性、有限性、移动性”这10个特性来描述机器人的形象。

1984年,国际标准化组织(ISO)通过的定义是:机器人是一种自动控制下的通过编程可完成某些操作或移动作业的机器。为什么机器人的定义至今没有明确?原因之一是机器人还在发展,新的机型、新的功能不断涌现,领域不断扩展。根本原因是因为机器人涉及人的概念,成为一个难以回答的哲学问题。就像机器人一词最早诞生于科幻小说之中一样,人们对机器人充满了幻想。也许正是由于机器人定义的模糊,才给了人们充分的想象和创造空间。

二、机器人的发展回顾

1886年法国作家利尔·亚当在他的小说《未来的夏娃》中将外表像人的机器起名为“安德罗丁”(Android),它具有平衡、步行、发声、感觉、表情和调节运动等生命系统,关节能自由运动,身体能摆动各种形态,外形、肤色、轮廓、头发、视觉、牙齿和手爪等与人类相似。1921年机器人的英语单词“Robot”由捷克剧作家卡尔·恰佩克(Karel Capek)在他的剧本《罗萨姆的万能机器人》中创造,是由捷克语“Robota”而来的。“Robota”的捷克语意是奴隶,能为主人提供服务或劳动。目前,对机器人的普遍定义是:机器人是一种自动化的机器,所不同的是这种机器具备一些与人或生物相似的智能能力,如感知能力、规划能力、动作能力和协同能力,是一种具有高度灵活性的自动化机器。

20世纪中叶,近代机器人技术迅猛发展。第一代机器人是遥控操作的机器人,它不能离开人的控制独自运动。1947年美国阿尔贡研究所开发了遥控机械手。1948年又开发了机械耦合的主从机械手,当操作员控制主机械手做运动时,从机械手可准确地模仿主机械手

的运动。第二代机器人是可编程的机器人。1954年美国乔治·沃尔德(George Wald)制造出世界上第一台可编程的机器人,机器人的机械手能按照不同的程序从事不同的运作,可以脱离控制人,能独立自主地进行操作。第三代机器人是智能机器人。它能利用各种传感器、测量器自主感知环境信息,利用智能技术进行识别、理解、推理,自主运行完成工作任务。发明第一台机器人的正是享有“机器人之父”美誉的恩格尔伯格先生。恩格尔伯格是世界上最著名的机器人专家之一,1958年他建立了Unimation公司,并于1959年研制出了世界上第一台工业机器人。1962年美国Unimation公司的第一台机器人Unimate问世,它由计算机控制液压装置来驱动机械手运作,抓取物件进行压铸作业,计算机装有存储信息的磁鼓,能够记忆完成180个工作步骤,如图1-1所示。



图 1-1 第一台由计算机控制的机器人 Unimate

同年,美国机械与铸造公司也制造出工业机器人,称为“Versatran Transfer”,意思是“万能搬动”,其机械手可以绕底座回旋、沿垂直方向升降,也可以沿半径方向伸缩,如图1-2所示。

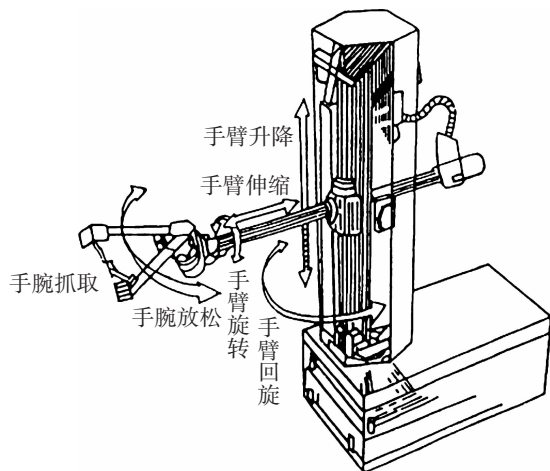


图1-2 Versatran Transfer机器人动作示意图

三、工业机器人的发展回顾

20世纪70年代,随着计算机控制技术和人工智能的发展,机器人的研制水平得到了快速提升,机器人在工业生产中逐步推广应用。工业机器人延伸和扩大了人的手足和大脑功能,它可代替人从事危险、有害、有毒、低温和高热等恶劣环境中的工作;代替人完成繁重、单调的重复劳动,提高劳动生产率,保证产品质量。1974年Cincinnati Milacron公司推出第一台工业机器人“The Tomorrow Tool”,它能举起45kg的物体,并能跟踪装配流水线上的移动物体。1975年IBM公司研究出带有触觉和力觉的传感器,由计算机控制的机械手可以完成20个零件的打字机装配工作。1979年Unimation公司研究出第一台通用型工业机器人PUMA,标志着工业机器人应用日趋成熟,如图1-3所示。



图 1-3 第一台通用型工业机器人 PUMA

20世纪80年代,日本和西欧国家为了缓解劳动力严重短缺的社会问题,在工业领域,特别是在汽车和电器生产领域大量使用工业机器人,从而推进了机器人的研发。1980年全球用于工业生产的机器人达2万多台,1990年达到30万台左右,2015年全球工业机器人销量突破24万台。

机器人发源地在美国,后因产业转移等原因,忽视了应用开发研究,但美国的机器人技术一直处于世界领先水平。其具体体现在:①性能可靠,功能全面,精确度高;②机器人语言研究发展较快,语言类型多、应用广,水平居世界之首;③智能技术发展快,视觉、触觉等人工智能技术在航天工业中广泛应用;④高智能、高难度的军用机器人、太空机器人等发展迅速。

我国工业机器人起步于20世纪70年代初期,经过近50年的发展,工业机器人现已在越来越多的领域得到了应用。我国2014年机器人销量大约为5.7万台,2015年机器人销量大约为6.6万台,约占全球市场总销量的四分之一,并且连续三年成为全球第一大工业机器人市场。其中,自主品牌工业机器人约占销量的三分之一,但与国际机器人“四大家族”(瑞士ABB、德国库卡、日本发那科、日本安川电机公司)无法形成竞争优势。

我国工业机器人必须突破的技术瓶颈有:①提升国产减速器、交直流伺服电机与驱动器核心零部件的可靠性、运行精密度,特别是在快速运行时的稳定性和承载能力;



② 提升传感器的灵敏度、可靠性;③开发有自主知识产权的控制系统软件。

国内工业机器人的使用较多集中于汽车行业。就全球平均水平来看,汽车行业的应用约占工业机器人总量的40%,而在我国这一数字目前在60%左右,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,机器人已逐步取代了人工。比如,一期投资11.75亿美元的长安福特杭州分公司,是改革开放以来杭州引进的第一个世界级整车项目,拥有600多台机器人,每72s就能生产出一辆汽车。

2015年国务院发布了《中国制造2025》,明确提出把推进智能制造作为“中国制造2025”的主攻方向。新一代信息技术与制造业的深度融合,正在引发新一轮技术革命和产业变革,制造业数字化、网络化、智能化成为这次变革的核心。地处宁波的中银双鹿电池制造有限公司,原来生产一节电池从钢壳投料到完成码垛要经过11道工序,大概耗时1h。现在他们研制成功全球第一条真正实现无人智能生产的电池生产线——“500+”电池生产线,通过互联网输入生产指令,让机器人操控整条生产流水线。在这条生产线上,没有操作工,没有搬运工,全部生产由机器人自动完成,即使把车间的灯全部熄灭,也丝毫不影响生产,开启了中国电池“黑灯生产”新纪元。德国电视7台一行人员专程到双鹿电池拍摄“500+”生产线,他们对这条由“双鹿人”自主研发的无人智能生产线钦佩不已,认为即使在德国,这样的生产线也很少见。表1-1列举了工业机器人发展的重大历史事件。

表 1-1 工业机器人发展的重大历史事件表

年份	领域	事件
1955	理论	丹纳维特(Denavit)和哈顿贝格(Hartenberg)提出了齐次变换
1961	工业	美国专利 2998237,乔治·德沃尔(George Devol)的“编程技术”、“传输”(基于 Unimate 机器人)
1961	工业	第一台 Unimate 机器人安装,用于压铸
1961	技术	有传感器的机械手 MH-1,由厄恩斯特(Ernst)在麻省理工学院发明
1961	工业	沃萨特兰(Versatran)圆柱坐标机器人商业化
1965	理论	路昌斯·乔治·罗伯茨(L.G.Roberts)将齐次变换矩阵应用于机器人
1965	技术	麻省理工学院的罗伯茨(Roberts)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
1967	理论	日本成立了人工手研究会(现改名为仿生机构研究会),同年召开了日本首届机器人学术会
1968	技术	斯坦福研究院发明带视觉的由计算机控制的行走机器人 Shakey
1969	技术	沙因曼(V.C.Sheinman)及其助手发明斯坦福机器臂
1970	理论	在美国召开了第一届国际工业机器人学术会议,1970年以后,机器人的研究得到迅速广泛的普及
1970	技术	美国电子测试实验室(ETL)发明带视觉的自适应机器人

续表

年代	领域	事件
1971	工业	日本工业机器人协会(JIRA)成立
1972	理论	保罗(R.P.Paul)用 D-H 矩阵计算轨迹
1972	理论	怀特因(D.E.Whiteyn)发明操作机的协调控制方式
1973	工业	辛辛那提·米拉克隆公司的理查德·豪恩制造了第一台由小型计算机控制的工业机器人,它是由液压驱动的,能提升的有效负荷达 45kg
1975	工业	美国机器人研究院成立
1975	工业	美国 Unimation 公司公布其第一次利润
1976	技术	在斯坦福研究院完成用机器人的编程装配
1978	工业	罗斯(C.Rose)及其同事成立了机器人智能公司,生产出第一个商业视觉系统
1980	工业	工业机器人真正在日本普及,故称该年为“机器人元年”。随后,工业机器人在日本得到了巨大发展,日本也因此赢得了“机器人王国”的美称
1984	民用	英格伯格再次推出机器人 Helpmate,可在医院里为病人送饭、送药、送邮件
1996	民用	本田推出“拟人机器人 P2”
1998	民用	丹麦乐高公司推出机器人(Mind-storms)套件,让机器人制造变得跟搭积木一样相对简单又能任意拼装,使机器人开始进入个人世界
1999	民用	日本索尼公司推出的大型机器人爱宝(AIBO)当即销售一空,从此娱乐机器人成为目前机器人迈进普通家庭的途径之一
2002	民用	丹麦 iRobot 公司推出了吸尘机器人 Roomba,它能避开障碍,自动设计行进路线,还能在电量不足时自动驶向充电座。Roomba 是目前世界上销量最大、最商业化的家用机器人
2006	民用	微软公司推出了微软机器人工作室(Microsoft Robotics Studio),机器人模块化、平台统一化的趋势越来越明显,比尔·盖茨预言家用机器人很快将席卷全球

四、工业机器人的定义及特点

(一) 工业机器人的定义

美国机器人协会提出的工业机器人定义为:“工业机器人是用来进行搬运材料、零件、工具等可再编程的多功能机械手,或通过不同程序的调用来完成各种工作任务的特种装置。”

国际标准化组织(ISO)曾于1987年对工业机器人给出了定义:“工业机器人是一种具有自动控制的操作和移动功能,能够完成各种作业的可编程操作机。”

ISO8373对工业机器人给出了更具体的解释:“机器人具备自动控制及可编程、多用途功能,机器人操作机具有三个或三个以上的可编程轴,在工业自动化应用中,机器人的底座可固定也可移动。”



国际标准化组织对工业机器人所下的定义是：“机器人是一种自动的、位置可控的、具有编程能力的多功能机械手,这种机械手具有几个轴,能借助于可编程序操作来处理各种材料、零件、工具和专用设备,以执行种种任务。”

(二) 工业机器人的特点

工业机器人有以下几个显著的特点:

1. 可编程性。生产自动化的进一步发展是柔性启动化。工业机器人可随其工作环境变化的需要而再编程,因此它在小批量、多品种具有均衡高效率的柔性制造过程中能发挥很好的功用,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、小臂、大臂、手腕、手爪等部分,在控制上有电脑。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、负荷传感器、视觉传感器、声觉传感器、语言功能等。这些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. 多学科性。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。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。

1.2 工业机器人的分类与生产企业

一、工业机器人的分类

我国的机器人专家从应用环境出发将机器人分为两大类,即工业机器人和特种机器人。所谓工业机器人,就是面向工业领域的多关节机械手或多自由度机器人。特种机器人是指除工业机器人之外的用于非制造业并服务于人类的各种先进机器人,包括服务机器人、水下机器人、娱乐机器人、军用机器人、农业机器人等。在特种机器人中,有些分支发展很快,有独立成体系的趋势,如服务机器人、水下机器人、军用机器人、微操作机器人等。目前,国际上的机器人学者从应用环境出发将机器人也分为两类:制造环境下的工业机器人和非制造环境下的服务与仿人型机器人,这和我国的分类是一致的。

工业机器人有驱动方式、机构运动坐标形式、功能用途三种主要分类方法,功能用途分类在“工业机器人的应用领域”这一节中重点介绍,这里介绍前两种分类。

(一) 以驱动方式分类

1. 气动工业机器人。它以压缩空气来驱动操作机构,优点是空气来源方便、动作迅速、结构简单、造价低、无污染;缺点是空气可压缩性大,导致工作速度的稳定性较差,且气源压力一般为6kPa左右,所以工业机器人抓举力较小,一般只有几千克。

2. 液压工业机器人。其以液压缸来驱动操作机构,压力一般为70kPa左右,故具有较大的抓举能力,可达几百公斤。液压工业机器人结构紧凑、传动平稳、动作灵敏,但液压件密封要求较高,不宜在高温或低温环境下工作。

3. 电动工业机器人。其以步进电机、伺服电机来驱动操作机构,是目前用得最多的一类工业机器人。它由电机直接驱动或通过诸如谐波减速器等装置减速后驱动,结构十分紧凑、简单,抓举能力一般有几千克到几十千克。

(二) 以机构运动坐标形式分类

坐标形式是指工业机器人的手臂在运动时所取的参考坐标系的形式。

1. 直角坐标型工业机器人(又称为桁架式机器人)。其运动部分由上下、左右、前后三个相互垂直的直线移动和工作轴的旋转组成,工作空间图形为长方形。它的优点是易于位置和姿态的编程计算、定位精度高、结构简单,但机体所占空间体积大、动作范围小、灵活性差、难与其他工业机器人协调工作,如图1-4所示。



图1-4 直角坐标型工业机器人示意图

2. 圆柱坐标型工业机器人。其通过一个转动和两个移动组成的运动系统来实现,工作空间图形为圆柱体。与直角坐标型工业机器人相比,在相同的工作空间条件下,机体所占体积小而运动范围大。其位置精度仅次于直角坐标型机器人,也难与其他工业机器人协调工作,如图1-5所示。



图1-5 圆柱坐标型工业机器人示意图