



“十三五”工业机器人高技能应用型人才培
养系列精品教材

李培根 宋天虎 丁汉 / 顾问

Industrial
Robot



工业机器人基础

王保军 滕少峰 / 主编

熊清平 杨海滨 / 主审



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



“十三五”工业机器人高技能应用型人才培
养系列精品教材

李培根 宋天虎 丁汉/顾问

工业机器人基础

主 编	王保军	滕少峰	
副主编	张 帅	孙海亮	
参 编	黄智科	胡方坤	冯贵新
	李雪芹	贾 玮	刘彤杰
	刘 翀	娄坤明	张红娜
主 审	熊清平	杨海滨	

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书主要内容包括工业机器人概述、工业机器人的机械结构、工业机器人的传感技术、工业机器人的控制系统与驱动系统、工业机器人的手动操作、HSR-JR608 机器人指令基础六部分,书中以华中数控装配机器人为例,系统讲述了工业机器人各大组成部分及其应用。

本书既可作为中职学校机电、自动化、机械制造专业的教材,也可作为工业机器人培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

工业机器人基础/王保军,滕少峰主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.8

“十三五”工业机器人高技能应用型人才培 养系列精品教材

ISBN 978-7-5680-1166-2

I. ①工… II. ①王… ②滕… III. ①工业机器人-职业教育-教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 201902 号

工业机器人基础

王保军 滕少峰 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:吴 晗

封面设计:周 强

责任校对:刘 竣

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:11.25

字 数:286 千字

版 次:2015 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:29.80 元



华中科大

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

“十三五”工业机器人高技能应用型人才培 养系列精品教材

编审委员会

(排名不分先后)

顾 问 李培根 宋天虎 丁 汉
主 任 熊清平
副主任 杨海滨 唐小琦 李望云 郝 俊 吴树会 滕少峰
廖 健 李 庆 胡成龙 邢美峰 郝巧梅 阮仁全
隋秀梅 刘 江 魏 杰 刘怀兰 黄楼林 杨建中
叶伯生 周 理 孙海亮 肖 明 杨宝军
秘书长 刘怀兰

编写委员会

(排名不分先后)

滕少峰 叶伯生 禹 诚 王宝军 吕 春 黄智科 邱 庆
陈 焱 祝义松 伍田平 何娅娜 胡方坤 冯贵新 赵红坤
赵 红 黄学彬 杨 林 聂文强 吴建红 刘怀兰 张 帅
金 磊 閤辰皓

“十三五”工业机器人高技能应用型人才培养系列精品教材

指导委员会

(排名不分先后)

理事长单位 武汉华中数控股份有限公司

副理事长单位 重庆华数机器人有限公司

深圳华数机器人有限公司

华中科技大学

包头职业技术学院

重庆工业技师学院

辽宁建筑职业学院

内蒙古机电职业技术学院

秘书长单位 武汉高德信息产业有限公司

成员单位 重庆华数机器人有限公司

深圳华数机器人有限公司

武汉软件工程职业学院

东莞理工学院

鄂尔多斯职业技术学院

重庆市机械高级技工学校

四川仪表工业学校

长春职业技术学院

武汉华大新型电机有限公司

内蒙古机电职业技术学院

辽宁建筑职业学院

广东轻工职业技术学院

佛山华数机器人有限公司

武汉高德信息产业有限公司

武汉软件工程职业技术学院

鄂尔多斯职业学院

重庆市机械高级技工学校

长春机械工业学校

华中科技大学出版社

佛山华数机器人有限公司

武汉高德信息产业有限公司

许昌技术经济职业学校

包头职业技术学院

重庆工业技师学院

武汉第二轻工业学校

重庆工贸技师学院

河南森茂机械有限公司

长春机械工业学校

赤峰工业职业技术学院

石家庄市职业教育技术中心

华中科技大学出版社

序

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,产业迫切需要转型升级,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,其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 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。据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,中国企业的机器人使用数量约占四分之一。而预计到 2017 年,我国工业机器人数量将居全球之首。然而,机器人技术人才急缺,“数十万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。

目前,我国职业院校较少开设机器人相关专业,缺乏相应的师资和配套的教材,也缺少工业机器人实训设施。这样的条件,很难培养出合格的机器人技术人才,也将严重制约机器人产业的发展。

综上所述,要实现我国机器人产业发展目标,在职业院校进行工业机器人技术人才及骨干师资培养示范校建设,为机器人产业的发展提供人力资源支撑,就显得非常必要和紧迫。而面对机器人产业强劲的发展势头,不论是从事工业机器人系统的操作、编程、运行与管理等高技能应用型人才,还是从事一线教学的广大教育工作者都迫切需要实用性强、通俗易懂的机器人专业教材。编写和出版职业院校的机器人专业教材迫在眉睫,意义重大。

在这样的背景下,武汉华中数控股份有限公司与华中科技大学国家数控系统工程技术研究中心、武汉高德信息产业有限公司、华中科技大学出版社、电子工业出版社、武汉软件工程职业学院、包头职业技术学院、鄂尔多斯职业技术学院等单位,产、学、研、用相结合,组建“工业机器人产教联盟”,组织企业调研,并开展研讨会,编写了系列教材。

本套教材具有以下鲜明的特点。

前瞻性强。作为一个服务于经济社会发展的新专业,本套教材含有工业机器人高职人才培养方案、高职工业机器人专业建设标准、课程建设标准、工业机器人拆装与调试等内容,覆盖面广,前瞻性,是针对机器人专业职业教学的一次有效、有益的大胆尝试。

系统性强。本系列教材基于自动化、机电一体化等专业,开设工业机器人课程;针对数

控实习进行改革创新,引入工业机器人实训项目;根据企业应用需求,编写相关教材、组织师资培训,构建工业机器人教学信息化平台等。为课程体系建设提供了必要的系统性支撑。

实用性强。依托本系列教材,可以开设如下课程:机器人操作,机器人编程,机器人维护维修,机器人离线编程系统,机器人应用等。本套教材凸显理论与实践一体化的教学理念,把导、学、教、做、评等环节有机地结合在一起,以“弱化理论、强化实操,实用、够用”为目的,加强对学生的实操能力的培养,让学生在“做中学,学中做”,贴合当前职业教育改革与发展的精神和要求。

参与本系列教材建设的包括行业企业带头人和一线科研人员,他们有着丰富的机器人教学和实践经验。经过反复研讨、修订和论证,完成了编写工作。在这里也希望同行专家和读者对本套教材不吝赐教,给予批评指正。我坚信,在众多有识之士的努力下,本系列教材的功效一定会得以彰显,古人对机器人的探索精神,将在新的时代能够得到传承和复兴。

“长江学者奖励计划”特聘教授

华中科技大学常务副校长

华中科技大学教授、博导

2015.7.18



前 言

随着机械技术、电子技术、控制理论的快速发展,工业机器人从出现到现在的短短几十年中,已广泛地应用于国民经济的各个领域,成为现代工业生产不可缺少的好帮手,在提高产品质量、加快产品更新、促进制造业的精密化、增强产品的竞争力等方面发挥着越来越重要的作用。可以预见,在不久的将来,机器人不但可以在矿山、深海等恶劣环境中代替自然人去工作,还可以渗透到人们日常生活的各个领域。因此,工业机器人技术成了广大工程技术人员迫切需要掌握的知识,“工业机器人”课程也是中职和高职机电专业、电气专业、机械制造等专业的必修课程。

近几年来,从中央到地方的各级政府对职业教育都非常重视,针对职业教育的发展出台了一系列的政策及改革措施,在很大程度上推动了我国职业教育的快速发展。工业机器人作为一门新兴行业,在国家工业建设领域发挥着越来越重要的作用。为了迎合这一新兴行业的发展,更好地推广工业机器人技术运用,由武汉华中数控股份有限公司协同全国部分高职、中职院校组成“工业机器人产教联盟”,联合开发了工业机器人系列教材。“工业机器人基础”属中职课程。本书是根据“工业机器人产教联盟”暂定的中职学校《工业机器人基础》教学大纲,结合机器人在工业建设中的应用,将传统教学和项目教学两种结构有机结合起来编写的。本书的设计理念是:以能力为本位,以市场需求为导向,遵循“职业教育新理念”,以岗位工作综合能力培养为核心,注重各种能力训练之间的衔接和互补。全书内容通俗易懂,实用性强,体系安排难易适当,适合初学者入门。

1. 本书在工业机器人技术专业中的作用

“工业机器人基础”是工业机器人技术专业的基础课程,其目的是:使学生了解世界各国机器人的发展历程及在各行各业中的应用,熟悉我国机器人的发展概况,认识了解工业机器人的基本结构及物理组成要件;使学生对工业机器人的传感系统、控制系统及驱动系统有一个完整的理解,具有简单的示教编程能力,为以后学习工业机器人技术学科的其他科目奠定基础;培养学生在机器人技术方面分析与解决问题的能力,培养学生在机器人技术方面的动手能力。

2. 本书的定位

本书定位于工业机器人技术的初学者,从一个工业机器人技术的初学者的角度出发,合理安排知识点,并结合实例讲解,让读者在短时间内对工业机器人有一个系统的、全面的了解,具有对工业机器人操作的一些常识性了解。本书既可作为中职机电专业、电气专业、机械制造专业的教材,也可作为其他培训机构的培训教材。

3. 使用建议

在教学过程中,建议在配有网络的多媒体教室进行。教学方法采用启发诱导、网上查找资料开放学习、小组讨论等。为了方便教学,本书配备了内容丰富的多媒体课件,教学视频

资料、思考与练习答案供教师与学生参考。

4. 课时安排

项目编号	学习项目名称	学习型工作任务	学时	项目学时
项目一	工业机器人概述	1. 初识机器人	1	7(实训 2 学时)
		2. 工业机器人的概念、分类及发展	1	
		3. 工业机器人的基本组成及技术参数	2	
		项目拓展与提高	1	
项目二	工业机器人的机械结构	1. 工业机器人的手部结构	2	11(实训 2 学时)
		2. 工业机器人的手腕结构	2	
		3. 工业机器人的手臂结构	2	
		4. 工业机器人的机身结构	2	
		项目拓展与提高	1	
项目三	工业机器人的传感技术	1. 工业机器人传感器的分类及要求	2	9(实训 2 学时)
		2. 工业机器人的视觉	2	
		3. 工业机器人的触觉	2	
		项目拓展与提高	1	
项目四	工业机器人的控制系统与驱动系统	1. 工业机器人的控制系统	4	9(实训 2 学时)
		2. 工业机器人的驱动系统	2	
		项目拓展与提高	1	
项目五	工业机器人的手动操作	1. HSR-JR608 工业机器人的手动操作	4	16(实训 6 学时)
		2. 程序和文件管理的使用方法	2	
		3. 相关参数的含义和设置	2	
		项目拓展与提高	2	
项目六	HSR-JR608 机器人指令基础	1. 运动指令	2	16(实训 6 学时)
		2. 寄存器指令	1	
		3. 输入/输出(I/O)指令	1	
		4. 条件指令	1	
		5. 等待指令	1	
		6. 流程控制指令	1	
		7. 其他指令	1	
		项目拓展与提高	2	
合计			68 学时	

本书由王保军、滕少峰任主编并统稿,熊清平、杨海滨任主审,具体编写分工为:项目一由黄智科、贾玮编写,项目二、项目三由胡方坤、李雪芹编写,项目四由冯贵新、刘翀编写,项目五由王保军、娄坤明编写,项目六由张红娜、刘彤杰、刘翀编写。

在本书编写过程中,得到武汉华中数控股份有限公司、河南森茂机械有限公司的鼎力支持,在此表示感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2015 年 5 月

目 录

项目一 工业机器人概述	(1)
任务一 初识机器人	(1)
任务二 工业机器人的概念、分类及发展	(4)
任务三 工业机器人的基本组成及技术参数	(12)
实训项目一 认识工业机器人及基本操作	(24)
项目小结	(26)
思考与练习	(26)
项目二 工业机器人的机械结构	(28)
任务一 工业机器人的手部结构	(28)
任务二 工业机器人的手腕结构	(33)
任务三 工业机器人的手臂结构	(38)
任务四 工业机器人的机身结构	(43)
实训项目二 认识 HSR-JR650 机器人	(53)
项目小结	(55)
思考与练习	(55)
项目三 工业机器人的传感技术	(57)
任务一 工业机器人传感器的分类及要求	(57)
任务二 工业机器人的视觉	(59)
任务三 工业机器人的触觉	(63)
实训项目三 认识工业机器人各种传感器	(77)
项目小结	(77)
思考与练习	(77)
项目四 工业机器人的控制系统与驱动系统	(79)
任务一 工业机器人的控制系统	(79)
任务二 工业机器人的驱动系统	(86)
实训项目四 认识工业机器人控制系统	(94)
项目小结	(96)
思考与练习	(96)

项目五 工业机器人的手动操作	(98)
任务一 HSR-JR608 工业机器人的手动操作	(98)
任务二 程序和文件管理的使用方法	(112)
任务三 相关参数的含义和设置	(116)
实训项目五 示教器的启动及各参数的设置	(122)
实训项目六 程序和文件管理操作	(123)
实训项目七 设置机器人系统的相关参数	(124)
项目小结	(124)
思考与练习	(125)
项目六 HSR-JR608 机器人指令基础	(127)
任务一 运动指令	(127)
任务二 寄存器指令	(137)
任务三 输入/输出(I/O)指令	(140)
任务四 条件指令	(143)
任务五 等待指令	(145)
任务六 流程控制指令	(147)
任务七 其他指令	(149)
实训项目八 机器人搬运	(155)
实训项目九 机器人码垛	(158)
实训项目十 机器人与机床料仓综合实验	(162)
项目小结	(167)
思考与练习	(167)
参考文献	(169)

项目一 工业机器人概述

随着电子技术、计算机技术的飞速发展,机器人的应用已经广泛渗透到社会的各个领域。当前,世界各国都在积极发展新科技生产力,在未来 10 年,全球工业机器人行业将进入一个前所未有的高速发展期。曾有专家预言:研究和开发新一代机器人将成为今后科技发展的新重点,而且机器人产业不论在规模上还是资本上都大大超过今天的计算机产业。因此,全面了解机器人知识,具备娴熟的机器人操作技能,也成为衡量 21 世纪高素质人才的基本要素之一。下面我们就开始一起去揭开机器人的神秘面纱。

项目目标要求

知识目标

- 了解机器人的概念及发展历程。
- 掌握机器人的分类依据。
- 重点记住工业机器人的定义及工业机器人的应用与发展。
- 掌握工业机器人的基本组成及技术参数。

能力目标

- 能够识别工业机器人的各个组成部分,能够说出工业机器人各个组成部分所起的作用。

情感目标

- 增长见识、激发兴趣。
- 关注我国工业机器人行业,培养小组合作精神,具有为我国工业机器人的发展做贡献的意识。

任务一 初识机器人

机器人的问世不仅改变了人们的生活、工作方式,也加快了社会发展的进程。机器人应用的全面普及,使人类社会迈进了智能化控制时代。

任务说明

机器人的发展经历了怎样的曲折?机器人在哪些领域影响着人类的生活?未来的机器人又会给人类带来哪些惊奇的事情?这类问题容易引起人们的好奇,而找到这类问题的答案更能激起学习机器人技术的热情。只有了解了机器人与人类社会密不可分的关系,才能更加明白学习机器人技术的重要性。只有深入了解机器人的作用和发展趋势,才能更好地理解机器人在人类社会中的作用,有效地利用电子技术、计算机技术造福人类社会。因此,完成学习任务涉及以下内容。

(1) 教师引导学生融入学习场景、讲解机器人发展中的趣事、有效地掌控学生的学习活动。

(2) 学生查阅、研读有关机器人的学习资料。

(3) 师生讨论资料研读中遇到的问题、交流对机器人发展的认识。

活动步骤

(1) 教师讲解机器人发展与应用过程中发生的有关事件。

(2) 学生查阅与机器人应用、发展有关的资料并获得相应成果。

(3) 分组讨论、思考以下问题：

① 机器人能否代替人做所有的事情？究竟什么是机器人？

② 机器人对人类的影响主要表现在哪些方面？

③ 未来的机器人可能发生哪些变化？

任务知识

一、机器人的起源及发展

1. 机器人的起源

机器人“robot”一词源自捷克语“robota”，意思是“强迫劳动”。机器人是自动执行工作的机器装置，它既可以受人类指挥，又可以运行预先编排的程序，还可以根据以人工智能技术制定的原则纲领行动。它的任务是协助或取代人类的工作。

2. 机器人的发展

机器人的发展大致经历了三个阶段。

第一代机器人为简单个体机器人，属于示教再现机器人。示教再现机器人是一种可重复再现通过示教编程存储起来的作业程序的机器人。示教编程是指由人工引导机器人末端执行器（装于机器人关节结构末端的夹持器、工具、焊枪、喷枪等），或由人工操作导引机械模拟装置，或用示教盒来使机器人完成预期动作的程序。

自 20 世纪 50 年代末至 90 年代，世界上应用的工业机器人绝大多数为示教再现机器人。世界上第一代工业实用机器人“尤尼梅特”如图 1-1 所示。



图 1-1 第一代工业机器人“尤尼梅特”

第二代机器人为低级智能机器人，或称感觉机器人。和第一代机器人相比，低级智能机器人具有一定的感觉系统，能获取外界环境和操作对象的简单信息，可对外界环境的变化做出简单的判断并相应调整自己的动作，以减少工作出错。因此这类机器人又称为自适应机

器人。20世纪90年代以来,这类机器人在生产企业中的使用逐年增加。

2007年9月28日,在西班牙的巴塞罗那,第二代“阿西莫”双脚步行机器人亮相。图1-2(a)所示的是“阿西莫”踢足球表演的情形,图1-2(b)所示的是“阿西莫”上楼梯表演的情形。

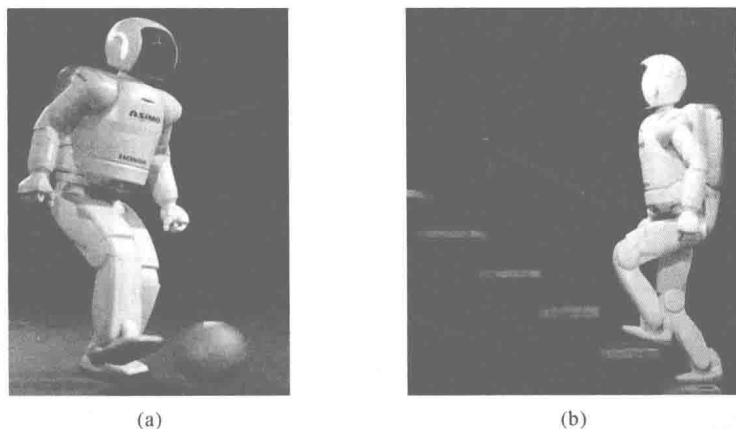


图 1-2 第二代双脚机器人“阿西莫”

(a) 踢足球 (b) 上楼梯

第三代机器人是智能机器人,它不仅具备了感觉能力,而且还具有独立判断和行动的能力,并具有记忆、推理和决策的能力,因而能够完成更加复杂的动作。智能机器人在发生故障时,其自我诊断装置能自我诊断出发生故障的部位,并能自我修复。它是利用各种传感器、测量器等来获取环境信息,然后利用智能技术进行识别、理解、推理,最后做出规划决策,能自主行动实现预定目标的高级机器人。图1-3所示的是推着购物车到超市购物的第三代智能机器人。



图 1-3 第三代智能机器人推车购物

计算机技术和人工智能技术的飞速发展,使机器人在功能和技术层次上有了很大的提高,移动机器人和机器人的视觉和触觉等技术就是其新技术典型的代表。

由于这些技术的发展,推动了机器人概念的延伸。在研究和开发在不确定环境下作业机器人的过程中,人们逐步认识到机器人技术的本质是感知、决策、行动和交互技术的结合。人们将具有感觉、思考、决策和动作能力的系统称为智能机器人。

二、机器人的定义

机器人是机构学、控制论、电子技术及计算机等现代科学综合应用的产物,目前尚处于发展阶段,关于机器人的一些概念、定义,仍处于不断充实、演变之中。

国际标准化组织(ISO)为机器人下的定义是:机器人是一种自动的、位置可控的、具有编程能力的多功能操作机。这种操作机具有多个轴,能够借助可编程操作来处理各种材料、零部件、工具和专用装置,以执行各种任务。

概括起来可以认为,机器人是具有以下特点的机电一体化自动装置。

(1) 具有高度灵活性的多功能机电装置,可通过改编程序获得灵活性。简单地更换端

部工具实现多种功能。

(2) 具有移动自身、操作对象的机构,能实现人手或脚的某些基本功能。

(3) 具有某些类似于人的智能。有一定的感知能力,能识别环境及操作对象。具有理解指令、适应环境,规划作业操作过程的能力。

三、机器人技术在现实生活中的应用

机器人的应用领域比较广泛,从目前机器人的技术来看,它主要应用于军事、航天科技、娱乐、家庭服务、教育、医疗卫生、农业生产、水下作业、抢险救灾及工业生产等领域。

图 1-4 所示为军用机器人在战场上的应用,图 1-5 所示为军用太空机器人,图 1-6 所示为娱乐机器人在弹琴,图 1-7 所示为机器人在拖地,图 1-8 所示为机器人在大学校园里讲课,图 1-9 所示为医用机器人,图 1-10 为农业机器人在田间工作,图 1-11 所示为机器人在水下作业,图 1-12 所示为机器人在救灾。



图 1-4 机器人在战场上



图 1-5 机器人在太空

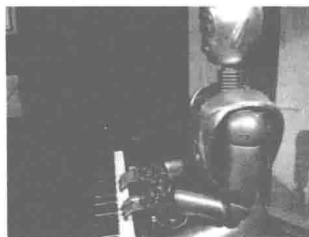


图 1-6 机器人在弹琴

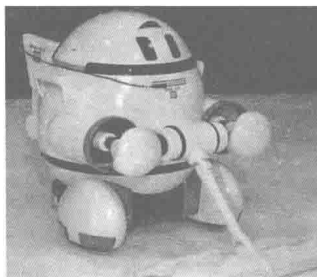


图 1-7 机器人在拖地

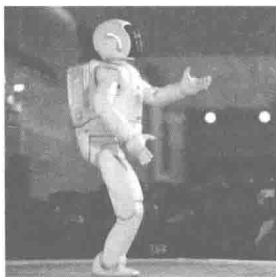


图 1-8 机器人在讲课



图 1-9 机器人在救护



图 1-10 农业机器人在田间

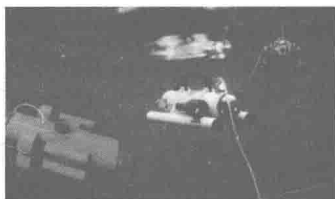


图 1-11 机器人在水下



图 1-12 机器人在救灾

任务二 工业机器人的概念、分类及发展

工业机器人是机器人的一种,工业机器人是由计算机、控制技术、机构学、信息及传感技术、人工智能等多学科交叉领域形成的具有高新技术的机器人。

任务说明

了解工业机器人的概念、工业机器人对人类社会的影响,进一步理解工业机器人的发展过程。掌握工业机器人的分类依据,理解在各种分类依据下机器人的名称及作用,能够根据机器人的名称说出是按什么依据进行分类的。

活动步骤

- (1) 教师讲解有代表性的机器人的分类依据。
- (2) 学生查阅资料,了解更多的机器人分类方法并获得相应成果。
- (3) 分组讨论、思考以下问题。
 - ① 世界上对机器人的分类有没有绝对统一的标准?
 - ② 根据自己查出的对机器人的分类依据,谈谈自己对这些分类依据的看法。
 - ③ 工业机器人对人类生活有哪些影响?
 - ④ 工业机器人的发展前景如何?
 - ⑤ 世界工业机器人进行了哪些更新换代?
 - ⑥ 我国工业机器人的发展及应用领域。

任务知识

一、工业机器人的概念

工业机器人是机器人的一种,是面向工业领域的多关节机械手或多自由度的机器装置,它能自动执行工作,是靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器。1986年我国对工业机器人定义为:工业机器人是一种能自动定位,可重复编程的多功能、多自由度的操作机;它可以搬运材料、零件或夹持工具,用以完成各种作业;它可以受人类指挥,也可以按照预先编排的程序运行,现代的工业机器人还可以根据人工智能技术制定的原则纲领行动。它由操作机(机械本体)、控制器、伺服驱动系统和检测传感装置构成,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,特别适合于多品种、变批量的柔性生产;它对稳定和提高产品质量,提高生产效率,改善劳动条件和产品的快速更新换代起着十分重要的作用。如图1-13所示是武汉华中数控股份有限公司(以下简称华中数控)最新研发的工业机器人。

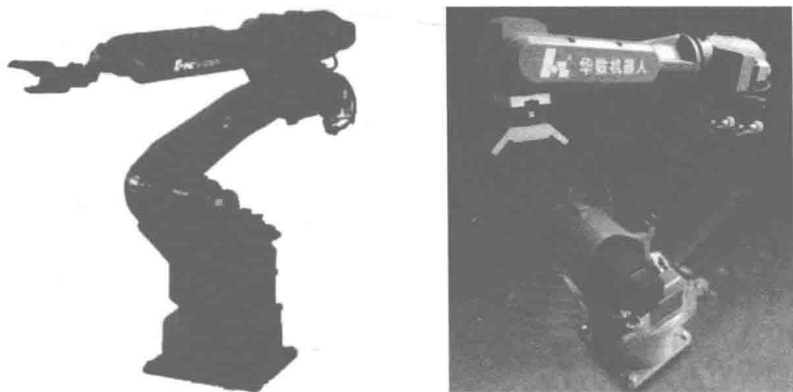


图 1-13 工业机器人

二、工业机器人的分类

关于工业机器人如何分类,国际上没有制定统一的标准,有的按负载重量分,有的按控制方式分,有的按自由度分,有的按结构分,有的按应用领域分。下面依据几个有代表性的分类方法列举机器人的分类。

1. 按工业机器人结构坐标系统特点方式分类

按机器人结构坐标系统特点方式分类,机器人可分为直角坐标型机器人、圆柱坐标型机器人、极坐标型(球面坐标型)机器人、关节坐标机器人、SCARA 型水平关节机器人等五类。

1) 直角坐标型机器人(3P)

具有三个互相垂直的移动轴线,通过手臂的上下、左右移动和前后伸缩构成一个直角坐标系,运动是独立的(有3个独立自由度),其动作空间为一长方体。如图 1-14 所示为华中数控最新研制的直角坐标机器人(又称桁架机器人)。其特点是控制简单,运动直观性强,操作高精度,但操作灵活性差,运动的速度较低,操作范围较小而占据的空间相对较大。

2) 圆柱坐标型机器人(R3P)

机座上具有一个水平转台,在转台上装有立柱和水平臂,水平臂能上下移动和前后伸缩,并能绕立柱旋转,在空间构成部分圆柱面,具有一个回转和两个平移自由度。如图 1-15 所示为华数 HC410 机器人,其特点是工作范围较大,运动速度较高,但随着水平臂沿水平方向伸长,其线位移分辨率越来越低。

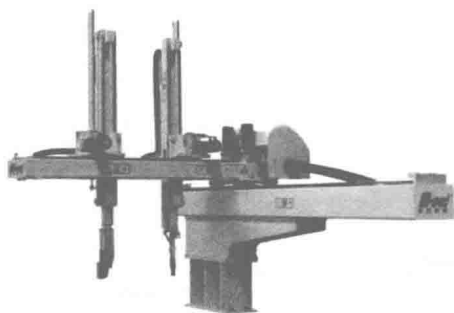


图 1-14 直角坐标型机器人



图 1-15 圆柱坐标型机器人

3) 极坐标型机器人(球面坐标型 2RP)

极坐标型机器人工作臂不仅可绕垂直轴旋转,还可绕水平轴做俯仰运动,且能沿手臂轴线做伸缩运动(其空间位置分别有旋转、摆动和移动3个自由度),并能绕立柱回转,在空间构成部分球面,如图 1-16 所示。其特点是结构紧凑,所占空间小于直角坐标型机器人和圆柱坐标型机器人,但仍大于关节型机器人,操作比圆柱坐标型机器人更为灵活。

4) 多关节坐标型机器人

多关节坐标型机器人由多个旋转和摆动机构组合而成。其特点是操作灵活性好,运动速度较高,操作范围大,但受手臂位姿的影响,实现高精度运动较困难。对喷涂、装配、焊接等多种作业都有良好的适应性,应用范围越来越广。不少著名的机器人都采用了这种型式,其摆动方向主要有铅垂方向和水平方向两种,因此这类机器人又可分为垂直多关节机器人和水平多关节机器人。目前装机最多的多关节机器人是串联关节型垂直六轴机器人和 SCARA 型四轴机器人。

(1) 垂直多关节坐标机器人 如图 1-17 所示,其操作机构由多个关节连接的机座、大