

职业教育焊接技术应用专业改革创新规划教材

焊接机器人 基本操作及应用

主编 刘 伟 周广涛 王玉松

主审 杜志忠 刘道明

*The basic operation
and application
of welding robot*

本书配有电子教学
参考资料包



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

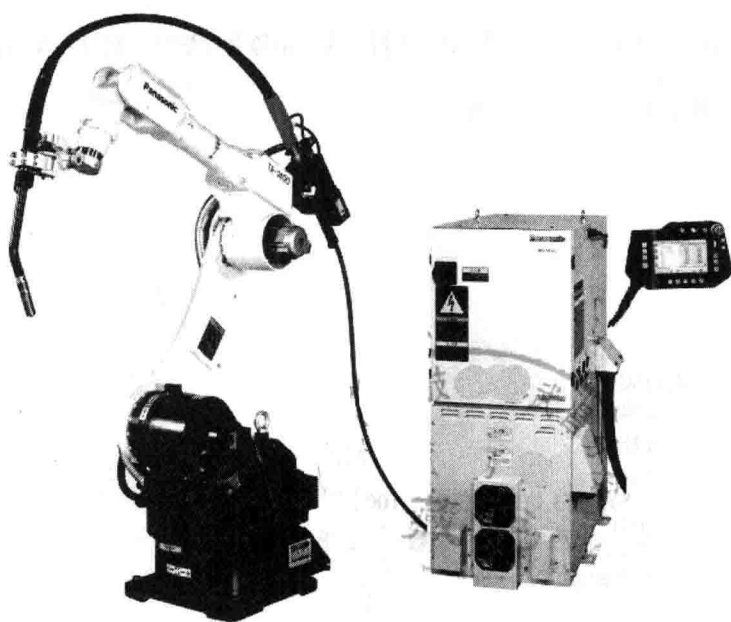
<http://www.phei.com.cn>

职业教育焊接技术应用专业改革创新规划教材

焊接机器人基本 操作及应用

主编 刘 伟 周广涛 王玉松

主审 杜志忠 刘道明



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书针对松下机器人 YA-1NC/YA-1PC/YA-1QC/YA-1RC/YA-1SC 系列(机器人本体 VR2/TA/TB, 控制装置 WG/G2/GXP), 围绕着从认识到熟练操作机器人为目的, 结合 CO₂/MAG 弧焊机器人的应用这一主题, 通过各类图片、图表等资料, 对机器人的基本概况、编程方法与焊接应用进行了较为全面的讲解。书中示教器的部分显示界面为英文或日文, 是前期的版本, 近期生产的机器人产品示教器显示界面已有中文版。

教材编排力求简明扼要、通俗易懂, 并结合教学和实训的特点, 图文并茂, 让学生及读者能够在学习后掌握机器人的基本操作及应用。

本书适用于职业技术教育焊接专业及相关专业的学生或从事机器人编程操作的人员学习阅读, 也可供从事机器人相关工作的工程技术人员参考。对于其他品牌的焊接机器人和其他用途的机器人同样能在学习阅读中起到触类旁通的效果。

本书还配有电子参考资料包(电子版), 详见前言。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

焊接机器人基本操作及应用 / 刘伟, 周广涛, 王玉松主编. —北京: 电子工业出版社, 2012.6

职业教育焊接技术应用专业改革创新规划教材

ISBN 978-7-121-14656-5

I. ①焊… II. ①刘…②周…③王… III. ①焊接机器人—中等专业学校—教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 193960 号

策划编辑: 张 凌

责任编辑: 张 凌

印 刷: 北京季蜂印刷有限公司

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 13.75 字数: 352 千字

印 次: 2012 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

序

中国焊接学会秘书长 王麟书

自我国经历了全球性金融危机影响以后,“高新技术产业”、“产品结构调整”、“产业升级”、“核心技术”等词语成为社会热议的话题。刚刚在上海新国际博览中心落幕的“2011年第十六届北京·埃森焊接与切割展览会”,我们欣喜地看到,自动化焊接设备成为展会的主角,人们在注重于焊接品质的同时、更加看重设备的自动化程度。其中,焊接机器人成为本届博览会最为亮眼的一道风景,世界各国知名品牌的机器人厂商瞄准中国市场,把最先进的机器人产品和技术进行推介和展示,机器人数量多、技术新,使焊接设备的柔性化、模块化、智能化、省人化等概念成为衡量其技术水平的新标准。更为可喜的是,部分国产机器人的亮相为本次展览会增色许多,预示着国产机器人制造时代即将到来!

机器人技术是现代科学技术高度集成和交融的产物。比尔·盖茨预言:“机器人即将重复PC机崛起的道路,彻底改变这个时代的生活方式。”在我国,机器人经历三十多年的快速发展,在应用领域里取得了较大的成就。然而,由于种种原因,我国在机器人制造技术及机器人总量方面,与欧美和日本存在明显差距。其原因是多方面的,其中一个重要原因,就是我们的机器人技术教育严重滞后,没有形成完整的机器人学科体系和研发体系,机器人操作技能人员也显得十分匮乏,截至目前,机器人操作人员大多是通过企业自行组织的售后短训班,以学习操作说明书为主,而可供职业技术教育使用的机器人教材几乎是空白,难以满足企业对高技能人才的需求。“十二五”期间,国家把新兴战略产业的发展提升到新的高度,以适应现代化生产的需要。机器人技术作为先进制造技术的典型代表和主要技术手段,在提高企业的产能、提升生产效率、改善劳动条件等方面有着重要的作用。焊接机器人以其应用行业广、工艺灵活多样、重复精度高、产品质量好、生产清洁、易于实现自动化、柔性化和智能化等优点,正逐步取代传统的焊接方法。

结合我国焊接作业的现状,人们对手工焊接岗位的从业意愿降低,焊工难招已成为事实,而金属制造业的产品在产能、产品质量上亟待进一步提升,这些都成为制造业发展中的瓶颈。纵观发达国家的焊接技术发展史,由机械自动化代替人工是必然的发展趋势。

机器人技能型人才是机器人应用领域的重要组成部分。为更好地适应职业技术教育的跨越式发展,满足企业日益发展对机器人操作人才的需要,《焊接机器人基本操作及应用》一书,结合职业技术教育的特点,较好地诠释了焊接机器人在编程操作和焊接工艺这两个应用课题,在基础知识方面,以最新型的松下机器人为范本,配有大量的产品图片及实际案例,语言叙述简练,由浅入深、图文并茂、侧重实用性和通用性,对不同品牌和不同功能的机器人也能起到触类旁通的学习效果。在内容的编排上,从点到面、依次展开,充分体现“教学相长”的教学

规律，遵循了理论与实践的相结合、重在技能培养的职业教育理念，适合于作为焊接及相关专业的技能教材使用，也可供相关工作岗位的在职人员和机器人爱好者学习、参考。

机器人是 20 世纪人类社会的伟大发明，它将筑起 21 世纪人类新的长城。我们有理由相信：通过大力开展我国的机器人职业技术教育，培养更多的技能型人才，必将推动我国机器人事业的蓬勃发展！

王 麟 书

2011 年 8 月

前 言

本书是职业技术学院焊接专业的一门专业技能教材。它的目标是使学生具备从事焊接或相关专业的高素质劳动者和中高级专门人才所必需的基础知识和基本技能,并为提高学生的全面素质、增强适应职业变化的能力和继续学习的能力打下良好基础。

教材参照现行的机器人国际标准,参考焊接机器人的最新资讯,根据我国的机器人应用领域发展需要,围绕着弧焊机器人编程操作和应用这两个主题,结合职业技术类院校的特点和培养方向编撰而成。

编写思路如下:

1. 以介绍机器人基础知识入手,由浅入深、层层展开。从机器人的基本原理、基本概念切入,消除学生对机器人的神秘感,再进入机器人编程操作的学习内容。
2. 以图文结合的形式,将模拟图、系统图和现场照片相结合,方便学习和领悟。
3. 针对焊接机器人操作及应用的课题方向,选取在市场中占有率较大的松下机器人为范本,借鉴焊接机器人最新资料和具有代表性实际案例(附现场照片),使资料更加翔实、具体,便于学习过程中开阔视野、举一反三,同时有助于对其他品牌机器人的再学习。
4. 融入基础知识,注重突出技能训练,方便学生进一步学习机器人技术。
5. 拓展自动化焊接的领域和空间,适应焊接技术的不断发展。

本书内容共十九章,针对各品牌的机器人操作显示界面各不相同而原理相近的特点,以松下机器人 TA-1400 为例,通过详细的图解示例对机器人的操作、编程等相关的方法与功能进行讲解,对机器人操作和编程作业的每一项具体操作方法及机器人的软、硬件方面都作了较为全面的概述。教材的主要内容如下:

1. 我国在机器人领域的发展现状浅析,工业机器人基础知识。
2. 机器人主要技术参数及控制原理,焊接机器人组成,各关节的定义。
3. 机器人示教器,示教再现编程方法,直线、圆弧等插补方式。
4. 机器人示教模式(Teach)、自动模式(Auto),程序文件编辑。
5. 机器人参数设定、焊接电源参数的设定及其他设定方法。
6. 机器人变量及次序指令和错误报警代码。
7. 机器人焊接工艺;编程示例;程序解读。
8. 焊接机器人系统应用案例及日常保养。

本教材与其他同类教材的区别在于,以机器人编程操作和焊接为主要目的,针对焊接机器人这一领域中的应用主题,结合职业技能的学习特点,理论联系实际,突出技能训练的宗旨,使学习目的更具针对性和实用性。

目前,可供职业技术学院使用的焊接机器人教材并不多,焊接机器人技能学习的教材更几乎是空白,相比于偏重机器人理论和基础知识的教材,本书更适合作为职业教育的技能教材使用,符合高能型人才的培养方向,顺应当前机器人应用技术的发展需要。

本教材总学时为 60 学时,其中理论 24 学时,实操 36 学时。采用先理论、后实践、实践中再贯穿理论知识的教学模式,也可根据实际情况作适当调整。完成全部学时的学习后,使学生掌握两种技能:

1. 机器人编程操作技能。
2. 机器人焊接技能。

本课程对教学的基本要求:参加本课程学习的学生要经过机电基础课程的学习,具有一定的焊接知识、英语基础和计算机操作基础。由于机器人的程序语句、指令及部分信息提示都是英文,在课程教学中适当采用双语授课形式,将有助于学生识别和理解编程语言。另外,在教学中借助多媒体等现代化教学手段,可以达到良好的教学效果。对于部分学习内容,还可以选择在机器人操作现场进行讲授,以增加学生的感性认识,便于理解和掌握。有条件的学校可以适当安排时间参与实际生产操作,提高学生的实际工作能力。注重指导学生正确操作机器人,并严格遵守安全事项和机器人操作规程。

本书可作为职业教育焊接专业的机器人技能学习教材(高职、中职学校均可参考使用),也可作为企业人员的焊接机器人培训教材。

通过本书学习,对于其他品牌的焊接机器人和其他用途的机器人,能达到触类旁通的效果。

本书由厦门集美职业技术学校刘伟、华侨大学周广涛、唐山松下产业机器有限公司王玉松主编。本书完稿后,中国焊接学会的王麟书秘书长欣然应邀为本书作序,充分体现了行业领导及专家、学者对职业技术教育工作的关心与支持,在此深表感谢!

感谢厦门唐松机器人科技有限公司部分技术人员参与书稿的校核工作!

编者还特别鸣谢厦门理工学院富巍教授、北京电子科技职业学院王云鹏教授给予本书专业上的指导和内容上的建议!

为方便教师教学,本书还配有焊接机器人视频资料、教学指南、电子教案、应知应会及习题答案(电子版),请有此需要的老师登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后进行下载,如有问题,请在网站留言板上留言或与电子工业出版社联系(E-mail:hxedu@phei.com.cn)。

编 者

2011 年 7 月

目 录

绪论	1
第 1 章 机器人基础知识	4
1.1 机器人概述	4
1.2 松下机器人 TA-1400	9
1.3 焊接机器人	14
1.4 示教再现方法	16
1.5 机器人运动数据及插补	17
思考题 1	18
第 2 章 机器人示教器	19
2.1 功能	19
2.2 功能键	22
2.3 左、右切换键	23
2.4 在屏幕上操作	23
2.5 示教器各部位的名称	26
2.6 在线帮助系统	27
思考题 2	28
第 3 章 手动模式	29
3.1 闭合伺服电源	29
3.2 用户 ID 设置	30
3.3 手动操作	30
3.4 转换坐标系	32
3.5 编写示教程序	34
3.6 示教和保存示教点	34
3.7 其他插补方式	38
3.8 跟踪操作	42
3.9 编辑后的跟踪运动	45
3.10 编辑文件	46
思考题 3	52
第 4 章 自动模式	53
4.1 启动	53

4.2 操作的限制	53
4.3 补偿	54
4.4 暂停和重启动	55
4.5 输入/输出监视器	55
4.6 紧急停止和再启动	56
4.7 操作的结束	56
思考题 4	56
第 5 章 视窗	57
5.1 系统目录	57
5.2 显示已打开文件	57
5.3 位置显示	58
5.4 用户输入/输出	58
5.5 状态输入/输出	59
5.6 变量	59
5.7 负载率因数	60
5.8 累计时间	60
5.9 显示操作状态	61
5.10 送丝监测	62
思考题 5	62
第 6 章 文件编辑	63
6.1 剪切	63
6.2 复制	63
6.3 粘贴	64
6.4 检索	64
6.5 替换	65
6.6 跳转	66
6.7 全局变量	66
6.8 在线编辑	68
6.9 选项	69
思考题 6	70
第 7 章 错误和警报代码	71
7.1 警报代码 (表 7-1)	71
7.2 编码错误 (表 7-2)	74
7.3 焊接错误代码	76
7.4 E7XXX (负荷率错误)	78
7.5 锂电池消耗错误	79

7.6 停电处理	79
思考题 7	79
第 8 章 菜单图标	80
8.1 文件菜单 (表 8-1)	80
8.2 编辑菜单 (表 8-2)	80
8.3 视窗菜单 (表 8-3)	80
8.4 增加命令菜单 (表 8-4)	81
8.5 设置菜单 (表 8-5)	81
8.6 操作菜单 (表 8-6)	83
8.7 示教菜单 (表 8-7)	83
思考题 8	84
第 9 章 设置基本参数	85
9.1 设置和变更用户 ID	85
9.2 设置参数默认值	88
9.3 设置全局变量	88
9.4 设置用户坐标系	89
9.5 工具补偿设置	90
9.6 软限界设置	93
9.7 微动设置	93
9.8 日期设置	94
9.9 语言设置	94
9.10 屏幕保护设置	95
9.11 示教文件夹设置	95
9.12 标准工具设置	96
9.13 速度限制设置	97
9.14 更多设置	97
9.15 平滑等级设置	98
思考题 9	99
第 10 章 输入/输出	100
10.1 输入/输出设置	100
10.2 状态输入/输出	101
10.3 设置程序启动方式	104
思考题 10	109
第 11 章 焊接电源的设置	110
11.1 电弧焊初始设置	110

11.2 设置焊机参数	112
11.3 TIG 焊机的设置	121
思考题 11	123
第 12 章 其他功能设置	124
12.1 RT 监测设置	124
12.2 块监测设置	125
12.3 继续功能的设置	127
12.4 备份设置	128
12.5 清除内存	130
12.6 错误历史	130
12.7 报警历史	131
思考题 12	132
第 13 章 扩展系统	133
13.1 系统设置	133
13.2 机器人设置	133
13.3 外部轴设置	134
13.4 切换到外部轴	135
13.5 设置机械组	135
13.6 辅助 IN/OUT 和模拟 I/O 设置	136
思考题 13	139
第 14 章 原点调整	140
14.1 基准位置(主轴/外部轴 G#)	140
14.2 MDI(主轴/外部轴 G#)	140
14.3 示教(主轴/外部轴 G#)	141
思考题 14	142
第 15 章 变量和指令	143
15.1 延迟变量	143
15.2 移动指令	144
15.3 输入/输出指令	145
15.4 流程指令	146
15.5 焊接指令	149
15.6 运算操作指令	158
15.7 逻辑运算指令	162
15.8 运动辅助指令	164
15.9 平移指令	164

15.10	传感器指令	165
15.11	外部轴指令	166
	思考题 15	167
第 16 章 机器人焊接工艺		168
16.1	CO ₂ /MAG 焊接工艺	168
16.1.1	CO ₂ 气体保护电弧焊	168
16.1.2	影响焊接的主要因素	170
16.1.3	CO ₂ /MAG 焊接的工艺参数	171
16.1.4	机器人焊接工艺	176
16.1.5	缩短焊接节拍	178
16.2	焊道外观及形成过程	182
16.3	CO ₂ 焊接工艺的缺陷及原因分析	185
16.4	焊接缺陷示例	185
16.5	机器人焊枪的种类	187
	思考题 16	187
第 17 章 编程实例		188
17.1	正确的示教过程	188
17.2	圆弧编程实例	188
17.3	圆弧摆动编程实例	189
17.4	插入标签(注释)的方法	190
17.5	利用计数器执行作业	191
17.6	现场编程图片	191
	思考题 17	192
第 18 章 焊接机器人应用		193
18.1	机器人标准系统	193
18.2	机器人系统案例	195
	思考题 18	199
第 19 章 日常检查及保养		200
19.1	连接电缆(表 19-1)	200
19.2	控制装置及示教器(表 19-2)	200
19.3	焊枪(表 19-3)	201
19.4	机器人本体(表 19-4)	202
19.5	焊接电源(表 19-5)	203
	思考题 19	203
参考文献		204

绪 论

1986年3月,面对世界高新技术的迅猛发展,国际竞争日趋激烈的严峻挑战,中国科学院王大珩等四位科学家提出“关于跟踪研究外国战略性高技术发展的建议”,党中央、国务院果断决策,于1986年11月启动实施了高技术研究发展计划(简称863计划)。20多年来,我国在战略性、前沿性和前瞻性等高科技领域取得了令世人瞩目的跨越式发展,充分发挥了高新技术引领未来发展的先导作用。

国家十二五规划中明确提出:把科技进步和创新作为加快转变经济发展方式的重要支撑。近两年,沿海地区频现用工荒,劳动力成本逐年提高,人们的自我保护意识增强,致使长期以来生产低附加值产品的劳动密集型企业难以为继,产业结构调整 and 设备的升级换代亟待解决,产、学、研同步发展将成为一种趋势,职业技术教育的专业提升和拓展任务紧迫。因此,提高劳动者素质、培养高技能型人才将成为国家推动新一轮经济发展的必要条件。开展高科技领域的职业技术教育,对于实施科教兴国战略和人才强国战略,充分发挥科技第一生产力和人才第一资源的作用有着深远的意义,加快提高职业技术教育的现代化水平,适应科学技术日新月异的发展需要。

1. 机器人的发展及应用领域

自从20世纪60年代人类制造了第一台工业机器人以来,机器人就显示出了极强的生命力。经过50多年的飞速发展,机器人技术已经成为一门新的综合性交叉学科——机器人学(robotics),它包括基础研究与应用研究两方面内容,主要研究领域有:①机械手设计;②机器人运动学与动力学;③机器人轨迹规划;④机器人驱动技术;⑤机器人传感器;⑥机器人视觉;⑦机器人控制语言与离线编程;⑧机器人本体结构;⑨机器人控制系统;⑩智能机器人等。在工业发达国家,机器人已经广泛应用于汽车工业、机械加工行业、电子电气行业、橡胶及塑料工业、食品工业、物流、制造业等诸多领域中。

工业机器人是拟人手腕、手臂和手功能的机械电子装置,集机械、电子、控制、计算机、传感器、人工智能等多学科先进技术于一体的重要的现代制造业自动化装备,能够按照人们要求的轨迹移动焊枪、空间位置的物体或工件。

目前,全球机器人技术发展最有影响的国家应该是美国和日本,美国在机器人技术的综合研究水平上处于领先地位,而日本生产的机器人在数量、种类方面则居世界首位。

国际上的工业机器人公司主要分为日系和欧美系。日系中主要有松下、安川、OTC、FANUC、神钢、川崎等公司的产品。欧美系中主要有瑞典的ABB、德国的KUKA、意大利的COMAU及奥地利的IGM公司。工业机器人已成为柔性制造系统(FMS)、工厂自动化(FA)、计算机集成制造系统(CIMS)的自动工具。

据相关统计数据表明,工业机器人主要用于汽车工业及汽车零部件工业,占整个机器人市场的61%,金属制品业占8%、橡胶及塑料工业和电子电气行业分别占7%,食品工业占2%,其他工业占15%。近年来,机器人应用领域呈现迅速扩大的趋势。

2. 我国工业机器人的应用现状

2005 年,我国工业机器人保有量约 7000 台,当年销售额 28.7 亿元。近年来,随着我国经济快速增长,特别是汽车业的高速发展,每年新增工业机器人的台数和总量都在快速增长。2006 年,我国工业机器人新安装台数达 5770 台,2007 年为 6581 台,2008 年 7500 台,而到了 2010 年,工业机器人新增 1 万台。截至 2010 年年末,已有工业机器人近 5 万台。但我国的机器人技术水平距发达国家存在明显差距,主要有以下几方面原因:

第一,我国基础零部件制造能力差。虽然我国在相关零部件方面有了一定的基础,但是无论从质量、产品系列、批量化供给方面都与国外存在较大的差距。特别是在高性能交流伺服电机和精密减速器方面的差距尤为明显。因此,关键零部件必须依赖进口,影响了我国机器人制造的产业化进程。

第二,中国的机器人还没有形成自己的品牌。虽然已经拥有一批企业从事机器人的开发,但是都没有形成较大的规模,缺乏市场的品牌认知度。进口机器人品牌采用降低整机售价,吸引国内企业购买,而在后续的维护、备件方面实行高价策略,以此扩大市场份额、获取高额利润。

第三,我国的机器人研究起步较晚,技术发展滞后。工业机器人的制造及应用水平,实际上代表了一个国家制造业的总体发展水平,重新认识发展我国工业机器人产业的重要性,这是从制造大国向制造强国转变的重要手段和途径。纵观国际市场,工业机器人技术在制造业的应用范围越来越广,已经从传统制造业扩展到其他制造业,进而推广到诸如采矿、建筑、农业、灾难救援等各种非制造行业,但汽车工业仍然是工业机器人的主要应用领域。

当前,工业机器人按用途分类主要有弧焊、点焊、装配、搬运、喷漆、检测、码垛、研磨抛光和激光加工等复杂作业。焊接机器人在我国一汽、上汽、沈阳中顺、金杯通用、重庆长安、湖南长丰、陕西汉德等整车制造企业广泛应用,据统计每辆汽车车身上有 3000~4000 个电阻点焊焊点,机器人电阻点焊技术的应用实现了汽车车身制造的量产化与自动化。

我国从 20 世纪 80 年代开始在校和科研单位全面开展工业机器人的研究,近 30 年来取得不少的科研成果。但是由于种种原因,至今仍未形成具有影响力的产品和有规模的品牌。目前国内除了一两家以组装为主的机器人公司外,具有自主知识产权的工业机器人尚停留在高校或科研单位组织的零星生产,未能形成气候。近 10 年来,由于进口机器人的价格大幅度降低,对我国工业机器人的发展造成了一定的影响,国内自行制造的普通工业机器人在价格上根本无法与之竞争。特别是我国在研制机器人的初期,没有同步发展相应的零部件产业,使得国内企业在生产机器人的过程中,只能依赖配套进口的零部件,削弱了中资企业的价格竞争力。

3. 工业机器人的发展趋势

从近几年世界机器人推出的产品来看,工业机器人技术正在向智能化、模块化和系统化的方向发展,其发展趋势主要为:结构的模块化和可重构化;控制技术的开放化、PC 化和网络化;伺服驱动技术的数字化和分散化;多传感器融合技术的实用化;工作环境设计的优化和作业的柔性化及系统的网络化和智能化等方面。

机器人是先进制造技术和自动化装备的典型代表,是人造机器的“终极”形式。它涉及机械、电子、自动控制、计算机、人工智能、传感器、通信与网络等多个学科和领域,是多种高新技术发展成果的综合集成,因此,它的发展与众多学科发展密切相关。当今工业机器人的发展趋势主要体现在以下几方面。

(1) 工业机器人性能不断提高(高速度、高精度、高可靠性、便于操作和维修),而单机价格逐年下降。

(2) 机械结构向模块化可重构化发展。例如,关节模块中的伺服电机、减速机、检测系统三位一体化;有关节模块、连杆模块用重组方式构造机器人。

(3) 工业机器人控制系统向基于 PC 的开放型控制器方向发展,便于标准化、网络化;器件集成度提高,控制柜日渐小巧,采用模块化结构,大大提高了系统的可靠性、易操作性和可维修性。

(4) 机器人中传感器的作用日益重要,除采用传统的位置、速度、加速度等传感器外,视觉、力觉、声觉、触觉等多传感器的融合技术在产品化系统中已有成熟应用。

(5) 机器人化生产开始兴起。机器人工作站逐步发展成柔性控制系统组成的机器人自动化生产线,物流自动配送使用 AGV(自动行走小车)等前沿技术,可视化、网络化、离线编程、仿真技术逐渐在工厂得以应用,极大地提高了生产效率和生产水平。

机器人技术发展的总体趋势是:从狭义的机器人概念向广义的机器人技术概念转移,从工业机器人产业向解决方案业务的机器人技术产业发展。机器人技术的内涵已变为灵活应用机器人技术的、具有实际动作功能的智能化系统。机器人结构越来越灵巧,控制系统愈来愈小,其智能化程度也越来越高,正朝着一体化方向发展。

目前,我国的汽车行业、工程机械行业以及五金加工出口行业成为焊接机器人应用较为集中的三大市场,并有向其他行业迅速扩散的趋势。前不久,富士康科技集团向媒体表示,未来 3 年内将新增 100 万台机器人取代人工劳动力,这预示着制造业的传统生产模式将发生重大变革!但不可否认,我国的机器人应用技术水平还比较低,人才的短缺制约了机器人技术的普及和推广,其中,具有焊接专业知识的机器人编程人员更是难以满足市场需要。因此,培养高能型人才的职业技术教育工作迫在眉睫。此前的机器人操作培训工作大多由企业自行承担,以操作说明书为范本,仅仅达到能操作的层次,无法满足企业对机器人技能人才的需求,因此,编写一套适合职业技术教育的机器人教材成为当务之急。为了加快推进机器人事业的蓬勃发展,编者结合职业技术教育的特点,参照当前的机器人最新资讯和市场案例编写成本教材,希望读者通过阅读学习,对焊接机器人有一个较为全面地了解,并能够基本掌握焊接机器人的编程技巧和实际应用技能。

第 1 章

机器人基础知识

1.1 机器人概述

“机器人”一词最早出自 1920 年捷克作家卡雷尔·恰佩克的科幻小说《罗萨母万能机器人制造公司》一书，书中的“robot”一词在捷克文里是劳役和苦工之意，而其英文词意泛指机器人。机器人的性质是模仿人的某些特性，它具有移动性、个体性、智能性、通用性、半机械半人性、自动性、重复性，以及具有生物功能的三维坐标机器。

随着人类社会生产力水平的不断进步，推动了科技的发展与革新，建立了更加合理的生产关系。自工业革命以来，人力劳动已经逐渐被机械所取代，而这种变革为人类社会创造出巨大财富，极大地推动了人类社会的进步。在发达国家中，工业机器人自动化生产线成套设备已经成为自动化装备的主流及未来的发展方向。国外的汽车、电子电气、工程机械等行业已经大量使用工业机器人自动化生产线，以保证产品质量、提高生产效率，同时避免了大量的工伤事故。全球诸多国家近半个世纪工业机器人的使用实践表明，工业机器人的普及是实现生产自动化、提高社会生产效率、推动企业和社会生产力发展的有效手段，也是提高综合国力的基本途径。

自 1962 年，美国第一台工业机器人诞生之日起，经过半个多世纪的飞速发展，欧美及日本等国逐渐形成种类繁多、功能齐全的机器人系列产品，涉足的领域不断扩大，制造和应用技术都有了很大的进步。人力劳动逐渐被机械所取代将成为不可逆转的发展潮流。时至今日，智能化机器人技术应运而生，人类充分发挥主观能动性，进一步增强对机械的利用效率，使之为我们创造出更加巨大的生产力，并在一定程度上维护了社会和谐。工业机器人的出现将成为人类在利用机械进行社会生产史上的一个里程碑，它使人类从繁重单一的劳动中解放出来，而且它还能够从事一些不适合人类甚至超越人类的劳动，实现生产过程自动化，提高生产效率和产品质量。随着生产力水平的逐步提高，必将促进科学技术的迅猛发展。工业机器人将以更大的规模进入人们的生产和生活领域。

国际知名企业——日本松下产业机器株式会社，已有 30 余年的机器人生产历史，它以焊接机器人为发展方向，凭借自产焊接电源的组合优势，于 20 世纪 90 年代进入中国市场，以其优良的品质、先进的服务理念，逐渐成为焊接机器人市场中的主流品牌，在汽车制造、工程机械、摩托车、自行车、健身器材、医疗器械、电子电气等诸多行业得以广泛应用，极大地推动了我国的焊接机器人应用进程。本书将以松下焊接机器人为范本，着重讲述机器人的编程操作及其在电弧焊领域里的应用。

1.1.1 工业机器人

1. 工业机器人的定义

工业机器人是在工业生产中使用的机器人总称，根据国家标准，工业机器人可以理解为拟

人手臂、手腕和手功能的机械电子装置，如图 1-1 所示。它可以把任一物件或工具按空间位置、姿态的时变要求进行移动，从而完成某一工业生产的作业要求。工业机器人的特点是：①具有移动功能；②实现自动控制下的工作；③作业内容的再编程（可实现重复作业）。工业机器人通常由三部分组成：机械系统、控制系统和智能系统。

工业机器人按用途分类有弧焊、点焊、装配、搬运等不同用途的机器人，其中，完成对工件实施焊接的机器人通称为焊接机器人。

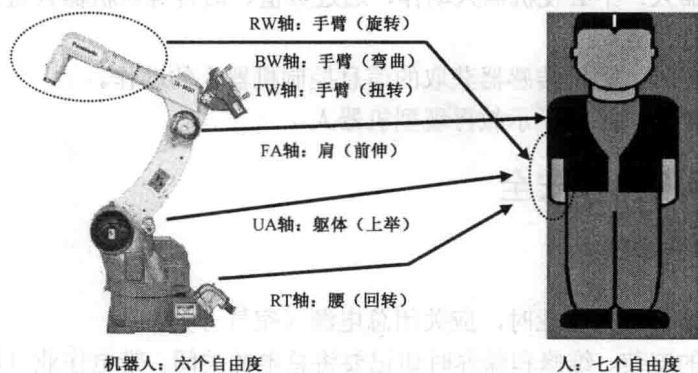


图 1-1 机器人与人的比较

2. 机器人学遵循的三原则

第 1 条 机器人不可伤害人类。当人类受到伤害时，不可坐视不管。

第 2 条 机器人必须遵从人类的命令。但当违背了第 1 条时，则不在此限。

第 3 条 机器人应在不违背第 1 条、第 2 条的前提条件下，保全自己。

3. 工业机器人发展历史（截取部分事件和时间节点）

1962 年 美国推出首台实用机器人（Unimation 公司）。

1967 年 Unimate 芭沙托郎（音译）在日本初登录。

1972 年 日本机器人工业会（JIRA）成立。

1974 年 瑞典开发出最早的电动多关节机器人（Aaea 公司）。

1974 年 日本发那科开发自用机器人。

1977 年 日本安川电机发布莫托曼。

1980 年 日本松下发布 Pana Robo。

1980 年 日本川重发布 Puman（音译）。

4. 工业机器人的优势

工业机器人除能够替代人的手工劳动，在繁重、危险、苛酷的环境里工作外，还具有生产效率（是人工效率的 2~3 倍），工作时间长（可 24 小时连续作业），综合成本低、产品质量好、易于实现生产自动化等诸多优点，相比传统的自动焊接专用机器，机器人的柔性化系统更加适应现代化生产，它一经问世即得到世界各国的广泛关注。