



国家职业教育工业机器人技术专业
教学资源库配套教材



icve 高等职业教育电类课程
智慧职教 新形态一体化规划教材

- 智慧职教教学平台
- 指导视频
- 微课
- 教学课件
- 图片
- 习题答案

扫描二维码
了解本书的
配套资源



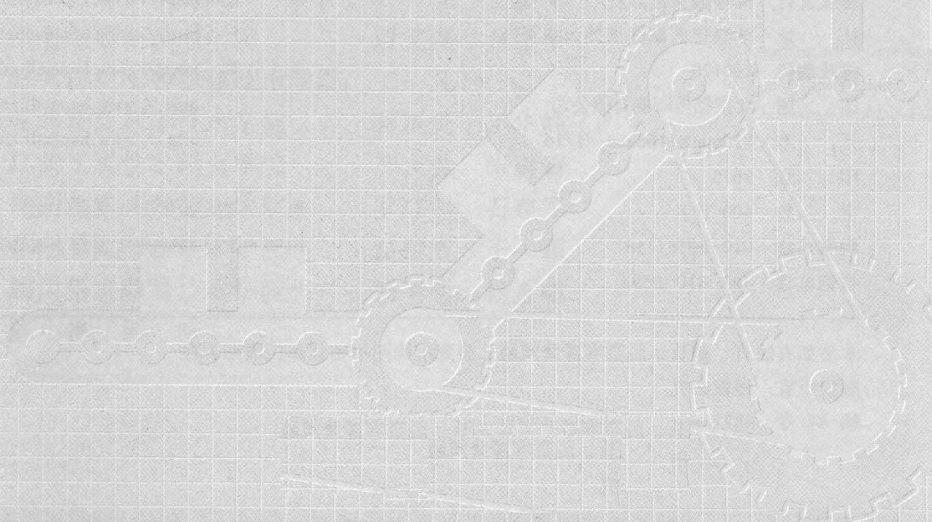
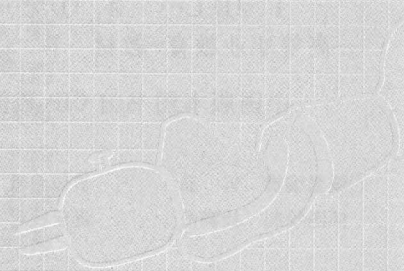
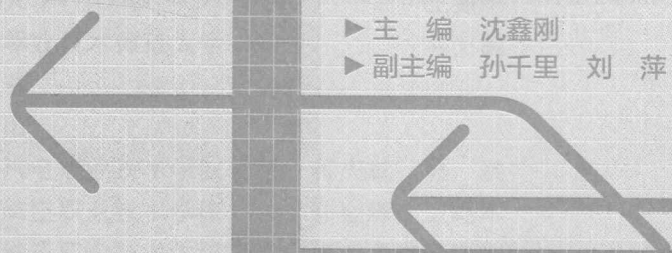
工业机器人 现场编程 (川崎)

▶ 主 编 沈鑫刚
▶ 副主编 孙千里 刘 萍

高等教育出版社

工业机器人 现场编程 (川崎)

▶ 主 编 沈鑫刚
▶ 副主编 孙千里 刘 萍



内容提要

本书是国家职业教育工业机器人技术专业教学资源库配套教材。全书以 10 个项目, 基于川崎 R 系列工业机器人, 介绍工业机器人本体的操作与编程、工业机器人的参数设置与维护、工业机器人与配套设备协同工作系统等内容。在讲解机器人工程应用的过程中, 注重对生产工艺以及工作过程进行详细的分析。

本书以“纸质教材+数字课程”的方式, 配有数字化课程网站与教、学、做一体化设计的专业教学资源库, 内容丰富, 功能完善。书中的知识点与相应学习资源直接对应, 扫描二维码即可观看, 激发学生主动学习的兴趣, 帮助学生提高学习效率。线上学习资源大幅扩展教材容量, 并可根据实际需要及时更新, 体现新技术、新方法, 巩固教材内容的先进性。本书配套的数字化教学资源包括教学课件、指导视频、微课、图片、习题答案等, 扫描封面二维码, 可获取本书配套学习资源清单。资源的具体获取方式详见本书“智慧职教服务指南”。

本书适合作为高等职业院校工业机器人技术专业以及装备制造类、自动化类相关专业的教材, 也可作为从事工业机器人编程与操作应用的工程技术人员的参考资料和培训用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

工业机器人现场编程: 川崎/沈鑫刚主编. --北京: 高等教育出版社, 2018. 1
ISBN 978-7-04-048776-3

I. ①工… II. ①沈… III. ①工业机器人-程序设计-高等职业教育-教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 260411 号

策划编辑 郭晶 责任编辑 郑期彤 封面设计 赵阳 版式设计 童丹
插图绘制 杜晓丹 责任校对 刘莉 责任印制 田甜

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京铭传印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	850mm×1168mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	16.5	版 次	2018 年 1 月第 1 版
字 数	400 千字	印 次	2018 年 1 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	37.50 元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 48776-00

国家职业教育工业机器人技术专业教学资源库 配套教材编审委员会

总顾问：孙立宁

顾 问：上海 ABB 工程有限公司

参数技术（上海）软件有限公司

欧姆龙自动化（中国）有限公司

苏州大学

天津职业技术师范大学

叶 晖

王金山

崔玉兰

王振华

邓三鹏

主 任：曹根基

副主任：许朝山

委 员：常州机电职业技术学院

成都航空职业技术学院

湖南铁道职业技术学院

南宁职业技术学院

宁波职业技术学院

青岛职业技术学院

长沙民政职业技术学院

安徽职业技术学院

金华职业技术学院

柳州职业技术学院

温州职业技术学院

浙江机电职业技术学院

安徽机电职业技术学院

广东交通职业技术学院

黄冈职业技术学院

秦皇岛职业技术学院

常州纺织服装职业技术学院

常州轻工职业技术学院

广州工程技术职业学院

湖南汽车工程职业学院

苏州工业职业技术学院

四川信息职业技术学院

蒋庆斌 周 斌

郑金辉 王皓军

唐亚平 吴海波

甘善泽 周文军

范进帧 沈鑫刚

张明耀 李 峰

徐立娟 陈 英

洪 应 常 辉

戴欣平 徐明辉

陈文勇 温俊霞

苏绍兴 黄金梭

金文兵 黄忠慧

武昌俊 王顺菊

潘伟荣 郝建豹

方 玮 夏继军

段文燕 张维平

王一凡

蒋正炎 丁华峰

产文良 朱洪雷

罗灯明 石建军

温贻芳 于 霜

杨华明 杨金鹏

秘书长：陈小艳 孙 薇

《中国制造2025》明确提出，重点发展“高档数控机床和机器人等十大产业”。预计到2025年，我国工业机器人应用技术人才需求将达到30万人。工业机器人技术专业面向工业机器人本体制造企业、工业机器人系统集成企业、工业机器人应用企业需要，培养工业机器人系统安装、调试、集成、运行、维护等工业机器人应用技术技能型人才。

国家职业教育工业机器人技术专业教学资源库项目建设工作于2014年正式启动。项目主持单位常州机电职业技术学院，联合成都航空职业技术学院、湖南铁道职业技术学院、南宁职业技术学院、宁波职业技术学院、青岛职业技术学院、长沙民政职业技术学院、安徽职业技术学院、金华职业技术学院、柳州职业技术学院、温州职业技术学院、浙江机电职业技术学院、安徽机电职业技术学院、广东交通职业技术学院、黄冈职业技术学院、秦皇岛职业技术学院、常州纺织服装职业技术学院、常州轻工职业技术学院、广州工程技术职业学院、湖南汽车工程职业学院、苏州工业职业技术学院、四川信息职业技术学院等21所国内知名院校和上海ABB工程有限公司等16家行业企业共同开展建设工作。

工业机器人技术专业教学资源库项目组按照教育部“一体化设计、结构化课程、颗粒化资源”的资源库建设理念，系统规划专业知识技能树，设计每个知识技能点的教学资源，开展资源库的建设工作。项目启动以来，项目组广泛调研了行业动态、人才培养、专业建设、课程改革、校企合作等方面的情况，多次开展全国各地院校参与的研讨工作，反复论证并制订工业机器人技术专业建设整体方案，不断优化资源库结构，持续投入项目建设。资源建设工作历时两年，建成了以一个平台（图1）、三级资源（图2）、五个模块（图3）为核心内容的工业机器人技术专业教学资源库。



图1 工业机器人技术专业教学资源库首页

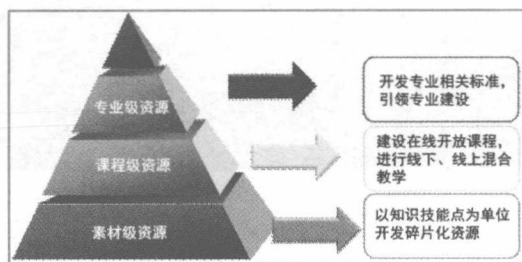


图2 资源库三级资源



图3 资源库五个模块

本套教材是资源库项目建设重要成果之一。为贯彻《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》，在“互联网+”时代背景下，以线上线下混合教学模式推动信息技术与教育教学深度融合，助力专业人才培养目标的实现，项目主持院校与联合建设院校深入调研企业人才需求，研究专业课程体系，梳理知识技能点，充分结合资源库数字化内容，编写了这套新形态一体化教材，形成了以下鲜明特色。

第一，从工业机器人应用相关核心岗位出发，根据典型技术构建专业教材体系。项目组根据专业建设核心需求，选取了10门专业课程进行建设，同时建设了4门拓展课程。与工业机器人载体密切相关的课程，针对不同工业机器人品牌分别建设课程内容。例如，“工业机器人现场编程”课程分别以ABB、安川电机、发那科、库卡、川崎等品牌工业机器人的应用为内容，同时开发多门课程的资源。与课程教学内容配套的教材内容，符合最新专业标准，紧密贴合行业先进技术和发展趋势。

第二，从各门课程的核心能力培养目标出发，设计先进的编排结构。在梳理出教材的各级知识技能点，系统地构建知识技能树后，充分发挥“学生主体，任务载体”的教学理念，将知识技能点融入相应的教学任务，符合学生的认知规律，实现以兴趣激发学生，以任务驱动教学。

第三，配套丰富的课程级、单元级、知识级数字化学习资源，以资源与相应二维码链接来配合知识技能点讲解，展开教材内容，将现代信息技术充分运用到教材中。围绕不同知识技能点配套开发的素材类型包括微课、动画、实训录像、教学课件、虚拟实训、讲解练习、高清图片、技术资料等。配套资源不仅类型丰富，而且数量高，覆盖面广，可以满足本专业与装备制造大类相关专业的教学需要。

第四，本套教材以“数字课程+纸质教材”的方式，借助资源库从建设内容、共享平台等多方面实施的系统化设计，将教材的运用融入整个教学过程，充分满足学习者自学、教师实施翻转课堂、校内课堂学习等不同读者及场合的使用需求。教材配套的数字课程基于资源库共享平台（“智慧职教”，<http://www.icve.com.cn/irobot>）。

第五，本套教材版式设计先进，并采用双色印刷，包含大量精美插图。版式设计方面突出书中的核心知识技能点，方便读者阅读。书中配备的大量数字化学习资源，分门别类地标记在书中相应知识技能点处的侧边栏内，大量微课、实训录像等可以借助二维码实现随扫随学，弥补传统课堂形式对授课时间和教学环境的制约，并辅以要点提示、笔记栏等，具有新颖、实用的特点。

专业课程建设和教材建设是一项需要持续投入和不断完善的工作。项目组将致力于工业机器人技术专业教学资源库的持续优化和更新，力促先进专业方案、精品资源和优秀教材早入校园，更好地服务于现代职教体系建设，更好地服务于青年成才。

基于“智慧职教”开发和应用的新形态一体化教材，素材丰富、资源立体，教师在备课中不断创新，学生在学习享受过程，新旧媒体的融合生动演绎了教学内容，线上线下的平台支撑创新了教学方法，可完美打造优化教学流程、提高教学效果的“智慧课堂”。

“智慧职教”是由高等教育出版社建设和运营的职业教育数字教学资源共建共享平台和在线教学服务平台，包括职业教育数字化学习中心（www.icve.com.cn）、职教云（zjy.icve.com.cn）和云课堂（APP）三个组件。其中：

- 职业教育数字化学习中心为学习者提供了包括“职业教育专业教学资源库”项目建设成果在内的大规模在线开放课程的展示学习。

- 职教云实现学习中心资源的共享，可构建适合学校和班级的小规模专属在线课程（SPOC）教学平台。

- 云课堂是对职教云的教学应用，可开展混合式教学，是以课堂互动性、参与感为重点贯穿课前、课中、课后的移动学习 APP 工具。

“智慧课堂”具体实现路径如下：

1. 基本教学资源的便捷获取

职业教育数字化学习中心为教师提供了丰富的数字化课程教学资源，包括与本书配套的教学课件（PPT）、指导视频、微课、图片、习题答案等。未在 www.icve.com.cn 网站注册的用户，请先注册。用户登录后，在首页或“课程”频道搜索本书对应课程“工业机器人现场编程（川崎）”，即可进入课程进行在线学习或资源下载。

2. 个性化 SPOC 的重构

教师若想开通职教云 SPOC 空间，可将院校名称、姓名、院系、手机号码、课程信息、书号等发至 1377447280@qq.com，审核通过后，即可开通专属云空间。教师可根据本校的教学需求，通过示范课程调用及个性化改造，快捷构建自己的 SPOC，也可灵活调用资源库资源和自有资源新建课程。

3. 云课堂 APP 的移动应用

云课堂 APP 无缝对接职教云，是“互联网+”时代的课堂互动教学工具，支持无线投屏、手势签到、随堂测验、课堂提问、讨论答疑、头脑风暴、电子白板、课业分享等，帮助激活课堂，教学相长。

前言

一、起因

我国的经济的发展已经进入产业转型升级和产业结构调整阶段，只有大力提升制造业的自动化、智能化水平，才能提升中国制造产品的质量与水平。因此，通过机器人技术的开发与应用，在一些重复性、危险性、环境恶劣的劳动岗位上以机器人等智能化设备替代人工是大势所趋。长期以来，由于机器人成本较高而劳动力价格相对低廉，我国大部分制造业仍是劳动力密集型企业。为了提升中国制造的竞争力，我国提出了“中国制造 2025”发展战略，大力发展先进制造业，努力实现工业自动化、智能化。作为先进制造技术不可替代的重要装备，工业机器人的应用成为企业提升自动化和智能化水平的理想选择。

机器人在生产制造领域得到如火如荼的广泛应用的同时，机器人技术应用技能人才的培养迫在眉睫，机器人技术应用相关的教材与学习资源的建设也急需配套。为了使读者能够学习和掌握工业机器人现场编程的相关知识和技能，我们在总结多年教学经验和工程实践的基础上，编写了这本新形态一体化教材。本书以国际知名的川崎工业机器人为对象讲解工业机器人的基本操作、现场编程方法以及工业机器人的典型工程应用等内容，力争使读者通过学习掌握机器人的现场编程技术。

二、编排结构

本书根据学习工业机器人现场编程的需要，对教学内容和项目进行了精心的选择，全书共有 10 个项目，包括认识工业机器人、川崎工业机器人控制器与示教器应用、川崎工业机器人基本应用、川崎工业机器人坐标系应用与位姿调整、川崎工业机器人示教编程、川崎工业机器人 AS 语言、AS 语言高级应用、川崎工业机器人参数设定、川崎工业机器人轴编码器电池更换与调零、川崎工业机器人系统集成典型编程应用。

每个项目都由“知识目标”“技能目标”“思维导图”以及多个关联任务组成。关联任务中包括“任务分析”“相关知识”“任务实施”“任务拓展”等部分。

“任务分析”对要解决的实际任务进行描述和分析。

“相关知识”给出了要解决实际任务需要学习和掌握的系统的知识。

“任务实施”引导教师和学生分步完成任务，并将专业能力、自主学习能力、与人合作等社会能力融入其中。

“任务拓展”列举了与本任务相关的其他知识，以拓展学生知识面。

三、内容特点

1. 本书以学习工业机器人操作与编程的认知过程为主线来组织内容，理论学习和技能训练相辅相成，难度由浅入深逐步递进，以让读者掌握工业机器人相关基础知识，能够进行工业机器人现场编程应用，了解工业机器人管理维护，并具有一定的工业机器人工程应用能力。

2. 教学项目以工业机器人在工程中的典型应用（轨迹运动、搬运、码垛等）为载体，以任务驱动方式展开项目实施。工业机器人相关知识点与实践操作技能紧密结合，注重对学生自我学习和技能训练能力的培养。

3. 本书以培养职业岗位群的综合应用能力为出发点, 充实训练模块的内容, 强化应用, 有针对性地培养学生较强的职业技能。

4. 项目后设有习题, 方便学生复习、巩固所学知识。

四、配套的数字化教学资源

本书得益于现代信息技术的飞速发展, 在使用双色印刷的同时, 配备了大量的教学课件 (PPT)、指导视频、微课、图片、习题答案等新形态一体化学习资源。

读者在学习过程中可登录本书配套数字化课程网站 <http://www.icve.com.cn> (“智慧职教”职业教育数字化学习中心) 使用数字化学习资源, 具体登录方法见“智慧职教服务指南”; 对于指导视频、微课等可以直接观看的学习资源, 可以通过扫描书中丰富的二维码链接来使用。

五、教学建议

本书适合作为高等职业院校工业机器人技术专业、机电一体化专业、电气自动化专业等装备制造大类相关专业的教材, 也可作为工程技术人员的参考资料和培训用书。

教师通过对每个项目基本知识的讲解和基本操作的演示, 让学生掌握相应的基本概念和基本操作, 学生再进行实际操作, 进一步巩固和加强这些基本概念和基本操作。一般情况下, 教师可用 24 学时讲解本书各个项目的内容, 学生可用 48 学时完成课程实践, 一共需要 72 学时。具体课时分配建议见下表。

序号	内容	分配建议/学时	
		理论	实践
1	项目 1 认识工业机器人	2	2
2	项目 2 川崎工业机器人控制器与示教器应用	2	2
3	项目 3 川崎工业机器人基本应用	2	2
4	项目 4 川崎工业机器人坐标系应用与位姿调整	2	4
5	项目 5 川崎工业机器人示教编程	2	4
6	项目 6 川崎工业机器人 AS 语言	2	4
7	项目 7 AS 语言高级应用	4	12
8	项目 8 川崎工业机器人参数设定	2	2
9	项目 9 川崎工业机器人轴编码器电池更换与调零	2	4
10	项目 10 川崎工业机器人系统集成典型编程应用	4	12
	合计	24	48

六、致谢

本书由沈鑫刚任主编, 孙千里和刘萍任副主编。具体分工如下: 项目 1 和项目 2 由孙千里编写; 项目 3 和项目 6 由刘萍编写; 项目 4 由桑凌峰编写; 项目 8 由耿金良编写; 项目 5、项目 7、项目 9 和项目 10 由沈鑫刚编写。

在本书的编写及相关教学资源的建设过程中, 得到了家人无私的支持和鼓励, 也获得了同事的大力帮助, 还得到了国家职业教育工业机器人技术专业教学资源库建设项目组的许多兄弟院校和行业企业的帮助和支持, 获得很多宝贵的意见和建议, 在此一并致谢。

由于技术发展日新月异, 加之编者水平有限, 对于书中不妥之处, 恳请广大师生批评指正。

编者

2017 年 10 月

目 录

项目 1 认识工业机器人	1	1. 开关和硬件键	28
任务 1 工业机器人整体认识	3	2. 操作屏幕	34
相关知识	3	任务实施	35
1. 工业机器人简介	3	习题	36
2. 工业机器人的系统结构	4	项目 3 川崎工业机器人基本	
3. 工业机器人的关节类型及机构简图	4	应用	39
4. 工业机器人的分类	5	任务 1 开机、关机与停止机器人	41
5. 国内外知名工业机器人厂商	9	任务分析	41
任务 2 认识工业机器人的位姿描述		任务实施	41
方法	12	任务 2 点动机器人 (JOGGING)	43
相关知识	12	任务分析	43
1. 工业机器人末端执行器 (工具) 位姿		任务实施	43
描述	12	任务 3 回零 (HOME)	44
2. 工业机器人控制及驱动原理	19	任务分析	44
任务 3 认识川崎工业机器人	19	任务实施	44
相关知识	20	任务 4 程序管理	45
1. 川崎工业机器人的结构与功能	20	任务分析	45
2. RS10L 工业机器人的主要参数与		任务实施	45
性能	20	习题	46
习题	22	项目 4 川崎工业机器人坐标系	
项目 2 川崎工业机器人控制器		应用与位姿调整	49
与示教器应用	25	任务 1 工业机器人坐标系的认识	51
任务 1 了解 RS10L 工业机器人		任务分析	51
控制器	27	相关知识	51
相关知识	27	1. 工业机器人的位姿描述	51
1. E20 型控制器简介	27	2. 坐标系的种类	51
2. E20 型控制器操作面板	27	任务 2 JOINT (关节) 坐标系的	
任务 2 RS10L 工业机器人示教器的		应用	51
应用	28	任务分析	51
任务分析	28	任务实施	53
相关知识	28		

任务 3 BASE (基) 坐标系的 应用	53	任务 1 认识川崎工业机器人 AS 语言	95
任务分析	53	相关知识	95
任务实施	55	1. AS 系统与 AS 语言	95
任务 4 TOOL (工具) 坐标系的 应用	55	2. AS 语言基础	97
任务分析	55	3. 变量	99
任务实施	57	4. 常用监控指令	105
任务拓展	57	5. 常用程序命令	108
任务 5 奇异位形及其避免方法	58	6. 函数	117
任务分析	58	7. AS 语言编程流程	117
任务实施	59	任务 2 点对点运动 AS 语言编程	118
习题	59	任务分析	118
项目 5 川崎工业机器人示教 编程	61	任务实施	119
任务 1 认识川崎工业机器人示教 编程	63	习题	124
相关知识	63	项目 7 AS 语言高级应用	129
1. 示教编程的类型	63	任务 1 多边形轨迹运动编程	131
2. 综合命令示教的界面及操作	63	任务分析	131
3. 综合命令示教指令格式	63	任务实施	132
4. 综合命令要素	64	任务 2 S 形轨迹运动编程	133
5. 记录位姿数据和辅助数据	70	任务分析	133
任务 2 四边形轨迹运动示教编程	70	任务实施	134
任务分析	70	任务 3 单行码垛编程	136
任务实施	71	任务分析	136
任务拓展	73	任务实施	136
任务 3 直线圆弧轨迹运动示教编程	81	任务拓展	138
任务分析	81	任务 4 平面码垛编程	139
任务实施	81	任务分析	139
任务 4 位置 (变量) 示教编程	84	任务实施	139
任务实施	84	任务 5 立体码垛编程	140
任务 5 工件搬运示教编程	85	任务分析	140
任务分析	85	任务实施	141
任务实施	86	任务 6 双托盘码垛编程	142
习题	89	任务分析	142
项目 6 川崎工业机器人 AS 语言	93	任务实施	142
		任务 7 子程序技术的应用	144
		任务分析	144
		相关知识	145
		任务实施	145

习题	146	相关知识	169
项目 8 川崎工业机器人参数 设定	149	1. 需要调零的第 1 种情况	169
任务 1 保存/加载数据	151	2. 需要调零的第 2 种情况	169
任务分析	151	任务实施	169
任务实施	151	项目 10 川崎工业机器人系统 集成典型编程应用	173
任务 2 简易示教设定	155	任务 1 I/O 信号的连接	176
任务分析	155	任务分析	176
任务实施	155	任务实施	179
任务 3 基本示教设定	156	任务拓展	186
任务分析	156	任务 2 送料-检测-分拣系统编程 应用	187
任务实施	156	任务分析	187
任务 4 高级设定	157	任务实施	188
任务分析	157	任务 3 送料-抓取-存放系统编程 应用	189
相关知识	157	任务分析	190
1. 系统开关 PREFETCH. SIGINS	157	相关知识	191
2. 系统开关 CP	158	1. PLC 控制系统	191
任务实施	159	2. 系统控制流程图	191
习题	160	任务实施	191
项目 9 川崎工业机器人轴 编码器电池更换与 调零	163	任务 4 数控机床上下料系统编程 应用	199
任务 1 轴编码器电池的更换	165	任务分析	199
任务分析	165	任务实施	200
相关知识	165	习题	225
1. 轴编码器电池的功能	165	附录	227
2. 轴编码器供电电池电压不足报警	165	附录 1 川崎 RS10L 工业机器人参数及 功能 (辅助功能)	227
3. 轴编码器供电电池电压不足时机器人 运动状况	166	附录 2 工业机器人数控机床上下料 电气控制原理图	232
任务实施	166	参考文献	249
任务 2 RS10L 工业机器人的调零	169		
任务分析	169		

项目 1

认识工业机器人

工业机器人是面向工业领域的多关节机械手或多自由度的机器装置，是靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器。它可以根据人的示教完成动作，也可以按照预先编制的程序运行。

工业机器人技术集中了机械工程、电子技术、计算机技术、自动控制理论等多学科的最新研究成果。自 20 世纪 60 年代初机器人问世以来，相关技术经历了 50 多年的发展而日趋成熟，在工业上得到广泛的应用。



知识目标

- 了解工业机器人的系统组成。
- 了解工业机器人的工作原理。
- 掌握工业机器人的分类与功能。



技能目标

- 能够说明川崎 RS10L 工业机器人的系统组成。
- 能够按照功能、结构等对工业机器人进行分类，明确工业机器人的应用场合。

思维导图



任务1 工业机器人整体认识

相关知识

1. 工业机器人简介

工业机器人(industry robot)是面向工业领域的多关节机械手或多自由度的机器人,目前已被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。

教学课件
工业机器人概述

工业机器人自成独立的系统,通过程序控制,具有很高的运动速度和重复定位精度,可以独立工作。当然更多的是将工业机器人系统纳入工厂自动化更高级的系统,与其他自动化设备协同工作。例如机床上下料,用工业机器人替代一些重复、枯燥的体力劳动;又如工业机器人焊接,让工业机器人在有粉尘、污染或爆炸危险等的恶劣工作环境下替代人工。

工业机器人具有以下主要特点。

(1) 可编程

生产自动化的进一步发展是柔性化。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。工业机器人集精密化、柔性化、智能化、软件应用开发等先进制造技术于一体,通过对过程实施检测、控制、优化、调度、管理和决策,可增加产量、提高质量、降低成本、减少资源消耗和环境污染,同时也是工业自动化水平的最高体现。

(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。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、语言功能等。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执行器(手爪、工具等)便可执行不同的作业任务。机器人与自动化成套装备是生产过程的关键设备,可用于制造、安装、检测、物流等生产环节,并广泛应用于汽车整车及汽车零部件、工程机械、轨道交通、低压电器、电力、IC装备、军工、烟草、金融、医药、冶金及印刷出版等众多行业,应用领域非常广泛。

(4) 学科广泛性

工业机器人技术涉及的学科广泛,归纳起来是机械学和微电子学相结合的机电一体化技术。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,而且还具有记忆能力、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。工业机器人与自动化成套技术集中并融合了多项学科, 涉及多项技术领域, 包括工业机器人控制技术、机器人动力学及仿真、机器人构建有限元分析、激光加工技术、模块化程序设计、智能测量、建模加工一体化、工厂自动化以及精细物流等先进制造技术, 技术综合性强。

2. 工业机器人的系统结构

工业机器人由机械系统、驱动系统和控制系统三个基本部分组成, 如图 1-1 所示。

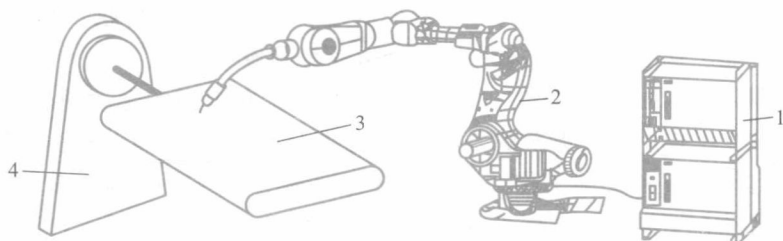


图 1-1 工业机器人的系统组成

1—控制、驱动装置; 2—机器人机械本体; 3—工件; 4—外轴 (变位机)

机械系统即执行机构, 包括基座、臂部和腕部, 大多数工业机器人有 3~6 个运动自由度。

驱动系统主要指驱动机械系统的驱动装置, 用以使执行机构产生相应的动作。

控制系统的任务是根据机器人的作业指令程序及从传感器反馈回来的信号, 控制机器人的执行机构, 使其完成规定的运动和功能。

3. 工业机器人的关节类型及机构简图

工业机器人的关节 (运动副) 类型主要有移动关节、转动关节、球关节以及圆柱关节等, 串联工业机器人的关节类型主要为转动关节, 各关节类型及简图见表 1-1。

表 1-1 机器人关节 (运动副) 类型及简图

关节 (运动副) 类型	关节 (运动副) 简图
移动关节 (移动副)	
转动关节 (转动副)	
球关节 (球副)	
圆柱关节 (圆柱副)	
末端执行器	
基座	
连杆	



六自由度串联工业机器人的机构简图如图 1-2 所示。

4. 工业机器人的分类

在传统的制造领域，工业机器人经过诞生、成长、成熟期后，已成为不可缺少的核心自动化装备，目前世界上约有近百万台工业机器人正在各种生产现场工作。在非制造领域，上至太空舱、宇宙飞船，下至极限环境作业、日常生活服务，机器人技术的应用也已拓展到社会的诸多领域。

(1) 根据结构分类

根据工业机器人的结构不同可以将其分为串联工业机器人和并联工业机器人。

① 串联工业机器人。

串联工业机器人是指工业机器人的手臂、手腕通过机械铰链以串联方式连接，具有多个自由度的仿人手臂型工业机器人，是一种开放结构式工业机器人。串联工业机器人是目前工业上应用最为广泛的机器人种类，如图 1-2 所示。

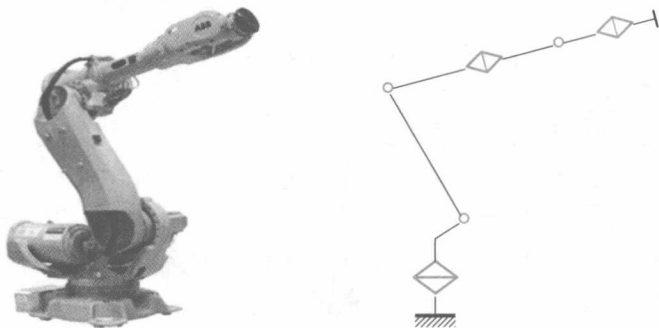


图 1-2 串联工业机器人及机构简图

串联机器人具有以下特点：

- 结构紧凑，工作范围大而安装占地面积小。
- 具有很高的可达性。串联机器人可以让机器人手部进入像汽车车身这样一个封闭的空间内进行作业。
- 没有移动关节，无需导轨。转动关节容易密封，摩擦小，惯性小，可靠性高。
- 关节驱动力矩小，能量消耗较小。
- 肘关节和肩关节轴线平行，当大、小臂成一直线时，机器人结构刚度比较低。
- 机器人手部在工作范围边界上工作时会有运动学上的退化行为。

② 并联工业机器人。

并联工业机器人是采用并联机构（Parallel Mechanism, PM）的机器人，如图 1-3 所示。并联机构是动平台和定平台通过至少两个独立的运动链相连接，具有两个或两个以上自由度，且以并联方式驱动的一种闭环机构。并联工业机器人和传统串联工业机器人在哲学上呈现对立统一的关系，与串联工业机器人相比，并联工业机器人具有以下特点：

- 运动负荷小，微动精度高，无累积误差。
- 驱动装置可置于定平台上或接近定平台的位置，这样运动部分重量轻，速度

教学课件
工业机器人的分类

教学课件
工业机器人的应用

图片
串联工业机器人和并联工业机器人

