



FANUC 工业机器人应用工程师实训系列

# 工业机器人 应用技术入门

智造云科技 徐忠想 康亚鹏 陈灯◎主编

书中二维码扫一扫  
免费看视频  
赠送PPT课件



扫一扫可获得更多  
免费资源

学习交流QQ群  
651014095

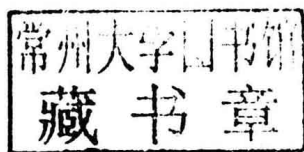


机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

FANUC 工业机器人应用工程师实训系列

# 工业机器人应用技术入门

智造云科技 徐忠想 康亚鹏 陈灯 主编



机械工业出版社

本书以 FANUC 工业机器人为研究对象, 针对工业机器人认识与操作过程中需要掌握的注意事项、设备各组成部分、坐标系设置、示教过程、程序执行及指令详解、系统文件的备份加载和保养等进行详细的讲解, 并在相应章节配备现场实操视频, 通过手机扫一扫二维码即可观看对应视频, 使读者了解和掌握与 FANUC 工业机器人相关的每一项具体操作方法, 建立对 FANUC 工业机器人应用的全面认识。

本书可作为职业院校工业机器人技术及相关专业的教材, 也可供从事自动化相关专业的工程技术人员参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

工业机器人应用技术入门/智造云科技等主编. —北京: 机械工业出版社, 2017.9 (2018.5重印)  
(FANUC 工业机器人应用工程师实训系列)

ISBN 978-7-111-58055-3

I. ①工... II. ①智... III. ①工业机器人—应用  
IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 229793 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 周国萍 责任编辑: 周国萍

责任校对: 朱继文 封面设计: 马精明

责任印制: 常天培

唐山三艺印务有限公司印刷

2018 年 5 月第 1 版第 2 次印刷

184mm×260mm·11 印张·214 千字

3001—6000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-58055-3

定价: 39.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

金书网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

# 前 言

工业机器人是实施自动化生产线、智能制造车间、数字化工厂、智能工厂的重要基础装备之一。高端制造需要工业机器人，产业转型升级也离不开工业机器人。我国《高端装备制造业“十二五”发展规划》及《智能制造装备产业“十二五”发展规划》中明确提出，工业机器人是智能制造装备发展的重要内容，并将其列为我国装备制造业向高端方向发展的必需核心装备。我们共同面对的一个挑战是：工业机器人技术应用人才在我国缺口达到20万人，并且还在以每年20%~30%的速度持续递增。面对企业对工业机器人人才的需求，切实需要实用、有效的教学资源培养能适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高素质技术技能人才。

自1974年，FANUC首台机器人问世以来，FANUC致力于机器人技术上的领先与创新，是世界上由机器人来做机器人的公司，也是世界上提供集成视觉系统的机器人企业，还是世界上既提供智能机器人又提供智能机器的公司。FANUC机器人产品系列多达240种，负重从0.5kg到2.3t，广泛应用于在装配、搬运、焊接、铸造、喷涂、码垛等不同的生产环节，满足客户的不同需求。2008年6月，FANUC机器人销量突破20万台；2015年，FANUC全球机器人装机量已超过40万台，市场份额稳居前列。

本书以FANUC工业机器人为研究对象，针对工业机器人认识与操作过程进行详细的讲解，并在相应章节配备了现场实操视频。全书采用项目式编排，更加方便读者学习及教师的教学安排。本书配套使用软件为ROBOGUIDE。本书配套视频及更多的学习视频也可在[www.zhizaoy.cn](http://www.zhizaoy.cn)进行查看，同时建有学习交流QQ群：651014095。

本书由智造云科技的徐忠想、康亚鹏、陈灯主编，同时参与编写的还有孙静静、黄雄杰、杨坤、贾晓东、杨蕴涵等。智造云科技是发那科产品在国内教育市场的深度合作伙伴，本书在编写过程中得到了上海发那科机器人有限公司封佳诚、林谊先生的大力协助，他们提供了很多技术支持及宝贵意见，在此深表感谢！

编著者虽尽力使内容清晰准确，但肯定还会有不足之处，欢迎读者提出宝贵的意见和建议。

编著者



项目测试 .....	36	项目描述.....	61
项目 12 FANUC 工业机器人		项目实施.....	61
用户坐标系设置 .....	36	项目测试.....	65
项目描述 .....	36	项目 18 FANUC 工业机器人	
项目实施 .....	36	基准点设置与宏设置 .....	66
项目测试 .....	40	项目描述.....	66
<b>第 5 章 让 FANUC 工业机器人</b>		项目实施.....	66
<b>运动起来</b> .....	41	项目测试.....	71
项目 13 FANUC 工业机器人		项目 19 FANUC 工业机器人	
手动示教.....	41	自动运行 .....	71
项目描述 .....	41	项目描述.....	71
项目实施 .....	41	项目实施.....	71
项目测试 .....	44	项目测试.....	77
项目 14 FANUC 工业机器人		<b>第 7 章 FANUC 工业机器人</b>	
程序的管理 .....	44	<b>程序指令详解</b> .....	78
项目描述 .....	44	项目 20 FANUC 工业机器人	
项目实施 .....	44	运动指令 .....	78
项目测试 .....	48	项目描述.....	78
项目 15 FANUC 工业机器人		项目实施.....	78
程序的编辑 .....	49	项目测试.....	93
项目描述 .....	49	项目 21 FANUC 工业机器人	
项目实施 .....	49	寄存器指令 .....	93
项目测试 .....	56	项目描述.....	93
<b>第 6 章 让 FANUC 工业机器人</b>		项目实施.....	93
<b>执行程序</b> .....	57	项目测试.....	99
项目 16 FANUC 工业机器人		项目 22 FANUC 工业机器人	
程序执行 .....	57	I/O 指令 .....	99
项目描述 .....	57	项目描述.....	99
项目实施 .....	57	项目实施.....	99
项目测试 .....	61	项目测试.....	103
项目 17 FANUC 工业机器人			
手动 I/O 控制.....	61		



项目 23 FANUC 工业机器人	项目描述.....124
分支指令.....103	项目实施.....124
项目描述.....103	项目测试.....139
项目实施.....104	
项目测试.....108	<b>第 8 章 FANUC 工业机器人系统文件</b>
项目 24 FANUC 工业机器人	<b>的备份和加载.....140</b>
等待指令.....109	项目 28 FANUC 工业机器人备份
项目描述.....109	文件和加载文件.....140
项目实施.....109	项目描述.....140
项目测试.....111	项目实施.....140
项目 25 FANUC 工业机器人	项目测试.....155
其他指令.....112	<b>第 9 章 FANUC 工业机器人</b>
项目描述.....112	<b>人保养.....156</b>
项目实施.....112	项目 29 FANUC 工业机器人
项目测试.....119	零点复归 (Mastering) ...156
项目 26 FANUC 工业机器人	项目描述.....156
焊接程序编写.....119	项目实施.....156
项目描述.....119	项目测试.....164
项目实施.....119	项目 30 FANUC 工业机器人
项目测试.....124	基本保养.....164
项目 27 FANUC 工业机器人	项目描述.....164
码垛程序编写.....124	项目实施.....164
	项目测试.....167



# 第 1 章

## 走进工业机器人世界

### 项目 1 工业机器人概述

#### 项目描述

本项目主要了解工业机器人的定义，工业机器人的发展史，工业机器人的分类及技术现状，以及工业机器人的构成。

#### 项目实施

##### 1. 工业机器人的定义

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，它能自动执行工作，靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器。工业机器人可以接受人类指挥，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。

##### 2. 工业机器人的发展史

(1) 工业机器人国外的发展史 现代机器人出现于 20 世纪中期，在数字计算器、电子技术、可编程的数控机床，还有精密零件加工的基础上产生。

1954 年，美国人戴沃尔制造出第一台机械手并注册了专利，机械手可按照相关的程序执行不同的动作。

1959 年，戴沃尔与英格伯格联手制造出第一台工业机器人，成立了世界上第一家机器人制造工厂——Unimation 公司。因英格伯格对机器人富有成效的研发和宣传，被称为“工业机器人之父”。

1967 年，日本川崎重工和丰田公司分别从美国购买了工业机器人 Versatran 和 Unimate 的生产许可证，日本从此开始了对机器人的研究和制造。

1968 年，美国斯坦福研究院研发成功的机器人 Shakey 带有视觉传感器，能根据人的指令发现并抓取积木，但控制它的计算器有一间房间那么大。Shakey 可以称为世界上第



一台智能机器人。

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。加藤一郎被誉为“仿人机器人之父”。日本专家一向以研发仿人机器人和娱乐机器人的技术见长，后来更进一步催生出本田公司的ASIMO机器人和索尼公司的QRIO机器人。

1973年，世界上机器人和小型计算机第一次携手合作，诞生了美国Cincinnati公司的机器人T3型。

1978年，美国Unimation公司推出通用工业机器人Puma，标志着工业机器人已经完全成熟。Puma至今仍然工作在生产第一线。

1979年，日本山梨大学牧野洋发明了平面关节型SCARA机器人，该机器人在此后的装配作业中得到了广泛应用。

1996年，本田公司推出仿人型机器人P2，使双足行走机器人的研究达到了一个新的水平。

1998年，丹麦乐高公司推出机器人Mind-Storms套件，让机器人制造跟搭积木一样，相对简单又能任意拼装，使机器人开始走入整个世界。

近年各国工业机器人正在不断地朝着智能化、系统化等方向发展。其一，工业机器人的性价比不断提高。其二，传感器在工业机器人中的作用更加显著，现在已经在焊接机器人中应用了位置、速度、力觉等传感器，遥控机器人还应用了视觉、触觉等多种传感器融合对环境进行模拟，此技术已经在产品系统化方面发展成熟。其三，虚拟现实技术已经不仅仅用于仿真或者预演，而是已经演变到过程监控，能使机器人的操控者如同置身于远端作业环境中。其四，现代遥控机器人的特点不是机器人全自治，而是机器人能与操作者进行人机互换的控制，即能实现遥控与自主并行的操作。

(2) 工业机器人国内的发展史 我国于1972年开始研制自己的工业机器人。进入20世纪80年代后，在高技术浪潮的冲击下，随着改革开放的不断深入，我国机器人技术的开发与研究得到了政府的重视与支持。“七五”期间，国家投入资金，对工业机器人及其零部件进行攻关，完成了示教再现式工业机器人成套技术的开发，研制出了喷涂、点焊、弧焊和搬运机器人。1986年，国家高技术研究发展计划（863计划）开始实施，智能机器人主题跟踪世界机器人技术的前沿，经过几年的研究，取得了一大批科研成果，成功地研制出了一批特种机器人。

从20世纪90年代初期起，我国的国民经济进入实现两个根本转变时期，掀起了新一轮的经济体制改革和技术进步热潮，我国的工业机器人又在实践中迈进一大步，先后研制出了点焊、弧焊、装配、喷漆、切割、搬运、包装、码垛等各种用途的工业机器人，并实施了一批机器人应用工程，形成了一批机器人产业化基地，为我国机器人产业的腾飞奠定了基础。





经过 20 多年的发展,我国的机器人技术发展迅速。现阶段我国正重点开展先进工艺、机构与驱动,感知与信息融合,智能控制与人机交互等共性关键技术的研究,建立智能机器人研发体系;重点研发仿生机器人、危险救灾机器人、医疗机器人以及公共安全等智能系统集成平台,带动关键技术发展,重点发展工业机器人自动化成套技术设备,并应用于 IC、船舶、汽车、轻纺、家电、食品等重点工程或行业,突破国外公司在大规模自动化制造系统中的垄断地位,促进机器人技术的产业化发展。

近年来中国工业机器人市场持续发展,2015 年中国工业机器人市场全年累计销售 68459 台,其中国产机器人销售 22257 台。国产工业机器人应用行业具体涉及农副食品加工业,酒、饮料和精制茶制造业,医药制造业,餐饮业,有色金属冶炼和压延工业;食品制造业,非金属矿物制品业,化学原料和化学制品制造业,专用设备制造业,电气机械和器材制造业,金属制品业,汽车制造业,橡胶和塑料制品业等。

### 3. 工业机器人的分类及技术现状

#### (1) 工业机器人技术分类

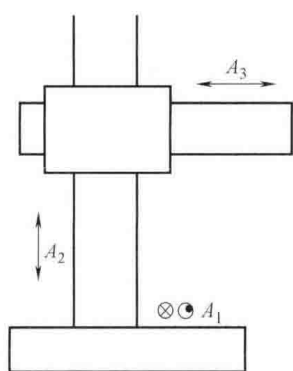
第一代:示教再现型,具有记忆能力。目前,绝大部分应用中的工业机器人均属于这一类,其缺点是操作人员的水平影响工作质量。

第二代:初步智能机器人,对外界有反馈能力。部分已经应用到生产中。

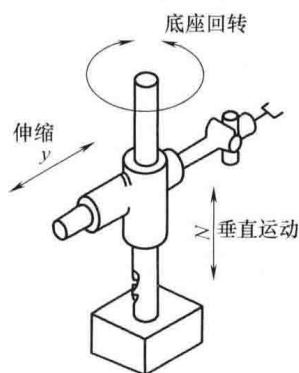
第三代:智能机器人,具有高度的适应性,有自行学习、推理、决策等功能,处在研究阶段。

(2) 工业机器人结构分类 工业机器人按臂部的运动形式分为直角坐标型机器人、圆柱坐标型机器人、球坐标型机器人和全关节型机器人四种,如图 1-1 和图 1-2 所示。

- 1) 直角坐标型机器人的臂部可沿三个直角坐标移动。
- 2) 圆柱坐标型机器人的臂部可做升降、回转和伸缩动作。
- 3) 球坐标型机器人的臂部能回转、俯仰和伸缩。
- 4) 全关节型机器人的臂部有多个转动关节。



直角坐标型机器人



圆柱坐标型机器人

图 1-1

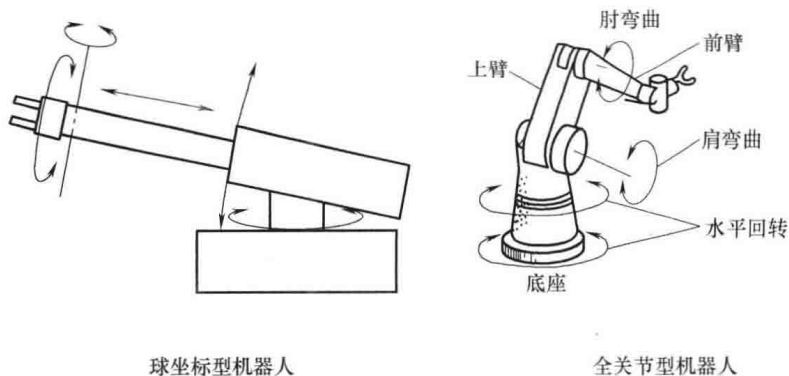


图 1-2

### (3) 工业机器人技术发展

#### 1) 工业机器人技术发展现状:

- ① 网络通信技术: 大多支持 CC\_Link、DeviceNet、Profibus、Ethernet 等网络通信模式。
- ② 智能化传感器技术: 具有视觉传感器功能的机器人逐步广泛应用。
- ③ 控制技术: 大多采用 32 位 CPU 的控制器, 控制轴数最多可达 27 轴; 脱机编程及协调控制技术日趋成熟。
- ④ 驱动技术: 以 AC 伺服驱动技术为主。
- ⑤ 机械结构: 以关节型为主流, 大型机器人应用日趋广泛。

2) 工业机器人技术发展趋势: 工业机器人性能不断提高(高速度、高精度、高可操作性、便于维修), 而单机价格不断下降。

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动机、减速机、检测系统三位一体化; 把关节模块、连杆模块用重组方式构造机器人整机; 国外已有模块化装配机器人产品问世。

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, 控制柜日见小巧, 且采用模块化结构; 大大提高了系统的可操作性和可维修性。

工业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, 装配、焊接机器人还应用了视觉、力觉等传感器, 而遥控机器人则采用视觉、声觉、力觉、触觉等多传感器的融合技术来进行环境建模及决策控制; 多传感器融合配置技术在产品化系统中已有成熟应用。

虚拟现实技术在机器人中的作用已从仿真、预演发展到用于过程控制, 如使遥控机器人的操作者产生置身于远端作业环境中的感觉来操纵机器人。

## 4. 工业机器人的构成

工业机器人是面向工业领域的多关节机械手或者多自由度机器人, 它的出现是为了解



放人工劳动力、提高企业生产效率。工业机器人的基本构成则是实现机器人功能的基础。现代工业机器人大部分都是由三大部分和六大系统组成。

(1) 机械部分 机械部分是机器人的血肉组成部分,也就是我们常说的机器人本体部分。这部分主要分为两个系统。

1) 驱动系统:要使机器人运行起来,需要各个关节安装传感装置和传动装置,这就是驱动系统。它的作用是提供机器人各部分、各关节动作的原动力。驱动系统传动部分可以是液压传动系统、电动传动系统、气动传动系统,或者是几种系统结合起来的综合传动系统。

2) 机械结构系统:工业机器人机械结构主要由四大部分构成:机身、臂部、腕部和手部,每一个部分具有若干部的自由度,构成一个多自由的机械系统。末端操作器是直接安装在手腕上的一个重要部件,它可以是多手指的手爪,也可以是喷漆枪或者焊具等作业工具。

(2) 感受部分 感受部分就好比人类的五官,为机器人工作提供感觉,帮助机器人工作过程更加精确。这部分主要分为两个系统。

1) 感受系统:感受系统由内部传感器模块和外部传感器模块组成,用于获取内部和外部环境状态中有意义的信息。智能传感器可以提高机器人的机动性、适应性和智能化的水平。对于一些特殊的信息,传感器的灵敏度甚至可以超越人类的感受系统。

2) 机器人-环境交互系统:机器人-环境交互系统是实现机器人与外部环境中的设备相互联系和协调的系统。机器人与外部设备集成为一个功能单元,如加工制造单元、焊接单元、装配单元等。也可以是多台机器人、多台机床设备或者多个零件存储装置集成为一个能执行复杂任务的功能单元。

(3) 控制部分 控制部分相当于机器人的大脑,可以直接或者通过人工对机器人的动作进行控制。控制部分也可以分为两个系统。

1) 人机交互系统:人机交互系统是使操作人员参与机器人控制并与机器人进行联系的装置,例如计算机的标准终端、指令控制台、信息显示板、危险信号警报器、示教盒等。简单来说,该系统可以分为两大部分:指令给定系统和信息显示装置。

2) 控制系统:控制系统主要是根据机器人的作业指令程序以及从传感器反馈回来的信号支配的执行机构去完成规定的运动和功能。根据控制原理,控制系统可以分为程序控制系统、适应性控制系统和人工智能控制系统三种。根据运动形式,控制系统可以分为点位控制系统和轨迹控制系统两大类。

通过这三大部分六大系统的协调作业,使工业机器人成为一台高精密度的机械设备,具备工作精度高、稳定性强、工作速度快等特点,为企业提高生产效率和产品质量奠定了基础。



## 项目测试

### 1. 填空题

(1) 工业机器人按臂部的运动形式分为四种\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(2) 工业机器人具备\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等特点。

### 2. 简答题

简述工业机器人的定义。

## 项目 2 工业机器人应用范围

### 项目描述

本项目需了解工业机器人弧焊、点焊、搬运、喷涂、切割、涂胶的典型应用。

### 项目实施

工业机器人典型应用有弧焊、点焊、搬运、涂胶、喷漆、去毛刺、切割、激光焊接、测量等。

(1) 工业机器人弧焊应用 工业机器人弧焊工作站是由示教器、控制柜、机器人本体及自动送丝装置、焊接电源等部分组成，可以在计算机的控制下实现连续轨迹控制和点位控制。工业机器人弧焊工作站主要有熔化极焊接作业和非熔化极焊接作业两种类型，具有可长期进行焊接作业，保证焊接作业的高生产率、高质量和高稳定性等特点。工业机器人弧焊主要应用于各类汽车零部件的焊接生产。图 2-1 为工业机器人弧焊实际应用案例。

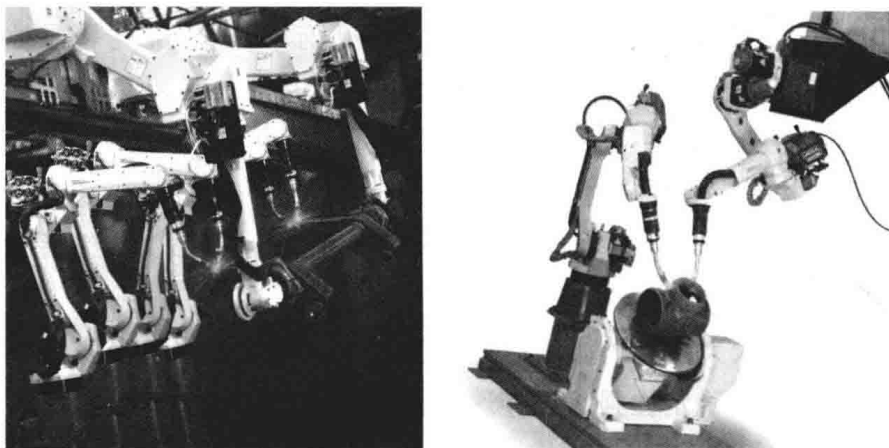


图 2-1



(2) 工业机器人点焊应用 工业机器人点焊工作站由机器人本体、计算机控制系统、示教器和点焊焊接系统几部分组成,点焊焊接系统包括点焊焊机和点焊焊钳两部分。操作者可以通过示教器和计算机面板按键进行点焊机器人运动位置和动作程序的示教,设定运动速度、焊接参数等。工业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,其过程是完全自动化的。工业机器人点焊主要应用于汽车车身的自动装配车间。图 2-2 为工业机器人点焊实际应用案例。

(3) 工业机器人搬运应用 工业机器人搬运应用由工业机器人本体、控制柜、末端执行器和传感系统组成。利用工业机器人可进行自动化搬运作业,即从一个加工位置移到另一个加工位置。利用工业机器人安装不同的末端执行器可完成各种不同形状和状态的工件搬运工作。工业机器人搬运主要用于各种电器(包括家用电器,如电视机、录音机、洗衣机、电冰箱、吸尘器)、小型电动机、汽车及其部件、计算机、玩具、机电产品及其组件的搬运。图 2-3 为工业机器人搬运实际应用案例。

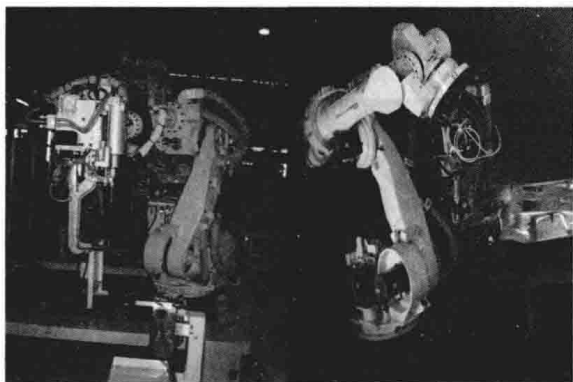


图 2-2

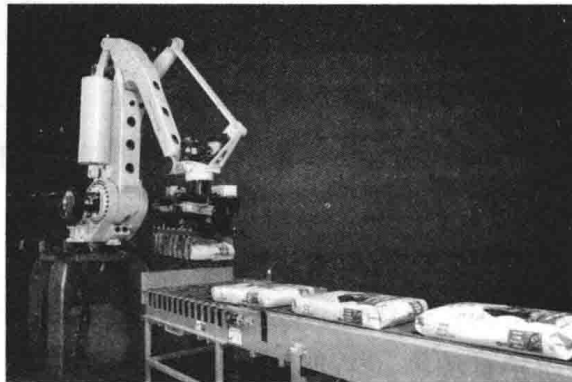


图 2-3

(4) 工业机器人喷涂应用 工业机器人喷涂应用由喷涂工业机器人本体、控制柜、系统操作控制台、工艺控制柜、检测系统、跟踪系统、电源分配柜等构成。工业机器人喷涂主要用于汽车工业的塑料部件(内部和外部的)和金属部件(防锈处理等)、循环产业(液体、粉末)、木材工业、农业设备、家用电器、消费电子产品、航空航天、光学等方面的喷涂。工业机器人在喷涂环境的大量运用极大地解放了在危险环境下工作的劳动力,也极大提高了制造企业的生产效率,并带来稳定的喷涂质量,降低了成品返修率,同时提高了油漆利用率,减少了废油漆、废溶剂的排放,有助于构建环保的绿色工厂。图 2-4 为工业机器人喷涂实际应用案例。

(5) 工业机器人切割应用 工业机器人切割应用一般是由示教器、控制柜、机器人本体、切割系统组件等部分组成。可以在计算机的控制下实现连续轨迹控制和点位控制。切割机器人主要有激光切割作业、等离子切割作业和火焰切割作业三种类型,具有可长期进行切割作业,保证切割作业的高生产率、高质量和高稳定性等特点。图 2-5 为工业机器人切割实际应用案例。

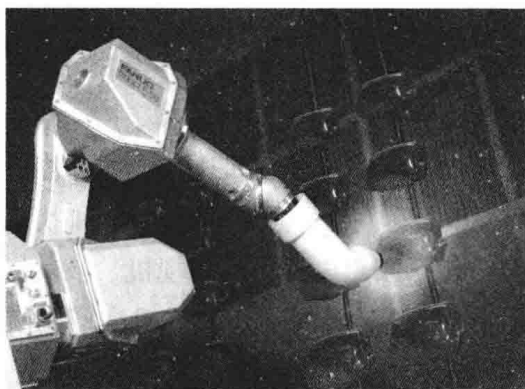


图 2-4

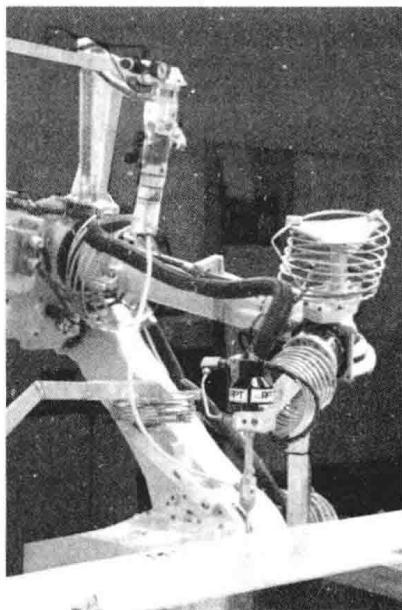


图 2-5

(6) 工业机器人涂胶应用 工业机器人涂胶应用系统主要包括机器人本体、机器人控制柜、打胶系统、胶枪、加热系统、工装夹具、清胶机构、操作台、控制系统、安全防护系统等。工业机器人涂胶主要应用于 3C 电子行业和汽车零部件行业。图 2-6 为工业机器人涂胶实际应用案例。

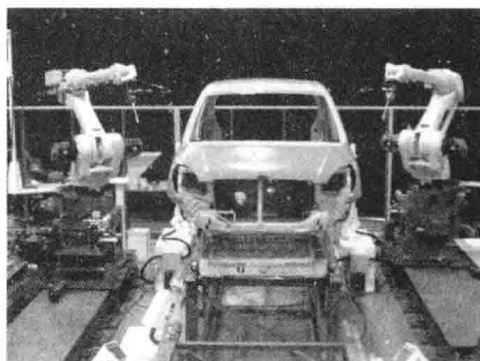


图 2-6

## 项目测试

### 1. 填空题

(1) 工业机器人典型应用有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、去毛刺、切割、激光焊接、测量等。

(2) 工业机器人弧焊工作站是由示教器、控制柜、机器人本体及\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等部分组成。

### 2. 简答题

简述工业机器人弧焊应用。



# 第 2 章

## 安全注意事项

### 项目 3 工业机器人使用安全注意事项

#### 项目描述

本项目主要讲解了工业机器人一般注意事项、机构上的注意事项、操作时的注意事项、编程时的注意事项、维护作业时的注意事项、安全预防措施、检修或维修时的安全预防措施、运转时的安全预防措施。

熟知工业机器人使用安全注意事项，并在实际的操作使用中遵守安全注意事项。

#### 项目实施

在使用工业机器人和外围设备及其组合的工业机器人系统时，必须充分考虑作业人员和系统的安全预防措施。

##### 1. 一般注意事项

###### (1) 警告

1) 请勿在下面所示的情形下使用工业机器人。否则，不仅会给工业机器人和外围设备造成不良影响，而且还可能导致作业人员受重伤。

- ① 在有可燃性的环境下使用。
- ② 在有爆炸性的环境下使用。
- ③ 在存在大量辐射的环境下使用
- ④ 在水中或高湿度环境下使用。
- ⑤ 以运输人或动物为目的的使用方法。
- ⑥ 作为脚搭子使用（爬到工业机器人上面或悬垂于其下）。

2) 使用工业机器人的作业人员应佩戴下面所示的安全用具后再进行作业。

- ① 适合于作业内容的工作服。
- ② 安全鞋。
- ③ 安全帽。



(2) 注意 在安装好以后首次使工业机器人时, 务必以低速进行。然后, 逐渐地加快速度, 并确认是否有异常。

(3) 注释 进行编程和维护作业的作业人员, 务必通过 FANUC 工业机器人的培训课程接受适当的培训。

## 2. 机构上的注意事项

1) 清洁工业机器人系统, 并且在不易受到油、水、灰尘等影响的环境下使用。

2) 机构内部的电缆装备必要的用户接口。增设电缆时, 注意不要妨碍机构内部电缆的移动(切勿用外部电缆的尼龙带来束紧机构内部电缆)。将设备安装到工业机器人上时, 注意避免与机构内部电缆发生干涉。若不遵守这些注意事项, 会导致机构内部电缆断线而发生预想不到的故障。

3) 应使用极限开关和机械性制动器, 对工业机器人的操作进行限制, 以避免工业机器人、电缆与外围设备和刀具之间相互碰撞。

## 3. 操作时的注意事项

(1) 警告 在操作工业机器人时, 务必在确认安全栅栏内没有人员后再进行操作。同时, 检查是否存在潜在的危险, 当确认存在潜在危险时, 务必排除危险之后再进行操作。

(2) 注意 在使用操作面板和示教器时, 务必摘下手套后再进行作业。

(3) 注释 程序和系统变量等信息, 可以保存到外部存储装置中。为了预防由于意想不到的事故而引起数据丢失, 应定期保存数据。

## 4. 编程时的注意事项

(1) 警告 编程时应尽可能在安全栅栏的外边进行。因不得已而需要在安全栅栏内进行时, 应注意下列事项。

1) 仔细查看安全栅栏内的情况, 确认没有危险后再进入栅栏内。

2) 要做到随时都可以按下急停按钮。

3) 应以低速运行工业机器人。

4) 应在认清整个系统的状态后进行作业, 以避免由于针对外围设备的遥控指令和动作等而导致作业人员陷入危险境地。

(2) 注意 在编程结束后, 务必按照规定的步骤进行测试运转。此时, 作业人员务必在安全栅栏的外边进行操作。

(3) 注释 进行编程的作业人员, 务必通过 FANUC 工业机器人的培训课程接受适当的培训。

## 5. 维护作业时的注意事项

(1) 警告

1) 应尽可能在断开工业机器人和系统电源的状态下进行作业。在通电状态下, 有的



作业有触电的危险。此外,应根据需要上好锁,以使其他人员不能接通电源。即使是在迫不得已而需要接通电源后再进行作业的情形下,也应尽量按“急停”按钮后再进行作业。

2) 如有必要替换部件,应与原厂洽谈。若以错误的步骤进行作业,则会导致意想不到的事故,致使工业机器人损坏,或作业人员受伤。

3) 在进入安全栅栏内时,要仔细查看整个系统,确认没有危险后再入内。如果在存在危险的情形下不得进入栅栏,则必须把握系统的状态,同时要小心谨慎地入内。

4) 将要更换的部件,务必使用 FANUC 公司指定的部件。若使用指定部件以外的部件,则有可能导致工业机器人的错误操作和破损。特别是熔丝,切勿使用指定以外的熔丝,以避免引起火灾。

5) 在拆卸电动机和制动器时,应采取以起重机等吊运措施后再拆除,以避免机臂等落下来。

6) 进行维修作业时,因迫不得已而需要移动工业机器人时,应注意如下事项。

① 务必确保逃生退路。应在把握整个系统的操作情况后再进行作业,以避免由于工业机器人和外围设备而堵塞退路。

② 时刻注意周围是否存在危险,做好准备,以便在需要的时候可以随时按急停按钮。

7) 在使用电动机和减速机等具有一定重量的部件和单元时,应使用起重机等辅助装置进行辅助操作,以避免给作业人员带来过大的作业负担。需要注意的是,如果错误操作,将导致作业人员受重伤。

## (2) 注意

1) 应尽快擦掉洒落在地面上的润滑油,排除可能发生的危险。

2) 在进行作业的过程中,不要将脚搭放在工业机器人的某一部分上,也不要爬到工业机器人上面。这样不仅会给工业机器人造成不良影响,而且作业人员还有可能因为踩空而受伤。

3) 伺服电动机和控制柜内部会发热,需要注意。在发热的状态下,因不得已而非触摸设备时,应准备好耐热手套等保护用具。

4) 在更换部件时,拆下来的部件(螺栓等)应正确装回其原来的部位。如果发现部件不够或部件有剩余,则应再次确认并正确安装。

5) 在进行气动系统的维修时,务必释放供应气压,将管路内的压力降到 0 以后再进行。

6) 在更换完部件后,务必按照规定的方法进行测试运转。此时,作业人员务必在安全栅栏的外边进行操作。

7) 维护作业结束后,应将工业机器人周围和安全栅栏内部洒落在地面的油和水、碎片等彻底清扫干净。

8) 更换部件时,应避免灰尘进入工业机器人内部。