

# 项目 1

## 工业机器人系统结构

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械装置。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。了解工业机器人的定义、发展史、种类和行业应用，区分工业机器人的串/并联机械结构，认识工业机器人常规部件及机器人系统结构，是学习工业机器人现场编程的前提。

### 知识目标

- 理解工业机器人的定义。
- 了解工业机器人的发展史。
- 了解工业机器人的分类。
- 了解工业机器人的行业应用
- 区分工业机器人的串联、并联机械结构。
- 了解工业机器人的基本结构。
- 认识工业机器人的常规部件。

### 技能目标

- 认识各类工业机器人。
- 了解工业机器人的行业应用。
- 认识主流品牌工业机器人系统。

2. 美国机器人工业协会对工业机器人的定义为:“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。”  
( )
3. 智能工业机器人在无人干预的条件下,对工作环境有自适应控制能力和自我规划能力。  
( )
4. AGV 是指移动机器人。( )
5. 从工艺角度看,焊接机器人只有一种。( )
6. 工业机器人及输送线物流自动化系统可应用于建材、家电、电子、化纤、汽车、食品等行业。  
( )
7. 打磨和抛光是同一种工艺。( )

## 二、选择题

1. 为去掉冲压工件表面的毛刺,应进行( )处理。  
A. 焊接                      B. 涂胶                      C. 打磨抛光
2. 将汽车前挡风玻璃固定在车架上,应进行( )处理。  
A. 焊接                      B. 涂胶                      C. 打磨抛光
3. 将两根钢管永久固定在一起,应进行( )处理。  
A. 焊接                      B. 涂胶                      C. 打磨抛光
4. 将 10 袋大米临时堆放在一起,应进行( )处理。  
A. 码垛                      B. 拆垛                      C. 打包
5. 将 10 袋大米固定在一起,应进行( )处理。  
A. 码垛                      B. 拆垛                      C. 打包

## 2 参考答案

# 任务2 认识工业机器人系统结构

## 任务分析

从全世界范围来看,当前工业机器人已经广泛应用于生产、制造、服务等众多行业。2015 年度,世界范围内销售量排名前三位的工业机器人品牌分别是日本的安川、瑞典的 ABB 和德国的 KUKA[世界机器人联合会(IFR)统计数据]。中国工业机器人自主品牌主要有沈阳新松和安徽埃夫特等。本任务将介绍目前主流工业机器人的基本结构和技术参数等方面的内容。

## 相关知识

### PPT 课件

认识工业机器人系统结构

### 1.2.1 工业机器人系统基本结构

工业机器人由三大部分 6 个子系统组成。三大部分是机械部分、传感部分和控制部

分;6个子系统是驱动系统、机械结构系统、感受系统、机器人—环境交互系统、人机交互系统和控制系统。工业机器人系统基本结构如图 1-15 所示。

在以上各子系统关系的基础上设计的工业机器人硬件,主要应由机器人运动本体、控制器、示教器、编程仿真计算机等构成。图 1-16 所示为普通装配工业机器人的整体硬件结构。

### 1.2.2 工业机器人系统技术参数

工业机器人的技术参数是工业机器人厂商在产品供货时所提供的技术数据。尽管各厂商提供的技术参数不完全一样,工业机器人的结构、用途等有所不同,且用户的要求也不同,但工业机器人的主要技术参数一般应有自由度、重复定位精度、工作范围、最大工作速度、承载能力等,参见表 1-1 和表 1-2。

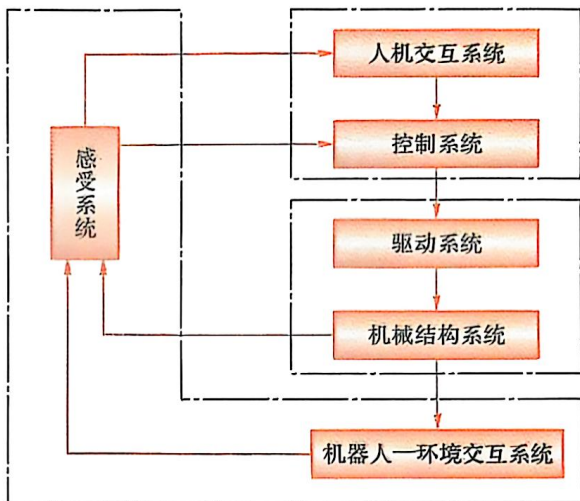


图 1-15

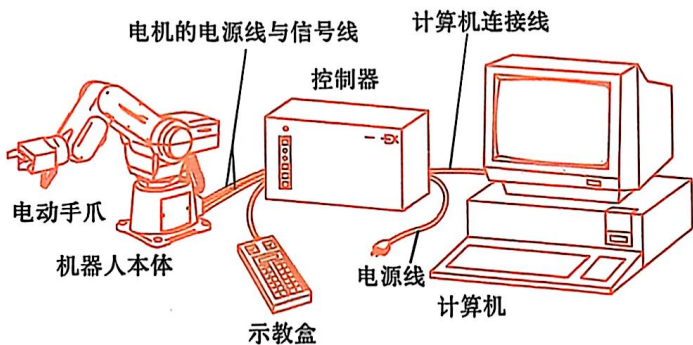


图 1-16

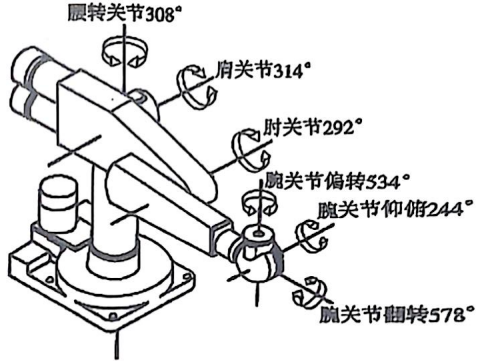


表 1-1 三菱装配机器人 Movemaster EX RV-M1 的主要技术参数

项目		技术参数
工作空间/(°)	腰部转动	300(最大角速度 120°/s)
	肩部转动	130(最大角速度 72°/s)
	肘部转动	110(最大角速度 100°/s)
	腕部俯仰	±90(最大角速度 100°/s)
	腕部翻转	±180(最大角速度 163°/s)
臂长/mm	上臂	250
	前臂	150
最大承载能力/kg		1.2(包括手爪)
最大线速度/(mm/s)		1 000(腕表面)
重复定位精度/mm		0.3(腕旋转中心)
驱动系统		直流伺服电动机
机器人重量/kg		约 10
电机功耗/W		J1 到 J3 轴;30;J4、J5 轴;11



表 1-2 PUMA 562 机器人的主要技术参数

项目	技术参数	示意图
自由度	6	
驱动	直流伺服电动机	
手爪控制	气动	
控制器	系统机	
重复定位精度/mm	$\pm 0.1$	
承载能力/kg	4.0	
手腕中心最大距离/mm	866	
直线最大速度/(m/s)	0.5	
功率要求/W	1 150	
重量/kg	182	

### 1. 自由度

自由度(degrees of freedom)是机器人所具有的独立坐标轴运动的数目,不包括机器人法兰工具的开合自由度。在三维空间中描述一个物体的位置和姿态(简称位姿)需要6个自由度。但是,工业机器人的自由度是根据其用途而设计的,可能小于6个自由度,也可能大于6个自由度。

### 2. 精度

精度(accuracy)是机器人手部实际到达位置与目标位置之间的差异。重复定位精度是指机器人重复定位其手部于同一目标位置的能力,可以用标准偏差这个统计量来表示,它是衡量一系列误差值的密集度(即重复度)。

### 3. 工作范围

工作范围(work space)是机器人手臂末端或手腕中心所能到达的所有点的集合,也称为工作区域。因为末端操作器的尺寸和形状多种多样,为了真实反映机器人的特征参数,这里是指不安装末端操作器时的工作区域。工作范围的形状和大小是十分重要的,机器人在执行作业时可能会因为存在手部不能到达的作业死区(dead zone)而不能完成任务。

### 4. 速度

速度(speed)是表明机器人运动特性的主要指标。说明书中通常提供了主要运动自由度的最大稳定速度,但在实际应用中单纯考虑最大稳定速度是不够的。这是因为,由于驱动器输出功率的限制,从启动到达最大稳定速度或从最大稳定速度到停止,都需要一定时间。如果最大稳定速度高,允许的极限加速度小,则加减速的时间就会长一些,对应用而言,有效速度就要低一些;反之,如果最大稳定速度低,允许的极限加速度大,则加减速的时间就会短一些,这有利于有效速度的提高。但如果加速或减速过快,有可能引起定位时超调或振荡加剧,使得到达目标位置后需要等待振荡衰减的时间增加,则也可能使有效速度反而降低。所以,考虑机器人运动特性时,除注意最大稳定速度外,还应注意其最大允许的加减速速度。

### 5. 承载能力

承载能力(payload)是机器人在工作范围内的任何位姿上所能承受的最大质量。承载能力不仅决定于负载的质量,而且还与机器人运行的速度和加速度的大小和方向

有关。为了安全起见,承载能力这一技术指标是指高速运行时的承载能力。通常,承载能力不仅指负载,而且包括了机器人末端操作器的质量。机器人有效负载的大小除受到驱动器功率的限制外,还受到杆件材料极限应力的限制,因而它又和环境条件(如地心引力)、运动参数(如运动速度、加速度以及它们的方向)有关。例如某款机器人手臂,它的额定可搬运质量为 15 t,在运动速度较低时能达到 30 t。然而,这种负荷能力只是在太空中失重条件下才有可能达到,在地球上,该手臂本身的重量达 450 kg,它连自重引起的臂杆变形都无法承受,更谈不上搬运质量了。

### 1.2.3 工业机器人本体串/并联机械结构

从机械结构角度看,当前的工业机器人本体主要采用串联型结构(图 1-17)或并联型结构(图 1-18)两类。

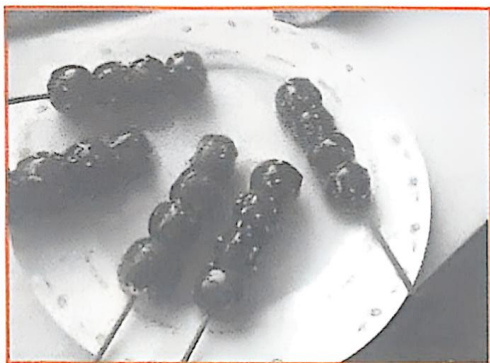


图 1-17



图 1-18

#### 1. 串联型工业机器人

串联型工业机器人的典型特征为轴关节结构为串联型连接,其中以四轴、六轴结构最为常见,如搬运、焊接、装配、喷漆、检查等工业机器人,主要用于现代化工厂和柔性加工系统,如图 1-19 所示。

#### 2. 并联型工业机器人

并联型工业机器人的典型特征是轴关节为并联型连接,多个轴关节协同作业,其中以三轴并联高速分拣工业机器人最为常见,并联机器人和传统的串联机器人在应用上构成互补关系,它是一个封闭的运动链。和串联机器人相比,并联机器人无累积误差而精度高,运动惯量小,运动速度更快,负载较轻。因此,并联机器人在高强度、高精度的工业领域应用广阔,如食品、药品分拣等行业,其实物如图 1-20 所示。



图 1-19



图 1-20



微课

分拣——并联机器人快速拾取







## 任务实施

### 1.2.4 认识主流品牌工业机器人系统

全球范围内的工业机器人行业“四大家族”厂商分别是 ABB、FANUC(发那科)、KUKA(库卡)、Yaskawa(安川)。我国工业机器人厂商主要有沈阳新松、安徽埃夫特、广州数控等。

#### 1. “四大家族”工业机器人

##### (1) ABB 工业机器人(瑞典、瑞士)

ABB 六自由度 IRB4400 工业机器人最小系统(串联型本体)如图 1-21 所示。

ABB 四自由度 Scara 机器人本体(串联型本体)如图 1-22 所示。

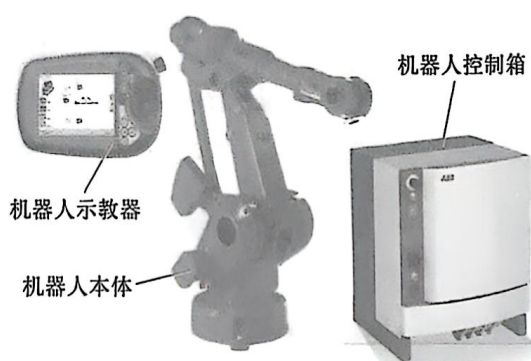


图 1-21



图 1-22

ABB IRB360 机器人本体(并联型本体)如图 1-23 所示。

ABB 双臂工业机器人 IRB14000 YuMi 机器人本体(串联型双臂本体)如图 1-24 所示。

##### (2) FANUC(发那科)工业机器人(日本)

FANUC 六自由度 R-2000iB 机器人最小系统(串联型本体)如图 1-25 所示。



图 1-23



图 1-24

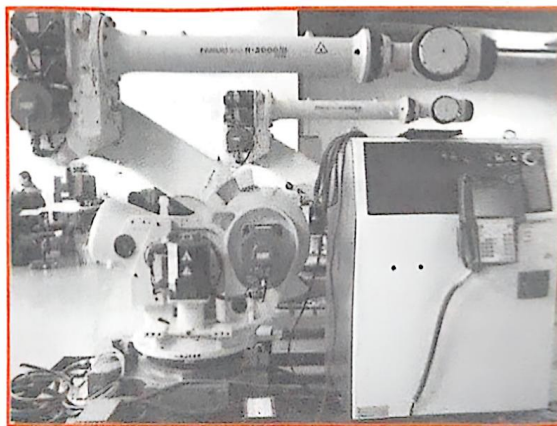
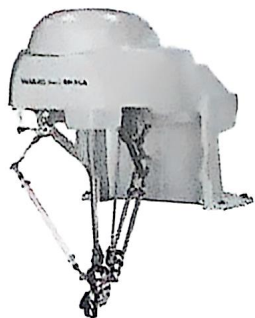


图 1-25

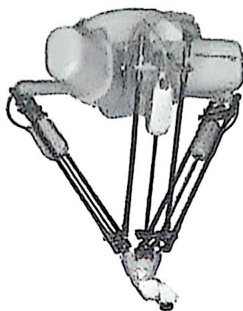
FANUC 并联型工业机器人 M-1iA 和 M-3iA 机器人本体(并联型本体)如图 1-26

所示,图(a)为 M-1iA,图(b)为 M-3iA。

FANUC 并联型工业机器人 F-200iB 机器人本体(并联型本体)如图 1-27 所示。



(a)



(b)

图 1-26

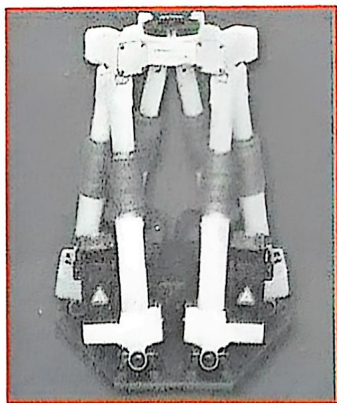


图 1-27

与此同时,FANUC 公司计划推出其首款人机协作机器人(产品型号为 FANUC CR-35iA),可留意 FANUC 公司的新品发布信息。

### (3) KUKA(库卡)工业机器人(德国、中国)

KUKA 六自由度工业机器人 KR300PA 机器人最小系统(串联型本体)如图 1-28 所示。

KUKA 四自由度工业机器人 Scara 机器人本体(串联型本体)如图 1-29 所示。

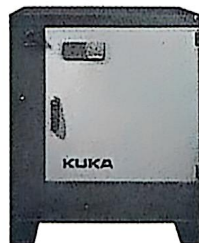


图 1-28



图 1-29

### (4) Yaskawa(安川)工业机器人(日本)

Yaskawa 六自由度工业机器人 EPH130D 机器人最小系统(串联型本体)如图 1-30 所示。

Yaskawa 并联型工业机器人如图 1-31 所示,图(a)为 MPP3H,图(b)为 MPP3S。

Yaskawa 串联型双臂工业机器人如图 1-32 所示,图(a)为 SDA10D,图(b)为 SDA20D。

## 2. 我国主流品牌工业机器人

### (1) 沈阳新松

新松六自由度工业机器人如图 1-33 所示,图(a)为 SR6C,图(b)为 SR120B。



提示

从 2016 年开始,中国美的集团主导 KUKA Scara 系列机器人生产(包括 KR 5scara 和 KR10 scara 两种型号)。



提示

Yaskawa 针对 3C 行业应用开发了种类丰富的特种工业机器人,可直接访问其公司网站进行查询。

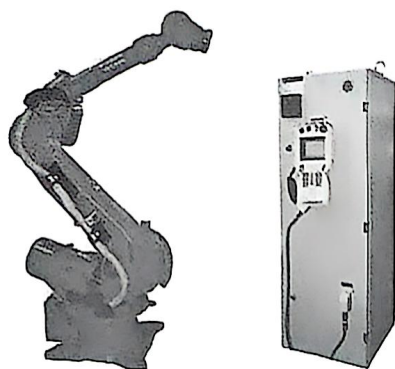


图 1-30

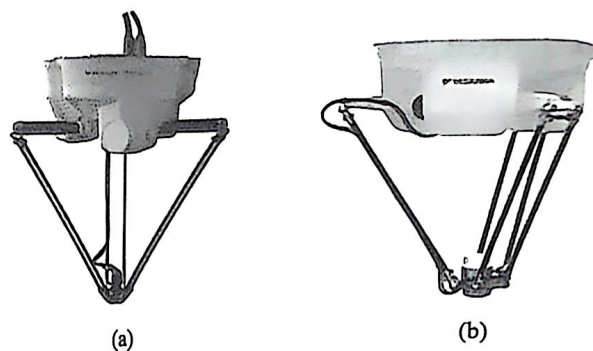


图 1-31

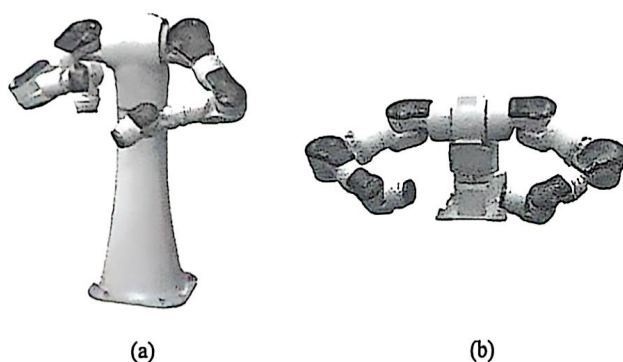


图 1-32

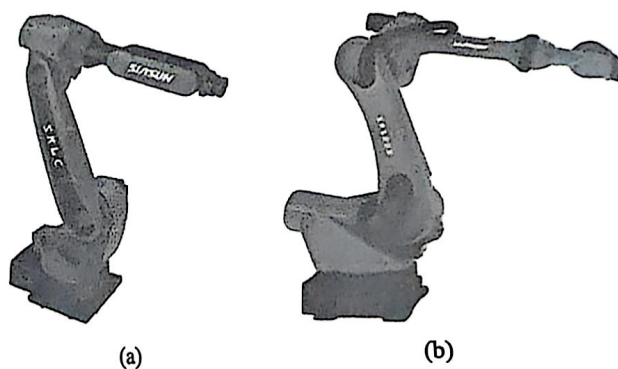


图 1-33 新松 SR6C 和 SR120B 机器人本体(串联型本体)

新松 7 轴柔性多关节机器人本体(串联型本体)如图 1-34 所示。

新松复合型机器人本体(AGV+串联型本体)如图 1-35 所示。

新松双臂协作机器人本体(串联型双臂本体)如图 1-36 所示。



图 1-34



图 1-35



图 1-36

## (2) 安徽埃夫特

埃夫特六自由度 ER210-C40 和 ER130-C104 机器人本体(串联型本体)如图 1-37 所示,图(a)为 ER210-C40,图(b)为 ER130-C104。

埃夫特四自由度 ER6S-C604 机器人本体(串联型本体)如图 1-38 所示。



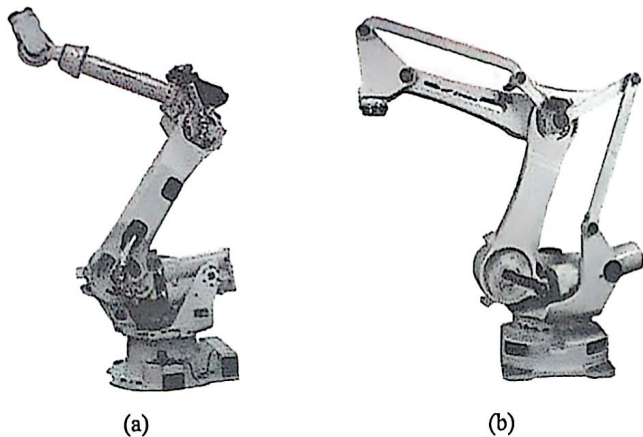


图 1-37

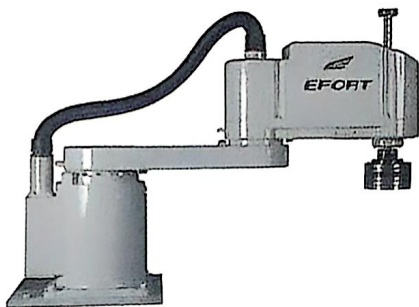


图 1-38

埃夫特并联型 ER-Delta 机器人本体(并联型本体)如图 1-39 所示。

(3) 广州数控

广州数控六自由度 RB03A1 和 RB130 机器人本体(串联型本体)工业机器人如图 1-40 所示,图(a)为 RB03A1,图(b)为 RB130。

广州数控四自由度 RSP600 机器人本体(串联型本体)如图 1-41 所示。

广州数控 C3-1100 和 C4-110 机器人本体(并联型本体)如图 1-42 所示,图(a)为 C3-1100,图(b)为 C4-110。



图 1-39

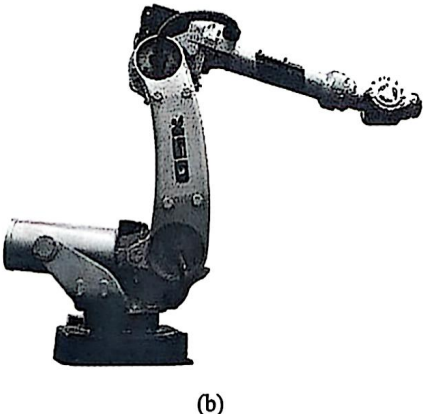


图 1-40



图 1-41

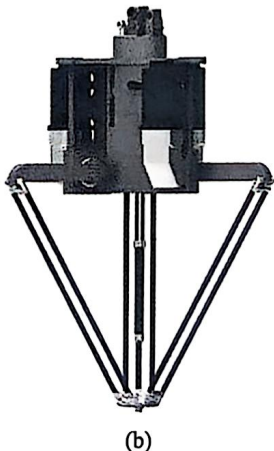
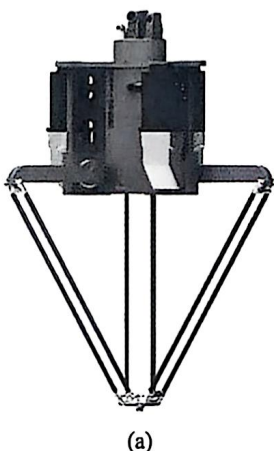


图 1-42



拓展与提高

我国机器人技术先行者蒋新松

