

XXXXX 学院

## 单元教学设计

XXXX —XXX 学年 第 X 学期

课程名称： \_\_\_\_\_

授课班级： \_\_\_\_\_

任课教师： \_\_\_\_\_

所在系部及教研室： \_\_\_\_\_

本单元标题	工业机器人产线集成概述	
教学目的	让学生了解工业机器人产线构成，为后续产线的学习打下基础。	
教学目标	能力（技能）目标	知识目标
	<p>(1) 能正确区分工业机器人各组成部分。</p> <p>(2) 能正确说明现代工业机器人集成产线组成部分。</p>	<p>(1) 掌握工业机器人应用分类。</p> <p>(2) 掌握工业机器人系统的基本组成。</p> <p>(3) 掌握工业机器人集成产线组成。</p>
重点难点及解决方法	<p>重难点：</p> <p>解决方法：</p>	
参考资料	<p>[1]汪励, 陈小艳. 工业机器人工作站系统集成[M]. 机械工业出版社, 2014.</p> <p>[2]李志谦. 精通 FANUC 机器人编程、维护与外围集成[M]. 机械工业出版社, 2020</p> <p>[3]陈晓明, 霍永红, 项万明. 工业机器人应用编程(FANUC)初级[M]. 机械工业出版社, 2022.</p> <p>[4]王哲禄, 何红军. 工业机器人应用编程与集成技术[M]. 机械工业出版社, 2022.</p> <p>[5]廖常初. S7-1200 PLC 应用教程[M]. 机械工业出版社, 2020.</p> <p>[6]乡碧云. 自动化生产线组建与调试(第2版)——以亚龙 YL-335B 为例(三菱 PLC 版本)[M]. 机械工业出版社, 2023.</p>	

## 第一部分：复习上次课主要内容

## 第二部分：新课导入及学习新内容

(时间：45 分钟理论)

### 【步骤一】新课导入

#### 引导问题

什么是机器人？在生活中你都见过哪些机器人？

所见过的机器人中都包含有哪些典型结构？

请同学根据所学所知积极思考，踊跃发言

### 【步骤二】新知识的讲授

#### 一、工业机器人应用领域（简单介绍）

（一）码垛应用 在各类工厂的码垛方面，自动化极高的机器人被广泛应用，人工码垛工作强度大，耗费人力，员工不仅需要承受巨大的压力，而且工作效率低。搬运机器人能够根据搬运物件的特点，以及搬运物件所归类的地方，在保持其形状的和物件的性质不变的基础上，进行高效的分类搬运，使得装箱设备每小时能够完成数百块的码垛任务。在生产线上下料、集装箱的搬运等方面发挥及其重要的作用。

（二）焊接应用 焊接机器人主要承担焊接工作，不同的工业类型有着不同的工业需求，所以常见的焊接机器人有点焊机器人、弧焊机器人、激光机器人等。汽车制造行业是焊接机器人应用最广泛的行业，在焊接难度、焊接数量、焊接质量等方面就有着人工焊接无法比拟的优势。

（三）装配应用 在工业生产中，零件的装配是一件工程量极大的工作，需要大量的劳动力，曾经的人力装配因为出错率高，效率低而逐渐被工业机器人代替。装配机器人的研发，结合了多种技术，包括通讯技术、自动控制、光学原理、微电子技术等。研发人员根据装配流程，编写合适的程序，应用于具体的装配工作。装配机器人的最大特点，就是安装精度高、灵活性大、耐用程度高。因为装配工作复杂精细，所以我们选用装配机器人来进行电子零件，汽车精细部件的安装。

（四）其他应用 机器人具有多维度的附加功能。它能够代替工作人员在特殊岗位上的工作，比如在高危领域如核污染区域、有毒区域、核污染区域、高危未知区域进行探测。还有人类无法具体到达的地方，如病人患病部位的探测、工业瑕疵的探测、在地震救灾现场的生命探测等均有建树。

#### 二、工业机器人基本组成

##### （一）机械部分

工业机器人的组成机械部分是工业机器人的“血肉”组成部分，也就是我们常说的工业机器人本体部分。这部分主要可以分为两个系统。

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系统主要由基座、臂部、手腕和手部四大部分构成，每个部分具有若干部的自由度，构成一个多自由度的机械系统。末端操作器是直接安装在手腕上的一个重要部件，也称末端执行器，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。

臂部是工业机器人的主要执行部件。手臂连接手部和基座，用来改变手腕和末端执行器的空间位置。在工作中直接承受腕、手和工件的静、动载荷，自身运动又较多，故受力复杂。根据手臂的运动和布局、驱动方式、传动和导向装置的不同可分为：伸缩型臂部、转动伸缩型臂部、屈伸型臂部结构，以及其他专用的机械传动臂部结构。

工业机器人的基座是整个机器人的支持部分，用于机器人的安装和固定，也是工业机器人的电线电缆、气管油管的输入连接部位。固定式机器人的基座一般固定在地面上，移动式机器人的基座安装在移动机构上，常见的工业机器人为固定式。

工业机器人的机械结构系统如图 4-5 所示。

## （二）感知部分

感受部分就好比人类的五官，为工业机器人工作提供感觉，使工业机器人工作过程更加精确。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。其中，内部传感器通常用来确定机器人在其自身坐标系内的姿态位置，是完成移动机器人运动所必需的那些传感器，包括陀螺仪、旋转编码器等。外传感器用于机器人本身相对其周围环境的定位，负责检测距离、接近程度和接触程度之类的变量，便于机器人的引导及物体的识别和处理。按照机器人作业的内容，传感器通常安装在机器人的头部、肩部、腕部、臀部、腿部、足部等。

智能传感器的使用提高了机器人的机动性、适应性和智能化水平。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知系统。

## （三）控制部分

控制部分相当于工业机器人的大脑，可以直接或者通过人工对工业机器人的动作进行控制。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机器人的执行机构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动控制系统和轨迹控制系统两大类。

## 三、工业机器人集成产线组成

工业机器人集成产线又称为工业机器人工作站，是指使用一台或多台机器人，配以相应的周边设备，用于完成某一特定工序作业的独立产线系统。它主要由工业机器人本体、末端执行器、控制柜和周边设备等组成。

工业机器人本体已在上节中进行说明，本节不再赘述。

控制柜。机器人的控制柜集成的是机器人的电气控制系统，它是机器人的“大脑”和“心脏”，指挥着机器人的运行。机器人的控制柜一般包含以下功能：

（一）机器人的 I/O 接口：机器人本体的运行信息和机器人与外围设备连接的端口，

(二) 控制系统：机器人的操作系统和软件系统集成在控制柜内，机器人的动作记忆、示教、坐标标定、故障诊断等都由控制系统统一协调和处理；

(三) 安全保护：包括信号传人的短路保护和电压保护，控制柜设有多个熔断机制。

目前，可编程逻辑控制器（PLC）和触摸屏等作为常用的工业控制和人机界面设备，常被用作构建机器人工作站的操作和控制系统。

末端执行器等辅助设备及其他周边设备随应用场合和工件特点的不同存在较大差异。例如，焊接机器人工作站的外围系统包括焊枪、焊机、变位机和清枪机构等，如下图所示；搬运机器人工作站的外围系统包括真空吸盘、货架和输送料装置等，如图 4-7 所示。

工业机器人工作站的常见周边设备有送料、送料设备，搬运、安装部分，机器视觉系统，控制与操作部分，仓储系统，专用机器以及现场总线及工业以太网等。

(一) 送料、送料设备送料、送料设备一般是指传送带、储料箱、货盘和供料机等为机器人工作站供应、传送物料的设备。传送带是最常见的送料设备之一，分为滚轮传送和带传送两种。其中，滚轮传送一般在包装箱等传送的场合使用，可传送重量比较大的物体、传送速度较快；带传送一般在货盘、小盒子等传送的场合使用，可传送不能振动的物品和容易翻倒物品。

(二) 搬运、安装部分对于机器人工作站的不同作业对象，需要相应的机器人抓手。因此，抓手的选择在很大程度上体现了工业机器人的功能，反映了机器人工作站的主要工作任务。抓手的种类多种多样，在某些场合，为了提高工业机器人的利用效率，根据需要，也可选用复合抓手。

许多工业机器人安装了导轨，可增加机器人的作业空间，或在机器人作业区内移动工件，如对多台设备或辅助工装、从货盘架中进行货品组合作业以及在大型部件上作业等。多线性滑轨的控制装置是作为附加耦合轴集成到机器人控制系统中的，这样就无需其他控制装置了。

(三) 机器视觉系统的功能是用机器代替人眼来做测量和判断。通过机器视觉系统，产品将被摄取并转换成图像信号，传送给专用的图像处理系统，对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征，进而根据判别的结果来控制现场的设备动作。机器视觉系统的特点是可提高生产的柔性和自动化程度。在一些不适合人工作业的危险工作环境中，常用机器视觉来替代人工视觉在生产线上对产品进行测量、引导、检测和识别，并能保质保量地完成生产任务。

(四) 仓储系统比较常见的仓储系统是自动化立体仓库。利用立体仓库设备可实现仓库高层货物管理合理化、存取自动化以及操作简便化。自动化立体仓库是当前技术水平较高的形式。它的主体由货架、巷道式堆垛起重机、人（出）库工作台、自动运进（出）及操作控制系统组成。货架是钢结构或钢筋混凝土结构的建筑物或结构体，货架内是标准尺寸的货位空间。巷道式堆垛起重机穿行于货架之间的巷道中，完成存、取货的工作。管理上常采用计算机及条形码、磁条、光学字符或射频等识别技术。

(五) 现场总线及工业以太网

工业 4.0 离不开现场总线和人工智能（AI），现场总线把工业现场的智能化仪器仪表、控制器、执行器等的信息用一组通信线进行集成并进行数字通信，现场设备之间可以方便地进行数据交换，让整个控制系统更加可靠。

现场总线为开放式互连网络，既可以与同层网络互连，也可与不同层网络互连，还可以实现网络数据库的共享，现场总线体现了分布、开放、互连、高可靠性的特点。与

DCS（集散控制系统）相比，DCS 通常是一对一单独传送信号，其所采用的模拟信号精度低，易受干扰，而现场总线控制系统（FCS）则采取一对多双向传输信号，采用的数字信号精度高、可靠性强，设备始终处于操作员的远程监控状态，智能仪表具有通信、控制和运算等丰富的功能，而且控制功能分散到各个智能仪表中，控制风险得到降低。

现场总线是工业以太网的一部分，工业以太网把现场设备用工业交换机连接在一起，相互高速通信。当前的工业以太网协议并没有形成统一的标准。Lonworks 现场总线、CAN 总线、Profibus 现场总线、DeviceNet 现场总线、ControlNet 现场总线是主流的工业以太网现场总线。

当前的工业机器人控制柜都集成了不同协议的工业以太网接口，与外界设备的通信连接在同一个局域网中完成，非常方便。

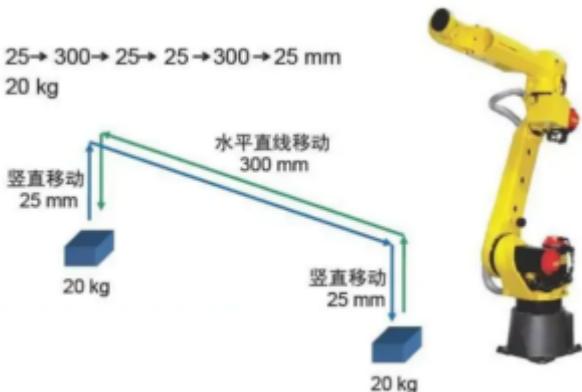
#### 四、工业机器人参数（技术指标）

机器人的技术参数反映了机器人的工作能力。企业根据生产要求设置不同集成产线，对照不同品牌的机器人进行对比选择，因此学会看机器人的技术参数是技术人员的一项基本技能。机器人的技术指标一般有自由度、承重量、工作精度、最大运转速度等。

表 4-1 是 FANUC 机器人 M-20iA 的技术参数表。机器人的手腕部最大负载重量是第六轴法兰可以带的负载或工具的重量，一般此参数越大，机器人越贵。表中所列动作范围和最大速度是“软”性的，可以通过示教器更改指定值，但要符合机器人安全工作范围。

表 4-1 FANUC 机器人 M-20iA 的技术参数表

型号	M-20iA					
机构	多关节型机器人					
控制轴数	6 轴（J1, J2, J3, J4, J5, J6）					
可达半径	1811mm					
安装方式	地面安装、倾斜安装、倒吊安装					
动作范围 (最高速度)	J1	340°/370° (190°/s)	J2	260° (175°/s)	J3	458° (180°/s)
	J4	400° (360° /s)	J5	360° (360°/s)	J6	900° (550°/s)
手腕部最高运动速度	2000mm/s					
手腕部最大负载	20kg					
J3 手臂部最大负载	12kg					
手腕允许负载转矩	J4	44Nm	J5	44Nm	J6	22Nm
手腕允许负载惯量	J4	1.04kgm <sup>2</sup>	J5	1.04kgm <sup>2</sup>	J6	0.28kgm <sup>2</sup>
驱动方式	交流伺服电机驱动					
重复定位精度	±0.08mm					
机器人质量	250kg					
输入电源功率	3kVA（1kW）					
安装条件	环境温度：0-45℃；环境湿度：通常在 75%RH 一下（无结露现象）；振动加速度：4.9m/s <sup>2</sup> （0.5G）以下					

<p>搬运能力 (循环时间)</p>	<p>测试条件 搬运路径：25→300→25→25→300→25 mm 负载质量：20 kg</p>  <p>注：M-20iA 机器人负载 20Kg 搬运 700mm 长的路径所花费的时间为 0.78s。</p>
------------------------	--

### 【步骤二】 任务实施 (15min)

任务内容：

根据实训室中智能制造产线机器人工作站实际布置，找出真实工作站对应设备，并写出其名称及其作用功能。

### 第三部分：课堂总结、布置作业及课后预习要求

#### 一、课堂总结

#### 二、布置作业

基于实训室中现有智能制造产线机器人工作站布置，为使产线功能多样化，思考在原有基础上还可以增加哪些功能？对应需添加哪些外围设备？

#### 三、课后预习

工业机器人示教与操作

XXXXX 学院

# 单元教学设计

XXXX —XXX 学年 第 X 学期

课程名称： \_\_\_\_\_

授课班级： \_\_\_\_\_

任课教师： \_\_\_\_\_

所在系部及教研室： \_\_\_\_\_

本单元标题	工业机器人示教与操作
教学目的	让学生理解机器人运动形式，并对机器人进行简单示教。

教学目标	能力（技能）目标	知识目标
	<p>(1) 能正确区分机器人各种坐标系和运动类型。</p> <p>(2) 能正确使用机器人示教器对机器人进行简单操作。</p>	<p>(1) 掌握工业机器人示教器常用按键的功能。</p> <p>(2) 掌握工业机器人不同坐标系的含义和差别。</p> <p>(3) 掌握机器人在不同坐标系下示教器点动示教方向按键和各个关节轴运动的对应关系。</p>
重点难点及解决方法	<p>重难点：工业机器人示教与操作</p> <p>解决方法：理论讲解，通过多媒体等手段解读任务，视频教学，提示学生如何攻破讨论的问题。在学习过程中，紧密结合课程上机、实验或者实践环节加深对机器人点位示教的认识和理解。</p>	
参考资料	<p>[1]汪励, 陈小艳. 工业机器人工作站系统集成[M]. 机械工业出版社, 2014.</p> <p>[2]李志谦. 精通 FANUC 机器人编程、维护与外围集成[M]. 机械工业出版社, 2020</p> <p>[3]陈晓明, 霍永红, 项万明. 工业机器人应用编程 (FANUC) 初级[M]. 机械工业出版社, 2022.</p> <p>[4]王哲禄, 何红军. 工业机器人应用编程与集成技术[M]. 机械工业出版社, 2022.</p> <p>[5]廖常初. S7-1200 PLC 应用教程[M]. 机械工业出版社, 2020.</p> <p>[6]乡碧云. 自动化生产线组建与调试(第 2 版)—以亚龙 YL-335B 为例(三菱 PLC 版本)[M]. 机械工业出版社, 2023.</p>	

第一部分：复习上次课主要内容

第二部分：新课导入及学习新内容

(45min 理论)

**【步骤一】新课导入**

引导问题

观察YL-566D型生产性实训系统M-20iA工业机器人。该型号机器人一共有几个关节轴，每个关节轴可实现哪种动作？

请同学根据所学知识积极思考，踊跃发言

**【步骤二】新知识的讲授**

**一、示教器的使用**

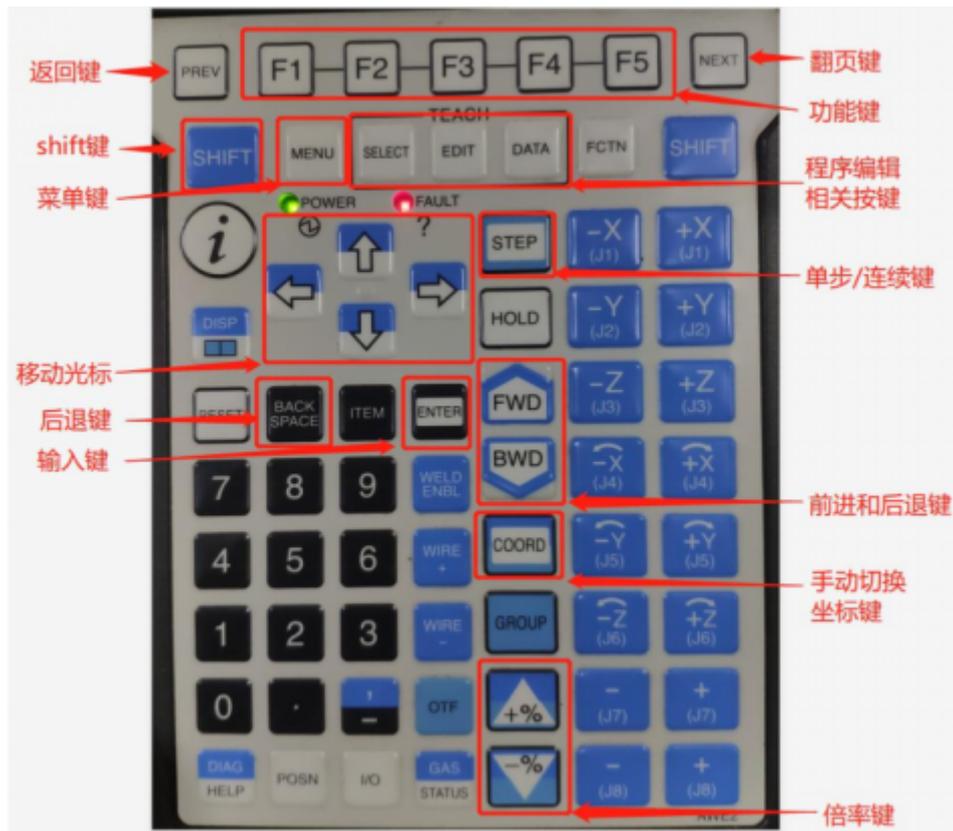
如图所示是 FANUC 机器人示教器的正反面外观和主要按钮功能，正常使用示教器前要将控制柜的运动模式调整到 T1 或 T2（不要在 Auto 模式）才能进行手动示教。同时，控制柜的急停按钮和示教器的急停按钮必须同时松开，示教器才能为用户所使用。机器人调试过程中出现问题，迅速按下任何一个急停按钮，机器人会马上停止。



(a) 示教器正面



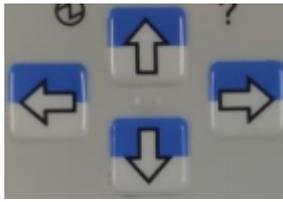
(b) 示教器反面



如图所示是示教器按键面板的简单功能按键名称。通过对这些常用功能按键的学习和熟悉，才能更好的对机器人进行示教操作。如下表为各个按键的功能介绍。

表 1 FANUC 机器人示教器按键功能介绍

按键图标	按键名称	按键功能
	功能键组	用来选择屏幕画面最下行的功能键菜单
	返回键	用于返回到上一级。只有从属关系的菜单才能够返回，而相互独立的菜单或界面不能返回
	翻页键	将功能键菜单切换到下一页
	Shift 键	SHIFT 键与其他键同时按下时，可以进行点动进给、位置数据的示教、程序的启动。左右的 SHIFT 键功能相同
	菜单键	按下显示出画面菜单
	辅助键	按下显示辅助菜单
	编程建组	SELECT（一览）键用来显示程序一览画面 EDIT（编辑）键用来显示程序编辑界面 DATA（数据）键用来显示数据画面



光标键 光标键用来移动屏幕画面里的光标



重置键 按住松手安全开关的同时按住重置键可取消异常状态



输入键 用于数值的输入和菜单的选择



取消键 用来删除光标位置之前一个字符或数字



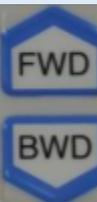
项目选择键 用于输入行号后移动光标至该行



单步/连续键 用于测试运转时的单步执行和连续执行的切换



暂停 用来暂停程序的执行



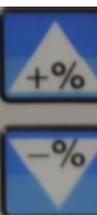
前进后退键 FED（前进）键、BDW（后退）键（+SHIFT 键）用于程序的启动。在程序执行中松开 SHIFT 键时，程序执行暂停。



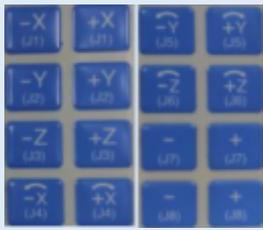
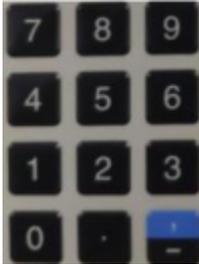
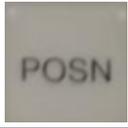
手动进给坐标键 用来切换手动进给坐标系。依次进行如下切换：  
“关节” → “手动” → “世界” → “工具” → “用户” → “关节”。当同时按下此键与 SHIFT 键时，出现用来进行坐标系切换的点动菜单。



组切换键 按住 GROUP（组切换）键的同时，按住希望变更的组号码的数字键，即可变更为该组。



倍率键 倍率键用来进行速度倍率的变更。依次进行如下切换：“VFINE（微速）” → “FINE（低速）” → 1% → 5% → 50% → 100%（5%以下时以 1%为刻度切换，5%以上时以 5%为刻度切换）。

	点动键	点动键，与 SHIFT 键同时按下可以进行机器人点动进给运动。
	数字键	输入数字数值
	切屏键	单独按下的情况下，移动操作对象画面。在与 SHIFT 键同时按下的情况下，分割屏幕（单屏、双屏、三屏）。
	位置显示键	用来显示当前位置画面

## 二、机器人坐标系和运动类型

工业机器人坐标系可以归纳为以下四类：关节坐标、世界坐标、用户坐标、工具坐标。用“COORD”可对不同坐标系进行切换。下面将对以上四种坐标系及其坐标系下的运动类型进行介绍。

### （一）关节坐标系

机器人沿各轴轴线进行单独动作，所使用的坐标系称关节坐标系。关节坐标系在机器人调试完成后就设定完成，不可更改。以目前常用的六轴机器人为例，如图 4-12，关节坐标系表示机器人每个运动轴的位置量。机器人自身具备六个关节轴，其中，轴 1、轴 2、轴 3 为机器人的基本轴，实现末端执行器在工作空间中的位置运动。轴 4、轴 5、轴 6 为机器人的腕部轴，实现末端执行器在工作空间中的姿态运动。各个关节轴运动形式与示教器上按键对应关系如表 4-6 所示。

此外，机器人工作站中若具有外部运动机构，则具备外部轴，为轴 7（地轨）。外部机构与机器人的控制柜连接，通过示教器直接控制其运动，如图 4-13 所示：

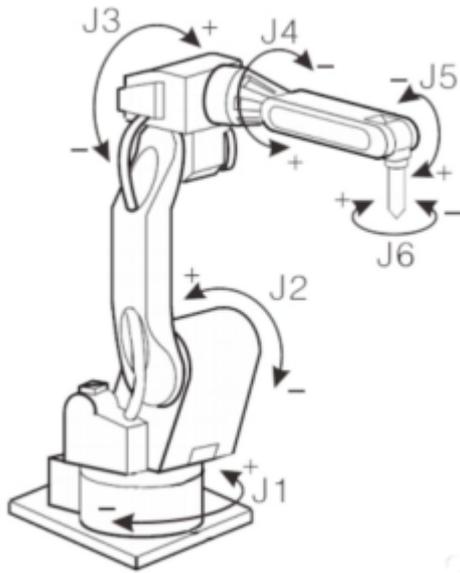


图 4-12 工业机器人各关节轴示意

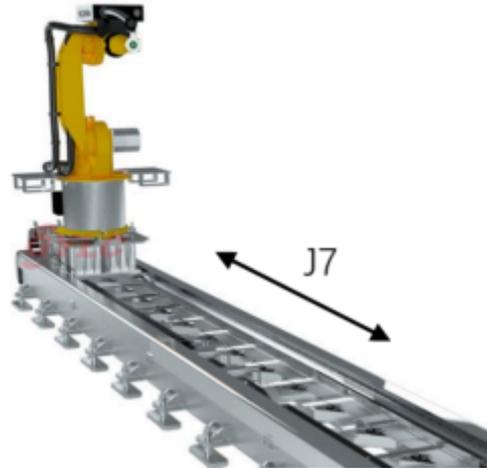


图 4-13 工业机器人第七轴（地轨）示意

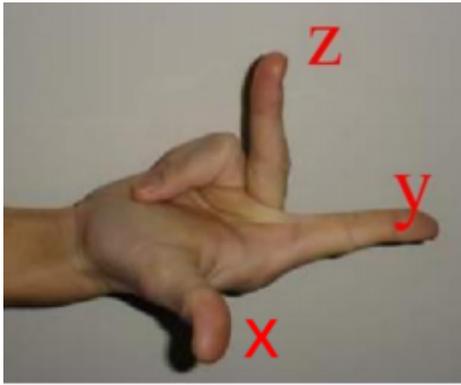
表 4-6 关节坐标系下示教器按键对应动作

按键	对应动作
	J1 左右旋转
	J2 垂直臂上下
	J3 水平臂前后
	J4 水平臂旋转
	J5 臂旋转
	J6 法兰旋转
	J7 地轨平移

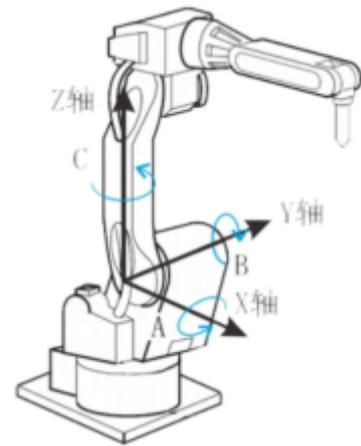
## （二）世界坐标系

一个物体在空间中，通过一个点可以确认其位置，以该点为原点建立一个空间直角坐标系，其坐标系 X、Y、Z 轴的方向则可确定其姿态。机器人系统便是基于这一原理，来实现工作站中各作业点的准确定位。

机器人的世界坐标采用的是笛卡儿坐标，可以按照图 4-14 所示的方法用右手定则判定，即站在机器人正前方，面向机器人，举起右手，XYZ 的正方向如下：中指所指方向为 X+，拇指所指方向为 Y+，食指所指方向为 Z+。不管机器人处于什么位置，均可沿设定的 X 轴、Y 轴、Z 轴平行移动。



右手定则



世界坐标方向

图 4-14 机器人世界坐标的确定

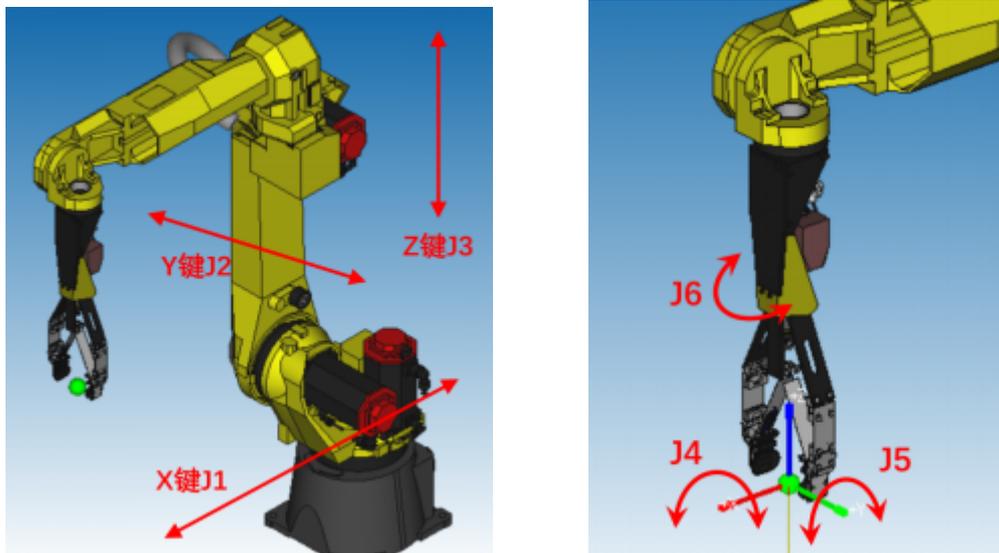


图 4-15 机器人世界坐标系下对应动作示意

用“COORD”键可以切换到世界坐标系下。J1-J6 轴对应的移动键不再按表 4-6 和图 4-12 所示运动工作。此时，按 J1、J2、J3 的移动键会变成沿对应轴方向的平移动作，按 J4、J5、J6 键则会变沿对应轴的旋转动作。这一“旋转”是针对工具的旋转。需要注意的是，机器人在关节坐标系下的动作是单轴运动的，在直角坐标系下则是多轴联动的。世界坐标系下示教上各按键对应机器人动作如图 4-15 和表 4-7 所示。

表 4-7 世界坐标系下示教器按键对应动作

按键	对应动作
	沿 X 轴方向移动
	沿 Y 轴方向移动

	沿 Z 轴方向移动
	沿 X 轴旋转
	沿 Y 轴旋转
	沿 Z 轴旋转

### （三）工具坐标系

工具坐标系是用来定义工具中心点（TCP）的位置和工具姿态的坐标系。工具坐标系将工具中心点设为零位，由此定义工具的位置和方向。工具坐标系必须事先进行设置，若没有设置，将由默认工具坐标系来替代该坐标系。

工具坐标系把机器人腕部法兰盘所持工具的有效方向作为 Z 轴。假定工具的有效方向为 Z 轴方向，用右手定则可确定 Y 轴和 X 轴，如图 4-16 所示。示教器中可设定多个不同编号的工具坐标系。其中，0 号工具坐标为基础工具坐标，不可设定、修改，该坐标与直角坐标相同。工具坐标 1-10 号用户可根据实际工具情况进行设定。

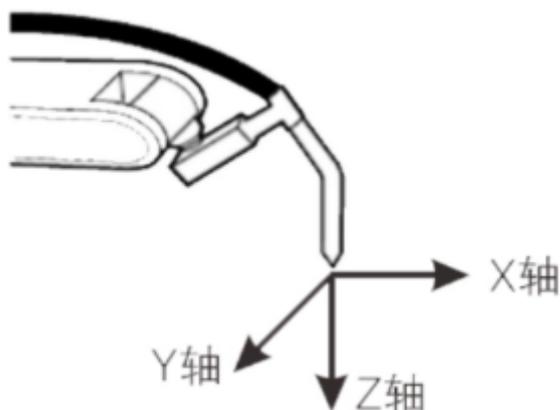


图 4-16 机器人工具坐标系举例

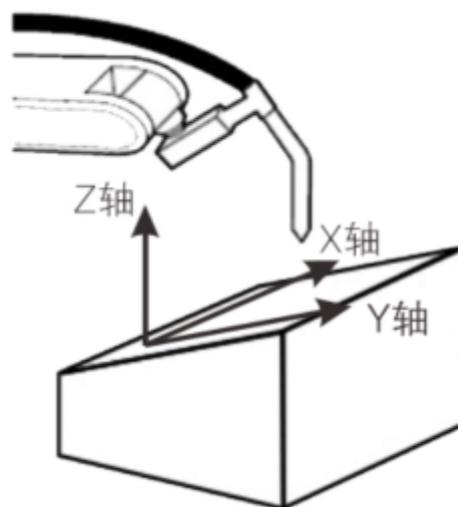


图 4-17 机器人用户坐标系举例

### （四）用户坐标系

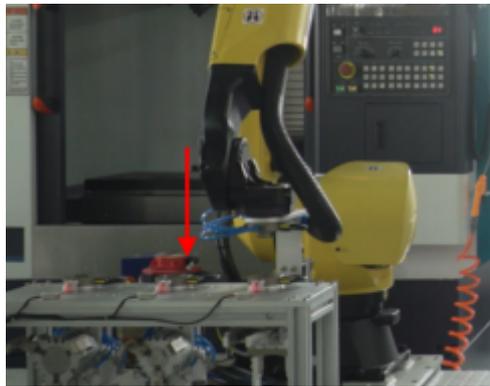
用户坐标可以根据机器人的工作环境来定义，如果没有定义，就默认与机器人的世界坐标重合，机器人只有一个世界坐标，用户是不能修改的。如图 4-17 所示，机器人可以根据工作台设立用户坐标，用户坐标的方向不一定与世界坐标相同，可根据实际需要设定。示教器中可设定多个不同编号的用户坐标系。0 号用户坐标系为基准用户坐标系，不可设定、修改，该坐标系和直角坐标系相同。用户坐标 1-10 号用户可根据需要设定。在工具坐标系下，按键动作原理同世界坐标系。

## 【步骤二】 任务实施

(90min 实践)

任务内容:

- 1、熟悉工业机器人示教器界面
- 2、分别调取示教器 FCTN 功能菜单和 MENU 菜单，并拍照记录
- 3、针对机器人进行不同坐标系切换，并拍照记录
- 4、在关节坐标系下，分别以不同移动速率移动机器人，熟悉示教器按键和机器人各关节动作的对应关系
- 5、在世界坐标系下，分别以不同移动速率移动机器人，熟悉示教器按键和机器人动作的对应关系
- 6、如下图所示，合理使用关节坐标系和世界坐标系，实现机器人法兰口中心和夹具口中心的对接



### 第三部分：课堂总结、布置作业及课后预习要求

#### 一、课堂总结

#### 二、布置作业

在机器人多次示教的基础上，思考若想使机器人以一确定姿态达到固定点位，应如何搭配使用机器人坐标系？并总结世界坐标系，关节坐标系的适用场景。

#### 三、课后预习

工业机器人坐标系建立

XXXXX 学院

# 单元教学设计

XXXX —XXX 学年 第 X 学期

课程名称： \_\_\_\_\_

授课班级： \_\_\_\_\_

任课教师： \_\_\_\_\_

所在系部及教研室： \_\_\_\_\_

本单元标题	机器人坐标系建立
教学目的	让学生掌握不同坐标系建立方法，并熟练运用。

教学 目 标	能力（技能）目标	知识目标
	<p>(1) 能根据实际需要正确建立工具坐标系并进行合理使用；</p> <p>(2) 能根据实际需要正确建立用户坐标系并进行合理使用。</p>	<p>(1) 掌握工业机器人工具坐标系建立的步骤和方法；</p> <p>(2) 掌握工业机器人用户坐标系建立的步骤和方法；</p> <p>(3) 理解机器人两种坐标系的应用差异。</p>
重 点 难 点 及 解 决 方 法	<p>重难点：工业机器人坐标系建立方法</p> <p>解决方法：：理论讲解，通过多媒体等手段解读任务，视频教学，提示学生如何攻破讨论的问题。在学习过程中，紧密结合课程上机、实验或者实践环节加深对机器人坐标系建立的认识和理解。</p>	
参 考 资 料	<p>[1]汪励, 陈小艳. 工业机器人工作站系统集成[M]. 机械工业出版社, 2014.</p> <p>[2]李志谦. 精通 FANUC 机器人编程、维护与外围集成[M]. 机械工业出版社, 2020</p> <p>[3]陈晓明, 霍永红, 项万明. 工业机器人应用编程 (FANUC) 初级[M]. 机械工业出版社, 2022.</p> <p>[4]王哲禄, 何红军. 工业机器人应用编程与集成技术[M]. 机械工业出版社, 2022.</p> <p>[5]廖常初. S7-1200 PLC 应用教程[M]. 机械工业出版社, 2020.</p> <p>[6]乡碧云. 自动化生产线组建与调试(第 2 版)——以亚龙 YL-335B 为例(三菱 PLC 版本)[M]. 机械工业出版社, 2023.</p>	

## 第一部分：复习上次课主要内容

## 第二部分：新课导入及学习新内容

(45min 理论)

### 【步骤一】新课导入

#### 引导问题

根据上节所学工业机器人的不同坐标系,请分别说明四种坐标系各适用于哪种工况?  
请同学根据所学所知积极思考,踊跃发言

### 【步骤二】新知识的讲授

#### 一、工业机器人工具坐标系建立

机器人工具坐标系的建立主要通过多点标定法进行确定。多点标定法包括工具中心点(TCP)位置多点标定和工具坐标系(TCF)姿态多点标定。

工具中心点(TCP)位置标定是使几个标定点位置重合,从而计算出TCP,如四点法;TCF姿态标定是使几个标定点之间有特殊的方位关系,从而计算出工具坐标系相对于末端关节坐标系的姿态,如五点法、六点法。本节主要以三点法为例来介绍如何创建机器人工具坐标系。

#### (一) 用三点法创建工业机器人的工具坐标系

三点法是把工具中心点从机器人的法兰中心移到了工具尖端,但坐标方向则与法兰坐标方向一致,不能改变;下面具体介绍三点法创建工具坐标系步骤。

1、单击示教器上的[MENU] (菜单) 键,选择“6 设置→5 坐标系”,然后按下示教器上的[ENTER] (确定) 键,界面如图 4-18 所示。

2、进入设置坐标系界面后进行选择坐标系选择。按下示教器上的[F3] (坐标) 键,选择“工具坐标系”,然后按下示教器上的[ENTER] (确定) 键,如图 4-19 所示。图中可以选择 1-10 号工具坐标系进行设定,本节选择 1 号工具坐标系设定。



图 4-18 示教器坐标系进入界面



图 4-19 示教器工具坐标系选择界面

3、将光标移动到 1 号工具坐标系，按下[F2]（详细）键，进入 1 号工具坐标系设置界面。在界面中，可以获取编号、注释、坐标点等信息，如图 4-20 所示。将注释注为“TEST1”，方便区分理解。



图 4-20 示教器工具坐标系详细信息界面



图 4-21 示教器工具坐标系建立方法选择界面

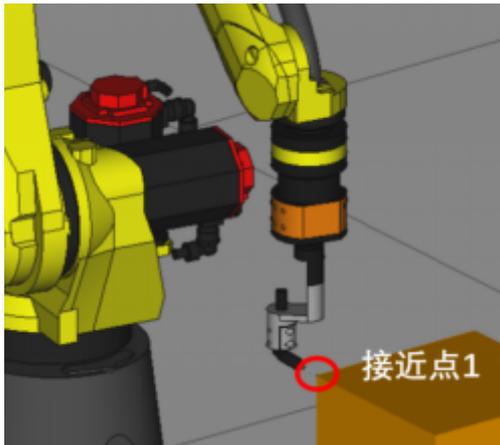
4、按下示教器上的[F2]（方法）键，可以进行工具坐标系建立方法的选择，此处选择三点法，如图 4-21 所示。

5、进入三点法创建工具坐标系设置界面。需要设置 3 个接近点坐标，如图 4-22 所示。

6、进行第一个接近点设置。选择合适的手动操纵模式，一般关节坐标系和世界坐标系配合使用。操纵工业机器人需要设置的 TCP 点移动到固定点，此处以方形端点处作为参考，如图 4-23（a）所示。当点位固定后，光标选择示教器上的接近点 1，按住 [SHIFT]+[F5]（记录）键，记录接近点 1 坐标，如图 4-23（b）所示。记录完成后会显示“已记录”。



图 4-22 三点法设置界面



(a) 接近点 1 示教



(b) 设置界面记录

图 4-23 接近点 1 设置方法

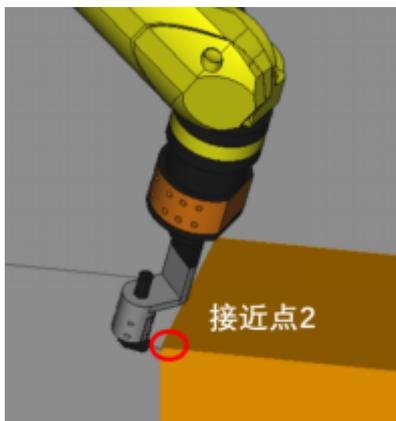
7、选择合适的手动操纵模式，操纵工业机器人需要设置 TCP 的工具以另外一种姿态移动到固定点，如图 4-24 (a) 所示。当点位固定后，光标选择示教器上的接近点 2，按住[SHIFT]+[F5]（记录）键，记录接近点 2 坐标，如图 4-24 (b) 所示。

8、参考步骤 6，采用同样的方法，更换机器人姿态，设置接近点 3 如图 4-25 所示。

## (二) 工具坐标系检验

1、在工具坐标系界面中按下示教器[F5]（切换）键。界面会显示“输入坐标系编号”。在对应处输入需要检验的工具坐标系，然后按下示教器上的[ENTER]（确定）键即可，如图 4-26 (a) 所示。

2、将工业机器人的坐标系选定为工具坐标系，按下示教器上的[SHIFT]+[COORD]键，会出现图 4-26 (a) 所示的界面，然后按下[F4]（工具）键，即将坐标系切换为 1) 中所选择的工具坐标系。



(a) 接近点 2 示教



(b) 设置界面记录

图 4-24 接近点 2 设置方法

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/777122044003010011>