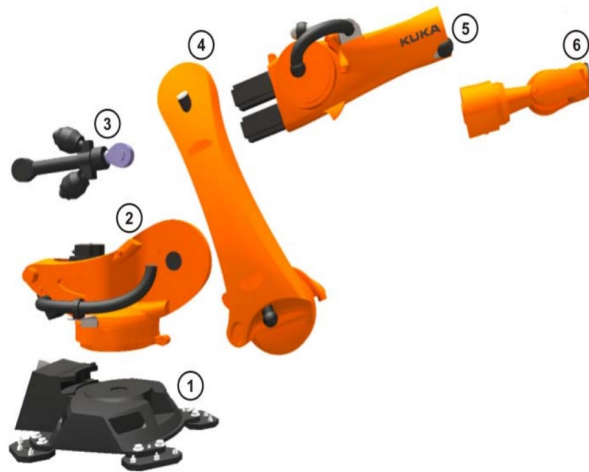


第一节	机器人的概念和基础理论		
课 时	1 学时	教学方法	讲授
教学目的	了解和掌握机器人的基本概念和基础知识,掌握库卡机器人系统的原理和组成,建立机器人的基本概念,掌握机器人的基础知识。		
重点	(1) 机器人的定义 (2) 机器人的分类与应用 (3) 机器人的发展现状 (4) 库卡机器人系统的构成 (5) 库卡机器人的轴与工具 (6) 库卡机器人的坐标系		
难点	(1) 库卡机器人的轴与工具 (2) 库卡机器人的坐标系		
<b>讲授内容</b> 1、 机器人的定义 什么是机器人,机器人(Robot)是自动执行工作的机器装置。它既可以接受人类指挥,又可以运行预先编排的程序,也可以根据以人工智能技术制定的原则纲领行动。它的任务是协助或取代人类工作的工作,例如生产业、建筑业,或是危险的工作。 Robot 的英文含义,“robot”,源自捷克语“robota”,意谓“强迫劳动”。1920 年捷克斯洛伐克作家萨佩克写了一个名为《洛桑万能机器人公司》的剧本,他把在洛桑万能机器人公司从事生产劳动的那些家伙取名“Robot”,捷克语意为“奴隶”,即没有思维能力,只会工作的类人机器,“机器人”的名字也正式由此而生。 2、 机器人的分类与应用 国际上的机器人学者,从应用环境出发将机器人也分为两类:制造环境下的机器人和非制造环境下的服务与仿人型机器人,这和中国的分类是一致的。中国的机器人专家从应用环境出发,将机器人分为两大类,即机器人和特种机器人。所谓机器人就是面向工业领域的多关节机械手或多自由度机器人。 机器人技术广泛应用于汽车制造、医疗、仓储物流、农业、军事、科学研究、交通运输、服务和家庭等方面		<b>知识点:</b> 以科幻影视剧中的机器人和我们现实生活中的机器人进行举例对比,引出机器人定义。  <b>知识点:</b> 机器人和仿生机器人,举例说明机器人在各行业中的应用	

<p>3、机器人的发展现状</p> <p>机器人现状：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 国际 ABB, fanuc, 库卡, 安川</li> <li>2. 国内 广州数控、沈阳新松、南京埃斯顿</li> </ol> <p>前我们还落后国际一线品牌 5 年左右时间</p> <p>差距主要集中在机器人行业的三大核心零部件上：控制器，减速机，伺服电机驱动器，关键技术“减速器控制技术”“多轴核心算法”和“机器人专用伺服驱动系统”上。</p> <p>2015 年国产机器人约占三成，到 2017 年已经达到五成，且 ABB, fanuc, 库卡, 安川都陆续投资建厂，现在已经开始生产，中国实际 2017 年进口机器人数量不到一层</p> <p>4、库卡机器人系统的构成</p> <p>主要包含两部分，机器人系统外围设备</p> <p>机器人系统包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 控制系统（核心算法，减速机和伺服电机控制程序）</li> <li>2 机械手（机器人机械系统，减速机和伺服电机）</li> <li>3 手持操作和编程器（smartPAD）</li> </ol> <p>外围设备包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 工具（效应器 /Tool）</li> <li>2 保护装置</li> <li>3 皮带输送机</li> <li>4 传感器</li> </ol> <p>5、库卡机器人的轴与工具</p> <p>机械手是机器人机械系统主体。它由众多活动的、相互连接在一起的关节（轴）组成。我们也称之为运动链。</p> <p>各根轴的运动通过伺服电机有针对性的调控而实现。这些伺服电机通过减速器与机械手的各部件相连</p>	<p>知识点：品牌厂家；技术差距；市场占有率</p> <p>知识点：结合实际系统与各模块进行讲解，包括具体实现的功能。</p> <p>知识点：什么是 6 轴机器人，如何判断机器人是几轴的</p>
---	---



## 6、库卡机器人的坐标系

在机器人的操作、编程和投入运行时坐标系具有重要的意义。在机器人控制系统中定义了下列坐标系：

- WORLD | 世界坐标系
- ROBROOT | 机器人足部坐标系
- BASE | 基坐标系
- FLANGE | 法兰坐标系
- TOOL | 工具坐标系

知识点：坐标系的概念和各个坐标系的区别，应用。

图 2-6: KUKA 机器人上的坐标系

名称	位置	应用	特点
WORLD	可自由定义	ROBROOT 和 BASE 的原点	大多数情况下位于机器人足部。
ROBROOT	固定于机器人足内	机器人的原点	说明机器人在世界坐标系中的位置。
BASE	可自由定义	工件，工装	说明基坐标在世界坐标系中的位置。
FLANGE	固定于机器人法兰上	TOOL 的原点	原点为机器人法兰中心。
TOOL	可自由定义	工具	TOOL 坐标系的原点被称为“TCP”。 ( TCP = Tool Center Point, 即工具中心点 )。

第二节	库卡工业机器人手自动操作		
课 时	3 学时	教学方法	讲授 实训
教学目的	掌握 KUKA 机器人手自动操作的基本规则 通过示教器控制机器人		
重点	(1) 工业机器人安全检查 (2) 工业机器人开机启动 (3) 工业机器人报警及其状态信息确认 (4) 工业机器人运行模式选择 (5) 工业机器人在坐标系中的手动运行 (6) 工业机器人程序块的手动运行 (7) 工业机器人程序块的自动运行		
难点	(1) 工业机器人在坐标系中的手动运行 (2) 工业机器人程序块的手动运行 (3) 工业机器人程序块的自动运行		
<b>讲授内容</b>  1、 工业机器人安全检查  1. 确认机器人本体及其外围设备是否处于安全位置。 2. 机器人工作区域是否安全，是否有人员滞留。 3. 安全门是否关闭，保护栅栏是否就位。 4. 机器人示教器急停按钮是否复位，机器人外部控制柜急停按钮是否复位。  2、 工业机器人开机启动  1. 首先把外部系统操作柜上红色旋钮顺时针旋转到开启位置,启动库卡机器人外部系统操作柜，外部控制柜上电，显示器亮起，等待 1 分钟，当显示器外部系统操作画面出现时，说明启动完成。  2. 其次开启绿色按钮,启动库卡机器人控制器，等待 1 分钟,当示教器显示屏亮起，并进入菜单模式时，说明启动完成。		<b>知识点：重点强调安全检查的重要性</b> <b>和急停按钮复位需要注意。</b>  <b>知识点：开机启动顺序的错误，会导致机器人设备的通讯故障。</b>	

<p>3、工业机器人报警及其状态信息确认</p> <p>状态信息一共 4 种：确认信息、状态信息、提示信息、等待信息。</p> <p>其中确认信息和状态信息，会引发机器人状态异常，无法启动，只有当确认信息和状态信息被消除后，才能启动机器人。</p> <p>报警数量和类型在提示窗口有显示，通过点击菜单面可显示详细的报警信息。</p> <p>4、工业机器人运行模式选择</p> <p>主要四种模式选择：T1（手动慢速运行）、T2（手动快速运行）AUT（自动运行）、AUT EXT（外部自动运行）</p> <p>实训课程主要应用：T1 和 AUT 两种模式</p> <p>5、工业机器人在坐标系中的手动运行</p> <p>要求在手动操作前把本章 1-4 节所讲内容实际操作和确认。确认安全状态，确认报警信息，选择工作模式。都 OK 之后进行操作。</p> <p>强调手动模式下机器人手动运行速度的设定：小于 30%</p> <p>不同的坐标系机器人运动的轨迹和方式是不同的，切换坐标系进行实际操作。</p> <p>小组安全监督人员负责指挥机器人运动的方向，监视机器人运行的动态，在紧急时刻需要按下急停按钮防止危险状况的发生。</p> <p>6、工业机器人程序块的手动运行</p> <p>要求在手动操作前把本章 1-4 节所讲内容实际操作和确认。确认安全状态，确认报警信息，选择工作模式。都 OK 之后进行操作。</p> <p>强调手动模式下机器人手动运行速度的设定：小于 30%</p> <p>程序块的存储位置 and 文件类型简单介绍。</p> <p>如何选定程序块。进入程序块后，确认程序条状态和位置，进行程序复位。</p>	<p>知识点：确认信息需要点击 OK 键确认，可同时确认所有报警信息。</p> <p>知识点：模式的选择需要旋转示教器上的钥匙按钮。</p> <p>知识点：详细讲解机器人手动操作的流程步骤。</p> <p>知识点：通过程序块的手动操作和纯手动的区别，运行键按下和按住的不同状态。</p>
--	---

<p>强调使能键的使用和注意事项，在使能键激活后点击或按住运行按钮执行所选定的程序块。执行过程中根据状态“R”的颜色变化，确认程序执行的进度和正确性。</p> <p>小组安全监督人员负责监视机器人运动的方向和动态，在紧急时刻需要按下急停按钮防止危险状况的发生。</p> <p>7、工业机器人程序块的自动运行</p> <p>要求在自动操作前把本章 1-4 节所讲内容实际操作和确认。确认安全状态，确认报警信息，选择工作模式。都 OK 之后进行操作。</p> <p>强调自动模式下机器人自动运行速度的设定：小于 30%。手动速度的设定和自动速度的设定为不同的按键。</p> <p>讲解运行键按下和按住的差别，在执行“HOME”语句的时候，需要按住运行键。</p> <p>小组安全监督人员负责监视机器人运动的方向和动态，在紧急时刻需要按下急停按钮防止危险状况的发生。</p> <p>8、KUKA 工业机器人演示和手自动操作实训</p> <p>实验室进行实训操作，再次强调安全的重要性。</p> <p>实训现场的设备构造和说明讲解，演示机器人“搬运”“打磨”“码垛”“循迹”等功能。</p> <p>开始分组上机实训，每组至少 2 人，至少 1 人为安全监督人员，负责监视机器人运动的方向和动态，在紧急时刻需要按下急停按钮防止危险状况的发生。</p> <p>实训包含三部分：工业机器人在坐标系中的手动运行</p> <p style="padding-left: 40px;">工业机器人程序块的手动运行</p> <p style="padding-left: 40px;">工业机器人程序块的自动运行</p> <p>每个小组所有人员都需要亲自动手实际操作完成三部分内容。安全员由小组间成员轮流担任。</p> <p>工业机器人在坐标系中的手动运行，需要掌握如何通过示教器进行手动操作。操作前需要确认安全状态，确认报警信息，选择工作模</p>	<p>知识点：讲解自动模式和手动模式和手动程序块模式的差别。</p> <p>知识点：掌握如果通过示教器控制机器人，通过不同模式。</p>
--	--

式。掌握正确激活使能键，激活手动状态下的机器人，通过示教器 6 个方向键按钮和 3D 鼠标进行操作，切换机器人坐标系，在不同坐标系通过示教器对机器人进行控制，比对不同坐标系下示教器对机器人操作的变化，了解机器人运行轨迹和示教器按键之间的关系，体会机器人轴与轴之间的协作联动关系。

工业机器人程序块的手动运行，确认安全状态，调整速度设定，通过选定“复位”功能块进行程序块的手动运行，通过程序的手动运行观察机器人运动轨迹和状态的变化。测试取消使能按键激活状态，机器人的状态，掌握运行键的使用。

工业机器人程序块的自动运行，确认安全状态，调整模式选择，调整速度设定，通过选定“复位”功能块进行程序块的自动运行，测试运行按键在不同语句下使用的方法。





### 3. 示校器模拟软件基本功能

示校器底部工具栏和左侧编辑栏一共包含：“新”“选定”“打开”“备份”“删除”“复制”“添加”“改名”等操作。

“新”：用来创建文件夹和程序块，文件夹的建立需要在程序的主区域进行建立，而程序块的建立需要在扩展区域建立。新建程序块前需要登录“专家”账户，程序块新建完成后自动生成两个文件，“SRC”“DAT”为后缀的两个文件，其中“DAT”为数据文件，用来存储各种变量、数据、点坐标。“SRC”为程序块，含有程序源代码，程序的编写和修改都是在其文件中进行。

“选定”：当需要运行程序块的时候，需要使用“选定”指令打开程序块。重点讲解和“打开”的区别。强调在运行程序时程序块需要用“选定”指令打开。

“打开”：当你需要编写或修改程序块的时候，需要使用“打开”指令。重点讲解和“选定”的区别。强调在编写和修改程序块的时候需要用“打开”指令打开程序块。

“删除”：用来删除程序块或文件夹

“添加”：“粘贴”的意思

程序块新建后打开程序块，对其编程界面讲解，强调编程界面第一行“INI”禁止删除和修改；最后一行禁止插入程序块或修改和删除程序步。

程序块内部界面编程指令讲解：

“更改”指令是对原有程序步进行修改的指令，选中所需要更改的程序步，单机“更改”指令，即可对原有程序步进行修改。

“指令”：程序步指令集。机器人编程已经被标准化，我们不需要手动敲写代码，只需要在“指令”集中选择需要的命令即可自动生成程序步。我们主要学习的指令为“运动”和“逻辑”指令。

“动作”指令为运动指令的快捷键，快速插入运动程序步。

“打开/关闭折合”指令为打开/折合源代码程序。如果想知道程序步的源代码，可使用此命令。

“编辑”：打开程序步编译器。

**知识点：掌握如何新建程序块和文件夹，熟悉编程界面各按钮指令含义。**

编译器中的“复制”“剪切”“删除”是对所选程序步的基础操作。  
“添加”为粘贴含义。

#### 4. 运动指令编程

运动指令的定义：使机器人从空间任意坐标点移动至另一坐标点的命令，称为运动指令。

运动指令一共包含 3 个指令：包括按照坐标运动的“PTP”，和按照轨迹运动的“LIN”“CIRC”。

“PTP”指令：机器人沿最快速轨迹移动到目标点。

“LIN”指令：两点之间沿直线运动

“CIRC”指令：沿圆弧轨迹运动，需要额外多定义一个辅助坐标点。

通过“指令”集或“动作”指令进行运动指令的插入与编写。

“COUNT”参数含义：中间过渡点定义，机械臂划过坐标点不做停留，用意为保护机械臂放置机械磨损伤害。

“PTP”指令速度设定为百分比设定，通常设定值不要大于 50%

“LIN”指令速度设定为 m/s，设定值小于 0.5m/s

运动程序步创建完成后，需要对每个程序步赋予其实际的空间坐标点。赋值坐标点有两种方式：

1. 使用“打开”指令，打开程序块。选择你要赋值坐标点的程序步，点击左下角“更改”指令，弹出如图所示的窗口，这时我们手动把机器人移动到目标点，然后点击屏幕“Touch-Up”指令，弹出坐标点赋值完成窗口，点击确认，最后我们点击“指令 OK”，完成整个程序步的坐标点赋值。如果想取消坐标点赋值，可直接点击“中断指令”，中断赋值。

2. 使用“选定”指令，打开程序块。选择你要赋值坐标点的程序步，手动把机器人移动到目标点，然后直接点击屏幕“Touch-Up”指令，弹出坐标点赋值完成窗口，点击确认，再选择下一个需要赋值的程序步，如上操作进行坐标点赋值。

**知识点：使用运动指令进行机器人程序的编写，掌握各函数定义，掌握空间坐标点的定义。**

## 5. 逻辑指令编程

机器人的逻辑信号指令一共包含三种：“OUT”、“WAIT FOR”、“WAIT”。

“OUT”指令：“输出”赋值指令，意指赋予“输出端”真或假值。

“WAIT FOR”指令：“事件”等待指令，意指等待“条件满足”后再执行下一步程序。

“WAIT”指令：为时间等待指令，意指等待“多少秒”后再运动。

输入端和输出端变量定义为固定不可更改。

逻辑指令中便令名称为自动生产，勿手动输入。

## 6. 机器人指令编程实例

机器人优化编程语句：

1. 调用语句“程序块名字+（）”例：“TE5（）”

2. 赋值语句“X 变量名=X 变量名”或“X 变量名.坐标名=X 变量名.坐标名”例：“XP1=XP2”“XP1.Z=XP2.Z+100”

优化编程语句主要的目的是简化编程的复杂度，提高机器人的安全性和高效性。

程序调用语句和赋值语句，不能使用功能键自动生成程序步，必须通过虚拟键盘，手动输入。特殊符号的调用，点击“SYM”进行切换。

被赋值之后的变量不需要进行空间坐标点的“Touch-Up”，其坐标由语句自动赋值生成。

**知识点：掌握机器人输入端和输出端变量序号所对应的含义。掌握逻辑指令参数含义。**

**知识点：结合优化语句、运动指令、逻辑指令实现机器人复杂动作的编程。**