

教 案

2025-2026 学年第一学期

课程名称 工业机器人技术基础

专业班级 工业机器人技术 251、3+251

总学时数 64 学时

任课教师 杨小佳

课程基本信息

课程名称	工业机器人技术基础			
课程性质	理论+实践	学分	4	
学时	总学时：64 学时，其中：课堂讲授 48 学时；课内实验/实训 16 学时。			
开课部门	机电工程系	任课教师	杨小佳	
授课专业、班级	工业机器人技术 251、251（3+）	开课学期	2025-2026 第一学期	
成绩评定	平时成绩占 30 %；期末成绩占 70 %	考核方式	考试	
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	《工业机器人技术基础》	许文稼	高等教育出版社	2023 年 10 月
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	《工业机器人编程与操作》是工业机器人专业中的一门核心课程，该课程为学生提供工业机器人的基础知识，包括机器人的定义、分类、发展历程、组成结构等，使学生对工业机器人有一个全面的了解。同时，这为学生后续深入学习机器人控制和编程打下坚实的基础。			
本课程教学目标	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解工业机器人的工作原理、系统组成及基本功能。 2. 掌握工业机器人的控制方式及手动操作。 3. 掌握工业机器人搬运、上下料、码垛等运动特点及程序编写方法。 4. 能使用工业机器人基本指令正确编写搬运、上下料、码垛等控制程序。 5. 了解工业机器人离线编程的意义以及智能化发展的必然性。 			
素质（思政）内容与要求	<p>将思政元素融入《机器人技术基础》课程，旨在培养学生的爱国情怀、科学精神、辩证思维以及社会责任感。</p> <p>一、讲述我国在机器人技术领域的研究成果和发展趋势，激发学生的民族自豪感和使命感；</p> <p>二、培养学生对待工作的认真态度，鼓励他们追求技术上的精益求精；</p> <p>三、在实践项目中强调团队合作，通过小组活动促进学生之间的交流与协作。</p>			
学生用主要参考资料	《工业机器人技术基础》（许文稼）、实训报告			

授课章节	工业机器人简介	授课形式	讲授
学时	3		
教学目标	<p>知识目标：掌握工业机器人的定义</p> <p>能力目标：具有识别工业机器人类型的能力</p> <p>素质目标：提高团队交流的能力</p>		
教学重点	工业机器人的定义、类型		
教学难点	工业机器人的定义		
素质（思政）内容与要求	<p>思政融入点：结合我国的机器人发展历程，讲述工业机器人在我国工业现代化过程中的贡献，激发学生的爱国情怀。</p> <p>案例：介绍一个案例，讲述如何使用工业机器人技术来提高制造业的生产效率和产品质量，进而带动整个产业链的发展。</p>		
教学场地及教具使用	教室		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	提问：谈谈自己对机器人的印象 或画一个心目中的机器人		15 分钟 讨论
新课	<p>1、介绍工业机器人技术基础课的学习要点</p> <p>2、机器人的由来</p> <p>2.1 中国古代机器人雏形</p> <p>2.2 瑞士钟表匠三个真人大小的机器人</p> <p>2.3 机器人一词的由来</p> <p>2.4 机器人三守则</p> <p>2.5 第一台机器人</p> <p>2.6 第一台工业机器人</p> <p>3、工业机器人的定义</p>		<p>30 分钟</p> <p>15 分钟</p> <p>视频、图片</p> <p>30 分钟</p> <p>PPT、实物、图片</p>

新 课	3.1 美国机器人协会 RIA 的定义 3.2 美国国家标准局的定义 3.3 日本工业机器人协会的定义 3.4 英国牛津字典的定义 3.5 国际标准化组织的定义 4、工业机器人的国外发展状况 5、工业机器人的国内发展状况	15 分钟 PPT 30 分钟 PPT
练 习 或 训 练	1、结合看过的机器人影片，谈谈“机器人三守则” 2、工业机器人的定义	
课 后 小 结		
布 置 作 业		

授课章节	根据拓扑结构分类	授课形式	讲授
学时	3		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人机构的拓扑结构类型 熟悉工业机器人机构的典型拓扑结构特点 能力目标： 能区分机器人的拓扑结构 素质目标： 提高自学能力		
教学重点	工业机器人机构的拓扑结构类型 工业机器人机构的典型拓扑结构特点		
教学难点	工业机器人机构的典型拓扑结构特点		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：鼓励学生在学机器人的拓扑结构分类时，尝试提出新的设计理念或改进现有结构。 案例：引导学生利用现有的机器人结构理论，设计了一个具有创新性的服务机器人。		
教学场地及教具使用			
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	一、 什么是工业机器人的机械结构？ 通常把诸如横梁、连杆、铸件、轴、滑轨和轴承等能产生可活动骨架的物理结构，称为一个机器人的机械结构或者机械装置。		15 分钟 图片、PPT
新课	二、 机构拓扑结构的类别 一般具有两种基本形式：串联式与并联式。 1. 串联机器人 串联机器人结构是：以底座为开始，以末端执行器为结束的单一的连续链状结构 1.1 串联机器人的特点 1.2 串联机器人的应用 2. 并联机器人 并联机器人的末端操作器由 2 个或 2 个以上的链状结构共同支持并连接到基座。		30 分钟 视频、PPT、图片 30 分钟 PPT、实物、图片

新 课	2.1 并联机器人的特点 2.2 并联机器人的应用 3. 混联机器人 3.1 混联机器人的特点 3.2 混联机器人的应用 三、总结	30 分钟 PPT、图片
练 习 或 训 练	学生完成测试题	30 分钟
课 后 小 结		

布置作业	围绕串联机器人及并联机器人的结构特点,上网查找它们的应用案例,制作 PPT。	
------	--	--

授课章节	根据坐标系的分类与根据控制方式的分类	授课形式	讲练
学时	3		
教学目标	知识目标: 了解工业机器人机构的坐标系统类型 熟悉工业机器人的不同坐标系机构的结构特点 了解工业机器人的控制方式 能力目标: 能区分机器人的坐标系结构 能区分伺服控制机器人与非伺服控制机器人 素质目标: 提高自学能力		
教学重点	工业机器人机构的坐标系统类型 工业机器人机构的典型坐标系机构特点 工业机器人控制方式		
教学难点	工业机器人机构的典型坐标系机构特点 伺服控制机器人特点		
素质(思政)内容与要求	思政融入点: 鼓励学生在学习机器人的拓扑结构分类时, 尝试提出新的设计理念或改进现有结构。 案例: 引导学生利用现有的机器人结构理论, 设计了一个具有创新性的服务机器人。		
教学场地及教具使用			
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导 入	一、学数学时, 你学过哪几种坐标系?		15 分钟 图片、PPT

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>一、根据坐标系统的分类</p> <p>按坐标系统分，工业机器人的主要机械结构有： 直角坐标型；圆柱坐标型；球坐标型（也称极坐标型）；关节坐标型和平面关节型。</p> <p>1. 直角坐标型机器人（3P） 通过三个相互垂直轴线上的移动来改变手部的空间位置；直角坐标型机器人的特点</p> <p>2. 圆柱坐标型机器人（R2P） 通过两个移动和一个转动来实现手部空间位置的改变；圆柱坐标型机器人的特点</p>	<p style="text-align: center;">30 分钟 视频、PPT、图片</p>
--	--	--

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>3. 球坐标型机器人（2RP） 手臂的运动由一个直线运动和两个转动所组成；球坐标型机器人的特点</p> <p>4. 关节坐标型机器人 由多个转动关节串联起若干连杆组成；关节坐标型机器人的特点</p> <p>5. 平面关节型机器人 SCARA，各个臂都只沿水平方向旋转；平面关节型机器人的特点</p> <p>二、根据控制方式的分类</p> <p>1. 什么是伺服系统 随动系统、闭环控制</p> <p>2. 非伺服控制的机器人</p> <p>1) 非伺服控制的特点 只设定起始位置与终止位置，运动过程中没有监测</p> <p>2) 非伺服控制的机器人的特点 速度相对较大，极为可靠的设备，在定位和编程方面灵活性有限</p> <p>3. 伺服控制的机器人</p> <p>一、 伺服控制的特点非伺服控制的特点 各轴连续监测，并反馈，，形成闭环控制</p> <p>二、 伺服控制的机器人的特点 可按三个不同类型的运动方式移动，以示教模式完成编程，价格贵些，可靠性稍差。</p> <p>三、总结</p>	<p style="text-align: center;">30 分钟 PPT、图片</p> <p style="text-align: center;">10 分钟 PPT、图片</p> <p style="text-align: center;">15 分钟 PPT、图片</p> <p style="text-align: center;">15 分钟 PPT、图片</p> <p style="text-align: center;">15 分钟</p>
--	---	--

练习或训练	学生完成测试题	20 分钟
课后小结		
布置作业	围绕串联机器人及并联机器人的结构特点,上网查找它们的应用案例,制作 PPT。	

授课章节	工业机器人的组成	授课形式	讲练
学时	3		
教学目标	知识目标: 掌握工业机器人的组成 能力目标: 能分辨工业机器人各组成部分 素质目标: 提高团队组织能力		
教学重点	工业机器人的各组成部分		
教学难点	工业机器人的各组成部分		
素质(思政)内容与要求	思政融入点: 在讲解工业机器人的各个组成部分及其作用时,强调每一个部件的设计和制造都需要精益求精的态度。 案例: 介绍研究团队如何通过不断改进工业机器人的机械结构设计,实现了机器人更高的精度和可靠性。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	

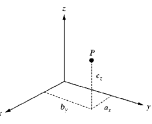
导入	你认识实训中心里的一套搬运机器人系统有哪些组成部分？	15 分钟 举例、ppt
新课	<p>一、工业机器人系统组成</p> <p>根据系统结构特点，工业机器人由三大部分 6 个子系统组成。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 机械部分：用于实现各种动作，包括：机械结构和驱动系统； • 传感部分：用于感知内部和外部的信息，包括：感受系统和机器人——环境交互系统； • 控制部分：控制机器人完成各种动作，人机交互系统和控制系统。 	30 分钟 视频、PPT、图片

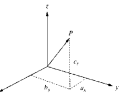
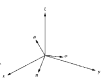
新 课	二、机械部分 1.机械结构系统 手部、腕部、臂部、腰部和机座。 2. 驱动—传动装置 三、控制部分 1. 人机交互系统 2. 控制系统 四、传感部分 1. 感受系统 2. 机器人-环境交互系统 五、总结	15 分钟 视频、PPT、图 片 35 分钟 视频、PPT、图 片 25 分钟 视频、PPT、图 片 10 分钟
练 习 或 训 练	一个喷漆机器人,你认为它的基本组成及各部分之间的关系? 简述工业机器人的主要应用场合。 这些场合有什么特点?	10 分钟
课 后 小 结		
布 置 作 业		

授课章节	工业机器人的技术参数	授课形式	现场 教学
学时	3		
教学目标	知识目标: 掌握工业机器人的技术术语 能力目标: 能看懂工业机器人说明书里的术语 素质目标: 提高自学能力		

教学重点	工业机器人的部分技术参数——关节、自由度、工作空间、重复定位精度	
教学难点	自由度、工作空间	
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在介绍工业机器人的技术参数时，强调每一个参数的重要性，以及在设计和使用过程中对细节的关注。 案例：鼓励学生利用现有的技术参数，设计了一个具有创新性的工业机器人。	
教学场地及教具使用		
教 学 过 程		方法手段 时间分配
导 入	谈谈你对 MH6 型工业机器人说明书中的一个技术表格的理解？	15 分钟 讨论
新 课	<p>一、连杆 机器人手臂上被相邻两关节分开的刚性杆件，其两端分别与<u>主动</u>和从动构件铰接以传递运动和力。</p> <p>二、关节 在机器人机构中的一个<u>运动副</u>。</p> <p>三、自由度 自由度又称坐标轴数（轴数），是指描述物体运动所需要的独立坐标数。</p>	<p>10 分钟 视频、PPT、图片</p> <p>20 分钟 视频、PPT、图片</p> <p>20 分钟 视频、PPT、图片</p>

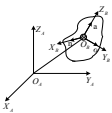
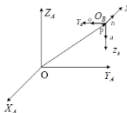
<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>四、定位精度 五、重复定位精度 六、工作空间 七、最大速度 八、加速度 九、承载能力 十、刚度 十一、分辨率 十二、总结</p>	<p>5 分钟 10 分钟 10 分钟 5 分钟 5 分钟 5 分钟 5 分钟 5 分钟 10 分钟 视频、PPT、图</p>
<p style="text-align: center;">练习 或 训练</p>	<p style="text-align: center;">简述工业机器人各参数的定义：自由度、重复定位精度、工作范围、工作速度、承载能力。</p>	<p>10 分钟</p>
<p style="text-align: center;">课后 小结</p>		
<p style="text-align: center;">布置 作业</p>		

授课章节	工业机器人运动学数学基础	授课形式	讲练
学时	2		
教学目标	知识目标: 了解空间点、向量、坐标系及刚体的表示。 能力目标: 能用数学模型表示空间点、向量、坐标系及刚体。 素质目标: 提高自学意识		
教学重点	空间点、向量、坐标系及刚体的表示		
教学难点	空间点、向量、坐标系及刚体的数学模型		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：通过讲解工业机器人运动学在实际应用中的意义，帮助学生认识到技术对于社会发展的积极作用。 案例：讲述如何使用精确的运动学模型来提高制造业的生产效率和产品质量。例如，通过引入具有高精度定位能力的工业机器人进行精密加工，显著降低了废品率。		
教学场地及教具使用			
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	为了描述机器人末端执行器位置和姿态与关节变量空间之间的关系，通常需要以数学形式来对机器人的运动进行分析研究，其中矩阵常用来表示空间点、空间向量、坐标系平移、旋转以及变换，还可以表示坐标系中的物体和其他运动元件。		10 分钟 介绍
新课	<p>一、空间点的表示</p>  <p>如图所示，空间点 P 在空间中的位置，可以用它的相对于参考坐标系的三个坐标来表示：</p> $P = a_x i + b_y j + c_z k$		35 分钟（视频、PPT、动画）

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>二、空间向量的表示. </p> <p>向量可以由三个起始和终止的坐标来表示。如果一个向量起始于点 A，终止于点 B，那么它可以表示为 $\overline{P}_{AB} = (B_x - A_x)i + (B_y - A_y)j + (B_z - A_z)k$。特殊情况下，如果一个向量起始于原点（如图 4-1-2 所示），则有：</p> $\overline{P} = a_x i + b_y j + c_z k$ <p>三、坐标系的表示. </p> <p>一个中心位于参考坐标系原点的坐标系由三个向量表示，通常着三个向量相互垂直。</p> <p>四、刚体的表示</p> <p>在外力作用下,物体的形状和大小（尺寸）保持不变，而且内部各部分相对位置保持恒定(没有形变)，这种理想物理模型称之为刚体。增加刚体的定义：</p> <p>体上任意两点的连线在平动中是平行且相等的。</p>	<p>25 分钟（视频、PPT、动画）</p> <p>20 分钟（视频、PPT、动画）</p>
<p style="text-align: center;">练习 或 训练</p>	<p>简述工业机器人各参数的定义：自由度、重复定位精度、工作范围、工作速度、承载能力。</p>	<p>10 分钟</p>
<p style="text-align: center;">课后 小结</p>		
<p style="text-align: center;">布置 作业</p>		

授课章节	刚体位姿描述	授课形式	讲练
学时	1		
教学目标	知识目标： 了解刚体上位置点的直角坐标描、刚体姿态的直角坐标描述、手爪位姿的直角坐标描述。 能力目标： 能用数学模型表示刚体上位置点的直角坐标描、刚体姿态的直角坐标描述、手爪位姿的直角坐标描述。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	刚体上位置点的直角坐标描、刚体姿态的直角坐标描述、手爪位姿的直角坐标描述		
教学难点	刚体上位置点的直角坐标描、刚体姿态的直角坐标描述、手爪位姿的直角坐标描述的数学模型		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：鼓励学生在学习刚体位姿描述时，尝试提出新的表示方法或改进现有模型。 案例：通过优化旋转矩阵和位移向量的计算方法，使得机器人在三维空间中的定位更加准确。通过这个例子，让学生明白精益求精的工作态度对于技术创新的重要性。		
教学场地及教具使用			
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导 入	在机器人末端执行器上建立笛卡尔坐标系即为工具坐标系，该坐标系原点在基础坐标中的位置可用来表示机器人的位置，工具坐标系在基础坐标系下的投影（即方向余弦）可用来表示机器人的姿态。		5 分钟 介绍

<p>新 课</p>	<p>一、刚体上位置点的直角坐标描述</p> <p>在笛卡尔直角坐标系{A}中，空间任一点 P 中的位置可用 3×1 的位置矢量 ${}^A P$ 表示：${}^A P = \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$</p> <p>$p_x$、$p_y$、$p_z$ 表示：在直角坐标系{A}中，点 P 的三个坐标分量。${}^A P$ 上标 A 代表选定的参考坐标系{A}。</p>	<p>10 分钟（视频、PPT、动画）</p>
----------------	--	-------------------------

新 课	<p>二、刚体姿态的直角坐标描述</p> <p>工业机械人的机构可以看成是一个由一系列连接的连杆组成的多刚体系统。在三维空间中，若给定了某刚体上某一点的位置和刚体的姿态，则这个刚体在空间中的位姿也就确定了。</p> <p>如图所示设 O' 为刚体 B 上任意一点，$\{A\}$ 为参考坐标系，O' 点在参考坐标系中的坐标可用一个列向量表示为</p> <div style="text-align: center;">  $O' = [x_0 \quad y_0 \quad z_0]^T$ </div> <p>三、手爪位姿的直角坐标描述</p> <p>为了描述手爪的位置和姿态，与手爪固接的坐标系称为手爪坐标系 $\{B\}$，如图所示。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>点为原点，接近物体的方向为 Z 轴，称接近矢量 \mathbf{a} (关节轴方向的单位矢量)，两夹钳的连线方向为 Y 轴，称方位矢量 \mathbf{o} (手指连线方向的单位矢量)，然后根据右手法则确定 X 轴，称法向单位矢量 \mathbf{n}。</p> <p>手爪的位置由其坐标系的原点规定：</p> $O_B = P = [p_x \quad p_y \quad p_z]^T$ <p>手爪的姿态方位用三个单位正交列矢量 \mathbf{n}、\mathbf{o}、\mathbf{a} 描述：</p> ${}^A_B R = [\mathbf{n} \quad \mathbf{o} \quad \mathbf{a}] = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x \\ n_y & o_y & a_y \\ n_z & o_z & a_z \end{bmatrix}$	<p>10 分钟 PPT、图片分析</p> <p>20 分钟 PPT、图片分析</p>
练习 训练		
课后 小结		
布置 作业		

授课章节	工业机器人的轴与坐标系及 DH 建模	授课形式	讲练结合
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人的轴与相关坐标系。 了解工业机器人的 DH 建模方法 能力目标： 能区分各种坐标系的区别及应用场合。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	工业机器人的轴与相关坐标系		
教学难点	DH 建模方法		
素质（思政）内容 及要求	思政融入点：在讲解工业机器人的轴与坐标系及 DH 建模时，可以强调对细节的关注和对理论推导的严谨性。 案例：通过优化 DH 参数，使得机器人在三维空间中的定位更加准确。通过这个例子，让学生明白精益求精的工作态度对于技术创新的重要性。		
教学场地 及教具使用			
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导 入	工业机器人是由一个个关节连接起来的多刚体，每个关节均有伺服驱动单元，每个单元的运动都会影响机器人末端执行器的位置与姿态，为了分析与描述机器人运动情况，研究各关节运动对机器人位置与姿态的影响，需要用标准语言来描述机器人在工作空间中的位姿，坐标系就是该标准语言。		3 分钟 介绍
新 课	一、工业机器人的轴 机器人的本体规格参数（动作范围、最大速度、容许力矩和惯性矩）都是按照轴给出的。轴是机器人控制、运动学和动力学的中心对象。 以 NX100 型号六自由度焊接机器人为例，如图 4-3-1 所示，从紧靠机座安装面开始将机器人各轴取名为 S 轴、L 轴、U 轴、R 轴、B 轴与 T 轴。若轴由数字来定义则紧靠机座安装面的第一个运动轴称为轴 1，第 2 个运动轴称为轴 2，依次类推。		12 分钟（视频、PPT、动画）

新 课	<p>二、工业机器人相关坐标系</p> <p>1、笛卡尔坐标系</p> <p>世界坐标系：工具坐标系：工具坐标系是一个直角坐标系，原点位于工具上。</p> <p>基坐标系</p> <p>工件坐标系</p> <p>用户坐标系</p> <p>2、基础坐标系</p> <p>基础坐标系通常固联到机器人基座上，又称全局参考系坐标系或绝对坐标系，是一种通用坐标系，是其它坐标系的基础。</p> <p>三、DH 建模</p> <p>以 SCARA 机器人为例，其坐标系建立原则根据 D-H 坐标系建立方法</p>	<p>20 分钟（视频、PPT、动画）</p> <p>15 分钟（视频、PPT、动画）</p> <p>40 分钟（视频、PPT、动画）</p>
练习或训练		
课后小结		
布置作业		

授课章节	工业机器人运动学计算	授课形式	讲练结合
学时	1		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人运动学计算方法。 能力目标： 能对工业机器人进行正、逆运动学计算。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	工业机器人运动学计算		
教学难点	工业机器人进行正、逆运动学计算		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在讲解工业机器人正、逆运动学计算的基本原理和方法时，可以强调对计算过程的严谨性和精确度的要求。 案例：通过优化逆运动学算法，使得机器人能够准确地抓取和放置物体，从而提高了生产线的效率。通过这个例子，让学生明白积极进取的工作态度对于技术创新的重要性。		
教学场地及教具使用			
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导 入	其运动学方程，机器人可以用它自己各关节的详细参数，比如旋转关节转过的角度和滑动关节移动的距离，来定义一个机械任意组成部分的位置。要做到这点，我们需要用一系列的线条来描述机器人		5 分钟
新 课	一、正向运动学计算 已知工业机器人各关节的变量，求末端操作器的位姿的计算即为正向运动学计算，也称为顺运动学计算。 工业机器人中，若第一个连杆相对于固定坐标系的位姿可用齐次变换矩阵 A_1 表示，第二个连杆相对于第一个连杆坐标系的位姿用 A_2 表示，则第二个连杆相对于固定坐标系的位姿可用矩阵 T_2 表示， $T_2 = A_1 A_2$		20 分钟（视频、PPT、动画）

新 课	二、逆向运动学计算 控制工业机器人时，为了使得末端操作器到达的空间中给定的位置并满足姿势要求，需要知道满足此位姿时的各关节的角度，从而控制各关节的电机。已知工业机器人末端操作器的位姿，求各关节变量的计算即为反向运动学计算，也称为逆运动学计算。	20 分钟（视频、PPT、动画）
练习或训练		
课后小结		
布置作业		

授课章节	工业机器人的末端执行器与手腕	授课形式	讲授
学时	1		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人机构的拓扑结构类型 熟悉工业机器人机构的典型拓扑结构特点 掌握工业机器人手腕运动形式 能力目标： 能区分机器人的拓扑结构 能识别工业机器人手腕自由度 素质目标： 提高自学能力		
教学重点	工业机器人机构的拓扑结构类型 工业机器人机构的典型拓扑结构特点 手腕运动形式		
教学难点	工业机器人机构的典型拓扑结构特点		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在实际项目中，设计和实现末端执行器与手腕通常需要多个人的合作，包括机械设计、电子控制、软件编程等。 案例：讲述一个团队合作的例子，比如一个由不同专业背景的学生组成的团队，共同完成了一个基于新型末端执行器的工业机器人项目。在这个过程中，每个成员负责不同的任务，如机械设计、编程测试等，最终实现了机器人的成功运行。		
教学场地及教具使用			
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	观看视频、图片，说明： 有了末端操作器，工业机器人才能搬运物品、装卸材料、组装零件、焊接、喷漆等。		5 分钟 视频、图片

<p>新 课</p>	<p>一. 末端操作器的分类</p> <p>1. 根据用途分类 可分为手爪和工具。</p> <p>2. 根据工作原理分类 可分为手指式和吸附式。</p> <p>3. 根据夹持方式分类 可分为外夹式、内撑式和内外夹持式。</p> <p>4. 根据运动形式分类 分为回转型、平动型和平移型。</p> <p>二. 夹钳式末端操作器</p> <p>手指：常用的手指有 V 型指、平面指、尖指和薄、长指和特形指。</p> <p>三. 吸附式末端操作器</p> <p>1. 气吸附式末端操作器</p> <p>2. 磁吸附式取料手</p> <p>四、专用末端操作器</p> <p>自动工具快换装置 (ATC)</p>	<p>10 分钟 视频、PPT、图片</p> <p>10 分钟 视频、PPT、图 片</p> <p>10 分钟 视频、PPT、图 片</p> <p>5 分钟 视频、PPT</p>
----------------	---	--

新 课	<p>一、手腕的运动形式</p> <ul style="list-style-type: none"> • 手腕位置：在机器人末端操作器和臂部之间 • 作用：有助于手部呈现期望的姿态，扩大臂部运动范围，增加机器人的自由度 • 手腕的运动形式： <ul style="list-style-type: none"> • 臂转 绕小臂轴线方向的旋转称臂转； • 手转 使末端执行器（手部）绕自身轴线方向的旋转称手转； <p>3) 腕摆 使末端执行器相对于手臂进行摆动。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 当手腕具有俯仰、偏转和翻转运动能力时，可简称为 RPY 运动。 • 手腕的自由度 <ol style="list-style-type: none"> 1. 单自由度手腕——1) 翻转（roll）手腕 折曲（bend）手腕 2. 二自由度手腕 3. 三自由度手腕 <p>三、柔顺手腕结构</p>	<p>5 分钟 视频、PPT、图片</p>
练 习 或 训 练	学生完成测试题	
课 后 小 结		
布 置 作 业	阅读有关“自动工具快换装置”的文档，下节课分享您收集的资料。	

授课章节	工业机器人手臂，腰部和机座	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 掌握手臂/腰部的特点及类别 能力目标： 能识别工业机器人手臂类型/腰部 素质目标： 提高自学能力		
教学重点	手臂特点、腰部的特点		
教学难点	手臂复合运动形式		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：通过讲解工业机器人手臂、腰部和机座在实际应用中的意义，帮助学生认识到技术对于社会发展的积极作用。 案例：介绍一个案例，讲述如何使用高性能的手臂、腰部和机座来提高制造业的生产效率和产品质量。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
		教 学 过 程	方法手段 时间分配
导入	谈谈机器人手臂的作用		5 分钟
新课	一、 手臂的特点 手臂一般由大臂、小臂（或多臂）所组成，用来支撑腕部和手部，实现较大运动范围。总质量较大，受力一般比较复杂 1. 刚度要求高 ➤ 为防止手臂大变形，手臂的断面形状要合理选择。（工字型断面、空心管） ➤ 可采用多重闭合的平行四边形的连杆机构		25 分钟 视频、PPT、图片

新 课	<p>采用特殊实用材料和几何 20 分钟 视频、PPT、图片</p> <p>学</p> <p>4. 运动要平稳、定位精度要高 要采用一定形式的缓冲措施</p> <p>二、手臂的分类</p> <p>1. 按结构形式分 有单臂式、 双臂式及悬挂式手臂</p> <p>三、腰部的特点</p> <p>1. 腰部是连接臂部和机座的部件。 2. 腰部的制作误差、运动精度和平稳性对机器人的定位精度有决定性的影响。</p> <p>四、机座特点</p> <ul style="list-style-type: none"> • 机座是整个机器人的支持部分,要有一定的刚度和稳定性。 • 机座有固定式和移动式两类。 <ul style="list-style-type: none"> a) 若机座不具备行走功能,则构成固定式机器人; b) 若机座具备移动机构,则构成移动式机器人。 	<p>15 分钟 视频、PPT、图片</p> <p>30 分钟 视频、PPT、图片</p> <p>15 分钟 视频、PPT、图片</p>
练习或训练	学生完成测试题	
课后小结		
布置作业		

授课章节	工业机器人的传动装置 1	授课形式	讲授
学时	3		
教学目标	知识目标： 掌握工业机器人驱动装置的类别 能力目标： 能正确认识工业机器人中驱动装置的选用 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	驱动系统的特点		
教学难点	驱动装置的选用		
素质（思政）内容与要求	<p>思政融入点：在实际项目中，设计和实现工业机器人传动装置通常需要多个人的合作，包括机械设计、材料科学、动力学分析等。</p> <p>案例：一个由不同专业背景的学生组成的团队，共同完成了一个基于新型传动装置的工业机器人项目。在这个过程中，每个成员负责不同的任务，如机械设计、材料选择等，最终实现了传动装置的成功运行。</p>		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
		教 学 过 程	方法手段 时间分配
导 入	一、提问：谈谈工业机器人可由哪些驱动方式		5 分钟 讨论

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>一、驱动系统简介 驱动系统包括驱动器和传动机构两部分</p> <p>二、驱动方式/分类</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 间接驱动 2. 直接驱动 <p>驱动器有三类：电动驱动器（电动机）、液压驱动器和气动驱动器。液压驱动适于搬运较重的物体，适于确定高精度位置，但不适于高速移动；气压驱动适于搬运较轻的物体，适于高速移动，但不适于确定高精度位置。工业机器人可以单独采用一种驱动方式，也可采用混合驱动，如液—气或电—气混合驱动。</p>	<p>10 分钟 图片</p> <p>30 分钟 图片</p>
--	--	---

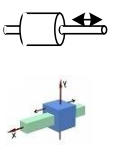


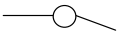

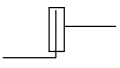

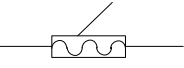

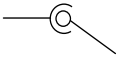
新 课	<p>三、电动驱动方式特点/分类</p> <p> 电动驱动方式控制精度高，能精确定位，反应灵敏，可实现高速、高精度的连续轨迹控制；适用于中小负载，要求具有较高的位置控制精度，速度较高的机器人。</p> <p>1. 步进电动机</p> <p>2. 永磁式直流电动机</p> <p>3. 无刷电动机</p> <p>四、液压驱动的工作原理</p> <p> 液压驱动式特点</p> <p> 液压驱动式的应用</p> <p>五、气动驱动式的特点</p> <p> 气动驱动装置结构</p> <p> 气驱动式手爪</p>	<p>45 分钟</p> <p>视频、PPT、图片</p> <p>35 分钟</p> <p>视频、PPT、图片</p>
练习或训练	课后练习题	10 分钟
课后小结		
布置作业		



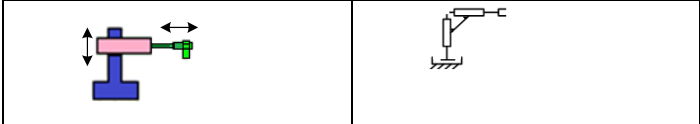
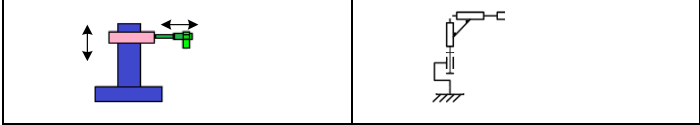
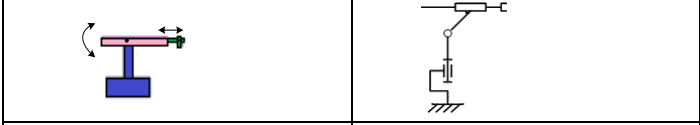
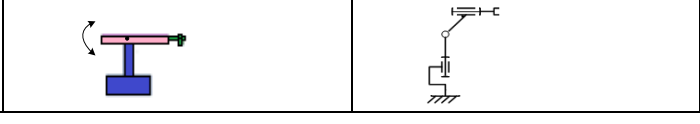
授课章节	工业机器人的传动装置 2	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 掌握工业机器人传动装置的类别 能力目标： 能正确认识工业机器人中传动装置的选用 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	传动系统的特点		
教学难点	传动装置的选用		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：通过讲解工业机器人传动装置在实际应用中的意义，帮助学生认识到技术对于社会发展的积极作用。 案例：讲述如何使用高性能的传动装置来提高制造业的生产效率和产品质量。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导	一、提问：谈谈自己对传动的认识		5 分钟 讨论

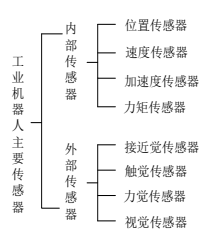
新 课	<p>一、轴承简介</p> <p>轴承是各种机械的旋转轴或可动部位的支撑元件，主要功能是支撑机械旋转体，用以降低设备在传动过程中的机械载荷摩擦系数。</p> <p>滚动轴承组成/等截面薄壁轴承/交叉滚子轴承</p>	<p>10 分钟</p> <p>PPT、视频、图片</p>
	<p>二、丝杠简介</p> <p>普通丝杠驱动是由一个旋转的精密丝杠驱动一个螺母沿丝杠轴向移动。</p> <p>滚珠丝杠的作用/滚珠丝杠的工作原理/滚珠丝杠的特点</p>	<p>10 分钟</p> <p>PPT、视频、图片</p>
	<p>三、齿轮分类</p> <p>齿轮传动的应用/齿轮传动比/齿轮链传动/齿轮齿条传动</p>	<p>10 分钟</p> <p>PPT、视频、图片</p>
	<p>四、行星齿轮的结构</p> <p>行星减速器/行星减速器减速比/多级减速/行星减速器的特点</p>	<p>10 分钟</p> <p>PPT、实物、图片</p>

新 课	<p>五、RV 减速器的发展 RV 减速器的特点/RV 减速器的组成/RV 减速器的工作原理/RV 减速器的型号</p> <p>六、谐波减速器的产生 谐波减速器的组成/谐波减速器的工作原理/谐波减速器的特点</p> <p>七、同步带传动工作原理 同步带传动的特点</p> <p>八、缆绳传动在手臂传动中的应用 缆绳传动在手爪传动中的应用</p>	<p>10 分钟 PPT、视频、图片</p> <p>15 分钟 PPT、视频、图片</p> <p>10 分钟 PPT、视频、图片</p> <p>10 分钟 PPT、视频、图片</p>
练习或训练	课后练习题	5 分钟
课后小结		
布置作业		

授课章节	工业机器人的运动简图	授课形式	讲授
学时	1		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人机构的拓扑结构类型 熟悉工业机器人机构的典型拓扑结构特点 能力目标： 能区分机器人的拓扑结构 素质目标： 提高自学能力		
教学重点	工业机器人机构的拓扑结构类型 工业机器人机构的典型拓扑结构特点		
教学难点	工业机器人机构的典型拓扑结构特点		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在讲解工业机器人的运动简图时，可以强调对设计和绘制简图的精确性和规范性。 案例：介绍一个工程师或研究团队如何通过精确绘制运动简图，优化了机器人的运动路径。让学生明白精益求精的工作态度对于技术创新的重要性。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导 入	请绘制一个机器人运动简图		5 分钟 图片、PPT

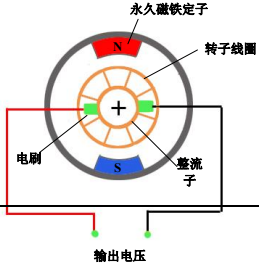
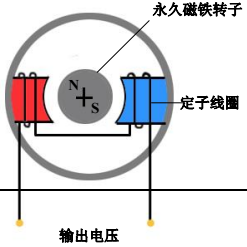
新 课	一、 关节的运动简图		10 分钟 视频、PPT、图片
			
			
			
			
			

新 课	一、 末端执行器的简图		10 分钟 视频、PPT、图片	
	二、 机座		10 分钟 视频、PPT、图片	
	三、 工 5 业机器人的运动简图		15 分钟 PPT、图片	
				
练习或训练	学生完成测试题		5 分钟	
课后小结				
布置作业				


授课章节	工业机器人传感器概述	授课形式	讲授
学时	1		
教学目标	知识目标: 了解工业机器人传感器的分类 了解工业机器人传感器的性能指标 能力目标: 能准确分辨工业机器人上使用的各种传感器 能传感器的性能指标判断该传感器是否满足系统需求 素质目标: 提高自学能力		
教学重点	工业机器人传感器分类 工业机器人传感器的各项性能指标		
教学难点	无		
素质（思政）内容与要求	思政融入点: 在讲解工业机器人传感器的基本原理和应用时，可以强调对技术细节的关注和对传感器性能的严格要求。 案例: 通过选择高精度的位置传感器，使得机器人在执行精密装配任务时能够更加准确地定位部件。让学生明白精益求精的工作态度对于技术创新的重要性。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导 入	一、人感知世界的过程 人们为了从外界获取信息，必须借助于视、听、触、味与嗅五种感觉器官。但在研究自然现象、规律时或在生产活动中，单靠人们自身的感觉器官，就远远不够了。传感器是人类五官的延长，又被称为电五官，可以获得大量人类感官无法直接获取的信息。		5 分钟 PPT
新 课	二、工业机器人传感器的分类 按其采集信息的位置，一般可分为内部和外部两类传感器。 <div style="margin-left: 40px;">  <pre> graph LR A[工业机器人主要传感器] --> B[内部传感器] A --> C[外部传感器] B --> B1[位置传感器] B --> B2[速度传感器] B --> B3[加速度传感器] B --> B4[力矩传感器] C --> C1[接近觉传感器] C --> C2[触觉传感器] C --> C3[力觉传感器] C --> C4[视觉传感器] </pre> </div>		20 分钟 视频、图片

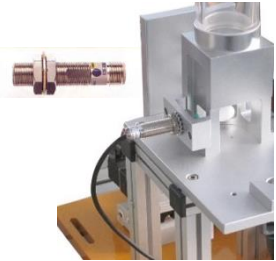
新 课	<p>二、灵敏度 灵敏度是指传感器的输出信号达到稳定时，输出信号变化与输入信号变化的比值</p> <p>三、线性度 线性度反映传感器输出信号与输入信号之间的线性程度。</p> <p>四、测量范围 测量范围是指被测量的最大允许值和最小允许值之差。一般要求传感器的测量范围必须覆盖机器人有关被测量的工作范围。</p> <p>五、精度 精度是指传感器的测量输出值与实际被测量值之间的误差。在机器人系统设计中，应该根据系统的工作精度要求选择合适的传感器精度。</p> <p>六、重复性 重复性是指传感器在对输入信号按同一方式进行全量程连续多次测量时，相应测试结果的变化程度。</p> <p>七、分辨率</p>	<p>10 分钟 PPT、实物、图片</p> <p>10 分钟 PPT、图片</p> <p>10 分钟 PPT、图片</p> <p>10 分钟 PPT、图片</p> <p>10 分钟 PPT、图片</p> <p>10 分钟 PPT、图片</p>	
	练习或训练	<p>传感器主要的性能指标有哪些?叙述每一项性能指标的具体内容?</p>	8 分钟
	课后小结		
	布置作业		

授课章节	位置、位移传感器与角速度传感器	授课形式	讲授
学时	1		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人常用的位置传感器 了解工业机器人常用的角速度传感器 能力目标： 能根据工业机器人系统的需求合理选择位置传感器 素质目标： 提高自学能力		
教学重点	工业机器人位置传感器		
教学难点	无		
素质（思政）内容 与要求	思政融入点：在讲解传感器的基本原理时，可以强调诚信的重要性，即在设计和应用传感器时，必须保证数据的真实性和可靠性。 案例：某公司因为使用了未经充分测试的传感器而导致生产线上出现了质量问题，最终导致了巨大的经济损失。通过这个案例，让学生明白在设计和应用传感器时，诚实守信的重要性。		
教学场地 及教具使用	教室		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导 入	位置传感器主要是检测工业机器人的空间位置、角度与位移距离等物理量。选择位置传感器时，要考虑工业机器人各关节和连杆的运动定位精度要求、重复精度要求以及运动范围要求等。		5 分钟 讨论
新 课	一、电位器式 电位器式传感器常被用于测量机器人关节线位移和角位移，是位置反馈控制中必不可少的元件。 二、光电编码器 旋转运动的估计控制机械手和估计移动系统自主运动的基础。光电编码器在工业机器人中应用非常广泛，如图所示： 三、旋转变压器 旋转变压器和光电编码器 是目前伺服领域应用最广的测量元件，其用途类似光电编码器，其原理和特性上的区		15 分钟 Ppt、视频、图片 15 分钟 Ppt、视频、图片 20 分钟 PPT、实物、图片

<p>新课</p>	<p>四、相对式编码器 相对式编码器，又称为增量式编码器。测量旋转运动最常见的传感器是相对式（正交）编码器。</p> <p>五、测速发电机 如图所示为测速发电机的构造。测速发电机与普通发电机的原理相同，除具有直流输出型和交流输出型外，还有感应型。对于直流输出型，在其定子的永久磁铁产生的静止磁场中，安装着绕有线圈的转子。当转动转子时，就会产生交流电流，再经过二极管整流后，就会变换成直流进行输出，输出电压 u 与转子的角速度 ω 成正比：</p> $u=A\omega$ <p>式中，A 为常数。</p>  	<p>20 分钟 PPT</p> <p>15 分钟 PPT</p>
<p>练习或训练</p>	<p>简述电位器式位置传感器工作原理?编码器分哪几种，简述其工作过程?</p>	
<p>课后小结</p>		
<p>布置作业</p>		


授课章节	接近觉传感器	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人常用的接近觉传感器 能力目标： 能根据工业机器人系统的需求合理选择接近觉传感器 素质目标： 提高自学能力		
教学重点	工业机器人接近觉传感器		
教学难点	传感器的选用		
素质（思政）内容与要求	思政融入点： 在讲解接近觉传感器的实际应用时，可以强调人文关怀的重要性，特别是在涉及老年人、残疾人等特殊群体的应用场景。 案例： 可以介绍一个案例，讲述如何使用接近觉传感器来辅助老年人或残疾人的日常生活。让学生意识到技术可以用来提升人们的生活质量。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导 入	用接近觉可感知对象物体在附近，手臂减速慢慢接近物体。接近觉是指机器人能感觉到距离几毫米到十几厘米远的对象物或障碍物，能检测出物体的距离、相对角等。 接近觉传感器可分为 5 种：电容式、电感式（感应电流式）、光电式（反射或透射式）、超声波式和气压式。		2 分钟 PPT

新 课	<p>一、电容式传感器</p> <p>电容式传感器，如图 4.15 所示，其电容值受到极板的间距、相对面积和极板间系数的影响。</p> $C = \frac{\varepsilon A}{d} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d}$ 	15 分钟 视频、PPT、图片
--------	---	--------------------

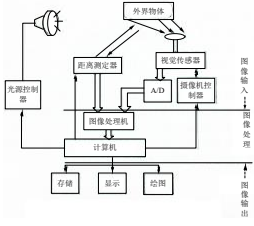
新 课	<p>二、电感式传感器</p> <p>自动化生产线的供料单元中，为了检测待加工工件是否金属材料，在供料管底座侧面安装了一个电感式传感器，如图所示。</p> <p>三、光电式传感器</p> <p>1) 光电开关</p> <p>光电开关（光电传感器）是光电接近开关的简称，如图所示，它是利用被检测物对光束的遮挡或反射，把光强度的变化转换成电信号的变化，从而检测物体的有无。</p> <p>四、超声波式传感器</p> <p>声纳</p> <p>五、激光距离测定器</p> 	<p>15 分钟 视频、PPT、 图片</p> <p>20 分钟 视频、PPT、 图片</p> <p>15 分钟 视频、PPT、 图片</p> <p>15 分钟 PPT</p>
	<p>电容式接近开关分哪几种？什么是电涡流效应？什么是霍尔效应？光电传感器有哪几种？简述超声波测距和激光测距的原理？</p>	<p>8 分钟</p>
练习或训练		
课后小结		
布置作业		

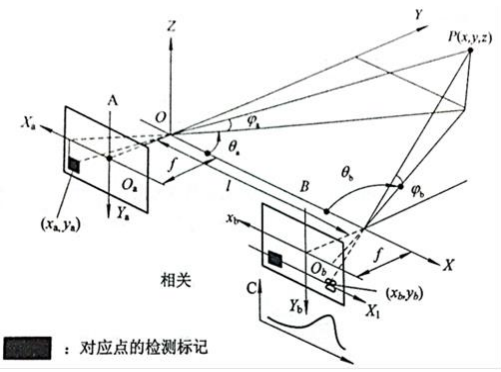
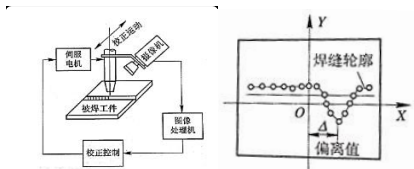
授课章节	触觉传感器、力/扭矩传感器	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	<p>知识目标： 了解工业机器人常用的触觉传感器 了解工业机器人常用的力/扭矩传感器</p> <p>能力目标： 能根据工业机器人系统的需求合理选择触觉传感器；能根据工业机器人系统的需求合理选择力/扭矩传感器</p> <p>素质目标： 提高自学能力</p>		
教学重点	<p>工业机器人触觉传感器</p> <p>工业机器人力/扭矩传感器</p>		
教学难点	传感器的应用		
素质（思政）内容与要求	<p>思政融入点：在讲解触觉传感器和力/扭矩传感器的实际应用时，强调环境保护的重要性。</p> <p>案例：要求学生设计一个用于节能减排的传感器系统，并确保其能够有效地降低能耗和排放。在项目完成后，可以组织一次环保研讨会，让学生展示各自的设计成果，并讨论如何通过技术手段实现绿色生产。</p>		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
		教 学 过 程	方法手段 时间分配
导 入	<p>通常，触觉传感器由感性元件的矩阵组成，每个传感元件都被看作一个触元，全部信息被称作是触觉图像，这种传感器用于测量面上的应力分布。一般来说，通过触觉传感器能获得的信息有、接触、力、简单的几何信息、物体的主要几何特性、机械特性、滑动状况。</p>		2 分钟 PPT

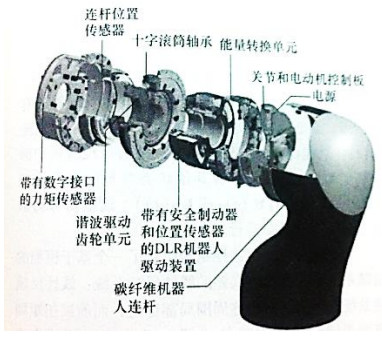
新 课	<p>一、接触觉传感器</p> <p>在自然界中，触觉是一种基本生存工具。触觉传感器对于机器人的操作、探测、响应三种行为是必不可少的。触觉感测对于操作的重要性在精细动作作业中体现的最明显。同样探测时，触觉信息，如硬度、热传导性、摩擦力与粗糙度等可以有助于识别物体。用接触觉可知已接触到物体，控制手臂让物体到手指中间，合上手指握住物体，如图所示。</p>	30 分钟 视频、PPT、图片
--------	---	--------------------

新课	<p>二、压觉传感器 电容式压感阵列 触觉压力阵列是最早且最普遍的触觉传感器类型之一，如图所示。</p>  <p>三、滑觉传感器 如果用压觉来控制握力，则滑觉是检测滑动，修正设定的握力来防止滑动。早期基于位移的专用滑动传感器是检测移动元件的运动，比如夹持器表面的滚轮或针状物。如今滑觉传感器有滚轮式、球式和振动式。物体在传感器表面上滑动时，和滚轮或球相接触，把滑动变成转动，如图所示。滑动物体引起滚轮的转动，用磁铁和静止的磁头进行检测。</p> <p>四、驱动力传感器 对于一些驱动装置，比如伺服电动机，可以直接通过测量电动机电流来测量驱动力，即用一个检测电阻和电动机串联来测量检测电阻两端的电压降，如图所示。但是，电动机通常是通过减速器与机器人手臂连接，减速器的输出/输入效率为 60%或更低，所以测量减速器输出端的转矩通常更为准确，这时可以采用扭矩负载单元（应变片）。</p>	<p>30 分钟 PPT 视频、PPT、图片</p> <p>15 分钟 PPT</p> <p>13 分钟 PPT</p>
练习或训练	<p>接触觉传感器分哪几种？简述球式滑觉传感器的工作原理。</p>	
课后小结		
布置作业		

授课章节	视觉传感器	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人常用的视觉传感器 能力目标： 能根据工业机器人系统的需求合理选择视觉传感器 素质目标： 提高自学能力		
教学重点	工业机器人视觉传感器		
教学难点	三角测量		
素质（思政）内容 与要求	思政融入点： 在讲解视觉传感器的应用场景时，可以强调遵守法律法规的重要性，特别是在涉及到隐私保护和数据安全方面。 案例： 在智能家居系统中，使用视觉传感器来检测用户活动，但同时采取了一系列措施来保护用户的隐私权，如加密存储数据、限制访问权限等，确保了系统的合法合规性。		
教学场地 及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导 入	<p>对于传感器来说，图像传感器是丰富的信息来源。传统的3CCD透视彩色相机含有3组电荷耦合探测器（CCD）正列，分别接受对应人眼视觉的红、绿和蓝色的可见光谱部分。更常见且较便宜的一种替代设备称为单芯片CCD相机。</p>		<p>5分钟 PPT</p>

新 课	<p style="text-align: center;">一、机器人视觉系统</p> <p>机器人视觉系统一般需要处理三维图像，不仅需要了解物体的大小、形状，还要知道物体之间的关系。因此视觉系统的硬件组成中还包括距离测定器，如下图所示：</p> 	20 分钟 PPT、图片
--------	---	-----------------

<p>新课</p>	<p>二、三角测量</p> <p>一个景象点和它的两个照相机中的成像点形成一个三角形。如果已知两个相机之间的基线距离 D 和相机发射光线形成的夹角，到物体的距离就可以计算出来，如图所示。</p>  <p>相关</p> <p>■ : 对应点的检测标记</p> <p>三、机器人视觉的应用</p> 	<p>35 分钟 PPT、图片</p> <p>35 分钟 PPT、图片</p>
	<p>工业机器人视觉系统的组成?</p>	<p>5 分钟</p>
<p>练习或训练</p>		
<p>课后小结</p>		
<p>布置作业</p>		

授课章节	各类传感器的组合使用	授课形式	讲授
学时	1		
教学目标	知识目标： 了解各类传感器在工业机器人应用系统中的应用。 能力目标： 能根据工业机器人系统的需求合理选择各类传感器 素质目标： 提高自学能力		
教学重点	各类传感器的组合使用		
教学难点	传感器的融合		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入及任务布置	传感器的组合使用更有效。视觉传感器处理数据时相对较慢，但是却能直接给出一个柔性物体末端位置；加速度计测量位置时因两次积分计算会产生测量值偏移，但能以高采样率给出同样点的信息。若将视觉传感器与角速度计的数据相融合，可以提高监测精度和速度。		2 分钟 PPT
重点讲解及任务分析	<p>现在有一套精确可靠的传感器可用于测量柔性关节的电动机位置 θ，关节转矩 τ 以及连杆位置 q。例如，LWR-III 轻质量机械臂每个关节上的传感器布置如下，其中霍尔传感器用于测量电动机位置、关节力矩传感是基于应变传感器的，同时高端电容式传感器用于测量连杆位置，如图所示。</p>  <p style="text-align: center;">DLR LWR-III 轻量型机械手及其传感器组件爆炸图</p>		20 分钟 视频、PPT、 图片
练习或训练	学生完成测试题		3 分钟
作业	<p>找一个工业机器人应用的具体案例（如：搬运、码垛、焊接等），系统中应用了哪些传感器？各传感器在系统中的作用是什么？</p>		

授课章节	控制系统的主要功能与特点	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人控制系统的主要功能。 能力目标： 示教再现功能和运动控制功能。 能说出工业机器人控制系统的特点 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	示教再现功能和运动控制功能		
教学难点	控制系统的功能		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在讲解各类传感器组合使用的基本原理和应用时，可以强调数据的一致性和可靠性，以及在设计和应用时的责任心。 案例：讲述一个案例，说明如何通过多传感器融合技术，确保数据的准确性和一致性。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	如果说工业机器人本体是其“肢体”，那么控制器是工业机器人的“大脑”和“心脏”，它是决定机器人功能和水平的关键部分，也是机器人系统中更新和发展最快的部分。它通过各种控制电路硬件和软件的结合来操纵机器人，并协调机器人与周边设备的关系。工业机器人控制系统的主要功能通常有示教再现和运动控制两种。		3 分钟 介绍

新 课	<h3>一、示教再现功能</h3> <p>操作人员先通过示教器或利用示教手柄引导末端操作器进行示教，将动作顺序、运动速度、位置等信息用一定的方法预先教给工业机器人，比如利用传感器检测出工业机器人个关节处的坐标值，控制系统将操作过程自动记录在存储器中，当需要再现操作时，重放存储器中存储的内容即可。</p>	42 分钟（视频、PPT、动画）
--------	--	------------------

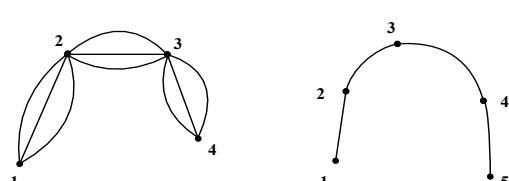
<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>二、运动控制功能</p> <p>工业机器人的运动控制功能是指通过控制各关节的运动，实现对末端操作器的位姿、速度、加速度等项目的控制。一般分为两步进行：第一步关节运动伺服指令的生成。第二步跟踪执行关节运动伺服指令。</p> <p>三、控制特点</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人的控制与机构运动学及动力学密切相关。 2. 工业机器人的控制是一个多变量控制系统。 3. 机器人控制系统必须是一个计算机控制系统。 4. 控制机器人仅利用位置闭环是不够的，还要利用速度甚至加速度闭环。 5. 机器人的控制需要根据传感器和模式识别的方法获得对象及环境的工况，按照给定的指标要求，自动地选择最佳的控制规律。 	<p style="text-align: center;">45 分钟 PPT</p>
<p style="text-align: center;">练习 或 训练</p>		
<p style="text-align: center;">课后 小结</p>		
<p style="text-align: center;">布置 作业</p>		

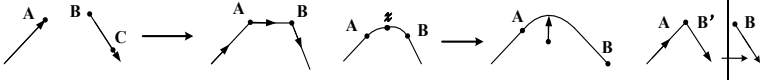
授课章节	工业机器人控制系统的组成及作用	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人控制系统的组成及作用。 能力目标： 能画出工业机器人控制系统组成图并说出每一部分的作用。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	了解工业机器人控制系统的组成及作用		
教学难点	工业机器人控制系统的作用		
素质（思政）内容与要求	思政融入点： 在讲解工业机器人控制系统时，可以强调科技进步对于国家工业实力的提升有着重要的作用，特别是自主研发的核心技术对国家安全和发展的影响。 案例： 国内某科研机构和企业合作，致力于开发自主知识产权的工业机器人控制系统。通过多年的努力，他们成功研制出了高性能的控制系统，并逐步在市场上推广应用。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	工业机器人的控制系统相当于人脑，它的任务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。若工业机器人不具备信息反馈特征，则为开环控制系统；若具备信息反馈特征，则为闭环控制系统。一般安装在执行部件中的位置检测元件（如光电编码器）和速度检测元件（如测速电机）、位移检测元件		3分钟 介绍

新 课	<p>控制系统可以分为两大部分：一部分是对其自身运动的控制；另一部分是工业机器人与周边设备的协调控制。控制系统还包括包含了低层次的外围接口与高层次的工厂接口。</p> <p>所以工业机器人的控制器结构分为人机界面部分与运动控制部分，如图所示。相应于人机界面的功能有显示、通信、作业条件等，而相应于运动控制的功能是运动演算、伺服控制、输入输出控制（PLC 功能），外部轴控制、传感器控制等。</p>	42 分钟（视频、PPT、动画）
--------	--	------------------

<p>新课</p>		<p>45 分钟 PPT 图片</p>
<p>练习或训练</p>		
<p>课后小结</p>		
<p>布置作业</p>		

授课章节	工业机器人的控制方式与坐标系	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人的控制方式。 能力目标： 能区分工业机器人各种控制方式的异同点。 能区分工业机器人各种示教控制系统的坐标系及其区别及应用场合。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	工业机器人的控制方式 示教控制系统的坐标系		
教学难点	工业机器人的控制方式		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在讲解工业机器人的控制方式与坐标系时，可以强调自主创新的重要性，特别是在关键技术领域的突破。 案例：某研发团队经过多年努力，开发出了一种新的坐标系转换方法，不仅提高了机器人的精度和灵活性，还降低了成本。通过这个案例，让学生认识到自主创新对于科技进步和国家发展的重要性。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
		教 学 过 程	方法手段 时间分配
导 入	工业机器人的控制方式主要有运动控制、力（力矩）控制和智能控制。		3分钟 介绍

新 课	<p>一、工业机器人的运动控制</p> <p>1 运动控制方式</p> <p>根据作业任务的不同，工业机器人的运动控制方式可分为点位控制方式、连续轨迹控制方式，如图所示。</p> 	42 分钟（视频、PPT、动画）
--------	--	------------------

<p>新 课</p>	<p>1) 点位控制方式 也叫点对点控制，在关节空间里指定一个固定的参数设置，目标是使关节的变量能保持在期望的位置，不受转矩扰动的影响。</p> <p>2) 连续轨迹控制方式</p>  <p>2. 运动控制坐标系</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 绝对坐标系 2. 机座坐标系 3. 关节坐标系 4. 工具坐标系 (TCS) 5. 其他类型坐标系 	<p>45 分钟 PPT 图片</p>
<p>练习或训练</p>		
<p>课后小结</p>		
<p>布置作业</p>		

授课章节	机器人编程概述	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解机器人程序的作用。 能力目标： 能说出编写程序需要满足的需求是什么。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	机器人程序的作用、编写程序需要满足的需求		
教学难点	编程的特点		
素质（思政）内容与要求	思政融入点： 在讲解机器人编程技术的快速发展时，可以强调持续学习和终身教育的重要性。 案例： 一位资深工程师通过自学最新的人工智能算法，成功将这些技术应用于机器人控制系统，使其性能大幅提升。通过这个案例，让学生认识到在技术快速发展的今天，持续学习和自我提升是非常必要的。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	<p>如今工业机器人被应用在喷涂、焊接、搬运等众多工业领域，如果把硬件设施比作机器人的躯体，控制器比作机器人的大脑，那么程序就是机器人的思维，让机器人知道自己做什么——人赋予机器人思维的过程就是编程，程序的有效性很大程度上决定了机器人完成任务的质量。</p>		3分钟 介绍

新 课	<p>通常提到的机器人的编程分为两种，面向用户的编程和面向任务的编程。</p> <p>面向用户的编程，即机器人开发人员为方便用户使用对机器人进行编程，这种编程涉及底层技术，是机器人运动和控制问题的结合点，也是机器人系统最关键的问题之一，主要包括运动轨迹规划和关节伺服控制和人机交互。编写的程序需要满足如下要求：</p>	42 分钟（视频、PPT、动画）
--------	---	------------------

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能够建立世界模型 为了精确分析机器人运动,需要建立机器人模型,更好的描述机器人运动学性能和控制其特征,所以需要给机器人及其相关物体建立一个基础坐标系及其他坐标系,使机器人具有在各种坐标系下描述物体位姿的能力和建模能力。 2. 能够描述机器人的作业 3. 能够描述机器人的运动 包括运动方式、运动速度和持续时间 4. 允许用户规定执行流程 如转移、循环、调用子程序及中断。 5.有良好的编程环境 在线修改,立即重启、程序追踪、仿真。 6.需要人机接口和综合传感信号。 <p>面向任务的编程,即用户使用机器人完成某一任务,针对任务编写相应的动作程序,这种编程是基于已经开发过的工业机器人,因此相对简单。</p>	<p>45 分钟 PPT 图片</p>
<p style="text-align: center;">练 习 或 训 练</p>		
<p style="text-align: center;">课 后 小 结</p>		
<p style="text-align: center;">布 置 作 业</p>		

授课章节	在线编程方式	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解机器人的编程方式。 能力目标： 能区分在线编程和离线编程的区别及其各自的应用场合。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	在线编程		
教学难点	在线编程的操作		
素质（思政）内容与要求	思政融入点： 在讲解在线编程平台的特点时，可以强调团队合作和资源共享的重要性。 案例： 在一个在线编程项目中，各个成员如何通过共享代码和协作工具，共同完成了复杂的编程任务。让学生认识到团队合作对于项目成功的关键作用。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	<p>如今工业机器人被应用在喷涂、焊接、搬运等众多工业领域，如果把硬件设施比作机器人的躯体，控制器比作机器人的大脑，那么程序就是机器人的思维，让机器人知道自己做什么——人赋予机器人思维的过程就是编程，程序的有效性很大程度上决定了机器人完成任务的质量。</p>		3分钟 介绍
新课	<p>通常提到的机器人的编程分为两种，面向用户的编程和面向任务的编程。</p> <p>面向用户的编程，即机器人开发人员为方便用户使用对机器人进行编程，这种编程涉及底层技术，是机器人运动和控制问题的结合点，也是机器人系统最关键的问题之一，主要包括运动轨迹规划和关节伺服控制和人机交互。编写的程序需要满足如下要求：</p>		42分钟（视频、PPT、动画）

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能够建立世界模型 为了精确分析机器人运动，需要建立机器人模型，更好的描述机器人运动性能和控制其特征，所以需要给机器人及其相关物体建立一个基础坐标系及其他坐标系，使机器人具有在各种坐标系下描述物体位姿的能力和建模能力。 2. 能够描述机器人的作业 3. 能够描述机器人的运动 包括运动方式、运动速度和持续时间 4. 允许用户规定执行流程 如转移、循环、调用子程序及中断。 5.有良好的编程环境 在线修改，立即重启、程序追踪、仿真。 6.需要人机接口和综合传感信号。 <p>面向任务的编程，即用户使用机器人完成某一任务，针对任务编写相应的动作程序。</p>	<p>45 分钟 PPT 图片</p>
<p style="text-align: center;">练习 或 训练</p>		
<p style="text-align: center;">课后 小结</p>		
<p style="text-align: center;">布置 作业</p>		

授课章节	工业机器人的离线编程与语言	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解机器人的编程方式。 能力目标： 能区分在线编程和离线编程的区别及其各自的应用场合。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	离线编程、编程语言		
教学难点	离线编程的操作		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在讲解离线编程的方式时，强调网络安全和信息安全的重要性。 案例：可以要求学生在开发离线编程应用时，采取措施确保数据的安全性。在项目完成后，可以组织一次安全审计会，请信息安全专家对学生的设计进行评估，并提供改进建议。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	在不同的应用场合对机器人使用不同的编程方式，以达到生产要求。你学过哪些编程语言？	3 分钟 讨论	
新课	一、离线编程方式 目前，绝大多数的轨迹、位置和方向可使用离线编程系统生成。如：焊接机器人系统采用离线方式，通过计算机将作业条件、作业顺序和运动轨迹信息传递给机器人控制装置。	42 分钟（视频、PPT、动画）	

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>机器人编程语言是一种用于描述机器人工作环境和动作的程序描述语言。</p> <p>从描述操作命令的角度来看，机器人编程语言的水平可以分为：动作级、对象级和任务级。</p> <p>1) 动作级语言 2) 对象级语言 3) 任务级语言</p> <p>1. ABB 机器人编程实例</p> <p>ABB 机器人的运动指令有 MoveJ、MoveI 和 MoveC 等，它们基本上有四个参数：</p> <p>2.机器人编程实例</p> <p>MOVJ VJ=50.00 MOVC V=138 MOVL V=660 MOVS V=120</p> <p>3.电装机器人编程实例</p>	<p>45 分钟 PPT 图片</p>
<p style="text-align: center;">练习 或 训练</p>		
<p style="text-align: center;">课后 小结</p>		
<p style="text-align: center;">布置 作业</p>		


授课章节	离线编程实例	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标: 了解工业机器人离线编程系统——MotoSim EG 的基本操作实例。 能力目标: 能使用 MotoSim EG 进行简单的离线编程。 素质目标: 提高自学意识		
教学重点	离线编程		
教学难点	目标点的设置		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在讲解离线编程的基本概念和技术时，强调创新意识和终身学习的重要性。 案例：可以要求学生通过学习一种新的离线编程软件或编程语言，优化一个工业机器人的工作流程。在项目完成后，可以组织一次创新成果展示会，让学生展示各自的学习成果，并讨论如何通过学习新技术提升自己的技能。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	下面是工业机器人离线编程系统——MotoSim EG的基本操作实例。以一个弧焊应用为例，首先描述从项目建立到工作任务创建的步骤，再阐明弧焊对象与焊枪的建模，及焊接路径的设定。		3 分钟 介绍
新课	1. 建立项目 运行MotoSim EG，新建单元项目，系统会同时建立了一个同名文件，该文件中保存了单元，参数数据，模型数据，工作任务数据等。 2. 注册机器人 单元中注册一个机器人，机器人模型就出现在单元屏幕中。 3. 建立工件模型 创建工件及工作台。		42 分钟（视频、PPT、动画）

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>4. 建立工具模型 创建的工具是焊接用的焊枪，可以使用 MotoSimEG 的 CAD 功能创建，最简便的方式是直接读取 HSF 格式模型。</p> <p>5. 设置目标点（AXIS6 模型） 把 AXIS6 设置为焊接的起点位置与终点位置。</p> <p>6. 示教 按以下流程图创建一个弧焊的实际工作。 开始——> 第一步：示教待机位置——> 第二步：示教焊接接近姿态——> 第三步：示教焊接起始点与结束点——> 第四步：示教机器人至不接触工件的位置——> 第五步：示教返回待机位置——> 第六步：核实每一步——> 结束。</p>	<p>45 分钟 PPT 图片</p>
<p style="text-align: center;">练 习 或 训 练</p>		
<p style="text-align: center;">课 后 小 结</p>		
<p style="text-align: center;">布 置 作 业</p>		

授课章节	工业机器人的外围设备	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解工业机器人的外围设备有哪些。 能力目标： 能根据不同的应用选用适当的外围设备。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	工业机器人的外围设备		
教学难点	外围设备的选用		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在讲解外围设备的使用时，强调安全意识和防护措施的重要性。 案例：可以要求学生在设计和使用外围设备时，采取措施确保人员和设备的安全。在项目完成后，可以组织一次安全评估会，请安全专家对学生的设计进行评估，并提供改进建议。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
		教 学 过 程	方法手段 时间分配
导 入	工业机器人广泛服务于中国国民经济各领域。从简单的单个机器人，如机器人手臂，到复杂的多机器人系统，如机器人工作单元，装配线等。		2分钟 介绍
新 课	工业机器人外围设备是指可以附加到机器人系统中用来辅助或加强机器人功能的设备。这些设备是除了机器人本身的执行机构、控制器、作业对象和环境之外的其他设备和装置，例如用于定位、装卡工件的工装，用于保证机器人和周围设备通信的装置等。 在一般情况下，灵活性高的工业机器人，其外围设备较简单，可适应产品型号的变化，反之，灵活性低的工业机器人，其外围设备较复杂，当产品型号改变时，就需要付出高额的投资更换外围设备。		43分钟（视频、PPT、动画）

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>在一般情况下，灵活性高的工业机器人，其外围设备较简单，可适应产品型号的变化，反之，灵活性低的工业机器人，其外围设备较复杂，当产品型号改变时，就需要付出高额的投资更换外围设备。</p> <p>外围设备的功能必须要与机器人的功能相协调，包括定位方法、夹紧方式、动作速度等，应根据作业要求确定机器人的外围设备。单一机器人是不可能有效工作的，它必须与外围设备共同组成一个完整的机器人系统才能发挥作用。</p>	<p>45 分钟 PPT 图片</p>
<p style="text-align: center;">练习 或 训练</p>		
<p style="text-align: center;">课后 小结</p>		
<p style="text-align: center;">布置 作业</p>		

授课章节	搬运机器人	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解搬运机器人的系统组成。 能力目标： 能画出搬运机器人的系统组成。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	搬运机器人的系统组成		
教学难点	搬运机器人的系统组成		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在讲解搬运机器人的设计原理和技术特点时，可以强调创新意识的重要性。 案例：某团队通过自主研发的导航算法，提高了搬运机器人的路径规划精度，使得机器人在复杂环境中能够更高效地完成搬运任务。通过这个案例，让学生认识到创新思维和自主设计的重要性。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	在建筑工地、海港码头，总能看到桥式起重机的的身影，应当说桥式起重机装运比工人肩扛手抬已经进步了很多，但这只是机械代替了人力，或者说桥式起重机只是机器人的雏形，它还得完全依靠人操作和控制定位等，不能自主作业。		2 分钟 介绍
新课	最早的搬运机器人出现在 1960 年的美国，Unimate 和 Versatran 两种机器人首次用于搬运作业，利用工具，将工件从一个位置移动到另一个位置。在搬运机器人上安装不同的末端执行器，可以完成各种不同的形状和状态的工件搬运工作。如果所示，机器人能够自主作业，用“吸盘”吸住纸箱进行搬运。		43 分钟（视频、PPT、动画）

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>一般来说，对搬运机器人的位置定位精度要求不是很高。目前世界上使用的搬运机器人逾 10 万台，被广泛应用于机床上下料、冲压机自动化生产线、自动装配流水线、码垛搬运、集装箱等的自动搬运。</p> <p>如图所示，ABB 机器人公司推出的 FlexPicker 被用于糕点包装的流水线，实现将糕点放在传送带上，机器人手爪上糕点的位置必须与软包装盒糕点应放的位置一一对应，利用摄像机对传送带上的糕点的位置定位，并将数据传给机器人，机器人将传送带上的糕点逐个取下，小心翼翼，手爪的动作既灵活又准确，效率极高。</p> 	<p>45 分钟 PPT 图片</p>
<p style="text-align: center;">练习或训练</p>		
<p style="text-align: center;">课后小结</p>		
<p style="text-align: center;">布置作业</p>		

授课章节	装配机器人与焊接机器人	授课形式	讲授
学时	2		
教学目标	知识目标： 了解装配机器人、焊接机器人的系统组成。 了解装配机器人、焊接机器人的系统特点。 能力目标： 能表述装配机器人、焊接机器人的系统组成。 能表述装配机器人、焊接机器人的系统特点。 素质目标： 提高自学意识		
教学重点	装配机器人、焊接机器人的系统组成		
教学难点	装配机器人、焊接机器人的系统特点		
素质（思政）内容与要求	思政融入点：在讲解装配机器人或焊接机器人的团队分工与协作时，强调团队合作的重要性。 案例：可以要求学生分组完成一个装配机器人或焊接机器人项目，每个小组负责不同的功能模块，最后整合成一个完整的系统。在项目完成后，可以组织一次团队展示会，让学生展示各自的作品，并讨论不同功能模块是如何协同工作的。		
教学场地及教具使用	机器人实训中心		
教 学 过 程		方法手段 时间分配	
导入	装配是产品生产的后续工序，在制造业中占有重要地位，在人力、物力、财力消耗中占有很大比例，作为一项新兴的工业技术，机器人装配应运而生。		2分钟 介绍
新课	统计资料表明，在现代工业化生产过程中装配作业所占的比例日益增大，其作业量达到40%左右，作业成本占到产品总成本的50%—70%，因此装配作业成了产品生产自动化的焦点。一般来说，要实现装配工作，可以用人工、专用装配机械和机器人三种方式。如果以装配速度来比较，人工和机器人都不及专用装配机械。如果装配作业内容改变频繁，那么采用机器人的投资要比专用装配机械经济。此外，对于大量、高速生产，采用专用装配机械最为有利。		43分钟（视频、PPT、动画）

<p style="text-align: center;">新 课</p>	<p>装配机器人的系统组成</p> <p>(1)装配机器人 (装配单元 、 装配线)</p> <p>(2) 装配机器人的周边设备</p> <p>机器人进行装配作业时 , 除机器人主机 、 手爪 、 传感器外 , 零件供给装置和工件搬运装置也至为重要 。 无论从投资额的角度还是从安装占地面积的角度 , 它们往往比机器人主机所占的比例大 。 周边设备常用可编程控制器控制 , 此外一般还要有台架和安全栏等设备 。</p> <p>一、焊接机器人系统组成</p> <p>焊接机器人一般由机械手、变位机、控制器,焊接系统 (专用焊接电源、焊枪或焊钳等)、焊接传感器、中央控制计算机和相应的安全设备等组成。</p> <p>二、点焊机器人</p> <p>点焊机器人焊接系统</p> <p>弧焊机器人焊接系统</p> <p>弧焊机器人焊接质量的保证主要取决于两点:保持焊枪运动轨迹正确只是必要条件;焊接系统 (弧焊电源及传感器等) 性能要好, 也是关键。</p>	<p>45 分钟 PPT 图片</p>
<p style="text-align: center;">练习 或 训练</p>		
<p style="text-align: center;">课后 小结</p>		
<p style="text-align: center;">布置 作业</p>		