

高明区高级技工学校教学设计

课题	工业机器人装配应用编程			分课题	工业机器人装配示教编程
教材	校本教材《与编程案例教程（FANUC）》李志谦编写			班级	18 机器人班
参考书	《精通 FANUC 机器人编程、维护与外围集成》	课时	12	授课日期	2020 年 9 月 14 日
教学准备	FANUC 机器人实训工作站、手爪、吸盘、气动螺丝刀、舞台灯旋转控制步进电机、中平头螺丝、电工工具（钢丝钳、螺丝刀）				
教学目标	能力目标	专业能力	1.能根据产品安装尺寸图确定偏移指令用到的偏移值； 2.示教机器人根据装配要求使用不同的夹具完成产品的正确装配。		
		方法能力	1.能根据任务规划最优工作路径，确定轨迹点示教编程； 2.能以提高生产效率为出发点，调整工作站内每个部件的安装位置。		
		社会能力	1.在小组合作中培养与人沟通、协作的能力； 2.在完成工作任务的过程培养组织、计划的能力； 3.在表达环节提升个人语言组织和文字表述能力。		
教学重点	确定轨迹点示教编程		教学难点	控制逻辑分析	
教学方法	行动导向、头脑风暴法、成功教育				
教学对象分析	18 机器人高级班的学生活泼好动，部分学生学习积极性高但个别懒散，需加强专业归属感和课程实用性的教育。该班学生动手能力强，对枯燥的理论知识不感兴趣，学习遇到挫折容易放弃，因此教学要由浅入深，让学生在行动导向教学中学习工作的方法，全面提升职业素养，通过成功教育理念激发学生的学习兴趣 and 动力。				
教材分析	教材各项目融入了机器人编程的所有知识点，达到《工业机器人应用编程职业技能等级标准》的考证要求。书中每个项目是一个行业的典型应用，从任务一到任务四层层递进，把碎片化的知识立体化。工作任务编程前以程序流程图引导学习者逐步建立清晰的程序思维，把机器人编程学习分为两个阶段，初级阶段是根据任务要求和控制流程图来编程，高级阶段是能自主设计控制流程图，利用算法让程序结构更清晰。				
教学过程	①课前组织：5 分钟 ②教学回顾：5 分钟 ③下达任务，获取信息：5 分钟； ④计划与决策：60 分钟； ⑤计划实施：450 分钟； ⑥检查考核：10 分钟； ⑦总结评价：5 分钟。				

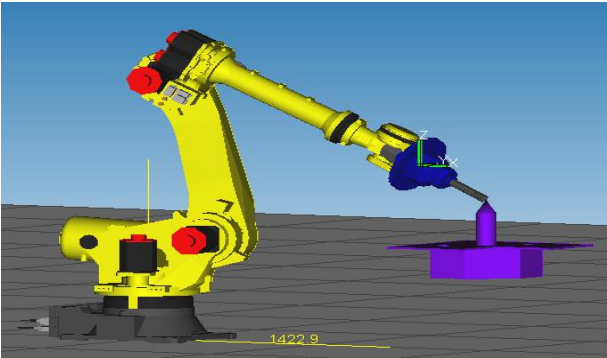
审阅签名：

年 月 日

教学实施过程

教学环节	教学内容与过程	师生活动	教学方法	设计目的
课前组织: 5分钟	检查手机集中管理情况、着装、集队考勤、实训安全教育。	教师: 对学生考勤		让学生快速集中注意力, 进入上课状态。
教学回顾: 5分钟	电机、塑料板的测量尺寸, 工业机器人装配工作站内每个部件的安装位置。	教师: 提问学生, 对抢答正确者奖励	抢答	总结前面所学, 为本项目开展做准备, 温故知新。
下达任务, 获取信息: 5分钟	<p>【任务描述】在完成前期工作站整体布局和安装的前提下, 着手对舞台灯旋转控制步进电机组装配工作站进行编程调试; 为规范操作, 积累日后改造的经验, 制造部主管要求你合理规划机器人运动轨迹, 不留多余过渡点以提高生产效率, 月末在部门例会上作施工工作汇报; 请你画出示教点的轨迹示意图、程序框架, 完成机器人装配程序的编写和调试。</p> <p>思考: 要干什么</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 装配机器人运动轨迹示意图是什么? 2. 机器人夹具工具坐标系怎么建立? 3. 以两电机中心距离值作为电机 2 放置的偏移值, 如何应用偏移指令放置电机? 4. 如何根据工艺要求梳理控制流程, 完成机器人装配程序的编写和调试? 	<p>教师: 以任务书形式下达任务</p> <p>学生: 通过引导问思考要干什么</p>	任务驱动法	训练学生提取信息的能力, 在学习情境中理解工作任务
计划与决策: 60分钟	<p>任务分析: 怎么干</p> <p>步骤一: 根据机器人工作任务的特点, 从缩短运动路径出发, 对机器人运动轨迹规划。</p> <p>步骤二: 根据工艺要求, 梳理控制流程。</p> <p>步骤三: 建立工具坐标系把机器人法兰中心的坐标系迁移到所装工具的尖端或中心。</p> <p>步骤四: 明确机器人自动运行 I/O 配置, 绘制装配工作站的接线图。</p> <p>步骤五: 根据工艺要求梳理控制流程, 完成机器人装配程序的编写和调试。</p>	教师: 让学生把工作计划写下来按小组张贴		

教学实施过程

教学环节	教学内容与过程	师生活动	教学方法	设计目的																					
<p>计划与决策（续上页）</p>	<p>【知识链接】</p> <p>一、工具坐标 TCP 规划</p> <p>工具坐标系是把机器人法兰中心的坐标系迁移到所装工具的尖端或中心，工具坐标系是一个动态坐标系，其方向随腕部的移动而发生变化。（三点法标定和六点法标定）</p>  <p>二、机器人寄存器指令应用分析</p> <p>位置寄存器 PR[i] 是全部变量，其记录的是点的六个坐标值，PR[i] 表达的是某个点，PR[i, j] 表达的是某个点的六个坐标值的其中一个，位置寄存器是记录位置信息的寄存器，可以进行加减运算，用法和数据寄存器类似。</p> <p style="text-align: center;">PR[i, j] 坐标值标记符号</p> <table border="1" data-bbox="528 1082 1391 1385"> <thead> <tr> <th>轴</th> <th>Lpos (世界坐标)</th> <th>Jpos (关节坐标)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>j=1</td> <td>X</td> <td>J1</td> </tr> <tr> <td>j=2</td> <td>Y</td> <td>J2</td> </tr> <tr> <td>j=3</td> <td>Z</td> <td>J3</td> </tr> <tr> <td>j=4</td> <td>W</td> <td>J4</td> </tr> <tr> <td>j=5</td> <td>P</td> <td>J5</td> </tr> <tr> <td>j=6</td> <td>R</td> <td>J6</td> </tr> </tbody> </table>	轴	Lpos (世界坐标)	Jpos (关节坐标)	j=1	X	J1	j=2	Y	J2	j=3	Z	J3	j=4	W	J4	j=5	P	J5	j=6	R	J6	<p>学生: 自主分配工作任务、制订计划、头脑风暴决策</p>	<p>头脑风暴</p> <p>行动导向</p>	<p>让学生先分析、思考，在工作不盲干，做到有计划、有条理，学会独立工作，在团队合作中提高协作能力。</p>
轴	Lpos (世界坐标)	Jpos (关节坐标)																							
j=1	X	J1																							
j=2	Y	J2																							
j=3	Z	J3																							
j=4	W	J4																							
j=5	P	J5																							
j=6	R	J6																							

教学实施过程

教学环节	教学内容与过程	师生活动	教学方法	设计目的
<p>计划与决策 (续上页)</p>	<p>【知识链接】 三、偏移条件指令 OFFSET OFFSET CONDITION PR[i] (偏移条件 PR[i]) 通过此指令可以将原有的点偏移, 偏移量由位置寄存器决定。偏移条件指令一直有效到程序运行结束或者下一个偏移条件指令被执行 (注: 偏移条件指令只对包含有附加运动指令 OFFSET (偏移) 的运动语句有效)。</p> <div style="border: 2px solid red; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>例如:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. OFFSET CONDITION PR[1] 2. J P[1] 100% FINE (偏移无效) 3. L P[2] 500mm/sec FINE <u>offset</u> (偏移有效) </div> <p>但 1. L P[2] 500mm/sec FINE <u>offset</u>, PR[1] 也有效, 等同于 1.OFFSET CONDITION PR[1] 3.L P[2] 500mm/sec FINE <u>offset</u></p>	<p>学生: 自主分配工作任务、制订计划、头脑风暴决策</p>	<p>头脑风暴 行动导向</p>	<p>让学生先分析、思考, 在工作不盲干, 做到有计划、有条理, 学会独立工作, 在团队合作中提高协作能力。</p>

教学实施过程

教学环节	教学内容与过程	师生活动	教学方法	设计目的																																											
计划与决策（续上页）	<p>【任务分配表】</p> <table border="1" data-bbox="347 375 1467 670"> <tr> <td>团队名称:</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>姓名</td> <td>职务</td> <td>工作职责（教师引导时可参考，一般有学生自主分工，因实际工作中没有老师这一角色）</td> </tr> <tr> <td>***</td> <td>组长（负责人）</td> <td>负责整个项目的组织、协调、分工、技术把关</td> </tr> <tr> <td>***</td> <td>组员</td> <td>查阅资料，解决技术疑问，程序的编写和调试</td> </tr> <tr> <td>***</td> <td>组员</td> <td>根据各设计图动手制作</td> </tr> <tr> <td colspan="3">工作计划:</td> </tr> </table>	团队名称:			姓名	职务	工作职责（教师引导时可参考，一般有学生自主分工，因实际工作中没有老师这一角色）	***	组长（负责人）	负责整个项目的组织、协调、分工、技术把关	***	组员	查阅资料，解决技术疑问，程序的编写和调试	***	组员	根据各设计图动手制作	工作计划:			学生: 将分工表张贴在自己工位	现场操作	学会自主合理分工																									
	团队名称:																																														
姓名	职务	工作职责（教师引导时可参考，一般有学生自主分工，因实际工作中没有老师这一角色）																																													
***	组长（负责人）	负责整个项目的组织、协调、分工、技术把关																																													
***	组员	查阅资料，解决技术疑问，程序的编写和调试																																													
***	组员	根据各设计图动手制作																																													
工作计划:																																															
<p>【程序的编写和调试】教师引导时参考，由学生自主设计，不违反安全前提不干预学生的方案</p> <p>一、机器人运动轨迹规划</p> <p style="text-align: center;">机器人工作点位分配</p> <table border="1" data-bbox="403 861 1512 1364"> <thead> <tr> <th>点号</th> <th>位置</th> <th>点号</th> <th>位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1</td> <td>机器人原始点 HOME</td> <td>P2</td> <td>夹取电机的逼近点</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td>夹取电机工作点</td> <td>P4</td> <td>电机放置的逼近点</td> </tr> <tr> <td>P5</td> <td>电机放置工作点</td> <td>P6</td> <td>盖板吸取的逼近点</td> </tr> <tr> <td>P7</td> <td>盖板吸取工作点</td> <td>P8</td> <td>盖板放置的逼近点</td> </tr> <tr> <td>P9</td> <td>盖板放置工作点</td> <td>P10</td> <td>夹具库的逼近点</td> </tr> <tr> <td>P11</td> <td>双头夹具的逼近点</td> <td>P12</td> <td>双头夹具（松开/夹取）工作点</td> </tr> <tr> <td>P13</td> <td>螺丝刀夹具的逼近点</td> <td>P14</td> <td>夹取螺丝刀夹具的工作点</td> </tr> <tr> <td>P15</td> <td>夹取螺钉的逼近点</td> <td>P16</td> <td>夹取螺钉工作点</td> </tr> <tr> <td>P17</td> <td>第一台机安装螺钉的逼近点</td> <td>P18</td> <td>第一台机安装螺钉的工作点</td> </tr> <tr> <td>P19</td> <td>第二台机安装螺钉的逼近点</td> <td>P20</td> <td>第二台机安装螺钉的工作点</td> </tr> </tbody> </table>	点号	位置	点号	位置	P1	机器人原始点 HOME	P2	夹取电机的逼近点	P3	夹取电机工作点	P4	电机放置的逼近点	P5	电机放置工作点	P6	盖板吸取的逼近点	P7	盖板吸取工作点	P8	盖板放置的逼近点	P9	盖板放置工作点	P10	夹具库的逼近点	P11	双头夹具的逼近点	P12	双头夹具（松开/夹取）工作点	P13	螺丝刀夹具的逼近点	P14	夹取螺丝刀夹具的工作点	P15	夹取螺钉的逼近点	P16	夹取螺钉工作点	P17	第一台机安装螺钉的逼近点	P18	第一台机安装螺钉的工作点	P19	第二台机安装螺钉的逼近点	P20	第二台机安装螺钉的工作点	教师引导为次，学生自主实施为主，对后进的组适当指引	行动导向	培养综合职业能力和梳理控制流程逻辑分析能力，合理对机器人运动轨迹规划能力
点号	位置	点号	位置																																												
P1	机器人原始点 HOME	P2	夹取电机的逼近点																																												
P3	夹取电机工作点	P4	电机放置的逼近点																																												
P5	电机放置工作点	P6	盖板吸取的逼近点																																												
P7	盖板吸取工作点	P8	盖板放置的逼近点																																												
P9	盖板放置工作点	P10	夹具库的逼近点																																												
P11	双头夹具的逼近点	P12	双头夹具（松开/夹取）工作点																																												
P13	螺丝刀夹具的逼近点	P14	夹取螺丝刀夹具的工作点																																												
P15	夹取螺钉的逼近点	P16	夹取螺钉工作点																																												
P17	第一台机安装螺钉的逼近点	P18	第一台机安装螺钉的工作点																																												
P19	第二台机安装螺钉的逼近点	P20	第二台机安装螺钉的工作点																																												

教学实施过程

教学环节	教学内容与过程	师生活动	教学方法	设计目的																																																												
<p>计划与决策 (续上页)</p>	<p>二、控制逻辑分析 根据工艺要求, 梳理控制流程。</p> <p>三、机器人自动运行 I/O 配置</p> <table border="1" data-bbox="398 877 1568 1324"> <thead> <tr> <th>功能</th> <th>类型</th> <th>端子号</th> <th>端子号</th> <th>类型</th> <th>功能</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>启动信号</td> <td>DI[101]</td> <td>in1</td> <td>1</td> <td>33</td> <td>out1 DO[101]</td> </tr> <tr> <td>螺丝到位</td> <td>DI[102]</td> <td>in2</td> <td>2</td> <td>34</td> <td>out2 DO[102]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>35</td> <td>out3 DO[103]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>36</td> <td>out4 DO[104]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>24V</td> <td>电源极</td> <td>50</td> <td>18</td> <td>电源极 0V</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SICOM1</td> <td>输入公共端</td> <td>19</td> <td>49</td> <td>电源极 24V</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0V</td> <td>电源极</td> <td>17</td> <td>31</td> <td>输出公共端 /DOSRC1</td> </tr> </tbody> </table> <p>装配工作站的接线图</p>	功能	类型	端子号	端子号	类型	功能	启动信号	DI[101]	in1	1	33	out1 DO[101]	螺丝到位	DI[102]	in2	2	34	out2 DO[102]					35	out3 DO[103]					36	out4 DO[104]														24V	电源极	50	18	电源极 0V		SICOM1	输入公共端	19	49	电源极 24V		0V	电源极	17	31	输出公共端 /DOSRC1	<p>学生: 用 CAD 规范绘图</p> <p>教师引导为次, 学生自主实施为主, 对后进的组适当指引</p>	<p>现场操作</p> <p>行动导向</p>	<p>培养综合职业能力, 用 CAD 规范绘制控制流程和机器人自动运行 I/O 配置图</p> <p>培养综合职业能力, 正确分配工作站机器人自动运行 I/O 配置</p>
功能	类型	端子号	端子号	类型	功能																																																											
启动信号	DI[101]	in1	1	33	out1 DO[101]																																																											
螺丝到位	DI[102]	in2	2	34	out2 DO[102]																																																											
				35	out3 DO[103]																																																											
				36	out4 DO[104]																																																											
	24V	电源极	50	18	电源极 0V																																																											
	SICOM1	输入公共端	19	49	电源极 24V																																																											
	0V	电源极	17	31	输出公共端 /DOSRC1																																																											

教学实施过程

教学环节	教学内容与过程	师生活动	教学方法	设计目的																	
计划实施 (续上页)	<p>三、实施过程记录 (教师用, 关注学生安全问题, 安装调试中不规范的地方)</p> <table border="1" data-bbox="344 395 1400 566"> <thead> <tr> <th>组号</th> <th>存在问题</th> <th>优秀做法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>机器人调试速度过快</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>夹具工具坐标系错误</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>.....</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	组号	存在问题	优秀做法	1	机器人调试速度过快		2	夹具工具坐标系错误				教师: 从旁观察学生做得好的地方和存在的问题 学生: 记录遇到的问题 and 解决的方法	动态监控	为总结环节作准备, 贯彻成功教育, 表扬、肯定学生做得好的地方。					
	组号	存在问题	优秀做法																		
	1	机器人调试速度过快																			
	2	夹具工具坐标系错误																			
																				
<p>实施过程记录 (学生用)</p> <table border="1" data-bbox="344 651 1400 906"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>遇到问题</th> <th>解决方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>建立夹具工具坐标系出错</td> <td>后再重新建立夹具工具坐标系</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>机器人工作点位置不合理</td> <td>调整机器人工作点位</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>工序控制流程出错</td> <td>调整机器人工序控制流程</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>机器人运动轨迹规划不合理</td> <td>调整机器人运动轨迹规划</td> </tr> <tr> <td></td> <td>.....</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	序号	遇到问题	解决方法	1	建立夹具工具坐标系出错	后再重新建立夹具工具坐标系	2	机器人工作点位置不合理	调整机器人工作点位	3	工序控制流程出错	调整机器人工序控制流程	4	机器人运动轨迹规划不合理	调整机器人运动轨迹规划					
序号	遇到问题	解决方法																			
1	建立夹具工具坐标系出错	后再重新建立夹具工具坐标系																			
2	机器人工作点位置不合理	调整机器人工作点位																			
3	工序控制流程出错	调整机器人工序控制流程																			
4	机器人运动轨迹规划不合理	调整机器人运动轨迹规划																			
																				
<p>四、将自己的成品拍照在班级微信群上分享, 前三名完成的组有奖品, 最后一名完成的组要高歌一曲</p> <div data-bbox="405 1043 853 1278" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="882 1034 1554 1278" data-label="Text" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>思考:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、正确示教建立工具坐标, 能否实现机器人工具夹具的快速更换? 2. 机器人工作点的配置位置和运动轨迹规划是否合理? </div>	学生: 思考要注意机器人运动轨迹规划合理编写程序	激励法 发散思维	促进学生养成工作中的时间观念。																		

教学实施过程

教学环节	教学内容与过程	师生活动	教学方法	设计目的																																				
检查考核、分享: 10 分钟	一、每组派出一名组员组成检查组，对各组工业机器人装配示教编程进行检查 检查要点 <table border="1" data-bbox="344 416 1491 676"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>检查点</th> <th>存在问题记录</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>能根据机器人工作点位分配，合理制定运动轨迹规划</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>能根据工艺要求，正确制定控制流程</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>能根据产品要求测绘机器人自动运行 I/O 配置图</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>准确地建立工具坐标，并能实现快速切换</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>能根据机器人运动轨迹规划程序正确编写</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 二、检查组评出综合质量做好的三组，老师给予奖励 三、请第一名的组分享他们工作过程最深刻的经验	序号	检查点	存在问题记录	1	能根据机器人工作点位分配，合理制定运动轨迹规划		2	能根据工艺要求，正确制定控制流程		3	能根据产品要求测绘机器人自动运行 I/O 配置图		4	准确地建立工具坐标，并能实现快速切换		5	能根据机器人运动轨迹规划程序正确编写		学生: 检查组巡回检查、记录 教师: 监察学生是否公平、认真检查	表述、分享	培养客观、公正评价的态度。																		
序号	检查点	存在问题记录																																						
1	能根据机器人工作点位分配，合理制定运动轨迹规划																																							
2	能根据工艺要求，正确制定控制流程																																							
3	能根据产品要求测绘机器人自动运行 I/O 配置图																																							
4	准确地建立工具坐标，并能实现快速切换																																							
5	能根据机器人运动轨迹规划程序正确编写																																							
总结评价: 5 分钟	一、小组内自评采用定性评价 <table border="1" data-bbox="344 919 1391 1347"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>评价项目</th> <th>是</th> <th>否</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>分工明确，合作顺利</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>能写出任务实施步骤</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>能根据机器人工作点位分配，合理制定运动轨迹规划</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>能根据产品装配效果图确定示教过程偏移指令用到的偏移值</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>根据实际任务规划最优工作路径实现编程</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>准确地建立工具坐标，并能实现快速切换</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>安全文明生产</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>选出优秀组员一名: 无贡献组员名单:</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	序号	评价项目	是	否	1	分工明确，合作顺利			2	能写出任务实施步骤			3	能根据机器人工作点位分配，合理制定运动轨迹规划			4	能根据产品装配效果图确定示教过程偏移指令用到的偏移值			5	根据实际任务规划最优工作路径实现编程			6	准确地建立工具坐标，并能实现快速切换			7	安全文明生产			8	选出优秀组员一名: 无贡献组员名单:			学生: 反思工作过程, 思考分工是否合理, 团队中是否存在不懂装懂的同学。		促进学生思考如何合理计划
序号	评价项目	是	否																																					
1	分工明确，合作顺利																																							
2	能写出任务实施步骤																																							
3	能根据机器人工作点位分配，合理制定运动轨迹规划																																							
4	能根据产品装配效果图确定示教过程偏移指令用到的偏移值																																							
5	根据实际任务规划最优工作路径实现编程																																							
6	准确地建立工具坐标，并能实现快速切换																																							
7	安全文明生产																																							
8	选出优秀组员一名: 无贡献组员名单:																																							

教学实施过程

教学环节	教学内容与过程	师生活动	教学方法	设计目的	
总结评价: (续上页)	二、教师评价采用定量评价				
	序号	评价项目	配分	得分	
	1	能实现任务的功能要求, 没有出现故障	25		
	2	小组分工明确, 各施其职	10		
	3	方案表述合理、清晰	25		
	4	工作方案条理性、可行性强	20		
	5	会查阅资料, 自学能力强	10		
	6	态度严谨, 下课能收拾自己的工位, 有责任心	10		
	合计	100			
	三、教师作简单总结发言, 点明存在问题, 表扬做得好的组和具体同学				
作业	1.完成根据机器人工作点位分配, 合理制定运动轨迹规划; 2.根据实际任务规划最优工作路径, 正确编写机运动程序。			翻转课堂	提高学生确定轨迹点示教编程能力
教学反思	1.加深学生对如何根据工艺要求和工作点位分配的理解, 合理梳理制定控制流程。 2.讲解标注机器人自动运行 I/O 配置, 提醒学生螺丝振动盘的光电传感器检测到螺丝到位后机器人才能执行取螺丝的动作, 快换接头采用 24V 电磁阀控制锁紧与松开两种状态。				

