

第 18 次教学安排

课程名称	工业机器人编程及应用	授课学时	2 学时
授课专业	工业机器人技术	授课班级	机器人 211 班
授课章节	任务五 建立工业机器人工具坐标系		
教学目标	<p>➤知识目标</p> <ol style="list-style-type: none">1.能够清晰阐述工业机器人工具坐标系的定义、作用及与其他坐标系（基坐标系、关节坐标系等）的关系。2.深入理解建立工具坐标系的原理，掌握常用的建立方法（如四点法、六点法等）及其数学模型。3.熟知工具坐标系建立过程中涉及的参数含义，如工具中心点（TCP）的位置坐标、工具姿态的旋转角度等。 <p>➤能力目标</p> <ol style="list-style-type: none">1.能够熟练运用工业机器人示教器及相关软件，按照标准流程准确建立工具坐标系，包括选择合适的建立方法、测量并输入相关参数。2.根据工业机器人实际工作任务需求，对已建立的工具坐标系进行优化与调整，确保工具在工作过程中能够精准定位与操作。3.具备在建立工具坐标系过程中，识别并解决常见问题的能力，如测量误差过大、坐标系偏移等问题，保障工具坐标系的准确性与可靠性。 <p>➤素质目标</p> <ol style="list-style-type: none">1.培养学生严谨细致、精益求精的工作态度，在建立工具坐标系过程中，注重每一个测量数据的准确性与操作步骤的规范性，追求高精度的坐标系建立结果。2.提升学生的工程实践能力与创新思维，鼓励学生在掌握常规建立方法的基础上，探索更高效、更精准的工具坐标系建立方式，以满足不同工业场景的需求。3.增强学生的团队协作能力与沟通能力，通过小组合作完成工具坐标系的建立任务，促进学生之间的交流与合作，共同攻克技术难题。4.树立学生的安全生产与质量意识，让学生明白准确的工具坐标系对于工业机器人安全、高效运行以及保证产品质量的重要性。		

<p>教学重难点</p>	<p>➤教学重点</p> <p>1.工业机器人工具坐标系的概念、作用及建立原理，使学生理解为什么要建立工具坐标系以及如何通过数学方法实现坐标系的建立。</p> <p>2.掌握常用的工具坐标系建立方法（四点法、六点法等）的操作流程与要点，包括如何选择测量点、如何使用示教器进行测量以及如何正确输入测量数据。</p> <p>3.学会运用工业机器人示教器及相关软件进行工具坐标系的建立、验证与优化，能够根据实际工作场景调整工具坐标系参数，确保工具的精准操作。</p> <p>➤教学难点</p> <p>1.理解建立工具坐标系过程中的数学模型与算法，如通过测量点坐标计算工具中心点（TCP）位置及工具姿态的方法，这涉及到空间几何运算与向量变换等知识。</p> <p>2.在复杂工业应用场景下，准确选择测量点并进行精确测量，以建立满足高精度工作要求的工具坐标系，同时要克服测量过程中的误差干扰。</p> <p>3.培养学生在长期实践中保持对工具坐标系准确性的高度关注，能够定期对工具坐标系进行检查与维护，及时发现并纠正坐标系可能出现的偏差。</p>
<p>教学方法与策略</p>	<p>（一）教学方法</p> <p>1.讲授法：系统讲解工业机器人工具坐标系的理论知识，包括定义、原理、建立方法及相关数学模型，为学生构建完整的知识体系。</p> <p>2.演示法：利用工业机器人设备、示教器及相关软件，现场演示工具坐标系的建立全过程，让学生直观地看到每个操作步骤及结果，增强学生的感性认识。</p> <p>3.实践法：安排学生进行分组实践操作，在实践中亲身体验工具坐标系的建立过程，通过反复练习巩固所学知识，提高学生的动手能力与操作技能。</p> <p>4.案例分析法：引入实际工业生产中因工具坐标系建立不准确导致的生产事故案例以及成功应用案例，通过分析案例，让学生深刻认识到准确建立工具坐标系的重要性，学习先进的实践经验。</p> <p>（二）教学策略</p> <p>1.采用项目驱动教学，将建立工业机器人工具坐标系设定为一个具体项目任务，让学生在完成项目的过程中主动学习和应用相关知识与技能，培养学生的综合职业能力。</p> <p>2.利用信息化教学资源，如在线虚拟仿真平台、教学视频、电子手册等，为学生提供丰富的学习资料与自主学习的环境，拓宽学生的学习渠道，满足不同学生的学习需求。</p> <p>3.实施分层教学，根据学生的学习能力与基础水平，设计不同难度层次的项目任务与问题，使每个学生都能在原有基础上得到充分发展与提高。</p>

<p style="text-align: center;">思政元素 设计</p>	<p>1.在介绍工业机器人工具坐标系对工业生产的重要意义时，讲述我国在工业自动化领域自主研发与创新的成果，激发学生的民族自豪感与责任感，培养学生为国家工业发展贡献力量的决心。</p> <p>2.在实践操作过程中，强调严谨细致、一丝不苟的工作作风，培养学生的工匠精神与职业道德素养，让学生明白高质量的工作成果源于对每一个细节的严格把控。</p> <p>3.通过小组合作完成工具坐标系建立任务，培养学生的团队合作精神和集体主义观念，让学生认识到在工业生产中团队协作的重要性，只有相互配合才能实现高效生产。</p> <p>4.树立学生的安全生产与质量意识，通过案例分析让学生明白不准确的工具坐标系可能带来的安全隐患与质量问题，培养学生对企业、对社会负责的态度。</p>
<p style="text-align: center;">反思与改进</p>	<p>1.在教学过程中，部分学生对建立工具坐标系的数学原理解存在困难，导致在实践操作中难以准确把握测量点选择与数据计算的要点。后续应增加更多关于数学原理的直观演示与案例分析，帮助学生更好地理解和应用。</p> <p>2.在实践操作环节，发现个别小组在团队协作方面存在不足，如分工不明确、沟通不畅等，影响了实践效率与质量。在今后的教学中，应加强对团队协作的指导与训练，在实践前明确小组分工，定期组织小组沟通交流活动，提高团队协作效果。</p> <p>3.从学生的作业和实践反馈来看，部分学生在应对复杂工业场景下的工具坐标系建立与优化问题时的能力有待提高。在后续教学中，应增加更多具有挑战性的实践任务与模拟复杂场景的训练，让学生在实践中不断提升综合能力与问题解决能力。</p>
<p style="text-align: center;">教学过程</p>	<p style="text-align: center;">（一）课程导入（10 分钟）</p> <p>1.播放一段工业机器人在汽车制造车间进行零部件装配的视频，展示机器人末端工具精准操作的画面。</p> <p>2.提出问题：大家思考一下，工业机器人是如何保证末端工具能够如此准确地完成各种装配任务的呢？这背后就涉及到工具坐标系的建立，从而引出本节课的主题。</p> <p style="text-align: center;">（二）知识讲解（30 分钟）</p> <p>1.工具坐标系概述</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 详细讲解工具坐标系的定义，强调其是以工具中心点（TCP）为原

点建立的坐标系，用于描述工具在空间中的位置与姿态。

- 通过示意图展示工具坐标系与基坐标系、关节坐标系的关系，让学生理解不同坐标系之间的转换与协同工作原理。
- 举例说明工具坐标系在实际工业生产中的作用，如在焊接、搬运、装配等任务中，准确的工具坐标系能够确保工具准确地到达目标位置，完成精细操作。

2.建立原理与方法

- 深入讲解建立工具坐标系的原理，以四点法为例，通过数学推导说明如何利用四个测量点的坐标计算出工具中心点（TCP）的位置及工具的姿态。
- 介绍常用的建立方法，如四点法、六点法等，对比不同方法的优缺点及适用场景，让学生明白如何根据实际工作要求选择合适的建立方法。
- 讲解建立过程中涉及的参数含义，如工具中心点（TCP）的坐标（X、Y、Z）、工具的旋转角度（Rx、Ry、Rz）等，使学生能够准确理解和设置这些参数。

3.工具坐标系建立流程

- 详细介绍使用工业机器人示教器建立工具坐标系的标准流程，从选择建立方法、设置测量点、进行测量操作到输入测量数据、完成坐标系建立，每个步骤都进行详细讲解。
- 强调操作过程中的注意事项，如测量点的选择要具有代表性、测量过程中要保持机器人稳定、数据输入要准确无误等。

（三）演示操作（20 分钟）

1.教师在工业机器人设备前，使用示教器按照四点法演示工具坐标系的建立过程。

- 首先，选择四点法建立工具坐标系，并在示教器上进行相应设置。
- 然后，仔细选择四个测量点，通过示教器控制机器人将工具依次移动到每个测量点，准确记录测量数据。
- 接着，将测量数据输入到示教器中，进行工具坐标系的计算与建立。
- 最后，通过运行简单的程序，验证工具坐标系的准确性，展示工具在新坐标系下的精准运动。

2.在演示过程中，随机设置一些常见问题，如测量误差较大、测量点

选择不合理等，现场示范如何排查与解决这些问题，让学生掌握应对实际问题的方法。

(四) 实践操作 (25 分钟)

1.将学生分成若干小组，每组配备一台工业机器人及示教器，确保每组学生都有足够的实践机会。

2.各小组按照以下步骤进行实践操作：

- 根据给定的工作任务，选择合适的工具坐标系建立方法（四点法或六点法）。
- 小组成员分工协作，使用示教器准确选择测量点，并进行测量操作，记录测量数据。
- 将测量数据输入到示教器中，完成工具坐标系的建立。
- 通过运行简单的测试程序，验证工具坐标系的准确性，如发现问题，共同分析原因并进行调整。
- 根据实际工作要求，对建立的工具坐标系进行优化，如微调工具中心点（TCP）的位置或调整工具姿态，以提高工具操作的精准度。

3.教师在学生实践过程中进行巡视指导，及时解答学生遇到的问题，纠正不规范的操作行为，确保实践教学的安全与顺利进行。

(五) 课堂总结 (10 分钟)

1.邀请各小组代表分享在建立工业机器人工具坐标系实践过程中的经验与遇到的问题，以及小组的解决方案。

2.教师对各小组的实践情况进行点评，总结本节课的重点知识与操作技能，强调工具坐标系建立过程中的关键环节与注意事项，对学生在实践过程中表现出的优点给予肯定，对存在的问题提出改进建议。

(六) 作业布置 (5 分钟)

1.布置课后作业：要求学生撰写一份建立工业机器人工具坐标系的实践报告，内容包括建立过程、遇到的问题及解决方法、对不同建立方法的理解与应用、实践心得体会等，字数不少于 1000 字。

2.推荐相关的工业机器人工具坐标系建立的专业书籍、在线学习资源以及行业论坛，鼓励学生自主拓展学习，深入了解工具坐标系建立的前沿技术与发展趋势。