

## 《机器人技术及应用》教学大纲

|   |                |
|---|----------------|
| 课程名称：机器人技术及应用   | 课程类别（必修/选修）：选修 |
| 课程英文名称：Robot Technology and Application   |                |
| 总学时/周学时/学分：24/2/1.5   | 其中实验/实践学时：4    |
| 先修课程：机械设计、机械原理、电工电子、机电传动与控制、机械控制工程基础、液压与气动  |                |
| 后续课程支撑：专题实作、毕业设计  |                |
| 授课时间：1-12 周，星期二 3-4 节   | 授课地点：6D-307    |
| 授课对象：2018 机械设计(机器人)1 班，2018 机械设计(智能制造)1 班   |                |
| 开课学院：机械工程学院   |                |
| 任课教师姓名/职称：张超/讲师   |                |
| 答疑时间、地点与方式：微信课程群、电话、短信、课前、课后，教室等多种形式交流  |                |
| 课程考核方式：开卷（）闭卷（）课程论文（√）其它（）  |                |
| 使用教材：《机器人技术及其应用》（第 2 版），张宪民编著，机械工业出版社   |                |
| 教学参考资料：《机器人学》第三版，蔡自兴，谢斌编著，清华大学出版社   |                |
| <p><b>课程简介：</b><br/>           本课程为专业选修课，是机械、电子、计算机、自动控制多学科知识交叉的一门课程，注重学生作为智能机器人等智能化装备的设计能力、工业机器人应用开发能力的培养。基础原理讲授与实践教学 20: 4 分配学时，强化知识点、技术点与实训项目结合，注重本专业领域的最新技术和知识的更新，课程讲授内容依托教材，但不限于教材，及时补充新的技术信息，更新过时的知识点和技术点。</p> <p><b>课程围绕机器人技术及应用的基本知识展开讲授：</b>包括机器人的概念，机器人运动学、动力学、机器人关节驱动系统、位姿轨迹控制、力控制、智能控制以及仿真等知识点内容。机器人运动学及动力学建模是本课程的重点讲授内容，学生通过本课程学习可了解掌握机器人的基本原理和建模方法，建立系统完整的基础理论体系，为后续深入学习机器人智能控制等课程打下必要的和坚实的知识基础。通过本课程的学习，学生们可以初步建立并形成对机器人，尤其是工业机器人的系统化概念，具有相对完善的机器人应用知识体系架构，便于后续的学习和从事相关行业工作。</p> |                |
| 课程教学目标及对毕业要求指标点的支撑  |                |

| 课程教学目标  | 支撑毕业要求指标点   | 毕业要求   |
|---|---|--|
| <b>目标 1:</b><br>理解机器人领域的系统化基础知识；<br>掌握机器人位姿描述与坐标变换、运动学、动力学分析的基本方法；掌握常用的机器人关节驱动与控制、机器人运动空间规划等基本操作，理解简单的机器人关节空间、笛卡尔空间的分析方法；掌握机器人简单的空间轨迹规划的原理、特点；了解最新工业机器人、特种机器人等在日常生活，生产中的应用。 | 1-4 能够将机械工程相关知识和数学模型方法用于复杂机械工程问题解决方案的比较与综合。                   | 1 工程知识：掌握扎实的数学知识、物理、化学等自然科学知识，力学、电工电子学、计算机学、工程材料学等工程基础知识以及机械制图、机械原理、机械设计、机械传动与控制等专业知识，并将其用于解决机电产品设计、开发、制造、管理等过程中的复杂机械工程问题。 |
| <b>目标 2:</b><br>具备一定的机器人领域的分析和运用能力，掌握常见的工业四轴到六轴机器人的基本结构、工作原理和特性；掌握机器人的基本原理和建模方法，建立系统完整的基础理论体系；了解机器人智能控制、机器学习的基本方法；立足于机器人理论知识和实操的结合，以典型机械臂应用操作为手段，提高学生利用机器人技术解决实际问题的能力。      | 4-2 能够针对具体机械工程问题，选择研究路线，设计实验方案，并能够构建实验系统，安全的开展相关实验，正确地采集实验数据。 | 4 研究：能够基于科学原理并采用科学方法对机电产品设计、开发、制造、管理等过程中的复杂机械工程问题进行研究，包括实验设计、分析与数据解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。                                     |

理论教学进程表

| 周次 | 教学主题                   | 授课教师 | 学时数 | 教学内容（重点、难点、课程思政融入点）   | 教学模式<br>（线上/混合式/线下） | 教学方法        | 作业安排  | 支撑课程目标 |
|----|------------------------|------|-----|---|---------------------|-------------|---|--------|
| 1  | 绪论；<br>机器人位姿描述与坐标变换    | 张超   | 2   | <b>重点：</b> 机器人技术的基本内涵概念、概论；机械臂典型结构；连杆、关节及自由度；位姿描述与坐标变换<br><b>难点：</b> 位姿描述与坐标变换；坐标系平移与旋转变换；刚体的位置和姿态描述<br><b>课程思政融入点：</b> 结合本专业以及《中国制造 2025》和广东省、粤港澳大湾区的发展规划，为学生讲解《机器人技术及其应用》在工业智能化领域的重要作用。从为什么学习这门课入手，引导学生树立远大理想和爱国主义情怀，树立正确的世界观、人生观、价值观，勇敢地肩负起时代赋予的光荣使命，全面提高学生思想政治素质。 | 线下                  | 课堂讲授 / 课后答疑 | 课程思政作业：深入学习《中国制造 2025》和广东省、粤港澳大湾区的发展规划；调研机器人技术在东莞制造领域的作用。 | 目标 1   |
| 2  | 机器人运动学；<br>机器人速度建模与分析； | 张超   | 2   | <b>重点：</b> 机器人连杆参数；机器人正运动学；机器人逆运动学；机器人速度建模与分析；雅克比矩阵的构建（微分变换法）；<br><b>难点：</b> 连杆速度的传递与计算；机器人连杆参数及运动学求解；雅克比矩阵的构建（微分变换法）；奇异及可操作性；  | 线下                  | 课堂讲授 / 课后答疑 |   | 目标 1   |
| 3  | 机器人动力学基础               | 张超   | 2   | <b>重点：</b> 拉格朗日法动力学建模；连杆间加速度的传递；连杆间静力的传递及力雅克比矩阵；转动惯量及惯性张量；  | 线下                  | 课堂讲授 / 课    |   | 目标 1   |

|   |            |    |   |  |    |             |   |      |
|---|------------|----|---|--|----|-------------|---|------|
|   |            |    |   | <b>难点：</b> 连杆间静力的传递及力雅克比矩阵；  |    | 后答疑         |   |      |
| 4 | 机器人动力学建模   | 张超 | 2 | <b>重点：</b> 机器人动力学建模（牛顿-欧拉法）；<br>机器人动力学建模（拉格朗日方程）；<br><b>难点：</b> 机器人动力学建模（拉格朗日方程）   | 线下 | 课堂讲授 / 课后答疑 |   | 目标 1 |
| 5 | 机器人关节驱动与控制 | 张超 | 2 | <b>重点：</b> 机器人驱动系统理解、关节驱动电机、关节伺服控制；机器人传感器；关节传动参数计算及负载特性；<br><b>难点：</b> 关节伺服控制；关节传动参数计算及负载特性；<br><b>课程思政融入点：</b> 结合机器人关节伺服电机的技术与当今“机器换人”政策快速结合与发展的时代背景，引导学生研究兴趣，努力钻研，提高关节电机的设计方法和控制性能，以及功率密度、功率因数、高可靠性等，为当今机器人快速发展及关节驱动性能的高效利用做出贡献。 | 线下 | 课堂讲授 / 课后答疑 | 课程思政作业：调研我国“机器换人”和智能制造 2025 的重点研发方向，尤其注重机器人关节驱动方面的研究。 | 目标 2 |
| 6 | 轨迹规划与控制；   | 张超 | 2 | <b>重点：</b> 机器人轨迹规划；笛卡尔空间轨迹规划；<br><b>难点：</b> 机器人轨迹规划；   | 线下 | 课堂讲授 / 课后答疑 |   | 目标 1 |
| 7 | 非线性控制及力控制  | 张超 | 2 | <b>重点：</b> 非线性控制及力控制；位姿及轨迹控制；质量弹簧系统的力控制；<br><b>难点：</b> 机器人的力控制；  | 线下 | 课堂讲授 / 课后答疑 |   | 目标 2 |
| 8 | 机器人智能控制    | 张超 | 2 | <b>重点：</b> 机器学习在机器人中的应用；机器学习基础；计算机视觉；模仿学习机器人；  | 线下 | 课堂讲授 / 课    | 作业：选一款典型的机器人系统，写一篇小组专题                                | 目标 2 |

|    |             |    |    |  |    |                |  |      |
|----|-------------|----|----|--|----|----------------|--|------|
|    |             |    |    | 自主学习机器人；多智能体机器人；未来智能机器人；<br><b>难点：</b> 机器学习的概念理解；计算机视觉；智能控制基本方法；   |    | 后答疑            | 报告（8-10 页 A4 纸），制作 15-20 页 PPT；                    |      |
| 9  | 协作机器人       | 张超 | 2  | <b>重点：</b> 人机交互基本概念，协作机器人概念及内涵；掌握其作用和应用前景；<br><b>难点：</b> 人机交互，协作机器人概念及内涵理解；<br><b>课程思政融入点：</b> 结合特种机器人在国家重点制造领域，国防领域的应用，引导学生学习报国，技术报国热情；为学生讲解特种机器人在典型的场合，比如涉核环境，危险防化环境，疫情环境中的重要作用，激发学生的学习报国之心。 | 线下 | 课堂讲授 / 课后答疑    | 课程思政作业：调研我国特种机器人在涉核环境，危险防化环境，疫情环境中的重要作用，写出自身的调研感悟。 | 目标 2 |
| 10 | 小组专题汇报，课程总结 | 张超 | 2  | <b>重点：</b> 小组合作，针对选定的机器人专题研究；系统性的掌握其原理和应用；课程总结；<br><b>难点：</b> 机器人专题的系统性理解，主动性的进行研究；  | 线下 | 课堂讲授、讨论 / 课后答疑 |  | 目标 2 |
| 合计 |             |    | 20 |  |    |                |  |      |

实践教学进程表

| 周次 | 实验项目名称       | 授课教师 | 学时 | 教学内容（重点、难点、课程思政融入点）  | 项目类型（验证/综合/设计） | 教学方式 | 支撑课程目标 |
|----|--------------|------|----|--|----------------|------|--------|
| 11 | 四轴工业机器人认识与操作 | 黄永波  | 2  | <b>重点：</b> 掌握机器人坐标系建立方法；通过本次试验，掌握四自由度 SCARA 工业机器人的示教编程与再现控制；<br><b>难点：</b> 四自由度 SCARA 工业机器人的编程与控制； | 综合             | 实操   | 目标 2   |
| 12 | 六轴工业机器人认识与操作 | 黄永波  | 2  | <b>重点：</b> 掌握机器人杆件坐标系建立方法；通过本次试验，掌握六自由度工业机器人的示教编程与再现控制；<br><b>难点：</b> 六自由度工业机器人的示教编程与再现控制。         | 综合             | 实操   | 目标 2   |
| 合计 |              |      | 4  |  |                |      |        |

课程考核

| 课程目标 | 支撑毕业要求指标点 | 评价依据及成绩比例（%）   |    |      | 权重（%） |
|------|-----------|----------------|----|------|-------|
|      |           | 课堂表现/小组专题讨论/报告 | 实践 | 课程论文 |       |
| 目标一  | 1-4       | 0              | 0  | 40   | 40    |
| 目标二  | 4-2       | 10             | 20 | 30   | 60    |
| 总计   |           | 10             | 20 | 70   | 100   |


备注：1）根据《东莞理工学院考试管理规定》第十二条规定：旷课 3 次（或 6 课时）学生不得参加该课程的期终考核。2）各项考核标准见附件所示。

大纲编写时间：2021 年 2 月 22 日

系（部）审查意见：

我系已对本课程教学大纲进行了审查，同意执行。

系（部）主任签名：

Handwritten signature in black ink, reading '卢文娟' (Lu Wenjuan).

日期：2021 年 2 月 27 日

附录：各类考核评分标准表

课堂表现/小组专题讨论及报告评分标准

| 观测点           | 评分标准                                       |  |  |                                    |
|---------------|--|--|--|------------------------------------|
|               | <i>A (90-100)</i>                          | <i>B (80-89)</i>                               | <i>C (60-79)</i>                               | <i>D (0-59)</i>                    |
| 基本理论掌握程度      | 基本理论清楚。                                    | 基本理论比较清楚。                                      | 基本理论基本清楚。                                      | 基本理论不太清楚。                          |
| 解决问题的方案正确性    | 解决问题的思路清晰，方案合理。                            | 解决问题的思路比较清晰，方案比较合理。                            | 解决问题的思路基本清晰，方案基本合理。                            | 解决问题的思路不太清晰，方案不太合理。                |
| 课堂小组讨论，汇报完成态度 | 课堂认真准备，按时完成小组报告，课堂讨论，小组专题汇报 PPT，逻辑清晰，讲解系统。 | 课堂认真准备，按时完成小组报告，课堂讨论，小组专题汇报 PPT，逻辑比较清晰，讲解比较系统。 | 课堂认真准备，按时完成小组报告，课堂讨论，小组专题汇报 PPT，逻辑较为一般，讲解较为一般。 | 课堂未认真准备小组报告，课堂讨论，小组专题汇报 PPT，或后期补交。 |

实践评分标准

| 观测点  | 评分标准   |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  | <i>A (90-100)</i>                              | <i>B (80-89)</i>                                   | <i>C (60-79)</i>                                 | <i>D (0-59)</i>                         |
| 四自由度、六自由度工业机器人的杆件坐标系建立方法，示教编程与再现控制等基本操作的掌握程度 | 按照实践规程和正确方法完成实验目标，概念清楚，熟练掌握四/六自由度工业机器人的基础操作知识。 | 按照实践规程和正确方法完成实验目标，概念比较清楚，比较熟练掌握四/六自由度工业机器人的基础操作知识。 | 按照实践规程和正确方法完成实验目标，概念基本清楚，基本掌握四/六自由度工业机器人的基础操作知识。 | 基本完成实验目标，概念不太清楚，不太掌握四/六自由度工业机器人的基础操作知识。 |



|                       |                          |                              |                           |                |
|-----------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------|
| 四自由度、六自由度工业机器人实验报告的撰写 | 认真总结，撰写实验报告；报告结构完整，内容正确。 | 认真总结，撰写实验报告；报告结构比较完整，内容基本正确。 | 完整撰写实验报告；报告结构基本合理，内容基本正确。 | 实验报告不完整，内容不合理。 |
|-----------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------|

### 课程论文评分标准

| 观测点  | 评分标准                                      |   |  |   |
|--|---|---|--|---|
|  | <i>A(90-100)</i>                          | <i>B(80-89)</i>                                   | <i>C(60-79)</i>  | <i>D(0-59)</i>                                  |
| 主题跟课程相关性<br>(权重 0.2)   | 主题跟课程和相关性高                                | 主题跟课程相关性较高  | 主题跟课程有一定相关性  | 主题跟课程无相关性                                       |
| 论文内容架构：选择一个自己感兴趣的机器人系统，调研本产品/研究方向国内外研究现状，论文包含系统硬件平台结构、运动学/动力学特性、功能指标、传感检测系统、控制方法等；形成自己的思考；注重内容质量、时效性、原创性(权重 0.5) | 内容丰富且新颖、图文并茂、时效性高、具有国际视野；研究内容系统化，形成自己的思考； | 内容较丰富且较新、有一张以上图片、时效性较高、具有国际视野；研究内容比较系统化，有一定自己的思考； | 内容丰富度不够且时效性较低、有一张图片、有一定时效性、有一定原创性、具有一定国际视野；研究内容相对系统化，有自己的思考； | 内容单薄且无时效性、无图片、时效性差、原创性差、无国际视野；研究内容不系统化，没有自己的思考； |
| 论文版面和格式<br>(权重 0.3)  | 论文版面整齐，字体统一，符号应用标准，参考文献格式正确。              | 论文版面较为整齐，字体较为统一，符号应用较为标准，参考文献格式总体正确。              | 论文版面基本整齐，字体基本统一，符号应用基本标准，参考文献格式基本正确。                         | 论文版面非常混乱，字体不统一，符号应用不符合规范，参考文献格式不正确或未引用。         |