

# 模块 9 工业机器人多关节协同与工作站搭建 教学手册

## 一、模块概述

本模块是智能制造专业群**核心精技阶段**的关键核心模块，面向机械加工技术、机电技术应用、工业机器人技术应用、新能源汽车制造与检测 4 个专业，深度对接县域智能制造产教融合生态圈中工业机器人系统操作员、工业机器人系统运维员、自动化产线调试员等核心岗位需求，聚焦**工业机器人多关节协同控制与机器人工作站系统搭建**双核心能力，承接基础共享阶段工业机器人单机点动操作、传感器应用、电工电子基础等前置模块知识技能，为特色创研阶段机器人与数控设备协同生产、智能产线搭建等高阶模块学习提供核心技术支撑。

模块严格遵循“三适三融”实践教学体系核心理念，以**适产业需求、适岗位技能、适学生成长规律**为导向，实现**课程融项目、实训融场景、评价融标准**，依托阳信县职业中专与东泰精密金属有限公司、泰锐电子有限公司等校企共建共享实训中心，嵌入企业真实机器人工作站生产场景，将工业机器人多关节协同运动控制、工作站机械组装、电气接线、系统调试、安全防护等企业真实生产流程与技术规范，全面重构为项目化教学内容。通过“理论精讲+项目拆解+实操训练+企业导师指导+成果验收”一体化教学模式，把企业真实工作站搭建项目、多关节协同作业任务转化为阶梯式教学任务，培养学生具备工业机器人多关节协同运动规划、机器人工作站完整搭建与调试、故障排查、安全规范作业等岗位核心技能，塑造精益求精的工匠精神、严谨规范的职业素养与团队协作能力，精准匹配县域智能制造企业对工业机器人技术技能人才的岗位能力要求，为县域制造业智能化升级输送本土化、高素质技术技能人才。

## 二、教学基本信息

项目	具体内容
模块编号与名称	模块 9：工业机器人多关节协同与工作站搭建
教学阶段	核心精技阶段
教学周次	第 18-20 周（共 3 周）

总课时	28 课时（理论 4 课时+实操 24 课时）
适用专业	机械加工技术、机电技术应用、工业机器人技术应用、新能源汽车制造与检测
前置知识要求	1.掌握工业机器人安全操作规范与单机点动操作技能；2.具备电工电子基础与低压电路接线能力；3.了解传感器原理与简易信号对接知识；4.掌握机械装配基础与精度调整常识；5.完成基础共享阶段全部模块学习
教学资源需求	1.硬件：ABB/埃夫特/发那科工业机器人本体 4 台、机器人工作站标准套件 4 套、机械装配工具套装 20 套、电工接线工具 20 套、万用表 10 块、示波器 4 台、安全防护栏 4 套、紧急停止装置 4 套、气源处理组件 4 套、气动执行元件 16 套；2.软件：机器人专用示教软件、离线编程软件、工作站调试监控软件、教学课件、企业真实工作站图纸库；3.师资：具备工业机器人高级运维资质、熟悉企业工作站搭建流程的“双师型”教师、企业驻校机器人技术骨干
校企协同节点	课前 2 周：企业（东泰精密金属有限公司）提供机器人工作站真实案例图纸、运行参数、技术标准与作业规范；课中全程：企业机器人技师驻校指导实操（12 课时），参与项目验收与技能考核；课后 1 周：学生提交工作站搭建图纸、调试视频与运行报告，企业技术团队验收点评

### 三、教学目标

#### （一）知识目标

1. 掌握工业机器人多关节协同运动核心原理、运动学基础、关节坐标系与世界坐标系转换规则。

2. 熟悉工业机器人工作站组成结构、机械安装规范、电气对接标准、气动回路设计与调试逻辑。

3. 理解工业机器人多关节协同作业路径规划、点位示教、轨迹优化、速度与加速度参数设置方法。

4. 掌握机器人工作站安全防护系统设计标准、紧急停止逻辑、故障报警代码含义与排查思路。

5. 熟悉企业真实工业机器人工作站作业流程、质量控制标准、设备运维规范与安全生产要求。

6. 掌握机器人与末端执行器、传感器、气动元件、工装夹具的协同控制原理与信号交互规则。

## （二）技能目标

1. 能独立完成工业机器人工作站机械部分精准组装，包括机器人本体固定、导轨安装、工装夹具定位、气动元件装配等，满足企业安装精度要求。

2. 能规范完成工作站电气系统接线，包括控制柜接线、电机接线、传感器接线、气动阀组接线、安全回路接线，符合电工安全标准。

3. 能熟练进行工业机器人多关节协同示教编程，实现点位运动、直线运动、圆弧运动的协同控制，完成精准作业。

4. 能独立完成工作站系统联调，包括参数设置、轨迹优化、信号测试、动作调试、精度校准，确保工作站稳定运行。

5. 能快速排查工作站机械装配、电气接线、程序运行、气动回路中的常见故障，完成修复与优化。

6. 能严格按照企业标准完成工作站搭建全流程作业，撰写规范的技术报告与调试记录。

## （三）素养目标

1. 培养严谨细致、精益求精的工匠精神，严格遵循企业技术标准与操作规范，杜绝违规作业。

2. 树立“安全第一、规范操作”的职业理念，熟练掌握机器人工作站安全操作流程与应急处理方法。

3. 提升团队协作、沟通配合与问题解决能力，能分工协作完成大型工作站搭建与调试任务。

4. 养成规范记录、精准操作、持续优化的职业习惯，契合企业岗位素养要求。

5. 强化服务地方产业意识，理解工业机器人技术对县域智能制造产业升级的支撑作用，树立职业认同感与责任感。

## 四、教学内容与课时安排

教学周次	课时分配	教学内容	教学形式	教学重点与难点	备注
第18周	理论2课时+实操6课时	1.理论：工业机器人多关节协同运动原理、工作站整体结构认知、企业标准解读；2.实操：机器人本体固定、基础机械部件装配、坐标系校准	理论精讲、企业案例展示、示范教学、分组实操	重点：多关节协同原理、机器人固定规范；难点：坐标系精准校准	发放企业真实工作站图纸、装配手册
第18周	实操6课时	1.工作站导轨安装、工装夹具定位、气动元件组装；2.机械装配精度检测与调整	示范教学、分组实操、教师巡回指导、精度检测	重点：机械装配精度控制；难点：工装夹具同轴度、平行度调整	配备精度检测工具，企业技师现场指导
第19周	理论2课时+实操6课时	1.理论：工作站电气系统原理、安全回路设计、接线规范；2.实操：控制柜接线、电机接线、传感器接线、气动阀组接线	理论讲解、接线示范、分组实操、绝缘检测	重点：电气接线规范、安全回路搭建；难点：信号线路抗干扰处理	严格遵循企业电气标准，做好绝缘防护
第19周	实操6课时	1.气动回路搭建与调试、气源处理组件安装；2.接线检测、线路整理、标签标注	示范教学、分组实操、气压测试、线路检查	重点：气动回路密封性、接线准确性；难点：气压稳定控制	配备气压表，检测回路密封性
第20周	实操6课时	1.工业机器人多关节协同示教编程、路径规划；2.点位示教、直线/圆弧运动调试	项目教学、示教示范、分组实操、轨迹优化	重点：多关节协同编程、路径规划；难点：运动轨迹精度控制	使用企业真实作业任务进行编程训练
第20周	实操6课时	1.工作站系统联调、参数优化、故障排查；2.项目验收	综合实操、企业验收、	重点：系统联调流程、故障	提交搭建报告、调

周	时	收、成果展示、企业导师 点评	小组互评、 总结梳理	排查；难点： 整体运行稳定 性优化	试视频， 企业验收
---	---	-------------------	---------------	-------------------------	--------------

## 五、教学方法与手段

### （一）教学方法

1. **项目驱动教学法**：以企业真实工业机器人工作站搭建项目为核心载体，将总项目拆解为机械装配、电气接线、编程调试、系统联调、故障排查 5 个子项目，按任务阶梯式推进教学，实现“做中学、学中做”。

2. **示范教学法**：教师与企业技师联合示范机器人固定、接线规范、示教编程、精度调整等核心操作步骤，直观展示标准流程与关键技巧，突破教学重难点。

3. **企业案例教学法**：引入东泰精密金属有限公司、泰锐电子有限公司真实机器人工作站案例、故障处理案例、质量管控标准，让教学内容紧贴岗位实际。

4. **分组协作教学法**：将学生分为 4-6 人一组，模拟企业项目团队分工（机械组装员、电气接线员、编程调试员、安全员、质检员），培养团队协作与岗位适配能力。

5. **校企协同教学法**：企业技师全程驻校参与教学，负责企业标准解读、实操指导、项目验收，传递一线岗位技能与职业规范。

6. **故障导向教学法**：预设机械、电气、程序、气动四类常见故障，引导学生自主排查、分析原因、解决问题，提升实战能力。

### （二）教学手段

1. **多媒体教学**：利用 PPT、三维动画、企业工作站运行视频、故障案例视频等资源，直观呈现抽象原理与复杂结构。

2. **理实一体化平台**：依托校企共建共享实训中心，实现理论讲解与实操训练同场地、同步推进，打破理实壁垒。

3. **示教器实操教学**：使用机器人原厂示教器，让学生掌握真实设备操作方法，实现校园实训与企业岗位零差距。

4. **线上资源支撑**：搭建模块教学资源库，上传课件、操作视频、图纸、标准规范、习题等资源，支持学生课后自主学习。

5. 企业线上线下联动：通过现场指导、线上答疑、远程验收等方式，实现校企全程协同育人。

## 六、考核标准

本模块实行过程性考核（40%）+终结性考核（60%）相结合的校企联合评价体系，总分为100分，合格分数线为60分，完全契合“三维十标”评价标准与企业岗位考核要求。

### （一）过程性考核（40分）

考核项目	考核内容	分值	考核方式	考核主体
课堂与安全表现	出勤、课堂专注度、安全规范执行、工具使用规范	10分	日常记录、现场观察	教师+企业技师
实操任务完成度	机械装配、电气接线、气动搭建、编程调试分阶段任务完成质量	20分	现场验收、作品检查	教师+企业技师
团队协作与记录	小组分工配合、技术记录完整性、问题沟通效率	10分	小组评价、记录检查	教师+组长

### （二）终结性考核（60分）

考核项目	考核内容	分值	考核方式	考核主体
工作站搭建质量	机械装配精度、电气接线规范、气动回路密封性、安全防护完整性	25分	现场检测、精度测量	企业技师+教师
多关节协同调试	编程准确性、轨迹精度、运行稳定性、作业效率	25分	运行演示、精度测试	企业技师+教师
技术报告与故障处理	报告规范性、故障排查速度与准确性	10分	报告评审、现场排查	教师+企业技师

### （三）考核结果处理

1. 考核合格（≥60分）：准予通过本模块学习，获得相应学分，进入下一模

块学习。

2. **考核不合格 (<60分):** 参加补训补考, 补训聚焦薄弱环节; 补考仍不合格者, 需重修本模块。

3. 出现重大安全违规、弄虚作假者, 本模块成绩直接记为 0 分。

## 七、教学注意事项

1. **安全第一:** 工业机器人属于高危设备, 必须严格执行安全操作规范, 实训前必须进行安全培训, 实训全程必须佩戴安全防护用具, 设置安全隔离区域, 严禁违规操作。

2. **精度导向:** 机械装配、电气接线、轨迹调试必须严格遵循企业精度标准, 做好精度检测与记录, 确保符合岗位要求。

3. **规范操作:** 所有接线、装配、编程必须遵循国家标准与企业技术规范, 做好线路标签、工具归位、现场整理, 培养职业规范。

4. **分层教学:** 针对不同基础学生实施分层指导, 基础薄弱学生强化基础操作, 能力较强学生增加轨迹优化、故障排查拓展任务。

5. **校企协同落地:** 提前与企业对接, 确保图纸、技术标准、技师指导按时到位, 严格按照企业标准开展教学与考核。

6. **设备保护:** 规范使用机器人设备与工具, 做好日常维护保养, 避免因操作不当造成设备损坏。

7. **实时反馈:** 及时收集学生学习问题与企业反馈意见, 动态调整教学进度与方法, 提升教学质量。

## 八、课后拓展与巩固

### (一) 课后作业

1. **基础作业:** 整理本模块知识点、操作流程、故障排查方法, 撰写完整技术笔记。

2. **实操作业:** 完善工作站搭建细节, 优化运动轨迹, 录制稳定运行视频提交。

3. **提升作业:** 分析企业工作站典型故障案例, 制定排查方案, 尝试优化工作站作业效率。

## （二）拓展资源

1. 工业机器人离线编程软件、企业工作站图纸库、安全操作规范手册。
2. 线上工业机器人技术课程、多关节协同调试教学视频、故障处理案例库。
3. 班级学习交流群、企业技术导师线上答疑通道、校企资源共享平台。

## 九、校企协同相关要求

### （一）企业配合要求

1. 课前 2 周：提供真实机器人工作站全套图纸、技术参数、作业标准、安全规范，不少于 3 套企业案例。
2. 课中全程：派遣 2 名以上机器人技术骨干驻校指导，每周不少于 4 课时，负责实操指导、标准解读、项目验收。
3. 课后 1 周：组织技术团队对学生搭建的工作站、提交的技术报告进行全面验收点评，出具企业评价意见。
4. 提供企业岗位技能考核标准，参与模块考核命题与评分。

### （二）教师对接要求

1. 提前与企业技术负责人对接，确认教学资源、指导时间、考核标准，做好沟通协调。
2. 整理学生实操成果与技术报告，及时提交企业验收，跟踪反馈意见并传达给学生。
3. 结合企业评价意见，优化教学内容与实训项目，确保教学与企业需求精准匹配。

## 十、模块总结

本模块作为智能制造专业群核心精技阶段的核心模块，聚焦工业机器人多关节协同控制与工作站搭建两大核心能力，严格落实“三适三融”实践教学体系要求，深度融合企业真实生产流程与技术标准，通过项目化、阶梯式、校企协同教学，让学生全面掌握工业机器人工作站从机械装配、电气接线到编程调试、系统联调的全流程技能。模块教学全程对接县域企业岗位需求，强化安全规范、精度控制、团队协作与工匠精神培养，有效提升学生岗位胜任力与就业竞争力，为学生进入特色创研阶段高阶项目学习、未来走向工业机器人相关岗

位奠定坚实核心基础，同时为县域智能制造产业高质量发展提供核心技术技能人才支撑。

# 模块 9 工业机器人多关节协同与工作站搭建

## 学生配套学习手册

### 一、模块前言

欢迎进入《模块 9：工业机器人多关节协同与工作站搭建》核心阶段学习！本模块是你从工业机器人基础操作迈向**系统级应用**的关键跨越，是智能制造专业群核心精技阶段的核心能力模块，直接对接企业工业机器人系统操作员、运维员、调试员等高薪核心岗位。

本学习手册是你本模块学习的**唯一行动指南**，严格对应教学内容、课时安排、实训任务与考核标准，全程贴合企业真实工作站搭建流程，明确每一周、每一节课的学习任务、操作步骤、完成标准与安全要求。请你认真阅读每一项内容，严格遵守安全规范，主动完成所有实操任务，积极参与团队协作，遇到问题及时请教教师与企业导师，力争以优异成绩通过考核，掌握企业急需的工业机器人核心技能，为未来高薪就业与职业发展筑牢根基。

本模块学习周期为**第 18-20 周，共 3 周，总课时 28 课时**，全程采用理实一体化教学，企业技师全程驻校指导，所有实训任务均来自企业真实项目，学习即上岗，训练即实战。

### 二、学习基本信息

项目	具体内容
模块名称	模块 9：工业机器人多关节协同与工作站搭建
学习周期	第 18-20 周（共 3 周）
总课时	28 课时（理论 4 课时+实操 24 课时）
学习资源	1. 个人物品：笔记本、黑色签字笔、绘图工具、安全鞋、防护手套；2. 设备工具：工业机器人本体、示教器、装配工具、接线工具、万用表、精度检测工具；3. 学习资料：企业工作站图纸、装配手册、接线规范、教学课件、操作视频；4. 协同资源：企业技术导师线上线下答疑、小组协作团队
前置基础	1. 完成工业机器人安全规范与单机点动操作学习；2. 具备基础电工接

	线与机械装配能力；3. 了解传感器与气动元件基础知识
学习要求	1. 严格遵守安全规范，无安全培训不得进入实训区；2. 按时出勤，专注学习，不做与学习无关事项；3. 独立完成实操任务，规范记录技术数据；4. 积极参与小组协作，主动沟通解决问题；5. 严格遵循企业标准，精益求精完成每一步操作
校企协同安排	企业技师全程驻校指导；课后提交成果由企业技术团队验收；考核由校企联合评分

### 三、学习目标

#### （一）知识目标

1. 牢记工业机器人多关节协同运动原理、坐标系转换规则。
2. 熟悉工作站机械结构、电气系统、气动回路、安全防护四大组成部分。
3. 掌握示教编程、路径规划、参数设置、系统联调核心知识。
4. 熟记企业机器人工作站搭建标准、安全规范、质量要求。
5. 能识别常见故障代码，掌握故障排查基本逻辑。

#### （二）技能目标

1. 能独立完成机器人本体固定、机械部件装配、精度校准。
2. 能规范完成电气接线、气动回路搭建、安全回路连接。
3. 能熟练进行多关节协同示教编程，实现精准轨迹运行。
4. 能独立完成系统联调、参数优化、常见故障排查。
5. 能撰写规范的技术报告，完整记录搭建与调试过程。

#### （三）素养目标

1. 树立安全第一、规范操作的职业底线。
2. 养成严谨细致、精益求精的工匠精神。
3. 提升团队分工、沟通协作、责任担当能力。
4. 形成标准化、流程化、可追溯的作业习惯。

### 四、具体学习任务与工作内容（按周推进）

## 第 18 周核心任务：机械装配与精度校准（理论 2 课时+实操 12 课时）

### 第 18 周第 1-2 课时（理论）

**学习内容：**工业机器人多关节协同原理、工作站结构认知、企业标准解读

**具体工作内容：**

1. 认真聆听多关节协同运动原理讲解，理解 6 轴机器人协同作业逻辑。
2. 学习工作站整体组成：机器人本体、导轨、工装夹具、气动系统、电气系统、安全系统。
3. 解读企业提供的真实工作站图纸，识别装配尺寸、精度要求、技术规范。
4. 做好课堂笔记，标注重点：坐标系校准、装配精度、安全要点。

**完成标准：**笔记完整，能复述多关节协同原理，能看懂企业图纸基本结构。

### 第 18 周第 3-8 课时（实操）

**学习内容：**机器人本体固定、基础机械装配、坐标系校准

**具体工作内容：**

1. 检查安全防护装备，确认实训区域安全，听从教师与企业技师安排。
2. 使用专用工具完成机器人本体固定，确保水平度、垂直度符合精度要求。
3. 进行机器人基础坐标系校准，完成关节坐标系、世界坐标系设定。
4. 按图纸完成底座、支撑件、安装板装配，做好精度检测记录。

**完成标准：**机器人固定牢固无晃动，坐标系校准误差 $\leq 0.1\text{mm}$ ，记录完整规范。

### 第 18 周第 9-14 课时（实操）

**学习内容：**导轨安装、工装夹具定位、气动元件组装

**具体工作内容：**

1. 按企业图纸完成直线导轨安装，调整平行度、同轴度。
2. 安装工装夹具，进行定位精度调试，确保夹持位置精准。
3. 组装气动执行元件、气源处理组件，连接气路接头。

4. 进行机械装配整体精度检测，调整误差，达到企业标准。

**完成标准：**导轨运行顺畅无卡顿，夹具定位精准，气路连接牢固无漏气。

## 第 18 周课后任务

1. 整理本周机械装配知识点，绘制机械装配简易流程图。
2. 自查本周实操成果，标注未达标项，下周重点整改。
3. 预习下周电气接线知识，熟悉接线规范与安全要求。

---

## 第 19 周核心任务：电气接线与气动回路搭建（理论 2 课时+实操 12 课时）

### 第 19 周第 1-2 课时（理论）

**学习内容：**工作站电气原理、安全回路、接线规范

**具体工作内容：**

1. 学习机器人控制柜内部结构、电源回路、信号回路、安全回路原理。
2. 掌握电气接线颜色规范、线径标准、屏蔽处理、抗干扰措施。
3. 理解紧急停止回路、安全门回路、限位回路设计逻辑。
4. 做好笔记，重点标注接线禁忌、安全要点、检测方法。

**完成标准：**能复述电气系统组成，熟记接线规范与安全要求。

### 第 19 周第 3-8 课时（实操）

**学习内容：**控制柜接线、电机接线、传感器接线、阀组接线

**具体工作内容：**

1. 断电操作，做好绝缘防护，严格按照接线图纸进行作业。
2. 完成机器人控制柜电源接线、电机动力线接线、信号线接线。
3. 连接传感器、光电开关、限位开关线路，做好屏蔽接地。
4. 接线完成后进行绝缘检测、通断检测，确保无短路、断路。

**完成标准：**接线规范整齐，标签清晰，绝缘电阻达标，无接线错误。

### 第 19 周第 9-14 课时（实操）

**学习内容：**气动回路搭建、气源调试、线路整理

### 具体工作内容:

1. 按气动回路图连接气管、阀组、气缸，进行密封性测试。
2. 调整气源压力，确保气压稳定在企业规定范围。
3. 整理电气线路与气动管路，固定线束，做到美观规范。
4. 进行整体通电通气前检查，确认安全无误。

**完成标准:** 气动回路无漏气，气压稳定，线路整理规范，通电前检查合格。

## 第 19 周课后任务

1. 整理本周接线笔记，绘制电气接线与气动回路图。
2. 自查接线错误，及时整改，做好检测记录。
3. 预习下周示教编程与系统联调知识。

## 第 20 周核心任务：示教编程、系统联调与项目验收（实操 12 课时）

### 第 20 周第 1-6 课时（实操）

**学习内容:** 多关节协同示教编程、路径规划、轨迹调试

#### 具体工作内容:

1. 熟悉示教器操作，进行机器人上电、模式切换、安全确认。
2. 进行多关节点位示教，设置运动速度、加速度、转弯半径。
3. 编写直线运动、圆弧运动程序，实现多关节协同作业。
4. 优化运动轨迹，减少冲击，提升运行精度与稳定性。

**完成标准:** 程序无报错，轨迹误差 $\leq 0.2\text{mm}$ ，运行平稳无抖动。

### 第 20 周第 7-12 课时（实操）

**学习内容:** 系统联调、故障排查、项目验收、企业点评

#### 具体工作内容:

1. 进行工作站整体通电通气联调，测试所有动作与信号。
2. 排查机械、电气、程序、气动四类常见故障并修复。
3. 完成工作站连续运行测试，达到企业作业效率要求。

4. 提交搭建报告、调试视频、运行记录，接受校企联合验收。
5. 听取企业技师点评，记录改进意见，完善成果。

**完成标准：**工作站连续运行 10 分钟无故障，精度达标，资料完整规范。

## 第 20 周课后任务

1. 完成本模块完整技术总结报告，梳理收获、不足与改进计划。
2. 根据企业点评意见，优化工作站运行参数与细节。
3. 复习本模块全部内容，准备模块考核。

## 五、考核准备指南

1. **安全考核：**熟记安全操作流程，能正确处理紧急停止、应急避险。
2. **实操考核：**熟练完成机械装配、电气接线、编程调试、故障排查全流程。
3. **理论考核：**掌握多关节原理、工作站结构、企业标准、故障知识。
4. **报告考核：**资料完整、数据准确、格式规范、逻辑清晰。

## 六、安全操作红线（必须严格遵守）

1. 未佩戴安全防护用品、未通过安全考核，严禁进入实训区。
2. 机器人运行时，严禁将身体任何部位伸入安全护栏内。
3. 接线、装配必须断电断气操作，严禁带电带压作业。
4. 示教模式必须低速运行，严禁超速操作。
5. 发现异常立即按下急停按钮，切断电源气源，报告教师。