

ICS 25.040.30  
CCS J 28

T

# 团 体 标 准

T/CAMETA XXX—2025

## 机器人技术专业实训教学条件建设指南

Construction guidelines of Practical Traning Teaching Conditions in Robotics  
Tehnology Major

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国机电一体化技术应用协会 发 布

## 目 次

目 次 .....	II
前 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 课程建设与开发 .....	2
5 讲课与实验 .....	3
6 实训要求 .....	4
7 安全规范 .....	5
8 物理空间 .....	6
9 硬件资源 .....	8
10 软件资源 .....	13
11 实验室运维 .....	17

## 前　　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国机电一体化技术协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 机器人技术专业实训教学条件建设指南

## 1 范围

本文件确立了机器人技术及相关专业校内实训教学场所建设和实施的总体原则与规范，并对课程建设与开发、讲课与实验、实训要求、安全规范、物理空间、软硬件资源、实验室运维等方面做了规定要求。

本文件适用于机器人技术及相关专业。

本文件适用于机器人技术及相关专业的课程实践教学、毕业设计、科研训练等教学活动，确保学生能够在实训中深入理解和掌握专业知识，提升实践操作能力和解决实际问题的能力。

本文件适用于机器人技术及相关专业的教师开展教学改革、科研项目以及指导学生竞赛等所需的硬件和软件支持。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12643—2025 机器人与机器人装备 词汇

GB/T 41864—2022 信息技术 计算机视觉 术语

GB 11291—1997 工业机器人 安全规范

GB/T 5226.1—2019 《机械电气安全》

GB/T 16895.3—2024 低压电气装置 第5—54部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体

## 3 术语和定义

GB/T 12643—2013 和 GB/T 41864—2022 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 机器人 robot

具有两个或者以上可编程的轴，以及一定程度的自主能力，可在其环境内运动以执行预期的任务的执行机构。

### 3.2

#### 工业机器人 industrial robot

自动控制的、可重复编程、多用途的操作机，可对三个或三个以上轴进行编程。它可以是固定式或者移动式。在工业自动化中使用。

### 3.3

#### 离线编程

在与机器人分离的装置上编制任务程序后再输入到机器人中的编程方法。

### 3. 4

#### 机器视觉 Machine Vision

用机器代替人眼做测量和判断，并能够自动获取和分析特定图像，以控制相应的行为。

## 4 课程建设与开发

实训实验室课程体系需精准对接机器人技术及相关专业的教学需求，构建“基础—进阶—创新”三级贯通式能力培养体系，聚焦操作编程、设备维护等岗位实践能力，强化系统集成调试、复杂场景应用等工程实践能力，拓展智能控制算法开发、跨学科技术融合等创新能力。

实训实验室应当满足机器人技术及相关专业全阶段实践教学需要，能对接理论课程，开展 PLC 控制实验、运动控制实训、工业网络组态等核心技能训练，支撑科研创新项目、技能竞赛备赛、工程场景模拟、毕业设计开发等拓展性教学环节。

### 4. 1. 1 机器人技术基础课程

系统掌握机器人机械、驱动、控制、感知四大核心系统的构成原理，能针对多种应用场景进行工艺需求分析，建立精准的运动学与动力学模型，具备多源数据采集、融合算法编程及硬件配置能力，可完成机器人系统参数标定、误差补偿、及精度优化，实现从机械本体到智能控制的全维度技术集成与性能提升。

### 4. 1. 2 工业机器人离线编程课程

精通机器人坐标系配置与多任务协调编程，能完成复杂运动轨迹规划与离线仿真验证，掌握运动参数优化方法以提升作业效率，具备对异常状态监测与处理的程序开发能力，可实现机器人控制系统的定制化功能扩展。

### 4. 1. 3 工业机器人系统集成课程

具备机器人应用系统电气方案设计能力，能完成多设备协同通信控制方案开发，构建支持快速部署的工艺数据库，掌握系统联调方法与性能检测技术，优化系统性能，提升系统可靠性，编制系统集成文档，具备与前沿技术融合创新能力。

### 4. 1. 4 机器人维护与维修课程

建立预防性维护体系，能制定并实施包括精度检测、参数备份及故障应急预案的系统维护计划，掌握电气/机械系统诊断技术，具备安全回路检测与安全机制优化能力，可编制标准化维护文档指导现场操作。

### 4. 1. 5 机器视觉技术课程

掌握视觉系统光学设计、相机标定与畸变校正技术，能开发智能检测算法并完成机器人视觉引导系统集成，具备深度学习视觉应用开发能力，可完成系统性能评估与优化，支持柔性制造场景下的高精度视觉检测需求。

### 4. 1. 6 电气控制技术及 PLC 原理课程

掌握 PLC 技术应用能力，具备硬件结构分析、接口设计实施、指令编程调试、运动控制程序开发、网络通信配置及人机界面设计能力，能系统性完成可编程应用系统从需求分析到运维升级的全生命周期管理，包括复杂控制程序优化、多设备协同控制及系统升级维护等工程实践核心环节。

#### 4.1.7 电机与电气控制课程

具备电力电子系统设计与优化能力，精通变频器/伺服/步进控制器的参数整定与算法实现，可完成调速、位置、力矩等多模式控制系统设计，掌握 PCI 总线运动控制卡开发技术，能通过建模仿真优化控制策略，实现多轴协同运动控制及系统动态性能提升，具备解决复杂运动控制场景的综合技术方案设计能力。

#### 4.1.8 工业网络通信及组态技术课程

深入理解 Modbus、PROFINET 等主流工业协议，能完成网络冗余架构设计与实时性调优，熟练使用组态软件构建监控界面，实现异构网络系统集成与故障诊断，可独立实施数据采集系统方案设计与部署，保障工业网络的安全稳定运行与高效数据传输。

### 5 讲课与实验

本部分规定了机器人技术相关专业实训教学中讲课与实验的实施标准，适用于各类院校及培训机构。

#### 5.1 课时要求

##### 5.1.1 课时分配

专业课程应采用模块化教学设计，理论实践学时分配应符合：

表 1 课时分配

课程类型	理论:实践	总学时参考
专业基础课程	4:6	≥48 学时
专业核心课程	3:7	≥64 学时
综合实训课程	2:8	≥80 学时

##### 5.1.2 教学组织规范

###### a) 时间管理

单次实训时长≤4 学时；高风险项目必须分时段进行。

###### b) 资源配置

师生比要求：基础实训≤1:15；高危操作≤1:8；

设备使用：工业机器人≤3 人/台；工作站≤5 人/套。

#### 5.2 实践教学互动

###### a) 角色轮换机制：操作岗位每周轮换；实行“师徒制”辅导；

###### b) 虚实结合要求：仿真与实操时间比≤3:7；必须完成仿真达标方可实操；

###### c) 企业参与：建立“双导师”制度；企业现场指导≥4 次/学期。

### 5.3 教学方法

- a) 教学以学生为中心;
- b) 校企合作设计教学项目;
- c) 岗位需求驱动工作任务;
- d) 改革课程考核评价形式。

## 6 实训要求

机器人实训以真实生产场景和工程问题为导向，，通过机器人操作、编程与维护的全流程，使学生系统掌握机器人核心技术，强化工程实践能力和系统化思维。本标准将根据具体岗位的人才培养需要，提出相关实训与案例建设建议：

### 6.1 机器人应用工程师

精通机器人运动控制算法与轨迹规划技术，掌握 C++/Python 等语言的使用；熟悉强化学习在机器人控制中的应用；掌握机器人系统集成与运动学标定技术；掌握 ROS 机器人开发框架；；能够进行多机器人任务协同设计，掌握分布式机器人系统原理及协同控制策略；辅助完成简单场景的解决方案开发。

### 6.2 机器人编程与调试工程师

掌握机器人运动学与轨迹规划算法；掌握伺服驱动参数整定与实时性优化技术；熟悉工业机器人控制架构模式；能够进行离线编程与虚拟调试；辅助视觉识别系统开发；掌握主流机器人品牌二次开发；熟悉 PLC 集成与现场总线通信协议。

### 6.3 自动化系统集成工程师

掌握控制理论与系统建模方法；精通 PLC/SCADA 编程及工业网络协议配置；具备系统故障诊断与性能优化能力；熟悉工业自动化编程标准（如 IEC 61131-3）；掌握 OPC UA、Modbus TCP 等工业通信协议；熟悉 Python 或 C#至少 1 种工程开发语言。

### 6.4 电气工程师

掌握电路理论与电磁场分析方法，精通电机控制原理及电力系统仿真技术；具备电气控制系统设计与调试能力；熟悉工业自动化设备（如 PLC、变频器）的编程与应用；能够完成电力系统稳定性分析与继电保护方案设计；熟悉工业网络协议（如 Modbus、Profibus）。

### 6.5 工业机器人维护工程师

需熟练掌握机器人专用诊断工具的操作，能够基于工具执行预防性维护操作；需熟悉控制器日志结构，需掌握可靠性工程分析方法，具备机械结构校准、电气系统测试、传感器零点复位等实操能力；需了解振动监测与频谱分析技术，能够量化评估减速器、伺服电机等核心部件的健康状态；需具备标准化文档编制能力，能够输出包含预防性维护计划、故障记录、改进措施及效果验证的完整技术报告。

### 6.6 机器人运维服务工程师

掌握机器人状态监测算法与异常检测逻辑，掌握 C++/Python 等语言的使用；掌握机器人控制器日志分析与性能瓶颈定位技术；熟悉运维平台架构模式；能够进行远程运维系统开发；辅助智能诊断系统开发；掌握机器人数据管理平台；熟悉至少 1 种运维脚本语言；熟悉日志聚类分析与根因挖掘技术。

## 6.7 工业自动化销售工程师

掌握行业数据建模与分析技术；精通工业自动化产品技术架构；具备工业现场工艺问题诊断分析与解决方案优化能力，能够进行工厂数字化改造方案设计；熟悉自动化系统模块化配置模式及智能制造标准体系；掌握工业大数据平台场景应用技术；熟悉主流工业通信协议（Modbus/OPC UA/EtherCAT）；掌握工厂网络架构安全设计原理；熟悉工业自动化市场生态（PLC/HMI/MES）。

## 6.8 离线编程与仿真工程师

掌握仿真场景构建与计算性能优化技术；熟悉虚拟调试系统设计模式；能够进行多机器人协同作业仿真；辅助工艺规划系统开发；掌握不少于一种工业机器人离线编程软件；熟悉至少 1 种机器人编程语言；熟悉碰撞检测与路径优化算法；熟悉数字孪生平台搭建；掌握分布式仿真系统原理及实时性保障机制。

## 6.9 视觉系统应用工程师

掌握图像处理算法与计算机视觉理论；熟练运用 C++/Python 等语言；掌握视觉检测系统搭建与实时性能优化技术；熟悉深度学习模型部署模式；能够进行多相机协同工作设计；辅助智能质检系统开发；熟悉目标检测与跟踪算法；熟悉三维点云处理；掌握分布式视觉系统原理及同步机制。

# 7 安全规范

本部分规定了实训场所的物理安全、防火、通风、安全标识等要求，适用于机器人技术及相关专业实训室、实验室及生产性实训基地。

## 7.1 物理安全

### 7.1.1 设备安全

#### a) 机械安全

工业机器人必须配备安全防护栏（高度  $\geq 1.8m$ ），并设置安全联锁装置，防止误操作。

机器人工作半径内应设置安全光栅或激光扫描仪，检测人员闯入时自动停机。

所有运动部件（如机械臂、传送带）必须安装防护罩，避免机械伤害。

#### b) 电气安全

实训设备必须符合 GB/T 5226.1-2019 《机械电气安全》标准。

### 7.1.2 人员安全

#### a) 操作规范

进入实训区必须穿戴安全鞋、防护眼镜、紧身工装，长发需束起。

严禁戴手套操作旋转设备（如打磨机器人）。

#### b) 安全培训

所有师生必须通过安全考核（包括机械安全、电气安全、应急处理）。

高风险操作（如焊接、搬运）需持特种作业操作证（如电工证、焊接证）。

## 7.2 防火安全

### 7.2.1 防火设施

#### a) 消防设备

实训室必须配备干粉灭火器（ABC类）和CO<sub>2</sub>灭火器（每50m<sup>2</sup>至少1个）。

焊接、切割等高温作业区需设置防火毯和自动喷淋系统。

#### b) 防火管理

严禁在实训室内容易存放易燃易爆物品（如酒精、汽油）。

### 7.2.2 应急疏散

#### a) 安全出口

实训室至少设置2个安全出口，宽度≥1.2m，并保持畅通。

安全通道应设置应急照明和荧光指示标识。

#### b) 应急预案

每学期至少进行1次消防演练，确保师生掌握灭火器使用和逃生路线。

## 7.3 通风与空气环境

### 7.3.1 通风系统

#### a) 机械通风

焊接、喷涂等产生有害气体的实训区必须安装排风系统（风量≥2000m<sup>3</sup>/h）。

机器人工作站应设置局部排风罩，防止粉尘、烟雾积聚。

#### b) 空气质量

实训室内CO<sub>2</sub>浓度≤1000ppm，温度控制在18°C-28°C，湿度40%-70%。

### 7.3.2 有害气体防护

需配备焊烟净化器，并定期更换滤芯。

## 7.4 安全标识

#### a) 警示标志

危险区域（如机器人工作区）设置黄黑相间警示带。

高压电、高温设备需贴“危险！禁止触摸”标识。

#### b) 操作指引

每台设备旁应悬挂安全操作规程。

## 8 物理空间

实验室应规划充足的设备操作空间及安全缓冲区，确保机械臂、协作机器人等大尺寸设备的作业半径要求，同时预留控制系统、传感器调试区及示教器操作平台。空间布局需满足机器人急停安全规范，设置专用急停按钮及安全围栏通道，并配置符合GB/T 11291标准的紧急制动系统。电力供应需满足设

备功率需求，并配套专用接地系统。空调通风设计需考虑设备散热特性，以保障机器人本体精度及控制系统稳定性。

### 8.1 专业实训区域规划

- (1) 电气控制技术实训室：配置设备陈列区与周边安全操作缓冲区，采用岛式布局确保设备间距符合安全规范，预留设备扩容空间。
- (2) 机器人操作运维实训室：按工业机器人标准作业单元规划设备位，设置环形安全通道及紧急制动系统，配备可视化操作指示屏。
- (3) 机器视觉技术实训室：采用光控分区设计，设置暗室检测区与常规操作区，配备专业补光装置及图像采集校准平台。
- (4) 机器人系统集成综合实训室：实训空间采用开放式模块化设计，涵盖物料搬运、装配、打磨、智能仓储等典型场景。
- (5) 机器人仿真实训室：配备高性能计算终端集群，集成主流仿真平台，支持多场景仿真测试。设备建议采用模块化行列式布局。
- (6) 移动机器人实训室：采用模块化拓扑结构，设置不少于两种导航技术测试模块（如激光雷达/视觉导引/二维码定位）。配置光电隔离栅栏或安全雷达联动防护系统，集成智能监控预警平台，支持多机协作场景的动态避障算法测试。

表2 实训室物理空间指导建议

序号	实训室	设备对应实训人数	建议设备数量	占地面积	支持课程
1	电气控制技术实训室	4-5	8-10	≥170	电气控制技术及 PLC 原理课程 电机与电气控制课程 工业网络通信及组态技术课程
2	机器人操作运维实训室	4-5	8-10	≥120	机器人技术基础课程 机器人维护与维修课程
3	机器视觉技术实训室	4-5	8-10	≥120	机器视觉技术课程
4	机器人系统集成综合实训室	5-6	6	≥150	工业机器人系统集成课程 工业网络通信及组态技术课程
5	机器人仿真实训室	1-2	35	≥90	工业机器人离线编程课程
6	移动机器人实训室	4-5	8-10	≥150	机器人技术基础课程 机器人维护与维修课程

注：设备对应实训人数、占地面积及班级规模属指导性标准，执行单位可结合实际情况进行适当调整。

### 8.2 辅助教学区配置规划

- (1) 标准化实训单元：按 30/60 人规模分级设置，配备多媒体示教系统及工具存放矩阵柜。
- (2) 虚拟仿真系统：设置数字孪生终端，配置多通道投影融合系统，支持虚实结合的混合现实操作。
- (3) 远程协作平台：集成高清视频会议终端与远程桌面控制系统，支持师生实训资源共享。

## 9 硬件资源

实训设备须通过国家强制性产品认证,取得权威检验机构出具的质量合格证明,确保核心性能指标全面符合国家及行业技术规范。

所有仪器设备安装调试需严格遵循现行国家或行业技术规范,接地系统应符合 GB/T 16895.3-2024 相关要求,确保导电连续性及接地电阻值  $\leq 1\Omega$ 。

接入电网设备须满足国家电网公司入网检测标准,工作电压适配 AC380V(三相)或 AC220V(单相)制式,配置过流保护、剩余电流动作保护器装置。可插拔线缆应采用双重绝缘结构,导电端子须完全封装。

具备运动执行机构的设备应配置急停控制回路,该回路需独立于主控制系统,确保在紧急状态下可同步切断动力电源、气源供给及液压压力,驱动机构应设计有冗余制动装置,制动响应时间不应超过 0.3 秒。

### 9.1 电气控制实训室

表 3 电气控制实训室硬件资源

序号	设备名称	主要功能和技术要求	主要实训项目
1	PLC 模块包含 HMI	1. I/O 点不低于 16 点; 2. 带有基本运动控制功能; 3. 至少具有一个外部通信接口; 4. HMI 不低于 5 寸彩屏; 5. 不低于三种典型逻辑控制对象; 6. 不低于两种运动控制对象。	
2	传感器	1. 可提供满足标准传感器工作的各类信号源的电源; 2. 具备漏电保护功能; 3. 具备常用传感器的信号采集、处理、传输等功能; 4. 必须具备位置类、安全类、视觉类传感器;可选择力、速度、加速度、温度、流量等传感器。	1. PLC 基本指令的使用; 2. PLC 基本控制系统搭建; 3. HMI 基本编程; 4. HMI 与 PLC 数据交互; 5. 变频器的参数设置及使用; 6. 伺服控制器的参数设置及使用; 7. PLC 控制的变频调速系统; 8. PLC 控制的伺服定位控制等。
3	伺服控制设备	1. 配备交流伺服电动机及驱动器,功率不低于 100W,配有单轴或多轴控制对象。	
4	变频控制设备	1. 配备三相异步电动机及变频器,变频器具有通信功能,容量不低于 0.5kW。	
5	步进控制设备	1. 配备步进驱动器及步进电机,电机转矩不低于 0.1NM,至少配备一种控制对象。	
6	电工实训模块	1、电气低压电器:如漏电断路器、熔断器、电流互感器、交流接触器、时间继电器、热继电器、中间继电器、行程开关、按钮、信号灯、转换开关、电压表、电流表、功率表及电度表等; 2、单相电度表、日光灯、单联开关、插座、感应开关、漏电开关等	

### 9.2 机器人操作运维实训室

表 4 机器人操作运维实训室硬件资源

序号	设备名称	主要功能和技术要求	主要实训项目
1	工业机器人机械本体构件	1. 六自由度串联关节型工业机器人机械本体; 2. 驱动组件采用高性能伺服电机, 所有部件已安装到本体上, 内置刹车; 3. 各关节均为谐波减速器; 4. 重复定位精度 $\pm 0.02\text{mm}$ ; 5. 末端负载不小于 3Kg; 6. 本体重量不大于 25Kg。	1. 常见机械结构件认知; 2. 机器人结构认知; 3. 机器人的原点校准; 4. 机器人标定; 5. 机器人本体拆装; 6. 机器人整机联调; 7. 机器人维保; 8. 串联机器人认知; 9. 工业机器人常用指令的使用等。
2	工业机器人控制系统	1. 具有带急停按钮的示教器; 2. 系统自带 USB、以太网、串口; 3. 支持先进的 EtherCAT、CC-link、ProfiNET、Modbus/TCP、Ethernet/IP 等现场总线; 4. 不少于 16 个数字量输入输出接口; 5. 供电为 220V 交流电, 50HZ。	
3	工业机器人任务模块	1. 机器人码垛工具, 采用手指气缸配合工装, 可以稳定地抓取码垛料块; 2. 机器人装配工具, 采用真空吸盘配合工装, 可以稳定地抓取芯片; 3. 轨迹训练单元、空间轨迹训练为相贯的两个圆柱体。平面轨迹上有不同的图形, 位置可以调节; 4. TCP 校准工具, 材质不锈钢配合工装, 可装在机器人的末端; 5. 输送分拣单元, 模块由电机驱动, 同步带及皮带传送, 皮带输送两侧及末端有挡边, 并且有光电检测。	

### 9.3 机器视觉技术实训室

表 5 机器视觉技术实训室硬件资源

序号	设备名称	主要功能和技术要求	主要实训项目
1	2D 相机	千兆以太网工业面阵相机, 相机支持自动或手动调节增益、曝光时间、LUT、Gamma 校正等功能。植入 CCM 功能, 图像质量优异。支持自动曝光、手动曝光、一键曝光模式, 支持 Global Reset 和 Trigger Rolling 功能、采用千兆网接口, 9 ~ 24 VDC, 支持 PoE 供电。	1. 视觉系统组成认知 2. 相机标定 3. 视觉成像效果调试 4. 视觉系统程序编程 5. 机器人 2D、3D 引导定位等
2	双目 3D 相机	左右 IR 图, 彩色图, 深度图、Class 1、USB3.0, 兼容 USB2.0 VDC (USB 供电)。	
3	高精 3D 相机	工业级设计, IP65 防护等级, 可对反光、暗色、结构复杂的各类材质物体生成结构完整、细节丰富、边界清晰的 3D 点云数据, 采集数据不超过 1s, 千兆以太网接口。	
4	协作机械臂	6 自由度协作机器人、支持 1N 超轻拖动示教, 单手拖动即	

		可轻松调整点位，图形化编程、有效负载 3 kg、IP 防护等级 IP54、重复定位精度±0.02 mm、通讯支持 TCP/IP，ModbusTCP。	
--	--	--	--

#### 9.4 机器人系统集成综合实训室

表 6 机器人系统集成综合实训室硬件资源

序号	设备名称	主要功能和技术要求	主要实训项目
1	执行单元	1. 六自由度串联关节桌面型工业机器人、有效荷重 3kg，手臂荷重 0.3kg； 2. 重复定位精度 0.01mm； 3. 防护等级 IP30； 4. 平移滑台驱动方式为伺服电机经减速机减速后，通过同步带带动滚珠丝杠实现旋转运动变换到直线运动，由滚珠导轨导向滑动； 5. 支持 ProfiNet 总线通讯的远程 I/O 模块。	
2	工具单元	1. 轮毂夹爪与轮辐夹爪\轮辋内圈夹爪，三指夹爪，气动驱动，自动定心，可针对零件轮辐位置稳定夹持； 2. 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套； 3. 吸盘工具，吸盘直径Φ25mm，可针对零件稳定拾取； 4. 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套； 5. 吸盘夹爪、五位吸盘工具，可对零件轮辐的正面、反面表面稳定拾取； 6. 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套； 7. 端面打磨工具、电动打磨工具，配有端面打磨头，可对零件表面进行打磨加工； 8. 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套； 9. 侧面打磨工具、电动打磨工具，配有侧面打磨头，可对零件表面进行打磨加工； 10. 配有工具快换模块工具端，与工具快换法兰端配套； 11. 工具支架、铝合金结构，可稳定支撑并定位所有工具； 12. 提供工具摆放位置，位置标号清晰标示； 13. 所有工具的定位方式相同，可互换位置，不影响正常使用。	1. 机器人视觉系统应用； 2. 机器人基本 I/O 的使用； 3. 机器人及外围系统安装； 4. 机器人工作站程序调试； 5. 系统人机界面开发调试； 6. 数控机床等外围设备通信及基础调试； 7. 工作站系统故障诊断及常见故障排除； 8. 工作站系统方案设计等。
3	仓储单元	1. 双层多仓位，采用铝型材作为结构支撑； 2. 每个仓位可存储 1 个零件； 3. 仓位托盘可由气动推杆驱动推出缩回； 4. 仓位托盘底部设置有传感器可检测当前仓位是否存有零件； 5. 每个仓位具有红绿指示灯表明当前仓位仓储状态，并有明确标识仓位编号；	

		6. 支持 ProfiNet 总线通讯的远程 I/O 模块。
4	加工单元	<p>1. 数控机床、典型三轴立式铣床结构，加工台面不动，主轴可实现 X\Y\Z 三轴加工运动；</p> <p>2. 主轴为风冷电主轴，轴端连接为 ER11，可夹持 3mm 直径刀柄的刀具；</p> <p>3. XY 轴高性能伺服电机驱动，通过同步带带动滚珠丝杠实现旋转运动变换到直线运动，由滚珠导轨导向滑动；</p> <p>4. Z 轴高性能伺服电机驱动，带抱闸，通过同步带带动滚珠丝杠实现旋转运动变换到直线运动，由滚珠导轨导向滑动；</p> <p>5. 夹具采用气动驱动夹紧，夹具可有气动驱动前后两端定位，方便上下料；</p> <p>6. 配有安全护栏，铝合金框架透明隔断，正面、背面均配有安全门，由气动驱动实现开启关闭；</p> <p>7. 模拟刀库采用虚拟化设计，由显示屏显示当前使用刀具信息和刀库工作状态；</p> <p>8. 支持 ProfiNet 通讯；</p> <p>9. 侧面配装有数控机床工作指示灯，可指示当前工作状态；</p> <p>10. 支持 ProfiNet 总线通讯的远程 I/O 模块。</p>
5	打磨单元	<p>1. 打磨工位、铝合金框架结构，可稳定支撑零件加工；四爪夹具由气动驱动，可对零件轮毂位置进行稳定夹持，自动对心定位；底部配有传感器可检测当前工位是否存有零件；</p> <p>2. 旋转工位、铝合金框架结构，可稳定支撑零件加工；</p> <p>3. 四爪夹具由气动驱动，可对零件轮辋内圈进行稳定夹持，自动对心定位；</p> <p>4. 底部配有传感器可检测当前工位是否存有零件；旋转气缸可带动旋转工位整体 180° 旋转，实现零件沿轴线旋转；</p> <p>5. 翻转工装、双指夹具对零件轮辋外圈稳定夹持，自动对心定位，翻转过程无位移；</p> <p>6. 旋转气缸可驱动双指夹具实现所夹持的零件在打磨工位和旋转工位间翻转；升降气缸可实现翻转后的零件在小距离内垂直放入取出工位，确保定位准确；</p> <p>7. 吹屑工位、顶部开口；两侧布置了吹气口，可将打磨后粘附在零件表面上的碎屑清除；</p> <p>8. 支持 ProfiNet 总线通讯的远程 I/O 模块。</p>
6	检测单元	<p>1. 视觉系统采用 CCD 相机，彩色，电子快门；</p> <p>2. 动作模式包括标准模式、倍速多通道输入、不间断调整；</p> <p>3. 支持利用流程编辑功能制作处理流程；</p>

		<p>4. 支持 Ethernet 通信, 采用无协议 (TCP/UDP) ;</p> <p>5. 配套光源及显示器、配套漫反射环形光源, 白色, 明亮度可调节;</p> <p>6. 光源配有保护支架, 可有效防止零件掉落损坏光源;</p> <p>7. 配套视觉系统显示器和操作用鼠标;</p> <p>8. RFID 检测模块、 感应头通过无线电讯号与标签之间进行非接触式的数据通信, 读取或写入标签数据;</p> <p>9. 读写头与上位机采用 Modbus-TCP 通讯;</p> <p>10. 标签最多可存储 112 字节数据; 感应头固定在可以调节位置的支架上。</p>	
7	分拣单元	<p>1. 传送带、调速电机驱动, 单相 220V 供电, 配套减速器, 采用变频器驱动, 传送带起始端配有传感器, 可检测当前位置是否有零件;</p> <p>2. 分拣机构、分拣机构配有传感器, 可检测当前分拣机构前是否有零件;</p> <p>3. 支持利用垂直气缸可实现阻挡片升降, 将零件拦截在指定分拣机构前;</p> <p>4. 支持利用推动气缸可实现将零件推入指定分拣工位;</p> <p>5. 分拣工位、分拣工位末端配有传感器, 可检测当前分拣工位是否存有零件;</p> <p>6. 分拣工位末端为 V 型顶块, 可配合顶紧气缸对零件精确定位; 每个分拣工位均有明确标号;</p> <p>7. 支持 Profinet 总线通讯的远程 I/O 模块。</p>	
8	总控单元	<p>1. PLC 控制器、具备 1 个以太网通信端口, 支持 PROFINET 通信, 实数数学运算执行速度 <math>2.3\mu\text{s}/\text{指令}</math>, 布尔运算执行速度 <math>0.08\mu\text{s}/\text{指令}</math>;</p> <p>2. 交换机、IEC/NE 61000-4 工业级保护; 5 个百兆 RJ45 端口; 铝金属外壳, 坚固耐用; 标准 DIN 导轨安装;</p> <p>3. 无线路由器、300Mbps 11NS 无线, 信号强; 支持多个 SSID; 支持防火墙;</p> <p>4. 操作面板、提供 1 个总电源输入开关, 可控制输入电源的开启关闭;</p> <p>5. 电源模块急停按钮, 可切断总控单元电源模块向其他单元模块的供电;</p> <p>6. 气源模块、提供气路供气接口, 可用于其他单元独立提供压缩空气, 每路空气接口可单独开启关闭。</p>	

## 9.5 机器人仿真实训室

表 7 机器人仿真实训室硬件资源

序号	设备名称	主要功能和技术要求	主要实训项目
----	------	-----------	--------

1	计算机	1. 8G 以上内存, 2.2G 或同类性能以上 CPU, 4G 以上独立显卡; 2. 23 寸以上显示器; 3. 具备联网功能。	1. 电气制图; 2. 三维建模; 3. 机器人离线编程; 4. 机器人虚拟仿真; 5. 自动化系统控制组态搭建和设计等。
2	PLC 模块	1. 供电电压: 单相 220V; 2. 箱体输入电压: DC24V; 3. 采用 PLC 作为控制核心, 提供 PROFINET 通信接口, 人机交互界面 HMI: 按键式/触摸式操作, PROFINET 接口。包含交换机 1 个、光栅传感器 1 套、光电传感器 2 个、接近开关 1 个、槽型光电 1 个、拨档开关 4 个、包含电源按钮急停按钮、启动按钮(带灯)、复位按钮(带灯)、停止按钮(带灯)、报警蜂鸣器、网线 3 根、电源线一根。	
3	实训桌椅		

## 9.6 移动机器人实训室

表 8 移动机器人实训室硬件资源

序号	设备名称	主要功能和技术要求	主要实训项目
1	移动机器人开发实训装置	1. 移动机器人实训平台提供移动机器人相关模块和软件资源, 包含移动机器人感知、动力和交互三大模块; 2. 感知模块提供了移动机器人所需的关键传感器和元器件。传感器包括摄像头、激光雷达、超声波等, 用于感知周围环境和获取相关数据; 3. 动力模块提供了移动机器人所需的动力源和相关控制设备。包括电池、电源管理模块、电机驱动器等, 用于提供机器人运动和操作所需的能源; 4. 交互模块主要涉及人机交互的技术和设备。包括语音识别和合成、图像处理、触摸屏、麦克风等, 用于实现机器人与人的信息交流和互动; 5. 移动机器人平台提供移动机器人软件的开源代码, 让用户能够进行科研创新和二次开发。用户可以根据自己的需求搭配不同的传感器和零部件, 以实现更多新功能, 并适配更多的应用场景。	1. 移动机器人系统认知; 2. 移动机器人系统调试; 3. 移动机器人产品部署; 4. 移动机器人产品运维; 5. 移动机器人应用等。
2	充电桩	具备智能防短接、空闲智能断电等技术保障用电安全, 同时支持过流保护, 保障 AGV 电池安全, 适配移动机器人功率。	

## 10 软件资源

构建完整的实训室软件资源体系需按需求系统化部署软件平台: 基础层采用智能感知技术集成体系, 部署传感器调试校准及数据采集处理软件; 决策层基于深度学习算法框架与制造执行系统 (MES) 的协

同, 构建数据驱动的智能分析体系; 控制层核心搭载 PLC 编程平台、HMI 组态开发环境及运动控制调试系统; 应用层则配置机器人离线编程系统和虚拟仿真验证平台。同时配备其他科研和教学辅助软件系统。

### 10.1 电气控制实训室

表 9 电气控制实训室软件资源

序号	软件名称	功能描述
1	PLC 编程软件	1. 需要与 PLC 控制器同品牌, 用于对 PLC 及其 I/O 模块进行组态配置和编程编译; 2. 面向任务和用户的系统; 3. 所有的程序编辑器都具有统一的外观, 优化后的工作区域画面布局工位灵活便捷; 4. 网络与设备图形化的组合方式。
2	HMI 组态软件	1. 需要与 PLC 控制器同品牌, 用于对 HMI 人机界面进行组态配置和编程编译; 2. 通用的应用程序, 适合所有工业领域的解决方案; 3. 内置所有操作和管理功能, 可简单、有效地进行组态; 4. 可基于 Web 持续延展, 采用开放性标准, 集成简便; 5. 支持工业以太网通讯, 方便大数据实时传输; 6. 基于最新软件技术的创新组态界面、适用于用户定义对象和面板的全面库设计, 实现图形化组态和批量数据处理的智能工具。
3	传感器调试软件	通过以太网或串口通信的方式对传感器进行参数设置。

### 10.2 视觉技术实训室

表 10 视觉技术实训室软件资源

序号	软件名称	功能描述
1	机器视觉软件	支持通过完全图形化的界面, 无须编写代码即可完成无序物体抓取、高精度定位、装配、工业检测/测量、自动生成路径等先进的机器视觉应用。
2	深度学习软件	机器视觉深度学习软件, 需内置多种业界领先的深度学习算法, 能够解决很多传统机器视觉无法处理的问题, 如高难度的分割、定位、分类问题等。借助直观简易的交互界面, 用户无需编程, 也无需掌握专业的深度学习知识, 即可通过深度学习软件快速实现模型训练与验证。

### 10.3 机器人系统集成综合实训室

表 11 机器人系统集成综合实训室软件资源

序号	软件名称	功能描述
1	PLC 编程软件	1. 需与 PLC 控制器同品牌, 用于对 PLC 及其 I/O 模块进行组态配置和编程

		<p>编译；</p> <p>2. 面向任务和用户的系统；</p> <p>3. 所有的程序编辑器都具有统一的外观，优化后的工作区域画面布局工位灵活便捷；</p> <p>4. 网络与设备图形化的组合方式。</p>
2	HMI 组态软件	<p>1. 与 PLC 控制器同品牌，用于对 HMI 人机界面进行组态配置和编程编译；</p> <p>2. 通用的应用程序，适合所有工业领域的解决方案；</p> <p>3. 内置所有操作和管理功能，可简单、有效地进行组态；</p> <p>4. 可基于 Web 持续延展，采用开放性标准，集成简便；</p> <p>5. 支持工业以太网通讯，方便大数据实时传输；</p> <p>6. 基于最新软件技术的创新组态界面，适用于用户定义对象和面板的全面库设计，实现图形化组态和批量数据处理的智能工具。</p>
3	制造执行系统 (MES)	<p>1. 系统应为 B/S 架构，支持大规模并发用户在线使用，同时提供快速、优化的查询处理算法，保证系统的及时响应。系统功能应包括但不限于以下功能模块：系统管理中心、生产数据中心、产品数据中心、生产执行中心、质量管理中心、库房管理中心、设备管理中心、信息监控中心、开发运维工具、文件管理工具、报表配置工具、流程配置工具、工业物联网平台。</p>

#### 10.4 机器人仿真实训室

表 12 机器人仿真实训室软件资源

序号	软件名称	功能描述
1	智能制造虚拟仿真软件	<p>1. 模型数据处理</p> <p>(1) 提供丰富模型数据接口，支持 STP、STL、OBJ 等多种三维模型格式导入，可搭建 1:1 虚拟环境；</p> <p>(2) 支持模型文件轻量化处理，有普通轻量化和深度轻量化两种方式可供选择；</p> <p>(3) 支持场景设备自由定义，用户能依据设计的三维模型及技术参数，定义机器人、工具、零件、传感器、零件生成器等设备。</p> <p>2. 设备运动模拟与轨迹生成</p> <p>(1) 支持 Python 自定义设备运动规则，通过运行 Python 脚本对零件、机床等设备在虚拟调试场景中进行运动模拟；</p> <p>(2) 轨迹生成基于 CAD 数据，可通过模型点、线、面等特征快速生成设备运动轨迹，提高轨迹生成精度和效率。</p> <p>3. 干涉检测功能</p> <p>具备干涉检测功能，支持设置需检测碰撞的设备模型，指定碰撞检测对象。仿真中开启碰撞检测后，实时检测设备间干涉情况，发生干涉时仿真停止，高亮显示碰撞部分并输出警告信息。</p> <p>4. 仿真与调试体验</p> <p>(1) 仿真与调试支持 VR 沉浸式体验，可在 VR 环境中漫游并查看整条产线仿真流程；</p>

		<p>(2) 支持视向动画功能，允许用户自行设置仿真各阶段视角，直观展示运动细节；</p> <p>(3) 支持快照功能，可记录模型场景特定时刻系统中各组件状态信息，如零件位置、气缸状态、机器人姿态等；</p> <p>(4) 支持将仿真结果输出为 MP4、AVI 等格式本地视频文件，便于展示仿真作品。</p> <p>5. 机器人相关功能</p> <p>可通过仿真机器人执行代码，模拟机器人在软件环境中的运动状态，支持循环指令（如 For）控制机器人重复运动。</p> <p>6. PLC 设备交互</p> <p>(1) 支持连接真实 PLC 设备，基于多品牌网关数据交互技术，可与西门子、三菱、欧姆龙等多种品牌 PLC 设备进行信号交互；</p> <p>(2) 支持 PLC 编程软件中变量表的批量导入以及数据网关变量表批量导出功能；</p> <p>(3) 支持在软件中将虚拟机器人和实际机器人同步仿真，可连接实际机器人控制器，实时读取其关节姿态并在软件中模拟运动姿态。</p> <p>7. AGV 小车联动</p> <p>支持 AGV 小车联动功能，实时获取 AGV 小车空间坐标，实现场景中 AGV 运动同步。</p> <p>8. 数字孪生功能</p> <p>支持智能制造数字孪生功能，利用基于事件且由信号驱动的仿真技术实现生产系统虚拟调试，可用于完全虚拟环节或半实物调试（实物控制设备和虚拟工作设备互联）。</p>
2	机器人离线编程软件	<ol style="list-style-type: none"> <li>支持 STP、STL、OBJ 等三维模型导入，搭建 1:1 虚拟环境；</li> <li>支持工业机器人及多轴机器人自定义、轨迹生成与仿真；</li> <li>支持机器人后置模板自定义，拖拽定义，代码实时预显；</li> <li>支持 ABB、KUKA 等多品牌后置模板选择；</li> <li>提供多种模型校准方式，利用 3D 点云数据高精度校准；</li> <li>支持三维模型曲面网格裁剪；</li> <li>支持三维模型曲面网格平滑处理；</li> <li>基于 CAD 数据快速生成设备运动轨迹，提高精度效率；</li> <li>支持轨迹编辑，拖动参数曲线使轨迹光滑过渡；</li> <li>支持创建外部轴链接，实现多轴联动系统；</li> <li>具备轨迹优化功能，解决不可达等问题；</li> <li>仿真可直观查看机器人轨迹运动状态，支持回溯查看；</li> <li>支持开放拓展指令功能，实现工艺指令参数化控制；</li> <li>具备专业后置代码编辑器，支持代码折叠等功能；</li> <li>提供机器人运动节拍分析功能。</li> </ol>

## 10.5 移动机器人实训室

表 13 移动机器人实训室软件资源

序号	软件名称	功能描述
1	移动机器人管理系统	1. SLAM 地图编辑：地图修正、坐标点管理、减速区设置、电梯区设置； 2. 移动机器人控制：遥控模式、急停、重启、关机、指令下发； 3. 移动机器人状态：电量、工作模式、ID； 4. 语音交互设置：唤醒关键词配置、问答内容配置、语音类型配置； 5. 配送管理：取件点配置、配送事件配置、配送点配置； 6. 巡检管理：巡检路线配置、巡检事件配置、巡检任务配置； 7. 待机点管理：待机点配置、充电点配置、自动回充配置； 8. 内容管理：语音内容配置、文字内容配置、图片内容配置、视频内容配置； 9. 物联网模块管理：电梯联动配置。

## 11 实验室运维

本部分规范机器人技术实训实验室的日常维护与运营管理，保障设备安全、教学秩序及科研效率。

### 11.1 适用范围

适用于高校、职业院校及企业培训中心的机器人技术专业实训实验室。

### 11.2 基本原则

- a) 安全第一：确保人员、设备及环境安全。
- b) 规范管理：建立标准化流程，明确责任分工。
- c) 高效运行：优化资源配置，提升实验室使用效率。
- d) 持续改进：定期评估制度执行效果，动态调整优化。
- e) 定期维护：制定维护标准，实行分级维护机制。

# 《机器人技术专业实训教学条件建设指南》

## 编制说明

## 一、工作概况

### （一）任务来源

2015年以来，随着我国“十三五规划纲要”的发布，国务院签署了《中国制造2025》战略性文件作为全面推进实施制造强国的第一个十年行动纲领，明确提出将突破智能制造领域核心技术作为重大的科技专项。在推进智能制造战略实施过程中，机器人技术作为智能制造体系的核心支撑，其专业人才培养质量直接关系到智能制造的发展水平。实训教学作为机器人技术人才培养的关键环节，其规范化建设尤为重要。机器人技术专业实训教学条件的标准化建设，不仅关乎人才培养质量，更影响着智能制造产业发展的进程。

为此，亟需建立科学完善的机器人技术专业实训教学标准体系，通过规范实训场所的规划建设、软硬件设备配置、课程设置和安全管理等关键要素，既能为院校人才培养提供标准化指导，又能为行业企业输送合格人才，对推动智能制造高质量发展具有重要的示范引领作用。

### （二）国内相关标准制定情况及最新要求

截至2025年，国内已出台多项机器人技术相关标准。一类是行业通用标准，包括《机器人》（GB/Z 43065-2023）、《工业机器人》（GB/T 42983-2023）、《机器人与机器人装备》（GB 11291-2013）等，可为整个机器人技术领域提供了基础规范。另一类是特定应用场景的标准，如《巡检机器人安全要求》（GB/T 44251-2024）、《腿式机器性能及实验方法》（GB/T 44251-2024）、《物流机器人 控制系统接口技术规范》（GB/T 43047-2023）等。目前，上述标准主要侧重于设备技术要求，尚未制定专门针对机器人技术专业系统的实训教学条件的标准，导致在实训设备配置、课程体系建设和安全防护等方面缺乏系统性指导。虽然教育部在2019发布有《高等职业学校工业机器人技术专业实训教学条件建设标准》，然而该标准主要面向高等职业学校工业机器人技术专业实训教学场所和设备的建设，适用范围有限。

在此背景下，湖南第一师范学院牵头组织，由华航唯实机器人科技有限公司、湖南理工职业技术学院、浙江机电职业技术学院等单位组成编制团队，承担《机器人技术专业实训教学条件建设指南》的标准编制工作，以填补高校、职业院校及企业培训中心在该领域的标准空白。

### （三）标准编制的目的、意义

本标准编制的主要目的是为机器人技术及相关专业的实训教学场所建设提供系统性规范，明确物理空间、硬件资源、软件资源、课程体系、安全防护等方面的要求，指导院校和企业科学规划实训基地，提升实践教学质量。其意义体现在以下几个方面：

1. 完善标准体系建设。机器人技术体系复杂且涉及面广，本标准既遵循相关国家标准的基本原则，又针对专业实训教学的特殊需求，为实训条件建设提供可参照的规范依据，填补了该领域的标准空白。

2. 促进专业教育标准化发展。通过建立可复制、可推广的实训建设模式，本标准将有效推动机器人技术专业人才培养的规范化进程，为职业教育高质量发展提供有力支撑。

### （四）标准特点

1. **系统性与全面性：**本标准构建有完整的实训教学条件建设体系框架，涵盖物理空间规划、硬件资源配置、软件资源部署、课程体系开发、实训教学要求、安全规范和实验室运维等关键要素。本标准可作为2019年教育部出台《高等职业学校工业机器人技术专业实训教学条件建设标准》的拓展与深化。

2. **产教融合导向：**建立了“岗位-课程-设备-实训”四位一体的建设模式，通过精准对接企业用人标准，系统设计了与岗位能力要求相匹配的课程体系，并配套提供标准化的设备配置方案和实训项目设计指南。

3. **安全规范突出：**将安全防护作为重要内容，建立了涵盖物理安全、防火安全、通风与空气环境等全方位安全保障体系要求，保障实训教学过程中的人员和设备安全。

### （五）主要工作过程

1. **编制准备阶段：**主编单位组织成立编制组，开展资料收集和前期调研，走访多家院校和机器人企业，了解实训教学条件建设现状及需求，编写标准大纲和初稿。

2. **征求意见阶段：**2025年3月-6月，向相关院校、教育机构、企业等广泛征求意见，对初稿进行修改完善，形成征求意见稿。

3. **送审阶段：**未进行

4. **报批阶段：**未进行

## 二、标准编制原则

**(一) 科学性原则：**本标准编制以科学理论为基础，结合机器人技术发展现状和实训教学实践经验，确保技术要求和规范具有科学性和可行性，能够有效指导实际的实训教学条件建设。

**(二) 统一性原则：**统一实训教学条件建设的要求和标准，确保不同院校和企业在进行机器人技术专业实训场所建设时能够遵循一致的规范，实现教学质量的一致性。

**(三) 公正性原则：**编制过程坚持公正、公平、透明，充分考虑院校、企业、行业协会等各方利益，广泛征求意见，保证标准的客观性和公信力。

**(四) 可操作性原则：**充分考虑实训教学的实际需求和操作场景，避免标准过于理论化，确保各项要求具体、明确，具备可操作性，便于院校和企业对照实施。

**(五) 合规性原则：**严格遵循国家法律法规和相关行业标准，如 GB/T 12643-2025、GB 11291—1997 等，确保标准的合法性和合规性，与现行法律、法规和强制性国家标准无抵触。

### 三、标准主要内容

**1. 范围：**本标准确立了机器人技术及相关专业校内实训教学场所建设和实施的总体原则与规范，对课程建设与开发、讲课与实验、实训要求、安全规范、物理空间、软硬件资源、实验室运维等方面做出规定，适用于机器人技术及相关专业的课程实践教学、毕业设计、科研训练等教学活动，以及教师开展教学改革、科研项目和指导学生竞赛等工作。

**2. 规范性引用文件：**引用了建筑设计、安全防护、电气设计、机器人技术、教学设备等方面的国家标准和行业规范，如 GB/T 5226.1-2019 和 GB/T 16895.3-2024 等，为标准的编制提供了依据。

**3. 术语与定义：**对机器人和工业机器人等术语进行了定义，明确了标准中相关概念的内涵和外延，确保理解一致。

**4. 课程建设与开发：**构建“基础—进阶—创新”三级贯通式能力培养体系，涵盖机器人技术基础、工业机器人离线编程、系统集成、维护与维修、机器视觉技术等核心课程，明确了各课程的教学目标和内容要求。

**5. 讲课与实验：**规定了课时分配、教学组织规范、实践教学互动和教学方法，强调理论与实践相结合，注重学生实践能力和创新思维的培养。

**6. 实训要求：**针对机器人应用工程师、编程与调试工程师、系统集成工程师等不同岗位人才，提出了相应的实训内容和能力要求，为实训教学提供了明确的目标导向。

**7. 安全规范：**从物理安全、防火安全、通风与空气环境、安全标识等方面做出详细规定，保障实训教学过程中人员和设备安全。

**8. 物理空间：**对实训室的布局、面积、设备间距等物理空间参数做出指导建议，确保满足机器人设备的作业半径和安全操作要求。

**9. 硬件资源：**明确了电气控制实训室、机器人操作运维实训室、机器视觉技术实训室等不同功能实训室的硬件设备配置要求，包括设备名称、主要功能、技术参数和实训项目等。

**10. 软件资源：**规定了各实训室应配备的软件平台，如 PLC 编程软件、HMI 组态软件、机器视觉软件、智能制造虚拟仿真软件等，构建完整的实训软件资源体系。

**11. 实验室运维：**制定了实训室的日常维护、设备管理、安全检查等运维管理制度，确保实训室的高效、安全运行。

## 四、预期经济效果

### （一）提升人才培养质量

通过规范实训教学条件建设，强化学生的实践操作能力和创新思维，培养符合产业需求的高素质机器人技术人才，提高毕业生就业率和就业质量，为企业提供优质的人力资源，推动产业发展。

### （二）促进产业升级

标准的实施将推动院校与企业的深度合作，促进机器人技术在教学中的应用和创新，加快新技术、新工艺的推广，助力制造业数字化转型和智能化升级，提升产业竞争力。

### （三）优化资源配置

为院校和企业提供科学的实训教学条件建设指南，避免重复建设和资源浪费，提高设备利用率和实训教学效率，降低人才培养成本。

### （四）推动行业规范化发展

填补机器人技术专业实训教学条件建设标准的空白，推动行业规范化发展，形成统一的人才培养标准和实训教学模式，为机器人产业的健康发展奠定基础。

## 五、采用国际标准和国外先进标准情况

在编制过程中，充分借鉴了国际标准和国外先进标准，如 ISO 10218-1:2011、ISO 10218-2:2011 等工业机器人安全标准，以及 ANSI/RIA R15.06—2012 等机器人系统安全要求，结合国内高等院校教育特点和机器人产业发展实际，进行了适应性调整和优化，确保标准的先进性和适用性。

## 六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的编制严格遵循相关现行法律、法规和强制性国家标准，确保标准的合规性和权威性，与其他相关标准无抵触和矛盾。同时，我们也充分考虑了机器人技术的发展趋势和应用需求。

## 七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在起草过程中未出现重大分歧意见。

## 八、标准性质的说明

本标准为团体标准，建议作为推荐性标准发布实施，供机器人技术及相关专业的院校、企业和培训机构参考使用。

## 九、贯彻标准的要求和措施建议

本标准经征求参编单位各方意见，已形成共识，标准实施之日起，各相关方将参照执行。

## 十、废止现行有关标准的建议

无。