

智能协作机器人技术及应用

职业技能等级标准

（2021年1.0版）

遨博（北京）智能科技有限公司 制定
2021年3月 发布

目 次

前言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 适用院校专业	4
5 面向职业岗位（群）	4
6 职业技能要求	5
参考文献	11

前 言

本标准按照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。

本标准起草单位：遨博（北京）智能科技有限公司、天津职业技术师范大学、常州工业职业技术学院、唐山工业职业技术学院、金华职业技术学院、常州市高级职业技术学校、天津博诺机器人技术有限公司、北京华航唯实机器人科技股份有限公司、方源智能（北京）科技有限公司、创客天下（北京）科技发展有限公司。

本标准主要起草人：魏洪兴、邓三鹏、蒋正炎、蒋志方、张笑天、周旺发、刘新祥、刘浪、张方杰、张玉洲、祁宇明、李辉、刘晶晶、闫虎民、王凤华、戴琨、戴欣平、侯利召、唐冬冬、杨鑫凯等。

声明：本标准的知识产权归属于遨博（北京）智能科技有限公司，未经同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了智能协作机器人技术及应用职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于智能协作机器人技术及应用职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是标注日期的引用文件，仅标注日期的版本适用于本标准。凡是不标注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 36008-2018/ISO/TS 15066:2016 机器人与机器人装备 协作机器人

GB/T 36530-2018/SIO 13482:2014 机器人与机器人装备 个人助理机器人的安全要求

GB/T 12643-2013/ISO 8373:2012 机器人与机器人装配 词汇

GB 11291.2-2013/ISO 10218-2:2011 机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第2部分：机器人系统与集成

GB 16655-2008/ISO 11161:2007 机械安全 集成制造系统 基本要求

GB/T 38871-2020 工业环境用移动操作臂复合机器人通用技术条件

3 术语和定义

国家、行业标准界定的以及下列术语的定义适用于本标准。

3.1 协同工作空间 collaborative workspace

在操作空间内，机器人系统（包括工件）与人在生产活动中能同时执行任务的工作空间。

[引用GB 36008-2018/ISO/TS 15066:2016，定义3.3]

3.2 协作机器人 collaborative robot

在规定的协作工作空间内，为与人直接交互而设计的机器人。

[引用GB 11291.2-2013/ISO 10218-2:2011，定义3.2]

3.3 安全防护 safeguarding

使用安全防护装置保护人员的措施。这些保护措施使人员远离那些不能合理消除的危险或者通过本质安全设计方法无法充分减小的风险。

[引用GB 16655-2008/ISO 11161:2007，定义3.20]

3.4 奇异 singularity

在雅克比矩阵不满秩时出现。

注：从数学角度讲，在奇异构形中，为保持笛卡尔空间中的速度，关节空间中的关节速度可以无限大。在实际操作中，笛卡尔空间内定义的运动在奇异点附近将产生操作员无法预料的高转速。

[引用GB/T 12643-2013/ISO 8373:2012，定义4.13]

3.5 拖动示教 drag teaching

通过手工直接拖动机器人各关节或机器人末端执行器(3.6)，使机器人达到期望的位置或姿态的示教方式。

3.6 末端执行器 end effector

为使机器人完成其任务而专门设计并安装在机械接口处的装置。

[引用GB/T 12643-2013/ISO 8373:2012，定义3.11]

3.7 控制系统 control system

一套具有逻辑控制和动力功能的系统，能控制和监测机器人机械结构并与环境（设备和使用者）进行通信。

[引用GB/T 38871-2020，定义3.3]

3.8 复合协作机器人 hybrid collaborative robot

一种由协作机器人、移动平台、控制系统(3.7)、视觉系统、末端执行器(3.6)等组成的复合机器人。

注1：改写GB/T 38871-2020，定义3.4。

注2：协作机器人通常安装在移动平台上，视觉系统、末端执行器通常安装在协作机器人上。

3.9 人机共融 human-machine integration

人与机器人在协同工作空间(3.1)协同工作，机器人自主提高技能，自然与人交互。

4 适用院校专业

中等职业学校：工业机器人技术应用、机电技术应用、电气运行与控制、电气技术应用、电子与信息技术、机电设备安装与维修、机械加工技术、数控技术应用、机械制造技术、物联网技术应用、医疗设备安装与维护、焊接技术应用、服务机器人装调与维护等专业及其群内相关专业。

高等职业学校：工业机器人技术、机电一体化技术、电气自动化技术、电子信息工程技术、人工智能技术服务、智能控制技术、机械制造与自动化、数控设备应用与维护、机电设备维修与管理、金属压力加工、材料成型与控制技术、模具设计与制造、自动化生产设备应用、工业工程技术、工业网络技术、工业过程自动化技术、物联网应用技术、农业装备应用技术、医疗设备应用技术等专业及其群内相关专业。

应用型本科学校：机器人工程、自动化、电气工程及其自动化、智能科学与技术、智能控制技术、人工智能、智能制造工程、机械设计制造及其自动化、金属材料工程、机械电子工程、机械工程、机电技术教育、智能装备与系统、计算机科学与技术、物联网工程、农业机械化及其自动化等专业及其群内相关专业。

5 面向职业岗位（群）

主要面向智能协作机器人本体制造、部件制造、系统集成、技术服务、生产应用等各类相关企业机构，在智能协作机器人单元和系统软件开发、生产制造、集成应用、运行维护、营销与服务等岗位，从事智能协作机器人安装调试、操作编程、集成应用、软件二次开发、系统设计、系统维护、售前售后服务等工作，也可从事智能协作机器人技术推广、实验实训和机器人科普等工作。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

智能协作机器人技术及应用职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【智能协作机器人技术及应用】(初级)：能识读并遵守技术文件及安全操作规范，安装部署智能协作机器人；能熟练使用机器人示教编程指令对机器人进行在线编程；能对机器人进行故障排除及系统维护；可以在相关岗位从事智能协作机器人示教编程、安装调试、设备维护、技术服务等工作。

【智能协作机器人技术及应用】(中级)：能对常见设备组件选型，绘制电气控制系统原理图；能熟练使用机器人高级示教编程及脚本编程方式进行复杂程序设计；能够搭建机器人与外围设备应用系统，并实现编程调试及系统维护；可以在相关岗位从事智能协作机器人高级编程、系统集成、系统运维、技术服务等工作。

【智能协作机器人技术及应用】(高级)：能结合需求对智能协作机器人进行应用方案设计及仿真建模；能完成复合协作机器人二次开发、虚拟仿真及系统联调；能够规划和设计人机共融应用场景；可以在相关岗位从事智能协作机器人系统方案设计、结构设计、虚拟仿真、软件开发、外设开发、系统集成、技术服务等工作。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 智能协作机器人技术及应用职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.智能协作机器人安装布置	1.1 技术文件识读	1.1.1 能识读机械装配图，正确选择机械零部件并规划安装位置。 1.1.2 能识读电气原理图、电气布置图、电气接线图，正确选择电气元件并规划安装位置。 1.1.3 能识读工作空间布局图，确认机器人工作位置及工作空间。
	1.2 安全操作规范执行	1.2.1 能识别机器人及协同工作空间内潜在安全隐患。 1.2.2 能对机器人及安全防护装置进行安全检查及测试。 1.2.3 能在异常状态下，进行紧急制动和停止操作。
	1.3 协作机器人安装	1.3.1 能规避机器人奇异性及安全隐患，完成安装。 1.3.2 能完成末端执行器及周边设备的安装与连接。 1.3.3 能进行开机、上电、断电等试运行操作。
2.智能协作机器人示教操作	2.1 示教基础操作	2.1.1 能对机器人工作模式、急停使能状态切换等功能进行正确操作。 2.1.2 能结合不同示教模式，示教机器人到达指定位姿。 2.1.3 能正确使用坐标系，示教并识读位姿数据。 2.1.4 能使用步进示教模式，操作机器人精准运动。
	2.2 参数配置	2.2.1 能配置机器人安全参数。 2.2.2 能配置机器人运动缩减模式参数、机器人关节限制参数。 2.2.3 能配置机器人控制系统通用参数，如多语言设置、时间日期设定、权限管理等。
	2.3 坐标系建立及标定	2.3.1 能使用和建立机器人坐标系，如工具坐标系、用户坐标系等。 2.3.2 能完成机器人不同坐标系的标定工作。
	2.4 IO 通信的配置与调试	2.4.1 能完成机器人通用 IO、联动 IO 与电气元件连接与通信。 2.4.2 能完成机器人安全 IO 与电气元件双回路连接与通信。
3.智能协作机器人在线编程	3.1 智能协作机器人工程管理	3.1.1 能创建、管理工程文件，配置和加载工程。 3.1.2 能对工程和子工程进行正确启动、暂停、继续、单步等操作。
	3.2 拖动示教编程	3.2.1 能使用拖动示教，示教机器人到达指定位姿。 3.2.2 能使用拖动示教编程，完成运动轨迹记录。 3.2.3 能对已记录的运动轨迹进行编辑、优化及重现。
	3.3 运动控制编程	3.3.1 能完成机器人逻辑控制编程。 3.3.2 能正确设置运动模式及参数，完成常规运动控制编程。

工作领域	工作任务	职业技能要求
		3.3.3 能正确使用坐标系，完成机器人运动及运动偏移编程。 3.3.4 能使用轨迹衔接指令，完成复杂轨迹运动编程。
	3.4 变量配置	3.4.1 能配置和编辑机器人通用变量。 3.4.2 能配置和编辑机器人的位姿及运动变量。 3.4.3 能在在线编程时正确使用各类变量。
4.智能协作机器人维修维护	4.1 智能协作机器人故障排除	4.1.1 能识读系统异常提示信息。 4.1.2 能准确定位机器人故障点。 4.1.3 能根据操作指引排除机器人故障。
	4.2 智能协作机器人系统维护	4.2.1 能进行机器人系统信息的备份和恢复，包括事件日志、工程、变量、系统配置参数等。 4.2.2 能对控制系统进行软件及固件更新升级。 4.2.3 能对机器人系统线路进行常规检修。

表 2 智能协作机器人技术及应用职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.智能协作机器人技术及应用系统设计	1.1 系统常用智能设备组件选型	1.1.1 能对机器人的末端执行器进行选型。 1.1.2 能对机器人的视觉系统进行选型。 1.1.3 能对机器人感知传感器进行选型。
	1.2 系统常用机械电气设备组件选型	1.2.1 能对常用电气元件选型。 1.2.2 能对 PLC、HMI 等常用逻辑编程设备选型。 1.2.3 能对伺服电机、步进电机、减速机、液压等常用动力传动设备选型。 1.2.4 能对机械零配件及工装夹具选型。
	1.3 系统原理图绘制	1.3.1 能绘制系统的机械装配图。 1.3.2 能绘制系统的电气原理图、电气接线图。
2.智能协作机器人技术及应用系统编程	2.1 智能协作机器人高级编程	2.1.1 能进行多线程控制编程，完成并行控制。 2.1.2 能完成任务转移的运动控制编程。 2.1.3 能正确使用相对偏移等高级变量，完成拆码垛等任务编程。 2.1.4 能使用离线编程软件对机器人进行运动仿真及复杂轨迹编程。
	2.2 智能协作机器人脚本编程	2.2.1 能编写逻辑控制的脚本程序。 2.2.2 能编写机器人常用运动参数、偏移属性参数控制的脚本程序。 2.2.3 能编写弧度与角度、四元数与欧拉角变换的脚本程序。 2.2.4 能编写读取机器人正逆运动学参数的脚本程序。 2.2.5 能编写通信模块调用的脚本程序。

工作领域	工作任务	职业技能要求
	2.3 系统通信模块配置	2.3.1 能正确配置电气设备的参数，实现机器人与电气设备之间的通信控制。 2.3.2 能正确配置智能设备组件的参数，实现机器人与智能设备组件的通信控制。
3.智能协作机器人技术及应用系统调试与优化	3.1 智能协作机器人周边设备编程与调试	3.1.1 能编写及调试 PLC 控制程序、人机界面程序。 3.1.2 能编程及调试视觉系统参数及坐标系标定。 3.1.3 能编程及调试视觉识别、抓取、测量等程序。 3.1.4 能编程及调试末端执行器及传感器的控制程序。 3.1.5 能编写及调试机器人与视觉系统、末端执行器及其他周边设备的通信控制程序，实现协同运行。
	3.2 系统整机联调与优化	3.2.1 能完成系统的联机调试及运行。 3.2.2 能优化机器人及周边设备的程序和参数，完成系统工艺流程和节拍的优化。 3.2.3 能优化系统的安全防护，实现系统故障自诊断及设计缺陷排除。
4.智能协作机器人技术及应用系统维护维修	4.1 系统维护保养	4.1.1 能对系统使用环境进行隐患排查。 4.1.2 能在系统发生异常的情况下进行紧急制动、复位等应急处理操作。 4.1.3 能进行系统数据的备份恢复（包括电气程序、视觉程序、机器人程序等）和工作位置误差消除。
	4.2 系统机械故障维修	4.2.1 能查找并维修电机、减速机、液压等常用动力传动设备故障。 4.2.2 能查找并维修工装夹具等机械故障。。
	4.3 系统电气故障维修	4.3.1 能结合报警代码，准确定位系统的电气故障点。 4.3.2 能查找并维修 PLC、HMI 等逻辑编程设备故障。 4.3.3 能查找并维修视觉、传感器等智能设备故障。

表 3 智能协作机器人技术及应用职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.智能复合协作机器人应用方案设计与建模	1.1 智能复合协作机器人应用方案开发分析	1.1.1 能评估和分析智能复合协作机器人应用场景（如智能仓储、医疗诊断、无人零售、多机协作等）。 1.1.2 能评估和分析智能复合协作机器人功能需求（如感知功能、认知功能等）。 1.1.3 能评估和分析智能复合协作机器人与前沿技术的结合（如 5G 技术、人工智能、大数据、工业互联网等）。

工作领域	工作任务	职业技能要求
	1.2 智能复合协作机器人应用方案设计	1.2.1 能在方案设计中智能设备组件选型。 1.2.2 能设计应用方案的硬件结构。 1.2.3 能设计应用方案的控制系统。 1.2.4 能设计应用方案的软件结构。 1.2.5 能设计应用方案的工艺路线。 1.2.6 能设计应用方案的安全防护措施。
	1.3 智能复合协作机器人应用方案三维建模	1.3.1 能构建方案的零件模型库。 1.3.2 能构建智能复合协作机器人本体结构模型。 1.3.3 能构建智能复合协作机器人的周边设备及场景模型。
2.智能复合协作机器人应用方案虚拟仿真与二次开发	2.1 智能复合协作机器人应用方案虚拟仿真	2.1.1 能构建智能复合协作机器人虚拟仿真应用场景。 2.1.2 能对智能复合协作机器人工艺流程进行虚拟仿真。 2.1.3 能对智能复合协作机器人进行虚拟仿真编程及调试。
	2.2 智能复合协作机器人应用方案软件二次开发与外设插件开发	2.2.1 能安装部署软件二次开发编程环境。 2.2.2 能调试及运行二次开发软件包中的示例程序。 2.2.3 能开发协作机器人外设、工艺包等插件。
3.智能复合协作机器人应用方案实现	3.1 智能复合协作机器人应用方案编程开发	3.1.1 能对方案的系统功能模块进行规划。 3.1.2 能对智能复合协作机器人的导航运动进行编程开发。 3.1.3 能对方案的外围设备进行编程开发。 3.1.4 能对方案的组成模块完成集成编程开发。
	3.2 智能复合协作机器人应用方案调试与优化	3.2.1 能对智能复合协作机器人及周边设备的通信进行配置。 3.2.2 能对智能复合协作机器人的导航及动作进行优化。 3.2.3 能对方案组成模块进行调试及优化。
	3.3 智能复合协作机器人应用方案文件编制	3.3.1 能编制应用方案说明书。 3.3.2 能编制应用方案用户手册。 3.3.3 能编制应用方案安全操作规范。
4.人机共融应用方案设计与规划	4.1 人机共融应用方案规划	4.1.1 能规划和评估分析人机共融场景及技术。 4.1.2 能规划和分析多机器人协同场景及技术。 4.1.3 能规划工艺流程和安全方案。
	4.2 人机共融应用方案设计	4.2.1 能设计人机共融的系统结构。 4.2.2 能设计人机共融应用方案的硬件构成。 4.2.3 能设计人机共融的软件框架及模块。

工作领域	工作任务	职业技能要求
	4.3 人机共融应用方案仿真与优化	4.3.1 能对人机共融场景进行模拟与仿真。 4.3.2 能对方案参数进行优化调节。

参考文献

- [1] GB/T 36008-2018/ISO/TS 15066:2016 机器人与机器人装备 协作机器人
- [2] GB/T 16977-2019/ISO 9787:2013 机器人与机器人装备坐标系和运动命名原则
- [3] GB/T 38560-2020 工业机器人的通用驱动模块接口
- [4] GB/T 39402-2020 面向人机协作的工业机器人设计规范
- [5] GB 11291.2-2013/ISO 10218-2:2011 机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第2部分：机器人系统与集成
- [6] GB/T 33263-2016 机器人软件功能组件设计规范
- [7] GB/T 38871-2020 工业环境用移动操作臂智能复合机器人通用技术条件
- [8] GB/T 12643-2013/ISO 8373:2012 机器人与机器人装备 词汇
- [9] GB/T 36530-2018/SIO 13482:2014 机器人与机器人装备个人助理机器人的安全要求
- [10] GB 16655-2008/ISO 11161:2007 机械安全 集成制造系统 基本要求
- [11] 教育部《普通高等学校高等职业教育（专业）专业目录》
- [12] 教育部《中等职业学校专业目录》
- [13] 教育部《普通高等学校专业目录》
- [14] 教育部高等职业学校专业教学标准