河南理工大学具身智能机器人集群开发平台项目

采购合同

备案编号：HPU 政采-2026-40

采购编号：豫财招标采购-2026-1097

供方：河南具身智能产业发展有限公司　签约时间：2026年10月19日

需方：河南理工大学　　签约地点：河南理工大学南校区

供、需双方依据河南省机电设备招标股份有限公司签发的河南理工大学具身智能机器人集群开发平台项目[采购编号：豫财招标采购-2026-1097 号]中标（成交）通知书，根据《中华人民共和国民法典》等有关规定以及需方招标（采购）文件和供方投标（响应）文件内容，供需双方经友好协商，现达成以下条款：

一、合同标的与价款

本合同所指货物为具身智能机器人集群开发平台（主要技术参数及配置见附件一、附件二），合同总价款为人民币 7,788,210.00 元（大写：柒佰柒拾捌万捌仟贰佰壹拾元整）；该价格已经包含生产、制造、运输、装卸、安装、调试、培训、保险、税金、利润、保修等相关全部费用。

二、货物质量要求与售后服务要求

供方应保证货物是全新、未使用过的，并完全符合国家相关技术质量规范及该货物的出厂标准。

货物的质量、规格、性能及技术规范等要求详见附件一与附件二；质保期及售后服务要求按招标（采购）文件及投标（响应）文件相应条款执行（详见附件三）。

三、合同履行的地点及进度

合同签字盖章后，供方应于本合同签订之日起 60 日内将合同条款中的全部货物运送到河南理工大学指定地点，尽快完成货物的安装、调试和人员培训。需方应在货物到达指定地点后，提供符合安装条件的场地、环境等。

四、技术资料

合同签订后 7 天之内，供方应将每套货物的中（英）文技术资料一套（如目录索引、操作手册、使用指南、维修指南（或）服务手册）提交给需方。另外一套完整的上述资料供方应包装好随同每批货物装箱发运。

五、使用合同文件和资料

事先未经需方书面同意，供方不得将由需方或代表需方提供的有关合同或任何合同条文、规格、计划、模型等提供给与履行本合同无关的任何其他人。即使向与履行本合同有关的人员提供，也应注意保密并限于履行合同所必需的范围。

六、检验和测试

货物抵达目的地后，由需方对货物的质量、规格、数量和重量进行检验，如果发现规格、数量或两者有与合同规定不一致的地方；或对成套货物安装调试、人员培训有异议的；或证实货物是有缺陷的，包括潜在的缺陷或使用不符合要求的材料等，需方应尽快以书面形式通知供方。供方在收到通知后最迟应于 24 小时内解决问题。

如果供方在收到通知后 7 天内没有解决问题，需方可采取必要的补救措施，但由此引发的风险和费用均由供方承担。

如供、需双方对货物的质量发生争议，可委托具有国家规定相关资质的第三方检验机构检验，检验和测试不论在何处发生，一切费用均由供方承担。

七、验收

1.开箱验收：货物到达目的地后，供方按照合同所列规格型号、技术参数以及数量等进行开箱验收，并按要求及时填写到货开箱验收报告（见附件四）。

2.正式验收：货物开箱验收合格后，供方尽快对货物进行安装、调试，完成使用培训，确保货物正常运行后向需方提出货物验收申请，根据验收申请，需要组织相关人员或第三方进行正式验收。

需方严格按合同内容进行验收，供方不得变更合同中的货物品牌、型号、规格等。如因特殊原因需要变更，则必须向需方递交书面变更申请，并经同意后方可更换，供方应承担因更换而支付的一切费用。未经需方同意而进行变更，需方有权不予验收，并视为违约行为，同时要求供方按原合同执行。因更换而造成逾期交货，仍按逾期交货处理。

八、人员培训

供方应当安排技术人员免费为需方人员进行技术培训和现场指导，使购买的货物达到国家规定运行标准和使用要求。

九、付款方式及期限

1.货物合同签订后，需方向供方支付合同额40%的预付款（¥3,115,284.00 元），货物到达合同约定的交货地点并开箱验收合格后，需方向供方支付合同额 30%的货款（¥2,336,463.00 元），货物经调试运行后并

经供、需双方正式验收合格后，需方向供方支付剩余货款（¥2,336,463.00元）。

2.在支付预付款前，供方需按合同总金额开具增值税专用发票。

十、免税

免税产品应由供需双方依据海关的要求签订委托进口代理协议，确认供需双方的责任与义务。委托进口代理协议作为本合同的不可分割部分。

十一、知识产权

供方应保证需方在使用其所提供的产品时免受第三方提出侵犯其专利权、商标权或保护期等的起诉。

十二、本合同的组成文件

本合同及附件、投标（响应）文件及其附件、招标（采购）文件及补充通知、评审中的磋商（谈判）记录、中标（成交）通知书、国家、行业或企业（以最高的为准）标准、规范及有关技术文件等。

十三、违约与索赔

供方未按期交付货物的，应向需方偿付违约金，违约金按每周合同总价款的 1%计收。该违约金的最高限额为合同总价款的 10%。一周按 7 天计算，不足 7 天按一周计算。如果达到最高限额，需方有权解除合同，要求供方返还已支付的预付款同时保留向供方追诉的权利。

供方不能交付货物的，应返回需方已支付的预付款，且向需方偿付合同总价款 10%的违约金，同时需方有权解除合同。

如果供方对货物的偏差负有责任，而需方在规定的检验、安装、调试、验收和质量保证期内提出了索赔，供方应按照需方同意的下列一种或几种方式解决索赔事宜:

1.供方同意退货并用合同规定的货币将货款退还给需方，并承担由此发生的一切损失和费用，包括利息、银行手续费、运费、保险费、检验费、仓储费、装卸费以及为看管和保护退回货物所需的其它必要费用。

2.根据货物的偏差情况、损坏程度以及需方所遭受损失的金额，经需供双方商定降低货物的价格。

3.用符合合同规定的规格、质量和性能要求的新零件、部件和（或）货物来更换有缺陷的部分和（或）修补缺陷部分，供方应承担一切费用和风险并负担需方蒙受的全部直接损失费用。同时，供方应延长所更换货物的质量保证期。

如果在需方发出索赔通知后三十（30）天内，供方未作答复，需方所选择的上述索赔方式之一应视为已被供方接受。如供方未能在需方发出索赔通知后三十（30）天内或需方同意的延长期限内，按照需方同意的上述规定的任何一种方法解决索赔事宜，需方将从履约保证金和合同货款中扣回索赔金额。

需方将根据违约严重程度视情况将供方列入需方的不良诚信记录名单，并向政府有关部门报送不良诚信记录。

十四、本合同签订和履行适用中华人民共和国法律，因履行合同发生的争议，由供需双方直接协商解决，如协商不成可向合同签订地人民法院提起诉讼。

十五、合同生效及其它

1.本合同经双方代表签字、盖章后生效。

2.本合同未尽事宜，供需双方可签订补充协议，与本合同具有同等法律效力。

3.供方应当在本合同签订时向需方提供本合同总价款 10%的履约保函。

4.本合同（共 45 页）一式九份，需方五份，供方二份，招标公司二份

供方（开户名）：河南具身智能产业发展有限公司

地址：河南省郑州市郑东新区金融岛外环路 24 号写字楼 9 层西侧 913 号

委托代理人（签字）：范嘉琪

电话：19339968121

开户行：招商银行股份有限公司郑州紫荆山路支行

银行账号：371910402910000

社会信用代码：91410100MADBY5C06T

需方（开户名称）：河南理工大学

地址：河南省焦作市世纪路 2001 号

技术负责人（签字）：冯改峰

电话：13939119371

使用单位负责人（签字）：冯改峰

委托代理人：闫松

开户行：中国农业银行股份有限公司焦作理工大学支行

银行账号：16302301040000264

社会信用代码：12410000721851120U

附件

一、货物规格价格一览表

二、货物主要技术参数

三、售后服务计划书

四、到货开箱验收报告

附件一

货物规格价格一览表

序号	产品名称		品牌	规格型号	数量	单价（元）	合计（元）
1	机器人采训推系统	数采机器人本体	宇树	G1-D 旗舰版 D 套件-国行	1 套	286000.00（含税）	286000.00
		算力拓展坞	宇树	G1/G1-D 专用 NVIDIA Jetson AGX Thor 后背拓展坞	1 套	80270.00（含税）	80270.00
		采训推平台	宇树	基础版采训推平台	1 套	185290.00（含税）	185290.00
2	四足机器人实训台	实训台主体	宇树	四足机器人仿生实训台 SXT-LK-GO2-1 型	1 套	70320.00（含税）	70320.00
		配套四足机器人	宇树	Go2-Edu 智能版套件-国标（含电池）	1 套	48700.00（含税）	48700.00
3	轻量级四足机器人		宇树	As2-EDU 旗舰版套件-国标（含电池）	5 台	174600.00（含税）	873000.00
4	拆解机器人开发测试系统	拆解机器人本体	宇树	B2 套件-国内（含电池，基础版）	1 套	314180.00（含税）	314180.00
		拆解机器人上装感知识别套件	数智鲲鹏	SZKP-B2CJ-01	1 套	97900.00（含税）	97900.00
		拆解机器人定制具身智能系统	大数云智	BRSS 调度管理平台 V1.0.0	1 套	262700.00（含税）	262700.00
		拆解流程集成与遥操作系统定制开发	大数云智	技术服务	1 套	285000.00（含税）	285000.00
5	智慧导览与授课机器人系统	人形机器人本体	宇树	G1 EDU-进阶版套件-国行（含电池）	1 套	208750.00（含税）	208750.00
		具身智能体应用系统	大数云智	具身智能体应用系统 V2.0	1 套	269600.00（含税）	269600.00
6	消防搜救机器人开发测试系统	消防搜救机器人本体	宇树	B2 套件-国内（含电池，基础版）	1 套	314180.00（含税）	314180.00
		消防搜救机器人上装感知识别套件	数智鲲鹏	SZKP-B2CJ-01	1 套	97900.00（含税）	97900.00
		消防搜救机器人定制具身智能系统	大数云智	BRSS 调度管理平台 V1.0.0	1 套	262700.00（含税）	262700.00

序号	产品名称		品牌	规格型号	数量	单价（元）	合计（元）
		消防搜救机器人额外上装加装	大数云智	消防搜救机器人上装设备（含安装）	1 套	230900.00（含税）	230900.00
7	安全预警机器人开发测试系统	安全预警机器人本体	宇树	A2-标准版套件-国内（含电池）	1 套	135730.00（含税）	135730.00
		安全预警机器人基础上装	数智鲲鹏	SZKP-A2AQ-01	1 套	57300.00（含税）	57300.00
		安全预警机器人基础上装	大数云智	BRSS 调度管理平台 V1.0.0	1 套	262700.00（含税）	262700.00
		安全预警机器人双光测温模块	大数云智	安全预警双光测温模块	1 套	98000.00（含税）	98000.00
		安全预警机器人识别算法开发与部署	大数云智	技术服务	1 套	247700.00（含税）	247700.00
8	综合物理测试实验系统	实验支撑场景搭建	具身智能	技术服务	1 套	415000.00（含税）	415000.00
		网络模块（一）基础网络	华为	S310-24P4X	1 台	4100.00（含税）	4100.00
		网络模块（二）wifi7 无线网覆盖	华为	AP371	1 台	900.00（含税）	900.00
		网络模块（三）综合布线	具身智能	技术服务	1 项	21200.00（含税）	21200.00
		计算模块（一）存储单元	超聚变	FusionServer 2288H V7	1 台	132000.00（含税）	132000.00
		计算模块（二）AI 计算单元	超聚变	FusionXpark GB10	4 台	36000.00（含税）	144000.00
		计算模块（三）AI 开发套件	创乐博	jeston Orin nx super 智能盒	4 台	9000.00（含税）	36000.00
		计算模块（四）设备机柜	华美致合	HMC-6042	1 台	2910.00（含税）	2910.00
		机器人供电系统拆解机器人原厂自动充电桩	宇树	B2-接触式充电器总成	1 个	20000.00（含税）	20000.00
		机器人供电系统安全预警机器人原厂自动充电桩	宇树	A2-接触式充电板总成	1 个	9500.00（含税）	9500.00

序号	产品名称		品牌	规格型号	数量	单价（元）	合计（元）
		机器人供电系统自主充电算法适配服务	具身智能	技术服务	1 项	20000.00（含税）	20000.00
		机器人供电系统电池充电防爆柜	京安华	JAH-010215	1 套	1500.00（含税）	1500.00
9	工业级四足机器人		宇树	A2-Pro 套件-国内（含电池）	1 台	241590.00（含税）	241590.00
10	工业级轮足式机器人		云深处	山猫 M20 pro	1 台	242000.00（含税）	242000.00
11	四足机器人专业教学资源包		大数云智	课程资源服务	1 套	190000.00（含税）	190000.00
12	全尺寸人形机器人		宇树	H2 EDU 套件-国内(含电池)	1 台	403860.00（含税）	403860.00
13	经典型人形机器人		宇树	G1 EDU-进阶版套件-国行（含电池）	2 台	208750.00（含税）	417500.00
14	入门型人形机器人		宇树	R1 Edu 智能版套件-含电池（国内蓝白色）	3 台	87910.00（含税）	263730.00
15	轮臂式人形机器人		宇树	R1-A7-D 智能版 G 套件-国行	4 台	83400.00（含税）	333600.00
16	人形机器人专业教学资源包		大数云智	课程资源服务	1 套	200000.00（含税）	200000.00
合计：人民币 柒佰柒拾捌万捌仟贰佰壹拾 元整（¥7,788,210.00）							

附件二

货物主要技术参数

序号	货物名称	技术参数
1	机器人采训推系统 数采机器人本体	1.升降机构外形尺寸：最低位置（设备降至下限工作位置时）整机外形高度1260mm、宽度525mm、深度（厚度）570mm；最高位置（设备升至上限工作位置时）整机外形高度1680mm、宽度525mm、深度（厚度）570mm；带电池重量80kg 2.手臂最大负载3kg，手臂臂展0.45m；散热系统:局部风冷散热 3.升降行程450mm，升降精度1.0mm，升降速度最大60mm/s，最大作业高度2米 4.供电及续航：上身采用电池供电或直连电源线缆供电，底盘采用电池供电/充电桩供电；上身电池续航时间2小时，底盘电池续航时间:6小时，上身电池（快拆）:9000mAh；本体充电器:54V 5A 5.基础算力:8核高性能CPU；高算力模组:100Tops算力；支持4麦克风阵列，支持wifi6，支持蓝牙5.2 6.支持智能OTA升级，支持二次开发，支持可视化电脑，支持多元感知传感器，支持底盘物理碰撞传感器、底盘低矮障碍物识别传感器 7.头部高清双目相机1个，手腕高清相机2个，底盘激光雷达1个，底盘深度摄像头2个 8.底盘参数：底盘长宽高570mm*520mm*190mm，底盘自由度2个，底盘驱动形式为双轮差速且支持原地360°旋转，底盘移动速度1.5m/s，底盘供电方式支持电池供电或充电桩供电，底盘电池续航时间6小时，底盘电池（内置）30Ah，底盘充电桩51V 10A 9.本体自由度：21个，其中：单臂7个，腰2个，立柱1个，夹爪1个，底盘2个 10.配套VR套装1套，存储12GB RAM+256GB ROM（LPDDR5+ UFS 3.1），环境追踪摄像头4，屏幕尺寸2.5英寸*2；配备五指灵巧手（含RGB相机）2只
	机器人采训推系统 算力拓展坞	二、算力拓展坞 11.AI性能：2070Tops；GPU：2560核，最大频率1.5GHz；CPU：14核，最大频率2.6GHz；显存：128GB，显存带宽270GB/s；USB接口：2个USB-A(3.2Gen2)，2个USB-C(3.1) 12.包含与数据采集机器人本体适配服务，提供的适配服务包括但不限于：针对数据采集机器人本体完成与上位系统的物理接口对接、通讯协议配置等
	机器人采训推系统 采训推平台	三、采训推平台 （一）数据采集 13.平台集项目管理、任务分配、进度追踪与状态分析于一体，支持通过模板化配置，一键生成数据采集任务，全流程状态实时跟踪；功能包含但不限于新建采集任务、任务编辑与分配、数据采集与标注、数据上传与审核、数据存储、数据导出等 14.支持多种机器人与末端配置的数据采集，具备强大的数据标准化能力；具备

		支撑数百台机器人同步开展数据采集的技术能力，通过高并发架构与负载均衡调度，确保海量数据流的实时接收与处理，为构建高质量的数据集提供基础；平台构建于高可用的服务架构之上，支持 7*24 小时可靠采集，具备强大的格式兼容能力，采集数据可直接输出或转换为各类主流训练格式，提升研发效率 （二）模型训练及推理 15.内置社区数据集，支持开源数据集训练，深度整合 PI、GROOT 等开源模型，构建开放式的模型生态；内置高保真、高精度的 3D 资产库，通过构建仿真环境，快速生成覆盖全面的评测方案，为算法验证提供支撑；通过“一键训练”快速启动模型开发，并利用集成的仿真工具进行可靠评估，最终实现算法到真机的无缝迁移；平台基于高性能分布式训练架构，可实现计算任务的弹性调度与并行加速，按负载资源动态扩展；支持模型架构选择、训练配置、实时监控、参数编辑、模型导出与部署等 （三）公有云数据采集资源配套 16.资源授权：8ACU 实例+4T OSS 冷数据存储+5T NAS 热数据存储+年 4T OSS 流出流量+年 1T 回放和标注流量，授权时长 3 年 （四）公有云训推资源配套 17.GPU 资源节点：包含但不限于中国大陆、中国香港、新加坡等国家/地区，配置一张 GPU 卡资源（单卡显存 24GB），累计授权时长 6 个月
2	四足机器人实训台 实训台主体	一、实训台主体 1.实验平台整体主体结构采用高强度铝型材搭配钢木框架，整体尺寸长宽高 1450mm*800mm*1300mm，桌面材质选用具备防火、防水及耐磨特性的高密度板，并标配 1 个键盘托和 1 个抽屉 2.实验台侧面配备标准化的外设接口系统，包含 1 个 XT60 接口、1 个以太网接口以及 1 个电源供电口，以满足各类实验外设及数据采集设备的连接与通讯需求；配置独立的交流电源模块，额定输入电压为 220V，最大功率 1800W，模块上集成 1 个 2P 漏电保护器、1 个运行指示灯、1 个启动按钮、1 个停止按钮以及 1 个急停按钮，保障用电安全；实验平台集成多模态感知与控制模块，配备 1 个相机接口、1 个音响接口以及 1 个麦克风音响阵列模块，支持多传感器数据的实时采集、传输与交互处理 3.配置一体机显示器模块，屏幕尺寸 21.5 寸，CPU 核心数 6、DDR4 内存 8GB、固态硬盘 256G，确保系统运行流畅；一体机显示器模块面板设有电脑开关、3 个 USB2.0 接口、1 个 Type-C3.0 接口、1 个以太网接口及 2 个 220V 外部供电口，具备良好的硬件兼容性与外设拓展能力；一体机显示器模块支持 XT302+2 拓展接口，确保系统能够无缝对接各类拓展硬件，满足复杂实验场景下的多设备连接与供电需求 4.实验平台集成电机控制模块，内置电压电流监控单元及电机控制测试单元，能够实时监测电机运行状态并支持基础控制算法的验证、调试与性能评估；配备电机展示模块，包含行星减速齿轮、前盖板和电机定子绕组、输出法兰轴、转子组件、背盖板和驱动板等核心部件，便于直观展示电机内部结构及工作原理；实验平台预留 2 个拓展模块接口，支持后续根据教学或科研需求灵活扩展其他功能组件，提升实验平台的可持续使用价值与升级空间 5.配套提供专业调试架一台，整体尺寸长宽高 890mm*590mm*566mm，采用电动升降设计，支持一键升降操作，升降行程 400mm；调试架的电动升降系统升降速度 25mm/s，升降精度控制在±2.5mm 以内，最大承重能力 30kg，确保实验设备在调试过程中的稳定性与安全性

		6.实训台配套提供纸质版实验指导类材料（1 册）。内容涵盖以下 5 项实验：（1）电机控制实验；（2）悬挂单腿运动控制；（3）视觉信号读取实验；（4）激光雷达数据读取实验；（5）四足多模态感知自主巡检系统
2	四足机器人实训台 配套四足机器人	二、配套四足机器人*1 7.基础参数：采用四足仿生结构设计，站立尺寸 700mm*310mm*400mm;整机重量约 15kg（含电池）;载荷 8kg(极限 10kg)；极限运动速度 5m/s；最大攀爬落差高度 16cm；最大攀爬斜坡角度 40°，设备出厂时腹部标配充电电极，电池 15000mAh,续航时间 2h，配备手持式遥控器 1 个,快充充电器 1 个 8.超广角 3D 激光雷达具备探物避障功能，广角高清相机；配备 4G 通信，内置 eSIM;支持智能 OTA 升级；APP 高清图传、遥控、所有数据查看；APP 图形化编程；WIFI6 双频无线 802.11ax；蓝牙 5.2/4.2/2.1 9.具备交叉步、向前跳、前空翻、后空翻、握手、扑人、坐下、伸懒腰、作揖等创意动作 10.配备麦克风、扬声器、照明灯(3W)，具备系统状态指示功能，实时反馈机器人状态，并可为机器人演示动作搭配音乐和灯光；内置语音识别模块，具备语音交互功能，交互响应速度为毫秒级 11.具备 40Tops 拓展坞，配置深度相机 1 台，配置 4D 激光雷达 1 个，支持二次开发 12.支持软件服务接口，包含不限于运控服务接口 V2.0、DDS 通信接口、避障服务接口、音量灯光服务接口、设备状态服务接口、运控切换服务接口、高层运动服务接口、底层服务接口、里程计服务接口等服务接口 13.腿和机身连接处具备全向柔性缓冲结构，可有效吸收全向冲击；为保证设备长时间运行不过热保护，设备膝关节电机附近内置热管辅助散热
3	轻量级四足机器人	1.基础参数：站立尺寸 720mm*378mm*457mm；折叠尺寸 776mm*378mm*233mm；带电池重量 18kg；材质:铝合金+高强度工程塑料；工作温度：-20℃～50℃ 2.整机自由度:12 个；关节输出轴承:工业级交叉滚子轴承；关节电机:低惯量高速内转子永磁同步电机；关节最大扭矩：90N.m；供电电压:36V～50V；散热系统:局部风冷散热；关节编码:双编码器 3.超广角激光雷达：工业级 64～128 线激光雷达 4.基础算力：8 核高性能 CPU；外置接口：千兆以太网 1 个，USB 1 个；支持 WiFi6、蓝牙 5.2，配备扬声器、阵列麦克风、照明灯、GPS、4G、高清相机等 5.负载及运动能力：极限站立负载 65kg；持续行走负载 15kg；斜坡行走能力 40°；楼梯行走能力 25cm；运动速度：0～3.7m/s(极限 5m/s)；空载续航：可持续行走 4 小时，里程 20km；负载续航：负载 15kg，可持续行走 2.5 小时，里程 13km 6.防护等级：IP54 7.手持式遥控器 1 个；快拆电池（容量 15000mAh）1 个；充电器（快充）1 个 8.高算力拓展坞 100Tops 算力，含 AI 算法的技术支持；深度相机 3 个；支持智能 OTA 升级；支持二次开发，提供机器人模型和仿真接口，支持仿真环境。 9.标配 Mid-360 激光雷达 1 个，含导航算法的技术支持，机械臂：自由度 6 个，负载 500g，机械臂数量 2 个
4	拆解机器人开发测试系	一、拆解机器人本体 （一）硬件平台

	统 拆解机器人本体	1.基础参数：重量（带电池）：60kg；长宽高（站立时）：1098mm*450mm*645mm；默认腹部配充电电极 2.运动及性能：可正向上下 40cm 的台阶；持续行走时负载能力 40kg；最快速度 5m/s；续航能力：空载连续不停行走，续航里程 20km，且续航时间 5 小时；20kg 负载连续不停行走，续航里程 15km，且续航时间 4 小时 3.支持电磁兼容性检验包括静电放电抗扰度 2 级（试验电压±4000V）；支持射频电磁场辐射抗扰度 2 级（场强极限值±3V/m）；支持浪涌（冲击）抗扰度 2 级（线—线试验电压±500V，线—地试验电压±1000V）；支持工频磁场抗扰度 4 级（场强极限值±30A/m）；支持脉冲磁场抗扰度 3 级（脉冲磁场强度±300A/m） 4.支持环境适应性检验包括支持极限低温-25°C±2°C 工作；支持高温 55°C±2°C 工作；恒定温湿工作试验、交变湿热工作试验、正弦振动试验、支持防水等级 IPX7；支持防尘等级 IP6X；提供电池检测报告包括电池容量 5000mAh，电池组容量 45Ah；最大充电电压 58V，最大充电电流 20A。 （二）感知模块与备用配件 5.内置 2 组深度摄像头，2 组高清摄像头；配备备用电池 1 块，备用脚垫 4 只
4	拆解机器人开发测试系统 拆解机器人上装感知识别套件	二、拆解机器人上装感知识别套件 （一）总体功能 6.实现自主导航、无人巡逻、超视距遥操作、环境感知、自主避障、跨地形行走等功能。 （二）硬件清单：包含以下硬件及组装、调试、外观设计出图 7.通讯模块：支持 4G/5G/WIFI 3 选 1；语音对讲模块：3W 语音功率，数量 1 个 8.感知激光雷达：拆解机器人集成 3D 激光雷达，数量 2；3D 激光雷达：探测范围 40m，盲区 0.1m，水平视场角（FOV）360°，竖直视场角（FOV）50°；激光雷达安装位置满足前后各 1 颗，确保拆解机器人本体前进、后退时均能实现安全避障 9.控制器：CPU8 核，内存 16GB，算力 6TOPS；为保证各类外设稳定接入控制，避免外部通过交换机、USB-HUB 等多层拓展带来的不稳定性，具备丰富接口，具体配置如下：以太网接口 7 个、UART 4 个、RS485 2 个、CAN 2 个、USB3.0 4 个、USB2.0 6 个、DI 4 个、DO 12 个 （三）详细功能 10.支持 3D 激光+足式里程计融合定位；支持自主避障、避人；支持自动充电；支持远程遥操作，5G/wifi 范围内超视距控制；支持远程喊话功能 11.支持跨地形行走，自适应步态；具备自适应步态功能，行走全程无需手动切换步态；具备在仿真环境中搭建相关通行场景并进行步态训练的能力。 12.支持红蓝警示灯，可一键控制开关；建图定位能力：拆解机器人本体具备 3D 点云高精度建图及自主定位功能；建图距离 1km，重复定位精度 5cm
4	拆解机器人开发测试系统 拆解机器人定制具身智能系统	三、拆解机器人定制具身智能系统 （一）运行监控 提供运行监控，实时展示拆解机器人本体业务整体运行态势，包括在线设备数量、报警提醒、地图全局视图、拆解机器人本体实时位置分布、实时视频流等，包含下列功能点： 13.测距：支持在地图上点击两个点，测量两点之间的实际距离 14.模拟规划：支持输入起点和目的地，模拟规划两点之间的导航路径；定位点

		云展示：实时展示拆解机器人本体的定位激光点云数据，辅助确认拆解机器人本体定位精度；点位重定位：支持指定地图上的目标点位，遥控拆解机器人本体移动到该点位后快速定位 （二）任务管理 15.任务配置：支持创建任务，自动生成唯一任务编号；支持任务模板管理，可基于模板快速创建任务；支持新增、删除、修改任务点；支持定义子任务类型，并为子任务配置具体参数；支持新增、删除、修改子任务类型参数；支持在特定任务点配置单个/多个子任务序列，并定义执行顺序；支持查看任务执行详情，并支持对执行中任务进行手动启动、终止、暂停、恢复 （三）设备注册纳管 16.设备管理：支持新建拆解机器人本体设备档案，分配唯一设备标识（Device ID），支持新增本体拆解机器人本体设备，可填写设备名称、设备编号、所属场景、绑定点位，以及四个电量等级阈值、电池温度阈值、拆解机器人本体关节温度阈值，还可配置设备的功耗模式、是否支持站立趴下功能、绑定的子设备类型，同时可填写 MAC 地址、网关、子网掩码、设备 IP 等网络与授权信息，可设置设备的启用/禁用状态，填写完成后确认即可完成设备的新增；子设备管理：支持定义拆解机器人本体加载的外设设备类型（如双光云台、警闪灯、探照灯、喇叭、麦克风等），支持新增、删除、修改子设备类型，配置是否显示操作按钮、绑定子任务类型；设备状态查看：提供拆解机器人本体状态总览视图，展示在线/离线状态、电量；支持拆解机器人本体电量低于安全阈值时自动告警；充电维护：支持设置电量安全阈值和充电策略（自动/手动）；提供一键回充功能 四、地图编辑 17.地图管理：支持上传地图文件（支持 png/yaml 等格式），自动解析地图信息 18.移动点位管理：支持在地图上编辑导航点、路径、充电桩位置、可通行区域/禁区等 五、导航与控制管理 19.运动控制：支持通过界面远程控制拆解机器人本体的行进、姿态；子设备控制：支持拆解机器人本体上装设备云台转动、摄像头变焦，并支持发起语音播报；运动状态监控：提供实时视频显示，支持多视频流切换 20.告警通知：通知拆解机器人本体的状态异常信息，包括离线、低电量等
4	拆解机器人开发测试系统 拆解流程集成与遥操作系统定制开发	四、拆解流程集成与遥操作系统定制开发 （一）针对拆解设备的集成开发 21.定制挂载接口按拆解设备重量、尺寸设计连接结构，加装减震组件吸收作业冲击、避免振动传递至机器人核心部件，工作全程作用力 3kg；兼容 CAN、EtherCAT 等工业总线协议，实现拆解设备启动、停止、功率调节等指令传输，设备参数配置、工作状态、异常报警实时回传至机器人控制系统，用于任务下发、状态监控与异常处理；定制开发拆解工作流程，完成移动 - 拆解 - 数据记录全流程开发与平台集成；配套遥操作系统远程控制终端，硬件支持拆解设备启停、功率调节、机械臂姿态控制，可视化界面实时显示机器人摄像头画面、设备运行状态与作业参数 22.抗干扰设计：通过信道加密、数据冗余传输技术，提升复杂环境下的通信稳定性；断连保护机制：当通信中断时，机器人自动执行安全停机程序，保持机身稳定，避免设备损坏或意外事故

		五、兼容性 23.上装不仅满足拆解景下的作业要求，还可与第六项“消防搜救机器人开发测试系统”的机器人本体适配，在消防搜救场景下正常运行
5	智慧导览与授课机器人系统 人形机器人本体	一、人形机器人本体 1.基本参数：高宽厚（站立）1320mm*450mm*200mm；高宽厚（折叠）690mm*450mm*300mm；带电池重量 35kg；膝关节最大扭矩 120N.m；手臂最大负载 3kg；全关节中空内走线，关节双编码器，电池容量 9000mh；续航时间:2h；拥有越障功能 2.整机自由度 29 个，其中：单手臂自由度 7 个，腰部自由度 3 个 3.感知传感器:配备深度相机 1 组，3D 激光雷达 1 个；支持 WiFi6、蓝牙 5.2，支持智能 0TA 升级，标配立体声扬声器和麦克风阵列；充电器 1 个，智能电池(快拆)2 块，手持式遥控器 1 个，调试吊机 1 个，调试线 1 条 4.二次开发:内置 100Tops 算力的拓展坞，支持高层和低层的二次开发，含 AI 算法及技术支持；基础算力 8 核高性能 CPU 5.支持底层运动开发，包含不限于底层运动参考例程、关节电机顺序、遥控器数据结构等内容；支持软件服务接口，包含不限于 DDS 通信接口、设备状态服务接口、高层运动服务接口、里程计服务接口等接口；支持支持高层运动开发，包含不限于 RPC 例程、手臂控制例程等内容 6.已提供 10 支舞蹈，每支舞蹈不少于 15 秒
5	智慧导览与授课机器人系统 具身智能体应用系统	二、具身智能体应用系统 （一）硬件配置 7.蓝牙音箱：1 只；收音麦克风：一拖二麦克风 mini-mic；视觉模块：加装帽子配件，包含带表情眼睛和摄像头 （二）自主导航与定位 8.通过遥控机器人，可以实现快速扫描周围环境，自动构建高精度地图，为导航与避障提供环境点云数据；系统具备自主导航与定位能力，能根据环境建图规划最优导览路线，确保高效导览；系统在动态环境中可实现±5cm 的定位精度，满足每秒 20 帧以上的激光数据处理速率、10Hz 的导航路径更新频率以及 20Hz 以上的局部地图输出 9.具备自主避障/绕障功能，系统通过多源传感器融合实现语义增强的自主避障功能，能够在动态环境中精准识别障碍并灵活规避 （三）自定义任务 10.支持用户根据自身需求，定制导览任务流、迎宾任务流等，包含自定义导航点位、自定点配置点位语音讲解内容、自定义配置动作等，任务流支持暂停、继续、结束、循环等灵活操作 （四）自主讲解与互动功能 11.具备互动对话交互能力，可通过 APP 端进行语音互动，并支持麦克风语音唤醒机器人动作、表演、导览任务等；支持导览、迎宾等固定任务的执行，用户可自定义讲解词、互动流程、动作指令等内容，实现机器人按预定流程进行导览、讲解或迎宾，并支持任务暂停、结束、跳过。适用于展会、活动、场馆等多种场景 12.具备视觉能力，支持人脸识别、行人检测等 （五）web 后台操作 13.提供功能丰富，易用的网页端管理后台，方便用户对系统进行远程配置、监控与管理，包含场景智能体配置、知识库内容上传等

		14.系统支持在任务流中接入外部设备接口，实现对外部设备的控制 （六）APP 端操作 15.提供简单易用的 APP 操作页面，实现对机器人任务指令执行、语音互动对话、地图打点、地图切换等功能；支持安卓系统安装。后台响应延迟 2 秒，最大同时在线管理设备数 10 台，具备状态统一管理功能 （七）视觉识别与分析 16.支持人脸识别与行人识别等，在迎宾场景实现，自主迎宾打招呼。也支持视觉大模型识别能力，针对特定场景，进行当前画面的识别分析 （八）大模型配置 17.支持根据场景需要进行大模型配置，比如语言大模型，视觉大模型等。 （九）统一管理功能 18.机器人管理：可管理多机器人信息，包括在线情况、电量、状态等信息；语音交互服务：包含语音识别、语音合成服务。支持中文和英语两种语言切换，可选配多国语言。支持多种音色合成；智能体服务：支持通过构建智能体，实现不同场景任务的自定义配置，支持多种构建方式，支持基于大模型的自主任务规划智能体，支持构建固定任务流智能体，包含导览场景智能体、迎宾智能体、表演智能体 19.地图服务：支持上传多个三维点云地图，支持多点位标记、路径绘制，支持多场景地图切换、点位属性自定义编辑等；大模型服务：支持针对不同应用场景，配置不同的大模型 20.知识库服务：支持导入本地文档，并构建领域知识库，让机器人能针对领域内知识完成互动问答，支持知识库问答测试；工具服务：支持多种工具调用，如联网搜索、天气查询、知识库助手工具等；动作舞蹈服务：支持拖拽式机器人上肢动作编排，包含仿真编排以及真机编排，支持音频和动作 融合自定义舞蹈编排。 （十）授课模块 21.PPT 讲课功能说明 模块一：AI 智能逐页讲解：支持通过 AI 及 PPT 文件，自动生成讲解内容，并形成任务流，逐页讲解 PPT 内容，机器人讲解过程中，PPT 自动播放 模块二：实时语音问答：支持唤醒打断讲解，授课过程中，学员可随时提问题，机器人听清问题后将自动进入互动环节并进行现场解答，解答完成后，可以自动继续授课 模块三：多语种/方言授课：支持课前配置普通话、英语及地方方言切换，适配不同受众讲课需求
6	消防搜救机器人开发测试系统 消防搜救机器人本体	一、消防搜救机器人本体 （一）硬件平台 1.基础参数：重量（带电池）60kg；长宽高（站立时）1098mm*450mm*645mm；默认腹部配充电电极；内置 2 组深度摄像头，2 组高清摄像头；配备备用电池 1 块，备用脚垫 4 只 2.运动及负载能力：可正向上下 40cm 的台阶；持续行走时负载能力 40kg；最快速度 5m/s；空载连续不停行走，续航里程 20km，且续航时间 5 小时；20kg 负载连续不停行走，续航里程 15km，且续航时间 4 小。
6	消防搜救机器人开发测试系统	二、消防搜救机器人上装感知识别套件 （一）总体功能 3.支持自主导航、无人巡逻、超视距遥操作、环境感知、自主避障、跨地形行

	消防搜救机器人上装感知识别套件	走等功能 （二）硬件清单：包含以下硬件及组装、调试、外观设计出图 4.通讯模块：支持 4G/5G/WIFI 3 选 1；语音对讲模块：3W 语音功率，数量 1 个 5.感知激光雷达：消防搜救机器人本体集成远距离激光雷达和 3D 激光雷达，每种类型 1 颗；远距离激光雷达：盲区 0.2m，量程 120m，水平视场角（FOV）360°，竖直视场角（FOV）60°；3D 激光雷达：探测范围 40m，盲区 0.1m，水平视场角（FOV）360°，竖直视场角（FOV）50°；激光雷达安装位置满足前后各 1 颗，确保消防搜救机器人本体前进、后退时均能实现安全避障 6.控制器：CPU8 核，内存 16GB，算力 6TOPS；为保证各类外设稳定接入控制，避免外部通过交换机、USB-HUB 等多层拓展带来的不稳定性，具备丰富接口，具体配置如下：以太网接口 7 个、UART 4 个、RS485 2 个、CAN 2 个、USB3.0 4 个、USB2.0 6 个、DI 4 个、DO 12 个 （三）详细功能 7.支持 3D 激光+足式里程计融合定位；支持自主避障、避人；支持自动充电；支持远程遥操作，5G/wifi 范围内超视距控制；支持远程喊话功能 8.支持跨地形行走，自适应步态；具备自适应步态功能，行走全程无需手动切换步态；具备在仿真环境中搭建相关通行场景并进行步态训练的能力 9.支持红蓝警示灯，可一键控制开关；具备建图定位能力：消防搜救机器人本体具备 3D 点云高精度建图及自主定位功能；建图距离 1km，重复定位精度 5cm
6	消防搜救机器人开发测试系统 消防搜救机器人定制具身智能系统	三、消防搜救机器人定制具身智能系统 （一）运行监控 提供运行监控，实时展示消防搜救机器人本体业务整体运行态势，包括在线设备数量、报警提醒、地图全局视图、消防搜救机器人本体实时位置分布、实时视频流等。包含下列功能点： 10.测距：支持在地图上点击两个点，测量两点之间的实际距离； 11.模拟规划：支持输入起点和目的地，模拟规划两点之间的导航路径 12.定位点云展示：实时展示消防搜救机器人本体的定位激光点云数据，辅助确认消防搜救机器人本体定位精度；点位重定位：支持指定地图上的目标点位，遥控消防搜救机器人本体移动到该点位后快速定位。 （二）任务管理 13.任务配置：支持创建任务，自动生成唯一任务编号，可设定任务名称、执行消防搜救机器人本体、执行时间、优先级。支持任务模板管理，可基于模板快速创建任务；模板包含执行周期（分钟、小时）、间隔时间、默认执行序列等；任务点管理：支持新增、删除、修改任务点，信息包括点位名称、导航坐标、关联被检设备；支持配置动作流模板，定义子任务列表及执行顺序；子任务管理：支持定义子任务类型（如云台控制、变倍、拍照），并为子任务配置具体参数（如云台角度、变焦倍数）；子任务类型参数管理：支持新增、删除、修改子任务类型参数（参数名称、数据类型、取值约束、数据值等）；任务流配置：支持在特定任务点配置单个/多个子任务序列，并定义执行顺序。 14.状态监控：支持查看任务执行详情（任务执行信息、已完成子任务、执行时长），并支持对执行中任务进行手动启动、终止、暂停、恢复 （三）设备注册纳管

		15.设备管理：支持新建消防搜救机器人本体设备档案，分配唯一设备标识（Device ID），支持新增本体消防搜救机器人本体设备，可填写设备名称、设备编号、所属场景、绑定点位，以及四个电量等级阈值、电池温度阈值、消防搜救机器人本体关节温度阈值，还可配置设备的功耗模式、是否支持站立趴下功能、绑定的子设备类型，同时可填写 MAC 地址、网关、子网掩码、设备 IP 等网络与授权信息，可设置设备的启用/禁用状态，填写完成后确认即可完成设备的新增；子设备管理：支持定义消防搜救机器人本体加载的外设设备类型（如双光云台、警闪灯、探照灯、喇叭、麦克风等），支持新增、删除、修改子设备类型，配置是否显示操作按钮、绑定子任务类型；设备状态查看：提供消防搜救机器人本体状态总览视图，展示在线/离线状态、电量；支持消防搜救机器人本体电量低于安全阈值时自动告警；充电维护：支持设置电量安全阈值和充电策略（自动/手动）；提供一键回充功能；导出设备列表：支持将设备列表信息导出为 Excel 或 PDF 文件 （四）地图编辑 16.地图管理：支持上传地图文件（支持 png/yaml 等格式），自动解析地图信息 17.移动点位管理：支持在地图上编辑导航点、路径、充电桩位置、可通行区域/禁区等 （五）导航与控制管理 18.支持远程控制机器人行进、姿态及云台转动、摄像头变焦、语音播报，提供实时视频与多视频流切换，离线、低电量等状态异常自动告警；定制搜救流程一次，涵盖设备自检、环境布设与人员就位，远程操控机械狗以手动+半自主避障模式进场全域巡航探测，多源数据实时回传指挥平台辅助研判并制定救援方案，遇信号中断、风险告警自动启动应急容错处置；搜救界面集成实时视频与红外热成像视窗、机械狗姿态及运行状态显示、摇杆操作与功能按键区、环境传感/通信链路/系统状态栏、故障风险告警弹窗，实现视觉观测、远程操控、状态监测、环境感知与安全告警一体化可视化操控；另提供一次自主导航现场调试服务
6	消防搜救机器人开发测试系统 消防搜救机器人额外上装加装	四、消防搜救机器人额外上装加装 （一）双光谱云台*1 19.热成像采用氧化钒非制冷探测器，有效像素 30 万，响应波段 8～14μm，热敏感度 40mK（@25℃，F1.0），测温距离 0.6～7.7m，测温精度±2℃或量程±2%，测温范围-20℃～150℃/0℃～550℃，支持白热、黑热、彩虹、铁红等 15 种调色板；可见光采用 1/2.8"CMOS，有效像素 200 万，光学变焦 25 倍，焦距 4.8～120mm，白光补光照射 30m，最低照度彩色 0.05Lux/黑白 0.01Lux，半自动/手动聚焦；视频压缩支持 H.265/H.264/MJPEG；云台水平 360°（0.1°～30°/s）、垂直-90°～+90°（0.1°～30°/s），预置点精度±0.1°、300 个预置点，巡航扫描 8 条（每条 250 个预置点），支持自动/帧/全景/垂直/随机/区域扫描等模式，最大 20 路预览；电源 DC 9～28V，防护 IP66，工作温度-40℃～70℃、湿度<90%，功率 20W，重量 2.5kg （二）终端设备 20.手持带屏遥控器 1 个 五、兼容性 21.上装不仅满足消防搜救场景下的作业要求，还可与第四项“拆解机器人开发测试系统”的机器人本体适配，在拆解场景下正常运行

7	安全预警机器人开发测试系统 安全预警机器人本体	一、安全预警机器人本体 1.基础参数：站立尺寸：820mm*440mm*570mm；折叠尺寸：720mm*550mm*220mm；重量：31kg（不带电池），37kg（带双电池）；工作温度：-20℃～55℃；采用低惯量高速内转子永磁同步电机，关节编码器为双编码器 2.负载及运动能力：有效负载能力 25kg；极限负载能力 100kg；空载可持续行走 5h，里程 20km；有效负载 25kg，可持续行走 3h，里程 12.5km；运动速度：0～3.7m/s(极限 5m/s)；楼梯行走能力（最大连续楼梯高度）：30cm；最大攀爬高度（最大单级台阶高度）：100cm；最大斜坡坡度：45° 3.电池容量：单节电池 9000mAh，双节电池 18000mAh，供电方式为双仓位双电池，单电池充电时长 1h 4.控制和算力：8 核高性能 CPU（平台功能）+8 核高性能 CPU（用户开发），内置算力 2 个 5.传感器：激光雷达 1 个；广角相机 1 个（可拓展至 2 个）；标配：WiFi6、蓝牙 5.2、扬声器、麦克风、照明灯 6.外置接口：RS485 2 个，CAN 2 个，千兆以太网 2 个，USB3.0-TypeC(8 核高性能 CPU) 2 个，USB3.0-TypeC 2 个，电源输出能力 12V/24V/BAT 7.支持高层和低层的二次开发，提供机器人模型和仿真接口，支持仿真环境；支持智能 OTA 升级；支持功能：稳定避障、点云环视、照明灯、高清图传
7	安全预警机器人开发测试系统 安全预警机器人基础上装	二、安全预警机器人基础上装 （一）感知激光雷达 8.安全预警机器人本体集成远距离激光雷达和 3D 激光雷达，每种类型 1 颗；远距离激光雷达：盲区 0.2m，量程 120m，水平视场角（FOV）360°，竖直视场角（FOV）60°；3D 激光雷达：探测范围 40m，盲区 0.1m，水平视场角（FOV）360°，竖直视场角（FOV）50°；激光雷达安装位置满足前后各 1 颗，确保安全预警机器人本体前进、后退时均能实现安全避障 9.控制器：CPU 8 核，内存 16GB，算力 6TOPS；为保证各类外设稳定接入控制，避免外部通过交换机、USB-HUB 等多层拓展带来的不稳定性，具备丰富接口，具体如下：以太网接口 7 个、UART 4 个、RS485 2 个、CAN 2 个、USB3.0 4 个、USB2.0 6 个、DI 4 个、DO 12 个 （二）外部接口 10.千兆以太网 1 个；USB3.0 1 个 （三）通讯模块 11.wifi 蓝牙模块：支持双频(2.4GHz/5GHz)，理论最大速率 574Mbps/1200Mbps；支持通过实验室内网实时回传巡检报表、视频、气体曲线等；支持 5G/4G，无内网场景、远程推送超标告警 （四）交互模块 12.警闪灯 2 个，可就地现场警示实验人员；高音喇叭 1 个，可就地现场警示实验人员；前探照灯 1 个，光线不足时可提供照明；收音装置 1 个，支持远程收音对话 （五）软件功能 包含但不限于以下功能模块： 13.建图模块：基于激光雷达进行多传感器数据融合，实现三维场景地图构建，通过 app 点击开始建图开始地图构建，通过 app 点击结束完成地图构建，生成三维点云地图和二维地图等。建图范围:500m*500m，支持室内及室外场景建

		图；定位模块：基于激光雷达等多传感器数据融合的单层先验地图的定位，实现厘米级定位，支持基于双反光柱的精确定位，支持外部地图导入；自主导航模块：基于人工规划路线或本地全局规划完成到点或路线跟踪，最远绕行距离2m，支持任务暂停/继续/停止/启动，支持静/动态障碍物绕障，导航重复精度<10cm；语音模块：基于外置喇叭和麦克风实现语音喊话(文本合成语音)，固定音频播报，双向对讲功能，拾音距离范围 1m；灯光模块：补光灯支持开关，警闪灯支持开关；调度后台：运行监控、任务管理、任务点管理、设备管理、资源管理、日志管理、异常管理、地图绘制、用户管理 （六）运行监控 提供运行监控，实时展示安全预警机器人本体业务整体运行态势，包括在线设备数量、报警提醒、地图全局视图、安全预警机器人本体实时位置分布、实时视频流等，包含下列功能点： 14.测距：支持在地图上点击两个点，测量两点之间的实际距离；模拟规划：支持输入起点和目的地，模拟规划两点之间的导航路径；定位点云展示：实时展示安全预警机器人本体的定位激光点云数据，辅助确认安全预警机器人本体定位精度 15.点位重定位：支持指定地图上的目标点位，遥控安全预警机器人本体移动到该点位后快速定位 （七）任务管理 16.任务配置：支持创建任务，自动生成唯一任务编号，可设定任务名称、执行安全预警机器人本体、执行时间、优先级；支持任务模板管理，可基于模板快速创建任务；模板包含执行周期（分钟、小时）、间隔时间、默认执行序列等；任务点管理：支持新增、删除、修改任务点，信息包括点位名称、导航坐标、关联被检设备。支持配置动作流模板，定义子任务列表及执行顺序；子任务管理：支持定义子任务类型（如云台控制、变倍、拍照），并为子任务配置具体参数（如云台角度、变焦倍数）；子任务类型参数管理：支持新增、删除、修改子任务类型参数（参数名称、数据类型、取值约束、数据值等）；任务流配置：支持在特定任务点配置单个/多个子任务序列，并定义执行顺序 17.状态监控：支持查看任务执行详情（任务执行信息、已完成子任务、执行时长），并支持对执行中任务进行手动启动、终止、暂停、恢复 （八）设备注册纳管 18.支持新建安全预警机器人设备档案并分配唯一 Device ID，配置设备名称、编号、场景、绑定点位，电量等级（四档）与电池 / 关节温度阈值、功耗模式、站立趴下功能、绑定子设备类型及网络授权信息（MAC、网关、掩码、IP），可启用 / 禁用；支持增删改双光云台、警闪灯、探照灯、喇叭、麦克风等子设备类型并配置操作按钮与绑定子任务；提供在线 / 离线、电量状态总览，低电量自动告警；可设置电量安全阈值与充电策略（自动/手动），支持一键回充 19.导出设备列表：支持将设备列表信息导出为 Excel 或 PDF 文件 四、地图编辑 20.地图管理：支持上传地图文件（支持 png/yaml 等格式），自动解析地图信息；移动点位管理：支持在地图上编辑导航点、路径、充电桩位置、可通行区域/禁区等 五、导航与控制管理 21.运动控制：支持通过界面远程控制机器狗的行进、姿态 22.子设备控制：支持安全预警机器人本体上装设备云台转动、摄像头变焦，并

		支持发起语音播报；运动状态监控：提供实时视频显示，支持多视频流切换；告警通知：通知安全预警机器人本体的状态异常信息，包括离线、低电量等
7	安全预警机器人开发测试系统 安全预警机器人基础上装	二、安全预警机器人基础上装 （一）感知激光雷达 8.安全预警机器人本体集成远距离激光雷达和 3D 激光雷达，每种类型 1 颗；远距离激光雷达：盲区 0.2m，量程 120m，水平视场角（FOV）360°，竖直视场角（FOV）60°；3D 激光雷达：探测范围 40m，盲区 0.1m，水平视场角（FOV）360°，竖直视场角（FOV）50°；激光雷达安装位置满足前后各 1 颗，确保安全预警机器人本体前进、后退时均能实现安全避障 9.控制器：CPU 8 核，内存 16GB，算力 6TOPS；为保证各类外设稳定接入控制，避免外部通过交换机、USB-HUB 等多层拓展带来的不稳定性，具备丰富接口，具体如下：以太网接口 7 个、UART 4 个、RS485 2 个、CAN 2 个、USB3.0 4 个、USB2.0 6 个、DI 4 个、DO 12 个 （二）外部接口 10.千兆以太网 1 个；USB3.0 1 个 （三）通讯模块 11.wifi 蓝牙模块：支持双频(2.4GHz/5GHz)，理论最大速率 574Mbps/1200Mbps；支持通过实验室内网实时回传巡检报表、视频、气体曲线等；支持 5G/4G，无内网场景、远程推送超标告警 （四）交互模块 12.警闪灯 2 个，可就地现场警示实验人员；高音喇叭 1 个，可就地现场警示实验人员；前探照灯 1 个，光线不足时可提供照明；收音装置 1 个，支持远程收音对话 （五）软件功能 包含但不限于以下功能模块： 13.建图模块：基于激光雷达进行多传感器数据融合，实现三维场景地图构建，通过 app 点击开始建图开始地图构建，通过 app 点击结束完成地图构建，生成三维点云地图和二维地图等。建图范围:500m*500m，支持室内及室外场景建图；定位模块：基于激光雷达等多传感器数据融合的单层先验地图的定位，实现厘米级定位，支持基于双反光柱的精确定位，支持外部地图导入；自主导航模块：基于人工规划路线或本地全局规划完成到点或路线跟踪，最远绕行距离 2m，支持任务暂停/继续/停止/启动，支持静/动态障碍物绕障，导航重复精度<10cm；语音模块：基于外置喇叭和麦克风实现语音喊话(文本合成语音)，固定音频播报，双向对讲功能，拾音距离范围 1m；灯光模块：补光灯支持开关，警闪灯支持开关；调度后台：运行监控、任务管理、任务点管理、设备管理、资源管理、日志管理、异常管理、地图绘制、用户管理 （六）运行监控 提供运行监控，实时展示安全预警机器人本体业务整体运行态势，包括在线设备数量、报警提醒、地图全局视图、安全预警机器人本体实时位置分布、实时视频流等，包含下列功能点： 14.测距：支持在地图上点击两个点，测量两点之间的实际距离；模拟规划：支持输入起点和目的地，模拟规划两点之间的导航路径；定位点云展示：实时展示安全预警机器人本体的定位激光点云数据，辅助确认安全预警机器人本体定位精度 15.点位重定位：支持指定地图上的目标点位，遥控安全预警机器人本体移动到

		该点位后快速定位 （七）任务管理 16.任务配置：支持创建任务，自动生成唯一任务编号，可设定任务名称、执行安全预警机器人本体、执行时间、优先级；支持任务模板管理，可基于模板快速创建任务；模板包含执行周期（分钟、小时）、间隔时间、默认执行序列等；任务点管理：支持新增、删除、修改任务点，信息包括点位名称、导航坐标、关联被检设备。支持配置动作流模板，定义子任务列表及执行顺序；子任务管理：支持定义子任务类型（如云台控制、变倍、拍照），并为子任务配置具体参数（如云台角度、变焦倍数）；子任务类型参数管理：支持新增、删除、修改子任务类型参数（参数名称、数据类型、取值约束、数据值等）；任务流配置：支持在特定任务点配置单个/多个子任务序列，并定义执行顺序 17.状态监控：支持查看任务执行详情（任务执行信息、已完成子任务、执行时长），并支持对执行中任务进行手动启动、终止、暂停、恢复 （八）设备注册纳管 18.支持新建安全预警机器人设备档案并分配唯一 Device ID，配置设备名称、编号、场景、绑定点位，电量等级（四档）与电池 / 关节温度阈值、功耗模式、站立趴下功能、绑定子设备类型及网络授权信息（MAC、网关、掩码、IP），可启用 / 禁用；支持增删改双光云台、警闪灯、探照灯、喇叭、麦克风等子设备类型并配置操作按钮与绑定子任务；提供在线 / 离线、电量状态总览，低电量自动告警；可设置电量安全阈值与充电策略（自动/手动），支持一键回充 19.导出设备列表：支持将设备列表信息导出为 Excel 或 PDF 文件 四、地图编辑 20.地图管理：支持上传地图文件（支持 png/yaml 等格式），自动解析地图信息；移动点位管理：支持在地图上编辑导航点、路径、充电桩位置、可通行区域/禁区等。 五、导航与控制管理 21.运动控制：支持通过界面远程控制机器狗的行进、姿态 22.子设备控制：支持安全预警机器人本体上装设备云台转动、摄像头变焦，并支持发起语音播报；运动状态监控：提供实时视频显示，支持多视频流切换；告警通知：通知安全预警机器人本体的状态异常信息，包括离线、低电量等
7	安全预警机器人开发测试系统 安全预警机器人双光测温模块	三、安全预警机器人双光测温模块 23.红外分辨率 640×512，NETD 50mK，测温范围-20℃～+550℃（±2℃/±3%）；广角+变焦双相机，录像 4K@30fps、拍照 8000×6000；激光测距 5～1200m、精度±1m；云台俯仰-90°～+20°、航向 360°无限位、角度抖动±0.01°，光学变焦 11x、AI 算力 10T、防护 IP54；支持热成像+可见光双光谱、远程拉流控制、白光补光、预置位扫描，可对触头、母线接头、法兰、互感器、避雷器、电抗器及电缆接线端精准测温，用于夜间巡逻、应急响应及高风险区域监控 （一）涉化核心传感模组 24.气体传感器：配备 Co、H2s、O2、So2、Ch4、Co2 六合一传感器 1 套，含展示界面；温湿度传感器：-20～80℃、0～100% RH；精度 ±0.5℃、±3% RH；可监测环境温湿度异常；光电烟雾传感器：有机溶剂阴燃烟雾检测及预报警。 （二）高负载机械臂 1 套（包含夹爪）

		25.整机具备 6 个独立自由度，关节运动范围覆盖 J1（±178°）、J2（±130°）、J3（±135°）、J4（±178°）、J5（±128°）、J6（±360°无限旋转）；J1-J2 轴最大速度 180°/s，J3-J6 轴 225°/s，重复定位精度±0.05mm，搭配集成夹爪可实现高精度抓取、放置、装配，适配精密制造、电子加工场景；额定负载 5kg，本体重量 7.2kg，工作半径 610mm，轻量化设计便于桌面、移动平台等灵活部署；支持 DC20～30V 宽电压供电（额定 DC24V），最大综合功率 200W、典型功率 100W，防护等级 IP54，主体采用铝合金 + ABS 材质，无需独立控制器，降低安装空间与维护成本；支持 WIFI、网口、USB 串口、RS485 等通讯接口，可对接电脑、PLC、工业网关等控制终端，提供拖拽示教、示教器控制、API/JSON/ROS 协议控制等多模式操控，满足快速调试至规模化自动化应用的全场景需求
7	安全预警机器人开发测试系统 安全预警机器人识别算法开发与部署	五、安全预警机器人识别算法开发与部署 （一）识别内容 26.识别空开、刀闸、按钮、断路器、柜门开关及开合闸状态；识别配电柜、控制柜、设备面板红/绿/黄/蓝指示灯的常亮、闪烁、熄灭状态；识别明火、烟雾等火灾隐患；对开关柜触点、母线、电缆接头、设备外壳、机房设备实时测温，支持超温阈值告警与温度热力图成像；识别指针式仪表、数字液晶屏仪表、圆盘压力表等表计读数 （二）识别算法开发与部署 27.五大算法（开关/指示灯/火灾/测温/表计）算法逻辑开发与预处理开发；告警与平台对接：识别结果实时回传、弹窗告警、拍照存证、生成巡检报告
8	综合物理测试实验系统实验支撑场景搭建	一、实验支撑场景搭建 （一）实验系统空间配置与拓扑布局 1.核心测试区总面积 500 平方米，四周预留 1 米的安全缓冲带；核心测试区分为四个测试通道：灾后应急救援接近通道、非结构化坍塌废墟通道、室内纵深搜索通道与具身智能灵巧操作通道，每个测试通道由多个测试模块组成 （二）测试模块基础支撑结构与材料规格 2.定向刨花板：板材标准切幅为 1220mm*2440mm，非承重墙体厚度 9.5mm，高动态承重覆材厚度 18mm；专业紧固件：永久性框架紧固采用梅花槽带垫圈头自攻螺丝，外围侧板快拆紧固采用外六角带垫圈自攻螺丝配合磁性套筒 （三）固定悬挂式龙门安全防护系统 3.结构形式与覆盖范围：基于标准实验室规范，采用刚性固定式框架，使用重型工业铝挤压型材或高强度钢制桁架搭建全局覆盖的顶部网络。支撑立柱固定于测试区外围，横梁跨越整个测试通道上方；滑动接管组件：顶部横梁底面安装高承重金属滑轨系统，嵌入低阻尼滑动小车或可自适应的垂直卷扬机；连接绳索与锁具：配置直径 10mm 的专业静力攀岩绳或高强度承重吊索。末端配置安全锁扣，对接人形机器人躯干背部的硬连接锚点 （四）灾后应急救援接近通道 4.标准子地板模块：底层采用木材构建龙骨；推拉门阻碍模块：通道起点设置双向推拉门，机器人通过接触力或机械臂识别门的开合机制并完成盲操穿越；滚动管道木托盘模块：标准尺寸木托盘，阶梯高度设置为 15 厘米至 30 厘米递增；交叉倾斜坡道模块：坡道表面倾角设定为 15 度至 30 度 （五）非结构化坍塌废墟通道 5.不稳定砾石路段：通道底部铺设不稳定砾石，并在其内埋设使用 X 型木制框架阻挡前进路线

		6.对角 K 型护栏模块：使用木材平放，两端斜切 45 度角，呈对角“X”与“V”形交叉铺设；半立方体步态测试台：构建高低错落的不规则踩踏面 （六）室内纵深搜索通道 7.瓦砾楼梯测试模块：楼梯整体倾角在 35 度至 45 度范围内 8.可重构建图迷宫模块：墙体高度为 2.2 米至 2.4 米，使用防潮板直接作为墙面。以短木块作为 L/T 型快拆连接节点，支持通道走向的随时重构 （七）具身智能灵巧操作通道 9.面板基座：底座尺寸 30cm*30cm，表面喷涂为黑色以便于计算机视觉识别 10.盲插孔洞组件：在面板中心钻孔并旋入内外牙预埋螺母，配套提供探针，供机器人力控灵巧手持握进行盲插测试；旋转/按压组件：集成工业急停按钮及旋转水管关断阀门，定量评估机械臂抓取、按压与旋转扭矩输出控制
8	综合物理测试实验系统网络模块（一）基础网络	二、网络模块 （一）基础网络 配备 1 台网络交换机，配置满足： 11.交换容量 598Gbps，包转发率 148Mpps；千兆电口 24 个，万兆光口 4 个；支持 Console 接口；支持 POE/POE+，POE 功率 400W，交换机电源上电时，支持秒级实现对 PD 设备的供电；支持 MAC 地址 16K，支持 4KVLAN，支持 Voice VLAN，支持基于 MAC/协议/IP 子网/策略/端口的 VLAN；支持策略路由，支持静态路由
8	综合物理测试实验系统网络模块（二）wifi7 无线网覆盖	（二）wifi7 无线网覆盖 12.配备室内型 WiFi7（802.11be）吸顶，无线信号覆盖全馆；支持 2.4GHz/5GHz 双频同时提供业务，整机速率 3.57Gbps；支持 1 个 10M/100M/1GE/2.5GE 电口，支持蓝牙 BLE5.4，支持星闪 SLE1.0；推荐接入用户数 150 个；支持 DC：12V±10%，支持 802.3at 以太网供电标准，最大功耗 13.6W；支持 IEEE802.11be 标准，兼容 IEEE802.11a/b/g/n/ac/ax 标准
8	综合物理测试实验系统网络模块（三）综合布线	（三）综合布线 13.包含人工、线、辅材等
8	综合物理测试实验系统计算模块（一）存储单元	三、计算模块 （一）存储单元 14.标准 2U 机架式，含导轨及安装套件；处理器 2 颗，单颗核心数 24；内存 8 条，单条 32GB DDR5 5600；SSD 盘数量 2 块，单盘容量 480GB；机械硬盘数量 2 块，单盘容量 8TB；GE 电口 2 个；900W 交流电源 2 个
8	综合物理测试实验系统计算模块（二）AI 计算单元	（二）AI 计算单元 15.内存容量 128GB；硬盘容量 2TB；CPU 20 核 ARM 架构，含高性能与能效核心群组；显存 128GB；AI 性能 1000Tops；显存接口|显存带宽： 256 位 |273GB/秒；4 个 USB4 Type C；支持 Wifi7；支持蓝牙；1 个 HDMI
8	综合物理测试实验系统计算模块	（三）AI 开发套件 16.GPU 最大频率 1170MHz；AI 算力 150TOPS；CPU 8 核；硬盘 128GB；视频编码支持 1x 4K60 (H.265),3x 4K30 (H.265)等；视频解码支持 1x 8K30 (H.265)，

	（三）AI 开发套件	2x 4K60 (H.265)等
8	综合物理测试实验系统 计算模块 （四）设备机柜	（四）设备机柜 17.规格 600mm*1200mm*2000mm，前后为网孔门，静载 800KG；防护等级 IP20；含 1 个 PDU，具有 2 个 8 口 10A 以上插口；数量 1 台
8	综合物理测试实验系统 机器人供电系统 拆解机器人原厂自动充电桩	四、机器人供电系统 18.配备拆解机器人原厂自动充电桩 1 套，安全预警机器人原厂自动充电桩 1 套，含自主充电算法适配；配备电池充电防爆柜 1 个
8	综合物理测试实验系统 机器人供电系统 安全预警机器人原厂自动充电桩	四、机器人供电系统 18.配备拆解机器人原厂自动充电桩 1 套，安全预警机器人原厂自动充电桩 1 套，含自主充电算法适配；配备电池充电防爆柜 1 个
8	综合物理测试实验系统 机器人供电系统 自主充电算法适配服务	四、机器人供电系统 18.配备拆解机器人原厂自动充电桩 1 套，安全预警机器人原厂自动充电桩 1 套，含自主充电算法适配；配备电池充电防爆柜 1 个
8	综合物理测试实验系统 机器人供电系统 电池充电防爆柜	四、机器人供电系统 18.配备拆解机器人原厂自动充电桩 1 套，安全预警机器人原厂自动充电桩 1 套，含自主充电算法适配；配备电池充电防爆柜 1 个
9	工业级四足机器人	1.外形与重量：站立尺寸 820mm*440mm*570mm，折叠尺寸 720mm*550mm*220mm，有效负载 25kg，极限负载 100kg 2.空载续航可持续行走时长 5h，续航里程 20km；搭载 25kg 有效负载时，可持续行走时长 3h，续航里程 12.5km 3.电池与供电：支持双仓位双电池供电模式，单节电池容量 9000mAh，双节电池总容量 18000mAh 4.环境与运动性能：可适配-20℃～55℃环境温度正常工作；常规运动速度 0～3.7m/s，极限运动速度 5m/s；可通行最大连续楼梯高度 30cm；最大单级台阶攀爬高度 100cm；最大可通行斜坡坡度 45° 5.算力与感知定位： 8 核高性能 CPU（平台功能）+8 核高性能 CPU（用户开

		发），内置算力数量 3 个；标配 2 组激光雷达、1 组高清相机；内置无线矢量定位伴随模组、GPS 模块、4G 通信定位模块 6.动力与传感配置：搭载低惯量高速内转子永磁同步电机；配备双编码器关节传感装置，保障运动精度 7.标配功能与外置接口：搭载 WiFi6、蓝牙 5.2、扬声器、麦克风、照明灯等基础功能模块；配备 2 路 RS485 接口、2 路 CAN 接口、2 路千兆以太网接口；配备 2 路 8 核 CPU 配套 USB3.0-TypeC 接口；支持 12V、24V、BAT 多规格电源输出 8.开发拓展能力：支持高层、低层全维度二次开发，配套完整机器人模型及仿真接口；兼容主流仿真环境；支持智能 OTA 在线升级功能 9.核心设备功能：设备具备 SLAM 定位建图、自主导航、稳定避障、点云环视、高清图传、照明功能，支持选配自主充电功能 10.防护等级：设备整体防护等级达到 IP56～IP67，核心部件防护等级 IP67 11.备用配件：电池 2 块；脚垫 4 个 12.机械臂*1：重量 5kg，自由度 6 个，负载 3kg，支持灵敏碰撞检测、手动拖拽示教等功能，数量 1 个
10	工业级轮足式机器人	1.站立尺寸（长*宽*高）820mm*430mm*570mm；重量 35kg（带电池） 2.标准负载（15kg）下工作速度 2m/s，极限速度 5m/s；支持攀爬 45°的斜坡；带有效负载（15kg）,支持连续上下高度 25cm，坡度 45°的台阶，支持正向上下 80cm 的台阶 3.有效负载 15kg，最大负载 50kg；空载运动续航时间 3h，最大行程 15km；15kg 负载运动续航时间 2.5h，最大行程 12km 4.支持自主充电，可在遥控端一键控制机器狗到充电桩充电；机器人本体与电池应采用分体式设计，配置两块高性能锂电池，支持无工具辅助快速更换电池，支持单电池驱动与热插拔换电，支持机器人不关机即可完成电池更换 5.机器人本体前后各配备 1 个补光灯；机器人前后各内置 1 组高清广角相机、1 颗激光雷达（96 线） 6.具备灯语交互功能，可以通过灯光信息来提示低电量、停避障、充电动作；支持软硬急停保护、摔倒保护、低电压报警、过温报警；轮足机器人尾部配备一键硬急停按钮；操控手柄界面配备一键软急停保护 7.机器人头尾对称，腿部采用 X 构型，手柄 APP 端支持一键换向功能，并通过指示灯带来表示当前的运动正方向；单次换向时间 1 秒 8.机器人膝关节支持反关节，支持机器人在前肘后膝形态（前腿膝关节前折、后腿膝关节后折）和前肘后肘形态（前后腿膝关节均前折）间切换 9.在装载上装的情况下，具备全向停避障的能力，支持遥控模式下 360°停障和避障功能，且碰撞风险会通过本体指示灯提示；自主导航过程中可实现动态绕障和停障 10.机器狗可以识别平地和楼梯并自主切换步态；支持通过手柄 APP，OTA 升级整机软件 11.实时监测关节温度，手柄端支持异常报警；关节过温、低电量等异常发生时，机器人会触发自我保护机制，将自动软急停或趴下；后台可通过接口获取关节温度、电池电量等状态信息和出现异常的关节、电池或相关器件编号等异常信息 12.防护等级 IP66，工作环境温度-20℃～55℃ 13.轮足机器人国产可控，关键处理器、芯片和核心板均为纯国产化

11	四足机器人专业教学资源包	一、课程内容 1.四足机器人实施与部署 本教学资源包以四足巡检机器人真实实施部署全流程为载体，按照“设备基础配置—地图构建—导航点位设置—任务流编排—常态化作业运维”五个递进环节，设计一体化实训任务链： 模块一：完成充电桩安装与供电调试，保障机器人基础运行条件 模块二：通过遥控操作完成园区（单层）环境地图构建，支持斜坡、楼梯等复杂地形适配与外部地图导入 模块三：在遥控或跟随模式下完成拓扑点位设置，配置拍照、巡检等基础任务 模块四：创建导航任务流，实现自主导航到点、喊话交互、拍照确认、异常反馈与阻塞行为处理等复合任务，并完成现场试跑与优化 模块五：配置定期自主巡检、低电返航与故障恢复策略，实现常态化无人值守作业 模块六：整个实训过程严格对接真实岗位操作标准，让学生在全流程实操中掌握四足巡检机器人的部署、调试、任务编排与运维保障核心技能，形成完整的工程实践能力闭环 2.机器人平台认知与基础操控 模块一：机器人平台基础认知 实物认知（电源模块、主控单元、关节执行器、IMU 等）、机器人系统软件架构、实例讲解与演练（包含“嵌入式系统与网络配置”模块，Linux 基础，传感器数据读取与可视化） 模块二：安全规范与操作基础 操作前基础准备、遥控器/APP 基础连接与熟悉界面、常见异常状态的直观判断与初步处置、高层/底层 SDK 运动控制与接口调用实例讲解与演练 模块三：简单动作与姿态控制 基本行走、转向、抬升/降低身体高度、不同姿态下的重心变化与稳定性直观体验、通过参数面板对速度、转向速度等基础参数进行简单调整、实例讲解与演练 模块四：运动控制实践 通过熟悉 SDK 的调用逻辑，实际应用于完整的机器人运动控制实例 3.四足机器人运动与仿真基础 模块一：四足机器人运动学基础 齐次变换与关节/连杆建模简述，支撑多边形、质心、静态稳定与动态稳定概念 模块二：仿真环境搭建 Mujoco 仿真链配置与机器人导入，基础传感器配置与环境自定义 模块三：步态与基本动作仿真 基于 SDK 的步态仿真，基于调参的运动效果规划 模块四：仿真实验与报告 每组完成一个“从静止到行走”的步态实验，并输出结果分析 4.四足机器人开发与实践 模块一：四足机器人平台入门 介绍四足机器人的软硬件架构，熟悉机器人的操作方式 模块二：开发环境入门 掌握四足机器人基础开发环境的使用，机器人自定义程序编写及调试流程 模块三：基础模块使用

		掌握避障功能的使用和开启，控制机器人灯光 模块四：底层运动控制 底层运动控制的实现及调试，机器人腿部的精准控制，运动控制的调试框架编写 模块五：高层运动控制 掌握四足机器人高层控制接口的使用，实现复杂的运动控制 模块六：遥控器状态获取 获取遥控器状态数据，自定义功能开发 模块七：避障数据获取 基于探物雷达的，建立避障地图，实现障碍物感知 模块八：路径规划与自主导航 路径规划与自主导航：基于激光雷达，实现四足机器人的路径规划与自主导航 模块九：多媒体数据获取 基于机器人中内置的高清相机，获取并显示实时多媒体流数据/图像数据 模块十：手势识别 通过手势识别控制四足机器人运动 模块十一：人体跟随运动 通过人体姿态识别，实现四足机器人追踪人体 模块十二：多功能综合实践 掌握四足机器人的综合应用，让四足机器人实现智能巡检功能 5.机器人自主导航 模块一：定位与建图基础 概率机器人、贝叶斯滤波、里程计与传感器融合 模块二：经典 SLAM 算法 SLAM 基本框架与开源实现 模块三：地图表示 栅格地图、拓扑地图、语义地图 模块四：全局路径规划 Dijkstra、A*、D*、RRT 等算法及其在 ROS2 中的应用 模块五：局部路径规划与避障 DWA、TEB 等局部规划器的原理与调参经验 模块六：复杂环境导航应用 多楼层、狭窄通道、复杂地形环境下的导航策略 模块七：导航系统工程实践 从感知到控制的完整导航系统架构与调试流程 模块八：综合课程设计 设计并实现一个在室内场景中的自主巡检系统 6.具身智能方法与应用 模块一：强化学习概念 建立“状态—动作—奖励—终止”与训练/评估闭环的工程认知，明确四足运动控制采用 RL 的适用边界与鲁棒泛化目标 模块二：奖励函数设计与调参方法 掌握以主任务目标为核心、稳定/能耗/安全约束为辅的奖励建模与权重调参方法，并能定位与修正典型训练失败模式 模块三：主流工具链 具备在主流仿真与训练工具链上完成环境搭建、任务与超参配置、训练运行、

		日志诊断及最小可复现策略产出的完整能力 模块四：鲁棒地形目标实训 围绕速度跟踪与稳定性指标，通过课程化难度递进与域随机化训练，实现跨地形/扰动测试集可验证的鲁棒策略 模块五：Sim2Real 部署与评估 在安全边界约束下完成策略导出与真实机部署，建立在线监控与回滚机制，并以一致指标体系完成仿真-真实对比评估射 二、交付内容包含： 7.课程实训指导书：提供 1 套与四足机器人及配套巡检系统相匹配的实训指导书，覆盖全部课程模块和实训项目，包含实训目标、实训环境、操作步骤、结果验证及考核要求等内容。 8.PPT 教学课件：提供 1 套完整教学课件，覆盖全部课程模块及实训内容，课件应提供可编辑格式，能够直接用于教师课堂教学和实训讲解。 9.视频教程：提供与主要实训项目相配套的操作视频，视频清晰展示机器人操作、地图构建、路线规划、任务配置、巡检执行、异常告警及结果验证等过程，并支持校内离线播放。 10.理论与实操题库：提供 1 套理论与实操题库，理论题包含选择题、判断题、简答题等题型；实操题涵盖机器人基础操作、任务编排、地图与点位配置、传感器配置、巡检任务执行及故障处理，并配套参考答案和评分标准。 11.配套系统账号：提供 40 个学生账号，满足学生开展机器人状态查看、地图及点位配置、巡检路线规划、任务编排、任务执行和巡检结果查看等实训；同时提供 1 个教师或管理员账号；相关配套资料：提供系统操作说明、账号使用说明、巡检地图、点位配置、任务流程、检测规则、综合应用案例及培训资料，所有资源应授权采购人在校内教学、实训和考核活动中使用。
12	全尺寸人形机器人	1.站立外形尺寸（高*宽*厚）1820mm*456mm*218mm，带电池整机重量 70kg；整机总自由度 31 个，其中：单手臂 7 个，腰部 3 个，头部 2 个 2.具备仿生头脸结构 3.关节输出轴承具备高精度、高承载力特性；关节电机搭载低惯量高速内转子永磁同步电机，保障高响应速度与优质散热性能。 4.手臂关节峰值扭矩 120N.m；腿部关节峰值扭矩 360N.m；手臂峰值负载 15kg，额定负载 7kg 5.整机散热配备主动风冷散热系统，保障整机长时间稳定运行；供电系统采用低内阻优质锂电池，支持快拆更换；电池容量 15Ah，最大工作电压 75V；设备在满载常规工况下的续航时长 3 小时 6.算力平台与扩展性能要求标配双工控计算平台：PC1 搭载 6 核处理器，负责设备基础平台功能运行；PC2 搭载 8 核处理器，用于用户二次开发调试；预留 PC3、PC4 标准卡槽，支持选配高算力计算板卡，最大可扩展安装数量 2 块，且兼容同系列主流板卡卡槽规格 7.感知与交互配置搭载大视场角仿人双目相机，满足环境识别、视觉定位、目标抓取等感知需求。 8.配置阵列式麦克风及大功率扬声器，支持智能语音交互功能；无线通讯标配 WiFi6 及蓝牙 5.2 及以上通讯模块，保障高速稳定数据传输。 9.支持智能 OTA 在线升级，可远程更新系统程序与功能算法；全面支持软硬件二次开发，开放设备控制接口、算力平台权限及传感器数据协议。 10.标配配件清单包含：专用智能快充充电器 1 个、快拆式智能锂电池 2 块、设

		备专用手持式遥控器 1 个、设备防护支架 1 套、备用胶垫 1 套 11.末端灵巧手：配备 2 只五指灵巧手，其中：单只手自由度 6 个，触觉传感器数量 17
13	经典型人形机器人	1.高宽厚（站立）1320mm*450mm*200mm；高宽厚（折叠）690mm*450mm*300mm；带电池重量 35kg；电池容量 9000mh；续航时间 2h 2.整机自由度 29 个，其中：单手臂自由度 7 个，腰部自由度 3 个；拥有越障功能 3.膝关节最大扭矩 120N.m；手臂最大负载 3kg；小腿+大腿长度 0.6m；手臂臂展 0.45m 4.全关节中空内走线，支持局部风冷散热，关节双编码器 5.配备深度相机和 3D 激光雷达；标配立体声扬声器和麦克风阵列；支持 WiFi6、蓝牙 5.2；支持智能 0TA 升级 6.充电器 1 个，智能电池(快拆)2 块，手持式遥控器 1 个，调试吊机 1 个，调试线 1 条；备用脚垫 1 双 7.二次开发:内置 100Tops 算力的拓展坞，支持高层和低层的二次开发，含 AI 算法及技术支持；基础算 8 核高性能 CPU 8.支持底层运动开发，包含不限于底层运动参考例程、关节电机顺序、遥控器数据结构等内容；支持软件服务接口，包含不限于 DDS 通信接口、设备状态服务接口、高层运动服务接口、里程计服务接口等接口；支持高层运动开发，包含不限于 RPC 例程、手臂控制例程等内容
14	入门型人形机器人	1.高宽厚（站立）1230mm*357mm*190mm；带电池重量 25kg；续航时间 1h 2.整机自由度：26 个，其中：腰部自由度 2 个，单手臂自由度 5 个，头部自由度 2 个 3.手臂最大负载 2kg；小腿+大腿长度 0.6m；手臂臂展 0.435m 4.全关节中空内走线；关节编码器：双+单编码器；散热系统：局部风冷散热 5.算力配置：8 核高性能 CPU+内置 100Tops 算力拓展坞 6.标配扬声器和麦克风阵列；支持 WiFi6、蓝牙 5.2 7.感知传感器：仿人双目相机 8.标配配件：充电器 1 个，智能电池（快拆）2 块，手持式遥控器 1 个；备用脚垫 1 双 9.支持智能 OTA 升级，支持高层和低层二次开发，含 AI 算法技术支持，提供机器人模型和仿真接口、支持仿真环境。
15	轮臂式人形机器人	1.收缩尺寸：683mm*520mm*440mm，其中：683mm 为头顶至底盘轮子底部的距离，520mm 为底盘宽度，440mm 为底盘厚度；升起尺寸：1600mm*520mm*440mm，其中：1600mm 为头顶至底盘轮子底部的距离，520mm 为底盘宽度，440mm 为底盘厚度 2.关节输出轴承：交叉滚子+双沟球；关节电机：低惯量高速内转子永磁同步电机 3.整机重量 32kg；整机自由度 32 个；手臂最大负载 2kg；小臂+大臂长度 555mm； 4.走线方式：中空走线+内走线；关节编码器：双+单编码器；散热系统：局部风冷散热；供电方式：标配底盘可插拔电池及标配外部供电 5.基础算力：机身 8 核高性能 CPU，头部 8 核高性能 CPU+10TOPS 算力；内置 40Tops 算力的拓展坞，支持二次开发

		6.支持 4 阵列麦克风+双扬声器；支持 WiFi 6 、蓝牙 5.2 7.感知传感器：L2 激光雷达+双目相机+腕部相机 8.配备充电器、智能电池（支持快拆）；支持背部接口供电；标配双手遥控器 9.续航时间：1.5h（底盘可插拔锂电池供电时）；支持智能 OTA 升级 10.灵巧手（含 RGB 相机）2 个；灵巧手参数:自由度 6 个，关节数 11 个，重量 370g，最大负载 50kg，传动方式为连杆传动，重复定位精度<±0.20mm，拇指最大指尖力 20N，四指最大指尖力 25N，五指最大抓握力 70N，含触觉感知
16	人形机器人专业教学资源包	一、课程内容： 1.实训名称：人形机器人基础操作实训 包含： 模块一：人形机器人组成结构认知：拆解、识别运动系统、感知系统、控制系统、通信系统，理解“云—边—端”技术架构，对应考核中“机器人基础认知”要点 模块二：基础操作实操：机器人开关机、初始化配置、网络连接、基础运动控制（前进、转弯、肢体动作），规范操作流程，确保安全无误，对应考核中“机器人基本操作”要点 模块三：外设安装与调试：电池、传感器、通信模块的安装、上电自检与功能调试，排查基础硬件故障，对应考核中“配件安装与调试”要点 模块四：硬件状态监控：通过管理平台查看机器人电量、温度、关节状态、通信状态，规范记录异常参数并反馈，对应考核中“硬件状态监控与异常反馈”要点 模块五：安全规范实训：设备巡检流程、急停操作、日常运维规范，强化安全作业意识，对应考核中“安全操作与日常运维”要点 模块六：实训设备：人形教学机器人（适配国内主流平台）、传感器套件、通信模块、机器人管理平台、安全操作实训台 2.实训名称：具身智能系统操作实训 包含： 模块一：具身智能系统架构认知：熟悉系统组成、功能模块，理解机器人管理平台与移动端 APP 的联动逻辑 模块二：平台操作实操：机器人管理平台、地图管理工具、任务配置界面的基础操作，完成设备添加、状态监控、参数调整 模块三：移动端 APP 操作：通过 APP 完成机器人远程控制、状态查看、简单指令下发，确保操作流畅、响应及时 模块四：实训设备：具身智能应用系统、机器人管理平台、移动端操作终端、人形机器人 3.实训名称：人形机器人指令编排实训 包含： 模块一：动作与表演编排：基础肢体动作、表演序列及时序编排，实现动作衔接流畅、执行稳定，对应考核中“动作与表演编排”要点 模块二：任务流设计：导航、语音、动作、等待、条件判断等任务节点的配置，确保任务逻辑清晰、参数准确、可稳定执行，对应考核中“任务流设计与编排”要点 模块三：环境建图与点位标定：独立完成室内（展厅、园区）环境建图、地图编辑与降噪，规范设置路径点、服务点、展项点，对应考核中“环境建图与点位标定”要点

		模块四：导航路径规划：基于建好的地图，规划合理、流畅的导览动线，适配不同场景需求，对应考核中“导航路径规划”要点 模块五：指令下发与远程控制：通过管理平台、移动端 APP 完成任务下发、指令调度，实时监控执行状态，确保响应及时、执行可靠，对应考核中“指令下发与远程控制”要点 模块六：多场景任务适配：针对展厅导览、迎宾接待、表演展示等不同场景，定制任务流程并优化适配，对应考核中“多场景任务适配”要点 模块七：实训设备：人形机器人、ROS 开发平台、环境建图工具、机器人管理平台、室内实训场景模拟装置 4.实训名称：人形机器人语言交互实训 包含： 模块一：大模型接入与参数配置：完成大模型调用、Token、温度、上下文等参数调试，保障交互稳定、输出合理，对应考核中“大模型接入与参数配置”要点 模块二：知识库构建与管理：文档导入、分类整理、问答配置，实现知识更新与版本管理，适配导览场景的问答需求，对应考核中“知识库构建与管理”要点 模块三：智能体构建与交互设计：创建智能体，配置 Prompt、行为逻辑与工具调用，实现稳定的业务交互，对应考核中“智能体构建与交互设计”要点 模块四：多轮对话与智能问答：调试上下文记忆、意图识别功能，实现连续对话，确保回答准确、逻辑清晰、体验流畅，对应考核中“多轮对话与智能问答”要点 模块五：语音系统配置与调试：完成语音唤醒、ASR 语音识别、TTS 语音合成配置，实现远场稳定交互，提升识别准确率，对应考核中“语音系统配置与调试”要点 模块六：交互效果测试与优化：测试识别率、响应速度、回答准确性，针对存在的问题进行优化调整，对应考核中“交互效果测试与优化”要点 模块七：实训设备：人形机器人、大模型交互终端、语音调试工具、知识库管理系统、降噪测试设备 二、交付内容 5.课程实训指导书：提供 1 套，与课程内容和具身智能系统功能相匹配，覆盖全部实训项目，包含实训目标、实训环境、操作步骤、结果验证及考核要求等内容。 6.PPT 教学课件：提供 1 套完整教学课件，覆盖全部课程模块及实训内容，课件提供可编辑格式，可直接用于教师课堂授课。 7.视频教程：提供与主要实训项目相配套的操作视频，视频清晰展示系统操作、参数配置、任务实施及结果验证过程，支持校内离线播放。 8.理论与实操题库：提供 1 套理论与实操题库，理论题包含选择题、判断题、简答题等题型，实操题包含任务要求、考核内容及评分标准。 9.具身智能系统账号：提供 40 个学生账号，满足学生开展知识库配置、智能体配置、任务流程编排及场景应用等实训；同时提供 1 个教师或管理员账号。 10.相关配套资料：提供系统操作说明、账号使用说明、实验素材及培训资料，所有资源授权采购人在校内教学、实训及考核活动中使用

附件三

售后服务计划书

1、质保、软件升级及备品备件服务

（1）服务主体。以下服务承诺由供方（河南具身智能产业发展有限公司）承担；需方为河南理工大学。供方承诺提供原厂售后服务。核心部件维修与软件底层问题由原厂技术人员参与或主导处置，原厂技术支持由供方协调落实，供方负责向需方受理、反馈和跟踪服务事项。

（2）质保期限及免费范围。项目整体质保 1 年，其中智慧导览与授课机器人系统整体质保 1.5 年、经典型人形机器人整体质保 1.5 年，后两类设备原厂免费质保期在 1 年的基础上分别延长 6 个月。质保期自项目整体验收合格并签署验收证书之日起计算。质保期内，非人为、非外力破坏及不可抗力导致的设备质量故障与功能异常，供方提供免费维修、免费更换配件及整机更换服务，免收人工、材料、上门、差旅及检测等费用，并免费提供设备检测、调试、校准、性能优化、软件修复升级与技术支持服务，确保设备正常达标运行。

（3）维修与整机更换。质保期内免费提供原厂或同等级正品备件并更换；同一故障经 3 次维修仍无法正常使用，或重大质量缺陷无法修复的，无条件免费更换整机，更换整机的质保期重新计算。维修后进行功能复测、精度复校，复测合格后交付使用，并更新设备档案。软件修复与数据恢复以数据零丢失为目标。

（4）软件、固件与教学资源更新。质保期内免费为项目配套机器人控制系统、采训推平台、集群管理软件及算法程序提供持续迭代升级、补丁修复、版本更新、算法优化和性能优化。升级前备份数据，升级后验证功能，重大升级提供回滚方案；机器人固件升级提前告知，并在非教学时段实施。教学资源包每年不少于 1 次内容更新，包括实验项目、案例、题库与微课。发现安全漏洞时 48 小时内提供修复方案，紧急漏洞 24 小时内响应处置。每次升级形成记录，载明版本号、内容、影响范围、验证结果及回滚方式，保障系统稳定与数据安全。

（5）备品备件保障。常备核心配件与配套耗材，建立备件台账、出入库登记和最低库存预警，消耗后 7 个工作日内补足。项目现场备件柜储备高频易损件及常用耗材，即时取用；区域备件库储备关键功能模块，24 小时内到达现场；总部及原厂备件中心储备整机备机、稀缺件、结构件与特殊定制件，72 小时内到达现场。质保期内所需配件更换全部免费。

（6）预防性维护。按投标文件所列建议周期实施：动力电池每 12 个月检测，容量低于 80%更换；足端、轮胎每 6 个月检查，磨损超限更换；关节润滑及紧固件复检、散热清灰、线缆与接插件检查、安全装置测试、数据备份与恢复演练每 6 个月开展；传感器标定每 12 个月或异常时开展；软件与固件按需维护，每 12 个月至少评估 1 次；教学资源每 12 个月更新。质保期内上述维护免费。

（7）质保期满后服务。供方继续提供长期技术咨询、技术答疑、基础软件升级、账号维护、维修及备件供应服务，服务响应标准与质保期内一致。故障维修仅按成本收取更换件费用，不收取上门费、技术服务费，备件不加价；技术支持范围内的软件及固件升级不收费。期外每年不少于 2 次设备巡检，不收取巡检费；质保期届满后的第一年度继续提供与质保期内同等标准的免费巡检服务。设备延寿建议免费，实施按成本。售后组织、专业队伍、响应渠道及技术支持持续有效。

2、故障响应、巡检及服务保障

（1）响应及处置。供方提供 7×24 小时技术运维保障，报修信息送达任一服务渠道后 1 小时内响应并提出解决方案，需要现场处理的，自确认需现场处置之时起 2 小时内到达现场提供技术支持；自响应之时起，解决问题不超过 12 小时。对导致整体教学中断或存在人身安全隐患的特大故障，15 分钟内响应；对核心设备单台停用、影响一个班级或多个实验项目的重大故障，30 分钟内响应。如遇极端天气、交通管制等不可抗力，供方第一时间告知需方并采取远程支持等替代措施，尽最大努力压缩处置时间。对不影响核心功能的个别参数偏差、外观或附属件问题，可在需方认可的前提下预约集中处置，并按需方认可的集中处置时间完成。

（2）备机及返厂保障。预计 12 小时内无法修复的，提供同型号或等效备机，确认超时后 4 小时内提供；对二级（重大）故障，按投标文件故障分级表“预计超时的 4 小

时内提供备机”的承诺执行。重大故障无法即时修复的，提供备用设备或临时替代方案。确需返厂或原厂支持的，12 小时内提供替代方案并明确恢复时间。主要服务地点为需方设备所在地，不要求需方自行送往异地；确需返厂的，供方负责往返运输并承担全部费用，同时提供备机保障。小型部件寄修、送修收到后 3 个工作日内完成。

（3）服务流程及闭环。任一渠道接报后即时登记，10 分钟内生成工单；响应同步进行远程诊断，确认需现场处置后 15 分钟内派工。执行受理登记、初步响应、远程诊断、派工调度、现场处置、功能验证、交付确认、跟踪回访、归档改进流程。维修后双方签署修复确认单，修复后 3 日内回访，闭环后 5 日内更新档案及故障知识库。超时事项升级处理并向需方书面说明原因及预计完成时间。用户未签认不得销号；未闭环事项明确责任人与期限，每周更新并通报。同一设备同一故障 30 日内重复发生 2 次以上，组织根因分析和专项治理。

（4）巡检频次与组织。质保期内按每季度 1 次、每年 4 次开展，覆盖全部 16 类设备及配套系统。每次由不少于 2 名工程师实施，提前 5 个工作日与需方约定时间，启动前 3 个工作日确认进场路线与现场配合要求，避让教学、考试等集中时段。春季和秋季开展开学保障检查，夏季开展全面预防性维护，冬季开展年度综合评估。巡检免费，形成报告、问题清单、整改台账及年度服务报告。

（5）巡检内容及成果。检查机器人本体结构、关节温升异响、紧固件、脚垫及运动精度；复核雷达、相机、传感模组、云台、机械臂的标定与功能；核查算力设备散热、存储、内存、软件进程、日志和账号权限；检查网络、POE 供电、WiFi7 覆盖、充电桩、防爆柜、接地漏保及消防安全；核验教学资源、师生账号、离线播放与本地导出。检查标准包括接地电阻≤4Ω、绝缘电阻≥0.5MΩ、安全装置 100%有效、存储可用容量占比不低于 20%，其他性能及精度按原厂标准、采购参数和投标承诺核验。能现场处置的问题即时解决，超差标定现场复校；其余纳入台账限期整改并复核销号。全部巡检结束后 5 个工作日内提交正式巡检报告，经需方签认归档。

（6）服务人员与技术保障。本项目配备专职服务人员 6 人（项目经理 1 人、专职项目组成员 5 人），人员信息在合同签订后 5 个工作日内以《项目团队名单及联系方式确认函》报送需方备案。本项目指定 2 名售后工程师对接；专业服务队伍设置售后服务负

责人 1 人、本体服务工程师 2 人、软件平台工程师 1 人、集成服务工程师 1 人、基础设施服务工程师 1 人。指定 1 名熟悉全部设备的专属技术对接人，统一协调专家并反馈结果。关键岗位设置 A/B 角。服务经理及专职售后工程师在质保期内保持稳定，未经需方同意不随意更换；确需更换提前 10 个工作日书面报备，接替人员资质不低于原人员，交接不少于 5 个工作日且双人同时在岗。配备交通保障、维修工具、有效检定或校准的检测仪器及远程支持工具，建立原厂技术通道和专家支持机制。

（7）服务渠道与答疑。提供 7×24 小时服务热线、专属服务群、平台工单、服务邮箱和服务经理直联渠道，统一编号、跟踪和反馈，不因信息不全拒绝受理。服务群日常 7×8 小时在线，紧急事项 7×24 小时受理；服务邮箱为 raymond0809@163.com，24 小时内查收，工作时间 1 小时内响应；远程协助 1 小时内响应、2 小时内开始处理。提供设备操作、参数配置、系统集成、维护保养、SDK 及二次开发咨询。建立常见问题库、操作视频库、报警速查表、故障处置手册和技术文档中心，每季度更新，高频问题即时补充；答疑留痕，疑难结论由技术负责人复核，一次答复解决率目标≥90%。服务热线紧急电话支持 15 分钟内响应；咨询类问题即时响应、即时答复，需现场指导的按投标文件二级时限安排。合同签订后以《售后服务联系卡》正式送达并张贴于各实训室设备旁，联系方式变更提前 5 个工作日书面告知需方。

（8）重大疑难问题与驻场保障。重大问题立即实施安全隔离及教学替代措施，6 小时内组织现场与远程专家联合诊断并书面通报；问题解决后 5 个工作日内完成根因分析报告，连续观察不少于 3 日或完成 1 个完整教学周期验证后闭环。每年不少于 1 次重大疑难问题应急演练并形成评估报告。对开学、考试、竞赛、公开课及参观展示，每年不少于 2 次免费驻场保障。

（9）档案与监督。设备实行全生命周期一机一档；服务工单、巡检、培训及满意度档案保存不少于 5 年，月度、季度和年度服务报告长期保存并按周期提交。服务月报列明响应、到场、解决时限达成情况，统计重复故障及整改情况，每季度开展满意度调查，接受需方监督。每个专业方向设置主备双岗，主责人员缺位时备份工程师 1 小时内承接工单；每月开展技术迭代培训，每季度组织应急处置演练。服务人员上岗前完成原厂技

术认证与安全操作培训，相关服务工程师拥有 3 年以上同类设备运维经验；每年安排不少于 1 次原厂进阶培训。

3、技术培训、教学支持及履约责任

（1）培训目标与范围。供方免费提供现场操作、调试、运维及故障排查培训，使使用人员达到独立操作水平；质保期内全程免费答疑、指导，配合实验与科研。培训覆盖全部 16 类设备的结构认知、规范操作、典型任务与结果读取；覆盖平台、网络账号、运动参数、导航建图、传感器标定、资源包及任务编排配置；覆盖点检保养、易损件更换、电池管理、标定复测、软件数据维护、故障判断和报修，并向安全操作、教学应用、二次开发延伸。实操课时占比不低于 60%，按 5—8 人一组配备指导讲师或助教。

（2）场次与课时。现场集中培训不少于 5 天，每天不少于 8 课时，合计不少于 40 课时；另设安全与认知先导课 2 课时、专项培训不少于 12 课时、学生体验课不少于 4 课时，首期合计不少于 58 课时。六大课程模块及 44 课时核心课程按投标课程内容落实，全周期累计不少于 76 课时。交付前完成培训需求调研、对象摸底和方案确认；质保期内每年不少于 2 次免费回访培训、每年不少于 16 课时，并按投标增值服务承诺提供三年累计不少于 6 次回访培训。新教师跟岗培训不限次数，线上课程和在线答疑长期免费开放。

（3）师资配置。按投标文件“5 天 5 人”培训维护方案的 8 人配置落实：专职授课讲师 5 人，覆盖平台、四足、人形、特种、测试五个方向，另配安全维护讲师 1 人、后备讲师或助教 2 人；明确培训项目经理及首席讲师职责，提供岗位分工、资质证明和授课安排。培训项目经理具备 5 年以上教育行业培训管理经验，主持过 3 个以上同类项目培训；相关方向讲师具备 3 年以上对应设备调试、教学或运维经验；后备讲师或助教具备 2 年以上设备维护经验，完成专项培训并考核合格。培训师资在培训周期内保持稳定，未经需方同意不更换；确需更换，提前 10 个工作日书面报备，接替者资质不低于原讲师。授课讲师参与本项目安装调试全过程，资料与实际设备一一对应。

（4）培养成果与考核。提供“5 天集中培训、5 人专职师资、5 名种子教师”的培训维护方案，培养不少于 5 名能独立承担设备操作、日常维护、教学组织和校内转训的种子教师，累计投入不少于 25 人天。按投标方案落实培训流程、5 天课程安排、考核标准及组织保障，与项目总进度衔接。首期考核通过率承诺 100%；不合格者免费补训补考直

至合格，次数不限；对技能生疏者同样免费补训，次数不限。建立签到、师资投入、实操考核、项目答辩和试讲评价记录，考核合格发放培训合格证书，为考核优异教师颁发种子教师证书。

（5）课件与资料。提供 12 套标准课件，覆盖项目总体与技术架构、安全应急、四足机器人、人形机器人、特种机器人、综合测试、采训推平台、参数配置与标定、日常维护、教学组织、二次开发及常见问题，电子版可打印。免费交付操作手册、维护手册、实验指导书、培训课件、视频教程、快速操作卡、报警速查表及考核题库等全套资料，纸质 2 套、电子 1 套。资料包含安全须知、安装开机、基本操作、参数配置、典型应用、维护保养、故障处理和完整技术参数；维护资料提供保养周期、点检表、易损件图谱、标定规程及记录模板；实验指导书包含目标、原理、设备、安全、步骤、数据记录、结果分析与考核评分。设备升级时同步更新手册、课件和视频并主动推送，保留历史版本。

（6）费用承担。培训发生的讲师费、资料费、耗材费、证书费、差旅费、食宿费及首期、专项、回访、补训等全部培训相关费用由供方承担，需方不承担费用，无隐性收费。

（7）教学与增值支持。交付后首学期跟课辅导不少于 3 次；协助共建教案、任务书、考核标准和校本实验项目，支持教学成果、教改、课程与教材建设。免费提供赛项解读、训练方案和赛前指导，竞赛前完成设备检测标定，竞赛期间安排工程师驻场或待命；提供 SDK、API 及二次开发文档、科研技术方案咨询、实验环境搭建与数据分析、联合申报和成果转化支持；协助开展社会培训、技能等级认定、科普研学、参观展示与演示编排，在条件允许时支持区域院校资源共享；每年邀请师生参加技术交流或企业开放日，线上学习平台长期免费开放。

（8）履约责任。供方严格履行以上服务承诺。未按承诺履约的，供方承担相应违约责任；未按培训方案与合同约定履行培训义务的，供方无条件补足培训内容与课时。

4、售后单位及电话

售后单位名称：河南具身智能产业发展有限公司

联系人：范嘉祺

电 话：19339968121

附件四

到货开箱验收报告

<table>
<tr><td colspan="2">供应商</td><td colspan="4">河南具身智能产业发展有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">使用单位</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">合同号</td><td></td><td colspan="2">主要货物名称</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">合同规定
到货日期</td><td></td><td colspan="2">实际到货日期
(由使用单位填写)</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">验收情况说明</td><td colspan="3">外包装情况</td><td>合格</td><td>不合格</td></tr>
<tr><td colspan="3">说明书、合格证、检验证、使用手册、维护手册、装箱清单等其它技术文档情况</td><td>齐全</td><td>不齐全</td></tr>
<tr><td colspan="3">外观质量（损伤、损坏、锈蚀情况）是否合格</td><td>合格</td><td>不合格</td></tr>
<tr><td colspan="3">主机、附件、零配件、工具等数量是否齐全（按合同、装箱单检查）</td><td>齐全</td><td>不齐全</td></tr>
<tr><td colspan="3">名称、规格、型号、制造商是否完全符合合同要求（按采购合同检查）</td><td>符合</td><td>不符合</td></tr>
<tr><td colspan="2">供应商
意见</td><td colspan="4">（上述验收情况是否属实，有无其他说明）
代表（签字）：　　年　月　日</td></tr>
<tr><td colspan="2">使用单位
意见</td><td colspan="4">（上述验收情况是否属实，有无其他说明）
负责人（签字）：　　年　月　日</td></tr>
<tr><td colspan="2">校档案室
意见</td><td colspan="4">大型仪器设备存档资料：
负责人（签字）：　　年　月　日</td></tr>
</table>

注：本表填写完毕，请使用部门在实际到货后一周内送交国资处资产管理科备查。