

西安理工大学重大设备更新项目设备采购合同

序号	设备名称	规格型号	数量	单位	备注
1	工业机器人平台	ABB IRB 1600	1	台	
2	工业机器人平台	ABB IRB 1600	1	台	
3	工业机器人平台	ABB IRB 1600	1	台	
4	工业机器人平台	ABB IRB 1600	1	台	
5	工业机器人平台	ABB IRB 1600	1	台	

合同名称：智慧农业机器人平台

合同编号：采购计划编号（2026102589HW0456）

智慧农业机器人平台合同

根据《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国政府采购法》等相关法规，
西安理工大学(甲方)与 合肥时空行者科技有限公司 (乙方)就甲方购置 智慧
农业机器人平台 的采购项目，经双方协商达成如下合同条款：

一、标的物及技术要求

1. 设备购置清单（投标文件分项报价表）：

序号	设备名称	品牌/规格/型号	生产厂家	数量 (套)	单价 (元)	小计 (元)
1	智慧农业 机器人平台	时空行者/ MIH200 、 MIT300、 MICP300、 MGSD2000、 MWD50、 MMT500	合肥时空 行者科技 有限公司	1	2,200,000	2,200,000
合计总价（人民币大写）：贰佰贰拾万元整（小写）： 2,200,000.00 元						
注：以上价款为包含货物费(含备品备件费)、包装费、运杂费(含搬运、装卸、保险费等)、工程费、材料费、全部税费、安装调试费等完成本合同内容甲方应支付的全部相关费用。						

2. 其他内容：无

3. 技术要求、商务要求：详见附件。

二、交付与运输

1. 交付时间：乙方应于签订合同后 58 个日历日将本合同项下全部设备运抵并交付给甲方。

2. 交付地点：西安理工大学指定位置 西安理工大学金花校区学科二号楼 803 室。

3. 运输与保险责任：乙方负责本合同项下设备的包装、全程运输、装卸、保险事宜并承担相应费用。定制产品设备毁损、灭失的风险，自设备在交付地点完成安装调试并经甲方最终验收合格后转移至甲方；非定制产品设备毁损、灭失的风险，自设备在交付地点经甲方授权代表签收后转移至甲方。

4. 乙方交付设备时需同时移交技术文件及商业单证，包括但不限于保险单、装箱单、产品合格证、质量保证书、使用说明书、保修卡、原产地证明书（进口设备）、报关单（进口设备）、电路图、维护手册、安装图纸等，否则甲方有权拒

收且不视为乙方完成交付。

三、支付方式：按以下第 2 种方式进行支付。

1. 乙方按照合同规定期限内供货、调试完成，经甲方最终验收合格并签署《验收合格报告》后 7 个工作日内，向乙方支付全部合同款项。乙方应在甲方付款前，向甲方开具全额合法有效的增值税专用发票。

2. 合同签订后 5 个工作日内，甲方向乙方预付合同总价的 40%；设备运抵甲方指定地点并经甲方初步查验无误后 7 个工作日内，甲方向乙方支付合同总价的 30%；设备安装调试完成，经甲方最终验收合格并签署《验收合格报告》后，乙方开具全额合法有效的增值税专用发票，甲方在 7 个工作日内向乙方支付合同总价的 30%。

3. 合同签订后 5 个工作日内，甲方向乙方支付合同总价的 40%；设备运抵甲方指定地点并经甲方初步查验无误后，乙方按照剩余合同金额向甲方开具不可撤销、见索即付的银行保函，甲方收到银行保函正本后 5 个工作日内向乙方支付等额款项；设备安装调试完成，经甲方最终验收合格并签署《验收合格报告》后，乙方开具增值税专用发票，甲方在 5 个工作日内向乙方退还不可撤销、见索即付的银行保函正本。

4. 其他付款方式：_____ / _____。

四、履约保证金：合同签订后 5 个工作日内，乙方向甲方支付 110000.00 元（大写：壹拾壹万元整）作为履约保证金。合同标的物经甲方最终验收合格后 5 个工作日内，甲方将上述保证金无息全额退还乙方。若乙方存在违约、给甲方造成损失或应承担违约金/赔偿金，甲方有权直接从履约保证金中抵扣对应金额，且乙方应在甲方通知后 7 个工作日内补足履约保证金；履约保证金不足以覆盖的部分，乙方仍应在甲方通知后 7 个工作日内补足差额。

五、安装与调试

1. **安装调试服务：**如设备需要安装调试，乙方应在设备运抵交付至甲方指定地点后 5 日内，派遣合格技术人员免费完成安装、调试及基础校准等工作，确保设备达到合同约定的技术状态并通知甲方进行初步验收。若设备无需安装调试，乙方应在本合同签订后 5 日内向甲方出具书面说明。

2. **安装环境配合：**甲方负责提供设备安装所需的电力、场地等基础条件。乙

方应提前 5 日书面告知甲方具体的安装环境要求（如承重、温湿度、洁净度、电源规格等），因乙方未及时、准确告知而导致安装延误或产生额外费用、给甲方造成损失的，由乙方承担责任。

六、验收

1. 乙方按合同约定完成全部设备交付、安装调试并自检合格后，应向甲方提交书面验收申请及完整验收资料。甲方收到合格验收资料后，组织验收，验收质量按招标文件的采购参数内容、本合同及附件约定的采购参数、技术要求验收。

2. 若设备验收不合格，乙方应在收到甲方书面通知后 20 日内免费进行整改，并申请甲方复验。若乙方未在规定期限内完成整改或拒绝整改，视为乙方根本违约，甲方有权直接解除合同、要求退货并追究乙方违约责任；若复验仍不合格，甲方有权选择单方解除合同、要求退货，并要求乙方赔偿因此给甲方造成的全部损失。甲方也有权选择要求乙方更换合格设备，由此产生的所有费用由乙方承担，且更换后的设备增值服务自新设备验收合格之日起重新计算。

3. 验收标准：以本合同约定的采购参数、技术要求、招标文件、投标文件及国家相关质量标准为依据。

4. 本合同采取以下第 2 种方式进行验收。

(1) 一次性验收

设备无需安装调试的或者虽然需要安装调试但无需试运行的，在设备运抵甲方交付地点或在安装调试完毕并自检合格后采取一次性验收方式，该一次性验收即为最终验收（甲方收到乙方验收通知之日起 个工作日内完成）。

(2) 初步验收+最终验收

初步验收：设备运抵甲方指定地点、安装调试完毕并自检合格后，乙方向甲方提交书面验收申请及完整验收资料通知甲方进行初步验收，双方对设备数量、型号、外观及基本运行情况进行确认。初步验收应在甲方收到乙方验收通知之日起 5 个工作日内完成。

最终验收：初步验收合格后，进入为期 1 日的试运行期。试运行期满后，设备性能稳定且符合合同全部要求的，由甲方组织最终验收。大型或复杂项目，甲方有权邀请国家认可的第三方机构参加验收。

最终验收应在试运行期结束后 3 个工作日内完成。

5. 验收（含初验、终验）合格以甲乙双方共同签署的《验收报告》为准。

初步验收或者一次性验收中，如乙方交付的设备品种、规格、数量、质量等不符合合同约定的，甲方有权拒收，并要求乙方在30日内无条件更换、重做。若乙方未按期更换、重做或更换、重做后仍不符合约定，视为乙方不能交货，甲方有权解除合同，要求退款并追究乙方违约责任。因乙方更换、重做延误的期限由乙方承担延迟交货违约责任。

终检验收不合格的，甲方有权要求乙方限期整改，并申请甲方复验，甲方也有权选择要求限期更换合格设备。若乙方未在规定期限内完成整改、更换或拒绝整改、更换，或按期完成整改、更换但复验仍不合格，构成乙方根本违约，甲方有权直接解除合同，要求退货退款并追究乙方违约责任。因验收不合格而产生的整改、更换、退货等一切费用及损失由乙方承担，因整改、更换造成的延误由乙方按照本合同第九条第2款约定承担逾期完成验收责任。

七、质量保证及售后服务

1. 合同标的物必须为全新未使用过的、来源合法，符合国家或有关行业质量标准，且完全符合招标文件、本合同及附件约定的技术参数、规格型号要求。

2. 合同标的物自最终验收合格之日起质保期为5年。在增值服务内出现的质量问题，乙方负责免费维修、维护或更换，确保设备恢复正常运行。更换部件的增值服务自更换完成之日起重新计算。若乙方未按时响应或维修后仍无法正常使用，甲方有权委托第三方维修，产生的费用从履约保证金或相关应付款项中抵扣，不足部分由乙方承担。

3. 乙方承诺提供5年（或不低于 /年）的免费软件升级、技术咨询等技术支持服务。增值服务外，乙方应以优惠价格☒/免费☐提供终身维修服务与优惠价☐/成本价☐的备品备件供应。

4. 乙方须在接到甲方故障通知后4小时内响应，48小时内派技术人员到达现场解决问题。如遇紧急故障，应提供不间断支持直至故障排除。

八、产权与保密

1. **设备知识产权声明：**乙方保证所供设备（包括硬件及随附软件）所含的全部知识产权归乙方或其合法许可方所有，所供设备为其合法所有或有权处分，不存在任何权利瑕疵。甲方在设备交付并经甲方验收合格后，取得该硬件设备的完

整所有权；甲方在支付全部合同价款后，获得该设备及所附软件的非独占、可在甲方及其内部关联主体间转让或共享的使用权（含甲方委托第三方在该项目后续开发的使用权）

2. 保密义务：双方应对因履行本合同而知知的对方的技术资料、技术参数、采购价格、商业计划、内部流程等未公开信息承担保密义务。

九、违约责任：

1. 合同违约情况按《中华人民共和国民法典》中的相关条款执行，甲乙双方必须遵守本合同并执行合同中的各项规定，保证本合同的正常履行。甲乙双方均应遵循诚信原则，根据合同的性质、目的全面履行合同约定义务，任何一方违反本合同约定，均应承担相应的违约责任。

2. 乙方未按本合同约定时间交付设备、完成安装调试、完成验收的，每逾期一日，应向甲方支付合同总金额 1% 的违约金；延迟超过 15 日的，甲方有权单方解除合同，要求退货，乙方除返还甲方已支付款项外，还应向甲方支付合同总金额 20% 的违约金，如该违约金不足以弥补甲方损失的，乙方还应予以赔偿。

3. 乙方原因导致设备侵犯第三方知识产权或存在其他权利纠纷，致使甲方（含甲方内部关联主体及甲方委托的第三方）无法正常使用或卷入诉讼的，乙方应负责解决并承担全部费用。同时，甲方有权选择解除合同，乙方应支付合同总价款 20% 的违约金并赔偿损失。

4. 在乙方依约履行本合同的前提下，甲方因自身原因逾期向乙方支付合同款项的，应按全国银行间同业拆借中心公布的同期贷款市场报价利率（LPR）和逾期天数向乙方支付逾期付款部分的利息。

5. 乙方未经甲方书面同意擅自将定制设备项目分包或转让的，甲方有权立即解除合同，乙方除返还甲方已支付款项外，还应向甲方支付合同总金额 20% 的违约金，如该违约金不足以弥补甲方损失的，乙方还应予以赔偿。

6. 任何一方违反本合同约定，给对方造成损失的，应赔偿对方全部直接和间接损失，包括但不限于诉讼费、律师费、鉴定费、保全费、差旅费等。

7. 本合同项下约定的所有甲方应付款项，若因乙方违约（包括但不限于质量、交付、安装调试、验收等问题）导致甲方付款条件未成就或付款时间延后的，不视为甲方违约，乙方仍应承担相应的违约责任。

8. 乙方应对其工作人员人身安全负责,如因乙方工作人员在履行职务过程中的疏忽、失职、过错等故意或者过失原因给甲方造成损失或侵害,包括但不限于甲方本身的财产损失(直接损失、间接损失、甲方为避免损失扩大或维权而支出的律师费、诉讼费、保全费、鉴定费、差旅费等所有合理费用等)、由此而导致的甲方对任何第三方的法律责任等,乙方对此均应承担全部的赔偿责任;

9. 未按合同要求提供设备或提供的设备质量或规格不能满足技术要求,甲方有权终止合同并对乙方违约行为进行追究,同时按政府采购法的有关规定进行相应的处罚;

10. 招标文件、投标文件规定的其他违约情形;

11. 其他: 无

十、违约解除合同: 出现下列情形之一的,视为乙方违约。甲方可向乙方发出书面通知,部分或全部终止合同,同时保留向乙方索赔的权利。

1. 乙方根本违约,包括但不限于无法交付设备、设备存在严重质量问题无法修复(具体指经甲方书面通知后,乙方在合同约定的期限内或甲方另行给予的合理期限内进行整改或更换后,设备仍无法通过甲方验收的)、提供的资质文件造假等;

2. 乙方未能履行合同规定的其他主要义务,经甲方书面催告后在合理期限内仍未履行,或该等违约行为导致甲方合同目的无法实现的;

3. 乙方在本合同履行过程中有欺诈行为的;

4. 其他: 无

本合同项下约定的所有甲方应付款项,若因乙方违约(包括但不限于质量、交付、安装调试等问题)导致甲方付款条件未成就或付款时间延后的,不视为甲方违约,乙方仍应承担相应的违约责任。

十一、争议解决: 合同履行过程中出现争议时,由双方友好协商解决。协商不成,向甲方所在地有管辖权的人民法院提起诉讼。

十二、其他约定事项:

1. 合同经双方签字盖章后生效。合同一式四份,甲方执三份,乙方执一份;

2. 招投标文件及乙方澄清文件、承诺等均为本合同的附件,与本合同具有同等法律效力(本条款适用于招投标项目)。

3. 乙方应根据法律法规的要求建立并维系自身良好的健康、安全、环保体系。乙方因履行合同造成乙方和或第三方的人员损失和（或）财产损失以及环境污染损失由乙方承担全部责任。

4. 本合同履行过程中,对于往来通知应以书面形式(包括但不限于电子邮件、短信、传真等形式)送达对方。甲乙双方以下列地址作为接收双方往来通知的送达地址,当通知到达下列任一地址时,即视为已经送达。如一方变更下列地址的,应当在变更当日以书面形式通知对方,否则对方按本合同约定地址发出的通知视为有效送达。甲乙双方发生争议引发诉讼或仲裁的,以下地址同时作为法院或仲裁机构司法文书的送达地址。

甲方送达地址: 陕西省西安市碑林区金花南路5号西安理工大学学科二号楼803室

联系人: 辛菁

联系电话: 13991382726

电子邮箱: xinj@xaut.edu.cn

乙方送达地址: 安徽省合肥市瑶海区幸福路与桃花潭路交口中国网谷物联网科技产业园5号楼9层

联系人: 林利刚

联系电话: 0551-62198298

电子邮箱: linligang@robotplusplus.com.cn

5. 本合同履行及后续审计中,乙方须无条件配合甲方及审计、财政等监督管理部门的工作,提供所需全部资料。

甲方(盖章): <u>西安理工大学</u>	乙方(盖章): <u>合肥时空行者科技有限公司</u>
信用代码: <u>1261000043523042XN</u>	信用代码: <u>91440300MA5G498D41</u>
地址: <u>西安市金花南路5号</u>	地址: <u>安徽省合肥市瑶海区幸福路与桃花潭路交口中国网谷物联网科技产业园5号楼9层</u>
开户银行: <u>中国银行西安金花南路支行</u> 银行账号: <u>102891574567</u>	开户银行: <u>招商银行股份有限公司北京房山支行</u> 银行账号: <u>551908331510001</u>

法人/委托代理人签字 	法人/委托代理人签字: 林利刚
电话: 13991382726	电话: 0551-62198298
签订日期: 2016年10月 日	签订日期: 2016年10月 日

附件：技术要求

(一)、配置清单：

1. 采摘模块 1 套（核心产品）。包括轻量型协作机械臂 2 个，伺服电动夹爪 2 套，柔性软体夹爪 2 套，头部语音相机系统 1 套，移动底盘 1 台，舵机臂遥操数采系统 1 套，VR 遥操数采模块 1 套，数据采集系统软件 1 套，终端开发模块 1 台，多模态大模型及控制系统 1 套。
2. 运输模块 1 套（智能移动平台 1 套，系统资源 1 套）。
3. 植保模块 1 套（智能移动平台 1 套，系统资源 1 套）。
4. 生长状态监测模块 1 套（轮式移动平台 1 套，生长状态监测系统模块 1 套，轮足智能监测模块 1 套，轮式机器人系统资源 1 套）。
5. 除草开发模块 1 套（除草模块本体 1 套，开源导航模块 1 套，软件配置及资源 1 套）。
6. 模型训练模块 1 组（高性能模型训练模块 1 套，大模型训练资源 1 套）。

(二)、技术参数与性能指标要求：

一、采摘模块：

1. 整体功能：

- 1.1 主体由轮式仿人机器人本体、配置升降、俯仰机构、数采、推理等功能模块及软件系统资源组成；
- 1.2 模块支持多模态具身智能大模型和开源机器人操作系统行为树双软件架构使用，提供源代码，支持二次开发；

2. 主要技术指标

2.1 轻量型协作机械臂（2 个）：

单臂自由度 6，单臂有效负载 5kg，单臂本体重量 7.2kg，重复定位精度 $\pm 0.05\text{mm}$ ，单臂工作半径 610mm，一体化设计，无外置控制箱，关节运动范围：J1 $\pm 178^\circ$ 、J2 $\pm 130^\circ$ 、J3 $\pm 135^\circ$ 、J4 $\pm 178^\circ$ 、J5 $\pm 128^\circ$ 、J6 $\pm 360^\circ$ ，关节最大速度：J1-J2 180°/s、J3-J6 225°/s；单机械臂配置 1 个腕部深度摄像头，工作范围 0.6m-6m，深度分辨率 1280 像素 x 720 像素，帧率 90 帧/s，内置 IMU；

2.2 伺服电动夹爪：最大行程 120mm，最大夹持力 80N，最大负载 5kg，抓取速度

80mm/s, 自身重量 1.5kg, 反馈参数: 位置、尺寸、扭矩;

2.3 额外配置柔性软体夹爪 (可与伺服电动夹爪更换使用): 抓取尺寸范围 10-120mm, 抓取最大重量 1.5kg, 抓取频率 40 次/分;

2.4 头部语音相机系统: 语音识别系统支持自定义技能, 支持中英文和方言合成, 可接入大模型; 全局摄像头工作范围: 0.6m-6m, 深度分辨率: 1280 x 720, 帧率: 90 帧/秒, 内置 IMU;

2.5 移动底盘:

2.5.1 底盘长*宽*高: 755*655*450(mm), 驱动方式: 2 轮差速, 电机性能: 400Wx2, 电机编码器: 2500PPR, 配置安全触边碰撞防护; 最大载重 110kg, 离地间隙 25mm, 最大直线速度 1.6m/s, 最大爬坡角度 3° , 越障高度 10mm; 刹车方式: 电磁抱闸, 刹车距离 0.2m, 底盘通信接口: RS232, 锂电池容量 30AH, 最大续航时间 6 小时, 充电时间 3.5 小时; 配备自动充电桩, 输入 AC: 220V, 输出适配机器人锂电池, 具备过压、过流、短路、反接、过温多重保护;

2.5.2 导航套件: 3D 激光雷达 1 个, 激光波长 905nm, 水平视场角 360° , 垂直视场角 $-7^{\circ} \sim +52^{\circ}$, 最大探测距离 70 m; 6 轴惯性传感器 IMU; 1 个 13 英寸触摸显示屏; 1 个 5G 路由器; 具备紧急停止按钮, 配备防碰撞传感器, 机器人在接触障碍物时能够自动停止运行; 1 个内置推理模块, 处理器最大睿频 5.4 GHz, 内存 32GB, 存储 1T SSD, 显卡 AI 算力 540 TOPS;

2.5.3 腰部升降、俯仰机构 1 个, 可使双机械臂能在地面作业, 满足: 升降行程范围 0-500mm, 额定推力 1300N; 腰部俯仰范围 0-90 度, 最大扭矩 80Nm, 最高转速 15rad/s;

2.6 舵机臂遥操数采系统: 2 条舵机遥操机械臂, 单臂配 6 个关节电机, 工作半径 610mm, 12 位高精度磁编码传感器; 1、2 关节舵机额定扭矩 25kg. cm, 堵转扭矩 80kg. cm, 其他关节额定扭矩 14kg. cm, 堵转扭矩 40kg. cm; 控制器运行主流开源操作系统, 控制器最大睿频 3.5GHz, 数据上报频率 70Hz; 外部通讯支持以太网和无线网络; 遥操臂软件功能: 具备零位设定、一键拖动、一键保持、关节运动、从臂控制、底盘控制、躯干升降俯仰控制等基本控制功能;

2.7 VR 遥操数采模块: 处理器频率 2.0GHz, 配置有混合现实传感器, 2 个 2.56 英寸屏幕, 单屏分辨率 2160×2160, 支持无级电动瞳距调节;

2.8 数据采集系统软件:

支持分布式通信协议, 通信时延 50ms, 兼容 ROS2 通信协议, 兼容多种输入设备接入与管理, 兼容主从机械臂控制方式、VR 遥操作控制方式, 具备热插拔识别及实时状态监控功能; 提供 Python 与 C++ 双版本被控端适配 SDK, 全面支持以下接口: 机械臂 (关节状态获取、关节位置控制、笛卡尔位姿控制、故障清除、夹爪联动控制)、夹爪 (打开、闭合、位置设置、实时位置获取); 具备数据管理插件、回放插件、可视化插件, 可以实现创建任务及对应描述信息、数据分类有序管理、关节数据曲线分析、机器人三维模型运动回放、多通道数据同步回放, 数据实时可视化展示; 支持高频数据异步采集; 支持格式数据直接存储, 配备数据导出模块, 支持将数据导出为标准化机器人学习数据格式; 可以支持基于事件触发机制实现多源数据时间戳精准对齐;

2.9 终端开发模块: 处理器最高加速频率 5.0GHz, AI 算力 50 TOPS, 内存 32GB, 硬盘 1TB, 16 英寸显示屏, 分辨率 2.8K;

2.10 多模态大模型及控制系统: 基于扩散模型构建的多模态大模型, 双臂操作基础模型参数 12 亿, 预训练数据 100 万条轨迹, 提供基于大模型具身智能的单臂抓取 DEMO, 针对该 DEMO 提供 5000 条、5000GB 同型号机器人真机数采数据; 提供双臂抓取 DEMO, 针对该 DEMO 提供 8000 条、14000GB 同型号机器人真机数采数据; 提供果蔬自主采摘 DEMO, 并针对该 DEMO 提供同型号机器人真机数采数据;

2.11 配备可视化管理软件和环境数据管理软件: 可视化管理软件可实时展示运行状态及动作节点, 支持状态实时查看功能, 行为树节点涵盖底盘运动、导航、机械臂多模式运动、夹爪、抓取姿态计算节点, 交付时提供基于行为树的机器人水果识别抓取 DEMO 以及源代码; 环境数据管理软件支持出厂状态快速恢复, 支持任意时刻开发状态的保存与恢复, 不同开发状态间环境及数据完全隔离, 不依赖应用容器引擎及虚拟机技术实现状态保存与切换;

2.12 教学与资源支持: 提供网页端多模态大模型的具身智能实验课程资源, 包括: 双臂视觉标定与目标定位、双臂协同抓取与搬运、模仿学习数据采集、模型接入与任务推理、多模态具身大模型微调、基于具身大模型的双臂任务执行等内容。

二、运输模块：

1. 整体功能：

模块由履带智能移动平台、传感器模块、工控机系统、软件系统及功能 DEMO 组成；

2. 智能移动平台：

2.1 底盘性能：底盘尺寸 $1310\text{mm} \times 945\text{mm} \times 530\text{mm}$ ，驱动： $3000\text{W} \times 2$ 电机差速驱动，选用直流无刷电机，履带带宽 150mm ，橡胶（内嵌钢基）履带材质，驱动轮直径 310mm ，离地间隙 140mm ，底盘防护等级 IP64，电池容量 $48\text{V } 80\text{Ah}$ 锂电池，典型运行时间 3.5 小时；最大载重 350kg ，最大直线速度 5.4km/h ，最大跨越宽度 200mm ，最大越障高度 150mm ，最大爬坡角度（空载） 30° ；

2.2 导航套件：工控电脑配置处理器睿频 4.50GHZ ， 16GB DDR5 内存， 256GB 固态硬盘，预装 Ubuntu 系统及 ROS 系统；16 线 3D 激光雷达，激光波长 905nm ，最大测距距离 150m ，精度 $\pm 2\text{cm}$ ，水平视场角 360° ，垂直视场角 30° ；惯性传感器 IMU 为 9 轴；GNSS 时间精度 10ns ；RTK 频点数据平面精度 $1\text{cm} \pm 1\text{ppm}$ ，高程精度 $1.5\text{cm} \pm 1\text{ppm}$ ；显示屏为 13 英寸触摸屏，分辨率 1920×1080 ；配置 5G 无线路由器；3D SLAM 定位精度 $\pm 5\text{cm}$ ，具有路径规划、障碍物感知及自动避障功能；

2.3 终端开发模块 1 个，处理器最大加速频率 5.4GHz ， 32G 内存， 1TB SSD ，显卡 AI 算力 1400 TOPS ，显示屏 16 英寸，分辨率 2.5k ；

2.4、运输料框：料框外形尺寸 $700\text{mm} \times 500\text{mm} \times 250\text{mm}$ ，内部有效容积 0.1m^3 ，单个料框最大载重 150kg ，料框采用不锈钢材质，模块化快装结构，可与运输机器人机身固定牢固，可快速拆卸。

3. 系统资源：

3.1 预装主流开源系统及 ROS2 环境，提供设备模块的 ROS 驱动程序、URDF 仿真模型、传感器数据节点；提供 SLAM 软件源码包，实现自主导航功能；提供地图编辑功能，能够擦除地图中动态障碍、设置虚拟墙；建图、导航过程中融合多种传感器数据，包括 RTK、IMU、轮式里程计；提供局域网内远程控制功能；提供底盘通讯协议文档，提供使用手册及实验指导书；

3.2 提供多点巡航运输 DEMO 及源代码，巡航点位数量 15 个，单点定位精度 $\pm 5\text{cm} / \pm 5^\circ$ ，路径规划时间 2s ，任务完成率 99%；提供路径跟踪运输 DEMO 及源

代码，支持手动录制路线数据并自动生成标准化运动轨迹，能够实现对生成轨迹的精准循迹跟踪；

3.3 提供模块调试工具，调试工具支持串口、底盘、IMU、RTK、雷达等设备硬件的测试，设备参数设置、恢复设备的默认设置等功能；提供内置开发环境和用户数据管理软件，支持出厂状态恢复，支持任意时刻开发状态的保存与恢复，不同开发状态间环境及数据完全隔离；提供可视化行为树管理软件，可实时查看行为树当前的运行状态及动作节点。

三、植保模块：

1. 整体功能：

模块由履带智能移动平台、传感器模块、工控机系统、软件系统、植保模块及作业 DEMO 组成，提供基于 ROS 行为树实现自主导航移动与喷药/喷水肥功能一体化作业 DEMO，基于开源 ROS，支持二次开发；

2. 智能移动平台：

2.1 底盘性能：底盘尺寸：1190mm×765mm×435mm，履带宽度 150mm，离地间隙 185mm，驱动方式为 2000W×2 电机差速驱动，电机编码器 1024P，减震系统为左右独立共 8 个油压阻尼避震器，优质橡胶内嵌凯夫拉纤维履带，底盘防护等级 IP54（导航套件除外），电池容量 50Ah 锂电池，典型运行时间 4.5 小时；最大载重 145kg，最大直线速度 7.3Km/h，最大爬坡角度 30°，最大越障高度 300mm；

2.2 导航套件：工控电脑配置处理器睿频：4.60GHZ,16 线程，16GB DDR5 内存，256GB 固态硬盘，预装 Ubuntu 系统及 ROS2 系统；16 线 3D 激光雷达，激光波长 905nm,水平视场角 360°，垂直视场角 30°，最大帧率 20HZ,最大测距距离 150m，精度±2cm；惯性传感器 IMU 为 9 轴；GNSS 时间精度 10ns；RTK 频点数据平面精度 1cm±1ppm，高程精度 1.5cm±1ppm；显示屏为 13 英寸触摸屏，分辨率 1920x1080；配置 5G 无线路由器；3D SLAM 定位精度±5cm，具有路径规划、障碍物感知及自动避障功能；

2.3 终端开发模块：1 个，处理器最大加速频率 5.4GHz，32G 内存，1TB SSD，GPU 算力 1400 TOPS，显示屏尺寸 16 英寸，分辨率：2.5k；

2.4 植保喷药机构，包含模拟实现喷水、喷药、施肥等植保功能结构及执行件：

采用工业级 PP 材质,重量范围 3kg,储液容量 20L,滤网式进液口,可过滤杂质防止管路堵塞,充电时长 8h,满电状态下连续工作时长 2h;配置全铜双芯高压隔膜泵,具备高压输送能力,工作压力 0.8Mpa,工作流 7.0L/min,最大高压直喷射程 4 米,喷头俯仰角度调整 $\pm 15^{\circ}$,喷头喷撒半径 0.5m,支持自动 IO 控制,喷头可调整,能够实现对应喷水半径作业;

3. 系统资源:

3.1 预装主流开源系统及 ROS2 环境,提供设备模块的 ROS 驱动程序、URDF 仿真模型、传感器数据节点;提供 SLAM 软件源码包,实现自主导航功能;提供地图编辑功能,能够擦除地图中动态障碍、设置虚拟墙;建图、导航过程中融合多种传感器数据,包括 RTK、IMU、轮式里程计;提供局域网内远程控制功能;提供底盘通讯协议文档,提供使用手册及实验指导书;

3.2 提供多点巡航植保 DEMO 及源代码,巡航点位数量 15 个,单点定位精度 $\pm 5\text{cm}/\pm 5^{\circ}$,路径规划时间 2s,任务完成率 $\geq 99\%$;提供路径跟踪植保 DEMO 及源代码,支持手动录制路线数据并自动生成标准化运动轨迹,能够实现对生成轨迹的精准循迹跟踪;

3.3 提供模块调试工具,调试工具支持串口、底盘、IMU、RTK、雷达等设备硬件的测试,设备参数设置、恢复设备的默认设置等功能;提供内置开发环境和用户数据管理软件,支持出厂状态恢复,支持任意时刻开发状态的保存与恢复,不同开发状态间环境及数据完全隔离;提供可视化行为树管理软件,可实时查看行为树当前的运行状态及动作节点。

四、生长状态监测模块:

1. 整体功能:

模块配置轮式移动平台,丰富传感器,轮足智能监测模块等,基于开源 ROS,支持二次开发;

2. 轮式移动平台:

2.1 底盘性能:尺寸:1150mm $\times$ 810mm $\times$ 1090mm,自重 110kg,双摇臂独立悬挂,电机 400W $\times$ 4,电机编码器 2500PPR 磁编,减速器减速比 32:1;驱动方式为四轮差速驱动,最大载重 90kg,最高速度 1.6m/s,离地间隙 120mm(空载),最大爬坡

角度 30° ；30Ah 1500Wh 锂电池，典型运行时间 4.5h，充电时间 3h；安全配置有碰撞检测、急停按钮、电机抱闸等模块或功能；配置双侧全彩灯带，可用于实时显示电量、车体运动状态以及故障报警；

2.2 导航套件：工控电脑处理器睿频 5.0 GHz，内存 32GB DDR5，硬盘 1TB，并行计算核心 4600 个，预装 Ubuntu 系统及 ROS 系统；16 线 3D 激光雷达，激光波长 905nm，水平视场角 360° ，垂直视场角 30° ，最大测距距离 150m，精度 $\pm 2\text{cm}$ ；惯性传感器 IMU 为 9 轴，加速度计量程 $\pm 6\text{g}$ ，陀螺仪量程 $\pm 2000^{\circ}/\text{s}$ ，磁力计测量范围 $-400\mu\text{T}\sim +400\mu\text{T}$ ；GNSS 时间精度 10ns；RTK 频点数据平面精度 $1\text{cm}\pm 1\text{ppm}$ ，高程精度 $1.5\text{cm}\pm 1\text{ppm}$ ；显示屏为 13 英寸触摸屏；3D SLAM 定位精度 $\pm 5\text{cm}$ ，具有路径规划、障碍物感知及自动避障功能；

2.3 终端开发模块：1 个，处理器最大加速频率 5.4GHz，64G 内存，4TB SSD，AI 算力 980TOPS，显示屏尺寸 16 英寸，分辨率 2.5k；

3. 生长状态监测系统模块：

3.1 双目视觉模块 0.2 - 20m 范围采集数据，双目视觉最大深度输出分辨率 4416×1242 (2K)，双目视觉帧率 15fps，双目深度 FPS100Hz，内置 IMU、气压计、磁力计；高清云台摄像头 400W 像素，光学变焦 25 倍，数字变焦 16 倍，最大分辨率 2560×1440 ，红外补光距离 250m，云台水平旋转 360° ，云台垂直范围 $\pm 90^{\circ}$ ；

3.2 农业数据传感器可采集温湿度等数据：温度测量范围 $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ；湿度测量范围 $0\sim 100\%$ RH，精度 $\pm 3\%$ RH；光照度测量范围 $0\sim 200000\text{Lux}$ ，精度 $\pm 7\%$ ；氧气浓度范围 $0\sim 30\%$ ，精度 $\pm 3\%$ F.s； CO_2 范围 $0\sim 5000\text{ppm}$ ，精度 $\pm 50\text{ppm}+3\%$ ；PM2.5 范围 $0\sim 999\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，精度 $\pm 10\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；氨气浓度范围： $0\sim 100\text{ppm}$ ，精度 $\pm 3\%$ F.s；一氧化氮范围 $0\sim 250\text{ppm}$ ，精度 $\pm 3\%$ F.s；

3.3 提供数据监测及控制通讯接口：支持双目视觉图片数据、农业传感器数据本地监测、采集与保存；提供车体行走控制接口、双目相机显示接口、云台相机显示及控制接口，支持二次开发；

4. 轮足智能监测模块：

4.1 底盘性能：尺寸（站立） $820\text{mm}\times 430\text{mm}\times 570\text{mm}$ ，整机自由度 16，单腿自由度 4，整机重量 35kg，最大负载 50kg，具备双电池仓，电池容量 4500mAh，电池额

定电压 72V, 外接通讯接口为 Ethernet、WIFI、USB; 空载最大行程 15 km, 空载续航 3 小时, 轮胎最大外径 220mm;

4.2 运动性能: 轮足式运动方式, 整机防护等级 IP66, 轮最大转速 68rad/s, 轮最大扭矩 20N*m, 最大速度 5m/s, 具有轮滑、跃障、上下楼梯、爬斜坡等功能, 摔倒可自主爬起, 可前后、左右运动, 原地转弯; 可攀爬台阶最大高度 25cm、可攀爬台阶最大角度 45°; 可攀爬最大落差高度 80cm, 可在废石堆、建筑工地等地形行走;

4.3 传感器配置: 广角相机工业级 200 万像素×2; 照明灯: 前后双向照明灯×2; 卫星定位水平精度 2.0 米, 速度精度 0.05m/s, 工作模式 GPS/BDS/Galileo; 前后各搭配: 1 个固态激光雷达, 96 线, 检测距离 60m; 搭配导航软件包, 自主导航定位、动态避障, 可实现跨楼层导航及狭窄无法转体空间, 并能实现前后障碍物无死角检测避免碰撞; 支持 2.5D 地形建图和落脚点规划; 支持后向感知楼梯以及后部停避障; 支持后退导航; 采用国产芯片, 内置算力八核 64 位工业级处理器: (16GB+128GB) ×3;

4.4 具备灯语交互能力, 可以通过灯光信息来提示低电量、停避障、充电等动作; 具备遥控器标点功能; 支持通过手柄 APP 便捷 OTA 升级整机软件; 具备全向停避障的能力, 支持遥控模式下: 360° 避障和绕障功能, 且遥控手柄上支持碰撞风险检测提示, 自主导航过程中可实现动态绕障和停障; 手动遥控距离 200 米;

4.5 提供详细的产品手册等资料, 提供二次开发文档及例程; 易于使用通用数学库、轮足机器人库, 开发程序; 支持 ROS 操作系统;

5. 轮式机器人系统资源:

5.1 预装主流开源系统及 ROS2 环境, 提供设备模块的 ROS 驱动程序、URDF 仿真模型、传感器数据节点; 提供 SLAM 软件源码包, 可实现自主导航功能; 提供地图编辑功能, 能够擦除地图中动态障碍、设置虚拟墙; 建图、导航过程中融合多种传感器数据, 包括 RTK、IMU、轮式里程计; 提供局域网内远程控制功能; 提供底盘通讯协议文档, 提供使用手册及实验指导书;

5.2 提供多点巡航植保 DEMO 及源代码, 机器人沿预设多点巡航路径自主行驶并精准停靠至指定监测点位; 自动触发双目视觉模块, 对树木叶片 (正常青叶、病害黄叶) 进行识别, 通过目标检测模型完成病虫害异常分析与判定; 提供路径跟

踪检测 DEMO 及源代码，支持手动录制路线数据并自动生成标准化运动轨迹，能够实现对生成轨迹的精准循迹跟踪；

5.3 提供模块调试工具，调试工具支持串口、底盘、IMU、RTK、雷达等设备硬件的测试，设备参数设置、恢复设备的默认设置等功能；提供内置开发环境和用户数据管理软件，支持出厂状态恢复，支持任意时刻开发状态的保存与恢复，不同开发状态间环境及数据完全隔离；提供可视化行为树管理软件，可实时查看行为树当前的运行状态及动作节点。

五、除草开发模块：

1. 整体功能：

智能除草机器人采用履带式高通过性底盘，可适应丘陵山地等复杂地形除草作业，集成 RTK 高精度定位导航系统，可通过手机 APP 进行车辆在线监测和远程作业控制，实现全自主作业，支持二次开发。

2. 除草模块本体：

2.1 底盘性能：尺寸为 1352mm×1158mm×675mm，整车重量 240kg，行走电机功率 2×1000w，最大行驶速度 5.2km/h，行走执行精度前进后退速度±0.05m/s，最大爬坡角度 34°；锂电池，容量 200Ah，续航时间 3.5h，续航里程 10km，快充充电 2h，支持快速换电、不停机换电、快速充电；

2.2 作业部件：底部旋转式刀盘除草，可升降式割刀；作业幅宽 570mm，挂载株间除草器最大作业幅宽 1170mm，留茬高度 30-180mm 范围可调，作业速度 1.2m/s，作业电机功率 2kw，作业电机转速 0-3000r/min 范围可调；

2.3 导航套件：16 线激光雷达，最大测距 40m，测距精度±1cm；采用双模 RTK 定位导航，RTK 定位精度 1cm+1ppm，定向精度 0.2°；IMU 横滚/俯仰静态精度 0.2° RMS，航向角独立输出静态精度 1° RMS，横滚/俯仰动态精度 0.5° RMS，航向角独立输出动态精度 1° RMS，导航通讯支持 RJ45 网口、4G 网络、SIM 卡通讯、WiFi 通讯；

2.4 台式开发模块：1 个，处理器最高睿频 5.5GHz，32G 内存，1TB SSD，并行计算模块算力 1400TOPS，显示屏尺寸 27 英寸；

3. 开源导航模块：

并行计算模块最大频率：1170MHz，AI 算力：150 TOPS，中央处理模块最大频率：2.0GHz，内存：16GB，存储：256G SSD；

4. 软件配置及资源：

4.1 提供设备模块的驱动程序；提供整车通讯协议文档；提供设备模块调试软件，包含底盘、RTK 设备的调试；提供下位机系统调试包，支持底盘控制、刀具控制和刀盘升降控制调试；提供远程控系统安装包；提供遥控器通讯协议文档和调试包；

4.2 提供 APP 和 WEB 端操作功能，具体包括：切换设备、任务控制、设备列表查看、新增设备、删除设备、作业区域查看、地图展示区域范围、删除区域、新增回字区域、新增自定义路线、任务查看、执行任务、新增任务；

4.3 开源智能算法：

支持基于激光雷达和 IMU 的建图、定位与导航功能，并提供源码；

支持基于 RTK-GPS 的定位与导航功能，并提供源码；支持基于 RTK-GPS 和激光惯性定位的路径采集与跟踪，同时实现路径跟踪时的停障功能，并提供源码；提供基于 ROS2 的数据接口与控制接口，支持二次开发。

六、模型训练模块：

1. 高性能模型训练模块：

1.1 配置：2 颗核心处理器，中央处理器最高睿频 4.10G Hz，单颗处理器功耗 190W；

1.2 配置 256GB 高速内存；配置 4TB 固态硬盘；配置 16TB 存储容量数据盘；

1.3 配置：2600W 金牌全模组电源；

1.4 算力模块：采用 6 块高性能计算图形处理器卡组成集群架构，单图形处理器核心 21760，单块显卡算力性能 3350 AI TOPS，单块显卡显存 32GB，可支撑深度学习、视觉识别等大规模模型并行训练；

2. 部署大模型训练资源：

2.1 模型训练数据集：部署完整的训练与推理源代码，预训练模型权重（基础模型 + 微调后专用模型），支持大容量数据格式数据集，查看数据结构和内容；数据结构规范要求数据集包含标准字段，时间步长维度支持动态配置；图像数据规

格支持 RGB 3 通道图像，分辨率为 480×640 ；数据组织方式可按任务类型分文件夹存储，每个任务文件夹内含多个指令文件；数据归一化支持基于统计信息的自动数据归一化并生产配置文件；

2.2 模型训练能力：基于扩散模型架构，支持：1B 参数规模端到端多模态大模型训练；支持预训练模型视觉编码器和预训练模型文本编码器；动作空间设计支持统一动作空间以及动作块预测；支持预训练与微调两种模式，可通过参数切换，支持多任务混合训练；支持通过参数指定自定义数据集路径无需修改源码；训练参数配置支持关键超参数灵活配置。