

招标文件

(货物类)

采购项目名称：智慧建造机器人及协同运维中枢平台

采购项目编号：ZX2026-05-48

西安建筑科技大学

陕西正信招标有限公司共同编制

2026年06月11日

第一章 投标邀请

陕西正信招标有限公司（以下简称“代理机构”）受西安建筑科技大学委托，拟对智慧建造机器人及协同运维中枢平台进行国内公开招标，兹邀请符合本次招标要求的供应商参加投标。

一、采购项目编号：ZX2026-05-48

二、采购项目名称：智慧建造机器人及协同运维中枢平台

三、招标项目简介

本项目为智慧建造机器人及协同运维中枢平台，1批。具体内容详见招标文件第三章。

四、供应商参加本次政府采购活动应具备的条件

（一）满足《中华人民共和国政府采购法》第二十二条规定；

（二）落实政府采购政策需满足的资格要求：

1.落实政府采购促进中小企业发展的相关政策

无

（三）本项目的特定资格要求：

采购包1：

1、法定代表人授权委托书：法定代表人参加投标的，须提供法定代表人身份证；法定代表人授权本单位他人参加投标的，须提供法定代表人授权委托书。

2、不接受联合体投标，不允许分包：本项目不接受联合体投标，不允许分包。投标人应提供《非联合体不分包投标声明》。

五、电子化采购相关事项

本项目实行电子化采购，使用的电子化交易系统为：陕西省政府采购综合管理平台的项目电子化交易系统（以下简称“项目电子化交易系统”），登录方式及地址：通过陕西省政府采购网（<https://www.ccgp-shaanxi.gov.cn/>）首页供应商用户登录陕西省政府采购综合管理平台（以下简称“政府采购平台”），进入项目电子化交易系统。供应商应当按照以下要求，参与本次电子化采购活动。

（一）供应商应当自行在陕西省政府采购网-办事指南查看相应的系统操作指南，并严格按照操作指南要求进行系统操作。在登录、使用政府采购平台前，应当按照要求完成供应商注册和信息完善，加入政府采购平台供应商库。

（二）供应商应当使用纳入陕西省政府采购综合管理平台数字证书互认范围的数字证书及签章（以下简称“互认的证书及签章”）进行系统操作。供应商使用互认的证书及签章在政府采购平台进行的一切操作和资料传递，以及加盖电子签章确认采购过程中制作、交换的电子数据，均属于供应商真实意思表示，由供应商对其系统操作行为和电子签章确认的事项承担法律责任。

已办理互认的证书及签章的供应商，校验互认的证书及签章有效性后，即可按照系统操作要求进行身份信息绑定、权限设置和系统操作；未办理互认的证书及签章的供应商，按要求办理互认的证书及签章并校验有效性后，按照系统操作要求进行身份信息绑定、权限设置和系统操作。互认的证书及签章的办理与校验，可查看陕西省政府采购网-办事指南-CA及签章服务。

供应商应当加强互认的证书及签章日常校验和妥善保管，确保在参加采购活动期间互认的证书及签章能够正常使用；供应商应当严格互认的证书及签章的内部授权管理，防止非授权操作。

（三）供应商应当自行准备电子化采购所需的计算机终端、软硬件及网络环境，承担因准备不足产生的不利后果。

（四）政府采购平台技术支持：

在线服务：通过陕西省政府采购网-在线服务进行咨询。

技术服务电话：029-96702。

CA及签章服务：通过陕西省政府采购网-办事指南-CA及签章服务查看CA办理流程。

六、招标文件获取时间、方式及地址

(一) 招标文件获取时间：详见采购公告。

(二) 在招标文件获取开始时间前，采购人或代理机构将本项目招标文件上传至项目电子化交易系统，向供应商提供。供应商通过项目电子化交易系统获取招标文件。成功获取招标文件的，供应商将收到已获取招标文件的回执函。未成功获取招标文件的供应商，不得参与本次采购活动，不得对招标文件提起质疑。

成功获取招标文件后，采购人或代理机构进行澄清或者修改的，澄清或者修改的内容可能影响投标文件编制的，采购人或代理机构将通过项目电子化交易系统发布澄清或者修改后的招标文件，供应商应当重新获取招标文件；澄清或者修改后的招标文件发布日期距提交投标文件截止日期不足15日的，采购人或代理机构顺延提交投标文件的截止时间。供应商未重新获取招标文件或者未按照澄清或者修改后的招标文件编制投标文件进行投标的，自行承担不利后果。

注：获取的招标文件主体格式包括pdf、word两种格式版本，其中以pdf格式为准。

七、投标文件提交截止时间及开标时间、地点、方式

(一) 投标文件提交截止时间及开标时间：详见采购公告。

(二) 投标文件提交方式、地点：供应商应当在投标文件提交截止时间前，通过项目电子化交易系统提交投标文件。成功提交的，供应商将收到已提交投标文件的回执函。

(三) 本项目采取网上开标，即采购人或代理机构通过项目电子化交易系统“开标/开启大厅”组织在线开标。

八、本投标邀请在陕西省政府采购网以公告形式发布

九、供应商信用融资

根据《陕西省财政厅关于加快推进我省中小企业政府采购信用融资工作的通知》（陕财办采〔2020〕15号）和《陕西省中小企业政府采购信用融资办法》（陕财办采〔2018〕23号）文件要求，为助力解决政府采购成交供应商资金不足、融资难、融资贵的问题，促进供应商依法诚信参加政府采购活动，有融资需求的供应商可登录陕西省政府采购网—陕西省政府采购金融服务平台（<https://www.ccgp-shaanxi.gov.cn/zcdservice/zcd/shanxi/>），选择符合自身情况的“政采贷”银行及其产品，凭项目中标（成交）结果、中标（成交）通知书等信息在线向银行提出贷款意向申请、查看贷款审批情况等。

十、联系方式

采购人：西安建筑科技大学

地址：西安市雁塔路中段13号

邮编：710055

联系人：闫老师

联系电话：029-82201427

代理机构：陕西正信招标有限公司

地址：西安市莲湖区环城西路南段元晟合中心6层

邮编：710082

联系人：孙童欣 胡怡洁 王宇轩 马演 崔文 曹婷 蔡丹

联系电话：029-88110800转8033

采购监督机构：财政厅政府采购管理处

联系人：柴老师、杨老师

联系电话：029-68936409、029-68936410

第二章 投标人须知

2.1 投标人须知前附表

序号	应知事项	说明和要求
1	采购预算（实质性要求）	本项目各包采购预算金额如下： 采购包1：13,320,000.00元 投标人的采购包投标报价高于采购包采购预算的，其投标文件将按无效处理。
2	最高限价（实质性要求）	详见第三章。 投标人的采购包投标报价高于最高限价的，其投标文件将按无效处理。
3	评标方法	采购包1：综合评分法 (详见第五章)
4	是否接受联合体	采购包1：不接受 如以联合体投标的，联合体各方均应当具备本招标文件要求的资格条件和能力。 1.两个以上供应商可以组成一个联合体，以一个供应商的身份参加采购活动。以联合体形式参加政府采购活动的，联合体各方不得再单独参加或者与其他供应商另外组成联合体参加同一合同项下的政府采购活动。 2.参加联合体的供应商均应当具备本法第二十二条规定的条件，并应当向采购人提交联合协议，载明联合体各方承担的工作和义务。联合体中有同类资质的供应商按照联合体分工承担相同工作的，应当按照资质等级较低的供应商确定资质等级。 3.联合体各方应当共同与采购人签订采购合同，就采购合同约定的事项对采购人承担连带责任。
5	落实节能、环保产品政策	1.根据《财政部发展改革委生态环境部市场监管总局关于调整优化节能产品、环境标志产品政府采购执行机制的通知》（财库〔2019〕9号）相关要求，政府采购节能产品、环境标志产品实施品目清单管理。财政部、发展改革委、生态环境部等部门确定实施政府优先采购和强制采购的产品类别，以品目清单的形式发布并适时调整。 2.本项目采购的工作站产品属于节能产品政府采购品目清单中应强制采购的产品范围，供应商应当提供国家确定的认证机构出具的、处于有效期之内的节能产品认证证书，否则作无效投标处理。 3.本项目采购的若有产品属于节能产品政府采购品目清单中应优先采购的产品范围，本项目采购的若有产品属于环境标志产品政府采购品目清单中应优先采购的产品范围，评审得分/响应报价相同的，按供应商提供的优先采购产品认证证书数量由多到少顺序排列。

6	小微企业（监狱企业、残疾人福利性单位视同小微企业）价格扣除（仅非预留份额采购项目或预留份额采购项目中的非预留部分采购包适用）	关于本项目采购包中执行小微企业（监狱企业、残疾人福利性单位视同小微企业）价格扣除情况、具体扣除比例和规则详见第五章。
7	本国产品价格扣除（若采购项目适用本国产品标准）	本项目应执行《国务院办公厅关于在政府采购中实施本国产品标准及相关政策的通知》（国办发〔2025〕34号）及《关于贯彻落实<国务院办公厅关于在政府采购中实施本国产品标准及相关政策的通知>的意见》（财库〔2025〕30号）的要求，本项目采购包中执行本国产品价格扣除情况，具体扣除比例及规则见采购文件第五章。
8	充分、公平竞争保障措施（实质性要求）	<p>核心产品允许有多个，不同供应商提供了任意一个相同品牌的核心产品，即视为提供相同品牌的供应商。</p> <p>使用综合评分法的采购项目，提供相同品牌产品且通过资格审查、符合性审查的不同投标人参加同一合同项下投标的，按一家投标人计算，评审后得分最高的同品牌投标人获得中标人推荐资格；评审得分相同的，由采购人或者采购人委托评标委员会采取随机抽取方式确定一个投标人获得中标人推荐资格，其他同品牌投标人不作为中标候选人。</p> <p>采用最低评标价法的采购项目，提供相同品牌产品的不同投标人参加同一合同项下投标的，以其中通过资格审查、符合性审查且报价最低的参加评标；报价相同的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照随机抽取方式确定一个参加评标的投标人，其他投标无效。</p> <p>核心产品清单详见第三章。</p> <p>在符合性审查环节提供核心产品品牌不足3个的，视为有效投标人不足3家。</p>
9	不正当竞争预防措施（实质性要求）	在评标过程中，评标委员会认为投标人投标报价明显低于其他通过符合性审查投标人的投标报价，有可能影响产品质量或者不能诚信履约的，评标委员会应当要求其在合理的时间内通过项目电子化交易系统进行书面说明，必要时提交相关证明材料。投标人提交的书面说明，应当加盖投标人公章，在评标委员会要求的时间内通过项目电子化交易系统进行提交，否则视为不能证明其投标报价合理性。投标人不能证明其投标报价合理性的，评标委员会应当将其投标文件作为无效投标处理。
10	异常低价审查	本项目应执行财政部《关于推动解决政府采购异常低价问题的通知》（财库〔2026〕2号）的要求，具体内容见采购文件第五章。
11	投标保证金	<p>采购包1保证金金额：220,548.00元</p> <p>缴交渠道：转账、支票、汇票等（需通过实体账户、户名及开户行信息），电子保函</p> <p>开户名称：陕西正信招标有限公司</p> <p>开户银行：中国银行西安莲湖区支行营业部</p> <p>银行账号：102119413784</p> <p>注：电子保函可通过陕西省政府采购金融服务平台申请办理。</p>
12	标书费信息	免费获取

13	履约保证金（实质性要求）	采购包1：缴纳 本采购包履约保证金为合同金额的5% 说明：1.合同签订前，中标供应商须向采购人提交合同总价的5%作为履约保证金； 2.设备到货并由采购人验收合格后，供应商申请，采购人将履约保证金（无息）退还供应商。
14	投标有效期（实质性要求）	提交投标文件的截止之日起不少于90天。
15	招标代理服务费（实质性要求）	本项目收取代理服务费 代理服务费用收取对象：中标/成交供应商 代理服务费收费标准：代理服务费按照定额50000元整收取，由中标人支付。
16	采购结果公告	采购结果将在陕西省政府采购网予以公告。
17	中标通知书	采购结果公告发布的同时，采购人或代理机构通过项目电子化交易系统向中标供应商发出中标通知书；中标供应商通过项目电子化交易系统获取中标通知书。
18	政府采购合同公告、备案	政府采购合同签订之日起2个工作日内，采购人将政府采购合同在“陕西省政府采购网”予以公告；政府采购合同签订之日起7个工作日内，采购人将本项目采购合同通过政府采购平台进行备案。
19	进口产品	不允许
20	是否组织潜在供应商现场考察	采购包1：组织现场踏勘：否
21	特殊情况	出现下列情形之一的，采购人或者采购代理机构应当中止电子化采购活动，并保留相关证明材料备查： （一）交易系统发生故障（包括感染病毒、应用或数据库出错）而无法正常使用的； （二）因组织场所停电、断网等原因，导致采购活动无法继续通过交易系统实施的； （三）其他无法保证电子化交易的公平、公正和安全的情况。 出现上述的情形，不影响采购公平、公正的，采购人或者代理机构可以待上述情形消除后继续组织采购活动；影响或者可能影响采购公平、公正的，采购人或者代理机构应当依法废标。
22	其他说明	本采购文件所称的“以上”、“以下”、“内”、“以内”、“不少于”包括本数；所称的“不足”、“低于”、“超过”不包括本数。

2.2总则

2.2.1适用范围

一、本招标文件仅适用于本次公开招标采购项目。

二、本招标文件的最终解释权由西安建筑科技大学和陕西正信招标有限公司享有。对招标文件中供应商参加本次政府采购活动应当具备的条件，招标项目技术、服务、商务及其他要求，评标细则及标准由西安建筑科技大学负责解释。除上述招标文件内容，其他内容由陕西正信招标有限公司负责解释。

2.2.2有关定义

一、“采购人”是指依法进行政府采购的各级国家机关、事业单位、团体组织。本次招标的采购人是西安建筑科技大学。

二、“投标人”是指按照采购公告规定获取了招标文件，拟参加投标和向采购人提供货物、工程或服务的法人、其他组织或者自然人。

三、“代理机构”是指政府采购集中采购机构和从事政府采购代理业务的社会中介机构。本项目的代理机构是陕西正信招标有限公司。

四、“网上开标”是指代理机构通过项目电子化交易系统在线完成签到、开标、唱标和记录等活动，供应商通过项目电子化

交易系统在线完成投标文件解密、参与开标活动。

五、“电子评标”是指通过项目电子化交易系统在线完成资格审查小组和评审小组组建，开展资格和符合性审查、比较与评价、出具评标报告、推荐中标候选供应商等活动。

2.3 招标文件

2.3.1 招标文件的构成

一、招标文件是投标人准备投标文件和参加投标的依据，同时也是资格审查、评标的重要依据。招标文件用以阐明招标项目所需的资质、技术、服务及报价等要求、招标投标程序、有关规定和注意事项以及合同主要条款等。本招标文件包括以下内容：

- (一) 投标邀请；
- (二) 投标人须知；
- (三) 招标项目技术、服务、商务及其他要求；
- (四) 资格审查；
- (五) 评标办法；
- (六) 投标文件格式；
- (七) 拟签订采购合同文本。

二、投标人应认真阅读和充分理解招标文件中所有的事项、格式条款和规范要求。投标人没有对招标文件全面做出实质性响应所产生的风险由投标人承担。

2.3.2 招标文件的澄清和修改

一、在投标文件提交截止时间前，采购人或者代理机构可以对已发出的招标文件进行必要的澄清或者修改。

二、澄清或者修改的内容为招标文件的组成部分，采购人或者代理机构将在陕西省政府采购网发布更正公告，投标人应及时关注本项目更正公告信息，按更正后公告要求进行响应。更正内容可能影响投标文件编制的，采购人或者代理机构将通过项目电子化交易系统发布更正后的招标文件，投标人应依据更正后的招标文件编制投标文件。若投标人未按前述要求进行投标响应的，自行承担不利后果。

2.4 投标文件

2.4.1 投标文件的语言

一、投标人提交的投标文件以及投标人与采购人或代理机构就有关投标的所有来往书面文件均须使用中文。投标文件中如附有外文资料，主要部分要对应翻译成中文并附在相关外文资料后面。未翻译的外文资料，评标委员会将其视为无效材料。

二、翻译的中文资料与外文资料如果出现差异和矛盾时，以中文为准。涉嫌提供虚假材料的按照相关法律法规处理。

三、如因未翻译而造成对投标人的不利后果，由投标人承担。

2.4.2 计量单位

除招标文件中另有规定外，本项目均采用国家法定的计量单位。

2.4.3 投标货币

本次项目均以人民币报价。

2.4.4 知识产权

一、投标人应保证在本项目中使用的任何技术、产品和服务（包括部分使用），不会产生因第三方提出侵犯其专利权、商标权或其它知识产权而引起的法律和经济纠纷，如因专利权、商标权或其它知识产权而引起法律和经济纠纷，由投标人承担所有相关责任。采购人享有本项目实施过程中产生的知识成果及知识产权。

二、投标人将在采购项目实施过程中采用自有或者第三方知识成果的，使用该知识成果后，投标人需提供开发接口和开发手册等技术资料，并承诺提供无限期支持，采购人享有使用权（含采购人委托第三方在该项目后续开发的使用权）。

三、如采用投标人所不拥有的知识产权，则在投标报价中必须包括合法使用该知识产权的相关费用。

2.4.5 投标文件的组成

投标人应当按照招标文件的要求编制投标文件。投标文件应当对招标文件提出的要求和条件作出明确响应。

投标文件具体内容详见第六章。

2.4.6 投标文件格式

一、投标人应按照招标文件第六章中提供的“投标文件格式”填写相关内容。

二、对于没有格式要求的投标文件由投标人自行编写。

2.4.7 投标报价（实质性要求）

一、投标人的报价是投标人响应招标项目要求的全部工作内容的价格体现，包括投标人完成本项目所需的一切费用。

二、投标人每种货物及服务内容只允许有一个报价，并且在合同履行过程中是固定不变的，任何有选择或可调整的报价将不予接受，并按无效投标处理。

三、投标文件报价出现前后不一致的，按照招标文件第五章评标办法规定予以修正，修正后的报价经投标人通过项目电子化交易系统进行确认，并加盖投标人（法定名称）电子签章，投标人未在规定时间内确认的，其投标无效。

2.4.8 投标有效期（实质性要求）

投标有效期详见第二章“投标人须知前附表”，投标文件未明确投标有效期或者投标有效期小于“投标人须知前附表”中投标有效期要求的，其投标文件按无效处理。

2.4.9 投标文件的制作、签章和加密（实质性要求）

一、投标文件应当根据招标文件进行编制，投标人应通过陕西省政府采购网-办事指南-CA及签章服务下载投标（响应）客户端，使用客户端编制投标文件。

二、投标人应按照客户端操作要求，对应招标文件的每项实质性要求，逐一如实响应；未如实响应或者响应内容不符合招标文件对应项的要求的，其投标文件作无效处理。

三、投标人完成投标文件编制后，应按照招标文件第一章明确的签章要求，使用互认的证书及签章对投标文件进行电子签章和加密。

四、招标文件澄清或者修改的内容可能影响投标文件编制的，代理机构将重新发布澄清或者修改后的招标文件，投标人应重新获取澄清或者修改后的招标文件，按照澄清或者修改后的招标文件进行投标文件编制、签章和加密。

2.4.10 投标文件的提交

一、（实质性要求）投标人应当在投标文件提交截止时间前，通过项目电子化交易系统完成投标文件提交。

二、在投标文件提交截止时间后，采购人或者代理机构不再接受投标人提交投标文件。投标人应充分考虑影响投标文件提交的各种因素，确保在投标文件提交截止时间前完成提交。

2.4.11 投标文件的补充、修改、撤回（实质性要求）

投标文件提交截止时间前，投标人可以补充、修改或者撤回已成功提交的投标文件；对投标文件进行补充、修改的，应当先行撤回已提交的投标文件，补充、修改后重新提交。

供应商投标文件撤回后，视为未提交过投标文件。

2.5 开标、资格审查、评标和中标

2.5.1 开标及开标程序

一、本项目为网上开标项目。网上开标的开始时间为投标文件提交截止时间。成功提交或解密电子投标文件的投标人不足3家的，不予开标，采购人或代理机构将作废标处理。

二、开标准备工作

开标/开启前30分钟内，供应商需登录项目电子化交易系统-“供应商开标大厅”-进入开标选择对应项目包组操作签到，签到完成后等待代理机构开标/开启。

三、解密投标文件（实质性要求）

投标文件提交截止时间后，成功提交投标文件的投标人符合招标文件规定数量的，代理机构将启动投标文件解密程序，解密时间为30分钟；投标人应在规定的解密时间内，使用互认的证书及签章通过项目电子化采购系统进行投标文件解密。投标人未在规定的解密时间内完成解密的，按无效投标处理。

四、开标

解密时间截止或者所有投标人投标文件均完成解密后（以发生在先的时间为准），由代理机构通过项目电子化交易系统对投标人名称、投标文件解密情况、投标报价进行展示。

开标过程中，各方主体均应遵守互联网有关规定，不得发表与采购活动无关的言论。投标人对开标过程和开标记录有疑义，以及认为采购人或代理机构相关工作人员有需要回避的情形的，及时向工作人员提出询问或者回避申请。采购人或代理机构对投标人提出的询问或者回避申请应当及时处理。

投标人完成投标文件解密后，自主决定是否参加网上在线开标，未参加的，视同认可开标结果。

2.5.2 查询及使用信用记录

开标结束后，采购人或代理机构根据《关于在政府采购活动中查询及使用信用记录有关问题的通知》（财库〔2016〕125号）的要求，通过“信用中国”网站（www.creditchina.gov.cn）、“中国政府采购网”网站（www.ccgp.gov.cn）等渠道，查询投标人在投标文件提交截止时间前的信用记录并保存信用记录结果网页截图，拒绝列入失信被执行人名单、重大税收违法案件当事人名单、政府采购严重违法失信行为记录名单中的供应商参加本项目的采购活动。

两个以上的自然人、法人或者其他组织组成一个联合体，以一个投标人的身份共同参加政府采购活动的，将对所有联合体成员进行信用记录查询，联合体成员存在不良信用记录的，视同联合体存在不良信用记录。

2.5.3 资格审查

详见招标文件第四章。

2.5.4 评标

详见招标文件第五章。

2.5.5 中标通知书

一、采购人或者评标委员会确认中标供应商后，代理机构在陕西省政府采购网发布中标结果公告、通过项目电子化交易系统发出中标通知书，中标供应商通过项目电子化交易系统获取中标通知书。

二、中标通知书是采购人和中标供应商签订政府采购合同的依据，是合同的有效组成部分。如果出现政府采购法律法规、规章制度规定的中标无效情形的，将以公告形式宣布发出的中标通知书无效，中标通知书将自动失效，并依法重新确定中标供应商或者重新开展采购活动。

三、中标通知书对采购人和中标供应商均具有法律效力。

2.6 签订及履行合同和验收

2.6.1 签订合同

一、采购人应在中标通知书发出之日起二十五日内与中标人签订采购合同。

二、采购人和中标人签订的采购合同不得对招标文件确定的事项以及中标人的投标文件作实质性修改。

2.6.2 合同分包和转包（实质性要求）

2.6.2.1 合同分包

一、投标人根据招标文件的规定和采购项目的实际情况，拟在中标后将中标项目的非主体、非关键性工作分包的，应当在投标文件中载明分包承担主体，分包承担主体应当具备相应资质条件且不得再次分包。分包供应商履行的分包项目的品牌、规格型号及技术要求等，必须与中标的品牌、规格型号及技术要求一致。

二、分包履行合同的部分应当为采购项目的非主体、非关键性工作，不属于中标人的主要合同义务。

三、采购合同实行分包履行的，中标人就采购项目和分包项目向采购人负责，分包供应商就分包项目承担责任。

四、中小企业依据《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库〔2020〕46号）规定的政策获取政府采购合同后，小

型、微型企业不得将合同分包或转包给大型、中型企业，中型企业不得将合同分包或转包给大型企业。

采购包1：不允许合同分包。

2.6.2.2合同转包

一、严禁中标人将本项目转包。本项目所称转包，是指将本项目转给他人或者将本项目全部肢解以后以分包的名义分别转给他人的行为。

二、中标人转包的，视同拒绝履行政府采购合同，将依法追究法律责任。

2.6.3合同公告

采购人应当自政府采购合同签订（双方当事人均已完成盖章）之日起2个工作日内，在陕西省政府采购网公告本项目采购合同，但合同中涉及国家秘密、商业秘密的内容除外。

2.6.4合同备案

采购人自政府采购合同签订（双方当事人均已完成盖章）之日起7个工作日内，将本项目采购合同报同级财政部门备案。

2.6.5采购人增加合同标的的权利

采购合同履行过程中，采购人需要追加与合同标的相同的货物或者服务的，在不改变合同其他条款的前提下，可以与中标人协商签订补充合同，但所有补充合同的采购金额不得超过原合同采购金额的百分之十。

2.6.6履行合同

一、合同一经签订，双方应严格履行合同规定的义务。

二、在合同履行过程中，如发生合同纠纷，合同双方应按照《中华人民共和国民法典》规定及合同条款约定进行处理。

2.6.7履约验收方案

采购包1：

按招标文件、投标文件及合同约定执行

2.6.8资金支付

采购人按财政部门的相关规定及采购合同的约定进行支付。

2.7纪律要求

2.7.1评标活动纪律要求

采购人、代理机构应保证评标活动在严格保密的情况下进行，采购人、代理机构、投标人和评标委员会成员应当严格遵守政府采购法律法规规章制度和本项目招标文件以及代理机构现场管理规定，接受采购人委派的监督人员的监督，任何单位和个人不得非法干预和影响评标过程和结果。对各投标人的商业秘密，评标委员会成员应予以保密，不得泄露给其他投标人。

2.7.2投标人不得具有的情形（实质性要求）

一、有下列情形之一的，视为投标人串通投标：

- （一）不同投标人的投标文件由同一单位或者个人编制；
- （二）不同投标人委托同一单位或者个人办理投标事宜；
- （三）不同投标人的投标文件载明的项目管理成员或者联系人员为同一人；
- （四）不同投标人的投标文件异常一致或者投标报价呈规律性差异；
- （五）不同投标人的投标文件相互混装。

二、提供虚假材料谋取中标；

三、采取不正当手段诋毁、排挤其他投标人；

四、与采购人或代理机构、其他投标人恶意串通；

五、向采购人或代理机构、评标委员会成员行贿或者提供其他不正当利益；

六、在招标过程中与采购人或代理机构进行协商谈判；

七、中标后无正当理由拒不与采购人签订政府采购合同；

- 八、未按照采购文件确定的事项签订政府采购合同；
- 九、将政府采购合同转包或者违规分包；
- 十、提供假冒伪劣产品；
- 十一、擅自变更、中止或者终止政府采购合同；
- 十二、拒绝有关部门的监督检查或者向监督检查部门提供虚假情况；
- 十三、法律法规规定的其他禁止情形。

投标人有上述情形的，按照规定追究法律责任，具备一至十一条情形之一的，其投标文件无效，或取消被确认为中标供应商的资格或认定中标无效。

2.7.3 采购人员及相关人员回避要求

政府采购活动中，采购人员及相关人员与投标人有下列利害关系之一的，应当回避：

- (1) 参加采购活动前3年内与投标人存在劳动关系；
- (2) 参加采购活动前3年内担任投标人的董事、监事；
- (3) 参加采购活动前3年内是投标人的控股股东或者实际控制人；
- (4) 与投标人的法定代表人或者负责人有夫妻、直系血亲、三代以内旁系血亲或者近姻亲关系；
- (5) 与投标人有其他可能影响政府采购活动公平、公正进行的关系。

投标人认为采购人员及相关人员与其他投标人有利害关系的，可以向代理机构书面提出回避申请，并说明理由。代理机构将及时询问被申请回避人员，有利害关系的被申请回避人员应当回避。

2.8 询问、质疑和投诉

一、询问、质疑、投诉的接收和处理严格按照《中华人民共和国政府采购法》《中华人民共和国政府采购法实施条例》《政府采购质疑和投诉办法》等规定办理。

二、供应商询问、质疑的答复主体：

根据委托代理协议约定，供应商对招标文件中采购需求的询问、质疑由陕西正信招标有限公司负责答复；供应商对除采购需求外的采购文件的询问、质疑由陕西正信招标有限公司负责答复；供应商对采购过程、采购结果的询问、质疑由陕西正信招标有限公司负责答复。

三、供应商提出的询问，应当明确询问事项，如以书面形式提出的，应由供应商签字并加盖公章。

为提高采购效率，降低社会成本，鼓励询问主体对于不损害国家及社会利益或自身合法权益的问题或情形采用询问方式处理解决（包括但不限于文字错误、标点符号、不影响投标文件的编制的情形）。

四、供应商认为采购文件、采购过程、中标或者成交结果使自己的权益受到损害的，可以在知道或者应知其权益受到损害之日起7个工作日内，以书面形式向采购人、代理机构提出质疑。供应商应在法定质疑期内一次性提出针对同一采购程序环节的质疑。供应商应知其权益受到损害之日，是指：

- (一) 对可以质疑的采购文件提出质疑的，为收到采购文件之日或者采购文件公告期限届满之日；
- (二) 对采购过程提出质疑的，为各采购程序环节结束之日；
- (三) 对中标或者成交结果提出质疑的，为中标或者成交结果公告期限届满之日。

五、本项目不接受在线提交质疑，供应商通过书面形式线下向采购人或代理机构提交质疑资料。

六、供应商提出质疑时应当准备的资料

- (一) 质疑书正本1份（政府采购供应商质疑函范本详见附件）；
- (二) 法定代表人或主要负责人授权委托书1份（委托代理人办理质疑事宜的需提供）；
- (三) 法定代表人或主要负责人身份证复印件1份；
- (四) 委托代理人身份证复印件1份（委托代理人办理质疑事宜的需提供）；
- (五) 针对质疑事项必要的证明材料（针对招标文件提出的质疑，需提交从项目电子化交易系统获取的招标文件回执

单)。

答复主体：代理机构

联系人：胡怡洁、孙童欣

联系电话：邮箱：1053910307@qq.com

地址：西安市莲湖区环城西路南段元晟合中心6层

邮编：710082

注：根据《中华人民共和国政府采购法》的规定，供应商质疑不得超出采购文件、采购过程、采购结果的范围。

七、供应商对采购人或代理机构的质疑答复不满意，或者采购人或代理机构未在规定期限内作出答复的，供应商可以在答复期满后15个工作日内向同级财政部门提起投诉。

投诉受理单位：本采购项目同级财政部门（政府采购供应商投诉书范本详见附件）。

第三章 招标项目技术、服务、商务及其他要求

（注：当采购包的评标方法为综合评分法时带“★”的参数需求为实质性要求，供应商必须响应并满足的参数需求，采购人、采购代理机构应当根据项目实际需求合理设定，并明确具体要求。带“▲”号条款为允许负偏离的参数需求，若未响应或者不满足，将在综合评审中予以扣分处理。）

（注：当采购包的评标方法为最低评标价法时带“★”的参数需求为实质性要求，供应商必须响应并满足的参数需求，采购人、采购代理机构应当根据项目实际需求合理设定，并明确具体要求。）

3.1 采购项目概况

本项目为智慧建造机器人及协同运维中枢平台。

3.2 采购内容

采购包1：

采购包预算金额（元）：13,320,000.00

采购包最高限价（元）：12,130,000.00

供应商报价不允许超过标的金额

（招单价的）供应商报价不允许超过标的单价

序号	标的名称	数量	标的金额（元）	计量单位	所属行业	是否核心产品	是否允许进口产品	是否属于节能产品	是否属于环境标志产品	是否实施本国产品政策
1	智慧建造机器人及协同运维中枢平台	100	13,320,000.00	批	工业	是	否	否	否	是

3.3 技术要求

采购包1：

标的名称：智慧建造机器人及协同运维中枢平台

序号	参数性质	技术参数与性能指标					
		一、采购清单					
		序号	产品名称	部件序号	关键部件	数量	备注
		1	仿古 建筑 橡头 智能	1	仿古建筑橡头彩绘视觉主控系统组件	3	
				2	仿古建筑彩绘喷涂组件	3	
				3	仿古建筑彩绘运动控制组件	3	
				4	橡头彩绘识别2D高速工业相机	6	
				5	光源检测仪	1	

	彩绘装置套件	6	试验台小型机加工机床设备	1	
		7	万用表	1	0
		8	高精度千分尺	5	
		9	镜头目标检测与标定工业相机	3	
2	仿古砖智能检测切割装备套件	1	仿古砖智能检测切割控制系统组件	2	
		2	仿古砖智能检测人机交互通讯系统组件	2	
		3	仿古砖智能检测传动装置	2	
		4	仿古砖切割工作台装置	2	
		5	仿古砖缺陷尺寸检测工业相机	3	
		6	仿古砖检测结构光3D点云采集器	6	
		7	仿古砖检测结构光3D点云处理器组件	3	
		8	建材表面粗糙度检测组件	2	
		9	模式识别学习控制平台	2	
		10	大功率切割机	1	
		11	大臂展工业机械臂	2	
3	建筑喷涂装备套件	1	建筑喷涂机器人主控系统	2	
		2	建筑喷涂人机交互通讯系统组件	2	
		3	三维空间扫描仪	2	
		4	高精度惯导模块	4	
		5	补盲雷达	2	
		6	超声波雷达模组	5	
		7	单线激光雷达模组	4	
		8	视觉导航AI一体探测器	3	
		9	6轴机械臂	1	
		10	喷涂机器人升降机构	1	
		11	机器人仿生四轮底盘	1	
		12	建筑喷涂执行组件	2	

4	建筑 墙面 抹灰 装备 套件	1	抹灰机器人主控系统组件	2	
		2	抹灰机器人升降机构	1	
		3	抹灰机器人人机交互通讯组件	2	
		4	稀疏型三维空间扫描仪	2	
		5	高精度惯导模块	4	
		6	补盲雷达	4	
		7	超声波雷达模组	5	
		8	单线激光雷达模组	5	
		9	可见光视觉变焦混凝土表面品质检测装置	4	
		10	墙面抹灰视觉采集工业相机	5	
		11	视觉导航AI一体探测器	3	
		12	机器人仿生四轮底盘	1	
		13	抹灰机器人执行组件	2	
		14	大臂展工业机械臂	1	
5	动火 辅助 监测 预警 装备 套件	1	建筑工地动火辅助监测机器人主控系统组件	3	
		2	动火辅助监测机器人导航主控系统	1	
		3	多线激光雷达	4	
		4	高精度惯导模块	4	
		5	补盲雷达	2	
		6	超声波雷达模组	5	
		7	单线激光雷达模组	4	
		8	卫星定位接收器	5	
		9	中红外成像模组	3	
		10	视觉导航AI一体探测器	3	
		11	动火监测装备六轮全向移动底盘	1	
	建筑 墙面	1	多线激光雷达	2	
		2	墙面检测机器人主控系统	2	
		3	墙面检测机器人人机交互系统	2	
		4	高精度惯导模块	2	
		5	补盲雷达	4	
		6	超声波雷达模组	5	
		7	单线激光雷达模组	4	

6	检测装备套件	8	可见光视觉变焦混凝土表面品质检测装置	4	
		9	中红外视觉建筑墙面空鼓检测探测器	2	
		10	视觉导航AI一体探测器	3	
		11	混凝土养护短波红外品质检测组件	3	
		12	六轮全向移动底盘	1	
		13	墙面检测机器人空间尺寸及墙面平整度感知装备	2	
7	建筑空间测量定位装备套件	1	激光跟踪仪	1	核心产品
		2	高速器件系统性能验证混合信号数字示波器	1	
		3	多功能电子测试仪	2	
8	智慧工地巡检装备套件	1	卫星定位接收器	5	
		2	中红外视觉建筑墙面空鼓检测探测器	2	
		3	中红外成像模组	2	
		4	混凝土养护短波红外品质检测组件	2	
		5	环境气体检测仪	1	
		6	智慧建造中枢软件平台	1	
		7	四足机器狗	1	
		8	四轮足机器狗	1	
		9	智慧工地巡检机器狗感知装备	2	
		10	高精度水平仪	4	
		11	物联网信号分析仪	1	
9	地坪施工装备套件	1	地坪施工机器人主控系统组件	2	
		2	地坪施工机器人人机交互通讯系统组件	2	
		3	高精度惯导模块	2	
		4	补盲雷达	2	
		5	超声波雷达模组	6	
		6	单线激光雷达模组	4	
		7	卫星定位接收器	5	
		8	地面整平视觉采集组件	3	

		9	视觉导航AI一体探测器	3	
		10	六轮独立悬挂底盘	1	
		11	多线激光雷达	2	
		12	地坪机器人执行机构	1	
1 0	内墙 打磨 装备 套件	1	打磨机器人主控系统套件	2	
		2	打磨机器人人机交互通讯系统套件	1	
		3	高精度惯导模块	2	
		4	补盲雷达	2	
		5	超声波雷达模组	6	
		6	单线激光雷达模组	4	
		7	可见光视觉变焦混凝土表面品质检测装置	4	
		8	视觉导航AI一体探测器	2	
		9	建材表面粗糙度检测组件	2	
		10	大臂展工业机械臂	1	
		11	六轮独立悬挂底盘	1	
		12	打磨执行机构	2	
		13	打磨机器人升降机构组件	1	
		14	多线激光雷达	2	
1 1	智能 清扫 装备 套件	1	清扫机器人主控系统套件	2	
		2	清扫机器人人机交互通讯系统套件	2	
		3	高精度惯导模块	2	
		4	补盲雷达	4	
		5	超声波雷达模组	8	
		6	单线激光雷达模组	5	
		7	卫星定位接收器	4	
		8	视觉导航AI一体探测器	4	
		9	差速清扫底盘	1	
		10	阿克曼清扫底盘	1	
		11	小型平面磨床	1	
		12	智能建造机器人耗材类组件	1	
		13	多线激光雷达	2	

一、仿古建筑椽头智能彩绘装置套件

1.仿古建筑椽头彩绘视觉主控系统组件

1.1.主控板硬件核心参数

- 1.1.1.CPU: ≥ 8 核64位, 主频 ≥ 2.4 GHz;
- 1.1.2.GPU: ≥ 4 核ARM架构, 支持OpenGL ES3.2等标准, 算力 ≥ 450 G FLOPS;
- 1.1.3.NPU: 算力 ≥ 6 T OPS, 支持多框架模型转换, 适配图案识别算法;
- 1.1.4.内存/存储: ≥ 8 GB LP DDR4, 闪存 ≥ 64 GB eMMC, 支持 ≥ 128 GBTF卡扩展;
- 1.1.5.通讯接口: 至少配备HDMI $\times 1$ 、USB3.0 $\times 2$ 、千兆以太网 $\times 1$ 、SPI $\times 4$ 、UART $\times 8$ 、PWM $\times 16$;
- 1.1.6.供电/环境: DC 12V-24V, 功耗 ≤ 15 W;
- 1.1.7.工作温湿度-20 $^{\circ}$ C~60 $^{\circ}$ C、10%~90% (无凝露) ;
- 1.1.8.防护/兼容: 接口防浪涌干扰, 支持外接高清工业相机;

1.2.主控板算法及软件参数

- 1.2.1.软件须适配以上硬件平台, 支持调用 NPU、RGA、MPP 等硬件能力完成图像预处理、AI推理和视频/图像处理加速;
- 1.2.2.▲支持直径 80mm~130mm 圆形椽头检测与彩绘图案识别, 椽头定位 mAP@0.5 $\geq 97\%$, 图案识别 Top-1 准确率 $\geq 98\%$, 单帧算法响应时间 ≤ 50 ms;
- 1.2.3.支持椽头彩绘图案轮廓、颜色、纹理特征识别, 支持 ≥ 30 种明清风格椽头彩绘图案模板 ;
- 1.2.4.▲具备彩绘完成后的自动复检功能, 可对比标准图案与实际喷涂图像, 识别漏喷、溢喷、偏色、断线、边缘模糊、图案错位、污点等瑕疵, 瑕疵检测召回率 $\geq 98\%$, 精确率 $\geq 97\%$, 并自动输出瑕疵位置、类别、面积和置信度;
- 1.2.5.▲支持基于图像或图案模板的自动喷涂路径规划, 可生成轮廓路径、填充路径和分色喷涂路径, 支持喷幅补偿、路径平滑和路径优化, 算法路径误差 ≤ 0.1 mm;
- 1.2.6.除操作系统、芯片厂商官方驱动、官方运行时库及通用第三方开源库外, 供货方不得将本项目核心业务逻辑整体封装为不可拆分、不可单独调用、不可参数配置的黑盒程序或闭源组件交付; 核心业务逻辑包括但不限于图像采集与预处理、模型加载与推理调度、数据管理、检测后处理、坐标转换、缺陷解析、路径规划、喷涂控制、图案复检、图案库管理、设备状态管理及控制端通信等与项目功能实现直接相关的软件处理流程。供货方可采用源码、软件开发包或服务接口方式交付, 但必须保证各核心业务功能模块边界清晰、可独立调用、参数可配置、结果可验证, 不得以单一综合接口、固定执行流程或封闭黑盒方式限制采购方后续二次开发、算法替换、流程重组和系统集成 (提供承诺函) ;
- 1.2.7.支持图案库管理功能, 可新增、编辑、删除、检索和调用图案模板, 图案库容量 ≥ 50 种, 并支持后续扩展;

1.2.8.中标方须提供完整的软件接口文档，并在交付的工程源码中包含与接口文档一致的接口函数、接口声明文件、调用示例和测试程序。接口函数名称可由中标方自行规范命名，但接口功能、输入输出、返回值、错误码、调用流程及实现逻辑必须清晰可查，不得仅以闭源库、黑盒库或不可查看实现逻辑的二进制文件形式提供，接口函数包含但不限于内存图像输入、视频流输入、图像缓存管理、图像缩放、裁剪、旋转、色彩空间转换、格式转换、归一化处理、DMA-BUF 或等效零拷贝缓存管理、模型加载与卸载、模型输入输出信息查询、Tensor 内存管理、NPU 推理调用、推理结果获取、推理耗时统计、橡皮定位、中心点计算、半径和直径测量、ROI 裁剪、图案类别识别、置信度输出、图案轮廓提取、颜色和纹理特征提取、识别结果导出、实际图像与标准图案比对、图案配准、瑕疵识别、瑕疵位置获取、类别面积置信度和复检结果导出、轮廓路径生成、填充路径生成、分色路径生成、喷幅补偿、路径平滑、检测框坐标反算、缩放坐标还原、图像坐标转工件坐标、图库管理、性能统计、各种数据发送接收等接口（提供承诺函）；

2.仿古建筑彩绘喷涂组件

- 2.1.▲喷头配置：≥4个喷头，每种喷头独立上色；
- 2.2.控制方式：支持CAN/RS485通讯协议，主控系统可精准控制转换机构及继电器，切换响应≤300ms；
- 2.3.颜料传输系统：集成颜料桶、专用传输导管、气泵、电磁阀及可调气压传感器；
- 2.4.▲颜料用量检测：具备颜料用量实时计算统计功能，精度≤0.002ml；
- 2.5.压力控制：喷漆泵最大压力≥0.35Mpa，压力控制精度±0.01MPa，可根据彩绘需求手动或自动调节气压；
- 2.6.喷头维护：支持喷头模块化快速更换，配备0.2mm口径喷头≥30个，0.3mm口径喷涂≥30个，定点喷涂无需雾化；
- 2.7.▲针对直径130mm橡皮，四分区图案（相邻分区配色不一样），不少于2种配色，合格图案完整喷涂时间≤60s。
- 2.8.喷涂精度：喷涂分辨率≥200DPI，喷涂轨迹偏差≤0.2mm；
- 2.9.支持圆形橡皮直径范围：80~130mm，支持方形橡皮边长范围：80~130mm
- 2.10.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担；（提供承诺函）

3.仿古建筑彩绘运动控制组件

- 3.1.本组件控制喷涂组件在X轴、Y轴、Z轴运动，Z轴用于调节喷嘴与橡皮间距，X、Y轴用于图案喷涂过程控制；
- 3.2.喷涂过程中该组件必须通过快装方式固定到橡皮上，单人单次安装或者拆卸时间≤5秒；
- 3.3.便携式橡皮彩绘喷涂装置主要分为两部分：喷涂机构与供电供气控制单元，喷涂过程中仅喷涂机构部分可固定到橡皮上，单个橡皮作业过程中喷涂机构自行完成橡皮彩绘，全程无需人为干预；
- 3.4.电机配置：微型电机，适配橡皮彩绘喷涂组件精细运动控制需求；
- 3.5.▲滑动轨道：X、Y两轴，有效行程≥150mm（可控），定位精度±0.01mm；
- 3.6.驱动系统：三轴驱动电机参数可实时调整，支持脉冲控制或RS485通讯控制，需配套可充电电池，电池容量≥24V 30AH；

- 3.7.作业控制：喷涂机构支持与主控系统通过RS485通讯，实时控制橡头喷涂过程；
- 3.8.喷涂机构包含运动控制组件和喷涂组件，喷涂机构总重量 $\leq 2500g$ ，体积 $\leq 300*300*220$ ；
- 3.9.状态监测：支持实时监测电机、滑台运动状态，可反馈运行参数及异常信息；
- 3.10.标定功能：支持一键标定；
- 3.11.▲激光测距：具备激光测距功能，实时检测喷头与橡头之间的距离，自动反馈距离数据并调整喷头高度，测距精度 $\leq 0.3mm$ ，。
- 3.12.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担；**（提供承诺函）**

4.橡头彩绘识别2D高速工业相机

- 4.1.分辨率： $\geq 2448 \times 2048$ ；
- 4.2.▲最大帧率： $\geq 75fps$ ；
- 4.3.曝光时间：15us~10000ms，可调；
- 4.4.接口：USB3.0；
- 4.5.像元尺寸： $\geq 3.4\mu m \times 3.4\mu m$ ；
- 4.6.有效像素： ≥ 500 万，彩色；
- 4.7.曝光方式：帧曝光；
- 4.8.动态范围： $\geq 65dB$ ；
- 4.9.AD 宽度： $\geq 12bit$ ；
- 4.10.输出像素宽度： $\geq 12bit$ ；
- 4.11.最大增益倍数： ≥ 16 ；
- 4.12.帧缓存： $\geq 128MB$ ；
- 4.13.镜头接口：支持C口/M12接口；
- 4.14.操作系统：支持Windows系统，Linux和ARM Linux驱动、安卓平台驱动；
- 4.15.其他功能：支持任意尺寸的ROI自定义分辨率、对比度和伽马调节、饱和度调节、白平衡校正、黑电平校正、自定义死点坐标校正、ISP图像处理加速、3D降噪、自定义LUT表、帧率调节等；
- 4.16.GPIO： ≥ 1 个隔离输入GPIO， ≥ 1 个隔离输出GPIO， ≥ 1 个双向IO，支持模拟UART串口通讯；

5.光源检测仪

- 5.1.采样速率 $\geq 100kHz$ ；
- 5.2.▲可测参数至少包括基准频率、光波动的时域和频域分析图、闪烁百分比（PF）、闪烁指数(FI)、短期闪烁指数Pst、调制深度（MD）、调制百分比、可感知调制量值Mp、频闪效应量化参数SVM等，软件可根据相应标准判别频闪危害等级；
- 5.3.可导入不同电压波形的CSV数据文件，实现模拟分析各种照明现场条件下的频闪效果；
- 5.4.线性动态范围 ≥ 108 ；

6.试验台小型机加工机床设备

- 6.1.车床加工精度 $\leq 0.03mm$ ；

6.2.车床永磁直流无刷电机功率 $\geq 1100\text{W}$;

6.3.电源电压 220V ;

6.4.主轴转速范围 $50\text{-}2500$, 可调;

6.5.纵向进刀量 $0.1\text{-}0.2\text{mm}$, 可调;

6.6.加工材料直径 $\geq 130\text{mm}$;

7.万用表

7.1.电压读数 ≥ 4000 字;

7.2.交直流电压量程 $\geq 1000\text{V}$;

7.3.交直流毫伏量程 $\geq 400\text{mV}$, 精度 $\leq 1.0\%+10\text{mV}$;

7.4.交直流电流量程 $\geq 10\text{A}$;

7.5.交直流毫安量程 $\geq 400\text{mA}$;

7.6.交直流微安量程 $\geq 4000\mu\text{A}$;

7.7.电阻测量范围 $\geq 40\text{M}\Omega$;

7.8.电容测量范围 $\geq 2000\mu\text{f}$;

7.9.频率测量范围 $\geq 100\text{KHZ}$;

7.10.直流电压精度 $\leq 0.5\%$, 交流电压精度 $\leq 1\%$;

7.11.直流电流精度 $\leq 1.5\%$, 电阻精度 $\leq 0.5\%$;

7.12.电池寿命 ≥ 500 小时;

7.13.LCD屏幕可显示 4000 字;

7.14.刷新频率 $\leq 3/\text{s}$;

8.高精度千分尺

8.1.分辨率 $\leq 0.001\text{mm}$;

8.2.平面度 $\leq 0.3\mu\text{m}$;

8.3.测量范围 $\geq 25\text{mm}$;

8.4.示值误差 $\leq 0.003\text{mm}$;

8.5.回程误差 $\leq 0.001\text{mm}$;

8.6.重复性 $\leq 0.001\text{mm}$;

8.7.示值变动性 $\leq 0.0005\text{mm}$

8.8.杠杆回程误差 $\leq 0.0005\text{mm}$;

8.9.材质: 硬质合金;

9.镜头目标检测与标定工业相机

9.1.像元尺寸: $\geq 2.5\mu\text{m}\times 2.5\mu\text{m}$;

9.2.有效像素: ≥ 2500 万, 彩色;

9.3.AD宽度: $\geq 14\text{bit}$;

9.4.动态范围: $\geq 58\text{dB}$;

9.5.▲分辨率帧率: 在 $\geq 42\text{fps}$ 条件下, $\geq 5120\times 5120 \text{ MAX}$;

9.6.视频输出格式: Bayer GR 8/12bit、YUV422 16bit、RGB 8bit、BGR 8bit;

9.7.曝光时间范围: $5\mu\text{s}\text{-}88000\text{ms}$;

9.8.帧缓存: $\geq 1\text{GB}$;

9.9.数据接口: 万兆网口/USB3.0;

9.10.镜头接口: C口;

- 9.11.曝光方式：全局快门；
- 9.12.工作温度：-10~55℃；
- 9.13.其他功能：支持任意尺寸的ROI自定义分辨率、对比度和伽马调节、饱和度调节、白平衡校正、黑电平校正、自定义死点坐标校正、ISP图像处理加速、3D降噪、自定义LUT表、帧率调节等；
- 9.14.GPIO：两路光耦输入两路光耦输出，一路可配置输入输出，支持触发和闪光灯同步模式；支持模拟UART口通讯。

二、仿古砖智能检测切割装备套件

1.仿古砖智能检测切割控制系统组件

1.1.工业控制器带外壳1套

- 1.1.1.▲控制器体积 $\leq 240*240*80\text{mm}$ ；
- 1.1.2.▲CPU： ≥ 10 核， ≥ 20 线程，主频 $\geq 3.5\text{GHz}$ ；
- 1.1.3.内存容量： $\geq 16\text{GB}$ ，支持 $\geq 32\text{GB}$ 扩展，固态硬盘 $\geq 256\text{GB}$ ；
- 1.1.4.USB接口： ≥ 4 个USB3.0接口（兼容2.0/1.1版本）， ≥ 1 个内置USB2.0；
- 1.1.5.COM口： ≥ 2 个DB-9型COM口，支持RS-232/485通讯协议；
- 1.1.6.以太网口： ≥ 4 个千兆网卡（非PoE）；
- 1.1.7.显示接口：至少配备VGA $\times 1$ （最高分辨率1920 \times 1080）和HDMI $\times 1$ ；
- 1.1.8. ≥ 19 英寸显示屏*1，非触摸，实时显示主控系统检测过程；

1.2.工业控制器软件功能参数

- 1.2.1. 主控系统操作界面：须提供可视化控制界面，支持检测标准、规格参数、切割参数、分拣规则手动设置，实时显示仿古砖图像检测结果、尺寸测量结果、设备运行状态、通信状态及异常报警信息；支持语音控制和常用操作快捷指令；
- 1.2.2.▲图像识别：采用本套件2500万相机，集成基于深度学习的仿古砖外观检测算法，支持裂缝、麻面、色差等缺陷识别；单张图像算法响应时间 $\leq 280\text{ms}$ ，缺陷检测 mAP@0.5 $\geq 97\%$ ，关键缺陷检出率 $\geq 98\%$ ，图像分类/判定 Top-1 准确率 $\geq 98\%$ ；
- 1.2.3.▲裂缝检测：采用本套件2500万相机，可识别宽度 $\geq 0.3\text{mm}$ 、长度 $\geq 5\text{mm}$ 的线状裂缝，输出裂缝位置、长度、宽度、置信度，检出率 $\geq 98\%$ ；
- 1.2.4.▲麻面检测：采用本套件2500万相机，可识别单点直径 $\geq 4\text{mm}$ 或聚集面积 $\geq 8\text{mm}^2$ 的表面麻点、麻面区域，输出麻面位置、面积、数量、置信度，检出率 $\geq 97\%$ ；
- 1.2.5.▲色差污渍检测：采用本套件2500万相机，可识别局部或整体色差异常，支持与标准样本或标准色区比对，色差量化指标应支持 ΔE 、RGB/HSV 色差或灰度差值方式，其中采用 ΔE 指标时， $\Delta E \geq 3.0$ 的区域应可判定为色差异常，色差判定阈值应支持在软件中配置，色差检出率 $\geq 97\%$ ；
- 1.2.6.支持传送带控制、视觉仿古砖定位、机械手智能抓取、切割平台夹具控制、切割机控制等软件功能；
- 1.2.7.参数管理：支持按不同仿古砖规格自动切换检测参数，每种规格须固化完整参数组，包括图像采集参数、检测阈值、尺寸标准、缺陷判定标准、切割参数、

分拣策略等，并支持后续扩展；

1.2.8.联动控制：支持传送带控制、视觉定位、机械手抓取、切割平台夹具控制、切割机控制、分拣组件控制等功能；支持通过串口或甲方指定通信方式与上料、检测、切割、分拣组件联动，实现“上料—检测—判断—切割/剔除—分拣—流转”全流程自动化控制，检测节拍 ≥ 10 块/min，实现良品、次品自动分拣，分拣准确率 $\geq 97\%$ ；

1.2.9.标定功能：支持一键标定，包含相机标定、像素/毫米比例标定、视觉定位标定、机械手/切割平台坐标映射标定；支持标定参数保存、加载、校验和误差显示；

1.2.10.除操作系统、芯片厂商官方驱动、官方运行时库及通用第三方开源库外，供货方不得将本项目核心业务逻辑整体封装为不可拆分、不可单独调用、不可参数配置的黑盒程序或闭源组件交付；核心业务逻辑包括但不限于图像采集与预处理、模型加载与推理调度、数据管理、外观缺陷检测与分类、尺寸测量与判定、机械臂控制、切割平台夹具控制、自动化联动控制、异常报警及状态监控、业务结果生成与反馈等与项目功能实现直接相关的软件处理流程。供货方可采用源码、软件开发包或服务接口方式交付，但必须保证各核心业务功能模块边界清晰、可独立调用、参数可配置、结果可验证，不得以单一综合接口、固定执行流程或封闭黑盒方式限制采购方后续二次开发、算法替换、流程重组和系统集成（**提供承诺函**）。

1.2.11.接口调用及 SDK：须提供外围硬件接口 SDK 和完整接口文档，并在工程源码中包含与接口文档一致的接口函数、接口声明文件、接口实现源码、调用示例和测试程序。所交付功能接口至少覆盖系统初始化接口、图像采集接口、图像裁剪接口、图像缩放接口、图像旋转接口、色彩转换接口、格式转换接口、视觉定位接口、像素标定接口、尺寸测量接口、尺寸判定接口、裂缝检测接口、麻面检测接口、色差检测接口、缺陷分类接口、缺陷判定接口、传送带控速接口、机械手上料抓取接口、机械臂下料抓取接口、切割平台夹具控制接口、切割机操作接口、分拣组件控制接口、检测参数配置接口、分拣规则配置接口、规格切换接口、机械臂抓取标定接口、切割台夹具标定接口、设备状态获取接口、通信监控接口、异常报警接口、检测结果输出接口等，所有接口均应支持参数化配置和独立调用，并提供接口文档和示例程序以满足二次开发需求。接口文档须说明接口功能、输入输出、返回值、错误码、调用流程和示例（**提供承诺函**）；

2.仿古砖智能检测人机交互通讯系统组件

2.1.人机交互模块

2.1.1.处理器： ≥ 4 核64位，主频 ≥ 2.0 GHz；

2.1.2.GPU：频率 ≥ 600 MHz；

2.1.3.NPU： ≥ 1 T算力；

2.1.4.内存： ≥ 8 GB，速率 ≥ 1600 Mbps；

2.1.5.存储： ≥ 256 GB；

2.1.6.显示： ≥ 10 英寸LCD电容屏*1， $\geq 800 \times 1280$ 分辨率，LED背光 ≥ 300 cd，电容触控，支持多点触控；

- 2.1.7.系统：Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0；
- 2.1.8.接口：至少包含HDMI2.0×1、USB3.0×2、USB2.0×2；
- 2.1.9.电源：DC 9-24V宽压输入；
- 2.1.10.防护：≥IP54防护，-20℃~60℃工作；
- 2.1.11.支持仿古砖型号、规格参数、检测参数、切割参数、分拣规则等现场配置与调用，支持现场启动、暂停、停止检测切割任务，并实时显示设备作业状态、检测结果、切割状态、分拣状态和异常信息；
- 2.1.12.支持作业记录管理功能，可查询、筛选、统计和导出检测记录、切割记录、报警记录、操作记录及设备运行数据，导出格式至少支持 Excel/CSV；
- 2.1.13.具备异常报警功能，支持设备故障、通信异常、检测异常、切割异常、分拣异常、参数异常等报警提示，并支持报警记录保存、查询和导出；
- 2.1.14.支持远程控制与远程运维功能，可实现远程查看设备状态、远程参数配置、远程任务控制、远程日志查看和故障诊断，远程控制须具备权限校验和操作记录留痕；
- 2.1.15.支持用户权限管理，至少具备管理员、工程师、操作员等分级权限，支持账号管理、权限分配、登录认证、操作日志记录；
- 2.1.16.支持检测切割参数模板自定义，可新增、编辑、删除、导入、导出不同仿古砖型号对应的参数模板，并支持一键调用；
- 2.1.17.支持操作界面和功能模块定制，界面布局、功能菜单、显示字段、报警信息、数据报表等须可按使用方需求调整；所有 UI 界面设计须经使用方确认后方的可定稿；
- 2.1.18.▲支持语音控制功能，可实现启动、停止、暂停、复位、报警查询、状态查询等常用指令识别，语音指令须可配置，识别语音指令（仿古砖检测切割业务相关）≥30条，在2米距离处，识别准确率≥97%；
- 2.1.19.支持一键校准功能，可在交互界面完成相机标定、尺寸标定、视觉定位标定、机械手/切割平台坐标映射标定等操作，并显示校准结果和误差；
- 2.1.20.支持在线升级和本地升级，升级内容包括人机交互软件、配置文件、参数模板、算法模型及接口程序，升级过程须具备版本管理、升级日志和失败回退机制；
- 2.1.21.▲支持与云端中枢软件平台实时数据交互，上传设备状态、作业记录、检测结果、报警信息、参数版本等数据，并支持接收云端下发的任务、参数和升级指令；
- 2.1.22.支持二次开发，除操作系统、数据库、通信中间件及通用第三方开源库外，不得将本项目关键业务逻辑封装为闭源库或黑盒模块交付。工程源文件须包含参数管理、任务控制、状态监控、报警处理、数据查询导出、权限管理、远程控制、系统升级、云端通信等核心逻辑，须提供完整接口文档及关键功能接口函数，接口至少包括：参数新增/修改/删除/调用，任务启动/暂停/停止/复位，设备状态读取，检测/切割结果查询，报警查询与确认，作业记录导出，用户权限管理，远程控制，语音指令管理调用，系统升级，云端数据上传与指令接收等（提供承诺函）；

2.2.通讯组件

- 2.2.1.结构：带外壳，集成电路板，具备防震、防尘功能，壳体外部具备减震功能，壳体内部电路板也采用减震方式固定；
- 2.2.2.▲通讯方式：集成WiFi、蓝牙、LORA、4G、5G五种通讯模式；
- 2.2.3.外壳防护：≥IP54，壳体尺寸≤180*120*60mm，板材厚度≥2mm；
- 2.2.4.通讯接口：支持RS232*2、RS485*2；
- 2.2.5.网络：支持千兆以太网≥2；
- 2.2.6.兼容人机交互模块；
- 2.2.7.具备通讯状态监测
- 2.2.8.电源：DC 9-24V宽压供电
- 2.2.9支持通讯模式自动切换；
- 2.2.10.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担；**(提供承诺函)**

3.仿古砖智能检测传动装置

- 3.1.电机功率：≥400W；
- 3.2.▲传送带宽度：≥500mm（可定制），配备仿古砖砖块水平姿态调整机构、水平90度旋转机构与上下180度翻转机构；
- 3.3.▲检测机构具备仿古砖砖块6个面的独立检测功能；
- 3.4.速度调节：速度调节范围0.5-1m/s，无级调速；
- 3.5.传送带负载能力：额定负载≥50kg，具备过载保护功能，；
- 3.6.控制方式：支持CAN/RS485/开关量三种通讯方式；
- 3.7.台面高度：60cm~80cm，高度可调；
- 3.8.传送带材质：耐磨、防滑、耐磨损橡胶材质；
- 3.9.▲定位方式：传输定位精度±1mm，同时支持切割与次品流向的自动分拣；
- 3.10.启停控制：具备急停按钮及自动启停功能。
- 3.11.整体结构设计具备仿古砖智能检测切割装备套件中主控系统、传动装置、机械臂、切割工作台装置、人机交互系统、3D点云采集器等感知系统完整性组装要求，交付时装配演示**(提供承诺函)**；
- 3.12.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出的合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担；**(提供承诺函)**

4.仿古砖切割工作台装置

- 4.1.电机配置：功率≥4kW，转速1440-2880r/min，无级可控；
- 4.2.切割刀片：耐磨、高硬度切割刀片≥50片，直径约230mm，厚度约2.5mm；
- 4.3.切割适配：支持多种尺寸仿古砖的长度、宽度切割，速度≥1000转/min；
- 4.4.冷却方式：风冷或者水冷；
- 4.5.▲上料方式：支持多轴机械手抓取、放置、搬运仿古砖，抓取精度≤0.2mm；

- 4.6.烟尘处理：配备烟尘自动回收系统；
- 4.7.▲切割方式：砖块放置在切割台上由夹具固定，刀片进行移动切割；
- 4.8.▲移动机构：配备切割机移动机构，刀片具有XY 轴两个方向移切割功能，移动控制精度 $\leq 0.1\text{mm}$ ；
- 4.9.▲联动控制：支持与智能控制组件、传动检测台无缝联动，可接收控制组件的切割指令，同步配合传动台完成仿古砖定位、切割，实现自动化切割流程；
- 4.10.安全防护：配备防护挡板及急停按钮；
- 4.11.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出的合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担；**(提供承诺函)**

5.仿古砖缺陷尺寸检测工业相机

- 5.1.像元尺寸： $\geq 2.5\mu\text{m} \times 2.5\mu\text{m}$ ；
- 5.2.有效像素： ≥ 2500 万，彩色；
- 5.3.AD宽度： $\geq 14\text{bit}$ ；
- 5.4.动态范围： $\geq 58\text{dB}$ ；
- 5.5.灵敏度： $\geq 3.9\text{V}/\text{lux} \cdot \text{s}$ ；
- 5.6.分辨率帧率：在 $\geq 42\text{fps}$ 条件下， $\geq 5120 \times 5120 \text{ MAX}$ ；
- 5.7.视频输出格式：Bayer GR 8/12bit、YUV422 16bit、RGB 8bit、BGR 8bit；
- 5.8.曝光时间范围：5us-88000ms；
- 5.9.帧缓存： $\geq 1\text{GB}$ ；
- 5.10.数据接口：万兆网口/USB3.0；
- 5.11.镜头接口：C口；
- 5.12.曝光方式：全局快门；
- 5.13.工作温度： $-10 \sim 55^\circ\text{C}$ ；
- 5.14.其他功能：支持任意尺寸的ROI自定义分辨率、对比度和伽马调节、饱和度调节、白平衡校正、黑电平校正、自定义死点坐标校正、ISP图像处理加速、3D降噪、自定义LUT表、帧率调节等；
- 5.15.GPIO：两路光耦输入两路光耦输出，一路可配置输入输出，支持触发和闪光灯同步模式；支持模拟UART口通讯；

6.仿古砖检测结构光3D点云采集器

- 6.1.▲分辨率： ≥ 320 万3D点云；
- 6.2.扫描范围（Z向）： $\geq 500\text{mm}$ ；
- 6.3.近视场（工作距离）： $\geq 300 \times 220\text{mm}(500)$ ；
- 6.4.中视场（工作距离）： $\geq 410 \times 300\text{mm}(700)$ ；
- 6.5.远视场（工作距离）： $\geq 520 \times 380\text{mm}(900)$ ；
- 6.6.XY 轴分辨率： $\leq 0.20\text{mm}$ ；
- 6.7.Z轴区域重复精度： $\leq 14\mu\text{m}$ ；
- 6.8.最快扫描速率： $\geq 1\text{fps}@ (2048 \times 1536)$ ， $\geq 4\text{fps}@ (640 \times 480)$ ；

6.9.工作电压：24V直流；

6.10.光源波长：蓝光；

6.11.数据接口：千兆以太网/USB3.0；

7.仿古砖检测结构光3D点云处理器组件

7.1.CPU：≥3GHz，≥6核12线程，三级缓存≥10MB；

7.2.内存容量：DDR4-2400MHz，≥8GB，支持≥32GB；

7.3.存储接口：支持mSATA；

7.4.▲USB接口：≥4xUSB3.0，≥1xUSB2.0；

7.5.COM口：≥2×COM(DB-9)，支持RS-232/485，ESD保护（±6KV接触，±8KV空气）；

7.6.以太网口：≥2×千兆网卡（非PoE）；

7.7.PoE 网口：≥4×PoE千兆网卡，单路最大功耗≤15W；

7.8.显示接口：1×VGA（最高1920x1080），1×HDMI（最高3840x2160@60Hz）；

7.9.▲数字输入/输出：≥16xDI，≥16×DO（单通道0.5A，隔离等级2500Vrms）；

7.10.电源输入：DC12~24V ±10%；

7.11.功耗：最大250W；

7.12.工作环境温度：-20°C~60°C；

7.13.支持操作系统：Windows、Linux；

7.14.▲集成300+个算子，支持深度学习和AI小样本快速建模；

7.15.支持仿古砖3D点云检测，可满足仿古砖表面凹坑、破损、崩边、缺角、长度、宽度、厚度等检测需求，支持定位引导、尺寸测量、缺陷识别和结果输出；

7.16.支持3D点云预处理功能，包括点云滤波、去噪、下采样、异常点剔除、平面拟合、点云配准、ROI区域提取、坐标转换、点云高度图生成等功能；

7.17.检测结果应支持结构化输出，至少包括砖型编号、检测时间、长度、宽度、厚度、尺寸偏差、凹坑数量、凹坑最大深度、凹坑总面积、凹坑位置坐标、缺陷等级、合格判定结果及原始/处理后点云文件索引；

7.18.支持根据不同仿古砖规格自动切换主控系统检测参数，每种规格必须有固化的整套检测参数；

7.19.▲可识别表面凹坑缺陷，支持输出凹坑位置、最大深度、面积、轮廓范围、数量及等级；对深度≥0.5mm、等效直径≥3mm或面积≥7mm²的凹坑，检出率≥98%，深度测量误差≤0.2mm；

7.20.▲破损、崩边检测：可识别仿古砖边缘破损、崩边、掉块等缺陷，支持输出缺陷位置、长度、宽度、面积及是否超限；对长度≥3mm、宽度/深度≥1mm或面积≥5mm²的边缘缺陷，检出率≥98%，定位误差≤1mm；

7.21.缺角检测：可识别四角缺失、破角、异常倒角等缺陷，支持输出缺角位置、缺失边长、面积及判定结果；对缺失边长≥3mm或面积≥10mm²的缺角缺陷，检出率≥98%；

7.22.▲尺寸测量：支持仿古砖长度、宽度、厚度等关键尺寸实时测量，测量误差≤0.3mm，可自动对比标准尺寸；

7.23除操作系统、芯片厂商官方驱动、官方运行时库及通用第三方开源库外，供货方不

得将本项目核心业务逻辑整体封装为不可拆分、不可单独调用、不可参数配置的黑盒程序或闭源组件交付；核心业务逻辑包括但不限于点云读取与解析、点云滤波与去噪、ROI提取、平面拟合、高度差计算、凹坑识别与分割、凹坑深度面积体积计算、长度、宽度、厚度测量、合格/不合格判定、检测结果输出、与HMI、主控系统、云端平台的数据交互接口等与项目功能实现直接相关的软件处理流程。供货方可采用源码、软件开发包或服务接口方式交付，但必须保证各核心业务功能模块边界清晰、可独立调用、参数可配置、结果可验证，不得以单一综合接口、固定执行流程或封闭黑盒方式限制采购方后续二次开发、算法替换、流程重组和系统集成（提供承诺函）；

7.24.中标方须提供完整的软件接口文档，并在交付的工程源文件中包含与接口文档一致的接口函数、接口声明文件、调用示例和测试程序。接口函数名称可由中标方自行规范命名，接口函数包含但不限于点云读取与解析、点云滤波与去噪、ROI提取、平面拟合、高度差计算、凹坑识别与分割、凹坑深度面积体积计算、长度宽度厚度测量、合格/不合格判定、检测结果输出、与HMI、主控系统、云端平台的数据交互等功能接口（提供承诺函）；

7.25.深度伪彩点云的采集，实时预览，循环采集，重复性测试；

8.建材表面粗糙度检测组件

8.1.分辨率： $\geq 2848(H) \times 2848(V)$ ；

8.2.▲像元尺寸： $\geq 2.7\mu m \times 2.7\mu m$ ，响应波长 $0.2 \sim 0.4\mu m$ ；

8.3.帧率： $\geq 14\text{fps} @ 2856 \times 2848$ ；

8.4.模数转换精度： $\geq 12 \text{ bit}$ ；

8.5.黑白/彩色：黑白，紫外；

8.6.信噪比： $\geq 38\text{dB}$ ；

8.7.曝光时间： $0.05\text{ms} \sim 3000\text{ms}$ ，可调；

8.8.紫外镜头：C-Mount接口，配27mm镜头；

8.9.最大增益倍数： ≥ 30 ；

8.10.图像接口：千兆以太网；

8.11.同步方式：外GPIO触发，软触发；

8.12.采集模式：单帧采集，连续采集，软触发采集，外触发采集；

8.13.I/O接口： ≥ 1 路光耦隔离输入， ≥ 2 路输出GPIO（3.3V电平，光耦隔离）；

8.14.供电： $12\text{VDC} \pm 20\%$ ；

8.15.操作系统：Windows系统，Linux和ARM Linux驱动、安卓平台驱动、MAC OS系统；

8.16.其他功能：支持任意尺寸的ROI自定义分辨率、自定义LUT表、帧率调节；

8.17.▲处理器： ≥ 4 核，RAM： $\geq 2\text{GB}$ ；ROM： $\geq 32\text{GB}$ ；NPU： $\geq 6\text{TOPS}$ ；

8.18.控制器接口：至少配备以太网接口*2，RS485接口*2，RS232接口*2，USB3.0接口*1，USB2.0接口*1；

8.19.检测功能：当微观粗糙区域因紫外漫散射与平滑背景产生的图像局部对比度（灰度差值） ≥ 15 个灰度级，且异常散射特征的有效占位面积 ≥ 30 个像素时，算法对粗糙异常区的定位与等级分类准确率须严格 $\geq 95\%$ ，提供工程示例源文件（提供承诺函）

；

8.20.中标方须提供完整的软件接口文档，并在交付的工程源文件中包含与接口文档一致的接口函数、接口声明文件、调用示例和测试程序。接口函数名称可由中标方自行规范命名，接口函数包含但不限于紫外相机控制、图像采集、曝光增益配置、光源控制、ROI 设置、图像预处理、局部灰度差计算、粗糙异常区域检测、异常面积统计、等级分类、检测结果输出、报警查询、数据导出、HMI 显示、主控系统通信及云端上传等功能接口；（提供承诺函）

8.21工业级触摸屏 ≥ 10 寸，分辨率 $\geq 1024*800$ ；

8.22.本组件包含紫外工业相机、镜头、检测模型、算法控制器等配件；

9.模式识别学习控制平台

9.1.核心硬件配置

9.1.1.▲显卡：显卡数量 ≥ 2 ，单卡并行计算核心数 ≥ 21000 ，基础频率 ≥ 2 GHz，显存 ≥ 32 GB GDDR7；

9.1.2.▲CPU：物理核心数 ≥ 56 核，线程数 ≥ 112 线程，基础主频 ≥ 2.0 GHz，支持DDR5 ECC 服务器内存；

9.1.3.内存： ≥ 128 GB；

9.1.4.硬盘： ≥ 2 TB（SSD）+8TB；

9.1.5.电源： ≥ 2000 W；

9.1.6.机箱：服务器级塔式机箱；

9.1.7.▲散热器：CPU水冷散热器+显卡风冷散热器；

9.2.系统与软件参数

9.2.1.支持软件：兼容AutoCAD、3ds Max、Blender、Maya等专业设计软件，以及TensorFlow、PyTorch等AI框架；

9.3.性能与接口参数

9.3.1.▲接口：至少具有PCIe 5.0 x16双插槽接口；4个USB3.2接口、2个USB4.0接口、1个RJ452.5G网口、1个HDMI2.1接口；

9.3.2.▲算力性能： ≥ 80 TFLOPS；

9.3.3.散热性能：内置 ≥ 6 个120mm静音风扇；

10.大功率切割机

10.1.切割机供电电压 ≥ 220 V；

10.2.电机功率 ≥ 2.5 KW；

10.3.主轴空载转速 ≥ 2200 r/min；

10.4.砂轮片空载线速度 ≤ 50 m/s；

10.5.砂轮片安全线速度 ≥ 60 m/s；

10.6.砂轮片直径 ≥ 400 mm，60目；

10.7.夹钳可调角度0-45°，可调；

10.8.钢管切割能力 \geq 直径135x6mm；

10.9.角钢切割能力 ≥ 100 x10mm；

10.10.圆钢切割能力 \geq 直径50mm；

11.大臂展工业机械臂

11.1.自由度：6轴机械臂；

11.2.设备自重： ≤ 35 KG；

- 11.3.▲负载能力：≥12KG；
- 11.4.工作半径：≥1300mm；
- 11.5.供电电压：24V；
- 11.6.结构类型：关节；
- 11.7.关节最大速度：基座≥100°/s，肩部≥100°/s，肘部≥125°/s，手腕1≥150°/s，手腕2≥150°/s，手腕3≥150°/s；
- 11.8.定位精度：≤0.03mm；
- 11.9.驱动方式：直流伺服电机；
- 11.10.电机控制模式：位置，速度，力矩模式；
- 11.11.安装方式：正装，倒装，侧装；
- 11.12.控制方式：示教器、RS485
- 11.13.安全：机械臂具备碰撞检测和各关节运动限位；
- 11.14.防护等级：IP67及以上；
- 11.15.工作温度：-10℃~50℃；
- 11.16.设备材质：铝合金、钢、塑料、橡胶；
- 11.17.▲传送带上料下料方式：采用本套件中大臂展工业机械臂完成仿古砖自动上料、自动下料，避免无序上下料对仿古砖进行二次伤害，下料必须支持有序整齐码垛功能。

三、建筑喷涂装备套件

1.建筑喷涂机器人主控系统

1.1.硬件参数

1.1.1.嵌入式控制器带外壳1套

- 1.1.1.1.CPU：≥8核64位，主频≥2.4GHz；
- 1.1.1.2.GPU：≥4核ARM架构，算力≥450 GFLOPS；
- 1.1.1.3.NPU：算力≥6 TOPS；
- 1.1.1.4.内存：≥8GB；
- 1.1.1.5.存储：≥64GB；
- 1.1.1.6.VPU硬解码：H.265/VP9达8K@60fps、H.264达8K@30fps、AV1达4K@60fps；
- 1.1.1.7.显示规格：支持≥4K@60Hz分辨率显示；
- 1.1.1.8.支持操作系统：Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0；
- 1.1.1.9.▲功能接口：HDMI、MIPI-DSI、Type-C、USB3.0、USB2.0、PCIe2、UART、SPI、ADC、GPIO、MIC、千兆以太网、TF卡；
- 1.1.1.10.嵌入式控制器外壳；

1.1.2.工业控制器带外壳1套

- 1.1.2.1.▲处理器：≥8核，主频≥2.4GHz，缓存≥24MB；
- 1.1.2.2.内存：≥16GB；
- 1.1.2.3.▲存储：≥512GB固态硬盘；
- 1.1.2.4.显示接口：配备HDMI、DisplayPort接口，支持4K高清显示；
- 1.1.2.5.接口：≥4个USB3.0接口、千兆以太网接口、RS-232*2、RS-485*2串

1.2.软件参数

- 1.2.1.建筑喷涂机器人主控系统应支持主雷达、补盲避障雷达、超声波传感器、视觉相机和喷涂质量检测相机接入，完成自主导航、动态避障、视觉辅助感知、喷涂质量检测、异常联动停机及人机交互通讯。系统应提供完整 C++ / Python 算法源码、接口源码、示例程序、开发文档、调试指南和测试数据，支持二次开发；
- 1.2.2.嵌入式控制器内置视觉导航算法及喷涂质量检测算法，完成视觉数据处理与分析，提供C++/python源码与技术支持；
- 1.2.3.▲喷涂质量检测算法：主要包含表面色差识别算法（误判率 $\leq 5\%$ ）、漏喷区域识别算法（漏喷区域20平方毫米识别准确率 $\geq 97\%$ ）；
- 1.2.4.▲视觉导航算法：对环境感知，辅助雷达完成整机导航；支持对高粉尘、高浓度雾霾天气图像自动完成图像恢复，恢复效果不低于无干扰状态的90%（主要以信息熵指标为主、以视觉效果为辅进行评判），可精准识别行人、车辆、障碍物、门口、窗口、楼梯、电梯、墙体脚手架等，识别准确率 $\geq 99\%$ ；
- 1.2.5.▲该组件包含喷涂质量检测相机的隐藏式开合机构，启动图像采集前打开镜头罩子，关闭图像采集功能时随时关闭镜头防尘罩；
- 1.2.6.工业控制器集成多线激光雷达、超声波、补盲雷达等建图、定位、避障软件，提供示C++/python例源码；
- 1.2.7.工业控制器接收嵌入式控制器视觉检测结果，完成视觉与雷达导航算法融合，控制底盘运动与喷涂执行机构作业；
- 1.2.8.配备与人机交互单元的通讯软件，实现指令、数据双向同步，提供C++/python示例工程源文件；
- 1.2.9.喷涂质量检测可实时反馈异常，联动机器人停机并给出提示，提供C++/python示例工程源文件；
- 1.2.10.导航算法交付要求：静态环境定位精度 $\pm 4\text{cm}$ ，动态避障响应时延 $\leq 400\text{ms}$ ，需提供全套自主导航算法工程源文件，算法具备可编译、可调试、可二次开发特性。
- 1.2.11.除操作系统、芯片厂商官方驱动、官方运行时库及通用第三方开源库外，供货方不得将本项目核心业务逻辑整体封装为不可拆分、不可单独调用、不可参数配置的黑盒程序或闭源组件交付；核心业务逻辑包括但不限于系统初始化、传感器接入、雷达点云输入、超声波输入、图像输入、传感器标定、地图加载、定位、路径规划、局部避障、速度指令输出、急停、视觉增强、目标识别、视觉与雷达融合、喷涂色差检测、漏喷检测、喷涂异常联动停机、相机隐藏式开合机构控制、报警查询、数据导出及性能测试等与项目功能实现直接相关的软件处理流程。供货方可采用源码、软件开发包或服务接口方式交付，但必须保证各核心业务功能模块边界清晰、可独立调用、参数可配置、结果可验证，不得以单一综合接口、固定执行流程或封闭黑盒方式限制采购方后续二次开发、算法替换、流程重组和系统集成； **（提供承诺函）**
- 1.2.12.工程源文件中提供的可独立调用的功能接口函数须包含但不限于系统初始化、传感器接入、雷达点云输入、超声波输入、图像输入、传感器标定、地图加

载、定位、路径规划、局部避障、速度指令输出、急停、视觉增强、目标识别、视觉与雷达融合、建图、定位、自动避障、喷涂色差检测、漏喷检测、喷涂异常联动停机、相机隐藏式开合机构控制、报警查询、数据导出及性能测试等调用接口；（提供承诺函）；

2.建筑喷涂人机交互通讯系统组件

2.1.人机交互模块

2.1.1.处理器：≥4核64位，主频≥2.0GHz；

2.1.2.GPU：≥600MHz；

2.1.3.NPU：≥1T算力；

2.1.4.内存：≥8GB，速率≥1600Mbps；

2.1.5.存储：≥256GB；

2.1.6.显示：LCD电容屏≥10寸，≥800×1280分辨率，LED背光≥300cd；

2.1.7.操作：电容触控，支持多点触控；

2.1.8.系统：Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0；

2.1.9.接口：至少HDMI2.0×1、USB3.0×2、USB2.0×2；

2.1.10.电源：DC 9-24V宽压输入；

2.1.11.防护：≥IP54防护，-20℃~60℃工作；

2.1.12.支持工作现场喷涂参数调节、路径预览、作业状态实时监控、作业记录查询、现场启动喷涂任务等；

2.1.13.具备异常报警、数据查询导出及远程控制功能；

2.1.14.支持权限管理、一键校准及在线/本地系统升级；

2.1.15.支持二次开发，提供开发接口及配套技术文档；

2.1.16.可自定义喷涂参数模板、操作界面及功能模块；

2.1.17.支持第三方软件集成，适配不同喷涂控制逻辑；

2.1.18.支持语音控制功能，可实现启动、停止、暂停、复位、报警查询、状态查询等常用指令识别，语音指令须可配置；

2.1.19.▲支持在线升级和本地升级，升级内容包括人机交互软件、配置文件、参数模板、算法模型及接口程序，升级过程须具备版本管理、升级日志和失败回退机制；

2.1.20.支持与云端中枢软件平台实时数据交互，上传设备状态、作业记录、检测结果、报警信息、参数版本等数据，并支持接收云端下发的任务、参数和升级指令；

2.2.通讯组件

2.2.1.结构：带外壳，集成电路板，具备防震、防尘功能；

2.2.2.▲通讯方式：集成WiFi、蓝牙、LORA、4G、5G五种通讯模式；

2.2.3.外壳防护：≥IP54；

2.2.4.通讯接口：支持RS232*2、RS485*2；

2.2.5.网络：支持千兆以太网≥2；

2.2.6.兼容人机交互模块；

2.2.7.具备通讯状态监测

2.2.8.电源：DC 9-24V宽压供电，具备过压、欠压、反接、浪涌及短路保护措施

2.2.9支持通讯模式自动切换;

3.三维空间扫描仪

- 3.1.▲测距性能: 探测距离 $\geq 200\text{m}$ ($180\text{m}@10\%$ 反射率, NIST标准), 测距盲区 $\leq 0.5\text{m}$, 测距精度 $\leq 5\text{cm}$ (1σ);
- 3.2.静止视场角: 水平视场角 $\geq 120^\circ$, 垂直视场角 $\geq 25^\circ$;
- 3.3.▲整机转动建模视角: 水平视场角 $\geq 360^\circ$, 垂直视场角 $\geq 120^\circ$;
- 3.4.角分辨率: 水平/垂直平均 $\leq 0.2^\circ$, 支持ROI模式下垂直分辨率 $\leq 0.1^\circ$;
- 3.5.防护与环境适应性: 防护等级: IP67及以上, 工作温度: $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$;
- 3.6.▲等效线数与点云密度: 等效线数: ≥ 126 线, 双回波模式点频: $\geq 1,575,000$ pts/s;
- 3.7.▲云台载重与转速: 一维重载电动云台, 云台水平最大转速 $\geq 35^\circ/\text{S}$, 最大载重能力 $\geq 5\text{kg}$ (可稳定承载雷达及安装附件);
- 3.8.▲云台旋转精度: 水平定位精度: $\pm 0.05^\circ$, 俯仰定位精度: $\pm 0.05^\circ$, 重复定位精度: $\pm 0.01^\circ$;
- 3.9.系统同步与通信: 雷达时间同步: 支持gPTP高精度时间同步;
- 3.10.▲处理器: CPU: ≥ 8 核, 64位, 主频 $\geq 2.4\text{GHz}$; GPU: ≥ 4 核; NPU: 算力 $\geq 6\text{T OPS}$, 支持INT4/INT8/INT16混合运算, 可实现基于TensorFlow/MXNet/PyTorch/Caffe等系列框架的网络模型转换;
- 3.11.运行内存: $\geq 12\text{GB}$;
- 3.12.存储: $\geq 128\text{GB}$;
- 3.13.通讯接口: 千兆以太网;
- 3.14.整体功耗: $\leq 15\text{W}$, 工作电压: $9\text{V} \sim 16\text{V DC}$;
- 3.15.通讯协议: TCP, I/O;
- 3.16.防护等级: IP65及以上;
- 3.17.工作温度: $-40^\circ \sim 85^\circ\text{C}$;
- 3.18.重量: $\leq 6\text{Kg}$;
- 3.19.扫描性能: 支持多视角扫描与数据自动对齐;
- 3.20.▲数据输出能力: 支持输出三维空间坐标、反射强度、时间戳、回波信息等完整数据, 支持单/双回波模式切换, 可穿透雨雾、树叶等干扰;
- 3.21.云台控制功能: 支持预置点扫描、连续扫描、区域扫描等多种模式;
- 3.22.整机具备上位机远程控制, 可自定义扫描路径与转速;
- 3.23.▲上位机软件具备多机位、多设备三维模型自动拼接, 实时点云可视化 (多视角 / 多着色)、基础测量 (距离 / 角度 / 尺寸)、点云滤波与格式导出、云台联动扫描及雷达参数配置功能;

4.高精度惯导模块

4.1.核心性能

- 4.1.1.轴数: 6轴 (3轴加速度计+3轴陀螺仪);
- 4.1.2.角度精度: 横滚/俯仰角 $\leq 0.001^\circ$ (静态);
- 4.1.3.分辨率: 水平放置时 $\leq 0.006^\circ$;
- 4.1.4.测量范围: 加速度 $\geq \pm 16\text{g}$; 角速度 $\geq \pm 2000^\circ/\text{s}$; 角度 $\geq \pm 90^\circ$ (横滚/俯仰)、 $\pm 180^\circ$ (航向);

4.2.通信与输出

4.2.1.通信接口: CAN (波特率默认250Kbps, 可设)

4.2.2.输出内容: 片上时间戳、3轴加速度、3轴角速度、3轴欧拉角、四元数;

4.2.3.输出速率: 0.1Hz~200Hz (可调);

4.3.电气与环境

4.3.1.工作电压: 5V~36V DC (宽压供电);

4.3.2.工作电流: $\leq 40\text{mA}$;

4.3.3.工作温度: $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$;

4.3.4.存储温度: $-40^{\circ}\text{C}\sim+100^{\circ}\text{C}$;

4.3.5.防护等级: IP67及以上;

4.4.物理与结构

4.4.1.外壳材质: 铝合金 (抗震防摔);

4.4.2.线缆: $\geq 1\text{m}$;

4.5.其他特性

4.5.1.具有内置温度补偿算法;

4.5.2.支持用户校准 (零偏、灵敏度); 支持低功耗模式;

5.补盲雷达

5.1.激光波长: 905nm, 人眼安全级别需满足Class 1;

5.2.探测量程: $\leq 10\%$ 反射率、 $\geq 100\text{kIx}$ 光照条件下, 探测距离 $\geq 40\text{m}$;

5.3.盲区: $\leq 0.2\text{m}$;

5.4.视场角 (FOV): 水平 360° , 垂直 $-5^{\circ}\sim 50^{\circ}$;

5.5.测距精度: 随机误差 $\leq 2\text{cm}$ (@10m、 25°C 、80%反射率); $\leq 4\text{cm}$ (@0.2m、 25°C 、80%反射率);

5.6.角度精度: 随机误差 $\leq 0.15^{\circ}$;

5.7.点云输出性能: 点云输出速率 ≥ 200000 点/秒, 点云帧率典型值 $\geq 10\text{Hz}$;

5.8.虚警率: $\geq 100\text{kIx}$ 日光、 25°C 环境下, 虚警率 $\leq 0.01\%$;

5.9.输出数据类型: 同时支持点云数据、IMU数据、设备状态信息推送, 数据可按需配置启停;

5.10.点云数据内容: 包含目标反射率 (0~255量化)、坐标信息、 $\geq 8\text{bit}$ 标记信息、64 bit ns级时间戳;

5.11.坐标格式: 支持直角坐标系(x, y, z)、球坐标系(r, θ , φ), 可自由配置切换;

5.12.时间同步: 支持IEEE 1588-2008(PTP v2)、GPS两种数据同步方式。

6.超声波雷达模组

6.1.核心探测性能

6.1.1.探测盲区: $\leq 2\text{cm}$;

6.1.2.有效量程: 2~300cm, 支持 50/150/250/350cm 4级量程可设;

6.1.3.测量精度: $\leq 1+(S\times 0.3\%)$ cm (S为测量距离), 内置温度补偿;

6.1.4.探测角度: 支持 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$, ≥ 4 级可设;

6.1.5.响应时间: $\leq 15\text{ms}$;

6.2.电气性能

- 6.2.1.供电电压: DC3.3~12V, 宽电压适配;
- 6.2.2.功耗: 待机电流 $\leq 5\mu\text{A}$, 平均工作电流 $\leq 10\text{mA}$;
- 6.2.3.静电防护: 符合IEC61000-4-2标准, ESD $\pm 4\text{K}/\pm 8\text{KV}$;
- 6.2.4.防护等级: IP67及以上;

6.3.输出与通信

- 6.3.1.输出方式: 支持UART (自动/受控)、PWM、开关量、RS485、IIC多类型;
- 6.3.2.协议支持: Modbus-RTU (RS485)、I2C从机 (多设备并联), 参数可指令配置;
- 6.3.3.工作环境温度: $-25^{\circ}\text{C}\sim +65^{\circ}\text{C}$;

7.单线激光雷达模组

7.1.核心探测性能

- 7.1.1.测距原理: 脉冲ToF测距, $360^{\circ}2\text{D}$ 全方位扫描;
- 7.1.2.测距范围: 80%反射率下 0.05~12m; 10%反射率下0.05~4m;
- 7.1.3.测距精度: $\pm 20\text{mm}$ ($0.05\text{m} < \text{距离} \leq 12\text{m}$);
- 7.1.4.测距频率: $\geq 4000\text{Hz}$;
- 7.1.5.扫描频率: 6~12Hz, 软件可调;
- 7.1.6.扫描角度: $0\sim 360^{\circ}$;
- 7.1.7.角度分辨率: $\leq 0.6^{\circ}$;
- 7.1.8.俯仰角: $0\sim 1.5^{\circ}$ 可调;
- 7.1.9.抗干扰: 可适应 $\geq 60000\text{Lux}$ 光照环境;
- 7.1.10.激光器波长: 895-915nm (红外波段);
- 7.1.11.激光安全: 符合Class I人眼安全标准;

7.2.电气性能

- 7.2.1.供电电压: DC4.8~5.2V;
- 7.2.2.工作电流: $\leq 500\text{mA}$;
- 7.2.3.通信方式: UART 串口, 支持数据收发、设备参数配置;

7.3.环境与物理特性

- 7.3.1.工作环境温度: $-10^{\circ}\text{C}\sim +45^{\circ}\text{C}$;
- 7.3.2.存储温度: $-20^{\circ}\text{C}\sim +70^{\circ}\text{C}$;
- 7.3.3.电机控制: 软件调速;
- 7.3.4.数据输出: 实时输出 360° 扫描点云数据、设备信息及工作状态;
- 7.3.5.开发支持: 提供SDK开发包、ROS开发包、Windows图形调试客户端, 开放3D模型及配套开发/使用手册;

8.视觉导航AI一体探测器

- 8.1.分辨率: $\geq 2592*1944$;
- 8.2.最小照度: $\leq 0.005\text{Lux}@F1.2$;
- 8.3.压缩标准: H.264 H.265 MJPEG;
- 8.4.信噪比: $\geq 50\text{dB}$;
- 8.5.焦距: 5~140mm, 可调;
- 8.6.光学变倍: ≥ 30 倍;
- 8.7.▲处理器: 算力 $\geq 2.0\text{Tops}$; Flash: $\geq 8\text{GB}$; DDR: $\geq 8\text{Gb}$;

- 8.8.电源：DC12V~24V；
- 8.9.存储接口：支持SD/TF卡存储，容量≥1T；
- 8.10.协议支持：TCP/IP、UDP、RTP、RTSP、RTMP、RTCP、HTTP、DNS、DDNS、DHCP、NTP、PPPOE、SMTP、UPNP；
- 8.11.客户端浏览：支持内嵌Web Server，支持≥8用户并发访问(MAX)；
- 8.12.码流规格：次码流支持多档分辨率可调；
- 8.13.图像调节：可调节图像对比度、亮度、饱和度、锐度和画面镜像、翻转、透雾、强光抑制、背光补偿、降噪等级、数字宽动态等；
- 8.14.通讯接口：至少配备RS485接口2路、RS232接口2路、UART串口1路、I2C接口2路、光电隔离双向GPIO 4路，提供接口板原理图及相关硬件培训；
- 8.15.▲检测功能：支持对导航通行区域内的障碍物进行实时检测、分类、定位和告警，检测目标包含但不限于行人、自行车、电动车、摩托车、汽车、货车、工程车辆、建筑特种作业车辆、猫狗等常见动物、钢管、路障、锥桶、施工材料、堆放物及其他影响通行安全的障碍物。系统应支持目标类别、目标位置、检测框、置信度、目标实际大小、目标距离、目标方位角等结果输出；在满足现场光照条件和安装要求的情况下，目标识别准确率不低于96%，关键障碍物检出率不低于96%，误报率不高于3%，单帧AI算法处理时间不高于120ms，检测帧率不低于8fps。对行人、车辆、电动车等动态目标应支持连续跟踪和运动趋势判断，可输出目标进入、停留、靠近、离开等状态信息。供货方须交付完整工程源文件，源文件应包含图像采集、图像预处理、模型调用、推理调度、目标后处理、置信度过滤、坐标换算、检测结果输出及通信对接等核心业务逻辑，不得仅以封闭黑盒形式交付；
- 8.16.▲支持固件远程更新；
- 8.17.▲支持目标物实际尺寸、空间距离、方位角、相机内参、相机外参、安装高度、安装角度、像素坐标与实际空间坐标映射关系的标定功能，支持通过标定板、已知尺寸目标物或现场基准点进行标定。系统应提供标定工具和标定源码，支持标定参数保存、加载、修改、校验、导入导出和恢复默认值。标定完成后，系统应能够输出目标相对相机的距离、横向偏移、纵向偏移、方位角及实际尺寸估算结果；在有效检测范围内，距离测量误差应不大于±5%或±10cm，两者取较大值，方位角测量误差应不大于±2°，目标尺寸估算误差应不大于±10%。供货方须交付完整工程源文件，源码应包含标定计算、坐标转换、距离估算、角度计算、参数保存与调用等核心逻辑；
- 8.18.远程操作：系统设置、码流管理、账户管理、网络管理；
- 8.19.供货商交付的工程源文件须包含但不限于图像采集接口、视频流获取接口、图像预处理接口、AI模型加载接口、AI模型推理接口、障碍物检测接口、目标分类识别接口、目标跟踪接口、运动趋势判断接口、目标距离测量接口、目标方位角计算接口、目标实际尺寸估算接口、空间坐标转换接口、相机内参标定接口、相机外参标定接口、标定参数保存接口、标定参数加载接口、检测结果输出接口、告警信息生成接口、告警信息上报接口、识别类别配置接口、置信度阈值配置接口、远程固件升级接口、码流参数配置接口、运行状态查询接口等调用接口（提供承诺函）；

9. 6轴机械臂

- 9.1.有效负载：≥3KG；

- 9.2.重复定位精度：±0.1mm；
- 9.3.工作半径：≥900mm；
- 9.4.供电电压：DC20-30V，额定DC24V；
- 9.5.功耗：功耗≤200W；
- 9.6.防护等级：IP54及以上（机械臂本体）；
- 9.7.控制器：集成；
- 9.8.通讯方式：网口/USB串口/RS485；
- 9.9.控制方式：拖拽示教、示教器、API、JSON；
- 9.10.关节运动范围：J1≥±178°，J2≥±178°，J3≥-178°~+145°，J4≥±178°，J5≥±178°，J6≥±360°；
- 9.11.关节最大速度：J1-J2≥150°/s，J3-J6≥180°/s；
- 9.12.六维力量程：≥200N/7Nm；
- 9.13.六维力精度：≤0.5%FS。

10.喷涂机器人升降机构

- 10.1.额定承载：≥50kg；
- 10.2.▲极限静载：≥80kg；
- 10.3.▲有效升降行程：≥1000mm；
- 10.4.安装基座长度（含电机）：≤1500mm；
- 10.5.可调运行速度：5-10mm/s；
- 10.6.重复定位精度：≤0.1mm；
- 10.7.驱动电机：DC24V；
- 10.8.制动形式：全点位刹车，断电自动锁止；
- 10.9.主体材质：阳极氧化铝合金 + Q235 结构钢板；
- 10.10.单次连续工作时长：≤30min；
- 10.11.升降端面平行度：≤0.5mm；
- 10.12.水平偏摆误差：≤0.5°；
- 10.13.工作环境温度：-10°C~+55°C；
- 10.14.防护方式：防尘，防溅水；
- 10.15.整体结构设计具备建筑喷涂装备套件中移动底盘、执行机构、机械臂、主控系统、人机交互系统、感知系统完整性组装要求；
- 10.16.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担；（提供承诺函）

11.机器人仿生四轮底盘

- 11.1.底盘架构：仿生四轮足结构，支持手动遥控；
- 11.2.重量≤100KG；
- 11.3.▲驱动方式：4轮独立驱动，独立转向；
- 11.4.行动方式全向；支持自旋；
- 11.5.时速≥12KM；

- 11.6.爬坡角度 ≥ 30 度；
- 11.7.▲负载 ≥ 200 KG；
- 11.8.电池 ≥ 48 V，35Ah(可拆卸，快速更换)；
- 11.9.轮毂直径约 ≥ 320 mm；
- 11.10.电机功率 ≥ 800 W*4；
- 11.11.▲适用场景：沙漠、山地、工地现场等；

12.建筑喷涂执行组件

- 12.1.喷枪类型：高压无气喷枪；
- 12.2.喷嘴可换，适用于喷枪；
- 12.3.涂料适用：水性漆，乳胶漆；
- 12.4.自重： ≤ 400 g；
- 12.5.雾化气压： ≥ 2 Mpa，可调；
- 12.6.喷幅宽度可调节；
- 12.7.喷幅角度可调节；
- 12.8.最大涂料喷出量： ≥ 100 L/min，可调；
- 12.9.喷嘴材质：硬质合金；
- 12.10.电压：宽频48V-72V输入；
- 12.11.工作压力：1-4Mpa，可调；
- 12.12.额定流量：15-25L/min；
- 12.13.管路规格：耐高压；
- 12.14.回流调节：具有油漆回流；
- 12.15.过滤器精度：50-100um之间；
- 12.16.控制部分：24V电磁阀控制通断；
- 12.17.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担。（提供承诺函）

四、建筑墙面抹灰装备套件

1.抹灰机器人主控系统组件

1.1.硬件参数

1.1.1.嵌入式控制器带外壳1套

1.1.1.1.CPU： ≥ 8 核64位，主频 ≥ 2.4 GHz，；

1.1.1.2.GPU： ≥ 4 核ARM架构，算力 ≥ 450 GFLOPS；

1.1.1.3.NPU： ≥ 6 TOPS；

1.1.1.4.内存： ≥ 8 GB LPDDR4x；

1.1.1.5.存储： ≥ 64 GB；

1.1.1.6.VPU硬解码：H.265/VP9达8K@60fps、H.264达8K@30fps、AV1达4K@60fps；

1.1.1.7.显示规格：≥4K@60Hz分辨率显示；

1.1.1.8.支持操作系统：Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0；

1.1.1.9.功能接口：HDMI、MIPI-DSI、Type-C、USB3.0、USB2.0、PCIe2、UART、SPI、ADC、GPIO、MIC、千兆以太网、TF卡；

1.1.2.工业控制器带外壳1套

1.1.2.1.处理器：≥8核，主频≥2.4GHz，缓存≥24MB，；

1.1.2.2.内存：≥16GB；

1.1.2.3.存储：≥512GB固态硬盘；

1.1.2.4.显示接口：配备HDMI、DisplayPort接口，≥4K高清显示；

1.1.2.5.接口：≥4个USB3.0接口；千兆以太网接口；RS-232*2、RS-485*2串口；

1.2.软件参数

1.2.1.工业控制器包含主雷达与补盲避障雷达相关软件功能，可在指定移动载体上演示，提供导航算法C++/python源码，；

1.2.2.算法交付：需提供带注释的完整有效示例源码充分展示甲方需求，支持后续根据不同场景需求进行二次开发，配套提供算法开发文档及调试指南；

1.2.3.嵌入式控制器内置视觉导航算法及抹灰质量检测算法，完成视觉数据处理与分析，提供C++/python工程源文件与技术支持；

1.2.4.▲抹灰质量检测算法：包含表面粗糙度识别算法（分级处理，准确率≥95%）、漏抹区域识别算法（漏抹区域15平方毫米识别准确率≥97%）；

1.2.5.▲视觉导航算法：对环境感知，辅助雷达导航；支持对高粉尘、高浓度雾霾天气图像自动完成图像恢复，恢复效果不低于无干扰状态的90%（主要以信息熵指标为主、以视觉效果为辅进行评判），可以精准识别行人、车辆、障碍物、门口、窗口、楼梯、电梯、墙体、脚手架等，识别准确率≥99.5%；

1.2.6.工业控制器集成超声波、补盲雷达避障功能软件；

1.2.7.工业控制器接收嵌入式控制器视觉导航检测结果，完成视觉与雷达导航算法融合；

1.2.8.配备与人机交互单元的通讯软件，提供C++/python工程源文件；

1.2.9.抹灰质量检测可实时反馈异常，联动机器人停机并给出提示，提供C++/python工程源文件；

1.2.10.▲导航算法交付要求：静态环境定位精度≤±5cm，动态避障响应时延≤400ms，需提供全套自主导航算法工程源文件，算法具备可编译、可调试、可二次开发特性；

2.抹灰机器人升降机构

2.1.额定承载：≥50kg；

2.2.有效升降行程：≥1100mm；

2.3.收缩高度：≤850 mm（含顶端和底端安装板）；

2.4.节数：≤3节；

2.5.额定运行速度：10mm/s；

2.6.重复定位精度：≤±0.5mm；

- 2.7.驱动电机：DC24V；
- 2.8.制动形式：运行锁紧 + 断电自锁防滑落；；
- 2.9.主体材质：6063铝合金，表面硬质阳极氧化；
- 2.10.单次连续工作时长：≤30min；
- 2.11.承载台面平面度：≤0.2mm；
- 2.12.▲收拢外形尺寸：≤850×200×200mm；
- 2.13.工作环境温度：-5℃~+50℃；
- 2.14.噪音：≤65dB；
- 2.15.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担；（**提供承诺函**）

3.抹灰机器人人机交互通讯组件

3.1.人机交互模块

- 3.1.1.处理器：≥4核64位，主频≥2.0GHz；
- 3.1.2.GPU：≥600 MHz；
- 3.1.3.NPU：≥1T算力；
- 3.1.4.内存：≥8GB，速率≥1600Mbps；
- 3.1.5.存储：≥256GB；
- 3.1.6.显示：≥10寸LCD电容屏，≥800×1280分辨率，LED背光≥300cd；
- 3.1.7.操作：电容触控，支持多点触控；
- 3.1.8.系统：支持操作系统：Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0；
- 3.1.9.接口：至少包含HDMI2.0×1、USB3.0×2、USB2.0×2；
- 3.1.10.电源：DC 9-24V宽压输入；
- 3.1.11.防护：≥IP54防护，-20℃~60℃工作；
- 3.1.12.支持工作现场抹灰参数调节、路径预览、作业状态实时监控、作业记录查询、现场启动抹灰任务等，提供完整有效工程源文件（**提供承诺函**）；
- 3.1.13.具备异常报警、数据查询导出及远程控制功能，提供完整有效工程源文件（**提供承诺函**）；
- 3.1.14.支持权限管理、一键校准及在线/本地系统升级；
- 3.1.15.支持二次开发，提供开发接口及配套技术文档；
- 3.1.16.可自定义抹灰参数模板、操作界面及功能模块，提供完整有效工程源文件（**提供承诺函**）；
- 3.1.17.支持第三方软件集成；
- 3.1.18.支持语音控制；
- 3.1.19.支持与云端中枢软件平台实时数据交互，提供完整有效工程源文件。

3.2.通讯组件

- 3.2.1.结构：带外壳，集成电路板，具备防震、防尘功能；
- 3.2.2.通讯方式：集成WiFi、蓝牙、LORA、4G、5G五种通讯模式；

3.2.3.外壳防护: \geq IP54;

3.2.4.通讯接口: 支持RS232*2、RS485*2;

3.2.5.网络: 支持千兆以太网 \geq 2;

3.2.6.兼容人机交互模块;

3.2.7.具备通讯状态监测

3.2.8.▲电源: DC 9-24V宽压供电, 具备过压、欠压、反接、浪涌及短路保护措施

4.稀疏型三维空间扫描仪

4.1.1.▲激光雷达线数与方案: 32线机械雷达;

4.1.2.▲测距性能: 探测距离 \geq 120m@30%反射率, 测距盲区 \leq 0.2m, 测距精度 \leq 2cm;

4.1.3.静止视场角: 水平视场角 \geq 360°, 垂直视场角 \geq 31°;

4.1.4.▲整机转动建模视角: 水平视场角 \geq 360°, 垂直视场角 \geq 270°;

4.1.5.垂直角分辨率: \leq 1°;

4.1.6.防护与环境适应性: 防护等级: IP67及以上, 工作温度: -40°C ~ +85°C;

4.1.7.等效线数与有效建模距离: 等效线数: \geq 32线, 有效建模距离 \geq 90m@2%反射率;

4.1.8.云台载重与转速: 一维重载电动云台, 云台水平最大转速 \geq 35°/S, 最大载重能力 \geq 5kg (可稳定承载雷达及安装附件);

4.1.9.▲云台旋转精度: 水平定位精度: \leq \pm 0.05°, 俯仰定位精度: \leq \pm 0.05°, 重复定位精度: \leq \pm 0.01°;

4.1.10.▲系统同步与通信: 雷达支持gPTP高精度时间同步;

4.1.11.处理器: CPU: \geq 8核, 64位, 主频 \geq 2.4GHz; GPU: \geq 4核; NPU: 算力 \geq 6T OPS, 支持INT4/INT8/INT16混合运算, 可实现基于TensorFlow/MXNet/PyTorch/Caffe等系列框架的网络模型转换;

4.1.12.▲运行内存: \geq 12GB;

4.1.13.存储: \geq 128GB;

4.1.14.通讯接口: 千兆以太网;

4.1.15.整体功耗: \leq 15W, 工作电压: 9V~16V DC;

4.1.16.通讯协议: TCP, I/O;

4.1.17.防护等级: IP65及以上;

4.1.18.工作温度: -40°~85°C;

4.1.19.重量: \leq 6Kg;

4.1.20.扫描性能: 支持多视角扫描与数据自动对齐;

4.1.21.数据输出能力: 支持输出三维空间坐标、反射强度、时间戳、回波信息等完整数据, 支持单/双回波模式切换, 可穿透雨雾、树叶等干扰;

4.1.22.云台控制功能: 支持预置点扫描、连续扫描、区域扫描等多种模式;

4.1.23.整机具备上位机远程控制, 可自定义扫描路径与转速;

4.1.24.▲上位机软件具备多机位、多设备三维模型自动拼接, 实时点云可视化 (多视角 / 多着色)、基础测量 (距离 / 角度 / 尺寸)、点云滤波与格式导出、云台联动扫描及雷达参数配置功能;

5.高精度惯导模块

5.1.核心性能

- 5.1.1.轴数：6轴（3轴加速度计+3轴陀螺仪）；
- 5.1.2.角度精度：横滚/俯仰角 $\leq 0.001^\circ$ （静态）；
- 5.1.3.分辨率：水平放置时 $\leq 0.006^\circ$ ；
- 5.1.4.测量范围：加速度 $\geq \pm 16g$ ；角速度 $\geq \pm 2000^\circ/s$ ；角度 $\geq \pm 90^\circ$ （横滚/俯仰）、 $\pm 180^\circ$ （航向）；

5.2.通信与输出

- 5.2.1.通信接口：CAN（波特率默认250Kbps，可设）
- 5.2.2.输出内容：片上时间戳、3轴加速度、3轴角速度、3轴欧拉角、四元数；
- 5.2.3.输出速率：0.1Hz~200Hz（可调）；

5.3.电气与环境

- 5.3.1.工作电压：5V~36V DC（宽压供电）；
- 5.3.2.工作电流： $\leq 40mA$ ；
- 5.3.3.工作温度： $-40^\circ C \sim +85^\circ C$ ；
- 5.3.4.存储温度： $-40^\circ C \sim +100^\circ C$ ；
- 5.3.5.防护等级：IP67及以上；

5.4.物理与结构

- 5.4.1.外壳材质：铝合金（抗震防摔）；
- 5.4.2.线缆： $\geq 1m$ ；

5.5.其他特性

- 5.5.1.具有内置温度补偿算法；
- 5.5.2.支持用户校准（零偏、灵敏度）；支持低功耗模式；

6.补盲雷达

- 6.1.激光波长：905nm，人眼安全级别需满足Class 1；
- 6.2.探测量程： $\leq 10\%$ 反射率、 $\geq 100klx$ 光照条件下，探测距离 $\geq 40m$ ；
- 6.3.盲区： $\leq 0.2m$ ；
- 6.4.视场角（FOV）：水平 360° ，竖直 $-5^\circ \sim 50^\circ$ ；
- 6.5.测距精度：随机误差 $\leq 2cm$ （@10m、 $25^\circ C$ 、80%反射率）； $\leq 4cm$ （@0.2m、 $25^\circ C$ 、80%反射率）；
- 6.6.角度精度：随机误差 $\leq 0.15^\circ$ ；
- 6.7.点云输出性能：点云输出速率 ≥ 200000 点/秒，点云帧率典型值 $\geq 10Hz$ ；
- 6.8.虚警率： $\geq 100klx$ 日光、 $25^\circ C$ 环境下，虚警率 $\leq 0.01\%$ ；
- 6.9.输出数据类型：同时支持点云数据、IMU数据、设备状态信息推送，数据可按需配置启停；
- 6.10.点云数据内容：包含目标反射率（0~255量化）、坐标信息、 $\geq 8bit$ 标记信息、64bit ns级时间戳；
- 6.11.坐标格式：支持直角坐标系(x, y, z)、球坐标系(r, θ , φ)，可自由配置切换；
- 6.12.时间同步：支持IEEE 1588-2008(PTP v2)、GPS两种数据同步方式。

7.超声波雷达模组

- 7.1.核心探测性能

- 7.1.1.探测盲区: $\leq 2\text{cm}$;
- 7.1.2.有效量程: 2~300cm, 支持 50/150/250/350cm 4级量程可设;
- 7.1.3.测量精度: $\leq 1+(S \times 0.3\%) \text{cm}$ (S为测量距离), 内置温度补偿;
- 7.1.4.探测角度: 支持 $30^\circ \sim 60^\circ$, ≥ 4 级可设;
- 7.1.5.响应时间: $\leq 15\text{ms}$;

7.2.电气性能

- 7.2.1.供电电压: DC3.3~12V, 宽电压适配;
- 7.2.2.功耗: 待机电流 $\leq 5\mu\text{A}$, 平均工作电流 $\leq 10\text{mA}$;
- 7.2.3.静电防护: 符合IEC61000-4-2标准, ESD $\pm 4\text{K}/\pm 8\text{KV}$;
- 7.2.4.防护等级: IP67及以上;

7.3.输出与通信

- 7.3.1.输出方式: 支持UART (自动/受控)、PWM、开关量、RS485、IIC多类型;
- 7.3.2.协议支持: Modbus-RTU (RS485)、I2C从机 (多设备并联), 参数可指令配置;
- 7.3.3.工作环境温度: $-25^\circ\text{C} \sim +65^\circ\text{C}$;

8.单线激光雷达模组

8.1.核心探测性能

- 8.1.1.测距原理: 脉冲ToF测距, $360^\circ 2\text{D}$ 全方位扫描;
- 8.1.2.测距范围: 80%反射率下 0.05~12m; 10%反射率下0.05~4m;
- 8.1.3.测距精度: $\pm 20\text{mm}$ ($0.05\text{m} < \text{距离} \leq 12\text{m}$);
- 8.1.4.测距频率: $\geq 4000\text{Hz}$;
- 8.1.5.扫描频率: 6~12Hz, 软件可调;
- 8.1.6.扫描角度: $0 \sim 360^\circ$;
- 8.1.7.角度分辨率: $\leq 0.6^\circ$;
- 8.1.8.俯仰角: $0 \sim 1.5^\circ$ 可调;
- 8.1.9.抗干扰: 可适应 $\geq 60000\text{Lux}$ 光照环境;
- 8.1.10.激光器波长: 895-915nm (红外波段);
- 8.1.11.激光安全: 符合Class I人眼安全标准;

8.2.电气性能

- 8.2.1.供电电压: DC4.8~5.2V;
- 8.2.2.工作电流: $\leq 500\text{mA}$;
- 8.2.3.通信方式: UART 串口, 支持数据收发、设备参数配置;

8.3.环境与物理特性

- 8.3.1.工作环境温度: $-10^\circ\text{C} \sim +45^\circ\text{C}$;
- 8.3.2.存储温度: $-20^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$;
- 8.3.3.电机控制: 软件调速;
- 8.3.4.数据输出: 实时输出 360° 扫描点云数据、设备信息及工作状态;
- 8.3.5.开发支持: 提供SDK开发包、ROS开发包、Windows图形调试客户端, 开放3D模型及配套开发/使用手册;

9.可见光视觉变焦混凝土表面品质检测装置

- 9.1.分辨率: $\geq 3840 \times 2160$;

- 9.2.最小照度 $\leq 0.01\text{Lux}@F1.6$;
- 9.3.信噪比: $\geq 50\text{db}$;
- 9.4.焦距: $5.0\text{mm}\sim 140\text{mm}$;
- 9.5.光学变倍: ≥ 30 倍;
- 9.6.▲处理器: 双核; 算力 $\geq 2.5\text{T ops}$; Flash: $\geq 8\text{GB}$; DDR: $\geq 8\text{Gb}$;
- 9.7.电源: $12\text{V}\sim 24\text{VDC}$ 输入;
- 9.8.存储接口: 支持SD/TF卡存储, 容量支持 $\geq 1\text{T}$;
- 9.9.协议支持: TCP/IP、UDP、RTP、RTSP、RTMP、RTCP、HTTP、DNS、DDNS、DHCP、NTP、PPPOE、SMTP、UPNP;
- 9.10.客户端浏览: 支持内嵌Web Server, 支持 ≥ 8 用户并发访问(MAX);
- 9.11.▲通讯接口: 至少配置RS485接口2路、RS232接口2路、UART串口1路、I2C 2路、光电隔离双向GPIO 4路, 提供原理图;
- 9.12.▲检测功能: 算法模型须具备跨焦距(焦距在 $5.0\text{mm}\sim 140\text{mm}$ 间动态切换)的尺度自适应特征提取能力。在室内亮度 100lx 、距离4米、镜头 $6\sim 8\text{mm}$ 条件下, 算法须实现对墙面微弱病害的高精度定位与分割: 包含微小裂缝(可提取宽度 $\leq 1\text{mm}$)、麻面(识别面积 $\leq 10\text{mm}^2$)、露筋(识别长度 $\leq 7\text{mm}$)、凹坑(识别面积 $\leq 5\text{mm}^2$)。针对上述核心缺陷的综合检出率须严格 $\geq 95\%$, 且误报率须控制在 $\leq 5\%$, 交付工程源文件(提供承诺函);
- 9.13.支持固件远程更新。

10.墙面抹灰视觉采集工业相机

- 10.1.传感器类型: 彩色;
- 10.2.有效像素: ≥ 500 万;
- 10.3.▲分辨率与帧率: $\geq 2448\times 2048@45\text{FPS}$, 帧曝光方式;
- 10.4.像元尺寸: $\geq 3.4\mu\text{m}\times 3.4\mu\text{m}$;
- 10.5.信噪比: $\geq 40\text{dB}$;
- 10.6.动态范围: $\geq 80\text{dB}$;
- 10.7.AD 宽度: $\geq 12\text{bit}$;
- 10.8.输出像素宽度: $\geq 12\text{bit}$;
- 10.9.增益倍数: ≥ 16 倍;
- 10.10.曝光时间范围: $0.015\text{ms}\sim 10000\text{ms}$, 可调;
- 10.11.视觉标准协议: 兼容 USB3Vision 1.0、GenICam;
- 10.12.数据接口: USB3.0;
- 10.13.镜头接口: C/CS双接口, 标配转接环;
- 10.14.供电方式: $\text{DC}5\sim 12\text{V}$ 供电;
- 10.15.功率: $\leq 3\text{W}$;
- 10.16.工作温度: $-10\sim 60^\circ\text{C}$;
- 10.17.其他功能: 支持任意尺寸的ROI自定义分辨率、对比度和伽马调节、饱和度调节、白平衡校正、黑电平校正、自定义死点坐标校正、ISP图像处理加速、3D降噪、自定义LUT表、帧率调节;

11.视觉导航AI一体探测器

- 11.1.分辨率：≥2592*1944；
- 11.2.最小照度：≤0.005Lux@F1.2；
- 11.3.压缩标准：H.264 H.265 MJPEG；
- 11.4.信噪比：≥50dB；
- 11.5.焦距：5~140mm，可调；
- 11.6.光学变倍：≥30倍；
- 11.7.处理器：算力≥2.0Tops；Flash：≥8GB；DDR：≥8Gb；
- 11.8.电源：DC12V~24V；
- 11.9.存储接口：支持SD/TF卡存储，容量≥1T；
- 11.10.协议支持：TCP/IP、UDP、RTP、RTSP、RTMP、RTCP、HTTP、DNS、DDNS、DHCP、NTP、PPPOE、SMTP、UPNP；
- 11.11.客户端浏览：支持内嵌Web Server，支持≥8用户并发访问(MAX)；
- 11.12.码流规格：次码流支持多档分辨率可调；
- 11.13.图像调节：可调节图像对比度、亮度、饱和度、锐度和画面镜像、翻转、透雾、强光抑制、背光补偿、降噪等级、数字宽动态等；
- 11.14.▲通讯接口：至少配备RS485接口2路、RS232接口2路、UART串口1路、I2C接口2路、光电隔离双向GPIO 8路，提供接口板原理图及相关硬件培训；
- 11.15.检测功能：包含但不限于检测行人、自行车、电动车、汽车、各种动物、建筑特种作业车辆、钢管等障碍物识别，识别准确率不低于96%，交付工程源文件（**提供承诺函**）；
- 11.16.支持固件远程更新；
- 11.17.支持目标物实际大小、空间距离及方位标定，提供标定工程源文件；
- 11.18.工作环境温度：-25~75℃；
- 11.19.远程操作：系统设置、码流管理、账户管理、网络管理。

12.机器人仿生四轮底盘

- 12.1.底盘架构：仿生四轮足结构，支持手动遥控；
- 12.2.重量≤100KG；
- 12.3.▲驱动方式：4轮独立驱动，独立转向；
- 12.4.行动方式全向；支持自旋；
- 12.5.时速≥12KM；
- 12.6.爬坡角度≥30度；
- 12.7.负载≥200KG；
- 12.8.电池≥48V，35Ah(可拆卸，快速更换)；
- 12.9.轮毂直径约≥330mm；
- 12.10.▲电机功率≥800W*4；
- 12.11.适合场景：沙漠、山地、建筑工地等。

13.抹灰机器人执行组件

- 13.1.工作幅宽：≥400mm；
- 13.2.有效长度：≥40mm；
- 13.3.抹灰厚度：适应10-25mm；
- 13.4.抹刀方式：上下方向各一个；

- 13.5.安装方式：两抹刀平行安装；
- 13.6.工作面平整度：≤0.3mm；
- 13.7.刃口直线度：≤0.05mm；
- 13.8.抹刀倾角：3°~8°，可调；
- 13.9.抹刀主体材料：304不锈钢；
- 13.10.表面处理：钢件采用磷化处理；
- 13.11.表面光洁度：抹灰粗抹为Ra 0.5~0.8mm；精抹或收光为Ra 0.1~0.3mm；
- 13.12.配合本次采购的负载12KG的机械臂（本套件序号14）协同使用；
- 13.13.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担（提供承诺函）。

14.大臂展工业机械臂

- 14.1.自由度：6轴机械臂；
- 14.2.设备自重：≤35KG；
- 14.3.负载能力：≥12KG；
- 14.4.工作半径：≥1300mm；
- 14.5.供电电压：24V；
- 14.6.结构类型：关节；
- 14.7.定位精度：≤0.03mm；
- 14.8.驱动方式：直流伺服电机；
- 14.9.关节最大速度：基座≥100°/s，肩部≥100°/s，肘部≥125°/s，手腕1≥150°/s，手腕2≥150°/s，手腕3≥150°/s；
- 14.10.电机控制模式：位置，速度，力矩模式；
- 14.11.安装方式：正装，倒装，侧装；
- 14.12.控制方式：示教器、RS485
- 14.13.安全：机械臂具备碰撞检测和各关节运动限位；
- 14.14.防护等级：IP67及以上；
- 14.15.工作温度：-10°C~50°C；
- 14.16.设备材质：铝合金、钢、塑料、橡胶。

五、动火辅助监测预警装备套件

1.建筑工地动火辅助监测机器人主控系统组件

- 1.1.硬件参数
 - 1.1.1.CPU：≥8核64位，主频≥2.4GHz；
 - 1.1.2.GPU：≥4核ARM架构，算力≥450 GFLOPS；
 - 1.1.3.NPU：≥6 TOPS；
 - 1.1.4.内存：≥8GB；
 - 1.1.5.存储：≥64GB

1.1.6.显示规格：支持≥4K@60Hz分辨率显示；

1.1.7.功能接口：HDMI、MIPI-DSI、Type-C、USB3.0、USB2.0、PCIe2、UART、SPI、ADC、GPIO、MIC、千兆以太网、TF卡；

1.1.8.嵌入式控制器外壳；

1.1.9.算法交付：需提供完整有效可展示的算法源代码，支持后续根据不同场景需求进行二次开发，配套提供算法开发文档及调试指南；

1.1.10.嵌入式控制器专注人员打电话识别、抽烟识别、着装识别（包含任意两款劳保服装、任意两款反光马甲、任意两款袖标）、安全帽检测、电焊作业识别（电弧焊和乙炔焊）、真实火灾火焰识别、阴燃识别（有烟和无烟），识别准确率≥98%，提供C++/python工程源文件与技术支持（提供承诺函）；

1.1.11.▲电焊作业、钢筋切割误报率≤1%，真实火灾报警准确率≥99%；

1.1.12.▲支持红外、可见光双光图像配准、融合，提供完整有效可演示的C++/python工程源文件；

1.1.13.支持与后台软件双向交互通讯，提供C++/python完整有效可展示工程源文件；

1.1.14.监测过程中可实时反馈异常，联动机器人后台并现场给出警示，提供C++/python完整有效可展示工程源文件。

1.2.智能动火辅助监测装备通讯组件

1.2.1.结构：带外壳，集成电路板，具备防震、防尘功能；

1.2.2.通讯方式：集成WiFi、蓝牙、LORA、4G、5G五种通讯模式；

1.2.3.通讯接口：配备不低于RS232*2、RS485*2、千兆以太网*2；

1.2.4.兼容人机交互模块；

1.2.5.具备通讯状态监测；

1.2.6.电源：支持DC 9~24V宽压供电，具备过压、欠压、反接、浪涌及短路保护措施；

1.2.7.支持通讯模式自动切换；

1.3.动火辅助监测机器人结构组件

1.3.1.主体材质：铝合金或不锈钢，公差范围：≤0.2mm；

1.3.2.▲壳体数据采集接口：至少具有1路HDMI、1路Type-C、1路USB3.0、1路USB2.0、2路UART、1路SPI、4路ADC、1路千兆以太网；

1.3.3.整机支持三脚架固定与车载固定两种方式；

1.3.4.产品形态：一体式；

1.3.5.整机高度≤380mm；

1.3.6.整机重量≤8kg；

1.3.7.云台性能：垂直范围：-90°~90°；水平范围：360°无限位连续旋转；垂直预置位速度：≥60°/s；水平预置位速度：≥100°/s，控制接口：以太网/RS485；支持双视觉或者视觉+补光；

1.3.8.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担；（提供

承诺函)

2.动火辅助监测机器人导航主控系统

2.1工业控制器带外壳1套

2.1.1处理器：≥8核，主频≥2.4GHz，缓存≥24MB；

2.1.2内存：≥16GB；

2.1.3存储：≥512GB固态硬盘；

2.1.4接口：配备不少于1*HDMI/DisplayPort接口，支持4K高清显示，4*USB3.0接口；1*千兆以太网接口，RS-232*2、RS-485*2串口；

2.2工业控制器软件要求

2.2.1工业控制器系统软件功能可以在动火监测装备套件移动底盘上演示；

2.2.2工业控制器集成多线激光雷达、超声波、补盲雷达等感知模块并融合这些感知数据；

2.2.3导航算法软件应部署于工业控制器平台，支持 Linux/Ubuntu 操作系统，支持接入单线激光雷达、多线激光雷达、超声波雷达、补盲雷达、视觉相机、IMU、里程计等传感器，实现移动机器人自主建图、定位、路径规划、动态避障、任务导航、状态反馈及异常告警等功能；

2.2.4软件应支持 SLAM 自主建图功能，可生成二维栅格地图，支持扩展三维点云地图；二维地图分辨率应优于10cm，支持地图保存、加载、更新、删除、切换、编辑、分区管理及多区域地图管理；建图过程中应支持实时显示机器人位置、运行轨迹、障碍物信息及地图边界；

2.2.5▲软件应支持全局路径规划和局部路径规划功能，可根据起点、终点、途经点、禁行区、限速区、电子围栏等信息自动生成导航路径；全局路径规划响应时间应不大于 2s，局部路径规划/避障更新频率应不低于 10Hz，支持路径平滑、路径重规划、窄通道通行、绕障通行；

2.2.6软件应支持导航任务管理功能，可配置巡检点、充电点、等待点、途经点、禁行区、限速区、电子围栏和巡检路线；支持单点导航、多点巡航、循环巡检、任务暂停、任务继续、任务取消、断点续航、低电量自动返航、自动回充等功能；

2.2.7▲软件应支持动态障碍物检测与避障功能，能够对人员、车辆、箱体、墙体、立柱、路障、低矮障碍物及机器人近距离盲区障碍物进行检测和避让；近距离补盲检测距离应覆盖 0.1m~2m 范围，障碍物风险响应时间应不大于 200ms，急停信号触发延时应不大于 100ms；

2.2.8▲软件应支持与机器人调度平台或中控系统对接，通信方式应支持 ROS/ROS2、HTTP WebSocket、TCP/UDP、MQTT等方式；应可实时上传机器人坐标、姿态、速度、电量、地图信息、路径信息、任务进度、导航状态、避障状态、传感器状态、急停状态、故障告警等数据

2.2.9二次开发接口要求：导航算法软件不得为完全封闭式程序，须提供可独立调用的导航软件开发包、头文件、接口文档及示例代码，功能接口应支持 C/C++、ROS/ROS2 等方式调用；导航源代码或软件开发包中应至少提供以下关键接口：初始化导航系统、加载地图、开始建图、保存地图、设置初始位姿、获取实时位姿、触发重定位、下发单点目标、下发多点巡航任务、启动导航任务、暂停导航任务、继续导航任务、取消导航任务、自动返航、自动回充、获取全局路径、触发路径重规划、设置禁

行区、设置限速区、设置电子围栏、获取障碍物信息、设置避障安全参数、软件急停、解除软件急停、获取任务状态、获取系统状态、获取传感器状态、获取故障信息、注册位姿回调、注册状态回调、注册障碍物回调、设置导航参数、查询导航参数、更新传感器外参、查询软件版本；接口文档须明确接口名称、功能说明、输入输出参数、返回值、错误码、调用流程、调用示例和示例工程源码，满足后期二次开发和平台集成需求（提供承诺函）；

3.多线激光雷达

- 3.1最大探测距离： ≥ 120 米@30%反射率；
- 3.2最小有效探测距离： ≤ 0.2 m；
- 3.3尺寸（H*D）： ≤ 86 mm* $\Phi 110$ mm；
- 3.4垂直角度分辨率： $\leq 1^\circ$ ；
- 3.5水平角度分辨率： $\leq 0.1^\circ$ ；
- 3.6测距方式：脉冲式；
- 3.7工作电压：12V~36V；
- 3.8温度范围： $-20^\circ\text{C} \sim 65^\circ\text{C}$ ；
- 3.9测距方式：脉冲式；
- 3.10测距精度： ± 2 cm；
- 3.11激光线数： ≥ 32 线；
- 3.12波长：905nm；
- 3.13保护等级：IP67；
- 3.14垂直可视范围： $\geq 31^\circ$ ；
- 3.15数据接口：以太网。

4.高精度惯导模块

4.1.核心性能

- 4.1.1.轴数：6轴（3轴加速度计+3轴陀螺仪）；
- 4.1.2.角度精度：横滚/俯仰角 $\leq 0.001^\circ$ （静态）；
- 4.1.3.分辨率：水平放置时 $\leq 0.006^\circ$ ；
- 4.1.4.测量范围：加速度 $\geq \pm 16$ g；角速度 $\geq \pm 2000^\circ/\text{s}$ ；角度 $\geq \pm 90^\circ$ （横滚/俯仰）、 $\pm 180^\circ$ （航向）；

4.2.通信与输出

- 4.2.1.通信接口：CAN（波特率默认250Kbps，可设）
- 4.2.2.输出内容：片上时间戳、3轴加速度、3轴角速度、3轴欧拉角、四元数；
- 4.2.3.输出速率：0.1Hz~200Hz（可调）；

4.3.电气与环境

- 4.3.1.工作电压：5V~36V DC（宽压供电）；
- 4.3.2.工作电流： ≤ 40 mA；
- 4.3.3.工作温度： $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ ；
- 4.3.4.存储温度： $-40^\circ\text{C} \sim +100^\circ\text{C}$ ；
- 4.3.5.防护等级：IP67及以上；

4.4.物理与结构

- 4.4.1.外壳材质：铝合金（抗震防摔）；

4.4.2. 线缆: $\geq 1\text{m}$;

4.5. 其他特性

4.5.1. 具有内置温度补偿算法;

4.5.2. 支持用户校准 (零偏、灵敏度); 支持低功耗模式;

5. 补盲雷达

5.1. 激光波长: 905nm, 人眼安全级别需满足Class 1;

5.2. 探测量程: $\leq 10\%$ 反射率、 $\geq 100\text{klx}$ 光照条件下, 探测距离 $\geq 40\text{m}$;

5.3. 盲区: $\leq 0.2\text{m}$;

5.4. 视场角 (FOV): 水平 360° , 垂直 $-5^\circ \sim 50^\circ$;

5.5. 测距精度: 随机误差 $\leq 2\text{cm}$ (@10m、 25°C 、80%反射率); $\leq 4\text{cm}$ (@0.2m、 25°C 、80%反射率);

5.6. 角度精度: 随机误差 $\leq 0.15^\circ$;

5.7. 点云输出性能: 点云输出速率 ≥ 200000 点/秒, 点云帧率典型值 $\geq 10\text{Hz}$;

5.8. 虚警率: $\geq 100\text{klx}$ 日光、 25°C 环境下, 虚警率 $\leq 0.01\%$;

5.9. 扫描特性: 支持非重复扫描模式, $\leq 0.5\text{s}$ 积分时间视场覆盖率 $\geq 70\%$;

5.10. 探测模式: 支持正常探测、敏感探测两种模式;

5.11. 抗干扰能力: 具备抗串扰功能;

5.12. 输出数据类型: 同时支持点云数据、IMU数据、设备状态信息推送, 数据可按需配置启停;

5.13. 点云数据内容: 包含目标反射率 (0~255量化)、坐标信息、 $\geq 8\text{bit}$ 标记信息、64 bit ns级时间戳;

5.14. 坐标格式: 支持直角坐标系(x, y, z)、球坐标系(r, θ , ϕ), 可自由配置切换;

5.15. 时间同步: 支持IEEE 1588-2008(PTP v2)、GPS两种数据同步方式。

6. 超声波雷达模组

6.1. 核心探测性能

6.1.1. 探测盲区: $\leq 2\text{cm}$;

6.1.2. 有效量程: 2~300cm, 支持 50/150/250/350cm 4级量程可设;

6.1.3. 测量精度: $\leq 1+(S \times 0.3\%) \text{cm}$ (S为测量距离), 内置温度补偿;

6.1.4. 探测角度: 支持 $30^\circ \sim 60^\circ$, ≥ 4 级可设;

6.1.5. 响应时间: $\leq 15\text{ms}$;

6.2. 电气性能

6.2.1. 供电电压: DC3.3~12V, 宽电压适配;

6.2.2. 功耗: 待机电流 $\leq 5\mu\text{A}$, 平均工作电流 $\leq 10\text{mA}$;

6.2.3. 静电防护: 符合IEC61000-4-2标准, ESD $\pm 4\text{K}/\pm 8\text{KV}$;

6.2.4. 防护等级: IP67及以上;

6.3. 输出与通信

6.3.1. 输出方式: 支持UART (自动/受控)、PWM、开关量、RS485、IIC多类型;

6.3.2. 协议支持: Modbus-RTU (RS485)、I2C从机 (多设备并联), 参数可指令配置;

6.3.3. 工作环境温度: $-25^\circ\text{C} \sim +65^\circ\text{C}$;

7.单线激光雷达模组

7.1.核心探测性能

- 7.1.1.测距原理：脉冲ToF测距，360°2D全方位扫描；
- 7.1.2.测距范围：80%反射率下 0.05~12m；10%反射率下0.05~4m；
- 7.1.3.测距精度： $\pm 20\text{mm}$ ($0.05\text{m} < \text{距离} \leq 12\text{m}$)；
- 7.1.4.测距频率： $\geq 4000\text{Hz}$ ；
- 7.1.5.扫描频率：6~12Hz，软件可调；
- 7.1.6.扫描角度：0~360°；
- 7.1.7.角度分辨率： $\leq 0.6^\circ$ ；
- 7.1.8.俯仰角：0~1.5°可调；
- 7.1.9.抗干扰：可适应 $\geq 60000\text{Lux}$ 光照环境；
- 7.1.10.激光器波长：895-915nm（红外波段）；
- 7.1.11.激光安全：符合Class I人眼安全标准；

7.2.电气性能

- 7.2.1.供电电压：DC4.8~5.2V；
- 7.2.2.工作电流： $\leq 500\text{mA}$ ；
- 7.2.3.通信方式：UART 串口，支持数据收发、设备参数配置；

7.3.环境与物理特性

- 7.3.1.工作环境温度： $-10^\circ\text{C} \sim +45^\circ\text{C}$ ；
- 7.3.2.存储温度： $-20^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$ ；
- 7.3.3.电机控制：软件调速；
- 7.3.4.数据输出：实时输出360°扫描点云数据、设备信息及工作状态；
- 7.3.5.开发支持：提供SDK开发包、ROS开发包、Windows图形调试客户端，开放3D模型及配套开发/使用手册；

8.卫星定位接收器

- 8.1.信号接收：支持 GPS、GLONASS、BDS（含北斗三）全系统全频点，配2对天线；
- 8.2.天线指标：右旋圆极化，最高增益 $\geq 4.5\text{dBi}$ ，天线轴比 $\leq 3\text{dB}$ ，水平面覆盖角度360°；
- 8.3.通道数： ≥ 1408 通道；
- 8.4.定位模式：支持单点定位、RTK 差分定位；
- 8.5.单点定位精度（RMS）：水平 $\leq 1.5\text{m}$ ，高程 $\leq 2.5\text{m}$ ；
- 8.6.RTK定位精度（RMS）：水平 $\leq 0.8\text{cm} + 1\text{ppm}$ ，高程 $\leq 1.5\text{cm} + 1\text{ppm}$ ；
- 8.7.定向精度（RMS）： $\leq 0.1^\circ/1\text{m}$ 基线；
- 8.8.时间同步精度：PPS精度（RMS） $\leq 20\text{ns}$ ；
- 8.9.速度精度（RMS）： $\leq 0.03\text{m/s}$ ；
- 8.10.冷启动时间： $\leq 30\text{s}$ ；
- 8.11.数据更新率： $\geq 20\text{Hz}$ ；
- 8.12.差分协议：支持 RTCM V3.X；
- 8.13.无线通信：支持4G LTE全网通，兼容三大运营商SIM卡；
- 8.14.网络协议：支持NTRIP（Client/Server 模式）；
- 8.15.串口配置： ≥ 3 路RS232串口，支持多串口通讯；

- 8.16.供电电压: DC9~32V, 支持电源防反接保护;
- 8.17.典型功耗: $\leq 2W$;
- 8.18.外形尺寸: $\leq 110 \times 70 \times 35mm$ (不含插件);
- 8.19.工作温度: $-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$;
- 8.20.防护性能: 抗冲击 $\geq 15g$ ($\geq 10ms$), 工作湿度95%非冷凝。

9.中红外成像模组

- 9.1.探测器类型: 非制冷红外焦平面探测器;
- 9.2.▲分辨率: $\geq 640 \times 512$;
- 9.3.探测器帧频: $\geq 30Hz$;
- 9.4.像元间距: $\geq 12\mu m$;
- 9.5.响应波段: $8 \sim 14\mu m$;
- 9.6.噪声等效温差 NETD : $\leq 40mK@25^{\circ}C$, F#1.0, 25Hz;
- 9.7.热时间常数: $\leq 12ms$;
- 9.8.非均匀性校正: 快门校正/无挡算法校正;
- 9.9.亮度/对比度调整: 多档可调;
- 9.10.极性/伪彩: 白热/黑热/支持多种伪彩;
- 9.11.镜头: 定焦, 4mm或6.8mm, 可选;
- 9.12.图像镜像: 上下/左右/对角线;
- 9.13.数字视频: DVP/ USB2.0/MIPI;
- 9.14.通信接口: UART*2/I2C*2/USB2.0;
- 9.15.供电输入: 5V; Usb 输出典型功耗@ $25^{\circ}C$: $\leq 1W$;
- 9.16.测温范围: $-20^{\circ}C \sim 150^{\circ}C$ (高画质), $100 \sim 650^{\circ}C$ (高量程);
- 9.17.测温精度: $\pm 2^{\circ}C$ 或 $\pm 2\%$ (典型值);

10.视觉导航AI一体探测器

- 10.1.分辨率: $\geq 2592 \times 1944$;
- 10.2.最小照度: $\leq 0.005Lux@F1.2$;
- 10.3.压缩标准: H.264 H.265 MJPEG;
- 10.4.信噪比: $\geq 50dB$;
- 10.5.焦距: $5 \sim 140mm$, 可调;
- 10.6.光学变倍: ≥ 30 倍;
- 10.7.处理器: 算力 $\geq 2.0Tops$; Flash: $\geq 8GB$; DDR: $\geq 8Gb$;
- 10.8.电源: DC12V~24V;
- 10.9.存储接口: 支持SD/TF卡存储, 容量 $\geq 1T$;
- 10.10.协议支持: TCP/IP、UDP、RTP、RTSP、RTMP、RTCP、HTTP、DNS、DDNS、DHCP、NTP、PPPOE、SMTP、UPNP;
- 10.11.客户端浏览: 支持内嵌Web Server, 支持 ≥ 8 用户并发访问(MAX);
- 10.12.码流规格: 次码流支持多档分辨率可调;
- 10.13.图像调节: 可调节图像对比度、亮度、饱和度、锐度和画面镜像、翻转、透雾、强光抑制、背光补偿、降噪等级、数字宽动态等;
- 10.14.通讯接口: 至少配备RS485接口2路、RS232接口2路、UART串口1路、I2C接口

- 2路、光电隔离双向GPIO 8路，提供接口板原理图及相关硬件培训；
- 10.15.检测功能：包含但不限于检测行人、自行车、电动车、汽车、各种动物、建筑特种作业车辆、钢管等障碍物识别，识别准确率不低于96%，交付工程源文件；
- 10.16.支持固件远程更新；
- 10.17.支持目标物实际大小、空间距离及方位标定，提供标定工程源文件；
- 10.18.工作环境温度：-25~75℃；
- 10.19.远程操作：系统设置、码流管理、账户管理、网络管理。

11动火监测装备六轮全向移动底盘

- 11.1.▲驱动方式：六轮全向，支持自旋；
- 11.2.轮毂直径：≥0.15米；
- 11.3.▲额定负载：≥180KG；
- 11.4.▲整车尺寸 长*宽*高≥760*700*830mm；
- 11.5.电池：≥48V，30AH；
- 11.6.支持CAN通讯协议；
- 11.7.支持无线遥控控制；
- 11.8.▲通过性：越障≥10cm，瞬时涉水深度≥10cm，爬坡≥30度；
- 11.9.转向精度：±1°；
- 11.10.防护等级：IP65及以上；
- 11.11.不含电池，车身重量≤50KG；
- 11.12.单轮功率：≥300W；
- 11.13.空置模式：闭环控制（码盘+霍尔反馈）；
- 11.14.电机通道：同时控制6通道直流无刷电机。

六、建筑墙面检测装备套件

1.多线激光雷达

- 1.1.最大探测距离：≥120米@30%反射率；
- 1.2.最小有效探测距离：≤0.2m；
- 1.3.尺寸（H*D）：≤86mm*Φ110mm；
- 1.4.垂直角度分辨率：≤1°；
- 1.5.水平角度分辨率：≤0.1°；
- 1.6.测距方式：脉冲式；
- 1.7.工作电压：12V~36V；
- 1.8.温度范围：-20℃ ~ 65℃；
- 1.9.测距方式：脉冲式；
- 1.10.测距精度：±2cm；
- 1.11.激光线数：≥32线；
- 1.12.波长：905nm；
- 1.13.保护等级：IP67；
- 1.14.垂直可视范围：≥31°；
- 1.15.数据接口：以太网。

2.墙面检测机器人主控系统

2.1.硬件参数

2.1.1.嵌入式控制器

2.1.1.1.CPU: ≥ 8 核64位, 主频 ≥ 2.4 GHz;

2.1.1.2.GPU: ≥ 4 核ARM架构, 算力 ≥ 450 GFLOPS;

2.1.1.3.NPU: ≥ 6 TOPS;

2.1.1.4.内存: ≥ 8 GB;

2.1.1.5.存储: ≥ 64 GB;

2.1.1.6.VPU硬解码: H.265/VP9达8K@60fps、H.264达8K@30fps、AV1达4K@60fps;

2.1.1.7.显示规格: 支持 ≥ 4 K@60Hz分辨率显示;

2.1.1.8.支持操作系统: Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0;

2.1.1.9.功能接口: HDMI、MIPI-DSI、Type-C、USB3.0、USB2.0、PCIe2、UART、SPI、ADC、GPIO、MIC、千兆以太网、TF卡;

2.1.1.10.嵌入式控制器外壳;

2.1.2.工业控制器参数

2.1.2.1.处理器: ≥ 8 核, 主频 ≥ 2.4 GHz, 缓存 ≥ 24 MB;

2.1.2.2.内存: ≥ 16 GB;

2.1.2.3.存储: ≥ 512 GB固态硬盘;

2.1.2.4.接口: 配备不少于1*HDMI/DisplayPort接口, 支持4K高清显示, 4*USB3.0接口; 1*千兆以太网接口, RS-232*2、RS-485*2串口;

2.2.软件参数

2.2.1.工业控制器包含主雷达与补盲避障雷达, 可以在指定移动载体上演示, 提供导航算法C++/python源码;

2.2.2.算法交付: 除操作系统、芯片厂商官方驱动、官方运行时库及通用第三方开源库外, 中标人不得将本项目核心业务逻辑整体封装为不可拆分、不可单独调用、不可参数配置的黑盒程序或闭源组件交付; 必须保证各核心业务功能模块边界清晰、可独立调用、参数可配置、结果可验证, 不得以单一综合接口、固定执行流程或封闭黑盒方式限制采购方后续二次开发、算法替换、流程重组和系统集成;

2.2.3.嵌入式控制器专注视觉导航功能和低光图像增强功能, 完成视觉数据处理与分析, 提供C++/python源码与技术支持;

2.2.4.▲视觉导航算法: 对环境感知, 辅助雷达导航; 支持低照度图像自动恢复功能, 在0.5Lux~5Lux低照度环境下, 能够对采集图像进行亮度增强、对比度增强、噪声抑制、色彩校正和细节恢复。验收时采用功能关闭与功能开启前后对比方式进行测试。测试图像分辨率不低于1920×1080, 测试场景不少于4类, 每类场景采集不少于15帧图像, 取平均值作为判定结果。对比测试时, 除低照度增强功能开启或关闭外, 相机曝光时间、增益、白平衡、镜头光圈等采集参数应保持一致。增强后图像应满足: Y通道平均亮度较增强前提升不低于80%, 且增强后Y通道平均亮度不低于55; 图像对比度较增强前提升不低于25%; 信息熵较增强前提升不低于10%; 边缘清晰度指标较增强前提升不低于25%; 欠曝像素比例较增强前降低不低于40%, 且增强后欠

曝像素比例不高于18%；过曝像素比例不高于6%；增强后图像NIQE平均值较增强前降低不少于15%。增强后图像不得出现大面积过曝、严重色偏、明显拖影、块状噪声、明显光晕、边缘振铃或目标轮廓丢失。在1920×1080分辨率下，低照度增强处理帧率在本套件硬件平台上不低于4fps；

2.2.5.▲支持对行人、车辆、障碍物、门口、窗口、楼梯、电梯、墙体、脚手架等目标或场景要素进行检测、分类和识别，并能够输出目标类别、目标位置框、置信度、目标方位信息及距离估计结果。验收时采用不少于500张现场或仿真测试图像/视频帧进行测试，测试样本应覆盖白天、弱光、遮挡、不同角度、不同距离等典型场景。目标检测性能以Precision、Recall、F1-score或mAP指标进行评价，其中行人、车辆目标检测Precision不低于98%，Recall不低于98%；障碍物目标检测Precision不低于90%，Recall不低于90%；门口、窗口、楼梯、电梯、墙体、脚手架等场景要素识别综合准确率不低于85%或mAP@0.5不低于85%。目标方位角预测误差不大于±5°；在0.5m~5m范围内，距离估计平均绝对误差不大于0.5m；

2.2.6.导航算法软件应部署于工业控制器平台，支持Linux/Ubuntu操作系统，支持接入单线激光雷达、多线激光雷达、超声波雷达、补盲雷达、视觉相机、IMU、里程计等传感器，实现移动机器人自主建图、定位、路径规划、动态避障、任务导航、状态反馈及异常告警等功能，软件应支持SLAM自主建图功能，可生成二维栅格地图，支持扩展三维点云地图；二维地图分辨率应优于10cm，支持地图保存、加载、更新、删除、切换、编辑、分区管理及多区域地图管理；建图过程中应支持实时显示机器人位置、运行轨迹、障碍物信息及地图边界；

2.2.7.软件应支持全局路径规划和局部路径规划功能，可根据起点、终点、途经点、禁行区、限速区、电子围栏等信息自动生成导航路径；全局路径规划响应时间应不大于2s，局部路径规划/避障更新频率应不低于10Hz，支持路径平滑、路径重规划、窄通道通行、绕障通行；

2.2.8.▲软件应支持动态障碍物检测与避障功能，能够对人员、车辆、箱体、墙体、立柱、路障、低矮障碍物及机器人近距离盲区障碍物进行检测和避让；近距离补盲检测距离应覆盖0.1m~2m范围，障碍物风险响应时间应不大于300ms，急停信号触发延时不大于100ms；

2.2.9.墙面质量检测可实时反馈异常，联动机器人停机并给出提示，同时配备与人机交互单元的通讯软件，实现指令、数据双向同步，提供C++/python完整有效可展示示例工程源文件（提供承诺函）；

2.2.10.墙面质量检测可实时反馈异常，联动机器人停机并给出提示，同时配备与人机交互单元的通讯软件，实现指令、数据双向同步，提供C++/python完整有效可展示示例工程源文件（提供承诺函）。

3.墙面检测机器人人机交互系统

3.1.人机交互模块

3.1.1.处理器：≥四核64位，主频≥2.0GHz；

3.1.2.GPU：≥600MHz；

3.1.3.NPU：≥1T算力；

3.1.4.内存：≥8GB，速率≥1600Mbps；

- 3.1.5.存储: $\leq 256\text{GB}$;
- 3.1.6.显示: 10.1寸LCD电容屏, 800×1280分辨率, LED背光300cd;
- 3.1.7.操作: 电容触控, 支持多点触控;
- 3.1.8.系统: Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0;
- 3.1.9.接口: HDMI2.0、USB3.0×2、USB2.0×2, 适配外接设备;
- 3.1.10.电源: DC 9-24V宽压输入;
- 3.1.11.防护: $\geq \text{IP54}$ 防护, $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 工作;
- 3.1.12.尺寸: $\geq 250\text{mm}\times 165\text{mm}\times 44\text{mm}$;
- 3.1.13.支持工作现场混凝土墙面参数调节、路径预览、作业状态实时监控、作业记录查询、现场启动抹灰任务等, 提供示例工程源文件;
- 3.1.14.具备异常报警、数据查询导出及远程控制功能, 提供示例工程源文件;
- 3.1.15.支持权限管理、一键校准及在线/本地系统升级;
- 3.1.16.支持二次开发, 提供开发接口及配套技术文档;
- 3.1.17.可自定义墙面检测参数模板、操作界面及功能模块, 提供示例工程源文件;
- 3.1.18.支持第三方软件集成;
- 3.1.19.支持语音控制。

3.2.通讯组件

- 3.2.1.结构: 带外壳, 集成电路板, 具备防震、防尘功能;
- 3.2.2.通讯方式: 集成WiFi、蓝牙、LORA、4G、5G五种通讯模式;
- 3.2.3.通讯接口: 支持RS232*2、RS485*2;
- 3.2.4.网络: 支持千兆以太网 ≥ 2 ;
- 3.2.5.兼容人机交互模块;
- 3.2.6.具备通讯状态监测;
- 3.2.7.电源: DC 9-24V宽压适配, 支持正负极反接保护;
- 3.2.8.支持通讯模式自动切换;

4.高精度惯导模块

4.1.核心性能

- 4.1.1.轴数: 6轴 (3轴加速度计+3轴陀螺仪);
- 4.1.2.角度精度: 横滚/俯仰角 $\leq 0.001^{\circ}$ (静态);
- 4.1.3.分辨率: 水平放置时 $\leq 0.006^{\circ}$;
- 4.1.4.测量范围: 加速度 $\geq \pm 16\text{g}$; 角速度 $\geq \pm 2000^{\circ}/\text{s}$; 角度 $\geq \pm 90^{\circ}$ (横滚/俯仰)、 $\pm 180^{\circ}$ (航向);

4.2.通信与输出

- 4.2.1.通信接口: CAN (波特率默认250Kbps, 可设)
- 4.2.2.输出内容: 片上时间戳、3轴加速度、3轴角速度、3轴欧拉角、四元数;
- 4.2.3.输出速率: 0.1Hz~200Hz (可调);

4.3.电气与环境

- 4.3.1.工作电压: 5V~36V DC (宽压供电);
- 4.3.2.工作电流: $\leq 40\text{mA}$;
- 4.3.3.工作温度: $-40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}$;
- 4.3.4.存储温度: $-40^{\circ}\text{C}\sim +100^{\circ}\text{C}$;

4.3.5.防护等级：IP67及以上；

4.4.物理与结构

4.4.1.外壳材质：铝合金（抗震防摔）；

4.4.2.线缆：≥1m；

4.5.其他特性

4.5.1.具有内置温度补偿算法；

4.5.2.支持用户校准（零偏、灵敏度）；支持低功耗模式；

5.补盲雷达

5.1.激光波长：905nm，人眼安全级别需满足Class 1；

5.2.探测量程：≤10% 反射率、≥100klx光照条件下，探测距离≥40m；

5.3.盲区：≤0.2m；

5.4.视场角（FOV）：水平360°，竖直-5°~50°；

5.5.测距精度：随机误差≤2cm（@10m、25°C、80%反射率）；≤4cm（@0.2m、25°C、80%反射率）；

5.6.角度精度：随机误差≤0.15°；

5.7.点云输出性能：点云输出速率≥200000点/秒，点云帧率典型值≥10Hz；

5.8.虚警率：≥100klx日光、25°C环境下，虚警率≤0.01%；

5.9.扫描特性：支持非重复扫描模式，≤0.5s积分时间视场覆盖率≥70%；

5.10.探测模式：支持正常探测、敏感探测两种模式；

5.11.抗干扰能力：具备抗串扰功能；

5.12.输出数据类型：同时支持点云数据、IMU数据、设备状态信息推送，数据可按需配置启停；

5.13.点云数据内容：包含目标反射率（0~255量化）、坐标信息、≥8bit标记信息、64bit ns级时间戳；

5.14.坐标格式：支持直角坐标系(x, y, z)、球坐标系(r, θ, φ)，可自由配置切换；

5.15.时间同步：支持IEEE 1588-2008(PTP v2)、GPS两种数据同步方式。

6.超声波雷达模组

6.1.核心探测性能

6.1.1.探测盲区：≤2cm；

6.1.2.有效量程：2~300cm，支持 50/150/250/350cm 4级量程可设；

6.1.3.测量精度：≤1+(S×0.3%)cm（S为测量距离），内置温度补偿；

6.1.4.探测角度：支持30°~60°，≥4级可设；

6.1.5.响应时间：≤15ms；

6.2.电气性能

6.2.1.供电电压：DC3.3~12V，宽电压适配；

6.2.2.功耗：待机电流≤5μA，平均工作电流≤10mA；

6.2.3.静电防护：符合IEC61000-4-2标准，ESD±4K/±8KV；

6.2.4.防护等级：IP67及以上；

6.3.输出与通信

6.3.1.输出方式：支持UART（自动/受控）、PWM、开关量、RS485、IIC多类型；

6.3.2.协议支持: Modbus-RTU (RS485)、I2C从机(多设备并联), 参数可指令配置;

6.3.3.工作环境温度: $-25^{\circ}\text{C}\sim+65^{\circ}\text{C}$;

7.单线激光雷达模组

7.1.核心探测性能

7.1.1.测距原理: 脉冲ToF测距, $360^{\circ}2\text{D}$ 全方位扫描;

7.1.2.测距范围: 80%反射率下 $0.05\sim 12\text{m}$; 10%反射率下 $0.05\sim 4\text{m}$;

7.1.3.测距精度: $\pm 20\text{mm}$ ($0.05\text{m}<\text{距离}\leq 12\text{m}$);

7.1.4.测距频率: $\geq 4000\text{Hz}$;

7.1.5.扫描频率: $6\sim 12\text{Hz}$, 软件可调;

7.1.6.扫描角度: $0\sim 360^{\circ}$;

7.1.7.角度分辨率: $\leq 0.6^{\circ}$;

7.1.8.俯仰角: $0\sim 1.5^{\circ}$ 可调;

7.1.9.抗干扰: 可适应 $\geq 60000\text{Lux}$ 光照环境;

7.1.10.激光器波长: $895\sim 915\text{nm}$ (红外波段);

7.1.11.激光安全: 符合Class I人眼安全标准;

7.2.电气性能

7.2.1.供电电压: $\text{DC}4.8\sim 5.2\text{V}$;

7.2.2.工作电流: $\leq 500\text{mA}$;

7.2.3.通信方式: UART 串口, 支持数据收发、设备参数配置;

7.3.环境与物理特性

7.3.1.工作环境温度: $-10^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$;

7.3.2.存储温度: $-20^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$;

7.3.3.电机控制: 软件调速;

7.3.4.数据输出: 实时输出 360° 扫描点云数据、设备信息及工作状态;

7.3.5.开发支持: 提供SDK开发包、ROS开发包、Windows图形调试客户端, 开放3D模型及配套开发/使用手册;

8.可见光视觉变焦混凝土表面品质检测装置

8.1.分辨率: $\geq 3840*2160$;

8.2.最小照度 $\leq 0.01\text{Lux}@F1.6$;

8.3.信噪比: $\geq 50\text{db}$;

8.4.焦距: $5.0\text{mm}\sim 140\text{mm}$;

8.5.光学变倍: ≥ 30 倍;

8.6.处理器: 双核; 算力 $\geq 2.5\text{T ops}$; Flash: $\geq 8\text{GB}$; DDR: $\geq 8\text{Gb}$;

8.7.电源: $12\text{V}\sim 24\text{VDC}$ 输入;

8.8.存储接口: 支持SD/TF卡存储, 容量支持 $\geq 1\text{T}$;

8.9.协议支持: TCP/IP、UDP、RTP、RTSP、RTMP、RTCP、HTTP、DNS、DDNS、DHCP、NTP、PPPOE、SMTP、UPNP;

8.10.客户端浏览: 支持内嵌Web Server, 支持 ≥ 8 用户并发访问(MAX);

8.11.通讯接口: 至少配置RS485接口2路、RS232接口2路、UART串口1路、I2C 2路、光电隔离双向GPIO 4路, 提供原理图;

8.12.▲检测功能：算法模型须具备跨焦段（焦距在 5.0mm~140mm 间动态切换）的尺度自适应特征提取能力。在室内亮度100lx、距离4米、镜头6~8mm条件下，算法须实现对墙面微弱病害的高精度定位与分割：包含微小裂缝（可提取宽度 $\leq 1\text{mm}$ ）、麻面（识别面积 $\leq 10\text{mm}^2$ ）、露筋（识别长度 $\leq 7\text{mm}$ ）、凹坑（识别面积 $\leq 5\text{mm}^2$ ）。针对上述核心缺陷的综合检出率须严格 $\geq 95\%$ ，且误报率须控制在 $\leq 5\%$ ，交付工程源文件（提供承诺函）；

8.13.支持固件远程更新；

9.中红外视觉建筑墙面空鼓检测探测器

9.1.探测器类型：12um非制冷氧化钒（VOx）焦平面阵列；

9.2.▲分辨率： $\geq 1280 \times 1024$ ；

9.3.帧频： $\geq 30\text{Hz}$ ；

9.4.测温功能：点/线/区域测温（ ≥ 100 个测温点）；

9.5.图像增强：自适应直方图均衡（AGC）、数字细节增强（DDE）、伪彩色（铁红/彩虹/灰度等12种调色板）；

9.6.热灵敏度： $\leq 50\text{mK}@25^\circ\text{C}$ ；

9.7.工作温度： $-10^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$ ；

9.8.镜头：24mm镜头；

9.9.▲采用CPU+GPU计算架构，NPU $\geq 2\text{T}$ 算力，处理器 ≥ 4 核； $\geq 8\text{G}$ EMMC、 $\geq 1\text{GB}$ DDR3；

9.10.宽供电电压范围：5~15V；

9.11.功耗： $\leq 3\text{W}$ ；

9.12.可支持开发语言版本：C/C++/C#/Python；

9.13.▲支持基于热成像视频流的红外动态目标智能检测与连续多目标跟踪（支持类别涵盖：行人、自行车、两轮电动车、机动车辆）。在设备满载运行下，须深度调用底层的CPU+NPU异构算力，确保综合推理追踪帧率严格 ≥ 12 帧/秒，且在常规红外对比度下目标综合识别准确率 $\geq 95\%$ ，交付工程源文件；

9.14.支持第三方软件：QT/OpenCV/Yolo；

9.15.接口：至少配备以太网*1，100M/1000M自适应；TF卡*1；RS485*1、报警信号*2；

9.16.报警方式：所有测温区的最高温、最低温、平均温度都可以独立配置报警输出，WEB端弹窗或I/O输出；

输出数据协议：RTSP、ONVIF、Modbus-TCP；

9.17.▲检测功能：算法须能精准提取并分析红外热图表面的微小温度梯度与热异常分布特征，实现对墙面隐藏“空鼓”缺陷的高精度智能分割与定位。在有效测温视场与典型检测环境温差下，算法须具备极微小空鼓病害（有效热异常面积 ≥ 30 个像素点）的捕捉能力，病害综合检出准确率须严格 $\geq 90\%$ ，交付工程源文件。

9.18.支持固件远程更新。

10.视觉导航AI一体探测器

10.1.分辨率： $\geq 2592 \times 1944$ ；

10.2.最小照度： $\leq 0.005\text{Lux}@F1.2$ ；

- 10.3.压缩标准: H.264 H.265 MJPEG;
- 10.4.信噪比: $\geq 50\text{dB}$;
- 10.5.焦距: 5~140mm, 可调;
- 10.6.光学变倍: ≥ 30 倍;
- 10.7.处理器: 算力 $\geq 2.0\text{Tops}$; Flash: $\geq 8\text{GB}$; DDR: $\geq 8\text{Gb}$;
- 10.8.电源: DC12V~24V;
- 10.9.存储接口: 支持SD/TF卡存储, 容量 $\geq 1\text{T}$;
- 10.10.协议支持: TCP/IP、UDP、RTP、RTSP、RTMP、RTCP、HTTP、DNS、DDNS、DHCP、NTP、PPPOE、SMTP、UPNP;
- 10.11.客户端浏览: 支持内嵌Web Server, 支持 ≥ 8 用户并发访问(MAX);
- 10.12.码流规格: 次码流支持多档分辨率可调;
- 10.13.图像调节: 可调节图像对比度、亮度、饱和度、锐度和画面镜像、翻转、透雾、强光抑制、背光补偿、降噪等级、数字宽动态等;
- 10.14.通讯接口: 至少配备RS485接口2路、RS232接口2路、UART串口1路、I2C接口2路、光电隔离双向GPIO 8路, 提供接口板原理图及相关硬件培训;
- 10.15.检测功能: 包含但不限于检测行人、自行车、电动车、汽车、各种动物、建筑特种作业车辆、钢管等障碍物识别, 识别准确率不低于96%, 交付工程源文件 (**提供承诺函**);
- 10.16.支持固件远程更新;
- 10.17.支持目标物实际大小、空间距离及方位标定, 提供标定工程源文件 (**提供承诺函**);
- 10.18.工作环境温度: $-25\sim 75^{\circ}\text{C}$;
- 10.19.远程操作: 系统设置、码流管理、账户管理、网络管理。

11.混凝土养护短波红外品质检测组件

- 11.1.像元尺寸: $\geq 5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$;
- 11.2.▲响应波长: 0.4-1.7 μm ;
- 11.3.通讯接口: USB3.0;
- 11.4.有效像素: ≥ 130 万;
- 11.5.▲分辨率@帧率: $\geq 1280\times 1024$ 最大@72FPS;
- 11.6.输出像素宽度: 8bit/12bit;
- 11.7.曝光方式: 帧曝光;
- 11.8.灵敏度: $\geq 350\text{mv}$;
- 11.9.GPIO: ≥ 1 路光耦隔离输入, ≥ 2 路光耦隔离输出;
- 11.10.增益 (倍数) : ≥ 30 ;
- 11.11.曝光时间范围 (ms) : 0.02-3000, 可调;
- 11.12.AD宽度: $\geq 12\text{bit}$;
- 11.13.帧缓存: $\geq 128\text{MB}$;
- 11.14.电源供电: 12~24VDC;
- 11.15.功率: $\leq 10\text{W}$;
- 11.16.镜头接口: C口、配16mm镜头;
- 11.17.操作系统: Windows系统, Linux和ARM Linux驱动、安卓平台驱动、MAC OS

系统;

11.18.其他功能: 支持任意尺寸的ROI自定义分辨率、自定义LUT表、帧率调节;

11.19.处理器: ≥ 4 核, RAM: ≥ 2 GB; ROM: ≥ 32 GB; NPU: ≥ 6 TOPS;

11.20.控制器接口: 至少配备以太网接口*2, RS485接口*2, RS232接口*2, USB3.0接口*1, USB2.0接口*1;

11.21.▲检测功能: 支持混凝土区域湿度检测及定位, 支持湿度等级标定。在短波红外相机核心波段(含 1450nm 附近水分吸收峰)及固定物距下, 当混凝土表面由于水分流失导致局部吸收光谱对比度(目标与背景灰度差值) ≥ 20 个灰度级、且异常区域在图像中有效特征占位面积 ≥ 20 个像素时, 算法对湿度区域的分割与定位准确率须严格 $\geq 95\%$, 系统对含水率的分级标定误差须控制在 $\leq 10\%$;

11.22.工业级触摸屏 ≥ 10 寸, 分辨率 $\geq 1024*800$;

11.23.本组件包含: 短波红外相机、镜头、检测模型、算法控制器及相关配件;

12.六轮全向移动底盘

12.1.▲驱动方式: 六轮全向, 支持自旋;

12.2.轮毂直径: ≥ 0.15 米;

12.3.▲额定负载: ≥ 180 KG;

12.4.整车尺寸 长*宽*高 $\geq 760*700*830$ mm;

12.5.电池: ≥ 48 V, 30AH;

12.6.每组轮毂独立悬挂;

12.7.支持CAN通讯协议;

12.8.支持无线遥控控制;

12.9.通过性: 越障 ≥ 10 cm, 瞬时涉水深度 ≥ 10 cm, 爬坡 ≥ 30 度;

12.10.转向精度: $\pm 1^\circ$;

12.11.防护等级: IP65及以上;

12.12.不含电池, 车身重量 ≤ 50 KG;

12.13.单轮功率: ≥ 300 W;

12.14.空置模式: 闭环控制(码盘+霍尔反馈);

12.15.电机通道: 同时控制6通道直流无刷电机;

13.墙面检测机器人空间尺寸及墙面平整度感知装备

13.1.主体材质: 铝合金或不锈钢;

13.2.硬件平台使用墙面检测机器人主控系统, 支持混凝土墙面缺陷检测;

13.3.▲壳体数据采集接口: 至少1路HDMI、1路Type-C、1路USB3.0、1路USB2.0、2路UART、1路SPI、4路ADC、1路千兆以太网;

13.4.整机支持三脚架固定或车载固定;

13.5.感知部分整机高度 ≤ 400 mm, 直径 ≤ 300 mm;

13.6.▲感知部分整机重量 ≤ 7 kg;

13.7.云台性能: 垂直范围: $90^\circ \sim -45^\circ$; 水平范围: 360° 旋转; 垂直运动速度: $\geq 60^\circ/s$; 水平运动速度: $\geq 100^\circ/s$; 预置点个数: ≥ 250 个预置位; 轨迹: ≥ 5 条, 每条可添加 ≥ 15 个预置点; 控制接口: 以太网/RS485; 双目结构设计, 采用双点云、双RGB图像采集;

- 13.8.RGB采集器部分：FOV(HXV) $\geq 120^{\circ} \times 90^{\circ}$ ，分辨率 $\geq 1600 \times 1200 @ 30\text{fps}$ ，曝光类型 全局曝光；
- 13.9.▲激光采集器部分：测距能力0.03m~70m，测量精度 $\pm 1\text{mm}$ ，测量频率 $\geq 5\text{Hz}$ ，通讯接口 USART TTL，供电电压 9~35VDC，
- 13.10.激光采集器自带姿态感知单元，倾角精度 ≤ 0.001 度；
- 13.11.▲视觉与激光融合测量功能：设备应支持视觉采集器、激光采集器、云台姿态感知单元同步工作，能够在云台转动或定点测量过程中实时采集图像、激光距离、姿态角和时间戳信息，并输出统一坐标系下的测量点三维坐标；测量数据刷新频率 $\geq 10\text{Hz}$ ，时间同步误差 $\leq 10\text{ms}$ ，10m 测量距离条件下单点空间坐标测量误差 $\leq 1\text{mm}$ 。供货方须提供完整工程源文件、标定源码、计算源码、接口说明文档；
- 13.12.工作温度：-10~65 $^{\circ}\text{C}$ ；
- 13.13.▲房间门窗自动识别与尺寸测量功能：设备应支持对室内房间门、窗、洞口等目标进行自动识别和轮廓提取，能够自动输出门窗位置、宽度、高度、离地高度等数据；在有效测量距离 1m~10m 范围内，门窗宽度和高度测量误差 $\leq 8\text{mm}$ ，目标识别准确率 $\geq 97\%$ 。供货方须提供完整工程源文件、标定源码、接口说明文档、测试方法等；
- 13.14.▲墙面尺寸与空间距离测量功能：设备应支持对墙面、柱面、梁边、阴阳角等室内结构特征进行测量，能够输出测量点坐标、线段长度、边界尺寸、墙面宽高、开口尺寸及任意选定测量点之间的空间距离；在垂直测量距离 8m 条件下，同一墙面上间距200mm 两个目标点的距离测量误差 $\leq 3\text{mm}$ ；
- 13.15.▲墙面平整度测量功能：设备应基于视觉与激光融合测量方式完成墙面平整度检测，支持墙面测量点自动采集、姿态补偿、坐标转换、参考平面生成和平整度偏差计算，能够输出测量点坐标、参考平面、最大偏差、平均偏差及检测结论；在有效测量距离范围内，墙面平整度测量误差 $\leq 3\text{mm}$ ；
- 13.16.房顶/顶棚平整度测量功能：设备应支持对房顶、梁底、吊顶基层等水平或倾斜表面进行平整度测量，能够自动输出顶部测量点坐标、参考面、局部高差、最大偏差、平均偏差及检测结果；在有效测量距离范围内，房顶或斜面平整度测量误差 $\leq 3\text{mm}$ 。

七、建筑空间测量定位装备套件

1.激光跟踪仪（核心产品）

1.1.系统功能

- 1.1.1.系统用于在现场对大型工件、工具和构件的尺寸和形位公差进行采集、各种机械或者建筑零件安装的精确定位和位置采集、三维曲线采集、长距离目标的检测。在制造过程中的轴系找正采集；高精度轴线、基座、机床、平台、关键孔的同面度、同轴度、平行度采集；大部件装配过程中的外形轮廓的扫描采集；
- 1.1.2.系统由计算机、跟踪采集站、采集目标镜组成，将水平和垂直两个方向的角度采集与距离采集结合在一起，构成一个球坐标采集系统；通过目标镜完成空间

几何元素测点信息的获取，并通过三维数据分析软件完成对空间几何元素尺寸、尺寸公差与形位公差、空间曲面与曲线的分析计算工作；

1.2.设备性能指标

1.2.1.主机参数：

1.2.1.1.测量范围(半径)：≥80m；

1.2.1.2.★测量精度：≤15μm+6μm/m；

1.2.1.3.★双激光：激光绝对测距和激光干涉测距；

1.2.1.4.绝对测距精度：≤10um（全程）；

1.2.1.5.干涉测距精度：≤0.5um/m；

1.2.1.6.主机水平角测量范围：±360°；

1.2.1.7.主机垂直角测量范围：≥±145°（以竖直放置时天顶角为零位）；

1.2.1.8.内置水平仪，可进行大地水平测量。精度：±2.0”；

1.2.1.9.支持直接与手持智能测头组合使用实现6 DoF隐藏区检测系统，手持智能测头与跟踪仪主机之间测距半径≥15m；

1.2.1.10.支持6D姿态传感器指标，测量半径≥30m；

1.2.1.11.数据输出速度：≥1000点/秒；

1.2.2.测量分析软件要求：

1.2.2.1.测量软件应能实现常用标准几何、形位公差的测量评定；可以实现图形化的操作。支持软件功能扩充，具有测量点、线、面、圆、圆柱、圆锥、椭圆的功能。具有标准形位公差分析的能力。能分析平面度、圆度、直线度、圆柱度、位置度、平行度、垂直度等；

1.2.2.2.▲测量软件具备三维空间测量与分析功能，具有ASCII导出功能，导出信息至少包含点名称、笛卡尔坐标系、圆柱坐标系、球坐标系、时间戳、点偏移、测量详细信息、分隔符、十进制精度设置等。测量软件具有2D几何特征、3D几何特征等快捷选项，可通过快捷选项在采集完测量点后直接生成平面、圆柱、球、圆锥等特征；

1.2.2.3.软件支持二次开发，支持测量计划编程，可同时设置多台激光跟踪仪并通过测量计划编程进行自动化测量。同时兼容国际通用SA、polyworks、SMT软件）；

1.2.2.4.测量软件具有CAD数模读入，在CAD数模输入CAD数据直读功能；

1.2.2.5.测量软件具有自动生成特征曲线图功能，可显示测量特征各点的曲线图，可自定义曲线基准点并导出特征曲线图；

1.2.2.6.具备多种对齐拟合方式，可调入CAD文件并进行名义值与实际值之间的实时比较；

1.2.2.7.能够定制测量报告形式，文本及图形报告输出、显示和分析偏差；

1.3.配置清单

1.3.1.跟踪头，兼具绝对测距和干涉测距，1台；

1.3.2.▲正版空间测量软件5套，可以单独和同时运行；

1.3.3.RJ-45 5m网线，1根；

1.3.4.数据集中器1套：具备DCU，含温度探头；

1.3.5.便携式碳纤维三脚架，1个，便携式碳纤维三脚架，支脚为碳纤维，可伸缩；

集成水平气泡；高度调节范围：65-110cm；

1.3.6.▲工作站，1套。CPU：≥10核20线程，主频≥3.0GHz，内存≥32GB，固态硬盘≥500GB；

1.3.7.靶球反射镜；提供反射球基座、插销靶座、平面靶座、边缘靶座、转站靶座；

1.3.8.▲无线遥控装置：2.4GHz，支持远程控制仪器系数；

2.高速器件系统性能验证混合信号数字示波器

2.1.▲模拟通道带宽：≥2GHz；

2.2.▲≥4个模拟通道，≥16个数字通道，≥1个EXT通道；

2.3.最高实时采样率：模拟通道达≥10 GSa/s，数字通道达≥1.25 GSa/s；

2.4.最高存储深度：模拟通道标配≥500Mpts，数字通道达≥62.5Mpts/CH；

2.5.波形捕获率≥600000个/秒；

2.6.支持眼图和抖动分析；

2.7.垂直灵敏度范围：1mV/div~10V/div（1MΩ，多档可选）；

2.8.时基范围：5ns/div~1 ks/div,多档可选；

2.9.水平模式：YT, XY, SCAN, ROLL；

2.10.≥45万帧的硬件实时波形不间断录制和回放功能；

2.11.自动测量：精确测量和普通测量两种模式，支持全内存硬件精确测量；

2.12.包含逻辑分析仪、双通道25MHz任意波形发生器等全部功能硬件内置；

2.13.提供数字电压表、≥6位频率计和累加器；

2.14.触发方式：边沿、脉宽、斜率、视频、码型、持续时间、超时、欠幅脉冲、超幅、延迟、建立保持、第N边沿、区域；

2.15.解码方式：RS232、I2C、SPI、CAN、FlexRay、LIN、I2S、MIL-STD-1553，支持≥4个解码通道；

2.16.≥40种波形参数自动测量；

2.17.提供通过失败测试，支持失败图形保存，超限可报警，可设置输出脉冲信号；

2.18.标配波形直方图分析；

2.19.搜索、导航按键和事件列表；

2.20.≥10英寸多点触控电容屏；

2.21.接口至少配置4个USB Host、1×USB Device、1×LAN(LXI)、1×HDMI、1×T RIG OUT、1×GPIB (USB-GPIB)；

2.22.支持USB和网络打印机；

3.多功能电子测试仪

3.1.配置安卓操作系统，支持二次开发；

3.2.▲≥100M带宽，≥2通道输入；AD≥12位示波器；

3.3.≥10英寸多点触控电容屏；

3.4.存储深度≥10M点；

3.5.支持≤0.5mV信号测量；

3.6.触发方式：边沿、视频、脉宽、斜率、欠幅、窗口、Timeout、第N边沿，支持逻辑触发，总线触发；

3.7.本机闪存≥128M，存储波形≥100组；

3.8.频率输出≤50M，采样率≥300MS/s，支持输出正弦波、方波、脉冲波、锯齿波、白

噪声波形;

3.9.内置万用表,支持电压,电流,电阻,电容,二极管,通断,真有效值等测试;

3.10.内置双通道10mV/10mA直流稳压电源,电压 $\leq 15V$,电流 $\leq 3A$;

3.11. ≥ 6 位频率计,频率精度 $\geq 0.01Hz$ 。

八、智慧工地巡检装备套件

1.卫星定位接收器

1.1.信号接收:支持GPS、GLONASS、BDS(含北斗三)全系统全频点,配对天线;

1.2.天线指标:右旋圆极化,最高增益 $\geq 4.5dBi$,天线轴比 $\leq 3dB$,水平面覆盖角度 360° ;

1.3.通道数: ≥ 1408 通道;

1.4.定位模式:支持单点定位、RTK差分定位;

1.5.单点定位精度(RMS):水平 $\leq 1.5m$,高程 $\leq 2.5m$;

1.6.RTK定位精度(RMS):水平 $\leq 0.8cm+1ppm$,高程 $\leq 1.5cm+1ppm$;

1.7.定向精度(RMS): $\leq 0.1^\circ/1m$ 基线;

1.8.时间同步精度:PPS精度(RMS) $\leq 20ns$;

1.9.速度精度(RMS): $\leq 0.03m/s$;

1.10.冷启动时间: $\leq 30s$;

1.11.数据更新率: $\geq 20Hz$;

1.12.差分协议:支持RTCM V3.X;

1.13.无线通信:支持4G LTE全网通,兼容三大运营商SIM卡;

1.14.网络协议:支持NTRIP(Client/Server模式);

1.15.串口配置: ≥ 3 路RS232串口,支持多串口通讯;

1.16.供电电压:DC9~32V,支持电源防反接保护;

1.17.典型功耗: $\leq 2W$;

1.18.外形尺寸: $\leq 110 \times 70 \times 35mm$ (不含插件);

1.19.工作温度: $-40^\circ C \sim +85^\circ C$;

1.20.防护性能:抗冲击 $\geq 15g$ ($\geq 10ms$),工作湿度95%非冷凝。

2.中红外视觉建筑墙面空鼓检测探测器

2.1.探测器类型:12um非制冷氧化钒(VOx)焦平面阵列;

2.2.分辨率: $\geq 1280 \times 1024$;

2.3.帧频: $\geq 30Hz$;

2.4.测温功能:点/线/区域测温(≥ 100 个测温点);

2.5.图像增强:自适应直方图均衡(AGC)、数字细节增强(DDE)、伪彩色(铁红/彩虹/灰度等12种调色板);

2.6.热灵敏度: $\leq 50mK@25^\circ C$;

2.7.工作温度: $-10^\circ C \sim +60^\circ C$;

2.8.镜头:24mm镜头;

2.9.采用CPU+GPU计算架构,NPU $\geq 2T$ 算力,处理器 ≥ 4 核; $\geq 8G$ EMMC、 $\geq 1GB$ D

DR3;

2.10.宽供电电压范围：5~15V;

2.11.功耗：≤3W;

2.12.可支持开发语言版本：C/C++/C#/Python;

2.13.支持基于热成像视频流的红外动态目标智能检测与连续多目标跟踪（支持类别涵盖：行人、自行车、两轮电动车、机动车辆）。在设备满载运行下，须深度调用底层的CPU+NPU 异构算力，确保综合推理追踪帧率严格 ≥12 帧/秒，且在常规红外对比度下目标综合识别准确率 ≥95%，交付工程源文件（**提供承诺函**）；

2.14.支持第三方软件：QT/OpenCV/Yolo;

2.15.接口：至少配备以太网*1，100M/1000M自适应；TF卡*1；RS485*1、报警信号*2；

2.16.报警方式：所有测温区的最高温、最低温、平均温度都可以独立配置报警输出，WEB端弹窗或I/O输出；

输出数据协议：RTSP、ONVIF、Modbus-TCP；

2.17.检测功能：算法须能精准提取并分析红外热图表面的微小温度梯度与热异常分布特征，实现对墙面隐藏“空鼓”缺陷的高精度智能分割与定位。在有效测温视场与典型检测环境温度温差下，算法须具备极微小空鼓病害（有效热异常面积 ≥ 30个像素点）的捕捉能力，病害综合检出准确率须严格 ≥90%，交付工程源码（**提供承诺函**）。

2.18.支持固件远程更新。

3.中红外成像模组

3.1.探测器类型：非制冷红外焦平面探测器；

3.2.分辨率：≥640×512；

3.3.探测器帧频：≥30Hz；

3.4.像元间距：≥12μm；

3.5.响应波段：8~14μm；

3.6.噪声等效温差 NETD：≤40mK@25°C，F#1.0，25Hz；

3.7.热时间常数：≤12ms；

3.8.非均匀性校正：快门校正/无挡算法校正；

3.9.亮度/对比度调整：多档可调；

3.10.极性/伪彩：白热/黑热/支持多种伪彩；

3.11.镜头：定焦，4mm或6.8mm，可选；

3.12.图像镜像：上下/左右/对角线；

3.13.数字视频：DVP/USB2.0/MIPI；

3.14.▲通信接口：UART*2/I2C*2/USB2.0；

3.15.供电输入：5V；Usb 输出典型功耗@25°C：≤1W；

3.16.测温范围：-20°C~150°C（高画质），100~650°C（高量程）；

3.17.测温精度：±2°C或±2%（典型值）；

4.混凝土养护短波红外品质检测组件

4.1.像元尺寸：≥5um×5um；

4.2.▲响应波长：0.4-1.7um；

4.3.▲通讯接口：USB3.0；

- 4.4.有效像素：≥130万；
- 4.5.分辨率@帧率：≥1280x1024最大@72FPS；
- 4.6.输出像素宽度：8bit/12bit；
- 4.7.曝光方式：帧曝光；
- 4.8.灵敏度：≥350mv；
- 4.9.GPIO：≥1路光耦隔离输入，≥2路光耦隔离输出；
- 4.10.增益（倍数）：≥30；
- 4.11.曝光时间范围（ms）：0.02-3000，可调；
- 4.12.AD宽度：≥12bit；
- 4.13.帧缓存：≥128MB；
- 4.14.电源供电：12~24VDC；
- 4.15.功率：≤10W；
- 4.16.镜头接口：C口、配16mm镜头；
- 4.17.操作系统：Windows系统，Linux和ARM Linux驱动、安卓平台驱动、MAC OS系统；
- 4.18.其他功能：支持任意尺寸的ROI自定义分辨率、自定义LUT表、帧率调节；
- 4.19.处理器：≥4核，RAM：≥2GB；ROM：≥32GB；NPU：≥6TOPS；
- 4.20.控制器接口：至少配备以太网接口*2，RS485接口*2，RS232接口*2，USB3.0接口*1，USB2.0接口*1；
- 4.21.▲检测功能：支持混凝土区域湿度检测及定位，支持湿度等级标定。在短波红外相机核心波段（含1450nm附近水分吸收峰）及固定物距下，当混凝土表面由于水分流失导致局部吸收光谱对比度（目标与背景灰度差值）≥20个灰度级、且异常区域在图像中有效特征占位面积≥20个像素时，算法对湿度区域的分割与定位准确率须严格≥95%，系统对含水率的分级标定误差须控制在≤10%；
- 4.22工业级触摸屏≥10寸，分辨率≥1024*800；
- 4.23.本组件包含：短波红外相机、镜头、检测模型、算法控制器及相关配件；

5.环境气体检测仪

5.1.测量组份

- 5.1.1.氧气O₂：测量范围0.1~30.00Vol-%，分辨率≤0.01%，精度±0.2Vol-%绝对值；
- 5.1.2.二氧化碳（红外）CO₂NDIR：测量范围0~40.00Vol-%，分辨率≤0.01%，精度±0.3%或2%测量值（取最小）；
- 5.1.3.▲碳氢（红外）HC NDIR：测量范围100~40000ppm，分辨率10ppm，精度±200ppm或2%读数（取最小）；
- 5.1.4.一氧化碳CO：测量范围0~10000/20000ppm，分辨率≤1ppm，精度±5ppm或2%读数(0~4000ppm)/5%读数（至10000ppm）；
- 5.1.5.一氧化碳（低浓度）CO：测量范围0~500ppm，分辨率≤0.1ppm，精度±2ppm或2%读数；±0.02%或2%读数(0-4.00%)；
- 5.1.6.一氧化碳（高浓度）CO：测量范围0~40000/100000ppm，分辨率≤1ppm（≤9999ppm）；≤10ppm（≥10000ppm），精度或5%读数（至10.00%）；

5.1.7.▲一氧化氮NO: 测量范围0~1000/5000ppm, 分辨率≤1ppm, 精度±5 ppm或2%读数(0~1000ppm)/5%读数(至5000ppm);

5.1.8.▲一氧化氮(低浓度) NO low: 测量范围0~300ppm, 分辨率≤0.1ppm, 精度±2ppm或2%读数;

5.1.9.二氧化氮NO₂: 测量范围0~200/1000ppm, 分辨率≤1ppm, 精度±5 ppm或2%读数(0~200ppm)/5%读数(至1000ppm);

5.1.10.▲二氧化氮(低浓度) NO₂low: 测量范围0~100ppm, 分辨率≤0.1 ppm, 精度±2ppm或2%读数;

5.1.11.二氧化硫SO₂: 测量范围0~2000/5000 ppm, 分辨率≤1ppm, 精度±5 ppm或2%读数(0~2000ppm)/5%读数(至5000ppm);

5.1.12.二氧化硫(低浓度) SO₂: 测量范围0~300ppm, 分辨率≤0.1ppm, 精度±2ppm或2%读数;

5.1.13.硫化氢H₂S: 测量范围0~500/2000ppm, 分辨率≤1ppm, 精度±5ppm或2%读数(0~500ppm)/5%读数(至5000ppm);

5.1.14.▲硫化氢(低浓度) H₂S: 测量范围0~100ppm, 分辨率≤1ppm, 精度±2 ppm或2%读数;

5.1.15.甲烷(红外)(CH₄): 测量范围100~40000ppm, 分辨率≤10ppm, 精度±200ppm或2%读数;

5.1.16.烟气温度T.Gas: 测量范围0~1200°C, 分辨率≤0.1°C, 精度±2°C~<200°C或1%读数(0~200°C);

5.1.17.助燃空气温度T.Air: 测量范围0~10°C, 分辨率≤0.1°C, 精度±1°C;

5.1.18.温度、温差T1/T2: 测量范围-40°C~1200°C, 分辨率≤0.1°C, 精度±2°C或1%读数; 热电偶;

5.1.19.抽力/差压: 测量范围-300~+300hPa, 分辨率≤0.01hPa, 精度±0.02 hPa;

5.2.计算值

▲5.2.1.具有燃烧计算功能、排放计算功能;

5.3.一般参数

5.3.1.操作温湿度: +5~+45°C, ≥95%RH;

5.3.2.储存温度: -20~+50°C;

5.3.3.数据存储: 动态, ≥16000组测量数据;

5.3.4.接口: mini-USB、SD、红外、蓝牙;

5.3.5.CO传感器清洗: 使用第二个泵;

5.3.6.电源: 锂离子电池(充满电可运行≥15小时);

5.3.7.充电电源: 电网电源100-240Vac/50~60Hz;

6.智慧建造中枢软件平台

6.1.▲支持抹灰、仿古砖检测切割、古建彩绘、喷涂、地坪、清洁、打磨、墙面检测、放线、动火监测、工地巡检等全品类建造机器人统一接入, 设备唯一标识, 全生命周期台账管理;

6.2.设备信息支持新增、修改、停用、报废, 可按类型、项目、区域分类, 支持批量导入

导出与批量操作；

- 6.3.提供用户角色与权限分级管理，支持多角色配置，按岗位控制访问与操作范围；
- 6.4.支持项目、区域、工序、型号、厂商等基础数据统一维护，支持自定义配置与批量导入；
- 6.5.实现机器人状态全域感知，实时采集定位、电量、运行参数、进度、环境数据，更新在线/离线/运行/待机/故障状态；
- 6.6.对配备车载摄像头的机器人提供视频监控，支持实时预览、录像回放、智能识别与异常自动告警；
- 6.7.对搭载云台的机器人支持远程云台控制，可转动、变焦、设置预置位；
- 6.8.对具备自主移动能力的机器人提供地图管理，支持 2D/3D 地图导入编辑、区域标注、位置可视化与路径规划；
- 6.9.支持任务创建、下发与监控，实时展示进度、质量、预计完工时间，任务完成自动归档；
- 6.10.机器人故障自动告警与分级推送，提供故障知识库与处理流程，支持线上接单、记录登记与闭环管理；
- 6.11.支持离线任务下发与本地缓存，网络恢复后自动同步数据；
- 6.12.多维度统计设备使用率、效率、完成率、故障率、能耗等指标，支持数据汇总与分析；
- 6.13.提供可视化仪表盘，展示整体运行、施工进度、告警信息与关键指标，支持大屏展示；
- 6.14.支持设备维保计划、提醒、记录上传与报告生成，可结合运行数据预测维保周期；
- 6.15.提供操作日志审计、数据导出（Excel）、平台运行监控。
- 6.16.平台应支持多协议通信采集接入能力，兼容MQTT、HTTP/HTTPS、WebSocket、TCP/IP、Modbus、OPC UA、GB/T 28181、RTSP/RTMP等常用物联网、工业控制和视频接入协议，并具备协议扩展适配能力；
- 6.17.平台应提供统一设备接入网关，支持不同品牌、不同型号、不同通信协议设备的标准化接入、数据解析、协议转换、消息队列缓存和断点续传，确保异构设备统一纳管；
- 6.18.平台应建立统一数据中台能力，支持机器人设备数据、施工过程数据、环境监测数据、质量检测数据、视频图像数据、运维数据等多源数据汇聚、治理、建模、标签化和资产化管理；
- 6.19.平台应支持开放接口能力，提供标准API或数据服务接口，支持与BIM平台、项目管理系统、质量安全管理系统、劳务实名制系统、视频监控平台、企业数据中台等第三方系统集成；
- 6.20.平台应支持BIM/GIS融合应用，可将机器人位置、施工任务、工序进度、质量检测结果、风险隐患、设备状态等信息与BIM模型或现场地图关联展示，实现空间化管理；
- 6.21.▲平台需实现知识库建设，能够沉淀设备说明书、维保手册、故障案例、施工工艺、质量标准、安全规范、项目制度等资料，支持全文检索、分类管理、版本管理和权限控制；
- 6.22.▲平台需实现知识图谱能力，能够构建设备、部件、故障、原因、处理措施、施工

工序、质量问题、安全风险之间的关联关系，辅助故障定位、风险研判和智能推荐；

7.四足机器狗

- 7.1.▲站立尺寸：≥820mm×430mm×550mm，
- 7.2.▲有效负载能力≥25kg；
- 7.3.电池容量：电池≥900Wh，充电时长约2h；
- 7.4.工作温度-20℃~55℃；
- 7.5.运动速度0~3.5m/s，可调；
- 7.6.楼梯行走能力（最大连续楼梯高度）：≥30cm；
- 7.7.▲最大攀爬高度（最大单级台阶高度）：≥100cm；
- 7.8.最大斜坡坡度：≥45°；
- 7.9.控制和算力：≥8核CPU；
- 7.10.外置接口：RS485x2；CANx2；千兆以太网x2；USB3.0-TypeCx2；USB3.0-TypeCx2；电源输出能力：12V；24V；BAT；
- 7.11.感知传感器：16线激光雷达×2；200W广角相机×1；
- 7.12.关节运动空间：机身：-55~55°；大腿：-130°~180°/-89°~225°；小腿：-158°~-30°；
- 7.13.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；
- 7.14.配WiFi、蓝牙、扬声器、麦克风、照明灯；
- 7.15.支持二次开发，提供机器人模型和仿真接口，支持Issac sim等仿真环境；
- 7.16.支持智能OTA升级；
- 7.17.▲具备功能：避障，点云环视，照明灯，高清图传，自主充电；
- 7.18.配备无线矢量定位伴随模组；
- 7.19.配备GPS模块；
- 7.20.配备4G模块；
- 7.21.配备智能算法；
- 7.22.具备功能：建筑工地场景SLAM定位建图，自主导航，稳定避障，点云环视，照明灯，高清图传，自主充电；
- 7.23.防护等级：IP56及以上；

8.四轮足机器狗

- 8.1.▲有效负载能力≥25kg；
- 8.2.电池容量：电池≥18000mAh（907.2Wh），充电时长约2h；
- 8.3.工作温度 -20℃~55℃；
- 8.4.楼梯行走能力（最大连续楼梯高度）≥28cm；
- 8.5.▲最大攀爬高度（最大单级台阶高度）≥90cm；
- 8.6.最大斜坡坡度：≥45°；
- 8.7.控制和算力：8核CPU；外置接口：RS485x2；CANx2；千兆以太网x2；USB3.0-TypeCx2；USB3.0-TypeC)x2；
- 8.8.感知传感器：16线激光雷达×2；200W广角相机×1；
- 8.9.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；
- 8.10.标配：WiFi、蓝牙；扬声器；麦克风；照明灯；
- 8.11.电源输出能力：12V；24V；BAT；

- 8.12.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Issac sim等仿真环境；
- 8.13.支持智能OTA升级；
- 8.14.具备功能：稳定避障，点云环视，照明灯，高清图传，自主充电；
- 8.15.配备无线矢量定位伴随模组；
- 8.16.配备GPS模块；
- 8.17.配备4G模块；
- 8.18.配备智能算法；
- 8.19.▲具备功能：建筑工地场景SLAM定位建图，自主导航，稳定避障，点云环视，照明灯，高清图传，自主充电；
- 8.20.防护等级：IP56及以上；

9.智慧工地巡检机器人感知装备

9.1.结构硬件参数

- 9.1.1.防护等级：整机IP54防护；
- 9.1.2.结构材质：外壳采用轻质合金材质；
- 9.1.3.姿态适配：具有双重减震结构。

9.2.电气接口参数

- 9.2.1.供电方式：12V~24VDC直流供电，防反接功能；
- 9.2.2.通讯接口：兼容CAN、RS485、千兆以太网接口；USB3.0端口
- 9.2.3.电气防护：内置过压、过流、短路保护；
- 9.2.4.整机功耗：满载运行功耗 $\leq 15W$ 。

9.3.感知传感参数

- 9.3.1.双光成像：集成可见光+红外热成像双目视觉；
- 9.3.2.可见光相机：光学变焦 ≥ 20 倍，分辨率 ≥ 400 万，曝光模式：彩色全局曝光；
- 9.3.3.热成像：分辨率 $\geq 384*288$ ；输出形式：热图像+全幅温度数据；

9.4.控制器：

- 9.4.1.CPU： ≥ 8 核64位处理器，主频 $\geq 2.4GHz$ ；
- 9.4.2.GPU： ≥ 4 核ARM架构， ≥ 450 GFLOPS；
- 9.4.3.NPU：算力 $\geq 6TOPS$ ；
- 9.4.4.内存： $\geq 8GB$ ；
- 9.4.5.存储： $\geq 64GB$ ；
- 9.4.6.显示规格：支持 $\geq 4K@60Hz$ 分辨率显示；
- 9.4.7.支持操作系统：Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0；
- 9.4.8.▲功能接口：HDMI、MIPI-DSI、Type-C、USB3.0、USB2.0、PCIe2、UART、SPI、ADC、GPIO、MIC、千兆以太网、TF卡；
- 9.4.9.热成像精度：测温误差 $\leq \pm 2^{\circ}C$ ；
- 9.4.10.氧气检测： $\geq \pm 0.6\%VOL$ ；
- 9.4.11.二氧化碳检测： $\leq \pm 100ppm$ ；
- 9.4.12.粉尘检测：支持环境悬浮颗粒物粉尘浓度实时采集、数据上传记录；
- 9.4.13.温湿度监测：集成高精度温湿度传感器，温度精度 $\pm 0.3^{\circ}C$ ，湿度 $\pm 3\%RH$ 。

9.5.软件功能参数

9.5.1.场景适配：支持二次开发；

9.5.2.数据联动：可与机器狗主控系统实时通讯，同步上传全部巡检感知数据至中枢软件平台，协议自拟；

9.5.3.▲支持可见光视频/图片采集、热成像测温、设备发热异常识别、气体浓度异常检测、温湿度异常检测及告警联动功能；系统应与机器狗主控系统及中枢软件平台实时通讯，支持上传可见光图像、热成像图像、温度数据、气体浓度、温湿度、机器人状态、巡检任务及告警信息；告警阈值应支持配置，发生异常时应自动触发本体提示、后台推送、抓拍留证及记录存储；系统应支持二次开发，开放数据接口和通信协议，提供接口说明文档、协议文档、示例代码及技术支持；

9.5.4.▲双光图像识别功能：巡检机器狗应支持可见光相机与热成像相机双光图像识别功能，可基于可见光图像、热成像图像或双光融合图像，对智慧工地场景中的人员、两轮电动车、三轮电动车、卡车、轿车、钢筋（直径 $\geq 10\text{mm}$ ）等目标进行检测、识别、定位与分类；应支持白天、夜间、弱光、逆光、粉尘、烟尘等复杂施工环境下的目标辅助识别。人员、两轮电动车、三轮电动车、卡车、轿车、钢筋等典型目标识别准确率应不低于 98%。识别结果应实时上传至机器狗主控系统和中枢软件平台，输出内容应包括目标类别、目标位置、置信度、时间戳、巡检点位、可见光图像、热成像图像及告警状态等信息。识别准确率应在现场验收场景下进行验证，测试样本应覆盖上述目标类别，验收结果以使用方现场测试记录为准；

9.5.5.数据留存：支持巡检数据本地存储（ $\geq 128\text{GB}$ ）、实时导出，满足巡检溯源需求；

10.高精度水平仪

10.1.分辨率 $\leq 0.001^\circ$ ；

10.2.测量精度 $\leq 0.005^\circ$ ；

10.3.响应时间 $\leq 0.3\text{S}$ ；

10.4.陀螺仪分辨率 $\leq 0.1^\circ$ ；

10.5.锂电池；

10.6.待机续航 $\geq 3000\text{h}$ ；

10.7.通讯方式232/485/无线；

10.8.单轴 $\geq 4 \times 90^\circ$ ；

10.9.双轴 $\geq \pm 40^\circ$ ；

10.10.陀螺仪测量精度 $\pm 0.5^\circ$ ；

10.11.陀螺仪测量分辨率 $\leq 0.1^\circ$ ；

10.12.陀螺仪旋转速度 $\geq 90^\circ/\text{s}$ ；

10.13.零度时每度角度偏差 $\leq 0.002^\circ$ ；

10.14.材质：阳极氧化金属；

11.物联网信号分析仪

11.1.频率范围：9kHz~6.3GHz；

- 11.2.频率精度: $\pm(0.05\text{ppm}+5\text{Hz})$;
- 11.3.参考电平: $-130\text{dBm}\sim+30\text{dBm}$;
- 11.4.实时分析带宽: $\geq 100\text{MHz}$;
- 11.5.单边带相位噪声 $\leq -110\text{dBc}/\text{Hz}@10\text{kHz}$ 频偏, @1GHz; $\leq -105\text{dBc}/\text{Hz}@100\text{kHz}$ 频偏, @1GHz; $\leq -127\text{dBc}/\text{Hz}@1\text{MHz}$ 频偏, @1GHz;
- 11.6.平均噪声显示电平: 放大器关闭: $100\text{kHz}\sim 50\text{MHz}$: $\leq -145\text{dBm}/\text{Hz}$; $50\text{MHz}\sim 6.0\text{GHz}$: $\leq -145\text{dBm}/\text{Hz}$; 放大器打开: $100\text{kHz}\sim 50\text{MHz}$: $\leq -145\text{dBm}/\text{Hz}$; $50\text{MHz}\sim 6.3\text{GHz}$: $\leq -160\text{dBm}/\text{Hz}$;
- 11.7.电平精度: $\pm 1.0\text{dB}$;
- 11.8.电平分辨率: $\leq 0.1\text{dB}$;
- 11.9.输入安全功率: $\geq 10\text{dBm}$ (9KHz~50MHz)、 $\geq 25\text{dBm}$ (50MHz~6.3GHz);
- 11.10.三阶互调截获点: $100\text{kHz}\sim 3\text{GHz}$: $\geq +10\text{dBm}$; $3\text{GHz}\sim 6.3\text{GHz}$: $\geq +12\text{dBm}$; 二次谐波抑制: $\leq -60\text{dBc}$;
- 11.11.剩余响应: $\leq -80\text{dBm}$ $30\text{MHz}\sim 6.3\text{GHz}$;
- 11.12.驻波比: ≤ 2.0 ;
- 11.13.解调分析支持模式: 5G NR、LTE、NB-IoT、WCDMA、GSM、WIFI、Bluetooth、通用矢量信号;
- 11.14.时基老化 $\leq 1\text{ppm}/\text{年}$; 时基温漂 $\leq 1\text{ppm}/\text{C}$;
- 11.15.性能5G NR测试
 - 11.15.1.调制方式: QPSK、16QAM、64QAM、256QAM;
 - 11.15.2.子载波间隔15kHz、30kHz;
 - 11.15.3.典型EVM $\leq 1.0\%\text{RMS}$ (100MHz@3.5GHz);
 - 11.15.4.信号分析功能: 误差矢量幅度(EVM)、幅度误差(ME)、相位误差(PE)、频率误差、IQ偏置、均值功率、峰值功率;
- 11.16.LTE(含TDD、FDD)测试
 - 11.16.1.调制方式至少包含: QPSK、16QAM、64QAM、256QAM;
 - 11.16.2.EVM $\leq 2\%\text{RMS}$ (20MHz@3.5GHz);
 - 11.16.3.信号分析功能: 误差矢量幅度(EVM)、幅度误差(ME)、相位误差(PE)、频率误差、IQ偏置、均值功率、峰值功率;
- 11.17.NB-IoT测试
 - 11.17.1.物理信道至少包含NPSS、NSSS、NPBCH、NPDCCH、NPDSCH;
 - 11.17.2.EVM $\leq 1.5\%\text{RMS}$;
- 11.18.WCDMA
 - 11.18.1.信号分析功能: 误差矢量幅度(EVM)、信号功率、码道功率、码道功率误差、频率误差、幅度误差、相位误差、IQ偏置等;
 - 11.18.2.EVM $\leq 2\%\text{RMS}$;
- 11.19.GSM/EDGE
 - 11.19.1.信号分析功能: 误差矢量幅度(EVM)、幅度误差(ME)、相位误差(PE)、频率误差、IQ偏置、功率测试;
 - 11.19.2.EVM $\leq 1.5\%\text{RMS}$;
- 11.20.WIFI

11.20.1.标准: IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax;

11.20.2.测试项目至少包含Power、EVM、FreqError、IQ-offset、TSM;

11.20.3.带宽: 20MHz、40MHz、80MHz;

11.20.4.调制方式: BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM;

11.21.Bluetooth

11.21.1.测试项目: 至少包含DEVm、PVT、星座图、ACP、频率误差等通用矢量信号;

11.21.2.调制方式至少包含BPSK、QPSK、8PSK、16QAM、32QAM、64QAM等;

11.21.3.码元速率范围: 10ksps~20Msps, 可调;

11.21.4.脉冲成形滤波器: 高斯型、升余弦型、方根升余弦型;

11.21.5.滤波因子: 0.2~1, 步进 ≤ 0.01 ;

11.21.6.EVM: $\leq 1.5\% \text{RMS}@1.8\text{GHz}$ (码元速率1Mps \leq QPSK/64QAM);

11.22.其他配置: 工作温度: $0^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$; 贮存温度: $-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$; 电源输入形式: AC: $220(1\pm 10\%)\text{V}$ 、 $50(1\pm 5\%)\text{Hz}$; DC: 12V; 整机功耗: $\leq 60\text{W}$; 测试端口: 射频输入: N型连接器(阴), 配备天线。

九、地坪施工装备套件

1.地坪施工机器人主控系统组件

1.1.硬件参数

1.1.1.嵌入式控制器带外壳1套

1.1.1.1.CPU: ≥ 8 核64位, 主频 $\geq 2.4\text{GHz}$;

1.1.1.2.GPU: ≥ 4 核ARM架构, 算力 $\geq 450\text{GFLOPS}$;

1.1.1.3.NPU: 算力 $\geq 6\text{TOPS}$;

1.1.1.4.内存: $\geq 8\text{GB}$;

1.1.1.5.存储: $\geq 64\text{GB}$;

1.1.1.6.主板尺寸: $\leq 90\text{mm}\times 60\text{mm}$;

1.1.1.7.VPU硬解码: H.265/VP9达8K@60fps、H.264达8K@30fps、AV1达4K@60fps;

1.1.1.8.显示规格: 支持8K@60Hz分辨率显示;

1.1.1.9.支持操作系统: Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0;

1.1.1.10.功能接口: HDMI、MIPI-DSI、Type-C、USB3.0、USB2.0、PCIe2、UART、SPI、ADC、GPIO、MIC、千兆以太网、TF卡;

1.1.2.工业控制器带外壳1套

1.1.2.1.处理器: ≥ 8 核, 主频 $\geq 2.4\text{GHz}$, 缓存 $\geq 24\text{MB}$;

1.1.2.2.内存: $\geq 16\text{GB}$;

1.1.2.3.存储: 512GB固态硬盘;

1.1.2.4.接口：配备不少于1*HDMI/DisplayPort接口；4*USB3.0接口；1*千兆以太网接口；RS-232*2、RS-485*2串口；

1.2.软件参数

1.2.1.工业控制器包含主雷达与补盲避障雷达，可在指定移动载体上演示，提供导航算法C++/python源码，；

1.2.2.算法交付：需提供完整有效可展示的算法源代码，支持后续根据不同场景需求进行二次开发，配套提供算法开发文档及调试指南；

1.2.3.嵌入式控制器专注视觉导航功能与地面平整度检测功能，完成视觉数据处理与分析，提供C++/python源码与技术支持；

1.2.4.▲视觉导航算法：对环境感知，辅助雷达导航，适用各种真实场景，可以精准识别行人、车辆、障碍物、门口、窗口、楼梯、电梯、墙体、台阶、路牙、脚手架等，识别准确率 $\geq 99.5\%$ ，同时提供目标方位与距离预测；

1.2.5.▲地面平整度测量组件：利用云台、激光测距模块、姿态感知模块、视觉模块完成地面平整度检测功能，自动完成地面测点采集、三维坐标解算、两点高差计算、多点平面拟合、局部平整度分析及区域平整度评价；在测量距离不大于5m、有效激光回波正常、普通混凝土地面条件下，系统单点三维坐标测量误差 $\leq 1\text{mm}$ ，两点相对高差测量误差 $\leq 1.5\text{mm}$ ，区域平整度测量误差 $\leq 2\text{mm}$ 。

1.2.6.工业控制器集成超声波、补盲雷达避障软件，提供C++/python完整有效可展示工程源文件；

1.2.7.工业控制器接收嵌入式控制器视觉导航检测结果，完成视觉与雷达导航算法融合，提升导航精度；

1.2.8.配备与人机交互单元的通讯软件，实现指令、数据双向同步，提供C++/python完整有效可展示工程源文件（提供承诺函）；

1.2.9.平整度检测可实时反馈异常，联动机器人停机并给出提示，提供C++/python完整有效可展示工程源文件（提供承诺函）。

2.地坪施工机器人人机交互通讯系统组件

2.1.人机交互模块

2.1.1. \geq 四核64位，主频 $\geq 2.0\text{GHz}$ ；

2.1.2.GPU： $\geq 600\text{MHz}$ ；

2.1.3.NPU： $\geq 1\text{T}$ 算力；

2.1.4.内存： $\geq 8\text{GB}$ ，速率 $\geq 1600\text{Mbps}$ ；

2.1.5.存储： $\geq 128\text{GB}$ ；

2.1.6.显示：10.1寸LCD电容屏， 800×1280 分辨率，LED背光 300cd ；

2.1.7.操作：电容触控，支持多点触控；

2.1.8.系统：Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0；

2.1.9.接口：1*HDMI2.0、USB3.0 $\times 2$ 、USB2.0 $\times 2$ ；

2.1.10.电源：DC 9-24V宽压输入；

2.1.11.防护： $\geq \text{IP54}$ 防护， $-20^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 工作；

2.1.12.尺寸： $\geq 251.1\text{mm} \times 168.2\text{mm} \times 44.5\text{mm}$ ；

2.1.13.支持工作现场找平参数调节、路径预览、作业状态实时监控、作业记录查询、现场启动打磨任务等，提供完整有效可展示示例源码；

- 2.1.14.具备异常报警、数据查询导出及远程控制功能，提供完整有效示例源码；
- 2.1.15.支持权限管理、一键校准及在线/本地系统升级；
- 2.1.16.支持二次开发，提供开发接口及配套技术文档；
- 2.1.17.可自定义找平参数模板、操作界面及功能模块，提供完整有效示例源码；
- 2.1.18.支持语音控制；
- 2.2.通讯组件
 - 2.2.1.结构：带外壳，集成电路板，具备防震、防尘功能；
 - 2.2.2.通讯方式：集成WiFi、蓝牙、LORA、4G、5G五种通讯模式；
 - 2.2.3.外壳防护：≥IP54；
 - 2.2.4.通讯接口：支持RS232*2、RS485*2；
 - 2.2.5.网络：支持千兆以太网≥2；
 - 2.2.6.兼容人机交互模块；
 - 2.2.7.具备通讯状态监测
 - 2.2.8.电源：DC 9-24V宽压供电，具备过压、欠压、反接、浪涌及短路保护措施；

3.高精度惯导模块

- 3.1.核心性能
 - 3.1.1.轴数：6轴（3轴加速度计+3轴陀螺仪）；
 - 3.1.2.角度精度：横滚/俯仰角 $\leq 0.001^\circ$ （静态）；
 - 3.1.3.分辨率：水平放置时 $\leq 0.006^\circ$ ；
 - 3.1.4.测量范围：加速度 $\geq \pm 16g$ ；角速度 $\geq \pm 2000^\circ/s$ ；角度 $\geq \pm 90^\circ$ （横滚/俯仰）、 $\pm 180^\circ$ （航向）；
- 3.2.通信与输出
 - 3.2.1.通信接口：CAN（波特率默认250Kbps，可设）
 - 3.2.2.输出内容：片上时间戳、3轴加速度、3轴角速度、3轴欧拉角、四元数；
 - 3.2.3.输出速率：0.1Hz~200Hz（可调）；
- 3.3.电气与环境
 - 3.3.1.工作电压：5V~36V DC（宽压供电）；
 - 3.3.2.工作电流： $\leq 40mA$ ；
 - 3.3.3.工作温度： $-40^\circ C \sim +85^\circ C$ ；
 - 3.3.4.存储温度： $-40^\circ C \sim +100^\circ C$ ；
 - 3.3.5.防护等级：IP67及以上；
- 3.4.物理与结构
 - 3.4.1.外壳材质：铝合金（抗震防摔）；
 - 3.4.2.线缆： $\geq 1m$ ；
- 3.5.其他特性
 - 3.5.1.具有内置温度补偿算法；
 - 3.5.2.支持用户校准（零偏、灵敏度）；支持低功耗模式；

4.补盲雷达

- 4.1.激光波长：905nm，人眼安全级别需满足Class 1；
- 4.2.探测量程： $\leq 10\%$ 反射率、 $\geq 100klx$ 光照条件下，探测距离 $\geq 40m$ ；
- 4.3.盲区： $\leq 0.2m$ ；

- 4.4.视场角 (FOV) : 水平360°, 竖直-5°~50°;
- 4.5.测距精度: 随机误差 $\leq 2\text{cm}$ (@10m、25°C、80%反射率); $\leq 4\text{cm}$ (@0.2m、25°C、80%反射率);
- 4.6.角度精度: 随机误差 $\leq 0.15^\circ$;
- 4.7.点云输出性能: 点云输出速率 ≥ 200000 点/秒, 点云帧率典型值 $\geq 10\text{Hz}$;
- 4.8.虚警率: $\geq 100\text{klx}$ 日光、25°C环境下, 虚警率 $\leq 0.01\%$;
- 4.9.扫描特性: 支持非重复扫描模式, $\leq 0.5\text{s}$ 积分时间视场覆盖率 $\geq 70\%$;
- 4.10.探测模式: 支持正常探测、敏感探测两种模式;
- 4.11.抗干扰能力: 具备抗串扰功能;
- 4.12.输出数据类型: 同时支持点云数据、IMU数据、设备状态信息推送, 数据可按需配置启停;
- 4.13.点云数据内容: 包含目标反射率 (0~255量化)、坐标信息、 $\geq 8\text{bit}$ 标记信息、64bit ns级时间戳;
- 4.14.坐标格式: 支持直角坐标系(x, y, z)、球坐标系(r, θ , φ), 可自由配置切换;
- 4.15.时间同步: 支持IEEE 1588-2008(PTP v2)、GPS两种数据同步方式。

5.超声波雷达模组

- 5.1.核心探测性能
 - 5.1.1.探测盲区: $\leq 2\text{cm}$;
 - 5.1.2.有效量程: 2~300cm, 支持 50/150/250/350cm 4级量程可设;
 - 5.1.3.测量精度: $\leq 1+(S \times 0.3\%) \text{cm}$ (S为测量距离), 内置温度补偿;
 - 5.1.4.探测角度: 支持 $30^\circ \sim 60^\circ$, ≥ 4 级可设;
 - 5.1.5.响应时间: $\leq 15\text{ms}$;
- 5.2.电气性能
 - 5.2.1.供电电压: DC3.3~12V, 宽电压适配;
 - 5.2.2.功耗: 待机电流 $\leq 5\mu\text{A}$, 平均工作电流 $\leq 10\text{mA}$;
 - 5.2.3.静电防护: 符合IEC61000-4-2标准, ESD $\pm 4\text{K}/\pm 8\text{KV}$;
 - 5.2.4.防护等级: IP67及以上;
- 5.3.输出与通信
 - 5.3.1.输出方式: 支持UART (自动/受控)、PWM、开关量、RS485、IIC多类型;
 - 5.3.2.协议支持: Modbus-RTU (RS485)、I2C从机 (多设备并联), 参数可指令配置;
 - 5.3.3.工作环境温度: $-25^\circ\text{C} \sim +65^\circ\text{C}$;

6.单线激光雷达模组

- 6.1.核心探测性能
 - 6.1.1.测距原理: 脉冲ToF测距, 360°2D全方位扫描;
 - 6.1.2.测距范围: 80%反射率下 0.05~12m; 10%反射率下0.05~4m;
 - 6.1.3.测距精度: $\pm 20\text{mm}$ ($0.05\text{m} < \text{距离} \leq 12\text{m}$);
 - 6.1.4.测距频率: $\geq 4000\text{Hz}$;
 - 6.1.5.扫描频率: 6~12Hz, 软件可调;
 - 6.1.6.扫描角度: $0 \sim 360^\circ$;
 - 6.1.7.角度分辨率: $\leq 0.6^\circ$;

- 6.1.8.俯仰角：0~1.5°可调；
- 6.1.9.抗干扰：可适应 ≥ 60000 Lux光照环境；
- 6.1.10.激光器波长：895-915nm（红外波段）；
- 6.1.11.激光安全：符合Class I人眼安全标准；
- 6.2.电气性能
 - 6.2.1.供电电压：DC4.8~5.2V；
 - 6.2.2.工作电流： ≤ 500 mA；
 - 6.2.3.通信方式：UART 串口，支持数据收发、设备参数配置；
- 6.3.环境与物理特性
 - 6.3.1.工作环境温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ；
 - 6.3.2.存储温度： $-20^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ；
 - 6.3.3.电机控制：软件调速；
 - 6.3.4.数据输出：实时输出360°扫描点云数据、设备信息及工作状态；
 - 6.3.5.开发支持：提供SDK开发包、ROS开发包、Windows图形调试客户端，开放3D模型及配套开发/使用手册；

7.卫星定位接收器

- 7.1.信号接收：支持 GPS、GLONASS、BDS（含北斗三）全系统全频点，配2套天线；
- 7.2.天线指标：右旋圆极化，最高增益 ≥ 4.5 dBi，天线轴比 ≤ 3 dB，水平面覆盖角度360°；
- 7.3.通道数： ≥ 1408 通道；
- 7.4.定位模式：支持单点定位、RTK 差分定位；
- 7.5.单点定位精度（RMS）：水平 ≤ 1.5 m，高程 ≤ 2.5 m；
- 7.6.RTK定位精度（RMS）：水平 ≤ 0.8 cm+1ppm，高程 ≤ 1.5 cm+1ppm；
- 7.7.定向精度（RMS）： $\leq 0.1^{\circ}/1$ m基线；
- 7.8.时间同步精度：PPS精度（RMS） ≤ 20 ns；
- 7.9.速度精度（RMS）： ≤ 0.03 m/s；
- 7.10.冷启动时间： ≤ 30 s；
- 7.11.数据更新率： ≥ 20 Hz；
- 7.12.差分协议：支持 RTCM V3.X；
- 7.13.无线通信：支持4G LTE全网通，兼容三大运营商SIM卡；
- 7.14.网络协议：支持NTRIP（Client/Server 模式）；
- 7.15.串口配置： ≥ 3 路RS232串口，支持多串口通讯；
- 7.16.供电电压：DC9~32V，支持电源防反接保护；
- 7.17.典型功耗： ≤ 2 W；
- 7.18.外形尺寸： $\leq 110\times 70\times 35$ mm（不含插件）；
- 7.19.工作温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ ；
- 7.20.防护性能：抗冲击 ≥ 15 g（ ≥ 10 ms），工作湿度95%非冷凝。

8.地面整平视觉采集组件

- 8.1.有效像素： ≥ 500 万，彩色；
- 8.2.分辨率与帧率： $\geq 2448\times 2048@75$ FPS；

- 8.3.像元尺寸: $\geq 3.4\mu\text{m} \times 3.4\mu\text{m}$;
- 8.4.曝光方式: 帧曝光;
- 8.5.信噪比: $\geq 40\text{dB}$ (@PGA gain $\times 1.0$);
- 8.6.动态范围: $\geq 80\text{dB}$;
- 8.7.AD 宽度: $\geq 12\text{bit}$;
- 8.8.输出像素宽度: $\geq 12\text{bit}$;
- 8.9.增益倍数: ≥ 16 倍;
- 8.10.曝光时间范围: 0.015ms~10000ms, 可调;
- 8.11.视觉标准协议: 兼容USB3Vision 1.0、GenICam;
- 8.12.数据接口: USB3.0;
- 8.13.镜头接口: C/CS双接口, 标配转接环;
- 8.14.供电方式: DC5~12V供电;
- 8.15.功率: $\leq 3\text{W}$;
- 8.16.工作温度: $-10\sim 60^{\circ}\text{C}$;
- 8.17.操作系统: 支持Windows位系统, Linux和ARM Linux驱动、安卓平台驱动、MA C OS系统;
- 8.18.其他功能: 支持任意尺寸的ROI自定义分辨率、对比度和伽马调节、饱和度调节、白平衡校正、黑电平校正、自定义死点坐标校正、ISP图像处理加速、3D降噪、自定义LUT表、帧率调节;

9.视觉导航AI一体探测器

- 9.1.分辨率: $\geq 2592 \times 1944$;
- 9.2.最小照度: $\leq 0.005\text{Lux}@F1.2$;
- 9.3.压缩标准: H.264 H.265 MJPEG;
- 9.4.信噪比: $\geq 50\text{dB}$;
- 9.5.焦距: 5~140mm, 可调;
- 9.6.光学变倍: ≥ 30 倍;
- 9.7.处理器: 算力 $\geq 2.0\text{Tops}$; Flash: $\geq 8\text{GB}$; DDR: $\geq 8\text{Gb}$;
- 9.8.电源: DC12V~24V;
- 9.9.存储接口: 支持SD/TF卡存储, 容量 $\geq 1\text{T}$;
- 9.10.客户端浏览: 支持内嵌Web Server, 支持 ≥ 8 用户并发访问(MAX);
- 9.11.图像调节: 可调节图像对比度、亮度、饱和度、锐度和画面镜像、翻转、透雾、强光抑制、背光补偿、降噪等级、数字宽动态等;
- 9.12.通讯接口: 至少配备RS485接口2路、RS232接口2路、UART串口1路、I2C接口2路、光电隔离双向GPIO 8路, 提供接口板原理图及相关硬件培训 (提供承诺函);
- 9.13.检测功能: 包含但不限于检测行人、自行车、电动车、汽车、各种动物、建筑特种作业车辆、钢管等障碍物识别, 识别准确率不低于96%, 交付工程源文件 (提供承诺函);
- 9.14.支持固件远程更新;
- 9.15.支持目标物实际大小、空间距离及方位标定, 提供标定工程源文件 (提供承诺函);
- 9.16.工作环境温度: $-25\sim 75^{\circ}\text{C}$;
- 9.17.远程操作: 系统设置、码流管理、账户管理、网络管理。

10.六轮独立悬挂底盘

10.1.核心配置清单

10.1.1.▲6轮全向，独立悬挂；

10.1.2.6路电机控制器：包含控制算法及接口；

10.1.3.电池：1块， $\geq 48\text{v}35\text{Ah}$ ；

10.2.性能与规格指标

10.2.1.速度：0.01~3m/s，可调；

10.2.2.▲单轮毂功率： $\geq 300\text{W}$ ；

10.2.3.工作温度： $-15\sim+55^{\circ}\text{C}$ ；

10.2.4.工作电压：24~55V；

10.2.5.通讯接口：RS232、CAN，波特率可调；

10.2.6.车身重量： $\leq 80\text{KG}$ ；

10.2.7.▲负载： $\geq 100\text{KG}$ ；

10.2.8.悬挂：每组轮毂独立悬挂；

10.2.9.爬坡： ≥ 30 度，越障： $\geq 100\text{mm}$ ；

10.2.10.▲整车尺寸： $\geq 1000\text{mm}\times 850\text{mm}\times 500\text{mm}$ ；

10.2.11.电机通道：支持同时控制6轮毂电机；

10.2.12.控制模式：速度闭环控制；

11.多线激光雷达

11.1.最大探测距离： ≥ 120 米@30%反射率；

11.2.最小有效探测距离： $\leq 0.2\text{m}$ ；

11.3.尺寸（H*D）： $\leq 86\text{mm}\times\Phi 110\text{mm}$ ；

11.4.垂直角度分辨率： $\leq 1^{\circ}$ ；

11.5.水平角度分辨率： $\leq 0.1^{\circ}$ ；

11.6.测距方式：脉冲式；

11.7.工作电压：12V~36V；

11.8.温度范围： $-20^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$ ；

11.9.测距方式：脉冲式；

11.10.测距精度： $\pm 2\text{cm}$ ；

11.11.激光线数： ≥ 32 线；

11.12.波长：905nm；

11.13.保护等级：IP67；

11.14.垂直可视范围： $\geq 31^{\circ}$ ；

11.15.数据接口：以太网。

12.地坪机器人执行机构

12.1.机身材质：全耐腐蚀金属材质，适配潮湿、粉尘等复杂施工环境；

12.2.施工对象：混凝土浇筑地面；

12.3.自动找平精度：检测方法在2m靠尺条件下：地面平整度误差 $\leq \pm 2\text{mm}$ ；

12.4.作业模式：支持刮平/压实作业，交付时现场演示整套装备功能；

12.5.关键部件耐磨性能：作业部件采用耐磨合金及防粘涂层，延长使用寿命；

- 12.6.执行机构重量≤80KG;
- 12.7.工作环境适应性: 可在 - 10°C~+65°C环境下稳定运行。

十、内墙打磨装备套件

1.打磨机器人主控系统套件

1.1.硬件参数

1.1.1.嵌入式控制器带外壳1套

1.1.1.1.CPU: ≥8核64位, 主频≥2.4GHz;

1.1.1.2.GPU: ≥4核ARM架构, 算力≥450 GFLOPS;

1.1.1.3.NPU: 算力≥6 TOPS;

1.1.1.4.内存: ≥8GB;

1.1.1.5.存储: ≥64GB;

1.1.1.6.主板尺寸: ≤90mm×60mm;

1.1.1.7.VPU硬解码: H.265/VP9达8K@60fps、H.264达8K@30fps、AV1达4K@60fps;

1.1.1.8.显示规格: 支持8K@60Hz分辨率显示;

1.1.1.9.支持操作系统: Android 12/14、Linux5.10、Ubuntu20.04、OpenHarmony 5.0;

1.1.1.10.功能接口: HDMI、MIPI-DSI、Type-C、USB3.0、USB2.0、PCIe2、UART、SPI、ADC、GPIO、MIC、千兆以太网、TF卡;

1.1.2.工业控制器带外壳1套

1.1.2.1.处理器: ≥8核, 主频≥2.4GHz, 缓存≥24MB;

1.1.2.2.内存: ≥16GB;

1.1.2.3.存储: ≥512GB固态硬盘;

1.1.2.4.接口: 配备不少于1*HDMI/DisplayPort接口; 4*USB3.0接口; 1*千兆以太网接口; RS-232*2、RS-485*2串口;

1.2.软件参数

1.2.1.工业控制器包含主雷达与补盲避障雷达, 可以在指定移动载体上演示, 提供导航算法C++/python源码;

1.2.2.算法交付: 需提供完整有效可展示的算法源代码, 支持后续根据不同场景需求进行二次开发, 配套提供算法开发文档及调试指南;

1.2.3.支持打磨机构动作运行逻辑控制, 提供打磨机构完整有效C++/python源码;

1.2.4.嵌入式控制器专注视觉导航功能和低光图像增强功能, 完成视觉数据处理与分析, 提供C++/python源码与技术支持;

1.2.5.▲视觉导航算法: 对环境感知, 辅助雷达导航; 支持对粉尘、雾霾图像自动完成图像恢复, 恢复效果不低于正常状态的85%, 适用各种真实场景, 可以精准识别行人、车辆、障碍物、门口、窗口、楼梯、电梯、墙体、脚手架等, 识别准确率≥99.5%, 同时提供目标方位与距离预测;

- 1.2.6.工业控制器集成超声波、补盲雷达避障软件，提供C++/python完整有效可展示源代码；
- 1.2.7.▲打磨过程间歇性通过图像数据检测打磨后的墙面粗糙度，粗糙程度分3级参数可调，最小检测分辨率 $\leq 0.3\text{mm}$ ，重复检测误差 $\leq 5\%$ ；
- 1.2.8.工业控制器接收嵌入式控制器视觉导航检测结果，完成视觉与雷达导航算法融合；
- 1.2.9.配备与人机交互单元的通讯软件，实现指令、数据双向同步，提供C++/python完整有效可展示示例源码；
- 1.2.10.墙面质量检测可实时反馈异常，联动机器人停机并给出提示，提供C++/python完整有效可展示示例源码。

2.打磨机器人人机交互通讯系统套件

2.1.人机交互模块

- 2.1.1.处理器： ≥ 4 核64位，主频 $\geq 2.0\text{GHz}$ ；
- 2.1.2.GPU： $\geq 600\text{MHz}$ ；
- 2.1.3.NPU： $\geq 1\text{T}$ 算力；
- 2.1.4.内存： $\geq 8\text{GB}$ ，速率 $\geq 1600\text{Mbps}$ ；
- 2.1.5.存储： $\geq 256\text{GB}$ ；
- 2.1.6.显示： ≥ 10 寸LCD电容屏， $\geq 800 \times 1280$ 分辨率，LED背光 $\geq 300\text{cd}$ ；
- 2.1.7.操作：电容触控，支持多点触控；
- 2.1.8.系统：Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0；
- 2.1.9.接口：HDMI2.0 $\times 1$ 、USB3.0 $\times 2$ 、USB2.0 $\times 2$ ，适配外接设备；
- 2.1.10.电源：DC 9-24V宽压输入；
- 2.1.11.防护： $\geq \text{IP54}$ 防护， $-20^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 工作；
- 2.1.12.支持工作现场打磨参数调节、路径预览、作业状态实时监控、作业记录查询、现场启动打磨任务等，提供完整有效示例源码；
- 2.1.13.具备异常报警、数据查询导出及远程控制功能，提供完整有效示例源码；
- 2.1.14.支持权限管理、一键校准及在线/本地系统升级；
- 2.1.15.支持二次开发，提供开发接口及配套技术文档；
- 2.1.16.可自定义打磨参数模板、操作界面及功能模块，提供完整有效示例源码；
- 2.1.17.支持语音控制。

2.2.通讯组件

- 2.2.1.结构：带外壳，集成电路板，具备防震、防尘功能；
- 2.2.2.通讯方式：集成WiFi、蓝牙、LORA、4G、5G五种通讯模式；
- 2.2.3.通讯接口：支持RS232 $\times 2$ 、RS485 $\times 2$ ；
- 2.2.4.网络：支持千兆以太网 ≥ 2 ；
- 2.2.5.兼容人机交互模块；
- 2.2.6.具备通讯状态监测；
- 2.2.7.电源：DC 9-24V宽压适配，支持正负极反接保护；
- 2.2.8.支持通讯模式自动切换；

3.高精度惯导模块

3.1.核心性能

- 3.1.1.轴数：6轴（3轴加速度计+3轴陀螺仪）；

- 3.1.2.角度精度：横滚/俯仰角 $\leq 0.001^\circ$ （静态）；
- 3.1.3.分辨率：水平放置时 $\leq 0.006^\circ$ ；
- 3.1.4.测量范围：加速度 $\geq \pm 16g$ ；角速度 $\geq \pm 2000^\circ/s$ ；角度 $\geq \pm 90^\circ$ （横滚/俯仰）、 $\pm 180^\circ$ （航向）；
- 3.2.通信与输出
 - 3.2.1.通信接口：CAN（波特率默认250Kbps，可设）
 - 3.2.2.输出内容：片上时间戳、3轴加速度、3轴角速度、3轴欧拉角、四元数；
 - 3.2.3.输出速率：0.1Hz~200Hz（可调）；
- 3.3.电气与环境
 - 3.3.1.工作电压：5V~36V DC（宽压供电）；
 - 3.3.2.工作电流： $\leq 40mA$ ；
 - 3.3.3.工作温度： $-40^\circ C \sim +85^\circ C$ ；
 - 3.3.4.存储温度： $-40^\circ C \sim +100^\circ C$ ；
 - 3.3.5.防护等级：IP67及以上；
- 3.4.物理与结构
 - 3.4.1.外壳材质：铝合金（抗震防摔）；
 - 3.4.2.线缆： $\geq 1m$ ；
- 3.5.其他特性
 - 3.5.1.具有内置温度补偿算法；
 - 3.5.2.支持用户校准（零偏、灵敏度）；支持低功耗模式；

4.补盲雷达

- 4.1.激光波长：905nm，人眼安全级别需满足Class 1；
- 4.2.探测量程： $\leq 10\%$ 反射率、 $\geq 100klx$ 光照条件下，探测距离 $\geq 40m$ ；
- 4.3.盲区： $\leq 0.2m$ ；
- 4.4.视场角（FOV）：水平 360° ，竖直 $-5^\circ \sim 50^\circ$ ；
- 4.5.测距精度：随机误差 $\leq 2cm$ （@10m、 $25^\circ C$ 、80%反射率）； $\leq 4cm$ （@0.2m、 $25^\circ C$ 、80%反射率）；
- 4.6.角度精度：随机误差 $\leq 0.15^\circ$ ；
- 4.7.点云输出性能：点云输出速率 ≥ 200000 点/秒，点云帧率典型值 $\geq 10Hz$ ；
- 4.8.虚警率： $\geq 100klx$ 日光、 $25^\circ C$ 环境下，虚警率 $\leq 0.01\%$ ；
- 4.9.扫描特性：支持非重复扫描模式， $\leq 0.5s$ 积分时间视场覆盖率 $\geq 70\%$ ；
- 4.10.探测模式：支持正常探测、敏感探测两种模式；
- 4.11.抗干扰能力：具备抗串扰功能；
- 4.12.输出数据类型：同时支持点云数据、IMU数据、设备状态信息推送，数据可按需配置启停；
- 4.13.点云数据内容：包含目标反射率（0~255量化）、坐标信息、 $\geq 8bit$ 标记信息、64bit ns级时间戳；
- 4.14.坐标格式：支持直角坐标系(x, y, z)、球坐标系(r, θ , ϕ)，可自由配置切换；
- 4.15.时间同步：支持IEEE 1588-2008(PTP v2)、GPS两种数据同步方式。

5.超声波雷达模组

5.1.核心探测性能

5.1.1.探测盲区: $\leq 2\text{cm}$;

5.1.2.有效量程: $2\sim 300\text{cm}$, 支持 50/150/250/350cm 4级量程可设;

5.1.3.测量精度: $\leq 1+(S\times 0.3\%) \text{cm}$ (S为测量距离), 内置温度补偿;

5.1.4.探测角度: 支持 $30^\circ\sim 60^\circ$, ≥ 4 级可设;

5.1.5.响应时间: $\leq 15\text{ms}$;

5.2.电气性能

5.2.1.供电电压: DC3.3~12V, 宽电压适配;

5.2.2.功耗: 待机电流 $\leq 5\mu\text{A}$, 平均工作电流 $\leq 10\text{mA}$;

5.2.3.静电防护: 符合IEC61000-4-2标准, ESD $\pm 4\text{K}/\pm 8\text{KV}$;

5.2.4.防护等级: IP67及以上;

5.3.输出与通信

5.3.1.输出方式: 支持UART (自动/受控)、PWM、开关量、RS485、IIC多类型;

5.3.2.协议支持: Modbus-RTU (RS485)、I2C从机 (多设备并联), 参数可指令配置
;

5.3.3.工作环境温度: $-25^\circ\text{C}\sim +65^\circ\text{C}$;

6.单线激光雷达模组

6.1.核心探测性能

6.1.1.测距原理: 脉冲ToF测距, $360^\circ 2\text{D}$ 全方位扫描;

6.1.2.测距范围: 80%反射率下 $0.05\sim 12\text{m}$; 10%反射率下 $0.05\sim 4\text{m}$;

6.1.3.测距精度: $\pm 20\text{mm}$ ($0.05\text{m} < \text{距离} \leq 12\text{m}$);

6.1.4.测距频率: $\geq 4000\text{Hz}$;

6.1.5.扫描频率: $6\sim 12\text{Hz}$, 软件可调;

6.1.6.扫描角度: $0\sim 360^\circ$;

6.1.7.角度分辨率: $\leq 0.6^\circ$;

6.1.8.俯仰角: $0\sim 1.5^\circ$ 可调;

6.1.9.抗干扰: 可适应 $\geq 60000\text{Lux}$ 光照环境;

6.1.10.激光器波长: 895-915nm (红外波段);

6.1.11.激光安全: 符合Class I人眼安全标准;

6.2.电气性能

6.2.1.供电电压: DC4.8~5.2V;

6.2.2.工作电流: $\leq 500\text{mA}$;

6.2.3.通信方式: UART 串口, 支持数据收发、设备参数配置;

6.3.环境与物理特性

6.3.1.工作环境温度: $-10^\circ\text{C}\sim +45^\circ\text{C}$;

6.3.2.存储温度: $-20^\circ\text{C}\sim +70^\circ\text{C}$;

6.3.3.电机控制: 软件调速;

6.3.4.数据输出: 实时输出 360° 扫描点云数据、设备信息及工作状态;

6.3.5.开发支持: 提供SDK开发包、ROS开发包、Windows图形调试客户端, 开放3D模型及配套开发/使用手册;

7.可见光视觉变焦混凝土表面品质检测装置

- 7.1.分辨率: $\geq 3840 \times 2160$;
- 7.2.最小照度 $\leq 0.01 \text{Lux}@F1.6$;
- 7.3.信噪比: $\geq 50 \text{db}$;
- 7.4.焦距: 5.0mm~140mm;
- 7.5.光学变倍: ≥ 30 倍;
- 7.6.处理器: 双核; 算力 $\geq 2.5 \text{T ops}$; Flash: $\geq 8 \text{GB}$; DDR: $\geq 8 \text{Gb}$;
- 7.7.电源: 12V~24VDC输入;
- 7.8.存储接口: 支持SD/TF卡存储, 容量支持 $\geq 1 \text{T}$;
- 7.9.协议支持: TCP/IP、UDP、RTP、RTSP、RTMP、RTCP、HTTP、DNS、DDNS、DHCP、NTP、PPPOE、SMTP、UPNP;
- 7.10.客户端浏览: 支持内嵌Web Server, 支持 ≥ 8 用户并发访问(MAX);
- 7.11.通讯接口: 至少配置RS485接口2路、RS232接口2路、UART串口1路、I2C 2路、光电隔离双向GPIO 4路, 提供原理图;
- 7.12.▲检测功能: 算法模型须具备跨焦段(焦距在 5.0mm~140mm 间动态切换)的尺度自适应特征提取能力。在室内亮度100lx、距离4米、镜头6~8mm条件下, 算法须实现对墙面微弱病害的高精度定位与分割: 包含微小裂缝(可提取宽度 $\leq 1 \text{mm}$)、麻面(识别面积 $\leq 10 \text{mm}^2$)、露筋(识别长度 $\leq 7 \text{mm}$)、凹坑(识别面积 $\leq 5 \text{mm}^2$)。针对上述核心缺陷的综合检出率须严格 $\geq 95\%$, 且误报率须控制在 $\leq 5\%$, 交付工程源文件(提供承诺函);
- 7.13.支持固件远程更新。

8.视觉导航AI一体探测器

- 8.1.分辨率: $\geq 2592 \times 1944$;
- 8.2.最小照度: $\leq 0.005 \text{Lux}@F1.2$;
- 8.3.压缩标准: H.264 H.265 MJPEG;
- 8.4.信噪比: $\geq 50 \text{dB}$;
- 8.5.焦距: 5~140mm, 可调;
- 8.6.光学变倍: ≥ 30 倍;
- 8.7.处理器: 算力 $\geq 2.0 \text{Tops}$; Flash: $\geq 8 \text{GB}$; DDR: $\geq 8 \text{Gb}$;
- 8.8.电源: DC12V~24V;
- 8.9.存储接口: 支持SD/TF卡存储, 容量 $\geq 1 \text{T}$;
- 8.10.协议支持: TCP/IP、UDP、RTP、RTSP、RTMP、RTCP、HTTP、DNS、DDNS、DHCP、NTP、PPPOE、SMTP、UPNP;
- 8.11.客户端浏览: 支持内嵌Web Server, 支持 ≥ 8 用户并发访问(MAX);
- 8.12.码流规格: 次码流支持多档分辨率可调;
- 8.13.图像调节: 可调节图像对比度、亮度、饱和度、锐度和画面镜像、翻转、透雾、强光抑制、背光补偿、降噪等级、数字宽动态等;
- 8.14.通讯接口: 至少配备RS485接口2路、RS232接口2路、UART串口1路、I2C接口2路、光电隔离双向GPIO 8路, 提供接口板原理图及相关硬件培训;
- 8.15.检测功能: 包含但不限于检测行人、自行车、电动车、汽车、各种动物、建筑特种作业车辆、钢管等障碍物识别, 识别准确率不低于96%, 交付工程源文件(提供承

诺函)；

8.16.支持固件远程更新；

8.17.支持目标物实际大小、空间距离及方位标定，提供标定工程源文件（提供承诺函）

；

8.18.工作环境温度：-25~75℃；

8.19.远程操作：系统设置、码流管理、账户管理、网络管理。

9.建材表面粗糙度检测组件

9.1.分辨率：≥2848(H)×2848(V)；

9.2.▲像元尺寸：≥2.7um x 2.7um，响应波长：0.2~0.4um；

9.3.帧率：≥14fps @ 2856×2848；

9.4.模数转换精度：≥12 bit；

9.5.黑白/彩色：黑白，紫外；

9.6.信噪比：≥38dB；

9.7.曝光时间：0.05ms~3000ms，可调；

9.8.紫外镜头：C-Mount接口，配27mm镜头；

9.9.增益：0dB~30dB，步长≤0.1dB；

9.10.图像接口：千兆以太网；

9.11.同步方式：外GPIO触发，软触发；

9.12.采集模式：单帧采集，连续采集，软触发采集，外触发采集；

9.13.I/O接口：≥1路光耦隔离输入，≥2路输出 GPIO（3.3V 电平，光耦隔离）；

9.14.供电：12VDC±20%；

9.15.操作系统：Windows系统，Linux和ARM Linux驱动、安卓平台驱动、MAC OS系统；

9.16.其他功能：支持任意尺寸的ROI自定义分辨率、自定义LUT表、帧率调节；

9.17.▲处理器：≥4核，RAM：≥2GB；ROM：≥32GB；NPU：≥6TOPS；

9.18.控制器接口：至少配备以太网接口*2，RS485接口*2，RS232接口*2，USB3.0接口*1，USB2.0接口*1；

9.19.▲检测功能：当微观粗糙区域因紫外漫散射与平滑背景产生的图像局部对比度（灰度差值）≥15个灰度级，且异常散射特征的有效占位面积≥30个像素时，算法对粗糙异常区的定位与等级分类准确率须严格≥95%；

9.20.工业级触摸屏≥10寸，分辨率≥1024*800；

9.21.本组件包含紫外工业相机、镜头、检测模型、算法控制器等配件；

10.大臂展工业机械臂

10.1.自由度：6轴机械臂；

10.2.设备自重：≤35KG；

10.3.负载能力：≥12KG；

10.4.工作半径：≥1300mm；

10.5.供电电压：24V；

10.6.结构类型：关节；

10.7.定位精度：≤0.03mm；

10.8.关节最大速度：基座≥100°/s，肩部≥100°/s，肘部≥125°/s，手腕1≥150°/s，

手腕2 \geq 150°/s, 手腕3 \geq 150°/s;

10.9.驱动方式: 直流伺服电机;

10.10.电机控制模式: 位置, 速度, 力矩模式;

10.11.控制方式: 示教器、RS485

10.12.安全: 机械臂具备碰撞检测和各关节运动限位;

10.13.防护等级: IP67及以上;

10.14.工作温度: -10°C~50°C;

10.15.设备材质: 铝合金、钢、塑料、橡胶;

11.六轮独立悬挂底盘

11.1.核心配置清单

11.1.1.▲6轮全向, 独立悬挂;

11.1.2.6路电机控制器: 包含控制算法及接口;

11.1.3.电池: 1块, \geq 48v35Ah;

11.2.性能与规格指标

11.2.1.速度: 0.01~3m/s, 可调;

11.2.2.单轮毂功率: \geq 300W;

11.2.3.工作温度: -15~+55°C;

11.2.4.工作电压: 24~55V;

11.2.5.通讯接口: RS232、CAN, 波特率可调;

11.2.6.车身重量: \leq 80KG;

11.2.7.负载: \geq 100KG;

11.2.8.悬挂: 每组轮毂独立悬挂;

11.2.9.▲爬坡: \geq 30度, 越障: \geq 100mm;

11.2.10.整车尺寸: \geq 1000mm \times 850mm \times 500mm;

11.2.11.电机通道: 支持同时控制6轮毂电机;

11.2.12.控制模式: 速度闭环控制;

12.打磨执行机构

12.1.打磨盘尺寸: 直径 \geq 125mm;

12.2.打磨盘结构形式: 单盘旋转式;

12.3.驱动电压: 24到48V宽频输入;

12.4.电机功率: \geq 100W;

12.5.电机转速: \geq 3000转;

12.6.驱动器控制: 启停, 方向, 调速;

12.7.连续工作: \geq 4小时;

12.8.吸尘接口直径: \geq 40mm;

12.9.吸尘管长: 2m;

12.10.吸尘器电压: 24V;

12.11.灰尘收纳: 集尘袋;

12.12.投标人须根据采购人需求进行定制化设计, 投标人需承诺, 在上述组件加工制造前, 中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见, 结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造; 因中标人设计不合理、不满足以上技术参数

要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担（提供承诺函）。

13.打磨机器人升降机构组件

- 13.1.额定承载：≥50kg；
- 13.2.极限静载：≥70kg；
- 13.3.有效升降行程：≥1000mm；
- 13.4.安装基座长度（含电机）：≤1500mm；
- 13.5.可调运行速度：5-10mm/s；
- 13.6.重复定位精度：≤0.1mm；
- 13.7.驱动电机：DC24V；
- 13.8.制动形式：全点位刹车，断电自动锁止；
- 13.9.主体材质：阳极氧化铝合金 + Q235 结构钢板；
- 13.10.单次连续工作时长：≤30min；
- 13.11.升降端面平行度：≤0.5mm；
- 13.12.水平偏摆误差：≤0.5°；
- 13.13.工作环境温度：-10℃~+55℃；
- 13.14.防护方式：防尘，防溅水；
- 13.15.结构设计兼容内墙打磨套件所有部件完整性组装设计；
- 13.16.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担（提供承诺函）；

14.多线激光雷达

- 14.1最大探测距离：≥120米@30%反射率；
- 14.2最小有效探测距离：≤0.2m；
- 14.3尺寸（H*D）：≤86mm*Φ110mm；
- 14.4垂直角度分辨率：≤1°；
- 14.5水平角度分辨率：≤0.1°；
- 14.6测距方式：脉冲式；
- 14.7工作电压：12V~36V；
- 14.8温度范围：-20℃ ~ 65℃；
- 14.9测距方式：脉冲式；
- 14.10测距精度：±2cm；
- 14.11激光线数：≥32线；
- 14.12波长：905nm；
- 14.13保护等级：≥IP67；
- 14.14垂直可视范围：≥31°；
- 14.15数据接口：以太网。

十一、智能清扫装备套件

1. 清扫机器人主控系统套件

1.1. 硬件参数

1.1.1. 嵌入式控制器带外壳一套

1.1.1.1. CPU: ≥ 8 核64位处理器, 主频 ≥ 2.4 GHz;

1.1.1.2. GPU: ≥ 4 核ARM架构, 算力 ≥ 450 GFLOPS;

1.1.1.3. NPU: 算力 ≥ 6 TOPS;

1.1.1.4. 内存: ≥ 8 GB;

1.1.1.5. 存储: ≥ 64 GB;

1.1.1.6. 显示: 支持 $\geq 4K@60$ Hz分辨率显示;

1.1.1.7. 支持操作系统: Android、Linux 5.10、Ubuntu 20.04、OpenHarmony 5.0;

1.1.1.8. 功能接口: HDMI、MIPI-DSI、Type-C、USB3.0、USB2.0、PCIe2、UART、SPI、ADC、GPIO、MIC、千兆以太网、TF卡;

1.1.2. 工业控制器带外壳1套

1.1.2.1. 处理器: ≥ 8 核, 主频 ≥ 2.4 GHz, 缓存 ≥ 24 MB;

1.1.2.2. 内存: ≥ 16 GB;

1.1.2.3. 存储: ≥ 512 GB固态硬盘;

1.1.2.4. 接口: 至少配备1*HDMI/DisplayPort接口, 4*USB3.0接口, 1*千兆以太网接口, RS-232*2、RS-485*2;

1.2. 软件参数

1.2.1. 工业控制器包含主雷达与补盲避障雷达, 可以在指定移动载体上演示, 提供导航算法C++/python工程源文件;

1.2.2. 算法交付: 需提供完整有效可展示的算法源代码, 支持后续根据不同场景需求进行二次开发, 配套提供算法开发文档及调试指南;

1.2.3. 嵌入式控制器内置视觉导航功能和消防、安防、垃圾检测功能, 完成视觉数据处理与分析, 提供C++/python源码与技术支持;

1.2.4. ▲视觉导航算法: 对环境感知, 辅助雷达导航; 可以精准识别行人、车辆、障碍物、道路标线、路牙、井盖、垃圾类别、烟雾、火焰等, 识别准确率均 $\geq 98\%$ (其中烟雾、火焰识别准确率 $\geq 92\%$), 同时提供检测对象方位与距离预测;

1.2.5. 工业控制器接入集成超声波、补盲雷达避障软件, 提供C++/python完整有效可展示工程源文件;

1.2.6. 工业控制器接收嵌入式控制器视觉导航检测结果, 完成视觉与雷达导航算法融合;

1.2.7. 配备与人机交互单元的通讯软件, 提供C++/python完整有效可展示示例工程源文件;

1.2.8. 清扫过程中可实时反馈异常, 联动机器人后台并现场给出警示, 提供C++/python完整有效可展示示例工程源文件;

1.2.9.▲导航算法交付要求：静态环境定位精度 $\leq\pm 3\text{cm}$ ，动态避障响应时延 $\leq 400\text{ms}$ ，贴边清扫效果 $\leq 15\text{cm}$ ，需提供全套自主导航算法工程文件，算法具备可编译、可调试、可二次开发特性（提供承诺函）；

1.2.10.▲供货方所提供工程源文件最少包含如下功能接口函数：视觉导航、目标识别、消防/安防检测、垃圾检测、目标方位与距离预测、超声波及补盲雷达避障、视觉与雷达融合导航、人机交互通讯、异常反馈、后台联动、现场声光警示、自主导航控制及算法性能测试等功能接口；应提供完整有效、可编译、可调试、可运行、可展示、可二次开发的工程源码、示例源码及接口说明文档，接口说明文档应包含接口名称、功能说明、输入/输出参数、返回值、错误码、数据格式、调用流程及示例代码（提供承诺函）。

2.清扫机器人人机交互通讯系统套件

2.1.人机交互模块

2.1.1.处理器： ≥ 4 核64位，主频 $\geq 2.0\text{GHz}$ ；

2.1.2.GPU： $\geq 600\text{MHz}$ ；

2.1.3.NPU： $\geq 1\text{T}$ 算力；

2.1.4.内存： $\geq 8\text{GB}$ ，速率 $\geq 1600\text{Mbps}$ ；

2.1.5.存储： $\geq 128\text{GB}$ ；

2.1.6.显示： ≥ 10 英寸LCD电容屏， $\geq 800\times 1280$ 分辨率，LED背光 $\geq 300\text{cd}$ ；

2.1.7.操作：电容触控，支持多点触控；

2.1.8.接口：至少包含HDMI2.0 $\times 1$ 、USB3.0 $\times 2$ 、USB2.0 $\times 2$ ；

2.1.9.电源：DC 9-24V宽压输入；

2.1.10.防护： $\geq \text{IP54}$ 防护， $-20^\circ\text{C}\sim 60^\circ\text{C}$ 工作；

2.1.11.支持工作现场清扫、识别、报警参数调节、路径预览、作业状态实时监控、作业记录查询、现场启动清扫任务等，提供示例源文件（提供承诺函）；

2.1.12.具备异常报警、数据查询导出及远程控制功能，提供示例源文件；

2.1.13.支持权限管理、一键校准及在线/本地系统升级；

2.1.14.支持二次开发，提供开发接口及配套技术文档；

2.1.15.可自定义清扫检测参数模板、操作界面及功能模块，提供示例源文件；

2.1.16.支持语音控制。

2.2.通讯组件

2.2.1.结构：带外壳，集成电路板，具备防震、防尘功能；

2.2.2.通讯方式：集成WiFi、蓝牙、LORA、4G、5G五种通讯模式；

2.2.3.接口：至少具有RS232 $\times 2$ 、RS485 $\times 2$ ；千兆以太网 $\times 2$

2.2.4.兼容人机交互模块；

2.2.5.具备通讯状态监测；

2.2.6.电源：DC 9-24V宽压适配，支持正负极反接保护；

2.2.7.支持通讯模式自动切换；

3.高精度惯导模块

3.1.核心性能

3.1.1.轴数：6轴（3轴加速度计+3轴陀螺仪）；

3.1.2.角度精度：横滚/俯仰角 $\leq 0.001^\circ$ （静态）；

3.1.3.分辨率：水平放置时 $\leq 0.006^\circ$ ；

3.1.4.测量范围：加速度 $\geq \pm 16g$ ；角速度 $\geq \pm 2000^\circ/s$ ；角度 $\geq \pm 90^\circ$ （横滚/俯仰）、 $\pm 180^\circ$ （航向）；

3.2.通信与输出

3.2.1.通信接口：CAN（波特率默认250Kbps，可设）

3.2.2.输出内容：片上时间戳、3轴加速度、3轴角速度、3轴欧拉角、四元数；

3.2.3.输出速率：0.1Hz~200Hz（可调）；

3.3.电气与环境

3.3.1.工作电压：5V~36V DC（宽压供电）；

3.3.2.工作电流： $\leq 40mA$ ；

3.3.3.工作温度： $-40^\circ C \sim +85^\circ C$ ；

3.3.4.存储温度： $-40^\circ C \sim +100^\circ C$ ；

3.3.5.防护等级：IP67及以上；

3.4.物理与结构

3.4.1.外壳材质：铝合金（抗震防摔）；

3.4.2.线缆： $\geq 1m$ ；

3.5.其他特性

3.5.1.具有内置温度补偿算法；

3.5.2.支持用户校准（零偏、灵敏度）；支持低功耗模式；

4.补盲雷达

4.1.激光波长：905nm，人眼安全级别需满足Class 1；

4.2.探测量程： $\leq 10\%$ 反射率、 $\geq 100klx$ 光照条件下，探测距离 $\geq 40m$ ；

4.3.盲区： $\leq 0.2m$ ；

4.4.视场角（FOV）：水平 360° ，竖直 $-5^\circ \sim 50^\circ$ ；

4.5.测距精度：随机误差 $\leq 2cm$ （@10m、 $25^\circ C$ 、80%反射率）； $\leq 4cm$ （@0.2m、 $25^\circ C$ 、80%反射率）；

4.6.角度精度：随机误差 $\leq 0.15^\circ$ ；

4.7.点云输出性能：点云输出速率 ≥ 200000 点/秒，点云帧率典型值 $\geq 10Hz$ ；

4.8.虚警率： $\geq 100klx$ 日光、 $25^\circ C$ 环境下，虚警率 $\leq 0.01\%$ ；

4.9.扫描特性：支持非重复扫描模式， $\leq 0.5s$ 积分时间视场覆盖率 $\geq 70\%$ ；

4.10.探测模式：支持正常探测、敏感探测两种模式；

4.11.抗干扰能力：具备抗串扰功能；

4.12.输出数据类型：同时支持点云数据、IMU数据、设备状态信息推送，数据可按需配置启停；

4.13.点云数据内容：包含目标反射率（0~255量化）、坐标信息、 $\geq 8bit$ 标记信息、64bit ns级时间戳；

4.14.坐标格式：支持直角坐标系(x, y, z)、球坐标系(r, θ , φ)，可自由配置切换；

4.15.时间同步：支持IEEE 1588-2008(PTP v2)、GPS两种数据同步方式。

5.超声波雷达模组

5.1.核心探测性能

- 5.1.1.探测盲区: $\leq 2\text{cm}$;
- 5.1.2.有效量程: 2~300cm, 支持 50/150/250/350cm 4级量程可设;
- 5.1.3.测量精度: $\leq 1+(S \times 0.3\%) \text{cm}$ (S为测量距离), 内置温度补偿;
- 5.1.4.探测角度: 支持 $30^\circ \sim 60^\circ$, ≥ 4 级可设;
- 5.1.5.响应时间: $\leq 15\text{ms}$;

5.2.电气性能

- 5.2.1.供电电压: DC3.3~12V, 宽电压适配;
- 5.2.2.功耗: 待机电流 $\leq 5\mu\text{A}$, 平均工作电流 $\leq 10\text{mA}$;
- 5.2.3.静电防护: 符合IEC61000-4-2标准, ESD $\pm 4\text{K}/\pm 8\text{KV}$;
- 5.2.4.防护等级: IP67及以上;

5.3.输出与通信

- 5.3.1.输出方式: 支持UART (自动/受控)、PWM、开关量、RS485、IIC多类型;
- 5.3.2.协议支持: Modbus-RTU (RS485)、I2C从机 (多设备并联), 参数可指令配置;
- 5.3.3.工作环境温度: $-25^\circ\text{C} \sim +65^\circ\text{C}$;

6.单线激光雷达模组

6.1.核心探测性能

- 6.1.1.测距原理: 脉冲ToF测距, $360^\circ 2\text{D}$ 全方位扫描;
- 6.1.2.测距范围: 80%反射率下 0.05~12m; 10%反射率下0.05~4m;
- 6.1.3.测距精度: $\pm 20\text{mm}$ ($0.05\text{m} < \text{距离} \leq 12\text{m}$);
- 6.1.4.测距频率: $\geq 4000\text{Hz}$;
- 6.1.5.扫描频率: 6~12Hz, 软件可调;
- 6.1.6.扫描角度: $0 \sim 360^\circ$;
- 6.1.7.角度分辨率: $\leq 0.6^\circ$;
- 6.1.8.俯仰角: $0 \sim 1.5^\circ$ 可调;
- 6.1.9.抗干扰: 可适应 $\geq 60000\text{Lux}$ 光照环境;
- 6.1.10.激光器波长: 895-915nm (红外波段);
- 6.1.11.激光安全: 符合Class I人眼安全标准;

6.2.电气性能

- 6.2.1.供电电压: DC4.8~5.2V;
- 6.2.2.工作电流: $\leq 500\text{mA}$;
- 6.2.3.通信方式: UART 串口, 支持数据收发、设备参数配置;

6.3.环境与物理特性

- 6.3.1.工作环境温度: $-10^\circ\text{C} \sim +45^\circ\text{C}$;
- 6.3.2.存储温度: $-20^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$;
- 6.3.3.电机控制: 软件调速;
- 6.3.4.数据输出: 实时输出 360° 扫描点云数据、设备信息及工作状态;
- 6.3.5.开发支持: 提供SDK开发包、ROS开发包、Windows图形调试客户端, 开放3D模型及配套开发/使用手册;

7.卫星定位接收器

- 7.1.信号接收: 支持 GPS、GLONASS、BDS (含北斗三) 全系统全频点, 配对应天线;

- 7.2.天线指标：右旋圆极化，最高增益 $\geq 4.5\text{dBi}$ ，天线轴比 $\leq 3\text{dB}$ ，水平面覆盖角度 360° ；
- 7.3.通道数： ≥ 1408 通道；
- 7.4.定位模式：支持单点定位、RTK 差分定位；
- 7.5.单点定位精度（RMS）：水平 $\leq 1.5\text{m}$ ，高程 $\leq 2.5\text{m}$ ；
- 7.6.RTK定位精度（RMS）：水平 $\leq 0.8\text{cm}+1\text{ppm}$ ，高程 $\leq 1.5\text{cm}+1\text{ppm}$ ；
- 7.7.定向精度（RMS）： $\leq 0.1^\circ/1\text{m}$ 基线；
- 7.8.时间同步精度：PPS精度（RMS） $\leq 20\text{ns}$ ；
- 7.9.速度精度（RMS）： $\leq 0.03\text{m/s}$ ；
- 7.10.冷启动时间： $\leq 30\text{s}$ ；
- 7.11.数据更新率： $\geq 20\text{Hz}$ ；
- 7.12.差分协议：支持 RTCM V3.X；
- 7.13.无线通信：支持4G LTE全网通，兼容三大运营商SIM卡；
- 7.14.网络协议：支持NTRIP（Client/Server 模式）；
- 7.15.串口配置： ≥ 3 路RS232串口，支持多串口通讯；
- 7.16.供电电压：DC9~32V，支持电源防反接保护；
- 7.17.典型功耗： $\leq 2\text{W}$ ；
- 7.18.外形尺寸： $\leq 110\times 70\times 35\text{mm}$ （不含插件）；
- 7.19.工作温度： $-40^\circ\text{C}\sim +85^\circ\text{C}$ ；
- 7.20.防护性能：抗冲击 $\geq 15\text{g}$ （ $\geq 10\text{ms}$ ），工作湿度95%非冷凝。

8.视觉导航AI一体探测器

- 8.1.分辨率： $\geq 2592\times 1944$ ；
- 8.2.最小照度： $\leq 0.005\text{Lux}@F1.2$ ；
- 8.3.压缩标准：H.264 H.265 MJPEG；
- 8.4.信噪比： $\geq 50\text{dB}$ ；
- 8.5.焦距：5~140mm，可调；
- 8.6.光学变倍： ≥ 30 倍；
- 8.7.处理器：算力 $\geq 2.0\text{Tops}$ ；Flash： $\geq 8\text{GB}$ ；DDR： $\geq 8\text{Gb}$ ；
- 8.8.电源：DC12V~24V；
- 8.9.存储接口：支持SD/TF卡存储，容量 $\geq 1\text{T}$ ；
- 8.10.协议支持：TCP/IP、UDP、RTP、RTSP、RTMP、RTCP、HTTP、DNS、DDNS、DHCP、NTP、PPPOE、SMTP、UPNP；
- 8.11.客户端浏览：支持内嵌Web Server，支持 ≥ 8 用户并发访问(MAX)；
- 8.12.码流规格：次码流支持多档分辨率可调；
- 8.13.图像调节：可调节图像对比度、亮度、饱和度、锐度和画面镜像、翻转、透雾、强光抑制、背光补偿、降噪等级、数字宽动态等；
- 8.14.通讯接口：至少配备RS485接口2路、RS232接口2路、UART串口1路、I2C接口2路、光电隔离双向GPIO 8路，提供接口板原理图及相关硬件培训；
- 8.15.检测功能：包含但不限于检测行人、自行车、电动车、汽车、各种动物、建筑特种作业车辆、钢管等障碍物识别，识别准确率不低于96%，交付工程源文件（提供承

诺函)；

8.16.支持固件远程更新；

8.17.支持目标物实际大小、空间距离及方位标定，提供标定工程源文件**(提供承诺函)**

；

8.18.支持二次开发，除操作系统、数据库、通信中间件及通用第三方开源库外，不得将本项目关键业务逻辑封装为闭源库或黑盒模块交付。工程源文件须包含接口应至少包含目标检测识别接口、固件远程更新接口、目标物实际尺寸测量接口、空间距离测量接口、方位角标定接口、坐标转换接口、检测结果回调接口及检测准确率测试接口，目标检测接口应支持行人、自行车、电动车、汽车、动物、建筑特种作业车辆、钢管等障碍物识别，识别准确率不低于 96%。供货方须提供上述接口对应的工程调用源码、标定调用源码、模型文件、接口说明文档、编译部署说明及示例调用程序等**(提供承诺函)**；

8.19.工作环境温度：-25~75℃；

8.20.远程操作：系统设置、码流管理、账户管理、网络管理。

9.差速清扫底盘

9.1.DCDC模块：12V/500W；

9.2.控制器接口：CAN1 500k、CAN2 500k；

9.3.清扫宽度：≥1200mm；

9.4.工作效率：≥6000m²/h；

9.5.爬坡能力：≥20°；

9.6.主刷长度：≥600mm；

9.7.边刷直径：≥500mm；

9.8.动力源：≥5kWh；

9.9.工作时间：≥4h；

9.10.尘箱容量：≥130L；

9.11.驱动功率：≥1200W；

9.12.作业功率：≥1300W；

9.13.工作速度：≥10km/h；

9.14.转弯半径：≤1000mm；

9.15.外形尺寸：≥1600×1300×1400mm；

9.16.整车结构设计具备智能清扫装备套件所有部件一体化组装要求；

9.17.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担；**(提供承诺函)**；

10.阿克曼清扫底盘

10.1.外形尺寸：≥1500mm(L)×800mm(W)×700mm(H)；

10.2.清扫宽度：≥100cm；

10.3.续航：≥2h；

10.4.适用环境：室外-20℃~40℃；

- 10.5.充电时长：≤5h；
- 10.6.电池：≥35Ah锂电池，电压48V；
- 10.7.垃圾箱容量：≥60L；
- 10.8.最大行驶速度：≥5km/h；
- 10.9.爬坡能力：≥15°
- 10.10.工作效率：≥3000m²/h；
- 10.11.转弯半径：≤150cm；
- 10.12.线控转向系统参数
 - 10.12.1.防护等级：IP67及以上；
 - 10.12.2.工作电压：DC12V；
 - 10.12.3.ECU控制电流：≥65A；
 - 10.12.4.CAN协议：Motorola格式，波特率可调；
 - 10.12.5.控制角度精度：≤1°；
- 10.13.线控驱动系统参数
 - 10.13.1.电机：车规级永磁同步电机，48V1.5kW后桥驱动；
 - 10.13.2.防护等级：IP67及以上；
 - 10.13.3.保护：过热、欠过压保护，带电磁抱轴；
 - 10.13.4.制动方式：电机抱轴；
- 10.14.整车结构设计具备智能清扫装备套件所有部件一体化组装要求；
- 10.15.投标人须根据采购人需求进行定制化设计，投标人需承诺，在上述组件加工制造前，中标人应配合完善采购人对设计图纸提出合理的优化及修改意见，结构设计图纸经采购人书面确认后方可进行加工制造；因中标人设计不合理、不满足以上技术参数要求导致的图纸修改，相关费用及货期延误造成的损失由中标人自行承担。（提供承诺函）

11.小型平面磨床

- 11.1.工作台面积≥130mm×520mm；
- 11.2.前后行程≥150mm；
- 11.3.左右行程≥280mm；
- 11.4.砂轮转速≥2800RPM；
- 11.5.砂轮头旋转角度360°，可调；
- 11.6.砂轮头升降距离≥250mm；
- 11.7.砂轮尺寸≥150x32x20mm，配36目≥4片，配60目≥4片，配46目≥4片，配100目≥4片；
- 11.8.电机：全铜无刷电机；
- 11.9.电机功率≥550W；

12.智能建造机器人耗材类组件

- 12.1.结构主材：
 - 12.1.1.主要用于骨架，底座，承重部分；
 - 12.1.1.1.Q235镀锌方管：40x40壁厚≥2mm，长度≥1.5米，≥10根；
 - 12.1.1.2.Q235镀锌方管：50x50壁厚≥3mm，长度≥1.5米，≥10根；
 - 12.1.2.主要用于底板；

12.1.2.1.镀锌钢板：1000x500mm，厚度 $\geq 5\text{mm}$ ， ≥ 5 张；

12.1.2.2.镀锌钢板：300x600mm，厚度 $\geq 5\text{mm}$ ， ≥ 5 张；

12.1.3.铝合金加工板材：

12.1.3.1. 6061：250x250x10mm， ≥ 10 块；

12.1.3.2. 6061：500x500x10mm， ≥ 10 块；

12.1.3.3. 6061：500x500x5mm， ≥ 10 块；

12.1.3.4. 6061：500x500x8mm， ≥ 10 块；

12.2.防护与外观：

12.2.1.黑色风琴防护罩：宽度约220mm，外高约100mm，行程 $\geq 1300\text{mm}$ ，压缩 $\leq 300\text{mm}$ ；

12.2.2.尼龙拖链：内宽50，内高25mm，长度 ≥ 5 米；

12.2.3.尼龙编织阻燃线套：直径30mm， ≥ 5 米；直径20mm， ≥ 10 米；

12.2.4.钣金密封条，橡胶密封条，仓体防水胶片，防撞角条；

12.2.5.机械臂保护套5套；

12.2.6.银白色防锈喷漆5罐（量）；

12.2.7.PP阻燃波纹管直径15，20，25mm，各 ≥ 20 米；

12.2.8.250x2.8，300x3.6，350x5共计三种型号尼龙扎带，各 ≥ 500 条。

12.3.紧固件，五金配件：

12.3.1.M3-M8内六角螺丝，螺母，平垫，弹垫每个型号200套；

12.3.2.角码采用4040型，厚度3mm，孔径6.5mm型号200套；

12.3.3.4.0mm钣金拉柳钉各100，M3，M4，M5沉头螺丝/自攻丝各200。

12.4.电气部分：

12.4.1.0.5方，0.75方，1方，1.5方线缆（红色，黑色，蓝色，绿色，黄色100米各3捆）；

12.4.2.0.5方双绞线3捆各50米；

12.4.3.多股纯铜软线（国标产品）4平方红色、黑色、蓝色、绿色各500米；

12.4.4.多股纯铜软线（国标产品）2.5平方红色、黑色、蓝色、绿色各400米；

12.4.5.直径6mm，8mm气管各200米，常用型号气管接头各200个（6mm，8mm的直通，6mm转8mm直通，6mm，8mm三通）；

12.4.6. 60型400W直流伺服电机，额定转速 $\geq 3000\text{rpm}$ ，力矩 $\geq 1.27\text{N.m}$ ，加RS485驱动器5套；

12.4.7. 55型直流无刷电机，额定转速 $\geq 3000\text{rpm}$ ，额定转矩 $\geq 0.38\text{N.M}$ ，加驱动器4套；

12.4.8.气缸，电磁阀，继电器等各50套；

12.4.9.移动电缆盘

12.4.9.1.国标YZ3芯4平方70米（带轮带杆）6套；

12.4.9.2.国标YZ3芯2.5平方100米（带轮带杆）4套；

12.4.9.3.行程 $\geq 200\text{mm}$ ，宽度80mm双线轨，丝杆直径 $\geq 12\text{mm}$ ，导程 $\geq 5\text{mm}$ ，适配60型电机， ≥ 5 套。行程 $\geq 600\text{mm}$ ，宽度100mm双线轨，丝杆直径 $\geq 16\text{mm}$ ，导程 $\geq 5\text{mm}$ ，适配60型电机 ≥ 5 套。

13.多线激光雷达

13.1最大探测距离：≥120米@30%反射率；

13.2最小有效探测距离：≤0.2m；

13.3尺寸（H*D）：≤86mm*Φ110mm；

13.4垂直角度分辨率：≤1°；

13.5水平角度分辨率：≤0.1°；

13.6测距方式：脉冲式；

13.7工作电压：12V~36V；

13.8温度范围：-20℃ ~ 65℃；

13.9测距方式：脉冲式；

13.10测距精度：±2cm；

13.11激光线数：≥32线；

13.12波长：905nm；

13.13保护等级：≥IP67；

13.14垂直可视范围：≥31°；

13.15数据接口：以太网。

3.4商务要求

3.4.1交货时间

采购包1：

合同签订之日起60天内完成项目的到货、安装、调试、培训等。

3.4.2交货地点

采购包1：

西安建筑科技大学指定地点

3.4.3支付方式

采购包1：

一次付清

3.4.4支付约定

采购包1：

1、其他，签订合同后，乙方提供经甲方认可的合同金额100%的预付款保函或双方认可的其他担保措施，达到付款条件起10个工作日内，支付合同总金额的100.0%

3.4.5验收标准和方法

采购包1：

（一）各组件验收要求（投标人须对此提供承诺函并加盖投标人公章）：（1）仿古砖智能检测切割控制系统组件、“三、建筑喷涂装备套件”中的视觉导航AI一体探测器：文档及验收要求：中标方须提供算法开发文档、模型量化部署文档、接口文档、调试指南、测试报告和操作说明书等。交付验收时须接受源码走查、独立编译、实机部署、算法精度测试、性能测试（包含切割控制系统、人机交互通讯系统、传动装置、切割装置、感知装备、机械臂等完整系统的性能测试）和不少于72小时稳定性测试；若核心源码缺失、接口文档与源码不一致、核心逻辑黑盒封装、性能指标不满足要求、源码无法独立编译或或稳定性测试未通过等任一情形，均视为交付不合格，招标方有权拒收、并按合同约定追究违约责任。（2）建筑喷涂机器人

主控系统：在交付验收时，以上软件功能全部提供工程源文件，中标方须接受源码走查、独立编译、实机部署、算法精度测试、性能测试（包含主控系统、人机交互通讯系统、感知组件、升降机构、移动盘、机械臂等整套系统的性能测试）和72小时稳定性测试。上述所有独立软件功能均应采用模块化设计，并分别提供独立封装的接口函数/API。每项功能应支持独立初始化、独立参数配置、独立调用，若核心源码缺失、指标不满足、文档缺失、接口函数缺失、核心逻辑黑盒封装、源文件无法独立编译或稳定性测试未通过等任一情形，均视为交付不合格，招标方有权拒收、并按合同约定追究违约责任。（3）仿古砖智能检测人机交互通讯系统组件、仿古砖检测结构光3D点云处理器组件、建材表面粗糙度检测组件、建筑喷涂人机交互通讯系统组件、抹灰机器人主控系统组件、抹灰机器人人机交互通讯组件、可见光视觉变焦混凝土表面品质检测装置、视觉导航AI一体探测器、建筑工地动火辅助监测机器人主控系统组件、动火辅助监测机器人导航主控系统、墙面检测机器人主控系统、墙面检测机器人人机交互系统、墙面检测机器人空间尺寸及墙面平整度感知装备、中红外视觉建筑墙面空鼓检测探测器、混凝土养护短波红外品质检测组件、智慧工地巡检机器狗感知装备、地坪施工装备套件、地坪施工机器人人机交互通讯系统组件、打磨机器人主控系统套件、打磨机器人人机交互通讯系统套件、建材表面粗糙度检测组件、清扫机器人主控系统套件、清扫机器人人机交互通讯系统套件：交付验收时，以上所述软件功能对应工程源文件中中标方须接受源码走查、独立编译、实机部署、算法精度测试、性能测试和72小时稳定性测试。上述所有独立软件功能均应采用模块化设计，并分别提供独立封装的接口函数/API。每项功能应支持独立初始化、独立参数配置、独立调用，若核心源码缺失、指标不满足、文档缺失、接口函数缺失、核心逻辑黑盒封装、源码无法独立编译或稳定性测试未通过等任一情形，均视为交付不合格，招标方有权拒收、并按合同约定追究违约责任。（二）项目验收要求 1.仪器设备的验收内容包括商务验收、技术验收和安全性能验收三部分。 1.1商务验收是指对货物进行开箱清点，检查仪器设备的外观状况，核对型号、规格、数量及附件，核查（签署）实物（装箱）清单，查验出厂证、产品合格证、质量检验证、保修单、说明书、操作规程、技术资料、检修手册及进口设备的报关清单等文件。 1.2技术验收是指由使用单位依据合同技术附件、招投标文件及产品出厂的主要技术指标，对仪器设备的各项功能指标进行逐项验收，由供应商进行现场演示并组织技术培训。 1.3安全性能验收主要是指对仪器设备以及其安装场地、使用环境等辅助设施的安全性进行的验收。 2.验收分为一次验收（初验）、专家验收和二次验收（终验）。 2.1一次验收（初验）：由使用单位依据合同及上述规定的三部分验收内容逐条逐项一一验证核对。 2.2专家验收：由专家组核查设备的技术性能、功能指标、安全性与合规性、配套资料完整性，以及是否满足合同约定及实际使用需求，确保设备质量合格、运行可靠，能够有效服务于教学、科研。 2.3二次验收（终验）：由学校验收小组核实使用单位初验意见及专家组验收意见，依据合同，结合使用单位提交的初验资料，对所供仪器设备进行抽样或全面检查，核实相关技术指标，观看现场演示。

3.4.6包装方式及运输

采购包1：

1.涉及的商品包装和快递包装，均应符合《商品包装政府采购需求标准（试行）》《快递包装政府采购需求标准（试行）》的要求，包装应适应于远距离运输、防潮、防震、防锈和防野蛮装卸，以确保货物安全无损运抵指定地点。 2.原厂包装，保证产品质量，整机及配套设备分模块包装，便于现场搬运、快速部署及二次装配，确保运输过程中设备完好无损。中标供应商所提供的设备必须为制造商原厂全新产品。设备要求有包装材料保护运至现场。凡由于包装不良造成的损失和由此产生的费用均由中标人承担。

3.4.7质量保修范围和保修期

采购包1：

（1）验收合格之日起3年；在质保期内，设备的任何质保问题由中标供应商承担。（2）售后服务要求：即时响应（包括电话响应）；电话响应无法解决时，24小时内到达现场。修复时间48小时内；如48小时内无法修复，应提供相应解决方案。（3）培训要求：中标人负责为采购人操作人员提供培训服务，为使采购人使用人员尽快掌握设备的技术特点、操作方法、保养维护方法等，中标人应制订完善的培训计划，安排经验丰富技术人员在设备安装的后期进行操作人员的培训。培训形式主要为现场培训。培训内容包括：货物操作、维护、简单维修等。培训次数不少于8次。

3.4.8违约责任与解决争议的方法

采购包1：

按招标文件、投标文件及合同约定执行

3.5其他要求

一、投标保证金注意事项：（1）投标保证金须从投标人户名支付，如从个人户名或非投标人户名支付，将被拒绝，视为自动放弃投标权利（该个人是投标人的情形除外）；以保函形式交纳投标保证金的，投标人应在投标截止时间前将保函扫描成清晰的PDF文件，发送至邮箱2559647209@qq.com（邮件命名：项目编号、包号），并将保函原件单独递交至代理机构财务；投标人应在投标文件中附保函复印件。保函必须由具有开具投标保函资格的单位开具；若供应商违约，开具保函单位承担连带责任；（2）投标保证金的提交金额、时间不满足招标文件要求的，投标无效；（3）投标保证金以采购代理机构到账凭证为准，投标人无需更换交纳凭证，由采购代理机构统一提供。（4）未按指定账户提交的，投标人须在文件递交截止时间前按照指定账户再次提交。二、因系统格式限制，本项目最终签订合同的付款方式为：签订合同后10个工作日内，乙方提供经甲方认可的合同金额100%的预付款保函或双方认可的其他担保措施，支付合同金额的100%。三、本项目主要标的同核心产品。根据法律规定，中标公告须公布主要标的的名称、品牌、规格型号、数量、单价。四、本项目落实《国务院办公厅关于在政府采购中实施本国产品标准及相关政策的通知》-（国办发〔2025〕34号）政策：①政府采购活动中既有本国产品又有非本国产品参与竞争的，依法对本国产品给予价格评审优惠，对本国产品的报价给予20%的价格扣除，用扣除后的价格参与评审。当采购项目或者采购包中含有多种产品，供应商为该采购项目或者采购包提供的符合本国产品标准的产品成本之和占该供应商提供的全部产品成本之和的比例达到80%以上时，依法对该供应商提供的全部产品给予价格评审优惠，即对该供应商提供的全部产品的总报价给予20%的价格扣除，用扣除后的价格参与评审。②投标人享受对本国产品的支持政策的，对其提供的产品出具符合要求的《关于符合本国产品标准的声明函》或财政部会同有关部门规定的有关证明文件后，可用扣除后的价格参与评审。③投标人可同时享受支持中小企业发展政策及对本国产品的支持政策。五、纸质文件递交：中标结果发布后，中标供应商在2个工作日内向采购代理机构提供一正一副（和上传文件保持一致的）纸质投标文件用于备案及档案保存。

第四章 资格审查

资格审查由采购人或代理机构组建的资格审查小组依据法律法规和招标文件的规定，对投标文件中的资格证明等进行审查，以确定投标人是否具备投标资格，并出具资格审查报告。

资格审查标准及要求如下：

4.1 一般资格审查

采购包1：

序号	审查内容	具体标准和要求	关联投标（响应）文件格式文件
1	供应商应具备《中华人民共和国政府采购法》第二十二条规定的条件	投标人需在项目电子化交易系统中按要求填写《投标函》完成承诺并进行电子签章。①具有独立承担民事责任能力的法人、其他组织或自然人，提供合法有效的统一社会信用代码营业执照（事业单位法人证书/专业服务机构执业许可证/民办非企业单位登记证书，自然人提供身份证）；②税收缴纳证明：提供2025年6月（含6月）以来任意时间段的依法缴纳税收的相关凭据，凭据应有税务机关或代收机关的公章或业务专用章；依法免税的提供证明；零报税的提供申报成功的证明；公司成立不足一个月的提供将依法纳税的承诺书（格式自拟）。上述凭据或证明的时间以税款所属时期为准；③社会保障资金缴纳证明：提供2025年6月（含6月）以来至少一个月已缴纳的社会保障资金的证明（社会保障资金缴存单据或社保机构开具的社会保险参保缴费情况证明等）；依法不需要缴纳社会保障资金的投标人应提供相关文件证明；④提供具有履行本合同所必需的设备和专业技术能力的声明；⑤参加本次政府采购活动前3年内在经营活动中没有重大违纪，以及未被列入失信被执行人、重大税收违法案件当事人名单、政府采购严重违法失信行为记录名单的书面声明。注：投标人需在项目电子化交易系统中按要求上传相应证明文件并进行电子签章。	投标函 投标人资格证明文件.docx

2	供应商应提供健全的财务会计制度的证明材料；	财务状况报告：法人提供会计师事务所出具有效的2025年度审计报告（审计报告须具有注册会计师行业统一监管平台 https://acc.mof.gov.cn 赋予的验证码）（成立时间至提交响应文件截止时间不足一年的可提供成立后任意时段的资产负债表），或提交自2025年12月1日以来银行出具的资信证明（以上两种形式的资料提供任何一种即可）；其他组织和自然人提供银行出具的资信证明或财务报表。注：投标人需在项目电子化交易系统中按要求上传相应证明文件并进行电子签章。	投标人资格证明文件.docx
3	单位负责人为同一人或者存在直接控股、管理关系的不同供应商不得参加同一合同项下的政府采购活动；为本项目提供整体设计、规范编制或者项目管理、监理、检测等服务的供应商，不得再参加该采购项目的其他采购活动。	投标人需在项目电子化交易系统中按要求填写《投标函》完成承诺并进行电子签章、提供直接控股和直接管理关系清单。若与其他投标人存在单位负责人为同一人或者存在直接控股、管理关系的，则投标无效。	投标函 投标人资格证明文件.docx

4.2特殊资格审查

采购包1：

序号	审查内容	具体标准和要求	关联投标（响应）文件格式文件
1	法定代表人授权委托书	法定代表人参加投标的，须提供法定代表人身份证；法定代表人授权本单位他人参加投标的，须提供法定代表人授权委托书。	投标人资格证明文件.docx
2	不接受联合体投标，不允许分包	本项目不接受联合体投标，不允许分包。投标人应提供《非联合体不分包投标声明》。	投标人资格证明文件.docx

4.3落实政府采购政策资格审查

采购包1：

序号	审查内容	具体标准和要求	关联投标（响应）文件格式文件
1	本项目为非专门面向中小企业采购	本项目为非专门面向中小企业采购。	中小企业声明函 残疾人福利性单位声明函 监狱企业的证明文件

第五章 评标办法

5.1总则

一、根据《中华人民共和国政府采购法》《中华人民共和国政府采购法实施条例》《政府采购货物和服务招标投标管理办法》《陕西省政府采购评审专家管理实施办法》等法律法规，结合采购项目特点制定本评标办法。

二、评标工作由代理机构负责组织，具体评标事务由采购人或代理机构依法组建的评标委员会负责。评标委员会由采购人代表和评审专家组成。

三、评标工作应遵循公平、公正、科学及择优的原则，并以相同的评标程序和标准对待所有的投标人。

四、本项目采取电子评标，通过项目电子化交易系统完成评标工作。评标委员会成员、采购人、代理机构和投标人应当按照本招标文件规定和项目电子化交易系统操作要求开展或者参加评标活动。

五、评标过程中的书面材料往来均通过项目电子化交易系统传递，投标人通过互认的证书及签章加盖其电子印章后生效。出现无法在线签章的特殊情况，评标委员会成员可以线下签署评标报告，由代理机构对原件扫描后以附件形式上传。

六、评标过程应当独立、保密，任何单位和个人不得非法干预评标活动。投标人非法干预评标活动的，其投标文件将作无效处理；代理机构、采购人及其工作人员、采购人监督人员非法干预评标活动的，将依法追究其责任。

5.2评标委员会

一、评审专家是采取随机方式在政府采购平台的专家库系统（以下简称专家库系统）抽取/由采购人根据《陕西省政府采购评审专家管理实施办法》（陕财办采〔2018〕20号）的规定，报主管部门同意后自行选定。

二、评标委员会成员应当满足并适应电子化采购评审的工作需要，使用已身份认证并具备签章功能的证书，登录项目电子化交易系统进入项目评审功能模块确认身份、签到、推荐评标委员会组长。

三、评标委员会成员获取解密后的投标文件，开展评标活动。出现应当回避的情形时，评标委员会成员应当主动回避；代理机构按规定申请补充抽取评审专家；无法及时补充抽取的，采购人或者代理机构应当封存供应商投标文件，按规定重新组建评标委员会，解封投标文件后，开展评标活动。

四、评标委员会按照招标文件规定的评标程序、评标方法和标准进行评标，并独立履行下列职责：

- （一）熟悉和理解招标文件；
- （二）审查供应商投标文件等是否满足招标文件要求，并作出评价；
- （三）根据需要要求采购组织单位对招标文件作出解释；根据需要要求供应商对投标文件有关事项作出澄清、说明或者更正；
- （四）推荐中标候选供应商，或者受采购人委托确定中标供应商；
- （五）起草评标报告并进行签署；
- （六）向采购组织单位、财政部门或者其他监督部门报告非法干预评审工作的行为；
- （七）法律、法规和规章规定的其他职责。

5.3 评标方法

采购包1：综合评分法

5.4评标程序

5.4.1熟悉和理解招标文件和停止评标

一、评标委员会正式评审前，应当对招标文件进行熟悉和理解，内容主要包括招标文件中供应商资格资质性要求、采购项目技术、服务和商务要求、评审方法和标准以及可能涉及签订政府采购合同的内容等。

二、本招标文件有下列情形之一的，评标委员会应当停止评标：

- (一) 招标文件的规定存在歧义、重大缺陷的；
- (二) 招标文件明显以不合理条件对供应商实行差别待遇或者歧视待遇的；
- (三) 采购项目属于国家规定的优先、强制采购范围，但是招标文件未依法体现优先、强制采购相关规定的；
- (四) 采购项目属于政府采购促进中小企业发展的范围，但是招标文件未依法体现促进中小企业发展相关规定的；
- (五) 招标文件规定的评标方法是综合评分法、最低评标价法之外的评标方法，或者虽然名称为综合评分法、最低评标价法，但实际上不符合国家规定；
- (六) 招标文件将投标人的资格条件列为评分因素的；
- (七) 招标文件有违反国家其他有关强制性规定的情形。

出现上述应当停止评标情形的，评标委员会应当通过项目电子化交易系统向采购组织单位提交相关说明材料，说明停止评审的情形和具体理由。除上述情形外，评标委员会不得以任何方式和理由停止评标。

出现上述应当停止评标情形的，采购组织单位应当通过项目电子化交易系统书面告知参加采购活动的供应商，并说明具体原因，同时在陕西省政府采购网公告。采购组织单位认为评标委员会不应当停止评标的，可以书面报告采购项目同级财政部门依法处理，并提供相关证明材料。

5.4.2 符合性审查

评标委员会依据本招标文件的实质性要求，对符合资格的投标文件进行审查，以确定其是否满足本招标文件的实质性要求。本项目符合性审查事项，必须以本招标文件明确规定的实质性要求作为依据。

在符合性审查过程中，如果出现评标委员会成员意见不一致的情况，按照少数服从多数的原则确定，但不得违背政府采购基本原则和招标文件规定。

符合性审查标准见下表（按以下顺序审查）：

采购包1：

序号	审查内容	具体标准和要求	关联投标（响应）文件格式文件
1	不正当竞争预防措施（实质性要求）	1.在评标过程中，评标委员会认为投标人报价明显低于其他实质性响应的投标人报价，有可能影响产品质量或者不能诚信履约的，评标委员会应当要求其在合理的时间内提供成本构成书面说明，并提交相关证明材料。书面说明应当按照国家财务会计制度的规定要求，逐项就投标人提供的货物、工程和服务的主营业务成本（应根据投标人企业类型予以区别）、税金及附加、销售费用、管理费用、财务费用等成本构成事项详细陈述。 2.投标人提交的相关说明和证明材料，应当加盖投标人（法定名称）电子印章，在评标委员会要求的时间内通过项目电子化交易系统进行提交，否则提交的相关证明材料无效。投标人不能证明其投标报价合理性的，评标委员会应当将其投标文件作为无效处理。	开标一览表 标的清单
2	签署、盖章	投标文件按照招标文件规定要求签署、盖章的	投标文件封面
3	报价	总报价未超过招标文件中规定的最高限价的	开标一览表 标的清单

4	实质性条款	(1) 满足本招标文件3.4商务要求中“交货时间、交货地点、质量保修范围和保修期要求、验收标准和方法”要求的； (2) 按照要求填写交付验收承诺函的。	交付验收承诺函.docx 商务部分偏离表.docx
5	投标有效期	投标有效期满足招标文件要求的	投标函
6	其他无效情形	无法律、法规和招标文件规定的其他无效情形	9产品使用寿命承诺书.docx 承诺书.docx

以上实质性要求全部响应并满足采购需求的，则通过符合性审查；如有任意一项未响应或不满足采购需求的，则按无效投标文件处理。如果评标委员会认为投标人有任意一项不通过的，应在符合性审查表中载明不通过的具体原因。

5.4.3解释、澄清有关问题

一、评标过程中，评标委员会认为招标文件有关事项表述不明确或需要说明的，可以提请代理机构书面解释。代理机构的解释不得改变招标文件的原义或者影响公平、公正，解释事项如果涉及投标人权益的以有利于投标人的原则进行解释。

二、对投标文件中含义不明确、同类问题表述不一致或者有明显文字和计算错误的内容，评标委员会应当要求投标人作出必要的澄清、说明或更正，并给予投标人必要的反馈时间。投标人应当按评标委员会的要求进行澄清、说明或者更正。投标人的澄清、说明或者更正不得超出投标文件的范围或者改变投标文件的实质性内容。澄清、说明或者更正不影响投标文件的效力，有效的澄清、说明或者更正材料是投标文件的组成部分。

三、投标人的澄清、说明或者更正需进行电子签章，应当不超出投标文件的范围、不实质性改变投标文件的内容、不影响投标人的公平竞争、不导致投标文件从不响应招标文件变为响应招标文件的条件。下列内容不得澄清：

- (一) 投标人投标文件中不响应招标文件规定的技术参数指标和商务应答；
- (二) 投标人投标文件中未提供的证明其是否符合招标文件资格、符合性规定要求的相关材料；
- (三) 投标人投标文件中的材料因印刷、影印等不清晰而难以辨认的。

四、投标文件报价出现下列情况的，按以下原则处理：

- (一) 投标文件中开标一览表（报价表）内容与投标文件中相应内容不一致的，以开标一览表（报价表）为准；
- (二) 大写金额和小写金额不一致的，以大写金额为准，但大写金额出现文字错误，导致金额无法判断的除外；
- (三) 单价金额小数点或者百分比有明显错位的，以开标一览表总价为准，并修改单价；
- (四) 总价金额与按单价汇总金额不一致的，以单价金额计算结果为准。

同时出现两种以上不一致的，按照前款规定的顺序修正。修正后的报价经投标人确认后产生约束力，投标人不确认的，其投标无效。

五、对不同语言文本投标文件的解释发生异议的，以中文文本为准。

六、代理机构宣布评标结束前，投标人应通过项目电子化交易系统随时关注评标消息提示，及时响应评标委员会发出的澄清、说明或更正要求。投标人未能及时响应的，自行承担不利后果。

评标委员会应当积极履行澄清、说明或者更正的职责，不得滥用权力。

5.4.4比较与评价

评标委员会应当按照招标文件规定的评标细则及标准，对符合性检查合格的投标文件进行商务和技术评估，综合比较和评价。

5.4.5复核

评分汇总结束后，评标委员会应当进行复核，对拟推荐为中标候选供应商、报价最低、投标文件被认定为无效等进行重点复核。

评标结果汇总完成后，评标委员会拟出具评标报告前，代理机构应当组织不少于2名工作人员，在采购监督人员的监督之下，依据有关的法律制度和招标文件对评标结果进行复核，出具复核报告。

评标结果汇总完成后，除下列情形外，任何人不得修改评标结果：

- (一) 分值汇总计算错误的；
- (二) 分项评分超出评分标准范围的；
- (三) 评标委员会成员对客观评审因素评分不一致的；
- (四) 经评标委员会认定评分畸高、畸低的。

评标报告签署前，经复核发现存在以上情形之一的，评标委员会应当当场修改评标结果，并在评标报告中记载；评标报告签署后，采购人或者代理机构发现存在以上情形之一的，应当组织原评标委员会进行重新评标，重新评标改变评标结果的，书面报告本级财政部门。

5.4.6 确定中标候选人名单

采购包1：按投标人综合得分从高到低进行排序，确定3名中标候选人。综合得分相同的，按投标报价由低到高顺序排列；得分且投标报价相同的，按投标人提供的优先采购产品认证证书数量由多到少顺序排列；得分且投标报价且提供的优先采购产品认证证书数量相同的并列。投标文件满足招标文件全部实质性要求，且按照评审因素的量化指标评审得分最高的投标人为排名第一的中标候选人。

5.4.7 编写评标报告

评标报告是评标委员会根据全体评标成员签字的评标记录和评标结果编写的报告，其主要内容包括：

- 一、招标公告刊登的媒体名称、开标日期和地点；
- 二、投标人名单和评标委员会成员名单；
- 三、评审方法和标准；
- 四、开标记录和评审情况及说明，包括投标无效供应商名单及原因；
- 五、评标结果，确定的中标候选人名单或者经采购人委托直接确定的中标人；
- 六、其他需要说明的情况，包括评标过程中投标人根据评标委员会要求进行的澄清、说明或者补正，评标委员会成员的更换等；
- 七、报价最高的投标人为中标候选人的，评标委员会应当对其报价的合理性予以特别说明。

评标委员会成员应当在评标报告中签字或加盖电子签章确认，对评标过程和结果有不同意见的，应当在评标报告中写明并说明理由。签字但未写明不同意见或者未说明理由的，视同无意见。拒不签字或加盖电子签章又未另行说明其不同意见和理由的，视同同意评标结果。

5.5 评标争议处理规则

评标委员会在评标过程中，对于符合性审查、对投标人文件作无效投标处理及其他需要共同认定的事项存在争议的，应当以少数服从多数的原则作出结论，但不得违背法律法规和招标文件规定。持不同意见的评标委员会成员应当在评标报告上签署不同意见及理由，否则视为同意评标报告。持不同意见的评标委员会成员认为认定过程和结果不符合法律法规或者招标文件规定的，应当及时向采购人或代理机构书面反映。采购人或代理机构收到书面反映后，应当书面报告采购项目同级财政部门依法处理。

5.6 评标细则及标准

一、评标委员会只对通过资格审查的投标文件，根据招标文件的要求采用相同的评标程序、评分办法及标准进行评价和比较。

二、评标委员会成员应依据招标文件规定的评分标准和方法独立评审。

5.6.1 评分办法

若采用综合评分法的，由评标委员会各成员对通过资格检查和符合性审查的投标人的投标文件进行独立评审。投标报价得分=（评标基准价/投标报价）×100

评标总得分=F1×A1+F2×A2+……+Fn×An

F1、F2.....Fn分别为各项评审因素的得分；

A1、A2、.....An 分别为各项评审因素所占的权重（A1+A2+.....+An=1）。

评标过程中，不得去掉报价中的最高报价和最低报价。

因落实政府采购政策进行价格调整的，以调整后的价格计算评标基准价和投标报价。

5.6.2评分标准

采购包1：

评审内容		评审标准			
分值构成		详细评审55.00分 报价得分45.00分			
评审因素分类	评审内容	具体标准和要求	分值	客观/主观	关联投标（响应）文件格式文件
	技术参数	<p>根据投标人所投产品技术参数对3.3技术参数与性能指标的响应情况进行评审：①标“★”参数（共2项）为废标项，必须提供有效佐证材料，负偏离按无效文件处理；②标“▲”参数，供应商满足参数要求的每项得0.1分，满分16.5分。“▲”指标必须提供有效佐证材料，否则视为负偏离。③非“★”“▲”参数（技术参数要求提供佐证材料的以佐证材料为准，未要求的以技术响应偏离表为准），得分=（投标人满足采购人要求的非“★”“▲”参数数量/非“★”“▲”参数总数量）×18.5分，满分18.5分。得分保留小数点后两位数，小数点后第三位四舍五入。备注：1.所投产品完全复制招标文件技术指标要求的，给予10分扣分，文字描述、国标、定制尺寸的技术指标除外。2.标注“★”“▲”号参数提供的有效佐证材料不限于产品彩页、检测报告、官网功能截图与性能指标证明材料、参数中要求提供的佐证材料等。3.佐证材料与技术响应偏离表响应内容不一致的，以佐证材料为准。同一指标提供佐证材料内容不一致的，以最不利于投标人的情形进行评审。</p>	35.0000	客观	技术响应与偏离表.docx

详细评审

<p>实施方案</p>	<p>投标人提供针对本项目的实施方案，包括但不限于①供货组织安排、物力调配及保障措施；②安装调试方案；③实施步骤、进度计划和保证措施；④验收方案等。满足项目实施需求，无瑕疵，计4分；每存在一处瑕疵扣0.5分；存在8处及以上瑕疵或未提供，不计分。本文所称“瑕疵”是指内容指内容缺项、不完整或缺少关键点；非专门针对本项目或不适用本项目特性、套用其他项目内容；对同一问题前后表述矛盾；存在逻辑漏洞、科学原理或常识错误；不利于本项目目标的实现、现有技术条件下不可能出现的情形等任意一种情形。（下述评分标准对“瑕疵”定义同此处。）</p>	<p>4.0000</p>	<p>主观</p>	<p>1实施方案.docx</p>
<p>产品性能</p>	<p>投标人针对本项目所投产品性能进行说明，包括①产品性能；②产品使用寿命及技术成熟度；③实验应用效果等方面。满足项目实施需求，无瑕疵，计3分；每存在一处瑕疵扣0.5分；存在6处及以上瑕疵或未提供，不计分。</p>	<p>3.0000</p>	<p>主观</p>	<p>2产品性能.docx</p>
<p>质量保证方案</p>	<p>投标人针对本项目提供质量保证方案，方案应至少包括但不限于①质量保障措施及保证承诺；②软硬件适配及运维；③产品使用过程中的合理化建议等。满足项目实施需求，无瑕疵，计3分；每存在一处瑕疵扣0.5分；存在6处及以上瑕疵或未提供，不计分。</p>	<p>3.0000</p>	<p>客观</p>	<p>3质量保证方案.docx</p>
<p>供货来源渠道证明</p>	<p>投标人提供所投核心产品合法来源渠道证明文件（包括但不限于销售协议或代理协议或原厂授权等），提供证明材料链条完整计1分，否则不计分。</p>	<p>1.0000</p>	<p>客观</p>	<p>4供货来源渠道证明.docx</p>

培训方案	投标人针对本项目提供培训方案，方案应至少包括但不限于①培训时间计划及培训人员安排；②培训内容设计安排（设备原理和技术性能、仪器操作、仪器维护、故障排除等）。满足项目实施需求，无瑕疵，计2分；每存在一处瑕疵扣0.5分；存在4处及以上瑕疵或未提供，不计分。	2.0000	主观	5培训方案.docx
售后服务方案	投标人针对本项目有具体的售后服务方案，包括但不限于①本地化服务能力说明、售后服务范围及保障措施；②响应时间、响应方式及故障处理机制；③定期回访计划安排、技术支持服务等。满足项目实施需求，无瑕疵，计3分；每存在一处瑕疵扣0.5分；存在6及以上瑕疵或未提供，不计分。	3.0000	主观	6售后服务方案.docx
业绩	提供投标人2023年1月1日（以合同签订日期为准）至今同类项目业绩。业绩须提供合同扫描件，必须清晰体现签约主体和日期、合同名称及内容、合同金额核心要素，否则不计为有效业绩。每提供1个有效业绩得1分，最高得3分。备注：1.投标文件中提供合同扫描件加盖公章。2.同类项目是指合同中包含本项目采购的任一产品。	3.0000	客观	7业绩.docx
节能环保	投标人所投标的产品为节能产品经国家认证的计0.5分；为环境标志产品经国家认证的计0.5分，投标人所投标的产品同时为节能产品和环境标志产品计1分，最多计1分。 (以经国家确定的认证机构出具的、处于有效期内的节能产品、环境标志产品认证证书为准。)	1.0000	客观	8节能环保.docx
	根据《关于推动解决政府采购异常低价问题的通知》（财库〔2026〕2号）等相关规定，政府采购评审中出现下列情形之一的，评审委			

异常低价审查	异常低价审查	<p>员会应当启动异常低价投标（响应）审查程序：（1）投标（响应）报价低于全部通过符合性审查供应商投标（响应）报价平均值50%的，即投标（响应）报价<全部通过符合性审查供应商投标（响应）报价平均值×50%。（2）投标（响应）报价低于通过符合性审查且报价次低供应商投标（响应）报价50%的，即投标（响应）报价<通过符合性审查且报价次低供应商投标（响应）报价×50%。（3）投标（响应）报价低于最高限价45%的，即投标（响应）报价<最高限价×45%。（4）评标委员会认为投标人的报价明显低于其他通过符合性审查投标人的报价（数量报价下，投标人的报价明显高于其他通过符合性审查投标人的报价），有可能影响产品质量或者不能诚信履约的，应当要求其在评标现场合理的时间内提供书面说明，必要时提交相关证明材料；投标人不能证明其报价合理性的，评标委员会应当将其作为无效投标处理。评审委员会启动异常低价投标（响应）审查后，应当要求相关供应商在评审现场合理的时间内提供书面说明及必要的证明材料，对投标（响应）价格作出解释。一、评审委员会启动异常低价投标审查后，属于前述情形1~4的，应当要求相关投标人在评审现场合理的时间（30分钟）内对投标价格作出解释，提供项目具体成本测算等与报价合理性相关的书面说明及必要的证明材料。书面说明应当包括：（1）按照国家财务会计制度的规定要求，逐项就投标人提供的货物、工程和服务的主营业务成本（应根据投标人企业类型予以区别）、税金及附加、原材料</p>	0.0000 客观	开标一览表 标的清单
--------	--------	---	-----------	---------------

		成本、人工成本、制造费用、销售费用、管理费用、财务费用等成本构成事项详细陈述。（2）投标人以前完成类似规模项目与类似价格的业绩证明材料（合同、发票）。其中，属于③情形，投标人已随投标文件一并提交相关书面说明及必要的证明材料的，在评审现场可不再重复提交。二、投标人提交的相关说明和证明材料，应当加盖投标人（法定名称）电子印章，在评标委员会要求的时间内通过项目电子化交易系统进行提交，否则提交的相关证明材料无效。投标人不能证明其投标报价合理性的或未在规定时间内提交上述（1）（2）材料的或者提供的材料不齐全的或者提供的材料不被专家认可的，评标委员会均应当将其投标文件作为无效处理			
价格分	价格分	。投标报价得分=（评标基准价/投标报价）×45，满足招标文件要求且投标价格最低的投标报价为评标基准价，其价格分为满分45分。注：本项目落实支持中小企业发展政策及对本国产品的支持政策，用扣除后的价格参与价格分计算。	45.0000	客观	开标一览表 标的清单 分项价格表.docx

价格扣除

序号	价格扣除评审内容	适用情形	扣除比例 (C1)	具体标准和要求	关联投标（响应）文件格式文件
----	----------	------	--------------	---------	----------------

1	小型、微型企业，监狱企业，残疾人福利性单位	投标人或联合体成员均为小型、微型企业	10.00%	<p>对于经主管预算单位统筹后未预留份额专门面向中小企业采购的采购项目，以及预留份额项目中的非预留部分采购包，对符合《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库〔2020〕46号）规定的小微企业报价给予10%的扣除，用扣除后的价格参加评审。承接本项目的供应商符合相应条件时，给予10%的价格扣除，即：评标价=最后报价×（1-10%）；监狱企业与残疾人福利性单位视同小型、微型企业，享受同等价格扣除，当企业属性重复时，不重复价格扣除</p>	<p>开标一览表 标的清单 中小企业声明函 残疾人福利性单位声明函 监狱企业的证明文件</p>
---	-----------------------	--------------------	--------	--	---

2	实施本国产品标准	<p>本国产品标准适用于货物，包括政府采购货物项目和服务项目中涉及的货物。适用本国产品标准的货物具体是指《政府采购品目分类目录》中的货物类产品，但不包括其中的房屋和构筑物，文物和陈列品，图书和档案，特种动植物，农林牧渔业产品，矿与矿物，电力、城市燃气、蒸汽和热水、水，食品、饮料和烟草原料，无形资产</p>	20.00%	<p>政府采购活动中既有本国产品又有非本国产品参与竞争的，依法对本国产品给予价格评审优惠，对本国产品的报价给予20%的价格扣除，用扣除后的价格参与评审。当采购项目或者采购包中含有多种产品，供应商为该采购项目或者采购包提供的符合本国产品标准的产品成本之和占该供应商提供的全部产品成本之和的比例达到80%以上时，依法对该供应商提供的全部产品给予价格评审优惠，即对该供应商提供的全部产品的总报价给予20%的价格扣除，用扣除后的价格参与评审</p>	<p>关于符合本国产品标准的声明函 中国境内生产的组件成本核算基本规则 本国产品说明</p>
---	----------	---	--------	--	--

说明：

- 1、评分的取值按四舍五入法，保留小数点后两位；
- 2、评分标准中要求提供复印件的证明材料须清晰可辨。

若采用最低评标价法的，投标文件满足招标文件全部实质性要求，且投标报价最低的投标人为中标候选人。采用最低评标价法评标时，除了算术修正和落实政府采购政策需进行的价格扣除外，不能对投标人的投标价格进行任何调整。

5.7 废标

本次政府采购活动中，出现下列情形之一的，予以废标：

- 一、符合专业条件的投标人或者对招标文件作实质响应的投标人不足三家的；
- 二、出现影响采购公正的违法、违规行为的；
- 三、投标人的报价均超过了采购预算，采购人不能支付的；
- 四、因重大变故，采购任务取消的。

废标后，代理机构将在“陕西省政府采购网”上公告。对于评标过程中废标的采购项目，评标委员会应当对招标文件是否存在不合理条款进行论证，并出具书面论证意见。

5.8 定标

5.8.1 定标原则

采购人在评标报告确定的中标候选人名单中按顺序确定1名中标人。中标候选人并列的，由采购人采取随机抽取的方式确定中标人。

5.8.2定标程序

一、评标委员会在项目电子化交易系统中编制评标情况，生成评标报告。

二、代理机构在评标结束之日起2个工作日内将评标报告送采购人。

三、采购人在收到评标报告后5个工作日内，按照评标报告中推荐的中标候选人顺序确定中标供应商。逾期未确认的，又不能说明合法理由的，视同按评标报告推荐的顺序确定排名第一的中标候选人为中标供应商。

四、根据确定的中标供应商，代理机构在陕西省政府采购网上发布中标结果公告，通过项目电子化交易系统向中标供应商发出中标通知书。

5.9评审专家在政府采购活动中承担以下义务

(一) 遵守评审工作纪律；

(二) 按照客观、公正、审慎的原则，根据采购文件规定的评审程序、评审方法和评审标准进行独立评审；

(三) 不得泄露评审文件、评审情况和在评审过程中获悉的商业秘密；

(四) 及时向监督管理部门报告评审过程中的违法违规情况，包括采购组织单位向评审专家作出倾向性、误导性的解释或者说明情况，供应商行贿、提供虚假材料或者串通情况，其他非法干预评审情况等；

(五) 发现采购文件内容违反国家有关强制性规定或者存在歧义、重大缺陷导致评审工作无法进行时，停止评审并通过项目电子化交易系统向采购组织单位书面说明情况，说明停止评审的情形和具体理由；

(六) 配合答复处理供应商的询问、质疑和投诉等事项；

(七) 法律、法规和规章规定的其他义务。

5.10评审专家在政府采购活动中应当遵守以下工作纪律

(一) 遵行《中华人民共和国政府采购法》第十二条和《中华人民共和国政府采购法实施条例》第九条及财政部关于回避的规定。

(二) 评审前，应当将通讯工具或者相关电子设备交由采购组织单位统一保管。

(三) 评审过程中，不得与外界联系，因发生不可预见情况，确实需要与外界联系的，应当在监督人员监督之下办理。

(四) 评审过程中，不得干预或者影响正常评审工作，不得发表倾向性、引导性意见，不得修改或细化采购文件确定的评审程序、评审方法、评审因素和评审标准，不得接受供应商主动提出的澄清和解释，不得征询采购人代表的意见，不得协商评分，不得违反规定的评审格式评分和撰写评审意见，不得拒绝对自己的评审意见签字确认。

(五) 在评审过程中和评审结束后，不得记录、复制或带走任何评审资料，除因配合答复处理供应商的询问、质疑和投诉等事项外，不得向外界透露评审内容。

(六) 服从评审现场采购组织单位的现场秩序管理，接受评审现场监督人员的合法监督。

(七) 遵守有关廉洁自律规定，不得私下接触供应商，不得收受供应商及有关业务单位和个人的财物或好处，不得接受采购组织单位的请托。

第六章 投标文件格式

采购包1:

分册名称: 投标响应文件分册

详见附件: 投标文件封面

详见附件: 投标函

详见附件: 中小企业声明函

详见附件: 残疾人福利性单位声明函

详见附件: 监狱企业的证明文件

详见附件: 开标一览表

详见附件: 标的清单

详见附件: 关于符合本国产品标准的声明函

详见附件: 中国境内生产的组件成本核算基本规则

详见附件: 本国产品说明

详见附件: 分项价格表.docx

详见附件: 投标人资格证明文件.docx

详见附件: 承诺书.docx

详见附件: 商务部分偏离表.docx

详见附件: 技术响应与偏离表.docx

详见附件: 交付验收承诺函.docx

详见附件: 1实施方案.docx

详见附件: 2产品性能.docx

详见附件: 3质量保证方案.docx

详见附件: 4供货来源渠道证明.docx

详见附件: 5培训方案.docx

详见附件: 6售后服务方案.docx

详见附件: 7业绩.docx

详见附件: 8节能环保.docx

详见附件: 9产品使用寿命承诺书.docx

第七章 拟签订采购合同文本

详见附件：合同文本.docx