



智能安防巡检四足机器人 技术规范书



广东电网有限责任公司广州供电局办公室

2026年7月



目录

1 总则	1
2 工作范围	2
2.1 工程概况	2
2.2 范围和界限	2
2.3 服务范围	2
2.4 进度要求	6
3 应遵循的主要标准	6
4 使用条件	7
4.1 正常条件	7
5 技术要求	7
5.1 主要设备参数及功能要求	7
5.2 工程实施要求	13
6 监造、包装、运输、安装及质量保证	13
6.1 监造	13
6.2 包装	13
6.3 运输	14
6.4 安装指导	14
6.5 质量保证（技术规范书不约定质保期，质保期以合同为准）	17
7 主要元器件来源	18
8 技术差异表	18
9 投标方需说明的其他问题	18



1 总则

1.1 本技术规范书针对智能安防巡检四足机器人招标项目制定，从具身智能系统角度，构建“感知-决策-行动”闭环。平台需具备协同调度与数字孪生映射能力，实现复杂场景的全域自主规划。大小脑协同软件需支撑多模态大模型交互，赋予机器人环境认知与逻辑推理能力。规范全面约束从底层本体到上层算法的全链路技术标准，推动安防巡检向智能化、无人化升级。具体约束对象包含具身智能巡检平台、大小脑协同作业软件、四足机器人端侧软件及机器人本体全套配套设施，覆盖硬件性能参数、软件功能、多机协同、数字孪生、多模态大模型交互、工程实施、包装运输、现场安装调试全环节技术标准。

1.2 本规范列明的系统指标、软件功能、硬件参数、通信安全、平台管控要求均为项目最低准入标准，5.1 章节带★关键系统指标、软件功能、机器人本体、上装感知设备、平台大小脑软件、能量管理系统均不得低于规范阈值。规范未载明的技术内容，设备硬件、配套软件、通信程序均需同步遵循国标、行业标准、IEC 国际标准。对国家有关安全、环保等强制性标准，必须满足其要求。若不同标准存在冲突，统一执行要求更严苛、安全性更高的条款。

1.3 投标方未以书面形式列明与本规范全部软硬件、软件安全、接口功能的差异，视为整套设备、平台软件、配套控制系统完全满足招标文件全部条款。无论软硬件差异大小，但凡硬件参数、软件功能、通信安全机制、接口适配、系统调度能力与规范存在偏差，都应在报价书中以“对招标技术文件的意见和同招标技术文件的差异”为标题的专门章节中加以详细描述。

1.4 本招标技术文件所使用的标准如遇与投标方所执行的标准不一致时，按较高标准执行。

1.5 本招标技术文件经招、投标双方确认后作为合同的技术附件，与合同正文具有同等的法律效力。

1.6 本招标技术文件未尽事宜，由招、投标双方协商确定。

1.7 投标方在应标招标技术文件中应如实反映应标系统与本招标技术文件的技术差异。如果投标方没有提出技术差异，而在执行合同的过程中，招标方发现投标方提供的系统与其应标招标技术文件的条文存在差异，招标方有权利要求退货，并将对下一年度的评标工作有不同程度的影响。

1.8 投标方应在应标技术部分按本招标技术文件的要求如实详细的填写应标系统的标准配置表，并在应标商务部分按此标准配置进行报价，如发现二者有矛盾之处，将对评标工作有不同程度的影响。

1.9 投标方应充分理解本招标技术文件并按本招标技术文件的具体条款、格式要求填写应标的技术文件，如发现应标的技术文件条款、格式不符合本招标技术文件的要求，则认为应标不严肃，在评标时将有不同程度的扣分。

1.10 投标方应提供的资格文件：

投标方应根据技术规范书提出详细的技术方案、技术路线，并对系统功能进行详细响应。

2 工作范围

2.1 工程概况

本规范书采购的设备适用的工程概况见表 2.1：工程概况一览表。

表 2.1 工程概况一览表（项目单位填写）

序号	名 称	内 容
1	工程名称	智能安防巡检四足机器人
2	工程建设单位	广东电网公司广州供电局

2.2 范围和界限

2.2.1 本技术规范书适用于智能安防巡检四足机器人项目，针对整套系统软硬件全维度明确技术标准，覆盖软件体系（具身智能巡检平台管控软件、机器人端侧控制程序、巡检识别算法、数据交互模块）与硬件设备（四足机器人本体、感知上装及全部配套硬件设施），统一规定软硬件性能参数、软硬件配置标准、业务功能需求，同时明确项目全流程工程实施、设备包装、运输、现场安装调试相关要求。整套交付系统由上层智能巡检平台软件、四足机器人端侧软硬件共同组成，软硬件协同适配场站室内外复杂作业环境，完成全域安防巡检。通过软硬件一体化落地，实现人力成本压降、运维人员配置优化，同步提升巡检覆盖范围、作业效率、检测精准度。

2.2.2 现场安装、部署和试验在招标方的监督和配合下由投标方完成。

2.2.3 本规范书未说明，但又与设计、制造、装配、试验、运输、包装、保管、安装和运行维护有关的技术要求，按条款 3 所规定的有关标准执行。

2.3 服务范围

2.3.1 投标方应按照本技术规范书要求，提供智能安防巡检四足机器人及相应技术服务。对于投标方所供系统中需向第三方采购的组件或附件，投标方应对其符合招标文件及合同约定标准向招标方负责，并按要求提供该等产品的出厂合格证明及相关验收资料。

2.3.2 供货范围一览表

投标方提供的智能安防巡检四足机器人和相应技术服务的具体内容、要求见表 2.2：供货范围及设备技术规格一览表。投标方应如实填写“投标方保证”栏。

表 2.2 供货范围及设备技术规格一览表

序号	名 称	单位	项目要求		投标方保证	
			配置、规格	数量	配置、规格	数量
1	具身智能 巡检平台	项				
1.1	具身智能 巡检管理	项	作为系统大脑与数据中 枢，承担全局数据汇聚、			

	系统		智能分析、策略决策与统一管控职能			
1.1.1	多机器人接入功能	项	支持异构多品牌、多型号机器人的统一接入与纳管，屏蔽底层硬件差异，实现设备注册、状态监控与生命周期管理。			
1.1.2	接入与通信功能	项	提供平台与机器人、边缘节点、云端之间的可靠通信通道，支持多协议接入，保障消息的实时传输与稳定投递。			
1.1.3	决策与协同更能	项	面向多机器人协作场景，提供任务规划与动态调度能力，保障多机器人协同执行的效率与安全。			
1.1.4	数字孪生功能	项	构建机器人及作业环境的数字孪生体，实现物理实体与虚拟模型的实时同步，支持可视化监控与异常诊断。			
1.2	具身智能大小脑协同作业系统	项	赋予机器人智能体高阶认知与决策能力。大脑可挂载多模态大模型实现对自然语言的理解与任务规划；大脑根据分析与决策规划的内容指挥调度多种机器人智能体由小脑端执行终端任务。			
1.2.1	自然语言意图理解功能	项	搭载专用多模态大模型，具备自然语言语义理解功能，支持中文口语、开放式指令，无需分段精确编程			
1.2.2	场景理解功能	项	构建空间场景模型，具备识别场景中物体语义的能力，建立“场景-物体-属性”的结构化关联认知			
1.2.3	自主任务规划与多机调度功能	项	具备分层任务规划引擎，能够将用户长指令分解成多段子任务，自主排序任务，并调度多种类机器人执行任务			
1.2.4	语义世界时空记忆功能	项	具备专属向量记忆数据库，具备场景信息持久化记忆模块，能够记忆			

			物体在场景中的结构化关系，可实现历史记忆经验复用			
1.2.5	大小脑一体化协同作业功能	项	联动大脑顶层决策与小脑运控执行，具备实时双向互通能力，可实现认知、决策、执行的连贯协同			
1.2.6	多模态人机交互功能	项	具备语音对话、RAG 知识库检索、智能问答、动作交互、多轮对话式交互引擎			
1.2.7	大瓦特接入能力	项	支持接入大瓦特大模型，可调用合适版本的大瓦特能力			
1.2.8	多种类作业技能扩展能力	项	具备标准化技能调度引擎，能够支持作业技能及 agent 接入			
1.2.9	小脑运动底座模型	项	小脑具备机器人运动控制能力，作为运动底座模型支撑机器人本体全身运控，可实现稳定运动执行、自适应控制和动态抗扰			
1.3	站端服务器（配备鼠标、显示器、键盘）	项	满足站端人员对于四足机器人巡视情况查看、数据备份要求			
2	四足机器人端侧系统	项				
2.1	四足机器人（本体）	项	1) 四足机器人整机尺寸长宽高（站立时）：不小于 1000mm*470mm*700mm 2) 整机重量（含电池）约 60kg;			
2.2	上装设备	项	可集成一体式云台、机载式通讯模块、声光报警器、边缘计算智盒			
3	技术服务	项				
3.1	安装与部署	项	满足在符合相关的管理要求下，完成机器狗巡检路点部署、功能配置及系统联调			

3.2	培训	项	包含理论知识体系介绍、实操技能训练及运维保养与应急处置内容，并提供相关的产品手册或技术材料			
-----	----	---	---	--	--	--

备注：投标方提供的主材配置参数不应低于表 2.2 中要求的配置指标，上装设备根据实际的应用场景做增减。

2.3.3 现场安装、部署和试验由投标方完成，投标方协助招标方按标准检查安装质量，处理部署投运过程中出现的问题，并提供备品、备件，做好销售服务工作。投标方应选派有经验的技术人员，对安装和运行人员免费培训。安装督导的工作范围及人数和天数等规定详见标书商务部分。

2.3.4 投标方应协助招标方解决系统运行中出现的问题。

2.3.5 系统安装、部署、调试和性能试验合格后方可投运。系统投运并稳定运行后，投标方和招标方（业主）双方应根据相关法律、法规和公司管理制度签署合同设备的验收证明书。该证明书共两份，双方各执一份。

2.3.6 如果安装、部署、调试、性能试验、试运行及质保期内技术指标一项或多项不能满足合同技术部分要求，买卖双方共同分析原因，分清责任，如属制造方面的原因，或涉及索赔部分，按商务部分有关条款执行。

2.3.7 验收要求。投标方所供应系统应符合技术标准，并完成现场安装、部署和调试，系统功能应满足技术规范书与招标方验收整改要求，试运行 1 个月无异常。

2.3.8 后期服务要求。验收合格后进入质保期，质保期内投标方应指定联系人，在接到维修通知后需在 24 小时内响应，72 小时内到场。

2.3.9 投标方确保供货范围完整，满足招标方智能安防巡检四足机器人的安装、部署、调试、运行和设备性能的要求，并提供保证系统安装、部署、调试、投运相关的技术服务和配合。

2.3.10 从生产厂家至应用场站的运输全部由投标方完成。

2.3.11 投标方应在生产前就现场供货具体事宜与招标方进行有效沟通。

2.3.12 投标方在项目现场的代表称为投标方的现场代表。在系统进行现场使用前，投标方应提供现场代表名单、资质，供招标方认可。

2.3.13 投标方的现场代表应为本公司内部人员，且具备相应的经验，负责智能安防巡检四足机器人现场安装、部署、调试、巡检、维修、保养等工作，解决合同系统制造及性能等方面的有关问题，及解答合同范围内招标方提出的问题。投标方应指定现场首席代表，其作为投标

方的全权代表，应具有整个项目的代表权和决定权，招标方与首席代表的一切联系均应视为是与投标方的直接联系。在现场验收期间，应有至少一名现场代表留在现场。

2.3.14 招标方认为现场代表的服务不能满足项目需要时，投标方应及时提出替代的现场代表供招标方认可，投标方承担由此引起的一切费用。因投标方原因而使现场服务的时间和人员数量增加，所引起的一切费用由投标方承担。

2.3.15 调试期间，投标方应安排人员轮流进行现场调试，并提供用于调试的软硬件，所引起的一切费用由投标方承担。

2.4 进度要求

2.4.1 投标方应在合同签订后 2 周内向招标方提交一份生产进度表和培训进度计划。生产进度表应以图表形式详细说明设计、材料采购、制造、试验、检验、装运、安装、调试等工作的进度控制，根据现场工程进度与招标方要求合理安排各区域安装调试顺序，并制订相应的风险控制措施。

2.4.2 投标方应保证在收到中标通知书后 4 个月内到货，如有延误，投标方应及时将延误原因、后果及采取的补救措施等向招标方说明。

2.4.3 投标方应保证到货后 6 个月内完成验收，达到交付标准，如有延误，投标方应及时将延误原因、后果及采取的补救措施等向招标方说明。

3 应遵循的主要标准

除本招标文件另有约定外，投标人所提供的系统，均应依据本文件规定的标准及规程的最新有效版本开展设计、制造、试验、安装与部署。若前述标准及规程相关内容存在不一致，应按照技术要求更高、安全保障性更强的条款执行，或由双方协商确定适用标准。

投标人若拟采用本招标文件规定范围以外的标准，应提前提交该替代标准供招标人审查评估。该替代标准经投标人证明等效于或优于招标文件规定标准，且获得招标人书面确认后，方可采用。提交审查的标准文件应提供中文或英文版本。

主要引用标准如下：

序号	标准名称
1	GA 1800.1-2021 《电力系统治安反恐防范要求 第 1 部分:电网企业》
2	GB/T 20867.1-2024 《机器人 安全要求应用规范 第 1 部分：工业机器人》

3	GB/T 44253-2024《巡检机器人安全要求》
4	DL/T 1637-2016《变电站机器人巡检技术导则》
5	DL/T 2694-2023《变电站巡检机器人与人工协同巡检规范》

4 使用条件

4.1 正常条件

- 1) 环境温度：-20℃~+55℃
- 2) 巡检时段：7×24h 定时巡检
- 3) 地形要求：全地形适应，包含楼梯、斜坡、碎石路等
- 4) 降雨适应：中雨及以下条件作业（降雨量≤3mm/h）
- 5) 门控：多种门控对接协议（websocket、http 等标准协议）

5 技术要求

5.1 主要设备参数及功能要求

5.1.1 主要设备参数

序号	项目	单位	项目要求值	投标方保证值	证明材料形式要求
具身智能巡检平台技术参数要求					
1	具身智能巡检管理系统	项	具备多种机器人，多种品牌机器人、多类传感器、多类具身工具的综合接入能力，具备数字孪生系统的接入与展示能力，能在数字孪生界面中实时展示机器人的各种状态，具备与大小脑系统的综合集成能力。		技术方案、应用案例说明
1.1	★多机器人接入功能	项	1. 至少支持 4 种形态机器人（四足、轮式、无人机、人形），且每种形态至少兼容 2 个不同品牌。 2. 传感器类型支持≥6 类（局放、温振、激光雷达、热成像、气体、高清相机），所有传感器数据须在同一时间戳下同步回传（同步误差≤10ms）。 3. 机械臂等工具需支持至少 3 种标准夹爪/作业工具的快换接口		技术方案、应用案例说明、第三方检测报告
1.2	接入与通信功能	项	1. 基于 ROS/ROS2 框架，需支持同时接入的机器人数量≥20 台（混合品牌）。 2. 从机器人端传感器数据产生到平台端可调用的端到端延迟≤100ms		技术方案、应用案例说明、第三方检测报告

			(在百兆网络环境下)。 3. 云端协同: 边缘端需支持实时数据预处理, 数据压缩比 $\geq 5:1$, 断网时本地缓存能力 ≥ 96 小时数据量。		
1.3	决策与协同功能	项	1. 云端: 复杂任务(如“全厂区热源异常排查”)的规划响应时间 ≤ 2 秒, 任务拆解粒度 ≥ 5 个子步骤。 2. 端侧: 运动控制指令下发频率 $\geq 100\text{Hz}$, 控制延迟 $\leq 10\text{ms}$ 。 3. 多机协同: 支持 ≥ 20 台机器人同时调度。		技术方案、应用案例说明、第三方检测报告
1.4	★数字孪生功能	项	1. BIM/GIS/IoT 数据融合: 模型加载完整度 $\geq 95\%$, 300M 以内的模型加载速度 $\leq 5\text{s}$ 。 2. 同步频率: 物理端采集数据到数字端同步频率: 动态数据 $\geq 10\text{Hz}$, 静态缓变数据 $\geq 1\text{Hz}$ 。 3. 稳定性: 以年为单位系统出现闪崩卡死的天数不超过 5%。 4. 需提供标准化 API 接口, 接口数量 ≥ 20 个, 用于第三方系统集成。		技术方案、应用案例说明、第三方检测报告
2	具身智能大小脑协同作业系统	项	(1) 跨多类机器人本体、支持多智能体协作; 支持 VLA 操作类技能, 支持导航类技能等。 (2) 大脑支持机器人群体的时空记忆、物理环境状态记忆、各机器人综合技能记忆; (3) 机器人本体具备轻量化快速部署能力; (4) 具备跨本体调度能力, 支持多种类跨本体机器人接入并通过技能库进行调度, 可扩展异构机器人的多机协同; 可同时管理多台机器人的任务分配与状态追踪;		技术方案、案例说明
2.1	★自然语言意图理解功能	项	(1) 中文指令识别准确率 $\geq 95\%$ (2) 语义意图理解准确率 $\geq 90\%$ (3) 支持指令长度 ≥ 50 字(无分段)		技术方案、第三方检测报告
2.2	场景理解功能	项	(1) 语义分类准确率 $\geq 93\%$ (2) 物体属性识别准确率 $\geq 90\%$ (3) 结构化拓扑关系推理准确率 $\geq 90\%$		技术方案
2.3	★自主任务规划与多机调度功能	项	(1) 支持复杂指令拆解颗粒度 ≥ 5 级标准化子任务 (2) 支持机器人集群调度数量 ≥ 20 台 (3) 单集群并发执行任务量 ≥ 30 条		技术方案、第三方检测报告
2.4	语义世界时空记忆功能	项	(1) 场景记忆时效 ≥ 24 小时 (2) 记忆检索响应速度 $\leq 100\text{ms}$		技术方案
2.5	★大小脑一体化协同作业功能	项	联动大脑顶层决策与小脑运控执行, 具备实时双向互通能力, 可实现认知、决策、执行的连贯协同 (1) 大小脑协同任务成功率 $\geq 90\%$ (2) 认知-决策-执行同步时序延时 $\leq 100\text{ms}$ (3) 作业连贯度: 联动全程无卡顿, 动作响应 $\leq 500\text{ms}$		技术方案、第三方检测报告

2.6	多模态人机交互功能		(1) 语音对话: 识别准确率 $\geq 95\%$ (2) RAG 知识库检索: 召回率 $\geq 85\%$, 精准率 ≥ 0.85 (3) 多轮对话准确率 $\geq 90\%$ (4) 人机对话问答延时 $\leq 1s$		技术方案、第三方检测报告
2.7	大瓦特接入能力		(1) 支持接入大瓦特大模型, 可调用合适版本的大瓦特能力		技术方案
2.8	★多种类作业技能扩展能力	项	(1) 实现 VLA (视觉-语言-动作) 端到端作业技能 (2) 支持 MCP 方式扩展多种类机器人 agent 接入, 可支持 agent 方式接入至少 3 种不同构型的机器人 (3) 支持多功能感知云台的 agent 封装、接入和调用		技术方案
2.9	★小脑运动底座模型	项	(1) 多地形适配: 实现至少 4 种地形工况下 (平地、陡坡、楼梯、碎石路面) 的机器人稳定运动, 通过率要求 $\geq 98\%$ (2) 支持用强化学习方法对特定地形进行针对性步态训练, 成功率提升 $\geq 20\%$ (3) 抗扰能力: 外力扰动下恢复响应时间 $\leq 200ms$		技术方案、第三方检测报告
3	站端服务器 (配备鼠标、显示器、键盘)	项	内存 $\geq 8GB$ 存储 $\geq 1TB$ 服务器类型: 机架式/台式		产品手册
四足机器人端侧系统技术参数要求					
1	机器人本体	项			
1.1	站立尺寸 (长 $\times$ 宽 $\times$ 高)	mm	不小于 1000mm*470mm*700mm		技术材料或第三方检测报告
1.2	本体重量	kg	约 60kg		技术材料或第三方检测报告
1.3	续航时间	h	有效负载续航不低于 2.5h		技术材料或第三方检测报告
1.4	防护等级	/	不低于 IP66		技术材料或第三方检测报告
1.5	激光雷达	个	前、后端分布, 总数不小于 2 个		技术材料或第三方检测报告
2	上装设备	项			
2.1	★云台	/	旋转角度: 水平 $0 \sim 360^\circ$, 俯仰 $+90^\circ \sim -90^\circ$ 整机功耗: $\leq 20W$ 可见光机芯: 支持 25 倍变倍, 不低于 400 万像素 热成像机芯: 分辨率不低于 $384 \times$		第三方检测报告

			288 帧频: 25Hz		
2.2	可见光相机(定焦)	/	水平、垂直、对角视场角 $\geq 100^\circ$ 彩色最低照度: 0.005Lux @ (F1.2, AGC ON) 数量: 不少于 2 个		产品手册或技术材料
2.3	边缘计算智盒	/	AI 算力 ≥ 100 TOPS 内存 ≥ 16 GB 存储 ≥ 128 GB		产品手册或技术材料
2.4	机载式通讯模块	/	最大功率 ≤ 10 W 安全策略: 支持 WPA/WPA2 PSK EAP AES Tkip 加密, WAPI-PSK WAPI-Cert		产品手册或技术材料

注: 上表中“★”项为关键参数指标, 需要重点响应。

5.1.2 功能要求

具身智能巡检四足机器人可通过自主或遥控模式, 在无人值守环境下执行各类巡检作业, 有效替代人工, 完成各类繁重、重复性巡检工作。

具身智能巡检四足机器人采用自主导航技术与四足运动控制, 集成多项智能技术, 包含安全防护、四足驱动、供电、主控、通信、导航定位、云台等模块, 具备自主行走、灵活部署、智能作业等优势, 实现智能化巡检应用。主要实现以下应用功能:

(1) 自主巡视

对室外区域开展安防巡检, 实现行进中异常人员/车辆入侵实时检测与告警驱离, 周界安全、火情与消防设施的实时感知与告警。同步开展电力设备部件级精细化巡检, 通过缺陷识别、红外测温, 重点补齐人工巡检盲区, 实现安防全覆盖与设备巡检补盲一体化智能作业。

(2) 自主导航

应用自主导航技术, 实现机器人巡检的自动化作业。

(3) 数据采集

可见光照片数据采集要求: 支持采集设备设施(如表盘信息等)、井盖、消防栓的外观、人员人脸信息、车辆车牌信息、小动物等数据。

红外图谱数据采集要求: 支持采集电气设备本体、现场环境等重点部位的红外图谱数据。

(4) 四足机器人管理模块

该模块需实现对四足机器人的状态监控、本体状态自检、四足机器人能量补充管理。四足机器人状态监控主要实现对本体运行状态、在线情况、系统运行情况、传感器情况等多个参数进行监控; 四足机器人状态自检, 主要实现四足机器人上电后进行自检, 自检后上报自检情况, 系统对每次自检情况进行分析判断, 并进行分析提示存在的风险; 四足机器人充电管理主要实现充电情况、充电设备状态等多个参数进行监控。

(5) 远程智能巡视系统接入服务

提供 API 接口，实现四足机器人与站端平台的数据传输与控制指令对接，分为上行接口与下行接口，其中上行接口主要是由设备主动发起，实时推送运行状态、任务执行进度、采集的检测数据文件及告警信息，确保监控端全面掌握现场动态；下行接口则是由服务端主导，支持远程下发运动控制指令与巡检任务、管理设备/路点/任务等配置资源，并提供多维度业务查询与统计功能（如任务列表、告警记录、地图点位等）。

具身智能巡检平台作为系统大脑与数据中枢，构建空间、资产、设备管理，到巡检执行、智能感知事件处理、驾驶舱态势展示的六层功能体系，承担全局数据汇聚、智能分析、策略决策与统一管控职能，可实现以下应用功能：

1) 多模态数据实时接收与呈现

平台能同步接收并清晰展示机器狗回传的各类数据：

巡检数据：实时显示可见光照片、红外图谱、音频波形等。

机器人状态数据：实时展示机器狗速度、电池电量、任务进度及各类异常告警信息。

2) 远程任务即时下发与编辑

支持操作员在平台上创建、编辑并即时下发巡检或作业任务。任务内容可包括指定的目标点位、特定的检测动作（如靠近某设备并拍照）、以及单次或循环执行指令。

3) 远程任务启停与模式切换

平台具备对已下发或正在执行任务的远程控制能力，包括任务的立即启动、暂停、继续和终止。同时，支持自动巡检和人工手动巡检之间进行无缝切换。

4) 任务执行过程可视化

以时间轴及动态轨迹的形式，实时展示任务的执行过程。操作员可以清晰地看到机器狗当前正在执行的任务步骤、已完成的路径以及待执行的点位，方便进行全程跟踪和干预。

5) 智能告警与应急控制

建立分级告警机制，当平台接收到机器狗上报的设备告警或 AI 识别到异常（如温度超标、人员入侵、设备缺陷）时，通过系统平台即时通知现场/运维人员。平台支持告警的人工复核与确认，并通过平台观察现场状况，进行二次确认。

6) 报表中心与决策支持

内置丰富的报表模板，支持自动生成日报、周报、月报及专项任务巡检报告。报表内容包含巡检概况、缺陷统计、趋势分析等，支持报表的自定义导出（PDF、Excel 等格式）。

7) 应急联动响应

当系统收到固定摄像头或周界围栏触发告警后，平台能自动调度并指派机器狗快速奔赴现场，利用实时高清视频回传与 AI 识别技术进行目标锁定与身份核实，并结合预设语音警告，实现对受限区域的快速移动核查与主动威慑驱离。

8) 点位库管理

构建集中式的作业点位数据中心，实现对全站所有检测位置的统一管理与复用，确保巡检任务的精准执行。每个点位包含唯一 ID、名称、三维空间坐标 (X, Y, Z)、机器人朝向 (Yaw) 等信息。支持在地图界面上通过鼠标点击的方式，直观地添加、删除或移动点位；也可支持获取机器狗所在位置，系统自动记录其空间坐标来新增点位。

9) 多种物联网设备接入

平台可无缝接入广泛的物联网设备（如温湿度传感器、烟雾报警器、高清摄像头等），通过将静态感知节点与动态机器人实体相融合，构建起覆盖更广、维度更丰富的环境感知网络。系统不仅依赖机器人自身携带的传感器进行局部观测，更能利用部署在环境中的各类 IoT 设备提供全局、持续、多模态的实时数据，使每个机器人都能获得超出本体感知范围的态势理解与预警信息。

10) 多种类型与品牌机器人接入

具身智能多机器人平台支持异构多机器人设备统一接入与协同管理。通过标准化的硬件抽象层与通信协议，可无缝兼容轮式机器人、人形机器人、四足机器人等多种形态的机器人终端，实现“即插即用”式快速接入，大幅降低多机器人系统的集成门槛与运维复杂度；平台基于分布式架构，支持多机器人的统一调度、任务分配与状态监控，结合具身智能算法赋予每台机器人感知、决策与执行能力。

5.1.3 其他配套设备功能要求

(1) 支持无线通信

支持接入 WAPI 无线网络通信，支持机器人进行远程自主巡检，视频传输。

(2) 现场设备联动

与巡检场景中的通道防火门进行联动，日常保留防火门功能，当机器人需要进出时，联动升降或平移防火门。

5.2 工程实施要求

调研巡检场景现状，结合实际工程需求，提出工程实施方案，方案需满足以下要求：投入运行后实现以下应用效果：（1）安防巡逻应用场景：搭载相机、安防报警等装备，可对巡检场景内入侵等情况进行安防巡逻及自动告警。（2）设备智能检测作业场景：搭载红外成像仪实现自动检测设备发热。（3）门控系统对接：通过 websocket、http 等标准协议，与现场门控系统对接，保证机器狗在无人值守条件下自主完成全站域、跨区域、连续性的巡检任务。

（4）无线网络接入：使用 WAPI 通讯方式接入端侧网络，实现信息传输的自主可控与安全可信。（5）建图与路点配置：使用 SLAM 建图技术与高精度的路点网络，来保证最终地图的精确度与巡检的稳定性。

6 监造、包装、运输、安装及质量保证

6.1 监造

6.1.1 招标方有权派遣其检验人员到投标方及其分包商的车间场所，对合同设备的加工制造进行检验和监造。

6.1.2 如经检验和试验有不符合本技术规范的合同设备，招标方可以拒收，投标方应无偿给予更换。

6.1.3 合同设备运到招标方后，招标方有进行检验、试验的权力，不得因该合同设备在原产地发运以前已经由招标方或其代表进行过监造和检验并已通过作为理由而受到限制。监造人员参加工厂试验，包括会签任何试验结果，既不能免除投标方按合同规定应负的责任，也不能代替合同设备到达招标方后的检验。

6.1.4 投标方应在开始进行工厂试验前 1 个月，通知招标方其日程安排。根据这个日程安排，招标方需确定要见证的项目，并在 10 天内通知投标方。监造人员前往投标方和（或）其分包商生产现场，观察和了解该合同设备工厂试验的情况及其运输包装的情况时，若发现任一货物的质量不符合合同规定的标准，或包装不满足要求，监造人员有权发表意见，投标方应认真考虑其意见，并采取必要措施以确保合同设备的质量。

6.1.5 若招标方不派或未按时派遣监造人员参加上述试验，投标方应在接到招标方相关通知后，自行组织检验。

6.2 包装

6.2.1 投标方应根据双方商定好的标准和招标方的实际运输条件，将设备和所有零部件包装好，并将全套安装使用说明书，产品合格证明书、出厂试验记录、产品外形尺寸图、运输尺寸图、产品拆卸件一览表、装箱单、铭牌图或铭牌标志图等包装好，防止受潮。从投标方发货至招标方收到期间，设备和资料应完好无损。包装箱应连续编号，不能有重号。

6.2.2 所有部件的装运方式均应便于卸货、操作和现场就位，标有千斤顶支架位置的起吊图和安装图，应与装运文件一起提供。

6.2.3 任何在装运中可能丢失的成品应用箱式包装或捆成一束，并标志以清晰的记号以便识别。

6.2.4 运输、贮存直到安装时应保护设备所有组部件不得损坏、不得进水和受潮。

6.3 运输

投标方必须充分了解目的地的道路情况，并把该情况充分反馈给承担运输的单位，必要时安排专人押运车辆。

运输尽量行驶高等级公路，对行驶公路的最高时速应做相关规定和要求。

投标方应保证互感器不超过运输尺寸和运输重量的限制，装运件的尺寸、重量限制由设计单位提出。

投标方负责将设备安全地运到招标方指定地点。制造厂应做到使设备在任何运输过程中不受损坏。投标方应考虑到设备在船运和陆运运输中，可能受到的最大加速度所产生的冲击力而不松动、不损坏、不变形。

所有组、部件在装运时必须做到便于卸货、搬运和现场安装。为了能正确搬运和安装，在必要处应提供吊钩或起吊设施，并提供吊索布置图。

笨重件应装在滑板上或板条箱内，在运输中容易松散丢失的物件都应装箱并捆扎牢固，瓷套管应牢固固定在木箱内，以防相对移动。

6.4 安装指导

6.4.1 项目管理

1) 合同签定后，投标方应指定负责本工程的项目经理，负责协调投标方在工程全过程的各项工作，如工程进度、设计制造、图纸文件、制造确认、包装运输、现场安装、调试验收等。

2) 投标方应接受招标方现场管理单位的统一组织管理和监督检查，以及安全、质量、进度、技术、文明施工等要素的管控。

3) 投标方需明确现场施工的组织架构，指定固定的现场负责人，期间不得随意更换，不得同时开展其他工作。

6.4.2 任务和责任

6.4.2.1 招标方任务和责任

- 1) 招标方负责提供所需的现场设备布置图，确定监视范围及内容。
- 2) 招标方负责协调与其他系统互联的接口工作。
- 3) 招标方负责场地准备，并配合现场调试。
- 4) 招标方负责提供工程安装所需的安全条件。
- 5) 招标方按照商务合同和技术协议进行各阶段验收。

6.4.2.2 投标方任务和责任

- 1) 投标方指定的工地代表，应在合同范围内与招标方工地代表充分合作与协商，以解决有关的技术和工作问题。双方的工地代表，未经双方授权，无权变更和修改合同。
- 2) 投标方技术人员应按合同规定完成有关设备的技术服务，指导设备的安装、调试和验收试验。满足招标方工程进度要求,服从建设单位管理。
- 3) 投标方技术人员应对招标方人员详细地解释技术文件、图纸、运行和维护手册、设备特性、分析方法和有关的注意事项等，以及解答和解决招标方在合同范围内提出的技术问题。
- 4) 投标方技术人员有义务协助招标方对运行和维护的人员进行免费的培训。
- 5) 投标方技术人员的技术指导应是正确的，如因错误指导而引起设备和材料的损坏，投标方应负责修复、更换和（或）补充，费用由投标方承担，该费用中还包括进行修补期间所发生的服务费。招标方的有关技术人员应尊重投标方技术人员的技术指导。
- 6) 投标方代表应充分理解招标方对安装、调试工作提出的技术和质量方面的意见和建议，使设备的安装、调试达到双方都满意的质量。如因投标方原因造成安装或试验工作拖期，招标方有权要求投标方的安装监督人员或试验工程师继续留在工地服务，且费用由投标方自理。
- 7) 在产品质保期内有制造质量的设备，由投标方负责修理或更换。对非投标方责任造成的设备损坏，投标方有优先提供配件和修理的义务。
- 8) 对招标方选购的与本合同设备有关的配套设备（如备品备件及专用工具等），投标方有提供技术配合的义务，并不由此而增加任何费用。
- 9) 投标方提供的设备及附件规格、重量或接线有变化时，应及时书面通知招标方。
- 10) 投标方所供设备应提供投运时的最新软件版本，并应配合今后运行过程中的软件升级。
- 11) 投标方在质保期内应至少每年一次或在装置发生故障导致无法正常工作时，配合现场

停电检修的工期，派遣技术人员到现场进行免费维护。

12) 装置在产品质保期外发生故障或需要进行维护时，投标方有义务派遣技术人员到现场配合招标方进行故障处理或产品维护。

13) 响应时间的要求：在装置发生异常 24 小时内，投标方进行技术响应，技术人员 72 小时内到达现场。

6.4.3 设计联络会

为了确认本平台的设计方案，确定各互联系统软硬件接口界面，交换必需的设计配合资料，协调工程进度，投标方应在设计联络会召开前两周，提交给招标方需要确认的图纸和资料。

设计联络会由相关网省公司、建设单位、设计单位、测试单位等按需参加。

设计联络会议内容为：

- 1) 确认四足机器人及配套改造、系统对接的详细设计方案；
- 2) 确认四足机器人及配套改造、系统对接的项目实施方案；
- 3) 讨论/确定培训计划；
- 4) 讨论/确定工程进度要求；
- 5) 讨论/确定现场安装计划要求；
- 6) 讨论/确定现场验收计划。

6.4.4 培训

- 1) 投标方负责对招标方技术人员及运行、维护人员现场及厂内的培训；
- 2) 招标方将选派技术人员在投标方工程师的指导下参加四足机器人及配套改造、系统对接的培训；
- 3) 由投标方负责免费提供培训，招标方选派人员参加；
- 4) 培训内容为四足机器人及配套改造、系统对接的系统结构、设计原理、设备接口、网络接口、现场安装、调试、维护、使用、故障诊断等；
- 5) 经过培训的技术人员应能熟悉四足机器人及配套改造、系统对接现场的运行，并能进行一般的维护，能够应用投标方提供的软件平台进行视频及相关信息的浏览、调阅、备份及生成运行日志等。

6.4.5 安全文明施工要求

- 1) 招标方（或现场代表）对投标方在工程建设过程中的安全和文明施工、采取的措施等

按国家及南方电网公司有关规定实施监督、检查、评价，发现投标方安全失控时或出现重大安全隐患时，有权责令投标方停工整改。

2) 招标方有权参加投标方的安全事故调查，印发事故通报，督促投标方加强和改进安全文明施工管理工作。

3) 严格执行各项安全施工、生产的制度与规定。杜绝人身死亡、重大停电事故、重大设备事故等事件发生。

4) 合同双方应认真执行国家及南方电网公司相关安全法律、法规、规定及规程。投标方应落实各级安全责任制，建立健全安全风险机制，实行安全。文明施工，确保施工安全。

5) 投标方应将下列文件提交招标方备案：

- (1) 安全目标及其分解情况；
- (2) 安全管理组织机构及安全责任人；
- (3) 本项目现场施工安全管理制度；
- (4) 经投标方主管领导审批的特殊施工安全技术措施；
- (5) 施工安全检查情况通报及事故报告。

6) 若发生事故，投标方应及时通知招标方，严禁隐瞒事故。

7) 投标方应采取一切合理措施，保护施工场所及施工场所周围的环境，避免污染、噪音或由于其施工造成的对公共人员和财产等的危害或干扰。并且做好对已施工完工程的成品保护工作，防止二次污染，否则，由此引起的损失由投标方承担。

6.5 质量保证（技术规范书不约定质保期，质保期以合同为准）

6.5.1 投标方及由投标方供货的产品制造商必须有权权威机关颁发的 ISO 9001 系列的认证书或等同的质量保证体系认证证书。投标方及制造商应已设计、制造和提供过同类设备，且使用条件应与本项目相类似，或比规定的条件更严格。如发现有失实情况，招标方有权拒绝该投标。

6.5.2 投标方应按本技术规范书技术及数量要求，提供全新的、合格的四足机器人及配套改造、系统对接及相关附属设备，提供的设备应满足本技术规范。

6.5.3 投标方应保证制造过程中的所有工艺、材料等（包括投标方的外构件在内）均应符合本技术规范的规定。若招标方根据运行经验指定投标方提供某种外购零部件，投标方应积极配合。

6.5.4 投标方应遵守本技术规范中各条款和工作项目的 ISO 9000、GB/T 19000 质量保证体系，该质量保证体系经过国家认证和正常运转。

6.5.5 在质保期间，因制造质量问题而发生损坏，或不能正常工作时，投标方应免费为招标方修理或更换零部件。

6.5.6 维修保养和日常运行中四足机器人及配套改造、系统对接出现问题，投标人应及时修理，修理更换的部件品质不应低于原零部件。质保期内出现同类问题或包括同类问题，再次修理时业主不再支付同类问题相关费用。

7 主要元器件来源

投标方应按表 12 如实填写主要元器件来源。

表 12 主要元器件来源一览表 （投标方填写）

序号	名 称	单位	项目单位要求		投标方响应	
			型号、规格	数量	型号、规格	数量
1						
2						

8 技术差异表

投标方应将所供设备与本招标书技术文件有差异之处，无论优于或劣于本招标书技术文件要求，均汇集成此表。

表 14 技术差异表 （投标方填写）

序号	招 标 文 件		投 标 文 件	
	条 目	简 要 内 容	条 目	简 要 内 容
1				
2				
3				
4				

投标方：_____ 盖章：

9 投标方需说明的其他问题

如有需说明的其他问题，投标方应通过书面形式提交，并加盖公章。