

标的 1：基于多源协同的高危场景施工作业 业态势感知及智能验收关键技术研究- 施工作业业态势感知技术（技术开发）

技术规范书



2026 年 7 月

目 录

总 则	2
1 标的概况	3
2 研究内容及目的	3
2.1 研究内容	3
2.2 研究目的	4
3 主要技术指标要求	4
4 时间进度要求	4
5 成果交付与验收	6
5.1 成果形式及数量要求	6
★5.2 成果的权属要求	6
5.3 技术架构要求	7
5.4 成果验收	7
6 投标技术文件要求	7
6.1 研究方案	8
6.2 项目管理实施	8
6.3 项目技术支撑能力	8
6.4 技术支持与售后服务	9
6.5 技术差异表	9
6.6 其它补充说明	9



总 则

1. 本文件为该采购项目的技术招标文件。
2. 本文件所描述的各项技术要求仅供投标方编制投标文件之用。
3. 本标书仅描述基本的技术需求，并未对一切技术细节做出规定，也未充分引述有关标准和技术条文，投标方应根据需求目标提供进一步具体的可满足要求的技术指标。
4. 投标技术文件要求文字精练、数据准确、表述及图示清晰明确，具有针对性。
5. 投标方在投标技术文件中应对本标书逐项予以说明和答复，应如实反映投标服务与本技术规范书的技术差异。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服务与其投标技术文件的条文存在差异，招标方将追究投标方违约责任。
6. 投标方应在投标技术部分按本技术规范书的要求内容如实详细填写投标服务的范围及明细，并在投标商务部分（或报价部分）按此范围及明细进行分项报价，如发现总报价与分项报价有矛盾之处，将按有利于招标方的条款执行。
7. 投标方必须仔细阅读采购文件的全部条款，并作出明确响应。采购文件带“★”号的条款及要求，投标方必须满足，若有一项不满足将否决投标。
8. 本技术规范书未尽事宜，由双方协商确定。
9. 本标书的最终解释权归招标方。

1 标的概况

标的名称：标的 1：基于多源协同的高危场景施工作业态势感知及智能验收关键技术研究-施工作业态势感知技术（技术开发）

标包名称：基于多源协同的高危场景施工作业态势感知及智能验收关键技术研究-施工作业态势感知技术（技术开发）

概况：该本标的主要开展基于多源协同的高危场景施工作业态势感知及智能验收关键技术研究。包括研究多源异构传感数据协同采集、融合与处理方法，研究大型施工设备越界感知与预警技术，研究电网施工作业区人员高精度定位与态势感知，研究多模态融合与三维作业建模，研究数字化基建全过程管控平台的集成应用，并实现工程应用示范。

2 研究内容及目的

2.1 研究内容

研究内容主要包括以下方面：

（1）多源异构传感数据协同采集、融合与处理方法

围绕施工场地的激光雷达、超声波雷达、UWB 等多源数据，系统研究设备部署选址优化、高频采集同步、传输保障、融合算法等理论与方法。

（2）大型施工设备越界感知与预警技术

面向大型设备在高危区域附近的安全防护需求，构建虚拟安全边界与风险分级规则，提出大型设备越界风险程度量化预测、实时预警决策与协同处置策略等模型与方法。

（3）电网施工作业区人员高精度定位与态势感知

构建多基站 UWB 厘米级定位体系，实现人员在高危区域的连续、高精度轨迹采集。融合位置、姿态与环境信息，构建时序预判模型，精准识别误入、滞留、越界等危险行为并预测风险演化趋势。

（4）多模态融合与三维作业建模

围绕施工过程的全景可视化与智能分析及统一数据底座，研究施工场景三维实时建模与“人-机-区”动态映射算法。

（5）数字化基建全过程管控平台的集成应用

围绕多源数据接入与治理、数字孪生体动态驱动、安全质量业务融合与可视化协同决策等核心环节，发明一系列平台系统架构、数据中台构建方法。

2.2 研究目的

以系统性解决电力高危施工作业因环境复杂、风险突发性高而导致的风险行为识别与预测困难为目标，具体包括：

- （1）解决多源异构传感数据的协同采集与融合问题，实现高危施工区域多源数据采集频率与精度提升；
- （2）研究融合激光雷达三维空间建模与 UWB 厘米级定位技术，构建“人-机-区”动态安全距离模型，实现有效识别范围及人员测距精度提升；
- （3）实时解算人员与大型施工机械之间的空间关系，实现人员误入危险区域、设备运动越界等风险的高速识别与预警；
- （4）整合安全感知与预警数据、质量验收与缺陷识别数据，构建一体化的可视化管理系统，并且接入现有数字化基建全过程管控平台。

3 主要技术指标要求

- （1）提出至少一套多源协同感知与预警方案，构建施工过程的全景可视化与智能分析系统，实现风险行为识别准确率 $\geq 95\%$ 。
- （2）提出至少一套多源协同的智能监管与数字化质检集成方案，针对大型设备越界以及作业区的人员危险作业行为识别实现综合预警率 $\geq 98\%$ 。

4 时间进度要求

进度计划	
4.1	[自合同签订日起 - 2026 年 12 月 31 日] 主要内容： （1）开展电网建设现场安全态势感知关键问题调研，梳理国内外态势感知及智慧验收应用在施工现场的现状 & 主流技术。 （2）完成高危场景施工作业态势感知及智能验收技术路线梳理。 交付物： （1）配合甲方形成项目第一年度技术进展报告（2026 年）

4.2	[2027 年 1 月 1 日 - 2027 年 6 月 30 日] 主要内容： (1) 面向大型施工设备在高危区域附近的安全防护需求的激光雷达感知数据的点云建模研究，形成施工设备及周边环境的三维空间表达方法。 (2) 开展复杂施工场景下的点云投影、图像目标检测及三维目标检测后融合等目标识别算法研究。 (3) 开展基于 LoRa 低功耗通信的主从装置数据同步、参数设置与信息传输技术研究。 (4) 配合甲方拟定多源协同智能监管平台的数字化集成技术路线，明确安全感知数据的结构与接口关系。 交付物： (1) LoRa 无线通信及平台数字化集成设计方案 1 套； (2) 根据甲方需求，协助提供 1 篇项目相关论文的论证方法、数据分析、文本修改的指导服务，直至论文录用或发表； (3) 根据甲方需求，协助提供 3 件项目相关发明专利选题、文献检索、论证方法、数据分析、文本修改的指导服务，直至发明专利受理。
4.3	[2027 年 7 月 1 日 - 2028 年 3 月 31 日] 主要内容： (1) 研究面向大型施工设备及周边环境的目标识别算法。 (2) 研究大型施工设备与带电设施、建筑物及人员之间的动态安全距离判别方法，建立基于多源测距数据的自适应阈值判别机制。 (3) 开展基于 UWB 定位体系的人员连续轨迹采集及高危区域空间位置感知研究。 (4) 协助甲方开展项目中期检查。 交付物： (1) 根据甲方需求，协助提供 2 篇项目相关论文的论证方法、数据分析、文本修改的指导服务，直至论文录用或发表； (2) 根据甲方需求，协助提供 3 件项目相关发明专利选题、文献检索、论证方法、数据分析、文本修改的指导服务，直至发明专利受理； (3) 根据甲方需求，协助提供 1 项团体标准初稿选题、文本修改的指导服务，直至团体标准送审； (4) 配合甲方形成项目第一年度技术进展报告（2027 年） (5) 通过项目中期检查。
4.4	[2028 年 4 月 1 日 - 2028 年 10 月 31 日] 主要内容： (1) 开展大型施工设备越界感知系统研制，集成激光雷达测距、目标识别及越界预警功能。 (2) 开展误入、滞留、越界等危险行为识别及风险演化趋势预测，完成人员轨迹时序预判模型研究。 (3) 开展软件系统接口联调和边缘端部署优化，实现多模态数据采集、模型算法之间的数据交互。 (4) 研究多源协同智能监管平台设计与集成。 交付物： (1) 形成多源协同感知与预警系统关键技术、多源协同智能监管平台设计与集成、设备与人员协同安全感知与空间预警、多源协同的智能监管与数字化质检集成平台开发、智能监管平台用户操作与系统管理手册等技术研究相关报告至少 5 份； (2) 根据甲方需求，协助提供 3 篇项目相关论文的论证方法、数据分析、文本修改的指导服务，直至论文录用或发表； (3) 根据甲方需求，协助提供 6 件项目相关发明专利选题、文献检索、论证方法、数据分析、文本修改的指导服务，直至发明专利受理；

	(4) 根据甲方需求, 协助提供 1 件项目软件著作权选题、源代码、数据分析、文本修改的指导服务, 直至软件著作权受理;
4.5	[2028 年 11 月 1 日 - 2029 年 1 月 31 日] 主要内容: (1) 开展项目成果总结, 形成最终科技报告。 (2) 协助甲方开展第三方审查、项目验收。 交付物: (1) 形成设备与人员协同安全感知与空间预警技术研究、多源协同的智能监管与数字化质检集成平台开发等至少 6 份技术研究报告。 (2) 根据甲方需求, 协助提供 1 篇项目相关论文的论证方法、数据分析、文本修改的指导服务, 直至论文录用或发表; (3) 实现高危风险行为安全管控态势感知模块在数字化基建全过程管控平台的集成应用, 并通过项目验收评审。 (4) 协助甲方通过项目验收。

5 成果交付与验收

5.1 成果形式及数量要求

- (1) 技术报告 3 份, 包括专题研究报告 2 份和操作手册 1 份;
- (2) 科研工作报告 4 份, 包括最终科技报告 2 份、年度技术进展报告 2 份;
- (3) 乙方根据甲方需求, 协助提供 12 件项目相关发明专利选题、文献检索、论证方法、数据分析、文本修改的指导服务, 直至发明专利受理;
- (4) 乙方根据甲方需求, 协助提供 7 篇项目相关论文的论证方法、数据分析、文本修改的指导服务, 直至论文录用或发表。
- (5) 乙方根据甲方需求, 协助研发基于实时数据驱动的可视化监管系统, 实现对安全事件、处置过程与质量验收结果的统一管理, 并能够接入数字化基建全过程管控平台。

★5.2 成果的权属要求

本项目形成的论文、专利等知识产权划分方法如下:

本合同项下研究成果形成的专利、软件著作权等知识产权的申请权利归甲方享有, 未经甲方许可, 乙方不得单独申请专利或向第三方转让专利申请权。相关知识产权申请人及专利权人不得出现广东电网有限责任公司及乙方以外的其他单位或个人。

- (1) 本合同项下的研究成果申请专利的权利归甲方享有, 未经甲方许可, 乙方不得单独申请专利或向第三方转让专利申请权。乙方取得专利权的, 未经甲方许可, 不得转让专利权或许可第三方实施该专利。

(2) 甲乙双方均享有本合同项下研究成果的使用权，但乙方仅能在甲方许可的范围内使用该研究成果。因使用该研究成果所产生的效益，由甲乙双方共同协商确定分配方式。

(3) 本合同项下的研究成果的转让权属于甲方，乙方不得向第三方转让，亦不得许可第三方实施使用，乙方擅自转让所产生的利益归甲方所有。

(4) 本合同项下的研究成果申请奖励的权利归甲方享有。未经甲方许可，乙方不得单方申请奖励。

(5) 本合同项下的研究成果的发表权由甲乙双方共同享有。未经一方许可，另一方不得单方发表。根据项目研究成果发表论文须注明“南方电网公司科技项目资助(项目编号：030100KC26020013)”；项目参加人员个人发表有关项目研究内容的论文须征得甲乙双方的同意。

(6) 使用履行本合同产生的研究成果参与国际标准、国家标准或行业标准等的制定或修订工作的权利属于甲方所有，未经甲方许可，乙方不得单独参与此类工作。

5.3 技术架构要求

本项目若涉及软硬件开发/试制应符合自主可控要求：

(1) CPU：兼容自主可控 CPU（ARM、X86、MIPS）架构。

(2) 浏览器：兼容 Chrome 和 Firefox 内核浏览器。

(3) 操作系统：兼容 UOS、麒麟等 linux 类型桌面操作系统和服务器自主可控操作系统。

(4) 数据库中间件：可以兼容国内主流自主可控数据库、中间件。

(5) 应用架构设计：应用架构具备在多种基础环境下运行的设计；（硬件层：需要除 x86 架构外如 ARM 架构或 MIPS 架构运行；操作系统层：需要能在 Windows 系列、Linux 系列运行）

5.4 成果验收

项目完成后，由甲方组织专家组对项目的主要技术指标、成果等进行验收。数字化基建全过程管控平台系统的风险行为识别准确率达到 95%，风险行为综合预警率 $\geq 98\%$ 。

6 投标技术文件要求

6.1 研究方案

(1) 项目技术路线

项目实施的总体研究思路和总体框架。

(2) 技术方案

投标方应针对每项研究内容提供详尽的技术解决方案,包括多源异构传感数据协同采集、融合与处理方法的技术原理与技术现状,大型施工设备越界感知与预警,电网施工作业区人员高精度定位与态势感知,多模态融合与三维作业建模,数字化基建全过程管控平台的集成应用等方法的技术方案等。

(3) 重点解决的技术难题

攻克高危场景下“人-机-区”安全状态的实时、精准协同感知难题,通过构建“人-机”动态安全距离模型,实时解算人员与大型施工机械之间的空间关系,实现人员误入危险区域、设备运动越界等风险的毫秒级识别与预警,基于数字化系统实现“施工安全+质量监控”的一体化智能协同管控。

(4) 主要技术指标实现的可行性

6.2 项目管理实施

(1) 项目人员组织

介绍项目人员组织情况、职责分工。

(2) 项目进度

提交详细的项目实施计划,明确里程碑。

(3) 项目交付项

说明项目阶段任务完成后,投标方根据成果交付与验收要求应提交给招标方的产品、服务以及交接文件等,并附上相应的交付时间计划表。

6.3 项目技术支撑能力

(1) 项目经验

该部分填写与标的物相关的项目研究经验、合同情况、论文专利和获奖情况。

(2) 人员支撑能力

该部分填写与标的物相关的本项目研究成员详细资料(包括学历、资质、研究方向/工作经验等),提供相关支撑材料。

(3) 设备支撑能力

该部分填写与标的物相关的、支撑该项目研究的设备、平台、实验室等。

6.4 技术支持与售后服务

投标方要明确所能提供的服务内容,服务方式,服务承诺和售后服务等情况。

6.5 技术差异表

投标方应针对主要技术指标要求、成果交付数量要求等填写响应的差异情况。

表 6.1 技术指标差异表（投标方填写）

序号	名称 (技术指标/成果要求)	招标方要求值	投标方保证值	关键指标允许响应情况(正偏差/负偏差/无偏差)	技术方案或保障措施所在的页码
1					
2					
3					

投标方应将所提供服务与本技术规范书有差异之处,无论优于或劣于本技术规范书要求,均汇集成下表。

表 6.2 技术差异汇总表（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				

6.6 其它补充说明

投标方认为实现本文件的相关内容存在技术类或其它类风险,请详细说明,并提供相应的对策。