

标的 1：基于多源融合信息的电缆及廊道 数字孪生模型构建技术系统（技术开发）

技术规范书



2025 年 05 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	8
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	9
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	10

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：基于多源融合信息的电缆及廊道数字孪生模型构建技术系统（技术开发）

标包名称：基于多源融合信息的电缆及廊道数字孪生模型构建技术系统（技术开发）

概况：通过突破图像三维高斯泼溅渲染、多源信息互补融合、数字孪生模型应用等关键技术难题，构建一套完整的低成本多源信息融合的配电线路地下电缆及管廊数字化技术系统。

2 研究内容及目的

2.1 研究内容

（1）视频图像三维重建技术在设备信息重建中的应用研究；

通过对采集到的视频图像进行人工智能算法分析处理，构建出设备的三维模型，为后续的信息融合和模型构建提供基础数据。这些三维数据包含了电缆及管廊的初步空间信息，但缺乏诸如设计细节等信息。

（2）平面 CAD 数据与三维重建信息的融合方法研究；

平面 CAD 数据与三维重建信息融合方法研究是在三维重建的基础上，将平面 CAD 图纸中的详细设计信息融入三维模型。通过解决数据格式转换和坐标统一等问题，使二维图纸信息与三维模型实现准确映射，丰富了模型的信息维度，提高了模型的完整性和准确性。这一任务的完成，为数字孪生模型的构建提供了全面且准确的多源信息基础。

（3）基于多源融合信息的电缆及廊道数字孪生模型构建技术开发；

基于融合后的多源信息构建电缆及廊道数字孪生模型，利用前面两项任务融合后的信息，构建出高精度的数字孪生模型，该模型不仅能够直观展示电缆及管廊的三维形态和空间位置，还能反映其内部结构、设备参数以及各部分之间的交互关系。数字孪生模型为后续的运维管理提供了一个可视化、可交互的虚拟平台，使得工作人员能够通过该模型进行实时监测、故障模拟分析等操作。

（4）用于存量电缆维护的动态信息支持技术并建立关联数据库开发；

研究用于局部线路维护的动态信息支持技术并建立关联数据库，是实现现场

维护智能化的关键。通过建立电缆身份二维码与业务信息的关联，工作人员在现场扫描二维码即可获取该电缆的重要业务信息，如历史维护记录、当前运行参数等。这些动态信息一方面为现场维护人员提供了准确的决策依据，提高了维护工作的精准性和效率；另一方面，将这些信息实时反馈到数字孪生模型中，实现模型的动态更新，保证模型信息与实际情况的一致性，使数字孪生模型始终能够准确反映电缆及管廊的真实状态。

2.2 研究目的

通过突破图像三维高斯泼溅渲染、多源信息互补融合、数字孪生模型应用等关键技术难题，构建一套完整的低成本多源信息融合的配电线路地下电缆及管廊数字化技术系统。

3 主要技术指标要求

3.1 研究视频图像三维重建技术在设备信息重建中的应用；

在指定区域采集并用于三维重建的图像数量 ≥ 150 张。

3.2 研究平面 CAD 数据与三维重建信息的融合方法；

融合后的数据中，准确反映 CAD 图纸和三维重建信息的比例，即（融合后准确信息数量 / 融合后总信息数量） $\times 100\%$ ，数据融合准确率 $\geq 95\%$ ，

3.3 研究基于多源融合信息的电缆及廊道数字孪生模型构建技术；

成功融合至数字孪生模型的数据类型数量 ≥ 4 种，例如：视频、图片、平面 CAD、激光点云、维护报告等；

利用实际多源融合信息，构建数字孪生模型中所包含的管廊长度总和 ≥ 4 千米。

3.4 研究用于存量电缆维护的动态信息支持技术并建立关联数据库；

与模型关联的包含电缆的位置、走向、埋深、材质、规格、运行参数等属性信息的查询准确率 $\geq 95\%$ ；

在广州城区选取典型区域进行地下电缆数字孪生系统的应用示范的数量 ≥ 2 个及覆盖管廊长度公里数 ≥ 4 公里。

项目核心技术在港澳地区的大型医院或科技园区开展应用。

4 时间进度要求

进度计划	
4.1	[合同签订之日起- 2025 年 11 月] 主要内容： （1）调研电缆及管廊环境特点，确定图像采集设备选型与安装方案，获取高质量视频图像； （2）运用三维高斯泼溅算法处理图像，提取电缆及管廊设备特征，计算三维坐标搭建初步模型； 交付物： （1）视频图像采集与处理方案报告； （2）初步的电缆及管廊设备三维模型； （3）申请关于视频图像三维重建技术的发明专利 1 项。
4.2	[2025 年 12 月- 2026 年 3 月] 主要内容： （1）解析 CAD 数据格式，开发数据解析工具，将 CAD 数据转换为中间格式； （2）研究坐标系转换方法，运用坐标变换算法统一坐标； （3）建立二维图形元素与三维模型实体的映射关系，经空间几何计算完成映射并优化融合信息。 交付物： （1）CAD 数据解析与融合技术报告； （2）融合后的多源信息数据集； （3）申请关于 CAD 数据与三维重建信息的融合技术的发明专利 1 项；
4.3	[2026 年 4 月- 2026 年 5 月] 主要内容： （1）协助课题中期检查； 交付物： （1）中期检查报告；
4.4	[2026 年 4 月- 2026 年 7 月] 主要内容： （1）整理融合后的多源信息，提取构建数字孪生模型的关键数据； （2）选用合适建模软件和技术，构建电缆本体、管廊及其交互关系的数字孪生模型； （3）在模型中添加物理属性和行为规则，模拟实际运行过程； （4）开发可视化交互界面，实现实时监测和故障模拟分析等功能。 交付物： （1）电缆及廊道数字孪生模型软件系统构建报告； （2）具备可视化交互功能的数字孪生模型； （3）申请关于数字孪生模型构建与应用的发明专利 1 项。
4.5	[2026 年 8 月- 2026 年 10 月] 主要内容： （1）设计电缆身份二维码编码规则，开发二维码唯一身份识别功能； （2）建立关联数据库，整合电缆历史维护记录、实时运行参数等业务信息； （3）研究数据更新机制，确保数据库与数字孪生模型实时数据交互，实现模型动态更新。 交付物： （1）局部线路维护动态信息支持技术报告； （2）电缆身份二维码与业务信息关联数据库； （3）申请关于电缆状态动态关联及数据更新技术的发明专利 2 项。
4.6	[2026 年 11 月- 2027 年 1 月] 主要内容：

	(1) 开展技术验收; 交付物: (1) 技术验收结论; (2) 入网安评、源代码审计等相关报告; (3) 录用EI 期刊论文 1 篇、中文核心期刊 1 篇;
4.7	[2027 年 2 月- 2027 年 3 月] 主要内容: (1) 开展现场应用验证; 交付物: (1) 应用验证报告;
4.8	[2027 年 4 月- 2027 年 7 月] 主要内容: (1) 协助项目整理验收; 交付物: (1) 整体验收意见;

5 成果交付与验收

5.1 成果形式及数量要求

- (1) 基于多源融合信息的电缆及廊道数字孪生模型构建技术系统报告 1 份;
- (2) 录用 EI 期刊论文 1 篇;
- (3) 录用中文核心期刊 1 篇;
- (4) 受理发明专利 5 项。

★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：030121KC25030002)”；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) GPU：兼容自主可控 GPU（NVIDIA CUDA，AMD RDNA，Intel Xe）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 CUDA 架构或 Xe 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。

(1) 基于多源融合信息的电缆及廊道数字孪生模型构建技术系统报告：1 份，5000 字以上，内容包括：

- A. 研究视频图像三维重建技术在设备信息重建中的应用；
- B. 研究平面 CAD 数据与三维重建信息的融合方法；
- C. 基于多源融合信息的电缆及廊道数字孪生模型构建技术研究；
- D. 研究用于存量电缆维护的动态信息支持技术并建立关联数据库。

(2) 录用 EI 期刊论文 1 篇；

(3) 录用中文核心期刊 1 篇；

(4) 受理发明专利 5 项。

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。

(3) 重点解决的技术难题

复杂场景下的精确特征提取：设备所处环境往往存在诸多干扰因素，如光照变化、周围复杂背景等。需研发更为鲁棒的算法，精准地从采集到的视频图像中提取设备的关键特征，确保在复杂多变的场景下，也能稳定获取用于三维重建的有效信息，避免因场景干扰导致特征提取错误或遗漏，影响后续三维模型构建的准确性。

多源数据融合与处理：虽然视频图像能提供部分设备外观及空间信息，但对于设计细节等信息，可能需融合其他数据源，如设备设计图纸、历史运维数据等。如何高效整合这些多源、异构的数据，使其在三维重建过程中相互补充、协同工作，是一大挑战。要建立有效的数据融合框架，解决不同数据格式、精度及语义之间的差异问题，为构建完整、准确的设备三维模型提供全面的数据支持。

提升三维重建的精度与效率：在构建设备三维模型时，既要保证模型精度以满足后续信息分析需求，又要兼顾重建效率，尤其是在处理大量视频图像数据时。一方面，需优化现有三维重建算法，如基于深度学习的方法，通过改进网络结构、训练策略等，提升模型对设备的还原能力；另一方面，利用并行计算等技术，加速数据处理过程，实现高精度与高效率的平衡，使三维重建技术能够切实应用于实际设备信息重建任务中。

(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	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。

