

考虑磁链耦合的城市电网密集电缆群 评估调控技术研究专题

技术规范书



2026 年 01 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	5
4 时间进度要求	5
5 成果交付与验收	7
5.1 成果形式及数量要求	7
★5.2 成果的权属要求	7
5.3 技术架构要求	8
5.4 成果验收	8
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：

标包名称：考虑磁链耦合的城市电网密集电缆群评估调控技术研究

概况：

本项目针对密集电缆通道电缆载流能力难以实现精准计算的难题，依托海珠 500kV 输变电工程，结合对密集电缆通道进行载流能力评估，实现在恒定负荷、周期性负荷、动态负荷下电缆载流能力的准确计算，为密集通道下隧道电缆通道输送能力评估提供指导，为设计、运维相关人员提供有力的技术支持。本项目旨在推动密集电缆群载流能力的精准化计算，对密集电缆群载流能力计算模型建模方法及模型可靠性验证方法进行研究，通过构建工程输送断面的仿真模型开展对敷设断面不同负荷类型下载流能力的精准化计算，进而实现对电缆群输送能力的准确把握。

拟通过本项目研究，形成成熟可靠的密集电缆通道电缆载流能力精准评估手段，为集群敷设方式在南网公司的推行奠定技术支撑。预期形成复杂场景高压电缆稳态载流能力准确计算模型 1 份，基于周期性负荷因子复杂场景电缆周期性负荷载流能力计算模型 1 份，隧道密集敷设条件下电缆群动态应急负荷计算模型 1 份，申请发明专利 6 件，录用或发表期刊论文 2 篇，解决电缆载流量计算标准及现有成熟电缆载流量计算手段应用于密集敷设电缆场景下的局限性问题。

2 研究内容及目的

2.1 研究内容

本项目针对多回路密集电缆群敷设断面进行载流能力计算模型建模方法及真型试验验证研究，以精准多物理耦合计算为技术核心，结合有限元仿真分析、优化解析建模、温升实验验证等多手段，实现对海珠 500kV 输变电工程密集电缆群载流能力精准化评估，具体内容主要包括：

1) 计及互热影响的电缆稳态载流能力评估研究

建立密集隧道内敷设电缆载流能力的数值化计算模型，研究隧道入口风速、电缆排列方式、护套环流对电缆群载流能力的影响；开发出相应的密集电缆稳态载流量的热评估算法，实现对电缆群稳态载流能力的精准化计算；利用建立的数

值化计算模型对电缆稳态热评估算法进行精度验证。

2) 密集环境下电缆周期性载流能力研究

研究电缆线路的长期运行的输送负荷数据,得到电缆典型周期性负荷数据集,计算相应的周期性负荷因子,形成基于密集环境下电缆周期性负荷能力计算评估方法,同时进一步开发电缆周期性负荷输送能力计算模型,形成隧道敷设电缆群周期性负荷能力的评估方法。

3) 密集场景下电缆动态载流能力计算研究

基于电磁热流多场耦合分析结合电缆尺寸及位置参数,开发评估电缆动态负荷的计算模型;进一步根据电缆暂态热路模型建立密集敷设电缆群实时导体温度反演算法,实现对电缆导体温度的实时监测;同时针对动态环境热参数的获取,搭建电缆导体至环境的暂态热路模型,实现对电缆应急负荷的计算。

4) 基于多负荷工况真型大电流试验的电缆输送能力计算模型精度验证及修正

通过设计多负荷工况真型大电流实验,在模拟温升平台下对电缆进行稳态、周期性及应急负荷条件下的温升特性测试,验证电缆热评估模型的准确性,为电缆载流量计算提供了可靠的实验依据,同时针对计算模型进行修正优化,提升电缆安全运行评估的可信度。

2.2 研究目的

针对密集电缆通道电缆载流能力难以实现精准计算的难题,依托海珠 500kV 输变电工程,结合对密集电缆通道进行载流能力评估,实现密集电缆群在恒定负荷、周期性负荷、动态负荷下载流能力的准确计算,为密集通道下隧道电缆通道输送能力评估提供指导,为设计相关人员提供有力的技术支持。同时针对密集电缆运维需求,提出仿真建模计算、解析模型优化及其测试验证方案,形成多技术架构,从而支撑对密集电缆群的综合分析、健康评估、监测预警等应用的进一步探索,及时有效发现及处理各类问题,实现设备运行状态透明化。

研究成果助力实现综合全面评估密集电缆群敷设断面输送能力,为海珠 500kV 输变电工程提供技术支撑,同时支撑工程应用落地和提质增效,最终实现支撑本工程实际建设的需要。

拟通过本项目研究,可以形成成熟可靠的密集电缆通道电缆载流能力精准评估手段,解决电缆载流量计算标准及现有成熟电缆载流量计算手段应用于密集敷

设电缆场景下的局限性问题，为集群敷设方式在南网公司的推行奠定技术支撑。

3 主要技术指标要求

（1）指标名称：密集隧道内敷设电缆稳态载流能力计算方法

指标定义：密集隧道内电缆稳态载流能力计算方法的求解精度

整体验收应达到的量值：应用密集隧道内电缆稳态载流能力计算方法得到的理论载流量与电缆真型试验得到的实测载流量误差不超过 5%。

（2）指标名称：密集敷设电缆周期性负荷能力计算方法

指标定义：密集敷设电缆周期性负荷能力计算方法应用于求解电缆导体温度时的计算误差

整体验收应达到的量值：与周期性负荷作用下真型电缆温升试验得到的导体温度实测值相比，应用密集敷设电缆周期性负荷能力计算方法得到的电缆导体温度结果平均误差不超过 5℃。

（3）指标名称：电缆导体实时温度反演算法

指标定义：电缆导体实时温度反演算法的求解精度

整体验收应达到的量值：与不同类型负荷作用下真型电缆温升试验得到的导体温度实测值相比，应用电缆导体实时温度反演算法得到的导体温度计算结果平均误差不超过 5℃。

4 时间进度要求

进度计划	
4.1	<p>[2026 年 3 月 1 日 - 2026 年 8 月 31 日]</p> <p>主要内容：</p> <p>（1）建立隧道密集敷设场景下电缆载流能力数值化计算模型，进一步开发隧道密集敷设电缆稳态载流量解析算法，并通过数值计算方法结果验证解析算法准确性。</p> <p>交付物：</p> <p>（1）复杂场景高压电缆稳态载流能力准确计算模型；</p> <p>（2）《计及互热影响的电缆稳态载流能力评估报告》1 份；</p> <p>（3）申请发明专利 2 项。</p>

4.2	<p>[2026 年 9 月 1 日 - 2026 年 11 月 30 日]</p> <p>主要内容：</p> <p>(1) 基于电缆周期性负荷因子计算方法，对隧道电缆群给出相应的典型负荷因子建议取值；</p> <p>(2) 提出隧道敷设电缆群周期性负荷能力的评估方法。</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 基于周期性负荷因子复杂场景电缆周期性负荷能力计算模型；</p> <p>(2) 《密集敷设环境下电缆周期性负荷能力研究报告》1 份；</p> <p>(3) 申请发明专利 1 项；</p> <p>(4) 录用论文 1 篇。</p>
4.3	<p>[2026 年 12 月 1 日 - 2027 年 3 月 31 日]</p> <p>主要内容：</p> <p>(1) 建立隧道敷设场景电缆暂态载流量计算模型；</p> <p>(2) 建立密集敷设电缆群实时导体温度计算方法，实现对电缆导体温度监测；</p> <p>(3) 考虑环境动态热参数的影响，开发电缆应急负荷的计算模型。</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 隧道密集敷设条件下电缆群动态应急负荷能力计算模型；</p> <p>(2) 《密集敷设场景下电缆动态载流能力计算研究报告》1 份；</p> <p>(3) 申请发明专利 1 项；</p> <p>(4) 录用论文 1 篇。</p>
4.4	<p>[2027 年 4 月 1 日 - 2027 年 5 月 31 日]</p> <p>主要内容：</p> <p>(1) 开展中期评审。</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 整理并完成中期评审材料。</p>
4.5	<p>[2027 年 6 月 1 日 - 2027 年 10 月 31 日]</p> <p>主要内容：</p> <p>(1) 选取合适的试验平台容量，对大电流温升实验系统进行搭建，测试实验系统工作；采用热电阻实现电缆不同位置测温，同时利用 CT 实现对电流的测量。</p> <p>(2) 基于搭建好的大电流温升试验平台，结合试验模拟场地搭建环境模拟箱，对隧道敷设电缆稳态负荷、周期性负荷、应急负荷评估进行相应的试验研究，对研究所建立的评估模型进行实验验证及修正优化。</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 申请发明专利 2 项。</p>

4.6	<p>[2027 年 11 月 1 日 - 2027 年 12 月 31 日]</p> <p>主要内容：</p> <p>（1）完善全部研究内容及报告编制；</p> <p>（2）进行项目结题验收。</p> <p>交付物：</p> <p>（1）整理并完成结题验收材料。</p>
-----	--

5 成果交付与验收

5.1 成果形式及数量要求

1、项目形成的成果

专题研究报告：3 篇

2、项目形成的论文

论文：期刊论文 2 篇

3、项目形成的专利

专利：受理发明专利 6 项

4、设备模型

提交复杂场景高压电缆稳态载流能力准确计算模型、基于周期性负荷因子复杂场景电缆周期性负荷能力计算模型、隧道密集敷设条件下电缆群动态应急负荷能力计算模型各 1 份。

★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：*****)”；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

本项目不涉及软硬件开发/试制。

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) 技术指标：组织专家评审会评审；

(2) 专题成果：项目形成的论文及专利，提供成果入审、录用等相关证明文件。

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

描述项目重点技术难题和解决方案。

(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，均汇集如下表。

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。

1