



2025 年广州供电局计量中心(基于大模型的
智能体能力提升) 计量自动化系统主站改造
算法公共能力实施
技术规范书



目 录

1 总则	3
2 技术投标编制文件要求	4
3 遵循标准	5
4 采购清单	6
5 项目总体建设内容及要求	6
5.1 总体架构	6
5.2 物理架构	7
5.3 安全架构	7
5.3.1 网络安全方案	8
5.3.2 第三方测试	9
5.3.3 网络安全等级评测	9
5.3.4 入网安评检测	9
5.3.5 源代码审查	10
5.3.6 商用密码应用安全性评估	10
5.4 技术路线	10
5.5 建设范围	11
6 项目建设目标	11
7 项目实施方案	11
7.1 公共能力实施	11
7.1.1 意图识别实施	11
7.1.2 语义检索实施	12
7.1.2.2 数据预处理与标准化	12
7.1.3 NL2NL 实施	13
7.1.4 NL2SQL 实施	15
7.1.5 NL2API 实施	16
7.2 项目实施要求	17
7.3 实施原则	17

7.3.1 平稳性原则	17
7.3.2 安全性原则	17
7.3.3 实用性原则	17
7.3.4 操作性原则	17
7.4 实施策略组织保障措施	17
8 项目服务方案	18
8.1 项目交付要求	18
8.2 项目管理要求	19
8.3 设计内容及要求	19
8.4 施工要求	20
8.5 质保要求	20
8.6 项目验收标准	20
8.7 技术服务要求	20
8.8 信息安全与第三方测试要求	21
8.9 质量保证措施	21
8.9.1 组织保证	21
8.9.2 质量保证	21
8.10 源代码管理	21
8.11 其他要求	21

1 总则

1.1 本工程是“2025 年广州供电局计量中心（基于大模型的智能体能力提升）计量自动化系统主站改造项目算法公共能力实施分项工程”，即本次采购的范围。本工程采购技术规范书的最终解释权归采购方。

1.2 本招标文件描述了 2025 年广州供电局计量中心(基于大模型的智能体能力提升) 计量自动化系统主站改造项目的项目目标、内容和要求，可供投标方编写投标文件之用。

1.3 投标人应按照本招标文件的要求提供详细、完整的解决方案。该方案应完全满足或高于本招标文件要求，对于本招标文件中的某些部分，投标人如不能满足要求，或有其它替代方案，或有其它修改建议，应在方案中指出其必须进行修改的理由以及与原要求的差异，否则，招标人即认为投标人可以满足本招标文件的要求。

1.4 本技术规范书提出的要求是最低限度的技术要求，并未对一切技术细节做出规定，也未充分引述有关标准和规范的条文。投标人提供的系统必须遵循国际和国内相关领域最新版本的标准和规范，并满足南方电网和广东电网公司制定的相关技术规范。如本技术规范书对保证项目成功所需服务及成果的要求有所遗漏，投标人应予以补充并进行报价，否则中标后发现的遗漏部分将视为已被投标人认可并免费提供。

1.5 所有招标人认为是本招标文件范围所要求而被遗漏的项目，都被认为是包含在本次招标范围内，投标人的报价被视为包含此遗漏项目的报价。投标人可以就投标人认为的遗漏项目提请招标人注意，并详细说明理由，招标人将就此进行澄清。

1.6 本技术规范书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。

1.7 投标方必须对工程技术文件以及由招标方提供的所有内部资料、技术文档和信息予以保密。投标方必须遵守与招标方签订的保密协议，未经招标方书面许可，投标方不得以任何形式向第三方透露本技术规范书以及本项目的任何内容。

1.8 投标方应保证所提供的所有资料真实、完整、准确无误，否则招标方将有权取消投标方的中标资格，由此产生的一切后果由投标方承担。

1.9 投标方应充分理解本技术规范书并按本技术规范书的具体条款、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、格式不符合本技术规范书的要求，则认为应标不严肃，在评标时可有不同程度的扣分。

1.10 招标方在任何时候保留和拥有对本文件的解释权。招标人保留解释修改本技术规范书的权力，双方对本技术规范书条款理解有歧义的，以招标人的解释为准；在投标截止前，招标人可以根据需要对本技术规范书进行变更。

2 技术投标编制文件要求

投标方提供的技术投标书须由《点对点应答》和《技术方案》两部分组成，并遵循以下要求编制。

1)投标方的《点对点应答》中，应说明投标方对本技术招标文件的各项要求，描述及各章节的理解程度。

2)投标方的《点对点应答》中，要求对本技术招标文件所提出的各项要求，各项章节进行逐条逐项答复、说明和解释，首先对实现或满足程度明确做出“满足”、“部分满足”、“不满足”等应答。如投标方对某些部分不能满足、部分满足本招标文件要求时,需详细说明原因,明确满足招标文件要求的时限，并承诺今后免费提供该设备或服务。

3)凡在《点对点应答》中答复为“满足”的，双方均视其为无条件满足。若有附加条件的，双方均视其为“部分满足”。如答复为规定格式之外其它内容的，均视为“不满足”。

4)投标方在对本招标文件作完整答复的前提下，应将答复为“部分满足”、“不满足”的有关条款及其解释单独列出，汇编为正式文档提交给招标方。

5)凡《点对点应答》的答复与其《技术方案》的其他部分或报价书有出入的，以《点对点应答》的答复为准，由此产生的一切后果，由投标方负责。

投标人需按照本技术招标文件内容编制相应的技术方案，对项目要求和需求逐项给予响应并提出解决方案，如对本招标文件有修改建议亦应一并提出并详细说明。

1)本卷所描述的建设需求仅供投标方编制投标文件之用。投标方可以提出不同的方案，但方案必须满足或优于本标书所阐述的全部技术功能要求。

2)投标方在投标文件中，对本标书应逐项予以说明和答复，给出点对点应答，同时根据具体情况提出相关的具体实施方案。

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改造方案。

4)投标技术文件要求文字精练、表述及图示清晰明确，具有针对性。

5)配合并协助招标方进行现场验收，负责编制验收相关资料。

3 遵循标准

投标人需遵循但不限于以下的相关标准、规范：

- (1) 《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GBT 22239-2019）
- (2) 《信息安全技术网络安全等级保护安全设计技术要求》（GB/T 25070-2019）
- (3) 《信息安全技术网络安全等级保护测评要求》（GB/T 28448-2019）
- (4) 《信息安全技术信息系统密码应用基本要求》（GB/T 39786-2021）
- (5) 《电力监控系统安全防护规定》（国家发展和改革委员会 2024 年 27 号令）
- (6) 《中国南方电网电力监控系统网络安全技术规范》（Q/CSG 120499-2021）
- (7) 《“十四五”数字经济发展规划》（国发〔2021〕29 号）
- (8) 《计量发展规划（2021-2035 年）》（国发〔2021〕37 号）
- (9) 《南方电网公司“十四五”发展规划和 2035 年远景目标展望》
- (10) 《南方电网公司“十四五”市场计量规划》
- (11) 《南方电网公司“十四五”数字化规划》
- (12) 《南方电网公司“十四五”电能量数据深化应用规划》
- (13) 《南方电网公司发展战略纲要（2019 年版）》
- (14) 《公司数字化转型和数字南网建设行动方案》
- (15) 《南方电网新型电力系统白皮书》
- (16) 《南方电网公司现代供电服务体系建设工作方案》
- (17) 《南方电网公司 IT 主流设备安全基线技术规范》
- (18) 《南方电网公司涉密事项界定范围表》（南方电网办〔2016〕13 号）
- (19) 《南方电网公司数据共享开放指导意见（试行版）》（信息〔2017〕51 号）
- (20) 《南方电网公司计量项目预算标准、准入条件与项目命名规范（2023 版）》
- (21) 《中国南方电网有限责任公司计量项目管理办法》
- (22) 《南方电网省级计量自动化系统主站设计指导》
- (23) 《关于加强国家现代先进测量体系建设的指导意见》
- (24) 《支持广州供电局创建全国领先标杆供电局重点举措》
- (25) 《广州供电局新一代智能量测体系建设三年行动方案》
- (26) 《广州供电局“承接全面走在全国前列，创建全国领先标杆供电局”总体工作

方案》

- (27) 《南方电网“十四五”电力监控系统网络安全规划技术原则》
- (28) 《广州供电局营销技改项目预算编制与计算规定实施指引（2024 年版）》
- (29) 《广东电网公司广州供电局人工智能服务供给与场景共建工作指引》
- (30) 《广州供电局人工智能技术与能力建设工作方案》
- (31) 《广州供电局市场营销域人工智能专项实施计划》

4 采购清单

序号	分类	项目	单位	数量	备注
1	实施	公共能力实施			
1.1		意图识别实施	项	1	
1.2		语义检索实施	项	1	
1.3		NL2NL 实施	项	1	
1.4		NL2SQL 实施	项	1	
1.5		NL2API 实施	项	1	

5 项目总体建设内容及要求

5.1 总体架构

本项目总体架构如下，分别由硬件层、基础层、能力层、场景层及应用入口组成，其中硬件层由 GPU、CPU、RAM、HDD、Network 等硬件共同组成，为项目提供坚实的硬件资源基础；基础层由 Deepseek 开源模型与智能体应用开发平台组成，其中平台包含计量语料管理模块、Agent 管理模块及自动化流程管理模块；能力层由意图识别、语义检索、NL2NL、NL2SQL、NL2API 等公共能力组成，为场景层提供大模型能力基础；场景层包含低压远程复电智能体、指标监测智能体、停电研判智能体、采集链路监控智能体、计量装置差错识别智能体、交易结算前置信息校核智能体等；应用入口为统一问答入口。

本项目总体架构图如下所示。

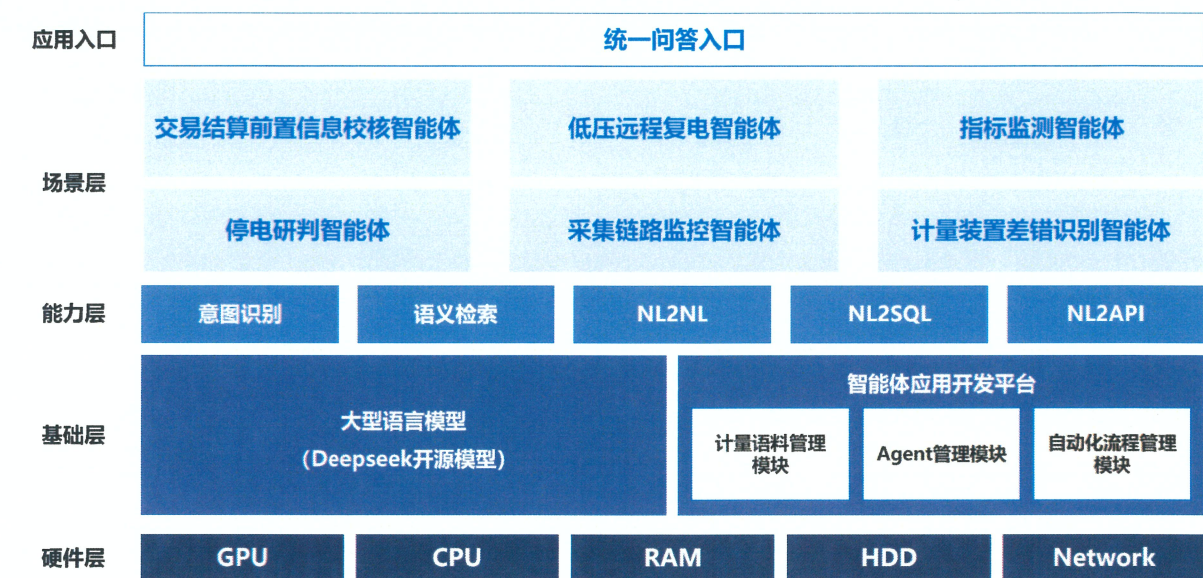


图 5-1 总体架构

5.2物理架构

本项目物理架构和部署，根据评审后的施工方案定。

5.3安全架构

本项目安全责任单位为广州供电局计量中心，本项目安全防护总体目标，依据国家和公司网络安全有关要求，贯彻落实“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”十六字方针，结合系统面临的风险分析，从边界、网络、应用、主机、终端、业务、监测和机房物理和环境安全等方面采取网络安全防护措施，按照“同步规划、同步建设、同步使用”原则构建计量自动化系统的网络安全防护能力，防范系统发生网络安全事件，切实保障系统安全稳定运行。

(1)本项目应满足《GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》第3级安全要求的安全通用要求和云计算安全扩展要求进行建设。根据《GB/T 39786-2021 信息安全技术信息系统密码应用基本要求》第3级安全要求实现密码应用。涉及密码技术的安全设备或防护措施应达到《GB/T 37092 信息安全技术 密码模块安全要求》2级及以上安全要求。

(2)本项目应满足《GB/T 36572-2018 电力监控系统网络安全防护导则》相关要求，系统网络安全防护体系的各个模块应实现自身的安全，依次分为电力监控系统软件的安

全、操作系统和基础软件的安全、计算机和网络设备及电力专用监控设备的安全、核心处理器芯片的安全，均采用安全、可控、可靠的软硬件产品。

(3)本项目应满足《中国南方电网电力监控系统网络安全技术规范》、《南方电网公司网络安全合规库（2022 年版）》、《南方电网公司 IT 主流设备安全基线技术规范》、《南方电网“十四五”电力监控系统网络安全规划技术原则》等相关要求。

(4)安全 I 区相关系统功能，应采用 C/S 架构进行开发。

5.3.1 网络安全方案

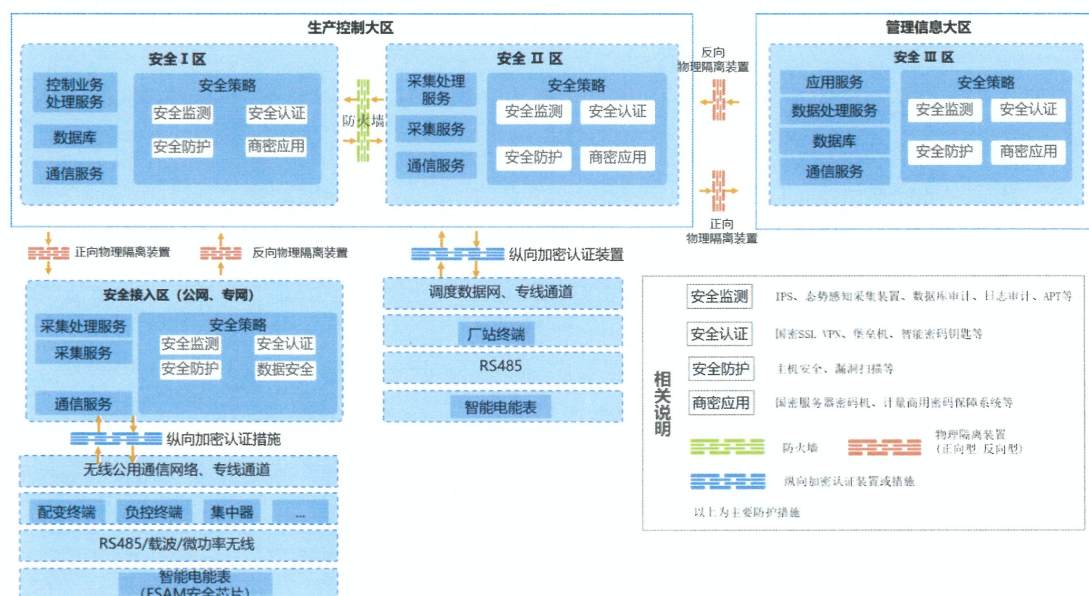


图 5-2 网络安全架构示意图

本项目在广州计量自动化系统（广州局边缘节点）基础上进行改造，不做安全架构调整。

本系统部署在安全 III 区，共同实现计量自动化系统总体功能架构。

- (1)通过部署纵向加密认证装置（或措施）、防火墙、正反向物理隔离装置等，实现“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”等要求。
- (2)通过国密 SSL VPN、堡垒机、数字身份认证平台等实现用户身份鉴别。
- (3)通过防火墙、主机安全等实现访问控制。
- (4)通过入侵防御系统、WEB 应用防火墙、主机安全等实现入侵检测和恶意代码

防范。

(5)通过堡垒机、日志审计、数据库审计实现安全审计。

(6)通过国密服务器密码机、计量商用密码保障系统实现应用和数据安全防护。

(7)通过态势感知采集装置、持续威胁检测与溯源系统（APT），全面感知网络威胁，有效发现 APT 攻击。

(8)配置各安全区独立的运维终端，严格控制在生产控制大区和管理信息大区之间交叉使用移动存储介质以及便携式计算机。

5.3.2 第三方测试

本项目包含第三方测试，第三方测试是指委托第三方评测单位或机构对信息系统进行功能、性能测试，及对基础环境、主要设备进行检测。其中，性能测试包括负载和压力测试。

第三方测试的主要目的是依据用户需求分析、合同的技术条款、国家标准的特性要求、系统操作手册和被测系统确定测试内容，在模拟或实际环境下测试被测系统是否实现了用户需求，是否达到了国家标准的相关要求。

5.3.3 网络安全等级评测

本项目包含网络安全等级评测，网络安全等级评测是指根据《网络安全等级保护管理办法》规定，采用第三方机构进行网络安全等级测评，验证系统是否满足相应安全保护等级的评估。

根据《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）以及《南方电网管理信息系统安全等级保护标准》要求，本系统的安全等级保护拟定为三级，本系统所在的计量数据平台的安全等级保护拟定为三级。并需要按照中华人民共和国国家标准《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）进行系统的安全防护。

5.3.4 入网安评检测

本项目包含入网安评检测，包含如下内容：

(1)网络拓扑：评估网络的物理架构，包括网络设备、服务器、网络拓扑等。

(2)安全策略：评估系统的安全策略，包括密码策略、访问控制策略、防火墙策略等。

(3)漏洞扫描：通过对系统进行漏洞扫描，发现系统中的漏洞和安全隐患。

(4)弱口令检测：对系统中的密码进行检测，发现弱口令和易受攻击的账号密码。

(5)应用安全：评估系统中应用程序的安全性，包括是否存在安全漏洞、是否有足够的安全措施等。

(6)数据安全：评估系统中数据的安全性，包括数据的存储、传输、备份等方面。

5.3.5源代码审查

源代码审查的主要内容包括以下几个方面：

(1)代码质量：审查代码是否符合编程规范，是否存在逻辑错误、编码规范的违背以及潜在的性能问题。手动代码审查可以提供灵活性和深度，根据项目的具体要求进行细致的检查。

(2)安全性：检查代码中是否存在安全漏洞，如格式化字符串攻击、竞争危害、内存泄漏及缓存溢出等安全隐患。通过代码审查可以提升代码的安全性。

(3)一致性：确保代码符合预定的编码规范和标准，使用静态代码分析工具可以自动化检测潜在的问题，如语法错误、逻辑漏洞和编码规范的违背。

(4)功能和集成：检查代码的功能实现是否符合需求，模块之间的调用和依赖关系是否合理。集成测试是确保不同模块能够正确交互的关键。

5.3.6商用密码应用安全性评估

本项目包含商用密码应用安全性评估，商用密码应用安全性评估是指对采用商用密码技术、产品和服务集成建设的网络与信息系统密码应用的合规性、正确性和有效性进行评估（信息系统等级为三级及以上系统需开展）。

5.4技术路线

本项目基于广州计量自动化系统（广州局边缘节点）进行建设，需遵循国产化安全自主可控要求，遵循“应用+中台”战略。

应用层采用 B/S 分层架构部署。系统采用前后端分离开发方式，基于微服务容器化部署，使用分层技术镜像管理、分布式应用服务等组件进行支撑。

中台层提供标准技术组件和服务，通过业务中台提供共性业务能力。中间件服务主要包括本次系统部署所使用到的服务：注册中心、配置中心、服务网关、智能体服务等。

数据层可划分为生产库、存储服务、中间件服务、向量库服务和模型服务。模型服

务使用到 NLP 自然语言处理进行服务交互，利用 vLLM 实现业务专业模型部署、使用 RAG 技术增强 prompt 能力。

基础设施层主要包括：K8S 集群用于容器化部署。对于大语言模型运行所需的基础设施包括 GPU 资源、模型运行环境、模型训练环境等。

5.5 建设范围

业务范围：电力市场计量业务

应用范围：广东电网有限责任公司广州供电局

建设单位：广东电网有限责任公司广州供电局计量中心

实施范围：功能开发及实施、软硬件设备安装联调、安全测评及第三方测试、质保期运行维护、算力资源租赁及设备安装，快速完成国产算力资源的部署

质保范围：本项目软件开发及实施质保 1 年

6 项目建设目标

（1）通过意图识别模型实施后，用户指令解析准确率提升至 98%以上，提升服务满意度。

（2）通过向量化检索、关键字检索及混合检索等多种检索技术，提高用户查询的精准度和响应速度。

（3）本实施涵盖高质量数据集准备、智能体架构设计、大模型能力构建、微调任务优化、数据增强及自动化重排等关键环节，确保问答智能体具备高效、准确和可解释的问答能力。

（4）通过实施 NL2SQL 能力，自然语言查询转换准确率超 98%，支持多种数据库方言自动适配。

（5）通过实施 NL2API 模块，自然语言转 API 调用准确率达 99%，支持多种协议自动适配。

7 项目实施方案

7.1 公共能力实施

7.1.1 意图识别实施

本项目意图识别实施范围为：根据用户提问，自动识别用户意图并调用相关场景智

能体或大模型通用对话能力，通过意图识别模型实施后，用户指令解析准确率提升至98%以上，提升服务满意度。

实施的过程依托 NLP 大模型，构建高效的意图识别训练体系。首先，系统性收集、整理并编辑意图识别训练语料，涵盖用户问题、意图类别、任务名称等关键信息，形成高质量语料库，为大模型训练提供坚实基础。其次，开展语料撰写、提示词工程优化，确保训练数据的多样性与适用性。随后，利用模型开发套件对训练语料进行有监督微调训练，强化模型在计量专业领域的意图识别能力，使其能够精准理解用户需求，并智能匹配相应的场景智能体。最终，通过优化任务规划训练，使大模型具备更强的意图识别能力，实现场景智能体的精准调度，提高整体服务的智能化水平和用户体验。

7.1.2 语义检索实施

语义检索实施旨在提升数据查询的准确性和效率，优化计量应用的问答。通过向量化检索、关键字检索及混合检索等多种检索技术，提高用户查询的精准度和响应速度。该过程涵盖高质量数据集准备、数据预处理、知识库向量化索引构建、RAG（检索增强生成）优化、混合检索策略设计及数据重排等关键环节，确保系统具备高效的信息检索能力。

7.1.2.1 数据集准备

厂家应具备计量专业能力，负责开展系统性高质量数据集准备，包括但不限于营销计量专业领域语料库涵盖专业词汇、政策文件、操作手册、技术文档等文件。

7.1.2.2 数据预处理与标准化

针对营销计量专业领域语料库涵盖专业词汇、政策文件、操作手册、技术文档等文件，开展系统性数据预处理，包括格式统一、去重、清洗和降噪等步骤，剔除冗余与低质量数据，提高数据质量和检索可靠性。此外，采用自动化数据清洗工具，确保数据格式的一致性和可用性，为后续向量化处理和检索优化提供高质量的输入。

7.1.2.3 知识库向量化索引构建

基于先进的向量化技术构建知识库索引，利用语义嵌入模型（如 Transformer、BERT 等）将文本转换为高维向量，以支持高效的语义相似度检索。这种方式能够超越传统的关键字匹配，捕捉用户查询与知识库内容之间的深层语义关联，提高对长尾问题和复杂查询的匹配能力，并减少检索偏差。

7.1.2.4 RAG 优化与实施

在语义检索中引入检索增强生成（RAG）技术，结合智能体数据的不同种类，设计针对计量智能应用的定制化 RAG 模块。通过调研 LightRAG、GraphRAG 等不同实现方案，分析各自的适用场景与优化方向，结合业务需求优化 RAG 算法，使系统能够在检索阶段高效过滤无关信息，并增强模型的知识调用能力，提高智能体的准确率。

7.1.2.5 混合检索策略设计

综合运用关键字检索和语义检索技术，构建高效的混合检索策略，使系统兼顾高召回率和高精准度。关键字检索用于快速筛选匹配度高的文档，而语义检索利用深度学习模型识别潜在相关内容，以弥补关键词匹配的局限性。此外，优化检索权重和召回策略，确保不同类型查询的响应速度和准确度均得到提升。

7.1.2.6 数据重排与优化

为提高检索结果的相关性和用户体验，引入数据重排算法对查询结果进行优化排序。结合语义相似度评分、用户交互数据和业务优先级，对候选检索结果进行二次筛选，确保最相关的信息排在前列。同时，调研最优向量化策略，优化嵌入模型参数，提高系统对不同类型数据的适应性和检索稳定性，使检索结果更加精准可靠。

7.1.3 NL2NL 实施

NL2NL 是指问答功能，实施过程是打造一个支持对话管理、知识库集成及智能流程化管理的系统，以增强电力计量领域智能问答能力。本实施涵盖高质量数据集准备、智能体架构设计、大模型能力构建、微调任务优化、数据增强及自动化重排等关键环节，确保问答智能体具备高效、准确和可解释的问答能力。

7.1.3.1 数据集准备

厂家应具备计量专业能力，负责开展系统性高质量数据集准备，包括但不限于营销计量专业领域语料库涵盖专业词汇、政策文件、操作手册、技术文档等文件。

7.1.3.2 智能体架构设计与管理

构建支持对话管理的智能体架构，支持外挂知识库定义，实现知识库的动态管理和低耦合模块化架构。同时，集成向量化知识检索接口，使问答系统能够基于语义匹配优先响应高相关度答案，确保问答过程的可控性和优先级管理。此外，提供向量化算法的自定义管理能力，使系统能够灵活调整不同领域的数据处理策略，以适应不同应用场景

的需求。

7.1.3.3 问答大模型能力构建与优化

构建大模型能力，提升电力计量智能问答的专业性和准确性。设计详细的预训练策略，并结合领域数据进行优化，确保模型能够捕捉电力计量业务中的核心概念和关系。此外，针对答案生成过程，增强其可解释性，如提供来源文档片段标注，并设计可视化的 COT（Chain-of-Thought）推理过程展示，提高模型透明度和可信度。

7.1.3.4 领域微调任务设计与实施

围绕电力计量领域的问答需求，构建涵盖常见问答场景的微调数据集，确保模型在特定领域内的表现达到最优。采用领域微调方法，包括全参数微调或 LoRA（Low-Rank Adaptation）技术，以提升模型在专业问答任务中的输出准确性。同时，结合结构化数据分析，动态调整微调策略，并通过迭代优化进一步提高问答质量。

7.1.3.5 微调数据自动生成与优化

基于电力计量业务的知识文档，设计自动化数据生成机制，将文档段落转换为标准化的问答对，以提升数据采集效率。引入机器校验机制，对生成的数据进行质量筛选，并结合人工校验补充专业术语的同义词映射和术语对齐，确保微调数据的完整性和一致性。通过这一自动化流程，降低人工数据标注成本，并提高问答数据集的覆盖面和质量。

7.1.3.6 数据增强与预处理

针对问答数据，实施全面的数据预处理，包括格式统一、去重、清洗和降噪等步骤，确保输入数据的规范化和高质量。构建数据检索增强（RAG）模块，优化问答系统的数据调用策略。调研并分析 LightRAG、GraphRAG 等不同 RAG 方案的优劣势，结合业务需求优化定制 RAG 算法，使智能问答系统能够在更广泛的知识范围内进行高效的知识检索和信息调用。

7.1.3.7 问答生成优化与自动化重排

开发并实施数据重排算法，对问答系统返回的候选答案进行优化排序。结合语义相关度评分、用户交互数据及业务优先级等因素，动态调整答案的优先级，确保最相关的回答能够优先展现。同时，优化答案生成策略，提升问答系统对复杂查询的理解和回答能力，使其具备更强的智能化推理能力。

7.1.3.8 向量化能力构建与优化

在向量化检索环节，调研和优化向量化策略，提升知识检索的效率和准确性。采用先进的向量化工具，将知识库内容进行高效索引，以支持语义级别的问答匹配。此外，通过实验对比不同向量化方法的效果，并结合实际应用需求不断优化向量化参数和策略，确保问答系统在不同场景下均能提供稳定、高效的知识检索能力。

7.1.4 NL2SQL 实施

通过实施 NL2SQL 能力，自然语言查询转换准确率超 98%，支持多种数据库方言自动适配。

7.1.4.1 自然语言理解意图解析

基于 DeepSeek 模型的语义理解模型，通过领域预训练增强对业务术语的识别能力；实施语法依存树分析模块，结合注意力机制提取核心查询要素（如筛选条件、聚合函数、连接关系）；实施意图分类器，采用多标签分类算法区分用户查询类型（数据检索、统计计算、多表关联），为 SQL 生成提供结构化语义输入。

7.1.4.2 数据库 Schema 上下文链接

实施动态 Schema 编码器，将数据库表结构、字段类型及外键关系转化为图神经网络可处理的向量表示。采用图注意力网络（GAT）建模表间关联，通过相似度匹配算法将自然语言中的实体/属性映射到目标数据库字段。

7.1.4.3 SQL 语法树生成优化

将语义解析结果转化为抽象语法树（AST）；引入语法约束解码机制，通过预定义 SQL 范式库限制无效操作符组合；集成查询优化器，应用规则引擎重写执行效率低的 SQL 语法顺序或子查询。

7.1.4.4 SQL 语义歧义消解

通过对比学习识别自然语言中的模糊表述（如多义词、缺失条件）；实施候选 SQL 生成-排序管道，利用预训练排序模型（LambdaRank）评估语法合规性、执行成本及语义贴合度；结合模型多轮对话能力，当置信度低于阈值时主动发起澄清询问（如"请确认‘电费’指代月度还是年度数据"），降低错误 SQL 生成率。

7.1.4.5 SQL 动态校验修正

实施 SQL 预执行验证模块，通过虚拟执行环境检测语法错误与权限冲突。部署结

果集预测模型，对比预期返回结果数量级与实际执行结果的偏差，自动触发查询条件修正。开发对抗训练机制，利用生成对抗网络（GAN）模拟错误输入并优化模型鲁棒性，使复杂查询生成准确率有效提升。

7.1.4.6 敏感数据脱敏

集成动态数据脱敏引擎，依据用户自动屏蔽敏感字段（如身份证号、手机号）；设计细粒度权限验证模块，在 SQL 生成阶段即校验是否符合 RBAC 策略。实施部署审计追踪功能，完整记录原始语句、转换过程及执行结果，支持正则表达式匹配识别高危操作（如全表删除）并实时阻断。

7.1.5 NL2API 实施

通过实施 NL2API 模块，自然语言转 API 调用准确率达 99%，支持多种协议自动适配。

7.1.5.1 语义意图解构与 API 模式匹配

基于意图识别模型，结合 DeepSeek 模型解析用户自然语言中的核心操作类型（如数据查询、资源创建、状态更新）；构建 API 模式仓库，通过图嵌入算法将 OpenAPI/Swagger 规范中的路径、方法、参数约束转化为向量表示；设计语义-API 对齐模型，利用双向注意力机制匹配用户意图与候选 API 端点，支持模糊搜索与语义相似度排序，提升匹配准确率。

7.1.5.2 动态参数提取推理

实施多级参数解析流水线，结合依存句法分析与命名实体识别（NER）提取路径参数、查询参数及请求体字段；实施类型推理引擎，通过 DeepSeek 上下文能力推断未明确参数的数据类型（如时间戳格式、枚举值范围）；集成参数验证规则库，自动检测必填项缺失或值域冲突，降低参数提取错误率。

7.1.5.3 API 模板生成适配

实施 API 服务依赖，通过 DeepSeek 模型与 API 间的数据流向与触发关系；结合模型逻辑推理，将用户复杂需求拆解为原子 API 调用序列，自动插入中间变量存储与结果传递逻辑；支持条件分支与循环控制结构生成，实现多步骤场景的端到端自动化编排。

7.2项目实施要求

(1) 成立业主项目部，建立工作例会制度，对项目建设进度、质量进行严格管控，确保项目顺利完成。

(2) 充分收集各业务部门对系统使用的功能和数据需求。

(3) 明确工作目标与职责。

(4) 制定严密的工作计划，按工作计划推进项目实施工作。

7.3实施原则

7.3.1平稳性原则

广州计量自动化系统（广州局边缘节点）实用化程度高、业务依赖性强，在实施项目过程中，应尽可能保证系统的平稳运行，将实施过程中对计量自动化系统的业务使用影响降到最低。

7.3.2安全性原则

广州计量自动化系统（广州局边缘节点）系统接入的终端量庞大，在实施过程中，必须确保数据的安全性，避免数据丢失情况出现。

7.3.3实用性原则

以广州计量自动化系统（广州局边缘节点）现有数据库为基础，确保技术实现的最佳实践。

7.3.4操作性原则

综合考虑目前广州计量自动化系统（广州局边缘节点）建设的实际情况，将本项目建设内容部署到计量自动化系统环境中。

7.4实施策略组织保障措施

1.成立本项目组织体系。

(1) 业主项目部：

对项目重大里程碑，重大变更计划做出决定，根据项目建设需要协调相关资源；对项目的招标、采购以及建设全过程进行统筹管理；协调项目建设过程中出现的跨业务线协同等问题；

(2) 项目管理办公室：

负责项目的招投标、物资采购、合同签订和结算管理；负责落实项目建设过程中的

资源配置和项目进度管控，协调工作中出现的具体问题；负责组织和推动项目的具体实施工作，按照需求完成项目开发和部署工作；负责组织开展项目需求设计、功能测试、项目验收评审等工作。负责组织系统培训工作。

（3）技术组

负责对系统整体架构、数据结构、关键技术提出技术专业初步意见，对项目技术方案进行评审；负责组织数据整理、管理员培训、用户权限管理、上线试运行工作，进行质量管理；负责组织集成系统，负责系统测试及运行环境的 IT 资源准备及部署工作。

（4）业务组

负责落实业务管控要求，确保系统符合业务需求；负责编制功能验证方案、验证用例以及确定非功能测试的中的案例场景；分专业对系统功能进行初步测试与功能验证，并形成测试与验证初步意见；负责需求分析，需求变更的收集、内部审查和确认；负责统筹收集外部系统集成的业务相关要求；负责统筹协调与内部其他系统集成的业务相关要求；组织对关键用户培训；负责跨部门的业务协同的梳理；负责组织功能测试，配合技术组进行系统需求确认、数据整理、上线试运行工作。

（5）实施厂家

负责系统的详细设计、开发与测试工作；负责完成系统外部集成接口改造开发、数据准备及迁移、系统培训及试运行工作。

2. 监理

负责协助业主项目部开展日常管理工作。

（1）建立工作例会制度

每周召开项目建设协调会，严格管控项目建设进度和质量，协调处理项目建设过程中遇到的问题。工作小组全体成员每月召开项目建设协调会，通报项目建设进度、讨论评审项目建设相关工作方案、开发文档等。

8 项目服务方案

8.1 项目交付要求

投标方必须保证本系统在以下时间节点内完成目标任务：

1) 需求分析及详细设计：合同签订后完成需求分析和详细设计。

2) 出厂验收：详细设计后，中标方完成 2025 年广州供电局计量中心（基于大模型

的智能体能力提升) 计量自动化系统主站改造项目的开发与测试工作, 达到出厂验收要求。

3)现场实施: 在出厂验收后, 准备好相关数据, 现场进行部署等工作, 开展上线前和系统上线相关工作。

4)现场验收: 系统功能运行正常, 数据满足系统运行需要后, 达到现场验收要求, 对系统开发实施进行现场验收。

5)竣工验收: 系统稳定运行不少于一月后, 达到竣工验收要求, 配合招标方组织系统竣工验收。

本项目要求在 2026 年 12 月 31 日前完成项目竣工验收。

投标方必须提供相应的工期保证措施、详细进度计划表, 在实施过程中提供项目进度周报。

8.2项目管理要求

投标人应详细介绍本次项目建设管理所采用的项目管理方法, 包括项目管理的方式、策略、技术理论、适用的条件和范围, 内容包括项目质量、安全、进度、综合等管理内容。

投标方应提出参与本项目的项目组织, 投标方必须承诺向最终用户提供优秀的项目实施队伍, 要求在投标文件中明确整个项目实施过程中投标方参与的人员、岗位、资质、项目中的相关工作任务等。

8.3设计内容及要求

1、中标方在本次招标建设内容范围内开发形成的代码、技术文件等成果的知识产权属于招标方, 中标方需在项目验收时以移动存储介质的方式提交。

2、中标方应向招标方提供有关本项目的全套技术文件。技术文件至少包括以下:

- 1) 项目需求规格说明书
- 2) 项目设计说明书
- 3) 项目开发的源代码及说明文档(源代码必须含有注释)
- 4) 项目测试报告
- 5) 项目用户手册
- 6) 技术服务及技术培训等相关资料

以上相关资料要求提交电子版壹份（Word 文档格式），纸质文档壹份。

8.4 施工要求

1、按照南方电网公司管理规定的要求和标准布置施工现场的文明施工设施，创造良好和规范的安全文明施工环境。

2、投标人对关键路线有清晰的认识，有详细的施工计划、关键管控节点及保障措施、安全措施、劳动力投入计划。

8.5 质保要求

质保期从项目竣工验收开始计算，系统开发及实施质保 1 年。

8.6 项目验收标准

通过本项目的开发实施，完成 2025 年广州供电局计量中心（基于大模型的智能能力提升）计量自动化系统主站改造的建设内容。项目完成后，由甲方组织专家组对项目进行验收。

8.7 技术服务要求

1、投标方必须具备良好的运行机制和研发条件，在大型信息系统开发实施领域具有较强的技术基础。本项目软件功能需要基于广州计量自动化系统（广州局边缘节点）进行升级改造，满足现有系统国产安全自主可控要求，投标方应提供有效可行的解决方案。

2、投标方在大型信息系统开发实施领域具有丰富的经验和良好的业绩，需提供相关证明材料，包括以往电力计量自动化系统项目的合同、上线报告、验收报告等。

3、投标方必须拥有一支稳定的项目团队，其中项目负责人必须具有 5 年以上计量信息系统项目的实施和管理经验，项目服务人员必须具有 3 年以上计量自动化系统开发实施经验。

4、投标方负责人应和招标方负责人进行各种形式的沟通，以保证项目的顺利进行和圆满完成。

5、投标方应按合同约定在招标方指定的时间内负责招标方技术人员和管理人员的培训，包括对系统使用人员按不同岗位及管理层次进行相应的应用培训和对系统管理人员进行维护、开发本系统的技术培训。

8.8信息安全与第三方测试要求

本项目必须通过第三方测试、入网安全评测、网络安全等级评测(系统)、源代码安全审查、商用密码应用安全性评估等计量自动化系统所要求的全部安全测评内容，并交付具备相关资质单位出具的测评报告，不得具有信息安全漏洞，不得违反信息安全与二次设备安全相关规定。按照国家《网络安全审查办法》采购管理方面的有关要求，需要向国家网络安全审查办公室申报网络安全审查的产品或服务，中标候选人/中标人有义务配合网络安全审查工作，所需申报材料应在接到招标人通知的 3 个工作日内提供。

其中等保测评应为三级，等级测评结论判定为基本符合，且不存在重大风险隐患。

8.9质量保证措施

8.9.1组织保证

投标人应标时，必须向招标人提供拟派参加本项目的人员名单以及参加人员的资料，参加本项目的人员必须有项目实施经验。投标人必须向招标人保证项目人员组织的稳定性，在本项目工程结束前，参加本项目的人员变动必须取得招标人同意。

8.9.2质量保证

投标人应保证项目建设内容和项目质量均能满足本招标文件要求。相关内容应遵循并满足相关南网标准和广东电网标准。

8.10源代码管理

对源代码进行包括代码审查、源代码备份与恢复等等内容，中标方应在项目竣工前，通过招标人指定的形式向招标人交付源代码。

8.11其他要求

本技术规范书的最终解释权归招标人。