



招标编号:

南网科研院所复杂电磁环境效应下高端电能表的设计优化策略与深度测评技术研究项目

# 招标文件

第三部分 技术规范书

南方电网科学研究所有限责任公司

二〇二五年二月

# 目 录

<b>1. 总则</b> .....	<b>3</b>
1.1. 概述.....	3
1.2. 定义.....	4
1.3. 项目研究成果/交付物的技术指标要求.....	4
1.4. 对投标技术文件的要求.....	7
1.4.1. 投标文件的响应.....	7
1.4.2. 技术差异表.....	7
1.4.3. 项目团队.....	7
1.4.4. 研究能力.....	8
1.4.5. 前期研究基础.....	8
1.4.6. 研究方案.....	8
1.4.7. 项目的进度计划安排.....	11
1.4.8. 技术服务承诺.....	11
1.4.9. 附录.....	12
<b>2. 总体描述</b> .....	<b>12</b>
2.1. 项目背景.....	12
2.2. 项目采购范围.....	12
<b>3. 项目实施要求</b> .....	<b>12</b>
3.1. 成交人的一般责任.....	14
3.2. 研究进度计划的编制及分段考核.....	15
3.3. 项目研究结束.....	15
3.4. 项目验收的形式与要求.....	15
3.5. 项目质量安全保障.....	16
<b>4. 附件一：技术差异表</b> .....	<b>16</b>



## 1. 总则

### 1.1. 概述

- 1) 本文件适用于南方电网科学研究院有限责任公司（以下简称采购人）复杂电磁环境效应下高端电能表的设计优化策略与深度测评技术研究项目采购，本文件的最终解释权归南方电网科学研究院有限责任公司。
- 2) 所有采购人认为是本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，谈判对象的投标被视为包含此遗漏项目的投标。谈判对象可以就采购人认为的遗漏项目提请采购人注意，并详细说明理由。采购人将就此进行澄清。
- 3) 谈判对象应保证所提供的所有资料真实、完整、准确无误，否则采购人将有权取消谈判对象的投标资格，由此产生的一切后果由谈判对象承担。
- 4) 谈判对象应按照本技术规范书的要求提供详细、完整的技术方案。所提供的技术方案应完全满足或高于本技术规范书的要求，对于本技术规范书中的条款，谈判对象如不能满足要求，或有其它替代方案，或有其它修改建议，应在技术方案以及技术差异表中指出其必须进行修改的理由以及与原要求的差别。对于本技术规范书未规定的有关系统性能和功能，谈判对象应提出补充要求或建议，并陈述其理由。

## 1.2. 定义

- 1) 采购人：南方电网科学研究院有限责任公司。
- 2) 谈判对象：参加本次投标竞争，向采购人提交投标文件的供货商/服务商/承包商。
- 3) 成交人：最终被授予合同的谈判对象。
- 4) 投标文件有效期：投标截止日期后 90 天内，经双方协商可以延期。

## 1.3. 项目研究成果/交付物的技术指标要求

### (一) 交付物

1) 提交《高端电能表谱系化设计体系构建》研究报告 1 份，至少包含本技术规范书 2.2.1 的全部内容；《高端电能表谱系化缺陷分析体系构建》研究报告 1 份，至少包含本技术规范书 2.2.2 的全部内容；《复杂电磁环境效应下高端电能表设计优化策略》研究报告 1 份，至少包含本技术规范书 2.2.3 的全部内容；《复杂电磁环境效应下高端电能表深度测评技术》研究报告 1 份，至少包含本技术规范书 2.2.4 的全部内容。

2) 提交 4 篇论文底稿。

3) 提交 15 项发明专利底稿。

### (二) 主要技术指标

#### 考核指标 1

指标名称：元器件自主可控率

指标定义：高端电能表样机所选用的三要素“一类”元器件数量占全部选用器件数量的占比

中期检查应达到的量值：/

验收应达到的量值：100%

评测方式（方法）：专家评审

### **考核指标 2**

指标名称：全自主可控高端电能表相关功能组件数量

指标定义：元器件自主可控率为 100% 的高端电能表相关功能组件数量

中期检查应达到的量值：/

验收应达到的量值：10 套

评测方式（方法）：专家评审

### **考核指标 3**

指标名称：有功精度等级

指标定义：符合 GB/T 17215.321-2021 的准确度定义要求

中期检查应达到的量值：/

验收应达到的量值：E 级

评测方式（方法）：第三方测试

### **考核指标 4**

指标名称：无功精度等级

指标定义：符合 GB/T 17215.324-2022 的准确度定义要求

中期检查应达到的量值：/

验收应达到的量值：0.5S 级

评测方式（方法）：第三方测试

### **考核指标 5**

指标名称：电能质量等级

指标定义：符合 GB/T 19862-2016 的准确度定义要求

中期检查应达到的量值：/

验收应达到的量值：A 级

评测方式（方法）：第三方测试

### **考核指标 6**

指标名称：宽量程基本误差

指标定义：在  $I_{min}$ - $I_{max}$  测量范围内所有基本误差测量结果的绝对值的最大值

中期检查应达到的量值：/

验收应达到的量值：优于 0.04%

评测方式（方法）：第三方测试

### **考核指标 7**

指标名称：耐久性-高温下的计量特性稳定性

指标定义：按照 GB/T 17215.9321-2011 的试验结果

中期检查应达到的量值：/

验收应达到的量值：优于 0.03%

评测方式（方法）：第三方测试

### **考核指标 8**

指标名称：长期运行可靠性

指标定义：按照 GB/T 17215.9311-2017 试验结果测算的 15 年后

失效仪表数量占比（50%置信度）

中期检查应达到的量值：/

验收应达到的量值：2%

评测方式（方法）：第三方测试

#### 1.4. 对投标技术文件的要求

投标技术文件必须包括但不限于以下内容：投标技术文件响应，技术差异表和技术方案。

##### 1.4.1. 投标文件的响应

谈判对象的投标技术文件响应中，要求对本招标文件所提出各项要求进行逐条逐项答复、说明和解释。首先对实现或满足程度明确作出“满足”、“部分满足”、“不满足”等应答，不得使用“明白”、“理解”等词语。凡采用“详见”、“参见”等方式说明的，应指明参见文档的章节及页码。凡采用“部分满足”应答的，应详细说明哪部分满足或不满足。

##### 1.4.2. 技术差异表

技术差异表见附件一。

##### 1.4.3. 项目团队

提供本项目研究团队项目负责人及项目研究团队人员构成及名单。项目负责人需要提供有关研究经历、学历及职称材料等。

序号	姓名	学历	职称	拟派本项目职务和职责
1				
2				

3				
---	--	--	--	--

#### 1.4.4. 研究能力

提供本项目研究团队在电力计量或测试评价等技术领域的获奖情况。

#### 1.4.5. 研究基础

提供本项目研究团队在电力计量或测试评价等技术领域的文章发表情况、专利授权情况等。

#### 1.4.6. 研究方案

谈判对象所提供的研究方案应按照以下的内容格式及编排顺序进行编制，但不限于以下内容。

##### （一）概述

以高端电能表为研究对象，构建高端电能表谱系化产品设计体系，由以单一影响因素为中心的产品设计向基于多因素谱系化设计体系的产品设计转变。在此基础上，构建高端电能表谱系化缺陷分析体系，通过缺陷分析指导产品设计，从设备全生命周期角度实现技术迭代和技术闭环。然后，研究复杂电磁环境效应下高端电能表设计优化策略，为提高国产化高端电能表的市场竞争力提供技术支撑。最后研究复杂电磁环境效应下高端电能表深度测评技术，为保证入网高端电能表品质提供重要参考。

##### （二）研究方案和技术路线

#### 2.1 技术路线：

投标方应根据招标方所提出的研究内容，明确研究所采用的技术

路线及依据，并充分论证拟采取技术路线的合理性和可行性。

2.2 研究方案：详细描述提出的研究方案。

投标方应根据招标方所提出的研究目标、研究内容，逐条提出以下问题合理可行的研究思路和研究方案：

2.2.1 高端电能表谱系化产品设计体系构建技术研究

研究目标：分析影响高端电能表高稳定、长寿命运行的单一影响因素和多影响因素，由以单一影响因素为中心的产品设计向基于多因素谱系化设计体系的产品设计转变。

研究内容：（1）收集高端电能表在国内外不同工况下的运行数据，识别高端电能表全生命周期中影响其性能和可靠性的关键因素，包括但不限于器件选型、生产工艺、关键器件设计、PCB设计、电路设计、软硬件协调性、电磁环境效应影响、复杂运行工况等，对以上各关键因素分别展开分析其对高端电能表的影响机制，形成单一影响因素谱系。（2）对单一影响因素进行多因素关联分析，分析不同因素之间的相互作用，形成因素影响链。根据单一影响因素之间的关系，绘制出多影响因素谱系图，展示各个因素及其相互关系，在谱系图中标注出各因素及其组合对电能表性能的影响程度，可以通过实验数据、仿真结果、理论分析、数学证明等方式量化。根据各因素及其组合对电能表性能的影响程度以及实际运行中该因素出现异常的概率进行权重分配并确定优先级，基于优先级制定相应的优化策略。

2.2.2 高端电能表谱系化缺陷分析体系构建技术研究

研究目标：识别高端电能表异常运行的缺陷类别，综合剖析多重

故障要素，由以单一故障因素为中心的缺陷分析向基于多故障因素谱系化的缺陷分析转变，通过缺陷分析指导产品设计，从设备全生命周期角度实现技术迭代和技术闭环。

研究内容：（1）收集缺陷数据，包括但不限于现场运行数据、实验室测试数据等，按照性质进行缺陷分类，形成单一缺陷因素谱系。研究面向单一缺陷因素的缺陷测试方法，包括物理分析、化学分析和电性能测试等，分析运行过程中的老化特性和失效模式。（2）对单一缺陷因素进行多因素关联分析，分析不同要素之间的相互作用，形成缺陷因素链。根据单一缺陷因素之间的关系，绘制出多缺陷因素谱系图，展示各个因素及其相互关系，在谱系图中标注出各因素及其组合的电能表缺陷发生概率和缺陷危害程度，可以通过实验数据、仿真结果、理论分析、数学证明等方式量化，根据各因素及其组合的电能表缺陷发生概率和缺陷危害程度进行权重分配并确定优先级，基于优先级制定相应的缺陷检测策略和缺陷预防措施。

### 2.2.3 复杂电磁环境效应下高端电能表设计优化策略研究

研究目标：研究面向高端电能表的复杂电磁环境效应形成机理，搭建贴合实际复杂电磁环境的模拟试验条件，掌握高端电能表设计优化要点及复杂电磁环境对高端电能表的影响机理，开展复杂电磁环境效应下的高端电能表设计优化策略研究。

研究内容：（1）研究复杂电磁环境对高端电能表的影响机理，研究面向高端电能表的复杂电磁环境效应形成机理，搭建贴合实际复杂电磁环境的模拟试验条件，通过实验测试揭示高端电能表在不同电

磁环境条件下的响应特性和失效模式。（2）研究高端电能表设计优化要点，包括但不限于电路设计优化、屏蔽技术应用、滤波技术应用、接地设计优化等，综合各设计优化要点开展复杂电磁环境效应下的高端电能表设计优化策略研究。

#### 2.2.4 复杂电磁环境效应下高端电能表深度测评技术研究

研究目标：开发一套面向高端电能表的深度测评技术体系，用于高端电能表在复杂电磁环境下的性能和可靠性评估，提高测评的准确性和可靠性，确保高端电能表在实际应用中的性能达标，为高端电能表的设计和生產提供科学的测评依据。

研究内容：基于高端电能表谱系化产品设计体系和谱系化缺陷分析体系，研究确立高端电能表关键器件、关键器件的关键指标，研究计量单元在复杂工况下的关键性能指标及测试方法。研究模拟复杂电磁环境下的高端电能表整机测试方案、关键器件测试方案，包括静态测评、动态测评、综合测评等，通过实际案例验证评价方法的准确性和有效性，不断优化评价模型。

#### （三）预期目标与成果形式

提出项目研究将达成的目标，以及最终提供的成果形式，且内容应响应上文“1.3 研究成果/交付物的技术指标要求”。

#### 1.4.7. 项目的进度计划安排

提交详细的项目进度计划，明确里程碑和交付物。

#### 1.4.8. 技术服务承诺

谈判对象为本项目所提供的服务的内容、服务方式和服务承诺。

#### 1.4.9. 附录

7.1 风险与对策：若谈判对象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。

7.2 谈判对象认为需要为本项目提供的其它任何的资料信息。

## 2. 总体描述

### 2.1. 项目背景

高端电能表主要应用于电网中的关键节点，如跨区域关口、网省级结算关口、主变电站、大用户计量点、分布式能源接入点以及智能电网节点等。这些节点对电能计量的准确性要求较高，因此需要使用具备高精度、多功能性、智能化、高可靠性和良好电磁兼容性的高端电能表来确保数据的准确性和系统的稳定可靠。高端电能表周围的多种电磁干扰源共同作用形成复杂电磁环境效应会对其产生不同程度的影响。为了克服这些不利影响，需要采用多种抗干扰措施，如优化器件选型、生产工艺、器件老化特性、PCB 布局、软硬件协调性等。此外，还需要通过严格的测试和验证，确保以提高其在复杂电磁环境中的稳定性和可靠性。

### 2.2. 项目采购范围

#### 2.2.1 高端电能表谱系化产品设计体系构建技术研究

(1) 收集高端电能表在国内外不同工况下的运行数据，识别高端电能表全生命周期中影响其性能和可靠性的关键因素，包括但不限于器件选型、生产工艺、关键器件设计、PCB 设计、电路设计、软硬件协调性、电磁环境效应影响、复杂运行工况等，对以上各关键因素分别展开分析其对高端电能表的影响机制，形成单一影响因素谱系。

(2) 对单一影响因素进行多因素关联分析，分析不同因素之间的相互作用，形成因素影响链。根据单一影响因素之间的关系，绘制出多影响因素谱系图，展示各个因素及其相互关系，在谱系图中标注出各因素及其组合对电能表性能的影响程度，可以通过实验数据、仿真结果、理论分析、数学证明等方式量化。根据各因素及其组合对电能表性能的影响程度以及实际运行中该因素出现异常的概率进行权重分配并确定优先级，基于优先级制定相应的优化策略。

### 2.2.2 高端电能表谱系化缺陷分析体系构建技术研究

(1) 收集缺陷数据，包括但不限于现场运行数据、实验室测试数据等，按照性质进行缺陷分类，形成单一缺陷因素谱系。研究面向单一缺陷因素的缺陷测试方法，包括物理分析、化学分析和电性能测试等，分析运行过程中的老化特性和失效模式。

(2) 对单一缺陷因素进行多因素关联分析，分析不同要素之间的相互作用，形成缺陷因素链。根据单一缺陷因素之间的关系，绘制出多缺陷因素谱系图，展示各个因素及其相互关系，在谱系图中标注出各因素及其组合的电能表缺陷发生概率和缺陷危害程度，可以通过实验数据、仿真结果、理论分析、数学证明等方式量化，根据各因素及其组合的电能表缺陷发生概率和缺陷危害程度进行权重分配并确定优先级，基于优先级制定相应的缺陷检测策略和缺陷预防措施。

### 2.2.3 复杂电磁环境效应下高端电能表设计优化策略研究

(1) 研究复杂电磁环境对高端电能表的影响机理，研究面向高端电能表的复杂电磁环境效应形成机理，搭建贴合实际复杂电磁环境

的模拟试验条件，通过实验测试揭示高端电能表在不同电磁环境条件下的响应特性和失效模式。

(2) 研究高端电能表设计优化要点，包括但不限于电路设计优化、屏蔽技术应用、滤波技术应用、接地设计优化等，综合各设计优化要点开展复杂电磁环境效应下的高端电能表设计优化策略研究。

#### 2.2.4 复杂电磁环境效应下高端电能表深度测评技术研究

基于高端电能表谱系化产品设计体系和谱系化缺陷分析体系，研究确立高端电能表关键器件、关键器件的关键指标。研究模拟复杂电磁环境下的高端电能表整机测试方案、关键器件测试方案，包括静态测评、动态测评、综合测评等，通过实际案例验证评价方法的准确性和有效性，不断优化评价模型。

### 3. 项目实施要求

#### 3.1. 成交人的一般责任

- 1) 成交人应根据采购人的要求及安排，根据需要派遣相关人员至广州参与项目研究工作。本项目预计将在广州至少进行 2 次集中工作（不含培训），每次集中工作大概持续 4 天，要求成交人每次集中工作至少派遣 2 人全程参加。
- 2) 按照合同约定，完成招标工作范围内的全部工作。
- 3) 成交人负责在整个项目研究过程中保证研究项目的质量和试验数据的可靠性。若由于成交人自身原因出现了研究质量事故由成交人负责。

- 4) 若需向地方有关部门交纳有关的费用，由成交人自行承担。
- 5) 本项目不得转让或分包。

### 3.2. 研究进度计划的编制及分段考核

- 1) 成交人必须按采购人确认的进度计划组织研究，接受采购人对研究进度的检查和监督。项目实际进度与经确认的进度计划不符合时，成交人应按采购人的要求提出改进措施，经采购人确认后执行。因成交人的原因导致项目实际进度与进度计划不符，成交人需实施改进措施且不得追加合同价款。
- 2) 项目完成且结题报告/研制系统交付使用后，项目研究计划终止。

### 3.3. 项目研究结束

- 1) 成交人必须按照协议书约定的结束日期或经采购人同意顺延的计划完成项目。
- 2) 因成交人原因不能按照协议书约定的完成日期或采购人同意顺延的工期完成的，成交人承担违约责任。

### 3.4. 项目验收的形式与要求

项目成果交付要求：

4.1	<p>合同签订—2025年7月</p> <p><b>主要内容：</b> 研究高端电能表谱系化产品设计体系构建技术。</p> <p><b>交付物：</b> 提交《高端电能表谱系化产品设计体系构建技术研究》研究报告1份、论文底稿1篇、发明专利底稿4项。</p>
4.2	<p>2025年8月—2025年11月</p> <p><b>主要内容：</b> 研究高端电能表谱系化缺陷分析体系构建技术。</p> <p><b>交付物：</b></p>

	提交《高端电能表谱系化缺陷分析体系构建技术研究》研究报告 1 份、论文底稿 1 篇、发明专利底稿 3 项。
4.3	<b>2025 年 12 月—2026 年 5 月</b> 主要内容： 研究复杂电磁环境效应下高端电能表设计优化策略。 交付物： 提交《复杂电磁环境效应下高端电能表设计优化策略研究》研究报告 1 份、论文底稿 2 篇、发明专利底稿 5 项。
4.4	<b>2026 年 6 月—2026 年 11 月</b> 主要内容： 研究复杂电磁环境效应下高端电能表深度测评技术。 交付物： 提交《复杂电磁环境效应下高端电能表深度测评技术研究》研究报告 1 份、发明专利底稿 3 项。

**本项目的具体验收方式及时间安排如下：**

项目验收分为中期检查与结题验收两个阶段，由招标方组织召开专家评审会议形式进行验收，拟定于 2026 年 12 月完成结题验收。

当项目达到合同条款约定的验收条件时，成交方应首先进行认真的自检，准备验收材料，并在验收前七日以书面形式通知招标方组织验收。

**3.5. 项目质量安全保障**

- 1) 成交人应严格遵守协议中关于项目研究的若干技术质量规定，制定严格的质量安全措施。
- 2) 由于成交人质量安全措施不力造成研究质量安全事故的责任，以及由此发生的费用和损失，由成交人承担。

**4. 附件一：技术差异表**

规范书条目	技术规范书要求	技术偏差	详细说明	备注
