

# 标的 3: 城市电网直流系统形态及装备技术 技术研究

## 技术规范书



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 .....	9
3 主要技术指标要求 .....	9
4 时间进度要求 .....	10
5 成果交付与验收 .....	10
5.1 成果形式及数量要求 .....	12
★5.2 成果的权属要求 .....	12
5.3 技术架构要求 .....	13
5.4 成果验收 .....	14
6 投标技术文件要求 .....	14
6.1 研究方案 .....	14
6.2 项目管理实施 .....	14
6.3 项目技术支撑能力 .....	14
6.4 技术支持与售后服务 .....	15
6.5 技术差异表 .....	15
6.6 其它补充说明 .....	15

## 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。

标的名称：城市电网直流系统形态及装备技术研究

标包名称：城市电网直流系统形态及装备技术研究

概况：本项目为南方电网重点科技项目“常规电网柔性化改造关键技术与应用研究”课题3，总投资652.71万元，标的采购金额641.61万元。主要委外研究工作包括：（1）大型城市电网直流构网形态技术路线及方案；（2）考虑大规模新能源馈入受端城市电网的多端、多级柔性直流电网系统容量、电压等级、主回路拓扑及设备配置方案；（3）考虑城市建设占地紧凑型布局实际需求，确定直流变压器等关键设备的拓扑结构及优化设计方法；（4）大容量直流变压器拓扑及样机方案研究。

研究目标：直流变压器构建嵌入型直流电网的直流系统构建方法

提出直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统技术要求，提出适用于多电压等级城市电网直流系统组网方式和拓扑结构，突破多电压等级城市电网直流系统设计方法，提出直流变压器构建的多电压等级直流电网评估体系及评估方法。

主要研究内容：

（1）直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统技术要求和技术基础分析

根据大规模新能源发电特征，分析电网汇聚模型将从最初的“交流汇聚”向“直流汇聚”转变过程，针对直流系统组网特性，分析系统所需基础技术，并结合现有交流组网系统相关技术指标，研究多电压等级受端城市电网直流系统技术要求。

（2）直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统组网方式和拓扑结构研究

根据广州本地新能源接入方式，本地直流负荷特性，深入分析城市电网直流

电网形态构建方式、直流电力汇聚与电压等级变换、多电压等级直流电网组网模式,研究直流汇聚内部组网架构不同接线方式,对各自特点进行分析和对比,提出直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统组网方式和拓扑结构。

(3) 直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统设计方法和设计方案研究

进行文献调研,综合对比分析现有直流电网工程的设计方法。根据(1)和(2)中所提的系统技术要求、组网方式以及系统内关键设备特性,结合广州本地直流负荷特点,从经济性和可行性角度出发,提出优化过后的直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统的设计方案。

(4) 直流变压器构建的多电压等级直流电网评估体系及评估方法研究

进行综合调研,参考国内外同行经验,整理多电压等级直流电网的现有的评估体系,根据广州本地直流负载特性,结合(3)的研究结果,通过仿真验证所提出的多电压等级直流电网架构的效率、可靠性及稳定性。结合上述技术指标设计研究适用于直流送电接入的多电压等级城市电网直流系统评估方法。

技术路线遵循着“系统技术要求和技术基础分析—组网方式和拓扑结构研究—设计方法和设计方案研究—评估体系及评估方法研究”的思路,将直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统构建的几个关键问题有机结合在一起。在该技术路线中,“系统技术要求和技术基础分析”对应于前文所述的研究内容1,为本项目的研究基础;研究内容2中的“多电压等级直流电网组网方式和拓扑结构”为本项目的核心内容;研究内容3中的“多电压等级直流电网设计方法和设计方案研究”属于本项目的技术支撑部分,用以对本项目所取得理论成果进行系统验证和演示;根据研究内容1、2和3中内容,提出研究内容4中“多电压等级直流电网评估体系及评估方法”,为未来相关技术应用提供技术指导。

研究目标:

揭示多层次直流变压器自身可控性与稳定性,提出多电压等级城市电网直流系统不同电压层级稳定性分析与评估方法,突破多电压等级城市电网直流系统扰动抑制技术。

主要研究内容：

(1) 多层级直流变压器自身可控性与稳定性分析

根据多电压等级直流电网中不同的电压等级和调控需求，针对不同升级级别的直流变压器，对其电路拓扑、电力电子器件调制方式、滤波特性、系统闭环控制策略等环节建立状态空间模型，深入分析分析系统整体模型，评估直流变压器控制带宽特性、稳定裕度、阻尼特性等指标。划定直流变压器的稳定运行区间、可控调整范围、阻尼支撑特性进行准确的划定，提出直流变压器运行优化控制策略。

(2) 多电压等级城市电网直流系统不同电压层级稳定性分析与评估

根据多电压等级城市电网直流系统拓扑，直流负载间歇特性等，建立不同电压等级传输线路等值模型。基于不同电压等级直流变压器输入、输出、高压、低压侧的双端阻抗模型，采用阻抗匹配稳定性分析理论，评估不同电压层级直流电网的稳定性和抗扰性。揭示多电压等级城市电网直流系统中潜在存在的振荡风险或欠阻尼区间，明晰不同电压层级直流电网的易振、弱阻尼区间。

(3) 多电压等级城市电网直流系统扰动抑制策略研究

针对多电压等级城市电网直流系统不同电压等级电网的稳定特性和抗扰特性存在的风险区间，综合比较硬件滤波装置、硬件阻尼器设备与加装阻尼控制、优化变流器阻抗特性等方法对加强多电压等级直流电网抗扰特性与振荡抑制能力的作用及适用性。

该技术路线遵循着“变压器单体可控性分析—直流电网稳定分析—直流电网扰动抑制控制策略”的思路，将适用于新能源接入的多电压等级城市电网直流系统稳定性的几个关键问题有机结合。在该技术路线中，“多层级直流变压器技术研究”对应于前文所述的研究内容 1，为本课题需要解决的关键问题；研究内容 2 中的“多电压等级直流电网不同电压层级稳定性分析研究”和研究内容 3 中的“多电压等级直流电网扰动抑制策略研究”为本课题的重点技术问题。

研究目标：

攻克直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统稳定运行及协同控制技术，提出多电压等级城市直流电网故障特性分析、故障隔离及控制保护方法，

突破直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统的协同主动支撑技术难点。

主要研究内容：

(1) 直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统稳定运行及协同控制技术研究

深入分析在不同工况下设备的投切状态对直流变压器构建的多电压等级城市电网的影响，对不同电压等级的电力变换装置的功能进行分级，结合直流负载间歇特性，以潮流优化为目标，研究多电压等级城市电网的分层控制和系统优化控制策略，提出多电压等级城市电网不同电压等级电网间协调运行控制技术，保证直流电网的高效稳定运行。

(2) 直流变压器构建的多电压等级城市电网故障特性分析、故障隔离及控制保护技术研究

根据多电压等级城市电网中电力变换装置的具体拓扑结构，深入分析在不同系统故障状态下装置运行特性，研究在有无冗余结构情况下设备的容错运行控制机理，提高装置的可靠性、鲁棒性，及设备利用率。深入分析不同电网故障条件下系统运行特性，研究能够快速隔离故障的处理策略，实现对故障电流的有效抑制，降低短路故障对系统及设备冲击。

(3) 直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统的协同主动支撑技术研究

通过深入分析城市直流负载特性，周期性功率变化，结合直流系统多电压等级直流变压器运行方式，研究基于系统内多电力电子装置协调控制的多电压等级直流电网的最优潮流配置方法，提高系统稳定性和效率。研究多电压等级城市电网直流系统的主动支撑控制策略，进一步提高直流电网功率调剂能力与运行稳定性。

该技术路线综合考虑了正常工况下多电压等级城市电网直流系统的稳定运行技术及故障状态下的保护方案，致力于提升系统的在不同工况下的供电可靠性和稳定性。在该技术路线中，“协同控制技术”对应于前文所述的研究内容1，是该课题的核心内容，保证系统再正常工况下的稳定运行；研究内容2中的“故障特性分析、故障隔离及控保技术”为本项目的研究基础，保证系统在故障状态下的安全性；研究内容3中的“协同主动支撑技术”属于本项目的技术支撑部分，

用以对本项目所取得理论成果进行系统验证和演示。

#### 研究目标：

提出适应于多电压等级城市电网直流系统的多层级直流变压器拓扑，提出适应于多电压等级城市电网直流系统的多层级直流变压器多种灵活启动方案及稳态运行策略，突破适应于城市电网直流系统的多层级直流变压器多电压等级直流故障穿越控制保护技术，研究成功适应于城市电网直流系统的多电压等级直流变压器关键组件样机方案。

#### 主要研究内容：

##### （1）适应城市电网直流系统的多层级直流变压器拓扑综合比选分析

分析城市电网直流系统的多电压等级，多层级直流变换场景中直流变压器的应用需求，对能够满足城市电网直流系统的直流变压器拓扑开展研究。研究影响直流变压器体积、成本和可靠性的因素；研究多层级直流系统中，各层级直流变压器的能量变换和传递机理；研究各层级直流变压器的拓扑组合和构造方法，提出高可靠低成本高功率密度的新型拓扑结构。

##### （2）适应城市电网直流系统的多层级直流变压器多种灵活启动方案及稳态运行策略研究

研究不同组网方式下，各层级直流变压器的快速、小冲击、低成本启动方案；研究直流变压器的直流电压变换能力、环流特性和功率传输特性，建立直流变压器的交直流电压和电流等电气量耦合关系；研究不同运行方式下各层级直流变压器的开关特性，结合新型功率半导体开关器件的特性，研究软开关行为和运行范围，开展损耗特性分析；研究各层级直流变压器的调制方法，研究不同调制方法下的电流应力、损耗特性，提出考虑不同目标的直流变压器多维优化调制方法。

##### （3）城市电网直流系统的多层级直流变压器多电压等级直流故障穿越控制保护策略研究

结合主接线形式，单极、双极短路等不同故障状态下，研究各层级直流变压器的故障特性，分析其故障特征量，提出快速故障检测策略；研究直流变压器各环节电路元件的故障耐受能力，提出直流变压器安全运行区间；研究故障后各层级直流变压器的动态控制策略，提出不同故障情况下的多层级协调故障穿越、故

障保护和故障后快速恢复方法。

(4) 适应城市电网直流系统的多层级直流变压器电气结构优化设计方法研究及样机方案研究

以高可靠、低成本和高功率密度为目标，研究多层级新型直流变压器的电气结构优化设计方法；研究成功适应于城市电网直流系统的多电压等级直流变压器关键组件样机方案并验证。

该技术路线遵循着“拓扑结构—运行策略—保护策略—样机方案研究”的思路，将适应城市电网直流系统的多层级直流变压器的几个关键问题有机的结合在一起。在该技术路线中，“拓扑综合比选分析”对应于前文所述的研究内容 1，为本项目的研究基础；研究内容 2 中的“多种灵活启动方案及稳态运行策略”和研究内容 3 中的“流故障穿越控制保护策略”为本项目的核心内容，属于本项目的技术支撑部分；研究内容 4 进行直流变压器电气结构优化设计方法研究及样机方案研究，对上述内容进行验证。

研究目标：

研究直流变压器构建的广州直流电网工程示范应用方案，提出基于多端口，多电压等级直流变压器构建的直流电网网架构形态及容量设置，直流系统电力电子设备的控制与保护方案，提出多层级直流变压器核心部件等效试验方法。

主要研究内容：

(1) 直流变压器构建的广州直流电网工程应用方案研究

基于多电压等级直流变压器的广州城市电网直流系统的拓扑结构、容量分配，多端口、多电压等级直流变压器特性及系统稳定运行控制策略等，结合广州实际接入电网情况，提出广州工程的示范应用方案。

(2) 直流变压器工程化试验调试及运行维护技术方案研究

调研现有直流电网工程和柔性直流工程的试验调试及运行维护技术；结合全直流接入工程的装备特征和系统运行特性，明确工程化试验调试及运行维护技术要求；综合考虑科学性、合理性、可操作性，提出工程化试验调试方案，提出直流变压器工程运行维护技术方案。

(3) 直流变压器核心部件等效试验方法研究

结合直流变压器的技术方案和运行特性，研究适应于城市直流电网的多层级直流变压器的试验标准框架和试验要求；根据设备设计合理性、全面模拟设备各种运行方式和充分复现核心应力强度的三大目标，提出多层级直流变压器核心部件等效试验项目和试验方法。

该技术路线遵循着“示范应用方案—核心部件等效试验方法—试验调试及运行维护技术”的思路，将多电压等级城市电网直流系统工程化试验技术及核心装备试验测试技术的几个关键问题有机的结合在一起。在该技术路线中，“示范应用方案”是基础；研究内容 3 中的“核心部件等效试验方法”主要解决设备层面的试验；研究内容 2 中的“工程试验调试及运行维护技术”为本项目的核心内容，属于本项目的技术支撑部分。

全面突破掌握百千伏百兆瓦直流变压器构网方案，直流电网系统构成端口数不少于 3 端、直流电压等级涵盖百千伏和十千伏，首次实现城市直流电网大容量直流变压器方案，研究大容量直流变压器关键组件样机方案，解决城市电网馈入大规模新能源并兼顾提升直流负荷中心供电效率与供电成本节约问题。

序号	考核指标名称	验收指标值/状态	验收时考核方式(方法)及评价手段
1	多端、多级新型直流电网系统结构	端数不少于 3 端、涵盖百千伏和十千伏多个直流电压等级	专家评审
2	城市直流电网大容量直流变压器方案	百千伏和十千伏多直流电压级，容量不低于 1000MW	专家评审
3	大容量直流变压器关键组件样机方案	容量不小于 1MW，组件电压不小于 10 千伏，器件串联数不少于 4 级	第三方测试
4	大容量直流变压器关键组件样机效率	不低于 98%	第三方测试

进度计划	
1	<p>合同签订之日—2025年4月</p> <p>主要内容：</p> <p>(1) 分析直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统技术要求和 技术基础；</p> <p>(2) 总结适应城市电网直流系统的直流变压器可行方案并进行综合比 选分析；</p> <p>(3) 分析多层次直流变压器稳态运行原理。</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 总结多电压等级受端城市电网直流系统技术要求；</p> <p>(2) 明确多层次直流变换场景中直流变压器的应用需求，提出高可靠低 成本高功率密度的新型拓扑结构；</p> <p>(3) 申请发明专利1项。</p>
2	<p>2025年5月—2025年8月</p> <p>主要内容：</p> <p>(1) 研究直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统组网方式和 拓扑结构</p> <p>(2) 分析多层次直流变压器自身可控性与稳定性分析</p> <p>(3) 分析多电压等级城市电网直流系统稳定运行及协同控制技术研究</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 完成适用于城市电网的多电压等级的低成本、高可靠性直流组网系 统网架结构及关键技术的研究；</p> <p>(2) 提出适用于多层次直流变压器自身可控性与稳定性分析的建模方 法；</p> <p>(3) 提出多电压等级城市电网不同电压等级电网间协调运行控制技术；</p> <p>(4) 申请发明专利2项；</p> <p>(5) 投稿论文1篇。</p>
3	<p>2025年9月—2025年12月</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 研究直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统设计方法和 设计方案；</p> <p>(2) 分析多电压等级城市电网直流系统不同电压层级稳定性；</p> <p>(3) 研究适应城市电网直流系统的多层次直流变压器启动方案。</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 提出考虑经济性和可行性的直流变压器构建的多电压等级城市电网 直流系统的设计方法；</p> <p>(2) 提出适用于多电压等级直流电网不同电压层级稳定性的分析研究 及其评估等重要关键技术；</p> <p>(3) 提出多层次直流变压器拓扑启动方案和调制方法；</p> <p>(4) 申请发明专利2项。</p>

4	<p>2026年1月—2026年3月</p> <p>主要内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 分析直流变压器构建的多电压等级城市电网故障特性；</li> <li>(2) 研究多电压等级城市电网研究故障隔离及控制保护技术；</li> <li>(3) 研究多层级直流变压器多电压等级直流故障检测与故障耐受能力；</li> <li>(4) 研究多层级直流变压器多电压等级直流故障穿越控制保护策略；</li> <li>(5) 研究多层级直流变压器电气结构优化设计方法。</li> </ol> <p>交付物：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 提出多电压等级城市电网故障隔离和控制保护策略；</li> <li>(2) 提出多层级直流变压器快速故障检测方法 with 故障穿越保护策略；</li> <li>(3) 提出多层级直流变压器电气结构优化设计方法，完成大容量直流变压器关键组件样机方案研究；</li> <li>(4) 申请发明专利3项；</li> <li>(5) 投稿论文1篇；</li> </ol>
5	<p>2026年4月—2026年4月</p> <p>主要内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 配合甲方开展项目中期检查；</li> <li>(2) 配合甲方编制项目中期检查报告；</li> <li>(3) 配合甲方编制考核指标证明材料；</li> </ol> <p>交付物：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 配合甲方召开中期检查会议，通过中期检查。</li> </ol>
6	<p>2026年5月—2026年8月</p> <p>主要内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 研究直流变压器构建的多电压等级直流电网评估体系及评估方法；</li> <li>(2) 研究多电压等级城市电网直流系统扰动抑制策略；</li> <li>(3) 研究大容量直流变压器关键组件样机方案；</li> <li>(4) 研究直流变压器构建的广州直流电网工程应用方案。</li> </ol> <p>交付物：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 提出适用于多电压等级城市电网直流系统的评估体系；</li> <li>(2) 提出适用于多电压等级城市电网直流系统扰动抑制策略；</li> <li>(3) 完成大容量直流变压器关键组件样机方案研究；</li> <li>(4) 提出广州城市直流电网工程的示范应用方案；</li> <li>(5) 申请发明专利4项；</li> </ol>
7	<p>2026年9月—2026年12月</p> <p>主要内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 研究直流变压器构建的多电压等级城市电网直流系统的协同主动支撑技术</li> <li>(2) 大容量直流变压器关键组件样机方案研究及验证。</li> </ol> <p>交付物：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 提出多电压等级直流电网的最优潮流配置方法与协同主动支撑技术；</li> <li>(2) 完成容量直流变压器关键组件样机方案研究及验证工作；</li> <li>(3) 申请发明专利2项；</li> <li>(4) 投稿论文1篇；</li> </ol>

8	<p>2027年1月—2027年3月</p> <p>主要内容：</p> <p>(1) 研究多层级直流变压器工程化试验调试及运行维护技术方案；</p> <p>(2) 直流变压器核心部件等效试验方法研究。</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 提出多层级直流变压器工程化试验调试方案与运行维护技术方案；</p> <p>(2) 提出多层级直流变压器核心部件等效试验项目和试验方法；</p> <p>(3) 申请发明专利3项。</p>
9	<p>2027年4月—2027年5月</p> <p>主要内容：</p> <p>(1) 配合甲方筹备第三方测试；</p> <p>(2) 配合甲方撰写《受端城市电网交直流系统形态及装备技术研究报告》；</p> <p>(3) 配合甲方完成查新报告；</p> <p>(4) 配合甲方编制项目验收资料。</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 完成第三方测试报告；</p> <p>(2) 形成《受端城市电网交直流系统形态及装备技术研究报告》；</p> <p>(3) 查新报告；</p> <p>(4) 验收材料通过甲方形式审查。</p>
10	<p>2027年6月—2027年6月</p> <p>主要内容：</p> <p>(1) 通过甲方验收。</p> <p>交付物：</p> <p>(1) 验收证书。</p>

1. 受端城市电网交直流系统形态及装备技术研究报告 1 份；
2. 受理发明专利 17 件，知识产权归甲方所有；
3. 撰写并录用中文核心及以上级别论文（含 SCI、EI 检索）3 篇。

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：GDKJXM20240433)”；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。

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）

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。验收标准或方法详见本技术规范书条款“3 主要技术指标要求”。

(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

全面突破掌握百千伏百兆瓦直流变压器构网方案，直流电网系统构成端口数不少于3端、直流电压等级涵盖百千伏和十千伏，首次实现城市直流电网大容量直流变压器方案，研究大容量直流变压器关键组件样机方案，解决城市电网馈入大规模新能源并兼顾提升直流负荷中心供电效率与供电成本节约问题。

(4) 主要技术指标实现的可行性

(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。

(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。

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。

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。

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。

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				

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。