

内蒙古电网标准设计与国网通用设计的差异化及本地化改进研究

计 伟 刘志刚

内蒙古电力集团蒙电经济技术研究院有限责任公司 内蒙古自治区 呼和浩特 010010

【摘要】：目的：针对国网通用设计标准在内蒙古特殊环境、新能源开发及运维条件下适配性不足问题，明确内蒙古电力公司《35kV~500kV 变电站标准设计》与国网《通用设计》的差异化特征，剖析成因并总结本地化改进价值，为区域电网设计标准优化提供支撑。方法：以两大设计标准为对象，结合内蒙古电网工程案例，用对比分析法，从电气一次、电气二次、变电土建三大专业开展全方位差异化剖析。结果：研究揭示核心差异成果：电气一次专业新增沙戈荒新能源汇集方案、优化配电装置布置与设备选型；电气二次专业在合并单元配置等方面形成区域特色模式；变电土建专业采用“钢筋混凝土框架为主、装配式钢框架为辅”方案，新增500kV变电站主控楼二层布局模式，匹配内蒙古环境、能源及运维需求。结论：内蒙古标准设计针对性优化，解决通用设计区域适配问题，提升电网可靠性、降低成本，构建多维度协同差异化分析框架，为同类特殊区域电网设计本地化优化提供范例，明确未来研究方向。

【关键词】：输变电工程；变电站设计标准；差异化分析；本地化改进；电网建设

DOI:10.12417/2811-0722.26.07.051

1 引言

1.1 研究背景与意义

输变电工程是电网建设核心载体，其设计标准科学性与适配性决定电网建设质量、运行可靠性及全生命周期经济效益。国家电网《通用设计》是行业基准标准，在统一全国电网建设规范等方面起基础性作用。但我国地域差异大，通用设计标准在局部区域适配性不足。内蒙古地区地域特征独特：自然环境恶劣，有沙戈荒地地貌和极端气候；能源战略定位突出，新能源汇集外送需求迫切；运维条件特殊，对设备免维护性和方案简易性要求高。因此，本文开展内蒙古电网设计标准与国网通用设计的差异化研究，梳理差异要点、剖析成因、总结修编价值，可为内蒙古电网建设提供技术支撑，也能为同类地区电网设计标准优化提供参考，有重要理论与工程实践意义。

1.2 国内外研究现状

当前，国内外电网设计标准研究多聚焦通用标准完善与统一。国际上，IEC等组织制定输变电工程通用技术规范，推动跨国电网互联互通与标准化建设；国内，国家电网、南方电网等企业编制适配自身电网发展的通用设计标准，解决全国电网建设规范性问题。针对区域差异化设计标准研究薄弱，现有研究多集中于单一环境因素对设计标准的影响，缺乏多因素综合作用下的系统差异化分析。内蒙古地区新能源富集、自然环境特殊，其专属设计标准与国网通用设计的差异有代表性，但尚无针对性系统研究。因此，本文立足内蒙古实际，开展两大标准差异化及本地化改进研究，填补相关研究空白。

1.3 研究内容与技术路线

本文核心研究内容有三部分：一是梳理内蒙古标准设计与国网通用设计在电气一次、二次及变电土建三大专业的差异化要点；二是从自然环境、能源需求等维度剖析差异成因；三是

总结内蒙古标准设计修编的价值与意义。本次研究技术路线清晰可复现：明确研究对象为沙戈荒变电站设备选型方案，数据源于相关标准文本与内蒙古电网工程案例；对比分析法，明确对比维度、指标及评价体系，突出极端环境适配性权重，拆解两大标准差异要点；结合内蒙古区域特征剖析标准差异成因；总结设备选型本地化改进成效与工程应用价值。

2 内蒙古与国网设计标准的差异化分析

2.1 电气一次专业差异化

电气一次专业直接决定电网的供电能力与运行安全性，内蒙古标准设计基于区域新能源汇集需求、极端环境条件及运维特点，在方案设计、设备选型、配电装置布置等方面与国网通用设计形成显著差异。

2.1.1 新增沙戈荒新能源汇集专属方案

针对内蒙古沙戈荒地区大规模新能源（风电、光伏）汇集外送需求，内蒙古标准设计新增《沙戈荒新能源汇集500kV变电站分册》，突破国网通用设计框架，形成专属技术方案。工程规模上，设计“1线2变”（4800MW外送容量）和“1线3变”（3000MW外送容量）两种方案适配不同开发规模；接线上，采用单母线接线，简化电气接线与运行方式，满足“点对点”并网需求，降低建设与运维成本；设计上，按1500m海拔高度校验修正带电距离，增加间隔宽度与架构高度；设备选型上，全站采用HGIS组合电器，适配恶劣环境。

沙戈荒变电站500kV出线规模一般为1回或2回。国网通用设计采用扩大内桥接线或3/2接线。内蒙电网标准设计中，沙戈荒500kV变最终规模为1线2变或1线1变时，采用单母线接线，节省断路器数量、占地及投资约600万元。当500kV最终规模为2线2变或2线3变时，元件总数不大于6个，推荐采用3/2接线，其可靠性高、运行调度灵活、操作检修方便，

母线或变压器故障时灵活性较高。

2.1.2 配电装置布置型式优化

国网通用设计中 500kV 采用半 C 型布置以节约占地。考虑内蒙古蒙西地区变电站征地条件，低温、高海拔环境下，半 C 型 HGIS 设备母线气室过长易出现漏气、气体液化等故障，内蒙古标准设计保留“一字型布置”方案，新增半 C 型布置方案，根据电网规划需求灵活选择。

2.1.3 设备选型的区域适配调整

在 500kV 变电站低压侧（35kV/66kV），国网通用设计用罐式断路器，内蒙古标准设计补充 HGIS 设备方案，利用其免维护、防风沙、耐低温特性，适配偏远地区运维条件；针对电容配置差异（内蒙古为 3 组电容、1-2 组电抗，国网为 3 组电抗、1-2 组电容），将进线间隔设备额定电流提至 4000A。

以沙戈荒变电站为例针对低压设备选型做技术经济比选。变电站主变低压侧采用 35kV，无功补偿配置 3 容 2 抗。方案一：断路器选用柱式 SF6 断路器；方案二：断路器选用罐式 SF6 断路器；方案三：选用 HGIS 设备。三个方案优缺点对比如下：

比选内容	方案一	方案二	方案三
设备选型	柱式 SF6 断路器	罐式 SF6 断路器	HGIS 设备
设备可靠性	防风沙性能差，断路器抗震、抗低温性能差	CT 内置，防风沙性能较柱式断路器稍强；断路器抗震性能好、抗低温性能好	全部设备内置，防风沙性能较柱式断路器和罐式断路器强；设备抗震性能好、抗低温性能好
经济性	设备投资约 806 万元，主变及无功补偿装置占地约 13900m ² ，投资最低	设备投资约 858 万元，主变及无功补偿装置占地约 13400m ² ，投资较低	设备投资约 1248 万元，主变及无功补偿装置占地约 11900m ² ，投资最高
建设工程量	土建工程量最大，施工周期长	土建工程量、施工周期均适中	土建工程量单一，施工周期较短
运维工作量	设备数量多，设备抗风沙、低温等极端环境条件差，维护工作量多	设备数量相对少，设备抗风沙、低温等极端环境条件相对好，维护工作量相对少	设备数量最少，设备集成度高，抗风沙、低温等极端环境条件较好，维护工作量较少

以上三个方案核心权衡点在“初期投资成本”与“环境适应性、建设效率、长期运维成本”间：方案一节约初期投资，但环境适应性和运维便捷性差；方案二各项指标均衡，能在投资、环境适配、建设运维间实现中等平衡；方案三适配极端环境、建设高效、运维便捷，但初期投资最高。综上，沙戈荒变电站设备建议选 HGIS 设备。

2.2 电气二次专业差异化

电气二次专业承担变电站监测、控制与保护功能，其设计

方案直接影响电网自动化水平与运维效率。内蒙古标准设计基于区域运维习惯与技术规范要求，在系统配置、网络结构、设备选型等方面与国网通用设计存在显著差异。

2.2.1 合并单元配置差异

国网通用设计中，采用常规式互感器的 220kV 变电站设合并单元，通过 SV 网实现信号采集与光纤传输；内蒙古《基建（技改）工程继电保护设计审查要点(试行)》规定，220kV 及以上常规式互感器不设合并单元，直接通过电缆传输信号。该差异导致二次系统架构重构，影响自动化系统方案等关键环节。内蒙电网 220kV 和 500kV 智能变电站不设合并单元，主要是为解决传统“常规互感器+合并单元”模式在实际运行中暴露出的可靠性、复杂性和经济性等问题，采用更直接可靠的采样方式，取消合并单元可减少部分光纤等设备使用，降低建设成本。

2.2.2 保护及故障信息管理系统配置差异

国网要求保护及故障信息管理子站功能集成于厂站计算机监控系统以减少设备冗余；内蒙要求 220kV 及以上等级厂站单独配置该系统，不得与监控系统集成。独立配置模式可避免监控系统故障导致的故障信息丢失，便于快速定位故障，适配区域电网对故障处理可靠性的高要求，改变了二次设备组屏方案与自动化系统图纸设计。独立保护及故障信息管理子站确保监控数据实时采集和控制指令快速执行，便于维护、升级和故障排查。

2.2.3 电能量计量相关配置差异

在电能量远方终端配置上，国网 110kV 及以上变电站采用冗余配置，内蒙古则采用“调度端双套、营销采控主站单套”的差异化配置；在计量表计配置上，国网执行《电能量计量系统设计规程》，内蒙古执行《关口电能量计量装置管理办法》等企业规范，导致计量表计的准确度等级、配置数量及屏柜数量存在差异。

2.3 变电土建专业差异化

变电土建专业决定变电站建设成本、施工效率与抗灾能力。内蒙古装配式厂家少、变电站分散、运输成本高，国网通用设计的土建方案难以直接应用，内蒙古标准设计进行了针对性优化。

2.3.1 建筑物结构型式优化

国网通用设计统一采用装配式钢结构、轻钢结构，推动建筑工业化；而内蒙标准设计结合区域实际，采用“钢筋混凝土框架结构为主、装配式钢框架结构为辅”的方案。经测算，装配式建筑比钢筋混凝土建筑投资高 30%-50%，且在严寒、大风环境下需额外加强抗冻胀、抗风揭性能，进一步增加成本。

2.3.2 主控楼布局方案优化

国网通用设计中主控楼均采用一层布置；内蒙标准设计在500kV变电站中新增二层布置方案，一层设置继保室、通信机房等设备用房，便于维护与电缆敷设，二层设置管理功能用房，实现“设备区管理区”分离，提升运维效率与办公舒适度；保留一层布置方案，适配偏远地区运维人员少的需求，实现按需设计。

3 差异化成因分析

3.1 差异化成因

两大标准差异本质是“通用标准与区域个性化需求的适配性矛盾”，核心成因归纳为四大维度：一是自然环境与地理条件不同，沙戈荒地区强风沙、高海拔严寒且运输不便，要求设备与结构有更强环境适应性；二是新能源开发与电网网架需求有别，内蒙古沙戈荒地区大规模新能源汇集外送，需专属变电站方案支撑；三是运维模式存在差异，区域站址分散、人员短缺，对设备免维护性和方案简易性要求更高；四是技术规范有差异，内蒙古电网基于自身运维经验制定的继电保护、计量等规范，与国网通用规范本质不同。

3.2 标准修编核心价值

3.2.1 提升区域适配性与运行可靠性

通过针对性的方案优化与设备选型，内蒙古标准设计有效解决了国网通用设计在极端环境、新能源汇集、偏远运维等场

景下的适配不足问题，确保变电站在恶劣条件下稳定运行，保障新能源顺利并网与偏远地区可靠供电，提升了区域电网的整体运行可靠性。

3.2.2 降低建设与运维成本

修编后的标准通过取消不必要设备配置（如合并单元）、选择低成本适配结构（如钢筋混凝土框架）、优化功能布局等，大幅降低变电站建设投资，选用免维护设备、实施简易化方案，减少运维频次与人员投入，降低全生命周期运维成本。

4 结论

（1）明确两大设计标准在三大核心专业的核心差异化要点，精准适配内蒙古区域特性。电气一次专业聚焦沙戈荒新能源汇集方案、配电装置布置及设备选型优化；电气二次专业形成区域特色模式；变电土建专业确立差异化结构与布局方案，破解通用设计适配难题。

（2）构建多维度协同的差异化分析框架，彰显创新价值。突破单一环境因素分析局限，建立融合框架，形成完整技术体系，填补系统对比研究空白，丰富区域电网设计差异化理论内涵。

（3）明确成果实践价值与未来研究方向。本地化改进措施已初步应用，提升运行可靠性、降低全生命周期成本，为同类区域电网设计提供范例；后续重点开展成效量化评估、新能源高渗透率场景适配研究，建立标准动态更新机制，优化区域电网设计科学性。

参考文献：

- [1] 国家电网有限公司.国家电网公司输变电工程通用设计 35~750kV 变电站分册:Q/GDW 1738-2024[S].北京:中国电力出版社,2024.
- [2] 内蒙古电力(集团)有限责任公司.35kV~500kV 变电站设计标准:Q/NMD 1025-2025[S].呼和浩特:内蒙古电力出版社,2025.
- [3] 南方电网有限责任公司.南方电网输变电工程通用设计 110kV~500kV 变电站分册:Q/CSG 114002-2023[S].广州:南方电网出版社,2023.
- [4] 刘敏,陈涛,赵伟.220 kV HGIS 模块化设备选型及布置方案优化研究[J].电网技术,2023,47(8):3056-3063.