

浅议新疆电网差异化规划设计

王永华 唐川江 张桐瑞

国网新疆经济技术研究院, 新疆 乌鲁木齐 830001

[摘要]在极端气候条件下, 电网项目有可能发生大面积停电风险, 为提高电网防灾抗灾能力, 提出差异化规划设计要求, 区分重要工程类别, 适当提高设计标准, 保证重要用电目标的供电质量。

[关键词]电网工程; 差异化; 气象条件; 重要工程

DOI: 10.33142/hst.v3i3.1955

中图分类号: TM715

文献标识码: A

Brief Discussion the Differential Planning and Design of Xinjiang Power Grid

WANG Yonghua, TANG Chuanjiang, ZHANG Tongrui

State Grid Xinjiang Economic and Technical Research Institute, Urumqi, Xinjiang, 830001, China

Abstract: Under extreme weather conditions, large-scale power outage risks may occur in power grid projects. In order to improve the disaster prevention and resilience capabilities of the power grid, differentiated planning and design requirements are put forward, important project types are distinguished, design standards are appropriately improved, and power supply quality of important power consumption targets is guaranteed.

Keywords: power grid engineering; differentiation; meteorological conditions; important projects

引言

随着全球气象条件变化, 世界各地自然灾害频发, 对电网项目造成一定的破坏, 并给人民的生产生活带来了诸多不便。2008年南方特大冰灾造成了我国大面积的电网破坏, 根据此次破坏的实际情况及新技术的发展, 2010年中国电力企业联合会组织专家对《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》^①进行了重新修订, 对覆冰有关设计条件进行了重点加强, 并提出对重要线路和特殊区段线路宜采取适当加强措施, 提高线路安全水平。

为减少自然灾害对电网项目的破坏, 国家电网有限公司于2017年发布企业标准《国家电网有限公司差异化规划设计导则》^②, 目的是防止在极端自然灾害情况及电网发生连锁故障条件下, 避免引起大面积停电风险, 提高电网防灾抗灾能力, 提升电网本质安全水平。国网新疆电力有限公司对新疆电网近年自然灾害造成的事故案例进行整理和分析, 并结合相应的灾害预防与应对策略, 提出了适应新疆特殊自然环境特点及维稳需求的差异化设计补充条款。

经与不同国家设计标准比较发现, 我国现有电网工程设防标准与发达国家相比基本持平, 在常规气象条件下, 能够满足线路安全运行, 但是在极端气候条件下难以保证输电线路的安全稳定运行。本文借鉴发达国家的防灾减灾措施, 结合国内实际情况和国网差异化规划设计导则, 提出国内差异化设计的具体实施方案, 并提出应进一步完善建议。

1 差异化设计的原则

差异化顾名思义就是要有所不同, 在电网规划设计现有常规标准基础上, 结合将来电网发展的需求及运行经验, 评估电网所在地区及重要输电线路所在区域发生严重自然灾害所带来的安全风险及电网故障给系统带来的停电风险, 以及由此引发的安全生产及社会稳定等一系列问题, 对重要变电站、重要输电线路、特殊变电站、输电线路重要区段按一定标准适当提高设计标准, 预防极端自然灾害引起电网连锁故障, 进而引发大面积停电事故。

差异化设计的目的, 在一定投资条件下, 加强重要输电线路及重要变电站的设防标准, 当发生重大自然灾害时, 保证重要供电负荷的供电质量。

2 差异化设计工程的划分

在差异化设计工作开始之前, 我们需要根据电网规划中各类电网重要性程度的不同明确哪些工程需要进行差异化设计, 根据差异化规划设计导则要求, 对以下项目需进行差异化设计, 区别于常规工程。

2.1 重要变电站

包括：①±400kV及以上直流换流站；②特高压交流变电站；③电力系统枢纽变电站、对供电可靠性要求较高的变电站，以及对电力系统的稳定性及可靠性起关键作用的变电站，经专题研究，认为确有必要的，可确定为重要变电站。

2.2 重要输电线路

包括：①±400kV及以上直流输电线路；②特高压交流输电线路；③核电站送出线路中至少1回线路；④电铁牵引站接入系统线路其中1回输电线路；⑤担任电网黑启动任务的电源送出线路中至少1回输电线路；⑥对于重要输电通道，经专题研究，认为确有必要的，可选择合适线路作为重要输电线路；⑦接入电采暖集中供热站的1回线路确定为重要输电线路。

2.3 特殊变电站

包括：①站址位置污秽等级为e级或沿海d级；②站址位置抗震设防烈度为8度及以上；③站址位置日温差超过25K；④站址位置年最低气温为-30℃及以下；⑤站址位置为风吹雪地区。

2.4 输电线路重要区段

包括：①跨越高速公路、电气化铁路的输电线路跨越段；②跨越重要输电线路的输电线路跨越段；③位于微地形、微气象区域及自然灾害频发区的架空线路；④大跨越段输电线路（一般指塔高在100m及以上，跨距在1000m及以上）；⑤途径同一廊道，密集分布多回线路的局部区段，经专题研究，认为确有必要的，可确定为输电线路重要区段。

3 输电线路差异化设计思路

3.1 关于自然条件及路径方面

电网建设与运行条件受自然环境影响较大，尤其是对架空输电线路来说，气象条件（主要是风速和覆冰厚度）和地质条件（主要是地质稳定性）是电网规划设计的基本依据，对电网工程建设的经济性和安全性至关重要，局部区域的微地形、微气候、地基稳定性差等可能会造成线路的倒塔、舞动或者短路跳闸等事故^⑥，设计阶段需对特殊区域进行重点调研分析，尽量避免从此区域内走线，降低事故发生概率，如实在无法避开时，则需对此区域内路径方案进行差异化设计，提高工程设计可靠度，降低事故发生概率。输电线路路径选择时应尽量避免大档距和大小档情况，铁塔两侧张力差过大，防止恶劣气象条件下发生倒塔。

3.2 关于铁塔设计的差异化

对重要输电线路和输电线路的重要区段，杆塔结构的重要性系数不小于1.1；国网18项反措要求的“三跨”（跨重要输电线路、高度公路、高速铁路）输电线路项目^⑦，宜采用独立耐张段设计，交叉角不宜小于45°，跨越档的设计覆冰应比同区域的杆塔提高10mm，对历史上曾出现过超过设计覆冰的地区，还应按稀有覆冰条件进行验算。对大风区铁塔宜采用全塔双帽放松，防止风振引起螺母松动造成安全事故。

大风区宜覆冰区域，耐张段长度应适当缩短，轻、中和重冰区线路耐张段的长度分别不宜大于10km、5km和3km，对单导线线路不宜大于5km。如耐张段的长度较长时，应当采取纵向防串倒措施，防止大范围倒塔情况发生：在轻冰区每隔7~8基、中冰区每隔4~5基设置1基纵向强度较大的防串倒悬垂型杆塔。对跳线风压应按设计风压的1.2倍校核，对悬垂型杆塔悬垂串风偏风压不均匀系数应不小于0.75，校核电气间隙是否满足要求。

3.3 金具、绝缘子及导地线方面

大风区输电线路在悬垂绝缘子选型时，应进行全生命周期综合技术经济比较，在经济合理的情况下，宜优先采用“V”型串，复合绝缘子与金具连接宜采用“环-环”方式；输电线路重要区段导线宜采用双联及以上串型，宜采用双挂点方式，单联强度应满足正常运行条件下的受力要求。“三跨”线路悬垂地线应采用独立双串设计，耐张串与塔相连的第一连接金具要比常规提高一个等级。大风区导地线悬挂点应采用预绞式护线条的保护方式；防震锤宜采用防滑移措施，导线间隔棒宜采用预绞式自阻尼间隔棒。重要输电线路及输电线路重要区段光缆宜选用全铝包钢结构OPGW光缆型式，地线宜采用铝包钢绞线型式。

3.4 输电线路其它方面

重要输电线路在强雷区应采取减小地线保护角、适当加强绝缘配置等措施降低线路雷害风险，对雷击宜发段必要时可在杆塔顶部加装线路避雷器。在大风区、易覆冰区或舞动区时，可加大导地线和导线间的水平偏移量，防止不均匀脱冰或大风情况下相间短路或导地线放电问题的发生，并视实际情况加装风速监测、覆冰监测或舞动监测装置。

4 变电站差异化设计思路

1) 变电站部分, 重要变电站内的 220kV 及以上交流电气主接线远期应当按双母线(分段)接线或 3/2 断路器接线方式规划; 当进出线回路数 4 回及以下时, 可采用简化接线; 重要变电站内的电气设施应比抗震设防烈度提高 1 度设计, 但抗震设防烈度为 9 度及以上时, 不再提高抗震等级, 需进行专题研究确定方案。站址所处区域抗震设防烈度不高于 7 度的 220kV 及以下特殊变电站, 当采用 GIS 设备时, 宜采用户内配电装置。

2) 系统继电保护部分, 330kV 及以上重要变电站的 110kV 母线保护宜双套配置。重要变电站保护用电流互感器的配置及二次绕组的分配应尽量避免主保护出现死区, 当重要变电站采用 3/2 等多断路器接线型式时, 宜在断路器两侧均配置电流互感器; 重要变电站应装设专用的故障录波装置。大风区、低温区及积雪厚度大于 30cm 地区, 不宜采用预制舱式二次组合设备。

重要输电线路保护配置应遵循近后备原则。对重要交流输电线路的保护要配备至少 2 路独立的、不同路由的通信通道, 其中至少 1 路通信通道架设在重要输电线路路上, 至少 1 路通信通道宜采用迂回通道。重要变电站的 35kV~66kV 母线, 需要快速切除母线上的故障时, 应装设专用的母线保护。

3) 配电装置, 大风区的 110kV 及以上变电站, 当经济技术合理时, 可采用气体绝缘金属封闭组合电器(GIS); 重要变电站应装设专用通信电源系统。

5 差异化设计建议

1) 电力公司站在全局的高度对重要变电站、重要输电线路要有统一的规划, 对于规划好需要进行差异化设计的工程, 在工程前期就要执行差异化的原则, 对于已建成项目需要进行差异化改造的, 更要进行详细的论证, 分期分批进行实施。

2) 对重要输电线路因存在杆塔结构 1.1 重要性系数, 且绝缘子、金具及导地线选型变化会引起项目投资变化, 根据初步测算, 项目投资会增加 5%~8%, 在进行可研和初设评审阶段, 此部分增加费用要适当考虑。

3) 发达国家的电网设计所采用的气象数据是建立在长期的气象观测和大量的数据统计分析基础上的, 数据的真实性比较高, 而我国现有气象台(站)一般都分布在城镇近郊, 且大部分没有覆冰监测, 导致设计气象数据的准确性不高, 局部微气象的判别更是只能依靠技术人员的个人能力进行研判, 今后还需要加大与气象部门的合作, 保证获取气象数据的准确与可靠, 另外可以加大电网企业自身的气象观测能力, 尤其是在中、重覆冰区的监测, 保证差异化设计具有更高的可靠性。

4) 对于山区输电线路工程, 雷电引起的线路跳闸问题会比平原地区更多, 气象专业收资时, 除了要收集气象站资料外, 还要重视实地调研以及线路运维单位情况了解, 此问题要引起足够的重视。

5) 加大对新技术、新材料和新工艺的研究与应用, 推广现有技术成果的转化, 让新技术能够及时地应用到实际工程中去, 不断提升电网工程安全可靠水平。

[参考文献]

- [1]GB 50545-2010 110kV~750kV 架空输电线路设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2010.
- [2]Q/GDW 11721-2017 国家电网有限公司差异化规划设计导则[S]. 北京: 国家电网有限公司, 2018.
- [3]李晓军, 严福章. 基于差异化设计原则的电网工程气象技术研究方向[J]. 电力建设, 2010, 31(9): 42-45.
- [4]国家电网设备(2018) 979 号国家电网有限公司关于印发十八项电网重大反事故措施(修订版)[S]. 北京: 国家电网有限公司, 2019.

作者简介: 王永华(1979-), 男, 山东济南人, 一级建造师, 注册监理工程师, 注册咨询工程师, 高级工程师, 从事高压输电线路设计及项目管理工作。