

新型电力系统电力平衡风险防控研究

孙煜¹, 蒙园², 蔡雅馨³, 李慧强⁴, 李梓萱⁴

- (1. 呼和浩特供电公司, 内蒙古呼和浩特市, 010020; 2. 内蒙古电力集团生产技术部, 内蒙古自治区呼和浩特市, 010010; 3. 乌兰察布供电公司察右后旗供电分公司, 内蒙古乌兰察布市, 012400; 4. 呼和浩特供电公司, 内蒙古自治区呼和浩特市, 010050)

摘要 随着当前新能源技术的不断发展, 打造以新能源为核心的新型电力系统, 是促进电力行业可持续发展的关键。由于新能源发电存在一定的不确定性, 因此新型电力系统平衡风险会因为新能源渗透率的增加而加大, 如何实现对新型电力系统电力平衡风险的防控尤为重要。基于此, 本文分析了新型电力系统电力平衡风险防控的重要性, 并且提出了风险防控体系的建设措施以供参考。

关键词 新型电力系统; 电力平衡风险; 防控体系

中图分类号: TM73 文献标识码: B

文章编号: 1008-0899(2026)10-0031-03

新型电力系统电力平衡风险通常受到新能源发电稳定性的影响, 会造成间歇性供需波动、电网惯量降低导致频率稳定问题、电力电子设备引发电压波动等问题, 是影响系统运行的重要风险。为了能够有效减少风险带来的影响, 电力公司应当打造更加完善、全面的风险防控体系, 实现对整个系统的全方位管控, 以此减少风险对系统运行造成的不良影响。

1 新型电力系统电力平衡风险防控的重要性

1.1 提高新型电力系统的稳定性

在新型电力系统当中, 新能源的接入所带来的出力随机性与负荷波动性问题, 会显著增加电力平衡风险, 因此在新能源转型道路上, 依靠风险防控提高系统的稳定性尤为重要。毕竟新能源的出力受到环境条件影响呈现出强波动性与间歇性的特点, 一旦系统稳定性不足, 则会导致频率偏差、电压波动等问题, 而想要提高系统的稳定性, 就必须实现风险预测以及防控, 以此避免大规模停电等故障事故^[1]。

1.2 保障新型电网系统的供需平衡

保障新型电网系统的供需平衡是新型电力系统电力平衡风险防控的重要目标, 同时也是保障系统安全运行、提高设备寿命的关键。在实际应用的过程中, 新能源出力的随机性与负荷需求的动态变化, 很容易导致供需关系失衡, 进而造成电压波动等问题, 因此系统必须要具备更强的功率调节能力, 实现供需平衡, 以此避免供需不平衡造成的潜在风险。

2 概率化新能源出力防控措施

2.1 构建概率化预测模型

对新能源出力情况进行概率化处理能够将风电、光伏等出力的不确定性转化为可量化的概率分布, 以此起到准确评估风险、优化资源配置的作用。其首要作用在于能够通过构建概率化预测模型提升出力不确定性的刻画精度。新能源发电系统很容易受到气候、环境的影响, 而传统的确定性预测很难捕获其波动特点, 因此在管理过程中可以通过机器学习算法结合历史数据和实时环境信息, 构建概率密度函数来描述出力的概率分布, 比如可以利用Weibull分布建模风速、利用Beta分布建模辐照度, 并结合蒙特卡洛模拟生成大量出力场景, 以此实现对95%以上置信区间的覆盖。

2.2 制订多时间尺度鲁棒调度策略

管理人员还可以利用基于概率分布制定多时间尺度的鲁棒调度策略, 在电网日前调度阶段, 可

作者简介: 孙煜(1990~), 男, 内蒙古呼和浩特, 硕士, 工程师, 研究方向: 变电运维检修与新能源并网。

以利用随机优化或鲁棒优化方法,将新能源出力的概率分布嵌入机组组合模型,以此实现常规电源启停计划与联络线功率分配的优化,比如可以通过机会约束规划允许一定概率的约束违反,在满足95%置信水平下最小化运行成本。

2.3 优化储能配置与运行策略

根据概率分布优化储能配置以及运行策略也非常重要,储能系统的容量和功率配置应当和新能源出力的概率特征实现匹配,比如利用对出力概率密度函数的分析,能明确储能所需要覆盖的出力波动范围,进而可以结合经济模型计算出最佳配置方案,比如在风电装机900MW的情况下,配置944MW储能系统能够让弃风电量从2520MWh降到570.9MWh,以此实现供电成本的有效降低;而在运行阶段,则可以结合实时概率预测动态调整储能充放电计划,确保可以通过储能精准配置并结合动态运行策略有效抑制平抑出力波动,在减少弃电损失的同时还能提升系统可靠性^[2]。

3 新能源标准风险与转换函数防控措施

3.1 明确新能源标准

对于新能源标准风险的明确能够实现风险评估框架的统一,确保可以为不同类型新能源的风险防控提供可比性基准,比如打造覆盖出力波动率、预测误差率、极端出力发生概率等指标的标准风险体系,可以实现将风电、光伏等不同能源的随机性转化为标准化的风险参数。以某研究为例,该研究基于10min分辨率的历史数据制定出了风电出力波动率标准值为15%的指标,若是实际波动超过该指标值则会发出预警,以此实现系统对异常波动识别准确率的有效提升,确保调度人员能够依靠标准快速判断风险等级,并提前调配旋转备用容量或启动需求响应机制,避免风险防控滞后的情况。其次,制定新能源标准风险还能优化系统备用容量配置,在保障可靠性的同时降低运行成本,实现对备用容量的精准计算。以某省级电网为例,在以标准风险为核心进行优化后,电网的备用容量占比从18%下降到15%,每年节约的备用成本高达1.2亿元,而且系统的供电可靠性指标也会维持在18min以下,确保既能避免过度备用造成的资源浪费,也能保障在标准风险范围内系统具备足够的调节能力。

3.2 明确电力转换函数

电力转换函数的明确,能够利用对新能源能量转换的动态特性的刻画,满足设备选型、系统规划及实时调度等环节对于关键参数的需求。以光伏发电系统为例,系统的电力转换函数必须考虑到光照强度、温度、组件效率等因素,以此明确辐照度与输出功率的非线性映射关系。某光伏电站在采用了以温度修正为核心因素的转换函数模型后,其发电功率预测均方根误差从8%降至6%,让储能系统的充放电策略得到了全面优化,弃光率也从7%降到了4.5%;与之类似,风电机组的电力转换函数也可以结合风速与功率转换效率,帮助调度系统实现对风电出力的精准预测,以此实现电源调峰任务的合理安排,让电力平衡控制的准确性得到有效提升。而将新能源标准风险与电力转换函数结合,则可以打造“风险评估-转换建模-调控优化”的闭环防控体系。在日前调度中,能够通过标准风险的出力波动范围与电力转换函数所模拟的出力场景,利用随机优化算法制定机组组合方案。

4 增强电网柔性调节能力措施

4.1 智能电网技术应用

智能电网技术的应用是增强电网柔性调节能力的基础,通过集成信息通信技术与电力,实现对电网更加精确地控制和优化管理。智能电网可以通过高级计量基础设施(AMI)等技术手段,实时收集和分析用户用电数据,帮助管理者更有针对性地调整电力供应策略。此外,智能电网的自愈功能能够在电网出现局部故障时,自动识别和隔离故障区域,从而维持整体电网的稳定性和连贯性。在智能调度方面,应用先进的能源管理系统(EMS),可以实现发电和负荷的动态平衡,提高电力系统的整体效率与安全性。这些技术显著提升了电网的动态响应能力,使其在面对快速变化的电力需求时,能够灵活调整运营状态^[4]。

4.2 分布式能源整合

传统能源进行优化组合,可以显著增强电网的调节能力。分布式能源系统能够提供就地发电的优势,减少了电力输送的损耗,同时通过储能设施的应用,能够在能源供需不匹配时进行能量的存储与释放。为此,电网需要具备更高的适应性和灵活性,以处理能源输入的不稳定性和间歇性。在此过程中,调度管理系统需要实时监控和调节分布式发

电设备的输出,确保供电的可靠性和稳定性。这种多元化能源的使用模式,有力缓解了电力系统对单一来源供电的依赖性和风险。

4.3 需求侧管理和响应

有效的需求侧管理(DSM)和响应机制是电力平衡风险防控的重要手段。通过提供价格激励和实施节能措施,需求侧管理鼓励消费者在用电高峰期削减电力使用,或在低谷时段增加使用,以实现用电的时间和空间的最优配置。例如,通过智能电表等设备提供实时电价信息,用户可以灵活调整用电习惯,参与需求响应活动。此外,大数据分析可以为电力公司提供用户行为的深刻洞察,帮助设计更为有效的负荷管理措施。

5 建立电力平衡预警机制

5.1 实时监测与数据采集

实时监测与数据采集是建立电力平衡预警机制的基础。通过部署先进的传感设备和智能电表,电网运营商可以收集到包括电力需求、发电输出、网络频率和电压波动等在内的关键数据。这些数据不仅需要被实时采集,还要以高精度和低延迟的方式进行传输,以确保电网的瞬时状态能够被准确反映。结合大数据分析技术,这些实时数据可以用于建立预测模型,识别出电力系统可能面临的供需失衡风险,有效地支持电力调度决策和风险管理。

5.2 多层次预警系统

多层次预警系统将风险预警划分为不同的等级,使得电网能够在潜在危险初现时及时采取相应措施。通常,预警系统会分为几个级别,如黄色、橙色和红色警报,分别对应由低到高的风险程度。这种分级机制允许操作人员根据具体的风险状况实施分阶段的应对策略:从日常的运行维护和预防性措施,到中高风险情况下的紧急响应,比如启动备用容量或削减负荷。这种多层次的预警机制不仅

提高了电网对可能风险的识别和响应速度,也为电力系统提供了一个量化的决策依据,从而大幅降低电力中断的可能性。

5.3 协作平台与信息共享

在现代电力系统中,协作平台与信息共享是提高电力平衡预警机制有效性的关键因素。通过建立一个集成化的信息共享平台,电力公司、发电企业、输配电机构以及用户之间可以实现无缝信息交换和沟通协调。这种透明的交流帮助相关方及时获得威胁预警和实时操作建议,从而能够在发生电力不平衡风险时迅速采取协调一致的行动。此外,基于云计算和区块链等技术,该平台可以确保数据的安全性和完整性,促进跨区域和跨行业之间的协作,最终提升整个电力系统的应对效率和响应能力。

6 结语

综上所述,为了能够保障新型电力系统电力平衡风险的防控力度,电力公司应当结合新型电力系统以及新能源发电的特点与需求,通过对新能源出力情况进行概率化、明确新能源标准风险与电力转换函数、建立电力平衡预警机制等措施,有效实现对风险的预警以及控制,以此维护新型电力系统运行的稳定性。

参考文献

- [1] 李增辉,顾雪平,姚伟锋,等.新型电力系统电力平衡风险防控研究[J].新型电力系统,2025,3(01):74-87.
- [2] 姜海洋,杜尔顺,马佳豪,等.考虑长周期供需不平衡风险的新型电力系统规划方法[J].中国电机工程学报,2024,44(15):5845-5858.
- [3] 许涛,王国春,董昱,等.新型电力系统平衡机理及演进过程研究[J].中国电机工程学报,2025,45(01):1-14.
- [4] 姜海洋,杜尔顺,马佳豪,等.考虑长周期供需不平衡风险的新型电力系统规划方法[J].中国电机工程学报,2024,44(15):5845-5858.