

基于风险控制理论与风险评估的电力安全管理策略研究

芦鹏, 孔珺婷

国网银川供电公司, 宁夏 银川 750001

摘 要 : 在我国电力网络系统建设规模不断扩大的背景下, 电力生产能力不断提升、电力网络覆盖范围不断扩大, 同时对于电力安全管理工作提出许多新的要求。在当前社会, 电力作为现代社会运转的核心能源, 其安全稳定供给关系到经济发展和社会稳定, 甚至关系到人们日常生活的各个方面。随着电网规模的不断扩大, 发电、输电、变电、配电等各个领域的电网结构日趋复杂, 任何一个阶段存在的隐患都会给电网带来巨大的危害。对此, 本文对基于风险控制理论与风险评估的电力安全管理策略作出研究。

关 键 词 : 风险控制理论; 风险评估; 电力安全管理; 措施分析

Research on power safety management strategy based on risk control theory and risk assessment

Lu Peng, Kong Juntong

State Grid Yinchuan Power Supply Company, Yinchuan, Ningxia 750001

Abstract : Under the background of the continuous expansion of the construction scale of China's electric power network system, the power production capacity has been continuously improved, the coverage of the electric power network has been continuously expanded, and many new requirements have been put forward for the safety management of electric power. In the current society, electricity is the core energy of modern society, and its safe and stable supply is related to economic development and social stability, and even to all aspects of People's Daily life. With the continuous expansion of the scale of the power grid, the power grid structure in various fields such as power generation, transmission, transformation and distribution is becoming increasingly complex, and the hidden dangers existing at any stage will bring great harm to the power grid. In this paper, the power safety management strategy based on risk control theory and risk assessment is studied.

Keywords : risk control theory; risk assessment; power safety management; measure analysis

近几年, 世界各地相继爆发了电网坍塌、变电站火灾、输电线路故障等重大安全事件, 对社会生产和人民生活都产生了极大的冲击。特别是随着国家能源局《电网安全风险管控办法》的制定与实施, 其中提到: “为了有效防范电网大面积停电风险, 要建立以科学防范为导向、流程管理为手段、全过程闭环监管为支撑的电网安全风险管控机制, 保障新型电力系统安全高质量发展”。在此背景下, 构建一套系统化和科学化的安全管理理论和技术手段, 对电网的安全运行进行精确辨识、有效评估和合理调控, 可以有效保障电网的安全运行。风险控制理论为电力安全管理提供了新的理论框架和方法论。通过对电网运行过程中的各种风险因素进行分析, 找出电网运行过程中存在的各种隐患, 并进行相应的风险管理。这一过程不仅涉及到技术层面的考量, 还包括管理、经济和法律等多个方面的综合问题。

一、现有电力安全管理理论的局限性

以往的电力安全管理理论集中在事件后的应对和分析上, 较少考虑风险的预防和预警机制的建立。在动态多变的电网环境下, 传统的“被动应对”方式很难对可能出现的风险进行预测和防范, 严重影响了电网安全管理的时效性和前瞻性。还有就是智能电网、大数据、人工智能等技术的飞速发展, 电网运行管理模式正在发生着巨大的变化。但现有的一些安全管理制度并没有及

时跟进, 无法很好地运用新科技来提高监测预警、风险评估与应急响应能力, 导致电力安全管理方法比较落后^[1]。此外, 已有的电力安全管理理论在跨领域和跨部门的协作方面还存在不足。电力安全管理工作涉及到发电、输电、配电和用电等多个环节, 以及政府监管、企业经营和用户安全等各个方面, 因此, 各部门之间的密切配合是必不可少的。然而, 在实际操作过程中, 行业内部存在着职责模糊和信息共享不及时等问题, 导致部门间协作的有效性不高, 从而降低了安全管理整体效益。

二、分析电力系统运行中的固有风险

（一）设备老化

电气设备中的绝缘材料会逐渐老化，从而降低设备绝缘性能。这不但会引起漏电、短路等故障，而且会引起器件发热，严重时会引起火灾。如在高压输电线中，若绝缘子老化程度严重，将引起短路、接地故障等事故，从而影响电网的稳定运行。而机器零件的损耗也是一种明显的老化现象。电机、轴承和齿轮等机械零件经过长时间的运行，会发生磨损或松动，从而引起运行不稳定，振动加剧，严重时还会产生噪声和损坏。这些故障不但严重降低了设备的使用性能，而且还会危及到周边环境及人身安全。另外，由于设备老化，也会造成控制及防护元件灵敏度降低。在电网正常运行中，各类安全设备及控制设备扮演着极其重要的角色。但是，由于器件的性能退化，其响应时间和精度都会下降，一旦出现问题，就不能进行有效的防护，进而使事故的规模增大，危害更加严重。

（二）自然灾害

在电网的正常运行过程中，不可避免地会受到各种自然灾害的影响，其中包括设备的损坏、供电中断，甚至电网崩溃等严重后果。其中，地震、洪水、台风、雷击是危害电网安全的四大常见自然灾害。地震时，剧烈震动会造成输电线路断裂、变电站设备移动和损坏，从而引起大范围停电事故。洪水会导致变电站及输电线路淹没，损坏设施，严重时还会让电线飘离地面，引发人身安全事故。2017年，我国广东湛江遭遇超强台风“天鸽”袭击，大量电力设施受损，数万用户停电^[2]。雷击可能会直接击中输电线路和变电站，导致设备失效或起火。另外，雷击也会引起电气设备的过压，对电力系统运行的稳定性造成严重影响。

（三）电网结构问题

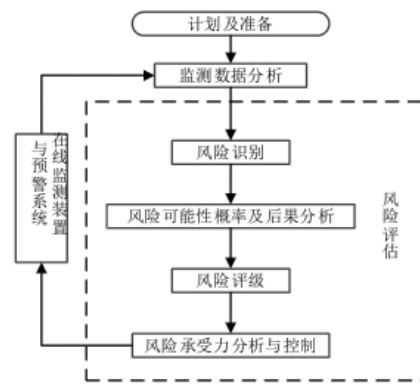
电网结构是否合理，将对电力输送的有效性和安全性产生重要影响。比如，在某些区域，因为历史原因或规划限制，电网布局会比较紧密或零散，造成线路之间的互联程度很低，当一条线路发生故障时，很容易造成大范围的停电事故。另外，在电力系统中，供电节点和负载节点的匹配程度也非常重要。如果电源分布不均匀，则必然会发生远距离的电力传输，这样不但会增大电能损耗，而且还会因线路老化和过载发生事故。另外，电网结构的可扩展性和灵活性也是必须要考虑的因素。我国城镇化的快速发展，市场对电力需求越来越高，这也对电网的扩容改造提出了更高的要求^[3]。但是，现有的电力系统中存在着容量不足、结构灵活性差等问题，严重制约了电力系统的升级和发展。

三、基于风险控制理论与风险评估的电力安全管理策略

（一）基于综合性风险评估方法，识别电力运营中的潜在风险点

首先要构建一个全面的风险识别模型，以风险管控理论和风险评估为基础，结合历史数据，通过对已有的事故案例进行统计

和分析，找出由于设备老化引起的短路、过载等共同的危险因素，并对其进行诊断。通过聘请业内高级管理人员，利用专业经验，为风险识别提供新的视角。而实地考察则是另外一项关键步骤。要做到这一点，必须要有专职的安全主管，通过对生产流程的观察和与生产一线工人进行沟通，及时掌握生产过程中存在的问题和隐患^[4]。在此基础上，进行风险性评估，根据已识别的风险点，进行量化和定性分析，对危险性等级进行划分。例如，采用故障树分析法对复杂系统进行分解，确定引发重大事故的主要原因和发生的可能性。也可以使用安全性评估（SLR）对设备和工艺的安全性进行评估。这些方法有助于管理者理解风险的轻重缓急，以便确定紧急情况下的应对措施，并为其配置相应的资源，如图1：



> 图1：风险评估工作流程

（二）结合国际安全管理标准，构建以风险控制为核心的安全管理体系框架

在建立以风险控制为核心的安全管理体系框架中，必须以ISO 45001等相关的国际安全管理规范为基础，使安全管理体系框架与国际接轨，并与企业实践相结合。从风险辨识、风险评估、风险控制到风险监测等方面进行全面的风险控制。

在风险辨识方面，运用作业安全性分析（JSA）、危险与可操作性（HAZOP）等系统性的技术手段，对电网运行过程中存在的设备故障、人为差错、外部环境变化等多种风险进行综合辨识。通过对风险列表进行周期性的回顾与修订，保证对风险进行及时、准确的辨识。在风险评估方面，通过风险矩阵和安全案例分析等定性和量化手段，对风险进行等级划分，并对风险发生的可能性和产生的冲击进行评估^[5]。这个程序需要对现存的各种管制行动的效果进行评估，这样才能精确地判定所能承受的危险程度。

然后，在风险管控环节，根据风险评估的结论，制订和执行有目标的风险管控对策。包含但不仅局限以下方面：强化装备保养、改进自动化程度，以降低人工干涉；编制突发事件应对方案，提升突发事件处置的水平；加强对员工的安全知识和技术的训练；建设企业安全文化，激励职工积极举报危险源，等等。在考虑成本效益原则的基础上，确保控制措施的经济性和可行性。在风险管控方面，通过安全巡查、事故记录分析、人员反馈等方式，对管控行动的执行情况进行追踪^[6]。针对新出现或者是升级的风险，要及时调整管理措施，实现闭环管理。在此基础上，综合运用大数据分析、物联网等信息技术，提高风险管理的有效性与

精确性。

（三）建立基于数据的决策支持系统，实现风险管理的动态调整

为了建立一种有效的、自适应性强的电力安全管理策略，需要将电网运行中的风险控制理论和风险评估有机地结合起来，着重运用大数据和人工智能等技术，建立基于数据的决策支持系统。该系统不仅能够对电网运行状态、设备运行状态、环境因素和人为作业等多维信息进行收集，还能利用多种算法建模方法，辨识出可能存在的安全隐患和风险趋势，为管理人员提供具有前瞻性的风险预警和对策建议^[7]。

为了保证从变电站到输电线路的每一个阶段都能得到很好的监测和控制。基于物联网（IoT）技术，传感器、智能仪器等终端设备能够将重要信息不断地向云计算或数据中心（如设备温度、负载、绝缘状况等）传输，进行实时分析，以发现是否存在异常或超过安全阈值^[8]。通过大数据分析，系统可以实现对风险的自动化评估，通过机器学习算法对未来某一时间的失效和故障可能性进行预报，同时还可以生成风险热力图，将风险分布和发展趋势显示出来。一旦发现高风险情况，就会启动警报系统，提醒有关人员进行防范^[9]。同时，系统还支持动态调整，即提高巡检频率、应急资源的临时部署等。

（四）强调全员参与，提升员工的风险意识与责任感

企业要从上到下，建立起“防患于未然，安全至上”的风险文化。高层管理者需要用自己的实际行动展示出对安全管理的关注，比如参加安全会议、亲自审查风险评估报告等，鼓励员工主动参与风险管理。定期开展安全教育和培训，包括基本的电力作业安全规范、风险识别技能、应急处理方法等，使每个职工都明白自己在安全管理工作中的职责和角色^[10]。通过案例分析、模拟演习等方式加强培训的互动性与实用性，实现理论与实践的密切联系，如图2：



> 图2：人员安全管理培训

此外，要鼓励员工在日常工作中主动识别潜在的安全风险，通过工作安全性分析（JSA）、危险与可操作性分析（HAZOP）等方法，对已发现的危险因素进行系统评估，判断其风险等级及可能性，从而提出相应的防控对策。企业管理层应该根据员工的反馈，对所发现的问题作出相应的分析，并根据实际情况对安全管理战略作出相应调整。通过 PDCA（计划-执行-检查-行动）循环，不断迭代优化安全管理流程。

四、结束语

综上所述，风险控制理论作为电力安全管理的科学决策依据和方法，通过风险辨识、风险评估及风险管控措施，可以有效地对电力系统各类风险进行防范与管控。因此，管理人员要从多个角度出发不断完善安全管理体系，做好风险控制和风险评估工作，最大限度的降低风险隐患的不利影响。将安全管理工作常态化、有序化、规范化，通过提高安全管理和风险识别整体水平，推动电厂电力生产的稳定有序进行。

参考文献

- [1] 荆俊婷. 风险评估与控制在电力企业安全管理中的应用[J]. 企业改革与管理, 2023,(15):17-18.
- [2] 张雷, 惠超. 风险控制在电力安全生产管理中的应用研究[J]. 江西电力职业技术学院学报, 2022,35(08):9-11.
- [3] 李蓉, 周帆, 贺牧, 等. 风险控制和风险评估背景下电力安全管理的策略探讨[J]. 电力设备管理, 2021,(02):89-91.
- [4] 张蕾琼, 胡宝祥, 金亮亮. 电力系统的安全管理对策分析[J]. 集成电路应用, 2022,39(05):234-235.
- [5] 王跃. 基于风险控制和风险评估的电力安全管理策略[J]. 集成电路应用, 2019,36(10):76-77.
- [6] 张德强. 基于风险控制和风险评估的电力安全管理策略[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(23):3794.
- [7] 王寒玉. 基于风险控制和风险评估的电力安全管理策略[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(13):1561.
- [8] 陈道勇. 风险控制在电力安全生产管理中的应用研究[J]. 中国设备工程, 2021(2):31-32.
- [9] 王晓东. 基于风险控制理论与风险评估的电力安全管理对策研究[J]. 电力系统装备, 2022(5):161-163.
- [10] 毛莉, 毛颖莹. 风险控制和风险评估背景下电力安全管理的策略探讨[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2020(1):1646-1647.