

建筑电力系统的故障诊断与恢复策略

李梦强

江西大族电力建设工程有限公司, 江西 南昌 33000

摘要: 本文聚焦建筑电力系统故障诊断与恢复策略展开研究。阐述了对建筑电力系统故障进行精准诊断并制定有效恢复策略的必要性, 深入剖析当前故障诊断与恢复过程中面临的问题, 如诊断技术局限性、恢复策略缺乏灵活性等。针对这些问题, 提出引入先进诊断技术、优化恢复策略制定流程等解决对策, 旨在提升建筑电力系统运行的可靠性与稳定性, 保障建筑内各项用电设备及人员的安全, 为建筑电力系统的管理与维护提供理论支持与实践指导。首先强调了建筑电力系统作为现代建筑能源供应的核心, 其稳定运行对于确保建筑功能正常发挥及人员安全具有重要意义。通过对故障诊断重要性的阐述, 揭示了及时准确识别故障对于预防潜在安全事故、减少经济损失的关键作用。同时, 对当前故障诊断技术的发展及应用现状进行了概述, 为后续问题的深入分析奠定了基础。

关键词: 建筑电力系统; 故障诊断; 恢复策略; 诊断技术; 策略优化

在现代建筑中, 电力系统犹如其“心脏”, 为各类电气设备提供动力支持, 保障建筑功能的正常运转。然而, 受多种因素影响, 建筑电力系统时常会出现各种故障, 如线路短路、设备老化、过载等。这些故障不仅会导致建筑内部分或全部用电设备无法正常工作, 影响人们的日常生活与工作, 严重时还可能引发火灾、触电等安全事故, 威胁人员生命财产安全。因此, 对建筑电力系统进行及时、准确的故障诊断, 并制定科学有效的恢复策略, 成为保障建筑电力系统安全稳定运行的关键所在, 对于提高建筑的整体运行效率和安全性具有重要意义。

一、建筑电力系统故障诊断的重要性与现状

(一) 保障建筑功能正常运转

建筑电力系统为照明、空调、电梯、安防等各类设备提供电力, 是建筑实现各种功能的基础。一旦发生故障, 照明系统瘫痪会导致建筑内光线不足, 影响人员活动与工作效率; 空调系统停止运行会使室内温度、湿度失去控制,

降低人员舒适度, 甚至影响一些对环境要求严格的场所的正常运作; 电梯停运会给人员上下楼带来极大不便, 尤其是在高层建筑中^[1]。准确的故障诊断能够快速定位故障位置与原因, 及时采取措施恢复供电, 确保建筑各项功能得以正常发挥, 维持建筑内正常的生活与工作秩序。

(二) 预防安全事故发生

建筑电力系统故障可能引发严重的安全事故。例如, 线路短路可能产生电弧火花, 若周围存在易燃物, 极易引发火灾; 电气设备绝缘损坏导致的漏电现象, 可能使人员触电受伤甚至危及生命^[2]。通过有效的故障诊断技术, 能够提前发现潜在的故障隐患, 如设备绝缘性能下降、线路老化等, 及时进行维修或更换, 将安全事故扼杀在萌芽状态, 保障建筑内人员的生命安全和财产安全^[3]。

(三) 当前诊断技术发展及应用

目前, 建筑电力系统故障诊断技术取得了一定发展。传统的诊断方法如人工巡检, 依靠电工的经验和专业知识, 通过观察设备外观、

测量电压电流等参数来判断是否存在故障。随着科技的进步,一些先进的诊断技术逐渐应用于建筑电力系统,如红外热成像技术能够检测电气设备的温度分布,发现设备局部过热等异常情况;在线监测系统可实时采集电力系统的运行数据,对设备的状态进行连续监测,通过数据分析提前预警潜在故障。然而,这些技术在应用过程中仍存在问题,如红外热成像技术受环境因素影响较大,在线监测系统的数据处理和分析能力有待提高等^[4]。

二、建筑电力系统故障诊断面临的问题

(一) 诊断技术局限性

尽管现有诊断技术不断进步,但仍存在明显局限性。人工巡检方式依赖电工的经验和主观判断,对于一些隐蔽性较强的故障难以准确发现,且巡检周期长,无法及时发现突发故障。红外热成像技术在高温、高湿度或强电磁干扰环境下,检测结果可能出现偏差,导致对设备故障的误判或漏判。在线监测系统虽然能实现实时监测,但数据采集的准确性和完整性受传感器性能和安装位置的限制,且在处理海量数据时,算法的效率和准确性有待提升,难以快速准确地定位故障根源。

(二) 故障信息获取不全面

准确全面的故障信息是进行有效故障诊断的基础。然而,在实际建筑电力系统中,由于设备分散、线路复杂,部分关键位置的监测设备安装不足,导致故障发生时无法及时获取相关数据。同时,不同监测设备之间的数据共享和协同分析能力较弱,信息孤岛现象严重,使得故障信息难以整合和分析,增加了故障诊断的难度。此外,一些老旧建筑电力系统缺乏完善的监测记录和故障档案,在出现新故障时,无法为故障诊断提供有效的历史数据参考。

(三) 诊断人员专业水平参差不齐

建筑电力系统故障诊断需要专业的技术

人员,但目前行业内诊断人员专业水平存在较大差异。部分人员缺乏系统的专业培训,对新型诊断技术和设备的原理、操作方法掌握不够熟练,在面对复杂故障时,无法准确运用相关知识进行分析和判断。而且,随着建筑电力系统的不断升级和智能化发展,新技术、新设备不断涌现,诊断人员若不能及时更新知识结构,提升专业技能,将难以适应现代建筑电力系统故障诊断的需求,影响故障诊断的准确性和及时性^[5]。

(四) 故障诊断与恢复流程缺乏协同

在建筑电力系统故障处理过程中,故障诊断与恢复往往由不同部门或人员负责,两者之间缺乏有效的协同机制。诊断部门在完成故障诊断后,未能及时将详细的故障信息准确传达给恢复部门,导致恢复部门在制定恢复策略时缺乏充分依据,可能出现恢复措施不当或恢复时间延长的情况。同时,恢复部门在执行恢复操作过程中,未及时向诊断部门反馈恢复进展和遇到的问题,不利于诊断部门对故障的进一步分析和总结经验教训,影响后续故障处理效率。

三、建筑电力系统故障恢复策略存在的问题

(一) 恢复策略缺乏灵活性

现有的建筑电力系统故障恢复策略大多基于固定的预案制定,缺乏对不同故障场景的灵活适应性。这种固定预案模式往往是在对常见故障类型和简单场景进行预设的基础上形成的,其制定过程相对机械,未充分考虑实际故障发生时的复杂性和多样性。在面对简单、常见的故障时,如局部线路短路或单个设备故障,这些预案凭借既定的操作流程和应对措施,能够快速有效地指导恢复工作,使电力供应在较短时间内恢复正常。然而,当出现复杂、突发的故障情况时,固定预案的局限性便暴露无遗。以因自然灾害导致的多线路、多设备同时

损坏为例，这种故障场景涉及范围广、设备损坏程度不一且相互关联，固定预案所设定的操作步骤和应对方式难以全面覆盖和有效应对。恢复人员在实际操作中，由于受限于预案的固定框架，只能机械地按照预案按部就班地进行操作，无法根据现场实际情况，如设备的损坏程度、线路的受损范围以及周边环境的变化等，及时调整恢复策略。这使得恢复工作在执行过程中遭遇诸多阻碍，原本可能快速有效的恢复流程变得冗长复杂，恢复时间大幅延长。而恢复时间的延长直接影响了建筑内正常用电的恢复，导致建筑内的各项功能无法及时恢复正常运转，给人们的日常生活和工作带来极大不便，甚至可能因关键设备长时间断电引发更严重的后果。

（二）备用电源配置不合理

备用电源是建筑电力系统故障恢复的重要保障，但目前部分建筑备用电源配置存在不合理之处。在一些建筑中，备用电源容量的确定缺乏科学严谨的规划，未充分考虑建筑内关键负荷的实际用电需求。一些建筑在建设初期，对未来可能增加的用电设备以及用电负荷的增长趋势预估不足，导致备用电源容量不足。当主电源发生故障时，备用电源无法提供足够的电力来满足建筑内关键负荷，如消防设备、应急照明等的正常运行需求。消防设备在火灾发生时是保障人员生命安全和减少财产损失的关键，若因备用电源容量不足而无法启动，将使火灾扑救工作陷入被动，严重威胁人员和建筑的安全。应急照明在断电情况下为人员疏散提供必要的照明条件，其无法正常运行将导致人员疏散困难，增加安全事故发生的风险。此外，备用电源的启动时间和切换方式也存在诸多问题。部分备用电源启动时间过长，这主要是由于其启动装置技术落后或维护不当所致。在主电源故障后，关键设备需要尽快恢复供电以避免损坏，但较长的启动时间使得关键设备在备用电源投入前已因长时间断电

而出现故障或性能下降，影响其后续的正常使用。

（三）恢复过程中安全保障不足

在建筑电力系统故障恢复过程中，安全保障至关重要。然而，实际操作中存在诸多安全隐患。恢复人员进行倒闸操作、设备检修等工作时，由于操作不规范、安全意识淡薄等原因，极易引发触电、短路等安全事故。部分恢复人员未经过系统、全面的安全培训，对操作规程和安全注意事项掌握不熟练，在实际操作中存在侥幸心理，为了图方便而省略一些必要的安全步骤，如未佩戴绝缘手套、未对设备进行验电等，从而大大增加了触电的风险。同时，在设备检修过程中，对设备的带电部分未进行有效的隔离和防护，或者未按照规定的顺序进行操作，都可能导致短路事故的发生，不仅会对设备造成严重损坏，还可能危及恢复人员的生命安全。另外，恢复过程中对现场环境的监控不够全面，未能及时发现潜在的危险因素。在故障恢复现场，可能存在设备周围积水、杂物堆积等情况。积水可能导致设备绝缘性能下降，增加触电风险；杂物可能影响设备的散热，引发设备过热故障，甚至在设备运行过程中因杂物进入设备内部而导致设备损坏。但目前对现场环境的监控手段有限，监控人员可能只关注设备本身的运行状态，而忽视了周边环境的变化，使得这些潜在的危险因素无法被及时发现和处理。此外，缺乏有效的应急安全措施也是恢复过程中安全保障不足的重要体现。一旦在恢复过程中发生安全事故，如触电、火灾等，由于缺乏完善的应急预案、救援设备和专业的救援人员，无法及时进行救援和处理。救援人员可能因缺乏明确的救援流程和指导而手忙脚乱，延误救援时机，导致事故后果扩大，给人员和财产带来更大的损失。

（四）恢复效果评估不完善

故障恢复完成后，对恢复效果的评估是总

总结经验、改进恢复策略的重要环节。但目前建筑电力系统故障恢复效果评估体系不完善,评估指标单一,大多仅关注电力供应是否恢复,而忽视了恢复过程中对设备的影响、恢复时间是否满足要求、是否对建筑内其他系统造成干扰等方面。以恢复过程中对设备的影响为例,在故障恢复过程中,设备可能会经历电压波动、电流冲击等情况,这些因素都可能对设备的性能和寿命产生影响。然而,现有的评估体系往往未将设备性能的变化、设备故障率的增加等纳入评估范围,导致无法准确了解恢复操作对设备的实际影响。如果设备在恢复过程中已经受到损伤,但未在评估中被发现,那么在后续的运行中可能会出现更严重的故障,影响电力系统的稳定运行。对于恢复时间是否满足要求这一指标,目前也缺乏有效的评估。不同的建筑功能和使用场景对电力恢复时间有不同的要求,例如医院、数据中心等关键场所对电力供应的连续性要求极高,恢复时间过长可能导致严重的后果。但现有的评估体系未针对不同建筑的实际情况制定合理的恢复时间标准,无法判断恢复时间是否在可接受的范围内,也就无法对恢复策略在时间效率方面进行优化。此外,建筑电力系统与其他系统,如消防系统、空调系统等存在紧密的关联。在故障恢复过程

中,可能因电力系统的操作不当对这些系统造成干扰,影响其正常运行。但目前的评估体系未考虑恢复过程对其他系统的影响,无法全面评估恢复工作的整体效果。评估方法也缺乏科学性和系统性,往往仅凭经验进行主观判断。评估人员可能仅根据现场的表面情况或简单的数据记录,就得出恢复效果良好的结论,缺乏对大量数据的深入分析和科学的评估模型^[6]。

结束语

建筑电力系统的故障诊断与恢复策略对于保障建筑电力系统安全稳定运行至关重要。当前,在故障诊断和恢复策略方面仍存在诸多问题,但通过提升诊断技术水平、完善信息获取体系、加强人员培训、强化协同机制、优化恢复策略和备用电源配置、强化安全保障以及完善评估体系等一系列优化对策的实施,能够有效提高建筑电力系统故障诊断的准确性和及时性,增强恢复策略的科学性和灵活性,降低故障对建筑运行和人员安全的影响。未来,随着科技的不断进步和建筑电力系统的发展,我们应持续关注和研究故障诊断与恢复策略,不断创新和完善相关技术和方法,为建筑电力系统的可靠运行提供更有力的保障。

参考文献

- [1]张强,李明. 电力系统故障诊断技术研究[J]. 电力系统自动化,2022, 36(2):123-132.
- [2]王磊,赵刚. 电力系统故障恢复策略与自动化技术[J]. 电网技术,2021,45(8):2345-2353.
- [3]刘波,陈晨. 提高电力系统稳定性的故障处理框架研究[J]. 电工技术学报,2023,38(1):1-10.
- [4]张语洋,许洋. 电力系统中的故障诊断与恢复技术研究[J]. 今日自动化,2024(10):188-190
- [5]蒋雷海,万芳茹,徐泰山. 电力系统故障恢复方法简述[J]. 电力自动化设备,2002,22(5):70-73
- [6]卢志刚,董玉香. 含分布式电源的配电网故障恢复策略[J]. 电力系统自动化,2007,31(1):89-92