

双电源配电系统切换对实训楼关键负荷连续供电的保障研究

宋光友

四川自力建筑勘测设计有限公司 四川 泸州 646000

【摘要】：双电源配电系统作为保障实训楼关键负荷连续供电的重要手段，其切换的可靠性与稳定性直接影响教学科研及实验设备的安全运行。通过对双电源切换系统的构成、运行原理及关键负荷特点进行分析，提出在切换过程中应优先考虑自动化控制、冗余配置与实时监测，以降低切换延时和供电中断风险。研究表明，合理设计与优化双电源切换策略，不仅能够提升关键负荷供电的安全性、连续性，还能为实训楼综合能源保障提供技术参考。

【关键词】：双电源配电系统；关键负荷；连续供电；实训楼

DOI:10.12417/2705-0998.25.16.007

引言

现代实训楼作为教学与科研的重要场所，往往承载着实验仪器、数据中心及安全系统等关键负荷的运行需求。任何短时供电中断都可能导致实验数据损失、设备故障或教学活动中断，因此供电连续性的要求极为严格。双电源配电系统因具备灵活切换和冗余供电的优势，成为提升关键负荷安全性的核心手段。随着电力自动化水平的提高，其切换过程的响应速度与可靠性成为研究的重点，探索优化切换策略对于保障实训楼稳定运行具有现实意义。

1 实训楼关键负荷连续供电面临的风险与挑战

实训楼作为高等院校和科研机构的重要教学与实验场所，承载着大量精密仪器、数据中心、实验平台以及安全监控系统等关键负荷的持续运行需求。由于这些负荷对于供电的稳定性具有高度依赖性，一旦发生短时停电或电压波动，就可能导致实验数据丢失、设备异常停机，甚至引发高价值科研成果的损毁。随着实训楼内设备自动化程度和信息化水平的不断提高，供电系统在容量配置、电能质量、负荷调度等方面承受的压力也在不断加大。关键负荷对于供电连续性的敏感性使得传统单一电源供电方式难以满足高可靠性要求，供电风险呈现多元化和复杂化的特点。

在城市电网运行中，受上级电源故障、线路拥塞、系统潮流波动及外部突发事件等因素的影响，实训楼供电系统面临的威胁日益突出。电网电压闪变、谐波干扰以及瞬时中断等电能质量问题，会对精密设备和实验平台造成不同程度的冲击，甚至导致部分系统无法恢复正常工作。此外，部分实训楼在设计阶段未充分考虑未来扩容及高并发实验场景的供电需求，导致负荷冗余不足、切换时间过长，关键设备缺乏足够的供电保障。这种情况下，任何一次突发性断电都可能引发系统级安全隐患，严重影响科研与教学的连续性和可靠性。

为了有效降低风险，必须深入分析实训楼关键负荷连续供电过程中潜在的薄弱环节。包括主供电线路可靠性不足、备用电源容量受限、切换装置响应延迟以及负荷优先级配置不合理

等问题，都在不同程度上增加了供电中断的可能性。随着实验设备精度和数据处理能力的提升，供电系统对瞬时切换时间和电压稳定性的要求愈加严格。如果缺乏高效的双电源配电设计与自动化切换控制方案，现有系统将难以满足高可靠性供电需求。对关键负荷供电连续性风险的识别与防护策略优化，成为保障实训楼稳定运行的重要课题。

2 双电源配电系统切换在保障连续供电中的实现路径

双电源配电系统在实训楼关键负荷连续供电中的应用核心在于建立高可靠性的供电通道，并通过科学的切换策略实现电源间的无缝衔接。系统结构通常由主电源、备用电源以及自动转换开关组成，当主电源因故障或检修而中断供电时，备用电源能够在极短的时间内接管关键负荷，实现电能的连续供应。为了满足对电压波动极度敏感的实验仪器需求，切换过程要求具备高速响应能力，并保证相位、电压和频率的一致性，以避免对设备造成冲击。随着自动化技术和智能控制算法的发展，基于 PLC 和微机监控的双电源切换装置得到了广泛应用，其逻辑判断与实时监测功能能够有效提升系统切换的准确性与稳定性。

在保障连续供电的过程中，切换路径不仅依赖于硬件的可靠性，还需要合理的保护配置和负荷分级管理。关键负荷一般采取优先供电的方式，在发生电源转换时通过智能分配实现重要设备的不断电运行。对于实验楼的高性能计算服务器、安全监控系统以及重要实验台，通常配置双路电源输入，结合 UPS 不间断电源系统共同工作，以实现双重保障。这样可以避免在切换过程中出现瞬时断电问题，同时提升电能质量，确保谐波、电压偏移等指标保持在允许范围之内。通过对系统保护装置、断路器和继电器的联动控制，可以有效缩短切换延时，并防止因电源冲突导致的短路或设备损坏，从而形成完善的防御机制。

实现双电源切换的路径还需要结合实训楼的实际运行环境进行优化。对电源切换方案的设计应根据负荷特性进行差异

化设置，例如对要求零中断的核心实验设备采用静态切换技术，而对一般照明与辅助设备则允许短暂延时切换。在此基础上，配电系统可配备实时监控平台，对电源状态、切换次数及设备运行参数进行在线监测和数据记录，从而实现动态优化与预测性维护。通过数字化和智能化手段，双电源配电系统能够在出现电源故障、外部电网波动或内部电气异常时快速做出反应，形成以冗余供电和自动化控制为核心的保障路径，为实训楼关键负荷提供持续、稳定和高质量的电能支撑。

3 提升双电源切换可靠性与关键负荷供电安全性的综合措施

为确保实训楼关键负荷供电的连续性与安全性，采用双回路冗余供电设计是基础。例如，临河区投用的智能双电源自动切换开关采用国际先进的快速逻辑判断技术，可在 0.2 秒内完成主备电源切换，较传统设备效率提升 60%。对于精密实验设备，还可引入静态切换技术（如 STS 静态开关），将切换时间缩短至毫秒级，避免设备因瞬时断电而重启或损坏。在电源输入端配置电能质量治理装置至关重要，例如国网福建电科院研发的分布式光伏变流器，能同步治理谐波和电压不平衡，使谐波含量从 20.04% 降至 4.67%，三相不平衡度从 15% 降至 6%。

设备选型上，高性能断路器、继电器与 UPS 系统的组合可有效弥补切换空档。例如，施耐德万高 WATSG-800 系列双电源开关具备 50kA 短路耐受能力和超 10 万次机械寿命，其机电联锁设计可防止误操作。此外，山东科嘉的 ZX100PSR700W

交直流双供电电源支持交流与直流热备份，切换时间近乎为零，并具备 175~265Vac 宽电压输入范围，适应国内电网波动。

运行维护中，在线监测与预测性维护是关键。安科瑞 APView500 电能质量系统能捕捉 10 毫秒级电压暂降事件，并通过 IRIG-B 对时实现多监测点同步。结合大数据分析，如双活切换管控平台的智能化决策方法，可通过动态惯性权重算法优化切换参数，提升故障响应灵敏度。定期演练与检修也必不可少，例如国网资中供电公司在音乐盛会保电中采用“双电源+多级应急”体系，并通过无人机红外测温、特巡小组排查隐患，确保应急电源 3 分钟内启动。

通过上述多层次措施——从系统冗余设计、电能质量治理、高性能设备选型到智能监测与维护——双电源切换可靠性得以全面提升，为实训楼关键负荷提供持续稳定的电力保障。

4 结语

双电源配电系统在实训楼关键负荷连续供电中的作用愈发重要，其切换的可靠性和供电的安全性直接决定了实验设备和教学活动的稳定运行。通过优化系统设计、完善切换策略、提升设备性能并加强实时监测，可有效降低供电中断风险，确保高精度实验设备和信息系统的持续运行。多层次的技术手段与科学的管理措施相结合，能够构建高效、稳定的供电保障体系，为实训楼的教学科研提供可靠支撑，并为类似高负荷场所的能源安全管理提供有益借鉴。

参考文献：

- [1] 王建国.双电源自动切换系统在供配电中的应用研究[J].电力技术,2021,45(3):112-118.
- [2] 李志强.关键负荷供电系统可靠性分析与优化设计[J].电气工程学报,2020,38(4):256-263.
- [3] 周晓峰.高校实验楼供配电系统双电源切换控制研究[J].高校电气工程,2022,34(2):74-80.