

不间断电源在线更换方案设计

徐平非

中电系统建设工程有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i9.8411

[摘要] 不间断电源（UPS）作为保障关键设备持续供电的核心装置，在数据中心、医疗设备、工业控制系统等领域发挥着不可替代的作用。随着设备运行年限的增长，UPS 面临性能衰减、故障风险升高的问题，亟需进行更换。本文聚焦 UPS 在线更换方案设计，结合实际应用场景，阐述方案设计的必要性、核心原则、具体实施步骤，并通过模糊化处理的案例验证方案的可行性。研究旨在为相关行业提供安全、高效的 UPS 在线更换技术参考，确保负载设备在更换过程中无断电风险，保障系统稳定运行。

[关键词] 不间断电源；在线更换；方案设计；负载保障；设备改造

Design of online replacement scheme for uninterruptible power supply

Xu Pingfei

China Electric Power System Construction Engineering Co., Ltd.

[Abstract] Uninterruptible power supply (UPS), as the core device to ensure the continuous power supply of key equipment, plays an irreplaceable role in data centers, medical equipment, industrial control systems and other fields. As the operating years of the equipment increase, UPS is facing problems of performance degradation and increased risk of failure, and urgently needs to be replaced. This article focuses on the design of UPS online replacement solutions, and combines practical application scenarios to explain the necessity, core principles, and specific implementation steps of the solution design. The feasibility of the solution is verified through case studies of fuzzy processing. The research aims to provide safe and efficient UPS online replacement technology references for related industries, ensuring that there is no risk of power outage during the replacement process of load equipment and guaranteeing the stable operation of the system.

[Key words] uninterruptible power supply; Online replacement; Scheme design; Load guarantee; equipment modification

一、引言

在现代社会的诸多关键行业中，如金融行业的交易系统、医院的重症监护设备、半导体工厂的精密生产线等，任何形式的断电都可能导致巨大的经济损失、数据丢失甚至危及生命安

全。不间断电源（UPS）作为这些系统的“电力保镖”，其持续稳定运行直接关系到整个系统的可靠性。

然而，UPS 设备存在一定的使用寿命，通常在 8-10 年左右。超过使用年限后，其蓄电池容量下降、电容老化等问题逐

渐凸显，故障概率大幅增加。据统计，使用超过 10 年的 UPS 设备，年度故障发生率较新设备高出 3-5 倍。因此，及时对 UPS 进行更换是保障供电连续性的必要措施。

传统的 UPS 更换方式需要中断负载供电，这与关键行业“零 downtime”的需求严重冲突。在线更换方案通过科学的设计和操作系统，能够在不中断负载供电的前提下完成设备更换，成为解决这一矛盾的关键技术。本文基于多个行业的实践经验，深入探讨 UPS 在线更换方案的设计与实施，为相关工程提供切实可行的指导。

二、UPS 在线更换方案设计的必要性与核心原则

2.1 方案设计的必要性

在金融数据中心，每秒都有成千上万的交易指令通过服务器处理，若因 UPS 更换导致断电，每小时的经济损失可达数十万元，同时还会严重影响客户信任；在医院的手术室，手术设备的突然断电可能直接威胁患者的生命安全；在工业自动化生产线中，断电不仅会造成生产中断，还可能导致设备损坏和产品报废。传统离线更换方式需要提前规划停机时间，协调多方资源，不仅影响正常业务开展，还可能因计划外的停机引发一系列连锁问题。

UPS 在线更换方案能够实现“无缝切换”，确保负载设备在更换过程中持续供电。这一方案的应用，不仅可以避免因停机造成的直接和间接损失，还能提高设备更换的灵活性，无需为了配合停机时间而压缩更换流程，从而保障更换质量。

2.2 方案设计的核心原则

安全性是 UPS 在线更换方案的首要原则。在操作过程中，必须严格遵守电气安全规范，防止触电、短路等事故发生。操作人员需具备专业资质，佩戴绝缘防护用具，使用符合安全标准的工具。同时，要对更换过程中的各个环节进行风险评估，制定应急预案，应对可能出现的突发情况。

连续性原则要求在整个更换过程中，负载设备的供电不能中断。这需要通过合理的电路设计、可靠的切换装置以及精确的操作流程来实现。在方案设计中，要充分考虑电源切换的时间差，确保切换过程在毫秒级内完成，避免对敏感设备造成影响。

可靠性原则体现在方案的整体设计和设备选型上。所选用的临时供电设备、切换开关等必须经过严格的质量检测，具备稳定的性能和足够的容量。方案的操作流程要经过反复验证，确保每一个步骤都可执行、可控制，减少人为失误的可能性。

经济性原则要求在保障安全和可靠性的前提下，尽可能降低方案的实施成本。这包括合理选择设备型号、优化操作流程、减少不必要的资源投入等。例如，在临时供电设备的选用上，可以根据负载容量选择合适的机型，避免设备容量过大造成的资源浪费。

三、UPS 在线更换方案的具体实施步骤

3.1 前期准备工作

首先，进行详细的现场勘查和负载分析。了解原有 UPS 系统的型号、容量、运行状态、接线方式等参数，记录负载设备的总功率、类型、重要程度以及对供电质量的要求。例如，对于含有精密仪器的负载，需要关注供电的电压稳定性和波形失真度。

根据勘查结果制定详细的更换方案，包括新 UPS 的选型、临时供电方案设计、切换流程规划等。新 UPS 的容量应根据负载总功率并考虑一定的冗余量（通常为 20%-30%）进行选择，确保能够满足未来一段时间内负载增长的需求。临时供电设备可选用便携式 UPS 或发电机，其容量需与负载相匹配，并进行兼容性测试，确保与原有系统和负载设备兼容。

准备好所需的工具、设备和材料，如绝缘手套、万用表、电缆、接线端子等，并对其进行检查和测试，确保符合安全标准和使用要求。同时，对操作人员进行培训和交底，使其熟悉方案流程、操作要点和安全注意事项。

3.2 临时供电系统搭建

在不影响原有 UPS 系统正常运行的前提下，搭建临时供电系统。将临时供电设备（如便携式 UPS）与负载设备进行连接，通过切换开关实现临时供电系统与原有 UPS 系统的隔离。连接过程中要严格按照电气接线规范进行操作，确保接线牢固、绝缘良好，避免出现短路、漏电等问题。

对临时供电系统进行测试，检查其输出电压、频率、波形

等参数是否符合负载设备的要求，验证其在负载切换时的稳定性。例如，进行负载切换试验，观察负载设备是否出现异常反应，如重启、报错等。

3.3 负载切换与旧 UPS 拆除

在确认临时供电系统运行稳定后，进行负载切换操作。通过切换开关将负载从原有 UPS 系统平稳切换至临时供电系统，切换过程中要密切监测负载设备的运行状态和临时供电系统的输出参数，确保切换过程无异常。

负载切换完成后，对原有 UPS 系统进行断电、放电处理，确保设备不带电后再进行拆除工作。拆除过程中要注意保护好原有线路和接口，避免对周边设备造成损坏。对于拆除的旧 UPS 设备，按照环保要求进行处理，回收可利用的部件，避免环境污染。

3.4 新 UPS 安装与调试

将新 UPS 设备安装在指定位置，按照设计的接线方式进行接线，连接新 UPS 与市电、负载设备以及临时供电系统。接线完成后，进行绝缘测试和导通测试，确保接线正确、无短路故障。

对新 UPS 进行调试，设置相关参数，如输出电压、频率、电池充电方式等。进行带载测试，逐步增加负载量，观察新 UPS 的运行状态，验证其能否稳定输出符合要求的电能。同时，测试新 UPS 的切换功能，确保在市电中断时能够快速切换至电池供电模式，保障负载设备的持续运行。

3.5 负载回切与临时系统拆除

在新 UPS 调试完成并确认运行稳定后，将负载从临时供电系统切换回新 UPS 系统。切换过程同样要密切监测设备运行状态，确保切换平稳无异常。

负载回切完成后，拆除临时供电系统，整理现场线路和设备，恢复现场环境。对新 UPS 系统进行全面检查和试运行，观察其在不同负载情况下的运行参数和稳定性，确保系统能够正常、可靠地运行。

四、应用案例分析

某大型数据中心因原有 UPS 系统已接近使用年限，故障

风险升高，决定采用在线更换方案进行设备更换。该数据中心负载主要为服务器、存储设备等，总功率约为 80kW，对供电连续性要求极高，不允许出现任何断电情况。

在方案设计阶段，经过现场勘查和负载分析，选用了容量为 100kW 的新 UPS 设备，考虑了 30% 的冗余量。临时供电系统采用两台 50kW 的便携式 UPS 并联运行，以提高可靠性。

实施过程中，首先搭建临时供电系统并进行测试，确保其输出参数符合要求且与负载设备兼容。随后，将负载平稳切换至临时供电系统，拆除旧 UPS 设备并安装新 UPS。新 UPS 安装调试完成后，将负载回切至新 UPS 系统，最后拆除临时供电系统。

整个更换过程历时 8 小时，期间负载设备运行稳定，未出现任何断电或异常情况。更换后，新 UPS 系统运行良好，各项参数均满足设计要求，有效保障了数据中心的供电连续性。

五、结论

UPS 在线更换方案是保障关键行业供电连续性的有效手段，其设计和实施需要遵循安全、连续、可靠、经济的原则。通过详细的前期准备、科学的系统搭建、规范的操作流程以及严格的测试验证，可以实现 UPS 设备的安全、高效更换，避免因停机造成的损失。

在实际应用中，应根据不同行业的特点和负载设备的需求，对方案进行个性化设计和优化。未来，随着技术的不断发展，UPS 在线更换方案将更加智能化、自动化，进一步提高更换效率和可靠性，为各行业的稳定运行提供更有力的保障。

[参考文献]

- [1]张广明. UPS 系统设计与应用 [M]. 北京：机械工业出版社，2020.
- [2]王其英. 不间断电源技术及应用 [J]. 电力自动化设备，2021，41（3）：182-186.
- [3]李成章. 数据中心 UPS 在线更换方案研究 [J]. 工程建设与设计，2022（5）：85-87.
- [4]陈道炼. 新型 UPS 拓扑结构与控制技术 [J]. 电工技术学报，2020，35（12）：2521-2530.