

# UPS对系统可用性的影响

## 第 24 号白皮书

版本 3

作者 Neil Rasmussen

### > 摘要

本白皮书旨在介绍供电中断对于交流供电系统可用性和正常运行时间的影响，提供有关实际环境中正常运行时间的量化数据，包括 UPS 对于正常运行时间的影响。

### 目录

[点击内容即可跳转至具体章节](#)

简介	2
交流供电环境	2
设备行为对于正常运行时间的影响	2
UPS对于系统宕机的影响	3
UPS选择指引	4
结论	5
资源	6

## 简介

本白皮书旨在介绍供电中断对于交流供电系统可用性和正常运行时间的影响，提供有关实际环境中正常运行时间的量化数据，包括 UPS 对于正常运行时间的影响。这些数据还涉及断电频率和持续时间的影响、设备的重启行为，以及 UPS 可靠性相关因素等。此外，本白皮书也将列举延长 UPS 运行时间对于提高系统可靠性方面的优势。

目前，对于 IT 系统正常运行时间的要求日益提高，通常会将可靠性目标设定为 99.999%（5 个 9）。然而，众多因素都会成为系统实现这一高标准水平的阻力，交流供电的可靠性便是其中一个不可忽视的障碍。不过，交流供电可靠性和正常运行时间的关系表现得并非特别明显，而且不同地点的交流供电可靠性通常极为不同，也使情况进一步复杂化。

## 交流供电环境

有关交流电可靠性的标准化数据极为有限。不过，在美国进行了两次极为重要的交流电可靠性调查研究，一次是由 ATT 贝尔实验室完成的，另一次是由 IBM 完成的。另外，鉴于施耐德电气已达千万余台 UPS 系统的装机量，并且其中很多 UPS 能够将电源问题记录下来，因此我们在这方面也累积了一定的经验。

交流供电问题大致可分为三大类，分别是：

1. 会导致负载设备临时停止运行的断电或电压过低情况
2. 会导致负载设备临时中止或故障的瞬变电压
3. 会损坏负载设备的瞬变电压

本文主要分析第一类交流供电问题，即断电或电压过低造成的影响。因此，我们的假设前提是 1) 该设备已受到浪涌抑制器或 UPS 正确保护，能够应对瞬变电压，或 2) 因交流供电问题而造成的实际宕机时间将比本文所述时间更长。

美国调查数据与施耐德电气多年积累的丰富经验相一致，要点如下：

1. 在普通地点，每年造成 IT 系统故障的平均断电次数大约为 15 次。
2. 90%的断电时长不超过 5 分钟。
3. 99%的断电时长不超过 1 小时。
4. 断电累计总时长大约为每年 100 分钟。

以上信息因地而异，在美国部分地区，如佛罗里达州（这一地区经常发生雷电现象），断电率要高出一个数量级。某些建筑物问题也会将断电率推高，甚至高达三个数量级。这些数据也能够体现日本和西欧的状况。根据这些信息，美国地区交流供电正常运行时间在 99.980%左右，每年的宕机时间大约在 100 分钟。而要实现 99.999%的正常运行时间目标，意味着每年宕机时间仅能控制在 4.8 分钟，因此实现这一目标的困难之处也是实实在在的。

## 设备行为对于正常运行时间的影响

设备应对断电的方式会大大延长实际宕机时间。在发生交流电断电时，设备一般会有以下三类应对方式：

1. 在电力恢复后立即重启
2. 在一定延时后自动重启
3. 手动重启（人工干预）

如果选择手动重启，那么根据人员对于设备的服务水平的不同，会出现延迟。服务水平通常有以下三个级别：

1. 有人值守：1 小时响应
2. 电话告警：4 小时响应
3. 无人值守：24 小时响应

考虑到这些因素，交流供电问题而造成的设备宕机会变得非常严重，如下表所示。

表 1

设备行为对于系统宕机的影响：交流市电

	有人值守	电话告警	无人值守
立即重启	113 分钟	113 分钟	113 分钟
自动重启（5 分钟内）	189 分钟	189 分钟	189 分钟
手动重启	1085 分钟	3812 分钟	21992 分钟

## UPS 对于系统宕机的影响

在增加使用 UPS 后，会出现另外三种对系统宕机造成影响的情况，它们是：

1. 如果断电时间短于 UPS 运行时间，可由 UPS 正常供电，消除了断电对系统的影响
2. 如果断电时间长于 UPS 运行时间，延缓了断电给系统带来的影响
3. UPS 本身有可能发生故障，造成断电

很明显，UPS 的优势在于减少断电事件。当所安装的 UPS 不考虑设备运行或服务水平时，断电发生的次数就减少了，如下表所示（PA= N+1 容错型 UPS，如施耐德电气旗下 APC Symmetra Power Array）：

表 2

UPS 系统对于断电事故数量的影响

	交流市电	UPS 带 5 分钟后备电池	UPS 带 1 小时后备电池	UPS 配合发电机	N+1 UPS 配合发电机
立即重启	15	1	.15	0.01	0.001
自动重启（5 分钟内）	15	1	.15	0.01	0.001
手动重启	15	1	.15	0.01	0.001

考虑所有因素，可以看出，添加 UPS 后，宕机时间会大幅缩短，但缩短幅度会在很大程度上受到提供给设备的服务水平和设备运行的影响。如以下三个表格所示：

表 3

UPS 系统对于系统宕机的影响：  
有人值守服务水平

	交流市电	UPS 带 5 分钟后备电池	UPS 带 1 小时后备电池	UPS 配合发电机	N+1 UPS 配合发电机
立即重启	113 分钟	100 分钟	10 分钟	1 分钟	0.1 分钟
自动重启 - 5 分钟	189 分钟	109 分钟	10 分钟	1 分钟	0.1 分钟
手动重启	1085 分钟	208 分钟	20 分钟	1 分钟	0.1 分钟

表 4

UPS 系统对于系统宕机的影响：  
电话告警服务水平

	交流市电	UPS 带 5 分钟后备电池	UPS 带 1 小时后备电池	UPS 配合发电机	N+1 UPS 配合发电机
立即重启	113 分钟	101 分钟	11 分钟	2 分钟	0.2 分钟
自动重启 - 5 分钟	189 分钟	110 分钟	12 分钟	2 分钟	0.2 分钟
手动重启	3812 分钟	509 分钟	51 分钟	5 分钟	0.5 分钟

表 5

UPS 系统对于系统宕机的影响：  
无人值守服务水平

	交流市电	UPS 带 5 分钟后备电池	UPS 带 1 小时后备电池	UPS 配备发电机	N+1 UPS 配合发电机
立即重启	113 分钟	114 分钟	23 分钟	14 分钟	1.4 分钟
自动重启 - 5 分钟	189 分钟	122 分钟	24 分钟	14 分钟	1.4 分钟
手动重启	21992 分钟	2513 分钟	255 分钟	29 分钟	2.9 分钟

## UPS 选择指引

根据以上数据，可以总结出一系列有关如何选择 UPS 来缩短宕机时间的普遍准则。

1. 一台 UPS 有可能只是稍微缩短宕机时间，也有可能将宕机时间缩短三个数量级，具体取决于所选的 UPS 类型、设备运行和服务水平。
2. 如果从原本使用可运行 5 分钟的 UPS 改用可运行 1 小时的 UPS，宕机率一般能降低一个数量级。
3. 为实现 99.999% 正常运行时间的目标，需要部署可运行时间在 1 小时以上的 UPS 或 UPS 配备发电机。
4. 在无人值守地点，需要部署一个容错型(N+1) 冗余 UPS 和一个发电机，才能实现 99.999% 正常运行时间的目标。
5. 安装 UPS 后，需要手动重启的系统在延长正常运行时间方面受益最大。

## 结论

断电是阻碍实现 99.999% 正常运行时间目标（每年宕机时间仅为 4.8 分钟）的一个主要障碍。对于系统需要手动重启的远程地点来说，其宕机时间将达到 4.8 分钟的 4000 倍，而就普通公司部署的 IT 系统而言，其宕机时间则可能为 4.8 分钟的 23 倍。UPS 能大幅延长正常运行时间，但如果希望实现 99.999% 的可靠性目标，可能需要部署更长时间运行的 UPS 或带发电机的 UPS。

本文未涉及除断电外其它交流供电干扰对于正常运行时间的影响；电压过高和瞬变电压问题也会造成宕机次数增加，影响系统性能，因此也需要对它们进行预防。而使用 UPS 也有助于消除此类问题，所以 UPS 为用户带来的获益远不止本文中介绍的优势。



### 关于作者

**Neil Rasmussen** 是施耐德电气旗下 IT 事业部—APC 的高级创新副总裁。他负责为全球最大的用于关键网络设备（电源、制冷和机柜等基础设施）科技方面的研发预算提供决策指导。

Neil 拥有与高密度数据中心电源和制冷基础设施相关的 25 项专利，并且出版了电源和制冷系统方面的 50 多份白皮书，其中大多白皮书均以十几种语言印刷出版。近期出版的白皮书所关注的重点是如何提高能效。他是全球高效数据中心领域闻名遐迩的专家。Neil 目前正投身于推动高效、高密度、可扩展数据中心解决方案专项领域的发展，同时还担任 APC 英飞系统的首席设计师。

1981 年创建 APC 前，Neil 在麻省理工学院获得学士和硕士学位，并完成关于 200MW 电源托克马克聚变反应堆的论文。1979 年至 1981 年，他就职于麻省理工学院林肯实验室，从事飞轮能量储备系统和太阳能电力系统方面的研究。



## 资源

点击图标打开相应  
参考资源链接



浏览所有白皮书  
[whitepapers.apc.com](http://whitepapers.apc.com)



浏览所有 TradeOff Tools™ 权衡工具  
[tools.apc.com](http://tools.apc.com)

## 参考文献

1. Allen and Segall, *Monitoring of Computer Installations for Power Line Disturbances*, IBM, IEEE PES Winter conference, 1974.  
(A study conducted from 1969 to 1970 using 38 monitor-months of data)
2. Goldstein and Speranza, *The Quality of US Commercial AC Power*, ATT Bell Labs, Intellec conference, 1982  
(A study conducted from 1977 to 1979 at 24 sites around the US)
3. Martzloff, *Power Quality Site Surveys: Facts, Fiction, and Fallacies*, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol 24, No 6



## 联系我们

关于本白皮书内容的反馈和建议请联系：

数据中心科研中心  
[DCSC@Schneider-Electric.com](mailto:DCSC@Schneider-Electric.com)

如果您作为我们的客户需要咨询数据中心项目相关信息：

请与所在地区或行业的 **施耐德电气** 销售代表联系，或登陆：  
[www.apc.com/support/contact/index.cfm](http://www.apc.com/support/contact/index.cfm)