

# 不同类型的UPS系统

## 第1号白皮书

版本 7

作者 Neil Rasmussen

### > 摘要

市场上目前充斥着各种不同类型的 UPS 系统，其特性也各不相同。本文对于每种 UPS 类型给出了定义，探讨了每种系统的实际应用，并列出了各种系统的优缺点。借助于这些信息，您可以做出明智的决策，选择适合自己需要的 UPS 拓扑结构。

### 目录

*点击内容即可跳转至具体章节*

简介	2
UPS 类型	2
UPS 类型总结	6
各种类型 UPS 的工业应用	7
结论	8
资源	9

## 简介

市场上具有不同类型的 UPS，其特性也千差万别，这就给数据中心行业造成了极大的混乱。例如，目前人们普遍认为只有两种类型的 UPS 系统，即后备式 UPS 和在线式 UPS。这两个常用术语并不能正确地描述现有的各种 UPS 系统。在正确地了解不同类型的 UPS 拓扑结构后，就可以消除有关 UPS 系统的众多错误观点。UPS 拓扑结构指的是 UPS 设计的基本特征。通常，不同厂商生产的机型在设计或拓扑结构上大同小异，但在性能特性方面却相差巨大。

本文考察了常用的设计方法，并简要介绍了每种拓扑结构的工作原理。这些信息将有助于您正确地识别和比较不同的系统。

## UPS 类型

目前有多种方法来设计 UPS 系统，不同方法设计的 UPS 有截然不同的性能特点。最常用的设计方案如下所示：

- 后备式
- 在线互动式
- 后备式-铁磁共振式
- 双转换在线式
- Delta 转换在线式

### 后备式 UPS

后备式 UPS 是用于个人计算机的最常见的类型。在图 1 所示的结构图中，转换开关设置为选择滤波后的交流输入作为主电源（图中实线路径），一旦主电源出现故障，就会切换到电池/逆变器作为备用电源。一旦发生这种情况，转换开关必须进行的操作，将负载切换到电池/逆变器备用电源上（图中虚线路径）。逆变器只在电源出现故障时才启动，因此称作“后备式”。这种设计的主要优点是效率高、尺寸小和成本低。如果采用适宜的滤波电路和浪涌保护电路，这些系统还可以提供适当的噪声过滤和浪涌抑制功能。

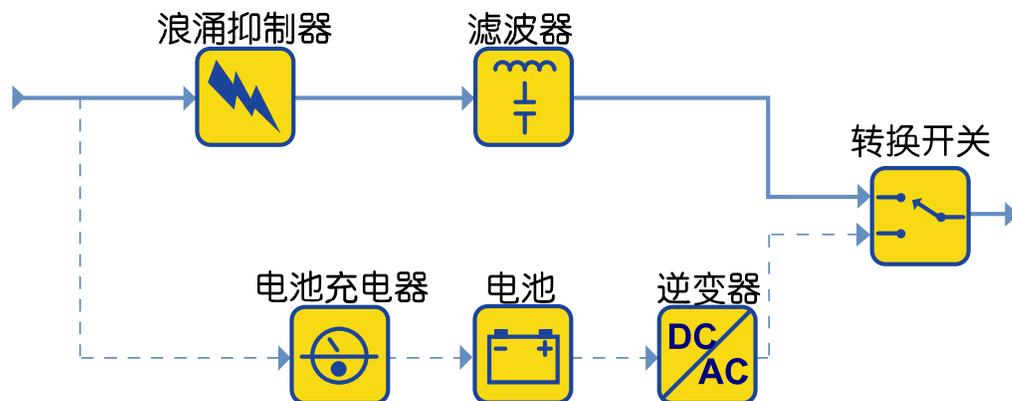


图 1

后备式 UPS

### 在线互动式 UPS

图 2 所示的在线互动式 UPS 是用于小企业、网站、部门服务器的最常见的设计。在此设计方案中，电池到交流电源的转换器（逆变器）始终连接到 UPS 的输出端。如果在输入交流电源正常时反向操作逆变器，就会给电池充电。

一旦输入电源出现故障，转换开关就会打开，并通过电池向 UPS 输出端供电。与后备式 UPS 拓扑结构相比，由于逆变器始终打开且与输出端保持连接，这种设计进一步增强了滤波效果，并降低了转换瞬态过电压。

另外，在线互动式设计通常会加入一个分接头转换变压器。这样，当输入电压发生变化时，通过调整变压器分接头可以更好地调节电压。在电压较低的情况下，电压调节是一项重要功能，否则 UPS 将转换到电池并最终无法供电。由于这种情况而频繁地使用电池可能会导致电池过早损坏。然而，也可以按如下方式设计逆变器，即当它出现故障时，仍然允许电源从交流输入流向输出，这样就消除了发生单点故障的可能性，并有效地提供两条独立的电源路径。这种 UPS 设计方案具有效率高、体积小、成本低和可靠性高的特点，并可校正过低或过高的市电电压，因此在功率范围 0.5-5kVA 的应用领域中占绝对优势

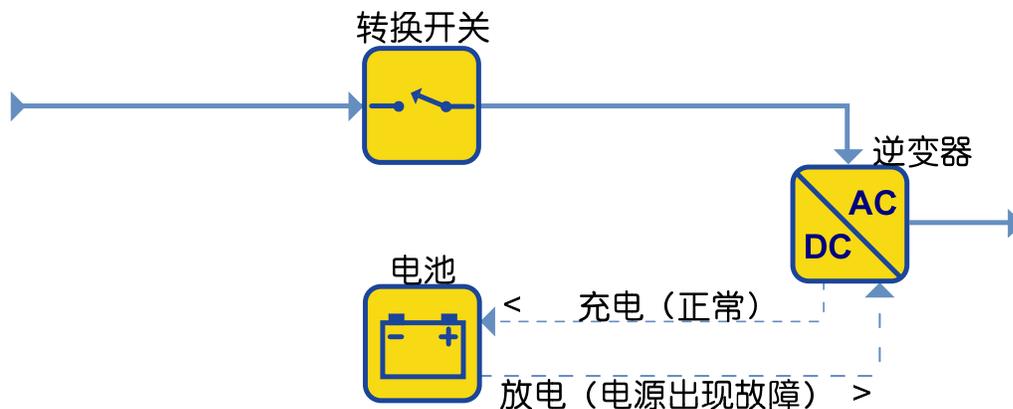


图 2

在线互动式 UPS

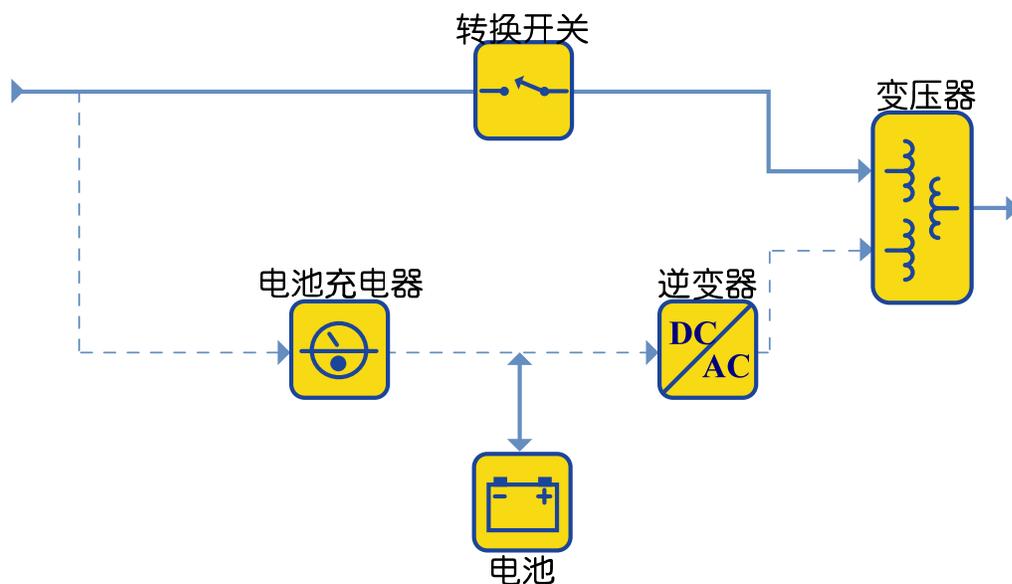
### 后备式-铁磁共振式 UPS

后备式-铁磁共振式 UPS 曾经是功率范围 3-15 kVA 的应用领域中使用最广泛的 UPS 类型。此设计依赖于一个特殊的饱和变压器，该变压器具有三个线圈（电源连接）。主电源路径通过交流输入电源、转换开关和变压器，最后连接输出端。当电源出现故障时，转换开关将打开，逆变器输出将向负载供电。

铁磁共振设计方案中，逆变器处于后备式模式，当输入电源出现故障且转换开关打开时，逆变器才被激活。这种变压器具有特殊的“铁磁共振”功能，它能够提供有限的电压调节和输出波形“修整”功能。铁磁共振变压器提供的对交流电源瞬态过电压的保护与任何滤波器一样，甚至更好。但铁磁共振变压器本身会产生严重的输出电压失真和瞬态过电压，这可能造成比交流电源连接不当更严重的后果。即使这种 UPS 被设计为后备式 UPS，铁磁共振变压器也会由于其本身的低效率而产生大量的热量。另外，这些变压器比常规的隔离变压器体积大，因此后备式-铁磁共振式 UPS 通常非常庞大和笨重。

后备式-铁磁共振式 UPS 系统常被视为在线装置，即使该类设备具有转换开关，逆变器在后备式模式下工作，并且在交流电源出现故障时表现出了转换特征。图 3 说明了后备式-铁磁共振拓扑结构。

图 3  
后备式-铁磁共振UPS



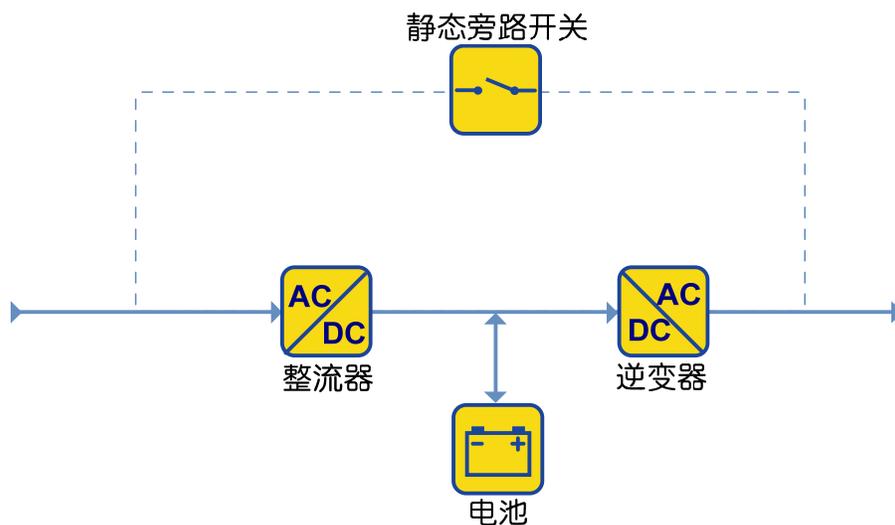
高可靠性和极好的线路滤波功能是这种设计的优势。但是，这种设计的效率非常低，而且与某些发电机和新型的带功率因数校正的计算机一起使用时，还存在不稳定的问题，因此导致这种设计的普及性大大降低。

后备式-铁磁共振式 UPS 系统不再普遍使用的主要原因是承载现代计算机电源负载时，这种系统很不稳定。所有大型服务器和路由器均使用“功率因数校正”电源，这类电源从市电中只获取正弦电流（非常类似于白炽灯泡）。获取这种平稳电流是通过电容器（“获得”适用电压的设备）实现的，铁磁共振 UPS 系统采用重型的铁芯变压器，这些变压器具有电感式特性，即电流“滞后于”电压。这两种装置组合起来就形成了“储能”电路。储能电路中的共振可能会产生高电流，而这种电流会危及所连接的负载的安全。

### 双转换在线式 UPS

这是 10kVA 以上功率范围的电源最常用的 UPS 类型。在图 4 所示的双转换在线式 UPS 的结构图中，除了主电源路径是逆变器（而非交流主电源）外，其余与后备式设计相同。

图 4  
双转换在线式UPS



在双转换在线式设计中，输入交流电发生故障并不会激活转换开关，因为输入交流电一直在给备用电池充电，而由备用电池向输出逆变器供电。所以，在输入交流电源出现故障时，无需时间进行在线运行状态转换。在这一设计中，整流器和逆变器将转换全部的负载功率。

这种 UPS 提供了非常理想的供电输出性能。但功率部件的持续工作，与其它设计方案相比，其降低了可靠性。此外，大型电池充电器获得的输入电源通常是非线性的，可能对建筑供电系统产生干扰或导致备用发电机发生故。

### Delta 转换在线式 UPS

图 5 所示的 UPS 设计是一种较新的设计，这种十年前引入的技术，它克服了双转换在线式设计的缺点，适用于功率范围 5kVA 到 1.6MW 的应用领域。与双转换在线式设计相似，Delta 转换在线式 UPS 始终由逆变器提供负载电压。然而，附加的 Delta 转换器也向逆变器输出供电。在交流电源出现故障或受到干扰的情况下，这种设计所表现出的行为与双转换在线式设计完全相同。

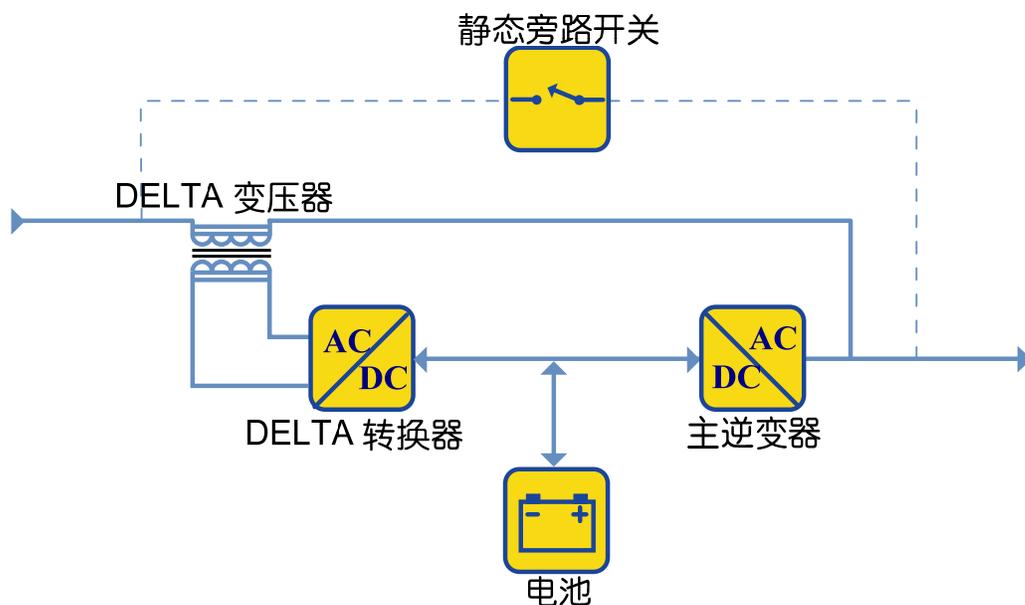


图 5  
Delta 转换在线式 UPS

了解 Delta 转换拓扑结构能量效率的一种简单方法是考察从大楼的第 4 层向第 5 层运送包裹时所需的能量，如图 6 所示。Delta 转换技术运送包裹所经过的路程只是起点与终点之间的差异量 (Delta)，因而大大节省了能量。双转换在线式 UPS 将交流电源转换为直流，然后又从直流电能转换为交流；而 Delta 转换器将功率差值从输入移到输出。

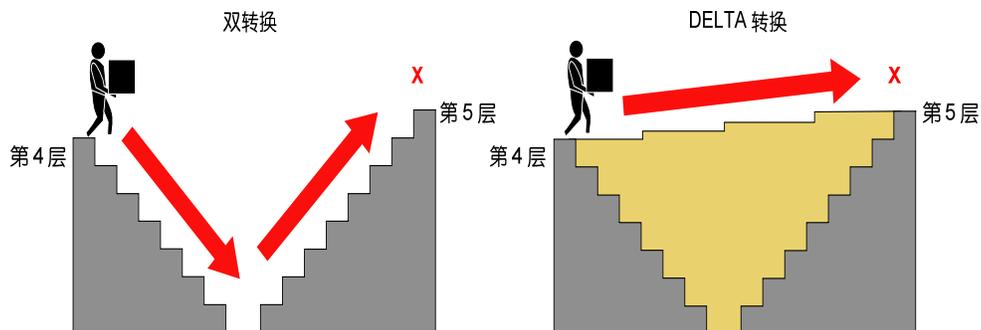


图 6  
双转换与 Delta 转换对比

在 Delta 转换在线式设计中，Delta 转换器具有双重作用。第一个作用是控制输入电力特性。运行时，它的输入端获取的电力呈正弦波形，从而最大程度地减少反馈到市电上的谐波。这就确保了市电和发电机系统的兼容性，同时减少了配电系统中的发热和系统损耗。Delta 转换器的第二个作用是控制输入电流来为电池系统充电提供控制。

Delta 转换在线式 UPS 提供了与双转换在线式设计完全相同的输出特性。然而，这两种设计的输入特性通常并不相同。Delta 转换在线式设计提供了动态控制的、功率因数校正的输入，而不会出现传统解决方案低效利用滤波器组的问题。它最大的优点是能量损失大为降低。此外，输入功率控制功能也使得 UPS 能够与所有发电机组兼容，从而减少对线缆和发电机的超选型。Delta 转换在线式技术是目前唯一一种受专利保护的核心 UPS 技术，因此大量的 UPS 供应商还无法应用该技术。

在稳定的状态下，与双转换设计相比，Delta 转换器使得 UPS 能够以高得多的效率向负载供电。

## UPS 类型总结

下表介绍了不同 UPS 类型的部分特征。UPS 的某些特性（如效率）是由您选择的 UPS 类型决定的。由于技术应用和生产质量对于例等特性影响更大，如可靠性，因此，除了考虑这些设计特性之外，还必须对以下因素进行评估。

	适用电源 功率范围 (kVA)	电压调节 功能	单位功率 成本 /VA	效率	逆变器 是否 始终运行
后备式	0-0.5	低	低	非常高	否
在线互动式	0.5-5	依赖于设计	中	非常高	依赖于设计
后备式-铁磁共振式	3-15	高	高	低-中	否
双转换在线式	5-5000	高	中	低-中	是
Delta 转换在线式	5-5000	高	中	高	是

表 1

UPS 特性

## 各种类型 UPS 的工业应用

### 资源链接 第 98 号白皮书

隔离变压器在数据中心  
UPS 系统中的作用

### 资源链接 第 157 号白皮书

Eco 模式：UPS 节能运行  
模式的收益和风险

随着时间的推移，目前业内的 UPS 产品逐渐包括上述各种类型的设计。不同 UPS 类型具有不同的特性，这使得它们能够适用于不同的应用领域。施耐德电气旗下 APC 的产品系列反映了这种多样性，如表 2 所示。能效也是 UPS 设计方案中的一个重要考量因素。举例来说，当前大多数 UPS 系统不再像以往的设计一样采用内置变压器设计。这种变化使 UPS 的效率升高，重量和体积下降，而且所需要的原材料也大大降低。UPS 的节能运行模式也可以改善能效，但是需要权衡成本和收益之间利弊。了解更多关于这两方面的知识，请参阅第 98 号白皮书《隔离变压器在数据中心 UPS 系统中的作用》和第 157 号白皮书《Eco 模式：UPS 节能运行模式的收益和风险》。

表 2  
UPS 架构特性

商用产品	优点	局限性	APC 分析结论
后备式 APC Back-UPS Tripp-Lite Internet Office	成本低、效率高、体积小	停电期间使用电池，不适用于超过 2kVA 的情况	个人工作站的最佳选择
在线互动式 APC Smart-UPS Powerware 5125	可靠性高、效率高、电压调节性能良好	不适用于超过 5kVA 的情况	由于可靠性高，因此是目前最通用的 UPS 类型，也是机柜服务器或分布式服务器和/或对电源要求苛刻的环境的理想之选
后备式-铁磁共振 可用商用产品非常有限	极佳的电压调节性能，可靠性高	效率低，与某些负载和发电机一起使用时不稳定	应用领域有限，因为效率低，且不稳定，但 N+1 在线式设计提供了更高的可靠性
双转换在线式 APC Smart-UPS On-Line APC Smart-UPS VT APC Symmetra <sup>1</sup> MGE Galaxy MGE EPS Liebert NX	极佳的电压调节性能，易于并联	效率低，5kVA 以下成本较高	非常适用于 N+1 设计
Delta 转换在线式 APC Symmetra Megawatt	极佳的电压调节性能，效率高	不适用于 5kVA 以下的情况	高效率大大降低了大型装置整个生命周期中的能耗成本

<sup>1</sup> 除 Symmetra MW 之外的所有型号的 Symmetra UPS 都是双转换在线式 UPS，而 Symmetra MW 是 Delta 转换在线式 UPS

## 结论

不同类型的 UPS 适合不同的用途，没有一种类型的 UPS 适合所有的应用领域。本文的目的是比较目前市场上不同 UPS 拓扑结构的优点和缺点。

UPS 设计方面的重大差异针对不同目标提供了理论上和实际应用方面的优势。而且，基本的设计实施质量和制造质量对于客户在实际应用中所获得的最终性能起着决定性作用。

### 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 19 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。



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)



## 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)