

# 在线式 UPS 设计与在线互动式 UPS 设计的技术比较

## 第 79 号白皮书

版本 1

作者 Jeffrey Samstad

### > 摘要

低于 5000VA 的 UPS 系统均采用下面两种基本设计方案：在线互动式和双转换在线式。本白皮书将介绍各种拓扑结构的优缺点，并着重陈述人们在实际应用需求方面的一些常见误区。

### 目录

*点击内容即可跳转至具体章节*

简介	2
了解您的应用环境	2
了解您可以选择的 UPS 方案	5
比较总结	9
结论	10
资源	11

## 简介

用于判别购买哪种 UPS 的绝大多数因素都很直观也容易理解：比如电池备用时间、成本、尺寸、制造商、输出插座数量、可管理性等等。但是，还有一些不很直观的因素不太容易理解。其中最不容易理解的、也是目前讨论最多的一个因素是**拓扑结构**。UPS 的拓扑结构（内部设计）影响着 UPS 在各种环境中的工作方式。

由于存在一些言论宣称某些拓扑结构性能出众对于任务关键应用来说绝对必不可少，因此会对选择正确的拓扑结构造成误导。因为这些言论通常来自于制造商，以便推销它们所宣称的“性能出众”的拓扑结构，所以很难单独根据这样的声明来作出明智的决策。发布本白皮书的目的就是为了客观地说明以下两种最为常见的拓扑结构的优缺点：**在线互动式**和**双转换在线式**。

在功率范围的高端和低端，很少有人争论这两种拓扑结构的优缺点。<sup>1</sup>高于 5000VA 时，由于其较大规模和较高成本，在线互动式从经验来看是不切实际的。在低端（低于 750VA），由于其他拓扑结构（包括在线互动式）对于较小负载更加实用，双转换在线很少被考虑。

关于双转换在线与在线互动式拓扑结构的争论通常集中在 750VA 到 5000VA 功率范围内。在此范围内，每种拓扑结构相对于另外一种拓扑结构而言在功能和经济性方面并不具有突出优势，要根据具体安装情况进行分析。虽然在线互动式已经成为此功率范围内生产数量最多、部署最广泛的拓扑结构，但随着半导体技术和制造技术的发展，双转换在线式 UPS 的价格已大幅下降，相对于在线互动式的价格劣势已不明显，这就使得在两者之间做出选择要比过去困难得多。要在这种“交叠”的局面中选择最佳的拓扑结构就需要对每一种拓扑结构进行综合评定。

## 了解您的应用环境

在做出关于 UPS 拓扑结构的任何决定之前，了解被保护设备的要求以及 UPS 将要安装的环境至关重要。在得出哪种 UPS 拓扑结构能更好地满足应用要求的明智结论之前，了解这些基本要求是必不可少的。

### IT 设备和 AC 电源：开关式电源 (SMPS)

电力通常以交流电 (AC) 形式传输，无论市电还是备用发电机。AC 电压在正负之间变换（理想状态为完美的正弦波），每个周期通过两次零电压。虽然肉眼可能注意不到，但是在电压穿过零点转变极性时，连接到市电的灯泡实际上会每秒闪烁 100 或 120 次（分别针对于 50 或 60 周波的交流电）。

IT 设备是如何使用交流电为其处理电路提供电源的？在线路电压转变极性时它是否同样会每秒“关闭”100 次（或更多）呢？很明显，此处存在一个 IT 设备必须解决的问题。实际上所有现代 IT 设备解决此问题的方法都是利用**开关式电源 (SMPS)**。<sup>2</sup> SMPS 首先将包含所有非理想状态因素（电压尖峰脉冲、失真、频率变化等等）的 AC 电压转换为平稳的 DC（直流）电压。这个过程会对能量存储元件（称为电容）进行充电，电容位于 AC 输入和其他电源组件之间。该电容在正弦波到达或接近其峰值（正峰值和负峰值）时由 AC 输入进行充电（每个 AC 周波有两次脉冲），并且会在下游 IT 处理电路要求的任意值进行放电。在电容的整个设计生命周期中，它都是在吸收这些正常 AC 脉冲以及异常电压尖峰脉冲。因此，与闪烁的灯泡不同，IT 设备运行在稳定的 DC 上，而不是运行在城市电网中脉冲式的 AC 上。

讨论还远没有结束。微电子电路需要非常低的 DC 电压（3.3V, 5V, 12V 等），但是通过刚才提到的电容的电压高达 400V。SMPS 还会将这种高电压 DC 精密转换为低电压 DC 输出。

在此降压过程中，SMPS 会执行另一项重要的功能：**提供电流隔离**。电流隔离是将电路物理隔离，以便实现两个目的。首要目的是安全 - 防止触电。第二个目的是防止设备受损，或防止由共模

<sup>1</sup> 对于非常高的功率（200,000VA 和更高），焦点在于**双转换在线**与**Delta 转换在线**的不同争论。请参阅第 1 号白皮书“不同类型的 UPS 系统”，了解这两种在线拓扑结构的比较。

<sup>2</sup> “开关模式”是指电源内部电路的功能，与本讨论无关。

资源链接  
第 9 号白皮书  
计算机的共模干扰

资源链接  
第 21 号白皮书  
零线的事实和神话

(接地) 电压或噪音所导致的故障。有关接地和共模电压的信息, 请参阅第 9 号白皮书《计算机的共模干扰》和第 21 号白皮书《零线的事实和神话》。

图 1 说明了一套由 UPS 保护的 IT 设备 (本示例中为一台服务器)。同时展示了该服务器的内部组件 (包括 SMPS)。

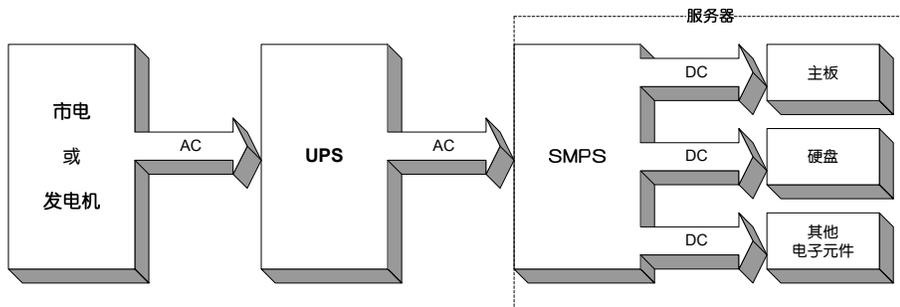


图 1  
典型的 UPS 应用: UPS 和服务器

SMPS 使 AC 输入正弦波峰值之间的电压过渡变得平缓, 并以同样的方式使 AC 供电异常和短暂中断时的电压变化变得平缓。这是一项对 IT 设备制造商非常重要的功能, 因为制造商不希望其设备不能正常运行仅仅是因为非常细微的 AC 异常。如果电源的质量或性能使其不能经受微小的 AC 线路异常, IT 设备制造商就等于拿自己的声誉来冒险。对于更高级别的网络和计算设备更是如此, 因此这种设备通常内置有更高质量的电源。

为了说明这种承受能力, 通常将计算机电源连接大容量负载, 然后断开 AC 输入。监控电源的输出以确定在没有 AC 输入后可接受的输出电压可以继续提供多长时间。结果如图 2 所示。显示的波形分别是电源的输入电压、输入电流和 DC 输出电压。

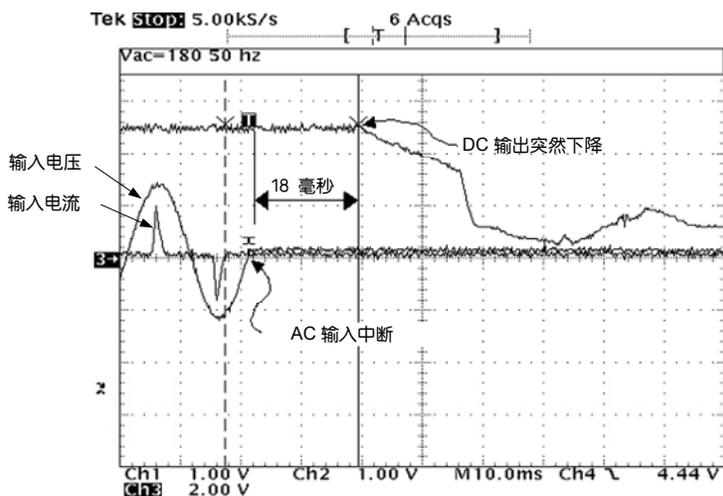


图 2  
电源承受能力曲线

断开 AC 后, 承担大容量负载的计算机电源输出突然下降, 但这发生在一段关键的延迟时间之后。

在断开输入电压之前, 图 2 中左侧的输入电压是正弦波。输入电流 (平滑电压曲线下的尖峰脉冲轨迹) 由输入电压正向峰值处的短脉冲和负向峰值处的另一短脉冲组成。只有在这些电流脉冲期

间，SMPS 的电容才会进行充电。其余时间，电容会为处理电路供电。<sup>3</sup> 图 2 中的上部轨迹是 SMPS 输出的 DC 电压。请注意，输出电压还会在 AC 输入断开后的 18 毫秒内保持精确调控状态。施耐德电气已经对不同计算机和其他 IT 设备制造商的各种电源进行了测试，所得结果类似。电源连接小容量负载时，由于电容放电较慢，承受时间将会长得多。

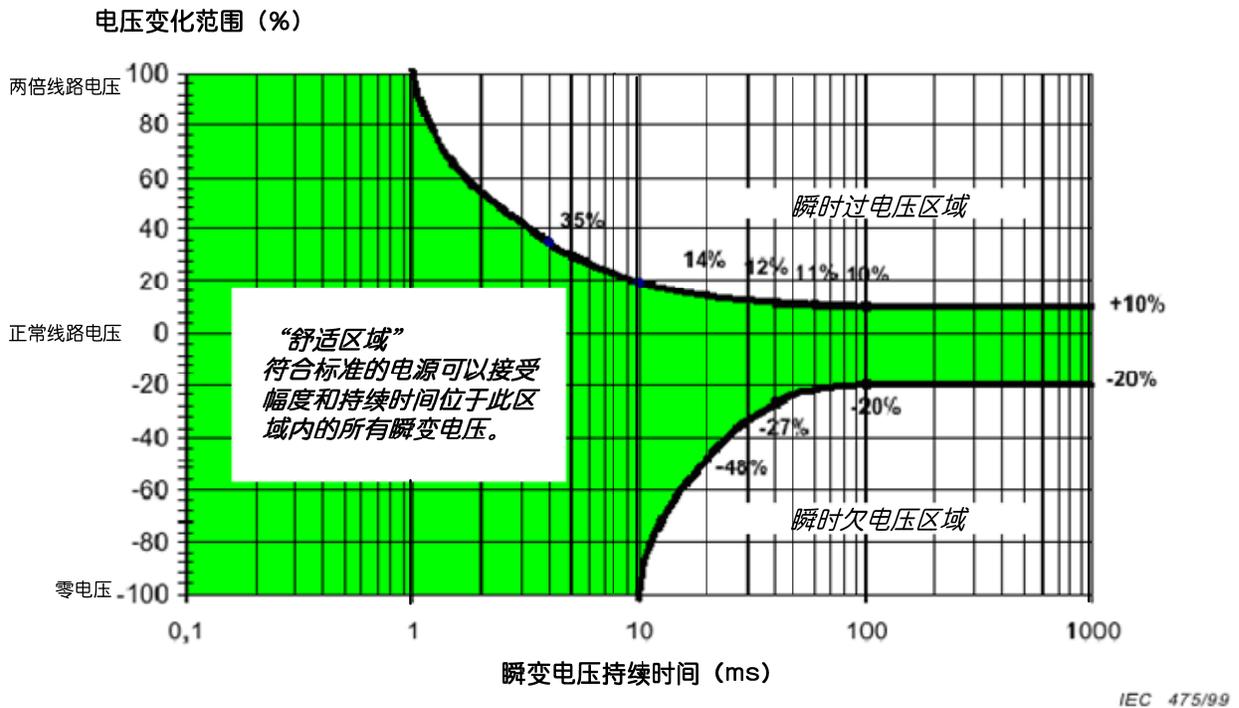
### UPS 与 SMPS 负载兼容性的国际标准

我们已经认识到 SMPS 必须承受短暂的电源扰动从而能够从正弦 AC 输入电压获得电能。但“短暂”到底是多少？

图 3 显示了 IEC 62040-3 的规定，这是一个国际标准。它定义有关 SMPS 负载可以接受的 UPS 输出电压扰动的大小和持续时间限制。如下面以阴影表示的“舒适区域”的形状所示，瞬变电压的变化幅度越小，UPS 输出可以承受的持续时间就越长。请注意，该标准允许持续存在的电压变化范围相当大，标称为 +10% 到 -20%。换句话说，UPS 输出电压可以在这个范围内持续变化（无时间长短限制），而不会破坏 SMPS 的正常运行；这是因为 SMPS 的类似标准要求承受的输入异常范围甚至大于允许的 UPS 输出范围。<sup>4</sup>

图 3

摘自 IEC 标准 62040-3：SMPS 负载兼容的可接受 AC 电压异常的大小和持续时间



允许在与 SMPS 设备连接的 UPS 输出中出现大小和持续时间位于绿色“舒适区域”中的电压扰动（“瞬变电压”）；不允许出现绿色区域之外瞬变电压。

<sup>3</sup> 某些 SMPS 可以执行功率因数校正 (PFC)（将在后面讨论）并使输入电流为正弦波。它们也具有执行相同功能的高压电容以承受电压波动。

<sup>4</sup> 定义 SMPS 必须接受的异常范围的相关 SMPS 标准是“ITI/CBEMA 曲线”和 IEC 61000-4-11。

根据图 3，标称输出为 120V 交流电压的 UPS 的兼容性要求如下：

- 如果持续时间最大为 1 毫秒，UPS 输出电压可以高达 240V。
- 如果持续时间最大为 10 毫秒，UPS 输出电压可以为零！
- 如果持续时间最大为 100 毫秒，允许出现轻微的电压波动（或高或低），允许的持续时间取决于
- 波动的幅度。如果持续时间超过 100 毫秒（包括持续工作），UPS 输出电压必须保持在 96V 到 132V 之间。

在世界上大多数国家/地区，除了一些新兴市场国家/地区，电力都是相对稳定的。人们通常碰到的电压变化最多在标称值的上下 5% 之间，位于图 3 所示的允许电压变化范围内。因为 SMPS 可以从具有这些特性的 AC 电源中获取电能，它为要求使用普通市电电压的接口稳定性提供了可靠保证。

总结起来，SMPS 具有下列优点：

- 它们可以接受输入电压和频率的大范围变化，而不会降低性能。
- 它们在其 AC 输入和 DC 输出之间具有内置的电流隔离装置，因此不需要采用输入共模（零线接地）隔离措施。
- 它们可以接受明显的输入电压失真，而不会降低服务寿命或可靠性。
- 它们具有内置的“承受”时间，可以容忍短暂的电源中断。

### >神话与现实

**神话：**任务关键设备要求零 UPS 转换时间，例如为了防止在网络交换机中出现锁定和/或数据包丢失的情况。

**现实：**实际上，所有任务关键设备使用的电源都是 SMPS。它们必须有 10 毫秒或者更长的“承受”时间以符合国际标准（请参阅图 3）。任何无法维持这一承受时间的电子设备通常被认为是劣等设计或特例——极有可能是特殊应用（如非计算机或非 IT 设备）。

第 1 号白皮书《不同类型的 UPS 系统》对当今使用的下面五种主要 UPS 拓扑结构及其性能特性进行了说明：

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

在 750VA 到 5000VA 的功率范围内，几乎所有已销售用于当今 IT 应用的 UPS 都是在线互动式或双转换在线式。其他拓扑结构在此功率段内不常见，其原因不在本文所讨论的范围内。

## 在线互动式 UPS

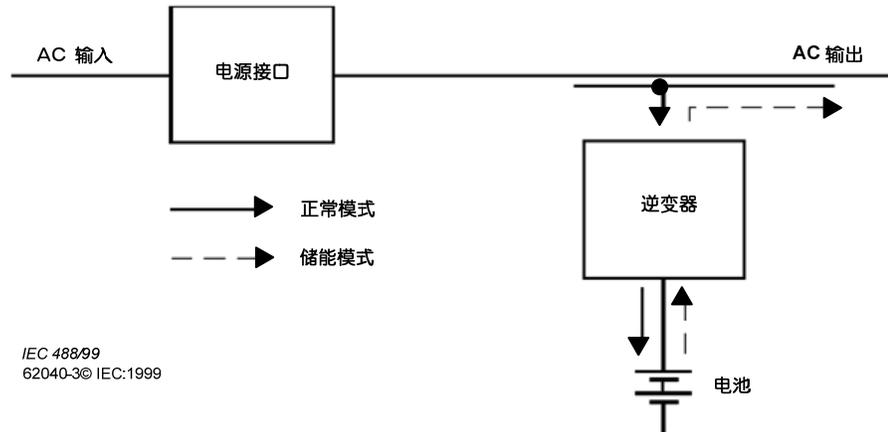
**在线互动式** UPS 调整来自市电的 AC 电源并使其达到要求，通常只使用一个主要电源转换器。图 4 说明了 IEC 标准 62040-3 对此拓扑结构的标准描述。

## 了解您可以选择的 UPS 方案

资源链接  
第 1 号白皮书  
不同类型的 UPS 系统

图 4

在线互动式 UPS 拓扑结构，摘自 IEC 62040-3 显示电源接口和一个主要转换方块的方框图



当存在 AC 输入时，图 4 中的“电源接口”方块过滤 AC 电源、抑止电压尖峰脉冲，并提供足够的电压调节能力在前面讨论的规定范围内正常运行。这通常都是由无源滤波器组件和抽头变压器实现的。主电源转换器（“逆变器”方块）会在 AC 线路存在电压时分流部分 AC 输入功率以保证电池完全充电。所消耗的功率通常不到 UPS 额定功率的 10%，因此在该工作模式下这些组件会保持较低温度。例如，在额定功率为 3000 瓦的在线互动式 UPS 中，逆变器方块在对电池进行充电时所消耗的功率仅为 300 瓦（其容量的 1/10）或更小。在有 AC 输入时，针对满负荷运行而设计的许多组件其工作温度仅稍高于环境温度，这也是最常用的工作模式。当 AC 线路电压跌落到电源接口输入范围之外时，逆变器利用电池中的电能为 AC 输出供电。电源接口的输入电压范围通常是固定的，通常为标称值的 -30% 到 +15%。例如，标称输出电压为 120V 的在线互动式 UPS 会在输入从 84V 到 138V 变化时保持其输出为 107V 到 127V。

关于在线互动式 UPS 运行的一个很小但却非常重要的因素是，在过滤并调整提供给负载的电压时，它并没有改变负载所获取电流的波形。因此，如果负载使用带功率因数校正 (PFC) 功能的 SMPS，<sup>5</sup>在线互动式 UPS 将不会影响或干扰功率因数校正。如果负载 SMPS 没有功率因数校正并在峰值时获取其电流（如图 2 所示），在线互动式 UPS 也将不会改变或“校正”该波形。

理论上讲，由于组件很少并且主电源转换器（图 4 中的“逆变器”方块）处于冷态运行，这有助于延长使用寿命和提高可靠性。然而，实际上可靠性通常是由其他一些因素决定的，将在后面“可靠性因素”部分中予以说明。

由于其低廉的成本和耐用性，在线互动式 UPS 已经在世界范围内数以百万计的 IT 安装环境中成功采用。

#### 要考虑的因素（在线互动式）：

在发展中国家/地区或其他基础设施不够发达的国家/地区，由于 AC 线路电压不稳定，波动很大或者高度失真，在线互动式 UPS 可能会在一天内切换到电池供电一到两次（或更多次）。由于在线互动式设计存在一定程度的能力限制，无法阻止大幅度的电源波动和严重失真到达负载，因此只能断开 AC 供电并转换到电池供电。尽管在线互动式 UPS 可以使用电池提供符合 IEC 限制（图 3）的输出电压，但是频繁使用电池将会降低电池容量，长时间断电时只能提供较短的运行时间。并且，即使电池没有由于放电而耗尽，频繁使用也可能会导致电池需要经常更换。

#### 在线互动式拓扑结构的优点：

- 较低的电能损耗（运行成本低）— 在存在可接受的 AC 输入由于无需执行太多的电源转换，因此效率很高。

<sup>5</sup> 具有功率因数校正 (PFC) 功能的设备从 AC 输入以平滑正弦波获取电流，而不是以脉冲形式。请参阅图 2 了解非 PFC 输出情况。

- 理论上讲，具有更高的可靠性 — 组件数量较少，工作温度较低。（请参阅后面的“可靠性因素”部分。）
- 设备本身的热负载很小 — UPS 只产生很少的热量。

要考虑的因素：

对于下列安装环境来说，可能并不适合选择在线互动式 UPS

- □ AC 电源不稳定或者高度失真，因为要频繁使用电池电源以保证 UPS 输出符合规范要求。
- □ 需要进行功率因数校正 (PFC)，但负载设备不提供此功能。

### >神话与现实

**神话：**在线互动式 UPS 不会对电力进行调整 — 畅通无阻的噪声和尖峰脉冲会损坏电源。

**现实：**高质量的在线互动式装置内置有强大的浪涌和噪声抑止功能，可以保证它们的输出在可接受的范围内，这样负载可靠性就不会受到影响。

## 双转换在线式 UPS

正如其名称所示，**双转换在线式** UPS 会进行两次电源转换。首先，将 AC 输入（包括所有电压尖峰脉冲、失真和其他异常）转换为 DC。如前文所述，这一点与 IT 设备中 SMPS 的工作方式非常相似。就像 SMPS 那样，双转换在线式 UPS 使用电容来稳定 DC 电压并存储从 AC 输入获取的电能。然后，在 UPS 的精密调控下将 DC 重新转换为 AC。这种 AC 输出甚至可以具有与 AC 输入不同的频率，这一点是在线互动式 UPS 无法实现的。在存在 AC 输入时，为负载设备提供的所有电源都经过这种双转换过程。

当 AC 输入超出指定范围时，UPS 会从电池获取电能，这样 UPS 输出就不会受到影响。在大多数双转换在线式设计方案中，这种发生在 UPS 内部的 AC 输入和电池之间的转换需要数毫秒的时间。同样，在这些转换过程中，也是由“DC 链路”（请参阅图 5）中的电容将存储的能量提供给逆变器。因此，即使进入“DC 链路”的电源出现短暂中断，UPS 输出电压也不会受到影响，可以持续供电。

在现代设计中，几乎都会在拓扑结构中包含独立的电池充电电路，因此双转换在线式 UPS 通常至少有三个电源转换过程。图 5 根据 IEC 标准 62040-3 对此拓扑结构进行了说明。

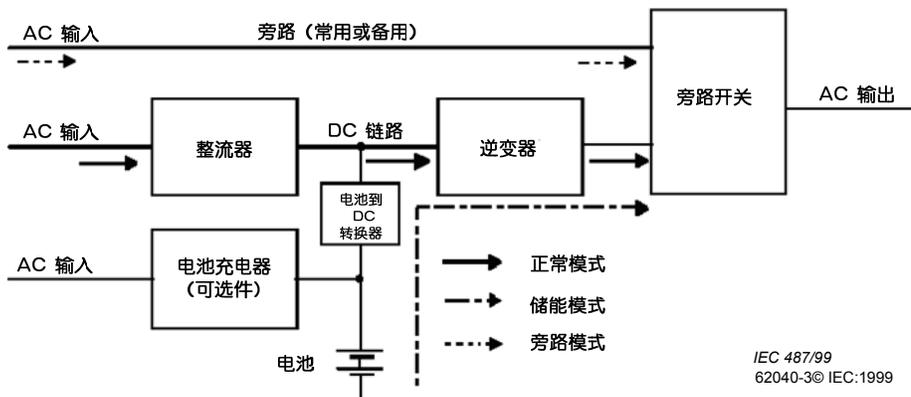


图 5

双转换在线式 UPS 拓扑结构，摘自 IEC 62040-3 显示四个转换器方块的方框图

资源链接  
第 26 号白皮书  
谐波和零线过载的危害

除了执行 AC 到 DC 转换外，整流器部分还提供了功率因数校正 (PFC) 功能，这意味着它从 AC 线路上以平滑正弦波获取电流，而不是以脉冲形式（请参阅图 2 了解非 PFC 输入电流的情况）。由于 PFC 可以“校正”输入电流波形，因此获取较少的电流，同时可以减少高频谐波。即使由 UPS 供电的 IT 设备以脉冲（非 PFC）形式获取电流也是一样。有关功率因数校正和零线谐波的信息，请参阅第 26 号白皮书《谐波和零线过载的危害》。

满负荷运行时，双转换在线式可接受的 AC 输入电压范围与在线互动式可接受的 AC 输入电压范围类似。然而，与在线互动式不同，如果 UPS 没有满负荷运行，双转换在线式 UPS 可以在更低的输入电压下运行。对于典型的 120V 双转换 UPS 而言，这意味着即使输入电压低至标称值的 50% (60V)，它也能够以很小的负载从 AC 电源运行。尽管这是在线式拓扑结构极富吸引力的特性，但是因为这样的长期扰动极其少见，并且实际负载条件变化多端，所以很少使用（更多的是用于演示）。

对于任何给定的电源容量，在线式 UPS 通常比在线互动式 UPS 的体积要小。尽管它具有更多的组件（通常有三倍之多），但这些组件却很小。对于高于 2200VA 的大型电源装置来说更是如此，并且与实时可扩展的在线互动式 UPS 相比也是如此。

在线式拓扑结构通常包含旁路电路，以便在长时间过载或者某个双转换电路出现问题时使用。在旁路和逆变器工作模式之间的转换通常存在数毫秒的输出下降，与在线互动式 UPS 转换到电池的情形类似。结果是，大多数在线式装置依赖于 SMPS 来承受这些 UPS 输出扰动。对于在线互动式装置，只要 UPS 输出中断位于图 3 显示的规定范围内就不会出现问题。

### 要考虑的因素（双转换在线式）

在线式电源转换过程需要连续运行以为其负载提供经精密调控的输出电压，最高可承载等于其总额定功率的负载大小。但是，这种性能的提高也带来了相关成本的增长。

由于采用了多个供电过程，典型双转换在线式 UPS 与典型在线互动式 UPS 相比具有更多的组件。因为这些组件要连续处理负载设备所获取的全部电能，在存在 AC 输入的情况下，它们的温度通常要高于在线互动式 UPS 中的组件温度。理论上讲，持续运行模式和较高的温度会降低 UPS 中组件的可靠性。然而，实际上可靠性通常是由其他一些因素决定的，将在后面“**可靠性因素**”部分中予以说明。

### >神话与现实

**神话：**在线 UPS 针对共模 (CM) 噪声可以提供更好的保护。

**现实：**尽管可以设计出包括电流隔离的在线和在线互动式拓扑结构，但它们通常都使用无源组件来降低 CM 电压。无论在线式拓扑结构还是在线互动式拓扑结构都不能在这个方面提供根本优势。SMPS 已经具有电流隔离，因此没有必要使用外部隔离。有关详细信息，请参阅第 9 号和第 21 号白皮书。

要考虑的另一个因素是长期运行双转换在线式 UPS 需要消耗额外的能量。与在线互动式 UPS 的 96% 到 98% 相比，根据设计方案的不同，双转换在线式 UPS 的连续运行效率在 85% 到 92% 之间。例如，效率为 90% 的 1000W UPS，在满负荷情况下会连续损耗 100W 的电能。平均每年大约需要支付 100 美元的额外电力成本。除了电力成本之外，还必须从环境中去除这 100W 的热能，从而产生额外的制冷成本，制冷成本因制冷系统的效率而异。这看起来可能不是很多，但考虑到企业中众多 UPS 的所有损耗总和，甚至单个 UPS 在整个生命周期内总的能量损耗时，它将成为影响 UPS 总拥有成本的一个重要因素。比较显示，相同负载下在线互动式 UPS 可减少负载功率三分之一的能量成本。

### 要考虑的因素：

- 双转换在线式包含更多在较高温度下连续运行的组件，在所有其他条件相同的情况下，这些组件的服务期要短于在线互动式中类似部件的服务期。
- 双转换在线式要比在线互动式消耗更多的电能，因为在存在 AC 输入时，它需要连续地对输入的电能进行转换和逆转换，然后输出。
- 双转换在线式会产生更多的热量，并将这些热量释放到 IT 环境中。必须采取有效措施去除这些热量，以减小对其他系统甚至 UPS 自己电池使用寿命的影响。

毋庸置疑，能够提供精密调控的 AC 输出电压是在线拓扑结构的一大优点。但是，如前文所述，由于 SMPS 本身能够提供电压调控能力，SMPS 并不需要精密调控的 AC。

要考虑的因素：

- 双转换在线式包含更多在较高温度下连续运行的组件，在所有其他条件相同的情况下，这些组件的服务期要短于在线互动式中类似部件的服务期。
- 双转换在线式要比在线互动式消耗更多的电能，因为在存在 AC 输入时，它需要连续地对输入的电能进行转换和逆转换，然后输出。
- 双转换在线式会产生更多的热量，并将这些热量释放到 IT 环境中。必须采取有效措施去除这些热量，以减小对其他系统甚至 UPS 自己电池使用寿命的影响。

### >神话与现实

**神话：**更精密的电压调控提高了 IT 设备的性能和可靠性。

**现实：**所有 SMPS 都会将 AC 输入电压（包括尖峰脉冲和失真）转换为稳定的 DC。然后，使用该 DC 为所有 IT 负载创建干净的、经严格调控的 DC 输出。在额定范围内输入线路条件不会影响 SMPS 输出的质量或 IT 设备的性能。否则，SMPS 为什么还要在其外壳上标注此范围呢？

### 可靠性因素

在这两种拓扑结构中，从理论上说，某些设计因素会提高或降低运行寿命和可靠性。对于在线互动式，较少的组件数量和主供电过程的冷态运行模式都有助于提高运行寿命和可靠性。对于双转换在线式，持续执行转换操作和较高的工作温度都会导致运行寿命和可靠性的降低。

然而，实际上可靠性通常由制造商设计方案的合理性、UPS 生产工艺规范性以及所使用组件的质量决定，与拓扑结构无关。因为质量取决于供应商，所以就有可能出现高质量的双转换在线设计和低质量的在线互动式设计，反之亦然。

## 比较总结

下表总结了在线互动式和双转换在线式 UPS 拓扑结构的主要优缺点。

表 1

在线互动式和双转换在线式拓扑结构比较

拓扑结构	可靠性	总拥有成本	输入	输出	输出 尺寸/重量
在线互动式	+ 较少部件 较低的工作温度	+ 较低的初始成本 (较少部件) 较低的运营成本 (电力消耗较少)	- 无 PFC 严重的电压失真可能 需要频繁使用电池	+/- 输出频率在可配置 的范围内变化	- 通常 较大/较重
双转换在线式	- 很多部件 较高的工作温度	- 较高的初始成本 (较多部件) 较高的运营成本 (电力和制冷)	+ 有 PFC 可承受严重的电压 失真，而无需转到 电池	+ 输出固定在可配置 的频率	+ 通常 很小/较轻， 特别是 较高功率 级别时

## 结论

在功率范围 750VA 到 5000VA 之间，两种类型的 UPS 都能够充分保护 IT 设备不受电源中断的影响，因此决定使用哪一种拓扑结构主要取决于客户应用的具体环境。

因为初始成本、运营费用、热量产生情况和可靠性是所有应用都必须考虑的主要因素，这样看来，我们理所当然应该选择在线互动式。事实也是如此，在线互动式设备已成为典型 IT 环境广泛采用的高效、可靠设备。

但是，在特定环境下，选择双转换在线式可能更为合适。特别是在 AC 电源高度失真和/或具有极大电压变化的地理区域，双转换在线式 UPS 无需频繁转换到电池供电即可维持正常输出。较低的电池使用率可以保存电池容量以应对长时间的断电事故，并延长电池使用寿命。此外，降低电池更换成本可以抵消在线互动式 UPS 低初始成本和低运营成本的优势。在某些特殊的情况下可能需要使用双转换在线式 UPS，比如对于某些医疗设备或仪器，需要进行功率因数校正 (PFC)、要求较小的物理尺寸或需要进行频率转换等等。

### 关于作者

**Jeffrey Samstad** 是 施耐德电气信息事业部 Smart-UPS RT 生产线的首席工程师。他具有电子工程学士学位，在领导 UPS 设计团队和处理各种 UPS 架构问题方面具有 14 年的工作经验。



资源

点击图标打开相应  
参考资源链接



不同类型的 UPS 系统

第 1 号白皮书



计算机的共模干扰

第 9 号白皮书



零线的事实和神话

第 21 号白皮书



谐波和零性线过载的危害

第 26 号白皮书



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)

如果您是我們的客戶並對數據中心項目有任何疑問：

請與您的 **施耐德電氣** 銷售代表聯繫