

# 电源保护与UPS拓扑

对于负责管理电网和数据中心设施的人员而言，电能质量(PQ)是一个重大的挑战。

各种电子设备，如信息技术设备、包括可编程逻辑控制器(PLC)和节能照明的电力电子设备的广泛使用和日益增加的依赖性，已经导致电力负荷的特性完全转变。这些负荷是导致电能质量问题的主要根源和主要破坏者。所有这些负荷的非线性特质会干扰电压波形。

随着技术的进步，全球经济组织已经朝向全球化发展，但许多活动的利润率却出现了下降趋势。

大多数流程（工业、服务、甚至是住宅）已经越来越重视PQ问题，这意味着要在每一个市场领域发展竞争优势，高质量电力的可用性是关键因素。

众所周知，关键任务设施必须能够连续运行，因此，即使是很短时间的任何电力中断，都足以破坏业务运营并导致重大的经济损失。虽然今天的数据中心都设计为具有高水平的冗余，以便最大限度地减少停机时间，但是，关键任务应用本身对所提供电能的质量也举足轻重。

为了做到提供一致的高质量电源，了解电能质量干扰的性质及其导因至关重要。

## 影响电能质量的原因是什么？

对电能质量造成不利影响的最常见干扰包括：


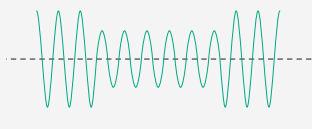
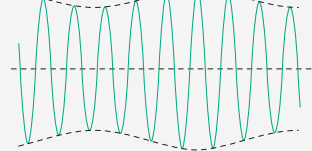
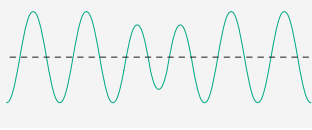
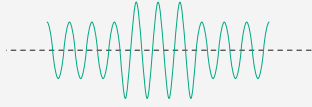
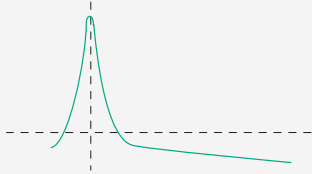
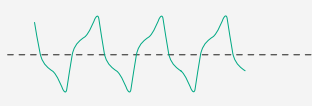
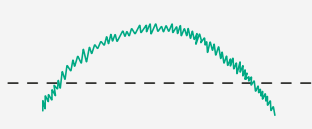
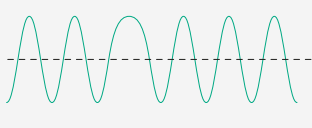
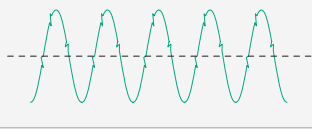
- 网络故障导致的电力骤降或中断。
- 因连接超大负荷或网络出现故障导致的短时电压波动。
- 电网或其他公用事业系统中存在非线性负荷导致的电流和电压失真。
- 大间歇负荷导致的闪变。
- 电源电压系统中的不对称。

## 如何确保电能质量：UPS

现代科技提供了各种解决方案来保证电能质量；无可置疑，静态UPS系统是其中应用最广泛的，并且能够适应非常广泛的功率容量段。

针对目前市场上各种类型静态UPS系统的分类需要，制定了EN 62040-3标准。它可根据所采用的内部配置来区别三个主要拓扑：

- VFD“离线”  
电压和频率依赖性 - 公用事业通常由市电供电。出现掉电时，负载自动切换到内置电池放电以保持不间断供电。
- VI“在线互动”  
电压独立性 - 负载由市电供电，并由AVR（自动电压调节器）电压稳定器提供欠压和过压保护。如果市电断电，负载将立即切换为由电池放电。
- VFI“在线双转换”  
电压和频率独立性 - 这种独特的UPS工作模式确保提供完全负荷保护，以防范所有可能的市电质量问题。电能经过两次转换（通过整流器从交流电转换为直流电，然后通过逆变器再从直流电转换为交流电）以提供具有稳定频率的优质电压并避免电网干扰。如果市电出现断电，则负载仅由电池供电。内部旁路在逆变器输出电压异常时向设施供电。

干扰类型	波形	可能的原因	后果	UPS拓扑		
				VFD	VI	VFI
电压中断		主要是由于打开和自动重新闭合保护装置以停止使用有故障的网络段。导致故障的主要原因是绝缘失效、闪电和绝缘子闪络。	保护装置跳闸、信息丢失和数据处理设备发生故障。	•	•	•
电压骤降/突降		配电网络或客户设备发生传输故障。启动负载。	IT设备、安全系统或照明发生故障。数据丢失、系统关机。	•	•	•
电压波动		发射机（无线电）、设备发生故障、无效的接地、靠近EMI/RFI源。	大多数后果常见于欠压。系统停机、数据丢失。可见的后果是照明和屏幕闪烁。	•	•	•
欠压		功耗增加，降低电压以降低功耗。	系统停机、数据丢失、敏感设备停止。	-	•	•
电压浪涌		闪电导致大气、浪涌；相和接地之间的绝缘故障或中性导线故障导致瞬态、浪涌；断开保护开关、激励电容器组或感性电流变化造成的切换，浪涌。	数据丢失、照明和屏幕闪烁、敏感设备停止或损坏。	-	•	•
电压尖峰/瞬变		闪电、ESD、切换线路或功率因数校正电容器、市电故障排除。	破坏电子组件、数据处理错误或数据丢失。	-	-	•
谐波畸变		像所有非线性负载的现代电源，如电力电子设备，包括ASD、切换模式电源、数据处理设备，高效照明。	增加发生共振、3相系统中性超载、所有电缆和设备过热、电机失效、通讯系统电磁干扰、使用平均抄表时测量错误、热保护装置误跳闸的可能性。	-	-	•
噪声		发射机（无线电）、设备发生故障、无效的接地、靠近EMI/RFI源。	敏感电子设备干扰，通常不具破坏性。可能会导致信息丢失和数据处理错误。	-	-	•
频率变化		发电机不稳定运行、公用电力系统的频率不稳定。	系统停机、数据丢失。	-	-	•
下凹		快速切换电源组件（二极管SCR等），负载电流急剧变化（焊接机、电动机、激光器、电容器组等）。	系统停机、数据丢失。	-	-	•

# 满足可用性和灵活性能的方案

采用不同配置创建独特的架构来满足可用性、灵活性和节能降耗的最严格要求，并允许：

易于操作

鉴于从UPS下游装置供电应用的重要性，停机维护已越来越不可行。因此，研究了各种不同的配置，特别是如何处理这类操作的限制。

增加功率

随着时间的推移以及应用升级，常常需要增加UPS电源功率。我们提供的配置可以满足这项要求，让您的初始投资得以保存。

提高可用性

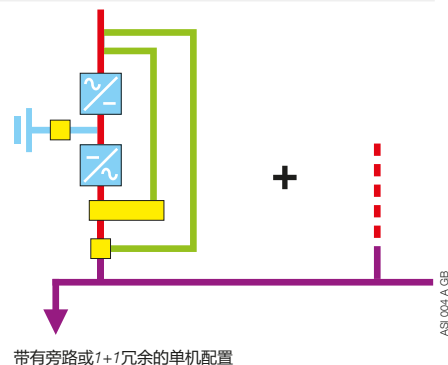
为了提高可用性，在应用（冗余）的功率要求中另外并联添加一个装置，可以在逆变器关机时保证连续供电而无需使用旁路。

技术

## 独立UPS单元

一个可升级的方案

此架构受到集成自动旁路的保护，形成由网络保证的第一级冗余。利用维护旁路，可在无需关闭负载的情况下进行维护。它可以是您第一阶段的投入，然后可根据您的需求变化，升级到模块化的并联架构来增加功率或提高可用性（冗余）。

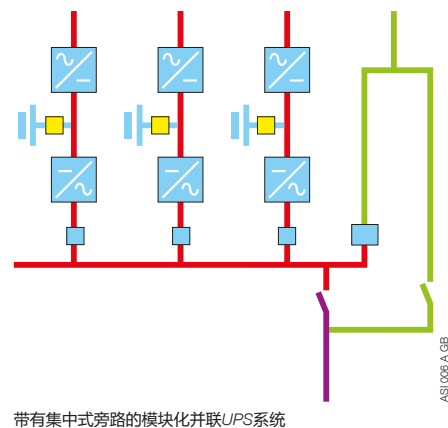
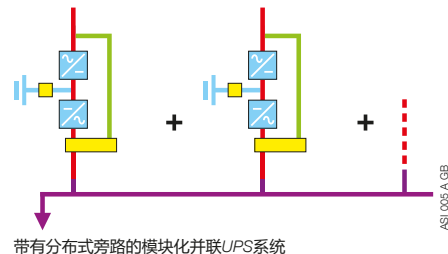


## 并联UPS系统

无限的发展潜力

这是最简单的方案，可通过并联配置UPS装置，每个结合其本身的旁路，来确保电源的可用性，以及在未计划安装情况下的灵活性。该配置允许增加输出功率并适用于N+1冗余。还可执行升级来保持系统供应的负荷。

为了提供更高的灵活性，我们也提供了并联UPS系统并在辅助电源上配有集中式旁路：在这个配置中，静态旁路与UPS模块并联，并且可以根据站点的特定限制（短路耐受性、选择性等）调整规模。

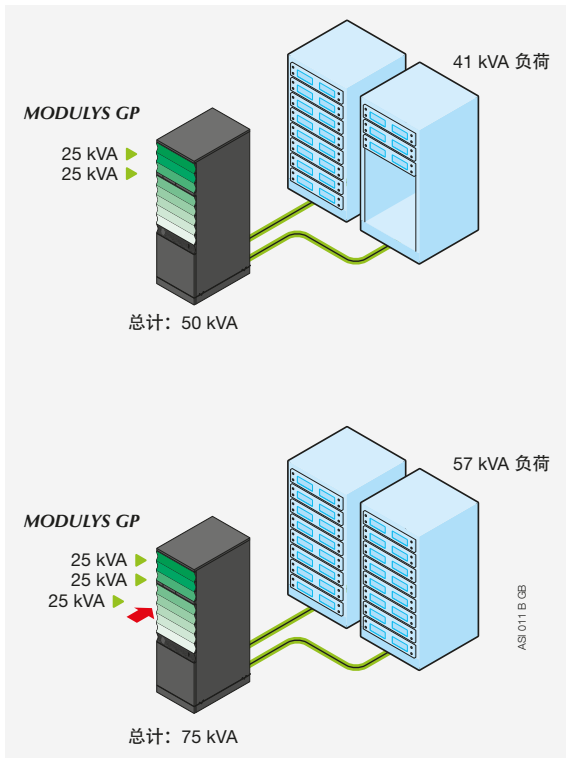


## 竖向和横向模块化系统

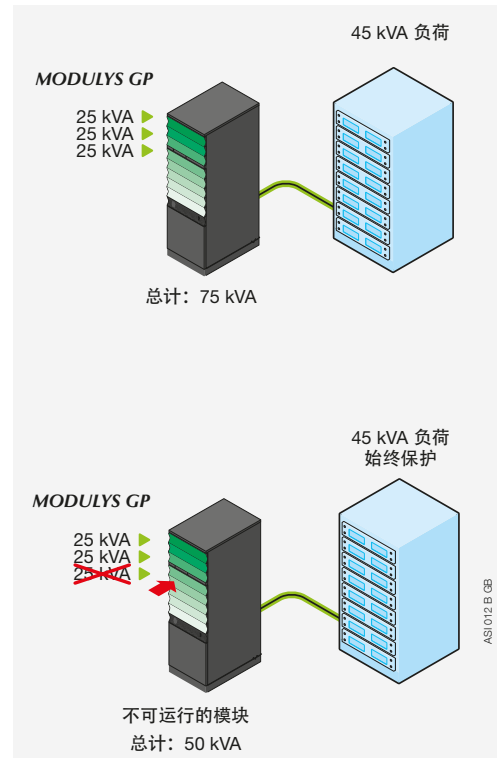
### 灵活和完全的模块化

这是一个全新的创新UPS概念，能够适应各种类型的增长。其特点在于可以通过连续添加模块来增加功率。

并且，只要在所需数量外添加一个模块来满足应用的功率要求，即可提高可用性（冗余）。所有模块都可进行连接（插拔式）。可以在系统正在运行时卸下或添加模块（热插拔），不会影响正常的安装操作。



可扩展的配置



可扩展的冗余配置

# 满足可用性和节能降耗绩效的解决方案

技术

## Green Power 2.0

节能降耗：高效而不危及正常功能。

- 使用VFI - 双转换模式在市场中提供了最高能效，这种独特的UPS工作模式确保提供完全负荷保护，以防范所有可能的电网质量问题。
- 超高的能效输出由国际认证机构进行独立测试和认证。
- 在各种不同的负荷和电压工作条件下进行测试和认证以得出实际的现场数值，从而证明它具有超高的能效输出。
- VFI模式下的超高能效通过专为所有Green Power 2.0 UPS系列开发的创新拓扑（3级技术）提供。

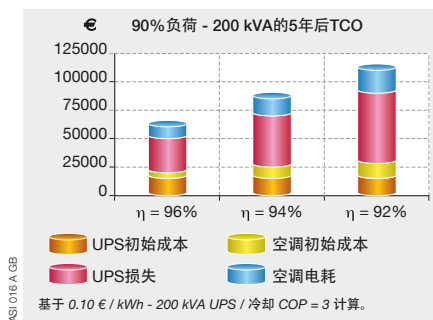
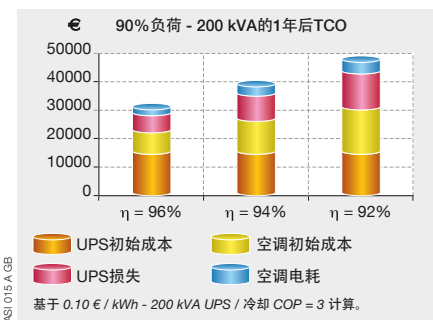
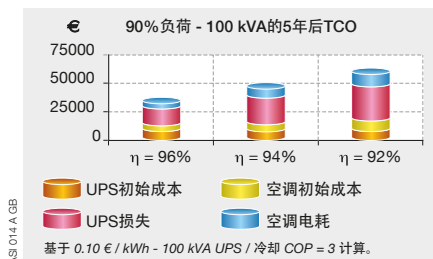
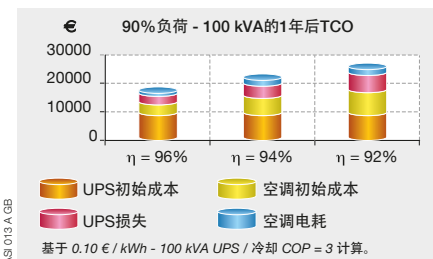
全额定功率：KW=kVA

- 向最新一代的服务器供电时，不会产生功率下降（超前或功率因数为1）。
- 符合IEC 62040的真实全功率：千瓦=千伏安（功率因数为1设计）意味着，比传统UPS的有功功率提高25%。
- 也适合下降到0.9的电容性功率因数负载且不会出现视在功率降容。

显著节约成本(TCO)

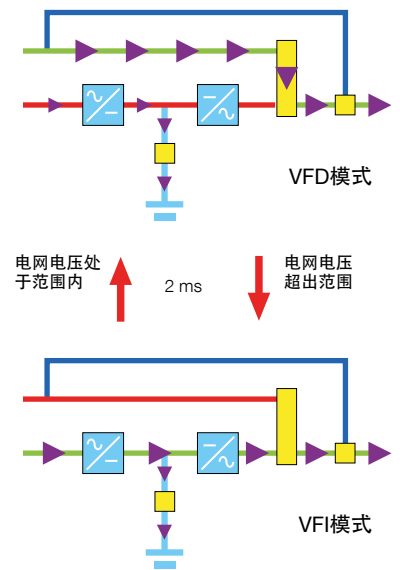
- 由于在真正双转换模式下达到96%能效，从而最大限度节约能源：比传统UPS节约50%的能源损耗，提供了更低的能源成本。
- UPS利用节能降耗特性提供“自费”运行。
- 节能模式可提升并联系统的全局效率。
- kW=kVA意味着可使用相同的UPS容量获得最大功率：没有过度设计成本从而节省了每千瓦的成本。
- 高性能IGBT整流器可优化节省上游基础设施成本（电源和配电）。

优势



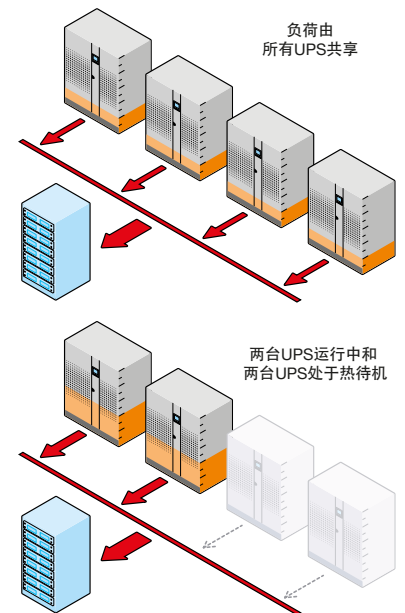
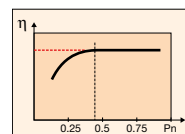
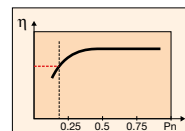
## 快速经济模式

作为DELPHYS GP系列的可选功能提供，快速节能模式是一个自动操作模式，可根据输入电压的质量（电压、频率、谐波畸变）优化能效。当输入电压处于允差范围（可设置该值）内时，负荷将由旁路（VFD模式）供电，实现效率为99%。如果电压超出允差范围，系统会立即将负荷转换到在线模式，直到恢复正常状态。电池将永久保持在浮动充电状态，最大化电池的使用寿命并避免整流器不时重新启动。



## 节能降耗

- 此功能可优化并联UPS在运行部分负荷时的能效( $\eta$ )。
- 只有需要用于为应用供应所需能量的UPS处于运行状态。
- 可通过在运行中保持一台机器的运行来确保冗余。
- 当电源消耗增加时，需要用于供应电源增加的UPS将会立即重新启动。
- 这类运行最适用于电源经常出现变化的应用。
- 节能降耗功能可保持整个系统提高的能效。



# UPS技术

## 基于变压器和无变压器技术

市场上提供的两个主要UPS技术是：

- 基于变压器，当一次侧电源和二次侧电源来自具有不同中性系统的电源时非常有用。
- 无变压器，提供了高能效和小占地空间的优势。

这两种技术都有各自的优点和缺点。面临的挑战做出正确的选择，需考虑的是现场条件与设计限制，如占地空间、中性系统、能效、短路电流等。溯高美索克曼可以根据客户的需求，提供合适的技术。

### 一个“整洁”的IGBT整流器

这消除了上游电网（电源和配电）的任何干扰。

- 该整流器技术保证了电流谐波畸变极低的电流供应。THDI < 2.5%。

### 一个一致的整流器

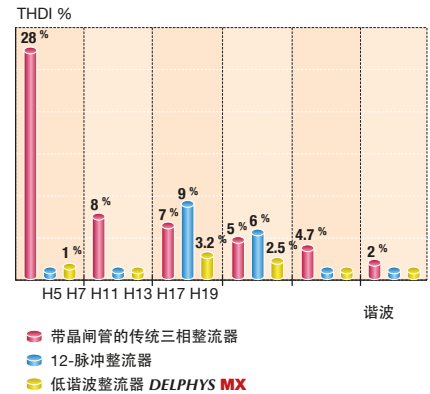
- IGBT整流器的性能不会受到发电机所产生频率变化的影响。
- 不论电池的充电状态（连续电压水平）和UPS的负载率如何，整流器输入的功率因数和THDI都会保持一致。

### 一个符合经济效益的IGBT整流器

- 整流器上游的功率因数为0.99，和传统技术相比，使用的kVA减少了30%。输入电流的降低可减小电源、电缆和保护装置的规模，从而节约成本。
- 整流器的功能：
  - 低上游THDI，
  - 循序渐进、定时的重新启动，
  - 使用发电机运行时可暂停电池再充电。
- 这将可应付在减少所连接的发电机，以及使用的能源和占地空间时导致的影响。

DELPHYS MX保证了与您的低电压供电系统，特别是您的发电机的最佳兼容性：

- 整流器THDI输入的正弦电流：< 4.5%，不使用滤波器。
- 提高整流器上游的功率因数：不使用滤波器时0.93，降低电流消耗，从而减小电缆和保护装置的尺寸。
- 循序渐进的启动并联整流器，有助于发电机的运行。
- 运行发动机时延迟电池再充电来降低功率消耗。



AS1008 A GB

## SVM，数字空间矢量调制

SVM（数字空间矢量调制），连同安装在逆变器输出上的隔离变压器可提供：

- 在线性负荷 < 2% 以及非线性负荷 < 3% 下的完美正弦输出电压THDV。
- 输出电压精度，甚至是在相之间负荷完全不平衡的情况下。
- 立即对重大负荷变化作出反应，而不偏离输出电压（5毫秒内±2%）。
- 高达4 In (Ph / N)的非常高短路容量，可提供选择性。
- 直流电路及负荷输出之间的完整电流隔离。

SVM，最新的高效元件以及IGBT功率桥允许：

- 为具有高达3的波峰因数非线性负荷供电。
- 为具有滞后和高达0.9引导功率因数的负荷，提供没有降容的有功功率。

# 适用于高可用性架构的静态转换系统(STS)

## 静态转换系统(STS)

静态转换系统(STS)是一种智能装置,可在一次侧电源超出范围时,将负荷转换到后备电源。这确保了敏感或关键装置拥有“高可用性”的供电。

STS设备的用途包括:

- 通过两个独立电源确保关键装置拥有冗余电源。
- 提高敏感装置的电源可靠性。
- 促进设计的扩展性,保证高可用性的电源。
- 提高现场的整体灵活性,实现轻松和安全的维护或替换电源。

STS系统采用可靠的和经过验证的固态开关技术(SCR),使它们能够执行快速、完全安全的自动或手动切换,而不会中断供应系统的电源。

采用优质的元件、容错结构、确定故障位置的能力、管理高浪涌电流的故障和负荷:这些只是使STS系统成为可实现最大电力供应的理想解决方案的其中一些特性。

STS还可防止:

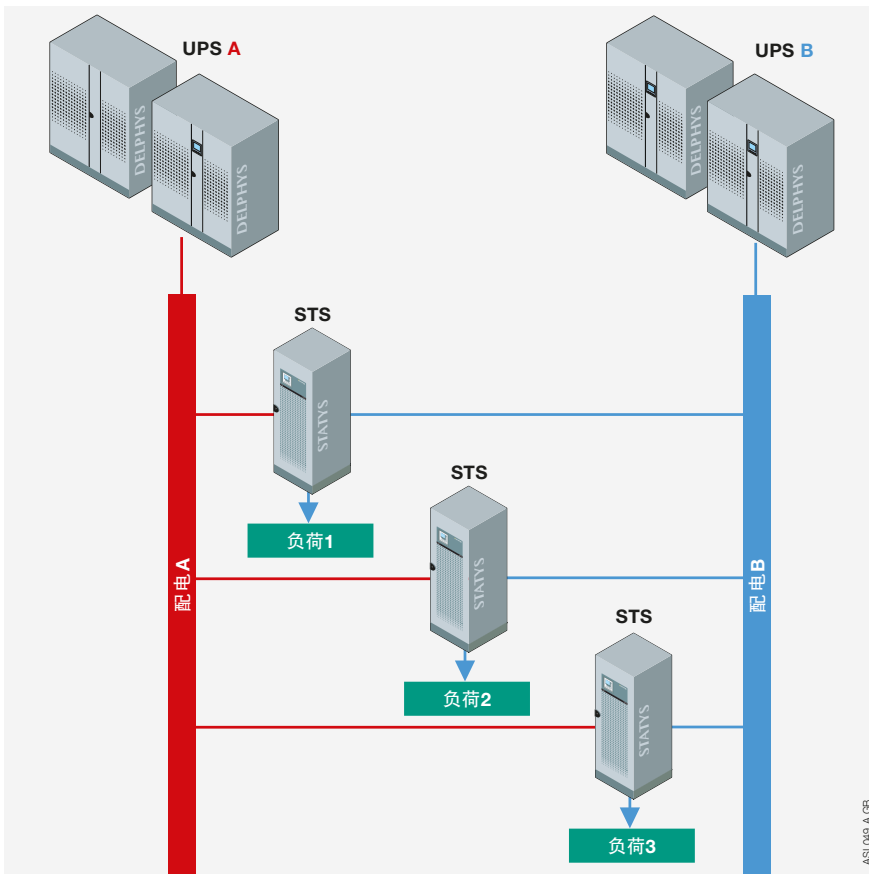
- 主电源故障。
- 上游保护装置误跳闸。
- 由同一电源供电的设备发生故障(短路)引起的相互干扰。
- 供应链中发生的运行错误(电路断路)。

## 静态转换系统: 一些使用示例

通常, STS在2个独立UPS系统之间提供冗余。

每个STS根据其保护的负荷(或一组负荷)调整规模。

最好是能够尽量靠近负荷安装STS设备,以保证上游配电的冗余,以及使单一故障点(STS和负荷之间的导体)保持尽可能短。使用多个STS还可提供电力负荷分离。





# 静态转换系统(STS)

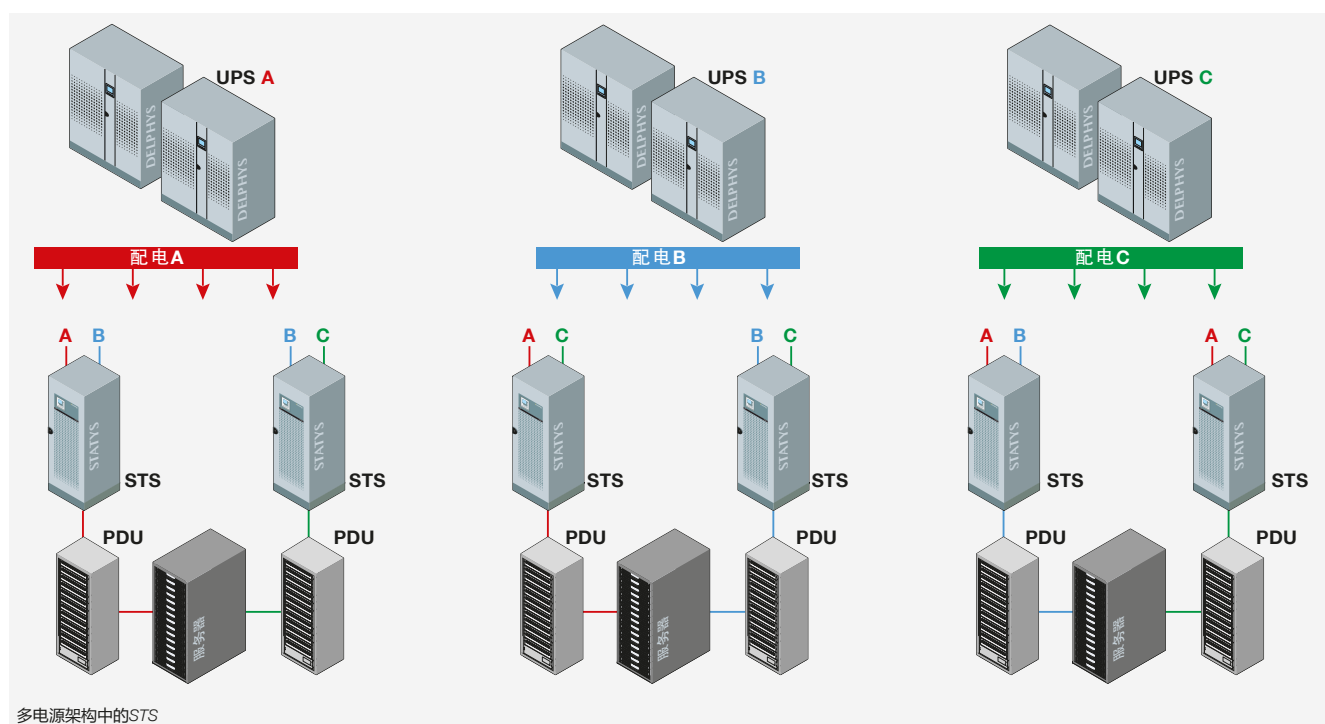
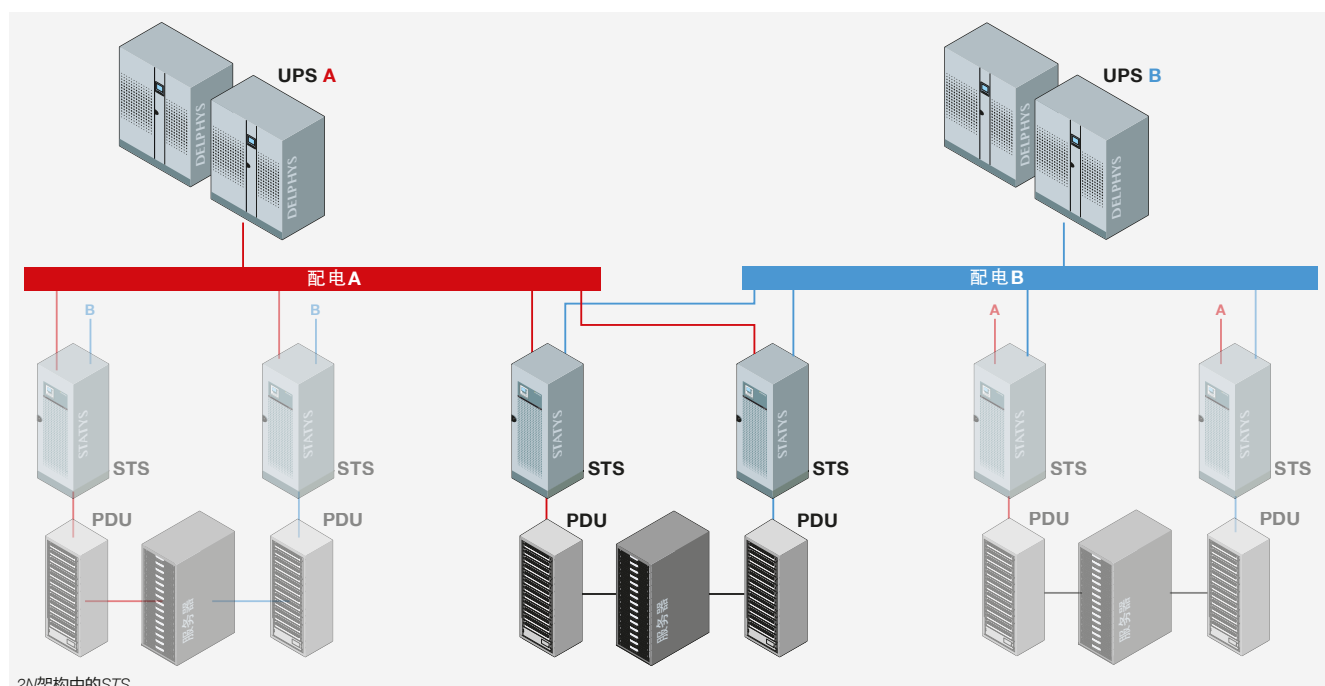
## 静态转换系统：一些使用示例

静态转换系统确保高业务可用性并提供现场维护的灵活性。

“2N + STS”架构确保了负荷始终获得每个高电能质量输入的供电，即使是在其中一个配电由于严重故障或长期维护（例如，更换电源或电力架构故障）导致中断的情况下。

结合采用多电源架构和通过STS将负荷连接到两路独立电源，确保了负荷始终获得供电，即使其中一路电源中断。因此，关键任务设备可以藉由高的容错能力获益。

在上述两个示例中，STS可以是集中式（每个配电配置一个高容量STS）或分布式（靠近每个服务器机房、排、机架等）。任一解决方案的选择取决于要保护的装置和预期可用性，或要求的可维护性级别。



# 后备电源存储

## 专家电池系统：保护您的电池投资

专业电池系统(EBS)技术是一个用于管理电池充电器的系统。

它会对工作温度作出反应，并通过以下方式保持电池使用寿命和降低运行成本：

- 根据可适应环境和电池条件的算法充电。

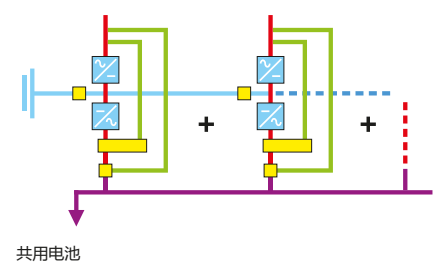
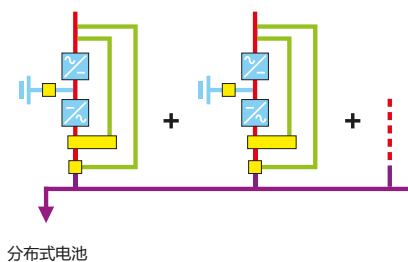
- 消除由于持续浮动电压从而加速正极板的腐蚀并导致分离器干燥所引起的过载影响。
- 绝缘直流电池排（独立充电器功能）。消除来自整流器桥的纹波导致的提早老化。

溯高美索克曼将利用多年的丰富经验来试验数个品牌的电池，证明与传统电池管理系统相比，使用EBS可增强电池使用寿命多达30%。

## 共用电池：优化并联系统上的电池容量

分布式电池随附的DELPHYS GP，可通过共用电池运作来优化电池容量。这将减少总体系统占用空间、电池的重量、电池监视系统、需要的布线数量以及铅的数量。

配合适当的连接设计（保险丝和耦合开关），该解决方案还允许您在发生内部故障时，提高电池组和UPS装置的可用性。



# 专为UPS系统设计的不同后备电源存储系统

电池是一种能够产生电位差的电化学能量存储系统，可以使电路中的电流循环直到能量被耗尽。

电池分成两种类别：

- 一次侧电源：电池一旦耗尽，不能再充电并恢复到其初始充电状态（非可再充电电池）。
- 二次侧电源：这些电池也被称为储能装置，可以再充电并恢复到其初始充电状态。这些电池使用电池充电器进行充电，该充电器应具有适当的特性来充电特定电池技术。

电池参数和定义

- 容量(C)：电池在一段精确时间内执行完全放电的情况下提供的平均电流，以Ah表示。例如，C表示电池在放电1小时的情况下提供的电流，C/5是放电5小时的情况下的电流，C/10是放电10小时的情况下的电流，等等。
- 额定容量取决于电池技术：例如，铅酸电池的额定容量为C/10，而NiCd电池为C/5。
- 能量密度：每个体积或重量单位存储的能量数量，以Ah/kg或Wh/kg表示。

- 放电程度(DoD)：在放电阶段中，从电池取得的容量（或能量）的分数。以容量的%表示，并使用以下公司计算：

$$\text{DoD} = \frac{\text{放电容量}}{\text{额定容量}}$$

- 充电状态(SoC)：电池中剩余容量（或能量）的分数。以容量的%表示，并使用以下公司计算：

$$\text{SoC} = \frac{\text{剩余容量}}{\text{额定容量}} = 1 - \text{DoD}$$

$$\text{DoD} + \text{SoC} = 100\%$$

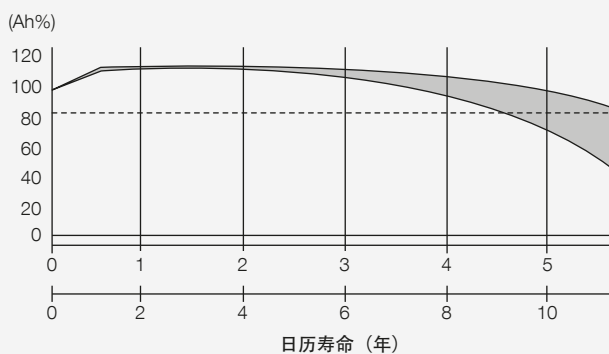
- 日历寿命：电池在定期充电并保持在控制温度下，将其初始额定容量降低至80%的时间。通常情况下，电池制造商会指明“预期使用寿命”，因为这是通过实验室测试得到的估计值。电池使用寿命是对各种不同电池技术进行比较的重要参数。
- 循环寿命：在额定容量降低至初始值的80%之前，电池在控制温度下可承受的充电和放电循环数。循环寿命对温度和充电程度非常敏感，甚至会指定在特定的DoD值下。

- 实际使用寿命：实际使用条件下的电池使用寿命。这取决于日历寿命、循环寿命、环境温度，以及充电和放电类型。

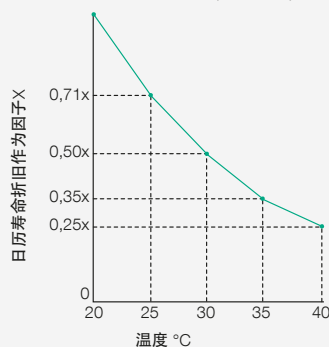
- 自放电：不使用时（例如在仓库中存储期间）电池损失的充电容量百分比。该参数与电池类型有关，也非常取决于温度（当温度升高时，自放电百分比将增加）。

- 内部阻抗：由一个电感、一个电容和一个电阻部分组成。它阻碍电流的通过，在放电阶段中增加热量的产生。要监控的最重要阻抗部分是电阻部分，因为它指示电池的状况和正在进行中的老化状态。内部阻抗受各种因素影响，其中最重要的是温度。典型阻抗值会根据电池技术和容量而改变。

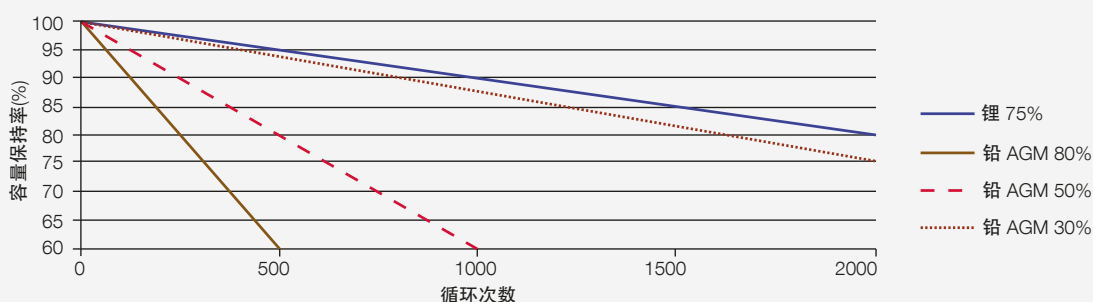
在20°C时浮动的铅电池日历寿命



铅电池日历寿命与温度(Eurobat)



气候温和，循环寿命比较



## 铅酸电池(LA)

铅酸电池是固定应用范围最常用的电池类型。根据Eurobat分类，这类电池的预期使用寿命从3年至12年。循环寿命通常较差，即使某些这类电池在循环应用范围内具有不错的性能水平。铅酸电池以低成本提供了一项成熟和精心研究的技术。有许多类型的铅酸电池可用，如敞开式和密封式外壳版本（称为阀控式铅酸电池VRLA，需要较少的维护）。VRLA电池可以是AGM（吸收玻璃材料，电解液被吸收到纤维玻璃中）或GEL类型（电解液是一种在较高温度环境下和特定应用范围中使用的凝胶）。铅酸电池的其中一个缺点是，当放电较高的功率时将会减少可用容量。例如，若电池在一个小时内放电，只有50%到70%的额定容量可用。其它缺点是能量密度低（铅具有高比重），以及铅是一种在特定环境和应用范围中被禁止或限制使用的危险物质。优点包括有利的成本/性能比、易于回收和简单的充电技术。

## 镍镉电池(NiCd)

和铅酸电池相比，NiCd具有更高的功率密度、略微更大的能量密度和较高的循环次数。NiCd电池比较坚固耐用，是唯一可以在温度范围低至-20°C到-40°C的情况下良好执行的电池，其预期使用寿命即使在高温下仍相当不错，因此，它们可以在温暖的国家和在高温的应用环境中使用。大型电池系统使用敞开式NiCd电池，并采用类似于铅酸电池的规模运行。NiCd通常为敞开式，因此必须竖向堆叠和通风良好，并且不能在充电状态下运输这类电池（电解液单独装运）。

## 锂离子电池(Li-ion)

Li-ion电池具有高的重力能量密度，这意味着和LA或NiCd电池相比，Li-ion电池解决方案较轻并且体积较小。对于Li-ion电池，日历寿命（超过10年）和循环寿命（数千个循环）即使在高温下也非常优异。具有高循环效率并且没有过度设计的短后备时间（UPS应用的典型规范），Li-ion技术明显具有许多技术优势。大多数的金属氧化物电极具有热不稳定性，并且可以在高温下分解，释放出可导致热失控的氧气。为了尽量减少这种风险，采用串联方式以获得兼容于UPS系列的电压的Li-ion电池，配有一个监控装置以避免过度充电和过度放电。此外，还安装了一个电压平衡电路，用于监控个别电池的电压水平，以及防止电池间的电压偏差。

## 超级电容器

有许多名为“超级电容器”的不同技术。2种主要技术包括：

- 对称双电层电容器（对称EDLC），在两个电极上使用活性炭。充电机制纯粹为静电：没有电荷在电极/电解液界面上移动。

- 不对称双电层电容器（不对称EDLC），在其中一个电极上使用电池电极。电池电极具有比炭电极大的容量，使得其电压不会随着电荷显著变化。这允许较高的整体电池电压。

超级电容器可在峰值功率需求期间提供快速脉冲能量，然后迅速存储能量；其极低的内部电阻允许非常快的放电和充电，提供无可比拟的高循环能效。此外，它们通常不使用危险物质，并且具有非常低的自放电，因此，可在浮动模式下使用非常少的电流（这意味着UPS的较少能量消耗），以及可以长时间运行而无需再充电。

## 锂离子电容器(LIC)

该电容器是电池和电容器（不对称EDLC）之间的混合。Li-ion电容器包含一个活性炭阴极（因此没有热失控导致的安全风险<sup>(1)</sup>）、一个锂掺杂碳的阳极，以及含有锂盐（如在电池中）的电解液。此混合结构造就了一个独特的电容器，可以结合最佳的电池和电容器特性。混合电池结构可以提供许多优势。其中包括高能量密度和高电压，以及在进行串联时，和传统EDLC电容器相比，可减少1/3LIC电池数量。另一个优点是极低水平的自放电：该LIC可以保持其95%的电荷长达3个月。由于在浮动模式下使用非常少的电流，UPS的能量消耗较少，而且LIC可以运行更长时间而无需再充电。

LIC技术还具有较高安全水平（没有热失控的危险）、高功率密度以及快速充电和放电的附加优势。此外，它也更可靠，具有较高的循环次数（其估计寿命为1百万次充电/放电循环）以及可耐受很大的温度范围（-20°C至70°C），使得它非常适合在恶劣工作环境中使用。

## 飞轮

飞轮以旋转质量中的动量形式存储能量。电动机将转子旋转到来为飞轮充电。在放电过程中，电动机将作为发电机，将旋转能量转化为电能。根据下列方程式，飞轮中存储的能量取决于质量和速度：

$$E = \frac{1}{2} J \omega^2$$

其中J是惯量时刻， $\omega$ 是角速度。由于能量具有二次比例和角速度，因此飞轮以非常高的速度（超过30,000 rpm）运行非常重要，有鉴于此，现代飞轮使用磁悬浮来避免摩擦损耗和在密封真空下旋转。飞轮不会受到因高温导致的限制（不会减少日历寿命），再充电过程中没有任何氢排放（如同铅酸电池的情况），可以在很短的时间内进行再充电，具有高循环范围而不会缩短其预期使用寿命，不使用任何危险物质，以及可以安装在空间受限处。飞轮具有以数百千瓦测量的输出功率，因此非常适用于高功率的UPS系统。

## 压缩空气能量存储

在压缩空气能量存储中，电力用于压缩空气，并将其存储在专用结构中。当需要电源时，将会立即通过涡旋式膨胀机来驱动被压缩的空气，然后驱动发电机，将压缩空气转化为电能。典型应用范围是用于功率桥接（将主电源切换为发电机功率），而不用出现频繁微中断的情况。CAES系统可进行并联连接，从而增加后备时间或添加冗余。CAES也可在恶劣环境中使用，其日历寿命不会受到温度的影响。当系统完全充电时，它将不需要任何显著能耗，因此，可提高基于电池的传统UPS系统的整体能效。

(1) 热失控：在不正常运行条件下，电池产生热量的速度比它可以散热的速度快。热失控会熔化电池的塑料组件，释放气体、烟雾，产生损坏相邻设备的酸性物质。