「UPS」

UPS供电系统配置及其改进策略研究

文/民航宁夏空管分局　肖　龙
宁夏建筑设计研究院有限公司　曹　璐

首先对UPS供电系统配置进行介绍，详细阐述了不同配置的优缺点，然后分析UPS供电系统实例中存在的不足，最后对实例中UPS供电系统的配置进行改进。改进策略的提出，实现了较低经济成本前提下可靠性得到显著提高的目的。

随着电力电子、计算机网络及计算机通信等技术的发展，一些重要部门对电能质量和可靠性的要求越来越高，如民航空管系统、金融系统、医院、通信行业和大型数据中心等对供电可靠性有极高的要求，这些重要行业一旦断电将造成难以挽回的重大经济损失或人身伤亡，并造成不良社会影响。通常用UPS系统为这些重要用户提供高质量不间断的电能，因此，UPS不同的供电系统配置策略便受到了广泛的关注。将通过对某民航空管数据中心机房UPS供电系统配置进行分析，提出更完善的UPS供电系统配置策略以提高供电的可靠性。

UPS供电系统配置

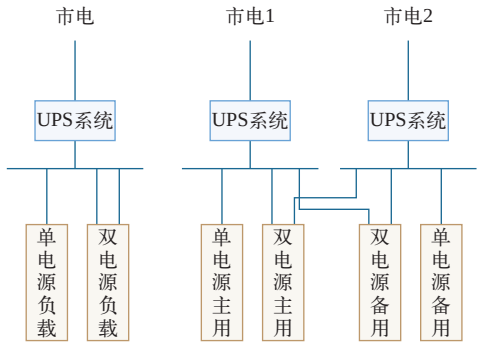
UPS供电系统可划分为4个部分，即UPS总线、UPS输入、UPS系统和UPS负载。每个部分都有不同的配置方式，根据可靠性和经济性的要求进行优化组合，实现UPS供电系统的最优配置。

1. UPS总线

UPS总线结构常分为单总线和双总线。

如图1a所示，单总线UPS系统引自同一个电源，输出通过单一总线给负载提供电源。优点是投资少，结构简单。缺点是负载主备设备来自同一电源造成“单点瓶颈”，故障点多，可靠性低。

如图1b所示，双总线UPS系统来自不同的独立电源，输出通过两条独立总线给负载提供电源。优点是负载主备设备来自不同电源，解决了“单点瓶颈”故障，提高系统供电可靠性。缺点是投资高，占地面积大。



（a）单总线配置　（b）双总线配置

图1　UPS总线配置

2. UPS输入

UPS输入有3种结构，即单市电、双路市电切换和双路市电柴油发电机切换。

如图2a所示，UPS系统由单路市电供电。优点是投资低，维护成本低。缺点是市电中断风险

大，设备供电可靠性降低。

如图2b所示，UPS系统由双路市电通过ATS切换供电。优点是任何一路市电中断不影响UPS系统正常运行。缺点是如双路市电都中断，UPS系统将使用后备电池组逆变给负载供电，供电可靠性降低。

如图2c所示，UPS系统由双路市电通过ATS切换输出再与柴油发电机切换供电。优点是双路市电同时中断不会影响UPS系统正常运行。缺点是投资大，占地面积大。

3. UPS系统

UPS系统目前主流配置有UPS单机、UPS“1+1”冗余并机和UPS“N+1”冗余并机。

如图3a所示，UPS系统中只由一个UPS单机。优点是投资小，占地空间小。缺点是UPS单机故障会导致整个总线瘫痪。

如图3b所示，UPS系统由两个UPS组成“1+1”冗余并机。优点是任何一台UPS故障不会导致整个总线瘫痪。缺点是投资大，存在环流问题。

如图3c所示，UPS系统由两台以上UPS组成“N+1”冗余并机。优点是相对于“1+1”系统而言可靠性更好。缺点是投资成本巨大，存在环流问题。

4. UPS负载

UPS负载分为3种，即单电源负载、STS切换的单电源负载和双电源负载。

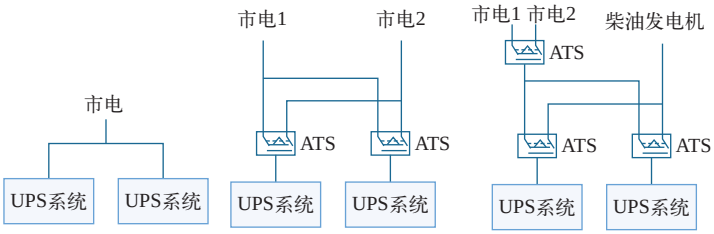
如图4a所示，单电源负载只能接到某一总线上。优点是电源结构简单，维护方便。缺点是所接总线供电中断会造成单电源设备断电，在UPS双总线供电系统中会造成负载不平衡。

如图4b所示，单电源负载通过STS开关进行无缝切换，实现对负载进行不间断供电。优点是可以提供两个输入电源且在8 ms内实现不间断切换。缺点是一旦STS故障，单电源负载供电中断，在双总线UPS供电系统中会造成负载不平衡。

如图4c所示，双电源负载的两个电源可来自不同且相互独立UPS总线。优点是可以提供两个电源接口，负载供电可靠性高，在UPS双总线供电系统中均分负载。缺点是经济成本比单电源负载高。

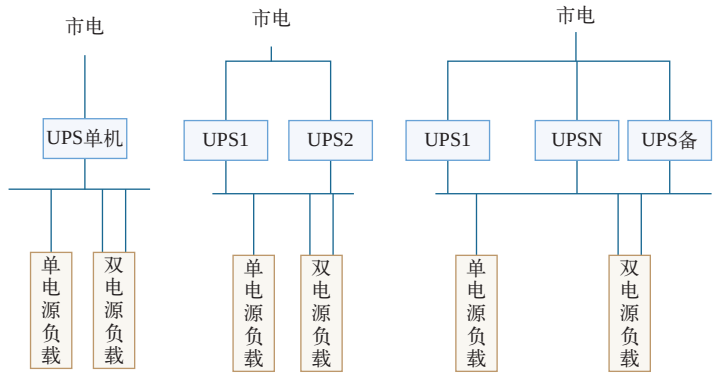
UPS供电系统配置改进策略

以某民航空管数据中心机房UPS供电系统为例，如图5所示。



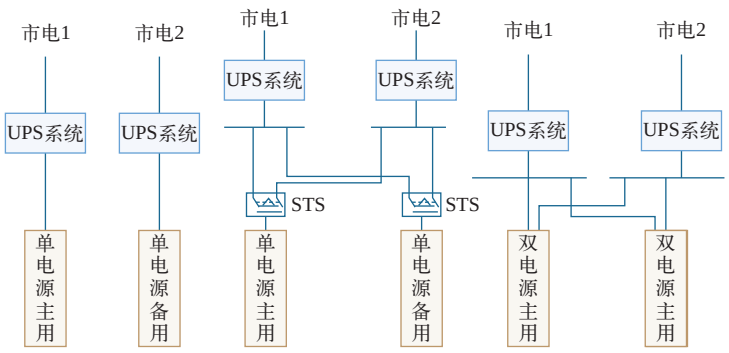
（a）以单总线为例单市输入　（b）以双总线为例双市电切换　（c）以双总线为例双市电柴油发电机切换

图2　UPS输入配置



（a）以单市电单总线为例单机UPS　（b）以单市电单总线为例“1+1”冗余并机　（c）以单市电单总线为例“N+1”冗余并机

图3　UPS系统配置



（a）以双总线为例单电源负载　（b）以双总线为例STS切换单电源负载　（c）以双总线为例双电源负载

图4　UPS负载配置

图5是某民航空管系统数据中心机房的UPS供电系统图，系统为双总线单UPS供电系统。系统由两路专线供电通过ATS开关进行切换输出再与应急柴油发电机通过另一个ATS开关进行切换，分别为A、B两个UPS系统进行供电。UPS系统内部为UPS单机运行模式，单电源主备负载分别接在A、B两个UPS供电系统中，双电源设备主备负载同时接在A、B两个UPS供电系统中。此类UPS

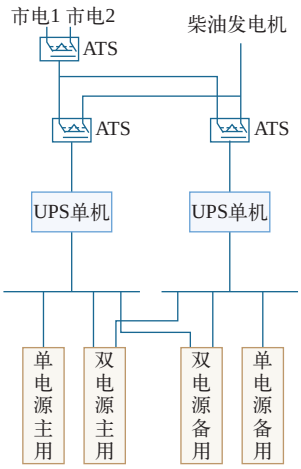


图5　某民航空管系统数据中心UPS供电系统配置

供电系统虽然可以为重要负载设备提供不间断电源，但存在“单点瓶颈”问题。

1）整个UPS供电系统中UPS系统环节是单机运行模式，如果某台UPS单机出现故障无法工作将导致UPS所在总线供电瘫痪。

2）单电源设备只接在其中的某个总线上，UPS负载的供电就会发生问题，如UPS配电柜故障、短路开关跳闸、熔断器熔断和电力传输电缆故障等原因造成的系统故障（据美国大型 IDC 机房统计数据表明，79%的故障来源于 UPS 输出端与负载之间的供电线路），因此不能从根本上完全满足重要负载的不间断供电。

由上面分析可知整个UPS供电系统的可靠性被降低，为提高UPS供电系统可靠性对该系统进行改进和完善，如图6所示。

如图6所示，将UPS系统变为“1＋1”冗余并机方式，UPS负载部分将单电源设备通过STS静态转换开关的切换实现两个独立总线间的无缝切换。该系统由两个相互独立的双总线组成，每条总线上各有一套“1＋1”冗余并机UPS系统，两套UPS系统可以独立工作互不影响，其中一条总线上的UPS系统故障不会影响另一条总线上的另一套UPS系统正常工作。单电源负载设备通过STS静态开关的切换实现两个独立总线间的无缝切换，保证单电源设备不间断供电。该方式大大提高了整个UPS供电系统的可靠性，其优点如下。

1）该UPS供电系统配电策略适用于多类型负

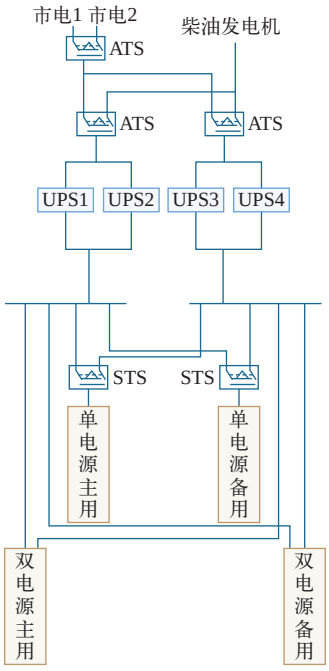


图6　改进的UPS供电系统配置

载终端的场合。

2）两条独立总线间的两套“1＋1”UPS冗余并机系统独立运行，完全实现电气隔离，可靠性极高。

3）整个UPS供电系统中任意一台UPS出现故障退出运行时，其负载都由与其并机的UPS承担全部负载保证故障UPS总线供电系统供电不受影响。

4）相对“*N*＋1”冗余并机系统而言，“1＋1”冗余并机UPS系统已经能够承担负载所需容量，因此选用“1＋1”冗余并机UPS供电系统提高可靠性的同时降低了经济成本的投入。

结束语

针对某空管数据中心机房UPS供电系中所存在的问题进行改进和完善，在低经济成本的基础上使整个UPS供电系统实现独立运行且不会互相影响，实现单UPS负载设备的不间断供电，从而大大提高了供电系统的可靠性。改进的双总线“1＋1”并机冗余UPS供电系统对今后供电系统可靠性分析及工程建设具有重要指导意义。**EA**

（收稿日期：2018.02.27）

（编辑：刘群垚）