[轨道交通]

智能信号电源升级方案

文/上海地铁维护保障有限公司通号分公司　顾臻浩

随着轨道交通的快速发展，问题也越来越多。如城市中多条轨道交通线路修建时间较早，设备已经老化损坏，或者不符合当前标准规定。以上海地铁8号线的人民广场站信号电源屏改造为例，阐述一些信号电源在轨道交通线路中的升级方案。

上海轨道交通8号线原有信号电源设计配置，对系统存在一定的安全隐患，需要对该条线路UPS电源系统进行优化改造。根据运基信号【2005】458号文——《铁路信号智能电源屏技术条件》（暂行），为了增强系统安全性，本次改造工程将信号系统不间断电源（UPS）电源由一台增加至两台，分别给信号电源屏的主备模块供电。

UPS选型

1．UPS原理

（1） UPS定义

不间断电源（Uninterruptible Power System/Uninterruptible Power Supply，UPS）主要由蓄电池、整流器和逆变器等器件组合而成，主要应用于地铁、高铁、医院和计算机数据中心等有不能断电要求的场合及设备。当市电输入正常时，UPS通过前端整流器，将交流电压转至直流电压为蓄电池充电，同时将市电提供给后端负载；当市电中断（事故停电）时，UPS 将切换至蓄电池供电，通过逆变器等器件，将蓄电池提供的直流电转换为交流电提供至后端负载，使其维持正常工作，确保了设备不会因断电而造成损坏或数据丢失。UPS设备通常对过电压或欠电压都能提供保护。

（2） UPS分类

按UPS的工作方式分类，UPS可分为在线（ON－line）式UPS、离线（off－line）式UPS以及在线互动式UPS。离线式UPS又称后备式UPS，新标准IEC 62040－3规定为被动后备式（Passive Standby）；在线互动式UPS又称互动式UPS。

1）后备式UPS。后备式变压器体积小，效率高，价格低廉，运行费用低，电能转换效率很高；但是后备式UPS负载同线上供电系统没有真正隔离；较长的转换时间，缺少真正的静态开关，这意味着把负载转换到逆变器所需要的时间相对较长，不能满足大型或复杂的敏感型负载的需求。

2）在线式UPS。在线式是指不管市电电压是否正常，负载所用的交流电压都要由逆变电路转换而来，即逆变器始终处于工作状态，在线式UPS在供电时有两次转换过程。在线式UPS在市电正常的情况下同时起到了稳压及防止电波干扰的功能，并对蓄电池进行充电；在停电时则使用蓄电池给逆变器提供稳定的直流电，再由逆变器转换供给后端负载。由于逆变器一直在工作，因此不存在切换时间问题，适用于对电源有严格要求的场合。

3）互动式UPS。在线互动式 UPS 是介于后备式 UPS 和在线式 UPS 工作方式之间的 UPS 设备，它融合了两者的优势，兼具效率高、输出稳定的优点。但是互动式UPS也有着自身缺点，首先在市电供电时，因市电直接供电，未经过UPS的稳压过程，会将干扰直接传递至后端负载；其次动态性能

不好，在输入或负载电流突变时，输出电压会有较大幅度的变化且不易恢复，稳压准确度差。最后，电网适应范围窄，如要提高准确度和适应范围，则必须增加变压器抽头数；UPS有转换时间，不适合发电机组供电和市电不稳定的环境。

2．UPS选择

在了解各种类型的UPS的优劣后，需要针对本次改造工程进行选型。本次改造工程主要面向轨道交通，确切地说，为地铁线路。因此本次涉及负载属于大型负载，由于电源屏系统对电压变化较为敏感，因此排除后备式UPS。又考虑到地铁一天运行时间较长，因此，需要稳定性较好设备，再综合考虑成本，施工难度等问题，最终选择在线式UPS，具体品牌可根据需求，寻找合适厂家。在选择厂家时，也需要考虑售后问题，由于地铁长时间运行的特点，因此UPS故障几率较大，故需要选择售后较好的厂家。

改造方案

1．原供电系统

要完成对老系统的改造，首先需要研究老的系统设计图，找出其中有不足或有缺陷部分进行修改。图1所示为原上海地铁8号线人民广场站供电系统。

从原设计图可以看出，它有不少缺陷，

1）原设计缺乏维修旁路。所谓维修旁路，就是在市电及其供电设备之间，添加一条直接通路（不经过UPS）。这样可以保证在维修UPS的时候，可以不切断电源屏的供电。而原设计在维修时，需要断电维修，这在地铁这种轨道交通中是不合适的。由于地铁的特殊性，很难维持长时间断电状态（断电时间过久可能会导致地铁停运），且《铁路信号智能电源屏技术条件》（暂行）中，明确提到25 Hz电源，要不间断供电，因此，需要添加一个旁路来保持供电。

2）缺乏备用UPS。出于电路设计安全性以及《铁路信号智能电源屏技术条件》（暂行）中不间断供电的规定两个角度考虑，故添加备用UPS。这样，当其中主路模块UPS损坏后，另一台UPS可维持模块继续工作，增强了系统的稳定性。

3）缺乏备用模块。按照当前设计，系统只有一套功能模块。由于本公司产品为信号电源类，如只有1套功能模块，当模块出现故障时，会导致地铁信号系统停止工作，由于地铁的特殊性，原系统明显不符合安全标准。

2．新供电系统

针对上述问题，本次改造工程对原系统供电图进行了修改，改造后的新系统供电图如图2所示。

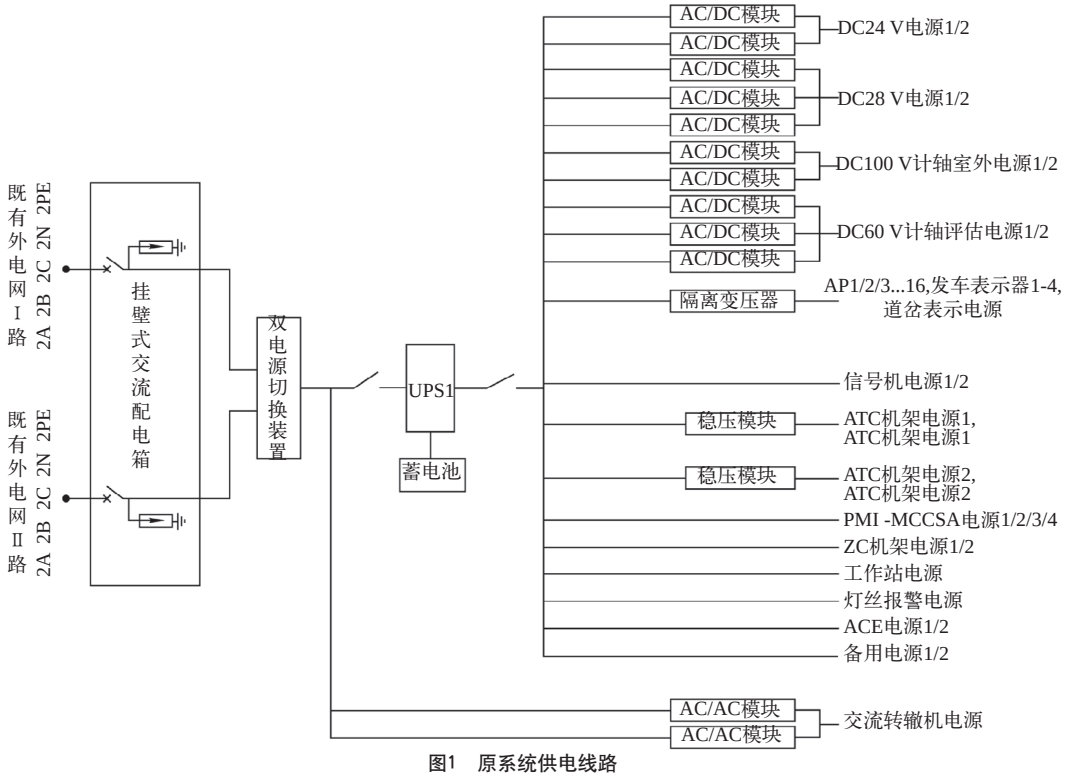

图1　原系统供电线路

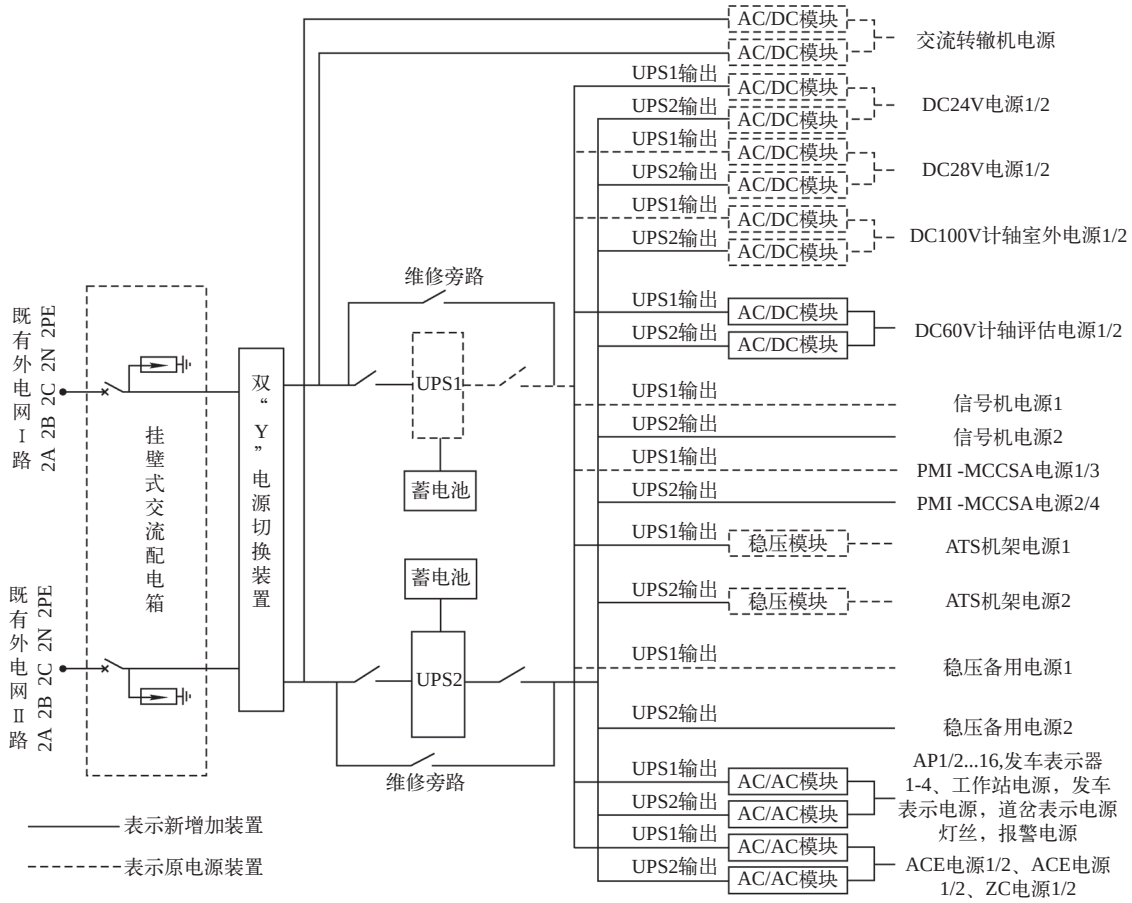

图2　新系统供电线路

与原供电系统相比，新的供电系统为UPS添加了维修旁路，为系统添加了备用模块，并由一独立UPS为该模块供电；并且系统采用双“Y”切换装置，使得供电时不仅能够选择市电路数，还可以选择对应的UPS；同时，添加手动开关，可以人工选择工作模块（主备用），保证了当系统出现故障时，至少有一路能正常工作。

在新供电系统设计的时候，曾经考虑过使用H形切换供电，H形切换供电同样可以满足双模块供电，但H形供电有些不足：当外电网（市电）不稳定时，双路供电，两路市电差异较大。由于两路市电同时供电，会造成电压不稳，对设备造成影响，容易损坏设备。后根据《铁路信号智能电源屏技术条件》（暂行）以及实际供电需求，采用双Y形切换供电，为电源屏供电时，与市电均为Y形连接。因此，同一时间仅有一路市电在工作，即两路市电输入是分离的，互相之间没有干扰，且同一时间一路市电对应单一UPS，如果一路市电损坏，另一路市电对应的UPS损坏，还可以通过手动开关进行切换。

结束语

通过本次对上海地铁8号线的人民广场站的施工改造，得到了一些关于智能电源的升级改造经验。首先，对于老旧轨道线路的改造，都应以铁道部/局制定的标准为基础，在改造前，需要对比新旧标准，进行方案的初步制定。其次，在进一步制定方案时，对新系统的设计应考虑其安全性、稳定性等因素，同时还需要结合地铁运营等实际情况。另外，在对设备厂家进行选择时，也应对其综合考虑，包括产品质量以及售后服务。最后，在真正实施改造的过程中，除应严格按照线缆图接线，还应做到及时、仔细的校对，确保不发生人为问题。并且，还应制定各种常见问题，制定应急方案，做好安全保护措施，保证调试过程的顺利进行。EA

（收稿日期：2018.12.27）
（编辑：朱金凤）