

信号不间断电源系统改造技术分析

胡文龙

南昌轨道交通集团有限公司运营分公司 江西 南昌 330000

[摘要]轨道交通信号系统由计算机、通信设备及配套计算机控制的负载组成，系统对供电质量和可靠性有着严格的要求，不允许有3-5MS的中断供电，否则计算机锁链的信息便会丢失，正在输入输出的信息就会发生错误和中断，情况严重的将造成列车晚点或中断等重大事件的发生。所以信号系统对电源的三大要求是安全、可靠、稳定。本文主要对信号不间断电源系统改造技术进行简要分析。

[关键词]信号系统；UPS；电源屏

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2021.10.790

一、概况

近期在多个地铁行业内发生了不同程度的信号系统电源故障，给行车效率带了较为严重的影响，深入分析发现目前信号系统电源在安全、可靠、稳定上仍存在较大的风险隐患。

信号电源系统设备应具有两路引入电源的自动转换功能，在两路引入电源自动转换或中断时，UPS应无时间中断地从备用电池上提供后备电源。UPS电源容量、后备电池的供电容量和时间应考虑所有室内外信号设备（包含道岔转辙机）的用电需求，UPS电源供电时间不少于30分钟，且在车站、车辆段/停车场控制工作站上应提供信号UPS引入电源中断的显示及音响报警功能。

南昌地铁1号线于2015年底开通，设备使用已近六年。特针对1号线信号专业，提出以下不间断电源系统几种不同方式改造方案，提升运行的可靠性。

二、现状描述

目前南昌地铁1号线信号电源系统由智能电源屏及UPS设备组成。智能电源屏厂家为北京鼎汉技术股份有限公司，UPS设备厂家为美国通用电气公司，国内代理商为上海自动化仪表有限公司。

工作原理为智能电源屏输入由两路独立交流电源通过切换单元切换后送至UPS，再由UPS向电源屏供电。电源屏向信号负载进行供电。

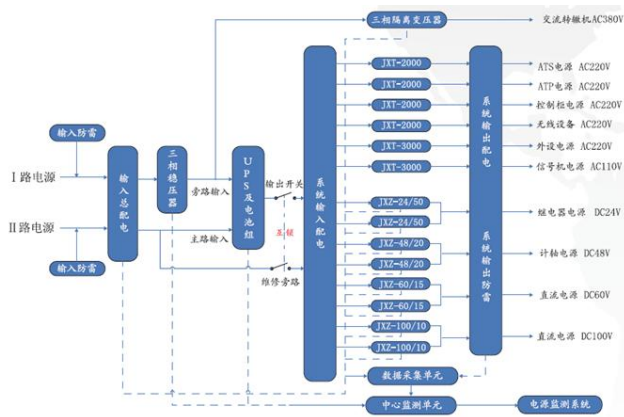


图1 在用信号电源系统示意图

其供电方式为单母线单UPS工作，通过日常的操作及故障反映出以下设备风险：

1、单UPS单母线电源系统未做冗余设计，UPS故障一旦母线中出现任一点故障将造成区域性信号设备失电。控制中心或集中站失电将造成中断行车或15分钟以上晚点事件。

2、UPS故障切至旁路状态后，若上级两路引入电源转换或一路中断时，UPS不能通过电池逆变为负载提供后备电源。PMI、计轴等计算机类设备将失电重启，集中站设备恢复时间将超20分钟以上，将造成15分钟以上晚点事件。

3、UPS操作步骤复杂，维护人员存在检修作业时由于操作问题导致UPS失电，在人工点内出现全区域计轴受扰等情况，发生抢修及超范围施工等事件，触发施工指标并影响次日运营。

三、必要性分析

1、现行设计单UPS串联在信号电源母线中，关键设备未做冗余设计，存在单点故障，有较大安全风险，可能会引起设备宕机或电源中断。

2、目前在线运行的UPS，内部结构复杂，操作流程繁琐，维修技术要求较高，出现问题公司维修人员不具备维修能力，故障处置时间较长。

3、通过日常的故障处理反映出备件调拨不及时、故障判断处置不准确的情况。

为了解决上述存在的风险，提高信号电源系统的安全可靠性，结合1号线的现场实际情况，现提供以下技术方案。

四、技术方案

方案一：对称双母线双UPS方案

如下图所示：该方案采用对称双母线设计方案。

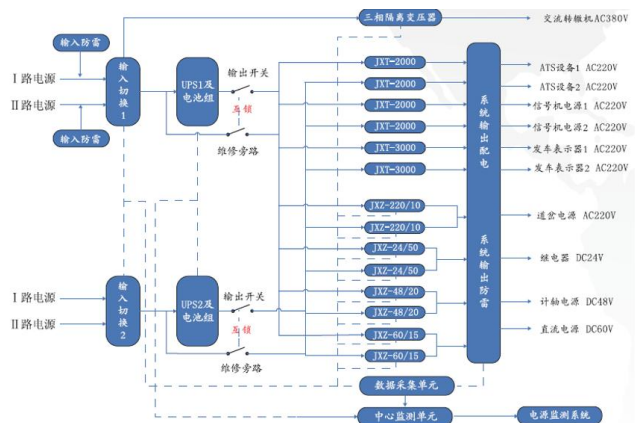


图2 对称双母线电源系统示意图

该方案的特点是拥有一套完整的冗余供电系统，具有容错的技术特点。

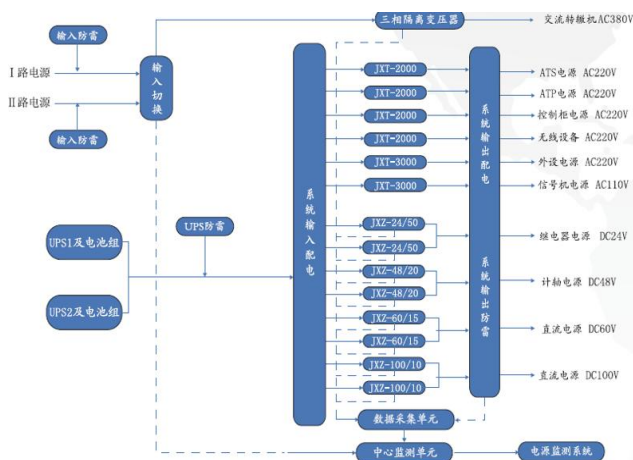
优点：1、可靠性最高；2、双母线系统架构互不影响，具有容错特性。

缺点：1、造价成本高；2、占地面积大。

已使用此方案线路：新建地铁线路采用的较多，例如：杭州5号线、杭州8号线、杭州10号线、上海1号线、上海5号线、上海8号线三期、上海12号线、上海17号线。

方案二：UPS并机方案

如下图所示：该方案采用1+1 UPS并机整体供电方案。



并机方案为增加一套原品牌UPS，两套UPS为双机热备。

1+1UPS并机方案的特点是正常工作情况下，两台UPS能均分负载，当其中1台UPS出现故障时，另外一台UPS能承担所有负载量，具有冗余的技术特点。

优点：1、可靠性较高；2、具有冗余的技术特点。

缺点：1、不同型号UPS无法并机；2、如果全部换为统一的新UPS的话，老型号UPS需要报废；3、输入电源、电源屏无热备。

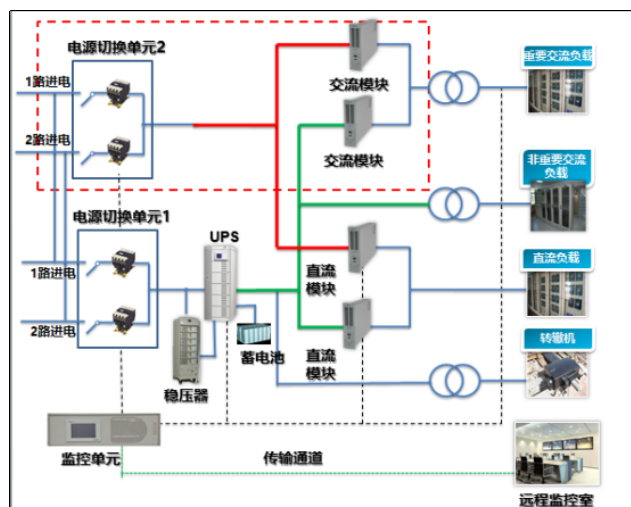
已使用此方案线路：北京、武汉、深圳等多地广泛采用此供电架构，例如：北京4号线大兴线改造项目（由单机改为并机）、上海地铁7号线、深圳地铁3号线。此方案初步预算为对称双母线双UPS方案预算的一半。

方案三：不对称双母线方案

如下图所示，增加一套电源屏作为A路总线。

不对称双母线方案为电源屏增加直流、交流相对应的模块，将1/2路输入电进行并联输入，一路至UPS，另一路至直流、交流模块。新增一条母线，新增母线与既有母线热备冗余，在既有母线中出现任何故障的情况下，新增母线需持续向重要负载供电。

直流负载：直流电源模块分别从不同母线上引电，满足UPS维修时市电转换过程负载不掉电的功能。



交流负载：在重要设备前端新设交流模块，交流模块分别取自不同的母线，交流模块可以满足市电转换150ms内后端负载不掉电。

交流转辙机负载：交流转辙机在输入前增加一个转换开关，可以实现人为的来选择不同母线进行工作。

不管直流模块和交流模块并联输出时，并联模块的输出端可以做到信号同步，模块的输入端是完全隔离，相互之间输入没有任何关联。另外由于部分重要交流输出负载分散在不同变压器上，考虑到后期工程实施针对部分重要交流负载需要重新设置隔离变压器。

优点：1、电源屏有备份。

缺点：1、如果市电断电且原有UPS出现故障时，会存在设备宕机、负载停电的情况。

已使用此方案线路：合肥地铁2、3号线，福州地铁正在技改。此方案初步预算与并机UPS方案一样。

五、结论

根据《城市轨道交通信号系统运营准入技术条件（征求意见稿）》“第五十一条 控制中心、车辆基地及正线集中站应采用双UPS、双母线设计”。方案一：对称双母线双UPS方案将会是新建地铁的标准。若现有信号机房空间充足，不考虑成本的情况下，优先选择方案一：对称双母线双UPS方案。但既有线技术改造，限于机房面积有限且性价比等原因，可选择方案二：UPS并机方案或方案三：不对称双母线方案，具体实施应结合不同的场景适用不同的改造方案，且在施工过程中，需要对既有设备完全断电进行改造，施工时间有限，存在运营前无法恢复供电的风险，需在技术及施工组织方面加强审核及预想，确保施工按时完工场清。

参考文献

[1]宋福顺. 浅谈铁路信号电源屏UPS的选配方案[J]. 科技创新与应用. 2013, 27: 55-56