

红岛—胶南城际轨道交通集中UPS应用研究

申 宁

(青岛地铁集团有限公司, 山东 青岛 266101)

摘要: 在满足地铁设计相关规范要求下, 对各弱电设备系统UPS分散式与集中式, 几种集中整合方案进行了详细的分析。结合工程中弱电设备系统的分布特点, 提出该工程按照正线车站采用单集中UPS单蓄电池的配置方案进行实施, 为相关系统提供高可利用率、高质量的不间断电源。此种配置方式既保证了UPS系统及控制系统的可靠性以及缩小, 故障影响范围, 也符合当今资源共享、集中管理和专业维护的发展大趋势。

关键词: 弱电设备系统; UPS集中整合; 资源共享; 专业维护

Application of centralized UPS system in Hongdao—Jiaonan intercity rail transportation

SHEN Ning

(Qingdao Metro Group Co., Ltd., Qingdao 266101, China)

Abstract: With the requirements of relevant metro design specifications, a detailed analysis on different weak current system equipped with distributed and centralized UPS control systems and several centralized integration plans is conducted here. Combining with the distributed characteristics of the weak current system in this engineering, it is proposed that the design of a single centralized UPS with single battery for main line station can provide a high availability and quality UPS supply. With this design, it not only ensures the reliability of UPS power supply system and control system and breakdown influence scope, but also satisfies the general trend of resource sharing, centralized management and professional maintenance.

Key words: weak current system; centralized UPS; resource sharing; professional maintenance

0 引言

城市轨道交通系统内的通信系统、信号系统、环境监控系统、综合监控系统、AFC系统、FAS系统、变电所的综合自动化系统和站台门系统等, 都是由计算机主机、自动控制设备及组网设备组成, 它们负责城市轨道交通系统中的车辆及设备信息传递、乘客输送及引导、车站及车辆内环境监控等, 它们所用电源等级均为重要甚至特别重要的一级, 因此需要设置不间断电源

(UPS)^[1], 以保证设备用电质量和连续性。

1 UPS应用方案对比

1.1 UPS分散与集中方式对比

城市轨道交通的弱电设备系统中都会设置各自的UPS系统, 设置的UPS是分散式布置、互不联系和相互独立的, 往往存在以下两方面的问题。

1) 各专业UPS重复设备的分别设置, 增加了车站面积, 降低了单设备利用率, 增加了投资。

2) 运营后, 独立设置的UPS易受专业的UPS维护人员不足的影响, 造成维护少或者维护不当, 致使蓄电池容量无法达到备用电源的时间要求, 从而造成轨道交通事故。

近年来, 国内的城市轨道交通系统对UPS系统进行了不同程度的整合, 整合方式和范围在不同地区以及不同线路间各有不同。控制技术和大容量电源系统的迅速发展和成熟, 为城市轨道交通UPS集中整合提供了保障。

对各个弱电设备系统所用的UPS进行集中整合, 与分散式的UPS配置方案相比, 有以下六方面的优势。

1) 系统可靠性方面。大容量的UPS比小容量的UPS可靠性要高很多, 集中整合设置的大容量UPS系统能够大大提高电源的可靠性^[2]。

2) 资源共享方面。对原分别设置的UPS系统进行了控制系统、主机和电池等方面的硬软件整合和集中, 让相关系统共用一套UPS, 实现了资源共享, 使电能资源利用实现最大化。

3) 工程投资方面。对设备和房间的集中整合, 既减少了车站面积和结构投资, 也减少了UPS共用装置的设备投资。

4) 人力资源方面。集中整合后, 只需设置一组维护人员, 或由某个专业维护人员负责。改变了每个设备系统专业都重复设置维护人员的情况, 大大节省了人力资源。

5) 维护方面。对于集中整合的电源设备, 设置专业的维护人员, 配备专用的维修设备; 用集中的维护方式代替原来的分散的维护方式, 提高维修维护工作效率与工作质量。

6) 备品备件方面。进行集中整合后, 车站电源设备统一, 减少了备品备件的类型。

1.2 几种集中UPS配置方式对比

集中UPS配置方式, 根据不同的整合范围、用电需求和条件, 有以下几种集中配置方案。

1.2.1 方案一: 单UPS单蓄电池配置方案

(1) 单UPS单蓄电池配置的系统组成

每个车站设置一套集中UPS装置, 包含控制

单元、整流器、逆变器、智能配电柜和蓄电池^[3]。典型的单UPS单蓄电池配置如图1所示。

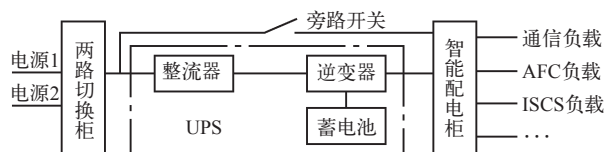


图1 单UPS单蓄电池配置图

Fig. 1 Single UPS single battery configuration diagram

正常工况下, 从0.4 kV开关柜接入的两路电源通过装置的整流、逆变后给相关用电设备提供电能。0.4 kV开关柜失电工况下, 装置将蓄电池内的电能逆变后为各用电设备提供电能。装置故障工况下, 旁路开关自动闭合, 切换至由0.4 kV开关柜接入的电源提供电能。

(2) 蓄电池设置

设置一套电池, 单套蓄电池的容量按满足负载需要总容量的100%配置。

(3) 设备机房面积^[4]

该系统主要包括UPS机柜、电池柜、两路电源切换柜和智能配电柜, 共需机柜(800 mm × 800 mm × 2 200 mm) 12个; 占地面积大约35 m²。

(4) 每站点造价(基本设备费用)

每站点造价大约为110万元。

1.2.2 方案二: 双UPS双蓄电池并联冗余配置方案

(1) 双UPS双蓄电池并联冗余配置的系统组成

每个车站设置两套UPS装置, 包括控制单元、同步控制器、整流器、逆变器、智能配电柜和蓄电池。双UPS双蓄电池并联冗余配置如图2所示。

正常工况下, 双UPS双蓄电池装置并机冗余

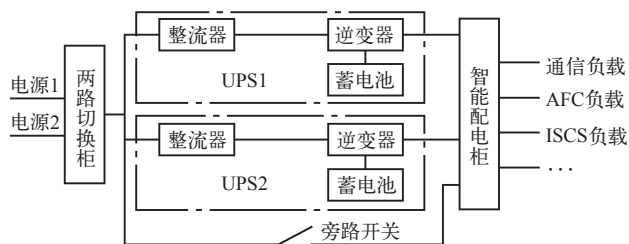


图2 双UPS双蓄电池并联冗余配置图

Fig. 2 Dual UPS dual battery parallel redundancy configuration diagram

工作，其中任一套UPS容量就可以满足相关弱电系统容量的需求。单套UPS故障工况下，通过控制单元，自动将故障的UPS从并联UPS系统中脱离出来。这种工作方式下，UPS装置仍能向相关弱电设备输出具有高可利用率的高质量电能，提高了整个供电系统的可靠性。

(2) 蓄电池设置

设置两套蓄电池，单套蓄电池的容量按负载需要总容量的60%左右配置。

(3) 设备机房面积

该系统主要包括UPS机柜、电池柜、两路电源切换柜和智能配电柜，共需机柜（800 mm × 800 mm × 2 200 mm）21个；占地面积大约50 m²。

(4) 每站点造价（基本设备费用）

每站点造价大约为210万元。

1.2.3 方案三：双UPS单蓄电池并联冗余配置方案^[5]

(1) 双UPS单蓄电池并联冗余配置的系统组成

每个车站设置两套UPS装置和单套蓄电池，包括控制单元、同步控制器、整流器、逆变器、智能控制柜和蓄电池。双UPS单蓄电池并联冗余配置如图3所示。

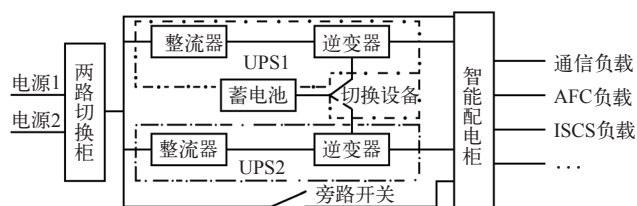


图3 双UPS单蓄电池并联冗余配置图

Fig. 3 Dual UPS single battery parallel redundancy configuration diagram

正常工况下，双UPS单蓄电池装置并机冗余工作，其中任一套UPS容量就可以满足相关弱电系统容量的需求。单套UPS故障工况下，通过控制单元自动将故障的UPS从并联UPS系统中脱离出来。这种工作方式下，UPS装置仍能向相关弱电设备输出具有高可利用率的高质量电能，提高了整个供电系统的可靠性。

(2) 蓄电池设置

设置一套蓄电池，蓄电池的容量按负载总容

量的100%配置。该蓄电池通过电池切换设备与两套UPS设备相连。当两路外电源故障时，该蓄电池可以通过其中任一台UPS给相关弱电系统设备提供电能。

(3) 设备机房面积

该系统主要包括UPS机柜、电池柜、两路电源切换柜和智能配电柜，共需机柜（800 mm × 800 mm × 2 200 mm）14个；占地面积大约40 m²。

(4) 每站点造价（基本设备费用）

每站点造价大约为150万元。

1.2.4 方案比选

通过以上对三种UPS整合方案的介绍，综合比较如下表所示。

表 三种集中方案综合比较

Tab. Comprehensive comparison of three schemes

类型 比较项目	单UPS单蓄电 池配置方案	双UPS双蓄电 池并联冗余配 置方案	双UPS单蓄电 池并联冗余配 置方案
可维护性	高	高	高
可靠性	满足要求	高	高
技术先进性	技术先进	技术先进	技术先进
技术成熟性	成熟，应用多	成熟，应用多	成熟，应用多
机房占地面积/m ²	35	50	45
系统造价/万元	110	210	150

三种集中方案均对弱电电源进行了整合，整合后减少了电源设备类型、数量，使系统维护更加简便，同时节省了工程投资，节约了机房占地面积。其中方案一（单UPS单蓄电池配置方案）投资最少，占地面积最小。系统的可靠性相对分散设置也大大提高，可以满足用电负载对电源可靠性的要求，因此该工程采用单UPS+单电池的方案进行实施。

2 青岛市红岛—胶南城际轨道交通集中UPS系统应用

2.1 系统构成

基于上节对方案的比选，该工程集中UPS系

统采用单UPS单蓄电池配置方案。系统设置两路电源进线切换柜、智能型的控制单元、整流器、逆变器、智能配电柜、蓄电池和蓄电池在线监测系统。

(1) 两路电源进线切换柜

每个车站设置一套集中UPS装置，包含控制单元、整流器、逆变器、智能配电柜和蓄电池。

各车站的集中UPS系统配备一面UPS进线柜。UPS进线柜内设置一套三相4极进线双电源切换装置，实现从变电所0.4 kV两段母线引来的两路电源的自动切换，能在一相或多相断相以及欠电压状况下转换，中性点重叠切换，系统自动切换到另一路电源^[5]。两路电源互为备用，即可均作为主用或备用。自动转换开关具有机械、电气双重互锁，确保不会同时接通两路供电电源。

(2) UPS装置

UPS装置具有双变换、纯在线一体化的特点，可以向相关弱电设备提供不间断的电源。正常工况下，UPS装置为下级弱电系统设备提供全部电能，满足下级总容量的要求。UPS装置带旁路开关，当UPS装置故障时，旁路开关闭合，由外电源向下级弱电系统设备提供电能。

(3) 智能配电柜

智能配电柜内设置馈出开关，通过智能型的控制单元，实现对不同用电需求设备的用电切换。装置内智能型的控制单元能够实现对两路电源进线切换柜、配电柜等的控制管理，实现对进线与馈线开关母线电压、分闸、合闸和故障等信息的监视，实现下级用电设备按时间顺序分断功能，同时实现对装置的集中监控、自动报警及信息上传等功能。

(4) 蓄电池组及蓄电池在线监测系统

设置一套蓄电池组，蓄电池组的容量按负载需要总容量的100%配置。当两路外电源故障时，装置将蓄电池中的电能逆变给相关弱电系统设备提供电能。系统配置的蓄电池在线监测系统实现对蓄电池组及单节蓄电池运行状态的在线监测。

2.2 系统运行方式

(1) 正常运行方式

正常工况下，低压0.4 kV两段母线分别为UPS装置提供主备两路电源，经过UPS装置的整流及逆变，通过智能配电柜向下级弱电系统设备提供电能，同时实现给蓄电池充电的功能。

(2) 故障运行方式

1) 一路0.4 kV进线电源停电时，由UPS装置的两路电源进线切换柜实现此断电一路电源与另一路0.4 kV进线电源的切换，为装置提供持续的电源。

2) 两路外电源均停电时，装置将蓄电池中的电能经过逆变后给下级弱电系统设备提供电能。

3) 装置逆变器故障时，旁路开关闭合，由外电源为下级弱电系统设备提供电能^[6]。

4) 装置整流器故障时，首先由蓄电池放电逆变，为下级弱电系统设备提供电能；当蓄电池放电逆变结束后，旁路开关闭合，由外电源为下级弱电系统提供电能。

5) 智能型的控制单元故障时，装置退出工作，旁路开关闭合，由外电源为下级弱电系统提供电能。

6) 蓄电池维护或故障时，蓄电池组退出工作，旁路开关闭合，由外电源为下级弱电系统提供电能。

2.3 现场运行情况

青岛市红岛—胶南城际轨道交通正线车站设置集中UPS系统。到目前阶段，集中UPS系统运行正常，为相关弱电系统设备提供高可利用率、高品质的不间断电源，保障了地铁系统的正常运行。现场装置排布如图4所示。

3 结束语

青岛市红岛—胶南城际轨道交通对可能的集中各弱电设备系统UPS整合方案进行了详细的分析，在满足地铁设计相关规范对负载等级等相关要求的前提条件下，结合该工程中弱电设备系统



图4 集中UPS系统现场排布图

Fig. 4 Site layout of centralized UPS system

的分布特点,考虑到综合性能及经济性要求,确定了正线车站采用单集中UPS单蓄电池的配置方式进行实施。此方式既能保证UPS系统及控制系统的可靠性以及故障影响范围,也符合当今资源共享、集中管理和专业维护的发展大趋势。此种配置方式,在设备运输、施工安装过程的严格控制及验收,在具体运营维护过程中,更需要专业的维护队伍进行维护保养,才能更好发挥UPS的集中电源作用,为相关系统提供高可利用率、高质量的不间断电源。

参考文献

[1] 信息技术设备用不间断电源通用规范:GB/T

14715—2017[S].

[2] 李博翌.大容量应急不间断(UPS)电源车承载平台设计优化及仿真分析[D].兰州:兰州理工大学,2019.

[3] 李云.基于功率控制的UPS并联控制技术研究[D].淮南:安徽理工大学,2013.

[4] 邓志翔.城市轨道交通信号电源系统配置方案研究[J].城市轨道交通研究,2012,15(6):66-69.

[5] 王亮平.模块化UPS研究[D].南京:南京航空航天大学,2009.

作者简介



申宁

申宁(1987—),男,工程师,硕士,轨道交通电气化与自动化专业,从事供电技术与现场管理工作。

(收稿日期:2020-03-15)EA