

浅谈EPS应急电源装置的技术改造与应用

从蓄电池充放电技术改进和应急电源装置（EPS）管理优化的角度出发，结合大型公共建筑EPS现场运行管理情况，对EPS的充放电技术进行了分析和研究，并通过EPS管理系统改造进行了实例分析。通过本课题的研究优化了EPS的充放电模式，提高了设备运行的安全性和可靠性，同时也降低了设备维修成本。

冼丽红/中国对外贸易中心（集团）

0 引言

应急电源装置（Emergency Power Supply, EPS）适用于允许中断供电时间为毫秒级的应急设备供电，主要是为消防设备、应急照明和消防电梯等一级负荷提供应急电源的电源设备。它主要由整流器、蓄电池和逆变器三大部分组成。其工作原理为：在市电正常时，由市电给一级负荷供电，同时通过整流装置为蓄电池进行充电或浮充；当市电失电压或电压超出供电范围，逆变器将蓄电池的直流电源转变为交流电源，为一级负荷提供后备应急电源；当市电恢复时，供电电源将自动恢复为市电供电，工作原理如图1所示。



冼丽红/工程师

关键词/Keywords

EPS应急电源装置 ·
EPS管理系统 ·
阶段充电法 ·
能量转移放电策略 ·

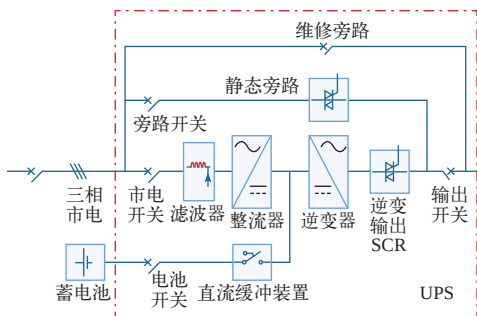


图1 EPS工作原理图

某展馆于2002年投资建设，由两

路110 kV市电供电，设计一级负荷为4 435 kW，其中2 000 kW由发电机提供后备电源，2 435 kW由202台EPS提供后备电源。EPS原设计寿命为12年，但由于EPS设计存在缺陷，只能对整组蓄电池进行充放电，导致个别蓄电池存在过充电或过放电的情况，故障率一直居高不下，严重影响了供电系统的安全可靠性。因此必须对该EPS进行技术改造，以确保市电失电压的情况下，供电系统中的一级负荷仍能正常运行，满足大型展览或重要活动的消防及安保的需要。

1 EPS装置全寿命周期的影响因素

目前，大型公共建筑使用EPS作为后备电源相当普遍，但由于EPS的运行环境较差、充放电管理不完善等原因，大多数EPS的寿命周期远远达不到生产厂家的设计使用年限。

EPS的寿命主要取决于其内部电子元件和蓄电池，其中蓄电池是影响EPS寿命的最重要原因。JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》规定：EPS的蓄电池初装容量应保证备用时间不小于90 min，但随着使用年限的增长和运行管理不善的影响，大多EPS均不能达到以上要求。蓄电池的充放电过程是一个复杂的电化学过程，其寿命影响因素大致分为以下四个方面：

1) 运行环境温度。按照行业规范，蓄电池室的温度应保持在5~35℃之间，并保持良好的通风。环境温度是影响蓄电池使用寿命的典型因素，蓄电池的设计环境温度是在15~20℃，如环境温度

一旦超过25℃，只要温度每升高10℃，蓄电池的使用寿命就会减小一半。

2) 过度充电。蓄电池在市电正常时一直保持浮充电状态，并要保持一个适当的浮充电压。浮充电压过高会造成电池发热，出现热失控现象，还容易因电解水反应剧烈使电池失水过多；浮充电压过高还会恶化电池组的均匀性，加大电池之间的差异。浮充电压过低又会使电池因自放电损失的电量无法及时补充，加速电池老化。目前，蓄电池大多数都处于长期的浮充电状态下，即只充电不放电状态，这样会造成蓄电池的阳极极板化，使蓄电池内阻急剧增大，使蓄电池的实际容量(A·h)远远低于其标称容量，从而导致蓄电池所能提供的实际后备供电时间大大缩短，减少其使用寿命。

3) 过度放电。蓄电池被过度放电是影响蓄电池使用寿命的另一重要因素。这种情况主要发生在市电停电后，蓄电池组为一级负荷供电期间。当蓄电池被过度放电时，会导致电池内部有大量的硫酸铅被吸附到电池的阴极表面，形成电池阴极的“硫酸盐化”。由于硫酸铅本身是一种绝缘体，它的形成必将对电池的充、放电性能产生不好的影响。因此在阴极板上形成的硫酸盐越多，电池的内阻越大，电池的充、放电性能就越差，其使用寿命就越短。

4) 电池组差异化。串联在一起的蓄电池各单节电池在充足电或放放电后，端电压应该是均匀的，不应有大的差异。如果蓄电池内阻差异较大时，在充电时一部分电池充电不足，另一部分电池过充电，如图2所示。在放电时一部分电池尚未达到终止电压，但另一部分电池又会过放电，甚至出现反极现象，如图3所示。长此以往就会引起恶性循环，加速电池失效。

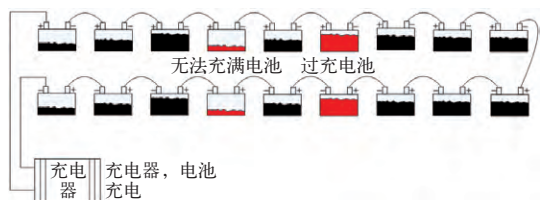


图2 整组电池充电过程简图

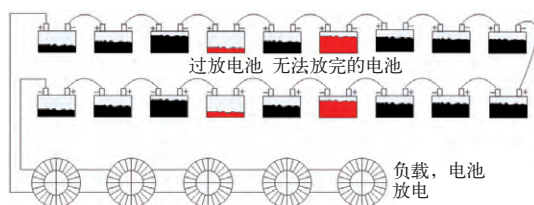


图3 整组电池放电过程简图

2 EPS电池管理系统原理

为了解决以上蓄电池寿命影响因素，必须对EPS蓄电池组的充放电进行技术改造。EPS电池管理系统则能很好地完善蓄电池的充放电管理，并对蓄电池进行远程实时监控，EPS的运行状态、故障状态和维护状态可统一监控管理。

2.1 电池差异充电法

2.1.1 恒流充电法

用调整充电装置输出电压或改变与蓄电池串联电阻的方法，从而保持充电电流 I_{10} 不变(I_{10} 为10h放电电流)。该充电方法简单，但由于电池的可接受电流能力是随着充电过程的进行而逐渐下降的，到充电后期，充电电流多用于电解水，产生气体，使出气过甚。

2.1.2 恒压充电法

在(2.30~2.35)V×N的恒压充电下，随着蓄电池端电压的逐渐升高， I_{10} 充电电流逐渐减少，当充电电流减小至0.1 I_{10} 电流时，充电装置将自动转为正常的浮充电运行。与恒流充电法相比，其充电过程更接近于最佳充电曲线。

2.1.3 阶段充电法

此方法包括二阶段充电法和三阶段充电法。

1) 二阶段法采用恒电流和恒电压相结合的快速充电方法。首先，以恒电流充电至预定的电压值，然后，改为恒电压完成剩余的充电。一般两阶段之间的转换电压就是第二阶段的恒电压。

2) 三阶段充电法在充电开始和结束时采用恒电流充电，中间用恒电压充电。当电流衰减到预定值时，由第二阶段转换到第三阶段。这种方法可以将出气量减到最少，相对理想。

综上所述，差异充电法的基本充电原理为以

下三阶段充电法：①恒流充电是为了恢复电池的电压；②恒压充电是为了恢复电池的储能；③浮充电是为了抑制电池的自放电或保持储能。

运用阶段充电法，加装蓄电池管理模块对每节电池的充电电压、电流进行实时、动态调整，保证充满每节电池的同时不会出现过充电现象，如图4所示。

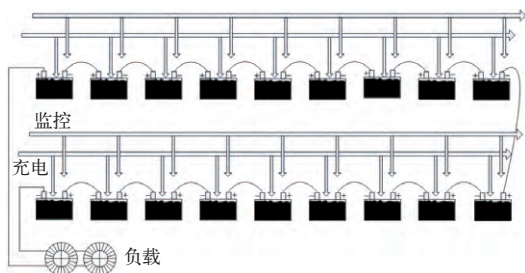


图4 运用阶段充电法进行充电的结果示意图

2.2 能量转移放电策略

放电中期，电池个性化差异导致电池放电进程不同步，有的电池衰减迅速，此时容量大的电池通过能量转移放电策略补充能量小的电池，防止出现个别电池容量衰竭导致过放，进而损坏电池，如图5所示。通过能量转移放电策略，电池组的放电时间比传统放电方式更安全、放电时间更长（延长20%以上）。

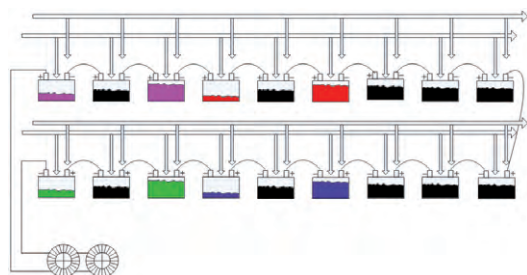


图5 运用能量转移放电策略进行放电的示意图

2.3 EPS蓄电池管理系统后台监控

判断电池充放电终止的标准不止一个，以下均是判断电池是否继续充放电的依据：①电池电压；②电池电流；③电池温度；④电池内阻；⑤环境温度。

为更好监控电池的充放电，因而需要建立一套远程管理监控系统，对所有EPS运行状态、故障

状态和维护状态做统一监控管理，让所有的EPS都在可控状态下运行，进而提高设备的可靠性，延长设备寿命，提升建筑整体安全性。系统建立后，可实时在互联网查看建筑物内的各EPS每节电池的运行状态，并具有故障报警、故障预警和分类汇总，主动报修等服务。监控拓扑图如图6所示。

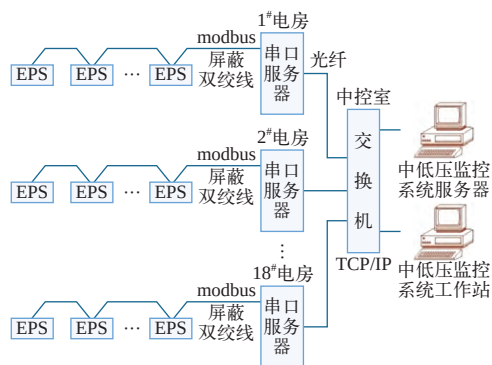


图6 EPS管理系统后台监控拓扑图

3 EPS管理系统的应用研究

3.1 EPS分类

展馆内的EPS按用途可分为以下四类：

- 1) 供电给应急照明的EPS，位于照明控制间。
- 2) 供电给消防电梯的EPS，位于电梯机房。
- 3) 供电给消防卷帘的EPS，位于强电间。
- 4) 供电给消防风机的EPS，位于风柜房和电房。

3.2 EPS的改造方案

根据EPS运行环境及便于日后的运行管理的原则，对EPS改造作出以下分类：

1) 架空层、首层的EPS大部分位于风机房和强电间内，其运行环境温度较高，设备维护空间严重不足，对EPS使用寿命有较大的影响。因此EPS全部拆除，改由发电机供电（通过单位用电指标计算方法评估，发电机容量可满足并入的一级负荷使用需要）。

2) 二、三和四层的EPS多位于电房及照明控制间内，其运行环境温度和空间都能满足EPS的运行要求，因此将整合升级改造。

3) 五、六层的EPS多位于电梯机房和风柜房内,其运行环境温度达40~50℃,设备维护空间严重不足,对EPS使用寿命有较大的影响,因此EPS全部拆除,改由发电机供电。

3.3 EPS装置的改造过程

首先, EPS内的蓄电池需要进线全面的检测评估, 报废已经失效或容量不符合要求的蓄电池, 然后对剩余的蓄电池进行重新编组, 并对每节电池加装电池管理模块, 运用差异充电法和能量转移放电策略进行充放电。EPS改造完成后, 另增设EPS远程管理监控系统, 对所有EPS运行状态、故障状态和维护状态做统一监控管理。技术改造前后功能对比如下表所示。

表 技术改造前后功能对比

EPS	设备情况	整改方法	整改后
正常状态	部分充电器损坏, 电池无过放保护	采用能量转移充电	对每节电池过充保护
应急状态	电池无过放保护, 放电过程中电池均会过放	对每节电池进行放电监测	对每节电池过放保护

3.4 技术应用及改造成效

3.4.1 系统功能简介

(1) 在线监测功能

1) 实时显示每个蓄电池的电池内阻、电压和电池健康分析等功能。

2) 实时显示EPS状态及相关参数数据。

(2) 在线管理功能

1) 对实时数据分类直观显示及报警提醒。电池内阻值显示分正常值、警示值和越限值。当蓄电池内阻值出现越限值时, 提醒运行人员需对该蓄电池进行及时更换。

2) 对蓄电池充放电时间进行管理统计, 运行人员能够清楚知道每组蓄电池的充放电时间, 便于对每组蓄电池进行趋势管理。

3) 结合EPS参数和蓄电池内部参数, 综合分析EPS的特性, 自动提醒操作人员需要对相关EPS进行充放电操作或进行相关更换维护等功能。

(3) 远程控制功能

1) 远程控制EPS, 操作人员能够对EPS进行

充放电操作。

2) 自动控制电池均充, 根据EPS管理系统充放电提醒功能远程控制EPS进行充放电操作, 实现EPS对蓄电池的均衡充电。

3.4.2 系统应用研究

(1) 报警一览

EPS电池内阻超过限值时, 或产生故障报警时, 系统能自动发出音响提示, 并在报警画面闪烁显示。报警事件确认前/后有明显区分, 报警需经操作员确认后方能手动复位。报警事件记录入监控系统数据库, 可以按事件发生的时间、类型或设备分类查询事件报警记录, 可以通过列表、曲线等方式显示一段时间内事故的追忆数据。监控主界面如图7所示。



图7 监控主界面

(2) 故障日志

将所有报警信息和操作记录集中在图表内, 使用户能随时根据需求查询曾发生的报警及曾做的操作记录, 用户可选择日期来查询历史记录, 且带有按类型分组查询功能。操作人员可根据需要查询相关记录, 可通过打印机打印出来。故障日志界面如图8所示。

(3) 电池查询

所有EPS电池数据均记录入系统数据库中, 可以根据需要实时查询某个蓄电池状态变化, 为更好维护蓄电池提供重要参考依据。电池查询界面如图9所示。

	设备	地址	名称	事件	时间	查看
1	电池	129002		故障	2013-07-10 10:43:02	查看
2	电池	129003		故障	2013-07-10 10:44:17	查看
3	电池	129004		故障	2013-07-10 10:44:58	查看
4	电池	129005		故障	2013-07-10 10:46:14	查看
5	电池	129006		故障	2013-07-10 10:46:56	查看
6	电池	129007		故障	2013-07-10 10:47:38	查看
7	电池	129008		故障	2013-07-10 10:48:20	查看
8	电池	129009		故障	2013-07-10 10:49:02	查看
9	电池	129010		故障	2013-07-10 10:49:44	查看
10	电池	129011		故障	2013-07-10 10:50:25	查看
11	电池	129012		故障	2013-07-10 10:51:07	查看
12	电池	129013		故障	2013-07-10 10:51:49	查看
13	电池	129014		故障	2013-07-10 10:52:32	查看
14	电池	129015		故障	2013-07-10 10:53:47	查看
15						
1/1页		上一页		下一页		

图8 故障日志界面

集中电源站名		集中电源地址		组号	电池号	电压	电流	时间
全部	全部	全部	全部	全部	单位(V)	单位(I)	全部	
1		129001	1	1	13.9	0	2013-07-06 16:31:27	
2		129001	1	2	13.95	0.1	2013-07-06 16:31:28	
3		129001	1	3	13.66	0.5	2013-07-06 16:31:28	
4		129001	1	4	13.85	0.1	2013-07-06 16:31:29	
5		129001	1	5	13.77	0.2	2013-07-06 16:31:38	
6		129001	1	6	13.74	0.5	2013-07-06 16:31:30	
7		129001	1	7	13.93	0	2013-07-06 16:31:31	
8		129001	1	8	13.93	0.2	2013-07-06 16:31:31	
9		129001	1	9	13.98	0.1	2013-07-06 16:31:32	
10		129001	1	10	13.9	0.1	2013-07-06 16:31:32	
11		129001	1	11	13.84	0.1	2013-07-06 16:31:33	
12		129001	1	12	13.87	0.2	2013-07-06 16:31:33	
1/125页		上一页		下一页				

图9 电池查询界面

通过整改前后的充放电实验数据对比，新的蓄电池充放电技术可解决电池过充电过放电问题，在此充放电模式下运行的EPS的电池将会发挥出它最大的潜力。同时，EPS优化改造能充分利用原有的设备，投资费用比整体改为发电机供电的节约近1/3。

4 结束语

本项目的升级改造融合了新型的蓄电池充放电技术，同时结合展馆的安全供电需要和维护管理，综合考虑了升级改造的经济效益和社会效益，在充分利用原有发电机资源下，整合改造EPS，对大型公共建筑的EPS升级改造及后续的维护保养提供了一个经济合理的实施案例，具有较好的借鉴指导意义。

随着绿色清洁能源的发展和资源的可持续发展的需要，蓄电池的使用将越来越广泛，可再生能源发电、新能源汽车等都大范围使用了蓄电池，而本电源管理系统能较好地管理每一节蓄电池的充放电过程，为蓄电池全寿命周期管理和延长蓄电池寿命提供了较好的参考。

参考文献

[1] 王兆安，黄俊．电力电子技术 [M]．4版．北京：机械工业出版社，2000．
[2] 汪兴宇．电全数字控制应急电源系统的研究 [D]．上海：上海交通大学，2008．
[3] 蔡国平．影响铅酸蓄电池使用寿命的用户因素 [J]．内燃机车，2003 (3) ．
[4] 杨兆华，李顺林．EPS应急电源中均衡式充电装置的设计 [J]．建筑电气，2006 (2) ．
[5] 李树靖，林凌，李刚．蓄电池在线智能监测仪的设计 [J]．工业仪表与自动化装置，2003 (6) ．
[6] DL/T 724—2000．电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程 [S]．
[7] JGJ 16—2008．民用建筑电气设计规范 [S]．

(收稿日期：2015—05—20) EA



欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告