

# 基于铁锂电池的非浮充式变电站直流电源系统

李晶, 陈轲娜

(国网四川省电力公司电力科学研究院, 四川 成都 610072)

**摘要:** 磷酸铁锂电池以其优异性在国内电力系统得到越来越多的应用,但目前国内采用铁锂电池的变电站直流电源系统只是简单的把铅酸电池换成铁锂电池,既没遵守铁锂电池的充、放电特性,还会加速铁锂电池的容量衰退和减少运行寿命,使其性价比大大降低。为解决以上问题,研究出一种基于铁锂电池的非浮充式变电站直流电源系统,正常时充电装置只供经常性负载,需要时对电池组再补充充电的非浮充电方式。

**关键词:** 磷酸铁锂电池; 非浮充式; 直流电源系统; 电池管理系统

**Abstract:** Because of the excellent performance of ferric phosphate lithium cells, it has been greatly applied to domestic power system. However, the substations who adopt ferric phosphate lithium cells just simply substitute lead-acid batteries with ferric phosphate lithium cell, it doesn't consider the charging and discharging characteristics of ferric phosphate lithium cells, and it will accelerate the capacity fading of ferric phosphate lithium cells and reduce its service life so as to cut down its performance/price ratio. In order to solve the problems as mentioned above, the non-floating method based on ferric phosphate lithium cell is studied for DC supply system in substation, that is, the batteries will not be supplied until needed by the charging device which is only for regular load in normal condition.

**Key words:** ferric phosphate lithium cell; non-floating method; DC supply system; battery management system

中图分类号: TM642 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2013)05-0030-03

## 0 概述

电力系统变电站用直流电源是输变电设备的保护和通信的工作电源,在电网事故造成交流电源中断时,其电池组供变电站保护、控制、事故照明等事故用电。一直以来变电站采用铅酸电池组在线浮充运行方式,而铁锂电池与铅酸电池在充放电特性、工作温度等方面存在的诸多差异使得该方式不再适用于选用磷酸铁锂电池(简称铁锂电池)组的直流电源系统。

为了最大限度地发挥了铁锂电池的优良特性,使其在电力系统得到更广阔的发展,研究了一种基于铁锂电池的非浮充式变电站直流电源系统。该系统主要实现功能有:实时采集电池相关参数,正常时充电装置只供经常性负载,根据需要对电池组补充充电的非浮充电方式;在电网事故造成交流中断期间,由电池组不间断地提供直流电源。

非浮充式变电站直流电源系统改变了长期采用铅酸蓄电池及在线浮充运行方式,根据铁锂电池

特点增加了电池管理系统(battery management system, BMS),并采用了不离线非浮充充电控制与保护方式,最大限度地发挥了铁锂电池的优良特性,解决了铁锂电池在直流系统中的应用瓶颈。

相比传统浮充式变电站直流电源系统,非浮充式系统:结构紧凑,易于操作,安全性能提高,自动化程度增加,电池数量减少三分之一,系统性价比高。同时,随着铁锂电池的推广,能减少使用铅酸蓄电池带来的环境污染问题。

## 1 磷酸铁锂电池及其在变电站的应用

### 1.1 变电站传统蓄电池存在的问题

目前,220 kV及以下电压等级变电站多数已实行无人化,电池室、屏常年处于相对封闭状态,空气对流和散热效果较差,对应配置空调的实际工作状态受化学环境、维修、偷盗等影响经常不正常,导致电池每年至少一半时间处于过热和过冷的温度条件。同时,随着变电站系统自动化程度的大幅提高,对电池的性能和安全可靠提出了更高要求,而铅酸

电池因寿命短,工作电流范围小,对温度特别敏感等缺陷对变电站直流系统存在隐患的可能性逐步增加<sup>[1-2]</sup>。

### 1.2 磷酸铁锂电池简介

磷酸铁锂离子电池,指用磷酸铁锂(LiFePO4)作为正极材料的锂离子电池,负极主要材料为炭C,电极浸润在电解液六氟磷酸锂(LiPF6)盐的有机溶剂中。

与铅酸蓄电池相比,磷酸铁锂电池在单体电压、放电特性、质量比能量、体积比能量、工作温度范围、循环寿命等指标有着显著的优异性,因此,磷酸铁锂电池逐渐受到各个行业的青睐<sup>[3]</sup>。

## 2 基于铁锂电池的非浮充式变电站直流电源系统

### 2.1 主要功能

基于铁锂电池的非浮充式变电站直流电源系统,平时接入交流电源,监控器内嵌管理系统(BMS),采用CAN总线方式与各功能单元通讯,实现对高频开关充电模块和电池组进行日常测量、监控和维护管理。通过对电池数据的采集和判断,控制高频开关充电模块与保护电路对铁锂电池组进行补充充电,使铁锂电池在补充充电和人为强制充电外,不进行长期在线浮充电,同时保证电池组能在需要时不间断的为直流母线通过电源,具体见图1。

绝缘监测装置采集直流电压和支路TA数据进行系统绝缘状况监测,并可在绝缘降低时发出报警并送至监控器。

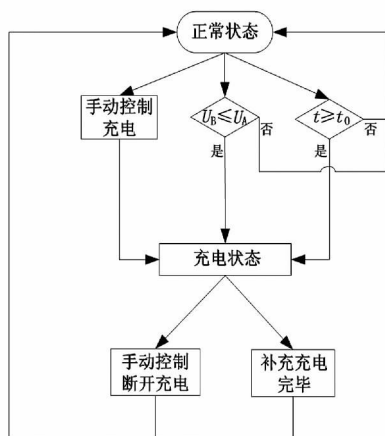


图1 铁锂电池状态转换图

正常状态: 高频开关充电模块不向电池组充电,

只向直流母线提供电源,电池组处于非浮充的热备用状态(随时可以为直流负荷供电);

充电状态: 高频开关充电模块向电池组进行充电;

$U_A$  为 BMS 设置的参考电压;

$U_B$  为电池组电池电压;

$t$  为补充充电间隔时间;

$t_0$  为 BMS 设置的补充充电时间。

### 2.2 系统结构

基于铁锂电池的非浮充式变电站直流电源系统由3部分组成: 充电装置部分、馈电部分、电池组部分。各装置和结构部分之间采用相应的铜质母排线、铜芯电缆及测量、通讯线连接,具体见图2。

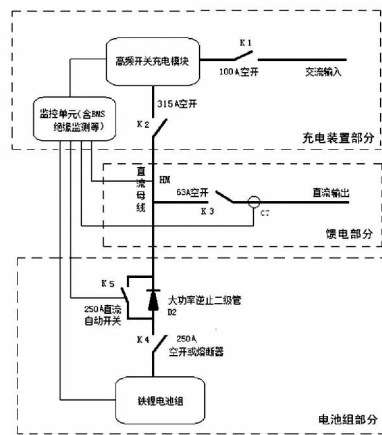


图2 系统结构框图

充电装置部分主要由监控器(内嵌电池管理系统)、高频开关充电模块、绝缘监测装置、电池采集电路、电池均衡电路、交流空气开关  $K_1$ 、直流空气开关  $K_2$  及相应电路连接、测试以及 CAN 总线等组成。

馈电部分主要由直流母线和各输出支路组成。直流空气开关  $K_3$  的两个输入端分别与直流母线正、负极相连接,出端连接直流负载。

电池组部分主要由磷酸铁锂离子电池及相应的采集、均衡、保护控制等组成。

### 2.3 控制电路工作原理

①正常时,直流电源系统高频开关充电模块  $J_1$  通过  $K_2$  向直流母线提供直流电源,  $K_5$  处于分闸状态,由于  $D_2$  的反向逆止作用,电池组处于非浮充的热备用状态。

②当电池电压  $U_B$  等于及低于 BMS 设置的参考电压  $U_A$  时,表明电池组需要补充充电,此时通过比较器、继电器等一系列的动作使  $K_5$  合闸线圈上电( $ZDB_1$ )合闸,  $D_2$  被短接,高频开关充电模块向电池

