基于铁锂电池的非浮充式变电站直流电源系统

李 晶 胨轲娜

(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控制及通信的工作电源,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电运行方式,根据铁锂电池 ·30· 特点增加了电池管理系统(battery management system ,BMS) 并采用了不离线的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^[1-2]。

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^[3]。

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。

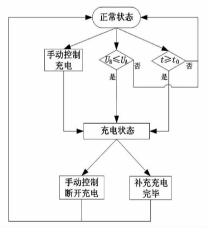


图 1 铁锂电池状态转换图

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_{Λ} 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;
- t₀ 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。

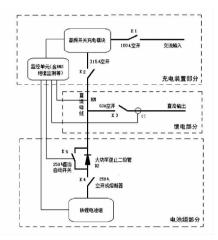


图 2 系统结构框图

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 K₁、直流空气开关 K₂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 K₃ 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 $U_{\rm B}$ 等于及低于 BMS 设置的参考电压 $U_{\rm A}$ 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 $K_{\rm S}$ 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

组进行充电。同时通过 B₁ 和 D₁ 发出声、光提示。

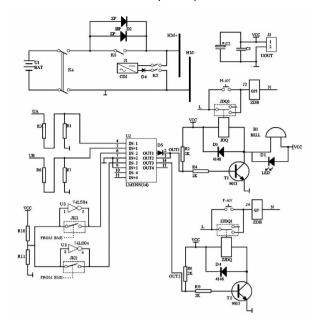


图 3 充电控制与保护电路原理图

③当电池组补充电完成后 , BMS 通过监控器的接点 JK_2 闭合等一系列动作 ,使 K_5 分闸线圈上电 (ZDB_1) 分闸 , D_2 起反向逆止作用 整个直流电源系统恢复到①的正常工作状态。

④补充充电时间达到时,BMS 通过监控器的接点 JK_1 闭合等一系列动作, K_5 合闸, D_2 被短接后,高频开关充电模块向电池组进行充电。同时通过 B_1 和 D_1 发出声、光提示。电池组补充充电完成后,

BMS 按③的步骤进行。

⑤当需要人工手动控制充电,可通过充电按钮接点闭合, K_s 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组进行充电。当需要人工手动控制中断充电时,可通过 K_s 自身的脱扣装置强行分闸。或通过紧急分闸按钮(F-AN) 接点闭合,使 K_s 合闸线圈上电(ZDB_1) 分闸,中断电池充电。

3 结 语

非浮充式变电站直流电源系统 ,是基于铁锂电池的特性 ,改进传统的电池接线和管理方式 ,改变运行维护制度 ,使得铁锂电池的技术优势得到更好的发挥。若其得到大规模应用 ,能实现较高的经济效益和产生较大的社会效益。

参考文献

- [1] 李瑾 涨宇,李景霖,等.磷酸铁锂电池在变电站系统应用的可行性分析[J].华东电力,2009,37(10):1693-1697.
- [2] 阮勇 吴罡 腾达. 磷酸铁锂电池及其在通信行业中的应用[J]. 邮电设计技术 2011(11):73 76.
- [3] 杨萍 苏金然. 锂离子电池技术与应用发展 [J]. 电源技术 2009 33(11):1037-1039.

(收稿日期: 2013 - 06 - 30)

川藏联网 国网在川战前动员

2013年7月31日 国家电网公司在四川都江堰市召开川藏联网工程初步设计预评审暨建设动员会,旨在进一步提高对工程建设重大意义和艰巨性的认识,凝聚各方力量,落实各级责任,全面动员部署工程建设工作。国家电网公司副总经理、党组成员郑宝森出席会议并讲话。

郑宝森说,工程施工建设难度大、交通及物料运输条件差、高原生理健康保障困难等工作压力大,各单位要充分认识川藏联网工程建设的重要意义,加强组织领导,建立健全管理及保障体系,切实抓住重点,全面推进川藏联网工程建设;施工中务必做到安全第一,进度、投资服从安全,高标准、高质量建成工程,确保总体目标的全面实现。

郑宝森要求围绕工程建设目标。建立组织、医疗卫生、安全质量、工程技术、生活后勤、通信信息、环境保护、投资资金、新闻宣传等十大保障体系。按照集团运作的要求。各单位要团结协作、分工负责,认真贯彻国家电网公司党组决策部署,深化基建标准化建设以设计为龙头,以设备为重点以现场为重心,注重超前策划工程,化解安全质量风险和提升施工工艺水平,靠前指挥、严格管理、精益施工,确保按期完成工程建设任务。

会上,项目法人单位国网四川省电力公司总经理王抒祥表示,将与川藏联网工程建设指挥部、各参建单位紧密配合,深入分析工程建设中面临的困难和挑战,充分发挥好属地资源优势,优先保证工程建设需要。将紧紧围绕工程建设总体目标,增强紧迫感,全身心投入工程建设;作好打硬仗的充分准备,增强使命感,坚决打赢这场攻紧战;团结务实,砥砺前行,增强责任感,努力在推进川藏联网工程建设中焕发光彩。

国家电网公司总经理助理、川藏联网工程建设指挥部总指挥喻新强主持会议。国网四川电力党委书记刘勤及相关单位参加会议。 转自《西南电力报》