(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110828920 A
(43)申请公布日 2020.02.21

(21)申请号 201911165252.9

(22)申请日 2019.11.25

(71)申请人 中国船舶重工集团公司第七0四研究所
地址 200031 上海市徐汇区衡山路10号

(72)发明人 胡斌 田野 陈次祥 吴国栋 付文秀 王良秀 徐亚东

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司 31001
代理人 徐颖

(51)Int.Cl.
H01M 10/42(2006.01)
H01M 10/48(2006.01)
A62C 3/16(2006.01)
A62C 37/36(2006.01)

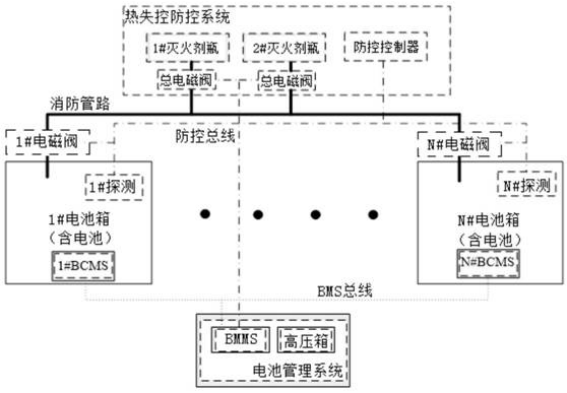
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

船舶磷酸铁锂电池系统及其热失控防控方法

(57)摘要

本发明涉及一种船舶磷酸铁锂电池系统，包括N个磷酸铁锂电池箱、电池管理系统和热失控防控系统，电池管理系统包括高压箱、主控制器和安装于电池箱内的N个信号采集单元，热失控防控系统包括防控控制器、安装于电池箱内的N个探测装置、2个灭火剂瓶、2个总电磁阀、电池箱外置的N个分电磁阀和消防管路；1#灭火剂瓶通过1#总电磁阀接消防管路，2#灭火剂瓶通过2#总电磁阀接消防管路，消防管路通过N个分电磁阀分别与N个磷酸铁锂电池箱连通；通过电池管理系统计算电池箱内电池热失控的阶段数，在电池热失控初期对其进行物理降温和灭火。直接将灭火剂输入至电池箱内和电池箱内配置探测装置可以有效提升电池箱内电池发生热失控中后期的灭火效果。



CN 110828920 A

1.一种船舶磷酸铁锂电池系统，其特征在于，包括N个磷酸铁锂电池箱、电池管理系统和热失控防控系统，电池管理系统包括高压箱、主控制器和安装于电池箱内的N个信号采集单元，热失控防控系统包括防控控制器、安装于电池箱内的N个探测装置、2个灭火剂瓶、2个总电磁阀、电池箱外置的N个分电磁阀和消防管路；1#灭火剂瓶通过1#总电磁阀接消防管路，2#灭火剂瓶通过2#总电磁阀接消防管路，消防管路通过N个分电磁阀分别与N个磷酸铁锂电池箱连通；N个信号采集单元采集对应电池箱内每个电池状态信息，N个信号采集单元与主控制器进行CAN通讯，主控制器将热失控电池箱编号和热失控阶段数发送给热失控防控系统的防控控制器；N个探测装置探测对应电池箱内可燃气体、烟雾和温度，输出报警信号传送给热失控防控系统的防控控制器，防控控制器输出控制信号到电磁阀。

2.根据权利要求1所述船舶磷酸铁锂电池系统的热失控防控方法，其特征在于，电池管理系统中信号采集单元采集电池单体温度和电压、电池充放电状态、电池荷电状态、电池健康状态、环境温度送给主控制器，主控制器结合相应磷酸铁锂电池热失控试验数据库数据，实时计算电池热失控四个阶段温度；四个阶段温度包括自产热开始温度T1、电压突降为零或安全阀打开温度T2，以两者先到为准、热失控触发温度T3、热失控最高温度T4；若热失控电池温度大于T1且小于等于T2则热失控阶段数为1，若热失控电池温度大于T2且小于等于T3则热失控阶段数为2，若热失控电池温度大于T3且小于等于T4则热失控阶段数为3，若热失控电池温度大于T4则热失控阶段数为4；电池管理系统中主控制器将热失控电池箱编号和热失控阶段数发送给热失控防控系统的防控控制器，热失控阶段数为1或2时，防控控制器打开对应热失控电池箱分电磁阀并根据热失控阶段数控制1#总电磁阀打开时间；热失控阶段数等于3或4时，电池管理系统发送电池热失控报警信号至船舶驾驶控制台进行声光报警提示，提示船员使用固定式灭火系统进行灭火。

3.根据权利要求2所述船舶磷酸铁锂电池系统的热失控防控方法，其特征在于，热失控防控系统根据探测装置发送来的报警信号，控制打开热失控防控系统2#总电磁阀和对应故障电池箱分电磁阀。

船舶磷酸铁锂电池系统及其热失控防控方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种安全控制装置,特别涉及一种船舶磷酸铁锂电池系统及其热失控防控方法。

背景技术

[0002] 随着国家对环境保护的重视,以及电池技术和船舶直流组网技术的不断完善,推动了新能源船舶市场的大力发展。新能源船舶具有较好的操纵性、维护方便、经济性好、污染物排放少等优点。但是在实船的应用中,还是有些船因为电池热失控后形成火灾等现象,给新能源动力在船舶市场大力推广造成了负面的影响。

[0003] 目前中国船级社针对船用电池系统制定了相应的规范,规范中明确指出采用磷酸铁锂电池系统的船舶必须配置电池舱级别的探火系统、固定式灭火系统和手提式灭火器,固定式灭火系统中灭火剂可以是七氟丙烷或二氧化碳或压力水雾,手持式灭火器的灭火剂采用七氟丙烷。

[0004] 中国船级社允许的电池成组形式一般为电池箱或者电池箱或者电池模组的结构,而且上述结构需采用钢质外壳为了达到防火和防爆的要求,同时为了满足散热和探火的要求在上述结构中需要增加格栅。

[0005] 现有的船舶电池系统及灭火装置设计方案主要有以下特点:

[0006] 为了满足中国船级社的相关要求,一般船舶电池舱室内配置相应的探火设备(感烟或者感温探头),同时配置电池舱七氟丙烷灭火系统。由于电池舱室空间较大,当电池舱内布置的探火设备探测到电池箱内由于电池热失控开阀后产生的气体或者高温,从目前相关资料表明从电池热失控开阀到探火设备报警,大概需要5-10分钟左右。然后启动固定式七氟丙烷灭火系统,直至七氟丙烷通过格栅进入电池箱达到灭火要求的9%浓度,大概需要5分钟左右。由于灭火过程中存在上述两个时间差,延误了最佳的灭火时机。

发明内容

[0007] 本发明是针对现有船舶磷酸铁锂电池系统安全运用的问题,提出了一种船舶磷酸铁锂电池系统及其热失控防控方法,保留原有的固定式灭火系统的情况下,增设电池箱内热失控防控装置。该方法通过电池管理系统获得电池数据结合环境温度等因素进行电池热失控阶段数计算,并将算法结果给予热失控防控系统,热失控防控系统在热失控阶段1和阶段2进行电池箱内灭火剂释放来降温和灭火,属于第一步防控(热失控初期)。通过热失控防控系统布置于电池箱的探测装置探明可燃气体、烟雾和温度,若达到报警限制值,热失控防控系统进行电池箱内再次灭火,属于第二步防控(热失控中后期)。分步式防控方法可以有效提高船舶磷酸铁锂电池系统的安全性。

[0008] 本发明的技术方案为:一种船舶磷酸铁锂电池系统,包括N个磷酸铁锂电池箱、电池管理系统和热失控防控系统,电池管理系统包括高压箱、主控制器和安装于电池箱内的N个信号采集单元,热失控防控系统包括防控控制器、安装于电池箱内的N个探测装置、2个灭

火剂瓶、2个总电磁阀、电池箱外置的N个分电磁阀和消防管路;1#灭火剂瓶通过1#总电磁阀接消防管路,2#灭火剂瓶通过2#总电磁阀接消防管路,消防管路通过N个分电磁阀分别与N个磷酸铁锂电池箱连通;N个信号采集单元采集对应电池箱内每个电池状态信息,N个信号采集单元与主控制器进行CAN通讯,主控制器将热失控电池箱编号和热失控阶段数发送给热失控防控系统的防控控制器;N个探测装置探测对应电池箱内可燃气体、烟雾和温度,输出报警信号传送给热失控防控系统的防控控制器,防控控制器输出控制信号到电磁阀。

[0009] 所述船舶磷酸铁锂电池系统的热失控防控方法,电池管理系统中信号采集单元采集电池单体温度和电压、电池充放电状态、电池荷电状态、电池健康状态、环境温度送给主控制器,主控制器结合相应磷酸铁锂电池热失控试验数据库数据,实时计算电池热失控四个阶段温度;四个阶段温度包括自产热开始温度T1、电压突降为零或安全阀打开温度T2,以两者先到为准、热失控触发温度T3、热失控最高温度T4;若热失控电池温度大于T1且小于等于T2则热失控阶段数为1,若热失控电池温度大于T2且小于等于T3则热失控阶段数为2,若热失控电池温度大于T3且小于等于T4则热失控阶段数为3,若热失控电池温度大于T4则热失控阶段数为4;电池管理系统中主控制器将热失控电池箱编号和热失控阶段数发送给热失控防控系统的防控控制器,热失控阶段数为1或2时,防控控制器打开对应热失控电池箱分电磁阀并根据热失控阶段数控制1#总电磁阀打开时间;热失控阶段数等于3或4时,电池管理系统发送电池热失控报警信号至船舶驾驶控制台进行声光报警提示,提示船员使用固定式灭火系统进行灭火。

[0010] 所述热失控防控系统根据探测装置发送来的报警信号,控制打开热失控防控系统2#总电磁阀和对应故障电池箱分电磁阀。

[0011] 本发明的有益效果在于:本发明船舶磷酸铁锂电池系统及其热失控防控方法,通过电池管理系统计算电池箱内电池热失控的阶段数,并通过热失控防控系统在电池热失控初期对其进行物理降温和灭火;并在电池箱内的配置了探测装置可以有效减少不在电池舱室中布置探测装置带来的探测延时,直接将灭火剂输入至电池箱内,可以有效提升电池箱内电池发生热失控中后期的灭火效果。

附图说明

[0012] 图1为本发明船舶磷酸铁锂电池系统结构示意图。

具体实施方式

[0013] 如图1所示船舶磷酸铁锂电池系统示意图,包括N个磷酸铁锂电池箱、电池管理系统和热失控防控系统,电池管理系统包括高压箱、BMMS(主控制器)和安装于电池箱内的N个BCMS(信号采集单元),热失控防控系统包括防控控制器、安装于电池箱内的N个探测装置、2个灭火剂瓶、2个总电磁阀、电池箱外置的N个分电磁阀和消防管路。1#灭火剂瓶通过1#总电磁阀接消防管路,2#灭火剂瓶通过2#总电磁阀接消防管路,消防管路通过N个分电磁阀分别与N个磷酸铁锂电池箱连通。

[0014] 1)电池管理系统具体实施如下:

[0015] 信号采集单元BCMS安装于电池箱内,采集电池箱内每个电池的温度和电压信号,执行被动均衡,与主控制器进行CAN通讯。信号采集单元对外接口采用接插件形式,连接电

缆均采用船用电缆。

[0016] 主控制器采集电池系统内N个电池箱内电池电压和温度、进行充放电管理、SOC和SOH值估算、环境温度采集、系统保护与诊断、预充电控制和绝缘检测，主控制器还带有人机界面；主控制器带有RS485总线通讯，采用NEMA0183协议将热失控电池箱编号和热失控阶段数发给热失控防控系统中的防控控制器。

[0017] 高压箱内设置有动力供电回路、控制电供电回路和急停回路，同时设置有用于保护电池系统短路的熔断器，设置有充放电控制和保护的高压接触器，配置有预充电电阻和回路。

[0018] 2)电池管理系统中热失控阶段数算法如下：

[0019] 通过测试不同电池温度监测布置、不同环境温度、不同SOC值、不同SOH值、不同充放电状态下电池热失控四阶段的值，建立电池热失控阶段特征数据库，通过电池管理系统监测到电池温度超过电池充放电保护温度后(一般设置为60摄氏度)，启用电池热失控阶段数算法程序，电池管理系统监测通过电池实时温度和数据库内的电池热失控特性数据对比实时计算电池热失控阶段数，并将该电池所属的电池箱号和电池热失控阶段数发送给热失控防控控制器，同时电池管理系统将热失控电池箱编号和热失控阶段数发送至船舶驾驶控制台进行显示。

[0020] 热失控四个阶段温度值包括自产热开始温度T1，电压突降为零或安全阀打开温度T2(先到为准)，热失控触发温度T3，热失控最高温度T4；T1温度的特征：超过最高电池允许工作温度(一般设定为60℃)，电池温度增加率持续升高。T2温度的特征：一是电压突降值零时的温度，二是安全阀打开时温度波动的特性，先到为准。T3温度的特征：电池温度增加率超过1℃/min。T4温度的特征：电池温度达到最高值。

[0021] 若热失控电池温度T大于T1且小于等于T2(T2≥T＞T1)则热失控阶段数为1，若热失控电池温度T大于T2且小于等于T3(T3≥T＞T2)则热失控阶段数为2，以此类推，T4≥T＞T3则热失控阶段数为3，T＞T4则热失控阶段数为4；电池管理系统通过该算法获得热失控电池处于热失控的阶段数。

[0022] 3)热失控防控系统的具体实施：

[0023] 热失控防控系统配置两瓶灭火剂，1#灭火剂瓶满足2次10秒钟释放量，2#灭火剂瓶满足一次10秒钟释放量，该灭火剂具有降温和灭火的功能。

[0024] 热失控防控系统收到电池管理系统的主控制器发来的热失控电池箱编号和热失控阶段数；如果该热失控阶段数等于1，热失控防控系统控制1#总电磁阀和对应电池箱编号的电磁阀打开，1#灭火剂瓶持续10秒钟释放对电池箱进行灭火；如果该热失控阶段数继续增大至2，热失控防控系统控制1#总电磁阀和对应电池箱编号的电磁阀打开，1#灭火剂瓶再进行一次持续10秒钟释放对电池箱进行灭火。热失控阶段数等于3和4时，电池管理系统发送电池热失控报警信号至船舶驾驶控制台进行声光报警提示，提示船员使用固定式灭火系统进行灭火。

[0025] 热失控防控系统中的探测装置可以探测可燃气体、烟雾和温度，达到报警限值之后，通过通讯将该报警信号传送给热失控防控系统，热失控防控系统2#总电磁阀和对应电池箱编号的电磁阀打开，热失控防控系统控制2#灭火剂瓶持续10s释放灭火。

[0026] 防控控制器采用外供24V控制电和自带备用电池的供电方式，后备时间超过3天，

可以有效提高供电的安全性。防控控制器工作温度为-40℃～80摄氏度，具有手动和自动选择功能，具有人机交互界面。同时防控控制器具有系统故障检测功能，包括探测器故障检测、备用电池电量低、灭火器泄漏、阀门开闭故障、接地故障等。

[0027] 探测装置具有可燃气体、烟雾和温度探测功能，通过多参数组合分配、窗口飘移和只能对比算法进行报警。采用CAN通讯和防控控制器进行数据交换。

[0028] 灭火剂瓶采用满足中国船级社规范要求的钢瓶，钢瓶满足5kg灭火剂充装的要求，满足至少2.5Mpa的压力要求。

[0029] 消防管路的使用，灭火剂瓶与电池箱前端电磁阀之间采用满足压力和消防要求的软管，电磁阀至电池箱内采用硬管，硬管的终端设置有喷嘴。

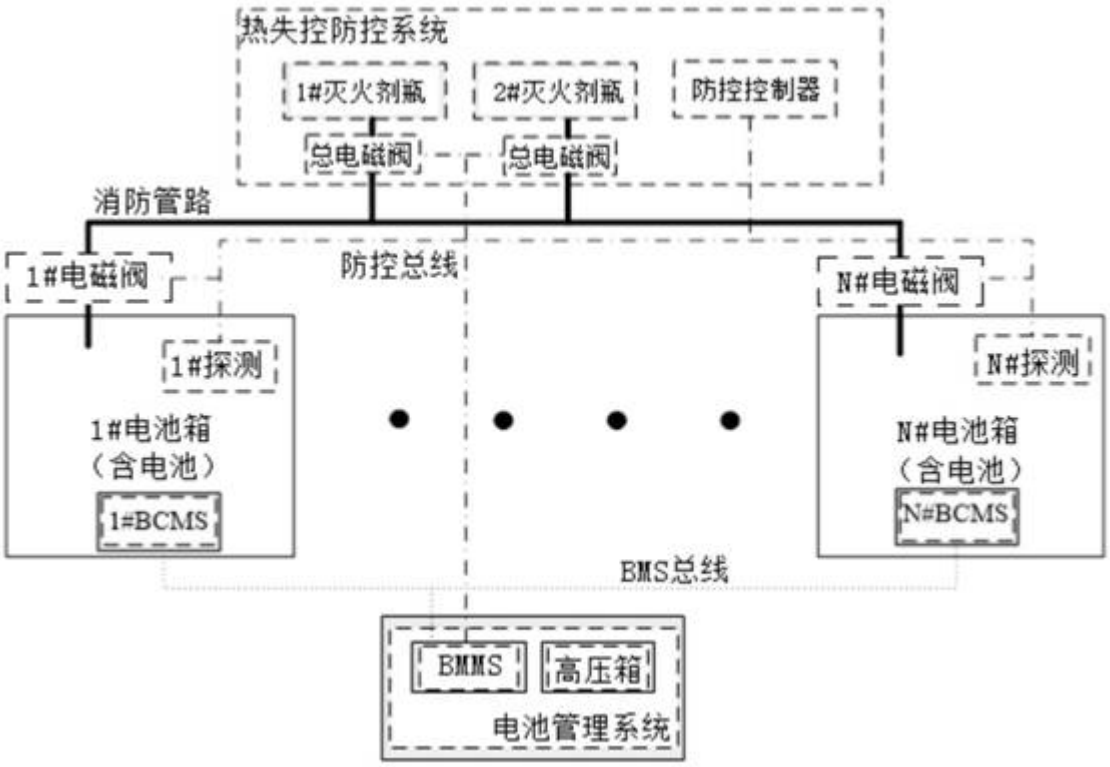

热失控防控系统
1#灭火剂瓶
2#灭火剂瓶
防控控制器
总电磁阀
总电磁阀
消防管路
1#电磁阀
防控总线
N#电磁阀
1#探测
1#电池箱
（含电池）
1#BCMS
N#探测
N#电池箱
（含电池）
N#BCMS
BMS总线
BMMS
高压箱
电池管理系统

图1