(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118925156 A
(43)申请公布日 2024.11.12

(21)申请号 202411365226.1

(22)申请日 2024.09.29

(71)申请人 福建时代星云科技有限公司
地址 350000 福建省福州市马尾区马江路26-1号

(72)发明人 陈天明 李国伟

(74)专利代理机构 福州市博深专利事务所(普通合伙) 35214
专利代理师 王培慧

(51)Int.Cl.
A62C 3/16(2006.01)
A62C 31/00(2006.01)
A62C 37/36(2006.01)

权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

一种储能电箱的消防控制方法以及消防控制系统

(57)摘要

本发明提供一种储能电箱的消防控制方法以及消防控制系统,包括以下步骤:S1:获取电芯的第一状态参数,当所述第一状态参数满足电芯热失控条件时,执行一级消防策略;S2:获取所述电芯所属的电池包的第二状态参数,当所述第二状态参数满足电池包热失控条件时,执行二级消防策略;S3:获取所述电池包的第一运行状态,当所述第一运行状态满足热蔓延条件时,执行三级消防策略;S4:获取所述电池包所属的集装箱的第二运行状态,当所述第二运行状态满足热扩散条件时,执行四级消防策略。该消防控制方法对应每个层级分别设置消防判断条件与消防策略,以保障储能电箱能够自电芯发生热失控开始进行消防控制,利于瞬态的消防判断与处理。



CN 118925156 A

1.一种储能电箱的消防控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:获取电芯的第一状态参数,当所述第一状态参数满足电芯热失控条件时,执行一级消防策略;其中,所述第一状态参数包括所述电芯的电芯温度、所述电芯的电芯电压和所述电芯的泄爆阀的形变量;

S2:获取所述电芯所属的电池包的第二状态参数,当所述第二状态参数满足电池包热失控条件时,执行二级消防策略;其中,所述第二状态参数包括所述电池包内部的气压和所述电池包内部的可燃气体浓度;

S3:获取所述电池包的第一运行状态,当所述第一运行状态满足热蔓延条件时,执行三级消防策略;

S4:获取所述电池包所属的集装箱的第二运行状态,当所述第二运行状态满足热扩散条件时,执行四级消防策略。

2.根据权利要求1所述的消防控制方法,其特征在于,所述步骤S1中,获取电芯的第一状态参数,当所述第一状态参数满足电芯热失控条件时,执行一级消防策略,具体包括以下步骤:

S11:分别获取所述电芯在第一时刻的第一状态参数和所述电芯在第二时刻的第一状态参数,第二时刻为所述第一时刻的下一时刻;

S12:判断所述电芯在第一时刻的第一状态参数和所述电芯在第二时刻的第二状态参数是否满足第一预设条件;若是,进入步骤S13;若否,重复执行步骤S11至S12;

S13:判断所述电芯在第一时刻的第一状态参数和所述电芯在第二时刻的第二状态参数是否满足第二预设条件;若是,进入步骤S14;若否,重复执行步骤S11至S12;

S14:断开所述电芯的充放电回路。

3.根据权利要求2所述的消防控制方法,其特征在于,所述第一预设条件包括同时满足以下条件:

$$\frac{T_{b2}-T_{b1}}{t_{b2}-t_{b1}} \geq \mathrm{V}T_{12}$$

$$\frac{V_{b1}-V_{b2}}{t_{b2}-t_{b1}} \geq \mathrm{V}V_{12}$$

$$\frac{S_{b2}-S_{b1}}{t_{b2}-t_{b1}} \geq \mathrm{V}S_{12}$$

其中,t_{b1}为第一时刻,T_{b1}为所述电芯在第一时刻的电芯温度,V_{b1}为所述电芯在第一时刻的电芯电压,S_{b1}为所述电芯在第一时刻的电芯泄爆阀的形变量,t_{b2}为第二时刻,T_{b2}为所述电芯在第二时刻的电芯温度,V_{b2}为所述电芯在第二时刻的电芯电压,S_{b2}为所述电芯在第二时刻的电芯泄爆阀的形变量,$\mathrm{V}T_{12}$为预设温度变化速率,$\mathrm{V}V_{12}$为预设电

压变化速率，$\mathrm{V}S_{12}$为预设形变量速率；

所述第二预设条件包括至少满足以下条件之一：

$$T_{b2} \geq T_c$$

$$V_{b2} \geq V_c$$

其中，T_c为预设电芯最高温度，V_c为预设电芯最低电压。

4.根据权利要求1所述的消防控制方法，其特征在于，所述步骤S2中，获取所述电芯所属的电池包的第二状态参数，当所述第二状态参数满足电池包热失控条件时，执行二级消防策略，具体包括以下步骤：

S21：分别获取所述电池包在第三时刻的第二状态参数和所述电池包在第四时刻的第二状态参数，第三时刻为所述第四时刻的下一时刻；

S22：判断所述电池包在第三时刻的第二状态参数和所述电池包在第四时刻的第二状态参数是否满足第三预设条件；若是，进入步骤S23；若否，重复执行步骤S21至S22；

S23：判断所述电池包在第三时刻的第二状态参数和所述电池包在第四时刻的第二状态参数是否满足第四预设条件；若是，进入步骤S24；若否，重复执行步骤S21至S22；

S24：断开所述电池包中全部电芯的充放电回路，消防管道向所述电池包喷洒消防药剂，以及集装箱的内部释放惰性气体，直至所述集装箱内部的氧气浓度低于预设浓度。

5.根据权利要求4所述的消防控制方法，其特征在于，所述第三预设条件包括同时满足以下条件：

$$\frac{P_{b4}-P_{b3}}{t_{b4}-t_{b3}} \geq \mathrm{V}P_{34}$$

$$\frac{X_{b4}-X_{b3}}{t_{b4}-t_{b3}} \geq \mathrm{V}X_{34}$$

其中，t_{b3}为第三时刻，P_{b3}为在第三时刻所述电池包内部的气压，X_{b3}为在第三时刻所述电池包内部的可燃气体浓度，t_{b4}为第四时刻，P_{b4}为在第四时刻所述电池包内部的气压，X_{b4}为在第四时刻所述电池包内部的可燃气体浓度，$\mathrm{V}P_{34}$为预设气压变化速率，$\mathrm{V}X_{34}$为预设可燃气体浓度变化速率；

所述第四预设条件包括至少满足以下条件之一：

$$P_{b4} \geq P_c$$

$$X_{b4} \geq X_c$$

其中，P_c为预设最大气压，X_c为预设最大可燃气体浓度。

6.根据权利要求1所述的消防控制方法，其特征在于，所述步骤S3中，获取所述电池包

的第一运行状态,当所述第一运行状态满足热蔓延条件时,执行三级消防策略,具体包括:

分别获取所述电池包中全部电芯的第一状态参数;当相邻设置的两个电芯的第一状态参数均满足电芯热失控条件时,所述第一运行状态满足热蔓延条件,液冷机构对所述电池包所属的电池簇进行冷却。

7.根据权利要求1所述的消防控制方法,其特征在于,所述步骤S4中,获取所述电池包所属的集装箱的第二运行状态,当所述第二运行状态满足热扩散条件时,执行四级消防策略,具体包括:

获取所述集装箱内部的火情信息,当集装箱出现火焰时,所述第二运行状态满足热扩散条件;喷头对电池簇喷洒灭火剂,以熄灭火焰;当所述喷头喷洒所述灭火剂完成,并且火焰没有被熄灭时,灌水机构向储能电箱的箱体中灌水。

8.一种储能电箱的消防控制系统,所述储能电箱包括集装箱和设于集装箱中的多个电池簇,所述电池簇包括多个电池包,所述电池包包括多个电芯,其特征在于,所述消防控制系统用于执行权利要求1至7任意一项所述的消防控制方法,包括用于对所述电芯进行消防控制的一级消防模块、用于对所述电池包进行消防控制的二级消防模块、用于对所述电池簇进行消防控制的三级消防模块和用于对所述集装箱进行消防控制的四级消防模块。

9.根据权利要求8所述的消防控制系统,其特征在于,所述一级消防模块包括变形探测器、温度探测器和电压探测器,所述变形探测器设于所述电芯的防爆阀上,所述温度探测器和所述电压探测器分别设于所述电芯的两个电极柱上。

10.根据权利要求8所述的消防控制系统,其特征在于,所述二级消防模块包括气压传感器、可燃气体传感器、消防管道、惰性气体注气管和氧气浓度检测装置,所述气压传感器和所述可燃气体传感器均设于所述电池包中,所述集装箱上设有泄压口,所述氧气浓度检测装置设于所述泄压口中,所述消防管道设于所述集装箱中,所述电池包上设有连接口,所述消防管道与所述连接口连接。

一种储能电箱的消防控制方法以及消防控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及储能技术领域,尤其涉及一种储能电箱的消防控制系统以及控制方法。

背景技术

[0002] 随着储能技术的发展,储能电箱的应用越来越广泛。但是储能电箱中的电芯充放电循环寿命和安全受温度影响大,当电芯温度过大或者温差较大时,电芯循环寿命会大幅下降,影响储能产品的使用寿命,严重时会导致电芯发生热失控,甚至引发爆炸、火灾。储能电箱通过电池管理系统接收探测器探测反馈的信息来判断电池簇是否温度过高以及集装箱内是否出现火情;然而,储能电箱发生火情之前存在电芯发生热失控阶段、电池包热失控阶段和电池包热蔓阶段;单个电芯发生热失控释放的热量有限,不会造成过于严重的危害,但电芯或者电池包发生热失控后会迅速蔓延其周围的电芯或者电池包,相邻的电芯或者电池包会依次传递热失控产生的热量,引发“多米诺骨牌”效应。因此传统的储能电箱的消防控制方法的火情监控判断方式存在滞后性高的问题,无法从电芯出现热失控开始进行消防控制。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是:提供一种储能电箱的消防控制系统以及控制方法,以解决传统的储能电箱的消防控制方法火情监控判断方式滞后性高、可靠性低的问题。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:一种储能电箱的消防控制方法,包括以下步骤:

S1:获取电芯的第一状态参数,当所述第一状态参数满足电芯热失控条件时,执行一级消防策略;其中,所述第一状态参数包括所述电芯的电芯温度、所述电芯的电芯电压和所述电芯的泄爆阀的形变量;

S2:获取所述电芯所属的电池包的第二状态参数,当所述第二状态参数满足电池包热失控条件时,执行二级消防策略;其中,所述第二状态参数包括所述电池包内部的气压和所述电池包内部的可燃气体浓度;

S3:获取所述电池包的第一运行状态,当所述第一运行状态满足热蔓延条件时,执行三级消防策略;

S4:获取所述电池包所属的集装箱的第二运行状态,当所述第二运行状态满足热扩散条件时,执行四级消防策略。

[0005] 进一步的,所述步骤S1中,获取电芯的第一状态参数,当所述第一状态参数满足电芯热失控条件时,执行一级消防策略,具体包括以下步骤:

S11:分别获取所述电芯在第一时刻的第一状态参数和所述电芯在第二时刻的第一状态参数,第二时刻为所述第一时刻的下一时刻;

S12:判断所述电芯在第一时刻的第一状态参数和所述电芯在第二时刻的第二状

态参数是否满足第一预设条件;若是,进入步骤S13;若否,重复执行步骤S11至S12;

S13:判断所述电芯在第一时刻的第一状态参数和所述电芯在第二时刻的第二状态参数是否满足第二预设条件;若是,进入步骤S14;若否,重复执行步骤S11至S12;

S14:断开所述电芯的充放电回路。

[0006] 进一步的,所述第一预设条件包括同时满足以下条件:

$$\frac{T_{b2}-T_{b1}}{t_{b2}-t_{b1}}\geq \mathrm{V}T_{12}$$

[0007] $$\frac{V_{b1}-V_{b2}}{t_{b2}-t_{b1}}\geq \mathrm{V}V_{12}$$

[0008] $$\frac{S_{b2}-S_{b1}}{t_{b2}-t_{b1}}\geq \mathrm{V}S_{12}$$

[0009] 其中,t_{b1}为第一时刻,T_{b1}为所述电芯在第一时刻的电芯温度,V_{b1}为所述电芯在第一时刻的电芯电压,S_{b1}为所述电芯在第一时刻的电芯泄爆阀的形变量,t_{b2}为第二时刻,T_{b2}为所述电芯在第二时刻的电芯温度,V_{b2}为所述电芯在第二时刻的电芯电压,S_{b2}为所述电芯在第二时刻的电芯电芯泄爆阀的形变量,$\mathrm{V}T_{12}$为预设温度变化速率,$\mathrm{V}V_{12}$为预设电压变化速率,$\mathrm{V}S_{12}$为预设形变量速率;

所述第二预设条件包括至少满足以下条件之一:

$$T_{b2}\geq T_c$$

[0010] $$V_{b2}\geq V_c$$

[0011] 其中,T_c为预设电芯最高温度,V_c为预设电芯最低电压。

[0012] 进一步的,所述步骤S2中,获取所述电芯所属的电池包的第二状态参数,当所述第二状态参数满足电池包热失控条件时,执行二级消防策略,具体包括以下步骤:

S21:分别获取所述电池包在第三时刻的第二状态参数和所述电池包在第四时刻的第二状态参数,第三时刻为所述第四时刻的下一时刻;

S22:判断所述电池包在第三时刻的第二状态参数和所述电池包在第四时刻的第二状态参数是否满足第三预设条件;若是,进入步骤S23;若否,重复执行步骤S21至S22;

S23:判断所述电池包在第三时刻的第二状态参数和所述电池包在第四时刻的第二状态参数是否满足第四预设条件;若是,进入步骤S24;若否,重复执行步骤S21至S22;

S24:断开所述电池包中全部电芯的充放电回路,消防管道向所述电池包的内部喷洒消防药剂,以及集装箱的内部释放惰性气体,直至所述集装箱内部的氧气浓度低于预设浓度。

[0013] 进一步的,所述第三预设条件包括同时满足以下条件:

$$\frac{P_{b4}-P_{b3}}{t_{b4}-t_{b3}}\geq \mathrm{V}P_{34}$$

[0014] $$\frac{X_{b4}-X_{b3}}{t_{b4}-t_{b3}}\geq \mathrm{V}X_{34}$$

[0015] 其中,t_{b3}为第三时刻,P_{b3}为在第三时刻所述电池包内部的气压,X_{b3}为在第三时刻所述电池包内部的可燃气体浓度,t_{b4}为第四时刻,P_{b4}为在第四时刻所述电池包内部的气压,X_{b4}为在第四时刻所述电池包内部的可燃气体浓度,$\mathrm{V}P_{34}$为预设气压变化速率,$\mathrm{V}X_{34}$为预设可燃气体浓度变化速率;

所述第四预设条件包括至少满足以下条件之一:

$$P_{b4}\geq P_c$$

[0016] $$X_{b4}\geq X_c$$

[0017] 其中,P_c为预设最大气压,X_c为预设最大可燃气体浓度。

[0018] 进一步的,所述步骤S3中,获取所述电池包的第一运行状态,当所述第一运行状态满足热蔓延条件时,执行三级消防策略,具体包括:

分别获取所述电池包中全部电芯的第一状态参数;当相邻设置的两个电芯的第一状态参数均满足电芯热失控条件时,所述第一运行状态满足热蔓延条件,液冷机构对所述电池包所属的电池簇进行冷却。

[0019] 进一步的,所述步骤S4中,获取所述电池包所属的集装箱的第二运行状态,当所述第二运行状态满足热扩散条件时,执行四级消防策略,具体包括:

获取所述集装箱内部的火情信息,当集装箱出现火焰时,所述第二运行状态满足热扩散条件;喷头对电池簇喷洒灭火剂,以熄灭火焰;当所述喷头喷洒所述灭火剂完成,并且火焰没有被熄灭时,灌水机构向集装箱灌水。

[0020] 本发明的另一目的在于提供一种储能电箱的消防控制系统,所述储能电箱包括集装箱和设于集装箱中的多个电池簇,所述电池簇包括多个电池包,所述电池包包括多个电芯,所述消防控制系统用于执行上述的消防控制方法,所述消防控制系统包括用于对所述电芯进行消防控制的一级消防模块、用于对所述电池包进行消防控制的二级消防模块、用于对所述电池簇进行消防控制的三级消防模块和用于对所述集装箱进行消防控制的四级消防模块。

[0021] 进一步的,所述一级消防模块包括变形探测器、温度探测器和电压探测器,所述变形探测器设于所述电芯的防爆阀上,所述温度探测器和所述电压探测器分别设于所述电芯的两个电极柱上。

[0022] 进一步的,所述二级消防模块包括气压传感器、可燃气体传感器、消防管道、惰性

气体注气管和氧气浓度检测装置,所述气压传感器和所述可燃气体传感器均设于所述电池包中,所述集装箱上设有泄压口,所述氧气浓度检测装置设于所述泄压口中,所述消防管道设于所述集装箱中,所述电池包上设有连接口,所述消防管道与所述连接口连接。

[0023] 本发明的有益效果在于:本发明提供的这种消防控制方法对应储能电箱的电芯、电池包、电池簇和集装箱分别建立一级至四级消防控制系统的控制架构,该消防控制方法对应每个层级分别设置消防判断条件与消防策略,以保障储能电箱能够自低层级储能元件发生热失控开始进行消防控制,利于瞬态的消防判断与处理,保障消防策略执行与储能电箱的储能元件热失控状态与消防状态同步,并且降低执行消防控制方法过程中对储能元件的损害,避免消防控制方法因误触发消防条件造成储能电箱损坏与使用不便。

附图说明

[0024] 图1为本发明所述的这种消防控制方法的流程图;

图2示意性地展示了应用本发明提供的消防控制系统的储能电箱的电芯结构图;

图3示意性地展示了应用本发明提供的消防控制系统的储能电箱的电池包结构图;

图4示意性地展示了图3的电池包中相邻设置的若干个电芯;

图5示意性地展示了应用本发明提供的消防控制系统的储能电箱的集装箱在一个视角下的结构图;

图6示意性地展示了应用本发明提供的消防控制系统的储能电箱的集装箱在另一个视角下的结构图。

[0025] 标号说明:

1、电芯;2、电芯极柱;3、电芯泄爆阀;4、变形探测器;5、温度探测器;6、电压探测器;7、电池包;8、气压传感器和可燃气体传感器;9、消防管道;10、惰性气体注气管;11、氧气浓度检测装置;12、集装箱;13、泄压口;14、连接口;15、灌水进水口;16、液冷管路;17、液冷阀门;18、摄像头;19、喷头;20、水浸传感器;21、电池簇;22、管道阀门。

具体实施方式

[0026] 为详细说明本发明的技术内容、所实现目的及效果,以下结合实施方式并配合附图予以说明。

[0027] 参照图2至图6,储能电箱根据以下架构设置储能元件:集装箱12中设置有多个电池簇21,电池簇21中设置有多个电池包7,电池包7设置有多个电芯1。

[0028] 在传统的储能电箱的消防控制系统通过电池管理系统接收探测器探测反馈的信息来判断集装箱12内部状态,当探测到集装箱12内部发生火情时直接用水进行灭火。然而,储能电箱发生火情之前存在电芯1发生热失控阶段、电池包7热失控阶段和电池包7热蔓阶段;单个电芯1发生热失控释放的热量有限,不会造成过于严重的危害,但电芯1或者电池包7发生热失控后会迅速蔓延其周围的电芯1或者电池包7,相邻的电芯1或者电池包7会依次传递热失控产生的热量,也发生热失控现象,引发“多米诺骨牌”效应,使得储能电箱进入热扩散阶段。

[0029] 传统的储能电箱的消防管理系统仅简单通过液冷机构对电池簇21进行冷却以及

通过灌水系统对集装箱12进行灭火，传统的储能电箱的消防控制方法滞后性高，无法针对电芯1热失控阶段、电池包7热失控阶段执行相应的消防动作，传统的这种消防控制方法的可靠性低，直到储能电箱内部出现热蔓延或者热扩散后开始对储能电箱进行降温、灭火，容易损坏储能电箱的储能元件。

[0030] 为了解决这一问题，请参照图1，本实施例设计了一种用于储能电箱的消防控制方法，其包括以下步骤：

S1：获取电芯的第一状态参数，当所述第一状态参数满足电芯热失控条件时，执行一级消防策略；其中，所述第一状态参数包括所述电芯的电芯温度、所述电芯的电芯电压和所述电芯的泄爆阀的形变量；

S2：获取所述电芯所属的电池包的第二状态参数，当所述第二状态参数满足电池包热失控条件时，执行二级消防策略；其中，所述第二状态参数包括所述电池包内部的气压和所述电池包内部的可燃气体浓度；

S3：获取所述电池包的第一运行状态，当所述第一运行状态满足热蔓延条件时，执行三级消防策略；

S4：获取所述电池包所属的集装箱的第二运行状态，当所述第二运行状态满足热扩散条件时，执行四级消防策略。

[0031] 在本发明提供的这种消防控制方法对应根据储能电箱中储能元件引发热失控的顺序依次设置四个层级的消防监控条件，并且根据四个消防监控条件能够分别执行四个层级消防策略。

[0032] 为了能够实现上述的消防控制方法，本发明还设计了一种储能电箱的消防控制系统，该消防控制系统包括用于对电芯1进行消防控制的一级消防模块、用于对电池包7进行消防控制的二级消防模块、用于对电池簇21进行消防控制的三级消防模块和用于对集装箱12进行消防控制的四级消防模块。

[0033] 电芯1的热失控通常由内部短路、正极材料与电解液之间的强烈氧化还原反应以上两个原因引起，因此电芯1发生热失控时电芯1电压会急剧下降、电芯1温度会急剧上升、电芯1的防爆阀会发生变形。

[0034] 请参照图2，在实施例提供的消防控制系统的一级消防模块针对电芯1发生热失控的上述特点进行设计，包括：变形探测器4、温度探测器5和电压探测器6，变形探测器4设于电芯1的防爆阀上，温度探测器5和电压探测器6分别设于电芯1的两个电极柱2上，温度探测器5用于获取电芯1温度，电压探测器6用于获取电芯1电压，形变探测器用于获取防爆阀的形变量。因此，在本实施例提供的消防控制方法的步骤S1中，电芯1的第一状态参数包括：电芯1温度、电芯1电压和防爆阀的形变量。

[0035] 在本实施例中，在步骤S1中，获取电芯的第一状态参数，当所述第一状态参数满足电芯热失控条件时，执行一级消防策略，具体包括以下步骤：

S11：分别获取所述电芯在第一时刻的第一状态参数和所述电芯在第二时刻的第一状态参数，第二时刻为所述第一时刻的下一时刻；

S12：判断所述电芯在第一时刻的第一状态参数和所述电芯在第二时刻的第二状态参数是否满足第一预设条件；若是，进入步骤S13；若否，重复执行步骤S11至S12；

S13：判断所述电芯在第一时刻的第一状态参数和所述电芯在第二时刻的第二状

态参数是否满足第二预设条件;若是,进入步骤S14;若否,重复执行步骤S11至S12;

S14:断开所述电芯的充放电回路。

[0036] 详细的,上述的第一预设条件包括同时满足以下条件:

$$\frac{T_{b2}-T_{b1}}{t_{b2}-t_{b1}} \geq \mathrm{V}T_{12}$$

[0037] $$\frac{V_{b1}-V_{b2}}{t_{b2}-t_{b1}} \geq \mathrm{V}V_{12}$$

[0038] $$\frac{S_{b2}-S_{b1}}{t_{b2}-t_{b1}} \geq \mathrm{V}S_{12}$$

[0039] 其中,t_{b1}为第一时刻,T_{b1}为所述电芯在第一时刻的电芯温度,V_{b1}为所述电芯在第一时刻的电芯电压,S_{b1}为所述电芯在第一时刻的电芯泄爆阀3的形变量,t_{b2}为第二时刻,T_{b2}为所述电芯在第二时刻的电芯温度,V_{b2}为所述电芯在第二时刻的电芯电压,S_{b2}为所述电芯在第二时刻的电芯电芯泄爆阀3的形变量,$\mathrm{V}T_{12}$为预设温度变化速率,$\mathrm{V}V_{12}$为预设电压变化速率,$\mathrm{V}S_{12}$为预设形变量速率;

所述第二预设条件包括至少满足以下条件之一:

$$T_{b2} \geq T_c$$

[0040] $$V_{b2} \geq V_c$$

[0041] 其中,T_c为预设电芯最高温度,V_c为预设电芯最低电压。

[0042] 在本实施例中,一级消防策略为断开热失控的电芯的充放电回路。

[0043] 当电芯的温度变化速率、电压变化速率以及电芯泄爆阀3的形变量变化速率分别超出预设温度变化速率、预设电压变化速率以及预设形变量变化速率时,可以判断电芯可能发生热失控。但是为了防止出现误判而影响应用该消防控制方法的储能电箱使用可靠性,在仅满足第一预设条件、不满足第二预设条件时,尚不执行一级消防策略,而是重复执行步骤S11至S12,直至第一时刻的第一状态参数和第二时刻的第一状态参数同时满足第一预设条件和第二预设条件才会执行一级消防策略。

[0044] 作为优选的,在步骤S14之后还包括步骤S15:重复执行步骤S11,判断第一时刻的第一状态参数和第二时刻的第一状态参数是否同时不满足第一预设条件和第二预设条件;若是,恢复电芯的充放电回路;若否,重复执行步骤S15,直至第一时刻的第一状态参数和第二时刻的第一状态参数同时不满足第一预设条件和第二预设条件。

[0045] 当一个电芯出现热失控时可能会导致其所属的电池包内部气压增大,并且在电池包内部产生可燃气体,当电池包内部气压过大、可燃气体浓度过高时会引起电池包的热失

控。

[0046] 请参照图3,在本实施例中提供的消防控制系统的二级消防模块针对上述电池包7发生热失控的特点进行设计,二级消防模块包括:气压传感器和可燃气体传感器8,气压传感器和可燃气体传感器8均设于电池包7中,以分别获取电池包7内部的气压和可燃气体浓度。因此,在本实施例提供的消防控制方法的步骤S2中,电池包7的第二状态参数包括:电芯1内部的气压和可燃气体浓度。

[0047] 另外,请参照图5,为了防控因电池包7热失控而冒出火焰导致爆炸,在本实施例中,二级消防模块还包括:消防管道9、惰性气体注气管10和氧气浓度检测装置11,集装箱12上设有泄压口13,氧气浓度检测装置11设于泄压口13中,消防管道9设于集装箱12中,电池包7上设有连接口14,消防管道9与连接口14连接,消防管道9用于向电池包7内释放灭火剂,灭火剂可以是气体药剂或者液体药剂。

[0048] 在本实施例提供的消防控制方法中,上述的步骤S2中,获取所述电芯所属的电池包的第二状态参数,当所述第二状态参数满足电池包热失控条件时,执行二级消防策略,具体包括以下步骤:

S21:分别获取所述电池包在第三时刻的第二状态参数和所述电池包在第四时刻的第二状态参数,第三时刻为所述第四时刻的下一时刻;

S22:判断所述电池包在第三时刻的第二状态参数和所述电池包在第四时刻的第二状态参数是否满足第三预设条件;若是,进入步骤S23;若否,重复执行步骤S21至S22;

S23:判断所述电池包在第三时刻的第二状态参数和所述电池包在第四时刻的第二状态参数是否满足第四预设条件;若是,进入步骤S24;若否,重复执行步骤S21至S22;

S24:断开所述电池包中全部电芯的充放电回路,消防管道向所述电池包喷洒消防药剂,以及集装箱的内部释放惰性气体,直至所述集装箱内部的氧气浓度低于预设浓度。

[0049] 在本发明中第一时刻与第二时刻相关联,第二时刻为第一时刻的下一时刻;第三时刻与第四时刻相关联,第四时刻为第三时刻的下一时刻;但是,第三时刻并非为第二时刻的下一时刻,第二时刻与第三时刻互不关联。简单来讲:第一时刻与第二时刻并非为步骤S2中的某一时刻,第三时刻与第四时刻并非为步骤S1中的某一时刻。

[0050] 详细的,上述的第三预设条件包括同时满足以下条件:

$$\frac{P_{b4}-P_{b3}}{t_{b4}-t_{b3}}\geq \mathrm{V}P_{34}$$

[0051]
$$\frac{X_{b4}-X_{b3}}{t_{b4}-t_{b3}}\geq \mathrm{V}X_{34}$$

[0052] 其中,t_{b3}为第三时刻,P_{b3}为在第三时刻所述电池包内部的气压,X_{b3}为在第三时刻所述电池包内部的可燃气体浓度,t_{b4}为第四时刻,P_{b4}为在第四时刻所述电池包内部的气压,X_{b4}为在第四时刻所述电池包内部的可燃气体浓度,$\mathrm{V}P_{34}$为预设气压变化速率,$\mathrm{V}X_{34}$为预设可燃气体浓度变化速率;

所述第四预设条件包括至少满足以下条件之一：

$$P_{b4} \geq P_c$$

[0053] $$X_{b4} \geq X_c$$

[0054] 其中，P_c为预设最大气压，X_c为预设最大可燃气体浓度。

[0055] 当电池包的气压变化速率、可燃气体浓度变化速率分别超出预设气压变化速率、预设气压变化速率时，可以判断电池包可能发生热失控。但是为了防止出现误判而影响应用该消防控制方法的储能电箱的可靠性，在仅满足第三预设条件、不满足第四预设条件时，尚不执行二级消防策略，而是重复执行步骤S21至S22，直至第三时刻的第二状态参数和第四时刻的第二状态参数同时满足第三预设条件和第四预设条件才会执行二级消防策略。

[0056] 详细的，在本实施例中，二级消防策略包括：(1)断开电池包中全部电芯的充放电回路；(2)通过惰化装置向集装箱内部注入惰性气体，以降低集装箱内的氧气含量，降低集装箱内起火的可能性；优选的，集装箱的泄压口设有风机以及氧气浓度检测装置，风机可以加快排出集装箱内部的空气，氧气浓度检测装置可以检测集装箱内部空气的氧气浓度，氧气浓度检测装置检测到氧气浓度低于预设浓度时可以停止向集装箱中注入惰性气体，预设浓度可以设置为4%；(3)消防管道通过电池包的连接口向电池包内部喷洒消防药剂，以避免电池包内部起火。

[0057] 作为优选的，在本实施例中消防管道9对应各个电池簇21分别设有管道阀门22，当一个电池包7热失控时，该电池包7所属的电池簇21对应的管道阀门22导通，以对上述电池簇21的电池包7喷洒消防药剂，提高二级消防策略的可靠性，降低一个电池包7热失控时引起该电池包7所属的电池簇21中的其他电池包7发生热失控，并且导致电池簇21热蔓延的概率。

[0058] 如图4所示，电池包中设置有呈矩阵排列的电芯1-1、电芯1-2、电芯1-3、电芯1-4、电芯1-5，作为示例的，当电芯1-3发生热失控时，任一与电芯1-3相邻的电芯也发生热失控，则可以判断电芯1-3所属的电池包进入热蔓延阶段。因此，本实施例中，热蔓延条件包括相邻设置的两个电芯的第一状态参数均满足电芯热失控条件。

[0059] 为了防止处于热蔓延阶段的电池所属的电池簇的热量蔓延其周围的电池簇，在本实施例中，用于对电池簇进行消防控制的三级消防模块包括液冷管路，所述液冷管路分别与各个所述电池簇连接，所述液冷管路上设有多个液冷阀门。

[0060] 三级消防策略包括：仅打开流通至发生热蔓延的电池包所属的电池簇的液冷阀门。

[0061] 为了方便理解，作为示例的，如图6所示的集装箱中包括沿液冷管道靠近其进水口方向依次设置的电池簇21-1至21-5，液冷管道上向靠近其进水口的方向依次设置有液冷阀门17-1至17-4，液冷阀门设于相邻的两个电池簇之间，当消防控制系统执行四级消防策略时存在以下几种液冷工况：

(1)当电池簇21-1内有电池包发生热蔓延时，打开液冷阀门17-1至17-4，关闭其他液冷阀门，用最大液冷功率对电池簇21-1进行冷却；

(2)当电池簇21-2内有电池包发生热蔓延时，打开液冷阀门17-2至17-4，关闭其他

液冷阀门,用最大液冷功率对电池簇21-2进行冷却;

(3)当电池簇21-3内有电池包发生热蔓延时,打开液冷阀门17-3至17-4,关闭其他液冷阀门,用最大液冷功率对电池簇21-3进行冷却;

(4)当电池簇21-4内有电池包发生热蔓延时,打开液冷阀门17-4,关闭其他液冷阀门,用最大液冷功率对电池簇21-4进行冷却;

(5)当电池簇21-5内有电池包发生热蔓延时,关闭全部液冷阀门,用最大液冷功率对电池簇21-5进行冷却。

[0062] 本实施例的三级消防策略将冷却热蔓延电池包所属的电池簇作为第一要务,通过上述方法控制液冷阀门能够提高热蔓延电池包所属的电池簇的冷却效率。

[0063] 在执行上述的三级消防策略的过程中,可以监控该电池簇的温度,以保障三级消防策略的可靠性。

[0064] 本实施例中,当无法有效控制热蔓延时,电池包7内部可能会起火并且火焰延伸至集装箱内部,引发火情,此时储能电箱会进入热扩散阶段。本实施例中,针对上述热扩散阶段的特点与灭火需求,请参照图6,四级消防控制模块包括:灌水机构和设于所述集装箱12中的摄像头18、喷头19,灌水机构与集装箱12中的灌水进水口15连接。

[0065] 在本实施例提供的消防控制方法的步骤S4中,获取所述电池包所属的集装箱的第二运行状态,当所述第二运行状态满足热扩散条件时,执行四级消防策略,具体包括:

获取所述集装箱内部的火情信息,当集装箱出现火焰时,所述第二运行状态满足热扩散条件;喷头对电池簇喷洒灭火剂,以熄灭火焰;当所述喷头喷洒所述灭火剂完成,并且火焰没有被熄灭时,灌水机构向储能电箱的箱体中灌水。

[0066] 具体的,本实施例通过摄像头采集集装箱内部的图像信息,根据图像信息判断集装箱内是否出现火焰,即:本实施例中热扩散条件为集装箱中存在火焰。

[0067] 在本实施例中,当判断集装箱12内出现火焰时,通过喷头19在集装箱12内部喷洒灭火剂;具体的,灭火剂可以是全氟己酮,七氟丙烷等气体灭火剂,或者是细水雾等水基灭火剂。当喷头19喷洒完灭火剂之后,根据摄像头18采集的图像信息判断集装箱12内存在火焰时,通过灌水机构向储能电箱的箱体中灌水,直至集装箱12中的水位到达设于电池簇21的支架上的水浸传感器20的位置。

[0068] 综上所述,本发明提供的这种消防控制方法对应储能电箱的电芯、电池包、电池簇和集装箱分别建立一级至四级消防控制架构,并且该消防控制方法对应每个层级分别设置消防判断条件与消防策略,以保障储能电箱能够自低层级储能元件发生热失控开始进行消防控制,利于瞬态的消防判断与处理,保障消防策略执行与储能电箱的储能元件热失控状态与消防状态同步,并且降低执行消防控制方法过程中对储能元件的损害,避免消防控制方法因误触发消防条件造成储能电箱损坏与使用不便。

[0069] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等同变换,或直接或间接运用在相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。


S1：获取电芯的第一状态参数，当所述第一状态参数满足电芯热失控条件时，执行一级消防策略
S2：获取所述电芯所属的电池包的第二状态参数，当所述第二状态参数满足电池包热失控条件时，执行二级消防策略
S3：获取所述电池包的第一运行状态，当所述第一运行状态满足热蔓延条件时，执行三级消防策略
S4：获取所述电池包所属的集装箱的第二运行状态，当所述第二运行状态满足热扩散条件时，执行四级消防策略

图1

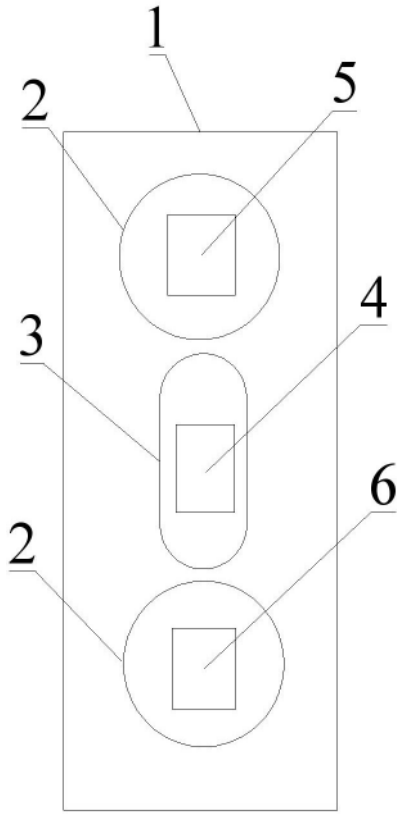


图2

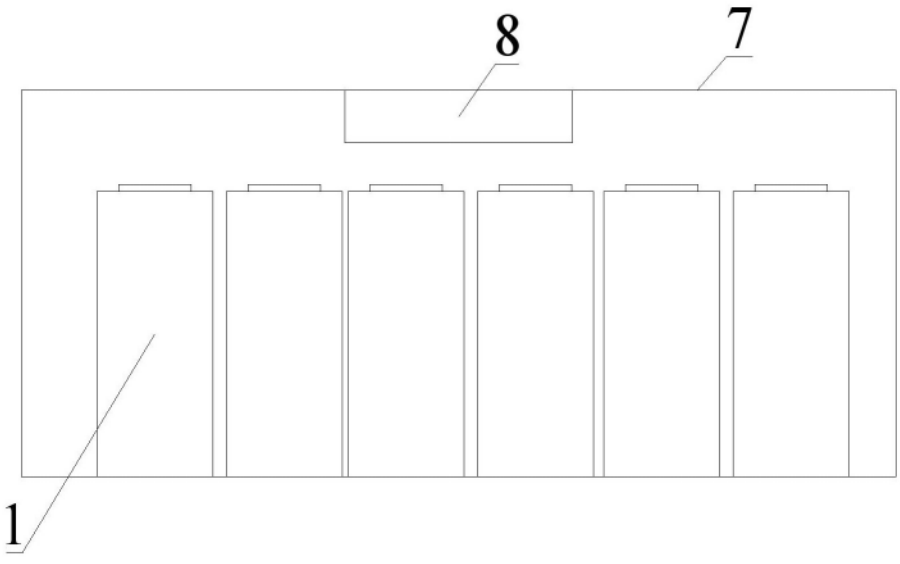


图3

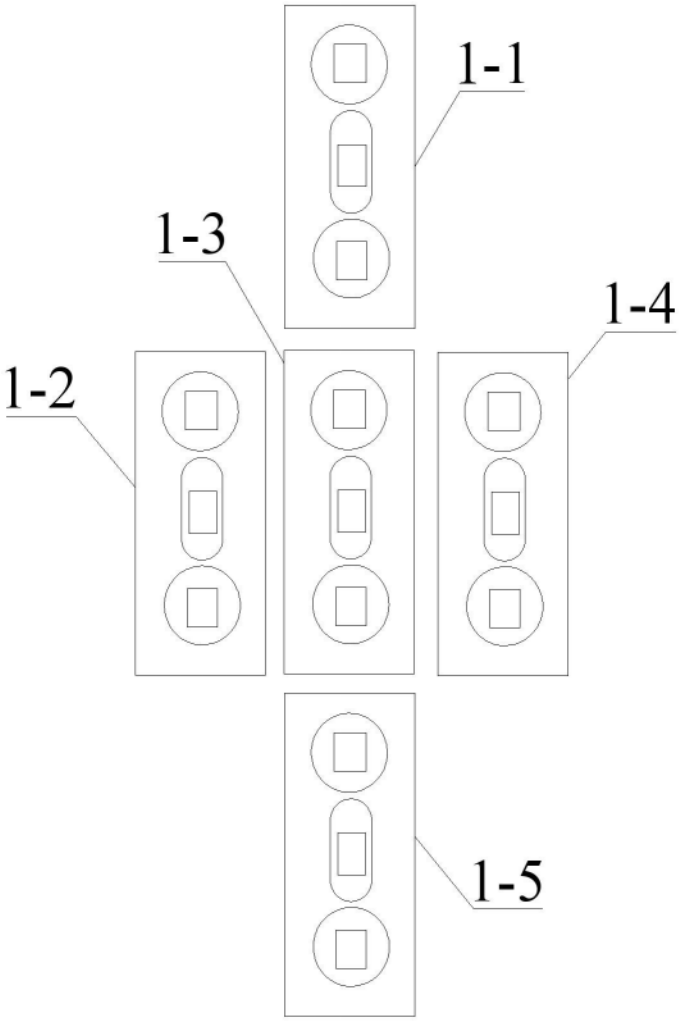


图4

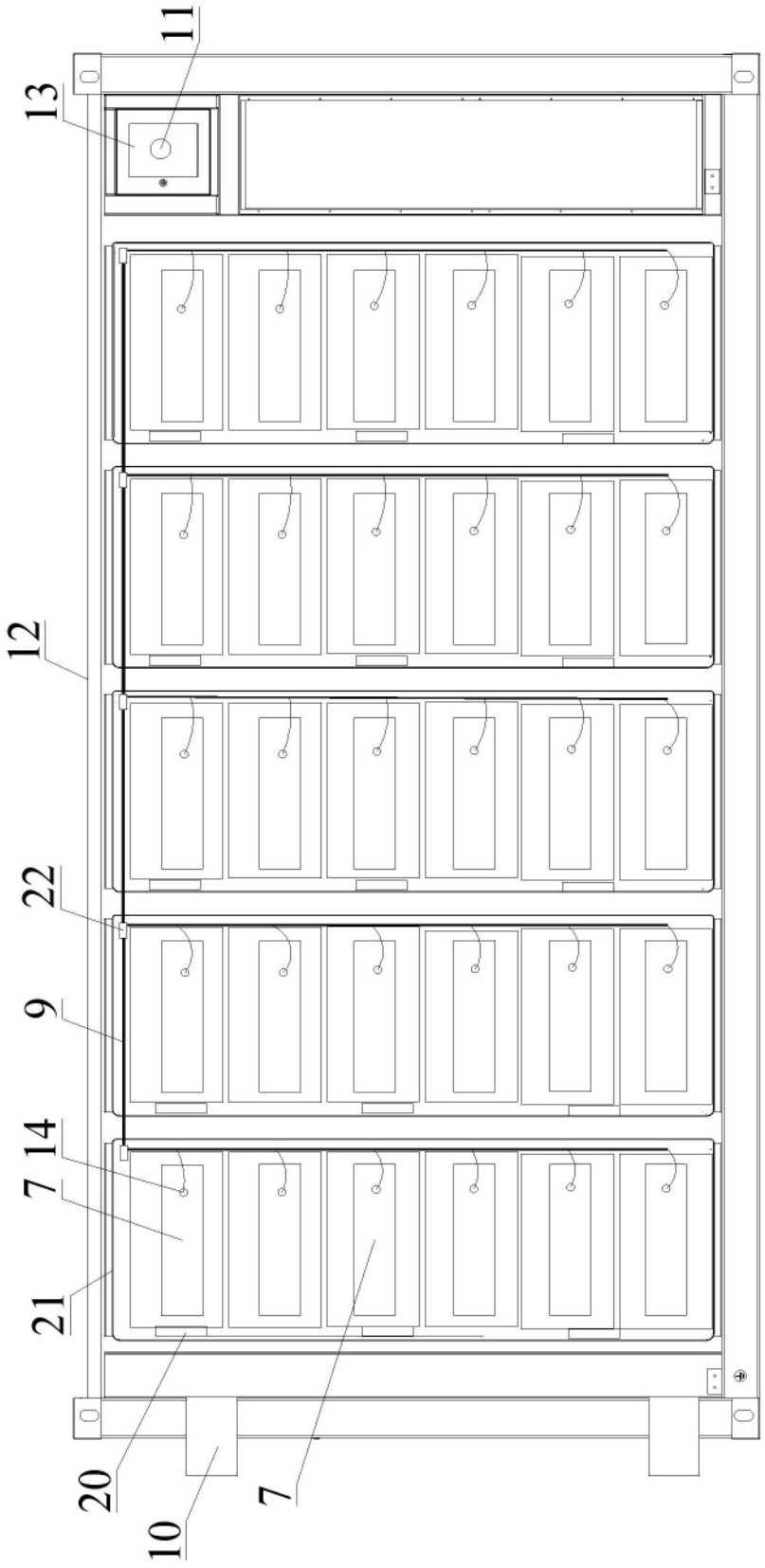


图5

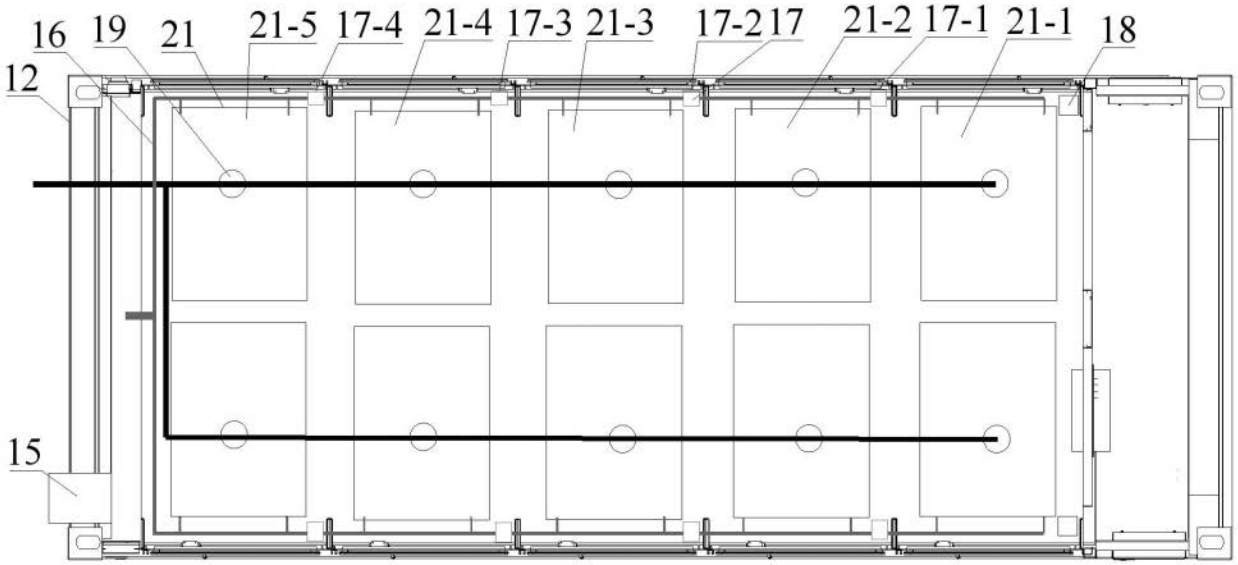


图6