



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110994562 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911349983.9

(22)申请日 2019.12.24

(71)申请人 沃太能源南通有限公司

地址 226000 江苏省南通市通州区九华路  
888号

(72)发明人 马慧娇 孙丽艳 袁宏亮 王珺  
张新艳 林栋

(51)Int.Cl.

H02H 7/18(2006.01)

H02J 7/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种储能电池管理系统中的高压保护功能  
模块及控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种储能电池管理系统中的  
高压保护功能模块,所述储能电池与PSC系统连  
接进行充电,储能电池与PSC系统之间设有正负  
极电源线,储能电池至少设有电池组和BMS,BMS  
通过CAN总线与PSC通信,BMS中的控制功能由MCU  
模块实现,BMS中设有高压保护功能模块,储能电  
池对外的正负极的电源线上分别设有继电器,高  
压保护功能模块采集电池组中各个电芯的电压  
并将采集的信息通过隔离通信模块传输给MCU模  
块进行处理,高压保护功能模块控制储能电池充  
电功率、以及与PSC系统之间电源线是否通断;使  
管理系统在子环节出现安全隐患征兆时能够及  
时预警并介入功能安全措施,有效降低发生危险  
事故的概率,使总体状况运行在安全可控的安全  
状态。

1. 一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块,所述储能电池与PSC系统连接实现充电,储能电池与PSC系统之间设有正负极电源线,所述储能电池至少设有电池组和管理系统,所述管理系统通过CAN总线与PSC系统连接通信,管理系统中的控制模块是由MCU模块进行控制,其特征在于:所述管理系统中还设有高压保护功能模块,储能电池与PSC系统之间的正负极的电源线上分别设有正极继电器、负极继电器,所述高压保护功能模块采集电池组中各个电芯的电压并将采集的信息传输给MCU模块进行处理后,高压保护功能模块控制储能电池与PSC系统之间电源线是否通断;

所述高压保护功能模块是由模拟前端模块AFE、隔离通讯模块、继电器控制模块组成,所述模拟前端模块AFE的输入端分别连接多个电芯电压传感器,采集不同电芯的电压数据,模拟前端模块AFE输出端通过隔离通讯模块与管理系统中的MCU模块的输入端进行连接,隔离通讯模块将模拟前端模块AFE采集的电芯电压数据转换后输送给管理系统中的MCU模块中进行处理;

所述继电器控制模块与管理系统中的MCU模块的输出端连接,继电器控制模块是由继电器低边驱动模块和继电器高边驱动模块组成,所述继电器低边驱动正极端口通过正极继电器线圈与继电器高边驱动负极端口连接,所述继电器高边驱动正极端口通过负极继电器线圈与继电器低边驱动负极端口连接;

所述电池组是由多个电芯拼接而成,并且每个电芯设有电芯电压传感器,所述电芯电压传感器与高压保护功能模块中的模拟前端模块AFE连接。

2. 根据权利要求1所述一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块,其特征在于:所述储能电池与PSC系统之间的正负极电源线分别与正极继电器、负极继电器中的常开触点连接,即储能电池的正极电源线通过正极继电器常开触点连接,负极电源线通过负极继电器常开触点连接。

3. 根据权利要求1所述一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块,其特征在于:所述管理系统设有SBC监控电源,所述SBC监控电源为管理系统中的用电模块进行供电,其中SBC监控电源中的SBC是电源监控芯片,同时为管理系统提供外部看门狗,检测电源异常时对系统中的mcu复位。

4. 根据权利要求1所述一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块,其特征在于:所述继电器控制模块中的继电器低边驱动中设有低边开关、所述继电器高边驱动中设有高边开关,继电器控制模块与正极继电器、负极继电器连接方式,当低边、高边两个开关都闭合,才能驱动正极继电器或负极继电器闭合,只要低边或高边其中一个开关断开,就能驱动正极继电器或负极继电器断开。

5. 根据权利要求1所述一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块,其特征在于:所述模拟前端模块AFE、隔离通讯模块、MCU模块至少满足SIL C安全等级。

6. 根据权利要求4所述一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块,其特征在于:所述低边驱动模块中设有低边开关,低边开关至少满足SIL A(C)安全等级。

7. 根据权利要求4所述一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块,其特征在于:所述高边驱动模块中设有高边开关,高边开关至少满足SIL B(C)安全等级。

8. 一种根据权利要求1所述的储能电池管理系统中的高压保护功能模块的控制方法,其特征在于:

a、管理系统系统工作后,模拟前端模块AFE通过电芯电压传感器对电池组中的每个电芯进行电压数据进行实时采集;

b、模拟前端模块AFE将采集的数据通过隔离通讯模块转换后,将所有电芯电压监测数据实时发送至管理系统中的MCU模块;

c、MCU模块接收数据后,MCU模块中设定有多个阈值,判断每个电芯电压是否超过设定的阈值,若未超过设定阈值,并且当电芯之间的最高电压与最低电压差值较大,则管理系统开启均衡,保持电芯一致性,若超过设定阈值,根据超过的对应设定阈值进入对应等级的安全状态,若MCU模块若超过一段时间未收到新的电压数据,则认为电压采集发生故障,直接判定进入对应的安全状态;

d、保持安全状态,直到管理系统通过软件或看门狗进行复位。

9. 根据权利要求8所述一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块的控制方法,其特征在于:

所述MCU模块中设定有3个阈值,分别对应阈值1、阈值2、阈值3,对应的安全状态分别为1级安全状态、2级安全状态、3级安全状态,所述当电芯电压值在设定时间内持续超过阈值1进入1级安全状态,当电芯电压值在设定时间内持续超过阈值2进入2级安全状态,当电芯电压值在设定时间内持续超过阈值3进入3级安全状态;

所述若MCU模块若超过一段时间未收到新的电压数据,则认为电压采集发生故障,直接判定进入1级安全状态。

10. 根据权利要求8所述一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块的控制方法,其特征在于:所述1、2、3级安全状态对应的工作状态,如下所述:

所述3级安全状态,即管理系统控制降低充电功率,管理系统通过 CAN发出请求,降低对储能电池的充电功率,具体为管理系统根据储能电池的温度和电压两个参数,在管理系统中设置了梯度充电功率,温度高或电压高于设定工作范围,则采用最低功率0.2倍充电倍率;

所述2级安全状态,即管理系统故障报警,管理系统将故障信号通过 CAN 和硬线向PCS系统发出禁止充电警告,同时PCS系统降低对储能电池的充电功率;

所述1级安全状态,即关闭电能输入输出,MCU模块控制电源模块为继电器控制模块供电进而驱动正极继电器和负极继电器得电,断开储能电池与PSC系统之间的正负极电源线,停止充电。

## 一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块及控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于涉及一种储能电池管理系统,具体涉及一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块及控制方法。

### 背景技术

[0002] 随着世界范围内环境和资源问题日益突出,新能源主导的电力系统备受关注,储能技术在实现新能源应用上具有较好前景。新能源高比例发展推动储能成本下降,电化学储能可在发、输、配、用各环节铺开,已投电化学储能项目累计装机规模稳步攀升,据CNESA全球储能项目库给出的不完全统计数据,截至2018年底,全球已投运电化学储能项目的累计装机6625.4MW,同比增长126.4%,目前,储能系统仍处于规模化多样应用的初期,规划设计相对简单,性能指标缺乏统一标准,导致储能电池过充高压易引发起火、爆炸、漏电等安全事故,如何提升电池综合性能并保证功能安全性,是储能系统长期可靠使用的关键问题之一,引入功能安全具有必要性。

### 发明内容

[0003] 发明目的:本发明为解现有技术中电池过充高压易引发起火、爆炸、漏电等危害,提供一种符合IEC61508标准的控制方法,将电池Pack高压监测分解至采集、传输、处理及保护各环节,解决高压故障诊断控制模块软件失效或硬件失效导致系统不可控问题,在发生故障时提供风险降低措施。

[0004] 技术方案:本发明所述的一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块,所述储能电池与PSC系统连接实现充电,储能电池与PSC系统之间设有正负极电源线,所述储能电池至少设有电池组和管理系统,所述管理系统通过CAN总线与PSC系统连接通信,管理系统中的控制模块是由MCU模块进行控制,所述管理系统中还设有高压保护功能模块,储能电池与PSC系统之间的正负极的电源线上分别设有正极继电器、负极继电器,所述高压保护功能模块采集电池组中各个电芯的电压并将采集的信息传输给MCU模块进行处理后,高压保护功能模块控制储能电池与PSC系统之间电源线是否通断;

所述高压保护功能模块是由模拟前端模块AFE、隔离通讯模块、继电器控制模块组成,所述模拟前端模块AFE的输入端分别连接多个电芯电压传感器,采集不同电芯的电压数据,模拟前端模块AFE输出端通过隔离通讯模块与管理系统中的MCU模块的输入端进行连接,隔离通讯模块将模拟前端模块AFE采集的电芯电压数据转换后输送给管理系统中的MCU模块中进行处理;

所述继电器控制模块与管理系统中的MCU模块的输出端连接,继电器控制模块是由继电器低边驱动模块和继电器高边驱动模块组成,所述继电器低边驱动正极端口通过正极继电器线圈与继电器高边驱动负极端口连接,所述继电器高边驱动正极端口通过负极继电器线圈与继电器低边驱动负极端口连接;

所述电池组是由多个电芯拼接而成,并且每个电芯设有电芯电压传感器,所述电芯电

压传感器与高压保护功能模块中的模拟前端模块AFE连接。

[0005] 优选的,所述储能电池与PSC系统之间的正负极电源线分别与正极继电器、负极继电器中的常开触点连接,即储能电池的正极电源线通过正极继电器常开触点连接,负极电源线通过负极继电器常开触点连接。

[0006] 优选的,所述管理系统设有SBC监控电源,所述SBC监控电源为管理系统中的用电模块进行供电,其中SBC监控电源中的SBC是电源监控芯片,同时为管理系统提供外部看门狗,检测电源异常时对系统中的mcu复位。

[0007] 优选的,所述继电器控制模块中的继电器低边驱动中设有低边开关、所述继电器高边驱动中设有高边开关,继电器控制模块与正极继电器、负极继电器连接方式,当低边、高边两个开关都闭合,才能驱动正极继电器或负极继电器闭合,只要低边或高边其中一个开关断开,就能驱动正极继电器、负极继电器同时断开。

[0008] 优选的,所述模拟前端模块AFE、隔离通讯模块、MCU模块至少满足SIL C安全等级。

[0009] 优选的,所述低边驱动模块中设有低边开关,低边开关至少满足SIL A(C)安全等级。

[0010] 优选的,所述高边驱动模块中设有高边开关,高边开关至少满足SIL B(C)安全等级。

[0011] 一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块的控制方法,

a、管理系统系统工作后,模拟前端模块AFE通过电芯电压传感器对电池组中的每个电芯进行电压数据进行实时采集;

b、模拟前端模块AFE将采集的数据通过隔离通讯模块转换后,将所有电芯电压监测数据实时发送至管理系统中的MCU模块;

c、MCU模块接收数据后,MCU模块中设定有多个阈值,判断每个电芯电压是否超过设定的阈值,若未超过设定阈值,并且当电芯之间的最高电压与最低电压差值较大,则管理系统开启均衡,保持电芯一致性,若超过设定阈值,根据超过的对应设定阈值进入对应等级的安全状态,若MCU模块若超过一段时间未收到新的电压数据,则认为电压采集发生故障,直接判定进入对应的安全状态;

d、保持安全状态,直到管理系统通过软件或看门狗进行复位。

[0012] 进一步的,所述MCU模块中设定有3个阈值,分别对应阈值1、阈值2、阈值3,对应的安全状态分别为1级安全状态、2级安全状态、3级安全状态,所述当电芯电压值在设定时间内持续超过阈值1进入1级安全状态,当电芯电压值在设定时间内持续超过阈值2进入2级安全状态,当电芯电压值在设定时间内持续超过阈值3进入3级安全状态;

所述若MCU模块若超过一段时间未收到新的电压数据,则认为电压采集发生故障,直接判定进入1级安全状态。

[0013] 进一步的,所述1、2、3级安全状态对应的工作状态,如下所述:

所述3级安全状态,即管理系统控制降低充电功率,管理系统通过 CAN发出请求,降低对储能电池的充电功率,具体为管理系统根据储能电池的温度和电压两个参数,在管理系统中设置了梯度充电功率,温度高或电压高于设定工作范围,则采用最低功率0.2倍充电倍率;

所述2级安全状态,即管理系统故障报警,管理系统将故障信号通过 CAN 和硬线向PCS

系统发出禁止充电警告,同时PCS系统降低对储能电池的充电功率;

所述1级安全状态,即关闭电能输入输出,MCU模块控制电源模块为继电器控制模块供电进而驱动正极继电器和负极继电器得电,断开储能电池与PSC系统之间的正负极电源线,停止充电。

[0014] 有益效果:高压保护功能安全控制方法为实际应用过程中电化学电池储能的功能安全需求提供了有效的解决方案,在管理系统中设置了高压保护功能模块,可以实时检测到电芯的充电状态,将数据传输给管理系统中MCU模块,通过MCU模块判断故障等级进行相应的操作,优先通过MCU模块向PCS系统发送请求降低储能电池的充电功率,严重时MCU模块直接控制与高压保护功能模块连接的继电器直接断开储能电池与PSC系统之间电源线,停止充电;使管理系统在子环节出现安全隐患征兆时能够及时预警并介入功能安全措施,有效降低发生危险事故的概率,使总体状况运行在安全可控的安全状态。

[0015] 从电压采集、数据传输、过充判定及保护措施等全过程进行功能安全保护,使储能BMS在子环节出现安全隐患征兆时能够及时预警并介入功能安全措施,有效降低发生危险事故的概率,使总体状况运行在安全可控的安全状态。

## 附图说明

[0016] 图1为本发明高压保护功能模块结构图;

图2为本发明高压保护功能模块控制逻辑图;

1、模拟前端模块AFE;2、隔离通讯模块;3、MCU模块;4、高边驱动模块;5、低边驱动模块;6、电芯电压传感器;7、正极继电器;8、负极继电器;9、电源模块。

## 具体实施方式

[0017] 如图1所述,一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块,所述储能电池与PSC系统连接实现充电,PSC系统可以连接并网、光伏、柴油机、风力之类供电系统进行充电;储能电池与PSC系统之间设有正负极电源线,所述储能电池至少设有电池组和管理系统,所述管理系统通过CAN总线与PSC系统连接通信,管理系统中的控制模块是由MCU模块3进行控制,所述管理系统中还设有高压保护功能模块,储能电池与PSC系统之间的正负极的电源线上分别设有正极继电器7、负极继电器8,所述高压保护功能模块采集电池组中各个电芯的电压并将采集的信息传输给MCU模块3进行处理后,高压保护功能模块控制储能电池与PSC系统之间电源线是否通断;

所述高压保护功能模块是由模拟前端模块AFE1、隔离通讯模块2、继电器控制模块组成,所述模拟前端模块AFE1的输入端分别连接多个电芯电压传感器6,采集不同电芯的电压数据,模拟前端模块AFE1输出端通过隔离通讯模块2与管理系统中的MCU模块3的输入端进行连接,隔离通讯模块2将模拟前端模块AFE1采集的电芯电压数据转换后输送给管理系统中的MCU模块3中进行处理;

所述继电器控制模块与管理系统中的MCU模块3的输出端连接,继电器控制模块是由继电器低边驱动模块5和继电器高边驱动模块4组成,所述继电器低边驱动正极端口通过正极继电器7线圈与继电器高边驱动负极端口连接,所述继电器高边驱动正极端口通过负极继电器8线圈与继电器低边驱动负极端口连接;

所述电池组是由多个电芯拼接而成,并且每个电芯设有电芯电压传感器6,所述电芯电压传感器6与高压保护功能模块中的模拟前端模块AFE1连接。

[0018] 本实例中,所述储能电池与PSC系统之间的正负极电源线分别与正极继电器7、负极继电器8中的常开触点连接,即储能电池的正极电源线通过正极继电器7常开触点连接,负极电源线通过负极继电器8常开触点连接。

[0019] 本实例中,所述管理系统设有SBC监控电源,所述SBC监控电源为管理系统中的用电模块进行供电,其中SBC监控电源中的SBC是电源监控芯片,同时为管理系统提供外部看门狗,检测电源异常时对系统中的mcu复位,即SBC有一个故障输出引脚,在SBC自己判断出电源异常后输出低电平,这个引脚直接连接到MCU的复位引脚,当SBC检测到电源故障了MCU模块3就会被复位,实现外部看门狗。

[0020] 本实例中,所述继电器控制模块中的继电器低边驱动中设有低边开关、所述继电器高边驱动中设有高边开关,继电器控制模块与正极继电器7、负极继电器8连接方式,当低边、高边两个开关都闭合,才能驱动正极继电器7或负极继电器8闭合,只要低边或高边其中一个开关断开,就能驱动正极继电器7、负极继电器8同时断开。

[0021] 所述模拟前端模块AFE1、隔离通讯模块2、MCU模块3至少满足SIL C安全等级。

[0022] 本实例中,所述低边驱动模块5中设有低边开关,低边开关至少满足SIL A(C)安全等级。

[0023] 本实例中,所述高边驱动模块4中设有高边开关,高边开关至少满足SIL B(C)安全等级。

[0024] 如图2所示,一种储能电池管理系统中的高压保护功能模块的控制方法,

a、管理系统系统工作后,模拟前端模块AFE1通过电芯电压传感器6对电池组中的每个电芯进行电压数据进行实时采集;

b、模拟前端模块AFE1将采集的数据通过隔离通讯模块2转换后,将所有电芯电压监测数据实时发送至管理系统中的MCU模块3;

c、MCU模块3接收数据后,MCU模块3中设定有多个阈值,判断每个电芯电压是否超过设定的阈值,若未超过设定阈值,并且当电芯之间的最高电压与最低电压差值较大,则管理系统开启均衡,保持电芯一致性,若超过设定阈值,根据超过的对应设定阈值进入对应等级的安全状态,若MCU模块3若超过一段时间未收到新的电压数据,则认为电压采集发生故障,直接判定进入对应的安全状态;

d、保持安全状态,直到管理系统通过软件或看门狗进行复位。

[0025] 本实例中进一步的,所述MCU模块3中设定有3个阈值,分别对应阈值1、阈值2、阈值3,对应的安全状态分别为1级安全状态、2级安全状态、3级安全状态,所述当电芯电压值在设定时间内持续超过阈值1进入1级安全状态,当电芯电压值在设定时间内持续超过阈值2进入2级安全状态,当电芯电压值在设定时间内持续超过阈值3进入3级安全状态,所述阈值1>阈值2>阈值3。

[0026] 所述若MCU模块3若超过一段时间未收到新的电压数据,则认为电压采集发生故障,直接判定进入1级安全状态。

[0027] 本实例中进一步的,所述1、2、3级安全状态对应的工作状态,如下所述:

所述3级安全状态,即管理系统控制降低充电功率,管理系统通过 CAN发出请求,降低

对储能电池的充电功率,具体为管理系统根据储能电池的温度和电压两个参数,在管理系统中设置了梯度充电功率,温度高或电压高于设定工作范围,则采用最低功率0.2倍充电倍率;

所述2级安全状态,即管理系统故障报警,管理系统将故障信号通过 CAN 和硬线向PCS系统发出禁止充电警告,同时PCS系统降低对储能电池的充电功率;

所述1级安全状态,即关闭电能输入输出,MCU模块控制电源模块为继电器控制模块供电进而驱动正极继电器和负极继电器得电,断开储能电池与PSC系统之间的正负极电源线,停止充电。

[0028] 工作状态:

A、管理系统上电后,管理系统中的SBC监控电源为系统提供电源,SBC监控电源为与高压保护功能模块连接的电芯电压传感器提供电源,上电后MCU模块控制继电器控制模块高边和低边开关闭合,使正极继电器与负极继电器线圈得电,常开触点导通,储能电池与PCS系统之间通电连通,进行充电;

B、若SBC检测到输入到SBC的电源或SBC转换输出的电源出现异常,则SBC通过硬线信号复位MCU;

C、模拟前端模块AFE1所有电芯电压进行采集,采集周期20mS,单体电压测量范围 0~5V,采样允许误差1mv @-45℃~85℃。

[0029] D、MCU模块通过确认与命令地址匹配的AFE发送和接收数据,确认返回的PEC值是否匹配计算出的 PEC值,确认数据传出通信正确性,其中PEC指crc8 packet error checking byte,是两者的通信校验码;

E、MCU模块对模拟前端模块AFE1采集到的电压有效性进行诊断,所述采样值范围是否在0-5V内;采样值在250ms时间内是否保持稳定;周期不超过1S;

F、根据所有单体电芯电压的数据计算出均衡的目标电压,管理系统控制单体电芯进入被动均衡模式,其中单体的均衡电流100mA,采集周期50ms;

G、当单体电芯为一级过压时,需在2S秒内判断出来。

[0030] H、当检测到过压三级故障,管理系统通过 CAN向上级PSC系统发出请求,PSC系统降低对储能电池的充电功率,具体为管理系统根据储能电池的温度和电压两个参数,在管理系统中设置了梯度充电功率,温度高或电压高于设定工作范围,则采用最低功率0.2倍充电倍率,管理系统通过通信上传给上级PCS系统,所述PCS系统不属于管理系统范围,当前管理系统允许的最大充电功率,管理系统只发出要求给PCS系统,执行由PCS系统配合进行;

I、当检测到过压二级故障,管理系统禁止对电池充电,通过CAN通信上传故障信息至上级管理系统,通过FaultSigOut引脚发送硬线故障信号至上级管理系统;

J、当检测到过压一级故障发生后,0.05S内输出断开高边开关及低边开关,导致正继电器和负继电器线圈失电,常开触点断开,储能电池与PCS系统之间断电不连通,无法进行充电。

[0031] 所述在MCU模块中设置的阈值可通过CAN配置,配置过程符合IEC61508规定。

[0032] 高压保护功能安全控制方法为实际应用过程中电化学电池储能的功能安全需求提供了有效的解决方案,从电压采集、数据传输、过充判定及保护措施等全过程进行功能安全保护,使储能BMS在子环节出现安全隐患征兆时能够及时预警并介入功能安全措施,有效



降低发生危险事故的概率,使总体状况运行在安全可控的安全状态。

[0033] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

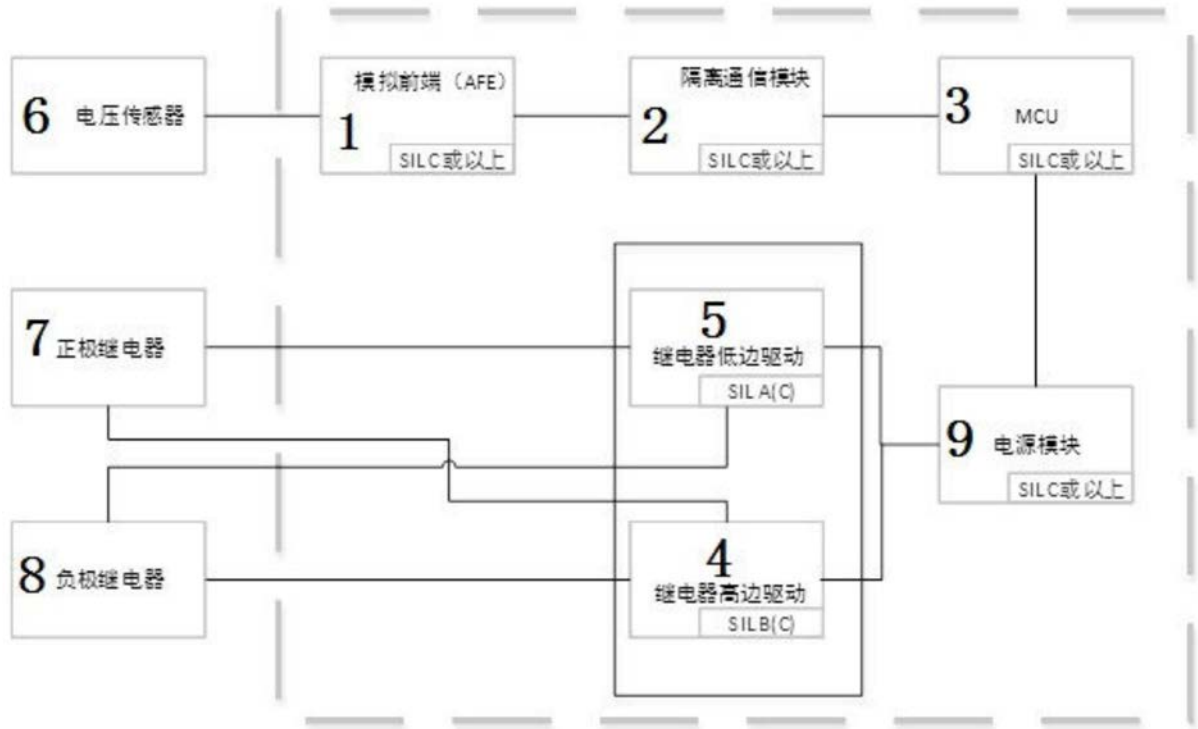


图1

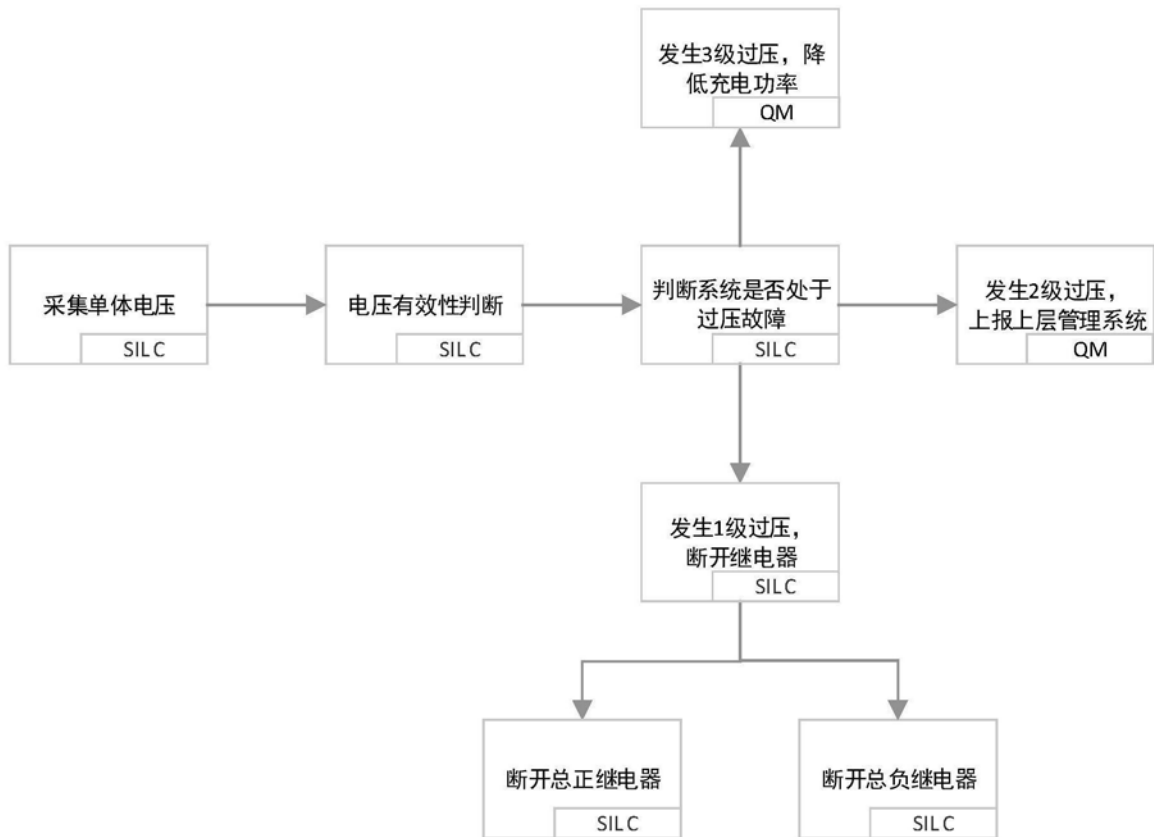


图2