



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103166285 A

(43) 申请公布日 2013.06.19

(21) 申请号 201210557577.3

(22) 申请日 2012.12.20

(71) 申请人 杭州万好万家动力电池有限公司
地址 311106 浙江省杭州市钱江经济开发区
顺达路 101 号 102-5

(72) 发明人 汤曦东 于申军 刘彩秋 张万良

(74) 专利代理机构 天津市三利专利商标代理有
限公司 12107

代理人 闫俊芬

(51) Int. Cl.

H02J 7/00(2006.01)

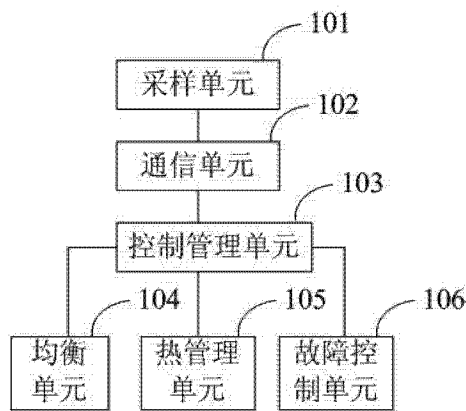
权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称

一种智能电池模块系统

(57) 摘要

本发明公开了一种智能电池模块系统,包括有多个电池模块,每个所述电池模块具有多个单体电池,每个所述电池模块上包括:采样单元,与所述多个单体电池相连接,用于采集本电池模块的电池状态信息;通信单元,分别与采样单元、控制管理单元相连接;控制管理单元,分别与均衡单元、热管理单元、故障控制单元相连接,用于分别控制所述均衡单元、热管理单元和故障控制单元的工作状态。本发明公开的一种智能电池模块系统,其不仅能够实现电池模块的电压、电流、温度等独立电池状态的精确采样,还要能够进行独立的均衡管理、故障隔离、热管理等,实现电池智能管理,同时可为电池模块使用、维护、替换、二次使用方式提供数据支持和指导。



1. 一种智能电池模块系统,其特征在于,包括有多个电池模块,每个所述电池模块具有多个单体电池,每个所述电池模块上包括:

采样单元,与所述多个单体电池相连接,用于采集电池模块中每个单体电池的电池状态信息和本电池模块的电池状态信息;

通信单元,分别与采样单元、控制管理单元相连接,用于将所述采样单元所采集电池模块中每个单体电池的电池状态信息和电池模块的电池状态信息转发给控制管理单元;

控制管理单元,分别与均衡单元、热管理单元、故障控制单元相连接,用于将所述通信单元发送的电池模块的电池状态信息与预先设置的电池状态信息进行比较,根据比较结果,对应地向所述均衡单元、热管理单元和故障控制单元发送均衡控制信号、热管理控制信号和故障控制信号,分别控制所述均衡单元、热管理单元和故障控制单元的工作状态;

均衡单元,用于根据所述控制管理单元发送的均衡控制信号,通过控制均衡控制开关的开启或关闭,对所述电池模块进行均衡控制;

热管理单元,用于根据所述控制管理单元发送的热管理控制信号,通过控制热管理控制开关的开启或关闭,对所述电池模块进行热管理控制;

故障控制单元,用于根据所述控制管理单元发送的故障控制信号,通过控制故障控制开关的开启或关闭,对所述电池模块进行故障隔离控制。

2. 如权利要求 1 所述的智能电池模块系统,其特征在于,还包括有:状态估算单元,分别与通信单元、控制管理单元相连接,用于预先存储至少一种电池模块电池状态信息和至少一种与所述电池模块状态信息相对应的使用方式、维修方式和/或者替换方式,在接收到所述通信单元发送的电池模块电池状态信息后,实时读取对应的使用方式、维修方式和/或者替换方式,然后发送给控制管理单元,并且通过外部显示设备显示给用户。

3. 如权利要求 1 所述的智能电池模块系统,其特征在于,还包括主控单元,分别与多个电池模块中的通信单元相连接,用于根据每个电池模块中的通信单元发送的电池模块状态信息,对每个电池模块中的管理控制单元进行运行控制;

对应地,所述通信单元还用于将所述采样单元所采集电池模块中每个单体电池的电池状态信息和电池模块的电池状态信息转发给主控单元。

4. 如权利要求 3 所述的智能电池模块系统,其特征在于,所述主控单元还用于如果所述通信单元发送的电池模块状态信息中某个电池模块与其他电池模块的电压差值超出预先设定的正常电压差值,那么主控单元对应地向该电池模块中的均衡单元发送高电平的均衡控制信号,控制所述均衡单元对所述电池模块的电压进行均衡管理操作,直到让该电池模块与其他电池模块的电压差值恢复到预先设定的正常电压差值为止。

5. 如权利要求 1 所述的智能电池模块系统,其特征在于,所述控制管理单元用于如果所述通信单元发送的单体电池的状态信息中某个单体电池与其他单体电池的电压差值超出预先设定的正常电压差值,那么对应地向所述均衡单元发送高电平的均衡控制信号,控制所述均衡单元对所述电池模块内单体电池的电压进行均衡管理操作,直到让电池模块内任意两个单体电池之间的电压差值恢复到预先设定的正常电压差值为止。

6. 如权利要求 1 所述的智能电池模块系统,其特征在于,所述控制管理单元用于如果所述通信单元发送的电池模块电池状态信息中的温度小于预先设置的电池正常工作温度,那么对应地向热管理单元发送高电平的加热管理控制信号,控制热管理单元对所述电池模

块进行加热操作,直到电池模块电池状态信息中的温度大于等于预先设置的电池正常工作温度为止;反之,如果所述通信单元发送的电池模块电池状态信息中的温度大于预先设置的电池正常工作温度,那么对应地向热管理单元发送高电平的散热管理控制信号,控制热管理单元对所述电池模块进行降温操作,直到电池模块电池状态信息中的温度小于等于预先设置的电池正常工作温度为止。

7. 如权利要求 1 所述的智能电池模块系统,其特征在于,所述控制管理单元,用于如果所述通信单元发送的电池模块电池状态信息不在预先设置的电池模块正常工作状态之内,那么对应地向所述故障控制单元发送高电平的故障管理控制信号,控制所述故障控制单元启动运行,实现对所述电池模块进行故障隔离控制,直到电池模块电池状态信息恢复到预先设置的电池模块正常工作状态时才关闭运行故障控制单元。

8. 如权利要求 6 所述的智能电池模块系统,其特征在于,所述电池模块电池状态信息不在预先设置的电池模块正常工作状态之内具体为:所述通信单元发送的电池模块电池状态信息中的电压超过或者低于预设故障电压阈值范围,或者所述电池模块电池状态信息中的电流超过预设故障电流阈值范围,或者所述电池模块电池状态信息中的温度超过预设故障温度阈值范围时。

9. 如权利要求 5 至 8 中任一项所述的智能电池模块系统,其特征在于,所述均衡控制信号、热管理控制信号和故障管理控制信号具体以包括高电平信号和低电平信号;

对于所述热管理单元,具体实现上,所述热管理单元具体通过控制热管理控制开关的开启或关闭,来控制开启或者关闭散热部件以及控制开启或者关闭加热部件,实现对所述电池模块的热管理控制;

所述故障控制单元具体通过控制所述控制故障控制开关的开启或关闭,来断开所述电池模块与外部设备或者电池模块之间的连接,实现对所述电池模块的独立隔离。

一种智能电池模块系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电池技术领域,特别是涉及一种智能电池模块系统。

背景技术

[0002] 目前,伴随新能源汽车的不断进步,电动汽车用锂离子动力电池的研发、生产、使用等技术越来越受到各大电池制造商、整车厂的重视。然而,传统锂离子动力电池的设计生产成本过高、使用寿命低于整车要求等问题严重制约电动汽车的产业化发展,锂离子动力电池的市场优势相对较低。

[0003] 电动汽车用电池系统通常由几百或几千只单体电芯串并联组成,一旦有一只单体电芯性能恶化,都会严重影响电池系统的整体性能和安全性。

[0004] 传统的电池系统采用集中式管理模式,主控系统要对如此大数量的单体电芯实现全面有效的管理是一项困难和复杂的任务。由于主控系统的管理控制的智能化程度相对较低,往往造成现有电动汽车用锂离子动力电池的循环寿命达不到理论设计要求、安全性难以保证、系统设计成本居高不下等现象,锂离子动力电池技术已成为制约电动汽车发展的栈道。

[0005] 传统电动汽车用锂离子动力电池系统当发现系统异常情况,通常需要更换整个电池系统(即使是电池模块化较好的情况下,也仅是更换一个全新的电池模块),这样造成电池系统的维护及更换成本非常高,进而造成电池系统的整体成本居高不下。

[0006] 从电动汽车上替换下来的电池系统或电池模块一般不进行二次利用(即使进行简单二次利用,也只是对电池系统或电池模块的电压、内阻、电池荷电状态 SOC 进行简单地分选配组),对电池组的基于使用环境的电池模块健康状态 SOL 主要包括电池组的使用环境、使用寿命、健康状态等参数)或 SOL 的分析和评估几乎很少关注,简单分选配组进行的二次使用,由于对电池的状态评估不够全面,往往造成二次使用的电池系统寿命不能达到理论设计的要求。替换下来的电池系统或电池模块不进行有效的二次使用成本的分摊,造成整个电池系统的设计生产成本严重浪费。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种智能电池模块系统,其不仅能够实现电池模块的电压、电流、温度等独立电池状态的精确采样,还要能够进行独立的均衡管理、故障隔离、热管理等,实现电池智能管理的有效性、均匀性、准确性、及时性,同时可以为电池模块的使用、维护、替换、二次使用方式提供有效的数据支持和指导,优化电池模块的重新组合和二次利用,进而降低电池模块的全寿命周期的成本,有利于广泛地应用,具有重大的生产实践意义。

[0008] 为此,本发明提供了一种智能电池模块系统,包括有多个电池模块,每个所述电池模块具有多个单体电池,每个所述电池模块上包括:

采样单元,与所述多个单体电池相连接,用于采集电池模块中每个单体电池的电池状

态信息和本电池模块的电池状态信息；

通信单元，分别与采样单元、控制管理单元相连接，用于将所述采样单元所采集电池模块中每个单体电池的电池状态信息和电池模块的电池状态信息转发给控制管理单元；

控制管理单元，分别与均衡单元、热管理单元、故障控制单元相连接，用于将所述通信单元发送的电池模块的电池状态信息与预先设置的电池状态信息进行比较，根据比较结果，对应地向所述均衡单元、热管理单元和故障控制单元发送均衡控制信号、热管理控制信号和故障控制信号，分别控制所述均衡单元、热管理单元和故障控制单元的工作状态；

均衡单元，用于根据所述控制管理单元发送的均衡控制信号，通过控制均衡控制开关的开启或关闭，对所述电池模块进行均衡控制；

热管理单元，用于根据所述控制管理单元发送的热管理控制信号，通过控制热管理控制开关的开启或关闭，对所述电池模块进行热管理控制；

故障控制单元，用于根据所述控制管理单元发送的故障控制信号，通过控制故障控制开关的开启或关闭，对所述电池模块进行故障隔离控制。

[0009] 其中，还包括有：状态估算单元，分别与通信单元、控制管理单元相连接，用于预先存储至少一种电池模块电池状态信息和至少一种与所述电池模块状态信息相对应的使用方式、维修方式和 / 或者替换方式，在接收到所述通信单元发送的电池模块电池状态信息后，实时读取对应的使用方式、维修方式和 / 或者替换方式，然后发送给控制管理单元，并且通过外部显示设备显示给用户。

[0010] 其中，还包括主控单元，分别与多个电池模块中的通信单元相连接，用于根据每个电池模块中的通信单元发送的电池模块状态信息，对每个电池模块中的管理控制单元进行运行控制；

对应地，所述通信单元还用于将所述采样单元所采集电池模块中每个单体电池的电池状态信息和电池模块的电池状态信息转发给主控单元。

[0011] 其中，所述主控单元还用于如果所述通信单元发送的电池模块状态信息中某个电池模块与其他电池模块的电压差值超出预先设定的正常电压差值，那么主控单元对应地向该电池模块中的均衡单元发送高电平的均衡控制信号，控制所述均衡单元对所述电池模块的电压进行均衡管理操作，直到让该电池模块与其他电池模块的电压差值恢复到预先设定的正常电压差值为止。

[0012] 其中，所述控制管理单元用于如果所述通信单元发送的单体电池的状态信息中某个单体电池与其他单体电池的电压差值超出预先设定的正常电压差值，那么对应地向所述均衡单元发送高电平的均衡控制信号，控制所述均衡单元对所述电池模块内单体电池的电压进行均衡管理操作，直到让电池模块内任意两个单体电池之间的电压差值恢复到预先设定的正常电压差值为止。

[0013] 其中，所述控制管理单元用于如果所述通信单元发送的电池模块电池状态信息中的温度小于预先设置的电池正常工作温度，那么对应地向热管理单元发送高电平的加热管理控制信号，控制热管理单元对所述电池模块进行加热操作，直到电池模块电池状态信息中的温度大于等于预先设置的电池正常工作温度为止；反之，如果所述通信单元发送的电池模块电池状态信息中的温度大于预先设置的电池正常工作温度，那么对应地向热管理单元发送高电平的散热管理控制信号，控制热管理单元对所述电池模块进行降温操作，直到

电池模块电池状态信息中的温度小于等于预先设置的电池正常工作温度为止。

[0014] 其中,所述控制管理单元,用于如果所述通信单元发送的电池模块电池状态信息不在预先设置的电池模块正常工作状态之内,那么对应地向所述故障控制单元发送高电平的故障管理控制信号,控制所述故障控制单元启动运行,实现对所述电池模块进行故障隔离控制,直到电池模块电池状态信息恢复到预先设置的电池模块正常工作状态时才关闭运行故障控制单元。

[0015] 其中,所述电池模块电池状态信息不在预先设置的电池模块正常工作状态之内具体为:所述通信单元发送的电池模块电池状态信息中的电压超过或者低于预设故障电压阈值范围,或者所述电池模块电池状态信息中的电流超过预设故障电流阈值范围,或者所述电池模块电池状态信息中的温度超过预设故障温度阈值范围时。

[0016] 其中,所述均衡控制信号、热管理控制信号和故障管理控制信号具体以包括高电平信号和低电平信号;

对于所述热管理单元,具体实现上,所述热管理单元具体通过控制热管理控制开关的开启或关闭,来控制开启或者关闭散热部件以及控制开启或者关闭加热部件,实现对所述电池模块的热管理控制;

所述故障控制单元具体通过控制所述控制故障控制开关的开启或关闭,来断开所述电池模块与外部设备或者电池模块之间的连接,实现对所述电池模块的独立隔离。

[0017] 由以上本发明提供的技术方案可见,与现有技术相比较,本发明提供了一种智能电池模块系统,其不仅能够实现电池模块的电压、电流、温度等独立电池状态的精确采样,还要能够进行独立的均衡管理、故障隔离、热管理等,实现电池智能管理的有效性、均匀性、准确性、及时性,同时可以为电池模块的使用、维护、替换、二次使用方式提供有效的数据支持和指导,优化电池模块的重新组合和二次利用,进而降低电池模块的全寿命周期的成本,有利于广泛地应用,具有重大的生产实践意义。

附图说明

[0018] 图 1 为本发明提供的一种智能电池模块系统中每个电池模块的结构方框图;

图 2 为本发明提供的一种智能电池模块系统中每个电池模块与主控单元的连接结构方框图;

图 3 为本发明提供的一种智能电池模块系统具有的电池模块分布式控制及连接框图;

图 4 为本发明提供的一种智能电池模块系统中每个电池模块具有状态估算单元时的实施例结构方框图;

图 5 为本发明提供的一种智能电池模块系统中状态估算单元所预先设置的电池模块在电动汽车使用状态和储能电网使用状态下 SOL 的对照示意图;

图 6 为本发明提供的一种智能电池模块系统中电池模块状态评估及故障电池模块定位基本流程图;

图 7 为本发明提供的一种智能电池模块系统中电池模块替换重组方案及成本评估基本流程图;

图 8 为本发明提供的一种智能电池模块系统作为电动汽车用电池系统使用时,使用前后各电池模块状态示意图;

图 9 为本发明提供的一种智能电池模块系统作为电动汽车用电池系统使用时,采用电池模块轮胎式替换方式的结果示意图;

图 10 为本发明提供的一种智能电池模块系统作为电动汽车用电池系统使用时,采用按比例 Pro-rated 替换方式的效果示意图;

图 11 为本发明提供的一种智能电池模块系统中电池模块的状态评估及分类效果示意图;

图 12 为本发明提供的一种智能电池模块系统中电池模块二次使用(如储能电网)过程中“阶梯利用”方式效果示意框图;

图 13 为本发明提供的一种智能电池模块系统基于智能电池模块的评估替换方法最终效果示意总图。

具体实施方式

[0019] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面结合附图和实施方式对本发明作进一步的详细说明。

[0020] 参见图 1、图 2,本发明提供了一种智能电池模块系统,不仅能够实现电池模块的电压、电流、温度等独立电池状态的精确采样,还要能够进行独立的均衡管理、故障隔离、热管理等,实现电池智能管理的有效性、均匀性、准确性、及时性。

[0021] 参见图 1、图 2,本发明提供了一种智能电池模块系统,所述智能电池模块系统包括有多个电池模块,每个所述电池模块具有相互串联和 / 并联的多个单体电池,每个所述电池模块上包括采样单元 101、通信单元 102、控制管理单元 103、均衡单元 104、热管理单元 105 和故障控制单元 106,其中:

采样单元 101,与所述多个单体电池相连接,用于采集电池模块中每个单体电池的电池状态信息(包括电压、温度、电流、荷电状态 SOC 和 SOL 信息)和本电池模块的电池状态信息;

具体实现上,采样单元 101 可以使用专用锂离子多串采样芯片或单片机配合外部电路,将 AD 转换的结果处理后,通过 CAN 总线或 SPI 总线按照设定频率上传给采样模块的主单片机,从而实现电池状态信息的采集。

[0022] 通信单元 102,分别与采样单元 101、控制管理单元 103 和主控单元 200 相连接,用于将所述采样单元 101 所采集电池模块中每个单体电池的电池状态信息和电池模块的电池状态信息转发给控制管理单元 103 和主控单元 200;

具体实现上,所述通信单元 102 可以为 CAN 总线或者其他的通信连接单元

控制管理单元 103,分别与均衡单元 104、热管理单元 105、故障控制单元 106 相连接,用于将所述通信单元发送的电池模块的电池状态信息与预先设置的电池状态信息进行比较,根据比较结果,对应地向所述均衡单元 104、热管理单元 105 和故障控制单元 106 发送均衡控制信号、热管理控制信号和故障控制信号,分别控制所述均衡单元 104、热管理单元 105 和故障控制单元 106 的工作状态;

对于所述控制管理单元 103,具体实现上,用于如果所述通信单元发送的单体电池的状态信息中某个单体电池与其他单体电池的电压差值超出预先设定的正常电压差值,那么对应地向所述均衡单元 104 发送高电平的均衡控制信号,控制所述均衡单元 104 对所述电池模块内单体电池的电压进行均衡管理操作,直到让电池模块内任意两个单体电池之间的电

压差值恢复到预先设定的正常电压差值为止；

对于所述控制管理单元 103,具体实现上,用于如果所述通信单元发送的电池模块电池状态信息中的温度小于预先设置的电池正常工作温度,那么对应地向热管理单元 105 发送高电平的加热管理控制信号,控制热管理单元 105 的工作状态,具体控制热管理单元 105 对所述电池模块进行加热操作,直到电池模块电池状态信息中的温度大于等于预先设置的电池正常工作温度为止;反之,如果所述通信单元发送的电池模块电池状态信息中的温度大于预先设置的电池正常工作温度,那么对应地向热管理单元 105 发送高电平的散热管理控制信号,控制热管理单元 105 的工作状态,具体控制热管理单元 105 对所述电池模块进行降温操作,直到电池模块电池状态信息中的温度小于等于预先设置的电池正常工作温度为止;

对于所述控制管理单元 103,具体实现上,用于如果所述通信单元发送的电池模块电池状态信息不在预先设置的电池模块正常工作状态之内,那么对应地向所述故障控制单元 106 发送高电平的故障管理控制信号,控制所述故障控制单元 106 启动运行,实现对所述电池模块进行故障隔离控制(即让电池模块停止输出电压和电流),直到电池模块电池状态信息恢复到预先设置的电池模块正常工作状态时才关闭运行故障控制单元 106;例如,所述通信单元发送的电池模块电池状态信息中的电压超过或者低于预设故障电压阈值范围,或者所述电池模块电池状态信息中的电流超过预设故障电流阈值范围,或者所述电池模块电池状态信息中的温度超过预设故障温度阈值范围时,说明所述通信单元 102 发送的电池状态信息不在预先设置的正常工作状态之内;

需要说明的是,对于所述控制管理单元 103,具体实现是,用于如果通信单元发送的电池模块电池状态信息中的电池模块电压或串联单体电压差异不在预先设定的正常工作电压差阈值之内,那么对应地向所述均衡单元 104 发送高电平的均衡开启信号,控制所述均衡单元 104 对所述电池模块或串联单体的均衡开关开启,接通均衡回路进行均衡管理操作(如采用均衡电阻旁路串联充电电流,实现该电池模块或串联单体的电压增长速率缓慢于其他电池模块或串联单体,进而逐渐减小电压差异),直到任意电池模块或电池模块内任意两个单体电池之间的电压差值恢复到预先设定的正常电压差值时,发送低电平的均衡关闭信号,关闭均衡开关从而断开均衡回路停止均衡管理操作。

[0023] 此外,对于所述控制管理单元 103,具体实现上,用于如果所述通信单元发送的电池模块电池状态信息(如电压、电流、温度等)不在预先设置的电池模块正常工作状态之内,那么对应地向所述故障控制单元 106 发送高电平的故障管理控制信号,控制所述故障控制单元 106 的内故障开关的开启,从而启动故障控制单元 106 运行,实现对所述电池模块进行故障隔离控制(即通过故障开关的旁路作用,停止该电池模块输出电压和电流),直到电池模块电池状态信息恢复到预先设置的电池模块正常工作状态时才关闭故障隔离开关,停止故障控制单元 106 运行;例如,所述通信单元发送的电池模块电池状态信息中的电压超过或者低于预设正常电压阈值范围,或者所述电池模块电池状态信息中的电流超过预设正常电流阈值范围,或者所述电池模块电池状态信息中的温度超过预设正常温度阈值范围时,说明所述通信单元 102 发送的电池状态信息不在预先设置的正常工作状态之内。

[0024] 均衡单元 104,用于根据所述控制管理单元 103 发送的均衡控制信号,通过控制均衡控制开关的开启或关闭,对所述电池模块进行均衡控制;

对于所述均衡单元 104,具体实现上,所述均衡单元 104 可以通过控制均衡控制开关的开启或关闭,来控制开启或者关闭均衡回路(例如均衡电路中的旁路电阻回路、储能电感回路、DC-DC 充电单元回路),实现对所述电池模块的均衡控制(即将模块间或模块内部单体间的电压差异控制在预定的电压差异之内);

以通过旁路电阻方式均衡为例:在串联充电情况下,通过开启均衡回路中的均衡开关接通均衡回路,通过旁路电阻的放电,减小对应均衡动作的串联单体或模块的充电电流,从而减缓该串联单体或模块的电压增长速率,通过长时间均衡动作,逐渐减少电压差异,直到电压差异恢复到预先设定的正常电压差值为止,从而提高串联单体或电池模块间的电压一致性,达到均衡管理的目的。

[0025] 对于所述均衡单元 104,具体实现上,所述均衡控制信号可以包括高低电平信号,高电平信号控制均衡控制开关开启运行,低电平信号控制均衡控制开关关闭;

对于所述热管理单元 104,具体实现上,所述热管理控制开关可以为 N 沟道的 MOS 开关管 NMOS。

[0026] 热管理单元 105,用于根据所述控制管理单元 103 发送的热管理控制信号,通过控制热管理控制开关的开启或关闭,对所述电池模块进行热管理控制;

对于所述热管理单元 105,具体实现上,所述热管理单元 105 可以通过控制热管理控制开关的开启或关闭,来控制开启或者关闭散热部件(例如与单体电池所在空间相连通的散热风扇)以及控制开启或者关闭加热部件(例如位于电池表面的加热电阻),实现对所述电池模块的热管理控制(即进行加热操作或者降温操作);

对于所述热管理单元 105,具体实现上,所述热管理控制信号可以包括高低电平信号,高电平信号控制热管理控制开关开启运行,低电平信号控制热管理控制开关关闭;

对于所述热管理单元 105,具体实现上,所述热管理控制开关可以为 N 沟道的 MOS 开关管 NMOS;

故障控制单元 106,用于根据所述控制管理单元 103 发送的故障控制信号,通过控制故障控制开关的开启或关闭,对所述电池模块进行故障隔离控制(即让电池模块停止输出电压和电流);

对于所述故障控制单元 106,具体实现上,所述故障控制单元 106 可以通过控制所述控制故障控制开关的开启或关闭,来断开所述电池模块与外部设备或者电池模块之间的连接,实现对所述电池模块的独立隔离。

[0027] 对于所述故障控制单元 106,具体实现上,所述故障控制信号可以包括高低电平信号,高电平信号控制故障控制开关开启运行,低电平信号控制故障控制开关关闭;

对于所述故障控制单元 106,具体实现上,所述故障控制开关可以为 N 沟道的 MOS 开关管 NMOS。

[0028] 参见图 2,对于本发明提供的智能电池模块系统,包括有一个主控单元 200,分别与多个电池模块中的通信单元 102 相连接,用于根据每个电池模块中的通信单元发送的电池模块状态信息,对每个电池模块中的管理控制单元 103 进行运行控制;例如,如果所述通信单元发送的电池模块状态信息中某个电池模块与其他电池模块的电压差值超出预先设定的正常电压差值,那么主控单元 200 对应地向该电池模块中的均衡单元 104 发送高电平的均衡控制信号,控制所述均衡单元 104 对所述电池模块的电压进行均衡管理操作,直到

让该电池模块与其他电池模块的电压差值恢复到预先设定的正常电压差值为止；

此时，对应地，所述通信单元还用于将所述采样单元所采集电池模块中每个单体电池的电池状态信息和电池模块的电池状态信息转发给主控单元 200。

[0029] 需要说明的是，对于图 1、图 2 所示本发明提供的智能电池模块系统，每个电池模块的控制管理单元 103 可以独立对每个电池模块进行管理，从而实现多个电池模块进行分布式管理，同时，本发明可以通过通信单元 102(如 CAN 总线)通信，及时响应主控单元 200 下发的集中式管理控制，其中管理控制的优先级主控单元管理控制级别高于本电池模块控制管理单元 103 的管理控制优先级。

[0030] 对于图 1、图 2 所示本发明提供的智能电池模块系统，采用分布式管理方式，每个电池模块的均衡管理、热管理、故障隔离管理等均是独立的，任何一个电池模块的管理控制不影响其他电池模块的工作管理和控制，从而实现独立、灵活的管理控制。

[0031] 参见图 3，具体实现上，以多个电池模块间的均衡管理控制为例，开关 K3、K7、K4n-1 单独控制各电池模块的均衡管理，依据通信单元 102 读取的主控单元 200 下发的均衡控制信号，分别控制均衡控制开关的开启和关闭。当检测到某个电池模块达到模块间均衡开启条件(如电池模块电压差异超出设定正常阈值)时，开关 K3、K7、K4n-1 独立开启，并配合电池模块系统的均衡控制开关 ZK3，实现多个电池模块间的均衡管理。当电池模块达到电池模块间均衡关闭条件时(如模块电压差异恢复到设定正常阈值范围内)，开关 K3、K7、K4n-1 独立断开，故障控制开关 K4 闭合，将达到均衡关闭条件的电池模块旁路，同时触发电池模块系统的均衡控制开关 ZK3 的开关管理，以实现总充电电压的自适应。本发明通过上述智能电池模块内部和模块之间的分布式管理，可以实现均衡管理的独立性和灵活性。

[0032] 正如图 3 所示，对于本发明提供的智能电池模块系统，多个智能电池模块成组电池系统时，采用系统集中式管理和电池模块分布式管理相结合的方式，本发明可以依据电池模块内部的控制管理单元独立进行各电池模块具有的分布式管理开关(即 K1、K2...K4n)的管理控制；同时，还可以依靠通信单元及时上传各个电池模块的电池状态信息给系统主控单元 200，并准确迅速的响应主控单元 200 的控制策略。其中，ZK1(电池系统加热管理开关)、ZK2(电池系统散热管理开关)、ZK3(电池系统均衡管理开关)、ZK4(电池系统主回路控制开关)作为所有电池模块配合主控单元 200 的管理控制开关，可以做到从每个电池模块的内部分布式管理到所有电池模块外部的系统内集中式管理的全面、灵活的智能管理。

[0033] 具体实现上，对于本发明，每个电池模块的均衡管理可以采用主动均衡式、被动均衡式、DC-DC 变换式等多种灵活的均衡管理策略；热管理方案可以采用气态、固态、液态等多种不同的热管理方式；同时，智能电池模块的安装固定方式可以采用片式夹紧固定、金属扎带式固定、限位卡槽固定等多种灵活的安装固定方式。当然，本发明的电池模块包括但不限于上述智能管理模式及安装固定方式。

[0034] 参见图 4，为了增加电池模块的评估替换功能，为电池模块的使用、维护、替换、二次使用方式提供有效的数据支持和指导，优化电池模块的重新组合和二次利用，对于本发明提供的智能电池模块系统，每个电池模块上还包括有状态估算单元 107，分别与通信单元 102、控制管理单元 103 相连接，用于预先存储至少一种电池模块电池状态信息和至少一种与所述电池模块状态信息相对应的使用方式、维修方式和 / 或者替换方式，在接收到所述通信单元发送的电池模块电池状态信息后，实时读取对应的使用方式、维修方式和 / 或者

替换方式,然后发送给控制管理单元 103,并且通过外部显示设备(如计算机显示器)显示给用户。

[0035] 具体实现上,所述预先存储的电池模块电池状态信息可以为预设代表存在故障隐患的电池模块电池状态信息,此时,该电池模块电池状态信息所对应的替换方式包括有:轮胎式替换方式,所述轮胎式替换方式具体为:将该电池模块(即存在安全隐患的电池模块)替换为一个具有与系统内其他电池模块的电池状态信息一致的电池模块。

[0036] 此外,在替换电池模块时,如果替换下来的电池模块的电池状态信息优于所要替换上的电池模块,将给替换下来电池模块的所用者返还费用,反之,将向替换下来电池模块的所用者收取费用。

[0037] 此外,所述状态估算单元 107 还用于预先存储至少一种电池模块电池状态信息和至少一种与所述电池模块状态信息相对应的不同处理场所,根据所述通信单元发送的本电池模块的电池状态信息,实时读取对应的处理场所,并且通过外部显示设备(如计算机显示器)显示给用户。具体实现上,所述不同的处理场所例如是维护中心、回收中心以及报废中心等,以提高对电池模块的评估处理效率。

[0038] 因此,对于本发明,基于图 1 至图 3 所示的智能电池模块系统,由于增加设置有状态估算单元 107,因此,该智能电池模块系统同时成为了智能电池模块评估替换系统,可以作为智能电池模块评估替换系统使用。

[0039] 需要说明的是,对于本发明提供的状态估算单元,其可以依据通信单元上传的电池状态信息,经过综合分析处理后,将不同应用环境下的电池状态通过 SOL 状态以百分比形式报告给控制管理单元,并将该状态数据进行处理记录,为电池系统的使用管理控制以及后期的维修、更换提供有效的数据支持。每个电池模块具有独立的状态估算单元,从而将传统电池系统的集中式状态估算改进为智能电池模块的分布式状态估算。

[0040] 为清楚理解本发明的技术方案,具体实现上,对于每个电池模块,以在电动汽车使用环境下进行电池状态估算为例进行说明。

[0041] 参见图 5 所示,a 曲线和 b 曲线分别为电动汽车用电池在电池模块使用次数下的电池模块状态估算曲线,c 曲线为储能电网用电池在不同电池模块使用次数下的电池模块状态估算曲线。当电池模块的电池状态信息 SOL 低于 80% 以下,不适用于电动汽车应用领域时,依据电池模块自身状态信息的记录和不同应用领域下不同的电池状态预先存储模型,进行储能电网应用领域的电池状态信息估算。当电池模块用于电动汽车用的电池状态信息 SOL 为 70% 时,应用于储能电网中的状态信息 SOL 约为 85%;当电池模块用于电动汽车用的状态信息 SOL 为 60% 时,应用于储能电网中的电池状态信息 SOL 约为 72%。这种不同应用领域的区别电池状态估算,为电池模块在二次使用过程中进行有效的重组提供有力的数据支持,进而延长电池模块的全寿命,降低电池模块全寿命使用成本。

[0042] 对于图 4 所示的智能电池模块系统,其在具有状态估算单元 107 后,作为评估替换系统使用。参见图 6、图 7,可以通过状态估算单元 107 (例如为单片机 MCU) 读取电池模块的编号、厂家、 SOL_v 、 SOL_c 等信息,经过分析处理后,通过显示器将电池系统状态评估结果显示出来;通过读取编号、厂家、 SOL_v 、 SOL_c 等信息,依照预先设计的流程进行替换电池模块配组和维修替换成本计算,通过显示器将替换方案(包括替换结果及成本)显示出来(可以依据客户选择方案进行方案评价及修正)。在图 6、图 7 中, SOL_v 为电动汽车使用状态下电池

状态, SOL_c 为储能电网使用状态下电池状态, C 代表依据 SOL 计算的电池模块价格, M 代表电池模块不同生产厂家价格系数 ($0.5 < M < 1.0$)。

[0043] 具体实现上, 参见图 8、图 9 所示, 对于本发明提供的智能电池模块系统, 以 10 个 36V60Ah 智能电池模块组成的 360V60Ah 电池系统为例, 说明电池系统依据本发明提供的智能电池模块系统进行自动化评估后的“轮胎式”更换方式效果。电池系统初始设计时各电池模块状态 ($SOL:100\%$), 一致性较好。使用一段时间后由于电池模块自身及外界环境因素导致电池模块的一致性逐步恶化, 当其他电池模块状态 ($SOL:90\%$) 正常时, 部分较差电池模块状态明显偏低 (如模块 5 的 $SOL:80\%$; 模块 9 的 $SOL:85\%$), 这种不一致性严重影响电池系统的整体性能。由于短板效应, 电池系统的整体性能是由系统中最差的一个电池模块的性能决定, 当发现某个或多个电池模块有异常隐患, 需要及时进行故障预警, 提早发现并替换隐患电池模块。对于本发明, 对于故障电池模块的更换方式如图 9 所示, 不是简单的全部替换整个电池系统或仅更换一个全新的 ($SOL:100\%$) 的电池模块, 而是采用“轮胎式”替换方式, 仅将存在故障隐患电池状态信息的电池模块更换为与其他电池模块的电池状态信息一致的电池模块 ($SOL:90\%$)。

[0044] 此外, 基于本发明提供的智能电池模块系统, 在进行评估后, 还可以采用按比例 Pro-rated 的方式收取电池系统替换维护费用。具体为: 依据替换下来的电池模块和新更换的电池模块状态差异区别进行费用的收取或返还。如图 10 所示, 维护中心用一个已经使用过的电池模块 ($SOL:90\%$) 替换电池模块 5 状态 ($SOL:79\%$), 将依据两个电池模块的状态差异收取约为 $(90-79) * 0.5 * 100 = 5.5\%$ 的模块设计成本; 同理, 维护中心用一个已经使用过的电池模块 ($SOL:85\%$) 替换电池模块 5 状态 ($SOL:80\%$), 将依据电池模块状态差异收取约为 $5 * 0.5 = 2.5\%$ 的模块设计成本; 若维护中心用一个已经使用过的电池模块 ($SOL:85\%$) 替换图 10 中电池模块 1 ($SOL:90\%$), 维护中心将返还给客户电池模块设计成本的 2.5%。电池模块的更换以评估替换系统方案为主, 配合客户选择方式进行。对于更换的电池模块状态差异及电池模块生产厂家差异收取或退回不同比例的电池维护费用。

[0045] 具体实现上, 在储能电网的应用中, 电池系统的容量保持率要求并不像电动汽车那样严格。当电动汽车用替换下来的电池系统 (或电池模块) 状态 (SOL) 低于额定使用需求的 80% 但高于额定使用需求的 30% 时, 通过有效的重新配组, 可将替换下来的电池系统 (或电池模块) 成功应用于储能电网系统。

[0046] 参见图 11 所示, 电动汽车替换下来的电池模块依据状态进行分类, 为二次使用提供有效的数据支持。经过电池模块自身的不同应用环境下区别的电池状态估算和记录以及评估系统的综合评价, 电池模块的状态 (如 $SOLV > 80\%$) 进入维护中心; 状态 (如 $30\% < SOLV < 80\%$) 进入回收中心; 状态 (如 $SOLV < 30\%$) 进行报废中心或其他用途中心。

[0047] 在电池模块的二次使用过程中, 依据智能电池模块的不同应用领域的区别状态 SOL 的估算和记录、以及电池模块的电压、内阻、SOC 等状态综合评估, 将回收中心的电池模块进行有效的配组。如图 12 所示, 以模块状态 (SOL) 在一定范围内的电池模块为阵列的方式为基础, 配合后期电池模块电压、内阻、SOC 等状态参数的综合评估, 进行电池模块的阵列化重组, 真正意义上做到电池模块的阶梯利用。

[0048] 对于本发明提供的智能电池模块系统, 其依靠智能模块的分布式管理、通用化和标准化设计, 电池模块对于上层主控系统的管理是透明的, 电动汽车替换下来的电池可以

灵活应用于储能电网或其他新型能源系统中,如图 13 所示。如上述设计,假设电动汽车用电池系统的不良率为 1%,将有 99% 的替换下来的电池模块可用于储能电网系统,这样将由储能电网系统承担接近 50% 的电池系统的设计成本。通过上述二次使用过程中设计成本的分摊,将大大降低电池系统的全寿命周期成本,并通过灵活化的维修和更换,有效延长系统的使用寿命。

[0049] 综上所述,与现有技术相比较,本发明提供一种智能电池模块系统,其不仅能够实现电池模块的电压、电流、温度等独立电池状态的精确采样,还要能够进行独立的均衡管理、故障隔离、热管理等,实现电池智能管理的有效性、均匀性、准确性、及时性,同时可以为电池模块的使用、维护、替换、二次使用方式提供有效的数据支持和指导,优化电池模块的重新组合和二次利用,进而降低电池模块的全寿命周期的成本,有利于广泛地应用,具有重大的生产实践意义。

[0050] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

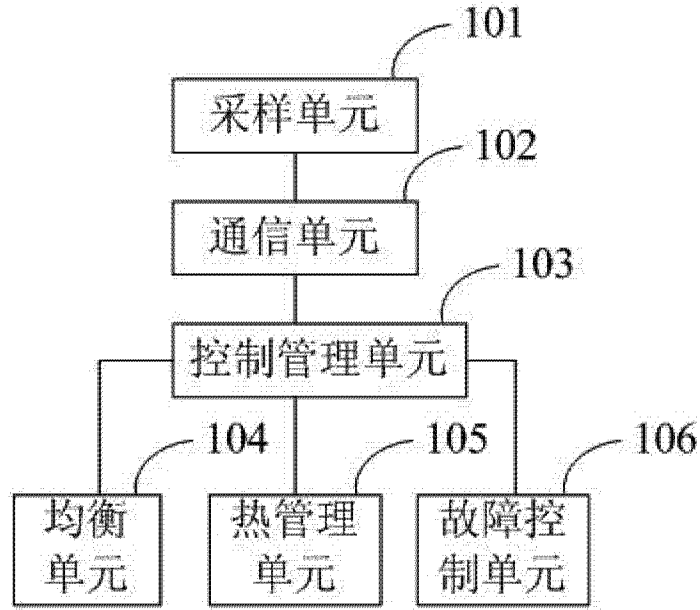


图 1

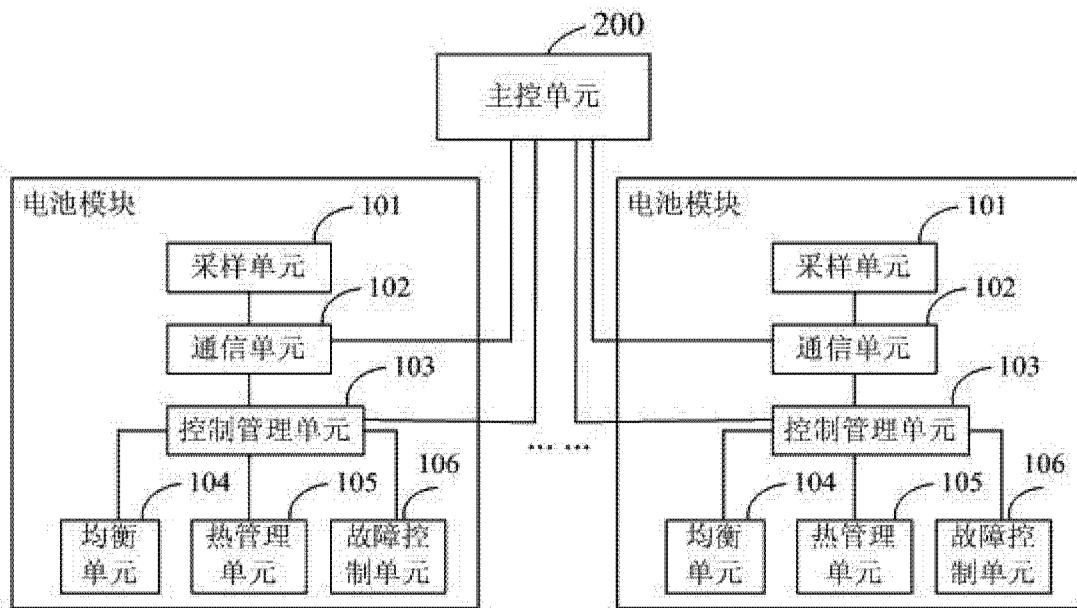


图 2

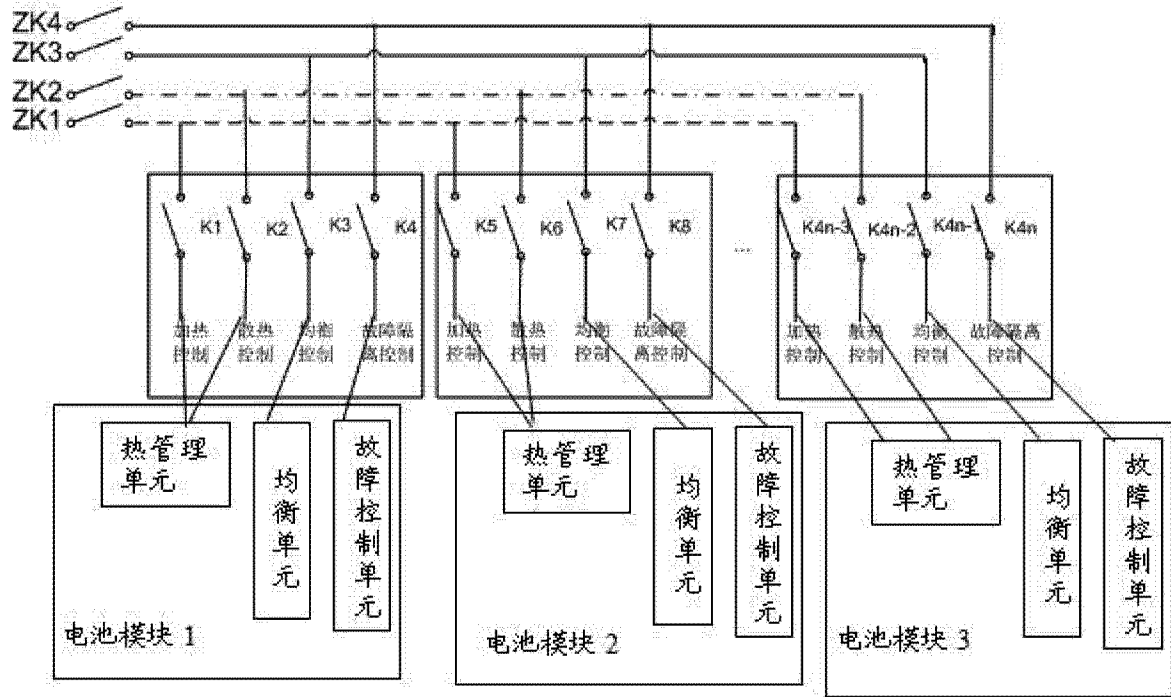


图 3

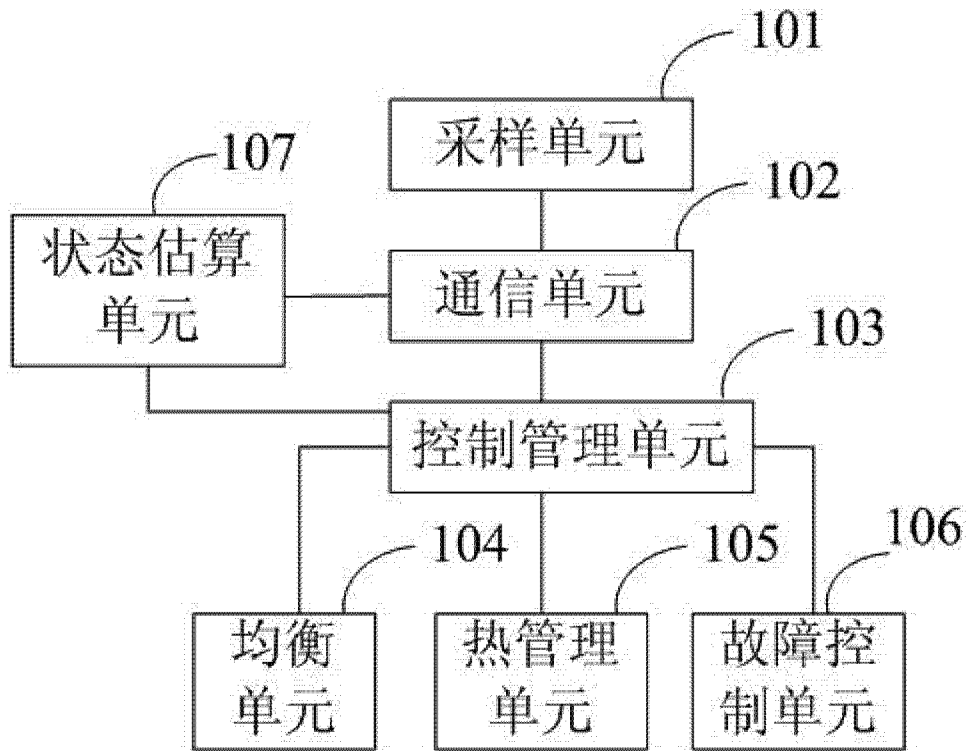


图 4

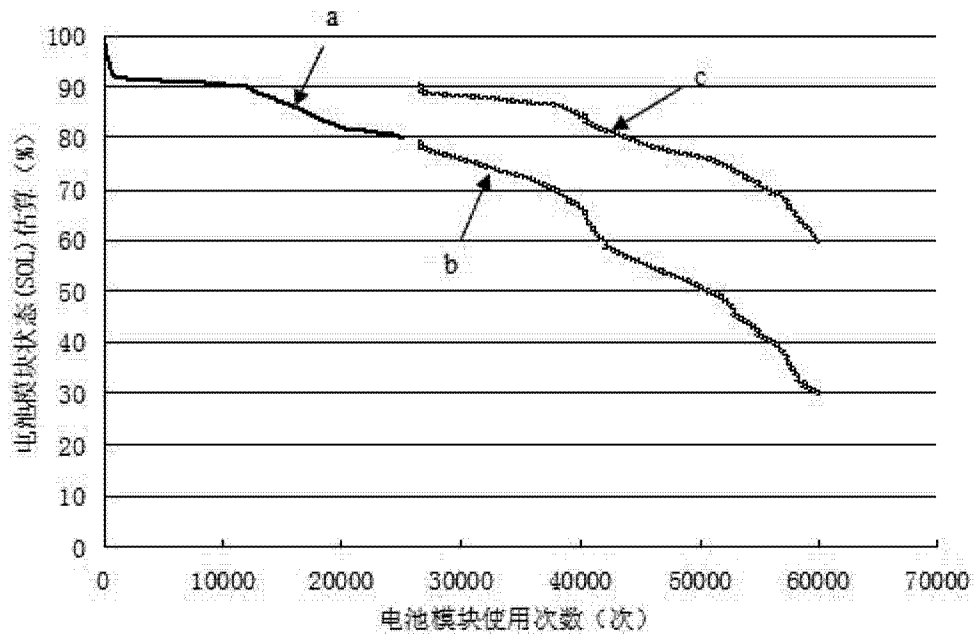


图 5

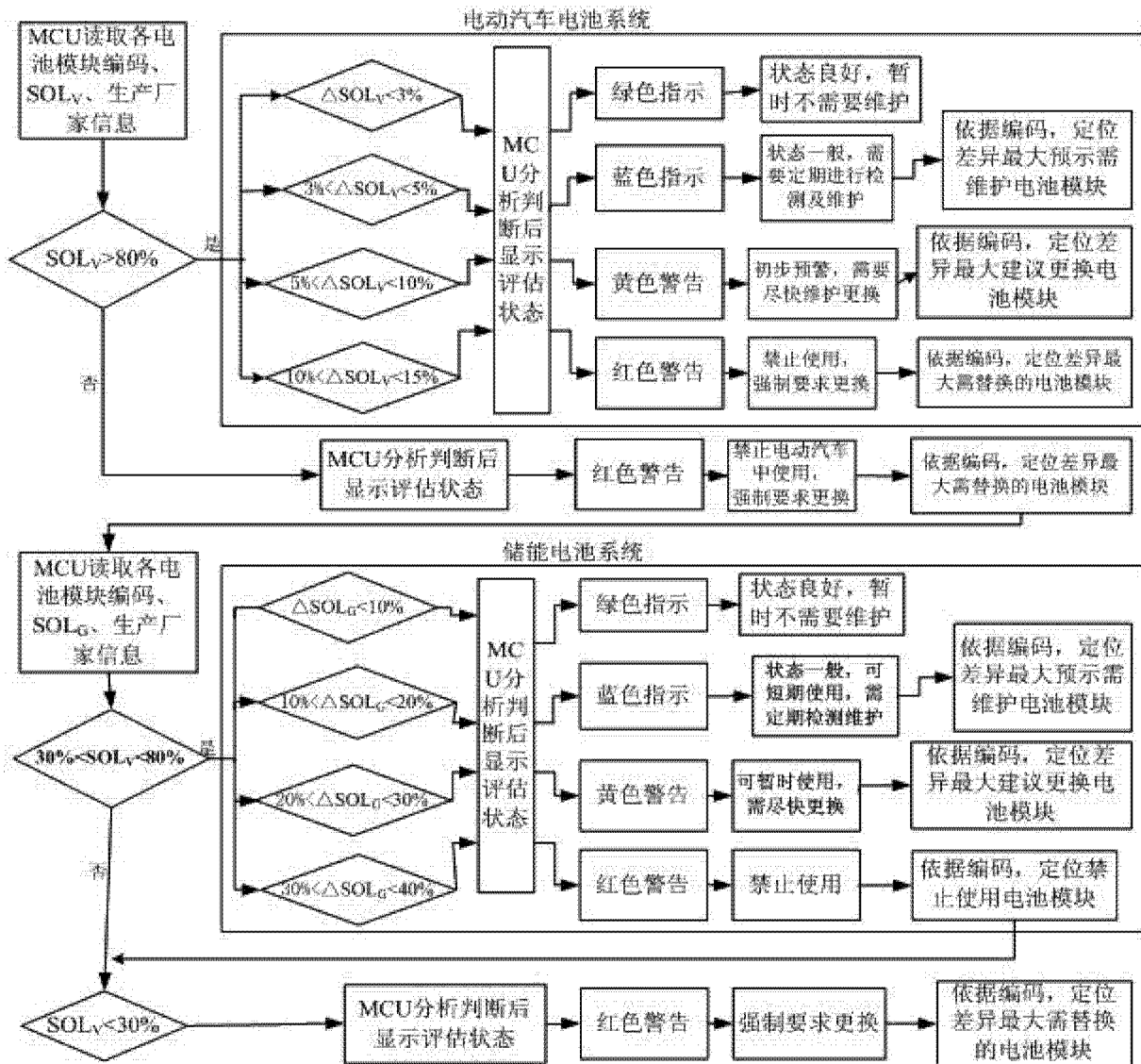


图 6

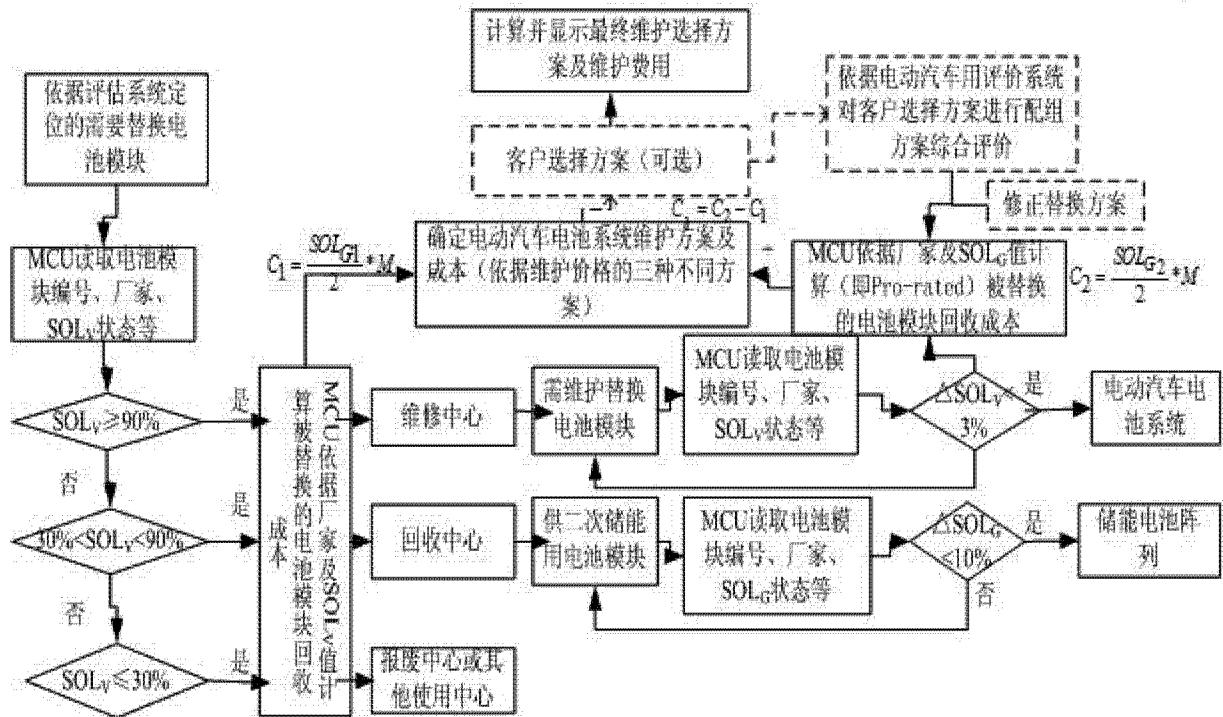


图 7

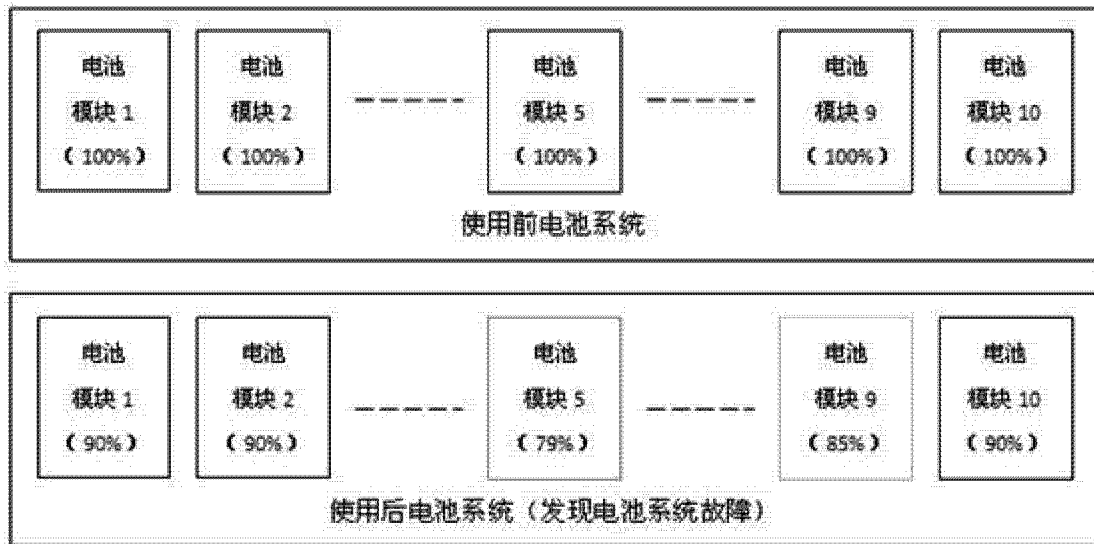


图 8

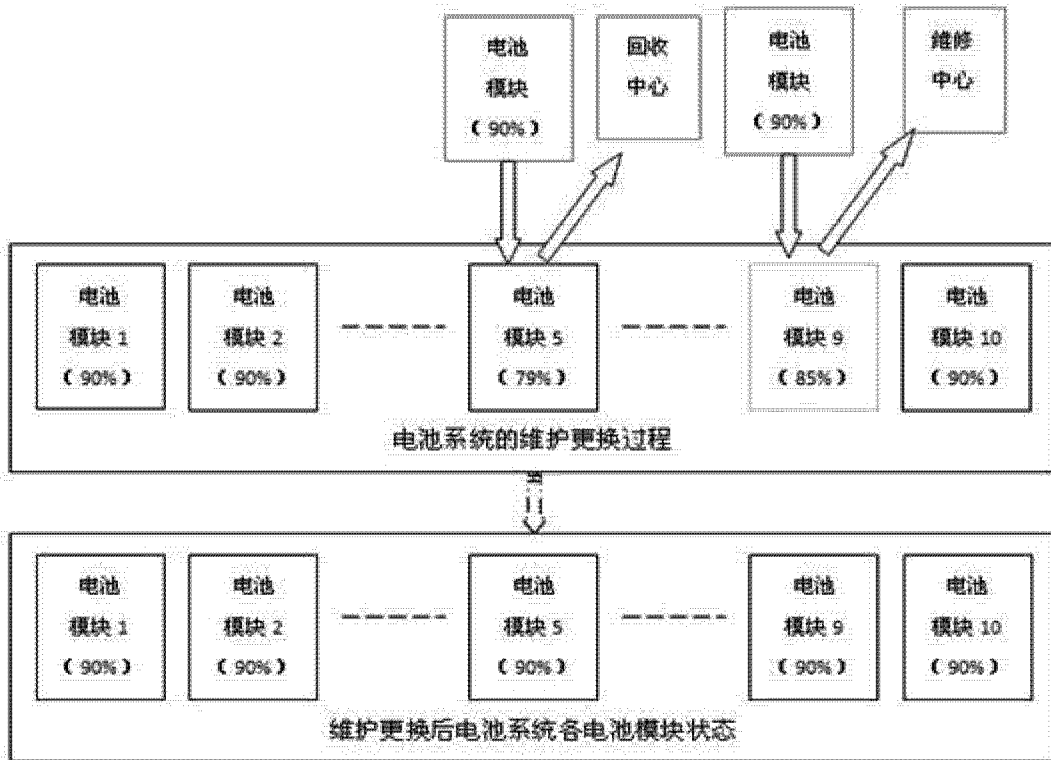


图 9

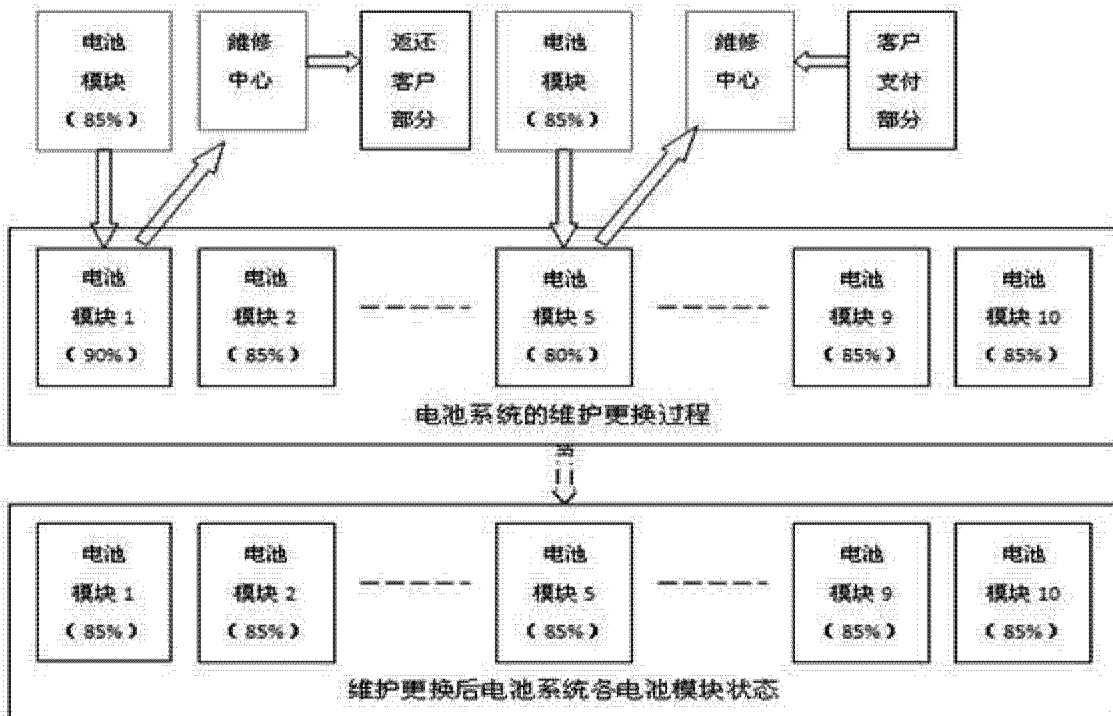


图 10

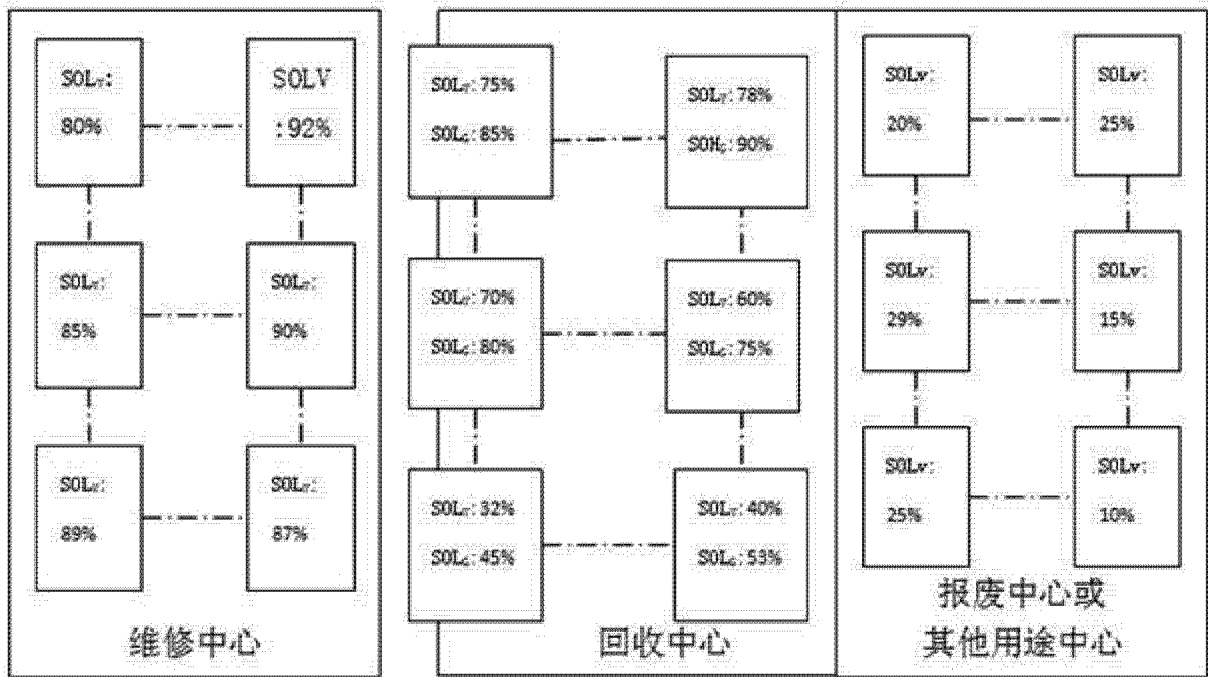


图 11

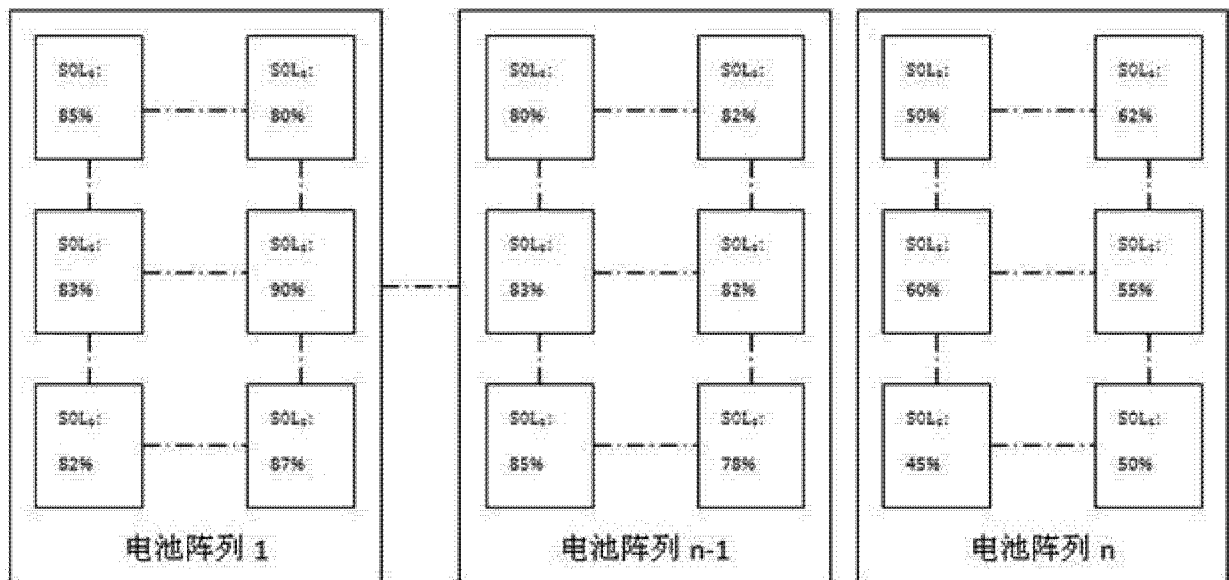


图 12

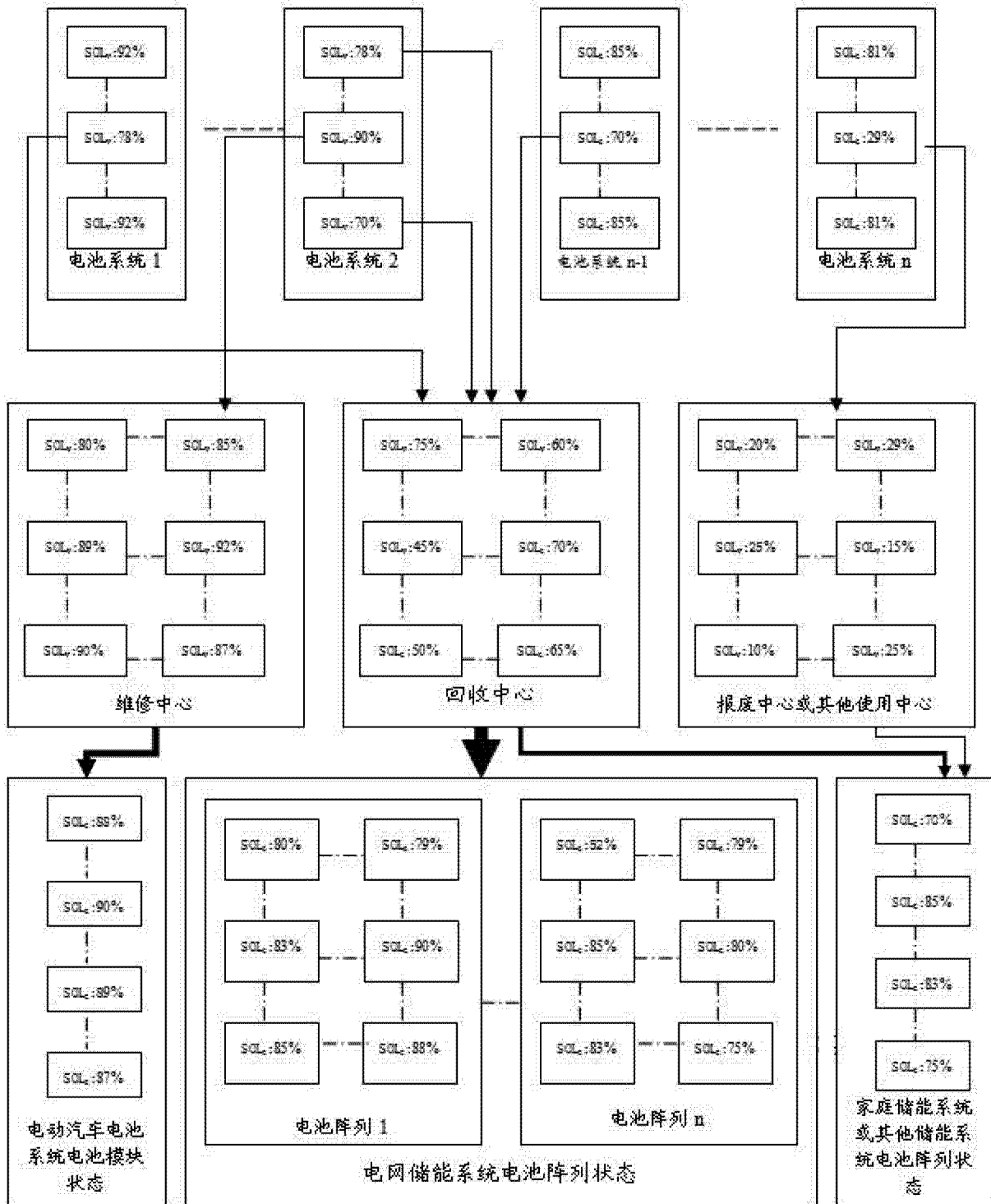


图 13