



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1845417 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200610011630.4

(22) 申请日 2006.04.10

(73) 专利权人 中国科学院电工研究所

地址 100080 北京市海淀区中关村北二条 6 号

(72) 发明人 唐西胜 齐智平 冯之钺 韦统振 王司博

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限公司 11251

代理人 关玲

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

H02J 7/34 (2006.01)

H02J 15/00 (2006.01)

H02J 7/14 (2006.01)

H02P 3/18 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1419518 A, 2003.05.21, 全文.

CN 1634725 A, 2005.07.06, 全文.

JP 特开 2005-263408 A, 2005.09.29, 全文.

JP 特开 2001-325029 A, 2001.11.22, 全文.

审查员 罗啸

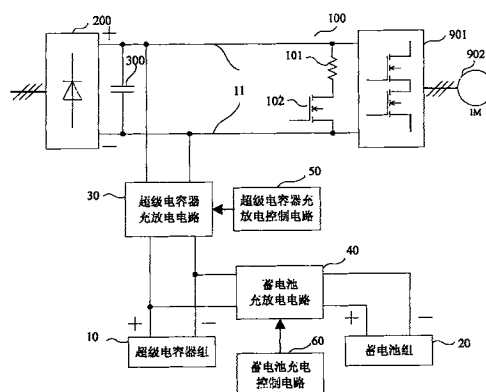
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 7 页

(54) 发明名称

一种用于电梯的混合储能装置及其控制方法

(57) 摘要

一种用于电梯的混合储能装置,包括超级电容器组 [10],蓄电池组 [20],超级电容器充放电电路 [30],蓄电池充放电电路 [40],超级电容器充放电控制电路 [50],蓄电池充放电控制电路 [60]。超级电容器组 [10] 通过超级电容器充放电电路 [30] 与直流母线连接,并通过蓄电池充放电电路 [40] 与蓄电池组 [20] 连接。本发明通过控制超级电容器充放电控制电路 [50] 和蓄电池充放电控制电路 [60],可实现不间断供电和功率缓冲,提高了储能装置的性能;并可使超级电容器组 [10] 和蓄电池组 [20] 的安装容量最小化,节约了成本;还可使蓄电池组 [20] 处于优化的充放电工作状态,减少充放电循环次数,或减小放电深度,延长使用寿命。



1. 一种用于电梯的混合储能装置,其特征在于:包括超级电容器组 [10]、蓄电池组 [20]、超级电容器充放电电路 [30]、蓄电池充放电电路 [40]、超级电容器充放电控制电路 [50]、蓄电池充放电控制电路 [60];超级电容器组 [10] 通过超级电容器充放电电路 [30] 与直流母线 [11] 连接,并通过蓄电池充放电电路 [40] 与蓄电池组 [20] 连接;超级电容器充放电电路 [30] 和蓄电池充放电电路 [40] 采用非隔离型双向 DC/DC 功率变换器;超级电容器充放电控制电路 [50] 包括信号采样单元 [51]、A/D 转换单元 [52]、用户指令单元 [53]、计算控制单元 [54]、以及隔离驱动单元 [55];蓄电池充放电控制电路 [60] 包括信号采样单元 [61]、A/D 转换单元 [62]、用户指令单元 [63]、计算控制单元 [64] 以及隔离驱动单元 [65];

在超级电容器充放电控制电路 [50] 中,信号采样单元 [51] 采集系统的状态参数,输出电压信号给 A/D 转换单元 [52],A/D 转换单元 [52] 将转换的数字信号送给计算控制单元 [54],用户指令单元 [53] 将用户指令送给计算控制单元 [54],计算控制单元 [54] 输出控制信号送给隔离驱动单元 [55];在蓄电池充放电控制电路 [60] 中,信号采样单元 [61] 采集系统的状态参数,输出电压信号送给 A/D 转换单元 [62],A/D 转换单元 [62] 将转换的数字信号送给计算控制单元 [64],用户指令单元 [63] 将用户指令送给计算控制单元 [64],计算控制单元 [64] 输出控制信号送给隔离驱动单元 [65]。

2. 如权利要求 1 所述的用于电梯的混合储能装置,其特征在于:超级电容器充放电电路 [30] 的双向 DC/DC 功率变换器由第一和第二可控功率开关管 [32、34]、第一和第二功率二极管 [33、35]、电感 [31]、第一和第二滤波电容 [36、37]、第一和第二输入输出端 [38、39] 组成;电感 [31] 的一端 [31a] 与第一输入输出端 [38] 的正端 [38a] 连接;电感 [31] 的另一端 [31b] 与第一可控功率开关管 [32] 的集电极 [32a] 和第一功率二极管 [33] 的阴极 [33a] 连接,第一可控功率开关管 [32] 的发射极 [32b] 与第一功率二极管 [33] 的阳极 [33b] 连接,并与第一输入输出端 [38] 的负端 [38b] 及第二输入输出端 [39] 的负端 [39b] 连接;电感 [31] 的另一端 [31b] 与第二可控功率开关管 [34] 的发射极 [34a] 端和第二功率二极管 [35] 的阳极 [35a] 连接,第二可控功率开关管 [34] 的集电极 [34b] 与第二功率二极管 [35] 的阴极 [35b] 连接,并与第二输入输出端 [39] 的正端 [39a] 连接;第一滤波电容器 [36] 与第一输入输出端 [38] 并联连接,第二滤波电容器 [37] 与第二输入输出端 [39] 并联连接。

3. 如权利要求 1 所述的用于电梯混合储能装置,其特征在于:蓄电池充放电电路 [40] 的双向 DC/DC 功率变换器由第三和第四可控功率开关管 [42、44]、第三和第四功率二极管 [43、45]、电感 [41]、第三和第四滤波电容 [46、47]、第三和第四输入输出端 [48、49] 组成;电感 [41] 的一端 [41a] 与第三输入输出端 [48] 的正端 [48a] 连接;电感 [41] 的另一端 [41b] 与第三可控功率开关管 [42] 的集电极 [42a] 和第三功率二极管 [43] 的阴极 [43a] 连接,第三可控功率开关管 [42] 的发射极 [42b] 与第三功率二极管 [43] 的阳极 [43b] 连接,并与第三输入输出端 [48] 的负端 [48b] 及第四输入输出端 [49] 的负端 [49b] 连接;电感 [41] 的另一端 [41b] 与第四可控功率开关管 [44] 的发射极 [44a] 及第四功率二极管 [45] 的阳极 [45a] 连接,第四可控功率开关管 [44] 的集电极 [44b] 与第四功率二极管 [45] 的阴极 [45b] 连接,并与第四输入输出端 [49] 的正端 [49a] 连接;第三滤波电容器 [46] 与第三输入输出端 [48] 并联连接,第四滤波电容器 [47] 与第四输入输出端 [49] 并联连接。

4. 如权利要求 1 所述的用于电梯的混合储能装置,其特征在于:所述混合储能装置应用于多电梯的供电系统,各个电梯电机 [902] 通过变频器 [901] 与公共直流母线 [11] 相连,并共用一个泄放回路 [100]。

5. 一种用于权利要求 1 所述的用于电梯的混合储能装置的控制方法,其特征在于:超级电容器充放电控制电路 [50] 中的信号采样单元 [51] 采样电网电压,电梯的位置、载重量、速度和加速度,超级电容器组 [10] 的电压和充放电电流,蓄电池组 [20] 的电压、温度、电解液密度和充放电电流,输出电压信号送到 A/D 转换单元 [52],A/D 转换单元 [52] 将转换的数字信号送给计算控制单元 [54],用户指令单元 [53] 将用户指令送给计算控制单元 [54],计算控制单元 [54] 按照设定的控制方法输出控制信号,经过隔离驱动单元 [55],控制超级电容器充放电电路 [30] 中的第一和第二功率开关管 [32、34],实现控制过程;设定的控制方法包括:在电梯运行前,控制第一可控功率开关管 [32] 处于截止状态,控制第二功率开关管 [34] 处于工作状态,直流母线 [11] 给超级电容器组 [10] 和蓄电池充放电电路 [40] 供电;在电梯的启动、加速过程中,控制第二可控功率开关管 [34] 处于截止状态,控制第一可控功率开关管 [32] 处于工作状态,向直流母线 [11] 提供能量;在电梯产生能量回馈过程中,控制第一可控功率开关管 [32] 处于截止状态,控制第二功率开关管 [34] 处于工作状态,直流母线 [11] 给超级电容器组 [10] 和蓄电池充放电电路 [40] 供电;在电网停电过程中,控制第二可控功率开关管 [34] 处于截止状态,控制第一可控功率开关管 [32] 处于工作状态,向直流母线 [11] 提供能量;

蓄电池充放电控制电路 [60] 中的信号采样单元 [61] 采样电网电压,电梯的位置、载重量、速度和加速度,超级电容器组 [10] 的电压和充放电电流,蓄电池组 [20] 的电压、温度、电解液密度和充放电电流,输出电压信号送给 A/D 转换单元 [62],A/D 转换单元 [62] 将转换的数字信号送给计算控制单元 [64];用户指令单元 [63] 将用户指令送给计算控制单元 [64],计算控制单元 [64] 按照设定的控制方法输出控制信号,经过隔离驱动单元 [65],控制超级电容器充放电电路 [40] 中的第三和第四可控功率开关管 [42、44],实现控制过程;设定的控制方法包括:在电梯开始运行前,控制第四可控功率开关管 [44] 处于截止状态,控制第三可控功率开关管 [42] 处于工作状态,超级电容器组 [10] 给蓄电池组 [20] 充电;在电梯启动、加速过程中,若超级电容器组 [10] 的端电压下降到一定的设定值,控制第三可控功率开关管 [42] 处于截止状态,控制第四可控功率开关管 [44] 处于工作状态,蓄电池组 [20] 给超级电容器组 [10] 供电;在电梯减速、停机过程中,若超级电容器组 [10] 的端电压上升到一定的设定值,控制第四可控功率开关管 [44] 处于截止状态,控制第三可控功率开关管 [42] 处于工作状态,超级电容器组 [10] 给蓄电池组 [20] 充电;在电网停电过程中,控制第三可控功率开关管 [42] 处于截止状态,控制第四可控功率开关管 [44] 处于工作状态,蓄电池组 [20] 给超级电容器组 [10] 供电,其输出功率等于电梯运行过程中所需的平均功率。

6. 如权利要求 5 所述的用于电梯的混合储能装置控制方法,其特征在于:电梯开始工作前,超级电容器充放电控制电路 [50] 控制超级电容器充放电电路 [30],直流母线 [11] 通过超级电容器充电电路 [30] 给超级电容器组 [10] 充电,直至超级电容器组 [10] 的荷电状态达到设定值;超级电容器组 [10] 通过蓄电池充电电路 [40] 以恒流方式或脉冲方式给蓄电池组 [20] 充电,直至蓄电池组 [20] 的荷电状态达到设定值。

7. 如权利要求 5 所述的用于电梯的混合储能装置控制方法,其特征在于:蓄电池充放电控制电路 [60] 控制蓄电池充放电电路 [40],根据系统状态和用户指令判断蓄电池组 [20] 需要输出或输入的功率和能量;当蓄电池组 [20] 需要在特定的时间内提供一定的能量时,控制蓄电池充放电电路 [40],使蓄电池组 [20] 以优化的电流放电;当蓄电池组 [20] 需要在特定的时间内吸收一定的能量时,控制蓄电池充放电电路 [40],使蓄电池组 [20] 以优化的恒流方式或脉冲方式充电。

一种用于电梯的混合储能装置及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种混合储能装置及其控制方法,特别涉及用于电梯的混合储能装置及其控制方法。

背景技术

[0002] 在电梯的驱动系统中,一般采用变频器驱动方式。将电网进行直接整流,并汇流到直流母线,形成一个直流供电系统,控制变频器以变压变频方式工作输出三相交流电驱动电梯电机。在这个直流供电系统中,由于电梯电机负荷的较强非阻性,在启动或加速时会从直流母线中吸收较大的功率,导致母线电压降低;而在停机或减速时又会因为电机处于发电状态而向直流母线馈电,导致母线电压升高。直流母线电压波动过大,会影响系统中变频器及电梯辅助设备的工作性能。在电机驱动系统中一般要在直流母线间配置能量泄放回路,但会造成一定的能量损失,降低了系统的经济性。

[0003] 此外,当电网停电或者发生瞬时电压中断或跌落时,如果没有备用能量支撑,直流供电系统会停电,导致电机及其它电梯辅助设备无法运行,给人员、货物和装置带来不便甚至危险。配置储能装置,如,可充电蓄电池、超级电容器、飞轮储能装置等,在电网停电、或电压中断或跌落时,可以为直流母线提供一定时间的能量支撑,以保证人员和货物到达安全的位置并打开电梯门。此外,储能装置还可以起到功率缓冲器的作用。当负载功率需求增大时,储能装置输出电能,与电网一起提供所需的功率,可以减小对电网的功率需求;在负载产生功率回馈时,储能装置吸收一部分功率,避免直流母线电压过高,可以节省泄放回路或者减小其安装容量。

[0004] 可充电蓄电池是一种应用非常普遍的储能装置,如铅酸蓄电池、镉镍蓄电池、镍氢蓄电池等。将其应用于电梯的供电系统,直接与直流母线连接,或者通过充放电装置与直流母线相连,作为系统的应急电源,或者功率缓冲器。美国专利 US6457565B2 公开了一种电梯用应急电源。电网经过整流滤波后汇接到直流母线,直流母线驱动电机的变频器,采用可充电蓄电池作为储能装置,并通过可充电/放电的双向功率变换器与直流母线连接。当负荷较轻时,直流母线通过功率变换器给蓄电池充电。当由于电机产生能量回馈而导致母线电压升高时,直流母线通过功率变换器给蓄电池充电,并在负荷较重时释放出来以起到功率缓冲的作用。当电网停电,或者发生电压短时中断或跌落时,蓄电池通过功率变换器释放能量以维持直流母线电压在正常的范围内,以保证系统的正常工作。

[0005] 将可充电蓄电池应用于电梯的供电系统,存在一定的不足之处。首先,蓄电池在工作过程中电极活性物质会发生化学变化,引起电极结构的膨胀和收缩,导致蓄电池性能的衰减。在电梯的供电系统中,由于蓄电池要不断地吸收能量和释放能量,在电网供电不可靠的地区为保证不间断供电还要经常进行深度充放电,导致蓄电池使用寿命的缩短,需要经常更换,增加了系统的成本。其次,蓄电池放电后的容量恢复时间较长,电网停电恢复后,由于蓄电池的放电深度较大,一般需要经过很长的时间才能使容量恢复到一定的水平,导致电梯在停电后要经过很长的恢复时间才能再次安全运行。第三,蓄电池的功率密度较小,而

电梯的功率较大,为了使母线电压维持在一定的范围内,蓄电池需要具有很大的功率能力。因此,在实际设计中,要配置容量很大的蓄电池组,提高了系统的成本,降低了经济性。此外,蓄电池的充放电效率较低,需要经常维护,而且使用后的金属材料不易处理,会造成环境污染。

[0006] 超级电容器是近年来出现的一种新型储能器件,目前一般认为超级电容器包括双电层电容器 (Electric Double Layer Capacitor) 和电化学电容器 (Electrochemical Capacitor) 两大类。其中,双电层电容器采用高比表面积活性炭,并基于碳电极与电解液界面上的电荷分离而产生双电层电容而工作的。电化学电容器采用 RuO_2 等贵金属氧化物作电极,在氧化物电极表面及体相发生氧化还原反应而产生吸附电容,又称为法拉第准电容,根据电极材料的不同可分为金属氧化物和导电性高分子聚合物两类电化学电容器。由于法拉第准电容的产生机理与电池相似,在相同电极面积的情况下,它的电容量是双电层电容的几倍;但双电层电容器瞬间大电流放电的功率特性比法拉第电容器好。

[0007] 超级电容器具有很好的功率特性,可以大电流、高效率、快速地充放电。由于充放电过程始终是物理过程,不发生电化学反应和电极结构的变化,因此其循环使用寿命长。此外,超级电容器还具有高低温性能良好、能量判断简单准确、无需维护和环境友好等诸多优点,正日益发展成为一种高效、实用的能量储存器件。

[0008] 美国专利 US6938733B2 公开了一种电梯应急电源装置,超级电容器组通过一种功率调节设备与直流母线连接,直流母线与变频器的输入端连接。当电网停电、电压跌落或中断时,超级电容器组通过功率调节设备向直流母线供电,以维持电机及电梯辅助设备的正常工作直至到达下一个楼层。超级电容器组通过功率调节设备,还可以不断地吸收或者释放能量,起到功率缓冲器的作用,以保证直流母线电压稳定并处于正常的范围内。

[0009] 尽管超级电容器具有很多优点,但其缺点也较明显。其能量密度与可充电蓄电池相比较低,目前双电层超级电容器的能量密度大约是阀控式铅酸蓄电池的 20%,还不适宜于大容量的电力储能。由于电梯的功率较大,持续时间较长,如果采用超级电容器作为应急电源,需要配置很大容量的超级电容器组,才能提供所需的能量,这样会使设备过于庞大笨重。而且,目前超级电容器的价格较高,如此大容量的配置大幅度提高了系统的成本,降低了经济性。

[0010] 如果将超级电容器与可充电蓄电池混合使用,使蓄电池能量密度大与超级电容器功率密度大、循环寿命长等特点相结合,无疑会给电力储能装置的性能带来很大的提高。混合储能装置具有较好的储能能力和功率能力,能够缩小储能装置的体积,改善可靠性。蓄电池通过一定的方式与超级电容器并联工作,可以优化蓄电池的充放电过程,减少充放电循环次数,降低内部损耗,增加放电时间,延长使用寿命。采用超级电容器蓄电池储能装置,可以大幅度地提高系统的技术性能和经济性能,是解决目前电力储能问题的一个很好的选择。在美国专利 US6938733B2 公开的电梯应急电源装置中,为了延长应急电源的放电时间,该专利提出了采用可充电蓄电池和超级电容器组合的设计方法,但没有给出两种储能装置的具体组合方案和能量管理方法。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于提供一种电梯用混合储能装置和控制方法,为电梯提供在电网

停电或者电压跌落、中断时的应急电源；并可以为因电机工况改变而导致的直流母线电压波动提供功率缓冲，维持母线电压稳定，以节省泄放回路或者减小其安装容量。

[0012] 本发明混合储能装置由超级电容器组、蓄电池组、超级电容器充放电电路、蓄电池充放电电路、超级电容器充放电控制电路，以及蓄电池充放电控制电路组成。超级电容器组通过超级电容器充放电电路与直流母线连接，并通过蓄电池充放电电路与蓄电池组连接，超级电容器充放电控制电路控制超级电容器充放电电路的工作过程，蓄电池充放电控制电路控制蓄电池充放电电路的工作过程。

[0013] 超级电容器可以采用双电层电容器，也可以采用电化学电容器。单体超级电容器先串联组成串联支路，再将两个或者两个以上的串联支路并联，组合成超级电容器组，具体的串并联组合方案视系统的实际情况而定。为了提高超级电容器组的容量利用率，并将单体电压限定在最高工作电压以下，超级电容器组可以采用串联均压器进行均压处理，还可以采用串并联转换电路。蓄电池组也是先由多个单体电池串联起来组成串联支路，再将两个或两个以上的串联支路并联组成蓄电池组，具体的串并联组合方案视系统的实际情况而定。

[0014] 超级电容器充放电电路和蓄电池充放电电路一般采用非隔离型 DC/DC 功率变换器，由于在实际工作过程中能量需要双向流动，因此，设计为双向 DC/DC。本发明采用的双向 DC/DC 实际上是由一个降压型的 BUCK 电路和一个升压型的 BOOST 电路组合而成。两个电路共用一个电感器，每一个电路均有一对功率开关和功率二极管，当一个电路工作时，另一个电路的一对功率开关和功率二极管始终不工作，反之亦然。两个电路在不同的时间段交替工作，就形成了双向 DC/DC。

[0015] 超级电容器充放电控制电路和蓄电池充放电控制电路主要包括信号采样单元、A/D 转换单元、用户指令单元、计算控制单元（CPU）、隔离驱动单元等。具体的控制管理过程则由软件编程实现。

[0016] 信号采样单元检测系统的状态参数，包括蓄电池的电压、温度、电解液密度、充放电电流等；超级电容器的电压、充放电电流等；直流母线的电压及其变化过程；电梯的位置、载重量、速度、加速度等；以及电网电压、电压中断或跌落程度等。系统通过信号采样单元采样这些参数，产生相应的电压信号，送给 A/D 转换单元，A/D 转换单元将转换的数字信号送给计算控制单元，作为系统控制的入口参数。

[0017] 用户指令单元接受用户指令，包括电梯的升降、目的楼层等，并将这些指令送给计算控制单元，作为系统控制的入口参数。

[0018] 本发明的混合储能装置及其控制方法，在实现系统功能的前提下，力争高效、节能，并能减少储能装置的安装容量，延长蓄电池的使用寿命，提高系统经济性。其控制思想的基本原则包括以下几点。

[0019] 第一，利用超级电容器充放电电路、蓄电池充放电电路的变流控制作用，合理配置蓄电池组和超级电容器组的容量，实现以较小的容量满足较大的功率需求和能量需求，降低储能装置的安装成本。

[0020] 第二，控制超级电容器充放电电路和蓄电池充放电电路，使直流母线与混合储能装置之间的能量交换，尽可能多地发生在超级电容器上，而少发生在蓄电池上，以充分发挥超级电容器功率密度大、循环寿命长、充放电效率高和速度快的优点。

[0021] 第三,控制蓄电池充放电电路,优化蓄电池的充放电过程,减少充放电循环或小循环次数,或者减小放电深度,以延长蓄电池的使用寿命。

[0022] 第四,根据电网状态、储能装置的荷电状态、电梯状态等系统信息,以及用户指令,预先判断混合储能装置需要输出或输入的功率和能量,及时准确地控制超级电容器充放电电路和蓄电池充放电电路的工作过程,提高储能装置的快速响应能力。

[0023] 本发明的工作过程是,在电梯开始运行前,按照一定的方式给超级电容器组和蓄电池组充电,使其处于一定的荷电状态。采用较大的电流给超级电容器充电,以优化的方式给蓄电池组充电,如恒流充电或脉冲充电等。

[0024] 电梯在启动、加速过程中通过变频器从直流母线中吸取较大的功率,导致母线电压下降;当电网电压发生短时中断、跌落时,也会导致母线电压下降。当母线电压低于一定设定值时,超级电容器组通过充放电电路向直流母线供电,以维持母线电压在正常的工作范围之内。一般情况下,只通过超级电容器组就可以满足系统的峰值功率需求,但当超级电容器组因放电而导致端电压低于一定设定值时,或者根据系统状态和用户指令判断出蓄电池组需要释放一定的功率和能量时,蓄电池组通过蓄电池充放电电路恒流放电,与超级电容器组一起向直流母线供电。

[0025] 当电机发生能量回馈时,直流母线的电压将会升高。当高于一定的设定值时,直流母线通过超级电容器充放电电路给超级电容器组充电,充电功率要视直流母线的功率变化率而定。一般情况下,只给超级电容器组充电就可以达到吸收峰值功率的目的,但当超级电容器组的端电压高于一定的设定值,或者根据系统状态和用户指令判断出蓄电池组需要吸收一定的功率和能量时,超级电容器组通过蓄电池充放电电路给蓄电池充电,充电方式为优化的恒流充电或脉冲充电等。

[0026] 当电网停电时,混合储能装置需要给直流母线提供一定的功率和能量,以保证备用发电设备可靠启动并输出电能,或者保证电梯安全停机,或者连续运行直至电网恢复正常。在应急供电过程中,控制蓄电池充放电电路,使蓄电池组以恒流方式放电,输出的功率等于电梯负荷的平均功率;控制超级电容器充放电电路,使超级电容器组提供电梯在工作过程中的峰值功率。

[0027] 对于高层观光塔中的电梯和矿井提升机,因为停靠点很少而在停电后需要运行很长的距离,电梯才能到达停靠点,辅助电源需要支持较长的时间。还有一些特殊应用场合,需要电梯能够在停电后连续运行数小时。采用混合储能装置,可以充分利用蓄电池能量密度大的优点,控制蓄电池充放电电路,使蓄电池组以优化的恒流方式放电。应急电源支持时间的长短,主要取决于蓄电池组的容量。

[0028] 当电网恢复正常时,为了保证安全工作(有可能出现两次停电时间间隔较短的情况),电梯不能立即运行,而需要按照一定的方式给混合储能装置充电。采用较大的电流给超级电容器组充电,以优化的充电方法给蓄电池组充电。当蓄电池组和超级电容器组的荷电状态达到设定值时,电梯才可以重新工作。

[0029] 本发明采用超级电容器蓄电池混合储能,并配备有效的控制方法,具有以下优点:

[0030] (1) 采用超级电容器蓄电池混合储能,能够充分发挥蓄电池能量密度大和超级电容器功率密度大、循环寿命长、充放电速度快和储能效率高的优点,使储能装置具有良好的

技术性能。

[0031] (2) 由于蓄电池充放电电路及其控制电路的作用,可以优化蓄电池的充放电过程,减少充放电循环次数,或者减小发生充放电循环时的放电深度,延长使用寿命。

[0032] (3) 由于超级电容器充放电电路及其控制电路的作用,超级电容器组的端电压与直流母线电压可以有很大的不同,在满足同样功率需求的前提下,超级电容器的能量利用率大为提高,减少了超级电容器组的安装容量,降低了系统成本。

[0033] (4) 由于蓄电池充放电电路和超级电容器充放电电路的变流作用,蓄电池组的端电压、超级电容器组的端电压、以及直流母线的端电压相互之间可以有很大的不同,使超级电容器组和蓄电池组的结构配置更为灵活。

[0034] (5) 当电梯电机产生能量回馈时,混合储能装置可以有效地吸收直流母线上的瞬时大功率,不需要采用泄放回路将能量消耗掉,或者可以大幅度地减小泄放回路的安装容量,降低了能耗,节约了成本。

[0035] 本发明将超级电容器与可充电蓄电池混合使用,使蓄电池能量密度大与超级电容器功率密度大、循环寿命长等特点相结合,提高了电力储能装置的性能。超级电容器蓄电池混合储能装置具有较好的储能能力和功率输入输出能力,能够缩小储能装置的体积,改善可靠性。蓄电池通过一定的方式与超级电容器并联工作,可以优化蓄电池的充放电过程,减少充放电循环次数,降低内部损耗,增加放电时间,延长使用寿命。采用超级电容器蓄电池储能装置,可以大幅度地提高系统的技术性能和经济性能,是解决目前电力储能问题的一个很好的选择,将其用于电梯供电系统,具有很明显的优势。

附图说明

[0036] 图 1 是本发明混合储能装置应用于电梯供电系统的工作原理方框图;

[0037] 图 2 是本发明超级电容器充放电电路的双向 DC/DC 变换器原理图;

[0038] 图 3 是本发明蓄电池充放电电路的双向 DC/DC 变换器原理图;

[0039] 图 4 是本发明超级电容器充放电控制电路的原理框图;

[0040] 图 5 是本发明蓄电池充放电控制电路的原理框图;

[0041] 图 6 是本发明混合储能装置在电梯运行前预充电控制流程图;

[0042] 图 7 是本发明混合储能装置在母线电压下降时的控制流程图;

[0043] 图 8 是本发明混合储能装置在负荷发生能量回馈时的控制流程图;

[0044] 图 9 是本发明混合储能装置在电网停电时的控制流程图;

[0045] 图 10 是本发明混合储能装置应用于多电梯供电系统的工作原理框图。

具体实施方式

[0046] 以下结合附图和具体实施方式进一步说明本发明。

[0047] 如图 1 所示,本发明的电梯装置包括整流器 200,直流母线 11,母线滤波电容 300,泄放回路 100,变频器 901,电机及其负载 902。其中,泄放回路 100 与直流母线 11 并联连接,包括泄放电阻 101 和泄放控制开关 102。电网的三相交流电经过整流器 200 整流,输出供给直流母线 11,母线滤波电容 300 对母线 11 进行滤波,变频器 901 的输入端与直流母线 11 连接,变频器 901 输出的三相交流驱动电机及其负载 902。

[0048] 本发明用于电梯的混合储能装置包括超级电容器组 10、蓄电池组 20、超级电容器充放电电路 30、蓄电池充放电电路 40、超级电容器充放电控制电路 50, 以及蓄电池充放电控制电路 60。超级电容器组 10 通过超级电容器充放电电路 30 与直流母线 11 连接, 并通过蓄电池充放电电路 40 与蓄电池组 20 连接。超级电容器充放电控制电路 50 控制超级电容器充放电电路 30 的工作, 决定了超级电容器组 10 与直流母线 11 之间的能量流动过程。电梯开始工作前, 超级电容器充放电控制电路 50 控制超级电容器充放电电路 30, 直流母线 11 通过超级电容器充电电路 30 以较大的功率给超级电容器组 10 充电, 直至其荷电状态达到设定值。蓄电池充放电控制电路 60 控制蓄电池充放电电路 40 的工作, 决定了蓄电池组 20 与超级电容器组 10 之间的能量流动过程。电梯开始工作前, 超级电容器组 10 通过蓄电池充电电路 [40] 以优化的恒流方式或脉冲方式给蓄电池组 20 充电, 直至其荷电状态达到设定值。在工作过程中, 蓄电池充放电控制电路 60 控制蓄电池充放电电路 40, 根据系统状态和用户指令判断蓄电池组 20 需要输出或输入的功率和能量; 当蓄电池组 20 需要在特定的时间内提供一定的能量时, 控制蓄电池充放电电路 40, 使蓄电池组 20 以优化的电流放电。当蓄电池组 20 需要在特定的时间内吸收一定的能量时, 控制蓄电池充放电电路 40, 使蓄电池组 20 以优化的恒流方式或脉冲方式充电。

[0049] 图 2 所示为本发明超级电容器充放电电路 30 的双向 DC/DC 变换器。由可控功率开关管 32、34, 功率二极管 33、35, 电感 31, 滤波电容 36、37, 输入输出端 38、39 组成。电感 31 的 31a 端与端口 38 的正端 38a 连接; 电感 31 的 31b 端与功率开关管 32 的 32a 端及功率二极管 33 的阴极 33a 端连接, 功率开关管 32 的 32b 端与二极管 33 的阳极 33b 连接, 并与端口 38 的负端 38b 及端口 39 的负端 39b 连接; 电感 31 的 31b 端与功率开关管 34 的 34a 端及功率二极管 35 的阳极 35a 端连接, 功率开关管 34 的 34b 端与功率二极管 35 的阴极 35b 连接, 并与端口 39 的正端 39a 连接; 滤波电容 36 与端口 38 并联连接, 滤波电容 37 与端口 39 并联连接。其中, 可控功率开关管 32 和 34 包括但不限于 MOSFET、IGBT、IGCT 等, 本实施例采用将 IGBT 功率开关器件及其驱动电路集成在一起的 IPM 模块, 该模块内部带有过流、过热保护功能。当端口 38 作为输入端, 端口 39 作为输出端时, 电路为升压型 DC/DC, 34 和 33 不工作, 32 作为可控开关管, 与 35 一起控制电路的工作。当端口 39 作为输入端, 端口 38 作为输出端时, 电路为降压型 DC/DC, 32 和 35 不工作, 34 作为可控开关管, 与 33 一起控制电路的工作。由于直流母线 11 的电压较高, 因此, 将端口 38 与超级电容器组 10 连接, 将端口 39 与直流母线 11 连接。当能量从超级电容器组 10 流向直流母线 11 时, 为升压型 DC/DC, 当能量从直流母线 11 流向超级电容器组 10 时, 为降压型 DC/DC。

[0050] 图 3 所示为本发明蓄电池充放电电路 40 的双向 DC/DC 变换器。由可控功率开关管 42、44, 功率二极管 43、45, 电感 41, 滤波电容 46、47, 输入输出端 48、49 组成。电感 41 的 41a 端与端口 48 的正端 48a 连接; 电感 41 的 41b 端与功率开关管 42 的 42a 端及功率二极管 43 的阴极 43a 端连接, 功率开关管 42 的 42b 端与二极管 43 的阳极 43b 连接, 并与端口 48 的负端 48b 和端口 49 的负端 49b 连接; 电感 41 的 41b 端与功率开关管 44 的 44a 端及功率二极管 45 的阳极 45a 端连接, 功率开关管 44 的 44b 端与二极管 45 的阴极 45b 连接, 并与端口 49 的正端 49a 连接; 滤波电容 46 与端口 48 并联连接, 滤波电容 47 与端口 49 并联连接。其中, 可控功率开关管 42 和 44 包括但不限于 MOSFET、IGBT、IGCT 等, 本实施例采用将 IGBT 功率开关器件及其驱动电路集成在一起的 IPM 模块, 该模块内部带有过流、过热

保护功能。在本实施例中,将端口 48 与超级电容器组 10 连接,将端口 49 与蓄电池组 20 连接。这样,当能量从超级电容器组 10 流向蓄电池组 20 时,为升压型 DC/DC;当能量从蓄电池组 20 流向超级电容器组 10 时,为降压型 DC/DC。

[0051] 如图 4 所示,本发明超级电容器充放电控制电路 50 包括信号采样单元 51, A/D 转换单元 52, 用户指令单元 53, 计算控制单元 54, 以及隔离驱动单元 55。其中, 计算控制单元 54 包括但不限于数字信号处理器 DSP, 单片机, 嵌入式系统等; 隔离驱动单元 55 采用光耦芯片, 对计算控制单元的输出信号进行电气隔离并功率放大。信号采样单元 51 分别采用电压传感器、电流传感器、温度传感器、速度传感器、加速度传感器、位置传感器、浓度传感器、称重传感器对系统的状态参数进行采样, 包括, 电网电压, 母线电压, 电梯的位置、载重量、速度、加速度, 超级电容器组 10 的电压和充放电电流, 蓄电池组 20 的电压、温度、电解液密度和充放电电流等, 并将产生的电压信号送给 A/D 转换单元 52。A/D 转换单元 52 将转换的数字信号送给计算控制单元 54。用户指令单元 53 将用户指令送给计算控制单元 54, 主要包括电梯的升降、目的楼层等。计算控制单元 54 按照设定的控制过程输出控制信号, 经过隔离驱动单元 55, 驱动超级电容器充放电电路 30 中的功率开关管 32 和 34, 实现控制过程。设定的控制过程包括: 在电机运行前, 控制功率开关管 32 不工作, 驱动 34, 直流母线 11 给超级电容器组 10 和蓄电池充放电电路 40 供电; 在电梯的启动、加速过程中, 控制功率开关管 34 不工作, 驱动 32, 超级电容器组 10 向直流母线 11 提供能量; 在电梯产生能量回馈过程中, 控制开关管 32 不工作, 驱动 34, 直流母线 11 给超级电容器组 10 和蓄电池充放电电路 40 供电; 在电网停电过程中, 控制功率开关管 34 不工作, 驱动 32, 向直流母线 11 提供能量。

[0052] 如图 5 所示, 本发明蓄电池充放电控制电路 60 包括信号采样单元 61, A/D 转换单元 62, 用户指令单元 63, 计算控制单元 64, 以及隔离驱动单元 65。其中, 计算控制单元 64 包括但不限于数字信号处理器 DSP, 单片机, 嵌入式系统等; 隔离驱动单元 65 采用光耦芯片, 对计算控制单元 64 的输出信号进行电气隔离并功率放大。信号采样单元 61 分别采用电压传感器、电流传感器、温度传感器、速度传感器、加速度传感器、位置传感器、浓度传感器、称重传感器对系统的状态参数进行采样, 包括, 电网电压, 母线电压, 电梯的位置、载重量、速度、加速度, 超级电容器组 10 的电压和充放电电流, 蓄电池组 20 的电压、温度、电解液密度和充放电电流等, 并将产生的电压信号送给 A/D 转换单元 62。A/D 转换单元 62 将转换的数字信号送给计算控制单元 64。用户指令单元 63 将用户指令传送到计算控制单元 64, 主要包括电梯的升降、目的楼层等。计算控制单元 64 按照设定的控制过程输出控制信号, 经过隔离驱动单元 65, 驱动蓄电池充放电电路 40 中的功率开关管 42 和 44, 实现控制过程。设定的控制过程包括: 在电梯开始运行前, 控制开关管 44 不工作, 驱动 42, 超级电容器组 10 给蓄电池组 20 充电; 在电梯启动、加速过程中, 若超级电容器组 10 的端电压下降到一定的设定值, 控制功率开关管 42 不工作, 驱动 44, 蓄电池组 20 给超级电容器组 10 供电; 在电梯减速、停机过程中, 若超级电容器组 10 的端电压上升到一定的设定值, 控制功率开关管 44 不工作, 驱动 42, 超级电容器组 10 给蓄电池组 20 充电; 在电网停电过程中, 控制功率开关管 42 不工作, 驱动 44, 蓄电池组 20 给超级电容器组 10 供电, 其输出功率等于电梯运行过程中的平均功率。

[0053] 在实际应用中, 超级电容器充放电控制电路 50 和蓄电池充放电控制电路 60 共用信号采样单元、A/D 转换单元, 以及用户指令单元; 计算控制单元可以采用一个 CPU, 也可以

采用多个 CPU,多个 CPU 之间具有数据通讯通道。

[0054] 在电梯开始运行前,电网通过整流电路 200 整流,给直流母线 11 供电,为其建立起工作电压。本发明混合储能装置开始预充电,充电过程如图 6 所示。根据系统状态和用户指令,包括电梯位置、载重量、升降距离等,决定蓄电池组 20 和超级电容器组 10 应该达到的荷电状态。直流母线 11 通过超级电容器充放电电路 30 给超级电容器组 10 充电,充电功率较大,以使其荷电状态较快地达到设定要求。在这个工作过程中,功率开关管 32 始终断开,超级电容器充放电控制电路 50 输出的驱动信号控制开关管 34,控制直流母线 11 向超级电容器组 10 的供电过程。同时,超级电容器组 10 通过蓄电池充放电电路 40 给蓄电池组 20 充电,采用优化的恒流充电或脉冲充电方式。在这个过程中,功率开关管 44 始终断开,蓄电池充放电控制电路 60 输出驱动信号控制开关管 42,控制超级电容器组 10 向蓄电池组 20 的供电过程。当超级电容器组 10 和蓄电池组 20 的荷电状态达到了设定值,停止充电,电梯准备就绪,可以运行。

[0055] 电梯在启动、加速过程中,功率需求加大,会导致直流母线 11 电压降低;此外,当电网发生电压中断、跌落时,也会引起直流母线 11 电压将低。混合储能装置向直流母线 11 供电,以使其电压维持在一定的范围内,过程如图 7 所示。超级电容器组 10 通过超级电容器充放电电路 30 给直流母线 11 供电。在这个过程中,功率开关管 34 始终断开,超级电容器充放电控制电路 50 输出的控制信号驱动功率开关管 32,控制超级电容器组 10 向直流母线 11 的供电过程。一般情况下,只通过超级电容器组 10 的放电就可以满足系统要求,但当超级电容器组 10 的端电压下降到一定设定值,或者根据系统状态和用户指令判断出蓄电池组 20 需要释放一定的功率和能量时,蓄电池组 20 通过蓄电池充放电电路 40 给超级电容器组 10 供电。在这个过程中,功率开关管 42 始终断开,蓄电池充放电控制电路 60 输出控制信号驱动开关管 44,控制蓄电池组 20 向超级电容器组 10 的供电过程。一般蓄电池组 20 处于恒流放电状态。检测蓄电池组 20 的荷电状态,如果低于一定的设定值,控制电梯安全停机,混合储能装置停止供电。

[0056] 电梯在减速、停机过程中,电机处于发电状态,并通过变频器 901 向直流母线 11 馈电,导致其端电压升高。混合储能装置以一定的方式吸收这部分功率和能量,过程如图 8 所示。直流母线 11 通过超级电容器充放电电路 30 给超级电容器组 10 充电。在这个过程中,功率开关管 32 始终断开,超级电容器充放电控制电路 50 输出的驱动信号控制功率开关管 34,控制直流母线 11 向超级电容器组 10 的供电过程。一般情况下,只给超级电容器组 10 充电就可以达到吸收峰值功率的目的,但当超级电容器组 10 持续充电而导致其端电压上升到一定设定值时,或者根据系统状态和用户指令判断出蓄电池组 20 需要吸收一定的功率和能量时,超级电容器组 10 通过蓄电池充放电电路 40 给蓄电池组 20 充电。在这个过程中,功率开关管 44 始终断开,蓄电池充放电控制电路 60 输出控制信号驱动开关管 42,控制超级电容器组 10 向蓄电池组 20 的供电过程。一般蓄电池组 20 工作于优化的恒流充电或脉冲充电方式。当超级电容器组 10 和蓄电池组 20 充电至设定荷电状态而直流母线 11 的端电压仍然高于设定的电压值时,泄放回路 100 中的控制开关 102 闭合,直流母线 11 通过泄放电阻 101 放电,直至母线电压下降到设定电压值,控制开关 102 断开。

[0057] 当电网停电时,由混合储能装置提供电梯正常运行所需的功率和能量,实现不间断供电,过程如图 9 所示。蓄电池组 20 通过蓄电池充放电电路 40 放电,蓄电池组 20 恒流输

出,其输出功率等于电梯运行过程中的平均功率。在这个过程中,功率开关管 42 始终断开,蓄电池充放电控制电路 60 输出控制信号驱动开关管 44,控制蓄电池组 20 的放电过程。超级电容器组 10 通过超级电容器充放电电路 30 向直流母线 11 供电,主要用于提供电梯在启动、加速时的峰值功率需求,并在电梯减速、停机等功率需求较低时接受直流母线 11 或蓄电池组 20 的充电。在这个过程中,超级电容器充放电控制电路 50 输出的控制信号驱动功率开关管 32 和 34 在不同的时间段交替工作,实现能量的双向流动。混合储能装置持续工作,直至电梯继续运行至下一楼层并打开电梯门,或者其它备用发电设备启动并输出电能,或者连续运行直至电网恢复供电。如果停电时间过长,蓄电池组 20 和超级电容器组 10 的荷电状态低于设定的下限值,系统控制电梯在适当的楼层安全停机,并停止混合储能装置的供电。

[0058] 图 10 是本发明混合储能装置在多电梯供电系统中的应用实施例。在图 1 所示系统的基础上,电网通过整流电路 200 整流并将产生的直流电传送给公共直流母线 11,公共直流母线 11 驱动多组由变频器 901 和电机 902 组成的负荷 90,在本实施例中,所有电梯装置通过公共直流母线 11 共用一套泄放回路 100(包括泄放电阻 101 和泄放控制开关 102)。

[0059] 混合储能装置的工作过程和控制方法与图 1 所示实施例相似。本实施例的优点在于,通过一组公共直流母线 11 驱动多组负荷 90,可以充分发挥各负荷之间因工作过程不同步而出现的能量互补作用,这样可以进一步缩小混合储能装置的安装容量,可以减少混合储能装置的工作过程,提高能量利用效率。

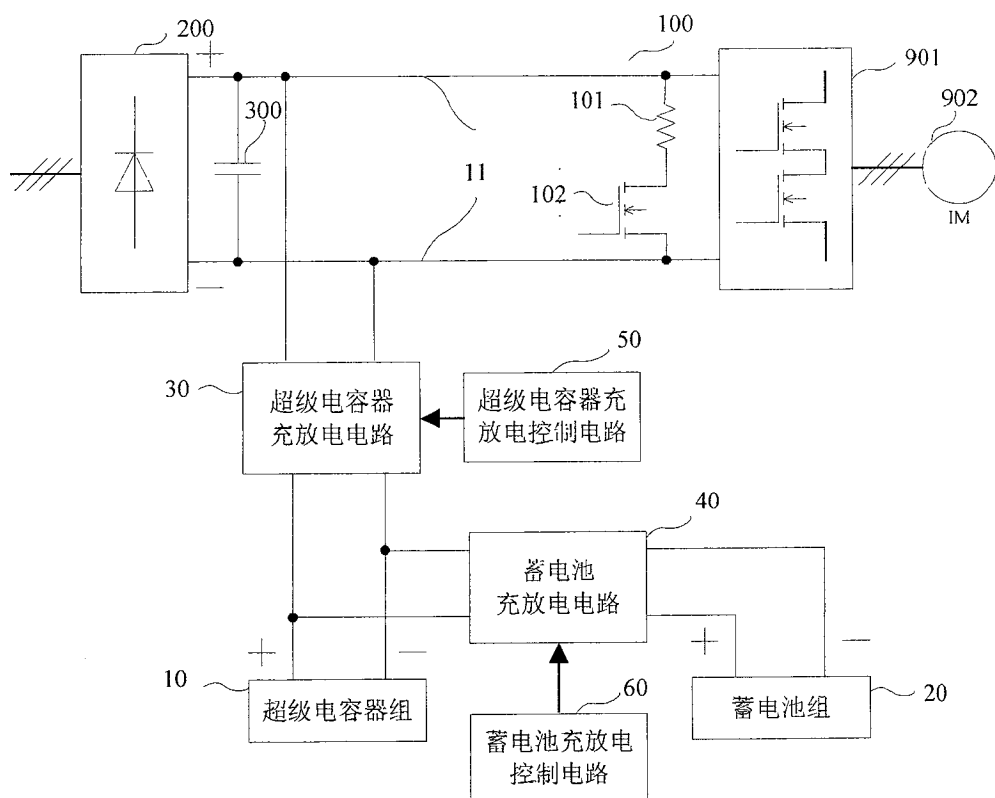


图 1

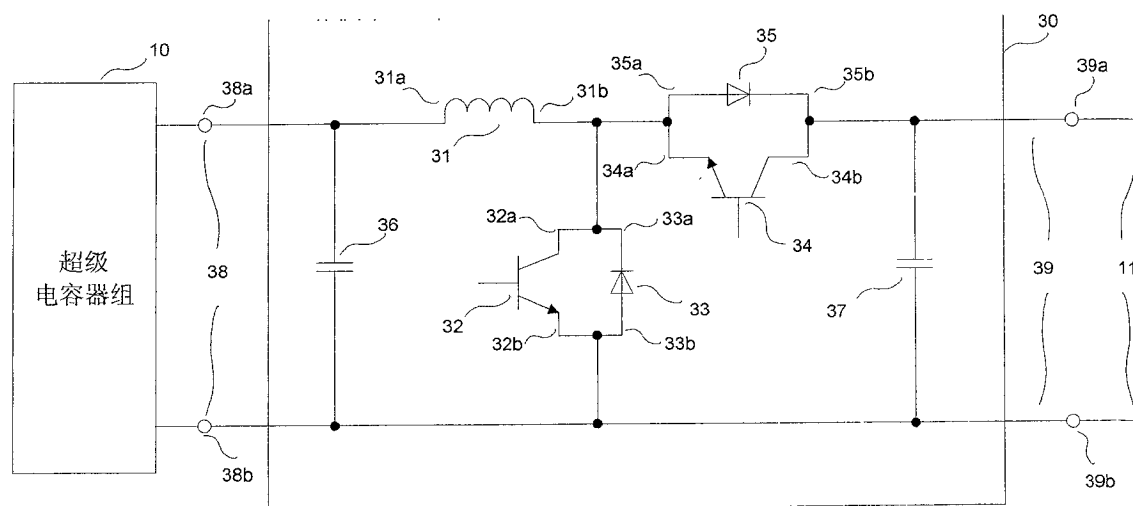


图 2

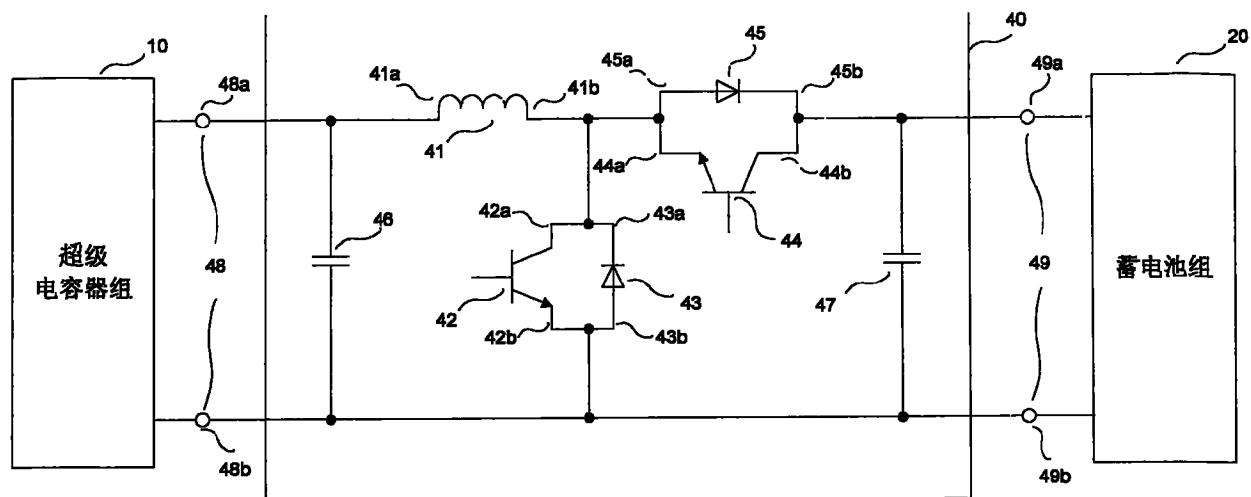


图 3

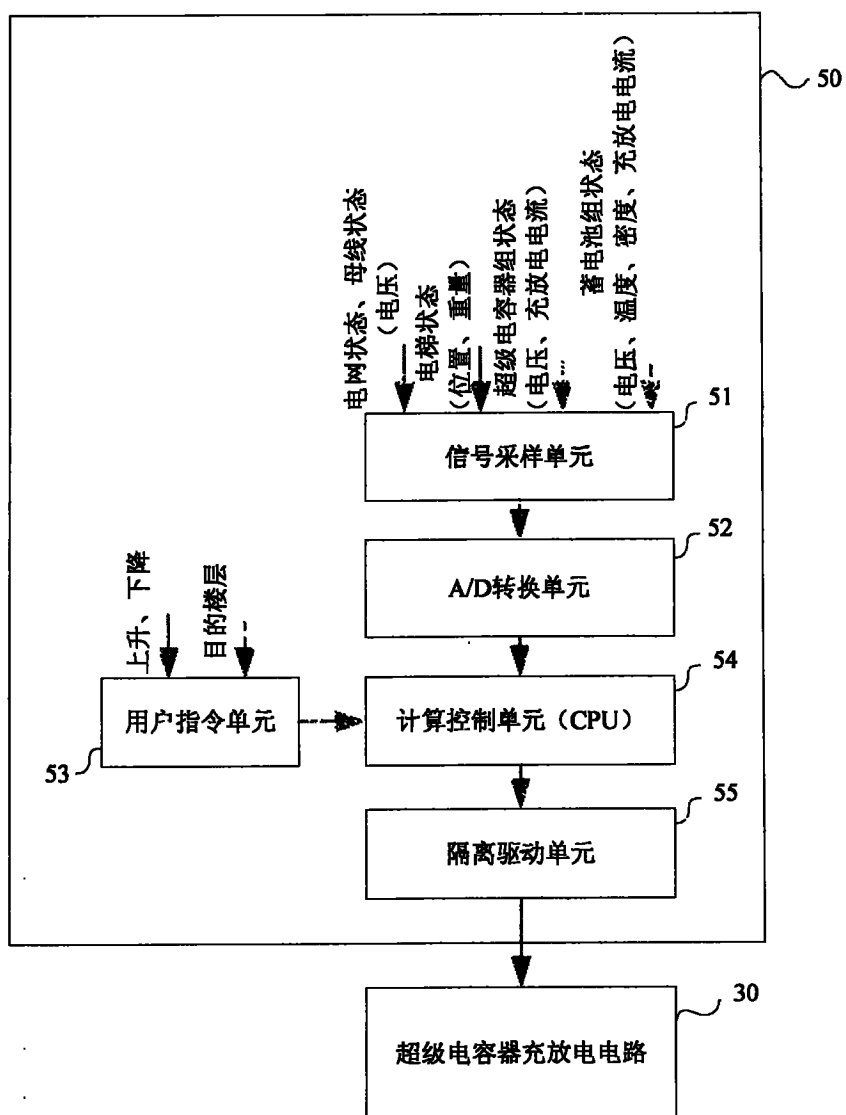


图 4

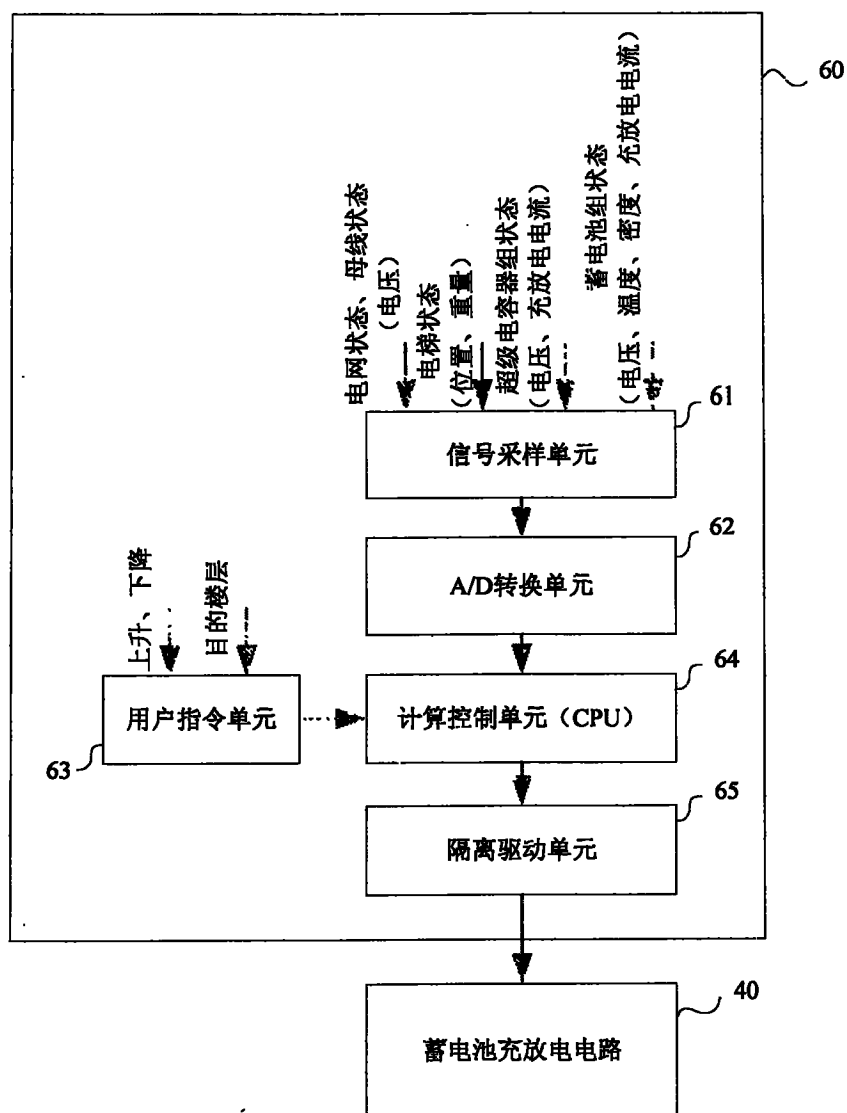


图 5

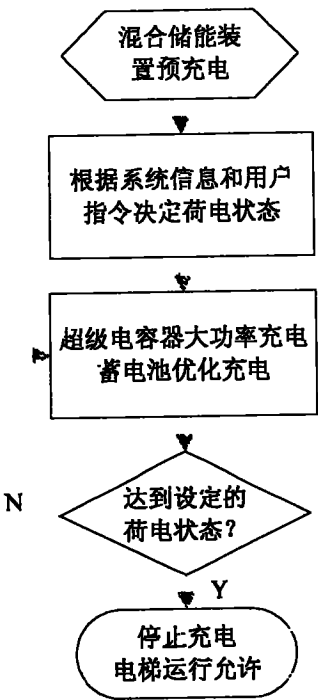


图 6

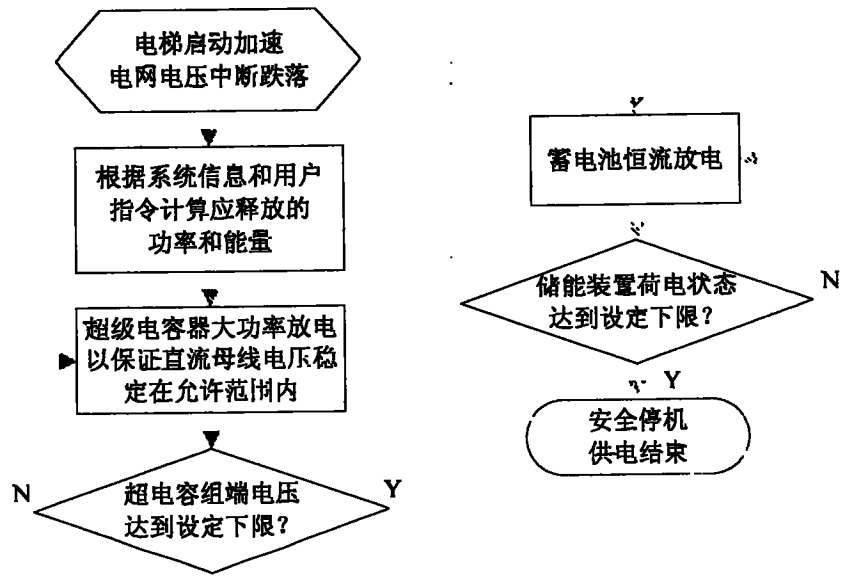


图 7

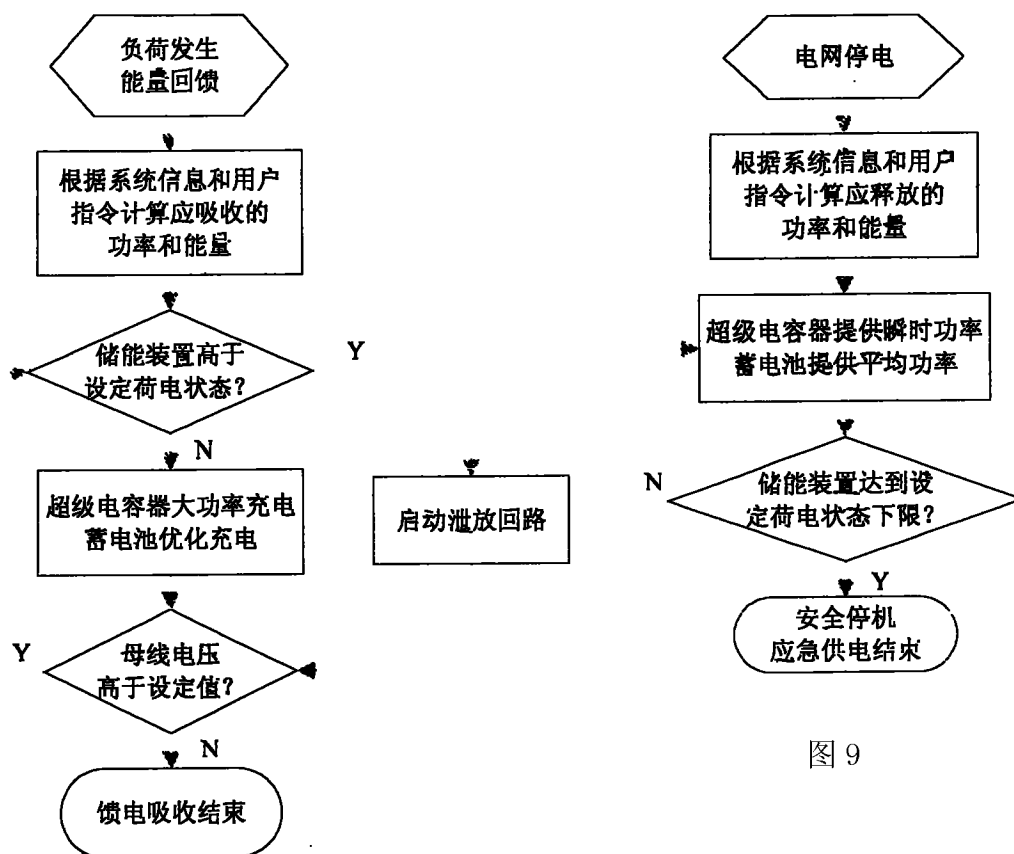


图 8

图 9

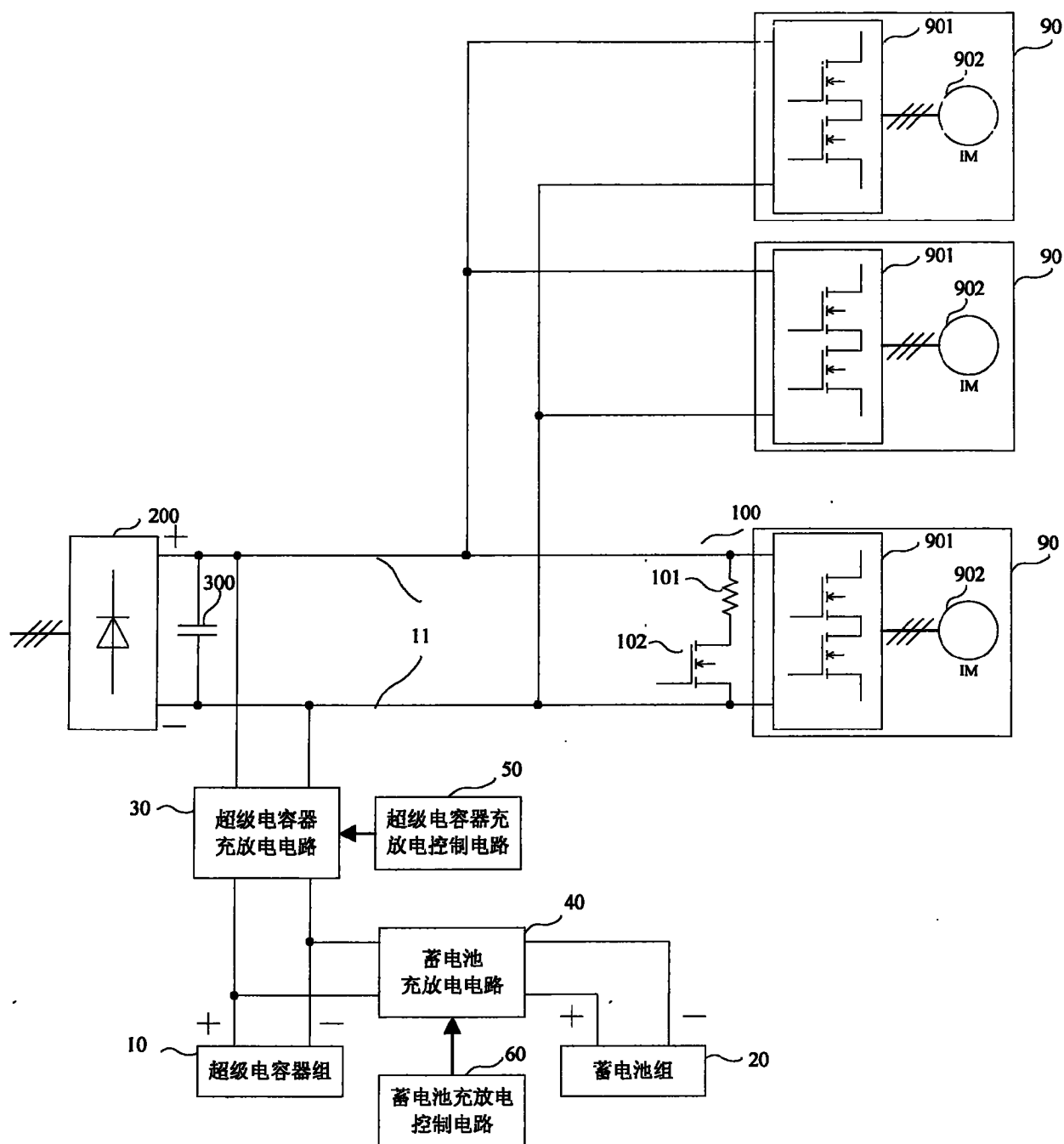


图 10