

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 7 月 30 日 (30.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/151601 A1

(51) 国际专利分类号:
H02J 7/00 (2006.01) **H01M 10/44** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/072855

(22) 国际申请日: 2020 年 1 月 17 日 (17.01.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910064176.6 2019 年 1 月 23 日 (23.01.2019) CN

(71) 申请人: 宁德时代新能源科技股份有限公司 (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。

(72) 发明人: 杨大春 (YANG, Dachun); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。 杜宝海 (DU, Baohai); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。 傅焱辉 (FU, Yanhui); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。 李前邓 (LI, Qiadeng); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人: 北京智晨知识产权代理有限公司 (BEIJING ZHICHEN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市海淀区大钟寺 13 号院华杰大厦 B 座 10B9 室, Beijing 100089 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: PRECHARGING CIRCUIT AND PRECHARGING METHOD FOR HIGH-VOLTAGE BATTERY PACK

(54) 发明名称: 一种高压电池组的预充电电路和预充方法

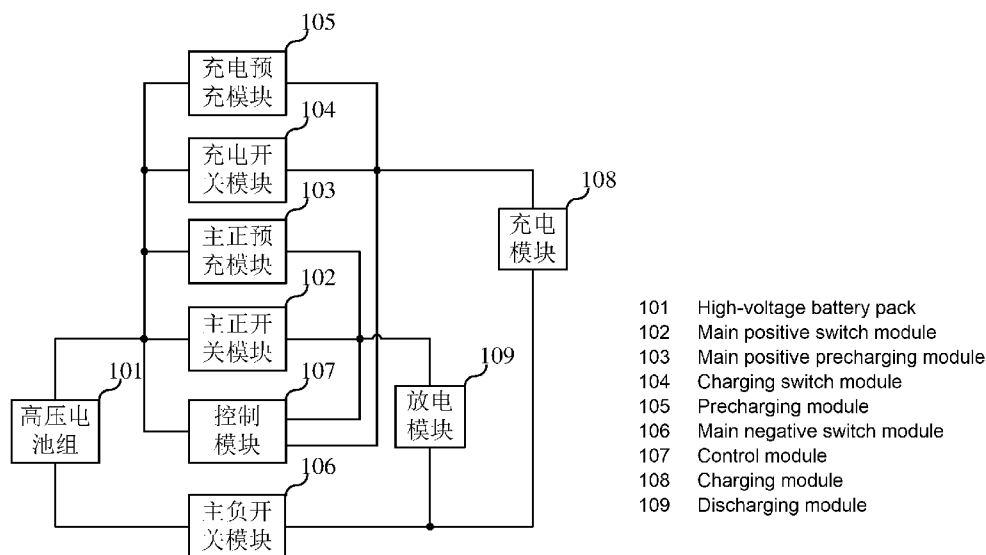


图 2

(57) Abstract: Some embodiments in the present application relate to the technical field of batteries. According to the embodiments of the present application, a precharging circuit and precharging method for a high-voltage battery pack are provided. In some embodiments in the present application, during a charging process, after a control module determines that a voltage at a first end of a charging switch module and a voltage at a second end of the charging switch module satisfy a first constraint relationship, the charging switch module is closed and the precharging module is disconnected; and during a discharging process, after a control module determines that a voltage at

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

a first end of a main positive switch module and a voltage at a second end of the main positive switch module satisfy a second constraint relationship, the main positive switch module is closed, and a main positive precharging module is disconnected. The precharging circuit of the high-voltage battery pack can solve the problem of generating a large current at the moment of closing due to a voltage difference between voltages at two ends of the charging switch module and the main positive switch module being too large, thereby preventing the influence of a large current on the life and controllability of the charging switch module and the main positive switch module.

(57) 摘要: 本申请部分实施例提供了一种电池技术领域。采用本申请的实施例, 高压电池组的预充电路和预充方法。本申请的部分实施例中, 在充电过程中, 控制模块在确定充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压符合第一约束关系后, 闭合充电开关模块, 断开充电预充模块; 在放电过程中, 控制模块在确定主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压符合第二约束关系后, 闭合主正开关模块, 断开主正预充模块。该高压电池组的预充电路能够解决由于充电开关模块和主正开关模块两端电压压差过大, 导致的闭合瞬间产生大电流的问题, 进而避免了大电流对充电开关模块和主正开关模块的寿命及可控性的影响。

一种高压电池组的预充电路和预充方法

交叉引用

[0001] 本申请引用于 2019 年 1 月 23 日递交的名称为“一种高压电池组的预充电路和预充方法”的第 201910064176.6 号中国专利申请，其通过引用被全部并入本申请。

技术领域

[0002] 本申请涉及电池技术领域，特别涉及一种高压电池组的预充电路和预充方法。

背景技术

[0003] 近年来，由于全球气候变暖、环境污染和能源紧张问题，世界各国纷纷推出了燃油汽车禁售时间表。随着各种优惠政策对新能源汽车的倾斜，越来越多的企业抓住了这个机遇，大力发展新能源汽车。得益于此，新能源汽车的发展十分迅速。但是，由于是新的领域，也面临着很多挑战，如核心技术基础薄弱、生产准入门槛较低、相关标准不统一、基础配套设施不够完善等问题。

[0004] 发明人发现现有技术至少存在以下问题：然而，发明人发现现有技术中至少存在如下问题：目前，新能源汽车和传统燃油汽车相比，最大的缺点就是充电速度较慢，导致新能源汽车充好电的时间远远长于燃油汽车加好油的时间，

这极大的浪费了客户的时间。基于这个客户使用痛点，许多企业都设计开发了快充功能，将新能源汽车充好电的时间大大缩短。但是，现有的快充支路和放电支路缺乏对高压开关的保护，所以有时会出现高压开关无法控制的情况，会对电池包和汽车的安全性造成极大的威胁。

[0005] 需要说明的是，在上述背景技术部分公开的信息仅用于加强对本公开的背景的理解，因此可以包括不构成对本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

申请内容

[0006] 本申请部分实施例的目的在于提供一种高压电池组的预充电路和预充方法，使得能够解决由于充电开关模块和主正开关模块两端电压压差过大，导致的闭合瞬间产生大电流的问题，进而避免了大电流对充电开关模块和主正开关模块的寿命及可控性的影响。

[0007] 本申请实施例提供了一种高压电池组的预充电路，包括：高压电池组、主正开关模块、主正预充模块、充电开关模块、充电预充模块、主负开关模块和控制模块；高压电池组的正极分别与主正开关模块的第一端和充电开关模块的第一端连接，高压电池组的负极与主负开关模块的第一端连接；主正开关模块的第二端与预充电路的主正连接端连接，充电开关模块的第二端与预充电路的充电连接端连接，主负开关模块的第二端与预充电路的主负连接端连接；主正预充模块与主正开关模块并联，充电预充模块与充电开关模块并联；在充电过程中，控制模块控制充电预充模块闭合，检测充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压，在确定充电开关模块的第一端的电压和充电

开关模块的第二端的电压符合第一约束关系后，闭合充电开关模块，断开充电预充模块；在放电过程中，控制模块控制主正预充模块闭合，检测主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压，在确定主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压符合第二约束关系后，闭合主正开关模块，断开主正预充模块。

[0008] 本申请实施例还提供了一种高压电池组的预充方法，应用于上述实施例提及的高压电池组的预充电路，包括以下步骤：在充电过程中，控制充电预充模块闭合；检测充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压；判断充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压是否符合第一约束关系；若确定是，闭合充电开关模块，断开充电预充模块；在放电过程中，控制主正预充模块闭合；检测主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压；判断主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压是否符合第二约束关系；若确定是，闭合主正开关模块，断开主正预充模块。

[0009] 本申请实施例相对于现有技术而言，充电过程中，高压电池组通过充电预充模块进行预充，并在确定充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压符合第一约束关系后，再闭合充电开关模块，减小了充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压之间的差值。由于减小了充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压之间的差值，充电开关模块闭合的瞬间不会产生过大的冲击电流，不会对充电开关模块的寿命造成影响，进而避免了由于经常性产生较大冲击电流造成充电开关模块粘连，导致控制模块无法控制充电开关模块断开的问题，提高了高压电池组和电动汽车

的安全性。放电过程中，高压电池组通过主正预充模块进行预充，并在确定主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压符合第二约束关系后，再闭合主正开关模块，减小了主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压之间的差值。由于减小了主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压之间的差值，主正开关模块闭合的瞬间不会产生过大的冲击电流，不会对主正开关模块的寿命造成影响，进而避免了由于经常性产生较大冲击电流造成主正开关模块粘连，导致控制模块无法控制主正开关模块断开的问题，提高了高压电池组和电动汽车的安全性。

[0010] 例如，高压电池组的预充电路还包括主负预充模块，主负预充模块与主负开关模块并联。该实现中，主负预充模块可以作为主正预充模块或充电预充模块的备用预充模块，也可以与主正预充模块或充电预充模块配合，实现分级预充。

[0011] 例如，充电预充模块包括充电预充开关和第一电阻网络，充电预充开关和第一电阻网络串联；主正预充模块包括主正预充开关和第二电阻网络，主正预充开关和第二电阻网络串联。

[0012] 例如，主负预充模块包括主负预充开关和第三电阻网络，主负预充开关和第三电阻网络串联。

[0013] 例如，高压电池组的预充电路还包括第一电流检测模块；充电开关模块的第二端通过第一电流检测模块与充电连接端连接，第一电流检测模块与控制模块连接；控制模块在确定第一电流检测模块检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障。该实现中，能够及时发现并上报充电过程中的过流问题。

[0014] 例如，高压电池组的预充电路还包括第二电流检测模块；主正开关模块

的第二端通过第二电流检测模块与主正连接端连接，第二电流检测模块与控制模块连接；控制模块在确定第二电流检测模块检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。该实现中，能够及时发现并上报放电过程中的过流问题。

[0015] 例如，高压电池组的预充电路还包括第三电流检测模块；主负开关模块的第二端通过第三电流检测模块与主负连接端连接；第三电流检测模块与控制模块连接；在充电过程中，控制模块在确定第三电流检测模块检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障；在放电过程中，控制模块在确定第三电流检测模块检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。

[0016] 例如，高压电池组的预充电路还包括充电模块和放电模块；充电模块的第一端与充电连接端连接，充电模块的第二端与主负连接端连接，放电模块的第一端与主正连接端连接，放电模块的第二端与主负连接端连接。

[0017] 例如，放电模块包括 N 个负载子模块，高压电池组的预充电路还包括 N 个第四电流检测模块， N 个负载子模块与 N 个第四电流检测模块一一对应；其中，每个负载子模块的第一端通过负载开关与对应的第四电流检测模块的第二端连接，第四电流检测模块的第一端均与主正连接端连接，每个负载子模块的第二端均与主负连接端连接；每个第四电流检测模块分别与控制模块连接；控制模块在放电过程中，在确定第四电流检测模块检测得到的电流值超过第三阈值时，上报过流故障； N 为正整数。该实现中，能够及时发现并上报各个放电支路的过流问题。

[0018] 例如，在控制充电预充模块闭合之前，或，控制主正预充模块闭合之前，预充方法还包括：闭合主负开关模块。

[0019] 例如，高压电池组的预充电路还包括主负预充模块，主负预充模块与主

负开关模块并联；在充电过程中，在检测充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压之前，预充方法还包括：控制主负预充模块闭合；检测主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压；判断主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系；若确定是，闭合主负开关模块，断开主负预充模块；在放电过程中，在检测主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压之前，预充方法还包括：控制主负预充模块闭合；检测主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压；判断主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系；若确定是，闭合主负开关模块，断开主负预充模块。该实现中，能够实现分级预充。

[0020] 例如，高压电池组的预充电路还包括主负预充模块，主负预充模块与主负开关模块并联；在充电过程中，在检测充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压之前，预充方法还包括：控制主负预充模块闭合；在闭合充电开关模块，断开充电预充模块之后，预充方法还包括：检测主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压；判断主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系；若确定是，闭合主负开关模块，断开主负预充模块；在放电过程中，在检测主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压之前，预充方法还包括：控制主负预充模块闭合；在闭合主正开关模块，断开主正预充模块之后，预充方法还包括：检测主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压；判断主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系；若确定是，闭合主负开关模块，断开主负预充模块。该实现中，

能够实现分级预充。

[0021] 例如，在控制充电预充模块闭合，或，控制主正预充模块闭合之前，预充方法还包括：确定高压电池组的绝缘阻值是否符合预设要求，并且在确定所述高压电池组的绝缘阻值符合预设要求的情况下，控制所述充电预充模块闭合或者控制所述主正预充模块闭合。该实现中，控制模块在高压电池组的绝缘阻值符合预设要求后在进行充电或者放电，提高了安全性。

[0022] 例如，高压电池组的预充电路还包括第一电流检测模块；充电开关模块的第二端通过第一电流检测模块与充电连接端连接，第一电流检测模块与控制模块连接；在充电过程中，在闭合充电开关模块，断开充电预充模块之后，预充方法还包括：在确定第一电流检测模块检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障。

[0023] 例如，高压电池组的预充电路还包括第二电流检测模块；主正开关模块的第二端通过第二电流检测模块与主正连接端连接，第二电流检测模块与控制模块连接；在放电过程中，在闭合主正开关模块，断开主正预充模块之后，预充方法还包括：在确定第二电流检测模块检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。

[0024] 例如，高压电池组的预充电路还包括第三电流检测模块，主负开关模块的第二端通过第三电流检测模块与主负连接端连接；第三电流检测模块与控制模块连接；在充电过程中，在闭合充电开关模块，断开充电预充模块之后，预充方法还包括：在确定第三电流检测模块检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障；在放电过程中，在闭合主正开关模块，断开主正预充模块之后，预充方法还包括：在确定第三电流检测模块检测得到的电流值超过第二阈值时，

上报过流故障。

[0025] 例如,高压电池组的预充电路还包括放电模块和N个第四电流检测模块,放电模块包括N个负载子模块,N个负载子模块与N个第四电流检测模块一一对应;每个负载子模块的第一端通过负载开关与对应的第四电流检测模块的第二端连接,第四电流检测模块的第一端均与主正连接端连接,每个负载子模块的第二端均与主负连接端连接;每个第四电流检测模块分别与控制模块连接;在放电过程中,在闭合主正开关模块,断开主正预充模块之后,预充方法还包括:在确定第四电流检测模块检测得到的电流值超过第三阈值时,上报过流故障。

附图说明

[0026] 一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明,这些示例性说明并不构成对实施例的限定,附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件,除非有特别申明,附图中的图不构成比例限制。

[0027] 图1是本申请的实施例的高压电池组的预充电路的结构示意图;

[0028] 图2是本申请的实施例的一种具体实现中的高压电池组的预充电路的结构示意图;

[0029] 图3是本申请的实施例的高压电池组的预充电路的电路图;

[0030] 图4是本申请的实施例的另一高压电池组的预充电路的电路图;

[0031] 图5是本申请的实施例的又一高压电池组的预充电路的电路图;

[0032] 图6是本申请的另一实施例的高压电池组的预充电路的结构示意图;

[0033] 图7是本申请的另一实施例的高压电池组的预充电路的电路图;

[0034] 图 8 是本申请的另一实施例的采用分级预充的高压电池组的预充电路的仿真图；

[0035] 图 9 是本申请的另一实施例的不采用分级预充的高压电池组的预充电路的仿真图；

[0036] 图 10 是本申请的另一实施例的两种充电电路的仿真结果图；

[0037] 图 11 是本申请的又一实施例的充电过程中的预充方法的流程图；

[0038] 图 12 是本申请的又一实施例的放电过程中的预充方法的流程图；

[0039] 图 13 是本申请的又一实施例的预充方法的总体策略的示意图；

[0040] 图 14 是本申请的再一实施例的充电过程中的预充方法的流程图；

[0041] 图 15 是本申请的再一实施例的放电过程中的预充方法的流程图。

具体实施例

[0042] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请部分实施例进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

[0043] 本文中为部件所编序号本身，例如“第一”、“第二”等，仅用于区分所描述的对象，不具有任何顺序或技术含义。而本申请所说“连接”、“联接”，如无特别说明，均包括直接和间接连接（联接）。

[0044] 本申请第一实施例涉及一种高压电池组的预充电路，如图 1 所示，包括：高压电池组 101、主正开关模块 102、主正预充模块 103、充电开关模块 104、充电预充模块 105、主负开关模块 106 和控制模块 107。高压电池组 101 的正极分别与主正开关模块 102 的第一端和充电开关模块 104 的第一端连接，高压电

池组 101 的负极与主负开关模块 106 的第一端连接；主正开关模块 102 的第二端与预充电电路的主正连接端 122 连接，充电开关模块 104 的第二端与预充电电路的充电连接端 121 连接，主负开关模块 106 的第二端与预充电电路的主负连接端 123 连接；主正预充模块 103 与主正开关模块 102 并联，充电预充模块 105 与充电开关模块 104 并联；在充电过程中，控制模块 107 控制充电预充模块 105 闭合，检测充电开关模块 104 的第一端的电压和充电开关模块 104 的第二端的电压，在确定充电开关模块 104 的第一端的电压和充电开关模块 104 的第二端的电压符合第一约束关系后，闭合充电开关模块 104，断开充电预充模块 105。在放电过程中，控制模块 107 控制主正预充模块 103 闭合，检测主正开关模块 102 的第一端的电压和主正开关模块 102 的第二端的电压，在确定主正开关模块 102 的第一端的电压和主正开关模块 102 的第二端的电压符合第二约束关系后，闭合主正开关模块 102，断开主正预充模块 103。

[0045] 在一个例子中，高压电池组的预充电电路如图 2 所示，高压电池组的预充电电路还包括充电模块 108 和放电模块 109；充电模块 108 的第一端与充电连接端 121 连接，充电模块 108 的第二端与主负连接端 123 连接，放电模块 109 的第一端与主正连接端 122 连接，放电模块 109 的第二端与主负连接端 123 连接。

[0046] 在一个例子中，在检测主正开关模块 102 的第一端的电压、主正开关模块 102 的第二端的电压、充电开关模块 104 的第一端的电压和充电开关模块 104 的第二端的电压时，以主负开关模块 106 的第一端为参考地。

[0047] 在一个例子中，充电预充模块 105 包括充电预充开关和第一电阻网络，充电预充开关和第一电阻网络串联。主正预充模块 103 包括主正预充开关和第二电阻网络，主正预充开关和第二电阻网络串联。

[0048] 在一个例子中，第一电阻网络可以为第一电阻，第二电阻网络可以为第二电阻。通过调节第一电阻的阻值大小，可以改变充电模块两端的容性器件的预充时间。当增大第一电阻的阻值时，将减小充电预充模块 105 所在支路的电流，增加充电模块两端的容性器件的预充时间。当减小第一电阻的阻值时，将增大充电预充模块 105 所在支路的电流，缩短充电模块两端的容性器件的预充时间。通过调节第二电阻的阻值大小，可以改变放电模块两端的容性器件的预充时间。当增大第二电阻的阻值时，将减小主正预充模块 103 所在支路的电流，增加放电模块两端的容性器件的预充时间。当减小第二电阻的阻值时，将增大主正预充模块 103 所在支路的电流，缩短放电模块两端的容性器件的预充时间。

[0049] 需要说明的是，本领域技术人员可以理解，充电模块两端的容性器件可以是连接在充电模块的第一端和充电模块的第二端之间的电容，放电模块两端的容性器件可以是连接在放电模块的第一端和放电模块的第二端之间的电容。

[0050] 值得一提的是，高压电池组通过主正预充模块对放电模块两端的容性器件进行预充，降低了主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压的差值，使得主正开关模块闭合的瞬间不会产生过大的冲击电流，避免了过大的冲击电流对主正开关模块的寿命和稳定性的影响。

[0051] 值得一提的是，高压电池组通过充电预充模块对充电模块两端的容性器件进行预充，降低了充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压的差值，使得充电开关模块闭合的瞬间不会产生过大的冲击电流，避免了过大的冲击电流对充电开关模块的寿命和稳定性的影响。

[0052] 本领域技术人员可以理解，实际应用中，第一约束关系可以是充电开关模块 104 的第二端的电压不小于充电开关模块 104 的第一端的电压的 k 倍， k

为小于 1 的正数，第二约束关系可以是主正开关模块 102 的第二端的电压不小于主正开关模块 102 的第一端的电压的 t 倍， t 为小于 1 的正数。具体实现中， k 和 t 的取值可以相同，也可以不同，具体取值可以根据高压电池组的预充电路的具体结构、各器件的参数等设置。

[0053] 以下结合高压电池组的预充电路的具体电路图，对高压电池组的预充电路的控制逻辑进行举例说明。

[0054] 在一个例子中，高压电池组的预充电路的电路图如图 3 所示。其中， V 表示高压电池组， $S1$ 表示充电预充开关， $S2$ 表示充电开关模块， $S3$ 表示主正预充开关， $S4$ 表示主正开关模块， $S5$ 表示主负开关模块， $R1$ 表示第一电阻网络， $R2$ 表示第二电阻网络。 $U1$ 为主正开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第一端的电压， $U2$ 为主正开关模块的第二端的电压， $U3$ 为充电开关模块的第二端的电压。可选的，充电模块可以是快充插座，放电模块可以是汽车的用电设备，例如电机、空调、逆变器等。可选的，第一约束关系为充电开关模块的第二端的电压等于充电开关模块的第一端的电压的 0.8 倍，第二约束关系为主正开关模块的第一端的电压等于主正开关模块的第二端的电压的 0.8 倍。

[0055] 在高压电池组快速充电的过程中，控制模块闭合 $S1$ 和 $S5$ ，高压电池组对充电模块两端的容性器件进行充电。控制模块对 $U1$ 和 $U3$ 进行电压采样，当 $U1$ 和 $U3$ 满足第一约束关系，控制模块闭合 $S2$ ，断开 $S1$ ，充电模块对高压电池组进行充电。通过上述内容可知，当存在充电预充模块时， $U1$ 和 $U3$ 的电压差不会太大，不会在 $S2$ 闭合的瞬间产生一个大的冲击电流，故不会对 $S2$ 的寿命造成影响，也不会对快充插座内部的容性器件的寿命造成影响，保护了 $S2$ 和快充插座内部的容性器件。

[0056] 在高压电池组放电过程中，控制模块闭合 S3 和 S5，高压电池组对放电模块两端的容性器件进行充电，例如，放电模块两端的 X 电容。控制模块对 U1 和 U2 进行电压采样，当 U1 和 U2 满足第二约束关系时，控制模块闭合 S4，断开 S3，高压电池组通过放电模块进行放电。通过上述内容可知，当存在主正预充模块时，U1 和 U2 的电压差不会太大，不会在 S4 闭合的瞬间产生一个大的冲击电流，故不会对 S4 的寿命造成影响，也不会对放电模块内部的容性器件的寿命造成影响，保护了 S4 和快充插座内部的容性器件。

[0057] 需要说明的是，本领域技术人员可以理解，上述例子仅为举例说明，实际应用中，高压电池组的预充电路也可以是其他电路形式。

[0058] 例如，高压电池组的预充电路包括高压电池组、充电开关模块、主正开关模块、主负开关模块和主负预充模块，高压电池组的正极分别与主正开关模块的第一端和充电开关模块的第一端连接，高压电池组的负极与主负开关模块的第一端连接；主正开关模块的第二端与放电模块的第一端连接，充电开关模块的第二端与充电模块的第一端连接，充电模块的第二端和放电模块的第二端分别与主负开关模块的第二端连接。主负预充模块与主负开关模块并联，包括主负预充开关和第三电阻网络。其电路图如图 4 所示，图 4 中，V 表示高压电池组，S2 表示充电开关模块，S4 表示主正开关模块，S5 表示主负开关模块，S6 表示主负预充开关，R3 表示第三电阻网络。在充电和放电过程中，控制模块均先控制 S6 闭合，在主负开关模块的第二端的电压等于主负开关模块的第一端的电压的 0.8 倍后，闭合 S5，断开 S6。

[0059] 在一个例子中，控制模块在控制主正预充模块闭合之前，或，在控制充电预充模块闭合之前，确定高压电池组的绝缘阻值是否符合预设要求，并且在

确定所述高压电池组的绝缘阻值符合预设要求的情况下，控制所述充电预充模块闭合或者控制所述主正预充模块闭合。即该实现中，判断高压电池组的绝缘阻值是否处于安全范围内，以确保高压电池组的预充电路的安全。其中，绝缘阻值的安全范围可以根据具体需要设置。

[0060] 在一个例子中，高压电池组的预充电路还包括第一电流检测模块 111；充电开关模块的第二端通过第一电流检测模块 111 与充电连接端 121 连接，第一电流检测模块 111 与控制模块 107 连接；控制模块 107 在确定第一电流检测模块 111 检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障。

[0061] 在一个例子中，高压电池组的预充电路还包括第二电流检测模块 112，主正开关模块的第二端通过第二电流检测模块 112 与主正连接端 122 连接，第二电流检测模块 112 与控制模块 107 连接；控制模块 107 在确定第二电流检测模块 112 检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。

[0062] 在一个例子中，高压电池组的预充电路还包括第三电流检测模块 113；主负开关模块的第二端通过第三电流检测模块 113 与主负连接端 123 连接；第三电流检测模块 113 与控制模块 107 连接；在充电过程中，控制模块 107 在确定第三电流检测模块 113 检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障；在放电过程中，控制模块 107 在确定第三电流检测模块 113 检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。

[0063] 在一个例子中，如图 5 所示，放电模块包括 N 个负载子模块 1091，高压电池组的预充电路还包括 N 个第四电流检测模块 114，N 个负载子模块 1091 与 N 个第四电流检测模块 114 一一对应。其中，每个负载子模块 1091 的第一端通过负载开关 S7 与对应的第四电流检测模块 114 的第二端连接，第四电流检测模

块 114 的第一端均与主正连接端 122 连接,每个负载子模块 1091 的第二端均与主负连接端 123 连接;每个第四电流检测模块 114 分别与控制模块 107 连接(未示出);控制模块 107 在放电过程中,在确定第四电流检测模块 114 检测得到的电流值超过第三阈值时,上报过流故障;N 为正整数。

[0064] 值得一提的是,控制模块能够对过流故障进行检测,避免过流故障对高压电池组造成影响。

[0065] 需要说明的是,本领域技术人员可以理解,第一阈值、第二阈值和第三阈值可以根据高压电池组的预充电路中各器件的工作电流、最大电流值或其他参数确定,本实施例不限制第一阈值、第二阈值和第三阈值的具体取值。

[0066] 需要说明的是,本领域技术人员可以理解,在上报过流故障后,控制模块可以有选择的执行断开相应的开关、降低功率等策略。

[0067] 值得一提的是,控制模块能够在流经主正开关模块、充电开关模块、主负开关模块和各负载开关中任意一个所在的支路的电流过大时,及时上报过流故障,以使控制模块可以及时采取应对措施,防止电流过大损坏高压电池组和电路中的开关模块。

[0068] 需要说明的是,第一电流检测模块、第二电流检测模块、第三电流检测模块和第四电流检测模块可以是电流传感器,也可以是其他能够检测电流的电路,本实施例不限制第一电流检测模块、第二电流检测模块、第三电流检测模块和第四电流检测模块的类型。

[0069] 在一个例子中,由于充电开关模块和主正开关模块分别设置电流检测模块,当存在边充电和边放电的情况时,可以对充电支路和放电支路的电流做双向检查,从而得出实际充入高压电池组的电流。

[0070] 值得一提的是，本实施例中所涉及到的各模块均为逻辑模块，在实际应用中，一个逻辑单元可以是一个物理单元，也可以是一个物理单元的一部分，还可以以多个物理单元的组合实现。此外，为了突出本申请的创新部分，本实施例中并没有将与解决本申请所提出的技术问题关系不太密切的单元引入，但这并不表明本实施例中不存在其它的单元。

[0071] 需要说明的是，以上仅为举例说明，并不对本申请的技术方案构成限定。

[0072] 与现有技术相比，本实施例中提供的高压电池组的预充电路，充电过程中，高压电池组通过充电预充模块对充电模块的容性器件进行预充，并在确定充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压符合第一约束关系后，再闭合充电开关模块，减小了充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压之间的差值。由于减小了充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压之间的差值，充电开关模块闭合的瞬间不会产生过大的冲击电流，不会对充电开关模块的寿命造成影响，进而避免了由于经常性产生较大冲击电流造成充电开关模块粘连，导致控制模块无法控制充电开关模块断开的问题，提高了高压电池组和电动汽车的安全性。放电过程中，高压电池组通过主正预充模块对放电模块的容性器件进行预充，并在确定主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压符合第二约束关系后，再闭合主正开关模块，减小了主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压之间的差值。由于减小了主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压之间的差值，主正开关模块闭合的瞬间不会产生过大的冲击电流，不会对主正开关模块的寿命造成影响，进而避免了由于经常性产生较大冲击电流造成主正开关模块粘连，导致控制模块无法控制主正开关模块断开

的问题，提高了高压电池组和电动汽车的安全性。

[0073] 本申请的另一实施例涉及一种高压电池组的预充电路，本实施例在参照图 1-5 描述的基础上做了进一步改进，具体改进之处为：在主负开关模块处增设了主负预充模块，主负预充模块可以作为备用预充模块，也可以用于使高压电池组的预充电路实现分级预充。

[0074] 具体地说，如图 6 所示，高压电池组的预充电路还包括主负预充模块 110，主负预充模块 110 与主负开关模块 106 并联。

[0075] 在一个例子中，主负预充模块 110 作为备用的预充模块。当主正预充模块 103 或充电预充模块 105 发生故障时，高压电池组的预充电路通过主负预充模块 110 进行预充。

[0076] 值得一提的是，由于为高压电池组的预充电路设置了主负预充模块，使得在主正预充模块或充电预设模块发生故障时，可以通过主负预设模块达到预充效果，提高了高压电池组的预充电路的可靠性。

[0077] 在另一个例子，主负预充模块 110 分别与主正预充模块 103 和充电预充模块 105 配合，实现放电过程中的分级预充和充电过程中的分级预充。

[0078] 在一个例子中，主负预充模块包括主负预充开关和第三电阻网络，主负预充开关和第三电阻网络串联，高压电池组的预充电路的电路图如图 7 所示。

其中，V 表示高压电池组，S1 表示充电预充开关，R1 表示第一电阻网络，S2 表示充电开关模块，S3 表示主正预充开关，R2 表示第二电阻网络，S4 表示主正开关模块，S5 表示主负开关模块，S6 表示主负预充开关，R3 表示第三电阻网络。U1 为充电开关模块的第一端的电压和主正开关模块第一端的电压，U2 为主正开关模块的第二端的电压，U3 为充电开关模块的第二端的电压，U4 为

主负开关模块的第一端的电压， U_5 为主负开关模块的第二端的电压。

[0079] 在充电过程中，当进行分级预充时，首先闭合 S_1 和 S_6 ，控制模块持续性地对 U_4 和 U_5 进行电压采样，当 U_4 和 U_5 满足第三约束关系时，例如，当 U_4 等于 0.5 倍的 U_5 ，闭合 S_5 ，断开 S_6 。控制模块对 U_1 和 U_3 进行检测，当 $U_3=0.8U_1$ 时，闭合 S_2 ，断开 S_1 ，此时完成分级预充。其中，在充电过程中，采用分级预充的高压电池组的预充电路的仿真图如图 8 所示，不采用分级预充的高压电池组的预充电路的仿真图如图 9 所示，图 8 和图 9 所示的仿真图的仿真结果如图 10 所示。由于预充主要是对充电模块两端的容性器件进行预充，故图 8 和图 9 中，以 X 表示充电模块两端的容性器件， V 表示高压电池组， S_1 表示充电预充开关， R_1 表示第一电阻网络， S_2 表示充电开关模块， S_5 表示主负开关模块， S_6 表示主负预充开关， R_3 表示第二电阻网络。图 10 中，横坐标 (t) 表示充电时间，纵坐标 (U) 表示 X 电容两端的电压，曲线 1 为采用分级预充的仿真结果曲线，曲线 2 为不采用分级预充的仿真结果曲线。由图 10 可知，采用分级预充的充电电路的预充时间小于不采用分级预充的充电电路。

[0080] 在放电过程中，首先闭合 S_3 和 S_6 ，控制模块持续性地对 U_4 和 U_5 进行电压采样，当 U_4 和 U_5 满足第三约束关系时，例如，当 U_4 等于 0.5 倍的 U_5 ，闭合 S_5 ，断开 S_6 。控制模块对 U_1 和 U_2 进行检测，当 $U_2=0.8U_1$ 时，闭合 S_4 ，断开 S_3 ，此时完成分级预充。

[0081] 需要说明的是，本领域技术人员可以理解，第三约束关系可以是主负开关模块的第一端 U_4 的电压不小于主负开关模块的第二端 U_5 的电压的 p 倍， p 为小于 1 的正数， p 的具体取值可以根据高压电池组的预充电路的具体结构、各器件的参数等设置。

[0082] 需要说明的是，本领域技术人员可以理解，上述高压电池组的预充电路实现分级预充的方法仅为举例说明，实际应用中，还可以通过其他方式实现分级预充。例如，在充电过程中，也可以先对 U1 和 U3 进行采样，根据采样结果闭合 S2 之后，再对 U4 和 U5 进行采样，在放电过程中，也可以先对 U1 和 U2 进行采样，根据采样结果闭合 S4 之后，再对 U4 和 U5 进行采样。本实施例不限制实现分级预充的具体过程。

[0083] 在一个例子中，在检测主正开关模块 102 的第一端的电压、主正开关模块 102 的第二端的电压、充电开关模块 104 的第一端的电压和充电开关模块 104 的第二端的电压时，以主负开关模块 106 的第一端为参考地，在检测主负开关模块 106 的第一端的电压和主负开关模块 106 的第二端的电压时，以主正开关模块 102 的第一端的电压为参考地。

[0084] 值得一提的是，本实施例中所涉及到的各模块均为逻辑模块，在实际应用中，一个逻辑单元可以是一个物理单元，也可以是一个物理单元的一部分，还可以以多个物理单元的组合实现。此外，为了突出本申请的创新部分，本实施例中并没有将与解决本申请所提出的技术问题关系不太密切的单元引入，但这并不表明本实施例中不存在其它的单元。

[0085] 需要说明的是，以上仅为举例说明，并不对本申请的技术方案构成限定。

[0086] 与现有技术相比，本实施例中提供的高压电池组的预充电路，在主负开关模块两端并联主负预充模块，使得主负预充模块可以作为备用的预充模块，也可以用于实现分级预充。当主负预充模块作为备用的预充模块时，在主正预充模块或充电预设模块发生故障时，可以通过主负预设模块达到预充效果，提高了高压电池组的预充电路的可靠性。当主负预充模块分别与主正预充模块和

充电预充模块配合，实现分级预充，缩短预充时间。

[0087] 本申请的又一实施例涉及一种高压电池组的预充方法，应用于上述实施例提及的高压电池组的预充电路。

[0088] 在充电过程中，高压电池组的预充方法如图 11 所示，包括以下步骤：

[0089] 步骤 201：控制充电预充模块闭合。

[0090] 在一个例子中，控制模块先闭合主负开关模块，然后控制充电预充模块闭合。或者，控制模块同时闭合主负开关模块和充电预充模块。或者，控制模块先闭合充电预充模块，再闭合主负开关模块。

[0091] 步骤 202：检测充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压。

[0092] 步骤 203：判断充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压是否符合第一约束关系。

[0093] 具体地说，控制模块在确定充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压符合第一约束关系后，执行步骤 204，否则，返回执行步骤 202。

[0094] 步骤 204：闭合充电开关模块，断开充电预充模块。

[0095] 具体地说，高压电池组的预充电路还包括充电模块，充电模块的第一端与充电连接端 121 连接，主负连接端与充电模块的第二端连接。充电预充模块闭合时，高压电池组对充电模块两端的容性器件进行预充，充电开关模块闭合后，充电模块对高压电池组进行充电。

[0096] 在一个例子中，高压电池组的预充电路还包括第一电流检测模块，充电开关模块的第二端通过第一电流检测模块与充电连接端连接，第一电流检测模

块与控制模块连接。控制模块在闭合充电开关模块，断开充电预充模块之后，通过第一电流检测模块对充电开关模块所在支路的电流进行监控。控制模块在确定第一电流检测模块检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障。

[0097] 在一个例子中，在上报过流故障后，控制模块通过断开充电开关模块或主负开关模块、降低功率等策略，降低充电开关模块所在支路的电流。

[0098] 在放电过程中，高压电池组的预充方法如图 12 所示，包括以下步骤：

[0099] 步骤 301：控制主正预充模块闭合。

[00100] 在一个例子中，控制模块先闭合主负开关模块，然后控制主正预充模块闭合。或者，控制模块同时闭合主负开关模块和主正预充模块。或者，控制模块先闭合主正预充模块，再闭合主负开关模块。

[00101] 步骤 302：检测主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压。

[00102] 步骤 303：判断主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压是否符合第二约束关系。

[00103] 具体地说，控制模块在确定主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压符合第二约束关系后，执行步骤 304，否则，返回执行步骤 302。

[00104] 步骤 304：闭合主正开关模块，断开主正预充模块。

[00105] 具体地说，高压电池组的预充电路还包括放电模块，主正连接端与放电模块的第一端连接，主负连接端与放电模块的第二端连接。主正预充模块闭合时，高压电池组对放电模块两端的容性器件进行预充，主正开关模块闭合后，高压电池组放电至放电模块。

[00106] 在一个例子中，高压电池组的预充电路还包括第二电流检测模块，主正开关模块的第二端通过第二电流检测模块与主正连接端连接，第二电流检测模块与控制模块连接。控制模块在闭合主正开关模块，断开主正预充模块之后，通过第二电流检测模块对主正开关模块所在支路的电流进行监控。控制模块在确定第二电流检测模块检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。

[00107] 在一个例子中，高压电池组的预充电路还包括第三电流检测模块，主负开关模块的第二端通过第三电流检测模块与主负连接端连接；第三电流检测模块与控制模块连接。在充电过程中，控制模块在闭合充电开关模块，断开充电预充模块之后，在确定第三电流检测模块检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障；在放电过程中，在闭合主正开关模块，断开主正预充模块之后，预充方法还包括：在确定第三电流检测模块检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。

[00108] 在一个例子中，在上报过流故障后，控制模块通过断开主正开关模块或主负开关模块、降低功率等策略，降低主正开关模块所在支路的电流。

[00109] 在一个例子中，放电模块包括 N 个负载子模块，高压电池组的预充电路还包括 N 个第四电流检测模块，N 个负载子模块与 N 个第四电流检测模块一一对应；每个负载子模块的第一端通过负载开关与对应的第四电流检测模块的第二端连接，第四电流检测模块的第一端均与主正连接端连接，每个负载子模块的第二端均与主负连接端连接；每个第四电流检测模块分别与控制模块连接；控制模块在闭合主正开关模块，断开主正预充模块之后，通过第四电流检测模块对各个负载子模块所在支路进行监控，在确定第四电流检测模块检测得到的电流值超过第三阈值时，上报过流故障。

[00110] 需要说明的是，本领域技术人员可以理解，电流检测模块的个数可以根据高压电池组的预充电路中的开关的个数确定，有选择地，可以在每个开关所在支路设置一个电流检测模块，也可以选择一部分开关所在支路设置电流检测模块，本实施例不限制电流检测模块的个数和设置位置。

[00111] 在一个例子中，控制模块在控制充电预充模块闭合之前，确定高压电池组的绝缘阻值符合预设要求。该情况下，高压电池组的预充方法的总体策略的示意图如图 13 所示，包括以下步骤：

[00112] 步骤 3011：进行高压电池组的绝缘检测。

[00113] 步骤 3012：判断绝缘阻值是否符合预设要求。

[00114] 具体地说，若绝缘阻值符合预设要求，则执行步骤 3013，若不符合预设要求，则执行步骤 3014。其中，预设要求可以根据需要设置。例如，预设要求为绝缘阻值大于第五预设值。

[00115] 步骤 3013：进入充电过程或放电过程。

[00116] 具体地说，若当前为充电过程，在绝缘阻值符合预设要求后，执行步骤 201 至步骤 204。若当前为放电过程，在绝缘阻值符合预设要求后，执行步骤 301 至步骤 304。

[00117] 步骤 3014：上报绝缘故障。

[00118] 具体地说，由于高压电池组的绝缘阻值不符合预设要求，说明高压电池组的绝缘部分可能存在故障，需要上报绝缘故障。

[00119] 不难发现，本实施例为与参照图 1-5 描述的实施例相对应的方法实施例，本实施例可与参照图 1-5 描述的实施例互相配合实施。参照图 1-5 描述的实施例中提到的相关技术细节在本实施例中依然有效，为了减少重复，这里不

再赘述。相应地，本实施例中提到的相关技术细节也可应用在参照图 1-5 描述的实施例中。

[00120] 上面各种方法的步骤划分，只是为了描述清楚，实现时可以合并为一个步骤或者对某些步骤进行拆分，分解为多个步骤，只要包括相同的逻辑关系，都在本专利的保护范围内；对算法中或者流程中添加无关紧要的修改或者引入无关紧要的设计，但不改变其算法和流程的核心设计都在该专利的保护范围内。

[00121] 本申请的再一实施例涉及一种高压电池组的预充方法，本实施例是对参照图 11-13 描述的实施例的进一步改进，具体改进之处为：通过控制充电开关模块、充电预充模块、主负开关模块和主负预充模块的闭合顺序和断开顺序，实现充电过程中的分级预充，通过控制主正开关模块、主正预充模块、主负开关模块和主负预充模块的闭合顺序和断开顺序，实现放电过程中的分级预充。

[00122] 具体地说，充电过程中，如图 14 所示，本实施例的高压电池组的预充方法包括步骤 401 至步骤 408，其中，步骤 401、步骤 406 至步骤 408 分别与参照图 11-13 描述的实施例的步骤 201 至步骤 204 大致相同，此处不再赘述，下面主要介绍不同之处：

[00123] 步骤 401：控制充电预充模块闭合。

[00124] 步骤 402：控制主负预充模块闭合。

[00125] 需要说明的是，本领域技术人员可以理解，本实施例中，为阐述清楚，将步骤 401 作为步骤 402 的前一步骤，实际应用中，可以同时执行步骤 402 和步骤 401，或者，先执行步骤 402，后执行步骤 401，本实施例不限制执行步骤 401 和步骤 402 的前后顺序。

[00126] 步骤 403：检测主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二

端的电压。

[00127] 步骤 404: 判断主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系。

[00128] 具体地说,控制模块在确定主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压符合第三约束关系后,执行步骤 405,否则,返回至步骤 403。

[00129] 步骤 405: 闭合主负开关模块,断开主负预充模块。

[00130] 步骤 406: 检测充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压。

[00131] 步骤 407: 判断充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压是否符合第二约束关系。

[00132] 具体地说,控制模块在确定充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压符合第二约束关系后,执行步骤 408,否则,继续执行步骤 406。

[00133] 步骤 408: 闭合充电开关模块,断开充电预充模块。

[00134] 控制模块通过执行步骤 401 至步骤 408,实现充电过程中的分级预充。

[00135] 在放电过程中,本实施例的高压电池组的预充方法如图 15 所示,包括步骤 501 至步骤 508,其中,步骤 501、步骤 506 至步骤 508 分别与参照图 11-13 描述的实施例的步骤 301 至步骤 304 大致相同,此处不再赘述,下面主要介绍不同之处:

[00136] 步骤 501: 控制主正预充模块闭合。

[00137] 步骤 502: 控制主负预充模块闭合。

[00138] 需要说明的是,本领域技术人员可以理解,本实施例中,为阐述清楚,将步骤 501 作为步骤 502 的前一步骤,实际应用中,可以同时执行步骤 502 和步骤 501,或者,先执行步骤 502,后执行步骤 501,本实施例不限制执行步骤 501 和步骤 502 的前后顺序。

[00139] 步骤 503: 检测主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压。

[00140] 步骤 504: 判断主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系。

[00141] 具体地说,控制模块在确定主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压符合第三约束关系后,执行步骤 505,否则,返回至步骤 503。

[00142] 步骤 505: 闭合主负开关模块,断开主负预充模块。

[00143] 步骤 506: 检测主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压。

[00144] 步骤 507: 判断主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压是否符合第二约束关系。

[00145] 具体地说,控制模块在确定主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压符合第二约束关系后,执行步骤 508,否则,继续执行步骤 506。

[00146] 步骤 508: 闭合主正开关模块,断开主正预充模块。

[00147] 需要说明的是,本实施例中,为描述清楚,在充电过程中,通过先对主负开关模块的两端的电压进行检测,根据检测结果控制主负开关模块闭合,

再对充电开关模块的两端的电压进行检测，根据检测结果控制充电开关模块闭合的方法，实现分级预充，实际应用中，也可以通过其他方式实现充电过程中的分级预充。

[00148] 例如，在充电过程中，控制模块先控制主负预充模块和充电预充模块闭合，检测充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压；判断充电开关模块的第一端的电压和充电开关模块的第二端的电压是否符合第一约束关系；若确定是，闭合充电开关模块，断开充电预充模块。控制模块在闭合充电开关模块，断开充电预充模块之后，检测主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压；判断主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系；若确定是，闭合主负开关模块，断开主负预充模块。本实施例不限制实现充电过程的分级预充中，对主负开关模块和充电开关模块的控制顺序。

[00149] 需要说明的是，本实施例中，为描述清楚，在放电过程中，通过先对主负开关模块的两端的电压进行检测，根据检测结果控制主负开关模块闭合，再对主正开关模块的两端的电压进行检测，根据检测结果控制主正开关闭合的方法，实现分级预充，实际应用中，也可以通过其他方式实现放电过程中的分级预充。

[00150] 例如，在放电过程中，控制模块先控制主负预充模块和主正预充模块闭合，检测主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压；判断主正开关模块的第一端的电压和主正开关模块的第二端的电压是否符合第二约束关系；若确定是，闭合主正开关模块，断开主正预充模块。控制模块在闭合主正开关模块，断开主正预充模块之后，检测主负开关模块的第一端的电压

和主负开关模块的第二端的电压；判断主负开关模块的第一端的电压和主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系；若确定是，闭合主负开关模块，断开主负预充模块。本实施例不限制实现放电过程的分级预充中，对主负开关模块和充电开关模块的控制顺序。

[00151] 不难发现，本实施例为与参照图 6-10 描述的实施例相对应的方法实施例，因此本实施例可与参照图 6-10 描述的实施例互相配合实施。参照图 6-10 描述的实施例中提到的相关技术细节在本实施例中依然有效，在参照图 6-10 描述的实施例中所能达到的技术效果在本实施例中也同样可以实现，为了减少重复，这里不再赘述。相应地，本实施例中提到的相关技术细节也可应用在第二实施例中。

[00152] 本领域的普通技术人员可以理解，上述各实施例是实现本申请的具体实施例，而在实际应用中，可以在形式上和细节上对其作各种改变，而不偏离本申请的精神和范围。

权利要求书

1、一种高压电池组的预充电路，其中，包括：高压电池组、主正开关模块、主正预充模块、充电开关模块、充电预充模块、主负开关模块和控制模块；

5 所述高压电池组的正极分别与所述主正开关模块的第一端和所述充电开关模块的第一端连接，所述高压电池组的负极与所述主负开关模块的第一端连接；所述主正开关模块的第二端与所述预充电路的主正连接端连接，所述充电开关模块的第二端与所述预充电路的充电连接端连接，所述主负开关模块的第二端与所述预充电路的主负连接端连接；所述主正预充模块与所述主正开关模块并联，所述充电预充模块与所述充电开关模块并联；

10 在充电过程中，所述控制模块控制所述充电预充模块闭合，检测所述充电开关模块的第一端的电压和所述充电开关模块的第二端的电压，在确定所述充电开关模块的第一端的电压和所述充电开关模块的第二端的电压符合第一约束关系后，闭合所述充电开关模块，断开所述充电预充模块；

15 在放电过程中，所述控制模块控制所述主正预充模块闭合，检测所述主正开关模块的第一端的电压和所述主正开关模块的第二端的电压，在确定所述主正开关模块的第一端的电压和所述主正开关模块的第二端的电压符合第二约束关系后，闭合所述主正开关模块，断开所述主正预充模块。

2、如权利要求 1 所述的高压电池组的预充电路，其中，所述高压电池组的预充电路还包括主负预充模块，所述主负预充模块与所述主负开关模块并联。

20 3、如权利要求 1 或 2 所述的高压电池组的预充电路，其中，所述充电预充模块包括充电预充开关和第一电阻网络，所述充电预充开关和所述第一电阻网

络串联；所述主正预充模块包括主正预充开关和第二电阻网络，所述主正预充开关和所述第二电阻网络串联。

4、如权利要求 2 所述的高压电池组的预充电路，其中，所述主负预充模块包括主负预充开关和第三电阻网络，所述主负预充开关和所述第三电阻网络串
5 联。

5、如权利要求 1 至 4 中任一项所述的高压电池组的预充电路，其中，所述高压电池组的预充电路还包括第一电流检测模块；

所述充电开关模块的第二端通过所述第一电流检测模块与所述充电连接端连接，所述第一电流检测模块与所述控制模块连接；所述控制模块在确定所述
10 第一电流检测模块检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障。

6、如权利要求 1 至 5 中任一项所述的高压电池组的预充电路，其中，所述高压电池组的预充电路还包括第二电流检测模块；

所述主正开关模块的第二端通过所述第二电流检测模块与所述主正连接端连接，所述第二电流检测模块与所述控制模块连接；所述控制模块在确定所述
15 第二电流检测模块检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。

7、如权利要求 1 至 6 中任一项所述的高压电池组的预充电路，其中，所述高压电池组的预充电路还包括第三电流检测模块；

所述主负开关模块的第二端通过所述第三电流检测模块与所述主负连接端连接；所述第三电流检测模块与所述控制模块连接；

20 在充电过程中，所述控制模块在确定所述第三电流检测模块检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障；

在放电过程中，所述控制模块在确定所述第三电流检测模块检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。

8、如权利要求 1 至 7 中任一项所述的高压电池组的预充电路，其中，所述高压电池组的预充电路还包括充电模块和放电模块；

5 所述充电模块的第一端与所述充电连接端连接，所述充电模块的第二端与所述主负连接端连接，所述放电模块的第一端与所述主正连接端连接，所述放电模块的第二端与所述主负连接端连接。

9、如权利要求 8 所述的高压电池组的预充电路，其中，所述放电模块包括 N 个负载子模块，所述高压电池组的预充电路还包括 N 个第四电流检测模块，
10 所述 N 个负载子模块与所述 N 个第四电流检测模块一一对应；其中，每个所述负载子模块的第一端通过负载开关与对应的第四电流检测模块的第二端连接，所述第四电流检测模块的第一端均与所述主正连接端连接，每个所述负载子模块的第二端均与所述主负连接端连接；每个所述第四电流检测模块分别与所述控制模块连接；所述控制模块在放电过程中，在确定第四电流检测模块检测得
15 到的电流值超过第三阈值时，上报过流故障；N 为正整数。

10、一种高压电池组的预充方法，其中，应用于权利要求 1 所述的高压电池组的预充电路，包括：

在充电过程中，控制充电预充模块闭合；

检测充电开关模块的第一端的电压和所述充电开关模块的第二端的电压；

20 判断所述充电开关模块的第一端的电压和所述充电开关模块的第二端的电压是否符合第一约束关系；

若确定是，闭合所述充电开关模块，断开所述充电预充模块；

在放电过程中，控制主正预充模块闭合；

检测主正开关模块的第一端的电压和所述主正开关模块的第二端的电压；

判断所述主正开关模块的第一端的电压和所述主正开关模块的第二端的电压是否符合第二约束关系；

5 若确定是，闭合所述主正开关模块，断开所述主正预充模块。

11、如权利要求 10 所述的预充方法，其中，在所述控制充电预充模块闭合之前，或，所述控制主正预充模块闭合之前，所述预充方法还包括：

闭合主负开关模块。

12、如权利要求 10 或 11 所述的预充方法，其中，所述高压电池组的预充
10 电路还包括主负预充模块，所述主负预充模块与所述主负开关模块并联；

在充电过程中，

在所述检测充电开关模块的第一端的电压和所述充电开关模块的第二端的电压之前，所述预充方法还包括：控制所述主负预充模块闭合；检测所述主负开关模块的第一端的电压和所述主负开关模块的第二端的电压；判断所述
15 主负开关模块的第一端的电压和所述主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系；若确定是，闭合所述主负开关模块，断开所述主负预充模块；

在放电过程中，

在所述检测主正开关模块的第一端的电压和所述主正开关模块的第二端的电压之前，所述预充方法还包括：控制所述主负预充模块闭合；检测所述
20 主负开关模块的第一端的电压和所述主负开关模块的第二端的电压；判断所述主负开关模块的第一端的电压和所述主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系；若确定是，闭合所述主负开关模块，断开所述主负预充模块。

13、如权利要求 10 或 11 所述的预充方法，其中，所述高压电池组的预充电路还包括主负预充模块，所述主负预充模块与所述主负开关模块并联；

在充电过程中，

在所述检测充电开关模块的第一端的电压和所述充电开关模块的第二端的电压之前，所述预充方法还包括：控制所述主负预充模块闭合；

在所述闭合所述充电开关模块，断开所述充电预充模块之后，所述预充方法还包括：检测所述主负开关模块的第一端的电压和所述主负开关模块的第二端的电压；判断所述主负开关模块的第一端的电压和所述主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系；若确定是，闭合所述主负开关模块，断开所述主负预充模块；

在放电过程中，

在所述检测主正开关模块的第一端的电压和所述主正开关模块的第二端的电压之前，所述预充方法还包括：控制所述主负预充模块闭合；

在所述闭合所述主正开关模块，断开所述主正预充模块之后，所述预充方法还包括：检测所述主负开关模块的第一端的电压和所述主负开关模块的第二端的电压；判断所述主负开关模块的第一端的电压和所述主负开关模块的第二端的电压是否符合第三约束关系；若确定是，闭合所述主负开关模块，断开所述主负预充模块。

14、如权利要求 10 至 13 中任一项所述的预充方法，其中，在所述控制充电预充模块闭合，或，所述控制主正预充模块闭合之前，所述预充方法还包括：

确定高压电池组的绝缘阻值是否符合预设要求，并且在确定所述高压电池组的绝缘阻值符合预设要求的情况下，控制所述充电预充模块闭合或者控制所述主正预充模块闭合。

15、如权利要求 10 至 13 中任一项所述的预充方法，其中，所述高压电池组的预充电路还包括第一电流检测模块；

所述充电开关模块的第二端通过所述第一电流检测模块与所述充电连接端连接，所述第一电流检测模块与所述控制模块连接；

在充电过程中，在所述闭合所述充电开关模块，断开所述充电预充模块之后，所述预充方法还包括：在确定所述第一电流检测模块检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障。

16、如权利要求 10 至 13 中任一项所述的预充方法，其中，所述高压电池组的预充电路还包括第二电流检测模块；所述主正开关模块的第二端通过所述第二电流检测模块与所述主正连接端连接，所述第二电流检测模块与所述控制模块连接；

在放电过程中，在所述闭合所述主正开关模块，断开所述主正预充模块之后，所述预充方法还包括：在确定所述第二电流检测模块检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。

17、如权利要求 10 至 13 中任一项所述的预充方法，其中，所述高压电池组的预充电路还包括第三电流检测模块；

所述主负开关模块的第二端通过所述第三电流检测模块与所述主负连接端连接；所述第三电流检测模块与所述控制模块连接；

在充电过程中，在所述闭合所述充电开关模块，断开所述充电预充模块之后，所述预充方法还包括：在确定所述第三电流检测模块检测得到的电流值超过第一阈值时，上报过流故障；

5 在放电过程中，在所述闭合所述主正开关模块，断开所述主正预充模块之后，所述预充方法还包括：在确定所述第三电流检测模块检测得到的电流值超过第二阈值时，上报过流故障。

18、如权利要求 10 至 13 中任一项所述的预充方法，其中，所述高压电池的预充电路还包括放电模块和 N 个第四电流检测模块，所述放电模块包括 N 个负载子模块，所述 N 个负载子模块与所述 N 个第四电流检测模块一一对应；

10 每个所述负载子模块的第一端通过负载开关与对应的第四电流检测模块的第二端连接，所述第四电流检测模块的第一端均与所述主正连接端连接，每个所述负载子模块的第二端均与所述主负连接端连接；每个所述第四电流检测模块分别与所述控制模块连接；

15 在放电过程中，在所述闭合所述主正开关模块，断开所述主正预充模块之后，所述预充方法还包括：在确定第四电流检测模块检测得到的电流值超过第三阈值时，上报过流故障。

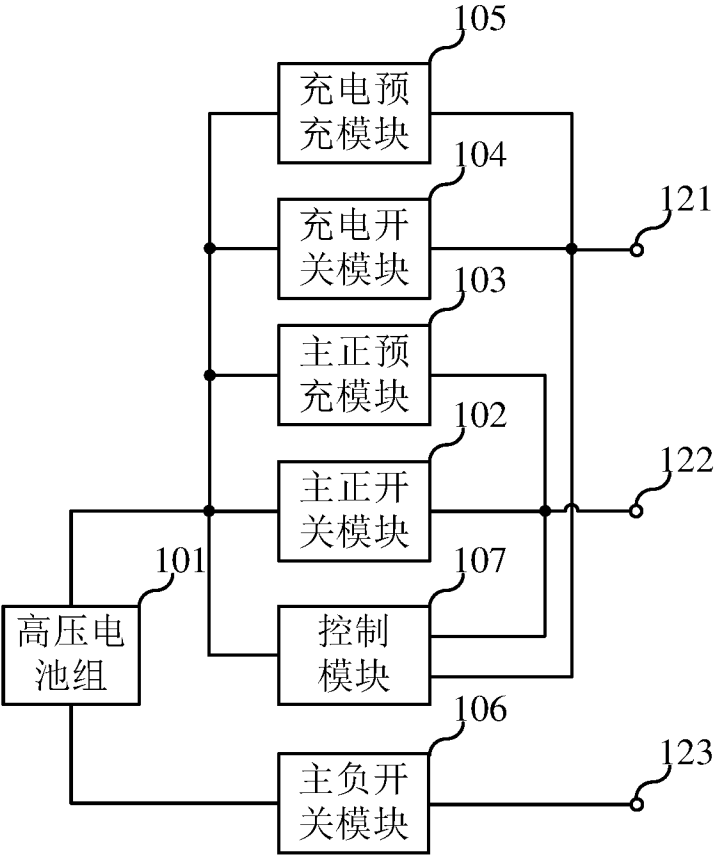


图 1

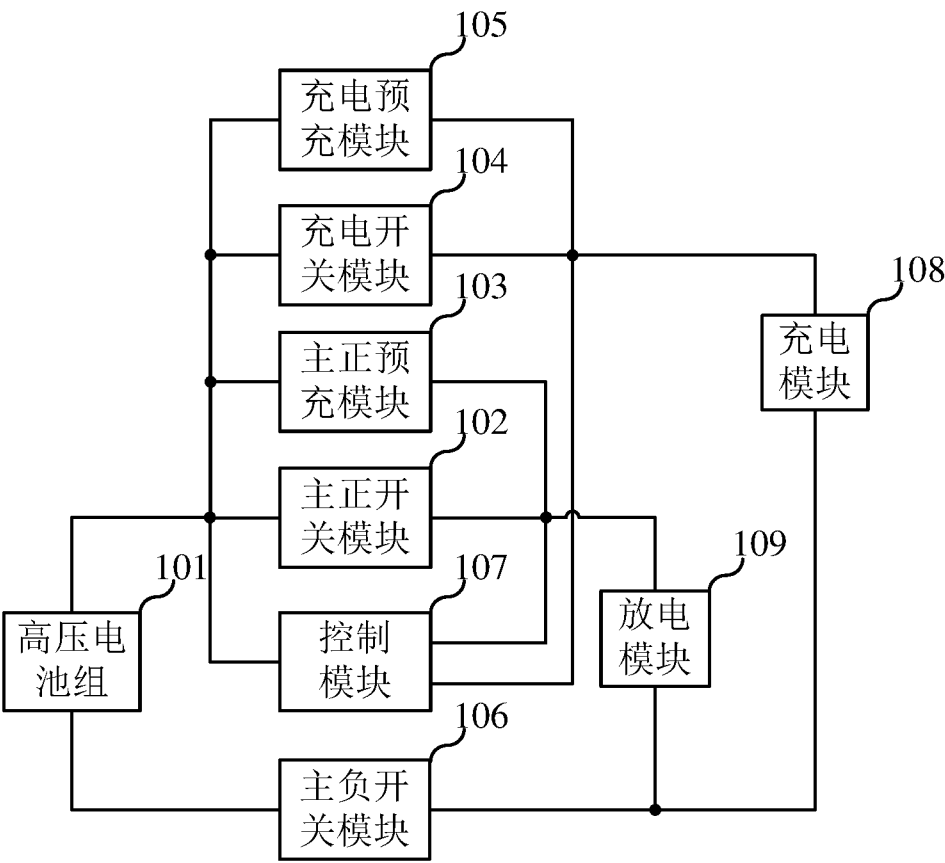


图 2

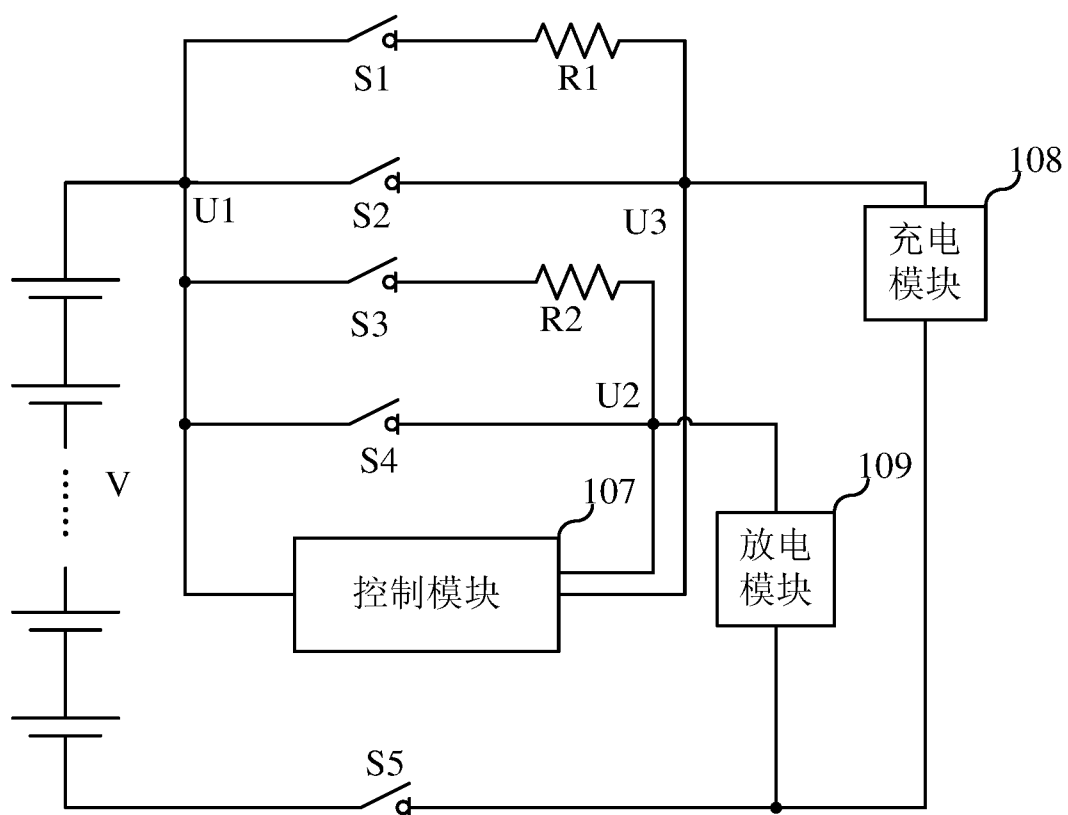


图 3

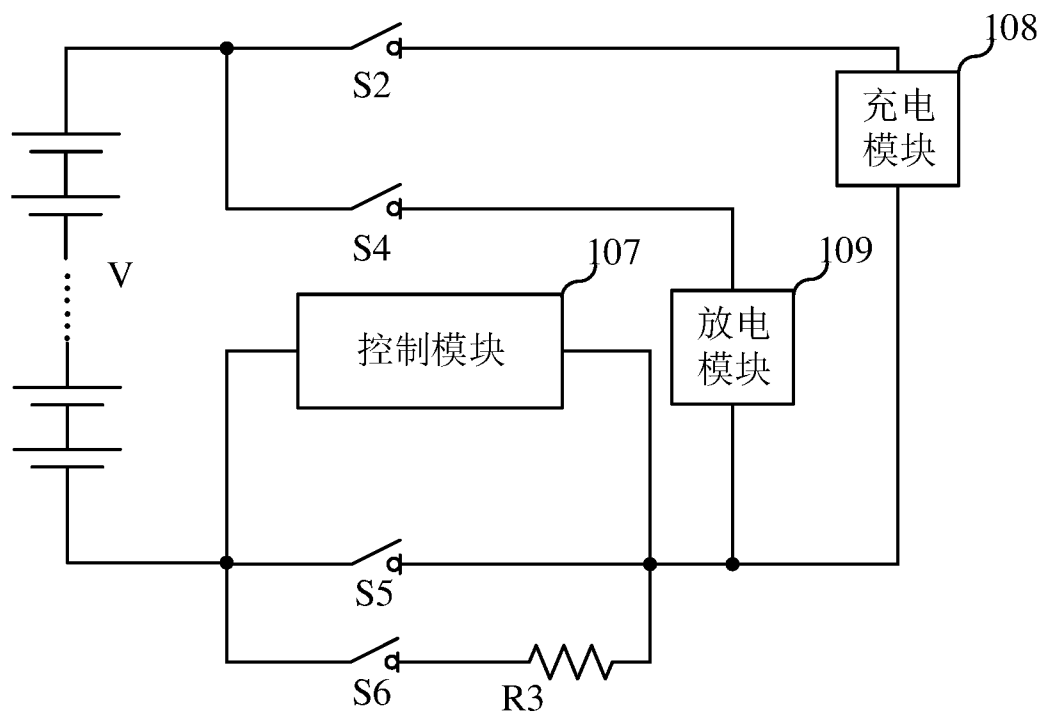


图 4

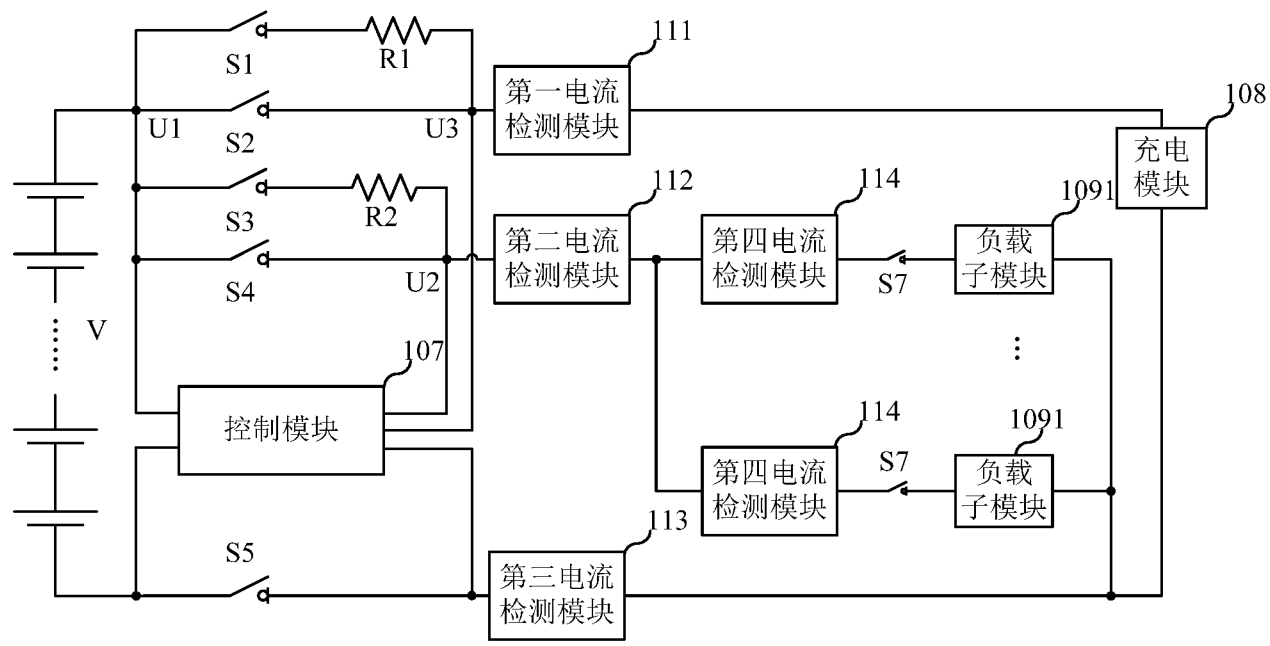


图 5

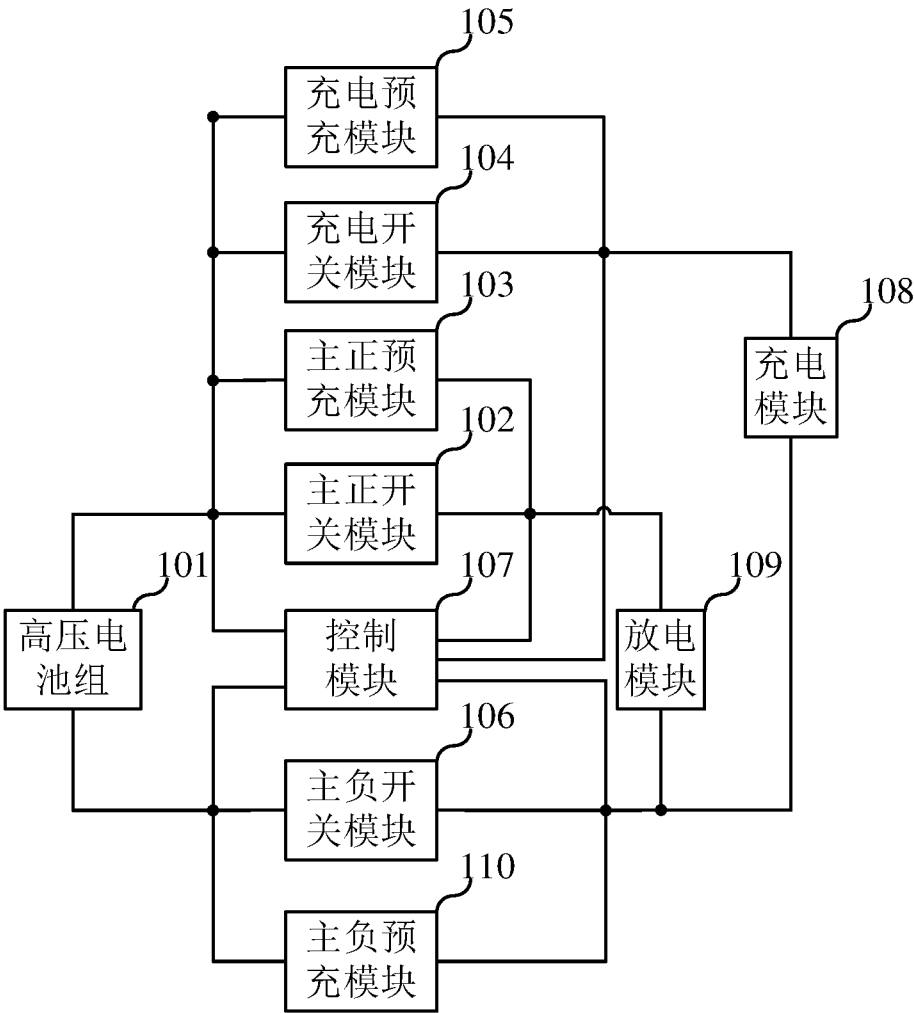


图 6

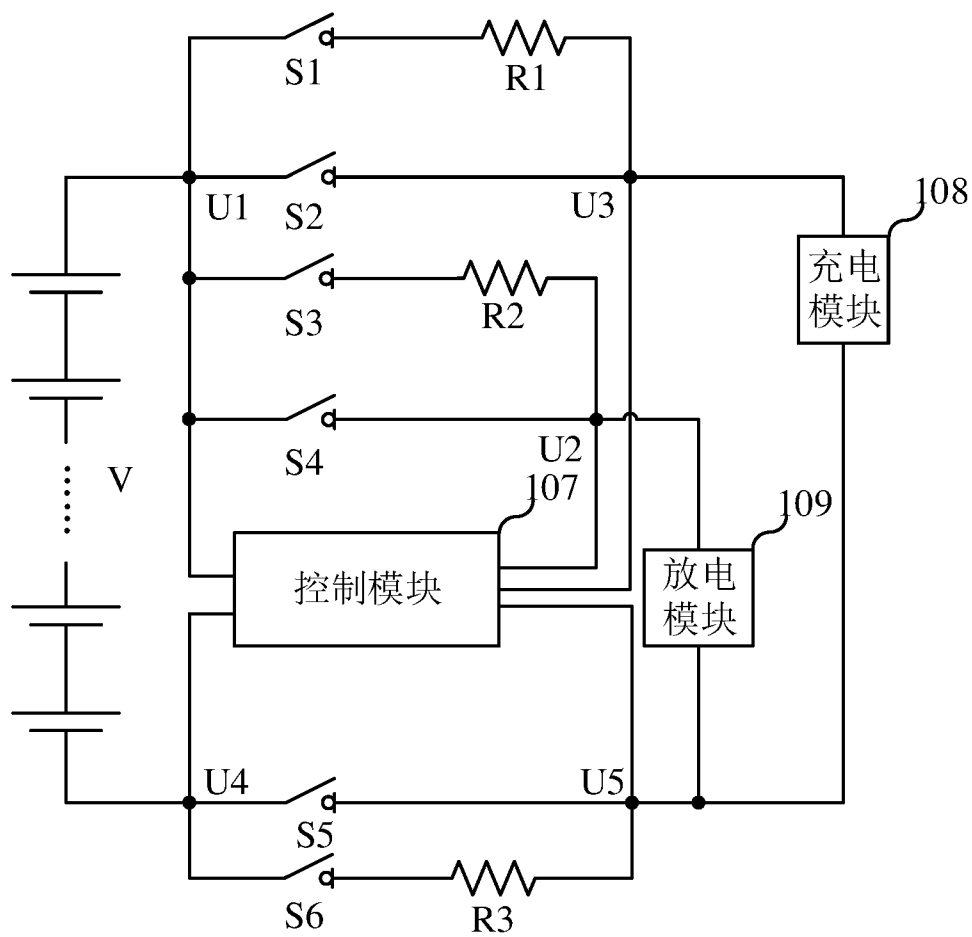


图 7

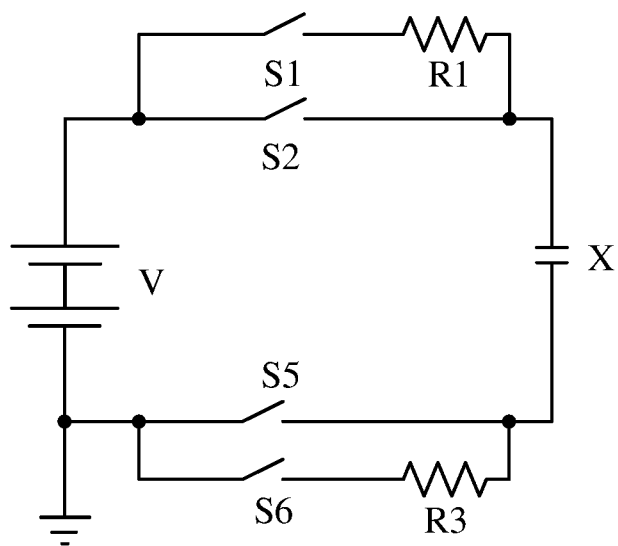


图 8

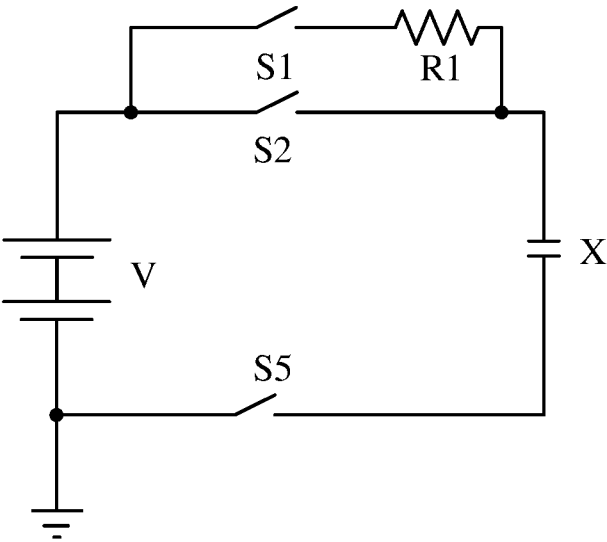


图 9

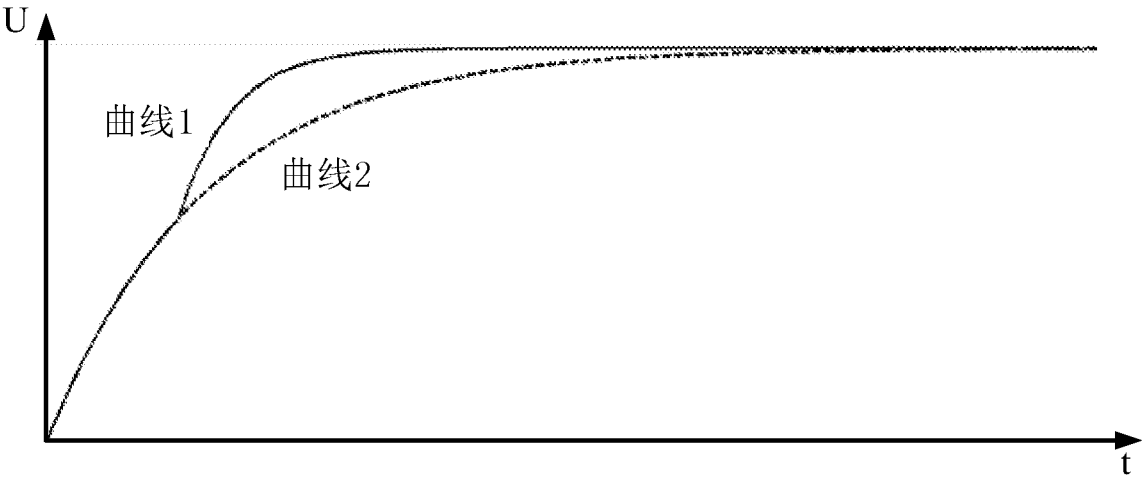


图 10

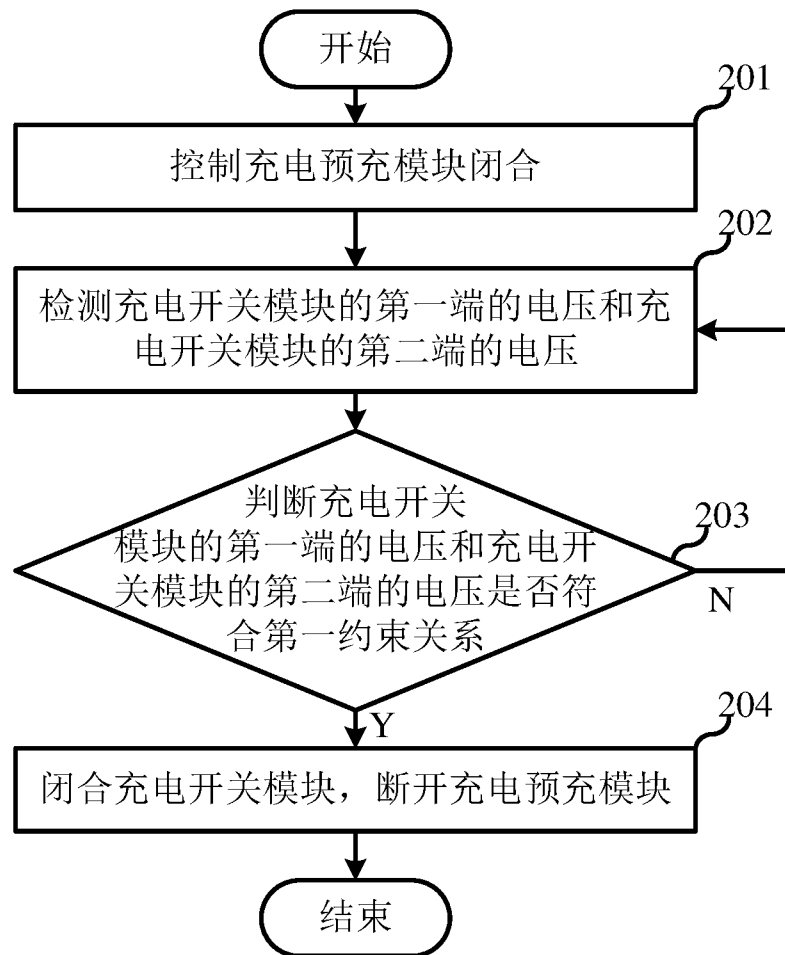


图 11

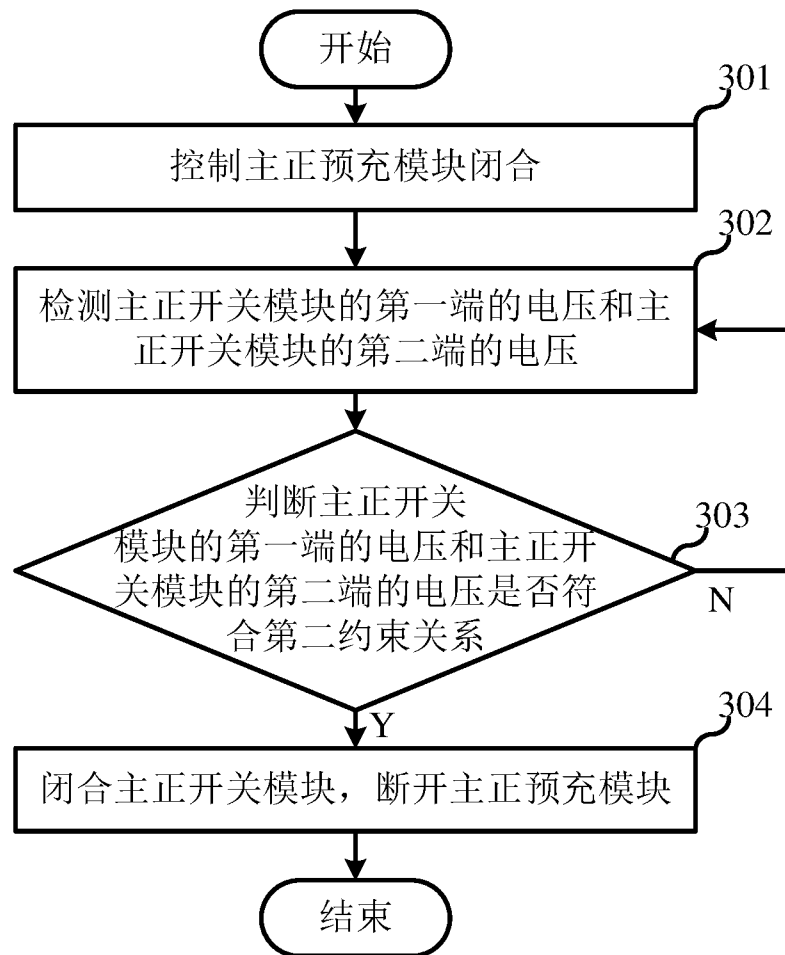


图 12

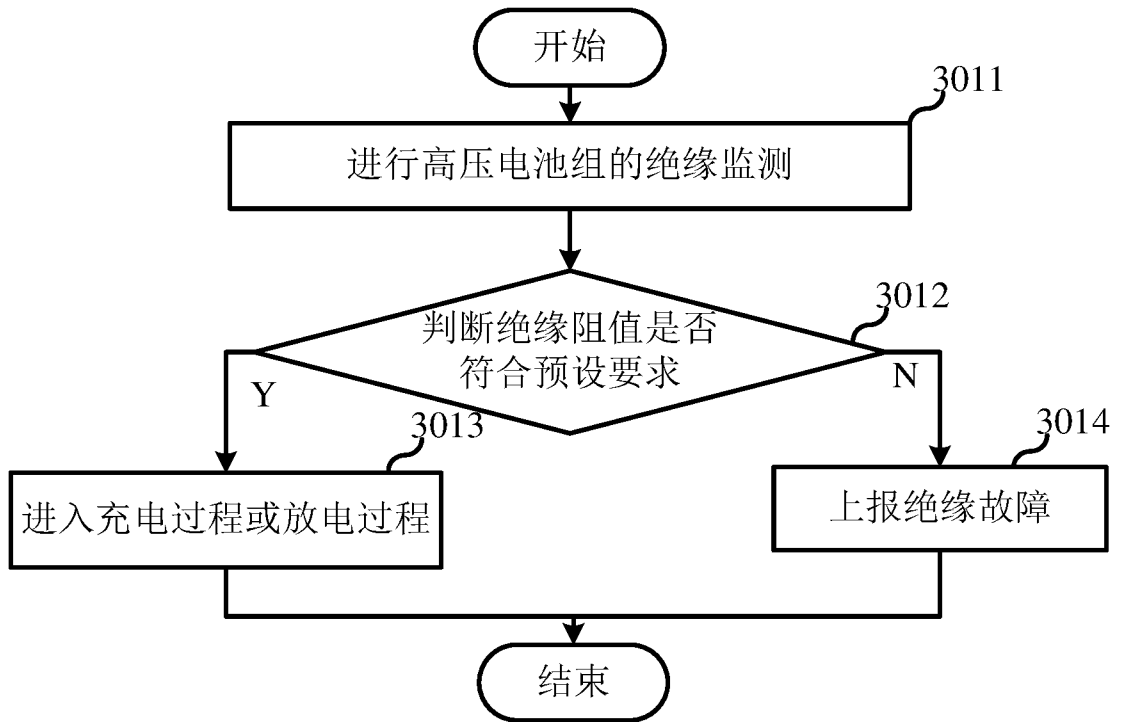


图 13

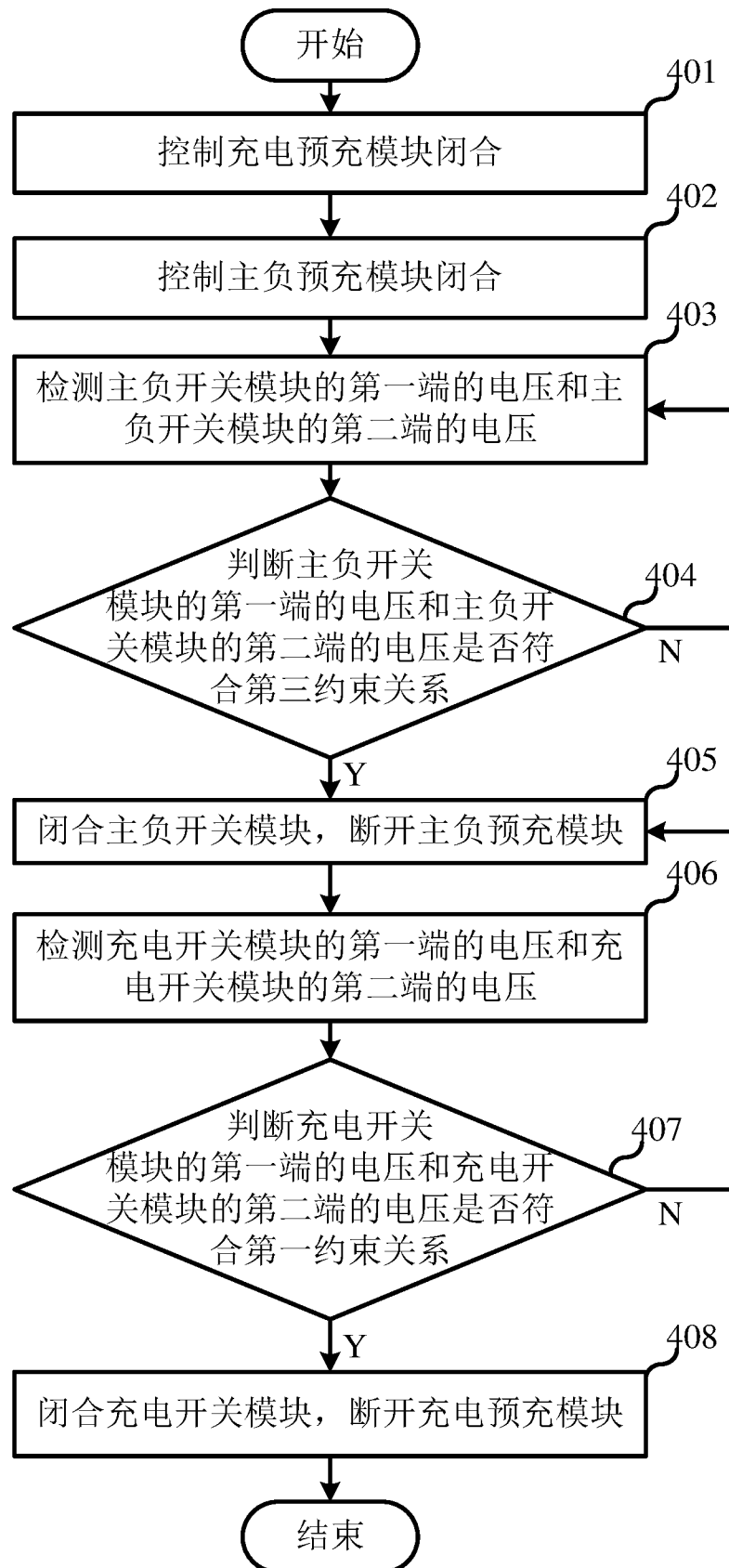


图 14

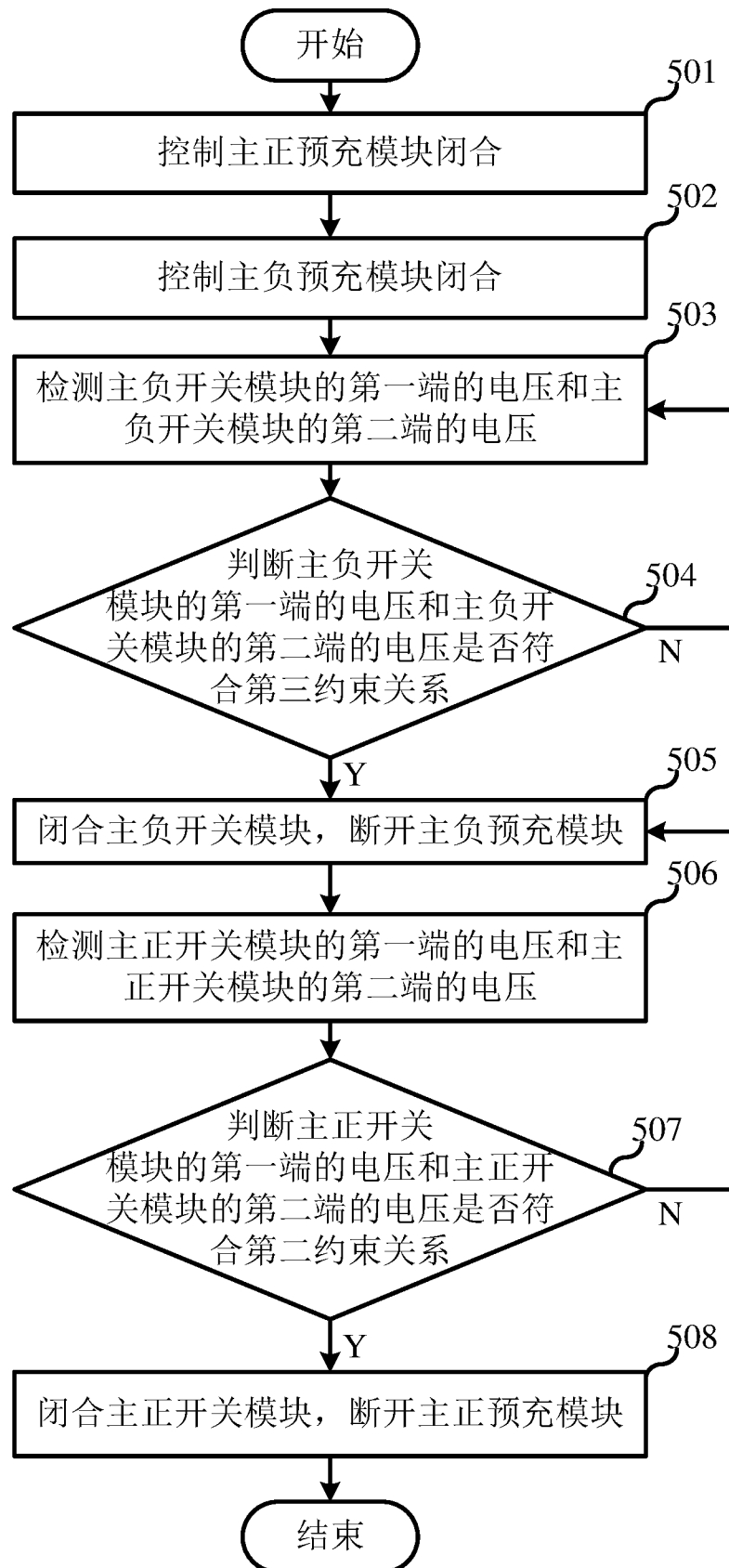


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/072855

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 7/00(2006.01)i; H01M 10/44(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J; H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, CNTXT, DWPI, SIPOABS: 电池, 充电, 放电, 开关, 模块, 预充, 预先, 控制, 辅助, 软启动, 闭合, 断开, 电压, 电流, 检测, 判断, 并联, 电阻, battery, charge, discharge, switch, module, precharge, control, soft-start, close, open, voltage, current, detect, judge, parallel, resistor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109818393 A (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED) 28 May 2019 (2019-05-28) claims 1-18, description, paragraphs 0043-0145, and figures 1-15	1-18
X	CN 107452995 A (SHANGHAI INSTITUTE OF SPACE POWER SOURCES) 08 December 2017 (2017-12-08) description, paragraphs 0020-0046, and figures 1-3	1-18
A	CN 207117205 U (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 16 March 2018 (2018-03-16) entire document	1-18
A	CN 108808819 A (SHENZHEN YUZE NEW ENERGY CO., LTD.) 13 November 2018 (2018-11-13) entire document	1-18
A	US 2007108939 A1 (PANASONIC EV ENERGY CO., LTD.) 17 May 2007 (2007-05-17) entire document	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 April 2020

Date of mailing of the international search report

22 April 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/072855

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109818393	A	28 May 2019	None			
CN	107452995	A	08 December 2017	CN	107452995	B	31 January 2020
CN	207117205	U	16 March 2018	US	2018309171	A1	25 October 2018
				WO	2018196406	A1	01 November 2018
				EP	3599697	A1	29 January 2020
				EP	3599697	A4	29 January 2020
CN	108808819	A	13 November 2018	CN	208445340	U	29 January 2019
US	2007108939	A1	17 May 2007	JP	2007141478	A	07 June 2007
				US	7508164	B2	24 March 2009
				JP	4874632	B2	15 February 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/072855

A. 主题的分类

H02J 7/00(2006.01)i; H01M 10/44(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02J; H01M

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNKI, CNTXT, DWPI, SIPOABS: 电池, 充电, 放电, 开关, 模块, 预充, 预先, 控制, 辅助, 软启动, 闭合, 断开, 电压, 电流, 检测, 判断, 并联, 电阻, battery, charge, discharge, switch, module, precharge, control, soft-start, close, open, voltage, current, detect, judge, parallel, resistor

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 109818393 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2019年 5月 28日 (2019 - 05 - 28) 权利要求1-18和说明书0043-0145段、附图1-15	1-18
X	CN 107452995 A (上海空间电源研究所) 2017年 12月 8日 (2017 - 12 - 08) 说明书0020-0046段、附图1-3	1-18
A	CN 207117205 U (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2018年 3月 16日 (2018 - 03 - 16) 全文	1-18
A	CN 108808819 A (深圳昱泽新能源有限公司) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 全文	1-18
A	US 2007108939 A1 (PANASONIC EV ENERGY CO LTD) 2007年 5月 17日 (2007 - 05 - 17) 全文	1-18

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 4月 8日

国际检索报告邮寄日期

2020年 4月 22日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

杨广辉

电话号码 62089884

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/072855

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	109818393	A	2019年 5月 28日	无	
CN	107452995	A	2017年 12月 8日	CN	107452995 B 2020年 1月 31日
CN	207117205	U	2018年 3月 16日	US	2018309171 A1 2018年 10月 25日
				WO	2018196406 A1 2018年 11月 1日
				EP	3599697 A1 2020年 1月 29日
				EP	3599697 A4 2020年 1月 29日
CN	108808819	A	2018年 11月 13日	CN	208445340 U 2019年 1月 29日
US	2007108939	A1	2007年 5月 17日	JP	2007141478 A 2007年 6月 7日
				US	7508164 B2 2009年 3月 24日
				JP	4874632 B2 2012年 2月 15日