(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
2025 年 1 月 2 日 (02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2025/001076 A1

(51) 国际专利分类号:
G01R 31/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/072593

(22) 国际申请日: 2024 年 1 月 16 日 (16.01.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310779953.1 2023年6月28日 (28.06.2023) CN

(71) 申请人: 宁德时代未来能源（上海）研究院有限公司(**CONTEMPORARY AMPEREX FUTURE ENERGY RESEARCH INSTITUTE (SHANGHAI) LIMITED**) [CN/CN]; 中国上海市闵行区园美路 58 号 1 幢 2 层 203、204 室, Shanghai 200241 (CN)。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: 宗彦妘 (**ZONG, Yanyun**); 中国上海市闵行区园美路58号1幢2层203、204室, Shanghai 200241 (CN)。雷志方 (**LEI, Zhifang**); 中国上海市闵行区园美路58号1幢2层203、204室, Shanghai 200241 (CN)。刘子昂 (**LIU, Ziang**); 中国上海市闵行区园美路58号1幢2层203、204室, Shanghai 200241 (CN)。

(74) 代理人: 北京华进京联知识产权代理有限公司 (**ACIP LAW OFFICES**); 中国北京市海淀区知春路7号致真大厦A1403, Beijing 100191 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

(54) **Title:** ENERGY STORAGE VALVE SUB-MODULE TESTING METHOD, APPARATUS AND SYSTEM, AND COMPUTER DEVICE

(54) 发明名称: 储能阀子模块测试方法、装置、系统和计算机设备

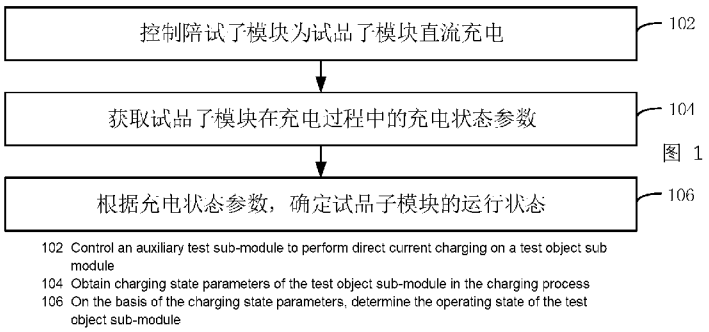


图 1

(57) **Abstract:** An energy storage valve sub-module testing method, apparatus and system, a computer device, a storage medium, and a computer program product. The method comprises: using an auxiliary test sub-module and a test object sub-module to build a mutual-testing architecture, and using the auxiliary test sub-module to charge the test object sub-module (step 102); obtaining charging state parameters of the test object sub-module in the charging process (step 104); and performing analysis to obtain the operating state of the test object sub-module (step 106).

(57) 摘要: 一种储能阀子模块测试方法、装置、系统、计算机设备、存储介质和计算机程序产品，采用陪试子模块和试品子模块搭建对拖架构，利用陪试子模块向试品子模块充电（步骤102），获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数（步骤104），从而分析得到试品子模块的运行状态（步骤106）。

WO 2025/001076 A1

[见续页]

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))。

储能阀子模块测试方法、装置、系统和计算机设备

相关申请

[0001] 本申请要求 2023 年 06 月 28 日申请的，申请号为 2023107799531，名称为“储能阀子模块测试方法、装置、系统和计算机设备”的中国专利申请的优先权，在此将其全文引入作为参考。

技术领域

[0002] 本申请涉及储能技术领域，特别是涉及一种储能阀子模块测试方法、装置、系统、计算机设备、存储介质和计算机程序产品。

背景技术

[0003] 储能在电力系统的发、输、配、用等各个环节提供调频、调峰等应用，起到稳定电网频率、缓解电网阻塞、提高发电用电灵活性等作用。级联式储能系统具有模块化设计、容量利用率高、转换效率高、动态响应快、谐波含量小、系统运行稳定等优点，已成为当下研究热点并具备广阔的应用前景。

[0004] 级联式储能系统的核心部件是集成功率模块和电池模块的储能阀子模块，储能阀子模块可靠运行，对于储能系统乃至电力系统的高可靠性具有重要意义。然而，相关技术中，储能阀子模块的运行可靠性较低。

申请内容

[0005] 基于此，有必要提供一种储能阀子模块测试方法、装置、系统、计算机设备、存储介质和计算机程序产品。

[0006] 一种储能阀子模块测试方法，包括：控制陪试子模块为试品子模块直流充电，其中，试品子模块包括相连的第一功率模块和第一储能模块，陪试子模块包括相连的第二功率模块和第二储能模块，第一功率模块的高压端连接第二功率模块的高压端，第一功率模块的低压端连接第二功率模块的低压端；获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数；根据充电状态参数，确定试品子模块的运行状态。

[0007] 上述方案，采用陪试子模块和试品子模块搭建对拖架构，利用陪试子模块向试品子模块充电，获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数，从而分析得到试品子模块的运行状态。通过该方案，可模拟储能阀子模块的实际运行工况，在储能阀子模块投入使用之前，对储能阀子模块进行运行检测，降低故障储能阀子模块投入储能系统的概率，提高储能阀子模块的运行可靠性。

[0008] 在一些实施例中，控制陪试子模块为试品子模块直流充电，包括：在陪试子模块与试品子模块的电压差值大于第一预设阈值的情况下，控制陪试子模块为试品子模块正向模式充电；在陪试子模块与试品子模块的电压差值小于第二预设阈值的情况下，控制陪试子模块为试品子模块逆向模式充电；其中，第一预设阈值大于或等于第二预设阈值。

[0009] 上述方案，在陪试子模块的电压大于试品子模块的电压，或者陪试子模块的电压小于试品子模块的电压的情况下，均可通过陪试子模块为试品子模块进行充电，提高试品子模块的充电测试可靠性。

[0010] 在一些实施例中，控制陪试子模块为试品子模块正向模式充电，包括：控制试品子模块进入充电模式，并控制陪试子模块的功率开关器件轮换导通，以通过第二储能模块为试品子模块正向模式充电。

[0011] 上述方案，控制陪试子模块的功率开关器件轮换导通的方式，可保持持续且较为稳定的直流电流为试品子模块充电。

[0012] 在一些实施例中，第一功率模块的高压端通过电感连接第二功率模块的高压端，控制陪试子模块为试品子模块逆向模式充电，包括：控制陪试子模块向电感充电；控制试品子模块进入充电模式，并控制陪试子模块的功率开关器件轮换导通，以通过电感存储的电能和第二储能模块为试品子模块逆向模式充电。

[0013] 上述方案，在陪试子模块的电压小于试品子模块的电压的情况下，首先控制试品子模块为电感充电，之后再以电感的电能，以及第二储能模块存储的电能传输到试品子模块，从而达到升压效果，保持持续且较为稳定的直流电流为试品子模块充电。

[0014] 在一些实施例中，控制陪试子模块为试品子模块直流充电，包括：向试品子模块输入任意占空比和频率的开关控制信号，以及向陪试子模块输入固定频率的开关控制信号，控制陪试子模块向试品子模块直流充电。

[0015] 上述方案，试品子模块可以以任意占空比和频率的开关控制信号进行充电测试，从而完成 0 至最高运行频率以及任意占空比的充电测试，丰富试品子模块的测试场景。

[0016] 在一些实施例中，储能阀子模块测试方法还包括：根据试品子模块的第一端的电流采样值以及预设参考电流，调整陪试子模块的开关控制信号的占空比。

[0017] 上述方案，陪试子模块在以固定频率的开关控制信号通断为子模块充电时，还能结合实际反馈的电流采样值，实时调整开关控制信号的占空比，提高试品子模块的测试可靠性。

[0018] 在一些实施例中，充电状态参数包括电流参数、电压参数、温度参数中的至少一种。

[0019] 上述方案，充电状态参数包括电流参数、电压参数、温度参数中的至少一种，从而可根据电流参数、电压参数、温度参数中的至少一种，完成试品子模块的相应测试内容，可有效丰富测试内容。

[0020] 在一些实施例中，根据充电状态参数，确定试品子模块的运行状态，包括：根据电压参数和电流参数，确定试品子模块充电过程中的电压应力状态和电流应力状态。

[0021] 上述方案，可根据试品子模块在充电过程中的电压参数实现电压应力测试，通过电流参数实现电流应力测试，从而确定储能阀子模块的电压应力状态和电流应力状态，提高试品子模块投入使用时的运行可靠性。

[0022] 在一些实施例中，根据电流参数和温度参数，确定试品子模块的电流波动状态和温升状态。

[0023] 上述方案，可根据试品子模块在充电过程中的电流参数实现电流波动状态测试，通过温度参数实现温升测试，从而确定储能阀子模块的电流波动状态和温升状态，提高试品子模块投入使用时的运行可靠性。

[0024] 在一些实施例中，储能阀子模块测试方法还包括：在陪试子模块有补电需求的情况下，控制陪试子模块进行补电。

[0025] 上述方案，无论是测试之前，还是测试过程中，在陪试子模块有补电需求的情况下，均可为陪试子模块进行补电，可有效提高储能阀子模块的测试时长。

[0026] 在一些实施例中，储能阀子模块测试方法还包括：控制试品子模块对陪试子模块放电；获取试品子模块在放电过程中的放电状态参数；根据放电状态参数，确定试品子模块的运行状态。

[0027] 上述方案，还可通过控制试品子模块为陪试子模块充电，实现试品子模块的放电测试，进一步提高试品子模块投入使用时的运行可靠性。

[0028] 一种储能阀子模块测试装置，包括：充电控制模块，用于控制陪试子模块为试品子模块直流充电，其中，试品子模块包括相连的第一功率模块和第一储能模块，陪试子模块包括

相连的第二功率模块和第二储能模块，第一功率模块的高压端连接第二功率模块的高压端，第一功率模块的低压端连接第二功率模块的低压端；参数获取模块，用于获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数；充电状态参数用于确定试品子模块的运行状态。

[0029] 一种计算机设备，包括存储器和处理器，存储器存储有计算机程序，处理器执行计算机程序时实现上述储能阀子模块测试方法的步骤。

[0030] 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现上述储能阀子模块测试方法的步骤。

[0031] 一种计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述储能阀子模块测试方法的步骤。

[0032] 一种储能阀子模块测试系统，包括试品子模块、陪试子模块和处理器，试品子模块包括相连的第一功率模块和第一储能模块，陪试子模块包括相连的第二功率模块和第二储能模块，第一功率模块的高压端连接第二功率模块的高压端，第一功率模块的低压端连接第二功率模块的低压端，第一功率模块的控制端和第二功率模块的控制端分别连接处理器，处理器用于根据上述的储能阀子模块测试方法对试品子模块进行测试。

[0033] 上述方案，采用陪试子模块和试品子模块搭建对拖架构，利用陪试子模块向试品子模块充电，获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数，从而分析得到试品子模块的运行状态。通过该方案，可模拟储能阀子模块的实际运行工况，在储能阀子模块投入使用之前，对储能阀子模块进行运行检测，降低故障储能阀子模块投入储能系统的概率，提高储能阀子模块的运行可靠性。

[0034] 在一些实施例中，储能阀子模块测试系统还包括电感，第一功率模块的高压端通过电感连接第二功率模块的高压端。

[0035] 上述方案，在第一功率模块和第二功率模块高压端之间设置有电感，以使得陪试子模块的电压较低时，仍能通过电感储能，实现对试品子模块的充电，提高陪试子模块对试品子模块进行充电的充电可靠性。

[0036] 在一些实施例中，储能阀子模块测试系统还包括补能电路，补能电路连接第二储能模块。

[0037] 上述方案，在储能阀子模块测试系统中还设置有补能电路，通过补能电路为陪试子模块的第二储能模块补电，可有效提高陪试子模块的续航时间，使得储能阀子模块可进行长时间的运行测试。

[0038] 在一些实施例中，补能电路包括开关器件和电流源，电流源通过开关器件连接第二储能模块。

[0039] 上述方案，补能电路具体包括串联的开关器件和电流源，结构简单，可有效节约储能阀子模块测试系统的体积以及电路成本。

[0040] 在一些实施例中，第一功率模块包括并联的第一功率单元和第一电容，第一功率单元的高压端连接第二功率模块的高压端，第一功率单元的低压端连接第二功率模块的低压端。

[0041] 和/或，在一些实施例中，第二功率模块包括并联的第二功率单元和第二电容，第二功率单元的高压端连接第一功率模块的高压端，第二功率单元的低压端连接第一功率模块的低压端。

[0042] 上述方案，第一功率模块和第二功率模块均包括功率单元和电容，通过该种测试架构搭建，可实现功率模块包括功率单元和电容这一类型的储能阀子模块的测试，从而提高该类型储能阀子模块的运行可靠性。

[0043] 在一些实施例中，第一功率模块包括全桥功率模块或半桥功率模块，第二功率模块包括全桥功率模块或半桥功率模块。

[0044] 上述方案，试品子模块和陪试子模块均可分别为半桥结构和全桥结构，可实现半桥结构下储能阀子模块的对拖测试，或者是全桥结构下储能阀子模块的对拖测试，具有较高的适用范围。

附图说明

[0045] 通过阅读对下文优选实施方式的详细描述，各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的，而并不认为是对本申请的限制。而且在全部附图中，用相同的附图标号表示相同的部件。在附图中：

图 1 为本申请一些实施例中储能阀子模块测试方法的流程示意图；

图 2 为本申请一些实施例中储能阀子模块测试系统结构示意图；

图 3 为本申请另一些实施例中储能阀子模块测试方法的流程示意图；

图 4 为本申请又一些实施例中储能阀子模块测试方法的流程示意图；

图 5 为本申请一些实施例中储能阀子模块测试系统等效电路结构示意图；

图 6 为本申请另一些实施例中储能阀子模块测试系统结构示意图；

图 7 为本申请一些实施例中正向模式充电时电感电流波形示意图；

图 8 为本申请一些实施例中逆向模式充电时电感电流波形示意图；

图 9 为本申请一些实施例中开关控制信号注入示意图；

图 10 为本申请再一些实施例中储能阀子模块测试方法的流程示意图；

图 11 为本申请另一些实施例中储能阀子模块测试方法的流程示意图；

图 12 为本申请一些实施例中储能阀子模块测试装置结构示意图；

图 13 为本申请另一些实施例中储能阀子模块测试装置结构示意图；

图 14 为本申请又一些实施例中储能阀子模块测试装置结构示意图；

图 15 为本申请再一些实施例中储能阀子模块测试装置结构示意图；

图 16 为本申请一些实施例中计算机设备内部结构示意图；

图 17 为本申请又一些实施例中储能阀子模块测试系统结构示意图；

图 18 为本申请再一些实施例中储能阀子模块测试系统结构示意图；

图 19 为本申请又一些实施例中储能阀子模块测试系统结构示意图；

图 20 为本申请再一些实施例中储能阀子模块测试系统结构示意图。

具体实施方式

[0046] 下面将结合附图对本申请技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本申请的技术方案，因此只作为示例，而不能以此来限制本申请的保护范围。除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同；本文中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本申请；本申请的说明书和权利要求书及上述附图说明中的术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。

[0047] 在本申请实施例的描述中，技术术语“第一”“第二”等仅用于区别不同对象，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量、特定顺序或主次关系。在本申请实施例的描述中，“多个”的含义是两个以上，除非另有明确具体的限定。

在本文中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

[0048] 在本申请实施例的描述中，除非另有明确的规定和限定，技术术语“安装”“相连”

“连接”“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；也可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请实施例中的具体含义。

[0049] 目前，从市场形势的发展来看，高压直挂储能由于具有高度模块化的结构，能够满足高效率、高可靠性、经济性和安全性需求，逐渐得到发展和应用。高压直挂储能系统中，其核心部分为储能阀子模块，每一储能阀子模块均包括功率部分和储能部分，多个储能阀子模块之间连接，搭建形成储能系统。较为典型的，储能阀子模块通过级联的方式，搭建形成级联式储能系统。因此，储能阀子模块的可靠运行直接影响到储能系统的运行，如何提高储能阀子模块的运行可靠性显得尤为重要。

[0050] 储能阀子模块除了在使用过程中，由于电网故障、操作不当或者元器件老化等，出现运行故障之外，还有可能接入储能系统之前，储能阀子模块本身就已经存在故障。因此，为提高储能子模块的运行可靠性，降低储能阀子模块接入储能系统故障率，储能阀子模块在接入储能系统之前，对储能阀子模块进行检测显得尤为重要。

[0051] 基于上述考虑，本申请的技术方案提供一种储能阀子模块测试方法，在进行测试时，选取两个相同类型的储能阀子模块，将其中一个作为陪试子模块，另一个作为试品子模块，将两个储能阀子模块连接，搭建形成对拖架构，利用陪试子模块为试品子模块充电，在充电过程中获取试品子模块的充电状态参数，最终以充电状态参数，确定试品子模块的运行状态。

[0052] 通过上述方式，可模拟储能阀子模块的实际运行工况，在储能阀子模块投入使用之前，对储能阀子模块进行运行检测，确定储能阀子模块是否发生故障，降低故障储能阀子模块投入储能系统的概率，提高储能阀子模块的运行可靠性。

[0053] 进一步地，在测试过程中，试品子模块还可以向陪试子模块放电，相应的，此时获取试品子模块的放电状态参数，以放电状态参数确定试品子模块的运行状态，从而完成对试品子模块的放电测试。从而可以进一步降低故障储能阀子模块投入储能系统的概率，进一步提高储能阀子模块的运行可靠性。

[0054] 本申请提供的储能阀子模块应用在储能系统中，具体而言，储能阀子模块应用在电化学储能系统中，也即通过电池所完成的能量储存、释放与管理的储能系统。进一步地，电化学储能系统的类型并不是唯一的，只要是需要利用储能阀子模块搭建的电化学储能系统均可。例如，在一个较为详细的实施例中，电化学储能系统包括高压直挂储能系统。为了便于理解

本申请的技术方案，下面实施例中均可理解为储能阀子模块应用在高压直挂储能系统中。

[0055] 请参阅图 1，一种储能阀子模块测试方法，包括步骤 102、步骤 104 和步骤 106。

[0056] 步骤 102，控制陪试子模块为试品子模块直流充电。

[0057] 具体地，试品子模块包括相连的第一功率模块和第一储能模块，陪试子模块包括相连的第二功率模块和第二储能模块，第一功率模块的高压端连接第二功率模块的高压端，第一功率模块的低压端连接第二功率模块的低压端。陪试子模块即为用来为待测储能阀子模块提供充电电能或者存储释放电能的储能阀子模块。试品子模块即为需要进行测试的储能阀子模块，也即待测储能阀子模块。

[0058] 进一步地，在另外的实施例中，为提高陪试子模块向试品子模块进行充电时的充电可靠性，使得陪试子模块在电压较低，甚至低于试品子模块的电压的情况下，仍能向试品子模块充电，可结合参阅图 2，将陪试子模块 204 的第二功率模块的高压端（图未示）通过电感 L 连接试品子模块 202 的第一功率模块的高压端（图未示）。

[0059] 应当指出的是，在实际测试过程中，两个储能阀子模块搭建的对拖架构中，试品子模块和陪试子模块的定义并不是唯一的，若两个储能阀子模块均需要进行测试，则可将任意一个储能阀子模块作为试品子模块，将另外一个储能阀子模块作为陪试子模块进行测试。在试品子模块测试完成之后，将其作为陪试子模块，将之前的陪试子模块作为试品子模块，切换实现另一个储能阀子模块的测试。

[0060] 储能阀子模块包括储能模块和功率模块，在实际测试过程中，处理器只需分别向陪试子模块的第二储能模块和第二功率模块，以及试品子模块的第一储能模块和第一功率模块发送控制信号，使得陪试子模块的第二储能模块中存储的电能，传输到试品子模块，实现试品子模块的充电即可。

[0061] 可以理解，处理器的具体形式并不是唯一的，在一个实施例中，处理器可以是独立储能阀子模块额外设置，其可以是 MCU（Microcontroller Unit，微控制单元）、CPU（Central Processing Unit，中央处理器）等。在另外的实施例中，处理器还可以集成设置于储能阀子模块的控制板卡中，具体不做限定，结合实际需求进行选择即可。

[0062] 步骤 104，获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数。

[0063] 具体地，充电状态参数即为试品子模块在充电过程中，与充电状态相关的参数。其可以是在测试过程中施加到试品子模块的充电相关参数，也可以是在测试过程中，随着充电时间的变化而发生变化的参数，具体不做限定，结合实际需求进行选择即可。

[0064] 可以理解，充电状态参数的获取方式并不是唯一的，可以是通过试品子模块自身的检测器件检测，处理器与试品子模块进行信息交互获取，也可以是在试品子模块中额外设置状态参数采集器的方式采集获取，具体不做限定，结合实际充电状态参数的类型进行选择即可。例如，在一个较为详细的实施例中，可以是处理器与储能模块的电池管理系统进行信息交互，从而获取储能模块的温度参数、充电电流参数以及充电电压参数等，并将这些参数作为充电状态参数。

[0065] 步骤 106，根据充电状态参数，确定试品子模块的运行状态。

[0066] 具体地，在处理器获取充电状态参数之后，将会结合充电状态参数进行分析，确定当前试品子模块的运行状态，也即确定试品子模块是否正常运行。若确定试品子模块正常运行，则可将试品子模块正常投入储能系统中使用，若试品子模块未正常运行，则可通过输出报警提示信息等方式告知工作人员，以便工作人员及时进行检修。

[0067] 应当指出的是，试品子模块的运行状态并不是唯一的，根据所获取的充电状态参数类型不同，最终分析得到的运行状态也会有所区别。例如，在一个较为详细的实施例中，运行状态可以包括充电过程中电压、电流或者温度变化相关的状态。

[0068] 可以理解，在一个实施例中，对储能阀子模块进行测试时，还可以是处理器将运行状态参数推送给工作人员，具体可通过显示终端显示或者语音提示信息等方式实现，在此不做限定。之后由工作人员结合所展示的充电状态参数进行分析，最终确定试品子模块的运行状态，从而决定试品子模块是否适合投入储能系统使用。

[0069] 上述方案，采用陪试子模块和试品子模块搭建对拖架构，利用陪试子模块向试品子模块充电，获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数，从而分析得到试品子模块的运行状态。通过该方案，可模拟储能阀子模块的实际运行工况，在储能阀子模块投入使用之前，对储能阀子模块进行运行检测，降低故障储能阀子模块投入储能系统的概率，提高储能阀子模块的运行可靠性。

[0070] 请参阅图 3，在一些实施例中，储能阀子模块测试方法还包括步骤 302。

[0071] 步骤 302，在陪试子模块有补电需求的情况下，控制陪试子模块进行补电。

[0072] 具体地，补电即补充电能，也即为陪试子模块进行充电。本申请实施例所公开的测试方法中，为尽可能模拟试品子模块的各种工况，需要陪试子模块为试品子模块进行较长时间的充电，因此，陪试子模块的储能模块存储的电能可能出现过低的情况，无法满足长时间充电需求。故本实施例的方案，需要在陪试子模块有补电需求的情况下，控制陪试子模块补电，

以实现长时运行试验。

[0073] 可以理解，判断陪试子模块是否有补电需求的方式并不是唯一的，在一个实施例中，可以是测试开始之前，由工作人员设定预设轮回次数的充电操作，一个轮回次数包括：试品子模块对应设置有多个不同的开关控制信号，若试品子模块分别以所设置的各个开关控制信号完成一次充电测试，则认为完成一个轮回次数的测试。之后处理器可结合预设轮回次数以及陪试子模块的当前电量，判断陪试子模块是否有补电需求。若当前电量可以满足预设轮回次数的充电需求，则无需进行补电，若当前电量不满足预设轮回次数的充电需求，则需要为陪试子模块进行补电。

[0074] 在另外的实施例中，还可以是在实际测试过程中，实时检测当前陪试子模块的剩余电量，在剩余电量不满足下一次充电需求的情况下，认为陪试子模块有补电需求的情况，此时开启为陪试子模块补电。

[0075] 应当指出的是，陪试子模块进行补电的方式并不是唯一的，在一个较为详细的实施例中，可以是为陪试子模块接入一个外部补电装置，控制陪试子模块的功率开关器件通断，利用外部补电装置为陪试子模块充电，从而实现补电操作。

[0076] 在另外的实施例中，还可以是在陪试子模块处搭建补能电路，在实际测试过程中，结合陪试子模块的剩余电量，开启补能电路为陪试子模块补电。

[0077] 上述方案，无论是测试之前，还是测试过程中，在陪试子模块有补电需求的情况下，均可为陪试子模块进行补电，可有效提高储能阀子模块的测试时长。

[0078] 请参阅图 4，在一些实施例中，步骤 102 包括步骤 402 和步骤 404。

[0079] 步骤 402，在陪试子模块与试品子模块的电压差值大于第一预设阈值的情况下，控制陪试子模块为试品子模块正向模式充电。

[0080] 步骤 404，在陪试子模块与试品子模块的电压差值小于第二预设阈值的情况下，控制陪试子模块为试品子模块逆向模式充电。

[0081] 具体地，第一预设阈值大于或等于第二预设阈值。在测试过程中，处理器能够实时获取陪试子模块和试品子模块的电压，结合陪试子模块的电压和试品子模块的电压差值，确定当前试品子模块所需的充电模式，进而控制陪试子模块以不同的运行状态为试品子模块充电。

[0082] 本实施例的方案中，正向模式充电指的是陪试子模块的电压和试品子模块的电压相差较大，电能从较高电压的陪试子模块传输到较低电压的试品子模块，为试品子模块进行充电的过程。而逆向模式充电则指的是陪试子模块的电压大于试品子模块的电压，但两者相差

较小，电能从较高电压的陪试子模块传输到较低电压的试品子模块，为试品子模块进行充电的过程（该过程可能会随着充电时间的增加，陪试子模块的电压小于试品子模块的电压）；或者是陪试子模块的电压小于试品子模块的低压的情况下，电能从较低电压的陪试子模块传输到较高电压的试品子模块，为试品子模块充电的过程。

[0083] 应当指出的是，第一预设阈值和第二预设阈值的具体大小并不是唯一的，两者可以设置相同，例如均设置为 0；也可以设置不同，例如，在一个较为详细的实施例中，可将第一预设阈值设置为大于 0 的电压阈值，第二预设阈值设置为小于 0 的电压阈值，具体结合实际需求进行选择即可。

[0084] 通过本实施例的方案，整个测试系统能够实现全能量运行，即无论陪试子模块的电压大小为多少，都能够实现陪试子模块向试品子模块的直流充电。

[0085] 上述方案，在陪试子模块的电压大于试品子模块的电压，或者陪试子模块的电压小于试品子模块的电压的情况下，均可通过陪试子模块为试品子模块进行充电，提高试品子模块的充电测试可靠性。

[0086] 在一些实施例中，控制陪试子模块为试品子模块正向模式充电，包括：控制试品子模块进入充电模式，并控制陪试子模块的功率开关器件轮换导通，以通过陪试子模块的储能模块为试品子模块正向模式充电。

[0087] 具体地，以陪试子模块未接入补能电路，且陪试子模块和试品子模块之间接入电感为例进行说明，陪试子模块和试品子模块搭建的对拖结构，可以等效如图 5 所示。其中，u_1、u_2为试品子模块和陪试子模块的电压，r_1、r_2为试品子模块和陪试子模块的内阻，i_L为线路电阻，L 为电感，i_L为电感电流，d_1、d_2分别为试品子模块和陪试子模块的开关控制信号的占空比。通过基尔霍夫定律可得电流稳态运行点满足：

$$d_2u_2 - (r_1 + r_2 + r_l)i_L = d_1u_1$$

[0088] 故在实际测试过程中，通过改变试品子模块和陪试子模块开关控制信号的占空比，维持$d_2u_2 - (r_1 + r_2 + r_l)i_L = d_1u_1$的情况下，即可将陪试子模块输出的电能，等效传输到试品子模块，实现为试品子模块的充电操作。

[0089] 应当指出的是，控制试品子模块进入充电模式，并控制陪试子模块的功率开关器件轮换导通的方式并不是唯一的，结合试品子模块和陪试子模块的功率模块结构不同而有所区别，为了便于理解本申请的技术方案，下面以半桥式功率模块为例进行解释说明。

[0090] 请结合参阅图 6，试品子模块包括第一功率模块 601、第一储能模块 602，而陪试子

模块包括第二功率模块 603、第二储能模块 604。第一功率模块 601 和第二功率模块 603 的结构可以设置相同，也可以设置不同，结合实际需求确定即可。

[0091] 图 6 以第一功率模块 601 和第二功率模块 603 的结构一致为例，第一功率模块 601 包括功率单元和第一电容 C1，进一步地，功率单元为半桥结构，包括第一功率开关器件 T1 和第二功率开关器件 T2，第一功率开关器件 T1 和第二功率开关器件 T2 的公共端作为高压端，对应的，第一功率开关器件 T1 的输入端连接第二功率开关器件 T2 的输入端、处理器（图未示）和电感 L 的第一端，第一功率开关器件 T1 的输出端连接第一电容 C1 第一端和第一储能模块 602 的第一端，第二功率开关器件 T2 的输出端作为低压端，连接第二功率模块 603，第二功率开关器件 T2 的输出端还连接第一电容 C1 的第二端和第一储能模块 602 的第二端，第一功率开关器件 T1 的控制端和第二功率开关器件 T2 的控制端分别连接处理器（图未示）。

[0092] 若第一储能模块 602 的第一端为正极，第一储能模块 602 的第二端为负极，在实际运行中则有：处理器输出开关控制信号控制第一功率开关器件 T1 导通，试品子模块进入充电模式，此时处理器输出开关控制信号控制陪试子模块的两个功率开关器件轮换导通。可结合参阅图 7，d_2表示陪试子模块的开关控制信号的占空比，T_2表示陪试子模块的开关控制信号的周期，也即 1/f，其中 f 为频率。在陪试子模块中与第二储能模块 604 的正极连接的功率开关器件导通的情况下，施加到电感两端的电压为正值，流过电感的电流升高；若处理器控制陪试子模块中与第二储能模块 604 的负极连接的功率开关器件导通，此时施加在电感两端电压为负值，流过电感的电流下降。因为电感电流不能突变，所以电流方向在短时间内不会发生改变，流过电感的电流呈在预设参考电流上下波动，此时可保持持续且较为稳定的直流电流为试品子模块正向充电。

[0093] 可以理解，上述功率单元中，第一功率开关器件 T1 和第二功率开关器件 T2 的具体类型并不是唯一的，可以是 MOS（Metal-Oxide-Semiconductor。金属-氧化物-半导体）管或者 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor，绝缘栅双极型晶体管）等，具体不做限定。

[0094] 上述方案，控制陪试子模块的功率开关器件轮换导通的方式，使得流过电感的电流交替的升高和下降，由于电感电流不能突变，使得电流方向在短时间内不会发生改变，从而保持持续且较为稳定的直流电流为试品子模块充电。

[0095] 在一些实施例中，第一功率模块的高压端通过电感连接第二功率模块的高压端，控制陪试子模块为试品子模块逆向模式充电，包括：控制陪试子模块向电感充电；控制试品子模块进入充电模式，并控制陪试子模块的功率开关器件轮换导通，以通过电感存储的电能和陪

试子模块的储能模块为试品子模块逆向模式充电。

[0096] 具体地，为了便于理解本实施例的技术方案，下面同样以陪试子模块与试品子模块之间设置电感，功率模块包括半桥式功率模块进行解释说明。本实施例的方案，在陪试子模块与试品子模块的电压差值小于第二预设阈值的情况下，首先控制陪试子模块为电感进行充电。具体而言，处理器首先控制试品子模块中，与第一储能模块 602 的负极连接的第二功率开关器件 T2 导通，同时控制陪试子模块中，与第二储能模块 604 的正极连接的功率开关器件导通，此时陪试子模块的电能传输到电感进行充能。

[0097] 在这之后，处理器控制试品子模块进入充电模式，并控制陪试子模块的功率开关器件轮换导通。具体而言，处理器控制试品子模块的第一功率开关器件 T1 导通，输入试品子模块的电能包括电感存储的电能以及第二储能模块 604 存储的电能，从而达到升压效果，实现陪试子模块向试品子模块的逆向模式充电。

[0098] 具体可结合参阅图 8，d_1表示试品子模块的开关控制信号的占空比，T_1表示试品子模块的开关控制信号的周期，d_2表示陪试子模块的开关控制信号的占空比，T_2表示陪试子模块的开关控制信号的周期。在试品子模块的开关控制信号的频率设置过低时，第一功率开关器件会长时间导通，相应的，给电感充电的时间较短。在陪试子模块的两个功率开关器件轮换导通的过程中，电感两端的电压均为负值，会导致电流长时持续降低。故在一个较为详细的实施例中，需要设置合适的开关控制信号的频率，减少第一功率开关器件的导通时长，使得流过电感的电流在预设参考电流上下波动，实现持续稳定的逆向模式充电。

[0099] 上述方案，在陪试子模块的电压小于试品子模块的电压的情况下，首先控制试品子模块为电感充电，之后再以电感的电能，以及陪试子模块的储能模块存储的电能传输到试品子模块，从而达到升压效果，保持持续且较为稳定的直流电流为试品子模块充电。

[0100] 在一些实施例中，控制陪试子模块为试品子模块直流充电，包括：向试品子模块输入任意占空比和频率的开关控制信号，以及向陪试子模块输入固定频率的开关控制信号，控制陪试子模块向试品子模块直流充电。

[0101] 具体地，可结合参阅图 9，本实施例的方案，在对试品子模块进行测试的过程中，为得到试品子模块在各种不同工况下的充电状态参数，提高试品子模块的测试准确性。在测试过程中，陪试子模块和试品子模块分开调制，控制试品子模块开启进行充电时，可以向试品子模块输入任意占空比（d1）和任意频率（f）的开关控制信号，而陪试子模块则以较高的固定频率的开关控制信号控制其第二功率模块运行，从而为试品子模块进行充电。

[0102] 应当指出的是，开关控制信号的类型并不是唯一的，在一个较为详细的实施例中，开关控制信号包括 PWM（Pulse Width Modulation，脉冲宽度调制）信号。处理器中设置有 PWM 控制器或者处理器具备 PWM 调制功能，在实际测试过程中，PWM 控制器根据测试需求生成任意频率和任意占空比的开关控制信号，控制试品子模块的第一功率模块运行，完成直流充电。

[0103] 较为详细的，在一个实施例中，试品子模块所需的开关控制信号的频率以及占空比可以预先设置。例如，将开关控制信号的频率设置为 10Hz（赫兹）、20Hz……1000Hz，那么，在实际测试过程中，分别需要以 10Hz、20Hz…直至 1000Hz 的频率，控制试品子模块运行，完成每一个所设置频率下的充电测试。

[0104] 上述方案，试品子模块可以以任意占空比和频率的开关控制信号进行充电测试，从而完成 0 至最高运行频率以及任意占空比的充电测试，丰富试品子模块的测试场景。

[0105] 在一些实施例中，储能阀子模块测试方法还包括：根据试品子模块的第一端的电流采样值以及预设参考电流，调整陪试子模块的开关控制信号的占空比。

[0106] 具体地，请继续参阅图 9，本实施例的方案，陪试子模块的开关控制信号的占空比跟随试品子模块反馈的负载电流的变化而变化，具体调整方式为 PI（proportional Integral，比例积分）调节，处理器具备 PI 调节功能或设置有 PI 调节器，处理器获取试品子模块的第一端与电感之间的电流值，也即电流采样值（iL），预设参考电流（I_ref）与电流采样值会产生一个差值，该差值进入 PI 调节器进行调节。PI 调节器的能够使输入值跟踪参考值，即在这里 PI 调节器使预设参考电流与电流采样值的差值尽可能小，即电流采样值的值一直跟踪预设参考电流的值，实现了稳定的直流充电电流。经过 PI 调节器输出获得预设参考电流与电流采样值的差值很小时的占空比值，将其作为陪试子模块的开关控制信号的占空比，输入 PWM 控制器中产生调制波，实现陪试子模块的控制。

[0107] 应当指出的是，预设参考电流的大小并不是唯一的，根据实际测试需求，可将预设参考电流设置为任意大小，例如 0 至陪试子模块的最大运行电流，从而实现试品子模块从 0 至最大运行电流的充分测试。

[0108] 上述方案，陪试子模块在以固定频率的开关控制信号通断为子模块充电时，还能结合实际反馈的电流采样值，实时调整开关控制信号的占空比，提高试品子模块的测试可靠性。

[0109] 在一些实施例中，充电状态参数包括电流参数、电压参数、温度参数中的至少一种。具体地，电流参数即为试品子模块在充电运行状态下的电流值；电压参数即为试品子模块在

充电运行状态下的电压值；温度参数即为试品子模块在充电运行状态下，储能模块中电池的温度值。

[0110] 本实施例的方案，在试品子模块进行对拖测试，由陪试子模块为其充电的过程中，可以获取电流参数、电压参数、温度参数中的至少一种，从而以电流参数、电压参数、温度参数中的一种或者多种，进行试品子模块的运行状态分析，从而确定试品子模块是否能够投入储能系统使用。

[0111] 上述方案，充电状态参数包括电流参数、电压参数、温度参数中的至少一种，从而可根据电流参数、电压参数、温度参数中的至少一种，完成试品子模块的相应测试内容，可有效丰富测试内容。

[0112] 请参阅图 10，在一些实施例中，步骤 106 包括步骤 1061。步骤 1061，根据电压参数和电流参数，确定试品子模块充电过程中的电压应力状态和电流应力状态。

[0113] 具体地，电压应力就是在应用中的电压与零件规格值的比值，也即工作电压与额定电压的比值。电流应力就是在应用中的电流与零件规格值的比值，也即工作电流与额定电流的比值。本实施例的方案，通过实时获取的电压参数和电流参数，分析得到试品子模块的电压应力状态和电流应力状态，也即实时的电压应力和电流应力。

[0114] 应当指出的是，电压应力状态和电流应力状态的具体形式并不是唯一的，在一个实施例中，电压应力状态可以是电压应力的具体电压应力的数值，或者是电压应力是否正常的分析结果等，具体不做限定。同样的，电流应力状态可以是电压应力的具体电流应力的数值，或者是电流应力是否正常的分析结果等，具体不做限定。

[0115] 在一个较为详细的实施例中，根据实时获取的电压应力和电流应力，可以进一步分析试品子模块的电压参数或者电流参数是否发生异常。具体而言，可分别为电压应力和电流应力设置一个阈值，在电压应力超过对应阈值时，确认电压参数异常，在电流应力超过对应阈值时，确认电流参数异常。

[0116] 可以理解，阈值的大小并不是唯一的，具体不做限定。例如，在一个较为详细的实施例中，可将电压应力对应的阈值设置为 90%，电流应力对应的阈值设置为 80%。

[0117] 上述方案，可根据试品子模块在充电过程中的电压参数实现电压应力测试，通过电流参数实现电流应力测试，从而确定储能阀子模块的电压应力状态和电流应力状态，提高试品子模块投入使用时的运行可靠性。

[0118] 请参阅图 10，在一些实施例中，步骤 106 还包括步骤 1063。步骤 1063，根据电流参

数和温度参数，确定试品子模块的电流波动状态和温升状态。

[0119] 具体地，电流波动即为当前获取的电流值相对上一次获取的电流值所发生的波动。温升即为当前次获取的温度参数相对上一次获取的温度参数所上升的数值。与上述电压应力状态和电流应力状态类似，电流波动状态可以是一个具体地电流发生波动的数值，或者电流波动是否正常的分析结果；温升状态可以是一个具体地温度上升数值，或者温升是否正常的分析结果，具体不做限定。

[0120] 较为详细的，在一个实施例中，处理器预存有电流波动标准阈值和温升标准阈值。处理器在得到电流波动值或者温升值之后，分别与电流波动标准阈值和温升标准阈值进行比较分析，在电流波动值小于或等于电流波动标准阈值的情况下，认为电流波动正常，在温升值小于或等于温升标准阈值的情况下，认为温升正常。

[0121] 上述方案，可根据试品子模块在充电过程中的电流参数实现电流波动状态测试，通过温度参数实现温升测试，从而确定储能阀子模块的电流波动状态和温升状态，提高试品子模块投入使用时的运行可靠性。

[0122] 应当指出的是，在一个较为详细的实施例中，通过上述测试方式，获取电流参数、电压参数、温度参数中的至少一种之后，还可结合电流参数、电压参数、温度参数中的一种或者多种，分析试品子模块能否正常进行充电。具体分析方式并不是唯一的，可以是通过分析电压参数的变化状态、电流参数的变化状态或者温度参数的变换状态等的方式实现。在另外的实施例中，还可以是进一步根据电压应力状态、电流应力状态、电流波动状态或者温升状态进行分析得到，具体不做限定。

[0123] 请参阅图 11，在一些实施例中，储能阀子模块测试方法还包括步骤 112、步骤 114 和步骤 116。步骤 112，控制试品子模块对陪试子模块放电。步骤 114，获取试品子模块在放电过程中的放电状态参数。步骤 116，根据放电状态参数，确定试品子模块的运行状态。

[0124] 具体地，在对试品子模块进行测试时，除了上述实施例中的充电测试之外，还可以控制试品子模块为陪试子模块充电，获取在这一过程中的放电状态参数，结合放电状态参数实现试品子模块的放电测试。

[0125] 可以理解，放电状态参数同样可以包括电流参数、电压参数、温度参数中的至少一种，结合电流参数、电压参数、温度参数中的一种或者多种，实现电压应力测试、电流应力测试、电流波动测试以及温升测试中的一种或者多种，具体不做限定。

[0126] 应当指出的是，在一个较为详细的实施例中，在对试品子模块进行放电测试时，具体

操作与上述实施例中的充电操作类似，只需将本实施例中的试品子模块看作上述实施例中的陪试子模块，将本实施例中的陪试子模块看作上述实施例中的试品子模块。只需输出对应的控制信号，控制试品子模块为陪试子模块充电即可，具体不再赘述。

[0127] 上述方案，还可通过控制试品子模块为陪试子模块充电，实现试品子模块的放电测试，进一步提高试品子模块投入使用时的运行可靠性。

[0128] 为了便于理解本申请的技术方案，下面结合较为详细的实施例中，对本申请进行解释说明。

[0129] 本实施例的方案中，试品子模块和陪试子模块均为半桥结构的储能阀子模块，搭建形成对拖架构，具体结构可参阅图 6。在该种架构下，处理器首先获取陪试子模块的储能模块中存储的电量，分析其是否能否完成预设轮回次数的充电测试，若不能，则通过外部充电装置为陪试子模块进行补电，使其所存储的电量能够完成数个轮回次数的充电测试；若能，则直接开启充电测试。

[0130] 充电测试过程中，处理器根据预先设置的占空比和频率，向试品子模块输出开关控制信号，控制试品子模块的第一功率模块 601 的功率单元中，第一功率开关器件 T1 和第二功率开关器件 T2 的导通或者关断。在这一过程中，实时获取试品子模块的电流采样值，并与预设参考电流进行比较分析，使得电流采样值跟随预设参考电流，从而经过 PI 调节得到陪试子模块所需的占空比，以此向陪试子模块输出固定频率的开关控制信号，控制陪试子模块的第二功率模块 603 的功率单元中，功率开关器件通断，进而实现陪试子模块对试品子模块的直流充电。

[0131] 在充电过程中，处理器还能获取试品子模块和陪试子模块的电压值并进行分析，在陪试子模块与试品子模块的电压差值大于第一预设阈值的情况下，开启正向模式充电。此时，处理器通过开关控制信号控制第一功率开关器件 T1 导通，第二功率开关器件 T2 断开，通过控制陪试子模块的两个功率开关器件轮换导通的方式，保持持续且较为稳定的直流充电。

[0132] 陪试子模块与试品子模块的电压差值小于第二预设阈值的情况下，首先控制试品子模块的第二功率开关器件 T2 导通，陪试子模块中与第二储能模块 604 的正端连接的功率开关器件导通，为电感 L 充电。在这之后，切换控制试品子模块的第一功率开关器件 T1 导通，陪试子模块的两个开关器件交替导通，将电感 L 存储的电能和陪试子模块的第二储能模块存储的电能传输到试品子模块，达到升压效果，也即实现逆向模式充电。

[0133] 在正向模式充电或者逆向模式充电的过程中，处理器实时获取试品子模块的电压参

数、电流参数以及温度参数，根据实时获取的电压参数、电流参数和温度参数中的一种或多种，分析试品子模块是否能够正常充电。根据电压参数或者电流参数进行计算，分别得到电压应力和电流应力，之后再与对应的阈值进行比较分析，得到充电过程中电压参数或者电流参数是否正常的结果。以及根据电流参数或者温度参数进行计算，得到电流波动值或者温升值，将其分别与电流波动标准阈值和温升标准阈值进行比较分析，进而判断出试品子模块是否存在充电异常。最终，在上述各项检测均正常的情况下，确定试品子模块正常，能够投入储能系统使用，具有较高的运行可靠性。

[0134] 应该理解的是，虽然如上所述的各实施例所涉及的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明，这些步骤的执行并没有严格的顺序限制，这些步骤可以以其它的顺序执行。而且，如上所述的各实施例所涉及的流程图中的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段，这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行，这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0135] 基于同样的技术构思，本申请实施例还提供了一种用于实现上述所涉及的储能阀子模块测试方法的储能阀子模块测试装置。该装置所提供的解决问题的实现方案与上述方法中所记载的实现方案相似，故下面所提供的一个或多个储能阀子模块测试装置实施例中的具体限定可以参见上文中对于储能阀子模块测试方法的限定，在此不再赘述。

[0136] 请参阅图 12，一种储能阀子模块测试装置，包括：充电控制模块 122 和参数获取模块 124。

[0137] 充电控制模块 122 用于控制陪试子模块为试品子模块直流充电；参数获取模块 124 用于获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数；充电状态参数用于确定试品子模块的运行状态。具体而言，储能阀子模块测试装置可以是获取充电状态参数之后，向用户推送，由用户结合充电状态参数确定试品子模块的运行状态；也可以是获取充电状态参数，进一步根据充电状态参数确定试品子模块的运行状态，最终推送运行状态结果，在此不做限定。

[0138] 请参阅图 13，在一些实施例中，储能阀子模块测试装置还包括补电模块 132。

[0139] 补电模块 132 用于在陪试子模块有补电需求的情况下，控制陪试子模块进行补电。

[0140] 在一些实施例中，充电控制模块 122 还用于在陪试子模块与试品子模块的电压差值大于第一预设阈值的情况下，控制陪试子模块为试品子模块正向模式充电；在陪试子模块与

试品子模块的电压差值小于第二预设阈值的情况下，控制陪试子模块为试品子模块逆向模式充电。

[0141] 在一些实施例中，充电控制模块 122 还用于控制试品子模块进入充电模式，并控制陪试子模块的功率开关器件轮换导通，以通过陪试子模块的储能模块为试品子模块正向模式充电。

[0142] 在一些实施例中，充电控制模块 122 还用于控制陪试子模块向电感充电；控制试品子模块进入充电模式，并控制陪试子模块的功率开关器件轮换导通，以通过电感存储的电能和陪试子模块的储能模块为试品子模块逆向模式充电。

[0143] 在一些实施例中，充电控制模块 122 还用于向试品子模块输入任意占空比和频率的开关控制信号，以及向陪试子模块输入固定频率的开关控制信号，控制陪试子模块向试品子模块直流充电。

[0144] 在一些实施例中，充电控制模块 122 还用于根据试品子模块的第一端的电流采样值以及预设参考电流，调整陪试子模块的开关控制信号的占空比。

[0145] 请参阅图 14，在一些实施例中，储能阀子模块测试装置还包括放电测试模块 142。放电测试模块 142 用于控制试品子模块对陪试子模块放电；获取试品子模块在放电过程中的放电状态参数；根据放电状态参数，确定试品子模块的运行状态。

[0146] 请结合参阅图 15，在一些实施例中，储能阀子模块测试装置还包括状态分析模块 152。状态分析模块 152 用于根据电压参数和电流参数，确定试品子模块充电过程中的电压应力状态和电流应力状态。

[0147] 在一些实施例中，状态分析模块 152 还用于根据电流参数和温度参数，确定试品子模块的电流波动状态和温升状态。

[0148] 上述方案，采用陪试子模块和试品子模块搭建对拖架构，利用陪试子模块向试品子模块充电，获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数，从而分析得到试品子模块的运行状态。通过该方案，可模拟储能阀子模块的实际运行工况，在储能阀子模块投入使用之前，对储能阀子模块进行运行检测，降低故障储能阀子模块投入储能系统的概率，提高储能阀子模块的运行可靠性。

[0149] 上述储能阀子模块测试装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中，也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中，以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0150] 在一个实施例中，提供了一种计算机设备，该计算机设备可以是终端，其内部结构图可以如图 16 所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、通信接口、显示屏和输入装置。其中，该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的通信接口用于与外部的终端进行有线或无线方式的通信，无线方式可通过 WIFI、移动蜂窝网络、NFC（近场通信）或其他技术实现。该计算机程序被处理器执行时以实现一种储能阀子模块测试方法。该计算机设备的显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏，该计算机设备的输入装置可以是显示屏上覆盖的触摸层，也可以是计算机设备外壳上设置的按键、轨迹球或触控板，还可以是外接的键盘、触控板或鼠标等。

[0151] 本领域技术人员可以理解，图 16 中示出的结构，仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图，并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定，具体的计算机设备可以包括比图中所示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者具有不同的部件布置。

[0152] 在一个实施例中，提供了一种计算机设备，包括存储器和处理器，存储器中存储有计算机程序，该处理器执行计算机程序时实现以下步骤：

[0153] 控制陪试子模块为试品子模块直流充电；获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数；根据充电状态参数，确定试品子模块的运行状态。

[0154] 在一个实施例中，提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：

[0155] 控制陪试子模块为试品子模块直流充电；获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数；根据充电状态参数，确定试品子模块的运行状态。

[0156] 在一个实施例中，提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：

[0157] 控制陪试子模块为试品子模块直流充电；获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数；根据充电状态参数，确定试品子模块的运行状态。

[0158] 上述计算机设备、存储介质和计算机程序产品，采用陪试子模块和试品子模块搭建对拖架构，利用陪试子模块向试品子模块充电，获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数，从而分析得到试品子模块的运行状态。通过该方案，可模拟储能阀子模块的实际运行工况，在储能阀子模块投入使用之前，对储能阀子模块进行运行检测，降低故障储能阀子模块投入

储能系统的概率，提高储能阀子模块的运行可靠性。

[0159] 请结合参阅图 17，本申请还提供一种储能阀子模块测试系统，包括试品子模块 202、陪试子模块 204 和处理器（图未示），试品子模块 202 包括相连的第一功率模块 601 和第一储能模块 602，陪试子模块 204 包括相连的第二功率模块 603 和第二储能模块 604，第一功率模块 601 的高压端连接第二功率模块 603 的高压端，第一功率模块 601 的低压端连接第二功率模块 603 的低压端，第一功率模块 601 的控制端和第二功率模块 603 的控制端分别连接处理器（图未示），处理器用于根据上述的储能阀子模块测试方法对试品子模块进行测试。

[0160] 具体地，储能阀子模块测试系统所实现的具体测试方式如上述各个实施例所示，在此不再赘述。该方案，采用陪试子模块 204 和试品子模块 202 搭建对拖架构，利用陪试子模块 204 向试品子模块 202 充电，获取试品子模块 202 在充电过程中的充电状态参数，从而分析得到试品子模块 202 的运行状态。通过该方案，可模拟储能阀子模块的实际运行工况，在储能阀子模块投入使用之前，对储能阀子模块进行运行检测，降低故障储能阀子模块投入储能系统的概率，提高储能阀子模块的运行可靠性。

[0161] 在一个实施例中，请结合参阅图 18，储能阀子模块测试系统还包括电感 L，第一功率模块 601 的高压端通过电感 L 连接第二功率模块 603 的高压端。

[0162] 具体地，陪试子模块 204 和试品子模块 202 均包括功率模块部分和储能模块部分，通过功率模块部分的功率变换，实现储能模块的充放电控制。第一功率模块 601 的第一端和第二功率模块 603 的第一端通过电感 L 连接，第一功率模块 601 的第二端连接第二功率模块 603 的第二端，从而搭建形成对拖架构。

[0163] 在一个实施例中，处理器具备电流采样功能，故可将第一功率模块 601 的高压端连接处理器和电感 L，通过处理器采集试品子模块 202 在充电过程中的负载电流，也即得到电流采样值，在这之后以电流采样值调节陪试子模块 204 的开关控制信号的占空比。

[0164] 可以理解，在另外的实施例中，电流采样值还可以通过额外的电流采集器实现，此时第一功率模块 601 的高压端只需与电感 L 连接即可，电流采样值由处理器与电流采集器有线或者无线通信的方式获取。

[0165] 上述方案，在第一功率模块和第二功率模块高压端之间设置有电感，该种结构下的测试方式可参阅上述储能阀子模块测试方法描述，在此不再赘述。通过该方案，可使得陪试子模块的电压较低时，仍能通过电感储能，实现对试品子模块的充电，提高陪试子模块对试品子模块进行充电的充电可靠性。

[0166] 请参阅图 19，在一些实施例中，储能阀子模块测试系统还包括补能电路 162，补能电路 162 连接第二储能模块 604（图未示）。

[0167] 具体地，为尽可能模拟试品子模块 202 的各种工况，需要陪试子模块 204 为试品子模块 202 进行较长时间的充电，然而，陪试子模块 204 的储能模块存储的电能可能出现过低的情况，无法满足长时间充电需求。故本实施例的方案，需要在陪试子模块 204 有补电需求的情况下，控制陪试子模块 204 补电，以实现长时运行试验。该方案，通过在陪试子模块 204 处设置补能电路 162，能够在测试过程中根据实际需求，实时开启或结束陪试子模块 204 的充电，提高陪试子模块 204 的充电运行时长。

[0168] 上述方案，在储能阀子模块测试系统中还设置有补能电路 162，通过补能电路 162 为陪试子模块 204 补电，可有效提高陪试子模块 204 的续航时间，使得储能阀子模块可进行长时间的运行测试。

[0169] 请继续参阅图 19，在一些实施例中，补能电路 162 包括开关器件 D1 和电流源 LS，电流源 LS 经过开关器件 D1 连接陪试子模块 204 的第二储能模块 604（图未示）。

[0170] 具体地，电流源 LS 即为能够提供恒定电流为陪试子模块 204 补电的电源装置，具体而言，本申请实施例所提供的电流源 LS 为直流电流源。同时，补能电路 162 中还设置有开关器件 D1，能够防止陪试子模块 204 的电流反灌电流源 LS，提高电流源 LS 的运行安全性。应当指出的是，开关器件 D1 的具体类型并不是唯一的，只要是防止陪试子模块 204 的电流反灌电流源 LS 的器件均可，例如，在一个较为详细的实施例中，开关器件 D1 包括二极管，此时将二极管的阳极连接电流源 LS，二极管的阴极连接第二储能模块 604。

[0171] 上述方案，补能电路 162 具体包括串联的开关器件 D1 和电流源 LS，结构简单，可有效节约储能阀子模块测试系统的体积以及电路成本。

[0172] 在一些实施例中，第一功率模块 601 包括并联的第一功率单元和第一电容，第一功率单元的高压端连接第二功率模块 603 的高压端，第一功率单元的低压端连接第二功率模块 603 的低压端。

[0173] 和/或，在一些实施例中第二功率模块 603 包括并联的第二功率单元和第二电容，第二功率单元的高压端连接第一功率模块 601 的高压端，第二功率单元的低压端连接第一功率模块 601 的低压端。

[0174] 上述方案，第一功率模块 601 和第二功率模块 603 均包括功率单元和电容，通过该种测试架构搭建，可实现功率模块包括功率单元和电容这一类型的储能阀子模块的测试，从而

提高该类型储能阀子模块的运行可靠性。

[0175] 进一步地，在一些实施例中，第一功率模块 601 包括全桥功率模块或半桥功率模块，第二功率模块 603 包括全桥功率模块或半桥功率模块。

[0176] 请结合参阅图 6，以第一功率模块 601 和第二功率模块 603 的结构一致，且包括半桥结构为例，第一功率模块 601 包括第一功率开关器件 T1、第二功率开关器件 T2 和第一电容 C1，第一功率开关器件 T1 和第二功率开关器件 T2 的公共端作为高压端，对应的，第一功率开关器件 T1 的输入端连接第二功率开关器件 T2 的输入端、处理器（图未示）和电感 L 的第一端，第一功率开关器件 T1 的输出端连接第一电容 C1 第一端和第一储能模块 602 的第一端，第二功率开关器件 T2 的输出端作为低压端，连接第二功率模块 603，第二功率开关器件 T2 的输出端还连接第一电容 C1 的第二端和第一储能模块 602 的第二端，第一功率开关器件 T1 的控制端和第二功率开关器件 T2 的控制端分别连接处理器（图未示）。

[0177] 具体地，本实施例的方案，将第一功率开关器件 T1 和第二功率开关器件 T2 的公共连接端作为第一功率模块 601 的高压端，将第二功率开关器件 T2 的输出端作为第一功率模块 601 的低压端，以此接入第一储能模块 602、电感 L 和陪试子模块 204，陪试子模块 204 的结构则与试品子模块 202 的结构一致，并镜像对称，搭建形成对拖架构。

[0178] 上述方案，试品子模块 202 和陪试子模块 204 均为半桥结构，可实现半桥结构下储能阀子模块的对拖测试，提高半桥结构储能阀子模块的运行可靠性。

[0179] 请结合参阅图 20，在一些实施例中，以第一功率模块 601 和第二功率模块 603 的结构一致，且包括全桥结构为例，第一功率模块 601 包括第三功率开关器件 T3、第四功率开关器件 T4、第五功率开关器件 T5、第六功率开关器件 T6 和第二电容 C2，第三功率开关器件 T3 的输入端连接第四功率开关器件 T4 的输入端、处理器（图未示）和电感 L 的第一端，第三功率开关器件 T3 的输出端连接第二电容 C2 的第一端和第一储能模块 602 的第一端，第一储能模块 602 的第一端还连接第五功率开关器件 T5 的输入端，第五功率开关器件 T5 的输出端连接第六功率开关器件 T6 的输入端和第二功率模块 603，第六功率开关器件 T6 的输出端连接第一储能模块 602 的第二端，第四功率开关器件 T4 的输出端连接第二电容 C2 的第二端和第一储能模块 602 的第二端，第三功率开关器件 T3 的控制端、第四功率开关器件 T4 的控制端、第五功率开关器件 T5 的控制端和第六功率开关器件 T6 的控制端分别连接处理器（图未示）。

[0180] 具体地，本实施例的方案，将第三功率开关器件 T3 和第四功率开关器件 T4 的公共

连接端作为第一功率模块 601 的高压端，将第五功率开关器件 T5 和第六功率开关器件 T6 的公共连接端作为第一功率模块 601 的低压端，将各个功率开关器件的控制端作为第一功率模块 601 的控制端。以此接入第一储能模块 602、电感 L 和陪试子模块 204，陪试子模块 204 的结构则与试品子模块 202 的结构一致，并镜像对称，搭建形成对拖架构。

[0181] 上述方案，试品子模块 202 和陪试子模块 204 均为全桥结构，可实现全桥结构下储能阀子模块的对拖测试，提高全桥结构储能阀子模块的运行可靠性。

[0182] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围，其均应涵盖在本申请的权利要求和说明书的范围当中。尤其是，只要不存在结构冲突，各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本申请并不局限于文中公开的特定实施例，而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

权利要求书

1、一种储能阀子模块测试方法，包括：

控制陪试子模块为试品子模块直流充电，其中，所述试品子模块包括相连的第一功率模块和第一储能模块，所述陪试子模块包括相连的第二功率模块和第二储能模块，所述第一功率模块的高压端连接所述第二功率模块的高压端，所述第一功率模块的低压端连接所述第二功率模块的低压端；

获取所述试品子模块在充电过程中的充电状态参数；及

根据所述充电状态参数，确定所述试品子模块的运行状态。

2、根据权利要求 1 所述的储能阀子模块测试方法，其中，所述控制陪试子模块为试品子模块直流充电，包括：

在陪试子模块与试品子模块的电压差值大于第一预设阈值的情况下，控制陪试子模块为试品子模块正向模式充电；

在陪试子模块与试品子模块的电压差值小于第二预设阈值的情况下，控制陪试子模块为试品子模块逆向模式充电；其中，所述第一预设阈值大于或等于所述第二预设阈值。

3、根据权利要求 2 所述的储能阀子模块测试方法，其中，所述控制陪试子模块为试品子模块正向模式充电，包括：

控制所述试品子模块进入充电模式，并控制所述陪试子模块的功率开关器件轮换导通，以通过所述第二储能模块为所述试品子模块正向模式充电。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的储能阀子模块测试方法，其中，所述第一功率模块的高压端通过电感连接所述第二功率模块的高压端，所述控制陪试子模块为试品子模块逆向模式充电，包括：

控制所述陪试子模块向所述电感充电；

控制所述试品子模块进入充电模式，并控制所述陪试子模块的功率开关器件轮换导通，以通过所述电感存储的电能和所述第二储能模块为所述试品子模块逆向模式充电。

5、根据权利要求 1-4 任意一项所述的储能阀子模块测试方法，其中，所述控制陪试子模块为试品子模块直流充电，包括：

向所述试品子模块输入任意占空比和频率的开关控制信号，以及向所述陪试

子模块输入固定频率的开关控制信号，控制所述陪试子模块向所述试品子模块直流充电。

6、根据权利要求 5 所述的储能阀子模块测试方法，其中，还包括：

根据所述试品子模块的第一端的电流采样值以及预设参考电流，调整所述陪试子模块的开关控制信号的占空比。

7、根据权利要求 1-6 任意一项所述的储能阀子模块测试方法，其中，所述充电状态参数包括电流参数、电压参数、温度参数中的至少一种。

8、根据权利要求 7 所述的储能阀子模块测试方法，其中，所述根据所述充电状态参数，确定所述试品子模块的运行状态，包括：

根据所述电压参数和电流参数，确定所述试品子模块充电过程中的电压应力状态和电流应力状态；

和/或，根据所述电流参数和所述温度参数，确定所述试品子模块的电流波动状态和温升状态。

9、根据权利要求 1-8 任意一项所述的储能阀子模块测试方法，其中，还包括：

在陪试子模块有补电需求的情况下，控制所述陪试子模块进行补电。

10、根据权利要求 1-9 任意一项所述的储能阀子模块测试方法，其中，还包括：

控制所述试品子模块对所述陪试子模块放电；

获取所述试品子模块在放电过程中的放电状态参数；

根据所述放电状态参数，确定所述试品子模块的运行状态。

11、一种储能阀子模块测试装置，包括：

充电控制模块，用于控制陪试子模块为试品子模块直流充电，其中，所述试品子模块包括相连的第一功率模块和第一储能模块，所述陪试子模块包括相连的第二功率模块和第二储能模块，所述第一功率模块的高压端连接所述第二功率模块的高压端，所述第一功率模块的低压端连接所述第二功率模块的低压端；及

参数获取模块，用于获取所述试品子模块在充电过程中的充电状态参数；所述充电状态参数用于确定所述试品子模块的运行状态。

12、一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，

所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求 1 至 10 中任一项所述储能阀子模块测试方法的步骤。

13、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至10中任一项所述储能阀子模块测试方法的步骤。

14、一种计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1 至 10 中任一项所述储能阀子模块测试方法的步骤。

15、一种储能阀子模块测试系统，包括试品子模块、陪试子模块和处理器，所述试品子模块包括相连的第一功率模块和第一储能模块，所述陪试子模块包括相连的第二功率模块和第二储能模块，所述第一功率模块的高压端连接所述第二功率模块的高压端，所述第一功率模块的低压端连接所述第二功率模块的低压端，所述第一功率模块的控制端和所述第二功率模块的控制端分别连接所述处理器，所述处理器用于根据权利要求 1-10 任意一项所述的储能阀子模块测试方法对所述试品子模块进行测试。

16、根据权利要求 15 所述的储能阀子模块测试系统，其中，还包括电感，所述第一功率模块的高压端通过电感连接所述第二功率模块的高压端。

17、根据权利要求 15 或 16 所述的储能阀子模块测试系统，其中，还包括补能电路，所述补能电路连接所述第二储能模块。

18、根据权利要求 17 所述的储能阀子模块测试系统，其中，所述补能电路包括开关器件和电流源，所述电流源通过开关器件连接所述第二储能模块。

19、根据权利要求 15-18 任意一项所述的储能阀子模块测试系统，其中，所述第一功率模块包括并联的第一功率单元和第一电容，所述第一功率单元的高压端连接所述第二功率模块的高压端，所述第一功率单元的低压端连接所述第二功率模块的低压端；

和/或，所述第二功率模块包括并联的第二功率单元和第二电容，所述第二功率单元的高压端连接所述第一功率模块的高压端，所述第二功率单元的低压端连接所述第一功率模块的低压端。

20、根据权利要求 19 所述的储能阀子模块测试系统，其中，所述第一功率模块包括全桥功率模块或半桥功率模块，所述第二功率模块包括全桥功率模块或半桥功率模块。

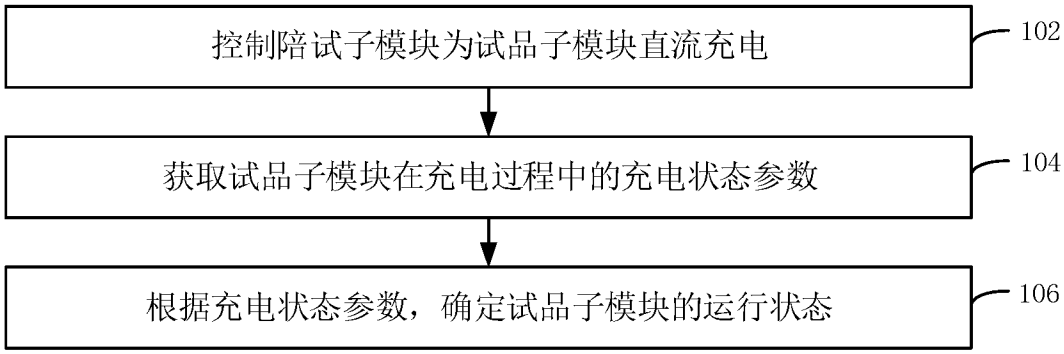

控制陪试子模块为试品子模块直流充电
102
获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数
104
根据充电状态参数，确定试品子模块的运行状态
106

图 1

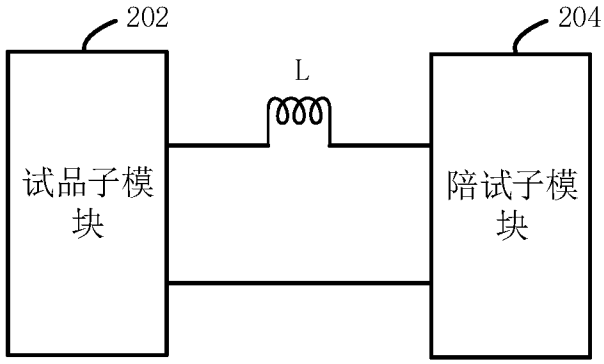

202
204
L
试品子模块
陪试子模块

图 2

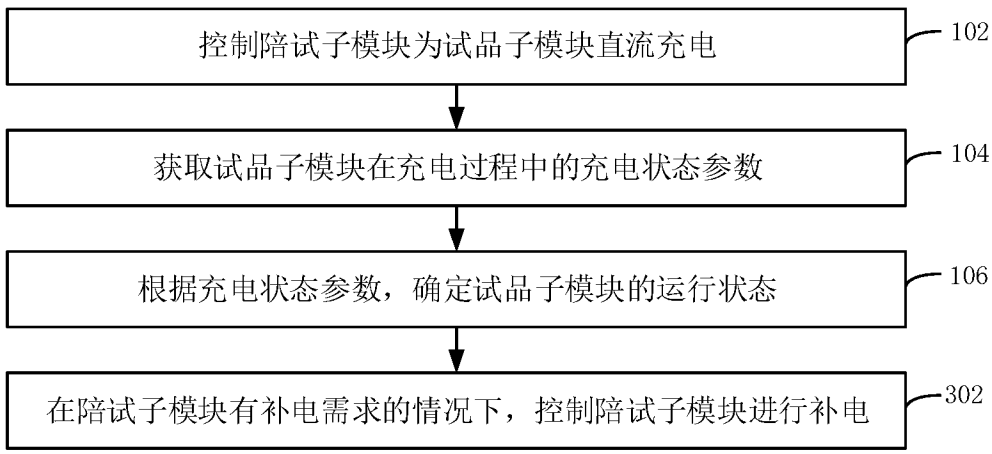

控制陪试子模块为试品子模块直流充电
102
获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数
104
根据充电状态参数，确定试品子模块的运行状态
106
在陪试子模块有补电需求的情况下，控制陪试子模块进行补电
302

图 3

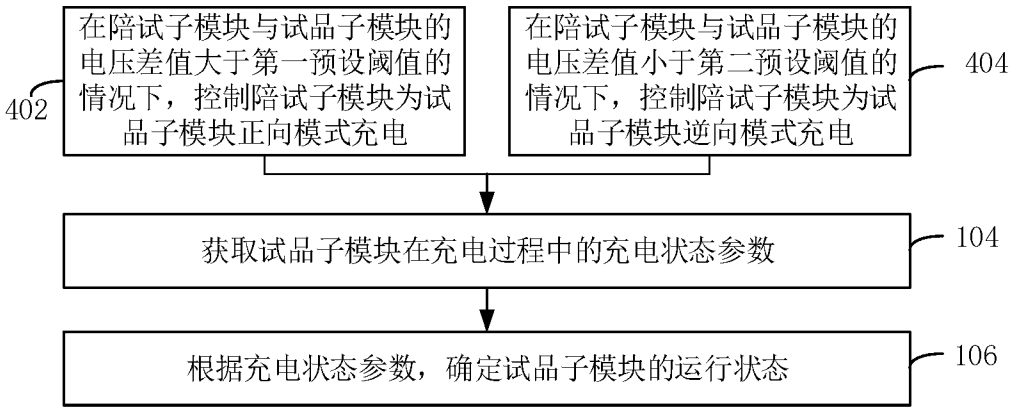

在陪试子模块与试品子模块的电压差值大于第一预设阈值的情况下，控制陪试子模块为试品子模块正向模式充电
402
在陪试子模块与试品子模块的电压差值小于第二预设阈值的情况下，控制陪试子模块为试品子模块逆向模式充电
404
获取试品子模块在充电过程中的充电状态参数
104
根据充电状态参数，确定试品子模块的运行状态
106

图 4

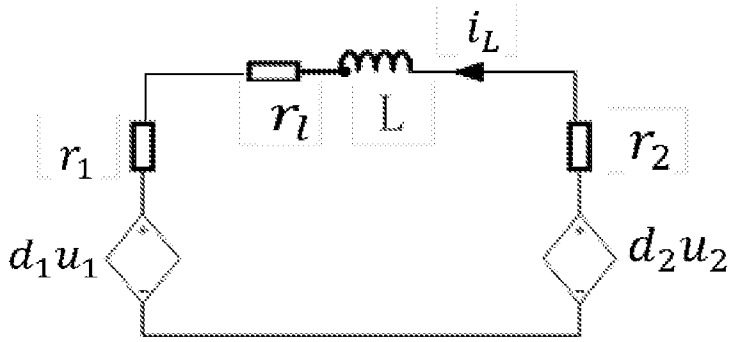

i_L
r_l
L
r_1
r_2
d_1u_1
d_2u_2

图 5

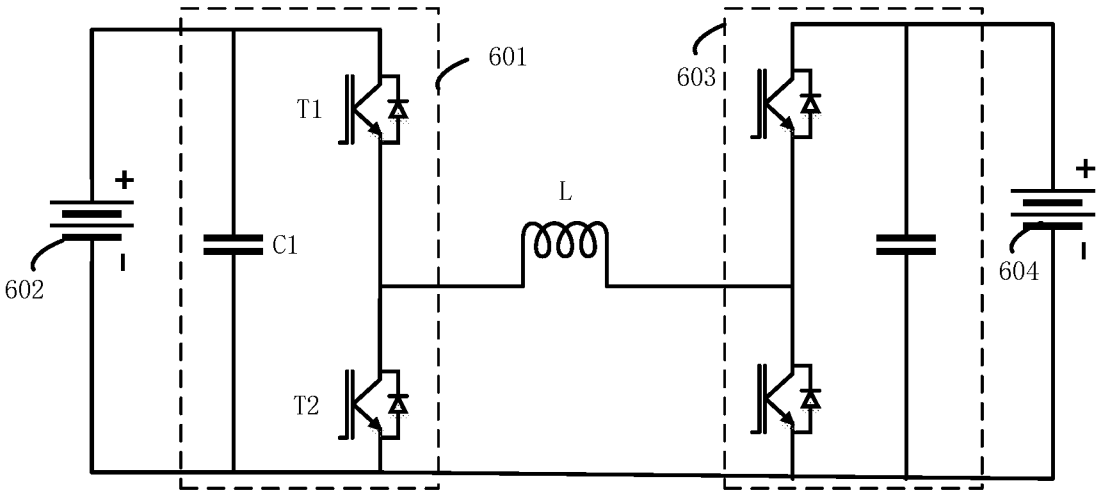

601
603
T1
L
C1
602
604
T2

图 6

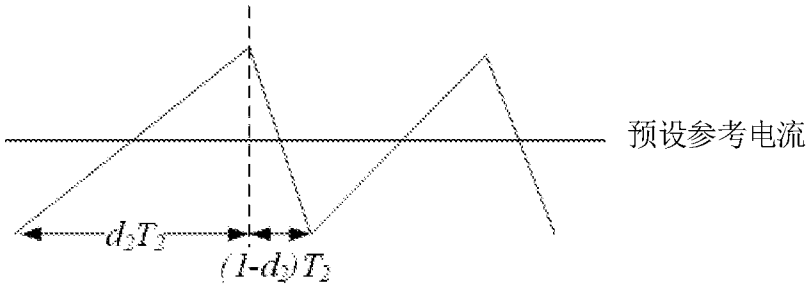

预设参考电流
d_2T_2
$(1-d_2)T_2$

图 7

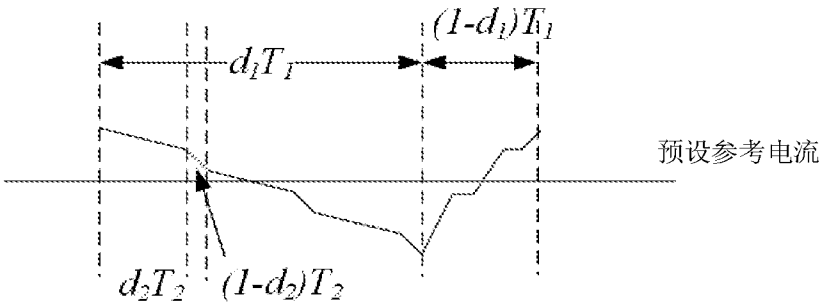

$(1-d_1)T_1$
d_1T_1
预设参考电流
d_2T_2
$(1-d_2)T_2$

图 8

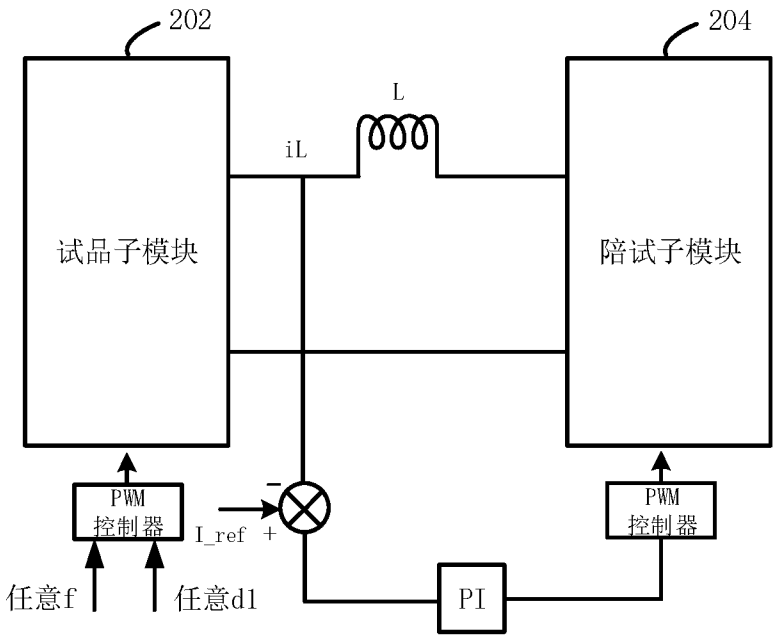

202
204
L
iL
试品子模块
陪试子模块
PWM
控制器
I_ref
+
PWM
控制器
任意f
任意d1
PI

图 9

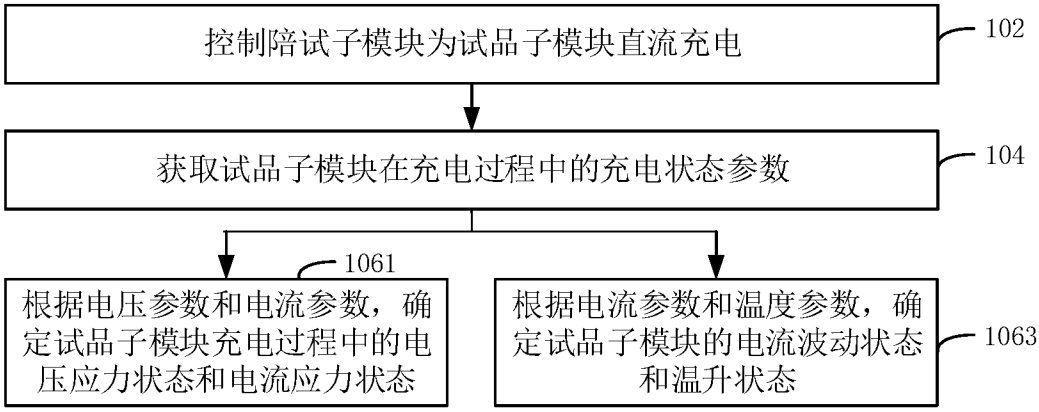


图 10

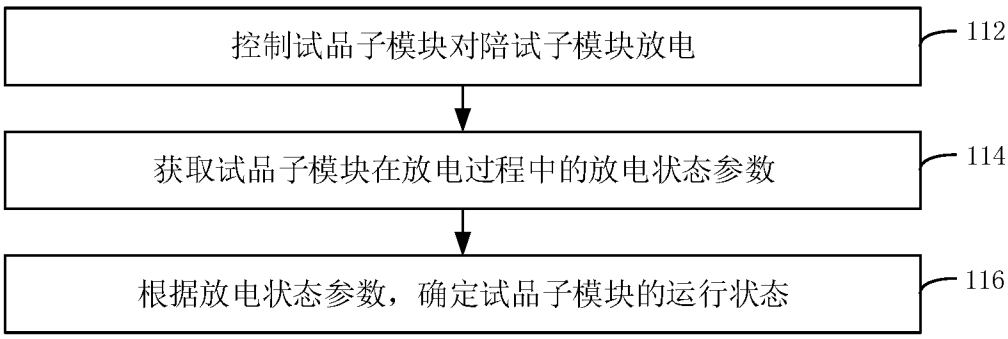


图 11

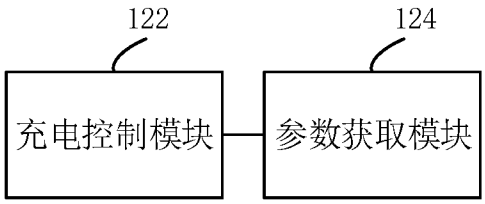


图 12

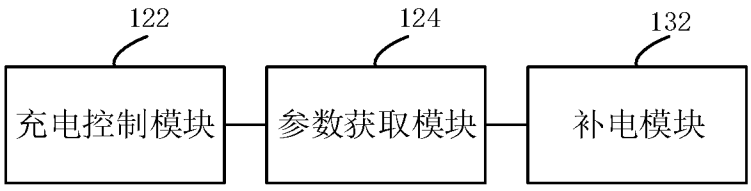


图 13

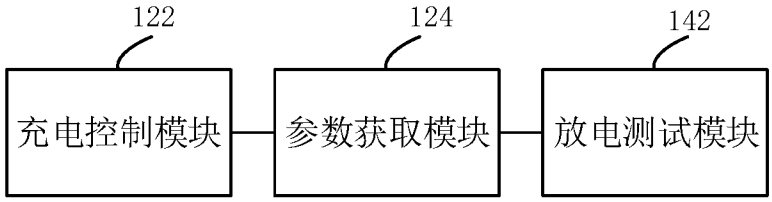

122
124
142
充电控制模块
参数获取模块
放电测试模块

图 14

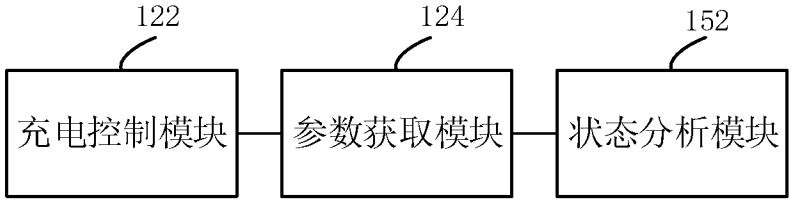

122
124
152
充电控制模块
参数获取模块
状态分析模块

图 15

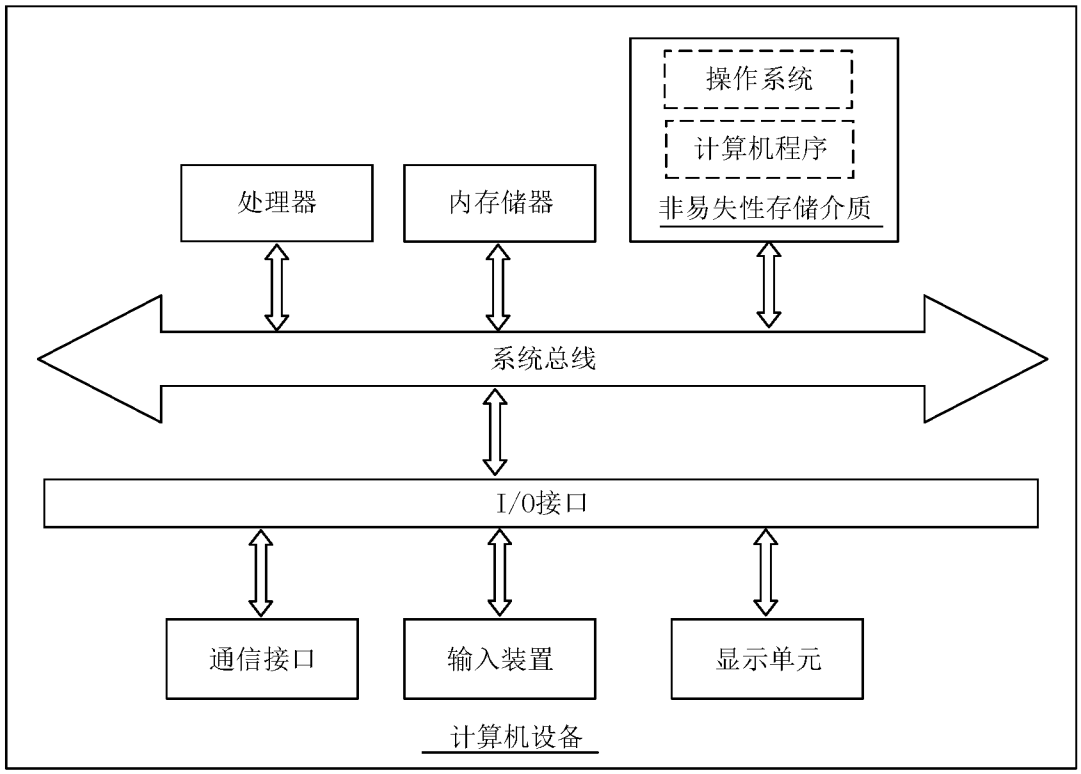

操作系统
计算机程序
非易失性存储介质
处理器
内存储器
系统总线
I/O接口
通信接口
输入装置
显示单元
计算机设备

图 16

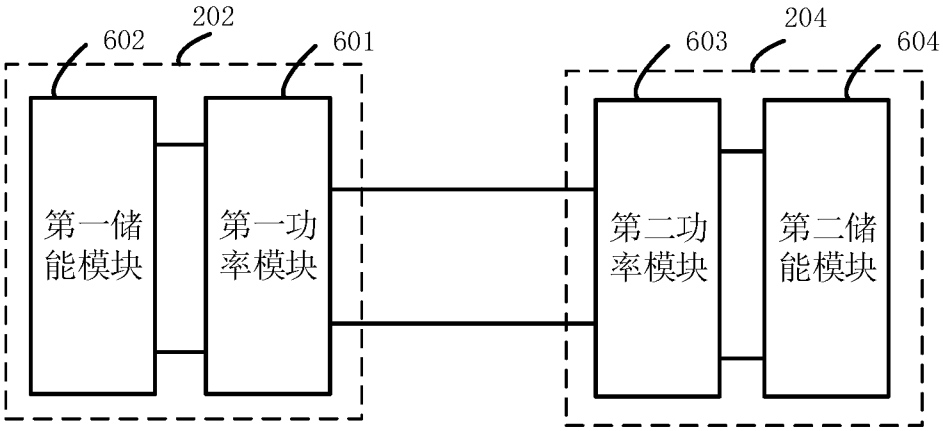

202
602
601
603
204
604
第一储能模块
第一功率模块
第二功率模块
第二储能模块

图 17

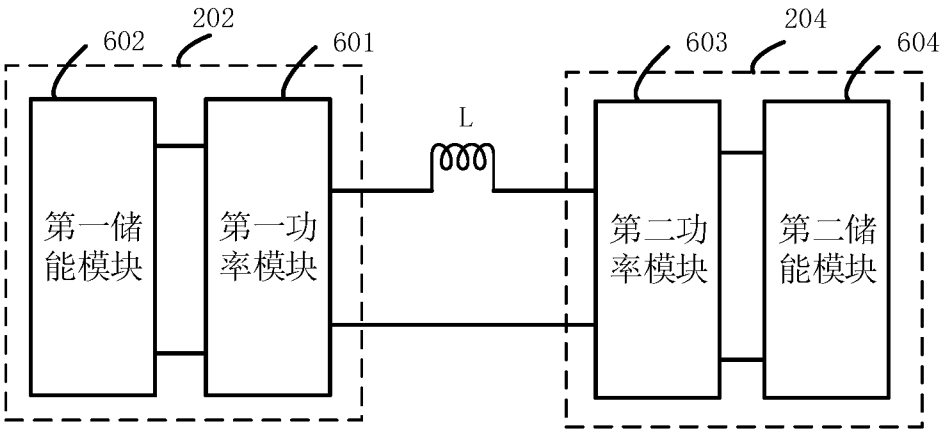

202
602
601
L
603
204
604
第一储能模块
第一功率模块
第二功率模块
第二储能模块

图 18

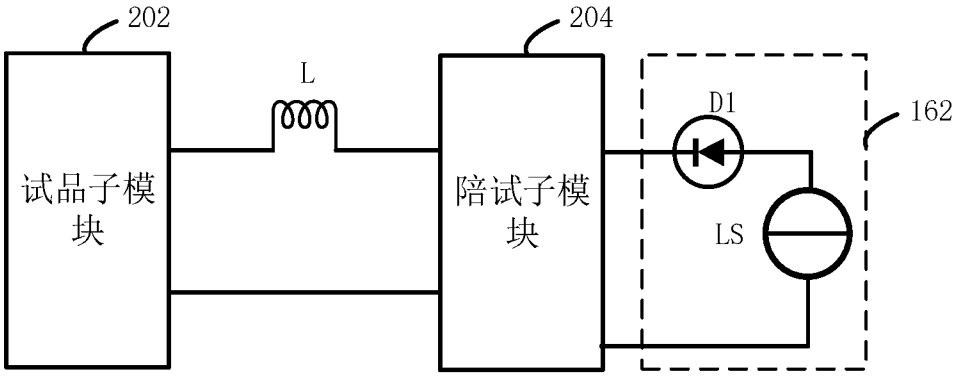

202
L
204
D1
162
试品子模块
陪试子模块
LS

图 19

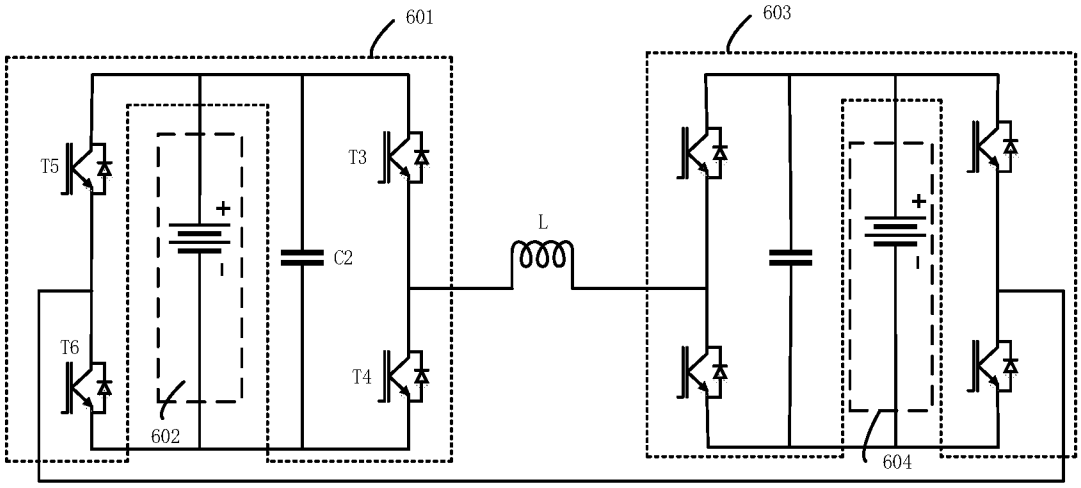


图 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2024/072593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R31/00(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)

IPC:G01R

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)

CNTXT, ENTXTC, CNKI, ENTXT, DWPI, VEN: 储能阀, 子模块, 功率, 储能, 陪试, 辅助, 试品, 被试, 待测, 待试, 充电, 放电, 充放电, 运行状态, 电感, 电抗, 对拖, 电流, 电压, 温度, 电压应力, 电流应力, 补电, 补能, energy storage, power module, drag test, accompany test, auxiliary, reactance, inductance, charge, discharge, operating state, current, voltage, temperature, stress

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 114994444 A (XI'AN XD POWER SYSTEMS CO., LTD. et al.) 02 September 2022 (2022-09-02) description, paragraphs 0009-0087, and figure 1	1-20
X	CN 213069043 U (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE OF GUANGDONG POWER GRID CO., LTD.) 27 April 2021 (2021-04-27) description, paragraphs 0006-0034, and figure 1	1-20
X	CN 106872834 A (SHANGHAI ELECTRIC GROUP CO., LTD.) 20 June 2017 (2017-06-20) description, paragraphs 0006-0051, and figure 1	1-20
X	CN 214409146 U (WUHAN INSTITUTE OF MARINE ELECTRIC PROPULSION (CHINA SHIPBUILDING INDUSTRY CORPORATION NO. 712 INSTITUTE)) 15 October 2021 (2021-10-15) description, paragraphs 0007-0032, and figures 1-2	1-20
X	CN 105425071 A (ZHUZHOU TIMES EQUIPMENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 23 March 2016 (2016-03-23) description, paragraphs 0004-0086, and figure 1	

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
18 April 2024	**29 April 2024**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 108279378 A (C-EPRI ELECTRIC POWER ENGINEERING CO., LTD.) 13 July 2018 (2018-07-13) description, paragraphs 0004-0099, and figures 1-2	1-20
X	徐浩等 (XU, Hao et al.). "电网侧电池储能站对拖试验及其关键问题分析 (Analyses on Back to Back Test of Grid-side Battery Energy Storage Stations)" *电力电子技术 (Power Electronics),* Vol. 54, No. 2, 20 February 2020 (2020-02-20), ISSN: 1000-100X, pages 60-62	1-20
A	CN 108051685 A (C-EPRI ELECTRIC POWER ENGINEERING CO., LTD.) 18 May 2018 (2018-05-18) entire document	1-20
A	CN 110187192 A (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, CHINA SOUTHERN POWER GRID et al.) 30 August 2019 (2019-08-30) entire document	1-20
A	CN 111781483 A (C-EPRI ELECTRIC POWER ENGINEERING CO., LTD.) 16 October 2020 (2020-10-16) entire document	1-20
A	CN 113376463 A (RONGXIN POWER LTD. et al.) 10 September 2021 (2021-09-10) entire document	1-20
A	CN 115128419 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY et al.) 30 September 2022 (2022-09-30) entire document	1-20
A	WO 2022139433 A1 (PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION et al.) 30 June 2022 (2022-06-30) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/072593

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 114994444 A	02 September 2022	None	
CN 213069043 U	27 April 2021	None	
CN 106872834 A	20 June 2017	None	
CN 214409146 U	15 October 2021	None	
CN 105425071 A	23 March 2016	None	
CN 108279378 A	13 July 2018	None	
CN 108051685 A	18 May 2018	None	
CN 110187192 A	30 August 2019	None	
CN 111781483 A	16 October 2020	None	
CN 113376463 A	10 September 2021	None	
CN 115128419 A	30 September 2022	None	
WO 2022139433 A1	30 June 2022	KR 20220090813 A	30 June 2022
		KR 102548727 B1	28 June 2023
		EP 4269981 A1	01 November 2023

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2024/072593

A. 主题的分类

G01R31/00(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)

IPC:G01R

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））

CNTXT,ENTXTC,CNKI,ENTXT,DWPI,VEN:储能阀，子模块，功率，储能，陪试，辅助，试品，被试，待测，待试，充电，放电，充放电，运行状态，电感，电抗，对拖，电流，电压，温度，电压应力，电流应力，补电，补能，energy storage，power module，drag test，accompany test，auxiliary，reactance，inductance，charge，discharge，operating state，current，voltage，temperature，stress

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
X	CN 114994444 A (西安西电电力系统有限公司等) 2022年9月2日 (2022 - 09 - 02) 说明书第0009-0087段及附图1	1-20
X	CN 213069043 U (广东电网有限责任公司电力科学研究院) 2021年4月27日 (2021 - 04 - 27) 说明书第0006-0034段及附图1	1-20
X	CN 106872834 A (上海电气集团股份有限公司) 2017年6月20日 (2017 - 06 - 20) 说明书第0006-0051段及附图1	1-20
X	CN 214409146 U (武汉船用电力推进装置研究所（中国船舶重工集团公司第七一二研究所）) 2021年10月15日 (2021 - 10 - 15) 说明书第0007-0032段及附图1-2	1-20
X	CN 105425071 A (株洲时代装备技术有限责任公司) 2016年3月23日 (2016 - 03 - 23) 说明书第0004-0086段及附图1	
X	CN 108279378 A (中电普瑞电力工程有限公司) 2018年7月13日 (2018 - 07 - 13) 说明书第0004-0099段及附图1-2	1-20

☑ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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	国际检索报告邮寄日期
2024年4月18日	2024年4月29日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 黄素霞 电话号码 (+86) 010-62089636

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
X	徐浩等. "电网侧电池储能站对拖试验及其关键问题分析" 电力电子技术, 第54卷，第2期，2020年2月20日 (2020 - 02 - 20)， ISSN：1000-100X, 第60-62页	1-20
A	CN 108051685 A (中电普瑞电力工程有限公司) 2018年5月18日 (2018 - 05 - 18) 全文	1-20
A	CN 110187192 A (南方电网科学研究院有限责任公司等) 2019年8月30日 (2019 - 08 - 30) 全文	1-20
A	CN 111781483 A (中电普瑞电力工程有限公司) 2020年10月16日 (2020 - 10 - 16) 全文	1-20
A	CN 113376463 A (荣信汇科电气股份有限公司等) 2021年9月10日 (2021 - 09 - 10) 全文	1-20
A	CN 115128419 A (上海交通大学等) 2022年9月30日 (2022 - 09 - 30) 全文	1-20
A	WO 2022139433 A1 (NAT UNIV PUKYONG IND UNIV COOP FOUND等) 2022年6月30日 (2022 - 06 - 30) 全文	1-20

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/072593

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	114994444	A	2022年9月2日	无			
CN	213069043	U	2021年4月27日	无			
CN	106872834	A	2017年6月20日	无			
CN	214409146	U	2021年10月15日	无			
CN	105425071	A	2016年3月23日	无			
CN	108279378	A	2018年7月13日	无			
CN	108051685	A	2018年5月18日	无			
CN	110187192	A	2019年8月30日	无			
CN	111781483	A	2020年10月16日	无			
CN	113376463	A	2021年9月10日	无			
CN	115128419	A	2022年9月30日	无			
WO	2022139433	A1	2022年6月30日	KR	20220090813	A	2022年6月30日
				KR	102548727	B1	2023年6月28日
				EP	4269981	A1	2023年11月1日