



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119374943 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 28

(21) 申请号 202411610689.X

(22) 申请日 2024.11.12

(71) 申请人 兆能瑞时(常州)科技有限公司

地址 213000 江苏省常州市武进区湖塘镇
湖塘科技产业园工业坊标准厂房D6栋

(72) 发明人 印荣方 印兆炜 杜军强

(74) 专利代理机构 常州星创专利代理事务所
(普通合伙) 32846

专利代理师 唐安琪

(51) Int. Cl.

G01M 99/00 (2011.01)

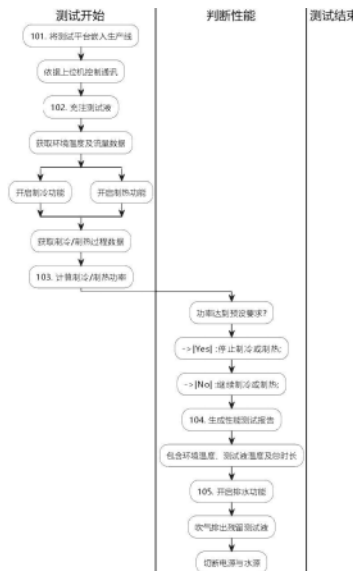
权利要求书4页 说明书19页 附图3页

(54) 发明名称

一种嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试平台及方法

(57) 摘要

本发明涉及液冷性能测试领域,公开了一种嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试平台及方法,用于解决现有技术在空间占用、智能化程度以及排水效果等方面存在的不足。本发明将测试用到的所有储液箱及管道均内嵌于生产线顶部及生产线台面下部,额外占用的生产空间较少;嵌入式储能液冷系统生产线全自动制冷/制热性能智能测试平台可直接在操控屏上显示出被测试的液冷机组的制冷/制热量,无需产线工人进一步计算出制冷/制热量;采用了更加合理的气、液布局,通过加设位于较低垂向位置的液冷机组注液口作为辅助排水口,解决了当前大多数储能液冷系统生产企业在制冷/热性能测试过程中出现的排水不净问题。



1. 一种嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法,其特征在于,所述嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法包括:

将测试平台完全嵌入至生产线内,依据测试平台的上位机控制测试平台与待测储能液冷系统之间的电路通讯、水路通讯及气路通讯;

充注测试液至待测储能液冷系统,响应于所述充注,获取测试过程中的环境温度及流量数据,依据环境温度及流量数据,开启待测储能液冷系统的制冷或制热功能;

采集待测储能液冷系统在制冷或制热过程中的温度及流量数据,并计算制冷/制热功率,依据所述制冷/制热功率判断是否达到预设的性能要求,若未达到预设的性能要求,则继续制冷或制热,若已达到,则停止制冷或制热;

生成性能测试报告,该报告至少包含工作环境温度、工作测试液温度及达到预设性能要求的总时长;

开启待测储能液冷系统的排水功能,通过向管道内吹气,利用气体压力将管道中的残留测试液完全排出,切断测试平台所有电源与水源,完成性能测试。

2. 根据权利要求1所述的嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法,其特征在于,所述将测试平台完全嵌入至生产线内,依据测试平台的上位机控制测试平台与待测储能液冷系统之间的电路通讯、水路通讯及气路通讯,包括:

所述电路通讯采用工业级通讯协议,上位机负责整个测试平台的电源管理,包括测试过程中的电能分配和紧急情况下的电源切断;

所述水路通讯通过PLC回路反馈控制,上位机根据实时流量数据调整电控阀门的开度;

所述充注测试液至待测储能液冷系统,响应于所述充注,获取测试过程中的环境温度及流量数据,依据环境温度及流量数据,开启待测储能液冷系统的制冷或制热功能,包括:

利用无线传感器实时监测环境温度和流量数据,将数据传输至嵌入式系统的上位机进行处理,在数据处理过程中,采用滤波算法剔除测试过程中产生的干扰信号,确保数据的准确性;

在生产线附近设置热交换器,利用其他设备产生的废弃热能或冷能,对测试液进行预热或预冷;和/或热交换器将回收的热能或冷能储存起来,供其他生产环节或设备使用;

在测试液流动管道中设置多个热交换区域,每个区域根据实时数据独立调节,在不增加整体预热或预冷时间的情况下,提高局部效率,设定第*i*个热交换区域传递的热量为 Q_i ,则:

$$Q_i = U_i \times A_i \times \Delta T_i \times \Delta t$$

其中, U_i 为第*i*个热交换区域的总传热系数; A_i 为第*i*个热交换区域的传热面积; ΔT_i 为第*i*个热交换区域的温度差; Δt 为时间间隔;

通过独立调节每个区域的 U_i 、 A_i 和 ΔT_i ,在不增加整体预热或预冷时间的情况下,提高局部效率;

设计带有磁场和/或电场的装置,通过调节磁场强度和/或电场强度,实现对测试液的快速加热或冷却,设定磁场和/或电场的冷却功率为 P_{field} ,则:

$$P_{\text{field}} = k \times (\sigma \times E^2 + \mu \times B^2)$$

其中,k为比例系数; σ 为测试液的电导率;E为电场强度; μ 为测试液的磁导率;B为磁场强度;

通过调节电场强度E和/或磁场强度B,实现对测试液的快速加热或冷却;

$$\text{EER} = \frac{\sum(Q_i/3600)}{(P_{\text{input}} + P_{\text{field}})}$$

其中,EER为综合能效比; $\sum Q_i$ 为所有热交换区域传递的总热量; P_{input} 为系统输入功率; P_{field} 为磁场和/或电场的冷却功率;

综合能效比用于评估整个系统的能效比,即输出热量与输入功率的比值,通过优化每个热交换区域的传热系数、传热面积和温度差,以及调节磁场和/或电场强度,提高系统的整体能效。

3.根据权利要求1所述的嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法,其特征在于,所述采集待测储能液冷系统在制冷或制热过程中的温度及流量数据,并计算制冷/制热功率,依据所述制冷/制热功率判断是否达到预设的性能要求,若未达到预设的性能要求,则继续制冷或制热,若已达到,则停止制冷或制热,包括:

基于储能液冷系统的物理特性,建立动态热力学模型,该模型能够根据实时采集的温度和流量数据,动态计算制冷量或制热量,所述测试平台用于液冷机组循环出水的管道中安装有水流量传感器1与温度传感器2,分别用于测量制冷/热循环中的测试液质量流量 q_m 及制冷/热后的温度 T_2 ;

在测试平台用于液冷机组循环进水的管道中安装有温度传感器1,用于测量测试液制冷/热前的温度 T_1 ;

依据实际环境温度及大气压力,得到测试液的比热容 C ;

则实际制冷/制热功率 $Q_{\text{实际}}$:

$$Q_{\text{实际}} = C q_m |T_2 - T_1|$$

若实际制冷/制热功率 $Q_{\text{实际}}$ 与液冷机组标定制冷/制热功率 $Q_{\text{标定}}$ 之间差值的绝对值 $|Q_{\text{实际}} - Q_{\text{标定}}|$ 等于设定值K,则视为达到预设的性能要求。

4.根据权利要求1所述的嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法,其特征在于,所述生成性能测试报告,该报告至少包含工作环境温度、工作测试液温度及达到预设性能要求的总时长,包括:

依据所述测试过程中的环境温度及流量数据、待测储能液冷系统在制冷或制热过程中的温度及流量数据进行整合,确保数据的完整性、一致性、时间戳对应,对数据进行清洗,去除异常值、填补缺失值,采用移动平均法进行平滑处理以减少数据波动对报告的影响,得到整合数据集;

依据所述整合数据集提取工作环境温度和工作测试液温度的关键数据点,包括平均值、最高值、最低值,依据统计分布分析计算数据的偏度、峰度指标,提供数据分布形态的直观展示;

依据上位机的计时数据,确定储能液冷系统从开始工作到达到预设性能要求所需的总时长,依据历史数据和实时数据设计性能达标预测模型,提前预测得到储能液冷系统达到预设性能要求所需的总时长,提高测试效率,性能达标预测模型的预测公式为:

$$\hat{t}_{total} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p$$

其中, $\hat{t}_{total}$ 是预测的总时长, $x_1, x_2, \dots, x_p$ 是影响性能达标的特征变量,包括工作环境温度、工作测试液温度、系统功率, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ 是模型参数,通过历史数据拟合得到;

依据所述工作环境温度和工作测试液温度的关键数据点及达到预设性能要求所需的总时长结合预设的多参数评估模型,设定多参数评估模型的性能评分为 P_{score} , 则:

$$P_{score} = w_1 \cdot \frac{T_{env,ref}}{T_{env}} + w_2 \cdot \frac{T_{liquid,ref}}{T_{liquid}} + w_3 \cdot \frac{t_{ref}}{t_{total}} + \dots$$

其中, w_1, w_2, w_3 是权重系数, $T_{env,ref}$ 表示环境温度的参考值, $T_{liquid,ref}$ 表示工作测试液温度的参考值, t_{ref} 表示达到预设性能要求所需的总时长的参考值,用于归一化;

根据 P_{score} 和预设的评分标准,得到性能测试报告;

利用交互式图表,包括实时更新的曲线图、热力图,展示测试过程中的温度变化和流量波动。

5. 根据权利要求1所述的嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法,其特征在于,所述开启待测储能液冷系统的排水功能,通过向管道内吹气,利用气体压力将管道中的残留测试液完全排出,切断测试平台所有电源与水源,完成性能测试,包括:

通过内置的压力传感器实时监测管道内气体压力,引入机器学习算法,能够根据历史排水数据不断学习并优化压力控制策略,适应不同测试条件下的排水需求;

采用分支管道设计,增加气体与测试液的接触面积,依据流体力学仿真软件,对排水管道进行模拟分析,找到最优管道路径和分支布局,确保排水效果最佳;

结合图像识别技术,通过摄像头监控排水过程,辅助判断残留测试液是否完全排出,提高检测的准确性;

在排水过程结束后,系统自动检测所有排水阀门是否关闭,确认无误后自动切断测试平台的所有电源与水源,确保安全,设计双重确认机制,在自动切断电源与水源前,通过声光报警或短信通知方式提醒操作人员确认,避免误操作。

6. 根据权利要求5所述的嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法,其特征在于,排水功能采用两阶段式排水设计,包括高位主要排水阶段和低位辅助排水阶段,确保管道中的残留测试液完全排出;

通过加设位于较低垂向位置的液冷机组注液口作为辅助排水口,让少量剩余在液冷机

组部件内的残留测试液由位于低位的机组注液口排向内嵌于流水线台面下部的开式带盖的储液箱2。

7. 一种嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台,其特征在于,所述嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台包括:

电源模块,用于为测试平台及测试液冷机组提供电能;

测试平台上位机,用于控制测试平台与测试液冷机组之间的电路、水路及气路通讯,同时负责测试工作;

数据采集模块,包含温度传感器及流量传感器,用于测量测试过程中的温度及流量数据;

测试平台主管路,包含水管路和气管路,用于连接测试平台与测试液冷机组;

储液箱模块,包括至少一个储液箱,用于储存和供应测试液。

8. 根据权利要求7所述的嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台,其特征在于,还包括液位开关及环境温度计,所述液位开关用于检测储液箱的水位并自动控制储液箱的充注及补液操作,所述环境温度计用于自动判断开启测试液冷机组的制冷或制热功能。

9. 根据权利要求7所述的嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台,其特征在于,所述储液箱模块包括至少两个储液箱,分别为储液箱1和储液箱2,所述储液箱1用于接收并储存由自来水管流出并净化后的测试液以及由液冷机组主要排水阶段排出的测试液,所述储液箱2用于接收由液冷机组辅助排水阶段排出的残余测试液。

10. 根据权利要求7所述的嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台,其特征在于,所述测试平台主管路采用透明塑料管,便于安装过程的可视化操作,所述测试平台采用PLC回路反馈控制原理,对测试液流量进行实时控制,直到达到预设的制冷/制热功率。

一种嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试平台及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及液冷性能测试领域,尤其涉及一种嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台及方法。

背景技术

[0002] 储能液冷系统生产线的性能测试对于确保液冷系统符合产品设计要求和相关标准至关重要,它直接关系到产品的稳定性和储能应用的高要求。在储能系统中,电池包在充放电过程中会产生大量热量,如果不能及时散发,电池包温度将持续升高,这不仅会导致电池性能下降、寿命缩短,还可能引发热失控等严重安全事故。液冷系统通过冷却液的循环流动,能够迅速有效地将电池包产生的热量带走,确保电池包在安全稳定的温度范围内工作。此外,在低温环境下储能电池包的性能及寿命也会受到显著影响,主要表现为:电池容量及充放电效率下降,电芯加速老化,电池寿命急剧缩短等。液冷系统可通过在放置于电池包底部的换热板通道内循环具有一定温度的液体,以实现电池包的预热,进而提高电池包的工作温度及其工作性能。因此,液冷系统的制冷/制热能力成为储能系统关注的重点性能之一,相应的制冷/制热性能测试在储能液冷系统的生产过程中也显得极为重要。

[0003] 目前,储能液冷系统生产线中尚未有企业采用嵌入式全自动制冷/制热性能测试平台。大多数厂家仍在使用半自动性能测试平台进行测试,这些设备占用较多生产空间,且测试过程不够智能化。具体来说,半自动平台无法自动充注、排放测试液,也无法自动计算制冷量/制热量,导致测试过程耗费大量人力,且分析过程耗时较长,这种平台通常放置在产线周围环境,体积较大的储液箱被置于产线周围的地面上,因此额外占用了生产空间,给产线工人的生产作业带来不便;

[0004] 此外,现有的外置式半自动储能液冷系统制冷/制热性能测试平台的测试全过程需要手动操作各种水路及气路阀门,还需手动控制各个步骤的启停,耗费人力与时间较多;

[0005] 同时现有的外置式半自动储能液冷系统制冷/制热性能测试平台大多采用的是利用向测试机组内充入空气而排出机组内残余测试液的思路,但由于测试平台的液路、气路以及测试机组内的循环液路之间一定的高度差,且空气与测试液之间存在密度差,很难将测试机组内的残余测试液完全排净,导致测试机组的关键部件(水泵、冷凝器等)及连接管路内壁面被腐蚀,在一定程度上会影响测试机组的后续正常使用。

[0006] 因此,我们提出了一种嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台及方法用于解决上述问题。

发明内容

[0007] 本发明提供了一种嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台及方法,用于解决现有技术在空间占用、智能化程度以及排液效果等方面存在的不足。

[0008] 本发明第一方面提供了一种嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法,所述嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法包括:将测试平台完全嵌入至生产线内,依据测

试平台的上位机控制测试平台与待测储能液冷系统之间的电路通讯、水路通讯及气路通讯;充注测试液至待测储能液冷系统,响应于所述充注,获取测试过程中的环境温度及流量数据,依据环境温度及流量数据,开启待测储能液冷系统的制冷或制热功能;采集待测储能液冷系统在制冷或制热过程中的温度及流量数据,并计算制冷/制热功率,依据所述制冷/制热功率判断是否达到预设的性能要求,若未达到预设的性能要求,则继续制冷或制热,若已达到,则停止制冷或制热;生成性能测试报告,该报告至少包含工作环境温度、工作测试液温度及达到预设性能要求的总时长;开启待测储能液冷系统的排水功能,通过向管道内吹气,利用气体压力将管道中的残留测试液完全排出,切断测试平台所有电源与水源,完成性能测试。

[0009] 可选的,在本发明第一方面的第一种实现方式中,所述将测试平台完全嵌入至生产线上,依据测试平台的上位机控制测试平台与待测储能液冷系统之间的电路通讯、水路通讯及气路通讯,包括:所述电路通讯采用工业级通讯协议,上位机负责整个测试平台的电源管理,包括测试过程中的电能分配和紧急情况下的电源切断;所述水路通讯通过PLC回路反馈控制,上位机根据实时流量数据调整电控阀门的开度;所述充注测试液至待测储能液冷系统,响应于所述充注,获取测试过程中的环境温度及流量数据,依据环境温度及流量数据,开启待测储能液冷系统的制冷或制热功能,包括:利用无线传感器实时监测环境温度和流量数据,将数据传输至嵌入式系统的上位机进行处理,在数据处理过程中,采用滤波算法剔除测试过程中产生的干扰信号,确保数据的准确性;在生产线附近设置热交换器,利用其他设备产生的废弃热能或冷能,对测试液进行预热或预冷;和/或热交换器将回收的热能或冷能储存起来,供其他生产环节或设备使用;在测试液流动管道中设置多个热交换区域,每个区域根据实时数据独立调节,在不增加整体预热或预冷时间的情况下,提高局部效率,设定第*i*个热交换区域传递的热量为 Q_i ,则:

$$[0010] \quad Q_i = U_i \times A_i \times \Delta T_i \times \Delta t$$

[0011] 其中, U_i 为第*i*个热交换区域的总传热系数; A_i 为第*i*个热交换区域的传热面积; ΔT_i 为第*i*个热交换区域的温度差; Δt 为时间间隔;

[0012] 通过独立调节每个区域的 U_i 、 A_i 和 ΔT_i ,在不增加整体预热或预冷时间的情况下,提高局部效率;

[0013] 设计带有磁场和/或电场的装置,通过调节磁场强度和/或电场强度,实现对测试液的快速加热或冷却,设定磁场和/或电场的冷却功率为 P_{field} ,则:

$$[0014] \quad P_{\text{field}} = k \times (\sigma \times E^2 + \mu \times B^2)$$

[0015] 其中, k 为比例系数; σ 为测试液的电导率; E 为电场强度; μ 为测试液的磁导率; B 为磁场强度;

[0016] 通过调节电场强度 E 和/或磁场强度 B ,实现对测试液的快速加热或冷却;

$$[0017] \quad \text{EER} = \frac{\sum(Q_i/3600)}{(P_{\text{input}} + P_{\text{field}})}$$

[0018] 其中,EER为综合能效比; $\sum Q_i$ 为所有热交换区域传递的总热量; P_{input} 为系统

输入功率； P_{field} 为磁场和/或电场的冷却功率；

[0019] 综合能效比用于评估整个系统的能效比,即输出热量与输入功率的比值,通过优化每个热交换区域的传热系数、传热面积和温度差,以及调节磁场和/或电场强度,提高系统的整体能效。

[0020] 可选的,在本发明第一方面的第二种实现方式中,所述采集待测储能液冷系统在制冷或制热过程中的温度及流量数据,并计算制冷/制热功率,依据所述制冷/制热功率判断是否达到预设的性能要求,若未达到预设的性能要求,则继续制冷或制热,若已达到,则停止制冷或制热,包括:基于储能液冷系统的物理特性,建立动态热力学模型,该模型能够根据实时采集的温度和流量数据,动态计算制冷量或制热量,所述测试平台用于液冷机组循环出水的管道中安装有水流量传感器1与温度传感器2,分别用于测量制冷/热循环中的测试液质量流量 q_m 及制冷/热后的温度 T_2 ;在测试平台用于液冷机组循环进水的管道中安装有温度传感器1,用于测量测试液制冷/热前的温度 T_1 ;依据实际环境温度及大气压力,得到测试液的比热容 C ;则实际制冷/制热功率 $Q_{\text{实际}}$:

$$[0021] \quad Q_{\text{实际}} = C q_m |T_2 - T_1|$$

[0022] 若实际制冷/制热功率 $Q_{\text{实际}}$ 与液冷机组标定制冷/制热功率 $Q_{\text{标定}}$ 之间差值的绝对值 $|Q_{\text{实际}} - Q_{\text{标定}}|$ 等于设定值 K ,则视为达到预设的性能要求。

[0023] 可选的,在本发明第一方面的第三种实现方式中,所述生成性能测试报告,该报告至少包含工作环境温度、工作测试液温度及达到预设性能要求的总时长,包括:依据所述测试过程中的环境温度及流量数据、待测储能液冷系统在制冷或制热过程中的温度及流量数据进行整合,确保数据的完整性、一致性、时间戳对应,对数据进行清洗,去除异常值、填补缺失值,采用移动平均法进行平滑处理以减少数据波动对报告的影响,得到整合数据集;依据所述整合数据集提取工作环境温度和工作测试液温度的关键数据点,包括平均值、最高值、最低值,依据统计分布分析计算数据的偏度、峰度指标,提供数据分布形态的直观展示;依据上位机的计时数据,确定储能液冷系统从开始工作到达到预设性能要求所需的总时长,依据历史数据和实时数据设计性能达标预测模型,提前预测得到储能液冷系统达到预设性能要求所需的总时长,提高测试效率,性能达标预测模型的预测公式为:

$$[0024] \quad \hat{t}_{\text{total}} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p$$

[0025] 其中, $\hat{t}_{\text{total}}$ 是预测的总时长, $x_1, x_2, \dots, x_p$ 是影响性能达标的特征变量,包括工作环境温度、工作测试液温度、系统功率, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ 是模型参数,通过历史数据拟合得到;

[0026] 依据所述工作环境温度和工作测试液温度的关键数据点及达到预设性能要求所需的总时长结合预设的多参数评估模型,设定多参数评估模型的性能评分为 P_{score} ,则:

$$[0027] \quad P_{score} = w_1 \cdot \frac{T_{env,ref}}{T_{env}} + w_2 \cdot \frac{T_{liquid,ref}}{T_{liquid}} + w_3 \cdot \frac{t_{ref}}{t_{total}} + \dots$$

[0028] 其中, w_1, w_2, w_3 是权重系数, $T_{env,ref}$ 表示环境温度的参考值, $T_{liquid,ref}$ 表示工作测试液温度的参考值, t_{ref} 表示达到预设性能要求所需的总时长的参考值, 用于归一化;

[0029] 根据 P_{score} 和预设的评分标准, 得到性能测试报告; 利用交互式图表, 包括实时更新的曲线图、热力图, 展示测试过程中的温度变化和流量波动。

[0030] 可选的, 在本发明第一方面的第四种实现方式中, 所述开启待测储能液冷系统的排水功能, 通过向管道内吹气, 利用气体压力将管道中的残留测试液完全排出, 切断测试平台所有电源与水源, 完成性能测试, 包括: 通过内置的压力传感器实时监测管道内气体压力, 引入机器学习算法, 能够根据历史排水数据不断学习并优化压力控制策略, 适应不同测试条件下的排水需求; 采用分支管道设计, 增加气体与测试液的接触面积, 依据流体力学仿真软件, 对排水管道进行模拟分析, 找到最优管道路径和分支布局, 确保排水效果最佳; 结合图像识别技术, 通过摄像头监控排水过程, 辅助判断残留测试液是否完全排出, 提高检测的准确性; 在排水过程结束后, 系统自动检测所有排水阀门是否关闭, 确认无误后自动切断测试平台的所有电源与水源, 确保安全, 设计双重确认机制, 在自动切断电源与水源前, 通过声光报警或短信通知方式提醒操作人员确认, 避免误操作。

[0031] 可选的, 在本发明第一方面的第五种实现方式中, 排水功能采用两阶段式排水设计, 包括高位主要排水阶段和低位辅助排水阶段, 确保管道中的残留测试液完全排出; 通过加设位于较低垂向位置的液冷机组注液口作为辅助排水口, 让少量剩余在液冷机组部件内的残留测试液由位于低位的机组注液口排向内嵌于流水线台面下部的开式带盖的储液箱 2。

[0032] 本发明第二方面提供了一种嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台, 所述嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台包括: 电源模块, 用于为测试平台及测试液冷机组提供电能; 测试平台上位机, 用于控制测试平台与测试液冷机组之间的电路、水路及气路通讯, 同时负责测试工作; 数据采集模块, 包含温度传感器及流量传感器, 用于测量测试过程中的温度及流量数据; 测试平台主管路, 包含水管路和气管路, 用于连接测试平台与测试液冷机组; 储液箱模块, 包括至少一个储液箱, 用于储存和供应测试液。

[0033] 可选的, 在本发明第二方面的第一种实现方式中, 还包括液位开关及环境温度计, 所述液位开关用于检测储液箱的水位并自动控制储液箱的充注及补液操作, 所述环境温度计用于自动判断开启测试液冷机组的制冷或制热功能。

[0034] 可选的, 在本发明第二方面的第二种实现方式中, 所述储液箱模块包括至少两个储液箱, 分别为储液箱 1 和储液箱 2, 所述储液箱 1 用于接收并储存由自来水管流出并净化后的测试液以及由液冷机组主要排水阶段排出的测试液, 所述储液箱 2 用于接收由液冷机组辅助排水阶段排出的残余测试液。

[0035] 可选的, 在本发明第二方面的第三种实现方式中, 所述测试平台主管路采用透明塑料管, 便于安装过程的可视化操作, 所述测试平台采用 PLC 回路反馈控制原理, 对测试液流量进行实时控制, 直到达到预设的制冷/制热功率。

[0036] 本发明提供的技术方案中,有益效果:

[0037] 测试平台完全嵌入至生产线内,不额外占用生产车间的空间。这种设计不仅减少了生产线的占地面积,还使得产线工人拥有更多的作业空间,提高了空间利用效率。储液箱及管道的内嵌设计(位于生产线顶部及台面下部)进一步强化了空间利用的协同性,实现了对生产空间的“零占用”,使得生产线布局更加紧凑、高效。

[0038] 本发明实现了自动化测试,产线工人只需通过控制测试平台上的操控屏即可完成测试,极大地减少了人力需求。智能化控制则进一步提升了测试效率,平台能够自动采集并处理数据,自动判断测试性能种类,并自动计算制冷/制热量,实现了性能测试过程中产线工人劳动力的“零耗费”。自动化与智能化的协同作用,使得测试过程更加流畅、高效,显著提高了生产效率。

[0039] 采用了合理的气、液路布局,通过高位主要排水与低位辅助排水的“两阶段式排水”设计,实现了残余测试液的完全排净。这种气路与液路设计的协同性,不仅解决了排水不净的问题,还避免了测试机组关键部件及连接管路内壁面的腐蚀,延长了测试机组的使用寿命。

[0040] 整体结构设计(包括电源、测试平台上位机、数据采集模块、测试平台主管路、储液箱等)与各项功能(如充注液及补液、收集环境温度数据、液冷机组排水等)之间形成了良好的协同作用。这种协同性使得测试平台能够稳定、可靠地完成性能测试任务,同时保证了测试结果的准确性和可靠性。

[0041] 综上所述,本发明创造的嵌入式储能液冷系统生产线全自动制冷/制热性能智能测试平台通过空间利用、自动化与智能化、气路与液路设计以及整体结构与功能等多个方面的协同作用,实现了对生产空间的充分利用、测试过程的自动化与智能化、残余测试液的完全排净以及整体结构的稳定可靠,从而显著提高了生产效率、降低了人力成本、延长了测试机组的使用寿命,并保证了测试结果的准确性和可靠性。

附图说明

[0042] 图1为本发明实施例中嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法的一个实施例示意图;

[0043] 图2为本发明实施例中嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台的测试流程图;

[0044] 图3为本发明实施例中嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台的一个实施例示意图;

[0045] 图4为本发明实施例中嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台的工作原理示意图。

具体实施方式

[0046] 本发明实施例提供了一种嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台及方法,用于解决现有技术中空间占用、智能化程度以及排液效果等方面存在的不足。本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实

施。此外,术语“包括”或“具有”及其任何变形,意图在于覆盖不排除他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0047] 为便于理解,下面对本发明实施例的具体流程进行描述,请参阅图1,本发明实施例中嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法的一个实施例包括:

[0048] 101、将测试平台完全嵌入至生产线内,依据测试平台的上位机控制测试平台与待测储能液冷系统之间的电路通讯、水路通讯及气路通讯;

[0049] 可以理解的是,本发明的执行主体可以为嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台,还可以是终端或者服务器,具体此处不做限定。本发明实施例以服务器为执行主体为例进行说明。

[0050] 需要说明的是,将测试平台的硬件设备(包括传感器、控制器、执行器等)紧密集成到生产线中,确保与待测储能液冷系统的物理连接。使用标准化的接口和连接器,以便快速、准确地连接和断开测试平台与待测系统。

[0051] 电路通讯实现接口设计:设计专用的电路接口,确保测试平台与待测储能液冷系统之间的电气连接稳定可靠。采用标准化的通信协议,如CAN总线或Modbus (485通讯协议、波特率为115200),以实现数据的准确传输。

[0052] 数据传输与监控:通过上位机软件实时监控电路通讯状态,包括电压、电流等关键参数。例如,可以设置每50ms采集一次电路数据,确保实时掌握系统状态。

[0053] 具体数据:在一次测试中,测试平台通过电路通讯成功获取了待测储能液冷系统的实时电压数据为220V,电流数据为10A,确保系统工作在正常范围内。

[0054] 水路通讯实现,流体连接:使用专用的水管和接头,将测试平台与待测储能液冷系统的水路连接起来。确保水路连接的密封性和流畅性,防止液体泄漏或堵塞。

[0055] 流量与温度监控:在水路中安装流量传感器和温度传感器,实时监测冷却液的流量和温度。上位机软件实时显示和记录这些数据,以便分析系统性能。

[0056] 具体数据:在某次测试中,水路通讯成功监测到冷却液的流量为5L/min,温度为25℃,表明液冷系统工作正常。

[0057] 气路通讯实现,气体连接:使用专用的气管和接头,将测试平台与待测储能液冷系统的气路连接起来。确保气路连接的密封性和通畅性,防止气体泄漏或堵塞。

[0058] 压力与湿度监控:在气路中安装压力传感器和湿度传感器,实时监测系统的压力和湿度。上位机软件对这些数据进行实时监控和记录,以便及时发现异常情况。

[0059] 具体数据:在一次气路通讯测试中,成功监测到系统压力为1.5bar,湿度为40%,符合设计要求。

[0060] 上位机控制,软件开发:开发专用的上位机软件,用于控制测试平台与待测储能液冷系统之间的通讯。上位机软件具备数据采集、分析、存储和报警功能。

[0061] 实时控制:通过上位机软件实时控制测试平台的运行,包括启动、停止、数据采集等操作。上位机软件能够实时显示各项数据,并提供异常报警功能。

[0062] 综上所述,通过将测试平台完全嵌入至生产线内,并依据测试平台的上位机控制测试平台与待测储能液冷系统之间的电路通讯、水路通讯及气路通讯,实现对储能液冷系统性能的全面测试和监控。

[0063] 102、充注测试液至待测储能液冷系统,响应于所述充注,获取测试过程中的环境温度(包括设备温度)及流量数据,依据环境温度及流量数据,开启待测储能液冷系统的制冷或制热功能;

[0064] 需要说明的是,准备测试液:选择适当的测试液,例如乙二醇水溶液,确保其热容量和流动性满足测试要求。连接管路:使用专用的管路和接头,将测试液充注设备与待测储能液冷系统的液冷管路连接起来。充注过程:启动充注设备,将测试液缓慢充入待测储能液冷系统,同时监控系统的压力变化,确保充注过程安全无误。充注量确认:充注完成后,检查待测储能液冷系统内的测试液量是否达到预设值。例如,充注至系统容量的80%。

[0065] 获取环境温度及流量数据,环境温度监测:在测试环境内布置温度传感器,实时监测并记录环境温度数据。例如,测试环境初始温度为25℃。流量数据获取:在液冷管路中安装流量传感器,实时监测并记录测试液的流量数据。例如,初始流量设定为3L/min。

[0066] 依据数据开启制冷或制热功能,数据分析:将实时监测到的环境温度和流量数据输入至上位机控制系统中进行分析。功能判断:根据分析结果,判断是否需要开启待测储能液冷系统的制冷或制热功能。例如,当环境温度(包括设备温度)超过30℃时,开启制冷功能;当环境温度(包括设备温度)低于20℃时,开启制热功能。功能执行:根据判断结果,通过上位机控制系统发送指令至待测储能液冷系统,开启相应的制冷或制热功能。例如,在当前环境温度为28℃的情况下,系统判断无需开启制冷或制热功能,保持当前状态运行。

[0067] 测试过程监控与记录,实时监控:在测试过程中,持续监控环境温度、流量以及待测储能液冷系统的运行状态。数据记录:将实时监控到的数据记录在上位机控制系统中,以便后续分析和处理。例如,记录每5分钟的环境温度和流量数据变化。异常处理:如发现异常情况(如流量突然减小、环境温度骤升等),立即停止测试并检查原因,确保测试过程的安全性和有效性。

[0068] 通过以上实施例,可以具体实现嵌入式储能液冷系统生产线性能测试中的充注测试液、获取环境温度及流量数据以及依据这些数据开启制冷或制热功能的操作。

[0069] 103、采集待测储能液冷系统在制冷或制热过程中的温度及流量数据,并计算制冷/制热功率,依据所述制冷/制热功率判断是否达到预设的性能要求,若未达到预设的性能要求,则继续制冷或制热,若已达到,则停止制冷或制热;

[0070] 需要说明的是,布置传感器:在待测储能液冷系统的关键部位(如进出口、散热器等)安装温度传感器和流量传感器,确保能够准确采集到制冷或制热过程中的温度和流量数据。数据采集:启动制冷或制热功能后,通过传感器实时采集温度和流量数据。例如,每隔10秒采集一次数据,确保数据的连续性和准确性。

[0071] 具体数据示例:

[0072] 初始温度:25℃

[0073] 目标制冷温度:15℃

[0074] 初始流量:4L/min

[0075] 在制冷过程中,每隔10秒记录的温度和流量数据如下:

[0076] t=10s:温度=23℃, 流量=4.1L/min

[0077] t=20s:温度=21℃, 流量=4.0L/min

[0078] ... (以此类推)

[0079] 计算制冷/制热功率,功率计算公式:根据液冷储能系统的特性,制冷/制热功率(P)可以通过系统的输入功率(P_{in})和输出功率(P_{out})以及能量转换效率(η)来计算。在实际应用中,可以通过简化的方式,利用温度和流量数据来估算制冷/制热功率。数据处理:将采集到的温度和流量数据输入到功率计算模型中,得到实时的制冷/制热功率。

[0080] 具体数据示例:

[0081] 设定在 $t=60s$ 时,采集到的温度为 $17^{\circ}C$,流量为 $3.9L/min$,通过计算模型得到此时的制冷功率为 $P=1.5kW$ 。

[0082] 判断性能是否达标,预设性能要求:设定制冷/制热功率的预设值,作为判断性能是否达标的依据。例如,预设制冷功率应达到 $1.8kW$ 以满足性能要求。性能判断:将计算得到的制冷/制热功率与预设值进行比较,判断是否达到预设的性能要求。

[0083] 具体数据示例:在 $t=60s$ 时,计算得到的制冷功率为 $P=1.5kW$,未达到预设的 $1.8kW$,因此需要继续制冷。

[0084] 继续或停止制冷/制热,控制逻辑:若未达到预设性能要求,则通过控制系统继续执行制冷或制热操作;若已达到或超过预设性能要求,则通过控制系统停止制冷或制热操作。操作执行:根据控制逻辑,向待测储能液冷系统发送继续或停止制冷/制热的指令。

[0085] 具体数据示例:由于在 $t=60s$ 时未达到预设性能要求,控制系统发送继续制冷的指令。经过一段时间的制冷操作后,若温度进一步降低且计算得到的制冷功率达到或超过 $1.8kW$,则控制系统发送停止制冷的指令。

[0086] 104、生成性能测试报告,该报告至少包含工作环境温度、工作测试液温度及达到预设性能要求的总时长;

[0087] 需要说明的是,设定预设性能要求:明确制冷/制热功率的预设值,例如制冷功率达到 $2.0kW$,制热功率达到 $1.8kW$ 。准备测试环境:确保测试环境符合测试要求,如恒温、恒湿等。安装传感器:在测试环境中安装温度传感器,同时在待测储能液冷系统的关键部位安装温度和流量传感器。

[0088] 执行测试,充注测试液:向待测储能液冷系统中充注测试液,如乙二醇水溶液。启动测试:通过控制系统启动性能测试,同时开始记录时间和传感器数据。持续监控:在测试过程中,持续监控并记录工作环境温度、工作测试液温度以及制冷/制热功率。

[0089] 数据记录与处理,数据记录:将测试过程中采集到的数据实时记录在上位机控制系统中。数据处理:对记录的数据进行处理,包括计算平均温度、流量以及达到预设性能要求所需的总时长。

[0090] 具体数据示例:工作环境温度:测试开始时为 $24^{\circ}C$,测试过程中平均温度为 $25^{\circ}C$ 。工作测试液温度:制冷开始时为 $25^{\circ}C$,达到预设制冷功率时温度为 $16^{\circ}C$;制热开始时为 $25^{\circ}C$,达到预设制热功率时温度为 $34^{\circ}C$ 。达到预设性能要求总时长:制冷过程中,经过120秒达到预设制冷功率;制热过程中,经过150秒达到预设制热功率。

[0091] 生成性能测试报告,报告格式:选择适当的报告格式,如Word、Excel或PDF。报告内容:至少包含以下信息:测试日期、测试环境描述、预设性能要求、实际测试数据(包括工作环境温度、工作测试液温度及变化曲线图)、达到预设性能要求的总时长以及测试结论。数据可视化:在报告中加入图表,如温度随时间变化的曲线图,以便更直观地展示测试结果。报告审核与签发:对生成的报告进行审核,确保数据准确无误后签发。

[0092] 105、开启待测储能液冷系统的排水功能,通过向管道内吹气,利用气体压力将管道中的残留测试液完全排出,切断测试平台所有电源与水源,完成性能测试;

[0093] 需要说明的是,开启排水功能,操作前准备:确保测试已经完成,所有测试数据已记录。检查待测储能液冷系统的排水阀门是否处于可工作状态。

[0094] 开启排水阀门:手动或自动打开所有需要排水的阀门。例如,在本实施例中,我们打开了3个主要的排水阀门,编号为DV-1、DV-2、DV-3。

[0095] 监控排水过程:使用流量计监测排水流量,确保排水顺畅。例如,初始排水流量为5L/min,随着残留测试液的减少,流量逐渐降低。记录排水开始时间(如:15:30)和结束时间(如:15:45),总排水时长为15分钟。

[0096] 向管道内吹气排出残留测试液,准备气源:连接高压气瓶或气泵,确保气源压力稳定且足够。例如,使用压力为5bar的氮气瓶。

[0097] 向管道内吹气:将气源接入待测储能液冷系统的吹气接口。开启气源,向管道内持续吹入气体,利用气体压力将管道中的残留测试液推向排水口。监控吹气过程中的气体流量和压力,确保操作安全。

[0098] 检查残留液排出情况:通过观察排水口是否有液体继续流出,以及流出的液体是否清澈来判断残留测试液是否已完全排出。例如,在吹气5分钟后,排水口流出的液体变得清澈,表明残留测试液已基本排出。

[0099] 切断测试平台所有电源与水源,切断电源:依次关闭测试平台上的所有电源开关,包括主电源、控制电源等。例如,主电源开关编号为PS-1,控制电源开关编号为CS-2,均在15:50被关闭。切断水源:关闭所有与水源相关的阀门,确保水源被完全切断。例如,关闭了进水阀门WV-1和出水阀门WV-2。安全检查:检查所有电源和水源是否已完全切断,确保测试平台处于安全状态。

[0100] 本发明实施例中,通过将测试平台嵌入生产线,实现了自动化的性能测试,减少了人工干预,从而提高了生产效率;通过全面的性能测试,能够及时发现并处理潜在的性能问题,确保出厂的每一台储能液冷系统都符合性能要求,提升了产品质量;准确的性能测试能够预测产品在实际使用中的表现,减少因性能问题导致的后期维修和更换成本;测试过程中的实时监控和异常处理机制能够及时发现并应对潜在的安全风险,增强了系统的安全性;生成的性能测试报告提供了丰富的数据支持,帮助企业做出更明智的产品开发和市场策略决策;经过严格性能测试的产品能够提供更稳定、更可靠的性能表现,从而提升用户的使用体验。

[0101] 本发明实施例中嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法的另一个实施例包括:

[0102] 201、将测试平台完全嵌入至生产线内,依据测试平台的上位机控制测试平台与待测储能液冷系统之间的电路通讯、水路通讯及气路通讯;

[0103] 具体地,所述电路通讯采用工业级通讯协议,上位机负责整个测试平台的电源管理,包括测试过程中的电能分配和紧急情况下的电源切断;所述水路通讯通过PLC回路反馈控制,上位机根据实时流量数据调整电控阀门的开度;

[0104] 需要说明的是,电路通讯,工业级通讯协议的应用:选择Modbus TCP/IP作为电路通讯协议,因其稳定性高、传输速度快且兼容性好。通过此协议,上位机能够精确控制测试

平台各部分的电源状态。电源管理系统:上位机配备专门的电源管理软件,负责测试过程中的电能分配。例如,在测试开始时,上位机通过Modbus指令向电源分配单元发送指令,为待测液冷系统提供稳定的220V交流电源。紧急电源切断机制:在测试过程中,若上位机检测到任何异常(如电流过大、电压不稳等),会立即通过Modbus协议发送切断指令给电源管理模块,确保在50ms内切断相关电源,防止设备损坏或安全事故。

[0105] 水路通讯,PLC回路反馈控制:采用西门子S7-1200 PLC作为水路控制核心,通过传感器实时监测水路中的流量、压力和温度等参数。这些数据通过PLC的模拟量输入模块转化为数字信号,供上位机处理。上位机流量调整策略:上位机接收到PLC发送的实时流量数据后,根据预设的测试流程和标准,通过算法计算出电控阀门的最佳开度。例如,当流量低于设定值时,上位机会发送指令给PLC,逐步增大电控阀门的开度,直至流量达到预设值。

[0106] 数据记录和报警机制:上位机软件具备数据记录功能,能够保存每次测试的水路通讯数据。同时,若水路出现异常情况(如流量突然减小、压力骤升等),上位机会立即触发报警机制,通知操作人员及时处理。

[0107] 气路通讯,气路监测与控制:对于涉及气路通讯的测试环节,如液冷系统中使用的气动阀门或传感器等,同样采用PLC进行监测和控制。通过安装在气路上的压力传感器和流量开关等设备,实时监测气路状态。上位机气路管理:上位机根据测试需求,对气路进行精确控制。例如,在需要打开气动阀门时,上位机发送指令给PLC,由PLC控制相应的电磁阀动作,实现阀门的开启或关闭。安全与节能措施:为确保气路通讯的安全性,上位机软件中集成了多重保护机制,如压力过高自动泄压、气体泄漏自动报警等。同时,通过优化算法和控制策略,实现气路能耗的有效降低。

[0108] 202、充注测试液至待测储能液冷系统,响应于所述充注,获取测试过程中的环境温度及流量数据,依据环境温度及流量数据,开启待测储能液冷系统的制冷或制热功能;

[0109] 具体地,利用无线传感器实时监测环境温度和流量数据,将数据传输至嵌入式系统的上位机进行处理,在数据处理过程中,采用滤波算法剔除测试过程中产生的干扰信号,确保数据的准确性;在生产线附近设置热交换器,利用其他设备产生的废弃热能或冷能,对测试液进行预热或预冷;和/或热交换器将回收的热能或冷能储存起来,供其他生产环节或设备使用;在测试液流动管道中设置多个热交换区域,每个区域根据实时数据独立调节,在不增加整体预热或预冷时间的情况下,提高局部效率,设定第*i*个热交换区域传递的热量为 Q_i ,则:

$$[0110] \quad Q_i = U_i \times A_i \times \Delta T_i \times \Delta t$$

[0111] 其中, U_i 为第*i*个热交换区域的总传热系数; A_i 为第*i*个热交换区域的传热面积; ΔT_i 为第*i*个热交换区域的温度差; Δt 为时间间隔;

[0112] 通过独立调节每个区域的 U_i 、 A_i 和 ΔT_i ,在不增加整体预热或预冷时间的情况下,提高局部效率;

[0113] 设计带有磁场和/或电场的装置,通过调节磁场强度和/或电场强度,实现对测试液的快速加热或冷却,设定磁场和/或电场的冷却功率为 P_{field} ,则:

$$[0114] \quad P_{\text{field}} = k \times (\sigma \times E^2 + \mu \times B^2)$$

[0115] 其中,k为比例系数; σ 为测试液的电导率;E为电场强度; μ 为测试液的磁导率;B为磁场强度;

[0116] 通过调节电场强度E和/或磁场强度B,实现对测试液的快速加热或冷却;

$$[0117] \quad EER = \frac{\sum(Q_i/3600)}{(P_{\text{input}} + P_{\text{field}})}$$

[0118] 其中,EER为综合能效比; $\sum Q_i$ 为所有热交换区域传递的总热量; P_{input} 为系统输入功率; P_{field} 为磁场和/或电场的冷却功率;

[0119] 综合能效比用于评估整个系统的能效比,即输出热量与输入功率的比值,通过优化每个热交换区域的传热系数、传热面积和温度差,以及调节磁场和/或电场强度,提高系统的整体能效;

[0120] 需要说明的是,充注测试液与环境监测,充注测试液:选择乙二醇水溶液作为测试液,因其具有良好的热稳定性和导热性能。通过自动充注系统,将测试液充入待测储能液冷系统至预设容量,例如50L。环境监测:在生产线附近布置无线温度传感器和流量传感器,实时监测环境温度(如25℃)和测试液流量(如2L/min)。数据通过无线方式传输至嵌入式系统进行处理。

[0121] 数据处理与滤波,数据接收:嵌入式系统接收来自传感器的实时数据,包括环境温度和流量。滤波算法:采用移动平均滤波算法,对接收到的数据进行处理,以剔除测试过程中可能产生的干扰信号,确保数据的准确性。例如,取最近10个数据点的平均值作为当前有效数据。

[0122] 热交换器设置与预热/预冷,热交换器位置:在生产线附近设置热交换器,利用其他设备产生的废弃热能(如60℃的热水)或冷能(如10℃的冷水)对测试液进行预热或预冷。热能回收与储存:热交换器将回收的热能或冷能储存于热能储罐中,供其他生产环节或设备使用,实现能源的有效利用。

[0123] 热交换区域调节与局部效率提升,热交换区域划分:在测试液流动管道中设置多个热交换区域(如3个区域),每个区域根据实时数据独立调节。传热参数设定:设定每个区域的传热系数 U_i (如 $U_1=50\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $U_2=70\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $U_3=60\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)、传热面积($A_1=1.0\text{m}^2$, $A_2=0.6\text{m}^2$, $A_3=0.8\text{m}^2$)和温度差 ΔT_i (如 $\Delta T_1=10\text{K}$, $\Delta T_2=15\text{K}$, $\Delta T_3=20\text{K}$)。

[0124] 局部效率计算:根据公式 $Q_i = U_i \times A_i \times \Delta T_i \times \Delta t$ (取 $\Delta t=1\text{s}$),计算每个区域传递的热量 Q_i ,并通过独立调节各区域的参数,提高局部效率。

[0125] 磁场/电场加热/冷却装置设计:装置设计:设计带有磁场和/或电场的装置,通过调节磁场强度B(如0.5T)和/或电场强度E(如1000V/m),实现对测试液的快速加热或冷却。

功率计算:根据公式 $P_{\text{field}} = k \times (\sigma \times E^2 + \mu \times B^2)$ (取 $k=1$, $\sigma=0.1\text{S/m}$, $\mu=1\text{H/m}$),计算磁场/电场的冷却功率 P_{field} 。通过调节E和/或B,实现对测试液的快速加热或冷却。

[0126] 综合能效比评估:数据汇总:汇总所有热交换区域传递的总热量 $\sum Q_i$ 、系统输入

功率 P_{input} (如1000W) 和磁场/电场加热/冷却功率 P_{field} 。

[0127] 能效比计算:根据公式:

$$[0128] \quad \text{EER} = \frac{\sum(Q_i/3600)}{(P_{\text{input}} + P_{\text{field}})}$$

[0129] 计算综合能效比EER。通过优化每个热交换区域的传热参数及调节磁场/电场强度,提高系统的整体能效。

[0130] 此实施例详细说明了在嵌入式储能液冷系统生产线性能测试中,如何通过充注测试液、环境监测、数据处理、热交换器设置、热交换区域调节、磁场/电场加热/冷却装置设计及综合能效比评估等步骤,实现高效、准确的性能测试。

[0131] 203、采集待测储能液冷系统在制冷或制热过程中的温度及流量数据,并计算制冷/制热功率,依据所述制冷/制热功率判断是否达到预设的性能要求,若未达到预设的性能要求,则继续制冷或制热,若已达到,则停止制冷或制热;

[0132] 具体地,基于储能液冷系统的物理特性,建立动态热力学模型,该模型能够根据实时采集的温度和流量数据,动态计算制冷量或制热量,所述测试平台用于液冷机组循环出水的管道中安装有水流量传感器1与温度传感器2,分别用于测量制冷/热循环中的测试液质量流量 q_m 及制冷/热后的温度 T_2 ;在测试平台用于液冷机组循环进水的管道中安装有温度传感器1,用于测量测试液制冷/热前的温度 T_1 ;依据实际环境温度及大气压力,得到测试液的比热容 C ;

[0133] 则实际制冷/制热功率 $Q_{\text{实际}}$:

$$[0134] \quad Q_{\text{实际}} = C q_m |T_2 - T_1|$$

[0135] 若实际制冷/制热功率 $Q_{\text{实际}}$ 与液冷机组标定制冷/制热功率 $Q_{\text{标定}}$ 之间差值的绝对值 $|Q_{\text{实际}} - Q_{\text{标定}}|$ 等于设定值K,则视为达到预设的性能要求

[0136] 需要说明的是,数据采集准备,在液冷机组循环出水的管道中安装水流量传感器1与温度传感器2。在液冷机组循环进水的管道中安装温度传感器1。设定水流量传感器1和温度传感器(1和2)的采样频率为每秒1次。

[0137] 实时数据采集,启动测试,记录水流量传感器1测得的测试液质量流量 q_m ,例如 $q_m = 0.5 \text{ kg/s}$ 。同时,记录温度传感器1测得的测试液制冷/热前温度 T_1 ,例如 $T_1 = 25^\circ\text{C}$ 。记录温度传感器2测得的测试液制冷/热后温度 T_2 ,例如 $T_2 = 15^\circ\text{C}$ 。

[0138] 环境参数获取,根据实际环境温度(例如 25°C)及大气压力(例如 101.3 kPa),查询得到测试液(50%乙二醇水溶液)的比热容C,例如 $C = 3.281 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

[0139] 制冷/制热功率计算:应用公式 $Q_{\text{实际}} = C q_m |T_2 - T_1|$ 计算实际制冷/制热功率。

[0140] 将上述数据代入公式,得 $Q_{\text{实际}} = 3.281 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \times 0.5 \text{ kg/s} \times |15^\circ\text{C} -$

25℃ | = 16.405 kW。

[0141] 性能要求判断: 设定液冷机组标定制冷/制热功率 $Q_{\text{标定}}$ 为 16 kW。设定允许差值 K 为 0.5 kW。计算 $Q_{\text{实际}}$ 与 $Q_{\text{标定}}$ 之间差值的绝对值, 即 $|16.405 \text{ kW} - 16 \text{ kW}| = 0.405 \text{ kW}$ 。由于 0.405 kW 小于设定值 K (0.5 kW), 因此判断实际制冷/制热功率已达到预设的性能要求。

[0142] 测试结束或继续, 既然已达到预设性能要求, 测试平台将停止制冷或制热过程。若未达到预设性能要求, 则测试平台将继续制冷或制热, 并重复步骤, 直至满足条件。

[0143] 204、生成性能测试报告, 该报告至少包含工作环境温度、工作测试液温度及达到预设性能要求的总时长;

[0144] 具体地, 依据所述测试过程中的环境温度及流量数据、待测储能液冷系统在制冷或制热过程中的温度及流量数据进行整合, 确保数据的完整性、一致性、时间戳对应, 对数据进行清洗, 去除异常值、填补缺失值, 采用移动平均法进行平滑处理以减少数据波动对报告的影响, 得到整合数据集; 依据所述整合数据集提取工作环境温度和工作测试液温度的关键数据点, 包括平均值、最高值、最低值, 依据统计分布分析计算数据的偏度、峰度指标, 提供数据分布形态的直观展示; 依据上位机的计时数据, 确定储能液冷系统从开始工作到达到预设性能要求所需的总时长, 依据历史数据和实时数据设计性能达标预测模型, 提前预测得到储能液冷系统达到预设性能要求所需的总时长, 提高测试效率, 性能达标预测模型的预测公式为:

$$[0145] \quad \hat{t}_{\text{total}} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p$$

[0146] 其中, $\hat{t}_{\text{total}}$ 是预测的总时长, $x_1, x_2, \dots, x_p$ 是影响性能达标的特征变量, 包括工作环境温度、工作测试液温度、系统功率, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ 是模型参数, 通过历史数据拟合得到;

[0147] 依据所述工作环境温度和工作测试液温度的关键数据点及达到预设性能要求所需的总时长结合预设的多参数评估模型, 设定多参数评估模型的性能评分为 P_{score} , 则:

$$[0148] \quad P_{\text{score}} = w_1 \cdot \frac{T_{\text{env,ref}}}{T_{\text{env}}} + w_2 \cdot \frac{T_{\text{liquid,ref}}}{T_{\text{liquid}}} + w_3 \cdot \frac{t_{\text{ref}}}{t_{\text{total}}} + \dots$$

[0149] 其中, w_1, w_2, w_3 是权重系数, $T_{\text{env,ref}}$ 表示环境温度的参考值, $T_{\text{liquid,ref}}$ 表示工作测试液温度的参考值, t_{ref} 表示达到预设性能要求所需的总时长的参考值, 用于归一化; 根据 P_{score} 和预设的评分标准, 得到性能测试报告; 利用交互式图表, 包括实时更新的曲线图、热力图, 展示测试过程中的温度变化和流量波动。

[0150] 需要说明的是, 数据整合与预处理, 数据收集: 收集测试过程中的环境温度数据、测试液温度数据、系统功率数据以及上位机的计时数据。数据清洗: 去除异常值, 如由于传感器故障导致的极端数据点; 填补缺失值, 如采用插值方法补全因传输问题丢失的数据。数据平滑: 采用移动平均法对数据进行平滑处理, 减少数据波动对报告的影响。

[0151] 关键数据点提取与统计分布分析, 关键数据点: 从整合数据集中提取工作环境温

度和工作测试液温度的平均值、最高值、最低值。例如,工作环境温度的平均值为 25°C ,最高值为 28°C ,最低值为 22°C ;工作测试液温度的平均值为 40°C ,最高值为 45°C ,最低值为 35°C 。统计分布分析:计算数据的偏度和峰度指标,提供数据分布形态的直观展示。例如,工作环境温度的偏度为0.5,峰度为3.2,表明数据分布稍偏右且较为集中;工作测试液温度的偏度为-0.3,峰度为2.8,表明数据分布稍偏左且较为平坦。

[0152] 达到预设性能要求总时长确定与预测:实际总时长:依据上位机的计时数据,确定储能液冷系统从开始工作到达到预设性能要求所需的实际总时长。例如,实际总时长为300秒。预测总时长:利用性能达标预测模型和历史数据拟合得到的模型参数进行预测。设定模型参数已通过历史数据拟合得到,且影响性能达标的特征变量包括工作环境温度、工作测试液温度和系统功率。根据预测公式计算得到预测的总时长。例如,预测总时长为290秒。

[0153] 多参数评估模型与性能评分计算:权重系数设定:根据各参数对性能评估的重要性,设定权重系数 w_1 、 w_2 、 w_3 。例如,设定 $w_1=0.3$ 、 $w_2=0.4$ 、 $w_3=0.3$ 。

[0154] 参考值设定:设定用于归一化的参考温度和时间值。例如,设定 $T_{env,ref}=30^{\circ}\text{C}$ 、 $T_{liquid,ref}=50^{\circ}\text{C}$ 、 $t_{ref}=360$ 秒。

[0155] 性能评分计算:根据多参数评估模型的公式计算性能评分 P_{score} 。将上述数据代入公式得到具体的性能评分。例如, $P_{score}=0.85$ (表示性能良好)。

[0156] 性能测试报告生成与交互式图表展示:报告生成:根据性能评分和预设的评分标准(如优秀、良好、合格、不合格等),生成包含工作环境温度、工作测试液温度及达到预设性能要求的总时长等信息的性能测试报告。交互式图表展示:利用实时更新的曲线图展示测试过程中的温度变化和流量波动;利用热力图展示不同测试条件下的性能表现差异。这些图表有助于直观地了解系统的性能状况和优化方向。

[0157] 205、开启待测储能液冷系统的排水功能,通过向管道内吹气,利用气体压力将管道中的残留测试液完全排出,切断测试平台所有电源与水源,完成性能测试;

[0158] 具体地,通过内置的压力传感器实时监测管道内气体压力,引入机器学习算法,能够根据历史排水数据不断学习并优化压力控制策略,适应不同测试条件下的排水需求;采用分支管道设计,增加气体与测试液的接触面积,依据流体力学仿真软件,对排水管道进行模拟分析,找到最优管道路径和分支布局,确保排水效果最佳;结合图像识别技术,通过摄像头监控排水过程,辅助判断残留测试液是否完全排出,提高检测的准确性;在排水过程结束后,系统自动检测所有排水阀门是否关闭,确认无误后自动切断测试平台的所有电源与水源,确保安全,设计双重确认机制,在自动切断电源与水源前,通过声光报警或短信通知方式提醒操作人员确认,避免误操作。

[0159] 需要说明的是,开启排水功能:操作步骤:在性能测试结束后,通过控制系统开启待测储能液冷系统的排水功能。具体数据:系统记录开启排水功能的时间戳,如“2024-10-11 10:45:00”。

[0160] 气体压力控制与优化:实时监测:通过内置的压力传感器实时监测管道内气体压力。学习算法应用:引入机器学习算法,根据历史排水数据(如气体压力、排水时间等)进行学习,并优化压力控制策略。具体数据:设定在多次排水过程中,算法学习到在气体压力为

0.2 MPa时排水效果最佳,系统将在后续排水过程中自动调整至该压力值。

[0161] 分支管道设计与流体力学仿真:设计优化:采用分支管道设计,增加气体与测试液的接触面积。仿真分析:利用流体力学仿真软件对排水管道进行模拟分析,找到最优管道路径和分支布局。具体数据:仿真结果显示,在采用分支布局后,排水时间缩短了20%,残留测试液量减少了30%。

[0162] 图像识别技术辅助判断,摄像头监控:通过摄像头监控排水过程,捕捉管道内部的实时图像。图像识别:应用图像识别技术判断残留测试液是否完全排出。具体数据:系统识别到在排水过程结束后的图像中无残留测试液存在,确认排水完全。

[0163] 自动检测与切断电源水源,阀门检测:排水过程结束后,系统自动检测所有排水阀门是否关闭。切断电源水源:确认阀门关闭后,系统自动切断测试平台的所有电源与水源。具体数据:系统记录切断电源与水源的时间戳,如“2024-10-11 10:50:00”,并确认所有阀门状态为“关闭”。

[0164] 双重确认机制,声光报警:在自动切断电源与水源前,系统通过声光报警提醒操作人员确认。短信通知:同时,系统发送短信通知至指定操作人员手机,确保及时响应。具体数据:系统记录发送短信的时间戳和接收人员的手机号码,如“2024-10-11 10:49:30发送至1234567890”。

[0165] 206、排水功能采用两阶段式排水设计,包括高位主要排水阶段和低位辅助排水阶段,确保管道中的残留测试液完全排出;

[0166] 通过加设位于较低垂向位置的液冷机组注液口作为辅助排水口,让少量剩余在液冷机组部件内的残留测试液由位于低位的机组注液口排向内嵌于流水线台面下部的开式带盖的储液箱2;

[0167] 需要说明的是,高位主要排水阶段,设计原理:在液冷系统的最高点设置主要排水口,利用重力作用使大部分测试液自然流出。

[0168] 操作步骤:打开主要排水口的阀门。监测测试液流出情况,直至流出速度明显减缓。具体数据:主要排水口位置:系统最高点,垂直高度1.5米。排水时间:从打开阀门至流出速度明显减缓,共计4分钟。排出测试液量:约占总量的95%,即47.5升(设定总量为50升)。

[0169] 低位辅助排水阶段,设计原理:在液冷机组的较低垂向位置设置辅助排水口,用于排出残留在机组部件内的少量测试液。

[0170] 操作步骤:在主要排水阶段结束后,关闭主要排水口阀门。打开辅助排水口阀门,将残留测试液排向储液箱。观察辅助排水口流出情况,直至无液体流出。

[0171] 具体数据:辅助排水口位置:液冷机组底部,垂直高度0.3米。储液箱位置:内嵌于流水线台面下部,与辅助排水口连接。排水时间:从打开阀门至无液体流出,共计1分钟。排出测试液量:约占总量的5%,即2.5升(设定总量为50升,且已在主要排水阶段排出47.5升)。

[0172] 总结与效果评估,排水效果:通过两阶段式排水设计,成功将管道中的残留测试液完全排出,确保了性能测试的准确性和下一轮测试的顺利进行。时间效率:整个排水过程共计5分钟(主要排水阶段4分钟+辅助排水阶段1分钟),相比单一排水方式,提高了排水效率。安全性:通过设置辅助排水口和储液箱,避免了测试液在生产线上的随意流淌,提升了工作环境的安全性。

[0173] 本发明实施例中,通过自动化测试平台和实时监测技术,显著提高了测试效率和

数据准确性。滤波算法和数据处理方法确保了测试结果的可靠性;热交换器的设置和热能回收与储存机制有效提高了能源利用效率。磁场/电场装置的设计实现了对测试液的快速加热或冷却,进一步降低了能耗;动态热力学模型和性能评估方法有助于准确判断系统性能是否达标。两阶段式排水设计和辅助技术确保了排水过程的彻底性和安全性;性能测试报告包含详细信息和交互式图表,便于用户直观了解系统性能。报告中的多参数评估模型和性能评分提供了全面的性能评估依据;测试方法推动了嵌入式储能液冷系统生产线的自动化和智能化进程。为后续的系统优化和升级提供了坚实的基础和数据支持。综上所述,该嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法在提高测试效率、优化能源利用、增强系统性能与安全性、提升报告质量与可视化效果以及促进生产线自动化与智能化方面均展现出显著的有益效果和好处。

[0174] 上面对本发明实施例中嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法进行了描述,下面对本发明实施例中嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台进行描述,请参阅图3,本发明实施例中嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台由电源、测试平台上位机、数据采集模块、测试平台主管路、储液箱1与储液箱2组成。其中,电源用于为测试平台及测试液冷机组提供电能保障。在测试过程中,测试平台必须通过测试平台主管路与测试液冷机组相连,其中测试平台主管路中包含了水管路和气管路。测试平台上位机用于根据数据采集模块测量到的相关数据控制测试平台与测试液冷机组之间的电路、水路及气路通讯。数据采集模块主要包含了温度传感器及流量传感器等。此外,储液箱1主要功能是接收由自来水管流出并净化后的测试液以及由液冷机组主要排水阶段排出的测试液,储液箱2主要功能是接收由液冷机组辅助排水阶段排出的残余测试液。图4展示了本方案设计的产品工作原理示意图,具体工作原理及相关零部件的介绍如下:

[0175] 1) 充注液及补液:产线工人分别在液冷机组出水口、进水口及注液口安装上相应的测试平台管道(说明:为了便于安装过程的可移动及可视化操作,液冷机组进、出水口及注液口与测试平台的开式带盖储液箱1、2及充气管道之间的连接管道均采用透明塑料管),开式带盖储液箱1固定于流水线顶部,用于接收并储存由铜质自来水管排出并经过滤器(过滤要求:过滤掉直径大于0.0001微米的物质)过滤后的测试液,若测试过程对测试液的水质要求不高,也可通过打开电控阀门8,让自来水直接流至开式带盖储液箱1中。开式带盖储液箱1中装有液位开关,用以检测储液箱1水位并自动控制储液箱向液冷机组充注测试液及对储液箱1进行补液(当水箱1内的液位高于预设的液位时,液位开关自动打开液冷机组的充液口,测试平台上位机检测到充液口打开信号后会关闭电控阀门2、3及6并打开电控阀门1、4及5,储液箱1开始向液冷机组充液;当储液箱1内的液位低于预设的液位时,液位开关自动打开储液箱1的自来水开关,并在操控屏上显示补液开始信号及过滤选择信号,若测试时需选用经过滤后的自来水,产线工人需按下过滤键,测试平台上位机检测到自来水开关打开及过滤信号后会关闭电控阀门8,打开电控阀门7和水泵,储液箱1开始补充过滤后的自来水。若测试时需选用未经过滤的自来水,产线工人需按下不过滤键,测试平台上位机检测到自来水开关打开及不过滤信号后会打开电控阀门8及电控阀门7,储液箱1开始补充自来水。)

[0176] 2) 收集环境温度数据并判断液冷机组启动功能种类:根据测试平台安装的环境温度计自动判断开启测试液冷机组的制冷或制热功能,储液箱1中的测试液由低位开口向液

冷机组充注,水箱低位开口处装配有直径为25毫米的铜质充注水管,用以向液冷机组充注测试液。液冷机组在制冷过程中,铜质充注水管会不断向机组的水泵、冷凝器等部件内补充适宜温度的测试液,经过制冷/热循环工作后的测试液会流向液冷机组的出水口,再经由机组与测试平台连接段的透明塑料管道及直径为20毫米的铜质回水管流回位于生产线顶部的开式带盖储液箱1。此外,充注水管上还装有温度传感器及380V/15kW的电加热器,当环境温度低于电池包工作许可温度(一般为5℃,需根据储能系统类型、电池技术以及应用场景等设定)时液冷机组需开启制热功能,加热测试液;当机组检测到测试液的液位足够高时,测试台的操控屏上会显示测试开始的提醒信号,产线工人仅需按下操控屏中的制冷/热键,液冷机组随即开启制冷/热工作,并通过操控屏预设测试液冷机组的制冷/制热量,以便控制台对测试液流量进行实时控制。此处对控制台对测试液流量实时控制采用的是PLC回路反馈控制原理,通过控制回路不断调整测试液流量的输入,直到被控变量(实际制冷/制热功率与液冷机组标定制冷/制热功率之间差值的绝对值,即: $|\dot{Q}_{\text{实际}} - \dot{Q}_{\text{标定}}|$) 接近或等于设定值(设定值为: $1 \times 10^{-5} \text{W}$),系统达到新的稳定状态,控制回路即可判断测试机组已满足性能测试要求,并向测试平台上位机发出此信号。当测试平台上位机接收到机组满足测试性能信号时,会通过操控屏向产线工人发出此次性能测试可停止信号,产线工人即可按下操控屏中的停止测试键,测试停止。(制冷/制热量计算基本原理:测试平台用于液冷机组循环出水的管道中安装有水流量传感器1与温度传感器2分别用于测量制冷/热循环中的测试液质量流量 $\dot{q}_m$ (单位:kg/s) 及制冷/热后的温度 T_2 (单位:℃),在测试平台用于液冷机组循环进水的管道中安装有温度传感器1,用于测量测试液制冷/热前的温度 T_1 (单位:℃),再根据实际环境温度及大气压力,查表得到测试液的比热容 C (单位:J/(kg·℃)),即可计算出相应的制冷功率 $\dot{Q}_{\text{实际}} = C \dot{q}_m |T_2 - T_1|$ (单位:W)。

[0177] 3) 液冷机组排水:当测试平台收到操控台发出的“停止测试”信号时,测试平台上位机会发出电信号打开气管中的电控阀门,开始进行液冷机组排水工作。直径为20毫米的铜质气管上设有开度调节器,用以根据气管上的压力传感器检测的信号控制吹入气管中的空气流量,实现对液冷机组内的残余测试液完全排净。本方案在排水设计方案中,采用了吹气排水的方法,通过向管道内吹气,利用气体压力将管道中的残留液体排出。在气路与液路设计中,采用了多个气、液共用管道,通过电控阀门实现对气路与液路的自动控制,由气管吹入的空气主要从液冷机组的进水口进入机组的冷凝器、水泵等部件,再由液冷机组的出水口流出,最终将残留于机组中的测试液由液冷机组的出水口沿着管道经由设于开式带盖储液箱1高位的开口流回箱内,以便再次重复使用。由于排水主管道是要将液冷机组内的残留测试液利用空气压回置于流水线顶部的开式带盖储液箱1,该水箱位置较高,容易出现排水不净的问题。为了解决该问题,此方案还额外将位于较低垂向位置的液冷机组注液口作为辅助排水口,让少量剩余在液冷机组部件内的残留测试液由位于低位的机组注液口排向内嵌于流水线台面下部的开式带盖储液箱2。针对液冷机组排水步骤,操控台的具体控制流程为:当测试平台收到测试平台上位机发出的“停止测试”信号时,测试平台上位机会发出电信号打开气管中的电控阀门,并关闭电控阀门1、3及6,打开电控阀门2、4及5,测试平台开

启主要排水阶段。待出水管路内的水量传感器2测量到水流量为零时,操控台接收到水量传感器1发出的流量为零的信号并会发出电信号控制打开电控阀门3与6,关闭电控阀门2与4,测试平台开启辅助排水阶段,此时液冷机组内的仅剩的少量残留测试液会由液冷机组注液口流到开式带盖储液箱2。

[0178] 4) 测试结束:当注液口附近的水流量传感器2测量到的水流量为零时,即可判断液冷机组内的残留测试液已完全排净,测试平台上位机接收到水流量传感器3的信号,并会通过操控屏上显示排水结束信息向产线工人发出“排水结束”信号,产线工人在操控屏上按下排水结束键,自动生成性能测试报告(性能测试报告至少会显示如下参数:工作环境温度、工作测试液温度、达到相应的性能要求的总时长),然后整个测试平台所有电源与水源自动切断,产线工人即可卸下安装在液冷机组出水口、进水口及注液口的管道,制冷/热性能测试全过程结束。

[0179] 参照图2,本方案设计嵌入式储能液冷系统生产线性能测试平台的测试流程为:连接性能测试平台与测试机组 -> 根据测试液水质需求,判断是否需要过滤 -> 若有过滤要求,根据储液箱水量储量情况自动判断并向储液箱充注过滤后的测试液;若无过滤要求,根据储液箱水量储量情况自动判断并向储液箱充注未过滤的测试液 -> 根据环境温度数据,自动判断测试性能种类并开启相应性能 -> 自动采集温度及流量数据、计算制冷/制热量并判断性能要求是否达到 -> 未达到,继续制冷/制热;已达到,终止制冷/制热 -> 停止性能测试 -> 自动开启测试机组排液 -> 判断完全排液 -> 排液完全,自动生成性能测试报告并切断性能测试平台所有水源与电源;排液未完全,继续排液 -> 断开性能测试平台与测试机组的连接。

[0180] 上面从模块化功能实体的角度对本发明实施例中的嵌入式储能液冷系统生产线的测试平台进行详细描述,下面从硬件处理的角度对本发明实施例中嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试设备进行详细描述。

[0181] 本发明实施例提供了一种嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试设备,该嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试设备可因配置或性能不同而产生比较大的差异,可以包括一个或一个以上处理器(central processing units,CPU)(例如,一个或一个以上处理器)和存储器,一个或一个以上存储应用程序或数据的存储介质(例如一个或一个以上海量存储设备)。其中,存储器和存储介质可以是短暂存储或持久存储。存储在存储介质的程序可以包括一个或一个以上模块,每个模块可以包括对嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试设备中的一系列指令操作。更进一步地,处理器可以设置为与存储介质通信,在嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试设备上执行存储介质中的一系列指令操作。

[0182] 嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试设备还可以包括一个或一个以上电源,一个或一个以上有线或无线网络接口,一个或一个以上输入输出接口,和/或,一个或一个以上操作系统,例如Windows Serve,Mac OS X,Unix,Linux,FreeBSD等等。

[0183] 本发明还提供一种嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试设备,所述嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试设备包括存储器和处理器,存储器中存储有计算机可读指令,计算机可读指令被处理器执行时,使得处理器执行上述各实施例中的所述嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法的步骤。

[0184] 本发明还提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质可以为非易失性

计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质也可以为易失性计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质中存储有指令,当所述指令在计算机上运行时,使得计算机执行所述嵌入式储能液冷系统生产线的性能测试方法的步骤。

[0185] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统,装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0186] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(read-only memory, ROM)、随机存取存储器(random access memory, RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0187] 以上所述,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,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发明各实施例技术方案的精神和范围。

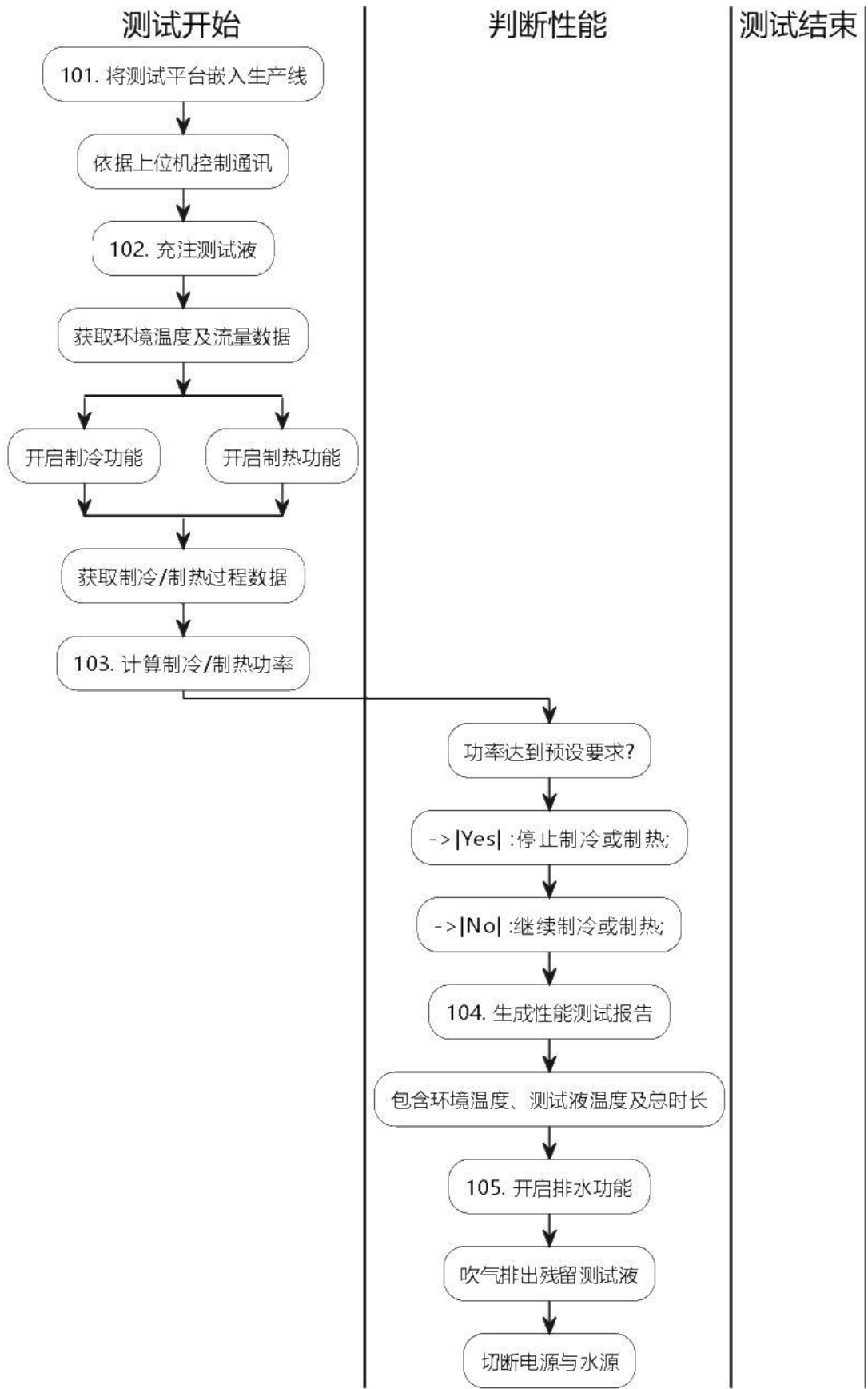


图 1

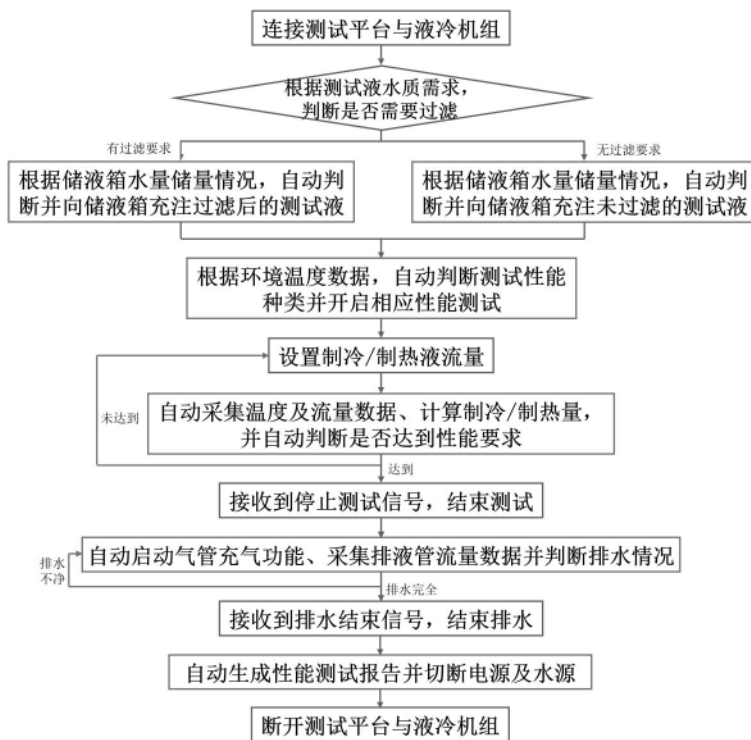


图 2

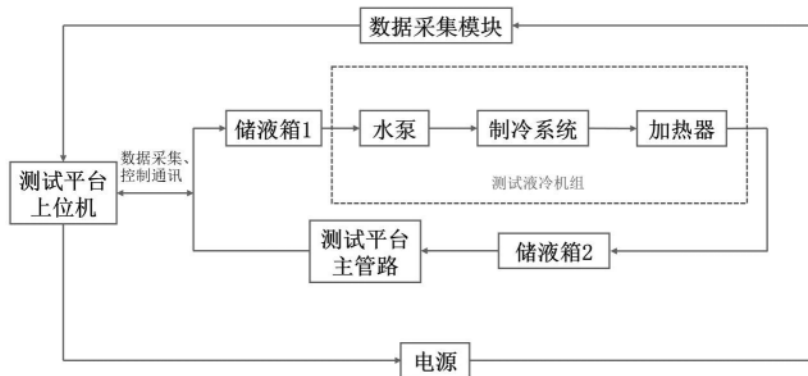


图 3

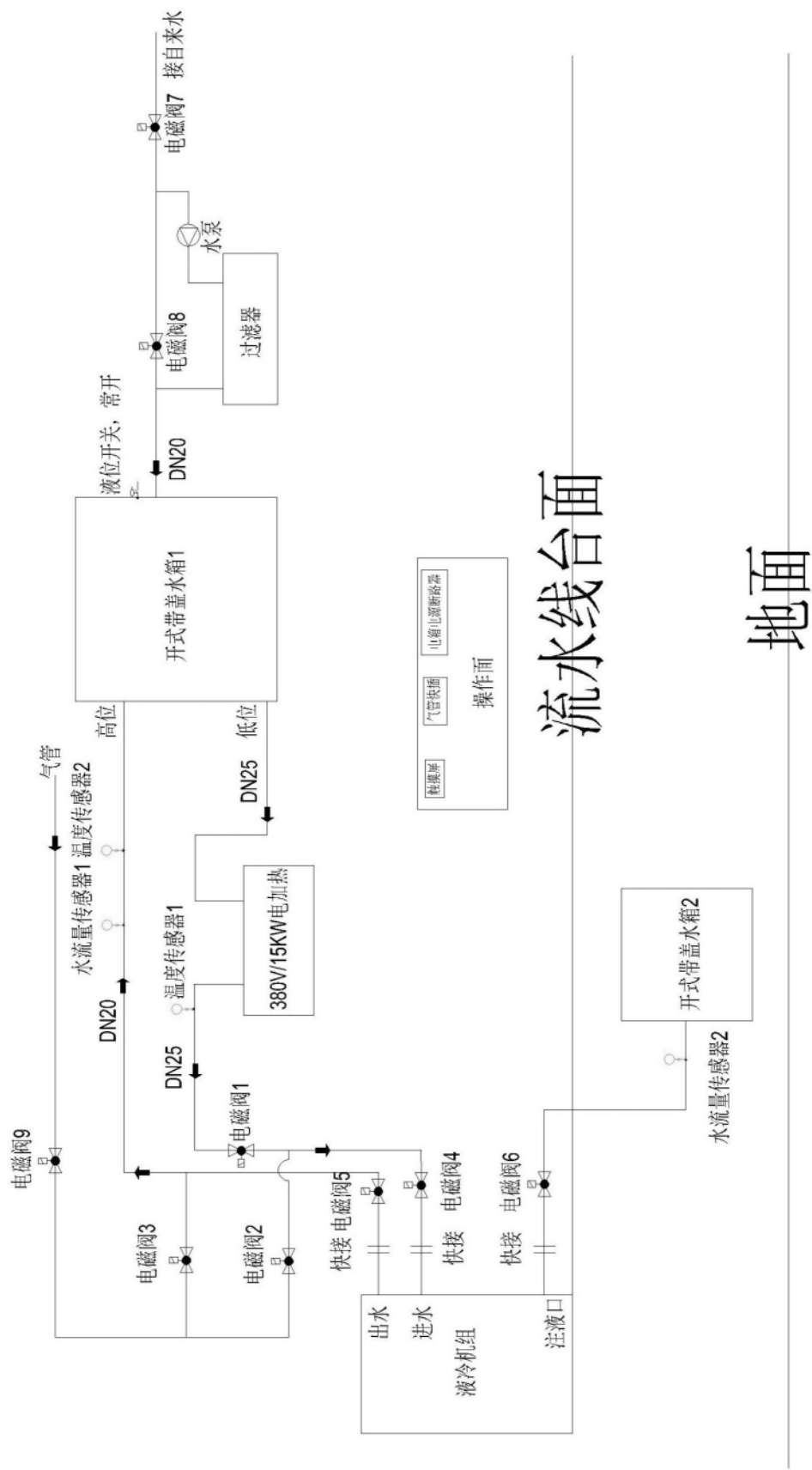


图 4