



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116929438 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 05

(21) 申请号 202311193308.8

(22) 申请日 2023.09.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116929438 A

(43) 申请公布日 2023.10.24

(73) 专利权人 苏州泰科贝尔直驱电机有限公司
地址 215164 江苏省苏州市吴中区胥口镇
子胥路333号1栋

(72) 发明人 孙孟祥 蔡东 许锦铭 张俊君

(74) 专利代理机构 苏州市中南伟业知识产权代
理事务所(普通合伙) 32257
专利代理师 张荣

(51) Int. Cl.
G01D 18/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 116242900 A, 2023.06.09

CN 108697383 A, 2018.10.23

CN 103454383 A, 2013.12.18

US 2007169533 A1, 2007.07.26

审查员 赵曼

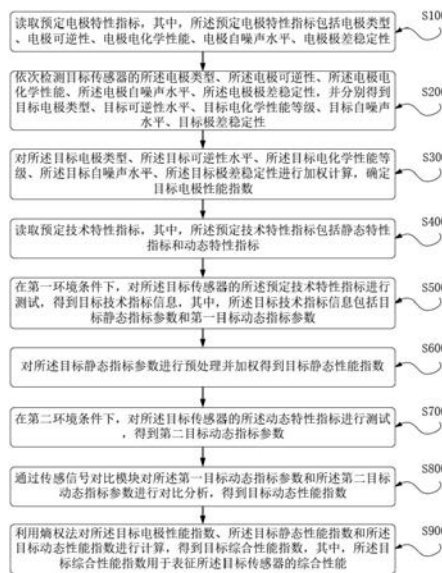
权利要求书3页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

传感器的性能测试方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了传感器的性能测试方法及装置,属于传感器技术领域,其中方法包括:读取传感器的预定电极特性指标和技术特性指标;对目标传感器依次检测电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声和电极极差稳定性,并对结果进行加权得到电极性能指数。同时,在不同环境条件下测试传感器的静态特性指标和动态特性指标,并分别得到静态性能指数和动态性能指数。最后,利用熵权法对三个指数进行计算,综合评价得到一个综合性能指数,准确反映传感器在不同工作条件下的整体性能水平。本申请解决了现有技术中无法全面准确评价传感器性能的技术问题,达到了可靠准确地评估传感器性能的技术效果。



1. 传感器的性能测试方法,其特征在于,包括:

读取预定电极特性指标,其中,所述预定电极特性指标包括电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性;

依次检测目标传感器的所述电极类型、所述电极可逆性、所述电极电化学性能、所述电极自噪声水平、所述电极极差稳定性,并分别得到目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性;

对所述目标电极类型、所述目标可逆性水平、所述目标电化学性能等级、所述目标自噪声水平、所述目标极差稳定性进行加权计算,确定目标电极性能指数;

读取预定技术特性指标,其中,所述预定技术特性指标包括静态特性指标和动态特性指标;

在第一环境条件下,对所述目标传感器的所述预定技术特性指标进行测试,得到目标技术指标信息,其中,所述目标技术指标信息包括目标静态指标参数和第一目标动态指标参数;

对所述目标静态指标参数进行预处理并加权得到目标静态性能指数;

在第二环境条件下,对所述目标传感器的所述动态特性指标进行测试,得到第二目标动态指标参数;

通过传感信号对比模块对所述第一目标动态指标参数和所述第二目标动态指标参数进行对比分析,得到目标动态性能指数;

利用熵权法对所述目标电极性能指数、所述目标静态性能指数和所述目标动态性能指数进行计算,得到目标综合性能指数,其中,所述目标综合性能指数用于表征所述目标传感器的综合性能;

其中,所述通过传感信号对比模块对所述第一目标动态指标参数和所述第二目标动态指标参数进行对比分析,得到目标动态性能指数,包括:

通过所述传感信号对比模块,获取所述第一目标动态指标参数的第一动态参数时序,并生成第一曲线;

通过所述传感信号对比模块,获取所述第二目标动态指标参数的第二动态参数时序,并生成第二曲线;

依次提取所述第一曲线中第一时间下的第一动态参数和所述第二曲线中第一时间下的第二动态参数;

加和得到所述第一动态参数与所述第二动态参数的参数偏差和,并对所述参数偏差和进行归一化处理,得到所述目标动态性能指数。

2. 根据权利要求1所述方法,其特征在于,所述分别得到目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性,包括:

获取所述目标传感器的目标电极的电极材料结构,并识别所述电极材料结构的所述目标电极类型;

电化学工作站基于预定目标电压阈值,对所述目标电极进行电压加载分析,得到所述目标可逆性水平;

通过所述电化学工作站测试得到所述目标电极的交流阻抗数据,并对所述交流阻抗数据进行拟合分析,得到所述目标电化学性能等级;

通过所述电化学工作站测试得到所述目标电极的自噪声数据,并分析得到所述目标自噪声水平;

获取所述目标电极在预定时间范围内的极差电位数据,并分析所述极差电位数据得到所述目标极差稳定性。

3. 根据权利要求2所述方法,其特征在于,所述电化学工作站基于预定目标电压阈值,对所述目标电极进行电压加载分析,得到所述目标可逆性水平,包括:

获取所述目标电极的目标电极极化曲线,其中,所述目标电极极化曲线包括目标正向极化曲线和目标反向极化曲线;

获取所述目标正向极化曲线和所述目标反向极化曲线的目标覆盖重合度;

在预定覆盖重合度-可逆性级别列表中匹配所述目标覆盖重合度的可逆性级别,并将所述可逆性级别作为所述目标可逆性水平。

4. 根据权利要求2所述方法,其特征在于,所述通过所述电化学工作站测试得到所述目标电极的自噪声数据,并分析得到所述目标自噪声水平,包括:

读取所述目标传感器的预定频率阈值;

基于所述预定频率阈值对所述自噪声数据进行筛选,得到第一自噪声数据;

计算所述第一自噪声数据的第一数据量与所述自噪声数据的数据量的比值,记作第一比值;

若所述第一比值符合第一预定比值阈值,标记所述目标自噪声水平为第一水平级,若所述第一比值符合第二预定比值阈值,标记所述目标自噪声水平为第二水平级。

5. 根据权利要求1所述方法,其特征在于,所述静态特性指标包括漂移、重复性、精确度、灵敏度、分辨率、线性度,所述动态特性指标包括频率响应和阶跃响应。

6. 根据权利要求5所述方法,其特征在于,包括:

采集得到所述目标传感器的目标应用环境,并将所述目标应用环境作为所述第一环境条件;

其中,所述目标应用环境包括应用环境温度、应用环境湿度、应用环境酸碱度、应用环境电磁场。

7. 传感器的性能测试装置,其特征在于,用于实施权利要求1-6任意一项所述的传感器的性能测试方法,所述装置包括:

电极特性指标单元,所述电极特性指标单元用于读取预定电极特性指标,其中,所述预定电极特性指标包括电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性;

目标指标获取单元,所述目标指标获取单元用于依次检测目标传感器的所述电极类型、所述电极可逆性、所述电极电化学性能、所述电极自噪声水平、所述电极极差稳定性,并分别得到目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性;

目标性能指数单元,所述目标性能指数单元用于对所述目标电极类型、所述目标可逆性水平、所述目标电化学性能等级、所述目标自噪声水平、所述目标极差稳定性进行加权计算,确定目标电极性能指数;

技术特性指标单元,所述技术特性指标单元用于读取预定技术特性指标,其中,所述预

定技术特性指标包括静态特性指标和动态特性指标；

技术指标信息单元,所述技术指标信息单元用于在第一环境条件下,对所述目标传感器的所述预定技术特性指标进行测试,得到目标技术指标信息,其中,所述目标技术指标信息包括目标静态指标参数和第一目标动态指标参数；

静态性能指数单元,所述静态性能指数单元用于对所述目标静态指标参数进行预处理并加权得到目标静态性能指数；

动态指标测试单元,所述动态指标测试单元用于在第二环境条件下,对所述目标传感器的所述动态特性指标进行测试,得到第二目标动态指标参数；

动态性能指数单元,所述动态性能指数单元用于通过传感信号对比模块对所述第一目标动态指标参数和所述第二目标动态指标参数进行对比分析,得到目标动态性能指数；

综合性能指数单元,所述综合性能指数单元用于利用熵权法对所述目标电极性能指数、所述目标静态性能指数和所述目标动态性能指数进行计算,得到目标综合性能指数,其中,所述目标综合性能指数用于表征所述目标传感器的综合性能。

传感器的性能测试方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器技术领域,具体涉及传感器的性能测试方法及装置。

背景技术

[0002] 传感器是现代检测和控制系统中重要的元件,其性能直接影响整个系统的性能。因此,对传感器的性能进行准确全面的测试和评价是确保系统正常稳定运行的前提。现有的传感器性能测试方法测试覆盖面不全面,难以准确评价传感器整体性能,并且无法有效测试传感器在不同工作环境下的动态响应性能,导致现有测试方法无法对不同类型传感器进行全面准确的评价。

发明内容

[0003] 本申请通过提供了传感器的性能测试方法及装置,旨在解决现有技术中无法全面准确评价传感器性能的技术问题。

[0004] 鉴于上述问题,本申请提供了传感器的性能测试方法及装置。

[0005] 本申请公开的第一个方面,提供了传感器的性能测试方法,该方法包括:读取预定电极特性指标,其中,预定电极特性指标包括电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性;依次检测目标传感器的电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性,并分别得到目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性;对目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性进行加权计算,确定目标电极性能指数;读取预定技术特性指标,其中,预定技术特性指标包括静态特性指标和动态特性指标;在第一环境条件下,对目标传感器的预定技术特性指标进行测试,得到目标技术指标信息,其中,目标技术指标信息包括目标静态指标参数和第一目标动态指标参数;对目标静态指标参数进行预处理并加权得到目标静态性能指数;在第二环境条件下,对目标传感器的动态特性指标进行测试,得到第二目标动态指标参数;通过传感信号对比模块对第一目标动态指标参数和第二目标动态指标参数进行对比分析,得到目标动态性能指数;利用熵权法对目标电极性能指数、目标静态性能指数和目标动态性能指数进行计算,得到目标综合性能指数,其中,目标综合性能指数用于表征目标传感器的综合性能。

[0006] 本申请公开的另一个方面,提供了传感器的性能测试装置,该装置包括:电极特性指标单元,用于读取预定电极特性指标,其中,预定电极特性指标包括电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性;目标指标获取单元,用于依次检测目标传感器的电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性,并分别得到目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性;目标性能指数单元,用于对目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性进行加权计算,确定目标电极性能指数;技术特性指标单元,用于读取预定技术特性指标,其中,预定技术特性指标包括静态特性指标和动态

特性指标;技术指标信息单元,用于在第一环境条件下,对目标传感器的预定技术特性指标进行测试,得到目标技术指标信息,其中,目标技术指标信息包括目标静态指标参数和第一目标动态指标参数;静态性能指数单元,用于对目标静态指标参数进行预处理并加权得到目标静态性能指数;动态指标测试单元,用于在第二环境条件下,对目标传感器的动态特性指标进行测试,得到第二目标动态指标参数;动态性能指数单元,用于通过传感信号对比模块对第一目标动态指标参数和第二目标动态指标参数进行对比分析,得到目标动态性能指数;综合性能指数单元,用于利用熵权法对目标电极性能指数、目标静态性能指数和目标动态性能指数进行计算,得到目标综合性能指数,其中,目标综合性能指数用于表征目标传感器的综合性能。

[0007] 本申请中提供的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:

[0008] 由于采用了首先读取传感器的预定电极特性指标和技术特性指标;然后,对目标传感器依次检测电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声和电极极差稳定性,并对结果进行加权得到电极性能指数;同时,在不同环境条件下测试传感器的静态特性指标和动态特性指标,并分别得到静态性能指数和动态性能指数;最后,利用熵权法对三个指数进行加权计算,综合评价得到目标动态综合性能指数的技术方案,解决了现有技术中无法全面准确评价传感器性能的技术问题,达到了可靠准确地评估传感器性能的技术效果。

[0009] 上述说明仅是本申请技术方案的概述,为了能够更清楚了解本申请的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本申请的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举本申请的具体实施方式。

附图说明

[0010] 图1为本申请实施例提供了传感器的性能测试方法可能的流程示意图;

[0011] 图2为本申请实施例提供了传感器的性能测试方法中得到目标自噪声水平可能的流程示意图;

[0012] 图3为本申请实施例提供了传感器的性能测试方法中得到目标动态性能指数可能的流程示意图;

[0013] 图4为本申请实施例提供了传感器的性能测试装置可能的结构示意图。

[0014] 附图标记说明:电极特性指标单元11,目标指标获取单元12,目标性能指数单元13,技术特性指标单元14,技术指标信息单元15,静态性能指数单元16,动态指标测试单元17,动态性能指数单元18,综合性能指数单元19。

具体实施方式

[0015] 本申请提供的技术方案总体思路如下:

[0016] 本申请实施例提供了传感器的性能测试方法及装置。通过检测更加全面和准确的性能指标,在不同环境条件下重复测试,并采用加权算法进行评价,最终得到一个综合的性能评价结果,实现对传感器性能的准确与全面评价。

[0017] 首先,读取预定电极特性指标,通过测试电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声和电极极差稳定性,准确判断传感器的基本性能特点和稳定性。然后,检测传感器的静态特性指标和动态特性指标。其中,动态特性指标的重复测试可以克服环境变化带

来的影响,更加准确地判断传感器的动态响应性能。最后,采用熵权法对指标的测试结果进行计算,综合评价得到目标综合性能指数。

[0018] 在介绍了本申请基本原理后,下面将结合说明书附图来具体介绍本申请的各种非限制性的实施方式。

实施例一

[0019] 如图1所示,本申请实施例提供了传感器的性能测试方法,该方法包括:

[0020] 步骤S100:读取预定电极特性指标,其中,所述预定电极特性指标包括电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性;

[0021] 具体而言,为了便于测试和评价目标传感器的电极性能,预先确定各个电极特性指标,包括电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性。其中,电极类型是指电极的材料和结构类型,如金属电极、碳基电极、聚合物电极等;电极可逆性指电极在电化学反应中的可逆程度,反映电极在正向和反向极化时电流响应的一致性;电极电化学性能指电极促进电化学反应的活性和稳定性;电极自噪声指电极在不受外界信号干扰下产生的本征噪声,反映电极的内在稳定性;电极极差稳定性指电极在一定时间范围内极差电位的变化情况,反映电极的长期稳定性。通过读取电极特性指标的预定值,为检测目标传感器电极特性指标和评价电极性能奠定基础。

[0022] 步骤S200:依次检测目标传感器的所述电极类型、所述电极可逆性、所述电极电化学性能、所述电极自噪声水平、所述电极极差稳定性,并分别得到目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性;

[0023] 具体而言,检测目标传感器的各个电极特性指标,得到对应的目标参数值。通过检查目标传感器电极的材料和结构,确定其电极类型,如金属电极或碳基电极等。然后,采用循环伏安法测试目标电极的正向和反向极化曲线,计算其覆盖重合度,据此判断目标电极的可逆性水平,可逆性水平越高,说明电极具有越好的可逆性。再次,采用交流阻抗测试目标电极,分析其阻抗频响曲线和拟合参数,确定目标电极的电化学性能等级,等级越高,电极的活性和稳定性越好。此外,测试目标电极产生的自噪声,计算与输入信号的比值,判断目标自噪声水平,目标自噪声水平越低,说明电极的信号稳定性越高。最后,连续测试目标电极一定时间内的极差电位,分析其变化规律,确定目标极差稳定性,目标极差稳定性越高,说明电极长期稳定性越好。通过检测目标传感器的电极特性指标,可全面评价目标电极的性能特征,为求取电极性能指数提供基础。

[0024] 步骤S300:对所述目标电极类型、所述目标可逆性水平、所述目标电化学性能等级、所述目标自噪声水平、所述目标极差稳定性进行加权计算,确定目标电极性能指数;

[0025] 具体而言,获取目标传感器电极的各个性能参数后,对这些参数进行加权计算,确定目标电极性能指数。首先,根据电极类型、可逆性水平、电化学性能等级、自噪声水平和极差稳定性的重要性,设置其权重系数。然后,将各个参数值与其权重系数相乘,得到加权后的参数值。最后,将所得加权参数值求和,并除以权重系数之和,得到目标电极性能指数,可以量化地表征目标电极的综合性能水平,该指数的值越大,说明目标电极综合性能越高。此外,目标电极性能指数还为确定传感器综合性能指数提供参考依据。

[0026] 步骤S400:读取预定技术特性指标,其中,所述预定技术特性指标包括静态特性指

标和动态特性指标;

[0027] 具体而言,为评价目标传感器的技术指标,读取预定的技术特性指标,技术特性指标包括静态特性指标和动态特性指标。其中,静态特性指标是指传感器在稳定状态下的性能参数,如传感器的精度、灵敏度、分辨率、线性度、漂移等,这些参数反映传感器静止时信号检测和输出的性能;动态特性指标是指传感器对输入信号的动态响应性能,如频率响应和阶跃响应等,这些参数反映传感器对信号变化的跟踪和响应速度。

[0028] 根据不同类型的传感器,选择其重要的静态特性指标和动态特性指标作为预定技术特性指标为目标传感器的评价标准,其中,这些预定技术特性指标根据传感器设计参数或生产企业提供的产品指标确定,根据测试条件分为理想指标和应用指标,理想指标用于判断传感器性能上限,应用指标用于判断实际使用性能。通过预定的技术特性指标,不仅可以评价传感器本身的技术性能,还可以评价传感器在不同环境条件下的工作性能,为确定传感器综合性能指数提供全面依据。

[0029] 步骤S500:在第一环境条件下,对所述目标传感器的所述预定技术特性指标进行测试,得到目标技术指标信息,其中,所述目标技术指标信息包括目标静态指标参数和第一目标动态指标参数;

[0030] 具体而言,为测试目标传感器在实际工作环境下的技术性能,在第一环境条件下测试预定的技术特性指标,得到目标技术指标信息。其中,第一环境条件为目标传感器的实际应用环境。

[0031] 首先,采集目标传感器的实际应用环境中的关键参数,如温度、湿度、化学物质种类和浓度等,并设置恒定的环境参数以构建稳定的第一环境条件。然后,选择技术特性指标测试设备,如精密温湿度箱、化学气体发生器、信号发生器和分析仪等,以产生和分析模拟信号来测试传感器的技术指标。接着,在第一环境条件稳定的状态下,使用测试设备分别给目标传感器输入已知量值的信号,检测其输出信号,计算关键指标如精度、灵敏度、分辨率等,得到目标静态指标参数。同时,在第一环境条件下,使用信号发生器给目标传感器输入动态变化的信号,如阶跃信号或正弦信号,检测传感器输出信号的变化,绘制频率响应曲线和阶跃响应曲线,分析其动态响应参数,得到第一目标动态指标参数。最后,记录第一环境条件的目标静态指标参数和第一目标动态指标参数作为目标技术指标信息,为确定性能指数提供数据支持。

[0032] 步骤S600:对所述目标静态指标参数进行预处理并加权得到目标静态性能指数;

[0033] 具体而言,为评价目标传感器的静态技术性能,对目标静态指标参数进行预处理和加权计算,确定目标静态性能指数。首先,对目标静态指标参数如精度值、灵敏度值等进行预处理,如标准化或归一化,使不同量级的参数可以进行比较。然后,根据各个静态指标参数的重要性,设置其权重系数,如精度和灵敏度对传感器性能影响较大,其权重系数设置比较大。线性度和漂移等参数则设置较小的权重系数。再将预处理后的各个静态指标参数值与其权重系数相乘,得到加权后的参数值。最后,将加权后的参数值相加,并除以权重系数之和,得到目标静态性能指数。该指数可以量化地表征目标传感器在第一环境条件下的静态技术水平,目标静态性能指数越大,说明目标传感器的静态技术性能越高。

[0034] 步骤S700:在第二环境条件下,对所述目标传感器的所述动态特性指标进行测试,得到第二目标动态指标参数;

[0035] 具体而言,为全面评价目标传感器的动态技术性能,在第二环境条件下测试动态特性指标,得到第二目标动态指标参数。首先,选择标准化的环境条件作为第二环境条件,如恒温恒湿的试验室环境,该环境条件可以消除外界环境变化对测试结果的影响,使得对目标传感器动态响应性能的测试更加准确。然后,在第二环境条件下,采用信号发生器等设备,向目标传感器输入动态变化的信号,如阶跃信号、正弦扫频信号等。同时使用数据采集与分析设备检测和记录目标传感器的输出信号变化。再根据输入输出信号,绘制目标传感器的频率响应曲线、阶跃响应曲线等,分析其动态响应参数,如响应时间、过冲量和稳定时间等,得到第二目标动态指标参数,为下一步确定动态性能指数和综合性能指数提供重要依据。

[0036] 步骤S800:通过传感信号对比模块对所述第一目标动态指标参数和所述第二目标动态指标参数进行对比分析,得到目标动态性能指数;

[0037] 具体而言,为评价目标传感器的动态技术性能,对第一目标动态指标参数和第二目标动态指标参数进行对比分析,确定目标动态性能指数。首先,采用传感信号对比模块,获取第一环境条件和第二环境条件下的目标动态响应曲线,如频率响应曲线。然后从两条曲线中提取相同频率点下的响应参数,如相同频率处的响应幅值。其次,将第一环境条件下的响应参数与第二环境条件下的响应参数进行差值计算,得到参数偏差,该偏差反映了两种环境条件下目标传感器动态响应性能的变化。再将各个参数偏差进行加权求和,得到参数偏差总和。然后根据预定标准,对参数偏差总和进行标准化,得到目标动态性能指数。如果目标动态性能指数较小,说明第一环境条件和第二环境条件下目标传感器的动态响应性能变化不大,目标传感器有较好的环境适应性。如果指数较大,说明环境条件对目标传感器的动态技术性能有较大影响。通过对两种环境条件下的动态响应参数进行对比和差值分析,有效地评价目标传感器的动态技术性能及其环境适应性,以更加准确地判断环境因素对目标传感器性能的影响。

[0038] 步骤S900:利用熵权法对所述目标电极性能指数、所述目标静态性能指数和所述目标动态性能指数进行计算,得到目标综合性能指数,其中,所述目标综合性能指数用于表征所述目标传感器的综合性能。

[0039] 具体而言,为全面评价目标传感器的综合性能,利用熵权法对目标电极性能指数、目标静态性能指数和目标动态性能指数进行计算,确定目标综合性能指数。

[0040] 首先,确定评价指数系统,包括目标电极性能指数、目标静态性能指数和目标动态性能指数,这三个指数通过测试获得,综合反映目标传感器的电极性能、静态技术性能和动态技术性能。然后,分析各个指数的信息量,确定其权重,其中信息量越大,权重系数越大。例如,电极性能指数包含电极类型、可逆性、电化学性能等信息,其权重系数设较大,静态性能指数和动态性能指数信息量较小,权重系数稍小。随后,通过指数值除以其满标值得到归一化值,使不同量级的指数可以进行加权计算。之后,将各个指数的归一化值乘以对应的权重系数,得到加权后的指数,再将加权后的各个指数相加,得到指数加权总和。最后,将指数加权总和除以权重系数之和,得到目标综合性能指数。根据目标综合性能指数的大小,判断目标传感器的综合性能。指数越大,综合性能越高。

[0041] 通过熵权法根据指数的信息量动态确定权重分配,使得评价结果更加准确,为目标传感器的性能认证提供了重要依据,从而达到了可靠准确地评估传感器性能的技术效

果。

[0042] 进一步的,本申请实施例还包括:

[0043] 步骤S210:获取所述目标传感器的目标电极的电极材料结构,并识别所述电极材料结构的所述目标电极类型;

[0044] 步骤S220:电化学工作站基于预定目标电压阈值,对所述目标电极进行电压加载分析,得到所述目标可逆性水平;

[0045] 步骤S230:通过所述电化学工作站测试得到所述目标电极的交流阻抗数据,并对所述交流阻抗数据进行拟合分析,得到所述目标电化学性能等级;

[0046] 步骤S240:通过所述电化学工作站测试得到所述目标电极的自噪声数据,并分析得到所述目标自噪声水平;

[0047] 步骤S250:获取所述目标电极在预定时间范围内的极差电位数据,并分析所述极差电位数据得到所述目标极差稳定性。

[0048] 具体而言,检测目标传感器电极的各项特性指标,包括电极类型、可逆性、电化学性能、自噪声和极差稳定性,并得到对应的目标参数,为确定电极性能指数提供依据。

[0049] 首先,检查目标电极的材料和结构,识别其电极类型,例如固态银/氯化银电极中,带内参比液的湿式电极呈套管或管状结构,内含3.33%氯化银饱和溶液作为参比液,电极材料为银;全固态无参比液的裸露式电极表面直接涂布或修饰有氯化银固体膜,不含液态参比液,属于全固态和裸露式结构。然后,使用电化学工作站,基于预定的目标电压阈值,测试目标电极的电压-电流响应,绘制其极化曲线,计算正向和反向极化曲线的覆盖重合度,根据预定标准判断目标可逆性水平。

[0050] 接着,连接电化学工作站和三电极体系,其中工作电极和参比电极为目标电极,对电极为铂电极;选择适宜的频率范围、幅度和步进,使用电化学工作站的阻抗测试模块对目标电极进行交流阻抗扫描,获得其频率响应数据,如选择0.1Hz~10kHz的频率范围和0.01V的幅度进行扫描。随后,将测试所得的交流阻抗数据导入Zsimpwin等专业软件进行拟合分析,选择与测试电极及电解质相匹配的等效电路,如Randle电路或Ershler-Randle电路等。然后,通过拟合计算得到各电路元件的参数,如电解液电阻 R_s 、极化电阻 R_{ct} 、双电层电容 C_{dl} 等,表征目标电极的电化学性能。之后,根据电路元件参数与预定标准进行比对,确定目标电极的电化学性能等级。如: $R_s < 50$ 欧姆, $R_{ct} < 500$ 欧姆, $C_{dl} > 20$ 微法,电化学性能等级为“良好”; 50 欧姆 $< R_s < 100$ 欧姆, 500 欧姆 $< R_{ct} < 1000$ 欧姆, 10 微法 $< C_{dl} < 20$ 微法,电化学性能等级为“一般”; $R_s > 100$ 欧姆, $R_{ct} > 1000$ 欧姆, $C_{dl} < 10$ 微法,电化学性能等级为“较差”。

[0051] 随后,测试目标电极产生的自噪声,并计算其在特定频段内的比值,根据预定标准判断目标自噪声水平,以有效地表征电极的噪声特性及信号稳定性。最后,获取目标电极在一定时间范围内的极差电位,并分析其变化情况,判断目标极差稳定性。

[0052] 进一步的,本申请实施例还包括:

[0053] 步骤S221:获取所述目标电极的目标电极极化曲线,其中,所述目标电极极化曲线包括目标正向极化曲线和目标反向极化曲线;

[0054] 步骤S222:获取所述目标正向极化曲线和所述目标反向极化曲线的目标覆盖重合度;

[0055] 步骤S223:在预定覆盖重合度-可逆性级别列表中匹配所述目标覆盖重合度的可

逆性级别,并将所述可逆性级别作为所述目标可逆性水平。

[0056] 具体而言,采用目标电极的极化曲线确定其可逆性水平。首先,使用循环伏安法测试目标电极,获得其正向和反向极化曲线数据。其中,正向极化曲线反映电极在正向电位扫描下的电流响应,反向极化曲线反映电极在反向电位扫描下的电流响应,表征电极在氧化和还原状态下的电化学性能。然后,在极化曲线上选取两条曲线的线性区段重合区域,这些区域的电位变化对电流响应影响较小,更能反映电极的可逆性。随后,分别计算选取区域内正向和反向极化曲线下的斜率,斜率越大,说明电极在该电位范围内的电化学活性越高,可逆性越好。之后,将正向和反向极化曲线在选取区域内的斜率之比,作为目标覆盖重合度。最后,在预先建立的覆盖重合度-可逆性级别列表中,查找与目标覆盖重合度相匹配的可逆性级别。该列表根据研究目的和电极类型进行编制。其中,查找结果作为目标可逆性水平,用以判断目标电极的可逆性状态。

[0057] 进一步的,如图2所示,本申请实施例还包括:

[0058] 步骤S241:读取所述目标传感器的预定频率阈值;

[0059] 步骤S242:基于所述预定频率阈值对所述自噪声数据进行筛选,得到第一自噪声数据;

[0060] 步骤S243:计算所述第一自噪声数据的第一数据量与所述自噪声数据的数据量的比值,记作第一比值;

[0061] 步骤S244:若所述第一比值符合第一预定比值阈值,标记所述目标自噪声水平为第一水平级,若所述第一比值符合第二预定比值阈值,标记所述目标自噪声水平为第二水平级。

[0062] 具体而言,首先,读取目标传感器的预定频率阈值,例如为0.1~10Hz。该阈值用以筛选自噪声数据,得到在特定频段内的第一自噪声数据。然后,基于预定频率阈值,从自噪声数据中提取处于该频率范围内的部分,作为第一自噪声数据,反映目标电极在选取频率范围内产生的自噪声,以有效地表征其低频自噪声特征。

[0063] 随后,再计算第一自噪声数据量占总自噪声数据量的比值,作为第一比值。第一比值越小,说明目标电极低频自噪声水平越低。最后,当第一比值符合预定的第一比值阈值时,目标自噪声水平标记为第一水平级。当第一比值符合第二比值阈值时,目标自噪声水平标记为第二水平。其中,第一预定比值阈值小于第二预定比值阈值。

[0064] 进一步的,本申请实施例还包括:

[0065] 步骤S410:所述静态特性指标包括漂移、重复性、精确度、灵敏度、分辨率、线性度,所述动态特性指标包括频率响应和阶跃响应。

[0066] 具体而言,为判断目标传感器的技术特性,优选了静态特性指标和动态特性指标作为评价标准。静态特性指标包括漂移、重复性、精确度、灵敏度、分辨率、线性度。其中,漂移是指传感器输出信号在一定时间内的变化量,反映传感器的长期稳定性;重复性是指同一测量条件下,重复测量结果的一致性,反映传感器的稳定性;精确度是指传感器测量结果与真值的偏差,反映传感器的测量精度;灵敏度是输出信号对输入信号小变化的响应灵敏度,反映传感器的检测灵敏度;分辨率是指传感器的最小可检测量变化,反映传感器的细致程度;线性度是指输出信号与输入信号变化是否线性对应,反映传感器的测量范围。动态特性指标包括频率响应和阶跃响应。其中,频率响应是指输出信号对不同频率输入信号的响

应,反映传感器的动态性能和响应速度;阶跃响应是指输出信号对输入信号瞬变的响应情况,反映传感器的动态响应特征。通过这些静态特性指标和动态特性指标可以全面地表征目标传感器的性能特性。

[0067] 进一步的,本申请实施例还包括:

[0068] 步骤S510:采集得到所述目标传感器的目标应用环境,并将所述目标应用环境作为所述第一环境条件;

[0069] 其中,所述目标应用环境包括应用环境温度、应用环境湿度、应用环境酸碱度、应用环境电磁场。

[0070] 具体而言,首先,确定目标传感器的实际安装位置,为环境测试提供基础。然后,使用温湿度计、PH计、电磁感应计等设备测试目标应用环境的关键参数。随后,将获取的各个环境参数数据进行整理和分析,判断其是否符合目标传感器的环境适应范围。如果超出范围,则需要选择新的安装位置或采取防护措施。最后,将环境测试结果作为第一环境条件,包括应用环境温度、应用环境湿度、应用环境酸碱度、应用环境电磁场。

[0071] 其中,应用环境温度和湿度指目标传感器实际工作环境中的温度和湿度水平。高温高湿会加速传感器的漂移和老化,低温低湿会影响其灵敏度。应用环境酸碱度是指目标传感器工作环境中的PH值,酸性或碱性环境会加速电极和电解质的腐蚀与变质,从而影响传感器的稳定性。应用环境电磁场指目标传感器实际工作环境中的电磁干扰程度。较强的电磁场会干扰传感器的信号检测与处理,产生较大误差。

[0072] 通过采集目标应用环境条件,作为第一环境条件进行技术指标测试,不仅可以评价目标传感器的技术水平,也可以评价其在特定工作环境下的实际性能和环境适应性,使评价结果最大限度地贴近产品的实用效果。

[0073] 进一步的,如图3所示,本申请实施例还包括:

[0074] 步骤S810:通过所述传感信号对比模块,获取所述第一目标动态指标参数的第一动态参数时序,并生成第一曲线;

[0075] 步骤S820:通过所述传感信号对比模块,获取所述第二目标动态指标参数的第二动态参数时序,并生成第二曲线;

[0076] 步骤S830:依次提取所述第一曲线中第一时间下的第一动态参数和所述第二曲线中第一时间下的第二动态参数;

[0077] 步骤S840:加和得到所述第一动态参数与所述第二动态参数的参数偏差和,并对所述参数偏差和进行归一化处理,得到所述目标动态性能指数。

[0078] 具体而言,通过对比分析第一环境条件和第二环境条件下的动态参数,确定目标动态性能指数。

[0079] 首先,使用传感信号对比模块从测试数据中提取第一环境条件下目标传感器的动态响应参数时序,如频率响应曲线上的幅值时序,将这些时序参数生成第一动态参数曲线,反映目标传感器在第一环境条件下的动态响应特性。然后,同样从测试数据中提取第二环境条件下的动态响应参数时序,生成第二动态参数曲线,该曲线反映目标传感器在第二环境条件下的动态响应特性。

[0080] 随后,再在第一和第二动态参数曲线上选择相同的时间点,读取两条曲线上该时间点下的动态参数值,如相同频率下的响应幅值,分别代表目标传感器在两种环境条件下

的动态响应参数。最后,计算这两个参数值的差值,作为参数偏差。对多个时间点下的参数偏差进行求和,得到参数偏差总和。然后对参数偏差总和进行标准化,得到目标动态性能指数。该指数越小,说明两种环境条件下目标传感器的动态响应变化越小,环境适应性越好。

[0081] 通过提取两种环境条件下的动态参数时序,生成对应的曲线,并在相同时间点上读取参数进行差值计算,可以准确地判断环境条件对目标传感器动态响应的影响,评价其环境适应性,为传感器的性能测试评估提供更加全面及准确的参考。

[0082] 综上所述,本申请实施例所提供的传感器的性能测试方法具有如下技术效果:

[0083] 读取预定电极特性指标,其中,预定电极特性指标包括电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性,用于判断传感器的基本电极特征和性能特点;依次检测目标传感器的电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性,并分别得到目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性,为评价传感器电极的性能提供信息基础;对目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性进行加权计算,确定目标电极性能指数,为评价传感器电极的综合性能提供支持;读取预定技术特性指标,其中,预定技术特性指标包括静态特性指标和动态特性指标,为判断传感器的技术指标和性能参数提供基础;在第一环境条件下,对目标传感器的预定技术特性指标进行测试,得到目标技术指标信息,其中,目标技术指标信息包括目标静态指标参数和第一目标动态指标参数,用于判断传感器在该环境下的技术性能;对目标静态指标参数进行预处理并加权得到目标静态性能指数,为评价传感器电极的综合性能提供支持;在第二环境条件下,对目标传感器的动态特性指标进行测试,得到第二目标动态指标参数,用于判断传感器在变化环境下的动态响应性能;通过传感信号对比模块对第一目标动态指标参数和第二目标动态指标参数进行对比分析,得到目标动态性能指数,为评价传感器电极的综合性能提供支持;利用熵权法对目标电极性能指数、目标静态性能指数和目标动态性能指数进行计算,得到目标综合性能指数,其中,目标综合性能指数用于表征目标传感器的综合性能,达到可靠准确地评估传感器在不同工作环境下性能的技术效果。

实施例二

[0084] 基于与前述实施例中传感器的性能测试方法相同的发明构思,如图4所示,本申请实施例提供了传感器的性能测试装置,该装置包括:

[0085] 电极特性指标单元11,用于读取预定电极特性指标,其中,所述预定电极特性指标包括电极类型、电极可逆性、电极电化学性能、电极自噪声水平、电极极差稳定性;

[0086] 目标指标获取单元12,用于依次检测目标传感器的所述电极类型、所述电极可逆性、所述电极电化学性能、所述电极自噪声水平、所述电极极差稳定性,并分别得到目标电极类型、目标可逆性水平、目标电化学性能等级、目标自噪声水平、目标极差稳定性;

[0087] 目标性能指数单元13,用于对所述目标电极类型、所述目标可逆性水平、所述目标电化学性能等级、所述目标自噪声水平、所述目标极差稳定性进行加权计算,确定目标电极性能指数;

[0088] 技术特性指标单元14,用于读取预定技术特性指标,其中,所述预定技术特性指标包括静态特性指标和动态特性指标;

[0089] 技术指标信息单元15,用于在第一环境条件下,对所述目标传感器的所述预定技术特性指标进行测试,得到目标技术指标信息,其中,所述目标技术指标信息包括目标静态指标参数和第一目标动态指标参数;

[0090] 静态性能指数单元16,用于对所述目标静态指标参数进行预处理并加权得到目标静态性能指数;

[0091] 动态指标测试单元17,用于在第二环境条件下,对所述目标传感器的所述动态特性指标进行测试,得到第二目标动态指标参数;

[0092] 动态性能指数单元18,用于通过传感信号对比模块对所述第一目标动态指标参数和所述第二目标动态指标参数进行对比分析,得到目标动态性能指数;

[0093] 综合性能指数单元19,用于利用熵权法对所述目标电极性能指数、所述目标静态性能指数和所述目标动态性能指数进行计算,得到目标综合性能指数,其中,所述目标综合性能指数用于表征所述目标传感器的综合性能。

[0094] 进一步的,目标指标获取单元12包括以下执行步骤:

[0095] 获取所述目标传感器的目标电极的电极材料结构,并识别所述电极材料结构的所述目标电极类型;

[0096] 电化学工作站基于预定目标电压阈值,对所述目标电极进行电压加载分析,得到所述目标可逆性水平;

[0097] 通过所述电化学工作站测试得到所述目标电极的交流阻抗数据,并对所述交流阻抗数据进行拟合分析,得到所述目标电化学性能等级;

[0098] 通过所述电化学工作站测试得到所述目标电极的自噪声数据,并分析得到所述目标自噪声水平;

[0099] 获取所述目标电极在预定时间范围内的极差电位数据,并分析所述极差电位数据得到所述目标极差稳定性。

[0100] 进一步的,目标指标获取单元12还包括以下执行步骤:

[0101] 获取所述目标电极的目标电极极化曲线,其中,所述目标电极极化曲线包括目标正向极化曲线和目标反向极化曲线;

[0102] 获取所述目标正向极化曲线和所述目标反向极化曲线的目标覆盖重合度;

[0103] 在预定覆盖重合度-可逆性级别列表中匹配所述目标覆盖重合度的可逆性级别,并将所述可逆性级别作为所述目标可逆性水平。

[0104] 进一步的,目标指标获取单元12还包括以下执行步骤:

[0105] 读取所述目标传感器的预定频率阈值;

[0106] 基于所述预定频率阈值对所述自噪声数据进行筛选,得到第一自噪声数据;

[0107] 计算所述第一自噪声数据的第一数据量与所述自噪声数据的数据量的比值,记作第一比值;

[0108] 若所述第一比值符合第一预定比值阈值,标记所述目标自噪声水平为第一水平级,若所述第一比值符合第二预定比值阈值,标记所述目标自噪声水平为第二水平级。

[0109] 进一步的,技术特性指标单元14包括以下内容:

[0110] 所述静态特性指标包括漂移、重复性、精确度、灵敏度、分辨率、线性度,所述动态特性指标包括频率响应和阶跃响应。

[0111] 进一步的,技术指标信息单元15包括以下执行步骤:

[0112] 采集得到所述目标传感器的目标应用环境,并将所述目标应用环境作为所述第一环境条件;

[0113] 其中,所述目标应用环境包括应用环境温度、应用环境湿度、应用环境酸碱度、应用环境电磁场。

[0114] 进一步的,动态性能指数单元18包括以下执行步骤:

[0115] 通过所述传感信号对比模块,获取所述第一目标动态指标参数的第一动态参数时序,并生成第一曲线;

[0116] 通过所述传感信号对比模块,获取所述第二目标动态指标参数的第二动态参数时序,并生成第二曲线;

[0117] 依次提取所述第一曲线中第一时间下的第一动态参数和所述第二曲线中第一时间下的第二动态参数;

[0118] 加和得到所述第一动态参数与所述第二动态参数的参数偏差和,并对所述参数偏差和进行归一化处理,得到所述目标动态性能指数。

[0119] 综上所述的方法的任意步骤都可作为计算机指令或者程序存储在不设限制的计算机存储器中,并可以被不设限制的计算机处理器调用识别用以实现本申请实施例中的任一项方法,在此不做多余限制。

[0120] 进一步的,综上所述的第一或第二可能不止代表次序关系,也可能代表某项特指概念,和/或指的是多个元素之间可单独或全部选择。显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请及其等同技术的范围之内,则本申请意图包括这些改动和变型在内。

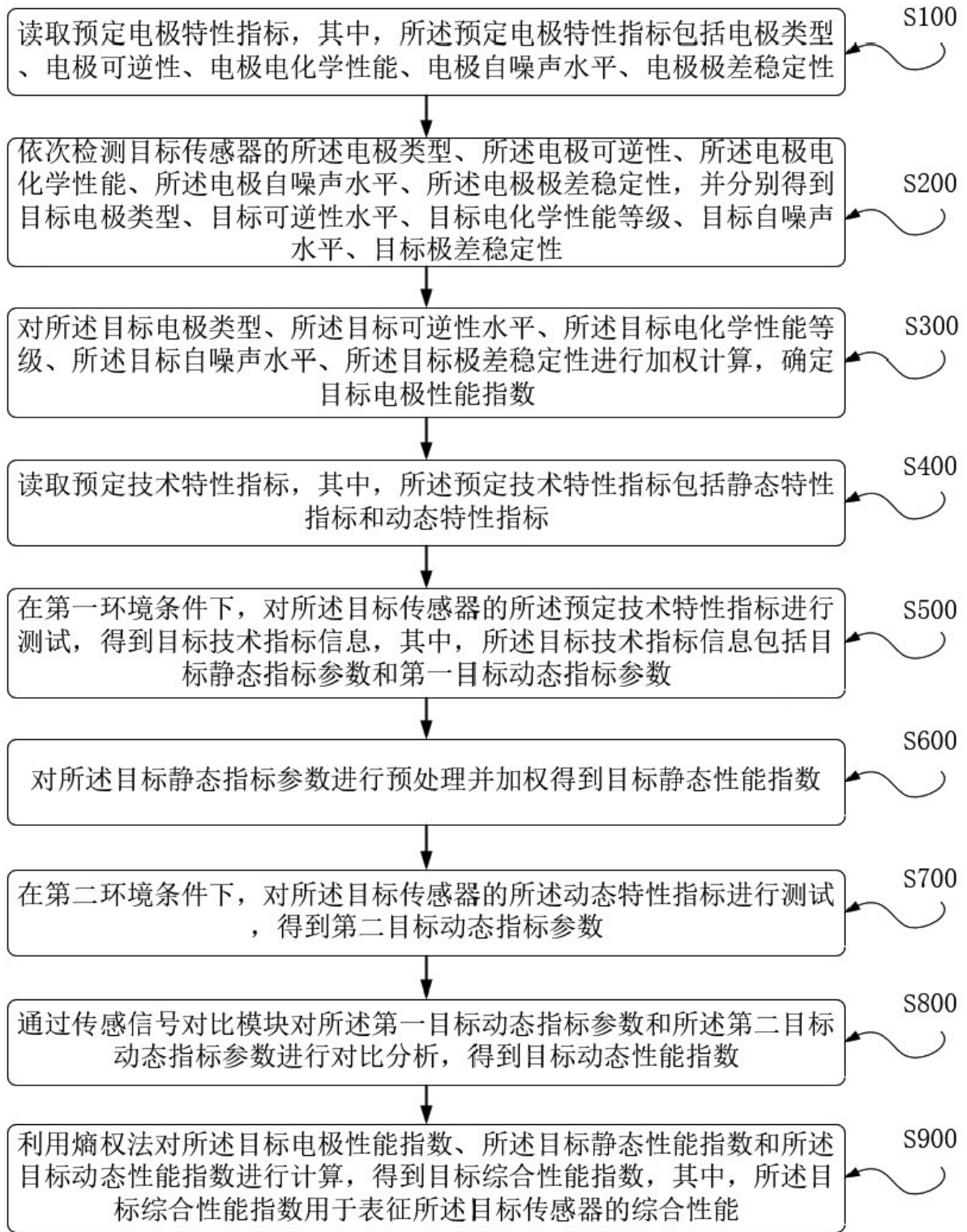


图 1

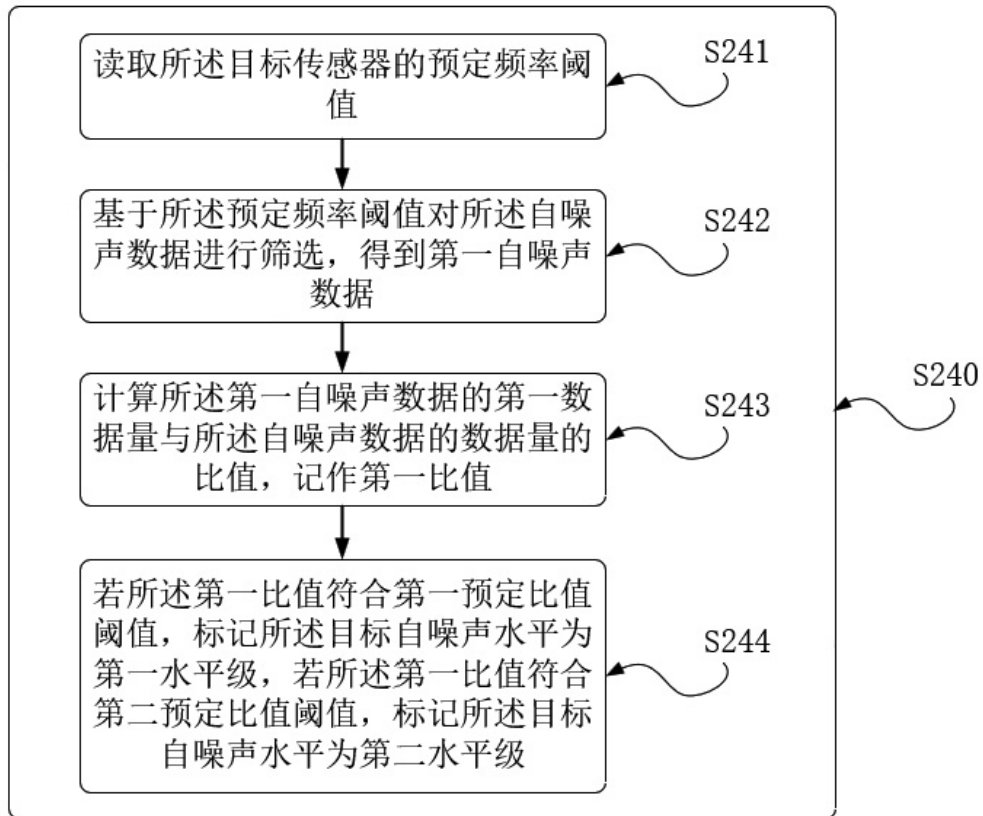


图 2

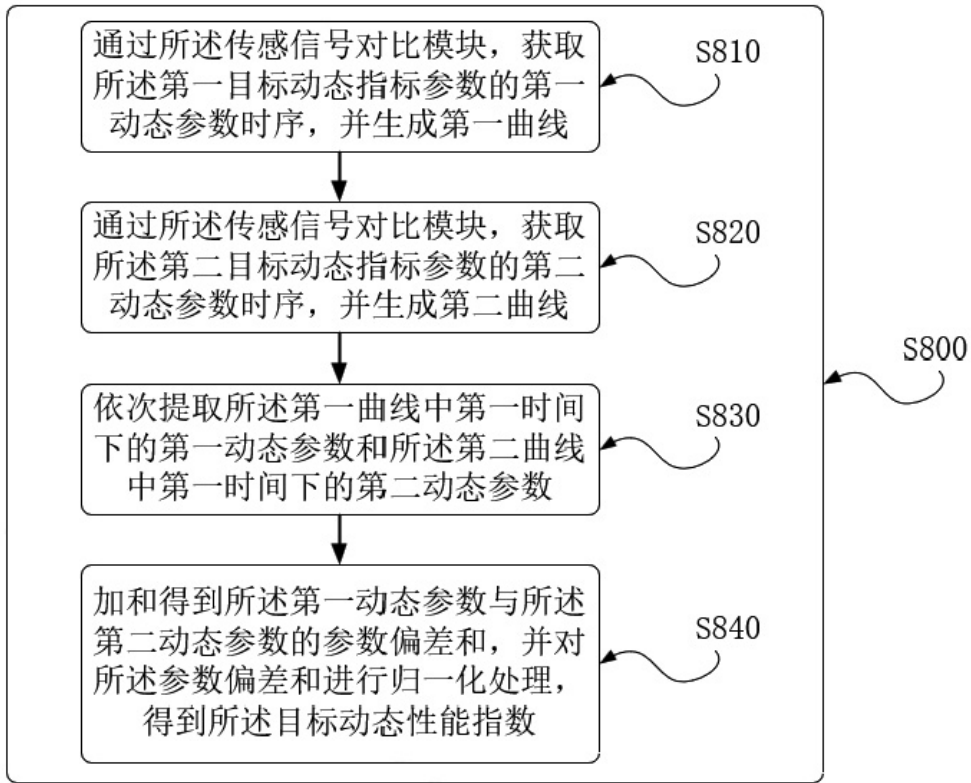


图 3

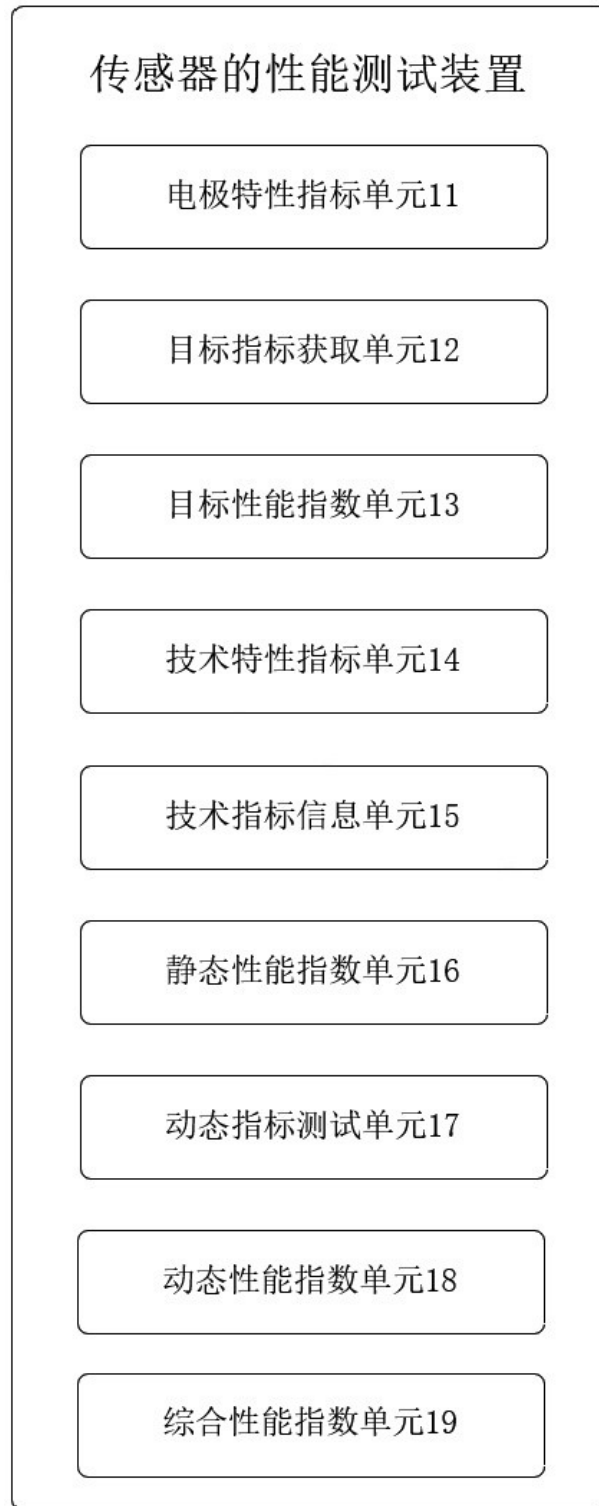


图 4