



(21) 申请号 202310542734.1

(22) 申请日 2023.05.15

(71) 申请人 国网智能电网研究院有限公司

地址 102209 北京市昌平区未来科技城滨河大道18号

申请人 国网山西省电力公司电力科学研究院

(72) 发明人 郭少玮 邢照亮 张娜 王高勇
陈新 张翀 崔惠泽

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

专利代理师 王兴

(51) Int.Cl.

G01R 1/20 (2006.01)

G01R 31/12 (2020.01)

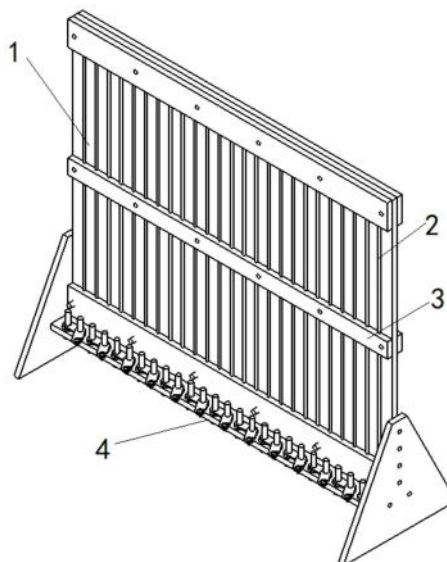
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种无感电阻装置、干式电容器检测系统及检测方法

(57) 摘要

本发明涉及电学检测技术领域,具体涉及一种无感电阻装置、干式电容器检测系统及检测方法。一种无感电阻装置,包括:安装板体;双股反向电阻线,所述双股反向电阻线设于安装板体上,所述双股反向电阻线适于与干式电容器电连接,在干式电容器放电状态下,所述双股反向电阻线获取干式电容器放电状态下输出的电流,并用于利用电流消除自身产生的电感。本发明解决电阻导线在通过电流时会产生电感,而由电阻导线自身产生的感应电感会导致整个测试装置的整体电感值发生变动、且导线自身产生的电感不可控,影响实验结果准确性的问题,从而提供一种无感电阻装置、干式电容器检测系统及检测方法。



1. 一种无感电阻装置,其特征在于,包括:

安装板体(1);

双股反向电阻线(2),所述双股反向电阻线(2)设于安装板体(1)上,所述双股反向电阻线(2)适于与干式电容器(10)电连接,在干式电容器(10)放电状态下,所述双股反向电阻线(2)获取干式电容器(10)放电状态下输出的电流,并用于利用电流消除自身产生的电感。

2. 根据权利要求1所述的无感电阻装置,其特征在于,所述双股反向电阻线(2)为分别位于安装板体(1)相对两侧的“U”形结构。

3. 根据权利要求2所述的无感电阻装置,其特征在于,所述安装板体(1)还包括固定板(3),所述固定板(3)以固定双股反向电阻线(2)。

4. 根据权利要求2所述的无感电阻装置,其特征在于,所述双股反向电阻线(2)的长度为500—1500mm、耐压值为500—1500VDC、电阻阻值为0.128—0.384Ω。

5. 根据权利要求1—4任一项所述的无感电阻装置,其特征在于,所述双股反向电阻线(2)的数量为至少两根,相邻的所述双股反向电阻线(2)等间隔地设置于安装板体(1)上。

6. 根据权利要求5所述的无感电阻装置,其特征在于,每一所述双股反向电阻线(2)的两端分别通过一个紧固螺柱(7)固定于安装板体(1)两侧的安装条(4)上。

7. 根据权利要求6所述的无感电阻装置,其特征在于,相邻的两个紧固螺柱(7)间还设有一个活动连接件(6),所述活动连接件(6)包括两个圆孔,所述圆孔以容纳紧固螺柱(7),相邻的所述双股反向电阻线(2)通过活动连接件(6)以并联或串联形式形成不同的电阻值。

8. 一种干式电容器检测系统,其特征在于,包括权利要求1—7任一项所述的无感电阻装置(9),还包括电感线圈(8)、第一电极(12)和活动双电极,无感电阻装置(9)、电感线圈(8)和第一电极(12)相互依次连接,所述干式电容器(10)的高压端电极用于与无感电阻装置(9)连接,所述干式电容器(10)的低压端电极连接活动双电极的第一活动电极(13),所述第一电极(12)和第一活动电极(13)对应设置。

9. 根据权利要求8所述的干式电容器检测系统,其特征在于,还包括第二电极(16)、高压电源(11),活动双电极包括第二活动电极(15)和双头气缸(14),所述双头气缸(14)的两端分别与第二活动电极(15)、第一活动电极(13)连接,所述高压电源(11)的正极用于与干式电容器(10)的高压端电极电连接,所述高压电源(11)的负极与第二电极(16)连接,所述干式电容器(10)的低压端电极用于与第二活动电极(15)连接,所述第二电极(16)和第二活动电极(15)对应设置。

10. 一种干式电容器检测方法,用于使用权利要求8所述的干式电容器检测系统,其特征在于,在测试状态下,根据干式电容器(10)的试验标准得出放电电流峰值,由下列公式得出理论电阻值:

$$I = \frac{U}{\omega_d L} \cdot e^{\frac{LT}{2R}} \cdot \sin(\omega_d \cdot T)$$

$$\omega_d = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{L}{2R}\right)^2}$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

其中:I为放电电流峰值,L为回路电感值,C为电容器电容值,R为回路电阻值,再根据理

论电阻值调节无感电阻装置(9)的电阻值,以进行检测试验。

一种无感电阻装置、干式电容器检测系统及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电学检测技术领域,具体涉及一种无感电阻装置、干式电容器检测系统及检测方法。

背景技术

[0002] 电力电子电容器作为电力系统中的重要电力设备,在电力系统中的主要作用是补偿电力系统的无功功率,提高系统的功率因数,改善电压品质,减少线路的损耗,提高电网输送电能能力,保证发电机的出力和设备的运行能力。电力电容器大量装设在各级变配电所里和线路上,这些电容器的正确安装、正常运行对保障电力系统的供电质量与效益将起重要作用。随着交、直流输电技术的大力发展,电工装备对配套电容器的要求越来越高,不但要求更高的安全性、可靠性、耐用性,而且要求其轻量化、小型化、单台容量大,这就对电容器本身的安全性能提出了更高的要求。

[0003] 由于交、直流输变电项目常年运行,工程遭受雷击、负载短路或线路接地等故障时会对系统产生极大的干扰,因此交、直流输变电用电容器必须能够承受很大的、更多次数的冲击电流。在干式电容器型式试验中,短路放电试验是一种可以模拟电容器在运行过程中受到电流冲击的试验,通过短路放电装置来改变电容器所受到的冲击放电电流大小,从而考察电容器自身的安全性能。其中GB/T 17702—2021中规定,电力电子电容器需通过5次浪涌放电以及耐久性试验的1000次冲击放电,所需要的电流值大小也需要根据电容器本身规格进行调节。因此评判干式电容器冲击放电性能以及研发可调控高压放电电流的无感电阻装置已成为当务之急。

[0004] 在电容器冲击放电试验中,放电电流的大小主要受到电容器两端电压,电容器电容量,回路电感以及回路电阻的影响。目前市面上大部分短路放电装置调节电容器放电电流一般采用电感/电压调节法,根据被试电容器的容量通过改变回路电感及充电电压来调节放电电流。然而对于试验要求充电电压较高的小容量电容器而言,一味地通过增大回路电感来减小放电电流往往不能取得良好的效果,而且较大的电感线圈也会占用更大的试验空间,提高了整体的试验成本。

[0005] 传统增加回路电阻的方式是引入高压高阻导线,然而高阻导线的整体阻值可调节范围较小,且较长的电阻导线在通过电流时会产生感应电势,而由电阻导线自身产生的电感会导致整个测试装置的整体电感值发生变动、且导线自身产生的感应电感量不可控,导致测试过程中出现理论电感值与实际电感值不符,从而影响冲击电流的理论计算数值、以及实验结果的准确性。

发明内容

[0006] 因此,本发明要解决的技术问题在于克服现有技术中的电阻导线通过电容器发电的电流时,由电阻导线自身产生的电感会导致整个测试装置的整体电感值发生变动、且导线自身产生的电感量不可控,影响实验结果准确性的缺陷,从而提供一种无感电阻装置、干

式电容器检测系统及检测方法。

[0007] 为了解决上述问题,本发明提供了一种无感电阻装置,包括:

[0008] 安装板体;

[0009] 双股反向电阻线,所述双股反向电阻线设于安装板体上,所述双股反向电阻线适于与干式电容器电连接,在干式电容器放电状态下,所述双股反向电阻线获取干式电容器放电状态下输出的电流,并用于利用电流消除自身产生的电感。

[0010] 可选地,所述双股反向电阻线为分别位于安装板体相对两侧的“U”形结构。

[0011] 可选地,所述安装板体还包括固定板,所述固定板以固定双股反向电阻线。

[0012] 可选地,所述双股反向电阻线的长度为500—1500mm、耐压值为500—1500VDC、电阻阻值为0.128—0.384 Ω 。

[0013] 可选地,所述双股反向电阻线的数量为至少两根,相邻的所述双股反向电阻线等间隔地设置于安装板体上。

[0014] 可选地,每一所述双股反向电阻线的两端分别通过一个紧固螺柱固定于安装板体两侧的安装条上。

[0015] 可选地,相邻的两个紧固螺柱间还设有一个活动连接件,所述活动连接件包括两个圆孔,所述圆孔以容纳紧固螺柱,相邻的所述双股反向电阻线通过活动连接件以并联或串联形式形成不同的电阻值。

[0016] 一种干式电容器检测系统,包括上述的无感电阻装置,还包括电感线圈、第一电极和活动双电极,无感电阻装置、电感线圈和第一电极相互依次连接,所述干式电容器的高压端电极用于与无感电阻装置连接,所述干式电容器的低压端电极连接活动双电极的第一活动电极,所述第一电极和第一活动电极对应设置。

[0017] 可选地,还包括第二电极、高压电源,活动双电极包括第二活动电极和双头气缸,所述双头气缸的两端分别与第二活动电极、第一活动电极连接,所述高压电源的正极用于与干式电容器的高压端电极电连接,所述高压电源的负极与第二电极连接,所述干式电容器的低压端电极用于与第二活动电极连接,所述第二电极和第二活动电极对应设置。

[0018] 一种干式电容器检测方法,在测试状态下,根据干式电容器的试验标准得出放电电流峰值,由下列公式得出理论电阻值:

$$[0019] \quad I = \frac{U}{\omega_d L} \cdot e^{\frac{LT}{2R}} \cdot \sin(\omega_d \cdot T)$$

$$[0020] \quad \omega_d = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{L}{2R}\right)^2}$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

[0021] 其中:I为放电电流峰值,L为回路电感值,C为电容器电容值,R为回路电阻值,再根据理论电阻值调节无感电阻装置的电阻值,以进行检测试验。

[0022] 本发明技术方案,具有如下优点:

[0023] 1. 本发明提供的无感电阻装置,安装板体;双股反向电阻线,所述双股反向电阻线设于安装板体上,双股反向电阻线适于与干式电容器连接,在干式电容器放电状态下,双股反向电阻线获取干式电容器放电状态下输出的电流,并用于利用电流消除自身产生的电感,以保证测试结果的准确性。通过双股反向电阻线,消除了电流经过电阻时产生的感应电

感,避免了测试中的电感值出现波动,以使测试结果准确、可靠。

[0024] 2.本发明提供的无感电阻装置,双股反向电阻线为分别位于安装板体相对两侧的“U”形结构,当电流流动时,“U”形结构的两个平行线产生的感应电感会相互抵消,消除双股反向电阻线产生的感应电感。

[0025] 3.本发明提供的无感电阻装置,安装板体还包括固定板,固定板以固定双股反向电阻线,以保证双股反向电阻线在测试中的稳定性。

[0026] 4.本发明提供的无感电阻装置,双股反向电阻线的数量为至少两个,相邻的双股反向电阻线等间隔地设置于安装板体上,具有排列整齐、易维护的优点。

[0027] 5.本发明提供的无感电阻装置,每一双股反向电阻线的两端分别通过一个紧固螺柱固定于安装板体两侧的安装条上,以实现双股反向电阻线的固定。

[0028] 6.本发明提供的无感电阻装置,相邻的两个紧固螺柱间还设有一个活动连接件,活动连接件包括两个圆孔,圆孔以容纳紧固螺柱,相邻的所述双股反向电阻线通过活动连接件以并联或串联形式形成不同的电阻值,以使整个无感电阻装置具有不同的阻值,从而适应不同的测试。

[0029] 7.本发明提供的干式电容器检测系统,包括上述无感电阻装置,还包括电感线圈、第一电极和活动双电极,无感电阻装置、电感线圈和第一电极相互依次连接,干式电容器的高压端电极用于与无感电阻装置连接,干式电容器的低压端电极连接活动双电极的第一活动电极,第一电极和第一活动电极对应设置。当处于测试状态时,第一电极和第一活动电极连接,由于干式电容器的高压端电极流出的电流依次经无感电阻装置、电感线圈、第一电极、第一活动电极后到达干式电容器的低压端电极,以实现干式电容器的放电状态。

[0030] 8.本发明提供的无感电阻装置,还包括第二电极、高压电源,活动双电极包括第二活动电极和双头气缸,双头气缸的两端分别与第二活动电极、第一活动电极连接,高压电源的正极用于与干式电容器的高压端电极连接,高压电源的负极与第二电极连接,干式电容器的低压端电极用于连接第二活动电极,第二电极和第二活动电极对应设置。当干式电容器处于充电状态时,第二电极和第二活动电极连接,自高压电源正极流出的电流到达干式电容器的高压端电极,负极流出的电流经第二电极、第二活动电极后到达干式电容器的低压端电极。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0032] 图1为本发明的实施方式中提供的无感电阻装置的示意图;

[0033] 图2为本发明的实施方式中提供的紧固螺柱、活动连接件连接的示意图;

[0034] 图3为本发明的实施方式中提供的紧固螺柱、活动连接件连接的示意图;

[0035] 图4为本发明的实施方式中提供的双股反向电阻线通电时产生感应电感的示意图;

[0036] 图5为本发明的实施方式中提供的干式电容器检测系统处于充电状态时的示意

图；

[0037] 图6为本发明的实施方式中提供的干式电容器检测系统处于放电状态时的示意图。

[0038] 附图标记说明：1、安装板体；2、双股反向电阻线；3、固定板；4、安装条；5、螺母；6、活动连接件；7、紧固螺柱；8、电感线圈；9、无感电阻装置；10、干式电容器；11、高压电源；12、第一电极；13、第一活动电极；14、双头气缸；15、第二活动电极；16、第二电极。

具体实施方式

[0039] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0040] 在本发明的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0041] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；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。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发明中的具体含义。

[0042] 此外，下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0043] 如图1—图6所示的无感电阻装置的一种具体实施方式，包括：无感电阻装置9，包括安装板体1、以及设于安装板体1上的25根双股反向电阻线2，其中，相邻的双股反向电阻线2等间隔地设置于安装板体1上。

[0044] 如图1所示，每一双股反向电阻线2为分别位于安装板体1相对两侧的“U”形结构。为固定双股反向电阻线2，安装板体1的相对两侧分别设有一块固定板3，固定板3以固定位于安装板体1上的双股反向电阻线2，双股反向电阻线2的长度为500—1500mm、耐压值为500—1500VDC、电阻阻值为0.128—0.384Ω。具体的，单根双股反向电阻线2的长度为1000mm、耐压值为1000VDC、电阻阻值为0.256Ω。需要注意的是，双股反向电阻线还可根据实际试验情况，选取其它长度、耐压值和电阻阻值。如图2、图3所示，为固定双股反向电阻线2，安装板体1的相对两侧分别设有一个安装条4，每一安装条4上设有25个紧固螺柱7、50个螺母5，双股反向电阻线2缠绕在紧固螺柱7上、由螺母5与紧固螺柱7的螺纹连接，以将双股反向电阻线2固定于安装条4与紧固螺柱7端部之间，其中，一个紧固螺柱7对应设置有两个螺母5，两个螺母5之间设有活动连接件6，活动连接件6包括两个圆孔，其中，一个圆孔设于两个螺母5之间。由于为多根双股反向电阻线2，因此，本申请提供的无感电阻装置9可以通过多根双股反向电阻线2间进行串联或并联方式进行电阻值的调节，以相邻三根双股反向电阻线2为例，当需要串联时，安装板体1正面的第一根双股反向电阻线2和第二根双股反向

电阻线2分离,安装板体1反面的第一根双股反向电阻线2和第二根双股反向电阻线2间的活动连接件6进行连接,安装板体1正面的第二根双股反向电阻线2和第三根双股反向电阻线2间的活动连接件6进行连接,安装板体1反面的第二根双股反向电阻线2和第三根双股反向电阻线2分离,干式电容器10放电状态下产生的电流会由安装板体1正面的第一根双股反向电阻线2进入,电流依次经第一根、第二根和第三根双股反向电阻线2,由第三根双股反向电阻线2在安装板体1的反面流出电流,串联的电阻值为3倍单根双股反向电阻线2的阻值。当需要并联时,以三根双股反向电阻线2为例,安装板体1正面的相邻的第一根双股反向电阻线2和第二根双股反向电阻线2、第二根双股反向电阻线2和第三根双股反向电阻线2分别通过活动连接件6进行连接,反面的相邻的第一根双股反向电阻线2和第二根双股反向电阻线2、第二根双股反向电阻线2和第三根双股反向电阻线2分别通过活动连接件6进行连接,使电流同时分别经过第一根、第二根、第三根双股反向电阻线2,并联的电阻值单根双股反向电阻线2的阻值的三分之一。

[0045] 本发明还提供了一种干式电容器10检测系统,包括上述无感电阻装置9,还包括,高压电源11、干式电容器10、电感线圈8、第一电极12、第二电极16、活动双电极和控制器,其中,控制器与活动双电极通讯连接,活动双电极包括双头气缸14、以及分别设于双头气缸14的伸出端上的第一活动电极13和第二活动电极15,第一活动电极13和第一电极12对应设置、第二活动电极15和第二电极16对应设置,电感线圈8产生的回路电感的电感量为0—60 μ H、干式电容器10的放电电流峰值大小范围为0—5kA。需要注意的是,第一电极12、第二电极16、活动双电极安装于同一安装座上,伸出端与活动电极间为绝缘设置。

[0046] 干式电容器10检测系统包括两种状态,即,干式电容器10充电和放电状态。当处于干式电容器10充电状态时,如图5所示,活动双电极控制第一电极12与第一活动电极13分离、第二电极16和第二活动电极15连接,此时,高压电源11的正极与干式电容器10的高压端电极连接、高压电源11的负极与第二电极16连接,干式电容器10的低压端电极用于连接第二活动电极15,第二电极16和第二活动电极15连接,自高压电源11正极流出的电流到达干式电容器10的高压端电极,高压电源11负极流出的电流经第二电极16、第二活动电极15后到达干式电容器10的低压端电极。当干式电容器10处于放电测试状态时,活动双电极控制第一电极12与第一活动电极13连接、第二电极16和第二活动电极15分离,此时,无感电阻装置9、电感线圈8和第一电极12相互依次连接,干式电容器10的高压端与无感电阻装置9连接,干式电容器10的低压端电极连接活动双电极的第一活动电极13,第一电极12和第一活动电极13连接,干式电容器10的高压端电极流出的电流依次经无感电阻装置9、电感线圈8、第一电极12、第一活动电极13后到达干式电容器10的低压端电极,以实现干式电容器10的放电状态。需要注意的是,当回路电感、充电电压、电干式电容器10电容量一定时,放电电流峰值大小可根据无感电阻阻值进行调控,以通过调控无感电阻装置的电阻值来满足试验所规定的电流大小,放电电流峰值调节范围如下表所示:

[0047]

电容值/ μ F	充电电压/V	电感值/ μ H	无感电阻连接方式	电阻值/ Ω	放电电流峰值/A
110	1000	60	不使用	0.0065	1344
110	1000	60	25并联	0.0167	1330
110	1000	60	10并联	0.0321	1308
110	1000	60	5并联	0.0577	1274

110	1000	60	1	0.2655	1033
110	1000	60	2串联	0.5185	804
110	1000	60	3串联	0.7745	608
110	1000	60	5串联	1.2865	179

[0048] 一种干式电容器检测系统的检测方法,通过检测干式电容器10的放电测试状态,在测试状态下,根据干式电容器10的试验标准获取放电电流峰值,即,依据试验标准得到放电电流峰值,由下列公式得出理论电阻值:

$$[0049] \quad I = \frac{U}{\omega_d L} \cdot e^{\frac{LT}{2R}} \cdot \sin(\omega_d \cdot T)$$

$$[0050] \quad \omega_d = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{L}{2R}\right)^2}$$

$$[0051] \quad T = 2\pi\sqrt{LC}$$

[0052] 其中:I为放电电流峰值,L为回路电感值,C为电容器电容值,R为回路电阻值,再根据理论电阻值调节无感电阻装置9的电阻值,以进行干式电容器10的短路放电试验。

[0053] 作为一种替代的实施方式,双股反向电阻线2的数量还可为2根、3根、4根甚至更多根。

[0054] 作为一种替代的实施方式,安装板体1的相对两侧还设有凹槽,凹槽适于容纳双股反向电阻线2。

[0055] 作为一种替代的实施方式,安装板体1的相对两侧分别分布的固定板3的数量还可为2块、3块甚至更多块。

[0056] 作为一种替代的实施方式,安装板体1的双股反向电阻线2还可以2根、4根、5根甚至更多根通过并联或串联方式进行连接。

[0057] 作为一种替代的实施方式,干式电容器10电容值、电感线圈8电感值、高压电源11施加电压值、以及双股反向电阻线2还可以根据产品规格、实验要求进行变更。

[0058] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其他不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

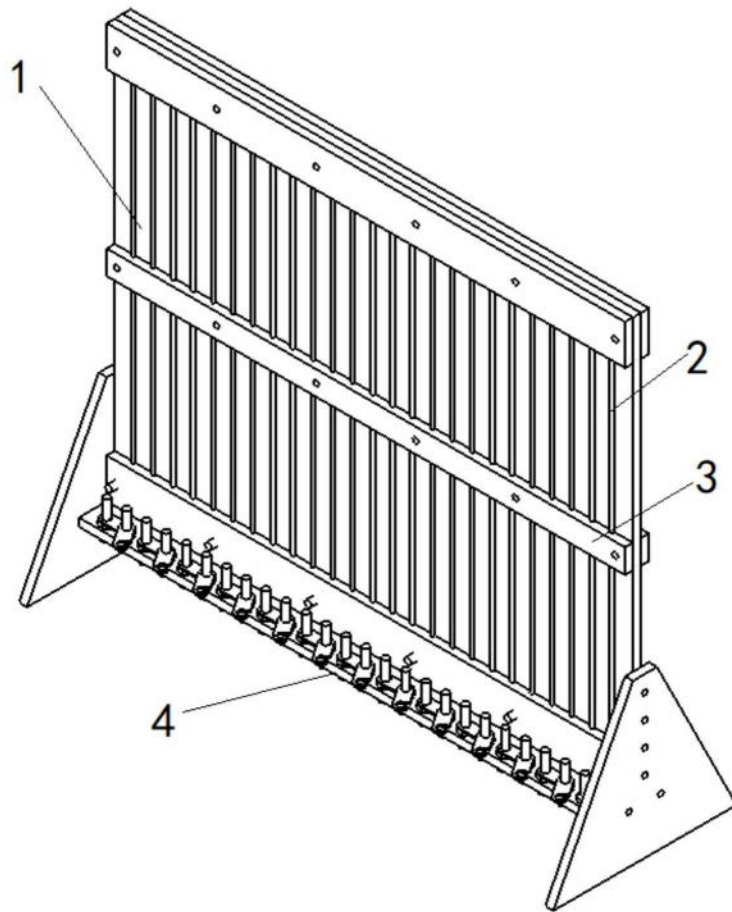


图1

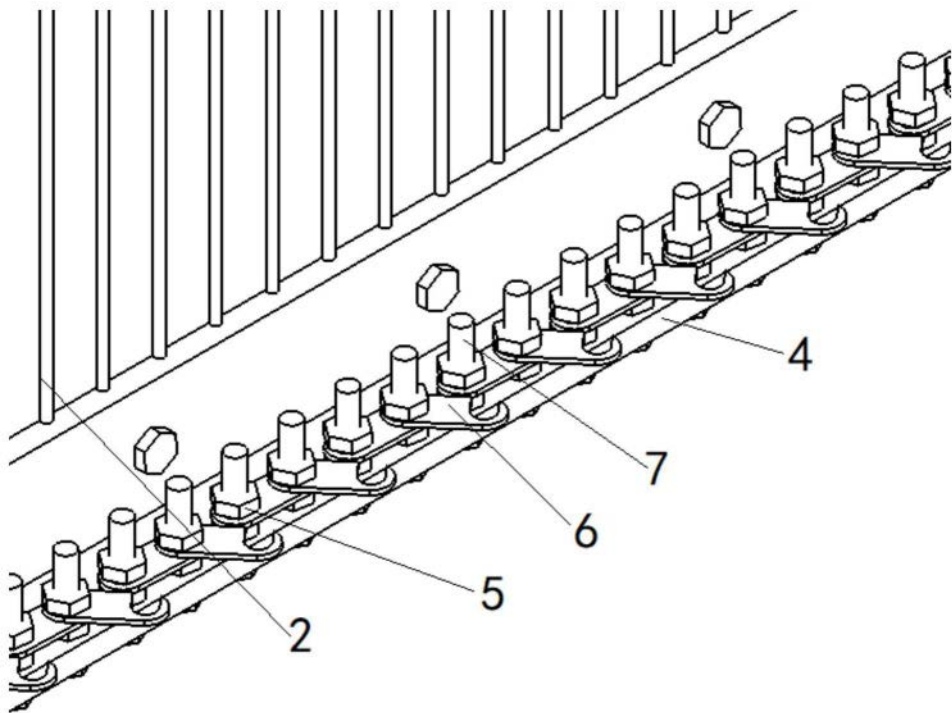


图2

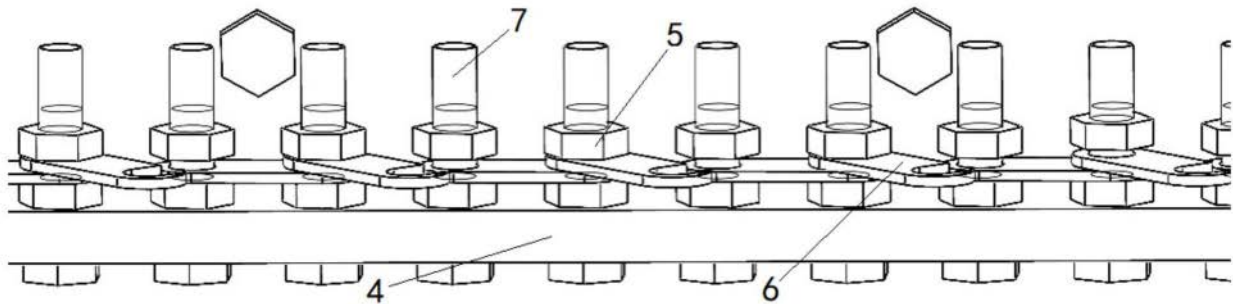


图3

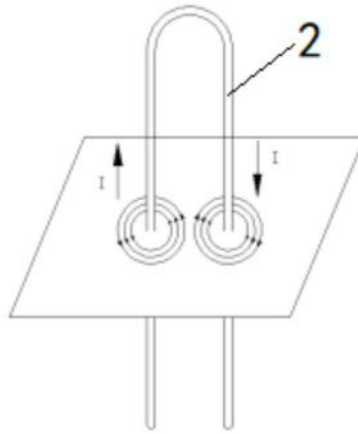


图4

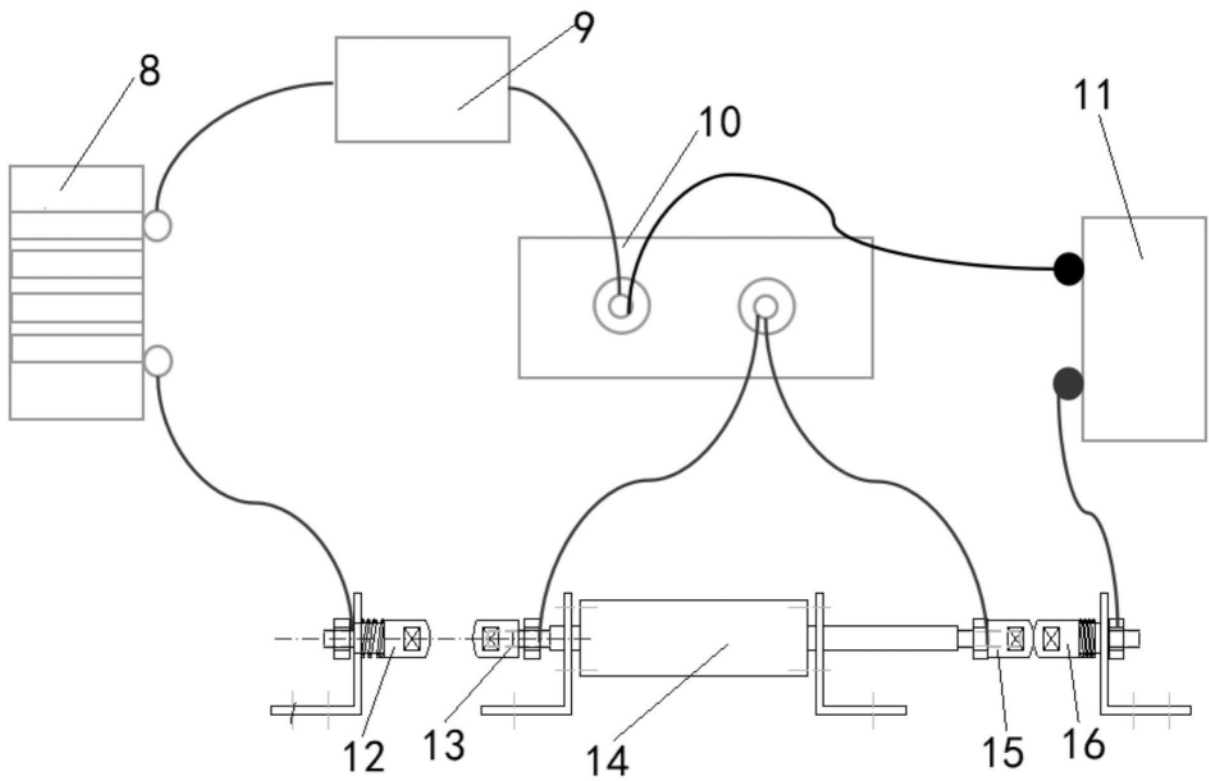


图5

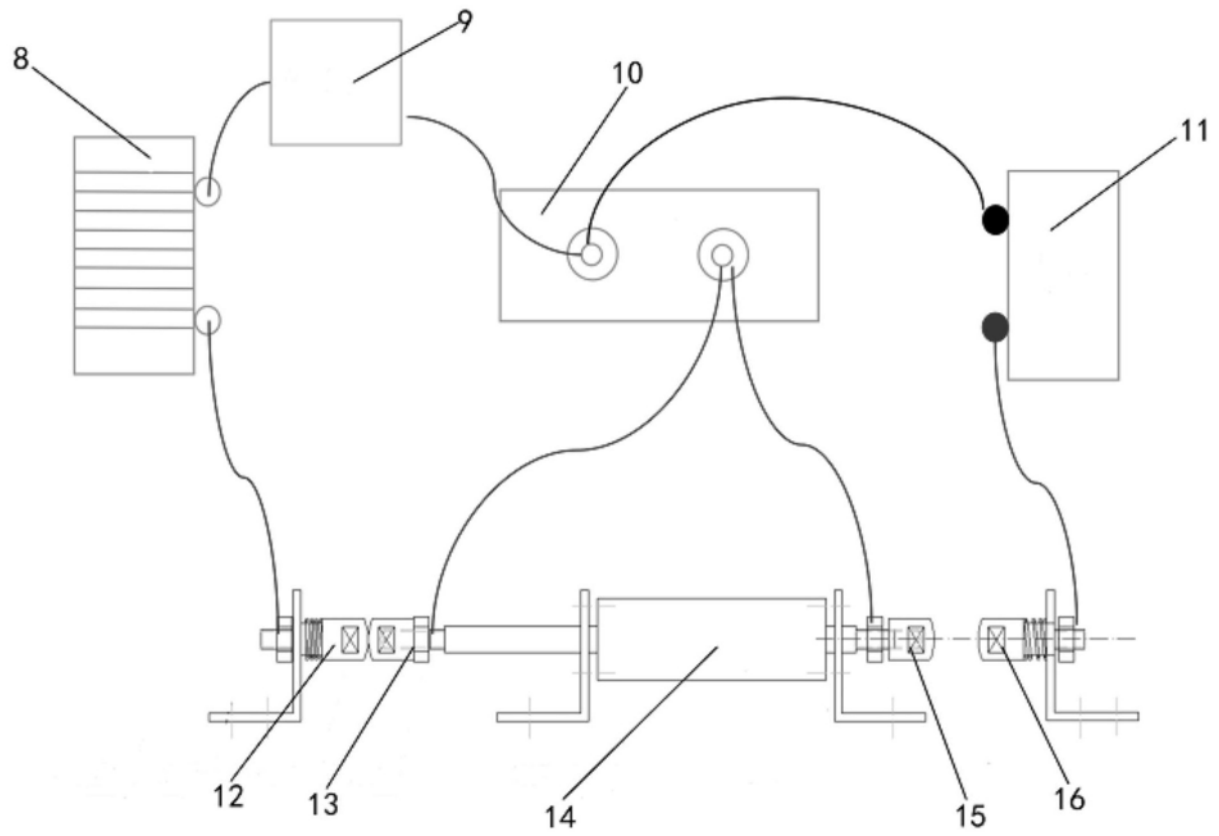


图6