

免维护吸湿器开发设计及应用

尚西华 李茹勤 高立飞 乔果 李秀珍

(国网河南省电力公司超高压公司 河南郑州 450000)

摘要:传统变压器呼吸器内的硅胶需要定期更换,在变电站等无人值班环境中带来维护困难和高成本等问题。为了解决这个问题,本文研制了一种新型免维护吸湿器。该吸湿器通过自身的加热装置,将硅胶内的水分蒸发,保持干燥状态,降低了维护频率及更换成本。本免维护吸湿器在经济效益和社会效益方面都有显著优势,能够提高运维效率并节约人力资源。

关键词:变压器;免维护;吸湿器;开发设计

引言:在能源领域中,变压器和油浸式变压器等设备的正常运行对于电力系统的稳定性至关重要。但是,其中使用的吸湿器硅胶吸湿器存在着一系列问题。根据国家电网公司的规范和导则,若吸湿器硅胶潮解变色超过标准限制,将会扣除相应的评分,甚至影响设备的状态评价结果。为了解决传统吸湿器的弊端,本文旨在研究一种创新的免维护吸湿器。该吸湿器利用在线加热烘干硅胶颗粒的方式,解决了硅胶吸潮后重新干燥的问题,并实现了硅胶颗粒的重复利用。通过引入这种免维护吸湿器,可以有效地提高变压器和油浸式变压器等设备的可靠性和稳定性,减少人工维护成本,为电力系统的运行和维护工作提供更加可靠和经济的解决方案。

1 免维护吸湿器开发设计

1.1 设计原理

免维护吸湿器的核心是硅胶颗粒,其是吸湿器内部发挥主要作用的物质。硅胶颗粒的吸湿性能决定了吸湿器的性能好坏,因此实时监测硅胶颗粒的饱和程度至关重要。为了实现这一监测功能,使用重量监测的方法进行测量。当监测系统检测到硅胶颗粒饱和程度超过预设的阈值时,烘干系统会开始运作。烘干系统通过加热硅胶颗粒,将吸收的水分变成气态并向外扩散。当水分遇到外界温度较低的玻璃管时,会迅速液化成液态并沿着玻璃管流出设备,达到将吸湿的湿气排出的目的。但是,如果设备出现问题,监测装置将无法感知到吸湿程度。为了解决这个问题,免维护吸湿器设计了定时设定功能。当设备无法正常感应吸湿程度时,可以按照预设的时间间隔对装置进行加热烘干,实现设备的正常运行和设计目的。通过以上原理,免维护吸湿器能够自动监测和调节硅胶颗粒的饱和程度,并通过加热烘干的方式排出吸湿后的水分,实现了吸湿器的自主运行。

具体而言,在设计过程中使用硅胶、活性炭等高吸湿性能的吸附剂作为核心材料,吸收周围空气中的湿气。吸湿器内部设置了大量的吸湿材料,增加吸湿面积。当空气中的湿气接触到吸湿材料时,水分会被吸附剂吸附,并固定在吸湿材料中。为了排出被吸附的湿气,免维护吸湿器内部采用冷凝技术。通过降低吸湿器内部的温度,使湿气冷凝成液态水。然后,液态水经由管道排出吸湿器。此外,配备了湿度传感器,用于实时监测环境湿度。如果湿度超过预设阈值,吸湿器会自动启动,并在达到设定的湿度范围后停止。本设备具有较高的可靠性和稳定性,能够为用户提供更加便捷和经济的吸湿解决方案。

1.2 研究依据

本免维护吸湿器相比于传统吸湿器具有更多优点,可确保空气的纯度和干燥度,避免二次污染;节省维护成本,提高变压器的使用寿命。本设备除了具备除湿功能外,还能够对空气进行净化,清除有害物质和可吸入颗粒,提高空气质量。免维

护吸湿器主要用于油浸式变压器。在外界环境条件改变时,变压器中的油性液体会发生体积变化,因此进入变压器的气体必须经过除湿和净化,确保进入变压器的空气质量,提高变压器的使用寿命。本设备通过持续在线检测硅胶干燥度,防止潮湿空气进入变压器内部,提高变压器的安全性能。同时,避免了定期更换干燥剂的需求,减少了人力和时间成本,降低了变压器的维护成本。

1.3 设计流程

1.3.1 设计参数

设计参数如表 1 所示。

表 1 设计参数

参数	值
适用范围	适用于一般地区和湿热地区的环境
环境温度	工作温度范围为-40℃到 60℃
控制系统电源	使用 AC 220V/230V, 50Hz/60Hz 的电源
硅胶重量	提供了不同规格的硅胶重量选项,包括 1.5kg、3kg、5kg 和 10kg
呼吸力	呼吸力小于或等于 50kPa
加热器功率	1.5kg 吸湿器: 400W 3kg 吸湿器: 800W 5kg 吸湿器: 1200W 10kg 吸湿器: 2400W
吸湿材料	使用无色硅胶作为吸湿材料
控制盒防护等级	控制盒具有 IP55 的防护等级
LT 型烧结金属过滤器加热功率	40W, 并且在温度低于 5℃时通电, 高于 30℃时断电
起始电流	起始电流为 0.1ms Hi X10
加热器和干燥室	加热器采用半导体陶瓷加热片,具有恒温性质。干燥室对地电压为 500V, 120s 漏电流小于等于 0.15mA
电控制盒防冷凝加热板功率	20W, 在温度低于 5℃时通电
待机功率	待机功率小于或等于 5VA

1.3.2 免维护吸湿器主要结构

1.5kg 免维护吸湿器设计图如图 1 所示。吸湿器采用特殊处理过的金属网过滤器,用于过滤空气中的杂质和灰尘。当空气通过金属过滤网进入吸湿器内部时,杂质和灰尘会被有效地过滤掉,确保进入吸湿器的空气干净。经过过滤的空气进入干燥室,其中包含干燥剂。干燥剂能够吸收空气中的水分,使空气

变得干燥。在干燥室内，与干燥剂接触的空气中的水分会被充分吸收，从而实现空气的干燥处理。为了实时监测干燥剂的饱和程度，吸湿器可以通过测量监控重量来进行监测。当干燥剂的饱和程度超过设定阈值时，需要启动烘干系统进行处理。当饱和程度超过设定阈值时，烘干系统开始运作。通过加热器对干燥剂进行加热，将水分变成气态，并通过排出设备将水蒸气排出吸湿器，从而实现干燥剂的再生。除了根据饱和程度进行自动处理外，吸湿器还具有定时设定功能。可以根据需要设置定时加热烘干，确保吸湿器能够按照设计要求进行工作。

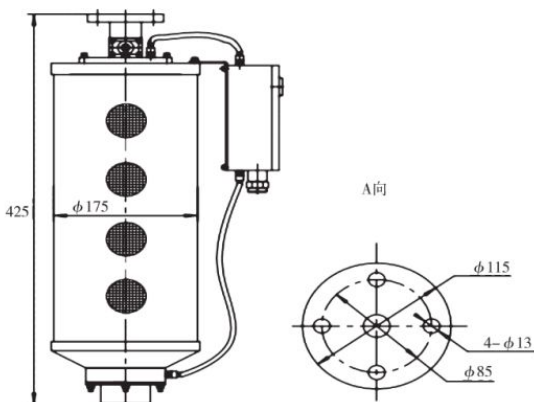


图 1 1.5 kg 免维护呼吸器设计图

1.3.3 免维护吸湿器具体功能

(1) 显示功能。本设备有三个外部发光二极管和三个内部发光二极管来指示设备状态。一是湿度显示，实时显示当前环境的湿度水平。用户可以通过观察湿度显示来了解当前环境的湿度情况，从而根据需要进行调整。二是饱和程度显示。为了让用户及时了解干燥剂的饱和程度，配备饱和程度指示灯。该显示功能可以告知用户何时需要对干燥剂进行更换或再生。当饱和程度达到设定阈值时，相关显示会发出提示，提醒用户采取相应的操作。三是工作模式显示。本设备具备多种工作模式，如自动模式、手动模式、定时模式等。显示功能能够清晰地展示当前处于哪种工作模式，用户可以根据需求选择适合的模式。四是故障提示。当出现异常情况或设备故障时，指示灯显示会提供错误代码、警告信息来提示用户。有助于用户及时发现问题并采取相应的解决措施，确保吸湿器的正常运行。

(2) 智能控制识别指令。首先，本设备可以通过语音识别或按钮操作，智能地理解用户的指令。例如，用户可以说出“增加湿度”或“降低湿度”等指令，吸湿器能够根据这些指令自动调整工作模式和参数，满足用户对湿度的要求。其次，配备了相对湿度探头，用于实时测量当前环境中的湿度水平。通过探头测量，吸湿器可以准确了解当前的湿度情况，并根据测量结果进行智能调节，保持目标湿度范围内的湿度水平。其三，具备设置预设湿度值的功能。用户可以通过操作界面或手机应用程序设置吸湿器的目标湿度值，吸湿器会根据预设值自动调节运行状态，使湿度维持在用户期望的范围内。当实测湿度超过或低于预设湿度值时，吸湿器会自动启动或停止工作，保持理想的湿度水平。其四，具备温度监控功能。当设备进行

烘烤干燥时，如果温度超过设定的保护值，MCU 会发出指令切断干燥室电源。待温度降低后，自动恢复加热。

1.3.4 故障处理

免维护吸湿器内置故障检测系统，能够主动监测设备的工作状态。通过传感器和电路等技术手段，吸湿器可以实时监测电流、电压、温度等参数，以便检测出任何异常情况。当免维护吸湿器检测到故障或异常情况时，会立即发出警告信息或故障提示。通过显示屏、指示灯、蜂鸣器等形式来实现。用户可以通过这些提示来及时了解设备的故障情况。此外，本设备配备故障诊断功能，能够自动分析和识别故障类型。通过内部算法和智能诊断系统，吸湿器可以判断出故障发生的原因，并将相应的信息显示给用户。除了诊断故障类型，免维护吸湿器还能提供故障处理建议。根据故障的性质和严重程度，吸湿器可以向用户推荐相应的处理方法，以便用户能够及时采取解决措施。为了减少人力资源，通过联网技术，设备制造商或售后服务人员实时监测设备运行状态，及时诊断和解决故障，实现远程协助。

2 免维护吸湿器的应用效益

免维护吸湿器在经济效益方面的优势主要体现在节省设备维护费用上。使用传统的设备吸湿器年维护开销大约在每台设备 6400 元左右，共有 75 套设备。而使用免维护吸湿器则可以将这一开销全部节省下来。新型吸湿器的安装费用为 100 万元，对比维护费用的节省，其回报周期相对较短，经济效益显著。除了直接的维护费用节省，免维护吸湿器还可以间接地提高设备的使用寿命和稳定性，减少设备维修和更换的频率和费用。全面使用免维护吸湿器可以带来更为显著的经济效益，提升企业的生产效率和成本控制能力。

结束语：

本新型免维护吸湿器在功能和故障检测方面进行了合理优化，满足用户对设备监控和故障维护的需求。通过实时监测和及时维护，有效降低了设备的故障率，提高了设备的可靠性和稳定性。同时，从经济效益的角度看，免维护吸湿器节省了大量维修费用，延长了设备的使用寿命，并优化和完善了传统吸湿器的不足之处。本免维护吸湿器具有广泛的应用前景。

参考文献：

[1] 隋洋. 变压器吸湿器的应用与检修对策分析[J]. 东北电力技术, 2022, 43(05): 42-43+48.
 [2] 乔美. 油浸式变压器吸湿器的技造[J]. 数码世界, 2020, (05): 287.
 [3] 庄建煌. 新型变压器吸湿器的研制与应用[J]. 电世界, 2020, 61(04): 1-5.
 [4] 高潮. 大型油浸式变压器吸湿器维护装置的研发与应用[J]. 农村电气化, 2020, (02): 72-74.
 [5] 于永生. 变压器吸湿器专用法兰的研制. 天津市, 国网天津市电力公司蓟州供电分公司, 2019-03-01.
 [6] 路玉锋. MX 型变压器用免维护智能吸湿器及其应用[J]. 电世界, 2018, 59(07): 28-31.