(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203983937 U
(45)授权公告日 2014.12.03

(21)申请号 201420349266.2

(22)申请日 2014.06.27

(73)专利权人 国家电网公司
地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号
专利权人 国网河北省电力公司邯郸供电分公司

(72)发明人 郭刚 郝春生 鄂志 李雪松 韩卫星 张金彪

(74)专利代理机构 石家庄国为知识产权事务所 13120
代理人 米文智

(51)Int.Cl.
*H02G 15/18*(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

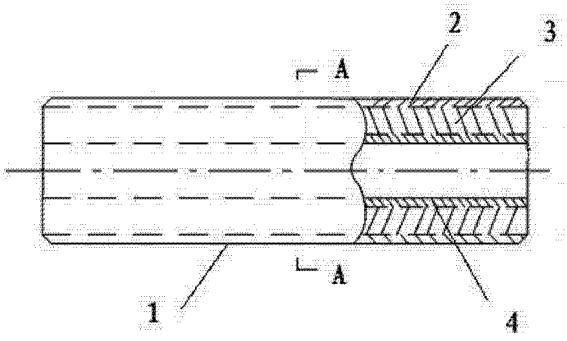
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)实用新型名称

相变控温式高压电缆中间接头连接管

(57)摘要

本实用新型公开了一种相变控温式高压电缆中间接头连接管，涉及高压电缆连接技术领域。本实用新型包括管体，所述管体分为内管和外管，在内管和外管之间填充有填充物，所述填充物包括复合相变材料。该连接管利用有机复合相变材料的相变控温功能，降低电缆接头的温度，控制电缆接头热老化进程，避免冲击负荷等造成的电缆接头过热故障，延长电缆的使用寿命。




CN 203983937 U

1. 一种相变控温式高压电缆中间接头连接管，包括管体（1），其特征在于：所述管体（1）分为内管（4）和外管（2），在内管（4）和外管（2）之间填充有填充物（5），所述填充物（5）包括复合相变材料。

2. 根据权利要求 1 所述的相变控温式高压电缆中间接头连接管，其特征在于：所述复合相变材料为有机复合相变材料。

3. 根据权利要求 2 所述的相变控温式高压电缆中间接头连接管，其特征在于：所述有机复合相变材料为金属基导热增强型复合相变储能材料。

4. 根据权利要求 1 所述的相变控温式高压电缆中间接头连接管，其特征在于：所述填充物（5）全部为复合相变材料。

5. 根据权利要求 1、2、3 或 4 所述的相变控温式高压电缆中间接头连接管，其特征在于：所述内管（4）和外管（2）之间设有加强筋（3）。

6. 根据权利要求 5 所述的相变控温式高压电缆中间接头连接管，其特征在于：所述加强筋（3）沿圆周方向设有 3 条以上，内管（4）和外管（2）的间隙互相连通。

7. 根据权利要求 5 所述的相变控温式高压电缆中间接头连接管，其特征在于：所述加强筋（3）、内管（4）和外管（2）均为金属材料。

8. 根据权利要求 5 所述的相变控温式高压电缆中间接头连接管，其特征在于：所述加强筋（3）为四条。

# 相变控温式高压电缆中间接头连接管

## 技术领域

[0001] 本实用新型涉及高压电缆技术领域。

## 背景技术

[0002] 随着国家对电力行业投入的进一步加大和城网改造工作的进一步深入，电力电缆得到了越来越广泛的应用。但是，随着电缆使用量的增加，电缆的中间接头剧增，接头处的故障和由此而引发的事故就越来越显露出来。中间接头是高压电缆的薄弱环节，原因在于电缆中间头的制作过程中，电缆末端绝缘被切断，从而引起该处电场发生畸变。畸变的场强在导线连接管以及外护套上将产生相当大的附加损耗，从而加速电缆中间接头的热老化过程，严重时引发电缆接头热故障。

[0003] 电缆接头热故障可分为外部热故障和内部热故障两类。电缆接头的外部热故障主要指裸露接头由于压接不良等原因，在大电流作用下，接头温度升高，接触电阻增大，恶性循环而造成重大故障隐患。电缆接头内部热故障的特点是故障点密封在绝缘材料或金属外壳中。内部热故障一般都表现为发热时间长而且较稳定，与故障点周围导体或绝缘材料发生热量传递，使局部温度升高而引发热击穿。

[0004] 另外，电介质在高温作用下，短时间内就能发生明显的损坏。即使温度比短时允许温度低，但作用时间很长时，绝缘性能也常会发生不可逆的变化，这就是电介质的热老化。电缆接头热老化使得绝缘材料的电气和机械性能同时产生劣化，绝缘寿命减少。特别地，热老化还使得材料的伸长率、拉伸强度等机械特性变差。例如，XLPE 材料的拉伸率被认为从初始的 400% ～ 600% 降低到 100% 时寿命终止。

[0005] 高压电缆接头热老化的原因一方面由于其深埋地下，工作环境本身处于密封环境中，其散热困难，造成电缆接头温度居高不下。但其主要原因还是在于高压电缆接头处本身产生的比较大的热量所致，如电能损耗、局部放电引起较大的温升。当电缆在正常负荷运行时，接头内部的温度可达 100℃，当电缆满负荷时，电缆芯线温度达到 90℃，接头温度会达 140℃左右，当温度再升高时，接头处的氧化膜加厚，接触电阻随之加大，在一定通电时间的作用下，接头的绝缘材料碳化为非绝缘物，导致故障发生。

[0006] 电缆过热故障可引起火灾导致大面积电缆烧损，造成被迫停机，短时间内无法恢复生产，造成重大经济损失。通过对事故的分析，电缆接头过热是引起电缆火灾的直接原因，电缆接头过热是因为接头压接头不紧、接头氧化等导致接触电阻过大，长期的高温运行使绝缘下降并击穿，最后导致电缆火灾的发生。因此有必要采取相应措施控制高压电缆热老化进程，防止电缆接头过热，延长高压电缆及接头使用寿命。温度是电缆接头安全运行的一个十分重要的参数，也是影响其热老化最为重要的因素。实验研究和实际运行经验都表明，降低电缆运行时的导体温度可以延缓电缆接头的热老化速率。综上，改善电缆接头导体连接管的结构、增强电缆接头自冷却能力，是防止电缆接头过热、延长电缆使用寿命的有效方法。

[0007] 国标 GB14315《电力电缆导体用压接型铜、铝接线端子和连接管》对接头连接管

做了相关规定。常规连接管均按照该标准设计，分为 GT(J)S、GT(J)、GL(J)、GLM(J) 四类八种。按国标 GB14315 设计的常规连接管，考虑了压接后连接管的机械强度、电气性能以及压接工艺等要求，通常可以满足电缆接头热稳定的要求。然而，由于现场操作人员技能水平参差不齐以及实际接头制作千差万别，致使常规设计的连接管及电缆接头很难满足相关电气性能等要求。从而，加速电缆接头热老化，引起接头过热甚至故障等。

## 实用新型内容

[0008] 本实用新型所要解决的技术问题是提供一种相变控温式高压电缆中间接头连接管，该连接管利用复合相变材料的相变控温功能，降低电缆接头的温度，控制电缆接头热老化进程，避免冲击负荷等造成的电缆接头过热故障，延长电缆的使用寿命。

[0009] 为解决上述技术问题，本实用新型所采取的技术方案是：一种相变控温式高压电缆中间接头连接管，包括管体，所述管体分为内管和外管，在内管和外管之间填充有填充物，所述填充物包括复合相变材料。

[0010] 进一步的，所述复合相变材料为有机复合相变材料。

[0011] 进一步的，所述有机复合相变材料为金属基导热增强型复合相变储能材料。

[0012] 进一步的，所述填充物全部为复合相变材料。

[0013] 进一步的，所述内管和外管之间设有加强筋。

[0014] 进一步的，所述加强筋沿圆周方向均布有 3 条以上，内管和外管的间隙互相连通。

[0015] 进一步的，所述加强筋、内管和外管均为金属材料。

[0016] 进一步的，所述加强筋为四条。

[0017] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于：本实用新型是将复合相变材料填充在连接管内，利用复合相变材料的相变控温功能，降低电缆接头的运行温度，控制电缆接头热老化进程，避免冲击负荷等造成的电缆接头过热故障，延长电缆的使用寿命。

## 附图说明

[0018] 图 1 是本实用新型的结构示意图；

[0019] 图 2 是图 1 中 A-A 剖视图；

[0020] 图 3 是本实用新型具体实施状态的结构示意图

[0021] 图中：1、管体；2、外管；3、加强筋；4、内管；5、填充物；6、应力控制管；7、连接管；8、外半导电管；9、内绝缘管；10 外绝缘管。

## 具体实施方式

[0022] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步详细的说明。

[0023] 相变材料（简称 PCM）是一类特殊的功能性材料，其能在等温或近似等温的情况下发生相变（多数为固液相变或气液相变），同时伴随有较大能量（一般称为相变潜热）吸收或释放，这个特点是该类材料具有广泛应用的原因和基础。复合相变材料克服了传统相变材料在使用过程中的许多问题，具有许多优异的性能：(1) 储存热能量大，温度可调控。(2) 可直接成型加工，对容器要求不高甚至无需容器盛装直接作为骨架材料使用，大大减少了生产成本。(3) 材料相变过程中体积变化较小，形状稳定，是一种环境友好型材料。(4) 性

能稳定，无过冷现象和相分离现象，使用寿命长。因此有机复合相变材料日益受到研究者的重视，被视为最有发展前途的相变材料之一。

[0024] 目前该材料的主要被应用于如下领域：(1) 用作控温材料，用有机复合相变材料制成了自动控温的外壳、盖板、散热板，大功率电子元件的吸热池等产品。(2) 储热节能家用电器。储热节能的电饭锅、电焖锅、电熨斗等产品。(3) 大功率电子元件的热调控。如用于电脑处理器、大功率输出电子元件的吸热池和界面传热材料。(4) 空调系统的中间热介质。将有机相变材料用于空调设备系统的中间热介质，可以有效地降低压缩系统的温度和压力，提高设备的热效率。(5) 用作调温材料，如现在已经流通于市场的自动调温房屋建筑材料，自动调温服装、被褥等，自动调温的泡沫塑料材料。此外，在化妆品、太阳能利用、调温纤维等多个领域也得到广泛应用。

[0025] 本实用新型包括管体 1，所述管体 1 分为内管 4 和外管 2，在内管 4 和外管 2 之间填充有填充物 5，所述填充物 5 包括复合相变材料；所述复合相变材料优选为有机复合相变材料；所述有机复合相变材料优选为金属基导热增强型复合相变储能材料；所述复合相变材料优选为复合定型相变材料，定型相变优选为固－固相变。

[0026] 所述填充物 5 可全部为复合相变材料。

[0027] 所述内管 4 和外管 2 之间设有加强筋 3；所述加强筋 3 沿圆周方向均布有 3 条以上，优选为 4 条，对管体 1 起支撑加强的作用，内管 4 和外管 2 的间隙互相连通，填充物 5 填入内管 4 和外管 2 的间隙，并使之密实。

[0028] 所述加强筋 3、内管 4 和外管 2 均为同种金属材料。

[0029] 本实用新型基于有机复合相变材料，对电缆连接管的结构进行优化，设计了一种具有自冷却功能的相变控温连接管。该实用新型旨在革新电缆连接管的结构，利用有机复合相变材料的相变控温功能，降低电缆接头的运行温度，控制电缆接头热老化进程，避免冲击负荷等造成的电缆接头过热故障，延长电缆的使用寿命。

[0030] 以下是对本实用新型的详细描述：

[0031] 一、本实用新型能够解决的技术问题为：

[0032] (1) 控制电缆接头热老化进程

[0033] 电介质在高温作用下，短时间内就能发生明显的损坏。即使温度比短时允许温度低，但作用时间很长时，绝缘性能也常会发生不可逆的变化，这就是电介质的热老化。热老化使得电缆接头绝缘材料的电气和机械性能同时产生劣化，绝缘寿命减少，但是最显著的表现还是材料的伸长率、拉伸强度等机械特性的变化。例如，XLPE 材料的拉伸率被认为从初始的 400% ～ 600% 降低到 100% 时寿命终止。

[0034] 高压电缆接头热老化的原因一方面由于其深埋地下，工作环境本身处于密封环境中，其散热困难，造成电缆接头温度居高不下。但其主要原因还是在与高压电缆接头处本身产生的比较大的热量所致，如电能损耗、局部放电引起较大的温升。当电缆在正常负荷运行时，接头内部的温度可达 100℃，当电缆满负荷时，电缆芯线温度达到 90℃，接头温度会达 140℃左右，当温度再升高时，接头处的氧化膜加厚，接触电阻随之加大，在一定通电时间的作用下，接头的绝缘材料碳化为非绝缘物，导致故障发生。

[0035] 该连接管通过采用有机复合相变材料，吸收长期运行时电缆导体的热量，可精确控制电缆导体温度于最大长期工作温度以内，其误差不超过 1℃。该相变控温连接管通过降

低最大长期工作温度至合理的范围(一般不超过 90℃),从而实现了对电缆接头热老化进程的控制。

[0036] (2)防止电缆接头过热故障

[0037] 电缆接头热故障可分为外部热故障和内部热故障两类。电缆接头的外部热故障主要指裸露接头由于压接不良等原因,在大电流作用下,接头温度升高,接触电阻增大,恶性循环而造成重大故障隐患。电缆接头内部热故障的特点是故障点密封在绝缘材料或金属外壳中。内部热故障一般都表现为发热时间长而且较稳定,与故障点周围导体或绝缘材料发生热量传递,使局部温度升高而引发热击穿。

[0038] 电缆过热故障可引起火灾导致大面积电缆烧损,造成被迫停机,短时间内无法恢复生产,造成重大经济损失。通过理论研究和对事故的分析,电缆接头过热是引起电缆火灾的直接原因,电缆接头过热是因为接头压接头不紧、接头氧化等导致接触电阻过大,长期的高温运行使绝缘下降并击穿,最后导致电缆火灾的发生。

[0039] 该连接管通过革新其结构设计,不仅可以有效防止电缆接头外部热故障,对其内部热故障也有很好的抑制能力,对由压接不良导致的接触电阻过大、接头局部过热由很好的鲁棒性。通过主动吸收运行导体产生的热量,避免其传导至接头绝缘层引发绝缘失效,从而有效防止接头过热引发的电缆故障。

[0040] (3)延长电缆接头的使用寿命

[0041] 电缆绝缘的使用寿命(单位为年)和长期运行温度的关系可用下式表示,即

[0042]

$$A = 20\times 2^{\frac{98}{6}}\times 2^{\frac{t}{6}}$$

[0043] 式中 t ——绝缘运行温度(℃),不超过 130℃。

[0044] 当 t=98℃时,使用寿命 A=20 年

[0045] 当 t=104℃时,使用寿命 A=10 年

[0046] 当 t=92℃时,使用寿命 A=40 年

[0047] 即温度每升高或降低 6℃,绝缘老化寿命降低一半或者提高一倍。这种规律称为“6 度定则”。采用复合相变材料,因其超强的吸热能力,可使电缆接头运行温度远远低于目前电缆的运行温度,且该材料可控制温度变化范围小于 1℃。从而,有效延长电缆接头的使用寿命。实际运行经验表明,电缆接头故障是电缆故障中最为常见的一种。因而,有效防止接头故障是延长电缆使用寿命的可靠方法。该专利通过控制接头热老化进程、防止接头过热故障,实现延长电缆接头使用寿命的目标。

[0048] 二、本实用新型的内容

[0049] (1) 基于有机复合相变材料的高压电缆中间接头连接管

[0050] 该连接管的设计思路为:设计了一种新型电力电缆连接金具;将有机复合相变材料应用于高压交联聚乙烯电缆的中间接头,通过改造连接管的结构,大幅度增强 XLPE 电缆接头的散热能力,从而控制电缆接头的热老化进程,并有效防止接头过热引起的电缆故障;进而,大幅度延长电缆及其接头的使用寿命。

[0051] (2) 连接管材料选择

[0052] 有机复合相变储能材料是指由相变材料与载体物质相结合形成的可保持固态形

状的相变材料。这类相变材料的主要成分有 2 种，工作介质(相变材料)和载体物质，其作用是保持相变材料的不流动性和可加工性复合相变材料克服了普通有机相变材料易泄露、导热率低等缺点。该相变材料采用金属基导热增强型复合相变储能材料，与常规相变储能材料相比，其导热系数可以提高 10 倍以上，相变温度在 -150 ～ 1000° C 可调，储能密度可达 100 ～ 1000J/g 以上。

[0053] 连接管的金属材料按照 GB14315 的相关规定设计。其中，铝材不低于 GB3190 二号(2L)工业纯铝的规定；铜材不低于 GB5231 二号(2T)工业纯铜的规定。

[0054] (3) 连接管结构设计

[0055] 铜、铝电缆连接管用途有：连接管适用于配电装置中各圆型、半圆扇型电线、电力电缆之间的连接。该连接管采用在管体之间填充金属基复合相变有机材料，外部由连接管导体密封的中空圆导体结构。复合相变材料导热金属与连接管的材料一致，内管和外管之间采用加强筋加强换热，并起到结构支撑的作用。连接管的结构尺寸与 GB14315《电力电缆导体用压接型铜、铝接线端子和连接管》相对应，但考虑到内部填充了复合相变材料，适当增加中空圆导体径向外半径尺寸。

[0056] 三、本实用新型的效果

[0057] 基于复合相变填充材料的高压电缆中间接头连接管的应用效果

[0058] 1)属于吸收型被动冷却，与常规散热型有很大的不同。即不单依靠温差散热，因此不受外界环境温度变化的影响，使电缆设备始终稳定在需要的温度上。从而有效减小冲击电流对绝缘的破坏，提高设备的耐热冲击性能。

[0059] 2)与主动冷却比较，不用电，没有运动部件，无需电源和动力装置，可用于振动、冲击、加速度等恶劣的力学条件下工作，可靠性很高。

[0060] 3)在一定条件下，相较于水冷和风冷进行散热，可以方便地对电缆设备的导体进行冷却，不用水冷或风冷，节水节电，具有较大的经济价值。

[0061] 4)在低温条件下(如 -40℃)工作，它还储存热能，有效防止外界环境过冷导致的电缆结构损坏，提高电缆设备的耐低温性能。

[0062] 5)能周期性工作，长久使用。

[0063] 6)在低的平衡温度条件下，它比热沉法散热器体积可缩小 2.6 倍左右；重量可减轻 4.5 倍左右。

[0064] 7)工艺较复杂。

[0065] 四、附图及附图的简要说明

[0066] 如图 1、图 2 所示，为本实用新型的结构示意图。图中，金属基复合相变材料被同材质的金属所包裹，处于密封结构之内。管体的内腔用于容纳连接电缆的中间接头，相变复合材料处于内管和外管之间，为全密封空间，密实压满。为增加连接管的机械强度，可在内管和外管之间添加数量不等的加强筋，在复合相变材料层中有四个加强筋起支撑作用。值得说明的是，实验研究表明，辐向加强筋不仅可以增加机械强度，而且可以在相当程度上，增强复合相变材料的热传导能力，从而加强连接管的散热性能。

[0067] 如图 3 所示，为 10 ～ 110kV 高压电缆中间接头的典型结构示意图。连接管处于电缆接头的核心部位，与两端电缆导体直接相连。由于防水及绝缘屏蔽等要求，电缆接头内部为封闭空间，其内部热量耗散速率缓慢。本实用新型对连接管结构进行革新，直接从运行电

缆导体取热，冷却效率高，节能环保，且不额外增加辅助设备。

[0068] 所述复合相变材料可以采用已有技术，根据要求的相变温度选择相应的复合相变材料。

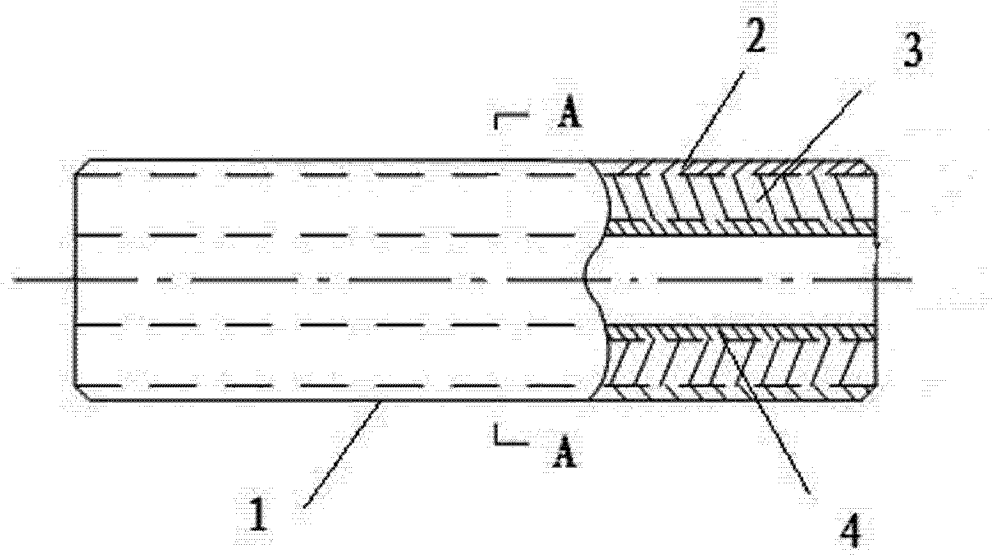



图 1

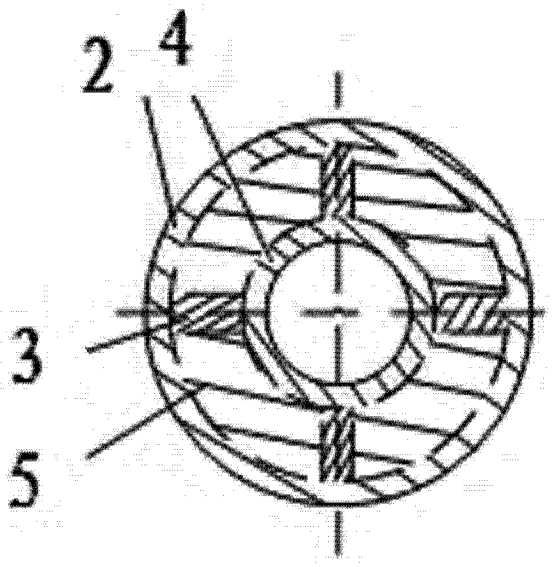



图 2

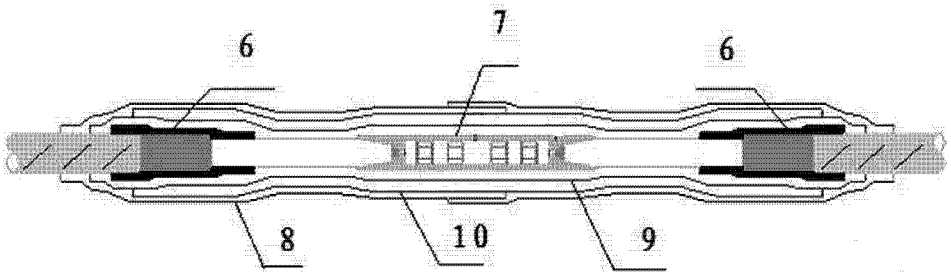



图 3