(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 201594495 U
(45)授权公告日 2010.09.29

(21)申请号 201029044035.X

(22)申请日 2010.02.04

(73)专利权人 东南大学
地址 210009 江苏省南京市江宁开发区东南大学路 2 号

(72)发明人 张建忠 程明

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所（普通合伙） 32204
代理人 柏尚春

(51)Int.Cl.
H01H 33/666(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

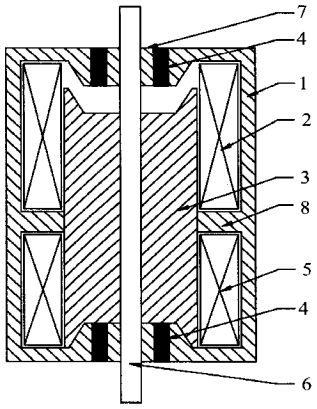
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54)实用新型名称

可降低合分闸电流的双稳态永磁机构

(57)摘要

本发明是一种可降低合分闸电流的双稳态永磁机构，该永磁机构包括静铁芯(1)、动铁芯(3)、合闸线圈(2)、分闸线圈(5)、环形永磁体(4)、导磁套(7)和驱动杆(6)；在静铁芯(1)中部的内侧设有导磁筋(8)将静铁芯(1)分成两个间隔，两个间隔中分别设置合闸线圈(2)和分闸线圈(5)，在所述静铁芯(1)两端端面内侧各设置一环形永磁体(4)，在所述环形永磁体(4)内侧设置导磁套(7)，导磁套(7)的内孔中设置与所述导磁套相滑动连接的驱动杆(6)，在所述驱动杆(6)的外侧固定动铁芯(3)，动铁芯(3)与静铁芯(1)端盖之间留有动铁芯移动的空间。在输出同等电磁力的条件下，能够显著降低合分闸电流。



CN 201594495 U

1. 一种可降低合分闸电流的双稳态永磁机构，其特征在于该永磁机构包括静铁芯(1)、动铁芯(3)、合闸线圈(2)、分闸线圈(5)、环形永磁体(4)、导磁套(7)和驱动杆(6)；在静铁芯(1)中部的内侧设有导磁筋(8)将静铁芯(1)分成两个间隔，两个间隔中分别设置合闸线圈(2)和分闸线圈(5)，在所述静铁芯(1)两端端面内侧各设置一环形永磁体(4)，在所述环形永磁体(4)内侧设置导磁套(7)，导磁套(7)的内孔中设置与所述导磁套相滑动连接的驱动杆(6)，在所述驱动杆(6)的外侧固定动铁芯(3)，动铁芯(3)与静铁芯(1)端盖之间留有动铁芯移动的空间。

2. 根据权利要求1所述的可降低合分闸电流的双稳态永磁机构，其特征在于所述动铁芯(3)与静铁芯(1)接触面的横截面为相吻合的锥台形状；静铁芯(1)端为凸台状，与此相对的动铁芯(3)端为凹陷状。

3. 根据权利要求1或2所述的可降低合分闸电流的双稳态永磁机构，其特征在于所述合闸线圈(2)和分闸线圈(5)的磁路与永磁体(4)的磁路并联。

可降低合分闸电流的双稳态永磁机构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种并联磁路结构的双稳态永磁机构，属于电器工程中开关设备制造技术领域。

背景技术

[0002] 传统的适用于真空断路器的操动机构可分为电磁操动机构和弹簧操动机构两种。电磁操动机构结构简单、制造成本低，但是电磁操动机构合闸操作需直流电源短时间内提供很大的工作电流，并且电磁操动机构需要保持合闸位置的锁扣。弹簧操动机构以交 / 直流小功率电机储能，小功率脱扣线圈进行分合闸操作，对电源的容量要求很小，基本没有冲击电流，但是弹簧机构零件数量较多，存在不可靠因素。

[0003] 随着真空断路器在中压领域的不断发展，并且永磁材料性能的日益提高，永磁操动机构越来越引起了人们的注意。永磁操动机构是一种依靠电磁线圈吸力分、合闸，永磁磁力保持的一种新型机构，由于永磁操动机构零件少，结构简单，在推出 10 多年来发展迅速。但是，永磁机构的合分闸操作，特别是合闸操作所需要的操作电流仍较大，这使得变电站建设中在直流电源设备上的投资额大为增加，而且永磁机构大电流的合分闸操作也降低了直流电源系统的可靠性，这可能是永磁机构大面积推广使用遭遇到困难的主要原因。

[0004] 目前，随着建设坚强的、高度灵活的智能电网上升为国家战略，提高真空断路器的可靠性、可控性的需求变得更加迫切。因此，革新真空断路器的操动机构，进一步提高永磁机构的性能，推广永磁机构在智能化真空断路器中的应用，是开关行业的一个重要目标。

[0005] 目前常见的双稳态永磁机构如图 1 所示，它由静铁芯 1、动铁芯 3、合闸线圈 2、分闸线圈 5 和位于中部的永磁体 4 组成。这种双稳态永磁机构的合闸（或分闸）线圈和永磁体形成串联磁路结构，由于在合闸（或分闸）线圈的磁路中串联有永磁体，而永磁体的磁导率很低，其磁导率接近于真空磁导率，因此，合闸（或分闸）线圈所产生的磁势主要降落在工作气隙和永磁体上。可见，串联磁路结构的永磁机构的合闸（或分闸）操作需要较大的磁势，以克服磁路经过永磁体所产生的磁势降。由于传统永磁机构合分闸操作需要较大的磁势，若永磁机构的线圈匝数固定，则直流电源需要提供较大的短时工作电流，导致直流系统投资增加，可靠性降低。因此，设计一种合分闸电流小、动态响应快的永磁操动机构具有及其现实的重要意义。

发明内容

[0006] 技术问题 :本发明的目的在于 :针对传统串联磁路的双稳态永磁机构合分闸电流大，可靠的合分闸操作难以保证的情况，提供一种可降低合分闸电流的双稳态永磁机构，在输出同等电磁力的条件下，能够显著降低合分闸电流。

[0007] 技术方案 :本发明的目的是这样实现的 :该永磁机构包括静铁芯、动铁芯、合闸线圈、分闸线圈、环形永磁体、导磁套和驱动杆 ;在静铁芯中部的内侧设有导磁筋将静铁芯分成两个间隔，两个间隔中分别设置合闸线圈和分闸线圈，在所述静铁芯两端端面内侧各设

置一环形永磁体，在所述环形永磁体内侧设置导磁套，导磁套的内孔中设置与所述导磁套相滑动连接的驱动杆，在所述驱动杆的外侧固定动铁芯，动铁芯与静铁芯端盖之间留有动铁芯移动的空间。

[0008] 所述动铁芯与静铁芯接触面的横截面为相吻合的锥台形状；静铁芯端为凸台状，与此相对的动铁芯端为凹陷状。所述合闸线圈和分闸线圈的磁路与永磁体的磁路并联。所述的动铁芯与静铁芯端面的接触面在分闸线圈端和合闸线圈端可以采用不同高度的斜台形状。

[0009] 所述的静铁芯、动铁芯和导磁套采用导磁材料制成，驱动杆采用非导磁材料。

[0010] 有益效果：本发明的优点在于：环形永磁体固定于静铁芯的端面内侧，合闸线圈或分闸线圈激励所产生的磁场路径中不存在永磁体，永磁磁路和线圈的磁路相并联，由于永磁体的磁导率接近于空气的磁导率，因此线圈磁路并联于永磁磁路，使得线圈磁路上的磁阻大为减小，进而降低合闸线圈或者分闸线圈所需的激励磁势，在相同线圈匝数的情况下，可以有效减小永磁机构的工作电流，降低永磁机构对直流电源在容量和输出短时电流方面的要求，保证永磁机构能够可靠工作，并可适当减少变电站在直流电源方面的投资。静铁芯和动铁芯端部采用斜台形状的接触面，可在静铁芯壁厚一定的情况下有效增大永磁体的截面积，从而使永磁磁场得到增强，增大永磁体在合闸或者分闸位置的保持力，并可根据永磁机构的设计需要，合理调整合闸端或者分闸端斜台形状的高度，分别获得合适的合闸位置永磁保持力和分闸位置永磁保持力。线圈磁路主要通过动铁芯和静铁芯斜台形接触面的斜面，在动铁芯和静铁芯相对滑动距离不变的情况下，线圈磁路中的气隙长度有所减小，气隙截面积得到增大，根据电磁学原理可知，线圈磁路中动铁芯和静铁芯斜形接触面可在获得相同合闸力或者分闸力的前提下，进一步降低合分闸电流，也可在不降低合分闸电流的前提下，提高合分闸操作的初始速度，提高永磁机构的动态性能，从而提高真空断路器的综合性能。

附图说明

[0011] 图 1 为串联磁路双稳态永磁机构截面图；

[0012] 图 2 为并联磁路双稳态永磁机构截面图；

[0013] 图 3 为并联磁路双稳态永磁机构的磁路示意图；

[0014] 图 4 为动铁芯和静铁芯斜形接触面示意图，其中图 4(a) 为接触面磁力线；图 4(b) 为接触面的尺寸。

[0015] 图中有：静铁芯 1、合闸线圈 2、动铁芯 3、永磁体 4、分闸线圈 5、驱动杆 6、导磁套 7、导磁筋 8、永磁磁路 9、合闸线圈磁路 10、气隙 11、磁力线 12。a 为动铁芯相对静铁芯斜面的磁路最短路径长度，x 为铁芯宽度。

具体实施方式

[0016] 附图非限制性地公开了本发明实施例的具体结构，下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0017] 由图 2 可见，可降低合分闸电流的双稳态永磁机构，包括动铁芯、静铁芯、线圈和永磁体，静铁芯中部的导磁筋将静铁芯分成两个间隔，两个间隔中分别设置合闸线圈和分

闸线圈，在静铁芯端面内侧设置环形永磁体，在环形永磁体内侧设置导磁套，导磁套的内孔中设置与导磁套相滑动连接的驱动杆，在驱动杆上固定动铁芯，动铁芯和静铁芯端盖之间留有动铁芯移动的空间。动铁芯与静铁芯端面的接触面设置为斜台形状，静铁芯端为凸台形，与此相对的动铁芯端为凹陷形，永磁体安装在静铁芯凸台的平面上，永磁体两端和静铁芯凸台的内外表面平齐。

[0018] 由图 3 可见，永磁磁路与合闸线圈磁路并联，在气隙处线圈磁路主要穿过斜台的斜面。在线圈磁路中无永磁体，在静铁芯和动铁芯之间的移动空间一定的条件下，可以有效降低线圈磁路所需要的总磁势从而降低永磁机构的合分闸电流。由图 4(a) 可见，当静铁芯和动铁芯以 45 斜面为接触面时，磁力线在气隙处以垂直于斜面的最短路径通过气隙，在气隙两端由于边缘效应磁路会有所延长。由图 4(b) 可见，当动铁芯相对静铁芯可移动距离为 $\sqrt{2}a$ mm时，斜面的磁路最短路径长度为 amm，当动铁芯与静铁芯为如虚线所示的直平面接触时铁芯可移动距离等于气隙磁路长度，假设保持动铁芯方向的电磁吸力不变，则存在如下关系式

[0019] $$F = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{10^7}{8\pi} B'^2 S' = \frac{10^7}{8\pi} B^2 S \qquad (1)$$

[0020] 式中 F 为沿动铁芯移动方向的电磁吸力分量；B′ 和 S′ 分别为斜面气隙磁感应强度和接触面积；B 和 S 分别为直面气隙磁感应强度和接触面积。由图 4(b) 可得

[0021] $$S' = \sqrt{2} S \qquad (2)$$

[0022] 把式 (2) 代入式 (1)，可得

[0023] $$B = B' \qquad (3)$$

[0024] 若忽略铁芯磁势降，则并联磁路永磁机构的合闸或者分闸线圈激励磁势全部降落在气隙上，那么直面接触面的磁路满足

[0025] $$NI = H\sqrt{2}a = \frac{B}{\mu_0}\sqrt{2}a \qquad (4)$$

[0026] 式中 N 为线圈匝数；I 为直面接触面情况下线圈激磁电流；H 为直面气隙磁场强度；μ_0 为真空磁导率。斜面接触面的磁路满足

[0027] $$NI' = H'ka = \frac{B'}{\mu_0}ka \qquad (5)$$

[0028] 式中 I′ 为斜面接触面情况下线圈激磁电流；H′ 为斜面气隙磁场强度；k 为考虑到边缘效应斜面磁路路径的延长系数，取延长系数 k 为 1.1，那么由式 (3) 并比较式 (4) 和式 (5) 可得

[0029] $$I' = \frac{k}{\sqrt{2}} \cdot \frac{B}{\mu_0}\sqrt{2}a = \frac{k}{\sqrt{2}} \cdot I = 0.78I \qquad (6)$$

[0030] 由此可见，并联磁路双稳态永磁机构采用斜台形接触面后，可进一步降低合闸线圈或分闸线圈的电流，也可在相同电流下，获得更大的电磁吸力，从而增大永磁机构初始运动速度，提高永磁机构的动态响应性能。

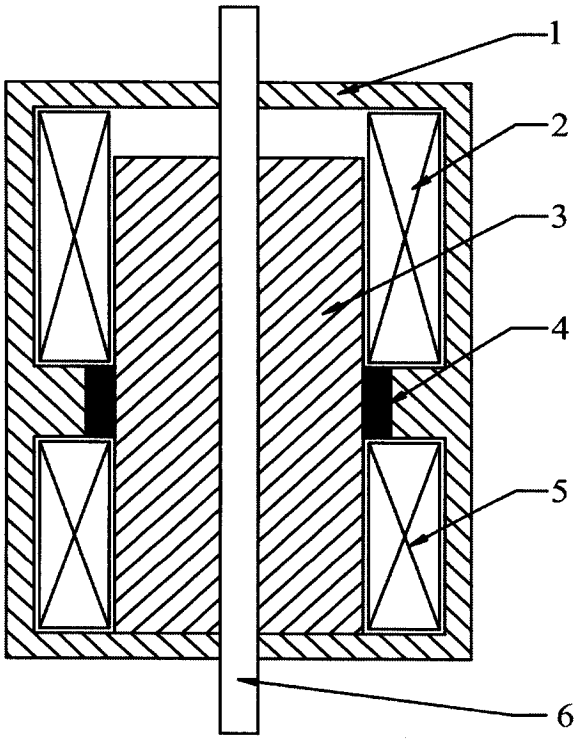


图 1

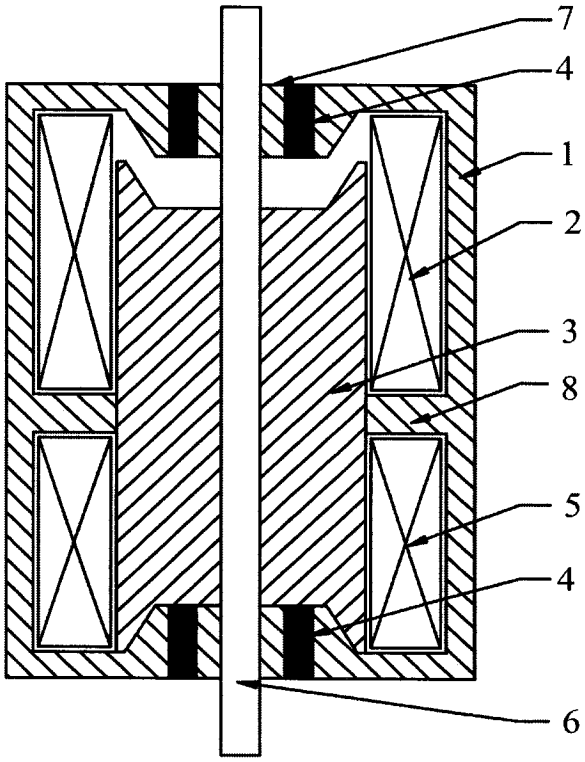


图 2

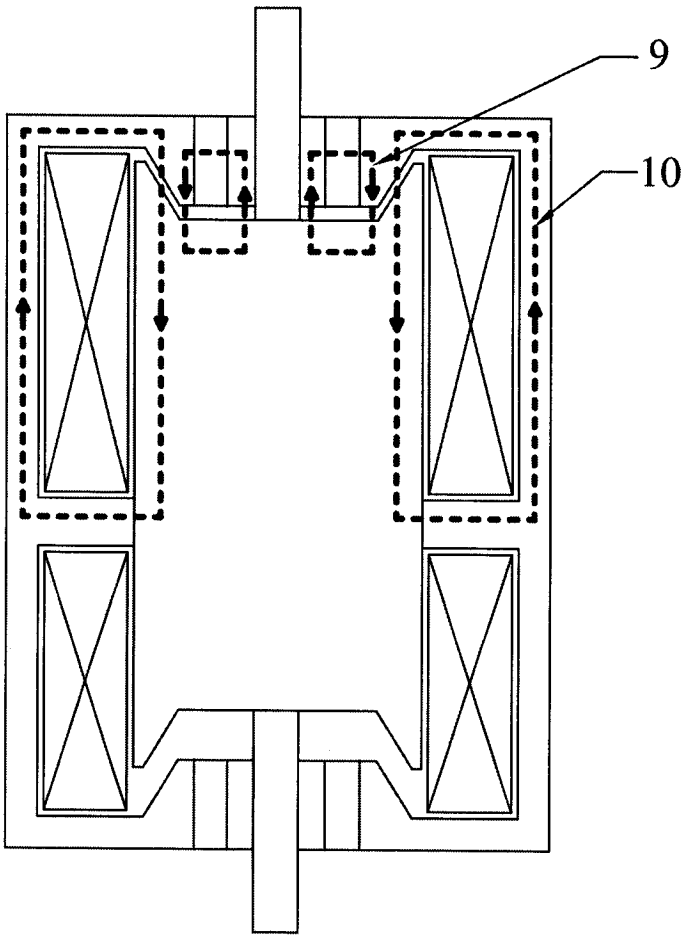


图 3

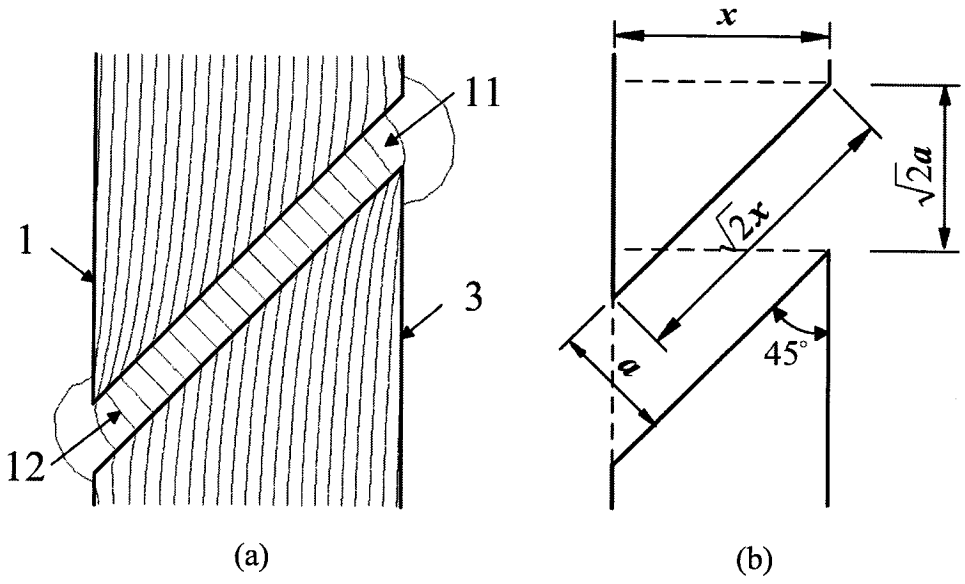


图 4