



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106816278 B

(45)授权公告日 2019.07.23

(21)申请号 201510850226.5

(22)申请日 2015.11.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106816278 A

(43)申请公布日 2017.06.09

(73)专利权人 国网智能电网研究院

地址 102211 北京市昌平区小汤山镇大东
流村路270号(未来科技城)

专利权人 中电普瑞电力工程有限公司

国家电网公司

国网辽宁省电力有限公司电力科
学研究院

(72)发明人 纪锋 曹均正 魏晓光 陈鹏

肖彩霞 刘芮彤 范维 杨滢旋

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有
限公司 11271

代理人 徐国文

(51)Int.Cl.

H01F 27/26(2006.01)

H01F 27/245(2006.01)

(56)对比文件

CN 201820596 U,2011.05.04,

CN 2116952 U,1992.09.23,

JP H10270259 A,1998.10.09,

审查员 王红芬

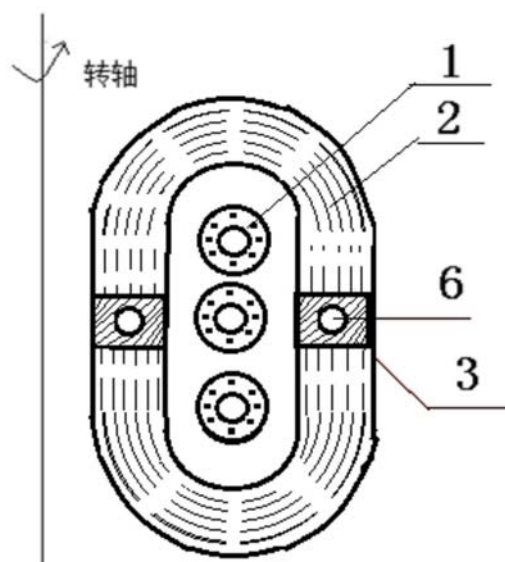
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种换流阀用饱和电抗器的金属垫圈

(57)摘要

本发明提供一种换流阀用饱和电抗器的金属垫圈,该金属线圈为开口的圆环形,垫圈设有同轴心的冷却水道,该垫圈采用高磁导率的电炉钢。本发明提供的金属垫圈是水冷的,金属垫圈和饱和电抗器的热量全部被水带走,降低了铁芯的运行温度,减小了换流阀模块的体积,保持了铁芯的高磁导率和非线性特性。



1. 一种换流阀用饱和电抗器的金属垫圈,其特征在于,该金属垫圈为开口的圆环形;所述金属垫圈设有同轴心的冷却水道;

金属垫圈的截面为矩形,冷却水道的截面为圆形;所述金属垫圈的开口弧度为0-90度;所述金属垫圈由相对磁导率为4000的硅钢片制成;

所述饱和电抗器的铁芯由椭圆形跑道型叠片叠加而成;所述金属垫圈对称横向设于所述跑道上。

2. 如权利要求1所述的金属垫圈,其特征在于,该金属垫圈为高磁导率的金属垫圈,其承受的磁通密度 B_m 等于硅钢片内的磁通密度 B_{Fe} ,该金属垫圈的单位体积涡流损耗正比于材料自身的电导率和叠片厚度的平方。

3. 如权利要求2所述的金属垫圈,其特征在于,所述金属垫圈的单位体积涡流损耗用下式表示

$$P = \frac{1}{12} \gamma \omega^2 \delta^2 B^2$$

式中, γ 为电导率; δ 为单片硅钢片的厚度; ω 为谐波电流的频率, B 为在单片硅钢片厚度上的平均磁通密度。

4. 如权利要求1所述的金属垫圈,其特征在于,金属垫圈横截面的长度用 $\Delta = N_L \delta$ 表示,其中 N_L 为单块铁芯的叠片数量, δ 为硅钢片的叠片厚度。

5. 如权利要求4所述的金属垫圈,其特征在于,所述金属垫圈的单位体积的涡流损耗用下式表示:

$$P = \frac{1}{12} \gamma \omega^2 (N_L \delta)^2 B^2$$

硅钢片的单位体积的涡流损耗用下式表示:

$$P = \frac{1}{12} \gamma \omega^2 \delta^2 B^2$$

上述两式中, γ 为电导率; δ 为单片硅钢片的厚度; ω 为谐波电流的频率, B 为在单片硅钢片厚度上的平均磁通密度, N_L 为单块铁芯的叠片数量;

可知金属垫圈单位体积的涡流损耗约为单位体积硅钢片的 N_L^2 倍。

一种换流阀用饱和电抗器的金属垫圈

技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子、直流输电技术领域，具体讲涉及一种换流阀用饱和电抗器的金属垫圈。

背景技术

[0002] 作为成熟可靠的大容量、远距离输电技术的高压直流输电，在我国乃至世界的跨区域联网工程中发挥了重要作用。为了满足国民经济快速发展的需要，我国近年来新建了多条特高压直流输电线路，这些直流输电线路的电压等级和输送容量都一度达到世界之最，它们的安全可靠运行直接关系到我国经济社会的稳定。

[0003] 换流阀是直流输电系统的核心装备，饱和电抗器是HVDC换流阀的关键零部件，对保护晶闸管的保护作用体现在：

[0004] ①在晶闸管开通初期，饱和电抗器能够提供足够大的电阻和电感，抑制门极电流的过快增长；

[0005] ②在雷电和陡波过电压作用下，大部分的峰值电压由它承担；

[0006] ③在第一波谷电流附近，它提供足够小的阻尼电阻，避免晶闸管开通电流的突然截止。

[0007] 晶闸管开通后，铁芯工作在完全饱和状态，此时，其电感和电阻量极小，不会增加换流阀系统的有功和无功损耗。这就是饱和电抗器的工作原理。

[0008] 现有饱和电抗器的体积较大，导致换流阀的长度和宽度很大，因此饱和电抗器的小型化设计成为研究热点。为了减小饱和电抗器的体积，最直接的办法是减少铁芯对数。然而，发热功率恒定时，单块铁芯的发热量会成倍上升，造成饱和电抗器过热。电气元件长期过热会加速其老化，减少使用寿命，严重时会造成元件失效，甚至发生爆炸、起火等重大事故，因此需要开发一种饱和电抗器垫圈，在铁芯对数减少的情况下，保证铁芯的最高运行温度小于允许值。

发明内容

[0009] 为解决现有技术中饱和电抗器占地面积很大，换流阀的长度和宽度很大，饱和电抗器铁芯运行温度上升，影响材料使用寿命等问题，本发明提供一种换流阀用饱和电抗器的金属垫圈。

[0010] 一种换流阀用饱和电抗器的金属垫圈，其改进之处在于，该金属垫圈为开口的圆环形；所述金属垫圈设有同轴心的冷却水道。

[0011] 进一步的，金属垫圈的截面为矩形，冷却水道的截面为圆形；所述金属垫圈的开口弧度为0-90度。

[0012] 进一步的，所述金属垫圈由相对磁导率为4000的硅钢片制成。

[0013] 进一步的，所述饱和电抗器的铁芯由椭圆形跑道型叠片叠加而成；所述金属垫圈对称横向设于所述跑道上。

[0014] 进一步的,该金属垫圈为高磁导率的金属垫圈,其承受的磁通密度 B_m 等于硅钢片内的磁通密度 B_{Fe} ,该金属垫圈的单位体积涡流损耗正比于材料自身的电导率和叠片厚度的平方。

[0015] 进一步的,所述金属垫圈的单位体积涡流损耗用下式表示

$$[0016] \quad P = \frac{1}{12} \gamma \omega^2 \delta^2 B^2$$

[0017] 式中, γ 为电导率; δ 为单片硅钢片的厚度; ω 为谐波电流的频率, B 为在单片硅钢片厚度上的平均磁通密度。

[0018] 进一步的,金属垫圈横截面的长度用 $\Delta = N_L \delta$ 表示,其中 N_L 为单块铁芯的叠片数量, δ 为硅钢片的叠片厚度。

[0019] 进一步的,所述金属垫圈的单位体积的涡流损耗用下式表示:

$$[0020] \quad P = \frac{1}{12} \gamma \omega^2 (N_L \delta)^2 B^2$$

[0021] 硅钢片的单位体积的涡流损耗用下式表示:

$$[0022] \quad P = \frac{1}{12} \gamma \omega^2 \delta^2 B^2$$

[0023] 上述两式中, γ 为电导率; δ 为单片硅钢片的厚度; ω 为谐波电流的频率, B 为在单片硅钢片厚度上的平均磁通密度, N_L 为单块铁芯的叠片数量;

[0024] 可知金属垫圈单位体积的涡流损耗约为单位体积硅钢片的 N_L^2 倍。

[0025] 与最接近的现有技术比,本发明提供的技术方案具有以下优异效果:

[0026] 1、本发明提供的技术方案中金属垫圈使饱和电抗器的外形尺寸大大降低,减小了换流阀模块的体积;

[0027] 2、本发明提供的技术方案中金属垫圈采用发热量几乎为零的硅钢片,降低了饱和电抗器换热设计的难度;

[0028] 3、本发明提供技术方案的金属垫圈中间含有的冷却水道将金属垫圈的热量和饱和电抗器的热量(包括铜损和铁损)全部带走,减少了空气中的散热量,大大降低了铁芯的运行温度,从而,大大降低了换流阀厅空调系统的运行负荷,降低了绝缘材料的耐高温等级,减小了绝缘设计的难度;

[0029] 4、本发明提供的技术方案中金属垫圈采用开口圆环形设计,不仅减少了冷却水的阻力,而且,方便了垫圈的固定;金属垫圈的引入,不仅达到了良好的散热效果,而且,保持了铁芯的高磁导率和非线性特性。

附图说明

[0030] 图1为金属垫圈的结构图

[0031] 图2为金属垫圈的截面图

[0032] 图3为单块铁芯的结构图

[0033] 图4为饱和电抗器的结构示意图

[0034] 其中,1-一次线圈,2-铁芯(叠片),3-金属垫圈,4-进线端,5-出线端,6-冷却水道

具体实施方式

[0035] 下面结合附图对本发明做进一步说明。

[0036] 如附图1所示,该金属垫圈为开口圆环形,开口弧度为0-90度;所述垫圈设有同轴心的冷却水道6。如附图2所示的金属垫圈的截面图,金属垫圈3的截面为带有同轴心圆环的矩形,同轴心圆环是冷却水道6。

[0037] 饱和电抗器的铁芯由椭圆形跑道型叠片叠加而成,中间穿过三层一次线圈,如附图4中所示,一次线圈由进线端4进,由出线端5出线,金属垫圈对称横向设于饱和电抗器椭圆形跑道上。

[0038] 为了充分利用铁芯的高磁导率特性,要求金属垫圈自身的磁导率越大越好,否则,由于金属磁阻的影响,饱和电抗器的磁化曲线会非常平坦,难以获得较大的电感量和明显的非线性电感特性。为满足金属垫圈自身高磁导率的需要,本发明的金属垫圈的制作材料选择了相对磁导率为4000的电炉钢。

[0039] 本发明中的金属垫圈的单位体积涡流损耗用下式表示

$$[0040] \quad P = \frac{1}{12} \gamma \omega^2 \delta^2 B^2 \quad (1)$$

[0041] 式中, γ 为电导率; δ 为单片硅钢片的厚度; ω 为谐波电流的频率, B 为在单片硅钢片厚度上的平均磁通密度。

[0042] 由式(1)可知,金属导电体的单位体积涡流损耗与频率 ω 及硅钢片厚度 δ 的平方成正比,也和电导率 γ 及平均磁通密度 B 成正比。

[0043] 在饱和电抗器中,金属垫圈的磁导率很高,金属垫圈3承受的磁通密度 B_m 等于硅钢片内的磁通密度 B_{Fe} 。在上述情况下,金属垫圈的单位体积涡流损耗正比于材料自身的电导率和叠片厚度的平方。金属垫圈位于饱和电抗器铁芯的中心位置,由于金属垫圈的涡流面积很大,饱和电抗器的绝大部分热量将转移至金属垫圈,降低了铁芯的温度。

[0044] 一般的,硅钢片的叠片厚度 δ 极小,金属垫圈的厚度为 $\Delta = N_L \delta$, 其中 N_L 为单块铁芯的叠片数量。

[0045] 本实施例中硅钢片的单位体积涡流损耗为

$$[0046] \quad P = \frac{1}{12} \gamma \omega^2 \delta^2 B^2$$

[0047] 金属垫圈的单位体积的涡流损耗为

$$[0048] \quad P = \frac{1}{12} \gamma \omega^2 (N_L \delta)^2 B^2$$

[0049] 上述两式中, γ 为电导率; δ 为单片硅钢片的厚度; ω 为谐波电流的频率, B 为在单片硅钢片厚度上的平均磁通密度, N_L 为单块铁芯的叠片数量;

[0050] 由此可知,金属垫圈单位体积的涡流损耗约为单位体积硅钢片的 N_L^2 倍。

[0051] 在硅钢叠片厚度为0.10mm,铁芯叠片数量为300片,金属垫片厚度为20mm时,通过理论计算知,金属垫圈的热功率损耗约为硅钢片损耗的3000倍。换言之,饱和电抗器的全部热功率损耗都集中在金属垫圈内,硅钢片损耗近似为零。因为金属垫圈中间有冷却水道,水道中的水带走了金属垫圈和饱和电抗器产生的绝大部分热量,降低了绝缘材料的耐高温等级,降低了换流阀厅空调系统的运行负荷。

[0052] 在实施例中,换流阀用饱和电抗器的金属垫圈是水冷的,解决了自身的散热问题,在铁芯对数减小的情况下,保证了铁芯的最高运行温度小于允许值,减小了饱和电抗器换流阀模块的体积。

[0053] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所述领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

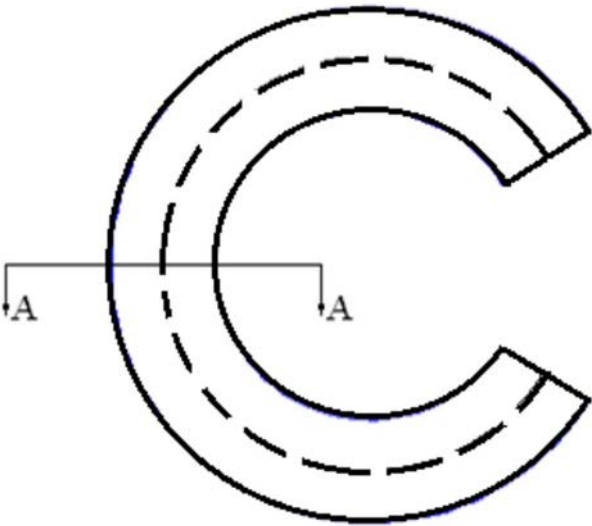


图1

A-A断面图

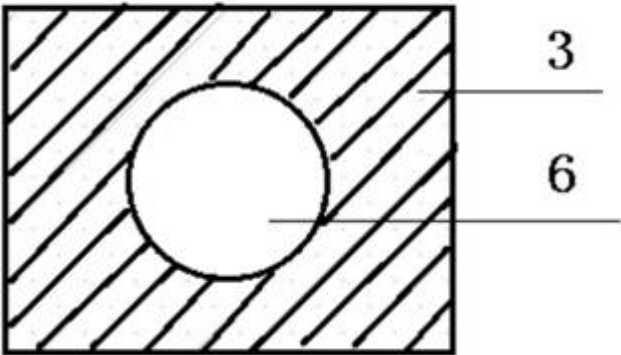


图2

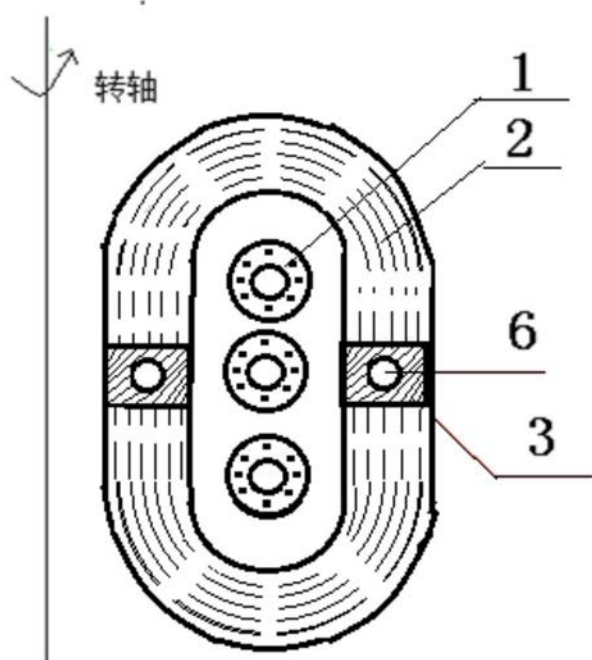


图3

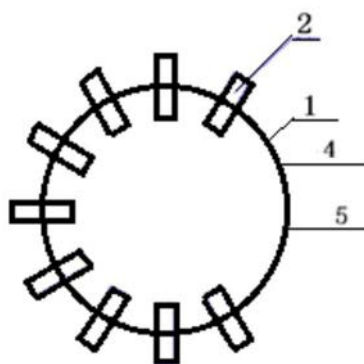


图4