

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01F 27/34 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520000584.9

[45] 授权公告日 2006 年 5 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 2779573Y

[22] 申请日 2005.1.13

[21] 申请号 200520000584.9

[73] 专利权人 中国电力科学研究院

地址 100085 北京市海淀区清河小营东路 15 号

共同专利权人 华北电力大学(北京)
山东泰光电气有限公司

[72] 设计人 陈维江 李成榕 腾国利 孙昭英
彭飞 魏宁 林耀洲

[74] 专利代理机构 信息产业部电子专利中心
代理人 郭禾

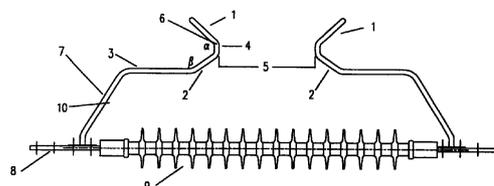
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 实用新型名称

一种复合型变压器中性点保护间隙

[57] 摘要

本实用新型为一种具有羊角电极的复合型变压器中性点保护间隙，涉及电力系统过电压保护领域。包括复合绝缘子，固定在复合绝缘子两端的接线端，以及与该接线端连接的两个羊角电极。两个羊角电极分别与复合绝缘子两端的接线端一体连接，形成为一体的复合型构造；该羊角电极关于复合绝缘子的中心对称设置，弯折向上而大致形成一种羊角形，在羊角电极的末端是一段燃弧端。由于电极的形状为向上弯曲的羊角形，使得该羊角电极的放电间隙和燃弧间隙分离，放电间隙表面不被工频电弧烧蚀，保证了放电电压的稳定性；还使得不同波形下的击穿电压和棒间隙不同，更适合变压器中性点保护，间隙的动作可靠率提高，可以达到 97.7% 以上。



1、一种由羊角形电极和复合绝缘子组合而成的复合型变压器中性点保护间隙，包括复合绝缘子（9），固定在复合绝缘子（9）两端的接线端（8），以及与该接线端（8）连接的两个羊角形电极（7），其特征在于：两个羊角形电极（7）分别与复合绝缘子（9）两端的接线端（8）一体连接，形成整体的复合型构造；这两个羊角形电极（7）关于复合绝缘子（9）中心对称设置；该羊角形电极（7）的形状由下到上依次经过一段斜向上的连杆部（10），和一段水平的连杆部（3），然后弯折向上形成一种羊角形，在羊角形电极（7）的末端是一段燃弧端（1）。

2、根据权利要求1所述的复合型变压器中性点保护间隙，其特征在于：在羊角形电极（7）中，电极的燃弧端（1）、垂直连杆部（4）和斜向上的连杆部（2）形成U形；垂直连杆部（4）为该羊角形电极（7）的放电端，两个羊角形电极距离最近的垂直连杆部（4）—（4）之间形成放电间隙。

3、根据权利要求1所述的复合型变压器中性点保护间隙，其特征在于：在羊角形电极（7）中，电极的燃弧端（1）与斜向上的连杆部（2）形成V形；电极的燃弧端（1）与斜向上的连杆部（2）的交点（6）为该羊角形电极（7）的放电端；两个羊角形电极距离最近的（6）—（6）之间形成放电间隙。

4、根据权利要求2所述的复合型变压器中性点保护间隙，其特征在于：电极的燃弧端（1）的长度范围是100~300mm；斜向上的连杆部（2）的长度是100~300mm；垂直连杆部（4）的长度为10~50mm；复合绝缘子（9）的中心对称线和水平连杆部（3）中心对称线的距离为 ≥ 200 mm；电极的燃弧端（1）和垂直连杆部（4）之间的夹角 α 的范围是 $85^\circ \sim 175^\circ$ ；斜向上的连杆部（2）与其下方的水平连杆部（3）之间的夹角 β 为 $95^\circ \sim 175^\circ$ ；电极的燃弧端（1）、垂直连杆部（4）的交点（6）的圆弧外半径为R10~R40mm。

5、根据权利要求3所述的复合型变压器中性点保护间隙，其特征在于：电极的燃弧端（1）的长度是100~300mm；斜向上的连杆部（2）的长度是100~300mm；复合绝缘子（9）的中心对称线和水平连杆部（3）中心对称线的距离为 ≥ 200 mm；斜向上的连杆部（2）与其下方的水平连杆部（3）之间的夹角 β 为 $95^\circ \sim 175^\circ$ ；电极的燃弧端（1）和斜向上的连杆部（2）之间的夹角 γ 为 $25^\circ \sim 80^\circ$ ，该夹角 γ 的顶点（6）圆弧外半径为R5~R20mm。

6、根据权利要求2或4所述的复合型变压器中性点保护间隙，其特征在于：该复合型变压器中性点保护间隙用于220kV变压器中性点，当 $X_0/X_1 < 2.9$ 时，其间隙距离范围为160~200mm。

7、根据权利要求3或5所述的复合型变压器中性点保护间隙，其特征在于：该复合型变

压器中性点保护间隙用于110kV变压器中性点,当 $X_0/X_1 < 2.3$ 时,其间隙距离范围为60~110mm;当 $3 > X_0/X_1 > 2.3$ 时,其间隙距离范围为 95 ± 15 mm;对于220kV变压器中性点,当 $X_0/X_1 < 2.3$ 时,其间隙距离范围为230~290mm;当 $2.3 < X_0/X_1 < 3$ 时,其间隙距离范围为 275 ± 15 mm。

8、根据权利要求1、2、3、4或5所述的复合型变压器中性点保护间隙,其特征在于:复合绝缘子(9)对于110kV变压器中性点选用 ≥ 35 kV等级复合绝缘子,对于220kV变压器中性点选用 ≥ 110 kV等级复合绝缘子。

一种复合型变压器中性点保护间隙

技术领域

本实用新型涉及电力系统过电压保护，尤其是对变压器中性点的过电压保护。

现有技术

目前，国内110kV、220kV变压器中性点的保护间隙为一种并联的纯空气间隙，采用分体式棒间隙结构，其高、低压电极分别被固定在两个支柱绝缘子上。这种保护间隙分垂直安装和水平安装两种形式，间隙的距离靠现场安装时调节，它的高、低压电极一般选用 $\Phi 12\sim 16\text{mm}$ 的钢棒，其端部为半球头。110kV变压器所采用的间隙距离一般选为105~115m；220kV变压器所采用间隙距离一般选为255~300mm。

现行的110kV、220kV变压器中性点保护间隙存在如下缺点：高、低压电极分体安装，同心度差，间隙距离调节精度不高；高、低电极为棒—棒结构，在运行中一旦间隙动作，工频电弧会烧蚀高、低压电极的端部，电极的形状和间隙距离必然发生变化，影响了放电电压的稳定性。

发明内容

为了克服现有变压器中性点保护间隙存在的安装精度差，电极形状和间隙距离因工频电弧烧蚀端部而发生变化进而影响放电电压稳定性等缺点，本实用新型提供了一种由羊角形电极和复合绝缘子组合而成的变压器中性点保护间隙（以下简称复合型变压器中性点保护间隙），这种构造的间隙可以解决上述的缺点和不足。

这种复合型变压器中性点保护间隙，包括复合绝缘子（9），固定在复合绝缘子（9）两端的接线端（8），以及与该接线端（8）连接的两个羊角形电极（7）。两个羊角形电极（7）分别与复合绝缘子（9）两端的接线端（8）一体连接，形成为整体的复合型结构。两个羊角形电极（7）关于复合绝缘子（9）的中心对称设置；羊角形电极（7）的形状由下到上依次经过一段斜向上的连杆部（10），和一段水平的连杆部（3），然后再弯折向上而大致形成一种羊角形，在羊角形电极（7）的末端是一段燃弧端（1）。

这种保护间隙中。复合绝缘子（9）起到机械支撑作用，间隙距离不需要进行现场安装调节，从而解决了分体式结构的间隙同心度差；羊角形电极（7）之间的放电间隙和燃弧间隙分

离，使间隙放电电压稳定。复合绝缘子（9）在正常运行时承受着变压器中性点上的不平衡电压，暂态情况下承受暂时过电压。当暂时过电压（谐振、操作和雷电过电压）超过设定值时，两个羊角形电极（7）之间的放电间隙击穿接地，保护了变压器中性点的绝缘，避免系统发生局部失地。

本实用新型和现有技术相比具有三方面优点：

（1）现行分体式棒—棒保护间隙距离是工人现场安装时调节的，安装精度差。本实用新型采用复合型结构，将复合绝缘子（9）和两个羊角形电极（7）一体连接，形成为一个整体式结构，两个羊角形电极（7）之间的放电间隙距离和同心度在产品制造时确定，不用现场调节，因此可使得放电间隙距离精度较高，同心度也较好，可保证变压器运行中的放电电压的稳定性。

（2）现行的保护间隙采用棒—棒电极结构，电极形状和间隙距离因工频电弧烧蚀端部而发生变化进而影响放电电压稳定性。本实用新型的电极采用羊角形结构，使得两个羊角形电极（7）之间的放电间隙和燃弧间隙分离，羊角形电极（7）的放电间隙表面不被电弧烧蚀，保证了放电电压的稳定性。

（3）分体式棒—棒间隙的“冲击系数”（操作波击穿电压和工频击穿电压比值）较小，若保证在工频过电压下可靠动作，则在操作过电压下不该放电时，间隙放电几率就会增加，使得分体式棒—棒间隙难于在系统中各种过电压下都有较高的动作的可靠性。本实用新型由于羊角形电极（7）的形状呈向上弯曲的羊角形，使得“冲击系数”提高，因此复合型放电间隙在不同过电压下都有较高动作可靠性，更适合变压器中性点保护，间隙的动作可靠率提高，可以达到97.7%以上。

附图说明

图1是本实用新型的整体结构图。

图2是本实用新型第一种羊角形电极的末端局部图。

图3是本实用新型第二种羊角形电极的末端局部图。

图4是本实用新型第一实施例的结构图。

图5是本实用新型第二实施例的结构图。

具体实施方式

如图1所示，两个羊角形电极（7）分别与复合绝缘子（9）两端的接线端（8）一体连接，形成为整体的复合型构造；两个羊角形电极（7）分别呈向上弯曲的羊角形，并且关于复合绝

缘子(9)中心对称设置。

该羊角形电极(7)的形状由下到上依次经过一段斜向上的连杆部(10),和一段水平的连杆部(3),然后再弯折向上而大致形成一种羊角形,在羊角形电极(7)的末端是一段燃弧端(1)。

该羊角形电极(7)采用 $\Phi 10\text{mm}\sim\Phi 25\text{mm}$ 耐腐蚀金属棒制成。

如图2和图3所示,本实用新型所采用的羊角形电极末端可具有两种形状。

第一种羊角形电极的形状如图2所示:在该羊角形电极(7)的末端,电极的燃弧端(1)、垂直的连杆部(4)和斜向上的连杆部(2)大致形成U形;燃弧端(1)的长度范围是100~300mm;斜向上的连杆部(2)的长度是100~300mm;垂直连杆部(4)的长度小于50mm;电极的燃弧端(1)和垂直连杆部(4)之间的夹角 α 范围是 $85^\circ\sim 175^\circ$;斜向上的连杆部(2)与其下方的水平连杆部(3)之间的夹角 β 为 $95^\circ\sim 175^\circ$;垂直连杆部(4)是该羊角形电极(7)的放电端;电极的燃弧端(1)、垂直连杆部(4)的交点(6)的圆弧外半径为R10~R40mm。

第二种羊角形电极的形状见图(3)所示:在该羊角形电极(7)的末端,燃弧端(1)和斜向上的连杆部(2)大致形成V形;燃弧端(1)的长度范围是100~300mm;斜向上的连杆部(2)的长度是100~300mm;斜向上的连杆部(2)与其下方的水平连杆部(3)之间的夹角 β 为 $95^\circ\sim 175^\circ$;电极的燃弧端(1)和连杆部(2)之间的夹角 γ 范围是 $25^\circ\sim 80^\circ$;燃弧端(1)与连杆部(2)的交点(6),即夹角 γ 的顶点是该羊角形电极(7)的放电端,该顶点的圆弧外半径为R5~R20mm。

图4表示了本实用新型第一实施例的结构图,表示一种采用了如图2所示形状的羊角形电极的变压器中性点保护间隙结构。两个羊角形电极(7)分别与复合绝缘子(9)两端的接线端一体连接,形成为整体的复合型构造;这两个羊角形电极(7)分别呈向上弯曲的羊角形;并且关于复合绝缘子(9)的中心对称设置,在两个羊角形电极(7)距离最近的垂直连杆部(4)-(4)之间形成放电间隙(5)。

该羊角形电极(7)的形状由下到上依次经过一段斜向上的连杆部(10),一段水平的连杆部(3),经过一个弯角 β ,然后再经过斜向上的连杆部(2),和一段垂直的连杆部(4),再经过一个弯角 α ,在羊角形电极的末端是一段燃弧端(1)。在该羊角形电极(7)中,电极的燃弧端(1)、垂直的连杆部(4)和斜向上的连杆部(2)大致形成U形。

燃弧端(1)长度是100~300mm,连杆部(2)长度为100~300mm;垂直连杆部(4)长度为10~50mm;复合绝缘子(9)的中心对称线和水平连杆部(3)中心对称线的距离为 $\geq 200\text{mm}$;燃弧端(1)和垂直连杆部(4)之间的夹角 α 为 $85^\circ\sim 175^\circ$,斜向上的连杆部(2)

与其下方的水平连杆部（3）之间的夹角 β 为 $95^\circ \sim 175^\circ$ ；电极的燃弧端（1）、垂直连杆部（4）的交点（6）的圆弧外半径为 $R10 \sim R40\text{mm}$ 。

这两个羊角形电极（7）采用 $\Phi 10\text{mm} \sim \Phi 25\text{mm}$ 耐腐蚀金属棒材料制成。

放电间隙距离参数如下：

用于220kV变压器中性点：

当 $X_0/X_1 < 2.9$ 时，放电间隙距离可选 $160 \sim 200\text{mm}$ 。

按照上述条件下的距离范围，放电间隙能以97.7%的置信度保证正确动作。

图5表示了本实用新型第二实施例的结构图，表示一种采用了如图3所示羊角形电极的复合型变压器中性点保护间隙的构造。

两个羊角形电极（7）分别与复合绝缘子（9）两端的接线端（8）一体连接，形成为整体的复合型构造；这两个羊角形电极（7）分别呈向上弯曲的羊角形，并且关于复合绝缘子（9）的中心对称设置；在两个羊角形电极（7）的距离最近处，即燃弧端（1）与斜向上的连杆部（2）的交点（6）—（6）之间形成放电间隙。

该羊角形电极（7）的形状由下到上依次经过一段斜向上的连杆部（10），一段水平的连杆部（3），经过一个弯角 γ ，在羊角形电极的末端是一段燃弧端（1）。在该羊角形电极（7）的末端，电极的燃弧端（1）和斜向上的连杆部（2）大致形成V形。

燃弧端（1）长度是 $100 \sim 300\text{mm}$ ，连杆部（2）长度为 $100 \sim 300\text{mm}$ ；复合绝缘子（9）的中心对称线和水平连杆部（3）中心对称线的距离为 $\geq 200\text{mm}$ 。斜向上的连杆部（2）与其下方的水平连杆部（3）之间的夹角 β 为 $95^\circ \sim 175^\circ$ ；燃弧端（1）和连杆部（2）之间的夹角 γ 为 $25^\circ \sim 85^\circ$ ；燃弧端（1）和连杆部（2）之间的夹角 γ 的顶点（6）是羊角形电极（7）的放电端，其圆弧外半径为的外径为 $R5 \sim R20\text{mm}$ 。

两个羊角形电极（7）的放电端（6）之间的放电间隙距离参数是：

1、对于110kV变压器中性点

当 $X_0/X_1 < 2.3$ 时 间隙距离可选 $60 \sim 110\text{mm}$ 。

当 $3 > X_0/X_1 > 2.3$ 时，间隙距离可选为 $95 \pm 15\text{mm}$ 。

2、对于220kV变压器中性点

当 $X_0/X_1 < 2.3$ 时，间隙距离可选 $230 \sim 290\text{mm}$ 。

当 $2.3 < X_0/X_1 < 3$ 时，间隙距离可选 $275 \pm 15\text{mm}$ 。

按照上述条件下的距离范围，间隙能以97.7%的置信度保证正确动作。

这两个羊角形电极（7）采用 $\Phi 10\text{mm} \sim \Phi 25\text{mm}$ 耐腐蚀金属棒材料制成。

对于绝缘子的选择：

- 1、对于110kV变压器中性点选用 ≥ 35 kV等级复合绝缘子。
- 2、对于220kV变压器中性点选用 ≥ 110 kV等级复合绝缘子。

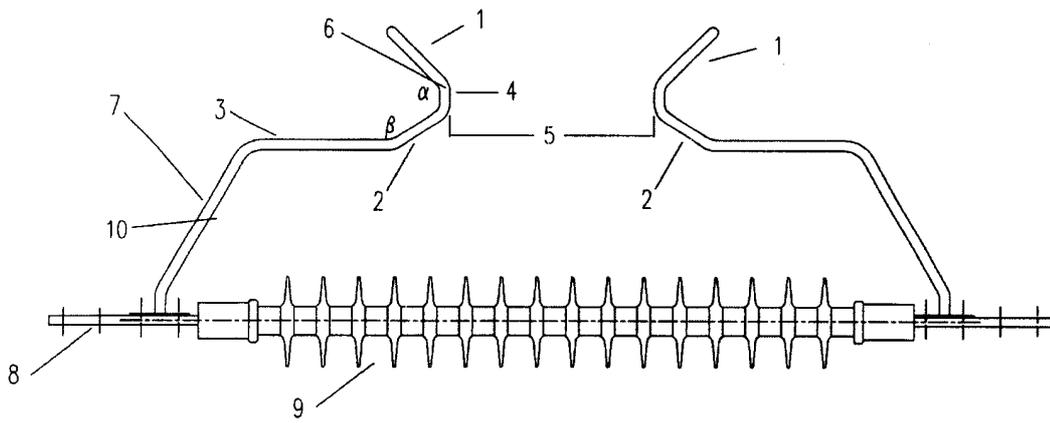


图 1

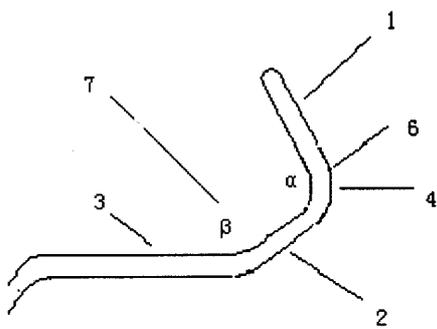


图 2

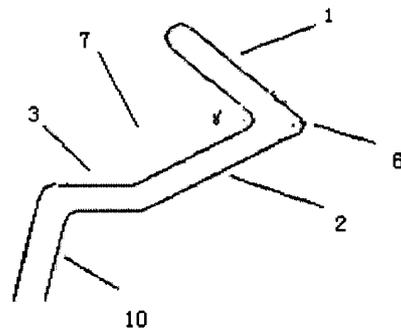


图 3

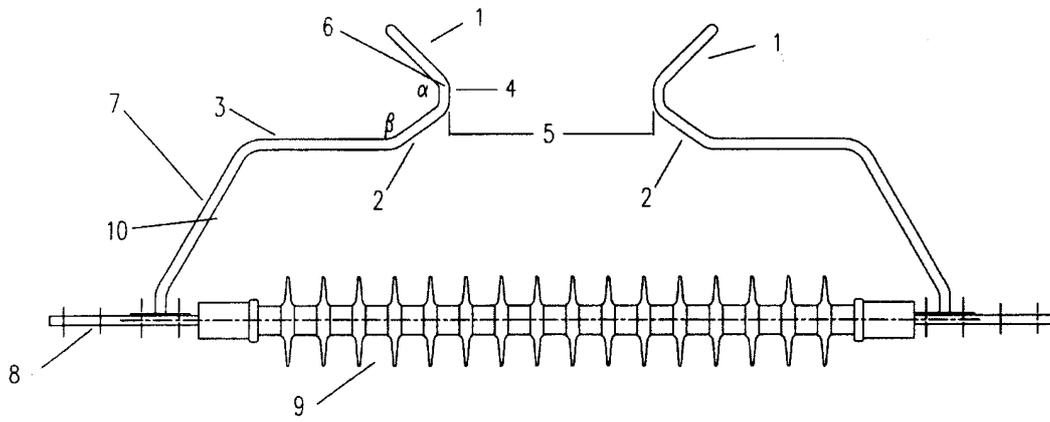


图4

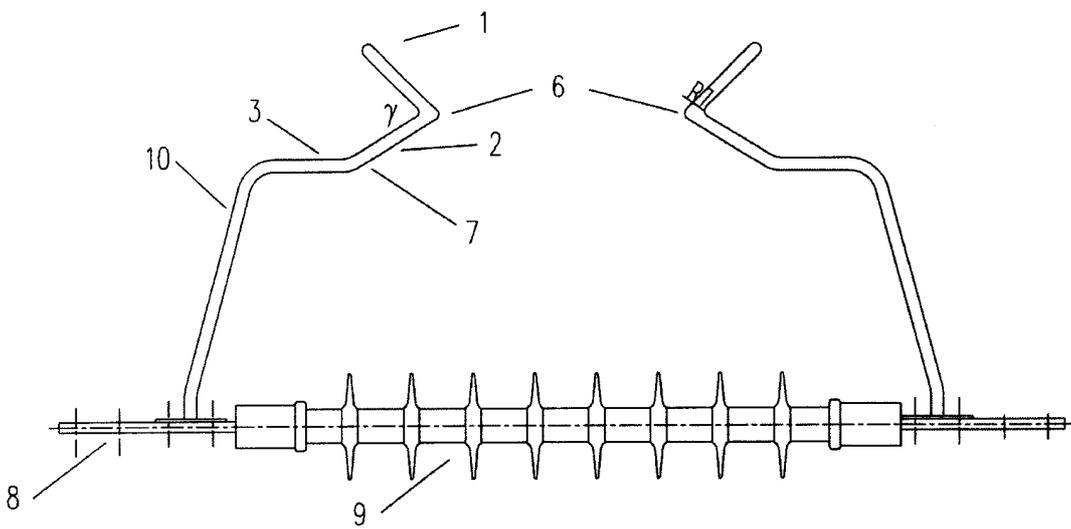


图5