



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210349473 U

(45)授权公告日 2020.04.17

(21)申请号 201920549429.4

H01T 4/16(2006.01)

(22)申请日 2019.04.22

H01T 1/02(2006.01)

H01T 1/10(2006.01)

(73)专利权人 中国电力科学研究院有限公司  
地址 100192 北京市海淀区清河小营东路  
15号

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(72)发明人 沈海滨 雷挺 赵霞 张兆华  
卢甜甜 贺子鸣 时卫东 陈秀娟  
张搏宇 康鹏 吕雪斌

(74)专利代理机构 北京工信联合知识产权代理  
有限公司 11266  
代理人 姜丽辉

(51)Int.Cl.  
H01B 17/42(2006.01)  
H01B 17/46(2006.01)  
H01C 7/12(2006.01)

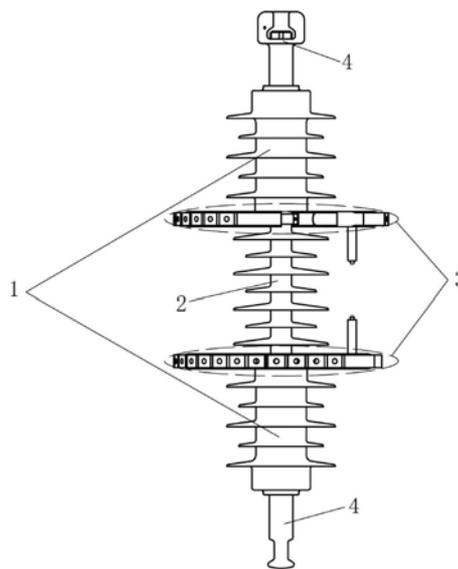
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)实用新型名称

一种内置压敏电阻单元的复合绝缘子装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种内置压敏电阻单元的复合绝缘子装置,包括:压敏电阻单元、绝缘支柱、增强熄弧间隙单元、安装金具;所述压敏电阻单元包括压敏电阻子单元芯体、绝缘芯棒、压敏电阻单元绝缘外套,所述增强熄弧间隙单元包括熄弧腔体、绝缘撑件和间隙电极;所述增强熄弧间隙单元固定安装于所述绝缘支柱两端或沿绝缘支柱轴向均匀布置。将避雷器与绝缘子集成一体化设计,同时,利用增强熄弧式间隙单元的强灭弧能力,来降低压敏电阻单元的额定电压,实现装置的小型化、轻量化和低造价;装置出厂已完成装配,不需要现场调节组装部件,与绝缘导线连接时不需要剥开导线绝缘层,安装施工简单方便。



1. 一种内置压敏电阻单元的复合绝缘子装置,其特征在于,所述复合绝缘子装置包括:压敏电阻单元(1)、绝缘支柱(2)、增强熄弧间隙单元(3)、安装金具(4);

所述压敏电阻单元(1)包括压敏电阻子单元芯体、绝缘芯棒(201)、压敏电阻单元绝缘外套(104),所述压敏电阻子单元芯体包括电阻片(101)、电位引出电极(102)、固化套(103),所述电阻片(101)轴向均匀排列,所述电位引出电极(102)位于所述电阻片(101)轴向外侧末端位置,所述电阻片(101)、所述电位引出电极(102)沿轴向叠装压紧,所述固化套(103)包覆所述电阻片(101)、所述电位引出电极(102)局部外表面;

所述绝缘支柱(2)包括绝缘芯棒(201)、绝缘支柱绝缘外套(202);

所述绝缘芯棒(201)轴向穿入所述压敏电阻子单元芯体、所述绝缘支柱(2);所述压敏电阻子单元芯体外表面和端面、所述压敏电阻子单元芯体内表面与所述绝缘芯棒(201)外表面之间的缝隙,以及所述绝缘支柱(2)对应的绝缘芯棒(201)外表面整体包覆、填充所述压敏电阻单元绝缘外套(104)、所述绝缘支柱绝缘外套(202),所述压敏电阻单元绝缘外套(104)、所述绝缘支柱绝缘外套(202)材料为硅橡胶复合材料,一次模压成型,所述压敏电阻单元绝缘外套(104)、所述绝缘支柱绝缘外套(202)成伞裙状;

所述增强熄弧间隙单元(3)包括熄弧腔体(301)、绝缘撑件(302)、间隙电极(303);所述增强熄弧间隙单元(3)固定于所述绝缘支柱(2)两端或者沿绝缘支柱(2)轴向均匀排布;

所述压敏电阻子单元芯体通过所述电位引出电极(102)的第二连接部固定于所述安装金具(4)上。

2. 根据权利要求1所述的复合绝缘子装置,其特征在于,所述熄弧腔体(301)为圆环状,至少包括两个熄弧腔体单元节(3011)。

3. 根据权利要求2所述的复合绝缘子装置,其特征在于,所述绝缘撑件(302)位于所述熄弧腔体(301)的轮毂位置,所述间隙电极(303)位于所述熄弧腔体(301)的轮毂位置和轮辐侧,所述两个熄弧腔体单元节(3011)轮辐侧的间隙电极(303)相对应成一条直线布置。

4. 根据权利要求1所述的复合绝缘子装置,其特征在于,所述电位引出电极(102)的第一连接部与临近的所述间隙电极(303)电连接。

5. 根据权利要求3所述的复合绝缘子装置,其特征在于,所述熄弧腔体单元节(3011)沿所述绝缘支柱(2)轴向均匀分布,形成串联放电通道。

6. 根据权利要求2所述的复合绝缘子装置,其特征在于,所述熄弧腔体单元节(3011)包括至少一个空气间隙腔室(30100),所述空气间隙腔室(30100)包括:熄弧腔体绝缘外套(30101)、熄弧电极(30102)、隔离气室(30103)、喷气口(30104)、熄弧腔体绝缘芯棒(30105)。

7. 根据权利要求6所述的复合绝缘子装置,其特征在于,所述熄弧电极(30102)成对置于所述空气间隙腔室(30100)内,所述熄弧电极(30102)为实心圆球体,材料为钢或铜,所述熄弧电极(30102)球体直径范围为8mm~18mm,相邻的所述熄弧电极(30102)间的最短距离范围为2mm~20mm。

8. 根据权利要求7所述的复合绝缘子装置,其特征在于,所述熄弧腔体绝缘芯棒(30105)材料为环氧树脂玻璃纤维引拔棒,所述熄弧腔体绝缘芯棒(30105)截面为方形,所述熄弧腔体绝缘芯棒(30105)边长范围为5mm~30mm。

9. 根据权利要求6所述的复合绝缘子装置,其特征在于,所述喷气口(30104)位于所述

熄弧腔体绝缘外套 (30101) 正向外侧面体上, 所述喷气口 (30104) 为圆柱形, 所述喷气口 (30104) 圆形截面直径范围为2mm~6mm。

10. 根据权利要求6所述的复合绝缘子装置, 其特征在于, 所述熄弧腔体绝缘芯棒 (30105) 沿所述熄弧腔体绝缘外套 (30101)、临近空气间隙腔室 (30100) 腔体位置贯穿设置。

## 一种内置压敏电阻单元的复合绝缘子装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及防雷接地技术领域,具体涉及一种内置压敏电阻单元的复合绝缘子装置。

### 背景技术

[0002] 现有带外串联间隙避雷器采用避雷器本体串联纯空气间隙或者带支撑件间隙的结构,受这类敞开式外串联间隙遮断工频续流稳定性先天不足和现阶段试验条件无法支撑开展长间隙工频续流遮断试验研究的限制,无法深度、精细化利用外串联间隙的熄弧能力,造成目前带外串联间隙避雷器本体额定电压值偏高,装置体积大、重量大,整体造价高,现场安装施工人力物力消耗大;传统方式下带外串联间隙避雷器与线路绝缘子彼此独立设计和生产,现场组合装配,生产环节消耗大,现场安装操作复杂,避雷器占位减小塔头空间,给后期带电作业带来不利影响。上述不足造成目前工程采用带外串联间隙避雷器时防雷综合成本高。

### 实用新型内容

[0003] 本实用新型旨在至少一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0004] 为此,本实用新型提出一种复合绝缘子装置,将带外串联间隙避雷器和线路悬式复合绝缘子集成一体化设计,简化生产工序,降低材料损耗,减小装置体积,同时采用增强熄弧式间隙替代纯空气间隙或者带支撑件间隙,降低压敏电阻单元的额定电压。

[0005] 为达到上述目的,本实用新型实施例提出的一种复合绝缘子装置,所述复合绝缘子装置包括:压敏电阻单元、绝缘支柱、增强熄弧间隙单元、安装金具。

[0006] 所述压敏电阻单元包括压敏电阻子单元芯体、绝缘芯棒、压敏电阻单元绝缘外套,所述压敏电阻子单元芯体包括电阻片、电位引出电极、固化套。

[0007] 所述电阻片轴向均匀排列,所述电位引出电极位于所述电阻片轴向外侧末端位置,所述电阻片、所述电位引出电极沿轴向叠装压紧,所述固化套包覆所述电阻片、所述电位引出电极局部外表面。

[0008] 所述绝缘支柱包括绝缘芯棒、绝缘支柱绝缘外套。

[0009] 所述绝缘芯棒轴向穿入所述压敏电阻子单元芯体、所述绝缘支柱;所述压敏电阻子单元芯体外表面和端面、所述压敏电阻子单元芯体内表面与所述绝缘芯棒外表面之间的缝隙,以及所述绝缘支柱对应的绝缘芯棒外表面整体包覆、填充压敏电阻单元绝缘外套、所述绝缘支柱绝缘外套,所述压敏电阻单元绝缘外套、所述绝缘支柱绝缘外套材料为硅橡胶复合材料,一次模压成型,所述压敏电阻单元绝缘外套、所述绝缘支柱绝缘外套成伞裙状。

[0010] 所述增强熄弧间隙单元包括熄弧腔体、绝缘撑件、间隙电极;所述增强熄弧间隙单元固定于所述绝缘支柱两端或者沿绝缘支柱轴向均匀排布。

[0011] 所述压敏电阻子单元芯体通过所述电位引出电极的第二连接部固定于所述安装金具上。

[0012] 根据本实用新型的一个实施例,所述熄弧腔体为圆环状,至少包括两个熄弧腔体单元节。

[0013] 根据本实用新型的一个实施例,所述绝缘撑件位于所述熄弧腔体的轮毂位置,所述间隙电极位于所述熄弧腔体的轮毂位置和轮辐侧,所述两个熄弧腔体单元节轮辐侧的间隙电极相对应成一条直线布置。

[0014] 所述间隙电极位于所述熄弧腔体的轮辐侧,所述间隙电极成对对称置于所述两个熄弧腔体单元节与所述绝缘支柱构成的曲面内。

[0015] 根据本实用新型的一个实施例,所述电位引出电极的第一连接部与临近的所述间隙电极电连接。

[0016] 根据本实用新型的一个实施例,所述熄弧腔体单元节沿所述绝缘支柱轴向均匀分布,形成串联放电通道。

[0017] 根据本实用新型的一个实施例,所述熄弧腔体单元节包括至少一个空气间隙腔室,所述空气间隙腔室包括:熄弧腔体绝缘外套、熄弧电极、隔离气室、喷气口、熄弧腔体绝缘芯棒。

[0018] 根据本实用新型的一个实施例,所述熄弧电极成对置于所述空气间隙腔室内,所述熄弧电极为实心圆球体,材料为钢或铜,所述熄弧电极球体直径范围为8mm~18mm,相邻的所述熄弧电极间的最短距离范围为 2mm~20mm。

[0019] 根据本实用新型的一个实施例,所述熄弧腔体绝缘芯棒材料为环氧树脂玻璃纤维引拔棒,所述熄弧腔体绝缘芯棒截面为方形,所述熄弧腔体绝缘芯棒边长范围为5mm~30mm。

[0020] 根据本实用新型的一个实施例,所述喷气口位于所述熄弧腔体绝缘外套正向外侧面体上,所述喷气口为圆柱形,所述喷气口圆形截面直径范围为2mm~6mm。

[0021] 根据本实用新型的一个实施例,所述熄弧腔体绝缘芯棒沿所述熄弧腔体绝缘外套、临近所述空气间隙腔室腔体贯穿设置。

[0022] 本实用新型提供的复合绝缘子装置,具有常规线路绝缘子的电气绝缘性能和机械强度,能够起到支撑固定导线的作用;同时具有防雷保护功能,能限定导线遭受雷击的对地闪络路径,维持放电动作电压稳定,并能在雷击过后可靠遮断工频续流,保护导线、绝缘子免于雷击损坏;将避雷器与绝缘子集成一体化设计,同时,利用增强熄弧式间隙单元的强灭弧能力,来降低压敏电阻单元的额定电压,实现装置的小型化、轻量化和低造价;装置出厂即已完成装配,不需要现场调节组装部件,与绝缘导线连接时不需要剥开导线绝缘层,安装施工简单方便;装置压敏电阻单元分成两段设计,受力更均衡,具有更好的刚性和密封性能;由于空气间隙隔离,工频运行电压主要施加在绝缘支柱部分,压敏电阻单元长期耐受的工频电压很低,有效解决电阻片老化问题;装置外形圆滑紧凑,降低大风刮挂异物的风险。

[0023] 本实用新型的附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本实用新型的实践了解到。

## 附图说明

[0024] 通过参考下面的附图,可以更为完整地理解本实用新型的示例性实施方式:

[0025] 图1为本实用新型实施例公开的常规带外串联间隙避雷器的结构图;

[0026] 图2为本实用新型实施例公开的常规带外串联间隙避雷器的另一种结构图；

[0027] 图3为本实用新型实施例公开的一种复合绝缘子装置外形结构图；

[0028] 图4为本实用新型实施例公开的一种复合绝缘子装置沿中轴线的剖面结构示意图；

[0029] 图5为本实用新型实施例公开的一种复合绝缘子装置的增强熄弧间隙单元典型结构示意图；

[0030] 图6为本实用新型实施例公开的采用多个熄弧腔体单元节串联的复合绝缘子装置的增强熄弧间隙单元的结构示意图；

[0031] 图7为本实用新型实施例公开的复合绝缘子装置的增强熄弧间隙单元的熄弧腔体内部结构示意图。

[0032] 附图标记：1—压敏电阻单元；2—绝缘支柱；3—增强熄弧间隙单元；4—安装金具；101—电阻片；102—电位引出电极；103—固化套；104—压敏电阻单元绝缘外套；201—绝缘芯棒；202—绝缘支柱绝缘外套；301—熄弧腔体；302—绝缘撑件；303—间隙电极；3011—熄弧腔体单元节；30100—空气间隙腔室；30101—熄弧腔体绝缘外套；30102—熄弧电极；30103—隔离气室；30104—喷气口；30105—熄弧腔体绝缘芯棒。

### 具体实施方式

[0033] 现在参考附图介绍本实用新型的示例性实施方式，然而，本实用新型可以用许多不同的形式来实施，并且不局限于此处描述的实施例，提供这些实施例是为了详尽地且完全地公开本实用新型，并且向所属技术领域的技术人员充分传达本实用新型的范围。对于表示在附图中的示例性实施方式中的术语并不是对本实用新型的限定。在附图中，相同的单元/元件使用相同的附图标记。

[0034] 除非另有说明，此处使用的术语（包括科技术语）对所属技术领域的技术人员具有通常的理解含义。另外，可以理解的是，以通常使用的词典限定的术语，应当被理解为其相关领域的语境具有一致的含义，而不应该被理解为理想化的或过于正式的意义。

[0035] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合流程图示意图对本实用新型的实施流程进行详细说明。

[0036] 带外串联间隙金属氧化物避雷器（以下简称带外串联间隙避雷器）用于架空电力线路的雷电过电压防护，主体结构包括由金属氧化物电阻片和绝缘外套构成的避雷器本体，以及外串联间隙两个部分，通常并联安装在线路绝缘子（串）的旁边。目前使用的外串联间隙分为两种形式：一种是纯空气间隙，如图1所示，由两个电极组成，一个电极固定在避雷器本体高压端，另一个电极固定在线路导线上或者绝缘子串下端；另一种是带支撑件间隙，如图2所示，由两个分别固定在复合绝缘支撑件两端的电极构成，两种形式带外串联间隙的雷电放电路径均是电极间的空气间隙。

[0037] 外串联间隙的作用是降低线路正常运行状态下避雷器本体长期承担的工频电压，减缓电阻片的老化，减少运维工作量，只有雷电过电压击穿外串联间隙后，避雷器本体才有可能短时承受系统最大工频过电压（最严苛工况）。因此，对避雷器本体额定电压参数，按照最严苛工况下雷击动作后能够可靠遮断工频续流电弧这一原则选择。现行带外串联间隙避雷器技术标准GB/T 32520—2016《交流1kV以上架空输电和配电线路用带外串联间隙金属

氧化物避雷器 (EGLA) 和 DL/T 815—2012《交流输电线路用复合外套金属氧化物避雷器》中, 避雷器本体额定电压选择遵循上述原则, 以额定电压不小于 (此时对应的工频续流在 mA 量级)、或者略小于 (此时适当考虑了外串联间隙本身具有的灭弧能力, 对应的工频续流约几个安培) 标准规定的或者工程运行可接受的系统最大允许工频过电压值为具体选择条件, 不同电压等级交流线路选用的带外串联间隙避雷器本体额定电压标准典型推荐值见表 1。

[0038] 表1带外串联间隙避雷器本体额定电压标准典型推荐值

交流系统标称电压 (kV)	标准规定或者工程运行可接受的系统最大允许工频过电压 (kV)	避雷器本体额定电压典型推荐值 (kV)
10	13.20	13
20	26.40	26
35	40.50	42
66	72.50	78
110	94.57	90
220	189.15	180
330	293.42	288
500	396.94	396
750	577.37	588
1000	762.12	768

[0040] 虽然在避雷器本体额定电压的选择上已经适当考虑了外串联间隙本身的熄弧能力, 但从表 1 可以看出, 对于额定电压小于系统最大工频过电压的, 最大偏离不超过最大工频过电压的 5%, 对应的遮断工频续流充其量在几个安培, 显然并没有深度利用外串联间隙的熄弧能力。究其原因, 主要是受现阶段试验条件的限制, 长间隙工频续流遮断试验无法开展, 缺乏足够的灭弧试验数据支撑, 自然也就无法实现精细化设计, 其次是对于纯空气间隙和带支撑件间隙这种敞开式外串联间隙, 熄弧能力受运行环境 (风、温度、湿度、空气密度等因素) 的影响大, 熄弧性能不稳定决定装置可靠性差。上述原因决定了在现有带外串联间隙避雷器结构形式下, 试图通过深度利用外串联间隙的熄弧能力裕度来降低避雷器本体的额定电压的技术路线无法实现, 造成目前避雷器本体额定电压的取值偏高。

[0041] 另一方面, 传统方式下带外串联间隙避雷器与线路绝缘子彼此独立设计和生产, 现场组合装配。虽然近年来也有采用将带外串联间隙避雷器与线路绝缘子集成一体化的设计尝试, 但是对集成的压敏电阻单元 (相当于避雷器本体) 的外串联间隙, 采用的依然是常规带支撑件间隙, 因此选择的压敏电阻单元额定电压相比表 1 并没有变化。

[0042] 采用与线路绝缘子分体式设计的带外串联间隙避雷器, 目前在工程应用中凸显的

主要问题或者缺点是造价高、安装难度大等,这限制了其在输配电架空线路中更大范围推广应用。避雷器本体额定电压高,意味着制造时需要更多的电阻片,需要解决高度大带来的电位分布、机械强度、防爆性能等技术难题,装置的设计和生產难度大,避雷器与绝缘子分体设计,意味着需要消耗更多的绝缘和金属材料,生产工序也多,最终造成装置造价高;避雷器本体额定电压高,意味着装置的体积和重量大,特别是对高电压等级的输电线路,雷击故障高发线路段往往处于山地丘陵等复杂地形下,需要杆塔的机械强度和塔窗空间预留足够,需要消耗更多的人力物力实施搬运和吊装,加之避雷器在现场与绝缘子组合安装,为了满足绝缘配合要求,对纯空气间隙,安装时还需要手动调节间隙距离不超出允许偏差,造成现场安装施工难度大;避雷器占位进一步压缩了塔头剩余空间,给后续带电作业造成困扰。对应我国架空输电线路运营总里程接近200万公里、架空配电线路运营总里程超过400万公里上,带外串联间隙避雷器在输电线路应用的庞大体量,上述应用缺点增加的防雷经济成本是显著的。

[0043] 显然,对于带外串联间隙避雷器,如果能明显降低避雷器本体的额定电压,提高生产和安装效率,可以降低装置体积和重量、降低造价,这对于降低工程防雷成本,提高输配电线路抵御雷害风险能力,提升线路运行可靠性和运营效益,具有重要的意义。

[0044] 现有带外串联间隙避雷器采用避雷器本体串联纯空气间隙或者带支撑件间隙的结构,受这类敞开式外串联间隙遮断工频续流稳定性先天不足和现阶段试验条件无法支撑开展长间隙工频续流遮断试验研究的限制,无法深度、精细化利用外串联间隙的熄弧能力,造成目前带外串联间隙避雷器本体额定电压值偏高,装置体积大、重量大,整体造价高,现场安装施工人力物力消耗大;传统方式下带外串联间隙避雷器与线路绝缘子彼此独立设计和生产,现场组合装配,生产环节消耗大,现场安装操作复杂,避雷器占位减小塔头空间,给后期带电作业带来不利影响。上述不足造成目前工程采用带外串联间隙避雷器时防雷综合成本高。本实用新型针对上述技术不足,提出一种增强熄弧型内置压敏电阻悬式复合绝缘子,将带外串联间隙避雷器和线路悬式复合绝缘子集成一体化设计,简化生产工序,降低材料损耗,减小装置体积,同时采用增强熄弧式间隙替代纯空气间隙或者带支撑件间隙,利用增强熄弧式间隙具有的较大的遮断工频续流能力(kA 量级),和稳定可靠的熄弧动作性能,来降低压敏电阻单元的额定电压。本实用新型相比常规带外串联间隙避雷器和线路绝缘子分体组合模式,具有装置体积小、重量轻、现场安装施工简便、综合成本低等优点。

[0045] 为了解决现有技术中所存在的上述不足,本实用新型提供了一种复合绝缘子装置。结构形式上,如图3和图4所示,复合绝缘子装置包括压敏电阻单元、绝缘支柱、增强熄弧间隙单元、安装金具共4个部分,所述压敏电阻单元包括压敏电阻子单元芯体、绝缘芯棒、绝缘外套,所述压敏电阻子单元芯体包括电阻片、电位引出电极、固化套。电阻片轴向均匀排列,电位引出电极位于所述电阻片轴向外侧末端位置。所述电阻片、所述电位引出电极沿轴向叠装压紧,所述固化套包覆所述电阻片、所述电位引出电极局部外表面。压敏电阻单元设计成额定电压相等的两个子单元,分别置于装置的高压侧和低压侧,两个子单元中间部分为绝缘支柱,为了满足拉伸强度要求,压敏电阻单元和绝缘支柱内部共用一根绝缘芯棒,绝缘芯棒材料为环氧树脂玻璃纤维引拔棒。压敏电阻单元内部为环状金属氧化物电阻片,若干个电阻片和两个与电阻片等外径的电位引出电极沿轴向叠装压紧,电位引出电极置于电阻片的外侧,全部电阻片和电位引出电极局部外表面包覆固化套成为一个刚性体,固化套

材料为玻璃纤维增强塑料,将电阻片、电位引出电极和固化套的组合体称为压敏电阻子单元芯体,两个压敏电阻子单元芯体中间穿入绝缘芯棒,绝缘芯棒两端压接安装金具,压敏电阻子单元芯体经一端的电位引出电极内径上的螺纹分别旋固到高、低压端安装金具上。压敏电阻子单元芯体外表面、压敏电阻子单元芯体内表面与绝缘芯棒外表面间的空隙、以及绝缘支柱对应的绝缘芯棒外表面,整体包覆、填充硅橡胶复合材料,对外构成绝缘外套,绝缘外套带伞裙,一次性模压成型,既提供了装置整体外绝缘,又进一步加强了压敏电阻子单元芯体的稳固性,同时实现了绝缘芯棒对外全密封。与绝缘支柱并联,设置增强熄弧式间隙单元,构成压敏电阻单元的外串联间隙。

[0046] 增强熄弧式间隙单元外形结构如图5所示,由熄弧腔体、绝缘撑件和间隙电极构成,考虑空间占位不宜过大,熄弧腔体设计成圆环状并且分段成熄弧腔体单元节,每个熄弧腔体单元节两端设有间隙电极,并通过绝缘撑件支撑和固定到绝缘支柱两端部的表面,压敏电阻子单元芯体的电位引出电极应与临近的熄弧腔体单元节间隙电极电气连接。间隙电极材料为钢材,表面镀锌处理,结构形状依据需求具体设计。熄弧腔体单元节设置数量不限于2个,与线路电压等级正相关,根据需要设计,熄弧腔体单元节沿绝缘支柱轴向均匀布置,形成串联放电通道,如图6示意。

[0047] 熄弧腔体内部结构示意图见图7,由多个串联的空气间隙腔室组成,空气间隙腔室串联数量与线路电压等级相关,电压等级越高,串联数量越多。每个空气间隙腔室由包裹在熄弧腔体绝缘外套内的一对金属熄弧电极以及电极间的隔离气室构成,并且每个隔离气室设有一个对外喷气口,为了增加熄弧腔体的整体机械强度,在熄弧腔体绝缘外套的内部,贯穿设置一根熄弧腔体绝缘芯棒。具体的,熄弧电极选择实心圆球体,材料为钢或铜,球直径取值范围为8mm~18mm;熄弧电极间距相等,彼此相邻的两个熄弧电极间的最短距离取值范围为2mm~20mm;熄弧腔体绝缘外套材料为硅橡胶复合材料;熄弧腔体绝缘芯棒材料为环氧树脂玻璃纤维引拔棒,截面可为长(正)方形,边长取值范围为5mm~30mm;喷气口径向截面为圆形,直径取值范围为2mm~6mm。

[0048] 本实用新型提供的增强熄弧型内置压敏电阻悬式复合绝缘子,具有常规线路绝缘子的电气绝缘性能和机械强度,能够起到支撑固定导线的作用;同时具有防雷保护功能,能限定导线遭受雷击的对地闪络路径,维持放电动作电压稳定,并能在雷击过后可靠遮断工频续流,保护导线、绝缘子免于雷击损坏;将避雷器与绝缘子集成一体化设计,同时,利用增强熄弧式间隙单元的强灭弧能力,来降低压敏电阻单元的额定电压,实现装置的小型化、轻量化和低造价;装置出厂即已完成装配,不需要现场调节组装部件,与绝缘导线连接时不需要剥开导线绝缘层,安装施工简单方便;装置压敏电阻单元分成两段设计,受力更均衡,具有更好的刚性和密封性能;由于空间间隙隔离,工频运行电压主要施加在绝缘支柱部分,压敏电阻单元长期耐受的工频电压很低,有效解决电阻片老化问题;装置外形圆滑紧凑,降低大风刮挂异物的风险。

[0049] 增强熄弧型内置压敏电阻悬式复合绝缘子的防雷保护动作过程为:架空线路组遭受雷击,当雷电过电压幅值超过增强熄弧型内置压敏电阻悬式复合绝缘子的放电动作电压(该放电动作电压小于线路绝缘子或塔窗最小间隙放电电压,一般前者至少低于后者15%)后,增强熄弧间隙单元内部的熄弧电极间的空气击穿,压敏电阻单元承受雷电过电压,瞬间呈现低阻抗特性,雷电能量沿着增强熄弧型内置压敏电阻悬式复合绝缘子通道对地释放,

同时工频续流电弧沿雷电冲击放电通道形成,此时彼此独立的空气间隙腔室将工频电弧分割成多个短电弧。电弧产生的高温迅速加热空气间隙腔室内的空气,气体膨胀与外界形成气压差,沿喷气口喷出,由于电弧弧根始终维持在熄弧电极表面,热气流将电弧弧柱一起带出空气间隙腔室,使电弧整体在轴向上拉伸变长;同时,电弧弧柱处于线路电流产生的磁场中,还受到电磁推力作用。电弧弧柱被推出空气间隙腔室外,直接与外界的空气接触,加强了电弧中等离子体的扩散和热量的耗散,加速了电弧的去游离过程。在工频续流电弧起始阶段,电弧通道因为粒子游离尚不充分,弧道电阻较大,随着电弧发展,弧道电阻逐渐降低,当弧道电阻降低到最小值时电弧电流上升到最大值,此后,被推出空气间隙腔室的电弧的去游离过程对弧道电阻起支配作用,电弧电流随着弧道电阻的重新增大转而下降,此过程不可逆持续发展,直到弧道电阻升高到足够大使得电弧电流降低到零,通常工频续流先于电压过零点。研究显示,与设计参数相关,增强熄弧间隙单元的最大可遮断工频续流峰值可达到1kA~3kA,并且,由于是非敞开式空气间隙,遮断续流的稳定性几乎不受运行环境的影响,甚至在熄弧腔体绝缘外套表面和隔离气室结冰情况下,依然可以稳定遮断续流,并且,增强熄弧间隙单元的有效动作次数可达几十次,完全能够满足配合压敏电阻单元动作的使用要求。

[0050] 在雷电冲击过后,压敏电阻单元最严苛的工况是承受系统最大工频过电压,此时压敏电阻单元瞬间恢复到高阻抗状态,在现行技术标准推荐额定电压取值下,压敏电阻单元自身即可将工频续流抑制在最大几个安培的水平,直接遮断续流,本实用新型可降低压敏电阻单元的额定电压取值,利用增强熄弧间隙单元的熄弧能力来遮断回路中因压敏电阻单元额定电压降低而增大的工频续流。因此,只需合理选择压敏电阻单元的额定电压,使回路中的工频续流峰值不超过增强熄弧间隙单元的熄弧能力,工频续流即可被有效遮断。对于压敏电阻单元额定电压的取值范围,以现阶段典型工艺下的金属氧化物电阻片伏安特性曲线来分析,电阻片横截面积从 615mm<sup>2</sup>到7850mm<sup>2</sup>,涵盖10kV~1000kV线路等级,操作冲击残压试验结果见表2,对应冲击电流为1kA~3kA的压比范围约在1.3~1.5,压敏电阻单元额定电压按此比例缩小,相比现行标准推荐值(表1),可降低约23%~33%,降低幅度明显,支持实现良好的小型化、轻量化、低造价设计目标。

[0051] 表2典型金属氧化物电阻片操作冲击残压试验结果

电阻片横截面积 (mm <sup>2</sup> )	UDC, 1mA (kV)	U 残压, 1kA (kV)	U 残压, 3kA (kV)	1kA 下压比	3kA 下压比
615	8.80	12.73	14.01	1.45	1.59
1320	5.52	7.90	8.38	1.43	1.52
1809	7.20	10.16	10.72	1.41	1.49
3317	7.76	10.58	11.24	1.36	1.45
4416	7.84	10.48	11.10	1.34	1.42
7850	5.32	7.13	7.44	1.34	1.40

[0053] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本实用新型的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0054] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本实用新型的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0055] 已经通过参考少量实施方式描述了本实用新型。然而,本领域技术人员所公知的,正如附带的专利权利要求所限定的,除了本实用新型以上公开的其他的实施例等同地落在本实用新型的范围內。

[0056] 通常地,在权利要求中使用的所有术语都根据他们在技术领域的通常含义被解释,除非在其中被另外明确地定义。所有的参考“一个/所述/该[装置、组件等]”都被开放地解释为所述装置、组件等中的至少一个实例,除非另外明确地说明。这里公开的任何方法的步骤都没必要以公开的准确的顺序运行,除非明确地说明。

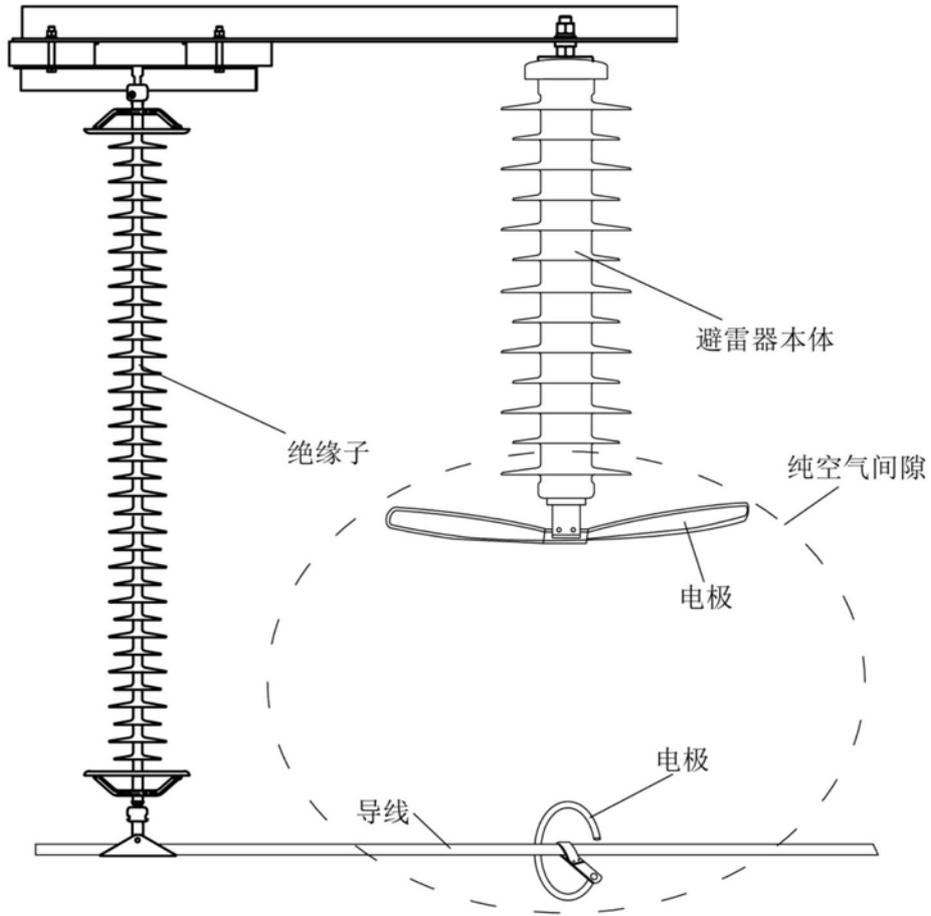


图1

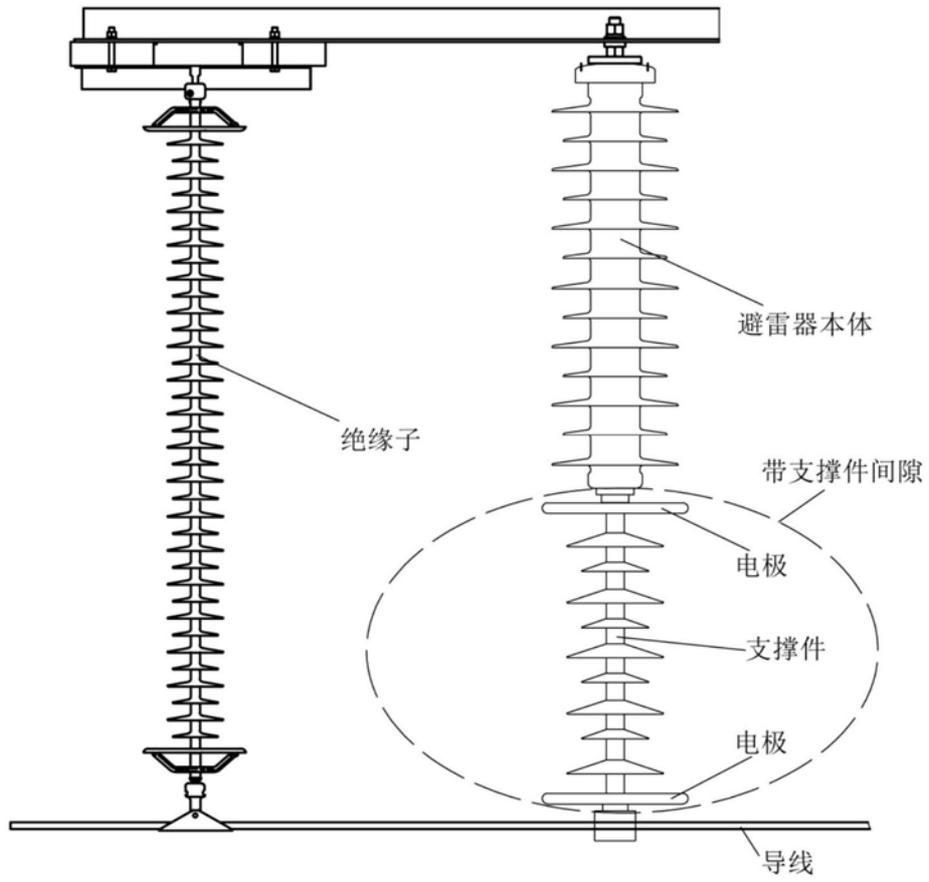


图2

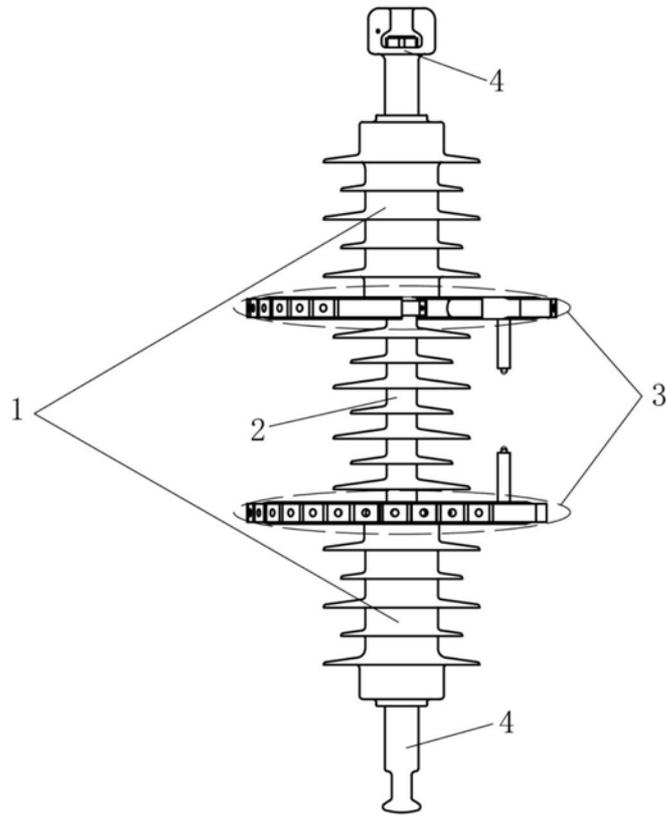


图3

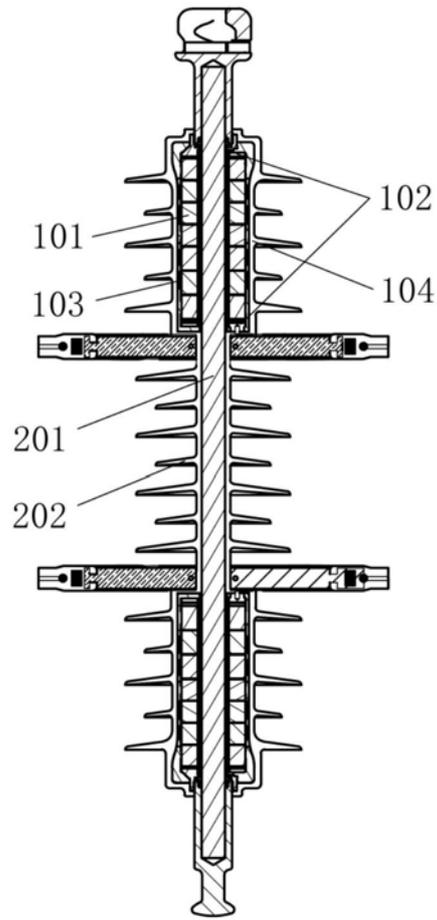


图4

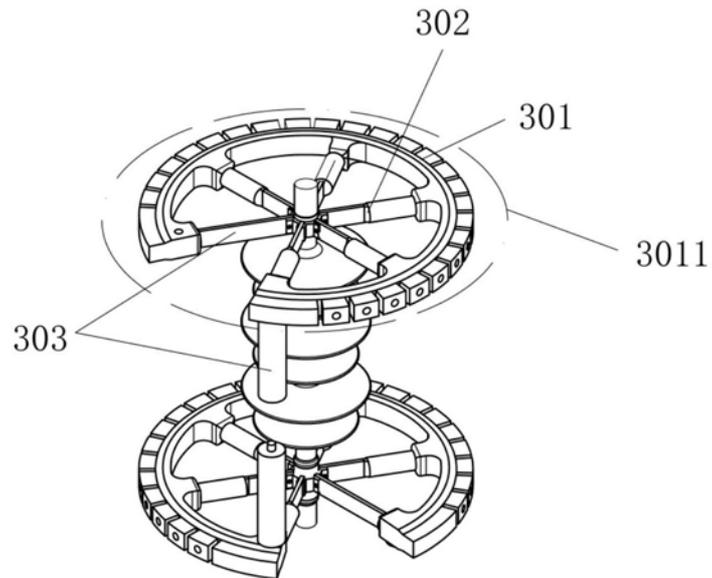


图5

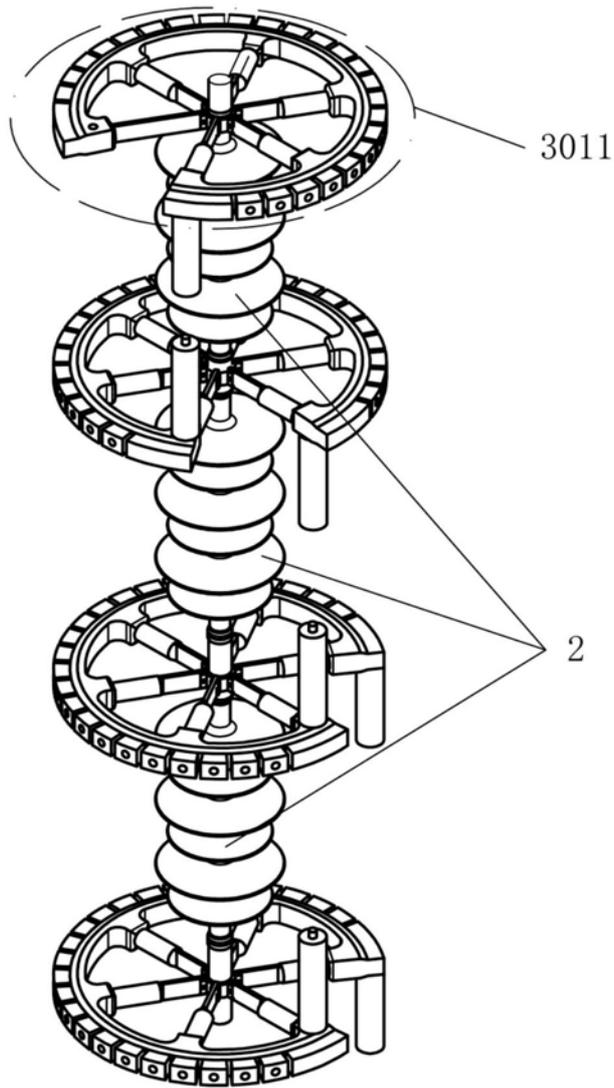


图6

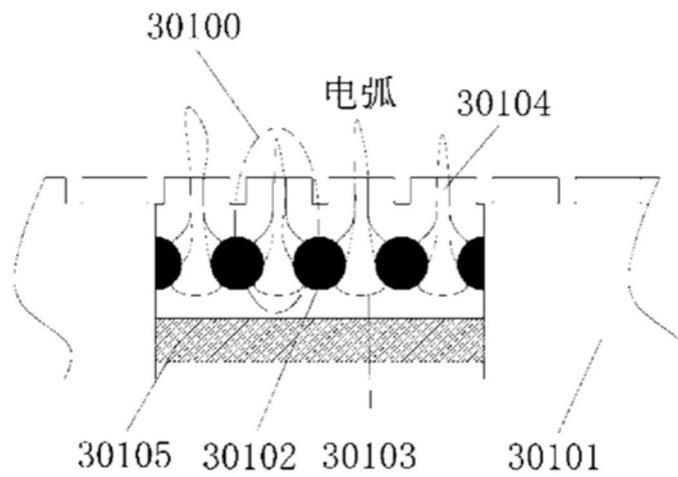


图7