



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110112694 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 22

(21) 申请号 201910398783.6

H02G 7/16 (2006.01)

(22) 申请日 2019.05.14

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 101599318 A, 2009.12.09

申请公布号 CN 110112694 A

CN 209658875 U, 2019.11.19

(43) 申请公布日 2019.08.09

DE 102018119531 B3, 2019.03.07

JP 2006196375 A, 2006.07.27

(73) 专利权人 凯里学院

审查员 王宁

地址 556011 贵州省黔东南苗族侗族自治州凯里经济开发区开元大道3号

(72) 发明人 张泓筠

(74) 专利代理机构 石家庄国为知识产权事务所
13120

专利代理师 祁静

(51) Int. Cl.

H02G 15/08 (2006.01)

H01B 9/00 (2006.01)

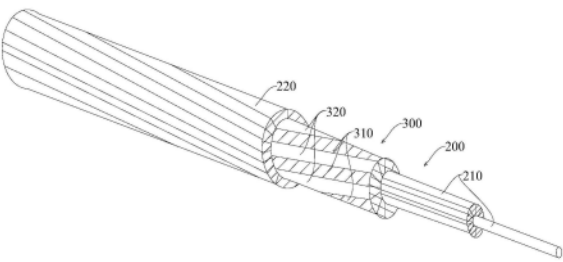
权利要求书2页 说明书13页 附图3页

(54) 发明名称

一种高压电缆、电缆连接方法、除冰方法及除冰系统

(57) 摘要

本发明提供了一种高压电缆,属于电力电缆技术领域,包括至少一个电缆段,当所述电缆段的个数为两个以上时,各所述电缆段首尾依次连接,各所述电缆段内设钢芯铝绞线,所述钢芯铝绞线包括钢芯和套设在所述钢芯外的铝绞线层,所述钢芯与所述铝绞线层之间设置有载流加热层,所述载流加热层包括交错设置围成筒形的铁铬铝线和铝绞线,所述铁铬铝线外涂覆有耐高温绝缘层。本发明提供了一种电缆连接方法、除冰方法及除冰系统。本发明提供的一种高压电缆、电缆连接方法、除冰方法及除冰系统,采用本发明提供的高压电缆有效降低了输电线路发生覆冰的几率。



1. 一种电缆连接方法,其特征在于,所述电缆包括:至少一个电缆段及与所述电缆段一一对应且设于所述电缆段内的钢芯铝绞线,所述钢芯铝绞线包括钢芯和套设在所述钢芯外的铝绞线层,所述钢芯与所述铝绞线层之间设置有载流加热层,所述载流加热层包括交错设置并围成筒形的铁铬铝线和铝绞线,所述铁铬铝线外涂覆有耐高温绝缘层;当所述电缆段的个数为两个以上时,各所述电缆段首尾依次连接;

所述钢芯、所述铝绞线层、所述铝绞线的相应端面齐平构成所述电缆段的端面,所述铁铬铝线的端部延伸至所述电缆段端面外;

所述电缆段的个数为两个以上,相邻两个所述电缆段通过连接器连接;所述连接器包括电气连接相邻两个所述电缆段中所述钢芯铝绞线的外连接套、电气连接相邻两个所述电缆段中所述铁铬铝线并设于所述外连接套内的内连接套及连接所述外连接套和所述内连接套的连接件,所述外连接套轴向和所述内连接套轴向平行;

所述内连接套的外壁上及所述外连接套的内壁或外壁上分别套设有用于与所述连接件连接的金属套;

所述连接件包括导电杆和设置在所述导电杆与所述外连接套之间的绝缘套,所述导电杆与所述内连接套和所述外连接套分别可拆卸连接,所述绝缘套与所述导电杆和所述外连接套分别可拆卸连接并用于将两者电气隔离,包括以下步骤:

- 1) 连接相邻两个所述电缆段的所述铁铬铝线;
- 2) 连接相邻两个所述电缆段的所述钢芯铝绞线;

所述步骤1) 包括以下步骤:

21) 将各所述铁铬铝线延伸出所述电缆段部分靠近所述电缆段的一端相互绞合形成一根铁铬铝绞线;

22) 将各所述铁铬铝线远离所述电缆段的一端分别拉直并刮除其上所述耐高温绝缘层,之后将各所述铁铬铝线分散成伞骨状线头;

23) 将两个所述电缆段的所述伞骨状线头隔股对叉,之后通过多股芯线连接方式缠压。

2. 如权利要求1所述的电缆连接方法,其特征在于:所述铁铬铝线被拉直部分长度为所述铁铬铝线延伸出所述电缆段部分长度的2/3。

3. 一种高压电缆的除冰方法,其特征在于,所述高压电缆包括:至少一个电缆段及与所述电缆段一一对应且设于所述电缆段内的钢芯铝绞线,所述钢芯铝绞线包括钢芯和套设在所述钢芯外的铝绞线层,所述钢芯与所述铝绞线层之间设置有载流加热层,所述载流加热层包括交错设置并围成筒形的铁铬铝线和铝绞线,所述铁铬铝线外涂覆有耐高温绝缘层;当所述电缆段的个数为两个以上时,各所述电缆段首尾依次连接;

所述钢芯、所述铝绞线层、所述铝绞线的相应端面齐平构成所述电缆段的端面,所述铁铬铝线的端部延伸至所述电缆段端面外;

所述电缆段的个数为两个以上,相邻两个所述电缆段通过连接器连接;所述连接器包括电气连接相邻两个所述电缆段中所述钢芯铝绞线的外连接套、电气连接相邻两个所述电缆段中所述铁铬铝线并设于所述外连接套内的内连接套及连接所述外连接套和所述内连接套的连接件,所述外连接套轴向和所述内连接套轴向平行;

所述内连接套的外壁上及所述外连接套的内壁或外壁上分别套设有用于与所述连接件连接的金属套;

所述连接件包括导电杆和设置在所述导电杆与所述外连接套之间的绝缘套,所述导电杆与所述内连接套和所述外连接套分别可拆卸连接,所述绝缘套与所述导电杆和所述外连接套分别可拆卸连接并用于将两者电气隔离,包括全线段融冰方法和/或局部段融冰方法,

所述全线段融冰方法包括以下步骤:

将所述铁铬铝线与电源连通,直至所述高压电缆上的覆冰消除;

所述局部段融冰方法包括以下步骤:

a) 检测各所述电缆段上覆冰情况;

b) 将所述高压电缆与电源断开,将存在覆冰的所述电缆段的所述铁铬铝线的两端分别与所述钢芯铝绞线的相应端部电气连接;

c) 将所述钢芯铝绞线与所述电源连通。

4. 一种除冰系统,其特征在于:包括高压电缆和两个与所述高压电缆的两端连接的变压器,所述高压电缆包括:至少一个电缆段及与所述电缆段一一对应且设于所述电缆段内的钢芯铝绞线,所述钢芯铝绞线包括钢芯和套设在所述钢芯外的铝绞线层,所述钢芯与所述铝绞线层之间设置有载流加热层,所述载流加热层包括交错设置并围成筒形的铁铬铝线和铝绞线,所述铁铬铝线外涂覆有耐高温绝缘层;当所述电缆段的个数为两个以上时,各所述电缆段首尾依次连接;

所述钢芯、所述铝绞线层、所述铝绞线的相应端面齐平构成所述电缆段的端面,所述铁铬铝线的端部延伸至所述电缆段端面外;

所述电缆段的个数为两个以上,相邻两个所述电缆段通过连接器连接;所述连接器包括电气连接相邻两个所述电缆段中所述钢芯铝绞线的外连接套、电气连接相邻两个所述电缆段中所述铁铬铝线并设于所述外连接套内的内连接套及连接所述外连接套和所述内连接套的连接件,所述外连接套轴向和所述内连接套轴向平行;

所述内连接套的外壁上及所述外连接套的内壁或外壁上分别套设有用于与所述连接件连接的金属套;

所述连接件包括导电杆和设置在所述导电杆与所述外连接套之间的绝缘套,所述导电杆与所述内连接套和所述外连接套分别可拆卸连接,所述绝缘套与所述导电杆和所述外连接套分别可拆卸连接并用于将两者电气隔离;所述高压电缆的两端分别设置有两个分头,一个分头由所述钢芯铝绞线和所述铝绞线组成,通过第一开关电路与相应所述变压器连接,另一个分头为所述铁铬铝线,通过与所述第一开关电路并联的第二开关电路与同一所述变压器连接;所述高压电缆应用如权利要求3所述的除冰方法。

5. 如权利要求4所述的除冰系统,其特征在于:所述第一开关电路和所述第二开关电路分别包括串联相应分头与相应所述变压器的跌落式熔断器。

一种高压电缆、电缆连接方法、除冰方法及除冰系统

技术领域

[0001] 本发明属于电力电缆技术领域,更具体地说,是涉及一种高压电缆、电缆连接方法、除冰方法及除冰系统。

背景技术

[0002] 输电线路覆冰严重威胁电力及通信网络的安全运行,已在全世界许多国家引起重大事故。2005年春,两湖及重庆酉阳地区,持续大范围雨雪天气,导致输电线路大面积覆冰,一些输电铁塔不堪重负而倒塔,17条供电线路陷于瘫痪,影响生活和生产长达一个多月,损失难以估量。2008年初的冰灾因线路覆冰导致输电线塔倒塌造成的全国直接经济损失1000余亿元。

[0003] 超长距离输送电无可避免地要穿越高寒、高湿、及高海拔地区,线路覆冰灾害问题将更加突出,导线防冰、除冰技术已成为西电东送工程中关键技术之一。因而研究输电线路防冰、除冰不仅经济价值巨大,科学意义深远,已成为具有重大应用需求的基础性科技攻关课题。多次灾后,国家已把输电线路防覆冰问题提升到关系国民经济发展和稳定的战略高度。因此,目前市场上急需一种防冰效果好的高压电缆。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种高压电缆、电缆连接方法、除冰方法及除冰系统,旨在解决目前市场上缺少防冰效果好的高压电缆的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:提供一种高压电缆,包括:至少一个电缆段及与所述电缆段一一对应且设于所述电缆段内的钢芯铝绞线,所述钢芯铝绞线包括钢芯和套设在所述钢芯外的铝绞线层,所述钢芯与所述铝绞线层之间设置有载流加热层,所述载流加热层包括交错设置并围成筒形的铁铬铝线和铝绞线,所述铁铬铝线外涂覆有耐高温绝缘层;

[0006] 当所述电缆段的个数为两个以上时,各所述电缆段首尾依次连接;

[0007] 所述钢芯、所述铝绞线层、所述铝绞线的相应端面齐平构成所述电缆段的端面,所述铁铬铝线的端部延伸至所述电缆段端面外;

[0008] 所述电缆段的个数为两个以上,相邻两个所述电缆段通过连接器连接;所述连接器包括电气连接相邻两个所述电缆段中所述钢芯铝绞线的外连接套、电气连接相邻两个所述电缆段中所述铁铬铝线并设于所述外连接套内的内连接套及连接所述外连接套和所述内连接套的连接件,所述外连接套轴向和所述内连接套轴向平行;

[0009] 所述内连接套的外壁上及所述外连接套的内壁或外壁上分别套设有用于与所述连接件连接的金属套;

[0010] 所述连接件包括导电杆和设置在所述导电杆与所述外连接套之间的绝缘套,所述导电杆与所述内连接套和所述外连接套分别可拆卸连接,所述绝缘套与所述导电杆和所述外连接套分别可拆卸连接并用于将两者电气隔离。

[0011] 本发明提供的一种高压电缆的有益效果在于:与现有技术相比,本发明高压电缆在钢芯铝绞线的钢芯和铝绞线层之间加设了载流加热层,同时在铁铬铝线外设置了耐高温绝缘层。正常情况下铁铬铝线不通电,由钢芯、铝绞线层和载流加热层中的铝绞线共同载流。当高压电缆上有覆冰时或雨雪天气需要防冰时,将高压电缆存在覆冰的电缆段或整个高压电缆内的铁铬铝线与电源连通,铁铬铝线通电、发热,使得相应电缆段或整个高压电缆的温度升高,从而起到防冰及融冰效果。

[0012] 其中,载流加热层设置在钢芯和铝绞线层之间,使得铁铬铝线位于高压电缆的中央部分,降低了高压电缆搬运或使用过程中铁铬铝线发生断裂的风险,保证了高压电缆整体结构的稳定性和防冰效果的稳定性。耐高温绝缘层的设置使得高压电缆不需要融冰时,铁铬铝线不通电,高压电缆可正常载流,同时降低了电能消耗,符合其使用要求。

[0013] 采用本发明提供的高压电缆进行输电可有效避免电缆上覆冰现象的发生几率,从而避免覆冰现象对输电线路的正常工作造成影响,保证了输电线路的正常运行。

[0014] 本发明还提供了一种电缆连接方法,用于连接所述高压电缆,包括以下步骤:

[0015] 1) 连接相邻两个所述电缆段的所述铁铬铝线;

[0016] 2) 连接相邻两个所述电缆段的所述钢芯铝绞线;

[0017] 所述步骤1) 包括以下步骤:

[0018] 21) 将各所述铁铬铝线延伸出所述电缆段部分靠近所述电缆段的一端相互绞合形成一根铁铬铝绞线;

[0019] 22) 将各所述铁铬铝线远离所述电缆段的一端分别拉直并刮除其上所述耐高温绝缘层,之后将各所述铁铬铝线分散成伞骨状线头;

[0020] 23) 将两个所述电缆段的所述伞骨状线头隔股对叉,之后通过多股芯线连接方式缠压。

[0021] 进一步地,所述铁铬铝线被拉直部分长度为所述铁铬铝线延伸出所述电缆段部分长度的 $\frac{2}{3}$ 。

[0022] 本发明提供的电缆连接方法的有益效果在于:与现有技术相比,本发明电缆连接方法实现了相邻两个电缆段中铁铬铝线和钢芯铝绞线的分别相互连接,且两者连接后不直接接触。铁铬铝线的端头靠近电缆段的一端绞合为铁铬铝绞线,实现了各铁铬铝线的聚拢和伞骨状线头的支撑,保证了伞骨状线头连接的顺利进行。相邻两个电缆段的伞骨状线头隔股对叉,再通过多股芯线连接方式缠压,耐振动,保证了相邻两个电缆段中铁铬铝线连接关系的稳定性,符合其使用要求。

[0023] 本发明还提供了一种应用所述高压电缆的除冰方法,包括全线段融冰方法和/或局部段融冰方法,

[0024] 所述全线段融冰方法包括以下步骤:

[0025] 将所述铁铬铝线与电源连通,直至所述高压电缆上的覆冰消除;

[0026] 所述局部段融冰方法包括以下步骤:

[0027] a) 检测各所述电缆段上覆冰情况;

[0028] b) 将所述高压电缆与电源断开,将存在覆冰的所述电缆段的所述铁铬铝线的两端分别与所述钢芯铝绞线的相应端部电气连接;

[0029] c) 将所述钢芯铝绞线与所述电源连通。

[0030] 本发明提供的应用高压电缆的除冰方法的有益效果在于:与现有技术相比,本发明应用高压电缆的除冰方法采用了上述高压电缆,实现了高压电缆的全线段融冰和/或至少一个电缆段的局部段融冰。当整个高压电缆或高压电缆的大部分电缆段均出现覆冰现象时,可采用全线段融冰方法,将高压电缆中的铁铬铝线与电源连通即可,铁铬铝线与电源连通后,铁铬铝线会发热并将其热量传递给钢芯铝绞线及载流加热层中的铝绞线,从而提高整个高压电缆的温度,实现高压电缆的融冰和防冰。当只有高压电缆中的少数电缆段出现覆冰时,则可以采用局部段融冰方法,检测出发生覆冰的电缆段,之后将该电缆段中铁铬铝线的两个端头分别与钢芯铝绞线的相应端部电气连接,再将钢芯铝绞线与电源通,大多数电流经钢芯铝绞线进行传输,一部分电流则进入铁铬铝线中,铁铬铝线通电发热,自身温度升高同时带动该电缆段整体温度增加,实现该电缆段的融冰和防冰。

[0031] 本发明还提供了一种除冰系统,包括所述高压电缆和两个分别与所述高压电缆的两端连接的变压器,所述高压电缆的两端分别设置有两个分头,一个分头由所述钢芯铝绞线和所述铝绞线组成,通过第一开关电路与相应所述变压器连接,另一个分头为所述铁铬铝线,通过与所述第一开关电路并联的第二开关电路与同一所述变压器连接。进一步地,所述第一开关电路和所述第二开关电路分别包括串联相应分头与相应所述变压器的跌落式熔断器;所述高压电缆应用上述所述的除冰方法。

[0032] 本发明提供的除冰系统的有益效果在于:与现有技术相比,本发明除冰系统采用了本发明提供的高压电缆,并将高压电缆用于与变压器连接的端头根据高压电缆中各丝线的功能分设为了两个分头,一个分头由铁铬铝线构成,用于融冰时与变压器连通,另一个分头由钢芯铝绞线和载流加热层中的铝绞线构成,用于正常载流。

[0033] 使用时,操作人员可根据除冰系统的使用需求控制第一开关电路及第二开关电路的导通或关闭,来实现载流和/或除冰功能。当仅需要载流时,将第二开关电路断开,使第一开关电路导通,仅高压电缆中用于载流的钢芯铝绞线和铝绞线与变压器电气连通,此时铁铬铝线与变压器电气隔离,仅起到机械承载作用。

[0034] 当需要除冰时,在第一开关电路正常接通供电的情况下,接通第二开关电路,融冰除冰伴随正常载流供电同时进行。高压电缆铁铬铝线与变压器电气连通,升温并向外放热,电缆进行防冰、融冰,并同时正常向用户供电。高压电缆采用本发明提供的除冰系统操作简单,除冰效果好。

附图说明

[0035] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0036] 图1为本发明实施例提供的高压电缆的结构示意图;

[0037] 图2为本发明实施例所采用的铝绞线层、载流加热层及钢芯由外向内逐层显示的局部横向剖面结构示意图;

[0038] 图3为本发明实施例所采用的连接器的结构示意图;

[0039] 图4为本发明实施例提供的除冰系统的结构示意图;

[0040] 图5为本发明实施例所采用的高压电缆与变压器的连接结构示意图。

[0041] 图中:100、电缆段;200、钢芯铝绞线;210、钢芯;220、铝绞线层;300、载流加热层;310、铁铬铝线;320、铝绞线;400、连接器;410、内连接套;420、外连接套;430、连接件;431、导电杆;432、绝缘套;440、金属套;500、变压器;600、跌落式熔断器;700、第一开关电路;800、第二开关电路。

具体实施方式

[0042] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0043] 请一并参阅图1和图2,现对本发明实施例提供的高压电缆进行说明。所述高压电缆,包括至少一个电缆段100及与电缆段100一一对应且设于电缆段100内的钢芯铝绞线200,钢芯铝绞线200包括钢芯210和套设在钢芯210外的铝绞线层220,钢芯210与铝绞线层220之间设置有载流加热层300,载流加热层300包括交错设置并围成筒形的铁铬铝线310和铝绞线320,铁铬铝线310外涂覆有耐高温绝缘层;当电缆段100的个数为两个以上时,各电缆段100首尾依次连接。

[0044] 本发明实施例提供的高压电缆,与现有技术相比,在钢芯铝绞线200的钢芯210和铝绞线层220之间加设了载流加热层300,同时在铁铬铝线310外设置了耐高温绝缘层。正常情况下铁铬铝线310不通电,由钢芯、铝绞线层220和载流加热层300中的铝绞线320共同载流。当高压电缆上有覆冰时或雨雪天气需要防冰时,在钢芯、铝绞线层220和载流加热层300中的铝绞线320正常载流的情况下,将高压电缆存在覆冰的电缆段100或整个高压电缆内的铁铬铝线310与电源连通,铁铬铝线310通电并发热,使得相应电缆段100或整个高压电缆的温度升高,从而起到防冰及融冰效果。

[0045] 其中,载流加热层300设置在钢芯210和铝绞线层220之间,使得铁铬铝线310位于高压电缆的中心区域,降低了高压电缆搬运或使用过程中铁铬铝线310发生断裂的风险,保证了高压电缆整体结构的稳定性和防冰效果的稳定性。耐高温绝缘层的设置使得高压电缆不需要融冰时,铁铬铝线310不通电,高压电缆可正常载流,同时降低了电能消耗,符合其使用要求。

[0046] 采用本发明实施例提供的高压电缆进行输电可有效避免输电线路上覆冰,从而避免覆冰现象对输电线路的正常工作造成影响,保证了输电线路的正常运行。

[0047] 本发明提供的钢芯铝绞线200及载流加热层300可以作为高压电缆的导体,其外可以根据需要设置不同的绝缘层、填充物、绕包带、护套、外套等制成不同规格或类型的高压架空电缆。

[0048] 本实施例中钢芯210为单根钢线或多根钢线绞合而成,或多层钢芯层依次套设而成。铝绞线层220为单层或多层铝绞线绞合而成。耐高温绝缘层可采用ZS-1091陶瓷耐高温绝缘漆层或市场上现有的耐高温绝缘涂层。

[0049] 作为本发明提供的高压电缆的一种具体实施方式,高压电缆的外壁上涂覆有防冰雪涂层。

[0050] 需要说明的是,若铝绞线层220的外壁为高压电缆的外壁时防冰雪涂层直接涂覆

在铝绞线层220的外壁上,若铝绞线层220外设置有外套,防冰雪涂层则涂覆在外套的外壁上。涂覆前对铝绞线层220的外壁或外套外壁进行抛光或清洁,能够增强防冰雪涂层与高压电缆之间粘附的紧密性。

[0051] 防冰雪涂层的设置则进一步降低了雨水、雪花或空气中的水汽在防冰雪涂层的外壁上附着的风险,进而降低了高压电缆发生覆冰现象的几率,减少了高压电缆的覆冰量和融冰所需能耗,起到了很好的防冰和节能效果,进而保证了输电线路的正常使用。

[0052] 本实施例中防冰雪涂层可以为ZS-611防冰雪涂层,也可以是市场上现有其他防冰雪涂层。使用时,若防冰雪涂层发生老化,可用电缆机器人(类同于高压电缆除冰机器人)再次喷涂。

[0053] 作为本发明提供的高压电缆的一种具体实施方式,请参阅图1,钢芯210、铝绞线层220、铝绞线320的相应端面齐平构成电缆段100的端面,铁铬铝线310的端部延伸至电缆段100端面外。

[0054] 铁铬铝线310的端部延伸至电缆段100的端面外,便于用户根据使用需要将铁铬铝线310与电源连接,或将相邻两个电缆段100中的铁铬铝线310相互连接,无需使用时现场处理电缆段100的连接端,从而提高了组装高压电缆或将高压电缆与变压器500或其他供电装置连接操作的便捷性。

[0055] 本实施例中铁铬铝线310伸出电缆端端面外的长度可以为150-200mm,便于其与变压器500或另一电缆段100中的铁铬铝线310连接。

[0056] 作为本发明提供的高压电缆的一种具体实施方式,请参阅图3,电缆段100的个数为两个以上,相邻两个电缆段100通过连接器400连接;连接器400包括电气连接相邻两个电缆段100中钢芯铝绞线200的外连接套420、电气连接相邻两个电缆段100中铁铬铝线310并设于外连接套420内的内连接套410及连接内连接套410和外连接套420的连接件430,外连接套420轴向和内连接套410轴向平行。

[0057] 连接相邻两个电缆段100时,先将两个电缆段100的铁铬铝线310通过内连接套410连接起来,再将两个电缆段100的钢芯铝绞线200通过外连接套420连接起来,之后将内连接套410和外连接套420通过连接件430进行连接。

[0058] 其中,连接件430的设置实现了内连接套410和外连接套420相对位置的固定,避免了使用过程中内连接套410在外连接套420内发生移动与外连接套420电气连接的现象发生,确保了高压电缆组装好后整体结构和工作性能的定性。内连接套410和外连接套420分别采用导电筒形套,便于相邻两个电缆段100通过连接器400连接后,两个电缆段100中的钢芯铝绞线200可以相互电气连接,铁铬铝线310可以相互电气连接,符合高压电缆的使用要求。外连接套420用于连接相邻两个电缆段100的铝绞线层220,承担高压电缆的抗拉和载流功能;内连接套410用于连接相邻两个电缆段100的铁铬铝线310,承担高压电缆的防冰和融冰功能。连接器400体积小、成本低、便于安装,长时间运行其与电缆段100接触电阻少于同长度线芯电阻的1.2倍。

[0059] 连接件430可根据需要采用导电连接件或绝缘连接件,或者采用与内连接套410电气连通且与外连接套420电气隔离的连接件。当高压电缆不需要除冰或需要全线段除冰时,连接件430采用绝缘连接件即可,当高压电缆中某一个电缆段100需要除冰时,位于该电缆段100两端的连接器400中的连接件430可采用导电杆,使得该电缆段100中的铁铬铝线310

与钢芯铝绞线200电气连通,从而使得铁铬铝线310分流、发热,实现该电缆段100温度的增加,实现该电缆段100的融冰操作。

[0060] 本实施例中外连接套420和内连接套410分别为铝或铜制成,耐腐蚀且载流效果好,也可以采用其他电阻率低载流效果好的金属制成。外连接套420和内连接套410形状一致,分别为导电筒形套,内连接套410为外连接套420的缩小版,其长度和直径均小于外连接套420。连接器400安装好后,内连接套410和外连接套420之间的间距可以为5-10mm,内连接套410外壁和外连接套420内壁之间以空气进行隔离。

[0061] 作为本发明提供的高压电缆的一种具体实施方式,请参阅图3,内连接套410的外壁上及外连接套420的内壁或外壁上分别套设有用于与连接件430连接的金属套440。

[0062] 金属套440的设置提高了外连接套420和内连接套410与连接件430连接部分的机械强度,降低了反复拆装连接件430造成外连接套420或内连接套410发生变形的风险,保证了连接器400整体结构的稳定性和较长的使用寿命。

[0063] 本实施例中金属套440为铝或铜制成,载流效果好,也可以采用其他电阻率低载流效果好的金属制成。金属套440位于内连接套410或外连接套420的中部,位于内连接套410上的金属套440与内连接套410为一体成型结构,位于外连接套420上的金属套440与外连接套420为一体成型结构。

[0064] 作为本发明提供的高压电缆的一种具体实施方式,请参阅图3,连接件430包括导电杆431和设置在导电杆431与外连接套420之间的绝缘套432,导电杆431与内连接套410和外连接套420分别可拆卸连接,绝缘套432与导电杆431和外连接套420分别可拆卸连接并用于将两者电气隔离。

[0065] 当不需要除冰或需要全线段融冰时,将绝缘套432安装至导电杆431与外连接套420之间,导电杆431与外连接套420处于电气隔离状态,从而使得高压电缆中的铁铬铝线310和钢芯铝绞线200保持电气隔离状态。当需要全线段融冰时,将高压电缆中铁铬铝线310的一端与电源连通即可。

[0066] 对于长距离输电,当需要局部段融冰时,检测各所述电缆段100上覆冰情况;将存在覆冰的电缆段100两端的连接器400中的绝缘套432拆下,使得导电杆431与外连接套420直接接触,进而实现内连接套410和外连接套420的电气连通,即实现该电缆段100中铁铬铝线310和钢芯铝绞线200电气连通,使得铁铬铝线310分流、发热、升温,实现该电缆段100的融冰。若间隔出现多个电缆段100分别覆冰,操作同上,可实现分段融冰。

[0067] 当内连接套410和外连接套420电气连通时,铁铬铝线310电位在非通电状态下与钢芯铝绞线200和铝绞线320的电位基本相同,对铁铬铝线310表面的耐高温绝缘层具有保护作用,避免耐高温绝缘层在高电场作用下被击穿。

[0068] 作为本发明提供的高压电缆的一种具体实施方式,请参阅图3,导电杆431为金属螺杆,与内连接套410螺纹连接,与外连接套420通过绝缘套432连接,绝缘套432为绝缘塑料片,内连接套410和外连接套420上分别设置有与金属螺杆螺纹配合或插接配合的安装孔,便于导电杆431的安装或拆卸,安装或拆卸导电杆431通过螺丝刀即可操作。且安装连接器400时,需将内连接套410和外连接套420上的安装孔对齐,以便导电杆431的安装。另外,绝缘套432的内孔包括上孔及位于上孔下方并与上孔连通的下孔,上孔孔径大于下孔孔径,便于导电杆431的插入。

[0069] 作为本发明提供的高压电缆的一种具体实施方式,请参阅图3,导电杆431的外端穿过外连接套420延伸至外连接套420外,便于操作者根据需要将导电杆431的外端与电源连通,从而实现某个电缆段100中铁铬铝线310的通电加热,进而实现该段电缆段100的融冰操作。

[0070] 本发明还提供一种电缆连接方法,用于连接本发明提供的高压电缆,包括以下步骤:

[0071] 1) 连接相邻两个电缆段100的铁铬铝线310;

[0072] 2) 连接相邻两个电缆段100的钢芯铝绞线200;

[0073] 步骤1) 包括以下步骤:

[0074] 21) 将各铁铬铝线310延伸出电缆段100部分靠近电缆段100的一端相互绞合形成一根铁铬铝绞线320;

[0075] 22) 将各铁铬铝线310远离电缆段100的一端分别拉直并刮除其上耐高温绝缘层,之后将各铁铬铝线310分散成伞骨状线头;

[0076] 23) 将两个电缆段100的伞骨状线头隔股对叉,之后通过多股芯线连接方式缠压。

[0077] 本发明提供的电缆连接方法,实现了相邻两个电缆段100中铁铬铝线310和钢芯铝绞线200的分别相互连接,且两者连接后不直接接触高压电缆。铁铬铝线310的端头靠近电缆段100的一端绞合为铁铬铝绞线320,实现了各铁铬铝线310的聚拢和伞骨状线头的支撑,保证了伞骨状线头连接的顺利进行。相邻两个电缆段100的伞骨状线头隔股对叉,再通过多股芯线连接方式缠压,耐振动,保证了相邻两个电缆段100中铁铬铝线310连接关系的稳定性,符合其使用要求。

[0078] 其中,相邻两个电缆段100的钢芯铝绞线200可采用市场上现有连接器400连接,也可采用本发明提出的连接器400连接。制作铁铬铝绞线320时用戴电工手套的手(不能用钳子以免破坏根部绝缘漆)绞紧。

[0079] 采用本发明提供的连接器400连接时,具体步骤如下:

[0080] 1) 将外连接套420依次套入待连接的两个电缆段100中其中一个电缆段100的端部;

[0081] 2) 整理两个电缆段100的相互连接端中各铁铬铝线310延伸出电缆段100的部分,并将内连接套410套入其中一个电缆段100的铁铬铝线310上;

[0082] 3) 连接两个电缆段100的铁铬铝线310,将内连接套410移到铁铬铝线310的连接点上,校准内连接套410让其上的连接孔开口与水平位置平行,然后压接内连接套410两端使内连接套410与铁铬铝线310紧密接触;4) 调整电缆终端头、外连接套420、内连接套410与两个电缆段100的相对位置,让外连接套420、内连接套410上的安装孔刚好相对,安装连接件430,固定内连接套410和外连接套420的相对位置;

[0083] 5) 压接外连接套420和内连接套410,完成两个电缆段100的连接。其中,压接工艺采用一般的冷缩方式即可。

[0084] 步骤2) 包括以下步骤:

[0085] 21) 将两个电缆段100的相互连接端的各铁铬铝线310延伸出电缆段100部分的靠近电缆段100的一端相互绞紧形成一根铁铬铝绞线320;

[0086] 22) 将内连接套410套设到其中一个电缆段100的铁铬铝绞线320上;

[0087] 23) 将两个电缆段100的相互连接端的各铁铬铝线310延伸出电缆段100部分的远离电缆段100的一端上的耐高温绝缘层分别刮除,并将该端各铁铬铝线310分别拉直并分散形成伞骨状线头;

[0088] 步骤3) 包括以下步骤:

[0089] 31) 将两个电缆段100的伞骨状线头隔股对叉,捏平后按多股芯线连接方式缠压。

[0090] 作为本发明提供的电缆连接方法的一种具体实施方式,铁铬铝线310被拉直部分长度为铁铬铝线310延伸出电缆段100部分长度的2/3。

[0091] 这使得铁铬铝线310用于连接的端头大部分被用于与另一个电缆段100的铁铬铝线310连接,进而保证了相邻两个电缆段100中铁铬铝线310连接关系的稳定性。

[0092] 本发明还提供一种应用高压电缆的除冰方法。所述除冰方法包括全线段融冰方法和/或局部段融冰方法,全线段融冰方法包括以下步骤:

[0093] 将铁铬铝线310与电源连通,直至高压电缆上的覆冰消除;局部段融冰方法包括以下步骤:

[0094] a) 检测各电缆段100上覆冰情况;

[0095] b) 将高压电缆与电源断开,将存在覆冰的电缆段100的铁铬铝线310的两端分别与钢芯铝绞线200的相应端部电气连接;

[0096] c) 将钢芯铝绞线200与电源连通。

[0097] 需要说明的是,高压电缆与电源断开/连接,指的是高压电缆中的钢芯铝绞线200与电源断开/连接。

[0098] 本发明提供的应用高压电缆的除冰方法,采用了上述高压电缆,实现了高压电缆的全线段融冰和/或至少一个电缆段100的局部段融冰。当整个高压电缆或高压电缆的大部分电缆段100均出现覆冰现象时,可采用全线段融冰方法,将高压电缆中的铁铬铝线310与电源连通即可,铁铬铝线310与电源连通后,铁铬铝线310会发热并将其热量传递给钢芯铝绞线200及载流加热层300中的铝绞线320,从而提高整个高压电缆的温度,实现高压电缆的融冰和防冰。当只有高压电缆中的少数电缆段100出现覆冰时,则可以采用局部段融冰方法,检测出发生覆冰的电缆段100,之后将该电缆段100中铁铬铝线310的两个端头分别与钢芯铝绞线200的相应端部电气连接,再将钢芯铝绞线200与电源连通,电流主体经钢芯铝绞线200进行传输,小部分电流则进入铁铬铝线310中,铁铬铝线310通电发热,自身温度升高同时带动该电缆段100整体温度增加,实现该电缆段100的融冰和防冰。

[0099] 其中,铁铬铝线310与钢芯铝绞线200的电气连接可以采用铁铬铝线310与钢芯铝绞线200的横截面直接相接的方式实现,也可以通过本发明所提供的连接器400实现,当采用本发明所提供的连接器400时,需将绝缘套432拆除,使得导电杆431直接与外连接套420相接,进而通过导电杆431实现外连接套420和内连接套410的电气连接,进而实现铁铬铝线310与钢芯铝绞线200的电气连接。

[0100] 本发明还提供一种除冰系统。请参阅图4和图5,所述除冰系统包括高压电缆和两个分别与高压电缆的两端连接的变压器500,高压电缆的两端分别设置有两个分头,一个分头由钢芯铝绞线200和铝绞线320组成,通过第一开关电路700与相应变压器500连接,另一个分头为铁铬铝线310,通过与第一开关电路700并联的第二开关电路800与同一变压器500连接。

[0101] 本发明提供的除冰系统,采用了本发明提供的高压电缆,并将高压电缆用于与变压器500连接的端头根据高压电缆中各丝线的功能分设为了两个分头,一个分头由铁铬铝线310构成,用于融冰时与钢芯铝绞线200并接,然后与变压器500连通,另一个分头由钢芯铝绞线200和载流加热层300中铝绞线320构成,用于正常载流。使用时,操作人员可根据除冰系统的使用需求控制第一开关电路700及第二开关电路800的导通或关闭,来实现载流和/或除冰功能。

[0102] 当仅需要载流时,将第二开关电路800断开,使第一开关电路700导通,仅高压电缆中用于载流部分(除开铁铬铝线310部分)与变压器500电气连通,铁铬铝线310与变压器500电气隔离,仅起到机械承载作用。当需要除冰时,将第一开关电路700和第二开关电路800均导通,此时高压电缆中各丝线分别与变压器500电气连通,既可以载流也可以防冰及融冰。采用本发明提供的除冰系统操作简单,除冰效果好。

[0103] 采用本发明提供的高压电缆及除冰系统除冰时,首先将位于两个升、降变压器500中部的某连接器400上的连接件430与外连接套420电气接通,其它连接器400上的连接件430与外连接套420绝缘连接。

[0104] (1)当高压电缆不需要除冰时,连接件430采用与外连接套420绝缘连接方式,且电缆两端的两个二分头与变压器500都不连通。(2)当高压电缆中某一个电缆段100需要除冰时,将位于该电缆段100两端的连接器400中的连接件430与相应外连接套420电气连通,使得该电缆段100中的铁铬铝线310与钢芯铝绞线200电气连通,从而使得铁铬铝线310分流、发热,实现该电缆段100温度的增加,实现该电缆段100的融冰操作。(3)当升、降压两个变压器500间的电缆靠近升压变压器半段或降压变压器半段需要融冰时,将第一开关电路700和第二开关电路800分别连通,进行全线段融冰。(4)当升、降压两变压器500间的电缆需要全线段融冰时,将第一开关电路700和第二开关电路800分别连通,进行全线段融冰。

[0105] 另外,除冰系统内还可以安装普通高压电缆,仅在需防冰的地段安装本发明提供的高压电缆即可。根据线路覆冰区段分布(结冰历史记录),应用本发明提供的高压电缆进行融冰可分两种策略,

[0106] 第一种策略:升压变压器和降压变压器之间全路段架设这样的高压电缆。融冰操作时,高压电缆中部某连接器400的内连接套410和外连接套420通过导电杆431实现电气连通。根据覆冰位置分布区段选择半路段或全路段融冰。半路段融冰时,将该路段末端或始端的铁铬铝线310的端头所在线路通过闭合第二开关电路800(与第一开关电路700并接)与升压变压器或降压变压器连接。该路段铁铬铝线310通电加热,高压电缆加热融冰。全路段融冰时,将该路段中铁铬铝线310两端的所在线路通过闭合第二开关电路800(与第一开关电路700并接)与两个变压器500分别连通。全路段铁铬铝线310通电加热,高压电缆加热融冰。

[0107] 第二种策略:升压变压器和降压变压器之间部分路段架设这样的高压电缆,整体高压电缆介于两变压器500之间,高压电缆的两端均不与升压变压器或降压变压器直接相接。融冰时,只要将高压电缆的铁铬铝线310两端端头与所在端头的钢芯铝绞线200通过连接器400上的连接件430连通,高压电缆便可加热融冰。

[0108] 需要强调的是,为防误操作,电缆实施融冰、防冰时必须与正常供电同时进行,绝不可以第一开关电路700未接通的情况下单独接通第二开关电路800,否则高压强电流让铁铬铝线310独自承载,立马烧坏高压电缆。因此,第一开关电路700可单独自由控制通断,

第二开关电路800只要接通,第一开关电路700必然同时与之接通。若要切断电缆电源,必须先断开第二开关电路800,然后断开第一开关电路700,绝不能相反。或者单独操作,融冰时,务必在第一开关电路700合闸的前提下才能合闸第二开关电路800。

[0109] 考虑到操作方便和能耗,建议采用第一种策略架设本发明提供的高压电缆,即在升、降压变压器间全路段架设这样的高压电缆,并采用二分法方式将中间某处连接器400(一般设置在某耐张杆上)的内连接套410和外连接套420的电气连接接通(即去掉套在导电杆431上的绝缘套432,将内连接套410和外连接套420用导电杆431连通,这样铁铬铝线310电位在非通电状态下与钢芯铝绞线200、铝绞线320电位基本相同,对铁铬铝线310表面的绝缘功能具有保护作用,而不至于在高电场作用下击穿),该连接器400将两变压器500间的高压电缆一分为二,其它连接器400的内连接套410和外连接套420处于电气隔离状态(导电杆431上的绝缘套432不取出)。高压电缆两端二分头2跟变压器500连接处,常态时为常规输电连接(即第一开关电路700连通,第二开关电路800断开)。根据覆冰路段分布接通升压变压器端每相二分头2对应的跌落式熔断器600或降压变压器端每相二分头2对应的跌落式熔断器600实施前半段融冰或后半段融冰,或同时全部接通升、降压变压器端每相二分头2对应的跌落式熔断器600(A2、B2、C2)实施全路段融冰。整个高压电缆的铺设及安装除了电缆头的连接分内、外两种连接以外,只需变压器500端每相增加一个跌落式熔断器600(A2、B2、C2)即可,其它操作与现行高压电缆相同,不会带来使用、操作上的不便。

[0110] 作为本发明提供的除冰系统的一种具体实施方式,请参阅图4和图5,第一开关电路700和第二开关电路800分别包括串联相应分头与相应变压器500的跌落式熔断器600。

[0111] 当高压电缆发生短路时,跌落式熔断器600中熔丝断开,电路断开,有效保护了变压器500,提高了除冰系统使用的安全性和较长的使用寿命。

[0112] 为进一步验证本发明提供的高压电缆的除冰效果良好,发明人对高压电缆的压降及防冰量进行了预算,预算时暂不考虑电感功率因数,电缆直径及相线间距等效性问题及其它漏电损耗,假定高压电缆铺设长度为10km,输送10kv高压。

[0113] 1.参照LGJ-240/40型电缆,钢芯210由位于电缆中央的1根钢芯线和围绕该钢芯线外的钢芯线层组成,钢芯线层由6根钢芯线绞合围成环形,铝绞线层220由双层铝绞线层构成,位于内侧的铝绞线层由10根铝绞线绞合而成,位于外侧的铝绞线层由16根铝绞线绞合而成。

[0114] 假定在20°C时额定电流为 $I_{\text{额}}=440\text{A}$,取长度 $L=1.0\text{m}$ 为研究对象,计算其压降。1米长电缆电阻分两部分(并联):7根钢芯线电阻(电阻率为 $\rho=3.35\times 10^{-8}\Omega\cdot\text{m}$)和26根铝绞线电阻(电阻率为 $\rho_{\text{Al}}=2.83\times 10^{-8}\Omega\cdot\text{m}$)分别为:

$$[0115] \quad R_{\text{steel}} = \rho_{\text{steel}} \frac{L}{S_{\text{steel}}} = 3.35 \times 10^{-8} \times \frac{1}{5.554346 \times 10^{-6} \times 7} = 0.0862 \times 10^{-2} \quad (1)$$

$$[0116] \quad R_{\text{Al}} = \rho_{\text{Al}} \frac{L}{S_{\text{Al}}} = 2.83 \times 10^{-8} \times \frac{1}{9.182 \times 10^{-6} \times 26} = 0.0118543 \times 10^{-2} \Omega \quad (2)$$

[0117] 1米长电缆总电阻为 $R_{\text{总}}$,表示为:

$$[0118] \quad \frac{1}{R_{\text{总}}} = \frac{1}{R_{\text{steel}}} + \frac{1}{R_{\text{Al}}} = \frac{1}{0.0862 \times 10^{-2}} + \frac{1}{0.0118543 \times 10^{-2}} \Rightarrow R_{\text{总}} = 0.01042122 \times 10^{-2} \Omega \quad (3)$$

[0119] 其压降为:

$$[0120] \quad \Delta U_1 = I_{\text{额}} R_{\text{总}} = 440\text{A} \times 0.01042122 \times 10^{-2} \Omega = 4.5853368 \times 10^{-2} \text{V} \quad (4)$$

[0121] 对应10km长路线压降为:

$$[0122] \quad \Delta U_{10000}^{20/26} = 10000 \Delta U_1 = 10000 \times 4.5853368 \times 10^{-2} \text{V} = 459 \text{V} \quad (5)$$

[0123] 电压损耗率为:

$$[0124] \quad \frac{0.459}{10} \times 100\% = 4.59\% \quad (6)$$

[0125] 按规定,高压供电线路电压损耗一般不超过线路额定电压7%。所以,即便考虑电抗等其它因素影响,上述线损可以忽略不计。

[0126] 2.若温度从20℃上升到70℃时电缆的压降

[0127] 假定在70℃时额定电流仍为 $I_{\text{额}} = 440 \text{A}$,取长度 $L = 1.0 \text{m}$ 为研究对象,计算其压降。1米长电缆电阻分两部分(并联):7根钢芯线电阻和26根铝绞线电阻分别为 R_{steel} 和 R_{Al} ,

[0128] 首先计算70℃时钢和铝的电阻率,基于金属材料电阻率和温度关系 $\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t)$ (α 和 ρ_0 分别为材料的温度系数,0℃时的电阻率,铝和钢的温度系数分别为 $\alpha_{\text{Al}} = 3.90 \times 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$, $\alpha_{\text{steel}} = 5.00 \times 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$)可建立70℃和室温20℃时电阻率之间的关系式:

$$[0129] \quad \rho_{70} = \frac{1+70\alpha}{1+20\alpha} \rho_{20} \quad (7)$$

[0130] 由此可计算70℃时铝和钢丝的电阻率分别为:

$$[0131] \quad \rho_{\text{Al}} = 3.342 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}, \rho_{\text{steel}} = 4.111 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \quad (8)$$

[0132] 铁-铬-铝合金电阻率本身很少,温度系数也很少,可近似认为不变。于是可计算:

$$[0133] \quad R_{\text{steel}} = \rho_{\text{steel}} \frac{L}{S_{\text{steel}}} = 4.11136365 \times 10^{-8} \times \frac{1}{5.554346 \times 10^{-6} \times 7} = 1.057438 \times 10^{-3} \Omega \quad (9)$$

$$[0134] \quad R_{\text{Al}} = \rho_{\text{Al}} \frac{L}{S_{\text{Al}}} = 3.341920 \times 10^{-8} \times \frac{1}{9.182 \times 10^{-6} \times 26} = 1.399863 \times 10^{-4} \Omega \quad (10)$$

[0135] 1米长电缆总电阻为 $R_{\text{总}}$,表示为:

$$[0136] \quad \frac{1}{R_{\text{总}}} = \frac{1}{R_{\text{steel}}} + \frac{1}{R_{\text{Al}}} = \frac{1}{1.057438 \times 10^{-3}} + \frac{1}{1.399863 \times 10^{-4}} \Rightarrow R_{\text{总}} = 1.2362103 \times 10^{-4} \Omega \quad (11)$$

[0137] 其压降为:

$$[0138] \quad \Delta U_1 = I_{\text{额}} R_{\text{总}} = 440 \text{A} \times 1.2362103 \times 10^{-4} \Omega = 0.05439325 \times 10^{-2} \text{V} \quad (12)$$

[0139] 对应10km长路线压降为:

$$[0140] \quad \Delta U_{10000}^{70} = 10000 \Delta U_1 = 10000 \times 0.05439325 \text{V} = 544 \text{V} \quad (13)$$

[0141] 线路电压损耗率为:

$$[0142] \quad \frac{0.544}{10} \times 100\% = 5.44\% \quad (14)$$

[0143] 那么温度从室温20℃上升到70℃时,每万米压降变化为:

$$[0144] \quad \Delta U_{10000}^{70-20} = \Delta U_{10000}^{70/26} - \Delta U_{10000}^{20/26} = 544 \text{V} - 459 \text{V} = 85 \text{V} \quad (15)$$

[0145] 同样以上损耗率及增加的损耗量也并不算什么。上述说明:LGJ-240/40高压电缆输电时,当温度从室温20℃上升到70℃时,电缆上压降的波动不会影响到正常供电。

[0146] 3.LGJ-240/40高压电缆去掉5根铝线(21根铝线输电)输电时的压降,即本发明提供的高压电缆的正常供电压降

[0147] 21根铝线电阻为:

[0148] $R_{Al} = \rho_{Al} \frac{L}{S_{Al}} = 2.83 \times 10^{-8} \times \frac{1}{9.182 \times 10^{-6} \times 26} = 0.01467675 \times 10^{-2} \Omega$ (16)

[0149] 此时1米长电缆总电阻为 $R_{总}$,表示为:

[0150] $\frac{1}{R_{总}} = \frac{1}{R_{steel}} + \frac{1}{R_{Al}} = \frac{1}{0.0862 \times 10^{-2}} + \frac{1}{0.01467675 \times 10^{-2}} \Rightarrow R_{总} = 0.0125414 \times 10^{-2} \Omega$ (17)

[0151] 其压降为:

[0152] $\Delta U_1 = I_{额总} R_{总} = 440A \times 0.0125414 \times 10^{-2} \Omega = 5.518216 \times 10^{-2} V$ (18)

[0153] 对应10km长路线压降为:

[0154] $\Delta U_{10000}^{20/21} = 10000 \Delta U_1 = 10000 \times 5.518216 \times 10^{-2} V = 552V$ (19)

[0155] 那么去掉5根铝线后,每万米压降变化为:

[0156] $\Delta U_{10000}^{21-26} = \Delta U_{10000}^{2021} - \Delta U_{10000}^{2026} = 552V - 459V = 93V$ (20)

[0157] 由此可见,去掉5根铝线后电缆压降改变量波动不大。

[0158] 线路电压损耗率为:

[0159] $\frac{0.552}{10} \times 100\% = 5.52\%$ (21)

[0160] 同样,以上损耗率及增加的损耗量也可以忽略不计,限定7%以内是可以做得到的。上述说明:LGJ-240/40高压电缆次外层5根铝绞线被同尺度的5根铁铬铝线取代后,非融冰输电情况下26根铝绞线连同内部的7根钢芯线共同负载供电变成21根铝绞线(5根铁铬铝电热线在非覆冰状态下仅承担机械载荷而不承担电载荷,只有在覆冰情况下启动防冰功能才承担机械和电流载荷两种功能)连同内部的7根钢芯线共同负载供电,每10km输电线上在室温20°C下的压降相比于26根铝绞线连同内部的7根钢芯线共同负载供电所产生的压降增加93-85=8V,这一增量微乎其微,所产生的压降损耗率不过5.52%,考虑其它损耗,压降损耗率控制在7%以下仍然是可以做得到的。因而本发明设计是可以满足使用要求的。

[0161] 4. 发热融冰量估算

[0162] 将LGJ-240/40电缆中靠近钢芯210的5根铝绞线替换为铁铬铝线310制成本发明提供的高压电缆,取1m长电缆为研究对象,通电120分钟,产热量可表示为:

[0163] $Q_{放} = 0.24 I^2 R t = 0.24 \times 440^2 \times 1.199652 \times 10^{-4} \times 120 \times 60 = 40133.254 cal$ (22)

[0164] 不考虑散热损耗,假定全部用于融冰,融冰量为 $m_{冰}$,表示为:

[0165] $Q_{吸} = \lambda_{冰} m_{冰} = Q_{放} \Rightarrow m_{冰} = \frac{Q_{放}}{\lambda_{冰}} = \frac{40133.254}{80} = 501.7g$ (23)

[0166] 其中冰溶解热 $\lambda_{冰}$ 为80cal/g其体积为:

[0167] $V_{冰} = \frac{m_{冰}}{\rho_{冰}} = \frac{501.7}{0.9} = 557.4 cm^3$ (24)

[0168] 按图示电缆覆冰后,冰的体积可表示为:

[0169] $V_{冰} = \pi (r^2 - r_0^2) L = \pi (r^2 - 1.083^2) \times 100 = 557.4 cm^3$

[0170] 这样的融冰量覆盖在电缆上,电缆半径变为 r ,表示为:

[0171] $r = \sqrt{\frac{557.4}{314} + 1.083^2} = 1.717 cm$ (26)

[0172] 则覆冰的厚度为:

[0173] $\Delta r = r - r_0 = 1.717 - 1.083 = 0.634\text{cm}$ (27)

[0174] 实际上,覆冰不等完全融化因重力作用及与表面防冰雪涂料的低粘附就会下落。两个小时内去冰量肯定远高于以上数据。上述估计表明:本发明提供的高压电缆的防冰、融冰效果是显著的。

[0175] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

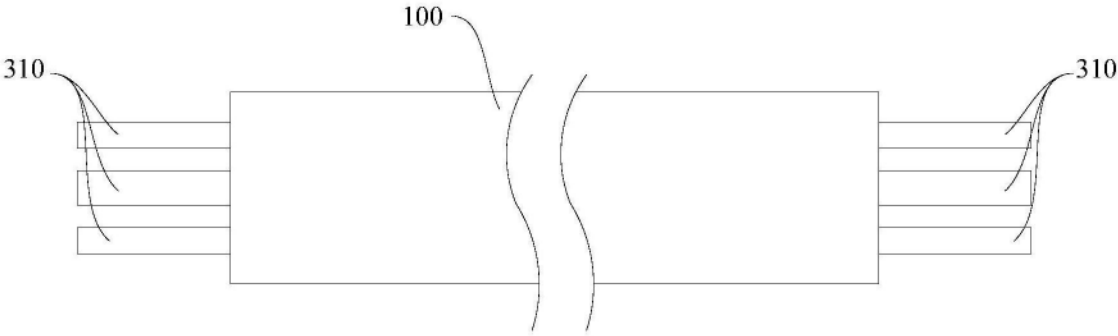


图1

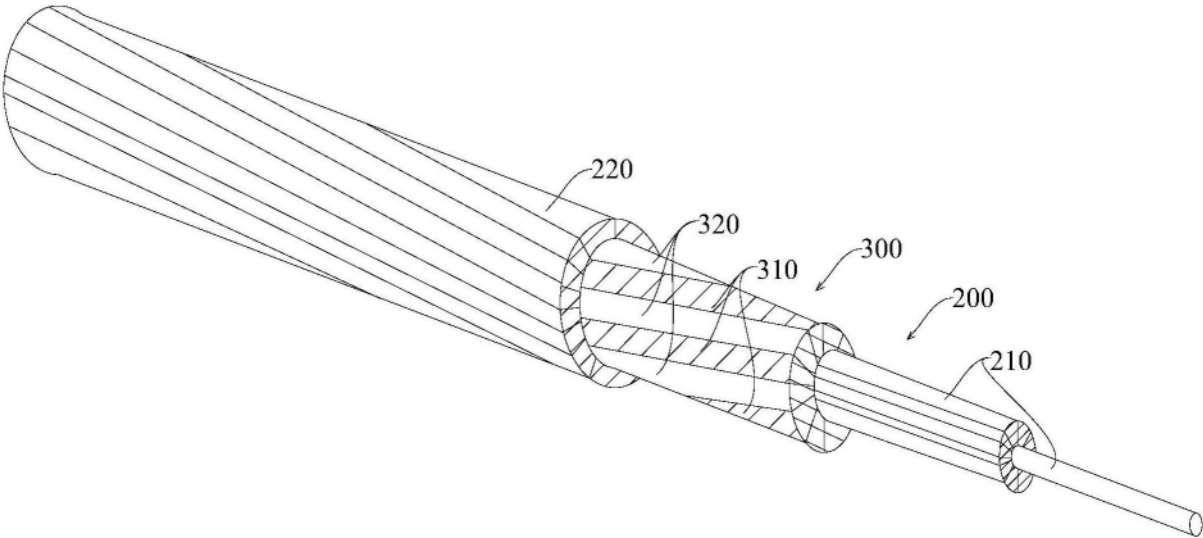


图2

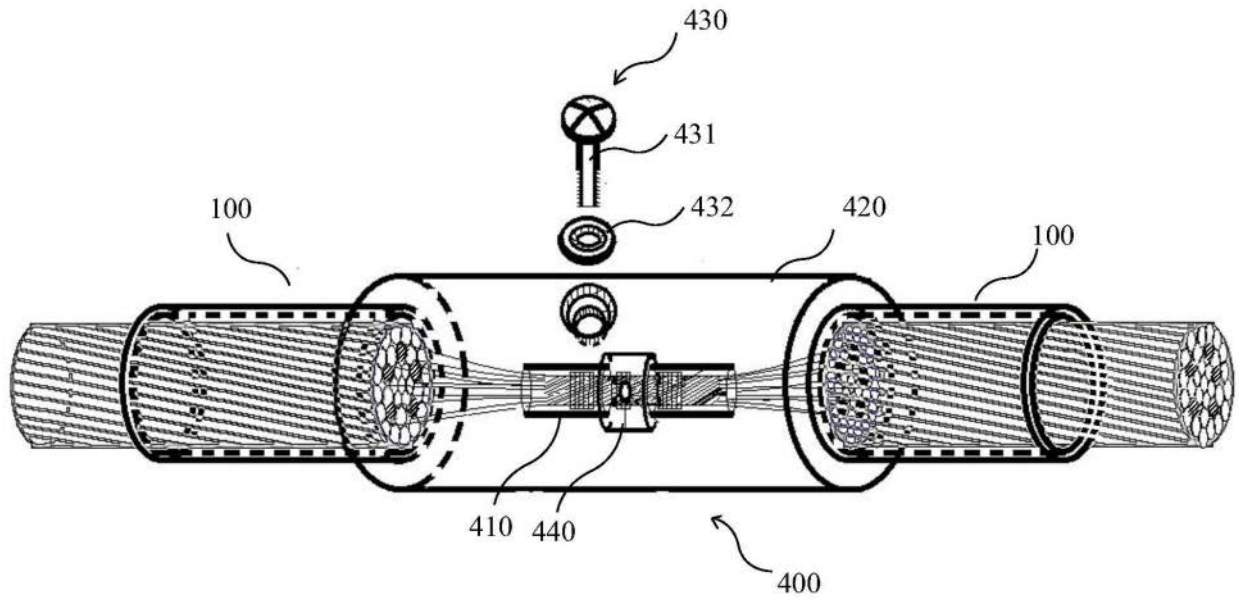


图3

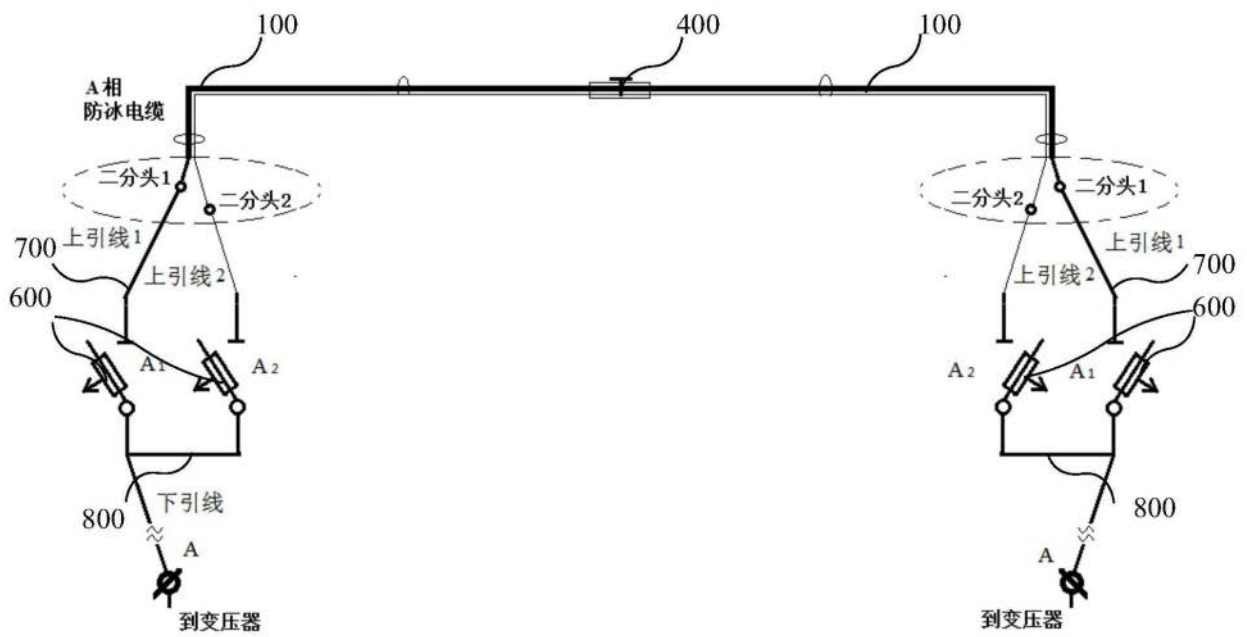


图4

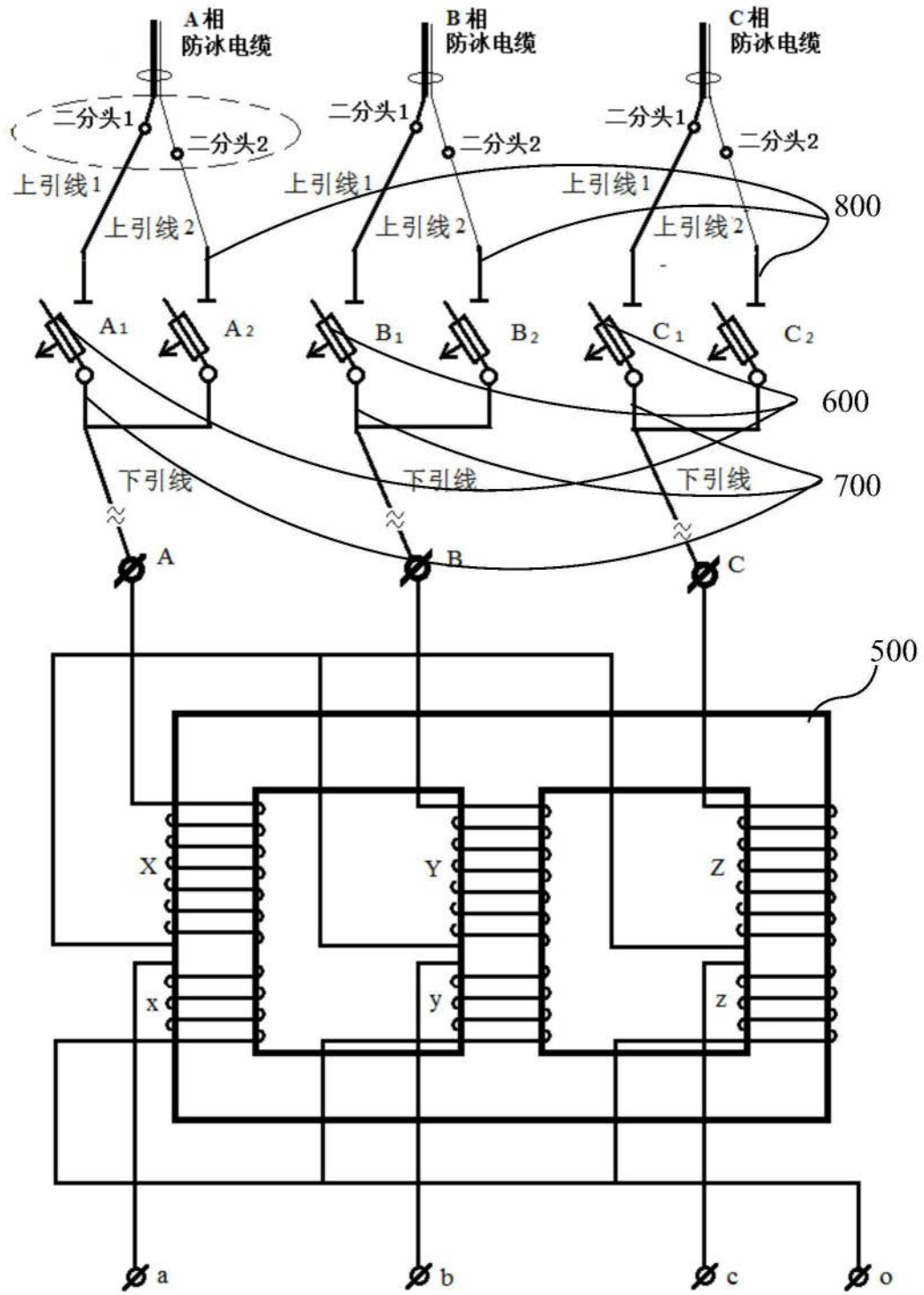


图5