(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109552113 A
(43)申请公布日 2019.04.02

(21)申请号 201811443332.1

(22)申请日 2018.11.29

(71)申请人 成都尚华电气有限公司
地址 610041 四川省成都市高新区肖家河二环路南四段16号

(72)发明人 李书谦 易东 苏骆宁

(51)Int.Cl.
B60M 3/00(2006.01)
H02H 7/28(2006.01)

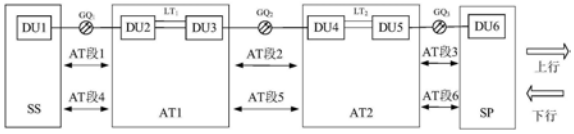
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统及其方法

(57)摘要

本发明公开了一种防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统及其方法，按照列车运行方向将牵引网的供电区段均分别定义为前方供电区段和后方供电区段，所述牵引网包括上行牵引网和下行牵引网，所述上行牵引网的供电区段分为AT段1、AT段2和AT段3，所述下行牵引网的供电区段分为AT段4、AT段5和AT段6；其中，所述牵引网分段保护联跳系统包括第一牵引网差动保护装置和第二牵引网差动保护装置、第三牵引网差动保护装置和第四牵引网差动保护装置、第五牵引网差动保护装置和第六牵引网差动保护装置。因此，本发明不仅能有效地解决牵引网分段供电后后方供电区段取流列车带电冲入故障跳闸后无电的前方供电区段而产生电弧烧坏接触网的问题。



CN 109552113 A

1.一种防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统,按照列车运行方向将牵引网的供电区段均分别定义为前方供电区段和后方供电区段,所述牵引网包括上行牵引网和下行牵引网,所述上行牵引网的供电区段分为AT段1、AT段2和AT段3,所述下行牵引网的供电区段分为AT段4、AT段5和AT段6;其特征在于,所述牵引网分段保护联跳系统包括用于AT段1和AT段4所在的前方供电区段出现短路故障时控制后方供电区段跳闸的第一牵引网差动保护装置(DU1)和第二牵引网差动保护装置(DU2)、用于AT段2和AT段5所在的前方供电区段出现短路故障时控制后方供电区段跳闸的第三牵引网差动保护装置(DU3)和第四牵引网差动保护装置(DU4)、用于AT段3和AT段6所在的前方供电区段出现短路故障时控制后方供电区段跳闸的第五牵引网差动保护装置(DU5)和第六牵引网差动保护装置(DU6);其中所述第一牵引网差动保护装置(DU1)通过第一光纤(GQ_1)与所述第二牵引网差动保护装置(DU2)通信连接,所述第二牵引网差动保护装置(DU2)通过第一联跳线(LT_1)与所述第三牵引网差动保护装置(DU3)连接,所述第三牵引网差动保护装置(DU3)通过第二光纤(GQ_2)与所述第四牵引网差动保护装置(DU4)通信连接,所述第四牵引网差动保护装置(DU4)通过第一联跳线(LT_2)与所述第五牵引网差动保护装置(DU5)连接,所述第五牵引网差动保护装置(DU5)通过第三光纤(GQ_3)与所述第六牵引网差动保护装置(DU6)通信连接。

2.根据权利要求1所述的防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统,其特征在于,所述AT段1与所述AT段2之间分别通过第一接触线关节式分段(FD_{T1})和第一连馈线关节式分段(FD_{F1})连接,所述AT段2与所述AT段3之间分别通过第二接触线关节式分段(FD_{T2})和第二连馈线关节式分段(FD_{F2})连接。

3.根据权利要求1所述的防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统,其特征在于,所述AT段4与所述AT段5之间分别通过第四接触线关节式分段(FD_{T4})和第四连馈线关节式分段(FD_{F4})连接,所述AT段5与所述AT段6之间分别通过第五接触线关节式分段(FD_{T5})和第五连馈线关节式分段(FD_{F5})连接。

4.根据权利要求1或2或3中所述的防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统,其特征在于,所述AT段1和AT段4分别依次位于变电所(SS)与第一AT所(AT1)之间的上行牵引网和下行牵引网,所述AT段2和AT段5分别依次位于第一AT所(AT1)与第二AT所(AT2)之间的上行牵引网和下行牵引网,所述AT段3和AT段6分别依次位于第二AT所(AT2)与分区所(SP)之间的上行牵引网和下行牵引网。

5.根据权利要求6中所述的防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统,其特征在于,所述第一牵引网差动保护装置(DU1)安装于所述变电所(SS)内,所述第二牵引网差动保护装置(DU2)和所述第三牵引网差动保护装置(DU3)安装于第一AT所(AT1)内,所述第四牵引网差动保护装置(DU4)和所述第五牵引网差动保护装置(DU5)安装于第二AT所(AT2)内,所述第六牵引网差动保护装置(DU6)安装于所述分区所(SP)内。

6.一种防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳方法,按照列车运行方向将牵引网的供电区段均分别定义为前方供电区段和后方供电区段,所述牵引网包括上行牵引网和下行牵引网,所述上行牵引网的供电区段分为AT段1、AT段2和AT段3,所述下行牵引网的供电区段分为AT段4、AT段5和AT段6;其特征在于,所述牵引网分段联跳方法具体包括如下:当AT段1、AT段2、AT段3、AT段4、AT段5和AT段6中任意所在的前方供电区段出现短路故障时,AT段1和AT段4所对应的第一牵引网差动保护装置(DU1)和第二牵引网差动保护装置

(DU2)或AT段2和AT段5所对应的第三牵引网差动保护装置(DU3)和第四牵引网差动保护装置(DU4)或AT段5和AT段6所对应的第五牵引网差动保护装置(DU5)和第六牵引网差动保护装置(DU6)检测到故障后跳开前方供电区段,同时发出联跳指令使后方供电区段跳闸,防止后方供电区段上的取流列车带电从后方供电区段进入前方供电区段。

7.根据权利要求6所述的防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳方法,其特征在于:所述牵引网分段联跳方法具体步骤包括如下:当AT段3发生TR短路故障时,第五牵引网差动保护装置(DU5)和第六牵引网差动保护装置(DU6)断开第二右上断路器(KT_{22})和第三接触线断路器(KT_3),同时将故障切除且第五牵引网差动保护装置(DU5)通过第二联跳线(LT_2)发联跳指令给第四牵引网差动保护装置(DU4);在第四牵引网差动保护装置(DU4)接到联跳指令后,判断到AT段2有列车取流后,断开第二左上断路器(KT_{21}),同时通过第二光纤(GQ_2)发指令给第三牵引网差动保护装置(DU3),第三牵引网差动保护装置(DU3)收到指令后断开第二右上断路器(KT_{12});在AT段2被联跳时,第三牵引网差动保护装置(DU3)通过第一联跳线(LT_1)发联跳指令给第二牵引网差动保护装置(DU2);在第二牵引网差动保护装置(DU2)接到联跳指令后,判断到AT段1有车取流后,断开第一左上断路器(KT_{11}),同时通过第一光纤(GQ_1)发指令给第一牵引网差动保护装置(DU1),第一牵引网差动保护装置(DU1)收到指令后断开第一接触线断路器(KT_1)。

8.根据权利要求6所述的防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳方法,其特征在于:所述牵引网分段联跳方法具体步骤包括如下:当AT段2发生TR短路故障时,第三牵引网差动保护装置(DU3)和第四牵引网差动保护装置(DU4)断开第二右上断路器(KT_{12})和第二左上断路器(KT_{21}),将故障切除的同时,第三牵引网差动保护装置(DU3)通过第一联跳线(LT_1)发联跳指令给第二牵引网差动保护装置(DU2);在第二牵引网差动保护装置(DU2)接到联跳指令后,判断到AT段1有车取流后,断开第一左上断路器(KT_{11}),同时通过第一光纤(GQ_1)发指令给第一牵引网差动保护装置(DU1),第一牵引网差动保护装置(DU1)收到指令后断开第一接触线断路器(KT_1)。

9.根据权利要求6所述的防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳方法,其特征在于:所述牵引网分段联跳方法具体步骤包括如下:当AT段3发生FR短路故障时,第五牵引网差动保护装置(DU5)和第六牵引网差动保护装置(DU6)断开第二右下断路器(KF_{22})和第三馈线断路器(KT_3),同时将故障切除且第五牵引网差动保护装置(DU5)通过第二联跳线(LT_2)发联跳指令给第四牵引网差动保护装置(DU4);在第四牵引网差动保护装置(DU4)接到联跳指令后,判断到AT段2有列车取流后,断开第二左下断路器(KF_{21}),同时通过第二光纤(GQ_2)发指令给第三牵引网差动保护装置(DU3),第三牵引网差动保护装置(DU3)收到指令后断开第二右下断路器(KF_{12});在AT段2被联跳时,第三牵引网差动保护装置(DU3)通过第一联跳线(LT_1)发联跳指令给第二牵引网差动保护装置(DU2);在第二牵引网差动保护装置(DU2)接到联跳指令后,判断到AT段1有车取流后,断开第一左下断路器(KF_{11}),同时通过第一光纤(GQ_1)发指令给第一牵引网差动保护装置(DU1),第一牵引网差动保护装置(DU1)收到指令后断开第一馈线断路器(KF_1)。

10.根据权利要求6所述的防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳方法,其特征在于:所述牵引网分段联跳方法具体步骤包括如下:当AT段2发生FR短路故障时,第三牵引网差动保护装置(DU3)和第四牵引网差动保护装置(DU4)断开第二右下断路器(KF_{12})和

第二左下断路器(KF_{21})，将故障切除的同时，第三牵引网差动保护装置(DU3)通过第一联跳线(LT_1)发联跳指令给第二牵引网差动保护装置(DU2)；在第二牵引网差动保护装置(DU2)接到联跳指令后，判断到AT段1有车取流后，断开第一左下断路器(KF_{11})，同时通过第一光纤(GQ_1)发指令给第一牵引网差动保护装置(DU1)，第一牵引网差动保护装置(DU1)收到指令后断开第一馈线断路器(KF_1)。

防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电气化铁路牵引供电技术领域，具体涉及一种防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统及其方法。

背景技术

[0002] 我国铁路建设举世瞩目，成绩斐然。截至2017年，我国铁路营业里程达到12.7万km，其中高速铁路运营里程增加到2.5万km，占世界三分之二，稳居世界第一。高速铁路无一例外地采用电力牵引。随着高速铁路里程的增加，牵引供电系统的安全、良好运行不能不受到高度重视。

[0003] 牵引网没有备用，且暴露于大自然中，加之弓网高速接触，容易导致故障的发生，引起断电，影响正常运行。电气化铁路牵引网结构复杂，故障定位困难，如果不能及时准确发现和排除故障，将延长停电时间，干扰正常运输。牵引网各种类型短路故障将导致牵引变电所馈线断路器跳闸，如果是全并联供电方式，则变电所上、下行馈线断路器将同时跳闸，整个供电臂都将中断供电，需要复杂的倒闸作业。

[0004] 全并联供电方式实现了上下行牵引网电气上的并联关系，但从可靠性功能的角度看，任一部件故障都将导致系统供电中断，其本质上是典型的串联系统，这就极大地降低了牵引供电的可靠性。解决方案是牵引网供电分段，缩小供电单元，实现快速隔离故障支路、故障定位及故障排除，增强继电保护的选择性、速动性、可靠性和灵敏性，缩小停电范围，提高故障抢修效率，最大限度减少牵引网故障对正常运输组织的影响和可能造成的巨大经济损失，实现铁路安全、可靠和高效运行。

[0005] 牵引网分段供电时，按照列车运行方向将供电区段定义为前方供电区段(下行牵引网)和后方供电区段(上行牵引网)，当前方供电区段出现短路故障，继电保护检测到故障跳开前方供电段后，后方供电段上的取流列车将有可能带电从后方供电段(有电)进入前方供电段(无电)，产生电弧，烧坏接触网，引起严重的塌网事故。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统及其方法，能有效地避免牵引网分段供电后，后方供电区段取流列车带负荷冲入前方发生短路故障并且被隔离的无电区段的过程中产生电弧烧坏接触网的技术问题。

[0007] 为了解决上述技术问题，本发明采用了一技术方案如下：

[0008] 一种防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统，按照列车运行方向将牵引网的供电区段均分别定义为前方供电区段和后方供电区段，所述牵引网包括上行牵引网和下行牵引网，所述上行牵引网的供电区段分为AT段1、AT段2和AT段3，所述下行牵引网的供电区段分为AT段4、AT段5和AT段6；其中，所述牵引网分段保护联跳系统包括用于AT段1和AT段4所在的前方供电段出现短路故障时控制后方供电段跳闸的第一牵引网差动保

护装置和第二牵引网差动保护装置、用于AT段2和AT段5所在的前方供电段出现短路故障时控制后方供电段跳闸的第三牵引网差动保护装置和第四牵引网差动保护装置、用于AT段3和AT段6所在的前方供电段出现短路故障时控制后方供电段跳闸的第五牵引网差动保护装置和第六牵引网差动保护装置;其中所述第一牵引网差动保护装置通过第一光纤与所述第二牵引网差动保护装置通信连接,所述第二牵引网差动保护装置通过第一联跳线与所述第三牵引网差动保护装置连接,所述第三牵引网差动保护装置通过第二光纤与所述第四牵引网差动保护装置通信连接,所述第四牵引网差动保护装置通过第一联跳线与所述第五牵引网差动保护装置连接,所述第五牵引网差动保护装置通过第三光纤与所述第六牵引网差动保护装置通信连接。

[0009] 优选地,所述AT段1与所述AT段2之间分别通过第一接触线关节式分段和第一连馈线关节式分段连接,所述AT段2与所述AT段3之间分别通过第二接触线关节式分段和第二连馈线关节式分段连接。

[0010] 优选地,所述AT段4与所述AT段5之间分别通过第四接触线关节式分段和第四连馈线关节式分段连接,所述AT段5与所述AT段6之间分别通过第五接触线关节式分段和第五连馈线关节式分段连接。

[0011] 进一步优选地,所述AT段1和AT段4分别依次位于变电所与第一AT所之间的上行牵引网和下行牵引网,所述AT段2和AT段5分别依次位于第一AT所与第二AT所之间的上行牵引网和下行牵引网,所述AT段3和AT段6分别依次位于第二AT所与分区所之间的上行牵引网和下行牵引网。

[0012] 具体地,所述第一牵引网差动保护装置安装于所述变电所内,所述第二牵引网差动保护装置和所述第三牵引网差动保护装置安装于第一AT所内,所述第四牵引网差动保护装置和所述第五牵引网差动保护装置安装于第二AT所内,所述第六牵引网差动保护装置安装于所述分区所内。

[0013] 为了解决上述技术问题,本发明采用了又一技术方案如下:

[0014] 一种防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳方法,按照列车运行方向将牵引网的供电区段均分别定义为前方供电区段和后方供电区段,所述牵引网包括上行牵引网和下行牵引网,所述上行牵引网的供电区段分为AT段1、AT段2和AT段3,所述下行牵引网的供电区段分为AT段4、AT段5和AT段6;其中,所述牵引网分段联跳方法具体包括如下:当AT段1、AT段2、AT段3、AT段4、AT段5和AT段6中任意所在的前方供电区段出现短路故障时,AT段1和AT段4所对应的第一牵引网差动保护装置和第二牵引网差动保护装置或AT段2和AT段5所对应的第三牵引网差动保护装置和第四牵引网差动保护装置或AT段5和AT段6所对应的第五牵引网差动保护装置和第六牵引网差动保护装置检测到故障后跳开前方供电段,同时发出联跳指令使后方供电段跳闸,防止后方供电段上的取流列车带电从后方供电段进入前方供电段。

[0015] 优选地,所述牵引网分段联跳方法具体步骤包括如下:当AT段3发生TR短路故障时,第五牵引网差动保护装置和第六牵引网差动保护装置断开第二右上断路器和第三接触线断路器,同时将故障切除且第五牵引网差动保护装置通过第二联跳线发联跳指令给第四牵引网差动保护装置;在第四牵引网差动保护装置接到联跳指令后,判断到AT段2有列车取流后,断开第二左上断路器,同时通过第二光纤发指令给第三牵引网差动保护装置,第三牵

引网差动保护装置收到指令后断开第二左上断路器;在AT段2被联跳时,第三牵引网差动保护装置通过第一联跳线发联跳指令给第二牵引网差动保护装置;在第二牵引网差动保护装置接到联跳指令后,判断到AT段1有车取流后,断开第一左上断路器,同时通过第一光纤发指令给第一牵引网差动保护装置,第一牵引网差动保护装置收到指令后断开第一接触线断路器。

[0016] 优选地,所述牵引网分段联跳方法具体步骤包括如下:当AT段2发生TR短路故障时,第三牵引网差动保护装置和第四牵引网差动保护装置断开第二左上断路器和第二左上断路器,将故障切除的同时,第三牵引网差动保护装置通过第一联跳线发联跳指令给第二牵引网差动保护装置;在第二牵引网差动保护装置接到联跳指令后,判断到AT段1有车取流后,断开第一左上断路器,同时通过第一光纤发指令给第一牵引网差动保护装置,第一牵引网差动保护装置收到指令后断开第一接触线断路器。

[0017] 优选地,所述牵引网分段联跳方法具体步骤包括如下:当AT段3发生FR短路故障时,第五牵引网差动保护装置和第六牵引网差动保护装置断开第二右下断路器和第三馈线断路器,同时将故障切除且第五牵引网差动保护装置通过第二联跳线发联跳指令给第四牵引网差动保护装置;在第四牵引网差动保护装置接到联跳指令后,判断到AT段2有列车取流后,断开第二左下断路器,同时通过第二光纤发指令给第三牵引网差动保护装置,第三牵引网差动保护装置收到指令后断开第二右下断路器;在AT段2被联跳时,第三牵引网差动保护装置通过第一联跳线发联跳指令给第二牵引网差动保护装置;在第二牵引网差动保护装置接到联跳指令后,判断到AT段1有车取流后,断开第一左下断路器,同时通过第一光纤发指令给第一牵引网差动保护装置,第一牵引网差动保护装置收到指令后断开第一馈线断路器。

[0018] 优选地,所述牵引网分段联跳方法具体步骤包括如下:当AT段2发生FR短路故障时,第三牵引网差动保护装置和第四牵引网差动保护装置断开第二右下断路器和第二左下断路器,将故障切除的同时,第三牵引网差动保护装置通过第一联跳线发联跳指令给第二牵引网差动保护装置;在第二牵引网差动保护装置接到联跳指令后,判断到AT段1有车取流后,断开第一左下断路器,同时通过第一光纤发指令给第一牵引网差动保护装置,第一牵引网差动保护装置收到指令后断开第一馈线断路器。

[0019] 与现有技术相比,本发明技术的有益效果是:

[0020] 一、按照列车运行方向将供电区段定义为前方供电区段和后方供电区段,当前方供电区段出现短路故障,继电保护检测到故障跳开前方供电段后,同时发出联跳指令使后方供电段跳闸,防止后方供电段上的取流列车带电从后方供电段(有电)进入前方供电段(无电),产生电弧,烧坏接触网,引起严重的塌网事故。

[0021] 二、本联跳方案适用于AT牵引网和直供牵引网的分段供电,也可用于全贯通同相供电。

[0022] 三、本联跳方案适用于有多个供电分段的供电臂。

[0023] 三、通用性好,易于实施。

附图说明

[0024] 图1是本发明实施例一中牵引网分段保护联跳系统的结构示意图。

[0025] 图2是本发明实施例一中牵引网分段保护联跳系统的具体结构示意图。

[0026] 图3是本发明实施例二中发生TR短路故障的具体结构示意图。

[0027] 图4是本发明实施例二中发生FR短路故障的具体结构示意图。

具体实施方式

[0028] 为了容易理解本发明的创造思想,特简要说明本发明的工作原理,具体为:设电气化铁路AT(自耦变压器)牵引网接触线为T,钢轨为R,正馈线为F,TR额定电压为UT,FR额定电压为UF。上行牵引网分为三个区段:AT段1,AT段2,AT段3,下行牵引网分为三个区段:AT段4,AT段5,AT段6。变电所与AT所1安装一对牵引网差动保护装置,该对牵引网差动保护装置之间通过光纤通信;AT所1与AT所2安装一对牵引网差动保护装置,该对牵引网差动保护装置之间通过光纤通信;AT所2与分区所安装一对牵引网差动保护装置,该对牵引网差动保护装置之间通过光纤通信。AT所1内的牵引网差动保护装置通过联跳线连接,AT所2内的牵引网差动保护装置通过联跳线连接。按照列车运行方向将供电区段定义为前方供电区段和后方供电区段,当前方供电区段出现短路故障,继电保护检测到故障跳开前方供电段后,同时发出联跳指令使后方供电段跳闸,防止后方供电段上的取流列车带电从后方供电段(有电)进入前方供电段(无电),产生电弧,烧坏接触网,引起严重的塌网事故。

[0029] 实施例一

[0030] 如图1所示,本发明实施例提供了一种防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳系统,按照列车运行方向将牵引网的供电区段均分别定义为前方供电区段和后方供电区段,所述牵引网包括上行牵引网和下行牵引网,所述上行牵引网的供电区段分为AT段1、AT段2和AT段3,所述下行牵引网的供电区段分为AT段4、AT段5和AT段6;其特征在于,所述牵引网分段保护联跳系统包括用于AT段1和AT段4所在的前方供电区段出现短路故障时控制后方供电段跳闸的第一牵引网差动保护装置DU1和第二牵引网差动保护装置DU2、用于AT段2和AT段5所在的前方供电区段出现短路故障时控制后方供电区段跳闸的第三牵引网差动保护装置DU3和第四牵引网差动保护装置DU4、用于AT段3和AT段6所在的前方供电区段出现短路故障时控制后方供电区段跳闸的第五牵引网差动保护装置DU5和第六牵引网差动保护装置DU6。在本发明实施例中,所述出现短路故障一般包括TR短路故障和FR短路故障,其中接触线T与钢轨R之间的额定电压为UT,负馈线F与钢轨R之间的额定电压为UF。

[0031] 如图2所示,所述第一牵引网差动保护装置DU1安装于所述变电所SS内,用于收发第一光纤GQ_1指令并控制第一接触线断路器KT_1、第一馈线断路器KF_1、第二接触线断路器KT_2和第一馈线断路器KF_2的断开;所述第二牵引网差动保护装置DU2安装于所述第一AT所AT1内,用于收发第一光纤GQ_1指令和第一联跳线LT_1联跳指令并控制第一左上断路器KT_{11}、第一左下断路器KF_{11}、第四左上断路器KT_{41}和第四左下断路器KF_{41}的断开;所述第三牵引网差动保护装置DU3安装于所述第一AT所AT1内,用于收发第一联跳线LT_1联跳指令和第二光纤GQ_2并控制第一右上断路器KT_{12}、第一右下断路器KF_{12}、第四右上断路器KT_{42}和第四右下断路器KF_{42}的断开;所述第四牵引网差动保护装置DU4安装于所述第二AT所AT2内,用于收发第二光纤GQ_2指令和第二联跳线LT_2联跳指令并控制第二左上断路器KT_{21}、第二左下断路器KF_{21}、第五左上断路器KT_{51}和第五左下断路器KF_{51}的断开;所述第五牵引网差动保护装置DU5安装于所述第二AT所AT2内,用于收发第二联跳线LT_2联跳指令和第三光纤GQ_3指令并控制第二右上

断路器KT_{22}、第二右下断路器KF_{22}、第五右上断路器KT_{52}和第五左下断路器KF_{51}的断开;所述第六牵引网差动保护装置DU6安装于所述分区所SP内,用于收发第三光纤GQ_3指令并控制第三接触线断路器KT_3、第三馈线断路器KF_3、第四接触线断路器KT_6和第四馈线断路器KF_6的断开。

[0032] 所述第一牵引网差动保护装置DU1通过第一光纤GQ_1与所述第二牵引网差动保护装置DU2通信连接,所述第二牵引网差动保护装置DU2通过第一联跳线LT_1与所述第三牵引网差动保护装置DU3连接,所述第三牵引网差动保护装置DU3通过第二光纤GQ_2与所述第四牵引网差动保护装置DU4通信连接,所述第四牵引网差动保护装置DU4通过第一联跳线LT_2与所述第五牵引网差动保护装置DU5连接,所述第五牵引网差动保护装置DU5通过第三光纤GQ_3与所述第六牵引网差动保护装置DU6通信连接。

[0033] 所述变电所SS与所述第一AT所AT1共用第一牵引网差动保护装置DU1和第二牵引网差动保护装置DU2,所述第一AT所AT1与所述第二AT所AT2共用第三牵引网差动保护装置DU3和第四牵引网差动保护装置DU4,所述第二AT所AT2与所述分区所SP共用第五牵引网差动保护装置DU5和第六牵引网差动保护装置DU6。

[0034] 继续如图2所示,所述牵引网分段保护系统的上行牵引网分为三个区段且分别为AT段1、AT段2和AT段3,所述AT段1与所述AT段2之间分别通过第一接触线关节式分段FD_{T1}和第一连馈线关节式分段FD_{F1}连接,所述AT段2与所述AT段3之间分别通过第二接触线关节式分段FD_{T2}和第二连馈线关节式分段FD_{F2}连接。

[0035] 所述AT段1一端分别通过安装于所述接触线T上的第一接触线断路器KT_1和安装于所述正馈线F上的第一馈线断路器KF_1与所述变电所SS连接;所述AT段1另一端分别通过安装于所述接触线T上的第一左上断路器KT_{11}和安装于所述正馈线F上的第一左下断路器KF_{11}与所述第一AT所AT1连接。所述AT段2一端分别通过安装于所述接触线T上的第一右上断路器KT_{12}和安装于所述正馈线F上的第一右下断路器KF_{12}与所述第一AT所AT1连接,所述AT段2另一端分别通过安装于所述接触线T上的第二左上断路器KT_{21}和安装于所述正馈线F上的第二左下断路器KF_{21}与所述第二AT所AT2连接。所述AT段3一端分别通过安装于所述接触线T上的的第二右上断路器KT_{22}和安装于所述正馈线F上的第四右下断路器KF_{22}与所述第二AT所AT2连接,所述AT段3另一端分别通过安装于所述接触线T上的第三接触线断路器KT_3和安装于所述正馈线F上的第三馈线断路器KF_3与所述分区所SP连接。

[0036] 继续如图2所示,所述牵引网分段保护系统的下行牵引网分为三个区段且分别为AT段4、AT段5和AT段6,所述AT段4与所述AT段5之间分别通过第四接触线关节式分段FD_{T4}和第四连馈线关节式分段FD_{F4}连接,所述AT段5与所述AT段6之间分别通过第五接触线关节式分段FD_{T5}和第五连馈线关节式分段FD_{F5}连接。

[0037] 所述AT段4一端分别通过安装于所述接触线T上的第二接触线断路器KT_2和安装于所述正馈线F上的第二馈线断路器KF_2与所述变电所SS连接;所述AT段4另一端分别通过安装于所述接触线T上的第四左上断路器KT_{41}和安装于所述正馈线F上的第四左下断路器KF_{41}与所述第一AT所AT1连接。所述AT段5一端分别通过安装于所述接触线T上的第四右上断路器KT_{42}和安装于所述正馈线F上的第四右下断路器KF_{42}与所述第一AT所AT1连接,所述AT段4另一端分别通过安装于所述接触线T上的第五左上断路器KT_{51}和安装于所述正馈线F上的第五左下断路器KF_{51}与所述第二AT所AT2连接。所述AT段6一端分别通过安装于所述接触线T上

的第五右上断路器KT_{52}和安装于所述正馈线F上的第五右下断路器KF_{52}与所述第二AT所AT2连接，所述AT段6另一端分别通过安装于所述接触线T上的第四接触线断路器KT_6和安装于所述正馈线F上的第四馈线断路器KF_6与所述分区所SP连接。

[0038] 实施例二

[0039] 如图3和图4所示，本发明实施例提供了一种防止列车带电进入无电区段的牵引网分段保护联跳方法，按照列车运行方向将牵引网的供电区段均分别定义为前方供电区段和后方供电区段，所述牵引网包括上行牵引网和下行牵引网，所述上行牵引网的供电区段分为AT段1、AT段2和AT段3，所述下行牵引网的供电区段分为AT段4、AT段5和AT段6；所述牵引网分段联跳方法具体包括如下：当AT段1、AT段2、AT段3、AT段4、AT段5和AT段6中任意所在的前方供电区段出现短路故障时，AT段1和AT段4所对应的第一牵引网差动保护装置DU1和第二牵引网差动保护装置DU2或AT段2和AT段5所对应的第三牵引网差动保护装置DU3和第四牵引网差动保护装置DU4或AT段5和AT段6所对应的第五牵引网差动保护装置DU5和第六牵引网差动保护装置DU6检测到故障后跳开前方供电区段，同时发出联跳指令使后方供电区段跳闸，防止后方供电区段上的取流列车带电从后方供电区段进入前方供电区段。所述前方供电区段和所述后方供电区段是相对的，比如：当上行牵引网中AT段2发生故障，则按照列车运行方向，AT段2的前方供电区段为AT段3，AT段2的后方供电区段为AT段1；当上行牵引网中AT段3发生故障，则按照列车运行方向，AT段3的后方供电区段为AT段1和AT段2。

[0040] 如图3所示，当AT段3发生TR短路故障时，第五牵引网差动保护装置DU5和第六牵引网差动保护装置DU6断开第二右上断路器KT_{22}和第三接触线断路器KT_3，同时将故障切除且第五牵引网差动保护装置DU5通过第二联跳线LT_2发联跳指令给第四牵引网差动保护装置DU4；在第四牵引网差动保护装置DU4接到联跳指令后，判断到AT段2有列车取流后，断开第二左上断路器KT_{21}，同时通过第二光纤GQ_2发指令给第三牵引网差动保护装置DU3，第三牵引网差动保护装置DU3收到指令后断开第二左上断路器KT_{12}；在AT段2被联跳时，第三牵引网差动保护装置DU3通过第一联跳线LT_1发联跳指令给第二牵引网差动保护装置DU2；在第二牵引网差动保护装置DU2接到联跳指令后，判断到AT段1有车取流后，断开第一左上断路器KT_{11}，同时通过第一光纤GQ_1发指令给第一牵引网差动保护装置DU1，第一牵引网差动保护装置DU1收到指令后断开第一接触线断路器KT_1。这样AT段1的T线失电，其上运行列车就不会带电从AT段1进入AT段2(接触线T线已经联跳失电)，避免了电弧烧坏FD_{T1}的风险。同时在上述情况下，下行牵引网中的AT段4、AT段5以及AT段6供电不受故障影响。同理，AT段6发生TR短路故障时，与上述AT段3发生TR短路故障的分段联跳方法基本相同，在此不再赘述。

[0041] 当AT段2发生TR短路故障时，第三牵引网差动保护装置DU3和第四牵引网差动保护装置DU4断开第二左上断路器KT_{12}和第二左上断路器KT_{21}，将故障切除的同时，第三牵引网差动保护装置DU3通过第一联跳线LT_1发联跳指令给第二牵引网差动保护装置DU2；在第二牵引网差动保护装置DU2接到联跳指令后，判断到AT段1有车取流后，断开第一左上断路器KT_{11}，同时通过第一光纤GQ_1发指令给第一牵引网差动保护装置DU1，第一牵引网差动保护装置DU1收到指令后断开第一接触线断路器KT_1。这样AT段1的T线失电，其上运行列车就不会带电从AT段1进入AT段2(T线已经保护跳闸失电)，避免了电弧烧坏FD_{T1}的风险。这种情况下，上行AT段3、下行AT段4、AT段5、AT段6供电不受故障影响。同理，AT段5发生TR短路故障时，与上述AT段2发生TR短路故障的分段联跳方法基本相同，在此不再赘述。

[0042] 如图4所示，当AT段3发生FR短路故障时，第五牵引网差动保护装置DU5和第六牵引网差动保护装置DU6断开第二右下断路器KF_{22}和第三馈线断路器KT_3，同时将故障切除且第五牵引网差动保护装置DU5通过第二联跳线LT_2发联跳指令给第四牵引网差动保护装置DU4；在第四牵引网差动保护装置DU4接到联跳指令后，判断到AT段2有列车取流后，断开第二左下断路器KF_{21}，同时通过第二光纤GQ_2发指令给第三牵引网差动保护装置DU3，第三牵引网差动保护装置DU3收到指令后断开第二右下断路器KF_{12}；在AT段2被联跳时，第三牵引网差动保护装置DU3通过第一联跳线LT_1发联跳指令给第二牵引网差动保护装置DU2；在第二牵引网差动保护装置DU2接到联跳指令后，判断到AT段1有车取流后，断开第一左下断路器KF_{11}，同时通过第一光纤GQ_1发指令给第一牵引网差动保护装置DU1，第一牵引网差动保护装置DU1收到指令后断开第一馈线断路器KF_1。同理，AT段6发生FR短路故障时，与上述AT段3发生TR短路故障的分段联跳方法基本相同，在此不再赘述。

[0043] 所述牵引网分段联跳方法具体步骤包括如下：当AT段2发生FR短路故障时，第三牵引网差动保护装置DU3和第四牵引网差动保护装置DU4断开第二右下断路器KF_{12}和第二左下断路器KF_{21}，将故障切除的同时，第三牵引网差动保护装置DU3通过第一联跳线LT_1发联跳指令给第二牵引网差动保护装置DU2；在第二牵引网差动保护装置DU2接到联跳指令后，判断到AT段1有车取流后，断开第一左下断路器KF_{11}，同时通过第一光纤GQ_1发指令给第一牵引网差动保护装置DU1，第一牵引网差动保护装置DU1收到指令后断开第一馈线断路器KF_1。同理，AT段5发生FR短路故障时，与上述AT段2发生TR短路故障的分段联跳方法基本相同，在此不再赘述。

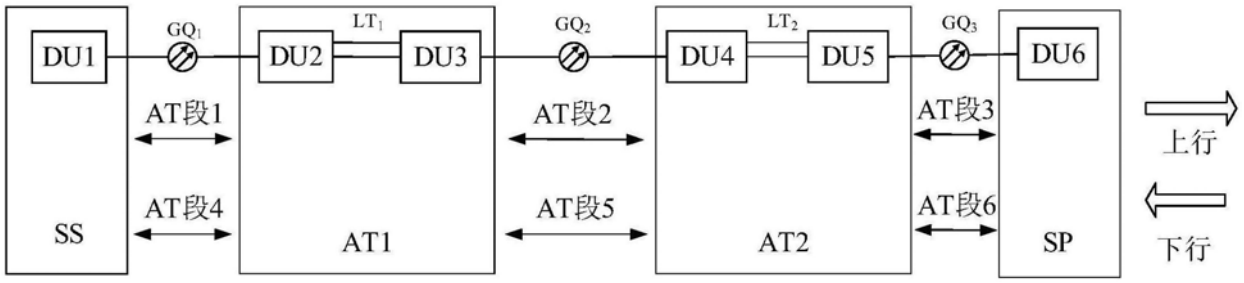

DU1
GQ1
DU2
LT1
DU3
GQ2
DU4
LT2
DU5
GQ3
DU6
AT段1
AT段2
AT段3
AT段4
AT段5
AT段6
SS
AT1
AT2
SP
上行
下行

图1

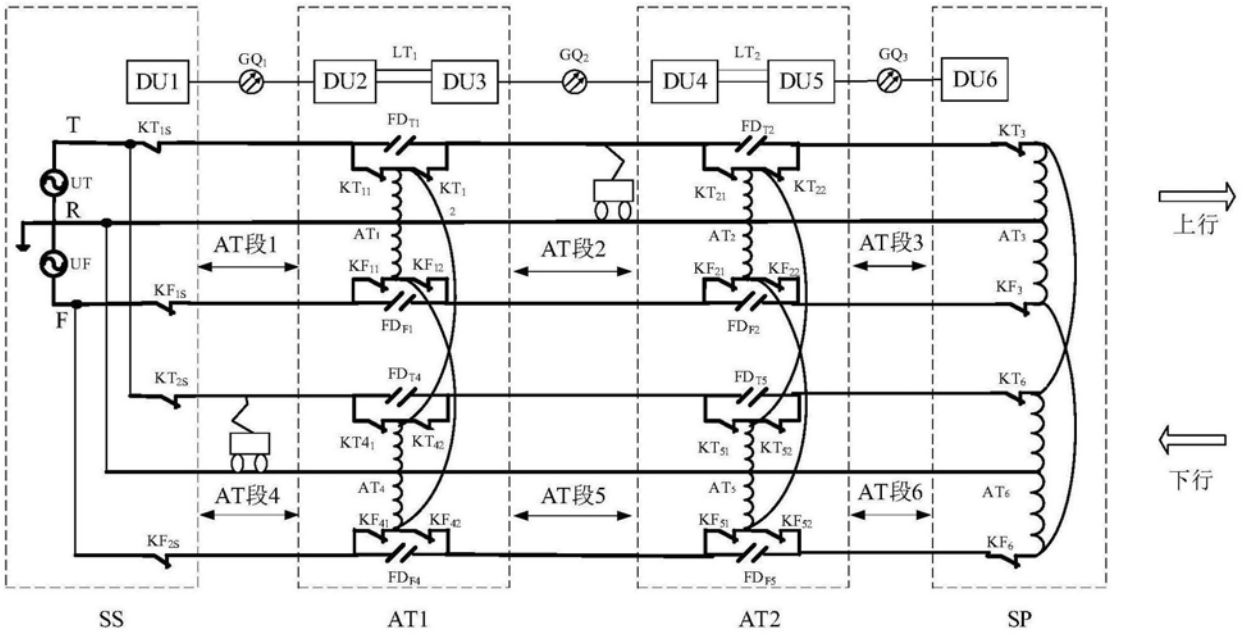

DU1
GQ1
DU2
LT1
DU3
GQ2
DU4
LT2
DU5
GQ3
DU6
T
R
F
UT
UF
KT1S
KT2S
KF1S
KF2S
FDT1
FDT2
FDT4
FDT5
FDF1
FDF2
FDF4
FDF5
KT11
KT12
KT21
KT22
KT41
KT42
KT51
KT52
KF11
KF12
KF21
KF22
KF41
KF42
KF51
KF52
KT3
KT6
KF3
KF6
AT段1
AT段2
AT段3
AT段4
AT段5
AT段6
上行
下行
SS
AT1
AT2
SP

图2

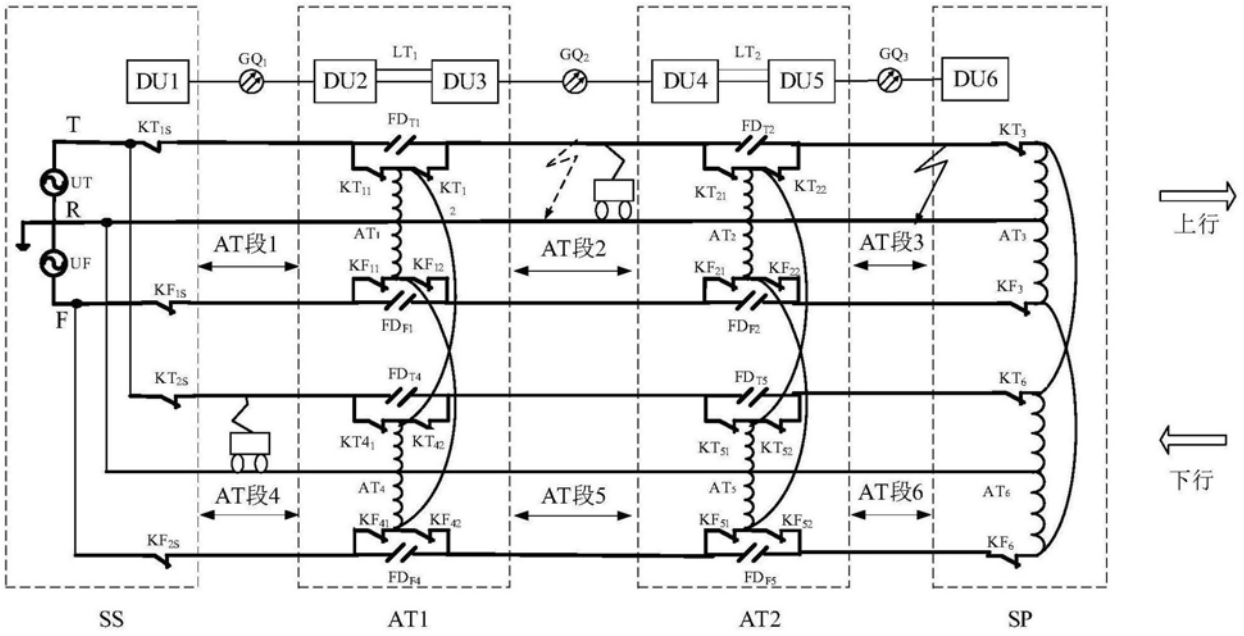

DU1
DU2
DU3
DU4
DU5
DU6
GQ1
GQ2
GQ3
LT1
LT2
T
R
F
UT
UF
AT段1
AT段2
AT段3
AT段4
AT段5
AT段6
上行
下行
SS
AT1
AT2
SP

图3

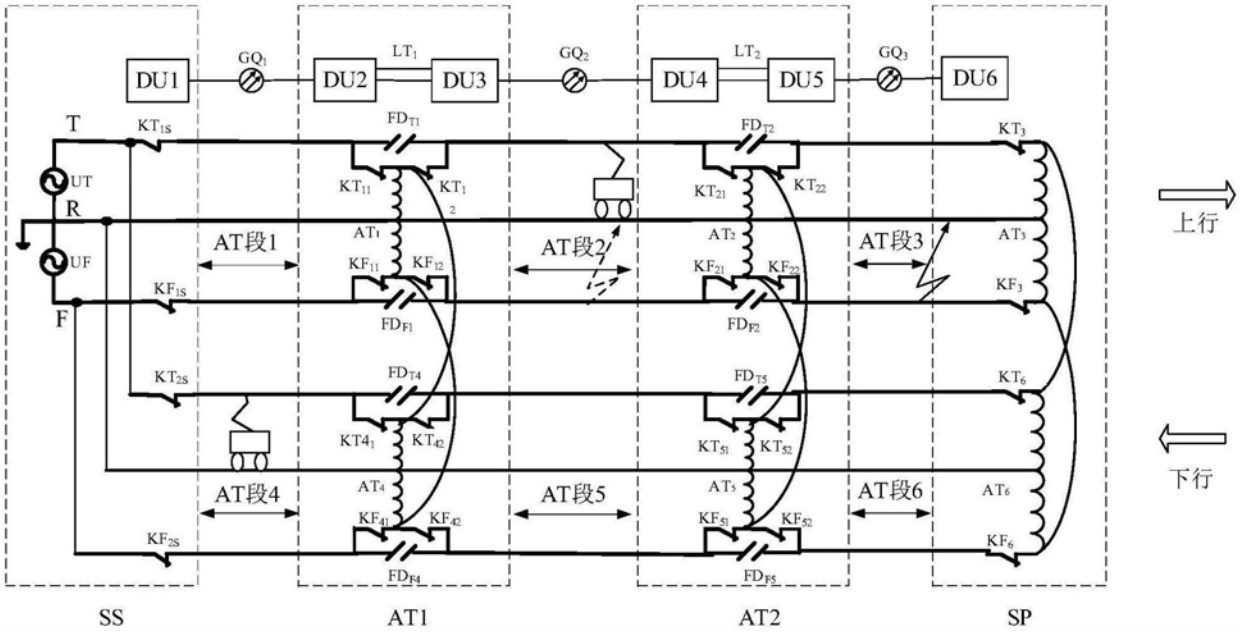

DU1
DU2
DU3
DU4
DU5
DU6
GQ1
GQ2
GQ3
LT1
LT2
T
R
F
UT
UF
AT段1
AT段2
AT段3
AT段4
AT段5
AT段6
上行
下行
SS
AT1
AT2
SP

图4