



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107015102 A

(43)申请公布日 2017.08.04

(21)申请号 201710335974.9

(22)申请日 2017.05.12

(71)申请人 武汉中直电气股份有限公司

地址 430040 湖北省武汉市东西湖区海口
电力工业园1298号

(72)发明人 李蕾 潘拥军 张光平 何贤伟
毛征 孟少华 汪文杰 陶宏杰
张强

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限
公司 11212

代理人 陈薇

(51)Int.Cl.

G01R 31/02(2006.01)

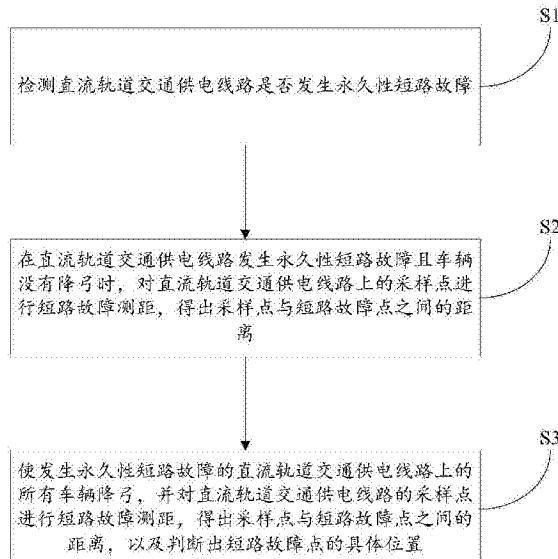
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种直流轨道交通供电线路短路故障的测
距方法及系统

(57)摘要

本发明涉及一种直流轨道交通供电线路短
路故障的测距方法及系统，其方法包括以下步
骤，S1，检测直流轨道交通供电线路是否发生永
久性短路故障；S2，在直流轨道交通供电线路发
生永久性短路故障且车辆没有降弓时，对直流轨
道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距，
得出采样点与短路故障点之间的距离。本发明的
方法可以避免现有技术中需要车辆停止依靠大
量人力物力查找短路故障的弊端；本发明能快速
找出短路故障发生点，对轨道交通安全、经济运
营具有重要意义。



1. 一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法,其特征在于:包括以下步骤,
S1,检测直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障;
S2,在直流轨道交通供电线路发生永久性短路故障且车辆没有降弓时,对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距,得出采样点与短路故障点之间的距离。
2. 根据权利要求1所述的一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法,其特征在于:若直流轨道交通供电线路发生永久性短路后的过度电阻非零,还包括,
S3,使发生永久性短路故障的直流轨道交通供电线路上的所有车辆降弓,并对直流轨道交通供电线路的采样点进行短路故障测距,得出采样点与短路故障点之间的距离,以及判断出短路故障点的具体位置。
3. 根据权利要求1或2所述的一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法,其特征在于:对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距的过程具体为,
S01,对直流轨道交通供电线路上的采样点持续一预设时间施加一恒定电流,并在每一时刻采集采样点处的电压值和电流值;
S02,根据采样点在同一时刻采集到的电压值和电流值计算出直流轨道交通供电线路上的分段电阻,并结合钢轨或者接触网的电阻特性计算出采样点与短路故障点之间的初始长度;
S03,对计算出的每一时刻的采样点与短路故障点之间的初始长度采用最小二乘法处理得出采样点与短路故障点之间的精确距离。
4. 根据权利要求3所述的一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法,其特征在于:S3中判断出短路故障点的具体位置包括,
若短路故障点两侧的采样点采集的电流之和为零,则短路故障发生在车辆上,否则发生在接触网上。
5. 根据权利要求1所述的一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法,其特征在于:S1具体为,连续多次检测直流轨道交通供电线路的残余电阻,根据每次检测到的残余电阻判断直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障。
6. 根据权利要求5所述的一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法,其特征在于:若每次检测到的残余电阻值均小于预设的残余电阻值时,则直流轨道交通供电线路发生了永久性短路故障,否则直流轨道交通供电线路没有发生永久性短路故障。
7. 一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距系统,其特征在于:包括永久性短路故障检测模块和短路故障测距模块,
所述永久性短路故障检测模块用于检测直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障;
所述短路故障测距模块用于在直流轨道交通供电线路发生永久性短路故障且车辆没有降弓时,对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距,得出采样点与短路故障点之间的距离。
8. 根据权利要求7所述的一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距系统,其特征在于:所述短路故障测距模块还用于在直流轨道交通供电线路发生永久性短路故障且车辆降弓时,对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距,得出采样点与短路故障点之间的距离。

一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道交通故障检测领域,具体涉及一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法及系统。

背景技术

[0002] 轨道交通直流牵引供电系统发生短路故障后,需要快速查找出故障点,以便尽快恢复运行。目前国内、外均无针对直流轨道交通供电线路故障测距的方法和产品。发生故障后,只能人工查找,使得故障恢复时间很长,还耗费了大量的人力。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是提供一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法及系统,能快速找出短路故障发生点,对轨道交通安全、经济运营具有重要意义。

[0004] 本发明解决上述技术问题的技术方案如下:一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法,包括以下步骤,

[0005] S1,检测直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障;

[0006] S2,在直流轨道交通供电线路发生永久性短路故障且车辆没有降弓时,对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距,得出采样点与短路故障点之间的距离。

[0007] 本发明的有益效果是:在本发明一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法中,检测直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障是自动启动检测的,若检测到发生永久性短路故障,此时的车辆没有降弓(运行中),可以自动启动直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距,得出采样点与短路故障点之间的距离,避免现有技术中需要车辆停止依靠大量人力物力查找短路故障的弊端;本发明能快速找出短路故障发生点,对轨道交通安全、经济运营具有重要意义。

[0008] 在上述技术方案的基础上,本发明还可以做如下改进。

[0009] 进一步,若直流轨道交通供电线路发生永久性短路后的过渡电阻非零,还包括,

[0010] S3,使发生永久性短路故障的直流轨道交通供电线路上的所有车辆降弓,并对直流轨道交通供电线路的采样点进行短路故障测距,得出采样点与短路故障点之间的距离,以及判断出短路故障点的具体位置。

[0011] 采用上述进一步方案的有益效果是:S2中短路故障测距时,线路上的车辆没有降弓,因此,车辆负荷可能会对测距结果有一些影响,如果为金属性短路故障,过渡电阻(相当于短路情况等效为金属材料造成的,其等效电阻RF大小为零)为零,则S2中短路测距结果是相对准确的,如果短路过渡电阻非零,则第一次测距结果会有误差,因此,需要在车辆降弓后(车辆停止)再启动一次短路故障测距,可以相对精确的测量出采样点与短路故障点之间的距离,更重要的是还可以判断出短路故障点的具体位置。

[0012] 进一步,对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距的过程具体为,

[0013] S01,对直流轨道交通供电线路上的采样点持续一预设时间施加一恒定电流,并在

每一时刻采集采样点处的电压值和电流值；

[0014] S02，根据采样点在同一时刻采集到的电压值和电流值计算出直流轨道交通供电线路上的分段电阻，并结合钢轨或者接触网的电阻特性计算出采样点与短路故障点之间的初始长度；

[0015] S03，对计算出的每一时刻的采样点与短路故障点之间的初始长度采用最小二乘法处理得出采样点与短路故障点之间的精确距离。

[0016] 采用上述进一步方案的有益效果是：本发明通过向直流轨道交通供电线路持续一预设时间施加一恒定电流，由于每一个时刻的采样点都能得到一个定位结果，故可使用最小二乘法可求出故障距离的精确解，其测距方法简单，测距结果精确。

[0017] 进一步，S3中判断出短路故障点的具体位置包括，

[0018] 若短路故障点两侧的采样点采集的电流之和为零，则短路故障发生在车辆上，否则发生在接触网上。

[0019] 采用上述进一步方案的有益效果是：在车辆降弓后进行短路故障测距，可以判断出短路故障是发生在车上的还是在接触网上的，并可排除车辆负荷带来的误差影响。

[0020] 进一步，S1具体为，连续多次检测直流轨道交通供电线路的残余电阻，根据每次检测到的残余电阻判断直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障。

[0021] 进一步，若每次检测到的残余电阻值均小于预设的残余电阻值时，则直流轨道交通供电线路发生了永久性短路故障，否则直流轨道交通供电线路没有发生永久性短路故障。

[0022] 基于上述一种流轨道交通供电线路短路故障的测距方法，本发明还提供一种流轨道交通供电线路短路故障的测距系统。

[0023] 一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距系统，包括永久性短路故障检测模块和短路故障测距模块，

[0024] 所述永久性短路故障检测模块用于检测直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障；

[0025] 所述短路故障测距模块用于在直流轨道交通供电线路发生永久性短路故障且车辆没有降弓时，对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距，得出采样点与短路故障点之间的距离。

[0026] 本发明的有益效果是：在本发明一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距系统中，永久性短路故障检测模块检测直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障是自动启动检测的，若检测到发生永久性短路故障，此时的车辆没有降弓（运行中），可以自动启动短路故障测距模块进行直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距，得出采样点与短路故障点之间的距离，避免现有技术中需要车辆停止依靠大量人力物力查找短路故障的弊端；本发明能快速找出短路故障发生点，对轨道交通安全、经济运营具有重要意义。

[0027] 在上述技术方案的基础上，本发明还可以做如下改进。

[0028] 进一步，所述短路故障测距模块还用于在直流轨道交通供电线路发生永久性短路故障且车辆降弓时，对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距，得出采样点与短路故障点之间的距离。

[0029] 采用上述进一步方案的有益效果是：短路故障测距模块在线路上的车辆没有降弓

进行测距,车辆负荷可能会对测距结果有一些影响,如果为金属性短路故障,过渡电阻(相当于短路情况等效为金属材料造成的,其等效电阻RF大小为零)为零,测距结果是相对准确的,如果短路过渡电阻非零,则第一次测距结果会有误差,因此,需要在车辆降弓后(车辆停止)启动短路故障测距模块再进行一次短路故障测距,可以相对精确的测量出采样点与短路故障点之间的距离,更重要的是还可以判断出短路故障点的具体位置。

附图说明

- [0030] 图1为本发明一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法的流程图;
- [0031] 图2为本发明一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法中短路故障测距的原理图;
- [0032] 图3为本发明一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距系统的部分状态图;
- [0033] 图4为本发明一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距系统中测量馈线电压和线路电阻的等效转换电路图;
- [0034] 图5为图4中Kc接通后的等效电路图;
- [0035] 图6为直流轨道交通供电线路等效电路图。

具体实施方式

[0036] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

- [0037] 如图1所示,一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法,包括以下步骤,
- [0038] S1,检测直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障;其中,利用馈线保护装置的自动启动检测功能进行永久性短路故障检测:在发生故障后,直流馈线断路器跳闸,然后馈线保护装置会自动启动线路测试;若确认发生了永久性短路故障,需要计算出短路故障距离,以便查找故障点,因此再自动启动短路故障测距步骤S2,测算短路故障的距离。
- [0039] S2,在直流轨道交通供电线路发生永久性短路故障且车辆没有降弓时,对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距,得出采样点与短路故障点之间的距离。(车辆运行中第一次自动短路故障测距)
- [0040] 若直流轨道交通供电线路发生永久性短路后的过渡电阻非零,还需要再次进行短路故障测距的步骤,其具体为步骤S3,
- [0041] S3,使发生永久性短路故障的直流轨道交通供电线路上的所有车辆降弓,并对直流轨道交通供电线路的采样点进行短路故障测距,得出采样点与短路故障点之间的距离,以及判断出短路故障点的具体位置。(车辆停止后第二次手动短路故障测距)
- [0042] 在本具体实施例中:馈线保护装置进行永久性短路故障检测的具体过程为,连续多次检测直流轨道交通供电线路的残余电阻,根据每次检测到的残余电阻判断直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障。如果线路测试连续若干次(次数根据定值确定)检测后,每次都不合格(不合格是指线路残余电阻大于 2.5Ω),则馈线保护装置会闭锁合闸功能;此时,可以确认发生了永久性短路故障;也就是说,判断直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障的依据为,若每次检测到的残余电阻值均小于预设的残余电阻值时,则直流轨道交通供电线路发生了永久性短路故障,否则直流轨道交通供电线路没有发生永久

性短路故障，在本具体实施例中，预设的残余电阻值为 2.5Ω 。另外需要补充说明的是：馈线柜具有一个单独的线路测试回路——馈线保护装置，其功能就是通过接入大电阻，将母线侧与负极形成回路，从而根据回路中的电流，测算轨道对负极的绝缘电阻（也称残余电阻），如果小于某一个临界值（ 2.5Ω ），则认为轨道与负极存在短路现象，线路测试通不过；反之则通过。

[0043] 在本具体实施例中，S2中进行第一次短路故障测距的过程具体为，如图2所示：

[0044] S01，对直流轨道交通供电线路上的采样点持续一预设时间施加一恒定电流，并在每一时刻采集采样点处的电压值和电流值；其中，预设时间为3s，恒定电流为30A；

[0045] S02，根据采样点在同一时刻采集到的电压值和电流值计算出直流轨道交通供电线路上的分段电阻，并结合钢轨或者接触网的电阻特性计算出采样点与短路故障点之间的初始长度；其中，由于采样点在每一个时刻都能采集到一个电压值和一个电流值，因此通过位于短路故障点两端的采样点采集的数据可以计算出每一时刻直流轨道交通供电线路上分段电阻的大小，（测距时，会预先在直流轨道交通供电线路上分布多个采样点，若某一点发生短路故障，那么通过位于这个点两端的采样点采集的数据可以计算出分段电阻）然后根据钢轨或者接触网的电阻特性，分段电阻除以电阻特性，就可以得出两个采样点分别与短路故障点之间的距离。

[0046] S03，对计算出的每一时刻的采样点与短路故障点之间的初始长度采用最小二乘法处理得出来采样点与短路故障点之间的精确距离。

[0047] 在本具体实施例中，S3中进行短路故障测距的过程与S2中进行短路故障测距的过程相同，且S3中判断出短路故障点的具体位置包括短路故障点发生在车辆上和短路故障点发生在接触网上，判断短路故障点的具体位置的依据为，若短路故障点两侧的采样点采集的电流之和为零，则短路故障发生在车辆上，否则发生在接触网上。在进行第一次短路故障测距时，直流轨道交通供电线路上的车辆没有降弓，因此，车辆负荷可能会对测距结果有一些影响。如果为金属性短路故障，过渡电阻（相当于短路情况等效为金属材料造成的，其等效电阻RF大小为零）为零，则第一次短路故障测距结果是相对准确的；如果短路过渡电阻非零，则第一次短路故障测距结果会有误差。因此，需要在车辆降弓后（车辆停止）手动启动第二次测距。在进行第二次短路故障测距之前调度下令让故障线路上的所有车辆降弓，然后进行短路故障测距步骤，则可排除车辆的影响。更重要的是，如果故障发生在车辆上，则第二次故障测距时，直流轨道交通供电线路空载，两端电流之和为零，阻抗无穷大；而如果故障发生在接触网上，则可更为精确地测出故障距离。因此，第二次短路故障测距，可以判断故障点是在车上还是在接触网上，并可相对精确地测出故障距离。

[0048] 本发明中，在车辆运行的过程中就可以自动进行第一故短路障测距，可以得出短路故障点的距离。为了判断短路故障点是发生在车辆上还是发生在接触网上，且为了排除车辆负荷影像带来的误差，在车辆停止后手动进行第二次短路故障测距。采用本发明的方法可以快速、精确的找到短路故障点对轨道交通安全、经济运营具有重要意义。

[0049] 基于上述一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距方法，本发明还提供一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距系统。

[0050] 一种直流轨道交通供电线路短路故障的测距系统，包括永久性短路故障检测模块和短路故障测距模块，

[0051] 所述永久性短路故障检测模块用于检测直流轨道交通供电线路是否发生永久性短路故障；

[0052] 所述短路故障测距模块用于在直流轨道交通供电线路发生永久性短路故障且车辆没有降弓时，对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距，得出采样点与短路故障点之间的距离。

[0053] 在本具体实施例中，永久性短路故障检测模块具体为馈线保护装置，馈线保护装置的自动启动检测功能进行永久性短路故障检测：在发生故障后，直流馈线断路器跳闸，然后馈线保护装置会自动启动线路测试；若确认发生了永久性短路故障，需要计算出短路故障距离，以便查找故障点，因此需要自动启动短路故障测距模块，测算短路故障的距离。

[0054] 短路故障测距模块在直流轨道交通供电线路上设置的状体如图3所示，直流轨道交通供电线路两端的牵引变电所上均设置有短路故障测距模块，通过短路故障测距模块向直流轨道交通供电线路施加恒定电流30A、持续时间3s。

[0055] 短路故障测距模块向直流轨道交通供电线路施加恒定电流进行测试时，测量馈线电压同时在线路故障时测量线路电阻的等效转换电路如图4所示：其中，FUa和FUb是两个熔断器，用于对回路进行保护；Kc是接触器，其有两个触点，平时不闭合，当发生短路故障时，自动闭合，接通回路进行故障采样；电阻R1用于未启动故障测距时，对电阻R2和电阻Rq进行保护；电阻Rre为流轨道交通供电线路上的线路电阻，此处画虚线是表示这个线路电阻存在但数值不确定，通过该电路测得相应电压后，可计算出此电阻；具体的：当线路出现故障时，接触器Kc吸合（接触器Kc吸合后的等效电路如图5所示），母线侧电压通过大阻值电阻R2和小可调节电阻Rq，电流降为毫安级别，然后在Rq两端的电阻为毫伏级别取样（也就是前面所述的在采样点采集的电压和电流）给转换器BU，转换器BU再给出标准的成比例的信号给控制仪，根据内部的比例换算值，控制仪得出此时故障线路上的电阻Rre（也称分段电阻），然后根据钢轨或者接触网的电阻特性，分段电阻除于电阻特性，得出短路故障点与接收电压信号基点之间的长度；图6为直流轨道交通供电线路的等效电路图，由于每一个时刻的采样点都能得到一个定位结果（此定位结果就是短路故障点与接收电压信号基点之间的长度），通过图6所示的直流轨道交通供电线路的等效电路图，使用最小二乘法可计算出故障距离的精确解，其中结合图6计算出故障距离的精确解的计算公式为：

$$\begin{aligned} & \left[(R_e + R_s) i_1(k) + (L_e + L_s) \frac{i_1(k) - i_1(k-1)}{T_s} + \right. \\ & \left. (R_e + R_s) i_2(k) + (L_e + L_s) \frac{i_2(k) - i_2(k-1)}{T_s} \right]_x = \\ [0056] \quad & U_{ax}(k) - U_{bx}(k) + (R_e + R_s) i_2(k) + \\ & (L_e + L_s) \frac{i_2(k) - i_2(k-1)}{T_s} - R_s i_3(k) - \\ & L_s \frac{i_3(k) - i_3(k-1)}{T_s} \end{aligned}$$

[0057] 在本具体实施例中，短路故障测距模块在进行第一次自动短路故障测距时，直流轨道交通供电线路上的车辆没有降弓，因此，车辆负荷可能会对测距结果有一些影响。如果

为金属性短路故障,过渡电阻(相当于短路情况等效为金属材料造成的,其等效电阻RF大小为零)为零,则第一次测距结果是相对准确的;如果短路过渡电阻非零,则第一次测距结果会有误差。因此,需要在机车降弓后手动启动第二次测距。所以,所述短路故障测距模块还用于在直流轨道交通供电线路发生永久性短路故障且车辆降弓时,对直流轨道交通供电线路上的采样点进行短路故障测距,得出采样点与短路故障点之间的距离。在短路故障测距模块进行第二次测距时,调度下令让故障线路上的所有车辆降弓,然后手动启动短路故障测距模块的故障测距功能,则可排除车辆的影响。更重要的是,如果故障发生在车上,则第二次测距时,线路空载,两端电流之和为零,阻抗无穷大;而如果故障发生在接触网上,则可更为精确地测出故障距离。因此,第二次故障测距,可以判断故障点是在车上还是在接触网上,并可相对精确地测出故障距离。

[0058] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,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、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

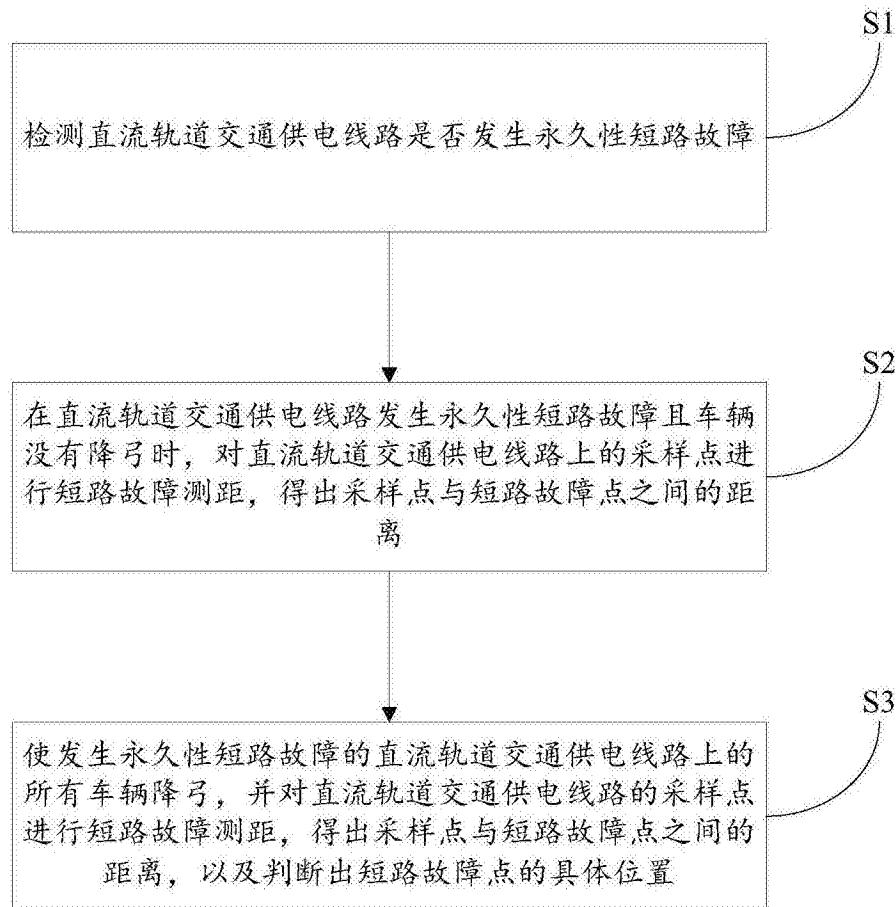


图1

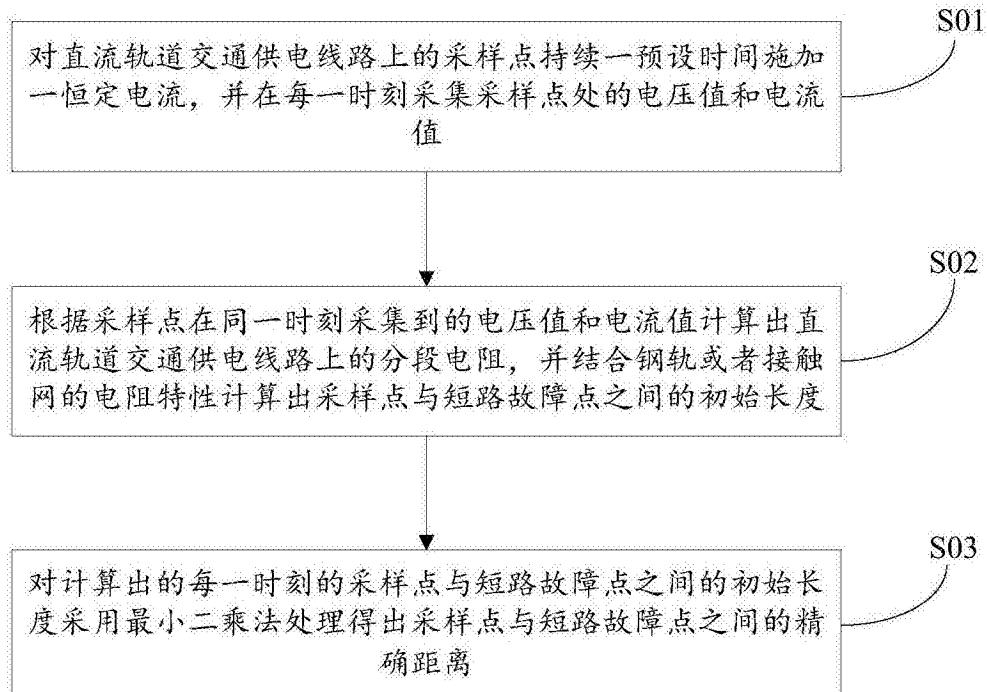


图2

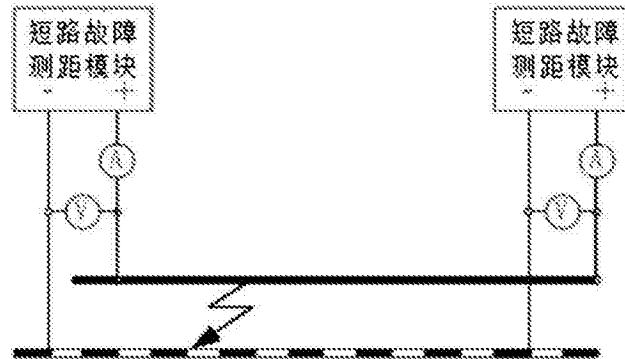


图3

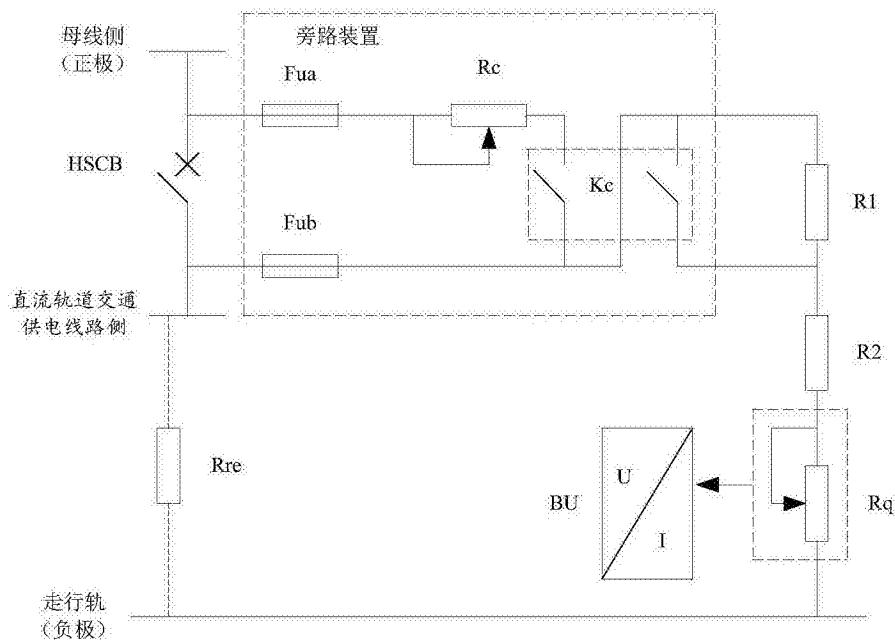


图4

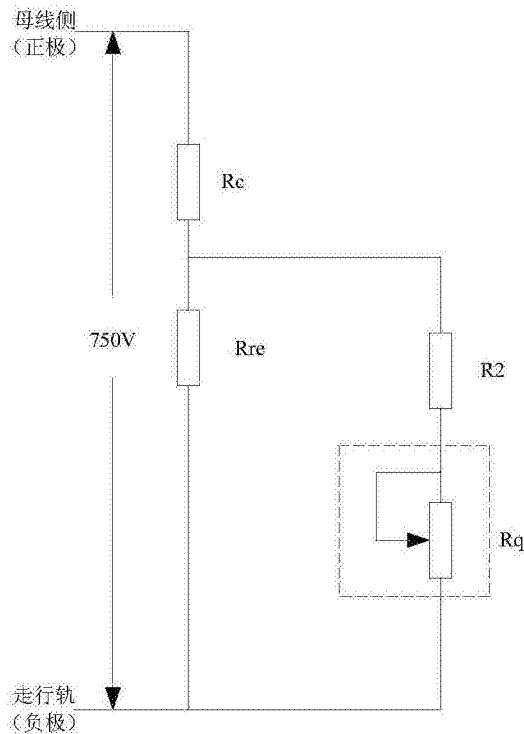


图5

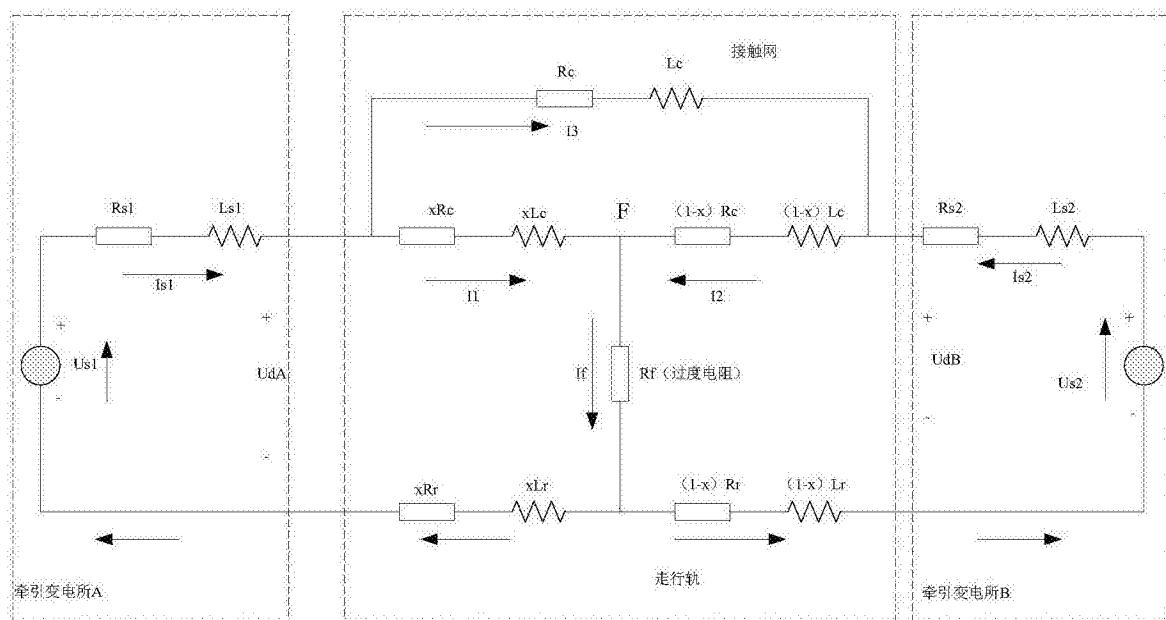


图6