



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111313379 A

(43)申请公布日 2020.06.19

(21)申请号 201911247191.0

H02J 3/00(2006.01)

(22)申请日 2019.12.09

G01R 31/08(2006.01)

(71)申请人 国网江苏省电力有限公司镇江供电分公司

地址 212001 江苏省镇江市电力路182号

(72)发明人 刘昶 胡浩 孙东杰 杨静
马骏毅 朱燕妮 朱文韬 周杨
于晓蒙

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 楼高潮

(51)Int.Cl.

H02H 7/26(2006.01)

H02H 3/28(2006.01)

H02J 9/06(2006.01)

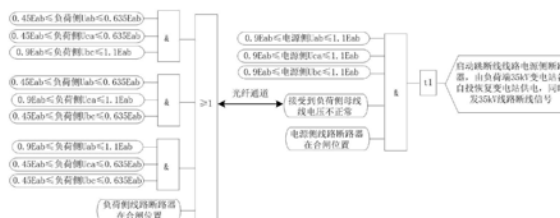
权利要求书3页 说明书13页 附图8页

(54)发明名称

比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法

(57)摘要

本发明公开了一种比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法,本发明充分利用线路单相断线时电源端和负荷端变电站母线PT二次电压的故障特征,并比较线路两端母线线电压,识别线路单相断线跳线路电源侧断路器或负荷侧断路器,简单易行。本发明采用通过线路光纤通道传递线路两侧电压信息,比较线路两侧线电压识别线路断线,跳线路电源侧断路器或负荷侧侧断路器,再由负荷端变电站备自投动作,启动跳开进线断路器、合上备用电源断路器,使失去电源的变压器恢复到备用电源上供电,能够有效防止变压器缺相供电对电网和对负荷供电的影响,有利于电网安全稳定运行。本发明方法采用在线路两侧的线路保护装置实施,不需要增加硬件设备。



1. 一种比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法,其特征在于,该方法包含下列步骤:

一、判断线路断线启动跳线路电源侧断路器或负荷侧断路器和由备自投恢复供电的条件:

1.1判断1号线路断线跳1号断线线路电源侧断路器4DL和由负荷端备自投启动合备用电源断路器2DL或3DL,并启动1号线路断线报警条件:

a、采集负荷端变电站I段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

(1) 1号电源线路的负荷端进线断路器1DL在合闸位置;

(2) 负荷端I段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压值中,满足两个值在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间,一个值在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$ 之间, E_{ab} 为电源额定线电压值;

上述条件均满足,表示负荷端变电站I段母线线电压异常,通过1号电源线路光纤差动保护的光纤通道,将上述电压及负荷端变电站I段母线电压异常信号,送至上级变电站1号线路的电源端线路保护中的断线保护;

b、采集上级变电站对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

(1) 电源端对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(2) 电源端对应母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(3) 电源端对应母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(4) 1号线路的电源端线路断路器4DL在合闸位置;

上述条件全部满足,表示上级电源侧变电站母线3个线电压对称,即电源侧电压正常;

当电源侧变电站对应母线电压正常,且收到的负荷端变电站I段母线线电压异常时,则识别和判断1号电源线路断线,上级变电站线路保护中的断线保护,跳1号电源线路电源侧断路器4DL;由于1号电源线路失去电源,由负荷端变电站备自投动作,启动跳开1号电源进线断路器1DL、合上备用电源断路器2DL或3DL,使失去电源的变压器恢复到备用电源电路上供电;同时启动1号线路断线报警;

1.2判断2号线路断线跳2号断线线路电源侧断路器5DL和由负荷端备自投启动合备用电源断路器1DL或3DL,并启动2号线路断线报警的条件:

a、采集负荷端变电站II段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

(1) 2号电源线路的负荷端进线断路器2DL在合闸位置;

(2) 负荷端II段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压值中,满足两个值在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间,一个值在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$;

上述条件满足,表示负荷端变电站II段母线电压异常,通过2号电源线路光纤差动保护的光纤通道,将上述电压及负荷端变电站II段母线电压异常信号,送至上级变电站1号线路的电源端线路保护中的断线保护;

b、采集上级变电站对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

(1) 电源端对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(2) 电源端对应母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(3) 电源端对应母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(4) 2号线路的电源端线路断路器5DL在合闸位置;

上述条件全部满足,表示上级变电站对应母线电压正常;

当上级变电站对应母线电压正常,且收到的负荷端变电站Ⅱ段母线线电压异常时,则识别和判断2号电源线路为断线,上级变电站线路保护中的断线保护,跳2号电源线路电源侧断路器5DL;由于2号电源线路失去电源,由负荷端变电站备自投动作,启动跳开2号电源进线断路器2DL、合上备用电源断路器1DL或3DL,使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电;同时启动2号线路断线报警;

1.3判断1号线路断线跳1号断线线路负荷侧断路器1DL,和由负荷端备自投启动合备用电源断路器2DL或3DL,并启动1号线路断线报警条件:

a、采集负荷端变电站I段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

(1) 1号电源线路的负荷端进线断路器1DL在合闸位置;

(2) 负荷端I段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压值中,满足两个值在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间,一个在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$ 之间;

上述条件均满足,表示负荷端变电站I段母线线电压异常(以下简称电压异常);

b、采集上级变电站对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

(1) 电源端对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(2) 电源端对应母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(3) 电源端对应母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(4) 1号线路的电源端线路断路器4DL在合闸位置;

上述条件全部满足,表示上级电源侧变电站母线的电压正常;通过1号电源线路光纤差动保护的光纤通道,将上述电压正常信号,送至1号线路的负荷变电站线路保护中的断线保护;

当电源侧变电站对应母线电压正常,且负荷端变电站I段母线电压异常时,则识别和判断1号电源线路为断线,负荷端变电站线路保护中的断线保护,跳1号电源线路负荷侧断路器1DL,由负荷端变电站备自投动作,启动合上备用电源断路器2DL或3DL,使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电;同时启动1号线路断线报警;

1.4判断2号线路断线跳2号断线线路负荷侧断路器2DL和由负荷端备自投启动合备用电源断路器1DL或3DL,并启动2号线路断线报警的条件:

a、采集负荷端变电站Ⅱ段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

(1) 2号电源线路的负荷端进线断路器2DL在合闸位置;

(2) 负荷端Ⅱ段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压值中,满足两个值在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间,一个在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$;

上述条件满足,表示负荷端变电站Ⅱ段母线电压异常;

b、采集上级变电站对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

(1) 电源端对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(2) 电源端对应母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(3) 电源端对应母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

(4) 2号线路的电源端线路断路器5DL在合闸位置;

上述条件全部满足,表示上级变电站对应母线电压正常;通过2号电源线路光纤差动保护的光纤通道,将上述电压正常信号,送至2号线路的负荷变电站线路保护中的断线保护;

当收到的上级变电站对应母线电压正常,且负荷端变电站Ⅱ段母线电压异常时,则识别和判断2号电源线路为断线,上级变电站线路保护中的断线保护,跳2号电源线路负荷侧断路器2DL,由负荷端变电站备自投动作,启动合上备用电源断路器1DL或3DL,使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电;同时启动2号线路断线报警。

2.如权利要求1所述的比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法,其特征在于,应用于变压器中性点不接地或经消弧线圈接地的方式和小电阻接地系统。

3.如权利要求1所述的比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法,其特征在于,PT二次侧额定线电压值 E_{ab} 为100V。

4.如权利要求1所述的比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法,其特征在于, t_1 应躲过断路器合闸时三相不同期时间,取0.1~0.2秒。

比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法,属于电力输配电网络的保护与控制技术领域。

背景技术

[0002] 目前各地电网出现了3~66kV(包含3、6、10、20、35、66kV)线路断线现象,断线造成该线路供电的变压器缺相运行,使变压器三相电压不对称,对负荷供电产生影响,可能会损坏电器设备,比如造成电动机缺相运行而损坏等。现有技术还没有专门针对3~66kV线路断线的继电保护装置及方法。本发明将提出一种在负荷端变电站通过线路光纤通道传递线路两侧电压信息,比较线路两侧线电压识别3~66kV线路断线,跳线路电源侧断路器或负荷侧断路器,由负荷端变电站3~66kV备自投恢复供电的单相断线继电保护方法。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法,用于负荷端3~66kV变电站,通过线路光纤通道传递线路两侧电压信息,比较线路两侧线电压识别线路断线,跳线路电源侧断路器或负荷侧断路器,由负荷端3~66kV变电站备自投恢复供电的单相断线继电保护方法。

[0004] 本发明的目的通过以下技术方案予以实现:

[0005] 一种比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法,包括:

[0006] 一、判断线路断线启动跳线路电源侧断路器或负荷侧断路器和由备自投恢复供电的条件

[0007] 1.1 判断1号线路断线跳1号断线线路电源侧断路器4DL和由负荷端备自投启动合备用电源断路器2DL或3DL,并启动1号线路断线报警条件:

[0008] a、采集负荷端变电站I段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

[0009] (1) 1号电源线路的负荷端进线断路器1DL在合闸位置;

[0010] (2) 负荷端I段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压值中,满足两个值在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间,一个值在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$ 之间, E_{ab} 为电源额定线电压值;

[0011] 上述条件均满足,表示负荷端变电站I段母线线电压异常(以下简称电压异常),通过1号电源线路光纤差动保护的光纤通道,将上述电压及负荷端变电站I段母线电压异常信号,送至上级变电站1号线路的电源端线路保护中的断线保护;

[0012] b、采集上级变电站对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

[0013] (1) 电源端对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0014] (2) 电源端对应母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0015] (3) 电源端对应母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$, 小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0016] (4) 1号线路的电源端线路断路器4DL在合闸位置;

[0017] 上述条件全部满足, 表示上级电源侧变电站母线3个线电压对称(幅值基本相等), 即电源侧电压正常(简称电压正常);

[0018] 当电源侧变电站对应母线电压正常, 且收到的负荷端变电站I段母线线电压异常时, 则识别和判断1号电源线路断线, 上级变电站线路保护中的断线保护, 跳1号电源线路电源侧断路器4DL; 由于1号电源线路失去电源, 由负荷端变电站备自投动作, 启动跳开1号电源进线断路器1DL、合上备用电源断路器2DL或3DL, 使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电; 同时启动1号线路断线报警;

[0019] 1.2 判断2号线路断线跳2号断线线路电源侧断路器5DL和由负荷端备自投启动合备用电源断路器1DL或3DL, 并启动2号线路断线报警的条件:

[0020] a、采集负荷端变电站II段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

[0021] (1) 2号电源线路的负荷端进线断路器2DL在合闸位置;

[0022] (2) 负荷端II段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压值中, 满足两个值在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间, 一个值在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$;

[0023] 上述条件满足, 表示负荷端变电站II段母线电压异常, 通过2号电源线路光纤差动保护的光纤通道, 将上述电压及负荷端变电站II段母线电压异常信号, 送至上级变电站1号线路的电源端线路保护中的断线保护;

[0024] b、采集上级变电站对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

[0025] (1) 电源端对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$, 小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0026] (2) 电源端对应母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$, 小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0027] (3) 电源端对应母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$, 小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0028] (4) 2号线路的电源端线路断路器5DL在合闸位置;

[0029] 上述条件全部满足, 表示上级变电站对应母线电压正常;

[0030] 当上级变电站对应母线电压正常, 且收到的负荷端变电站II段母线线电压异常时, 则识别和判断2号电源线路为断线, 上级变电站线路保护中的断线保护, 跳2号电源线路电源侧断路器5DL; 由于2号电源线路失去电源, 由负荷端变电站备自投动作, 启动跳开2号电源进线断路器2DL、合上备用电源断路器1DL或3DL, 使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电; 同时启动2号线路断线报警;

[0031] 1.3 判断1号线路断线跳1号断线线路负荷侧断路器1DL, 和由负荷端备自投启动合备用电源断路器2DL或3DL, 并启动1号线路断线报警条件:

[0032] a、采集负荷端变电站I段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ;

[0033] (1) 1号电源线路的负荷端进线断路器1DL在合闸位置;

[0034] (2) 负荷端I段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压值中, 满足两个值在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间, 一个在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$ 之间;

[0035] 上述条件均满足, 表示负荷端变电站I段母线线电压异常(以下简称电压异常);

[0036] b、采集上级变电站对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ；

[0037] (1) 电源端对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$ ，小于等于 $1.1E_{ab}$ ；

[0038] (2) 电源端对应母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$ ，小于等于 $1.1E_{ab}$ ；

[0039] (3) 电源端对应母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$ ，小于等于 $1.1E_{ab}$ ；

[0040] (4) 1号线路的电源端线路断路器4DL在合闸位置；

[0041] 上述条件全部满足，表示上级电源侧变电站母线的电压正常；通过1号电源线路光纤差动保护的光纤通道，将上述电压正常信号，送至1号线路的负荷变电站线路保护中的断线保护；

[0042] 当电源侧变电站对应母线电压正常，且负荷端变电站I段母线电压异常时，则识别和判断1号电源线路为断线，负荷端变电站线路保护中的断线保护，跳1号电源线路负荷侧断路器1DL，由负荷端变电站备自投动作，启动合上备用电源断路器2DL或3DL，使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电；同时启动1号线路断线报警；

[0043] 1.4 判断2号线路断线跳2号断线线路负荷侧断路器2DL和由负荷端备自投启动合备用电源断路器1DL或3DL，并启动2号线路断线报警的条件：

[0044] a、采集负荷端变电站II段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ；

[0045] (1) 2号电源线路的负荷端进线断路器2DL在合闸位置；

[0046] (2) 负荷端II段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压值中，满足两个值在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间，一个在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$ ；

[0047] 上述条件满足，表示负荷端变电站II段母线电压异常；

[0048] b、采集上级变电站对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} ；

[0049] (1) 电源端对应母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$ ，小于等于 $1.1E_{ab}$ ；

[0050] (2) 电源端对应母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$ ，小于等于 $1.1E_{ab}$ ；

[0051] (3) 电源端对应母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$ ，小于等于 $1.1E_{ab}$ ；

[0052] (4) 2号线路的电源端线路断路器5DL在合闸位置；

[0053] 上述条件全部满足，表示上级变电站对应母线电压正常；通过2号电源线路光纤差动保护的光纤通道，将上述电压正常信号，送至2号线路的负荷变电站线路保护中的断线保护；

[0054] 当收到的上级变电站对应母线电压正常，且负荷端变电站II段母线电压异常时，则识别和判断2号电源线路为断线，上级变电站线路保护中的断线保护，跳2号电源线路负荷侧断路器2DL，由负荷端变电站备自投动作，启动合上备用电源断路器1DL或3DL，使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电；同时启动2号线路断线报警。

[0055] 本发明的目的还可以通过以下技术措施来进一步实现：

[0056] 前述比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法，应用于变压器中性点不接地或经消弧线圈接地的方式和小电阻接地系统。

[0057] 前述比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法，PT二次侧额定线电压值 E_{ab} 为100V。

[0058] 前述比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法, t_1 应躲过断路器合闸时三相不同期时间, 取 0.1~0.2 秒。

[0059] 与现有技术相比, 本发明的有益效果是:

[0060] 1、本发明充分利用线路单相断线时电源端和负荷端变电站母线 PT 二次电压的故障特征, 并比较线路两端母线线电压, 识别线路单相断线跳线路电源侧断路器或负荷侧断路器, 简单易行。

[0061] 2、本发明采用通过线路光纤通道传递线路两侧电压信息, 比较线路两侧线电压识别线路断线, 跳线路电源侧断路器或负荷侧侧断路器, 再由负荷端变电站备自投动作, 启动跳开进线断路器、合上备用电源断路器, 使失去电源的变压器恢复到备用电源上供电的继电保护的方案, 能够有效防止变压器缺相供电对电网和对负荷供电的影响, 有利于电网安全稳定运行。

[0062] 3、本发明方法采用在线路两侧的线路保护装置实施, 不需要增加硬件设备。

附图说明

[0063] 图1是上级变电站35kV侧不接地或经消弧线圈接地一次系统示意图;

[0064] 图2是不接地或经消弧线圈接地电源侧35kV母线电压向量图;

[0065] 图3是不接地或经消弧线圈接地负荷侧35kV母线电压向量图;

[0066] 图4是35kV断线且负荷侧断线处接地一次系统示意图;

[0067] 图5是负荷侧断线处接地负荷侧35kV母线电压向量图;

[0068] 图6是35kV断线且电源侧断线处接地一次系统示意图;

[0069] 图7是电源侧断线处接地电源侧35kV母线电压向量图;

[0070] 图8是电源侧断线处接地负荷侧35kV母线电压向量图;

[0071] 图9是上级变电站35kV侧经电阻接地一次系统示意图;

[0072] 图10是上级变电站35kV侧经电阻接地电源侧35kV母线电压向量图;

[0073] 图11是上级变电站35kV侧经电阻接地负荷侧35kV母线电压向量图;

[0074] 图12是为35kV断线且负荷侧断线处接地一次系统示意图;

[0075] 图13是为负荷侧断线处接地负荷侧35kV母线电压向量图;

[0076] 图14是35kV断线且电源侧断线处接地一次系统示意图;

[0077] 图15为本发明电源侧比较两侧线电压与备自投配合的35kV单相断线保护原理图;

[0078] 图16为本发明负荷侧比较两侧线电压与备自投配合的35kV单相断线保护原理图;

[0079] 图17为35kV变电所单母线分段一次主接线图;

[0080] 图18为35kV变电所内桥一次主接线图;

[0081] 图19为35kV变电所扩大内桥一次主接线图;

[0082] 图20为35kV变电所35kV线变组一次主接线。

具体实施方式

[0083] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明。

[0084] 首先以35kV线路断线为例分析故障特征(3、6、10、20、66kV线路相同):

[0085] 1.1 不接地或经消弧线圈接地系统

[0086] 1.1.1 35kV线路断线

[0087] 如图1为35kV断线一次系统示意图,以A相短线为例。上级变电站35kV侧不接地或经消弧线圈接地,负荷侧35kV变电站变压器35kV中性点不接地。设上级变电站35kV侧电源电势分别为 E_A 、 E_B 、 E_C , U_N 为电源侧变电站变压器35kV中性点电压,设 α 处断线,则断线处到上级变电站母线侧对地电容为 αC ,断线处到负荷侧变电站35kV母线对地电容为 $(1-\alpha)C$ 。

[0088] 1、电源侧母线电压分析

[0089] 分析得上级变电站35kV侧母线电压为:

$$[0090] \quad \begin{cases} \dot{U}_{A1B1} = \dot{E}_{AB} \\ \dot{U}_{B1C1} = \dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{C1A1} = \dot{E}_{CA} \end{cases} \quad (1)$$

[0091] (1) 式中, $\dot{U}_{A1B1}$ 、 $\dot{U}_{B1C1}$ 、 $\dot{U}_{C1A1}$ 分别为电源侧35kV母线A1B1线电压、B1C1线电压、C1A1线电压。 $\dot{E}_{AB}$ 、 $\dot{E}_{BC}$ 、 $\dot{E}_{CA}$ 为上级变电站35kV侧电源线电压(其大小相等)。电源侧35kV母线电压向量图见图2,如图2可知,当发生35kV线路A相断线时,上级变电站35kV母线三相线电压不变,保持对称。图中 α 在0~1间变化,0点在如图2中 $0_{\alpha=0}$ 至 $0_{\alpha=1}$ 间变化,当 $\alpha=1$ 时,0点在 $0_{\alpha=1}$ 点处,当 $\alpha=0$ 时,0在 $0_{\alpha=0}$ (下同)。

[0092] 2、负荷侧母线电压分析

[0093] 分析35kV负荷侧母线电压为:

$$[0094] \quad \begin{cases} \dot{U}_{A2B2} = -\frac{1}{2}\dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{B2C2} = \dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{C2A2} = -\frac{1}{2}\dot{E}_{BC} \end{cases} \quad (2)$$

[0095] (2) 式中, $\dot{U}_{A2B2}$ 、 $\dot{U}_{B2C2}$ 、 $\dot{U}_{C2A2}$ 分别为负荷侧35kV母线A2B2线电压、B2C2线电压、C2A2线电压,负荷侧35kV母线电压向量图见图3。

[0096] 由图3可知,35kV线路断线时,负荷侧 $\dot{U}_{B2C2}$ 为 $\dot{E}_{BC}$, $\dot{U}_{A2B2}$ 、 $\dot{U}_{C2A2}$ 与 $\dot{U}_{B2C2}$ 方向相反,大小为 $\frac{1}{2}E_{BC}$ 。

[0097] 1.1.2 35kV线路断线且负荷侧断线处接地

[0098] 如图4为35kV断线且负荷侧断线处接地一次系统示意图,以A相短线为例。上级变电站35kV侧不接地,负荷侧35kV变电站变压器35kV中性点不接地。设上级变电站35kV侧电源电势分别为 E_A 、 E_B 、 E_C , U_N 为电源侧变电站变压器35kV中性点电压,断线处到上级变电站母线侧对地电容为 αC ,断线处到负荷侧变电站35kV母线对地电容为 $(1-\alpha)C$ 。

[0099] 1、电源侧母线电压分析

[0100] 分析同1.1.1。

[0101] 2、负荷侧母线电压分析

[0102] 分析35kV负荷侧母线电压为：

$$\begin{cases} \dot{U}_{A2B2} = -\dot{E}_B - \dot{U}_N \\ \dot{U}_{B2C2} = \dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{C2A2} = \dot{E}_C + \dot{U}_N \\ \dot{U}_N = \frac{(1-\alpha)\dot{E}_A}{2+\alpha} \end{cases} \quad (3)$$

[0103] 负荷侧35kV母线电压向量图如图5。

[0104] 由图5可知,35kV线路断线且负荷侧断线处接地时, $\dot{U}_{B2C2}$ 等于 $\dot{E}_{BC}$, 随着断线靠近电源侧母线距离的不同, α 在0~1间变化, 同时 $\dot{U}_N$ 在 $\frac{1}{2}\dot{E}_A$ 至0间变化, 0点在如图5中 $0_{\alpha=0}$ 至 $0_{\alpha=1}$ 间变化, $\dot{U}_{A2B2}$ 的大小在 $\frac{1}{2}E_{BC}$ 变化至 E_B 间变化, 同时 $\dot{U}_{C2A2}$ 的大小 $\frac{1}{2}E_{BC}$ 变化至 E_C 间变化。

[0105] 1.1.3 35kV线路断线且电源侧断线处接地

[0106] 图6为35kV断线且电源侧断线处接地一次系统示意图, 以A相短线为例。上级变电站35kV侧不接地, 负荷侧35kV变电站变压器35kV中性点不接地。设上级变电站35kV侧电源电势分别为 E_A 、 E_B 、 E_C , U_N 为电源侧变电站变压器35kV中性点电压, 断线处到上级变电站母线侧对地电容为 αC , 断线处到负荷侧变电站35kV母线对地电容为 $(1-\alpha)C$ 。

[0107] 1、电源侧母线电压分析

[0108] 分析上级变电站35kV侧母线电压：

[0109]
$$\begin{cases} \dot{U}_{A1B1} = \dot{E}_{AB} \\ \dot{U}_{B1C1} = \dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{C1A1} = \dot{E}_{CA} \end{cases} \quad (4)$$

[0110] 电源侧35kV母线电压向量图如图7。

[0111] 由图7可知,35kV线路断线且电源侧接地时, 三个线电压不变且对称。

[0112] 2、负荷侧母线电压分析

[0113] 分析35kV负荷侧母线电压为：

[0114]
$$\begin{cases} \dot{U}_{A2B2} = -\frac{1}{2}\dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{B2C2} = \dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{C2A2} = -\frac{1}{2}\dot{E}_{BC} \end{cases} \quad (5)$$

[0115] 负荷侧35kV母线电压向量图见图8。

[0116] 35kV线路断线时, 负荷侧 $\dot{U}_{B2C2}$ 为 $\dot{E}_{BC}$, $\dot{U}_{A2B2}$ 、 $\dot{U}_{C2A2}$ 与 $\dot{U}_{B2C2}$ 方向相反, 大小为 $\frac{1}{2}E_{BC}$ 。

[0117] 1.2 经电阻接地系统

[0118] 1.2.1 35kV线路断线

[0119] 如图9为35kV断线一次系统示意图,以A相短线为例。上级变电站35kV侧变电站35KV供电系统为经电阻接地(R一般为10、20、100Ω)。设上级变电站35kV侧电源电势分别为 E_A 、 E_B 、 E_C , U_N 为电源侧变电站变压器35kV中性点电压,设 α 处断线,则断线处到上级变电站母线侧对地电容为 αC ,断线处到负荷侧变电站35kV母线对地电容为 $(1-\alpha)C$ 。

[0120] 1、电源侧母线电压分析

[0121] 分析得上级变电站35kV侧母线电压为:

$$[0122] \quad \begin{cases} \dot{U}_{A1B1} = \dot{E}_{AB} \\ \dot{U}_{B1C1} = \dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{C1A1} = \dot{E}_{CA} \\ \dot{U}_N = \frac{(1-\alpha)\dot{E}_A}{(2+\alpha)-j\frac{1}{R\omega C}} \end{cases} \quad (6)$$

[0123] (6)式中, $\dot{U}_{A1B1}$ 、 $\dot{U}_{B1C1}$ 、 $\dot{U}_{C1A1}$ 分别为电源侧35kV母线A1B1线电压、B1C1线电压、C1A1线电压。电源侧35kV母线电压向量图见图10。

[0124] 如图10可知,当发生35kV线路A相断线时,上级变电站35kV母线三相线电压不变,保持对称。随着断线靠近电源侧母线距离的不同,0点在如图10中 $0_{\alpha=0}$ 至 $0_{\alpha=1}$ 间变化,当 $\alpha=1$ 时,0点在 $0_{\alpha=1}$ 点处,当 $\alpha=0$ 时,0在 $0_{\alpha=0}$ (下同),同时 U_N 约在 $\omega C E_A R$ 至0间变化(电缆线路电容 C 一般 $\leq 0.55\mu F$,架空线路甚至更小,所以 U_N 是很小的数值,按接地电阻20Ω, C 取 $0.55\mu F$, U_N 为 $3.45^{-3}E_A$,所以可以忽略不计)。

[0125] 2、负荷侧母线电压分析

[0126] 分析35kV负荷侧母线电压为:

$$[0127] \quad \begin{cases} \dot{U}_{A2B2} = -\frac{1}{2}\dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{B2C2} = \dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{C2A2} = -\frac{1}{2}\dot{E}_{BC} \end{cases} \quad (7)$$

[0128] (7)式中, $\dot{U}_{A2B2}$ 、 $\dot{U}_{B2C2}$ 、 $\dot{U}_{C2A2}$ 分别为负荷侧35kV母线A2B2线电压、B2C2线电压、C2A2线电压,负荷侧35kV母线电压向量图见图11。

[0129] 由图11可知,35kV线路断线时,负荷侧 $\dot{U}_{B2C2}$ 为 $\dot{E}_{BC}$, $\dot{U}_{A2B2}$ 、 $\dot{U}_{C2A2}$ 与 $\dot{U}_{B2C2}$ 方向相反,大小为 $\frac{1}{2}E_{BC}$ 。

[0130] 1.2.2 35kV线路断线且负荷侧断线处接地

[0131] 如图12为35kV断线且负荷侧断线处接地一次系统示意图,以A相短线为例。上级变电站35kV侧变电站35KV供电系统为经电阻接地。设上级变电站35kV侧电源电势分别为 E_A 、 E_B 、 E_C , U_N 为电源侧变电站变压器35kV中性点电压,断线处到上级变电站母线侧对地电容为 αC ,断线处到负荷侧变电站35kV母线对地电容为 $(1-\alpha)C$ 。

[0132] 1、电源侧母线电压分析

[0133] 分析同1.2.1。

[0134] 2、负荷侧母线电压分析

[0135] 分析35kV负荷侧母线电压为：

$$[0136] \quad \begin{cases} \dot{U}_{A2B2} = -\dot{E}_B - \dot{U}_N \\ \dot{U}_{B2C2} = \dot{E}_{BC} \\ \dot{U}_{C2A2} = \dot{E}_C + \dot{U}_N \end{cases} \quad (8)$$

[0137] 负荷侧35kV母线电压向量图如图13。

[0138] 由图13可知,35kV线路断线且负荷侧断线处接地时, U_{B2C2} 等于 E_{BC} ,随着断线靠近电源侧母线距离的不同。由于 U_N 可以忽略不计,所以 U_{A2B2} 、 U_{C2A2} 的大小约等于 E_B 和 E_C 。

[0139] 1.2.3 35kV线路断线且电源侧断线处接地

[0140] 图14为35kV断线且电源侧断线处接地一次系统示意图,以A相短线为例。上级变电站35kV侧变电站35KV供电系统为经电阻接地。设上级变电站35kV侧电源电势分别为 E_A 、 E_B 、 E_C , U_N 为电源侧变电站变压器35kV中性点电压,断线处到上级变电站母线侧对地电容为 aC ,断线处到负荷侧变电站35kV母线对地电容为 $(1-a)C$ 。

[0141] 当断线并在系统侧接地时,此时为单相接地短路故障,所以系统变电站线路零序电流保护动作跳闸,且重合闸重合不成。

[0142] 3~66kV线路断线故障特征分析：

[0143] 对于不接地、经消弧线圈接地、经电阻接地系统,35kV线路断线、35kV线路断线且负荷侧断线处接地、35kV线路断线且电源侧断线处接地三种情况,其电源侧线电压不变且线电压对称(对于经电阻接地系统,当断线并在系统侧接地时,为单相接地短路故障,线路零序电流保护将动作跳闸)。

[0144] 由于35kV线路断线且电源侧断线处接地情况, U_N 可以忽略不计,因此对于35kV线路断线和35kV线路断线且电源侧断线处接地两种情况,负荷侧母线线电压,负荷侧 $\dot{U}_{B2C2}$ 等于 $\dot{E}_{BC}$, $\dot{U}_{A2B2}$ 、 $\dot{U}_{C2A2}$ 与 $\dot{U}_{B2C2}$ 方向相反,大小为 $\frac{1}{2}E_{BC}$ 。对于35kV线路断线且负荷侧断线处接地情况, $\dot{U}_{B2C2}$ 等于 $\dot{E}_{BC}$,随着断线靠近电源侧母线距离的不同, α 在0~1间变化, $\dot{U}_{A2B2}$ 的大小在 $\frac{1}{2}E_{BC}$ 变化至 E_B 间变化,同时 $\dot{U}_{C2A2}$ 的大小在 $\frac{1}{2}E_{BC}$ 变化至 E_C 间变化。

[0145] 同理,3~66kV线路断线时,线路两侧母线线电压有同样故障特征。

[0146] 下面给出本发明方法的技术方案：

[0147] 本发明的方法所应用的输配电网为35kV变电所35kV单母线分段一次主接线(含35kV单母线一次主接线)、35kV内桥接线(如图18所示)、35kV扩大内桥接线(如图19所示)、35kV变电所35kV线变组一次主接线(如图20所示)。以35kV变电所为35kV单母线分段一次主接线为例,其他一次主接线保护方法类似。35kV变电所35kV单母线分段一次主接线一般结构如下:1号电源进线支路设备、2号电源进线支路设备分别连接35kVⅠ段母线、35kVⅡ段母线;35kVⅠ段母线和Ⅱ段母线之间有分段断路器3DL,分段断路器3DL串接有分段电流互感器

CT;1号电源进线支路间隔设备有断路器1DL,2号电源进线支路间隔设备有断路器2DL,1号电源进线支路、2号电源进线支路分别串接有电流互感器CT1、CT2;此外,35kVI段母线还接有1号变压器支路和35kV电压互感器PT1;35kV II段母线还接有2号变压器支路和35kV电压互感器PT2。1号电源进线线路电源侧有断路器4DL,2号电源进线线路电源侧有断路器5DL。1号电源进线电源端35kV母线接有35kV PT3,2号电源进线电源端35kV母线接有35kV PT4。35kV线路设置光纤通道和线路光纤差动保护。

[0148] 针对上述35kV单母线分段一次主接线,在上级变电站实施通过35kV线路光纤通道传递线路两侧电压信息,比较线路两侧线电压识别35kV线路断线,跳35kV线路电源侧断路器或负荷侧断路器,由负荷端35kV变电站备自投恢复供电的方案,来满足现场运行要求。

[0149] 如图15、16所示,以35KV线路为例。本发明比较线路两侧线电压与备自投配合的断线保护方法,包括:

[0150] 1.判断35kV线路断线启动跳35kV线路电源侧断路器或负荷侧断路器和由35kV备自投恢复供电的条件

[0151] 1.1 判断1号35kV线路断线跳1号35kV断线线路电源侧断路器4DL和由负荷端35kV备自投启动合备用电源断路器2DL或3DL,并启动1号35kV线路断线报警条件

[0152] a、采集负荷端35kV变电站I段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 。

[0153] (1) 1号35kV电源线路的负荷端35kV进线断路器1DL在合闸位置;

[0154] (2) 负荷端35kVI段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压,满足两个在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间,一个在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$ 之间。

[0155] 上述条件均满足,表示负荷端35kV变电站I段母线线电压异常(以下简称电压异常),通过1号35kV电源线路光纤差动保护的光纤通道,将上述电压及负荷端35kV变电站I段母线电压异常信号,送至上级变电站1号35kV线路的电源端35kV线路保护中的35kV断线保护。

[0156] b、采集上级变电站对应35kV母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 。

[0157] (1) 电源端对应35kV母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0158] (2) 电源端对应35kV母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0159] (3) 电源端对应35kV母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0160] (4) 1号35kV线路的电源端35kV线路断路器4DL在合闸位置。

[0161] 上述条件全部满足,表示上级电源侧变电站35kV母线3个线电压对称(幅值基本相等),即电源侧电压正常(简称电压正常)。

[0162] 当电源侧变电站对应35kV母线电压正常,且收到的负荷端35kV变电站I段母线线电压异常时,则识别和判断1号35kV电源线路断线,上级变电站35kV线路保护中的35kV断线保护,跳1号35kV电源线路电源侧断路器4DL。由于1号35kV电源线路失去电源,由负荷端35kV变电站35kV备自投动作,启动跳开1号35kV电源进线断路器1DL、合上备用电源断路器2DL或3DL,使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电。同时启动1号35kV线路断线报警。

[0163] 1.2 判断2号35kV线路断线跳2号35kV断线线路电源侧断路器5DL和由负荷端35kV

各自投启动合备用电源断路器1DL或3DL,并启动2号35kV线路断线报警的条件

[0164] a、采集负荷端35kV变电站Ⅱ段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 。

[0165] (1) 2号35kV电源线路的负荷端35kV进线断路器2DL在合闸位置;

[0166] (2) 负荷端35kVⅡ段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压,满足两个在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间,一个在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$;

[0167] 上述条件满足,表示负荷端35kV变电站Ⅱ段母线电压异常,通过2号35kV电源线路光纤差动保护的光纤通道,将上述电压及负荷端35kV变电站Ⅱ段母线电压异常信号,送至上级变电站1号35kV线路的电源端35kV线路保护中的35kV断线保护。

[0168] b、采集上级变电站对应35kV母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 。

[0169] (1) 电源端对应35kV母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0170] (2) 电源端对应35kV母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0171] (3) 电源端对应35kV母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0172] (4) 2号35kV线路的电源端35kV线路断路器5DL在合闸位置。

[0173] 上述条件全部满足,表示上级变电站对应35kV母线电压正常。

[0174] 当上级变电站对应35kV母线电压正常,且收到的负荷端35kV变电站Ⅱ段母线线电压异常时,则识别和判断2号35kV电源线路为断线,上级变电站35kV线路保护中的35kV断线保护,跳2号35kV电源线路电源侧断路器5DL。由于2号35kV电源线路失去电源,由负荷端35kV变电站35kV各自投动作,启动跳开2号35kV电源进线断路器2DL、合上备用电源断路器1DL或3DL,使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电。同时启动2号35kV线路断线报警。

[0175] 1.3 判断1号35kV线路断线跳1号35kV断线线路负荷侧断路器1DL,和由负荷端35kV各自投启动合备用电源断路器2DL或3DL,并启动1号35kV线路断线报警条件

[0176] a、采集负荷端35kV变电站I段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 。

[0177] (1) 1号35kV电源线路的负荷端35kV进线断路器1DL在合闸位置;

[0178] (2) 负荷端35kVI段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压,满足两个在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间,一个在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$ 之间。

[0179] 上述条件均满足,表示负荷端35kV变电站I段母线线电压异常(以下简称电压异常)。

[0180] b、采集上级变电站对应35kV母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 。

[0181] (1) 电源端对应35kV母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0182] (2) 电源端对应35kV母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0183] (3) 电源端对应35kV母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0184] (4) 1号35kV线路的电源端35kV线路断路器4DL在合闸位置。

[0185] 上述条件全部满足,表示上级电源侧变电站35kV母线的电压正常。通过1号35kV电源线路光纤差动保护的光纤通道,将上述电压正常信号,送至1号35kV线路的负荷35kV变电

站35kV线路保护中的35kV断线保护。

[0186] 当收到的当电源侧变电站对应35kV母线电压正常,且负荷端35kV变电站Ⅰ段母线电压异常时,则识别和判断1号35kV电源线路为断线,负荷端35kV变电站35kV线路保护中的35kV断线保护,跳1号35kV电源线路负荷侧断路器1DL,由负荷端35kV变电站35kV备自投动作,启动合上备用电源断路器2DL或3DL,使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电。同时启动1号35kV线路断线报警。

[0187] 1.4 判断2号35kV线路断线跳2号35kV断线线路负荷侧断路器2DL和由负荷端35kV备自投启动合备用电源断路器1DL或3DL,并启动2号35kV线路断线报警的条件

[0188] a、采集负荷端35kV变电站Ⅱ段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 。

[0189] (1) 2号35kV电源线路的负荷端35kV进线断路器2DL在合闸位置;

[0190] (2) 负荷端35kVⅡ段母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压,满足两个在 $0.45E_{ab}$ 至 $0.635E_{ab}$ 之间,一个在 $0.9E_{ab}$ 至 $1.1E_{ab}$;

[0191] 上述条件满足,表示负荷端35kV变电站Ⅱ段母线电压异常。

[0192] b、采集上级变电站对应35kV母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 。

[0193] (1) 电源端对应35kV母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0194] (2) 电源端对应35kV母线PT二次BC线电压值 U_{bc} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0195] (3) 电源端对应35kV母线PT二次CA线电压值 U_{ca} 大于等于 $0.9E_{ab}$,小于等于 $1.1E_{ab}$;

[0196] (4) 2号35kV线路的电源端35kV线路断路器5DL在合闸位置。

[0197] 上述条件全部满足,表示上级变电站对应35kV母线电压正常。通过2号35kV电源线路光纤差动保护的光纤通道,将上述电压正常信号,送至2号35kV线路的负荷35kV变电站35kV线路保护中的35kV断线保护。

[0198] 当收到的上级变电站对应35kV母线电压正常,且负荷端35kV变电站Ⅱ段母线电压异常时,则识别和判断2号35kV电源线路为断线,上级变电站35kV线路保护中的35kV断线保护,跳2号35kV电源线路负荷侧断路器2DL,由负荷端35kV变电站35kV备自投动作,启动合上备用电源断路器1DL或3DL,使失去电源的变压器恢复到备用电源线路上供电。同时启动2号35kV线路断线报警。

[0199] 1.5 上述1.1~1.4中:

[0200] (1) 本发明方法,可应用于变压器中性点不接地或经消弧线圈接地方式和小电阻接地系统。

[0201] (2) 采用35kV电源进线两侧断路器1DL或2DL和4DL或5DL在合闸位置的原因:在一条电源进线线路带负荷端35kV变电所时,远离电源进线线路的母线电压也能感受到线路断线的信息,会干扰备自投的合闸备用电源断路器;另外,采用线路PT时,该电源进线线路可能还有其他负荷端35kV变电所,若这个负荷端35kV变电所电源进线断路器跳闸慢了或拒绝跳闸,也会干扰备自投的合闸备用电源断路器,可能造成备自投不能动作。采用35kV电源进线断路器在合闸位置的条件可进一步优化逻辑。

[0202] (3) E_{ab} 为电源额定线电压值,考虑电网电压波动,按实际电网额定电压值的 $\pm 10\%$ 考虑,其中:大于等于额定线电压值时按电网额定电压值0.9倍考虑;小于等于额定线电压

值按电网额定电压值1.1倍考虑。

[0203] 1.6 识别35kV线路断线后,跳闸方案:(1)将断线线路电源侧断路器跳开;(2)将断线线路负荷侧断路器跳开;(3)将断线线路两侧的断路器一起跳开。

[0204] 1.7对于发生断线而缺相运行的负荷侧变电站母线负荷,由备自投跳开断线线路的电源侧或负荷侧断路器、合上备用电源断路器来自动转移,将负荷恢复到备用线路供电。若35kV变电站采用35kV线变组一次主接线时,由负荷侧变电站中低压侧备自投恢复供电。

[0205] 2. 负荷端35kV变电站I段或II段母线上主变压器35kV中性点运行方式为不接地;35kV侧装设35kV备自投装置。1号和2号电源35kV线路必须设置光纤通道和线路光纤差动保护。

[0206] 3. 本发明方法可在电源端或负荷端35kV变电站单独的35kV线路断线保护装置实施或在35kV线路保护装置中实施。在35kV线路保护装置中实施,其优点不需要增加硬件设备。

[0207] 4. 负荷端35kV变电站35kVI段母线或II段母线断线相PT二次整定值为:

[0208] 负荷端35kV母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压的整定值为:两个取大于等于额定线电压值的45% (0.9×0.5),且小于等于额定线电压值的63.5% ($1.1 \times \sqrt{3}/3$),PT二次额定线电压值为100V,即 $\geq 45V$ 且 $\leq 63.5V$;一个取大于等于额定线电压值的90%,且小于等于额定线电压值的110%,即 $\geq 90V$ 且 $\leq 110V$ 。

[0209] 5. 35kV线路断线时电源端35kV变电站35kV母线PT二次整定值为:

[0210] 电源端35kV母线PT二次AB线电压值 U_{ab} 、BC线电压值 U_{bc} 、CA线电压值 U_{ca} 三个线电压的整定值为:PT二次额定线电压值为100V,取大于等于额定线电压值的90%,且小于等于额定线电压值的110%,即 $\geq 90V$ 且 $\leq 110V$ 。

[0211] 6. 本发明方法,由负荷端35kV变电站备自投恢复供电的单相断线继电保护方法中时间的整定值:

[0212] t_1 :躲过开关合闸时三相不同期时间,取0.1~0.2秒;

[0213] 7. 本发明方案能够满足下列一次主接线:(1)35kV变电站35kV单母线分段一次主接线;(2)35kV变电站35kV内桥一次主接线;(3)35kV变电站35kV扩大一次主接线;(4)35kV变电站35kV线变组一次主接线;(5)其他一次主接线。

[0214] 8. 对于有支接线的35kV线路,则需要在电源端变电站和每一个负荷端变电站之间实施电源端-负荷端变电站两两对应关系的35kV断线保护。

[0215] 9. 比较线路两侧母线线电压发明方案也可用在单电源供电的110kV线路断线的情况下。

[0216] 下面给出本发明方法的实施例(以图17和跳电源侧断路器为例):

[0217] 运行方式1

[0218] 该运行方式下,2号电源断路器2DL、分段断路器3DL运行,1号电源断路器1DL热备用,即1号电源断路器1DL分闸位置。

[0219] 以A相断线为例,B相或C相断线类似。当2号35kV电源线路A相单相断线故障时,负荷端变电站II段母线线电压感受到不正常运行,但电源端变电站35kV母线PT二次线电压正常,满足了2号35kV电源线路单相断线的条件,经延时 t_1 后,电源端线路保护中的35kV线路断线保护,跳2号35kV电源线路电源侧断路器5DL。由于2号35kV电源线路失去电源,负荷端

35kV变电站35kV备自投动作,跳开2号35kV电源断路器2DL,35kV启动1号35kV备用电源断路器1DL合闸,使失去电源的变压器恢复到备用1号35kV电源线路上供电。同时发2号35kV电源线路单相断线信号。

[0220] 运行方式2

[0221] 该运行方式下,1号电源断路器1DL、分段断路器3DL运行,2号电源断路器2DL热备用,即2号电源断路器2DL分闸位置。

[0222] 以A相断线为例,B相或C相断线类似。当1号35kV电源线路A相单相断线故障时,负荷端变电站I段母线电压感受到不正常运行,但电源端变电站35kV母线PT二次线电压正常,满足了1号35kV电源线路单相断线的条件,经延时 t_1 后,电源端线路保护中的35kV线路断线保护,跳1号35kV电源线路电源侧断路器4DL。由于1号35kV电源线路失去电源,负荷端35kV变电站35kV备自投动作,跳开1号35kV电源断路器1DL,启动2号35kV备用电源断路器2DL合闸,使失去电源的变压器恢复到备用2号35kV电源线路上供电。同时发1号35kV电源线路单相断线信号。

[0223] 运行方式3

[0224] 该运行方式下,1号电源断路器1DL、2号电源断路器2DL运行,分段断路器3DL热备用,即分段断路器3DL分闸位置。

[0225] 1号35kV电源线路单相断线故障

[0226] 以A相断线为例,B相或C相断线类似。当1号35kV电源线路A相单相断线故障时,负荷端变电站I段母线电压感受到不正常运行,但电源端变电站35kV母线PT二次线电压正常,满足了1号35kV电源线路单相断线的条件,经延时 t_1 后,电源端线路保护中的35kV线路断线保护,跳1号35kV电源线路电源侧断路器4DL。由于1号35kV电源线路失去电源,负荷端35kV变电站35kV备自投动作,跳开1号35kV电源进线断路器1DL,启动35kV备用电源断路器3DL合闸,使失去电源的变压器恢复到备用2号35kV电源线路上供电。同时发1号35kV电源线路单相断线信号。

[0227] 2号35kV电源线路单相断线故障

[0228] 以A相断线为例,B相或C相断线类似。当2号35kV电源线路A相单相断线故障时,负荷端变电站II段母线电压感受到不正常运行,但电源端变电站35kV母线PT二次线电压正常,满足了2号35kV电源线路单相断线的条件,经延时 t_1 后,电源端线路保护中的35kV线路断线保护,跳2号35kV电源线路电源侧断路器5DL。由于2号35kV电源线路失去电源,负荷端35kV变电站35kV备自投动作,跳开2号35kV电源进线断路器2DL,启动35kV备用电源断路器3DL合闸,使失去电源的变压器恢复到备用1号35kV电源线路上供电。同时发2号35kV电源线路单相断线信号。

[0229] 除上述实施例外,本发明还可以有其他实施方式,凡采用等同替换或等效变换形成的技术方案,均落在本发明要求的保护范围内。

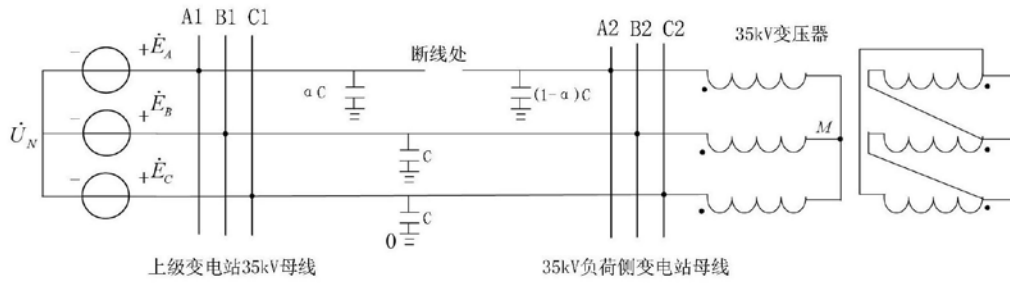


图1

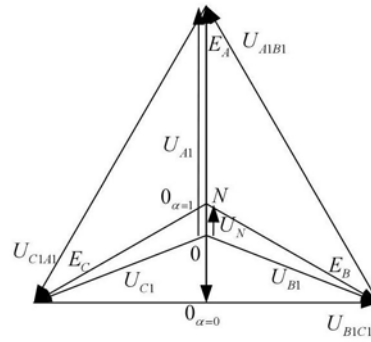


图2

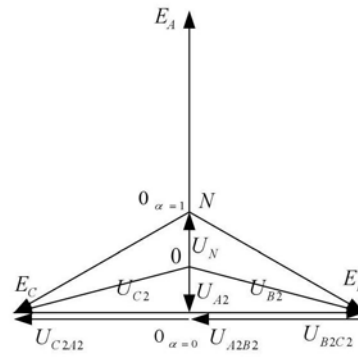


图3

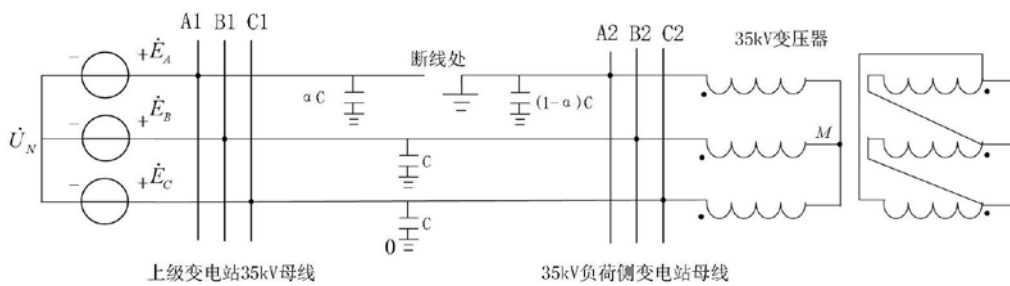


图4

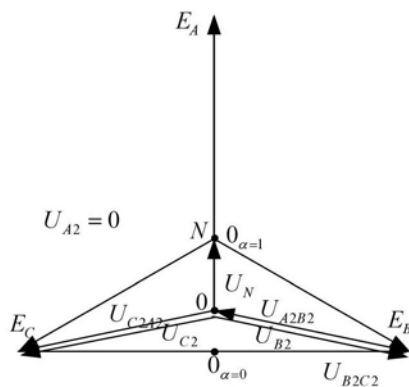


图5

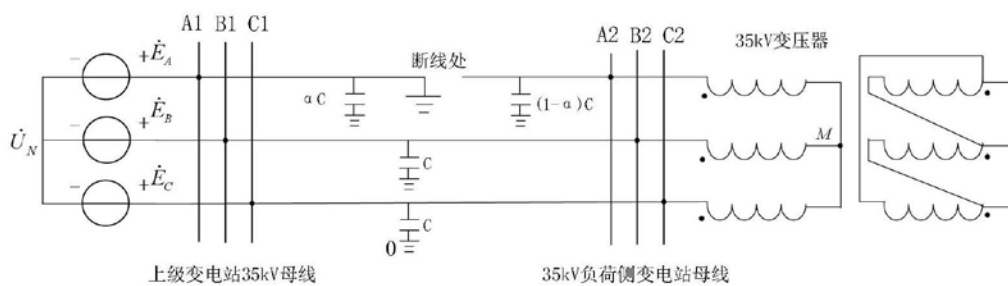


图6

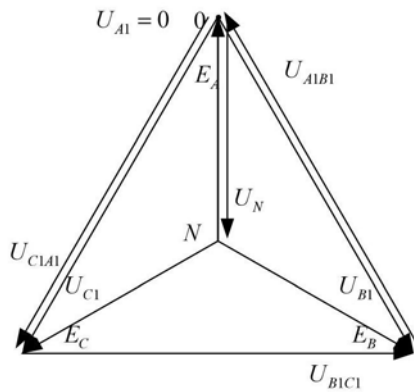


图7

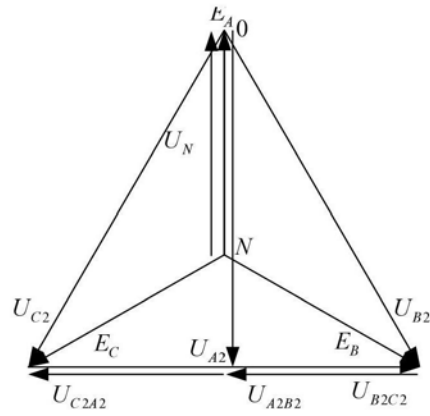


图8

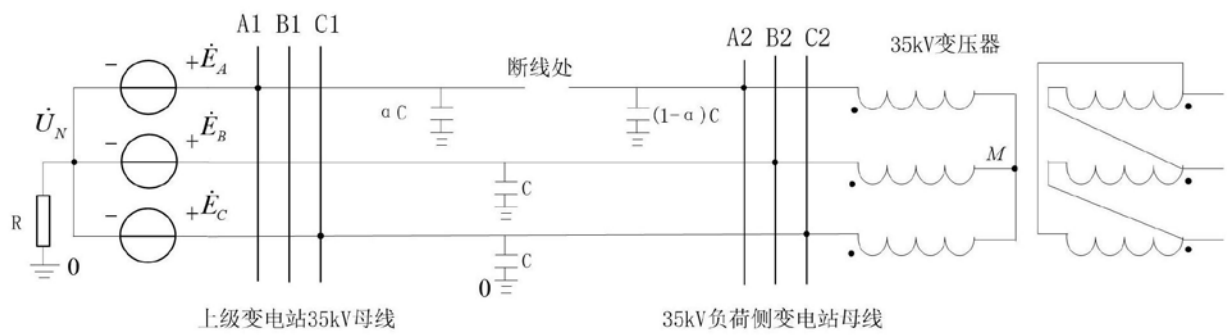


图9

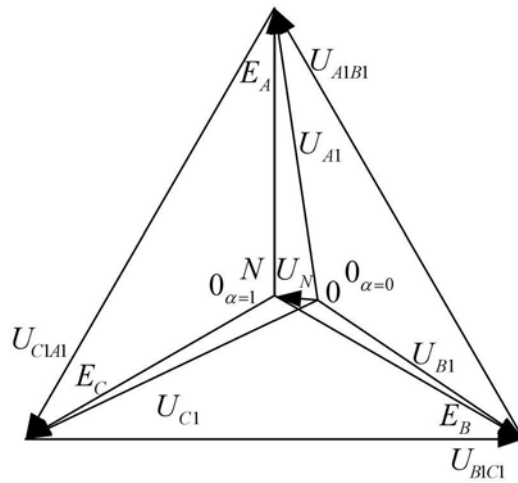


图10

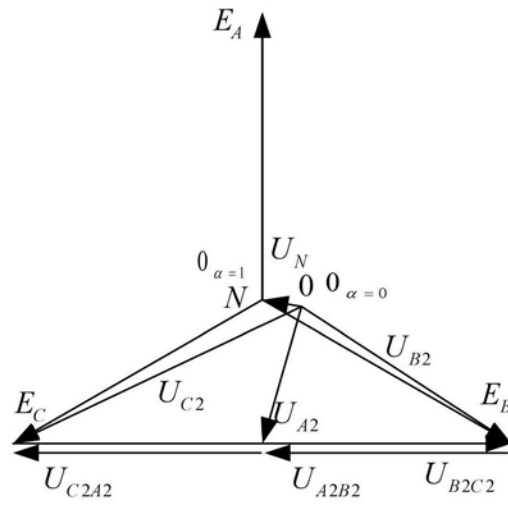


图11

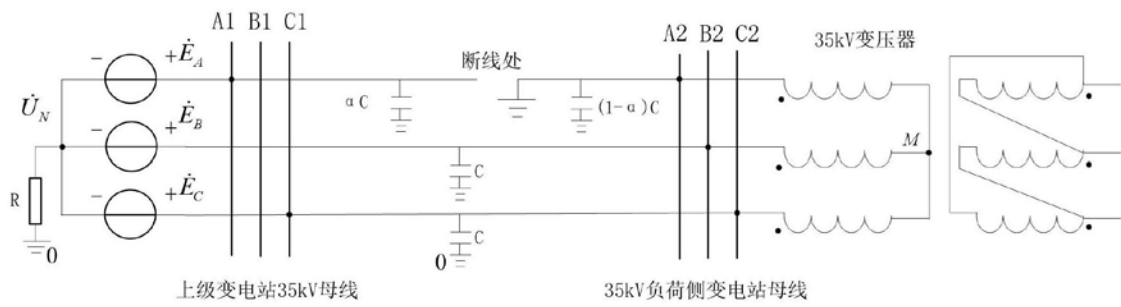


图12

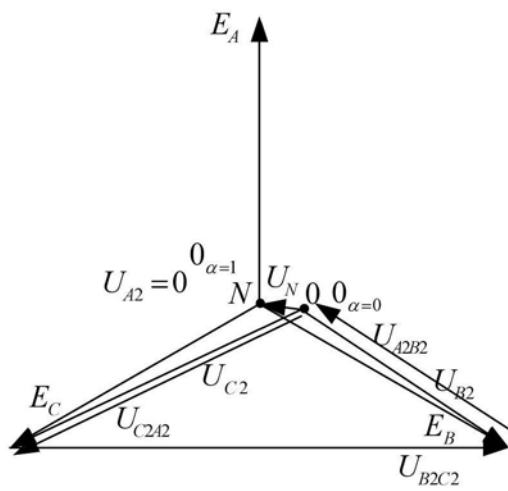


图13

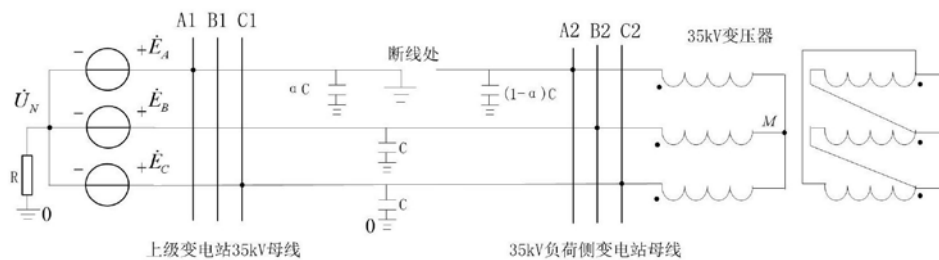


图14

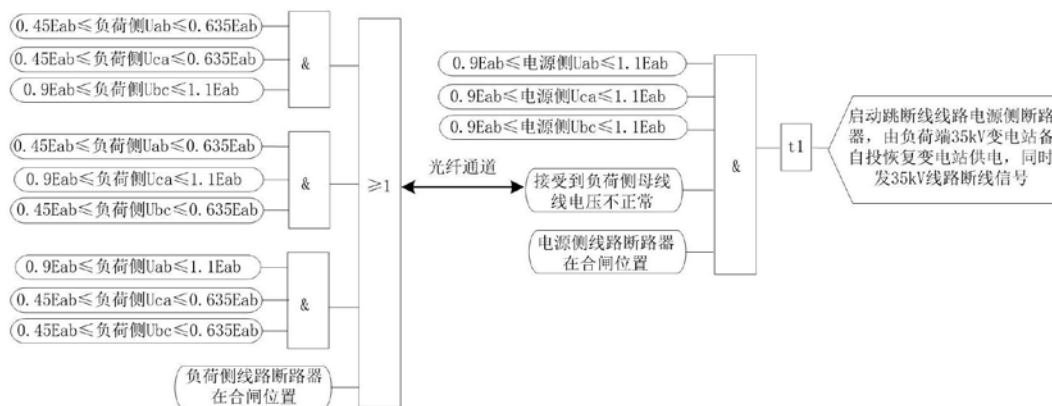


图15

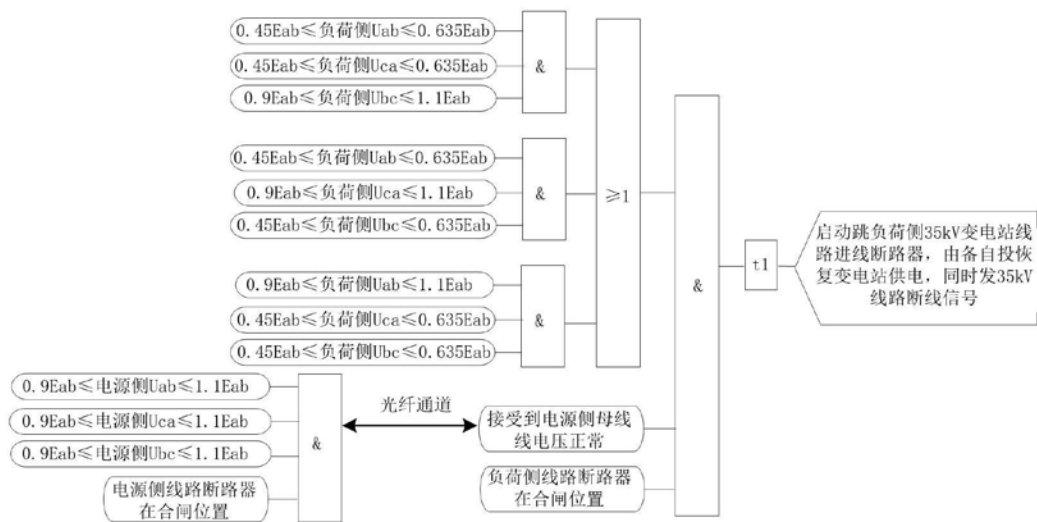


图16

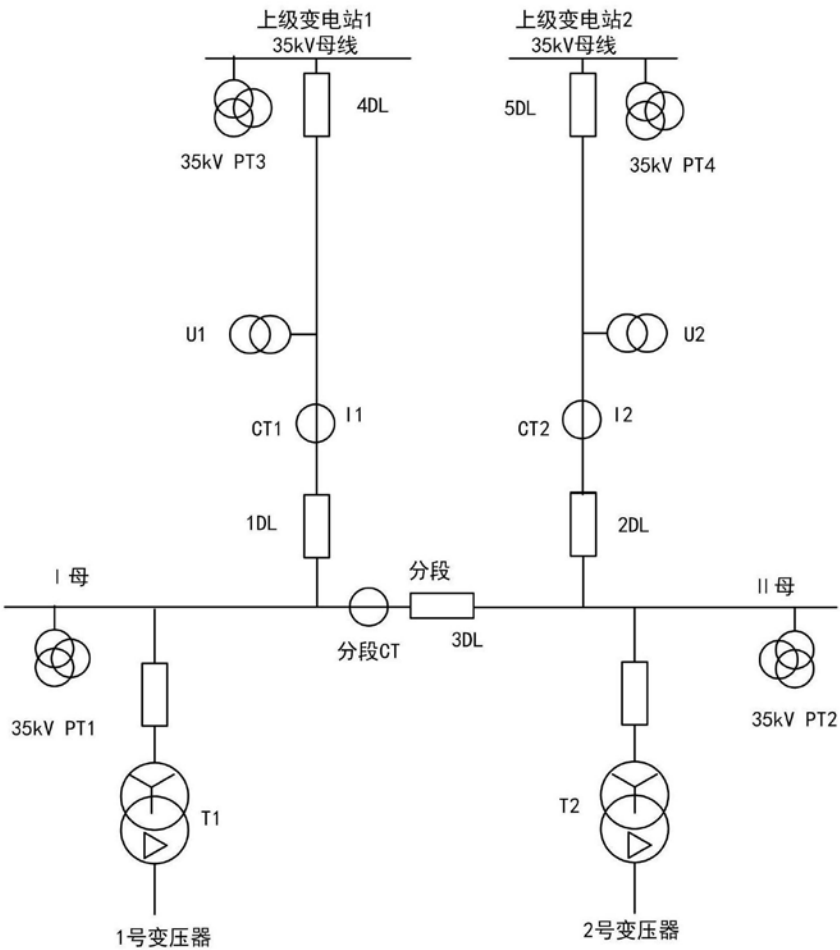


图17

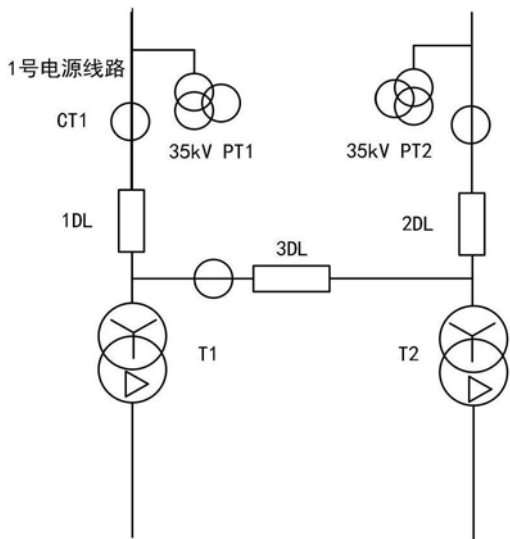


图18

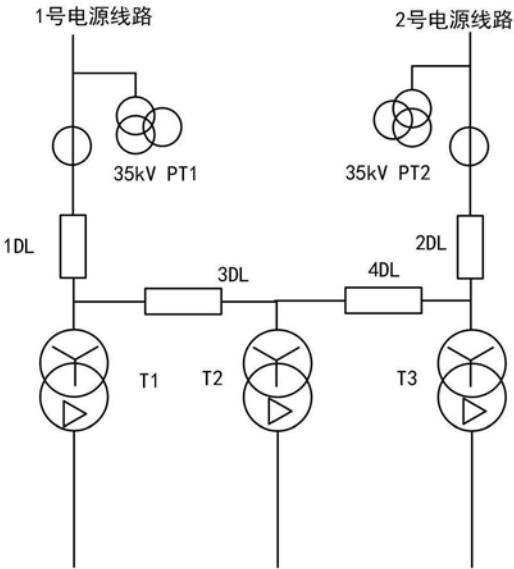


图19

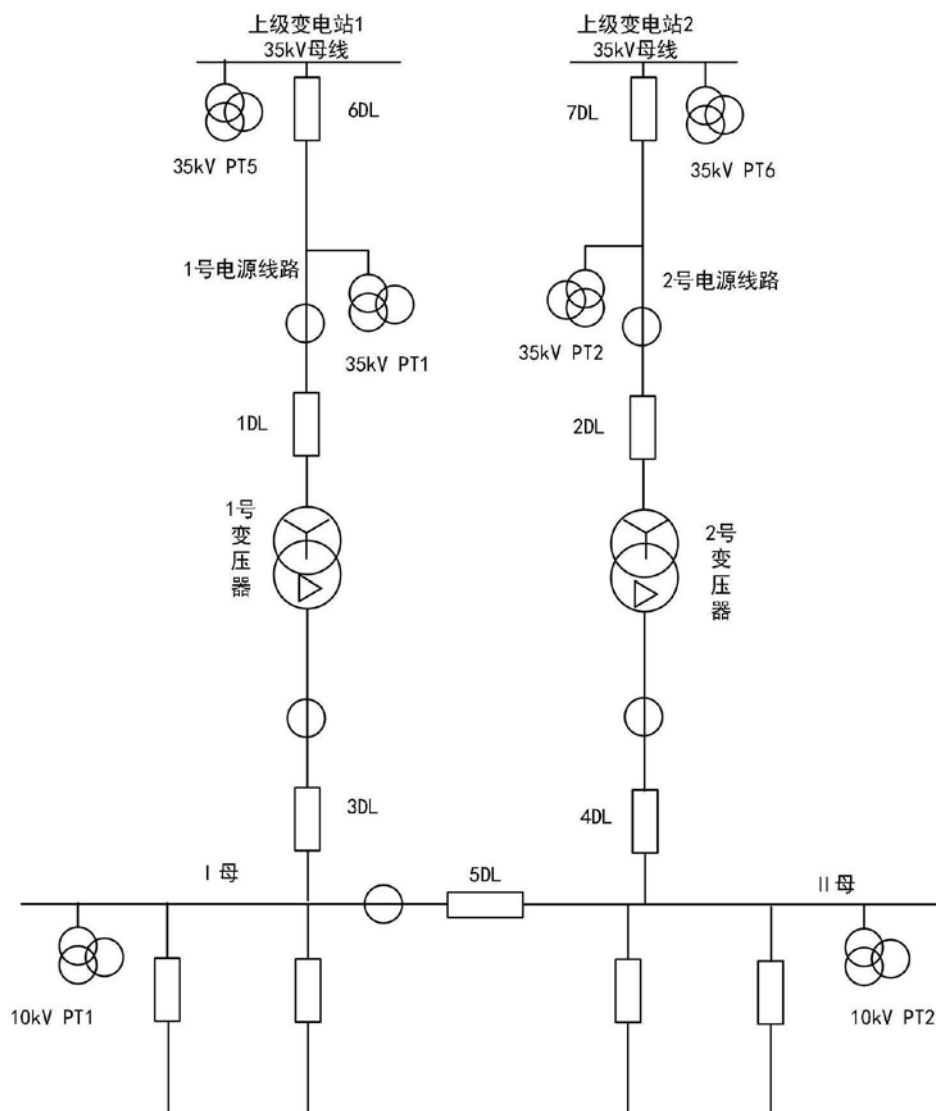


图20