

厂站低压直流系统接地查找

张科峰, 方稳根

(中国南方电网超高压输电公司广州局, 广东 广州 510405)

摘要: 低压直流系统为厂站的继电保护装置、跳合闸线圈提供电源, 直流接地降低了电网的可靠性, 可能会给电网带来灾难性的后果, 所以必须快速地查找并消除接地点。目前最有效彻底的方法就是通过“试拉法”缩小故障范围, 然后再借助其它手段找到接地点。通过建立厂站的直流系统信息台帐, 把直流回路分布情况直观地体现出来, 帮助查找人员准确、快捷地锁定接地点。按照分网法缩小查找范围, 把直流系统分成几个不相联系的部分, 最终找到故障点。

关键词: 直流接地; 直流系统信息台帐; 分网法; 试拉法; 直流回路

Earthing search for low-voltage DC system in plant station

ZHANG Ke-feng, FANG Wen-gen

(GZ Bureau, CSG EHV Power Transmission Company, Guangzhou 510405, China)

Abstract: Low-voltage DC system provides power for protection devices, tripping and closing coils. Otherwise, DC system earthing fault debases the grid reliability, and may even result in disastrous consequences. So the earthing point must be found out and eliminated as quickly as possible. At present, the most effective way is pull test method, it is helpful to eliminate the scope of fault and then use other methods to find the earthing point. Establishing original record of DC system for plant station can embody the distribution of DC circuit intuitively and can help the searcher lock the earthing point accurately and quickly. Net-separate method narrows the scope of searching point, and separates the DC system into several disjunct parts, thus, the earthing point can be found out finally.

Key words: DC system earthing fault; original record of DC system; net-separate method; pull test method; DC circuit

中图分类号: TM507; TM645.2 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)20-0093-04

0 引言

变电站低压直流系统电压等级有220 V和110 V, 且都采用不接地系统, 这样避免了发电厂、变电站一次设备发生接地故障时由于地电位升高而对直流系统造成冲击, 保护了直流负荷设备和人身安全, 但是如果该系统意外出现接地点则可靠性会大大降低。

正常时, 正、负极对地绝缘电阻相等, 对地电压平衡。发生一点接地时, 电压的平衡性被破坏, 接地极对地电压降低, 非接地极电压升高。直流一点接地时, 一般不会立即产生寄生回路, 危害保护设备的运行。但是, 存在一点接地的直流系统, 供电可靠性大大降低。在接地点未消除时再有其它点接地, 就可能造成直流电源短路, 继电器误动或拒动等严重后果, 如图1所示。在极端情况下, 当直流系统对地电容增大到一定数值, 直流负母线对地电压高于继电器动作电压时, 一点接地就有可能致使继电器误动^[1,2], 如图2所示。所以直流一点接地时,

设备虽可以继续运行, 但必须尽快查到接地点, 立即消除或隔离。目前, 直流系统都配置有绝缘监测装置, 在发生直流接地后, 检测到母线绝缘下降时会自动投入支路巡检功能, 找出接地支路。但是无论绝缘监测装置是使用直流方式还是交流方式, 其电流互感器均只接在母线馈线回路(即总电源回路)上, 所以, 不能找出具体的接地支路。在无其它技术手段进行不停电查找接地故障的情况下, 只能采用传统的试拉方法来寻找接地点。本文通过加强厂站基础建设工作, 建立厂站直流系统信息台帐来直观地反映直流系统回路分布情况, 帮助查找人员用试拉法快速、准确地找出接地点。

1 实现方法

直流系统的空气开关或熔断器是分层分级配置的, 一般由直流屏总路空气开关(总路空开)和各设备分路空气开关(分路空开)两级串联而成并将直流回路分成了三段。三段回路分别是直流母线及

其引出线回路，总路空开馈出的电缆和桥接母线回路，分路空开馈出的保护、控制、信号回路。其中，第三段回路数量最多，接线最复杂，发生接地可能性最高。要想尽快找到接地点所属空开，接地点的确切位置，就必须对三段回路的构成、作用和现场具体位置十分熟悉，所以查找直流接地最基本的一步就是熟悉现场直流系统布线，了解每个分路开关所接电源及其所带负荷。厂站直流系统信息台帐不但可以直观地反映低压直流系统运行方式，更可以在发生直流接地时为查找人员提供有效的依据。其包括低压直流系统回路图和桥接母线负荷分布表两部分，低压直流系统回路图以电源为主线，形象地把从直流母线到保护屏桥接母线和到现场屏柜的所有回路及回路中包含的电源空气开关（或熔断器）对应标识在现场实际位置。桥接母线负荷分配表则将所有桥接母线上的负荷开关列出来，包括保护电源、控制电源和屏内装置的工作电源等。低压直流系统回路图和桥接母线负荷分配表可以直观、清晰地反应出低压直流系统接线情况，保证查找人员心中有数、思路清晰，按照查找直流接地的原则快速将故障点锁定在分路空开的下级回路，且在拉路过程中不会出现漏拉、错拉和重复拉的情况，做到稳、快地排除接地故障^[3]。

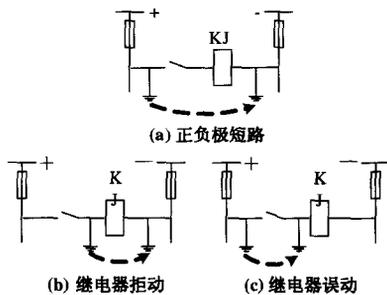
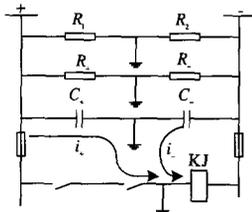


图1 直流系统两点接地

Fig.1 Two earthing points of DC system



注： R_1 、 R_2 为绝缘监测仪内部采样电阻； R_+ 、 R_- 为直流系统绝缘电阻； C_+ 、 C_- 为直流系统综合起来的总对地等效电容。

图2 直流一点接地使继电器误动

Fig.2 One earthing point making relay misoperate

如图3，继保室第一排保护屏柜的桥接母线1KM、2KM和BM分别通过101Z、1DK，202Z、5DK和103Z、3DK提供电源；查负荷分布表可确定1KM、2KM和BM所带负荷。

一般直流系统接地可分为两类：一类是平时绝缘良好，突发性接地。发生此类接地时应排除是否有人在二次回路上工作或有设备检修试验工作，如与工作有关，应通知工作人员停止工作，将接地故障排除后才能继续工作。同时，也要注意突然接地是否与天气有关，如大雨造成户外接线端子箱进水造成绝缘下降的接地。另一种是平时直流系统绝缘就不良^[3]。这种接地判断比较困难，尤其是一些运行时间长的变电站，其整体的绝缘差，发生接地电阻下降时接地点比较难找。下面主要针对突发性接地进行说明。

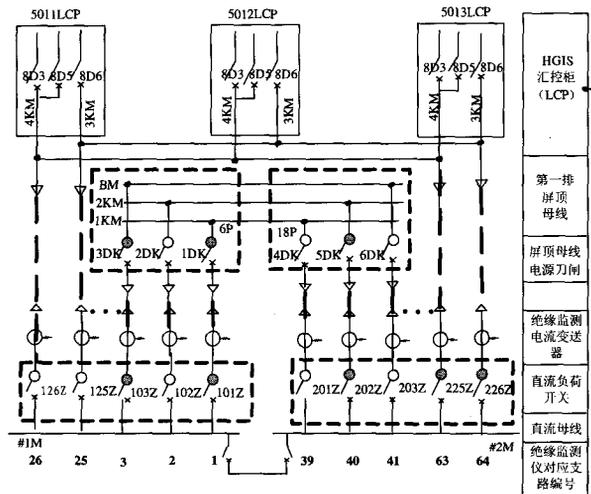


图3 低压直流系统回路图

Fig.3 Route of low voltage DC system

2 锁定接地回路的方法

当发生直流接地时，微机绝缘检测仪会报出是哪一极（正极或负极）接地、接地电阻值，随后会报出接地支路号，根据支路号就可将接地点定位到总路空气开关（即直流屏的直流负荷开关），结合表1确定接地点所在的第三段回路位置。以下举例说明：微机绝缘检测仪报“1”号支路接地，接地电阻为 0Ω ，接地性质为负极接地。根据图3低压直流系统回路图可知，该接地回路的总开关为101Z，其下一级负荷为第一排保护屏的第一路控母1KM，根据负荷表将接地可能出现回路锁定在表1的灰色部分。按照先信号后控制、先室外后室内的原则顺序拉合接于1KM上的负荷开关（表1中的灰色区域开关），直至找出接地点。如果1KM上的分路空开全部拉完

后,故障仍未消失,则故障可能发生在直流母线1KM或从101Z与1KM相连的电缆上。这时通过断开桥接母线开关1DK来判断接地点究竟在哪段回路。注意,由于绝缘检测仪对故障消失的反应灵敏性较差,故在拉路前先退出绝缘检测仪,再用内阻不低于2000 Ω/V 电压表在直流屏监视该母线对地电压^[4]。如果拉开某路空气开关后,接地极母线对地电压立刻升高到母线电压的一半左右,则接地点就位于该空开控制的下级回路之中。接地试拉的原则是先拉与继电保护无关,不影响电网事故跳闸的设备,再拉继电保护

设备。即:对于信号回路,如测控装置、遥信、通讯回路,其不影响故障跳闸,只涉及监控、远动,可最先拉,如交换机电源等回路空开。如果接地点就在这些空开所接回路,就免除了对控制回路、保护回路的短时停电。如果接地点不在这些支路,必须断开保护、控制回路空开时,拉路时间越短越好,一般应控制在3 s以内^[4]。根据现场经验,一般试拉顺序为:停役电源、试验电源、备用电源、事故照明电源、继保信号电源、中央信号电源、继保设备电源等^[3]。

表1 桥接母线负荷分配

Tab.1 Load distribution of bridge-shaped connecting bus

| 保护屏柜 | 1KM | 2KM | BM |
|--------------|------------------------------|----------------------------|---------------|
| 5011 断路器保护屏 | 4DK1: 控制电源 1 | 4DK2: 控制电源 2 | 15DK: 断路器保护电源 |
| 5012 断路器保护屏 | 4DK3: 控制电源 1 | 4DK4: 控制电源 2 | 15DK: 断路器保护电源 |
| 5013 断路器保护屏 | 4DK5: 控制电源 1 | 4DK6: 控制电源 2 | 15DK: 断路器保护电源 |
| 线路 L1 保护屏 I | 1DK: 主一保护电源 9DK: 辅 A 保护电源 | | |
| 线路 L1 保护屏 II | | 1K: 主二保护电源 9K: 辅 B 保护电源 | 12K: 交换机电源 |
| 线路测控屏 | 6DK: L1 测控电源 | 6DKK: L1 测控通信电源 | |

定位到分路空开后应与调度联系,听从安排,调度同意退出相应保护或控制装置后,断开该路空开,这样其余直流回路就恢复到正常状态。再拆除监视直流母线对地电压的电压表,投入绝缘检测仪。

3 定位下级回路

下级回路分室内与室外两部分。找到接地点在某屏柜后,下一步任务就是确定接地点发生在保护屏内部还是在与保护屏相连的其它设备内。例如,假设锁定接地点发生在断路器保护屏内,则实际的接地位置可能在与其相连的保护屏、测控装置屏或断路器机构箱内。由于接地支路空开已断开,下级回路不带电,用电压表监视回路对地电压的方法不再有效,所以具体找出下级回路接地点的查找只能使用摇表,通过绝缘电阻来判断接地情况。由于室外部分受天气状况影响较大,受干扰因素较多,故应重点检查。可以先打开该回路涉及的室外端子箱、操作箱,仔细检查箱内有无明显接地点,有无积水或受潮,二次线绝缘有无破损,有无小动物进入等现象^[2]。

3.1 确定接地点在室外还是室内

由于该回路中已没有空开可拉,接地点的进一步剖析和判断只有通过解开电缆芯实现,把直流系统分成几个不相联系的部分,即用分网法缩小查找范围。此时需要注意的是:解端子前应将端子排号、电缆编号详细记录,防止恢复接线时出错。依次解开保护屏到交流场直流电缆芯线,每解开一根电缆,

就用摇表在端子排测量接地极对地绝缘电阻,若绝缘恢复,说明接地点在本电缆或电缆对侧回路之中,解开本电缆对端端子,若绝缘恢复,则接地点在电缆对侧回路(交流场设备端子箱),若绝缘没有恢复,则接地点在本电缆;若解开所有电缆后绝缘仍没有变化,说明接地点位于保护屏内部。

3.2 接地点在室外的处理

按照上述方法和注意事项,逐一解开交流场设备端子箱内电缆芯,将与该端子箱有关联的电缆一一排查,这样,逐步将接地点所在范围缩小,最后接地点就限定在与该端子箱相关的断路器机构箱、刀闸机构箱或控制电缆中,这些回路可能是开关设备的外部联锁回路、报警回路、信号回路等,用摇表对箱内直流回路的每一根电缆芯摇测绝缘,接地点就限定在几根电缆芯中,再仔细观察或触摸,就可发现接地点。

3.3 接地点在室内的处理

接地点位于保护屏内时,依次拔出装置插件,测量端子排接地极对地绝缘电阻,若绝缘恢复,说明接地点就在对应插件中。若绝缘没有变化,说明接地点位于屏内布线、保护屏端子排或屏间直流电缆中,摇测屏内直流回路的每个接线端子绝缘,找出接地的那几个端子,对端子金属部分、连接线路部分仔细检查、触摸,找出接地点。

4 查找接地点时的注意事项

- 1) 在一极接地的情况下,禁止把未接地的一极接地,以免继电器误动或烧焦接地点;
- 2) 在用分网法缩小范围时应同时使双回路供电的分路(如操作、信号、合闸电源)并环的先解环^[2];
- 3) 拉直流电源用电压表监视接地点电压时,要注意有些对地电容很大的直流系统在接地点消失后电压的恢复有一个充电过程,所以要待读数稳定后再确定。

5 结论

虽然最终确定接地点还是要通过“试拉”法和解端子摇测绝缘这样逐一排查来实现,但是,厂站建立直流系统信息台帐后,直观地、清晰地将直流系统分布状况展现出来,能帮助查找人员提高效率,最终快速、准确地找出接地点。

参考文献

[1] 邹森元.《电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点》条例分析[M].北京:中国电力出版社,2005.
ZOU Sen-yuan. Electric Power System Relay Protection and Automatic Safety Device Elements Anti-accident Measures[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

[2] 上海超高压输变电公司. 交流电源与测量仪表[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
Shanghai UHV Company. AC Power Supply and Measuring Instruments[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

[3] 黑龙江省电力有限公司调度中心. 现场运行人员继电保护知识实用技术与问答[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
Heilongjiang Electric Power LTD Dispatch Center. Relay-protection Practical Knowledge and Quiz of Field Operations Staff [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

[4] 全国电力工人技术教育供电委员会. 变电运行岗位技能培训教材[M]. 北京:中国电力出版社,1997.
National Power Worker Technical Education Electricity Commission. Substation Operating Job Skill Training Material[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1997.

收稿日期:2007-12-25

作者简介:

张科峰(1981-),男,本科,助理工程师,从事变电运行维护工作;E-mail:kfzhang114@163.com

方稳根(1981-),男,本科,助理工程师,从事变电运行维护工作。

(上接第92页 continued from page 92)

将 TWJa, TWJb, TWJc 触点回路拆除,应改进软件使三相不一致保护不判别 TWJ,只判别由断路器辅助触点构成的三相不一致回路。这样不改动二次回路,也符合反措中关于非全相保护使用断路器辅助触点而不使用位置继电器的要求。当断路器非全相运行时,判断断路器辅助触点闭合情况。如非全相回路接通,则非全相保护启动延时 2.5~3 s、(主要为躲过重合闸时间),跳开非全相断路器合闸成功的两相或一相。方案二:在断路器机构箱内部利用断路器辅助触点、时间继电器直接构成回路。在断路器非全相运行时,时间继电器励磁开始计时 2.5~3 s(主要躲过重合闸时间),跳开非全相断路器合闸成功的两相或一相。

4 结束语

断路器控制回路,是电力系统常用操作回路,也是继电保护装置实现其跳合闸目的的最后出口,作为保护断路器的三相不一致装置,是控制回路必不可少的配套设置。本文通过讨论三相不一致保护的要求和存在的问题,分析了 500 kV 玉溪变 8 月 9 日 220 kV 玉竹 I 回线 2563 断路器 A 相拒动的原因,提出了三相不一致保护的两种简单而实用的改进方案,从而可以有效地防止三相不一致保护的拒动和误动,保障电

力设备的安全运行。

参考文献

[1] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术[M]. 北京:水利电力出版社,1992.
CHEN De-shu. Relay Principle and Computer Technology[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1992.

[2] 毛锦庆. 国家电力调度中心电力系统继电保护实用技术问答[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
MAO Jin-qing. National Electricity Power System Dispatch Center Quiz Relay Practical Technology[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.

[3] RCS-921A 断路器失灵保护及自动重合闸装置技术说明书[Z].
RCS-921A Circuit Breaker Failure Protection and Automatic Reclosing Devices Technical Notes[Z].

[4] CSC-121A 数字式综合重合闸及断路器辅助保护装置使用说明书[Z].
CSC-121A Digital Integrated Circuit Breaker Reclosing and Auxiliary Protective Device Manual[Z].

收稿日期:2007-12-17;

修回日期:2008-01-08

作者简介:

许守东(1979-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统继电保护及控制;E-mail:374323@163.com

袁荣湘(1975-),男,博导,教授,研究方向为电力系统继电保护、电力系统分析与稳定控制等。