

电力系统直流电源支路接地指示装置

李立华

(常德电业局, 湖南 常德 415003)

摘要: 论述了现有的直流系统接地故障检测方法及其不足之处,介绍了一种新的直流支路接地故障指示装置。该装置采用磁调制技术,检测直流支路的差电流,来判断该直流支路是否有接地故障,且通过判断差电流的方向可以确定直流支路的接地极性。其对直流系统无任何不良影响,不受直流系统分布电容的影响,能准确判断故障所在直流支路,易于安装,抗干扰性强。

关键词: 电力系统; 直流感地; 差电流; 磁调制器; 指示装置

中图分类号: TM93 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)11-0041-03

0 引言

发电厂、变电站直流系统是十分重要的电源系统。它是一个独立的电源,不受发电机、厂用电、站用变以及系统运行方式改变的影响,为电力系统的控制回路、信号回路、继电保护、自动装置及事故照明、直流电机等提供稳定可靠的不间断电源,它还为断路器的分、合闸提供操作电源。直流系统所接设备多、回路复杂,在长期运行过程中会由于环境的改变、气候的变化、电缆以及接头的老化、设备本身的问题等等,而不可避免地发生直流系统接地。电力系统中直流操作系统采用对地绝缘运行方式,当发生一点接地时,并不引起任何危害,但必须及时处理,否则,当发生另一点接地时,有可能使继电保护发生误动、拒动。

1 直流绝缘检测监测系统的现状

在直流系统接地故障诊断领域中,主要有以下2类装置。一类装置基于“信号寻迹”的工作原理,它们有如下特点: 需在直流系统上施加低频交流激励; 根据直流母线分段数,配置相应检测主机台数,制约直流母线的运行方式; 随着直流系统对地电容的增大,装置叠加在被测系统的交流分量也随之增大; 直流系统对地电容对这类装置的正常工作有较大的影响。另一类装置是直接利用倍频磁调制器作直流电流传感器,巡回检测每个传感器的输出,并送给计算机进行处理。在实际应用过程中,这种方法涉及到严重的干扰问题,主要有环境电磁干扰及被测直流电流中的纹波干扰。为了抑制干扰,采取的处理措施很复杂。且每个传感头的特性参数离散性较大,使用前必须逐个进行预测标定,每

一传感器的标定参数必须记录在控制程序中,若增加或更换1个传感器则需对控制软件作修改,使用、维护很不方便,系统适应性差。要对多路直流回路进行检测,相应的检测、处理方法就更复杂。因此,主机与传感头在强干扰环境中用电缆传输采集的模拟量的方式并不十分合适。电缆连接方式对传感头与主机之间的距离也有一定限制,一般均是组屏并在屏内设立传感头,对高配室或场地机构处的分支直流接地一般不监视,而高配室或场地机构处由于环境影响正是直流绝缘降低的多发地。如果能有一种在监测点上不受限制,检测精度较高,选线准确的直流接地指示装置,应是一种较好的选择。

2 常规电桥型绝缘监测装置原理

目前,发电厂、变电所广泛采用直流电桥原理动作的直流系统绝缘监测装置,其原理接线见图^[1]。直流系统绝缘监测普遍采用平衡电桥方式来判定对地绝缘,即为正或负对地绝缘降低时,平衡电桥失去平衡,接地电流将流过继电器XJ,继电器XJ的最小动作电流为1.4 mA,当任一极的绝缘电阻下降到20 k Ω 时,即能发出信号,此时接地支路的差电流和继电器XJ的电流均为1.4 mA,检此电流即能判断直流接地故障。

3 新装置的构成和原理

3.1 利用差电流检测的原理

用磁调制直流漏电指示器套穿在各路直流回路的正、负出线上,当回路绝缘水平正常时,穿过指示器的直流电流大小相等,方向相反,此时互感器中的合成直流磁场为零,对直流漏电指示器无影响;当回路绝缘水平下降到一定范围或出现接地故障时,该

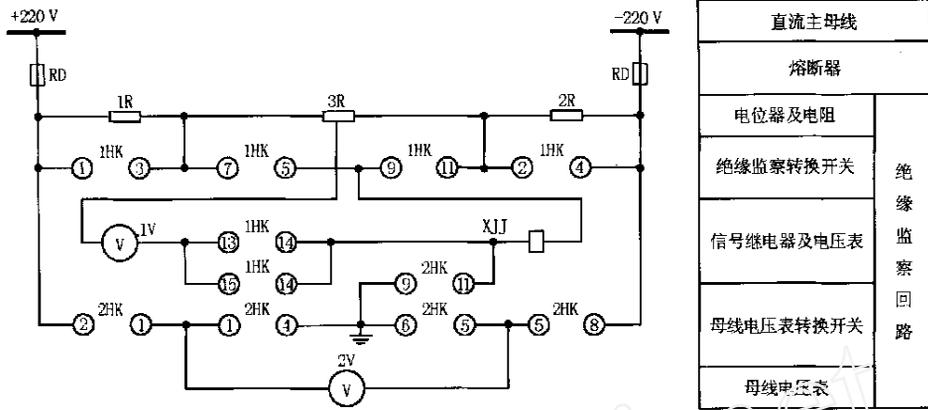


图1 绝缘监察装置接线图

Fig.1 Connection of insulated check instrument

回路中出现合成直流电流,对应于该回路的互感器中合成直流磁场就不为零,直流漏电指示器就产生相应指示^[2]。因此,可以通过直流漏电指示器来判定直流接地故障回路。差电流的方向可以确定直流支路的接地极性。使用时,将该指示器固定安装在直流系统的每一条回路中。上述检测方法是根据直流电桥的原理来实现的,该方法能否实现的关键是要求直流漏电指示器测量精度高,并且有足够的分辨率。

为保证检测互感器有足够的灵敏度和稳定性,要求磁心材料的初始磁导率低、微分磁导率高、矫顽力小、磁滞伸缩系数小以及矩形比好等。因此,使用含钼的坡莫合金作磁心材料。在磁心上密绕一个调制线圈,该线圈与运放组成一方波振荡器,当有差电流时,由于磁心中同时存在交变的励磁磁场及恒定的被测磁场,在半周期内被测磁场加强励磁磁场,使脉冲输出幅度增加;在另一半周期内,被测磁场抵制励磁磁场,使脉冲输出幅度减小,形成调幅式磁调制器,其输出波形正、负宽度基本恒定,磁芯主要工作在非饱和状态^[3]。然后再经过低通滤波,滤去交流信号,提取直流信号放大,推动指示电路与光电隔离的遥信电路。

3.2 装置的构成和效果

该直流漏电指示器包括外壳、漏电检测互感器、稳压电源电路、磁调制电路、有源滤波电路、线性放大电路、指示及遥信电路、手动试验电路。如图2所示,具体使用时将该指示器安装在每一条直流线路中,直流正、负导线在壳体内穿过互感器铁芯中心,可以为匝或多匝。环形互感器铁芯可用矫顽力很小的坡莫合金薄带绕制,由于采用了磁调制技术,环

形铁芯的直径和截面积可以做的较小,利于整个装置做成空开大小。环形互感器铁芯上用高强度漆包线绕有一调制线圈。由于整个装置的高灵敏性,地球磁场和外部环境电磁干扰相对较高,必须用软磁性金属材料屏蔽环形铁芯和线圈。在实际运行中,直流线路绝大多数时间处于正常运行状态,为了检验该指示器是否正常,本指示器还设置有手动试验电路,即在互感器下端负荷侧正极接一试验按钮 S_1 ,串联一电阻 R_1 不穿过互感器中心接至电源侧负极,按下按钮 S_1 相当于在该指示器制造一人为的正极漏电流。在互感器下端负荷侧负极接一试验按钮 S_2 ,串联一电阻 R_2 不穿过互感器中心接至电源侧正极,按下按钮 S_2 相当于在该指示器制造一人为的负极漏电流。如指示器相应指示灯亮,表明指示器正常。否则说明该指示器有故障,应及时检修。

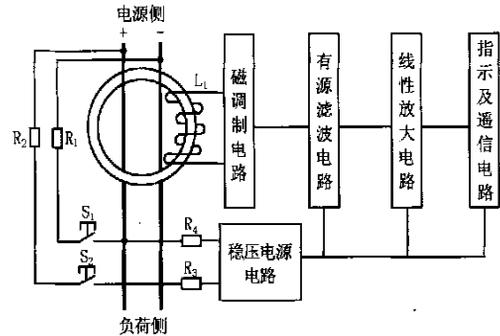


图2 本新型装置的原理方框图

Fig.2 Block diagram of the proposed new device

从整体来看,整个装置从直流系统取工作电源外,不会对被测系统注入低频信号,也不影响直流系统原有的绝缘监察继电器的运行和使用功能。而且可以替代原有的绝缘监察继电器的功能,只要用一

合适电阻替代原继电器 XJ,使最小接地电流为 1.4 mA 不变,则可把原直流系统绝缘监测装置看作一条直流支路,在 1R、2R 靠近母线侧串入本装置,调节动作值为 1.4 mA 即可。由于本直流漏电指示器是直接测量直流系统的接地漏电流,因此直流系统对地电容对本装置的工作没有影响且与系统母线电压无关。因为采用了单个装置方式测量直流电流,因此可以分别进行零点校正、灵敏度一致性调整,只要装置有足够的精度和稳定性即可。基于它的特点,在现场使用时安装简单,当不需要远方监视,只作就地指示时,则没有电缆联接。调校工作量小,本装置只需要简单调校零点,即可把地球磁场和外部环境电磁干扰引起的误差消除。并且由于该装置的测量精度及分辨率高,当直流系统对称接地故障的 2 个故障点不在同一个直流漏电指示器监测范围之内时能对直流系统对称接地故障进行检测指示。

磁调制式直流漏电指示器结构十分简洁,基本上只用 2 个集成块即完成信号的调制、滤波、放大,采用优质元器件,故装置稳定性、可靠性较好,使用方便,调校工作很少,测量精度较高。综合考虑到灵敏度和稳定性,取直流信号绕组匝数为 1 匝时,能可靠检测差电流 0.8 mA,当直流信号绕组匝数增加时,分辨率成倍增加。

该指示器的铁芯在装置带电后就有交变的调制电流流过,因此对大电流冲击后产生的剩磁具有去磁作用,提高了该指示器的抗大电流冲击特性。

3.3 关于对称性故障的解决方法

当直流系统对称接地故障的 2 个故障点在同一个直流漏电指示器监测范围之内时,不能对故障进行检测指示。如图 1 所示,正常时,电压表 2V 用作母线电压测量,即 2HK 的 1-2、5-8、9-11 接通。在测正极对地电压时,2HK 的 1-2、5-6 接通、9-11 断开;在测负极对地电压时,2HK 的 5-8、1-4 接通、9-11 断开^[1]。即始终只有一个中心接地点,通过改变电压

表 2V 的内阻或并联一合适的电阻,使对称性故障正、负母线对地绝缘电阻达到 20 k 时,流过中心接地点电流为 1.4 mA。即可在测正、负极对地电压时启动直流漏电指示器作相应指示。

4 结论

该装置属在线监视元件,不仅可以监视直流感地故障,还可调节其动作值监视直流绝缘降低;不仅可以安装于直流总支路,还可安装于直流分支路及任何想监视的下级分支路处,大大缩小了直流接地的查找范围。其调整方便,一致性好,现场安装简单,抗干扰性强,不会对被检测系统带来任何影响,不受直流系统分布电容的影响。通过改变分压电阻 R_3 、 R_4 的阻值大小,该装置可用于 220 V、110 V、48 V、24 V 等各种电压等级的直流漏电流检测指示。该装置已经向中国专利局申请了专利保护。

参考文献:

- [1] 电气二次回路安装和检验 (Installation and Test of Electrical Secondary Circuit) [M]. 北京:水利电力出版社 (Beijing: Hydraulic and Electric Power Press), 1986. 292-297.
- [2] 冯卓明,游大海 (FENG Zhuo-ming, YOU Da-hai). 直流系统接地检测方法比较 (Comparison of Testing Approaches of DC System Grounding) [J]. 电测与仪表 (Electric Measurement and Instrument), 1997, (25): 27-30.
- [3] 李大明 (LI Da-ming). 磁场的测量 (Measurement of the Magnetic Field) [M]. 北京:机械工业出版社 (Beijing: China Machine Press), 1993.

收稿日期: 2003-09-15; 修回日期: 2003-11-16

作者简介:

李立华(1970-),男,本科,工程师,从事电力继电保护研究及变电站无人值班改造设计施工。

Indication device for DC system grounding fault in power system

LI Li-hua

(Changde Electric Power Bureau, Changde 415003, China)

Abstract: In contrast with the conventional methods used in measuring resistance between ground and DC power supply and in detecting grounding fault points, a new device is introduced which is superior to those used before. The device adopts the magnetic modulating technology to measure the differential current of DC branch, to judge whether this branch has grounding fault, and to define the grounding polarity of the branch through the direction of differential current. The device has no bad effects to DC system, is immune from the distributed capacity in DC system, and can correctly check out the branch on which DC system grounding occurs. The proposed device is easy-fixed and strong anti-jamming.

Key words: power systems; DC system grounding; differential current; magnetic modulator; indication device