

发电厂直流系统绝缘监测技术应用研究

张 行

陕西延长中煤榆林能源化工有限公司 陕西靖边 718500

摘 要: 陕西延长中煤榆林能源化工有限公司自备电厂有两台汽轮发电机, 在用的GZG10-220/2*240-2*1200-M型直流系统是其重要组成部分, 是确保控制系统、继电保护、安全自动装置设备正常工作的重要电源; 直流系统的安全可靠运行直接关系到相关控制和保护系统动作的正确率, 关系到整个电网的安全稳定运行。因此, 为了保证发电厂的安全稳定运行, 有必要为直流系统应用成熟可靠的功能技术。但由于老旧直流系统绝缘监测装置技术功能单一, 当直流系统发生故障时, 无法及时分析、处理、隔离或解决, 往往会扩大意外停电范围, 造成设备损坏、破坏电网稳定, 进而造成装置大规模晃电甚至停电, 给发电厂甚至整个生产装置造成重大经济损失。因此, 研究发电厂直流系统绝缘监测技术的应用具有重要且现实的装置需求和经济价值。本文基于陕西延长中煤榆林能源化工有限公司自备电厂直流系统及其出现过的绝缘故障, 全面分析了直流接地故障的类型、原理和危害, 及相应的解决措施, 进一步探讨了直流系统母线接地故障和支路接地故障的综合监测方法, 以实现实时检测和定位直流接地故障、选择支路, 监测直流系统交流分量, 及时发现和排除故障。重点研究了常见直流系统绝缘监测的应用场景, 并提出了绝缘监测的使用和维护注意事项, 确保发电厂直流系统的良好运行状态, 为发电厂及生产装置安稳长满优运行奠定坚实基础。
关键词: 发电厂; 直流系统; 绝缘监测技术; 应用研究

Research on the application of insulation monitoring technology for DC system of power plants

Xing Zhang,

Shaanxi Yanchang China Coal Yulin Energy & Chemical Co., Ltd. Jingbian, Shaanxi 718500, China

Abstract: Shaanxi Yanchang Coal Yulin Energy & Chemical Co., Ltd. has two steam turbine generators. GZG10-220 / 2 * 20-240-2 * 1200-M DC system is an important part to ensure the normal operation of control system, relay protection and safety automatic equipment. The safe and reliable operation of the DC system is directly related to the correct rate of relevant control and protection system, and related to the safe and stable operation of the whole power grid. Therefore, in order to ensure the safe and stable operation of the power plant, it is necessary to apply mature and reliable functional technology for the DC system. But due to the old dc system insulation monitoring device technology function is single, when the dc system failure, not timely analysis, processing, isolation or solution, tend to expand the scope of unexpected power outage, equipment damage, damage the stability of the power grid, causing large-scale electrical power, even to power plant or even the production of the significant economic losses. Therefore, the application of insulation monitoring technology in power plant. Based on the shaanxi extended coal Yulin energy and chemical co., LTD. DC system and insulation faults, the type, principle and hazard, and the DC system bus grounding fault and branch grounding fault comprehensive monitoring method, in order to realize real-time detection and positioning of DC grounding fault, select branch, monitoring DC system AC component, timely detection and troubleshooting. The application scenario of common insulation monitoring of DC system is studied, and the use and maintenance of insulation monitoring are put forward to ensure the good operation state of DC system of power plant and lay a solid foundation for the stable and full operation of power plant and production device.

Keywords: power plant; DC system; insulation monitoring technology; application research

引言:

在发电厂中,直流系统为电气二次保护和控制设备、各种信号、开闭操作装置和其他装置提供电源起着十分重要的作用。直流系统的安全可靠供电是这些设备的生命,一直受到现场管理和维护人员的特别关注。因此,为了缩短接地故障的持续时间,长期以来不断投入人力物力,提高绝缘监测水平,及时消除故障缺陷。直流接地是直流系统的主要故障,当发生一点直流接地时,虽然在短时间内不会影响直流系统的正常运行,但必须及时消除缺陷。否则,当另一点接地后,会导致继电保护装置或继电器等二次设备误动作,导致事故扩大。目前,直流系统绝缘监测装置已成为直流系统的重要组成设备。

一、直流系统故障类型

1. 接地、绝缘降低、交流侵入故障

接地故障可分为正极接地、负极接地和两点接地。正极接地可能导致二次控制电路和继电保护装置误动。通常闭合或跳闸连接至负电源,如果正极电源穿过开关触点或操作按钮接地,则开关可能会错误跳闸。负接地可能导致二次控制电路和继电保护装置拒绝动作。由于此时接地点与闭合或跳闸线圈短路,开关可能会拒绝动作。两点接地可能导致二次回路中的合闸或分闸线圈短路而不能动作,甚至可能出现跳脱现象。更严重的是,直流保护或控制电路中两个接地点的短路电流会使电源保险丝熔断,这可能会导致继电器触点烧坏,二次电路会因直流保险丝而失去保护和控制电源。绝缘跌落故障主要表现为直流正极或直流负极绝缘跌落。如果不及时处理,可能会发展为金属接地故障,其危害极大,可能导致保护拒动、误动或跳脱,损坏设备,威胁发电厂及生产装置的安全运行。交流励磁涌流故障也越来越常见。直流和交流电路是两个独立的系统,交流电路为接地系统,而直流电路为正负极对地绝缘系统。如果交流电流流入直流系统,将导致直流接地。如果直流正极接地,将导致保护误动。如果负极接地,将导致拒绝保护。交直流电压叠加在直流跳闸电路中间继电器的两端,其幅值远远超过中间继电器的动作电压。因此,继电器误操作将导致运行设备跳闸。绝缘下降和交流涌流的最终影响是接地故障。根据国家调度中心的统计分析,接地、绝缘下降和交流涌流故障将导致电网运行中的重大事故。

2. 失电故障

在发生并处理接地故障时,存在直流失电的风险须特别注意。笔者曾遇到在处理直流系统正极接地过程中,造成直流失电的故障。直流系统210#馈线支路绝缘

下降,正极电压在2.2V-40.3V间浮动,对地绝缘在0.8-3.6M Ω 间浮动,正极接地。在处理过程中准备拆开直流屏本体上的空开面板,检查确认并进行正极接线归位、紧固。在拆卸面板的过程中,开关负极接线虚接,因此发生负极在搭接状态与悬空状态间反复转换的情况,又因正极处于接地状态,所以导致该馈线支路电源丢失,进而造成发电机跳停事故。因此,在处理正极或负极接地故障时,应首先检查另一极电源接线是否正常,以免出现双极悬空或一极悬空一极接地等失电故障。

3. 短路故障

短路故障会导致直流熔断器熔断,导致继电保护装置断电报警。如果不及时处理,很容易造成保护和自动装置误动或拒动,造成事故或事故扩大。如果正负极短路,直流电将消失,影响范围将更大。

4. 环网故障

直流系统为了提高供电的可靠性,电压等级在110kV及以上的发电厂和变电站大多使用两组电池和充电设备。对于需要高供电可靠性的负载,通过空气断路器从两个直流系统中提取一个直流馈线电源,然后通过保护柜内的双电源切换装置供电。在正常运行期间,由于施工、运行和维护期间绝缘的下降,在切换操作期间可能会导致环网故障,即直流系统的两条母线之间有一个或多个电气连接点,这将导致空气断路器的差动匹配失败,缩短电池的使用寿命,引发火灾等,给电力系统的安全运行带来严重危害。

二、直流系统接地的原因

1. 气候因素

气候因素是影响直流系统接地的最常见条件之一。例如,雾或雨可能会降低室外直流系统的绝缘,导致直流系统接地故障。

2. 人为因素

现场安全措施不到位是员工在操作过程中的失误造成的接地。例如,在清洁设备时,维修人员不小心将水喷洒在直流电路上,在操作带电的直流控制电路时,错误地将直流电源接触到设备外壳上。其中大部分是瞬时接地。此外,由于维修人员的维修质量不合格,控制电缆护套、二次回路的漏电头、无防雨罩的室外设备的绝缘损坏将给直流接地埋下隐患。此时,直流系统不一定发送接地信号,但在某些外部条件下,如运行设备或潮湿条件下,可能会导致直流接地。

3. 自然因素

直流系统的布局复杂,经常受到许多不利因素的影响

响,如设备质量差、设备传输过程中的机械振动和挤压,容易导致绝缘损坏。在设备的长期运行中,设备绝缘老化、接线螺丝松动等可能成为潜在的接地危害或直接导致接地故障。

4. 环境因素

环境因素是导致直流接地的重要因素。电厂锅炉区和输煤区环境相对较差。由于环境温度高、煤粉含量高,这些区域的配电盘、柜、电机操作柱等不仅给直流系统带来接地隐患,而且对电厂的安全文明生产产生负面影响。实际运行表明,现场设备的运行环境与直流系统的安全稳定运行密切相关。

三、常见直流系统绝缘监测的应用场景

1. 电力运行电源的绝缘监测应用

电力操作电源是直流供电系统中应用绝缘监测的主要场所。它适用于电网变电站和发电厂。现在它也被越来越多的用户变电站广泛使用。在电力系统中,从直流电源系统到负载设备端通常有很长的距离。除了大多数在室内运行的直流输出线路外,一些也在室外运行。特别是在发电厂的应用中,负荷种类繁多,因此线路的绝缘监测非常重要。一般来说,电力运行供电系统需要配备绝缘监测设备,以提高电站系统的安全性。在一些小用户变电站,由于电源输出支路很少,通常只进行母线绝缘监测。

2. 数据中心高压直流电源绝缘监测应用

近年来,随着数据中心建设的爆炸式增长,一些新的数据中心使用高压直流电源系统作为服务器的供电系统。为了保证数据中心的运行维护安全,大多数数据中心还配备了直流母线绝缘监测装置。在数据中心的实际使用中,它还具备输出分支多、所有都在内部工作的优点。同样,因为数据中心场地面积大,供电系统多,而服务器电源又比较单一,因此交互影响也相对较小。在当时,针对于一些双直流电源串联的特殊情形,如二套直流电源串联运行时,不应该采取太多绝缘主机或交流较小信号的分支检测模块,因为母线监测和小信号的相互干扰可能会使绝缘监测无法正常进行,甚至经常出现误报。

3. 其他应用

在移动通讯网络中,为适应偏远地区严酷的电源条件,可引入高压直流电源的远程电源技术如远程RRU或中继器电源。因为电缆必须与光纤在现场同时工作,为保障生命安全,一般都会对高压直流设备进行绝缘检测。在这个前提下,基本上只要求检测用于住宅的直流母线

的绝缘状态。

四、绝缘监测的使用和维护注意事项

由于直流电源在电力二次系统中的重要地位,直流系统的稳定可靠运行关系到整个电力系统的安全。虽然直流电源总体上比较可靠稳定,但在实际运行过程中,电厂重要控制系统、继电保护和自动装置的电源均取自直流系统。因此,由于直流系统的广泛应用,直流系统故障已成为电力系统的重大事故隐患,这就是我们常说的直流系统接地故障的危害。近年来,由于微机保护的增加,直流系统对地电容大幅度增加,使得直流一点接地后可能引起保护继电器误动。通过理论分析和模拟试验发现,在保护继电器或继电保护装置的出口处,合闸和跳闸线圈的正电源侧出现一个接地点,导致继电保护误动。原则上,绝缘监测的原理相对简单,但在实际使用和维护过程中,应注意以下几个方面。

1. 绝缘下降和接地

接地是绝缘下降的极端情况,即当绝缘电阻降至几欧姆以下时,直接表现为接地故障。一般来说,绝缘跌落故障是一个缓慢的过程,而接地通常是在短时间内形成的故障。在日常维护过程中,要对母线和重要分支的绝缘电阻进行长期监测,通过判断绝缘电阻的变化趋势预测绝缘故障,消除绝缘故障造成的生产和人身安全隐患。绝缘监测监控系统也有望增加类似的智能趋势判断功能,实现绝缘监测的智能化。

2. 母线电压偏移与绝缘电阻之间的关系

在绝缘监测的实际维护过程中,维护人员通过测量正负母线对地电压来判断母线绝缘是否异常。这是一种简单的方法,但也有一些局限性。首先,如果母线中存在平衡电阻,这种方法基本上是可行的,只是可以明显消除正负母线的等效绝缘下降,但不能测量母线的具体绝缘值。

3. 绝缘跌落故障点的判断

实际上,由于线路的分布、各线路端点对地的绝缘电阻,和任何连到总线上的电气设备对地的内部绝缘电阻,这些对地电阻均可简化为并联,因此任意一个的绝缘降低均会引起绝缘失效。所以,在实际出现绝缘故障时,除支路的绝缘故障告警之外,还必须注意除支路监测之外的所有绝缘隔离端子、连到总线的其他机械设备、电池组件等。除此之外,在直流控制系统中与绝缘检测有关的常用装置,用排除法逐步检测可能引起绝缘下降的地方;此前曾有过母线绝缘端子断裂和蓄电池泄漏,造成母线绝缘力下降,但支路并无立即报警的实际案例。

4. 分支绝缘故障和母线绝缘故障

各分支的绝缘电阻通过并联后,产生正负电极对地等效电流,即通过母线监测测量的对地电流。但通常,对地等效绝缘电阻等于各支路的等效绝缘电阻。所以,在实践使用中,母线的绝缘告警阈值应适当小于支路的绝缘告警阈值,不然很易于引起母线绝缘恶化告警,而支路则无从监测到。因此建议在选用绝缘检测设备时,应选用可以检测并指示各支路绝缘电阻的仪表,以便于识别故障。

五、结语

综上所述,在直流系统中,应用绝缘监测技术进行母线对地绝缘监测,是确保直流系统安全、稳定、可靠运行的必要选项。直流系统绝缘监测技术对设备的安稳运行以及帮助运维人员及时、迅速处理故障点具有极大的意义。产品设计人员和装置现场设备管理人员对该技术在各种场合下的应用进行深入的了解,并在此基础上对直流系统绝缘监测技术进行推广应用,这对直流系统设备的安全可靠性和现场运维人员生命安全的保障有着

重要意义。相信随着科学技术的不断发展,直流接地选线装置会不断得到完善并会得到更广泛的应用。

参考文献:

- [1]钟景华.中国数据中心运维管理指南[EM].北京:机械工业出版社,2016.
- [2]中国通信企业协会通信网络运营专业委员会.数据中心基础设施维护规程[M].北京:电子工业出版社,2016.
- [3]王雪楠,王亚非.基于磁调制原理的直流剩余电流测量装置[J]//中国电工技术学会低压电器专业委员会第十五届学术年会论文集北京:中国电工技术学会低压电器专业委员会,2010:478~484
- [4]北京人民电器厂有限公司.可克服继电保护误动的直流绝缘监测系统[P].中国:201020650028.7,2020-12-3.
- [5]首瑞(北京)投资管理集团有限公司.可补偿正负极对地电压偏移的直流绝缘监测装置[P].中国:201120377456.1,2019-9-30
- [6]张国安,唐治学.直流系统接地原因及现场查找方法的探讨[J].东北电力技术.2019.2:40~42