

About the reason and search method of DC grounding

Shibin Ma

Huadian Qingdao Power Generation Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266031, China

Abstract

Power plant DC control power supply is independent of the generator, plant power source, is an independent power supply system, not affected by the host and system operation mode, its role is to provide reliable device power supply, control and signal power supply for relay protection and automatic device, to provide reliable operation power supply for primary equipment. This paper briefly introduces the fault type and grounding reason of grounding in DC system, the case analysis and treatment of grounding in 110V control system, and discusses many reasons and search methods of grounding in DC system.

Keywords

DC system; single point grounding; multipoint grounding; metallic grounding

关于直流接地的原因及查找方法

马世滨

华电青岛发电有限公司, 中国 · 山东 青岛 266031

摘 要

发电厂直流控制电源独立于发电机、厂用电源, 是一个独立的电源系统, 不受主机和系统运行方式的影响, 它的作用是为继电保护和自动装置提供可靠的装置电源、控制及信号电源, 为一次设备提供可靠的操作电源。本文简要介绍了发电厂直流系统接地的故障类型、接地原因以及对我厂直流 110V 控制系统接地的事例分析、处理, 探讨了直流系统接地的多种原因和查找方法。

关键词

直流系统; 单点接地; 多点接地; 金属性接地

1 引言

直流电源系统运行的安全性和可靠性, 对发电机组以及电气控制系统稳定运行有着至关重要的作用。但直流电源系统网络庞大, 接线复杂, 受物理、化学、环境等因素影响, 经常发生直流接地现象, 直流控制系统接地是危害电力系统安全运行的主要问题之一。

2 直流接地的危害

①直流系统正极或负极单极单点接地故障, 如及时消除不会对设备造成直接影响, 但单极单点接地长期运行是不允许的, 如在同一极再次发生第二点接地时, 可能会造成继电保护、自动装置、信号回路以及控制回路发生不正确的动作行为, 存在严重的安全隐患。

②直流系统正、负两级同时接地将造成直流回路短路、直流空开跳闸、直流熔断器熔断, 保护及自动装置等二次设

备失去控制电源, 一次设备失去操作电源等严重故障。

3 直流系统接地类型

3.1 无源电阻性接地

3.1.1 单点电阻性接地

单点电阻性接地无论是直接接地还是经过电阻接地, 当绝缘检测仪检测到接地电阻值低于整定的报警值 (直流 220V 设置最低接地电阻报警值为 $25\text{k}\Omega$, 直流 110V 设置最低报警值为 $15\text{k}\Omega$) 时, 便会发出绝缘降低或接地报警信号, 同时进行选线查找接地支路, 并提示故障报文信息, 便于运行及检修人员判别故障类型和接地支路, 及时处理。

3.1.2 同极多点电阻性接地

如发生直流同一极多点电阻性接地时, 绝缘检测仪检测到的直流总接地电阻值下降, 当电阻值低于报警值时, 发出接地报警信号; 当发生多点接地时, 以直流 110V 系统为例, 如第一接地点 $60\text{k}\Omega$, 正负电压偏移不大, 一般不发告警信号, 第二点接地 $60\text{k}\Omega$, 总接地电阻值为 $30\text{k}\Omega$, 大于最低报警值设置的 $15\text{k}\Omega$, 一般不发告警信号 (根据设置参数), 但正负对地电压会有较大偏差, 需要在运行及检修人员定期定时巡视过程中及时发现处理, 当前两点接地未及时发现消除,

【作者简介】马世滨 (1975-), 男, 本科, 继电保护高级技师, 从事电气专业检修、维护、燃机项目电气专业建设等研究。

再次发生第三点电阻性接地时,如 $20\text{k}\Omega$,则并联后的总接地电阻为 $12\text{k}\Omega$,低于设定的最低报警值 $15\text{k}\Omega$,发出就地及远方接地报警信号。

3.1.3 同一段直流母线多分支同时接地

因基建施工图纸或改造图纸设计不合理或现场设备经历多次技改因大意导致接线错误等因素,将多个分支电源误接给同一个设备,当此设备控制、信号等二次回路发生接地时,称为多分支同时接地。这类故障发生后,绝缘检测仪会发出几个接地支路的报警信号,造成消缺过程中的误判为多点接地,通过拉路方法筛选接地支路几乎没可能判别故障设备,因拉开任一接地支路,对地接地电压变化不大,设备仍然接地。

3.2 有源接地(也称交流串入直流)

直流系统中串入交流 220V 电源、电压互感器二次电压等低压交流电源引起的接地称为有源接地(这两种电源的一端是直接接地的)。 220V 交流电压较高,直接串入会造成直流系统发生接地,接地直流母线对地约 300V 左右,而非接地直流母线对地电压高达 $400\sim 500\text{V}$,高电压会损坏保护装置及控制设备,并可能引发保护误动作。交流串入直流接地,应引起电力企业的高度重视。

3.3 蓄电池接地

主要由于电池电解液渗漏到地面引起的,如补充电解液过多充电时膨胀溢出、蓄电池外壳破损有渗漏点、蓄电池上盖密封处老化破裂漏液、蓄电池极柱的爬酸现象等,在查找直流接地前应首先检查蓄电池的运行状况,如果是蓄电池发生接地,绝缘监测装置不会显示某一支路的接地报文。应仔细观察故障现象,防止因为蓄电池漏液接地而产生误判。

4 直流接地的原因

①直流控制电源涉及电厂的控制、操作、信号、保护及自动装置的电源、直流控制电缆分布范围广,二次回路线缆绝缘不合格、绝缘性能降低;另外由于施工质量不合格,电缆存在划伤、刻痕等造成的直流绝缘降低或经高阻抗接地也较多;直流电缆在施工或改造过程中的砸伤、压伤、磨伤、扭伤等造成的电缆外皮损伤;电缆运行时间较长,运行过程中因长期过流引起的绝缘老化现象;直流电源系统设备因疏于检修维护积尘严重等。

②电缆运行环境较差,受雨、雪、雾天气影响,室外受损伤的电缆泡水、进水;空气湿度大,室外设备密封不良受潮结露或进水,导致绝缘降低引发直流接地。气候原因是直流接地最常见的情况。

③人为因素,因工作人员疏忽大意造成的直流接地或遗留的接地隐患。电厂机组检修或消缺工作,直流控制系统一般情况是不停电的,人员在检修时将单极直流电源误碰设备外壳,会引起直流系统的瞬时接地;误将交流强电电源或保护及自动装置的开入弱电信号错接到直流控制回路上、

在电缆桥架、电缆沟内野蛮施工损伤破坏电缆绝缘等情况,此时除交流串入直流外,一般不会立即发出直流接地报警信号,但在设备操作时或受天气原因影响时就可能引发直流接地。

5 直流接地消缺人员应具备的条件

①熟悉直流充电器和直流绝缘监测仪的工作原理,了解设定值的含义。

②熟悉直流馈线屏及直流分电屏的供电辐射网络图。

③熟悉保护及自动装置、信号、表计等工作电源的取向,清楚双直流电源设备的开环点位置。

④熟悉保护及自动装置、高低压开关柜等设备二次接线原理,了解外回路直流电缆的去向。

⑤清楚消缺设备直流电源断电的后果,如采取拉路断电的方式判别接地点,必须做好充分的事故预想和应对措施。

6 直流接地的查找方法(以 110V 控制系统为例)

目前直流系统的绝缘监测普遍采用的是微机型绝缘监测仪,直流 110V 系统运行正常时,正极和负极各自的对地电压应在 $55\sim 60\text{V}$ 区间,当现场检查直流接地故障时,首先应查看绝缘监测仪的报文显示是否与现场万用表实测的直流正极和负极母线对地电压一致,判明接地极,如果是金属性接地,接地一极的对地电压为 0V ,非接地极电压是 110V ,如电阻性接地,接地一极的对地电压一般会在 $0\text{V}\sim 30\text{V}$ 区间内,非接地极电压一般会在 $70\sim 110\text{V}$ 内,且绝缘检测仪会显示接地一极的绝缘电阻值。但绝缘监测仪只能判别连接于直流母线的第一级支路或直流馈线下直流分电平的第一级支路,在其无法准确判断下一级支路的具体接地回路时,就必须使用直流拉路断电查找的方法排除故障。拉路查找法必须在充分做好各项准备工作的前提下进行,如退出相应的保护出口压板,防止保护装置停送电时误动、了解开关设备二次操作回路及控制回路原理,防止直流断电引起开关跳闸等相应措施。拉路前先将万用表测于发生接地的直流正极或负极母线,如是金属性接地,此时接地极的对地电压为 0V ,然后断开报文提示的一条支路开关,查看万用表测量的接地一极对地电压是否恢复到 55V 左右,接地报警信号是否复位,如接地现象仍然存在,应立即合上此开关,检查与此开关供电相关的装置及设备无异常后,再进行下一支路的断电查找。通过排除法找出实际接地的回路,然后核对图纸,分析该回路的薄弱点,通过进一步测量找出接地点的具体位置,排除故障。

拉路法排查直流接地的顺序和措施至关重要,如顺序不当,措施不全会直接影响主设备的安全稳定运行。使用拉路法应按照先露天设备后室内设备,先照明和信号设备后

控制和操作设备,先辅机及次要设备后到主机主要设备的顺序进行查找,最后再考虑保护装置(因保护装置内部接地的可能性极小)。有些情况实测接地一极的电压忽高忽低并不稳定,说明接地点似接非接,时接时断,这种情况很难判断接地的具体位置,需要等待接地稳定后再进行查找。在此期间先考虑排除一些振动设备直流接地的可能性,如明确接地的回路后,首先应了解此回路相关专业是否在近期进行过检修维护或技改工作,以及此回路电缆路径中是否有其他工作伤及电缆等因素,多咨询了解现场周围的生产情况,综合分析判断,往往会事半功倍,提高排除故障的效率。若非人为因素,再按照下列顺序进行选测查找^[1]。

①根据运行方式、操作情况、气候影响进行判断可能接地的位置,如在接地发生前操作过哪些设备,有无异常现象,哪些设备受到雨淋或溅水的影响等。
②根据接地的极性,按照控制回路图纸核查此极性在回路中的功能,分析故障可能发生的原因、初步判断接地点的大概位置。

③尽量缩小查找范围,将直流系统或回路分成几个不相联系的部分,如A、B段,开入、开出,合、分闸回路等,逐一排除。注意:不能使开关和保护装置失去保护及操作电源,如必须短时拉开该设备保护及操作电源时,必须先有运行人员逐级请示得到允许后,由运行值班人员先将保护出口压板退出防止直流失电而引起保护自动装置误动作,再进行拉路检查,且停电时间尽量不超过3S,防止一次设备此时故障失去保护及跳闸电源,越级动作,扩大事故。^[2]

7 我厂直流系统接地案例

①2015年我厂#2机直流110V B段发正极接地故障信号,直流绝缘检测仪报文显示接地支路为6kV B段,因6kV B段有近20余个负荷,需要逐一排查,此时检修人员首先考虑现场有无施工工作,在得到2B送风机处正在进行脱销改造拆除脚手架信息后,来到就地,发现2B送风机事故按钮电缆被上方掉落的铁管砸断,此时检修人员并没有立即去碰砸断的电缆护套管(电缆护套管内部为金属层),而是保护好现场防止再次误碰,回到6kV 2B送风机开关处,经值长批准,将事故按钮跳闸线在端子排拆除后,再回到就地测量断线无电压后恢复事故按钮线,处理过程中发现金属护套管内断开的电缆两根线芯均裸露,初步判断电缆在断裂过程中两根线芯并没有短接或同时碰在金属护套上,只有正极碰在金属护套上发生接地,否则就会直接引起2B送风机跳闸;

②2013年我厂#1机直流110V A段发正极接地故障信号,直流绝缘检测仪报文显示接地支路为6kV A段,现场进行拉路排查,当打开1A排粉机控制柜门时,接地信号即

消失,关上柜门后接地信号发出,随即确定为1A排粉机控制回路直流接地,经检查为连接至柜门的一根线缆绝缘外皮被柜门频繁的开合磨破,关闭柜门时金属线芯碰在柜体上引起接地,处理时将此线芯包好并对整把连接至柜门线缆重新制作绝缘护套;

③2016年12月我厂甲站母差保护改造更换新屏后送上控制电源后,继电器楼直流110V A段报正极接地信号,因母差正在停电改造期间所以初步判断接地是因改造引起,母差保护屏内接有50余根电缆其中大部分为利旧电缆(原电缆在改造前绝缘都合格),只有几根为重新敷设的新电缆,随即对新敷设电缆进行绝缘测量,发现自母差至#3机发变组保护解除负压闭锁电缆一根线芯接地,检查#3机发变组保护侧此根电缆线芯碰在柜体上引起接地(因母差改造所做的安全措施,此根电缆未恢复至段子排,需母差保护上电调试后统一恢复安全措施)

以上几起直流接地案例都反映出检修人员在处理过程中的沉着冷静及对直流系统和设备的熟悉,避免了小缺陷酿成重大事故^[3]。

8 仪器仪表的使用

处理直流系统接地用仪表检查时,所用仪表的内阻不应低于2000Ω。应使用正确的仪表,避免因仪器仪表的误差造成故障的误判。使用万用表测量直流对地电压时要选择合适的电压测量挡位,而且接地点要可靠,防止实测测据偏差影响判断。对于金属性接地,必须停电、验电后在使用兆欧表进行测量,严防带电测量绝缘电阻。确定更换电缆的备用芯前,必须将此电缆两端线芯拆除后,用兆欧表对此电缆的所有线芯间及线芯对地进行遥测,以此判别电缆的其他线芯绝缘是否合格,未受到接地线芯的影响,方可使用。

9 结论

直流系统是不接地系统,单点接地时设备仍然可以稳定运行,必须尽快排除,长期单点接地运行,若再发生同极第二点接地或另一极接地时,就可能引发直流短路、保护及自动装置、开关等设备误动。直流系统的庞大网络导致了其接地现象的千变万化,所以要在日常的工作中结合图纸资料 and 现场实际,不断学习实践和总结经验。本文所述是笔者在现场工作中的一点体会,供大家参考。

参考文献

- [1] 变电设备维护与检修作业指导书【M】王远璋 中国电力出版社,2005年。
- [2] 电力设备异常运行及事故处理【M】陈化钢 张开贤 程玉兰 中国水利水电出版社2009年。
- [3] 电力系统继电保护规定汇编【M】中国电力出版社,2000年。