

中性点不接地系统故障分析

刘连凯

首钢京唐钢铁联合有限责任公司 河北唐山 063200

【摘要】本文简单介绍了电力系统中的中性点不直接接地系统,首钢京唐公司2#110kV变电站—LF炉35kV系统的故障分析了不接地系统的短路故障情况,并提出简单判断中性点不接地系统的故障判断依据。

【关键词】中性点不接地系统;单相接地故障;零序电压

1、前言

中性点不直接接地系统,它包括中性点不接地系统、中性点经消弧线圈接地系统。当发生单相接地故障时,由于不能构成低阻抗短路回路,接地短路电流很小,因此这种系统称为小电流接地系统。从长期的运行经验讲,单相接地故障是配电网中出现频率最高的故障形式,而且一般这类故障会自行消除,所以采用这种接地方式可以提高供电的可靠性。

2、背景

首钢京唐公司2#110kV变电站—LF炉供电系统就属于中性点不接地系统,当这种接地系统出现电压不平衡的情况,如果变电运行人员对这方面的认识不足,往往会因为未能及时处理而影响到安全、可靠供电。在变电站出现电压不平衡的状态,主要原因有两个,一是电压互感器熔断器熔断,一是单相短路接地故障。

故障情况电压特性分析:

1)电压互感器熔断器熔断

单相高压熔断器熔断,由于电压互感器有一定的感应电压,所以故障相电压降低,但并不为零,非故障相电压正常,向量角度为 120° ,同时由于高压熔断器熔断,使得一次侧电压不平衡,造成开口三角形有电压,即有零序电压出现。如,C相高压熔断器熔断,零序电压 $3U_0$ 等于相电压。

两相高压熔断器熔断,同样由于电压互感器有一定的感应电压,所以故障相电压降低,但并不为零,非故障相电压正常,同时一次侧电压不平衡,开口三角形也有电压。如,A、C两相高压熔断器熔断,零序电压 $3U_0$ 等于相电压。

2)单相接地故障

在实际的小电流接地系统运行中,单相接地故障占到总故障的70%左右,而单纯的金属性完全接地故障是很少的,更多的是不完全接地故障。

当系统发生单相接地故障时(假设C相接地),则C相的对地电压为0,而A相对地电压 $U'_A = U_A + (-U_C) = U_{AC}$,而B相对地电压 $U'_B = U_B + (-U_C) = U_{BC}$ 。由此可以见,C相接地时,不接地A、B两相对地电压由原来的相电压升高为线电压(即升高到原来的对地电压的 $\sqrt{3}$ 倍)。

3、事故分析

2012年2月15日,首钢京唐公司2#110kV变电站主控室后台报出“4#主变零序过压报警”。值班人员检查发现变电站35kV系统A相电压过低。相关工作人员接调度电话赶赴现场检查发现,35kVPT柜电压表显示A相电压为0,B、C相电压均为35kV,312柜、301柜带电显示器A相为无压指示,B、C相为有压指示,变电站后台及4#主变低后备保护装置显示“4#主变零序过压报警”。申请停电检查。在停电操作准备过程中,炼钢LF炉主电室某开关跳闸,故障消失,系统恢复正常。

数据分析

根据该变电站LF炉35kV系统故障波形显示,2月15日1时37分08秒452.170毫秒35kV系统电压A相瞬态降至8.8kV同时B、C相分别抬升至30.2kV、36kV。经历703.2ms暂态过程,35kV系统电压A相继续降低并维持在1kV左右,此时B、C相电压稳定在35kV左右,并伴有35kV左右的零序电压。

以上故障暂稳态过程持续约1小时54分钟,至3时31分07秒863.049毫秒,35kV系统电压B相瞬态降至约0.7kV,与A相电压相近,C相电压略降至33kV。同时,炼钢LF炉线路312间隔电流A、B相由120A左右突增至

约7kA(相位差为 180°),C相电流略有增加。故障电流持续约70ms后消失。同时,35kV系统电压恢复正常,三相电压均在22kV左右。

该变电站35kV系统为中性点不接地系统,在此系统下运行的线路出现单相接地故障时,故障线路相电压接近0(越接近故障点电位越低),非故障相电压因中性点电位偏移而抬高1.732倍。而且由于没有零序通路,接地故障电流仅为系统电容电流,在有负荷的情况下可忽略不计。由于三相电压不平衡,在开口三角绕组感应产生 $3U_0$ 零序电压。

根据炼钢LF炉故障波显示,并结合35kV中性点不接地系统特点分析,该故障具有典型的中性点不接地系统下的运行线路单相(A相)接地特征。

综合上述,可以得出如下理论分析判断:

2月15日1时37分08秒452.170毫秒LF炉35kV系统某处A相绝缘水平严重降低。经过703.2ms暂态过程,该处A相绝缘几乎完全破坏。此单相接地故障状态持续约1小时54分钟,至3时31分07秒863.049毫秒,故障发展为AB相间短路,炼钢LF炉主电室速断保护动作跳闸,切除该故障点,系统恢复正常。

调查核实

现场工作人员通过对设备、线路的全面检查,发现LF炉SVC室一电缆头存在明显的放电击穿现象。故障现场特征与故障诊断基本吻合。

结论

1、35kV系统单相接地故障

当出现单相接地时,如果是金属性接地,其中一相与大地同电位,电压为零,其他两相电压数值上升为线电压,则电压为零的相为故障相;如果是非金属性接地,一相电压降低但不为零,其他两相升高但不相等,其中一相略高于线电压,则电压降低相为接地相。

由于不接地系统的特殊性,单相接地故障情况下,不会产生大的短路电流,短时间内不会对电气设备造成危害,但是此时大地和短路相是等电位,变电站人员在检查过程中如果发现35kV系统电压出现严重不平衡,且有零序过电压报警信息出现时,并迅速组织停电、检查事宜。检查过程中严禁触及设备外壳,如果进入开关室须小步慢行,避免跨步电压对人身造成危害。

2、35kV系统PT一次保险熔断故障

当出现电压互感器单相高压熔断器熔断,故障相电压降低,但不为零,非故障相电压正常,有零序电压。当出现电压互感器单相低电压熔断器熔断,一次侧电压正常,与高压熔断器熔断不同在于一次三相电压仍平衡,没有零序电压,其他现象则相同。发生此类故障时,因为非故障相的合成磁势通过闭合磁路在故障相绕组感应出一定的电压,所以其电压并不为零而其余两相为正常电压。同时由于断相造成三相电压不平衡,故开口三角形处也会产生一定的不平衡电压,即零序电压。

参考文献

[1]王岩鹏,赵丽萍.中性点不接地系统电压不平衡的几种现象分析.华北电力技术,2009年 第07期

[2]穆大庆,尹项根,甘正宁.中性点不接地系统中单相接地保护的新原理探讨[J].(自然科学版),2005年01期

作者简介:刘连凯(1983.5—):男,汉族,河北省衡水市人,大学本科学历,首钢京唐钢铁联合有限责任公司,助理工程师,主要从事电气设备运行方面工作。