

低压配电越级跳闸事例分析

叶先军

(中海福陆重工有限公司 广东珠海 519000)

摘要: 在低压配电系统当中, 由于存在保护级配偏差、管理偏差等问题常常会引起越级跳闸现象, 如果处理不及时, 越级跳闸问题还会逐渐加重, 给社会生产与居民正常生活造成严重的负面影响。本次研究中以安钢焦化厂变压器越级跳闸为例, 对故障原因进行深入分析, 同时分析了检查方式与管理方法, 提出对策, 为日后工作提供参考。

关键词: 低压配电; 越级跳闸; 电力事故

0. 引言

当电力系统出现故障的情况下, 此时本应该由保护整定优先跳闸断路器清除故障, 但是受到多种不确定因素影响, 实际上优先跳闸断路器并没有执行跳闸动作, 而是断路器直接跳闸清除故障, 使失电范围进一步扩大, 这种现象被称之为越级跳闸。

当出现越级跳闸情况时, 实质上电力故障并没有被解决相反还被进一步扩大, 这无论是对正常电力生产、社会各行业生产还是居民日常生活都造成了极大的负面影响。对于低压配电系统来说, 因为保护配置的偏差、断路器的性能偏差、电力系统人为管理偏差的存在, 使低压配电系统极易出现越级跳闸现象。

1. 设备情况

安钢焦化厂选择的变压器额定电压为 6KV 一级电压。供电方式选择动力中心 (PC) 与电动机控制中心 (MCC), 选择中置式真空气开关柜或 F+C 回路柜作为 6KV 开关柜。如果电动机额定功率小于 1000KW, 变压器功率容量小于 1250KVA, 此时选择使用接触器与熔断器配合使用的供电主回路方案; 如果变压器电动机额定功率 $\geq 1000KW$, 变压器功率容量 $\geq 1250KVA$, 此时使用真空断路器作为供电主回路。

安钢焦化厂选择使用变压器的低压绕组中性点一律使用接地方式, 选择环氧树脂浇注干式变压器作为低压变压器, 电压比 $6.3 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4kV$, 记接线组别为 D, yn11。安钢焦化厂电压 380V 使用的用电系统使用低压空气开关自身的保护功能或者是利用熔断器进行保护。

如果空气开关并不能满足实际对灵敏度的需求, 需要加设独立的二次保护。使用智能电子脱扣器或者是 PC 测控单元作为低压动力中心的进线与馈线开关, 其中涵盖了相间、接地故障、过负荷等保护措施^[1]。

使用 380/220V 3 相 4 线交流作为照明系统, 抽出式开关柜作为低压配电柜。使用的框架空气断路器为额定电压为 400V 的动力中心进线、馈线回路。

2. 事故发生过程

当事故发生时, 工作人员通过监盘发现了 DCS 发出的 1 号机脱硫变跳闸警报, 显示故障点出现在分闸位置, 随即工作人员对出事地点相关设备进行检查^[2]。

检查后发现, 额定电压为 6KV 的 1 号机脱硫变开关跳闸, 显示“低侧零序保护”字样, 此时的序零电流为 2.02A, 详见图 1。



图 1 1 号机脱硫故障纪录

脱硫 1A PC 段母线出现失电状况, 但是综保并没有发出警告字样, MCC 电源开关处于合闸位置, 综保仍然没有出现警告字样^[3]。照明箱空开总闸处于开启状态, 详见图 2, 其余开关均处于闭合状态。经现场调查后, 发现有工作人员向照明箱总空开送电, 经进一步检查后发现照明系统之路存在绝缘较低情况。



图 2 照明箱总空开

3. 问题处理

综保显示零序保护, 说明系统在故障时进行零序保护动作, 此时优先考虑系统存在接地故障^[4]。为验证接地故障是否存在, 需要对与系统相关的高压、低压设备进行全方位检查。经过逐一检查后, 确定故障发生点。

3.1 检查 1 号机脱硫干式变压器

步骤 1: 设备外观无异常, 各元件均完好无损;

步骤 2: 高压、低压侧接头不存在显著的过热现象, 配电室不存在烧焦气味;

步骤 3: 使用额定电压为 2500V 的摇表对干式变绝缘进行测量, 测量得到高压侧对地电阻为 $40G\Omega$, 低压侧对地电阻无穷。

3.2 检查 380V 脱硫 1A PC 段母线

步骤 1: 外观无异常;

步骤 2: 进线开关与出线开关外观正常;

步骤 3: 开关柜后母排外观正常;

步骤 4: 母线对地绝缘电阻 $500M\Omega$, 符合绝缘标准。

3.3 检查照明箱电源抽屉开关

步骤 1: TM63D 脱扣器外观正常;

步骤 2: 进线头、出线头不存在发热现象;

步骤 3: 开关柜接头绝缘无异常。

3.4 检查照明系统配电箱

步骤 1: 总空开上下接头均无过热现象, 分空开无跳闸现象;

步骤 2: 照明配电箱到脱硫 MCC 抽屉开关电缆电阻为 $1.7\text{M}\Omega$, 符合要求。

3.5 检查二次设备

步骤 1: 低压侧零序过流值恒为 $2\text{A}/0.5\text{s}$, 外置零序 CT 比为 $750/1$; 综保电流 2.02A , 符合零序过流动作要求;

步骤 2: PC 段工作电源开关的综保接地保护值恒为 $100\%/0.4\text{s}$, 额定 2312A 。MT 脱扣器定值延时 $0.9/8\text{s}$, 短延时 $5/0.4\text{s}$, 接地电流值小于脱扣器电流值, 符合未保护动作标准;

步骤 3: 脱硫 MCC 电源开关综保值恒为 $100\%/0.2\text{s}$, 额定 615A 。使用未接线漏电互感器采样, 因此没有起到实际作用。MT 开关脱扣器延时值恒为 $0.8/8\text{s}$, 短延时 $5/0.2\text{s}$, 实际上并无投入瞬时过流保护。实际接地电流小于 MT 脱扣开关定值, 保护未动作正常。

4. 分析故障原因

结合现场检查实际情况以及工作人员实际工作情况对本次越级跳闸的直接原因进行分析, 最终判定直接原因是工作人员向石膏脱水楼直接通过照明配电箱空开输电^[5]。输电结束后, 照明支路直接接地, 电流 1500A , 持续时长 0.5s , 但是上级石膏脱水楼抽屉开关断路器未脱扣, 最终出现 $6\text{KV}1$ 号机脱硫变开关的低压侧由于零序保护动作出现跳闸。

向石膏脱水楼输电的照明配电箱总空开在输电过程中, 分空开直接接地, 且存在较长的脱扣时间, 电流持续时长 0.5s , 从而形成上级空开跳闸, 即越级跳闸。检查石膏脱水楼照明箱电源抽屉开关断路器, 初步确定故障为断路器故障。开关接地电流小于 1500A , 瞬时过流保护 I_m 并未发出动作, 这是造成本次越级跳闸故障的原因^[6]。

实际上脱硫区的低压综保并不可靠, 配套的 CT 即漏电互感器, 没有实际的接地保护作用^[7]。对于综保漏电保护定值调整范围在 $10\text{mA}-1000\text{mA}$ 之间, 如果负载出现不对称的情况, 电流 $\geq 1\text{A}$, 此时就会跳闸, 所以说并不满足零序保护的实际情况^[8]。

石膏脱水楼照明空开支路没出现跳闸的原因: 空开属于一种断路器, 当实际电流超过额定电流时, 空开在低压配电网络当中是具有重要地位的原件, 具有控制与保护的功能^[9]。空开不仅可以完成对电路的接触与分断, 还可以保护电气设备因短路、过载、电压不足出现故障时的设备与元件, 如此一来就不需要工作人员反复启动电动机。

之所以空开支路出现故障时并未跳闸的原因是因为空开本身的产品质量导致, 所以在切换故障电流时用时较长, 最终发生越级跳闸。除此之外还可能是空开支路触头烧融粘死, 无法实现对大电流的分断。

5. 改进措施

5.1 强化检测

断路器的检测工作通常由生产厂家负责完成, 检修母线的过程中需要对断路器进行全面检查, 在故障发生前发现问题, 防患于未然。

5.2 预先判断

需要具有对空开故障预先判断的能力, 强化对各种设备的监控, 如果空开的使用年头很久出现老化现象, 需要更换大品牌、质量可靠的空开。

5.3 综保升级

根据设备年度检查报告, 结合实际生产需求对综保进行升级, 加入零序功能, 强化综保设备的可靠度, 同时对电厂内所有综保设备展开全面检查。

5.4 选择正确的开关类型

开关类型的选择直接关系到电路的工作状况, 因此在选择开关类型时需要特别注意尽可能从一路供电系统的需求出发。从而确保因为保护方式的差异造成跳闸。

5.5 严格依照规章输电

需要强化对照明回路的检查、维护工作, 确定了照明回路出现跳闸现象后, 工作人员检查获知真正的故障原因后, 排除故障, 后续的输电工作也需要严格依照规章进行。

5.6 强化对设备的维护

需要在日常工作中注重对于照明箱、控制箱等设备的维护, 尤其是要及时清理照明箱、控制箱等设备中存在的粉尘、污秽, 强化端子排与各点的连接紧固, 如果条件允许, 可以选择使用具有防腐、防尘性能的照明箱、控制箱。

5.7 核对保护值

在开关、二次回路检修完成后正式投入运行以前, 需要对保护值进行细致核对, 确保实际数值与订单一致, 除此之外开展开关保护装置整组传动试验, 确保一次、二次电器元件均处于最佳工作状态。确定无误后, 正式投入运行。

5.8 强化对工作人员的专业培训

为了确保工作人员可以按照规章开展工作, 因此电力企业需要强化对工作人员的专业培训, 使工作人员将操作规程铭记在心, 同时在实际工作中培养工作人员严谨务实的工作精神。

结论

本次研究中对选择安钢焦化厂低压配电越级跳闸事例作为研究对象对低压配电跳闸故障进行分析。首先对安钢焦化厂设备情况进行介绍, 安钢焦化厂电压 380V 使用的用电系统使用低压空气开关自身的保护功能或者是利用熔断器进行保护; 对事故发生过程进行描述, 检查后发现, 额定电压为 6KV 的 1 号机脱硫变开关跳闸, 显示“低侧零序保护”字样, 此时的序零电流为 2.02A , 经现场调查后, 发现有工作人员向照明箱总空开送电, 经进一步检查后发现照明系统之路存在绝缘较低情况; 采用逐一排查的方式对问题处理, 包括对 1 号机脱硫干式变压器、 380V 脱硫 1A PC 段母线、照明箱电源抽屉开关、照明系统配电箱、二次设备进行检查; 分析越级跳闸故障原因, 空开支路出现故障时并未跳闸的原因是因为空开本身的产品质量导致, 所以在切换故障电流时用时较长, 最终发生越级跳闸。针对低压越级跳闸故障提出一系列管理对策以防止未来再次发生低压越级跳闸故障, 包括强化检测、预先判断、综保升级、选择正确的开关类型、严格依照规章输电、强化对设备的维护、核对保护值、强化对工作人员的专业培训。

参考文献:

(下转第 87 页)

(上接第 94 页)

[1]许勇斌.核电厂低压配电系统接地保护配置优化探讨[J].机电信息,2020(20):41-43.

[2]石磊.6kV 配电室越级跳闸原因分析与改进[J].当代化工研究,2020(12):159-160.

[3]张兵,桂腾跃,裴勇,秦永昌.10kV 高压断路器越级跳闸的故障分析及整改措施[J].成组技术与生产现代化,2019,36(03):42-45.

[4]侯元文,张青峰,朱明嘉,刘向东,卫宁.一起 10 kV 配电线路故障分析及应对措施[J].农村电气化,2019(05):43-44.

[5]李义.木瓜煤矿供电系统防越级跳闸技术的研究及应用[J].煤炭与化工,2019,42(02):82-83+86.

[6]李芳,李国欢.基于光纤通信的智能防越级跳闸装置设

计[J].激光杂志,2018,39(12):147-150.

[7]刘玉邦,李嘉敏,赵仲愚,尹小丽.核级配电盘越级跳闸分析及改进措施[J].电站系统工程,2018,34(02):33-36.

[8]陈军生.配电室进线越级跳闸问题的解决[J].电力设备管理,2018(02):41-42.

[9]古锋,边德正,程新宇.基于广播式通讯闭锁的煤矿井下防越级跳闸方案研究[A].中国煤炭学会煤矿自动化专业委员会、中国煤炭工业技术委员会信息与自动化专家委员会.第 24 届全国煤矿自动化与信息化学术会议暨第 6 届中国煤矿信息化与自动化高层论坛论文集[C].中国煤炭学会煤矿自动化专业委员会、中国煤炭工业技术委员会信息与自动化专家委员会:中国煤炭学会煤矿自动化专业委员会,2014:5.