

ZN65A-12型真空断路器拒分原因分析与处理

薛建根

(盐城发电有限公司,江苏 盐城 224003)

摘要:断路器拒分故障的后果是极其严重的,文中针对ZN65A-12型手车式真空断路器在安装调试及投运初期所频繁出现的拒分故障,对其外部控制系统、内部电气控制回路和机构传动部分进行了全面的分析研究,查明引起该批次断路器拒分的根本原因为真空断路器机构的初始分闸力矩过小,并采取了调整主轴拐臂角度的有效改进措施,保证了其分闸的可靠性,彻底消除了真空断路器拒分的重大安全隐患。

关键词:真空断路器;拒分;力矩;机构;可靠性

中图分类号:TM561.2

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2015)02-0018-03

ZN65A-12型真空断路器较好地保持了ZN12-10系列产品设计上的优越性、零部件通用性,布局合理、结构紧凑、传动杆系受力均匀、传动效率高、机构寿命长^[1],维护工作量小,已广泛应用于电力系统中。某厂于2005年在2台150 MW机组6 kV厂用辅机系统中安装了46台国产ZN65A-12型手车式真空断路器。为提高断路器的性能,专门配装了灭弧性能更好的VS12040R型西门子真空灭弧室,配套完备可靠的“五防”装置^[2,3]。开关柜配置了综合保护装置,可进行就地手动、电动分闸、合闸,也可进行就地手动机械分闸、合闸,远方则采用DCS自动控制方式进行操作。在安装调试期间,多次出现拒分现象^[4],安装单位多次检查,未能查明拒分的真正原因,厂家技术人员到现场对机构进行检查、调整,也未能查明拒分的真正原因,断路器的拒分故障依然存在。

1 断路器拒分故障的排查

1.1 机构工作原理

ZN65A-12型断路器的操动机构主要包括合闸功能单元、分闸功能单元、传动功能单元和辅助功能单元等4个单元。其合闸功能单元在接到合闸命令后打开合闸凸轮制动架,在合闸储能弹簧的弹性势能作用下,合闸凸轮旋转下压合闸连杆使主轴沿合闸方向转动,如图1所示。

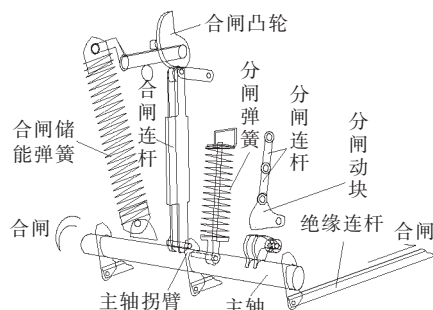


图1 分闸状态示意图

在主轴转到合闸位置后,通过分闸连杆下端分闸动块。将断路器有效保持在合闸状态。合闸过程的同时,分闸弹簧被压缩储能,为断路器分闸提供足够的分闸能量。其分闸功能单元在接到分闸命令后,在分闸电磁铁或手动机械按钮的作用下,分闸连杆的上、下段连接销轴向内侧运动,分闸连杆下端向上提升带动分闸动块旋转并脱离主轴,在分闸储能弹簧的弹性势能作用下,主轴沿分闸方向转动,断路器分闸,如图2所示。

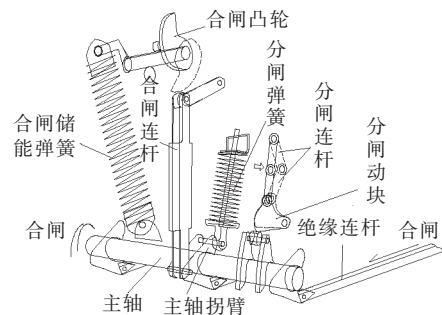


图2 合闸状态示意图

1.2 拒分故障现象

正常情况下,运行人员进行送电操作,都应将断路器手车摇至试验位置,进行就地试分、试合,以判断断路器本身动作是否正常。初步安装调试结束后,辅机逐步开始试转,在试转期间,时常出现断路器拒分故障,经安装人员多次处理,其拒分现象未能消除,在问题难以解决的情况下,联系设备厂家来人处理。经厂家技术服务人员全面检查后,短时间内连续进行十余次循环合闸、分闸操作,却未出现拒分现象。但是,随着断路器保持合闸状态较长一段时间以后再行分闸,却又重复出现拒分的现象。为此,再度扩大了故障查找范围,从控制流转程序开始逐步开展了下列检查。

1.3 DCS系统的检查与分析

DCS系统由操作员站(人机接口界面)、软件逻辑组态运算、数字输入输出、模拟输入输出模块等几大部分组成。操作员根据需要,在操作员站进行操作,将指令输入电脑,DCS系统经过软件逻辑运算,并通过数

(模)模块输出指令。经过对相关的46台设备历时6个月的跟踪分析,对DCS指令的输入、输出对应关系进行核对,由操作员输入的指令,均能通过DCS输出继电器准确地输出。由此说明,断路器拒分故障与DCS控制系统无关。

1.4 开关柜外围系统的检查与分析

顺着逻辑传递关系,对DCS输出继电器接点至开关柜之间的电缆及接线进行全面检查,所有接线正确,绝缘良好;继而又对DCS指令输出至开关柜相应电缆接线端子进行监测,同样,经过对相关的46台设备历时6个月的跟踪检测,由操作员输入的分闸指令,通过DCS输出继电器输出后,在电缆接线端子上均能测量到电压从220V→0V。由此说明,外回路接点已按分闸指令要求准确接通,指令传递正确,断路器拒分故障与DCS系统及外回路无关。

1.5 开关柜内部电气回路的检查与分析

排除了开关柜外部电气回路故障的可能,根据开关柜出厂原理接线图进行详细的分析研究,对开关柜的内部接线进行了全面检查,并采用就地控制方式对其动作状态进行监视,所有分闸、合闸时电磁线圈控制电源电压均符合要求,动作也正常;同样经过历时6个月的跟踪检测,由操作员输入的分闸指令,通过DCS输出继电器输出后,经仔细辨别,在开关柜上能听到分闸铁心动作的声音。由此可以说明,断路器拒分故障与开关柜内部电气回路无关。

2 断路器分闸机构的检查与分析

经过上述各个方面的排查,基本可以判定拒分故障可能与断路器机构本身的某种缺陷相关。起初认为断路器拒分是由于机构的润滑性能差,但经加强润滑后,断路器拒分现象依然发生;通过复测行程、调整断路器合闸缓冲装置尺寸、测量断路器的合闸电压、分闸电压,均在正常范围之内^[3],仍未能查出故障原因。如果隐患继续存在,一旦负载出现故障,保护发出切除故障指令而断路器拒分必将引起事故的扩大,其后果是十分严重的。在安装人员和设备生产厂家都无法查明断路器拒分故障原因的情况下,某厂技术人员深入探索和研究分析,终于发现了故障出现的2个规律:

(1) 当断路器发生拒分故障后,如果连续重复操作,基本不会出现断路器拒分故障现象。

(2) 断路器拒分故障一般出现在断路器处于合闸状态一定时间之后,时间越长,越易出现拒分情况。

根据这些特征,对出现频次相对较高的10甲凝泵断路器本体进行深入检查试验,通过解锁,打开开关柜门,卸下断路器手车正面封板,观察机构的动作情况,并捕捉到一个极其重要的状态:执行分闸指令时,分闸

铁心已动作,通过分闸连杆的连动已打开锁块的锁定功能,如图3所示。锁块与轴销之间已有明显的间隙,这足以说明,断路器的拒分故障与整个电气控制回路、断路器本体的电气部分均无关系,问题仅存在于机构本身。进一步分析,分闸铁心已动作,分闸机构已打开锁块(如图3中右边部分所示),这又说明分闸功能单元已执行分闸指令,完成分闸功能;分闸锁扣已打开,但未能使断路器分闸,初步分析可能是分闸弹簧的弹力不足而引起断路器的拒分故障。

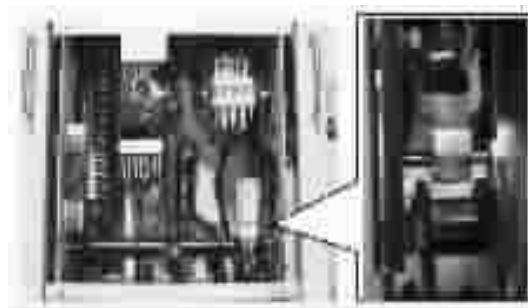


图3 机构拒分时分闸锁块状态图

针对这种设备存在的缺陷,首先尝试在分闸弹簧顶端逐步添加平垫片,即增加弹簧的压缩行程,达到加大弹簧弹力的目的,经过长达3个月的试验,拒分故障仍未能得到有效控制。又对断路器机构原理进行了深入分析,分闸力矩的大小,除受分闸弹簧的弹力大小影响外,主要与分闸有效力臂的长短直接相关。断路器不能分闸,说明分闸力矩偏小,但通过增加弹簧的弹力对增加分闸力矩十分有限,只有增加有效力臂才能增加分闸力矩。而力矩的大小既与力臂的实际长度有关,又与力臂的角度有关,如图4所示。

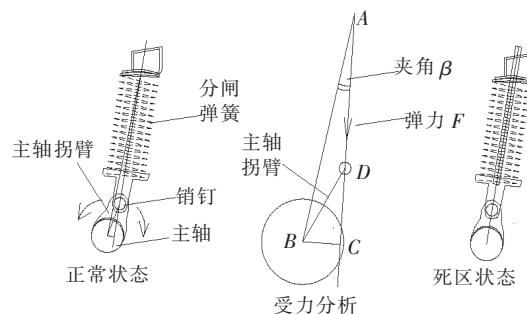


图4 力的分析示意图

图4中, B 为主轴轴心, AD 为分闸弹簧轴线及弹力 F 方向, BD 为主轴拐臂, C 为垂足。当夹角 $\beta \rightarrow 0$ 时,有效分闸力矩 $M = F \times BC$,则 $M \rightarrow 0$,即进入“分闸死区”。

将这一分析意见反馈给设备生产厂家,得到厂家的认可,断路器机构是按国产宝光真空灭弧室的尺寸设计的,其真空灭弧室开距为 $11 \pm 1 \text{ mm}$ ^[1],而实际使用的真空灭弧室改成西门子VS12040R型真空灭弧室,其真空灭弧室开距为 $8_{-0.5}^{+0.5} \text{ mm}$ ^[1],真空灭弧室的行程尺寸减小了3mm,在满足真空灭弧室开距、行程要求的

前提下继续套用原断路器机构, 主轴及主轴拐臂的旋转角度减小, 直接引起拒分的主轴拐臂在合闸终了状态下向逆时针方向旋转了一个角度, 图 4 中的夹角 β 随之减小、分闸起始力矩减小以致无法分闸。由于断路器存在分闸起始力矩未充分避开死区, 故断路器合闸后, 在一定时效作用下, 机构状态发生变化, 使得断路器进入“分闸死区”, 因此造成了上述“在断路器处于合闸状态一定时间后, 时间越长, 越易出现拒分情况”并反复出现的现象。虽然现场检查处理分合闸循环试验多达 20 多次, 但由于未达到一定时效, 所以未能查出故障原因。

3 问题的解决

经分析研究查出了引起断路器拒分故障的根本原因为断路器起始分闸力矩过小, 可以采取 2 套方案解决这一问题: (1) 调整分闸弹簧的固定端位置, 相当于调整力的方向; (2) 改变主轴与分闸弹簧相连的拐臂角度, 相当于调整有效力臂的大小。

根据该断路器机构的实际空间位置, 决定采用调整力臂角度的第二种方案, 即按调整后的拐臂角度重新加工轴系。经更换新轴, 调试合格投运后, 再未发生过拒分现象, 断路器拒分这一重大安全隐患得到彻底解决。

4 结束语

(1) 对该批次的同类产品, 采取改变主轴与分闸弹簧相连的拐臂角度的方法, 并重新设计主轴, 更换新轴后, 就能够彻底消除断路器的拒分故障。

(2) 进行改进设计, 在改用新部件时要全面考虑与其他部件协调关系, 防止对整体性能带来不利影响。

(3) 当设备存在重大安全隐患时, 必须坚持不懈地查明故障原因; 当设备出现技术性难题时, 只要深入研究, 搞清其原理, 找出其内在联系, 采用分段式排查法, 终究能锁定故障范围, 确定故障原因, 直至攻克复杂的技术难题。

参考文献:

- [1] 叶常容, 王晋生, 李建基, 等. 电力设备实用技术手册[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2014: 2260-2380.
- [2] 雷春明, 范满元. 电力建设[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008: 76-78.
- [3] 赵旭峰, 朱学勇. 变电站防误闭锁装置的功能及应用[J]. 江苏电机工程, 2010, 29(2): 59-61.
- [4] 张磊. 一起由于 10 kV 线路拒动引起主变越级跳闸的事故分析[J]. 江苏电机工程, 2012, 31(2): 16-17.

作者简介:

薛建根(1965), 男, 江苏盐城人, 工程师, 从事火电厂电气设备检修与维护技术管理工作。

Analysis and Treatment of the Fail-to-break of ZN65A-12 Type Vacuum Circuit Breaker

XUE Jiagen

(Yancheng Power Generation Co. Ltd., Yancheng 224003, China)

Abstract: The fail-to-break of circuit breaker is extremely serious to the power system. Considering frequently occurred fail-to-break, a comprehensive analysis on the external control system, internal electrical circuits and transmission mechanism of the ZN65A-12 hand trolley vacuum circuit breaker is introduced. The testing result shows that the initial opening moments of the vacuum circuit breaker mechanism is much less than normal, and it leads to the fail-to-break of circuit breaker. By adjusting the angle of the spindle moment arm, the switching off reliability of the vacuum circuit breaker is effectively improved, and then the serious potential safety hazard is eliminated.

Key words: vacuum circuit breaker; fail-to-break; moment; mechanism; reliability

“一带一路”能源合作聚焦三大关键词

“一带一路”是中国成为全球大国、重构特定区域内国际秩序的政治战略, 具体操作上则是区域经济合作, 能源是其中一个重要支柱。中国在能源消费中心东移的新格局下, 如何通过油气管网、输电走廊、能源通道、能源金融、多边能源合作平台和亚洲能源安全观等基建与渠道推动“一带一路”战略, 值得研究。

“一带一路”能源合作面临很多挑战, 其潜在的合作契机和投资风险存在于经济金融方面, 也存在于政治外交等方面, 更关系到中国在区域和全球能源治理中的角色、话语权和能否制定有利的规则。如要推动“一带一路”能源合作, 其中三个必须把握的关键问题是: 第一, 新能源格局契机里能源产业的金融合作; 第二, 周边地区能源通道的基建网络支点; 第三, 借鉴现有国际能源机制制定我国为主导的区域合作规则。

摘自《江苏电力信息网》