

一起 GIS 断路器合闸机械特性异常原因分析

刘继午,熊攀,肖茂,袁国森
(国网泸州供电公司,四川 泸州 646000)

摘要:针对某变电站 220 kV GIS 断路器合闸时间及不同期时间严重超标、合闸速度偏低问题,通过对设备异常现象进行剖析,结合现场验证,准确找到 GIS 断路器合闸机械特性异常原因;同时,根据现场实践经验,提出了运维检修预防性措施,为类似结构 GIS 断路器的运行维护提供参考。

关键词:GIS; 断路器; 机械特性

中图分类号: TM595 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2018)06-0089-03

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2018.06.020

Cause Analysis on Abnormal Mechanical Characteristics of Closing Operation of A GIS Circuit - breaker

Liu Jiwu, Xiong Pan, Xiao Mao, Yuan Guosen
(State Grid Luzhou electric Power Supply Company, Luzhou 646000, Sichuan, China)

Abstract: Aiming at the problems that the closing time and asynchronization time are seriously exceeded the standard and the low closing speed of a 220 kV GIS circuit - breaker in a substation, through the analysis of the failure phenomenon and the field verification, the abnormal reasons of mechanical characteristics of GIS circuit - breaker are found out accurately. Meanwhile, based on the field experiences, the preventive measures for operation and maintenance are put forward, which provides a reference for the operation and maintenance of similar GIS circuit - breakers.

Key words: GIS; circuit - breaker; mechanical characteristics

0 引言

气体绝缘封闭式组合电器(gas insulated switch-gear, GIS)因结构紧凑、占地面积小、可靠性高、检修维护工作量少等优点,被广泛应用于中国电力系统^[1]。断路器因具有灭弧功能,能够关合、开断正常负荷电流及故障大电流,是保证 GIS 安全正常运行的关键设备。断路器操作机构作为断路器核心部件之一,是保证断路器正常开断、分合运行及故障电流的关键。该部件的可靠动作是保证断路器正常运行,保证电网设备安全、供电可靠的重要基础^[2]。

断路器合闸不同期时间是断路器机械特性参数之一,表示的是断路器三相合闸动作时间差的最大值^[3],具有严格的厂家技术标准要求,合闸不同期时间过大,将会导致断路器动静触头间产生过电压,严重时将引起断路器的爆炸。

下面对某 220 kV GIS 断路器合闸时间、合闸不同期时间严重超标、合闸速度偏低缺陷案例进行分析,排查、核实测试数据异常原因,并总结类似断路器操作机构检修经验,为提升断路器安装、验收、运维质量提供参考。

1 案例概述

某站 220 kV 出线 GIS 断路器型号为 LW24-252,操作机构型号为 CT20-IV,分相弹簧操作机构,于 2014 年 10 月投运。2017 年 7 月,在对该断路器进行例行试验过程中,发现该断路器机械特性测试数据异常,测试所使用的机械特性测试仪型号为 GKC433E。测试数据如表 1 所示,从表中可以看出该断路器 C 相合闸时间刚好满足标准要求,但 A、B 两相合闸时间分别比标准上限大 22.00%、26.55%,明显偏大;合闸速度偏低,合闸不同期时间达 28.2 ms,

严重超过厂家技术标准要求的“ $\leq 4\text{ ms}$ ”是标准上限值的7.05倍。

表1 断路器机械特性测试数据1

测试参数	标准	A	B	C
合闸时间/ms	80~110	134.2	139.2	110.0
合闸同期/ms	≤ 4	28.2		
合闸速度/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	2.9~3.6	2.32	2.15	2.46

同时,该断路器的机械特性测试曲线如图1所示,从机械特性曲线图中未发现明显异常。

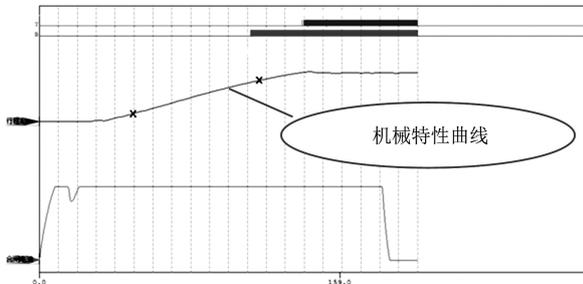


图1 例行试验断路器机械特性测试曲线

但是,断路器三相合闸速度却始终低于厂家技术标准要求的2.9~3.6 m/s。

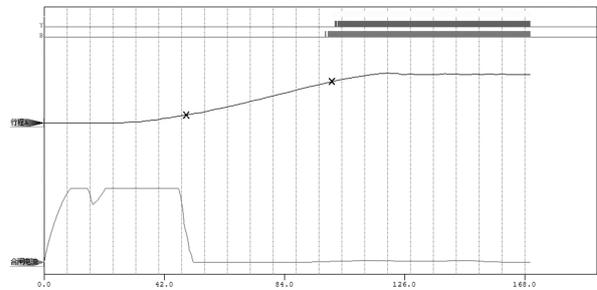


图2 调节弹簧压缩量后断路器机械特性曲线

经过反复分析及现场排查,发现该断路器垂直连杆上附着一层黑色物质,如图3所示。



图3 断路器垂直连杆上的黑色物质

2 缺陷原因分析

2.1 缺陷原因排查

现场首先对断路器操作机构外观进行了初步检查,并未发现明显异常现象。

为了排除测试仪器误差导致的测试数据异常,使用了另一套同型号、同生产厂家的机械特性测试仪进行数据对比。经过对比,测试数据仍与初次测试结果相似,证实该断路器本身存在缺陷。

通过对测试数据的初步分析,认为断路器合闸弹簧疲软是造成断路器合闸时间及合闸不同期时间严重超标、合闸速度偏低的主要原因。因此,现场对断路器合闸弹簧压缩量进行了调试,通过增加弹簧压缩量,提升弹簧储存能量,增大断路器合闸能量,从而降低断路器合闸时间及合闸不同期时间,达到提升断路器合闸速度的目的。

表2 断路器机械特性测试数据2

测试参数	标准	A	B	C
合闸时间/ms	80~110	100.5	101.5	98.1
合闸同期/ms	≤ 4	3.4		
合闸速度/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	2.9~3.6	2.35	2.36	2.54

对断路器合闸弹簧压缩量调节后,再次进行机械特性测试时,发现断路器合闸时间及合闸不同期时间皆满足厂家技术标准要求,测试数据如表2所示。断路器机械特性曲线也无异常,如图2所示。

经过分析,怀疑断路器垂直连杆与连杆轴套密封件之间存在机械磨损,磨损引起断路器合闸操作时存在机械卡涩,从而造成断路器合闸时间严重超标,断路器合闸速度偏低。同时,由于断路器三相机械磨损程度不同以及机械磨损对断路器机械特性影响的随机性,使得断路器三相的合闸时间差别较大,致使断路器合闸不同期时间严重超标。

为了证实推测的正确性,对断路器轴密封件进行了解体检查,现场检查照片如图4及图5所示。从图中可以看到更多由黑色密封件产生的黑色颗粒物附着在断路器垂直连杆及密封件处。

在现场对断路器垂直连杆进行了清洗、润滑,并更换整套垂直连杆轴密封件。随后,对断路器机械特性参数进行了重新测量,测试数据如表3所示,机械特性曲线如图6所示。从测试数据看出,检修以后,该断路器的机械特性参数皆满足厂家技术标准要求。

表3 断路器机械特性测试数据3

测试参数	标准	A	B	C
合闸时间/ms	80~110	94.1	96.9	96.9
合闸同期/ms	≤ 4	2.8		
合闸速度/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	2.9~3.6	3.31	3.28	3.29

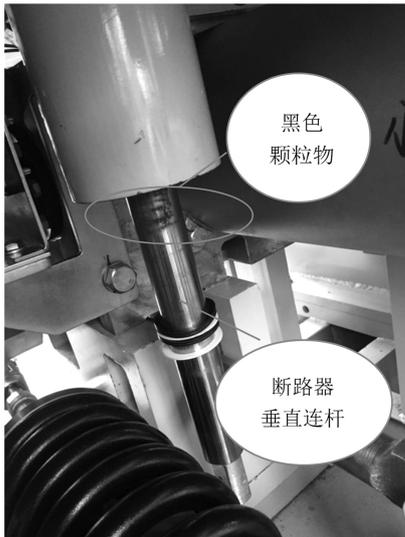


图4 断路器垂直连杆上附着的黑色颗粒物



图5 断路器垂直连杆轴密封件上的颗粒物

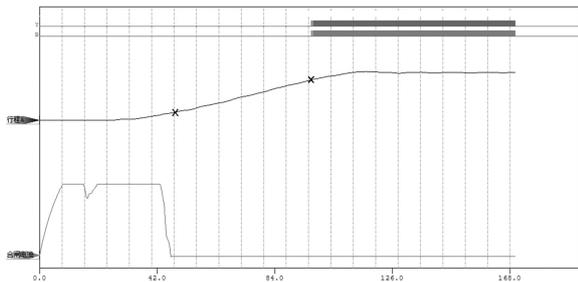


图6 垂直连杆处理后断路器机械特性曲线

2.2 原因分析

断路器垂直连杆与连杆轴套密封件之间存在机械磨损,是造成断路器合闸时间、合闸不同期时间严重超标和合闸速度偏低的直接原因。而造成断路器垂直连杆与轴套密封件磨损的根本原因可能存在以下3个方面:

1) 断路器垂直连杆结构设计不合理。该GIS断路器设计采用的是垂直连杆与轴密封件之间的直接接触结构,两者之间仅靠少量的硅脂润滑。断路器垂直连杆部分在厂内安装过程或运输过程中出现密封垫微小错位,即会造成垂直连杆与密封件之间

摩擦,为断路器的安全运行埋下隐患。

2) 断路器垂直连杆润滑不足。由于垂直连杆与轴密封垫之间设计采用的是直接接触结构,断路器在长期运行过程中,滑润作用一旦消失,断路器进行分合闸操作时,就会造成垂直连杆与轴密封件之间的直接机械磨擦,影响断路器机械特性。

3) 断路器轴密封件安装工艺问题。就如第1个方面的原因所述,如果断路器在出厂安装时,垂直连杆与轴密封件之间的安装工艺不能达到垂直连杆与密封件同轴性的要求,就极可能造成垂直连杆与密封件之间的直接机械磨擦。

3 结 语

随着GIS设备越来越广泛的使用,GIS断路器作为变电设备中的关键设备,其重要性都不言而喻。为保障断路器的安全、可靠运行,提出以下几点预防措施:

1) 提升GIS断路器入厂监造质量,及时发现并消除设备隐性缺陷。提升设备安装质量,严把设备验收、投运关,杜绝设备带病投入电网运行。

2) 由于GIS断路器结构的严密性,在进行GIS断路器机械特性异常分析时,除了最直接的断路器合闸弹簧或分闸弹簧自身质量问题以外,还应该将断路器传动卡涩因素考虑在内。

3) 对于类似垂直连杆机构的GIS断路器或者常规空气绝缘断路器,应特别注意检查断路器垂直连杆颜色是否出现异常,是否存在黑色异物,防止类似问题的再次发生。

参考文献

- [1] 刘同杰,万红艳,刘同敏.一起GIS设备密封不良问题原因分析[J].四川电力技术,2017,40(6):89-91.
- [2] 叶瑞,段继洲,查笑春,等.一种断路器液压弹簧机构泄压控制系统及方法[J].电气技术,2016,17(12):15-19.
- [3] 李宏仁.高压开关现场技术精要[M].成都:西南交通大学出版社,2014.

作者简介:

- 刘继午(1988),工学硕士、工程师,从事变电检修工作;
- 熊攀(1983),工学学士、高级工程师,从事变电检修工作;
- 肖茂(1989),工学硕士、工程师,从事变电检修工作;
- 袁国森(1991),工学硕士、助理工程师,从事变电检修工作。

(收稿日期:2018-08-05)