

双伞瓷绝缘子故障试验分析

肖雷, 施景垒, 陈平春, 王晨, 卢洋, 纪居然
(江苏省电力公司电力科学研究院, 江苏南京 211103)

摘要:针对 220 kV C 线路杆塔上双伞瓷绝缘子炸裂事件开展检测劣化绝缘子的研究工作, 对同厂家同生产批次双伞瓷绝缘子进行绝缘电阻、工频火花、温度循环、机电联合、油中击穿、孔隙性等 6 个项目的电气性能试验。试验结果表明, 该批次的双伞瓷绝缘子生产工艺存在问题。建议加强双伞瓷绝缘子的入网检测, 避免发生大批量存在家族性缺陷的瓷绝缘子投入电网, 对电网的安全运行产生威胁。

关键词:双伞瓷绝缘子; 缺陷; 电气性能

中图分类号: TQ174.6

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2015)01-0015-03

瓷绝缘子是输变电系统中重要的组成部分, 其中双伞瓷绝缘子占很大的比例。瓷绝缘子在运行过程中因长期经受机电负荷、日晒雨淋、冷热变化等作用, 可能出现绝缘电阻降低、绝缘开裂甚至击穿等故障。运行中的双伞瓷绝缘子, 随着时间的增长, 其绝缘性能或机械性能会下降, 从而产生零值或低值瓷绝缘子, 这种现象称为瓷绝缘子的劣化。在高压输变电系统中, 若瓷绝缘子串中存在零值或低值绝缘子, 相当于瓷绝缘子串有部分被短路, 其整体爬电距离也相应减少, 含有劣化瓷绝缘子的绝缘子串的闪络概率大大增加, 对供电可靠性带来潜在威胁^[1]。因此, 对于双伞瓷绝缘子电气性能状态的检测意义重大。针对近期江苏 220 kV C 线路杆塔上双伞瓷绝缘子发生炸裂事件, 通过对同厂家同生产批次双伞瓷绝缘子电气性能试验结果进一步分析, 发现该厂家双伞瓷绝缘子可能存在家族性缺陷, 为了保障电网的安全运行, 应对即将入网及运行中的双伞瓷绝缘子加强电气性能试验检测。

1 双伞瓷绝缘子电气性能试验方法

2014 年 3 月至 4 月, 根据同厂家双伞瓷绝缘子的型号、运行地点、运行时间等三方面因素选取 5 个运行地点共 71 只双伞瓷绝缘子为试品, 如表 1 所示。

表 1 送检双伞瓷绝缘子信息

序号	线路名称	绝缘子型号	送检数量/只	投运时间
1	库存 A	XWP2-70	10	
2	35 kV B 线	XWP1-70	12	2007 年
3	220 kV C 线	XWP2-100	32	2008 年
4	35 kV D 线	XWP1-70	8	2007 年
5	110 kV E 线	XWP1-70	9	2007 年

根据 GB/T1001.1—2003^[2]、DL/T626—2005^[3]、GB/T 775.3—2006^[4]要求, 对上述送检双伞瓷绝缘子进行电气性能检测试验, 其流程如图 1 所示, 试验从 1 号开始顺序编号。

收稿日期: 2014-08-21; 修回日期: 2014-10-16

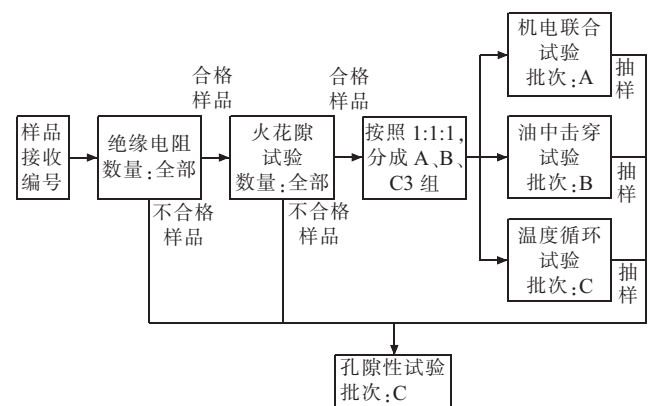


图 1 试验检测流程

2 双伞瓷绝缘子电气性能试验结果

2.1 库存 A 双伞瓷绝缘子

库存 A 双伞瓷绝缘子检测结果如表 2 所示, 库存 A 双伞瓷绝缘子均通过电气性能检测试验。

表 2 库存 A 双伞瓷绝缘子检测结果

试品编号	绝缘电阻	工频火花隙	温度循环	机电联合	油中击穿	孔隙性
1	184G	通过	通过	/	/	/
2	149G	通过	通过	/	/	通过
3	147G	通过	/	/	通过	/
4	170G	通过	通过	/	/	/
5	148G	通过	通过	/	/	通过
6	53.5G	通过	通过	/	/	/
7	23.3G	通过	/	/	通过	/
8	28.1G	通过	通过	/	/	/
9	28.9G	通过	/	通过	/	/
10	78.7G	通过	/	通过	/	/

库存 A 双伞瓷绝缘子电气性能检测试验均通过。

2.2 35 kV B 线路双伞瓷绝缘子

35 kV B 线路双伞瓷绝缘子检测结果见表 3。35 kV B 线路双伞瓷绝缘子中检出劣化绝缘子。其中, 绝缘电阻及油中击穿试验合格, 其他项目都有不合格现象。

表 3 35 kV B 线路双伞瓷绝缘子检测结果

试验项目	试品数量 / 只	不通过数量 / 只
绝缘电阻	12	0
工频火花隙	12	1
温度循环	4	2
机电联合	4	3
油中击穿	3	0
孔隙性	3	1

2.3 220 kV C 线路双伞瓷绝缘子

220 kV C 线路双伞瓷绝缘子检测结果如表 4 所示。220 kV C 线路双伞瓷绝缘子中检出劣化绝缘子。其中,绝缘电阻测量发现 2 只零值绝缘子;工频火花隙试验检出 11 只劣化绝缘子;温度循环试验 7 只抽检绝缘子中,6 只绝缘子未通过;机电联合试验 3 只抽检绝缘子均未通过。

表 4 220 kV C 线路双伞瓷绝缘子检测结果

试验项目	试品数量 / 只	不通过数量 / 只
绝缘电阻	32	2
工频火花隙	32	11
温度循环	7	6
机电联合	3	3
油中击穿	7	0
孔隙性	4	0

2.4 35 kV D 线路双伞瓷绝缘子

35 kV D 线路双伞瓷绝缘子检测结果如表 5 所示。35 kV D 线双伞瓷绝缘子中有 1 只孔隙性试验未通过,其他均合格。

表 5 35 kV D 线路双伞瓷绝缘子检测结果

试验项目	试品数量 / 只	不通过数量 / 只
绝缘电阻	8	0
工频火花隙	8	0
温度循环	3	0
机电联合	3	0
油中击穿	2	0
孔隙性	2	1

2.5 110 kV E 线路双伞瓷绝缘子

110 kV E 线路双伞瓷绝缘子检测结果如表 6 所示。110 kV E 线路双伞瓷绝缘子中有 1 只机电联合试验未通过,其他均合格。

表 6 110 kV E 线路双伞瓷绝缘子检测结果

试验项目	试品数量 / 只	不通过数量 / 只
绝缘电阻	9	0
工频火花隙	9	0
温度循环	3	0
机电联合	3	1
油中击穿	3	0
孔隙性	2	0

3 试验结果分析

(1) 通过对 5 个批次双伞瓷绝缘子检测试验发现,除第 1 批次库存 A (未挂网运行)10 只双伞瓷绝缘子外,其余 4 个批次 61 只运行双伞瓷绝缘子均检出劣化绝缘子。其中绝缘电阻试验检出零值绝缘子 2 只,工频火花隙试验检出劣化绝缘子 12 只;温度循环试验抽检 17 只,有 8 只未通过;机电联合试验抽检 13 只,有 7 只未通过;孔隙性试验抽检 11 只,有 3 只未通过。

(2) 绝缘电阻、火花隙、油中击穿试验,发现 2 只零值绝缘子(零值瓷绝缘子的误判防止措施^[5])及 12 只劣化绝缘子,说明绝缘子内部绝缘部件已经导通或达不到标准(运行中 500 kV 绝缘电阻大于 500 MΩ,500 kV 以下绝缘电阻大于 300 MΩ^[5])要求,造成的原因可能是瓷绝缘子在制造过程中,绝缘部件材料不够致密、有残渣,导致瓷件中有空隙和裂纹等缺陷。

(3) 温度循环试验,17 只抽检的双伞瓷绝缘子中有 8 只未通过试验,证明其耐温度变化特性差。进一步分析认为,可能该次抽检绝缘子生产工艺存在问题,瓷件玻璃相成分偏高(瓷件玻璃相成分起连接 Al₂O₃ 晶体和填充气孔的作用,使瓷成为一个致密的整体,同时也可以使瓷的烧成温度降低和晶粒细化),导致耐温度变化特性差,随着运行时间的增加,在冷热温度长时间交替作用下,导致瓷件逐步劣化。

(4) 孔隙性试验,11 只抽检的双伞瓷绝缘子中有 3 只未通过试验,结果说明瓷绝缘子伞裙有裂纹,伞裂以较小开裂较为普通,有时坏检时不易发现,到烧成瓷件时较为明显;也有扩展后的较大裂纹。裂纹多沿伞的直径方向,发生区域一般在伞根部和伞中部^[6],发生此类缺陷主要与厂商制造工艺及原料选用有关。

(5) 库存及运行双伞瓷绝缘子中机电联合试验抽检合格绝缘子数据如表 7 所示。送检双伞瓷绝缘子中机电联合试验合格的绝缘子其试验数据偏低:在 42 kV 电压作用下,绝缘子瓷件击穿的机械拉伸载荷为 75~84 kN。与规定标准(机械拉伸载荷为 80~100 kN^[2])相比结果偏低。

表 7 机电联合试验抽检合格绝缘子数据 kN

试品编号	试品信息	机电联合试验(42 kV) 机械拉伸负荷
9	库存 A	80
10		82
19	35 kV 五廉 B 线	84
55	35 kV 立礼 D 线	76
57		77
61		75
70		80
70	110 kV 港施 E 线	80
70		76

4 结束语

检测结果显示,送检4个批次运行双伞瓷绝缘子均发现不同程度劣化现象,其主要表现形式是绝缘电阻下降和绝缘击穿,也表现为瓷盘脱落或裂纹以及表面烧伤等。考虑到目前送检双伞瓷绝缘子运行时间较短(仅7年),劣化现象已较为普遍;而同生产批次双伞瓷绝缘子就是因为带劣化的绝缘子串发生闪络,工频短路电流在劣化绝缘子的内部流过,强大的短路电流所产生的热效应造成220 kV C线路发生瓷绝缘子炸裂事件。建议结合停电计划对同生产批次双伞瓷绝缘子进行更换处理;在绝缘子未更换期间,应加强特殊天气情况下的巡视和红外精确测温工作;同时建议加强双伞瓷绝缘子的入网检测,避免发生大批量存在家族性缺陷的绝缘子投入电网,严把设备入网质量关。

参考文献:

- [1] 夏强峰. 瓷质悬式绝缘子劣化非接触式检测方法的研究[D]. 重庆:重庆大学硕士论文,2010.
- [2] 国家质量监督检验检疫总局. GB/T 1001.1—2003 标称电压高于1000 V的架空线路绝缘子 第1部分:交流系统用瓷或玻璃绝缘子元件——定义、试验方法和判定准则[S]. 北京:中国标准出版社,2003.

- [3] 国家发展和改革委员会. DLT 626—2005 劣化盘形悬式绝缘子检测规程[S]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局,中国标准化委员会. GB/T 775.3—2006 绝缘子试验方法 第3部分:机械试验方法[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [5] 王卫国. 零值绝缘子误判原因分析及防止措施[J]. 江苏电机工程,2011,30(5):66-68.
- [6] 窦振宇. 瓷绝缘子伞部开裂产生的原因及解决措施[J]. 山东陶瓷,2006(5):41-42.

作者简介:

- 肖雷(1987),男,江苏淮安人,助理工程师,从事输电线路方面的工作;
施景奎(1986),男,江苏盐城人,助理工程师,从事开关及绝缘方面的工作;
陈平春(1987),男,江苏南京人,助理工程师,从事输电线路方面的工作;
王晨(1990),男,江苏东台人,助理工程师,从事开关及绝缘方面的工作;
卢洋(1990),男,江苏靖江人,助理工程师,从事绝缘子用常温固化硅橡胶防污闪涂料及防污闪方面的工作;
纪居然(1991),男,江苏南京人,助理工程师,从事绝缘子用常温固化硅橡胶防污闪涂料及防污闪方面的工作。

Fault Test for Double-umbrella Porcelain Insulator

XIAO Lei, SHI Jinglei, CHEN Pingchun, WANG Chen, LU Yang, JI Juran

(Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing, 211103, China)

Abstract: For checking the splitting crack of double-umbrella porcelain insulator in the 220kV transmission line tower, detections on deterioration of insulators have been implemented. 6 electrical performance tests, related to insulation resistance, industrial frequency spark, temperature cycle, mechanical and power coordination, oil breakdown and porosity, on the double-umbrella porcelain insulators from a same factory are employed. Test results show that problems exist in the insulators due to process defects. We recommend that strengthening the detection of the double-umbrella porcelain insulators to avoid unqualified insulators to be used in the power grid to threaten power system's security.

Key words: double-umbrella porcelain insulator; defects; electrical property

(上接第14页)

块的故障率。改进后的操作机构大大提高了隔离开关的运行可靠性,降低了检修人员的劳动强度,同时也节约了技改费用,具有一定的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 张文兵,黄一彦. 异步电动机制动方式比较[J]. 微电机,2006(8):91-92.

作者简介:

- 胡宇航(1977),男,湖北武汉人,工程师,高级技师,从事变电检修工作;
丁海龙(1971),男,江苏昆山人,大专,变压器检修技师,从事变电检修工作;
唐敏(1974),男,江苏昆山人,中技,从事变电检修工作。

Improvement on the Operating Mechanism of a Type of Disconnecter

HU Yuhang, DING Hailong, TANG Min

(Kunshan Power Supply Company, Kunshan 215300, China)

Abstract: Disconnecter is an important transformation/distribution device in the power systems. Effectively solving the common faults of disconnecter will definitely improve the reliability of power supply. Targeting at a common crack of the driving block in disconnecter operating mechanism, an acceptable scheme to eliminate this kind of defect is found after analysis on the crack and comparison of improvement measures.

Key words: disconnecter; driving block; fault; improvement measure.