一起 10kV 系统电压不平的分析及处理

张浩然　刘　静　梁　睿

（吴忠供电公司，宁夏　751100）

摘要　笔者通过运用交流耐压、温度变化、直流泄露等三种高压诊断试验方法，对一起 10kV 系统电压不平衡的缺陷现象进行了诊断分析。最终确认故障原因，并对该类缺陷提出防范措施。

关键词：避雷器；交流耐压；温度变化；直流泄露；电压不平衡

某 110kV 变电站在进行 10kV 线路送电时，运行人员通过后台监控系统发现 10kVⅡ段电压不平衡（10kV 母联断路器在分闸状态），U_a=61.4kV，U_b=74.1kV，U_c=50.9kV，$3U_0$=30V。运行人员查看 10kVⅡ段保护装置，U_a=60.9V，U_b=100.1V，U_c=38.1V，U_{ab}=123.3V，U_{bc}=103.1V，U_{ca}=75.0V，$3U_0$=31.2V。并且保护装置所有数据波动较大。现通过分析以上数据，变化前 10kVⅡ段系统相电压不平，线电压也不平衡。运行人员随机将 10kVⅡ段电压不平衡退出运行，通过观察 10kVⅡ段电压互感器、避雷器外观无损坏痕迹。

1　设备故障检查过程

1.1　外观检查情况

通过现场对 10kVⅡ段电压互感器、避雷器进行外观检查，并无发现有放电、损坏等现象。电压互感器二次端子接线无松动迹象。

1.2　电压互感器检查试验

针对 10kV 系统相电压不平，线电压也不平衡。根据实际工作经验，首先对该电压互感器一次绕组末端“N”进行紧固检查，未发现松动或断线迹象。同时对该电压互感器进行电气试验，表 1 为相应试验数据。

表 1　10kVⅡ段电压互感器试验数据

型号：JDZX9-10　　出厂日期：2012.12
出厂编号：（A/B/C）752073/752072/752074
生产厂家：宝鸡市钮泰克互感器有限公司

A/B/C 直流电阻/Ω	1084/1081/1092
一次对二次及地绝缘电阻/MΩ	100000
二次对一次及地绝缘电阻/MΩ	50000
整体对地绝缘电阻/MΩ	100000
绕组变比 A/B/C	99，98，99.97，173.84/99，94，99.96，173.64/99，93，99.95，173.61

从表 1 试验数据结果，查找电气试验规程，电压互感器的直流电阻互差未超出规程规定的±5%，绝缘电阻大于规定值 1000MΩ、绕组变比未超出规程规定的±5%。根据状态检修规程，属于正常状态，排除电压互感器对电压不平衡的影响。

1.3　避雷器检查试验

由于电压互感器和避雷器存在电气上的连接，所以排除电压互感器的故障原因外，随即对避雷器进行电气试验检查，表 2 为试验数据。

表 2　10kVⅡ段避雷器试验数据

型号：HY5WZ-17/45Q
出厂编号：121132/121131/121133
出厂日期：2012.12
生产厂家：陕西和泰高压电器制造公司

A/B/C 绝缘电阻/MΩ	100000/200/0

从表 2 试验结果可知，C 相绝缘电阻为 0，B 相绝缘电阻为 200MΩ.A 相绝缘电阻为 100000MΩ。B 相和 C 相绝缘电阻小于规程规定的 1000MΩ。直流试验：A 相避雷器在 1mA 直流泄露电流对应的电压值为 26.3kV。取其电压 75%（26.3×0.75=19.4kV）泄露电流小于 50μA。B、C 两相直流试验失败。检查至此，确定为 10kVⅡ段系统避雷器发生故障，从而引起电压的不平和数据的起伏变化。

2　故障原因分析

分析认为，由于系统中的 C 相避雷器绝缘电阻为零，C 相其内部金属弹片发生完全变形，导致其化学结构发生不可逆的变化，失去其固有的电气性能。

B 相避雷器绝缘电阻为 200MΩ，其内部金属氧化物弹片未完全发生变形，其避雷器的电气性能未完全失去其固有的电气性能。

通过采集到的电压数据可以得知，由于 B 相避

雷器未完全失去电气性能，承受工作电压时，其内部的金属弹片发生导通、断裂的交替变化，从而出现了 B 相电压的变化。同时判断 C 相电压变化是由于该相避雷器的电气性能发生变化过长、持续时间较长，可能起始于 B 相之前，终止于 B 相之后。

当避雷器承受高于持续运行电压的工频交流耐压时，避雷器的工作特性取决于避雷器的生产工艺水平。随后将该厂家生产的避雷器定义为 1 号试品，并选取具有良好生产工艺和电气性能的南阳金冠避雷器定义为 2 号试品，进行耐压试验、温度变化试验、直流泄露电流试验。

首先进行交流耐压试验，并观察避雷器外观变化，表 3 为相应试验数据。

表 3　交流耐压试验时的发热情况

所加电压/kV	#1 试品红外观测现象	#2 试品红外观测现象
5.8	发热	正常
10	极速发热（4s）	正常
17	冒烟（16s）	发热

完成交流耐压试验后，进行温度变化试验，并用红外成像仪记录试品温度变化，表 4 试验数据。

表 4　温度变化试验对比情况

加 17kV 电压的时间/min	#1 试品温度/℃	#2 试品温度/℃
0.5	49	22
1	65	24
2	79	28
3	103	35

完成温度变化试验后，进行直流泄漏电流测试试验，用微安表或者毫安表监测泄漏电流值，表 5 为相应试验数据。

表 5　直流泄漏电流测试试验

所加电压/kV	#1 试品泄漏电流/mA	#2 试品泄漏电流/μA
5.8	0.136	0
10	3	0
17	241	3
24	1768	1026

完成试验后，试验人员解体了#1 试品的故障避雷器，具体情况见图 1、图 2、图 3。通过图片发现，1#试品故障避雷器顶端密封不严，硅橡胶外套与阀体之间粘合不严，有明显空隙，长期运行必然受潮，同时 1 号试品玻璃纤维树脂产生裂纹，阀芯外部为瓷制品，解体后发现瓷套多处断裂，阀芯已断成多节，严重老化，不满足运行要求。



图 1　1 号试品分解图



图 2　1 号试品玻璃纤维树脂产生裂纹



图 3　1 号试品瓷套多处断裂、老化

查找出故障原因，更换 10kV 系统Ⅱ段避雷器，重新投入后，通过后台监控系统得：U_a=61.1kV，U_b=61.3kV，U_c=60.9kV，$3U_0$=2.3V 运行人员随机测量保护装置电压，数据如下 U_a=60.9V，U_b=60.1V，U_c=59.1V，U_{ab}=100.3V，U_{bc}=100.1V，U_{ca}=100.0V，$3U_0$=0.2V。系统电压恢复正常，故障消除。

3　结论

本文中笔者利用交流耐压、温度变化、直流泄露试验等多种方法对故障避雷器进行了诊断分析。通过试验结果得出，10kVⅡ段避雷器存在制造工艺的缺陷，致使避雷器在承受超过额定电压时，避雷器发生完全形变，失去固有的电气特性。同时为防止此类故障再次发生，总结如下经验。

1）加强 10kV 系统电气设备在投运前的验收工作，其中，断路器、电压互感器、避雷器的验收工作尤为重要。

2）在以后的工作中吸取此次事故的教训，加强此类设备的检查、校验、电气试验工作，发现问题及时进行处理。尤其此次避雷器所暴露的问题，在10kV系统开关柜进行工频交流耐压时，确保母线设备间隔的避雷器处于退出状态。当工频交流耐压超过避雷器持续运行电压时，加压试验不能超过1min，如果时间过长，容易导致避雷器的热膨胀，从而引起避雷器失去其固有的电气性能。

3）在电气设备运行、试验、检修发现问题时，应高度重视、认真分析，结合理论知识与现场实际情况，彻底解决故障，防止故障电气设备带电运行。

参考文献

[1] 赵智大. 高电压技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.

[2] 王秉钧. 金属氧化物避雷器[M]. 北京: 水利水电出版社, 1992.

[3] 张诚. 氧化锌避雷器试验方法的研究[D]. 南京: 东南大学, 2006.

作者简介

张浩然（1986-），男，本科，助理工程师，现从事于高压试验工作。

（上接第103页）

接入UPS或采用直流供电，UPS是否正常运行，减少由于设备供电中断造成的数据跳变。

3）利用IEC 60870-5-101/IEC 60870-5-104规约遥测数据品质位对异常数据进行标识，主站系统检查到品质位异常自动丢弃数据并提供告警信息。

4）对不同的厂站设置不同的IEC 60870-5-101通信链路地址，避免通道差错造成数据跳变。

5）采用通信规约分析仪器在线获取通信报文，全程跟踪通信过程，可以帮助分析遥测数据异常期间的数据交换情况，找出产生遥测异常的原因，确定故障点。

6）新（改、扩）建的变电站在信息联调时需对主备通道、变电站主备远动装置分别调试；重点对负值数据的正确性进行核对；检查远动装置、前置装置切换、重起动过程中数据是否发生跳变。

7）针对测控装置检验过程中的数据跳变问题，应采取退出该遥测参与有关总加或控制（比如设置一个投退虚遥信压板），这样可进行主站数据与变电站数据精度核对工作。

8）主站系统可采取异常数据过滤、状态估计等手段对异常数据告警，减少对应用系统的影响。

4 结论

遥测数据的重要性毋庸置疑。调度自动化系统接收到得遥测数据涉及采集、转换、传输等多个节点，虽然过程复杂，却可以通过标准、制度规范执行、软硬件设备技术策略的不断改进来抑制数据跳变情况的发生，实现基础数据的准确性，从而为调度自动化系统提供高质量的基础数据，不断提升调度自动化系统的实用性和可靠性。

参考文献

[1] DL/T 516—2006《电力调度自动化系统运行管理规程》.

[2] 浙江省电力公司. Q/GDW 11-085—2012-20605《自动化设备检修管理标准》.

[3] 国家电网公司. Q/GDW 213—2008《变电站计算机监控系统工厂验收管理规程》.

[4] 国家电网公司. Q/GDW 214—2008《变电站计算机监控系统现场验收管理规程》.

[5] 国家电网公司. Q/GDW 140—2006《交流采样测量装置运行检修管理规程》.

[6] DL/T 634.5101—2002《远动设备及系统 第5-104部分：传输规约 基本远动任务配套标准》.

[7] DL/T 634.5104—2009《远动设备及系统 第5-104部分：传输规约 采用标准传输协议集的IEC 60870-5-101网络访问》.

作者简介

马国梁（1966-），男，高级工程师，国网浙江省电力公司调度，主要研究方向：电力系统自动化。