

# Analysis Report on Dismantling of 220kV Capacitive Voltage Transformer with Excessive Dielectric Loss in a 500kV Substation

Xuefeng Mao Xiao Wang

State Grid Hunan Province Ultra High Voltage Substation Company, Yuanling, Hunan, 410000, China

## Abstract

Capacitive voltage transformers play an important role in the power system, not only for measuring the voltage of high-voltage lines, but also for protection and monitoring to ensure the normal operation of the power system. Plays a role in partial pressure. By extracting voltage through series capacitors, the voltage of the high-voltage line is proportionally transformed into a lower voltage. Simultaneously converting high-voltage electrical signals into low-level signals for use in protection, metering, and instrumentation devices. Long distance communication. Coupled to transmission lines through carrier frequency, it is used for long-distance communication, remote measurement, selective high-frequency protection of transmission lines, remote control, teletyping, etc. Replace with a lower voltage for easy measurement and processing. This paper mainly introduces the method of conducting transformer tests and dismantling tests at the manufacturer to analyze the main causes of abnormal dielectric losses in the 220kV capacitive voltage transformer (model TYD220//3-0.005W3) after one year of operation, where the on-site self-excited method dielectric loss exceeds the required 0.2%. Conduct different improvement testing methods on site.

## Keywords

capacitive voltage transformer; self excitation method; dielectric loss

# 某 500kV 变电站 220kV 电容式电压互感器介损超标解体分析报告

毛学锋 王晓

国网湖南省超高压变电公司, 中国 · 湖南 沅陵 410000

## 摘要

电容式电压互感器在电力系统中扮演着重要角色, 不仅用于测量高电压线路的电压, 还用于保护和监测, 确保电力系统的正常运行。起着分压作用。通过串联电容器抽取电压, 将高电压线路的电压按比例关系转换成较低的电压。同时将高电压信号转化为低电平信号, 供保护、计量、仪表装置使用。长途通信。通过载波频率耦合到输电线, 用于长途通信、远方测量、选择性的线路高频保护、遥控、电传打字等。换成较低的电压, 便于测量和处理。论文主要介绍了 220kV 电容式电压互感器 (型号 TYD220 // 3-0.005W3) 投运一年后现场自激法介损超出要求的 0.2%, 在厂家进行互感器试验及解体试验分析介损异常主要原因方法。在现场进行不同的改进试验方法。

## 关键词

电容式电压互感器; 自激法; 介损

## 1 引言

2023 年 12 月 10 日, 在 500kV 变电站 1 台 220kV 电容式电压互感器 (型号 TYD220 // 3-0.005W3, 编号 42226599) 投运一年后现场自激法介损超出要求的 0.2%, 于 2023 年 12 月对返厂产品进行试验和解体, 共同对产品进行异常原因分析<sup>[1]</sup>。

【作者简介】毛学锋 (1967-), 男, 中国湖南沅陵人, 本科, 高级工程师, 从事电力工程研究。

## 2 返厂产品试验

### 2.1 电容量和介损测试

对产品进行电容量和介损测试, 测试结果如表 1 所示。

### 2.2 电磁单元油试验

对返厂产品进行电磁单元油试验, 试验结果如表 2 所示。

### 2.3 电容器工频耐压试验

对返厂产品进行电容器工频耐压试验, 结果如表 3 所示。

表 1 电容量和介损测试

产品编号	电容器编号		试验数据 (返厂)		试验数据 (现场)		试验方法
			C(nF)	tan δ (%)	C(nF)	tan δ (%)	
42226599	41226605S	上节整体 C	10.11	0.062	10.080	0.027	正接法 10kV
	41226605X	下节 C1	11.62	0.062	11.540	0.248	自激法 2kV
		下节 C2	79.32	0.100	78.640	0.269	
		下节整体 C	10.04	0.065	/	/	正接法 10kV

表 2 电磁单元油试验

产品编号	油色谱 (uL / L)								油介损 (%)	微水 (uL/L)	油耐压 (kV)
	H2	CH4	C2H4	C2H6	C2H2	C1+C2	CO	CO2			
42226599	0	1.65	0.16	0	0	1.79	8	397	0.252%	9.1	65.2

表 3 电容器工频耐压试验

电容编号	试验电压, kV	试验频率, Hz	试验时间, s
41226605S	184	50	60

## 2.4 局部放电量测量

对产品进行电容器局部放电量测量,测量结果如表 4 所示。

表 4 电容器局部放电测量

电容编号	预加电压 / 时间	测量电压	
		试验室局放背景 < 1pC	
		Um=126kV	1.2Um/3=87.3kV
41226605S	184kV/60s	2.8	1.4

## 2.5 不同电压下电容量和介损测试

对编号 41226605S 的上节电容器进行不同试验电压下的电容量和介损测试,测试结果如图 1 所示。

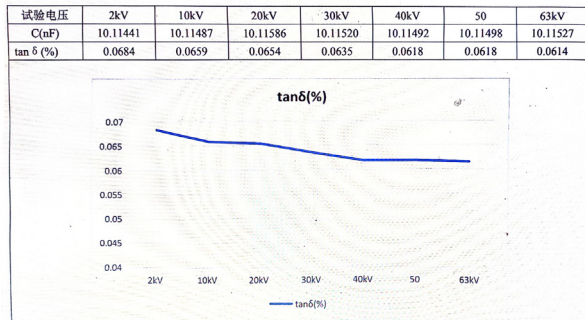


图 1 介损随试验电压的升高呈现下降趋势

## 2.6 雷电冲击试验

对退返编号 41226605X 的下节电容器进行雷电冲击试验,试验电压 550kV,在正负极性下各进行 15 次全电压冲击试验,试验过程中未出现击穿和外闪情况。

## 2.7 电容量和介损复测 (绝缘试验后)

绝缘试验后对编号 41226605X 的下节电容器进行电容量和介损复测,测试结果如表 5 所示。

表 5 电容量和介损复测

产品编号	电容器编号		C(nF)	tan δ (%)	试验方法
42226605	41226605X	整体 C1	11.61	0.055	自激法 2kV
		整体 C2	79.15	0.10	

## 2.8 电容器油试验

对退返电容器和厂内介损合格、超标电容器进行电容器油色谱、油介损和油中颗粒度测试,测试结果如表 6 所示。

试验结论:电容器油色谱合格,厂内介损超标产品的油介损值、油中颗粒度相比退返品和厂内合格品的油中颗粒度、油介损值均偏大

## 3 厂内介损异常产品试验

### 3.1 电容器电容量和介损测试

号 41193587 的电容器进行电容量和介损测试,测试结果如表 7 所示。

表 6 电容器油试验

电容编号	油色谱 (uL / L)								油介损 (%)	颗粒度 > 2um	备注
	H2	CH4	C2H4	C2H6	C2H2	C1+C2	CO	CO2			
41226605X	0	2.06	0.1	0	0	2.16	32	401	0.263	1601	退返品
41193587X	0	2.34	0.11	0	0	2.45	28	426	0.415	4671	厂内异常品
41235093X	0	2.21	0.05	0	0	2.26	8	412	0.212	1456	厂内合格品

表 7 电容量和介损测试

电务器编号		C(nF)	tan%	试验方法
411935875	王节整体 C	10.12	0.107	正接法 10kV
41193587X	下节 C1	11.96	0.357	自激法 2kV
	下节 C2	66.44	0.144	
	下芳整体 C	10.02	0.151	正接法 10kV

试验结论：电容器在低试验电压下介损超标，较高试验电压下介损合格。

### 3.2 电容器工频耐压试验

对厂内产品进行电容器工频耐压试验,结果如表 8 所示。

表 8 电容器工频耐压试验

电容编号	试验电压, kV	试验频率, Hz	试验时间, s
41193587X	184	50	60

试验结论：电容器工频耐压试验合格。

### 3.3 局部放电量试验

对厂内产品进行电容器局部放电量测量,测量结果如表 9 所示。

表 9 电容器局部放电测量

电容编号	预加电压 / 时间	测量电压	
		试验室局放背景 < IpC	
		Um=126kV	1.2Um/3=87.3kV
41193587X	184kV/60s	2.7	1.0

试验结论：电容器局部放电测量合格。

### 3.4 电容量介损测试

对编号 41193587X 的下节电容器分别对高压电容 C1 和整体电容 C 进行不同试验电压下的电容量和介损测试,测试结果如图 2、图 3 所示。

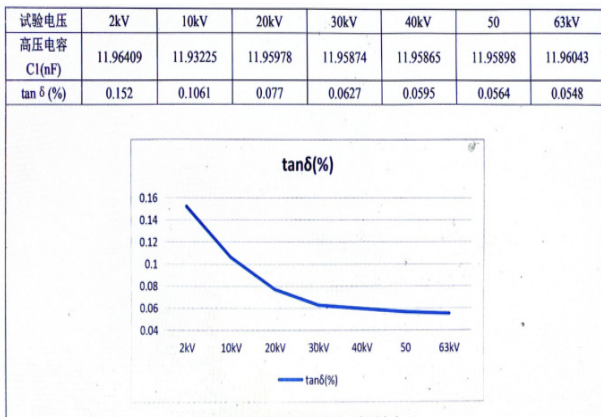


图 2 介损试验电压变化曲线 ( 高压电容 C1 )

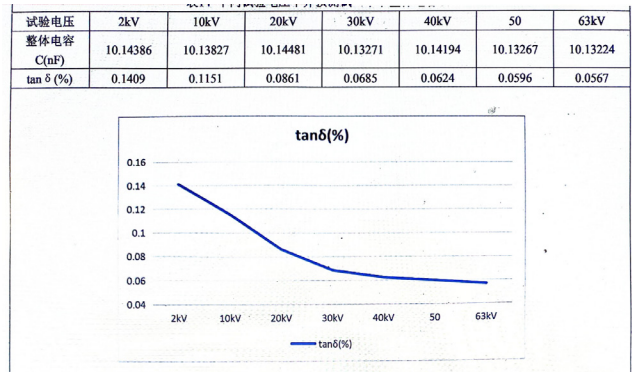


图 3 介损试验电压变化曲线 ( 下节整体电容 C )

试验结论：电容器的介损合格，介损随试验电压的升高呈现下降趋势。

## 4 原因分析

根据返返品返厂试验结果,分析现场产品介损超标可能原因如下:由于现场测试时产品周围电磁干扰的影响,且试验电压较低,导致现场介损测试结果偏大。产品返厂后已排除电磁干扰的影响,介损测试合格<sup>[2]</sup>。

厂内介损偏大产品在低试验电压(2kV)下介损值超标的原因如下:纤维杂质游离于介质空间,极化损耗较大,导致介损测得值较大:在较高的测试电压下,纤维杂质在较强的电场作用下集中于电极两端,使得绝缘介质空间中分散的杂质大大减少,极化损耗随之显著下降,导致介损测试值随测试电压的升高有明显下降的趋势。Garton 效应的手扰使得测试电压较低时测得的介损值比正常运行情况下偏高<sup>[3]</sup>。

## 6 结语

①改善后的产品,已减少了电容芯子四周绝缘纸板用量,通过减少绝缘纸板以降低纸板纤维引起的 Garton 效应对电容器介损的影响,产品满足 2kV 自激法的介损值要求。

②现场进行产品介损试验时,应使产品周围设备处于非带电状态,排除电磁干扰的影响再进行介损试验。如果无法排除电磁干扰的影响,2kV 自激法下介损值超标,可将产品进行 10kV 正接法介损试验,试验合格则产品可正常运行。

### 参考文献

- [1] 杨贤,马志钦.Garton效应对电容式电压互感器介损测量影响研究[J].变压器,2018(5).
- [2] 梁景昆,李亦峰.220kV电容式电压互感器在线监测技术研究[J].机电信息,2019(33):3.
- [3] 邱凌枫.高压电容式电压互感器的故障分析及防范措施[J].科技经济导刊,2019(32):2.