

对DL/T 596—1996执行中存在的问题探讨和分析

杨殿成, 董家斌

(云南电力试验研究院(集团)有限公司, 昆明 650051)

摘要: 文中指出了DL/T 596—1996《电力设备预防性试验规程》在执行中存在的问题及与其他标准不统一之处, 并指出由此可能发生诸如同一设备因试验性质及判断标准的不同而得出不一致的试验结论的问题。提出了预防性试验周期、项目以及具体实施的原则和方法, 并建议各省(地区)应根据自身实际情况、结合电力行业的发展制定适合本省(地区)的预试规程实施细则, 以解决电力试验具体执行中存在的问题。

关键词: 电力设备; 预试规程; 交接试验标准; 分析

中图分类号: TM83

文献标志码: A

文章编号: 1001-1609(2012)12-0126-04

Discussion on the Problems in the Standard DL/T 596—1996 with Solutions

YANG Dian-cheng, DONG Jia-bin

(Yunnan Electric Power Test Research Group Ltd., Kunming 650051, China)

Abstract: The problems in the standard DL/T 596—1996 Preventive Test Regulations for Electrical Equipment and its inconsistency with other standards are discussed. It is pointed out that for same equipment, different conclusions may be drawn due to different test purposes and judgment criteria of different standards. Consequently, the preventive test cycle and items, as well as the principle and methods for implementation, are proposed. And suggestion is offered that provincial implementing regulations for the standard DL/T 596—1996 should be established according to local situation in order to solve problems in electric power tests.

Key words: electrical equipment; preventive test regulation; hand-over test standard; analysis

0 引言

预防性试验是电力设备运行和维护工作中的一个重要环节, 是保证电力系统安全运行的有效手段之一。预防性试验规程是电力系统绝缘监督工作的主要依据, 在中国已有近 60 年的使用经验。

DL/T 596—1996《电力设备预防性试验规程》(以下简称预试规程)由原电力工业部发布, 于 1997 年 1 月 1 日起实施, 至今尚未修订。随着电力科技、设备制造水平、材料科学、自动化技术的飞速发展以及电力体制的变革, 一些电力企业根据自身设备以及管理维护水平情况修订编制了适合自身的企业标准。但预试规程无一例外都是这些企业标准的基石, 笔者根据自己的工作经验及专业认识, 就预试规程在具体执行中存在的一些问题, 提出自己的认识和看法, 并与广大电力行业工作者分享和探讨。

1 关于试验周期的探讨

预试规程对电力设备试验周期的规定大体可分为“1~3 年、不做规定或自行规定、小修时、大修后、必要时”这 5 类, 但在具体执行中就存在一些模糊或有争议之处: ①1~3 年: 规程的本意是“根据设备运行情况, 两次试验的间隔可在 1~3 年时间自定。”但目前国内发电企业“机组 3 年一大修、每年一小修”的运作机制, 将试验周期直接定格在间隔 1 年, 这就使得规程原有的适度宽松的科学性和合理性荡然无存, 试验及检修工作存在一定的盲目性, 不仅增加了设备维护管理的成本, 而且会因频繁拆、装等缩短设备的使用寿命、降低设备使用率和可靠性。事实表明, 有些初始状态和运行状况都很好的设备, 经过带有一定盲目性的检修和试验后, 反而破坏了其原有的良好状态。②不做规定或自行规定: 绝大多数企业并没有根据自身设备维护管理情况, 对“不作规定或自行规定”项目及要求进行明

确要求,大多是处于没有规定的状态。也有小部分企业实行简单的一刀切政策,对周期也按 1~3 年或 1 年执行,但对于测试值的具体规定绝大多数都处于空白状态。③小修时、大修后:没有明确的界定。目前国内发电企业机组的大修、小修通常只针对发电机,并不涉及其他设备,那其他设备的试验项目是否应按照大修、小修项目执行?且规程对大修、小修没有明确的界定,仅搞搞清洁、做做润滑是否能够算做小修?④必要时:缺乏统一的认识难以界定。发电企业为了规避自己的风险和应付各级查评,通常都会要求试验项目尽可能全面,而不考虑客观角度是否真有必要;而试验项目的多少直接关系到试验机构的工作量和工作强度,某些试验项目还需要动用大型或特殊试验设备,还有些试验项目还由于现场难以满足条件,而无法实施。由于各自立场和出发点的不同,难以达成统一认识^[1]。

电力设备的检修及试验应着眼于追踪掌握设备的运行状况和发展变化趋势,秉承“应修则修,修必修好”的原则。而非以时间间隔作为硬性依据,不论设备状态如何到时必修的定期检修思路。

2 关于试验项目及要求的探讨

DL/T 596—1996 是电力行业标准,适用于设备的预防性试验;GB 50150—2006《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》(以下简称交接试验标准)是针对新安装设备投产前的交接试验的国家标准,它们是电力一次设备试验中应用最为广泛的标准。由于两者对一次设备同一试验项目的要求不一致,给预试工作带来一定的困扰,以下为对两者差异的探讨。

2.1 对同步发电机试验项目及要求的探讨

2.1.1 对发电机定子绕组直流电阻的探讨

预试规程第 5.1.1 条规定:“汽轮发电机各相或各分支的直流电阻值,在校正了由于引线长度不同而引起的误差后相互间差别以及与初次测量值比较,相差不得大于最小值的 1.5%(水轮发电机为 1%)”^[2]。而交接试验标准对该项规定为“不超过 2%”^[3]。制造厂生产时,一般依照 GB/T 7894—2001《水轮发电机基本技术条件》,其中对该项的要求同样为“不超过 2%”^[4]。

该项由于预试规程与交接试验标准、GB/T 7894—2001 要求的不一致,可能造成设备出厂试验合格、交接试验合格、而预试不合格的情况。

2.1.2 对发电机定子绕组直流耐压和泄漏电流的探讨

预试规程对发电机定子绕组直流耐压和泄漏

电流的要求为:汇水管直接接地者,应在不通水和引水管吹净条件下进行试验;而交接试验标准对该项试验的要求为:对于汇水管死接地的电机,现场可不进行该项试验。

在交接试验标准条文说明中对该项有以下说明“对于汇水管与地之间无绝缘的水内冷发电机,因汇水管接地打不开,通常要求把水完全吹干才能进行此项试验,但交接现场可能比较困难,若没有吹的很干燥,试验时有可能在积存水的部位发生放电,甚至破坏绝缘引水管。为此标准规定交接现场可不进行该项试验。”

在实际生产中,也存在检修工期时间短,预试中汇水管难以全部吹干,试验时可能在积存水的部位发生放电甚至破坏绝缘引水管的风险。

2.2 对电力变压器试验项目及要求的探讨

2.2.1 对电力变压器绕组绝缘电阻、吸收比(极化指数)的探讨

预试规程对变压器的绝缘电阻和吸收比(极化指数)不分电压等级、容量大小,要求为“吸收比不低于 1.3 或极化指数不低于 1.5”;交接试验标准对该项要求比较具体“变压器电压等级为 35 kV 及以上且容量在 4 000 kV·A 及以上时,吸收比与产品出厂值相比应无明显差别,在常温下应不小于 1.3,当 R_{60s} 大于 3 000 M Ω 时,吸收比可不作考核要求。变压器电压等级为 220 kV 及以上且容量为 120 MV·A 及以上时,宜测量极化指数,测得值与产品出厂值相比应无明显差别,在常温下不小于 1.3,当 R_{60s} 大于 10 000 M Ω 时,极化指数可不作考核要求。”

笔者在大量的工程实践中,经常会遇到变压器绝缘电阻非常大(几十甚至上百 G Ω),吸收比或极化指数难以达到预试规程要求的 1.3 和 1.5,但变压器长期运行稳定、工况良好的情况。

近 10 年来由于制造厂相继更新了器身干燥设备,干燥质量和效率有很大提高,器身绝缘的含水量质量分数降至 0.5%以下,再加上出炉后采用先真空注油后装配的工艺,使变压器绕组的绝缘电阻较之以往提高很多。绝缘电阻值高、泄漏电流小,绝缘材料和变压器油极化缓慢,时间常数可达 3 min 以上^[4]。

预试规程颁布年份较早,对该项的规定过于简单和笼统。而交接试验标准对该项的规定关联了电压等级、容量大小,较为合理和科学。

2.2.2 对电力变压器绕组介损试验的探讨

交接试验标准中,在同一温度下的被测绕组的 $\tan\delta$ 值不应大于产品出厂试验值的 130%;而预试规程中,给出不同电压等级下的 $\tan\delta$ 限值见表 1。

表 1 预试规程中变压器绕组 $\tan\delta$ 的限值Tab. 1 Transformer winding $\tan\delta$ limit value in DL/T 596—1996

项目	参数		
电压等级/kV	330~500	66~220	35及以下
$\tan\delta$ 限值	$\leq 0.6\%$	$\leq 0.8\%$	$\leq 1.5\%$

因要求不一,由此可能导致被试变压器该项在出厂时试验合格、交接试验合格,而后续的预试有可能不合格的情况。因此,在生产实践中交接试验时,应注意变压器绕组介损的测试值与预试规程要求值进行比较,以防止前述尴尬情况出现。

2.3 对电磁式电压互感器空载电流测量试验的探讨

预试规程中对电磁式电压互感器的空载电流有以下要求:①在额定电压下,空载电流与出厂值比较无明显变化;②在下列试验电压下,空载电流不应大于最大允许电流:中性点非有效接地系统 $1.9U_n/\sqrt{3}$, 中性点接地系统 $1.5U_n/\sqrt{3}$ 。交接试验标准则要求对电磁式电压互感器进行感应耐压前后应各进行 1 次额定电压时的空载电流测量,两次测量值相比不应有明显差别。

空载电流测量试验,预试规程的要求侧重于与出厂值的比较,以及是否满足最大允许电流的要求;而交接试验标准则侧重于耐压前后空载电流值的比较,且为额定电压下的测试值。

2.4 对电流互感器交流耐压试验的探讨

预试规程对电流互感器交流耐压试验电压值的规定为:一次绕组按出厂值的 85% 进行,出厂值不明的按表 2 所列电压进行试验,交接试验标准规定交流耐压试验按出厂试验电压的 80% 进行;南方电网企业标准 Q/CSG 10007—2004《电力设备预防性试验规程》中,对电流互感器交流耐压规定亦按出厂试验电压的 80% 进行^[5]。

表 2 预试规程对 TA 交流耐压的规定

Tab. 2 Current transformer AC voltage-withstanding test provision in DL/T 596—1996

项目	参数						
电压等级/kV	3	6	10	15	20	35	66
试验电压/kV	15	21	30	38	47	72	120

由于交流耐压试验所采用的试验电压比运行电压高得多,过高的电压会使绝缘介质损失增大、发热、放电,而且会加速绝缘缺陷的发展,并且具有一定的累积效应^[6-7]。故电力系统长期以来的习惯和做法,都是预试中交流耐压值不大于交接试验的规定值,就是基于以上考虑。

而预试耐压要高于交接 5% 的电压值,这与前述

电力系统长期以来的习惯和思路不符,过高的试验电压会造成设备的绝缘损伤,加大因交流耐压试验对设备绝缘造成的累积效应,有可能会加速完好设备的绝缘老化、劣化进程,且该进程是不可逆转的。

2.5 对电容式电压互感器电容量及介损试验的探讨

在预试规程修订说明中对电容式电压互感器的电容分压器电容量测量推荐使用“自激法”进行;而在交接试验标准条文说明中明确“有些单位采用二次励磁法升电压,一不能发现问题,二容易使电磁单元中的原件损坏。大量实例表明:二次励磁法施加在被测电容器上的电压很低,不足以暴露电容器的缺陷,而且还容易损坏电磁单元中补偿电抗器两端的电压限幅器。可通过误差试验发现承担高压的耦合电容的绝缘缺陷。”亦有不少文献对目前普遍存在的“自激法”持否定态度^[8-9]。

2.6 对金属氧化物避雷器试验项目的探讨

预试规程要求对于金属氧化物避雷器在每年雷雨季前要进行“直流 1 mA 电压及 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流”及“运行电压下的交流泄漏电流”试验;而交接试验标准要求无间隙金属氧化物避雷器的“工频参考电压和持续电流”与“直流参考电压和 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流”可任选做一款。此即表明,避雷器的直流试验项目和阻性电流测试项目对于判断避雷器的性能均可靠、有效,此二者任选一项即可表征避雷器的性能状态。

预试规程颁布年份较早,在当时的电力工业制造水平下,预试规程的规定是合理并且有必要的。但随着中国电力工业的迅速发展,制造水平、加工工艺、材料科学的发展,中国电力设备的制造水平也大幅提升,该项规定放至今日就显得有些不合时宜了。以目前国产避雷器的制造水平而言,避雷器的直流试验项目和阻性电流测试项目任选一项都足以保证避雷器的性能和设备的运行状况,这一点已得到 06 版交接试验标准的支持。

2.7 对真空开关真空度测量试验的探讨

预试规程要求在有条件时,真空开关大小修应进行真空灭弧室真空度测量试验;交接试验标准中无该项目。在交接试验标准条文说明中有如下说明“真空断路器断口之间的交流耐压试验,实际上是判断真空灭弧室的真空度是否符合要求的一种监视方法。因此,真空灭弧室在现场存放时间过长时应定期按制造厂的技术条件规定进行交流耐压试验。至于对真空灭弧室的真空度的直接测试方法和所使用的仪器,有待进一步研究与完善”。

目前绝大多数中试院都不具备对真空度测试

仪的检测能力,各制造单位亦有不同的出厂检测方法和标准,在此方面尚无统一标准和要求。故真空开关真空灭弧室真空度测试的问题,尚有待进一步研究和完善。

3 结语

预防性试验是中国电力系统绝缘监督的重要组成部分,在电力生产中发挥了重要的作用。但由于预试规程是 1996 年发布,至今尚未修订过,随着电力工业的迅速发展,新型设备不断涌现,试验技术不断进步,其中的一些规定、要求已无法适应中国电力系统的发展和实际需求。

笔者认为,各省(地区)应依据预试及交接试验标准,结合该省(地区)电力设备的实际状况,积极吸纳新的检测手段和技术,并综合相关反事故措施等规定,对原预试规程进行补充和修订,编制适合该省(地区)的预试规程实施细则,才能解决前述规定不合理但规程仍未废止的冲突^[10-14]。且应加大对在线监测设备的投入力度,根据实时监测数据掌握设备的运行状态,科学和合理地界定试验周期和间隔,修订不合时宜的项目条款,更好的为电力设备的安全稳定运行保驾护航。

参考文献:

- [1] 王建伟,胡晓岑,王天正,等. 高压电气设备预防性试验周期探讨[J]. 山西电力,2007(增刊):6-7.
WANG Jian-wei,HU Xiao-cen,WANG Tian-zheng,et al. Study on the cycle of high-voltage electrical equipment preventive test[J]. Shanxi Electric Power,2007(supp):6-7.
- [2] DL/T 596—1996. 电力设备预防性试验规程[S].
DL/T 596—1996. Preventive test regulations for electrical equipment[S].
- [3] GB 50150—2006. 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准[S].
GB 50150—2006. Standard for hand-over test of electric equipment electric equipment installation engineering[S].
- [4] GB/T 7894—2001. 水轮发电机基本技术条件[S].
GB/T 7894—2001.Fundamental technical specifications for hydro generators[S].
- [5] Q/CSG 10007—2004. 电力设备预防性试验规程[S].
Q/CSG 10007—2004. Preventive test regulations for electrical equipment[S].
- [6] 变压器制造技术丛书编审委员会. 变压器试验[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
Transformer Manufacturing Technology Books Committee. Transformer test[M]. Beijing:China Machine Press,1998.
- [7] 陈化钢. 电力设备预防性试验技术问答[M]. 北京:中国水利水电出版社,1998.
CHEN Hua-gang.Preventive test methods of electrical equipment[M]. Beijing:Hydraulic and Electric Power Press,1998.
- [8] 倪学峰,盛国钊,林 浩. CVT 使用中应注意的几个问题[J]. 高电压技术,2002,28(4):18-20.
NI Xue-feng,SHENG Guo-zhao,LIN Hao. Several problems must be noticed of CVT using[J]. High Voltage Technology,2002,28(4):18-20.
- [9] 饶 强. 110~220 kV 电容式电压互感器测试方法的探讨[J]. 广西电力,2006(5): 80-84.
RAO Qiang. Study on the test method of 110~220 kV capacitor voltage transformer[J]. Guangxi Electric Power,2006(5):80-84.
- [10] Q/HBW 14701—2008. 电力设备交接和预防性试验规程[S].
Q/HBW 14701—2008. Hand-over and preventive test regulations for electrical equipment[S].
- [11] Q/GXD 126.01—2009. 电力设备交接和预防性试验规程[S].
Q/GXD 126.01—2009. Hand-over and preventive test regulations for electrical equipment[S].
- [12] Q/SDJ 1011—2004. 电力设备交接和预防性试验规程[S].
Q/SDJ 1011—2004. Hand-over and preventive test regulations for electrical equipment[S].
- [13] Q/GDW-11-125—2008. 浙江电网电气设备交接试验规程[S].
Q/GDW-11-125—2008. Hand-over test regulations for electrical equipment of Zhejiang Grid[S].
- [14] Q/FJG 10029.1—2004. 福建省电力设备交接和预防性试验规程[S].
Q/FJG 10029.1—2004. Hand-over and preventive test regulations for electrical equipment of Fujian grid[S].

杨殿成(1979—),男,学士,工程师,从事发、变电设备的检测试验工作。

欢迎投稿! 欢迎订阅! 欢迎评刊! 欢迎刊登广告!