

北川智能站一体化电源现场测试技术的研究

李 晶, 范松海, 罗 锦, 陈贤顺

(四川电力科学研究院, 四川 成都 610072)

摘 要: 由于长期受测试仪器等手段制约, 无法在现场进行直流电源设备的特性参数测试, 造成不能对变电站直流电源设备性能和状态进行正确的评价, 也给运行单位留下了不少的缺陷。北川智能站一体化电源的现场调试中, 采用自主研发的特性参数测试系统彻底改变了这一状况。

关键词: 一体化电源设备; 特性参数; 现场测试

Abstract: Owing to the restriction of means such as measuring instruments the on-site testing for characteristic parameters of DC source cannot be carried out. Therefore the correct evaluation for the state and the function of DC source in the substation also cannot be done so that the defects are left to the operation departments. In on-site commissioning of integrated power supply equipment in Beichuan Smart Substation the testing system for characteristic parameters which is independently developed is put into use which thoroughly changes the former situation.

Key words: integrated power supply equipment; characteristic parameters; on-site testing

中图分类号: TM763 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2011)02-0021-02

0 引 言

一体化电源设备是以直流电源为核心, 将直流电源、电力用交流不间断电源 (UPS) 和电力用逆变电源 (INV)、通信用直流变换电源 (DC/DC) 等装置一种以上组合为一体, 共享直流电源的蓄电池组, 并统一监控的成套设备^[1]。

北川智能变电站的一体化电源设备为四川电网首次采用, 由于变电站直流电源设备长期缺乏符合电力行业标准的测试设备, 在变电工程实际调试工作中, 直流电源充电装置的稳流精度、稳压精度、纹波系数、均流不平衡度、限流功能、限压功能等项目长期缺项, 不但无法对设备性能进行正确的评价, 也给运行单位留下了不少的缺陷。

作为国家电网公司智能变电站建设的第二批试点工程, 投运后将成为全国第一个智能变电站, 加之新北川建设的特殊性, 绵阳 110 kV 北川变电站的顺利投产和安全运行显得尤为重要。

1 特性参数的测试方法

1.1 稳流精度测试

充电装置在稳流状态下, 交流输入电压在其额定

值的 85% ~ 120% 的范围内变化, 输出电压在充电电压调节范围内变化, 输出电流在其额定值的 20% ~ 100% 范围内的任一数值上保持稳定, 其稳流精度均应 $\leq \pm 1\%$ ^[2]。实验室测试接线图如图 1 所示。

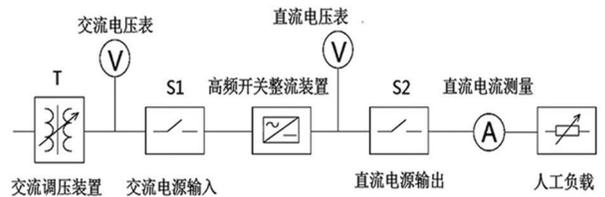


图 1 稳流精度测试方法的接线

依照图 1 进行测试线连接, 交流电源经三相调压器接入充电装置, 图中 S1 为充电装置的交流输入开关, S2 为充电装置的直流输出开关, 负载为可调节电阻性负载。调整交流输入电压 T、直流输出电压, 同时测量直流输出电流。按照 DL/T 459 提供的计算公式, 将测试值代入进行计算, 得到该装置的稳流精度。

1.2 稳压精度测试

充电装置在稳压状态下, 交流输入电压在其额定值的 85% ~ 120% 的范围内变化, 输出电流在其额定值的 0% ~ 100% 范围内变化, 输出电压在其充电电压调节范围内任一数值上保持稳定^[2], 其稳压精度均应 $\leq \pm 0.5\%$ 。实验室测试接线图如图 2 所示。

依照图 2 进行测试线连接, 交流电源经三相调压

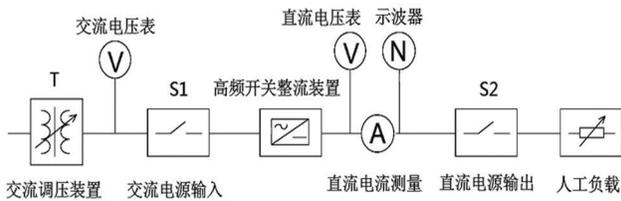


图 2 稳压精度测试方法的接线

器接入充电装置,图中 S1 为充电装置的交流输入开关, S2 为充电装置的直流输出开关,负载为可调节电阻性负载。调整交流输入电压、直流输出电流,同时测量直流输出电压。按照 DL/T 459 提供的计算公式,将测试值代入进行计算,得到该装置的稳压精度。

1.3 纹波系数测试

依照图 2 在进行稳压精度测量的同时,采用记忆示波器测量电阻性负载两端的直流电压中纹波电压的峰-峰值。按照 DL/T 459 提供的计算公式,将纹波电压的峰-峰值代入进行计算,得到该装置的纹波系数均应 $\leq \pm 0.5\%$ 。

1.4 现场测试的难度

当依照图 1、图 2 进行现场特性参数测量时,由于直流电压和直流电流均是通过电阻性负载进行调整,而该负载是金属绕线式电阻管或大功率滑线电阻,其重量、体积和数量受现场场地制约,造成现场测量难以实施,加之常规测试仪表及其接线的繁杂,是实验室方法不能在现场测试中应用的主要原因。

另外,与以往的相控型整流器不同,现在采用的高频开关电源型整流器纹波干扰存在由输入交流电源的低频干扰、变脉宽斩波 50~100 kHz 的高频干扰及 DC/DC 变换器等等效电容与寄生电感产生振荡的超高频干扰,而高频和超高频干扰对测试仪器带宽、采样率及测试方法提出了更高的要求,也是在现场难以实施的重要原因^{[3][4]}。

2 北川智能站的现场测试

2.1 一体化电源现场调试项目

根据 DL/T 1074-2007 标准,结合一体化电源设备的特点和现有测试手段,在北川 110 kV 智能变电站调试中,采用 DPS-II 特性参数测试系统、瞬态测试仪、工频耐压仪和绝缘兆欧仪完成了以下项目。

- (1) 一般检查;
- (2) 绝缘电阻与交流耐压试验;

- (3) 稳流、稳压精度和纹波系数测量;
- (4) 并机均流试验;
- (5) 电压调整功能试验;
- (6) 限流限压功能检查;
- (7) UPS 的输出电压频率测量、输出波形失真度试验和总切换时间试验;
- (8) 绝缘监测仪功能试验;
- (9) 监控单元功能试验;
- (10) 蓄电池组核对性放电试验。

2.2 DPS-II 特性参数测试系统

北川智能站一体化电源的现场测试采用自主研发的 DPS-II 测试系统,是由便携式计算机、虚拟数字示波器、电气参数测量仪、程控电阻负载、程控调压器构成,运用计算机测控等技术实现了直流电源的稳流精度、稳压精度和纹波系数、限流限压等特性参数的高精度 (0.1%) 自动测试,能自动判断并提示特性参数是否超标,具备自动调节、测试、报告打印、数据库管理等功能。纹波系数的测试采用 60 MHz 采样频率、20 MHz 带宽的实时分析技术,将直流信号处理后的信号进行实时分析,波形存储,完善了 DL/T 459 和《国家电网公司直流电源系统技术标准》中的测试方法。

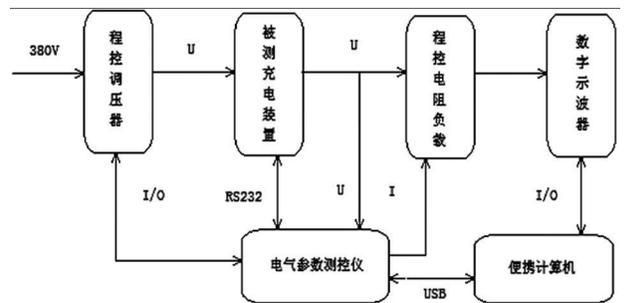


图 3 测试系统总体结构图

DPS-II 测试系统采用一体化结构,不仅解决了直流电源设备现场测试的困难,也是现有唯一符合 DL/T 459 等规程规范要求的测试系统,完全满足变电站直流电源系统的型式试验、交接验收(保护级差配合除外)和国家电网生[2006]57号《直流电源系统评价标准》中全部核心参数的测试要求。

3 结 语

北川调试中,采用瞬态测试仪成功地完成了 UPS 电源的频率特性、谐波、电源切换特性测试。由于技

(下转第 64 页)

从表 3 可以看出,雷击 2~6 号杆塔时,当 2~6 号杆塔上绝缘子增至 40 片,避雷器吸收的最大能量为 1 223.4 kJ 小于避雷器 2 ms 方波的极限通流能力,避雷器上的最大过电流为 18.048 kA,未超过 20 kA 的标称放电电流,不会威胁变电站内设备的绝缘。

雷击 1 号杆塔和雷击 2~6 号杆塔的雷电侵入波过电压和过电流相差很大,主要原因是本站 500 kV 出线门型架距离 1 号杆塔 60 m,而 1 号杆塔距离 2 号杆塔 750 m,雷击点的距离是影响过电压、过电流幅值的一个重要因素。因此,在加强输电线路绝缘的同时,应进一步加强进线段线路的防雷保护,尤其是从 1 号杆塔到门型架之间的线路。

5 结 语

(1) 本站进线段海拔 2 700 m,在进行绝缘配合计算时,采用 DL/T 620-1997 推荐的公式进行海拔校正。

(2) 调爬后输电线路的防污特性得到提高,但是站内主要设备上的过电压和流过避雷器的电流均较之前有所增加,线路绝缘水平的提高将导致避雷器承受能量的增加和站内主要设备绝缘配合系数降低。

(3) 从仿真计算的结果看出,2~6 号杆塔上的绝缘子片数增至 40 片,雷击 2~6 号杆塔时,避雷器吸收的最大能量小于避雷器 2 ms 方波的极限通流能

力,流过避雷器的电流未超过标称放电电流,不会对变电站内设备的绝缘造成威胁。但是,当 1 号杆塔上绝缘子片数超过 31 片时,雷击在 1 号杆塔上,虽然避雷器吸收的最大能量小于避雷器 2 ms 方波的极限通流能力,但是流过避雷器的电流超过了标称放电电流,站内主要设备原有的绝缘配合系数降低,对设备的安全运行不利。因此,建议 1 号杆塔绝缘子可增至 31 片,其他杆塔绝缘子可增至 40 片。

参考文献

- [1] DL/T 620-1997, 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合 [S].
- [2] GB/T 311.2-2002, 绝缘配合 第 2 部分: 高压输变电设备的绝缘配合使用导则 [S].
- [3] 范立军. 高海拔地区大气参数对电气设备外绝缘影响的研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2002.
- [4] 文远芳. 高电压技术 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2001.
- [5] 周卫华, 蒋毅. 加强线路绝缘对变电站绝缘配合的影响 [J]. 湖南电力, 2005, 25(5): 7-11.
- [6] 江日洪, 张兵, 罗小宇. 发、变电站防雷保护及应用实例 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2005: 134, 94, 95.

作者简介:

冯千秀 (1982), 女, 工程师, 硕士, 主要从事变电工程设计工作和交直流输电工程技术研究。

(收稿日期: 2010-11-30)

(上接第 22 页)

术手段的限制,未能对直流回路的直流断路器进行现场保护级差配合的验证测试,同时也未对绝缘检测仪绝缘电阻报警值进行标定测试,所以有必要进一步开展上述测试方法的研究。另外,应对直流电源(包括一体化电源)设备的交接试验进行明确,规范其现场调试、验收项目。

自主研发的 DPS-II 型直流电源特性参数测试系统,拥有两项专利技术授权 (ZL20082006182.5, ZL200820061825.4),并荣获四川省人民政府和四川省电力公司的科技进步奖。在北川 110 kV 智能变电站调试中得到了成功地应用,仅 40 min 就顺利完成了充电装置的特性参数测试,而通常在实验室常规测试手段需要 1~2 d 才能完成,大大提高了调试的效

率和质量,也为要使用直流电源系统的保护、监控等后续调试工作赢得了更多时间。

参考文献

- [1] DL/T 1074-2007, 电力用直流和交流一体化不间断电源设备 [S].
- [2] DL/T 459-2000, 电力系统直流电源柜订货技术条件 [S].
- [3] 同金, 马煜峰. 直流电源输出的纹波和噪声的测量 [J]. 电子测试, 2010(2): 88-91.
- [4] 徐焕蓉. 直流稳压电源的纹波测量问题 [J]. 计测技术, 2008, 28(5): 67-69.

(收稿日期: 2011-01-04)