

# 宽带功率测试系统在电机试验中的应用

陆翔, 陈亦新, 唐秀峰

(上海电器科学研究所(集团)有限公司, 上海 200063)

**摘要:** 介绍了高额定转速电机与低额定转速电机的应用, 以及变频电机的推广。对测试系统提出了宽频、宽幅测量和正弦波、直流波、PWM波等波形测量的要求。变频测试系统是应电机试验的特殊要求, 适应电机试验技术发展而诞生的电机试验专用测试系统。

**关键词:** 电机试验; 变频测试; 测试系统

**中图分类号:** TM 306 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-6540(2013)03-0057-03

## Application of Broadband Power Test System in Motor Test

LU Xiang, CHEN Yixin, TANG Xiufeng

(Shanghai Electrical Apparatus Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200063, China)

**Abstract:** The application of high rated speed motor and low rated speed motor, as well as the promotion of frequency conversion motor were introduced. The test system demand of varies waveform measurement of broadband, wide, measuring power frequency, sine, DC, PWM, etc were put forward.

**Key words:** motor test; frequency test; test system

### 0 引言

变频技术、非线性元件——变频静止电源、直流调速装置的推广使用和变频调速电机的出现与发展, 使电机试验测试系统处于强电磁干扰环境中, 因此要求测试系统具有良好的电磁兼容性。

### 1 传统电机试验测试系统的结构组成

目前, 普遍采用的试验系统一般由功率分析仪与传感器两部分组成, 如图1所示。两类设备在组合应用前的精度都是可以信赖的, 但是在组合使用后, 是否会对系统的整体精度有所影响, 以及测量性能是否会降低这类问题上, 由于设备条件或是调研的不足, 至今未有一个令人信服的分析结果。

### 2 传统电机试验系统的缺陷

目前, 对50 Hz正弦波采用功率分析仪+CT、PT的试验系统, 对直流、变频采用功率分析仪+传感器+数据总线的试验系统。

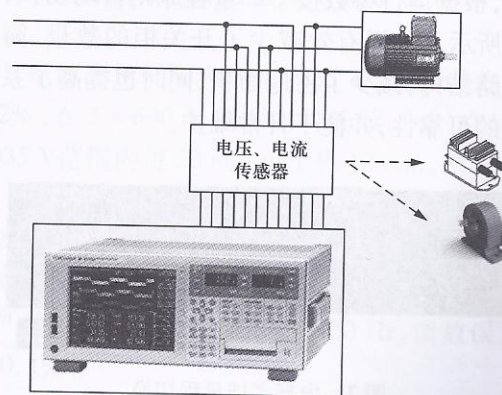


图1 传统电机测量系统结构

由于在国外品牌传感器的产品标准(技术条件)中无“相位”指标要求, 造成传感器的精度随规格而异, 很少有0.2级指标的; 而最高电压6000 V的传感器(型号为: LV2001—AW/Z/6400 0.5级)在做10 kV被试电机试验时, 就必须将其改造为10 kV传感器(其采用串精密电阻的方法, 需要为这些精密电阻配置冷却风机, 避免使用过程中温度过高), 精度更无从谈起。

国内各省市计量检测院在对各类功率分析仪和传感器进行年度送检时, 使用原来一般的功率、

电流、电压校准源在 50 Hz、 $\cos\phi = 1$  条件下进行校准、检定、颁发证书。因此一般用户持已采用了进口品牌、已有检定证书、符合计量检定就能通过检查、验收的想法,在日常生产试验工作中使用这些实际测量精度不符合要求的进口产品。

### 3 宽带功率测试系统的构成

宽带测试系统采用了前端数字化的工作模式,在测得电参数后直接在模块内将模拟信号转换为数字信号,通过光纤传输至分析仪,并由功率分析仪读取、显示电参数值,如图 2 所示。光纤传输技术决定了高抗干扰能力,适合以变频供电环境下测试的需要。

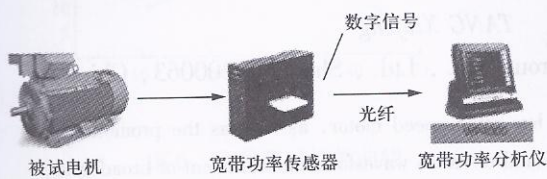


图 2 变频测试系统结构

系统电压电流各有 8 个量程档位,无需外接控制,根据运行参数按 1/2 量程原则自动切换,如图 3 所示。这样有效减少了开关柜的数量,简化了线路结构,减少了占地面积,同时也提高了系统运行的可靠性,并便于日常维护。

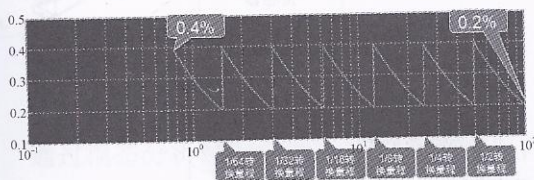


图 3 内部多档量程切换

宽带功率测试系统特点如下:

- (1) 由电机测试系统的单位提出精度指标(符合电机试验测试系统的实际结构组成,由完整系统入手保证电机试验的精度);
- (2) 测量数据在传感器前端数字化光纤传输(由产品结构入手,从本质上保证了不受干扰的可能);
- (3) 精度指标是读数的误差(一般总是量程误差);
- (4)  $U$ 、 $I$  测试合为一台传感器设备构成,由高压电压测量柜、电流测量柜、变频测量柜简化为

1 台测量柜;

(5) 每台传感器  $U$ 、 $I$  各有 8 个量程,内部按 1/2 量程自动转换(免去了以往电压电流多段量程自动转换控制系统的软硬件设备);

(6) 电压每 10 min 可过载 1.5 倍,满足电机  $1.3U_N$ 、3 min 的短时过电压试验要求。电流每 3 min 可过载 2 倍,满足大电流试验  $2I_N$  堵转试验的测试要求(高过载能力使传感器不必为此选择大规格产品而减少了选用传感器的数量);

(7) 可对 6 台传感器同步采样,将两个三相电机试验回路的传感器的测试结果进行矢量相加,适应了变频电源电机试验系统两套电源并联运行场合时,达到将测试系统与电源一起进行并联与解列的要求。

## 4 测试系统在“中型 2.5 MW 电源机组能力提升”项目中的方案实现

### 4.1 传统测试系统解决方案

为满足国家标准中电机试验测试设备的精度要求,采用高精度功率分析仪(基本测试精度为读数的 0.1% + 量程的 0.05%),搭配高精度传感器(从 ppm 到 0.2%),使整体测试精度满足 0.2 级。另外,为了满足宽范围内高精度测试,采用多个传感器进行换挡的方式扩展有效测试量程,使传感器只在其半量程以上工作,传感器之间使用开关转换柜控制切换。

由于选用传感器的固有缺陷,该品牌的高压传感器无法满足 0.2 级的精度要求。在本方案中,高压传感器部分,尽量选择接近精度要求的传感器。

高压测量部分,额定电压为 10 kV,分别设置 15、6、4 kV 档。额定电流为 300 A,分别设置 600、300、100 A 档。

低压部分,额定电压为 1 140 V,1 000 V 以上使用 CV3—2000 测试,1 000 V 以内,使用横河功率分析仪 WT1800 直接测量,电压线前端安装一个低压熔断器起保护作用。额定电流为 2 000 A,分别设置 4 000、2 000、1 000、500、200、100 A 档。

直流部分,电压使用横河功率分析仪 WT3000 直接测量,电压线前端安装一个低压熔断器起保护作用。电流分为 4 000、2 000、1 000、500、200、100 A 档。

传统测试系统实现原理如图 4 所示, 高压开关柜 1~3 控制高压测试用的电压、电流传感器, 低压开关柜 1~4 控制低压测试用的电压、电流传感器, 低压开关柜 5~6 控制直流测试用的电压、

电流传感器。高压柜用于安装高压测试的传感器, 低压测量柜用于安装低压测试的传感器, 直流测量柜用于安装直流测试的电压电流传感器。

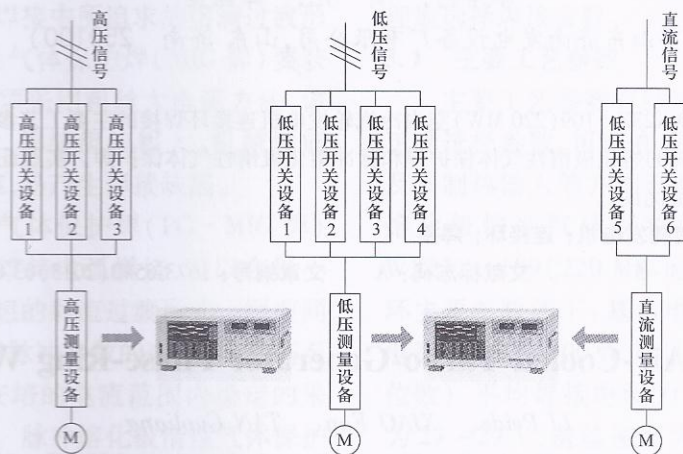


图 4 传统测试系统解决方案

#### 4.2 宽带功率测试系统解决方案

高压测量部分, 由三台 C 型宽带功率传感器加一台功率分析仪组成。

电压测量范围: 75 V ~ 15 kV, 读数误差小于 0.2%, 在 75 V ~ 10 kV 范围内可连续工作, 在 10 ~ 15 kV 范围内每 30 min 可工作 10 min。

电流测量范围: 3 ~ 600 A, 读数误差小于 0.2%, 在 3 ~ 300 A 范围内可连续工作, 在 300 ~ 600 A 范围内每 15 min 可工作 3 min。

频率测量范围: DC, 1 ~ 400 Hz, 读数误差小于 0.1%。

功率测量精度: 功率因数在 0.2 ~ 1 范围内读数误差小于 0.5%, 功率因数在 0.05 ~ 0.2 范围内读数误差小于 1%。

低压测量部分, 由三台 C 型宽带功率传感器加一台功率分析仪(与直流测试系统共用一台)组成。

电压测量范围: 9 ~ 1 710 V, 读数误差小于 0.2%, 在 9 ~ 1 140 V 范围内可连续工作, 在 1 140 ~ 1 710 V 范围内每 30 min 可工作 10 min。

电流测量范围: 20 ~ 4 000 A, 读数误差小于 0.2%, 在 20 ~ 2 000 A 范围内可连续工作, 在 2 000 ~ 4 000 A 范围内每 15 min 可工作 3 min。

频率测量范围为 DC, 1 ~ 400 Hz, 读数误差小于 0.1%。

功率测量精度: 功率因数在 0.2 ~ 1 范围内读数误差小于 0.5%, 功率因数在 0.05 ~ 0.2 范围内读数误差小于 1%。

直流测量部分, 由一台 C 型宽带功率传感器加一台功率分析仪(与低压测试系统共用一台)组成。

电压测量范围为 5 ~ 1 035 V, 读数误差小于 0.2%, 在 5 ~ 690 V 范围内可连续工作, 在 690 ~ 1 035 V 范围内每 30 min 可工作 10 min。

电流测量范围为 15 ~ 3 000 A, 读数误差小于 0.2%, 在 15 ~ 1 500 A 范围内可连续工作, 在 1 500 ~ 3 000 A 范围内每 15 min 可工作 3 min。

频率测量范围为 DC, 1 ~ 400 Hz, 读数误差小于 0.1%。

功率测量读数误差小于 0.5%。

## 5 结 语

宽带功率测试系统在电机检测领域的使用提高了系统测试的整体精度及抗干扰能力, 并且大大简化了测量回路, 降低了项目成本, 同时也便于日后维护和检修。

### 【参 考 文 献】

- [1] 才家刚, 吴亚旗. 电机试验技术及设备手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.

收稿日期: 2012-10-31