

文/ 陆俭国 李文雄
河北工业大学电器研究所

低压电器试验技术与检测技术

摘要 提出了低压电器试验中的试验参数的测量与处理新技术, 结合接触器机械寿命试验阐述了低压电器试验的微机控制与检测技术, 探讨了交流单相电机负载的模拟技术。

关键词 DSP 高速采集 微机控制 电器试验

引言

低压电器试验是保证产品质量的重要手段, 也是改进产品设计的重要途径。衡量一个低压电器检测机构(检测中心或试验站等)的水平高低, 大致有两个方面: ①试验机构的规模与能力。②试验机构的试验技术与检测技术。

低压电器试验目前一般由继电器-接触控制向 PLC 控制并进一步向计算机控制发展, 此外, 手动电器的自动操作也是衡量试验机构自动化水平的重要标志。在低压电器各种试验, 特别是电寿命试验中, 电气参数的采集与处理技术、各种类型负载(如单相交流电动机、直流电动机负载等)的模拟技术等都是低压电器试验中的关键技术。

本文对低压电器试验技术与检测技术的新进展作一简单阐述。

电器试验中试验参数的测量与处理技术

在低压电器试验, 特别是在电寿命试验中, 一般都要测定主电路电流、触头两端电压以及电源电压等信号的波形, 传统测量设备主要是光线示波器, 即以感光纸进行记录的光线示波器, 由于光线示波器振子采用悬丝结构, 机械惯性大, 所以其测量的电信号频率不能太高, 无法正确测量及显示触头断开时的过电压信号。此外, 电器试验时试验电路的功率因数、时间常数、电源频率、焦耳积分(Pt)、燃弧时间等试验参数也无法直接得出。

20 世纪 80 年代, 国外将电子技术应用于电器试验的参数测量中, 即采用瞬态波形记录仪, 它将被测信号经 A/D 转换器采集后变成数字量, 经存储并通过相应接口传送给计算机, 经计算机处理后不仅可显示并打印被测信号的波形, 而且可直接显示各试验参数的数值, 由于对信号进行采集的频率可足够高, 所以还可以测量并显示触头断开时所产生的过电压信号。

电器试验参数采集与处理系统(也可称为瞬态波形记录仪)在国外已形成产品的有美国 NICOLET 公司的 BE256 系列以及荷兰 Bakker 公司的产品, 但其价格都很昂贵(约 15~20 万美元)。河北工业大学于 2000 年研制成功“电器试验数据高速采集与处理系统”, 其

性能与国外产品相近,完全满足电器试验的需要,其价格远低于国外产品,与国内外目前生产的产品相比,性能价格比高,该系统于 2000 年 10 月通过了鉴定,得到很高评价。

该系统的功能如下:①同时采集 9 个通道的交流电信号。②能同时采集 4 个通道的直流电信号。③ 9 个通道同时采样时采样频率为 1~125kHz (可调)。④ 2 个通道同时采样时采样频率高达 1MHz,可采集触点两端在电流过零时出现的过电压信号。⑤所采集的信号可存储、打印。⑥可对下列参数进行数据处理并显示: U 、 I 、 $\cos\phi$ 、 T 、 Pt 、 $t_{\text{燃弧}}$ 、 $t_{\text{通电}}$ 、过电压值。该系统的结构框图如图 1 所示。

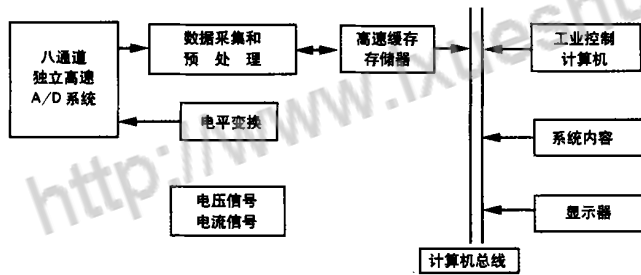


图 1 电器试验参数采集与处理系统结构框图

1 电器试验参数采集与处理系统硬件的关键技术

(1) 高速采集技术 采用高速 DSP 技术,使采样频率大大提高。考虑到 DSP 既要传输数据还要进行数据的处理和与计算机之间的通信,所以选取了美国 TI 公司生产的第四代 DSP 芯片——TMS320C40,这种芯片的指令执行周期为 40ns。从而解决了高速数据采集、缓存等问题。

(2) 高速数字化及高速存储技术 9 通道高速 A/D 数字化后的信

息量很大,本系统采用高速缓存技术,用 DSP 控制高速 A/D 并将实时动态采集的数字化信息暂存于高速缓存中,然后由工控机通过总线接口,将高速缓存中的数据信息写入硬盘中。

(3) 高速总线接口技术 数据采集卡与计算机之间的通信采用总线接口,实现高速数据通信。

(4) 数据采集的同步控制技术 数据采集的同步控制是整个测试系统中的关键技术。它对于可靠地采集和捕捉整个参数变化过程有十分重要的作用。采集过晚将采集不到起始过程;反之,如果采集太早,则将采集不到终止过程,甚至什么信息也采集不到。因此,需要同步触发控制,本系统研究了三种触发

控制方式,即主动触发、被动触发、电流自动触发或电压自动触发。另外,本系统采用 FIFO(先入先出)技术来保存触发前的历史数据,实现触发前的波形再现。

2 电器试验参数采集与处理系统软件的关键技术

整个软件系统使用了两种语言环境编写而成,即 TMS320C40 专用汇编语言和 VC++ 语言。TMS320C40 汇编语言用于支持 TMS320C40 DSP 的工作,产生各种应用函数和用于高速数据的传输与

缓存控制。用 VC++ 编写应用软件包,包括各种功能函数的调用,实现数据采集、同步控制、数据传输、图形显示、电参数计算等功能。整个软件按照模块化结构设计。

电器试验的微机控制与检测技术

以下结合接触器机械寿命试验阐述采用微机控制与检测技术的试验装置。

1 试验装置的功能要求

考虑到接触器机械寿命试验的要求,试验装置应当具有如下功能:

(1) 监测试品闭合触头的接触压降和断开触头的端电压。这种监测应当在试品的每一次操作时进行。

(2) 监测闭合触点的接触压降和断开触头的端电压时,应当有一定的监测时间要求。

(3) 应当可以用不同的操作频率和不同的负载比(激励时间与循环周期的比值)对试品的线圈进行驱动操作。

(4) 试品发生故障时可以区分发生故障的试品及故障发生的形式,能记录故障发生的时间(操作次数)。

(5) 试品的总动作次数可以自动记录。

(6) 应当具有同时进行多台试品试验、监测多对触头的能力。

(7) 试验装置的控制操作应方便,输出(显示或打印)应直观。

2 试验装置的硬件设计

试验装置以工业 PC 机为控制中心配合一系列的外围线路组成,其结构框图如图 2 所示。

根据图 2 的结构,可以把整个试验装置的电路分为 5 个部分:



图 2 试验装置结构框图

(1) 工业 PC 机主机及打印机、显示器、键盘等一起构成了标准的微机系统。完成试验参数的输入、试验过程的控制和试验结果的输出。

(2) 驱动电路根据来自计算机的线圈控制信号，根据试样线圈是直流还是交流来施加驱动信号操作试样。

(3) 电源和试样触头上的负载决定了试验的负载条件，根据试验标准改变不同的试验电压和负载电阻，使试验在规定的负载条件下进行。

(4) 数模转换电路把来自计算机的数字量转换成模拟的电压量，从而形成监测触头接触是否良好及断开是否良好的两个判定界限值。

(5) 电压比较器将触头上的电压值与计算机产生的界限电压值相比较，计算机根据比较的结果，由计算机判定触头是否发生故障。

3 装置的软件设计

在软件设计方面，首先要考虑的是选择何种编程语言。有些软件

的用途与计算机的硬件不发生直接关系(如文字处理、计算等)，这样的软件都是用高级语言(如 C 语言)编制。同时，试验装置要完成大量控制工作，所以采用 C 语言与汇编语言混合编程的方法。

交流单相电机负载的模拟技术

交流单相电动机在起动过程中，当电动机转子转速为零时，由于尚未产生反电势，所以会产生很大的起动电流，一般可达到电动机额定电流 I_N 的几倍至几十倍，随着电动机转速的增加，电动机的起动电流逐渐减少，当电动机转子达到额定转速时，起动过程结束，电动机中电流也变为额定电流 I_N (满载运行时)，此起动过程一般持续几百毫秒至几秒，所以对于控制交流单相

电动机的继电器来说，其接通条件应为在额定电压 U_N 下接通起动电流，一般可定为在 U_N 下接通 $6I_N$ ， $6I_N$ 的通电时间一般可为 200~500ms；继电器触点断开交流单相电机电路时，由于电机反电势的存在，使继电器触点两端的电压小于额定电压 U_N ，但考虑试验时应从严考核，所以继电器的分断条件可考虑定为 U_N 下断开额定电流 I_N 。由以上分析可以看出控制交流单相电机的继电器进行寿命试验时接通电流与断开电流是不相等的，但目前国内继电器生产厂的试验设备进行寿命试验时接通电流与断开电流均相等并等于额定电流 I_N ，由于接通时触点一般会产生回跳，当接通电流较大时很容易发生熔焊(粘结)，所以对于控制交流单相电机的继电器来说，接通电流与断开电流均等于 I_N 的试验方法明显考核偏轻，因



此,控制单相交流电机的继电器进行电寿命试验时研制一套能模拟单相交流电机的负载具有十分重要的意义。

模拟单相交流电机负载的主电路原理图如图 3 所示。

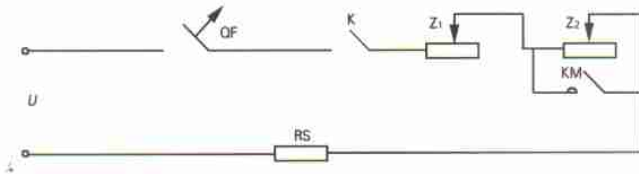


图 3 试验设备主电路原理图

图中 QF 为保护用断路器, K 为继电器试品触点, Z_1 及 Z_2 为可调负载, KM 为切换负载用辅助接触器, RS 为采集电流信息用分流器。试验程序为:先闭合断路器 QF,再闭合接触器 KM,将 Z_2 短接,调节 Z_1 使电路中电流 $I=6I_N$,同时使电路功

率因数等于规定值,这样可保证继电器试品触点 K 闭合时,其接通条件为 $U=U_N, I=6I_N$,当试品触点 K 闭合后将接触器 KM 打开,把 Z_2 接入电路,调节 Z_2 使电路中电流 $I=I_N$,同时使电路功率因数等于规定值,

这样可保证继电器试品触点 K 断开时,其分断条件为 $U=U_N, I=I_N$ 。

结束语

低压电器试验技术与检测技术,为低压电器的可靠性评估与可靠性认定工作提供了重要的手段,有助于电器产品的改进、使用寿命的提高,对减少电力系统的故障有重要的作用。因此,研究与发展低压电器试验技术与检测技术具有十分重要的意义。“低压电器试验技术与检测技术的研究”项目已获 2002 年度国家科技进步二等奖。

参考文献

- 1 陆俭国等. 电器试验技术与试验方法. 北京:机械工业出版社,1995
- 2 刘教民等. 电器试验参数的高速采集与处理技术的研究. 苏州:中国电工技术学会第八届电工产品可靠性学术年会论文集,2002
- 3 陆俭国等. 计算机技术与自动控制技术在低压电器试验中的应用研究报告. 天津:河北工业大学电器研究所,2001

《电工技术学报》

2004 年改为月刊出版



2004年起,《电工技术学报》的刊期由原来的双月刊改为月刊,在您面前表现的将是内容更加丰富,信息量更能满足您高标准的需求,集时效性、学术性于一体的全新刊物。同时《电工技术学报》创刊暨全文稿件,欢迎国内外作者将具有创新性的科技成果直接以英文形式投稿。

《电工技术学报》全体同仁对您长期以来的支持和参与再次致以最崇高的敬意和最真诚的谢意,并希望在未来的日子里,您能一如既往地关心、支持学报的发展和壮大,继续踊跃投稿,提供高质量、高水平的稿件以臻读者。

《电工技术学报》简介

《电工技术学报》创刊于1986年,是中国电气领域权威性学术刊物,也是中文核心期刊,学位及研究生教育中文重要期刊,其宗旨是报道我国电气领域具有国际、国内领先水平的科研成果。《电工技术学报》由中国电工技术学会主办,机械工业出版社出版,《电工技术学报》被美国Eipage one收录,并且还按国内多家数据库所收录。

《电工技术学报》报道内容覆盖电工领域的各个学科,主要涉及:电机、电器、电力电子、电力系统自动化、工业自动化、电工测试、理论电工、电气绝缘、材料、信息化技术等

来稿请寄:

北京百万庄大街 22 号

《电工技术学报》编辑部收

邮政编码: 100037

联系电话: 010—88379629

E-mail: tes@mail.machineryinfo.gov.cn





论文写作，论文降重，
论文格式排版，论文发表，
专业硕博团队，十年论文服务经验



SCI期刊发表，论文润色，
英文翻译，提供全流程发表支持
全程美籍资深编辑顾问贴心服务

免费论文查重：<http://free.paperyy.com>

3亿免费文献下载：<http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重：http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载：<http://ppt.ixueshu.com>

阅读此文的还阅读了：

- [1. 大型山洞库储粮技术初探](#)
- [2. 低渗透砂岩地层堵水技术研究](#)
- [3. 粮堆密闭通风技术的研究与应用](#)
- [4. 人工湿地技术处理小城镇污水的试验与研究](#)
- [5. 曙一区超稠原油室内脱水工艺技术](#)
- [6. 北方地区小水库网箱养殖鳊鱼技术试验](#)
- [7. 奈李保花保果技术研究试验初报](#)
- [8. 耗资百万上万只电池近千次试验 帕特攻克蓄电池修复利用技术瓶颈](#)
- [9. 安徽巢湖将大面积试验中科院蓝藻“移出”技术](#)
- [10. 齐泰公路粉砂土路基封层技术研究](#)
- [11. 茭白田套养田螺技术小结](#)
- [12. 中国试验首个Direct Tunnel技术](#)
- [13. 混凝土试验实践及技术要点分析](#)
- [14. 利用粗甲醇生产甲醛技术](#)
- [15. 水泥稳定集料国内外技术现状分析](#)
- [16. 降温集输技术用于外围环状掺水集油工艺](#)

17. [稠油油田污水生物处理技术试验研究](#)
18. [客运专线铁路“整孔箱梁快速预制技术”在中铁四局长沙梁场试验成功](#)
19. [朱家包包铁矿陡帮开采技术试验研究](#)
20. [特高压输电资讯晋东南-南阳-荆门1000kV交流试验示范工程2008年12月30日正式投入试运行 国网电力科学研究院7项](#)
21. [流量计防卡技术的研究与现场试验](#)
22. [美空射反导系统试验关键技术](#)
23. [浅谈箱式变压器在配电网中的应用及发展](#)
24. [沈阳市设施蔬菜秸秆生物反应堆技术试验](#)
25. [轮古超稠油地面集输工艺技术优化研究](#)
26. [路基试验段的工艺试验研究技术](#)
27. [旧桥加宽改造的试验与关键技术研究](#)
28. [红枫等槭树科园林观赏植物高接试验与技术应用](#)
29. [盘锦地区水田激光平地技术试验研究](#)
30. [NASA用“飞碟”试验火星着陆技术](#)
31. [银河电子为开展直播卫星“村村通”系统技术规模试验无偿提供直播卫星接收设备](#)
32. [建筑电器新技术的分析](#)
33. [诺基亚西门子通信在TD-SCDMA网络成功试验中国第一个Direct Tunnel技术](#)
34. [路面三维检测技术浅析](#)
35. [赖夫公司成功试验第二代Molecular HighwayTM技术](#)
36. [加强通力协作 采用新方式\(技术\)对燕化设备实施检验检测](#)
37. [武器装备防霉措施和试验技术探讨](#)
38. [试析电气设备试验的技术措施](#)
39. [循环冷却水处理新技术用于污水回用的试验研究](#)
40. [Successful Commercial Test of PetroChina's "TMP" Technology](#)
41. [银杏脱壳技术的试验研究](#)
42. [输送线及快速连接技术在发动机试验中的应用](#)
43. [S12区块内源微生物驱油技术现场试验](#)
44. [轮古超稠油地面集输工艺技术优化研究](#)
45. [火电站二氧化碳捕捉和埋存技术进入试验阶段](#)
46. [科学管理是检测行业发展基础 高端技术是检测行业发展趋势](#)
47. [粒子图像测速仪沟槽减阻特性的试验](#)
48. [高压电器设备绝缘试验技术研究](#)
49. [“种植膜”过滤新技术的试验](#)
50. [玄武岩人工制砂技术分析](#)