

ZRJ—03 智能化热工仪表检定系统的应用

王德安 许继电气股份有限公司计量处(461000)

【摘要】 本文简要地说明了 ZRJ—03 型智能化热工仪表检定系统的功能和特点。分析、介绍了采用该先进的自动测试装置对工业用热电偶、热电阻及二次仪表的实际检测情况。

【关键词】 温度 热电偶 热电阻 检定系统

温度测量仪表的检定历来是一项比较繁琐的工作,其原因是计算工作量大,恒温过程长等。为适应科技和生产的迅速发展,提高计量测试水平,减少繁杂的人工劳动以及节约能源,1994 年我们通过考察调研了全国几家生产计量仪器的单位,了解其技术特性和功能,经过比较,我们采用了由山东泰安智能仪器仪表厂生产的 ZRJ—03 智能化热工仪表检定系统。该系统是集计算机技术、自动控制和检测技术于一体的智能化计量标准装置。(已在我们公司通过了省计量测试所的标准认证)

通过实际运用,我们认为 ZRJ—03 检定系统有如下几个方面的特点:

(1)能对各种分度号的工业用热电偶(S、K、EA—2、E、J、R、N)进行全自动的检定。炉温能自动控制并随时判断其稳定性,自动进行数据处理和打印出符合规程要求的检定记录。

(2)能对工业用铂、铜热电阻(BA₁、BA₂、Cu₅₀、Cu₁₀₀、P_{T10}、P_{T100})进行全自动检定,包括数据处理并打印出检定记录。

(3)能对数字式温度显示仪表、动圈温度指示调节仪表、电子电位差计、自动平衡电桥等常用的热工仪表进行半自动检定。

(4)该系统具有美观的用户界面,层次清晰,工作状态明确,操作简便,只需根据屏幕提示,即可进行检定操作,无需专门培训。

(5)仪表检定中,由于操作不当等原因引起的某检定数据超差,允许重测该检定点,不影响检定全过程。(热电偶检定中因停电而检定点未检完,可保留原已检定数据,待供电后继续进行下个检定点)

(6)检定程序及结果符合国家最新有关计量检定规程,并执行 90 国际温标(ISO—90)。

(7)本系统工作可靠,抗干扰能力强,还可扩充为其它检定系统或高精度测量/控制系统。由于成套设备中的计算机系统仅扩充了 GPIB 接口,未作任何其它改动,平时可用于各种计算机辅助管理、设计,可实现一机多用,与其配套的各种仪器可单独使用。

1 系统工作原理

该系统由 386 微机、LQ1600K 打印机、FLUKE8840A 高精度数字万用表、低电势扫描器/控制器、GPIB 仪器仪表接口、热电偶检定炉(油槽、冰槽)等构成的自动测试控制系统。其原理如图 1 所示。

计算机是系统的核心,通过 GPIB、RS232 接口及打印机接口,对外围设备进行过程控制、数据采集、处理、被检测的数据(电压、电阻)在计算机控制下由数字万用表经 GPIB 接口传送到计算机,经数据处理后,由打印机自动打印出检定记录及检定结果。

2 热电偶的检定

(1)将标准热电偶和被检热电偶按照检定堆积要求捆扎好,放入检定炉,并按系统要求接

好线路。

(2)启动 ZRJ-03 系统,按任意键进入系统功能选择主菜单,在主菜单提示下,按数字键“1”,系统进入热电偶分度号选择菜单,根据被检热电偶的分度号选择“1-6”,以 S 偶为例在菜单提示下按“1”键则进入 S 型热电偶检定。输入被检支数,然后回车,输入被检热电偶编号、检定点数、送检单位等。输入完毕,系统进入控温检定过程,自动测量,检定误差计算,打印检定原始记录及各检定误差值。各检定测取数据时,自动控制炉温变化小于 $0.2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。系统的运行无需人工干预。

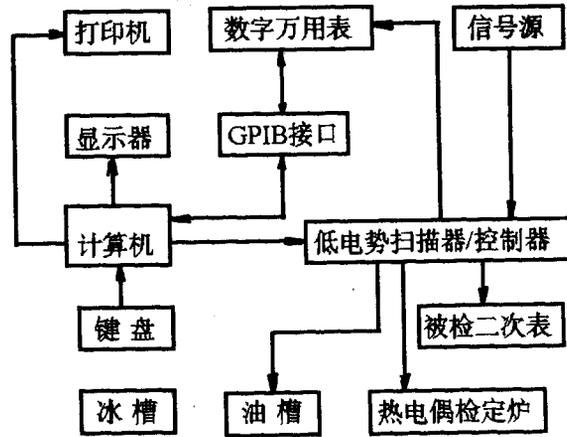


图 1

(3)系统在检定热电偶时的误差分析:我们用二等标准铂铑₁₀-铂热电偶对工作用热电偶进行检定,系统的误差来源有以下几项:

- ①标准热电偶传递误差: $e_1: \pm 5.7\mu\text{V}$;
- ②标准分度时因操作的影响而出现的误差 $e_2: \pm 2.5\mu\text{V}$;
- ③标准热电偶短期稳定性误差 $e_3: \pm 8\mu\text{V}$;
- ④扫描器寄生电势造成的误差 $e_4: \pm 0.4\mu\text{V}$;
- ⑤炉场温度稳定性误差 $e_5: \pm 2.3\mu\text{V}$;
- ⑥电测仪器误差 $e_6: \pm 4.8\mu\text{V}$;
- ⑦自由端温度修正误差 $e_7: \pm 2.3\mu\text{V}$;

经分析上述七项误差彼此独立,故综合不确定度按下式合成:

$$U = \sqrt{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + e_4^2 + e_5^2 + e_6^2 + e_7^2} = 11.684 \mu\text{V}$$

因此满足热电偶检定规程 JJG141-88 和 JJG351-84 的要求。

我们用本系统对正在使用中的一支铂铑₁₀-铂热电偶在 630.63°C 检定点进行五次重复性测量,其测量情况如表 1 所示:

表 1

序号	与标准分度表误差值(μV)	$U = X_i - X (\mu\text{V})$	U^2
1	9	-1	1
2	7	-3	9
3	11	+1	1
4	13	+3	9
5	10	0	0
$X_{\text{和}}$		0	
$X_{\text{均}}$	10		$\Sigma 20$

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{20}{5-1}} = \sqrt{5} = 2.2\mu\text{V}$$

标准偏差 $2.2\mu\text{V}$ 小于系统总不确定度 $11.684\mu\text{V}$ 的 $1/5$,符合法定要求。

对正在使用中的一支铂铑₁₀-铂热电偶在 600°C 、 800°C 、 1000°C 三点自测三个数据后,与送省计量测试所测得三数据比较,检定结果合格,其测量值如表 2:

对比结果中的每个差值均未超过本标准装置总不确定度 $11.684\mu\text{V}$ 的 $\sqrt{2}$ 倍,符合法定要求。

表 2

检定点	上级检定结果	本系统检定结果	比对结果误差
600℃	5.239mV	5.231mV	0.008mV
800℃	7.347mV	7.334mV	0.013mV
1000℃	9.595mV	9.580mV	0.015mV

另对 K 型热电偶和 EA-2 型热电偶的多次对比检定,也同样比较理想。

3 热电阻的检定

进入热电阻检定系统后,在计算机显示提示下,由键盘输入或确认几个数(标准电阻的 P_{10} 值、被检热电阻的分度号、送检单位、编号等)后,进入选择检定点。按检定规程要求进行冰点和沸点检定。

(1) 热电阻的冰点检定

将标准和被检热电阻装入冰水混合物的冰瓶内,为消除热电阻检定中引线电阻的误差,采用四线制连好线后,启动计算机,在计算机显示提示下,选择冰点检定,待 30 分钟稳定后,按规程要求自动读取数据。将冰点检定数据暂时存入磁盘,在计算机提示下,选择下一个检定点——沸点检定。

(2) 热电阻的沸点检定

将标准和被检热电阻装入油槽内,在计算机显示提示下,进入油槽控温方式,实现自动升温、恒温,当达到规程要求(不偏离检定点 $\pm 2^\circ\text{C}$ 和油槽温度变化不超过 $0.04^\circ\text{C}/10\text{min}$)时,开始进行检定,自动读取数据,进行数据处理。当选择打印结果后,自动将检定的原始记录、检定点的误差值打印出来。

(3) 系统在检定热电阻时的误差分析:系统的误差来源有以下几项:

① 二等标准铂电阻温度计误差: 0°C 时为 $e_1: 0.0068^\circ\text{C}$ 100°C 时为 $e_2: 0.015^\circ\text{C}$

② 电测仪器的误差: 0°C 时为 $e_3: 0.046^\circ\text{C}$ 100°C 时为 $e_4: 0.06^\circ\text{C}$

③ 冰点槽误差: $e_5: 0.02^\circ\text{C}$

④ 标准油槽误差: $e_6: 0.02^\circ\text{C}$

⑤ 扫描器误差: $e_7: 0.04^\circ\text{C}$

⑥ 人员操作误差: $e_8: 0.01^\circ\text{C}$

经分析,上述六项误差彼此独立,故在 0°C 和 100°C 时的综合不确定度分别是 U_0 和 U_{100}

$$U_0 = \sqrt{e_1^2 + e_3^2 + e_5^2 + e_7^2 + e_8^2} = 0.065^\circ\text{C}$$

$$U_{100} = \sqrt{e_2^2 + e_4^2 + e_6^2 + e_7^2 + e_8^2} = 0.077^\circ\text{C}$$

满足热电阻检定规程 JJG229-87 的要求。

我们用二支分度号为 P_{100} 的工业用铂热电阻,经自测一组数据后,送省测试所测得一组数据,检定结果合格,其测量值如表 3:

对比结果最大差值为 0.103°C ,符合要求。两组数据之差未超过本标准装置总不确定度的 $\sqrt{2}$ 倍。

另外,我们又对本系统进行了五次重复性试验测试,其标准偏差在 0°C 时为 0.0092°C ,在 100°C 时为 0.0074°C ,均小于本系统总不确定度的 $1/5$ 。符合法定要求。

表 3.

编号	检定点	上级检定结果(Ω)	本系统检定结果(Ω)	比对结果差值(Ω)	相当于℃
002	0℃	99.973	99.994	0.021	0.053
	100℃	138.453	138.486	0.033	0.087
003	0℃	100.020	99.993	0.027	0.069
	100℃	138.548	138.509	0.039	0.103

4 二次仪表的检定

按要求将被检二次仪表与本系统连线接好。运行系统主控程序,进入二次仪表的检定,在主菜单下,选择所需被检定的二次仪表,输入有关参数(送检单位、型号、分度号、测量范围、精度等级、制造厂、仪表编号、检测点的温度值等),按键盘任意键系统将自动与各外部设备进行联接,按照规程的要求进行上、下行程的测量。系统测量完毕后,自动计算基本误差、回程误差、示值重复性、平均值等。检定完后打印出符合规程要求的原始记录。亦可将本次检定数据存储在外部存储器中,以备查验。

综上所述分析和实际应用表明:该系统是一套功能全、操作简便、工作可靠、高精度自动控制、测试、节能、先进的智能化热工仪表计量标准装置。我们使用该装置后,彻底摆脱了繁琐、费时的人工操作和计算,大大降低了计量检定人员的劳动强度,同时节约了检定费用,提高了经济效益,确保了我公司科研和生产温度参数的准确可靠,为提高本公司的产品质量发挥了重要作用。

(上接 64 页)持回路,使 KG 触发导通,经逻辑后录波,故障消失后,YJ、LJ 触点打开,FJJ₂ 经延时打开,录波装置复归。(FJJ₂ 对该回路起了闭锁作用)。

电力系统发生振荡时,FQJ 不动作,虽 YJ、LJ 在一个振荡周期内不断动作和复归,触点闭合,但 FJJ₂ 触点未能闭合,经 FJJ 继电器的触点闭锁,录波装置免录,节约了故障录波胶卷。

当 PT 二次回路断线时,YJ 继电器动作,触点闭合,但经改接线后的 FJJ₂ 触点闭锁,录波装置不动作,通过中央预告信号进行处理,同时也避免了录波的不必要性。

光线式录波装置直流回路,经上述改接线后可减轻工作人员的维护工作量,减少了不必要的胶卷浪费,使不必要的故障录波得到改善,达到录波器摘录目的,从而进一步提高了电力系统的安全运行。

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告

本刊自一九九七年由季刊改为双月刊

This paper simply describes the mathematic model for computer setting calculation of bus differential protection, consideration of operation mode, protection setting principle, and setting calculation program of the bus differential protection written basing on the above method. The program has been applied in a real electric network and can meet the requirement of engineering calculation.

Key words, bus differential protection, computer calculation

Research The Algorithm of Extracting The Square Root in Electric Transducer Zhou Damin(30)

It will take a lot of time to extract the square root in the microprocessor-based electric transducer realized on electrotechnical laws. This paper firstly analyzes the shortcomings of the two algorithms of extracting square root, Newton iteration and fast table look-up, and improve them to yield two adaptive combined algorithms of extracting the square root. Thus the speed of extracting the square root increases greatly.

Key words, electric transducer, algorithm of extracting the square root

NEW PRODUCT DEVELOPMENT

General-Used High Accuracy Optic-Fibre Sensing System Zhang Peiming, et al(35)

This paper introduces a general-used high accuracy optic-fibre sensing system which is suitable for on-line measuring current.

Key words, general-used, optic-fibre sensing system, on-line detection

Developmet of Electromagnetic Relay CAD Expert System Xiu Shixin, et al(39)

The architecture, function, building method and feature of the electromagnetic relay CAD expert system are described. The system is equipped with an experience knowledge base of relay expert, which can form judgement and inference upon the expert experience knowledge and simulate the design thinking and solving way of the experts. Application of the expert system technique in CAD solves the non-numerical questions in conventional CAD system and has important significance in realizing intellectualization and automation of electric product.

Key words, electromagnetic relay, CAD, expert system

Application of Integration Uevelopment Technology in Upgrade of relaying panel CAD system Xu Tao, et al(43)

Research on KGD3 Control Power Supply of Electromagnetic Brake Xie Shuangquan, et al(48)

SERVICE EXPERIENCE

Discussion on Preventing DC Parasitic Circuit And One-Point-Earthing Zou Shenyuan(52)

Some accident examples of parasitic circuits occuring in relay device are listed. The improving method is presented by analyzing these examples and how to use the special-used terminals in The Keyoints of Anti-accident Measure in Relay and Safety Automation Device' is described. This paper also analyzes the relationship between the capacitance of dc postive and negative poles to earth and the voltage of both coil ends and the measures to be taken when the positive terminal of output auxiliary relay coil earthes.

Key words, parasitic circuit, one-point-earthing

Discussion on The Relay Protection And Secondary Circuit in Main Electric Connections of $1 \frac{1}{2}$ Circuit Breaker Used for 220kV Substation Zhang Huaqing(58)

Discussion on Selectable Recording of Fault Recorder in Guangyinge Substation Wang Bing(64)

Application Problem of Economizer Signal Lamp in Control Signal Circuit and Its Solution Chen Yuanpeng(65)

Application of ZRJ-03 Intelligent Thermotechnic Meter Calibration System Wang Dean(67)

STRUCTURE AND TECHNOLOGY

Discussion on Several Questions of CAPP Xia Chuenhou, et al(71)

Significance of Application and Dissemination of SMT Yin Xuebo, et al(74)

This paper explains the significance of application and dissemination of SMT and analyzes the process of SMT and THT. It also describes the feasibility of SMT.

Key words, SMT, SMD, SMC, SMB

Technology and Quality Control During The Trial-Production of Relay Protection Product Prototype Wang Jie(77)

Technology and quality control is closely related with the quality of prototype trial-prduction of relay protection product. In view of the speciality of prototype trial-production and the site management of trial-production, the action of technology and quality control during the trial-production of relay prototype is described.

Key words, prototype trial-production, technology, quality