

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2020.03.10

基于 Android 的气相色谱仪温度自动检定系统的设计

杨叶花, 黄锋, 梁满兵, 张力玲, 黄建林

(广州计量检测技术研究院, 广东 广州 510030)

摘要: 为实现气相色谱仪温度参数的自动化检定, 设计了一套新型的温度自动检定系统。给出了温度数据采集仪的组成和模块设计, 采用 Android Studio 开发环境, 串口通信技术, 完成了 Java 编程的 Android 手机端应用软件, 实现了温度的测量和气相色谱仪的柱箱温度稳定性、程序升温重复性的自动检定。最后对温度数据采集仪准确性进行验证, 在测量范围内示值误差均小于 0.30°C , 证明了该设计的可行性。与传统的检定方法相比, 本文设计的气相色谱仪温度自动检定系统提高了工作效率, 为检定人员减负减压。

关键词: 气相色谱仪; 温度数据采集仪; Android 手机; 自动检定系统

中图分类号: TB941

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2020)03-0041-03

Design of Automatic Temperature Verification System for Gas Chromatograph Based on Android

YANG Yehua, HUANG Feng, LIANG Manbing, ZHANG Liling, HUANG Jianlin

(Guangzhou Institute of Measurement and Testing Technology, Guangzhou 510030, China)

Abstract: In order to automatically verify the temperature parameters of the gas chromatograph, a new automatic temperature verification system is designed. This paper presents the composition and module design of the temperature data acquisition instrument. The Android mobile phone terminal application software by Java programming is completed by the Android Studio development environment and the serial communication technology. The temperature measurement using and automatic verification of the column box temperature stability and the program temperature repeatability of the gas chromatograph are realized. Finally, the accuracy of the temperature data acquisition instrument is verified by the measurement and calibration. The error of the indicated value within the measurement range is less than 0.30°C , which proves the feasibility of the design. Compared with the traditional method, the automatic temperature verification system of gas chromatograph designed in this paper improves the working efficiency and reduces the burden and pressure for the verifier.

Key words: gas chromatograph; temperature data acquisition instrument; android mobile phone; automatic verification system

0 引言

随着气相色谱仪在化工、生物、食品、科研生产中的广泛使用, 许多地方计量部门建立了相应的气相色谱仪检定装置, 开展对地方气相色谱仪的计量检定工作。JJG 700-2016《气相色谱仪检定规程》规定了气相色谱仪的柱箱温度稳定性、程序升温重复性的检定方法^[1]。目前, 气相色谱仪的温度检定大多处于人工检测阶段, 采用铂电阻温度计和数字多用表或者色谱检定专用测量仪联用测量温度值, 秒表计时, 规定的时间后将测量结果记录到原始记录上^[2-4], 在给检测机构带来高额的人力成本、管理成本的同时, 准确性和规范性也难以保证。

近年来, Android 平台在智能家居、医疗、安防系

统、金融行业等^[5-8]。各行各业都有了非常多的场景应用, 但目前在计量检定领域内 Android 移动终端的使用率还比较少。本文针对 JJG 700-2016《气相色谱仪检定规程》, 设计了一种可实现 Android 手机远程显示控制的气相色谱仪温度自动检定系统, 旨在减少检定人员的工作量, 提升检定准确性和实验室自动化能力, 提高工作效率。

1 自动检定系统的设计与实现

自动检定系统选用的标准器是自主研发的一款温度数据采集仪, Android 手机作为远程显示控制器, 按检定规程进行测试, 测试数据通过 IIC 转 USB 模块发送至手机端, 完成测量结果的自动记录、计算和显示。

1.1 温度数据采集仪的总体结构

温度数据采集仪的结构示意图如图 1 所示, 实物如图 2 所示。被测铂电阻和采样标准电阻将温度的变化转化成变化的电信号, 这两个电信号通过 A/D 转换模块后由模拟信号转化为数字信号, PC 端或手机端通过 IIC 转 USB 模块读取数字信号及参数, 经过内部的软件计算将这个数字信号和温度联系起来, 成为可以显示出来的温度数值, 显示在电脑屏幕或手机屏幕上, 以便观察。

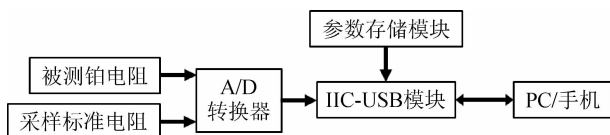


图 1 温度数据采集仪结构示意图



图 2 温度数据采集仪实物图

该温度数据采集仪的外置传感器为 A 级 PT1000 铂热电阻, 根据 IEC 的规定, 允差指标为 $\pm (0.15\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.002|t|)$, 其中, t 为温度, 采样标准电阻具有极低的温度漂移特性和优异的长期稳定性。A/D 转换器选用 MCP3422, 可提供 18 位分辨率、2 个输入通道, 且集成电压参考、可编程增益放大器和振荡器。采用比较法测量被测铂电阻的阻值, 通过两个电压的比对, 有效避免 A/D 模块温度漂移、长期漂移特性及电源波动带来的测量误差。数据存储器用于存储温度数据采集仪的编号、有效期、校准值和铂电阻温度计的分度表系数等信息, 这些信息均可通过电脑操作输入、修改、长期贮存。

1.2 Android 手机端的应用程序

Android 手机端程序采用 Java 语言, 用 Android Studio 开发工具进行编写, 主要包括温度检定主界面、稳定性测试、重复性测试 3 个界面。

1.2.1 温度检定主界面

图 3、图 4 分别是温度检定主界面的设计流程图和效果图。打开 APP, 进入温度检定主界面, 首先检查器件是否通信成功。通信失败则提醒: 自检失败, 请确保温度探头已正常连接; 通信成功则提醒: 自检成功。

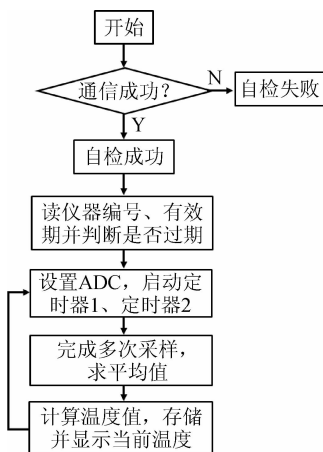


图 3 主界面设计流程图



图 4 温度检定主界面

系统在自检成功后, 获取仪器编号 (如 20002) 和仪器的检定有效期 (例如 2019-12-20), 并判定仪器有效状态, 若有效日期呈绿色, 则表示仪器当前日期离检定有效期限长于 15 天; 若呈红色, 则表示仪器超出检定有效期, 提示仪器需暂停检定工作, 立即申请计量检定; 若呈黄色, 则表示当前日期距离检定有效期限少于 15 天, 提示尽快申请下一次计量检定。

之后进入主循环, 在程序的主循环中, 启动 2 个定时器, 当定时器 1 溢出时, 读取 ADC 的值, 多次采样求平均值, 计算被测电阻值; 当定时器 2 溢出时, 计算温度值, APP 上实时显示当前测得的温度值 (例如 $26.46\text{ }^{\circ}\text{C}$), 刷新率为 1 次/s。单击“稳定性测试”, 进入温度稳定性测试界面; 单击“重复性测试”, 进入温度重复性测试界面。

1.2.2 温度稳定性测试

图 5 是温度稳定性测试界面, 可以设置采样间隔和采样总时长, 达到完成不同测试任务的目的。单击“开始测试”按钮, 系统开始测量, 记录每个测试温度点并启动倒计时功能, 以便操作人员直观判断本次实验还将持续多长时间。界面实时显示第 n 个测试温度点的值, 根据柱箱温度稳定性检定方法, 共记录 10 个数据, 测试任务完成后, 根据式 (1) 计算柱箱温度稳定性 Δt_1 , 然后显示测试结果。

$$\Delta t_1 = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{\bar{t}} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $t_{\max}$ 为相应点的最大温度, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\min}$ 为相应点的最小温度, $^{\circ}\text{C}$; $\bar{t}$ 为相应点的平均温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

1.2.3 温度重复性测试

图 6 是温度重复性测试界面, 与稳定性测试界面一样, 亦可设置采样间隔和采样总时长, 共有三组测试可选, 可选择其中任意两组或三组进行重复性测试,

满足不同测试任务的需要。一组测试任务完成后,可启动另一组测试任务。完成2组测试任务后,根据式(2)计算程序升温重复性 Δt_2 。第三组测试任务完成后,重新计算并刷新重复性测试结果。

$$\Delta t_2 = \frac{t'_{\max} - t'_{\min}}{t'} \times 100\% \quad (2)$$

式中: $t'_{\max}$ 为相应点的最大温度,℃; $t'_{\min}$ 为相应点的最小温度,℃; t' 为相应点的平均温度,℃。

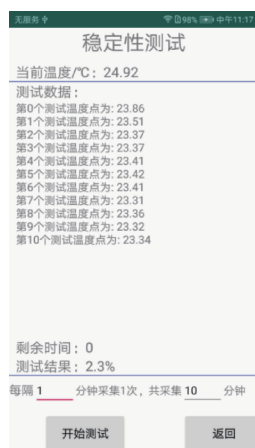


图5 温度稳定性测试界面



图6 温度重复性测试界面

2 温度数据采集仪准确性验证

数据温度采集仪的校准参照国家计量校准规范 JJF 1366-2012 进行^[9],使用某高精密度数字温度计 1522A-12、恒温槽 RTS-40AB 作为标准器,对其进行校准。将恒温槽的温度恒定在各被校温度点,当恒温槽温度恒定 30 min 后,同时读取精密数字温度计及手机 APP 的实时显示值,按“标准→被校→被校→标准”的顺序分别读取测量标准和手机 APP 的实时温度值,进行两个循环的读数。精密数字温度计的测量值经修正为约定真值,手机 APP 显示值为实验值,测量结果以实验值与约定真值的差表示,即示值误差。校准结果如图 7 所示,在各校准点,示值误差均小于 0.30℃,证明该温度数据采集仪可作为气象色谱仪的标准器使用。

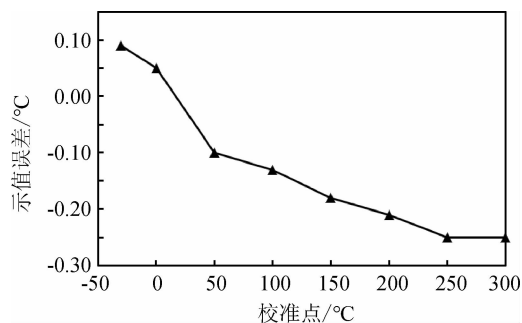


图7 校准结果

3 结论

设计了基于 Android 技术的气相色谱仪温度自动检定系统,完成了标准器温度数据采集仪的设计和 Android 手机端应用程序设计及测试工作,并对温度数据采集仪的准确性进行了测试。经过校准,其示值误差小于 0.30℃,在测量范围和测量准确度方面,温度数据采集仪完全达到了 JJG 700-2016《气相色谱仪检定规程》对铂电阻温度计的技术指标要求;且 Android 手机端软件能稳定高效地实现气相色谱仪柱箱温度稳定性和程序升温稳定性检定过程中数据的记录和检定结果的计算,减少了检定人员的计算工作量,提高了检定效率和测量准确度,达到了预期的设计效果。

参 考 文 献

- [1] 国家质量监督检验检疫总局. JJG 700-2016 气相色谱仪检定规程[S]. 北京:中国质检出版社, 2016.
- [2] 周强. 气相色谱仪操作、使用、检定校准方法[J]. 科学技术创新, 2020(3): 182-183.
- [3] 李春瑛. 气相色谱仪国家计量标准装置的建立和考核[J]. 低温与特气, 2018, 36(1): 30-39.
- [4] 刘志娟, 侯倩倩, 张文申, 等. 气相色谱仪检定装置的使用方法. 化学分析计量, 2017, 26(1): 100.
- [5] 朱玲, 李艳东, 徐凤霞, 等. 基于 Android 手机的家居安防系统的设计与实现[J]. 计算机测量与控制, 2019, 27(05): 150-154.
- [6] 李明瑞. 基于 Android 的社区养老服务系统的设计与实现[D]. 济南:山东大学, 2019.
- [7] 问茜茹. 基于 Android 的金融获客系统中缓存策略的研究与实现[D]. 西安:西安电子科技大学, 2019.
- [8] 钟静宇, 李进, 樊英明. 基于 Android 的智能家居控制系统的设计[J]. 卫星电视与宽带多媒体, 2019(22): 15-16, 18.
- [9] 国家质量监督检验检疫总局. JJF 1366-2012 温度数据采集仪校准规范[S]. 北京:中国质检出版社, 2012.

收稿日期: 2020-04-09; 修回日期: 2020-05-20

基金项目: 广东省质监局科技计划项目(2018PJ03)

作者简介



杨叶花(1988-), 女, 湖南邵阳人, 工程师, 硕士, 主要研究方向为嵌入式系统开发和设计以及 Android 程序设计。