

# 基于手机的分光光度计数据输出与处理

黄利强<sup>1,2\*</sup>

(1. 集美大学水产学院, 厦门 361021; 2. 集美大学水域环境与渔业资源监测中心, 厦门 361021)

**摘要:** **目的** 为普通型号的紫外-可见分光光度计增加数据输出和处理功能。**方法** 使用串口转 USB 线连接分光光度计与 Android 系统手机, 手机端使用串口软件接收并处理光度计发送的测量数据。**结果** 成功实现了分光光度计与手机的连接, 手机端可以顺利接收和存储光度计的输出数据, 并进行图形化处理, 同步绘制样品的波长-吸光度扫描光谱图, 所得吸收光谱图与商用仪器基本一致。**结论** 提出了一种基于 Android 系统手机的普通分光光度计数据输出与处理的简易改装方案, 改装方法成本低, 易操作, 具有串行接口的普通紫外-可见分光光度计均可进行升级改造。

**关键词:** 分光光度计; 数据输出; 手机; 波长扫描

## Data output and processing of spectrophotometer based on mobile phone

HUANG Li-Qiang<sup>1,2\*</sup>

(1. Fisheries College, Jimei University, Xiamen 361021, China; 2. Water Environment and Fishery Resources Monitoring Center, Jimei University, Xiamen 361021, China)

**ABSTRACT: Objective** To add data output and processing functions to ordinary models of UV visible spectrophotometers. **Methods** Connect the spectrophotometer to an Android system phone using a serial port to USB cable. The phone uses serial software to receive and process the measurement data sent by the spectrophotometer. **Results** The connection between the spectrophotometer and the mobile phone was successfully achieved. The mobile phone can smoothly receive and store the output data of the spectrophotometer, and perform graphical processing, synchronously drawing the wavelength absorbance scanning spectrum of the sample. The obtained absorption spectrum is basically consistent with the commercial instrument. **Conclusion** A simple modification scheme for the output and processing of ordinary spectrophotometer data based on Android system smartphones has been proposed. The modification method is low-cost, easy to operate, and ordinary UV visible spectrophotometers with serial interfaces can be upgraded and modified.

**KEY WORDS:** spectrophotometer; data output; mobile phone; wavelength scan

## 0 引言

紫外-可见分光光度法是化工、食品、医药、环境等许多领域生产和研究必备的基础分析方法, 因此各种类型的分光光度计在广大实验室的分析检测工作中发挥着巨大作用<sup>[1-5]</sup>。国产台式分光光度计技术成熟, 性能可靠, 长期以来一直在许多教学科研单位的实验室中广泛使用<sup>[6-9]</sup>。相对具有波长扫描功能的高档机型而言, 大部分普通型号的台式分光光度计为控制成本,

一般不配备电脑及专用数据分析软件, 采用手动操作, 需要人工记录保存数据, 当有大量数据需要进行记录或处理时, 耗时费力, 操作不便。为了使普通分光光度计也具备自动输出数据的能力, 研究者们做了大量的研究工作, 对现有的分光光度计进行改装, 通过加装数据采集电路、加装嵌入式系统、改造光度计检测或输出电路等多种方法, 使其可以向计算机终端传递检测数据<sup>[10-14]</sup>。而随着安卓系统的移动设备尤其是安卓系统的手机的广泛使用, 研究者们也对使用安卓系统设备改造和开发

基金项目: 福建省自然科学基金项目(2022J01802)

Fund: Supported by the Fujian Provincial Natural Science Foundation Project (2022J01802)

\*通信作者: 黄利强, 博士, 讲师, 主要研究方向: 水质分析仪器、水环境化学。E-mail: hlq369@jmu.edu.cn

\*Corresponding author: HUANG Li-Qiang, Ph.D, Lecturer, Fisheries College, Jimei University, Xiamen 361021, China. E-mail: hlq369@jmu.edu.cn

各类光谱仪器做了大量研究, 这些研究大多致力于中高档光谱仪与安卓系统的联机, 设计并制作嵌入式控制处理系统来操作仪器, 或者重新设计和制造光谱仪, 在普通分光光度计上难以实施<sup>[15-18]</sup>。综合而言, 目前现有的许多改装方案步骤复杂, 技术难度较大, 对于普通实验室而言, 改造成本高昂且不易操作, 而且许多型号的普通分光光度计也无法按这些方案进行改装。鉴于此, 本文提出了一种为普通型分光光度计加装数据输出至手机终端的改装方法, 直接利用成品普通分光光度计进行改装, 不需改变仪器的原有光路和电路系统, 可以发挥原有光度计性能稳定、工作可靠的优点, 而且所用器材均可直接从网上购买, 价格低廉, 所用的手机软件可以直接从网上下载使用, 改装方案简单易行。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验仪器与器材

722G 分光光度计 (上海仪电分析仪器有限公司); 723N 可见分光光度计 (上海佑科仪器仪表有限公司); 安卓系统手机 (带 USB OTG 功能); RS232 转 TTL 模块 (淘宝网购置); Type-C USB 转串口模块 (淘宝网购置)。

### 1.2 改装原理和过程

国产紫外-可见分光光度计大多配有 RS232C 串行接口, 可连接串行口打印机进行打印。打印时, 按下光度计面板上的“PRINT”打印功能键, 光度计的串口就会输出当前的测量数据给打印机。因此使用串口转 USB 模块连接光度计与手机, 就可在按下 PRINT 键时, 获得光度计的测量数据。手机应具备 USB OTG 功能, 能连接并读取外置 USB 设备 (目前大多智能手机均具备 USBOTG 功能)。串口转 USB 模块目前市场上型号众多, 应根据手机上 USB 接口的类型进行选配, 如本文使用手机为 Type-C 接口, 所以选择 Type-C 接口的 USB 转串口模块。

光度计输出的信号一般为 RS232 规范, 信号电平值较高, 可达  $\pm 15\text{ V}$ , 且与普通手机串口使用的 TTL 信号不兼容, 所以需使用 RS232C 转 TTL 的电平转换电路方能与 USB 转串口模块连接。

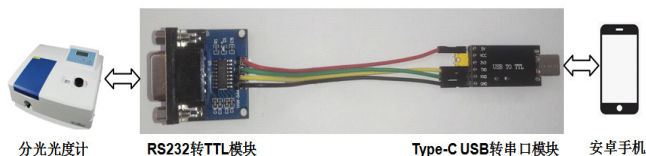


图1 部件连接示意图

Fig.1 Diagram of component connection

具体连接方法如图1所示, 以722G分光光度计的改装为例, 先将RS232转TTL模块的RS232串口端插入光度计的串口插座, 再将RS232转TTL模块的VCC、RXD、TXD、GND端口通过连接线分别接到Type-C USB转串口模块的VCC、RXD、TXD、GND端口, 最后将Type-C USB转串口模块的Type-C口连接手机, 就可完成硬件部分的改装工作。样机照片如图2

所示。

手机上需安装串口软件以接收数据。常见的手机串口软件, 如串口调试工具、USB串口调试助手、CH34XUART等均可使用, 这些软件均可从网络下载, 也可自行开发手机APP进行串口数据的接收。本文使用MIT App Inventor工具设计了一款Serial-OTG简易光谱软件进行实验。



图2 722G改装系统实物图

Fig.2 Physical picture of 722G modified system

## 2 结果与分析

### 2.1 手机与分光光度计的连接

硬件连接完成后, 打开手机上的串口软件, 设置串口连接参数和分光光度计的串口参数一致。例如722G分光光度计需按9600 bps波特率、8位数据位数、1位停止位、无奇偶校验的参数进行配置, 否则会显示乱码难以分析。

连接成功后, 按下光度计面板上的PRINT键, 手机上串口软件的接收框中即可显示出一行数据, 如722光度计的输出数据为“0.025、94.3、25.00、1000”, 其中, “0.025”即为722G光度计当前测得的吸光度数值, “94.3”代表透光率为94.3%。

串口调试工具、USB串口调试助手、CH34XUART等常见手机串口软件均可顺利连接并接收光度计的输出数据 (图3)。进行吸光度测量时, 当样品的吸光度数值稳定后, 按下光度计面板上的PRINT键, 手机软件界面即可显示数据。每按下一次PRINT键, 就可发送一行当前的测量数据; 若软件支持复制功能, 操作者还可以将软件界面中的测量数据复制备份, 用手机WPS等办公软件处理, 也可复制到电脑端进行进一步的处理。因此使用这种方法, 可以瞬间完成普通分光光度计的数据输出, 极大地节省时间和人力, 并且测量数据可以以数字形式保存在手机中, 方便后续处理。本文还使用MIT App Inventor工具设计了一款简易光谱软件 (Serial-OTG), 可以在安卓手机上显示和保存光度计的测量数据, 并且进行图形化显示。

### 2.2 简易吸收光谱图的实现

分光光度法实验中, 波长-吸光度扫描光谱图可以直观清晰地指示化合物的最大吸收峰所在位置, 确定最佳测量波长, 是许多光度法实验必不可少的步骤, 然而具有波长扫描功能的光度计通常价格昂贵, 普通型分光光度计并不具备波长扫描功能。本文设计的Serial-OTG软件可以根据不同波长下测得的吸光度数据, 在手机屏幕上绘制简单的波长-吸收光谱图, 使普

通分光光度计也可以进行简易的波长扫描实验。

本文使用改装后的 722G 光度计进行波长扫描实验。实验时，打开 Serial-OTG 软件，在界面中输入扫描的起始波长、终点波长和波长间隔，打开串口连接分光光度计；将光度计的波长调到起始波长处，用参比调零、调 100% 后，测量样品的吸光度，待数值较为稳定后，按下 PRINT 键发送；之后按照一定的波长间隔（本文实验为 5 nm 波长间隔）进行测量，每次测量完成都按 PRINT 键发送。到达终点波长后扫描完成，在此过程中，软件自动完成吸光度有效数值的提取，并根据波长数值绘制完成吸收光谱图。本文使用改装的 722G 光度计，分别对高锰酸钾水溶液、甲基紫水溶液进行了波长扫描实验，均成功绘制出吸收光谱图（图 4、图 5）。

并与 723N 分光光度计的扫描实验结果进行比较，实验结果如图 6、图 7 所示。

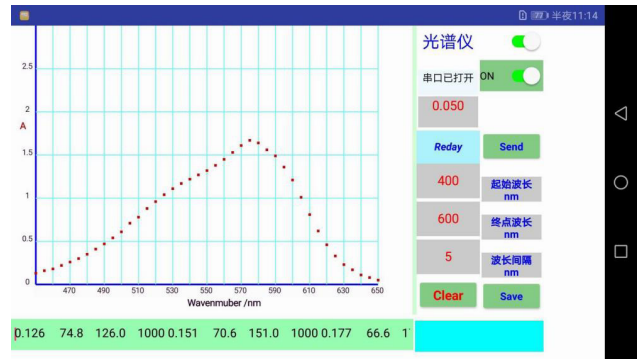
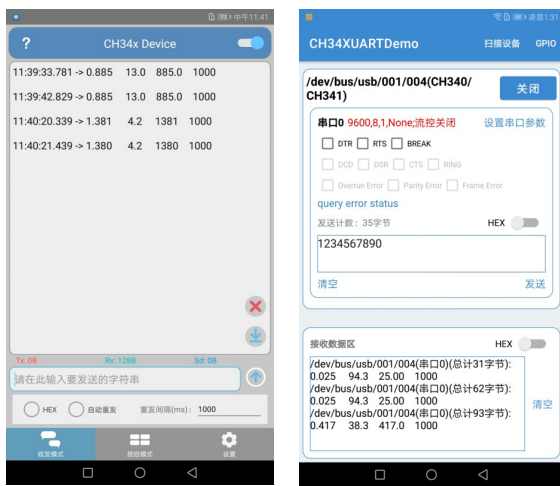


图 5 甲基紫波长扫描光谱实验的手机界面截屏  
Fig.5 Screenshot of the mobile interface for the methyl violet wavelength scanning spectroscopy experiment



a. 串口调试工具 b. CH34XUARTDemo

图 3 几种手机串口软件的数据接收界面

Fig.3 Data receiving interfaces of several mobile serial port software

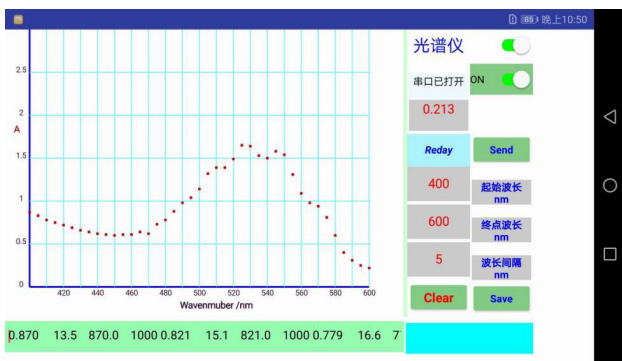
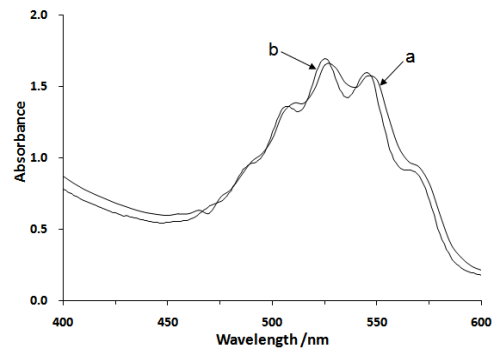


图 4 高锰酸钾波长扫描光谱实验的手机界面截屏

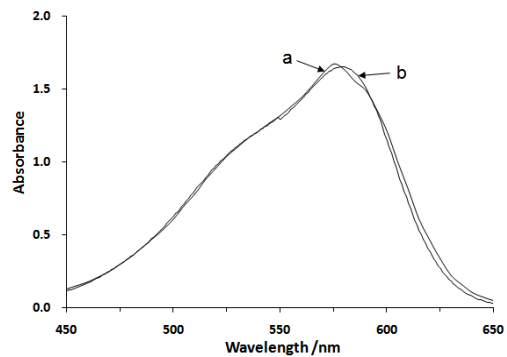
Fig.4 Screenshot of the mobile interface for the potassium permanganate wavelength scanning spectroscopy experiment

为验证改装系统得到的吸收光谱图是否准确，分别使用改装 722G 系统和 723N 分光光度计对高锰酸钾、甲基紫水溶液进行波长扫描，改装 722G 系统的波长间隔为 5 nm，723N 分光光度计由于没有 5 nm 的波长间隔选项，因此设置扫描波长间隔为 1 nm。扫描实验完成后，将 722G 系统中手机上接收到的各波长测量数据保存为 TXT 文件，再复制到电脑，用 EXCEL 作图，



a. 改装 722G; b. 723N 分光光度计

图 6 不同仪器上的高锰酸钾水溶液(100 mg/L)波长扫描图  
Fig.6 Wavelength scanning spectrum of potassium permanganate aqueous solution (100 mg/L) on different instruments.



a. 改装 722G; b. 723N 分光光度计

图 7 不同仪器上的甲基紫水溶液(20 mg/L)波长扫描图  
Fig.7 Wavelength scanning spectrum of methyl violet aqueous solution (20 mg/L) on different instruments

图 6 的结果表明，高锰酸钾的吸收光谱图具有较复杂的谱峰，但本文改装的 722G 光度计还是可以较好地显示出其波形。改装 722G 扫描得到的谱图与 723N 光度计得到的谱图轮廓极为相似，波形、谱峰等主要光谱特征均基本一致。改装系统虽然由于波长间隔为 5 nm，因此在谱图的精细程度上不如 723N 光度计；但是高锰酸钾的几个主要谱峰以及较弱的肩峰都可清楚

显示。对于峰形较简单的化合物如甲基紫,改装系统扫描得到的谱图则与723N光度计更为接近(图7)。如果采用更小的波长扫描间隔,输入更多数据点,就可以获得更为精细的波长扫描图。实验结果表明,改装后的光度计确实能正确绘制出化合物的波长-吸光度光谱图,具有较好的实用性和应用价值。

### 3 讨论与结论

以72系列为代表的国产普通型分光光度计由于其光路系统设计经典,制造工艺精良,技术成熟,测量准确,性能可靠,因此至今仍大量生产并在广大实验室中大量使用。为开发这些仪器的使用功能,本文使用手机USB转串口线等简单器材对普通手动分光光度计进行了改装,样品的测试步骤仍采用原来的手动操作方式,但不再需要人工记录结果,测量数据可以直接输出至安卓手机进行显示、存储处理,并具备了简易波长扫描的功能,得到和商用仪器基本一致的波长扫描光谱图,极大地拓展了这些仪器的功能和用途。和文献方法相比,本次改造方案不需改动光度计内部的光路、机械部件,直接使用仪器原有的光路、电路、测试等系统,因此在手机上所得测试结果和仪器显示屏读数完全一致,改造系统测量结果的准确性和稳定性和原来的光度计保持一致,可以充分发挥72系列等分光光度计原有的优良性能。改装时加装的模块都放在机器外部,因此改造后仪器原有的功能仍然全部保留,既可以使用手机进行数据接收,也可以按照原来的使用方法进行各种操作。使用本文方法,可对具有串行接口的多种型号的分光光度计进行改装,全部硬件成本在20元以内,成本低廉;改装工作只需在光度计外部进行,不需拆机,改装简单易行,可以快速方便地拓展分光光度计的功能,有效地提高实验工作效率。

### 参考文献

- [1] 张叶楠,王海轮.紫外-可见分光光度法在食品检测及食品安全中的应用[J].中国食品工业,2024,(11):107-109.
- [2] 刘玲,陈俊秀,赵香梅,等.分光光度法测定肉制品中的亚硝酸盐[J].实验室检测,2023,1(01):12-16.
- [3] ALBALASMEH AA, MOHAWESH O, GHARAIBEH MA, *et al.* A novel approach for determining soil carbohydrates using UV spectrophotometry[J].J Saudi Soc Agric Sci,2024,7(23):333-339.
- [4] QADAFI M, WULAN D R, ROSMALINA R T, *et al.* Using UV-Vis differential absorbance spectra of tropical peat water DOM fraction to determine trihalomethanes formation potential and its estimated cytotoxicity [J]. Water Cycle,2023,(04):207-215.
- [5] AL-JABARI M, SAWALHA H, AL-QASRAWI B, *et al.* Stability of UV-visible spectrophotometric measurements for investigating the adsorption of hexavalent chromium from wastewater [J]. Desalin Water Treat,2022,11(05):284-290.
- [6] 刘羿希.紫外可见分光光度计在食品检测中的应用研究[J].食品安全导刊,2024,(07):140-142.
- [7] 陈璐,骆迎华,林圣光.紫外可见分光光度计在生态纺织产品检测中的应用[J].纺织检测与标准,2022,8(01):1-4.
- [8] 王雪.紫外-可见分光光度计在药物检测中的应用[J].临床医药文献电子杂志,2019,6(81):195.
- [9] 李卫领,庞承焕.紫外可见分光光度计在有机染料定性定量分析中的应用[J].中国检验检测,2017,25(05):31-32,34.
- [10] 杨慧.分光光度计数据处理系统的改造分析[J].化工管理,2015,(02):54.
- [11] 何鹏,王娜,徐刚.分光光度计数据采集与处理系统的改造[J].化工自动化及仪表,2010,37(08):118-120,123.
- [12] 丁志群,刘文清,李宏斌,等.紫外可见分光光度计数据采集的单片机实现[J].自动化仪表,2005,(09):37-39.
- [13] 王丽华.分光光度计数据处理系统的改造设计[J].江西科技师范学院学报,2003,(04):4-6.
- [14] 沈萍,何平,王毅.722型分光光度计的数据采集、数据处理接口[J].南京化工大学学报,1996,(04):118-122.
- [15] 周海彬,雷新卓,周望,等.基于Android系统的微型光谱仪总体设计[J].激光与光电子学进展,2016,53(06):304-310.
- [16] 王志鹏.基于Android的紫外可见分光光度计系统设计与实现[D].厦门:厦门大学,2018.
- [17] 糜蓉,王永,熊显名.基于Android平台的微型光谱仪数据传输与显示研究[J].计算机测量与控制,2015,23(12):4259-4262.
- [18] 朱玉清,瑚琦,高鹏飞.基于Android系统的微型光谱仪数据传输及图形化显示[J].光学仪器,2013,35(06):78-81.

### 作者简介



黄利强,博士,讲师,主要研究方向:水质分析仪器、水环境化学。