

智能化物理实验平台的构建

柳闻鹃¹, 李建设², 王绍泉¹

(1. 湖南工业大学 理学院, 湖南 株洲 412008; 2. 湖南工业大学 计算机与通信学院, 湖南 株洲 412008)

摘要: 阐述了利用传感器和计算机技术构建智能化物理实验平台的实现原理, 并结合具体实例给出了其开发过程。该平台为应用、设计性物理实验教学提供了理想的教学环境, 改进了实验教学方法, 提高了实验教学水平。

关键词: 智能化物理实验平台; 传感器技术; 接口

中图分类号: G434

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2009)02-0100-03

Construction of Intelligent Experiment Platform

Liu Wenjuan¹, Li Jianshe², Wang Shaoquan¹

(1. School of Science, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China;

2. School of Computer and Communication, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

Abstract: Based on sensor and computer, the principle of construction of intelligent experiment platform is expounded. The development process is also put forward through a concrete experiment. This platform can provide an ideal environment for the application and designing physical experiment teaching, as well as improve the methods and teaching level.

Key words: intelligent experiment platform; sensor technology; interface

0 引言

以计算机为核心的现代教育技术的迅速发展, 使得物理实验教学中所使用的单纯的指针式、电磁式等传统仪器逐步被新一代智能化仪器取代。教学仪器的智能化, 使得教学方法、教学手段、教学质量得到了很大的改善和提高。所谓智能化实验平台, 就是引入现代科技中计算机实时测量技术, 利用计算机、传感器、传统仪器和接口电路共同完成物理量的测量、处理、存储及结果的输出, 为物理实验教学提供一个观察物理现象, 探测物理原理的良好的交互式平台^[1], 为实验教学提供了切实可行的有效的教学环境^[2]。

早在上世纪 80 年代末, 国外的物理实验智能化水平就有了很大的发展, 如美国的 PASCO 公司就已有智能化水平较高的物理实验平台, 涵盖上百个实验。我

国自 1993 年教育部教学仪器研究所的“物理实验微机接口及辅助教学系统”项目通过电子部列入国家“八五”攻关项目子专题以来, 国内在基于微机的智能化测控仪器的研究与开发方面发展得较快, 如山东远大与上海市中小学数字化实验系统研发中心合作开发了朗威微机辅助高级中学物理实验系统朗威®DISLab、教育部教学仪器研究所研发了 HPCI-1 型物理实验微机辅助系统等。但教学实践中运用智能化仪器, 普遍存在仪器高度集成化的问题, 通常学生只需依据仪器说明书, 按几个按钮就能完成测量, 获得实验数据和计算结果。物理实验的重点从理解物理原理、观察物理现象、掌握实验技能转移到了掌握智能化仪器的使用上来, 这使得学生对实验原理思考不够, 对学生思维训练不够, 尤其是动手能力的培养不够。本文设计的物理实验智能化平台就是要让学生在充分理解物理

收稿日期: 2008-10-08

基金项目: 湖南省教育厅基金资助项目(06C264)

作者简介: 柳闻鹃(1967-), 女, 四川重庆人, 湖南工业大学副教授, 硕士, 主要从事理论物理的教学与量子光学的研究,

E-mail: liuwjjs@163.com

原理的基础上, 自己设计实验方案、组合仪器、编写程序来完成实验数据的测量、采集、处理和实验过程的控制, 以达到锻炼学生综合实验能力的目的。

1 智能化实验平台的实现原理

本智能化物理实验平台的构建采用传统仪器/传感器/接口电路/计算机的结构, 如图1所示。平台的构建可使用模块化的方式实现, 根据平台结构, 计算机和传统仪器之间可划分为传感器、输入接口电路和控制接口电路3个模块。按各模块的功能已在其上安装了一些常用的基本器件, 实验时只需根据不同实验的具体要求选取并连接各器件。

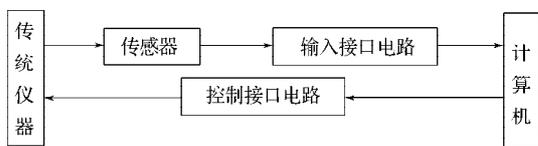


图1 智能化物理实验平台结构框图

Fig. 1 The construction frame of intelligent experiment

整个平台由传统仪器、传感器模块、输入接口模块、控制接口模块和计算机5部分组成。传统仪器可根据不同的实验选用力、热、电、光等仪器, 将实验所需测量的物理量送入传感器; 传感器能够接受规定的被测量物理量并按一定的规律转换成输出信号, 它通常是将输入的被测量物理量, 如温度、压力、湿度、光信号等非电量转换成电量信号输出, 这样就使得对不同类型的被测量物理量需要选用模块中不同的传感器, 如温度传感器、压力传感器和光电传感器等; 输入接口电路主要完成将模拟电信号转换为数字信号以及电平转换等功能, 且在需要采集多路信号时还必须使用多通道并行数据采集技术, 此时最简单的方法是使用多路选择器等部件来实现, 故该模块上一般应有各种常用的A/D转换器芯片、多路转换器、信号放大和电平转换电路等基本组成部分; 在某些实验中, 还需对采集到的数据进行分析, 并通过控制接口电路实时监控实验过程(如发出采集数据或停止采集等指令)。对不同的被控量, 控制接口需选用不同的部件来实现, 如常用的D/A转换器、可控硅和光电隔离器件等。单片机或微机是智能化实验平台的核心, 它使用运行在其上的软件, 通过整个硬件实验平台实现实验数据采集、存储、处理及结果的输出等, 而软件的开发依据对具体实验原理的深刻理解和实验过程的深入分析^[3]。

2 实验平台的技术实现

智能化物理实验平台的硬件基础是采集技术和输入输出技术, 而软件基础在于采样数据的处理方法。实验过程通过软件来控制, 使仪器的工作按照一定的

顺序来进行, 并对数据进行存储和处理^[4,5]。下面结合具体实验来讨论平台设计的技术实现。

稳态法测不良导体热导率的实验^[6]是许多理工科院校开设的基础物理实验之一。图2所示的智能化热导率测试仪的结构框图中, 单片机8031作为CPU是系统的核心, 系统通过热电阻传感器进行温度采样, 将采集的散热盘A和加热盘C的温度值 T_A 、 T_C 通过多路选择开关进入单片机系统, 8031将 T_C 与预置温度值 T_1 进行比较后经可控硅控制加热电源, 使 T_C 达到 T_1 并稳定在 T_1 。实时监测 T_A , 若每5 min $\Delta T_A \leq 0.1^\circ\text{C}$, 则认为达到稳恒态, 智能化热导率就显示, 并存储此时的 T_A 、 T_C 的值 T_2 、 T_1 。然后, 让A与C接触, 使A的温度在 T_2 的基础上上升 $2\sim 3^\circ\text{C}$ 后自然冷却, 当A的温度降到 $T_2+1.5^\circ\text{C}$ 时, 开始每隔1 min显示并存储一次当前温度值 T_{2i} (i 为各次测量的序数), 直到A的温度降到 $T_2 - 1.5^\circ\text{C}$ 时结束数据的采集及存储。

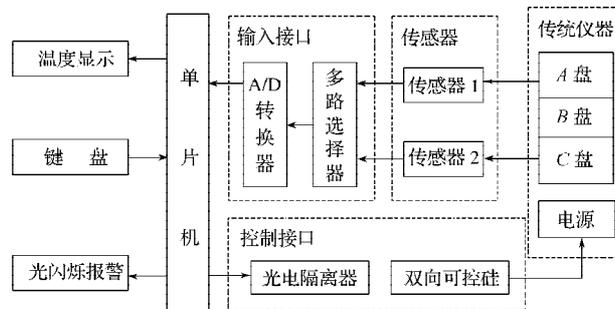


图2 智能化热导率测试仪结构框图

Fig. 2 The construction frame of intelligent experiment instrument of thermal conductivity

2.1 硬件实现

传统仪器部分 如图2所示, 散热盘A和加热盘C为铝质的, 待测盘B为泡沫材质(其热导率待测)。加热盘C分别与温度传感器2和加热电源相连, 散热盘A与传感器1相连。

主机部分 由8031单片机作为CPU, 是系统中的核心。由于系统程序不很复杂, 数据量也不大, 因此系统选用EPROM2764芯片作为程序存储器。

传感器部分 传感器1和2是测温范围在 $0\sim 100^\circ\text{C}$, 分辨率为 0.01°C , 线性较好的热电阻传感器, 它利用变送器将电阻信号转换成与温度成正比的电压, 即将温度值转变成相应的电压值。

输入接口部分 由多路选择开关和A/D转换器组成。A、C两盘的温度值通过单片机的P1.6口控制选择开关, 经AD574(12位的A/D转换器)送入单片机进行实时显示和存储。

控制接口部分 电阻丝对C盘的加热控制采用可控硅来实现。双向可控硅和电阻丝串接在交流220 V的市电回路。单片机的P1.7口通过光电隔离器件和驱动电路接到可控硅的控制端, 并根据预置的温度来实

现对可控硅的控制, 从而实现对加热电源的控制。

辅助部分 其主要功能包括显示、输出/输入和报警等。

1) 输入/输出: 输入部分采用独立式键盘, 设置5个按键。其中4个键分别为“启动”、“取数”和预置温度键(即“十位+”、“个位+”), 每按一次后两键, 可分别对十位和个位进行加1实现预置温度的功能。这4个键由P1口的P1.0~P1.3作为键盘接口。另设一“复位键”, 系统复位后处于停止加热状态。输出部分设有3位LED数码显示器。启动加热前, 显示预置温度, 启动加热后到实验结束用于显示C盘或A盘温度。显示器的接口可利用8031的串行口通过74LS164芯片进行扩展。

2) 报警: 通过P1.5口接一发光二极管, 当系统达到稳恒态时, 发光二极管闪烁提醒操作者。

2.2 软件实现

根据对实验操作过程的分析, 程序分为3个阶段:

1) 控制C盘加热到预设温度; 2) 检测系统是否达到稳恒态; 3) 显示并存储A在稳恒态附近自然冷却过程中各温度值。由此可将系统程序分为键盘管理、显示、温度检测、温度控制、报警5个功能模块。在温度检测模块中, A/D转换采用查询方式, 同时为防止由于干扰原因带来误差, 要对采样数据进行平滑加工, 保证温度检测的真实性, 此处采用数字滤波方法。在显示模块中, 除实现正常的温度显示外, 若实验中没能及时记下数据, 也实现了通过按下取数键将片内数据存储器中数据依次提取并显示各温度值的功能; 考虑到温度控制系统具较大惯性, 在温度控制模块中使用积分分离的PID位置算法, 以达到较高温控精度。

本实验数据处理可利用所测温度值采用手工描绘曲线求出过 T_2 的切线斜率 K (即为 n)从而计算出热导率 λ 。通过作图求出 n 的过程, 使学生对非良导体的传热和散热过程及热导率 λ 的物理意义有了较深刻的认识和理解。此外, 也可将本系统稍加改动, 将温度值经串行口传输到PC机, 通过编制软件在PC机上得到自然冷却曲线和最终热导率结果 λ 。

2.3 实验结果

用本文设计的测试仪, 测量7.88 mm厚包装用薄泡沫板热导率, 结果见表1。

表1 盘A自然冷却的测量

Tab. 1 Measurements of air cooled A

$T_{21}/^{\circ}\text{C}$	$T_{22}/^{\circ}\text{C}$	$T_{23}/^{\circ}\text{C}$	$T_{24}/^{\circ}\text{C}$	$T_{25}/^{\circ}\text{C}$	$T_{26}/^{\circ}\text{C}$	$T_{27}/^{\circ}\text{C}$
35.71	35.12	34.51	34.00	33.49	33.00	32.52

散热盘A的质量为255.1 g, 厚13.15 mm, 直径为99.13 mm, 达到稳恒态时A、C的温度分别为80.20 $^{\circ}\text{C}$ 和34.21 $^{\circ}\text{C}$, 室温为15.0 $^{\circ}\text{C}$ 。由该组数据得冷却速率 $n=$

$8.275 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{s}$, $\lambda = 2.54 \times 10^{-2} \text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ 。

可见, 运用智能化技术后, 该实验的温度值捕捉的实时性好, 精度高。

3 结语

本实验平台的建设为实施物理实验教学提供了理想的教学环境, 通过智能化实验平台, 学生们在谙熟实验原理的基础上可以通过设计实验方案, 选用实验仪器, 自己编写软件来完成实验, 学生有种成就感, 学习兴趣盎然。从物理问题出发, 运用计算机技术解决问题的全过程, 培养和训练了学生处理实际问题的素质及能力, 极大地提高了他们的综合实验能力。

参考文献:

- 柳闻鹃, 李建设, 陈光伟, 等. 物理实验平台的研究与探索[J]. 实验技术与管理, 2008, 25(12): 169-172.
Liu Wenjuan, Li Jianshe, Chen Guangwei, et al. Study and Exploration for Platform of Physics Experiments[J]. Experimental Technology and Management, 2008, 25(12): 169-172.
- 柳闻鹃. 工科院校物理实验内容改革探析[J]. 株洲工学院学报, 2002, 16(1): 94-96.
Liu Wenjuan. An Improvement of the Content of Engineering Physical Experiments[J]. Journal of Zhuzhou Institute of Technology, 2002, 16(1): 94-96.
- 陈光东, 赵性初. 单片微型计算机原理与接口技术[M]. 2版. 武汉: 华中科技大学出版社, 1999: 187-189.
Chen Guangdong, Zhao Xingchu. Single Chip Microcomputer and Interface Technology[M]. 2th ed. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 1999: 187-189.
- 边敦新, 姜吉顺, 李素玲, 等. 基于Windows的计算机控制技术实验平台[J]. 实验室研究与探索, 2005, 24(11): 52-54.
Bian Dunxin, Jiang Jishun, Li Suling, et al. The Experiment Workbench of Computer Control Based on Windows Operating System[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2005, 24(11): 52-54.
- 路战红, 李兴元. 单片机在设计性物理实验中的应用析[J]. 大学物理实验, 2001, 14(4): 34-36.
Lu Zhanhong, Li Xingyuan. Application of Single Chip Microprocess in the Designing Physical Experiment[J]. Physical Experiment of College, 2001, 14(4): 34-36.
- 文建国, 文景, 傅晓玲. 大学物理实验[M]. 长沙: 湖南师范大学出版社, 1997: 52-55.
Wen Jianguo, Wen Jing, Fu Xiaoling. Physical Experiment of College[M]. Changsha: Hunan Normal University Press, 1997: 52-55.

(责任编辑: 廖友媛)