

兴趣类实验:①搓手发热,锯子锯木与摩擦生热;②估测自己上楼时的功率并实地测试;③模拟打桩;④自制水果电池;⑤荡秋千和蹦蹦床游戏中的机械能转化;⑥观察常用家用电器(插头、铭牌、外壳、用途)。

综观当今时代的发展和科技的进步,必然对我们的物理实验教学提出新的目标和要求。我们每个物理教学工作者必须从超越学科本位的理念出发,用可持续发展的意识来指导自己的言行,不断学习,不断实践,扬长避短,推陈出新,促使观念、策略、内容步调一致,产生可控的连锁反应,以

释放出高能量,使物理实验教学在科学发展的轨道上常转常新。

参考文献

- 1 教育部全日制义务教育.物理课程标准.北京师范大学出版社 2002,4
- 2 刘炳升.对初中物理新课程的认识和实践反思系列专论.物理教学.2007(9)-2008(3)
- 3 陶洪.物理实验论.广西教育出版社,1996
- 4 张善贤.中学物理教学与研究.苏州大学出版社,2000.9
- 5 杨小军.物理实验探究教学.物理教学,2009

(收稿日期:2011-04-13)

实验方法与实验设计

Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究(十)

——用 Ledong 板测电阻谈 STEM 教育

□ 吴俊杰¹ 王勤² 梁森山²

1. 北京景山学校 100006; 2. 教育部教学仪器研究所 100080

摘要 Ledong Scratch 互动教学平台的传感器端口都是电阻型传感器,所以 Ledong Scratch 互动平台必然是可以测量电阻的,实验发现 A 端口的数值与 A 端口两端的电阻成正比,文中介绍了这一规律的推导过程。知道这一关系之后,就可以得出任意的一个电阻型传感器的阻值-测量值关系。文中使用了函数猜想、曲线直化等数学技巧,有一定的难度,可以作为教师参考。

关键词 感测与控制技术应用 STEM 教育 Ledong Scratch 电阻 信息技术实验

我们知道对于 Ledong Scratch^[1,2] 的 A 端口,当接入电阻为 0 时,A 端口数值为 0;接入电阻为无穷大时,A 端口数值为 100。说明 A 端口的数值与接入的电阻存在对应关系,这种对应关系可以通过标定实验进行研究。

1 实验装置

图 1 是新版的 Ledong Scratch^[3] 互动平台,它增添了 D 端口,使得 Scratch 语言中的 4 个端口可以充分地利用。使用了耳机插口更容易插拔,在 4 个端口上方的电位器改用定值电阻替代。

实验计划是先确定是否存在确定的对应关系,接下来采集标定数据,寻找合适的标定函数,最后对标定函数进行检验和应用。

2 确定稳定的对应关系

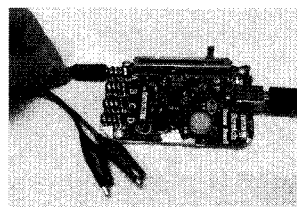


图 1 新版 Ledong Scratch 互动教学平台

A 端口接入一个 10kΩ 的定值电阻,用示波器侦测 A 端口数值,看它是否能够保持不变。

实验发现 A 端口数值为 49.657 保持不变,这说明存在稳定的对应关系(见图 2)。接下来就可以改变接入电阻的阻值进行标定实验了。

3 标定实验

用串联多个 10kΩ 和 1kΩ 电阻的方法,改变

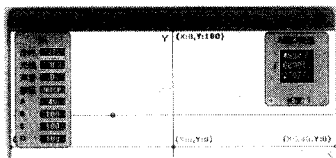


图2 端口A数值的稳定性

接入电阻的阻值,用链表记录A端口的数值,数据记录在表1中。

表1 端口A数值与接入电阻的关系

电阻 R(kΩ)	A 端口数值	电阻 R(kΩ)	A 端口数值
0	0	9	47.214
1	8.895	10	49.658
2	16.422	20	66.471
3	22.874	30	74.878
4	28.348	40	79.863
5	33.236	50	83.284
6	37.341	80	88.856
7	40.958	100	90.909
8	44.282	无限大	100

将表1中的数据绘制散点图,选择不同的拟合函数,发现Excel中的函数不能很好地拟合散点,拟合效果最好的对数函数在10kΩ以上都不能很好地表现出曲线的趋势。更重要的是对数函数在电阻为无穷大时,数值也为无穷大,而实验数据发现电阻为无穷大时,A端口数值应趋近于100(见图3)。所以需要重新选择标定函数。

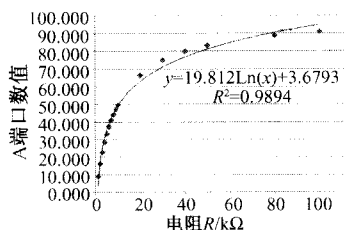


图3 用Excel拟合函数

4 曲线直化

根据电阻阻值为无穷大时A端口数值趋近于100这一现象,猜想曲线的形式为反比例函数的变形。猜想函数类型为:

$$A = 100 - \frac{k}{R} \quad (1)$$

但是该函数过(0,0)点,显然函数式(1)的形式不符合该条件,猜想函数的形式为:

$$A = 100 - \frac{k}{R + b} \quad (2)$$

将(0,0)点带入式(2)中,得到k与b的关系

为 $k = 100b$, 得出猜想函数形式为:

$$A = 100 - \frac{100b}{R + b} \quad (3)$$

曲线的直化目的是寻求A与R或者R与A的一次函数关系,求出参数b的数值。

式(3)不是一次函数的形式,将(3)式变形得出:

$$R = b \left(\frac{A}{100 - A} \right) \quad (4)$$

设 $x = \frac{A}{100 - A}$, 将表1中的A计算为x,将R

与x进行线性拟合得出参数b。如图4所示。

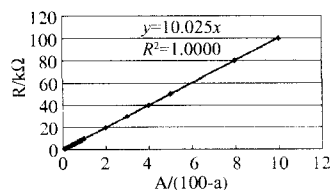


图4 曲线的直化

得出参数b的数值为 $b = 10.025$

$$R = 10.025 \left(\frac{A}{100 - A} \right) \quad (5)$$

5 检验并修正

将10kΩ的电阻接入到端口A后,如图5所示编写程序,测得电阻为9.889kΩ。



图5 测定电阻阻值的代码

误差产生的原因是Ledong板上的贴片电阻的阻值不是准确的10kΩ。设贴片电阻为 R_0 。

根据10kΩ时A端口数值为49.659列方程求得:

$$10 = R_0 \left(\frac{49.659}{100 - 49.659} \right)$$

解得 $R_0 = 10.137\text{k}\Omega$ 。修正后的测量公式为:

$$R = 10.137 \left(\frac{A}{100 - A} \right) \quad (6)$$

用这种算法测得20kΩ电阻的阻值为20.009kΩ。测量精度达到比较高的水平。

6 讨论

在我们得到了一个很好的函数关系后,常常需要解释这个函数关系背后的物理背景是什么。比如式(6)中参数10.137的单位是什么?A是一

个没有单位的量,因此 $\frac{A}{100-A}$ 也是一个没有单位的量,10.137 的单位应该与 R 一致,为 $k\Omega$ 。

因此标定函数应该写作:

$$R = 10.137k\Omega \left(\frac{A}{100-A} \right) \quad (7)$$

为了简化计算可以将 $10.137k\Omega$ 简写为 $10k\Omega$ 。但是这个 $10k\Omega$ 的电阻与 Ledong 板上的电路是如何联系的呢?

将式(7)变形后发现:

$$\frac{R}{10k\Omega + R} = \frac{A}{100} \quad (8)$$

根据式(8)发现其与串联电路的分压规律类似, $(10k\Omega + R)$ 可以视为总电阻,100 可视为总电压, R 可视为外接电阻, A 可视为 R 两端的电压。事实上从 Ledong 板的电路来看,确实是 A 端口接入的外接电阻串联了一个 $10k\Omega$ 的定值电阻,电路图如图 6。

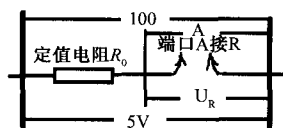


图 6 Ledong 板 A 端口电路图

因此, A 实际上是 Ledong 板测出 R 两端电压后换算到 0 ~ 100 后的结果,其换算关系为:

$$A = 100 \times \frac{U_R}{5V} \quad (9)$$

虽然 A 端口在芯片中测定的是电压,但是不能将电池接入到 A 端口中,因为程序在设计中只有一个电源,就是计算机的 USB 电源(5V)。

7 小结

曲线的直化需要比较高的数学水平,特别是要对各种函数的特点有深刻的理解,难度较高,是 STEM 教育^[5,6] 中对数学教育要求比较高的一节课。教师在教学中可以直接把测电阻的公式交给学生。对于水平较高的学生,引导他们自己探究取得此公式,这将对提高学生探究能力大有裨益。

参考文献

- 1 Scratch 官方网站,程序、例子、作品发布与交流、论坛等[EB OL]. <http://scratch.mit.edu>
- 2 项华,梁森山,吴俊杰. Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究. 教学仪器与实验,2011(1~9)
- 3 梁森山. Ledong 官方网站[EB OL]. <http://imtcn.com/ninja>
- 4 吴俊杰. 本系列文章 scratch 操作视频下载[EB OL]. <http://towujunjie.blog.163.com>
- 5 吴俊杰,项华,付雷. scratch 及其硬件在数据探究中的教学设计与尝试. 第一届全球华人探究学习创新应用大会论文集[C]. 2010
- 6 吴俊杰. 数字科学:一种信息化环境下基于数据探究的 STEM 课程. 第二届全球华人探究学习创新应用大会论文集[C]. 2011

(收稿日期:2011-08-20)

欢迎订阅 2012 年《教学仪器与实验》

《教学仪器与实验》创刊于 1984 年,是由国家教育部主管,教育部教学仪器研究所主办的国家级综合性教育类学术期刊,刊号为 CN11-1960/G4,ISSN1003-3416,国内外公开发行。

《教学仪器与实验》始终坚持为教育教学服务的办刊宗旨,长期立足于理科实验教学与教学仪器装备研究,紧密配合国家教育教学改革,积极推进新技术、新方法在实验教学中的运用,努力促进教学仪器研究与装备管理的发展,深入分析中小学理科实验设计及实验教法的改进,全面展现师生创新设计制作的教具与学具,充分交流教学仪器设备开发、使用、管理、维修的实践经验,深入探讨学校实验室和图书馆等功能教室的科学建设及配备管理方案的优化设计,及时报道行业信息与国内外教仪发展最新动态等。

订阅对象:中小学习科教师,实验室与图书馆管理人员,教学与教仪研究人员,教育技术装备管理人员,教仪企业等。欢迎订阅!

《教学仪器与实验》为月刊,每期订价 8 元,全年 96 元。读者可到全国各地邮局订阅,邮发代号 82-848;也可直接向编辑部订购。地址:北京市海淀区中关村大街 35 号《教学仪器与实验》编辑部;邮编:100080;电话:010-62514749;传真:010-62514733;E-mail:bjb4749@sina.com;网址:<http://www.ceee.cn>。