

# 信息技术在批阅实验报告数据处理中的应用\*

邵宇飞

(辽宁工程技术大学基础教学部 辽宁 葫芦岛 1250105)

(收稿日期:2020-02-24)

**摘要:**大学物理实验是理工类高等院校的一门重要必修基础课,实验报告的撰写和批阅是教学和考核内容的重点.传统手工批阅模式低效易错并且主观性强,已难以满足大规模高质量学生培养的需求.这里介绍一种大学物理实验报告自动批阅系统,它不仅能够代替教师核对数据是否准确,而且克服了数据格式规范性检查这一难题,从而能够高效准确地输出完整的批阅报告.近3年的教学实践表明,完成1300份实验报告的批阅任务,用时不超过30 min.该系统可为其他院校的大学物理实验教学改革提供有益参考.

**关键词:**大学物理实验 数据处理 批阅 信息技术

## 1 引言

大学物理实验是我国广大理工类高等院校普遍开设的一门重要必修基础课.它与大学物理理论课紧密衔接,互为支撑和补充,对本科大学生理解物理基本原理有很好的促进作用,更重要的是大学物理实验在培养科学素养、提高创新思维能力以及奠定良好的科学研究习惯等方面具有不可替代的基础性作用.当前很多高校,特别是地方院校,大学物理实验教学陷入较大的困局,同时也迎来了难得的发展机遇.

对于大学物理实验期末成绩的给定,实验报告的撰写是重头戏,其中实验数据的处理是重点考核内容之一,这也是大学物理实验与中学物理实验的一个显著区别.大学物理实验数据处理环节主要考核计算结果的准确性和格式的规范性,后者包括有效数字位数是否正确、不确定度是否只进不舍以及结果表达式是否末位对齐等内容.教师在批阅报告过程中既要核算学生计算结果是否准确,同时还要检查学生计算结果的格式是否规范,然后逐项打分,非常耗时耗力,并且容易发生误判.特别值得注意的是,这种传统批阅方式存在很大的主观性,加之很多学校大学物理实验课师生比例严重失衡,教师疲于

应对,时常发生学生同组不同分现象,一些学生也往往因为这种情况影响了奖学金的评定而抱怨教师不认真或不公正,久而久之教与学两方面容易流于表面,变成“走过场”,从而影响了高校人才的培养质量.

近年来,为了适应信息时代教育教学的新规律、贴近现代大学生成长的新特点,众多高校尝试通过校园网、互联网乃至云平台推进大学物理实验课程的信息化教学改革,期望摆脱传统教学模式的羁绊<sup>[1,2]</sup>.很明显,对于大学物理实验考核的重要内容——实验数据的处理,计算机可以充分发挥它的快速计算功能,代替教师实现数据准确性的自动批阅,但若要实现数据格式规范性的自动批阅,则会遇到相当大的困难.

下面展示的工作经过近3年的设计与实践,成功实现了上述目标,开发出的系统可以顺利完成实验数据处理结果准确性和规范性的全自动批阅,最新版本系统的运行结果表明,对于1300位学生提交的实验报告,仅需半个小时即可完成批阅任务并将批阅结果和成绩汇总至数据库,教师仅需将带有批阅详情和成绩的批阅报告输出成电子版或纸质版加以保存即可,批阅过程的自动化运行极大提高了教师的工作效率,同时客观公正统一透明的成绩评

\* 国家自然科学基金资助,项目编号:51801091;辽宁工程技术大学教改项目资助,项目编号:JCB19A13

作者简介:邵宇飞(1981-),男,博士,副教授,主要从事大学物理实验教学和计算物理学研究工作.

定方式有力地促进了学生的学习积极性.

## 2 系统详情

### 2.1 系统原理

图1显示了系统运行原理:学生首先通过数据库将原始测量数据和课后数据处理结果通过网络提交给系统,系统则以字符串的形式接收数据,其目的是将原始数值结果“冻住”,避免传递过程中有效数字等属性发生改变.然后复制全部数据并转为数值型,系统根据学生的原始测量数据逐项计算数据处理结果,并以此计算结果为标准考察学生数据处理结果的准确程度.例如,张三利用米尺测量一个铜棒的高度结果分别为 $h_1 = 31.84$  cm,  $h_2 = 32.06$  cm,  $h_3 = 31.72$  cm,  $h_4 = 31.67$  cm,  $h_5 = 31.82$  cm,  $h_6 = 31.86$  cm,系统根据其测量结果计算得出高度算术平均值为31.828 cm,而张三提交的算术平均值为31.928,比正确结果大0.3%,则可以考虑是否应该扣去一定分数.

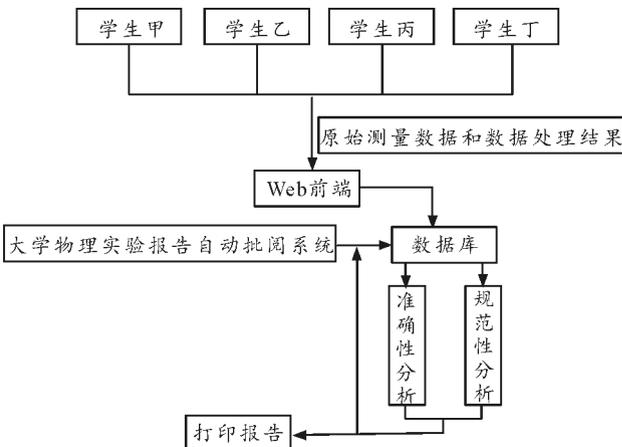


图1 系统架构示意图

一方面,计算机在逐项计算的过程中,按照有效数字四舍五入或不确定度传递的原则,对每个数据处理结果进行格式规范性处理,然后系统将以字符串形式“冻住”的数据处理结果按字符逐个分解,获取学生数据的有效数字个数、末位数等信息,并将其与上述计算机处理的格式进行比较,完成规范性检查.仍取上例,不妨令仪器误差为0.05 cm, A类不确定度简化为标准差, B类不确定度简化为仪器误差,则系统最终算出不确定度 $U_h = 0.15$  cm = 0.2 cm,并根据末位对齐原则列出结果表达式 $(31.8 \pm$

0.2) cm. 如果学生提交的不确定度 $U_h$ 为0.15 cm,结果表达式为 $(31.83 \pm 0.15)$  cm,则数据处理格式与正确结果不符,规范性有错误,需要扣去一定分数.

### 2.2 运行平台

系统采取B/S模式,Web前端由php语言编写<sup>[3]</sup>,提供人机交互页面以方便学生和教师管理实验数据等信息,服务器端利用mysql数据库存储Web前端传输过来的实验数据、批阅后的正确结果、教师评语以及成绩等信息,自动批阅模块基于Matlab编程语言<sup>[4]</sup>,整个系统运行在Windows server 2008 R2上,通过校园网向本校师生提供服务.

## 3 运行结果

下面以“利用光栅测量可见光波长”实验为例,展示系统运行效果.该实验以汞灯为光源,利用分光计和衍射光栅测量黄色、绿色等光谱线的波长,测量原理为光栅方程 $d \sin \theta = \lambda$ ,其中 $d$ 表示光栅常数, $\theta$ 为衍射角.

### 3.1 提交数据

学生可以通过手机或电脑登陆系统,然后进入图2所示的提交页面,提交原始测量数据和数据处理结果.

光栅测波长实验数据提交页面

汞灯绿光波长  $\lambda_{\text{绿}} = 546.1$  nm;  $\Delta_{\text{仪}} = 1'$ ;

谱线	游标	$\theta' (K = -1)$	$\theta (K = +1)$
黄 <sub>1</sub>	左	<input type="text"/>	<input type="text"/>
黄 <sub>1</sub>	右	<input type="text"/>	<input type="text"/>
黄 <sub>2</sub>	左	<input type="text"/>	<input type="text"/>
黄 <sub>2</sub>	右	<input type="text"/>	<input type="text"/>
绿	左	<input type="text"/>	<input type="text"/>
绿	右	<input type="text"/>	<input type="text"/>
紫蓝	左	<input type="text"/>	<input type="text"/>
紫蓝	右	<input type="text"/>	<input type="text"/>

提交/修改数据

(a) 原始测量数据

(b) 提交数据处理结果

图 2 实验数据提交页面

### 3.2 存储数据

学生提交的实验数据存储于 mysql 数据库,如图 3 所示,数据库中中方框部分依次展示出序号、学号、黄 1 谱线衍射角、黄 2 谱线衍射角、紫蓝谱线衍射角、光栅常数、光栅常数不确定度以及黄 1 波长等信息。

243	1803030429	1704	1809	1794	1350	18360	6174	579.7
244	1803030106	1747	1739	1648	1312	3328	2	578.45
245	1803030117	1636	1733	1736	1305	3338	2	578.5
246	1805040411	1644	1748	1716	1342	3336	2	580.2
247	1805040132	1621	1745	1736	1308	3353	2	5797
248	1803030105	1747	1739	1648	1312	3328	2	578.45
249	1803030109	1661	1751	1747	1319	3310	2	576.7
250	1803030121	1642	1733	1728	1306	3370	2	579.7

图 3 数据库信息

### 3.3 自动批阅系统核心代码

系统接入数据库后,读出各项信息,完成自动批阅.其中代表性核心代码如下所示:

```
function [ss] = mylength(str1) % 返回待测字符串的有效数字个数
    strchangdu = length(str1); % 获取字符串长度
    itagnonzero = 1;
    for i=1:strchangdu % 从第一个字符开始查询
        if str1(i) ~='0' && str1(i) ~='.' % 舍去第一个有效数字前面的全部 0 和小数点
            itagnonzero = i; % 记录第一个有效数字在字符串中的位置
            break; % 一旦找到第一个有效数字则停止查询,跳出循环
        end
    end
    dotflag = 0;
    for i = itagnonzero:strchangdu % 从第一个有效数字开始到最后一个有效数字为止
        if str1(i) == '.' % 查找是否包含小数点,即是否有 3.154 这样的数字
            dotflag = 1; % 如果有,则设置标识码为 1
        end
    end
    if dotflag == 1 % 如果截取的有效数字字符串中含有小数点,则有效数字个数为长度减一
        ss = length(str1(itagnonzero:strchangdu)) - 1;
    else % 否则即为长度本身
        ss = length(str1(itagnonzero:strchangdu));
    end
end
```

程序由 Matlab 编程语言实现.由以上编排可以看出,程序重点在于将学生提交的数据转为字符串类型,然后逐个字符甄别,提取有效数字个数以及所处位数等信息,然后才能与正确结果进行对比.批阅结束后,系统将成绩、正确结果以及扣分说明发送至数据库保存。

班级	姓名	学号
安全18-1	蒋宝根	1803030105

实验项目	预习测试	原始操作	数据处理	总分
光栅测波长	1	1.5	1.5	4

#### 预习测试情况

考题1	答案1	考题2	答案2	答题时间
B	B	B	B	2019-10-12 13:48:15

#### 原始数据

谱线	游标	$\theta(K=-1)$	$\theta(K=+1)$
黄 <sub>1</sub>	左	99 ° 18 '	79 ° 15 '
黄 <sub>1</sub>	右	279 ° 18 '	259 ° 18 '
黄 <sub>2</sub>	左	99 ° 15 '	79 ° 18 '
黄 <sub>2</sub>	右	279 ° 16 '	259 ° 21 '
绿	左	98 ° 43 '	79 ° 50 '
绿	右	278 ° 45 '	259 ° 52 '
紫蓝	左	96 ° 47 '	81 ° 45 '

紫蓝	右	276 ° 49 '	261 ° 47 '
----	---	------------	------------

#### 数据处理

$\varphi_{绿}$ 的平均值	1747	1748	$\times 10^{-4}$ rad
$\varphi_{黄1}$ 的平均值	1739	1740	$\times 10^{-4}$ rad
$\varphi_{黄2}$ 的平均值	1648	1648	$\times 10^{-4}$ rad
$\varphi_{紫蓝}$ 的平均值	1312	1312	$\times 10^{-4}$ rad

$d = ($	3328	$\pm$	2	$) \times 10^{-9}$ (m)
$d = ($	3328	$\pm$	2	$) \times 10^{-9}$ (m)

$\lambda_{黄1}$ 的平均值	578.45	578.8	$\times 10^{-9}$ m
$\lambda_{黄2}$ 的平均值	573.83	576.2	$\times 10^{-9}$ m
$\lambda_{紫蓝}$ 的平均值	453.38	435.4	$\times 10^{-9}$ m
$E_{黄1} =$	0.11	0.047	%
$E_{黄2} =$	0.20	0.13	%
$E_{紫蓝} =$	0.10	0.099	%

教师批语：  
黄<sub>1</sub>谱线的测量波长有效数字有误，去0.1分  
黄<sub>2</sub>谱线的测量波长有效数字有误，去0.1分  
紫蓝谱线的测量波长有效数字有误，去0.1分  
黄<sub>1</sub>误差计算有误，去0.1分  
黄<sub>2</sub>误差计算有误，去0.1分

图4 批阅报告

### 3.4 批阅报告

图4展示了系统自动批阅后的实验报告详情，数据取自图3的方框部分。该批阅报告首先显示出学生姓名、学号和所在班级等基本信息，然后给出了预习、课堂操作以及数据处理等环节的成绩和总成绩，接着提供了3个环节的具体情况，最后给出了教师批语，即扣分说明。

### 4 总结

以上介绍的系统可以顺利完成实验数据处理结果准确性和规范性的全自动批阅，目前已经顺利应用于“拉伸法测量钢丝的杨氏模量”“利用牛顿环测量玻璃曲率半径”“光干涉法测量固体热膨胀系数”“声速的测量”“利用电位差计测量电动势”“固体密度”“液体表面张力的测量”以及上述“利用光栅测量可见光波长”等实验。需要指出的是，该系统目前仅限于客观性实验报告的全自动批阅。尽管如此，考虑到有作图等主观性任务的实验仅占全部实验课程的较小部分，系统仍可以极大提高任课教师的工作效率和教学质量。

以辽宁工程技术大学葫芦岛校区为例，每一个

实验项目学生上课人数达1300人，假如教师手工批阅，即使每30s便能完成一份实验报告的打分、圈记错误以及撰写批语等任务，仍需要11h才能结束一个实验项目，此外教师还要负责核对上交的实验报告纸张是否有缺失现象、实验成绩是否登记正确，这种传统手工模式低效易出错的缺点几乎不可避免。而该系统则可以在30min内准确地完成1300份学生报告的批阅任务，并自动登记成绩和形成批阅报告，高效便捷且成绩标准客观统一。下一阶段该系统将尝试推广至主观性实验。这里的工作可为广大兄弟院校的大学物理实验信息化教学改革提供有益参考。

#### 参考文献

- 1 白亮,马成举.基于微信结合H5技术的大学物理实验教学创新研究[J].大学物理,2019,38(12):40~43
- 2 段卓琦.基于微信公众平台的PBL大学物理实验教学模式研究[J].物理通报,2019,38(9):101~104
- 3 Welling L, Thomson L. PHP和MySQL Web开发[M].武欣,等译.北京:机械工业出版社,2009
- 4 周群益.MATLAB可视化大学物理学[M].北京:清华大学出版社,2011

(下转第105页)

探究加速度与合外力和质量关系如图8和图9所示.

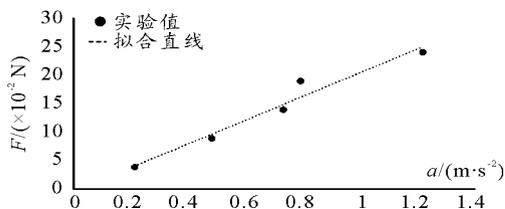


图8  $F-a$  图像

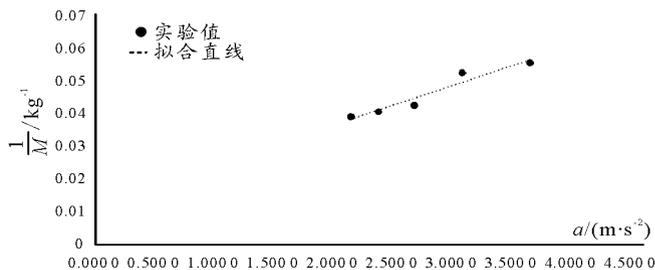


图9  $\frac{1}{M}-a$  图像

### 2.3 实验结论

从图8可以得出结论,当小车质量一定时,小车加速度与所受合外力成正比,从图9得到结论,当小车所受合外力一定时,小车加速度与质量的倒数成正比,即小车加速度与质量成反比.

### 2.4 实验误差分析

#### 2.4.1 系统误差

本实验用小桶和砝码重力代替小车受到拉力,实际上小车受到的拉力小于小桶和砝码的重力,该实验方法造成的误差无法消除,可以尝试利用力的

传感器直接测出小车所受拉力大小,优化实验,减小误差.

#### 2.4.2 偶然误差

(1) 测量误差;在 Tracker 软件中定义 20 cm 的长度,然后利用软件分析得出小车位移变化,在定义 20 cm 时会产生偶然误差;

(2) 在 Tracker 软件中确定质点位置时不够准确,拟合得到的  $a$  产生偶然误差;描点作图存在偶然误差;

(3) 平衡摩擦力不准确造成的误差.

### 3 结束语

通过以上研究,利用手机拍摄实验过程,可以多次回放,帮助学生检查自己的实验过程是否存在操作不当之处.利用 Tracker 软件较精确地记录小车运动轨迹,直接对小车运动位移进行数据采样分析,从而验证小车质量一定时,加速度与所受合外力成正比,小车所受合外力一定时,小车加速度与质量成反比.该方法直观、高效,测定结果误差较小,有利于教师课堂开展实验,也有助于学生课外自主探究,值得推广.

#### 参考文献

- 1 陈鸿翔. DIS 辅助验证牛顿第二定律并分析  $a-F$  图像的误差率[J]. 物理通报, 2019(8): 113 ~ 118
- 2 卢海洋, 顾锋. 关于验证牛顿第二定律实验改进的思考[J]. 湖南中学物理, 2017(6): 59 ~ 62

(上接第 97 页)

## Information Technology Application on Marking the Data Processing of Experimental Reports

Shao Yufei

(Department of General Study, Liaoning Technical University, Huludao, Liaoning 125105)

**Abstract:** Basic physical experiment is an important compulsory basic course for colleges of science and engineering. Writing and grading of lab reports are the main focuses of teaching and assessment content. The traditional manual review mode is inefficient and error-prone, and it is difficult to meet the needs of large-scale and high-quality student training. This article introduces an automatic digital system for grading these lab reports. It can not only check the accuracy of the data for teachers, but also overcome the problem of checking data format, so that it can output complete review reports efficiently and accurately. Practice in nearly three years has shown that the task of reviewing 1,300 experimental reports takes less than 30 minutes. The success of this system is benefit for other colleges aiming at teaching reforms of basic physical experiment.

**Key words:** basic physical experiment; data processing; grading; information technology