

| | |
|------------|---|
| 用√符号选择一类 | |
| 教 学 | √ |
| 科 研 | |
| 编号（由专家组填写） | |

第十一届全国高校物理实验教学研讨会 本科学生物理实验论文评比表

学生姓名： 周思颖

申报学校： 西安交通大学

联系方式： 电话： 13720628185

QQ： 2276261785


E-mail： zhousy@163.com

填表日期： 2022 年 07 月 02 日

全国高校物理实验教学研讨会组委会制

二〇二〇年一月

| | | | | | | |
|---|--|------------|------------|-------------|------------|---------|
| 学 生 作 者 及 发 表 有 关 物 理 实 验 论 文 情 况 | 姓名 | 周思颖 | 性别 | 女 | 出生年月 | 2001年4月 |
| | 学校名称 | 西安交通大学 | | | | |
| | 入学时间 | 2019年 | | 毕业时间 | 2023年 | |
| | 学号 | 2196123487 | | | | |
| | 参评论文：（题目、杂志名称、卷/期、页、年） | | | | | |
| | 眼镜度数简便测量及镜片面型判别. 物理与工程, 31(3): 113-119, 2021 | | | | | |
| | (注: 论文的第一作者必须为大学本科生, 且其论文研究工作是在本科生阶段完成的, 到现场答辩的为该论文的学生作者之一。) | | | | | |
| | 论文作者情况 (按发表论文作者顺序列出): | | | | | |
| | 姓名 | 身份 | 单位 | | 作用/贡献 | |
| | 周思颖 | 大学本科生 | 西安交通大学动能学院 | | 创意提出, 论文写作 | |
| 毛胜春 | 指导老师 | 西安交通大学物理学院 | | 指导研究方法和实验方案 | | |
| 高博 | 指导老师 | 西安交通大学物理学院 | | 方法指导和实验优化 | | |
| 翟立朋 | 指导老师 | 西安交通大学物理学院 | | 指导内容优化 | | |
| <p>眼镜度数和镜片面型一般是通过专业仪器来测量, 难以实现自主测量和判别。论文通过分析透射过眼镜的激光点位置会随眼镜的平移而移动这个现象, 提出用激光笔和尺子来测量眼镜度数的自主简便测量方法, 通过分析光学成像原理, 建立了平移眼镜或平移激光笔时的眼镜度数测量模型, 搭建试验平台进行了试验, 并分析了激光入射角偏转对测量精度的影响, 改进了实验方法, 同时给出了镜片面型判别的方法。最后, 采用手机拍摄实验视频, 通过 Tracker 视频分析软件来进一步提高测量精度, 实现了居家条件下眼镜度数的便捷准确测量和镜片面型的准确判定。这为实现网络配镜等提供了自主测量的新思路。</p> | | | | | | |

| | | | | |
|-----------|--|-----|----|-------|
| | 指导教师姓名 | 毛胜春 | 职称 | 高级工程师 |
| 指导教师评语 | <p>对学生发表论文评语及论文情况说明：</p> <p>论文“眼镜度数简便测量及镜片面型判别”已在 2021 年 6 月《物理与工程》期刊上公开发表，2022 年 1 月获期刊微信公众号特别推荐。论文创新性地提出利用身边的工具，以实现居家条件下眼镜度数的简便测量及镜片的面型判别，为实现网络配镜等提供了自主测量的思路。该作品为申报者创作，方法创新性强，得到眼科专家的认可，具有很好的推广应用前景。</p> | | | |
| | <p>指导教师（签名）：毛胜春 2022 年 7 月 2 日</p> | | | |
| 学校推荐意见 | <p>同意推荐</p> <p>负责人（签名）：张洪 2022 年 7 月 4 日</p>  | | | |
| 大会学术组专家意见 | <p>专家组组长（签名）： 年 月 日</p> | | | |
| 评比结果 | <p>理事长（签名） 年 月 日</p> | | | |

眼镜度数简便测量及镜片面型判别

周思颖¹ 毛胜春² 高博² 翟立朋²

(¹西安交通大学钱学森学院;

²物理学院,大学物理国家级实验教学示范中心,陕西 西安 710049)

摘要 居家自主实验是疫情期间大学开展线上实验教学新的尝试和探索,眼镜度数测量及镜片面型判别是众多创新实验中的一个典型案例。眼镜度数一般是通过专业仪器测量,论文通过分析透射过眼镜的激光点位置会随眼镜的平移而移动这个现象,提出用激光笔和直尺来测量眼镜度数的居家简便测量方案。分析了激光入射角偏转对测量精度的影响并改进了实验方法,同时给出了镜片面型判别的方法。此外本文还采用Tracker视频分析软件来进一步提高测量精度,实现了居家条件下便捷准确测量眼镜度数和镜片面型的判定。

关键词 眼镜度数测量;居家自主实验;球面镜;非球面镜;Tracker

SIMPLE MEASURING GLASSES DEGREE AND DETERMINING LENS TYPE BY SIMPLE TOOLS

ZHOU Siying¹ MAO Shengchun² GAO Bo² ZHAI Lipeng²

(¹ Qian Xuesen College; ² National College Physics Experimental Teaching Demonstration Centre, School of Physics, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710049)

Abstract Home-based experiment is one of the latest explorations of teaching online during quarantine. The experiment of measuring the degree of glasses and determining lens type by tools available at home is one of the typical examples of this innovation. The degree of glasses is traditionally measured by professional instruments. By analyzing the point position of laser which moves with the movement of the glasses when laser passes through the glasses, an simple and convenient home-based experimental method of measuring the degree of glasses with a laser pen and ruler is proposed. The influence of the laser incidence angle deflection on the measurement accuracy is analyzed, and the experimental method is improved. At the same time, a method of judging the lens type is given. In addition, Tracker, a video analysis software is used to further improve accuracy. Thus, the goal of measuring the degree of glasses and judging lens type conveniently and accurately under home condition is achieved.

Key words glasses degree measurement; home-based experiment; spherical mirror; aspherical mirror; Tracker

收稿日期: 2020-07-23; 修回日期: 2020-11-13

基金项目: 高等学校教学研究项目-高物课教指字[2020]05号(DJZW202015xb);西安交通大学2019年本科实践教学改革研究专项项目(19SJZX23)。

通讯作者: 毛胜春,女,高级工程师,主要从事物理实验的教学和研究工作,maoshengchun@xjtu.edu.cn。

引文格式: 周思颖,毛胜春,高博,等. 眼镜度数简便测量及镜片面型判别[J]. 物理与工程,2021,31(3):113-119.

Cite this article: ZHOU S Y, MAO S C, GAO B, et al. Simple measuring glasses degree and determining lens type by simple tools[J]. Physics and Engineering, 2021, 31(3): 113-119. (in Chinese)

在新冠肺炎疫情期间居家自主实验由于不受空间与时间限制,同时实验过程中对创新能力提升效果突出,成为线上实验教学的一大亮点。线上居家自主实验教学中涌现出众多的创新实验方案,眼镜度数简便测量便是其中的一例典型案例。

眼镜度数的测量是在生活中观察到当激光笔照射在眼镜上,移动眼镜时发现透过镜片落在墙面上的光点位置发生了明显的移动。这是由于眼镜的镜片为透镜,当激光照射在镜片上时光线发生偏折,镜片不同位置对光的折射不同,因此移动眼镜时就会观察到光点的移动。对于不同度数、不同类型的眼镜,其光点移动规律不同。这一现象引发了我们的研究兴趣。

眼镜度数是由镜片的焦距确定。近视眼镜的镜片为薄凹透镜,其焦距的测量方法有物距像距法^[1,2]、自准直法^[3,4]、共轭法^[5],采用这些方法来测量都需要有专门的仪器和实验平台才能实现。在医院或眼镜店一般采用专业的焦度计进行眼镜度数测量。如何利用简单的工具在家完成相关测量呢?深入分析光学原理后,设计出采用激光笔和尺子进行眼镜度数的测量方案,实现了居家实验的设计与测量。

眼镜常分普通球面眼镜和非球面眼镜,非球面眼镜镜片的表面弧度与普通球面镜片不同,从镜片中心到周边,曲率半径会渐近变化,目的是为了减少光学矫正镜片的象差使镜片更平,从而获得更清晰,更薄,更轻的镜片^[6,7]。非球面眼镜由于加工复杂,价格高,不良商家往往鱼目混珠,以次充好。而本文通过对镜片度数变化的测量分析,可以实现了非球面眼镜的快速辨别。

1 测量原理

激光笔中产生的激光经扩束镜和会聚透镜后,出射光束为近平行光,这样可把激光笔射出的激光简化为一条光线。下面以近视眼镜镜片(凹透镜)为研究对象,推导“平移眼镜”和“平移激光笔”时的眼镜度数测量公式。

1.1 平移眼镜时眼镜度数公式推导

由几何光学成像原理^[8]可知,平行于凹透镜主光轴的光线通过凹透镜后发散,发散光线的反向延长线相交于焦平面上。

如图1所示,当由激光笔投射出一束激光由

B 点平行于光轴从眼镜某侧镜片入射时,光点投射在屏幕的 A 点(其中 F 为镜片的焦点),向下平移眼镜激光照射在镜片的另一侧,投射在屏幕的 A_1 点,由 $\triangle FF_1O$ 与 $\triangle OAA_1$ 相似可得如下关系式。

$$\frac{f}{H} = \frac{L_1}{L}$$

式中, H 为眼镜到屏幕的距离, L_1 为眼镜移动距离, L 为屏幕上激光点移动距离 AA_1 , f 为眼镜镜片的焦距。

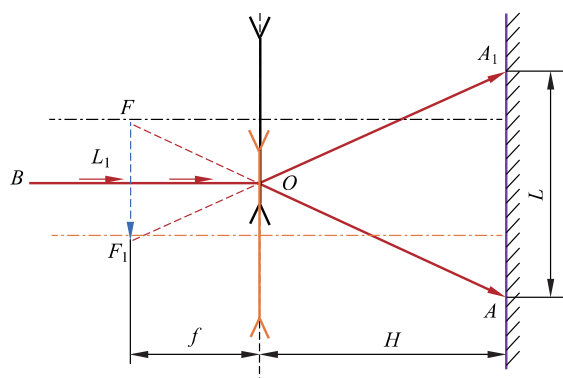


图1 平移眼镜时光路示意图

从而得到眼镜镜片焦距的大小为

$$f = \frac{L_1 H}{L}$$

则眼镜镜片的屈光度和度数^[9]分别为

$$D_1 = \frac{1}{f} = \frac{L}{L_1 H}$$

$$D = 100 D_1 = \frac{100 L}{L_1 H} \quad (1)$$

1.2 平移激光笔时公式推导

如图2所示,当由激光笔投射出一束激光由 B 点平行于光轴从眼镜某侧镜片入射时,光点投射在屏幕的 A 点,平移激光笔激光将照射在另一侧,投射在屏幕的 A_1 点,由相似关系可得眼镜镜片焦距的大小。

$$f = \frac{L_1 H}{L - L_1}$$

从而得到眼镜镜片的屈光度和度数分别为

$$D_1 = \frac{1}{f} = \frac{L - L_1}{L_1 H}$$

$$D = \frac{100(L - L_1)}{L_1 H} \quad (2)$$

由上述光路原理可看出,当眼镜到屏幕的距

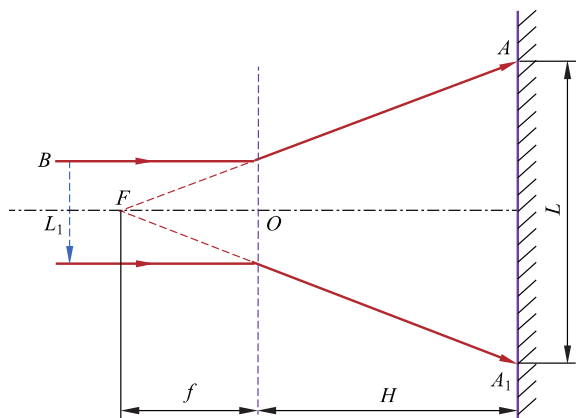


图2 平移激光笔时光路示意图

离一定,眼镜与激光笔相对平移距离相等时,平移激光笔时激光光点移动距离更大,相当于激光光点多移动了激光笔移动的距离。

2 简易测量方案及误差分析

2.1 简易测量方案

由平移眼镜时和移动激光笔时推导出的眼镜度数公式可得出,测量出眼镜到屏幕的距离 H 、眼镜移动距离(或激光笔移动距离) L_1 、屏幕上激光点移动距离 L ,就能计算出眼镜的度数。因此,我们设计了用1支激光笔和1把卷尺(或直尺)实现测量眼镜度数的简易方案,如图3所示:将激光笔和卷尺放置在一个平整的桌上,被测眼镜放置在它们中间。从眼镜镜片的一侧平移眼镜或激光笔到另一侧,读取卷尺上的前后两次光斑刻度,眼镜移动距离(或激光笔移动距离)和眼镜镜片的边沿宽度,即可由公式(1)或公式(2)计算出眼镜的度数。实验中被测红色边框眼镜(图3)左眼镜片度数为150度,左眼镜片度数为200度。



图3 简易测量工具

2.2 简易测量方法实验数据处理

当平移眼镜时,平移距离 L_1 为 46.0mm 时测

得激光点移动距离 L 为 30.3mm。当平移激光笔时,平移距离 L_1 为 46.0mm 时测得激光点移动距离 L 为 80.5mm。测得眼镜到屏距离 H 为 461.0mm。

平移眼镜时,由式(1),可算出眼镜左侧镜片的度数为

$$D = \frac{100L}{L_1 H} = 142.9$$

与眼镜店给出的标准值 150 度相比,粗略计算其绝对测量误差为

$$\Delta D = |D_1 - D_{左}| = 7.1$$

相对百分误差为:

$$E_r = \frac{\Delta D}{D_{右}} \times 100\% = 4.7\%$$

平移激光笔时,由式(2),可算出眼镜左侧镜片的度数为

$$D = \frac{100(L - L_1)}{L_1 H} = 162.7$$

粗略计算绝对测量误差为

$$\Delta D = |D_1 - D_{右}| = 12.7$$

相对百分误差为

$$E_r = \frac{\Delta D}{D_{右}} \times 100\% = 8.5\%$$

2.3 简易测量方法的误差分析

由实验可看出,两种方案测量误差都偏大,特别是平移激光笔时测量误差较大,分析可能造成较大误差的原因如下:

- 1) 手持着激光笔晃动,引起读数不准;
- 2) 激光光点较粗,光强较大,读数存在一定误差;
- 3) 移动激光笔时难以保持前后两束光线平行光轴;
- 4) 平移眼镜时,虽能确保前后两束光平行,但仍无法保证眼镜严格平行移动;
- 5) 平移眼镜或激光笔时,如果光束与镜面主光轴不平行也会引起误差;
- 6) 如果镜片安装不对称,测量时光束与镜面光轴成一定角度引起误差。

这里 1~4 项为随机误差,可以通过实验的巧妙设计及多次测量来减小; 5、6 项为系统误差,均是由于光束与镜面主光轴不平行引起的误差,对于第 5 项可以通过计算加以修正,第 6 项与眼镜片的安装有关,需要具体分析,两者误差的计算方

法是类似的。第5项系统误差的简要分析如下：

假设两束平行光斜向入射镜片(即入射光与主光轴存在一个很小的角度),图4给出了平行光束斜入射光路示意图。

由图4可以看出,两平行光束斜向入射交于焦平面于 c 、 d 两点,交眼镜镜片于 a 、 b 两点,投射于屏幕 A 、 A_1 点。 Aa 与 A_1b 两线反向延长线交于焦平面上一点。

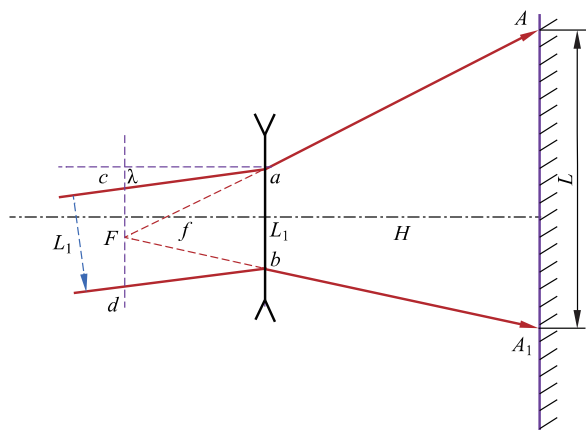


图4 两平行光束斜入射时光路示意图

由相似性可得

$$\frac{f}{H} = \frac{L'_1}{L}$$

式中, H 、 f 、 L 都没有变化,仅 L_1 变为 L'_1 ,而 $L'_1 = \frac{L_1}{\cos(\lambda)}$,式中 λ 为入射角。

由此可得出,当两束平行光斜向入射时,需将 L_1 修正为 L'_1 ,导致 L'_1 实验值偏小,进而使测量结果偏大,当入射角较小时, $L_1 \approx L'_1$ 对测量精度影响较小。

3 测量方案改进及分析

3.1 测量方案

针对上述简易方案存在的不足,我们将实验方案进行了改进,测试方法如图5所示。将两直尺用双面胶带平行固定粘于桌面,激光笔垂直底边粘于三角板上,卷尺放置于桌面的左侧,中间的直尺用于固定眼镜平行放置的位置,右侧直尺用来保证三角板的平行移动。这种设计不仅便于读数,而且能够保证激光笔平行移动,使移动前后两束光线平行。



图5 改进方案所用器材及测试光路

由于“平移眼镜”时眼镜的移动距离不便于测量,后续实验我们均采用平移激光笔进行实验。

具体测量步骤如下:

1) 量取左侧直尺右边沿到卷尺的距离 H ,并紧靠左侧直尺右边沿放置被测眼镜;

2) 打开激光笔,平移三角板到镜片的一侧,记录三角架零刻度在直尺上的刻度 a_1 ,并记录激光点在卷尺上的刻度 b_1 ;

3) 平移三角板到镜片的另一侧,记录三角架零刻度在直尺上的刻度 a_2 ,并记录激光点在卷尺上的刻度 b_2 ;

4) 计算激光笔移动距离 $L_1 = |a_1 - a_2|$ (移动距离可取定值),卷尺上激光点移动距离 $L = |b_1 - b_2|$,由式(2)计算眼镜的度数。

3.2 测量眼镜度数

采用改进后的测量方案,对被测红色边框眼镜进行了多次测量。测量结果如表1所示。

表1 红色边框眼镜测量数据(单位 mm)

| | | $H = 1.277\text{m}$ $L_1 = 40\text{mm}$ | | | | | |
|------------------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 实验次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 平均值 |
| 左侧镜片 | | | | | | | |
| 光点移动 | 117.5 | 118.0 | 119.5 | 119.7 | 117.0 | 120.0 | 118.6 |
| 距离 L/mm | | | | | | | |
| 右侧镜片 | | | | | | | |
| 光点移动 | 141.0 | 142.7 | 138.0 | 138.2 | 140.0 | 140.6 | 140.1 |
| 距离 L/mm | | | | | | | |

综合考虑测量数据 H 、 L 、 L_1 对测量结果的影响,根据误差与数据处理的理论计算^[10]可算出眼镜左侧、右侧镜片的度数分别为 154 ± 3 度和 196 ± 4 度,相对不确定度分别为1.9%和2.0%,与眼镜店给出的标准值(150度、200度)的相对误差分别为2.7%和2.0%。

此外,还对另外两副眼镜的度数进行了测量,

一副为黑色边框眼镜(左眼 200 度,右眼 150 度),另一副为橘色边框眼镜(左眼 150 度,右眼 100 度)在测量黑色边框眼镜时,发现激光笔每次移动相等的距离时,激光光点移动距离变化较大,经分析可能是由于黑色边框眼镜镜片是非球面的。为了避免非球面镜的影响,选取镜片中间区域 $L_1 = 10\text{mm}$ 的距离进行多次测量,数据如表 2 所示;橘色边框眼镜较红色眼镜框窄一些,取 $L_1 = 30\text{mm}$ 的距离进行多次测量,数据如表 3 所示。

表 2 黑色边框眼镜测量数据(单位 mm)

| $H=1.277\text{m}$ $L_1=10\text{mm}$ | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 实验次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 平均值 |
| 左眼镜片 | | | | | | | |
| 光点移动距离 L/mm | 36.0 | 35.8 | 36.4 | 36.5 | 36.0 | 35.7 | 36.1 |
| 右眼镜片 | | | | | | | |
| 光点移动距离 L/mm | 29.5 | 30.2 | 30.0 | 29.5 | 29.6 | 29.0 | 29.6 |

表 3 橘色边框眼镜测量数据(单位 mm)

| $H=1.277\text{m}$ $L_1=30\text{mm}$ | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 实验次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 平均值 |
| 左眼镜片 | | | | | | | |
| 光点移动距离 L/mm | 90.0 | 88.5 | 90.5 | 89.5 | 90.5 | 88.5 | 89.6 |
| 右眼镜片 | | | | | | | |
| 光点移动距离 L/mm | 71.0 | 70.0 | 70.5 | 71.0 | 69.0 | 69.5 | 70.2 |

计算得到黑色边框眼镜左眼、右眼镜片的度数分别为 204 ± 4 度和 153 ± 4 度,相对不确定度分别为 2.0% 和 2.6%,相对误差均为 2.0%。

同理计算得到橘色边框眼镜左眼、右眼镜片的度数分别为 156 ± 3 度和 105 ± 3 度,相对不确定度分别为 1.9% 和 2.9%,相对误差分别为 4% 和 5%。

从实验可以看出,方案改进后测量误差明显减小。

3.3 镜片面型判别

在测量三种眼镜的过程中,黑框眼镜的边缘对光的散射明显不同于光轴附近的区域,与另外两种眼镜对光的偏折现象存在很大差别,为此对三种镜片进行了分段测量,实验数据如表 4、表 5、

表 6 所示。

表 4 红色边框眼镜测量数据(单位 mm)

| $H=1.277\text{m}$ | | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| 实验镜片 | 左镜(左向右移动) | | | 右镜(左向右移动) | | |
| 激光笔平移距离 L_1/mm | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 激光光点移动距离 L/mm | 30.0 | 29.2 | 29.5 | 35.4 | 35.0 | 34.9 |
| 镜片度数 | 156.6 | 150.4 | 152.7 | 198.9 | 195.8 | 195.0 |

表 5 黑色边框眼镜测量数据(单位 mm)

| $H=1.277\text{m}$ | | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------|-------|-----------|-------|------|
| 实验镜片 | 左镜(左向右移动) | | | 右镜(左向右移动) | | |
| 激光笔平移距离 L_1/mm | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 激光光点移动距离 L/mm | 30.0 | 36.0 | 39.0 | 34.0 | 32.0 | 22.0 |
| 镜片度数 | 156.7 | 203.6 | 227.1 | 187.9 | 172.3 | 94.0 |

表 6 橘色边框眼镜测量数据(单位 mm)

| $H=1.277\text{m}$ | | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| 实验镜片 | 左镜(左向右移动) | | | 右镜(左向右移动) | | |
| 激光笔平移距离 L_1/mm | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 激光光点移动距离 L/mm | 30.2 | 29.5 | 30.3 | 23.5 | 24.0 | 23.5 |
| 镜片度数 | 158.2 | 152.7 | 159.0 | 105.7 | 109.6 | 105.7 |

根据眼镜度数计算在不同位置测量的眼镜度数的样本标准偏差。

平均度数:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3}$$

样本标准偏差:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

其中 \bar{X} 为样本的均值。由此求出红色边框眼镜左、右平均度数分别为 153 度和 197 度;样本偏差分别为 3 度和 2 度。

同理计算黑红色边框眼镜左、右平均度数分别为 196 度和 151 度;样本偏差分别为 36 度和 50 度。

同样地计算橘色边框眼镜左、右平均度数分别为 156 度和 107 度;样本偏差分别为 3 度和 2 度。

从实验结果可以看到黑色镜片的两侧可测量度数与中间的测量度数相差很大导致样本标准偏差很大,相对偏差最低都在 18%以上,对比前述实验相同实验条件下相对测量偏差小于 5%的结果,说明黑框眼镜镜片屈光度不均匀,可以判定其镜片为非球面,而红色边框眼镜和橘色边框眼镜度数分布基本均匀,相对测量偏差均小于 5%,可以判定其镜片为球面。

4 采用 Tracker 软件减小激光点距离测量误差

改进后的测量方案可以有效地保证激光笔在测量过程中平行移动,同时实现激光笔平移距离 L_1 及眼镜到直尺的距离 H 的准确测量,但由于激光光点较大、读数时需要根据光点能量中心进行目视估计,同时由于光点强度较强、光点刺眼(见图 6)等问题都会引起读数的误差,导致最终计算结果出现一定误差。为此采用 Tracker 软件来对拍摄的激光光点在卷尺上移动的位置视频进行分析^[11-13],实现光点位置的准确测量。



图 6 投射到卷尺上的激光点

将拍摄的实验视频导入到 Tracker 软件中,

通过菜单栏“轨迹→新建→质点”创建两个质点对象,拖动圆圈边缘使其完全包含激光点,另一个质点对象对准卷尺附近的刻度线(也可建立定标杆),记录 Tracker 软件给出的激光点移动距离的 X 轴坐标值和标尺的 X 轴坐标值,由激光点移动距离的 X 轴坐标值与标尺 X 轴坐标值之比乘以标尺的值,可计算出激光点移动距离。以红色边框眼镜为例,采用 Tracker 软件重新进行了一组测量,其实验数据如表 7 所示。

测量得到左眼、右眼镜片光点移动距离平均值为 117.8mm、141.4mm,计算得到红色边框眼镜左侧、右侧镜片的度数分别为 152.3 ± 1.2 度和 198.5 ± 1.5 度;相对测量误差分别为 0.8%、0.7%;百分误差分别为 1.3%和 0.5%,测量误差进一步减小。

5 结语

通过分析“激光照射在眼镜上,移动眼镜时光点会移动”的实验现象,设计出利用一支激光笔和一把尺子简便测量眼镜度数的方法。通过改进可以实现专业仪器测量的精度,同时利用此方案还实现了镜片类型的判断。

居家自主实验要求学生在充分弄清实验原理的基础上精心设计实验方案,充分利用手边的材料与工具,结合现有的手机软件加上精巧的设计,可以完成许多实验室才能完成的内容。实验过程充分调动了学生自主探究的学习热情,培养学生独立思考和积极创新的能力,可大幅提高学生的动手能力以及对未知领域探索的兴趣。居家自主实验是疫情时期的一种线上教学的探索,实践证明居家实验对于丰富教学手段,提高实验教学质

表 7 红色边框眼镜的 Tracker 软件测量数据

| 实验次数 | $H=1.277\text{m}$ $L_1=40\text{mm}$ | | | | | | 平均值 |
|----------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 左镜两侧激光点 X 轴距离(pixel) | 1212.6 | 1213.2 | 1211.2 | 1211.8 | 1210.4 | 1213.8 | 1212.2 |
| 12cm 标尺 X 轴距离(pixel) | 1234.1 | 1235.0 | 1234.6 | 1233.6 | 1234.4 | 1235.2 | 1234.5 |
| 左侧镜片激光点移动距离 L (mm) | 117.9 | 117.8 | 117.7 | 117.9 | 117.7 | 117.9 | 117.8 |
| 右镜两侧激光点 X 轴距离(pixel) | 1459.7 | 1454.1 | 1452.6 | 1454.8 | 1451.3 | 1454.3 | 1454.5 |
| 14cm 标尺 X 轴距离(pixel) | 1439.9 | 1440.4 | 1439.4 | 1439.4 | 1439.8 | 1439.1 | 1439.7 |
| 右侧镜片激光点移动距离 L /mm | 141.9 | 141.3 | 141.3 | 141.5 | 141.1 | 141.5 | 141.4 |

量,培养学生自主创新能力意义重大,是实验教学方法的创新,值得我们进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 邱彩虹.物距像距法在凹透镜焦距测量中的成像原理与数据分析[J].大学物理实验,2017,30(2):123-124.
QIU C H. Theoretical analysis and study on measuring the focus of concave lens by object image distance method[J]. Physical Experiment of College, 2017,30(2): 123-124. (in Chinese)
- [2] 徐红,刘竹琴,石延梅.物距-像距法测凹透镜焦距时再次成实象的讨论[J].延安大学学报(自然科学版),2005,24(3):41-42.
XU H, LIU Z Q, SHI Y M. Discussion on the real imaging again when measuring the focal length of concave lens by object distance image distance method[J]. Journal of Yanan University (Natural Science Edition), 2005,24(3): 41-42. (in Chinese)
- [3] 廖立新.凹透镜焦距测量自准直法的改进[J].吉首大学学报(自然科学版),2015,36(4):30-32.
LIAO L X. Measurement of the focal length of the concave lens by improved autocollimation method[J]. Journal of Jishou University(Natural Science Edition), 2015, 36(4): 30-32. (in Chinese)
- [4] 任占梅.自准直法测量凹透镜焦距的实验技巧[J].内江科技,2005(2):42.
REN Z M. Experimental skill of measuring focal length of concave lens by auto-collimation method[J]. Neijiang Keji, 2005(2): 42. (in Chinese)
- [5] 刘辉旭,陈浏冰,曹文赋,等.利用共轭法测凹透镜的焦距实验探究[J].大学物理实验,2019(5):16-19.
LIU H X, CHEN L B, CAO W F, et al. Experimental study on measuring the focal length of concave lens by conjugate method[J]. Physical Experiment of College, 2019(5):16-19. (in Chinese)
- [6] 吴柳庭.什么是非球面镜片[J].中国眼镜科技杂志,2007(11):109-110.
WU L T. What are aspherical lens[J]. Chinese Journal of glasses science and technology, 2007(11): 109-110. (in Chinese)
- [7] 刘莹莹.非球面镜片的优点与鉴别[J].中国眼镜科技杂志,2016(1):140-141.
LIU Y Y. The advantages and identification of aspherical lens[J]. Chinese Journal of glasses science and technology, 2016(1): 140-141. (in Chinese)
- [8] 张三慧.大学物理学(光学、量子物理)[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [9] GB 17341—1998,光学和光学仪器 焦度计[S].北京:中国标准出版社,1998.
- [10] 王红理,俞晓红,肖国宏.大学物理实验[M].2版.西安:西安交通大学出版社,2018.
- [11] 高寒,张黔,谢媛,等.Tracker软件在三线摆测量刚体转动惯量实验中的应用[J].学科探索,2017(2):67-63,137
GAO H, ZHANG Q, XIE Y, et al. The application of Tracker for the rotational inertia of rigid bodies using three-line pendulum[J]. Disciplines Exploration, 2017(2): 67-63,137. (in Chinese)
- [12] 吴志山.让真实定量、定格——Tracker软件在物理教学中的应用[J].物理教师,2012(7):53-54.
WU Z S. Let reality quantify and freeze the frame—Application of Tracker in physics teaching[J]. Physics Teacher, 2012(7): 53-54. (in Chinese)
- [13] 丁晓彬,董晨钟.基于2D开源视频分析和建模软件 Tracker研究抛体运动实验[J].大学物理,2012.31(7):34-36.
DING X B, DONG C Z. Application of the open source video analysis and modeling software tracker to the projectile motion[J]. College Physics, 2012, 31(7): 34-36. (in Chinese)
- (上接第112页)
- LIANG Y G, TIAN C L, SU W Y, et al.. Application of reverse engineering and 3D printing technology and the precision analysis[J]. Die & Mould Industry, 2018, 6, 1001-2168(2018)06-0022-05. (in Chinese)
- [33] 陈志茹,夏承东,李龙,等.3D打印材料[J].金属世界,2018,5:15-18.
CHEN Z R, XIA C D, LI L, et al.. 3D Printing Materials [J]. Metal World 2018, 5: 15-18. (in Chinese)
- [34] Conner B P, Manogharan G P, Martof A N, et al. Making sense of 3-D printing: Creating a map of additive manufacturing products and services[J]. Additive Manufacturing, 2014, 1-4: 64-76.
- [35] 赵松.激光能量密度对高分子粉末材料SLS成型质量的影响[J].塑料工业,2019,12:53-57.
ZHAO S. Effect of laser energy density on Selective Laser Sintering molding quality of polymer powder materials[J]. China Plastics Industry, 2019, 12: 53-57. (in Chinese)
- [36] 黄忠,韩江.金属3D打印技术的发展现状及制约因素[J].山东农业工程学院学报,2018,3:40-43.
HUANG Z, HAN J. Development status and constraints of metal 3D printing technology[J]. The Journal of Shandong Agriculture and Engineering University, 2018, 3: 40-43. (in Chinese)
- [37] JIN W, CHAN H K, ZHONG Z. Shape-anisotropy-induced ordered packings in cylindrical confinement [J]. Physical Review Letters, 2020, 124: 248002.
- [38] JIN W, WANG Y, CHAN H K, et al. Confinement-induced columnar crystals of ellipses[J]. Physical Review Research, 2021, 3: 013053.