



无线视频传输技术在光学实验中的应用*

骆明辉 林二妹

(闽南理工学院基础部 福建 泉州 362700)

(收稿日期:2019-10-07)

摘 要:为了更有效地在课堂上演示光学实验,提高实验教学效率,用无线视频传输技术将 CCD 摄像头采集到的目镜里的图像投影在大屏幕上,以此实现学生在看到教师实验操作的同时,又都能看到透过目镜才能观察到的实验现象.无线视频传输技术的应用减少了布线的人工成本与材料成本,CCD 摄像头少了线的束缚,可移动性和灵活性增强.一部摄像头可用于多个实验的演示,节约了实验设备的成本.

关键词:CCD 无线视频传输 演示实验

1 引言

在大学物理实验课程开设的实验中,光学实验相对其他的实验难度大,要求学生首先要对实验原理有很好的理解,其次要有很好的动手能力.如果单纯靠学生自己动手摸索完成整个实验,有的实验安排的 3 个课时都不够用,绝大部分学生很难在规定时间内完成实验.这种情况下实验指导教师对实验的演示和讲解就起到非常关键的作用,成功的演示和有效的讲解将会很大程度上帮助学生理解实验原理和掌握实验操作要领.但教师的演示和讲解受到客观环境的限制,像“牛顿环的干涉”“用分光计测三棱镜的折射率”“用衍射光栅测光波的波长”“杨氏模量的测定”这 4 个实验,在观察实验现象的时候,需要用眼睛紧贴目镜看.一个目镜同一时间只能一只眼睛看,教师看了学生就看不了.因为这个限制,教师只能用口头语言描述自己所看到的实验现象,而每个学生对教师所描述的现象又会有不一样的理解,错误的理解会导致他们出现错误的操作.如果能让学生所有的学生在听到教师讲解实验操作的同时,同步地看到老师所看到的图像,那么这种错误的理解将会大大地减少,从而可以有效地提高实验的效率.

本文提出引入无线视频传输技术^[1],对传统的实验设备加以改进,解决上述在光学实验演示过程中所遇到的问题.

2 设计原理

无线视频传输原理架构如图 1 所示.

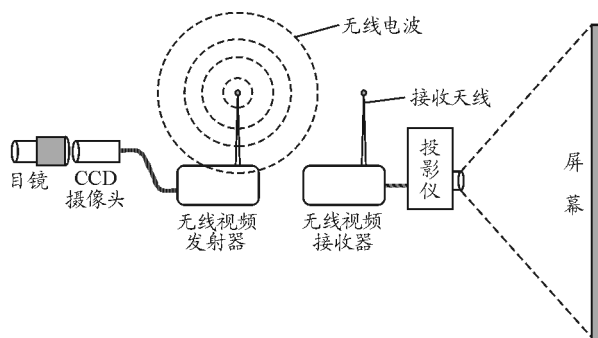


图 1 无线视频传输设计原理图

从左到右设计原理解析如下:

- (1) 透过目镜里的光线在 CCD 摄像头里成像^[2];
- (2) CCD 元件将光信号转换成模拟电信号传输给无线视频发射器;
- (3) 无线视频发射器将模拟电信号转换成电磁波发射出去;
- (4) 电磁波被无线接收器接收到,电磁波转换

* 闽南理工学院科研项目资助,项目编号:17KJX040

作者简介:骆明辉(1983-),男,硕士,讲师,主要从事大学物理和大学物理实验的教学和研究工作.

成模拟电信号传输给投影仪；

(5) 投影仪将模拟电信号转换成光信号，投影在大屏幕上，还原目镜里的图像。

3 应用实例

本文将以“用分光计测三棱镜的折射率”和“用衍射光栅测光波的波长”两个实验^[3]为例，展示如何将无线视频传输技术应用在辅助光学演示实验中。这两个实验在大学物理的光学实验中，是比较典型的有难度的实验，因为它们都需要用到分光计。分光计在大学物理实验中是一个非常重要的实验仪器，可用于需要非常精确测量角度的实验。分光计结构复杂，调节步骤繁琐，使得这两个实验相对比较有难度。若能很好地解决这两个实验的演示问题，其他光学实验的演示也将变得容易。具体应用如下。

3.1 图像采集部分

如图 2 所示“用衍射光栅测光波的波长”的实验。图像采集用的摄像头型号为：三星 SDC-313，分辨率大约 500 电视线，最低照度为 0.5Lux，输出的视频信号为模拟信号。电源为 DC12 V，镜头焦距为 8 mm。摄像头固定在可升降的光学底座上，便于精确对准目镜。无线视频发射器的工作频率是 1.2 GHz，电源为 DC12 V，发射功率为 1~5 W。这个功率能够保证在实验室有学生做实验，人体会反射和吸收一部分电磁信号的情况下，实验室的任何一个角落仍然有良好的信号。



图 2 用衍射光栅测光波的波长

3.2 图像投影部分

如图 3 所示，无线视频接收器使用的是 DC12 V 电源，工作频率是 1.2 GHz。与发射机对频后输出模

拟视频信号至投影仪，投影仪将图像投影至大屏幕显示。无线视频发射机和接收机点对点进行信息传送，无需通过网络连接，适用于无网络的环境。



图 3 无线视频接收与投影

3.3 实验效果

图 4 是“用衍射光栅测光波的波长”实验的衍射光谱无线投影效果。所使用的光源是汞灯，光栅常数为 $\frac{1}{300}$ mm。所看到的是正一级谱线，从左到右的谱线分别是紫光、蓝光、绿光、黄 1 光、黄 2 光。从图中看出，紫光的亮度虽然非常低，但是投影仍然可以看得清楚。黄 1 光的波长是 576.96 nm，黄 2 光的波长是 579.07 nm，波长非常接近，只差 2.11 nm。两条谱线非常靠近，在投影上也能够很清晰地区分出来。学生能看到分开的两条黄色谱线很重要，因为很多时候学生调节平行光管的狭缝时，狭缝太宽或者对焦不准都会使得两条黄色谱线合并为一条。若能让他们直观地看到教师是怎么通过调节狭缝的宽度以及狭缝与透镜间的距离，使得两条黄色谱线渐渐变得清晰可辨，他们就比较容易能自己把两条黄色谱线调节出来。

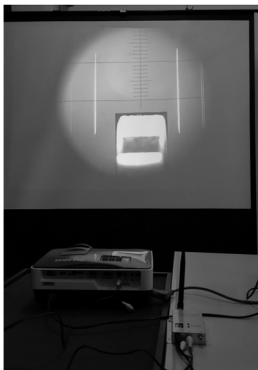


图 4 汞灯的光栅衍射光谱

图5是“用分光计测三棱镜的折射率”实验中调节分光计与测量三棱镜顶角过程中看到的从三棱镜的光滑面反射至目镜里的分划板的十字叉丝像。从图中可以看到,分划板与十字叉丝的像都非常的清晰。在演示用各半调节法调节十字叉丝像的位置时,学生能够很直观地看到当调节载物台调平螺钉和望远镜光轴高低调节螺钉的时候,十字叉丝像位置的上下移动情况,这样就能够很好地帮助他们理解调节的过程,掌握各半调节法。



图5 分划板与十字叉丝像

4 结论

本文以两个典型的光学实验为例,展示了如何

将无线视频传输技术应用在课堂辅助演示光学实验中。从实验演示的效果来看,这项技术确实非常成功地解决了在引言中所提到的困难,切实有效地提高了光学实验的教学效率。用投影仪代替小的显示器,一方面投影出来的图像更大,使得全体学生都能很清晰地看到实验现象;另一方面因为投影仪是可以悬挂的,不需要放在实验台上,减少了实验台上设备的数量,使得实验台更加宽敞。以无线代替有线,减少了布线的人工成本与材料成本。少了线的约束,摄像头可移动性增强,教师可以在讲台上演示,也可以在实验室内任何一台仪器上演示;可以在某个特定的实验室演示,也可以拿到其他实验室演示,仪器的利用率提高。因为光学实验的相通性,这项技术的应用不局限于文中所提到的两个实验,也同样可以应用在其他的光学实验中,甚至是非光学实验中。

参考文献

- 1 张东彬. 胶囊内镜系统的无线视频传输技术研究[D]. 厦门:厦门大学,2008. 32 ~ 33
- 2 孙正和,刘立宝,任守田,郭冠军. 用 CCD 成像方法辅助课堂演示实验[J]. 物理实验,2018,38(S1):30 ~ 32
- 3 陈春彩,陈源福,林二妹. 大学物理实验[M]. 北京:清华大学出版社,2018. 88 ~ 98

Application on Wireless Video Transmission Technology in Optical Experiments

Luo Minghui Lin Ermei

(Department of Basic Teaching, Minnan University of Science and Technology, Quanzhou, Fujian 362700)

Abstract: In order to demonstrate optical experiments in class more effectively and improve the efficiency of experiment teaching, the image in the eyepiece collected by the CCD camera is projected on the big screen with the wireless video transmission technology, so that students can see the experimental phenomenon that can only be observed through the eyepiece while seeing the teacher's experimental operation. The application of wireless video transmission technology reduces the labor cost and material cost of wiring. The CCD camera is wire free, therefore enjoys more mobility and more flexibility. One camera can be used to demonstrate different experiments, saving the cost of experiment equipment.

Key words: CCD; wireless video transmission; experiment demonstration