

物理实验



称重式光学雨量计的设计*

蔡彦

(昭通学院物理与电子信息工程学院 云南 昭通 657000)

李应绪

(昭阳一中 云南 昭通 657000)

单长吉 徐楠 杜国芳 艾鹏

(昭通学院物理与电子信息工程学院 云南 昭通 657000)

(收稿日期:2017-02-16)

摘要:对现有雨量计存在的问题进行了分析,针对问题提出了一种降雨量监测设备改进方案.将结构简单的机械称重式雨量计与光学 CCD 图像采集技术相结合,将降雨监测点与通信基站进行共建共享.实现降雨量与雨滴谱信息的远程在线自动监测,改进后的称重式光学雨量计从组成结构上就规避了现有仪器的不足,有效提高了降雨监测的广泛性,节约了有限的土地资源并减少了重复建设和投资.

关键词:雨量计 远程监测 通信基站 称重式光学雨量计

降雨量和雨滴谱是非常重要的气象监测指标,气象中的降雨多指云层中液态水、固态水降落到地面的天气现象.如何准确实时地获取降雨量,对气象灾害的监测和预防尤为重要.降雨量的监测需要使用雨量计,目前投入使用的雨量计主要有机械式雨量计和光学雨量计两种.其中,机械式雨量计主要有翻斗式雨量计、称重式雨量计、虹吸式雨量计;光学雨量计主要有光学散射探测雨量计、光强衰减法雨量计和图像采集法雨量计^[1~4].

雨滴谱是单位面积内降雨雨滴颗粒大小随其直径的分布关系,是描述降雨的重要参数,是雨云产生过程、形成降雨的物理过程及降雨的形成机制的评价指标.由雨滴谱可反推云中的含水量、降雨几率、回波强度等参数,对微波通信、暴雨预报预警、人工降雨方面的研究也有较高的参考价值.测定雨滴粒径是判定雨滴谱分布的关键,目前测定方法有快速摄影法、方格法、面粉团法、浸入法、雷达观测法、滤纸色斑法和图像采集法等^[5].

现有仪器或研究方法对于上述降雨量和雨滴谱的测定各有优劣,但都不能同时准确实时地测定这

两项指标.为了解决这个矛盾,对原有装置进行了改进,改进后的仪器可以实现远程监测降雨量及其相关雨滴谱等信息.

1 现有仪器或研究方法的问题

传统的机械式雨量计基于力学原理,在测量中雨、大雨、暴雨、大暴雨、特大暴雨中具有较高的准确度,但是在小雨、毛毛雨、冻雨、冰雹、降雪等方面准确度大大降低,而且不能测定雨滴谱.采用这类方法制造的仪器结构简单,制作成本低,但无法远程自动完成雨量监测任务,人工工作量大.

光学雨量计基于光学测量原理,采用非接触式测量,避免了机械式雨量计的一些不足之处,如承水器的蒸发、输水管水滴的附着等,可做到数据的高速输出,对于小雨、毛毛雨、降雪、冻雨、冰雹的监测具有较高的准确度,可测定雨滴的直径、粒径分布和降落末速度等代表雨滴谱特征的特征参数.光学雨量计利用激光穿过雨滴时的散射光或透射光的幅度和相位来计算粒子的大小和速度信息,仍不可避免重叠雨滴的复杂散射问题,从而导致雨量的误判,故对于中

* 昭通学院科学研究课题,项目编号:2016xj27

作者简介:蔡彦(1987-),男,硕士,助教,主要从事大学物理实验教学与科研工作.

雨、大雨、暴雨、大暴雨、特大暴雨等方面的监测准确度大大降低^[5~8].

2 仪器改进办法

针对现有仪器或研究方法存在的不足,对现有雨量计进行改进.结合光学雨量计与机械式雨量计的优缺点,探索出一种同时使用力学原理和光学原理的雨量计改进方案,将机械式雨量计中应用广泛的称重式雨量计、与光学雨量计中的 CCD 图像采集法相结合的称重式光学雨量计.

这种方案避免了光学雨量计在监测大雨中的不足,同时弥补了机械式雨量计在监测小雨中的误差.该方案中的仪器由三角支脚架、雨量外筒、盛水器、激光器及其固定装置、CCD 及其固定装置、承水漏斗与过滤网、重力传感器、水平泡、虹吸排水管等部件构成,改进后的仪器装置如图 1 所示.

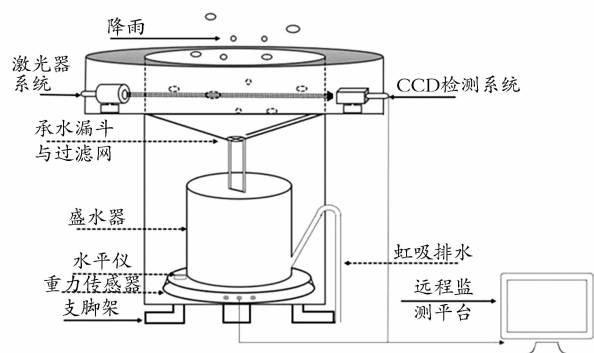


图 1 称重式光学雨量计

为了减少土地资源的浪费,充分实现资源共建共享,降雨量监测点与通信运营商的通信基站可以进行共建,共享土地资源.通信基站具有分布广泛、站点多、无遮挡、地理位置好等优势,乡村站点平均间隔 3 km,城区站点平均间隔仅 800 m.目前降雨量监测点的数量远少于通信基站的数目,布点选择空间大,有利于实现快速布点、全面监测^[9,10].

如图 1 所示,降雨雨滴首先通过 CCD 图像采集系统,由 CCD 监测系统获得雨滴直径、雨滴末速度等雨滴谱特征信号.雨滴继续往下落,落入承水器中,经过过滤网去除杂质后进入盛水器,支撑盛水器的重力传感器获得单位面积内的降雨量信息.

将获得的图像信息和降雨量信息接入通信基站的光端机,由光端机将电信号转换为光信号,通过光

纤传输至远程监测平台的光端机,远程光端机将光信号解调为电信号,输入远程监测平台的计算机系统,从而实现远程实时在线监测降雨量与雨滴谱.与通信基站共享的最大好处就在于,可以直接共享通信基站的场地、电源、光端机、传输光纤等资源,节省大量的重复投资和建设,更快地实现降雨信息的实时在线自动监测、控制与传输.

3 结论

改进后的称重式雨量计避免了现有仪器的不足,结合力学原理雨量计和光学原理雨量计,实现从毛毛雨到大暴雨的精确监测,可以适应不同类型的降雨.与通信基站共建共享,真正实现远程在线自动实时监测,可以满足快速布点的需求,节约了有限的土地资源,避免了重复投资和建设.改进的实验仪器构造简单,容易制造,制造成本不高,操作容易,易于改进,非常适合在气象监测站予以推广.

参考文献

- 1 王青梅,杨艳玲,谢邦力.利用雨的光闪烁效应测量降水强度.量子电子学,1994(3):198~204
- 2 岑家生,王青梅,罗晖.降水粒子的成像探测技术及仪器初探.大气与环境光学学报,2011,06(6):415~422
- 3 舒大兴.JSP-1型虹吸校正翻斗雨量计.中国计量,2009(9):63~64
- 4 唐慧强,匡亮,施珮.基于WSN的高精度称重式雨量计设计.测控技术,2014,33(5):1~4
- 5 皇甫张棣.光学雨量传感方法的研究:[学位论文].昆明:昆明理工大学,2014
- 6 高太长,苏小勇,杨树臣.基于线阵CCD的光学降水自动测量系统校准方法.解放军理工大学学报,2013,14(3):315~321
- 7 李林,范雪波,孙雪琪,等.DSC2型称重式降水传感器测雨性能的分析.气象,2016,42(8):1013~1019
- 8 牛永红,卢会国,蒋娟萍.称重式雨量计几种不同滤波方法的效果对比分析.气象水文海洋仪器,2013,30(4):21~26
- 9 王亚娟,白国营,赵洪岩,等.北京城市水文站网现状分析与思考.中国水利,2013(21):43~45
- 10 赵洪岩,白国营.固态存储雨量计与虹吸式雨量计降水资料初步对比分析.北京水务,2013(02)

Design on Optical Rain Gauge of Weighing Type

Can Yan

(College of Physics and Electronic Information Engineering, Zhaotong University, Zhaotong, Yunnan 657000)

Li Yingxu

(Zhaoyang No.1 Middle School, Zhaotong, Yunnan 657000)

Shan Changji Xu Nan Du Guofang Ai Peng

(College of Physics and Electronic Information Engineering, Zhaotong University, Zhaotong, Yunnan 657000)

Abstract: The existing problems of rain gauge were analyzed, and an improved scheme of rainfall monitoring equipment was put forward. A simple structure of mechanical weighing rain gauge and optical CCD image acquisition technology are combined. The rainfall monitoring points and communication base stations were built to share. The improved weighing optical rain gauge can avoid the shortcomings of the existing instruments, and realize the automatic monitoring of the rainfall and raindrops information on the remote online. This scheme can effectively improve the universality of rainfall monitoring, and save the limited Land resources, and reduce duplication and investment.

Key words: rain gauge; remote monitoring; communication base station; weighing optical rain gauge

(上接第76页)

学习,可以使学生利用自己原有认知结构中的有关经验去“同化”当前学习的新知识,从而赋予新知识新的意义。所以在教学设计中,若将学习内容置于熟悉的生活情境中,帮助学生在这种情境下去发现、探究并解决问题,既符合教育学理论和心理学规律,又会使课堂教学变得生动高效。本节课以熟悉的生活原型为载体,通过设计活动,使学生参与并让学生成为探索问题的主体,让学生在讨论中明知,在争论中解惑,在思考中提升。浓郁的生活气息充盈着整个课堂,充分彰显了物理学科的学科魅力,使得物理学习不再是“纸上谈兵”,学生真切地体会到了生活中的物理,感受到了物理与现实生活的联系,从而激发了学生在生活中发现物理、应用物理的意识。

3.2 重视原型到模型的过渡 凸显模型的建构过程

将生活中的实际问题经过分解、提炼、抽象后成为物理模型,并用学过的物理知识求解、验证模型的合理性,再用该模型所提供的结论来解释现实问题,这一过程就是建模。它使学生经历了表征、抽象、概括的过程,学会了解决实际问题的策略和方法,有效地促进了知识的迁移,提高了物理思维能力。而学生的能力发展水平,不仅取决于其自身思考与探索的积极性和主动性,也取决于知识生成与发展进程中参与的深度和广度。因此在教学中,我们要将教师的

有效导学和学生的主动探究有机地结合,通过多种教学手段让学生充分经历探究的全过程,体验建模的各个环节,达到活化知识、发展能力的目的。本节课以学生活动为中心,有目的地创设层次性的问题情境,引领学生在探究解惑、分层推进的过程中实现物理模型的自主建构,并在对建模过程的回顾和反思中,感悟模型的魅力,形成模型的思想。

3.3 注重拓展与应用 培养学生模型迁移能力

在教学过程中,既要注重学生建模思想的形成,更要注重物理模型的拓展应用。模型的建立不是最终目的,而是让学生先理解并掌握科学的建模方法,再学会应用新建的模型去解决问题。所以教师应对模型进行适度的生成和拓展,继续提供新的类似的问题情境,使学生利用已建立的物理模型来解决新的问题,以达到巩固模型和培养学生模型迁移能力的目的。在应用模型的过程中,不能让学生简单地套用模型,而应引导学生掌握解决问题的思维过程,并对过程的各个环节进行剖析,进一步加深学生对物理模型的理解,促进模型的内化。

参考文献

- 1 陈雪梅. 高中物理“贴近生活、联系实际”教学策略的研究. 物理教师, 2016(3): 28 ~ 31
- 2 邢红军. 高中物理高端备课. 北京: 中国科学技术出版社, 2014. 175 ~ 180