

第九届全国高等学校 物理实验教学仪器评奖推荐书

自制实验仪器名称： 电子漂移速度测量装置

实验教学中心名称： 清华大学实验物理教学中心

所 在 院 系： 物理系

自制实验仪器负责人： 肖志刚

联系电话（手机）： 13260193559

（办公室）： 010-62786629

邮 箱： xiaozg@mail.tsinghua.edu.cn

中国高校实验物理教学研究会

2016年1月

作品简介：（字数限 2000 字以内）

自制实验教学仪器的性能指标、台套数、作用、功能、特色优势、应用、推广等情况的简要介绍

【背景简介】

上世纪初云室的发明可以实现气体中带电粒子运动径迹的测量，但其记录方法早期多为照相法，图像需特殊的测量器具分析，工作过程缓慢且繁琐。1970 年代，移居法国的波兰物理学家夏帕克 (G·Charpak) 发明了多丝正比室，很好地解决了上述困难，因此获 1992 年诺贝尔物理学奖。

【工作原理】

典型的正比室是在细丝和导体管壁间加高压，带电粒子穿过充气管使气体电离，释放电子而变成正离子。在电场作用下，电子向管心的细丝（即阳极）运动，接近细丝处电场非常强，电子被电场加速获得足够的能量使气体发生次级电离。释放更多的电子，这一过程反复发生便形成电子和正离子的雪崩，二者的运动在阳极丝产生感应电信号，从而给出带电粒子通过的信息。

【装置介绍】

由清华大学实验物理教学中心研制的“电子漂移速度测量装置”（请参见附图1、2），利用紫外激光电离气体分子中的电子，在外加电场的作用下，电离的电子加速运动，但由于与气体分子的频繁碰撞而受到阻力作用，该阻力与速度成正比。二者竞争导致电子很快达到平衡状态，遂以恒定的速度向阳极面漂移。测量入射激光的位置、激光脉冲与阳极信号之间的时间差，可以利用示波器或自编软件定出电子的漂移速度（请参见附图3、4）。

【性能指标】

测试条件：

漂移电压-1200V，（雪崩电压 1400V，影响信号幅度）；

激光器：波长 266nm，脉宽 7ns，平均功率 10mW，调制信号 $f=4\text{kHz}$ 方波， $V_{p-p}=5\text{V}$ ，占空比 83%。

气体：甲烷 10%，氩气 90%。

测量结果：电子漂移速度为 $48.0\pm 0.6 \text{ mm}/\mu\text{s}$ ，且具有很好的重复性。

【台套数】一套，已用于教学实验。

【作用与功能】

测量电子在电场的作用下，在气体中的漂移速度。

可以使学生以多种常见的实验仪器或部件为基础，结合漂移室/多丝室的基本使用，学习力学、电磁学、高能物理的综合理论及实验技能，初步了解这套装置在物理实验、医学、生物学、材料科学、天文学等诸多研究领域中的一些测量手段和其重要作用。针对不同的教学要求，可在普通物理实验、基础物理实验、近代物理实验中开设。

【特色优势】

装置及实验内容包含力学（还有速度正比阻尼项的牛顿方程求解）、电磁学（细圆柱体周围的电场分布，电离过程与信号放大）、高能物理（气体漂移室的径迹测量），该实验的思想源自高能物理实验中多丝室和漂移室的应用。

1. 在电场中的电子漂移过程运动符合力学理论中的牛顿运动方程。对电子在电场作用和气体阻尼作用下运动规律的了解，将大大丰富学生对牛顿力学的图像认识。
2. 漂移室的结构和电场分布规律以及电子电离的规律适用于电磁学理论，又是高能物理中带电粒子测量的重要手段。
3. 展示了现代粒子物理与核物理实验中测量带电粒子最为常用的方法——利用漂移室测量带电粒子径迹，有助于增加学生对现代高能物理实验方法的了解。

【应用】

已用于近 3 年来清华大学“近代物理实验”和“高等物理实验”课程的实验教学，也接纳了部分中学生，引起了学生的极大兴趣。2015 年获得清华大学学生实验室建设贡献一等奖，并由本科生（鲍亦澄）在国际物理教育大会（ICPE2015）做口头报告。

【推广】

本装置原理简单，物理内容丰富，设计巧妙，结构清晰，结果可重复性好，制作成本较低，具有很好的推广价值。

【项目支持】

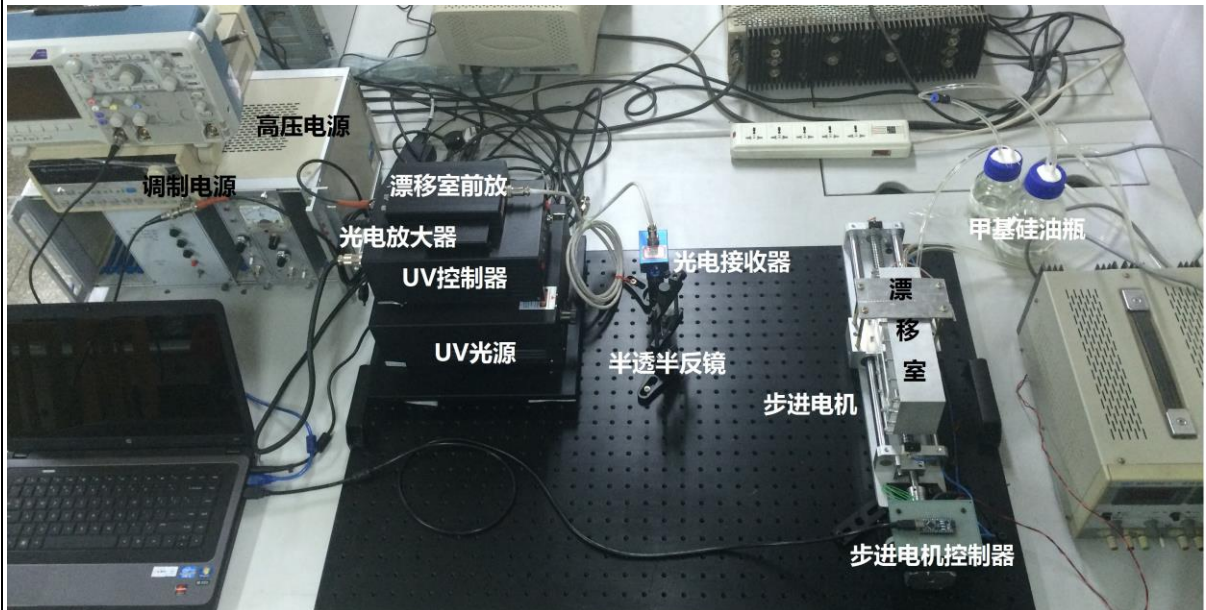
装置的搭建是在清华大学实验室与设备处“第二届实验室创新基金”（2013 年）及清华大学实验物理教学中心经费支持下完成。

【参加研制人】

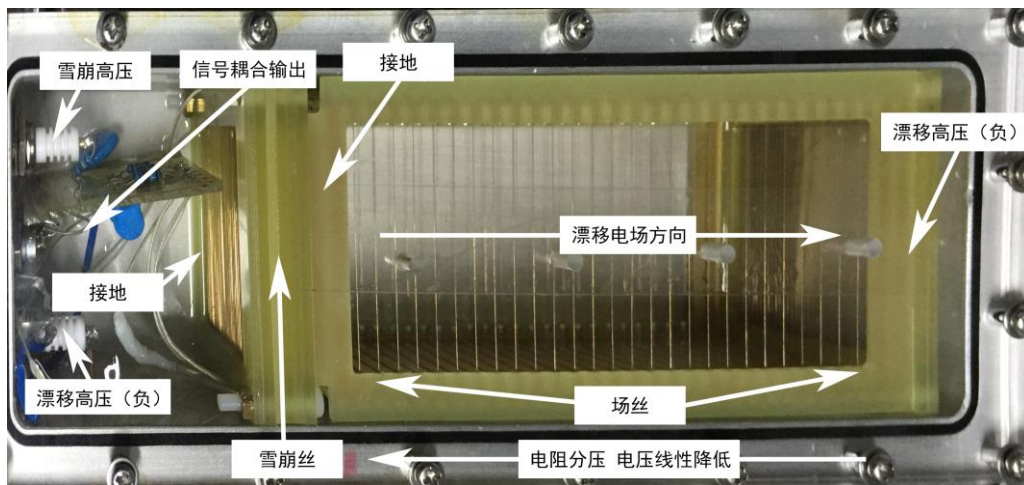
鲍亦澄（本科生）、易晗（博士生）、常纓、张钊、肖志刚

作品照片 (3-5 张)

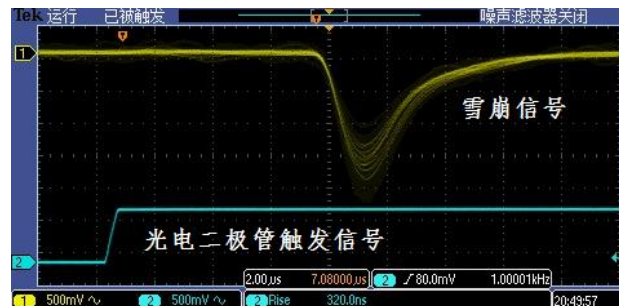
附图 1, 装置图



附图 2, 自制漂移室结构图:



附图 3, 示波器测试信号



附图 4，软件界面：

