

# 基于LabVIEW虚拟仿真在《真空镀膜技术》教学中的应用

田灿鑫, 陈震彬, 项燕雄, 谢伟, 邹长伟

岭南师范学院物理科学与技术学院, 广东 湛江

收稿日期: 2023年11月1日; 录用日期: 2023年11月30日; 发布日期: 2023年12月7日

## 摘要

学生在《真空镀膜技术》课程学习过程中, 由于受真空镀膜设备条件限制, 动手操作机会较少, 导致实践锻炼不足, 且不利于理论知识的理解掌握。本研究以LabVIEW软件为开发平台, 桌面型真空镀膜仪为原型, 构建真空镀膜虚拟仿真系统。通过虚拟仿真系统, 学生可以实现模拟操作抽真空、薄膜制备及关停机的工艺过程。学生通过虚拟仿真系统的模拟操作为实践操作的学习奠定了基础, 提高了真空镀膜设备利用效率, 并有效增强学习效果, 促进专业技能的提升。虚拟仿真系统融入真空镀膜教学, 丰富了课堂教学形式, 提升了课堂教学效果。

## 关键词

真空镀膜, 涂层工艺仿真, LabVIEW

# Application of Virtual Reality Based on LabVIEW in the Teaching of "Vacuum Coating Technology"

Canxin Tian, Zhenbin Chen, Yanxiong Xiang, Wei Xie, Changwei Zou

School of Physics Science and Technology, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: Nov. 1<sup>st</sup>, 2023; accepted: Nov. 30<sup>th</sup>, 2023; published: Dec. 7<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

In the course of "Vacuum Coating Technology", because of the limitation of vacuum coating equipment conditions, students have few practical operation opportunities, resulting in insuffi-

cient practical exercise, and it is not conducive to the learning of theoretical knowledge. In this study, the LabVIEW software is the development platform and the desktop vacuum coater is the prototype, the simulation system of vacuum coating operation was constructed. Through the simulation system, students can realize the practical process of pumping, film preparation and power off by computer simulation. The simulation operation lays the foundation for the students' learning of practical operation, improves the utilization efficiency of vacuum coating equipment, effectively enhances the learning effect, and promotes the improvement of professional skills. The virtual simulation system is integrated into the vacuum coating teaching, which enriches the teaching form and improves the teaching effect.

## Keywords

Vacuum Coatings, Coatings Process Virtual Reality, LabVIEW

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

真空镀膜技术作为表面处理工艺中不可或缺的技术之一,越来越受到人们的重视[1][2]。真空镀膜技术是在真空环境下,通过加热或高能粒子轰击的方式产生膜材粒子,最终膜材粒子沉积在待处理工件表面,形成具有特定性能的薄膜,从而改进基底材料的表面性能[3]。相较于传统的电镀和化学镀膜等技术,真空镀膜技术是一种清洁、无污染的环境友好型表面处理技术。真空镀膜技术制备的膜层具有厚度均匀,附着力好、硬度高及耐磨性能优良等优势,真空镀膜技术被广泛应用到工业生产及人们生活的各个领域[4][5][6][7]。

岭南师范学院应用物理学专业自2019年以来,每年开设真空镀膜技术课程,讲授真空镀膜技术知识。由于真空镀膜设备价格昂贵、数量少,学生在学习过程中,动手操作的实践机会较少,造成实践操作能力不强,也限制了对理论知识的深刻理解。虚拟仿真技术打破时空限制,以模拟真实实验场景,通过人机交互模拟完成实践操作,降低了教学过程对硬件设施的依赖度,并能获得较好的教学效果[8]。中国知网检索[9],自2005年以来,虚拟仿真技术在教学领域的研究探索逐年增多,就论文发表数量在2017年达到一个小高峰,近年来发文数量进一步增多,这说明虚拟仿真教学得到了广泛的关注和认可,也是当前教育教学改革的热点,虚拟仿真在物理,医学、材料、机械、地理及课程思政等教学中都得到了广泛的应用[10]-[16]。

本文基于LabVIEW软件,以桌面型真空磁控溅射镀膜设备为原型,构建真空镀膜工艺运行过程的模拟仿真系统,并应用到真空镀膜教学中,丰富课堂教学内容,多样化教学形式,促进学生真空镀膜实践操作能力的提升,助力《真空镀膜技术》课程进入低成本高效率的虚拟仿真教学新时代,培养符合产业需求的应用型技能人才。

## 2. 真空镀膜工艺仿真系统设计与实现

基于LabVIEW软件,构建虚拟仿真系统,并以该系统运行真空镀膜工艺。LabVIEW的功能结构分为两部分:显示面板和程序框图。前者主要是图形化用户界面,后者主要是模块化的程序。显示面板分成交互式的输入和输出两类,分别对应系统的控制器与显示器。程序框图中的控件是实现基础图形化源

代码，通过不同的控件相互组合，解决不同问题。

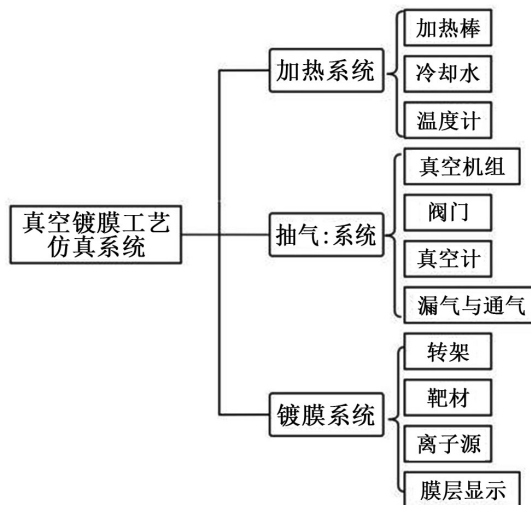


Figure 1. Diagram of vacuum coatings process simulation system  
图 1. 真空镀膜工艺仿真系统框图

图 1 所示为真空镀膜工艺系统的程序框图。以桌面型真空磁控溅射镀膜设备为样本进行模型的构建。将镀膜系统简化为抽气系统、加热系统、镀膜系统。抽气系统由真空机组、阀门和真空计等组件及漏气作用构成；加热系统由加热管、冷却水和测温计构成；镀膜系统由转架、靶材、离子源和膜层沉积显示构成。对于真空系统，漏气是绝对的，不漏是相对的，满足镀膜工艺对漏率的要求即可，所以在抽气系统附加漏气作用。三个系统既有独立的功能又相互关联。抽气系统为真空镀膜提供真空环境。加热系统为镀膜过程提供所需的温度环境，膜材粒子在基底上有效成膜。

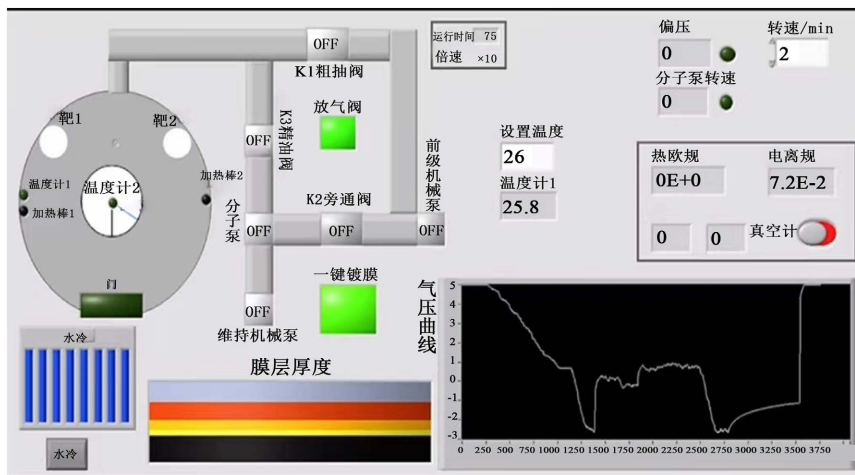


Figure 2. Display panel of vacuum coatings' process simulation system  
图 2. 真空镀膜工艺仿真系统显示面板

图 2 为真空镀膜虚拟仿真程序的显示面板，可以清晰明了看到真空镀膜工艺运行过程中各个组件及参数显示，某个按钮颜色为绿色时表示该按钮为开，灰色表示关闭，当点击相应的按钮，如泵、阀门或其他按钮后，实现相应的功能。其中“水冷”按钮和其他开关按钮关系为先点亮“水冷”才能点亮其他

的按钮,当点击“一键镀膜”按钮后,仿真系统会按照设定的工艺流程运行,将镀膜过程气压变化曲线,薄膜生长过程,简单明了展示在显示面板上,有效促进学生对真空镀膜过程的整体认识和理论知识的学习和理解。

### 3. 真空镀膜仿真系统在真空镀膜教学中的应用

《真空镀膜技术》课程内容应用性强,日常生活中大部分学生没有直接接触的机会,在课程教学过程中,理论知识很难形象化,显得枯燥晦涩。例如抽真空过程:首先是通冷却水,开前级机械泵、开粗抽阀对真空室抽低真空,同时开维持泵、开分子泵,其次待真空室真空度达到分子泵可运行压力,同时分子泵转速达到额定转速,此时关闭粗抽阀,开旁通阀,开精抽阀,开始对真空室抽高真空。对于真空获得过程,语言讲解叙述显得枯燥乏味,学生很难深刻的理解,学习效果较差。基于 LabVIEW 的虚拟仿真系统将真空镀膜过程展示给学生。学生通过按钮的操作,首先形象化的了解了抽真空过程,加深了印象,其次通过互锁的设置,提升了学生的真空技术素养和安全意识,例如:只有点亮“水冷”按钮后,才能进行抽真空操作,这样是为了设备的安全运行;只有真空室真空度达到分子泵可运行真空才能开始分子泵抽高真空;当粗抽阀关闭时,旁通阀才能开启,只有真空室真空度满足分子泵运行要求,精抽阀才能开启,这些操作步骤是受真空泵本身特性决定的,依此激发学生了解回顾真空泵的原理及特点。下一步将探索基于 LabVIEW 的粒子溅射或蒸发过程,进一步深化、细化虚拟仿真系统在真空镀膜技术教学中的应用。

### 4. 模拟仿真系统融入真空镀膜教学的意义

1) 真空镀膜技术课程采用虚拟仿真辅助课堂教学,符合以学生为本的教学理念,注重行业企业对学生综合能力的要求,培养学生的创新思维,增强学生的创新能力,激发学生学习专业知识的兴趣,有利于应用型真空镀膜技术人才的培养。

2) 真空镀膜设备价格昂贵,高校教学很难大批量购置,真空镀膜教学设备严重不足,很难满足教学的要求,通过构建虚拟仿真模拟系统,并融入真空镀膜教学课堂,有效缓解了这一问题。学生通过真空镀膜虚拟仿真系统演练,实践环节失误率大幅度降低,设备的使用效率和教学效果都得到明显提升。教师根据学生的虚拟仿真操作情况,实时获得学生的学习情况,并及时做出反馈,对教学内容查漏补缺,同时学生操作情况还可以作为平时成绩依据之一,多样化评价学生的学习情况。

### 5. 结论

基于 LabVIEW 软件构建了图像化显示的真空镀膜模拟仿真系统,克服了实践教学环节设备不足的问题,加强了理论和实践的结合,增强了课堂的趣味性。学生对真空获得过程,薄膜制备过程和设备开关机过程的理解得到提升,实践动手操作能力得到锻炼,真空镀膜设备实践操作利用效率和效果得到明显加强,有效反馈学生的学习效果,促进学生对真空镀膜理论知识的学习。真空镀膜虚拟仿真系统弥补了现有课堂教学的不足,使高校课堂教学与企业对应用型真空技术人才的需求越来越接轨。

### 基金项目

岭南师范学院人才项目(ZL1931);岭南师范学院 2023 年度校级教育教学研究和改革资助项目;岭南师范学院 2022 教学质量与教学改革工程项目——应用物理学一流专业;2022 年度岭南师范学院应用物理学课程思政教学团队;广东省本科高校高等教育教学改革项目(粤教高函 2023-4 号-729)。

### 参考文献

[1] 李晓刚,黎子辉,叶俊文.基于文献数据可视化的真空镀膜技术研究与应用分析[J].真空科学与技术学报,2022,

42(11): 863-875.

- [2] 王福贞. “热处理技术”和“真空镀膜技术”在走向融合[J]. 真空, 2020, 57(5): 1-6.
- [3] 真空镀膜加工技术[J]. 电镀与精饰, 2011, 33(3): 11.
- [4] 姚坤满. 金属镀膜技术在手印显现应用中的研究进展[J]. 电镀与涂饰, 2022, 42(9): 31-39.
- [5] 张子嘯, 余才林. 真空技术在 5G 产业链的应用[J]. 真空科学与技术学报, 2020, 40(12): 1115-1118.
- [6] 宋永良. 浅析真空镀膜技术[J]. 甘肃科技, 2004, 20(7): 59-60.
- [7] 邸英浩, 胡晓峰, 李红娟. 浅析真空镀膜技术的现状及进展[J]. 科技风, 2014(8): 272.
- [8] 朱永生, 寻兮, 党洁, 等. 虚拟仿真实验在医学遗传学实验教学中的探索与实践[J]. 中国医学教育技术, 2023, 37(5): 579-584.
- [9] 朱归胜, 陈彩明, 赵响云, 等. 材料类专业虚拟仿真实验项目建设与应用[J]. 高教学刊, 2023(27): 22-25.
- [10] 吴旭普, 刘高福. 虚拟仿真实验融入大学物理教学的探讨[J]. 现代商贸工业, 2023(21): 264-266.
- [11] 宋超, 章文, 洪云霞, 等. 医学虚拟仿真教学的人工智能化前景探讨[J]. 医学教育研究与实践, 2023, 31(5): 515-519.
- [12] 黄双君. 虚拟仿真在材料工艺与模型制作教学中的应用[J]. 电子技术, 2023, 52(2): 88-89.
- [13] 皇甫浩然, 杨蕊华, 胡明林, 等. 基于虚拟现实技术的气动式多轴数控攻丝机虚拟仿真教学系统开发[J]. 机电产品开发与创新, 2023, 36(4): 169-172.
- [14] 魏向辉, 张京弟, 孙亮, 等. 测绘地理信息类课程虚拟仿真实训教学体系探索[J]. 石家庄铁路职业技术学院学报, 2023, 22(2): 111-115.
- [15] 陈玲, 陈艺鸣. 虚拟仿真技术赋能思政课教学的应用前景及策略[J]. 学校党建与思想教育, 2023(18): 48-51.
- [16] 阳能军, 王友才, 袁晓静, 等. 虚拟仿真实验在工程机械结构原理与维修教学中的应用[J]. 现代制造技术与装备, 2023(7): 222-224.