

基于真空电弧熔炼法制备智能合金材料虚拟仿真实验的应用研究

Application Research of Virtual Simulation Experiment of Intelligent Alloy Material Preparation Based on Vacuum Arc Melting Method

王丹丽¹ 周严^{1*} 吴发麒¹ 杨广武²

Danli Wang¹ Yan Zhou^{1*} Faqi Wu¹ Guangwu Yang²

1. 天津商业大学 理学院 中国·天津 300134

2. 天津中德应用技术大学 中国·天津 200350

1. School of Science, Tianjin University of Commerce, Tianjin, 300134, China

2. Tianjin Sino-German University of Applied Sciences, Tianjin, 200350, China

摘要: 针对真空电弧熔炼法的智能合金材料的制备实验具高电压、高温、高真空等危险因素及实验耗时长、成本高等问题,开发了基于真空电弧熔炼法制备智能合金 Tb-Dy-Fe 虚拟仿真实验,该实验项目克服了传统真空电弧熔炼实验的不足,帮助学生真正掌握智能材料的制备方法,通过实际操作提高学生专业理论知识的学习兴趣,实现对学生的实践能力和创新能力的培养。

Abstract: Aiming at the problems of high voltage, high temperature, high vacuum and other risk factors, long experimental time and high cost in the preparation experiment of intelligent alloy materials by vacuum arc melting method, a virtual simulation experiment for the preparation of intelligent alloy Tb-Dy-Fe based on vacuum arc furnace melting method is developed, the experimental project overcomes the shortcomings of traditional vacuum arc melting experiment, help students really master the preparation methods of intelligent materials, improve students' interest in professional theoretical knowledge through practical operation, and realize the cultivation of students' practical ability and innovation ability.

关键词: 虚拟仿真; 真空电弧熔炼法; 智能材料

Keywords: virtual simulation; vacuum arc melting method; intelligent materials

基金项目: 天津市自然科学基金(18JCYBJC87100); 2020年天津市研究生科研创新项目(2020YJSZXS23); 天津市教学成果奖重点培养项目(PYGJ-004)。

DOI: 10.12346/etr.v4i3.5836

1 引言

智能材料是指能感知环境条件或刺激并对其做出响应的材料。近年来,随着信息技术、人工智能等现代高新技术的发展,智能材料的物理和化学特性等相关研究引起了广泛关注,其中智能材料的制备与合成是对其物化特性研究的重要一环。因此,开设智能材料制备实验项目在相关教学工作具有十分重要的意义。

基于真空电弧熔炼法的智能材料 Tb-Dy-Fe 合金的制备实验受到诸多条件的限制,客观上限制了本实验在本科专业教学中的开展,严重制约了新工科专业材料类课程的教学水平和教学质量的提高,导致学生理论与实践脱节,对所学知

识缺少感性认识,创新能力得不到很好地培养和挖掘。

引入虚拟仿真实验,开发一套真空电弧熔炼法的智能合金的制备虚拟仿真实验系统,可以有效地解决这些问题。学生能够有机会接触到真实的智能材料合金的制备流程,可以更直观地观察真空电弧炉的内部结构和工作原理。该仿真实验系统的开发与实施,不仅可用于理工类专业学生相关专业课程实验、相关课程设计和毕业设计,也可用于高校实验室负责真空电弧炉仪器使用及维护的实验员和实验教师培训。

2 开设意义

2.1 传统教学的弊端

金属材料熔炼技术与原理是物理、化学、材料等专业课

【作者简介】王丹丽(1983-),女,中国山西长治人,博士,讲师,从事物理实验教学研究。

【通信作者】周严(1980-),男,中国天津人,博士,教授。

程教学中的理论知识点,同时也是理论与实践技能高度契合的一项内容,基于真空电弧熔炼法的智能材料 Tb-Dy-Fe 合金的制备实验的实施可帮助学生对相关理论知识进行深入理解和掌握。然而实际教学中存在高电压、高温、高真空等危险因素,客观上限制了本实验在本科专业教学中的开展,造成许多相关的课程没有配套的实验课,学生无法对金属材料熔炼技术形成感知,对教学内容感觉晦涩难懂,原理不易理解,限制了学生的探究热情。

2.2 虚拟仿真实验的优势

第一,基于真空电弧熔炼法的智能材料 Tb-Dy-Fe 合金的制备虚拟仿真实验的开发,有效地解决了传统真空电弧炉实验设备紧缺、实验内容具危险性的问题,能够满足学生在较短时间内了解智能材料 Tb-Dy-Fe 合金的制备生产工艺;便于熟悉设备内外部结构、管线路连接走向等,尤其本仿真实验涉及的全部仪器设备均可进行拆装及三维查看;解决了在实验室中根本不可及的问题,实现了基于真空电弧熔炼法的智能材料 Tb-Dy-Fe 合金的制备工艺教学的目的。第二,为相关课程提供实验支撑,是理论教学的延伸和拓展。通过该仿真实验,教师授课时可根据智能材料、晶体结构、高熔点金属、合金等材料的结构特征、Tb-Dy-Fe 相图原理、扩散泵原理、样品制备工艺、仪器检查与调试、真空电弧炉加热方式等,结合《固体物理》《结构与物性》《晶体学基础》《纳米材料》等课程以实际案例方式进行智能材料制备知识的讲解,通过实验,培养学生的动手能力,分析和解决问题的能力。

3 虚拟实验在教学中的应用

3.1 虚拟仿真实验资源体系

虚拟仿真实验平台采用虚拟技术,对真空电弧熔炼法制备 Tb-Dy-Fe 合金、真空获得系统、真空室和坩埚表面的清洗、电弧炉及其附属设备系统,提供与真实实验相似的实验环境,如图 1 所示为基于真空电弧炉熔炼法制备智能合金材料虚拟仿真实验界面。



图 1 基于真空电弧炉熔炼法制备智能合金材料虚拟仿真实验界面

3.2 虚拟仿真实验内容

该虚拟仿真实验能够真实全面再现智能材料 Tb-Dy-Fe

合金的实验过程,从样品配比、称量、真空系统的获得、真空室和坩埚表面的清洗、电弧炉的规范操作到制备出不同配比的 Tb-Dy-Fe 合金,整个完整的实验操作流程使学生充分了解到真空电弧炉制样的科学方法。在实验操作模拟过程中,学生利用仿真软件能够三维地观察仪器各个角度及内部结构,通过其中三维动画能让学生直观生动地了解该仪器的构造和原理,如图 2 所示。能够动态接入相关的知识点(拆装样品、真空室清洗、真空获得系统的使用等),并可对相应内容进行在线考试,强化学生对大型仪器设备危险因素的认知。



打开样品室装料

高亮显示电极杆



高亮显示机械手杆

图 2 虚拟仿真实验

4 结语

论文开发基于真空电弧熔炼法的智能材料 Tb-Dy-Fe 合金的制备虚拟仿真实验系统,确保材料类、物理、化学等相关专业学生能够有机会接触到真实的智能材料 Tb-Dy-Fe 合金的制备流程,可以更直观地观察真空电弧炉设备的内部结构和工作原理,更流畅的使用真空获得系统,理解智能材料合成与制备的科学方法。本实验项目的开发填补了真空电弧熔炼法的智能材料 Tb-Dy-Fe 合金的制备实验的空白,本实验不仅可用于专业课程实验、相关课程设计和毕业设计,也可用于高校实验室负责真空电弧炉仪器使用及维护的实验员和实验教师培训。

参考文献

- [1] 杨进,李隆基,吉海燕.智能材料课程教学改革的实践与探索[J].考试周刊,2014(23):8.
- [2] 刘磊,张嘉鹭.“新工科”背景下工程机械类虚拟仿真实验教学资源建设[J].实验技术与管理,2021,38(1):140-143.
- [3] 刘秀清,葛文庆,焦学健,等.国家级虚拟仿真实验教学中心建设与管理[J].实验技术与管理,2018,35(11):225-228+233.