

自制可视化粉体分级装置在材料类专业 综合实验中的应用

邓丽荣, 王晓刚, 陆树河, 樊子民, 华小虎, 朱 明, 刘向春

(西安科技大学 材料科学与工程学院, 陕西 西安 710054)

摘 要: 利用自制的微纳米粉体分级装置开设了微纳米粉体分级综合实验。分级全程可视化操作, 让学生对微纳米粉体分级原理、分级过程和分级效果有一个全面的了解。通过让学生接触所在专业的科学前沿, 进一步培养学生对科学的兴趣以及动手操作能力和创新创造精神。阐述了该装置的设计思路、工作原理、结构特点、可完成的实验内容和取得的成效。

关键词: 微纳米粉体分级装置; 综合实验; 分级原理

中图分类号: TB383;G642.0 **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-4956(2016)6-0086-03

Application of self-made visible equipment of powder classification in comprehensive experiment for undergraduates in material major

Deng Lirong, Wang Xiaogang, Lu Shuhe, Fan Zimin, Hua Xiaohu, Zhu Ming, Liu Xiangchun

(College of Material Science and Engineering, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: A comprehensive experiment of micro-nano powder classification was set up by using self-made equipment. The whole process of classification experiment can be visible to make the students know the classification principle, process and results of micro-nano powder very well. By allowing students to contact the scientific frontier of their major, this paper further develops the students' interest in science and the ability to operate and also the spirit of innovation and creation. The design idea, working principle, structure characteristic, experimental content and the results of this experiment are described.

Key words: micro-nano powder classification equipment; comprehensive experiment; classification principle

随着社会、经济与科技的迅猛发展,对高校提出了“宽口径、厚基础、高素质、强能力的创新性人才培养要求,而实验教学是实施“卓越工程师培养计划”、实现素质教育和创新人才培养目标、加强学生实践能力和创新能力培养的重要环节。作为高等教育不可或缺的组成部分,实验教学不仅有助于学生深化对理论知识的理解和培养动手操作能力,也有助于学生形成良好的科学素养和创新精神^[1-3]。目前,我校在建设省级矿物材料实验教学示范中心实践中,对材料类专业本科生的实验课程也进行了重大改革^[4],大力缩减了以验

证性为主的课程实验,将实验操作性强、富于启发性、思考性和设计性、有工业应用背景的科研成果提炼转化为综合性实验^[5-11],并将综合性实验的比例提高到实践教学比例的80%以上。

我们在长期的教学、科研和成果转化实践过程中体会到,在材料的开发和研究中,材料的使用性能很大程度上决定于所采用的粉体原料的粒度、纯度、均匀度等特性。根据材料的应用领域和要求有目的地进行粉体的精细处理,是获得性能优良的材料的前提。越来越多的行业已经关注并应用到微纳米粉体分级等精细处理技术,因而掌握微纳米粉体分级原理和技能的大学毕业生备受企业青睐。为此,作为实验教学改革的一部分,我们将具有工业应用背景的科研成果——微纳米粉体分级提炼成一门综合实验,并引入到实践教学中,让本科学子能够接触到材料专业的科学前沿,进一步培养学生对科学的兴趣以及动手操作能力和创新精神。

收稿日期:2015-12-09 修改日期:2016-02-22

基金项目:2014年陕西高等学校人才培养模式创新实验区项目;国家发明专利(ZL201520559947.6)

作者简介:邓丽荣(1984—),女,广东清远,硕士,工程师,研究方向为无机非金属材料实验教学与研究工作。

E-mail: denglirong84@163.com

1 设计思路

微纳米粉体由于粒度细、表面能高、易团聚等特点,现有的分级装备如 MS 型分级机、ATP 型分级机、LHB 型分级机、溢流水力分级机、卧式螺旋离心分级机、小直径水力旋流器等干式和湿式分级设备都难以成功实现微纳米粉体的窄粒径分级;而且工业上已成熟应用的分级设备由于体积庞大、结构复杂,很难让学生透彻理解其分级原理和分级机制,更难以实现微纳米粉体分级过程的可视化。为此,我们根据长期实践教学的经验 and 课题组在微纳米粉体分级方面的科研成果,自行研制了可视化的微纳米粉体分级装置(见图 1),实现了粉体分级过程的全程可视化和可控制,让学生对粉体分级原理、分级过程和分级效果有一个全面的了解和把握。



图 1 微纳米粉体分级装置

2 分级装置工作原理及结构特点

对于微纳米粉体的分级,传统分级方法的任何流

体由于横截面上速度分布不稳定、不均匀,难以实现微纳米粉体的分级。强有力的层流和稳定、均匀的力场是实现微纳米粉体分级的关键所在。我们通过借鉴水文地质学、环境工程学和流体力学等学科的知识,设计了微纳米粉体上升层流水力分级装置。该分级装置的工作原理:分极管由多个直径变化的柱形管、锥形管和梯形管组成,保证水流速度由下而上逐渐变小。分极管下段的组合管内根据分级需要填充不同孔径的多孔陶瓷模块,用于水流的分散、稳定和粉体的分级。经过调节水流速度,使分极管内的流体出现均匀、稳定的层流后,启动进料系统,将已充分分散好的料浆送入分极管下部的进料口处,并经过多孔陶瓷模块进入分级区域。由于多孔陶瓷模块的存在,其内部弯弯曲曲、大小不一的流道使得较大颗粒的运动受到颗粒与多孔陶瓷模块之间黏附作用的影响,部分大颗粒被截留在多孔陶瓷模块内部,较大的颗粒由于运动受阻,上升速度变慢,让更小的颗粒优先溢流而出。溢流出来的小颗粒在分极管内继续随上升层流向上运动,并按粒度的大小和比重进行有序的排列,通过在不同高度的取料口获得不同粒度的产物^[12]。

分级装置结构见图 2。采用完全透明的有机玻璃制作分极管,可开启式不锈钢罩作为隔离罩以减少分级过程中外部环境的干扰。通过可调式的恒流泵,让学生能够在调节水流速度和多孔陶瓷模块结构中采用示踪液直观地观察到流体由紊流进入过渡流最终完全层流化的整个过程。研究在不同的流体状态下微纳米粉体分级产物的粒度分布状态和产物的物理性能。通过这样的一个综合实践过程,让学生对粉体分级原理、分级过程和分级效果有一个全面的了解。在可视化的操作过程中,也能增加学生对实验的兴趣。

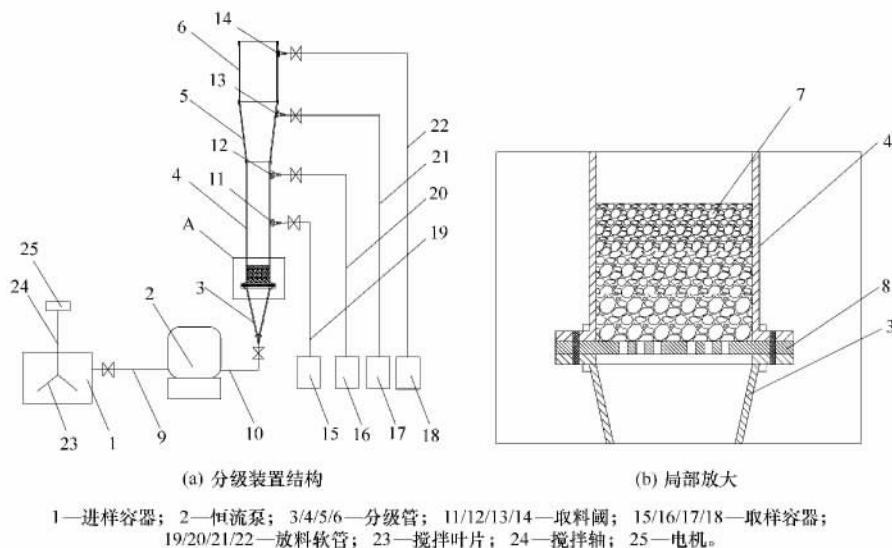


图 2 分级装置结构

3 可完成的实验教学内容

目前,实验中心已建立6套微纳米粉体分级装置,为材料类专业的无机非金属材料每年3个班共96名本科生开设微纳米粉体分离综合实验。实验内容包括:稳态层流的调控与表征;微纳米粉体的分散;微纳米粉体分级工艺研究;分级产物的显微观察和粒度分析;微纳米粉体分级小论文撰写。

4 取得的成效

该分级装置采用示踪液,能够直观看出分级管内紊流调节到层流的整个过程(见图3)。通过调节工艺

参数,可获得平均粒径为0.3、0.5、1 μm 等微纳米粉体的分级产物。该装置于2015年10月获得国家发明专利授权(ZL 201520559947.6)。在实验教学中,学生选课踊跃,反响很好;学生在较高层次上了解了粉体分级领域中特殊的研究方法和手段;引入了由科研成果提炼转化来的微纳米粉体综合实验方案,有利于培养学生的动手能力和实际应用能力。通过让学生在查阅资料设计实验方案过程中接触到粉体工程研究的前沿,拓宽了学生的知识视野,提高了学生的学习兴趣和解决问题的能力,也有利于培养学生的创新意识和创新能力。

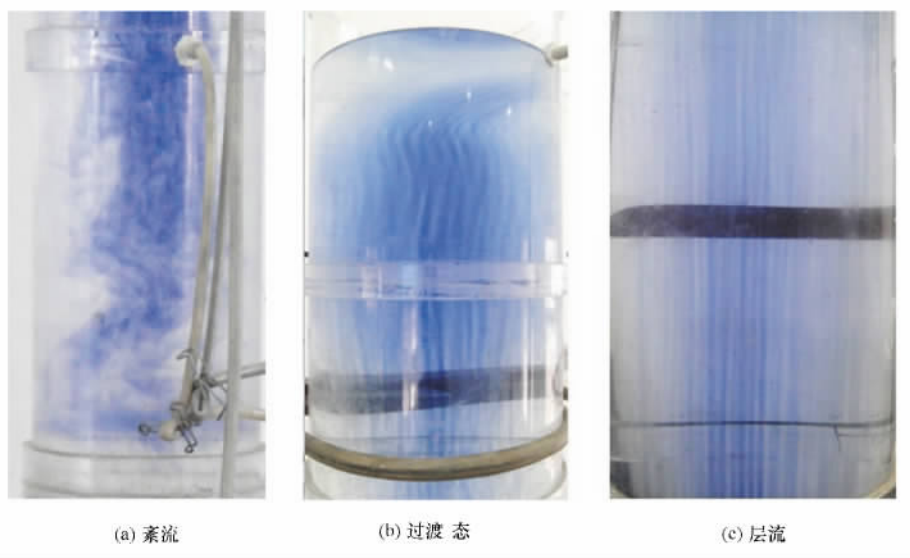


图3 分级管内流态变化

实践证明,“微纳米粉体分级装置”可以应用到材料类专业本科生实验教学中,并达到了预期设计目的。该装置不仅应用于本科实验教学,还可以应用于本科生的创新创业大赛、“大学生挑战杯”等科技活动以及本科毕业论文和科学研究,有着良好的推广前景。

参考文献(References)

- [1] 张士磊,孟昕元. 创新实践型人才培养的实验教学改革与探索[J]. 实验科学与技术,2014,12(1):149-152.
- [2] 崔建军,万桂怡. 材料学科实验教学体系改革的思考与实践[J]. 实验技术与管理,2012,29(3):138-141.
- [3] 刘翠红,陈秉岩,王建永. 基于学生实践和创新能力培养的实验教学改革[J]. 科技创新导报,2011(1):151-152.
- [4] 邓丽荣,王晓刚,陆树河,等. 省级矿物材料实验教学示范中心的建设与管理[J]. 实验技术与管理,2013,30(3):120-122.
- [5] 梁文耀,陈武喝. 基于创新能力培养的自主性实验教学改革探讨[J]. 实验室研究与探索,2012,31(8):289-291.
- [6] 陈红雨. 旋转液体综合实验设计[J]. 大学物理,2007,26(1):29-34.
- [7] 孙学芹,陈君琴. 应用化学专业本科生开设无水无氧实验的探索与实践[J]. 实验室研究与探索,2010,29(6):144-145.
- [8] 杨国良,高瑞光. 新形势下高校实验教学改革思考[J]. 教学研究,2005,28(1):62-65.
- [9] 薛彩红,姜显园,李骥,等. 纳米 TiO_2 光催化剂的综合实验设计[J]. 广州化工,2015,43(17):186-188.
- [10] 吕淑平,马忠丽,王科俊,等. 基于创新型工程科技人才培养的实验教学体系建设与实践[J]. 实验技术与管理,2012,29(7):133-135.
- [11] 赵朝晖,郑成,毛桃. 化工专业研究型实验教学设计与实践[J]. 实验技术与管理,2015,32(8):158-159.
- [12] 邓丽荣,王晓刚,王丹,等. 超微粉体上升层流水力分级实验研究[J]. 中国粉体技术,2014,20(2):23-26.