

硅纳米线的表面掺杂效应及应用

廖 凡 黄 慧 康振辉 刘 阳 邵名望*

(苏州大学纳米科学技术学院 苏州大学功能纳米与软物质研究院 江苏苏州 215123)

摘要 纳米材料具有较大的比表面积,表现出与块体材料不同的性质。通过实验证明氢负载的硅纳米线能够加速铜氧化过程。这一过程可以用表面掺杂效应进行解释。这种由于尺寸的减小引起化学性质改变的现象——表面掺杂,有望能够在化学的各个领域得到广泛应用。

关键词 铜 氧化 硅纳米线 表面掺杂

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2019050172

硅作为地壳中含量位于第二的元素(仅次于氧),具有储量高、无毒性的特点。在自然界中,硅元素往往以氧化硅和硅酸盐的形式存在,单质的硅需要采用人工合成的方法才能得到。单质硅是半导体制造的基础材料,它具有特殊的热学、电学、力学和光学等性质;在化学性质方面,它与碱性物质反应生成硅酸盐,与氧气和卤素反应生成氧化物和卤化物。

当前,纳米科学的发展促使人们对硅纳米材料进行深入研究。硅纳米线是一种典型的硅纳米材料。从结构上来看,硅纳米线是由结晶的硅核与无定形的氧化硅壳层构成的^[1],它具有很大的比表面积,且环境友好,生物相容^[2-3],已引起了人们极大的关注。

笔者在实验中意外地发现,如果将硅纳米线和铜粉混合,加入氢氟酸后,可以使铜粉迅速被氧化。在对比实验中,不加硅纳米线,或者使用微米级硅颗粒分别重复上述过程,验证了铜只有在硅纳米线的辅助下,氧化速率才会迅速增加。

1 实验部分

实验原料:实验中所用到的化学试剂包括微米铜粉(Cu)和微米硅粉(Si)购买自上海阿拉丁生化科技股份有限公司。

硅纳米线通过氧化物辅助生长法合成^[4],表面有一层无定型的氧化硅层。将硅纳米线与氢氟酸混合,除去表面的氧化硅层即可得到氢负载的硅纳米线。

为了避免光对催化反应的影响,所有反应避光进行。

设计 3 次实验。实验 1 是将硅纳米线(5 mg),微米铜粉(50 mg)和少量的水混合搅拌,放置于

一聚氯乙烯塑料管中。铜粉较重,迅速沉于底部。表面被均匀分散的土黄色硅纳米线悬浮液覆盖(图 1(a))。然后加入 1 mL 质量分数为 5% 的氢氟酸,再利用磁力搅拌器搅拌 1 min。悬浮液颜色由土黄色变为黑色(图 1(b))。对比实验 2 不加硅纳米线,仅将微米铜粉(50 mg)和少量的水混合搅拌(图 1(c))。加入 1 mL 质量分数为 5% 的氢氟酸,磁力搅拌 48 h 后,悬浮液颜色仍为微米铜粉的红色(图 1(d))。实验 3 将硅纳米线换成微米硅粉(5 mg),重复实验 1。微米硅粉(5 mg)、微米铜粉(50 mg)和少量的水混合搅拌(图 1(e)),加入 1 mL 质量分数为 5% 的氢氟酸,再磁力搅拌 48 h(图 1(f)),试样无明显变化。

2 结果与讨论

硅纳米线采用氧化物辅助法合成,它的扫描电子显微镜图片如图 2 所示,是均匀的线状形貌。

通过光学照片可以直观观察几个实验的不同变化。图 1 中的 6 个试样都是平放在实验桌上的。图 1(a)为土黄色,这是硅纳米线的颜色,由于硅纳米线的密度比较小,所以它在铜粉的上面,看不到下面铜的红色;而图 1(c)除了水以外,只有铜,所以呈现为铜的特征颜色;图 1(e)中加入微米硅粉,颗粒较大,与铜粉共同沉淀于容器底部,颜色相比铜粉稍暗。加入氢氟酸以后,仅 1 min,加有硅纳米线的试样就变成了黑色,说明铜已被氧化(见图 1(b));而未加硅纳米线和加入微米硅粉的试样,即使在氢氟酸加过 48 h 之后,颜色也基本没有改变(图 1(c-f)),说明没有发生铜被加速氧化的现象。

笔者还用 X 射线粉末衍射测试了硅纳米线、铜粉和实验 1 中的产物(图 3)。硅纳米线在 28.4,

* 通信联系人, E-mail: mwshao@suda.edu.cn

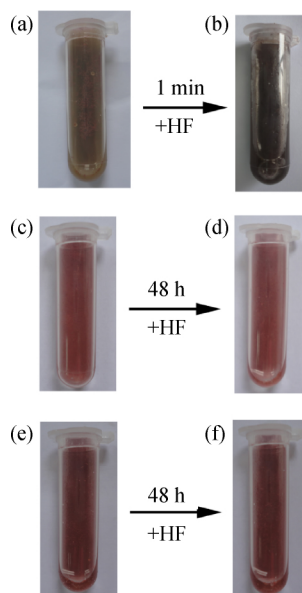


Fig 1 The optical photographs of the oxidation process of copper powder in experiments 1 to 3: (a) The mixture of silicon nanowires, micron copper and water, (b) 1 min later after adding hydrofluoric acid; (c) The mixture of micron copper and water, and (d) 48 h later after adding hydrofluoric acid; (e) The mixture of micron silicon, micron copper and water, and (f) 48 h later after adding hydrofluoric acid. All the experiments are conducted in dark

图 1 铜粉氧化实验 1—3 的光学照片: (a) 硅纳米线、微米铜粉和水混合物, (b) 加入氢氟酸后 1 min; (c) 微米铜粉和水混合物, (d) 加入氢氟酸后 48 h; (e) 微米硅粉、微米铜粉和水的混合物, (f) 加入氢氟酸后 48 h (所有实验反应避光进行)

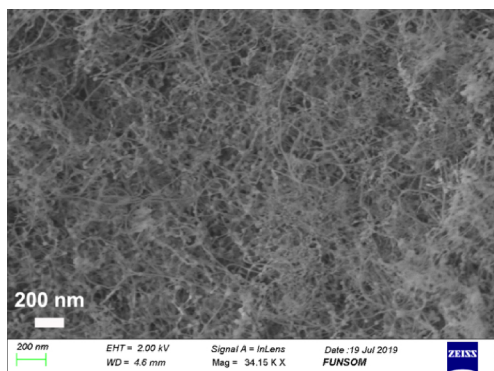


Fig 2 The scanning electron microscope image of silicon nanowires

图 2 硅纳米线的扫描电子显微镜图片

47.3°, 56.1° 的峰对应于硅的 (111) (220) 和 (311) 晶面, 也证明了硅纳米线确实成功被合成。铜在 43.3°, 50.4°, 74.1° 的峰对应于铜的 (111) (200) 和 (220) 晶面。在产物中, 除了铜的峰, 还观察到 Cu_2O 在 36.4° 和 42.3° 对应于 (111) 和 (200) 面的特征峰。

以上实验结果都说明了硅纳米线的存在加速了铜的氧化过程。为什么加入少量的硅纳米线就能够加速铜氧化这一过程? 这就涉及到纳米材料中的一

个很特殊的现象——表面掺杂。

在实验 1 中, 当加入氢氟酸后, 硅纳米线外层的氧化硅被迅速除去, 并使硅表面带上氢原子, 表面负载氢的硅纳米线具有较大的比表面积, 存在大量的缺陷位点和悬空键。这些缺陷和悬空键能够与空气中的水分子和氧气分子结合。水分子和氧气分子能够夺取硅纳米线导带 (conduction band, CB) 表面的电子, 生成过氧氢根 (O_2H^-)。由于失去了表面电子, 氢负载硅纳米线的能带在界面处发生弯曲, 价带 (valence band, VB) 处空穴聚集, 使硅纳米线表面具有 p 型半导体的特征, 即硅纳米线的表面掺杂效应^[4]。此时, Cu 很容易从价带表面获得空穴, 形成铜离子。

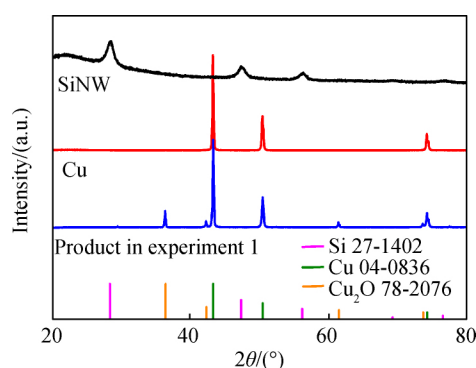


Fig 3 The X-ray powder diffraction patterns of silicon nanowires, copper and product of experiment 1

图 3 硅纳米线、铜粉和实验 1 产物的 X 射线粉末衍射图

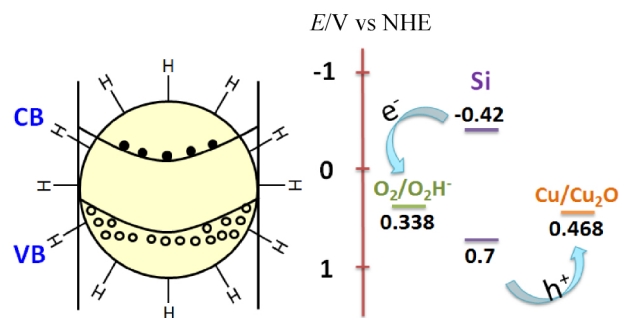


Fig 4 The schematic diagram of copper oxidation process accelerated by silicon nanowires

图 4 硅纳米线加速铜氧化过程的机理示意图

从电化学方面考虑, 氢负载的硅纳米线的导带和价带值相对于标准氢电极分别为 -0.42 V 和 0.70 V。 $\text{O}_2/\text{O}_2\text{H}^-$ 的标准电极电势为 0.338 V, 氢负载的硅纳米线的导带和 $\text{O}_2/\text{O}_2\text{H}^-$ 标准电极电势的差值为 0.758 V, 因此 O_2 能够从氢负载的硅纳米线中获得电子, 从而使硅纳米线成为 p 型掺杂的半导体。 $\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$ 的标准电极电势为 0.468 V。 p 型掺杂的氢负载的硅纳米线的价带和 $\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$ 的标准电极电势的差值为 0.232 V, 铜能够将电子

转移给表面具有空穴的氢负载的硅纳米线,形成 Cu 离子。整个过程的能带示意图如图 4 所示。所以铜的氧化速率在氢负载的硅纳米线的辅助下迅速提高。

3 结语

综上所述,成功合成了硅纳米线,并且用简单的方法证明了硅纳米线的引入可以增加铜的氧化速度。加速铜氧化的原因可以归因于表面掺杂效应。利用微米级的硅颗粒来代替硅纳米线进行同样的实验,微米级的硅颗粒在加速铜氧化时的效果不明显,说明这种表面掺杂效应与材料的比表面积大小有关。材料的表面积越大,这种效应就越明显。硅纳米线具有很大的表面积,因而就很容易表现出这种效应。因此表面掺杂现象主要发生在纳米材料上。表面掺杂效应并不是硅纳米线的独有特征,而是纳米材料的共性之一。在纳米材料科学基础相关

的教学和实验课程设计中,可以引入本文所述的实验,有助于学生直观理解纳米材料与块体材料的性质差别,产生进一步探索纳米材料性能与应用的愿望。希望未来能够对于这种由于尺寸变小而引起的化学性质的变化——表面掺杂效应——进行进一步的研究与应用。

参 考 文 献

- [1] Zhu Lili, Lin Haiping, Li Youyong, et al. Nature Communications, 2016, DOI: 10.1038/ncomms12272
- [2] Shao Mingwang, Cheng Liang, Zhang Xiaohong, et al. Journal of the American Chemical Society, 2009, 131: 17738—17739
- [3] Shao Mingwang, Shan Yueyue, Wong Ningbew, et al. Advanced Functional Materials, 2005, 15: 1478—1482
- [4] Liao Fan, Liu Shanshan, Shao Mingwang, et al. Applied Physics Letters, 2012, DOI: 10.1063/1.3691943

The Surface Doping Effect of Silicon Nanowires and Its Application

LIAO Fan HUANG Hui KANG Zhen-Hui LIU Yang SHAO Ming-Wang*

(College of Nano Science & Technology, Institute of Functional Nano & Soft Materials (FUNSOM), Soochow University, Suzhou 215123, China)

Abstract Nanomaterials have large specific surface area and exhibit different properties from bulk materials. In this paper, the experiments demonstrate that the hydrogen terminated silicon nanowires can accelerate the oxidation rate of copper. This process may be explained by the surface doping effect. Surface doping is a phenomenon of chemical property changes caused by size decrease of materials, which we hope may find wide applications in various fields of chemistry.

Keywords copper; oxidation; silicon nanowires; surface doping

文章目录

1 实验部分

2 结果与讨论

3 结语

化学教育(中英文) . 2020,41(08) 北大核心

记笔记

硅纳米线的表面掺杂效应及应用

廖凡 黄慧 康振辉 刘阳 邵名望

苏州大学纳米科学技术学院苏州大学功能纳米与软物质研究院

摘要: 纳米材料具有较大的比表面积,表现出与块体材料不同的性质。通过实验证明氢负载的硅纳米线能够加速铜氧化过程。这一过程可以用表面掺杂效应进行解释。这种由于尺寸的减小引起化学性质改变的现象——表面掺杂,有望能够在化学的各个领域得到广泛应用。

关键词: 铜; 氧化; 硅纳米线; 表面掺杂;

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2019050172

专辑: 工程科技 I 辑

专题: 材料科学

分类号: TB383.1

手机阅读 HTML阅读 CAJ下载 PDF下载

下载手机APP

用APP扫此码

同步阅读该篇文章

温馨提示: 阅读CAJ格式原文, 请使用CAJ浏览器。

下载: 190 页码: 105-107

页数: 3 大小: 740K

《教育评论》

编读互动

点击查看 >>

相关推荐

相似文献 读者推荐 相关基金文献 关联作者 相关视频 批量下载

[1] 过程工程所光伏硅废料“一步法”制备硅纳米线电极研究获进展[J]. 化工新型材料. 2021(12)

[2] 硅(001)图形衬底上锗硅纳米线的定位生长[J]. 高飞,冯琦,王霆,张建军. 物理学报. 2020(02)

[3] 入射角度和偏振对锥形硅纳米线光谱行为的影响[J]. 全杰,雷煜卿,李英峰,李美成,张明皓,高中亮. 光谱学与光谱分析. 2020(11)

[4] 预氧化法制备均匀硅纳米线阵列[J]. 李燕秋,渠亚洲,程其进. 人工晶体学报. 2018(10)

[5] 我国硅纳米线阵列宽光谱发光研究获进展[J]. 科技. 军民两用技术与产品. 2017(07)

[6] 无掩模选择性制备硅纳米线阵列及其光致发光[J]. 张帅,吕文辉,史伟民,黄璐,杨伟光,刘进,匡华慧,明秀春,沈心蔚. 上海大学学报(自然科学版). 2014(06)

[7] 柔性硅纳米线阵列的制备及光催化性能研究[J]. 张丙昌,王辉,李凡,张晓宏. 影像科学与光化学. 2015(04)

[8] 硅纳米线阵列的制备及光伏性能[J]. 蒋玉荣,秦瑞平,蔡方敏,杨海刚,马恒,常方高. 硅酸盐学报. 2013(01)

[9] 无电金属沉积法硅纳米线阵列的制备研究[J]. 吴军,杨文彬,何方方,周元林,董发勤. 功能材料. 2011(02)

[10] 金属援助硅化学蚀蚀法可控制备硅纳米线阵列[J]. 吕文辉,张帅. 半导体光电. 2011(03)

读者服务

购买知网卡

充值中心

我的CNKI

帮助中心

CNKI常用软件下载

CAJViewer浏览器

CNKI数字化学习平台

工具书桌面检索软件

特色服务

手机知网

杂志订阅

数字出版物订阅

广告服务

客服咨询

订卡热线: 400-819-9993

服务热线: 400-810-9888

在线咨询: help.cnki.net

邮件咨询: help@cnki.net

新浪微博客服

官方

关于我们 CNKI 荣誉 版权公告 客服中心 在线咨询 用户建议 知网招聘 问题反馈

© 1998-2022 中国知网 (CNKI)

https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CJFD&dbname=CJFDLAST2020&filename=FXJJ202008021&uniplatform=NZKPT&v=qtQYa... 1/2

京 ICP 证 040431 号 网络出版服务许可证 (总)网出证(京)字第 271 号 京公网安备 11010802020460 号
《中国学术期刊 (光盘版) 》电子杂志社有限公司 KDN 平台基础技术由 KBASE 11.0 提供.

地方高校化学实验系列师资队伍建设路径分析

尹奎^{1,2}, 廖凡²

(1. 苏州大学 人力资源处, 江苏 苏州; 2. 苏州大学 功能纳米与软物质研究院, 江苏 苏州)

摘要: 化学实验系列师资队伍建设直接影响化学学科实验平台建设、教学科研工作、人才培养等。地方高校大部分为教学研究型, 承担大量的人才培养任务, 可以从加强实验平台建设、拓宽人才引进方式、加强人才培养和制定职业发展路径四个方面强化化学实验系列师资队伍建设, 实现对地方高校化学学科建设的有力支撑。

关键词: 地方高校; 化学实验系列; 师资队伍建设

本文引用格式: 尹奎, 廖凡. 地方高校化学实验系列师资队伍建设路径分析 [J]. 教育现代化, 2021, 8(16): 99-101, 105.

Analysis on the Construction Path of Chemistry Experiment Teaching Staff in Local Universities

YIN Kui^{1,2}, LIAO Fan²

(1. Human Resources Department, Soochow University, Suzhou Jiangsu; 2. Institute of Functional Nano & Soft Materials, Soochow University, Suzhou Jiangsu)

Abstract: The construction of teaching staff of chemical experiment series has a direct impact on the construction of chemical experiment platform, teaching and scientific research, personnel training, etc. Most of the local colleges and universities are teaching and research-oriented, undertaking a large number of talent training tasks. We can strengthen the construction of chemical experiment series teachers from four aspects: strengthening the construction of experimental platform, broadening the way of talent introduction, strengthening talent training and formulating career development path, so as to achieve strong support for the construction of chemical discipline in local colleges and universities.

Keywords: local universities; chemical experiment series; construction of teaching staff

一 引言

化学是一门基础自然科学^[1], 它的研究范围除通俗意义上的无机化学、有机化学外, 还有计算化学、地球化学、生物化学、药物化学等分支学科, 因此, 也被认为是一些其他学科研究的基础, 如材料科学、医学、生命科学、药学、放射化学等^[2]。可以说, 化学是推动人类文明进步的最重要学科之一。

化学是一门实验学科, 其成果的产生, 如新型材料的合成和制备、新型药物的研究等都离不开化学实验。化学实验是掌握化学知识和从事化学研究的基础。在化学学科的人才培养上, 尤其注重培养他们的实验动手能力, 这是他们未来深入科学研究、探知物质和材料奥秘、产生更多原创性研究成果的基础。作为承担这门实验科学人才培养重任的实验系列教师从化学机理的解释、实验的设计、实验程

序的实施、实验仪器的使用、实验结果的分析等都需要全程参与和指导^[3]。

地方高校大都属于教学研究型, 即兼具学生培养和开展科学研究工作的双重功能。化学作为基础学科, 是诸多高校最早设置的学科之一, 承担起大量的人才培养重任。化学实验是化学的基础, 该学科师资队伍建设的的好坏直接影响到化学学科、物理学科、生命学科、环境学科等诸多相关联学科的发展、科学研究深度、实验仪器的操作水平和人才培养的质量^[4]。化学实验系列师资队伍的建设, 是化学学科建设的基础和核心, 因为基础不牢, 地动山摇。

地方高校应首先科学定位化学实验系列师资队伍建设在本校化学学科发展中的重要作用, 精准分析该学科发展所需要的人才、平台以及资金投入等。同时应规划好这只队伍未来的职业发展路径, 保持队伍的战斗力和稳定性。

基金项目: 尹奎, 江苏高校哲学社会科学研究一般项目, 《人才、创新与区域经济绩效的相关性研究》; 尹奎, 苏州市软科学研究计划, 《服务苏州高质量发展, 新时代高层次人才引、留机制研究》; 廖凡, 国家自然科学基金青年项目, 《金属-硅-碳纳米催化剂的功能界面设计及其在 CO₂ 电化学还原中的应用》。

作者简介: 尹奎, 男, 安徽人, 苏州大学人力资源处人才引进与开发办公室主任, 助理研究员; 廖凡, 女, 江苏人, 苏州大学功能纳米与软物质研究院助理研究员。

二 增加资金投入,加强实验平台建设,吸引优秀人才加盟

一流的化学学科需要一流的实验平台^[5],国内化学学科排名靠前的高校,如北大、清华、南大等校的化学学院,无一不拥有一流的实验平台,诸如国家重点实验室、教育部重点实验室等。一流的平台会购置一流的仪器设备,这是产生重大原创性科研成果最直接的途径。地方高校在财力、物力方面虽具有劣势,但应凝聚资源,重点突破,优先发展优势学科、加快建设一流实验平台。作为地方高校的代表,苏州大学化学学科近年发展势头良好,是全球排名(ESI)1%学科、江苏高校优势学科,化学专业为国家级一流本科专业、江苏省“十二五”高等学校重点建设专业。苏州大学材料与化学化工学部超常规投入建设实验平台,拥有新型功能高分子材料国家地方联合工程实验室、江苏省有机合成重点实验室、江苏省先进功能高分子材料设计及应用重点实验室等20余各类重点实验室。拥有包括核磁共振谱仪、高分辨透射电镜、多功能光学光谱分析测试综合平台等多台大型先进仪器以及先进的材料加工设备。这些平台的建设及先进仪器的购置,加速了人才集聚、推动了化学学科发展。正是得益于一流的实验平台,学部在科研项目申报、国家科技奖获得、国际顶尖论文发表等方面表现不俗,在学生培养方面更是十分突出,有近50%的本科毕业生可获得继续深造的机会。近年来获得全国优秀博士学位论文1篇,提名1篇,江苏省优秀博士学位论文7篇、优秀硕士学位论文9篇。一流的实验平台是实验系列师资队伍建设的必要条件,没有好的实验平台,就无法吸引优秀人才加盟,也无法让现有人才接触新的知识领域,无法在日新月异的科技发展中与时俱进。

三 拓宽人才引进方式,引进化学实验系列需要的各类人才

化学实验系列的人才引进同化学学科一样,也需分层次引进,重点引进学科急需的高层次人才和实验仪器操作和管理经验丰富的紧缺人才。

(一) 引进具有学科引领作用的高端人才

高端人才对于学科发展的推动作用是非常巨大的,化学实验系列师资队伍建设中需要理论知识扎实、实验经验丰富、仪器操作技术娴熟的高端人才,这有利于实验设计、数据分析、青年人才培养等。同时高端人才具有丰富的实验平台管理经验和实验室安全建设经验,科学管理能够发挥现有平台最大的效益。高端人才在学生培养方面同样具有丰富的经验,利于培养学生的实验安全意识和动手能力。

(二) 多种方式引进青年人才

实验系列师资队伍的建设主要是化学实验课程的教学、化学仪器的操作、实验室的管理等,对于不同类别的用人需求应渠道增多、机制灵活。如采用专职科研岗位引进具有实验仪器操作经验丰富的技术人员;采用实验技术岗位引进实验课程教学、实验平台管理等方面的人才;采用科研助理岗位招聘实验教学、实验室管理方面的辅助人员。按岗进人、分类管理,引进化学实验系列所需的各类青年人才。

四 加强人才培养,提升师资队伍建设水平

化学实验系列的教师培养是做好该学科建设、实验室安全建设、学生培养的有利保障,也是实现安全、高质量实验教学的基础。近年来,一些高校和科研院所发生了一些实验室安全事件(如实验过程发生爆炸、学生被化学药品灼伤等),其中很大的原因是学生操作的不规范、安全意识的淡薄、实验室管理方面存在的安全漏洞等原因造成的。这些问题的出现,也提醒高校需提升实验系列师资教师的职业素质、业务技能。同时,化学实验系列教师的学历提升也可扩宽他们的知识面、扩展研究范围和深度,利于培养高质量学生。

(一) 加强职业素质和岗前培训

高校应首先加强化学实验系列师资的师德师风建设,无论是课堂教学还是实验教学均应加强自身修养,做好传道授业解惑工作,而不应发表不当言论或者有不当行为。其次,应强化他们的责任意识,特别是在教学过程中,需严格实验规范操作,严禁“偷工减料”;地方高校财力有限,往往一台大型仪器高达数千万元,是地方高校节省很大开支才能购买,维护费用也非常高,所以在使用和实验教学过程中应“格外小心”,对大型仪器的使用和维护,应具有“把工作当作事业来做”的高度责任心。最后,高校应安排化学实验系列的教师参加上级单位组织的岗前培训,取得教师从业资格证;应每年组织实验室安全知识培训并加以考核;对于管制实验材料涉及人员、特种仪器设备管理人员以及其他需要持证上岗人员,须经培训取得相应的上岗证书后方可上岗工作。

(二) 加强职业技能提升

随着科技的快速发展,科学家对化学学科知识探索和发现的不断深入,不断会有新的仪器和技术产生。高校应定期组织实验技能方面的学习,使得实验人员掌握最新的仪器操作技能和实验知识,助力本学科建设和学生培养工作。如①邀请国内外化学学科顶尖高校或顶尖实验室的专家来校讲学,传

授最新的实验技术和技能知识,并邀请这类专家担任讲座或兼职教授,建立定期交流机制;②分批安排教师出国或者到高内顶尖高校研修,学习新的知识和实验技能;③对于本校内部师资,特别是对于新引进的人才,应配备“导师”,即实验知识丰富的年长教授进行“一对一”帮扶,形成学科人才梯队,也便于新进人才的快速成长。

(三) 提供学历提升通道

从目前了解的几所重点地方高校化学实验系列师资学历情况来看,基本是硕士学历。以苏州大学功能纳米与软物质研究院为例,目前有实验技术人员20人,其中仅1人具有博士学历,其余均为硕士学历。地方高校应重视实验系列师资的学历提升,一方面是稳定这支队伍,使他们工作有盼头、职称晋升和基金申报方面有优势;二是攻读博士有利于拓宽他们的知识面,接触到更前沿知识;三是攻读博士有利于提升整支实验系列师资队伍的高学历化、专业化。

五 科学分型,制定职业发展路径

高校从事实验系列的人才主要是从事实验教学与指导、实验技术研究、实验室建设与安全监管及仪器设备设施的操作、管理与维护等工作的专职实验技术人员。高校应针对不同岗位的实验技术人员工作重心应有所侧重,教学工作量、发表的论文方向、层次也应有不同。针对此类人才的职称晋升和未来发展不能一概而论、严格限定某一方向,达到“人尽其能、人尽其用”的人才格局。应根据他们所实际承担的工作内容,将实验系列教师分为教学型(侧重实验教学)、服务管理型(侧重实验平台和仪器管理)和科研型(侧重科研)三类。

(一) 教学型岗位

主要是从事实验教学准备、实验教学、实验指导、仪器操作培训的实验技术人员。在职称申报过程中,要有教学工作量的具体要求,如承担本科生实验课程的讲授工作,完成学校、学院(部)规定的教学工作量,教学考核优良,承担教学类项目、发表教学类论文、指导学生获得奖项等。因主要从事教学工作,在科研论文方面可适当放宽,如发表与实验教学方面相关的国内期刊论文,而不是硬性要求发表高水平的SCI收录论文。

教学型的定位主要是为了培养教学型师资,能够全身心地投入实验教学过程中,提升实验教学水平,让本科生和研究生熟悉实验过程、掌握实验操作规范、熟练仪器操作,为学生将来独立从事科学研究打下坚实基础。教学型师资的目标就是打造一流的实验教学师资队伍,培养具有扎实理论功底、

熟练的仪器操作技能、强烈安全意识的本科和研究生,这是化学实验学科师资“立德树人”工作的出发点和落脚点。

(二) 科研型岗位

主要是从事科学研究辅助工作的实验技术人员。根据对几所高校的调研情况,此类人员主要集中在课题组内,受课题组负责人(PI)的领导,主要承担组内本科和研究生实验指导、组内仪器操作指导等方面的工作,同时协助课题组负责人从事科研工作。此类实验技术人员多数主持国家级或省级基金项目,且经常作为第一作者或者共同通讯作者发表SCI收录论文,但是在教学方面的工作量相对较少。高校对于此类人员的培养应侧重科研方面,如在职称晋升方面适当淡化教学要求,如教学工作量方面可适当放宽,如达到同学科专任教师平均教学工作量的三分之一以上等;但科研要求应加大,高于同类教学型实验技术人员的要求,有主持国家级项目的要求等。同时此类师资在职称申报时应同时可选择“实验系列”,如实验师、高级实验师、正高级实验师路线,亦可选择“研究系列”,如助理研究员、副研究员、研究员。对于特别优秀的且具有博士学历人员,可打通“转岗通道”,如由实验系列转为专职科研系列,鼓励此类师资的进步和成长。

科研型的定位是培养实验人员的科研素养、提升科研能力,同时需兼顾到实验室安全知识培训、学历提升等。该类人员不但是学校科研产出的重要力量,更重要的是所在课题组实验室安全方面的直接经手人,在实验室安全知识方面需加强学习。

(三) 服务/管理型岗位

主要是从事大型实验仪器管理服务或实验平台管理的实验技术人员。该类人员主要承担大型仪器的操作、培训、维修和承担公共实验平台的管理等。教学和科研工作也主要是围绕仪器的教学和使用、仪器的操作而产生的科研成果,范围相对较窄。在职称晋升方面,此类人员的教学应侧重于规定大型仪器使用、实验教学或上机实验课时数、培训可上机操作的人数或每年直接管理的设备使用机时数等,需有主持过大型仪器和大型设备系统的购买、验收、安装调试,并负责该仪器的使用、维护、开发等工作经历。科研方面也应侧重其发表关于实验室建设管理、分析技术创新和改进、仪器设备功能扩展和改造、实验室安全等方面的论文。

服务/管理型岗位的定位主要是培养一流的实验室或科研平台的管理人才、一流的仪器操作人才。在实验室和平台管理方面,如何有效安排实验机时和保证实验平台的安全稳定运行是化学学科建设的坚强保障;在大型仪器的操作使用上,如何提升操

(下转第105页)

- 05(007).
- [6] 祁占勇,陈鹏.重大疫情背景下我国研究生规模扩张的迫切需求与路径选择[J].河北师范大学学报(教育科学版),2020,22(02):19-24.
- [7] 金志民,杨春文,刘铸,等.创新型研究生导师队伍建设存在的问题及解决对策[J].科教导刊(上旬刊),2013(06):52-53.
- [8] 杜意如,杨雪.研究生导师遴选机制改革探析[J].医学教育管理,2019,5(03):251-254+264.
- [9] 李培源,卢汝梅,霍丽妮,等.基于创新能力培养的研究生导师团队建设的探索与实践[J].山东化工,2019,48(11):123.
- [10] 顾丽娜,刘家骥,蔡继红.研究生导师遴选体系构建与实践——天津大学基于学术自治的改革[J].学位与研究生教育,2018(06):27-32.
- [11] 曹洪军,张红波.论研究生导师“立德树人”培训机制的优化[J].煤炭高等教育,2017,35(04):59-62.
- [12] 张云霞,刘永焕.以可持续发展为导向构建研究生导师培训机制[J].教育教学论坛,2017(08):20-22.
- [13] 王国红.硕士研究生导师指导存在的问题及对策分析[D].华东师范大学,2016.
- [14] 李彬,谢水波,蒋淑媛.立德树人视野下高校研究生导师评价体系存在的问题及对策[J].教育现代化,2019,6(63):149-153.
- [15] 陈娟.导师团队建设与研究生创新能力培养的思考[J].教育
- 教学论坛,2019(51):116-117.
- [16] 蔡玉梅.构建德育导师团队,推进大学生思想政治工作——以邵阳学院为例[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2019(02):67-68.
- [17] 杜意如,杨雪.研究生导师遴选机制改革探析[J].医学教育管理,2019,5(03):251-254+264.
- [18] 薛锋,邹彪.专业学位研究生企业导师遴选机制的探索与实践[J].教育教学论坛,2019(02):155-156.
- [19] 张秋根,颜流水.创新型研究生导师队伍建设途径[J].江西化工,2011(02):16-19.
- [20] 张芳玲,赵晓红.我国教育硕士专业学位研究生导师队伍建设研究——基于素质提升的视角[J].教育探索,2020(02):65-68.
- [21] 何齐宗,戴志刚.高校硕士生导师岗位胜任力的调查与思考[J].高等教育研究,2017,38(08):51-59.
- [22] 王欢芳,陈惠,宾厚.立德树人视角下研究生导师考核评价体系研究[J].辽宁教育学院学报,2020,37(01):38-42.
- [23] 张慧.研究生导师指导质量评价体系的构建与实践研究[J].智库时代,2019(51):43-44.
- [24] 朱冬元,陈艳,曹君茹.专业学位研究生企业导师遴选、考核评价指标体系研究[J].大学教育,2019(11):28-31.

(上接第101页)

作技能,使得大型仪器可以物有所值,发挥最大化的科研价值,这是关键。对于同样的实验仪器,如化学和材料学科常用的透射电子显微镜(简称TEM)在拍摄纳米材料过程中,有的人可以完美的找到研究者所需要的晶格条纹,便于纳米材料的精准分析,而有的操作者仅仅“会操作”,而不是“会熟练操作”。任何化学实验成果都离不开实验测试,服务管理型实验人才的培养是化学学科建设的坚强保障,是产生重大原创性科研成果的前提。

六 结语

地方高校在建设化学学科的过程中应尤其关注实验系列师资队伍建设,对于此类人员在个人职业

发展、业务能力提升等方面应有所作为,不仅要建设好这支队伍,更要充分发挥这支队伍内在潜能,助力化学学科快速发展。

参考文献

- [1] 王银兵.化学实验对发展学生化学学科核心素养的探讨[J].课程教育研究,2019(45):180.
- [2] 王妍.论化学学科发展与化学教育[J].河南化工,2019(36):52-54.
- [3] 靳涛,田健,孙海清.建设一流学科,培养创新型人才[J].化学高等教育,2019(2):89-92.
- [4] 吴汉福,李志,卢香宇,等.新建地方本科院校基础化学实验师资队伍思考[J].广州化工,2016(4):191-193.
- [5] 田少萍,徐家宁,宋天佑.化学学科创新人才培养的探索与实践[J].化学教育,2016(14):12-16.



搜索

苏

首页 > 期刊导航 > 教育现代化 > 2021年16期 > 地方高校化学实验系列师资队伍建设路径分析

地方高校化学实验系列师资队伍建设路径分析

尹奎 廖凡

苏州大学 人力资源处, 江苏 苏州; 2.苏州大学 功能纳米与软物质研究院, 江苏 苏州; 苏州大学 功能纳米与软物质研究院, 江苏 苏州

全文直达

引用

☆ 收藏

🔗 分享

🖨 打印

摘要: 化学实验系列师资队伍建设直接影响化学学科实验平台建设、教学科研工作、人才培养等。地方高校大部分为教学研究型, 承担大量的人才培养任务, 可以从加强实验平台建设、拓宽人才引进方式、加强人才培养和制定职业发展路径四个方面强化化学实验系列师资队伍建设, 实现对地方高校化学学科建设的有力支撑。

关键词: 地方高校; 化学实验系列; 师资队伍建设

在线出版日期: 2021-06-03 (万方平台首次上网日期, 不代表论文的发表时间)

页数: 4 (99-101,105.)

评论

您当前未登录! [去登录](#)

教育

教育现代化

ISSN

年,卷

所属

相关文献

- 1. 湖南民族地区师范院校创新创业教育研究; 龙梦姣; 大学教育; 2023
- 2. 高质量发展视域下高职院校通识教育研究; 李慧 等; 黑龙江高教研究; 2023
- 3. 地方应用型本科高校农科专业人才培养模式研究; 薛晶晶 等; 智慧农业导刊; 2023
- 4. 基于改革视角的高职院校通识教育研究; 王敏; 大理大学学报; 2022
- 5. 多学科交叉融合背景下地方高校教师队伍建设研究; 倪笑宇 等; 无线互联科技; 2023

相关主题

- 地方高校 化学实验系列
- 物理学科 高等院校

相关学者

- 黄胜 黔南民族
- 王守文 三峡大
- 马令勇 东北石
- 申彩芬 石家庄
- 汪立夏 华东交

相关机构

- 潍坊理工学院
- 中国共产党上海市浦东新区委
- 龙岩市公共就业和人才服务中心
- 重庆市永川区水电建筑有限责
- 首钢集团财务有限公司

帮助

客户服务

问卷调查

关于我们

公司首页

加入我们

网站地图

官方店铺



网络出版服务许可证：(署)网出证(京)字第072号

互联网药品信息服务资格证书号：(京)-经营性-2016-0015

信息网络传播视听节目许可证 许可证号：0108284

万方数据知识服务平台--国家科技支撑计划资助项目（编号：2006BAH03B01）

万方数据学术资源发现获取服务系统[简称：万方智搜]V2.0 证书号：软著登字第6417446号

京ICP证：010071

京公网安备11010802020237号

京ICP备08100800号-1

©北京万方数据股份有限公司 万方数据电子出版社

在线客服

客服电话：4000

客服邮箱：
service@wanfangdata.com.cn

违法和不良信息举报

举报邮箱：
problem@wanfangdata.com.cn

举报专区：https://www.wanfangdata.com.cn/report

file:///C:/Users/Administrator/Desktop/地方高校化学实验系列师资队伍建设路径分析.html

2/2



Professional Experiments of Nanomaterials

纳米材料专业实验

邵名望 马艳芸 高 旭 主编



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

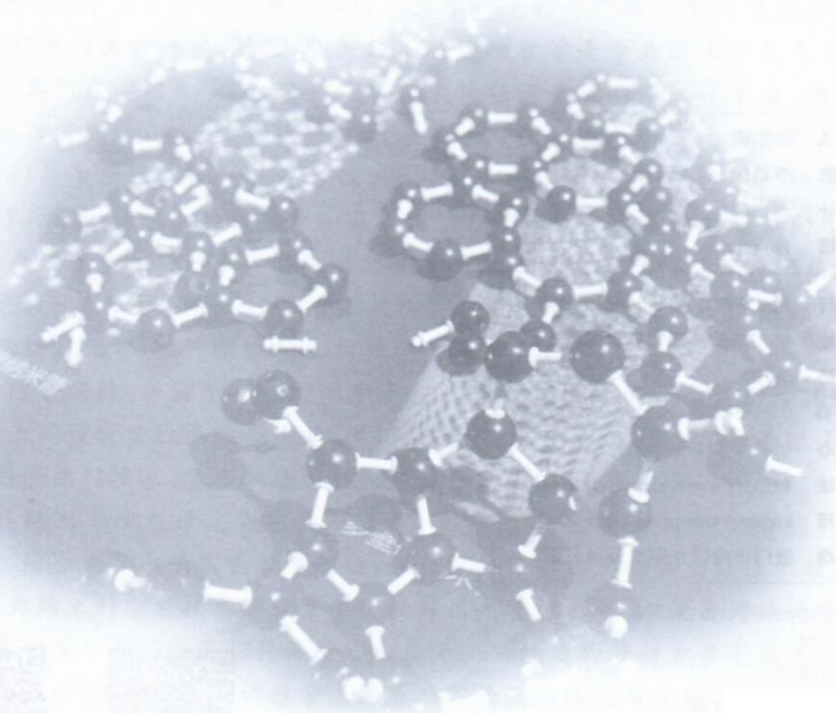


2016-2-077

Professional Experiments of Nanomaterials

纳米材料专业实验

邵名望 马艳芸 高 旭 主编



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

实验六:乙二醇回流法制备 NiSb 合金纳米材料

【目的要求】

- (1)掌握乙二醇回流法制备 NiSb 的基本操作。
- (2)学习合金纳米材料的合成及表征方法。
- (3)理解反应机理。
- (4)了解纳米材料的基本表征手段——XRD。

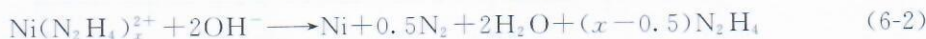
【实验背景与原理】

近几十年来,纳米材料引起了科学界和企业界的极大兴趣,它特殊的结构促使其宏观的声、光、电、磁、热、力学等的物理效应与常规材料有所不同,体现为量子尺寸效应、小尺寸效应、表面效应、宏观隧道效应等,从而在传感器、催化材料、磁性材料、发光材料、气敏材料等很多领域得到应用。

金属磷族化合物是常见的电子和光电子材料,具有很广泛的应用,如显示器、卫星电视接收器、光学纤维等^[1-3]。其中,镍的单锑化物鉴于其在高温蓄电池方面的重要性,受到科学家们广泛的关注。虽然人们在金属磷化物的合成方法上取得了一些进展,包括脱卤硅烷化及相关反应^[4]、SLS 机理和金属有机前驱体的醇解^[5-8],然而这些方法反应温度很高,一般均在 1 000 °C 以上,不适用于相应锑化物的合成。

近年来,有很多研究者在这方面做了很大的努力。Kaner 等人利用固态复分解(SSM)法在 550 °C 下合成出 GaSb 和 InSb^[9];Gopalakrishnan 等人通过在 500 °C 下用氢气直接还原锑酸盐前驱体制备出二元锑化物 NiSb₂^[10];谢毅等人利用溶剂热法,以硼氢化钠作为还原剂在 140 °C 下反应 24 h 制备出 γ -NiSb 纳米晶体^[11]。图 6-1 和图 6-2 给出了一系列镍锑合金的 SEM 和 XRD 图。但这些合成方法有着温度要求高或反应时间长等缺点,我们利用乙二醇和水合肼回流法,其中以水合肼为还原剂,NiCl₂ 和 SbCl₃ 作为反应原料,在 166 °C 下回流 1 h,制得 γ -NiSb 纳米颗粒。此方法克服了以上制备方法的各缺点,具有简单、方便、安全、时间短等优点。

在 NiSb 纳米颗粒形成过程中,水合肼起了关键的作用。首先,由于水合肼的强配位作用,Ni²⁺ 和 N₂H₄ 螯合生成络合物,这由反应前混合物呈紫色浑浊可知;其次,水合肼在碱性条件下具有较强的还原性,在其与乙二醇的共同作用下,将 NiCl₂ 螯合还原成单质镍;最后,新生成的金属镍具有较高的活性,与 SbCl₃ 反应生成最终的产物 NiSb 纳米颗粒。该过程可用下面的反应式来表示:



回流法是有机化学基础实验中常见的制备方法,一般指用乙醇等挥发性有机溶剂浸提药材成分,浸提液被加热,溶剂馏出后又被冷凝流回浸出器中浸提药材,这样周而复始,直至有效成分提取完全的方法。其包括回流热浸法(溶媒用量较多,提取时循环使

用,但不能更新)和回流冷浸法(溶媒用量较少,提取时可循环和更新)。该法由于浸提液受热时间较长,故不适用于受热易破坏的药材成分的浸出。近几十年,该法也被广泛用于各种纳米材料的可控制备。

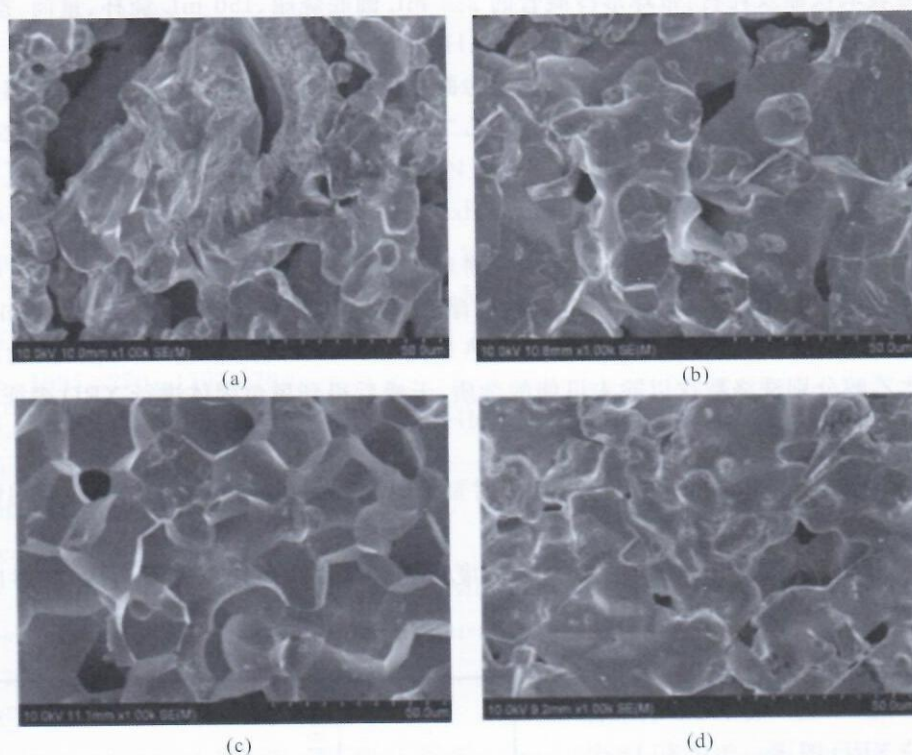


图 6-1 Ni_3Sb (a)、 Ni_5Sb_2 (b)、 NiSb (c) 和 NiSb_2 (d) 的 SEM 图^[8]

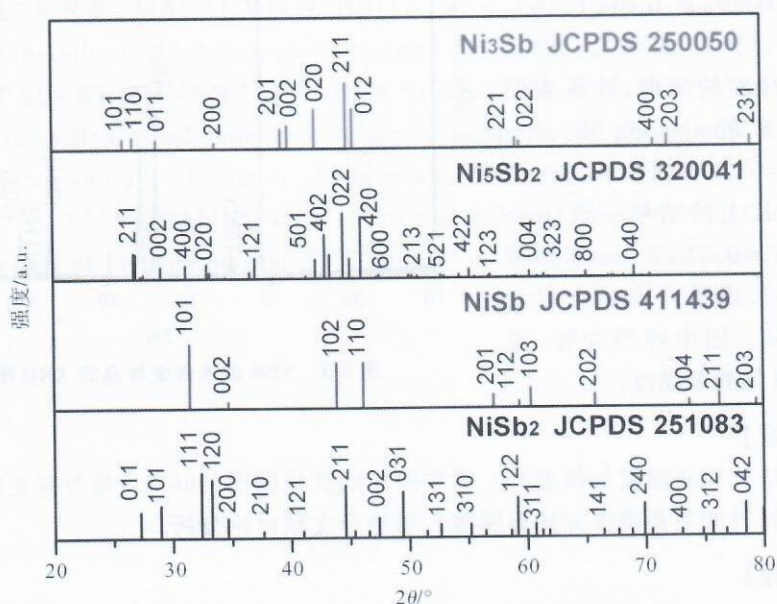


图 6-2 Ni_3Sb 、 Ni_5Sb_2 、 NiSb 和 NiSb_2 的 XRD 图^[8]

【仪器与试剂】

主要配套仪器及设备:超声仪、高速离心机(15 000 r/min)、精密天平、普通天平、XRD 和油浴加热装置。

所需玻璃仪器及耗材:带球形冷凝管的 250 mL 圆底烧瓶、150 mL 烧杯、量筒、搅拌子、塑料枪头和塑料离心管。

主要试剂:本实验所使用的化学试剂均为商品化试剂,使用时未经任何处理。实验中用到的 $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 SbCl_3 、 NaOH 、水合肼、乙二醇、无水乙醇均为分析纯试剂,实验用水为蒸馏水。

【实验步骤】

将 0.050 g $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、10 mL 水合肼和 100 mL 乙二醇加入 250 mL 的圆底烧瓶中,磁力搅拌至 $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 溶解得紫色悬浮液,再向其中加入 0.300 g SbCl_3 和 0.160 g NaOH ,并继续搅拌 30 min。然后将烧瓶加热并在 166 °C 下回流 1 h。冷却后,产物用蒸馏水和无水乙醇分别洗涤数次以除去可能的杂质,干燥后得到黑色固体进行 XRD 表征。

【注意事项】

(1)水合肼和 NaOH 都有强碱性,使用时要十分小心。尤其是 NaOH ,避免使用粉状产品,以保护呼吸系统。

(2)使用油浴锅加热时,仪器上设置的温度可能与圆底烧瓶内温度不一致,此时应在烧瓶中插入温度计控温。

【结果分析与数据处理】

图 6-3 所示是所得 NiSb 纳米合金样品的 XRD 图谱。图中有 11 个衍射峰,分别相应于六方相的 γ - NiSb (101)、(002)、(102)、(110)、(201)、(112)、(103)、(202)、(004)、(211)和(203)面的衍射,计算表明产物的晶格常数 $a = (0.393\ 7 \pm 0.003\ 8\ \text{nm})$, $c = (0.510\ 4 \pm 0.005\ 5\ \text{nm})$,与 JCPDS 卡片上的结果一致($a = 0.392\ 5\ \text{nm}$, $c = 0.513\ 7\ \text{nm}$,卡片号码为 41-1439),说明产物只含有六方相的 γ - NiSb 。图中峰形尖锐,说明产物具有良好的结晶度。

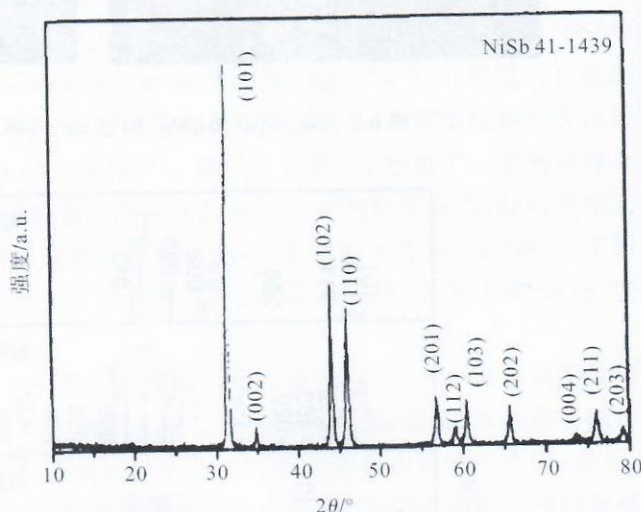


图 6-3 NiSb 纳米合金样品的 XRD 图谱

【问题讨论】

- (1)回流法的回流温度如何选择? 本实验中的反应温度(166 °C)是否有更好的选择?
- (2)合金材料的主要表征方法有哪些? 请结合文献讨论分析。

【参考文献】

- [1]JONES A C. Developments in metalorganic precursors for semiconductor growth

- from the vapour phase[J]. Chemical Society Reviews, 1997, 26: 101-110.
- [2] BRYNE E K, PARKANYI L, THEOPLD K H. Design of a monomeric arsinogallane and chemical conversion to gallium arsenide[J]. Science, 1988, 241: 332-334.
- [3] GAMMON D, SNOW E S, SHANABROOK B V, et al. Homogeneous linewidths in the optical spectrum of a single gallium arsenide quantum dot[J]. Science, 1996, 273: 87.
- [4] OLSHAVSKY M A, GOLDSTEIN A N, ALICISATOS A P. Organometallic synthesis of gallium-arsenide crystallites, exhibiting quantum confinement[J]. Journal of the American Chemical Society, 1990, 112: 9438-9439.
- [5] TRENTLER T J, HICKMAN K M, GOEL S C, et al. Solution-liquid-solid growth of crystalline III-V semiconductors: An analogy to vapor-liquid-solid growth[J]. Science, 1995, 270: 1791-1794.
- [6] TRENTLER T J, GOEL S C, HICKMAN K M, et al. Solution-liquid-solid growth of indium phosphide fibers from organometallic precursors: Elucidation of molecular and nonmolecular components of the pathway[J]. Journal of the American Chemical Society, 1997, 119: 2172-2181.
- [7] DOUGALS T, THEOPOLD K H. Molecular precursors for indium phosphide and synthesis of small III-V semiconductor clusters in solution[J]. Inorganic Chemistry, 1991, 30: 594-596.
- [8] LUO X N, DONG C, LIU S K, et al. Low-temperature physical properties and electronic structures of Ni_3Sb , Ni_5Sb_2 , NiSb_2 , and NiSb [J]. Chinese Physics B, 2015, 24: 067201.
- [9] TREECE R E, MACALA G S, RAO L, et al. Synthesis of III-V semiconductors by solid-state metathesis[J]. Inorganic Chemistry, 1993, 32: 2745-2752.
- [10] GOPALAKRISHNAN J, PANDEY S, RANGAN K K. Convenient route for the synthesis of transition-metal pnictides by direct reduction of phosphate, arsenate, and antimonate precursors[J]. Chemistry of Materials, 1997, 9: 2113-2116.
- [11] XIE Y, LU J, YAN P, et al. Solvothermal coordination-reduction route to γ - NiSb nanocrystals at low temperature[J]. Journal of Solid State Chemistry, 2000, 155: 42-45.

(实验提供及修订: 廖凡)

Professional Experiments of
Nanomaterials

纳米材料专业实验

责任编辑 李峰伟
封面设计 蒋卓群



扫码了解更多

T0296-1-1

ISBN 978-7-5615-6695-4



9 787561 566954 >

定价:35.00元

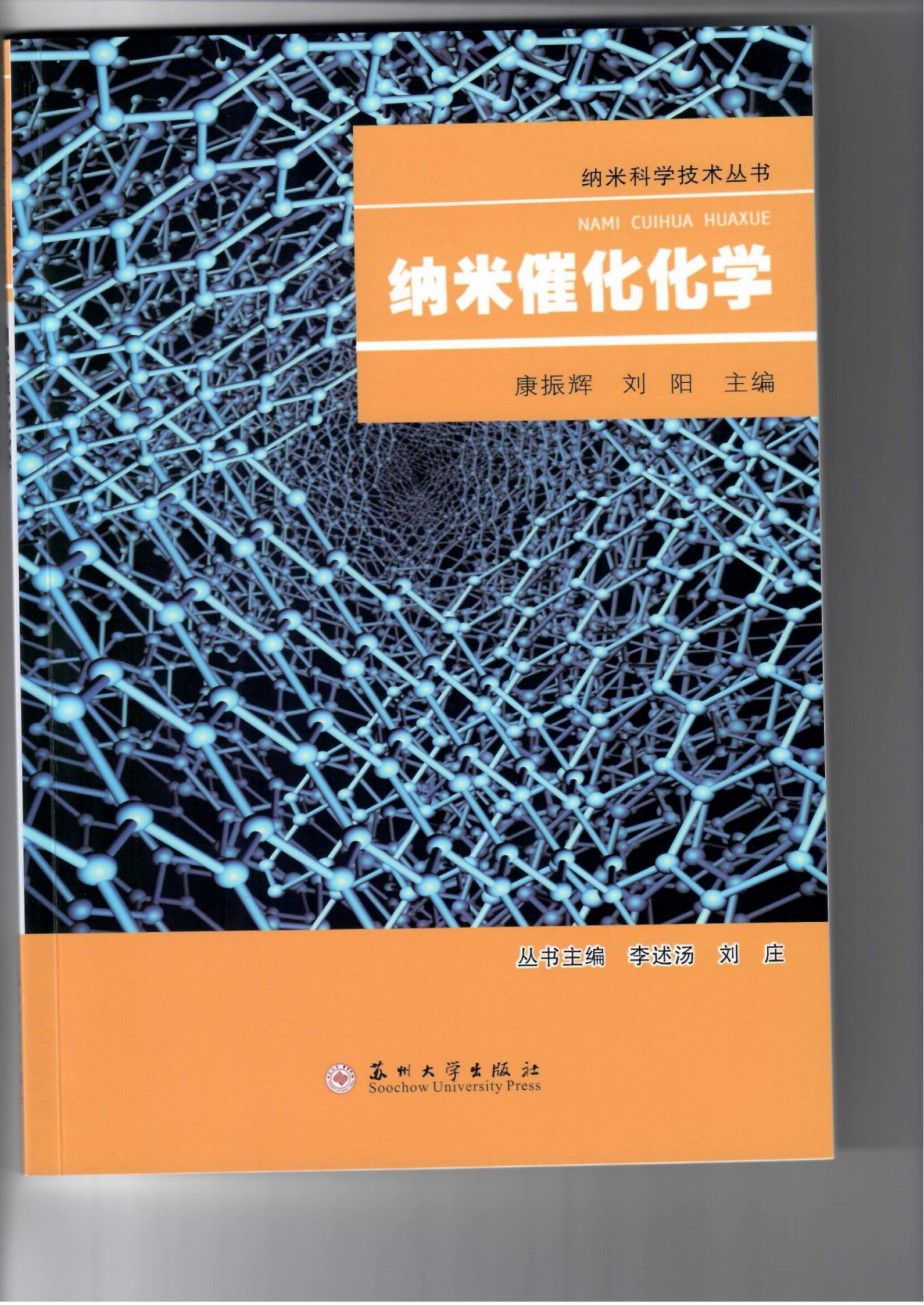
字数证明

兹证明《纳米材料专业实验》(邵名望、马艳芸、高旭主编, ISBN 978-7-5615-6695-4)一书中关于《实验六:乙二醇回流法制备 NiSb 合金纳米材料》是由廖凡(身份证号: 320923198804220063)参与编写, 字数为 2134 字。

厦门大学出版社出版有限公司

2023 年 6 月





纳米科学技术丛书

NAMI CUIHUA HUAXUE

纳米催化化学

康振辉 刘 阳 主编

丛书主编 李述汤 刘 庄



苏州大学出版社
Soochow University Press

图书在版编目(CIP)数据

纳米催化化学 / 康振辉, 刘阳主编. — 苏州: 苏州大学出版社, 2021.8

(纳米科学技术丛书 / 李述汤, 刘庄主编)

ISBN 978-7-5672-3303-4

I. ①纳… II. ①康… ②刘… III. ①纳米材料 — 催化剂 IV. ①TQ426

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 158642 号

纳米催化化学

康振辉 刘 阳 主编

责任编辑 王 亮

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市十梓街 1 号 邮编: 215006)

镇江文苑制版印刷有限责任公司印装

(地址: 镇江市黄山南路 18 号润州花园 6-1 号 邮编: 212000)

开本 787 mm×1 092 mm 1/16 印张 10 字数 220 千

2021 年 8 月第 1 版 2021 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-3303-4 定价: 36.00 元

图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-67481020

苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>

苏州大学出版社邮箱 sdcbs@suda.edu.cn

“纳米科学技术丛书”编委会

丛书主编：李述汤 刘 庄

丛书常务副主编：王穗东

丛书副主编：何 乐 康振辉 李 青
马艳芸 孙宝全 张 桥

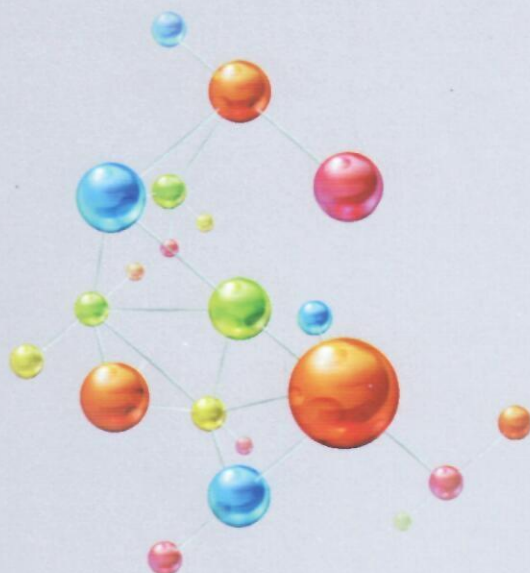
丛书编委：(按姓氏拼音排序)

曹慕寒	陈 倩	陈子亮	程 亮
戴高乐	邓 巍	冯良珠	高 旭
何 耀	黄 慧	黄丽珍	李超然
梁志强	廖 凡	刘 坚	刘静静
刘 阳	刘泽柯	陆 广	吕奉磊
彭 睿	邵名望	宋 涛	唐浩宇
唐建新	汪 超	王后禹	王雪东
王照奎	文 震	徐建龙	徐 勇
杨旭敏	殷黎晨	袁建宇	张海明
张 琦	赵 宇	钟 俊	

本书编者和他们的同事从 2009 年开始讲授纳米催化化学这门课程，当时在国内外关于纳米催化化学的课程还很少，纳米科学与技术专业的本科生和研究生没有合适的教材可以使用。编者曾将授课的英文版讲义不断完善，并初步形成了一本英文版教材《纳米催化化学》(Chemistry in Nanocatalysis) 供苏州大学纳米科学技术学院内部授课使用。以英文版教材的内容体系为基础，经过编者近十年的探索和总结，本书进一步结合当今催化学科的发展，从化学与纳米技术的角度来审视和介绍当代的催化化学。

随着纳米科技的发展，催化化学也面临着重大的发展机遇与挑战。纳米催化化学目前正逐渐成为化学、材料、催化、生物、器件以及新能源领域中的核心交叉学科之一。本书是编者参照几年来为研究生和高年级本科生开设的专业课程的讲稿以及众多催化领域教材和大量国内外的相关文献编写而成的（限于篇幅，附录中只给出了部分参考书目，大量参考文献没有列出）。由于研究生和高年级本科生在学习本门课程之前已学习过基础化学专业课程、物理和生物学基础专业课程以及统计热力学和半导体物理基础课程，所以本书没有针对一些基本概念进行严苛的定义描述，也没有从严格的数学推导的角度来进行讨论。本书编者希望从纳米材料和纳米技术的角度来讨论催化作用的化学本质。本书内容基本上是定性的和描述性的，主要体现为对上述英文版教材的补充和对教学内容的完整梳理。鉴于教学课时和篇幅的限制，本书内容没有展开详细的解释和举例，如有需要，读者可参照相关文献或教材展开阅读。

本书从催化反应和催化剂的作用等基本概念开始介绍，内容简要但涵盖了经典催化体系（包括均相催化、多相催化、酶催化、自催化、手性催化、仿生催化等）、催化剂的合成与表征技术、纳米结构的催化特性（包括纳米颗粒、纳米空间限域、金属簇、金属氧簇、单原子催化等）、新能源与环境催化技术、生物催化以及现代催化研究进展等方面。对于那些准备从事相关专业的初学者来说，本书作为入门参考书会有所帮助。在本书成稿过程中，廖凡、邵名望、陈子亮等多位老师为本书的内容设计与撰写做了大量工作，谨此表示衷心的感谢！



苏大出版天猫旗舰店

ISBN 978-7-5672-3303-4



定价: 36.00元

证 明

兹证明《纳米催化化学》(康振辉、刘阳主编, ISBN 978-7-5672-3303-4)一书中第五章“催化剂合成与表征”是由廖凡(身份证号: 320923198804220063)参与编写, 字数为 20000 字。

苏州大学出版社有限公司

2023 年 6 月



江苏省教育厅

苏教高函〔2021〕9号

省教育厅关于公布首批省级一流本科课程 认定结果的通知

各普通本科高校：

根据《教育部办公厅关于开展第二批国家级一流本科课程认定工作的通知》（教高厅函〔2021〕13号）和《省教育厅办公室关于开展第二批国家级和首批省级一流本科课程推荐认定工作的通知》（苏教办高函〔2021〕14号）精神，经学校申报、网络公测、专家评审、结果公示等程序，认定全省高校 1485 门本科课程为首批省级一流本科课程。其中，线上课程 387 门、虚拟仿真课程 248 门、线下课程 425 门、线上线下混合式课程 347 门、社会实践课程 78 门。现予以公布。

各高校要将省级一流本科课程建设纳入“十四五”高等教育发展规划，采取相应支持措施，加快建设与新时代人才培养需求相适应、与新技术相融合、与教育教学方式方法改革相配套的教育教学管理政策和机制，注重一流本科课程建设与应用优秀案例的推广。从认定结果公布之日起，督促与保障各类课程按照要求开放共享或持续建设不少于 5 年，并按时向省教育厅提供年度运行数据，接受监督和管理。

省教育厅将通过使用评价、定期检查、专项汇报等方式，对已认定课程的实际应用、教学效果和共享及持续建设情况进行跟踪监测和长效动态管理。对未持续更新完善、出现严重质量问题、课程团队成员出现师德师风等问题的课程，将取消省级一流本科课程资格。

附件：首批省级一流本科课程名单



（此件主动公开）

三、线下一流课程（425 门）

序号	课程名称	课程负责人	课程团队其他主要成员	主要建设单位
1	小学教育心理学	闫 祯	郭建耀	常熟理工学院
2	中国古代文学	张幼良	孟伟 李亚峰 蒋东玲 曹逸梅	常熟理工学院
3	教育研究方法	顾永安	钱晶 孙金娟 韩建光	常熟理工学院
4	机器人技术基础	徐本连 赵彩虹	周旭	常熟理工学院
5	管理学	曹旭平	施晓岚 张国平 宋君 周艳	常熟理工学院
6	模拟电子技术	储开斌	武花干 陈墨	常州大学
7	系统安全工程	邵 辉 毕海普	赵庆贤	常州大学
8	传质与分离工程	马江权	王岚 陈乐	常州大学
9	化工热力学	钟	叶青 李进龙	常州大学
10	水质工程学	王利平 蒋善庆	董良飞 涂保华 许霞	常州大学
11	西方经济学	姜国刚	李林芳 任保全 陈丽 李颖	常州大学
12	翻译理论与实践	李 静 杨 焱	汪顺来 周政权	常州工学院
13	电器与 PLC	张 兵	蔡纪鹤 史建平 马金祥 嵇明军	常州工学院
14	有限元法与软件应用	尹飞鸿	何亚峰 江炜 姜文彪	常州工学院
15	传感器原理与应用	潘雪涛	张美凤 王加安 褚静 郭杰	常州工学院
16	工程力学 A(上)	王晓军	黄成 陈静	常州工学院
17	土力学与工程地质	朱建群	吴昌胜 段超然	常州工学院
18	艺术概论（英）	季 欣		东南大学

序号	课程名称	课程负责人	课程团队其他主要成员	主要建设单位
334	数字信号处理	胡剑凌	芮贤义 孙兵 俞一彪	苏州大学
335	有机化学（一）（上）（双语） 有机化学（一）（下）（双语）	赵 蓓		苏州大学
336	织物组织学	王国和	睦建华 李刚 李媛媛	苏州大学
337	放射卫生学（一）	涂	孙亮 陈娜 万骏 陈丹丹	苏州大学
338	设计素描与色彩（一） 设计素描与色彩（二） 设计素描与色彩（三） 设计素描与色彩（四）	汤恒亮 张 琦	王琼 陈卫潭 李立	苏州大学
339	数学分析（I） 数学分析（II） 数学分析（III）	王志国	卫淑云 赵云 吴俊德 廖刚	苏州大学
340	量子力学	高 雷 周丽萍	蒋建华	苏州大学
341	纳米催化	康振辉	刘阳 黄慧 马艳芸 廖凡	苏州大学
342	中国社会史	张笑川	许哲娜	苏州科技大学
343	管理心理学	邵爱国 田晓明	韦洪涛 李锐	苏州科技大学
344	合唱与指挥 I	黄祖平		苏州科技大学
345	水污染控制工程（一）（二）	李 勇	潘杨 袁怡 陈重军 顾晓丹	苏州科技大学
346	城市详细规划 A（二）	王雨村	洪巨伟 郑皓 于森 吕飞	苏州科技大学
347	钢结构设计原理 A	毛小勇	唐柏鉴 姚江峰 顾强	苏州科技大学
348	数控技术	唐友亮	刘萍 袁梦 张金花 陈莹	宿迁学院
349	混凝土结构设计原理	朱方之		宿迁学院
350	初级财务管理	杨 森	张洁慧 仲其安	宿迁学院