

基于现代物理化学理论方法的本科创新创业教育改革实践

黄在银

广西民族大学 化学化工学院, 广西 南宁 530006

[摘要] 基于现代物理化学的理论方法, 跟踪科技前沿, 聚焦新工科, 探索教育科技人才三位一体, 专创科创和产教融合的教育新模式。乐米梦想家创新班通过超前经典物理化学和纳米物理化学教学, 开展创新实验, 撰写学术论文, 申请发明专利, 参加学术会议, 激发大学生追求科学家精神的内动力, 参加大学生创新创业大赛, 推进产学研的深度融合, 培养大学生的创新能力、实践能力和服务社会的能力, 取得显著成效。近年来共获得国家金银奖等6项, 自治区级奖等25项。本科生申请和授权专利51项, 发表论文和学术会议墙展50多篇, 在全国学术会议上作报告20人次, 一大批本科生获自治区优秀毕业生被录取为985大学和211大学研究生。本独具特色的教育改革成果为普通本科院校教育改革提供了借鉴, 在校内外产生了积极影响。

[关键词] 现代物理化学; 新工科; 产教融合; 创新创业教育

DOI: 10.33142/fme.v5i5.14088

中图分类号: G642.3

文献标识码: A

Reform Practice of Undergraduate Innovation and Entrepreneurship Education Based on Modern Physical Chemistry Theory and Methods

HUANG Zaiyin

School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangxi Minzu University, Nanning, Guangxi, 530006, China

Abstract: Based on the theoretical methods of modern physical chemistry, tracking the forefront of science and technology, focusing on new engineering disciplines, exploring a new educational model that integrates education, technology, and talent, and focuses on the integration of industry and education. The Lemi Dreamer Innovation Class conducts innovative experiments, writes academic papers, applies for invention patents, participates in academic conferences, stimulates the internal motivation of college students to pursue the spirit of scientists, participates in college innovation and entrepreneurship competitions, promotes the deep integration of industry, academia, and research, cultivates college students' innovation ability, practical ability, and ability to serve society through advanced teaching of classical physical chemistry and nanophysical chemistry, and achieves significant results. In recent years, it has won 6 national gold and silver awards and 25 autonomous region level awards. Undergraduate students have applied for and been granted 51 patents, published over 50 papers and exhibited at academic conferences, delivered 20 presentations at national academic conferences, and a large number of outstanding graduates from the autonomous region have been admitted as graduate students to 985 universities and 211 universities. This unique educational reform achievement provides a reference for the education reform of ordinary undergraduate colleges and has had a positive impact both on and off campus.

Keywords: modern physical chemistry; emerging engineering education; integration of industry and education; innovation and entrepreneurship education

引言

聚焦新工科, 专创、科创和产教融合的教育模式, 对于推动教育科技人才三位一体的现代化强国战略具有重大意义^[3-4]。培养创新能力, 促进理论与实践结合, 增强就业竞争力, 培养科学家精神和企业家精神, 促进跨学科合作。创新创业教育的改革能够帮助学生更好地适应快速变化的环境, 培养适应未来社会的能力。总之, 大学生创新创业教育改革与实践不仅对个人的成长和发展有重要意义, 也对社会、经济和科技进步产生深远的影响。

1 教学改革的主要措施与实施过程

本项目围绕化学学科的理论方法技术创新, 旨在培养具备扎实物理化学理论基础与创新能力的本科生。改革的主要举措包括:

(1) 引入介观体系和纳米体系的物理化学理论与实验方法, 将最新的科研成果融入课程, 强化化学热力学、化学动力学、电化学等方面的多学科融合, 形成基于表面热力学的现代物理化学教学内容体系。

(2) 通过线上线下教学相结合的模式, 专创科创结合, 跟踪前沿进行创新实验, 学生参与国家级项目, 促进理论方法与实际应用的有机结合。

(3) 创新教育与创新创业教育结合。在教学过程中将专业教育与创新创业教育紧密结合, 通过“互联网+”创新创业大赛等平台, 结合产业需求, 到企业调研学习和交流, 提升学生的创新意识与解决实际问题的能力。学生参加各类学科竞赛, 如“互联网+”创新创业大赛、“挑战杯”等, 促进学生理论与实践有机结合, 通过团队合作提

高协同创新能力。

(4) 注重培养学生的国际化视野, 开设科技英语课程与论文写作训练, 提升学生撰写高质量学术论文的能力。

(5) 通过创新实验, 参加学术会议进行学术交流, 通过撰写论文、墙展和作学术报告, 全面提升学生的科研能力和创新思维。

(6) 该项目通过组建团队, 以团队为基础进行创新学习和进行创新创业的各种活动, 凝聚。如艾斯团队、科粼特团队、无微不至团队、丽日蓝天团队、速战速决团队、芬以治铈团队、人峰科技团队、菲尔特团队、点泥成金团队、为泥而来团队、不疏余地团队、焕染一新团队、蓝零亡团队等。

(7) 将理论性强难学的物理化学中的化学热力学内容设计成卡片形式的游戏, 激发学生的学习兴趣, 同时训练学生的科学思想方法。

2 创新教育的内容

(1) 纳米材料的整体热力学及其表面热力学

获取纳米材料规定热力学函数的科学原理和实验方法, 并建立纳米材料反应热力学及动力学、溶解热力学及动力学、吸附热力学及动力学、电化学的纳米物理化学方程, 关联热力学参数和动力学参数与表面热力学性质之间的关系式。诺贝尔化学奖得主 Gertl 指出“整个纳米科技领域实际上就是由表面反应控制的”。纳米材料的表面热力学性质决定了纳米材料表面物理化学过程的热力学、动力学及机理, 在吸附催化领域具有广泛的应用。固体表面热力学的测定国际上没有统一的标准方法, 纳米材料表面结构的复杂性, 理论建模也是面临挑战。通过反应热力学及动力学、溶解热力学及动力学, 结合反应动力学的过渡态原理, 回去纳米材料的摩尔表面热力学性质、偏摩尔表面热力学性质、比表面热力学性质的尺寸、形貌和温度效应规律。发现包括量子点在内的纳米材料的表面热容和表面张力具有临界尺寸效应, 随着尺寸减小表面张力下降, 球形纳米颗粒在的临界尺寸为 10nm, 表面热容随温度的变化临界尺寸前后分别大于和小于零, 为纳米材料的储热和防热材料的开发提供了科学依据。此外, 还发现表面张力的温度系数大于零, 即表面熵小于零的反热力学原理的结果。

(2) 超亲水超疏油油水分离器的设计开发

通过在金属网上构筑纳米针结构的尺寸和大小, 改变表面的表面张力进而改变亲水疏油的性质, 实现 100% 的油水分离。

(3) 缺陷双活性位点自修复循环芬顿催化材料的设计构筑

从氧缺陷的 $\text{Fe}_2\text{O}_{3-x}\cdot\text{TiO}_{2-x}$ 再到二硫化亚铁@二硫化钼、二硫化亚铁@二硫化钨等缺陷自修复芬顿催化剂, 实现羟基自由基零距离高效降解有机污染物。

(4) 纳米可见光催化材料@光合细菌复合材料的设计合成及其净化养殖废水, 增加养殖废水的溶解氧的浓度,

提高水产养殖产量。

(5) 赤泥是氧化铝产业产生的固体废弃物, 资源化利用被称为世界是世界性难题。采用纳米技术高效绿色表面转化技术, 实现赤泥缺陷水滑石可见光催化的应用, 并包裹成球形颗粒分散在水体系中, 循环使用。

(6) 利用生物质热解产生气体致孔并产生缺陷, 形成吸附芬顿催化新材料, 用于处理环境有机污染物, 并固定重金属, 效果良好。

3 创新创业教育的效果

广西民族大学乐米梦想家创新团队从 2019 年开始进行创新创业教育, 当年获得自治区铜奖; 2020 年获学校国家唯一奖, 2021 年获国家金奖学校里程碑的零突破, 也是当年广西高校唯一金奖, 全国民族院校唯一金奖, 同时还获得一项国家铜奖并获自治区“最佳人气奖”, 2022 年作为学校唯一进入国家现场总决赛的项目, 2023 年连续第三年进入国家现场总决赛获得银奖, 金奖和银奖获自治区教育主管部门奖励 400 万元。通过创新创业, 培养了学生创新的科学家精神和企业家精神的家国情怀, 创新思维能力得到了极大提高。一大批同学获国家奖学金、自治区政府奖学金、自治区优秀毕业生、校长奖学金、学校大学生年度人物, 学术科研奖和优秀学生干部。一大批同学因本科创新的经历和成果, 在研究生复试中表现抢眼受到所在学校的青睐, 100% 上岸 985/211 大学研究生。也因创新创业的成果, 极大地为学校申报各类项目和学院博士学科点、广西一流学科、国家一流专业等提供了重要支撑材料, 在校内外产生了积极而广泛的影响。

4 创新创业教育的特色

4.1 物理化学理论和纳米物理化学理论的学习^[1-2]

根据项目负责人的《化学热力学方法及其纳米物理化学应用》和《纳米材料及其光催化物理化学》两本书的内容进行创新班的教学, 让学生在更高层次上学习化学理论与应用相联系, 为创新提供科学依据。物理化学的原理可以应用于新材料的设计和合成, 例如纳米材料、聚合物和催化剂等。通过理解材料的结构与性质之间的关系, 研究人员能够创造出性能优异的新材料, 推动各个领域的技术进步。纳米材料的物理化学研究有助于理解物质在纳米尺度下的行为和性质。这些研究为开发新材料和新技术提供了基础, 推动了材料科学、化学和物理学等领域的发展。纳米材料在环境保护和可持续发展方面也展现出重要意义。例如, 纳米催化剂可以提高化学反应的效率, 减少能源消耗和废物排放; 纳米过滤材料可以用于水处理和空气净化。纳米材料的研究往往涉及物理学、化学、生物学、材料科学等多个学科, 促进了不同学科之间的交叉与合作, 推动了科学技术的整体进步。

4.2 跨学科专业团队^[3]

新生入学超前物理化学理论方法学习, 同时进行理论联系实际创新实验, 并成立面向全校跨学科专业的“广西

民族大学乐米梦想家创新班”团队，创新班团队面向全校各专业，包括化学、应用化学、化学工程与工艺、制药工程、中药制药、能源化工、生物技术、人工智能、电子信息、金融与国际贸易、播音与主持艺术等专业学生。其优势是：

(1) 增强创新与创造力。多学科团队的成员背景和思维方式各异，能够激发创新思维，促进跨界合作，从而产生新的想法和解决方案。

(2) 提高学习工作效率。团队成员可以根据各自的专长分工合作，优化资源配置，提高项目的实施效率。

(3) 知识共享与学习。团队成员之间可以相互学习，分享各自领域的知识和经验，促进个人和团队的成长。

(4) 促进沟通与合作。通过跨学科的合作，团队成员能够提高沟通能力，增强团队凝聚力，有助于建立更强的人际关系网络。总之，多学科专业团队能够更有效地应对复杂问题，推动创新，提升整体工作效率，是现代社会中不可或缺的一种合作模式。

4.3 专创科创产教融合^[4]

大学生在专创、科创、产教融合中成长，培养了大学生的创新能力、理论联系实际解决问题和服务产业发展的能力，意义如下：培养创新能力。创新创业教育能够激发学生的创造力和创新意识，培养他们解决问题的能力。这种能力不仅对创业有帮助，也对未来的职业发展和社会适应能力至关重要。促进实践与理论结合。通过创新创业实践，学生能够将课堂上学到的理论知识应用于实际问题，增强实践能力。这种结合有助于学生更好地理解和掌握专业知识，提高综合素质。增强就业竞争力。具备创新和创业能力的学生在就业市场上更具竞争力。雇主通常更青睐那些具备创新思维、团队合作能力和解决复杂问题能力的应聘者。推动经济发展。大学生的创业活动能够促进地方经济的发展，创造就业机会，推动社会创新。这对国家和地区的经济转型与升级具有重要意义。培养企业家精神。创新创业教育有助于培养学生的企业家精神，包括风险意识、责任感和社会责任感。这种精神不仅对创业者有益，也对社会的整体发展和进步起到积极作用。促进跨学科合作。创新创业教育通常需要跨学科的知识 and 技能，能够促进不同学科之间的合作与交流，推动学术研究与实际应用的结合。适应社会需求变化。随着社会和科技的快速发展，传统的教育模式可能无法满足新的社会需求。创新创业教育的改革能够帮助学生更好地适应快速变化的环境，培养适应未来社会的能力。总之，大学生创新创业教育改革与实践不仅对个人的成长和发展有重要意义，也对社会、经济和科技进步产生深远的影响。

5 创新创业教育的推广

5.1 校内推广

本项目 2021 年因指导学生获互联网+大学生创新创业

大赛国家金奖，在全校的创新创业和就业大会上发言，学校“创新创业特别荣誉奖”的荣誉证书。并分别在电子信息学院、人工智能学院、经济学院、管理学院等学院进行交流。传媒学院新闻写作班邀请我学生团队以国家金奖项目为案例进行现场采访交流课程教学。

5.2 校外高校推广

受赣南师范大学、杭州医学院、广西交通职业技术学院、广西科技师范学院、陕西师范大学、西北大学等高校进行创新创业教育的指导交流。

5.3 学术会议推广

2021 年：在成都中国化学会第 20 届化学热力学与热分析学术会议上进行 3 个创新创业项目交流。2022 年：在深圳第四届高浓度有机废水处理技术研讨会上进行大会报告交流。2023 年：在青岛参加中国化学第 31 届化学年会上进行“物化游熵”和“芬以治铈”两个项目的交流。2024 年：在杭州“第六届全国光催化学术研讨会”上做分会报告：基于纳米物理化学理论方法的应用极其创新创业教育改革实践。2024 年：在成都“2024 热分析技术研讨会”上做大会报告：基于纳米材料表面热力学的物理化学应用及其本科创新创业教育改革实践。

5.4 媒体的推广

2021 年 4 月 27 日，“中国大学生在线”访广西民族大学大学生创新创业团队——“乐米梦想家”，以“第六届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛，广西民族大学“乐米梦想家”团队研发的项目，在众多队伍中脱颖而出，勇夺铜牌”为题进行报道。2023 年广西日报专题报道国家银奖项目“人峰科技项目”，一周内阅读量达到 25 万，并有 CBG 科技咨询、今日头条等 11 家媒体报道。2024 年 10 家媒体报道“为泥而来”自治区银奖创新创业项目。2024 年 10 家媒体报道“芬以治铈”自治区银奖创新创业项目。2024 年 10 家媒体报道“点泥成金”自治区金奖创新创业项目。

基金项目：该项目为广西高等教育本科教学改革工程项目（项目编号：2021GJA172）。

[参考文献]

- [1]黄在银,李星星.纳米材料及其光催化物理化学[M].北京:化学工业出版社,2020.
- [2]黄在银,范高超,谭学才.化学热力学方法及其纳米物理化学应用[M].北京:科学出版社,2016.
- [3]王晓东,李明.学科交叉视角下的创新模式研究[J].科技进步与对策,2020,37(10):123-128.
- [4]李明,王芳.产学研结合的创新教育模式研究[J].教育研究,2020,41(5):45-52.

作者简介：黄在银，二级教授，广西高校教学名师，主要从事纳米材料物理化学及其创新创业教育研究。