《崇德尚能，知行合一：“三化”实验教学体系的构建与实践》教学成果报告

一、成果背景

实验室是化学学科人才培养和科技创新的重要场所，是化学专业“双一流”建设的重要保障，是提升地方高校办学水平、增强办学实力和社会竞争力的重要平台。牡丹江师范学院是黑龙江省东南部地区比较早开设化学专业的教育单位，承担着重要的面向地方的化学人才输出和社会服务使命。

在面向当前科技创新时代的发展背景下，地方高校化学实验室作为科研创新和人才培养的重要场所，是有效完成教学任务和开展创新活动必要的平台。因此优秀的实验室管理承载着优秀人才培养的重要任务，更是在高校注重德育渗透和培养学生实践创新能力的重要平台。因此，强化实验室管理、加快实验室资源整合、建设信息化的资源管理平台对高校化学学科专业建设、教学科研水平及创新人才培养等有着深远影响。

2015 年在学校提出制定 2016 版人才培养方案时，学院院长蔡雪、教学副院长邵艳秋组织系主任蒋舰、邢乐红、云观，教学团队负责人贾林艳、崔术新等针对实验教学存在的问题及培养目标要求，深入分析实验管理和教学中存在的问题，思考和探索地方高校实验室人才培养的定位和实践，提出目前实验室存在的主要问题，如实验室管理信息化效率不高、实验室存在安全隐患、实验产生的废物没有较好的处理办法、实验教学模式不能激发学生学习兴趣、教学效果达不到育人目标等问题，通过探讨解决这些问题的办法开始由邵艳秋撰写项目申请书，准备通过申请立项等方式多筹并举争取各方面资金开展实验室教学改革。

经过 7 年的教学实践，项目团队克服了各种困难，经过不断努力，不断总结、不断改进，在“崇德尚能，知行合一”的育人理念下，构建了“信息化”、“绿色化”和“云端化”的“三化”实验教学体系。在做好安全保障的前提下提升了化学试剂、仪器设备的“信息化”管理水平，提升实验室管理效率，为师生开展实验研究提供方便的实验条件；“绿色化”培养过程减少甚至杜绝了实验产生的废物对环境的污染，强化学生的环境安全节约意识，“崇德尚能，知行致远”践行

可持续发展理念；“云端化”创新实验教学理念和教学方式，探索线上线下混合式教学模式在实验教学中的应用，激发了学生的学习兴趣，提升了创新实验教学效果，使实验教学质量大幅提高，学生的专业知识和实验技能得以加强，为创新实践活动奠定了基础，实现“知行合一”。

“老话题，新举措”，本项目在研究和实践期间，学生的创新意识不断加强，实践能力普遍提高。通过参与教师科研项目到完成大学生创新创业项目，参加各类学科大赛，学生的创新能力得到较大的提升。高级别学科竞赛的获奖彰显了教师的指导能力和水平。2021 年荣获具有影响力的“建行杯”中国国际“互联网+”全国大学生创新创业竞赛国家铜奖 2 项，省赛金奖 2 项、银奖 2 项、铜奖 4 项；弓珊珊等同学获“天正设计杯”全国大学生化工设计大赛二等奖 1 项，这些突破性的成绩更加促进教师教研工作热性，学生参与各种教学科研活动的机会更多。人才培养质量的提高使用人单位对毕业生满意率提高，涌现出一批扎根地方、服务龙江的优秀毕业人才。

二、项目主要研究内容及方法

（一）搭建“互联网+”信息平台

针对对实验室存在的相关问题，课题组通过到其他院校调研，特别是到省内兄弟院校参观，学习实验室好的做法。在经费较紧张的情况下多次派人参加国内各种实验室建设的培训班，通过学习更新理念，提高理论水平，结合学院实验室建设实际情况加快实验室管理信息化建设步伐，足履实地，不骛虚声，主要完成以下几项工作，推动了学院实验室的发展，使得物尽其用、人尽其才是高校实验室发展的必然趋势，也是高校培养创新人才的必要条件。

1、化学试剂管理“信息化”

化学实验室药品品种杂多，领取、回收、摆放频繁，不利于药品监控，如果管理处置失当，将会形成巨大安全隐患。

项目首先根据化学试剂的形态、挥发性、毒性、危险性将库存试剂分类管理，并建立了有效的试剂电子信息库，将化学试剂按无机、有机、危化品等进行分类，每类再进行次级分类，如无机试剂又按酸、碱、盐、氧化物等分类，在信息库中能迅速查到每种试剂的生产厂家、存放地点、试剂库存、出入库时间等，档案资料精准，根据库存制定采购计划能满足教学科研需求又能节约资金。教师和学生

通过信息库可查找所需化学试剂相关信息，提高工作效率。目前，正在研究探讨的“二维码管理”，拟使药品管理精准到“瓶”，相信这种信息化管理更能起到方便、高效、节省经费的作用。

危化品试剂电子信息库库的建立方便试剂安全管理。通过信息库能迅速查找危化品的出入库时间、存放位置、库存量等信息，还可通过互联网确认某种试剂是国家规定的哪类“危化品”类别，并可从互联网平台下载 MSDS，以保证试剂的安全正确使用。

2、实验室安全管理“信息化”

项目建立了实验室门禁预约系统，学生可通过系统预约，经管理人员批准后即可进入实验室开展实验研究。实验室在完成教学任务前提下面向学生开放，为学生开展毕业论文、创新创业项目、学科竞赛等提供服务，满为学生提供从课内向课外的创新实践环境，足学生的实践能力和创新能力培养。为保证学生实验安全，为学生提供安全工作环境，在信息化建设理念下还开展了以下几项实验室安全工作：

（1）开展双重机制风险防控。按物质危险源和设备危险源及其存在的数量，将实验室划分为轻度（白）、中度（蓝）、较高（黄）和高度（橙）四个风险等级，并实现地图化，并在实验室分布图上按颜色区分，对于较高和高度风险实验室进行重点监控，实现安全等级信息化。

（2）建立实验室网格化安全管理信息平台。按实验室所处楼层划分网格单元，将不同风险级别的实验室纳入网格群中，组建网格长、巡查员等实验室网格管理服务团队，对安全隐患进行排查和处理。一级网格管理由学院实验室主任负责，主要承担网格化安全统筹协调工作；二级网格管理员由各楼层实验室负责人担任，负责人各房间实验室安全情况；三级网格管理员由选出的优秀学生担任，负责实验课的实验安全。用学生担任网格员，有利于培养他们的安全意识和责任担当。

（3）学院对所有的基础实验室和科研实验室更新了监控系统，更加能够有效做好安全防护。新的监控系统具备夜间红外夜视报警功能，提供实时监控和监测数据，使实验室在发生问题时能够及时查明原因并及时处理。监控系统的安装对学生实验操作的规范性起到了约束的作用。

3、大型仪器管理“信息化”

大型仪器设备是高校教学、科研必不可少的表征手段,是实验研究的必备条件，操作简单安全，不需要教师或者教辅人员全程跟踪。预约系统的建立提高了仪器的使用效率，根据预约测试时间进行实验准备，避免因仪器使用冲突带来的各种问题。

（二）“绿色化”人才培养过程

化学实验教学中“三废”处理是最难以解决的问题之一。本项目更新实验教学理念，建设“绿色化”动态调整教学体系，对化学废物的管理从“源头”抓起，安全解决化学废物问题的同时，增强了学生的环保意识并进行了创新实践活动。

（1）梳理四大化学实验教学项目，经实验教师和实验负责人逐一论证，在保证课程目标达成前提下，所设置的实验项目无毒无害，或尽量低毒低害。

（2）开展“微型化”实验教学。在保证实验效果前提下，使用尽量少的药品，试剂的消耗量一般控制到常量实验药品消耗量的几分之一或者几十分之一，经多次平行对比实验，确定每个实验的药品用量，以此有效务实的举措来减轻或者避免因废物造成的环境污染。

（3）本项目组织四大化学教学团队认真研究，确定四大化学所有实验项目可能产生的废物及处理办法，要求学生在教师的指导下自主管理实验产生的废物，培养学生的节约、环保、安全意识，促进学生自我管理能力、动手实践能力、研究设计能力的发展。结合三废的管理和再利用，在第二课堂指导学生自主研究三废的无害处理、再生、再利用方法。在培养中发挥“崇德尚能，知行合一”的作用。

（三）“云端化”翻转实验教学模式

项目贯彻全国教育大会精神，聚焦高校“以本为本”一流课程建设目标，树立课程建设新理念，推进实验课程改革创新，展开线上线下相结合的混合式实验教学改革，改变传统实验教学中教师示范学生模仿的方式，有利于发挥教师的主导作用和学生的主体作用，利用在线教学模式的优势解决实验课程教学资源有限、课时少等问题,提升教学效果,培养创新实践人才。

（1）根据 OBE 教育理念，经过不断研究，项目创立了一种“基于问题体验”

的翻转实验教学模式。：①教学资源：对于四大化学实验项目，根据学生容易遇到的问题，按操作技巧、药品性质、成败关键、危险事项、应用价值五个分类，制作实验教学视频，类别间资料可重复，体现建构主义“随机通达”教学理念；②教学目标：通过观看视频体验问题情境、实验操作、危险状况和实验价值，强调动感体验，不要求学生掌握某种明确的概念性知识；③教学要求：问题原则、体验原则、动感原则、互动原则；④教学组织：采用“云端”自学、分小组讨论、师生互动等方式，将问题提出、讨论，然后到线下实验课堂进行操作。

（2）化工专业由于专业建设时间短，存在设备不足及教学空间不够问题。学院在资金紧张的情况下，建设了化工仿真标准化实验室，购买化工仿真实验软件，对化工专业及化学、应用化学专业人才培养起到重要作用。化工实验采用线上线下模式，“虚-实”结合为学生创新能力培养及学科竞赛提供虚拟实验平台，使在真实环境难以实现的实验借助虚拟仿真实验完成，提高了学生对实验课的兴趣，实验课教学效果显著提升，学生获得更多的知识、技能和方法，创新意识和实践能力也相应提高，体现“知行合一”的作用。

三、项目研究取得的成果

经过 7 年实验教学改革个实践，2019 年化学专业评为省级一流专业建设点，2021 年光电功能实验室获批省重点实验室。

1、成果受益面大，学生的创新思维培养和实践能力提高显著

项目实施以来，学生受益面显著扩大。该成果实施以来，累计受益学生两千余人。学生的实践和创新能力得到大幅度提升，7 年完成 66 项大学生创新创业项目，发表论文 42 篇，参加“天正杯”、“挑战杯”、“互联网+”等各类学科竞赛 50 余场次，近 5 年获得省级以上学科竞赛奖励 26 项，2021 年在中国国际“互联网+”创新创业大赛中获得 2 项国家铜奖，省赛“金奖”。实验室管理效率提升，学生实验研究得到充分保障，显著提升了学生的实践能力和创新能力，人才培养质量明显提升，近五年毕业生考研率在 30%左右。国内很多初高中、企业对化学专业毕业生满意度提高，近五年平均就业率为 97.79%。涌现出一批扎根龙江、振兴地方的优秀毕业生人才，如荣获“林甸县青年教师技能大赛特等奖”的 17 级毕业生曹润雨，获得珍宝岛药业有限公司劳动模范的 15 级毕业生曹春生。

2、促进教师专业成长，提升教师教学科研水平

项目团队在实验教学能力和实验改革研究中取得较大成绩，获得校教学成果奖 4 项，其中一等奖 2 项，团队完成 10 项教学改革项目，发表教学改革论文 20 余篇。以科研促教学，教师科研水平的提高对学生创新能力的培养有很大作用。近几年发表科研论文 32 篇，出版教材 2 部，专著 5 部，专利授权 3 项。2018 年学校第一篇高被引文章发表、2019 年学校第一篇 1 区文章发表带动科研水平，2021 年发表 SCI 文章比上一年增长 80%。学院基础化学教学团队、材料科研团队连续几年获校优秀团队奖励。

教师发挥服务地方功能，走出实验室，跃上“生产线”，为企业、为社会开展技术指导，为“牡丹江龙江水务有限公司”、“牡丹江宁安技术监督局”等单位开展培训 20 多次、为社会做食品分析检测等服务平均每年 30 多次。蒋舰老师利用寒暑假到“长春市三化实业化学有限公司”开展技术指导，为企业做市场策划。

3、同行充分肯定，社会广泛关注

牡丹江大学、四平市食品药品检验所采用化学试剂电子库并给予高度肯定；宁安市市场监督管理局用“三废“”处理办法解决实验产生的废物，解决环境污染相关问题。科研创新成果市场化，“互联网+”大赛中获奖项目的研发成果已与地方企业签订产品意向合同，得到社会广泛关注；研究生联合培养提升教师科研前沿把握能力，研究生学术能显著提升，与大连化物所、黑龙江省科学院高技术研究院、中国热带农业科学院农产品加工研究所等研究单位联合培养，学生得到联合培养单位高度认可。

4、开展校企合作，推进研究成果市场化

蒋舰博士指导学生用五年时间研发的“耐湿热耐高温水性汽车门护板内饰胶粘剂”已经获批专利并在企业小试，已经建立校企合作意向，推向市场。