

全方位立体化实践育人模式的构建与实践

童程霞^{1,2}, 李雅洁^{1,2}, 闫瑾^{1,2}, 屈学俭^{1,2}, 魏士刚^{1,2}, 范勇^{1,2}, 宋志光^{1,2}, 郭玉鹏^{1,2,*}

¹ 吉林大学化学学院, 长春 130012

² 吉林大学化学国家级实验教学示范中心, 长春 130012

摘要: 吉林大学化学国家级实验教学示范中心对不同阶段的学生引入科普启迪、兴趣引导、实验训练等教学方式, 从低到高, 由浅入深, 构建和实践了启蒙、引导、培养的全方位立体化实践育人模式, 并取得了一定的成效。未来, 中心将继续探索和实践化学拔尖人才的培养, 以适应新时代下对具有批判创新思维的人才的需求。

关键词: 实践育人; 示范中心; 化学人才; 培养模式

中图分类号: G64; O6

The Construction and Practice of a Comprehensive and Three-Dimensional Practical Education Model

Chengxia Tong^{1,2}, Yajie Li^{1,2}, Jin Yan^{1,2}, Xuejian Qu^{1,2}, Shigang Wei^{1,2}, Yong Fan^{1,2}, Zhiguang Song^{1,2}, Yupeng Guo^{1,2,*}

¹ College of Chemistry, Jilin University, Changchun 130012, China.

² National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education, Jilin University, Changchun 130012, China.

Abstract: The National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education at Jilin University has introduced various teaching methods, including popular science enlightenment, interest guidance, and experimental training, tailored to students at different stages. From foundational to advanced levels, this comprehensive and three-dimensional practical education model integrates enlightenment, guidance, and cultivation, and has demonstrated significant success. Moving forward, the center will continue to explore and implement strategies for cultivating top-notch chemical talents to meet the demand for individuals with critical and innovative thinking skills in the new era.

Key Words: Practical education; Demonstration center; Chemical talent; Training mode

化学作为一门“核心、实用、创造性”科学, 不仅是一个理论研究的领域, 更是一门紧密结合实践的学科。化学为实际问题提供了基础工具和方法, 是支撑现代社会发展的重要基石之一, 因此培养化学学科的人才显得尤为重要。化学人才不仅是推动化学学科发展的关键力量, 也是将化学知识转化为实际应用、解决实际问题的桥梁。我国化学拔尖人才培养始于1992年启动的“基础科学研究与教学人才培养基地”建设, 2009年启动基础学科拔尖学生培养试验计划, 2018年我国将人才自主培养、科技自立自强上升为国家战略, 启动了一系列重大计划, 包括基础学科拔尖学生培养计划2.0基地和基础学科招生改革试点, 全面加强基础学科建设和基础学科拔尖人才培养^[1]。提升基础学科教育和研究水平、强化基础学科领域人才储备, 对国家的长远发展极具战略价值^[2]。人才的

培养是一个持续动态的长期过程, 纵观我国基础学科拔尖创新人才选拔和培养的发展历程, 可以发现它是“一条不断面临危机与挑战, 并借此不断进行探索和试验的坎坷征途”^[3]。

吉林大学化学学科始建于1952年, 是国家理科基础科学研究与教学人才培养基地。1998年, 吉林大学化学系成立实验教学中心, 2012年12月通过教育部验收, 正式获批为国家级实验教学示范中心(以下简称中心)。自建立以来, 中心团队传承老一辈化学家“重理论、重实践”的教育思想和“厚基础、强能力、重实践”的教学传统, 不断探索具有吉林大学化学特色的实践育人之路^[4]。依托先进设施装备和优秀教师团队, 中心构建了既能满足本校本科学生的学习和发展需求, 又能将化学学科的教育资源向社会(幼小、初、高)开放, 促进知识交流和应用, 全民科学素养提高的全方位立体化实践育人模式。

1 立足本科教学, 辐射“幼小、初、高”全方位立体化培养

中心以培养适应现代化建设和未来社会与科技发展需要的, 具有创新精神和实践能力, 具有雄厚的学科基础、宽广的国际视野和长远的发展潜力, 具有国际一流水平基础学科领域的人才为目标, 为化学类专业本科生构建一套完整的具有“基础-综合-高阶-创新”的实验课程体系。在承担本科教学工作之外, 中心也积极承担其社会职责, 不断加大校外开放力度, 向校内非化学类大学生开放, 向校外小初高学生开放, 将这些学生也纳入学科人才培养体系。对学前、小学及中学的学生普及化学知识, 培养学生对化学的兴趣, 促进基础学科的人才储备。多年的实验教学工作中, 中心形成了“大学-幼小-中学”全方位多元化, 以科学启蒙为始、兴趣引导为桥梁, 实行多层次能力培养, 最终达到素质养成的渐进式化学人才的培养方式(如图1所示)。

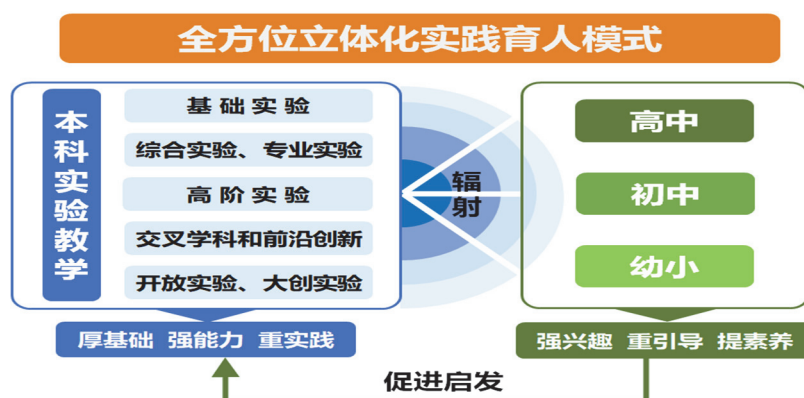


图1 “大学-幼小-中学”全方位立体化实践育人模式

中心采取“走出去”和“引进来”方式, 中心教师不定期走进幼儿园、小学校园开展科学启蒙工作。同时中心科普基地接待来自省内各小、初、高学生, 将他们“引进”大学校园, 组织他们进行游学参观活动, 开展名师科普讲座、实验演示课, 并让学生亲自参与初级实验课程, 在实践中学习和体验化学知识。以2023年为例, 中心接待省内中学生研学4次, 总计460余名学生走进吉大校园亲身感受高等教育的氛围。

2 “厚基础、强能力、重实践”, 夯实本科实践育人

目前中心各实验室分布在中心、南岭、和平三个校区, 包含无机、分析、有机、物化及仪器分析五个基础实验室, 两个专业实验室和公共实验教学中心。实验室使用面积近1万平方米, 全年承担化学类本科化学实验和全校(非化学类)动物医学、食品科学、环境工程、物理学等70余个学科1万余本科生, 年教学工作量50余万人学时的化学实验教学任务。

2.1 基础实验

化学学院以化学大类招生,以拔尖班(唐敖庆班)为示范。化学类专业本科生入学后,培养方案包含化学类培养方案(1-4学期)和分流后的各专业培养方案(5-8学期)。在第一到第四学期按“厚基础、宽口径”模式培养,课程设置一致。实践课程总计18学分,432学时,充足的学时保障突出了基础实践能力的培养。

对于公共化学(非化学类专业)教学,由于知识结构和培养目标的不同,强化基础实验教学的同时,注重学科交叉。对公共化学各专业的实验课程融合转变,实验内容上加大与专业密切相关的实用案例。学生不仅能够在实验中掌握扎实的实验技能,还可以建立化学与自身专业之间的桥梁,了解和探索化学在各自专业中的应用前景。

2.2 专业实验

化学类本科学士生从第四学期开始,进入分专业(化学专业、材料化学专业、高分子材料与工程专业、化学工程与工艺专业、应用化学专业)培养阶段。实验教学内容、教学层次应与人才培养目标紧密相关^[5],针对专业细分之后的人才培养需求,中心开设了物理化学实验A I-II(4学分,96学时)、材料化学实验(5学分,120学时)、高分子物理实验(2.5学分,60学时)、高分子化学实验(2.5学分,60学时)、高分子工程实验(2学分,48学时)、化工基础实验(1.5学分,36学时)及化工原理I-II(2学分,48学时)等课程。这些针对性的专业实验课程是化学及其相关专业学生培养的重要组成部分,如结合吉林大学高分子的特色和高分子研究的前沿领域,对高分子物理、高分子化学和加工实验的教学方式进行了一体化融合式设计,为学生今后进一步学术研究或职业发展夯实了基础。

2.3 综合实验

化学综合型实验教学在培养化学类人才中具有特殊地位,它不仅是理论联系实践的桥梁,还是培养学生知识应用能力和创新思维的重要手段^[6]。综合实验作为本科实验教学的重要一环,强调了学生对理论知识和实验技能的综合应用。依据其复杂性、应用性、学科融合性,以学生的“知识-能力-素质”培养为目标,结合专业设置了不同的综合实验(5学分,120学时)。中心以灵活教学方式“活化”教学内容,将基础实验课的内容如小分子合成、含量分析、元素分析、物质结构解析等有机地整合在一起,加大无机合成制备、有机合成等综合性强的实验,通过对材料制备、表征、测试及讨论分析的实践过程加深对理论知识的理解;将传统仪器分析推陈出新设计新的实验,理论讲解与动手拆解、组装仪器的实验同步进行,让学生对仪器结构原理和测试性能了解更加透彻;将一些最新实验方法应用到教学课程中,引导学生运用基础知识解决科研问题,激发学生的科研热情,提升探索意识、批判思维,实现综合素质养成。

2.4 高阶实验

自“国家理科基础科学研究与教学人才培养基地”建设开始,化学学院不断完善化学本科与研究生贯通式创新人才培养体系。中心在构建和完善基础实验体系的过程中,逐步增强了课程的深度和广度,开设了本研贯通高阶实验(2学分,48学时)。该课程为国内首个且唯一开设的此类实验课程,强调“能开尽开,能练尽练”的教学原则,例如开设了“Sonogashira偶联反应”、“丁基锂的使用及低温反应”等多个包含复杂多步合成的实验,涉及微量反应、多步合成、气体保护、薄层色谱(TLC)监测反应、柱层析、旋蒸、高效液相、旋光、核磁共振波谱法(NMR)表征及危险试剂的使用等。高阶实验是基础实验技能向科研能力培养的深入和拓展,培养学生的综合能力之外,将安全意识内化为行为准则,为进入科研实验室做好充足的知识储备和技能准备。

2.5 交叉学科和前沿创新

超分子化学生物学研究中心从复杂超分子体系的研究入手,将前瞻性、紧跟学科发展前沿的内容转化为实验教学项目,开设了化学生物学实验(2.5学分,60学时)。化学学科和生物学科教师联合培养学生,使学生将多学科的理论知识融会贯通,拓展其在超分子化学生物学中的深层次应用。

开设了“科学实践课”(4学分,96学时)。由院士、杰青、长江学者等科研精英将最新研究成果

和实践经验融入到教学中。这种融合不仅丰富了教学内容，也使得学生能够接触到最前沿的学术资源和最新的科研信息。在化学前辈的引领下，引导学生树立正确的科研态度及人生目标，脚踏实地，做社会所需，学以致用，造福社会的化学人。

2.6 开放实验、大学生创新实验

开放实验和大学生创新实验是实验课程的有效补充，极大提高了学生对化学课程的兴趣。中心摒弃了传统的、单一的实验教学模式，在开放创新实验和大学生创新实验中引入了多种类型的实验，紧密联系学科的研究成果，开设了“纳米复合材料的制备及其光催化性能”、“磁性钴/碳纳米复合材料的合成及对有机染料吸附性能”等实验。开设了跨学科、实用性强的实验，例如“基于氢键和配位键双重交联的自愈水凝胶制备及性能研究”、“微波辐射法合成荧光防伪墨水”、“石墨烯纳米银修饰电极的制备及其生物传感研究”等实验。开设了贴近生活，提升兴趣的实验，例如“食堂熟食制品与腌制类食物中亚硝酸含量探究”。这些实验要求学生依据题目查阅文献资料，设计实验方案，通过实验结果来验证实验思路和方案。极大提高了学生的实践能力，受到了学生的喜爱和好评。

3 “强兴趣、重引导、提素养”，“幼小-初-高”全方位有效培养

柏拉图曾经说过：“兴趣是学习最好的老师”。《论语》中也说到：“知之者不如好之者，好之者不如乐之者”。兴趣能够激发人们的思考力、探索欲、创新能力以及思维的发展，促使人们不断地探索未知，勇于创新，这些都是学习过程中不可或缺的元素。

3.1 科学启蒙阶段(幼小阶段)

人类对未知领域具有的强烈求知欲望是人类天生的好奇心，也正是科学启蒙要抓住的关键。化学是一门以实验为基础的学科，实验操作的趣味性能极大的激发学生的好奇心，让学习产生事半功倍的效果^[7]。

中心教师进入幼儿园和小学课堂(如图2所示)，创设了激发孩子们探索精神的科学启蒙课程，课程通常以富有趣味性的实验活动为主。这些精心设计的课程和活动可以让学生在轻松愉快的学习氛围中，点燃他们对化学的好奇和兴趣，促使他们想要了解和探究更多的未知的化学知识，树立绿色化学、环保可持续发展的意识，为日后的科学探索之旅播下一颗种子，从而实现了我们科学启蒙的初衷。

3.2 初中阶段

目前中心设立了2个科普基地：无机化学和有机化学科普基地，接待来访的省内中学生参观学习。中心组织他们实地参观中心实验室、国家重点实验室；并结合演示实验、初级实验实操及竞赛培训相结合进行教学；邀请名师举办科普讲座，让学生接触到前沿科技进一步感受化学的魅力。



图2 吉林省某小学的化学科普活动

初中阶段的学生好奇心旺盛、对世界充满探索欲，教师可以巧妙地将学生的兴趣与化学知识相结合，使学习变得更加有趣和生动。如通过动态图像向学生展示微观镜头下各种化学反应中的壮美图景，引领学生从美学的角度去发现、认识化学的美丽。又如将化学知识与身边的实际案例相结合，向学生展示了化学在生活中的广泛应用。如图3所示，从人们日常生活的一天中截取几个片段，让学生感受到化学的趣味性、实用性，更加深刻的认识到化学是与我们息息相关的科学。

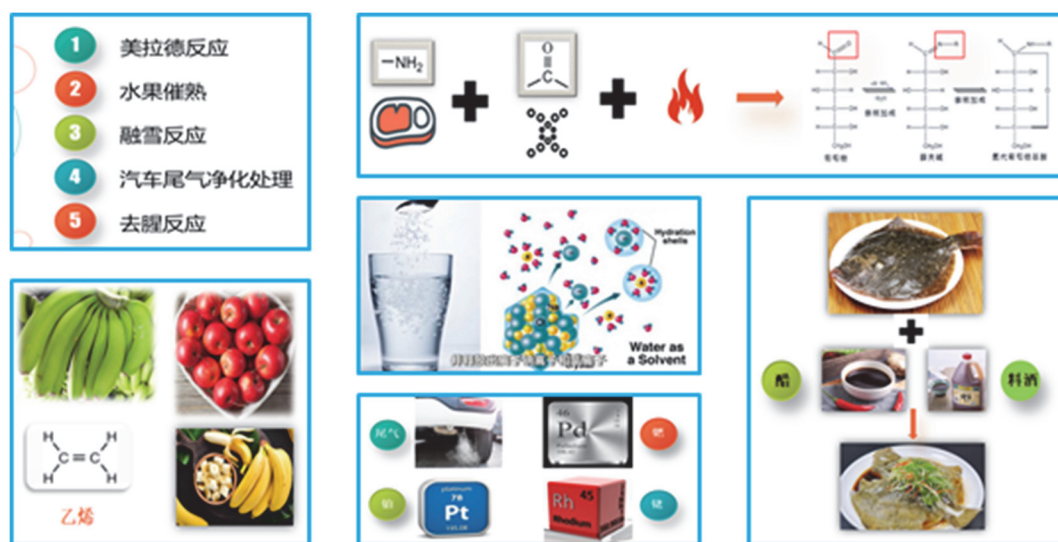


图3 为吉林省某中学讲授的科普体验课(一天中的化学)

3.3 高中阶段

高中阶段的学生处于知识探索和能力培养的关键时期。目前大多数高中在课程设置上并没有开设足够的实验课程，导致学生们很少或者根本没有机会亲自动手进行实验操作。为了提高他们对化学学科的兴趣和理解，中心的科普基地开设了基本操作和简单的合成实验的培训课程，在一定程度上弥补这一不足。初级实验课程能够加深学生对化学原理的理解，逐渐增强对化学基础知识的理解和应用能力，培养他们的操作能力。此外，结合高考中的实验题目设计了相应的演示实验，帮助学生更好地理解高考题目的要求，让他们看到理论知识与实际操作之间的联系，从而增强他们解决实际问题的能力。

对于高中阶段对化学充满热情，并且有志于参加化学奥林匹克竞赛的学生，中心为他们开展竞赛培训(图4)。通过学习化学基本实验操作，培养学生实验与理论融会贯通的能力，培养学生良好的实验操作能力、独立分析问题和解决问题的能力，为进一步学习化学打下良好的实验基础。



图4 化学奥林匹克竞赛赛事培训

3.4 对本科实验教学的促进启发

在上述这些活动中，我们注意到高中生群体的实验动手能力参差不齐。究其原因可能是一些学校的化学实验设施和器材不够完备，实验课程的时间安排不够合理，学生很难有足够的时间在实验中进行深入思考和探究。这也促使设计本科实验教学课程时，针对实验操作能力欠缺的学生，在大学一年级阶段有针对性加强实验课程中的基本操作训练，通过反复多练，增强学生的信心，调动其学习的热情。对于在高中阶段已经具备扎实化学基础的学生，通过开设综合性更强的实验课程，鼓励学生主动查阅科学文献，自主设计实验方案，引导学生深入思考，挑战他们的思维方式，充分挖掘学生的潜力。

中学阶段的化学科普和实验培训有助于了解本科教育前学生的能力和知识结构，促进中学与大学教学的有效衔接；有助于培养学生的实践能力；有助于学生更快地适应大学实验室的环境，提高实验的效率和质量；有助于激发学生的创新精神和探索欲望，培养团队合作意识。因此，加强中学阶段的化学科普和实验培训，对于提高本科实验教学的质量，培养未来的科研人才具有积极促进作用。

4 发挥化学竞赛对人才培养的检验作用

化学实验竞赛是实验教学的创新，是对课内实验教学质量的有效检验。中心承担历届全国高中生化学奥林匹克竞赛吉林赛区的培训工作，并多次举办全国大学生化学实验邀请赛。

全国高中学生化学竞赛是全国高中学生最高水平的化学赛事，它与国际化学奥林匹克竞赛接轨，是探索、早期发现和培养优秀人才的方法和途径。经过中心培训的吉林省高中生奥赛参赛选手，在每年的国赛中都取得了优异的成绩。2023年7月，在第55届国际化学奥林匹克竞赛中，经中心培训的国家代表队4名参赛学生全部取得金牌，其中一位同学更是包揽理论最高分、实验最高分、总分最高分三项荣誉。

自1998年全国大学生化学实验邀请赛以来，全国大学生化工实验大赛、全国大学生化学实验创新设计竞赛等比赛相继拉开了序幕。化学实验邀请赛主要考察化学实验基本技能，要求学生在原有实验基础上推陈出新，进行创新评价^[8]；化学实验创新设计竞赛强调的是学生的创新能力和设计思维；化工实验大赛则偏于化工领域的专业技能，考察学生在化工实验设计、执行以及结果分析方面的能力。

这些竞赛涵盖了实验技能、创新设计能力、专业化工技能等领域，为学生提供了充分展示自己学识的平台。竞赛一方面是对学生的实验基本技能、综合实践技能、创新创业精神和科学研究能力的检验；另一方面促进了实验教学改革和课程体系建设，改变了以前我们只能通过教学实验过程、实验报告、考试来检验学生学习情况和教学质量的方式^[9]。

2021年以来，化学学院本科学生获得化学相关类竞赛省级以上奖项28项，其中国际大赛中，团队获得金奖1项，银奖2项；国家级竞赛特等奖4项，一等奖4项，二等奖6项。这些成绩的取得全面展示了学生的实操、设计、创新及科研等综合能力，反映了中心实验教学改革的显著成效，也是对人才培养模式的一种肯定。

5 展望

中心立足于本科化学实践教学，同时通过共享优质化学教育资源辐射整个社会，推动科学知识普及、提升国民科学素养，构建了全方位立体化实践人才培养模式，并取得了一定的成效。未来，在完成从培养能力与素质导向的支撑性人才向以培养批判和创新导向的引领性人才的转变这一新时代人才培养新目标指引下^[1]，中心将继续探索和完善化学实践人才培养模式，“以学奠基、以用增智、以思促创”，全面提升学生化学素养，培养具有家国情怀、科学精神的化学拔尖人才。

参 考 文 献

- [1] 张树永. 中国大学教学, **2023**, No. 10, 8.
- [2] 陶宇斐. 高校教育管理, **2023**, 17 (3), 88.
- [3] 王洪才, 刘红光. 河北师范大学学报(教育科学版), **2021**, 23 (3), 61.
- [4] 郭玉鹏, 吕中元, 孙俊奇, 徐家宁, 宋志光. 化学教育(中英文), **2022**, 43 (14), 8.
- [5] 张树永, 朱亚先, 张剑荣. 大学化学, **2018**, 33 (10), 3.
- [6] 蒋达洪, 范芳, 周建敏. 实验室科学, **2023**, 26 (5), 44.
- [7] 苏铭泉. 科技资讯, **2015**, No. 14, 185.
- [8] 陶剑波, 胡鸿雨, 谢云龙, 赵国良, 郝仕油. 大学化学, **2021**, 36 (5), 2011042.
- [9] 童程霞, 屈学俭, 闫瑾, 范勇, 魏士刚, 宋志光, 马强, 朱万春, 郭玉鹏. 化学教育(中英文), **2022**, 43 (14), 137.