**新农科背景下农林院校无机及分析化学**

**课程教学创新体系的构建与实践**

李惠娟，黄建秀，李雪梅，熊春梅，李向红\*

(西南林业大学材料与化学工程学院，昆明 650224)

**摘要**：在新农科背景下，通过自编无机及分析实验教材、分层次教学、创新型实验开展、加强实验室管理和思政案例引导教学等方法改进无机及分析化学实验课程教学，强化基础实验技能的训练，且教学内容体现农林特色，增强对学生创新意识和创新思维能力的训练，同时注重安全环保意识、法律意识、职业素质及科研素质的培养。构建一套注重基础、激扬创新及思政引领的特色鲜明的新农科分层次无机及分析化学实验教学体系。

关键词：无机及分析化学实验；新农科；课程体系；创新型实验；思政引领教学

中图分类号：G64；O6-3

**Establishment and practice of inorganic and analytical chemistry experiment teaching system in agriculture and forestry colleges under new agriculture science**

LI Huijuan, HUANG Jianxiu, LI Tao, WU Hao, XIONG Chunmei, LI Xianghong\*

（College of Chemical Engineering, Southwest Forestry University, Kunming 650224）

**Abstract:** Under the background of new agriculture science, the teaching contents reflect agricultural characteristics, through the hierarchical teaching, innovative experiments and ideological instruction case guiding teaching methods such as improving inorganic and analytical chemistry experiment teaching, strengthen the basic experimental skills training, improve the students' innovative consciousness and innovative thinking ability training, at the same time the attention rule consciousness, legal consciousness, the cultivation of professional quality and scientific research quality. To construct a stratified inorganic and analytical chemistry experiment teaching system with distinctive characteristics of new agricultural science, this emphasizes foundation, innovation and ideological and political guidance.

**KeyWords:** Inorganic and analytical chemistry experiments; new agricultural science; innovative experiment; ideological and political guiding teaching

基金项目：西南林业大学教育科学研究课题（YB202126，YB202024，ZD202001）

第一作者，李惠娟（1977- ），女，博士，副教授，研究方向：党建与课程教学。E-mail: [muzilihuijuan@163.com](mailto:muzilihuijuan@163.com)

\*通讯作者：李向红（1981- ），男，博士，教授，研究方向：本科生教育。E-mail: xianghong-Li[@163.com](mailto:muzilihuijuan@163.com)

2019年6月28日，《安吉共识—中国新农科建设宣言》的发布标志着中国高等农林教育发展进入新时代。“新农科”建设为高等农林院校人才培养指明了方向，为推进农林现代化的人才需求做出了不可磨灭的贡献[1-2]。在新形势下，高等农林院校积极响应习近平总书记向全国涉农高校广大师生发出的“以立德树人为根本，以强农兴农为己任”的伟大号召，全面推进新农科建设，矢志培育卓越农林人才[3]。教育部高等教育司司长吴岩指出要以高标准建设好农林教育“金专、金课和高地” [4]。

《无机及分析化学实验》是农科院校一门重要的基础课程，内容涉及无机化学、分析化学两门学科，面向的专业多、学时长[5]。该课程兼具理论性和实践性，是提高学生信息获取和加工能力、动手操作能力、观察能力、分析和综合能力、数据处理和归纳能力和合作能力等综合能力的培养重要教学环节[6-8]。当前，无机及分析化学课程教学主要存在以下问题：(1) 近年来，高校教学改革导致化学类通识课程的学时数一再被压缩，从原来80%农林专业学时为48学时，到目前仅有30%左右，大部分缩减为32学时。因此，在有限的课堂时间和学时范围内，任课教师为完成教学任务，不得不进行填鸭式满堂灌，难以给学生更多的独立思考空间，导致学生参与度较差，降低了学习兴趣。(2) 无机分析实验知识与农林专业内容的关联性差。目前无机及分析化学课程的教学侧重于化学知识的系统传授，将相应知识点与农林专业课程的教学内容进行关联方面，二者间存在严重脱节，导致学生不能很好地利用化学知识创造性解决所研读专业的实际化学问题[9]。(3) 过于注重实验技能训练本身，实验素养的系统培养有所忽视[10]。另外，当前《无机及分析实验》教材和种类虽多，但贴近农林类专业教材较少。学生停留在教师的讲授和实验教材的表述，完成实验流于形式，缺乏自学能力，对实验数据的处理还停留在手工作图，利用Excel、Origin、MatLab等软件进行数据处理方面不够。为确保课程建设和提高人才培养的质量，打造《无机及分析化学实验》农林类金砖课程，必须大力推进课程体系和教学内容的建设、教学方法和手段的改革，不断提升教学内容的先进性、综合性和创新性，突出农科院校的特色[11]。主要从以下几个方面进行改进。

1. 编修凸显农林特色的规划教材

西南林业大学为西南地区农林类院校，农林特色专业较多，涉及化学、化工、材料、能源、生命科学、生物工程、环境科学、林学、生态学、农学、医学、药学、轻工、食品、湿地、环境生态、园林、园艺及高分子材料等专业。结合2011年西林应化系主编的《无机分析化学》教材（付惠主编，中国农业出版社），为进一步完善教材配套，利用教材理论指导实验教学，结合多年的课程教学及实验教学经验，编写了《无机及分析化学实验》（刘建祥，刘守庆主编，中国农业出版社，2016年第1版）。

本教材编写组编写的《无机及分析化学实验》为普通高等教育农业农村部“十三五”规划教材及全国高等农林院校“十三五”规划教材。该教材以“注重基本操作和基础实验，加强设计实验和综合实验，注重培养学生的创新思维与能力”为原则，把无机化学实验和分析化学实验有机结合，紧扣专业知识结构，实验技能两个主题，精选内容。形成了独立的实践教学课程体系，按照绪论、化学实验基本操作和技能、基础实验、设计及综合实验4章35个实验，同时将实验进行分类，避免了不必要的重复，由易到难，循序渐进，同时根据学院教师的科研项目，增补了与科研相关的研究性实验内容[12-13]。

2. 构建“两层次”培养课程体系，实现分层次教学

农林院校选择 《无机及分析化学实验》专业较多，根据不同专业的人才培养方案差异，因而对课程的要求也不一样，从学时、教学内容等方面也有区分[14]。基于此，为满足各相关专业人才培养的差异化需求，我们构建了多层次的课程体系，即面向全校开出了“无机及分析化学实验(A)、(B)” 两层次的课程，分别对应48和32学时。对于林产化工、水土保持与保护、农业资源与管理和环境工程等专业开设48学时，对于动物科学、园林、林学和食品科学等专业开设32学时，不同层次和任选特色实验项目见表1。

表1 不同层次和任选实验项目一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **层次** | **实验项目** | **学时** |
| 无机  及分析  化学实验  A、B  通选  项目 | \*实验1基本操作 | 4 |
| \*实验2酸碱标准溶液的配制与比较滴定 | 4 |
| \*实验3 酸碱溶液的标定  实验4 氨水中氨含量的标定和食醋中醋酸含量测定 | 4 |
| 4 |
| \*实验5 EDTA溶液的配制与标定 | 4 |
| \*实验6自来水的总硬度及钙、镁含量测定 | 4 |
| \*实验7含铁样品中Fe含量的重铬酸钾法测定 | 4 |
| 实验8过氧化氢含量的测定（高锰酸钾法） | 4 |
| 特定  项目 | 实验9土壤、自来水及橙汁的pH测定 | 4 |
| 实验10电位法测定水中F-含量 | 4 |
| \*实验11自动电位滴定法测定水中的Cl- | 4 |
| \*实验12 分光光度法测定水中铁含量 | 4 |
| 各相关  专业  任选的  特色  项目 | 实验13磷钼蓝分光光度法测定水中微量磷 | 4 |
| 实验14胃舒平药片中铝含量的测定 | 4 |
| 实验15 树叶中叶绿素含量测定 | 4 |
| 实验16 Fe(OH)3溶胶的制备及性质测定 | 6 |
| 实验17 水中化学需氧量COD测定 | 6 |
| 实验18 水中溶解氧的碘量法测定 | 6 |
| 实验19 食品中维生素C的含量测定 | 6 |
| 实验20 甲醛法测定样品中N含量 | 6 |

注:项目选取要求：A和B两个层次均可选这些项目，但各专业对应的总学时不变，选取这些项目的同时，需替换下基本型中的项目，各专业最好选取与本专业相关或相近的实验项目。基本型中带“\*”号的不能替换，是必做项目。

另：各专业班级选取特色项目时，需提前2周报备。

由表1可以看出，根据不同专业的要求，设置了两个层次，并针对各专业增开一批具有农科专业特色的实验项目，供各相关专业学生选做。因增加了可选实验项目，会造成实验室安排紧张和实验员、上课教师工作量增大等问题[15-17]。由两年的课程实践得出，如果根据学生自己的志愿来选择实验项目，因每学期学生较多，达1500人以上，给实验室、实验员和上课教师带来较大的压力，也给基础实验的开展带来影响。故采用相同专业班级集中选择的方式，提前两周报备，为实验室、实验员和上课教师提前缓冲，进行调整，为基础实验的正常开展提供保障。与综合类院校、理工类院校相比，本课程设置内容具有以下优势和特色：

(1) 大类教学内容设置。

分层次、分类培养方式是指在实验项目的设置上，根据农林院校专业设置较多，选修《无机及分析化学实验》的专业也较多，为体现无机及分析化学实验的化学类基础性，根据所选学生的专业类型，分为化学化工类、园林园艺类、环境科学类、农林类等进行大类分类教学，结合必选和选做实验，进行分类指导和定向教学。使选课学生在掌握无机及分析化学实验的基础类操作实验的同时又能掌握所学专业相关的化学类相关操作。这种将无机及分析实验与专业相关性实验紧密结合的方式，极大的激发了各专业的学生的学习兴趣，增强了基础性化学实验的较强的应用性，赢得各专业学生的一致好评。

(2) 特色实验项目综合性和设计性鲜明，并切合专业性。

该实验项目一共有20个，其中特色实验项目有8个，实验内容涉及环境、医药、林学、化工、食品等多个专业的常规检测内容。同时具有综合性和设计性。对学生创新思维能力、启迪学生的发散性思考能力和运用所学化学实验的基础知识解决实际问题的能力提升非常关键。同时各专业相关基础实验技能相互交叉，形成碰撞和合力，对学生后续所学的专业知识实验技能的培养也有很好的提升作用。

(3) 以实验技能大赛检验和促进教学。

为检验无机及分析实验课的授课效果，学院联合无机及分析化学实验教研室和其他相关学院，举行一年一度的“无机及分析实验技能大赛”，目前大赛连续举办3年。大赛分为初赛和决赛，学生采用自愿组队方式参加，每组3-4人；每年约有80组队员报名参加，三年共参与学生人数达1000人。决赛题目以综合性实验项目为主，打分比例为：实验基本操作（20%）+实验结果准确度（40%）+ 路演ppt（40%）。比赛设定：一等奖3组，二等奖5组、三等奖10组及优胜奖若干。决赛前会邀请实验技术精湛的老师或高年级同学表演和展示创新型实验，如“火龙实验”、“黄金树实验”、“天女散花实验”等，同时实验展示在学校二食堂前面广场进行，吸引很多师生前去观瞻，起到了良好的宣传和引领作用，激发学生对化学实验的兴趣，赢得学校师生的一致好评。

3、构建创新型综合实验教学内容，助力双创教学

根据教育部关于在“十二五”期间实施国家级大学生创新创业训练计划的要求[18-19]和双创教学的需要，本课程在基础性、专业性无机分析实验内容上，增设创新性实验。《无机及分析实验》课程属于化学类相关专业的基础课，故创新性实验主要为创新性实验感兴趣且学有余力的学生提供，利用寒暑假或平时课余时间开展创新训练，增强对学生创新意识和创新精神的培养。如“柱撑蒙脱土光催化降解水中污染物性能研究”项目是教师科研转化为学生的创新实验项目，24学时，选修学生控制在30人左右，面向全校化学类相关专业学生开设。采用志愿组队成研究小组的形式，4-5人为一组。创新型实验培养环节有文献调研、开题报告、中期检查、结题报告和结题答辩组成，每个项目指导教师设为1-2人，学校为每个项目提供0.5-1.0万元的运行经费。同时项目是多维的，如柱撑蒙脱土含义丰富，水中污染物也有多种。如何柱撑、柱撑剂及污染物降解分子的选择由学生先通过文献调研，以开题报告形式呈现出来，指导教师通过统筹，要求每组做的柱撑光催化剂或降解水中污染物分子不能完全相同。这种科研训练对提升学生的创新意识和创新能力效果显著。这种创新型实验教学内容已全部贯穿于无机及分析化学实验课程体系之中。通过多年的实践、完善、协调和改进，所开创的这种创新型实验提高了参训学生浓厚的科研兴趣和科研素质，为学生后续专业课程的培养、就业创业及研究生道路选择等都发挥了重要作用[20]。2020年化学工程学院共有20项大学生创新创业项目获奖，其中国家级项目12项，省级项目8项。“互联网+”一共有17项项目获奖，其中荣获金奖1项，银奖及其他等级项目多项，同时以本科生为第一作者发表科研论文多篇。以下为以此为基础学院近年来申报获批的国家级及省级创新创业项目一览表（以2020年为例）、近三年来学院学生参加云南省“互联网+”获奖明细表及近年来西林化工学院以本科生为第一作者发表论文一览表（以作者实验室为例）相关情况。

表2西林化学工程学院获批大学生创新创业项目一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 项目获批级别（国家级/省级） |
| 1 | 樟叶越桔优势内生真菌对宿主主效次生代谢产物的生产调控及其机制 | 国家级 |
| 2 | 廉价非贵金属绿色催化生物质基糠醛氢转移研究 | 国家级 |
| 3 | 玫瑰害虫甜菜夜蛾的绿色防治机理研究 | 国家级 |
| 4 | 香根草绿色缓蚀剂对钢的缓蚀作用机理 | 国家级 |
| 5 | 竹材木质素催化降解制备高价值绿色化学品 | 国家级 |
| 6 | HPMO/SBA-15催化β-蒎烯二聚反应制备高密度燃料 | 国家级 |
| 7 | 取代苯基醚及环己酮的加氢脱氧固载化催化剂的制备及性能研究 | 国家级 |
| 8 | 樟叶越桔内生真菌新颖抗菌活性成分研究 | 国家级 |
| 9 | 新型ZIF-8碳材料吸附废水染料大分子研究 | 国家级 |
| 10 | 特色柚木耐腐活性化学成分的发现及其构效关系 | 国家级 |
| 11 | 空心莲子草提取物对铝在无机酸中的缓蚀性能及作用机理 | 国家级 |
| 12 | 核桃青皮提取物与阴离子表面活性剂对钢在有机酸中的缓蚀协同效应 | 国家级 |
| 13 | 迷迭香精油对甜菜夜蛾的影响 | 省级 |
| 14 | 基于近红外光谱技术的云南乌天麻中主要活性成分的快速测定 | 省级 |
| 15 | 微波辅助木素基液化产物树脂泡沫炭的制备 | 省级 |
| 16 | 松香基双子季铵盐表面活性剂的合成和性能研究 | 省级 |
| 17 | 纳米银修饰罗丹明Rh6G2的荧光增强型分子探针的合成  及其对汞离子的检测 | 省级 |
| 18 | 光催化功能水泥池的制备及连续流动法对罗丹明B降解性能的研究 | 省级 |
| 19 | 高酸价生物油脂一锅法制备液体燃料油的研究 | 省级 |
| 20 | 从内生真菌发酵物中寻找环肽类活性次生代谢物 | 省级 |

表3 近三年来西林化工学院参加“互联网+”大赛的相关奖项

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 年份 | 项目名称 | | 奖项 |
| 1 | 2019 | 钢铁“长寿剂” | | 金奖 |
| 2 | 2020 | 奥力果纷——跃动青春，同享健康 | | 银奖 |
| 3 | 2020 | 沐泽科技——开创农林废弃物缓蚀剂的“工业防腐时代” | 银奖 | |
| 4 | 2020 | 越美人——源自彩云之南的美白秘方 | | 银奖 |
| 5 | 2020 | 空心莲子草缓蚀剂 | | 铜奖 |
| 6 | 2020 | 香根草及相关产品产业化开发项目 | | 铜奖 |
| 7 | 2020 | 天麻全浆饮品——昭通深度贫困地区脱贫攻坚的助推剂 | | 铜奖 |
| 8 | 2020 | 奥力果纷——跃动青春，同享健康 | | 银奖 |
| 9 | 2020 | 沐泽科技——开创农林废弃物缓蚀剂的“工业防腐时代” | | 银奖 |
| 10 | 2021 | 非凝莫薯---多功能水处理剂 | | 银奖 |
| 11 | 2021 | 工业护盾HUDUN——筑起工业领域的防腐屏障 | | 银奖 |
| 12 | 2021 | “肌玉”天然植物源美白系列护肤品 | | 铜奖 |
| 13 | 2021 | 升南安-民族药升麻质量安全守护者 | | 铜奖 |
| 14 | 2021 | 独摇芝“琼浆”—昭通天麻全浆饮品开发应用项目 | | 铜奖 |
| 15 | 2021 | 核外力量——栉风沐雨，拉住腐蚀的步伐 | | 铜奖 |
| 16 | 2021 | 奥力果纷——天然超强抗氧化剂 | | 铜奖 |
| 17 | 2021 | “寻梦光年 圆梦之旅”助力云南乡村文化教育振兴 | | 铜奖 |

表4 近年来西林化工学院以本科生为第一作者发表论文一览表（以作者实验室为例）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名及专业年级 | 发表论文题目 | 刊物及信息 | 刊物  级别 |
| 1 | 姚xx  应化11 | TiO2/蒙脱土复合材料的制备及光催化降解苯酚性能的研究 | 复合材料学报，2015,32(6):24-32 | EI |
| 2 | 吉xx  应化11  （指导教师第1，本科生第2） | Preparation of phenol-formaldehyde resin-coupled TiO2 and study of photocatalytic activity during phenol degradation under sunlight | Journal of Physics and Chemistry of Solids, 2018, 122, 25-30 | SCI |
| 3 | 张 x  应化14 | TiO2 太阳光催化降解敌百虫废水的研究 | 西南林业大学学报，2018,38(5):161-167 | 中文核心 |
| 4 | 杨xx，  应化17 | 酚醛树脂改性磁载TiO2复合材料的制备及 太阳光催化性能的研究 | 现代化工，2021,41(9) :  118-122 | 中文核心  CSCD |
| 5 | 杜xx，  应化17 | 蒙脱土负载TiO2 光催化降解苯酚性能研究 | 非金属矿，2021,44(4):1-5 | 中文核心  CSCD |
| 6 | 靳x，  环工17 | 核桃壳炭的制备及其对氨氮废水的吸附性能研究 | 生物质化学工程，2021, 55(1):63-69 | 中文核心 |
| 7 | 李x，  化工17 | 海绵结构花生壳炭的制备及对结晶紫废水吸附性能研究 | |  | | --- | | 环境科学与技术, 2022, 45(6): 99-108 | | 中文核心  CSCD |
| 8 | 姚xx，  环工17（指导教师第1，本科生第2） | Degradation of phenol by photocatalysis using TiO2/montmorillonite  composites under UV light | Environmental Science and Pollution Research, 2022, 29:68293–68305 | SCI |
| 9 | 王xx，  林化18 | ZnO改性水泥复合材料的制备及光催化降解苯酚性能的研究 | 粉煤灰综合利用，  2023（已接收） | 中国科技核心期刊 |

# 4、思政案例教学引领课堂

习近平总书记指出：“要用好课堂教学这个主渠道，满足学生成长发展需求和期待，各门课都要守好一段渠、种好责任田，使各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应” [21]。西南林业大学热烈响应习总书记关于课程思政号召，积极探索思政课育人新模式。对标“纲要”深入推进学校课程思政建设、开展学习研讨。构筑“红”为底色、“绿”为特色的思政教育体系。其中《无机及分析化学实验》即为西林思政公共课。下面就该课程的内容与思政要点列表如下：

表5 《无机及分析化学实验》思政案例教学一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **实验序号** | **实验项目** | **思政案例教学** |
| 实验1 | 基本操作 | 实验室安全知识和化工安全生产  简介，规矩意识、大局意识 |
| 实验2 | 酸碱标准溶液的配制与比较滴定 | 对待违禁药品的法律意识 |
| 实验3 | 酸碱溶液的标定 | 实验数据的准确处理 |
| 实验4 | 氨水中氨含量的标定和食醋中醋酸含量测定 | 食品中N含量及酸测定介绍 |
| 实验5 | EDTA溶液的配制与标定 | 配位化合物的应用 |
| 实验6 | 自来水的总硬度及钙、镁含量测定 | 水硬度的含义及对水质的影响，“两山理论” |
| 实验7 | 含铁样品中Fe含量的重铬酸钾法测定 | 求真务实的职业道德  重金属污水的危害及治理 |
| 实验8 | 过氧化氢含量的测定（高锰酸钾法） | 新冠病毒的防治与消毒  H2O2的用途及测定 |
| 实验9 | 土壤、自来水及橙汁的pH测定 | 土壤、水的酸碱性对作物生长的研究 |
| 实验10 | 电位法测定水中F-含量 | 生活用水中F-含量对人体组织的影响 |
| 实验11 | 自动电位滴定法测定水中的Cl- | 电镀废水危害及去除方法、  《水污染防治法》简介 |
| 实验12 | 分光光度法测定水中铁含量 | 仪器分析法简介，微量金属离子检测方法简介 |

通过类似的案例教学，使学生不仅掌握《无机及分析化学实验》的基本原理及操作流程，同时对今后从事科研所必须的职业道德、法律意识、环保意识及实验过程中百折不挠的精神传递到课堂教学中。思政元素的渗透，像春风化雨一样播撒在学生的心田。同时利用科学家刻苦钻研的精神激励同学们奋发图强，培养大国工匠精神等，使上课学生不仅得到了知识传授，同时也获得了良好的科学精神熏陶，在学习过程中潜移默化地接受思政教育。

5. 加强实验室的建设

高校化学类实验室已成为教师日常教学和学生进行创新型实验的重要场所，实验室的安全基础设施条件是营造良好实验环境、保障实验工作人员身心健康的必备要素。安全、规范的实验室建设是实验教学改革、科研和环境育人的重要基础[22-23]。西南林业大学化学实验中心在充分认识化学实验教学实验室建设与管理的重要性和必要性的基础上，实验室细化建设与管理方面所建立和实践的“以学生为中心”的服务教学和科研的理念，采取对实验中心实验室每一间进行 “专人专管、责任到人”的细化管理，在实验教学中实施“双人一台、单人单柜”，明确每位做实验同学所需常用的玻璃仪器种类和数量，损坏会有一定比例赔偿，增强学生仪器使用过程的安全意识和责任意识。

实验中心要求每位教师在对学生进行第一堂实验课教学时，务必向进行实验的学生强调实验室安全问题，实验室墙上悬挂实验室操作安全守则，同时配备通风柜、护目镜、试验服、消防设施（如灭火器、灭火毯、灭火沙）及急救防护设施（如护目镜、洗眼器、紧急喷淋器），增强对实验过程中安全问题的防范。同时在实验室走廊张贴诺贝尔、居里夫人和钱学森等国内外著名科学家名人名言，增强学生的人文素养。

6、推行绿色化学实验，增强学生的环保意识。

将更多的实验项目微型化，从而减少试剂消耗，废液排放，对培养学生的环保意识、促进社会的可持续发展具有深远意义[24]。无机离子和强酸碱溶液是无机及分析实验所常用的试剂，但其引发的污染问题人们重视较少，虽然学生每次实验所排放的污染物量很少，若处理不当或置之不理，也将成为污染源之一，同时也会造成资源的浪费。因此，在无机分析化学实验教学中加强绿色化学教育，开展绿色化学实验, 引领学生进行减少化学实验污染及污染治理的实践，启发学生的环保意识，培养大量具有绿色意识和绿色化学技术的人才[25]。根据绿色化学中4R原则 [不用危险品 (Reject)、减少用量 (Reduce)、循环使用(Recycle)、回收重用 (Reuse)]，采取如下3种方法进行实验教学：

（1）将毒性大、危险性大和三废难处理的实验进行相关替换和删减，尽量采用无毒无害的试剂。如以Fe3++3OH -= Fe(OH)3↓替代Pb2+ + 2I- =PbI2↓。

（2）对难以替代的经典反应，采用微型化实验减少用量。如采用Cr2O72-+6Fe2++14H+ = 2Cr3++6Fe3+ +7H2O为国标法测定铁矿石中铁含量经典反应，删去会对学生培养不利。采用微型化仪器，用100 mL 容量瓶替代250 mL配制K2Cr2O7溶液，减少其使用量，可以达到相同教学效果，多余的K2Cr2O7溶液采用硫酸亚铁铵还原，进行无害化处理。

（3）合理安排，调整实验项目顺序，达到污染物充分资源化利用的目的。如在前述实验中，多余的K2Cr2O7溶液回收，用于生物质炭吸附含铬废水的实验。一方面可以处理毒性较强的K2Cr2O7溶液，同时也为后续实验项目提供材料，一举两得。

# 7. 加强师资队伍建设

为全面贯彻党的教育方针，创新教师管理体制机制，以提高师德素养和业务能力为核心，全面加强教师队伍建设, 为教师成长和教育事业改革发展提供有力支撑。2017年以来通过不断的改革创新，强化师资队伍建设，目前西林化工学院无机及分析化学教研室的23名教师，具有高级职称的教师占60%，具有博士学位的教师占80%。教研室通过组建“教研团队”和“科研团队”，以实验中心为基地，充分发挥团队的教学和科研带头引领作用，在科研业绩上取得了丰硕的成果。培养了一大批年轻的优秀科研工作者。拥有云南省政府特殊津贴专家1名，云南省万人计划人才2名，云南省中青年学术和技术带头人后备人才4人，6名教师先后获得云南省万人计划青年拔尖人才等省部级人才称号。近3年来，教研室教师共发表各类文章200余篇，其中三大检索论文90余篇，获批各级各类科研项目达100余项，到位科研经费1000余万元，获得各类专利授权40余项，出版专著教材10余部，获得梁希林业科学技术奖等表彰奖励多项。

综上所述，在新农科背景下，采用自编配套教材、分层次教学、开展创新型实验、强化实验室管理和思政案例引导教学、推行绿色化学实验及提升师资队伍建设等方法改进无机及分析化学实验课程教学，一方面强化了基本实验技能的训练，突出对学生创新意识和创新思维能力的训练，注重规矩意识、法律意识、职业素质及科研素质的培养，另外教学内容上充分体现了农科特色，同时提高了师资队伍业务水平。为培养科研基础扎实、动手能力强、综合素质高的创新型人才起到了重要作用，在全员全方位全过程育人过程中培养德才兼备、合格的社会主义现代化建设者和接班人。

参考文献

[1] 雷然，邓书端，李向红, “新农科”背景下林业院校植物化学实验教学改革与实践[J]，大学化学，2022，37（8）：2110093

[2] 廖允成. 探索新农科建设与发展路径[J],中国高等教育, 2021, 5: 13

[3] 吴秋华, 赵影, 王俊敏,等. 新农科背景下"无机及分析化学"创新教学与实践[J]. 大学化学, 2022, 37(8): 2112092.

[4] 单丽伟, 余瑞金, 蒲亮,等. 以基本科学素养为核心的无机及分析化学实验混合式教学实践[J]. 大学化学, 2021, 36(12): 2102053.

[5] 叶小舟,李慧慧,文利柏,等. 农科院校无机及分析化学实验课程教学体系的建设[J]. 大学化学, 2017, 32(1): 26-30.

[6] 江雪清, 李小平, 王超英.“无机及分析化学实验”课程教学改革与实践[J]. 化学教育, 2014, 4: 34-36.

[7] 张丽影, 华瑞年, 张凤杰. 无机及分析化学实验教学与大学生科研素质的培养[J]. 高校实验室工作研究, 2008, 3 : 23-25.

[8] 李胜清, 薛爱芳, 康勤书,等. 农科院校无机及分析化学实验基础课的研究性教学初探[J]. 实验室科学, 2010, 13(2):3.

[9] 黄良仙, 顾玲, 李俊国,等. 实现无机及分析化学实验绿色化的探索与实践[J]. 化学试剂, 2010, 32(2): 186-188.

[10] 王晓丽, 郑韵英, 陆来仙. 新媒体在无机及分析化学实验教学中的应用探讨[J]. 广州化工, 2018, 46(23):2.

[11] 蒋林玲. 无机及分析化学实验教学的几点建议[J]. 广州化工, 2019, 47(20):3

[12] 刘建祥，刘守庆主编，无机及分析化学实验 [M]，中国农业出版社，2016

[13] 刘冰，陈厚，徐强，《无机及分析化学实验》教材建设的探索与实践[J]，化学教学，2015，4：6-9

[14] 乐薇, 杨文婷, 龚乃超，基于OBE理念的混合式教学模式在无机及分析化学课程中的实践[J]，化学教育（中英文）, 2021, 42 (10): 11-17

[15] 周世萍, 李惠娟, 刘永梅, 等, 应用型人才培养模式下“无机及分析化学”基础课程分类教学研究 [J], 西南林业大学学报（社会科学版），2017,1(6): 103-105

[16] 冯建成, 罗盛旭, 黎吉辉,等. 无机及分析化学实验课“双轨型”教学模式改革与探索[J].化学教育, 2016, 37(14): 37-41.

[17] 崔运梅, 陆瑞利, 王莉,等. 新农科背景下分析化学II课程的教学创新——“四维创新”实现“四有目标”[J]. 大学化学, 2022, 37: 2112072.

[18] 秦川丽,李志斌,李光明,等. 化学类本科拔尖创新型人才培养体系的构建与实践[J],教育教学论坛，2022，20：40-47

[19] 李惠娟，张金源，梁坤，等. 农林化学类大学生创新创业体系构建与实践 [J], 广州化工，2019，47,10：187-189

[20] 田景芝, 荆涛, 郑永杰,等. “新工科”背景下化学专业“双创”实验室建设探索[J]，实验技术与管理，2019，36(11): 266-269

[21] 刘海燕, 杨秀敏, 郝琳,等. 新农科背景下化学专业课程思政建设的探索与实践——以河北农业大学仪器分析课程教学为例[J]. 大学化学, 2022, 37: 2108073

[22] 翁玉华，许振玲，潘蕊，等. 与时俱进地做好化学实验教学实验室的建设与管理[J]，大学化学，2022，37 (7), 2109085 (1 - 9)

[23] 郑琤，郭钰，柯子厚，等. 探索地方高校一流化学专业实验室的建设与管理[J]，实验技术与管理，2021, 38(2): 259-264

[24] 李娇，金谷，姚奇志，等. 高校分析化学实验室建设探索与实践[J]，实验技术与管理，2020, 37(7) : 230-233

[25] 沈子靖，黄开胜，艾德生，等. 化学类实验室设施安全建设[J], 实验技术与管理，2021,38(11) ：286-294