

# 专业认证导向下《材料工业分析》实验教学体系建设

李秋红 张华 曹俊

山东理工大学材料科学与工程学院

**摘要:** 实验教学在培养学生的创新意识和创新实践能力方面具有重要意义,材料工业分析是材料化学专业工业分析方向的专业基础课,理论和实验学时均为24学时,实验教学在整个课程教学中所占比重高达50%。本论文以工程教育认证的理念为导向,通过与其他学院的交叉融合,从实验内容、实验教学形式、实验考核等不同方面材料工业分析实验教学体系进行改革,项目的实施有助于当前高能力、高素质、具有创新能力的应用型人才的培养。

**关键词:** 专业认证; 材料工业分析; 实验教学

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2022.02.116

## 一、引言

作为高等教育的重要组成部分,工程教育对国家科创业以及教育事业的发展有重要的推动和支撑作用。积极参加工程教育专业认证,对我国工程教育、技术人员与国际接轨有重要的推动作用<sup>[1,2]</sup>。基于此,对于材料化学专业这类将工程实验和基础理论紧密结合的传统专业,实验教学在具有较强创新能力和工程实践能力人才培养方面有不可替代的作用,是专业认证培养目标最终实现的必要条件。

材料工业分析是材料化学专业工业分析方向的专业基础课,理论和实验学时均为24学时,实验教学在整个课程教学中所占比重高达50%。学生通过相关实验的学习,有利于加深对材料工业分析课程内容的理解,提高分析和解决复杂工程实践问题的能力。然而,随着社会发展,材料工业分析所涉及的领域不断扩大。除传统工业外,正逐渐向生物工程、环境工程、新材料、新能源等新型工业中发挥作用,学生所学的理论知识也与学校其他学院的相关课程知识点有关联。因此,有必要将材料工业分析的实验教学与其他相关学院如农业工程与食品科学学院、资源与环境工程学院相结合,通过资源共享,提高实验过程中学生主动操作的积极性,实现教与学的有机融合。通过与其他学院的交叉融合,尝试从实验内容、教学形式、考核方式等方面进行改革,突出层次化、模块化、系列化的特点,学生在对所学基础知识充分理解的基础上,能够对综合知识融会贯通,培养其工程实践能力,以及科技创新和综合能力,从而满足山东理工大学工程教育专业认证对实验类教学环节的要求<sup>[3]</sup>。

## 二、当前存在的主要问题

近年来,在学校“新工科”建设和工程教育专业认证的推动下,材料工业分析课程实验教学进行了一系列

的改革和探索,形成了一定的特色,但仍然存在一些问题,具体表现如下:

### 1. 实验内容体系不完善

材料工业分析仍然存在重理论轻实验、实验类型主要是验证性,而综合性、创新性实验偏少,导致学生不能很好地运用理论知识解决实际问题,缺乏独立思考的能力,创新意识也较薄弱。前期完成的“材料工业分析课程开放性实验的设计”研究项目虽然对材料工业分析的实验内容进行了部分改革,但并未建立系统的实验教学体系,实验过程中学生积极性不高,不能实现理论和实践知识的融会贯通,无法完全满足山东理工大学工程教育专业认证对实验教学环节的要求。

### 2. 教学理念、思路和教学方法相对滞后

一些老套的教学方法和教学理念不能实现专业认证所倡导的“满足毕业要求”和“以学生为中心”的教学目标。

### 3. 实验教学考核过于笼统

传统的实验课考核多依据学生实验课的出勤率以及实验报告的撰写,实验结果在考核中占有较大的比重,而对实验全过程的关注却很少,学生做实验的主动性、积极性和上课前后的表现以及团队合作情况方面无法体现。甚至少数学生上课偷懒、不做实验,课后抄袭或者编造实验报告。这样的考核方式,不利于学生创新思维和实践动手能力的培养。

## 三、改革措施及其手段

### 1. 建立新的实验教学体系

在新的实验教学体系中设置基础型、综合型和研究应用型工业分析实验三个模块。实验项目研究内容依次递进,学生通过循序渐进的学习,逐渐培养其实践及创新能力。对基础实验所需设备进行更新,提高学生参与实验的主动性、积极性,提供一些与工程实际相结合的

新产品进行分析检测,增加学生的实验兴趣<sup>[4]</sup>。项目实施过程中,让学生充分参与到实验项目的设计,方案制定,实验结果分析、实验报告撰写等各个环节中,充分调动学生的积极性。

综合性实验内容设计上主要关注材料工业分析课程相关的综合知识以及与其他学院课程内容相关的知识,对学生进行实验方法设计和操作技能的综合培训。如气体分析实验,可由学生根据所学知识自主设计实验,材料学院学生负责选择合适的气体吸附及检测材料,并与农业与食品工程学院进行合作,探索材料在气体传感器方面的应用,这将有利于激发学生的创新思维,符合专业认证中对实验教学内容和方式的要求。

研究应用型实验中鼓励学生积极参与,解决工程中的实际问题,提倡学生以团队的形式自拟实验课题,同时实验室实行开放制度。如学生进行水质分析实验,测定污水处理前后的水质情况。学生通过自行设计实验方案,设计并合成用于污水处理的材料,如四氧化三铁、二氧化钛、碳酸钙等,并对材料的形貌和性能进行测定。资源与环境工程学院的学生对材料处理前后污水中污染物的含量、化学需氧量等参数进行测定,并选出最优的水处理材料。通过这些内容的学习,学生团队合作能力和解决实践问题的能力将进一步加强。

### 2. 改革实验教学方法

实验教学中注重理论与实践相结合,增强学生的专业认知能力和创新意识,提高其动手能力及分析、解决实际问题的能力<sup>[5]</sup>。基础型实验教学中,主要进行实验设备操作及原理的讲解,同时结合实际应用,强调实验操作中需注意的重要事项。综合型实验教学中,要求学生进行自主操作,并对实验结果进行独立分析,教师主要扮演启发和引导的角色,提供实验的目的和要求,学生通过独立思考,自主设计实验计划并独立进行实验。研究应用型实验中,教师主要的职责是提供实验设备及场所、咨询指导、维护实验安全等。随着实验教学层次的不断深入,教师的作用逐渐弱化,而学生运用所学理论知识解决实际问题的能力将逐渐加强<sup>[6]</sup>。实验正式开始之前,先将提前编写完成的实验指导书中涉及的原理上传至学校网络教学平台和QQ群。学生在查阅相关文献的基础上,根据所学所查知识对实验指导书进行补充完善,自主设计实验步骤,老师随时在线与学生沟通交流,答疑解惑,在对实验步骤充分了解和熟悉的基础上,开展实验。实验过程中,学生自主操作,通过进入

教师科研实验室开展实验,使学生对课堂上学习的知识和内容有了更深入的理解,提高了他们的科学研究兴趣。

### 3. 完善实验教学考核方式

由于部分学生对实验课重视程度不够,存在课前不撰写预习报告、实验过程中数据记录简单、实验数据处理抄袭等现象,根据专业认证的相关要求,对材料工业分析实验相关考核方法改革。对于基础型实验,学生通过网络教学平台提供的材料预习实验内容,根据实验操作过程中学生的具体表现,教师给出实验操作成绩,实验结束后,学生立即对实验数据进行分析处理,当堂提交实验报告。基础型实验成绩由三部分组成,分别是预习报告(10%)、实验操作过程(40%)、实验数据分析(50%)。综合型实验的实验可以结题报告的形式撰写,内容可包括项目可行性分析、实验目的、原理、实验内容、步骤、实验数据处理等多个方面,其中实验方法及操作过程由学生自主设计并完成,占总实验成绩的30%,数据处理及分析占70%,综合计算后给出相应分数。研究应用型实验作为选作实验,不进行强制要求,其目的主要是培养研究应用型人才。

## 四、成果效果

在材料化学2018级学生中采取了这种实验教学体系、方法及考核方案,具体实施过程为:授课过程中,根据课程内容将实验体系分成基础型、综合型和研究应用型工业分析实验三个模块,基础型实验由老师将实验指导书提前上传至学校网络教学平台,学生自主进行预习并撰写预习报告。综合型和研究应用型实验在教师讲授完相关课程内容后,给出项目名称,由学生根据所学内容查阅资料,自主完成实验方案的设计,教师根据学生设计情况进行方案修改,并根据需求为学生联系和提供实验场所。实验结后,根据不同模块的实验进行不同的成绩评定,结合学生的综合表现,包括预习报告的撰写、实验操作表现,结果分析以及结题报告的撰写情况等。通过本项目的实施,在加强学生对基础理论知识理解的同时,培养了学生工程实践能力,尤其是学生的创新能力和综合能力有了显著提升。此外,学生通过查阅文献资料,并对所查阅文献资料进行分析汇总,科研素养有明显的提高,对所学基础理论知识的理解也进一步加强,以上这些改革探索为提高材料工业分析实验的教学质量提供了新的途径。

同时,针对部分学生实验课前不认真撰写预习报

表1 过程考核内容及考核方式

序号	实验项目名称	上交材料形式	考核内容
1	水中氯离子含量的测定	实验报告	预习 (10%)、实验操作 (40%)、数据处理与分析 (50%)
2	煤样的灰分的测定	实验报告	预习 (10%)、实验操作 (40%)、数据处理与分析 (50%)
3	硅酸盐水泥中二氧化硅含量的测定	实验报告	预习 (10%)、实验操作 (40%)、数据处理与分析 (50%)
4	钢铁中硅、锰、磷含量的测定	实验报告	预习 (10%)、实验操作 (40%)、数据处理与分析 (50%)
5	磁性纳米粒在污水处理中的应用	研究报告 (选做)	学生独立设计的实验方法和操作过程 (30%)，实验数据处理以及实验结果分析 (70%)
6	水体中化学耗氧量 (COD) 的测定	研究报告	学生独立设计的实验方法和操作过程 (30%)，实验数据处理以及实验结果分析 (70%)

告、实验操作过程应付、实验报告撰写流于形式、实验数据处理及分析存在抄袭等现象，从工程教育专业认证角度出发，通过对考核方法的改革（表1）。对于基础型实验，学生通过线上网络教学平台预习实验相关内容，根据实验操作过程中学生的动手能力和表现，教师给出操作成绩，学生及时完成实验数据的分析和处理后，当堂提交实验报告。综合型实验报告的撰写参考结题报告的形式，内容可包括项目从可行性分析、实验目的、原理、实验内容及方法、操作步骤、实验数据分析处理、实验结果分析等多个方面。研究应用型实验设计为选作实验，学生自主选择，主要以选拔优秀学生、培养研究应用型人才为主要目的。

通过对材料工业分析实验考核方式的改革，学生的学习方式发生了明显改变，从突击实验转变成全程参与。这种考核方式得到了同学们的广泛认可，学习状态和学习成绩有了显著改变。主要表现在：学生出勤率明显提高，动手能力有效提升，学生自主学习、自我管理和分工合作能力提高。改革后的实验考核方式对学生的理论和实践知识及能力进行了立体、全面的考核，通过这种方式，每个学生都能在实验过程中发挥自己的优势，自信心也得以增强。

### 五、结束语

实验课程是通过对实验内容、实验教学方法和考核方式的不断探索与改进，逐步建设成为能够提升学生实践能力，激发创新思维的高效教学体系，进一步提高专业的本科教学质量。山东理工大学材料科学与工程学科在实验课程教学体系建设过程中，结合工程教育专业认证工作，针对材料工业分析实验教学，通过与其他学院的交叉融合，从实验教学形式、实验内容、实验考核等不同方面进行改革，体现系列化、层次化、模块化等特点，在学生对基础知识理解能力加强的同时，实现了

综合知识的融会贯通，培养了学生综合能力，尤其是创新能力和工程实践能力，最终实现材料化学专业学生解决实际工程复杂问题能力的培养。

目前，本项目的实施提高了学生实验操作的主动性和积极性，但前期实验方案的选取和设计方面学生参与度较低，下一步计划设计更加开放的实验，从实验的选题、设计、实验方案的探索优化、指导书及研究报告的撰写及都能有学生的参与，同时对实验考核方式进行进一步改革。

### 参考文献

- [1] 刘艳.《大气污染控制工程》课程实验教学建设与创新, 当代化工研究, 2021 (6): 109-111.
- [2] 唐建, 唐恒军, 司马卫平, 等. 新工科下水分析化学课程实验教学改革创新及建设, 山西建筑, 2021 (8): 191-193.
- [3] 张成立. 应用型人才背景下构建《化学课》实验教学平台的作用, 中国校外教育, 2019 (11): 79-80.
- [4] 王淑静, 王文琴. 给排水科学与工程专业《水分析化学》实验教学探索研究. 居业, 2019 (2): 133-135.
- [5] 江泓, 张志秋, 张梅, 等. 大学化学实验教学的探讨与创新. 教育教学论坛, 2018 (45): 279-280.
- [6] 强根荣, 曾秀琼, 杨振平, 等. 工科专业化学实验新型教学模式的构建与实践. 实验室研究与探索, 2018, 37 (9): 236-239.

作者简介: 李秋红 (1979.09-), 女, 山东泰安, 博士研究生, 教授, 主要从事材料工业分析的教学与科研工作。

\*基金项目: 山东省专业学位研究生教学案例库建设项目和山东理工大学本科教学研究与改革项目。