

# “双碳”背景下课程教学改革对策探究——以《腐蚀与防护》专业课为例

朱世东<sup>1</sup> 张骁勇<sup>1</sup> 李金灵<sup>2\*</sup> 胥珊珊<sup>1</sup> 徐向前<sup>1</sup>

1. 西安石油大学材料科学与工程学院 油气田腐蚀防护与新材料陕西省高等学校重点实验室, 陕西 西安 710065

2. 西安石油大学化学化工学院, 陕西 西安 710065

**[摘要]** “双碳”背景下课程教学面临诸多新的挑战。文中以《腐蚀与防护》专业课为例, 简述了“腐蚀与防护”专业沿革与该课程特点, 概述了课程教学面临的现状, 重点探讨了教学改革相关策略, 以期为新工科背景下课程体系建设和教学改革探索提供参考, 助力“双碳”人才培养及其目标实现。

**[关键词]** 腐蚀与防护; 课程教学; 改革; 对策

DOI: 10.33142/fme.v5i5.14103

中图分类号: G641

文献标识码: A

## Exploration on Teaching Reform Strategies under the Background of "Double Carbon" — Taking the Professional Course of "Corrosion and Protection" as an Example

ZHU Shidong<sup>1</sup>, ZHANG Xiaoyong<sup>1</sup>, LI Jinling<sup>2\*</sup>, XU Shanna<sup>1</sup>, XU Xiangqian<sup>1</sup>

1 Shaanxi Provincial Key Laboratory of Corrosion Protection and New Materials for Oil and Gas Fields, College of Materials Science and Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

2 College of Chemistry and Chemical Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

**Abstract:** Under the background of "dual carbon", curriculum teaching faces many new challenges. Taking the course of "Corrosion and Protection" as an example, this article briefly describes the evolution and characteristics of the "Corrosion and Protection" major, outlines the current situation faced by the course teaching, and focuses on exploring relevant strategies for teaching reform, in order to provide reference for the construction of the curriculum system and exploration of teaching reform under the background of new engineering, and to assist in the cultivation of "dual carbon" talents and the achievement of their goals.

**Keywords:** corrosion and protection; course teaching; reform; countermeasures

### 引言

侯宝荣院士指出: 重视防腐技术助力“双碳”实现。腐蚀涉及多个领域与行业, 已对工业生产带来严重的危害。中国每年因材料腐蚀所付出的经济损失为 GDP 的 3.4%~5.0%, 远大于所有自然灾害损失的总和<sup>[1]</sup>, 腐蚀还造成油气水热等泄漏、重大安全事故和环境污染事件<sup>[2]</sup>。但是可以采取有效的腐蚀控制策略, 据估计, 25%~40%的腐蚀损失可以避免<sup>[3]</sup>。可见, 不仅资源因材料腐蚀而造成极大浪费, 原材料开采(生产)、金属材料的冶金、装备与器件的制造与加工等的碳排放量也因此而大大增加, 而采取高效的防腐措施更有利于中国减碳降污协同增效<sup>[4]</sup>。

“腐蚀与防护”已引起各国各界的高度重视, 尤其是工业界和教育界。本文以《腐蚀与防护》专业课程为例, 通过剖析该课程“教”与“学”存在的问题, 助力“双碳”人才的培养及其目标的实现; 同时, 通过探讨该课程教学改革的策略, 促进新工科课程体系建设与教学改革探索, 对于保证国民经济持续稳定发展具有重要意义<sup>[2]</sup>。

### 1 专业沿革与课程特点

#### 1.1 专业设置历史悠久

我国腐蚀与防护专业始建于 1956 年, 且自 1960 年 5 月国家科学技术委员会组织成立跨部门的腐蚀与防护组

以来, 大量研究机构和教学单位不断建立, 经过仅 70 年的发展, 我国腐蚀与防护科技人才队伍不断成长与壮大<sup>[5]</sup>。

#### 1.2 人才供需失衡

然而, “腐蚀与防护”专业因 1997 年专业设置调整而被并入到石油工程、材料、油气储运、化学、过程装备等专业, 在许多高校“腐蚀与防护”专业的特色被不断弱化, 对腐蚀与防护领域人才的培养产生了不利影响<sup>[5]</sup>。而且, 现在经济正大规模建设, 防腐作为一新兴产业, 其人才需求紧迫。尽管我国已在腐蚀领域投入了较大比例的劳动力资源, 但他们以临时工、产业工人人居多, 缺乏具有资质和资历的工程师和管理者, 致使腐蚀科学与防护技术水平及其推广应用受到显著影响。

#### 1.3 课程内容

《腐蚀与防护》课程是多数工科高校多个专业本科生和硕士研究生的主要专业课程, 既注重理论、又注重实操, 而且腐蚀原理与防护需求因行业、环境、工况而各异<sup>[6]</sup>。其主要内容涉及材料在各种环境条件下受腐蚀的问题以及腐蚀的防护措施, 着重介绍材料腐蚀与防护的基本概念、腐蚀与防护的重要性、腐蚀的形态、腐蚀的分类与比较、腐蚀速率的表示方法、腐蚀倾向的热力学判据、电化学极化动力学、腐蚀的机理、腐蚀的影响因素以及正确选用材

料、阴极保护、阳极保护、缓蚀剂保护和金属表面的保护方法各种腐蚀防护方法等<sup>[6-8]</sup>。

#### 1.4 人才培养目标

该课程可为学生学习材料腐蚀与防护技术体系奠定知识基础<sup>[2]</sup>，胜任该领域基本的工程应用与研究，高效率地分析、解决科学与工程上遇到的各类腐蚀失效相关问题<sup>[9]</sup>，以达到创新性复合型人才培养的目标<sup>[10]</sup>。

#### 2 存在问题简述

“双碳”背景对课程教学提出了新的挑战，针对于《腐蚀与防护》课程教学，目前存在如下几个方面的主要问题：①对该课程重视程度不够<sup>[2,11]</sup>，②培养目标不明确、人才需求与培养目标脱节，③学时分配不尽合理<sup>[2,10]</sup>，④大部分教材内容陈旧、不新颖<sup>[12-13]</sup>，⑤教学模式单一、形式缺乏创造性<sup>[12,14]</sup>，⑥教学缺乏交流合作，教学资源稀缺<sup>[15]</sup>，⑦教学内容缺乏针对性和前沿性<sup>[5,16]</sup>，⑧思政教育环节薄弱<sup>[17-18]</sup>，⑨实验教学内容和实践教学环节缺乏，甚至没有<sup>[2,13]</sup>，⑩学生的前期知识储备不够<sup>[13]</sup>，⑪课程考核过于单调且不严<sup>[2,13-14]</sup>，⑫形成性评价实施困难<sup>[15]</sup>，⑬课程质量评价体系落后<sup>[12]</sup>，⑭国际化人才培养匮乏<sup>[5,19]</sup>，⑮AI赋能课堂教学欠缺<sup>[20]</sup>。

#### 3 教学改进策略

##### 3.1 提高对课程的认识

柯伟院士指出，政府和社会各界需加强对腐蚀问题的关注，其程度应如同关注环境科学、医学一样<sup>[2]</sup>。学校教育部门、教师和学生都应充分意识到理论与实践教育的重要地位<sup>[21]</sup>，其中建设基层教学组织尤为关键<sup>[13]</sup>，如设立课程组统筹该课程的各项教学活动，教师各负其责、各司其职，如为学生提供其他学科基础与前沿咨询，在强化知识储备的同时激发兴趣，在实行跨专业交叉渗透的同时提高解决复杂问题的能力。

##### 3.2 课程教学设计

好的开始是成功的一半，上好课堂第一课至为关键<sup>[22]</sup>。以绪论作为学生兴趣的启迪点，教学“套路”说在前、学习内容一目了然，引入案例教学法、增强学生学习兴趣，引入网络课堂管理平台、丰富课堂教学形式，课堂适度翻转、学生角色转变、提高学习主动性<sup>[23]</sup>。

##### 3.3 理论教学改进

###### (1) 建立课程体系 突显特色

在重点讲解腐蚀原因分析和常用防腐技术时，引入石油石化、热工等领域中典型腐蚀实例，学生在意识到学习该课程意义的同时，知晓课堂知识与实际工作间的联系，激发其求知欲，这也利于行业特色课程的建设。

###### (2) 及时更新教材 传授最新内容

教材是课程内容的载体。用好科研数据库，及时更新教材内容。在授课过程中，引入最新腐蚀与防护研究动态，并结合学生专业特点适度补充前沿知识。安排课后相关调

研任务、并在下节课时进行讲解与点评，激励学生主动探索与团队合作。以此保证将该学科的基础知识和最新成果传授给学生，提高教学效果和质量。

###### (3) 深挖思政元素 有机融入

材料是人类文明发展的基石。在教学环节，适时地将“三星堆文化”“黄河文化”等与材料的制备与性能、行业的最新发展、时代优秀人物与先进事迹等结合，非常自然地将思政元素融入到专业课教学过程中，做到“时时有思政、处处有思政”，有助于学生加深对中华文明的认同感和自豪感<sup>[19]</sup>。

###### (4) 深化校企合作 协同育人

依托现代产业学院和未来技术学院，校内教师与企业导师相向而行。校内教师深入企业、努力学习其优秀技术、了解最新需求，以及获取先进的管理模式；邀请企业导师走进学校与课堂，在学习教育理论的同时积极引导学生的实践活动、讲解前沿技术发展。这样校企合作进入良性循环，实现校企协同育人<sup>[18]</sup>。

###### (5) 丰富教学手段 增加互动性

提高学生自主学习与表达能力，互动讨论和讲解环节必不可少。采用多种教学形式，如讲解、讨论、多媒体展示、动画和录像等，学生通过典型的宏观和微观照片可更直观地区分各种腐蚀形态，留下对现场腐蚀防护技术的深刻印象，进而增强教学效果。此外，与科研教学相结合培养学生研究和创新能力，与直观式教学相结合体现“知行结合、学以致用”、与类比式教学相结合加深对基本概念的理解、与实践教学相结合巩固基本理论知识、提高基本技能，与就业和资格认证教学结合扩宽学生的就业面和提高就业率，以及与科技前沿相结合、与实验教学相结合、与课外实践相结合与等<sup>[11,24]</sup>。

其中，与案例式教学相结合激发学生积极性的同时，通过对典型案例的剖析，可使学生深入了解事故发生的主因、诱因以及造成的危害等、并结合实际提出改进措施，端正学习与工作态度、提高科学素养、崇尚职业道德、强化忧患意识、发扬团队合作等<sup>[25,26]</sup>。

此外，数字化赋能教学方式变革，促进课程教学改革深化发展<sup>[27]</sup>。世界各国学校都在进行教育信息化和教育数字化转型，逐步地将人工智能融入到课程中，实现高质量教育体系建设<sup>[28]</sup>。

##### 3.4 实验与实践教学改进

重视实践环节，制定教学大纲、增加实践课时、补充实践教学内容是关键。实验课程教学的终极目标就是要培养学生实践动手能力、分析问题解决问题能力<sup>[14]</sup>，这就需要通过提高学生的实际动手操作能力着手，以扩大学生的知识面和就业面、扩宽就业渠道。

###### (1) 增设专业综合实验教学

统筹全校相关仪器，增加学生动手操作的机会；联合

校企合作单位,将腐蚀与防护相关的内容在生产实习和毕业设计等环节有所体现。以此锻炼动手能力、训练创新思维,并做到“学以致用”。

### (2) 开设新型实验项目

坚持以“学生发展”为中心的教育教学理念,结合“新工科”和“工程教育”专业认证的要求,着重开发与新能源、新材料、新技术等相关的设计性、研究性和综合性的实验项目,培养学生主动探索、独立思考、统筹规划等的的能力,提升综合科研素养。

### 3.5 完善考核方式

正如前述,为适应“新工科”需要,教学方式将正向案例式、讨论式、启发式等模式转变,需多元的考核方式与之相适应。总成绩用期末成绩为主导之外,还要引入过程性考核,主要通过平时成绩、随堂小测、课堂讨论、小组互助、案例分析、课外调研、参与科研等方式来实现<sup>[6]</sup>。这种灵活公平的考核方式可有效避免考前“临时抱佛脚”,更有利提升学生综合素质,进而显著提升课堂教学效果<sup>[7,10]</sup>。

### 3.6 课后教学的延伸

学习效果需课后进行巩固。从开课后的第一周起便安排答疑,一周一次;坚持提前 10 分钟到教室进行解答;将每节课的学习知识点、重点难点等分享到雨课堂等平台上;建立课程联络群,做到随问随答随讨论<sup>[29]</sup>。

### 3.7 形成性评价

借助平台和相关视觉、统计软件,实行数据精准统计与及时反馈。如雨课堂平台可完成多项评价环节,并能及时将结果反馈给师生,提升了形成性评价工作效率,且更利于“持续改进”<sup>[15]</sup>。此外,在校学生、毕业学生和用人单位的反馈更能体现教学形成性评价成效<sup>[29]</sup>。

### 3.8 国际化创新型人才培养

经济、技术全球化大背景下,《腐蚀与防护》课程更需紧跟国际前沿。依托各高校办学特色与学院相关专业优势,采用多平台涵养教师综合素质、国际化创新型人才培养课程思政体系等方式,构建国际化创新型人才培养的新模式,将腐蚀与防护科研优势和师资优势转化为育人优势,培养具有国际化视野和创新能力的专业人才<sup>[19]</sup>。

## 4 结论

“双碳”目标催生了新的人才需求,课程教学改革需先行,方能全面提升学生的综合素质,以适应全球化背景下对复合型创新性人才的培养。

丰富的教学手段是激发学生学习积极性和自主性的前提,前沿知识与新知识传授可激发学习的学生学习兴趣、思政元素融入可提高认知高度、实践教学可深化理论基础、校企合作可强化育人成效、多元化考核与评价可及时有效反馈“教”“学”动态。

基金项目:西安石油大学教育教学改革研究重点项目(双碳背景下“四驱一引”深化传统专业产教协同育人

[JGZD202308])。

### [参考文献]

- [1] Xu weichen, Zhang Ruiyong, Duan Jizhou, et al. Corrosion is a global menace to crucial infrastructure-act to stop the rot now[J]. Nature, 2024(629): 41.
- [2] 陈武,梅平,赖璐.《金属腐蚀与防护》课程教学改革与实践[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2011, 8(8): 132-135.
- [3] 侯保荣. 中国腐蚀成本[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [4] 汪的华,王沛霖.“双碳”目标下的腐蚀科学与防护技术[J]. 表面工程与再制造, 2021(6): 31-34.
- [5] 窦宝捷,杨丹,李同燕,等.“一带一路”背景下腐蚀与防护专业人才培养模式的探索[J]. 山东化工, 2021, 50(7): 181-182.
- [6] 伍秋美,李昆,雷永鹏,等.新工科背景下基于工程应用能力的案例式教学改革——以“材料腐蚀与防护”课程的设计、组织与实施为例[J]. 创新与创业教育, 2023, 14(6): 141-147.
- [7] 胥聪敏,朱世东,奚运涛,等.金属腐蚀与防护课程的教改探讨[J]. 山东化工, 2020(49): 253-256.
- [8] 王忠维,麻彦龙,郭非,等.工程教育专业认证背景下基于 OBE 理念的专业方向课程改革探讨——以重庆理工大学“金属腐蚀与防护”课程为例[J]. 科技资讯, 2023, 21(6): 154-158.
- [9] 张优,陈飞,李建刚,等.研究生材料腐蚀与防护课程思政建设的实践与探索[J]. 教育观察, 2023, 12(7): 55-59.
- [10] 吴锋景,刘小娟,肖鑫,等.《金属腐蚀与防护》课程在应用型本科院校的教学[J]. 广州化工, 2016, 44(10): 243-245.
- [11] 李志勇.《金属腐蚀与防护》课程教学改革探索与实践[J]. 文化创新比较研究, 2020(5): 144-145.
- [12] 刘利军,郑小涛,马琳伟,等.新工科和工程教育背景下《过程装备腐蚀与防护》教学改革和课程质量评价的思考[J]. 化学工程与装备, 2023(7): 277-279.
- [13] 王乃光,施志聪,刘菁菁等.新工科背景下《材料腐蚀与防护》课程的教学改革探索[J]. 云南化工, 2021, 48(10): 178-180.
- [14] 陈国亮,孙杰,郝建军等.项目管理模式下的《金属腐蚀学实验》教学改革探索[J]. 广州化工, 2023, 51(13): 230-233.
- [15] 李嵩,吕昊,季世军,等.基于雨课堂的形成性评价方法在“材料腐蚀与防护”课程教学中的实施[J]. 航海教育研究, 2023, 40(3): 31-36.
- [16] 孙媛,董亮,周昊,等.储运防腐技术课程建设探讨[J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(20): 26-60.

- [17] 马玉春,董治中,王志奇,等.基于OBE理念“腐蚀与防护”课程思政的教学设计与实践[J].实验室科学,2021,24(6):131-133.
- [18] 刘琦.党史融入化工腐蚀与防护课程教学设计[J].化工管理,2023(2):18-20.
- [19] 夏青,岩雨.腐蚀与防护专业国际化创新型人才培养研究——以北京科技大学为例[J].科教文汇,2024(7):59-62.
- [20] 韩佰军.基于人工智能(AI)的继续教育混合式教学实践进路研究[J].齐齐哈尔大学学报(哲学社会科学版),2024(7):160-163.
- [21] 李伟平,王鹏德,陈国华.基于院系视角的高校人才培养提质创新研究[J].教育教学论坛,2023(25):26-29.
- [22] 于锋.“开学第一课”课程思政教案设计探讨——以“无机非金属材料工学”为例[J].西部素质教育,2022,8(3):169-172.
- [23] 程从前,戚琳,史淑艳,等.工程教育专业认证背景下腐蚀及防护专业课程国际化教学改革与实践[J].中国现代教育装备,2019(5):37-29.
- [24] 万红霞,宋东东,陈长风,等.《金属腐蚀原理》本科教学改革研究[J].广州化工,2020,48(20):141-142.
- [25] 张惠,王辉,马永青,等.材料的腐蚀与防护实践教学探索[J].化学工程与装备,2012(1):177-178.
- [26] 班朝磊,倪俊杰,王长征,等.案例式教学在《材料腐蚀与防护》课程中的应用[J].教育现代化,2016,10(31):127-136.
- [27] 赵英,朱有亮,刘鸿,等.数字化引领功能材料专业课程混合式教学创新与实践研究[J].高教学刊,2024,10(21):73-76.
- [28] 甘润生,吴凡,张岑岑.人工智能助推功能性材料课程教学数字化改革[J].西部皮革,2023,45(14):35-37.
- [29] 鲁敏关,晓辉,徐小惠,等.电力系统特色的“热力设备腐蚀与防护”课程教学改革[J].河南科技,2014(2):270-270.

作者简介:朱世东(1980—),男,汉族,山东莒县人,博士(后),教授,西安石油大学材料科学与工程学院,主要从事材料腐蚀和防护方面的科研与教学工作;李金灵(1981—),女,汉族,河南郸城县人,博士,教授,西安石油大学化学化工学院,主要从事油气田腐蚀与防护方面的教学和科研工作。