

地方高校在线开放课程建设实践与探索

——以“材料科学基础”为例

刘清泉¹, 张乐¹, 王琳艳¹, 樊慧¹, 汪异¹, 肖秋国², 刘文娟¹, 万峰¹

(1.湖南科技大学 材料科学与工程学院, 湖南 湘潭 411201; 2.湖南省新材料现代产业学院, 湖南 湘潭 411201)

摘要:针对地方高校材料类专业缺乏在线教学资源的问题,课程教学团队依托湖南省新材料现代产业学院,聚焦创新型应用人才培养,开发并建设了“材料科学基础”在线课程。通过优选教材、科教融汇和产教融合重塑课程教学内容,构建应用型人才专业知识结构;采用问题导入法、现象教学法 and 翻转课堂教学模式,激发学生主动思考,帮助学生完成知识内化;融入新材料产业发展现状和科学家的人物故事等思政元素,激励学生“材料报国”,落实立德树人根本任务。课程自2019年秋上线以来,得到广泛应用和学生的良好评价,不仅为学校培养应用型人才提供强大支撑,而且为高职院校相关专业学生的进阶学习提供优质的线上教学资源。

关键词:材料科学基础;在线课程;翻转课堂;教学评价

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2025)02-0051-06

1 前言

2012年,融合了互联网和高等教育特征的慕课在美国开始兴起,涌现出大量的在线开放课程。作为一种新型课程教学模式,慕课打破了传统教育的时空界限,颠覆了传统大学课堂教与学的方式,推动了教学理念、教学方法、教学技术、教学模式的变革。教育部在《教育信息化十年发展规划(2011—2020年)》中提出,要进一步加强信息资源建设,重点推进信息技术与高等教育的深度融合,促进教育内容、教学手段和方法现代化^[1]。在过去十年里,我国以在线开放课程建设和应用为主要抓手,大力推进信息技术与教育教学的深度融合,改革传统教育教学模式。2017年,教育部启动首批国家精品在线开放课程的认定工作^[2];2018年,推出了首批490门“国家精品在线开放课程”^[3]。

“材料科学基础”是材料类专业的专业基础课程,着重介绍材料的成分、加工与组织、性能之

间的关系及其变化规律,是发挥材料潜力、用好现有材料和研究开发新材料的理论基础。它既承接先修的“高等数学”和“无机化学”基础理论课,又为后续的“材料物理性能”和“材料现代研究方法”等专业课程的学习奠定基础,在材料学科知识构建中起着“基石”和“桥梁”的作用。

湖南科技大学教学团队依托湖南省新材料现代产业学院,聚焦地方高校材料类专业应用型人才,在校企共建实训实践教学平台的支撑下,开发并建设了“材料科学基础”在线课程。该课程不仅为学校培养应用型人才提供强大支撑,而且为高职院校相关专业学生的进阶学习提供优质的线上教学资源。

2 课程特色

2.1 重塑教学内容,构建应用型人才知识结构

2.1.1 优选教材,构建融会贯通的理论知识体系
在选用武汉理工大学出版的教材基础上,根

收稿日期:2024-08-01

基金项目:2022年湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目(HNJG-2022-0175);湖南省新材料现代产业学院(湘教通[2023]379号)

作者简介:刘清泉(1974—),男,湖南隆回人,教授,博士,主要从事材料科学领域的教学与科研。

据后续专业课程的知识体系,采用增删结合的方式重塑教学内容,形成大材料的理论知识体系,以达到在固定的教学课时内帮助学生融会贯通的目的。例如,在晶体结构中,删除高分子材料结构,增加晶体的对称性;在晶体结构缺陷中,增加位错的生成与增殖,删除热缺陷与晶体的离子导电性、以及位错与点缺陷的交互作用等;在表面结构与性质中,删除测定固体成分和结构的方法;在相平衡与相图中,增加相图热力学的基本要点、二元合金凝固理论等;在基本动力学过程—扩散中,增加扩散热力学和反应扩散等;在材料制备中的固态反应中,删除材料制备中的插层反应等。

2.1.2 科教融汇,培养学生的创新能力

科教融汇是将高水平科研成果转化为本科教

学内容,使学生在掌握课程基本知识体系的前提下,拓展知识领域,提升认知能力和创新能力^[4]。将科研成果与教学内容融汇,往往能发挥出“1+1>2”的人才培养效果。例如,在讲接触角和 Young 方程时,引进江雷院士团队的研究成果。该团队发现荷叶表面的微纳结构是赋予荷叶特殊超疏水性的原因,发明了多种超疏水性界面材料的制备方法,制备出多种具有特殊功能的仿生超疏水界面材料。在讲钙钛矿型结构时,介绍了在科学家的持续努力下,钙钛矿电池的光电转化效率不断提升,2023 年 11 月,隆基绿能自主研发的晶硅—钙钛矿叠层电池效率达到 33.9%,这是全球晶硅—钙钛矿叠层电池效率的最高纪录,如图 1 所示。

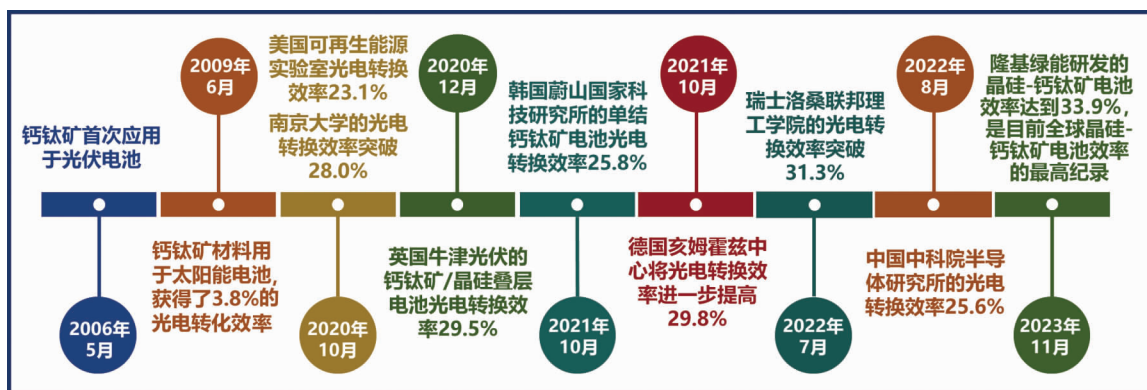


图1 钙钛矿电池的发展历程

2.1.3 产教融合,提升学生的工程素养

2017 年,国务院办公厅发布了《关于深化产教融合的若干意见》,指出深化产教融合,促进教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接,是当前推进人力资源供给侧结构性改革的迫切要求^[5]。产教融合有助于提升高校为社会发展服务的能力和为行业企业技术进步服务的能力。在课程教学过程中,融入产业的工艺特点和技术参数能增加学生的理论联系实践能力,提升学生的工程素养^[6]。例如,在讲授“玻璃的形成”时,介绍了玻璃生产的主要原料、熔化温度、成型方法、退火工艺,玻璃熔窑各部分的主体结构 and 耐火材料,以及燃料消耗、余热回收与环境保护等。

2.2 改革教学模式,强化知识应用能力的培养

2.2.1 采用问题导入和现象教学法,培养创造性思维能力

问题导入教学法是指提出引人思考的问题,

引发学生对学习内容和解决问题的欲望,从而引导学生主动参与教学活动的一种教学方法。现象教学法源于 2016 年芬兰实施的《国家课程框架》,它要求围绕学生感兴趣的现象或话题来进行跨领域、多学科的融合教学,强调通用能力和各学科之间的协作,是一种将能力培养和科目教学相结合的新型教学组织形式^[6]。为激发学生的学习兴趣 and 主动思考,在线课程大量应用了问题导入和现象教学法。例如:在讲空间点阵时,以冰有多达二十余种晶体结构为例,提出“怎样用一种简单的方式来描述如此众多且复杂的晶体结构”这一问题,引发学生思考复杂晶体结构的简单表达方式;在讲接触角和杨氏方程时,首先给出荷叶表面的近似球形水滴现象,再解释荷叶表面的微观结构是球形水滴形成的根本原因,最后讲解疏水材料的概念、自清洁能力以及工程应用的典型案例。

2.2.2 采用翻转课堂教学模式,帮助学生完成知识内化

2011 年,萨尔曼·可汗在演讲报告《用视频重新创造教育》中提到:很多学生晚上在家观看可汗学院的数学教学视频,第二天回到教室做作业,遇到问题时则向老师和同学请教。这种与传统的“老师白天在教室上课、学生晚上回家做作业”的方式正好相反的教学模式,称之为“翻转课堂”。自此,“翻转课堂”引起了广大教育工作者的关注,已经有越来越多的学校将翻转课堂应用到教学实践,并取得了良好的教学效果^[7-9]。翻转课堂是对传统课堂教学范式的变革,可有效促进“以学生为中心”教学理念,推动创新人才培养模式的实践与改革。2022 年起,课程教学团队利用线上资源,共 6 次开展翻转课堂教学。“材料科学基础”翻转课堂教学设计如图 2 所示。

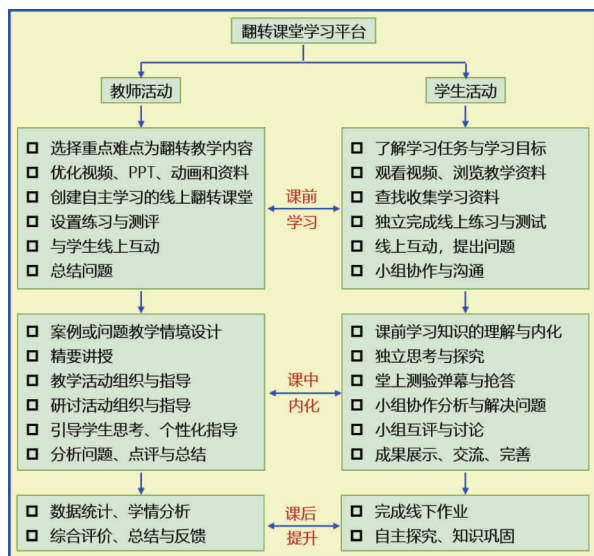


图 2 基于翻转课堂的“材料科学基础”教学设计

首先,在课堂学习阶段,学生明确学习任务和学习的目标,利用教学资源进行自主学习,就自主学习过程中产生的疑问在线讨论互动,自主学习结束后完成在线练习与测试,实现知识内化。其次,在课中学习阶段,教师精心讲解重点和难点内容,使学生充分理解相关概念、原理和内在关系,秉承鼓励学生独立探索与协作学习相结合的原则,创设教学情景,让学生在独立学习和思考中构建自身的知识体系,帮助学生完成知识的再次内化。

最后,在课后提升阶段,统计课前学习和课中学习数据,从学习进度、学习行为、在线讨论、视频观看、资料下载等维度进行学情分析,督促学生完成线下作业,鼓励学生根据学习情况,自主查阅资料、探究隐形知识、拓展知识范围,促使知识巩固和提升。

2.2.3 结合定量与定性评价指标,建立科学的课程评价体系

近年来,随着人工智能、大数据、学习分析技术的发展和变革,以信息技术为特征的教学模式在高校课堂里获得了广泛的应用,基于传统课堂教学模式的单一学习评价方法已不能适应新型教学模式的需要。因此,对于翻转课堂而言,根据课程特点重新构建学习评价指标体系、建立综合评价方法是必须要解决的课题。利用课堂教学平台记录的学习内容、学习行为、学习结果、学习风格等数据,为建立综合评价体系提供了充足的数据来源。蒋立兵等人认为翻转课堂集中诠释了“以学生为中心”的教学理念,颠覆了传统的教学模式^[10],学习评价指标应围绕学生的“学”进行设计。课程团队在充分调研和深入研讨的基础上,以课前学习等 3 个一级指标和教学视频观看时长等 20 个二级指标,重新构建了“材料科学基础”课程综合评价体系,如表 1 所示。

课前学习在整个评价体系中的权重系数为 0.25,包括教学视频观看时长、章节练习答题正确率和视频弹题回答正确率等 8 个二级指标,除教学视频观看时长和章节练习答题正确率的权重系数为 0.2,其余二级指标的权重系数均为 0.1。课中学习的权重系数也为 0.25,囊括课堂回答问题次数、独立查阅资料分析问题次数和小组内承担任务情况等 7 个二级指标。其中,独立查阅资料分析问题次数、独立提出问题解决答案次数和小组内承担任务情况的权重系数为 0.2,其余二级指标的权重系数为 0.1。学习结果的权重系数为 0.5,包括课堂测验成绩、线下作业成绩、线上考试成绩和线下考试成绩共 5 个二级指标。其中,线下考试成绩的权重系数为 0.4,线上考试和线下作业权重系数为 0.2,其余指标的权重系数均为 0.1。

表 1 “材料科学基础”翻转课堂学习评价指标体系^[11]

一级指标	权重系数	二级指标	权重系数
课前学习	0.25	教学视频观看时长	$0.25 \times 0.2 = 0.05$
		视频弹题回答正确率	$0.25 \times 0.1 = 0.025$
		章节练习答题正确率	$0.25 \times 0.2 = 0.05$
		论坛在线有效发贴数	$0.25 \times 0.1 = 0.025$
		论坛在线有效回帖数	$0.25 \times 0.1 = 0.025$
		其它教学资源下载次数	$0.25 \times 0.1 = 0.025$
		其它教学资源浏览次数	$0.25 \times 0.1 = 0.025$
		教学资源有效评论次数	$0.25 \times 0.1 = 0.025$
课中学习	0.25	课堂回答问题次数	$0.25 \times 0.1 = 0.025$
		课堂回答问题正确率	$0.25 \times 0.1 = 0.025$
		课堂主动发言次数	$0.25 \times 0.1 = 0.025$
		独立查阅资料分析问题次数	$0.25 \times 0.2 = 0.05$
		独立提出问题解决答案次数	$0.25 \times 0.2 = 0.05$
		小组内承担任务情况	$0.25 \times 0.2 = 0.05$
		小组讨论互动次数	$0.25 \times 0.1 = 0.025$
学习结果	0.50	小组任务完成评价	$0.5 \times 0.1 = 0.05$
		课堂测验成绩	$0.5 \times 0.1 = 0.05$
		线下作业成绩	$0.5 \times 0.2 = 0.1$
		线上考试成绩	$0.5 \times 0.2 = 0.1$
		线下考试成绩	$0.5 \times 0.4 = 0.2$

2.3 融入思政元素,落实立德树人根本任务

2.3.1 以新材料是中国式现代化的内在要求激励学生材料报国

课程团队重构教学内容,以“新材料概述”作为线上课程教学的开端。通过介绍我国新材料产业的现状、问题、重要性激励学生树立材料强国、材料报国的理想信念,落实立德树人的根本任务。在这个教学单元中,首先,以新材料是“中国制造 2025”十大优先发展的重点领域之一、习近平重要论述“新材料产业是战略性、基础性产业,也是高技术竞争的关键领域,我们要奋起直追、迎头赶上”为契入点,让学生明白发展新材料是我国从制造大国转变为制造强国的必然要求。其次,通过介绍全球新材料发展特征与现状,让学生了解:我国新材料产业目前仍处于第二梯队,距离第一梯队的美国、欧洲和日本等发达国家的新材料产业还有较大差距,而且世界上一些著名的新材料企业通过并购、重组把控着全球新材料产业格局,高端材料垄断加剧;大力发展新材料产业是我国摆脱关键材料与技术“卡脖子”困境的根本性举措。最后,介绍我国新材料产业发展方向和存在的问题,让学生了解:先进基础材料、关键战略材料和前沿新材料是我国新材料重点发展的方向;我国需要加快解决新材料发展面临的创新能力不

足和高端人才缺乏等现实问题,从而支撑制造强国战略的顺利实施,实现中国式现代化。

2.3.2 以新材料中尚未解决的“卡脖子”技术鼓励学生勇攀高峰

近年来,美国在高科技领域大搞技术封锁和垄断打压,导致我们在新材料领域有诸多“卡脖子”技术未能实现突破。课程团队将“卡脖子”材料技术融入线上课程,鼓励学生奋发图强、勇攀高峰,为我们新材料产业的发展贡献自己的力量。例如,在讲到扩散现象时,引入“航空刹车片国产化之路”案例。航空刹车片是飞机刹车制动的关键部件。20 世纪 90 年,因西方国家的禁运,飞机刹车片配件供应始终跟不上,高价也买不到,严重制约了航空事业的发展。在这种背景下,黄伯云院士带领团队开始研究炭/炭复合航空制动材料,经历了 7 000 多个日日夜夜和无数次实验失败之后,终于攻克了这一技术,我国成为世界上第四个拥有该制造技术的国家,打破了国外的技术封锁,确保了国家航空航天战略安全。再如,在讲到固溶强化现象时,介绍了“盾构机主轴承材料是如何实现国产化的”案例^[12]。盾构机是一种隧道掘进的专用工程机械,其主轴承是刀盘驱动系统的关键核心部件,直径 8 米的主轴承在运转过程中,承载的最大轴向力可达 1 亿牛顿。中科院金

属所科研团队耗时多年,先后解决了主轴承材料制备、精密加工、成套设计中的 12 项核心技术问题,并成功应用,标志着我国在盾构机轴承方面完全实现国产化^[13]。

2.3.3 以人物故事弘扬科学家精神、涵养优良学风、营造创新氛围

课程团队将杰出科学家的人物故事引入在线课程教学案例,讲述科学家爱国为民的卓越品质,在实现科学梦想道路上不畏艰难、无私奉献的心路历程,介绍科学家为科学技术进步、人民生活改善、高质量发展作出重大贡献的科研故事,激励学生不断前行,涵养优良学风,营造创新氛围。在讲授平衡内容时,介绍了金氏相图测定法的发明人金展鹏院士^[14]。他拒绝了国外优厚的待遇,回到母校继续执教。然而一场厄运使他成了一个高位截瘫病人,但他没有被击垮,依然坚持科研和教学工作,建立了以热力学计算和动力学模拟为特色的材料设计体系,被国际同行尊称为“材料世界的活地图”。在介绍晶体塑性和强度时,引入杰出科学家卢柯的科研故事,他创造性地利用纳米孪晶结构、梯度纳米结构、受限晶体结构实现铜金属的高强度、高韧性和高导电。他打破常规理论,想别人之不想,以敢为人先的开拓精神发现了两者兼备的材料,为学生树立了科学研究创新精神的榜样^[15]。

3 在线课程应用

3.1 课程运行数据

自该课程于 2019 年 9 月上线以来,受到了其

他高校和社会学习者的欢迎。累计在线选课达 11 396 人。其中,本校选课学生 3 533 人;累计互动超过 4.3 万次,累计浏览达到 11.7 万次。使用该课程的高校数量共 38 所,如长沙理工大学、湖南文理学院、湖南人文科技学院、湖南工业大学、长沙学院、厦门理工学院、枣庄学院、湖南理工职业技术学院、湖南化工职业技术学院、长沙航空职业技术学院等。使用该课程的社会学习者所属高校 110 所,如武汉科技大学、江汉大学、齐鲁工业大学、内蒙古科技大学、长春理工大学、枣庄学院、长沙航空职业技术学院、湖南有色金属职业技术学院、湖南工业职业技术学院、甘肃林业职业技术学院等。除了课程教学团队使用该在线课程开展翻转课堂之外,还有湖南工学院、广东石油化工学院和上海电力大学 3 所高校的相关专业应用在线课程资源开展翻转课堂教学。

3.2 学生评价

课程团队在智慧树平台发起了课程教学调查,从综合评价、教学设计、老师指导和在线交流共 6 个问题展开,共有 1 720 名学生在线参与课程调查,结果如表 2 所示。

从表 2 可知,在 6 个调查题目中,评价为满分的学生人数占比均超过 50%,评价超过 8 分的学生人数超过 88%。其中,超过 90%的学生认为该课程具有通识性、启发性,课程学习有收获,且内容设计合理、讲授精彩;超过 89%的学生认为学习比较满意,愿意向他人推荐该门课程,问答交流对课程学习很有帮助,且在线答疑及时、有效。

表 2 “材料科学基础”在线课程调查数据统计表

序号	调查题目	评价为 10 分的	评价≥8 分的
		学生人数占比(%)	学生人数占比(%)
1	您认为课程具有通识性、启发性,课程学习比较有收获?	66.48	90.34
2	您不后悔选择这门课程,学习比较满意,愿意向他人推荐?	59.66	89.78
3	课程在线视频讲解清楚,条理清晰,视频及内容质量较好?	56.25	88.64
4	课程的见面课内容设计合理、讲授精彩、积极鼓励学生参与?	57.96	90.35
5	您认为本校教师指导对课程学习很有帮助?	54.55	88.08
6	您认为问答交流对课程学习很有帮助,在线答疑及时、有效?	53.41	89.77

注:评价等级从 1 到 10 分,分数越高表明学生越认可、越满意。

参考文献:

[1] 教育部.教育部关于印发《教育信息化十年发展规划(2011-2020 年)》的通知[EB/OL].(2012-03-13)[2025-02-10].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s33342/201203/t20120313_133322.html.

[2] 教育部.教育部办公厅关于公布 2017 年国家精品在线开放课程认定结果的通知[EB/OL].(2017-12-29)[2025-02-10].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s5664/moe_1623/s3843/201801/t20180112_324478.html.

[3] 教育部.教育部关于公布 2018 年国家精品在线开放课程

- 认定结果的通知[EB/OL].(2019-01-11)[2025-02-10].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s5664/moe_1623/s3843/201901/t20190121_367540.html.
- [4] 卢晓中. 科教融汇视角下高校教学与科研更好结合刍论[J]. 中国高教研究, 2023(11):32-38.
- [5] 中国政府网. 国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见[EB/OL](2017-12-05)[2025-02-10].
https://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content_5254308.htm.
- [6] 陈式华. 现象教学——芬兰2016教改新模式[J]. 教育与教学研究, 2016(11):102-106.
- [7] CECILIA ON, RICHARD EO, HOPE AN, et al. Students' attitude and academic achievement in a flipped classroom[J]. Heliyon 2022(8): e08792.
- [8] HUANG YM, SILITONGA LM, WU TT. Applying a business simulation game in a flipped classroom to enhance engagement, learning achievement, and higher-order thinking skills[J]. Computers & Education, 2022(183):104494.
- [9] O'FLAHERTY J, PHILLIPS C. The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review[J]. Internet and Higher Education, 2015(25):85-95.
- [10] 蒋立兵, 陈佑清. 翻转课堂教学质量评价体系的构建[J]. 现代教育技术, 2016(11):60-66.
- [11] 孟军, 刘冰璇, 翟洪江, 等. 大数据背景下高校翻转课堂学习评价的研究——以A校“工程热力学”课程为例[J]. 高等工程教育研究, 2018(5):166-171.
- [12] 蒋建湘, 蒋美仕. 科技经济功能开发的组织范型——黄伯云及其创新团队[J]. 科技管理研究, 2006(6):131-133.
- [13] 倪思洁. 历时十多年, 他们啃下这块“硬骨头”[N]. 中国科学报, 2022-12-15(01).
- [14] 任万能, 汪佑民. 中国的霍金——金展鹏[J]. 中国研究生, 2005(2):24-25.
- [15] 唐琳. 金属材料助力“中国制造”——工程金属材料的结构纳米化科学与技术[J]. 科学新闻, 2016(3):46-47.

Practices and Explorations in the Construction of Online Open Courses in Local Universities: A Case Study of“Fundamentals of Materials Science”

LIU Qingquan¹, ZHANG Le¹, WANG Linyan¹, FAN Hui¹, WANG Yi¹,
XIAO Qiuguo², LIU Wenjuan¹, WAN Feng¹

(1. School of Materials Science and Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China;

2. Hunan Provincial Modern Industrial College of New Materials, Xiangtan 411201, China)

Abstract: In view of the lack of online teaching resources for materials-related majors in local universities, the course teaching team, relying on Hunan Provincial Modern Industrial College of New Materials, has focused on the cultivation of innovative and applied talents, and developed and constructed an online course titled “Fundamentals of Materials Science”. By optimizing the textbook structure, integrating scientific research with education, and bridging industry with education, the team has reshaped the course content to build a professional knowledge structure for applied talents. The problem-introduction method, the phenomenon teaching method, and the flipped classroom teaching mode are used to stimulate students' active thinking and help them complete the internalization of knowledge. The course integrates ideological and political elements such as the development status of the new material industry and the stories of scientists, encouraging students to serve the country with materials and to fulfill the fundamental task of establishing morality and cultivating people. Since its launch in the fall of 2019, the course has attracted a cumulative total of 11,396 online enrollees with over 43,300 interactions. It has been adopted by 38 universities and utilized by social learners from 110 institutions. More than 90% of the students consider the course to be informative, inspiring, and well-designed. In summary, this course not only provides strong support for universities in cultivating applied talents but also offers high-quality online teaching resources for further studies by students in related majors at vocational colleges.

Key words: Fundamentals of Materials Science; online Course; flipped classroom; teaching evaluation
(责任校对 朱正余)