

材料分析技术课程的课程思政实施与探索

李美星^{1*}, 沈清明¹, 张徐²

¹ 南京邮电大学材料科学与工程学院, 南京 210023

² 南京邮电大学创新创业教育学院, 南京 210023

摘要: 材料分析技术是材料和化学相关专业的重要基础课程, 具有鲜明的自然科学属性。本文以材料分析技术课程思政的教育教学实践为例, 从专业知识的逻辑化、教学章节的专题化、思政元素的显性化、教学记录的过程化、成绩评价的多元化等几个方面, 阐述课程思政的实施过程与效果, 为理工科相关专业课程思政的实施提供建议和参考。

关键词: 课程思政; 知识逻辑; 科学精神; 创新; 价值观

中图分类号: G64; O6

Implementation and Exploration of Ideological and Political Education in the Course of Material Analysis Technology

Meixing Li^{1*}, Qingming Shen¹, Xu Zhang²

¹ School of Materials Science and Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210023, China.

² School of Innovation and Entrepreneurship Education, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210023, China.

Abstract: Materials Analysis Technology course serves as a fundamental course for majors in materials and chemistry, distinguished by its inherent scientific attributes. Taking the teaching practice of ideological and political education in Material Analysis Technology course as an example, this paper explores the implementation and effects of ideological and political education from several aspects, including the logical organization of professional knowledge, the thematic arrangement of teaching chapters, the explicit integration of ideological and political elements, the procedural documentation of teaching records, and the diversification of performance evaluation. Our findings offer insights and guidelines for the incorporating ideological and political education into science and engineering courses.

Key Words: Curriculum-based ideological and political education; Logic of knowledge; Scientific spirit; Innovation; Values

课程思政, 作为新时代中国特色社会主义高等教育的理论创新与实践创新, 在构建高校思想政治教育课程体系中具有重要作用。为了更好地实现高校思政教育在非思政课程中的教学和改革, 充分挖掘专业课程的隐性思政内涵成为专业课程课程思政建设的突破口。在专业理论知识的学习中, 借助思政元素的融入, 深化学生的情感认知与科学素养; 在实现文化浸润^[1]和价值建构的同时, 提升道德修养与家国情怀。近几年来, 在立德树人这一根本任务的价值指引下, 高校积极开展课程思政建

收稿: 2023-07-12; 录用: 2023-09-01; 网络发表: 2023-10-13

*通讯作者, Email: iammxli@njupt.edu.cn

基金资助: 江苏省高等教育教改立项研究重点课题(2021JSJG592); 南京邮电大学2021年课程思政示范课程建设项目

设, 致力于借助课程思政拓展全员全过程全方位育人大格局的现实深度与广度。然而, 从课程思政实施效果看, 当前还存在思政元素理解泛化、思政元素融入生硬、思政教学形式化的问题^[2]。本文从高校理工科专业课程课程思政出发, 结合材料分析技术课程的建设, 从教学内容、思政元素、课堂实施、成绩评价等方面对课程思政教育教学的探索与实践进行分析论述, 提供课程思政的教学参考和实施建议。

1 知识盘点——梳理知识内在逻辑

材料分析技术是一门面向化学、化工、材料、制药、生物等相关专业的课程。主要介绍各种仪器表征技术用于材料的成分、结构、形貌表征及性质分析。课程建设的一项重要目标就是帮助学生掌握科学研究的技术与方法, 培养科学素养和创新精神, 在仪器研发和中国制造中提升责任意识和家国情怀。作为理工科的专业课程, 其教学内容具有一定的自然科学逻辑。就课程知识点本身而言, 由于其涉及多个学科的专业内容, 知识点较为丰富且交叉性强, 涉及的思政元素也较为丰富, 但其内在关联较少。我们通过多年的教学实践发现, 材料分析技术在科学研究中体现的科学精神、思维方法和科研伦理以及科学发展史可以作为思政理念融合的有效切入点。为了充分挖掘课程的隐性教育价值, 在融合课程思政元素之前, 首先需要认真梳理和整合课程知识的内在逻辑, 从时间推移的历史进程、问题解决的工具需求、仪器更新的优化迭代几条线, 可以比较轻松地寻找到思政融入的知识载体。

(1) 时间线。科学知识和理论的发展, 常常伴随着研究者的认知和实践的不断加深和完善, 这一过程本身是依赖着时间线的推进而发展的。例如X射线发展史中, 从X射线的发现到本质的探究, 再到X射线衍射相关理论的完善和应用的发展, 根据这个时间脉络, 可以将X射线的相关检测技术较为完整地呈现出来, 同时将科学研究和社会发展相结合, 体现知识和理论发展的价值。再如, 在紫外-可见吸收光谱中利用朗伯比尔定律($A = \varepsilon c l$)进行溶液浓度定量检测, 该定律揭示了待测溶液吸光度(A)与物质的吸光系数(ε)、待测物浓度(c)和溶液厚度(光程 l)之间的关系。虽然该表达式看起来相对简单, 但这一定律的获得却经历了上百年的研究和总结过程, 并作为浓度定量分析的重要方法一直沿用至今。可见科学是一个循序渐进的过程, 不是所有的科学研究都是顺利而高效的。通过时间线脉络梳理, 可以客观呈现和交代事件的发展过程, 也可以结合具体历史时期的重大事件进行思政教育。

(2) 需求线。当发现新的物质或现象时, 为了解其本质或内在原理, 从问题研究的角度, 就是在分析和解决“是什么”“为什么”“怎么证明”等一系列问题, 通过研究需求推进材料表征技术的发展。以X射线衍射章节的内容为例, 伦琴在研究阴极射线实验时揭示了X射线的存在, 但对X射线的本质并不清楚, 科学界对X射线是电磁波还是粒子流产生争议。在科学家们提出猜想和假设之后, 设法通过实验确定X射线究竟“是什么”; “为什么”这种看不见的射线会使荧光板发光; “怎么证明”X射线的电磁波性质; X射线衍射现象与晶体内部结构有什么关系, 等等。通过对这一系列问题的探究, 来学习X射线的本质、性质、应用等相关知识, 借助诺贝尔奖触发学生追求先进技术的学习动力, 同时激发学生的爱国情怀。再例如, 透射电子显微分析这一章节中, 从人眼的分辨能力范围到普通光学显微镜的分辨极限导入, 抛出“如何提高显微镜的分辨率”的问题, 以问题解决为目标, 自然引入国内外相关研究成果及超高分辨显微镜的研究历程和突破。引导学生在学习和工作上追求精益求精的科研态度。这种问题解决的逻辑线索中, 也渗透着科学研究方法的步骤和过程, 是训练学生分析解决问题、提升科学思维能力的重要依托。

(3) 科技发展线。科技发展线和时间线具有一定的重合, 但这里强调的是仪器表征技术的研发过程中对关键部件或方法的优化和创新, 即“发现-使用-优化-创新-迭代”的科技发展线。相对于时间线, 更多展现的是技术的革新和成果突破, 尤其是我国的高精尖仪器研发和技术创新。例如我国在场发射显微分析综合系统领域的研究成果显示, 由我国首创的高科技设备可以对材料微观结构、表面科学、强场物理、化学、激光物理等学科进行综合性研究。通过科技发展线更容易让学生明确

科技创新的重要性,在引领学生掌握科学技术现代化内涵的同时,深入理解物质与文明的外延,领会职业素养与国家发展之间的关系;另外,从仪器的研发和产业化角度,尤其是在信息化、数字化、智能化的发展趋势中,我们需要锻造创新精神^[3],突破高精尖技术壁垒,实现中国制造和中国特色,把握科技核心力量,提升国际化视野和行业大局观。

2 章节内容——把握总体性和专题化

不同的专业和学科内容,根据其本身的特点也有一定的学习方法。材料分析技术课程包含十六个章节的内容,涉及到十余种仪器分析技术。课程中介绍的各种仪器表征技术,主要涵盖信号的产生和检测原理、仪器的构造和部件、参数设定和样品的制备、信号的收集和呈现、数据分析和结构解析,以及定性和定量表征的应用等方面的内容。由于仪器分析技术较多、知识点琐碎,因此在教学过程中需帮助学生提炼合适的学习方法。总的来说,主要抓住“检测原理—仪器构造—分析应用”的教和学的主线,可以高效地归纳和整理重点内容及知识框架。如图1所示,这些章节内容按照仪器分析技术的原理,主要分为X射线衍射分析、电子显微分析、光谱分析及其他共三大篇章。从这些分析技术在材料研究中的功能上,又可分为晶体物相分析、成分价键分析、组织形貌分析和分子结构分析四个专题。在教学实施中,以原理归类按照三大篇章的专题进行教学,便于学生掌握同类仪器的主要原理和发展历程;通过类比和对比,针对性地掌握同类仪器的各自特点和适用范围。而在课程总结中,以材料研究需求作为专题总结,让学生更加灵活地掌握仪器分析技术的相关应用,建立专业知识和实际生活的联系,真正实现学有所获、学以致用,提升分析和解决复杂问题的能力。

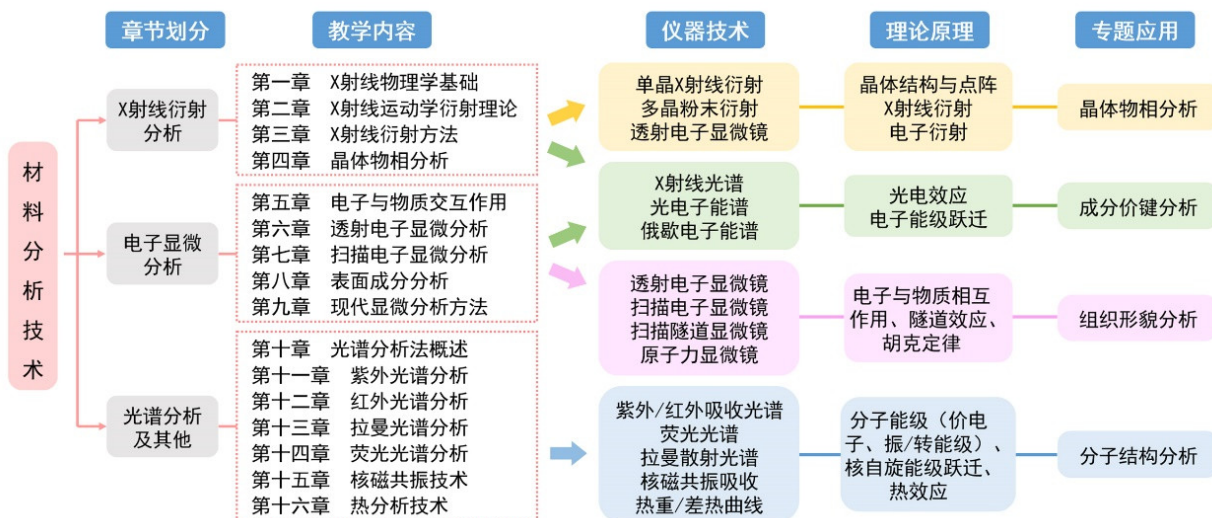


图1 材料分析技术课程教学内容的章节划分与专题应用

3 思政要素——注重精神浸润与人文情怀

对于高校课程思政而言,教师在梳理知识脉络和凝练学科知识的同时,需要充分挖掘课程思政元素及其隐性教育价值。在精准把握学生学习需求和认知规律的条件下,借助教学内容载体将思政元素显化^[4],在专业知识传授和能力培养过程中提高专业课程的精神感染力和思政教育价值。对于理工科专业课,其内容更注重科学知识的自然逻辑。因此,在课程思政的教学环节,可以依托科学家的理想信念、科学精神和人文情怀、科学前沿与科技突破等内容实现思政内涵的融入^[5]。以材料分析技术课程为例,表1中列举了与章节教学内容相关的思政元素和思政融入点,主要以科学发展史、学科前沿突破和科技应用的相关案例为载体,实现科学思维和方法、科研精神、创新突破和学术自信,以及家国情怀和民族自豪感等方面的精神浸润和思政教育。

表1 材料分析技术课程的教学内容及思政融入案例

序号	章节知识	案例内容	思政融入点
1	绪论	回顾和简介分析技术领域的诺贝尔奖	仪器创新；科学精神和科学方法
2	第1章 X射线物理学基础——X射线发展史	伦琴发现X射线；X射线用于医学成像	科学发现的偶然和必然；实践是检验真理的唯一标准；科学服务于社会，学有所用
3	——X射线本质	劳厄利用晶体衍射证实X射线电磁波本质	追求真理、严谨治学；科学研究的步骤和方法
4	第2章 X射线衍射理论	布拉格定律的重要意义；劳伦斯·布拉格25岁获得诺贝尔奖，并将XRD技术引入生物学	科学精神，钻研实干；潜心学术，科研追求
5	第3章 X射线衍射方法	我国科研工作者在 <i>Nature</i> 上发表工作，钙钛矿材料制备的闪烁体在X射线成像领域的突破	创新精神；技术突破；民族自豪感
6	第4章 晶体物相分析	我国探月工程最新进展，X射线用于月壤成分和结构检测；单原子X射线信号的检测	家国情怀、追逐中国梦；技术创新与突破
7	第5章 电子与物质的相互作用	我国四川锦屏山地下实验室和“悟空”号对暗物质的直接与间接探测	透过现象看本质；直接检测与间接检测的研究思维；我国先进仪器和探测条件、民族自豪感
8	第6章 透射电子显微分析——电子光学基础	光学分辨极限；超高分辨率显微技术与成像(2014年诺贝尔化学奖)	科学发展的累积与更新；不迷信权威、合理质疑；精益求精的科研精神
9	——透射电镜成像	透射电镜成像新冠病毒的结构特征；冷冻电镜和电子断层扫描、微晶电子衍射技术在生物领域应用	科研工具的使用与创新；生物分子原位信息的获取；结构与性质间的相互关系
10	第7章 扫描电子显微分析	荷叶自清洁现象，蜻蜓翅膀表面微观构造；防水、防油、防污特殊清洁表面的开发与应用	生活处处是学问、向自然学习；学有所用、学以致用；专业技能、产学研结合的重要意义
11	第8章 表面分析技术——X射线光电子能谱	油墨分析在文物修复、司法鉴定等历史和法律相关行业中的重要应用	测量分析技术在社会活动中的重要角色；学有所用、学以致用
12	第9章 现代显微分析方法——扫描隧道显微镜	中国太赫兹扫描隧道显微镜系统针尖耦合、相位调制技术实现亚皮秒时间和纳米空间分辨	高精尖技术突破；对微观尺度时空分辨的精益求精的追求和科研精神；科技创新、技术自强
13	第10章 光谱分析法概述	新型光子芯片使用多色光传输，突破高性能计算“宽带瓶颈”	技术改变生活、技术服务生活；增强专业认可度；学有所用，解决产业和应用需求
14	第11章 紫外光谱分析	超黑材料“梵塔黑”的吸光现象；朗伯比尔定律的研究过程	眼见不一定为实；科学发展和科学认知的循序渐进；控制变量的研究方法
15	第12章 红外光谱分析	傅里叶红外光谱遥测技术实现气云三维成像，用于化工园区气体泄漏预警；便携式红外光谱仪	知其然知其所以然；学有所用、学以致用；深化安全意识；科技服务于生产生活
16	第13章 拉曼光谱分析	我国研制紫外拉曼光谱仪实现深海极端条件探测	自主研发，技术突破；创新意识；科研精神
17	第14章 荧光光谱分析	中国有机夜明珠“开道超车”(有机超长余辉材料)	学术自信；善于发现
18	第15章 核磁共振技术	中国科学院大连化学物理研究所成功开发高温高压原位固体核磁共振技术	利用仪器技术的宏观手段揭示微观规律，探究“构-效”关系；仪器创新、科技自豪
19	第16章 热分析技术	热重/差热分析法鉴别人参、西洋参、三七和红参	学以致用；学会用科研工具辅助物质鉴别
20	综合应用	北京冬奥会的科技助力，抗寒保暖服饰中碳纤维材料、奥运冰壶的材质和结构特点等	“结构-性能-应用”相互关联的科研思维；爱国、拼搏、奋进的奥运精神；科技创新

(1) 科学史发展。如表1中序号为1–4列举的案例,科学的发现和发展,通常按照时间线或需求线的逻辑展开,但其中会涉及具体的实验方法和问题解决过程,例如提出问题–猜想与假设–制定计划–设计实验–实验实施与收集证据–分析与论证–评估与交流的科学探究步骤;而在探究过程中又会涉及到控制变量法、类比法、描述法、转换法、模型法等科学实验方法。这些作为推动科学研究进展的重要方法可以加强学生对科学研究过程的认知,在解决具体问题时提供方法上的指导。另一方面,在客观陈述科学史时,以角色力量重现科学家形象,真切感受科学家们坚持真理、锲而不舍、刻苦钻研、严谨细致的科研精神,提升学生的科研热情。最终实现科学史在内容识记、兴趣激发、概念转变、科学方法和社会文化^[6]等方面的教育价值。

(2) 学科前沿突破。如表1中序号为5–7、12、16–18的案例,在课堂教学中,适当引入前沿技术的研究进展,让学生了解科研领域的难点、技术壁垒、市场痛点等,激发学生的科研兴趣和创新创业激情。例如通过案例介绍我国所掌握的人造金刚石、月面探测器、核能石墨、航空用铝合金预拉制厚板等核心技术,以及在金属光子晶体超连续光源、碳基芯片、3D激光打印技术、高性能碳纤维等领域的重大突破。而在光刻机、高端电容电阻、透射式电镜、医学影像设备原件、高强度不锈钢等方面面临的卡脖子问题,仍亟待攻克。在仪器研发领域,可着重介绍我国的突破性研发成果,客观呈现国产与进口仪器设备在精密参数控制上存在的差异。借此进行爱国主义教育,在家国情怀的熏陶中,树立科技强国、人才报国的理想信念,明确大学生作为社会接班人的责任担当。另外,国家科技奖励制度所包括的最高科学技术奖、自然科学奖、技术发明奖、科学进步奖和国际科学技术合作等奖项中诞生了丰富的科学研究成果,据此提炼出丰富的思政要素,包括我国科技工作者以身许国的情怀、勇攀高峰的志向、严谨治学的态度和开放包容的胸襟^[7]。与此同时,还可以结合学院资源平台,提供开放的科研环境,让学生根据自己感兴趣的研究方向加入科研团队,真切感受科研过程,引导学生思考自己的职业规划和科研追求。

(3) 科技应用案例。仪器分析方法是各类材料进行表征的重要技术手段,在材料微观形貌探究、理化性质检验、晶体结构分析、未知成分判定等方面有广泛应用。如表1中序号为6、7、10、11、20等列举的部分科技应用案例,旨在通过探月工程、奥运精神^[8]、自然事件等,引导学生从现象出发,综合利用各类材料表征技术,充分运用专业知识探寻未知,明确其在指导生活、生产等方面的重要应用价值;同时从人文社会角度,挖掘精神层面的教育意义。

4 课堂呈现——增加深度参与和应用拓展

从教学层面上看,课堂是知识传授的重要场所,教师作为高校思政课程教育教学实践的组织者,采用合适的课堂表现形式,有助于更好地实现专业知识教学和思政教育的实践。结合不同章节的教学内容的特点,针对性地采用热点事件趣味导入^[9]、问题探究分组讨论、文献调研汇报小结、视频影片重温历史、学科讲座前沿应用、实验参观亲身体验等方式丰富知识的呈现形式,在提升学习兴趣的同时加深对专业知识的理解和过程性体验。例如以科学史的形式重现X射线的发现,以及物理、化学、生理医学三大科学领域与X射线研究直接相关的25个诺贝尔奖的诞生;并深刻剖析我国的科学技术事业发展,以及科学创新和文化价值观方面的追求。在电子显微分析章节,通过问题解决的探究形式,以光学显微镜分辨率存在极限为问题引导,带领学生探究电子显微镜的构造,并尝试提出提升透镜分辨率的方法,培养知识的转化和实际应用能力。在光谱分析技术章节,通过小组竞赛的形式进行化合物的图谱解析,学生根据提供的多个谱图表征结果推断化合物分子结构;在规定时间内考查学生解析结果的准确度和效率,在竞赛氛围中提升参与热情和问题解决能力。在每个专题篇章的教学结束后,通过小组专题汇报形式交流最新仪器研发成果和相关技术突破,在资料搜集和分类整理的过程中,提升学生自主获取和提炼有效信息及分享交流的能力;并借此引导学生将课堂知识和学科前沿结合,激发学习兴趣;同时在课堂交流讨论时,引导学生适当关注我国相关领域的研究进展,尤其是“卡脖子”的相关技术,让学生了解到国家的高精尖技术需求和掌握核心技术的重要

要性；同学们对交流汇报过程中的表现进行生生互评和自评，作为平时成绩的重要参考。而在课外延伸环节中，邀请学院专家老师进行专题讲座，展示课题研究中相关仪器的研发进展及科技创新突破；同时结合学院的科研平台和实验仪器资源，课后安排仪器室参观和仪器分析实验环节，增强学生对知识的实践性体验，切实体会到技术的发展和专业知识的应用，强化科学素养和研究能力^[10]。

5 效果评价——设计开放性习题与过程记录

将思政元素自然融入到课程思政教育教学中，在知识的讲授、能力的培养、价值观念的形成等过程中提升学生的科学认知，加深社会参与和文化觉醒，实现知识迁移和问题解决，培养和锻炼创新思维。相对于单纯的专业知识教学，课程思政内涵的融入增加了学生精神获得的同时实现了价值培养，因此对学生的成绩评定和课程思政的实施效果也需要建立相应的评价体系。

我们采用了“师生互评”的评价方式，包括“教师评价学生”与“学生评价教师”的双向互评环节。其中，教师评价学生主要用于学生成绩的评定，包括针对平时成绩的质性评价(占40%)和期末考试考试的量性考核(占60%)。质性评价主要参考课前预习材料完成度、课堂答题准确度、提问和讨论环节参与度、专题汇报效果，及课后作业完成情况(包括：作业得分和学习反馈)。借助雨课堂的教学软件发布预习资料和检测习题(如图2a所示)，并记录学生学习的过程性数据，随时了解和记录学生的学习状态、积极度和参与度，丰富平时成绩的评价范围和内容。量性评价即学生的考试卷面成绩，试题中加入了思政元素并增加了综合性和开放性习题的设置(约占试卷整体的20%)。例如在简答题中设置仪器分析技术在检测条件、适用对象、结果处理等方面的归纳分析题，强调对比、类比的学习



图2 材料分析技术课程相关数据记录和学生反馈

(a) 通过雨课堂软件推送预习资料和检测习题，以及学生表现记录；(b) 学生学习感受及反馈

方法和总结归纳的能力；在计算综合题中呈现不同仪器表征数据，学生对谱图中的有效数据进行提取，并推断和解析分子结构，实现知识的灵活运用，在图谱解析的实践中检验知识的掌握情况；或以前沿科研问题为切入点，提出新材料的研究需求，让学生综合选用多种仪器分析技术实现问题分析和解决。例如从探月工程的月壤形貌、成分、结构等研究需求入手，设计选用合适的仪器分析技术并阐述预期结果；再如冬奥冰壶材质分析、和田玉真假鉴定等综合分析问题，强化专业知识的灵活运用。

而学生评价教师主要通过教务评教系统和课后问卷及谈话来实施，评价结果主要用于教学反馈和反思，以及针对课程思政实施效果的初步测评。如表2所示，从近三年的课程教学质量评价结果中可以看出学生对课程思政的实施有较高的认可度，学生能意识到课程中引入的思政元素和育人理念，且课程思政的实施对学生个人的人生观和价值观产生了一定的影响。另外，从课后与学生的问卷和谈话中我们发现，经过初步的教学实践，学生对课堂教学中设置的思政元素印象深刻(如图2b所示)，能回忆并描述科学史实和部分科学研究方法；在总结掌握一定的学习方法和规律时，提升了对复杂问题的分析解决能力；通过课堂汇报交流和课后的实践拓展，同学们关注到专业相关的科研难点和市场痛点，有部分同学坚定了科研深造、创新创业等与专业相关的理想追求。然而，在针对课程思政的实施效果评价方面，如何通过量化和直观的评价指标切实反映出课程思政的育人效果，尤其是对学生在精神情感方面的获得情况、价值观念的引导成效以及对后续学习和工作上的影响辐射等，还需要进一步改进和探索。

表2 学校教务系统中本课程近三年的学生评教情况

年份	评价指标	单项均值	满意度	权重	学生人数	评教总分
2020	老师注意在课程教学中开展思政教育，能够体现教书育人与立德树人	9.4792	95.37%	0.1	54	94.583
2021	老师在课程教学中能够既教书又育人，我对老师在世界观、人生观和价值观上的引导非常满意	19.6429	97.14%	0.2	72	94.241
2022	该教师不仅传授知识，课程中还积极融入思政元素进行世界观和价值观引导，能够体现教书育人与立德树人	9.5455	94.79%	0.1	24	92.862

6 结语

课程思政建设的教学实践，充分关注了社会发展中人文精神和学科本身的融合。通过对教学内容、教学过程的细致编排和设计，可以完善课程思政在高校思政建设中的关键作用。从材料分析技术课程的思政教学效果上看来，课程思政教育教学的实施在一定程度上推动了学生价值模块的构建，有利于实现知识传授、能力培养、价值塑造三位一体的育人目标，为进一步优化课程思政教学的实施提供指导和参考。然而，目前仍存在一些问题值得进一步探究，例如如何直观有效地评价课程思政的教学和育人效果，尤其是对学生价值观念和思维情感获得等方面的评价；另外不同的教师选择课程思政的教学内容和教学方式不尽相同，课程思政的实施规范和教师实施课程思政的能力还需要进一步落实和提升^[1]；再者如何从学生角度，在立足课程思政教学工作的同时，满足学生的偏好和需求也是提升课程思政教学效果的重要考量。

参 考 文 献

[1] 章熙春. 高等工程教育研究, 2022, No. 3, 124.

[2] 李洪修, 陈栢旭. 大学教育科学, 2022, No. 1, 28.

-
- [3] 贾启君. 中国大学教学, **2021**, No. 5, 50.
- [4] 冯梅, 曹辉, 李晓辉. 中国高等教育, **2020**, No. Z3, 37.
- [5] 宫琛亮, 张树江, 张向东, 惠新平. 大学化学, **2021**, 36 (3), 2007043.
- [6] 孟献华, 倪娟. 化学教育(中英文), **2018**, 39 (1), 33.
- [7] 薛斌. 大学化学, **2022**, 37 (10), 2207003.
- [8] 李晶, 王春露. 中国高等教育, **2022**, No. Z1, 31.
- [9] 李美星, 沈清明. 广东化工, **2021**, 48 (14), 285.
- [10] 李宣东, 张红霞, 李欣, 张潇, 周丽, 王进福. 大学化学, **2023**, 38 (5), 82.
- [11] 王方, 柴建, 王燕妮. 高等工程教育研究, **2023**, No. 1, 122.