

贯通式材料综合创新实践课程教学探索

万帆 王洪磊 陈思安 刘荣军 余金山 刘东青 余艺平
国防科技大学 空天科学学院, 湖南 长沙 410073

[摘要]实践教学是材料专业教学的核心部分,是理论向实际转化、从基础走向应用的关键实施过程。如何真正发挥实践教学的媒介作用,提升学生实践能力和综合素质,是教学实施和教学改革长期关注的焦点。作者所在教学团队立足人才培养需求,开设了贯通式材料综合创新实践课程,以实用性为导向,围绕实际研究工程问题,构建了从基础理论到实践、从材料级到构件级的由浅入深、由易到难的教学实践体系,旨在提升学生专业技能,掌握解决实际问题的核心能力,最终培养出有思路、能实操、会优化的材料专业高素质人才。

[关键词]材料专业;实践教学;教学改革;贯通式课程

DOI: 10.33142/fme.v6i9.17825

中图分类号: G642

文献标识码: A

Teaching Exploration on Through-type Comprehensive Innovation Practice Course of Materials Major

WAN Fan, WANG Honglei, CHEN Sian, LIU Rongjun, YU Jinshan, LIU Dongqing, YU Yiping
School of Aerospace Science, National University of Defense Technology, Changsha, Hunan, 410073, China

Abstract: Practical teaching is the core part of material science teaching, and it is a key implementation process for the transformation of theory into practice and from foundation to application. How to truly leverage the role of practical teaching as a medium and enhance students' practical abilities and comprehensive qualities is a long-term focus of attention in teaching implementation and reform. The author's teaching team, based on the needs of talent cultivation, has launched a comprehensive and innovative practical course on materials. With practicality as the guide, the course focuses on practical research of engineering problems and constructs a teaching practice system from basic theory to practice, from material level to component level, from easy to difficult, so as to enhance students' professional skills, master the core ability to solve practical problems, and ultimately cultivate high-quality personnel in the materials major with ideas, practical skills, and optimization abilities.

Keywords: materials major; practical teaching; teaching reform; through-type course

材料是国民经济和社会发展的物质基础,在人类历史进程中一直都扮演着举足轻重的角色。从远古时期石器的使用到如今信息时代各类新材料的涌现,几乎每一次人类文明的巨大飞跃都跟材料的重大突破息息相关。材料技术的进步直接推动了社会生产力的高速发展。在新时代,随着科技的迅猛发展,航空航天、集成电路、生物医药、新能源、人工智能、量子信息等战略新兴产业蓬勃兴起,对所应用材料的性能、功能和整体表现提出了更为严苛的要求,在为材料专业带来了前所未有发展机遇的同时,也带来了巨大挑战。

实践教学在材料专业中占据着核心地位,是培养高素质材料专业人才不可或缺的教学环节。通过实践,学生可以将抽象的理论知识转化为实际操作能力,从而真正理解材料制备工艺、结构与性能三者之间的关系,掌握材料研究和应用的基本技能^[1]。实践教学还有助于学生深入了解材料从实验室研究到工业化生产的全过程,培养学生的工程意识和优化思维,提高解决实际问题的能力,使其更好地适应和满足未来工作岗位的需求。鉴于实践教学的突出作用,在现有材料专业教学中实践教学已得到充分重视,

然而如何推陈出新,更加发挥好实践教学对新技术发展需求的引领性和先导性,仍然是需要长期思考的重中之重。

1 材料专业实践课程问题分析

1.1 内容分散,缺乏整体规划

部分材料专业实践课程的教学内容相对分散^[2],各实验项目之间没有很好的衔接和紧密的逻辑关系,整体显得较为“碎片化”。例如,学生在同一学期可能会依次进行金属材料金相分析实验^[3]、高分子材料合成实验以及陶瓷材料烧结实验等。虽然是材料种类较多的不同实验项目,但各实验项目并不是互为关联,彼此不能相辅相成,在学生顺利完成各个实验项目的过程之后,并不会因为各种实验项目的顺利操作达到对专业知识的全面、系统掌握。而这样存在缺陷的教学内容设置在很大程度上会使得学生迷失学习的方向与目标,无法做到融会贯通,进而不利于培养其综合分析能力和创新思维能力。

1.2 与理论课程耦合不强

部分材料专业实践教学存在的另一个突出问题,是实践课程与理论课程在教学进度和内容上耦合不强。在很多情况下,实践内容的开展未能与理论部分形成有效的协

同,导致学生无法将课堂上所学的理论知识及时应用到实践操作中,从而影响学习效果。例如,学生在材料科学基础这门理论课程中学习了材料的晶体结构、缺陷等基础知识,但在后续的实践课程中,却没有及时安排与之相关的实验项目,如利用 X 射线衍射技术分析材料的晶体结构等。而当学生在实践中遇到需要运用这些理论知识来解决问题时,又往往会感到无从下手,因为他们对理论知识的理解还停留在书本层面,并没有通过实践得到深化和巩固。这种理论与实践的弱关联,不仅浪费了教学资源,也降低了学生对实践课程的兴趣和积极性,不利于培养学生解决实际问题的能力。

1.3 实践主题脱离实际工程问题

目前,许多材料专业实践课程的实践主题多为验证性实验,即往往是为了验证某个理论知识点而设计的,与实际工程问题脱节较为严重。学生在实验中只是按照既定的步骤进行操作,因为得到的结果早已预知^[4],缺乏对实际问题的思考和锻炼解决问题能力的机会。例如,在材料合成实验中,学生通常是按照教材上的配方和工艺条件进行材料的合成,而不需要考虑实际生产中可能遇到的类似原材料成本、生产效率、产品质量稳定性等问题。这种脱离实际工程问题的实践教学,使得学生无法接触到真实的材料研究和应用场景,导致毕业后难以快速适应工作岗位的需求。在实际工作中,企业面临的问题往往是复杂多变的,需要材料专业人才具备综合运用所学知识解决实际问题的能力,而传统的实践教学模式显然无法满足这一人才培养要求。

1.4 对学生职业能力培养不足

除实践主题未与实际工程问题相结合以外,部分材料专业实践课程存在不能充分培养学生团队协作能力、沟通能力和职业素养等缺点。在课程实践教学时更多地关注于学生的实验操作技能训练和把所学理论知识运用于实际的过程,忽视学生职业能力的培育过程。因此,在大量的性能测试类实验项目中,多是以一名学生独立完成实验任务为主,较少与同学组成团队相互配合完成实验任务。久而久之会导致学生没有很好的培养自己的团队协作意识以及沟通能力,将来进入到工作岗位上便无法做到与同事们的齐心协力共同把事情办好。此外,目前大部分实践教学很少考虑将工作环境下的责任意识、敬业精神及创新意识融入到实践课程的教学过程中,但实际上这些都是学生今后从事材料类专业工作必备的职业素养之一,而当前绝大部分实践教学并未将其渗透进相关实践课中进行培养学生。随着社会经济的发展,企业越来越注重综合能力强的人才,如果实践课程中忽略了对学生职业能力的培养,学生未来就业竞争力将会被严重削弱。

1.5 评价体系不完善

当前,材料专业实践类课程的评价方式主要以实验报告、实操考试的成绩为主,这一评价体系更加重视学生的

实操技能和书面工作成果,而忽视了学生在创新能力、团队合作等方面的表现。尽管实验报告可以检验学生对于实验内容的理解和总结能力,但是无法体现学生是否能通过动手动脑去做一些事情的能力;考试成绩只能反映学生学习本门课的基本理论知识的程度,难以看出其是否具有思考能力、解决实际问题的能力以及其它方面的能力。部分学生可能取得了较好的实验报告及实操考试成绩,但是可能只是强记硬背;也有的学生在实验的过程中提出了些许新的思路或实验想法,但由于没有体现在实验报告或者考试之中,则无法对其作出对应的评定。这种仅靠几个单一的评价指标进行评判,无法客观、全面地判断出学生的学习成果与能力水平,长期以往会导致学生过于重视课本知识的学习、操作能力的培养而轻视创新思维的提升。

除评价标准单一外,还有一部分材料专业实践课程在评价中缺少对学生的过程跟踪和反馈。平时只关注学生实验结束后交来的实验报告与成绩评定,对学生实验过程中的评价较少乃至没有评价,造成老师看不到学生实际操作,不知道学生出了哪些问题,以及指导不到位;同时学生无法了解自己的学习效果,不能针对自身的不足及时改进。例如:学生实验中经常会出现操作不当的问题或实验进度慢的情况,若教师不予以及时改正就会导致实验中一直犯错,甚至最后还会出错,影响实验结果,不利于学生成绩的提高。另外由于缺少了过程性评价也就不能很好地培养学生们的自主学习能力以及自我管理能力,也达不到教师想让学生在在不同时间点进步的效果。所以为了培养更多全面发展的新型人才以及提高实验教学的质量,在以后的教学评价中都应该加入过程性评价,构建完善的过程性评价体系。

2 贯通式材料综合创新实践课程的创新举措

为有效提升学生实践能力和综合素质,作者所在教学团队以材料综合创新实践课程为探索载体,开展了系列创新举措:

2.1 贯通性设计: 跨学期的系统教学

将材料综合创新实践课程构建成从大一下学期到大四上学期,横跨 6 个学期的长期实践教学体系(每学期固定课时),改变了传统实践课程集中在某一学期或某一阶段开展的模式。通过长时间跨度与固定课时,并给予学生充分的时间与机会进行学习,可以有效实现学生将所学知识与技能融会贯通、学以致用目的。

另外,通过贯通式设计,该实践课程与材料专业理论课之间建立了紧密的协同关系,主要体现为相互促进(同期开设)、预先引入铺垫(实践课先开设)以及复习巩固(实践课后开设)等三个方面。例如,通过实践课程中热膨胀性能测试实验的实施,能够帮助学生回顾在材料物理等理论课程中所学知识,从而更加直观地理解材料的热学和电学性能,以及这些性能与材料微观结构之间的关系。这种通过实践来加深对理论知识理解的方式,比单纯的课

堂讲授更加有效^[5]。

2.2 实用性导向：基于实际工程问题的课程主题

以陶瓷基复合材料为例，贯通式实践课程设置了丰富多样的细分主题，涵盖了耐高温隔热复合材料、气凝胶隔热复合材料、电磁透波/吸波复合材料等多个领域。这些主题紧密围绕实际研究工程问题展开，如如何设计耐高温复合材料以满足更高速度飞行器的使用需求？因此具有很强的针对性和实用性，能够极大地激发学生的学习兴趣 and 积极性。当学生面对真实的工程问题时，他们会意识到所学知识的实际价值和应用前景，从而产生强烈的学习动力和探索欲望。

2.3 迭代性推进：由浅入深的课程内容安排

实践课程内容按从易到难、从基础到应用的循序渐进设置，符合学生的认知规律。以“航空航天热结构复合材料构件制备与评价”这一主题为例，在课程初期，重点讲解航空航天对耐高温热结构复合材料的需求，以及复合材料基础知识和热结构复合材料发展历程。随着课程的推进，逐步开展热结构复合材料制备、材料级结构和性能表征等环节。最后，进入构件级制备及考核、参观见学及项目总结等内容。整个过程的内容衔接较为紧密，连贯性较强。

为了进一步提升学生的科研能力和创新思维，课程积极鼓励学生以课程内容参加学科竞赛和申请大学生创新项目。运用教赛结合等方式，使学生在不断优化实验方案的过程中，实现了知识的深化和拓展，提高了自己的科研能力和创新能力。同时，竞赛的反馈也为课程教学提供了宝贵的经验和启示，促进了课程内容的不断更新和完善，形成了教学与竞赛相互促进、共同发展的良好局面。

2.4 开放性探索：自主设计的实践过程

针对每个课程主题，教师只设定最终的任务要求，即学生需要制备出某种满足特定使用要求的材料，而对于中间的实践过程，如材料方案的选择、制备工艺的确定等，都由学生自主设计和研制。例如在“气凝胶超级隔热复合材料”主题中，教师给定的任务要求是制备出一种导热系数低于某一数值、机械强度满足一定标准且具有良好稳定性的气凝胶隔热材料。学生在接到任务后，需要自主查阅大量的文献资料，了解气凝胶的种类、制备方法、性能影响因素等相关知识，然后根据任务要求，结合实验室的现有条件，设计出满足最终性能指标的材料方案和制备工艺路线。在学生自主设计和研制的过程中，教师扮演着指导者和引导者的角色，会帮助学生分析问题的原因，提供相关的参考资料和建议，但不会直接给出解决方案，而是引导学生自己去寻找解决问题的方法。

2.5 可评价性保障：多观测点的全程评价体系

为学生进行全面、客观的评价，贯通式材料综合创新实践课程从多个维度设置了评价观测点。在实验操作方面，评价学生对实验设备的操作熟练程度、实验步骤的规

范性、实验数据的准确性以及实验过程中的安全意识等。在汇报展示方面，每学期都设置一次汇报环节，要求学生对自己的实践进展进行详细的汇报，包括实验目的、实验方案、实验结果、分析讨论以及下一步的工作计划等，考查学生对实践内容的掌握程度，还可以锻炼学生的口头表达能力和沟通能力。在团队合作方面，评价学生在团队中的角色定位、团队协作能力、沟通协调能力和对团队的贡献度等。在成果产出方面，评价学生在实践过程中取得的成果，如发表的论文、申请的专利、参加学科竞赛获得的奖项、完成的实践报告等。通过对成果的评价，可以直观地了解学生的实践能力和创新能力，以及对知识的综合运用能力。

2.6 参观见学环节：增强学生对材料应用的直观认识

在课程的最后学期，专门组织学生到材料应用单位进行参观见学。参观的单位涵盖了航空航天企业、电子信息企业、新能源企业等多个领域，学生可以亲眼目睹复合材料在飞行器机翼、机身、发动机等部件中的应用，了解复合材料的制造工艺、质量控制以及在实际使用中的性能表现，让学生对材料在航空航天领域的重要性有更深刻的认识。

同时，参观见学还可以帮助学生了解材料行业的发展趋势和人才需求，为学生未来的职业规划提供参考。参观见学还为学生提供了与企业技术人员和行业专家交流的机会，有助于学生建立起自己的职业人脉资源。

3 贯通式材料综合创新实践课程的初步成效

通过上述创新举措，贯通式材料综合创新实践课程取得了初步成效。以“航空航天热结构复合材料构件制备与评价”主题中的一个小组为例，在 2023—2025 三年间，学生不仅系统掌握了热结构复合材料基础知识、发展现状和趋势，培育了热结构复合材料设计、制备、表征、评价基本技能，在实践操作能力、创新思维与科研能力、团队协作与沟通能力等方面都得到了显著提升，还建立起了对材料专业的本真认可和探索热情。另外，凭借在课程中积累的丰富经验和取得的研究成果，小组在各类学科竞赛中屡获佳绩，荣获“光威杯”复合材料全国三等奖 2 次；在创新创业项目立项上，成功立项国家级大创项目 1 项、省级大创项目 2 项；在学术成果凝练上，发表一区 SCI 论文 1 篇，申请国家发明专利 2 项、授权 1 项。

4 结束语

为培养高素质材料专业人才，满足新时代新技术发展需求，笔者教学团队开展了贯通式材料综合创新实践课程改革探索。以实用性为导向，围绕实际研究工程问题，从基础理论到实践，从材料级到构件级，由浅入深、由易到难实施课程教学，在提升学生专业能力的同时，提高学生的实践能力和解决实际问题的能力，取得了初步成效。在课程实施过程中，也发现了未来可以不断完善和持续改进的用力点，如加强对新材料、新技术的引入，增加跨学科的教学内容，培养学生的跨学科思维和综合应用能力；进

一步探索和应用虚拟现实（VR）、增强现实（AR）、人工智能等现代教育技术，为学生提供更加生动、直观的学习体验，提高教学效果；利用大数据技术对学生的学习和成果进行分析，为评价提供更加准确的数据支持，进一步提高评价的科学性和有效性；积极寻求与企业的深度合作，建立长期稳定的产学研合作关系，为学生提供更多的实践机会和就业渠道，使学生能够更好地适应市场需求，为材料行业的发展培养更多优秀的专业人才。材料实践课程的改革是一个长期而艰巨的任务，团队将持续努力和改进，争取建立材料专业人才实践培养优良范式，推动材料科学技术的发展和社会经济的进步作出贡献。

基金项目：2025 年国防科技大学教学成果立项培育项目；湖南省教育科学规划课题“基于贯穿式综合创新实践项目的高校教学与科研协同育人研究”（批准号 XJK25CGD002）。

[参考文献]

- [1]柏秀奎.高校实验课程教学改革探索与实践——以无机材料基础实验课程为例[J].科教导刊,2024(17):135-137.
 - [2]何苗,郭金明.基于知识图谱的《材料制备实验》课程教学研究[J].创新教育研究,2025(6):250-258.
 - [3]郭敏娜,吕琚,汪冬梅,等.基于 OBE 理念的金属材料综合实验课程教学实践[J].中国教育技术装备,2025(6):122-125.
 - [4]冯子健,胡会娥,王皓,等.材料科学基础实验课程教学改革探索[J].天津化工,2025,39(1):160-163.
 - [5]宋洪海,段辉平.大类培养模式下材料专业实验课程体系改革与思考[J].中国现代教育装备,2025(5):105-107.
- 作者简介：万帆（1990—），男，瑶族，湖南怀化人，博士，讲师，国防科技大学空天科学学院，研究方向：陶瓷基复合材料。