

以能力塑造为核心的材料学科实验教学改革研究

李 顺, 王 震, 暨 波, 温 柳, 叶益聪

(国防科技大学 空天科学学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 针对国防科技大学“以能力塑造为核心”的材料学科人才培养计划, 结合学校材料学科实验教学现状和存在的主要问题, 通过改革实验教学内容, 建立了基于装备材料的基础性实验、综合性实验、实装性实验和创新性实验四位一体实验教学内容体系。通过实验教学改革, 夯实了学员基础实验技能, 增强了学员综合运用材料知识解决装备材料问题的能力, 提高了学员对典型装备材料的认识, 培养了学员的实践创新技能及岗位任职能力, 达到了“以能力塑造为核心”的材料专业实验教学目标。

关键词: 新工科; 能力塑造; 实验教学; 材料学科

中图分类号: G642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8874(2019)02-0116-05

Experimental Teaching Reform in Materials Science Focusing on Capacity Building

LI Shun, WANG Zhen, JI Bo, WEN Liu, YE Yi-cong

(College of Aerospace Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: The talent training plan for the material discipline in National University of Defense Technology emphasizes “ability building as the core”. Taking into consideration the present situation and main problems of experiment teaching in materials science, the teaching content was reformed and a four-in-one experimental teaching system was established, including fundamental experiment, integrative experiment, practical experiment and innovative experiment which are based on equipment materials. This reform has helped to improve the basic experimental skills of students, to enhance their ability to comprehensively apply material knowledge to solve the material problem, to better their understanding of typical equipment materials and to cultivate their practical innovation skills and abilities needed in their future career. Therefore, the goal of experimental teaching in materials science, “ability building as the core”, has been achieved.

Key words: new engineering; ability building; experiment teaching; material discipline

一、引言

在党的十九大报告中, 习主席明确提出了新时代的强军思想, 其目标就是: “建设一支听党指

挥、能打胜仗、作风优良的人民军队, 把人民军队建设成为世界一流军队”。为了实现这一目标, 习主席进一步指出需要围绕“三个面向”(面向战场、面向部队、面向未来), 构建新型人才体系, 包括联合作战指挥人才、新型作战力量人才、高

层次科技创新人才、高水平战略管理人才等^[1]。

军事高等教育在新时代承担着培养上述四类人才新的使命。2017年7月19日, 习主席在新调整组建的国防科技大学成立大会上给学校的训词明确了学校发展的目标就是“努力建成世界一流高等教育院校”, 围绕这个目标标定了学校建设“高素质新型军事人才培养高地, 国防科技自主创新高地”的定位, 指明了“紧跟世界军事科技发展潮流, 适应打赢信息化局部战争要求”两个发展方向, 进而明确了“抓好通用专业人才培养和联合作战保障人才培养, 加强核心关键技术攻关”三项使命任务。面对习主席赋予学校新的历史使命, 学校提出了深入学习领会习近平新时代强军兴教思想, 构建“强军新工科”, 建立“以能力塑造为核心”的人才培养模式新途径。

材料与信息、能源并列为现代文明和社会发展的三大支柱, 是构成人类社会物质文明的基础。作为高技术最集中的技术领域, 国防工业对先进材料的依赖最直接、最敏感, 因此, 先进材料技术始终引领、支撑着国防装备的发展。“一代材料、一代装备”, 显示了材料的重要性、先导性和基础性作用^[2-3]。因此, 面对习主席赋予学校新的历史使命, 材料学科需要调整原有的人才培养计划, 建立“以能力塑造为核心”的人才培养新方案。而在能力塑造中, 实践能力和创新能力的塑造是人才培养中的关键。由于材料学科实践属性强, 实验教学是培养学员具备实践能力和创新能力的重要环节, 因而建立“以能力塑造为核心”材料专业实验教学内容体系成为材料学科人才培养方案建设的一项重要任务^[4-5]。本文分析了国防科技大学材料学科实验教学现状及存在的主要问题, 并围绕“以能力塑造为核心”的材料学科实验教学改革进行了研究。

二、材料学科实验教学现状

国防科技大学材料学科培养的对象为军人学员, 为了培养基础扎实、知识面宽、实践创新能力强的高素质军事人才, 材料学科实验教学建立了基础实验-综合实验-工程实践三位一体实验教学体系, 并以材料“四面体”(成分-结构/组

织-制备/加工-效能)为核心构建了材料显微组织结构分析实验平台、材料成型与加工实验平台、材料失效分析实验平台、实验参量控制实验平台和材料性能测试与分析实验平台5个实验平台。根据现行培养方案, 设置了14门课程实验, 54个实验项目, 其中基础性实验占66.7%, 综合性实验22.2%, 工程实践性实验11.1%。近几年课程实施结果分析, 该实验教学内容对能力塑造存在以下几个问题: (1) 实验项目分属14门专业课程, 知识点分散, 相互联系不够紧密, 部分内容重复设置; (2) 实验项目以原理验证性实验为主, 综合实践性实验比重偏低, 实验开放程度不够, 学员实验积极性不高, 停留在“要我做”的实验层面; (3) 实验内容贴军性不强, 缺乏军队特色, 不利于培养学生的工程应用能力和岗位任职能力, 导致学员工程实践能力弱、创新能力不足及分析与解决问题差, 难以适应未来岗位需求。

因此, 在新的历史时期, 面对习主席赋予学校新的历史使命, 材料学科实验教学的改革势在必行。

三、材料学科实验教学改革思路及途径

针对新时代习主席强军兴教思想引领下赋予国防科技大学的历史使命, 通过分析国防科技大学材料类通用专业人才培养和联合作战保障人才培养的岗位需求、人才培养目标和能力素质要求, 结合我校材料学科现有实验教学存在的主要问题, 借鉴国内外相关院校材料专业实验教学改革成果^[6-10], 确定我校“以能力塑造为核心”材料学科实验教学改革的总体思路为:

以军队需求和贴近实战为牵引, 以装备材料“四面体”为主线, 强化基础知识和实验技能, 提高综合分析研究装备材料的能力; 紧贴岗位和装备, 让学员深入接触典型装备, 全面了解与分析装备材料, 进而具备改善和提升装备材料性能的实践创新技能, 使学员能够快速适应现代战争和新式武器装备发展的需要。

在上述思路的引导下, 基于以下三个方面进行了材料学科实验教学改革: (1) 为满足新形势下军队人才的需求, 创建基于装备材料的基础性实验、综合性实验、实装性实验和创新性实验四位一体的多层次实验教学内容体系(见图1)。

(2) 根据材料“四面体”，建立了模块化实验课程，紧密结合理论课程，优化实验教学内容，注重知识点的关联性、全面性和系统性。(3) 以装备材料作为实验对象，在实验内容中强调军事应用背景，突出军事特色，建立理论知识与实际装备材料联系，并新增实装性实验模块。

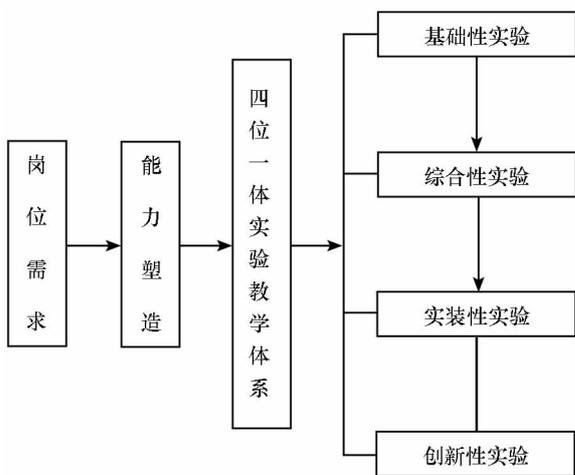


图1 四位一体实验教学内容体系

四、以能力塑造为核心的材料学科实验教学内容

通过改革，国防科技大学“以能力培养为核心”的材料学科实验教学内容逐步建立，形成了基础性实验、综合性实验、实装性实验和创新性实验四位一体的多层次实验教学内容体系，具体如下：

1. 基础性实验——夯实学员基础知识和实验技能

基础性实验是加深学员对材料专业理论知识理解，全面提升学员实验技能的必要环节。其主要包括六大模块：材料科学基础实验、材料力学性能实验、材料物理性能实验、材料分析方法实验、材料腐蚀与防护实验和实验参量测控实验（见图2）。

学员通过基础性实验可进一步巩固专业知识，掌握材料成分、结构/组织和性能的分析测试方法，熟悉结构材料的拉伸、压缩、剪切、冲击、疲

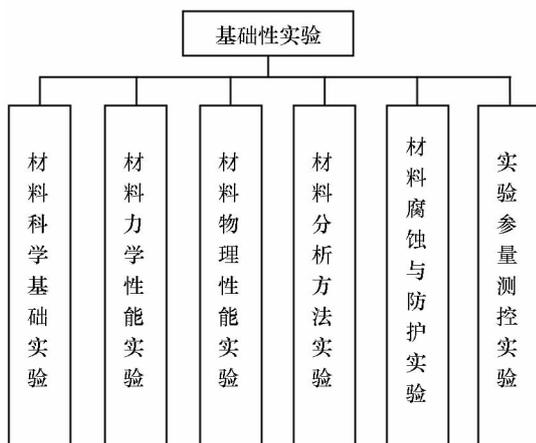


图2 基础性实验六大模块

劳、硬度等力学性能测试方法和功能材料的热、电、磁、光等物理性能测试方法；分析材料在服役中出现的变形、断裂、腐蚀、磨损、老化等主要失效形式；了解材料专业实验常见实验参量及相应的检测元件和仪器，掌握实验参量的测量与控制，通过基础性实验，全面提高学员材料实验技能，使学员具备检测装备材料性能和分析装备材料在服役环境下失效行为的能力。

2. 综合性实验——强化学员材料思维与专业素养

综合性实验主要是培养学员材料“四面体”思维模式，重点检验学员对材料知识的掌握及应用能力。综合性实验以四种类型的典型装备材料为研究对象，在分析装备构件服役性能要求的基础上，自主选材和制定加工工艺，制备构件并对其基本性能和效能进行检测和评估。综合性实验内容包括四大模块（见图3）：金属材料的成型、加工、组织分析与性能测试综合实验；陶瓷材料的制备、微观分析与性能测试综合实验；高分子材料的成型、结构分析与性能测试综合实验和复合材料的设计、成型和性能测试综合实验。综合实验教学内容密切联系装备材料应用，通过强化学员的材料“四面体”思维模式，培养学员综合运用专业知识的能力和团队协作能力，加深学员对材料“四面体”关系的理解，使学员具备合理选择装备材料以及研究装备材料的基本素养和能力。

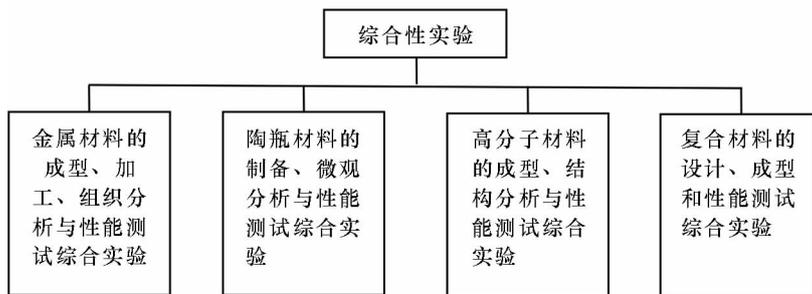


图3 综合性实验四大模块

3. 实装性实验——提高学员装备认知和任职能力

实装性实验围绕贴近实战化搞教学的理念,以实战要求为遵循,创立“实装案例研究、实装部件展示、实装现场调研、实装对抗演练”衔接递进的“四实”教学组训模式(见图4)。通过组织学员赴部队深入接触典型武器装备,了解武器装备的验收、使用、存贮、转运、维护、维修及保养各环节所涉及的材料问题,学习装备结构及性能指标,熟悉装备关键材料的服役环境及性能特点,参与装备的故障检测与维修实践,运用材料专业知识分析装备材料服役环境下常见失效形式,掌握典型失效构件的修复方法。通过实装性实验,提高学员学习积极性,拓展学员的视野和知识面,提升对专业知识的理解和应用,理解材料在武器装备应用中的重要意义,有利于材料专业学员明确学习目标和规划未来职业,提高学员的任职实践能力,更好适应未来工作岗位。

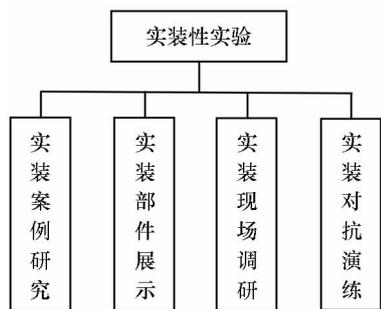


图4 实装性实验“四实”组训模式

4. 创新性实验——培养学员创新意识和创新能力

创新性实验以发展学员个性需求和综合运用专业知识能力培养为出发,主要培养学员创新意识和创新能力。学员通过实地参观、现场调研、动手实践,总结现有装备存在的问题,分析并归纳出与之相关的材料问题,并以此为基础开展相

关专题实验研究。例如,针对舰载直升机起落架腐蚀问题,开设了“舰载直升机起落架材料的腐蚀性分析及评估”实验,学员通过查阅文献,针对性制定减缓腐蚀的实验方案并开展不同服役环境下起落架材料的耐腐蚀性能研究。创新性实验可使学员了解武器装备发展对材料的需求,理解材料在武器装备中的支撑和引领作用,激发学员的学习兴趣,锻炼学员运用材料知识分析和解决武器装备实际问题的能力,培养学员研究能力和创新能力。

五、结语

面对习主席赋予学校的新的历史使命,国防科技大学材料学科围绕“以能力塑造为核心”的人才培养目标,通过改革实验教学内容,创建基于装备材料的基础性实验、综合性实验、实装性实验和创新性实验四位一体实验教学内容体系,全面提升了材料学科实验教学质量,达到了“以能力塑造为核心”的材料专业实践教学目标。

参考文献:

- [1] 陈锋,张胜山,任玉彬. 实战化背景下军事人才培养思考[J]. 继续教育,2018(2):62-64.
- [2] 王红洁,徐彤,席生岐,等. “材料科学基础”课程研究型教学改革与实践[J]. 高等教育研究学报,2015(4):117-120.
- [3] 罗勇,刘洪涛,乔江浩,等. 材料科学与工程实验教学新体系改革探索[J]. 教育现代化,2018(17):57-58,82.
- [4] 王宇飞,朱宏喜,李红霞. “材料科学基础”课程实验教学内容改革与探索[J]. 实验技术与管理,2015(5):242-244.
- [5] 许晨阳,李国华,陈华辉. 双创教育背景下的材料科学基础教学改革实践[J]. 中国现代教育装备,2018(3):91-93.

- [6] 段孟常,邓正才,沈志. 基于能力培养的实验教学评价的思考[J]. 高等教育研究学报,2013(4):49-51.
- [7] 付强,何峻,谢华英. 新型作战力量人才培养研究与实践——以精确制导教学体系创建为例[J]. 高等教育研究学报,2017(4):20-24.
- [8] 毛卫国,戴翠英,陈尚达,等. 材料科学与工程专业新型实验教学体系改革浅析[J]. 教学研究,2016(5):54-57.
- [9] 谢霞,路学成,王宾. 多位一体改革实践教学模式[J]. 高等教育研究学报,2014(1):116-119.
- [10] 罗锦,李柯,柳鹏. 面向实战化的防空导弹装备课程教学研究[J]. 教育教学论坛,2016(36):198-199.

(责任编辑:王新峰)

(上接第79页)

- [2] Rand. The Other Quiet Professionals—Lessons for Future Cyber Forces from the Evolution of Special Forces [EB/OL]. (2014-03) [2018-09-15]. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR780.html.
- [3] U. S. Department of Homeland Security. Information Technology (IT) Security Essential Body of Knowledge (EBK): A Competency and Functional Framework for IT Security Workforce Development [R]. Washington, D. C.: Government Printing Office, 2008:39-44.
- [4] U. S. Department of Defense. Cyber Operations Personnel Report; Report to Congressional Defense Committees [R]. Washington, D. C.: Government Printing Office, 2011:5.
- [5] U. S. Department of Defense. Strategy for Operating in Cyberspace [M]. Washington, D. C.: Government Printing Office, 2011:3.
- [6] Department of Defense. Cyber Operations Personnel Report; Report to Congressional Defense Committees [R]. Washington, D. C.: Government Printing Office, 2011.
- [7] Welsh William. Cyber warriors: The next generation [EB/OL]. (2014-01-23) [2018-10-01]. <https://defensesystems.com/articles/2014/01/23/next-generation-cyber-warriors.aspx>.
- [8] Rand. Training Cyber Warriors [EB/OL]. (2015) [2018-09-15]. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR476.html.
- [9] Department of Defense. Cyber Operations Personnel Report; Report to Congressional Defense Committees [R]. Washington, D. C.: Government Printing Office, 2011:49.
- [10] Department of Defense. Cyber Operations Personnel Report; Report to Congressional Defense Committees [R]. Washington, D. C.: Government Printing Office, 2011:48.
- [11] U. S. Department of Defense. Cyberspace Workforce Strategy [M]. Washington, D. C.: Government Printing Office, 2013:5.
- [12] Rand. The Other Quiet Professionals—Lessons for Future Cyber Forces from the Evolution of Special Forces [EB/OL]. (2014-03) [2018-09-15]. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR780.html.
- [13] Rand. The Other Quiet Professionals—Lessons for Future Cyber Forces from the Evolution of Special Forces [EB/OL]. (2014-03) [2018-09-15]. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR780.html.

(责任编辑:邢云燕)