

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2018.06.020

欢迎按以下格式引用:王圣程,禄利刚,张朕.土木工程材料教学内容重构探索——以水泥混凝土强度为例[J].高等建筑教育,2018,27(6):117-121.

土木工程材料教学内容重构探索

——以水泥混凝土强度为例

王圣程,禄利刚,张朕

(徐州工程学院 土木工程学院,江苏 徐州 221018)

摘要:为提高土木工程材料课程教学效果,探索基于科研资源进行教学内容重构的实现路径及方式,以水泥混凝土强度为例,用科研成果重构教学内容,用科研思维启迪学生,用科研培养学生的竞争力。实践表明,这种“科研—重构—拓展”三位一体教学方法,达到了教研共进的目的,为创新型人才培养提供了一条有效途径。

关键词:教学改革;科研资源;土木工程材料;机场道面

中图分类号:G642.3;TU528.1

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2018)06-0117-05

土木工程材料是土建类专业必修课,在土建类专业教学体系中起着承上启下的作用^[1]。土木工程材料要求土建专业学生掌握土木工程相关材料的形成机理、性能、结构与最合理的使用方法,更要学会通过相关理论辩证地分析和评定材料,以获得解决工程实际问题的方法。该课程具有实践性强、知识体系分散、内容繁杂等特点^[2]。因此,该课程不仅要求教师具有较深的基础理论知识,还需要教师具有充足的实践经验。但在课程讲述过程中,很多教师照本宣科,出现“解读教材、背诵教材、念读教材”等完全依赖教材的情况。教材因受篇幅限制,陈述不详尽,解剖不深入,最新内容很难反映到教材中。这些现象足以说明,教材对学生来说,并不是唯一至高无上的“圣经”,只是一种辅助教学工具,能促进学生思考与学习的知识都可以作为“教材”的一部分。教学内容重构是构造完美“教材”的必经之路。

教学内容重构要源于教科书、高于教科书。“源于”指教学内容要符合学生的培养目标、教学目标和课程目标,“高于”指教学内容讲述课程的相关理论、技术和方法的最新前沿,与专业相关的内容,与就业相关的内容。其中教师的科研资源是教学内容重构的基本源泉。以科研资源为依托,开展土木工程材料教学内容重构的探索与实践,有助于提高教师的教学水平。

修回日期:2017-11-25

基金项目:徐州工程学院高等教育教学研究课题(YGJ1722);全国建筑材料行业科技创新计划项目(M2018 J08);徐州工程学院科研项目(XKY2017119)

作者简介:王圣程(1987—),男,徐州工程学院土木工程学院讲师,博士,主要从事建筑安全与混凝土耐久性的研究,(E-mail)wsc0604@163.com。

19世纪初期,“教学与科研相结合”的大学的理念被威廉·冯·洪堡首次提出。从此,高校的主要活动扩展为教学和科研两部分^[3]。科研是为探索未知的世界,是教学工作开展的“源”,教学是对现有知识、技能和经验的继承,是科研工作延续的“流”。基于教师科研资源的教学内容重构,能将课堂教材转化为“有我式”教材^①。这需要教师根据课程目标把自己的科学研究和工程项目研发内容和心得纳入教学内容。这是课程特色的部分,也是把实例引入课堂、引发学习动机和学习投入的重要途径。现有研究表明,高质量的教学需要高质量的科研作为支撑,高质量的科研也需要高质量的教学实现其价值,教学和科研的相互渗透是创新性专业人才培养基础^[4]。2011年,国家主席胡锦涛指出:“全面提高高等教育质量,必须大力增强科学研究能力……以高水平科学研究支撑高质量高等教育。要积极推动协同创新。”^[5]《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》指出,要“促进科研与教学互动”。可见,“基于科研资源重构教学内容”对有效提升高等教育的教学质量和促进创新专业人才培养具有非常重要的意义。

一、教学内容重构的路径

结合徐州工程学院新建本科高校的实际情况和培养创新应用型人才的需要,以组建“教学+科研”团队和基于教学内容申请科研项目为手段,形成基于科研资源的土木工程材料教学内容重构路径(图1)。“一主线”阐述了教学内容重构以提高课程教学效果为目的;“二方式”体现了基于科研资源重构教学内容的两个重要优势,即工程背景强和前沿性突出;“三能力”层层递进,为学生将来的发展积累工程能力、辩证思维能力和知识运用能力。该路径有助于提高学生学习的深度和广度,有助于提高教学质量,确保学生知识、能力和素质的综合培养。

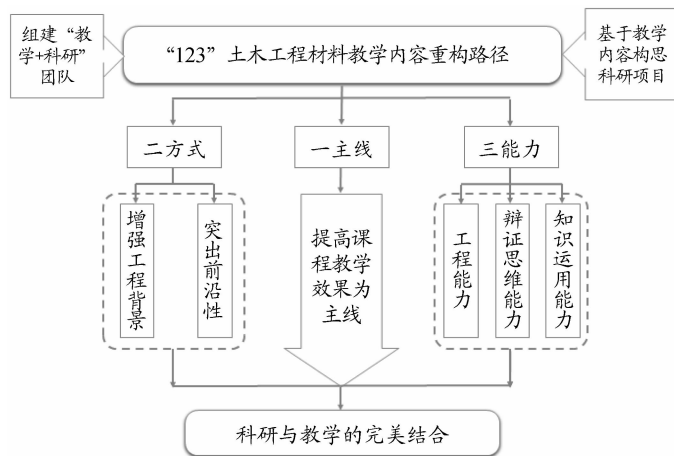


图1 土木工程材料教学内容重构路径

二、教学内容重构的实现方式与应用

(一) 用科研成果重构教学内容

依托科研课题“机场道面劣化的能量特征”与教学改革课题“机场混凝土道面科研资源转化为土木工程材料课程内容的研究与实践”,建立科研资源与教学内容之间的联系。以混凝土强度为例,重点阐述以科研资源重构土木工程材料教学内容的实践。

物质在能量驱动下的状态失稳是其破坏的本质^[6]。水泥混凝土是土建工程最重要的土木工程

① “有我式”教材,是指教师将自身科研资源与工程项目研发内容与心得融入教学内容,从而使教材带有教师的印记。

材料,外界对其侵蚀、扰动与碳化等均伴随着能量的输入与输出。而水泥混凝土的破坏及延长使用寿命的修复过程也是能量转化的过程。例如,机场混凝土道面的破坏是外界对其输入的能量达到储存能量极限时突然释放的结果。在进行机场混凝土道面设计时,要求其在设计使用寿命内承受各种飞机动载的多频次作用,而道面结构不发生损坏。机场混凝土道面的设计等级不同,混凝土的强度等级要求也不相同。因此,研究混凝土强度等级对其破坏过程中的能量演化规律,有助于学生全方位、立体化了解混凝土在机场道面工程中的应用。

应用“123”土木工程材料教学内容重构路径,以混凝土强度等级对机场道面劣化过程中的能量演化规律重构中心内容,联合混凝土强度的测定方法、强度等级划分等内容,拓展引入物质破坏的能量计算方法,分析混凝土强度等级对其破坏的影响机制,从而对机场道面工程管理提出有益建议。

(二) 用科研的思维启迪学生

进行 C30、C45 和 C60 混凝土试件单轴力学加载实验,得出混凝土的应力-应变曲线,如图 2 所示。图中,C30、C45 和 C60 试件的抗压强度分别为 34.48、47.73 和 61.46 MPa,满足《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)要求。在实验过程中对纵向应变进行观测,并讲述混凝土弹性模量的意义及计算方法。C30、C45 和 C60 试件弹性模量分别为 4.41、6.51 和 9.61 GPa。这说明,随着混凝土强度等级的提高,其刚度和破坏的能力逐步提高。怎样透过现象看本质呢?向学生引入物质破坏的本质是能量驱动下的状态失稳,用科研的思维启迪学生。向学生讲述评估混凝土强度和抵抗破坏能力的新方法——能量特征演化法。根据热力学第一定律,混凝土的吸收能转化为弹性能与耗散能,式(1)。实验单独进行了单轴加载,并未进行卸载,依据弹性能的可逆性,利用初始弹性模量代替卸载弹性模量,从而得出混凝土的弹性能量密度^[7]。根据混凝土试样单轴加载的应力-应变曲线(图 2),水泥混凝土弹性能密度、耗散能密度与吸收能密度可由式(2)(3)和(4)计算得出^[8]。

$$E = E_e + E_d \quad (1)$$

$$E_e = \frac{1}{2} \sigma_i \varepsilon_i^2 \quad (2)$$

$$E_d = E - E_e \quad (3)$$

$$E = \int_0^{\sigma} \sigma d\varepsilon \quad (4)$$

式中, E 为混凝土吸收能密度; E_e 为混凝土弹性能密度; E_d 为混凝土耗散能密度。

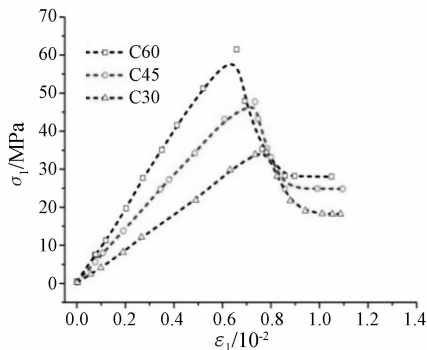


图2 单轴压缩下水泥混凝土试样的应力-应变曲线

(三) 用科研培养学生的竞争力

学生的未来竞争力体现为工程能力、辩证思维能力和知识运用能力。工程能力和知识运用能力相辅相成,主要体现在课堂知识如何运用到工程实践中去,而辩证思维能力是权衡利弊、综合考

量、全方位分析信息的能力。竞争力的培养来自课程学习的点点滴滴,也是教学内容重构的核心要义。

通过公式(2)(3)和(4)的计算,得出混凝土强度对弹性能密度和耗散能密度的影响。结合图3、图4引导学生读图,提高学生对数据深层挖掘的能力。引导学生分析“混凝土强度越高,其储备弹性能的能力越强”和“混凝土强度越高,破裂时需要的耗散能更多,越不容易破坏”的结论,让学生逐步练就逻辑分析能力。

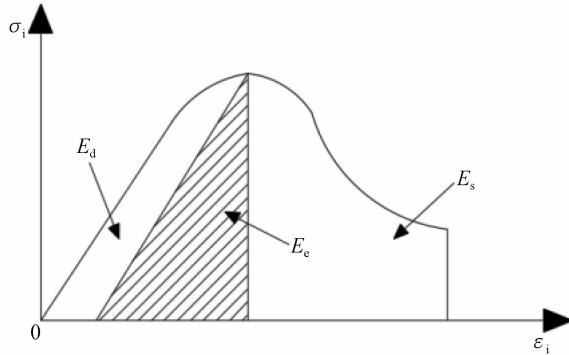


图3 应力-应变曲线上混凝土弹性能与耗散能的关系

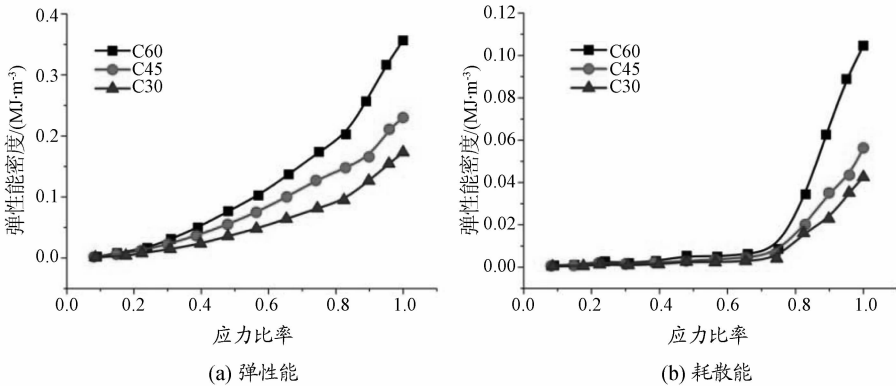


图4 能量参数随应力比率变化曲线

水泥混凝土劣化破坏的危险性与其能量演化特征密切相关。为使学生更好地掌握混凝土强度对其破坏危险性的影响,特引入混凝土冲击能,定义为应力-应变曲线上混凝土峰值强度前储存的能量与峰值后稳定破坏所需要的能量比,如图3所示。冲击能指数 $Ke = E/E_s$, Ke 值越大,混凝土突然劣化的危险性就越大。研究表明, Ke 值不小于 2.0 时,混凝土突然劣化破坏危险性强烈; Ke 值小于 2.0 且不小于 1.0 时,混凝土突然劣化破坏危险性中等; Ke 值小于 1.0 时,混凝土无突然劣化破坏的危险性^[8]。

通过计算得出不同强度混凝土冲击能, C60 混凝土的 Ke 值为 2.31, 表现为突然劣化破坏危险性强烈, C45 和 C30 混凝土的 Ke 值分别为 1.83 和 1.68, 表现为突然劣化破坏危险性中等, 演化出“混凝土强度越高, 危险性越大”, 是“混凝土的强度越高, 其储备弹性能的能力越强”结论的延续与发展, 但与“混凝土强度越高, 越不容易破坏”的结论相悖。基于此, 向学生传授工程实践中所涉及的复杂性与综合性, 让学生理解混凝土强度的两面性, 培养学生分析问题、解决问题的能力。

工程能力和知识运用能力的培养, 体现在科研结论对实践的指导意义上。在重复飞机动载的作用下, 机场混凝土道面的强度等级越高, 储存弹性能的极值越大, 发生劣化破坏所需要的能量越多, 发生劣化破坏的可能性越小。基于能量分析的结论可知, 机场道面混凝土强度等级越高, 其突

然劣化破坏危险等级越高,则发生突然劣化破坏的可能性就越大。这就需要机场设计工作者根据工程实践,选择合适的混凝土强度,从而对工程进行质量控制和成本控制,这也是土建类专业中工程管理和工程造价的一部分。

三、结语

钱伟长院士曾说:“教学没有科研做底蕴,就是一种没有观点的教育,没有灵魂的教育,教学和科研是一种互动关系、相生关系。”通过以科研资源重构教学内容的系统实践,教材成为“有我式”教材,延伸了课程内容,拓展了学生知识面,有助于学生工程能力、辩证思维能力和知识运用能力的培养。同时,在一定程度上提高教师的教学水平,增强学生的求知欲和主动性,教学效果提升显著。

参考文献:

- [1]余丽武,朱平华,张志军.土木工程材料[M].北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [2]王信刚,胡明玉,丁成平.土木工程材料课程教学改革和效果评价[J].高等建筑教育,2015,24(2):60-63.
- [3]陈昌礼.“以研促教”在土木工程材料课程教学中的应用[J].高等建筑教育,2015,24(2):64-67.
- [4]李保家.以研促教在“材料科学与方法”教学中的应用[J].中国电力教育,2012(29):68-69.
- [5]胡锦涛.在庆祝清华大学建校100周年大会上的讲话[N].人民日报,2011-04-25(1).
- [6]谢和平,鞠杨,黎立云.基于能量耗散与释放原理的岩石强度与整体破坏准则[J].岩石力学与工程学报,2005,24(17):3003-3010.
- [7]CAI C, GAO F, LI G, et al. Evaluation of coal damage and cracking characteristics due to liquid nitrogen cooling on the basis of the energy evolution laws[J]. Journal of Natural Gas Science & Engineering, 2016, 29:30-36.
- [8]张志镇,高峰,崔洋,等.岩石能量特征与其细观结构的关联性[J].科技导报,2013,31(8):20-26.

Research on the reconstruction of teaching content of civil engineering materials : taking the strength of cement concrete as an example

WANG Shengcheng, LU Ligang, ZHANG Zhen

(School of Civil Engineering, Xuzhou University of Technology, Xuzhou 221018, P. R. China)

Abstract: In order to improve the teaching effect of civil engineering materials course, the path and mode of teaching content reconstruction based on scientific research resources were explored. Taking the strength of cement concrete as an example, the teaching content is reconstructed with scientific research results, the students are encouraged by scientific thinking, and the competitiveness of students is trained by scientific research. Practice shows this research-reconstruction-expansion trinity teaching method can promote both research and teaching, and provides an effective way for the cultivation of innovative talents.

Key words: teaching reform; research resources; civil engineering materials; airport pavement

(责任编辑 周沫)