

# 探究式学习在土木工程材料教学中的应用

张长清, 魏小胜, 李国卫

(华中科技大学 土木工程与力学学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要:** 文章通过分析探究式学习方法与授受式学习方法的不同, 强调探究式学习应以学生为中心, 重点考查学习过程中建构的知识体系。针对工程建设高速发展的现状, 提出了土木工程材料课程中的探究问题, 并介绍了近年来初步实施的情况。

**关键词:** 土木工程材料; 探究式学习; 实践

**中图分类号:** TU5-4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1005-2909(2010)06-0102-04

土木工程材料是土木工程专业一门重要的专业基础课, 是学生接触专业知识的桥梁。课程强调一个中心三个基本点, 将材料性质作为中心内容, 始终贯穿在材料的标准、应用和制备方法中。但是, 土木工程材料数量巨大, 种类繁多, 无机材料和有机材料、金属和非金属材料、单一材料和复合材料, 各种材料的原料组成和性质差异很大, 课堂教学内容难于用一条主线相连, 各章节内容跳跃性大, 讲授和学习易显杂乱和无序, 要掌握好教学内容, 土木工程材料探究式学习就显得非常重要。为此, 授课教师必须灵活运用多种有效的教学手段, 激发和引导学生逐渐转变学习方法, 提出探究式学习问题供学生深入研究, 提高学生的学习积极性。

## 一、探究式学习方法

大学学习课程、学习内容和学习活动丰富多彩, 但学习方法不外乎两种, 即授受式学习和探究式学习。两种学习方法中, 教学策略和教学关注点、教师的作用和任务、知识的地位都存在差异。

在授受式学习中, 教师是知识的直接提供者, 教师按教学大纲和教材要求讲授教学内容, 将概念、原理和方法划分为理解、熟悉和掌握三个层次, 规定了学生学习知识内容, 学生对学习内容缺乏选择权, 教师成功传授知识, 学生学到并牢固掌握知识是学习的目标。

探究式教学是 20 世纪 50 年代由美国芝加哥大学的施瓦布教授在“教育现代化运动”中倡导提出的<sup>[1]</sup>。他认为在教学过程中, 学生学习的过程与科学家的研究过程在本质上是一致的, 因此, 学生应以主人的身份去发现问题, 解决问

收稿日期: 2010-10-09

作者简介: 张长清(1964-), 男, 华中科技大学土木工程与力学学院副教授, 主要从事土木工程材料、建筑装饰材料研究, (E-mail) changqing2008@mail.hust.edu.cn。

题,并且在探究的过程中获取知识,发展技能,培养能力特别是创造能力,同时受到科学方法、精神、价值观的教育,并发展自己的个性。在探究式学习中,教师由知识提供者、传授者、讲述者转换为组织者、引导者、支持者,帮助或支持学生自主寻求问题的答案。学生在探究过程中要自主发现问题,深入理解问题,清晰明了准确提出问题,构建解决问题的方案,并在实施过程中构建用于解决问题的知识。因此,在探究式学习中,知识不是由外部提供的,知识的构建是由探究者自己围绕着问题自主地完成,任何人都代替不了。

知识是探究过程中的手段和工具,在解决问题的过程中,知识会像滚雪团一样,越积越多,等到问题解决时,已经通过探究过程,掌握了相关知识,这也正是探究式学习奥妙之处。不同的学生在探究过程中可以构建不同的知识,用于解决所面临的问题,这样构建起的知识具有个性,因人而异,体现了学习的差异性,学生拥有知识的选择权和决定权,学生的知识与教师的目标知识必然会存在差异,因此,对探究式学习成果的评价不再关注正确、准确、牢固地掌握知识,而是关注和考察学生是否构建起自己需要的、能解决探究问题的知识。

教师在探究中的作用和任务是:教师在探究前负责预先选择好、设计好情境并呈现情境,教师在探究过程中提供咨询、提醒、指导、引导等各种帮助、支持和服务,教师与学生是共同学习者,又是参与评判者、权力分享者<sup>[2]</sup>。

探究式教学的目标是通过“探究—创新”形式,培养创新型人才,主要解决学生创新力的培养问题,是以人为本、发展学生主体性的教学。在民主性教学环境中培养学生思维的非逻辑性、求异性、发散性品质,结合运用启发式教学、讨论式教学、开放式教学,让学生在发现中学习,在学习中发现;尊重学生个性,接受、宽容不同个性的学生,培养学生个性;变教师讲授、学生听记的结论性教学为教师设疑、激疑,学生解疑、尝试创新的探究性教学,注重教育过程;灵活多样选择考试测评内容、测评方法、测评措施。

由于探究式教学方法与授受式教学方法相比,具有自身的特点,改变授受式教学方法可从以下几方面着手:在教育目标上,应着重于对学生的素质教育,强调学生价值观、态度、能力等方面的培养,更看重过程,通过探究过程,学会探究方法,培养学生的

直觉思维能力、想象能力和分析概括能力;在教学方法上,以探究的方式为主,引导和调动学生充分参与教学过程,不同于传统教育所采用的灌输式;在教学形式上,封闭式教育转向开放式教育,使学生在受教育的过程中主动、轻松,以学习为乐趣,大胆创新,增强学习信心、学习兴趣和求知欲望。

## 二、土木工程发展给探究式学习提供了广阔的舞台

中国正在进行世界上最大规模的基本建设,国家和地方在“路铁基”投资力度增大,城镇化加速推进,房地产持续发展,使得房屋建筑、桥梁道路、高速铁路和环境工程等项目的建造速度加快,标准功能提高,为土木工程材料学习搭建了全新的宽广舞台。土木工程专业学生毕业后将担负起土木工程设计、建造和管理重任,学生应了解国内外的材料发展动态和趋势,对国民经济建设与国家发展规模大致心中有数,始终追踪科技发展前沿,如:绿色生态材料、高性能混凝土、建筑节能技术和保温隔热材料、高性能的隔声和吸声材料、高等级公路使用的新型路面材料、大跨度桥梁中使用的材料等。

科技进步、可持续发展、安全意识,正在改变传统设计理念、施工方法和材料选择,如:传统的以内力分析、变形和刚度为主的设计方法教导学生如何设计对抵抗外加载荷和自身自重有足够安全性和稳定性的结构,并且合理经济利用材料。而现在以力学和耐久性同时兼顾的设计方法不仅要学生学会抵御载荷的安全性和稳定性设计方法,还要学会抵御环境各种负荷的耐久性设计方法,要分析所处环境是否有受冻破坏、氯离子浓度高低、空气中二氧化碳多少、土壤中或地下水中硫酸盐含量大小,正确选择耐久性设计等级。按百年寿命设计的重要建筑、高速铁路、跨海大桥等重大工程、在具有腐蚀性环境中的建筑物和构筑物,耐久性设计更为重要,需要设计抵御外加载荷和环境负荷有足够安全性并能长期使用的土木工程。结构耐久性设计部标和行业相继推出,引入到设计规范,贯彻执行这些规范要求土木工程专业毕业生具备材料劣化机理和性能衰减规律的知识,提高对水泥混凝土的硫酸盐侵蚀、碳化中性化作用、氯离子渗透和碱—骨料反应危害的认识,掌握应对这些危害的技术措施,分析防腐耐久的机理,建立评价方法,从材料选择和配比设计上增加工程结构的耐久性<sup>[3]</sup>。

学生在学习时应该懂得社会与科学技术发展的相关关系,例如:将节能减排作为重要工作常抓不

懈,建筑节能对节约能源有着重要的意义,三十年来,中国建筑能耗在能源消耗总量中所占比例已从10%上升到近年来的37%,而且还在逐年上升,因此,建筑外墙保温体系可作为探究式学习的重要内容,它集保温材料、结构材料、防水材料、吸音吸声功能材料于一体,为学习和应用材料提供了极佳的平台。此外,减排的一项重要研究内容是材料循环利用,无论是工业后再循环材料、消费后再循环材料还是农业废弃物再循环材料,均能生产成为土木工程材料,这就为矿渣、粉煤灰、硅灰、磷石膏、脱硫石膏、赤泥、建筑垃圾、稻草禾秆等找到了应用领域,扩大了探究式学习的范围,丰富了学习内容。

科技的发展为土木工程材料探究式学习提供了无限的想象空间,纳米技术和纳米材料的应用、相变储能材料和应用技术、多功能膜材料、建筑钢材新型防腐材料、高分子防水材料、纤维材料及复合材料技术等科技前沿技术,都是探究式学习可以追踪的内容,也是学生容易产生学习兴奋的内容。

### 三、探究式学习内容

结合学校研究型办学方向和培养具有综合素质和创新人才目标,利用探究的形式进行土木工程材料课的教学,改变以往教学模式,并以这门课为契机,培养学生新的学习方法,不仅可提高学生对该门课的全面理解,而且有助于学生掌握科学的方法,培养科学的态度和创新的意识。

在“土木工程材料”课中采用探究式教学试点,包括以下过程:(1)发现并明确提出要探究的问题;(2)猜想与假设;(3)通过观测、调查、实验等各种方法收集各种科学证据;(4)分析、论证;(5)得出结论、解释、模型建构及预测;(6)合作评估与交流<sup>[4]</sup>。

教师要在探究式教学活动中发挥重要作用,组织开展探究活动,直到指导、引导、促进、支持、和导向作用。结合教材各章节教学要求,选择以下探究式学习内容:(1)复合材料概念,常见复合材料分析;(2)材料孔隙、材料中的水、孔隙对材料物理、力学、热工、声学性质和耐久性影响;(3)硬石膏应用研究,石膏板材和砌块的防火性能优越的原理;(4)水泥水化产物微观形貌分析,水泥电性质研究,粉煤灰和矿渣对水泥性质的影响,火山灰反应及粉煤灰活性,赤泥应用研究;(5)混凝土减水剂、缓凝剂、引气剂等对混凝土性质的影响,粉煤灰和矿渣对混凝土性质的影响,粉煤灰混凝土,混凝土导电性质,混凝土第六组分及特性混凝土;(6)抹灰砂浆开裂及预防;(7)墙体材料改革的必要性和改革途径,新型墙体材料;

(8)合金钢及钛合金钢;(9)高分子材料与结构补强加固;(10)装饰木材;(11)沥青改性及新型防水材料;(12)我国沥青混合料配合比设计标准与美国 superpave 标准的对比;(13)复合材料与材料绝热和吸声性质;(14)、2008 北京奥运场馆建筑材料应用。

探究式学习,是一种教学模式,但更重要的是一种学习的理念。它重视开发学生潜能,能够发展学生创造性思维和动手实践能力,培养学生自学能力,并为终生学习打下基础。因此,探究式学习内容不是固定不变的,而是不断更新、具有可扩充性、细化性。如:孔对材料性质的影响可细化为孔隙率、开口孔、闭口孔、孔大小对材料吸水性、吸湿性、耐水性、抗渗性、抗冻性、导热性、强度、耐久性影响;粉煤灰混凝土研究可细化为粉煤灰种类、粉煤灰活性、粉煤灰应用、粉煤灰配合比设计;水泥工程应用不仅要在工程中正确选择水泥品种,而且要将水泥性质和工程特征联系分析,知其所以然。在探究式学习中能发现问题,分析问题,树立科研意识,培养创新精神。

教师布置6~8个题目或方向,每个学生可自行选择一个内容,根据兴趣方向自由组合,小组人数以6人为宜,独立完成小论文,论文中要有一篇英文参考资料。小组成员讨论,共同形成PPT,随课程进度分阶段在课上宣讲,分主讲和辅讲,每次控制在10分钟左右。个人小论文成绩由小组宣讲成绩和个人论文成绩综合评定,最综成绩组成为平时(作业及考勤)20%+小论文20%+实验10%+考试50%。可见,成绩评定方法加大了平时学习考核力度。

### 四、开展课外实验,进行实验验证和深入探究

传统土木工程材料实验课程,主要针对材料的基本性能按照标准实验方法进行,能让学生了解和掌握实验仪器设备,熟悉试验步骤和方法,进行数据处理和得出结论,从而达到验证部分理论目的。但传统实验内容单一,实验数据分析无对比性,难以找到规律性结论。由于实验数据少,学生对实验现象分析只能就事论事,不能深入展开,不能应用课堂理论融会贯通分析。因此,许多学生缺乏实验主动性。

在土木工程专业学生中开展课外兴趣小组实验研究,设计多个材料实验内容,结合实际条件开展实验。兴趣小组实验宗旨是学生自己设计实验,提出实验方案,查阅资料,并且独立进行实验,写出实验论文或实验报告。学生自愿报名,自愿组合,可单独一人也可几人一组共同完成实验。考虑到养护龄期和重复实验,兴趣小组完成实验时间一般控制在8周内,划分为三个阶段:首先是制定实验方案阶段,

要求熟悉实验设备和原材料、阅读文献、提出初步实验方案、讨论初步方案、制定实验实施方案。其次是实验进行阶段,独立完成实验,进行实验数据初步整理、重复实验,最后是论文或实验报告写作。

例如:基于流变学的高效减水剂与水泥相容性的研究,加深学生对高效减水剂对不同水泥流动性影响的认识,学会水泥与减水剂相容性判断方法,观察高效减水剂对掺粉煤灰和膨胀剂水泥净浆流动性的影响,加深学生对减水剂效果及其作用机理的理解,认识粉煤灰减水效果和对混凝土性质的影响,了解膨胀剂作用机理和应用;利用烧结法赤泥活性激发试验和钛石膏的物理、力学性能试验,使学生进一步明确工业固体废物种类和充分利用废渣的途径、方法和意义,加深碱性激发和硫酸盐激发对火山灰性工业固体废料的活性作用的机理的理解,加强对循环经济、资源节约型、环境友好型等概念的认识;测定水泥不同水灰比条件下电阻率变化规律,与检测水泥凝结时间、硬化强度对比,可以准确地预测水泥的强度发展和水化特点,让学生加深理解水泥水化的物理化学反应过程,并学会一种新的水泥性能测量方法;设置粉煤灰、矿渣、羧酸盐类减水剂和萘系减水剂对流变参数的影响实验,共分三个小组,8个分项:(1)粉煤灰矿渣对水泥净浆流变性能的影响;(2)关于粉煤灰和矿渣对水泥浆的流变性影响;(3)新拌水泥浆体流性能研究;(4)羧酸对水泥浆体

流变性的影响;(5)羧酸减水剂水泥浆体流变性分析;(6)水泥浆流变实验;(7)萘系高效减水剂不同掺量对不同水灰比的水泥浆体;(8)萘系减水剂对水泥浆体流变性的影响。

通过课外实验,激发学生主动学习的积极性,提高动手和实践能力,培养和锻炼学生发现问题的能力,培养学生的科学精神和创新精神。

在土木工程材料学习时,要将授受式学习与探究式学习两种学习方法结合运用,并以授受式学习中所习得的知识为基础开展进一步的探究式学习。将探究式学习作为有效学习工具和手段,贯穿在其它课程学习中,培养学生质疑和独立思考能力,为科学发现、技术创新、经济繁荣提供保障。

#### 参考文献:

- [1] 李华. 探究式教学的本质特征及问题探讨[J]. 课程·教材·教法, 2003(4): 55-59.
- [2] 任长松. 高中新课程与探究式学习[M]. 天津: 天津教育出版社, 2005.
- [3] 荀勇, 袁洪志. 以建筑材料为源泉的土木工程应用型人才培养体系研究之初步[J]. 高等建筑教育, 2004(2): 1-6.
- [4] 郑渊方, 廖伯琴, 王姗. 探究式教学的模型建构探讨[J]. 学科教育, 2001(5): 1-4.

## Application of the Inquiry-Based Learning Method in Civil Engineering Materials Teaching

ZHANG Chang-qing, WEI Xiao-sheng, LI Guo-wei

(School of Civil Engineering and Mechanics, Huazhong

University of Science and Technology, Wuhan 430074, P. R. China)

**Abstract:** The difference of inquiry-based learning method and giving and accepting learning method is discussed. Inquiry-based learning methods emphasizes on student-oriented ideas and focuses to examine the learning process of knowledge construction. In view of the rapid development of the actual construction, the inquiry-based learning subjects about civil engineering materials are put forward and the initial implementation in recent years is introduced in the paper.

**Keywords:** civil engineering materials; inquiry-based learning; practice

(编辑 周 沫)