

# 土木工程无损检测课程教学研究

——以西昌学院为例

钱波,余明东,游潘丽,庄锦亮

(西昌学院土木与水利工程学院,四川 西昌 615013)

**摘要:** 土木工程无损检测技术课程,对应用型人才培养具有重要意义。结合土木工程无损检测技术的教学内容,指出了课程教学在专业课程体系结构、教师资源、教材内容、教学模式等方面存在的问题。针对存在的问题,从优化理论教学内容、改善实验教学模式、加强教材建设、深化师资队伍建设和健全教学考核方式等方面分析了课程教学改进的途径,以期促进课程建设,对专业课程体系也具有有益的指导和借鉴。

**关键词:** 土木工程;无损检测;课程教学;应用型人才

**中图分类号:** TU317-4;G642.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2019)01-0101-04

## A Study on Course Teaching of Non-destructive Testing in Civil Engineering Curriculum: Taking Xichang University as an Example

QIAN Bo, YU Mingdong, YOU Panli, ZHUANG Jinliang

(School of Civil and Hydraulic Engineering, Xichang University, Xichang, Sichuan 615013, China)

**Abstract:** The course of non-destructive testing in civil engineering curriculum is critical to the training of application-oriented talents. In this paper, we identified the problems in our curriculum structure, teacher resources, course book materials, and teaching modes based on our teaching of this course. To solve these problems, we studied the ways to improve the course teaching from the following aspects: optimization of theory teaching materials, improvement of experiment instruction model, promotion of course book quality, enforcement of teaching corps, and perfection of teaching assessment criteria. This study aims to promote the course construction and offer helpful guidance and reference for the curriculum construction of this program.

**Keywords:** civil engineering; non-destructive testing; course teaching; application-oriented talent

无损检测(Non-destructive testing, 又称非破坏检查)指在不损伤或者破坏被检对象构件、材料和结构的使用性能前提下,通过其缺陷存在引起的热、声、光、电、磁等反应的变化,检测被检对象中是否存在缺陷或不均匀性,给出缺陷的大小、位置、性质和数量等信息;判断被检对象的微结构耐久性和力学性能,并定量和定性地评定构件及结构的质量状况与性能状况,进而判定被检对象所处技术状态(如合格与否、剩余寿命等)的所有技术手段的总称<sup>[1-2]</sup>。无损检测技术具有不破坏性、检测快捷简便、精度高等优点,该技术广泛应用于土木、水利、机械、航天、能源、矿业、化工等几乎所有领域。

随着城镇化建设的推进,土木工程基础建设快速发展,新工艺、新材料、新方法和新结构不断涌现,生命周期决定了基础设施的生命周期,应从设计、施工、检测3个主要环节控制。在自然环境和使用的双重作用下,建筑结构的性能评估是土木工程领域的重要任务之一<sup>[3]</sup>。无损检测不断适应施工过程的质量监控,也适应工程竣工验收和营运过程的鉴定,特别是对建筑结构必须不破坏和不损伤要求的工程竣工验收和营运过程鉴定。

围绕“一流学科建设”“新工科建设”“四个回归”“淘汰水课、打造金课”以及“保合格、上水平、追卓越”的专业三级认证的要求,依托“土木工程基础

**收稿日期:** 2019-02-15

**基金项目:** 2018年(第二批)升拓检测支持教育部产学合作协同育人项“新工科专业建设”项目:新工科背景下土木工程类专业无损检测人才培养模式创新与探索(201802308002);四川省2018—2020年高等教育人才培养质量和教学改革项目:水利水电工程专业应用型人才课程体系的构建(169-1)。

**作者简介:** 钱波(1969—),男,湖北大悟人,教授,本科,研究方向:土木工程和水利水电工程专业的教学和科研。

教学示范中心”和“土木工程无损检测中心”,探讨无损检测技术的教学,不断加强课程教学的改革,不仅可以提高学生分析问题、解决问题的工程应用能力,还能为工程设计、技术开发奠定基础,对构建设计、施工、检测一体的应用型人才培养体系、培养应用型人才具有重要意义。

## 1 教学内容

20世纪50年代,在混凝土和预应力混凝土的检测委员会和土木工程学会积极推动下,早期为满足工程设计强度要求而进行的无损探伤,主要基于统计回归或模糊数学分析等统计数学的数据处理技术<sup>[4]</sup>。20世纪70年代,主要对材料、产品及工艺参数进行无损检测。随着信息技术、频谱分离技术和成像技术的发展,20世纪90年代发展为信息处理阶段,注重对产品质量的评价<sup>[5]</sup>。

### 1.1 一般教学内容

无损检测课程是一门多学科融合的综合应用课程,不同学科、不同学校、不同专业,由于培养目标不同,教学内容有所不同。一般土木工程无损检测课程教学内容主要包括柱杆检测、混凝土材料及结构检测、岩土材料检测、预应力结构检测等六项内容。具体内容包含<sup>[6]</sup>:混凝土强度检测(采用回弹法、超声法)、混凝土钢筋检测(采用钻孔法、电磁感应法)、混凝土裂缝检测(采用单面平测法、双面斜测法)、混凝土密实性检测(检测空洞,采用对测法、斜测法、钻孔法)、混凝土表面损伤检测(检测均匀性,采用振动式平测法)、锚杆无损检测(检测注浆密实度、锚杆长度,采用拉拔实验、开挖检查、应力波法),桩基质量检测(检测桩身的完整性,采用超声透射法、低应变法、高应变法)。

### 1.2 我院教学内容

西昌学院土木与水利工程学院(简称我院)在土木工程、工程管理、水利水电工程3个本科专业和道路桥梁工程技术专科专业,开设了土木工程无损检测相关课程。课程将理论和实验合并为1门课程(土木工程检测技术及实训),共27学时,内容主要包括:回弹法测定混凝土强度检测、碳化深度检测、电磁感应法检测钢筋位置及保护层厚度检测、结构混凝土内部缺陷与表层损伤的超声法检测、现浇楼板厚度检测、预制品梁检验。

实验室投资270余万元,建成“土木工程无损检测中心”,配置有混凝土强度无损检测仪、钢筋位置检测仪、钢筋锈蚀检测仪、混凝土结构(深层)材料参数检测仪、预应力锚杆张力检测仪、钢质护栏立

柱埋深检测仪、混凝土结构(材料)检测仪、混凝土结构内部缺陷检测仪、锚下有效预应力检测仪、孔道灌浆密实度质量检测仪、孔道灌浆内部缺陷检测仪、岩锚力学参数检测仪、混凝土裂缝检测仪、预应力锚杆内部缺陷检测仪、基桩完整性检测仪、基桩承载力检测仪、岩土弹性模量检测仪、岩土力学参数检测仪,可以进行土木工程无损检测相关实验和试验。

通过实验条件可以开设的实验教学内容和我院实际开设的实验内容对比,可以看出,该课程的实验教学内容还有很大拓展空间。

## 2 存在的问题

土木工程无损检测技术不仅包含工程技术的知识,还涉及被检测对象的力学性质、电性质、光学性质、图像性质,借助通信技术、传感检测技术、计算机技术、电子学技术、材料技术和物理技术,是一门多学科融合的综合应用课程。课程内容涉及多学科知识,学时少、专业术语多,各部分内容独立成章、联系少、理论性强、系统性不高,教学难度大。

### 2.1 专业课程体系结构不适应课程教学要求

如上所述,土木工程无损检测技术课程涉及数学、力学、振动学、电学、光学、磁学、信号处理等多方面的课程知识,由于专业性质和培养目标要求,有的知识点在专业人才培养计划中无法设置,如信号处理、电学、光学、磁学等方面的知识;有的知识点虽然在专业人才培养计划中有设置,但知识点教学在深度和广度上不适应教学要求,如数学、力学、振动学等方面的知识。由此导致在教学过程中,对检测原理的阐述,一方面土木工程专业方向的教师,其知识结构无法很好适应课程内容的要求,另一方面学生在学习过程中,也很难理解和掌握,部分学生只知道“怎么做”,却不知道“为什么要这样做”和“做了有什么用”。

### 2.2 教师资源不满足课程任务要求

如前所述,我院土木工程检测技术实验教学经费投入充足,检测仪器种类较多、数量较全、场地较大,能满足常规教学内容的要求,但只开设了电磁感应法检测钢筋位置及保护层厚度检测等6方面的理论和实验教学项目,和现有实验条件相比,开设的教学和实验项目过少。客观分析,一方面土木工程检测技术课程内容多、学时少,很难全面深入完成一般土木工程无损检测的全本教学内容,各个学校也会根据专业培养目标,有所突出和有所取舍;另一方面就我院而言,教师资源不足也是客观原

因,我院将理论和实验合并为土木工程检测技术及实训,只有1人完成教学任务。

### 2.3 教材内容未跟进科技发展

一方面由于土木工程无损检测技术涉及的学科和知识面广,现有教材不能很好适应人才培养定位和专业培养目标,内容多而杂,不适合专业课程体系需要。另一方面有些教材简单,缺少系统性。随着科技的发展,新材料、新方法、新工艺、新结构层出不穷,新的检测方法不断涌现,教材内容更新慢,侧重仪器及检测内容理论阐述,缺乏数据处理、评定及实践操作内容,已与实际工程有所脱节,陈旧问题尤为突出。

### 2.4 教学模式难达到教学效果

随着多媒体技术的普及,课堂教学模式由传统的“板书”变成了“多媒体+板书”,但实际授课过程中存在过分依赖多媒体,该课程内容综合性和少学时,决定了课堂信息量过大,如果不能很好把握课堂教学的重点,教学速度过快,学生无法跟上教师的节奏。

理论教学的内容无法通过实验教学进行加强和反哺。实践教学方法单一,实验教学中以教师为主角,通过简单的演示、操作,学生机械地模仿预知的操作流程,照搬老师的操作步骤,对检测实验的原理、可能出现的情况、现象背后的本质分析,不能进行正确的判断,难以达到实验教学目的。实验教学内容简单,内容上多为验证性实验,实验目的、预设内容、实验步骤清晰可知,而学生自己动手、自己设计、自己思考很少,导致实验程序化,不利于学生分析能力、解决问题能力的培养。

## 3 教学改革方向

### 3.1 优化理论教学内容

理论教学过程中,由于课程学时少、理论性强、内容独立、联系少、多学科交叉,各种无损检测方法无法详尽,根据专业培养目标应对理论教学内容有所突出和有所取舍,优化组合,突出重点。在教学内容上,柱杆检测、混凝土材料及结构检测做详细讲解,岩土材料检测、预应力结构检测略讲;在教学形式上,概述、检测原理、检测方法简单介绍,引入实例,以工程一线的图片、视频为实例,重点突出对检测结果的分析 and 工程应用的讲解。

### 3.2 改善实验教学模式

无损检测技术是一门应用性极强的课程,单靠理论教学很难使学生掌握各种检测的知识要点,理论教学必须结合实验教学,以实验教学内容为载

体,达到理论联系实际的效果。实验教学过程中,不仅要教会学生认识仪器、正确使用仪器,更重要的是通过实验仪器的各种数据、参数变化进行分析,明确各种数据、参数变化所反映被检测对象检测内容解析,力求由表观现象判断本质含义,达到分析问题、解决问题的理论联系实际效果。教学过程中,对实验仪器的工作原理应在理论教学完成,实验教学重点要求学生了解实验方法、掌握数据分析和结果判断。

加强无损检测实验项目的综合化,通过强化基础理论、提高学生动手能力和分析解决实际问题的能力、培养团队合作精神,构建综合性实验教学内容。实验教学方法应具有灵活性,同一预设缺陷检测实验,力求学生运用多种无损检测方法,激发学生的主动性和创新性。对于非预设缺陷检测实验,要求学生能利用正确的仪器、正确的实验手段和合理的分析方法,准确判断缺陷的位置、数量、形状、分布、尺寸、程度、类型和变化<sup>[7]</sup>。

加强无损检测实验项目可视化,构建多层次、全方位的无损检测设备及实验课程实验教学平台<sup>[8]</sup>。依托 BIM 建筑信息模型实训室 (Building Information Modeling),建立 BIM 内标准框架和无损检测解析标准的映射,通过 BIM 数字信息仿真模拟无损检测真实信息,构建起“可视化”的数字虚拟仿真协同实验工作平台,实现无损检测分析的自动化、结果的可视化。

### 3.3 加强教材建设

教材建设应融入职业资格标准,以职业标准为基准,跟踪科技的发展动态,及时更新教材内容,以“岗位适用、融入职标准、精简理论、体现前沿、注重技能”为原则编著教材。实际中,往往由于教材编写内容、出版经费、出版周期的原因,确实无法及时全面补充新内容、出版新教材,也可以先编写教学讲义,在随后教学过程中不断完善再正式出版。无论是教材还是讲义,要将教学内容与多媒体或者互联网等平台结合,建立视频或者微课的电子教案,通过线上线下,并结合翻转课堂的方式,提供学生课前预习、课中参与、课后巩固的平台。

### 3.4 深化师资队伍建设

教师队伍的建设,应完善政策保障和激励机制、积极争取上级政策支持,“外引内培”,争取更多编制,通过聘用编外人员、聘请行业专家、返聘退休优秀教师等方式,逐步形成一支专兼结合、数量充足的师资队伍,确保教师数量。全面加强“双师双能型”教师队伍建设,有计划地选派在职教师参加

实践技能学习、到企业接受培训、挂职工作和实践锻炼,优化教师结构。加强校企合作,探索行业、企业、学校协同育人新机制。积极参加各种无损检测学术会议,跟进技术发展最新动态,及时更新教学内容。

### 3.5 健全教学考核方式

采取理论教学和实验教学综合评定,通过平时考核、实验考核和期末考核“三考核”相结合,综合考评学习效果。平时考核重点考评学生获取专业知识的出勤、学习能力和学习欲望。期末考核重点考评学生利用所学知识解决问题的能力,主要注重考查学生对无损检测方法的整体把握、正确选用。实验考核侧重考查学生对无损检测基本操作方法、仪器选择、方法使用、结果的准确判断<sup>[9]</sup>。积极参加各级各类无损检测技能大赛,

教学以技能大赛为载体,把实验教学内容融入技能大赛的筹备过程中,也可以以技能大赛替代实验教学部分内容。

## 4 结语

课程体系是专业人才培养的载体,课程建设是课程体系的重要途径,通过土木工程无损检测课程教学的研究,不断促进金课的打造,以课程的建设推动专业的建设。探讨无损检测技术课程的教学,不断加强课程教学的改革,不仅可以提高学生分析问题、解决问题的工程应用能力,还为工程设计、技术开发奠定基础,体现了高等学校的人才培养功能和社会服务功能,对构建设计、施工、检测一体的应用型人才培养体系,培养应用型人才具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] 曾燕屏,刘国权,王浩,等.金属材料及热处理研究型实验教学模式构建与实施[J].中国冶金教育,2014(1):45-50.
- [2] 代凯,王中辽,吕佳丽,等.材料制备及合成实验方法在高校材料类专业中教学应用研究[J].淮北职业技术学院学报,2017(2):23-27.
- [3] 胡翔,薛伟辰,吴明儿,等.混凝土结构无损检测技术在实验教学中的探索[J].实验室科学,2017,20(3):75-77.
- [4] 范卫红.浅析中国土木工程无损检测技术的发展[J].价值工程,2018(17):80-81.
- [5] 刘传雄,雍洪宝.无损检测在土木工程中的应用[J].淮阴工学院学报,2014,23(5):53-57,62.
- [6] 张树勋.超声波在土木工程无损检测中的应用[J].山西建材,2009,35(33):77-78.
- [7] 宋树波.提高《无损检测》教学质量的几点方法[J].吉林化工学院学报,2017,34(8):26-28.
- [8] 李春艳,邹龙江,林莉.无损检测可视化实验教学平台的设计[J].当代教育理论与实践,2015,7(11):87-89.
- [9] 吴兰兰,宗望远,熊利荣,等.无损检测技术创新型实验课程探索[J].实验室技术与管理,2017,34(11):23-25.

(责任编辑:蒋召雪)