

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2026.02.020

欢迎按以下格式引用:鲁正,吴伟伟.问题导向的《土木工程中的智能控制》教材建设探索[J].高等建筑教育,2026,35(2):169-175.

问题导向的《土木工程中的智能控制》 教材建设探索

鲁正,吴伟伟

(同济大学 土木工程学院,上海 200092)

摘要:在教育教学改革全面推进的新阶段,对教材建设与改革的关注明显不足。然而,教材在人才培养中发挥着不可替代的作用。进入新时代,在习近平新时代中国特色社会主义思想指引下,教材建设必须坚持问题导向。通过调研梳理出现有教材存在的问题,并据此构建了新版教材建设的总体框架,明确了其主要特点。同时,提出借助信息化平台,探索“纸数融合”新形态教材建设。教材建设不仅能为智能建造专业人才培养奠定坚实基础,还能对其他新工科专业的教材建设提供有益借鉴。

关键词:土木工程中的智能控制;教材调研;教材建设;人才培养

中图分类号:G642.3

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2026)02-0169-07

党的二十大报告明确提出,深化教育领域综合改革,加强教材建设与管理。教材建设是事关人类自身发展的永恒事业,对于推动人类文化变革与创新发展居功至伟^[1]。教材建设必须坚持问题导向,摸清教材建设中存在的主要问题,并予以解决,着力打造能够培养学生成长为堪当民族复兴重任的时代新人的高质量教材。

一、概述

如火如荼的新工科建设推动着传统行业的转型升级,科技的飞速发展与国家重大战略的深入实施,对人才培养提出了更高的要求。在变革的时代背景下,我国的教育教学改革已经发展到全面综合改革的新阶段,在教学内容、教学模式、教学方法等方面都取得较大进展,但对教材建设与改革的关注仍显不足^[2]。

教材是连接教师与学生的纽带,是知识传承的载体,在人才培养中发挥着不可替代的重要作用。推动高质量的教材建设是教学改革不可或缺的一部分,是培养新时代复合型人才的重要依托。为加强教材研究,健全教材建设支撑体系,提高教材质量水平,2021年教育部办公厅组织开展了第二批国家教材建设重点研究基地的申报工作,倡导各大高校、出版机构等切实推进教材基地建设^[3]。

修回日期:2024-05-16

作者简介:鲁正,教授,博士,主要从事土木工程教育研究,(E-mail)luzheng111@tongji.edu.cn。

开展《土木工程中的智能控制》教材建设是适应时代发展的必然要求。一方面,土木工程中的智能控制课程是智能建造专业的一门基础课程,对于智能建造类人才培养具有重要意义;另一方面,作为一门处于初创时期的新课程,其教材建设是当务之急,是一切工作的重中之重,做好教材建设工作可以为后续的课程建设、人才培养奠定坚实基础,其建设工作也可以为其他新工科专业课程建设提供参考。

《土木工程中的智能控制》教材建设要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,深刻认识和把握“六个必须坚持”^[4]。其中,必须坚持问题导向是教材建设的重要原则,只有善于发现教材中存在的实际问题,并从根源上解决问题,才能打造出符合时代发展要求的《土木工程中的智能控制》教材。本文针对问题导向的《土木工程中的智能控制》教材建设,进行了有益探索。首先,调研和梳理行业内现有同类型教材,分析和总结教材建设存在的普遍问题;其次,从问题出发,明确新教材建设的基本思路与总体特征;最后,探索“纸数融合”新形态教材建设,体现教材与课程的强相关。

二、土木工程中的智能控制类教材现状分析

土木工程中的智能控制是指采用智能控制算法和智能驱动装置或智能阻尼装置进行结构振动控制。该主题的教材内容大多围绕算法、材料和装置展开。在建设《土木工程中的智能控制》教材时,首先需要对接现有同主题教材进行调研,发现问题才能更好地解决问题。

(一) 现有教材内容与特点

根据检索结果,本次调研主要选取了2002—2016年出版的土木工程智能控制领域相关教材7本,其中中文教材6本、英文教材1本,分别为《土木工程结构振动控制》《结构振动控制——主动、半主动和智能控制》《结构振动与控制》《结构多维减震控制》《磁流变液智能材料与器件及结构振动的智能控制》《建筑结构振动控制理论与计算方法研究》和 *Intelligent Vibration Control in Civil Engineering Structures*。教材的基本信息如表1所示。

表1 教材基本信息汇总

教材名称	基本信息	“智能”占比/%
《土木工程结构振动控制》	作者	彭刚,张国栋
	出版日期	2002年5月
	出版社	武汉工业大学出版社
	总页数	280页
	ISBN	7-5629-1801-5
	定价	16.00元
《结构振动控制——主动、半主动和智能控制》	作者	欧进萍
	出版日期	2003年11月
	出版社	科学出版社
	总页数	540页
	ISBN	7-03-012117-1
	定价	66.00元
《结构振动与控制》	作者	李宏男,李忠献,祁皑,贾影
	出版日期	2005年8月
	出版社	中国建筑工业出版社
	总页数	414页

续表

教材名称	基本信息		“智能”占比/%
《结构多维减震控制》	ISBN	7-112-07373-1	40.0
	定价	48.00元	
	作者	李宏男,霍林生	
	出版日期	2008年3月	
	出版社	科学出版社	
	总页数	801页	
《磁流变液智能材料与器件及结构振动的智能控制》	ISBN	7-03-020327-5	75.0
	定价	140.00元	
	作者	瞿伟廉	
	出版日期	2013年12月	
	出版社	科学出版社	
	总页数	200页	
《建筑结构振动控制理论与计算方法研究》	ISBN	978-7-03-039250-3	40.0
	定价	80.00元	
	作者	汪权	
	出版日期	2016年10月	
	出版社	合肥工业大学出版社	
	总页数	252页	
<i>Intelligent Vibration Control in Civil Engineering Structures</i>	ISBN	978-7-5650-2843-4	87.5
	定价	38.00元	
	作者	徐赵东	
	出版日期	2016年11月	
	出版社	浙江大学出版社	
	总页数	278页	
	ISBN	978-0-12-405874-3	
	定价	125.00美元	

注:“智能”占比=书中体现“智能控制”的章节数/总章节数。

1.《土木工程结构振动控制》

该书系统总结了2002年及之前结构工程领域在振动控制智能化方面的科研成果,并着重阐述了形状记忆合金这类智能材料的基本性能及应用,共10章。超星发现平台显示,该书被引量为155。

2.《结构振动控制——主动、半主动和智能控制》

该书全面阐述了土木工程结构的主动、半主动和智能控制的理论、方法、技术和工程应用等,共12章。超星发现平台显示,该书被引量为2026。

3.《结构振动与控制》

该书重点介绍了结构振动控制与减振控制等内容,分为4篇,共20章。第一篇介绍了结构动力学的基本原理;第二篇介绍了结构被动减振控制;第三篇介绍了半主动变刚度/变阻尼控制和混合控制;第四篇除简要介绍了主动控制的原理、方法和工程应用外,还阐述了结构振动控制领域的一个新研究方向——智能控制。超星发现平台显示,该书被引量为754。

4.《结构多维减震控制》

该书全面阐述了空间结构多维减震控制的理论、方法和技术,分为4篇,共20章。第一篇阐述了多维地震动和结构多维振动模型的建立与多维地震反应分析方法;第二篇阐述了多种较为经典的结构被动控制系统的基本原理及其在减震控制中的应用;第三篇总结了结构控制中常用的主动控制算法和智能控制算法;第四篇阐述了主动、半主动及智能控制系统的减震机理及其在结构多维减震控制中的应用,同时,该篇介绍了由形状记忆合金、压电材料、磁流变材料三种智能材料制作而成的智能阻尼器。超星发现平台显示,该书被引量为153。

5.《磁流变液智能材料与器件及结构振动的智能控制》

该书系统介绍了智能材料与结构研究的重要分支——磁流变液智能材料、磁流变液阻尼器智能材料器件,论述了磁流变液材料的性能与制备、磁流变液阻尼器的设计制作,以及其在工程结构智能控制中的应用。全书共8章,主要围绕磁流变液阻尼器的智能控制展开介绍。超星发现平台显示,该书被引量为9。

6.《建筑结构振动控制理论与计算方法研究》

该书是在作者博士论文的基础上编写而成,主要以建筑结构模型为研究对象,分别运用现代控制理论和智能控制理论,对建筑结构振动控制进行了理论分析和计算方法研究。首先,在地震激励下采用五种主动控制算法进行地震响应控制,对主动控制方法中的一些关键性问题进行研究;其次,在主动控制研究的基础上,重点研究了建筑结构的半主动控制方法;最后,探讨了模糊控制、遗传算法这两种常用的智能控制算法在建筑结构振动控制中的应用。全书共10章,主要涉及主动控制、半主动控制,以及基于MR阻尼器的智能控制等。超星发现平台显示,该书被引量为2。

7. *Intelligent Vibration Control in Civil Engineering Structures*

该书重点介绍了不同智能控制装置的设计与性能测试、创新控制策略、结构分析实例,以及智能控制器的设计与测试,共8章。

(二) 问题汇总

七本教材虽各具特色,但均存在一定局限性,难以完全满足新时代工科人才培养的需求。现有教材问题可概括为以下两点。

1. 教材相对较少

调研发现,尽管智能控制类教材数量较多,但多集中于自动化领域,面向土木工程智能控制教材相对较少。截至2023年底,中文图书检索结果显示,以“智能控制”为主题的相关图书共5 543本,限定土木工程领域后二次筛选,相关图书仅46本,占比0.83%;英文图书检索结果显示,以“intelligent control”为主题的相关图书共1 405本,限定土木工程领域后二次筛选,相关图书仅10本,占比0.71%。无论中文图书还是英文图书,土木工程领域智能控制相关图书总体占比较低,表明该主题的教材资源较为匮乏,凸显了编写土木工程智能控制教材的必要性。

2. 难以平衡时效性与经济性

土木工程中的智能控制这类主题的中文图书数量多于英文图书,且出版时间距今较久。在中文图书中,欧进萍院士于2003年出版的《结构振动控制——主动、半主动和智能控制》一书最为经典,但目前已停止出版。该书参考文献大部分为2000年之前的文献,未能涵盖近二十年来土木工程智能控制领域的最新研究成果,内容时效性不足。其余基本教材也存在类似问题。虽然有两本图书出版于2016年,但内容较单一,聚焦于智能控制中的磁流变液阻尼器研究。徐赵东教授的 *Intelligent Vibration Control in Civil Engineering Structures*,内容全面且新颖,涵盖了多种智能控制算法、主动、半主动与智能控制,但该书价格昂贵,不宜作为教材使用。因此,亟须出版兼具时效性与经济性

的新教材,便于在智能建造专业教学中使用。

三、教材建设总体框架及其特点

(一) 教材编写架构

《土木工程中的智能控制》教材将应用于同济大学智能防灾研究生课程中,为此,教材建设应具有一定的逻辑层次,确保教材在内容上能有效衔接智能控制专业学生的前序课程,并能引导学生探索智能控制相关知识,层层深入、环环相扣,更好地培养具备独立学习能力、自主创新能力的新时代、高水平工程人才。基于上述目标,教材编写的主要思路如图1所示。

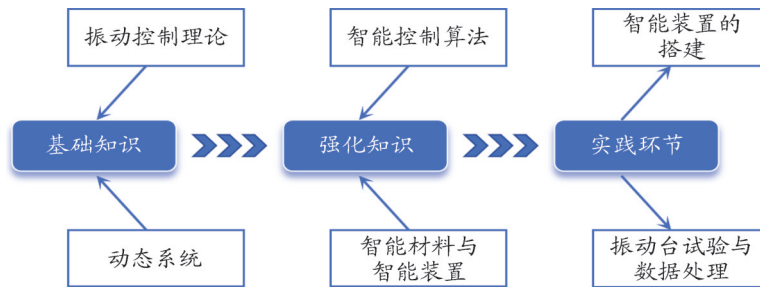


图1 教材编写主要思路

教材内容主要分为三部分:基础知识、强化知识和实践环节,三部分内容循序渐进,由浅入深。基础知识部分主要介绍振动控制的基础理论与动态系统特性,如地震动的成因、地震波特性,以及经典的被动振动控制知识。这部分内容大多已在本科生课程中讲授过,因此内容占比不多,主要作为后续智能控制相关内容的铺垫,但其内容是基础,仍是重中之重。强化知识部分与智能控制息息相关,是教材编写的重点,这部分将介绍智能控制算法、智能材料及其特性、智能装置三方面内容。首先,梳理土木工程结构振动控制中常见的算法,如模糊控制、神经网络控制、鲁棒控制等;其次,介绍智能材料及其特性,如形状记忆合金、压电材料和磁流变材料等;最后,从单体到整体介绍智能装置。教材最后一部分为实践环节,通过给定学生相关主题,如利用磁流变材料设计一种智能装置,充分发挥学生的创造力,并鼓励学生借助小型振动台进行验证。

三部分内容好比一栋建筑的建造与使用:基础知识部分是地基,地基不牢、地动山摇,夯实的地基能为后续创造保驾护航;强化知识部分是建筑结构,应稳固、合理;实践环节对应投入使用的建筑,在使用过程中检验是否完美达到了预期目标。基于上述思路,教材的章节框架如图2所示。

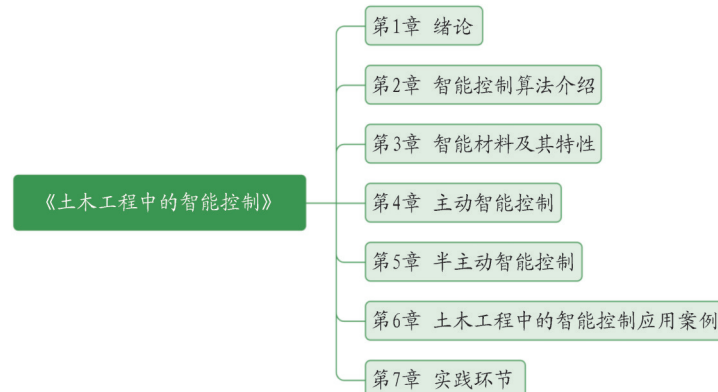


图2 教材内容架构

(二) 教材建设的基本特点

教材建设的基本特点决定着各章节的内容。以解决问题为目的,本次教材建设的基本特点可概括为以下五点。

1. 重基础,突出基本理论与方法

基本理论与方法在振动控制中是共通的,这部分内容将是本教材和其他相同主题教材的核心,是可迁移的“活”知识。在信息技术高度发展的背景下,“活”知识可以更好地帮助学习者解决问题^[5]。例如,在振动控制的理论研究中,运动方程是基础,根据不同的控制方式可以施加不同的控制力。最初接触运动方程是在结构动力学中,从单自由度结构无控状态下的运动方程到多自由度结构有控下的运动方程,知识不断迁移,但方程的基本形式不变。在智能控制中也是如此,不同的智能装置可以给结构施加不同的控制力,仅需在方程对应位置进行适当修改。因此,必须将基础知识夯实,让学生知其然,知其所以然。

2. 强实践,深化控制方法与应用

现有部分教材存在理论性强、实践性弱的问题,导致学生虽然学到了理论知识,但是不知道如何应用,或是陷于已有的应用框架之中,无法深入探索新形式和新方法。为了避免发生此问题,本次教材的编写特别注重实践环节的引入。实践环节的基本编写思路如下:在案例介绍的基础上,给定一个主题,如设计基于磁流变材料的阻尼器装置,并利用某种控制算法实现连续可变刚度。随后,给出一种解答方案,鼓励学生更换算法或者装置,提出新的方案。教材还可配套提供振动台试验相关视频资源,使装置更加可视化。这部分内容旨在鼓励学生“学”中“做”,“做”中“学”。强实践,对提升学生的工程素质和创新能力大有裨益。

3. 新内容,更新算法装置与案例

近年来,国内外学者围绕智能控制进行了大量的深入研究,然而相关研究成果尚未编入现行教材,许多课程教学仍沿用二十年前的内容,导致知识体系与学科前沿脱节,难以满足当前人才培养的需求。因此,需要紧跟学科发展前沿,及时更新教材内容,融入先进科研成果,编写能够反映现代科学文化水平的教材。这对培养应用型、复合型、创新型高素质智能建造人才具有重要意义。

4. 增思政,强化学生责任与担当

教育的落脚点是培养面向未来的复合型专业人才。国家需要的人才不仅要具备扎实的专业基础,还要担负起国家社会发展的责任,具备浓厚的家国情怀和良好的道德修养。因此,要注重将思政内容巧妙地融入教材建设,可以在章节引言、实践案例中加入思政知识。土木类课程具有开展思政教育的天然优势,众多工程实践中体现着家国情怀、工匠精神和团队协作精神,应利用好这一优势,将思政内容融入新编教材,于润物无声中激发学生的爱国强国热情。

5. 伴授课,配合教师授课与演示

教材要应用于课程教学,辅助学生理解与转化知识。本次编写的图书将作为智能防灾课程的教材。该课程主要采用工坊式教学,突出学生主体地位,引导学生通过自主思考、小组研讨、成果汇报等方式,掌握智能控制相关知识。在学生主动学习的过程中,编写的《土木工程中的智能控制》教材将起到重要的作用。

四、“纸数融合”新形态教材建设

纸质教材缺乏多维交互学习平台的支持,难以与学生建立有效联系并激发其学习兴趣。针对这一问题,可以借助信息技术,打造“纸数融合”一体化教材^[6]。以纸质教材为基础,依托二维平台,

打造三维内容。例如,依托出版社平台建设二维码新形态教材,将课程中的重点、难点,以及思政内容嵌入其中,同时配备课程PPT,帮助学生更好地提炼教材重点内容。线上资源不受时间与地域的限制,为学生自主学习提供便利。此外,“纸数融合”新形态教材能够更好地融合课程思政、行业前沿案例等多维内容,并以微课形式呈现,将知识传授由单一课堂扩展至立体化信息技术平台,全方位实现人才培养目标。

五、结语

教材是教学的基本依据和核心载体,作为培养人的精神食粮,教材的质量直接影响着教育的质量^[7]。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,针对现有教材资源不足、时效性和经济性难以平衡等问题,打造符合时代要求的《土木工程中的智能控制》教材。在这一过程中,对新编教材的总体架构和突出特点进行了详细说明,突出特点可概括为强基础、重实践、新内容、增思政、伴授课。同时,针对单一纸质教材力量较为薄弱的问题,提出结合现有信息技术,打造“纸数融合”新形态教材,利用二维码教材、微课等形式,实现全方位育人。《土木工程中的智能控制》既可作为智能建造专业的课程教材,又可作为非专业学生了解智能控制知识的工具书。

参考文献:

- [1] 靳玉乐,王满晨. 新时代教材建设的基本经验及趋势[J]. 课程教材教法, 2023, 43(8): 33-40.
- [2] 曾祥远,温童歌,李俊峰. 成果导向教育的教材建设初探——以《最优控制》为例[J]. 力学与实践, 2023, 45(6): 1385-1392.
- [3] 教育部办公厅关于组织申报第二批国家教材建设重点研究基地的通知[EB/OL]. (2021-11-09)[2024-02-11]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202111/t20211112_579275.html.
- [4] 吕建晴,潘信林. 坚持“六个必须”,加强教材建设[J]. 基础教育课程, 2023(17): 30-35.
- [5] 纪晓东,钱稼茹,赵作周. 清华大学高层建筑结构精品课程及教材建设[J]. 高等建筑教育, 2023, 32(1): 88-95.
- [6] 潘正军,赵莲芬,袁丽娜. 数据科学与大数据技术专业“纸数融合”一体化新形态系列教材建设[J]. 计算机教育, 2024(2): 198-202.
- [7] 王日春. 新时代高质量教材的本质特征及其实现策略[J]. 课程教材教法, 2023, 43(7): 24-29.

Exploration on problem-oriented intelligent control in civil engineering textbook construction

LU Zheng, WU Weiwei

(College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

Abstract: In the new stage of all-round development of education and teaching reform, the attention to the construction and reform of textbooks is obviously insufficient, but textbooks play an irreplaceable role in talent training. Entering the new era, under the guidance of Xi Jinping Thought on Socialism with Chinese Characteristics for a New Era, the construction of problem-oriented textbooks is the key point. This paper finds out problems in the existing textbooks through investigation and research, and puts forward the general framework and general characteristics of the new edition textbook construction. Meanwhile, it proposes to explore new paper-digital integrated textbooks by means of information platforms. Textbook construction can lay a solid foundation for the cultivation of intelligent construction professionals, and also serve as a useful reference for the construction of other new engineering textbooks.

Key words: intelligent control in civil engineering; textbook investigation; textbook construction; talent training

(责任编辑 代小进)