



## 建筑结构试验智慧化教学探索与实践

徐杰<sup>1,2,3</sup>, 姜晓峰<sup>2,3</sup>, 王启辰<sup>2,3</sup>, 孙雅丹<sup>2,3</sup>

(1. 天津大学 中国地震局地震工程综合模拟与城乡抗震韧性重点实验室, 天津 300350;

2. 天津大学 滨海土木工程结构与安全教育部重点实验室, 天津 300350;

3. 天津大学 建筑工程学院, 天津 300350)

**摘要:** 建筑结构试验是土木工程专业学生的一门理论性、实操性和系统性较强的专业基础课。随着数字化、网络化、智能化和多媒体化等信息技术的不断发展, 全周期教学智慧化是教育与教学发展的必然趋势。天津大学建筑结构试验教学团队在多年试验教学的基础上, 针对建筑结构试验这门课的智慧化教学进行了探索与实践。在“互联网+黑板+移动终端”的推动下打破传统“师讲生听”的教学模式, 通过对课程设计、教学流程智慧化的探索, 对教学新技术新方法的探究提出了以学生为中心的全周期教学智慧化的教学理念, 并在实践教学进行了探索。实践表明在该教学理念指导下学生由被动变为主动, 真正融入了教学的各个环节, 教学效果显著提高, 可为其他高校提供借鉴参考。

**关键词:** 建筑结构试验; 智慧化教学; 课程微化设计; 全周期教学; 课程思政; 雨课堂

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

DOI: [10.12179/1672-4550.20210043](https://doi.org/10.12179/1672-4550.20210043)

## Exploration and Practice of Intelligent Teaching of Building Structure Test

XU Jie<sup>1,2,3</sup>, JIANG Xiaofeng<sup>2,3</sup>, WANG Qichen<sup>2,3</sup>, SUN Yadan<sup>2,3</sup>

(1. Key Laboratory of Earthquake Engineering Simulation and Seismic Resilience of China Earthquake Administration, Tianjin University, Tianjin

300350, China; 2. State Key Laboratory of Hydraulic Engineering Simulation and Safety, Tianjin University, Tianjin 300350, China;

3. School of Civil Engineering, Tianjin University, Tianjin 300350, China)

**Abstract:** “Building structure test” is a theoretical, practical and systematic specialized basic course for students of civil engineering. With the continuous development of information technology such as digitization, networking, intelligence and multimedia, the intellectualization of the whole cycle of teaching is an inevitable trend of the development of teaching and education. Based on many years of experimental and practical teaching, the teaching team of the building structure test in Tianjin University has explored and practiced the intelligent teaching of the course. Under the impetus of “Internet + blackboard + mobile terminal”, we have changed the traditional teaching mode of “teacher-teaching and students-listening”. Through the exploration of the curriculum design, intelligent teaching process, new teaching technologies and new methods, we have put forward the student-centered teaching concept for the whole cycle of teaching, and practiced it in the actual teaching. The practice shows that the attitude of students is changed from passive to active, making them truly participate in all procedures of teaching, and the teaching effect is significantly improved, which can provide a reference for other colleges and universities.

**Key words:** building structure test; intelligent teaching; course micro design; whole cycle of teaching; course ideology and politics; rain class

天津大学开设的“建筑结构试验”是土木工程专业学生的一门理论性、实操性和系统性较强的专业基础课, 由试验理论和试验操作两部分组成。该课程学习目标分为 3 个层次。

1) 知识目标: 了解建筑结构试验与检测的发展概况, 理解建筑结构试验与检测的基本原理,

掌握建筑结构试验的设计方法及实际操作, 熟练掌握混凝土结构、钢结构现场检测的常用方法。

2) 能力目标: 提高学生试验技能, 使学生具备从事新理论、新材料、新工艺和新结构等科学研究的基本试验能力; 培养学生科学试验的思维, 从而提升学生使用科学试验思维分析及解决

收稿日期: 2021-01-26; 修回日期: 2021-09-01

基金项目: 教育部、科技部 2020 年度高等学校学科创新引智计划(B20039); 国家自然科学基金联合基金项目(U1939208)。

作者简介: 徐杰(1982-), 男, 博士, 副教授, 主要从事结构健康监测、高性能材料及试验新技术方面的研究。

科学问题和实际工程问题的能力。

3) 情感目标:通过试验科学方法论的传授和课程思政的融入,培养学生实事求是的科学态度和不断探索的科学精神,增强学生对土木工程专业的兴趣,激发学生的学习热情,培育学生投身祖国工程建设的意愿,树立科学发展观。

实验教学对培养学生的动手实践能力及培养创新人才具有不可替代的作用<sup>[1-2]</sup>,而实验教师是实验教学实施的主体<sup>[3]</sup>,只有不断提高实验教师的科研和教学能力,才能在实验教学中不断引进先进的教学方法、手段及前沿新技术,特别是充分利用日益兴起的微课<sup>[4]</sup>、雨课堂及反转课堂<sup>[5-6]</sup>、虚拟仿真<sup>[7-9]</sup>等新技术,配以科学现代的实验室管理措施<sup>[10-12]</sup>,从而提高实验教学质量,为培养创新人才奠定基础。

本文介绍了天津大学建筑结构试验课程教学团队通过对智慧化教学的探索,对教学新技术新方法的探究,在“互联网+黑板+移动终端”的推动下打破传统“师讲生听”的教学模式,开展以学生为中心的全周期教学智慧化的创新成果。

## 1 课程设计

### 1.1 课程“微化”

合理的课程设计是讲好一门课的前提。著名教育家 Nugent Brigid 教授指出“*We do less and they will learn more*”,也就是老师一次讲的东西越少,学生注意力越集中,理解得越透彻,学到的也越多。基于此,本团队打破原课程所有试验内容一次性讲授的课程设计方式,将其有针对性地“微化”为 I、II、III 三个阶段,具体信息如表 1 所示。

表 1 课程设计信息对比

课程设计	阶段	开课时间	讲授内容	授课对象
原课设计		大三下学期	所有课程内容:理论、试验(12个)	全体
	I	大二下学期	试验与检测基础:理论、试验(5个)	全体
	II	大三上学期	专业基础试验:理论、试验(5个)	全体
微化设计			桥梁专业试验:理论、试验(3个)	桥梁方向
	III	大三下学期	结构专业试验:理论、试验(3个) 岩土专业试验:理论、试验(3个)	结构方向 岩土方向

这样微化设计的优点体现在:

1) 避免原来课程“一股脑”式讲授的设计,每个阶段内容相对较少,学生注意力集中,理解透彻,为学生由被动变主动学习提供条件;

2) 提高理论课程与试验课程结合的实效性,即大二下学期学完相关基础知识课程后便可进行基础性试验学习,大三学完混凝土课程后立刻进行混凝土相关的专业基础试验,避免了原来理论课与试验课脱节的问题;

3) 增强专业实验的针对性,III 阶段不再是原来的大类实验,而是针对 3 个不同专业方向的学生开设了对应专业实验,进一步“微化”,增强专业试验课程的实用度。

### 1.2 全周期教学智慧化

建筑结构试验课程的教学充分利用雨课堂,将课前-课上-课后的每一个环节都赋予全新的体验,可以实时、客观、全面地反映当前的教学状态,推动全周期教学的智慧化。

#### 1.2.1 灵活的课前推送

丰富的教学资源可以轻松布置课前学习任务,包含 PPT、视频、老师语音等,随时随地推送到学生微信,便于学生预习。同时也能够让老师及时、充分地了解学生的认知水平和难点,从而有针对性地设计教学,真正做到以学生为中心。

#### 1.2.2 创新的课上互动

课上 PPT 实时推送,一键发送融入 PPT 的习题(主客观题、投票题,附件作答、拍照上传、语音回复),可限时、续时作答,随讲随测,测验结果及时统计呈现;弹幕、投稿、课堂红包、随机点名等操作,极大地增强了课堂互动的趣味性和学生的参与感。

#### 1.2.3 及时的课后反馈

课后可以及时得到该课程的教学反馈及教学数据分析,包括学生表现、不懂知识点、学生考勤等统计数据,可以有针对性地进行教学反馈,使教师教学更精准,学生学习更便捷。

### 1.3 课程思政灵活融入

教学内容设计时将“大国重器”等引入到试验教学中来,无形中进行课程思政的融入。如通过天津大学成功研制的世界上第一台“双子台水下振动台”与世界振动台发展现状的对比讲解,从而激发学生对母校的热爱<sup>[13]</sup>;通过“十三五”国家重大科技基础设施“大型地震工程综合模拟

试验设施”“超重力离心模拟与实验装置”等大国重器的讲解，彰显我国试验技术的世界领先地位，从而提升学生对我国科技的自信心和自豪感，进而培养学生实事求是的科学态度和不断探索的科学精神，增强学生对土木工程专业的兴趣，激发学生的学习热情，培育学生投身祖国工程建设的意愿，树立科学发展观，真正实现“思政育人”的目的。

## 2 教学流程设计

本课程充分利用雨课堂等信息技术，以“以学生为中心”为原则，对 I、II、III 阶段讲授内容的理论部分、试验部分进行了教学流程设计。

### 2.1 理论部分设计

理论部分设计流程如图 1 所示，采用“教师讲授+部分翻转课堂”的设计。首先由授课教师讲授，带学生入门；然后再有针对性地挑选知识点、章节等进行课堂翻转。通过雨课堂将视频、PPT 等资料发给学生，根据学生学习的反馈信息进行设计，将翻转穿插在教师的讲授课程之中，充分调动学生的参与感和积极性。

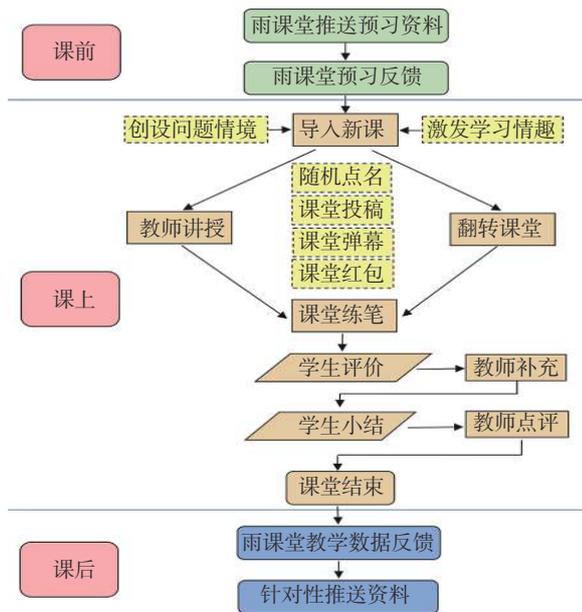


图 1 理论部分设计流程

### 2.2 试验部分设计

试验部分设计流程如图 2 所示，采用“仿真教学+角色翻转”的设计。通过雨课堂将仿真视频发给学生，要求学生进实验室之前学习仿真视频，掌握试验的原理和操作过程，然后根据学生

学习的反馈信息进行现场试验的组织设计。进入实验室后角色翻转，以学生为中心进行回顾、讲解和总结，老师补充、点评，让学生真正成为试验操作课程的主角。

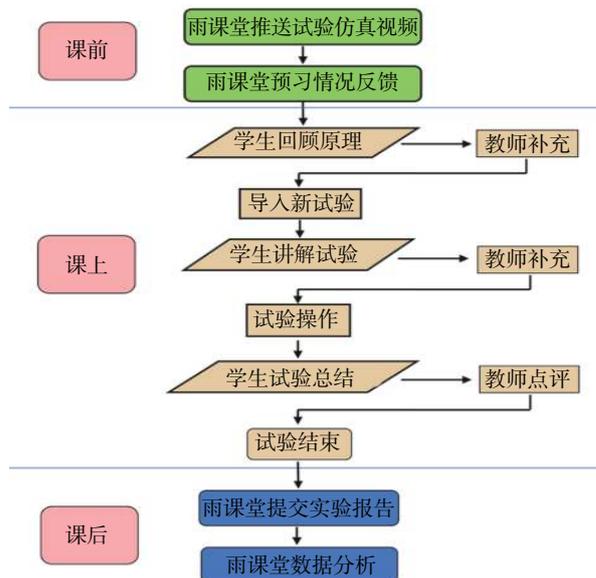


图 2 试验部分设计流程

## 3 教学效果

### 3.1 成绩提高

该课程自 2016 年开始进行智慧化教学创新，创新后学生成绩显著提高。2015 年和 2017 年创新前后成绩的统计分析如图 3 所示。由图 3 可知，创新后学生的整体成绩有所提高，同时高分同学比例增加，其中成绩在 80~90 分之间的学生人数比例由原来的 49.6% 提高到了 51.8%，成绩在 90 分以上的学生人数比例由原来的 16.5% 提高到了 27%。

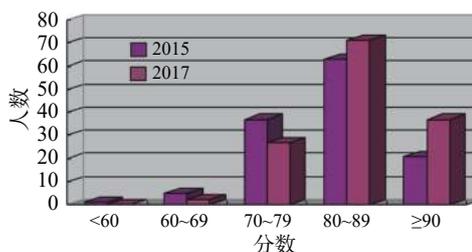


图 3 教学创新前后成绩分析

### 3.2 能力提升

由表 2 所示的天津大学大学生创新训练项目统计数据可知，课程创新后学生的试验能力和运用科学试验思维解决问题的能力明显提升。其

中,原课程下的学生在创新项目中运用试验方法的比例为27%和25%,而新课程下的学生在创新项目中运用试验方法的比例为44%和47%,与原来相比显著提升。

表2 建工学院大学生创新项目统计

	年份	理论 分析/项	数值 模拟/项	试验 研究/项	试验 占比/%
创新前	2015	3	16	7	27
	2016	5	22	9	25
创新后	2017	4	21	20	44
	2018	5	19	21	47

注:本表中数据仅统计已学习过建筑结构试验与检测课程学生的项目;统计项目包含了国家级、市级和校级项目;如一个项目同时涉及不同方法,则各算一项;2016年开始课程创新,学生2017年开始申报。

#### 4 结束语

建筑结构试验这门课以学生为中心,其全周期教学智慧化创新显著提高了教学效果,学生由被动变为主动,真正融入了教学的各个环节,体会到了学习的快乐,对于推动智慧化教学起到了一定的示范作用。在该课程教学创新的实践过程中发现有以下两个方面需要进一步完善。

1) 增强教学团队。创新是需要付出的,特别是启动阶段,由于要打破原来的课程设计,因此需要与教务、实验室等多方进行沟通。与此同时,为了保持教学手段的先进性、教学内容的与时俱进性,每次开课前的准备工作很多,大大增加了教师的工作量。基于此,考虑进一步增强教学团队,提升团队的创新能力,群策群力,集体创新,进一步推进教学智慧化的发展。

2) 建立虚拟仿真实验室。目前试验环节的课前准备主要是学习仿真视频,通过看视频了解试验的操作过程,这种学习方式虽然可以满足基本的教学要求,但是根据教学反馈发现还不是特别理想。因此拟计划申请建设虚拟仿真实验室,这样学生的课前准备就不仅限于原来的“看”,而且可以在虚拟实验室里面进行实操练习。

目前大部分试验类的课程,由于其理论性和实操性很强,且受到试验条件等因素的影响,现阶段试验教学往往以老师讲为主,学生往往处于

机械的被动学习状态,无法真正融入试验课的教学,对试验技能和试验思维的理解浮于表面。建筑结构试验课程以学生为中心的課程创新将学生学习由被动变为主动,以学生为中心的理论部分和试验部分的课程设计及其雨课堂等教学技术的应用可为同类试验课程教学提供参考。

#### 参考文献

- [1] 肖玉. 加强实验教学示范中心建设 培养学生的创新[J]. *实验室研究与探索*, 2014, 33(7): 157-160.
- [2] 许云. 普通高校专业实验室面临的问题与对策[J]. *实验科学与技术*, 2017, 15(2): 139-141.
- [3] 习友宝, 吕明, 余魅. 示范中心建设与学生实践能力培养[J]. *实验科学与技术*, 2013, 11(4): 287-288.
- [4] 卢行伟, 田茂毅, 李庆. 基于微课和雨课堂的计算机混合实验教学模式[J]. *实验技术与管理*, 2018, 35(6): 203-206.
- [5] 张其亮, 杜晓明. 雨课堂在计算机软件类实验课程翻转教学中的运用[J]. *实验科学与技术*, 2020, 18(6): 51-55.
- [6] 李超超. 基于雨课堂的翻转课堂“嵌入式一体化”教学模式设计研究——以三亚学院《马克思主义基本原理概论》为例[J]. *高教学刊*, 2018(9): 22-24.
- [7] 熊宏齐. 国家虚拟仿真实验教学项目的新时代教学特征[J]. *实验技术与管理*, 2019, 36(9): 1-4.
- [8] 郭婷, 杨树国, 江永亨, 等. 虚拟仿真实验教学项目建设与应用研究[J]. *实验技术与管理*, 2019, 36(10): 215-217.
- [9] 张宁, 赵毅强, 兰旭博, 等. “新工科”背景下关于虚拟仿真实验的几点思考和建议[J]. *实验技术与管理*, 2020, 37(3): 185-188.
- [10] 殷社萍, 王皎月. 移动互联网时代高校实验室智能化管理与实践[J]. *实验技术与管理*, 2018, 35(10): 256-258.
- [11] 张坤, 徐静, 陈长宝, 等. 基于微信平台的仪器分析实验教学改革研究[J]. *实验科学与技术*, 2020, 18(6): 66-70.
- [12] 秦淑芳, 严士常, 陈文昊, 等. 现代高校实验室设备动态管理思路与实践[J]. *实验科学与技术*, 2021, 19(2): 141-145.
- [13] LI Z X, WU K, SHI Y D, et al. Coordinative similitude law considering fluid-structure interaction for underwater shaking table tests[J]. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 2018, 47(11): 2315-2332.

编辑 张莉