

结构力学线上线下混合式一流课程建设实践

中国矿业大学 鲁彩凤 吕恒林 张营营

摘要: 本文以我校国家级一流本科课程结构力学为例,对线上线下混合式一流课程建设过程进行了总结,介绍了将传统课堂、线上课堂、线下翻转课堂及慕课堂相结合的线上线下混合式教学实践过程;并基于整体学习人数、课程考核结果及课程评价等,对混合式教学效果进行了统计分析,以望对相关课程的建设工作提供些许借鉴。

关键词: 结构力学; 一流课程; 线上线下混合式; 课程建设; 慕课

结构力学是土木工程专业的学科基础课程,主要讲解各类杆件结构在各类外因(载荷作用、温度变化及支座沉降等)下内力、位移及稳定性的分析原理及计算方法^[1-2]。该课程于2015年被列入中国矿业大学(以下统称为“我校”)首批慕课课程建设,同年在超星慕课平台上线,经历多次试运行并经不断完善后,于2019年获批我校线上线下混合式一流本科课程建设,同年正式上线到“中国大学慕课”平台并向全网免费公开授课,课程教学网址分别为:<https://www.icourse163.org/course/CUMT-1206220811>(上册);<https://www.icourse163.org/course/CUMT-1206217804>(下册)。2020年,我校结构力学课程被认定为首批国家级一流本科课程(线上线下混合式)。

截止目前,该课程在超星、中国大学慕课平台已累计成功开课10次,累计学习人数近3万人。本文将我校结构力学一流课程建设为例,对慕课建设及混合式教学实践整个过程进行总结与反思,以望对相关课程建设工作提供些许借鉴。

1 结构力学慕课建设

基于我校结构力学课程质量标准、慕课自身特点及中国大学慕课平台相关要求等,结构力学慕课建设经历的设计制作等过程如图1所示。

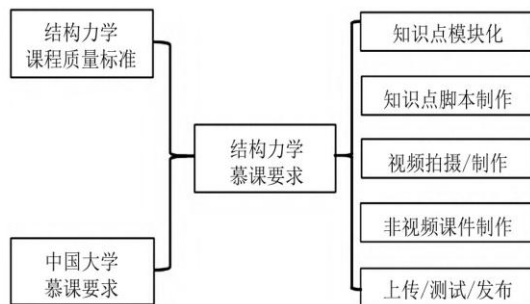


图1 结构力学慕课设计制作过程

表 1 知识点 (学习单元) 脚本制作模板

| | | | | | | | |
|---------|-------|--|------|--------|------|--------|----|
| 知识点名称 | | | | | | | |
| 多媒体文件类型 | | <input type="checkbox"/> PPT <input type="checkbox"/> 视频 | | 授课教师姓名 | | | |
| 视频录制时间 | | | | 视频时长 | | | |
| 设计思路简述 | | | | | | | |
| 教学过程 | | | | | | | |
| 结构 | 教学内容 | 教学方法 | 界面呈现 | 视频效果 | 旁白字幕 | 时间安排 | 备注 |
| 片头 | | | | | | 约 20 秒 | |
| 导言 | | | | | | | |
| 正文讲解 | 第一部分 | | | | | | |
| | 第二部分 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 结束语 | 总结及反思 | | | | | 约 30 秒 | |
| 片尾 | | | | | | 约 10 秒 | |

1.1 知识点梳理/模块化

为适应网络时代的自主学习特点，将传统课程转化成慕课，要在梳理课程知识体系的基础上对知识点进行模块化，以分解学习步骤，这是慕课制作的前提。模块划分要恰当，一方面要让每个学习单元有完整的知识点内容，同时要控制每个学习单元的相应视频学习时长约为 10 分钟，最长不超过 15 分钟。每个学习单元就是一个模块，慕课就不再以学时为单位，而以模块为单位。据此，我们将结构力学上册的 10 章(共 62 节) 教学内容，分解成 107 个知识点(学习单元)，结构力学下册的 4 章(共 26 节) 教学内容划分为 38 个学习单元。

1.2 知识点脚本制作

为了提高慕课建设的效率及整体质量，教学团队先针对各知识点撰写了较为详实的制作脚本，这是制作非视频课件及视频课件时的重要依据。针对后期采用演播室拍摄方式，设计

了如表 1 所示的脚本模板。这里，将各知识点的教学过程大体分解为导言、正文讲解、结束语三个教学环节，前后还有形式统一的片头和片尾。

导言，通常是用一个工程实例、社会现象或科学实验等引入学习主题，并明确本视频的学习要点。以知识点“悬索结构”为例，设计时直接引入生活和工程实例展开教学。比如，我们身边就有悬索结构，如秋千、吊床等。在古代就曾用竹子、藤等材料做吊桥跨越深谷，现代悬索结构被广泛应用到大跨度桥梁及屋盖工程中，如江阴大桥为中国第一大桥。通过这些大大小小的生活和工程实例，学生在感受悬索结构广泛应用的同时，自然而然地就去探索这类结构的受力特点，这也是自主学习的过程。结束语，一般为总结及反思，也可以采用启发式教学，比如准备与知识点相关的开放式话题供学生课下思考，以深化脚本设计的内涵。

界面呈现反映了将来制作视频时的界面内容，在保证内容完整的基础上，界面上呈现的内容尽量精炼，布置合理且有层次感。视频效果是指界面内容的动态呈现方式，如基于知识点的特点可选择采用二维或三维的动画演示、场景模拟、链接其他数字资源、画外音等，这主要是指导后期的视频录制及剪辑。比如在结构力学视频中，充分利用了动画特效来诠释某些抽象的知识点，如几何常变体系、瞬变体系及影响线等，以便于学习者更好地理解。

音频旁白和字幕是指与视频同步的语音文字，是脚本设计的核心内容。慕课是以短视频(还有交互式练习)为主要课程形态，这就要求我们在脚本设计时要反复推敲授课内容，先讲什么，后讲什么，如何讲，语言组织要清晰、精炼，还要控制好讲课节奏，这相当于设计者在脚本设计时已对后期视频拍摄中的讲课节奏、语言组织、媒体效果等进行了预演。在备注栏中体现讲课教师的其他诉求，如视频拍摄、制作时要求出境及形式要求等。

1.3 教学视频拍摄/后期制作

授课视频是慕课知识点最重要的载体。慕课视频的呈现形式主要有拍摄式和录屏式两大类，其中拍摄式可以随堂实录、演播室拍摄或户外实景拍摄等，录屏式有单纯录 PPT 和 PPT+教师形象等形式。

结构力学课程共有 145 个教学短视频，均聘请了北京世纪超星信息技术发展有限责任公司在专业摄影棚内拍摄并负责后期制作。即主讲教师站在“绿幕”前对着摄像机授课，并利用多台摄像机同时拍摄多角度画面，为保证拍摄顺畅，在摄像机旁放置“提词器”供授课老师参考，录制的高清视频再由专业团队结合 PPT 课件内容对其后期加工。这样制作的教学视频，画面品质高，主讲教师可适时“出境”并结合手势、表情等讲课，这可能更符合学生的学习习惯。

多机位拍摄视频的制作成本较大，这不仅包括资金投入，更重要的还是人力成本。在结构力学课程视频后期制作时，由于专业制作团队对授课内容的理解确实存在较大难度，这就需要授课教师反复就界面内容、视频效果、旁白字幕及人像等问题与其沟通，耗费时间和精力甚多，但有时视频成片还难达理想效果。

1.4 非视频课件制作

慕课中非视频课件包括讨论、作业、测试及其他阅读材料等，通过与教学视频有效地配合，增加慕课学习的互动性。在结构力学慕课中，除制作有所有课程知识点的高质量教学视频外，还提供与各知识点相配套的多媒体课件、电子教案、随堂测验、随堂讨论、单元测验、单元作业及工程案例等非视频资源。

结构力学 (上)
吕恒林、鲁彩凤、张蕾蕾、范力、舒前进

课件

- 结构力学 (上) 期末考试
- ∨ 第一章 绪论
- ∨ 第二章 平面杆件体系的几何组成分析
- ∨ 第三章 静定梁和静定刚架
- ∨ 第四章 静定拱和悬索结构
- ∨ 第五章 静定桁架和组合结构
- ∨ 第六章 结构位移的计算
- ∨ 第七章 力法
- ∨ 第八章 位移法
- ∨ 第九章 渐近法
- 期中试卷 (1-6章) -2019
- ∨ 第十章 影响线及其应用
- 期末试卷 (A卷: 7-10章) -2020

结构力学 (下)
吕恒林、鲁彩凤、卢丽敏

课件

- ∨ 第十一章 矩阵位移法
- ∨ 第十二章 结构的极限荷载
- ∧ 第十三章 结构的稳定计算
 - 13.1 概述
 - 13.2 用静力法确定临界荷载
 - 13.3 用能量法确定临界荷载
 - 13.4 具有弹性支座压杆的稳定
 - 13.5 剪力对临界荷载的影响
 - 13.6 变截面杆的稳定问题
 - 第13章测验(稳定性) 提交截止时间: : 2020/11/30 23:30 / 可尝试 3
 - 第13章作业(稳定问题) 提交截止时间: 2020/10/19 23:30 / 老师
- ∨ 第十四章 结构的动力计算

教学内容编辑常见问题

提示: 每一个课时至少有一个视频类型的教学内容

第三章 静定梁和静定刚架
3.4 静定平面刚架

视频1: 3.4 静定平面刚架(1)

视频2: 3.4 静定平面刚架(2)

视频3: 3.4 静定平面刚架(3)

课件: 3.4 静定平面刚架

讲义: 3.4 静定平面刚架

3.4节随堂测验

3.4节讨论

图 2 结构力学课程数字化资源示例

其中, 近千道测验题全部为客观题(判断题、选择题), 采用题库录入的方式添加题目, 测试卷由系统根据设定的题目类型个数在题库中随机抽取生成, 由系统自动批改。讨论题全

部为主观题, 主要是考查学生对知识的理解和融会贯通的能力, 可采用慕课平台中“学生互评”功能进行批改。图 2 为该课程在“中国大学慕课”平台上典型的数字化资源示例。

2 多媒体教材建设

团队主编的多媒体课程教材《结构力学》，是国家级一流本科课程及结构力学慕课的配套教材，也是“十三五”江苏省高等学校重点教材、第三届煤炭行业优秀教材。

全书分上、下两册，共十四章，并配套有学习指导书，合计 112 万字。上册为基础内容，共十章，内容包括：绪论、几何组成分析、静定结构内力及位移计算、超静定计算方法(力法、位移法、渐近法)、影响线及其应用。下册为专题内容，共四章，内容包括：矩阵位移法、极限载荷、稳定性及动力分析。教材从“大土木”的专业要求出发，在保证课程内容体系系统性的基础上，坚持理论严谨、重点突出、理论联系实际、深入浅出的原则，从结构力学的基本概念、基本原理出发，以工程实践为背景，重点讲解结构的力学分析及计算方法。指导书内容包括：各章的学习要求、基本内容、典型例题以及较丰富的习题并附有答案。其中，习题大致分为两种类型，一类着重于基本概念的掌握，另一类着重于典型工程结构的解题方法的训练。

另外，教材中对重点、难点及典型例题等内容还增加了数字化资源的二维码链接，读者扫描书中的二维码即可观看或阅读相关数字化资源。

3 结构力学线上线下混合式教学

实践

线上课程的建设，为线上线下混合式教学模式的实践创造了必要条件。结构力学线上线下混合式教学^[3-6]，是基于自建的慕课课程，运用中国大学慕课平台上的智慧教学工具“慕课堂”，安排一定的教学学时实施学生线上自主学习，并与线下面授有机结合开展翻转课堂教学。线上线下混合式教学设计时，授课教师应将工作重点从个人讲授转移到课程的组织与开展。“慕课堂”作为一体化混合式教学工具，不仅能帮助快捷开展例如课堂签到、随堂练习、讨论、调查问卷等教学活动，还可以帮助汇总学生线下课堂与线上课程详细学习数据，是探索与实践线上线下混合式教学的好帮手。

3.1 线上自主学习教学方案设计

根据教育部颁布的《“双万计划”国家级一流本科课程推荐认定办法》，线上线下混合式一流课程要安排 20%~50%的教学时间实施学生线上自主学习。根据结构力学课程特点，线上教学内容分配侧重于基本知识的学习，线下教学内容分配侧重于能力训练，安排约 30%的教学学时实施学生线上自主学习。自主学习内容大多数是一个学习单元(知识点)的部分内容，少数是一个完整的知识点。

自主学习包括课前自主学习模块及课后自主学习模块。课前自主学习

表 2 在线自主学习指导性方案设计示例

| 课前自主学习任务单 | |
|-----------|--|
| 学习内容 | § 14-4 单自由度体系在任意载荷下的强迫振动 |
| 学习平台 | 中国大学慕课平台 结构力学(下): https://www.icourse163.org/course/CUMT-1206217804 |
| 学习设备 | 电脑、手机等 |
| 学习资源 | 教材: 结构力学(下), 中国建筑工业出版社, 吕恒林等, 2019; 在线资源: 教学视频、电子教案、随堂测验、随堂讨论、工程案例 |
| 学习方法 | 阅读文档, 视频观看, 自主探究; 小组互学、同伴助学; 归纳总结; 案例练习等。 |
| 学习任务与目标达成 | 1、自主学习教材相应章节内容, 了解单自由度体系在各类常见载荷作用下运动方程的建立方法及力学含义; 2、自主观看线上教学视频, 加深理解知识点, 并完成随堂测试; 3、任选一道例题自主完成解题过程, 学会用所学知识解释实际工程或生活中存在的振动力学问题; 4、自主完成线上相应知识点的基础测试题; 5、参与慕课平台上的师生间及同伴间的互动交流。 注意: 老师会在线跟踪学生的学习进度哦。 |
| 问题建议 | 1、提出自主学习过程中还存在的问题; 2、对教师整体教学提出建议。 |
| 课后自主学习任务单 | |
| 线下作业 | 书面作业: 分别完成突加长期、短期荷载下结构振幅及动力放大系数计算题各一道。 |
| 线上作业 | 1、继续观看线上教学视频, 尤其加深巩固知识点中的重点和难点内容; 2、完成慕课平台上相应章节内容测试; 3、参与慕课平台上的互动交流。 |

模块, 是授课教师根据知识点内容编制导学案并于课前两三天通过慕课堂发布学习任务, 学生通过慕课平台自主观看相关教学视频及其他学习资料, 或根据分配任务搜集教学资源, 并通过有针对性的在线课程练习反馈对知识点的掌握程度。老师通过慕课平台跟踪学生的学习进度, 并能做到及时评价、督促, 更重要的是要根据学生课前自主学习程度及时调整线下教学活动。

课后自主学习模块, 是教师将课堂教学阶段中学生出现的问题、线下作业及线上测试等发布到慕课平台上, 学生完成有针对性的作业, 复习巩固知识点。作业批改可灵活结合平台自动批阅、教师批改及同伴批改等。同时, 通过慕课平台上的讨论区, 师

生之间、生生之间还可以沟通和分享课程中的疑问和收获。表 2 为课前、课后在线自主学习指导性方案设计示例。

3.2 线下翻转课堂教学方案设计

结构力学线下课堂采用翻转课堂形式, 师生、生生面对面交流, 通过教师讲解、分组讨论、随堂练习、示例详解、调查问卷及综合拓展等不同形式的教学活动, 协作探究学习的重点及难点。对线下课堂教学活动中发布的相关内容, 授课教师需提前通过慕课堂完成完整的备课, 并根据学生课前自主学习情况如在线学习参与度、随堂测验完成质量及集中反馈的学习问题等, 及时调整线下教学活动。线下课堂中各教学环节, 可以是教师主导或学生主导, 也可以是教师和学生

表 3 线下翻转课堂教学实施流程示例

| 教学步骤 | 教学内容 | 教师活动 | 学生活动 | 用时/分 |
|--------|---------------------------------|---|------------------------------------|------|
| 课前检验 | 检验线上课前自主学习效果。 | 慕课堂发布问题 (瞬时载荷振动、杜哈梅积分); 课前自主学习情况分析。 | 利用慕课堂竞答; 自我批评或表扬。 | 3 |
| 新课引入案例 | 引导思考: “9.11 事件”中, 世贸大厦为什么会整体倒塌? | 播放视频, 举出案例, 引入问题; 分析问题, 引入新课内容; 强调学习注意事项。 | 思考, 并利用慕课堂在线竞答。 | 3 |
| 知识准备 | 单自由度体系自由振动方程及运动位移解。 | 提问上节学习要点, 要求学生集体回忆、作答。 | 回忆上节知识要点并集体作答。 | 2 |
| 概念讲解 | 瞬时冲击载荷作用。 | 讲解概念; 举例生活及工程中的实例。 | 听讲、思考并形成概念。 | 2 |
| 原理讲解 | 单自由度体系在瞬时冲击载荷下的振动。 | 重点讲解引起振动的初始条件; 引导学生一起写出运动方程 (无阻尼 + 低阻尼)。 | 听讲, 并仿照上节写出瞬时载荷下的运动方程 (无阻尼 + 低阻尼)。 | 6 |
| 问题提出 | 瞬时冲击载荷不是从 $t=0$ 开始作用? | 重点解释瞬时载荷 $t=0$ 及 $t=\tau$ 两种情况的区别; 引导学生写出 $t=\tau$ 情况下运动方程。 | 听讲; 仿照 $t=0$ 下写出 $t=\tau$ 下的运动方程。 | 4 |
| 随堂检测 | 瞬时载荷引起结构振动问题。 | 慕课堂发布问题; 分析学生答案。 | 思考, 利用慕课堂竞答。 | 2 |
| 例题讲解 | 以案例说明冲击载荷作用的实际力学含义 (教材例题)。 | 讲解解题思路; 引导学生计算自振频率; 说明冲击效果。 | 听讲; 板演自振频率的计算过程。 | 5 |
| 分组讨论 | 解释世贸大厦“坐塌”的力学原因。 | 组织学生就近分组; 巡视讨论情况并加以引导; 点评讨论结果。 | 组员交流; 统一意见并分享; 解决问题。 | 5 |
| 知识精讲 | 单自由度在任意载荷下振动 (初始静止)。 | 讲解初始静止时的杜哈梅积分的建立方法。 | 听讲, 形成概念。 | 6 |
| 问题提出 | 单自由度在任意载荷下振动, 考虑有初位移及初速度怎么办? | 解释与上述情况区别, 并引导学生写出相应运动方程 (无阻尼 + 低阻尼)。 | 建立具有初始条件下运动方程 (无阻尼 + 低阻尼)。 | 4 |
| 拓展练习 | 工程及生活中动载作用及振动分析方法。 | 慕课堂发布任务; 引导学生自由发挥。 | 在线作答; 发布分享答案。 | 4 |
| 回顾总结 | 本节课知识点。 | 引导学生回顾本节课所学知识、力学含义及工程应用等。 | 与教师一起回顾本节课所学知识、力学含义及工程应用。 | 2 |
| 作业布置 | 布置线上、线下作业。 | 布置线下书面作业; 布置线上作业; 课后思考: 冲击载荷在工程及生活中的应用? | 记下作业题; 提出问题及建议。 | 2 |

生交互主导, 或是助教和学生共同主导。不同教学环节在整个教学活动中可交替进行。

表 3 为表 2 所示授课内容线下翻转课堂教学实施流程示例, 这里只节选了一节课 (50 分钟) [7]。

3.3 课程综合考核方式改革

该课程最终考核成绩按照多因子 (包括线上学习、互动讨论、期末卷面等) 综合评测, 考核评价覆盖了学习全过程, 尤其将学生在线上、线下参与话题讨论的活跃度及内容质量等列入

到课程计分中, 如图 3 所示。其中,

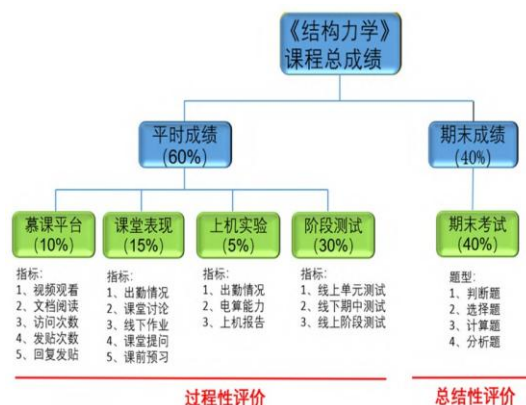


图 3 结构力学课程综合考核方案

平时成绩占 60%, 包括: 慕课平台学习情况占 10% (评价指标含视频观看、文

| 学生基本信息 | | | 慕课堂学习表现 | | | | MOOC学习表现 | | |
|---------------------|----|----------|-------------------|--------|---------|-------|----------------|----------------|-----------|
| 学生昵称 | 姓名 | 学号 | 出勤情况/17次 | 点名/18次 | 练习/134题 | 讨论/7个 | 视频观看个数/次数/时长 | 讨论区主题数/评论数/回复数 | 线上成绩/100分 |
| 我的雨天 | | 02180305 | 签到20次, 旷课2次 | - | 答对98题 | - | - | 0/0/0 | -- 查看 |
| 土木1809_02180757_龙彩虹 | | 02180757 | 签到21次, 旷课1次 | - | 答对105题 | 参与1个 | 95/96/11:48:23 | 0/0/96 | 91.11 查看 |
| 02150379-孙福忠-09 | | 02150379 | 旷课22次 | - | - | - | 94/21/34:37:59 | 0/0/21 | 88.44 查看 |
| 土木1810_02180703_左亚鹏 | | 02180703 | 签到21次, 旷课1次 | - | 答对84题 | 参与2个 | 95/75/12:59:28 | 0/0/75 | 96 查看 |
| 土木1810_02180341_张志杰 | | 02180341 | 签到20次, 旷课2次 | - | 答对97题 | 参与1个 | 95/92/38:53:16 | 0/0/92 | 100 查看 |
| 土木1809_02180307_汪琦 | | 02180307 | 签到14次, 迟到5次, 旷课3次 | - | 答对77题 | - | 95/107:14:07 | 0/0/77 | 99.11 查看 |
| 26185850-龙海森-土木18-1 | | 26185850 | 签到16次, 迟到1次, 旷课5次 | - | 答对82题 | - | 19/4/00:34:30 | 0/0/4 | 61.78 查看 |

图 4 线上线下学习表现统计

档阅读、访问次数、发帖及回帖次数等), 课堂表现占 15%(评价指标含出勤情况、课堂讨论、线下作业、课堂提问等), 实践教学占 5%, 阶段测试占 30%(评价指标含线上单元测试、线下期测试及线上阶段测试等)。

在混合式教学中, 关于学生的在线学习时间及进度、线上讨论参与情况、在线阶段性测试等慕课学习表现, 慕课后台均有完整的综合性记录。另外, 在线下翻转课堂中, 授课教师对出勤情况、课堂表现、小组汇报及随堂练习等也要通过慕课堂及时记录。根据成绩统计中的线上部分、课堂活动等设置比例, 慕课堂能自动汇总线下课堂与线上课程详细学习数据, 如图 4 所示为某次开课中学生学习成绩统计情况。

4 混合式教学效果统计分析

以 2020 年春季开课为例, 我校在中国大学慕课上选课结构力学(上)

人数达到近五千人, 其中我院土木工程专业共有 110 名学生参与线上线下混合式教学。

如图 5 所示为线上课程整体学习人数统计情况, 可知: 慕课课程中仅不足 5%的学员能坚持观看视频、参与随堂讨论及单元测验等, 而能坚持完成慕课课程学习的绝大多数均为参加混合式教学的同学, 平均观看视频时长在 20 小时以上。图 6 是混合式教学中线下翻转课堂的慕课堂统计数据, 在 17 次线下课堂教学中, 总共发布课堂活动次数达 137 次, 累计课堂活动参与总人次近 7 千次(人均 62 次)。可见, 由于在线课程学习的监督手段有限等原因, 纯粹的在线课堂的平均完成率非常低; 而线上线下混合式教学模式将传统课堂与在线课堂进行深度融合, 最大限度地利用在线课程来为传统课堂教学服务, 能督促学生更好地自主学习, 能大幅提高学生的学习

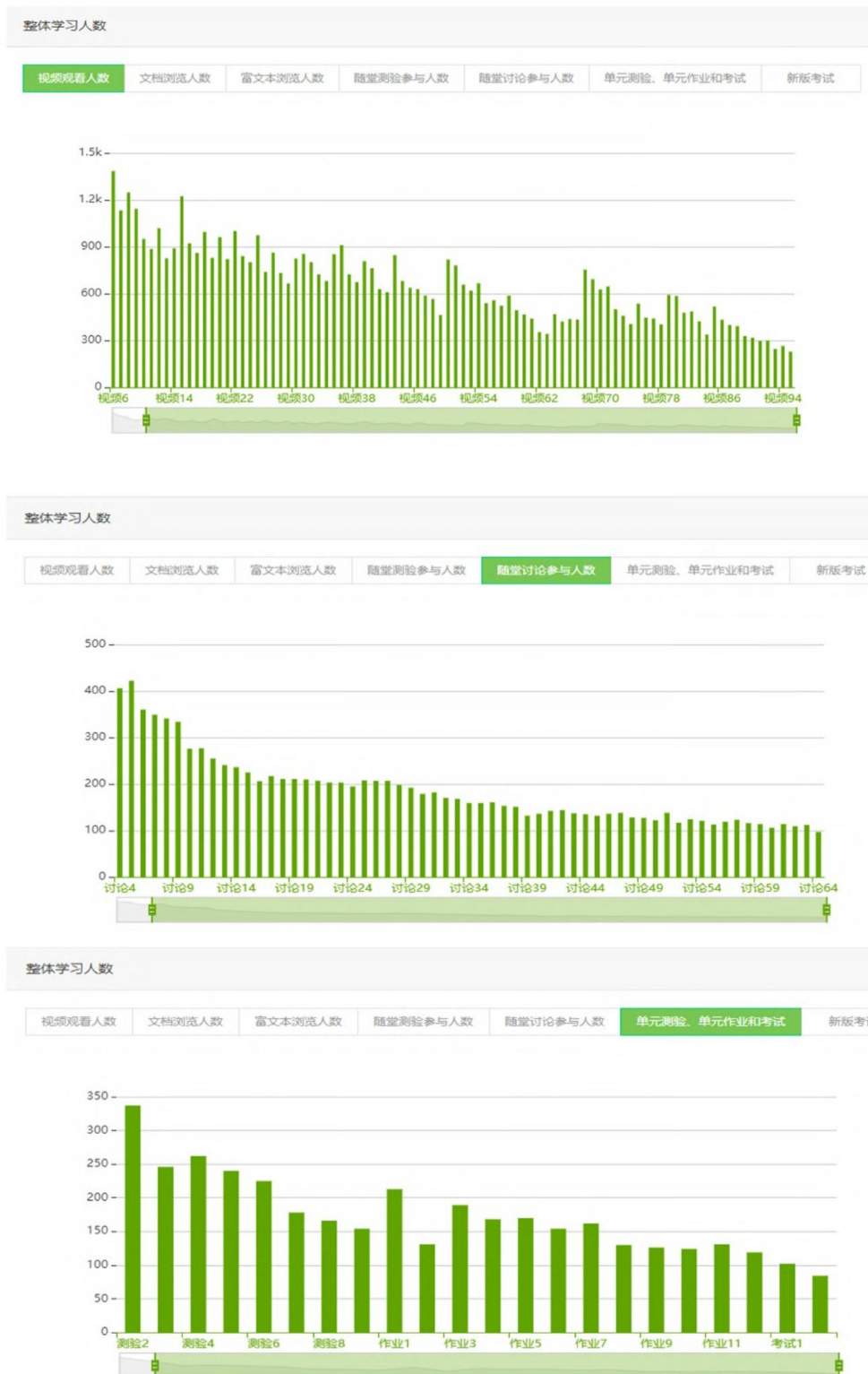


图 5 线上课程学习人数统计

参与积极性。

另外，将校内参加混合式和没有参加混合式的教学班成绩进行比较，

如图 7 所示为同一老师在两学期所带教学班的成绩，其中 2020 年春季采用线上线下混合式教学，2019 年春季采



图 6 线下慕课堂学习数据统计

用传统课堂面对面讲授。可见，采用混合式教学模式，考试成绩中、低分段人数比例明显降低，而高分段人数比例有一定程度的提高，学生整体不及格率显著降低，这也在一定程度上反映了混合教学模式对学习效果的影

响。生针对采用混合式教学的课程主讲教师的教学态度、教学内容、教学方式、教学效果等，均给出优秀评价。

5 结 语

我校结构力学课程于 2005 年被认定为江苏省优秀课程后，团队老师在师资队伍建设、课程体系整合、教材建设、教学方式改革、数字化资源建设及课程思政等方面持续开展建设研究，曾获得国家教学成果二等奖、江苏省高等教育研究成果三等奖、江苏省高校微课教学比赛二等奖、江苏省青年教师讲课竞赛特等奖及校级教学成果特等奖等相关教学奖励 20 余项。

按照《教育部关于一流本科课程建设的实施意见》的相关要求，将继续坚持“提升高阶性、突出创新性、增加挑战度”的原则，持续优化涵盖所有知识点的线上、线下课程资源以及支持线上教学资源的结构力学多媒

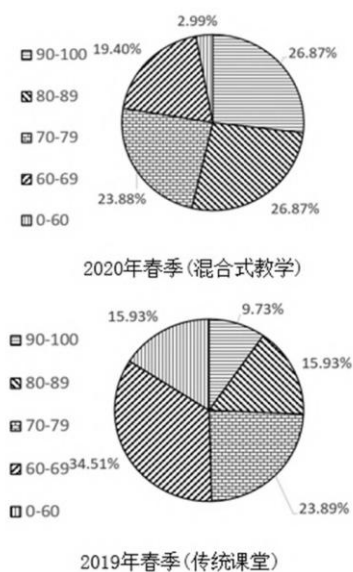


图 7 混合式教学与传统教学的教学效果比较
近年来，我校教学督导专家及学

体教材，形成以个性需求为目标的自主学习体系，并同时增强慕课平台的趣味性。全面深入推进传统课堂、线上课堂、线下翻转课堂和慕课堂“四堂融合”的线上线下混合式教学模式，并通过多元化的教学手段，探索如何将“课程思政”贯穿到线上线下混合式教学全过程。

参考文献:

- [1] 吕恒林, 鲁彩凤, 张莹莹. 结构力学(上). 北京: 中国建筑工业出版社, 2021
- [2] 吕恒林, 鲁彩凤, 张莹莹. 结构力学(下). 北京: 中国建筑工业出版社, 2021

[3] 吴灏远. 开放大学思想政治课线上线下混合式教学研究. [硕士学位论文]. 广州: 广州大学, 2019

[4] (美) 迈克尔·霍恩, (美) 希瑟·斯特克. 混合式学习: 21 世纪学习的革命. 北京: 机械工业出版社, 2016

[5] 冯菲, 刘玲. 混合式教学成功手册: 让课程快速上网. 高校教学促进丛书. 北京: 北京大学出版社, 2013

[6] 管恩京. 混合式教学有效性评价研究与实践. 北京: 清华大学出版社, 2018

[7] 鲁彩凤, 吕恒林, 姬永生. 结合生活和工程实例, 改进结构力学课程的实践教学. 煤炭高等教育, 2016, 34(S1): 103-107

(来源: 2022 年第 1 期《力学与实践》)