

# 在线教学设计与实施： 以工程流体力学课程为例

陈晓轶, 蒋扇英, 柳爽, 唐有绮

上海应用技术大学机械工程学院, 上海

收稿日期: 2023年8月30日; 录用日期: 2023年10月4日; 发布日期: 2023年10月16日

## 摘要

文章概述了不同在线教学模式的优点与缺点, 认为录播与直播相结合的在线教学模式是未来在线教学的发展趋势之一。随后, 以工程流体力学课程为例, 从上课前、课堂中、下课后和教学评价的角度进行了录播与直播相结合的在线教学设计, 并选取相似理论章节作为案例分享, 希望给相关院校的在线教学提供一定的参考价值。

## 关键词

在线教学, 录播与直播相结合, 工程流体力学

# Design and Implementation of Online Teaching: A Case Study on Engineering Fluid Mechanics Course

Xiaoyi Chen, Shanying Jiang, Shuang Liu, Youqi Tang

School of Mechanical Engineering, Shanghai Institute of Technology, Shanghai

Received: Aug. 30<sup>th</sup>, 2023; accepted: Oct. 4<sup>th</sup>, 2023; published: Oct. 16<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

This paper summarizes the advantages and disadvantages of different online teaching modes, and believes that the online teaching mode based on combination of recording and broadcasting is one of the development trends of online teaching in the future. Then, taking the engineering fluid mechanics course as an example, the online teaching design combining video and live broadcast was carried out from the perspectives of pre-class, in-class, after-class and teaching evaluation, and

similar theoretical chapters were selected as cases to share, hoping to provide certain reference value for online teaching in relevant colleges and universities.

## Keywords

Online Teaching, Combination of Recording and Broadcasting, Engineering Fluid Mechanics

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

受新冠疫情影响，在线教学成为全球教育抗疫的共同选择，得到了前所未有的重视。2020年9月，习近平总书记[1]在教育文化卫生体育领域专家代表座谈会上指出：“要总结应对新冠肺炎疫情以来大规模在线教育的经验，利用信息技术更新教育理念、变革教育模式。”党的二十大报告[2]也首次将“教育数字化”写进报告，提出“推进教育数字化，建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”。因此，如何实施高质量在线教学，以数字变革推进教育强国建设，成为了后疫情时代在线教学的研究热点[3]。

柏天宇等人[4]研究了大学生在线教育“逃课”的现象，认为学生自身、家庭环境、社会等原因是诱发大学生在线教育“逃课”的主要因素，并提出增强学生的自我认知意识、改善学生家庭学习环境、提升教师对在线教育课堂的掌控能力等方法减少大学生在线教育的现象。李迎新等人[5]研究了学业情绪对大学生在线教学质量的影响，研究发现：消极的学业情绪不仅对学习成就产生影响，还会对其身心健康产生一定的影响。对此，他们分析了产生消极的学业情绪原因在于：教师反馈单一、教学风格单调、学生归因偏差、学习氛围缺失等。此外，张淑莲等人[6]研究了基于MPOC的在线学习行为及其影响因素，研究发现：在线教学期间，学生在线行为保持稳定，但在线时间偏少，即学习状态不佳。导致该现象的原因在于：教师教学行为、课程类别、以及考试形式等。

不难看出，教师的教学行为是影响在线教育质量的重要因素之一，但是目前关于在线教学设计的研究较少。因此，本文以工程流体力学课程为例进行教学设计研究。本文首先概述不同在线教学模式的优点与缺点。随后，以工程流体力学课程为例，从上课前、课堂中、下课后和教学评价的角度进行了录播与直播相结合的在线教学设计，并选取相似理论章节作为案例分享，给相关院校的在线教学提供一定的参考价值。

## 2. 在线教学概述

在线教学是一种远程教学模式，主要通过互联网、手机无线网络等通讯技术，教师和学生通过网络虚拟教室中进行授课和学习。这种教学模式的优点在于：老师和学生不受地理空间限制，实现类似线下教学的学习和互动。目前，在线教学的形式有：录播、直播、以及录播与直播相结合的三种模式。

### 2.1. 录播教学模式

录播在线教学是指：学生在课堂上观看教师事先准备好的教学视频进行学习知识。在录播教学模式下，上课前，教师除了需要备课外，还需要准备教学视频；课堂中，教师播放教学视频，供学生学习和理解；下课后，教师上传教学视频，供学生复习巩固。

录播在线教学过程中,教学视频的来源有两种。第一种是教师根据学生的学习基础和教材特点,在上课前将课堂上所讲的内容提前录制。其特点在于:针对性较强,与教材的关联度高,教学内容与传统线下教学更接近。第二种是教师根据备课内容,在上课前寻找网上相关的教学视频。其特点在于:经过教师挑选的网上教学视频一般是由知名教学团队完成,视频清晰度高、讲课精彩,且教学内容充足、知识点之间的逻辑性强。

录播在线教学模式的主要优点如表 1 所示。首先,由于课堂时间有限,教师需要提前将课堂所讲知识点分成若干视频,将播放视频时长和课堂时间吻合,使得课堂内容充实,时间安排合理、紧凑;其次,下课后,教师将上课播放的视频上传至慕课、学习通、雨课堂等平台,学生能够把课堂没有理解的内容反复观看,直至掌握相关知识;最后,录播在线教学过程中教师的工作量相对较少,主要集中在课前准备讲课内容和视频,而其余时间仅需要掌握学生出勤和在线情况。如表 1 所示,录播在线教学模式除了上述优点,还存在一些问题。由于课堂中,教师仅播放提前准备的视频,与学生互动仅停留在点名和布置作业上,对学生知识点掌握情况缺乏了解,不利于后续课程的推进;其次,由于没有教师提问和监督,学生长时间地坐着看教学视频,相对枯燥,易产生学习倦怠,进而降低学生的学习积极性。

## 2.2. 直播教学模式

直播在线教学是指:教师和学生通过网络虚拟教师中进行类似线下教学的授课和学习。在直播教学模式下,上课前,教师需要提前准备上课要讲的内容;课堂中,教师进行类似线下教学的讲课和互动,提高学生注意力,理解课堂知识;下课后,学生按教师要求复习巩固,完成课后习题。

直播在线教学的形式有两种。第一种是教师与学生都在电脑前。教师采用 PPT 和写字板给学生进行授课和板书。其特点在于:教师能够坐着在电脑前通过话筒给学生上课,操作方便,声音清晰。第二种是教师在教室里采用 PPT 和黑板进行授课和板书,通过录像设备实时传输给电脑前的学生。其特点在于:教师需要了解录像设备的使用方法,以及课前完成录像设备的调试;此外,还需要教室管理员确保上课时的网络情况。

直播在线教学模式的主要优点如表 1 所示。首先,在直播在线教学过程中,教师可以通过提问、小测验等方式,了解学生的学习状况,适当地调整上课内容,提高学生注意力和上课积极性;其次,教师根据教材内容和学生的反馈,重点讲解学生不容易理解的地方,帮助学生更好地掌握课本知识;最后,与传统线下教学相比,直播在线教学模式的区别主要体现在由真实的教室环境转变为网络虚拟教室,学生接受度更高。如表 1 所示,直播在线教学模式除了上述优点,还存在一些问题。在直播在线教学过程中,教师经常会采用提问、小测验等手段了解学生的学习状态,学生有时会出现默不作声或接连几个学生都回答不知道的现象,导致占用一定的上课时间,影响上课进度;其次,直播在线教学过程中,可能会出现网络延迟或设备无法使用等现象,教师需要耗费时间重新调整设备或网络,导致学生学习体验较差,影响学生学习积极性和上课进度。

## 2.3. 录播与直播相结合教学模式

录播与直播相结合在线教学是指:学生在课堂上观看教师事先准备好的教学视频进行学习知识;在教学视频播放的过程中,教师针对课堂知识的重点和难点与学生进行互动,帮助学生理解课程知识;或者在教学视频播放结束后,教师直播讲解相关例题或案例拓展,提高学生对知识的应用和实践能力。在录播与直播相结合在线教学模式下,上课前教师需要备课外,还需要准备教学视频;课堂中,录播与直播教学模式穿插进行,帮助学生掌握课程知识;下课后,教师上传教学视频,供学生复习巩固。

录播与直播相结合在线教学模式主要优点如表 1 所示。首先,融合了录播与直播教学模式的特点,

可以发挥录播与直播教学模式的优点(例如,直播教学模式:针对性强和可深入互动;录播教学模式:可反复观看),尽量避免录播与直播教学模式的缺点;其次,在上课过程中,录播与直播教学模式穿插进行,教师可以不用一直讲,学生也更容易提高注意力,认真听讲。如表 1 所示,录播与直播相结合在线教学模式除了上述优点,还存在一些问题。由于课堂中既要进行录播又要进行直播,教师需要将视频拆成若干小视频,且准备好相关问题和拓展内容,导致教师的工作量较大;其次,在课堂中,教师要控制好录播与直播教学模式的时间占比,否则容易出现课堂时间不够用现象,影响上课进度。

**Table 1.** Advantages and disadvantages of different online teaching modes

**表 1.** 不同在线教学模式的优点与缺点

在线教学模式	优点	缺点
录播模式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 时间紧凑</li> <li>• 反复观看</li> <li>• 工作量较小</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 与学生互动少</li> <li>• 容易分心</li> </ul>
直播模式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 针对性强</li> <li>• 师生可互动</li> <li>• 类似线下教学</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 课堂时间把控</li> <li>• 突发情况</li> </ul>
录播与直播相结合模式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 针对性强</li> <li>• 反复观看</li> <li>• 师生可互动</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 工作量大</li> <li>• 课堂时间把控</li> </ul>

### 3. 教学设计

录播与直播相结合在线教学模式具有众多优点,既拥有录播教学模式时间紧凑和反复观看的优点,又具有直播教学模式师生可互动和针对性强的优点。因此,录播与直播相结合的在线教学模式是未来的发展趋势之一。本文以工程流体力学课程为例,进行录播与直播相结合的在线教学设计。

#### 3.1. 课程简介

工程流体力学是机械制造类专业的必修课程,主要培养学生对工程问题的理解能力,以及对自然科学和工程知识的应用能力,为将来从事相关工作和研究奠定理论基础和实践支撑。该课程在大学第四个学期开设,共 32 学时,即 2 学分。主要研究在外力作用下流体的平衡与运动规律,讲授的知识包括流体力学的基本概念、流体静力学、流体运动学、流体动力学、相似理论、黏性流体的运动状态,以及相关知识的计算与应用。

#### 3.2. 教学目标

工程流体力学的课程目标分为知识目标、能力目标和素养目标三个部分。其中,知识目标是指:学生通过工程流体力学课程的学习,能够理解流体在外力作用下的平衡与运动规律,掌握流体力学的基本方程和原理。能力目标是指:学生通过工程流体力学课程的学习,能够利用流体力学相关的知识,具有解决工程实际问题的能力;或能够对生活或工业中常见的流体力学现象,给出合理的科学解释。素养目标是指:学生通过工程流体力学课程的学习,掌握科学的学习方法和形成良好的学习习惯,形成辩证唯物主义的世界观和方法论,以及热爱祖国不惧挑战敢于创新的精神。

#### 3.3. 教学设计

为达到上述教学目标,实现高质量的线上教学课堂。工程流体力学采用录播教学模式实现课程的知识目标,采用直播教学模式实现课程的能力目标和素养目标。基于该理念,本文从上课前、课堂中和下

课后进行教学设计,如表2所示。

上课前,根据教学内容,教师需要规划课堂直播与录播模式的时间占比。当教学内容为概述和知识点讲述时,以录播教学模式为主,直播教学模式为辅进行教学。例如,讲述绪论时,教学内容主要以工程流体力学研究背景、研究内容、研究方法和发展历史时,录播教学模式比教师枯燥地讲解更容易吸引学生听讲。而当教学内容为公式推导和实例时(例如,讲述流体静力学时),需要给学生一定的思考时间,所以以直播教学模式为主,以录播教学模式为辅。此外,上课前,为防止学生长时间观看视频出现倦怠,教师还需要将视频剪切成若干精简的小视频,保证课堂中学生的积极性和注意力。

课堂开始阶段,教师首先需要吸引学生的注意力。这主要是考虑到线上教学的学习氛围不如真实教室,通过恰当的手段(例如:课前小故事和小视频),吸引学生的注意力,有利于后续课堂中学生理解和掌握知识。在此基础上,教师提出若干问题。这些问题主要是围绕本节课学习的重点和难点展开的。随后,教师播放教学视频,讲授本节课的知识要点,学生带着问题有目的地观看视频。

看完视频后,采用投票或抢答等方式让学生回答先前的问题。例如讲述流体运动学时,提出“连续性方程是基于什么推导出的?”问题,并设置四个选项A)质量守恒、B)能量守恒、C)动量守恒、D)以上三个守恒,通过投票等方式让所有学生参与回答。这样既能通过回答问题的人数检验学生是否认真听课,又能根据选项比例掌握学生对教学视频的理解程度。在此基础上,抽查选择正确的学生简述选择B的理由。若学生回答有理有据,则教师适当补充,方便其余选择错误的学生理解;若学生回答错误或不知道,则教师详细对该知识点进行讲解,更好地帮助学生理解。

课堂的剩余时间,教师总结本节课的重点与难点,并讲解1~2道工程实例例题,进而实现课程的能力目标和素养目标。讲解工程实例思路如下。首先,给学生简述工程实例来源,并介绍工程参数与关键问题,帮助学生理解题意和要求解的问题,并给予学生一定的思考时间,求解例题。随后,教师找几个学生讲述求解思路,检验学生对知识点地应用能力,是否达到课程的能力目标和素养目标。根据学生的回答情况,教师适当补充,讲解例题完整的求解思路。

下课后,教师上传上课的视频,学生可以反复观看,理解本节课的知识。在此基础上,完成课后习题。

**Table 2.** Engineering fluid mechanics online teaching design

**表 2.** 工程流体力学在线教学设计

	教学设计	教学模式	
上课前	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 设计课堂直播与录播模式的时间占比</li> <li>• 准备若干精简的小视频</li> </ul>		
课堂中	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 第一阶段               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 吸收学生注意力</li> <li>2) 教师提出若干与课堂有关的问题</li> <li>3) 播放视频</li> </ol> </li> <li>• 第二阶段               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 投票、抢答等</li> <li>2) 学生回答问题</li> <li>3) 教师点评</li> </ol> </li> <li>• 第三阶段               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 例题</li> <li>2) 学生讲解结题思路</li> <li>3) 总结本节课重点与难点</li> </ol> </li> </ul>	录播/直播教学模式 直播教学模式 录播教学模式  直播教学模式 直播教学模式 直播教学模式  直播教学模式 直播教学模式 直播教学模式	
	下课后	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 观看录播视频,复习巩固知识</li> <li>• 完成课后习题</li> </ul>	

### 3.4. 教学评价

工程流体力学在线教学采取过程性评价和结果性评价相结合的混合式评价体系。其中过程性评价即平时成绩占 50%，结果性评价即期末成绩占 50%。过程性评价内容包括：平时作业、阶段小测验、线上实验和研究报告组成。设置过程性评价主要是为了提高学生在授课阶段的学习积极性，和降低学生在期末考试中的挂科率。此外，线上教学对学生的自觉性要求较高，过程性考核应尽可能在课堂时间完成，少占用学生的下课时间，防止学生在课下互相抄袭、敷衍了事的可能性。

## 4. 教学实施

### 4.1. 教学案例

本案例的授课对象为材料成型及控制工程专业的大学二年级学生。该专业的本科学生主要从事金属材料与热处理、热加工工艺及设备、铸造、塑性成形工艺及设备等相关领域的设计制造、技术开发、工程应用、生产管理、技术服务等工作。因此，工程流体力学是该专业重要的基础课程。在学习该课程前，学生已完成高等数学、大学物理等基础课程的学习，具备一定的数学计算能力和基本物理现象认知。此外，由于新冠疫情影响，学校采取线上教学模式对该专业学生授课。

授课内容为《工程流体力学》中相似理论。授课时间为一节课 45 分钟。本节课的课程目标为：1) 知识目标：掌握力学相似、相似准则的基本概念；掌握近似模型法的概念与计算；2) 能力目标：基于相似理论，根据原型流动设计模型流动，以及根据模型流动结果换算到原型流动；3) 素养目标：通过课程讲解，学生领会习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的二十大精神。

上课前，根据本案例的教学内容，以讲述相似理论的概念与应用为主。所以，讲解相似理论的概念时以录播教学模式为主，而讲解相似理论的应用时以直播教学模式为主。此外，根据教学内容，准备以下小视频：电影《功勋》关于黄旭华院士设计核潜艇片段、讲解力学相似概念(包括：几何相似、运动相似和动力相似等)、讲解相似准则推导(包括：相似准则的概念与意义、牛顿数、常见的相似准则等)、以及讲解近似模型法推导(包括：弗劳德模型法、雷诺模型法、欧拉模型法)。

课堂开始阶段，通过讲述黄旭华院士根据仿真玩具“华盛顿核潜艇”设计出我国第一代核潜艇的小故事，吸引学生的注意力，引出“相似”概念，进而进行本节课的教学。此外，通过这则小故事也可以让学生们领会到类似核潜艇关键技术是讨不来、要不来和买不来的，只有掌握在自己手中，才能从根本上保障国家经济安全、国防安全和其他安全。讲完故事后，提出以下四个问题：1) 力学相似指的是什么？2) 基本比例尺是什么？如何根据基本比例尺推导出其他物理比例关系？3) 相似准则依据什么推导出的？4) 近似模型法的依据是什么？与相似准则有什么关系？随后，学生们带着问题观看力学相似概念、相似准则推导、以及近似模型法推导的视频。

观看视频后，给学生们一些思考时间，采用投票的方式回答上述问题。例如：问题 1) 力学相似指的是什么？设置选项 A) 几何相似、B) 运动相似、C) 动力相似、D) 以上都包括；基本比例尺包括哪些？设置选项 A) 线性比例尺、B) 速度比例尺、C) 密度比例尺、D) 以上都包括。通过腾讯会议或雨课堂投票小程序使所有学生参与投票，进而了解学生的学习状态和学习情况。对于不方便设置投票的问题，例如：问题 3，采用随机点名回答学生回答问题。教师根据学生回答的情况，适当补充和讲解，加深学生对知识的认识和理解，实现本节课的知识目标。

最后，课堂的剩余时间，布置一道与潜艇类似的例题，换算模型流动与原型流动之间的参数，与上课开始的小故事形成呼应，让学生实际体验相似理论的实际应用。布置完习题后，给学生一定的思考时间，自己首先算一下。随后，找几个学生讲解解题思路，并通过投屏的方法将解题过程展示给大家。根

据学生的回答情况,教师适当补充和点评,完成习题讲解,实现课程能力目标。最后,教师总结本节课的难点和重点,布置课后习题。

下课后,教师上传力学相似概念、相似准则推导、以及近似模型法推导的视频,方便学生复习巩固。在此基础上,学生完成课后习题。

## 4.2. 教学效果

采用调查问卷的方法量化了本节课的教学效果。发放调查问卷 64 份,实际参评学生人数为 58 人。通过调查问卷显示学生对在线教学质量表示认可,超过九成学生表示通过教师的授课,我能清楚地了解本节课的学习目标;以及超过九成学生表示教师能够创造机会,引导和支持我独立思考;而且,九成学生表示教师在教学过程中融入了价值塑造和情感教育的内容。从调查问卷和实际的课堂回答情况看,相似理论这节课较好地实现了课程的知识目标、能力目标和素养目标。

## 5. 结语

近些年,由于新冠疫情,线上教学逐渐受到了广泛地重视与研究。本文概述了不同在线教学模式,对比了它们的优点与缺点,并认为录播与直播相结合的在线教学模式是未来在线教学的发展趋势之一。这是因为录播与直播相结合的在线教学模式具有众多优点,既拥有录播教学模式时间紧凑和反复观看的优点,又具有直播教学模式师生可互动和针对性强的优点。在此基础上,以工程流体力学课程为例,从上课前、课堂中、下课后和教学评价的角度进行了录播与直播相结合的在线教学设计。同时,选取课程的某一章节—相似理论作为案例,分享了真实的教学案例和效果,希望为相关院校的在线教学提供一定的参考价值。

## 基金项目

1) 上海高校青年教师培养资助计划:《工程流体力学》录播与直播相结合在线教学设计与实施(ZZ202212042); 2) 上海应用技术大学 2023 年课程思政理论研究:高校思想政治—《力学综合实践》课程中的科学精神及创新意识(1021ZK230008036-A22); 3) 上海应用技术大学 2021 年领航课程重点项目:工程力学(1021ZK213009101A22); 4) 上海应用技术大学 2022 年课程思政理论研究项目:基础力学课程群的课程思政教学实践经验模式研究(1021ZK22000100419-A22); 5) 力学综合实践—线下课程(10110M230017-A22)。

## 参考文献

- [1] 教育战“疫”之中国经验研究——在线教育视角[EB/OL]. <https://www.163.com/dy/article/HQQIP8OF0516QHFP.html>, 2023-01-11.
- [2] 习近平:高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL]. [http://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content\\_5721685.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm), 2022-10-25.
- [3] 钱小龙,仇江燕.全球视野下的在线高等教育均衡发展[J].苏州大学学报(教育科学版),2023,11(2):119-128.
- [4] 柏天宇,范诗聆.大学生在线教育“逃课”成因分析及其干预路径[J].大学教育,2023(4):15-18.
- [5] 李迎新,高原.大学生在线学业情绪的影响因素及其教育启示[J].沈阳师范大学学报(教育科学版),2022,1(6):106-112.
- [6] 张淑莲,乔海英,唐·哈默利.基于 MPOC 的在线学习行为及影响因素研究[J].河北师范大学学报(教育科学版),2022,24(6):121-127.