

基于SPOC的 大学物理 混合式教学设计

王祖源

张睿

张志华

编著

Small
Private
Online **C**ourse

清华大学出版社

基于SPOC的 大学物理 混合式教学设计

王祖源

张睿

张志华

编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

混合式教学的核心是在教育技术和课程教学深度融合的基础上,重构教学内容,变革教学方法。本书立足基于 SPOC 的混合式教学,其内容建立在作者多年来关于混合式教学实践基础上,分成理论与实践两部分。前者主要介绍混合式教学设计的原则与方法;后者主要介绍大学物理课程混合式教学设计的内容与实施。教学设计的内容包含教学目标、重点难点、知识框架、线上教学资源、课前测试、课堂讨论题和课后实践七个方面;大学物理课程的教学内容包含了“教学基本要求”中所有 A 类知识点和大部分 B 类知识点。

本书供有志于大学物理混合式教学的教师与学生参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

基于 SPOC 的大学物理混合式教学设计/王祖源,张睿,张志华编著. —北京:清华大学出版社,2019

ISBN 978-7-302-53319-1

I. ①基… II. ①王… ②张… ③张… III. ①物理学—教学设计—高等学校 IV. ①O4-42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 156877 号

责任编辑:朱红莲

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:12.25 字 数:244 千字

版 次:2019 年 8 月第 1 版 印 次:2019 年 8 月第 1 次印刷

定 价:35.00 元

产品编号:082751-01



序言

PREFACE

《基于 SPOC 的大学物理混合式教学设计》一书是在广大教师积极推进现代信息技术与教育教学深度融合、消灭“水课”打造“金课”背景下的产物,是作者自 2013 年以来连续 6 年开展混合式大学物理课程教学的工作总结。

纵观我国教育教学改革的历程,信息技术在教育教学中的应用经历了“计算机辅助教学(20 世纪 90 年代开始的计算机辅助教学”(Computer Aided Instruction, CAI))、“计算机融入教学(21 世纪初开始在学科教学中应用信息技术工具改造课程)”和“现代信息技术与教育教学深度融合”等阶段,由此不断为大学物理课程的教学和教学改革注入新的活力,有效地促进了大学物理课程教学质量的提高。30 多年来,同济大学物理科学与工程学院王祖源教授全身心投入一线大学物理课程教学工作,长期负责和从事大学物理课程建设和物理教育思想研究,从课程体系、教学内容、教学方法和手段上积极探索和实践大学物理课程教学改革。特别是近十几年,她和她的团队积极推动“信息技术与教育教学深度融合”,致力于基础物理课程教学的数字化、信息化建设,立项开展了与 MOOC (Massive Open Online Course)和 SPOC(Small Private Online Course)相关的教学模式和方法的探索和实践,形成了独具特色的教学模式和方法,在全国基础物理教育界产生了广泛的影响。《基于 SPOC 的大学物理混合式教学设计》一书正是他们多年辛勤工作的结晶,可谓是当今开展混合式大学物理课程教学一部不可多得的参考书。

《基于 SPOC 的大学物理混合式教学设计》一书的特点不在于按照大学物理课程教科书的方式叙述知识内容,而是针对教师的教学,提出在混合式教学模式怎么安排线上线下的教学内容;针对学生的学习,在每一章节中提出教学目标,指出学习重点和难点,便于学生带着问题、有准备地学习大学物理课程。注重问题导向,“所有讨论题目尽

可能是开放性的,不设置标准答案,让使用者根据讨论情况适时调节”的设计思想,反映了作者立足素质教育、提升学生创新能力培养的教学理念。

国家级高等学校教学名师、中组部万人计划教学名师

同济大学理学部常务副主任 顾牡教授

前教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会主任

前言

FOREWORD

学习是一个逐步前进的过程。学习革命也是这样。只有经过一步一步的摸索,我们才能懂得应该做什么,应该怎样去做。

——宋庆龄

我们之所以要写本书,主要基于以下三个方面的原因:

其一,同济大学教育技术学专业硕士点师生在不断跟踪、调研现代教育技术应用前沿的过程中深切地感受到,教育信息化是促进高等教育改革创新和提高教学质量的一条有效途径,正如《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》所指出的:“信息技术对教育发展具有革命性影响,必须予以高度重视。”^[1]为深入贯彻落实党的十九大精神,积极推进“互联网+教育”发展,加快教育现代化和教育强国建设,2018年4月13日教育部又颁布了《教育信息化2.0行动计划》^[2],指出“教育信息化2.0行动计划是在历史成就基础上实现新跨越的内在需求”,“是顺应智能环境下教育发展的必然选择”,“是充分激发信息技术革命性影响的关键举措”。教育信息化的发展要以教育理念创新为先导,以优质教育资源和信息化学习环境建设为基础,以学习方式和教学模式创新为核心。2013年初夏,我们在学校本科生院(原教务处)设立的学校层面教学改革研究项目“教育技术前沿中MOOC(Massive Open Online Course)模式研究与实践”课题支持下,正式拉开了基于SPOC(Small Private Online Course)的混合式教学模式设计与大学物理MOOC课程建设的序幕;同年9月,在我校大学物理(下)课程的一个班级中开始了第一批教学试点。那时,我们还没来得及拍摄课程教学微视频,在线视频部分使用的是我校在爱课程网(<http://www.icourses.cn>)上运行的“大学物理精品资源共享课”视频。“爱课程”推出的“精品资源共享课”视频是真实课堂教学的随堂录制,这种视频模式对于非在校的社会学习者是比较合适的。但我们这次试点并没有对社会开放,只面向在校学





生；在线课堂按课堂教学进度配置与大学物理教学内容对应的随堂测试、周作业和周测试，很受那些进入大学后就想“放松一下”进而经常不愿意进课堂听课的学生的欢迎。另一方面，采用了线上线下结合的教学方式也让我们思考：学生已经可以在线学习传统课堂上的教学内容，那当他们走进教室后，教师再给他们讲什么呢？“翻转课堂”由此应运而生。更深入一点，需要重新规划教学方案，重新录制线上教学视频。与此同时，我们针对 MOOC、SPOC、微课程等特征，不断与试点班级的学生交流教与学的体会，并开始基于 SPOC 的混合式教学设计与实践，至 2019 年 6 月，我们已开展了 6 年（12 个学期）的基于 SPOC 的混合式教学模式教学试点。在这几年的教学改革中，我们努力将教育技术基本原理应用于教学实践，希望从教学理念、方法、手段等方面真正理解教育教学改革的本质，并让实证化研究融入教育教学改革，使教学质量上一个台阶。回顾“基于 SPOC 的物理学混合式教学设计”研究与实践历程，虽然还谈不上这项教学模式的改革已经足够成熟，但经过不断修改、完善线上线下教学资源，改进师生互动的方式方法，现已形成了比较稳定的“基于 SPOC 的混合式物理学教学模式”。如同宋庆龄先生所言：“我们每迈进一步，是为了我们自己，也是为了他人。因此我们有力量，因此我们一定获得胜利。”真心希望本书所列举的教学案例或开放性的讨论题目，能有点滴片段可以对我国开展 MOOC 本土化的教师有参考和借鉴作用。

其二，我们从在高等教育课程中实施大规模在线开放课程（MOOC）的可行性研究开始，结合同济大学大学物理课程每个学期教学实践的数据分析，先后又在学校的教改课题中立项开展了“大学物理‘微课程’建设的研究与实践”、“《大学物理》SPOC 实践与资源建设”、上海高校本科重点教学改革项目“‘互联网+’背景下的大学物理课程建设与实践”课题以及上海市哲学社会科学规划教育学重点项目“技术支持学习环境下对学习者的学习成效影响研究”等课题研究，实施教学实践的教师逐渐增加。参与这些课题研究工作的教师和研究生先后在《中国大学教学》《物理与工程》《现代教育技术》《大学物理》等期刊上发表了十多篇相关的研究论文，我们希望对这些工作进行必要的归纳总结，提炼出我们开展大学物理混合式教学实践中的体会，以及继续开展基于 SPOC 的物理学混合式教学的建议，期待与已经开展相关研究工作的同行交流切磋，互勉进步；向有志于开展 MOOC 本土化的教师抛砖引玉，携手前行。

其三，笔者曾在几个全国性教育教学相关会议和国际物理教育研讨会上介绍开设基于 SPOC 的物理学混合式教学的实践和体会。其间，有老师问及能否分享我们的讨论题目。坦诚地说，不是我们不愿意分享，而是没有足够的把握认为这些是合适的讨论题目。例如，在一次研讨会上介绍“基于 WiFi 的课堂互动系统”中用过的一道关于狭义相对论视觉效应的讨论题目，如下页图所示。或许由于不是在课堂教学过程中的场景，会下就有老师提出“这个题目不属于狭义相对论的题目”。实际上，我们是在讲授了狭义相

对论时空观后随堂使用的题目,意图是要强调“长度收缩是发生在有相对运动的方向上的测量效果”,以及其“不是‘看’到的图像”等问题;实践效果表明学生对这个知识点的掌握优于传统的教学方式,同时还提高了讲授“视觉效应”的效率。我们认为,给学生讨论什么样的题目见仁见智,重要的是对不同的授课对象因材施教,依据他们对已有知识的理解程度,讨论的题目应该有所不同。即使是同一所学校,不同专业的学生对知识学习的重点也有所差异,教师教学中对学生的要求也会不同。因此,我们想通过多轮教学实践,并借助于对学生学习数据的处理分析结果和对相关教育理论的学习理解,优化讨论题目,以利于与正在开展相关教学模式的老师交流分享。

假设运动员的跑步速度可以接近光速,如果忽略视觉暂留的影响,则他在冲向终点过程中所看到的终点线的形状是: xdl2

- 1)  原长
- 2)  缩短
- 3)  前凸
- 4)  后凸



基于 WiFi 的课堂互动系统应用实例

历经三年构思与探讨,终于完成了本书的编写。本书的定位是将基于 SPOC 的物理学混合式教学模式在同济大学实践的过程呈现,书中关于教学内容的每一节,一般都设置了教学目标、重点难点、知识框架、线上教学资源、课前测试题、课堂讨论题、课后实践等七个栏目。本书使用的讨论题目,按照难易程度的差别,用“*”~“*****”由易至难进行标注,部分题目还给出了使用说明,供读者选用。所有讨论题目尽可能是开放性的,不设置标准答案,让使用者根据讨论情况适时调节。希望尽可能详尽地展现教学中的各个细节,对基于 SPOC 的混合式教学方式的改进和发展有所贡献。

编著者

2019 年初春于上海同济大学

目录

CONTENTS

第1篇 基于 SPOC 的混合式教学设计

第1章 翻转课堂简介	5
1.1 “慕课”“微课程”“翻转课堂”的特征	5
1.2 翻转课堂用于课程教学的争议	7
第2章 混合式教学的基本特征	11
2.1 什么是混合式教学	11
2.2 混合式教学的基本特征	12
第3章 混合式教学设计的基本要求	15
3.1 三种教学类型的教学定位	15
3.1.1 以知识传授为主的教学	16
3.1.2 以能力培养为主的教学	16
3.1.3 以素养提高为主的教学	17
3.2 三个教学环节的教学要素	18
3.2.1 在线教学环节	18
3.2.2 课堂讨论环节	19
3.2.3 线下实践环节	20
第4章 大学物理混合式教学示例	22
4.1 大学物理混合式教学课堂讨论	23

4.1.1	给学生从应试教育到素质教育过渡的适应时间	23
4.1.2	讨论题目应注意激发学生的学习兴趣	23
4.1.3	通过讨论题目逐渐引导学生重视实践学习	25
4.1.4	讨论题目要关注学生对模型抽象的能力和 learning 方法的训练	26
4.1.5	讨论题目应结合授课内容的重点与难点,循序渐进,从易到难	27
4.1.6	从正问题到逆问题,引导学生进行研究性学习	28
4.1.7	根据学生反馈情况调整教学策略,注重对学生的正确引导	29
4.2	大学物理混合式教学在线教学	31
4.2.1	在线课程教学资源制作	31
4.2.2	在线课程日常管理	34
4.3	混合式教学效果分析	35
4.3.1	混合式教学对学生学习态度的影响	35
4.3.2	混合式教学对学生交流沟通能力的影响	36
4.3.3	影响混合式教学效果的因素	37
第5章	教育技术在混合式教学中的应用	41
5.1	试题分析系统在混合式教学中的应用	41
5.2	教学应答系统在混合式教学中的应用	42
5.3	互动电子书在混合式教学中的应用	45

第2篇 大学物理混合式教学实践

第1章	质点运动学	51
第2章	质点动力学	56
2.1	牛顿运动定律	56
2.2	动量守恒定律	59
2.3	机械能守恒定律	62
第3章	刚体 弹性体 流体	67
3.1	刚体的定轴转动	67
3.2	与刚体有关的守恒定律	71
3.3	纯滚动与进动	74
3.4	弹性体与流体	76

第 4 章 狭义相对论	79
4.1 狭义相对论运动学	79
4.2 狭义相对论动力学	83
第 5 章 机械振动与机械波	86
5.1 简谐振动	86
5.2 受迫振动	89
5.3 简谐波	91
5.4 机械波的干涉 衍射	95
5.5 声波 多普勒效应	99
第 6 章 热学	102
6.1 气体的压强 温度 内能	102
6.2 速率分布 输运过程	106
6.3 热力学第一定律	109
6.4 循环过程 热力学第二定律	112
第 7 章 电磁学	117
7.1 真空中的静电场	117
7.2 静电场中的导体与电介质	121
7.3 恒定磁场	124
7.4 磁力作用	128
7.5 磁介质	130
7.6 电磁感应: 磁生电规律	132
7.7 电磁感应: 电生磁规律 电磁波	136
第 8 章 光学	140
8.1 几何光学简介	140
8.2 光波干涉	143
8.3 光波衍射: 单缝到多缝	148
8.4 光的量子性	152

第 9 章 量子物理	156
9.1 粒子的波粒二象性	156
9.2 氢原子	160
9.3 自旋 费米子与玻色子	162
第 10 章 固体物理简介	165

附 录

附录一 物理学习态度调查	171
附录二 内外向性格类型测定	174
附录三 第 2 篇课前测试题答案	177
参考文献	180
致谢	182

第1篇

基于SPOC的混合式教学设计

随着教育信息化的快速发展，混合式教学已成为当前教育领域的重要趋势。混合式教学是指将线上学习与线下学习相结合，充分发挥各自的优势，实现优势互补。SPOC（Small Private Online Course）作为一种新型的在线教育模式，为混合式教学提供了有力的支撑。本文将探讨基于SPOC的混合式教学设计，旨在提高教学质量和学习效果。

首先，我们需要明确混合式教学的设计原则。混合式教学的设计应遵循以下原则：一是以学生为中心，注重学生的主动参与和个性化学习；二是线上线下相结合，实现优势互补；三是注重学习过程的监控和评价，及时调整教学策略；四是注重学习资源的建设和共享，提高资源利用效率。

其次，我们需要了解SPOC的特点和优势。SPOC具有以下特点：一是规模小，通常为几十人至几百人；二是私密性强，仅限于特定群体访问；三是内容定制化，可根据学生的需求和特点进行定制；四是互动性强，便于教师和学生之间的交流互动。SPOC的优势主要体现在以下几个方面：一是提高学习效率和效果，通过线上学习可以随时随地进行学习，不受时间和空间的限制；二是实现个性化学习，教师可以根据学生的特点和需求提供个性化的学习资源和支持；三是降低教学成本，通过线上学习可以减少教室、教材等资源的投入；四是便于教学管理和评价，教师可以通过学习平台实时监控学生的学习进度和效果，及时调整教学策略。

基于SPOC的混合式教学设计应遵循以下步骤：一是明确教学目标和内容，根据课程大纲和学生的需求制定教学目标和内容；二是设计线上学习资源，包括视频、音频、文本、动画等多种形式的资源，确保资源的多样性和丰富性；三是设计线下学习活动，包括课堂讨论、小组合作、实践操作等，注重学生的参与和互动；四是实施教学，将线上学习和线下学习有机结合，实现优势互补；五是评价和反馈，通过线上学习平台实时监控学生的学习进度和效果，及时调整教学策略，并提供个性化的反馈和支持。

最后，我们需要关注混合式教学实施过程中可能遇到的问题及解决策略。在实施过程中，可能会遇到以下问题：一是学生参与度不高，可以通过设计有趣的线上学习资源和线下学习活动，提高学生的参与度和兴趣；二是线上线下衔接不畅，可以通过加强教师和学生之间的沟通，及时解决衔接问题；三是评价和反馈机制不完善，可以通过完善评价和反馈机制，及时了解学生的学习情况和需求，提供个性化的支持。

2016年初,联合国教科文组织(UNESCO)总干事伊琳娜·博科娃(Irina Bokova)在以《反思教育:向“全球共同利益”的理念转变?》(*Rethinking education: Towards a global common good?*)为题的研究报告^[3](以下简称“报告”)“序言”部分写道:“我们在21世纪需要怎样的教育?在当前社会变革的背景下,教育的宗旨是什么?应如何组织学习?”她指出:“世界在变化,教育也必须变化。社会无处不在经历着深刻变革,这种形势呼吁新的教育形式及今后社会和经济所需要的能力。”

事实就是这样,学生的学习模式在过去的几年里发生了巨大的变化,知识来源改变了。现在的学习者呈现个性化特征:他们获取知识的途径多元化,上课不是唯一的途径;他们习惯于图形图像刺激,不习惯阅读长篇文字;他们注意力持续性短暂,不习惯长久坐着听教师讲授;他们喜欢一心多用,热衷于使用移动产品,且容易接受并尝试新事物。此时,学习者与知识之间的交流互动方式也随之发生了改变。

那么作为教师,该如何对待互联网时代学习者所发生的这些变化呢?我们是否应该重新思考教与学、教师与学生、课内与课外的关系?这里不妨思考这样一个问题:在信息技术应用进程中,E-mail与E-learning几乎是同时出现在人们的视线,为什么E-mail很快被人们接受而且广泛应用,但E-learning的应用却不够乐观?两者本质上的差别在哪里?大概在于两者的交互性或者用户的参与程度不同吧?如同E-mail、微信等给人们带来了新的交流方式,京东、淘宝等给了大众新的购物方式,百度、Google等提供了新的获取信息的方式,教育理所当然地应该为学习者提供以学习者为中心的学习方式,以满足学习者个性化学习的需求。

与此同时,移动互联网、大数据分析、创客以及虚拟现实(VR)、增强现实(AR)技术等现代信息技术正在进入课堂,为高等教育的革新与发展提供了新的教育研究范式。这些与互联网技术密切相关的现代信息技术具有泛在性、即时性、个性化,移动互联网使学习者可以随时随地开展学习;大数据可以使教育工作者能够及时有效地分析学习者的学习行为,并根据反馈信息调整自己的教学工作;增强现实技术可以增强学习者和学习平台之间的交互功能,帮助学习者通过自身体验学习相关知识。如果高等教育能够有效地将这些信息化工具整合到教学过程中,教学效果将会得到较大的提升。

传统的课堂教学以教师为中心,教学过程往往是单向式(教师向学生“传授”知识),传递的信息是同质的,很难实现个性化教学;学生在学习过程中缺乏实践体验,学习过程以记忆理解为主,缺少对知识的应用和基于所学知识的创新,这样的教学模式难以适应信息时代的需要。近年来,大规模开放在线课程的兴起,在很大程度上助推着课堂教学模式改革的进程,线上线下相结合的教与学模式越来越受到教育界的关注。

国务院于2015年发布的《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》指出,“互联网与各领域的融合发展具有广阔前景和无限潜力,已成为不可阻挡的时代潮

流”^[4]。党的十九大明确提出要“加快教育现代化,办好人民满意的教育”,要“发展素质教育,推进教育公平”。“新时代高教40条”要求“重塑教育教学形态”,“大力推进慕课和虚拟仿真实验建设”。在这样的时代背景下,“互联网+教育”的信息化教育已然成了促进传统教育变革的重要途径,全民教育、个性化学习、终身学习等成了当今时代教育的主旋律,各种教育信息化实例层出不穷^[5]。

翻转课堂简介

随着信息技术的飞速发展,传统高校课堂教学模式面临着“大规模开放式在线课程”“移动学习”“翻转课堂”等的挑战。于是,“现在有些人认为,由于电子学习、移动学习和其他数字技术提供了大量的学习机会,学校教育模式在数字时代是没有前途的”^[3]。实际上这种观点对“慕课”和“翻转课堂”教育教学改革的认识存在误区,我们认为有必要从近几年混合式教学践行者的角度,剖析“慕课”“微课程”“翻转课堂”等当今教育界广泛关注的热点词语的特征,探讨“互联网+教育”时代信息技术与教育教学深度融合的可能方式,使在校学生尽快适应新的教与学模式。

1.1 “慕课”“微课程”“翻转课堂”的特征

慕课,即大规模开放式在线课程(Massive Open Online Course, MOOC),是20世纪末西方开创孕育、2012年开始在全世界教育界涌现出的一个浪潮,其实质是一种教学模式,是以支持大规模和开放性为特征的网络课程,今天大多习惯地称之为大规模开放的在线课程,简称“慕课”。但这种大规模开放的在线课程与传统的远程教育(注:指我国20世纪50年代通过广播大学开展非课堂形式的教育)有着明显的区别,尽管过去的远程教育可以提供高质量的教育,但难以做到“大规模”;过去远程教育的高收费,无“开放”可言。从远程教育的发展来看,“远程教育价值日益凸显,实践发展方兴未艾。远程教育同传统面授教育相比,具有相同甚至更好的成效预期。成人教育中的学习者青睐远程教育,传统学校教育中的本科生和研究生偏向面授教学。”^[6]如今,教育界普遍认为慕课属于在线学习,MOOC的兴起源于远程教育界早期对开放式教育的研究(Open Education