

# 线上和线下混合式实验教学的探索和建设

吴迪<sup>1</sup>, 段丽娜<sup>2\*</sup>, 孙景超<sup>1</sup>, 王珩<sup>1</sup>, 徐世峰<sup>1</sup>

<sup>1</sup>沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳

<sup>2</sup>沈阳农业大学经济管理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2022年5月25日; 录用日期: 2022年6月23日; 发布日期: 2022年6月30日

## 摘要

针对在疫情时期“停课不停学”的号召, 采用线上教学完成了教学任务。由此, 发现线上教学具有一些线下教学不具备的优势。针对在目前教学中发现的一些实际问题, 从课前预习、课上操作和课后处理等三个教学阶段的角度出发, 我们建设了全新的线上和线下混合式实验教学模式。这种混合式教学模式不但满足了学生们的实际需求, 增加了学生们的学习兴趣, 促进了学生们的主观能动性, 而且有效地提高了教学效率, 有针对性地提高了不同层次的学生们的实践能力。

## 关键词

物理实验, 线上教学, 混合式实验教学, 线上预习, 慕课

# Exploration and Construction of Online and Offline Mixed Experimental Teaching

Di Wu<sup>1</sup>, Lina Duan<sup>2\*</sup>, Jingchao Sun<sup>1</sup>, Heng Wang<sup>1</sup>, Shifeng Xu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

<sup>2</sup>The College of Economics and Management, Shenyang Agricultural University, Shenyang Liaoning

Received: May 25<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jun. 23<sup>rd</sup>, 2022; published: Jun. 30<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

In response to the call of “classes suspended but learning continues” in the epidemic period, online teaching was adopted to complete the teaching task. Therefore, it is found that online teaching has some advantages that offline teaching does not have. In view of some practical problems found in the current teaching, we have built a new online and offline hybrid experimental teaching mode from the perspective of three teaching stages: pre class preview, in class operation and after-school processing. This mixed teaching model not only meets the actual needs of students, in-

\*通讯作者。

creases students' interest in learning, promotes students' subjective initiative, but also effectively improves the teaching efficiency and improves the practical ability of students at different levels.

## Keywords

Physics Experiment, Online Teaching, Mixed Experimental Teaching, Online Preparing, MOOC

Copyright © 2022 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

2020 年以来,为深入贯彻和落实习近平总书记关于坚决打赢疫情防控阻击战的重要指示精神,针对新冠肺炎疫情对高校正常开学和课堂教学造成的影响,教育部发布了《关于在疫情防控期间做好普通高等学校在线教学组织与管理工作的指导意见》,要求全国各高校应该充分利用优质在线课程教学资源,依托各级各类在线课程平台、校内网络学习空间等,积极开展线上授课和线上学习等在线教学活动,保证疫情防控期间教学进度和教学质量,实现“停课不停教、停课不停学”。对于因为疫情居家隔离或者在外地的学生们,需要我们开展线上教学[1] [2] [3]。于是,如何利用线上教学完成实验教学任务成为高校教师面临的一项急需解决的重要课题。在 2020 年上半年,通过线上教学,我们完成了实验教学任务,并且取得了较好的教学效果,很多学生表示对这种线上教学很感兴趣,甚至有些老师成为了学生们心目中亲切的网红达人。疫情时期的特殊经历对于我们来说,既是挑战,也是机遇。事实证明,在类似于 2020 年新冠疫情等特殊时期,可以在线上完成教学任务;在常规时期,线上教学可以更好地辅助线下教学。2020 年 12 月我们学校的《大学物理实验》入选了首批国家级一流本科课程。这个喜讯既是对我们物理实验教学前期工作的肯定,也是对我们今后教学工作的鞭策。结合教学大纲和学生现状,我们需要丰富教学手段,完善课程体系,提升教学效果。在实践中,我们发现线上教学可以有效地补充和改进线下教学的不足。线上和线下混合式实验教学模式既有利于大学物理实验教学体系的完善[4]-[10],也符合当今国际教育的发展趋势[11],更重要的是这种线下和线上混合教学模式恰好可以解决我们在当前教学中面临的一些实际问题。

## 2. 在教学中面临的一些实际问题

在近年的一线教学中,结合教学要求和学生现状,我们发现和总结了以下一些实际问题:

1) 在后新冠疫情时代,因为疫情原因,偶尔会有少数学生被隔离或者在外地,不能亲自到实验室做线下实验。

2) 现在有一部分学生不认真预习,只是抄写预习报告。其中,有些学生抄教材,甚至有些学生抄同学的预习报告,但是,他们并没有发自内心地去动脑思考和研究,导致在实验课前这些学生没有理解实验原理和实验内容。

3) 有些实验原理难度较高,一些学生在有限的课堂时间内并没有完全理解和掌握实验原理,导致少数学生不能在规定的时间内完成实验操作,尤其是对于一些 4 学时的设计性实验。

4) 学生认为有些实验内容很高深或距离自己很遥远。因为他们并不十分清楚实验背景和应用。

5) 有些学生并不熟悉基础实验仪器的使用,并且,动手能力相对较弱。经调研统计发现,少数学生在本科学习前的实验能力低于平均水平。

6) 有些学生实验能力较强,物理知识基础较好,常规的普通物理实验已经不能满足他们的需求,他

们有做难度更高的研究性拓展实验的需求。

7) 近年有些学生对实验原理和数据处理方法掌握得不够清楚, 导致这些学生的实验报告的课后处理部分成绩较低。

从教育学角度来说, 少数学生学得好主要取决于自身基础, 多数学生学得好则取决于教学方法。为此, 我们需要进一步改革和完善教学体系, 同时改进教学方法。

### 3. 线上和线下混合式实验教学的新型体系建设

依托国家一流本科课程, 立足于教学大纲, 结合我们学校现有学生的实际情况, 我们建设了线上和线下混合式实验教学模式的新型物理实验教学体系。

在以往实验分类体系中, 要么从力学、热学、电磁学、光学和原子物理学等不同学科角度出发; 要么从验证性、综合性和设计性等不同实验目的和手段出发。我们另辟蹊径, 从课前预习、课上操作和课后处理等不同实践阶段的全新角度出发, 我们将这种线上和线下混合式实验教学模式归纳为课前预习体系、课上操作体系和课后处理体系三部分体系(如图 1~3 所示)。

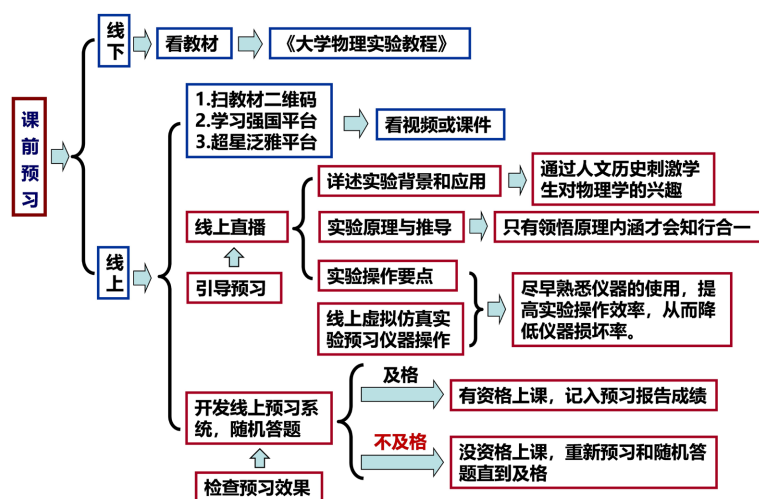


Figure 1. Preparing system before class

图 1. 课前预习体系

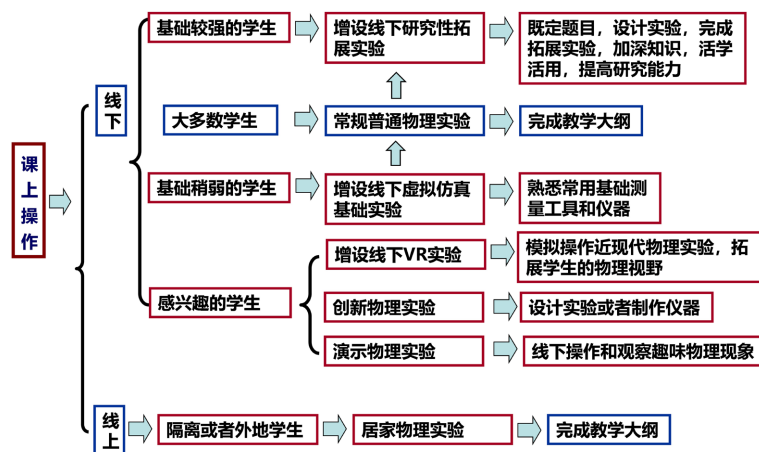


Figure 2. Operating system in experimental class

图 2. 课上操作体系

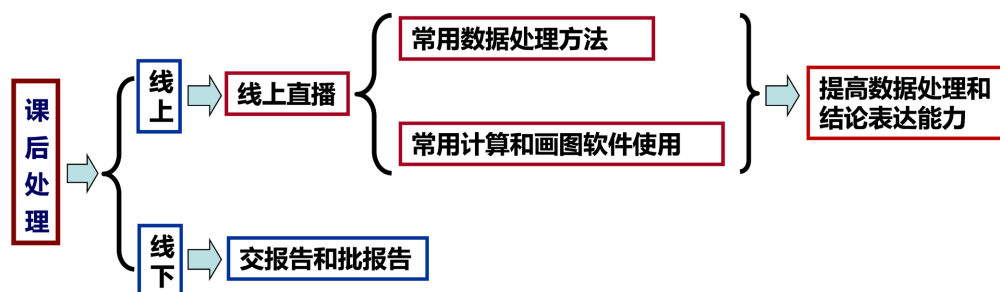


Figure 3. Processing and analyzing system after class  
图 3. 课后处理体系

### 3.1. 课前预习体系

课前预习体系分为线下预习和线上预习两个部分。线下预习中，学生可以在课前阅读我校全体实验教师编写的《大学物理实验教程》纸质教材。在线上预习中，学生可以主要有 3 个线上预习途径：

1) 通过扫描《大学物理实验教程》课本上的二维码、“学习强国”平台和“超星泛雅”平台在课前观看任课教师的慕课视频和课件来预习。

2) 在新开设的线上直播课堂中，任课教师详细讲述实验背景和应用现状，通过人文历史刺激学生对物理学的兴趣，从而拉近学生与物理知识的心理距离，也开阔了学生们的知识眼界；详细讲授实验原理与推导，帮助学生领悟实验原理的内涵精髓；突出讲解实验操作的重点，同时，学生可以借助线上虚拟仿真实验提前熟悉实验操作环节。

3) 我们借助超星泛雅平台新开设了线上预习答题系统。学生课前在线上答题，任课教师通过学生的课前答题成绩检验学生的预习效果。课前答题及格的学生才有资格参与线下操作，并且，答题成绩记入实验报告的预习成绩；如果课前答题不及格，则该生没资格上课，重新预习和随机答题直到及格。从而，有效促进学生有目的性地在课前积极主动认真预习，也帮助部分学生改掉了抄袭预习报告的陋习。

### 3.2. 课上操作体系

我们的课上操作体系分为线上居家物理实验和线下物理实验两个部分。

#### 3.2.1. 线上居家物理实验

对于因为疫情隔离而不能到实验室做线下实验的部分学生，我们在线上课堂通过居家物理实验来完成教学任务。居家物理实验是指导学生利用居住环境现有的常见工具和配件，根据既定实验原理和实验目标，自主搭建实验设备，设计实验方法和步骤，并且完成数据的测量和计算分析。

线上居家物理实验对提高学生的创新思维和动手能力大有裨益；通过居家物理实验，学生可以更为深刻地体会到，在我们的生活中，很多现象都可以通过物理知识来解释，同时，我们身边的很多工具，都可以实现数据的测量，比如，在智能手机安装了 Phyphox (手机物理工坊) App 以后，智能手机可以测量加速度、转动速率、向心加速度、斜面、定位等很多物理参数。

立足于教学大纲，根据隔离学生的实际居住环境和条件，为了增加居家物理实验项目的多样性，给隔离学生提供更多的选择机会，我们从力学、热学、电磁学、光学等多个方向开发和编写了二十几项居家物理实验项目。在设计居家物理实验项目时，我们尤其注重实用性和准确性，例如，指导学生利用家里的器具组装一套自制的三线摆仪器，可以测量很多规则和不规则物体的转动惯量，并且，测试和计算结果表明，只要组装到位，操作规范，那么测量结果的相对误差不超过 10%。

### 3.2.2. 丰富的线下物理实验

为了更好地因材施教，我们根据学生的不同需要和教学需求，线下实验部分除了常规的普通物理实验，我们还开设了研究性拓展实验、虚拟仿真基础实验、线下 VR 实验、创新物理实验和演示物理实验。

对于大多数学生，常规的普通物理实验可以满足教学需求。

对于少数知识基础深厚和实验能力较强的优秀学生，我们采取自愿的原则，组建研究性实验班，增设研究性拓展实验教学，指导这些较为优秀的学生根据既定题目和实验目的，自己设计实验方案和完成实验内容，从而加深对实验知识的理解，做到活学活用，进一步提高学生运用知识的实践能力。

对于少数实验能力较弱的学生，我们开设了线下虚拟仿真基础实验，指导他们熟悉常用基础实验测量工具和仪器的使用，从而尽快提高这些学生的实验能力，减小他们与平均水平的差距。

对于喜欢创新、乐于制作仪器和参加比赛的同学，我们开设了创新物理实验，指导这些能力较强的学生经过广泛调研大量文献后，根据自己的兴趣和个人能力自主设计创新实验内容，制作有创新点的实验仪器，并测量和分析进而验证这些创新实验仪器的准确性。

对于有些晦涩难懂的物理知识，我们通过演示实验和 VR 实验来再现物理现象和揭示其中的奥秘。我们开设了大约 80 项演示实验项目，面向校内外广大师生开放，通过演示常规课堂以外的各种趣味物理实验现象，既开阔了学生们的知识眼界，也进一步增加了学生们对物理知识的学习兴趣。

曾经参与研究性实验、创新物理实验和演示物理实验的很多学生加入了我们组建的课外物理实验俱乐部，并且在国家级和省级等各类比赛中取得了多项好成绩。

### 3.3. 课后处理体系

在课后，我们在线上直播课堂中讲授一些不方便在黑板上讲解的数据处理方法，例如，一些常用的计算和画图软件的使用。指导学生不但能够规范地处理实验数据，而且，能够充分利用计算机和掌握多种现代计算手段。

## 4. 及时的线上和线下沟通

师者，传道受业解惑也。我们利用业余休息时间，广泛调研，积极准备，想学生之所想，从多个角度出发，建设了这种多层次的线上和线下混合式物理实验教学体系，作为高校教师，我们的最终目的是希望学生能够喜欢物理实验，能够快乐积极主动地投入学习，能够尽快地掌握知识点，能够有效地提高实验能力和自学能力。为了能够及时与学生沟通，我们建立了班级负责人群、普通学生群、实验交流群等多个 QQ 群，开设了物理实验中心的公众号。一方面，第一时间将我们的最新消息通知给学生，把一些教材以外的学习资料分享给学生；另一方面，学生们也可以及时地把他们的需求反馈给任课教师。并且，我们定期与学生开展线下座谈，了解他们的最新心理动态情况。通过与学生们的沟通，我们可以尽早地调整我们的教学安排，从而提高教学效率。

例如，在与学生们的座谈中，师生们达成了共识，线上直播课堂这种新颖的教学模式让学生感到既新鲜又亲切，手机和电脑的画面更为清晰的展现了实验原理和实验仪器的使用。尽管彼此相隔万里，线上的提问和互动反而拉近了师生之间的沟通距离。借助“腾讯课堂”等软件完成的线上教学，具有在线学生人数多达 1000 人的特殊优势。同时，在线上课堂中，教师与学生的沟通更为方便快捷。学生可以随时通过回放的线上视频重复预习和复习授课知识。学生通过线上直播视频可以更深入地掌握实验原理、实验操作和实验数据处理。但是，有些时间段的线上直播软件在线人数多，会出现卡顿现象。有些线上课堂软件的视频回放时间有限。于是，我们及时调整线上直播课堂时间，避开了在线人数的高峰期。并且，我们将比较重要的回放视频下载后，上传到实验中心的交流群里。从而保证了线上教学的流畅和长效性。

## 5. 结论和展望

通过这种全方位多角度的线上和线下混合式教学模式的探索和实践,我们体会到线上预习答题、线上直播和线上居家物理实验等多种线上教学手段对线下教学具有不可替代的重要辅助作用。多种线上预习手段增加了学生的学习途径,尽可能地促进了学生的学习积极性,提高了学生的学习效率,反过来也降低了实验仪器的损坏率。线上直播和回放,对学生的复习帮助很大,实现了“温故而知新”。

同时,与原来比较单一的常规普通物理实验相比,更为丰富的多种线下实验手段相结合的新型线下教学体系也给学生们量身定做了更多的学习课堂,有效地满足了不同层次的学习需求,有针对性地提高了各个水平阶段的学生的实践能力。

基于我们现有的线上和线下混合式实验教学模式,我们未来准备探索全开放型实验教学模式,即学生课前通过线上直播等线上教学手段在课前充分预习,并且掌握实验原理、实验操作内容和实验数据处理方法。在教学时间段,只要全开放型实验室有空余机位,学生随时可以来实验室做实验。同时,任课教师把讲解工作放到了线上直播视频,在线下任课教师可以把主要精力和时间放到实验操作的指导和仪器维护。这种全开发型实验教学将会更为充分地提高学生的时间利用率。

## 致 谢

衷心地感谢沈阳航空航天大学理学院给予本文教学改革研究工作的支持。

## 基金项目

沈阳航空航天大学理学院教学改革研究项目(LX202003)。

## 参考文献

- [1] 唐艳妮,李雪琴,赵云芳,刘芯,何楚涓.疫情中的大学物理实验线上教学探索[J].物理实验,2020,40(5):31-35.
- [2] 蒲贤洁,吴小志,杨骏骏,王少明,方泽昊. CUPT 模式下的居家物理实验线上教学实践[J].物理与工程,2021,31(2):100-106.
- [3] 孙世杰,魏晶,金敏丽,王冰,尹春来,程桂芝,王世仪,朱亮.医学留学生医学免疫学线上教学实施与展望[J].中国免疫学杂志,2020(36):2248-2250.
- [4] 曹红翠,马成海,孙春艳,李长顺.“线上+线下”混合式教学模式在物理化学实验中的应用[J].广东化工,2020,47(16):196-197.
- [5] 郁桂云,钱晓荣,徐加应,刘红霞.“一流课程”建设背景下仪器分析实验线上线下一体化教学探索[J].产业与科技论坛,2021,20(24):109-110.
- [6] 马红章,李书光,张令坦,张亚萍,刘素美,朱海丰,李静.大学物理实验 O2O 教学研究与实践[J].高等理科教育,2020(6):82-86.
- [7] 杨鹤,刘晓军,庄文漪,林洁,李若男,寇振君.大学物理实验混合式教学模式研究[J].高师理科学刊,2021,41(6):94-97.
- [8] 潘云,朱娴,杨强.大学物理实验线上线下教学探索与实践[J].江苏科技信息,2021(34):57-60.
- [9] 李永涛,王雪杰,王增旭,张红光,陈伟,刘利清.后疫情时代大学物理实验教学模式改革与实践[J].大学物理实验,2021,34(4):140-142.
- [10] 欧阳建明,彭刚,何焰兰,罗剑,郑浩斌.线上线下混合式大学物理实验教学设计——以示波器使用实验为例[J].物理实验,2020,40(4):38-41.
- [11] 杨盛武,王利岩,李艳杰.对高等数学课程教学改革的几点思考[J].创新教育研究,2020,8(5):742-745.  
<https://doi.org/10.12677/ces.2020.85120>