

研究生课程《高等环境化学》优秀教学案例

石油化工学院 张庆芳副教授

教育部要求的“在线教学与线下教学质量实质等效”，因此，在线教学的核心应为知识被掌握的程度，即“学习成效”。如何知晓学生的“学习成效”？缺乏了面对面的线下课堂，我们必须在线上开展充分的交互，才能使线上教学的学习成效达标，其中教学内容的重塑是充分交互的前提。因此我对教学内容进行了拆分，设计了两种在线学习内容：一是适合异步开展的自主学习内容（课前/课后）；二是适合同步开展的交互式的学习内容（课堂），两者互为补充。

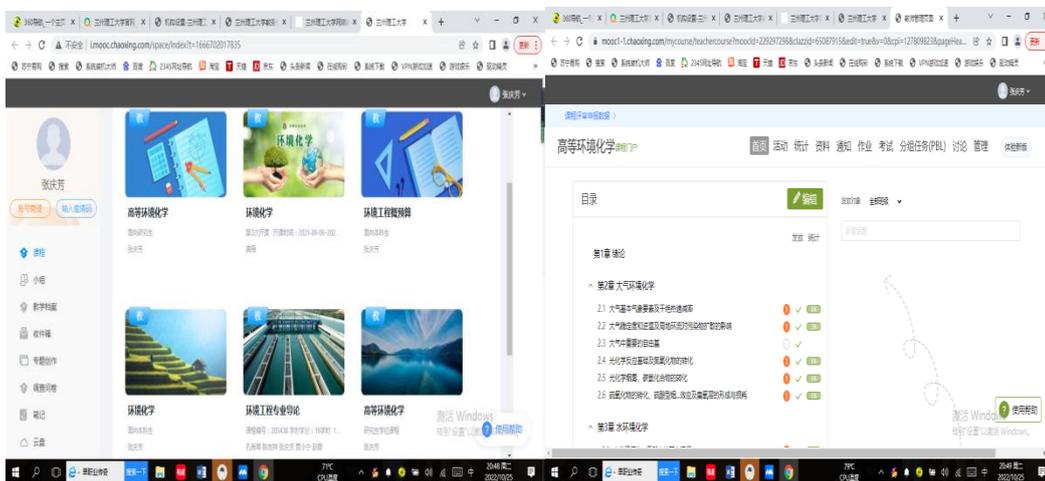
一、课程设计

(1) 线上授课平台

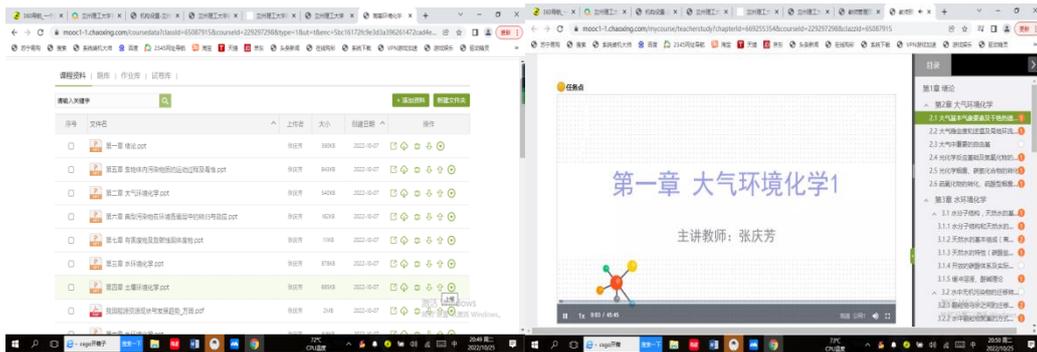
①超星 SPOC 平台创建了对应课程（高等环境化学）。在云盘中上传了教材的电子版、录播视频、精品网络教学视频（南开大学孙红文教授）、课件 PPT 等素材，供不同学习能力的学生自主选择和学习。

在 SPOC 平台发布作业和讨论话题，供同学们自由讨论，师生共同学习。

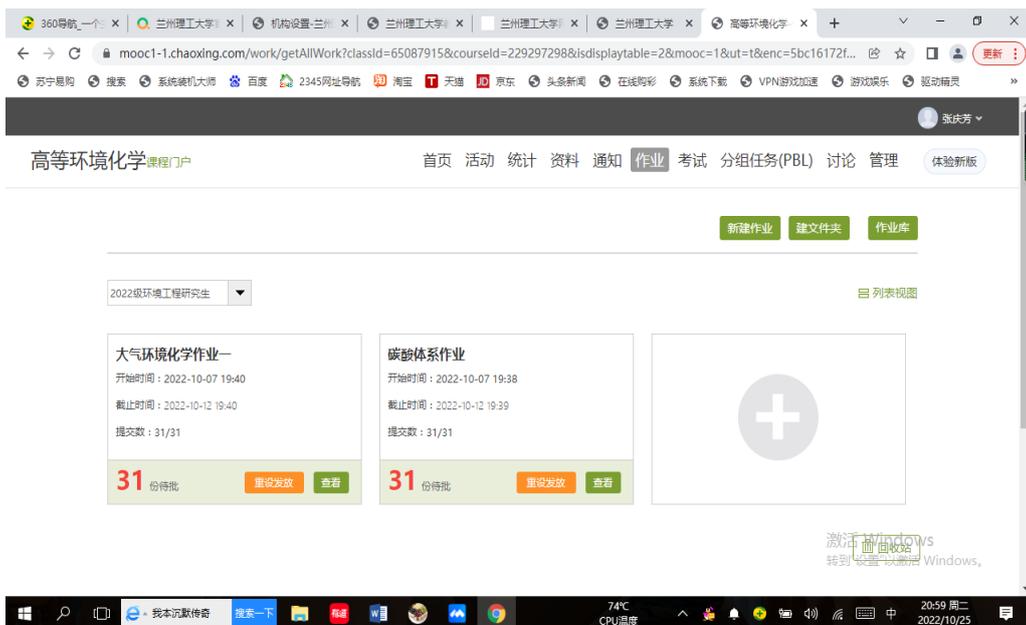
a. 创建课程



b. 上传课件及录播视频



c. 发放作业

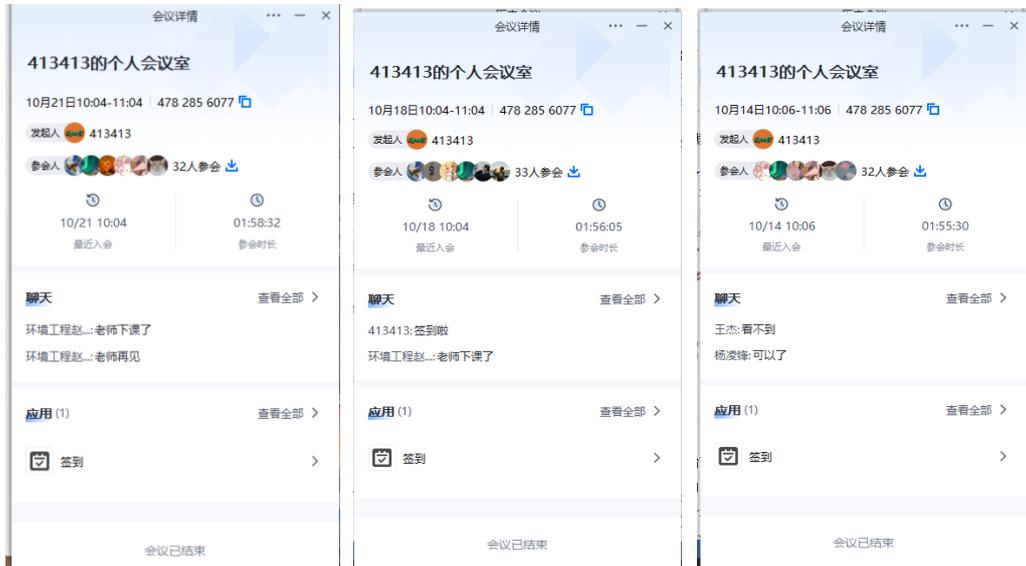


d. 讨论区研讨

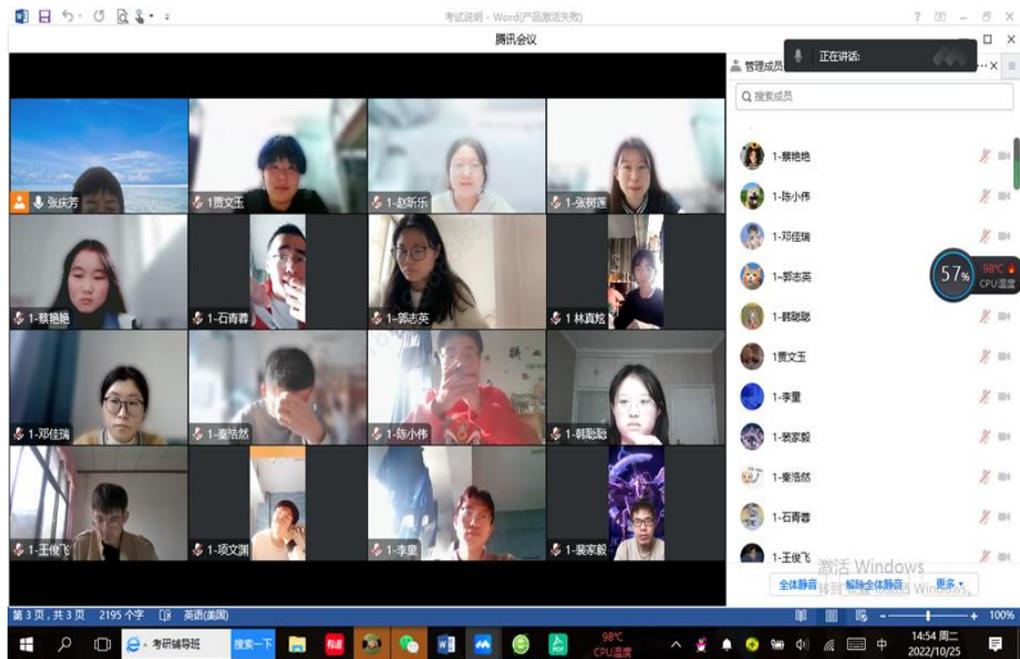


②腾讯会议：会议号 487-285-6077

开课前，利用签到功能签到，培养学生时间观念和自律习惯。



上课中，要求学生开启视频，随时可以关注学生的学习状态



③利用学习通，发放检测题，检查学生知识点掌握情况及平时学习状况。



二、课程特点

【教学设计】

秉持着以“学习成效”为核心的教学理念，将学习内容按照布鲁姆学习分类法的层次要求分块：对于记忆和理解层面要求的，主要通过推送课件、习题进行学习自查，对于难以理解的部分则录制微课供学生反复观看；涉及应用、分析学习要求的，主要通过例题讲解和案例分析的方法帮助理解；关于评价（综合）、创造层面的，则通过充分的交互式讨论开展学习。学生线上进入讨论区发表不同看法，最终在课堂的同步学习中初步形成一致性观点，并且通过进一步的文献查阅，提出新观点。

本章节学习内容的核心知识是“碳酸体系”，通过酸雨导入，围绕着酸雨的定义、危害引入碳酸体系的概念，学生开展了三次课前-课中-课后的学习。

【教学过程】

课前了解酸雨的相关知识：定义、危害、目前的发展现状等。

The figure shows two educational slides related to acid rain:

- Left Slide: 酸雨的定义 (Definition of Acid Rain)**

一八七二年，英国科学家史密斯分析了英国伦敦市的雨水成份，发现市区雨水含硫酸或酸性的硫酸盐，呈酸性。於是史密斯在他的著作《空气和降雨：化学气候学的开端》中提出“酸雨”这个名词。

酸雨就是酸性的雨，酸雨的正确名称应该是「酸性湿沉降」，其实，带酸性的污染物是可以有两种沉降方式的，它们是「湿沉降」及「干沉降」

Illustrations show rain falling (湿沉降) and particles settling (干沉降).
- Right Slide: 酸雨的危害 (Harm of Acid Rain)**

酸雨危害是多方面的，包括对人体健康、生态系统和建筑设施都有直接和潜在的危害。

 - 1、对人体健康的危害：免疫力下降、慢性咽炎、呼吸道疾病等
 - 2、对植物的危害：使农作物大幅度减产破坏森林，促使森林衰亡
 - 3、对建筑物的影响：酸雨对金属，石料，水泥，木材等有严重的腐蚀作用，对电线，铁轨，桥梁房屋等都有腐蚀作用



本课程的教学过程与大多数网课大同小异。课前推送课件和微课视频帮助学生提前熟悉，适合自主学习的内容，要求学生对酸雨的定义及相关知识做一定了解，并在讨论区留下自主学习过程中遗留的问题。

课中开展同步的交互式学习

首先对课前的，自测情况做简要点评；其次对布置的课后主观题作业（你家乡的酸雨状况）进行学生互评，每人将评价 3 位学生的作业，经充分的讨论，与学生形成基本一致的意见。以上在 3.0min 内完成。

其次开启直播：

1. 对答疑区的问题进行分享答疑。10min
2. 快速梳理酸雨 $\text{pH} < 5.6$ 定义的来历和推演思路。10min

3. 引入碳酸体系，讲解该体系的特征，分类，对于封闭的碳酸体系，其中发生的化学反应，基于碳酸的二级电离过程，推导不同无机碳占总碳的摩尔分数表达式，得到摩尔分数在一定温度和二氧化碳分压的条件下是 pH 的函数的结论。通过绘图，得到摩尔分数与 pH 的关系曲线。观察曲线，有几个关键点，引导学生推导其 pH 值。15min

直播过程，充分利用充分利用学校发放的汉王写字板和共享屏幕，边写边讲，即使是 PPT 上有完整的推导步骤，一定要在线重新推导，并且对相似的内容，利用点名的方式，要求同学们自己推导。一方面提高学生注意力，另一方面加强学生的参与度和动手能力。



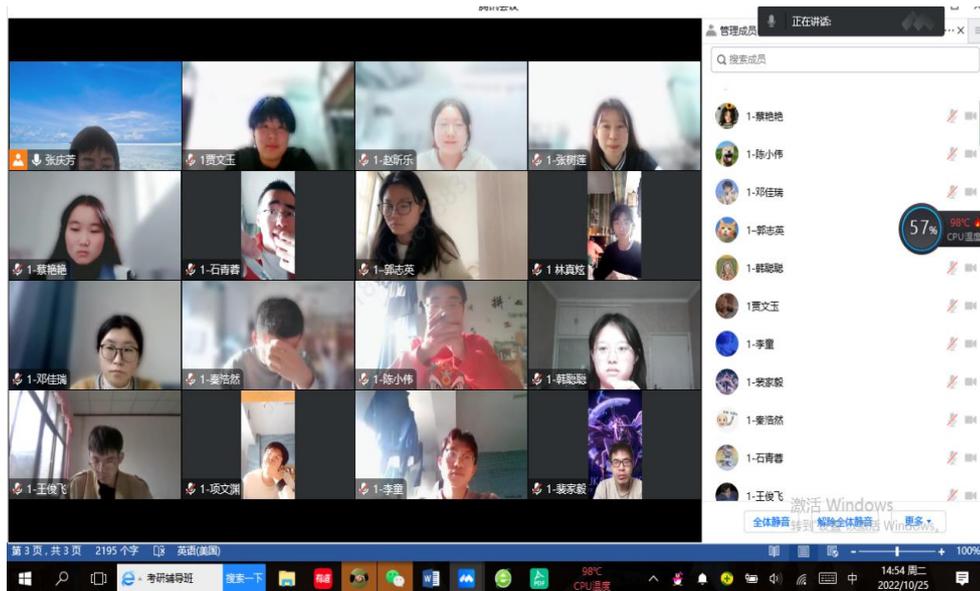
以文字形式与学生充分探讨本节课的学习情况，明确学生对知识点的学习基础和学习难点。在此基础上发布本周课程小结，总结学习内容，表扬学习中值得肯定的态度和行为，进一步明确学习目标并布置课后作业。约 10min。当然，为了活跃课堂气氛，有时也会采用抢答的形式让学生快速动起来。

2.2、酸雨pH=5.6的推导（课程目标2）

- 1) 思路
以封闭的碳酸体系相关知识为基础，构建一个模型，大气中存在的酸性气体包括： SO_2 和 CO_2 融入雨水中，雨水只有水分子
- 2) CO_2 与 H_2O 的反应存在三大平衡，气液平衡，化学平衡和电荷平衡，pH与 $[\text{H}^+]$ 有关，因此构建一个方程组，整理后得到一个关于 $[\text{H}^+]$ 的一元三次方程组。
- 3) 解方程组（利用高斯逼近法）
- 4) 拓展
得出pH=5.6的条件：
1972年，大气中 CO_2 含量33.4Pa，温度283K条件下计算得到的，随着温室气体的排放，按照目前的大气条件，酸雨的pH又是多少呢？

三、组织与管理成效

1、线上教学师生要求全程全体出镜，任课教师加强线上课堂管控力度，随时关注学生的学习状态；



2、师生间的随时进行互动交流情况，通过聊天区掌握学生的学习感受，及时间卷调查，掌握学生对知识的掌握程度，优化授课方案，提升教学效果；



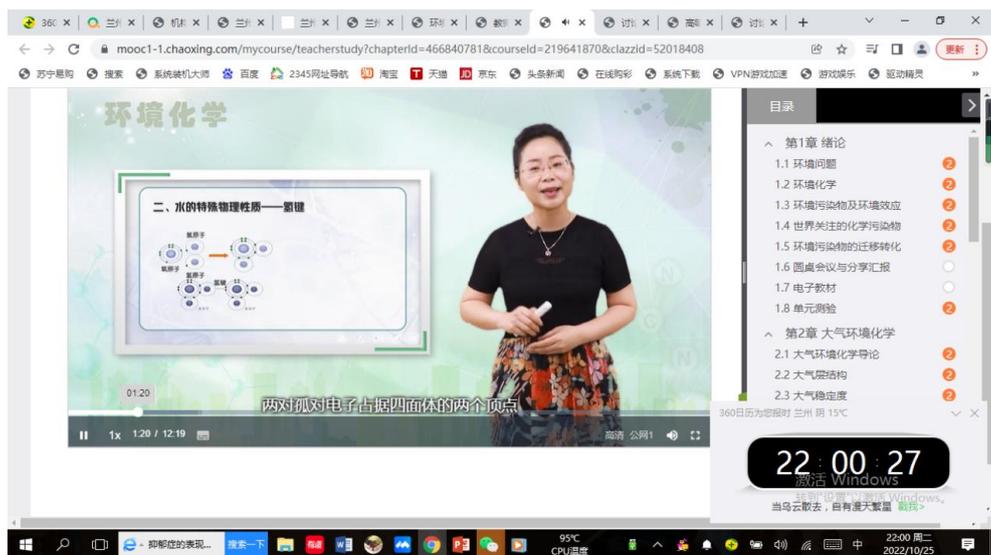
3、任课教师要主动作为，不等不靠，进一步优化教学设备和手段，最大程度改善教学效果。

充分利用国家精品课程资源，取长补短，引入南开大学孙红文教授的《环境化学》课程视频，江西农业大学龚霞教授的《环境化学》作为辅助视频，希望学生能够在不同老师的讲解中更深地理解所学知识。

The image shows two screenshots from a computer screen. The top screenshot is a video player displaying a lecture titled "环境化学" (Environmental Chemistry) by Sun Hongwen from Nankai University. The video content includes the course title, chapter title "第二章 大气环境化学" (Chapter 2: Atmospheric Environmental Chemistry), and section title "2.1 大气的主要组成及大气层结构" (2.1 Main Composition of the Atmosphere and Atmospheric Structure). The video player interface shows a progress bar at 00:04 and a Windows taskbar at the bottom with the date 2022/10/25.

The bottom screenshot shows a web browser displaying a course resource page on the Chaoxing MOOC platform. The page title is "课程资料" (Course Materials) and it features a search bar and a table of resources. The table lists several files related to environmental chemistry, including "环境化学 (戴树桂)", "环境化学 (Stanley E. Manahan著, 陈雨华等译)", "环境化学 (何耀源)", "环境化学教程 (郑南荃)", "水环境化学 (陈静生)", and "化学与环境 (卢荣)". Each row includes a checkbox, a file name, an uploader, and a size. The bottom of the browser window shows a Windows taskbar with the date 2022/10/25.

序号	文件名	上传者	大小	操作
<input type="checkbox"/>	环境化学 (戴树桂)	龚霞		📄 📄 📄 📄
<input type="checkbox"/>	环境化学 (Stanley E. Manahan著, 陈雨华等译)	龚霞		📄 📄 📄 📄
<input type="checkbox"/>	环境化学 (何耀源)	龚霞		📄 📄 📄 📄
<input type="checkbox"/>	环境化学教程 (郑南荃)	龚霞		📄 📄 📄 📄
<input type="checkbox"/>	水环境化学 (陈静生)	龚霞		📄 📄 📄 📄
<input type="checkbox"/>	化学与环境 (卢荣)	龚霞		📄 📄 📄
<input type="checkbox"/>	全选 批量删除 批量移动			



四、总结

【教学体会】

1. **学习成效。**学生的表现令人惊喜。线上的交流非常直接纯粹：讨论区的开设让我看到了学生们思维的活跃，有极个别学生在线任务完成较为拖沓，已经通过班委了解到该生在其他课程上也不甚尽心，可能会考虑适时提醒班主任、辅导员加以关注。

2. **课程思政。**我始终认为“纸上谈兵”不如“实践躬行”。作为专业基础课，通过教师引导，帮助学生发现自己的学习特点、通过讨论解开学习困惑、激发学生的学习自信，并由此渴望获取和探索更多知识，将科学的思维能力融入骨血，没有完美的课程，只有用心的课程。教师在这次网络授课中的尽心与负责，对学生来说同样也是育人的过程。特别是在疫情这样的环境下，同学和老师都在经受封控条件下，精神和身体的双重考验，更需要强大我们的内心。在线授课使得我们卸下了线下授课中不必要的负担，真正沉下心来思考教学的实质和价值，学生在这种特殊的情况下静下心来完成自己心意的事情，何尝不是一种成长。我会基于学生的数据和反馈精心制作和设计教学环节，以学促教。

3. **后续难点。**在具体授课过程中，我发现手写板等设备在网课中非常必要，尤其是需要推演的课程内容；如果学生能看到教师一步一步推导出结果，学习效果会更加好。