

实践课程在线教学改革探索

——以智能追光光伏发电装置实践单元为例

清华大学 林蔚然 徐伟国 陈凯 赵萌 李双寿

摘要: 实践课程是在线教学中最有挑战性的课程形式, 能否达到既定教学目标很大程度取决于适于居家学习学情的实践内容建设、教学过程优化及考评体系构建。通过明确教学目标、梳理教学主线, 设置更适合在线教学的实践内容, 采取充分考虑在线实践学习特点的教学手段, 并配合多维度考评体系, 可有效克服在线实践教学所面临的问题, 取得较好的教学效果。

关键词: 在线教学; 项目式教学; 实践课程; 光伏发电; 智能控制

实践教学旨在通过设定具体目标, 使学生将所掌握的技术理论应用到对实际装置或技术的探究中, 激发学生的主动学习热情, 并在此过程中实现对技术理论更深层次的理解^[1]。

“学中做、做中学”也是学生实现综合能力提升的重要途径^[2-3]。在疫情防控常态化背景下, 在线学习必不可少。如何设置在线教学环节, 以确保在线实践教学达到既定教学目标, 成为疫情防控局势下实践教学的关键问题所在^[4]。

随着“新工科”教育的不断推进, 我校涌现出系列面向全校本科生、多学科交叉融合的通识课程^[5]。“能源技术创新与实践”就是隶属科学课组的面向全校不同专业本科生、关注能源

技术创新思路和演化历程、并以项目式实践教学为特色的一门通识课程。本文将以其中的智能追光光伏发电装置实践单元在线教学设计和实施为例, 探讨实践课程在线教学的发展现状、内容组织和实施手段方面的特点, 并对实践课程在线教学建设效果进行反思和总结。

1 在线实践教学项目建设背景

突如其来的新冠疫情催生了高等学校大规模在线教学改革。早在 2012 年, “慕课” (MOOC, massive open online course) 就已出现, 当时主要面向对课程安排灵活性有需求的一些在校生及希望接受大学教育的社会人士。至 2019 年, 我国在线教学课程已超过 10 000 门, 参与学习人数过亿^[6]。

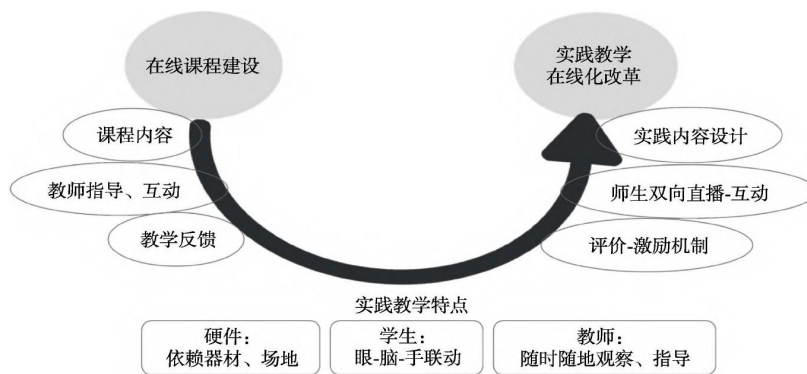


图1 实践教学的特殊性及在线化改革要点

经过多年实践，北京大学李晓明教授归纳出在线教育课程建设的三要素：让学生学起来、给予恰当的指导、掌握学生的状态^[7]。我校于歆杰教授认为建设高质量在线课程必须从理念层面、工具层面及教学设计层面进行规划实施^[8]。美国罗文大学 Sun 等认为，精心设计的课程内容、教师与学习者之间的积极互动、教师充分的准备是保证在线教学质量的三个关键因素^[9]。

需要注意的是，在线教学较为成熟的实施经验往往基于讲授类课程的慕课化建设，而实践类课程由于对场地、仪器设备和材料的依赖性以及三废排放问题等，在线教学建设起步较晚，尚处于探索尝试阶段。浙江大学赵鲁杭等在疫情期间按照原有教学大纲对“生物化学与分子生物学实验”课程进行线上实验教学资源匹配建设，并对考评体系进行了调整，可高质量完成线上实践教学任务^[10]。福州大学樊妍认为，在线技术平台不完善、在线资源有限、现场感缺失是实践教

学在线化面临的三个主要问题，并提出一些建议^[11]。江南大学任小媛提出以“工作坊”形式解决线上实践教学师生、生生互动不足问题^[12]。

本文在通常的在线课程建设三要素基础上，针对实践教学特点，提出实践教学在线化改革的三个要点，如图1所示。高校实践教学往往依赖较大的设备和场地，所用材料也不是生活中的常见物品。同时，实践课程的学习过程不只是接收语言信息，更多的是基于观摩的动手实践，即“眼-脑-手”联动。教师对学生的辅导也不只是解答学生的提问，更多的是通过对实践操作的观察随时随地进行指导或纠正。通过对“能源技术创新与实践”课程实践教学单元“智能追光光伏发电装置”2020春季学期以来的线上教学及线上线下融合教学经验迭代，本文认为要在原有教学目标前提下进行实践教学在线化改革，必须从实践内容设计、师生互动强化及评价激励设置三方面入手。

2 在线实践教学内容设计

“智能追光光伏发电装置”是一个由机械结构加工制作、电子电路设计与焊接、编程控制三部分组成的综合实践教学单元^[13]。其中，机械结构和电子电路需要一定的器材和场地，又有一定的工程技术门槛，要进行在线教学，必须对教学内容进行全面调整和革新。

2.1 对教学环节的调整

(1) 机械制造实践环节。机械制造实践环节包括机械结构设计和加工两部分。在原有现场教学方案的机械结构加工环节，需使用数控铣、激光切割和 3D 打印等大型专业设备进行太阳能装置主体支架机械结构的制作。当采用在线教学时，由于无法操作机械加工设备，原来现场教学占比较大的机械结构设计部分也失去了意义。同时，数控铣、激光切割和 3D 打印等加工技术与课程的能源技术主题关联度不高。因此，所制定的在线教学方案对机械结构设计内容进行了弱化，仅通过讲解典型的机械传动原理使学生对机械结构建立基本认识。在机械设备操作方面，通过教师的演示直播及结合慕课内容的课外学习，使学生对机械加工建立感性认识。在机械结构制作方面，采用标准化的制式零件，在开课前完成加工并邮寄给学生。这

样，学生在学习设计和加工方法时，可以对照这些零件进行，从而能对教学内容有更好的理解，并通过自行组装操作，提高动手能力和兴趣度。

(2) 电子工艺实践环节。现场教学方案中涉及到电路焊接操作，虽然简易焊接工具满足邮寄条件，但由于选课学生多数没有电路焊接基础，在缺少教师监督指导的情况下独自进行电路焊接操作存在安全风险。因此，在线教学方案中以用杜邦线进行引脚扩展方式加以替代，电路制作材料也是在课前邮寄给学生。

2.2 充分利用在线教学资源

在机械加工技术教学中，引入慕课在线学习内容，如学堂在线的“机械制造实习”，要求学生在课前学习相关设备操作技术，这样在观看教学人员直播、讲解操作要领时，就能对机械加工过程有更好的理解和认知。

与电路焊接操作相比，电子元件基本功能及电路设计原理等教学内容对学生理解能源转换、储用及智能控制更为重要。因此，在线教学方案对电子电路设计部分的教学内容进行了扩展。在电路连接实践环节之前，加强了对电路设计的扩展学习，要求学生根据控制板引脚使用原则进行简单的电路图设计与绘制，突出了教学主题，也避免了由于降低设备依赖性的

一些实践技术内容可能带来的内容不饱满情况。

2.3 扩展编程控制及效果验证实验

原有现场教学方案中，Arduino编程部分比较简略，只提供给学生最基本的程序代码，主要控制传感器与舵机配合实现追光功能。在线教学方案中，对这部分教学内容进行了扩充。在带领学生分解编程语句功能基础上，对控制传感器光信号敏感度、舵机运转频率、转动最大角度等参数进行了程序调整，并结合万用电表对不同参数下的输出功率进行了测试。基于追光模式控制及输出功率数据，引导学生思考、总结追光模式的优化策略。

3 在线实践教学直播及互动方法探索

教师是讲授类课程的关键。在进行在线课程制作时，对于教师的语音语速等要求较高，为的是使学生听清、听懂。而实践类在线教学在让学生“听清”的同时，还要让学生“看清”，也就是要让学生时刻注意到教师的演示要点，这是“眼-脑-手”联动的基础，只有看清了才有可能进行正确的操作。

针对实践教学的这一特点，对在线示范操作的演示和讲解进行了充分

细化。特别是对关键知识点、易错点设置至少一正一反两个例子进行讲解，以确保学生跟上教师的讲解进度，也使学生不仅知道如何正确操作，还要知道如果不这样操作会产生什么后果，从而对技术要点有更深刻的理解。

为了使学生能像在线下一样，能够多角度观看教师的演示操作，采用两个摄像头同步直播拍摄。学生可根据需要切换并放大会议软件中不同角度的镜头，解决屏幕观看真切的问题。

相对于线下教学，在线教学的一个显著优势是可以使用课程录制或回看功能。在课程讲解和演示过程中，可针对各部分技术要点的直播演示进行分段录制，以供学生课后进行有针对性的回放学习。

在线学习过程中，由于师生交互、生生交互不便利，在很大程度上增加了完成实践教学项目的难度。这就要求教师加强课前资料准备和课后辅导力度，并在直播过程中设置多个节点，以提问或答疑方式及时解决学生遇到的问题，确保每位学生都能跟上进度。

4 在线实践教学多维度考评体系探索

课程考评指标对学生学习具有激励和导向作用。在居家学习条件下，考评体系的合理设置尤为重要，不能

太容易，要让所有学生都需要“跳起来”才能“够得着”，还应充分考虑学生居家学习条件的差异及实践制造的难度，避免给学生造成过大的心理压力。

本在线课程考评体系，由于考虑到装置的结构、功能设计在居家条件下难以实现，因此将最终实践作品评分占比降至 30%，放宽了对实践作品功能的要求。其次，为了鼓励学生积极参与，加大了过程评价成绩占比至 30%，主要考察学生实践操作、互动质量及课后作业完成情况。第三，结合 Arduino 编程对智能追光参数的控制，要求学生书面讨论不同追光模式的效果，并提出优化策略，实践报告占比为 20%。此外，项目展示与汇报占比 20%。此评价体系在保证学生充足学习动力基础上，还在一定程度上激发了学生的主观能动性和创造性，取得了较好的教学效果。

5 在线实践教学效果及反思

首先，在线实践教学要更加注意实践内容的组织规划。瞄准教学目标，本着一切内容都为目标服务的原则，对教学内容中与目标关联度较弱的部分进行大胆削减。同时针对与教学目标关联度较强的实践教学内容，在充分调研和利用适当慕课资源及网络软件资源基础上，对相应的教学内容进

行扩充，从而使重点更突出、主线更明确。

其次，授课过程中的具体操作演示对于整个在线实践教学的成败非常重要。教师在操作演示过程中要从学生学习的角度反向思考，及时发现环节设计上的不足，并提前准备预案。针对在线实践学习的特点，要注意设置多角度摄像头，加入提问和讨论节点，适当放慢教学进度，这样才能使学生更好地消化课堂内容，顺利完成实践操作。在线教学还需要熟练运用各种互动工具，如腾讯会议聊天区、课程微信群、雨课堂答题、弹幕及问卷星等。与学生及时有效的沟通和交互能够在很大程度上消除师生空间距离所带来的教学障碍。

最后，要建立适用于居家学习学情的多维度考评体系，既要能激励学生的参与热情，又要有一定挑战度和区分度，让学生随着教学过程进行不断“跳起摸高”，实现自我挑战和超越。

参考文献：

[1] 王丽伟, 吴静怡, 张执南, 等. 构建面向未来的工程教育体系[J]. 高等工程教育研究, 2021(1):56-66.

[2] 周静, 刘全菊, 张青. 新工科背景下实践教学模式的改革与构建[J]. 实验技

术与管理, 2018, 35(3):165 - 168, 176.

[3] 教育部. 国家中长期教育改革与发展规划纲要(2010-2020) [EB/OL]. [2021-08-30]. http://www.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s7048/201407/xxgk_171904.html.

[4] 唐·奥尔科特, 肖俊洪. 领导者当务之急: 谋划后新冠疫情时期的在线学习[J]. 中国远程教育, 2020, 41(7):1 - 6.

[5] 苏芑, 李曼丽. 基于 OBE 理念, 构建通识教育课程教学与评估体系: 以清华大学为例[J]. 高等工程教育研究, 2018(2): 129 - 135.

[6] 李晓明. 中国慕课现象: 六年实践与认识[J]. 中国大学教学, 2019(11): 10 - 12.

[7] 李晓明. 与在线教学一起成长[J]. 计算机教育, 2020(6):8 - 11.

[8] 于歆杰. 以高质量在线教学应对高校疫情防控大考[J]. 人民论坛, 2020(10):

108 - 109.

[9] SUN A, CHEN X. Online education and its effective practice: A research review[J]. Journal of Information Technology Education:Research, 2016(15): 157 - 190.

[10] 赵鲁杭, 霍朝霞, 邹玲, 等. 基于教学大纲的线上实验教学资源体系建设、教学实践及思考[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(6):226 - 229.

[11] 樊妍. 新型冠状病毒疫情背景下高校在线教学的挑战与对策[J]. 教育教学论坛, 2020(43):146 - 147.

[12] 任小媛, 柴志雷. 在线实验教学中“工作坊”学习模型的构建[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(8):211 - 215.

[13] 林蔚然, 汤彬, 陈凯, 等. “新工科”背景下能源类通识课程综合实践教学项目的探索[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(1): 148 - 152.

(来源: 2022 年第 4 期《实验技术与管理》)