

教学方法：

教学过程中，教师有机结合各种教学新形式，综合运用讲授法、讨论法、练习法、启发法等教学方法，推进实验各阶段进行。如：

- ① 课前组建课程 qq 群方便发布通知；
- ② 利用武汉理工大学网络教学平台发布每部分思考题，启发学生深入思考，引导学生进行拓展学习；
- ③ 课上利用腾讯课堂进行讲解并组织学生讨论、互动，鼓励学生自主思考、评价、分析实验结果，总结实验收获。
- ④ 虚拟仿真平台教学资料丰富，并提供练习模式与考试模式两种实训模式，课后仍对学生开放，方便学生反复练习与拓展学习，实现个性化学习。
- ⑤ 线下 VR 设备体验，进一步提高学生沉浸感，激发学生学习兴趣。

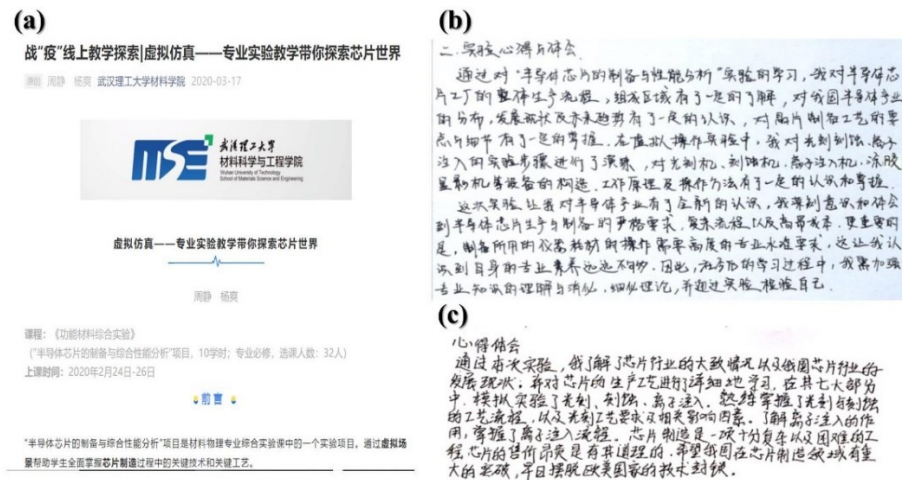
所用到的实验方法包括：

- ① 情境法：工厂漫游及实验实训环节场景模拟真实芯片生产环境及设备，画面真实、立体，互动、反馈性好，仿真度高，有助于学生产生沉浸式体验，解决了半导体芯片制作设备成本高昂、数量稀少、耗时长、环境要求严苛，难以在高校开展实践教学的问题。
- ② 模型法：针对芯片系微观体系，且制程中瞬时效应难以观察，传统理论或实践教学方式难以展现相关过程的问题，利用虚拟仿真技术就相关原理搭建模型，模拟光路变化、微观粒子运动及晶圆变化等过程，生动、直观地向学生展示相关实验过程，帮助学生理解实验原理。
- ③ 观察法：设备拆解、实验实训中，高度真实还原设备的内部结构、操作界面、运行规律等，方便学生观察、体验。
- ④ 逆向思维法：实验中特设置两次晶圆检查过程，让学生根据晶圆结果，逆向推理，分析并找出实验中存在的问题，提高学生的思考、总结能力，加深芯片制作影响因素的相关理解。

(3) 实施效果

本项目已在本校包括材料物理、新能源材料与器件、材料化学、材料科学与工程在内的 4 个专业展开了实验教学，服务学生人次总共 150 余次。学生通过完成教学项目，能更好地将《固体物理》、《半导体物理与器件》以及《新能源材料与器件》的相关理论知识与实践结合，提高了学生利用所学知识解决实际问题的综合能力。此外，本虚拟仿真实验项目界面友好，内容丰富，一方面有效激发学生学习的积极性，另一方面有助于学生的个性化拓展学习。多样的考核与交流方式，使得教师能够更加全面地掌握学生学习状态，提高施教过程中的针对性。工厂漫游等环节对生产中相关安全管理知识，有助于培养学生在工程实际中考虑环境影响、安全、健康等问题的能力。

目前，本项目开展情况良好，获得老师、学生的一致好评。在 2019-2020 年的疫情时期实验教学中，发挥了重要作用，并被学院微信号进行专题报道。



图（a）学院对本项目进行专题报道，（b-c）学生心得