

基于“互联网+”背景的仪器分析类课程 MTSAE 教学模式构建

代冬梅², 陈佳², 沈昊宇^{2,*}, 龙能兵¹, 干宁^{1,*}

¹ 宁波大学材料科学与化学工程学院, 浙江 宁波 315211

² 浙大宁波理工学院, 浙江 宁波 315100

摘要: 在互联网+和双一流学科建设国际化背景下, 针对培养具有工程实践能力、团队合作精神和国际视野人才的目标, 以提升学生自主创新水平和综合素质为导向, 对本科生和研究生仪器分析类课程进行了改革。构建了与国际接轨的MTSAE教学模式, 即通过采用网络教学(M)、团队协作(T)、学术研讨(S)、国内外课堂互通(A)和全方位评价(E)等方式来引导学生积极参与到国际化背景的教学活动中, 发挥主观能动性, 扩充前沿知识储备, 增强团队攻关和合作交流能力, 有效提升了学生的国际化水平, 对于创新型人才的培养起到了积极的推动作用。

关键词: 互联网+; 国际化视野; 仪器分析类课程; MTSAE教学模式; 团队合作; 工程实践能力

中图分类号: G64; O6

MTSAE Teaching Model for the Course of Instrumental Analysis Based on “Internet +” Background

Dongmei Dai², Jia Chen², Haoyu Shen^{2,*}, Nengbing Long¹, Ning Gan^{1,*}

¹ College of Materials Science and Chemical Engineering, Ningbo University, Ningbo 315211, Zhejiang Province, China.

² Zhejiang University Ningbo Institute of Technology, Ningbo 315100, Zhejiang Province, China.

Abstract: Under the background of Internet + and internationalization of dual first-class discipline, aiming at cultivating talents with engineering practice ability, team-cooperated spirit and international vision, as well as enhancing students' independent innovation level, the undergraduate and graduate's instrumental analysis courses were reformed. A novel MTSAE course teaching mode with international standards, through the adoption of MOOCs teaching (M), team collaboration (T), seminar (S), abroad-domestic class interaction (A) and evaluation comprehensively (E), was developed for guiding students to actively participate in the study with international background. It can help students to achieve subjective initiatives, extend accumulation from frontier knowledge, strengthen the team cooperation and communication ability. It can also effectively promote the internationalization level of the students, which played a key role in promoting the cultivation of innovative talents.

Key Words: Internet +; International perspective; Instrumental analysis courses; MTSAE teaching model; Teamwork; Engineering practice ability

2017年9月, 三部委联合印发《关于公布世界一流大学和一流学科建设高校及建设学科名单的通知》, 自此“双一流”建设真正进入了全面启动和实施阶段, 而伴随着“双一流”建设的高等教育国际化战略也进入全面攻坚阶段。在此战略背景下, 要求我们在教育实践中注重以国家重大战略性需

收稿: 2020-01-02; 录用: 2020-02-06; 网络发表: 2020-03-02

*通讯作者, Emails: ganning@nbu.edu.cn (干宁); hyshe@nit.zju.edu.cn (沈昊宇)

基金资助: 2018 年浙江省高等教育“十三五”第一批教学改革研究项目(jg20180076); 浙江省教育规划课题(2020SCG191); 浙大宁波理工学院一流课程建设项目(NITJG-202045); 宁波大学高级别教学成果奖培育项目(研究生类); 2019 年宁波大学精品在线课程; 宁波大学重点教研项目

求为导向, 培养具有合作精神、工程实践能力和国际化视野的创新性人才^[1]。众多高校也积极贯彻与实施这一理念, 开展相关课程教学的改革与实践^[2-5]。同济大学土木工程学科在实践中探索适合的国际化对策^[2], 夏辽源等^[3]提出了“内涵式”发展已成为新时期我国高等教育国际化的主要任务, 主要是树立国际化的教育理念与意识、确定国际化的培养目标、推进师资队伍国际化、实现研究领域国际化、强化国际化交流与合作研究等多项举措。北京科技大学化学与生物工程学院建立了基于“互联网+”的生物化学新教学模式^[4], 即包涵传统教学(TCTM)、小规模限制性在线课堂(SPOC)和翻转课堂(FCM)的混合教学新模式, 该模式取得了较为满意的教学效果。Dai等^[5]组织中国学生参加跨国高等教育项目跨中澳两个系统进行学习, 跨文化交流开阔了学生的国际化视野, 丰富了其学习经历和体验。

仪器分析类课程是化学类专业本科及研究生阶段重要的专业基础课, 是分析化学的重要分支。主要研究物质化学成分鉴定、组分含量测定、物质结构和形态等化学信息的有关原理及分析技术, 是理论和技术含量很高的应用性学科, 具有多学科交叉性、发展性和前沿性, 也是众多领域培养复合型高层次专业人才必不可少的学习课程。而目前该类课程的教学多为传统课程教学加课内实验的方式进行, 在理论和实践教学中还存在着一些共性问题亟待解决^[6,7]。在理论教学方面, 在相对封闭的课堂内和有限的学时内, 多以教师填鸭式讲授为主, 学生缺乏自主创新能力。加之现代仪器更新快、教学内容多, 理论较抽象, 导致学生学习兴趣度不高, 缺少自主课外学习的机会和意愿, 教学质量难以提高。在实践教学方面, 受大型仪器数量的限制, 每个学生个体实际上机操作的时间仍然偏少, 动手能力提高有限。评价方法也基本是结果性评价, 缺乏全面反映学生主体的过程评价指标。此外, 实时了解和掌握仪器分析相关技术的革新和发展, 吸收和消化仪器分析最新研究成果, 对学生创新实践能力的培养尤为重要。而时下很多高校对该类课程的教学存在着前沿性不显著、教学方法缺乏多样性、学生工程实践水平低、攻关和团队合作能力匮乏等突出问题, 严重制约了他们的自主创新能力和综合素质培养。当今大学生多是伴随着互联网+成长起来的 90 后和 00 后, 他们普遍思维活跃、知识面宽、自学能力强、乐于接受互联网和国际新事物, 因势利导, 培养其创新性思维和综合实践能力, 可为拔尖人才脱颖而出提供机会。因此, 在高校开展仪器分析类课程的教学模式改革具有重要意义。

为了解决仪器分析类课程教学上存在的上述问题, 在互联网+和高等教育国际化的背景下, 围绕培养“外向型和国际型”人才的目标, 我们近年在仪器分析类课程教学中进行了积极探索和实践^[8,9], 构建了“慕课 MOOCs + 团队作业 Teamproject + 学术研讨 Seminar + 国外-国内课堂互通 Abroad-homeclassroom + 全方位评价 Evaluation in all dimensions 的课程教学模式(简称 MTSAE, 即上述五种教学途径的首字母进行组合)”。该模式通过采用 MOOCs 网络教学(M)、团队协作(T)、学术研讨(S), 国际-国内课堂互通(A)和全方位评价(E)等方式来引导学生积极参与到问题导向式(PBL)和案例化(CBL)教学活动中; 由此充分发挥学生的主观能动性, 扩充前沿知识储备, 增强自我管理意识, 从而提高其工程实践能力、团队合作精神、国际化视野与综合素质。该模式可以打破时空限制, 互动+虚拟, 足不出户就能跨国交流学习, 有效地激发了学生的学习兴趣 and 热情, 提升了学生的国际视野和学术交流能力, 实现了一场“要我学”到“我要学”的变革。

1 围绕学生工程实践能力和国际化水平培养, 构建 MTSAE 教学新模式

以培养学生自主创新能力和综合实践能力为目标, 我们在高等分析化学课程(宁波大学研究生课程)和仪器分析双语课程(浙江大学宁波理工学院本科生课程)的教学实践中, 通过搭建“国内外互通课堂”的框架体系和全方面的课程评价体系, 构建了与国际接轨的 MTSAE 课程教学模式(如图 1 所示)。该模式采用开放式教学, 通过在线课程与线下课堂相补充、虚拟仿真与真题真做相结合、理论教学与实践科研相融合, 在教学过程中注重学生全程参与及多元评价。



图1 MTSAE 教学模式示意图

1.1 MOOCs 教学(M)

学生在上课前通过慕课(MOOCs, 含教学内容 PPT、文献综述、学术报告、真样实做的操作视频和国外教学课件与视频等丰富的教学资料 <http://mooc1.chaoxing.com/course/201053918.html>)进行自学(图 2)。课程内容按难度分层次, 兼顾本科生和研究生教学要求。通过文献调研和对毕业生进行回访, 将教学内容分成三个层次进行整合优化(图 3), 让学生既从理论到实际全面透彻地掌握相关知识和技能, 又有机会接触到尖端的大型仪器与分析方法的最新研究进展, 统筹兼顾, 达到培养学生实际应用能力和因材施教的目的, 以适应社会对人才的实际需要。



图2 MOOCs 学习平台

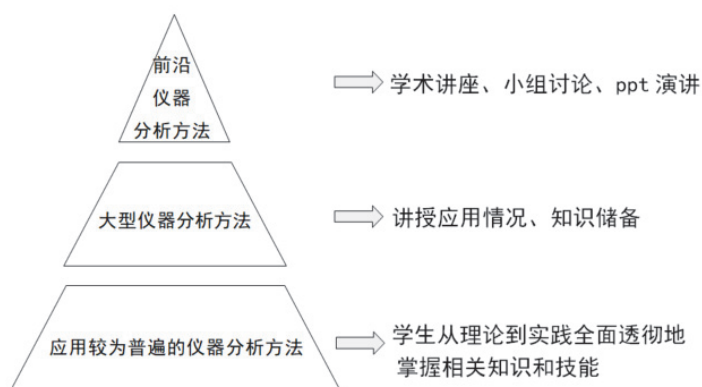


图3 教学内容分层次优化示意图

1.2 团队作业(T)和学术研讨(S)

学生以团队方式完成 MOOCs 学习讨论和真题真做的实验团队作业，通过翻转课堂学习，进行学术汇报和讨论。具体流程包括：学生根据专题布置任务，收集资料、开展讨论和整理成 PPT 汇报、进行实验操作、课堂视频展示等(图 4)。在这些团队项目中，综合考查了学生的课题设计、动手实践、文献综述和论文写作等专业能力，更重要的是考查了学生的项目胜任能力。例如：用 6 种大型分析仪器完成某化妆品质量检验工作，并判断是否符合相关标准规定，具体项目内容和实施流程如表 1 所示。



图 4 团队作业与 seminar 研讨

表 1 用 6 种大型分析仪器协同完成某化妆品质量检验

编号	能力训练项目
1	用气相色谱-质谱仪对几个化妆品样品中的防腐剂二恶烷、六氯酚、二氯酚、三溴水杨酰替苯胺等进行检测评价，判断是否符合标准要求
2	用红外分光光度法对化妆品油性原料进行评价，根据评价报告和数据打分
3	用原子吸收法对化妆品中的重金属铅的含量和形态进行检测评价，并通过 MATLAB 软件绘制形态分布曲线模拟，要进行评价并给出观点
4	用电化学分析法对化妆品的 pH、氟化物、游离甲醛含量进行分析评价，并写出潜在毒理和危害报告(Essay)，需要有自己的独立见解
5	用紫外-可见分光光度计对化妆品的防晒能力进行分析检测评价，根据报告给出建议。
6	用多种仪器对化妆品辅料进行综合评价，给出小组分和个人分

1.3 国外-国内课堂互通模式(A)

为提升学生国际视野和学术交流能力，开展了“三互”国际合作人才培养新方式，即“导师互补、学生互派、课堂互动”。通过国内外课堂互通的初步尝试，利用宁波大学云课堂，以及 Skype、Tel-Telegram 等网络互通 APP，建立了国内外课堂互通模式。如我校在高等分析化学课堂教学中，直接连线芬兰赫尔辛基大学化学系的课堂现场。大家运用英语就“奥运会中兴奋剂的测定方法”进行“结对讨论”。达到了“不在一起上课，胜似一起上课”建设初衷，这就是当前宁波大学研究生课堂改革的其中一面镜子。异地学生能够即时聆听双方导师的现场授课，异国的学子也能实时讨论

问题、合作开展项目，既锻炼了英文应用，又加深了友谊。国外-国内互通课堂与旧式网络课程有所区别的是，其赋予了学生与教师同学交流的权利，而不是呆板的、机械的视频播放与接收，更充分调动了学生的积极性，让学生感受到课堂的乐趣。了国际科技前沿，近距离感受国外的学习过程，大大开阔了国际视野，锻炼了学生的国际交流能力(图 5)。

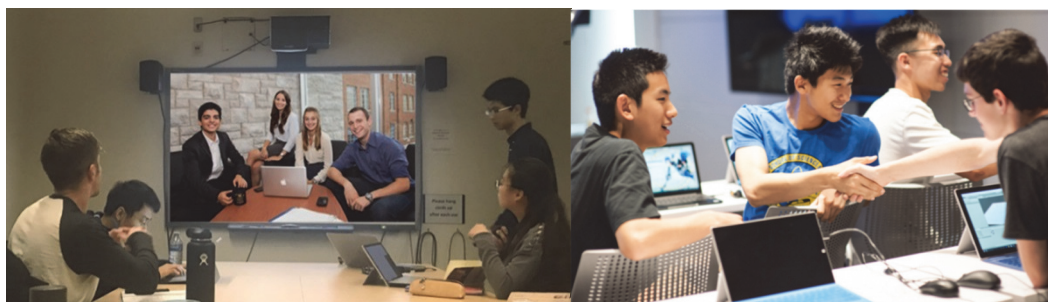


图 5 国内外课堂互通与“三互”国际交流

1.4 全方位评价体系(E)

全方位评价体系改革了传统教学评价中以教师为主导的单向评价的不足，变原来的单纯依靠结果评价为全过程、精准个性化评价，旨在全方位反映学生学习情况(图 6)。其包括了学生和教师共同打分的八种教学评价方式。将教师单向的结果评价转变为教师学生间的形成性评价。包括：MOOCs、在线视频、微信 QQ 问答、网络研讨、团队作品、课堂测试、实验技能考核等。而成绩的形成则由个人分数(个人表现)+组分(小组表现)构成，两者分数各取 50%。而个人成绩由组长和教师共同评定，主要考查平时上课的课堂交流，项目参与程度以及网络讨论活跃程度等。组分则由团队作业执行情况和学术研讨汇报的成绩综合给定，具体由三部分组成：专业报告与论文(50%)，PPT 制作(20%)，课堂汇报与答疑(30%)。

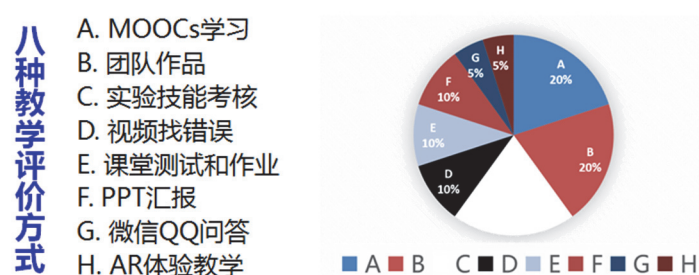


图 6 全方位的课程评价体系组成及其使用情况

电子版为彩图

2 实践效果

通过 MTSAE 教学模式的实践，让学生从“要我学”转变为“我要学”，提升了学生的国际学术交流能力、自主创新能力、团队合作能力、综合实践能力，并促进了“教学研”一体化建设的良性循环。

2.1 开阔国际视野，提升国际学术交流能力

近五年来，浙大宁波理工学院共有 25 人次升入国外高校继续深造，年均出国深造率为 2.2%。涌现出不少优秀学子，其中宁波大学 2016 届蓝同学(芬兰赫尔辛基大学博士)、宁波大学 2017 届同学(牛津大学博士)均表示 MTSAE 教学模式让自己的潜能得到极大发挥，全面提升了科研能力。

2.2 自主创新能力提高, 科研创新成果丰硕

近五年, 宁波大学通过课程培养参加省级以上创新课题 21 项; 第一作者发表 SCI 论文 121 篇, 其中 64 篇为一区或 TOP 期刊论文; 45 人次获学校或者国家奖学金, 参加省级以上挑战杯、创新课题 17 项; 授权国家发明专利 26 项; 11 人次获得学校创新创业奖学金。近五年, 浙大宁波理工学院本科生校级科研立项 162 项, 发表中文和 SCI 论文共 39 篇, 申请专利 8 项。

2.3 毕业生综合实践能力和团队合作能力强

毕业生质量调查抽样反馈显示, 学生对 MTSAE 模式的满意度远高于其他教学模式。宁波出入境检验检疫局技术中心等用人单位认为, 该模式培养出的学生“实践基础扎实、团队意识强, 在实践动手能力、职业素养等方面表现突出”。浙大宁波理工学院毕业生方同学(复旦大学副教授)开发的“微流控核酸一体机研发及在病原体诊断中的应用”项目, 入选上海市启明星计划人员名单。他反映在 MTSAE 教学中学会了管理和团队合作, 学会了与人有效沟通, 大大提高了自己的创新创业水平。

2.4 形成了“教学研”一体化建设的良性循环

指导教师在指导实验的过程中结合学生实验碰到的问题和新的想法又可以进一步深化科研与技术革新的内容, 新的科研成果可以再增添到新一届学生的教学中, 实现真正意义上的教学相长与螺旋上升的良好机制。形成了“教学研”一体化建设的良性循环。

3 结语

基于互联网+背景下的 MTSAE 教学模式不仅可以在仪器分析类课程中使用, 也可以推广到很多工程实践类课程中。而且可以实现本硕打通, 目前已经推广至浙江大学研究生院宁波教学基地、南京师范大学、浙江师范大学、聊城大学等十来所学校生物工程、材料、化工和制药类本科和研究生教学中。在此模式下课堂突破了时空的跨越, 不仅让本校学生参与体验, 更重要的是会与国内外其他院校的师生实现共同互动, 达到了“不在一起上课, 胜似一起上课”的建设初衷, 由此带来教学方式的革命, 受到国内、国外参与高校及师生的高度称赞。经过几年实践后效果明显, 学生的培养质量大幅度提高, 在省内外形成较大的影响力和示范性。

前苏联教育家巴班斯基指出: “教学方法的最优化程序中一个最重要的、也是最困难的问题, 是合理地选择各种教学方法并使之达到这样的结合, 即在该条件下, 在有限的时间内获得最好的教学效果。^[10]”教师对每个环节都不能放松, 而对于实践性、交叉性极强和发展迅速的仪器分析类课程的教学更是如此。MTSAE 模式引领课堂的尝试将不断完善积累经验, 实现多地区、多校间的同步互动, 形成优质教育资源辐射面扩大常态化, 促进优质教育资源的共建、共享。

参 考 文 献

- [1] 陆小兵, 王文军, 钱小龙. 高校教育管理, 2018, 12 (1), 27.
- [2] 沈佳君, 黄宏伟. 高等建筑教育, 2016, 25 (6), 19.
- [3] 夏辽源, 曲铁华. 东北师大学报(哲学社会科学版), 2018, No. 2, 154.
- [4] 王海鸥, 李新学, 时国庆, 牛琳. 大学化学, 2019, 34 (9), 57.
- [5] Dai, K.; Matthews, K. E.; Renshaw, P. *High. Educ. Res. Dev.* 2020, doi: 10.1080/07294360.2020.1713731
- [6] 张庆, 朱宗强, 梁美娜, 李艳红. 教育教学论坛, 2017, No. 50, 276.
- [7] 潘芊秀, 王江云. 大学化学, 2018, 33 (1), 45.
- [8] 干宁, 栾倩. 大学化学, 2017, 32 (5), 11.
- [9] Shen, H. Y.; Shen, B. *J. Chem. Educ.* 2013, 90 (6), 726.
- [10] 唐国安. 高校教学概论. 上海: 上海交通大学出版社, 1991: 104.