基础工业工程实验课混合式教学改革与实践

孔海花　殷复鹏　纪　雪

山东建筑大学 管理工程学院，中国·山东　济南　250101

【摘　要】基础工业工程课程具有知识点多、实用性强的特点。以往的实验教学缺乏有效吸引学生兴趣、提高学生参与积极性的手段，借鉴“基于问题学习”和“翻转课堂”思想的基础上，对实验内容进行重新设计，运用新的教学方法及教辅工具，基于实验任务，引导学生开展基于问题的学习及实验设计，让学生通过线上+线下的混合式教学模式，变被动学习为主动学习。教学实践表明，教学改革提升了学生实验兴趣性，促进了学生实践创新能力的培养。

【关键词】基础工业工程；实验教学方法；实验设计；混合式教学；线上实验教学

顾佩华曾指出：“先进的教学和培养方法会激发学生的学习兴趣，促进学生主动学习和自主学习，因此选择的教学方法和辅助工具对于课程学习效果有直接的影响”——这对于实验类课程来说尤其如此[1]。实验教学，通过观察与操作，可使学生增强实践能力、养成创新精神、提高创新能力。实验教学更具直观性、实践性、综合性等特点，与理论教学相辅相成，是高校培养学生的重要与必要手段[2]。

该课程内容涉及知识点多且运用紧扣企业生产实际，而学生在学期间对作业系统运作与管理缺乏直观认识，因此对课中所学分析与优化方法理解不够透彻，难以对课程内容建立全面认识，而系统全局及创新思维却是课程需要灌输给学生的理念。从之前实验教学反馈结果看，学生总体方法运用情况不够理想，反映出课程的实验教学需要改革。经过对国内相关专业高校的考察和对新兴教育教学手段的多方面研究，依托多年的实验、实践教学经验，从教学内容、教学方法和教学手段等方面进行了逐步的探索改革，并取得了较为显著的成效。

1　“基础工业工程”实验课教学改革背景

以往《基础工业工程》实验教学流程是教师布置实验任务并发放实验指导书给学生，学生根据手册指导完成相关实验并撰写报告，教师根据实验报告对学习效果评价。这一模式的弊端是学习呈被动式、学习效果评价单一、课堂互动性差、学生创新能力被束缚。

2　基于线上课堂及专业软件的实验设计

为此，通过建立线上课堂，线上线下相结合，实现课前、课中及课后全程互动及评价，改革教学模式，具体设计(如图1)所示：一是引入问题教学模式，提高学生动手实践和创新能力；二是运用“翻转课堂”，改被动学习为主动学习；三是通过线上线下“混合式教学”，通过多途径、多样化的教学手段巩固学生的知识，通过三种方式的融合设计更好地提升实验教学效果。

问题教学模式的实施体现在从与企业产品生产过程实际问题出发，从中提取与实验内容相关的问题，结合给定的学习资料，引导学生具备问题意识及改革意识，在实验前、实验中、实验后基于各阶段面临的问题进行设计、实验及分析优化，进而对所学方法融会贯通，学以致用。

“翻转课堂”教学的实施通过提前1至2周将实验课程任务布置给学生，并提供相应的学习资源及视频，使得学生在课前熟悉上课内容并思考实验内容的具体设计。在实验中，充分调动学生积极性，组织学生分组协作完成实验任务。通过“以学生为中心”的教学模式改革，让学生由被动变主动，师生实时交流，问题聚焦统计，从而在课上能

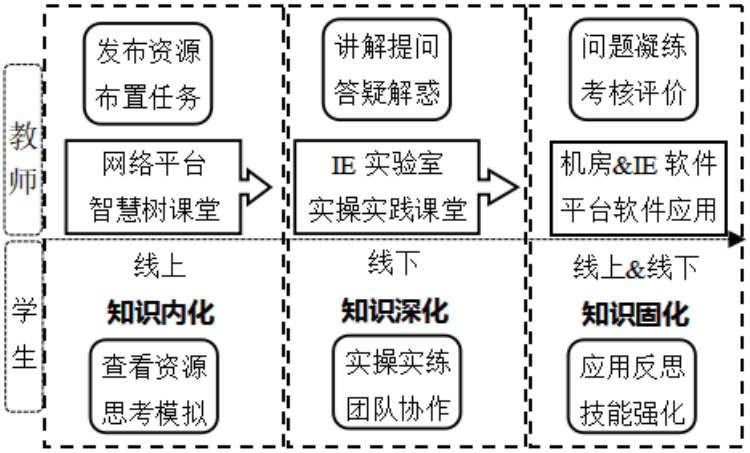


图1　基础工业工程实验教学模式设计

更有针对性地解答问题。

“混合式教学模式”的特点是线上线下资源综合利用和教师与学生的线上互动。教师根据课程教学内容安排，梳理相关知识，搜集相关媒体资源，同时设计实验任务，学生线上思考实验设计及完成相应考核，线下完成实验操作，提高分析实践能力，促进合作和沟通能力的培养。

此外，实验室引入了IE实验软件平台，通过软件平台完成工艺工时的研究、分析、改善及标准化实施等实验内容，对基础IE实验前期资料的设计录入、实验内容及实验结果查看等功能更系统全面地了解应用，使得学生在实际操作的基础上，借助软件及影像资料更好地进行方法的实际应用及效果评价。

3 实验课教学学时及内容设计改革

基础工业工程课程实验设计，以培养学生实践与创新能力为导向，注重专业能力培养与企业应用需求之间的联系，同时体现专业提质、增效及降成本的特性，为学生日后从事相关专业奠定基础。课程内容主要涉及方法研究、作业测定、现场管理三大模块知识，在课程实验内容教学设计中充分考虑各个教学内容的特点，将实验教学内容与各模块知识相结合，通过基于问题的学习，引导学生合作解决具体的实际问题。实验教学内容改革主要针对实验教学学时、实验内容模块的设计进行了重新设计。

3.1实验学时增加

课程总学时为48学时，最初教学设计为40学时理论授课加上8学时的实验教学，但是通过实验操作、报告及期末考试总成绩来看，发现学生对于方法的理解与运用部分普遍存在不足，且学生之间成绩差异较大，因此在后期设计时，将实验学时增加为12学时，通过实验操作与思考分析，使得学生能更透彻地理解与运用方法。

3.2实验内容模块化设计

实验内容在开设课程之初设计为6项实验内容，每次学生自主选择其中的4项进行实验。通过实验过程发现，学生避重就轻，选择倾向于较为简单、熟悉的或者大家都选择的。根据几次实验的统计结果可知，基本选择倾向于工艺程序分析、双手作业分析、工时评价及动素分析，实验项目选择存在投机问题及抄袭问题。因此，后期在实验内容上，将原来的“6选4”的实验整合设计为4项必做实验，并且按知识模块及知识共性进行重新划分，且每次实验的对象也进行了差异化调整，从而一定程度地避免了投机行为及抄袭行为。

3.3实验内容增加

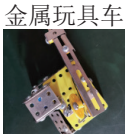
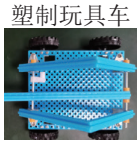
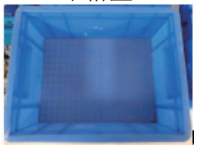
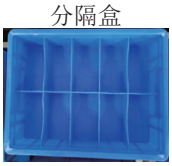
通过模块设计，比以往的单项实验更能促进学生的思考与分析设计能力提升，但是各组间在运用同类实验对象进行实验操作时，仍存在雷同问题。此外，本课实验的目的在使学生理解方法运用的基础，更是为了使得学生能结合实际生产现状及问题进行分析优化。因此，在后期实验中，每个模块的实验除了各组实验对象的差异性设计基础上，还要求学生自主选择工件进行产品设计、工位布局设计、料盒的组装设计、物品的定位布局设计等内容，通过以上设计内容的增加，更好地规避了取巧抄袭行为，提升了学生主动性，促进学生实践创新能力的培养。

4 实验操作对象的选择与设计

实验开设初期，考虑到与后期工业工程综合课程设计内容的结合，统一选定的实验操作对象为S195油泵，并且4次实验内容均以该产品的手动组装过程为基础进行的。这种方式虽然能保证学生对实验及设计产品充分熟悉，但是也产生了重复性疲劳，降低了学习积极主动性。

针对上述问题，对于实验对象的选用分阶段进行了三次整改（下表1），具体过程如下所述：

表1 实验操作对象的选择与设计

项目	调整之前	初次整改	二次整改	三次整改
实验对象	S195油泵	金属玩具车 	塑制玩具车 	自主设计产品
缺点	重复疲劳 容易生锈	精细作业 组装时间长	零件易损坏 使用周期短	设计可能 过于简单
整改思路	留用原油泵 增加玩具车	留用金属车 增加塑制车	留用塑制品 利用闲置金属件	自主设计 验证合理性
优点	易于组装	多样化组装	操作简单 多样化组装	操作简单 多样化设计 零件工具活用
料盒设计改革	带盖小盒	单格盒 	分隔盒 	自组料盒

4.1一次整改

首先，在保留原有的S195油泵基础上，增加了金属玩具车，提升了学生兴趣，但是操作中遇到问题：由于实验课时有限，课上操作加完成实验任务、绘制图形，往往不能保证组装完成；二是秒表测时实验，发现该车的组装属于相对精细作业，操作不稳定，导致测时数据差异较大，无法让学生更好地了解方法的适用性。

4.2二次整改

考虑到金属玩具车的操作时间长，过程不稳定，实验对象改为塑料玩具吊车、小风扇等产品，其组装时间较短，可重复作业，且组装工艺简单，作业稳定性强。通过这次整改，保证了每次学生实验对象的差异化，提升了兴趣的同时，降低了操作难度，避免了数据雷同。

4.3三次整改

二次整改的塑料玩具车类产品虽然工艺相对简单，但是问题在几年的实验日益凸显，即为产品易老化、易损坏。基于此，在实验对象选择上重新选为金属玩具制品，但是每组学生在每次实验前需根据金属玩具制品现有的零部件进行产品自主设计，在课上按照自主设计的产品进行相关实验内容。通过这次整改，既充分利用了原有的实验工具，又充分发挥了学生实践创新能力。

5 实验教学改革效果分析

实验教学于2021年秋季学期开始投入混合式教学模式，每学期4个实验分成12次线下实验完成，3学期共计实现36次混合实验教学开展，总计198人采用线上＋线下混合教学模式完成实验，教学效果和教学管理方面都有明显改善。

相比传统的实验课程教学，线上预习并观看操作视频，线下实际操作分析研究更容易掌握实验要点，更好地促进知识巩固吸收；相比以往的单一实验对象、实验工具、固定工位及个人操作的实验设计，改革后的自主设计工位、产品及小组讨论完成实验的形式，不仅能更好地规避抄袭投机等行为，而且能进一步调动学生的积极性，加强学生的团结协作精神，树立问题与改革意识，激发创新精神。

通过对校内工业工程系198名学生进行了匿名问卷调查，回收有效问卷186份，调查统计学生对于混合式实验教学学习满意度，结果显示，“满意”及“很满意”的学生占比约为93%，具体结果如下图2所示：

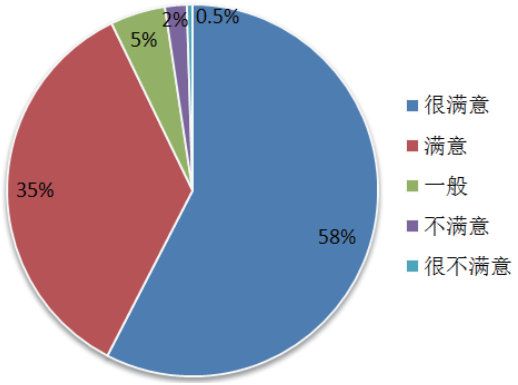


图2 混合式实验教学学习满意度

此外，就混合式实验教学方式对于实验各环节的指导作用调查，统计结果显示，实验课前预习指导作用选择“很大”和“较大”的人数占比合计为93.71%，课上实验操作指导作用选择“很大”和“较大”的人数占比合计为92.67%，课后完成实验报告指导作用选择“很大”和“较大”的人数占比合计为83.67%[3]。

采用多元评价机制，综合运用过程性评价和总结性评价、定量评价和定性评价、教师评价和和小组评价等多元教学评价方式。通过线上平台及时掌握学生学习状况和解决学生的疑问，指导并帮助学生完成自主学习和小组协作学习[4]。

最后，在同样的授课教师与授课大环境下，统计对比改革前、一次及二次教改的3个学期工业工程专业学生平均成绩：期末卷面平均成绩从改前61分提升至67分，总成绩从改前的69分提升至76分。结合各期统计对比可知，随着实验课程形式与内容的不断改革，学生各期平均成绩逐步提升。通过实验内容的不断更新，实验对象设计的多样化，让学生更多地参与到实验设计与操作中，更好地理解实验课程所涉及到的知识点。

6 结语

为适应创新型本科人才培养的内在要求，不断改进实验对象、实验软硬件等的设计与配备，并重理论教学与实践教学，较好地弥补了原有实验教学在组织运行与资源配置上的不足；并通过线上＋线下混合教学模式，实现“问题导入—线上预习学习—线下实操研究—线上线下混合考核评价”，更好地促进全过程学习跟踪与考核，提升学习与实践效果。今后，在该模式下如何引导学生更广泛地参与共享平台上的实验学习以及不断优化课程结构、充实实验资源等方面还需展开进一步的探索和实践。

参考文献：

[1]吴亚琼，韩雪岩等.基于“雨课堂+雷实验”的实验教学改革模式研究[J].现代教育技术，2019,29(6):109-114.

[2]孟昭霞.实验教学在学生创新能力培养中的作用[J].现代大学教育,2018,5:92-97.

[3]刘雅静,史成坤,陈娇娇.基于线上+线下的机械制造基础实验教学研究[J].北京航空航天大学学报,2021,35(1):168-172.

[4]葛福鸿,王云.基于智能教学平台的高校混合式教学模式构建与应用研究[J].现代远距离教育,2018,5:24-31.

作者简介：

孔海花（1981.8—），女，汉族，籍贯山东省烟台市，研究生，讲师，研究方向：生产运作管理、项目管理。

殷复鹏（1981.12—），男，汉族，籍贯山东省聊城市，博士研究生，高级实验师，研究方向：生产管理、制造业信息化。

纪雪（1991.3—），女，汉族，籍贯山东省泰安市，博士研究生，讲师，研究方向：产品规划、数据挖掘。