



中国石油大学（北京）

2019年第十一届优秀教学成果汇编

教务处

2019年12月

目 录

一、课程教改建设

《造岩矿物学》核心课程建设.....	3
“信息化技术引领课程革新—《采油工程》一流核心课程建设与实践”.....	8
多维教学改革，打造财务报告分析精品课程.....	14
以 Online Judge 为突破口的一流程序设计课程的实践.....	20
建设网络环境资源，落实 C 语言基础教学.....	36
科创案例反馈海工基础课课堂教学的探索和实践.....	42
数学公共基础课混合式教学研究与实践.....	47
日常“微课程思政”——主渠道主阵地“三全”育人.....	52
能源学术英语混合式教学课程体系建设.....	65
基于提高实效性的博士生政治理论课改革.....	70
大学体育理论网络课程建设.....	72
石油地质学教材.....	80
《Fundamentals of PetroPhysics》教材建设及国外出版.....	88
现代石油工程导论与前沿技术.....	92
管道及储罐强度设计(教材).....	96

二、实践教学改革

普通地质实践教学方法改革与成效.....	99
“双一流”建设背景下的沉积岩石学实验教学改革与实践.....	104
油气地球物理勘探实践教学综合建设及成效.....	108
建设特色育人平台 培养创新卓越人才.....	113
突破专业实验教学传统理念藩篱，依托全国大学生金相技能大赛，探索专业先导实验教学新模式.....	118
有机化学实验课程建设.....	125
以物理类创新课程为平台，提升大学生综合能力.....	134

三、培养模式改革

地质类研究生创新能力培养模式探索与实践.....	138
石油与天然气工程硕士研究生教育认证实践.....	143
能源化学工程专业培养体系的建设与实践.....	147
地球物理学全英文硕士学位项目“四位一体”合作下课程体系建设和国际化人才培养模式探索.....	153
“迈向深蓝”——以国家海洋战略为指导建设海洋油气工程专业建设.....	156
高等教育教学改革导向下推免生名额分配体系的研究与应用.....	159
基于工程教育认证的本科教育教学改革与实践.....	167

《造岩矿物学》核心课程建设

主要完成人员：谢庆宾、牛花朋、王春英、孙晶、李壮、温顺久

《造岩矿物学》是资源勘查工程专业十分重要的专业基础课和必修课，具有课容纳量较高、实践性较强的特点，是学习三大岩石等课程的重要基础。矿物岩石教学团队一直十分重视教学改革，取得了丰硕的教学成果。但“学时短、内容多”的突出矛盾仍然没有得到很好的解决，教学效果很难把握，尤其是实践动手能力培养效果仍然不是十分理想，存在“重实验、轻实践”、“重微观、轻宏观”等问题。实际上，仅仅完成实验室矿物学教学，对于学生来讲是远远不够的，实验室观察的矿物的规模、形态、新鲜程度、种属会与野外实际观察有着相当大的差别，若仅限于课堂实验教学，就会造成与真实大自然的脱节，使学生无法真正掌握矿物的鉴定特征。

同时，两年一届的全国大学生地质技能竞赛对地质类院校的师生来说是一项非常重要的赛事，该竞赛已成功举办四届，是由“地质技能综合应用”、“野外地质技能竞赛”、“地质标本鉴定”、“地学知识竞赛”四个单元组成。通过连续组织学生参赛发现，我校资源勘查工程专业矿物岩石学方面的课程体系和授课方式还存在一定的薄弱环节，缺少“矿相学”相关课程，学生在矿相学知识方面的短板也逐渐暴露，在某种程度上也反映出我校学生在地质学基础知识上的不完善。

近年来，矿物岩石教学团队通过创新课程体系、增补“矿相学”、构建“习题-实验-实践”一体化实验教学体系，提高学生实践操作和创新能力；转变教学理念，建立“以学生为主体、以教师为主导”的基于探索和研究的教学模式；完善教学条件，提高资源优化配置；充分发挥传帮带作用，引进与培养相结合，主校区和克拉玛依校区相配合，建立稳定的矿物岩石教学团队等，对《造岩矿物学》核心课程进行了系统建设，以期完善我校学生矿物岩石基础知识体系，激发每个学生的特长和潜能，鼓励并引导学生走出课堂，走进大自然，开始发现问题并寻求解决问题的方法，提高教学效果，为地质技能大赛提供有效支撑。

一、创新课程体系，显著提高教学效果

通过创新课程体系，着力解决《造岩矿物学》“学时短、内容多”的突出矛盾，提高学生解决实际问题的能力和创新能力，以及应备“全国大学生地质技能竞赛”之需。

（一）梳理教学内容，增补“矿相学”，完善地学基础知识

《矿相学》为固体矿产类学科重要的专业基础必修课，是在矿相显微镜下，研究矿石矿物（以不透明金属矿物为主）的光学、物理和化学性质特征，矿石的

组构以及矿石在时间与空间上发育的规律性，矿石的粒度特性（工艺特性）的一门地质基础学科。在没有组织学生参加地质技能大赛之前，学校一直未开设“矿相学”相关课程，课件、标本、光片等最基本教学元素均缺乏，授课教师也大多是石油地质学术背景，不掌握讲授相关课程的知识，并且从本科培养体系和需求度来说，我校单独增开“矿相学”这门课程的条件还不是十分成熟。

考虑到《矿相学》课程主要目标是利用反射偏光显微镜鉴定不透明金属类矿物（石），与《造岩矿物学》课程体系具有一脉相承的关系，教学团队和院教学专家组成员在充分论证的基础上，梳理所有矿物岩石课程的教学内容，建立矿物岩石本研一体化课程体系，适当增加《造岩矿物学》学时，总学时由 56 个学时增加到 64 个，同时在精简矿相学教学内容的基础上，合并到《造岩矿物学》课程体系内，使《造岩矿物学》一共由结晶学、晶体光学、矿物学和矿相学四个篇章组成。其中，矿相学理论课主要讲授不透明矿物的综合性系统鉴定方法（2-4 个学时），实验课程（4-6 个学时）一边学习反射偏光显微镜的使用方法、一边掌握主要矿石矿物鉴定特征，其他相关内容采取课外自学。

（二）构建习题-实验-实践一体化实验教学体系，提高学生实践操作和创新能力

验证型实验比重较大，不利于学生实践操作能力和创新能力的培养。在充分调研的基础上：一是针对每一章节重点、难点编写习题集。通过大量课堂例题讲解与课外作业相结合，可以有效督促学生每一次课后均能及时查阅相关书籍，加强学生对所学理论知识的理解和掌握，起到事半功倍的效果；二是在不断强化室内验证性实验的基础上，将实验课堂教学进行延伸，充分利用北京市各类地质博物馆以及昌平北边良好的粗粒花岗岩、角闪斜长片麻岩等露头，建立了中国地质大学（北京）地质博物馆和锥臼峪野外实践鉴定基地，增加实验拓展学习（第二课堂：课内实践）；三是借助各类科研实验平台，以及校内地质博物馆等地质教学资源，开展实验延伸学习（第三课堂：自主实践和科技创新）。“课后习题-室内实验-课内实践”一体化的实验教学体系实现了室内教学与室外教学并行、验证性学习到探索性学习的延伸，充分锻炼了学生矿物岩石实践鉴定的能力，其中，室内实验、课内实践和自主实践是必修环节，纳入教学日历，科技创新则是根据学生个人兴趣针对性申请相关项目，由专门教师指导，国家或者学校资助部分经费。

二、转变教学理念，优化教学模式

积极推进“以教为中心”向“以学为中心”的教学理念转变，建立了“以学生为主体、以教师为主导”的基于探索和研究的教学模式。该教学模式既可以有效提高教学效果，又可以进一步节省学时，为增加矿相学教学内容进一步提供了课时保障。

(一) 建立 WWH 体系

上第一堂课，首先通过 why、what、how 三问，向学生灌输为什么学、学什么和如何学思维模式，使学生快速掌握为什么学习《造岩矿物学》，及其学习重点和学习方法，引导学生学会思考。

(二) 应用翻转课堂教学

课堂教学过程中，尝试应用翻转课堂教学，通过对课程问题引入、讨论、释疑、归纳总结等环节的课程训练，增强了学生学习地质学课程的兴趣和主动性。教学实践表明，在课前对课程知识点相关问题的引入，在“以学生为中心”的课堂内引导学生对课程问题的讨论，在课后开放实验室鼓励学生通过模型和实物标本的观测，对课程知识点相关问题进行归纳总结，对提高教学质量有明显的效果。

(三) 广泛采用研讨式教学方法

开创矿物学“读书报告会”，教师事先提出备选问题，5-6 人自由组合为团队，通过纸质报告+口头汇报的形式，汇报读书成果，最后由任课教师和团队相互打分相结合的方式，评选出最佳报告及最佳团队，该方法对培养团队合作的意识、学习查找文献的能力、以及锻炼语言表达的水平发挥了重要作用。

倡导大学四年游遍北京市地质博物馆活动，鼓励学生课余时间，开展自主实践，建议学生本科一年级参观学习中国地质大学（北京）地质博物馆，本科二年级参观学习中国地质博物馆，本科三年级参观学习北京自然博物馆，本科四年级参观学习中国国家博物馆。

改变授课模式，边上晶体光学课边认识矿物，认识矿物时直接使用三大类岩石学薄片，充分利用类比法等授课方式，通过教师课堂讲授与学生自学相结合、野外实践与室内鉴定相结合、科研成果和课堂教学相结合的方式，广泛开展研讨式教学，大大提高大学生解决实践问题的能力和创新能力。

(四) 加强过程考核与评价

《造岩矿物学》是实践性很强的课程，主要是培养学生鉴定矿物的实际能力，因此，加强学习过程的考核与评价，一是增加三次随堂测试，便于学生及时掌握所学知识外；二是实验（实践）报告、习题集、课后作业 100%批改，并通过公共邮箱、微信群和 QQ 群精心答疑反馈，不断强化学习效果；三是总成绩中适当加大了实验考核成绩的比重，由原来的 30%增加到 40%的比重，从侧面进一步督促学生要重视和抓紧平时的锻炼，提高实验学习积极性和主动性，改变过去那种靠死记硬背就能通过考试，甚至是考高分的状况，克服学生“平时不用功，临考搞突击”的弊病。

三、完善教学条件，提高资源优化配置

(一) 编写十三五规划教材

实施精品教材战略，教学团队根据多年矿物岩石课程教学经验，结合最新的

学科成果，编写石油出版社十三五规划教材《晶体光学与矿物岩石学》，目前已经完成初稿。

（二）加强实验室基础设施建设和管理

首先是新建先进偏光互动显微镜室。目前，资源勘查工程专业拥有先进互动偏光显微镜室达到5个（本校区3个，克拉玛依校区2个）。通过实验室规范化管理，进一步提高了实验室平时对外开放的力度，显著提高了学生到实验室自学的主动性、科技创新的积极性，以及实验室实验教学能力。

其次是补充完善标本薄片。对实验室所有标本薄片进行了重新归纳、鉴定，并进行了大量补充完善，尤其新增矿石手标本和光片。为了使学生对重点概念和典型现象产生深刻印象，尽快掌握常见矿石矿物的鉴定特征，也为了方便自学，教学团队对该套矿石标本进行了系统鉴定：把每种矿石手标本进行规范化描述，拍照，把矿石组构按照不同成因整理分类；利用反射偏光显微镜，把对应矿石光片内不同矿物反射率和双反射的对比分析、反射色和反射多色性的描述、矿物均非性的观察以及矿石显微结构等各种现象挑选出来，并借助显微照相系统进行图像采集，配以文字说明，编制成实验指导书，便于学生预习、复习和查阅。

（三）开发矿物岩石综合查询系统（APP）

为了能有效拓宽实验教学空间，提高学生的实践应用能力和学习的主动性，推进地质学专业的数字化建设，对基础地质实验室、地质博物馆和校内矿物岩石标本进行筛选、优化和总结的基础上，按照详尽清晰的分类标准，采取图片与内容相结合的方式，使用数字化手段将实体矿物岩石标本的结构、构造、矿物成分、鉴定特征和产地等专业信息整合为大型检索系统，方便学生随时学习和查询，也方便教师进行授课。该APP采用Android和Ios两种系统，不需要联网，支持离线查询且查询方便，输入关键词就会出来岩石查询结果。同时，为了更加方便师生参观学习，建立了校园内矿物岩石展品的微信识别二维码，通过扫一扫二维码，就可以了解其名称、鉴定特征等专业知识，大大提高了校园地质文化氛围。

四、建立稳定的矿物岩石教学团队

矿物岩石教学团队是校级优秀教学团队，主要承担资源勘查工程专业《造岩矿物学》、《岩浆岩及变质岩石学》、以及地质学专业硕士研究生课程《高级矿物岩石学》。但受学科发展影响，矿物岩石教学师资力量一直较薄弱，尤其是资源勘查工程专业自2016年起在克拉玛依校区开始招生后，师资更加紧张。这一方面是由于人才引进专业容易受限，且引进之后，因专业上的“水土不服”等原因导致辞职的现象时有发生；另一方面教学团队原有成员大多毕业于石油院校，大多老师对矿相学等基本内容不熟悉。

针对以上情况，教学团队充分发挥传帮带作用，主校区和克拉玛依校区相配合，积极引进与培养青年教师，建设了稳定的矿物岩石教学团队，能够同时满足

两校区资源勘查工程专业矿物岩石类课程教学要求。为了尽快帮助教师熟悉相关教学内容，不断加大师资培训，一是专门聘请成都理工大学、中国地质大学（北京）等经验丰富的教师来校授课示范；二是派教师到河北地质大学等高校进行了专门系统的学习，跟着经验丰富的矿相学实验课教师一起做实验，学习；三是派青年教师积极参加地质学会举办的矿物岩石类课程培训班，青年教师教学能力显著提高。

目前团队成员共 10 人，其中主校区 6 人，克拉玛依 4 人，含北京市教学名师 1 人、校青年教师教学效果卓越奖 1 人、校青年拔尖 1 人，《造岩矿物学》获批第八届校级品牌课，多人次获得校青年教师教学基本功比赛二等奖等奖项，学生评教多门次名列全校 20% 以内，整体来说，教学效果优秀。

“信息化技术引领课程革新—《采油工程》一流核心课程建设与实践”

主要完成人员：韩国庆 马新仿 安永生 檀朝东 张红玲 田树宝 李春兰 牟建业
王 飞 王 雷

一、课程建设背景

在日新月异的社会发展和技术进步的新时代，对高等教育提出了更高的要求。教育部、财政部、国家发展改革委联合发布了《关于高等学校加快“双一流”建设的指导意见》，明确提出强化人才培养的核心地位，明确“双一流”建设的核心是人才培养，同时明确了一流本科教育在“双一流”建设中的基础地位。作为人才培养的核心要素、学生从大学里受益最直接、最核心、最显效的课程建设，是本科教育的最根本问题。建设一流课程，就是响应国家号召，进行一系列课程改革，提升大学生的学业挑战度，合理增加课程难度、拓展课程深度、扩大课程的可选择性，真正把“水课”变成有深度、有难度、有挑战度的“金课”。

教学改革总是与技术进步息息相关，特别是以信息技术为特征的第三次教育革命，正在把我们从班级授课的规模教育带入生态化、网络化、分散化、生命化的个性教育。在这个历程中，教育的目的、教育组织、教育内容、教育方式和教学规模都产生着重大而根本性的变化。

采油工程作为石油工程专业核心课程，主要系统介绍采油工程涉及的基础理论、设备工艺和技术措施。课程具有基本概念和计算方法多，知识点分散和理解难度大的特点。为了提高课程质量和教学效果，采油工程教学团队经过十几年的不懈努力，将采油工程打造成为国家级精品课和国家级精品资源共享课。特别是近几年来，教学团队充分利用信息化新技术、新工具，通过创建、引进、研发等方式，开展一系列教学改革，取得了令人满意的效果。同时，结合专业认证的OBE理念，梳理优化了教学内容、构建了本硕博一体化的知识体系。

二、依托三项教改课题、大胆探索创新，将信息化技术与工具融入采油工程课程教学，实现了“信息技术进课堂、线上线下共发展”的教学模式。

(一) 建设采油工程慕课，将实体课堂与慕课结合，开展线上线下结合，拓展教学内容的广度。

2016年申请立项了学校第一批慕课建设项目：《采油工程》慕课课程建设，教学团队经过一年多的努力，于2018年3月全部完成慕课建设任务并与2018

年 10 月通过结题验收。慕课共有教学视频单元 86 个，总时长 836 分钟。实验教学视频单元 15 个，总时长 85 分钟。目前课程已在“学堂在线”平台上线运行三期，总选课人数达到 1.7 万人。

作为一门典型的工科课程，有一些知识点需要推导公式，有一些知识点需要讲解比较复杂的工艺过程和设备工具。针对这些与计算机类课程和科普类课程明显不同的特点，如何构建这类工科课程的慕课教学模式值得在实践中进行探索。以下几点是在《采油工程》慕课的建设和应用过程中的一些体会，可供类似的工科课程建设慕课时借鉴。

1、课程定位。工程类课程开设慕课要注意受众的广泛性和不同的层次，让更多的人利用慕课的灵活性、即时性，开放性，利用碎片化时间获取相关知识。慕课也要作为课堂教学的补充，翻转课堂的工具。基于这两点，慕课内容尽量全面，覆盖面要广；另外难度要适当，适合于各层次的人学习。《采油工程》慕课共分 9 章，基本涵盖了采油工程的各个方面。但是在章节内容选取上适当考虑了在线课程的特，没有包含一些难度比较大的内容。

2、知识点划分。传统教学活动以一节课作为基本教学单元，一般情况下一节课讲授几个知识点，或者几节课讲授一个知识点。一个慕课单元却要讲授一个相对完整的知识点，知识点之间既相对独立、又有一定的逻辑关系，还要有讲授时间的限制，因此，将传统课堂的章节按知识点进行拆分对于慕课的设计是非常重要的。

3、录制方式与课件制作。工科课程的教学过程中需要适当的板书、公式推导和图示讲解，仅仅依靠声音和 PPT 的结合达不到比较好的教学效果。在《采油工程》慕课的录制中采取了教师出境讲解与 PPT 全屏显示结合、PPT 讲解与手写屏幕式的板书结合、不同机位录制结合等方式。一方面避免了枯燥乏味，另一方面也保证了学习者比较容易理解和掌握重要的教学内容，收到了良好的教学效果。

4、课后练习。为了方便慕课平台自动评分，每个教学单元的作业和练习需要提供客观题，本课程针对所有章节的知识点提供了一定数量的选择题，方便学生检查学习情况。题目的设计紧密结合讲解内容，偏重基础性知识。使得学习者在学习完一个知识点之后能够比较轻松地完成相应练习，从而始终保持旺盛的学习动力。

除了在线教学之外，《采油工程》慕课也为实体课堂提供了丰富的教学资源。在实际的教学实践中，对于一些简单易懂的知识点，通过课前推送相关慕课视频，并布置相应的思考题，课上通过完成练习题检查学生掌握的情况，同时将慕课的学习成绩作为平时成绩的一部分。从一个学期的教学效果可以明显看出，将慕课资源引入课堂，使得课上课下有机结合，取得了满意的效果。

(二) 自主创建《采油工程课程设计平台》，面向现场真实数据，将个性化设计任务发布、网上答疑、自动批改融为一体，提高效率的同时，保证杜绝抄袭、人人受益，提高解决复杂工程问题能力，加大训练内容的挑战度。

在学校教学改革项目“采油工程课程设计综合管理平台”的支持下，教学团队针对采油工程课程设计过程中存在的多种问题和不足，自主开发了《采油工程课程设计管理平台》，使用科学信息化的系统进行管理。

《采油工程课程设计综合管理平台》是基于 B/S 结构建立的一套适用于采油工程课程设计的练习、考核、网上答疑等多功能全面的网上自动化信息管理系统。此系统针对采油工程课程，建立了包括了采油所涉及到的各种不同举升方法的学习和课程设计习题库，学生可进行网上提交，试卷自行评判和成绩单查询，试卷查询和再学习；教师对考试成绩的统计和所有学生试卷的显示，系统题库的维护，每个内容模块的自行添加和修改等功能。

1、课程设计题库设计

根据采油工程课程的具体内容，依据教学大纲，建立了采油工程课程设计的题库，涉及了采油工程的各个方面，完善了考核内容。

2、自动生成题目功能

创建了采油工程课程设计题库，可以根据每位学生学号自动生成课程设计题目。

3、专业模块编制

编制了一系列专业计算模块，可以在后台为每位学生计算出课程设计过程中的中间结果和标准答案，为自动评分打下了基础。

4、B/S 模式平台架构实现

实现了基于 B/S 模式的管理平台架构，使学生在有上网条件的任意地方都可以访问课程设计平台，获取参数、提交结果、查看成绩；

5、成绩统计和显示

在考生或者培训人员提交了自己的设计结果之后，教师可进入系统查看所有学生的考试总成绩，并可查看每个同学的具体考试试卷，并对这些成绩进行分类统计，具体掌握学生对课程的掌握情况。

6、系统维护

对采油工程的所有练习和考核内容建立试题库，对相应的每个内容设置相应的试题，给出得分具体设置，选择所需要得到的设计步骤和具体结果，可随时对试题库进行添加、修改或者删除。

在实际应用中采取的做法是：首先进行课程设计内容和平台使用方法培训，然后在平台上针对每位学生发布内容要求不同的课程设计所学参数，学生在进行

设计的过程中，指导教师进行跟踪指导。学生完成设计内容后，在平台上上传课程设计过程中关键中间结果及最终设计结果，平台系统会将学生提交的结果与后台计算得到的标准答案进行比对，为每位学生评定成绩。

实施过程中在如下方面效果明显：

- 1、学生人手一题，杜绝了相互抄袭现象；
- 2、基于 B/S 模式的平台架构方便了学生获取资料、提交设计结果，特别适合于目前没有固定课程设计场所的条件；
- 3、石油工程每届学生在 300 人以上，人工批改课程设计报告的工作量巨大，而且每个学生的标准答案都不相同，管理平台大大节省了工作量。
- 4、学生普遍反映，通过平台管理模式的改革，使他们真正学习并实践了课程的相关知识，收效显著。
- 5、学生计算结果与计算机计算结果比对，增加评判给分的客观性和准确性；
- 6、管理平台的建设为其他专业的课程设计提供了统一的架构，只要替换专业计算模块，就可以方便地移植到其他课程设计的管理，节省大量的人力、物力。

该课程设计平台在石油工程 2008 级-2015 级成功应用 8 届学生，目前已扩展完善成为通用型商品化软件平台“高校理工科课程设计信息管理系统”。

(三) 成功获批“教育部在线教育中心混合式教学试点项目”，利用“雨课堂”等信息工具有效开展课堂实时互动、课下及时训练等混合式教学活动。

“雨课堂”是清华大学和 MOOC 平台“学堂在线”共同推出的混合式教学工具，是连接师生的智能终端，将课前、课上、课后的每个环节都赋予全新体验，并且支持多屏互动、答疑弹幕、大数据分析等功能，而这一切的实现，只基于教师们和学生们最熟悉的 PowerPoint 和微信。“雨课堂”的应用在我校还处于初步探索阶段，通过对“雨课堂”在采油工程课程的应用初探，为高校更好地利用“雨课堂”，建设线上、线下混合教学模式提供了有效参考。
①记录课堂的点点滴滴。上课时同步开启雨课堂授课功能，实时记录包括每节课教学进度在内的课堂情况，根据课堂学生现实表现发布习题，采用限时答题的方式，将学生的注意力从网络生活吸引到课堂中来，提高学生的注意力，及时巩固所学内容，同时学生参与的积极性也很高。由于在线录制教学视频上传速度慢，学生回放次数少，于是采用录制课堂音频的方式，课后及时分享到教学的公共邮箱中，学生根据自己所需下载相关内容，配合音频回听和“雨课堂”上课记录，方便有效地进行课后复习，及时消化课堂内容。
②课前预习、课后巩固的好帮手。通过发布课前预习内容及课后习题，督促学生预习上课内容、进行巩固强化练习，方便学生在没有《采油工程》课的其他工作日也能自主学习。并且通过分享教学补充视频，和课外拓展视频，扩充学生的知识面，学有余力的同学还可通过教师分享，了解到

课程相关的拓展内容。③增强实时互动，方便教学总结。“雨课堂”具有“发动弹幕”功能，开启授课后，学生可以根据自己需要匿名提出不懂的问题，老师在教室投影上看到学生的提问后，会根据课堂实际情况进行解答，如遇到知识难点，学生不懂的情况较多时，还会根据具体的教学计划，实时调整授课内容，做到最大程度化满足学生不带着旧问题迎接新知识。对于学生的测验结果和上课情况，教师可以第一时间在“雨课堂”里看到回答问题的正确率，判断哪些问题容易出错，哪些地方学生不懂，同样，哪些知识点掌握较好，对学生的出勤情况也一目了然。并且，教师可以将详细数据发送到个人邮箱，对学生的具体参与情况和答案等进行仔细的研究。学生也可以通过“雨课堂”课程反馈进行提问，做到双向有效沟通，提高效率。

借助“雨课堂”的统计功能，分析学生的答题效果，发布课堂习题，现场限时作答，同时每位学生的作答时间都能在后台查看，能更加清晰地掌握每一位学生的学习效果和课堂状态，对于稳抓学风建设，形成良好的课堂氛围起到了积极的作用。

该成果已在石油工程 2013 级-2015 级成功应用三届，收到学生广泛好评、取得良好的教学效果。

(四) 创建采油工程课程微信平台，定时更新与课程相关的课件、前沿知识和视频动画，充分利用学生手机作为学习工具，促使学生“随时学习、就地消化”，掌握采油工程领域最新成果和发展动向。

2015 年申请立项学校教改项目：《采油工程》微信辅助教学平台建设，在石油工程 2012-2015 级应用 4 届，该项目在 2017 年顺利结题验收。该微信公众号可实现教学讲义在线查阅、课堂互动、习题讲解、在线答疑、资料分享等辅助教学功能，使采油工程的教与学可以在一定程度上不受时空限制，朝着个性化和自主学习的方向发展。在学生群体中，微信为大多数人选择的常用沟通方式，对学生而言，微信使用率高，操作简单，使用微信公众平台接收、查阅信息便捷容易，有利于利用碎片化时间学习，从被动学习者变为主动学习者。对教师而言，微信公众平台具有群发推送、自动回复和订阅相关教学资料等功能，可以随时发送文字、图片和视频等学习资料，操作易学易懂，对提高教学效率起到了积极作用。①信息覆盖面广。通过微信公众平台的群发功能，与课程有关的通知可以确保到每一位学生都能收到，相比建立微信群，消息易覆盖、易刷屏、易屏蔽的特点，学生们在微信平台上能够随时查看近期通知，如清理消息，也可在历史消息中查阅到，保证通知及时性和有效性。同时，同学们可以将有用的信息分享给周围的同学，扩大教学范围，帮助更多学生。依托于微信公众平台需要上传腾讯视频才可分享的基础要求，同样在腾讯视频上发布的专业课视频，可供石油工程及相关专业学生共同学习。截止 2019 年 3 月发布的视频动画总计播放 7151 次。②

发布兼容性高。在课程教学的过程当中，课程讲义对学生掌握课堂知识尤为重要。微信公众平台有一个重要的功能是展现图文消息，因而将课程教义嵌入到公众号中，在教学过程中，通过播放动画视频的方式有助于学生更好地理解掌握，将课堂动画嵌入公众号中，方便学生课下回顾、无限次反复观看。

该微信平台在石油工程 2012 级-2015 级成功应用 4 届，教学实践证明，微信公众平台无论是从节约课堂时间，提高学习效率，及时获取学生反馈，还是从激发学生学习兴趣，培养学生自主学习能力等方面都起到了积极作用。

三、结合专业认证的 OBE 理念，修订新的课程教学大纲并完善了课程质量评价机制。同时，梳理优化了教学内容、构建了本硕博一体化的知识体系。

采油工程类课程包括本科课程《采油工程》、《抽油机计算机诊断》，硕士课程《人工举升理论》、博士课程《采油工程理论与技术》。

指导思想：

1、本科阶段修《采油工程 I》，主要体现“全、新、浅、实”的原则，即课程内容覆盖采油工程基础知识、基本原理和主要工艺，包括目前新工艺方法和新工具设备，涉及理论和原理尽量浅显易懂，涉及工艺方面尽量面向现场实际，强调实际设计分析能力的培养。

2、硕博阶段修《采油工程 II》，主要体现“专、深、综合”的原则，即重点突出、理论与原理介绍深入，强调综合解决复杂采油工程问题能力的培养。

教学方法：

1、《采油工程 I》主要采用实体课堂与慕课结合，加强实验和软件工具应用。

2、《采油工程 II》主要采用课堂理论授课、研讨式教学和案例式教学三种教学方式相结合的教学方式。

多维教学改革，打造财务报告分析精品课程

主要完成人员： 王珮、马春爱、杨棉之、郝洪、马郑伟、吕慧

《财务报告分析》作为经济管理学院会计学、财务管理专业和会计双学位的核心必修课，国际贸易、市场营销等专业的选修课，在经济管理学院的课程体系中具有举足轻重的地位。该课程自 2005 年在中国石油大学（北京）经济管理学院（原工商管理学院）开设以来，经过多年的教学实践和改革，在教学方法和课程建设方面取得了长足的进步，积累了丰富的教学成果和经验，但同时也发现了教学过程中一些亟待解决的现实问题。例如：课程教学内容的整齐划一与不同授课专业差异化的培养目标存在一定程度上的背离，导致不同专业、不同知识结构的学生对统一的授课内容存在不同的接受度，直接影响了该课程的授课和学习效果；对于《财务报告分析》这种应用性较强的课程，理论讲授与案例分析、实践环节的比例如何分配；与此同时，随着慕课等网络开放课程开始引入大学课堂，如何充分利用先进的教学形式来弥补传统课堂教学的局限性，都使课题组意识到单一维度的课堂教学内容及手段已经不能满足现实教学的需要，多维教学改革的想法由此应运而生。

《财务报告分析》课程通过“基于不同专业培养目标的财务报告分析课程教学内容设计与实践”（2012），“《财务报告分析》核心课程建设”（2016）和“《财务报告分析》MOOC 课程建设”（2017）三个教改项目的全方位建设，从教学模式、教学内容、教学方式和教学考核等五个方面实现了课程的多维教学改革，主要取得以下八项成果：

一、形成“理论、案例与实践”融合的多维教学模式

《财务报告分析》是一门理论与实践结合紧密的专业课，在注重理论知识学习的同时，以培养和提高学生分析和解决现实问题的能力为教学目标。基于此，课程团队明确了“理论教学仍是课程的基础和重心、研讨式教学是加深学生对理论知识的理解和思考的手段、实践操作是提高学生对知识应用的途径”的多维教学模式。依据此架构和定位，理论教学方面，采取慕课（以下简称 MOOC）教学与课堂教学相结合的方式，MOOC 教学根据课程内容和教学目标设计若干相互关联又相互独立的知识点，各知识点的设计既简洁清晰又体现了理论知识的精华；而课堂理论教学则针对知识的重点和难点在课堂展开详细讲解，并辅之案例研讨，大大提高了课堂教学的效率和效果；研讨式案例教学方面，一方面是继续开发和完善教学案例，在原有 8 个教学案例的基础上，课题组通过自行开发和从管理案例库、MPAcc 案例库筛选时效性和针对性较强的案例形成新的教学案例，目前已形成 15 个教学案例，其中“一半靠省，一半靠补：以春秋航空为例透视低成本

航空公司的利润来源”案例已入选 MPAcc 案例库，“辉山之殇——基于债权人风险识别视角”案例已向管理案例库投稿。另一方面则是加强对案例研讨的组织，通常教师会提前 1 周将课堂需要讨论的案例发给学生，并给出引导分析的问题，学生以小组为单位自行组织课前讨论。课堂以随机方式抽取一个小组进行案例分析过程的演示，其他小组提问或补充自己的观点，教师则做好讨论方向的引导和点评总结工作；在实践方面，设置 8 学时上机操作实践环节，并专门制定“实践环节教学大纲”、“实践环节指导手册”和“财务报告分析撰写规范”等系列规定，对实践操作环节加以规范，强化对分析报告撰写的过程化管理。真正实现了“理论、案例与实践”多维教学模式的有机统一，达到“学以致用”的教学目标。

二、根据授课对象的差异制定多维教学内容

(一) 校内学生专业培养目标的差异

《财务报告分析》是会计学、财务管理两个专业的必修课，国贸、营销等专业的选修课。由于不同专业的培养目标不同，学生的专业知识结构和基础也存在差异，因此不同专业对课程内容的侧重和深度的要求也有所不同。课程团队在对各专业培养目标进行认真梳理和讨论的基础上，根据分专业教学的框架和思路，通过相关网络查询和实地调研工作，结合我院学生的专业知识基础和课程师资队伍的情况，进行了教学思路和内容的重大变革和调整。对于会计学专业，以目前基于会计学视角的主流分析方法即“企业财务状况质量分析理论”来设计教学大纲和组织教学内容，提出运用财务报表的正表以及大量的报表附注进行企业财务报表分析的完整框架，并编制了与之配套的教学课件；对财务管理专业，在综合借鉴清华、北大、上海财经大学等几所基于财务视角对报表进行分析和运用的内容体系，设计了以财务决策与价值评估为主要教学内容的教学课件；对于非财会类专业和会计双学位，则选择对财务或会计基础知识要求相对基础、分析方法相对易于掌握的报表分析基础类的教材，并设计了配套课件。

(二) 校内学生与社会学员的需求差异

课程自 2017 年开始 MOOC 建设，授课对象和范围发生较大变化，不仅包括在校学生，也包括企业的财务人员、管理者和对资本市场和投融资领域感兴趣的投资者等社会学员，因此在 MOOC 教学内容设计上既要体现理论知识的重要性，又不能过于抽象枯燥脱离现实，因此教学内容的设计一方面需要体现内容的分阶性，另一方面还要结合现实热点问题讨论才能满足不同受众的需求。故课程团队一是根据学习需求层次的不同设计分阶的学习模块入口，授课对象可以灵活选择与自己基础和需求适配的模块入口进行自主学习，以便快捷有效地获取自己所需的知识；二是在讨论区分类设计讨论主题。对于在校学生，以单元测试和课后思考题、扩展实践和学术文献分享交流为主；而对于社会学员，则以当下热点案例讨论和解决工作实践的问题为主。通过差异化教学内容和讨论主题的分类设计来充分满

足不同授课对象对课程的差异化需求。

三、探索“MOOC+翻转课堂”结合的多维教学方式

为适应教学改革的发展和我校打造“国家精品在线开放课程”的要求，加之《财务报告分析》课程具有实务性强、市场需求大、授课对象广泛、推广应用价值高等特点，非常适合 MOOC 大规模开放、资源共享的特征，故课程教学团队在学校的支持下，与国内著名的 MOOC 在线平台—“学堂在线”开展紧密合作，从慕课制作计划、知识点分析、视频录制、课程上线、讨论区主题设计与互动、网络考试等方面全方位进行课程建设。与此同时，教学团队将线上的 MOOC 教学与线下的研讨式案例教学实行有机结合，进行“MOOC+翻转课堂”的混合式教学改革，大大提高了教学效率，改善了教学效果。

（一）制定详细的 MOOC 制作计划书

在与学堂在线充分沟通交流的基础上，教学团队根据 MOOC 课程的性质和特点，对课程的基本信息、课程定位、教学内容、习题设置与考核方式制定了详细的计划。基本信息主要包括在线课程的开课时间、授课对象、视频个数、视频总时长和预计开课的周数等；课程定位不仅适用在校学生，也适用于广大对财务报表分析感兴趣的学员；内容设计上则根据学习需求层次的不同设计知识准备、方法工具和分析技巧三个分阶的学习模块入口。同时，计划书对每个章节的课后习题以及最终的考核形式和题型类别也做出了明确规定。教学团队通过制定明确详细的计划书，为后续开展课程知识点拆分、课件和视频制作提供了指导和方向。

（二）搭建 MOOC 教学内容框架

课程教学团队结合 MOOC 的特点和教学大纲的要求，将授课内容分为三个模块、九个章节。三大模块包括知识准备、方法工具和分析技巧三个循序渐进的模块。知识准备模块是基础模块，介绍了报表分析所需要具备的基础知识；方法工具模块是学习的中阶模块，阐述了报表分析主要方法的基本原理、应用条件和优劣；分析技巧模块则是课程学习的高阶模块，通过该模块的学习，可以帮助学生掌握四张报表的分析路径和技巧，快速找到问题的切入点，并给出切实有效的诊断与建议。

（三）MOOC 知识点的拆分与课程制作

根据搭建的内容框架，并体现 MOOC “短而精”的特点，教学团队将教学内容拆分为九章 35 个知识点。同时，根据学堂在线技术专家们的经验，认为学生网上学习的最佳专注力一般不超过 15 分钟，建议最好将每个教学视频的授课时长控制在 10 分钟之内，以提高学员的学习效率和效果。故教学团队又将 35 个知识点拆分为 56 个教学视频，共计时长约 400 分钟，做到了对理论知识的高度凝练。在做好课件和录制视频之后，又与学堂在线专家反复沟通、修改和打磨，高效保质地完成了课件制作和视频录制任务，为课程的正式上线做了充分准备。

(四) “MOOC+翻转课堂” 教学实践

由于 MOOC 主要以理论知识的传授为主，要点清晰、内容精炼，学生可以做课前预习和课后复习之用，那么 MOOC 教学节省出来的课堂教学时间如何高效利用？如何充分调动学生学习的主动性和积极性就成为课堂教学需要重点解决的问题，也对课堂教学的内容和质量提出了更高的要求。以“学生为主导”的案例教学和“伙伴式合作”学习的形式成为翻转课堂的重心。翻转课堂中对于案例教学的组织，教学团队利用管理案例库或自行开发针对性强、时效性强的案例素材作为教学案例，如授课教师选择万科股权之争和丹东化纤关联交易的两个案例帮助学生理解资产负债表结构“资本是根本，资产是手段”的重要理念，通过对比蓝田公司与辉山乳业的利润异同来帮助学生找到农牧业虚增利润和资产的手段和路径等。在如何有效组织案例讨论上，授课教师通常提前一至两周将案例资料发给学生，并设计若干思考问题引导学生自主思考。学生则以小组为单位，由指定的助教和组长安排课余时间进行组内任务分工和讨论，并详细记录每次讨论的焦点和冲突以及如何解决问题的方法与手段。课堂上会随机抽选 1~2 组学生来做课堂展示，其他小组则以提问和辩论的形式来进行充分的思想碰撞，授课教师则在讨论出现偏离时进行方向性的引导，并对每组的表现进行点评，最后总结案例的启示和意义，以加深学生对理论知识点的理解和思考。通过混合式教学改革，一方面锻炼了学生分析和解决问题的能力，另一方面也培养了学生的团队沟通和合作能力。同时，通过邀请企业专家结合企业实践，以讲座的形式对报表分析的实际应用与学生进行沟通交流，让在校学生能够更深入地理解报表分析的应用价值。经过实践，“MOOC+翻转课堂”的改革取得了较好的教学效果。

(五) “MOOC+翻转课堂” 问卷调查与反馈

为进一步提高“MOOC+翻转课堂”的教学质量和效果，教学团队通过对校内学生发放调查问卷的方式来获取学生对教学方式改革的实施情况。本次问卷主要针对经历“MOOC+翻转课堂”教学改革实践的 2015 级财务管理与会计学两个专业的在校学生。问卷从对“MOOC+翻转课堂”认知程度、学习积极性、学习效率、课前学习完成度以及多维考评机制满意度等方面对《财务报告分析》课程实施“MOOC+翻转课堂”改革的情况进行调查。共发出 125 份调查问卷，回收有效问卷 79 份。调查结果显示：80% 的同学倾向于“MOOC+翻转课堂”的教学方式；90% 左右的同学认为“MOOC+翻转课堂”能够提高其学习的积极性从而有利于教师启发学生思维并开展深入思考；70% 左右的学生能够按照要求在课前完成知识点学习和课程的视频观看要求，为课上进一步讨论做好知识储备；73.42% 的学生对目前线上和线下考评机制的比例构成较为认可，也有 20% 的学生认为线上比例过高，造成学生线下学习动力不足，未能充分进行课前学习及预习工作又会给课上学习造成过大负担；89% 左右的学生认为“MOOC+翻转课堂”的教学模式显著提高了其

学习效率并且学习收获较大，5%左右的学生则不能很好从新的教学模式中获益，表现为不知如何参与课堂讨论甚至对案例研讨抱有抵触情绪。针对问卷调查的结果，教学团队从引导学习认知、明确课前学习要求、改善教学硬件设施以及优化考核评价机制四方面采取了更为有效的措施，并在后续的课程实践中持续改进和完善。

四、形成“线上 MOOC+课堂研讨+实践报告”的多维考核机制

随着 MOOC 形式的引入，课程的考核方式也进行了相应的改革与实践探索。目前《财务报告分析课程》的考核分为线上（60%）和线下（40%）两部分：线上主要是考查 MOOC 的学习效果，包括 MOOC 每章课后作业（10%）、观看视频（20%）、讨论区发贴（5%）和期末网上无纸化考试（25%）四个环节。线上 MOOC 成绩由学堂在线的后台技术专家统计后发给任课老师，主要从每章课后作业的正确率、观看视频的个数和观看频度、讨论区的发贴和互动情况以及期末考试的分数多维度进行综合评价。其中期末网上无纸化考试，采用严格的考试程序和规范，首先和学堂在线沟通确定好考试时间，将 MOOC 考试需知公布在网上让学生提前了解考试流程和规则，并让学生做出 MOOC 无纸化考试的书面承诺。学生在机房考试时也配备了监考教师，以保证考试的严肃性和公平性；另一部分是线下课堂教学的成绩，包括课堂考勤（5%）、课堂案例讨论的参与表现（5%）以及学生分析报告（30%）（主要考核分析报告的完成质量和汇报表现），教师不仅对小组报告的总体质量进行评分，也根据每个同学的分工和工作量及完成质量分别进行个人成绩的评价。通过考核方式的创新，克服了传统试卷单一考核方式的弊端，实现了线上与线下多维度考核的高度融合，全方位综合评价学生对理论知识的掌握以及分析和解决实际问题的应用能力。

五、出版教材及发表相关教改论文

课程教学团队围绕《财务报告分析》多维教学改革发表教改论文共3篇、出版教材两部。这些论文和教材既对课程在建设过程中取得的优秀做法或经验进行了总结，又对教学中存在的问题进行了思考并提出改进建议。

表 1 教改论文和教材出版情况

作者	文章名称	发表刊物	时间
王珮、马春爱	财务报告分析课程多维教学的创新与实践	商业会计	2019 (1)
王珮等	《财务报告分析》“慕课+翻转课堂”教学模式探索与改革	国际商务财会	2019 (3)
王珮、马春爱	《财务报告分析》课程慕课教学的探索与实践	商业会计	2019 (4)
王珮、马春爱	财务报表分析	知识产权出版社	2017. 01
马春爱、王珮	财务报表分析	石油大学出版社	2013. 12

六、制定和完善相关课程资源

由于 MOOC 教学形式的引入，课程教学团队对教学大纲中教学方法和考核方式进行了相应修改和完善，并制定了课程实践环节大纲及实践指导手册，从教学目标与要求、实践内容与学时分配、教学方式与考核要求、实验参考教材等维度来规范教学实践环节，切实发挥其培养和提高学生分析、解决企业实际问题能力的教学功能；撰写慕课制作计划书和慕课教学教案；根据不同专业培养目标的不同分别设计了会计学专业、财务管理专业和非财会类专业的教学内容及课件；修改完善了研讨式案例教学实施方案，并对课后习题和思考题进行补充完善（具体见成果支撑材料）。

七、构建结构合理的课程教学梯队

《财务报告分析》课程已经形成了一支职称、学历和年龄结构较为合理、专业背景深厚、积极向上、开拓进取的教师梯队（具体信息如表 2）。目前教学团队共有 6 名成员，从职称结构上看，教授 3 人、副教授 2 人、讲师 1 人；从学历结构上看，博士 5 人，硕士 1 人；从年龄结构上看，六零后教师 2 人，七零后教师 2 人，八零后教师 2 人；从专业背景来看，全部毕业于财经院校或综合大学的会计和财务专业，其中 1 人为海外留学博士，其他团队成员也均有一年以上的海外访学经历，具有坚实的专业理论基础和国际化视野。目前王珮老师和马春爱老师负责会计学和财务管理两个专业的授课任务，马郑玮老师和吕慧老师负责非财会类专业和会计双学位的授课任务，杨棉之老师和郝洪老师主要参与大纲修订、教学方案设计等工作。

表 2 “财务报告分析”教学团队成员信息

成员	性别	出生年份	职称	职责	毕业院校
王珮	女	1974	副教授	教学设计与实践	对外经济贸易大学
马春爱	女	1976	教授	教学设计与实践	西安交通大学
杨棉之	男	1969	教授	教学设计与指导	中国人民大学
郝洪	女	1965	教授	教学设计与指导	中国石油大学（北京）
马郑玮	男	1980	副教授	教学实践	西北理工大学（美国）
吕慧	女	1987	讲师	教学实践	中国人民大学

八、教学效果和获奖情况

《财务报告分析》课程在教务处教学评教中多次排名前 20%，在教务处对毕业生调查中多次入选“教学效果最好的 20 门课程”，教学效果优秀；同时，在教学团队成员的共同努力下，《财务报告分析》多维教学改革建设结出累累硕果。项目负责人王珮老师主讲的《财务报告分析》2013 年在全国首届微课大赛中获得北京赛区优秀奖、2014 年校级“品牌课”、2015 年“中国石油大学首届教学效果卓越奖”和 2016 年“十二五”教学突出贡献奖等荣誉称号。

以 Online Judge 为突破口的一流程序设计课程的实践

主要完成人员： 范江波 纪连恩 张建兵 吴卫江

程序设计课程是大学计算机基础教育和计算机专业的核心基础课程，是我国计算机科学课程体系 2009 (CCC2009)、美国计算机课程体系 2013 (CC2013) 6 门核心课程的第 1 门，决定着计算机系学生的培养质量。许多创新创业竞赛、学科竞赛均以程序设计能力为基础，比如互联网+、挑战杯、数学建模、机器人大赛、电子设计竞赛、智能汽车大赛等。计算机学科的计算思维对于理工各科学生的创造性思维培养是必不可少的，计算思维的形成培养复合型拔尖创业人才的一个重要内容。

一、编程课程面临的问题

《高级语言程序设计 I》作为计算机系第一门编程课，主要面临着四个问题：

首先是如何培养新生独立思考自主学习的能力。适应了高中“填鸭式”学习习惯的“网络原生代”刚从高考的“独木桥”上冲过来，如何让他们收心，吸引他们的学习兴趣，如何让他们学会自学是教师面临的第一个问题。

二是如何真正实现个性化教育的问题。计算机系既有来自偏远落后地区的学 生，也有来自一线城市的学 生，信息化水平差异很大，如何因材施教，让所有的学 生都能学有所获，满足学 生的个性化需求，激发学 生的个性、爱好、特长和潜质。

三是如何实施全过程学业评价改革，改变一考定终身的考核方式。在传统的学业评价模式下，学 生可能会出现平时玩玩玩，考前抱佛脚，考试时打小抄的现象。如何促使学 生把功夫下在平时？

四是如何让考试考察思维能力而非记忆能力，让“死记硬背”得高分成为“不可能完成的任务”。真正让学生从实现从死记硬背拿高分转变为独立思考、善于创新、善于实践的高水平“学霸”。

二、秘密武器：Online Judge（在线评测）平台

以上这些问题如何破解？我们认为，以“信息化的方式讲授信息化的课程”是唯一的突破口。提起教育的信息化，大家通常会想起“MOOC”，“蓝墨云”等，然而实践证明 Online Judge（在线评测）才是最适合编程教学的信息化平台。下图是计算机 2018 级学生对于课堂教学、Online Judge、以及作为 SPOC 使用的中国大学 MOOC 的调查结果，认可 Online Judge 平台的有 74 人，占 92.5%，呈压倒性优势。



图 1：学生对于混合教学的调查结果

Online Judge 系统（后文简称 OJ），中文为在线的评测系统。用户可以在线提交多种语言的程序（如 C、C++、Java、Python 等），系统对源代码进行编译和执行，并通过预设的测试数据来检验程序源码的正确性，用户即刻就能收到反馈信息。程序在 OJ 系统下执行时将受到严格的限制，包括运行时间限制，内存使用限制和安全限制等。

acm.cup.edu.cn 为我校 OJ 的网址，网站最初上线时间为 2015 年 12 月，目前有 917 个注册账号，6800 余道题目，约 39 万次提交。平台与课程深度融合，不仅成功应用于 16 至 18 级计算机系及双学位学生的课程学习中，还用于编程参赛队员的训练和选拔、成功举办了我校程序设计竞赛决赛及研究生复试选拔。经过团队的 136 次迭代开发后，该平台已经成功地融合了大数据、可视化技术，成为国内一流的在线评测平台。



图 2：acm.cup.edu.cn 网站

OJ 系统最初源于 ACM-ICPC 国际大学生程序设计竞赛（ACM International Collegiate Programming Contest），简称 ACM-ICPC 或 ICPC，是由国际计算机协会（ACM）主办的，一项旨在展示大学生创新能力、团队精神和压力状态下编写程序、分析和解决问题能力的年度竞赛。经过近 44 年的发展，ICPC 已发展成为全球最具影响力的大学生程序设计竞赛。2017 年 12 月中国高等教育学会公布了《中国高校创新人才培养暨学科竞赛评估结果》，ICPC 名列第 4。

表 1：《中国高校创新人才培养暨学科竞赛评估结果》

序号	竞赛名称
1	中国“互联网+”大学生创新创业大赛
2	“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛
3	“挑战杯”中国大学生创业计划大赛
4	ACM-ICPC国际大学生程序设计竞赛

OJ 系统可以较精准对用户的思考及推理过程做出反馈。标准化答案的考试很难测试学生的思考能力，对比国内大多做题平台的标准化答案考试，OJ 平台的最大的优点是对非标准化程序的即时反馈，且反馈信息精准到多达 14 种，有效解决了其他平台无法考察推理及思考过程、学生自学时无及时反馈信息及反馈信息不准确的问题，可以有效代替教师职能完成与学生的互动，极大地方便了学生的自学。

表 2: acm. cup. edu. cn 程序评测结果 14 种，精准与学生互动

序号	评测结果	含义
1	Waiting/等待	等待评测队列对代码进行评测
2	Compiling/编译中	系统正在编译代码
3	Running/运行并评判	系统正在运行程序，并进行评判
4	Accept/答案正确	代码通过所有的评测样例
5	Presentation Error/格式错误	代码结果可以通过所有样例，但是没有符合题目要求的格式
6	Wrong Answer/答案错误	代码没有通过所有的评测样例
7	Time Limit Exceeded/时间超限	代码运行的时间超出了题目的要求，程序被提前强行终止
8	Memory Limit Exceeded/内存超限	代码运行的内存超出了题目的要求，程序被提前强行终止
9	Output Limit Exceeded/输出超限	代码运行结果超出正确输出（一般是超出正确输出长度两倍以上）或超出评测机对输出文件的限制（256MB）
10	Runtime Error/运行错误	代码在运行过程中出现段错误/访问非法内存空间/非法调用系统操作/浮点数除零错误/系统错误
11	Compile Error/编译错误	编译过程中发生错误，编译失败
12	Add to queue/已加入队列	代码已加入爬虫提交队列，等待向远程服务器发送提交请求
13	Server Refuse/提交被服务器拒绝	由于代码不合法/目标服务器状态非法等原因，代码没有成功提交至目标服务器
14	System Error/系统错误	由于不可预料的原因，系统无法完成评测

我校 OJ 平台具有全平台抄袭检测功能，可以自动识别抄袭以及被抄袭的账户及代码，标识抄袭比例，能够有效杜绝学生的抄袭行为。

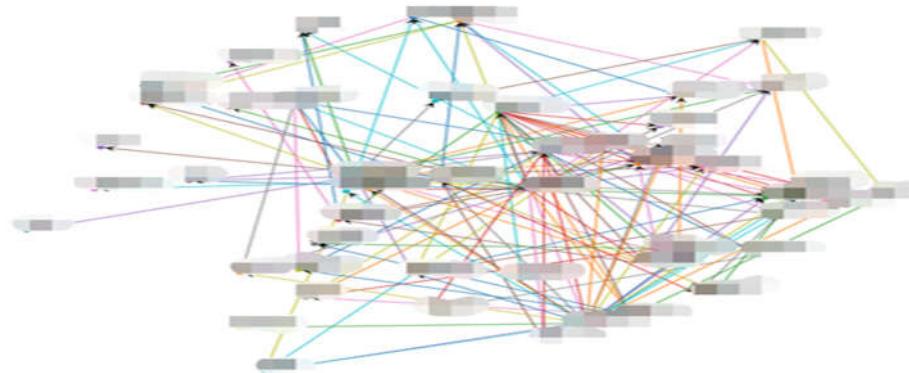


图 3：某次作业抄袭节点图

```

1 #include <stdio.h>
2
3 main()
4 {
5     char ch;
6     int n, i, j;
7     scanf("%c %d", &ch, &n);
8     for(i=1; i<=n; i++)
9     {
10
11         for(j=1; j<=n+i-1; j++)
12         {
13             if(j==n-i+1 || j==n+i-1)
14             {
15                 printf("%c", ch);
16             }
17             else printf(" ");
18         }
19         ch++;
20         printf("\n");
21     }
22     ch=ch-2;
23     for(i=n-1; i>=1; i--)
24     {
25
26         for(j=1; j<=n+i-1; j++)
27         {
28             if(j==n-i+1 || j==n+i-1)
29             {
30                 if(j==gao-i+1 || j==gao+i-1)
31                 {
32                     if(j==gao+i-1)
33                     {
34                         printf("%c\n", fu+(char)i-1);
35                     }
36                     else
37                     {
38                         printf("%c", fu+(char)i-1);
39                     }
40                 }
41             }
42         }
43     }
44 }
```

图 4：抄袭代码标识

与国内外其他 OJ 平台对比，我校 OJ 平台在大数据的可视化处理方面处于国内领先地位。可视化的数据一目了然，方便进行直观的分析。



图 5：注册人数变化

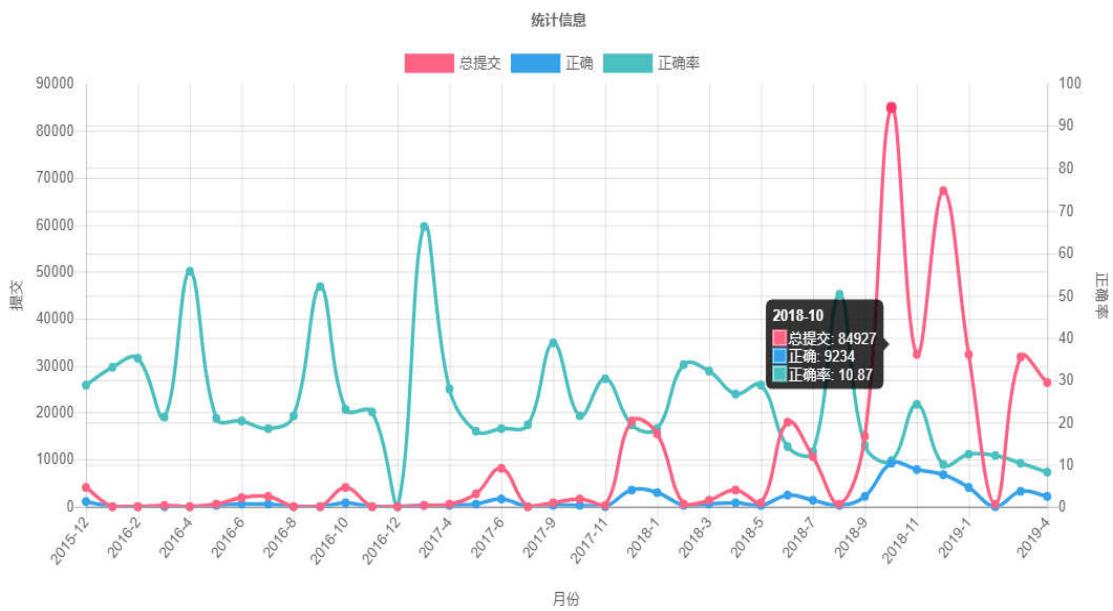


图 6：提交统计信息的可视化

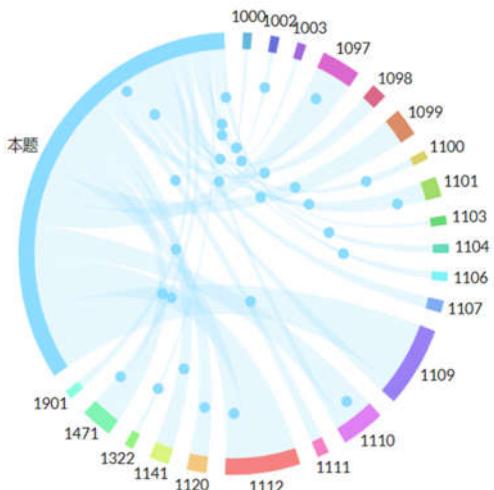


图 7：做题流向的可视化

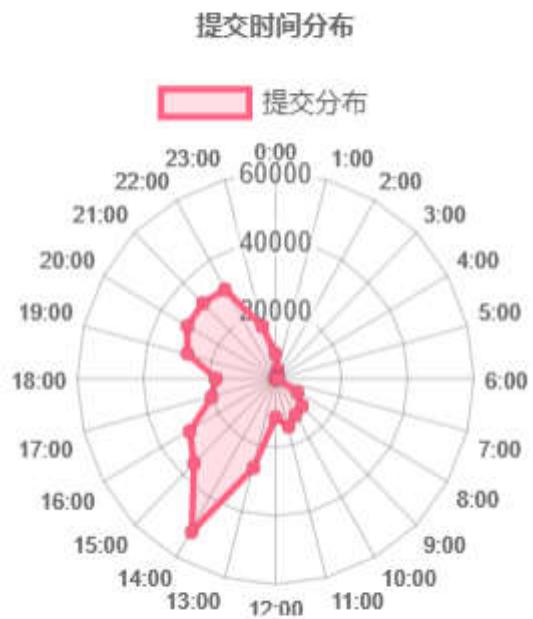


图 8: 提交时间的可视化

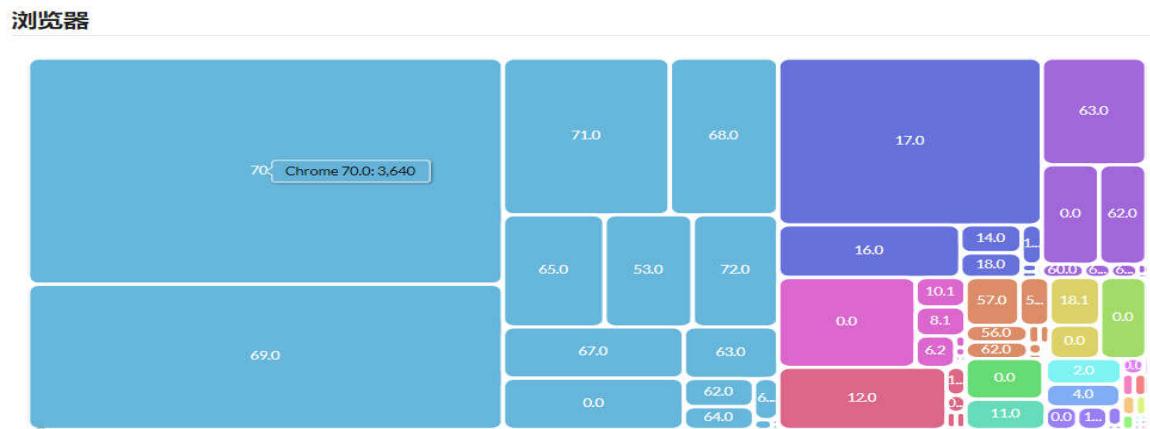


图 9: 用户所使用的浏览器版本的可视化

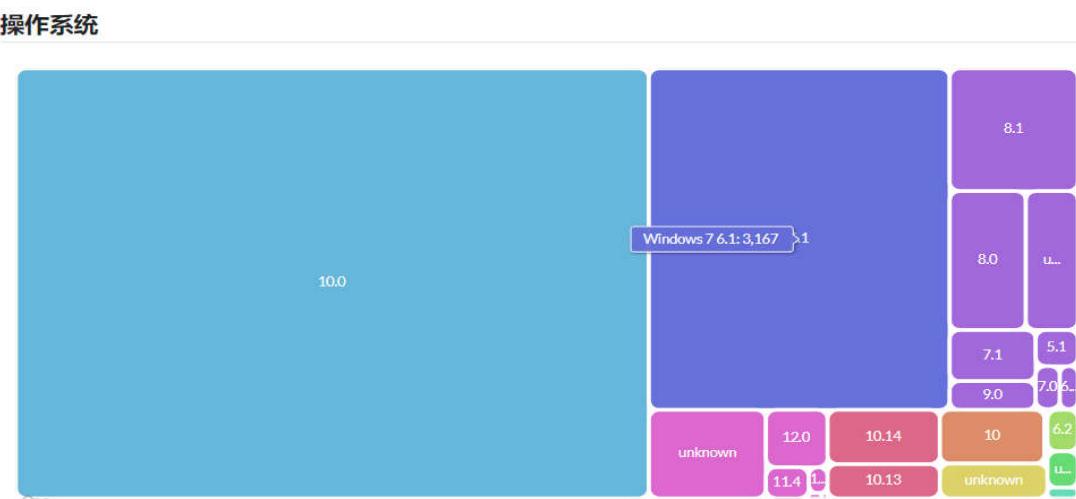


图 10: 用户所使用的操作系统版本的可视化



图 11：个人提交结果的可视化

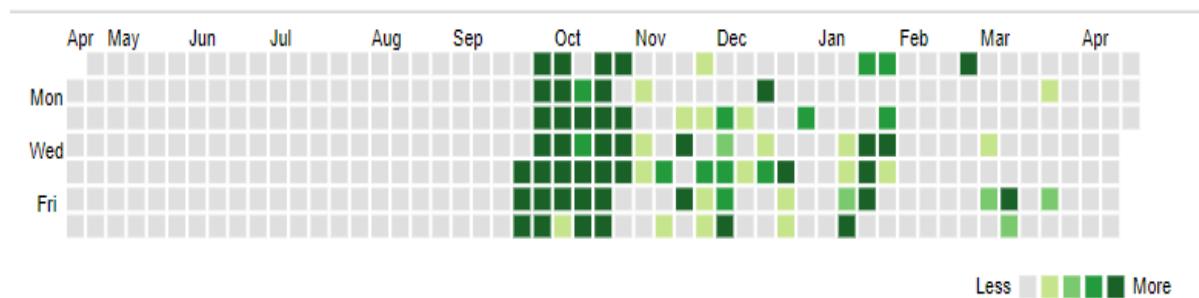


图 12：个人提交热力图的可视化

acm.cup.edu.cn 在线评测平台已经成功举办过我校在线编程大赛；混合式教学效果良好，2017 年受邀在中国高校计算机 MOOC 联盟寒假培训班做了《以学生为中心与混合式教学》的主题报告；2019 年 3 月，计算机系研究生复试，被指定采用 OJ 平台加试了编程，效果令人满意。感谢院系对于该平台的信任和在线评测方式的认可，未来将有更多课程落户 OJ 平台。



图 13：我校第六届计算机技能大赛采用 OJ 平台



图 14: 2017 年在中国高校计算机 MOOC 联盟培训班做报告



图 15：信息学院领导视察采用 OJ 平台的研究生复试

三、以 Online Judge 为突破口的教学实践

以 OJ 为突破口，结合 SPOC 展开混合式教学改革，实现了教学模式、学业评价、考试模式、个性化教学的转变：由知识传授转变为既传授知识、又培养独立思考和自学能力；由死记硬背的“考试型学霸”转变为独立思考的“创新型学霸”；由“期末一考定成绩”转变为全过程学业评价、非标准答案考试；由专业化培养转变为个性化培养，让所有的学生都能学有所获。

1. 推动混合式教学改革，培养学生思考与自学能力。

教育不能只教知识，更要培养学生思考与自学的能力、为终身学习打下基础。《高级语言程序设计 I》授课对象是秋季刚入学的大一新生，培养好他们自主学习的能力，对于该课程以及对于本专业的学风建设和发展都有着举足轻重的影响。作为学习活动的设计者，学习环境的营造者，学习过程的辅导者，教师的作用应该不仅体现在课堂上，更体现在如何主导学生课前和课后的学习。我们开展了 OJ+SPOC 的混合式教学改革，重造教学流程：学生课前在 SPOC 上预习，教师可以凭借教学经验或在 SPOC 中嵌入的形成性评测掌握学情，从而在课堂上展开有针对性的讲述或探讨，应精讲突出重点和易错点，传授编程思路，培养思辨精神。传统纸质手工批改的作业有着较长的流转周期，学生在收到作业时可能已经忘了当初作业时的思考状态；课下通过 OJ 平台发放作业，学生在提交题目后可以即时收到精准的反馈，以便第一时间确认或者修正自己对知识点掌握，及时查阅相关知识点改正错误，为后续学习打下坚实基础。以下图表为学生自学时间、自学兴趣、自学帮助性以及自学能力提升的统计，证明 OJ 确实有助于自学。

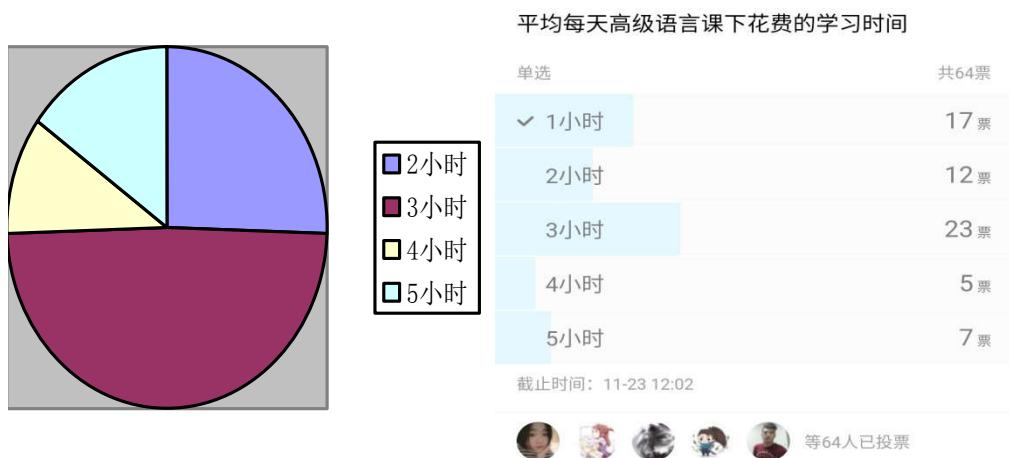


图 16：学生自学时间统计

各种神器是否激发了你自主学习的兴趣? [单选题]

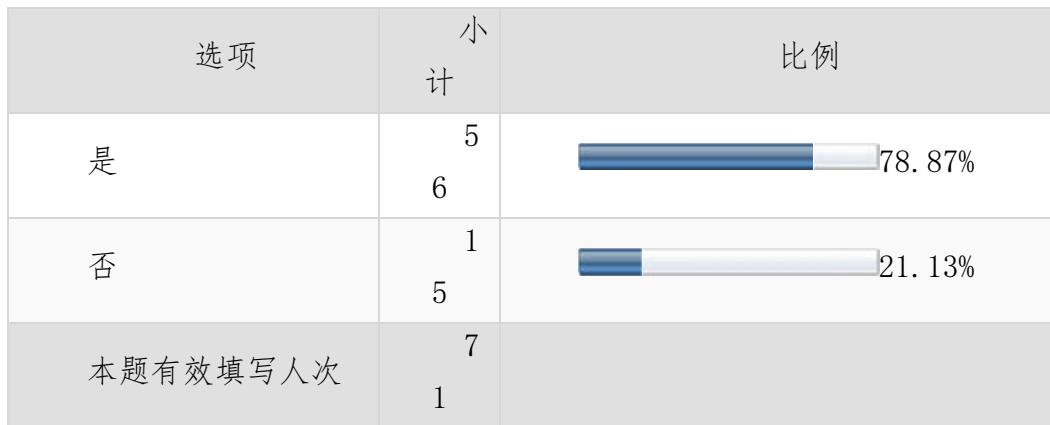


图 17: 激发自学兴趣的统计

各种神器提供的内容是否能有效地帮你自学? [单选题]

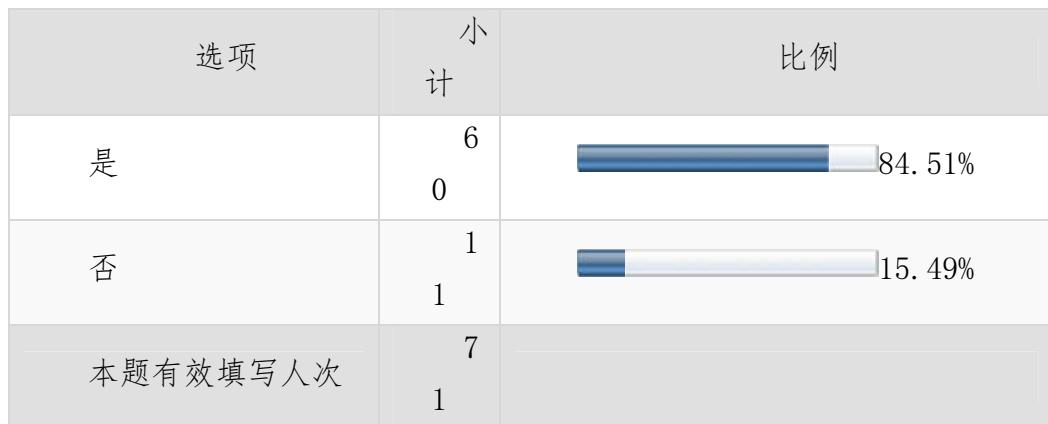


图 18: 内容有助于自学的统计

你通过该课学到了什么? 此题多选 [多选题]

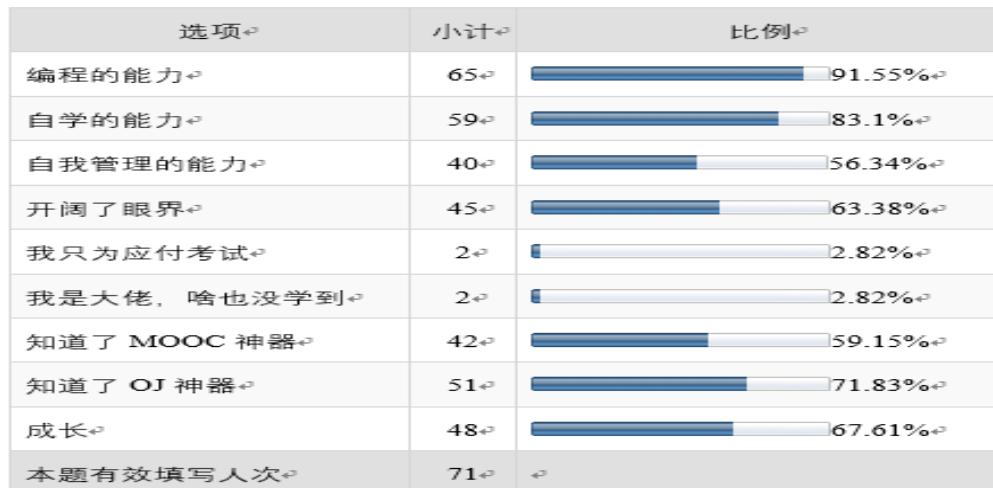


图 19: 知识与能力同步提升的统计

你是否因为本课喜欢上了计算机专业? [单选题]



图 20: 对专业的喜爱程度统计

2. 实施全过程学业评价改革, 改变一考定终身。

在传统的学业评价模式下, 学生可能存在平时逃课, 考前抱佛脚, 考试时打小抄的现象。实施全过程学业评价改革的目的在于促使学生把功夫下在平时。课程平时分占 70%, 包括 40%的平时作业和 30%的平时机考。平时作业在 OJ 平台上限时提交, 过期不收, 把课程学习变成一场“马拉松”, 避免“临时抱佛脚”, 让学生主动参与学习的全过程, 从源头上杜绝学生逃课。全平台抄袭检测功能促使学生主动思考、独立思考问题, 真正培养学生的批判性思维和独立思考能力, 大规模杜绝了抄袭等现象发生的可能性。每门课从开课到期末考试, 每次课堂讨论、每次作业、每次机考都按一定比例计入期末总成绩, 把期末考试成绩权重降低至 30%; 同时, 取消“60 分及格”, 按照 OJ 平台的自动排名机制实行动态及格线, 根据课程难易程度、学生评价正态分布情况, 动态确定及格线, 从而改革“60 分及格”的传统评价模式, 在制度上让考前突击成为“不可能完成的任务”。

Contest 1183 201自动化 第7章 函数

Rank	User	Nick	Solved	Penalty	环境 指纹	硬 件	IP 总	地点	1001	1002
18	2018011	王	11	18396:22:55	2	2	1	其他Wi-Fi	1667:52:14(77%)	(-4)1668:14:41(94%)
19	2018011	薛	11	18583:28:21	1	1	1	其他Wi-Fi	1688:18:23(88%)	(-3)1689:50:58(98%)
20	2018011	王	10	15585:19:27	1	1	1	润杰公寓Wi-Fi	1445:06:31(77%)	1570:34:19(94%)
21	2018011		9	14647:41:17	2	2	2	略	1346:03:16(77%)	(-1)1642:18:36(80%)
22	2018011	张	8	11866:26:02	3	2	3	略	1442:46:01(79%)	(-1)1443:05:46(74%)
23	2018011	王	8	12007:45:04	2	2	2	略	1442:39:17(82%)	(-1)1442:53:25(83%)
24	2018011	孙	8	12458:21:18	4	1	4	略	1451:55:33(82%)	1516:15:22(73%)
25	2018011	李	8	13134:47:48	1	1	1	其他Wi-Fi	1641:18:14(75%)	(-1)1641:34:27(80%)
26	2018011	董	7	11705:35:25	2	1	2	略	1667:10:40(74%)	1667:15:30(74%)
27	2018011	李	6	9810:22:39	2	1	2	略	1611:09:47(82%)	1611:51:24(72%)
28	2018011		4	6762:47:45	1	1	1	其他Wi-Fi	1689:18:11(82%)	(-1)1689:30:29(83%)
29	2018011		3	4328:25:09	1	1	1	502机房	1442:31:22(100%)	1442:42:33
30	2018011	张	3	4354:08:40	3	3	2	略	1442:45:18(71%)	(-1)1442:58:25(82%)

图 18: 基于排名的动态及格线机制

3. 推进非标准化答案的机考改革，考察思维能力而非记忆能力。

长期以来，很多考试都有部分甚至全部为标准化答案的情况，即便有些课程展开了机考改革，也不过是把标准化的试题从纸上搬到了机器上。标准答案的题目很难考察学生的独立思考能力，但考试本身应着重考查学生想象力、独立思考能力，重在推理过程和思考过程，而不只是用标准答案考察大家的记忆力。纸质的非标准化试题很难客观评价，人为因素不可控，尤其是程序类试题。我们已成功开展了3年非标准答案开卷的机考改革，不是仅仅改变了考试的题目，而是彻底打破了传统的学生学业考核评价标准；开卷考试不是简单地去看学生背了多少，记了多少，而是要看学生想了多少、思考了多少，实践了多少，真正实现从靠死记硬背拿高分的学霸转变为独立思考、善于创新、善于实践的高水平“学霸”。命题重在启发思维、激发智慧、培养创新能力，参考答案实行开放式、非标准，成绩评定重点关注想象力、分析能力、创新思维，以此真正让“死记硬背”就能考高分成为“前尘往事”。

若变量a是int类型，并执行了语句：
`a='A'+1.6;`，则正确的叙述是

- A. a的值是浮点型
- B. 'A'+1.6的结果是浮点型
- C. a的值是字符C的值
- D. 不允许字符型和浮点型相加

图 19：机考前的纸质标准化试题

题目：选座位[←]

题目描述：《高级语言程序设计 I》期末考试即将开始，计算机 97 级的同学们陆续走进考场，哇，考场好大啊。究竟 star 应该坐在哪个位置呢？考场门口贴了一张考场座位明细表 ($m \times n$)，其中考场里的有些位置是坏的不能坐，考号为 1 的同学的座位号是第一排第一列，即他的座位是 [1, 1]，2 号同学的座位是 [1, 2]，以此类推，当座位排至 [1, n] 时，下一位同学应坐在 [2, 1] 的位置，当然，如果某个座位是坏的，那么这个同学就往后延一个座位，后面的同学再依次排下去。考场座位肯定够所有考生坐。[←]

输入：第一行，3 个整数，m, n, k (m, n 表示考场是 m 行 n 列，k 表示 star 的考号) m, n ≤ 100 ；接下来 m 行，每行 n 个数代表考场明细，0 代表座位是好的，1 代表座位是坏的。[←]

输出：一行两个整数代表 star 应该坐的位置。[←]

图 20：机考后的非标准化试题

4. 构建分层次的题库，开展个性化培养。

个性化教育的核心是允许学生有个性、有差异、有不同，真正使每个学生都能在学校找到适合自己的教育，让每个学生的天赋、特长、潜质都能得到充分发挥，让不同层次的学生都能有所收获。程序设计是一门实践性很强的课程，没有

恰当的、饱和的训练辅助，学习效果将大打折扣。据此，课程团队针对不同基础、不同层次学生，利用大数据技术，分析历届学生的提交状况，根据通过率把题目分为三个等级：基础题（*），提升题（**），开拓题（***），规定最低做题数目后，使得学生可以根据自己的能力，循序渐进地选择做题的顺序以及做题的难度和数目。

↑ 编号	标题	正确/提交	通过率
LOCAL 1003 Problem 1003	A + B Problem III 【★】	题解	42/66 63.6 %
LOCAL 1004 Problem 1004	A + B Problem IV 【★★】	题解	40/103 38.8 %
LOCAL 6068 Problem 1024	6.18 最大公约数 【★★】	题解	37/77 48.0 %
LOCAL 6069 Problem 1025	6.19 分数的四则运算 【★★★】	题解	27/96 28.1 %

图 21：利用大数据技术根据学生的提交通过率判定题目难度星级

四、取得的成绩及与四川大学的比较

为了能够让学生充分展示自己才华、提升自身能力，教学团队实施了“赛课结合以赛促学”的策略，除了在平时教学中融入源自竞赛在线评测方式，更在“ACM 程序设计俱乐部”的基础上，通过学院申报学校审批的方式，正式成立了“石大算法与竞赛实验室”。该实验室在“多学科联合创新创业实验室”2018 年度评选中，名列全校第一，是两个正式立项的项目之一。实验室对参赛学生进行系统化、规范化、专业化培训，目前已有各科学生 30 多人。近年来，以计算机专业为主力的学生在参加“ICPC 国际大学生程序设计竞赛”为龙头的一批算法类竞赛中多次获奖，取得亚洲区铜牌 1 项，国家级一等奖 1 项、二等奖 5 项、三等奖 8 项，北京市特等奖 1 项、一等奖 10 项的好成绩。获奖信息多次出现于“石大新闻”，更以新闻特别报道的形式被中国石油大学（北京）微信号“官宣”：“王者”之道——厉害了，我石大“程序猿”！

中star | “王者”之道——厉害了，我石大“程序猿”！

原创：石大传媒工作室 中国石油大学北京
2018-11-22

在小米在线评测平台（OJ）上，5个难度等级共有91道题。每提升一个等级，难度也会随之提升，选手全部完成一般需要1个月的时间，不过石大有位少年，一个星期便通关了所有题目，比第二名足足的快了一个月。

（注：OJ是Online Judge系统的简称。Online Judge系统是一个在线的判题系统。用户可以在线提交程序多种程序（如C、C++）源代码，系统对源代码进行编译和执行，并通过预先设计的测试数据来检验程序源代码的正确性。）

× 中国石油大学北京
李昊元更是获得了“最强王者”称号。
在这个过程，他们投入时间，收获知识，积累经验，“我们的优势就是在计算机上面的投入与钻研。”吕博枫说道。在他们眼中，钻研自己所喜欢的事情是快乐的，这种钻研精神也是他们取得成绩的法宝。他们愿意为编程付出时间与精力，并打算一直在这条道路上走下去。

...



从左往右：李昊元、吕博枫

图 22：小米全国高校编程大赛取得银牌两项被中国石油大学（北京）微信号“官宣”

中国石油大学(北京)	10438862	夏方略	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
北京科技大学	10425885	曾国峰	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
中国石油大学(北京)	10438882	许思睿	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
北京航空航天大学	10426151	张宇鹏	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
中国石油大学(北京)	10438874	吕博枫	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
北京航空航天大学	10427101	秦浩	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
中国石油大学(北京)	10438896	王智健	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
北京化工大学	10425871	洪颐鼎	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
北京航空航天大学	10427109	王昊	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
北京科技大学	10425883	张华惟	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
中国石油大学(北京)	10438872	李昊元	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
中国石油大学(北京)	10438864	赵云霄	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
中国石油大学(北京)	10438870	王亚奇	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
北京工业大学	10427123	王钦	Java 软件开发大学 A 组	一等奖	是
北京航空航天大学	10427097	南子渊	Java 软件开发大学 A 组	二等奖	

图 23：在蓝桥杯省赛中勇夺北京市本科 JAVA 组第 1 名及一等奖中的半壁江山



图 24：带领 10 人团队勇夺天梯赛全国金奖、北京市第一名及北京市特等奖

表 3：近两年北京市一等及以上获奖记录

级别 ⁺	序号 ⁺	时间 ⁺	赛事 ⁺	主办方 ⁺	奖项 ⁺
亚洲区 奖项 1 项 ⁺	1 ⁺	2018.12 ⁺	第 43 届 ICPC 国际大学生程序设计竞赛亚洲区决赛 ⁺	国际计算机协会 ⁺	亚洲区铜牌 1 项 ⁺
国家级 一等奖 共 1 项 ⁺	1 ⁺	2019.3 ⁺	第三届中国高校计算机大赛-团体程序设计天梯赛 ⁺	计算机类专业、软件工程、大学计算机课程教指委和全国高等学校计算机教育研究会 ⁺	国家级一等奖 1 项 ⁺
国家级 二等奖 共 5 项 ⁺	1 ⁺	2018.9	小米全国高校编程大赛 ⁺	小米公司 ⁺	银牌 2 项 ⁺
	2 ⁺	2018.6	ACM-ICPC 中国大学生程序设计竞赛 ⁺	国际计算机协会 ⁺	银牌 1 项 ⁺
	3 ⁺	2018.5 ⁺	第九届“蓝桥杯”全国软件和信息技术专业人才大赛 ⁺	工业和信息化部 ⁺	二等奖 1 项 ⁺
	4 ⁺	2018.4 ⁺	第三届中国高校计算机大赛-团体程序设计天梯赛 ⁺	计算机类专业、软件工程、大学计算机课程教指委和全国高等学校计算机教育研究会 ⁺	团队二等奖 1 项 ⁺
	5 ⁺	2018.11 ⁺	ACM-ICPC 国际大学生程序设计竞赛亚洲区域赛(青岛) ⁺	国际计算机协会 ⁺	铜牌 1 项 ⁺
国家级 三等奖 共 8 项 ⁺	2 ⁺	2018.10 ⁺	ACM-ICPC 国际大学生程序设计竞赛亚洲区域赛(南京) ⁺	国际计算机协会 ⁺	铜牌 1 项 ⁺
	3 ⁺	2018.9 ⁺	第四届中国大学生程序设计竞赛(秦皇岛) ⁺	(中国大学生程序设计竞赛协会) ⁺	铜牌 1 项 ⁺
	4 ⁺	2018.9 ⁺	第四届中国大学生程序设计竞赛(吉林) ⁺	(中国大学生程序设计竞赛协会) ⁺	铜牌 1 项 ⁺
	5 ⁺	2018.6 ⁺	ACM-ICPC 中国大学生程序设计竞赛(银川) ⁺	国际计算机协会 ⁺	铜牌 1 项 ⁺
	6 ⁺	2017.11 ⁺	ACM-ICPC 国际大学生程序设计竞赛亚洲区域赛(青岛) ⁺	国际计算机协会 ⁺	铜牌 1 项 ⁺
	7 ⁺	2017.11 ⁺	ACM-ICPC 国际大学生程序设计竞赛亚洲区域赛(北京) ⁺	国际计算机协会 ⁺	铜牌 1 项 ⁺
	8 ⁺	2017.10 ⁺	第三届中国大学生程序设计竞赛(秦皇岛) ⁺	(中国大学生程序设计竞赛协会) ⁺	铜牌 1 项 ⁺
	9 ⁺	2019.4 ⁺	第四届中国高校计算机大赛-团体程序设计天梯赛 ⁺	计算机类专业、软件工程、大学计算机课程教指委和全国高等学校计算机教育研究会 ⁺	北京市团队特等奖 1 项及第一名 ⁺
北京市 奖 11 项 ⁺	2 ⁺	2019.3 ⁺	第九届“蓝桥杯”全国软件和信息技术专业人才大赛 ⁺	工业和信息化部 ⁺	一等奖 8 项 ⁺
	3 ⁺	2018.4 ⁺	第三届中国高校计算机大赛-团体程序设计天梯赛 ⁺	计算机类专业、软件工程、大学计算机课程教指委和全国高等学校计算机教育研究会 ⁺	北京市团队一等奖 1 项 ⁺
	4 ⁺	2018.4 ⁺	第九届“蓝桥杯”全国软件和信息技术专业人才大赛 ⁺	工业和信息化部 ⁺	一等奖 1 项 ⁺

“消灭水课，打造金课”，四川大学的一流本科教学经验值得借鉴，19年4月的举办的“第四届中国高校计算机大赛-团体程序设计天梯赛”，使得我校信息学子有机会和金课母校四川大学的信息学子一决高下，在双方生源质量及学生数量对比悬殊的前提下（具体见下表），我信息学子仅以 8 分的小比分落败，虽败犹荣。天梯赛是一场公开公正公平的比赛，不受任何人为因素的干扰，每个团队 10 个选手计总分的赛制也能充分体现各个学校教学质量的最高水平。如果说川大的课程是“金课”，那本课程含金量不低于四川大学的相关课程。

表 4：2019 年天梯赛四川大学与中国石油大学（北京）成绩对比

科目 ⁺	四川大学 ⁺	中国石油大学（北京） ⁺
信息类自主招生 ⁺	2019：计算机 30+ 软件工程 20 ⁺	2019：0 ⁺
本科招生人数 ⁺	2018：计算机科学与技术 360、物联网工程 200、计算机科学与技术（计算金融）30 人，共计约 590 人 ⁺	2018：计算机科学与技术 90 人 ⁺
班级人数 ⁺	自 2011 年起，70.5% 的课程为 25 人小班 ⁺	自 2012 年起，只有一次为 30 人小班授课，最多人数为 120 人（计算机+转专业+留学生） ⁺
天梯团队最好成绩 ⁺	1552 ⁺	1544 ⁺

基于良好的教学效果和优异的竞赛成绩，信息学院拟：

- 1) 将 OJ 方式的在线编程竞赛打造成品牌，在全校推广。
- 2) 将 OJ 方式的教学推广至全校的公共语言编程课。
- 3) 将 OJ 方式的教学推广至全院的相关课程。

建设网络环境资源，落实 C 语言基础教学

主要完成人员：李国和、张岩、赵建辉、吴卫江、张秀美、朱瑛、王燕、王晓娜、王新、邓橙

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020）》和《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》强调高等教学应注重知识创新、教学创新、学习模式创新和资源建设创新等要求。高校承载创新精神和创新能力人才培养，教学是实施人才培养重要方式。教学质量包括学生知识内化和能力提升，其与教学手段和教学方法密切相关。在既定教学内容下，提高教学质量依靠教学手段和教学方法改革完善。课堂教学、网络教学、MOOC 教学、翻转课堂教学等教学模式均为特定教学手段，采用的教学方法直指提高教学质量。

一、教学模式对比研究

近几年来，我校积极响应人才培养要求，推动全校教学改革，出台各种配套实施办法，倡导针对课程或课程群组建教学团队。从 2010 年开始成立 C 语言教学团队，全面负责全校《C 语言程序设计》、《程序设计综合课程实践》的教学。制定了教学团队制度，规范教学、教研活动，如统一教学资料、备课、评分标准、出题、阅卷等，奠定开展各种教学改革基础。迄今，该课程教学改革经历了课堂教学、网络教学、MOOC 教学、翻转课堂教学和混合教学阶段^{[1]—[3]}。

在教学过程中，教师与学生相互传递教学内容、反馈教学信息等所用到的媒体、设备、工具等构成教学手段，如黑板、粉笔、教具和计算机网络等。根据特定教学手段，实施教学所采用行为方式形成教学方法，如讲授法、翻转课堂等。知识数量膨胀和接受的需要推进采用以计算机为主的教学手段，把“教师<→学生”转变为“教师<→网络<→学生”的教学关系。不同教学手段、教学方法构成教学模式，其教学效果也各不相同（如表所示）^{[4]—[6]}。

1. 课堂教学 通过教师向学生讲解传授知识，重视内容的科学性、思想性、知识量和技能培养。教师与学生互动，可控教学进度。注重启发性和语言艺术性，兼具思想、品德、情感、审美等教育。但不利于促进学生的学习主动性、积极性和个性化培养，易产生满堂灌，并具有时空局限性。课堂教学表现为“教师为中心、讲授为中心、知识为中心”，出现“教师主动教、学生被动学”现象。

2. 网络教学 通过计算机变换教学内容，丰富表现形式。计算机网络打破教学时空限制。计算机及其网络有利于引导和方便学生自学和互动，激发学习兴趣和积极性、主动性，提高学习能力，但也易丢失课堂教学的优点。网络教学突出表现“教师主导教、学生主动学”。

3. MOOC 教学 MOOC 提供优质教学资源的升级版网络教学，资源包括：①课程的大纲、学习指南、自编教材、电子教案等课程总体资源；②基础资源和拓展资源等模块化教学资源，主要有 10 分钟左右的微课（视频）；③分享各种共性化和个性化的学习体会、经验以及相关的学生资源和社会资源；④教学研讨、作业与测试点评、效果等级评定等师生间和学生间互动；⑤学生学习轨迹的记录与追踪等。MOOC 进一步突显网络教学优点。

4. 翻转课堂教学 网络教学、MOOC 为重构教学过程提供教学手段，实现学生课前完成自学，完成知识认知、理解；课堂师生、学生间互动讨论和思考，完成知识内化升华。这种教学模式突显掌握知识和提高应用知识能力，表现为“学生为中心、学习为中心、能力为中心”和“教师主导教，学生主动学”。基于 MOOC 的翻转课堂教学也兼具课堂教学和网路教学的优点，但在实际教学有一定难度，如学生自律性、主动性确定教学效果。

各种教学模式的特点

教学模式	教学手段	教学过程	教学环境	学生数	适用对象	职业素养	学生要求	潜在培养	教学效果
课堂教学	课本、黑板、粉笔、投影仪	课堂听课、课后消化	教室	有限	在校学生	知识 讲课技能	时间、精力适中，被动学	语言 审美 情感	知识
网络教学	各种资料、计算机/手机、网络	自学、网上互动/面授答疑	网络	无限	社会人员	知识	时间、精力较大，主动学	无	知识
慕课教学	视频、计算机/手机、网络、	自学、网上互动答疑	网络	无限	社会人员	知识 视频制作	时间、精力较大，主动学	无	知识
翻转课堂	各类资料、黑板、粉笔、投影仪	课前自学、课堂消化升华	网络教室	有限	在校学生	知识 应用延伸 课堂把控	时间、精力更大，主动学	语言 审美 情感	知识 能力
混合教学	各类资料、视频、计算机/手机、网络、黑板、粉笔、投影仪	课堂听课讨论、课前课后自学消化、网上互动答疑	网络教室	有限	在校学生	知识 部分应用延伸 视频制作 一定课堂把控	时间、精力较适中，主动学与被动学	语言 审美 情感	知识 能力

二、翻转课堂教学面临挑战

基于 MOOC 的翻转课堂教学实施起来面临教师职业素养、学生学习动机、教学评价办法问题。

1. 教师方面 教师进行教学内容的指导、辅导等课前互动（以知识为主）和教学内容的延伸、应用等课堂互动（以知识应用为主），在课前互动中驾轻就熟，但在课堂互动中具备广博高超职业素养，即课前互动重点是教学内容的内化吸收，课堂互动重点是知识应用提升。面对众多学生及其各异的能力、知识、问题，教师在应用知识、能力更显单一，难于把控课堂互动。

2. 学生方面 除教师专业素养外，翻转课堂还基于学生具有主动学习动机和主动表达愿望，但不少学生缺乏这动机和愿望，而是希望付出最少努力获得学分（即不想学的）。还有部分学生习惯于被动学习，希望努力少也可获得高分（即会考试的）。只有少部分自觉性好、主动性高和自律力、自学力强的学生，希望努力获得知识和能力（即想学习的）。前两类学生难于掌握知识，更谈不上知识应用提升。

3. 评价方面 除了精通教学内容、应对学生各种知识延伸应用外，教师还必须具备把控课堂互动、MOOC制作等教学资源建设、及时线上交流。教师必然投入更多“影子”时间和精力，远大于课堂教学，现有考评忽视了教师实际付出。学生需要投入更多学习时间。MOOC记录了课前学习、简单测评和网上互动等学习痕迹，可作为学习评价依据之一，但在课堂互动、分组研讨汇报，很难评价每个学生知识应用能力。这与教师素养、学生学习程度和表现个性相关，很难对学生全面打分。在评价方面，教师、学生都难于满意。

4. 环境方面 面向程序设计课程教学，网络教学环境不具备对源程序进行编译、运行，无法验证学生提交程序的正确性，更无从知晓问题求解的精确性、执行效率等程序质量信息，以及学生间程序质量的对比和学习借鉴。

基于MOOC的翻转课堂教学完全符合具有创新精神和创新能力的人才培养，但目前从全日制本科教学实践看，教师、学生和教务管理需要有段时间适应过程。针对程序设计课程，开展课堂教学与基于MOOC的翻转课堂相结合的混合教学，重点还在于完善网络教学环境。

三、提高混合教学质量研究与实践

任何教学模式都应围绕“知识传授、能力提升”教学目标，同时师生可接受、可实施。在教学团队支持下，针对《C语言程序设计》、《程序设计综合课程实践》课程，借鉴MOOC和翻转课堂思想，实施提高课堂教学质量的改革实践^{[7]-[10]}。

1.完善管理网络，提高网络环境利用

配合学校推广“泛雅”网络教学平台，积极开展网络教学。①发布课程特色、教学大纲、教学计划、教学团队和教师介绍等，简介课程概况；②作业发布、提交、登记、优秀作业展示，进行教学日常登记与教学效果分享；③创建课程聊天主题，共享学习经验。提高网络教学平台利用率，获取学生学习各环节实证性的信息，帮助教师掌握学生学习状态。

2.强化教材建设，完善网络教学资源

由团队成员全面规划建设《C语言及其程序设计》、《C语言学习辅导与实践》和《基于搜索技术的问题求解——C程序设计课程综合实践》教材，以计算思维为导向，优化知识结构，增强实践能力培养。①根据课堂讲解和互动需要，编写电子教案，并在教学网站上发布；②针对每个知识点制作10分钟左右视频，同

时设置 4~5 个知识测试题，并按“章-节-小节-知识点”结构组织发布；③提供相关教学资源链接，丰富教学资源，方便学生课下预习和复习。

3. 借鉴翻转课堂，提高课堂教学效果

学校教学网站能提供电子教案、视频、历年交流资料和优秀作业等，奠定翻转课堂教学基础。①要求学生在课堂教学前自学等，并做有关习题；②120 人左右大班上课，讲课前随机抽查 10 名学生抽查，以便确定授课进度，同时督促学生课前自学；③留出 5~10 分钟时间自由发言，交流自学心得或师生互动交流；④教师梳理内容要点后开始授课。教师只对课前自学测试和课后作业评价打分。这种教学模式以课堂教学为主，部分翻转课堂为辅，兼顾学生学习能力、个性差异，具有促进自学导向作用。

4. 构建实验环境，提高实践教学质量

程序设计课程作业主要是程序，其运行结果才可验证问题求解的正确性、精确性和执行效率。教学团队开发在线程序验证环境（在线程序作业网站），弥补学校网络教学平台不足。①教师发布待求解问题、数据及其输入和输出格式，并后台给出答案；②学生根据要求编写源程序，并上传验证程序的正确性；③记录程序上传时间、执行效率、上传次数、最好效率。如果程序语法错误或死循环，则反馈出错信息，提醒学生修改再次上传程序；④学生可多次提交程序，并记录每个版本程序的执行效率；⑤对于同一题目，所有学生的所有程序效率排序，供学生参照；⑥从学生、程序、效率多维度统计，教师可追踪、分析学生编程能力。OnlineJudge 提供程序验证、效率 PK，促进学生追求更好的实践能力，也减轻教师评阅程序工作量。

针对《C 语言程序设计》、《程序设计综合课程实践》课程，以课堂教学为主，借鉴 MOOC 和翻转课堂教学思想，完善网络教学环境，形成具有一定特色的混合教学（如表所示），取得很好的教学效果。

四、特色创新与应用价值

经过以课堂教学为主，借鉴 MOOC 和翻转课堂教学理念，开展教学活动，主要取得教改的特色创新：

1. 针对 C 语言程序作业，以作业发布、源代码提交、远程程序运行验证与反馈、运行性能（时间、空间）记录、作业自动登记、个人和班级作业质量统计对比为业务主线，开发“在线作业程序网站”，具备提高学生实践能力，减轻教师评阅程序作业工作强度。
2. 结合新工科教材建设，建设网络教学资源，包括教学团队、课程简介、各章要点、电子教案、使用教材、相关教改等，方便查阅学习，延伸课堂教学。
3. 面向新工科教育，以“确保基础，注重联系；增强应用，提高技能”为宗旨，并将其融入到“以程序设计为主线、数据及其操作为核心”教材建设中，涵

盖了基础性、技能性、应用性内容。

4. 形成以课堂教学为引领，教学网站为延伸，教材建设为基础的教学实施体系，奠定开展混合教学的基础。

5. 基于 B/S 软件体系架构、多语言混合编程和 OnlineJudge 技术以及 MySQL 数据库进行联合网站开发，支持台式机和手机，提高使用友好性、便捷性。

自从 2014 年“构建网络学习平台，延伸课堂教学”教改立项，为开展混合教学需要，针对 C 语言教学网络教学环境和教学资源建设，尤其远程作业程序的提交、运行、反馈的教学网站建设和服务建设以及教材建设，并逐步开展研究与实践。2015 年 6 月完成初级版本开发，并在两个老师的教学班试运行应用，2016 年 5 月完善远程程序作业部分，同时，在原有《C 语言及其程序设计》《C 语言学习辅导与实践》讲义基础上进行教材建设，尤其在教材建设过程中，配套完善完成网络教学资源建设，包括教学团队信息、课程简介、各章要点、电子教案、教材使用、相关教改等。2017 年上半年迄今，教学网站在校推广使用。2018 年 10 月完成新工科教材《C 语言及其程序设计》《C 语言学习辅导与实践》出版（电子工业出版社），并在全校（包括克拉玛依校区）推广使用。

以学生为本的重要内涵包括调动发挥学生的学习主动性和提高综合实践应用能力。在充分发挥课堂教学的重要作用，还可在时间、空间上延伸课堂到课外，开展混合教学。这需要丰富的教学资源和便捷的教学手段、教学环境。通过教材建设进行配套的教学资源建设，研发教学网站，实现不受时空限制的教学资源发布共享、查阅浏览、自主学习，尤其远程作业程序的提交、运行、反馈的教学网站建设，不仅实现不受时空限制的编程实践环境，并以可视化形式提供自己与自己、自己与班级所有人的程序性能（质量）对比，促进追求更高质量的程序，而且程序运行和验证更加真实、客观，也减轻教师评阅程序作业工作强度。因此，无论从学生主动学习知识、学生追求更高编程实践能力、减轻教师评阅作业强度都具有重要价值和现实意义。不仅为后续深入开展 C 语言网络教学奠定基础，并对计算机基础程序类课程（如 JAVA、C++ 等）具有示范作用，甚至可框架移植、重用于其他程序类课程，推动计算机基础教学具有重要作用。

五、结束语

我校《C 语言程序设计》、《程序设计综合课程实践》课程，一直在教学改革之中，2010 年网络教学、2013 年 MOOC 教学、2014 年翻转课堂，到 2015 年后混合教学，深刻体会到混合教学具有针对性（即针对课程）、可行性（即可考评、可操作）和有效性（即教学质量好）。也就是以课堂教学为主，借鉴 MOOC 和翻转课堂教学理念，开展混合教学活动。在实施教学过程中，教学团队体现集体力量，规范教学活动，而且分工协作，开展各种教学资源建设和网络环境开发与维护，确保教学质量逐步提升。深刻领会到通过特定教学手段，教学方法直指提高教学

质量，即提高知识、知识量传授和提升知识应用能力。计算机提供教学内容变换处理，提高知识可接受度，并方便学习。教学方法也随之变化，以取得好的教学效果。作为教师也应提高自身素养，跟进创新教学模式。教学质量与教师、学生、教学内容、教学手段、教学方法，甚至学校文化等关系密切。对不同课程的教学质量，没有普适的教学模式，只有教学效果好坏。面向提高教学质量，教学对象、教学内容，教学手段和教学方法等最优组合方式总是值得持续研究和实践。

科创案例反馈海工基础课课堂教学的探索和实践

主要完成人员： 安永生、李世远、王琳琳、彭岩、周建萍、苏莉、刘福江

一.主要内容

基础课教学主要依靠课堂教学，由于学时限制，有些很重要的知识点，没有全面介绍、有的知识点没有深入讲解。海工教学团队在教务处和学院的支持下，将一部分知识点初步展示给同学，然后指导同学开展大学生科技创新，将科技创新的成果，反馈课堂，在下一轮课堂教学中，作为案例介绍给同学。

海工教学团队主要承当海洋油气工程专业的基础课教学，在海工专业基础课《理论力学》、《材料力学》、《船舶原理》、《结构力学》、《钢结构》、《土力学》、《采气工程》、《海洋油气开采工程》、《石油工程中的典型力学问题》等基础课中，均开展了大学生科技创新并反馈了课堂教学。平均一门课程立项3-4项，目前总计立项大学生科技创项目27项，完成结题21项，反馈课堂教学案例19个，每年收益学生人数在160人次以上，总计受益同学人数接近500人次。

二.主要成果

经过探索和实践，这种教学改革，主要特点是，师生课上课下持续互动，学生完成初步理论学习之后，继续开始研讨和创新，取得一下成果：

1. 课堂气氛明显活跃，课堂上讲解案例并介绍案例主要由上届同学完成，同学变得跃跃试试，课上、课后都积极与老师互动；
2. 期末考试总结发现，凡是使用案例教学，同学普遍掌握较好，刘福江老师的主讲的《理论力学》课程测验中，进行了对比，平均分数大约提高10分；
3. 部分毕业生反馈，大学期间，结合课堂教学完成科技创新，得到较好的训练，对开展工作有极大帮助；
4. 在2018年春季教育部对我校进行的本科教学评估中，评审专家对，这种教学方法给予高度赞扬，向我校教务处提出，希望海工教学团队提供资料，评审专家带回参考，海工教学团队满足了评审专家的要求；
5. 三年来，在海工基础课教学中，每学期有4-5个课堂收益于这种教学方法，每年收益学生人数在160人次以上，总计受益同学人数接近500人次；
6. 经过一年的科技创新训练之后，如果有新的预期，可以采取其他形式继续开展研究，海工专业13级胡晓滢同学，在毕业论文阶段，继续深入了科技创新的课题，最后获得了优秀论文。海工展业14级汲传读同学结合《理论力学》运动学部分内容科技创新训练，创新成果参加北京市大学生挑战杯竞赛，获得三等奖；课堂上，主讲老师在介绍案例同时，穿插介绍完成案例的上一年级同学，激发了低年级同学的学习和研究的积极性；

7. 结合课堂教学组织科技创新，组织科技创新，是教学团队里，各位老师主动开展的工作，促进了教学同时拉近了师生感情，方便师生沟通，教学团队把此事作为师德建设和课堂思政工作的一部分，我们认为这是实实在在的教学工作，这是真正的以学生为中心；

8. 刘福江老师被评为全国万名大学生科技创新优秀指导老师、李世远老师被评为青年骨干教师。

三. 科创案例主要应用情况

安永生老师负责海工教学团队各项活动，负责《采气工程》、《海洋油气开采工程》和《复杂结构井开发与开采》等教学，最先提出以课堂教学重要知识点为支撑，组织大学生开展科技创新训练活动，近年来结合课堂教学组织了“双管气举设计优化软件研制”、“多级分离式重力热管”等三项大学生开创新活动成功结题。其中多级分离式重力热管：

1. 针对当前地热资源开发利用过程中的地下水浪费和污染地层等各种问题，提出新的地热开采方法，在保护地层和节约水资源的基础上更加有效地提取地热能。

2. 设计新型热管结构，优化结构参数以提高传热效率，增强重力热管在地热提取作业中的适应性。

3. 将新型重力热管应用于供暖管路中，对供暖水进行预加热以节省煤炭燃烧量，减少因供暖而产生的碳排放。

4. 多级分离式重力热管设计将常规的重力热管一次循环机制创新为适用于超长热管开发地热资源的三级循环系统，在循环系统间设计“热池”结构，通过二次热交换原理，有效的减少了热量损失，通过在三次循环系统中加注不同沸点的工质，实现了热量的有效传递，提高能源的利用效率，减少开发成本。多级分离式重力热管结构在此背景下提出，为地热尤其是深层高温地热的开发提供了新思路、新方法

李世远老师负责《理论力学》、《材料力学》、《石油工程中的典型力学问题》等课程教学，近年来组织开展“自锁工具的理论分析与初步设计”、“不规则物体重心的测定方法研究”、“摩擦系数测定方法研究”等多个科技创新题目。

1. 自锁工具的理论分析与初步设计，开展自锁插座的设计，以防止由于插座松动带来的一系列问题。通过文献的查阅和讨论，以及力学计算分析，课题组成员采用了偏心轮的自锁方案并设计了偏心轮插座装置。其创新点在于，将偏心轮引入到插座的固定问题是一个创新，同时装置结构中采用弹簧、轴体等进行合理布局也是一个重要创新。并且联系厂家生产制作自锁工具。其时间意义在于，所研究的内容适用范围广、适用性强，有广阔的应用背景和市场背景。对于学生来说也是一次理论知识与实践结合的经历，对以后从事科研工作以及就业有很大的

帮助。

2. 不规则物体重心的测定方法研究,测算物体重心的三维立体坐标。最终形成了研究报告和科创论文各一份,其创新特色在于,能够了解到某些不规则或者组成不均匀的固体的重心位置,相比于原来力矩平衡只能在二维平面上的x轴的方法,该方法在简单易用的基础上同时还能够测量物体在三维空间上的重心的位置。

3. 摩擦系数测定方法研究,不但要对新建道路测定其摩擦系数,对已建成道路也要定期进行摩擦系数测试,以保障路面服务质量。通过学习各类文献,课题组成员采用了新思路,用力矩的方法,对物体施加确定大小的力矩以平衡所受的摩擦力矩,再通过平衡方程求得摩擦力矩,进而准确求得摩擦系数。对现有道路摩擦系数测定方法进行了总结,并分析了各类方法的优缺点及适应性,同时对我国现行标准与规范中涉及摩擦系数测试和评价的有关规定提出修改建议。

3. 学生们对理论力学中几个重要的概念更加深入地理解,同时能够运用概念于具体的设计当中,设计了创新的研究方案同时还有的联系了厂家开展创新性装置的生产开发。理论力学由于受到课时的限制,有些理论内容不能在课堂上给予具体的展开,有些理论内容又受到实验条件的限制不能得以拓展。通过创新创业课程的教学改革,以及科技创新训练,切实提升了学生的积极性和参与度,培养了学生的创新精神和动手实践的能力。

周建萍老师负责《海洋岩土力学》、《海洋结构振动》和《海底管道工程》等课程教学,先后组织开展“海底土与结构相互作用研究”、“陡边坡的新型土工合成材料加固研究”、“挡土结构物的设计计算”等大学生科技创新项目研究。

项目成果形成典型教学案例,丰富教学效果。三年项目的实践成果,提高了学生的专业课程主动参与度,加强了学生相关的专业基础,拓展了学生的视野。

1. 海底土与结构相互作用研究对海底土边坡稳定性进行文献搜索和阅读,结合岩土力学课程中关于海底土边坡稳定分析方法,对自升式平台插拔桩稳定性工程问题自主研讨学习,进行自升式钻井平台在渤海施工中出现的拔桩困难问题,对插桩稳定性分析、拔桩阻力进行计算。

2. 陡边坡的新型土工合成材料加固研究结合海洋工程材料及海洋岩土力学等专业课程,阅读新型合成材料(土工格栅)在边坡稳定性加固中的应用的文献,整理文献综述,结合工程实践问题,提出简便易行的设计方法。并针对陡边坡的破坏形式和破坏类型,进行边坡稳定性分析与计算。对铁路工程中路堤加固工程,以单向拉伸塑料土工格栅和双向拉伸塑料土工格栅为研究对象,模拟不同孔型、孔径、间距及厚度的塑料土工格栅的高温拉伸变形过程,并对模拟后的模型进行应力、应变等分析,从而更好的掌握塑料土工格栅的变形规律。

3. 挡土结构物的设计计算结合岩土力学及岩石力学课程专业知识,并结合立项要求,查找阅读了国内外有关挡土墙设计方法的文献资料,研究挡土墙的破坏

形式与破坏机理；对加筋土挡土墙破坏理论、挡土墙结构设计与稳定性验算方法进行了深入的研究。结合工程现场考察挡土墙结构，参观并学习挡土墙的常用结构形式，了解现场应用情况，获得相关背景参数。初步选定了挡土墙类型、拟设计的挡墙结构形式、尺寸及挡土墙设计计算方法。

刘福江老师负责《理论力学》、《材料力学》、《结构力学》、《船舶原理》等课程教学，组织并指导完成了“船舶主尺度优化设计研究”、“自由液面对船舶稳定性的影响”、“船型对航行阻力影响分析”等科技创新题目，形成有效的研讨式教学模式，包括“教师课堂研究性讲授模式”、“学生课外自主学习研究+课堂讨论模式”、“问题研究性作业”等模式。

1. 船舶主尺度优化设计研究，在船舶设计过程中，特别是在方案设计的初期阶段，由于船舶线型尚未确定，因而还不能应用船模试验或其他方法来确定阻力，只能用近似方法进行估算。另外，在船舶设计初始阶段，当主尺度和船型系数初步确定以后，必须知道主机功率以保持船舶能达到设计航速；如果主机功率已知，则需要估计阻力，以确定船的航速，便于分析比较各种方案的优劣。

2. 自由液面对船舶稳定性的影响，船上设有淡水舱、燃油舱、压载水舱等舱柜，如果舱内液体没有装满，则船舶在倾斜时，舱内的液体也将流向倾斜的船舷一侧，且液面保持与水面平行，这种可以自由流动的液面称为自由液面。当液体流动后，液体体积的形状发生变化，它的重心向倾斜一侧移动，因而产生一个额外的倾斜力矩，其结果是降低船的稳定性。结合课程学习，深入研究对稳定性影响的问题。

3. 船型对航行阻力影响分析研究这个项目能够使我们系统地掌握研究船舶的船型对阻力的影响因素的分析方法，根据已有的资料论证得出自己的最优化船型模型，并辅之以对比试验证明优化船型对于减小阻力的作用。在这个研究过程中可以让我们的能力得到充分的锻炼，并且有利于培养我们求实创新的科学态度，为将来从事科研工作打下坚实的基础。

科技创新项目研究问题的成果已经为课程教学的生动案例，参加科技创新训练的同学带动其它同学参加讨论，使课堂教学更生动，促进教学方式方法的改。

四. 创新点

第一，将重要的可以深入研究的知识点以科技创新项目的形式，下发给感兴趣的小组，参与面较广，先后有 27 组 51 人次参与，得到锻炼的同学较多；

第二，将大学生科技创新成果反馈课堂，较好促进了教学活动的开展，课上、课后师生互动频繁，学生较好地掌握了重要的知识点，老师有了给下一届同学讲授的案例，新一轮授课中，穿插介绍上一年级同学完成的案例，激发了低年级同学的学习和研究的积极性；

第三，组织科技创新，是教学团队里，各位老师主动开展的工作，促进了教学同时拉近了师生感情，方便师生沟通，教学团队把此事作为师德建设和课堂思政工作的一部分，我们认为这是实实在在的教学工作，这是真正的以学生为中心；

第四：在 2018 年教育部组织的本科教学评估中，评审专家对，这种教学方法给予高度赞扬，向我校教务处提出，希望海工教学团队提供资料，评审专家带回参考，海工教学团队的做法已经推广的西安交通大学和电子科技大学等高校。

数学公共基础课混合式教学研究与实践

主要完成人员： 许香敏 刘建军 陈小民 王培 武国宁
严彦文 范申 李晓童 高阳 王玉凤

《数学公共基础课程混合式教学研究与实践》是数学系相关教师两年来开展翻转课堂教学实践的总成果。

一、建设数学开放课程，实现优质资源共享

目前已完成 5 门课程的开放课程建设，资源向全校师生开放

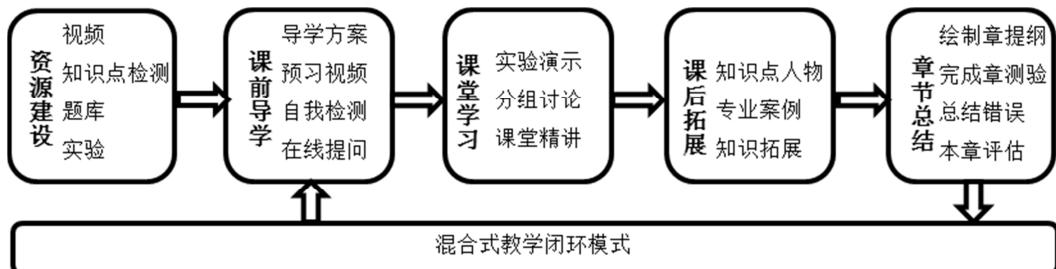
课程	网址
高等数学 A (I)	https://mooc1-2.chaoxing.com/course/201625931.html
高等数学 A (II)	https://mooc1-2.chaoxing.com/course/89788773.html
高等数学 B (II)	https://mooc1-2.chaoxing.com/course/203307165.html
线性代数	http://mooc1.chaoxing.com/course/200081024.html
概率论与数理统计	http://mooc1.chaoxing.com/course/98602041.html

以上课程全部在学校泛雅平台上线，以高等数学课程为例，目前为止，课程网站已发布视频 300 多个，习题 4000 多道，知识点检测 280 多个，面向自主学习者开设 MOOC 课程共两个学期，点击服务 50 万余人次。通过发布开课公告、教学安排、线上答疑、批改作业、互动讨论、考试等个性化教学服务，可以实施完整教学过程。另一方面，面向传统授课班级，提供丰富的教学资源，为实现混合式教学改革和个性化学习的目标奠定基础。

二、设计慕课教学方案，开展线上线下混合教学

1.设计了教学闭环模式，形成完备的慕课教学方案，多课堂开展混合教学

众所周知，数学学科的特点是严谨的逻辑性、高度的抽象性和广泛的应用性。数学公共基础课程之间也有差异，例如高等数学逻辑严谨，线性代数高度抽象，而概率统计则强调应用实践。其共性则在于均为大班授课，难度高、内容多而课时相对较少。适应数学类公共基础课程的特色，我们对高等数学、线性代数、概率论与数理统计三门公共基础课程统筹规划，按照认知规律和逻辑顺序循序渐进推进以学生为主体的混合式教学，构建了以教师为主体的课内教学模式和以学生为主体的课外教学模式，根据课程混合式教学定位，兼顾处理好课堂教学与在线学习的关系，将混合式教学分为五个阶段（如下图所示）完成教学闭环模式。



2.高等数学课程创新性地面向重修班（300 余人）完全采用慕课形式授课。

在设计完备慕课教学方案的基础上，多名教师在多个课堂开展线上线下混合教学，通过线上线下有机结合，逐步实现以教师讲授为主向以学生学习为主的转变。在多课堂实践和积累经验的基础上，2019 年春季学期，正式面向全校重修生（300 余人）完全采用在线慕课教学，不仅成功解决了重修班学生由于授课时间与正常修读课程时间冲突无法按时上课的困难，同时也缓解了我系因缺编严重造成的重修课程开出困难的局面。不记名问卷调查的结果显示，均高于 90% 的学生认为课程资源对自己学习很有帮助，提高了自主学习能力。

三、开展翻转课堂实践，提高课堂教学质量

1.多课堂基于慕课等资源开展智慧教学和翻转课堂教学实践

实践表明，完全意义上的翻转课堂并不适用于大班授课的公共基础课程教学，甚至会影响到课程的正常进展。在广泛讨论、互相借鉴、兼顾课程自身特色和教师个人风格的基础上，以网络教学平台为支撑，以品牌课教师为引领，以雨课堂，超星学习通、蓝墨云班课等为载体，以数学竞赛、数学建模、大数据分析、数值分析、工程数学等学科为拱卫，在国家级教学成果特等奖所创立的 MPC-CDIO 教学模式成果的基础上，高等数学、线性代数、概率论与数理统计三门课程多个课堂借助智慧课堂技术开展了翻转课堂实践。

高等数学课程制作了基于智慧教学工具“雨课堂”的、适用于互动教学的课件；有效提升了大班教学条件下学生的课堂体验，增加课堂互动，该课件包含大量的选择题、投票题，客观题等，学生除了在课堂上进行小组讨论，完成练习外，也需要在课后按要求提交线上作业。（见附件）有效提升课堂效率，将课堂延伸到课外，有效利用业余时间实现对学生资助学习能力的培养；

线性代数课堂则以在线学习引领课堂教学。在预习环节设置难度适当的测试题，通过题目引导学生自学；并通过及时反馈掌握学生对教学内容的理解程度和偏差疏漏，据此设计、组织课堂教学。在课堂研学环节，教师围绕预习测试中存在的问题展开课堂，在每个教学环节结束时推出课堂测试题，以考查学生对该环节学习任务的完成度；并根据他们的及时反馈，做进一步的展开和深入讲解。在课后拓学环节，教师整理讲授过程中所提及的问题，将其发布于讨论区，作为对

整个课堂的回顾，同时也作为对课堂的线上延展。学生彼此讨论互相促进，教师根据讨论的进展，及时了解课堂效果并加以调整。

概率统计课程则将应用实践部分拓展至课外以及线上，进行开放式教学实践，开展大班授课、小班讨论的研究性教学实践，在教师指导下由学生以小组或个人等形式完成多个课题及论文，从而将一部分课堂时间释放出来，开展翻转课堂实践，增加课堂互动及练习，实现以学生为主体的学与教师为主体的教的有机结合，大幅提高课堂效率，同时提升学生应用和实践能力。

2.融合、创造和共享多种资源，打造“混合式教学平台”，获批“混合式教学试点”

各开放课程网站还逐渐融入竞赛元素，应用元素，例如高等数学在石油工程专业的应用案例，线性代数实验案例、概率统计的研究性案例等；基于 MATLAB 软件编写了含大量动画演示的程序，不仅用于课上演示，辅助课堂教学，而且基于浏览器制作了适用于在线演示的 Flash 动画；增强网站的趣味性、提高学生学习的兴趣。以相关创新和实践为基础，三大基础课程合作申请并获教育部在线教育研究中心批准成为“混合式教学试点单位”。

2017-2018-I 高等数学 A(I) 课程学生成绩对比

试题类型	期中（较高难度） 参评人数：831人		期末（普通难度） 参评人数：834人 含30%平时成绩	
班级类型	试点班 (131人)	普通班 (700人)	试点班 (131人)	普通班 (703人)
优良率	13.74%	2.39%	60.31%	45.80%
不及格率	58.78%	78.15%	8.40%	12.67%

由表中可以看出，在试题难度加大的情况下，90 分以上 8 人全部在试点班级，80 分以上共 39 人，其中 18 人在试点班级。充分体现了翻转课堂更有助于促进学生知识的吸收内化过程，能够显著提升学生发散性思维和知识迁移及创新能力。同时，在系统掌握基础知识方面，由于提供了更多的学习途径，混合式教学也具有相对优势，能够有效降低不及格率。

四、改革课程考核模式，探索新型考核机制

1.改革考核模式，线上学习、章节测试与期末考试相结合，突出过程性考核。

混合式课堂教学模式，将更多教学目标达成和个体学习过程的重心放在平时每堂课上。平时成绩更能体现学生的学习状况，适合终结性考核与过程性考核相结合的评价方法。一方面，考虑到占混合式教学很大比重的线上学习是在网络虚拟空间进行，很难精准认定电脑前学习者身份，过程评价中线上比重不宜过高；

另一方面，鉴于翻转课堂的设计是基于线上学习的，如果线上学习比重过低，则无法保证线上学习效果，进而导致翻转课堂的失败，甚至课堂效率远低于传统课堂。为了保障混合式教学改革顺利进行，以高等数学课程为首，于2018-2019学年第一学期开始针对高等数学A课程的学生以机考形式进行了两次平时测试，以如下方式计入总成绩：

总评成绩=机考测试(10%)+期中(10%)+在线成绩(10%)+平时作业(10%)+期末60%；

2018-2019学年第二学期开始，对全部高等数学课程开始以机考形式进行章节测试

高等数学A(96学时)分章节共进行5次测试，占总成绩的25%

高等数学B(80学时)分章节共进行4次测试，占总成绩的20%

高数A总评成绩=机考测试(25%)+在线成绩(10%)+平时作业(5%)+期末(60%)；

高数B总评成绩=机考测试(20%)+在线成绩(10%)+平时作业(10%)+期末(60%)；

2.制作了高等数学在线考试题库，支撑在线考试系统，保障在线学习

由于章节测试采用机考模式，随到随考，为了最大程度上保持公平，必须保证题库里有足够的题目，为此，团队制作了考试题库，目前四次机考有近1000道题投入使用，同时备用题库中有500多道题，供本学期未来三次机考使用，并在持续扩充，同时加大机考题库中的在线学习类题目的数量，激励学生在线学习，保障在线学习的效果，为课堂翻转教学和混合式教学的顺利进行提供有效保障。

五、共享优质教学资源，提升团队整体水平

1. 培养了1名校教学名师，3名校级品牌课教师，2名院级品牌课教师；
2. 建设了校级品牌课程3门，形成了数学公共基础品牌课程群。

总体而言，课堂教学效果也充分表明：数学公共基础课程的混合式教学改革能够有效调动学生的学习积极性、促进学生的自学能力，在促进学生内化知识、培养学生的创新能力和知识迁移能力等方面具备极大的潜力。

而成果的深入开展，为建设国家级精品在线开放课程作了准备，目前应用效果好、辐射作用强，大范围惠及师生，是一次推进大学教学模式变革的重要实践。2018年团队受邀在“北京市行业院校公共基础课程教学研讨会”上作特邀报告；受到了兄弟院校的关注和认可。

成果具体体现形式

1. 完成5门MOOC课程建设，网络教学平台面向全校学生开放；(附件一，MOOC课程一览表及相关截图)
2. 高等数学在线考试系统(含题库)，于2018年秋季学期开始上线运行；(附件二，机考情况一览表及相关截图)

3. 基于智慧教学软件雨课堂的互动教学课件， 石油工程专业案例集（附件三， 课件相关截图， 石油工程专业案例选编）
4. MATLAB 动画演示程序库，基于浏览器的在线 Flash 动画演示（附件四，动画相关截图，程序以文件形式提供）
5. 线性代数线上预习，课堂测试、课后讨论，线下题库及讲解视频等（附件五）
6. 概率论与数理统计研究性教学专题集、教学案例集、开放实验课堂指导书，线上测试习题集等（附件六）
7. 获批教育部在线教育研究中心“2017 年混合式教学试点单位”；（附件七）
8. 获校教学名师，青年骨干教师、参与项目并获北京市教学成果一等奖等（附件八：获奖证书）
9. 发表相关教学论文 5 篇，形成教材 1 部

日常“微课程思政”——主渠道主阵地“三全”育人

主要完成人员：杨东杰、胡锐、王英国、曹培强、李奕璇、刘峰

自十八大以来，党中央高度重视思想政治教育工作。总书记系列重要讲话既为高校思想政治教育工作提出了要求，也指明了方向。新时代新形势下“95”后、“00”后将成为大学的主要构成对象，思想政治教育不应再一概而论、千篇一律，而应当更加分层次、有内涵，更具精准性、针对性和亲和力。

一、日常“微课程思政”的意蕴

日常“微课程思政”（图1）是大学生日常思想政治教育、网络思想政治教育、课程思政的继承、发展和创新，是思想政治教育的主渠道和主阵地紧密融合的结晶，与思政课、课程思政形成闭环，填补思想政治教育理论与实践空白。

杨东杰带领理学院学生工作队伍，坚持立德树人核心理念，构建移动云创新教学平台，更新教学理念、优选教学内容、创新教育方法、挖掘教学数据、探究教育规律、完善教学评价，变日常教育引导为价值引领，将社会主义核心价值观教育、形势政策教育、创新创业教育、心理健康教育、国防教育、安全教育、职业生涯规划教育、诚信教育、学风主题教育、学业辅导、心理辅导、新生入学教育、文明离校教育、社会实践等思想政治教育内容和活动，变为开放、互动、高亲和力和针对性的理论“云课堂”或实践“云课堂”。其理论创新成果被百度百科收录并被《北京教育（德育）》杂志封底整版刊登报道。

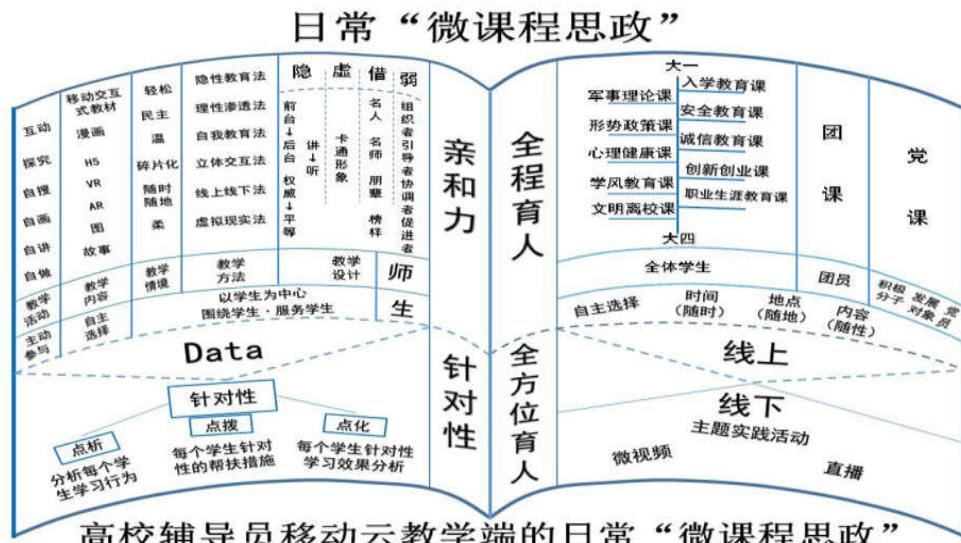


图1. 微日常课程思政

二、日常“微课程思政”的实践路径

2.1 优选日常“微课程思政”移动教学平台，打造系列“云课堂”

理学院学生工作团队通过实践应用多种移动云教育平台进行对比分析，通过

数据获取、数据分析、课程建设、人员使用、线上线下结合五个维度对比分析，最终选取蓝墨云班课云平台作为日常“微课程思想”载体，实现线上线下主渠道主阵地“三全育人”。

“云课堂”这一概念源于互联网的云技术、云存储、云管理等概念。“云课堂”即以互联网技术为后盾，将学习资源、学习平台、学习终端、学习服务和学习网络有效整合，在教育教学中应用信息技术打造的“高效、互动、开放、个性化”的环境。基于日常“微课程思政”模型（图2），打造系列“云课堂”，实现随时学、随地学，在课上课下实现全过程互动。依托“云课堂”推进高校思政教育教学改革，真正发挥课堂育人的功能，形成一套完整的、有针对性的实践路径。理学院学生工作团队自2015年以来打造高亲和力和针对性的“云课堂”，截止目前共创建班课292个，涵盖学生17561人，发布资源5983个，开展活动2658个（图2）。

针对大一至大四的学生搭建大学生从入学到毕业的新生入学教育、形势政策教育、创新创业教育、国防教育、诚信教育、职业生涯教育、毕业生文明离校教育等育人云课堂和学风主题教育、心理健康主题教育、学生社团活动、主题社会实践活动等实践云课堂和针对学业困难群体、心理障碍群体、沉迷游戏群体专门云课堂。通过“云课堂”结合线上线下将思想政治教育效果呈现出来，积极运用信息化手段，抢占思想政治教育的主阵地。



图 2. 微域网络思政教育“云课堂”数据

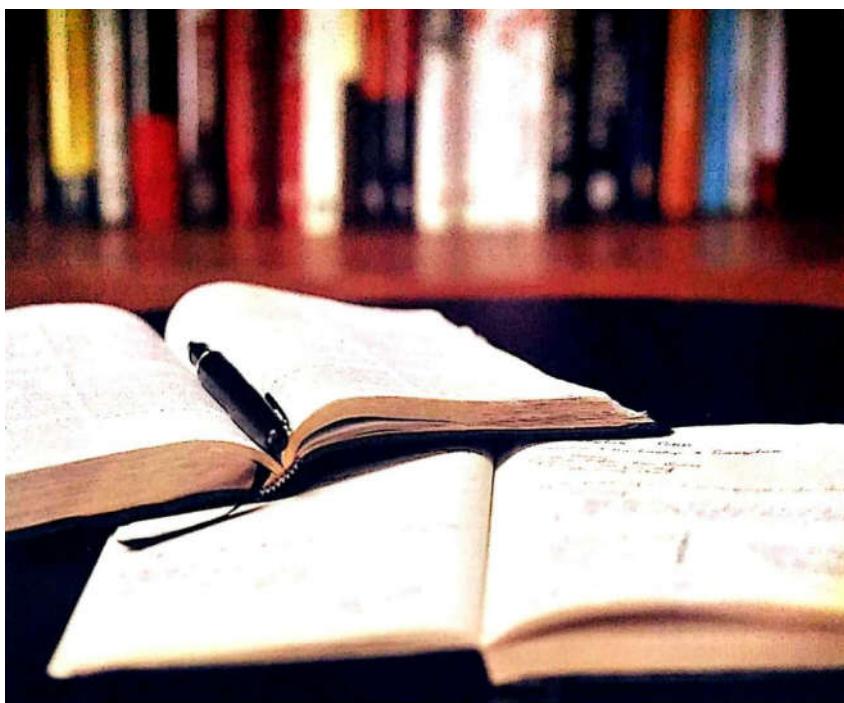
2.2 制作高互动浸入式教学内容

思想政治教育的实效性提升，应该打造高质量的互动浸入式教学资源。通过应用日常“微课程思政”，构建数量庞大的、形式多样的教学资源，将思想政治教育的内容集文字、图画、色彩、声音、动画及操作等多种形式于一身。通过点

击操作和身历其境，促使大学生的多种感官同时感知，充分调动了受教育主体的各种感觉器官和思维的积极性，强化思想政治教育教育中不同板块内容的学习，达到最佳的教育教学效果和质量。

2.2.1 慕特云教材

理学院学工团队，编纂了全国首部思想政治教育类互动专著云教材——《微域网络思想政治教育》（图3）。该教材专著以“移动互联网+教+学+数字教材”为模式的慕课实现了信息技术和教与学的核心过程真正融合。它集成了富媒体数字出版、移动学习、云服务和大数据四大领域的前沿技术，充分配合“云课堂”内容和活动，全书共计10万6千余字，内容纵贯大学四年学习生活的方方面面，主要有纵览大学全程，系好第一个纽扣等十五个章节（图4）。采用流式数字排版技术，充分让学生自己能够融入教材之中。专著一经推出，购买量达5174本。



微域网络思想政治教育 ——高校辅导员的日常“微课程思政”

2017年度教育部人文社会科学研究专项任务项目（中国特色社会主义理论体系研究）项目
《微域网络思政教育探索与实践》阶段成果
项目批准号：17JD710097

蓝墨出品 | 主编◎杨东杰

西安交通大学出版社

图 3. 《微域网络思想政治教育》慕特专著封皮

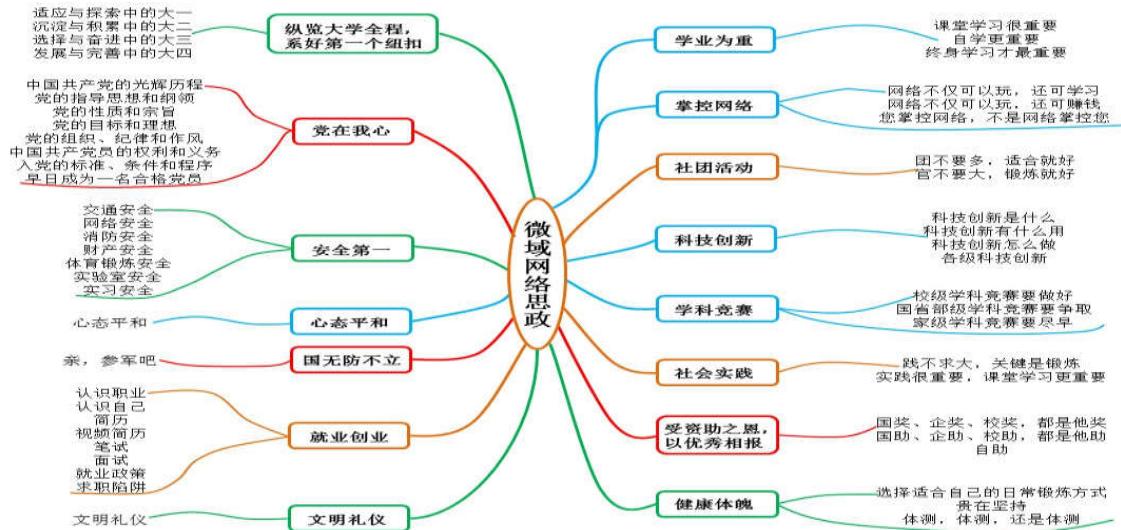


图 4. 《微域网络思想政治教育》慕特专著知识体系架构图谱

2.2.2 资源库

从学生角度出发，应时而作，应需而作，应用微域网络思政打造丰富的教学资源库。通过建立微视频库、思维导图库、MV歌曲库等资源库，优选学生心动的教学内容，激发学生的学习热情；将重点、难点转化为图、表形式，用活动图像来诠释，用动态数字演示使信服；将严肃的思想教育理论变为生动形象的网络语言，和学生保持在同一频道和波段。

微视频独具光影传播魅力，微视频库是由学工团队及学生骨干剪辑制作的，共制作微视频 288 部。理学院通过微视频库的建立涵盖了学生成长成才的各个阶段（图 5）。

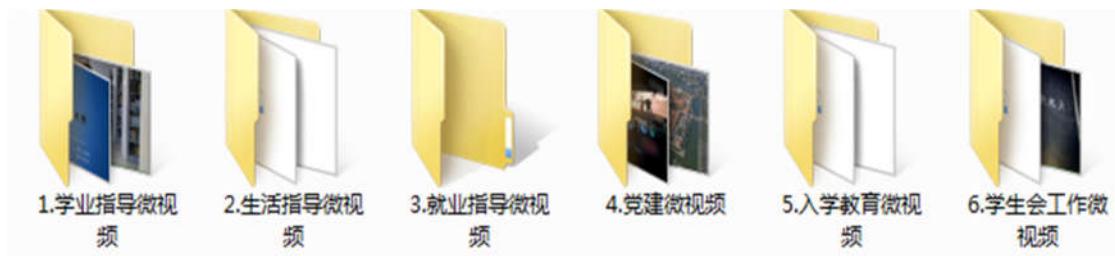


图 5. 理学院微视频库

微视频一经上线广受欢迎，微信推送阅读量突破十万+，《数说社会主义一商品出口总额》上线 3 天播放量突破 30 万次，数说社会主义系列总播放量突破两百万次，社会主义核心价值观全系列短视频播放量突破五百万次。

思维导图是放射性思维的直观表达，可有效发挥思维的自然功能。理学院学生工作团队将教育内容思维导图化，最大程度地发挥左脑抽象逻辑思维与右脑形象思维的组合功能，借助于醒目的色彩、简洁的图形、逻辑清晰的线条等手段将

枯燥的文字或理论变成一些系统化、条理清晰、充满趣味的图片，有效突出知识点之间的逻辑关系，保障学习效果（图 6-图 15）。



图 6. 班集体达标创优考核

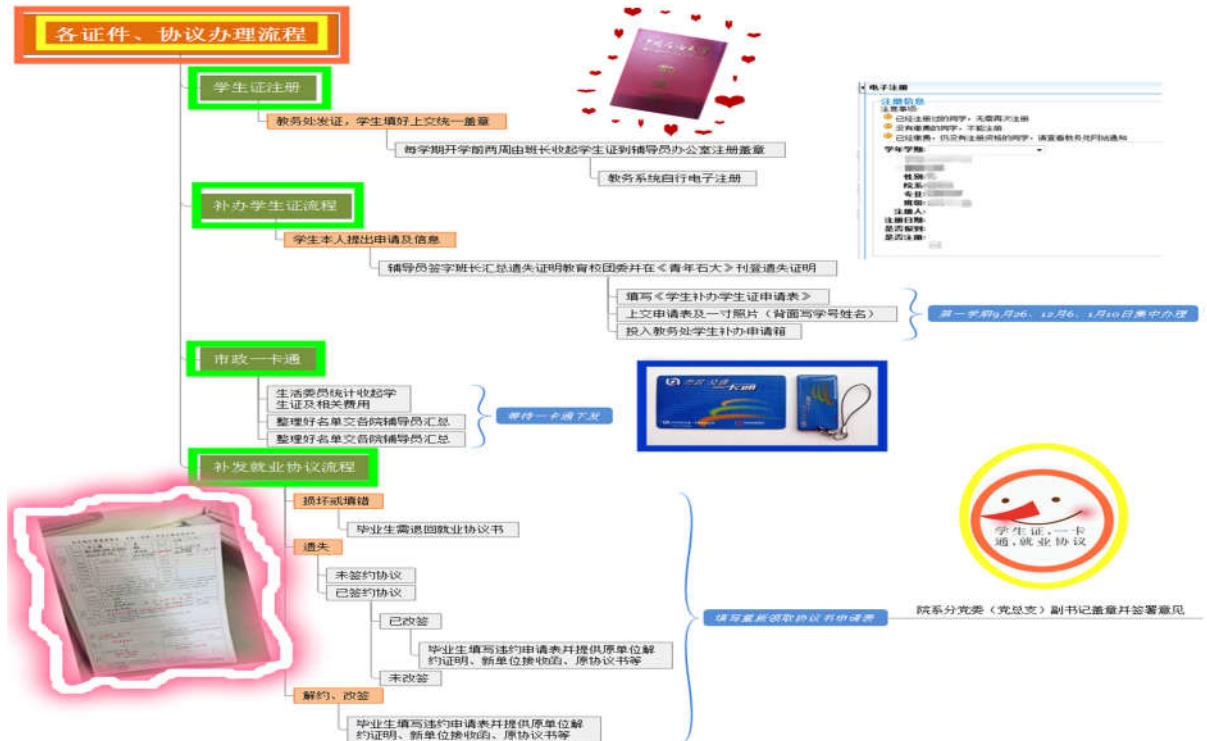


图 7. 各证件、协议办理流程

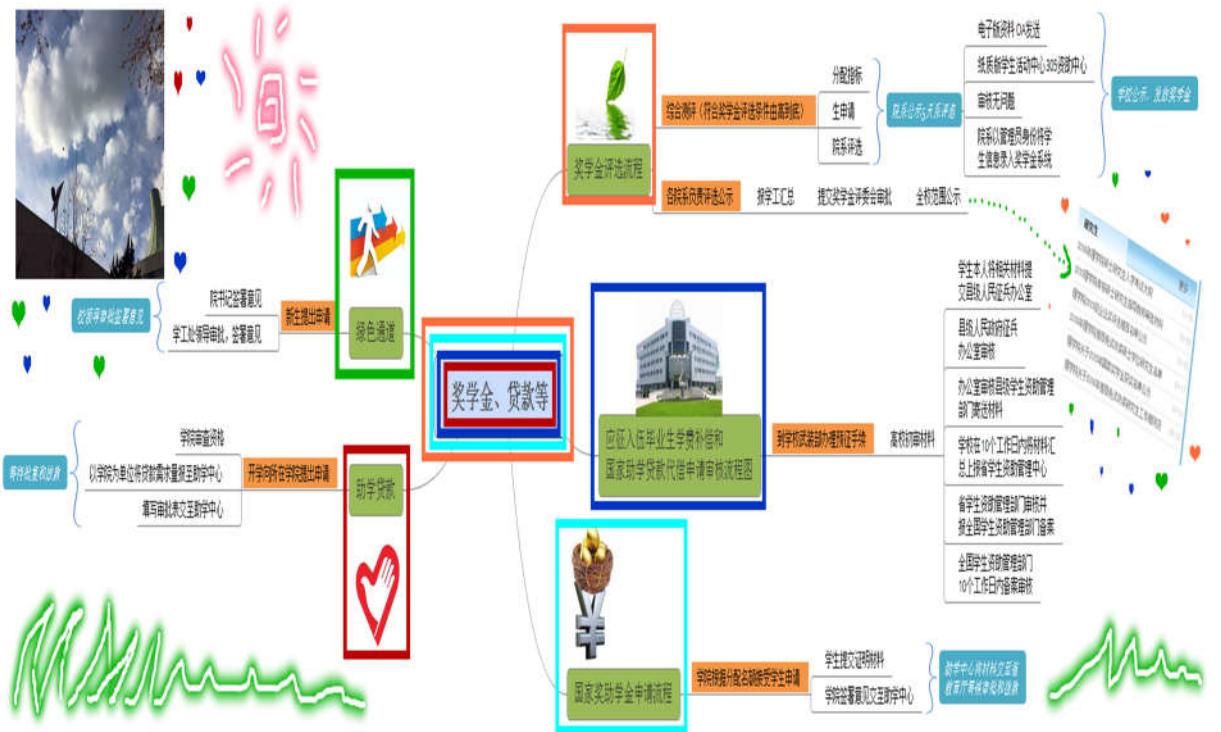


图 8. 奖学金、贷款等流程



图 9. 学生会事物工作流程

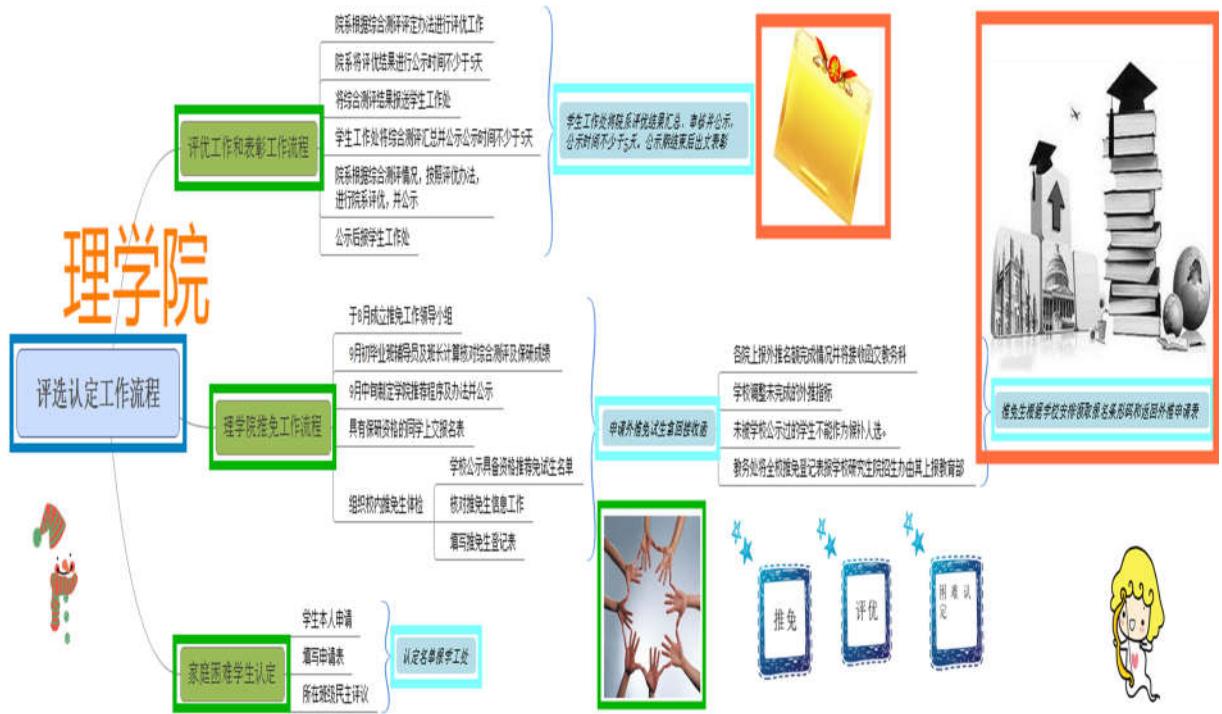


图 10. 评选认定工作流程

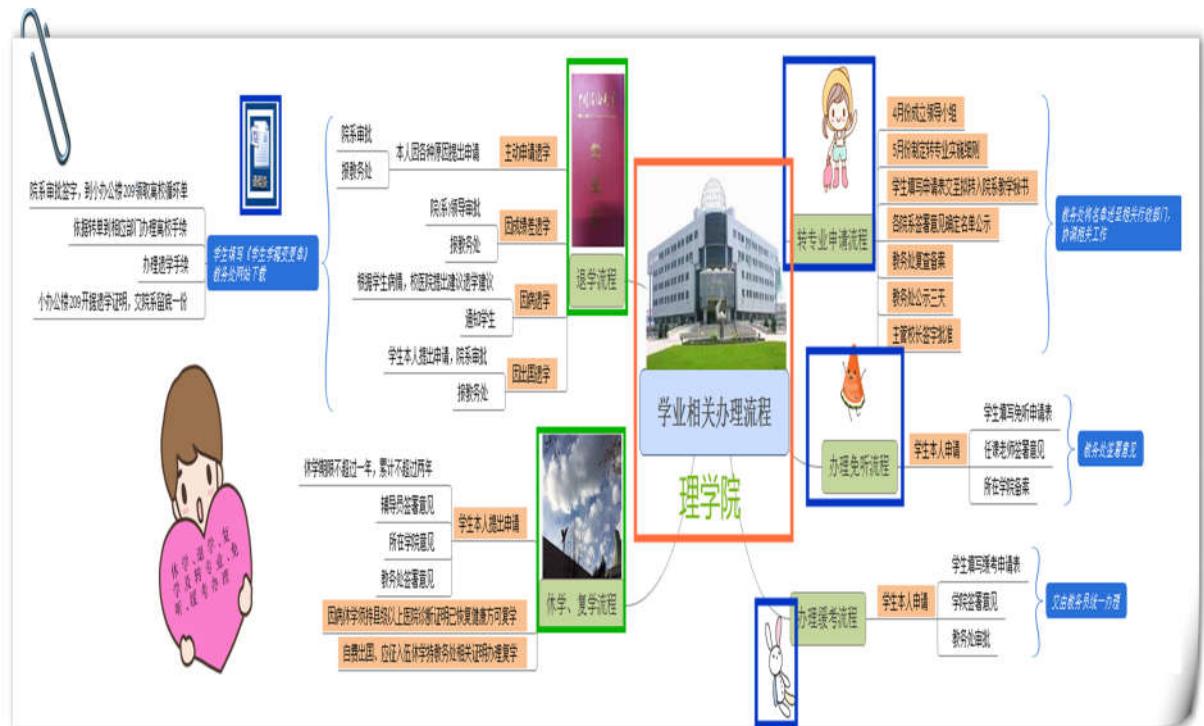


图 11. 学业相关办理流程



图 12. 迎新工作



图 13. 推免工作

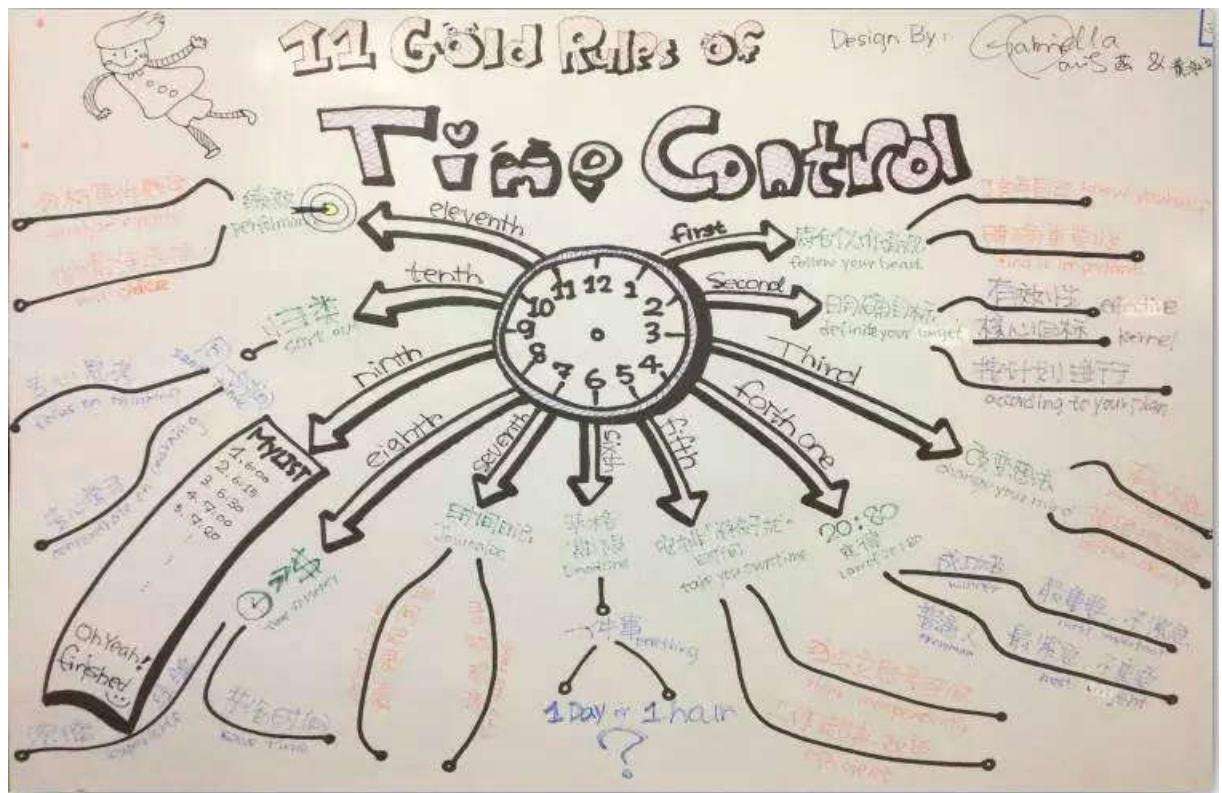


图 14. 时间管理



图 15. 我的大学

MV 将青年学生日常生活与时代特色和信息网络相结合，更直观、更易传播、更深入人心地传播思想政治教育。理学院学工团队秉持匠人精神，制作 MV《扣好人生第一粒扣子》与《四有好老师》。MV 将思想政治教育内容融入教育歌曲，普及传唱，熟记于心，达到入耳、入脑、入心的教育效果。



图 16. MV 歌曲播放量



图 17. 《扣好人生第一粒扣子》MV 视频同步播放量



图 18. 《我爱您，四有好老师》MV 视频同步播放量

两首歌曲和 mv 已在网易云音乐、虾米音乐、qq 音乐、抖音等全网络音乐平台进行上线，在各大平台歌曲和 mv 播放量达 30 万次，线下，音乐和 mv 已同步到好乐迪，k 歌王，讴歌，钱柜，麦颂等各大 ktv 的曲库中，覆盖全国 29 个省市自治区，广泛覆盖 30000 个 ktv 场所，可点播 ktv 达 90% 以上。

与此同时，系列优秀内容获批北京市“云知行”新媒体传播工作室与全国第一批“高校原创文化精品推广行动计划”项目。

2.3 应用混合式互动教育法教学方法

当前大学生思想政治教育的教学方式较为单一，仍然以老师口述为主，并辅有多媒体教室或设备，但在应用上却不够灵活，缺乏新意，吸引力不强。学工团队通过借助新的教学方式和教学手段，基于日常“微课程思政”的“云课堂”，结合实际教学经验，应用混合式互动教育法——“六舍七得”法，使思想政治教

育的入脑、入心，提升思政教育的实效。

“六舍七得”法包含着“给”与“得”的辩证法，本着“六舍”的原则，换取了学生的“七得”。即舍弃 100% 搜索权、90% 组织权、90% 引导权、90% 讲台权、90% 讲授权、50% 评价权。不仅使大学生在思想政治教育过程中学习了理论知识，还锻炼信息检索能力、交际能力、归纳总结能力、口头表达和书面表达能力、沟通交流能力、组织协调能力。理论知识由学生和小组自行搜索；教师在“云课堂”中让出 10% 组织权给小组中最活跃学生，由其担任组长来组织小组内的所有活动；用手机操控讲授内容，讲授不再受限于讲台，走到学生中间，舍弃 90% 讲台，将讲台讲授让给学生或者小组课堂分享；教师由原来 100% 满堂的讲授，变为 10% 的重点、难点的点评精讲，引导学生和小组组内或课堂分享；课堂中即时性点赞、评分、测验等评价，教师可将 50% 评价权交给学生或者助教，增强其课堂自主权和掌控，进而切实增强学生思想政治教育的获得感。

三、日常“微课程思政”的取得效果

3.1 实现全过程互动，定制精准化帮扶

通过“云课堂”、互动教学内容以及“六舍七得”混合式互动教育法，将云教材、纸质版材料、PPT、视频、动画等素材混合，融入云课堂的教育教学中。课前教室可上传 PPT、视频、动画等教学资源，学生可自行下载观看预习。课中教师学生获取资源库的相应资源、与教师传输信息、交流互动等。也可以通过已经设计好的有效教学资源、现场教学的讨论、和交互式的引导，完成思政教育目标。课后老师可以布置学习内容，学生可以随时随地的查看并与老师互动交流，将课前、课中、课后无缝连接使课堂变得更加有用、有效、有收获。提升和确立了大学生在教育过程中的主体地位，促使大学生的多种感官同时感知，在受教育过程中实现互动促手动、互动促嘴动、互动促眼动、互动促心动，使每位学生参与其中。

数据改变教育。日常“微课程思政”中针对学生的数据有学生出勤情况、课堂中学生的所有举手、抢答、讨论、作业、头脑风暴、问卷投票、小组讨论等课堂学习活动；针对思政工作者的数据有教学活动设计、教学内容、教学反思等。同时通过学生观看的次数和频率反映出相关内容中有没有优选学生心动的内容。将这些全过程数据进行清洗、管理与隐私保护，形成数据云。对数据云进行整合清洗，关联匹配不同来源的数据之后建模最后得到学生和教师的数字画像。在数字画像的基础上，每个学生的问题得以明晰化，每个教育教学内容、活动、方法、效果得以明晰化。思想政治教育工作队伍根据个体情况重点了解，因材施教，进行“点对点”辅导帮扶，实现了思想政治教育的“私人定制”，实现精准化帮扶。

3.2 实现全样本非实验定量评价，打造思想政治教育获得感评价体系

思想政治教育效果分析是运用有效的评价技术和手段，对高校思想政治教育

过程和结果进行测定、分析，并给予价值判断的过程。目前通常做法有问卷调查、专家评审等方法，存在人情、个人喜好、主观性随意性较强等影响评价的信度和效度的人为的因素，及时反馈性差。日常“微课程思政”实时记录教师教学教学和学生学习的即时性反馈数据，学习过程的数据的采集高效、便捷、准确、客观、全面，依据学习分析技术数据，变定性评价为数据定量评价，克服了其它评价方式先天性的不足，具有较高信度和效度。

理学院学生工作团队利用学习分析技术定量计算出了全国首个包含到课率、抬头率、互动率等29个显性指标和教学内容喜好率、教师对学生精准指导率、自主学习率、能力获得率等14个“入脑”“入心”等隐性指标的思想政治教育定量指标评价体系，提升大学生思想政治教育获得感。

3.3 跨时代意义的实现生理数据采集与思想政治匹配

高校的大学生来自五湖四海，每个学生具有个体化差异。通过日常“微课程思政”建设，记录学生全过程数据。结合全过程数据，应用新媒体新技术，解密思想政治教育“黑箱”，了解地球上最精密、最灵敏、最复杂的人身心系统在接受教育中思想形成和变化的规律和“入脑、入心”效果，分析思想政治教育学习情绪类别和影响因素，探寻思想政治教育育人规律，围绕立德树人根本任务，以思想政治教育入脑、入心效果为依据，增强学生获得感，增强青年学生“四个自信”，推进教育教学改革，具有跨时代意义。

3.3.1 用生物传感技术“读心”

生物传感器可实时记录大学生在接受思想政治教育时的皮电、心电、体温等参数，根据这些生理反馈的客观数据结合微域网络思政全过程数据，可以定量计算出其心动的程度，使“读心”变为现实。理学院学工团队在2018年3月24日、25日大学生主题教育中，用实时测定大学生心率的生物传感设备，测出大学生主题教育心率29328个数据，完成了生物传感技术的读心。

3.3.2 用神经影像技术“读脑”

通过脑电设备测量学生接受微域网络思政时六种脑波变化数据，计算出学生接受思想政治教育时的专注度和沉思度（图19），为探究其脑电的认知规律，从认知神经科学方面了解思想政治教育认知规律初步探索了一条新的方法和途径。

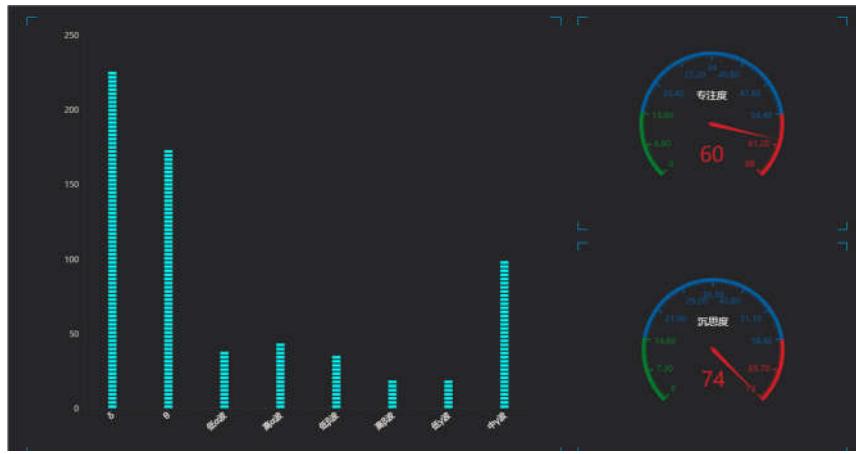


图19 脑电的专注度和沉思度分析图

八、结语

面对新时代新变化，高校思想政治教育必须以习近平新时代中国特色思想为指引，提高认识，深化改革，革故鼎新，运用新时代新媒体、新技术理念，在改进中加强，在创新中提高。日常“微课程思政”，围绕立德树人核心，突破了网络、课堂、高校、日常管理的传统边界，达到“亲其师，信其道”，实现思想政治工作传统优势同信息技术高度融合增强时代感和吸引力，切实提升大学生思想政治教育的实效性。

能源学术英语混合式教学课程体系建设

主要完成人员：赵秀凤、徐方富、王文征、梅丽、蔡坤、陈芳、连洁、李音、单小明

“人类命运共同体”和“一带一路”建设深入推进、第四代工业和科技发展汹涌来袭、新时代一流本科建设大幕开启，大学英语教育既四面楚歌、风雨飘摇，又可以绝处逢生、柳暗花明，迎来更加宽广的发展空间。过去五年来，全国高校和我校大学英语经历了两个深刻的历史变革：一是，大学英语由千校一面的同质化教学转向因校而异的多样化建设，其中学术英语教学成为主流之一；二是，减少必修课学分成为各高校大学英语政策的同一律。以我校为例，大学英语必修课学分于 2012 年由 16 降至 12，从 2017 级开始，12 必修学分进一步压缩并调整为至“4（必修学分）+4（限选学分）”；同时，学生英语四六级成绩不再作为获得学位的必要条件。

表面上看，减学分趋势同人才培养国际化要求提高趋势背道而驰，但深度考察恰恰表明，传统意义上的大学英语教学已无法适应新语境的新要求：一方面，各高校在压缩大学英语课程必修课总学分的同时，均要求开设更加多样的通识外语选修课程，并以不同方式给予支持和鼓励；另一方面，各专业，尤其是入选“双一流”建设的高校和专业，纷纷通过开设全英文专业、全英文课程和双语课程，减少了对大学英语的依赖，一定程度上降低了传统大学英语作为一门基础课对于国际化人才培养的必要性。

基于此，我校大学英语教育自 2014 年开始的改革，以对接国家需求、顺应历史潮流、依托学校能源学科特色、服务各专业一流人才培养为己任，以对 1945 名学生的需求和意向调查为基础，瞄准改革前沿、依据《大学英语教学指南》相关精神，确定了“科学定位、特色发展、变轨超车、持续提高”的改革路径。经过五年探索，依托 2015 年北京高等学校教育教学改革项目《以学术为引领、能源为载体、人文性、工具性兼备的大学英语课程体系建设》(项目号 2015-ms127) 以及校内教改项目，基于能源话语、聚焦学术能力、人文性工具性兼备、线上线下互补、课内课外衔接的一体化、混合式全新大学英语教育体系趋于成熟。

一、课程设置实现系统化、多样化和一体化，充分满足学生需求。

1. 由单一课程转为了复合课程群。

在坚持分级教学、因材施教的基础上，每届近 2000 名学生根据入学英语分级考试成绩从高到低分为 A (40%)、B (60%) 两个大的级别，B 级班又根据学生需求（英语学习起点）分为 B1 (50%)、B2 (10%)。A 级班开设高级学术英语 (I、II)、B1 级班开设能源学术英语 (I、II)、B2 级班开设通用大学英语 (I、II)。

第二学期同时开设学术情景听说、学术短文写作、基础学术英语写作、基础学术英语听说、通用英语写作、通用英语听说等模块课程，供学生自主选择。各级别、各模块课程从教学目标、教学内容、教学方法和评估方法上充分实现了目标学术化、内容差别化、应用对象化和评估过程化的“四化”特征。

2. 学生可以综合能力考试成绩获得大学英语学分。

为鼓励和支持学生英语应用能力自主培养，设定了《英语综合能力 I》、《英语综合能力 II》、《英语综合能力 III》，其学分可通过达到相应标准的托福、雅思成绩或国际交流项目获得，并替代相应的大学英语学分。

二、四大类成果体现课程体系的前沿性、可复制性和可应用性，占领了大学英语改革新高地。

1. 课程设置与管理体系改革持续深化（附录 I）

继 2014 级后，根据《中国英语能力等级量表》和《大学英语教学指南》，全新制定了《外国语学院大学英语能力等级量表》和《大学英语课程质量评价与考核办法》，2016 至 2018 三个年级的大学英语教学计划与管理办法、教学大纲和教案持续更新。

2. 教材讲义建设成果丰硕（附录 II）

举全院之力，组织编写了《通用学术英语阅读与写作》讲义、《能源学术英语综合教程》讲义（上、下），并在全校学生中使用，充分彰显了我校学科特色。其中《能源学术英语综合教程》通过了全国外语界最权威的出版社——外语教学与研究出版社专家的层层审核，签署了免费出版协议。目前正在紧张的排版过程中，计划 2019 年 6 月份正式出版。该教程分为上下两册，外研社计划向全国能源类高校推广。正在排版的两册教材每册含六个单元，共十二个单元，每单元设一个能源相关主题，例如表 1。

表 1 《能源学术英语综合教程》主题设置

Book I		Book II	
Unit	Theme	Unit	Theme
1	Energy and Daily Life	1	Energy and Civilization
2	Energy and Technology	2	Energy Access and Humanity
3	Energy and Ethics	3	Energy and Environment
4	Energy and Sustainability	4	Energy and Future
5	Energy and Security	5	Energy and Transformation
6	Energy and Geopolitics	6	Energy and Climate Change

每个单元设五大教学模块：

①模块一 (Listening and Speaking): 包含与单元主题相关的 4-5 分钟视

频和括选择、判断、填空、口语任务及模拟四六级口语考试题型等实操训练。

②模块二和三 (Extensive Reading & Intensive Reading): 设有两篇主题相同、具有一定学术性的文章分别作为精读和泛读课文，配有丰富练习题，训练学生在阅读课文时把握文章整体结构和重点内容、归纳段落大意和总结全文的能力，该部分包含的词汇和句法结构练习，从词汇含义、近义词、派生词、常用搭配、学术短语、句式结构、翻译及应用等多方面使学生全面、扎实地掌握学术语言特点，为学术写作打好基础。

③模块四 (Academic Writing): 设“微观写作技能”和“宏观写作技能”两部分，分别关注句子和段落篇章层面学术英语写作的特点。每个层面、每个单元集中训练一种技能。每册六个单元的技能自成体系。该部分所配大量练习，能够极大地帮助学生夯实语言基本功、提升书面表达能力。

④模块五 (Skills Sharing): 在以上各模块基础上设计了综合性、提升性的语言输出训练，要求并组织学生以小组活动的形式，运用每单元所学的内容性和语言性知识，并结合课外知识，在模拟现实的场景中完成程序较复杂、语言水平较高的项目式任务，遵循了产出导向教学法的原则，使学生能够学以致用，也使教学内容对学生的实际生活更具意义。

本教材选材紧扣能源与当今社会相关热点话题，兼具知识性与亲和力，但并不超越外语教师和各专业学生的专业知识，既夯实了学术英语的内涵、又摆脱了教师学生对专业知识的担忧；突出学术语言，培养学生阅读学术语篇、聆听学术讲座和撰写学术论文的能力；练习丰富全面、形式多样，适合采用翻转课堂和“以学生为中心”的教学方法。教材从内容选材、教学理念和板块设计均得到出版社高度评价。

3. 信息技术深度融合同步推进（附录 III）

随着课程教学改革深入和讲义教材建设推进，信息技术深度融合同步推进，学院组织精英团队倾力打造的《能源学术英语》慕课，在全国最权威的慕课平台——学堂在线完成上线（网址：[http:// www. xuetangx. com/ courses/ course-v1:CUPB+2018123102X+2018_T2/about](http://www.xuetangx.com/courses/course-v1:CUPB+2018123102X+2018_T2/about)）；同时已经通过全国最权威外语专业慕课平台——中国高校外语慕课平台（<http://moocs.unipus.cn/course/explore>）审核，正在推进上线工作。慕课特点可概括如下：

①学习主题鲜明：12个单元主题同纸质教材形成呼应，能源与民生、能源与技术、能源与伦理、能源与可持续发展、能源与安全，能源与地缘政治，以及能源与人类、环境、未来、气候、转型等等全方位、多视角主题涉猎可引领学生俯视尚世界能源和能源世界；

②模块设计独具匠心：12个单元的慕课中每个单元包括的名师导学、阅读

导航、词汇加油站、佳句共欣赏、写作领路、思维导图等模块以及阅读、写作、词汇等练习，使学生通过基于内容、接近实用的训练，切实提升英语应用能力和思辨能力；

③慕课建设团队堪称一流：由学院北京市名师、校级卓越奖教师、品牌课教师和青年骨干教师组成的精英团队，在思辨领航、内容导读、语言表述、师容师貌和难点分析等诸多方面超越目前国内很多上线慕课

④多种媒介协同互补：慕课、纸质教材、云教材和课堂面授构成了既相呼应、又不重复的互补关系，为线上线下混合、课内课外对接的全路径教学提供了可操作路径。纸质教材主要用于课堂面授，而课堂面授基于学生事先在慕课的学习和课后在慕课的复习。2017年获批教育部“产学合作 协同育人”项目——《基于移动信息化的〈能源学术英语〉教学内容和课程体系改革》。该项目主要是用于建设能源学术英语云教材，配合纸质教材和慕课使用。该云教材已经完成2/3，将于2019年7月出版。成果为手机端云教材，将为学生随时随地学习提供便捷路径。

4. 课堂教学实践全面创新（附录 IV）

基于能源话题内容和技能产出导向的任务教学法、混合式教学和研讨式教学充分体现于教案和课堂PPT。

从以上成果可以看出，本项目创新点明显：

①基于“四化”的全新课程体系紧密对接“双一流”和“新工科”建设背景下教育4.0人才培养中对全球视野、人文精神、学术精神、国际交流能力、跨界整合能力、思辨能力等要求，强力助推一流新工科人才培养，为大学英语持续发展找到了一条切实可行的新路径。

②基于能源的特色教学内容精准聚焦学校优势学科和专业，能源与民生、能源与技术、能源与伦理、能源与可持续发展、能源与安全、能源与地缘政治，以及能源与人类、环境、未来、气候、转型等等全方位、多视角的主题英语教学既拓展了能源英语的外延、又夯实了学术英语的内涵，“能源学术英语”的概念本身和内容设计在全国通用学术英语教学改革中属于首创，并已经产生了一定影响力。相关教师在上海“‘一带一路’能源电力翻译与教学论坛暨世界翻译教育联盟(WITTA)能源电力翻译与教学研究会成立大会”和北京“第四届全国高等学校外语教育改革与发展高端论坛”上围绕我校能源学术英语为核心的大学英语课程体系建设所做的主旨报告引发了与会代表热烈反响，他们纷纷表示了前来学习交流的愿望。

③三位一体的深度技术融合有效实现课堂内外、线上线下、移动互联的混合教学，纸质教材、慕课和云教材建设同步推进，构成既相互独立、又互为补充的有机整体，为充分满足学生多样需求、培养自主学习能力提供了可操作的实现路

径。

5. 成果应用及前景：

本成果在我校大学英语已经开展的应用可分为三个阶段。**第一阶段：**2012–2014 年级通用学术英语教学主要在 A 级班开展，占全校学生的 20%，约 400 人，特点为应用已有出版教材；**第二阶段：**2015、2016 两个年级，A 级班开展通用学术英语教学的经验应用于 B 级班，在选用 A 级班部分教学材料的基础上，组织教师编写了含有能源学术英语主题的《通用学术英语阅读与写作》讲义一册，应用于 B 级班第四学期教学，B 级班为我校大学英语主体，占全校学生总数的 60%，约 1200 人；**第三阶段：**在大学英语学分从 12 减少至 8（必修+限选）、开课时间从两年缩短为一年的政策背景下，着力打造“能源学术英语”，首先在 2017 年级 B 级班中使用，2018 年级学生 B 级班沿用、部分内容进入 A 级班教学，由此，基于能源的“通用学术英语”（A 级班“高级学术英语”和 B 级班“基础学术英语”）开设面向占到我校学生总数的 80%，应用面广、效果明显。

未来应用及前景：2019 级开始，全校 A 级班和 B 级班全部采用能源学术英语综合教程及其慕课和手机端云教材，并根据各级别、各学院学生特点和需求补充差异化内容；与此同时，三位一体的课程体系同出版社、慕课平台和云教材系统一道，向全国能源类高校推广应用。

进一步结论：在“一带一路”、“双一流”和“新工科”建设的背景下，以能源话语融入外语教学为内涵、能源学术英语为载体的大学英语课程体系，不但为大学外语教育开辟了新天地，而且为新时代一流人才培养打开了新视角，天广地宽、大有可为。

基于提高实效性的博士生政治理论课改革

主要完成人员： 董贵成

我国已经成为世界研究生数量最多的国家。与本科生相比，研究生在学校是一个特殊的群体。其一，研究生的主要任务是进行科学研究。科学研究是一项高尚的也是艰苦的事业，研究生要在科研事业中有所作为，必须要有攀登科学高峰的信念和意志，具备科学的世界观、高尚的道德和良好的心理素质。研究生时期思想道德教育是必须的，而且有着特定的需求。其二，研究生与导师的关系很密切。他们在进行课程学习讨论、参与课题研究、撰写学位论文的过程中，大部分时间是在导师的指导下完成的。研究生入门拜师传承学术，门户观念随之产生，与导师建立了一种特殊的人际关系，可以说，导师是对研究生人生产生重要影响的人之一。优秀导师热爱科学、追求真理、视野开阔、治学严谨、知识渊博、具有高尚的人格、对社会和事业有强烈的责任心和使命感。他们不仅是研究生科研工作的引路人，也是他们做人的榜样。导师的耳提面命、一言一行潜移默化地影响着学生。同时，优秀导师在专业方面培养学生的经验和体会也需要进行总结。

2015年，学校领导决定对我校全国优秀博士学位论文奖（包括提名奖）获得者和他们的导师进行经验总结，我们通过对我校获奖学生和导师精心设置了访谈提纲，进行了深度访谈，最终形成了三篇系列总结论文，其中2篇分别于2017、2018年《学位与研究生教育》（CSSCI）杂志发表，另一篇正在投稿中。

第一篇论文：《导师在研究生良好思想道德养成中的关键作用》（该项目是中国学位与研究生教育学会立项，编号：2015323，与2017年结题），梳理导师对优秀博士生思想道德素质方面的影响：

奉献精神。导师在日常与博士生接触过程中，以自己的言行给学生解疑释惑使学生逐渐走入学术研究的轨道。学生在亲眼见到导师夜以继日辛勤工作，全神贯注投入科学的研究的状况后，激发起自己发奋图强的决心和献身科研的信心。

求精精神。导师对待教学和科研一丝不苟、严肃认真的态度给学生留下深刻印象。导师督促学生在科研实践中把求精的要求落实、落细，对症下药采取有效措施培养学生严谨诚实的学术道德规范。

仁爱精神。拉近与学生的情感距离，了解学生的所思所想是做好思想道德教育的前提和基础。导师们各自有不同的途径接近学生、走进学生的内心世界，形成了解学生思想动态的长效机制。把生活情感上的关心爱护与学业上的严格要求结合起来。

第二篇论文：《导师培养博士生需要关注的若干重要环节》，总结导师在培养博士生过程中把握的几个重要环节：

挑选优质生源是基础。导师需要了解学生对报考学科是否有浓厚的兴趣和拼搏精神；有无达到培养目标的能力。

选好论文题目是关键。选题要发挥学生的特长；要有创新前景；要妥善处理工程项目研究和学位论文研究的关系。

科研能力培养是根本。注重独立工作能力的培养；创新能力培养。

第三篇论文，《怎样成为导师心目中的好学生》，导师心目中的好学生应该是以求学问为志向，而不是仅仅满足于拿文凭；有良好的表达交流能力；团队合作精神。

采用访谈法以中国石油大学（北京）获得全国优秀博士学位论文奖(包括提名奖)博士和他们的导师为访谈对象，一方面，听取导师对培养研究生良好思想品德的理念和做法；另一方面，听取学生关于导师言行对自己思想情感产生的影响和感悟。两方面相互印证、相互对比，目的在于总结梳理优秀博士生的成长经验和规律，同时探寻培养优秀博士生的经验和规律。

本课题的目的就在于总结优秀博士学位论文的作者和导师的科研和教学的成功经验，将它推广应用到全校的教学中，把科研成果转化为优质的教学资源。作者多年来一直担任全校博士生的思想政治理论课教学，也一直在探索如何增强思政课的时效性的问题。笔者将整个课题的完成过程和所写的论文在全校博士生课堂上进行讲解，极大地调动了博士生的积极性，由于这些是学生身边的人和事，具有鲜明的亲近感和强烈的感染力，容易引起学生的共鸣，产生了很好的教育效果。

大学体育理论网络课程建设

主要完成人员： 唐亮 朱静 王合霞 张小龙 陈雷 冯晓红 张旭

体育理论课程是高校学生获取体育理论的主要渠道。体育理论教育最大的社会功能和最大的社会价值在于体育意识的形成，在高等教育阶段，体育教育不仅仅是着眼于运动技术，还必须考虑到终身体育观念的确立和价值追求，要在体育理论教育过程中对学生的心智产生积极、深刻的影响。2002年8月国家教育部颁布实施的《全国普通高等学校体育课程教学指导纲要》中突出强调：“重视理论与实践相结合，在云端实践教学中注意渗透相关理论知识并运用多种形式和现代化教学手段，安排约15%的理论教学内容（每学期约6学时）扩大体育知识面，提高学生的认知能力。然而，普通高校体育教育还是不能很好的处理理论教学与实践教学的关系，使体育理论课教学改革相对滞后于实践教学。

网络课程作为一种新的现代教学方法和手段，已广泛应用于教育教学的各个领域，然而，作为高校教育重要组成部分的体育教学，无论是网络课程的理论研究，还是实践运用、设计开发等方面都已相对滞后，不能适应现代教学的需要，高校体育理论教学更是如此。

作为高校体育工作者，必须努力去改变现有的体育理论课的单调呆板的教育手段，采取必要措施使体育理论课教学与互联网结合，充分利用网络平台扩展教学内容，以此来有效的激发学生的学习兴趣。

一、传统体育理论课与网络理论课对比

传统理论课：我校体育理论课集中时间、集中教室、集中学生讲授，教学学时少，教学模式落后，教学内容不够全面，教学时间、空间受到限制，导致教与学脱节，学与用分家。教师通常采用以讲授为主，挂图、幻灯、PPT课件等为辅的教学方法针对性不够。虽然教师尽心备课讲解，却引不起学生的共鸣。教学形式比较单调，导致学生学习的积极性、主动性受到压抑，也制约了体育理论课的教学效果，教学目标很难得以真正的实现

二、网络理论课

1. 设计原则与思路

网络课程是利用网络技术手段来暂时课程学习内容，为满足学生的个性化学习，有目标有计划的设计相应的教学环节，并让学生自主参与到其中的教育学习活动中来，网络课程的设计是网络课程教学中的重要环节，是要创建一个以学生为中心的互动式学习平台环境。

网络课程建设的总体思路应围绕着体育理论课的教学目标展开，在教学策略上以问题为中心，用任务来驱动，在学生的学习模式上强调自主学习、研究性学

习与合作学习相结合，引导学生自己思考问题，实现自主学习，实现自我教育，提高辨别是非的能力，从而实现教学目标。

2. 教学设计

在教学设计中的重点是网络学习资源的设计、教学策略的设计与学习活动设计，依托学校泛亚平台进行网络课程建设，课程网站建设模块是在线课程设计的资料，是在线学习的主要模块，它由课程定位、学习内容、考核内容等功能组成，能帮助学生了解课程的学习对象、教学目标、学习进度、考核要求，它能明确告诉学生线学习要做什么。

课程建设课题组教师分为讲课组和题库组两组，授课组教师根据大纲要求及高校学生需要掌握的理论知识来设计教案，授课内容、制作课件、录制视频课等；题库组老师根据每个模块内容来出题，分为单向选择和双向选择两种。学生按要求学习完模块内容后，题库弹出相应的试题，供学生考试，考试无误后提交自动体现学生成绩。

3. 教学模式

网络环境下体育理论课教育教学新模式，将传统的体育理论课的教学模式与网络环境下学生的自主学习教育模式于一体。它一方面强调体育理论课教师在教学教育中的主导性和导向性，另一方面也非常重视学生在学习过程中的“中心”地位和自主学习精神。这样的教学模式不仅能充分保证体育理论课教学体育新知识的方向性、科学性、目的性与计划性，而且能较大程度地提高学生的学习积极性，从而增强体育理论课的时效性、针对性。

三、网络体育理论课各项数据统计

表 1 大学体育理论网络课程访问数量与网络学习平台排行情况

	访问数	热门课程排行榜
体育 I	15692	2
体育 II	670642	3
体育 III	421349	6
体育 IV	543424	4

注：数据截止日期 2018 年 4 月 13 日

网络体育理论课目前在我校的网络课中，访问量较高，热门课排行榜较靠前。

表 2 大学体育理论课网络课程教学内容一览表

	课程内容	主讲教师
体育 I	1 体育的真正价值和中国石油大学体育课程介绍	唐亮
	2 体育概论	张雷
	3 体育文化	尹璐
	4 体育竞赛欣赏	郑茗芥

体育 II	1 大学生心理健康与体育锻炼	尹璐
	2 营养与肥胖	张雷
	3 运动过程中的生理学基础	朱静
体育 III	1 奥林匹克运动与 2008 年北京奥运会	张小龙
	2 课余运动训练原则与方法	陈雷
	3 体育疗法	尹彦
	4 体育锻炼的原则与方法	张旭
体育 IV	1 体育养生理论	王合霞
	2 踝关节损伤紧急处理及功能训练方法	陈雷
	3 运动损伤的预防与处理	张旭

从表 2 可以看出体育理论网络课教学内容新颖，比较有科学性和前瞻性，主讲教师都比较有经验，教师团队阵容强大。

表 3 试题库分析表

单选题	多选题	出题组教师
280	280	冯晓红、郭爱民、闫保庆、周金玲、赵京辉、曹剑锋、吴素英、侍晓明、王晶、丁虎、杨健、王勇、

出题组老师，针对讲课内容，建设试题库，共计 560 道题。

表 4 考试结果统计分析表

年级	学期	课程	应考人 数	实考人 数	优良率	不及格 率	平均分
2014 级	2015-2016(2)	体育 IV	1930	1884	69. 96%	4. 62%	82. 79
2015 级	2015-2016(2)	体育 II	1947	1908	62. 95%	5. 77%	80. 84
	2016-2017(1)	体育 III	1972	1935	90. 65%	2. 07%	90. 4
	2016-2017(2)	体育 IV	1965	1914	90. 80%	1. 10%	90. 57
2016 级	2016-2017(1)	体育 I	2036	1964	73. 57%	4. 72%	83. 31
	2016-2017(2)	体育 II	1939	1916	91. 54%	1. 10%	89. 97
	2017-2018(1)	体育 III	2027	1950	92. 56%	2. 26%	89. 85
2017 级	2017-2018(1)	体育 I	1997	1973	44. 04%	13. 79%	72. 95

从表 4 可以看出，学生参加学习和考试的人数较多，优良率较高，不及格率较低，可以看出大部分同学自主学习能力很强。

表 5 课程建设教师团队基本情况表

	合计	正高	副高	中级	初级	博士	硕士	本科
人数	22	2	7	9	4	1	12	9
比例		9. 09%	31. 82%	40. 91%	18. 18%	4. 55%	54. 55%	40. 91%

表 5 可以看出，在体育理论网络课程建设中，团队教师高级职称比例较高，硕士以上学历比例较高，整个团队的教师教学水平较高，科研能力较强。

四、部分讲课教师视频截图



图 大学体育理论网络课程教学视频展示

表 5 大学体育理论网络课程课程门户网址

大学体育理论网络课程	课程门户网址
体育 I	http://mooc1.chaoxing.com/course/93638737.html
体育 II	http://mooc1.chaoxing.com/course/89783365.html
体育 III	http://mooc1.chaoxing.com/course/93638759.html
体育 IV	http://mooc1.chaoxing.com/course/89783377.html



综上所述，大学体育理论网络课程，作为一种新型的教学方式，在借鉴传统课堂教学经验的基础上，可以充分利用多媒体网络所具有的资源丰富、交互性强等特性，为学生提供丰富多彩的教学资源、交流空间、自主开放的学习氛围，这些恰恰是传统课堂环境无法实现的，高校体育理论网络教学必将成为体育教学改革的大势所趋，设计、研发、应用大学体育理论网络课程无疑成为摆脱现实体育理论教学困境的最佳方案。因此，进行大学体育理论网络课程的设计研究将具有非常重要的意义。

体育理论网络课程有利于扩大教学规模，使体育网络教学形式突破了时空的限制，与传统体育教学相结合，大大增加了学习机会，扩大了教学规模，降低了教学成本。学生可以随时通过网络和多媒体教学在自己方便的时间、合适的地点，按照自己的需要进行学习，完成理论课考试。

通过以学生为本的网络平台，通过网络体育理论课的教学，提高学生对体育的认识，了解体育锻炼对人体的作用，启发学生对进行体育锻炼的自觉性，掌握科学锻炼身体的知识和方法以及体育运动和卫生保健常识，使学生最大范围的共享良师的教学效果，获得优质的教学资源，提高大学生的体育素养，也为终身体育教育提供了条件。

五、研究成果

1.完成网络课程建设

依托学校泛亚平台进行体育理论网络课程建设，网络课程建设的总体思路围绕着体育理论课的教学目标展开，在教学策略上以问题为中心，用任务来驱动，在学生的学习模式上强调自主学习、研究性学习与合作学习相结合，引导学生自己思考问题，实现自主学习，实现自我教育，提高辨别是非的能力，从而实现教学目标。课程网站建设模块是在线课程设计的资料，是在线学习的主要模块，由课程定位、学习内容、考核内容等功能组成，能帮助学生了解课程的学习对象、教学目标、学习进度、考核要求，学生能明确在线学习要做什么。

2.完成体育理论网络课程建设讲课和试题库

教师分为讲课组和题库组两组，授课组教师根据大纲要求及高校学生需要掌握的理论知识来设计教案，授课内容、制作课件、录制视频课等；题库组老师根据每个模块内容来出题，分为单向选择和双向选择两种。学生按要求学习完模块内容后，题库弹出相应的试题，供学生考试，考试无误后提交自动体现学生成绩。

3. 完善体育理论教学模式

网络环境下体育理论课教育教学新模式，融传统的体育理论课的教学模式与网络环境下学生的自主学习教育模式于一体。它一方面强调体育理论课教师在教学教育中的主导性和导向性，另一方面也非常重视学生在学习过程中的“中心”地位和自主学习精神。这样的教学模式不仅能充分保证体育理论课教学体育新知识的方向性、科学性、目的性与计划性，而且能较大程度地提高学生的学习积极性，从而增强体育理论课的时效性、针对性。

4.扩大体育理论课教学规模

体育理论网络课程有利于扩大教学规模，使体育网络教学形式突破了时空的限制，与传统体育教学相结合，大大增加了学习机会，扩大了教学规模，降低了教学成本。学生可以随时通过网络和多媒体教学在自己方便的时间、合适的地点，按照自己的需要进行学习，完成理论课考试。2016 年开始建设网络平台并投入使用，于四个学期的大一、大二年级教学实践中运用，目前共有 2014、2015、2016、2017 本科生 15813 人使用，学生受益范围大。

六、创新点

1. 授课时间地点由固定转向灵活

传统意义上学生的学习时间与地点是固定的，尤其是有指导的学习时间与地点。现在学生进行网络课程学习，学生可以自由选取学习时间与地点，使授课形式更加灵活多变。

2. 授课形式更加多样化

网络理论课授课形式主要为全日制集中学习、完全自主学习、网络课与短时间面授相结合等形式授课形式多样化打破了传统教学模式，网络上丰富的相关信息和在线帮助也可以为学生学习提供专家级的指导，知识获取渠道由单一变为多维，网络课程为学生提供了一种平等、开放、便利的信息交流与信息获取模式。

3. 网络体育理论课程评价方式及时、多元化

评价是体育教学过程中非常重要的教学环节之一。传统课堂教学的评价主要采用的是一元评价方式，我校开设的网络理论课程网上学习、网上测试、考试与评价功能；为学生课程学习提供便利资源；并设有作业布置、提交、批改、指导、答疑功能，可以随时与教师进行互动、答疑、了解学生学习情况。

4. 网络课程对大学体育理论教学目标实现的促进作用

学生通过网络便于及时了解、学习当前体育知识的最新发展，有利于拓宽学生体育知识面。其次，网络课程有利于培养学生体育情感。自主开放的学习氛围，有利于激发学生的体育学习兴趣；生动形象的情境呈现，有利于唤起学生的体育情感体验方便自由的交流方式，有利于增进人际之间的感情。

5. 网络课程能够降低教师的重复劳动

2016 年开始建设网络平台并投入使用，于四个学期的大一、大二年级教学实践中运用，目前共有 2014、2015、2016、2017 本科生 15813 人使用，学生受益范围大。教师录制好课程后可以重复使用，大大降低重复劳动。

6. 在理论联系实践中提高学生对体育理论课的兴趣和终身体育意识

通过网络体育理论课的教学，提高学生对体育的认识，了解体育锻炼对人体的作用，启发学生对进行体育锻炼的自觉性，掌握科学锻炼身体的知识和方法以及体育运动和卫生保健常识，使学生最大范围的共享良师的教学效果，获得优质的教学资源，提高大学生的体育素养，也为终身体育教育提供了条件。

七、应用情况及推广价值

该项目从 2014 年开始调研查阅资料，2016 年开始建设网络平台并投入使用，于四个学期的大一、大二年级教学实践中运用，目前共有 2014、2015、2016、2017 本科生 15813 人使用，学生受益范围大，应用情况很好，具有较高的推广价值。

从统计数据看教学效果良好，其考核成绩统计分析显示，学生总体学习能力较强，学习动机明确并对本课程很有兴趣。注重教师引导学生主动性学习并考试，提高学生对体育的认识，了解体育锻炼对人体的作用，启发学生对进行体育锻炼的自觉性，掌握科学锻炼身体的知识和方法以及体育运动和卫生保健常识，使学生最大范围的共享良师的教学效果，获得优质的教学资源，提高大学生的体育素养，也为终身体育教育提供了条件。

通过我校体育理论教学模式的改革创新，取得了重大的成效，试点涉及的专业面广，学生数多，便于成果兼顾共性问题与特殊要求，经过四年多的实践与交流，上述成果极大地提高了学生体育理论水平，在理论联系实践中增强学生体质健康水平，培养学生体育锻炼习惯与终身体育意识，熟练掌握体育运动技能，项目成果在培养新教师中也发挥了重要作用。

在整个项目改革过程中，通过项目组骨干成员的努力，完成了很多成果。

1. 出版教材 5 部

- (1) 新编大学体育理论教程，北京体育大学出版社，唐亮等主编
- (2) 游泳，中国书籍出版社出版，唐亮、王合霞等主编
- (3) 传统体育养生与健康，中国石化出版社出版，王合霞、唐亮等主编
- (4) 高校体育理论教程，朱静等主编
- (5) 大学生体质测试与运动健身指导教程，中国书籍出版社，朱静等主编

2. 编写理论课件 1 本（15 章节）

3. 建设理论课题库

4. 公开发表论文

(1) 我国普通高校体育理论课程的现状调查与对策研究，唐亮、王合霞、朱静、尹璐

(2) “翻转课堂”在高校体育教学中的应用，山东大学学报，2017. 6，王合霞、唐亮

(3) 浅析基于手持终端高校体育互动服务平台的构建，青少年体育 2018. 1，陈雷

(4) 在体育教学中应用“翻转课堂”的混合式教育模式研究，2018. 10，朱静

(5) 高校体育教学中实施翻转课堂的实践研究，唐亮、朱静、王合霞

5. 成果获奖

(1) 我国普通高校体育理论课程的现状与对策研究，获 2018 年首都高校第十九届体育科学论文报告会一等奖，唐亮、王合霞

(2) 翻转课堂在体育教学中的实践研究，获 2016 年首都高校第 18 届体育科学论文报告会二等奖，朱静、王合霞

(3) 高校学生体质健康动态分析与对策研究，获 2018 年首都高校第十九屆体育科学论文报告会二等奖，王合霞、唐亮、张小龙

石油地质学教材

主要完成人员：柳广弟 高先志 黄志龙 陈冬霞 孙明亮 李平平 姜福杰 张枝焕
高岗 刘震

由柳广弟主编的《石油地质学（第四版）》和《石油地质学（第五版）》分别由石油工业出版社分别于2009年1月和2018年9月出版，为“十一五”和“十二五”普通高等教育国家级规划教材。

《石油地质学（第四版）》和《石油地质学（第五版）》由柳广弟主编，以我校教师为主，其他四所石油高等院校多名教师参加编写。该教材继承了自1961年以来我校所编写多版《石油地质学》教材的精华，反映了我校四代石油地质学教师60多年来教学经验的积累和石油高等院校广大石油地质学教师的科研成果和教学经验。

一、主要内容

《石油地质学》教材按照从感性到理性的认识规律建立教材体系，全书共分八章（第五版将第七章和第八章合并），首先介绍油气成藏要素（油气水、储集层和盖层、圈闭和油气藏），使学生对地下客观存在的油气藏有一个感性的认识；然后阐述油气藏形成的基本原理（油气的生成、油气运移、油气聚集与油气藏的形成）；最后总结不同类型盆地油气分布规律和控制因素。除绪论外，第五版教材共分七章（将第四版的第七章与第八章合并为第七章），目录如下：

绪 论.....	错误!未定义书签。
第一节 石油和天然气在当代社会中的地位.....	错误!未定义书签。
第二节 石油地质学的研究内容.....	错误!未定义书签。
第三节 油气勘探简史.....	错误!未定义书签。
一、世界油气勘探简史.....	错误!未定义书签。
二、中国油气勘探简史.....	错误!未定义书签。
第四节 石油地质学的发展历史.....	错误!未定义书签。
一、石油地质学的形成与发展.....	错误!未定义书签。
二、中国对石油地质学发展的贡献.....	错误!未定义书签。
第一章 石油、天然气、油田水的成分和性质.....	错误!未定义书签。
第一节 石油的成分和性质.....	错误!未定义书签。
一、石油的概念.....	错误!未定义书签。
二、石油的族分和组分.....	错误!未定义书签。
三、石油的化学组成.....	错误!未定义书签。
四、石油的物理性质.....	错误!未定义书签。

	第二节 天然气的成分和性质.....	错误!未定义书签。
	一、天然气的概念和产状.....	错误!未定义书签。
	二、天然气的化学组成.....	错误!未定义书签。
	三、天然气的物理性质.....	错误!未定义书签。
	第三节 油田水的成分和类型.....	错误!未定义书签。
	一、油田水的概念及形成.....	错误!未定义书签。
	二、油田水的化学组成.....	错误!未定义书签。
	三、油田水的类型.....	错误!未定义书签。
	四、油田水在油气勘探中的应用.....	错误!未定义书签。
	第四节 石油和天然气中的碳、氢同位素.....	错误!未定义书签。
	一、碳、氢的同位素.....	错误!未定义书签。
	二、油气中的稳定碳同位素.....	错误!未定义书签。
	三、油气中的稳定氢同位素.....	错误!未定义书签。
	思考题.....	错误!未定义书签。
第二章	储集层和盖层.....	错误!未定义书签。
	第一节 储集层的概念.....	错误!未定义书签。
	第二节 岩石的孔隙性和渗透性.....	错误!未定义书签。
	一、孔隙性与孔隙度.....	错误!未定义书签。
	二、渗透性和渗透率.....	错误!未定义书签。
	三、孔隙度与渗透率的关系.....	错误!未定义书签。
	四、孔隙结构.....	错误!未定义书签。
	第三节 碎屑岩储集层.....	错误!未定义书签。
	一、碎屑岩储集层的储集空间类型.....	错误!未定义书签。
	二、影响碎屑岩储集层储集物性的主要因素.....	错误!未定义书签。
	第四节 碳酸盐岩储集层.....	错误!未定义书签。
	一、碳酸盐岩储集层的储集空间类型.....	错误!未定义书签。
	二、影响碳酸盐岩储集层物性的主要因素.....	错误!未定义书签。
	三、碳酸盐岩储集层的类型.....	错误!未定义书签。
	第五节 火山岩和结晶岩储集层.....	错误!未定义书签。
	一、火山岩储集层.....	错误!未定义书签。
	二、结晶岩储集层.....	错误!未定义书签。
	第六节 页岩储集层.....	错误!未定义书签。
	一、页岩储集层的储集空间类型.....	错误!未定义书签。
	二、影响页岩储集层储集物性的主要因素.....	错误!未定义书签。
	第七节 盖层及其封闭能力评价.....	错误!未定义书签。
	一、盖层类型.....	错误!未定义书签。

二、 盖层封闭油气机理.....	错误!未定义书签。
三、 盖层封闭能力的影响因素.....	错误!未定义书签。
四、 盖层封闭能力评价.....	错误!未定义书签。
思考题.....	错误!未定义书签。
第三章 圈闭与油气藏.....	错误!未定义书签。
第一节 圈闭与油气藏的概念.....	错误!未定义书签。
一、 圈闭的概念和涵义.....	错误!未定义书签。
二、 圈闭的度量.....	错误!未定义书签。
三、 油气藏的概念.....	错误!未定义书签。
四、 油气藏的度量.....	错误!未定义书签。
第二节 圈闭与油气藏的分类.....	错误!未定义书签。
一、 圈闭和油气藏分类的基本原则.....	错误!未定义书签。
二、 圈闭成因类型及油气藏按圈闭成因的分类...	错误!未定义书签。
三、 油气藏按相态的分类.....	错误!未定义书签。
四、 有关油气藏类型的其他术语和概念.....	错误!未定义书签。
第三节 构造圈闭与构造油气藏.....	错误!未定义书签。
一、 背斜圈闭与背斜油气藏.....	错误!未定义书签。
二、 断层圈闭与断层油气藏.....	错误!未定义书签。
三、 岩体刺穿接触圈闭与岩体刺穿接触油气藏...	错误!未定义书签。
第四节 地层圈闭与地层油气藏.....	错误!未定义书签。
一、 地层不整合圈闭与地层不整合油气藏.....	错误!未定义书签。
二、 地层超覆圈闭与地层超覆油气藏.....	错误!未定义书签。
第五节 岩性圈闭与岩性油气藏.....	错误!未定义书签。
一、 储集岩上倾尖灭圈闭与储集岩上倾尖灭油气藏	错误!未定义书签。
二、 储集岩透镜体圈闭与储集岩透镜体油气藏...	错误!未定义书签。
三、 生物礁圈闭与生物礁油气藏.....	错误!未定义书签。
四、 成岩后生岩性圈闭与成岩后生岩性油气藏...	错误!未定义书签。
第六节 致密储层圈闭与致密储层油气藏.....	错误!未定义书签。
一、 致密砂岩圈闭与致密砂岩油气藏.....	错误!未定义书签。
二、 页岩油气藏.....	错误!未定义书签。
三、 煤层气藏.....	错误!未定义书签。
第七节 复合圈闭与复合油气藏油气藏.....	错误!未定义书签。
一、 概述.....	错误!未定义书签。
二、 构造-岩性圈闭与构造-岩性油气藏.....	错误!未定义书签。
三、 构造-地层圈闭与构造-地层油气藏.....	错误!未定义书签。
四、 岩性-地层圈闭与岩性-地层油气藏.....	错误!未定义书签。

	五、水动力圈闭与水动力油气藏.....	错误!未定义书签。
第四章	石油和天然气的生成与烃源岩.....	错误!未定义书签。
	第一节 油气成因理论发展概况.....	错误!未定义书签。
	一、无机成因说.....	错误!未定义书签。
	二、有机成因说.....	错误!未定义书签。
	第二节 生成油气的物质基础.....	错误!未定义书签。
	一、原始有机质及其化学组成.....	错误!未定义书签。
	二、干酪根.....	错误!未定义书签。
	第三节 油气生成的动力条件.....	错误!未定义书签。
	一、温度和时间的作用.....	错误!未定义书签。
	二、细菌的生物化学作用.....	错误!未定义书签。
	三、催化作用和放射性作用.....	错误!未定义书签。
	第四节 有机质演化与生烃模式.....	错误!未定义书签。
	一、有机质演化阶段的划分.....	错误!未定义书签。
	二、有机质演化的基本特征.....	错误!未定义书签。
	三、有机质生烃模式.....	错误!未定义书签。
	四、煤成油问题.....	错误!未定义书签。
	五、压力在有机质演化和油气生成中的作用问题.	错误!未定义书签。
	第五节 天然气的成因类型及特征.....	错误!未定义书签。
	一、天然气的生成特点.....	错误!未定义书签。
	二、天然气的成因类型和基本特征.....	错误!未定义书签。
	三、不同成因类型天然气的鉴别.....	错误!未定义书签。
	第六节 烃源岩.....	错误!未定义书签。
	一、烃源岩的概念.....	错误!未定义书签。
	二、烃源岩的岩石类型.....	错误!未定义书签。
	三、烃源岩形成的控制因素.....	错误!未定义书签。
	四、烃源岩形成的地质环境.....	错误!未定义书签。
	五、烃源岩的地球化学特征.....	错误!未定义书签。
	六、烃源岩下限标准问题.....	错误!未定义书签。
	第七节 油气源对比.....	错误!未定义书签。
	一、油源对比.....	错误!未定义书签。
	二、气源对比.....	错误!未定义书签。
第五章	石油和天然气的运移.....	错误!未定义书签。
	第一节 与油气运移有关的基本概念.....	错误!未定义书签。
	一、初次运移和二次运移.....	错误!未定义书签。
	二、界面现象.....	错误!未定义书签。

三、溶解和扩散.....	错误!未定义书签。
第二节 地层压力及其分布.....	错误!未定义书签。
一、地层压力的概念.....	错误!未定义书签。
二、异常压力成因.....	错误!未定义书签。
三、沉积盆地压力分布.....	错误!未定义书签。
第三节 石油和天然气的初次运移.....	错误!未定义书签。
一、油气初次运移的相态.....	错误!未定义书签。
二、油气初次运移的主要动力.....	错误!未定义书签。
三、初次运移的通道.....	错误!未定义书签。
四、油气初次运移模式.....	错误!未定义书签。
五、烃源岩有效排烃厚度.....	错误!未定义书签。
第四节 石油和天然气的二次运移.....	错误!未定义书签。
一、二次运移的相态.....	错误!未定义书签。
二、油气二次运移过程中力的作用.....	错误!未定义书签。
三、流体势与流体运移.....	错误!未定义书签。
四、油气二次运移的通道和输导体系.....	错误!未定义书签。
五、油气二次运移的主要方向.....	错误!未定义书签。
六、二次运移的距离.....	错误!未定义书签。
七、油气二次运移的主要时期.....	错误!未定义书签。
第六章 油气聚集与油气藏的形成.....	错误!未定义书签。
第一节油气藏形成的基本条件.....	错误!未定义书签。
一、充足的油气来源.....	错误!未定义书签。
二、有利的生储盖组合配置关系.....	错误!未定义书签。
三、有效的圈闭.....	错误!未定义书签。
四、良好的保存条件.....	错误!未定义书签。
第二节 油气聚集与成藏过程.....	错误!未定义书签。
一、油气聚集的基本原理.....	错误!未定义书签。
二、力平衡与物质平衡控制的油气成藏过程.....	错误!未定义书签。
三、相平衡控制的油气成藏过程.....	错误!未定义书签。
第三节 油气藏的破坏及其产物.....	错误!未定义书签。
一、油气藏破坏的主要地质作用.....	错误!未定义书签。
二、油气藏破坏的产物.....	错误!未定义书签。
第四节 油气藏的寿命和形成时间.....	错误!未定义书签。
一、油气藏的寿命.....	错误!未定义书签。
二、油气藏形成时间的确定.....	错误!未定义书签。
第五节 油气成藏系统.....	错误!未定义书签。

一、油气系统.....	错误!未定义书签。
二、油气运聚单元.....	错误!未定义书签。
思考题.....	错误!未定义书签。
第七章 油气分布规律.....	错误!未定义书签。
第一节 油气田与油气聚集带.....	错误!未定义书签。
一、油气田.....	错误!未定义书签。
二、油气聚集带.....	错误!未定义书签。
第二节 含油气盆地.....	错误!未定义书签。
一、含油气盆地的基本特征.....	错误!未定义书签。
二、含油气盆地的类型.....	错误!未定义书签。
第三节 典型盆地石油地质特征与油气分布规律..	错误!未定义书签。
一、裂谷盆地.....	错误!未定义书签。
二、前陆盆地.....	错误!未定义书签。
三、走滑盆地.....	错误!未定义书签。
四、克拉通盆地.....	错误!未定义书签。
五、叠合盆地.....	错误!未定义书签。
第四节 世界油气资源分布特征.....	错误!未定义书签。
一、资源与资源量的概念.....	错误!未定义书签。
二、世界油气资源.....	错误!未定义书签。
三、油气资源的地理分布.....	错误!未定义书签。
四、油气资源的盆地分布.....	错误!未定义书签。
五、油气资源的时代分布.....	错误!未定义书签。
六、油气资源的深度分布.....	错误!未定义书签。
七、全球油气勘探趋势.....	错误!未定义书签。
第五节 油气分布的控制因素.....	错误!未定义书签。
一、烃源岩和生排烃中心对油气分布的控制作用.	错误!未定义书签。
二、二级构造带和古隆起对油气分布的控制作用.	错误!未定义书签。
三、局部构造和沉积相带对油气分布的控制.....	错误!未定义书签。
四、断裂对油气分布的控制.....	错误!未定义书签。
五、地层不整合对油气分布的控制.....	错误!未定义书签。
六、区域性盖层对油气分布的控制作用.....	错误!未定义书签。
思考题.....	错误!未定义书签。
参考文献.....	错误!未定义书签。

二、主要创新点

《石油地质学》教材在内容上立足石油地质学基本概念、基本原理和基本知识的阐述，同时注重吸收成熟的石油地质新理论和新概念以及国内外石油地质学的最新进展，为了突出中国石油地质特点，注意石油地质学原理与我国石油地质特征相结合，增加了成熟的中国石油地质理论内容。

为了反映近年来非常规油气的进展，在传统石油地质理论和概念的基础上，在《石油地质学（第五版）》拓宽了储集层、圈闭、油气藏概念的内涵，提出了新的圈闭与油气藏的成因分类，完善了油气藏的分类体系，提出了将致密储层圈闭与致密储层油气藏作为与构造圈闭与构造油气藏、地层圈闭与地层油气藏、岩性圈闭与岩性油气藏并列的一类新的圈闭与油气藏类型。在油气聚集原理的阐述中，总结出力平衡、相平衡和物质平衡三大基本原理，在此基础上阐述了不同类型油气藏的形成机制，将“常规油气”聚集与“非常规油气”聚集纳入了统一的油气成藏理论体系。这在国内《石油地质学》教材中应属首创。

该教材具有以下创新：

①从感性知识到理性知识的教材体系。与前三版教材的按“生储盖运圈保”的油气成藏过程的教材体系不同，第四版和第五版教材采用了从感性知识到理性知识的教材体系，使学生更易接受。

②注重理论联系实际、突出中国特色。该教材立足石油地质学基本概念、基本原理和基本知识的阐述的同时，注重石油地质学基本原理与我国石油地质特征相结合，突出中国石油地质特点，阐述了具有中国特色的石油地质理论，如源控论、复式油气聚集带理论、天然气运聚动平衡与晚期成藏理论等，大量使用了中国石油地质实例。

③融常规与非常规于一体的理论体系。以“页岩气革命”不仅改变了世界能源格局，也引发了一场“石油地质学革命”。教材创新性地将这一成果有机地纳入自身体系，拓宽了储集层、圈闭、油气藏概念的内涵，完善了圈闭和油气藏的分类体系，通过“力平衡、相平衡、物质平衡”三大原理将“常规”与“非常规”纳入了统一的油气成藏理论体系。

三、教材使用情况

《石油地质学（第四版）》自2009年出版以来，已重印8次，发行58000册。被国内开设石油地质学的主要院校选为教材。据不完全统计，目前有北京大学、南京大学、浙江大学、吉林大学、同济大学、中山大学、中南大学、西北大学、中国石油大学（北京）、中国矿业大学（北京）、长安大学、西南石油大学、长江大学、东北石油大学、西安石油大学、山东科技大学、西安科技大学、河南理工大学、河北工程大学、重庆科技学院等20余所高校选用该教材。使用该教材的院校及师生普遍反映该教材内容系统科学、结构严谨，理论体系完整、系统，

反映学科前沿、理论联系实际。教材质量高，是国内同类教材的经典。

该教材曾被评为北京市精品教材，获中国石油和化学工业联合会优秀出版物奖（教材奖）一等奖和中国石油教育学会优秀教材奖。

《石油地质学（第四版）》和《石油地质学（第五版）》是目前国内使用最为广泛的一本石油地质学教材，该教材内容系统科学、结构严谨，理论体系完整、系统，反映学科前沿、理论联系实际。是目前国内石油地质学教材的经典之作，被除中国石油大学（华东）、中国地质大学之外的几乎所有开设“石油地质学”相关课程的院校所选用，为我国石油地质和油气勘探人才的培养做出了重要贡献。

《Fundamentals of PetroPhysics》教材建设及国外出版

主要完成人员： 杨胜来 王秀宇 于海洋 陈浩

一、成果主要体现形式

教材，名称：《Fundamentals of PetroPhysics》

出版社：德国 Springer 斯普林格出版社

出版日期：2016 第一版，2017 第二版

二、成果形成的过程（教学改革过程）

2011 年 5 月杨胜来编著出版了油层物理学（英文版）《Fundamentals of Petro-physics》（石油工业出版社），该书多次印刷在中石油大学（北京）、中国地质大学（北京）、长江大学、西安石油大学、重庆科技学院、延安大学等一批石油高校采用本书作为教学用书；在中国石油勘探开发研究院、大庆石油勘探开发研究院等一批科研院所和生产单位也有广泛使用。本书被推荐为中石油“千万图书送基层 百万员工品书香”送书书中，供广大石油员工选读。

鉴于上述图书的权威性、专业性和学术影响力，2014 年石油工业出版社立项，计划与到世界上最大的科技出版社之一，德国的斯普林格出版社合作，将英文版《Fundamentals of Petro-physics》在国外出版。为此，作者按照编写任务、计划、国外图书的模式进行重新编写，增加了新的内容，并于 2016 年在德国斯普林格出版社出版了新教材《Fundamentals of Petrophysics》，2017 年修正后出版第二版。

该书讲述油层物理的基本知识，介绍国内外最新科研成果，具有较高的学术价值，主要内容包括：

Preface

Table of Contents

Introduction

Section I Physico-chemical Properties of Reservoir Fluids

Chapter 1 Chemical Composition and Properties of Reservoir Fluids

§ 1.1 Chemical Properties of Crude Oil

§ 1.2 Physical Properties and Classification of Crude Oil

§ 1.3 Chemical Composition of Natural Gas

§ 1.4 Classification of Oil & Gas Reservoirs

§ 1.5 The Chemical Composition and Classification of Formation water

Chapter 2 Natural Gas Physical Properties under High Pressure

§ 2.1 Apparent Molecular Weight and Density of Natural Gas

§ 2.2 Equation of State for Natural Gas and principle of Corresponding State

§ 2.3 Physical Properties of Natural Gas under High Pressure

§ 2.4 Water Vapor Content of Natural Gas and the Gas Hydrate

Chapter 3 Phase State of Reservoir Hydrocarbons and Gas-Liquid Equilibrium

§ 3.1 Phase Behavior of Reservoir Hydrocarbon Fluids

§ 3.2 Gas-Liquid Equilibrium

§ 3.3 Solution and Separation of the Gas in an Oil-Gas System

§ 3.4 Calculation of Oil-Gas Separation Problems Using Phase-State Equation

Chapter 4 Physical Properties of Reservoir Fluids under Reservoir Conditions

§ 4.1 High-Pressure Physical Properties of Reservoir-oil

§ 4.2 Physical Properties of Formation Water under High-Pressure

§ 4.3 Measurement and Calculation of High-Pressure Physical Parameters of Reservoir-oil & Gas

§ 4.4 Application of the Fluid High-Pressure Physical-Property Parameters—Material Balance Equation of Hydrocarbons in Reservoirs

Section II Physical Properties of Reservoir Rocks

Chapter 5 Porosity of Reservoir Porous Medium

§ 5.1 Constitution of Sandstone

§ 5.2 Pores in Reservoir Rocks

§ 5.3 Porosity of Reservoir Rocks

§ 5.4 Compressibility of Reservoir Rocks

§ 5.5 Fluid Saturation in Reservoir Rocks

Chapter 6 Permeability of Reservoir Rocks

§ 6.1 Darcy's Law and Absolute Permeability of Rock

§ 6.2 Gas Permeability and Slippage Effect

§ 6.3 Factors Affecting the Magnitude of Rock Permeability

§ 6.4 Measurement and Calculation of Permeability

§ 6.5 Permeability of Naturally Fractured and Vuggy Rocks

§ 6.6 Ideal Models of Rock Structure

§ 6.7 Sensibility of Sandstone Reservoir Rocks

Chapter 7 Other Physical Properties of Reservoir Rocks

§ 7.1 Electrical Conductivity of Fluids-Bearing Rocks

§ 7.2 Thermal Properties of Reservoir Rocks

§ 7.3 Acoustic Characteristics of Reservoir Rocks

Section 3 Mechanics of Multi-Phase Flow in Reservoir Rocks

Chapter 8 Interfacial Phenomena and Wettability of Reservoir Rocks

§ 8.1 Interfacial Tension between Reservoir Fluids

§ 8.2 Interfacial Adsorption

§ 8.3 Wettability of Reservoir Rocks

Chapter 9 Capillary Pressure and Capillary Pressure Curve

§ 9.1 Concept of Capillary Pressure

§ 9.2 Measurement and Calculation of Capillary Pressure Curves of Rock

§ 9.3 Essential Features of Capillary Pressure Curve

§ 9.4 Use of Capillary Pressure Curve

Chapter 10 Multiphase Flow through Porous Medium and Relative Permeability Curve

§ 10.1 Characteristics of Multi-Phase Flow through Porous Medium

§ 10.2 Two-Phase Relative Permeability

§ 10.3 Three-Phase Relative Permeability

该书体现了新颖性，在各主要章节体现出新的知识和资料。

该书大 32 开，硬壳装帧，501 页，全书近 50 万字，增加新图表累积达 125 幅。内容丰富、完整。与老教材相比在知识广度、深度上都有很大提高。内容量和信息量是其它院校教材的 1.5 倍。

三、创新点

1.采用新的知识体系

以篇为引导，以章为核心，以节为知识点。将《油层物理》的知识重新排列为 10 章，流体、岩石、岩石中的渗流逐渐深入，更加系统化。

2.增加了新的内容

(1) 加了油田开发中后期油、气储层特性的描述。

老教材一般重点描述原始油藏条件下的流体、岩石物性，这对新油田是十分必要的。而国内外很多油田都进入了开发中后期，必须描述开发过程中的物性及

其变化。

(2) 加了深层、超深层岩石物理性质和流体物理性质的描述。

老教材主要针对深度 2000 米以内的油层，油藏压力 20~30MPa 以内。而目前国内油气层深度已经超过 4000 米，本书增加了对深层油气藏的物理性质的描述。

(2) 加了天然气高压物理性质的描述。

老教材以石油开发为主。近年来国内外注重天然气的开发，本书将天然气的高压物理性质单独列为一章，增加了新的内容。

(3) 增加了储层岩石敏感性分析、储层伤害评价等新内容。

(4) 增加了对流体非均质性、岩石物性非均质性的论述。

(5) 增加了三维孔隙介质网络模型等知识。

(6) 配有单位换算表、索引表等。

3.在国外出版

能够在国外著名出版社出版，说明了该书获得国际认可、具有国际水平。

四、成果的应用和示范价值

这是我校作者首次在国外、德国的斯普林格出版社出版的教材之一。该书的出版，具有以下价值：

1. 标志着我校教师出版的图书，开始走向世界，有利于扩大我校的影响力和国际知名度。促进我校与国外高校建立合作联系、交流。
2. 该书在校内作为留学生、国际班英语教材使用，有力地促进双语教学质量。
3. 该书在其它兄弟院校使用，有利于稳固我校在同类学科的‘一流’地位。
4. 该书作为中石油、中石化、中海油三大国家石油公司，开拓海外市场的技术人员的参考书，在工业届得到应用，有力地支持开拓国际石油市场。
5. 该书在编写过程中，提高了教师的业务水平，有利于地促进了师资队伍的建设。该书的出版，对其它专业书籍的出版，具有一定的带动作用。

现代石油工程导论与前沿技术

主要完成人员： 李军、薛永超、张辉

石油工程是围绕地下油气资源的钻探、开采及储运而实施的知识、技术和资金密集型工程，是油田勘探开发的核心业务，包括油气藏评价、钻完井、测量、油气生产与储运等基本工程环节。进入 21 世纪以来，石油工程科技创新研究与实践成效显著，新的理论、工艺、技术及装备层出不穷，从而推动了石油工业的快速发展。特别是北美“页岩气革命”的巨大成功，标志着非常规油气商业化开发利用的新时代业已来临，国际能源格局和市场受其影响巨大。如此“页岩气革命”，实质上是一场“静悄悄的技术革命”，标志着石油工程技术取得了突破性进展。当前，石油工程专业已经成为国际性的热门专业之一。许多非石油工程专业的学生都对石油工程专业表现出了较大的兴趣，而石油工程领域的从业人员也希望能够集中掌握相关的最新技术进展。

基于上述情况，作者尽量采用通俗易懂的语言，力图将石油工程的基本概念和最新的技术进展相结合，向读者介绍现代石油工程的基本内涵和发展趋势。全书力求突出科普性、趣味性和实用性。

本书包含绪论及十三章正文。绪论主要讲述了四方面内容，①讲述了石油的重要性，使学生理解学习石油的重要意义，从而增强学生学习石油兴趣。②讲述了油气藏形成的基本条件（生-储-盖-运-圈-保），使学生明白油气藏在地质历史中是如何形成的，有那些油气藏类型。③讲述了现代石油工程的特点，使学生理解目前石油工程发展特征和趋势。④讲述了中国油气工业发展简史，使学生把握我国石油工业的历史。在本章最后的视野开拓小专题主要讲述了“中国石油工业发展前景分析”和“中国十大油田最新排名”。

第一章“油气家庭状况”一油藏岩石和流体物理性质主要讲述了四方面内容，①油藏流体物理性质，包括油气组成、地层原油高压物性、天然气高压物性和地层水高压物性。②油藏岩石物理性质，包括孔隙度、流体饱和度、渗透率、岩石压缩系数、油藏岩石结构和比表面、油藏岩石润湿性、油藏岩石敏感性、以及毛细管压力曲线。③油藏的压力和温度，包括相关压力的基本概念、单井（多井）压力分布、温度系统。④油藏家庭的新成员，包括白油、溶剂油、油页岩、油页岩。在本章最后视野开拓小专题主要讲述了“国际石油 2016 年十大科技进展”和“中国石油 2016 年十大科技进展”。

第二章“油气从地层流入井底”一油藏工程基础主要讲述了六个问题：①油藏储量评价，包括储量的基本概念、储量的分类分级、储量计算、储量规模评价。②油藏驱动类型及开采特征，包括油藏驱动能量来源（天然能量和人工补充能量）、

油藏驱动类型、不同驱动类型的开采特征。③油田开发层系划分，包括多油层油田非均质特征、划分开发层系的方法及划分开发层系的基本原则、影响划分开发层系的关键因素、划分开发层系与井网部署的关系。④油田注水开发方式，包括为什么要选择注水开发油田、什么时间开始注水开发、怎么注水开发油田。⑤油田开发方案编制，包括开发方案编制的总原则和基本内容、油田基本情况、油藏地质特征及描述、钻井工程设计、油藏工程设计、采油工程设计、地面建设工程设计、经济评价、开发方式实施具体要求。⑥油藏工程方法新进展，包括油藏三维地质建模、3P 储量、超前注水开发技术、低渗透油藏启动压力梯度研究。在本章最后视野开拓小专题主要讲述了“油气田勘探开发全流程”。

第三章“钻头不到，油气不冒”——钻井工程总论主要讲述了四方面内容：①钻井概念及分类，包括钻井基本概念、钻井分类。②钻井方法，包括顿钻钻井、旋转钻井。③钻井基本工艺流程，包括钻井准备、钻进过程、固井、完井。④钻井新方法，包括激光钻井、等离子通道钻井、微钻井、石油钻井技术发展趋势。在本章最后视野开拓小专题主要讲述了“世界石油钻井之最”和“世界十大油服公司”。

第四章“钻井工程的对象”——地下岩石与压力系统主要讲述了五方面内容：①地壳表面常见的岩石类型，包括岩浆岩、变质岩、沉积岩。②岩石的力学性质，包括压实的力学参数、岩石的研磨性、岩石的可钻性。③地下岩石的压力特性，包括地层孔隙压力、地层破裂压力、地应力、地层坍塌压力，安全钻井液密度窗口。④地层压力预测与监测，包括地层压力预测、地层压力监测。⑤随钻测量新技术，包括随钻测压系统 PWD、随钻测量系统 MWD、随钻测井系统 LWD、随钻地震系统 SWD。在本章最后视野开拓小专题主要讲述了“国外先进的随钻测量系统”、“利用地震资料预测二维、三维地层压力”和“高压力强水敏深层井筒稳定技术”。

第五章“石油钻井的重型武器”——钻机主要讲述了三方面内容：①钻井作用与分类，包括钻机的基本概念与作用、钻机的类型。②钻机的组成，包括起升系统、旋转系统、循环系统、动力与传动系统、井控系统。③国内外新型石油钻机，包括国内新型石油钻机、国外新型石油钻机。在本章最后视野开拓小专题主要讲述“我国首台 MW 级飞轮储能电源石油钻机”、“中国海洋钻井装备的“第一个”和“全球最先进超深水钻井平台—蓝鲸 1 号”。

第六章“旋转破岩的家把式儿”——钻井工具主要讲述了五方面内容：①钻头，包括全面钻进钻头、特殊工艺钻头、新技术钻头。②钻柱，包括方钻杆、钻杆、钻铤、稳定器、接头、新技术钻杆。③钻台工具，包括吊环、吊卡、吊钳、卡瓦、提升短节。④井下动力钻具，包括涡轮钻具、螺杆钻具、电动钻具。⑤其它钻井工具，包括解卡工具、套铣工具、打捞工具、造斜工具、新型提速工具。在本章最后视野开拓小专题主要讲述了“石油行业的“诺贝尔”——世界石油奖”、“PDC 钻头设计制造一体化技术”。

第七章“钻井的血液”一钻井液主要讲述了四方面内容：①钻井液的定义和作用，包括钻井液的定义、钻井液的作用。②钻井液的组成和分类，包括钻井液的组成、钻井液的分类。③钻井液的性能，包括钻井液密度、钻井液流变性能、钻井液滤失性能、钻井液固相含量、钻井液 PH 值。④钻井液新技术，包括低渗透油气藏钻井液技术、深井超深井钻井液技术、海上钻井液技术、非常规油气藏钻井液技术、钻井液技术发展展望。在本章最后视野开拓小专题主要讲述了“国内外新型钻井液体系”、“井眼强化型仿生钻井液等系列技术”。

第八章“提高钻速的有力武器”一现代钻井技术主要讲述了十方面内容：①喷射钻井，包括喷射钻井基本概念、喷射钻井工作原理、高压喷射钻井技术研究现状。②定向钻井，包括定向井设计基本概念、定向井分类、常规二维定向井设计、水平井、大位移井、多分支井、丛式井。③欠平衡钻井，包括欠平衡钻井基本概念、欠平衡钻井方式、欠平衡钻井设备、欠平衡钻井应用。④控压钻井，包括控压钻井基本概念、控压钻井分级、控压钻井技术分类、控压钻井应用。⑤套管钻井，包括套管钻井基本概念、套管钻井方式、套管钻井应用。⑥无风险钻井，包括无风险钻井概念、无风险钻井五大核心、无风险钻井应用。⑦连续管钻井，包括连续管钻井基本概念、连续管钻井系统组成、连续管钻井优点、连续管钻井应用。⑧自动化钻井，包括自动化钻井基本概念、自动化钻井系统组成、自动化钻井优点、自动化钻井技术应用。⑨工厂化钻井，包括工厂化钻井基本概念、工厂化钻井基本原理、工厂化钻井优点、工厂化钻井应用。⑩扭摆钻井，包括扭摆钻井基本概念、扭摆钻井基本原理、扭摆钻井优点、扭摆钻井应用。在本章最后视野开拓小专题讲述了“国外先进的旋转导向钻井系统”、“气体循环利用钻井技术”。

第九章“建立稳定的油气通道”一固井和完井主要讲述了四方面内容：①固井的基本概念及相关技术，包括固井基础知识、常规固井、特殊工艺固井、固井质量检测。②完井的基本概念及相关技术，包括常规完井方法、水平井完井方法、多分支井完井方法、其它特殊完井方法。③固井新技术，包括新型固井水泥浆体系、固井评价新技术。④完井新技术，包括智能完井技术、膨胀管技术。在本章最后视野开拓小专题讲述了“页岩气水平井完井新技术”、“新型射流理论和技术及其在石油工程中的应用”。

第十章“油气从井底流到地面”一采油技术方法最要讲述了四方面内容：①自喷采油技术，包括油井流入动态、多相垂直管流。②气举采油技术，报告气举采油基本原理、气举采油过程。③机械采油技术，包括游梁式抽油机、深井泵工作原理、泵的理论排量及泵效、影响泵效的因素及提高泵效的措施。④采油新技术进展，包括举升工况监测、深水举升技术、等压降降套压连续气举设计方法、变压降降套压气举设计方法、湿气气举技术、喷射气举技术、SAGD 采油技术。在本章最后视野开拓小专题讲述了“水平井气举技术改进”、“天然气水合物开

采技术”。

第十一章“望闻问切诊断油藏健康”一油藏动态监测与分析方法主要讲述了七方面内容：①试井分析基础，包括试井分析理论基础、试井分类、均质油藏压力恢复试井分析。②示踪剂分析技术，包括单井示踪剂方法、井间示踪剂方法。③生产测井技术，包括吸水剖面测井、产液剖面测井、水泥胶结测井。④物质平衡方程建立及应用，包括物质平衡方程建立、物质平衡方程应用。⑤水驱特征曲线基本关系及应用，包括水驱规律基本关系、水驱特征曲线应用。⑥产量变化规律，包括产量递减率的基本概念、产量递减率类型。⑦油田开发调整，包括开发调整原因、开发调整类型。在本章最后视野开拓小专题讲述了“油藏性质动态变化特征”、“现代试井分析新技术”。

第十二章“提高油井产量和水井吸水量”一增产增注技术主要讲述了四方面内容：①水力压裂技术，包括水力压裂基本原理、压裂液、支撑剂、水力压裂增产适用条件、影响压裂井增产浮动的因素。②油层酸化工艺技术，包括油藏酸化基本概念、碳酸盐岩地层盐酸处理技术、砂岩处理技术、酸化压裂技术。③高能气体压裂技术，包括机械作用、热作用、化学作用、水力冲击作用。④其他压裂技术，包括水力振荡增产增注技术、电脉冲井底处理技术、超声波井底处理技术、人工地震处理油层技术、高砂比压裂技术、自振空化射流技术。在本章最后视野开拓小专题讲述了“国外压裂技术最新进展”、“非常规油气藏复杂缝网压裂技术”。

第十三章“榨干最后一滴油”一提高采收率技术主要讲述了五方面内容：①油气采收率的概念及影响因素，包括影响采收率的因素、波及系数与驱油效率、采收率测算方法。②剩余油饱和度测试方法，包括岩心分析方法、常规测井解释方法、生产测井解释方法、单井示踪剂试验、电阻率测-注-测方法。③改善注水开发效果的水动力学方法，包括长期水驱剩余油分布规律、周期注水、改变液流方向、变形井网、完善注水系统、提高排液量、堵水与调剖技术。④提高采收率技术，包括化学驱油法、混相驱油法、热力采油法、微生物采油法。⑤提高采收率存在问题。在本章最后视野开拓小专题讲述了“提高采收率新技术”、“低渗透油藏渗流机理与提高采收率技术”、“稠油油藏注蒸汽开发后期改善热力效果系列新技术”。

本书最后增加了两个附录。附录一是石油行业常用单位换算表，附录二是石油相关视频及电影大全。

本书适合非石油工程专业的读者了解石油工程的基本内容，也适合石油工程专业的在校大中专学生和工程人员了解最新技术发展趋势。

管道及储罐强度设计(教材)

主要完成人员： 帅健

一、项目改革的背景

教材是最基本、最具代表性和最重要的教学资源，它应该反映行业领域的新的理论、新知识、新成果。近年来，随着社会对油气资源的巨大需求，我国油气管道高速发展，长输管道里程从本世纪初的约3万公里增加至当前的12万公里，“十三五”期间，仍将建设大量油气管道，与此同时，石油储备也受到国家的高度重视，已建成多个石油储备基地，大型原油储罐的数量也跃居全世界之首，管道和储罐工程采用的新理论、新技术、新方法不断涌现，以前的教材难以适应管道和储罐的发展需求，如何确定新形势下管道及储罐强度设计课程的教学内容，是该门课程适应人才培养需求和提高教学质量的重要保证，特别是在当前我国油气管道事故频发的情况下，油气储运设施的本质安全越来越受到高度关注，基于力学理论建立起管道或储罐结构强度的概念，既是发现管道和储罐本质安全工程实际问题的认识基础，也为解决这些问题提供了技术方法，无论对油气管道和储罐的设计者，还是对运行管理人员，都是必备的专业素养。

本教材的第一版完成于2006年，是在我国著名管道工程专家潘家华、郭光臣、高锡祺教授等于1986年编著《储罐及管道强度设计》的基础上编写的，该版教材基于当时西气东输等一批管道工程已建成投产、长输管道在油气储运系统中的比重越来越大的现实，大幅增加了与长输管道相关的设计内容，并对储罐强度设计的部分内容进行了调整；2010年，作者出版了学术专著《管线力学》，该书全面地总结在油气输送管线设计、施工与运行管理中遇到的力学问题，阐述其解决方法和共同的理论基础，建立了管道力学的理论体系；2016年，在本教材的第一版、《管线力学》学术专著、历届教学实践的基础上，结合油气储运专业的培养要求，以及管道设计、建设和运营管理关注的热点问题，完成了第二版。该教材累计了作者多年来的教学实践和科学研究成果，吸收了近十年来管道工程建设中采用的新理论、新方法、新技术，构建了管道及储罐强度设计课程的知识体系。教材使用高校普遍反映，该教材的知识体系完整严密，内容阐释准确清晰，深入浅出，章节清晰合理，代表了石油类高校管道与强度设计课程的教学水平和学术水平。截至目前，已销售近3万余册，应用广泛。

二、项目改革的内容

1.面向人才培养需求，创新了教学内容

油气长输管道的高速发展，带来城市燃气等地方管道建设的高速发展，也带来了对油气储运工程等相关专业人才的巨大需求，社会需要大量熟悉油气管道运营

管理的专业人才，特别是以力学理论作为主要基础的管道完整性管理方面的人才更为缺乏。但在早期教材中，与管道相关的内容只有“地上管道”、“地下管道”两章，不能满足当今管道技术的发展要求。在无国外同类教材可供参考、无现成内容可供照搬的情况下，本教材面向人才培养需求，以及管道工程技术的发展趋势，系统地梳理、提炼了知识点，确立了教学内容，解决了“教什么”这一教学的根本问题。

(1) 增加了力学基础，包括金属材料的应力应变曲线、应力分析、强度条件、梁的变形等材料力学的基础知识，也包括有限元法、梁和薄壳的屈曲这样一些比较专门但又和管道储罐强度密切相关的力学问题，目的是增强学生对管道和储罐强度中的力学问题的理解。

(2) 增加了管道应力与柔性分析，这是管道力学分析中的共性问题，譬如自限性应力、弯管柔性、管系柔性以及内压引起的管道应力等，此外，还包括对管道及薄壳力学分析中常用的文克勒地基梁理论，这些都是非常重要的概念，对于认识管道的应力并进行分析非常有帮助。

(3) 考虑到油气长输管道系统一般分为线路和站场，线路管道中一般都是埋地，特殊地段分别有多种穿跨越的方式，所以分别按线路管道、穿跨越管道、站场管道、海底管道设置了三章的内容。

(4) 考虑到管道抗震、输气管道止裂及管道振动问题的复杂性和重要性，其中包括了基于应变的设计、管道断裂控制等最新成果，所以是对这些问题进行了系统阐述。

(5) 储罐部分对储罐应力分析中的基础理论问题进行重点论述，如罐壁板的边缘应力、罐基础中土的变形、圈梁的设计理论、罐体抗风和抗震设计等，以我国主要设计标准要求的内容为主，反映最新的设计标准。

2. 结合油气管道的建设情况，吸收了最新科技成果

教材的编写和改进，前后累计达十年，这十年也是我国管道工程科技发展最快的十年，通过不断吸收国际先进技术，我国所建油气管道技术水平达到或接近国际先进水平，特别是我国X80管道的里程已居全世界之首，这是目前投入实际工程应用的最高强度等级的管道，标志着我国管道建设水平已开始引领世界管道工程技术的发展方向。在近年来的管道工程建设中，解决不少技术难题，如高钢级管道的止裂、基于应变的设计、基于可靠性的设计、复杂情况下基于分析的设计等，这些先进成果与方法在教材中都有不同程度涉及，部分内容进行了重点而系统的阐述，以使学生能够了解到最新成果及其发展方向，并在毕业后能够迅速适应现代高压大口径管道的运营管理。

3. 立足课程标准，合理设计了教材结构

教材结构设计是教材开发的关键环节，也是教材编写的基础性工作，它集中

反映了教材编写者的编写理念、思路和方法。本教材基于课程标准，即按照课程的目标、实施建议等，提出了面向全体学生的学习基本要求，合理设计了教材结构框架、体系，努力将知识结构化，帮助学生构建知识框架，培养学生在工程实际中发现问题并加以解决的能力。

新版教材按力学基础、管道应力和柔性分析、线路管道、穿跨越管道、站场管道、海底管道、管道抗震、输气管道止裂设计、管道的振动、立式油罐罐壁、基础、罐顶、抗震与抗风等划分为13章。其知识体系完整，知识点清晰，内容阐述准确。

三、应用情况

截至目前，我校已在油气储运、安全工程和机械工程专业中使用了本教材，并已进行过17届共2000余人的教学实践。新教材产生的全新教学氛围已受到学生普遍欢迎，选课率大幅提高。

本教材也已得到社会广泛认可，据石油工业出版社证明材料：第一版和第二版教材共9次印刷，累计销售近30000册；中国石油大学（北京）、中国石油大学（华东）、东北石油大学、西南石油大学、西安石油大学、长江大学、常州大学、浙江海洋大学、重庆科技学院、延安大学、成都理工大学、克拉玛依职业技术学院、山东胜利职业学院等多所院校选用该教材作为教学用书；在相关设计院所、管道企业也有广泛使用。

一些高校提供证明材料表明：中国石油大学（华东）（2006年至今）、东北石油大学（7届次）、西南石油大学（10届次）、武汉理工大学（10届次）、北京石油化工学院（2010年至今）、常州大学（2007届至今）、抚顺石油化工大学（8届次）、长江大学（2006年至今）。

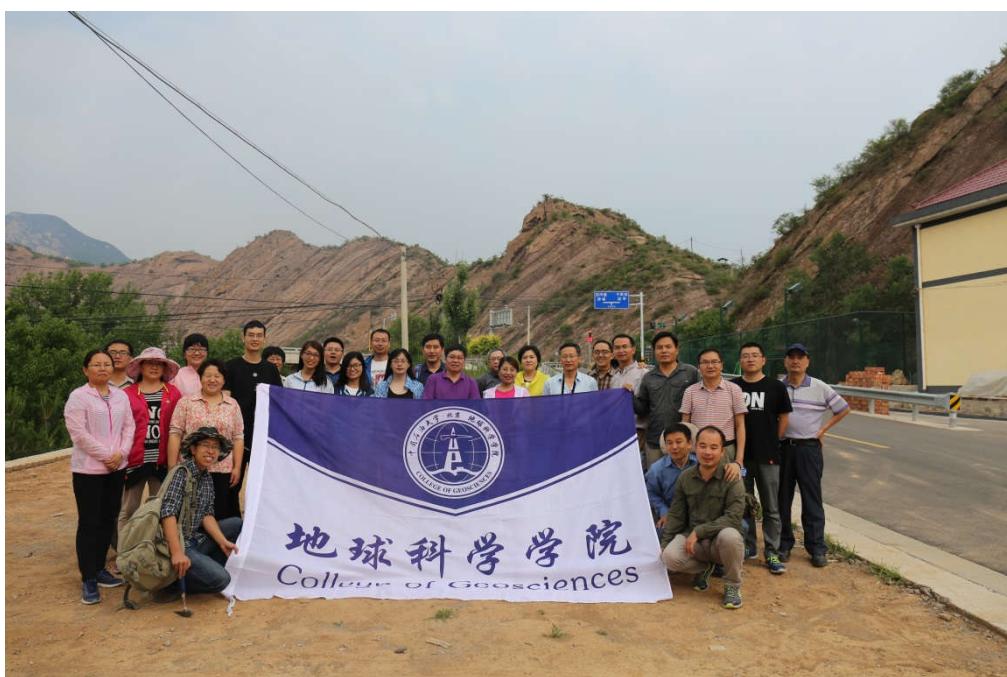
普通地质实践教学方法改革与成效

主要完成人员：于福生、陈冬霞、张永旺、周子勇、孙海涛、李壮、梁婷、罗良、董艳蕾、刘志娜、朱才伐、杨革联、王春英、方琳浩、张琴、李方玉

2017年以来，普通地质教学团队对地球科学学院资源勘查工程专业普通地质实践教学方法进行了改革，建立了“多级专家交流式”、“学赛结合式”、“分组研讨式”、“优选实训式”等四种创新教学模式，经过两年的教学检验，取得了优异的教学效果。

一、通过“多级专家交流式”教学环节，提升团队成员综合教学能力

每年组织校级、院级、系级、团队级等不同学科专家组成交流团队，针对野外典型实习路线进行研讨交流2-3次，明确教学内容、教学重点和教学方法，拟在提高教学团队成员基础地质理论、基本教学技能、综合教学素质；教学方式和效果获得学校主管教学领导积极参与和认可。



照片1 2018年5月延庆地质实习路线多级专家交流人员合影

二、坚持“学赛结合式”教学模式，提高大一新生入门地质专业兴趣

每年通过定期举办全校所有专业“普地大赛”方式提高大一学生学习兴趣、巩固教学内容、提高综合分析问题能力。每个参赛队要求大一、大二、大三学生各一名，即有传帮带作用，又巩固了专业思想。

三、建立“分组研讨式”教学模式，激发学生多角度分析地质现象、解决地质问题的意识和技能

自 2017 年以来，针对资源勘查工程专业普地野外实习和室内实习实施“班内分组、组内分小组”讨论式教学方法，每个班分两个大组，每个大组再分两个小组，配备两名指导教师进行野外讲解和分组讨论，培养学生如何规范化收集地质资料、图示化分析地质问题、掌握野外地质工作基本流程和基本技能。实习结束后根据野外记录、实习报告和实际表现进行考核，评选全年级优秀实习报告（设特等奖 1 名、一等奖三名、二等奖 5 名）。教学质量显著增加，资源勘查工程 5 班（2016 级、2017 级）分别两次获得校级优秀实践教学团队（排名第一），于福生、梁婷、周子勇、朱才伐、孙海涛、张永旺、刘志娜等多名实习指导教师获得校级优秀实习指导教师。

荣誉证书

于福生老师：

在 2018 年实习教学中成绩显著，被评为我校优秀实习指导教师，特发此证。

证书编号：YXSXZDJS20180001

中国石油大学（北京）

2018 年 12 月 11 日

四、采用“优选实训式”教学手段，培养参加全国大学生地质技能竞赛团队，竞赛结果优异。

主要针对资源勘查工程专业大三学生通过理论考试、实际操作能力训练优选 5 个组（队），每组 3 人，按照野外记录、做图、填图三个方向开展“一对一”式规范化实战训练，时间坚持一年左右，同时结合大学生科技创新项目，为全国大学生地质技能竞赛培养参赛队伍。在 2018 年举办的第五届全国地质技能竞赛中获得特等奖 1 项、一等奖 2 项、二等奖 1 项、优秀指导教师奖 1 项、优秀组织奖 1 项（见附件 7）。



五、凝练教学观点，积极发表教改论文。

普地团队成员及时总结教学成果，凝练教学观点，发表教改论文 5 篇，录用教改论文 1 篇（见附件 6）。

[1] 孙海涛, 王贵文, 钟大康. 在资源勘查工程专业开展“课程思政”的研究, 中国地质教育, 2019, 1: 37-39.

[2] 李壮, 牛花朋, 孙晶, 王春英, 朱毅秀. 岩浆岩及变质岩石学实验课教学与优化探索, 创新教育研究, 2019, 7 (1) : 48-51.

[3] 张永旺, 于福生. 普通地质学实验教学改革与思考, 教育教学论坛, 2018, 21: 129-130.

[4] 张永旺,于福生,李儒峰. 关于提高“普通地质学”野外实践教学质量的思考, 黑龙江教育 (高教研究与评估), 2018, 2: 41-44.

[5] 张永旺,于福生,李儒峰. 普通地质学实验课采用“小组合作学习”的改革探索—以中国石油大学(北京)石油工程专业为例, 大学教育, 2017, 10: 28-31.

[6] 于福生,周子勇,梁婷,董艳蕾,孙海涛,刘志娜. 北京周边地区基础地质认识实习基地教学资源评述, 教育教学论坛, 2019 (录用待刊).

六、建立和完善北京周边地区普通地质实践教学路线

路线一: 下苇甸村西寒武系、奥陶系海相地层及第四系冲积物观察路线

路线二: 下苇甸村东寒武系、奥陶系海相地层、构造及喀斯特地貌观察路线

路线三: 门头沟妙峰山镇构造地质观察路线

路线四: 延庆燕山天池西段侏罗纪碎屑岩、火成岩特征观察路线

路线五: 延庆燕山天池中段地层、构造观察路线

路线六: 延庆燕山天池东段冲积扇-辫状河沉积构造观察路线

路线七: 昌平十三陵水库—三合庄村元古界岩性、构造观察路线

路线八: 昌平沟崖村—青松岭太古界、元古界接触关系、岩性组合特征观察路线

路线九: 房山太平山南坡石炭-二叠系岩性、构造特征观察路线

路线十: 房山燕山晚期侵入岩特征观察路线

路线十一: 周口店遗址博物馆参观路线

路线十二: 门头沟灰峪村石炭系一二叠系特征观察路线

路线十三: 昌平双龙山公园—碓臼峪燕山期侵入岩特征观察路线

路线十四: 昌平十三陵水库南岸元古界—古生界观察线路

路线十五: 怀柔沙峪口水库燕山期侵入岩特征观察路线

路线十六: 昌平虎峪公园太古界-中元古界地层观察路线

路线十七: 昌平南口鳌山岩体观察路线

路线十八: 房山太平山北坡石炭-二叠系岩性、构造特征观察路线

路线十九、门头沟清水涧石炭、二叠系、三叠系、侏罗系地层构造特征观察路线

路线二十、门头沟青白口村元古界地层构造特征观察路线

七、培育了一支乐于奉献的野外实践教学队伍

中国石油大学(北京)地球科学学院普通地质实践教学团队拥有主讲 30 名以上, 每年承担全校资源勘查工程、石油工程、勘查技术、留学生等四个学科约有 25 个班级的野外实践教学任务。日渐完善的教学模式改变了教学方式、增强了教师水平、提升了教学效果。

普地野外实践教学团队负责人为于福生(教授), 从事野外地质工作 28 年;

曾先后在甘肃省祁连山、新疆天山、内蒙大兴安岭等地主持和参加 1:5 万地质填图 20 余幅；掌握野外地质填图、地质记录、地质做图等行业规范和要求，具有随时分析解释一般地质现象能力；承担《普通地质学》理论教学课程 2012 年获得校级品牌课称号。实习团队根据专业不同分为 3 个分队，包含教授 3 名、副教授 20 名、青年拔尖人才 10 名，合计参加教师 30 名以上。

资源勘查工程专业分队：负责人为于福生（教授），成员为周建勋（教授）、周子勇（副教授）、朱才伐（副教授）、杨革联（博士）、梁婷（副教授、（拔尖人才）、张琴（副教授）、刘志娜（副教授、拔尖人才）、马勇（副教授、拔尖人才）、赖锦（拔尖人才）、唐文连（博士）、李壮（拔尖人才）、朱传庆（副教授）、陈睿倩（副教授、拔尖人才）、孙晶（副教授）、方林浩（副教授、拔尖人才）、吴嘉（副教授、拔尖人才）。

勘查技术专业分队：负责人为孙海涛（博士），成员为董艳蕾（副教授）、向才富（副教授）、李方玉（博士）、李璐（副教授、拔尖人才）。

石油工程专业分队：负责人为张永旺（博士），成员为吴欣松（副教授）、魏立春（博士）、倪智勇（副教授）、高岗（副教授）、罗情勇（副教授）、朱世发（副教授）、孙思敏（博士）。

留学生专业分队：周子勇（副教授），成员为邹华耀（教授）、刘志娜（副教授）。

我们拥有一支强大的实践教学团队；

我们乐于奉献石油大学的教学事业；

我们用双脚丈量了周边的地质历史；

我们用辛勤汗水浇灌了成功的奖牌；

教要给予，学要勤奋，团队建设永远在路上，坚信我们的付出会引领学生智慧的起航！

“双一流”建设背景下的沉积岩石学实验教学改革与实践

主要完成人员：史燕青 季汉成 金振奎 朱筱敏 谢庆宾 张琴 朱世发 梁婷

一、研究与改革的背景

根据教育部《统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案》、《统筹推进世界一流大学和一流学科建设实施办法(暂行)》，我校“油气地质与地球物理”入选世界一流学科建设范围。而人才培养和科学研究，是一流学科建设的首要任务和关键所在。

“沉积岩石学”作为我校资源勘查工程专业的基础课和必修课，总学时 64，其中实验学时 20 学时，占总学时将近三分之一。随着国际化进程日益加快，信息化速度日益剧增，国家对人才培养的总体要求也在不断发展。如何在“双一流”建设的高标准高要求下提高学生的实践能力、动手能力、创新能力不仅是课程教学的需要，也是高校教育教学改革的重中之重。

为适应培养计划的调整和资源勘查工程专业培养目标的需要，保证课程教学质量，切实提高实践环节教学效果，激发学生学习兴趣，提高学生创新能力，亟需进行实验教学改革，探索及构建适合新时代、新发展的“沉积岩石学”实验教学体系。

二、沉积岩石学实验教学改革与实践

1、紧跟前沿，科研转化教学

科学的研究和教学是高等院校工作中不可分割的两个方面。在“双一流”建设要求下，以“教学带动科研，科研促进教学，教学科研相长”为指导思想，重视前沿科研成果向教学内容的转化，促进教学内容的不断更新。将校企合作背景下的科研成果和科研素材引入实验教学中，不但能加深学生对理论知识的理解，使学生了解一线生产动态和需求，还能锻炼学生的实验技能，培养学生的创新性思维。教学团队以科研项目为平台，引入前沿科研成果和热点问题，将不同油田的岩心样品，岩石薄片的典型实例应用到实验教学中，不仅将常规的教学内容和实际应用联系在一起，还使学生对不同油田的岩性特征有个大概的了解，为以后工作或深造夯实基础。

(1) “样品从项目中来”，广泛征集广大教师科研项目中涉及沉积岩石学课程内容相关的素材，比如准噶尔盆地的碎屑岩、火山碎屑岩、鄂尔多斯盆地致密砂岩、四川盆地页岩、塔里木盆地的碳酸盐岩样品薄片等，把一些先进的科研成果引入到实验课中，并介绍一些新技术和新方法，极大地丰富了教学内容；同时将一些具有代表性的学术论文或科研成果作为参考资料留给学生课后阅读，引导学生思考，培养学生分析问题及解决问题的能力；

(2) “**学生到实验室去**”，以国家重点实验室为依托，设计课外开放实验项目，让学生近距离接触除显微镜以外的仪器设备，比如X衍射仪、扫描电镜-能谱仪、激光粒度仪、阴极发光仪等，参与一定的科研活动，激发学生的兴趣，锻炼学生的科研思维能力，并逐步培养学生的创新能力。

(3) “**科研零距离**”，给学生提供科研岗位及自主课题，鼓励学生到课题组来，参与科研活动，加强科研素材向竞赛及大学生科技创新项目的转化，培养学生的创新能力，为本-硕-博一体化培养方式提供重要支撑。

2、与时俱进，加强教材建设

随着人才培养目标的发展和课程体系的改革，相应的实验教材也亟需更新。2018年5月申请获批了石油高等教育教材出版基金，2019年3月完成了教材的编著，新版《沉积岩石学实验指导书》是与《沉积岩石学》教材相配套的辅助教材，详细介绍了沉积岩的肉眼观察、镜下鉴定的方法，以及沉积岩的实验室研究方法和分析技术，具有较强的实用性。本书可作为高校“沉积岩石学”、“沉积岩”、“沉积学”及相关课程的辅助教材或实践性教学教材，也可供沉积学科研工作者、油田勘探开发地质人员及有关院校师生参考。

(1) **实现层次化**，设置了5个自学实验项目，用于学生课下自学，提高学生主观能动性；增加了5个课外开放实验项目，充分利用重点实验室科研仪器，让学生凭自己的兴趣选择实验项目，掌握实验技能；与原有经典的10个课堂实验项目构成“5+10+5”的阶梯式实验教学体系，构建了由课下自主学习、课堂基础训练到课外开拓创新的阶梯式实验教学体系；

(2) **注重国际化**，增加了关键概念的英文注释及重点专业词汇的中英文对照，为创新班开展全英文实验课提供有力支撑。

(3) **加强信息化**，将实验室标本薄片进行数字化图片采集，形成电子数据库，供学生课下随时查阅及学习。

3、国际接轨，探索双语实验

按照“双一流”国际化建设目标，把握高等教育国际化的发展趋势，按“多层次、多领域、多渠道”的思想，团队率先在创新班开设了《沉积岩石学》全英文理论课，为了使实践环节与理论课不脱节，在创新班开设了两个学期的全英文实验课，同时探索科技论文式的实验报告撰写模式，使学生了解沉积岩石学的国际前沿课程体系和实验方法，熟练掌握岩石学专业知识的英文表达方式，拓宽了视野，提升了学生学习专业知识和专业外语的积极性，为以后进一步阅读及撰写英文文章、触及国际前沿打下坚实的基础。

4、资源共享，支援校区建设

为了新疆建设事业的快速发展和“一带一路”战略的现实需求，中国石油大学（北京）把建设克拉玛依校区作为党和国家赋予的重要任务和历史使命，勇挑重担，勇于担当。

(1) “到校区去”，团队骨干成员在克拉玛依校区开展了沉积岩石学课程建设及准备工作，编写了针对校区的沉积岩石学实验指导书，整理了校区实验室的岩石标本和薄片并进行数字化图片采集，为2017年秋季学期“沉积岩石学”课程的开设奠定了良好的基础。自开课以来，季汉成教授和朱筱敏教授又多次赴克拉玛依校区讲授示范课、指导实验课，培养校区青年教师，学生反响良好。

(2) “到本部来”，校区青年教师祁利琪、牛君、于景维也多次到北京校区进行观摩学习和交流，实现了一校两区师资共享、教材共享和数据库共享。

三、创新点

1、以研促教，与时俱进，丰富拓展“沉积岩石学”实验教学内容

紧跟前沿科研动态，引进科研成果及素材，充分了解一线生产需求，大大开阔学生眼界；积极开展开放实验项目，亲密接触新仪器新方法新技术，激发学生科研兴趣，提高动手能力。

2、一校两区，齐头并进，整合优化“沉积岩石学”实验教学资源

“沉积岩石学”是我校国家级精品课，克拉玛依校区的课程建设以高标准、严要求为指导方针，在朱筱敏、季汉成、谢庆宾等教学名师的带领下，团队成员在实验室建设、实验教材编写、青年教师培养等方面通力合作、资源共享、多次交流，支持并保证了克拉玛依校区沉积岩石学课程的高效、高质开展。

3、立足国际，本博一体，改革创新“沉积岩石学”实验教学体系

积极开展全英文实验教学，提升国际化水平，采取“5+10+5”自主学习-基础训练-开拓创新的阶梯式实验教学体系，打通本科-硕士-博士学习通道，形成了“一校两区资源共享、以研促教内容创新、中英双语立足国际”的沉积岩石学实验教学模式。

四、成果的实施成效与推广

(1) 科研转化教学内容为广大学生所接受和喜爱，不少学生主动提出进入科研实验室参与课外实验项目和科研活动，激发了学生的主观能动性，提高了学生的动手能力，并在老师指导下参加各类地质竞赛，取得优异成绩，部分学生已发表学术论文；

(2) 克拉玛依校区沉积岩实验课程高效有序开展，实验指导书也已使用两个学期，学生学习效果好；新版《沉积岩石学实验指导书》不仅适用于本校学生使用，也适用于广大石油或地质院校，如长江大学一直以来使用我校沉积岩实验指导书；

(3) 沉积岩石学全英文实验课通过两个学期的探索，学生的岩石学英语水平和实验能力得到提升，科技论文阅读和撰写水平得到提升。

(4) 沉积岩石学课程连续两年评教结果在全校前 20%，平均评分在 95 分以上，其中季汉成老师 2018–2019–1 学期评教在全校 3.25%。

五、结语

“双一流”建设以提高人才培养质量为根本，加强教育教学改革，重教学强科研，促进国际化进程，力争探索出一条立足学科前沿、针对重大需求培养创新人才的新模式，为我国石油行业培养一批适应国家能源重大需求及当代科学技术发展的需要、具有学术创新能力、实践能力和国际视野的高层次人才。在这个新形势新要求下，沉积岩石学实验教学经过不断的探索和改革，丰富教学内容，创新教学理念，形成了“资源共享、科教相长、立足国际”的沉积岩石学实验教学模式。

油气地球物理勘探实践教学综合建设及成效

主要完成人员：陈双全、陈小宏、宋炜、沈金松、安勇、马继涛、刘立峰、贺艳晓、胡亮尘、谢金

一、成果产生的背景

专业认证要求以学生为中心，基于 OBE 理念的学生培养为目标，重基础、强实践。学校制定的“十二五”建设规划中明确了加强实践教学基地建设，完善教学实验室管理体系，推进实践教学的科学化与规范化。加大投入购置先进的实验设备，满足教学发展的需要。按照专业认证的要求，油气地球物理勘探教学体系系统完善了实践教学环节的建设。通过实验教学设备、野外实习设备、教学实验室、地震勘探演示厅建设；结合专业特色，与企业单位建立稳定的实习基地，编写实习指导书，高水平高质量完成专业野外生产实习；强化校企合作，外派学生到企业进行毕业设计；修订专业培养方案，加强课程实践教学环节，完善课程内实验教学环节。油气地球物理勘探注重“厚基础，宽专业，强能力，高素质”的人才培养目标，为了满足国家能源战略重大需求，体现专业特色与特点，整合了油气地球物理勘探教学实验和科研实验平台资源，打通了本科生和研究生实践教学环节，实现了多学科交叉、融合，通过教学实践与科研结合，坚持以人为本、以学生为中心的理念，满足了高等教育个性化培养的需求，实现了产学相结合培养具有创新精神与实践能力的复合人才的目标。

二、成果主要内容

油气地球物理勘探教学实验室是中国石油大学（北京）油气勘探与开发国家实验教学示范中心的重要组成部分，实验室的高质量、高要求建设与使用也是国家重点（培育）学科“地球探测与信息技术”的实验、实践教学的重要保障。教学实验室、实习设备及实习基地建设是勘查技术与工程专业认证通过的重要支撑。此次，以专业认证为契机的实践教学综合建设主要坚持“两个中心”。一是以学生为中心，基于 OBE 理念的学生培养为目标，实现专家讲课、生产参观教学、现场数据观测、室内数据分析和报告编写与答辩环节的一站式实践教学。二是以实践为中心，强化校企合作，外派学生到企业进行毕业设计；修订培养方案与课程体系，加强课程实践教学环节，最大程度地重基础、强实践。同时，还坚持“两个结合”，一是打通地球物理勘探教学实验和科研实验平台资源，打通本科生和研究生实践教学环节，实现多学科交叉、融合，教学实践与科研结合。二是坚持产学结合，发挥油气地球物理勘探专业的特色，与企业共建实践教学平台，如校外毕业设计、企业实习基地建设、东方杯地球物理大赛等。主要完成了以下几项内容的建设与实践：

1、多方法，全过程，教学实验室及设备综合建设与升级完善

按照专业认证要求，油气地球物理勘探（物探）专业基础实验室近年来在实验室面积、实验室硬件设备等建设上取得了巨大成效。实现了包括岩石物理基础实验设备、测量仪、重力仪、磁法和电法勘探、高低频探地雷达等实习设备，以及分布式地震仪器设备的完善，达到应用地球物理方法进行油气勘探、工程物探等**多方法**的实验设备配置。同时，对于资料的室内处理分析与解释，建成了地球物理勘探数据处理解释仿真实验室、地震数据 3D 立体演示厅。实现了地球物理勘探从基础岩石实验到野外数据实际观测、再到室内数据处理分析与解释的**全过程**教学实验室建设。2009 年 5 月建设完成数据处理解释仿真实验室，完成探地雷达仪器、测量仪器的购置。2016 年 4 月建设完成岩石物理基础实验室。2016 年 5 月建成综合物探实验室，完成电法勘探、磁法勘探仪器的购置，增加了台套数，完成分布式 48 道地震仪器的升级。2017 年 12 月，完成重力仪的购置，完成地震数据 3D 立体展示厅建设。目前，我校地球物理勘探专业的实验设备方法齐全，在国内外高校均处于前列（附件一），为实验教学、课程实践教学环节、大学生竞赛、科技创新、毕业设计等实践教学环节提供了强有力的硬件保障。

实验室坚持“安全第一，预防为主”的原则，建立严格的安全环保岗位责任制，责任到人，各负其责，牢固树立安全、环保意识。落实实验室安全管理条例，保证实验过程安全。为此在学校相关管理制度（如《中国石油大学（北京）实验室安全管理办法》等）等基础上细化了油气地球物理勘探教学实验室实验安全条例（附件三）。

2、重基础、强实践，专业课程设置合理及实践教学环节突出

地球物理勘探（物探）主要支撑勘查技术与工程专业，物探方向在培养方案上经过近几年的完善，形成了“厚基础，宽专业，强能力，高素质”的培养方案，课程体系设置合理，增加了信息处理、计算机基础课方面的实习课程，完善了普通物探方法原理（包括重、磁、电）与地震勘探原理课程设置（附件四、五）。拓宽了毕业生选择物探方向的专业，不仅只在石油物探行业，还可以城市物探、工程物探、煤田物探等方向就业。

基于实践教学环节的综合建设，在全校新生研讨课、兄弟学院课程的实践教学环节中提供了强有力的保障。全校新生研讨课《给地球做 CT---地震勘探》中实现了地震勘探野外实验数据观测教学内容，通过野外实验增加学生对课程内容的感性认识。为资源勘查工程专业和勘查技术与工程专业（测井）方向开设了《地球物理勘探》，实现了重磁电震综合物探方法原理讲授，并在课程内容中增加了室外实验数据观测（包括：重、磁、电、震方法），强化了学生对方法原理的感性认识（附件五）。

毕业设计作为本科教学中实践教学环节最重要的组成部分，结合专业特点及

地区科研院所的优势，近几年完成了外派学生到企业开展毕业设计、邀请校外企业专家参与本科生毕业设计指导等实践教学环节（附件五、附件六）。

总之，依托实验室硬件平台，形成了“原理-实验、课内-课外、设备-操作、学校-企业、理性-感性”的强实践教学体系。

3、产学结合，一站式体验生产实习及显著成效

油气地球物理勘探包括资料采集、数据处理和资料解释三大环节。因此，如何在生产实习过程中让学生完全掌握三大环节，并且如何通过动手操作亲身感受实际野外数据采集和数据处理解释工作，让学生真正从课堂走向实践，生产实习起着十分重要的作用。

为迎合学校在本科教学方面的改革，结合物探专业的特色及对应企业特点，近几年通过与东方地球物理公司长沟培训中心建立了稳定的实习基地（2015年及2018年签订了实习基地建设协议，见附件六），同时与东方地球物理公司研究院、研发中心、数据处理中心建立了长期友好的合作关系。在生产实习过程中，通过邀请经验丰富的野外地震资料采集专家讲课，实际野外数据采集仪器设备现场教学与展示，从野外测量开始到重磁电震数据观测，室内数据处理分析解释、实习报告编写，到最后的生产实习答辩，充分体现产学结合，让学生达到一站式体验生产实习（附件六）。

通过近五年的生产实习组织工作开展方面的不懈努力，让地球物理勘探生产实习得到很好的提高，实习效果成绩显著。在我校连续举办的三届实习团队评比中名列前茅，连续获得“优秀指导教师”、“优秀实习团队”称号。并将实习成果制作成MV视频在教务处进行展示。

三、成果应用情况

针对油气地球物理勘探实践教学环节的实验室、实习设备经过多年的建设在硬件设施和软件建设方面都取得了相当的成果，在实验室建设上，数量上可以基本满足全校相关专业的需求进行开放，在质量、品质上也基本达到了国内领先水平，并且通过完善课程的实验教学环节，进一步提升了设备的使用效率，提高了实践教学的实战性。硬件设施的保障与师资队伍、制度管理、教学改革等方面的提升，有效地促使了实践教学水平的提高、提升了人才培养能力，具体转化为教学科研成果、专业认证通过支撑和学生在科技创新和学科竞赛取得的成果。

1、强化实践教学，提高教学质量

油气地球物理勘探实验室及实验仪器设备共支撑12门本科生、研究生实验课，80多个实验项目，其中12个综合性实验项目，每学年平均人时数约1000。另外实验及实习教师队伍不断完善教学方法与手段。针对不同课程、不同实验采取多样化的教学方法和手段，取得了明显的教学效果。创新性实践教学学习方式主要包括：

(1) 课堂教学与室外实验教学穿插的学习方式

油气地球物理勘探主要包括重力勘探、磁法勘探、电法勘探和地震勘探，结合实验室建设的重磁电震实验设备，对于勘查技术工程专业、资源勘查工程专业开设的《给地球做 CT》、《地震勘探原理》、《电法勘探原理》、《重磁勘探原理》、《地球物理勘探》课程，通过对学生课堂进行方法原理教学，再在室外进行实际数据的观测实验，并要求学生进行数据的分析与实验报告编写，激发学生学习地球物理探测方法原理的兴趣。这种课堂教学与室外实验教学穿插的教学方法深受学生欢迎，取得良好的教学效果。

(2) 综合报告编写与多媒体答辩的学习方式

在显微镜下鉴定矿物岩石的实验课教学中，教师在同步互动演示时，首先回忆理论课堂知识，启发学生利用什么样方法、步骤可以把未知矿物岩石的特征鉴定出来，然后采用提问、研讨的方式让学生主动提出方案，互相讨论，方案确定后，在由教师带领同学按照同学们提出的方案进行互动演示，检查存在的问题，做总结评述。这种方法不但活跃了课堂气氛，而且增进了师生间交流互动，激发了学生的积极思维，培养了学生主动、探索式学习的兴趣与能力。

(3) 以老带新、自主实践的开放式教学

岩石物理基础实验测量及地震数据仿真实验室全天候对学生开放，学生在完成实验或数据处理与解释软件课程后，自主设计实验内容或数据处理流程开展实验与自主学习，无需教师指导、独立开展实验内容。同时，结合“东方杯”地球物理大赛，采用往届获奖学生带新参赛学员进行软件培训和数据处理的以老带新方式（附件五），这种以老带新、开放式的自主实践教学方法，可以充分地发挥实验室有教学资源，提高实验教学效率，培养学生独立分析和解决复杂问题的能力。

2、完善实习设备，建设实习基地，助力专业认证

依托勘查技术与工程专业认证的需求，近年来通过对重磁电震和岩石物理实验设备的完善和升级，与东方地球物理公司建立实习基地，有效地支撑了勘查技术与工程专业的专业认证。

通过近五年的生产实习组织工作开展方面的不懈努力，让地球物理勘探生产实习得到很好的提高，实习效果成绩显著。完成实习指导书的编写，在我校连续举办的三届实习团队评比中名列前茅，连续获得“优秀指导教师”、“优秀实习团队”称号。并将实习成果制作成 MV 视频在教务处进行展示。

3、充分利用资源，建立创新平台，提高学生创新能力

实行“以学生为中心”的创新能力培养模式全方位教学，除了课内实验教学，根据学校制定的《中国石油大学（北京）教学实验室开放管理规定》，实验室面向全校本科生、研究生开放，并为科技创新、学科竞赛等提供一流的平台，实验

室采取自主申报、双向选择、竞标等多种形式近5年为大学生提供创新项目百余项，使多数学生有机会参加科技创新。近5年，共获得包括“东方杯地球物理大赛”、“数学建模”等在内的省部级以上科技创新成果奖，校科技创新成果奖166项（附件八）。

另外油气地球物理勘探实验室在学位点评估和本-硕-博一体化建设中均发挥了重要的作用。实验设备及创新平台覆盖了物探专业基础及专业课程的本科和研究生培养实践教学的主要环节，教育理念先进，实践教学方式与运行管理符合国家教学示范中心标准，实施效果整体达到国内领先，具有很大推广价值。

建设特色育人平台 培养创新卓越人才

完成人员：赵昆 崔立山 孟晓宇 相文峰 宝日玛 姜大强 戈磊 吕志清 赵卉 冷文秀

自 2005 年以来，教育部诸多文件指出，研究生已成为我国科学的研究和国家创新体系的生力军，我国各高校与研究机构均努力提高研究生培养水平。然而，与国外著名大学及研究机构相比，我国培养研究生的学科水平尚存差距；尤其是，许多尚未入选国家重点学科或尚无国家人才的学位授权学科，他们一直在努力提高研究生培养质量，探索如何使培养的研究生水平接近或达到国家重点学科。

我校材料科学与工程学科于 2006 年获得博士授权二级学科，2011 年获得一级学科学位点授权，与我校诸多学科及国家一流高校材料学科相比，时间短、底子薄。为了实现跨越式发展，本着“强优、拓新、入主流、求卓越”的发展理念，材料科学与工程学科开拓了以“油气储层材料”为代表的特色研究方向，加强了以“纳米金属复合相变材料”为代表的材料学主流研究方向。针对如何培养这两个代表方向上的创新卓越人才，申请人团队主持并结题验收了全国教育科学规划教育部重点课题、校研究生教育质量与创新工程重点项目 2 项、面上项目 1 项，历经 10 年研究与实践，深入贯彻“人无我优、人有我强”的理念，培养毕业了 35 名博士研究生、132 名硕士研究生，为国家输送了一批适应油气能源战略需求、特色鲜明的优秀人才。

一、成果主要内容

1、构建特色育人平台体系，夯实人才培养基石。

针对如何培养交叉创新型人才，申请人研究团队建设了以优秀教材、省部级重点实验室、示范实训基地、中国科协论坛、国际化团队为代表的特色育人平台体系。

1) 课程教学平台

油气储层材料研究方向是针对资源探测对化石能源材料功能特性认知与利用的需求而设立的，其基本任务是围绕国家油气战略重大需求，发展油气资源勘探可视化光学技术，阐明油气储层材料物性的内禀机制，开发基于储层材料的微纳功能器件。油气储层材料方向的研究生需要同时掌握油气资源的专业知识与光学工程领域的前沿技术。但是，该方向研究生的先修专业来源不一，光电信息类、材料类专业的研究生不具备油气领域的专业背景，地球物理、石油工程类专业的研究生则往往欠缺光学技术知识储备。为此，团队加强特色教材建设，编著了油气光学系列丛书，显著改善了研究生教学质量，其中《油气储层的光学技术表征与评价》、《太赫兹光谱分析技术》已正式出版，《油气光学实验》、《油气光学的研究与进展》已由科学出版社完成校稿，2019 年 5 月正式出版。由于使用效果

好、示范性强,《油气储层的光学技术表征与评价》获得中国石油化学工业联合会优秀出版物(教材)二等奖。为了丰富课程学习的多样性和高效率,团队编写了《油气光学概论》网络云教材(6月全面上线),并组织国内能源高校将油气光学领域的最新评价方法、案例以“油气光学”专题的形式,集中展示在《中国科学》上,国内外多家媒体进行了转载并给出了积极的评述,有力辅助了研究生教学。

2) 实践教学平台

团队重视与企业的交流与合作,与多个科技公司、研发中心建立研究生实践基地,培养学生提出问题、分析问题、解决问题的能力。如与大恒新纪元科技股份有限公司共建油气资源太赫兹光谱检测实践基地;与中石化胜利油田分公司建立了多方向的交流,包括与其技术检测中心进行实地考察检测原油泄漏问题,与勘探开发研究院进行交流研讨储层含油率检测问题。实践基地的建设获得了社会各界的认可,“建设具有石油化工行业特色的光学工程实训基地培养复合型应用人才”获得全国教育科学规划教育部重点课题“校企合作共建实训基地研究”子课题立项,并获批“校企合作共建实训基地研究”示范单位。

3) 科学研究平台

科学研究平台作为人才培养的有力载体。团队在中国石油大学(北京)光纤传感技术实验室的基础上,依托学校优势主干学科,注重研究方法及手段的平台化建设,在材料物理与化学校级重点学科的支持下,逐步改善了实验室硬件条件和实验环境。2012年获批石油和化工行业油气太赫兹波谱与光电检测重点实验室,2014年获批油气光学探测技术北京市重点实验室,2015年入选中国光学工程学会科技创新平台、首都科技创新券开放实验室,2016年获批中关村开放实验室,为创新型人才的培养打下了坚实的基础。

4) 学术交流平台

学术交流对研究生培养具有重要意义。团队着力构建了由橄榄树论坛、油气光学前沿论坛、国内外访学、参加国际国内学术会议等多层次的研究生学术交流平台,营造了学术氛围,拓展了学术视野。2013年11月,团队负责人组织了中国科协第275次青年科学家论坛“油气光学的研究与进展”,并担任会议执行主席。针对我国当前油气光学领域的发展趋势,与会专家畅所欲言、发表真知灼见,为我国油气光学领域的科学的研究和人才培养起到了积极的推动作用。2014-2019年,油气光学团队组织召开了四届油气光学前沿论坛,来自多个研究领域的众多学者集思广益,共同为油气光学交叉创新人才的培养献言献策。此外,团队还邀请了国内外著名专家到校讲学,达到平均每个星期举办一次学术交流,有效拓宽了研究生的知识面和学术思路。

5) 国际化联合培养平台

基于“坚守学术、重点突破、国际团队培养”的提高研究生质量的思想与途

径，团队发起组织了 12 个国内外知名科研院校（美国阿贡国家实验室、麻省理工学院、德州大学、北伊利诺伊大学、南卡罗莱纳大学、澳大利亚西澳大学、日本国立物质材料研究所、北京工业大学、西安交通大学、北京航空航天大学、北京科技大学、浙江大学）构建网上学术交流平台，紧跟国际前沿，共享顶尖表征设备，使研究生能够与 Yang Ren、Yinong Liu、Dennis E. Brown、Ju Li、Allen J. Bard 等国外专家以及张泽院士、韩晓东、王沿东、丁向东等杰青、长江学者在内的国际顶尖材料学专家随时进行互动交流，夯实理论基础，促进学术成果发表。通过该种国际化联合模式培养博士 6 人，与美国阿贡国家实验室、北伊利诺伊大学、麻省理工学院、南卡罗莱纳大学、西澳大学、日本国立物质材料研究机构合作发表我校为第一作者单位的研究论文 69 篇，其中研究生以第一作者（我校为第一作者单位）在 Science 发表我校首篇论文，相关成果入选了“2013 年度中国科学十大进展”。

2、引育并举，优化结构，建设优秀导师队伍，保证人才培养质量。

团队以人才培养为目标，立足“全体员工推荐人才、资深教授帮助人才、领军专家提携人才、阳光行政服务人才”，培养了青年长江学者郝世杰教授等高层次国家级人才，着重引进了新加坡国立大学相文峰博士（2010 年）、第一作者在 Science 期刊发表论文的北京大学邢颖博士（2016 年）、孙越崎学生奖获得者詹洪磊博士（2017 年）、Texas A&M University 于开元博士（2014）等高水平青年教师，有力提升了师资水平。已形成了一支由 3 名教授、9 名副教授、4 名讲师组成的知识全面、结构合理的导师队伍，其中，博士生导师 5 名、硕士生导师 14 名，青年长江学者 1 名、万人计划青年拔尖人才 1 名、新世纪优秀人才 1 名、中国科协青年人才托举工程 1 名、霍英东优秀青年教师基金 1 名、楚天学者特聘教授 1 名、校青年拔尖人才 4 名、孙越崎奖获得者 3 名、全国石油和化工优秀科技工作者 1 名。近年来，导师团队主持国家重大仪器开发专项、国家基金重点项目等各类课题 150 项，发表 SCI 收录论文 226 篇，教学研究论文 11 篇，授权发明专利 65 项、实用新型专利 47 项、计算机软件著作权 3 项，出版专著、教材 10 部，获中国石油和化学工业联合会技术发明一等奖 2 项、中国光学工程学会技术发明三等奖 1 项、创新产品三等奖 1 项、中国地球物理学会陈宗器地球物理优秀论文奖 1 项、北京市高等学校教学成果一等奖 1 项、中国石油教育学会教学成果特等奖 1 项、中国石油和化学工业联合会优秀出版物一等奖 1 项、二等奖 3 项。

3、导师引领、鼓励交流，强化学术训练，提升人才创新能力。

申请人团队鼓励重视学术交流，设立了专项经费，鼓励、扶持、推荐研究生外出学术访问和参加国内外重要会议。在各位导师的引领下，大批有潜力的研究生、博士生在读期间完成了丰富的研究成果。自 2009 年至今，博士生（含 2009

届)共发表 SCI 收录论文 149 篇, 平均 4.3 篇/人, 获批计算机软件著作权 3 项; 硕士生(含 2009 届)发表论文 104 篇、授权发明专利 56 项、实用新型专利 47 项, 平均 1.6 篇/项/人; 博士生为第一作者、第二作者编写专著、教材 4 部; 获 2010 中国光学重要成果 1 项(全国 20 项)(第一作者为硕士生)、第四届国际光子与光电子学会议(POEM 2011)最佳论文奖 1 篇(第一作者为博士生)、2017 年中国地球物理学会陈宗器优秀论文奖 1 篇(第一作者为博士生)、2015 年中国光学工程学会创新产品三等奖(第三作者为博士生)、2017 年中国光学工程学会技术发明三等奖(第三作者为博士生); 获校级优秀博士论文 2 篇、优秀硕士论文 2 篇, 入选中国优秀硕士学位论文全文数据库 9 篇。

4、加强文化建设, 弘扬科学精神, 助力人才成长。

申请人团队坚持“学术自信, 特色自信, 发展自信”的理念, 加强文化建设, 着力培养研究生的正确“三观”、准确的政治站位、符合社会发展的道德评判以及文化素养, 取得了初步成效。团队建立了微信公众号(账号:gh_fafa7b6d16f9, 名称: 油气光学), 每月编写《工作简报》, 记录导师和研究生的科研工作、荣誉奖项等事项, 开设“他山之石”专栏, 促进对外交流, 分享先进的团队管理模式和经验, 开辟“静说事儿”专栏, 由研究生撰写博文 20 篇, 指出团队运行、人才培养等各个方面存在的问题, 剖析本质, 营造良好氛围, 培养学生的归属感、荣誉感, 建设先进精神文化。通过弘扬科学精神、文化熏陶, 培养了 167 名有理想、有道德、有奉献精神的优秀人才, 48.5% 的研究生获得了校级、省部级多项荣誉, 其中, 2 人获孙越崎优秀学生奖, 19 人次获北京市优秀毕业生、北京市优秀学生干部、北京市三好学生、北京市支援西部建设贡献奖等荣誉, 25 人次获中国石油大学(北京)优秀研究生、优秀毕业生、科技创新先进个人等荣誉, 15 名博士生、20 名硕士生获研究生国家奖学金。

二、创新点

1、以特色求发展, 健全知识体系, 完善知识结构。

编写 4 本油气光学系列丛书以及 1 本云教材服务于研究生教学, 健全了知识体系, 完善了知识结构, 显著改善了研究生课程教学质量, 《油气储层的光学技术表征与评价》获中国石油化工联合会优秀出版物(教材)二等奖。

2、以创新谋突破, 构建研究平台, 打造人才培养基石。

与企业建设实践基地, 获批“校企合作共建实训基地研究”示范单位; 建设交叉学科研究平台, 获批北京市重点实验室、联合会重点实验室、中关村开放实验室; 组织了中国科协青年科学家论坛以及四届油气光学前沿论坛; 以国际化为抓手, 组建国际联合培养平台, 研究生以第一作者发表我校首篇 Science 期刊论文。

3、以思政弘精神，培育优良学风，建立高尚德行。

通过编写《工作简报》、开辟研究生博文专栏、建立团队微信公众号等方法分享国内外前沿的科研成果、调动学生工作激情、强化沟通与交流，着重培养学生的道德理想和行为准则，夯实大国石油人行业情怀。

三、应用效果与成果推广

自 2009 年至今，已培养 167 名研究生（含 2019 届毕业生）。博士生毕业后入职高校 17 人、科研院所 6 人、出国研修 1 人，其中入跟能源高校及研究院的占 52%；硕士生毕业后入职央企/国企 55.3%、私营企业 24.2%、高校/科研院所 14.4%、出国深造 6.1%。

由于毕业生质量高、素质过硬、基础扎实，得到了用人单位的首肯。其中 2013 届毕业生郝世杰博士入选教育部首届青年长江学者、万人计划青年拔尖人才；2013 届毕业生尼浩博士现任中国石油大学（华东）物理系党支部书记兼副主任，副教授、硕士生导师，主持获批国家自然科学基金等多项科研项目；2014 届毕业生金武军博士现为中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院副研究员，2017 年获中国地球物理学会陈宗器优秀论文奖，主持获批国家自然科学基金，获得多项研究院科技奖励；2016 届毕业生杜敏疏博士在化学顶级期刊 JACS 发表论文 2 篇，被西北工业大学作为高层次青年人才引进；2017 届毕业生詹洪磊博士现任中国石油大学（北京）新能源与材料学院青年拔尖人才、硕士生导师，主持获批国家自然科学基金、北京市自然科学基金等多个研究项目，主持获得中国光学工程学会技术发明三等奖、中国石油化学工业联合会优秀出版物二等奖；2015 届硕士毕业生戈立娜任职北京英赛嘉华知识产权有限责任公司专利工程师，获得 2016 年度最佳新人奖，被推荐为“百度认证代理人”。

突破专业实验教学传统理念藩篱，依托全国大学生金相技能大赛，探索专业先导实验教学新模式

主要完成人员：陈立强 蒋小华 郑树启 陈长风 郝世杰

新工科建设和工程教育专业认证的核心目标是培养本科工程创新复合型人才。本科生工程能力和创新能力的培养不是一朝一夕、一蹴而就，而是一个渐进、系统、复杂的过程。专业实验教学是培养学生工程能力和创新能力的最重要途径和手段。针对目前国内高校大多数工科专业普遍存在专业实验教学被动地依附于专业理论教学，专业实验教学过程以教师为中心，重教轻学，先教后学等问题，突破现有专业实验教学理念、教学内容体系和教学方法模式，依据问题驱动探究与知识自主建构的教育认知理论，在材料专业本科一年级新生中开展专业先导实验教学的新理念、新方案、新方法探索与实践，使材料专业本科一年级新生深刻体验专业实验的魅力，提升学生对专业知识学习的兴趣，加深学生对专业的了解，增强学生对专业的认可度，在培养本科生自主建构知识、自主探究能力和质疑创新素质等方面力争取得显著的教学效果，实现专业实验教学对本科工程创新复合型人才培养目标的有力地支撑。

一、问题背景

目前国内高校大多数工科专业教学内容体系都是在本科一、二年级阶段主要完成公共基础课学习，先进行公共基础理论课学习，后开展公共基础实验课和实习实践，在本科三、四年级阶段主要完成专业课学习，专业课学习通常也是先进行专业理论课学习，后开展专业实验实践学习，实验课一直被动地附属于理论课。教师、学生以及教学管理者也都普遍形成了先理论后实践、没上专业理论课不能做专业实验的思维定势和误区。实验教学方法也主要以教师为中心，重教轻学，先教后学。现有的实验教学内容体系、实验教学理念和实验教学方法导致大多数本科生在专业课学习之前没有进过专业实验室，没有开展过一定专业知识和专业实验的探索尝试，缺乏对专业知识的感性认识和兴趣，很少带着问题去学习专业理论知识。虽然很多专业理论课都安排了课内实验，但演示验证实验多，设计综合实验少，实验时间安排比较分散，实验学时有限，往往受制于实验室人员、场地及设备数量限制，很多实验学生只能简单重复尽快地按照实验指导书去做，实验探究机会不多，因此学生做实验的主动性和积极性不高。实验考核评价主要依据学生提交的实验报告，没有体现实验中是否开展了讨论质疑、自学探究以及小组合作有效性等评价内容，因此不能真实地反映专业实验的实际教学效果。上述这些问题不利于对学生自主探究能力、动手实践能力和团队协作能力的培养，也不能满足本科工程创新复合型人才培养目标的要求。

针对上述实验教学理念、教学内容体系和教学方法模式方面的问题，我们开展了专业先导实验教学的理论探索与实践。在材料专业本科一年级新生中开设浅显易懂、导论概述性质专业理论课的同时，开展学生专业先导实验教学，让学生先开展专业实验体验，后进行专业理论知识学习。具体地说，就是对现有专业实验教学内容体系进行重新梳理和分层设计，把专业实验教学内容中最基础的、相对简单且易引起学生好奇疑问、又能激发学生专业知识学习兴趣，促进学生对本专业了解的一些实验内容元素提取出来，通过降低实验难度和要求，前置到一年级新生中开展，制定一套符合本科一年级新生认知能力特点、合理可行的专业先导实验教学方案，培养学生自主探究能力、动手实践能力和团队协作能力，使专业实验教学能够真正有力地支撑本科工程创新复合型人才的培养目标。

二、理论依据

专业先导实验教学的理论探索与实践可以从问题驱动探究与知识自主建构的教育理论中找到依据。对于刚刚进入大学的本科一年级新生，大学的课程教学体系就好比一个庞大复杂的知识体系迷宫，顺利地穿过这个知识体系迷宫就可以毕业进入社会。每个本科生从一开始就都面临着进入知识体系迷宫，寻找出口，最终完成学业的艰巨挑战。而我们目前的教学理念和教学模式就是根据不同的专业预先制定好培养计划方案，这就好比是预先设计了一份份走出知识体系迷宫的导引图，学生只是根据这份导引图按图索骥才能走出知识体系迷宫，因此而导致学生只能被动地、单向地按照现有已设计好的导引图去走出知识体系迷宫。除此既定的导引图之外，学生与可以尝试其它方法途径去探索知识体系迷宫。本科一年级学生虽然没有学过相关专业课，对专业基本概念和理论知识都不清楚，通过专业先导实验教学平台，学生可以从好奇、兴趣和疑问出发，基于已有知识经验，通过查阅相关资料开展自主探究学习，发现问题，提出问题，产生主动探究的驱动力，在教师启发引导下，通过自主探究学习、知识自主建构方式去探索专业课程知识体系的迷宫。

三、方案设计

材料专业本科教学体系的核心任务和主要内容就是通过让学生学习掌握材料专业理论的基本概念原理，理解材料成分-加工工艺-组织结构-性能之间的相互关系。专业实验教学内容也都主要围绕着这些核心内容展开的。通过对材料专业现有专业实验教学内容重新进行梳理和分析，金相组织观察是最基础、相对简单且易引起学生好奇疑问、又能激发学生专业知识学习兴趣，促进学生对本专业了解的一个实验内容，因此设计了一套符合一年级新生认知能力特点、合理可行的专业先导实验教学方案。

在金相组织观察专业先导实验教学方案中，首先设计了合理可实现的专业先导实验三个层次教学目标。1. 知识目标：使本科新生了解金相组织的概念及相关

专业基本知识，初步学会金相试样制备方法以及使用光学显微镜观察分析金相组织方法。2. 能力目标：锻炼学生自主学习能力、动手实践能力、沟通表达能力以及团队协作能力。3. 素质目标：培养学生求知探索精神、严谨认真态度、客观公正理念和艺术审美修养。

为了达成上述专业先导实验的教学目标，设计了具体可操作的专业先导实验教学模式。“兴趣是最好的老师”。首先提炼出一个专业先导实验的教学主题——“材料，你想象不到的微观之美：金相组织”。通过 ppt 教学课件展示，让学生观察体会材料微观世界与宏观自然现象有着惊人相似，引导学生欣赏赞叹材料的微观世界之美，唤醒学生观察材料微观组织的强烈好奇心，激发学生探究相关专业知识的浓厚兴趣。当学生产生强烈好奇心和浓厚兴趣后，启发学生了解专业先导实验主要内容，即如何制作一个合格的金相样品以及如何观察金相样品的微观组织。教师通过课堂演示讲解，使学生对金相样品制备和金相组织观察的实验过程、基本方法以及实验所用仪器材料有一个初步的了解。

通过设计搭建蓝墨云班课 App 辅助教学平台，开展课内课外、线上线下混合式教学，推动一年级新生开展自主探究学习。通过平台给学生推送教学课件、实验指导书、实验操作教学视频以及课外拓展参考资料，学生可以随时随地开展自主探究学习和小组合作学习，在正式开始专业先导实验前了解和掌握相关的专业知识，从而达成专业先导实验的知识目标。

在专业先导实验教学组织管理方面，设计了小组接力传递、互帮互学、互促互评、竞赛评优的教学组织管理方式。小组接力传递就是男女生搭配，自由组合，5~6 人一组，组长负责。在专业先导实验的整个过程中，组长协调安排，小组成员通过依次逐个以传帮带的方式开展实验。小组内先完成实验的成员总结自己做实验的经验教训，传递给组内下一个准备做实验的成员，并提供实验帮助和指导。因此小组内每个成员都能独立完成金相样品制备和金相组织观察的实验操作。小组每个成员完成实验后，都必须提交一幅金相样品的宏观照片、三幅 100 倍不同视域金相组织照片和三幅 400 倍不同视域金相组织照片。每幅图片要标注材料名称编号、放大倍数、侵蚀剂、侵蚀方式。除此之外，每个成员还可以对自己完成的金相组织图片使用图像处理软件工具进行后期创意加工。每个成员的金相组织照片和创意作品照片首先在组内进行互评，推选出组内最优秀的金相照片和创意作品代表本组参加年级竞赛评优。年级竞赛评优采取小组 ppt 展示答辩的方式，由教师进行现场提问点评，教师将根据不同材料金相观察的难易程度、金相组织照片是否有划痕及其数量多少、金相组织轮廓是否侵蚀的清晰、是否反映材料组织结构特征、对相关材料专业知识了解及掌握程度、小组合作有效性以及实验过程创新思路方法等方面进行评价打分，评选出最佳金相组织照片奖、最佳团队奖、最佳创意奖，同时选出 1 名优秀学生代表学校参加全国大学生金相技能大赛。通过小组接力合作与竞赛评优的教学组织管理方式设计，既可以培养学生动手实践

能力、沟通表达能力、团队协作能力，又能培养学生严谨认真态度、客观公正理念、艺术审美修养，激发学生争先创优意识，从而达成专业先导实验的能力目标和素质目标。

在专业先导实验教学考核评价方面，设计了过程评价与结果评价相结合、教师评价打分与学生自评相结合的考评方式。学生在进行专业先导实验自主探究的过程中，要同时完成教师设计的实验过程详情记录表任务，学生可以通过文字、照片、视频等方式详细地记录实验过程中的所思所想、所问所答、交流讨论、实验操作、数据结果、经验教训、感想体会等内容。专业先导实验结束进行总结时，各小组还要完成教师设计的小组自评打分表，小组组长从合作意识、参与程度、工作贡献等方面给小组成员评分，同时组长和组员相互之间写出一句话评价。最终的专业先导实验成绩由实验过程详情记录表(20%)、小组自评打分表(15%)、蓝墨云班课 App 经验值(15%)、展示答辩(20%)、实验总结报告(30%)确定。

在学生开展专业先导实验的整个过程中，教师除了在实验室跟随指导答疑，协助学生解决实验过程中可能出现难以克服的问题，保证实验过程安全，掌握实验完成进度，同时借助蓝墨云班课 App 辅助教学平台，与学生课外实时在线互动答疑，及时跟踪、检查、了解实验前和实验过程中学生自主探究学习、小组讨论以及团队合作等情况，给予相应的指导。

四、实践反馈

从材料专业 2015 级本科一年级新生开始，连续三年开展了专业先导实验教学的探索与实践。专业先导实验通常安排在一年级春季学期 4 月下旬进行，历时四周。教师首先用一堂课时间，通过 ppt 课件展示讲解，引导学生进入材料内部的微观世界，欣赏材料的微观世界之美，唤醒学生观察材料微观组织的强烈好奇心，激发学生探究相关专业知识的浓厚兴趣。ppt 教学课件展示如图 1 所示。然后教师向给学生简单介绍专业先导实验的实验内容和实验方法、教学目标、教学组织管理方式、任务要求、考核评价方式、实验支撑平台和安全注意事项，让学生对如何开展专业先导实验课有一个全面认识。

课后第一周时间，学生参考教师课堂讲授内容以及教师在课前搭建好的蓝墨云班课 App 辅助教学平台上推送的相关文献资料（如图 2 所示），开展自主探究学习和小组合作学习，完成小组实验预习报告。为了保障实验教学安全，一年级新生在正式进入专业实验室之前，必须参加网络学习进行实验室安全教育培训，并通过学校实验室安全教育认证考试，如图 3 所示。完成上述任务后，各小组把小组实验预习报告和安全认证考试合格证书提交到蓝墨云班课 App 手机移动教学平台。

在接下来的三周时间，各小组成员在固定实验时间以接力合作方式开展实验探索。以 2017 级一年级新生为例，所有学生分成 15 组，一组 6 人。每次实验时，

一组一人，共分六次完成实验。图 4 给出了 2017 级新生开展实验的时间顺序安排表。图 5 是 2017 级一年级新生开展实验过现场照片。第一次实验，各小组组长在教师指导下完成，见图 5 (a)。后续的五次实验以各小组成员接力合作方式完成。小组已完成实验的成员向正在做实验的成员传递自己做实验的经验体会，提供实验指导帮助，如图 5 (b) 所示。



图 1 “材料，你想象不到的微观之美”显微组织照片

图 2 蓝墨云班课 App 辅助教学平台 (a) 教学课件与参考资源 (b) 答疑讨论与作业任务 (c) 班课通知与互动消息



图 3 学生通过实验室安全教育培训的合格证

实验时间	5.16 13:30	5.17 10:00	5.23 13:30	5.24 10:00	5.30 13:30	5.31 10:00
第一批次	第二批	第三批	第四批	第五批	第六批	
小组号	小组成员编号与实验顺序					
1	a(组长)	a+b	b+c	c+d	d+e	e+f
2	a(组长)	a+b	b+c	c+d	d+e	e+f
3	a(组长)	a+b	b+c	c+d	d+e	e+f
4	a(组长)	a+b	b+c	c+d	d+e	e+f
5	a(组长)	a+b	b+c	c+d	d+e	e+f
.....	a(组长)	a+b	b+c	c+d	d+e	e+f
14	a(组长)	a+b	b+c	c+d	d+e	e+f
15	a(组长)	a+b	b+c	c+d	d+e	e+f

图 4 小组以接力合作方式开展实验的时间顺序表



(a)

(b)

图 5 2017 级一年级新生实验过程现场照片 (a) 教师为小组成员操作演示 (b)
小组成员接力传递合作开展实验

在第四周当所有小组成员都做完实验，并在蓝墨云班课 App 辅助教学平台提交实验最终报告、实验过程记录表、小组成员评价总结表和展示答辩 ppt 后，教师用一堂课时间组织学生开展金相组织照片与创意作品的年级评优。通过现场展示答辩，评选出最佳金相组织照片奖、最佳创意奖和最佳团队奖，并推选出代表学校参加全国大学生金相技能大赛的学生。评优结束后，教师对专业先导实验的进行教学总结，提示并鼓励学生，在专业先导实验中产生的困惑疑问，不可能完全通过自主学习和实验探究解决，可以保留这些困惑疑问在后续专业理论基础课学习的过程中获得解答。

最后教师利用蓝墨云班课 App 辅助教学平台，对所有参加专业先导实验的学生开展学情和评教的匿名问卷调查。图 6 是 2017 级材料专业一年级新生问卷调查反馈结果。问卷调查数据表明，在开展专业先导实验之前，一年级新生中有 52% 的人认为，没有上过专业课，没学过专业知识，是不能做专业实验或无法判断，并且有 86% 的人认为做专业实验很难或无法判断，如图 6 (a) ~ (b) 所示。而完成专业先导实验之后，一年级新生中有 95% 的人认为，即使没有上过专业课，也可以做一些简单的专业探索先导实验，并且对开展专业先导实验难易程度的认识发生了显著地转变，有 59% 的人认为此次专业先导实验比较容易或很容易，如图 6 (c) ~ (d) 所示。有 98% 的学生对此次专业先导实验感兴趣愿意参加，有 79% 的学生希望继续开展类似专业先导实验，如图 6 (e) ~ (f) 所示。同时有 71% 的学生对专业先导实验的评教给出了 90 以上高分，如图 6 (g) 所示。





图 6 2017 级材料专业一年级新生的问卷调查反馈结果 (a)~(b) 课前学情调查 (c)~(d) 课后学情调查 (e)~(f) 参与兴趣调查 (g) 评教调查

五、应用总结

专业先导实验教学的探索与实践取得了实验教学理念、实验教学内容和实验教学方法的创新性成果。(1) 实验教学理念突破创新。形成了以学生为中心、问题驱动、自主探究、做-学-教/学-做-教的专业先导实验教学新理念；(2) 实验教学内容突破创新。形成了一套符合一年级新生认知能力特点、合理可行的专业先导实验教学方案；(3) 实验教学方法突破创新。形成了利用蓝墨云班课 App 辅助教学平台开展课内课外、线上线下混合式专业实验教学方法；形成了小组成员接力传递、互帮互学、互促互评小组合作学习的实验教学组织管理模式。建立了实验过程评价与结果评价、教师打分与小组自评、小组互评、定性评价与定量评价相结合的实验教学综合评价方法。

专业先导实验教学成果在材料 15 级、16 级、17 级共 242 名一年级新生中开展应用探索，使一年级新生深刻体验到材料专业实验的魅力，提升了学生学习专业知识的兴趣，加深了学生对材料专业的了解。学生评教反馈表明，学生在知识、能力和素质等方面都有实实在在的获得感，同时极大增强了一年级新生对材料专业的认可度，转专业率从材料 14 级 18% 降至 15 级~17 级平均不到 4%，取得了显著的教学效果。专业先导实验教学采用竞赛评比方式从材料专业一年级新生中选拔出表现优异的学生，连续三年参加全国大学生金相技能大赛，获得了全国大学生金相技能大赛一等奖 1 项、二等奖 2 项和三等奖 5 项的好成绩。在全国参赛工科类院校中实现了一年级新生参赛并获奖的零的突破。教学成果为校内外其它工科专业基于本专业实验内容特色开展相应的专业先导实验教学提供一个可参考、可操作的模板范例。校内外其它工科专业可以本专业实验教学内容中最基础的、相对简单且易引起学生好奇疑问、又能激发学生专业知识学习兴趣，促进学生对本专业了解的一些实验内容元素提取出来，在本专业一年级新生中组织开展专业先导实验教学，践行以学生为中心，问题驱动、自主探究、先做先学后教的实验教学新理念，因此具有较高的推广价值和良好的应用前景。教学成果已总结形成教改论文被《大学教育》接收发表。

有机化学实验课程建设

主要完成人员：刘植昌、张民、郭巧霞、袁桂梅、王志会、俞欣、巩雁军

一、有机化学实验课程建设的背景

《有机化学实验》是《有机化学》课程的重要组成部分，是加深学生理解和巩固有机化学理论课程知识的配套实验课程，是我校应用化学专业、化学工程与工艺、环境工程和能源与催化工程、环境科学、材料科学与工程专业学生必修的一门独立基础实验课。通过实验教学，使学生掌握有机化学实验的基本操作与单元操作的技能，养成良好的实验作风与实验记录习惯，提高学生观察、分析和独立解决实际问题的能力，为学生将来从事化工教育、科研和生产等工作打下良好基础。

实验是验证所学理论、训练学生基本技能、培养学生动手能力的重要环节，对培养学生的创新性思维和创新能力均有着重要作用。在选择实验教材时，发现现有的有机化学实验教材要么缺少必要的有机实验基本操作训练内容，要么在内容结构上体现不出“基本训练、综合实验及研究性实验”三个层次，也不能满足学生课下补充相关知识的要求，实验内容也缺乏新颖性和时代性。

二、有机化学实验课程建设的主要内容

从 2005 年起，为适应当代有机化学实验教学的需要，我们对有机化学实验课程从教学模式、教学内容、实验仪器、考试评估和教学管理体系等方面进行了大胆改革与创新，尝试有机化学实验可视化网络教学和课堂教学，并编写了《基础有机化学实验》教材。课程建设内容具体分为三部分：

1. 实验内容优化

应化专业的有机化学实验课程共开设 13 个实验，其中 10 个是综合性实验，2 个是综合设计型开放实验。而其他专业的有机化学实验课程仅安排 32 课时，在实验内容的选择上比较困难。有机实验涉及基本操作很多，为了使教学内容丰满，在有限的学时内让学生接触尽量多的实验仪器和装置，了解更多的有机合成方法，实验老师不断进行实验优选和内容优化。

在实验基本操作方面，增加了电动搅拌、旋转蒸发、减压蒸馏、水蒸气蒸馏、分馏、固体升华等基本操作，结合原有的加热、冷却、萃取洗涤、重结晶、减压过滤、液体固体干燥、磁力搅拌、常压蒸馏、回流、共沸蒸馏、测折光率、提勒管测定熔点等基本操作，充分体现教学“厚基础”原则。

在实验内容方面，我们特别关注实验安全和内容优化，进行了相关教改：

苯甲酸乙酯合成实验中，将具有毒性的苯改为环己烷，并用色谱技术对反应过程进行监测，观察反应进行的程度，确定反应终点，变定性推测为定量检验，

将酯化反应时间由原有方法的 2.5h 缩短为 1 小时 10min;

1-溴丁烷合成实验中氯化氢的吸收效果不理想，我们改进了气体吸收装置，采用微负压操作，保证反应顺利进行。

苯甲酸合成实验中，我们采用微正压操作，使氧化反应时间由 2 小时缩短到 1.5 小时以内。此外，将高锰酸钾的加入方式由用水溶解后用滴液漏斗滴加，改成在搅拌状态下直接加入反应烧瓶中，简化了操作步骤。

改革了制备甲基橙的传统方法，使实验步骤大大简化，反应条件变得温和，并课堂采用不同的甲基橙合成方法，让学生思考工艺的优缺点。

柱色谱实验采用两种常见的吸附剂，引导学生分析不同的实验现象产生的原因，将理论与实验很好地结合起来。

应化专业学生还设有多步骤综合设计型开放实验，锻炼学生独立进行文献查阅、设计实验方案并完成实验的能力。

因为任课教师人员多，为避免授课知识点不统一、不到位，我们统一制作了电子教案和展板。

根据以上教改内容，发表了 3 篇教改论文。

2. 可视化教学改革

有机化学实验涉及的基本训练内容很多，要求学生既要掌握实验仪器的正确使用方法，又要熟练有机实验的基本操作，还要通过有机合成实验来熟悉有机化学的实验原理、实验装置、实验步骤、数据处理等实验基本过程。由于有机化学实验课程学时有限（化学专业 72 学时，其它专业 32 学时），仅靠课堂无法使学生进行有机化学实验系统训练、达到实验教学目的，为此我们自 2005 年起，开始探索有机化学实验可视化教学，通过三年时间的努力和经验总结，拍摄完成了由专业教师演示、专业人员拍摄、并配有文字注释和配音的规范的 29 个实验教学视频，总时长达 2h，并同步在校园网络平台播放，较早实施了网络教学与课堂教学结合，取得了较为满意的效果。

3. 《基础有机化学实验》教材

为满足本校学生的课程要求，我们编制了《基础有机化学实验》教材。本教材层次清晰，内容完全体现了由易到难的三个层次，即基本训练、综合性实验、研究性试验。使学生通过有机化学实验课的系统学习训练，综合思考问题和解决问题的能力以及动手能力得到提高。教材主要内容包括四部分：

（1）有机化学实验的一般知识：

介绍有机化学实验的事故预防和处理、常用仪器认知、实验报告的编写和重要文献的查阅，使学生熟练使用有机化合物手册和其它物化工具书，学习预防与处置化学实验事故的知识，培养学生严谨的科学态度和良好的实验记录习惯。

（2）有机化学实验基本操作：

全面而系统的介绍 27 个有机实验基本操作原理、操作步骤要点和操作注意事项（配视频），使学生规范实验操作，避免实验危害事故的发生。提高学生对实验仪器、设备的规范操作能力，强化学生对化学反应及原理的理解，养成学生良好的实验习惯，提高学生的实验操作技能。具体包括：玻璃加工、加热、冷却、萃取、过滤、重结晶、升华、熔点的测定、蒸馏（常压蒸馏、原油实沸点蒸馏、减压蒸馏、旋转蒸发、沸点的测定）、共沸蒸馏、水蒸气蒸馏、回流、分馏、气体吸收、搅拌、干燥、折光仪的使用、旋光仪的使用、色谱（纸色谱、柱色谱、薄层色谱、气相色谱仪法）、超声辐射技术、微波辐射合成技术等。

（3）有机化学实验：

根据反应机理类型和操作特点，汇总了有机化学实验中 82 个比较经典的有机合成实验，具体分类包括：基本操作实验（含渣油四组分分析）、烯烃合成、卤代反应、醚的合成、酯化反应、Fridel—Crafts 反应、羟醛缩和反应、格氏（Grignard）反应、重氮化及偶联反应、芳烃的硝化反应、芳烃的磺化反应、氧化反应、还原反应、歧化（Cannizzaro）反应、重排反应、相转移催化反应、Skraup 反应、Diels-Alder 反应、光化学合成、微波有机合成、超声波有机合成、电化学有机合成、生物合成、外消旋化合物的拆分、天然产物的提取、其它反应合成、多步合成等。

（4）教学视频：

由专业人员系统地拍摄有机化学实验的常用仪器实物展示，并由专业教师演示规范的实验操作和部分合成实验。视频共计 29 个，总时长 2 小时 6 分 59 秒，以二维码的形式提供链接供读者观看。通过观看教学软件，使学生更易于直观的理解和牢记实验中的知识点和关键操作，能够合理安排实验，在安装仪器时思路清晰、操作规范，实验操作失误率大大降低，达到了同步教学的目的。视频内容具体包括以下三部分：

- ① 有机化学实验仪器认知视频 1 个；
- ② 基本操作教学视频 21 个，内容包括：加热、冷却、干燥、搅拌、过滤、萃取、升华、熔点的测定、沸点的测定、折射仪的使用、旋光仪的使用、分水器的使用、常压蒸馏、分馏、减压蒸馏、水蒸汽蒸馏、旋转蒸发、柱色谱分离、气相色谱仪的使用、原油实沸点蒸馏。
- ③ 有机化学合成综合实验教学视频 7 个，内容包括：甲基橙的合成；1-溴丁烷的合成；2-硝基-1,3-苯二酚的合成；苯甲酸乙酯的合成；三苯基甲醇的合成；三苯基膦的合成；渣油四组分分析。

三、有机化学实验课程建设的创新点

有机化学实验课程建设立足于基本训练、综合性实验和研究型实验三个层次递进，《基础有机化学实验》教材被列为石油高等教育十三五规划教材，特色鲜

明：

(1) 重视基础知识训练。全面介绍了有机合成实验的基本操作原理、操作步骤和操作注意事项，并配有实验操作视频。内容兼顾了本校及国内各高校实验仪器的共性，使学生充分了解并掌握规范的基本操作和实验技能、最终具备独立设计实验方案、完成综合性化学实验的能力。

(2) 有机合成实验部分。总结了我们多年实验教学的实践经验和教学改革成果，选择一些重要的、有代表性的、典型的合成反应实验，还收入一些多步骤综合实验，如由苯胺制备对硝基苯胺、由对硝基甲苯制备对氨基苯甲酸乙酯(苯佐卡因)、维生素B类泛酸钙、头孢类医药中间体合成等，为设计性综合实验打下良好的基础。同时还引入了具有中国石油大学特色、与石油有关的实验案例——原油实沸点蒸馏和渣油四组分分析。特别是作者把多年科研成果中有创新、实用性强的近三十个有机化学合成实验实例引入教材，如甲基叔丁基醚、二苯醚、双酚A、对硝基苄基溴、甲基巯基四氮唑、D-泛酸钙、三苯基膦、环丙氨嗪、4-己基-1,3-苯二酚、绿色防腐剂山梨酸等，不仅使实验内容具有新颖性，也补充完善了当代一些新的有机化学合成工艺，并借助现代的科学仪器加深了对反应原理的理解（如：气相色谱仪监测反应进程），对有毒试剂进行更换，从而强化了本教材的适用性和参考价值。

(3) 二维码教学视频。29个有机化学实验的小视频，内容包含机化学实验常用仪器、规范的实验基本操作和部分典型合成实验操作。每个小视频采用二维码技术植入教材中的相关内容页面中，学生用手机扫描二维码即可进行播放演示，这在国内同类教材中是首创！通过观看教学视频，更易于直观地理解有机化学实验，做好实验前的预习，达到了同步实验教学、使教材立体化的效果。

四、应用情况及推广价值

1. 实验内容优化

对于教学实验中涉及增加的电动搅拌、旋转蒸发、减压蒸馏、水蒸气蒸馏、分馏等基本操作，已经到位。对于实验内容方面改进的实验安全和内容优化等内容，也实施于教学中，近几年的实施情况说明，教学效果良好。

2. 可视化教学成果

拍摄完成的29个DVD版实验教学视频，同步在校园网络平台播放，可视化教学取得了较为满意的效果。

3. 《基础有机化学实验》教材

《基础有机化学实验》教材是作者经过多年有机化学实验教学实践，探索总结编写完成的。教材内容包括了全部的有机化学基本操作进行基本训练，又涉及很多不同反应类型的综合实验及研究性实验，而且二维码教学视频不仅针对本校学生量身定做，还能满足其他院校的需求，充分体现了“重视基础、淡化专业、

强调综合、因材施教”的原则，作为我校应用化学、化学工程与工艺、能源化工、环境工程、环境科学、材料科学与工程等专业学生的有机化学实验教材和其它院校师生的参考教材，完全满足该课程任课老师的教学实验需求，取得了良好的教学效果。

《基础有机化学实验》教材被列为石油高等教育十三五规划教材，是一本比较完善的有机化学实验教材，非常适合相关高校选用。北京理工大学、河南理工大学、山东科技大学等院校教师也多次和本教材作者交流，对本教材给予高度评价，已成为高校教师、求知欲比较强的学生、参加大学生化学实验竞赛培训班的同学以及部分参加创新实验的学生的重要参考教材，特别是可视化教学视频，受到广大学生的高度评价与普遍欢迎。通过观看视频，学生在安装仪器时思路清晰、操作规范。能够合理安排实验、实验时间缩短。实验安全性得到提高，玻璃仪器等破损率大大降低，学生有能力处理实验中出现的一些安全问题，没有发生人身伤害事故。

教材自 2016 年 8 月出版至今两年时间，累计销售 900 余册，作为专业性教材来说销量较佳，除北京、新疆等地一些石油类高校作为教材选用之外，一些高校图书馆也订货收藏，此外还分别销往北京、武汉、成都、杭州等多地书店，并借助新兴的网络平台积极对外推广发行，产生了较好的社会影响，出版社提议明年或后年修订后再版。

销售网址：

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a1z10.3-c.w4002-8227636868.10.64943df0Di7It7&id=544407382436>

五、成果展示

1. 展板

我们统一制作展板，对实验目的、实验原理、实验内容、注意事项及涉及的基本操作等内容进行了介绍，并且节省了教师写板书的时间，使用效果良好，并已经推广到无机化学与分析化学实验教学中。如苯甲酸乙酯合成实验：

有机化学实验 **苯甲酸乙酯的合成**

一、实验目的

熟悉掌握酸与酯化反应的原理：掌握分水器、旋转蒸发仪和减压蒸馏的原理及基本操作要点；掌握加热回流、萃取分离、溶液干燥、测折光率等基本操作；了解有关共沸混合物的基本知识等。

二、基本原理

主反应： $C_6H_5COOH + C_2H_5OH \xrightarrow[\Delta]{H^+} C_6H_5COOC_2H_5 + H_2O$

副反应： $2C_2H_5OH \xrightarrow[\Delta]{H^+} C_2H_5OC_2H_5 + H_2O$

$C_2H_5OH \xrightarrow[\Delta]{H^+} CH_2=CH_2 + H_2O$

合成高沸点羧酸酯，要可逆反应，提高收率的措施是？

三、基本操作

减压蒸馏装置：分为蒸馏、减压、保护、测温四部分
安装蒸馏部分（顺序）蒸馏瓶、克氏蒸馏头、毛细管、温度计、冷凝管、多头接引管和接收瓶。毛细管上端加一节乳胶管并插入一细铜丝。用橡皮夹夹住：注意接头之间用真空脂密封！→连接安全瓶→连接压力计→连接干燥吸塔→连接真空泵→空试系统是否漏气→将待蒸馏液倒入蒸馏烧瓶→通入冷却水（或使用空气冷凝管冷却）→打开直空泵→关闭安全瓶上的放空管→压力稳定后加热→估计大致沸点→通过馏分头调节进气量→按要求接收不同馏分，并记录不同馏分馏出时的温度及对应的真空度→蒸馏完毕，移去热源→待稍冷却后，慢慢开熄炉火和放空至常压→关真空泵→停冷凝水→拆卸蒸馏装置→产品称重。

四、实验过程

加料（提高收率的方法？分水器原理？加酸酯注意降温？）→分水器（加水、位置？）→冷凝管→加热回流（速度？现象？终点判断？分水注意？）→反应结束，注意拆卸装置！→反应液用冰水洗（作用？）→滴和NaHCO₃洗涤中和（作用？产物位置？）→无水MgSO₄干燥→旋转蒸发（为什么？）→减压蒸馏（观察装置安装及操作！），收集产品馏分（记录温度和对应真空气）→称量，测折光率。

五、注意事项

1. 加硫酸容易使反应物氧化，注意投加升温。
2. 分水器分水一端的粗玻璃管不可套乳胶管，不利于观察，容易分水过快，应控制一进一出的分水操作。
3. 认真操作，控制加热回流速度，防止过快而造成反应系统发生爆裂！
4. 注意观察反应过程中出现的现象，依此判断反应进程！
5. 减压蒸馏时要先抽真空至最大，再加热，或开始控制加热速度慢一些。
6. 停止减压蒸馏时，应先撤走加热装置，稍冷后，慢慢放空，使压力计（表）恢复到零的位置，再关泵。**严禁快速放空，有水银柱冲破玻璃管溅出的危险。**
7. 处理数据时，产品折光率要进行校正。
8. 注意实验过程中数据的记录，特别是不同馏分沸程对应的真空度，记录不少于三组数据！



2.DVD 视频

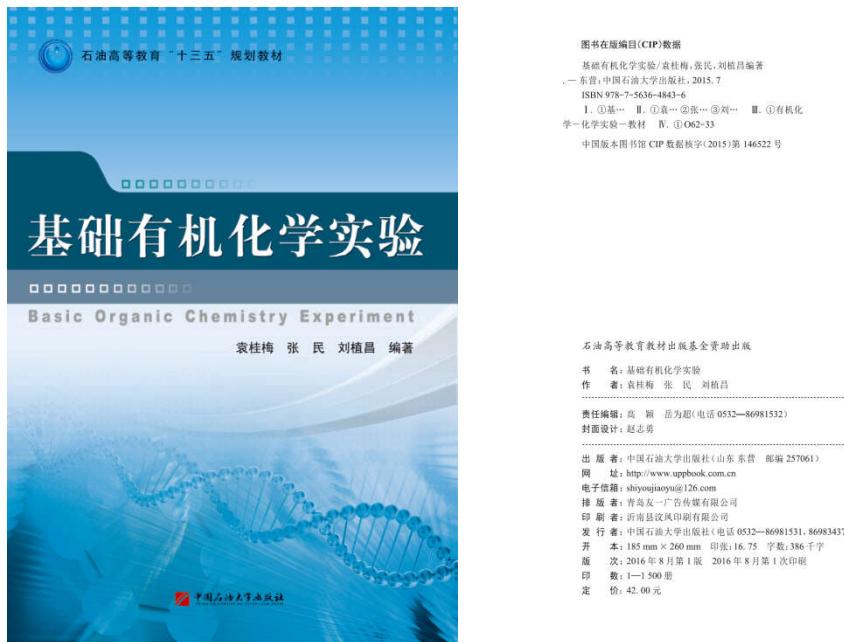
拍摄完成的29个DVD版实验教学视频同步在校园网络平台播放，具体如下：



3.《基础有机化学实验》教材

《基础有机化学实验》教材于2016年8月由中国石油大学出版社正式出版发行，出版号ISBN 978-7-5636-4843-6，38.6万字。教材中附29个二维码小视频，

总时长2小时6分59秒。教材封面及版权页：



目 录

Contents

第1章 有机化学实验基础知识 ······	1	2.21 微波辐射有机合成技术 ······	121
1.1 有机化学实验教学目的和任务 ······	1	第3章 有机化学实验 ······	125
1.2 有机化学实验室规则 ······	1	3.1 基本操作实验 ······	125
1.3 有机化学实验室事故的预防和处理 ······	2	实验 1 乙酰苯胺重结晶与熔点的测定 ······	125
1.4 有机化学实验常用仪器 ······	6	实验 2 苯重结晶及熔点的测定 ······	127
1.5 有机化学实验预习、记录和实验报告 ······	22	实验 3 丙酮和水混合物的分离实验 ······	128
1.6 重要专业文献简介 ······	27	实验 4 常量法和微量法测定乙醇的沸点 ······	130
第2章 有机化学实验基本操作 ······	31	实验 5 减压蒸馏纯化 2-呋喃甲醛实验 ······	132
2.1 简单的玻璃加工操作 ······	31	实验 6 蔗糖和果糖溶液旋光度的测定 ······	134
2.2 加 热 ······	35	实验 7 荧光黄和碱性湖蓝 BB 的分离 ······	135
2.3 冷 却 ······	41	实验 8 汽油或沥青中四组分的分离实验 ······	136
2.4 萃取和洗涤 ······	42	3.2 烯烃的合成 ······	139
2.5 过 滤 ······	47	实验 9 环己烯的合成 ······	139
2.6 重结晶 ······	50	3.3 卤代反应 ······	141
2.7 升 华 ······	53	实验 10 2-氯丁烷的合成 ······	141
2.8 熔点测定及温度计校正 ······	55	实验 11 1-溴丁烷的合成 ······	142
2.9 蒸 馏 ······	61	实验 12 溴苯的合成 ······	144
2.10 共沸蒸馏 ······	72	实验 13 亲核取代反应——亲核试剂的竞争反应 ······	146
2.11 水蒸气蒸馏 ······	74	3.4 酚的合成 ······	150
2.12 回 流 ······	79	实验 14 正丁醚的合成 ······	150
2.13 分 饱 ······	81	实验 15 二苯醚的合成 ······	152
2.14 气体吸收 ······	85	实验 16 甲基叔丁基醚的合成 ······	153
2.15 揉 拌 ······	86	3.5 酚化反应 ······	154
2.16 干 烘 ······	89	实验 17 乙酰乙酸的合成 ······	156
2.17 折光率测定 ······	95		
2.18 旋光度测定 ······	98		
2.19 色谱法 ······	101		
2.20 超声辐射有机合成技术 ······	119		

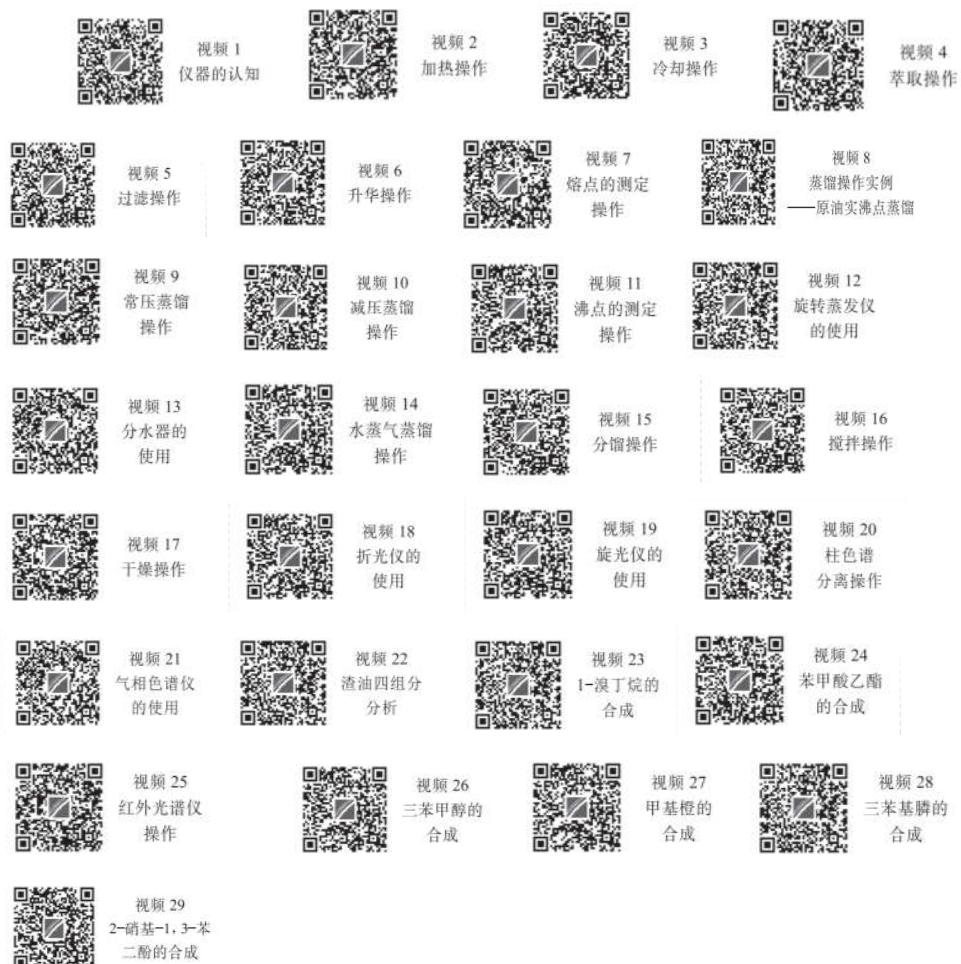
1

教材目录：

实验 18 乙酸正丁酯的合成	157
实验 19 苯酚乙酸的合成	159
实验 20 乙酰水杨酸的合成	161
3.6 Friedel-Crafts 反应	162
实验 21 苯乙酮的合成	164
实验 22 苯酚 A 的合成	165
实验 23 乙苯的合成	166
3.7 酯化缩合反应	167
实验 24 苯亚甲基苯乙酮的合成	168
实验 25 肉桂酸的合成	169
实验 26 乙酰乙酸乙酯的合成	170
3.8 格氏反应	171
实验 27 丙酮甲醇的合成	172
实验 28 2-甲基丁酸的合成	174
3.9 重氮化及偶联反应	175
实验 29 3-硝基苯苯的合成	176
实验 30 4-氯甲苯的合成	178
实验 31 丹参醌的合成	180
3.10 芳烃的硝化反应	182
实验 32 间氨基的合成	183
实验 33 对氨基苯酚的合成	184
3.11 芳烃的碘化反应	186
实验 34 对氨基苯碘酚的合成	186
3.12 氧化反应	187
实验 35 环己酮的合成	188
实验 36 1,6-己二酸的合成	189
实验 37 苯甲酸的合成	190
实验 38 对氨基苯乙酸的合成	191
3.13 还原反应	192
实验 39 苯酚的合成	194
实验 40 对氨基苯乙酸的合成	195
实验 41 间硝基苯苯的合成	197
实验 42 二苯基甲酸的合成	197
3.14 缩醛化反应	199
实验 43 2-呋喃甲酸和 2-呋喃甲醇的合成	199
实验 44 季戊四醇的合成	201
3.15 重排反应	202
实验 45 邻氨基苯甲酸的合成	203
实验 46 4-丙内酰胺的合成	204

参考文献

教学视频二维码：



4.教改项目

- ① 2005.9月-2006.9: 有机化学实验教学可视化及加强应化专业学生综合实验技能的改革
- ② 2013.1-2015.4: 《苯甲酸乙酯的合成》实验改进研究
- ③ 2016.9-2017.12: 有机化学研究性实验《柱色谱》分离实验改进
- ④ 2012.1-2012.12: 苯甲酸制备实验无苯化研究
- ⑤ 2008.12-2016.8: 编写《基础有机化学实验》教材

5.教改文章

- ① 吸附剂对柱色谱法分离荧光黄和碱性湖蓝效果的影响, 郭巧霞*, 周璟, 袁桂梅, 俞欣, 赵亮, 张民, 刘植昌, 申宝剑*, 化学教育, 2017, 38(10), 47-52. 中文核心期刊
- ② 气相色谱法在“苯甲酸乙酯合成”实验中的应用, 郭巧霞*, 徐佳, 任申勇, 王晓, 俞欣, 袁桂梅, 张民, 化学教育, 2015, 36(14), 24-27. 中文核心期刊
- ③ 王志会, 袁桂梅, 蔡文登. 苯甲酸乙酯制备实验的改进研究, 教育教学论坛, 2016年7月, 第29期, 255-256.

以物理类创新课程为平台，提升大学生综合能力

主要完成人员：林春丹 周广刚 张万松 冷文秀 杨振清 邵长金 张国林

近年来，我们以现代教育思想为指导，贯彻通识教育原则，围绕知识、素质、能力、精神综合培养为目的，对大学物理课程（含实验）进行了全方位的改革和建设，开设了大学物理系列后续通识课程，进一步拓展了大学物理教学内涵，形成了以大学生创意实践为核心的物理通识教育方法，构建了以培养学生科学与人文素质、强化学生动手实践能力为特色的教学新体系。

一、搭建“三个互通平台”，注重大学生实践能力培养

为及时把大学生的创意应用于实践，依托“物理实践与技术”课程，搭建了“校内物理实践”教学互通平台；通过该平台，能够让学生自由发挥，对现有物理现象及应用提出设想，并利用开放实验室将创意转化为实际成果。学生们充分利用这些良好的平台，在科技加工室、新设备研发及制作室等制作科技作品，参加北京市大学生物理实验竞赛、首都大学生挑战杯等多种比赛，既开拓了他们的视野，也培养了他们科学生产能力，锻炼了他们的动手制作能力，而且比赛中取得了很多奖项。这更加激发了大学生进行科技探索的积极性，同时也增强了他们的自信心。

为实现物理通识理论的工程应用，搭建了“北京九州之光教育研究中心”校外大学生科技交流和物理实践平台，利用该平台，大学生可以在教师指导下自主研发教学和应用产品。自主研发和制作 20 余件物理演示设备及相关教具，包括具有石油专业特色类教具 5 台，其中经典的“磕头机”、“石油分馏演示仪”、“石油旋转分离演示仪”等一直用于教学中，直观形象，一目了然，取得了良好的教学效果。

搭建了网络教学平台，学生可以提前下载课件预习，查阅相关资料如学生自制作品，调动学生的积极性；利用微信公共平台“物理探索与演示厅”及时了解课程信息与科普教育基地的新闻，选修物理通识课程的学生可以互通有无，交流思想，推进教学。

为了增强学生的社会服务意识，在“昌平区科技活动中心”设立了“中国石油大学生社会实践基地”，为大学生搭建了课外社会实践活动平台，提供了良好的社会考察和科技实践的平台。每年暑期有 20 余名学生前往基地担任科普讲解员、科普宣传员、科技指导员、机器人大赛培训班讲师等，并参与仪器的维护及保养等工作。这些科普宣传活动促进了学生学以致用，理论联系实际，在实践中锻炼和提高了能力。他们的工作态度及能力赢得了科协的认可与表扬。石大学生利用自己的课余时间连续几年指导昌平区中小学生参加北京市青少年科技创新

大赛，年年获大奖，极大地推动了昌平区的青少年科技创新水平，同时提升了大学生的创新意识与创新能力。扩大了我校对外的辐射力和影响力。自 2015 年以来，承担我校附中和附小的科学类通识讲座课程与科技训练课程，为支持我校附中附小的建设起到了重要的作用。

二、完成了《物理技术与实践》及《工程物理与实验竞赛》两门物理通识课程建设，形成了稳定的、结构合理的教学团队

《物理技术与实践》、《工程物理与实验竞赛》、《大学物理 D》这三门全校通识教育公共课已经组建了一支高素质的教学队伍，团队由教学经验丰富的老教师及年富力强的中青年教师组成，年龄结构合理，而且科研能力强。在搭建了物理创新实践能力培养平台后，建立了创新人才课程体系。

为加强大学校园物理文化环境建设，营造校园物理文化氛围，科技展厅外设置与物理文化知识、当代科学技术相关的宣传板，介绍科学家取得的成就，使学生耳濡目染，对物理不再产生敬畏感，体会到物理与生活息息相关，能够感受到它神奇魅力。

为了使学生切身感受到物理的无处不在，“物理从生活中来，回到社会中去”，结合实际场景和现代科学技术的发展，制作了大量的教学图片和影像资料。该课程注重演示和动手能力的培养，注重物理与其它学科的联系，教学中所探讨问题贴近生活。例如：汽车起步或转弯时为何减速？发令枪为何对着黑色挡板开？香蕉球弧线轨迹是如何产生的？被水粘一起的两块玻璃片为何放到水里反而分开？拱桥与虹桥的奥秘？公交电车和电动助力车为何都用直流电机？……而且制作的图文并茂的电子课件及贴近生活的有趣的问题既激发了学生的求知欲，也满足了物理教学的要求，深受学生喜爱。尽管每年开设九门次课程，仍未能满足学生选课需求，学生评教结果连续多人次进入前20%。

三、基于建构主义思想，形成“竞赛+项目”实践教学模式

基于建构主义的“竞赛+项目”实践教学模式，是师生通过共同实践一个完整的“竞赛+项目”而进行的实践教学活动。其核心就是将实践教学内容任务化，以竞赛形式完成实践任务。即以总的实践教学任务为框架，细分“子任务”并作为支架，以竞赛活动为载体，使学习者沿着“支架”逐步攀升。它打破了传统实践教学中师传生受的旧框框，变被动实践为主动参与，教师不断地激励学生，极大地激发了学生的学习热情和实践兴趣，符合建构主义教学设计原则。它以现代教育理念为指导，以实用为主，以学生发展为主，改变知识的单向传播，强调形成积极、主动的学习态度；强调竞争与合作。在实践教学中既有“教”的设计又有“学”的设计，既有自主学习、实践又有合作探究，充分发挥学生的主体作用和教师的主导作用。

“竞赛+项目”实践教学模式的基本特征是“以竞赛+项目为主线、教师为主

导、学生为主体”。其关键是“竞赛+项目”的设计，构造出一系列典型的可操作的“竞赛+项目”，让学生在完成“竞赛+项目”中掌握知识、技能与方法。在科技竞赛中引入竞争机制，整体牵引学生自主实践水平迅速提升。

此种教学模式不仅已得到了学生的认可，也得到了周边兄弟院校的认可。政法大学以两校共同培养模式利用我校的教学平台来选修《文科物理》。实践性很强趣味性很浓实用性较强的选修课——《物理技术与实践》，也吸引了政法学生，他们来我校参观演示实验室，并在我校物理老师指导下获得北京市高校物理实验竞赛奖项，提高了学生的综合素质，加强了校际合作与教学资源的共享。

四、探索出了一些科学有效的物理通识课程教学方法：“演示+实践”、分组讨论、自主探究

课堂上首先通过视频或图片及演示实验向学生介绍物理现象，激发了学生的好奇心，加深了学生的感性认识，再详细讲解相关的理论知识，并列举大量的生产和生活实例，给学生创造物理场景，拉近了学生与物理知识的距离。教学中通过设备介绍、操作观察、现象分析、技术应用、实践体会（完成课堂讨论报告书）等教学环节，使学生从所观察到的现象中确认相关的理论，举出相关理论的实际应用和理论的拓展与应用，提出原有设备或设施的缺陷和改进方案以及新设备或设施的设计方案，写出在学习实践中的体会、感想和建议等。在教学过程中，更多的结合日常生活中的实例，引导学生从观察具体的经验事实开始，逐步逼近概念和理论，并引导学生尝试科学实验研究——查阅文献、进行调查、收集资料、检验假设、撰写研究报告，鼓励学生用不同的方法和材料进行不同的实验和仪器制作，并得到相关的结论，以提高动手能力和解决问题的能力。

小组讨论、自主探究的教学方式使学生的学习由被动接受变为主动探讨，解决了传统的“教与学相脱离”的教学问题。讨论课堂以小组为单位，讨论提出的开放性的问题，讨论结果由一名同学执笔撰写报告。要求学生以组为单位对课堂知识及拓展应用展开调研，以 PPT 的形式在课堂上介绍相关的调研结果，加强了组员的团队协作精神。将自主学习纳入到考核中，激励学生进行主动思考，提高了他们的自主学习能力，做到了“教”与“学”相长。

作为石油特色鲜明的高校，通识教育的作用尤为突出。文科学生也需要有一定的理科知识背景，理科学生更需要成为掌握精湛的专业知识和具备创新能力的应用型人才，所以物理通识课的开设正是满足了这一文理兼容的需求。基于这一点的考虑，物理技术与实践课分组原则是文理生混合，讨论问题取长补短，有益于培养他们的发散思维，这种分组方式深受学生欢迎。《文科物理》及《大学物理 D》教学针对文科生，所以教学以“博”见长，同时围绕能源突出石油化工特色，利用演示实验室教学资源讲解物理基本知识，教学直观形象，激发了文科生学习物理兴趣，在全国部分地区大学物理竞赛中取得了文科类一等奖的佳绩。

五、《物理技术与实践》教材编写

物理技术与实践是为了使我校科普教育基地日益丰富的资源能有效地得到推广，依托该基地于 2008 年开设了《物理技术与实践》课程。这门课程实践性强，很受学生欢迎，很多同学来申请特殊选课。课程讲义使用 4 年之后，由中国石油大学高等教育出版社的资助《物理技术与实践》教材于 2019 年正式出版。该教材内容包括力学、电磁学、热学、振动波动、光学、电子技术等，涵盖的知识面广，而且着重于介绍这些物理知识的实际应用，适用于本科生大学物理后续通识课程的学习。教材难度由浅入深，通过扫码可以看到视频，便于读者更好地直观地理解物理原理，并将理论知识与现实生活联系在一起。实验拓展部分包括仪器故障分析，使学生达到举一反三、学以致用的目的，该教材特别适合工科专业学生对物理知识的理解与掌握，为通识课程教学奠定了良好的基础。

六、通过课程教学改革实践，提高了课堂教学质量和总体的教学效果，推动了物理通识课程建设，获得了多项教师教学优秀奖和学生作品竞赛奖。

老师和学生们充分利用这些优质的资源，自主研发和制作 20 余件物理演示设备及相关教具。其中具有石油专业特色“磕头机”、“石油分馏演示仪”、“石油旋转分离演示仪”等教具 5 台，经用于教学直观形象，取得了良好的教学效果。

学生参加北京市大学生物理实验竞赛获奖 20 余项、首都大学生挑战杯获奖 2 项，教师获得大学生科技创新优秀指导教师 22 人次，发表教学论文 20 篇。

经过多年的探索与实践，在研究物理通识教学方面得到了一些启示，取得了一些成效，同时还存在很多问题，我们深深感到：我们所做的工作距离新形势下满足社会需求的复合型人才的培养目标差距还很大，改革工作任务还很重，我们将继续深化教育教学改革。借助教学改革研究成果，促进物理通识课课程建设，并在原有的基础上进一步探索符合教学模式的石油类特色人才培养模式。

地质类研究生创新能力培养模式探索与实践

主要完成人员： 岳大力、曾溅辉、王贵文、吴胜和、柳广弟、钟大康、陈书平、李美俊、芦鸿娟、李力

一、主要解决问题

进入新世纪以来，我国油气勘探和开发遇到了一系列前所未有的难题：油气勘探和开发对象向深层、深水和非常规油气发展，难度增大，亟待需要新理论和新技术，这些难题给研究生的培养带来了前所未有的挑战。2012年以来地学院针对油气地质领域专业型、学术型硕士和博士研究生的不同特点，瞄准国家能源重大需求和海外油气战略，实行油气地质高端人才的分类培养。以新时期油气勘探开发理论和技术难题以及行业人才需求为问题导向，依托行业特色和学科优势，构建了实践课程→科学研讨课→学科竞赛→学术论文与学位论文（实验与实践）的递进式研究生创新能力培养体系，开拓了新形势下油气地质领域研究生创新能力培养平台；着力解决新时期行业特色高校高层次人才创新能力欠缺以及缺乏行之有效的培养平台、途径和培养方式的问题。

二、主要成果

根据油气行业对地质类研究生创新能力的需求，着重从知识体系、实践平台、学科竞赛、制度保障等途径加强对学生创新能力的培养。

1. 多样化研究生培养模式

近年来，油气勘探和开发对象向深层、深水和非常规油气发展，这些难题对于研究生的培养带来了前所未有的挑战，为了适应新的需求，探索了由博士研究生、学术型硕士、全日制专业学位硕士、全英文班硕士、非全日制专业学位硕士等组成的多样化研究生培养模式，实现了地质类高端人才的分类培养。目前正在探索本博一体化创新型人才培养模式，已完成了培养方案修订和课程大纲的系统梳理，并确定了具体的选拔方案，进一步拓宽了研究生培养模式。

2. 高阶性研究生课程体系

（1）优化课程体系，提升课程挑战度

针对油气地质领域研究生生源多样化的特点，构建了“厚基础、重实践、强交叉”培养方案和课程体系。优化了已有课程的课程内容授课和考试方式，新增科学问题研讨课、野外地质研讨课和科技论文写作等高阶性课程，大大提升了课程难度与挑战度，为研究生创新能力培养奠定了理论和学术基础。课程的授课侧重于知识能力素质的有机融合，培养学生解决复杂问题的综合能力和高级思维；课程内容更反映学科的前沿性和时代性，教学形式呈现先进性和互动性，学习结果具有探究性和个性化。

(2) 建立优质实践教学平台，提高学生实践创新能力

在全国率先建成了国内领先、特色鲜明的油气地质领域“五位一体”的研究生实验教学平台，投入4500万元建设了集野外地质、实体和数字岩心、地质分析测试、测井资料解释和地震资料解释等五个子平台的校内创新实验平台。以此实验平台为依托，开设了46门融基础、技能和创新能力为一体的实践教学系列课程，包括油藏地质分析软件系统、岩心相分析、石油地质综合训练等；实行了开放式实验教学模式。

(3) 充分发挥国家重点实验室科研平台的作用，科研反哺教学

油气资源与探测国家重点实验室为研究生从事创新研究提供必要的实验设备条件和软件工具。油气资源与探测实验室在“盆地演化与油气资源分布”、“油气成藏机理”等方向，解决油气勘探重大技术难题的基础科学问题，培养油气资源与探测领域的高层次人才。同时对研究生实现了实验室开放式管理，实行在教师指导下学生自主选择实验内容、自主进行实验的开放式实验教学模式。

(4) 建设精品课程，优化授课方式

建成2门教育部来华留学英语授课品牌课程石油地球化学、沉积学原理（全校三门）；积极推进在线课程建设，探索混合式教学模式，实现灌输式教学向探究式教学的转变，摒弃传授知识为主的教学方式，实现课程教学中从建构知识、培养学生独立思考到研究性学习。《储层表征与建模》、《层序地层学》、《油气田开发地质工程》的课程被列为全国工程专业学位研究生在线课程建设项目，目前已完成知识点的碎片化处理及录像，《储层表征与建模》课程已实现线上线下混合式授课，同时，《储层表征与建模》教材被评为北京市精品教材。

3. 品牌化研究生学科竞赛

首创了集“学、赛、研”于一体的全国油气地质大赛，并以该大赛和美国石油地质学家协会（AAPG）举办的IBA设计大赛等创新实践活动为载体，提升学生解决复杂问题的创新能力。“全国油气地质大赛”旨在培养适应社会发展需要的高端油气地质专业人才，赛题具有很强的预测性和多解性。大赛以开放性、多样性、实践性和创新性教育相结合，搭建了多维度、全方位、全过程的育人平台；大赛的题目、数据、规范、标准和评审专家全部来自于工程实际和热点问题，教-学-赛-研一体化，引导学生由被动学习-实践转为主动学习-设计-创新。

目前全国油气地质大赛已举办三届，学生参与度非常高，参赛对象为全日制普通高校（科研院所）在校本科生、硕士研究生及博士研究生。首届油气地质大赛就吸引了来自全国19个高校的1061名学生报名参赛，实现了石油地质类高校的全覆盖。大赛设定“油气地质技能大赛”、“油气地质研究生学术论坛”、“油气地质知识竞赛”等环节。“技能大赛”由综合组和单项组两部分构成：综合组参赛学生需组成3-5人的团队；单项组竞赛，由参赛选手个人完成。总决赛阶段，

同一名选手不能同时参加综合组和单项组竞赛，相同作品亦不可同时用于参加综合组和单项组竞赛。“油气地质知识竞赛”主要包括岩石矿物、构造地质、沉积储层、石油地质、开发地质等知识，知识竞赛参赛学生需组成3人的团队，学历不限，知识竞赛成绩不计入技能大赛，独立进行评比。

“油气地质技能大赛”以石油地质知识和技能应用为基础，提出综合评价方案，主要涉及沉积相分析、地震资料构造解释、石油地质综合评价以及油藏评价等。大赛促进了油气地质类专业教育教学综合改革，激发了学生自主学习动力，着重培养了学生基本地质技能、创新能力和团队协作能力。在三届全国油气地质大赛中，我院学生获得优异成绩，尤其是在第三届大赛中成绩非常优异，勇夺综合组特等奖，包揽了研究生所有四个单项组的第一名。

4. 多层次研究生国际交流

(1) 开拓多层次和多样化的研究生国际化培养途径

实施了学校国际化战略行动计划，通过中外联合、短期交流、科研合作、校园国际课程等建立了多层次和多样化的研究生国际交流机制，不断提升研究生的全球胜任力。开拓多层次和多样化的研究生国际化培养途径，基于国家留学基金委、中石油和中石化合作、外国政府（俄罗斯等）奖学金和国外石油公司（阿联酋石油公司等）开展中外联合培养；设立“研究生国际学术交流基金”等；将博士生参加国际学术交流作为毕业和授予学位的必要条件；鼓励学生参加国际 AAPG 大赛、国际学术会议等短期出国交流；通过国际创新合作培养项目与国外大学联合培养研究生。

(2) 建设校园国际课程，提升本土国际化水平

开设油气地质全英文硕士学位项目，建设校园国际课程12门；过程中不断加大外教引进力度，固定外教课程，提高课程质量，外教授课从2014级的3门增加到2016级的9门，外教来自于国外著名的大学和企业高级专家，包括美国 University of Texas at Austin，英国 Brunel University 和美国 Schlumberger Doll research center 等。课程安排也不断优化，以往外教课程集中在春季学期，课程安排不利于学生学习，从2016级开始，全英文班课程在两个学期均衡分布。另外，全英文班吸引了留学生加入课程学习，大大增强了国际班的国际化氛围。在学员生源方面，在考研初试总分和六级成绩达到报名要求的前提下，学院进一步对报名学生进行了专业知识和英文水平的面试，以确保项目生源质量，地质工程全英文班的组成主要是学术型硕士和留学生，还有一少部分专业学位硕士。这些校园国际课程为本土国际化的顺利实施奠定了坚实基础。

(3) 通过政策激励，提高学生全球竞争力

AAPG 全球助研金 (GIA, Grants-In-Aid) 是由美国石油地质家协会 (AAPG) 面向全球硕士和博士研究生设立的基金资助项目，旨在为研究生提供资金帮助，

以支持在石油和能源矿产的勘探与开发、环境地质问题等相关方面的研究。地学院获 AAPG 助研金 26 人次，亚太地区最多，多年为亚洲唯一获资助单位。2019 年全球助研金共有 114 名研究生申请成功，亚洲地区 12 名，其中 10 名来自于我院，由庞雄奇教授、朱筱敏教授、曾联波教授、邱楠生教授、黄志龙教授指导的博士研究生邵新荷、陈贺贺、管聪、刘国平、刘念、张维维，硕士研究生李慧、郑天昱、王珂、王小垚共 10 人获资助。本次为 2012 年以来石大成功申请 AAPG 全球助研金获资助人数最多的一次，我院研究生的科研创新能力在国际舞台上得到了充分展示。

5. 高标准研究生论文质量

(1) 完善制度、严控过程，保证学位论文质量

通过完善制度、严控过程，为研究生学位论文与学术论文的高标准提供了质量保障。学院一直坚持按照“博士预答辩的相关规定”、“硕士学位论文答辩规定”和“博士学位论文开题申请审查要求”等管理规定，对博士、硕士学位论文开题、答辩等环节进行严格监控，并由学院学位评定分委员会统一组织、定期召开博士预答辩会。2013 年、2016 年两次修定了地球科学学院博士生在学期间发表学术论文基本要求，逐步提高了博士生申请学位发表学术论文的要求；制定了地学院博士、硕士学位论文试行全盲审的规定，坚持学位论文开题申请审查制、预答辩、论文查重、论文查错，为进一步提高学位论文质量提供了保障。

(2) 学位论文与学术论文质量大幅提升

研究生论文全盲审结果非常好，未出现重新送审的情况，直接答辩和修改后直接答辩所占比例高达 97.22%。研究生发表国际高水平论文质量和数量较逐年大幅度提高，2018 年学院研究生作为第一作者发表国际 SCI 文章 100 篇，其中 2 区以上高水平 SCI 文章 32 篇，文章总量和高水平文章的数量分别是 2014 年的 5 倍和 10 倍以上，成效非常显著。近 5 年（2014–2018）我院获学校优秀博士论文 11 篇，占学校总数的 22.9%，获学校优秀硕士论文 20 篇，占学校总数的 16.8%；优博、优硕的人数均为全校最多。

三、特色和创新点

1. 构建了基于递进式实践环节的研究生创新能力培养体系

构建了实践课程→科学研讨课→学科竞赛→学术论文与学位论文（实验与实践）的递进式研究生创新能力培养体系；实践课程突出学生的专项实训，科学研讨课重点培养学生的创新思维，学科竞赛着重培养学生解决复杂问题的创新能力，学术论文与学位论文综合塑造学生理论与实践创新能力。

2. 开拓了新形势下油气地质领域研究生创新能力培养平台

首创的油气勘探开发领域研究生系统化实践教学平台，首创了以学生为中心、面向真实生产过程、集“学、赛、研”于一体的全国油气地质大赛，大赛的题目、

数据、规范、标准和评审专家全部来自于工程实际和热点问题，教-学-赛-研一体化，引导学生由被动学习-实践转为主动学习-设计-创新；有效地培养了学生的工程实践和创新能力。

四、应用情况及推广价值

1.研究生创新能力不断提升，人才培养效果显著提高

奖励和荣誉：获得面向全球研究生的美国石油地质学家协会（AAPG）助研金 26 人次，亚太地区最多，多年为亚洲唯一获资助单位。我校研究生连续七年获得“李四光奖”（地质专业最高级别奖励）。我院研究生在三届大赛中取得优异成绩，在第三届油气地质大赛中获综合组特等奖，包揽了所有研究生组单项奖的第一名。

优博优硕论文：近五年地学院获学校优秀博士论文 11 篇，优秀硕士论文 20 篇，均为全校最多。

2.研究生创新能力培养平台建设成效显著

大赛：首创的集“学、赛、研”于一体的全国油气地质大赛辐射引领效应显著，获国内外石油企业和石油、地质高校的广泛认可与积极参与，参赛高校实现了石油地质类高校全覆盖。

实践平台：率先建成了油气勘探与开发领域研究生校内实验教学平台，实践教学平台已推广到中国石油大学（华东）、中国地质大学（北京）和北京大学等高校。

3.辐射示范作用明显

精品课程与教材：建成了 2 门教育部来华留学英语授课品牌课程（油气地球化学，沉积学原理），1 门全国工程专业学位研究生在线课程（储层表征与建模）；出版研究生教材 15 部。储层表征与建模获北京市精品教材，在国内石油、地质高校广泛使用。

教改论文：在中国地质教育等期刊发表相关论文 18 篇。

媒体：人民网、光明日报、光明网、中国科学报（科学网）、中青在线、北青网、中国石油报（中国石油新闻中心）、石油商报、中国石化新闻网等媒体对我院举办的全国油气地质大赛赛况进行了报道，新浪网等媒体对报道进行了转载。

推广：实践教学平台已推广到中国石油大学（华东）、中国地质大学（北京）和北京大学等高校；研究成果在全国一流学科建设研讨会、中国地质学会地质教育研究分会年会、全国工程硕士专业委员会等大会多次做特邀报告和主题报告；示范和引领作用显著。

石油与天然气工程硕士研究生教育认证实践

主要完成人员：张广清 田守嶒 金衍 刘伟 王玮 盛茂 马新仿 王小秋 刘柳

工程教育认证是一种国际通行的教育质量外部保障机制，是教育质量保障体系的重要组成部分。研究生层面工程教育认证是教育认证体系的重要组成部分，但在我国的起步较晚，还有很多空白需要填补。教育部相关领导和有关司局高度重视，自2015年底以来，教育部杜占元副部长、林慧青副部长多次听取工程教指委关于在我国研究生层面开展工程教育认证探索工作的汇报，明确表示支持相关工作的开展，并对开展认证试点工作提出了指示和要求。

石油工程硕士研究生教育认证工作在教育部、三大石油公司的关怀支持下，在全国工程专业学位研究生教育指导委员会（以下简称“工程教指委”）与中国石油学会的通力合作下，由中国石油大学（北京）石油工程学院承担秘书处工作，经过几年的努力，由理论走向实践、由设计走向实施；从框架设计、可行性论证、签署合作协议、成立专门机构、制定认证标准、办法，到初步完成第一批认证试点工作。该探索工作是提高工程人才培养质量的重要手段，也是推动国家“双一流”建设的应有之义，具有前瞻性、开创性和必要性，有着极其重要的理论及现实意义。主要工作和成果如下：

一、获批我校首个中国工程院院士咨询教育项目，探索研究生教育认证方法理论

工程教育认证是一种国际通行的教育质量外部保障机制，是教育质量保障体系的重要组成部分。研究生层面工程教育认证是教育认证体系的重要组成部分，但在我国的起步较晚，还有很多空白需要填补。从国际来讲，国外发达国家教育认证制度已经相对成熟，有很多可以借鉴学习的地方，但是国外研究生教育特点，工程师职业资格体系等方面都与国内情况有所不同，不能全盘照搬；从国内来讲，目前本科层面的工程专业认证标准、认证体系已相对成熟，但是本科人才培养模式、培养特点与研究生培养又有很大区别。因此，结合我国研究生教育的实际情况，进行详细的研究探索。

因此，积极申请并获批了的我校首个中国工程院院士咨询教育研究项目《中国特色工程研究生教育认证体系建设与发展战略研究》，对研究生教育认证方法理论开展了探索研究。通过文献调研、学习交流、走访调研、实践探索等多种手段，邀请教育部评估中心副主任周爱军等相关领域专家莅临指导，数次与三大石油公司、教育领域专家、石油高校专家等广泛深入地交换意见，对什么是工程研究生教育认证、为什么要开展工程研究生教育认证、如何开展工程研究生教育认证等基本问题展开讨论和交流。对于石油工程硕士研究生教育认证的认证目标、

认证原则、认证范围，以及与本科工程专业认证的区别与联系、未来与国际接轨等问题获得了深入的思考和认识，理解和把握了工程研究生教育认证制度的发展规律，有力地指导了石油工程硕士研究生教育认证实践。

二、密切协同合作，形成由行业学会为独立“第三方”的认证模式

由专门行业协会（联合会）会同该领域的教育专家和相关行业企业专家组成独立的“第三方”认证机构，是教育认证的内在要求。能否形成真正的独立“第三方”，以及“第三方”机构的水平和专业化程度，直接决定认证工作的水平和有效性。中国石油学会是我国石油、天然气、石油化工及其相关科学技术工作者自愿组成，并在民政部注册成立的学术性群众团体，是由中国科学技术学会管理的一级行业协会。学会主要依托中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司，下设分会、专业委员会、工作委员会等分支机构 23 个与行业内相关企业、科研院所、大专院校有着广泛密切的联系。

2017 年 5 月 6 日，中国石油学会与工程教指委在西安正式签署《石油工程硕士研究生教育认证合作框架协议》，标志着工程教指委正式委托中国石油学会作为独立“第三方”组织开展石油工程硕士研究生教育认证工作，认证试点工作由此拉开序幕。

实践证明，由中国石油学会作为“第三方”组织，牵头成立专门认证机构，制定认证标准、办法，组织开展相关认证工作达到了预期效果，认证标准科学合理、认证过程严谨有序、认证结果客观权威，符合教育认证国际惯例，有力地保障了认证试点工

作的顺利完成和水平质量，在我国工程研究生教育认证领域探索中具有一定示范意义。

三、努力开拓创新，构建石油工程硕士研究生教育认证体系

一是成立认证机构。经过前期细致周密的筹备与酝酿，2017 年 10 月 16 日，认证工作专门机构：认证专家咨询委员会、认证专家委员会正式成立。认证专家委员会由工程教指委、中国石油学会等组织，中国石油、中国石化、中国海油等企业，中国油大学、西安石油大学、东北石油大学等高等院校的知名专家和学者共同组成，且企业专家比例达到 1 / 3 以上。按照中国石油学会《关于成立石油工程硕士研究生教育认证委员会相关机构的决定》，认证专家咨询委员会成员主要负责对认证政策、方向等重

大问题提出意见建议，负责相关认证标准、认证办法的制定，并对认证专家委员会所作出的认证结论进行审核，主任由黄维和院士担任；认证专家委员会主要负责开展具体认证工作，主任由李根生院士担任。与此同时，认证委员会秘书处相继成立，秘书处设在中国石油大学（北京）石油工程学院。

二是研究制定认证办法、标准。《认证合作框架协议》签署后，随即开展了

《石油工程硕士研究生教育认证办法》(以下简称“认证办法”)、《石油工程硕士研究生教育认证标准》(以下简称“认证标准”)的起草制定工作。相关工作由秘书处牵头，组织油气井工程、油气田开发工程、油气储运工程三个领域方向的多名专家共同进行，经过多次论证和征求各方面意见，《认证办法》《认证标准》于2016年10月底制定完成，并经认证专家咨询委员会审议通过，于2016年12月正式向社会发布。

三是建立工作体制机制。完善的工作体制机制，是完成认证试点工作的根本保障。认证试点工作开展以来，始终高度注重制度建设。建立秘书处工作例会制度。秘书处定期召开工作例会，听取认证工作推进情况汇报，并针对认证工作中的重大问题进行集体研究决策。建立认证专家培训制度。原则上每年至少召开一期认证专家培训会，主要针对全体认证专家委员会成员、认证工作秘书处成员，以及有关高校相关领域负责同志。会议对认证程序、认证标准、认证办法以及其他注意事项进行了系统培训，目前已经开展2期，为认证试点工作的顺利开展打下了坚实基础。建立工作交流研讨机制。充分发挥秘书处设在中国石油大学(北京)的优势，将教育认证工作研讨纳入“全国石油工程领域工程专业学位研究生教育工作研讨会”日程；利用石油高校协作会等契机，组织石油高校领域专家学者进行研讨交流，通报认证工作的理念思路及进展情况，听取研究生培养一线工作者的意见建议，对重大问题交换意见。

四、大胆探索实践，顺利完成石油工程硕士研究生教育认证第一批试点工作

经过近两年的前期调研和工作准备，石油工程硕士研究生教育认证工作于2017年正式进入到实质性实施的新阶段，并圆满完成了第一批认证试点工作。

面向社会发布认证通知。2017年3月，中国石油学会向社会发布《关于申报石油工程硕士研究生教育认证的通知》，正式受理石油工程硕士研究生培养单位的认证申请，标志着认证工作的探索进入到实质性实施的新阶段。通知下发后，中国石油大学(北京)、辽宁石油化工大学先后向秘书处提交了认证申请材料。顺利完成认证各项考查环节。经过认证委员会对两所申报学校自评报告的审议，决定接受中国石油大学(北京)的认证申请，辽宁石油化工大学因申报材料不成熟，决定暂不受理。2017年11月认证专家组由黄维和院士带队，根据《认证办法》《认证标准》相关要求，对中国石油大学(北京)进行了为期2天的实地认证考查，并反馈现场专家考察认证意见。认证专家组在详细研究中国石油大学(北京)认证自评报告、现场考查报告的基础上，于2018年1月24日召开专家委员会评审会议研究并进行票决，给出最终认证结论：中国石油大学(北京)通过认证，有效期6年。

中国石油大学(北京)认证试点项目的圆满完成，在石油工程硕士研究生教

育认证试点项目的探索实践道路上具有里程碑式的重要意义，标志着由行业学会作为独立“第三方”进行的工程研究生教育认证从理论走向实践，标志着石油工程研究生教育领域的认证体系已在我国初步建立，在领域内具有一定的示范和引领意义。

全国工程专业学位研究生教育指导委员会陈以一认为石油工程研究生教育认证工作实践“推动了中国工程研究生教育认证从理论走向实践，在中国工程研究生教育发展中具有重要的里程碑意义。”教育部学位与研究生教育发展中心朱金明认为，该工作“对于高校主动提升研究生教育质量、树立人才培养品牌、推进研究生教育内涵式发展和持续改进、检验立德树人成效、建立中国特色的人才评价标准具有重要而深远的意义。”

能源化学工程专业培养体系的建设与实践

主要完成人员：黄星亮 代小平 吴志杰 徐建 杨英 杜巍 张鑫 刘百军 刘昌见
范煜

作为 2010 年 7 月教育部公布的“能源化学工程”本科专业（081106S、四年、工学）的首批试办 5 所教育部直属高等学校之一，在一无二白（一无：无实验实践基地；二白：专业定位、专业培养方案、专业课程体系、课程内容等方面的空间，实验实践内容的空白）的基础上，经过几年的建设和发展，形成了我校“能源化学工程”专业的“油和气”特色，明确了专业定位、专业培养方案、专业课程体系、课程内容，建立了完备的专业实验体系和实验室，完善了人才培养机制，从课程体系、培养方案、实践教学等方面进行了全面建设、改革和创新，取得了显著的成效，为其他高校的专业建设起到了很好的引领示范作用。

一、建设了一批体现能源化学工程专业特色的 new 资源，完善了专业核心课程体系，形成了我校能源化学工程专业的“油和气”特色

我校“能源化学工程”专业为教育部首批试办专业，办学目标以“油和气”为特色，定位于培养合成燃料化学与工程、可再生能源工程以及化工节能评价方面的专门人才，形成了 3 个具有鲜明特色的培养方向：合成燃料化学与工程方向、可再生能源工程方向、化工用能评价方向。围绕上述 3 个培养方向，制定了以合成燃料化学与工程、可再生能源工程、化工用能评价等专业核心课程为基础的 12 门专业课程的教学大纲。专业核心课程体系总体设计思路如图 1 所示，具体阐述如下：

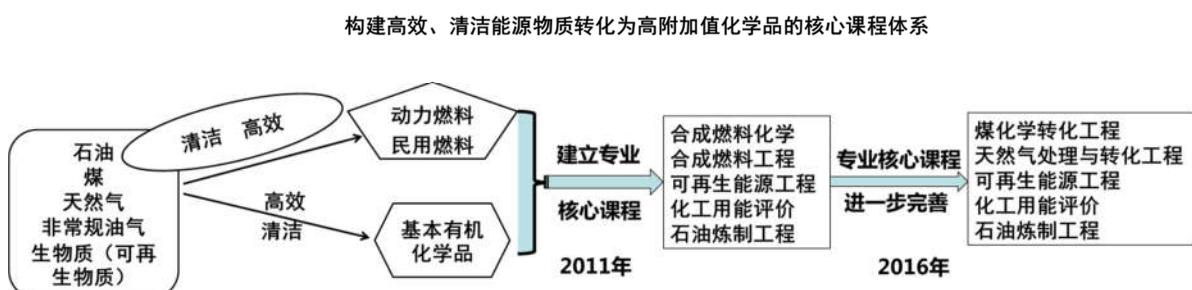


图 1. “能源化学工程”专业核心课程体系设计思路及课程体系的完善

1、合成燃料化学与合成燃料工程重点是从煤出发，走洁净煤化工路线，以合成油和合成天然气为主。合成油走高附加值产品方案，以生产润滑油基础油等为重点。合成天然气在技术路线上采用煤气化与甲烷化一体化方法，将高温煤气化气体、催化转化、换热集成，提高甲烷化效率。

2、可再生能源工程是结合生物质、生物燃气和固体废弃物（垃圾）等科研基础来发展。通过发酵方法、热分解方法生产 CH₄、CO₂、H₂ 气，作为可再生能源

利用方面，目前回收利用可再生资源生产的CH₄是国家科技部、农业部、各大城市环卫集团和地方科技部门、大型生态企业关注和推进的重要方向。

3、化工用能节能评价是依据化工热力学、化工设计以及化工系统工程等方面的知识对企业进行能源及能源效率、余热利用技术、过程能量优化、企业节能降耗新机制进行评价，形成企业用能的系统评价。

为了适应社会发展，满足国家对“能源化学工程”专业人才的多元化需求，2016年启动专业课程教学大纲的重新梳理和编制，并对专业核心课程进行了重组和新建，将合成燃料化学和合成燃料工程合并为“煤化学转化工程”，新增“天然气处理与转化工程”，使得专业核心课程更加丰满，课程内容得到进一步充实和优化：

1、煤化学转化工程以煤的气化和液化工程为基础，走煤制油、煤制天然气的“油和气”并重的技术路线，并引入煤制烯烃等现代新型工艺过程，让学生更多了解和掌握煤化学转化的基本原理和工艺，并紧跟煤转化科技前沿。

2、天然气处理与转化工程以井口天然气处理工程为基础，深入了解和掌握天然气处理的基本原理、工艺和设备，建立学生的安全防护意识，并引入天然气直接转化制氢和化学品的相关技术路线，强化学生的天然气处理与转化的整装工艺过程意识，培养天然气处理与利用方面的人才。

二、科研转化，打造“油和气”特色的能源化学工程专业综合实验平台，科研一线教师亲自授课，保证了实验课程的教学质量

新建的能源化学工程专业，无任何可借鉴的专业实验。专业综合实验必须全面反映“能源化学工程”专业的内涵和特色，培养学生能源高效洁净利用理念。结合能源化学工程系教师的科研成果，形成了以煤、气、新能源等三条主线的内容架构（如图2所示），通过与设备建造商在实验装置流程、装置设计、安装与调试等方面进行协作，充分体现了将科研成果转化教学的理念，按期按质在2014年年底开出了首届能源化学工程专业实验。实验课程师资队伍配备强大，由主持相关科研工作的教授、副教授领衔亲自授课，将科研的心得体会巧妙融入实验过程，并与专业课程体系紧密衔接，保证了实验课程的教学质量。

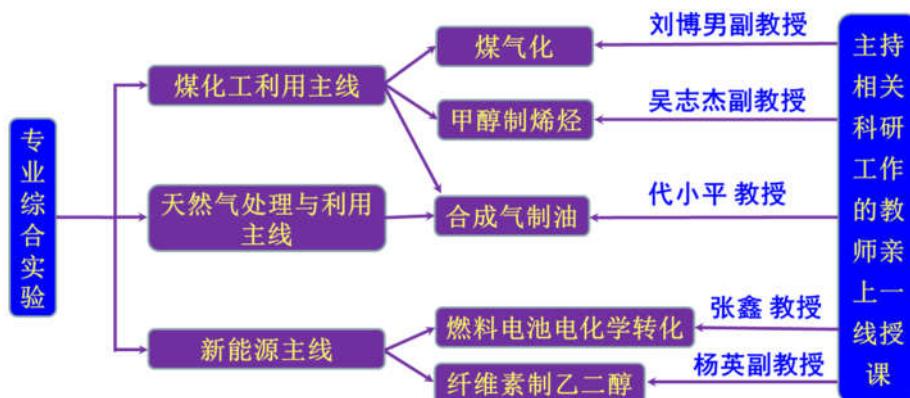


图 2 以科研成果为依托、具有“油和气”特色的专业综合实验群

(一) 煤化工利用的主线：以煤气化产物合成气 (CO 和 H₂) 为纽带，开展合成气制油 (费托合成) 和甲醇制烯烃实验 (CO 和 H₂ 反应可以直接合成甲醇)，形成了以煤气化路线的下游化工利用“一条龙”工艺过程，将专业核心课程“煤化学转化工程”中的理论知识运用于实践中。煤化工利用主线的设备及催化剂依托于中国石油研究课题 (合成气制润滑油基础油，1999~2002 年)、国家 973 项目课题 (合成气制高品质液体燃料，2005~2010 年) 和国家自然科学基金 (新型高效甲醇制丙烯催化剂的结构设计、制备及其催化机理研究，2013~2015 年；甲醇高选择性制丙烯关键催化剂的分子筛微结构的 SAXS 研究，2010~2012) 的研究成果。

(二) 天然气处理与利用主线：以天然气间接利用为出发点，开展了合成气制油实验，与专业核心课程“天然气处理与转化工程”中天然气转化等内容紧密联系，实现了理论到实践的转换。天然气处理与利用主线的设备及催化材料依托于中国石油研究课题 (天然气制合成油成套技术开发研究，2003~2005 年；天然气高效转化催化剂和工艺研究，2007~2009 年) 的研究成果。

(三) 新能源主线：以新能源的开发为导向，开展了燃料电池电化学转化，获得对化学能与电能转化原理的感性认识；开展了纤维素制乙二醇，获得有别于传统石油路线的可再生资源的转化途径、原理的再认识。与专业核心课程“可再生能源工程”中生物质转化等紧密联系，深化了专业课程所学的知识。新能源主线依托于国家自然科学基金重点项目子课题 (超细纳米结构自组装规律探索及功能体系构筑，2012~2015) 和高等学校博士学科点专项科研基金 (纤维素催化转化制二元醇高效催化剂的结构设计、制备及其性能研究，2013~2015 年) 的研究成果。

三、系统规划设计类课程，提出了从理论到实践的课程设计理念，开展单元设备与工艺过程设计，培养学生工程设计能力

伴随工程教育专业认证的开展，学校越来越重视学生的工程设计能力培养。能源化学工程专业的工程设计能力培养也从化工原理课程设计、合成燃料化工设计发展到相辅相成的设计课程和设计实践体系，理论课程包括化工应用软件、合成燃料化工设计 2 门，以及化工原理课程设计与化工过程设计 2 个实践教学环节 (如图 3 所示)。其中化工原理课程设计主要开展精馏塔、萃取塔等单元设备设计，要求学生进行手工计算、设计和绘图，着重培养学生的设计基本功；

化工过程设计实践课通过教师给定原料和产品，在自主构建工艺流程的基础上，要求学生使用 Aspen Plus 进行计算与流程模拟，并用 AutoCAD 绘图。学生在查阅文献资料的基础上，完成包括化工过程分析 (原料预处理、产物分离精制、物料循环)、化学反应过程分析 (反应过程的动力学、优化目标与评价指标、反

应路线的选择、反应器选型)、能量过程分析(化工过程中能量的输入/输出形式, 熵和㶲分析以及节能方法, 热交换网络设计)、过程的整合与优化、物料衡算和能量衡算、工艺流程的设计、厂房与车间的布置等部分构建和设计。设计分组进行, 3-5 名学生一组, 每组学生的设计题目不同, 同一组内学生的设计规模不同, 并鼓励小组内学生设计不同的工艺路径。学生需要完成项目建议书、全工艺流程的制定、Aspen 流程模拟、工艺流程设计说明书、制作 PFD 与 PID 图等, 提交最终设计报告, 并进行流程模拟的汇报答辩。

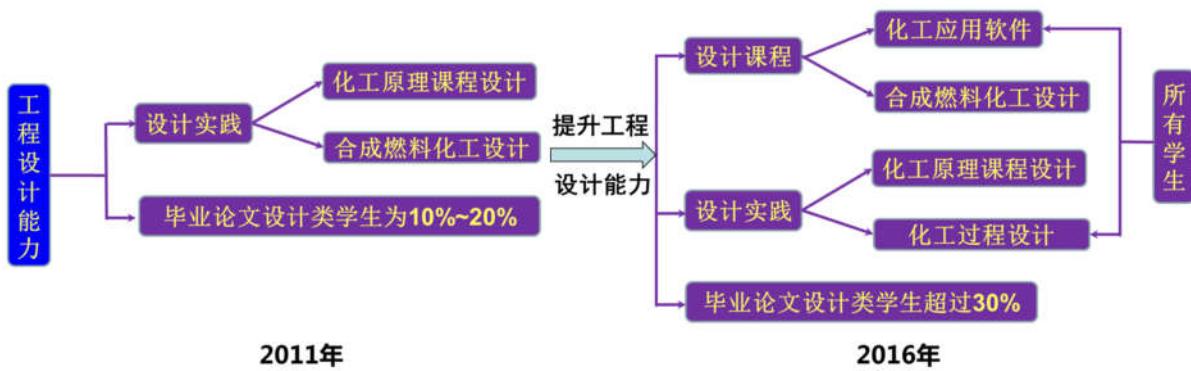


图 3 从理论到实践完善的工程设计课程体系

工程设计课程体系要求学生先学习先导课程化工用能评价（第5学期）、化工应用软件（第6学期）和合成燃料化工设计（第6学期）之后，在第6学期末和大三暑假前期开展化工原理课程设计，最后在第七学期进行化工过程设计，体现了从理论（软件学习、化工用能评价、合成燃料化工设计）到实践（设备设计、工艺设计、流程设计等）的由浅入深的教学理念，有助于提升学生的工程设计能力培养效果。

在必修设计实践环节的基础上，鼓励学生参加全国化工设计大赛、节能减排社会实践与科技竞赛等，成立教师指导小组，鼓励学生进行组队，指导学生完成设计作品，辅导学生进行设计汇报与答辩，通过设计实践环节，培养了学生的工程设计能力，并多次获得国家及省部级奖，包括第九届全国大学生化工设计竞赛二等奖1项、第十二届全国大学生化工设计竞赛华北赛区一等奖1项等。同时，教师团队获得了中国石油教育学会一等奖（2017年）和第八届北京市高等教育教学成果奖一等奖（2018年）。

四、开展了针对性的实习实践，提出了“三段式实习模式”提升学生的实习实践效果

针对能源化学工程专业的认识实习环节,提出并实施了“校内—校外—校内”的三段式实习教学模式。首先在校内讲解实习现场将会接触的换热器、泵、塔、加热炉和反应器等基本化工设备的基础知识和化工生产的流程;然后到炼化企业(中国石化北京燕山分公司)进行现场认识实习,接触现场的各种装置,熟悉工

艺流程、工艺设备等；最后再回到学校进行仿真实践，开展工程运行方面的训练。通过三段式实习模式，更好地培养了学生的团队合作精神、工程意识、工程操作能力和工程运行能力。

生产实习是大学生培养的重要环节，也采用“校内—校外—校内”的三段式实习教学模式，其中第1周为校内DSC仿真培训，熟悉常规工艺流程，学习掌握DCS仪表的使用方式、工艺参数的调节控制方式，练习正常的开停工方案。第2、3周去工厂岗位实习，我校与内蒙古神华鄂尔多斯煤制油分公司等合作建立了实习基地，开展了特色鲜明、内容丰富、紧密结合理论课程的“煤转化”生产实习，学校与企业共同制定实习计划，共同配备实习指导教师。在煤净化、煤液化、煤气化、合成油等单元进行了为期4周生产实习，实习期间接触现场装置，熟悉工艺流程、原理、工艺设备及结构，分析影响产品质量的操作因素，识别现场的主要仪表，了解现场安全事件的应急处置方案，掌握化工工艺流程图的识读方法，练习化工工艺流程图基本画法。实习结束后，在第4周根据要求撰写和提交实习报告和实习体会，并进行理论考核。通过三段式实习模式，实现了从理性认识到感性认识的强化，以提升实践能力培养效果。

五、开展丰富多样的专业主干课程教学改革，切实提高学生学习知识和应用知识的素质和能力

围绕能源化学工程专业主干课程，开展了一系列的教学方法研究、课程建设、教材编写等教改立项（共计16项），发表了9篇教改论文，并主编1部教材《能源转化催化原理》（中国石油大学出版社，2018年），参编1部教材《化工实验综合教程》（中国石化出版社，2017年）。通过教学研究和改革，提高了教学环节的质量，创新教学方法，切实提高了学生学习知识和应用知识的素质和能力，强化了学生对知识的理解能力，促进学生逻辑思维能力。

六、取得的效果

(一) 培养了一批高质量的优秀人才，能源化学工程专业认知度显著提高

能源化学工程专业自2011年招生以来，目前已经有4届毕业生，毕业学生206名，学生获奖68人次，其中省部级奖38人次，获奖27项。能源化学工程专业的社会认知度显著提高，就业率、读研率、出国率均处于较高水平，就业率逐年显著增加，从第一届的74.5%增长到95%以上，学生深造率达40%以上，深造学校包括美国俄克拉荷马州立大学、澳大利亚墨尔本大学、英国诺丁汉大学、英国华威大学、南京大学、浙江大学、厦门大学、天津大学、华东理工大学等国内外名校。

(二) 专业建设模式受到社会广泛关注，起到了引领作用

我校能源化学工程专业作为国家批准的第一批战略性新兴产业专业，积极接

待其它高校来访问交流，如华南理工大学、兰州大学、中国矿业大学（北京）、广西大学、西南石油大学、重庆科技学院等，百度百科搜索的能源化学工程专业介绍中的内容 90%是来自于我校的 2011 年招生专业介绍，对其它高校构建专业培养方案起到了很好的引领示范作用。

中国科学评价研究中心、武汉大学中国教育质量评价中心和中国科教评价网（www.nseac.com）联合推出的《中国大学及学科专业评价报告（2019~2020）》中关于能源化学工程专业全国 56 所高校的排名中，我校居第 2 位，属于 5 星级专业水平。

地球物理学全英文硕士学位项目“四位一体”合作下课程体系建设和国际化人才培养模式探索

主要完成人员：饶莹、王兵、唐跟阳、廖广志、徐宝昌、孙朗秋、贺艳晓、张峰、
马继涛、张岩

随着高等教育学科的优化发展，我国油气地球物理专业对国际化人才的需求急速增长。我国在学科建设、科研、教学水平进步显著，但由于起点低、时间短，与美国、英国、加拿大、澳大利亚等油气地球物理的传统强国相比，在科研水平、学生培养等方面仍有不小的差距。我校在 2013 年开始地球物理学科国际班课程体系建设和培养模式探索，以青年骨干教师为主力，探索外籍教师、本校助教、管理人员与学生“四位一体”的创新培养模式与实践。对于每一课程，形成课前、课中与课后多元合作下完整培养实践，并针对不同课程的自身特点与意见反馈，形成兼具全面性、专业性与动态调整性的教学方案与授课模式。在国际教师队伍建设、生源优化、课程体系建设和培养模式等方面勇于创新、锐意进取、成效显著。

(1) 与国外著名高校，包括美国斯坦福大学、麻省理工学院、德州大学奥斯汀分校、莱斯大学、加拿大卡尔加里大学、阿尔伯塔大学、澳大利亚新南威尔士大学等建立广泛合作，形成地球物理学进展、地震数据处理和反演、地震模拟与成像、地震各向异性及解释、储层地球物理、岩石物理、测井储层评价、测井新技术、非地震勘探方法、地震资料处理软件概论、数字岩心技术概论和科技论文写作等 12 个国际合作教学团队。

(2) 与国际著名企业荷兰皇家壳牌石油公司、斯伦贝谢公司等持续开展合作，邀请专家走进课堂，举办丰富多彩的学术活动。

(3) 与国际勘探地球物理家学会 (SEG)、国际岩石物理与测井分析家协会 (SPWLA) 和欧洲地学家与工程师学会 (EAGE) 协会开展持续合作，建立中国石油大学(北京)学生分会，邀请国际学术组织派遣杰出讲师、荣誉讲师巡回演讲，积极组织研究生参加顶级国际会议。

(4) 创建 SPWLA 中国学生分会，建立网站和微信公众号，组织各种国际学术交流活动。

在如下 6 各方面取得创新成果，

(1) 国际班外籍教师、本校助教、管理人员与学生“四位一体”的创新培养模式创新与实践。

(2) “循序渐进”式国际班教学师资团队建设创新。在师资安排上注重循序渐进，第一学期主要安排我校有长期海外经历，或中英文俱佳的海外华人教师，

第二学期则大量安排不懂中文的外教国外高水平大学专职教授授课。

(3) 国际班青年骨干教师“助课-助教-授课”青年骨干教师培养模式创新。安排我校具有多年海外留学经历的青年教师作为外教的助手,从助课学习到助教辅助再到自主授课全英文教学青年教师培养模式创新。

(4) 创新设计具有专业特色的全英文课程大纲、教案、课件及讲义,在课内引入全英文学术讲座;开设专门的英文科技论文写作课程,强化英文科技文献阅读与文献调研。

(5) 国际班教学管理模式创新。将中国学生与我校留学生混编成班,青年骨干教师与班干部每周组织一次英语班会,并及时向主管领导和班主任交流谈论国际班课程学习情况及意见;每学期至少组织一次班级英语演讲比赛,对成绩优秀和进步明显的学生予以表彰。

(6) 辅导学生申请国际专业协会组织提供的奖学金,鼓励并资助学生参加SEG、SPWLA、EAGE等国际学术会议,提升教学培养效果。

地球物理学科国际班课程体系建设和培养模式探索在应用过程中取得了显著成效。

(1) 我校重大奖学金获得者中,国际班学生比例非常高。例如,2015年我校获得“壳牌优秀地球物理博士生奖学金”的6名学生中,有4名出自国际班。该奖学金由全球最大的石油公司——壳牌在全世界主要的石油相关院校中执行已达数十年,代表了一流的学术水平,曾获的获奖者中有多名现已成为该公司在世界各地的技术负责人。

(2) 在国内外学术活动中,我专业国际班学生的表现突出。例如,在全国勘探地球物理知识竞赛中,我校屡次获得第一名,获奖选手皆出自地球物理国际班,并代表中国赴美参加勘探地球物理学家协会(SEG)“挑战杯”知识竞赛,取得优异成绩。

(3) 我校组队参加欧洲地球科学与工程师协会(EAGE)主办的“全综合评价与发展(FIELD)”油气地球科学综合建模竞赛,其成员来自我校各专业国际班,取得了世界第二的优异成绩。

(4) 由国际班研究生组成的团队在第五届全国大学生测井技能大赛中获得“特等奖”的骄人成绩;在意大利第13届国际核磁共振显微成像大会(MRPM13)上获得“Best Poster Prize”;在2015-2018年连续获得中国地球科学联合学术年会“学生优秀论文奖”;在第七、第八届全国低场核磁共振技术与应用研讨会上获得“优秀论文奖”、“最佳报告奖”。

(5) 对于促进了地球物理学科发展,强化我校国际合作起到重要作用。一方面年轻骨干教师充分学习了国外的先进教学成果、方法和经验。一方面,为我国油气发展走出去累计输送近200名优秀国际化研究生人才,为中国各大石油公司的海外业务拓展提供高水平人才支撑,同时也吸引了大量外国优秀学留学加入

到国际班学习，进一步提升了课程体系建设和教学质量。

成果建设过程中，

- (1) 制定管理制度 9 项；
- (2) 制定培养方案 2 套；
- (3) 编写讲义 12 部、实验指导书 2 部；
- (4) 与企业合作开发、引进教学软件 5 套；
- (5) 编写、优化课件 12 部；
- (6) 形成习题集 6 套；
- (7) 发表教改论文 3 篇；
- (8) 建立实习基地 4 处；
- (9) 形成 12 个教学团队。

“迈向深蓝”——以国家海洋战略为指导建设海洋油气工程 专业建设

主要完成人员：王琳琳、安永生、王克雄、杨进、朱益、周建萍、赵宁、赵海宁、
苏莉、陈绪跃

一、项目的研究背景

围绕海洋强国建设的国家战略和我国深水油气田开发的重大需求，紧密推动我国海洋工程科学技术的发展，自 2010 年起，中国石油大学（北京）积极利用自身在传统能源领域积累的人才培养经验，建设了海洋油气工程新能源类专业。明确了不同于传统专业的发展方向，建立了行业企业参与新专业建设的人才培养机制，从人才培养模式、培养方案、实践教学等方面进行改革和创新。

二、项目研究取得的主要成果

依托于国家级高等学校“海洋油气工程专业综合改革试点”项目，围绕海洋强国建设的国家战略和我国深水资源开发的重大需求，紧密推动我国海洋工程科学技术的发展，中国石油大学（北京）积极利用自身在传统能源领域积累的人才培养经验，建设了海洋油气工程专业。在建设方向上，契合国家战略、国际前沿，明确以“迈向深蓝、走向深海”为专业特色，满足国家在深海油气田开发、水合物开采能方面的重大需求。在培养模式上，建立了行业企业参与新专业建设的人才培养机制，从人才培养方案、实践教学、科研辅助教学等方面进行改革和创新，取得了显著的成效，起到了很好的示范作用。

1. 依托国家海洋油气资源发展战略，构建了符合行业需求的培养计划

制定培养计划时以国家海洋战略为出发点，课程设置上充分契合国家在深海油气资源开发方面的重大需求。完成 5 部海洋油气开采相关教材编写出版。秉持多学科相结合，深入浅出总结归纳海洋油气工程的理论体系，别出心裁地体现海洋工程学科特色。

2. 实施多层次的实践教学环节，提升学生的实践能力和专业认知水平

结合工科专业特点，让学生多实践、早接触科研，从而培养学生解决复杂实际工程问题的能力。以人为本，因材施教，设置全英文课程，注重培养学生专业外语能力，有毕业生出国去哥伦比亚大学、塔尔萨大学深造，国内部分保研去复旦大学、北京理工大学，连续三年海洋油气工程系被评为就业先进集体。建设 3 间教学实验室，共占地 300 平方米，海洋岩土力学实验室、海洋油气装备实验室和海洋工程测量实验室。与中海油天津分公司合作建立塘沽校外实习基地。

3. 广泛协同优质工程教育资源，通过学科竞赛培养学生的创新合作能力

搭建交流合作、学科竞赛、创新设计等平台，通过举办全国大中学生第六届海洋文化创意大赛海洋钻井平台设计大赛、中国石油工程设计大赛等活动，在全国范围内促进了学生之间的交流和了解。通过举办学科竞赛和教师互访，实现校际优势工程教育资源的沟通、共享，强化了本科生创新合作能力的培养。

4. 服务国家海洋油气战略为目标，推进人才培养的国际化进程

海洋油气工程专业国际化特点显著，我校在专业主干课程中将学生的专业外语能力、国际化视野以及工程伦理教育贯穿始终以满足国家海洋战略对国际化人才的续期。邀请国外同行来校进行专业课程讲授和课程建设方面的交流的同时建设了一批全英文专业课程。目前，师资队伍中海外博士占比 30%，这些教师现已承担起了院系的主干专业课程教学以及全英文课程建设工作。

三、项目成果的创新点

1. 开放协同地构建本科生培养方案。

发表 5 篇教学教改论文，划分海洋工程方向和海洋油气钻采方向的选修课，因材施教，培养具有人文情怀、自然科学基本知识和海洋油气工程专业知识，具有自主研究、工程设计、思维创新、协调组织的能力，具有优良的道德品质、身心素质、国际视野、团队合作和终身学习素质，各方面全面发展的海洋油气工程专门人才。使学生具备吃苦耐劳的意志品质和较强的环境适应能力，具有正确的择业观和良好的就业能力。

2. 建立理论与实践并重的本科生培养体系

聘任企业专家作为专业建设委员会成员，从企业用人角度反思改革学校培养体系，不断完善产学研一体化培养路线。建设 3 间教学实验室，共占地 300 平方米，海洋岩土力学实验室、海洋油气装备实验室和海洋工程测量实验室。与中国海洋石油能源与发展集团、中国海洋石油工程集团、中国海洋石油油田服务集团联合建设了校外生产实习基地，形成了理论与实践并重的本科生培养体系。

3. 推进师资水平和学生教育的国际化，构建了本科生综合素质培养体系

建立了与国外名牌高校以及国际石油工程师协会（SPE）的深度合作，构建本科生综合素质培养体系。使学生能够就海洋油气工程领域内的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。目前，师资队伍中海外博士占比 30%，这些教师现已承担起了院系的主干专业课程教学以及全英文课程建设工作。

四、项目成果的推广应用效果

1.课程、教材建设成果丰富。

本着“求真·求实·求质”的育人理念，围绕基础课、专业基础课和专业课程。立项不同级别的规划教材 5 部，撰写教研论文 5 篇。

2.合作交流广泛，多个联合研究中心有效保证教学与实践并重。

本学科在于国内外院校和科研机构的合作上也取得了丰硕的成果，这些合作为本科教育提供了多样化的形式以及广泛的交流平台。海洋油气工程学科现已与中海油、中石油、中石化、清华大学、大连理工大学、哈尔滨工业大学及国外 10 多所国际上知名大学和科研机构建立有长期的学术交流和合作关系，是 SOCIETY FOR UNDERWATER TECHNOLOGY (SUT) 中国分会、INTERNATIONAL SHIPS AND OFFSHORE STRUCTURES CONGRESS (ISSC) 水下技术委员会和中国力学学会产学研工作委员会的挂靠单位，成立了中巴两国政府之间的“中巴深海技术研究院”，和巴西里约热内卢联邦大学联合成立了“中巴深水水下工程研究中心”，和中国船舶科学研究中心(中船重工 702 研究所)合作成立了“海洋能源联合研究院”。中国海洋石油总公司和我校在北京未来科技城合作成立了“海洋能源工程技术联合研究院”。

3.毕业生就业情况良好。

本专业毕业生受到用人单位欢迎，每年均有大批毕业生被中海油、中石化、中石油等 500 强企业和地方石油化工企业聘用。本专业在建设中遵循持续改进的原则，海洋油气工程专业已成为我国石油化工行业最具影响力的人才培养基地和科研基地之一。近年来有毕业生出国去哥伦比亚大学、塔尔萨大学深造，国内部分保研去复旦大学、北京理工大学，海洋油气工程系连续三年被评为就业先进集体。

高等教育教学改革导向下推免生名额分配体系的研究与应用

主要完成人员：冯丽娟、董力毅、宫瑞冰、金衍

一、研究背景

（一）推免生是我国研究生选拔拔尖创新人才的重要途径

自 1984 年普通高等学校推荐优秀应届本科毕业生免试攻读研究生政策实施以来，推免生的选拔（尤其是其中直博生的选拔）已成为是我国拔尖创新人才的重要来源，教育部对此项工作高度重视，先后出台了《全国普通高等学校推荐优秀应届本科毕业生免试攻读硕士学位研究生工作管理办法(试行)》(教学〔2006〕14 号)、《教育部办公厅关于进一步完善推荐优秀应届本科毕业生免试攻读研究生工作办法的通知》(教学〔2014〕5 号) 等文件，对推荐和接收工作等方面做出了明确规定，有效的保障推免工作的健康发展，为培养大批拔尖创新人才奠定了坚实基础。

相较于一次性考试选拔，采取全面、综合、长期的遴选方式更加符合拔尖创新人才的选拔规律，考核更加合理和有效。据不完全统计，全国优博论文作者中推免生所占比例高达 50.2%。截止到 2017 年底，全国具有研究生推免资格的高校已增至 366 所，每年推免生数大约占到研究生录取总数的 1/6。

（二）我校推免名额分配体系研究受到了教育部的高度认可和支持

推免生作为拔尖创新人才的主力军受到广泛的认可和支持。当前我国经济社会正在发生巨大变化，国家发展进入新时代。新时代对高等教育的内涵发展提出了新要求，2018 年 9 月，全国教育大会为加快教育现代化、建设教育强国指明了前进方向。大会指出，要深化教育领域综合改革，系统深化育人方式、办学模式、管理体制和保障机制改革，着力形成充满活力、富有效率、更加开放、有利于高质量发展的教育体制机制。中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《加快推进教育现代化实施方案（2018—2022 年）》明确提出：加快“双一流”建设，推动建设高等学校全面落实建设方案，研究建立中国特色“双一流”建设的综合评价体系。建设一流本科教育，深入实施“六卓越一拔尖”计划 2.0，实施一流专业建设“双万计划”，完善高等教育质量标准和监测评价体系。

为此，我校积极推动开展了推免生名额分配体系的研究，在推免指标分配中不在按照教育部发布的《全国普通高等学校推荐优秀应届本科毕业生免试攻读硕士学位研究生工作管理办法(试行)》(教学〔2006〕14 号) 中以学校类型（如“985”、“211”、研究生院、一般院校等）和当年应届生的考研率作为“推免名额的分配比例”的分配办法，而是主动将名额分配与一流本科建设和“双一流”建设结合起来，与国家重大发展战略和学校教育教学改革的探索和实践结合起来，

通过推免名额分配的动态调整来激励和撬动各学科主动开展教育教学改革的实践，如国家重点学科的特别支持计划、“双一流”建设学科探索直博生培养模式支持计划以及即将开展的本博一体化培养支持计划等，初步探索和实现了推免指标分配的科学分配和有效统筹，保障了拔尖创新型人才的选拔和培养。

我校作为中国学位与研究生教育学会人才选拔与评价委员会的挂靠单位，开展推免名额分配体系研究工作的前沿性和积极意义受到了教育部学生司的高度关注和支持，专程委托我校深入开展研究工作，希望学校能够以小见大，进一步开拓视野和思路，研究和探索出一套适合国家的推免生名额分配体系，并给其他高校提供更多的指导和借鉴。

（三）开展推免名额分配体系研究填补领域内的空白

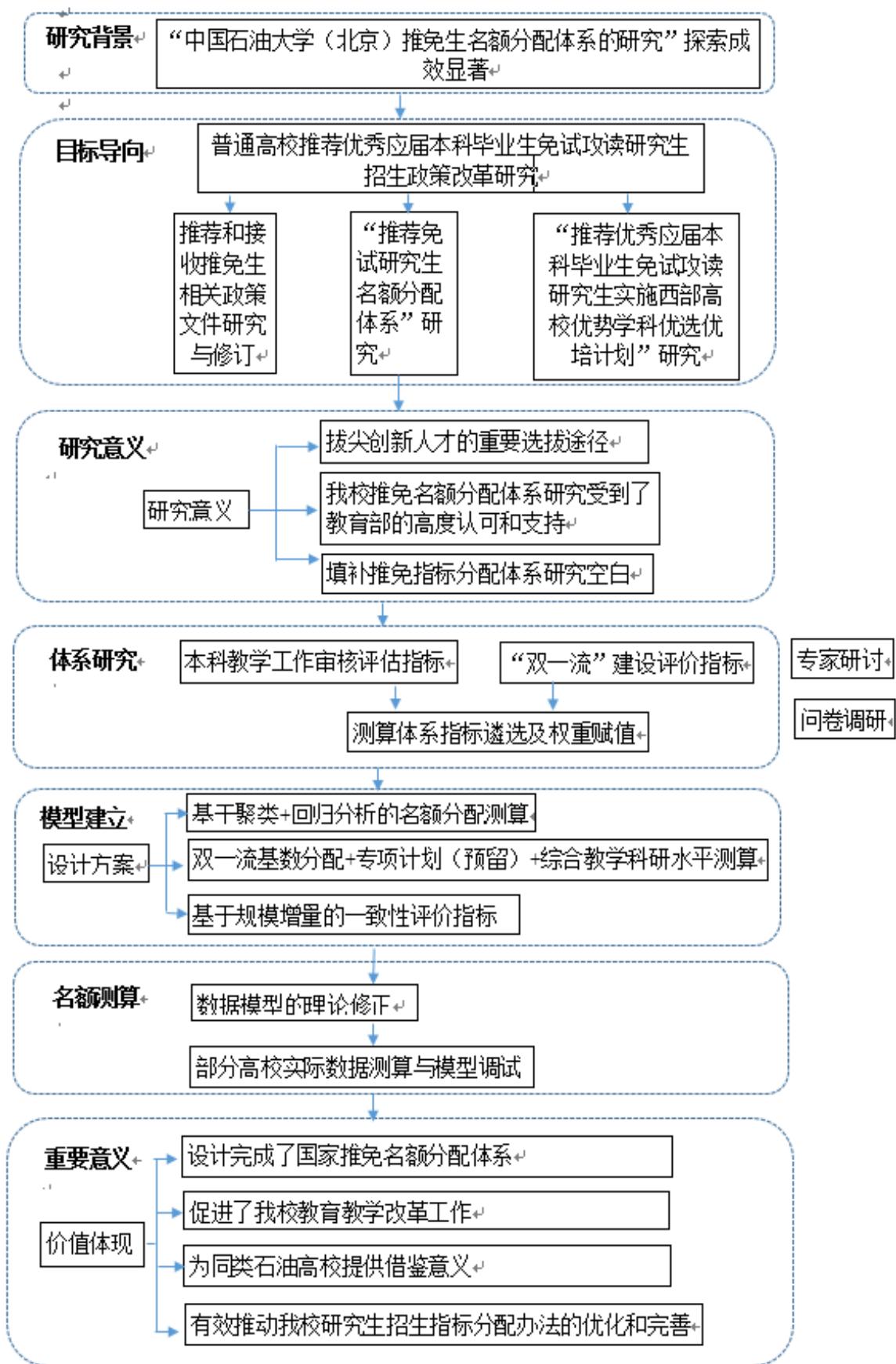
《教育部 国家发展改革委 财政部关于深化研究生教育改革的意见》（教研〔2013〕1号）在涉及深化研究生招生计划管理改革的问题时明确指出：进一步完善计划分配办法，通过增量安排和存量调控，积极支持优势学科、基础学科、科技前沿学科和服务国家重大需求的学科发展。目前关于研究生招生计划分配的研究大多集中于国家研究生招生计划的编制分配及招生单位内部的招生计划分配等。而国家关于推免名额分配体系的相关研究基本处于空白阶段，推免名额分配体系主动调控的政策导向尚不明确，未充分发挥和体现推免名额分配体系对高校本科和研究生教育的引领和激励作用。

推免工作的主体是“优秀应届本科毕业生”，推免既是体现本科教育质量的重要标志又是研究生教育的起始环节，现行的评价标准存在较大的局限性，不能全面体现不同学校，不同学科的人才培养质量。统筹考量本科和研究生的培养过程，以全面深化高等教育教学综合改革为指导原则，研究和构建更为科学的推免名额分配体系，充分调动高校的主动服务国家重大战略的积极性、主动性和创造性，推动高校主动发现学校发展建设和人才培养中的短板和不足，推进高校增强自身实力，提高竞争力，全面提升整体办学水平，实现高等教育的内涵式发展。

二、主要内容

（一）基本思路

推免生名额分配的基本思路是服务于拔尖创新人才的选拔和培养，最大程度的反应出各高校的实际本科和研究生教育水平。



（二）研究方法

本项目所运用的研究方法包括：利用文献分析法，调查国内外现有文献中有关研究生招生计划、招生指标分配办法以及本科教学评估方案等的研究成果，充分研读近年来国家关于推免生的相关文件。通过问卷调查法和专家咨询法，获取各类别高校的思路和建议，面向部分有代表性的高校（包括天津大学、兰州大学等一流大学建设高校、华东理工大学、黑龙江大学等一流学科建设高校以及山西大学、广州大学等其他高校）开展问卷调查，就名额分配体系中的指标设计和权重等进行调研，并通过统计分析方法获得一手的统计调查资料。同时，在指标设计和测算阶段，多次邀请行业内的专业学者及相关管理人员进行咨询，详细听取关于指标测算的意见和建议。使用系统分析法，基于推免生指标分配体系的研究需要参考多方面的要素，不仅要考虑本科教育教学相关指标，还要考虑研究生教育教学相关指标，运用系统分析法，分析两者的共同性、关联性和差异性，为推免生指标分配体系的构建提供政策依据和参考。利用统计学方法中的聚类、回归分析等测算办法，并综合国家教育教学改革相关的关键评价指标等设计不同的测算模型，期望构建更加科学合理的分配机制。

（三）推免生名额分配体系

1. 评价指标遴选

综合考虑高校层次、类型、服务国家和区域战略需求状况、高校本科教学质量、应届本科生毕业生人数及考研动态情况、研究生招生规模、学科发展情况等因素，研究和制定推免名额指标体系。

通过高校问卷调查、专家咨询以及高校一线管理人员的座谈等方式，遴选确定基本办学条件、专业建设及培养情况、师资队伍、生源数量及质量、研究生核心竞争力情况和动态指标调整等6方面（见附表），根据不同测算模型的目标进行测算，不同的测算模型选取不同侧重点的测算指标。

2. 数据来源

依托中山大学的高等教育教学评估中心的“高等教育质量监测国家数据平台”、教育部学生司和学位与研究生教育发展中心获取基础测算数据。

3. 分配模型的构建和测算

根据专家意见和高校的调研反馈结果，确定了三种计算方法。

①计算方法一：基于聚类+回归分析的名额分配测算。综合考虑学校办学规模、学科建设，本科教育水平，学生学习成效等因素挖掘并计算相应的数据指标，代入学习模型，根据往年名额分布，基于泊松回归分析，得出与往年分配结果拟合度较高的测算模型。测算目标：以最小整体预测误为标准，挖掘相关的数据指标解释往年名额分布的内涵规律。

②计算方法二：双一流基数分配+专项计划（预留）+综合教学科研水平测算。

综合考虑国家发展占略和高校“双一流”建设的需要、教育部各专项计划、学校整体教学科研质量三方面因素测算名额分配。根据学校办学规模，分三步计算，第一步：给双一流高校分配一定比例的应届生数量作为基数；第二步：按照往年已有的专项计划，按固定配比给各入选计划的学校分配名额；第三步：综合考虑学校学科评估排名，本科教育水平因素进行学校聚类，并代入线性混合模型选取正相关的数据指标，作为推免名额分配体系，依据数据指标加权得分，在剩余名额总量中给各高校分配名额。测算目标：在保证所有测算指标为正的情况下，请可能缩小测算名额与实际名额之间的差距。

③计算方法三：基于规模增量的一致性评价指标测算。通过上述两方案的实测和结果分析，课题组认为若用拟合历史数据分布的思路来设计测算模型势必将获多或少产生过拟合的现象，而今后对与推免名额的分配工作一定不是关注对历史分布的重新划分，而是针对名额总规模增量的合理分配，按照这一思路，需分析总结以往测算结果，面向全部高校设计出一套通用的相对固定的用于评价学校教学科研水平的测算指标体系，并基于推免名额总规模的增量部分进行分配，各学校当年分配名额即为上一年分配的名额与当年增量分配名额之和。测算目标：做增量加法测算，给各高校分配增加的名额。

(4) 分配体系的确定

以上三种计算方法测算的优劣分析总结如表所示：

方案	优势	劣势
方案一：基于聚类+回归分析的名额分配测算	1. 完全基于数据计算，人工参与预小 2. 测算值和实际误差较小	1. 模型解释性差，无法对所有学校采用统一数据指标评判 2. 某些学校类别指标存在负系数
方案三：基于毕业生规模基数分配+综合教学质量评价模型的名额测算	1. 所有指标系数均为正值，与实际情况相符，解释性好 2. 双一流、专项计划实行分配，模型灵活度较高	1. 无法对所有学校采用统一数据指标评判 2. 测算结果与实际数据误差较大
方案三：基于规模增量的一致性评价指标测算	1. 建立了模型，简单易懂，统一指标体系，解释性和导向性相好 2. 只对增量计算，不存在对历史数据的拟合问题，适用性好，可根据未来的需要可以灵活修改模型 3. 实际操作性较好	各项指标与系数的确定带有较多的主观先验性

经过综合分析上述三种计算方法，最终确定选用“方案三”作为国家推免指标分配体系的使用方案。

三、主要创新点及理论价值

(一) 主要创新点

1. 首次建立了推免生名额科学分配计算办法及年度动态调整机制。可实现对推免高校人才培养质量的综合定量评价，实现推免生指标在推免高校间的科学、公平分配。通过年度动态调整计算办法指标权重和增量分配方案，有助于引导推免高校内涵发展。

2. 引入分层次的柏松模型进行指标测算，为保证计算的一致性和公平性，构建了数据指标标准化模型 $\overrightarrow{X_{ij}} = \frac{X_{ij} - \overline{X_{ij}}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \overline{X_{ij}})^2}{n}}}$

其中 X_{ij} 为第 i 学校的地 j 项指标， $\overline{X_{ij}}$ 为 X_{ij} 的平均值， $\overrightarrow{X_{ij}}$ 为 X_{ij} 的标准化值。

构建了增量名额分配测算模型

$$N_i = \frac{Y_i * L_i}{\sum_{i=1}^n (Y_i * L_i)} * M$$

设 N_i 为第 i 所学校所分配的名额， Y_i 为第 i 所学校的指标评分， L_i 为第 i 所学校的当年应届毕业生数， M 为当年的新增名额规模总量， A_{ij} 为第 i 所学校的第 j 项指标的权重系数，其中， $Y_i = \sum_{j=1}^n A_{ij} * \overrightarrow{X_{ij}}$ 。

两个模型的构建使得整个计算过程简单易懂，具有较好的解释性和导向性。

(二) 理论价值

(1) 首次基于本科和研究生教育大数据平台设计了推免生名额分配体系，对推进本科教育教学改革、提升人才培养质量具有重要的导向性作用。

(2) 首次创新性提出分层次的计算模型，具有形式简洁、通俗易懂的优点，对定量研究和评价本科及研究生教育教学质量提供了理论基础和参考依据。

(3) 丰富和完善研究生教育学的研究内容，开辟了研究生教育学中关于招生指标建模的新方向。

四、应用及推广价值

(一) 设计完成了国家推免名额分配体系

经过充分的调研、咨询、设计和测算，建立了更加科学合理的国家推免名额分配体系，并被国家采用。

(二) 促进我校教育教学改革工作

国家推免名额分配体系的建立，可以有效推动我校双一流建设、本博一体化建设等教育教学改革工作，为教育教学改革的顺利推进提供充足的生源支持和保障。

(三) 为同类石油高校提供借鉴意义

推免名额分配体系的建立，不仅可以有效推进我校教育教学改革的建设，还

可为同类石油高校提供可直接借鉴和应用的成果。

(四) 有效推动我校研究生招生指标分配办法的优化和完善

推免名额分配体系的研究成果，为学校进一步加强研究生招生指标的宏观管理和有效统筹，发挥招生计划在研究生教育资源配置中的作用，构建以质量和绩效为导向的研究生招生指标动态调整机制，推动我校优化和完善研究生招生指标分配办法，紧跟高等教育教学改革和国家重大战略需求，提供详实的、可实际应用的优化完善方案。

附表：高校推免分配指标体系测算表

一级指标	二级指标	支撑数据
基本办学条件	学校类别（985/211、双一流等）	学校类型
	生师比：超过 20 的专业为不合格	专任教师（排除校级双肩挑），折合学生数
	具有研究生学位教师占专任教师比例	专任教师（硕士、博士学位）
	生均教学行政用房	行政用房，折合学生数
	生均教学科研仪器设备值	教学科研仪器设备（单价 1000 元以上），折合学生数
	生均图书	纸质图书，折合学生数
	生均本科课程门数	课程门数，本科在校生数
	通识课程规模数	无法鉴别
	生均占地面积	占地面积（产权、非产权），折合学生数
专业建设及培养情况	特色专业及专业综合改革、优势专业	优势专业
	特色人才培养计划	
	专项人才培养计划	
	人才培养创新实验项目	人才培养创新实验项目
	本科生参加大学生创新创业项目（百人均、千人均）	参与创新创业训练项目全日制本科在校学生数（人）
	实验教学示范中心（国家级、省部级）	实验教学示范中心与虚拟仿真实验教学中心
师资队伍	院士人数	高层次人才（工程，科学、外科学院）
	千人计划、长江、杰青、青年千人计划、优青、青年长江、青年拔尖、教育部新世纪人才计划	高层次人才、获得时间
	副高级以上专职教师比例、正高教师比例	高级职称教师（教授、副教授、其他正高、其他副高）
	千人计划、长江、杰青（超聘期或项目执行期结束）	
	科技创新团队	

生源数量及质量	应届毕业生情况（应届毕业生数、考取研究生情况、出国情况、志愿服务国家西部、东北、中部等计划）	分专业毕业生数，应届生推免、考取研究生数，出国留学情况，参加国家地方项目就业情况
	本科录取情况（录取分数线，报到率、第一志愿报考率等）	省份、批次、最低控制线，省份、批次、专业实际录取、专业实际报到，第一志愿专业录取书、专业实际录取
研究生教育核心竞争力	科研项目（国家重大项目、国家自然科学基金、国家社会科学基金）	项目名称、立项时间、验收时间
	高水平论文（按论文收录分区统计）	论文收录情况
	已转化或国际授权专利数量	授权专利
动态指标调整	招生规范	舆情负面清单
	国家级、省部级成果奖励	科研成果、教学成果奖励(类型、等级)等
	国家重点发展领域急需的相关专业等	文件

基于工程教育认证的本科教育教学改革与实践

主要完成人员：安永生、詹亚力、董翠宇、侯庆磊、高秋香、徐悦、刘炜超

高等教育专业认证制度是新时代推进专业内涵式发展的重要举措，其核心理念为“学生中心、产出导向、持续改进”。这些理念对引导和促进专业建设与教学改革、保障和提高工程教育人才培养质量至关重要。我校是以工为主，多学科协调发展的行业特色型高校。用成果导向教育理念引导我校本科教育教学改革实践，具有很重要的现实意义。近年来围绕工程教育专业认证，开展本科教育教学改革实践主要取得以下三项突出成果：

一、全方位推动专业参与工程教育专业认证。

专业认证是一种国际通行的教育质量保障制度。我国于2013年被接纳为《华盛顿协议》预备成员，于2016年成为《华盛顿协议》第18个正式成员。专业认证核心理念“学生中心、产出导向、持续改进”，贯穿于专业认证全过程，是专业认证工作的行动指针，反映了当前国际高等教育的发展趋势，对于引导和促进专业建设与教学改革、保障和提高人才培养质量至关重要。

我校围绕石油石化产业结构，构建起由石油与天然气工程、地质资源与地质工程等石油石化优势学科；化学，材料科学与工程等基础支撑学科；非常规、油气、新能源、海洋油气工程等新兴交叉学科组成的石油特色鲜明的学科专业。自2012年，我校化学工程与工艺专业作为第一个申请并通过工程教育专业认证开始，截至目前，共计8个专业申请，其中7个专业通过工程教育专业认证。我们坚持人才培养质量生命线，坚持把人才作为第一资源，重视国际交流与合作，积极参与一带一路建设，坚持走政、产、学、研相结合的办学道路，特别是探索建立产学研联合人才培养的新机制、新模式。

多年来，我们以工程教育专业认证为抓手，不断推进专业的建设质量，遵循OBE导向的工程教育理念，从一而终贯穿专业人才培养全过程。组织各专业教师参与工程教育专业认证培训，深入学习认证的三大理念，努力做到全体参与、全员投入、从始至终，让学校的各处、学院、教师、学生对OBE理念有一定的认识；围绕专业认证的申请、自评报告撰写、专家进校为专业提供全方位服务，引导各相关专业积极参与专业认证工作；以满足认证为目标，在教学资源的分配方面对教学经费、实验室面积等进行统筹调配。同时，我们围绕工程教育专业认证的指标，完成了如下工作：

(1) 学校吸引优秀生源的制度完善，指导措施有效，建立了学生跟踪与评价方法，学生学习状态良好，就业率较高，建立了转专业和国内外交流学生的学分认定办法和程序。

(2) 制定了符合学校定位，适应社会经济发展需求，体现专业特色，反映利益相关方诉求的培养目标，专业对培养目标建立了公开渠道，有业界人士参与对培养目标进行合理性评价。

(3) 各认证专业分别制定了各自的毕业要求，毕业要求能支撑培养目标，公开渠道畅通，能够覆盖 12 条通用标准的毕业要求。专业通过对毕业要求进行能力指标的有效分解，并通过相关课程的教学环节，对毕业要求的指标点进行有效支撑，具有可衡量性。专业核心课程的学习档案资料比较完备，对支撑相应毕业要求能力指标点的支撑提供了证据，能够表明学生具备解决相关专业复杂工程问题的能力，体现了产出导向教育的理念。

(4) 各认证专业分别建立了持续改进机制，基本实现了培养目标持续改进的校外循环，毕业要求持续改进的校内循环，课程教学质量持续改进的课内循环。专业建立了毕业要求的达成评价机制，对专业毕业要求的达成进行了评价。各专业都构建了校外、校内、课内三个环节的质量管理。闭环运行、节点控制、协调促进的持续改进机制，持续改进的监控机制和评价机制有效运转，取得了一定的实效。

(5) 各认证专业均建立了课程体系与毕业要求之间的矩阵关系。课程体系的设置和课程教学支撑了毕业要求的达成。课程体系中，数学和自然科学基础、工程基础类、专业基础类和专业类课程，工程实践与毕业设计论文、人文社会科学类、通识教育课程等课程比例符合工程教育专业认证标准的通用标准要求。课程教学大纲基本体现各类课程教学环节所支撑的毕业要求中对对应能力的培养。

(6) 各认证专业的教师数量充足，满足教学需要，教师具有足够的教学能力、专业水平和工程背景。教师在本科教学中投入精力，明确自己所承担的教学任务对毕业要求和学生能力的培养。教师为了提升教学质量而积极投入精力，并不断改进教学工作。

(7) 学校为专业的学生培养建立了满足毕业要求，符合教学要求的软硬件支持条件。在实验室建设、创新实践场地、支持政策条件等方面为学生达成毕业要求提供了有效支撑。

二、全面应用基于 OBE 的教育教学理念。

从第一个专业申请并通过工程教育专业认证开始，我们就开始全面接受 OBE 的理念，并将其贯穿于工程教育始终。

(1) 以 OBE 理念为引领，确立“产出导向”的培养观，2016 年、2019 年两次大修培养方案。

①2016 年，为适应当前国内外经济社会发展的新形势，满足国家实施中国制造 2025、大众创业万众创新、互联网+、一带一路、国家能源等战略对人才的需求，学校通过加强专业建设，全面梳理课程体系，优化课程知识结构，总结

2007 版和 2013 版本科人才培养计划实施情况，开展了 2016 版本科人才培养计划的修订工作，并制定原则意见。

基于 OBE 理念，提出了坚持适应社会需求，科学确定人才培养目标和毕业要求；坚持促进学生全面发展，优化课程框架体系；坚持深化产学合作、科教融合，建设优质本科教学资源；坚持整体设计实践教学体系，加强学生实践能力培养；坚持深化课程教学方法改革，引导学生主动学习；坚持推进国际合作，拓展学生国际视野；坚持丰富人才培养模式，注重学生个性化发展等七项原则。对通识类课程、专业大类平台课程、专业课、实践教学环节、第二课堂等各类课程设置提出了具体的要求。

同时，以认证要求为标准对大纲格式进行了新的更改，充分反映了 OBE 理念，将大纲教学内容与毕业要求的能力一一对应。

②2017 年，为适应国家推动创新驱动发展，“互联网+”等重大战略，以及以新技术、新产业等为代表的新经济发展，推动工科专业之间及与其他学科专业的交叉融合发展。开展以“厚基础、宽专业、复合型”为特点的大类培养模式改革及相应的培养方案修订。通过调研 14 所 985 高校和 11 所行业特色高校，确定我校新增 6 个专业按大类进行招生培养，并对同一大类培养方案的大学一年级课程进行了重新梳理和修订。

③2018 年，依据新工科通识教育课程的培养目标和培养理念，在已有通识课程的基础上，规范人文社会科学类课程体系，重新划分为哲学思维与文化传承、文艺创作与审美体验、社会素养与创新能力、国际语言与文化、身心健康与发展、工程素养与计算思维等六大模块。完善外语基础课程体系，以能源学术英语为核心、实行分级教学，加强学生外语应用能力培养。依托信息技术，建设在线开放课程，推进混合式教学方法改革。

④2019 年，为落实新时代全国高等教育大会精神，开展了全国范围内的高校培养方案调研。我校本科培养方案学分与其他高校尤其是高水平高校相比，我校通识必修课程模块较为合理，与其他高校相差不大。最明显的差异在于实习实践环节、毕业设计（论文）以及第二课堂学分较多。通识选修模块学分要求相对合理；专业必修课和专业选修看呈现出不同专业或多或少的现象，上述三个模块的培养方案学分调整，要结合各专业人才培养目标和大学英语课程教学改革进行合理性调整。因此，为进一步提高教学质量，提升学生培养效果，将理工科学分降低到 165 学分以内，经管文科学分降低到 150 以内，以改革促发展，配套建设一系列“金课”，淘汰“水课”。

(2) 以 OBE 理念为核心，开展一系列教育教学改革。本科人才培养质量的关键在于课堂，传统课程教学模式在一定程度上优化改进了课堂教学，但依然以教师为中心，局限于学生知识的掌握和累积。我们以本科教学质量为抓手，开展核心课程建设、创新创业类课程建设、项目学习类课程建设等一系列教学改革，

基于 OBE 的教学模式聚焦学生的预期学习成果，突出以学生为中心、以产出为导向和持续改进的教育理念。

2016 年，为切实落实“十三五”本科教育发展规划，建设适应石油石化学科领域世界一流研究型大学的本科教育体系，制定 2016—2018 年本科教育教学改革实施方案。该实施方案全面结合“十三五”规划，将教学改革项目划分为产学合作人才培养机制改革、课程建设、示范性实验室建设、课外科技创新、教学质量保障体系、其它教学改革。其中课程建设包括核心课程建设、MOOC 课程建设、全英语教学课程建设、教材建设等，课外科技创新包括项目学习类课程建设、创新创业类课程建设。

2019 年，为全面贯彻落实《教育部关于中央部门所属高校深化教育教学改革的指导意见》（教高〔2016〕2 号）、《教育部关于加快建设高水平本科教育 全面提高人才培养能力的意见》（教高〔2018〕2 号）、《关于加快建设一流本科教育的若干意见》（中石大京党〔2018〕63 号）等文件精神，落实《中国石油大学（北京）“十三五”本科教育发展规划》，落实学校“双一流”建设计划以及“新工科”建设任务，将教学改革项目分为校、院两级管理，校级重点项目主要支持一流专业建设、“金课”建设项目、MOOC 课程建设项目、教材建设项目、课程思政建设项目、跨专业挑战性课程建设项目、过程性考试改革建设项目、毕业设计（论文）质量提升方法改革建设项目、信息化建设促进教学改革建设项目、虚拟仿真教学课程建设项目等十个大类，各大类项目都以 OBE 标准贯穿始终，以学生能力培养作为最终评判标准。

(3) 基于 OBE 的理念，重构本科生教学环境，近年来投入近 200 万元建设智慧教室和泛雅学习平台，通过信息技术实现了教学过程中研讨式-小班化授课和混合式教学，同时，利用智慧教室录播系统，实现了教学资源实时自动生成、在线直播、远程互动。2018 年来，38 名教师 34 门课程实现了小组讨论式教学、过程性考核，强调学生个体差异，制定个性化的评定等级，并在课堂适时进行评定，从而准确掌握学生的学习状态，对教学进行及时修正，与同课程课堂比较，学生普遍满意度上升了 10%，学生的学习成效提高了近 5 个百分点。

智慧教室在设计上，更加注重桌椅与授课教师间距，通过灵活的科学布局支持协作学习式的课堂互动，强调“以学生为主体、以教师为主导”，使得每个学生都有公平接受教育的权利，学生到课率始终保持在 100%。在多屏研讨智慧课堂上，授课教师将学生进行分组，组内每位学生以一种讨论的方式进行思考，教师鼓励学生更好地自主学习，每个学生都有自己独特的思维方式，遇到难题组内学生共同讨论、激发灵感，学生之间可以彼此相互引导、相互启发。

三、打造基于评价与认证的持续改进机制

OBE 理念的核心之一就是“持续改进”，它要求建立一种有效的持续改进机制，从而能够持续地改进培养目标，以保障其始终与内、外部需求相符合；能够持续地改进毕业要求，以保障其始终与培养目标相符合；能够持续地改进教学活动，以保障其始终与毕业要求相符合。持续改进（Continue Quality Improvement-CQI）作为贯彻整个工程教育专业认证体系的三大核心理念之一，以成果导向为引领，从课程体系到学生培养，从师资建设到支持条件，全面促进专业建设与教学改革。

(1) 持续改进机制

建立完善、科学和行之有效的教学质量保障体系是提高和保证教学质量、实现人才培养目标的基本保障，是构建持续改进机制的重要基础。学校坚持“人才培养质量是生命线”的办学质量观，围绕人才培养目标要求，构建结构清晰、运行有效、形成闭环的质量保障体系；坚持教学质量保障的全程性、全员性，建立质量保障长效机制，落实教学质量责任人制度，实现人才培养工作有规划、有措施、有落实、有保障。

(2) 持续改进措施

加强顶层设计，完善本科教学质量保障体系。学校出台了《本科教学质量保障体系实施办法（试行）》（中石大京教〔2018〕28号），按照教育部关于质量保障体系要求，从整体上构建质量保障体系的框架，明确组织架构和工作职责，明确本科教学工作各主要环节和教学建设的质量标准，从制度上构建起结构清晰、形成闭环的教学质量保障体系，为更好地落实立德树人根本任务提供了政策保障。教学质量保障体系由组织与运行系统、目标与质量标准系统、质量监控与改进系统和质量评价与激励系统构成。

强化制度保障，推进校、院两级质量保障体系建设。学校出台了《毕业生跟踪调查实施办法（试行）》（中石大京教〔2018〕29号）、《本科实践教学质量评估办法》（中石大京教〔2018〕30号）、《本科教材管理办法（修订）》（中石大京教〔2018〕26号）、《本科课程教学质量评价实施办法（试行）》（中石大京教〔2019〕4号）等文件，教务处出台了《关于开展学院本科教学质量保障体系建设工作的通知》（教务〔2019〕16号）等文件。一系列持续改进相关的制度出台为全面准确地了解我校毕业生就业质量和社会对人才需求的情况、加强实践教学环节质量监控力度、规范教材管理、建立健全校院两级质量保障体系提供了保障。