

国家高等教育教学成果奖成果报告

(实践激活-思政融合《流体力学》特色教学模式改革与示范)

1 成果简介

1.1 成果背景

内蒙古科技大学《流体力学》是全校 15 个工科专业所开设的专业基础课程，也是能源、环境、冶金、机械等学科的硕博阶段核心基础课程。课程教学具有理论性强、应用范围广等特点。然而由于涉及大量理论推导、微积分应用和向量运算，容易挫伤学生学习主动性。同时随着近年来教育技术不断更新，西方意识形态渗透与冲击，教育教学面临诸多困境。为了迎接这些挑战，我们 10 年铸剑、五年实施、三年推广打造了“实践激活-思政融合《流体力学》特色教学模式”，德业并重、全面提升学生学习积极性、主动性和创造力。

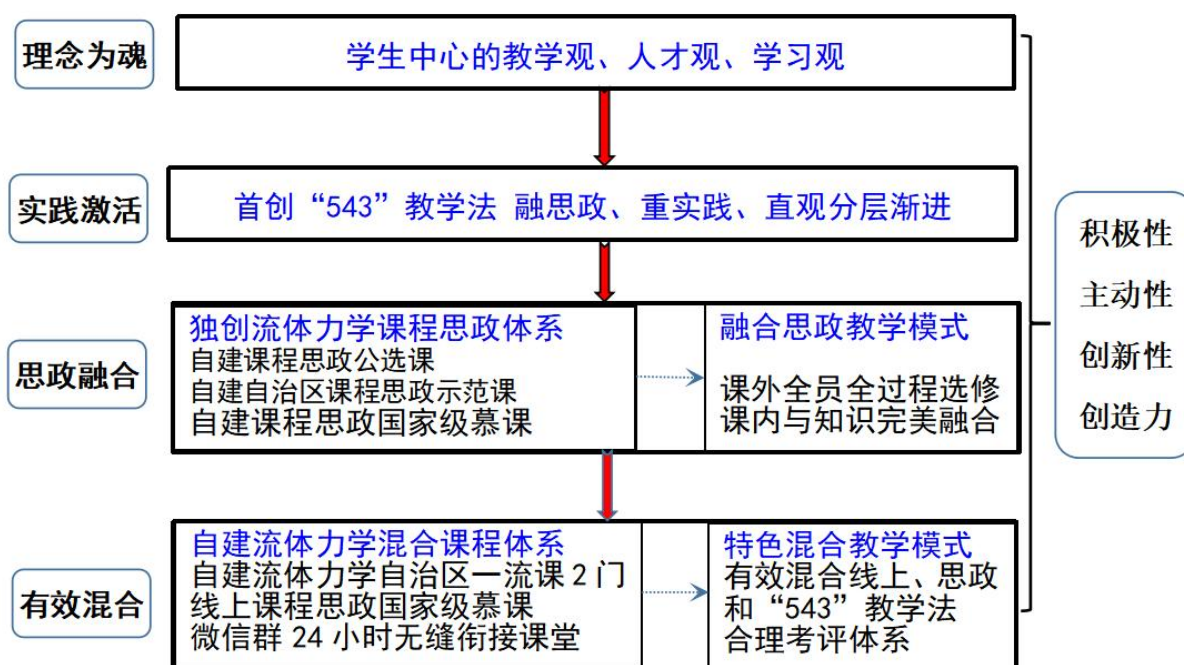


图 1

1.2 成果主要内容

(1) 提出学生中心的教学观、人才观和学习观，体现了“学生主体、主动学习、自由探索、健康发展”的现代教育理念。

(2) 首创实践激活“543”直观分层渐进教学法

包括原理5步教学法、案例实践4步教学法、概念3步教学法，将课堂案例实践、科研案例、自由实验和流体力学创作实践融于概念和原理教学中，通过理论教学实践化、直观化、分层渐进达到内化于心外化于行，全面激活学生学习主动性，激发学生创造力。

(3) 独创《流体力学》课程思政体系和融合教学模式

提出课程四性思政目标，凝练科学精神、哲学方法、艺术魅力等15大类思政范畴60个经典案例，自建流体力学课程思政全国首门国家级慕课和全国首门公选课，培养了一支国内外颇具影响力的课程思政特色师资队伍。形成了课外自建慕课和公选课全员全过程选修、课内与教材教法完美融合的课程思政教学模式。该模式同时激活了教师的科学素养、研究热情和学生的创造力。

(4) 建立特色混合教学模式、打造“教研学创”联动机制

适度混合自建自治区一流课程和国内名师优质资源，有效混合课程思政和“543”教学法，打造了“教研学创”联动机制——教中生研、科研哺教、学中促创、科创馈学。教师创新知识，学生在学习中创新创造，科创作品获国家级奖56项，许多同学升入上交、西交、大连理工等名校读研读博。

基于此，课程取得了一系列重要教学成果和较好育人成效：

(1) 《流体力学》课程建设成果概括为“十六个一”

一门流体力学课程思政国家慕课；

一门《高等流体力学》自治区课程思政示范课程，推荐国家级；

一门《流体力学》自治区一流课程，推荐国家级；

一门《流体力学之美与哲学科学启示》自治区一流课程；

- 一门《流体输送与输配》自治区一流课程，推荐国家级；
- 一门流体力学课程思政校内公选课；
- 一门流体力学混合教学平台；
- 一门流体输送与输配混合教学平台；
- 一本 21 世纪规划教材《工程流体力学》；
- 一本化工出版社《工程流体力学习题集》；
- 一款自主开发的移动学习 app 软件；
- 一门流体力学课程思政讲义（完全自编）；
- 一套具有思政特色的流体力学完整共享电子教案、PPT 和 20 个推广教学设计方案；
- 一套生活工程典型案例（10 大类 45 个）；
- 一套思政教学案例（15 类 60 个）；
- 一套约 1200 道流体力学习题例题题库。

（2）《流体力学》课程培养学生获奖成果概括为三个一批（“**国家级 56 项**”）

- 一批国家级奖（54 项，国家一等奖 9 项、二等奖 13 项）
- 一批学生专利 31 项；
- 一批论文发表（10 余篇-top 期刊 1 篇 SCI 1 篇 EI 收录 2 篇）。

（3）《流体力学》课程获奖

- 《流体力学》自治区教学成果一等奖；
- 《高等流体力学》自治区课程思政示范课程、教学名师和团队；
- 《流体力学》自治区创新大赛团队一等奖；
- 《流体力学》自治区青年教师教学技能大赛二等奖；
- 《流体力学》智慧树课程思政案例大赛特等奖；
- 《流体力学》智慧树课程思政案例大赛二等奖；

(4) 《流体力学》课程教师荣誉

《流体力学》自治区教学成果一等奖 6 人次

《高等流体力学》自治区课程思政教学名师 4 人次

《高等流体力学》自治区课程思政教学团队 4 人次

《流体力学》智慧树全国课程思政案例大赛特等奖 3 人次

《流体力学》自治区创新大赛团队一等奖 4 人次

智慧树高等教育研究院特聘专家 1 人次

国家级学生竞赛评审专家 4 人次

国家级学生竞赛优秀指导教师 5 人次

国家级学生竞赛优秀指导奖 4 项

国际清洁能源拔尖创新人才 1 人

教育部学位与研究生教育评估专家 1 人

科技部“科技创新创业导师” 1 人

自治区杰青 1 人

自治区草原英才 1 人

自治区 321 工程人次 1 人

自治区科学技术进步奖二等奖一项

自治区科学技术进步奖三等奖一项

1.3 教学模式推广应用

目前《流体力学》教学模式已被 10 多位老师推广，涉及全校 6 个专业，包括能动、建环、土木、车辆、矿加、采矿、环境等，受益学生数约 3000 人。其课程思政内容《流体力学之美与哲学科学启示》被大连理工大学、湖南大学、中国石油大学、湖南工学院、广东工业大学等 30 多所学校约 4000 余人次选修，累计互动达到约 3 万次。同时该课程已经在哔哩哔哩和好看视频网站发布，供全国流体力学同仁参考，目前学习人数已经增至约 1.5 万人，

同年获得哔哩哔哩网站知识输出奖，受到一致好评。课程近年被东北电力大学周云龙老师推荐为《高等流体力学》的重要参考，多次引用并给予好评。

2 成果解决教学问题和方法

2.1 研究背景和主要教学问题

近年来，由西方文化的渗透、资本异化和社会不良习气的冲击，学生的人生观、价值观包括学习观受到了前所未有的挑战。同时人才市场化和优质便捷的教学资源仍然没有能够激发学生学习的积极性和主动性。由此导致两性一度不能满足社会对专业人才的需求。内蒙古科技大学《流体力学》上世纪八十年代脱胎于热工基础课程，现在已经发展成为能源与环境学院所有专业大学二年级的专业基础课、所有硕士点专业基础课以及我校 10 多个专业的必修或选修课程。流体无处不在、流动无处不有、生命因而存在、工程常与牵手。实际上，几乎所有理工科专业都绕不开《流体力学》，而且是理工科许多专业的本、硕、博阶段核心基础课程。过去有“学好数理化，走遍天下都不怕”之说，如今看来学好《流体力学》这一门课程，同学们就可以纵横四海。不过，课程虽很重要，但其教学特点理论性非常强、容易枯燥乏味。同时随着近年来教育技术不断更新，再加上资本异化和西方意识形态的渗透与冲击，教育教学面临诸多困境。为了迎接这些挑战，我们以 10 余年之功打造实践激活-思政融合流体力学教学模式，针对性的解决了以下三方面的教学问题。

(1) 专业课的课程思政教学缺乏有效路径

《高等学校课程思政建设指导纲要》明确指出：让所有高校、所有教师、所有课程都承担好育人责任，守好一段渠、种好责任田，使各类课程与思政课程同向同行。因此课程思政在全国推广，如火如荼，几乎所有课程都在推行课程思政，形式一片大好。不过也存在许多问题，许多专业课程思政只是赶时髦、图应付、流于形式、目标不清、方法简单、手段“粗暴”、与课程内容结合不够等等。其核心问题在于专业课程思政融合教学缺乏有效路径。我们经过 10 多年的课程思政教学积累和摸索，提出了“合理目标->精品资源->特色平台->有效教法->高水平师资队伍”真正可复制推广的专业课程思

政教学体系和模式。

(2) 激发学生积极性、主动性、创新性和创造力一直都是教学的“根”问题

建构主义学习理论认为学习是学习者主动建构知识的过程，现代脑科学也证明主动学习能更大程度的改变神经连接。因而以学生为中心的本质就是让学生主动学习，学生自己主动学习了，教就变得不重要了。同时“创新是一个民族进步的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力。”所以培养学生的创新和创造力也是教育的重大责任。故激发学生积极性、主动性、创新性和创造力一直都是教学的“根”问题。经过团队多年的教学实践证明，将课程思政和实践融于“543”直观分层渐进教学法中能够解决这一问题。

(3) 快速迭代的教育技术如何有效融于传统教学中

近年来，随着互联网技术的普及，各种现代教育技术日新月异，走马灯似的迭代更新，令人眼花缭乱目不暇接。然而我们教育者一定要清楚，这些技术不管怎么变，也不管如何先进，它就是个“手杖”，用得好能够助力，用不好更容易摔跟头。所以如何将快速迭代的教育技术有效融于传统教学中始终都是一个问题。团队多年经验表明：适度的系统混合教学是解决这一问题的有效方式。

2.2 成果解决教学问题的方法

2.2.1 提出了基于现代教育理论的合理教学理念、人才观和学习观

教师的德业是教育立德树人的基础和关键，教师首先应具有良心和爱心，良心是底线，爱心是教育关键中的关键，是撬开教育中一切问题大门的钥匙。另外现代教育理论建构主义与人本主义都强调学生为中心。因而我们确立了“学高为师，身正为范；珍爱学生，快乐相伴，鼓励个性，健康发展。”的教学理念。

马克思人的全面发展理论指出了人的全面、自由、充分和和谐发展，而

人的自由发展强调的就是人的**个性和独创性发展**。美国教育学家和心理学家加德纳也指出人具有多元智能，强调因材施教。这实际上也是世界多样性和个体差异性的具体体现。所以**我们提出了“每个学生都是才”的人才观**。这为所有学生提供了接受公平教育的机会，减少了教育歧视，也因此教育者对任何教育对象都能有“得天下英才而教之，吾之乐也”的豪迈情怀。

马克思主义揭示了真理是相对性和绝对性的辩证统一，任何真理都有局限性。建构主义理论也认为知识只是一种解释、一种假说，并非最终答案。所以我们在学习真理的时候要接受其合理性，同时要敢于质疑和创新。而且基于此**我们提出了“大胆质疑、小心求证、好之乐之、自由灵魂”的学习观**。这是学生为中心的集中体现，吸收了人本主义“自由学习”和“学生为中心”的学习观和教学观的合理内涵。

2.2.2 提出了合理的《流体力学》课程目标和思政目标

《流体力学》是一门古老而又年轻的学科，根据《流体力学》课程特点和
我校专业情况，课程目标确定的指导思想为：强化重点概念和原理的理解与掌握；突出生活和工程应用能力培养；融合历史、前沿、科学、哲学和文艺。结合这几个方面确立了四个层面的课程目标：①知识目标：掌握流体力学基本四概念、原理、方法和思想，了解其历史、前沿进展和生活工程应用。②课程思维目标：掌握知识，直接应用，形成流体力学课程思维。③能力目标：具有应用流体力学原理发现、分析并解决相关生活、工程和科学问题的能力。④思政总目标：培养学生的科学与工程素养、人文素养和正确的价值观，能扎根内蒙边区又有国际化视野，树立终身学习的理念。

《流体力学》课程属于许多专业的核心基础课程，从内容和学科性质看，具有基础通识性、理科性、工科性和文艺性四重性质。根据教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》，提出了四性思政具体教学目标：①基础通识性-要结合专业知识教育引导
学生深刻理解社会主义核心价值观，自觉弘

扬中华优秀传统文化；②理科性-要注重科学思维方法的训练和科学伦理的教育，培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感；③工科性-要注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当；④文艺性-要坚持以美育人、以美化人，积极弘扬中华美育精神，全面提高学生的审美和人文素养，增强文化自信。

2.2.3 “543” 直观分层渐进式教学方法化繁为简、分层直观，突出主动实践、创新性和创造力

“543” 直观分层渐进式教学方法化特色为将理论教学实践化、直观化、并分层渐进达到内化于心外化于行，熟练掌握并灵活应用，形成《流体力学》课程思维、科研素养和工程能力。

(1) “5” 指原理直观分层 5 步教学法，如图 2。①原理直观讲解：避开繁琐理论推导、抽象的数学符号让学生从实际、直觉和守恒律等出发直接认知并理解概念和基本原理。②原理定性应用：通过大量生动趣味实例进行定性分析应用（课堂演示、媒体展示、动手参与、探索讨论）。③原理直接定量应用：对这些实例简化进行直接简单定量分析计算，课堂陪伴式监督保证所有学生彻底搞懂一个简单典型案例，搞懂了就说明原理掌握了会用了，再来几个简单实例，注意彻底搞懂方能举一反三，方能有足够的底气和信心，方能负重稳健前行。④原理综合定量应用：通过复杂案例逐渐综合定量计算+反复训练熟能生巧（课堂案例练习、课后典型习题练习、课堂易错习题再练习），注意逐渐增加复杂度、根据课程进度逐渐增加综合性，该过程渗透了科学探索与研究方法和复杂工程问题解决之道，同时注意根据学生基础进行合理的难度区分。⑤原理证明：针对性进行理论分析方法和技巧训练，原理理解记住会用了亲切了，然后再来进行公式推导和理论分析，感悟科学思

想和方法魅力、体验数学和科学发现之美。原理 5 步教学法可以概括为：

直观讲解容易懂，趣味应用思维通；
直接会算有自信，综合技巧熟自通。

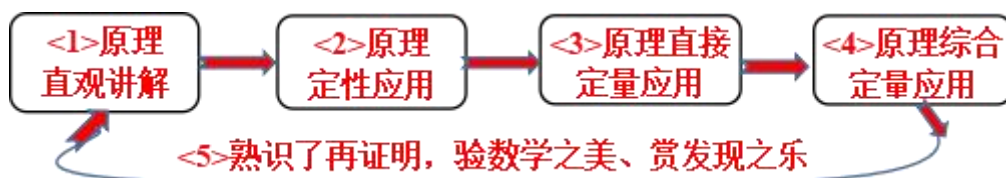


图 2

(2) “4”指案例实践分层 4 步教学法，如图 3。提炼全书 12 个最核心内容，甄选典型工程、生活、科研和思政案例，要求案例足够有趣或者足够有用，为每个重点内容量身定制。通过①案例导入、②定性分析、③初步计算和④详细计算，融入原理 5 步教学法中。案例导入时直接引出本章最重要内容、根本任务和核心目标，让学生学习目的明确，重点清晰印象深刻。该方法重在分层渐进式反复实践、学生主动参与和教师友情式导-陪-督-助，教师主要进行方法引导、并陪伴学生实践，督促方法为激励优等生完成后引导探索更复杂问题，鼓励中等生保质保量完成，耐心帮助差等生结合单独辅导对其查缺补漏，直到所有学生搞懂完成现场提交，这样可以避免课堂惰性和课后抄袭。

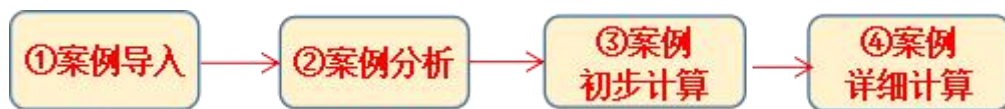


图 3

(3) “3”指概念直观分层 3 步教学法告别死记硬背，如图 4。①望文生义：从概念字义直接理解能知其大概，许多概念在定义时就是与字义大致相符的。层流字义分层流动，湍流即乱流。②联系实物：遇到概念首先联系熟悉的实物、现象或者过程，以图像的形式映入脑海，情景式体验让人易记

难忘。如图 4 中纹影法蜡烛燃烧中的图像，永世难忘，见到其它流动，你直接就能说这是层流那是湍流。经过这两步，概念在你脑中就活了，和实物对应起来了，直接就可以应用分析了。③本质理解：概念由生变熟刻在脑子里了，再理解本质就容易了。概念 3 步法可以概括为：

望文生义识大体，实物难忘记用易；

深入琢磨求本质，课程思维不能离。

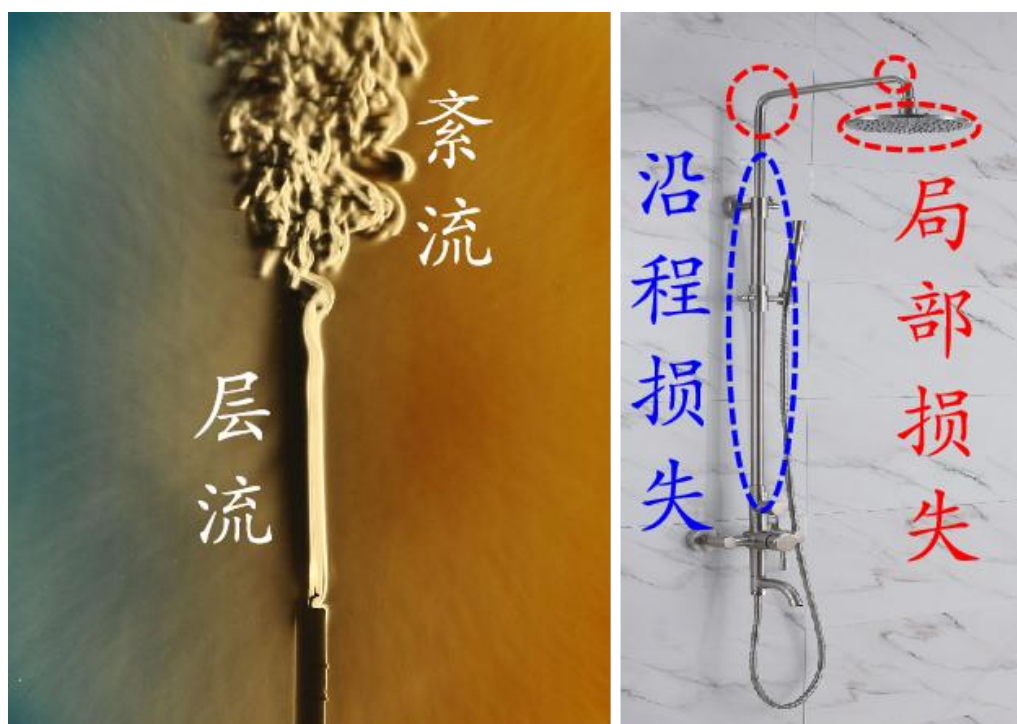


图 4

2.2.3 课程思政体系建设和教学模式为专业课程思政提供了切实有效的路径

最大的课程思政就是对学生的共情和关爱，教师更多的理解关爱学生，增进师生互信，让学生愿意与老师倾述也愿意听取老师合理化的建议。其次才是教师精研课程，熟中生巧，追根溯源，前沿追踪，发掘应用，提炼科学精神、哲学方法和艺术魅力，将其融于知识的传授中，让难者易、烦者简、丑者美、枯燥者有趣、浅显者深刻。基于此，我们打造了四性目标→精品资源→特色平台→有效教法→高水平师资队伍的专业课程思政体系

建设和融合教学模式。

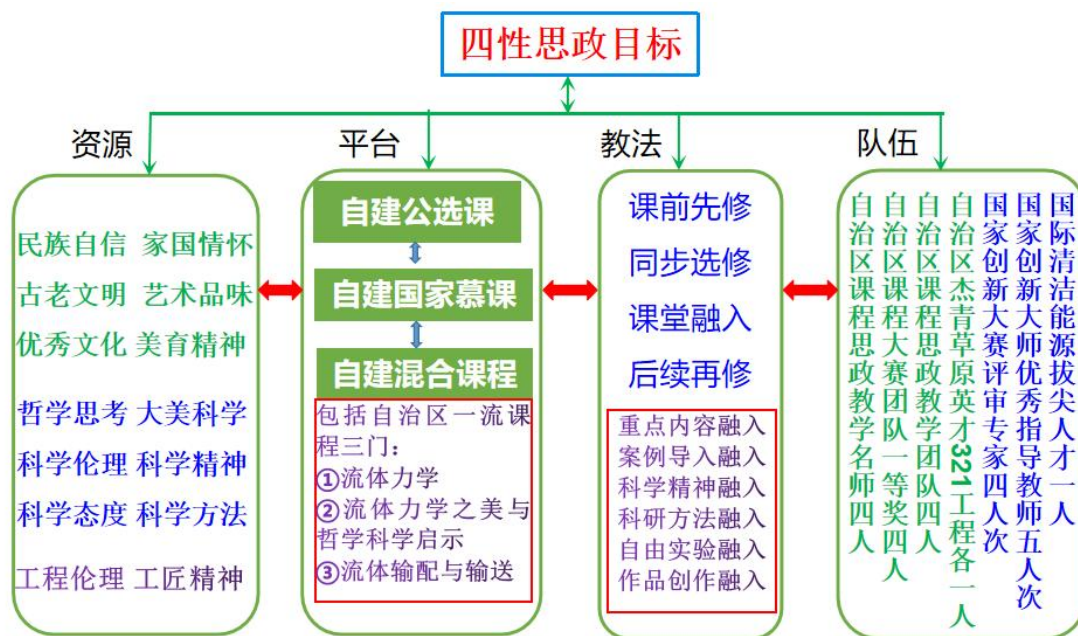


图 5

如图 5，首先凝练出《流体力学》课程相应的人文性、基础性、理科性和工科性四性思政目标。积累了课程思政 15 大类范畴和大量案例库，建成了全国独具特色的《流体力学》课程思政体系：包括以课程思政为特色的《流体力学》自治区一流混合课程教学体系、国内首门《流动美鉴赏与哲学科学启示》全校公选课和《流体力学之美与哲学科学启示》全国独创的国家级慕课。形成了公选课和慕课部分先修、开课期同步选修、课堂内外同步深化、后续引导选修的融合式、跨研究生、跨学科专业、跨国内高校和面向全社会开放的全员全过程教学模式，这里的课堂思政融入主要通过案例导入、原理思想方法、案例实践、科研创新嵌套在“543”教学法中。培养了有丰富课程教学实践和课程思政实践经验的自治区有名且具有国际化视野的教学队伍：包括《流体力学》自治区课程思政教学名师 4 人、《流体力学》自治区高校创新大赛团队一等奖 4 人次、自治区《流体力学》课程思政教学团队 4 人次、《流体力学》自治区高等院校青年教师教学技能

大赛二等奖 1 人次、教育部学位与研究生教育评估专家 1 人、国际清洁能源拔尖人才 1 人。

2.2.5 混合全融系统观，乐见流体流九天

系统混合教学模块以“543”直观分层渐进式教学方法为核心，融通四大平台和线下课堂、融通思政和实践、融通教学和科学研究，融通 10 多种教学方法，最终融通师生的时间空间、喜怒哀乐和深厚情谊。其教学资源、教学方法和模式得到校内和省内同行们的高度认可，也得到国内和国际同行们的引用及好评。

(1) 优质平台架构和资源建设

四大平台包括自建国家慕课、自建优慕课《流体力学》-突出工程、《高等流体力学》-理论升华和《流体输送与输配》-应用提升混合课程体系、自建公选课和便捷的微信交流群及移动学习 app 辅助平台。混合课程按章节内容内嵌工程案例、思政素材、名师课堂、可查询知识点、在线测试、典型习题精讲。名师课堂引用全国优质教学资源比如清华、上交、西交、北航、华科、哈工大、西工大等学校的名师课程，精选适合我校学生的内容和讲解方式将其按知识点碎片化，做成视频、音频和文本三种形式，同学们可以根据喜好甚至心情查询选看。在线测试将概念和原理及其应用尽可能通过真实图片、形象动画、生活工程短视频等置于真实场景，联系实际，直观应用。微信群 QQ 群可以不只是简单的通信工具，它完全可以成为师生、生生的课后交流平台-“24 小时无缝衔接课堂”，答疑解惑学生抢先，关键时诀窍处教师指点，好资源好想法群里先看，节日里师生情祝福满满，毕业后各种嗑还唠个没完。借手机“附体”功能，我们开发了自主知识产权的流体力学概念移动学习 app，学生可以随时随地（茶余饭后、散步公交）学习流体力学重要概念和原理，帮助学生形成流体力课程思维。

混合课程开辟“流体力学科学园”版块，引导学生溯源历史、追踪前沿、朝拜大师、探索发现、欣赏流体力学的美和妙，同时也介绍我们团队关于流体力学的创新性研究成果及国内国际影响。

(2) 重在过程实施

将课程思政、“543”教学法、线上平台和线下课堂适度系统混合，重在适度。

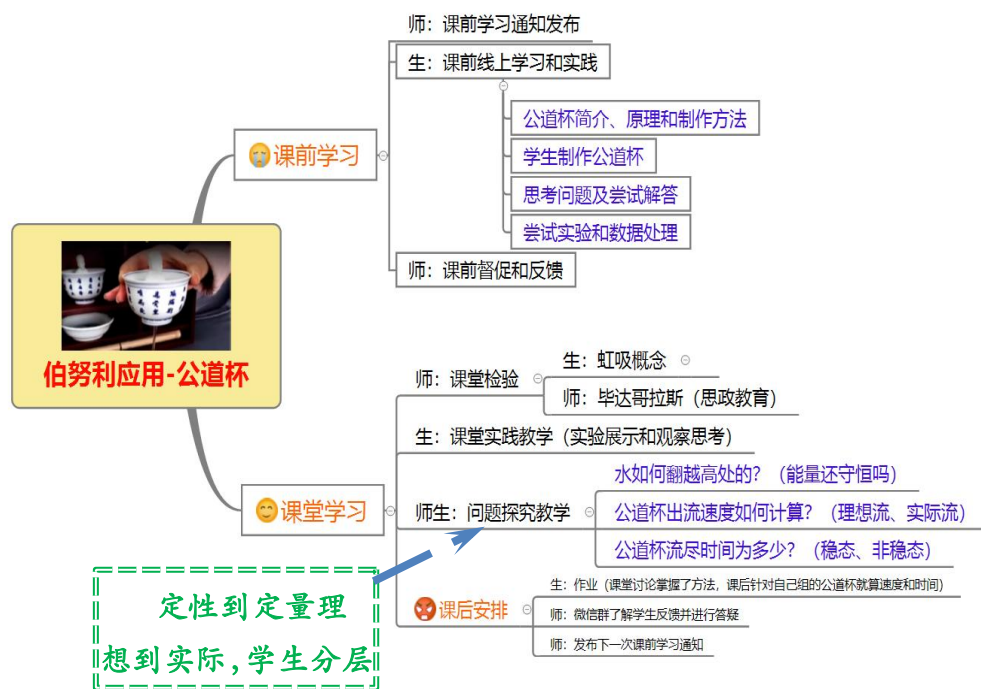


图 6 公道杯实践案例混合教学模式

如图 6，以公道杯实践案例混合教学模式为例，一般实施过程为：

课前：安排学生**选择观看**名师课堂或智慧树在线课程或阅读网络平台文本，完成每小节测试题目，教师通过微信群和平台统计了解学生学习状态和主要问题。如果有自由实验案例，就需要分组分层次设计完成实验、分析结果，得出结论用于课堂展示。

课中：①教师根据线上了解到的学生主要问题或者积累问题监测点提问，以便复习和确认，同时案例导入；②教师结合实际对**重点概念和原理**进

行直观分层讲解；③针对确认问题和重点内容围绕典型工程案例进行定性分析和简单定量计算、讨论和深入学习。④将重要例题和习题作为案例实践的补充分层渐进反复实践孰能生巧，注意讲透方法（避免无法下手）并**导-陪-督-助**所有学生搞懂**完成现场提交**（避免课堂惰性、课后抄袭）。一般每章开头用典型工程案例导入（让学生开章就明白本章的根本目标、核心任务和最重要内容），围绕重要知识进行案例讲解（完成知识、能力与素质训练），最后学生提交案例，教师评述。

课后：思考、作业、微信和微信群“24小时无缝衔接课堂”。

2.2.6 教研相长、科研反哺教学，打造“教研学创”联动机制

适度混合自建自治区一流课程、微信群“24小时无缝衔接课堂”和国内名师优质资源，有效混合课程思政和“543”教学法，打造了“**教学研创**”**联动机制**——教中生研、科研哺教、学中促创、科创馈学。课程思政融合提供科研思维、态度和方法，实践激活“543”教法激发学生创新创造热情，教师以教学中难啃骨头湍流、涡旋等谜团为科研课题，创造新知，学生创造了许多优秀的流体力学作品，同时积极投身各种全国性的科创大赛中。大赛经验和成果极大提升课程吸引力，形成良性循环。

（1）科研提升师生创新能力、激发创造力、跟踪学科前沿进展

我们一直以来秉持教学和科学研究相互交融，教师生而为教、教学研究的升华就是科学研究，教学中难啃的骨头就是科学研究的目標。比如探索湍流世纪未解之大谜团，直面亥姆霍兹分解、涡量是否真正表示流体刚转、漩涡究竟如何表示和精确描述等长期困扰流体力学界的问题，质疑、存疑、解疑的过程是对世界本质的思考和洞察，是对前沿进展的追踪，可以大大提升教师认知、专业素质、素养和创新能力。同时将相关内容引入第七章 N-S 方程第一节流体运动分解、用于第四章第二节和第四节对湍流的理解，用于第

一章对牛顿粘性定律基础作用认识和对基本定律的质疑等等，引导学生质疑、存疑、解疑，交给他们正确对待书本理论，明白真理的相对性，激发创新思维和创造力，学生也能了解学科的前沿进展。

(3) 科研案例提升教学的高阶性和挑战度

将成熟的科研案例引入教学过程让学生体会到知识真的很有用，其中的复杂性问题具有一定的挑战度，对其解决的过程锻炼了学生对理论和原理的熟练应用能力，提升了课程教学的高阶性。比如：对多孔介质流动机理和阻力方面的研究可以提升学生对管流流动状态理解，增强对管流绕流阻力计算的应用能力；三峡大坝世界最大的双线五级船闸和升船机可以让学生明白小原理如何解决大问题、三峡泄洪孔如何设计来消能减少对堤坝和河道的冲刷破坏等等。

(4) 科研探索培养创新性人才

研究生、本科生通过研究这些真正创新性的科研问题，同时这些科研问题又是生长于教科书的理论点，更易激发同学们的研究兴趣、热情和探索精神。寓教于研、寓研于教、寓教研于乐是教学过程莫大的享受和体验。因此我们课题组多年来为西安交通大学、上海交通大学、大连理工大学、哈尔滨工程大学、北京科技大学、上海理工大学、北京工业大学等许多学校输送了许多优秀本科毕业生。

2.2.7 课程考核评价机制

以过程考核为主，形成性评价为辅。增加过程性评价分值，采用激励、激发、督促和引导等方式调动学生积极主动学习，但守住两条线：诚信 0 线—不诚信该项成绩无效、目标底线—最重点内容、方法和能力 100%掌握。

流体力学最终成绩由平时成绩（30%）+闭卷成绩（60%）+实验成绩（10%）三项构成。

平时成绩(30分)的考核是重中之重,包括课程思政线上课学习(5分)、线上流体力学内容学习和测试(5分)、课前回顾课堂实践(5分)、重要知识点问答(5分)和流体力学作品创作(5分)。

(1) 线上学习《流体力学之美与哲学科学启示》,增强学习兴趣、激发学习热情和创新精神、提高素养和思想境界。最低要求根据老师安排观看相应章节并留言讨论。

(2) 网络综合平台有针对性的学习和效果检验。于课前或者课后针对兴趣和不懂的内容选看名师课堂(每周时间不得低于20分钟)和文本阅读,并完成全部在线测试,提交课后作业。

(3) 课前5分钟+课堂实践培养学生学习主动性和创造力。课前5分钟每章最重点内容反复书写、课堂案例(生活工程案例、例题、典型习题、演示实验、自由实验)反复练习。要领:做完线上提交、线上留存、错误及时纠正、不会的当时教会。

(4) 课堂+课下重要知识点问答促进学生学习积极性和主动性,助力微信群“24小时无缝衔接课堂”。规则提问加分、答问加分、抽问答对加分答错扣分。

(6) 流体力学作品创作大赛调动学生主动实践、自由探索、积极创造、分工合作。学生按3-6人分组,小组首先查阅资料讨论初步确定题目,然后进行可行性和经济性分析,最终确定题目并分配每个成员任务。之后开始试制、提交展示初步成果、教师指导如何创新、如何提高性能或者如何采取实验分析解释,进行进一步或者最终完善。最后提交成果包括①小组任务分配表,②创作过程图片和视频,③作品路演PPT,④作品word报告,⑤成果实

物。小组成绩根据作品质量、创新性和实用性给定，组内根据每人的任务质量在小组成绩上下浮动。

上述第（3）、（4）、（5）项都采用分组考核，鼓励个人创造和竞争，同时兼顾组内合作，所以按每组总分确定等级成绩、同组参考组内平均分对每位同学上浮和下调等级成绩。

3. 成果的创新点

本教学成果从理念到目标再到实施可以凝练为以下 6 个方面创新点，其中（4）、（5）和（6）是成果最有特色和创新性且推广应用成效显著的三个方面。

（1）提出了基于现代教育理论的创新性教学理念、人才观和学习观

以马克思主义认识论、实践论、人的全面发展观和真理观等作为指导，结合现代教育理论建构主义、人本主义和多元智能理论等，强调学生为中心、个性差异、主动实践、自由学习、质疑探索、独创发现最终达到全面、充分、自由和谐发展。因而我们创新性提出了：

教学里理念—“学高为师，身正为范；珍爱学生，快乐相伴，鼓励个性，健康发展。”

人才观—“每个学生都是才。”

学习观—“大胆质疑、小心求证、好之乐之、只由灵魂。”

（2）创新性提出了《流体力学》课程目标和四性思政目标

《流体力学》是一门古老而又年轻的学科，属于许多专业的核心基础课程，从内容和学科性质看，具有基础通识性、理科性、工科性和文艺性四重性质。根据《流体力学》课程特点和我校专业情况，**确立了四个层面的课程目标**：①知识目标：掌握流体力学基本四概念、原理、方法和思想，了解其历史、前沿进展和生活工程应用。②课程思维目标：掌握知识，直接应用，形成流体力学课程思维。③能力目标：具有应用流体力学原理发现、分析并解决相关生活、工程和科学问题的能力。④四性思政具体教学目标：①基础通识性-要结合专业知识教育引导理解社会主义核心价值观，自觉弘扬中华优秀传统文化；②理科性-要注重科学思维方法的训练和科学伦理的教育，培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感；③工科性-要注重强化学生工程伦理教育，培养学生精益求精的大国工匠精

神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当；④文艺性-要坚持以美育人、以美化人，积极弘扬中华美育精神，全面提高学生的审美和人文素养，增强文化自信。

(3) 全国独具特色的《流体力学》课程思政体系和教学模式

特色体系和模式概括为：四性目标→精品资源→特色平台→有效教法→高水平师资队伍。凝练出《流体力学》课程人文性、基础性、理科性和工科性四性思政目标。积累了课程思政 15 大类范畴大量案例库，建成了全国独具特色的《流体力学》课程思政体系：包括自治区本科一流课程 3 门、国内首门《流动美鉴赏与哲学科学启示》公选课和《流体力学之美与哲学科学启示》全国独创的国家级慕课。形成了公选课和慕课部分先修、开课期同步选修、课堂内外同步深化、后续引导选修的融合式、跨研究生、跨学科专业、跨国内高校和面向全社会开放的全员全过程教学模式。培养了一支自治区有名且具有国际化视野的教学队伍。

(4) 首创“543”直观分层渐进式系统教学方法

该方法以马克思主义实践论理论为指导，有机结合建构主义、人本主义和多元智能教学理论，突出学生中心、主动实践、教师导-陪-督-助。其特色为将理论教学实践化、直观化、并分层渐进达到内化于心外化于行，熟练掌握并灵活应用，形成《流体力学》课程思维、科研素养和工程能力。方法可概括为：①由认知规律直接认知并理解概念和基本原理。②通过大量生动趣味实例定性应用→直接简单定量计算→逐渐综合定量计算分层渐进，从彻底搞懂一个简单典型案例，到逐渐增加复杂度和综合性，反复实践熟能生巧。③最后进行公式推导和理论分析，感悟科学思想和方法魅力、体验数学和科学发现之美。

(5) 微信群和移动 app 成为“24 小时无缝衔接课堂”

合理利用微信群，打造师生、生生的课后交流平台-“24 小时无缝衔接课堂”，答疑解惑学生抢先，关键时诀窍处教师指点，好资源好想法群里先看，节日里师生情祝福满满，毕业后各种嗑还唠个没完。借动手机的“附体”功能，我们开发了自主知识产权的流体力学概念移动学习 app，学生可以随时随地学习流体力学重要概念和原理，帮助学生形成流体力课程思维。

(6) 依托特色混合教学模式打造“教研学创”联动机制

适度混合自建自治区一流课程、微信群“24 小时无缝衔接课堂”和国内名师优质资源，**有效混合**课程思政和“543”教学法，**打造了“教研学创”联动机制——教中生研、科研哺教、学中促创、科创馈学**。课程思政融合提供科研思维、态度和方法，实践激活“543”教法激发学生创新创造热情，教师以教学中难啃骨头湍流、涡旋等谜团为科研课题，创造新知，学生创造了许多优秀流体力学作品，并积极投身各类科创大赛，获国家奖项 56 项。大赛经验和成果极大提升课程吸引力，形成良性循环。

4. 成果的推广应用效果

(1) 课程教学模式示范推广成效显著

目前《流体力学》教学模式已被 10 多位老师推广，涉及全校 6 个专业，包括能动、建环、土木、车辆、矿加、采矿、环境等，受益学生数约 3000 人。各专业学生平均成绩逐年提高，车辆工程最大增长达到 9 分，同时高分学生人数比例大幅增加，不及格率显著下降，综合类题目得分率显著提高。

流体力学课程思政全校公选课《流动美鉴赏与哲学科学启示》开设至今已惠及全校近 1000 名学生，深受学生欢迎和好评。在线课程《流体力学之美与哲学科学启示》开设至今，被大连理工大学、湖南大学、中国石油大学等 30 多所学校约 4000 余人次选修，累计互动达到约 3 万次。课程近年被东北电力大学周云龙老师推荐为《高等流体力学》的重要参考，多次引用并给予好评。

2021 年《流体力学之美与哲学科学启示》课程在哔哩哔哩和好看视频网站发布，供全国流体力学同仁参考，目前学习人数增至约 1.5 万人。

(2) 学生培养硕果累累

同学们在《流体力学》课程的激发下勇于探索，积极参加各种科创比赛，留下了许多优秀科技作品。截至今年，获国家级奖项 56 项（其中国家一等奖 9 项、二等奖 13 项），获批专利 31 项，论文发表 10 余篇（其中 top 期刊 1 篇、SCI 1 篇、EI 收录 2 篇）。我们多年来为西安交通大学、上海交通大学、大连理工大学、哈尔滨工业大学等名校输送了许多优秀本科毕业生。

(3) 课程建设得到自治区高度认可，受到国内国际同行引用和好评

《流体力学》课程及教学团队经过 10 多年的精心打造，硕果累累，在自治区赢得了极好的声誉，得到同仁们的高度认可：《流体力学》、《流体力学之美与哲学科学启示》和《流体输送与输配》被认定为自治区本科一流课程，《高等流体力学》被认定为自治区级课程思政示范课程，并获得《流体

力学》自治区创新大赛团队一等奖 4 人次、《流体力学》自治区课程思政教学名师 4 人次、《流体力学》自治区课程思政教学团队 4 人次、《流体力学》自治区高等院校青年教师教学技能大赛二等奖 1 人次，也因此获得了自治区教学成果一等奖。团队教师还获得自治区科技进步二等奖、三等奖各 1 项、培养自治区杰青、草原英才和 321 工程人才各 1 人。

同时课程及团队也在走向全国和世界：团队曾于 2022 年获智慧树课程思政案例示范大赛全国特等奖、2021 年获得该项目的全国优秀奖（二等奖），郑坤灿老师被聘为“智慧树高等教研究院”特聘专家（聘期叁年），团队还培养教师获学生竞赛国家级优秀指导奖 5 项，获学生竞赛国家级优秀指导老师 4 人次及评审专家 4 人次，教育部学位与研究生教育评估专家 1 人，国际清洁能源拔尖人才 1 人。基于教学的科学研究也得到了国内和国际同行的好评和认可。在多孔介质湍流研究方面，提出了 10 种流动传热模型，推导了 20 多个流动阻力计算公式，其中 6 个与行业翘楚 Egun 公式相当，2 个更优。基于此，我们已有 3 篇论文发表在业界顶级期刊上、3 篇发表在国内物理领域权威刊物上。为此美国化学学会为我们的研究成果给出了很高的评价和赞誉：

化工 TOP 期刊《INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH》评价：

“At ACS we recognize that your research is important. That’s why ACS strives to maintain one of the fastest submission-to-web publication times in scientific publishing. It’s what drives us to provide the highest quality technical editing and production services, to forego page charges or the use of color charges for your manuscript, and to highlight your research via a dynamic ACS Publications web

platform that showcases your important work to a global community of scientists.”（在 ACS（美国化学学会）我们知道你的研究很重要。所以 ACS 力求以最快的速度出版，而且提供最高质量的技术编辑和制作服务，免除您稿件的版面费和彩色费，并通过动态 ACS 出版网络平台向全球科学家社区展示你的重要工作。）

ACS 荣誉证书及评价：” you have helped advance scientific excellence, made ACS the most trusted, most cited and most read.”

（你们帮助推动了科学的卓越发展，使 ACS 成为最受信任、最受引用和最受阅读的机构。）

国际和国内影响：

- ✓ **流体动力学理论研究受到德州大学刘超群教授和国内同行认可**
- ✓ **多孔介质湍流阻力研究受到美国化学学会高度赞誉**



美国化学学会
ACS PUBLICATIONS AWARDS THIS
Certificate of Recognition
TO
ZHENG KUNCAN
INNER MONGOLIA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Thank you for your valued contributions to ACS Publications. You have helped advance scientific excellence and made ACS the most trusted, most cited and most read.
Sarah Tegen
Sarah Tegen, PhD
Vice President, Chemical & Author Services
of American Chemical Society
ACS Publications
Most Trusted. Most Cited. Most Read.
American Chemical Society



德州大学刘超群教授
专程访问我们团队



跟踪6届涡与湍流研讨会（国际+国内）



与北京大学吴介之教授、西建大孙博华教授讨论流体力学理论

近期我们在流体动力学有一个大的突破，这个突破我们曾在教学中思考 10 年、追踪 5 年。期间与美国德州大学刘超群教授合作，与北航教育部重点实验室主任刘沛清老师、上海理工蔡小舒老师、浙大陈伟芳老师、清华符松老师、北大吴介之老师等进行过虚心请教、深入讨论甚至争论。2021 年，在苏州大学涡与湍流研讨会上，刘超群老师介绍了他们团队的最新尝试，取得

了一些成果，但并不令人满意。

然而我们成功了，我们提出了新的流体力学本构方程、新 N-S 方程、新的速度分解、新的漩涡定义。同时基于这些原创性成果和对流体力学及湍流漩涡机理的深刻认识，创新性提出了与近百年发展起来的三代涡识别方法相当的一系列涡识别新方法：新涡量法、新 Q 法、新 Ω 法和 Zheng-Fantex 法。尤其是 Zheng-Fantex 方法，我们提出了一种全新的真正流体刚性转动定义，比目前最新且被国内外普遍认可的 Liutex 更简单，更易理解和更便于应用。这些成果已经首次出现在 2022 届毕业的研究生范友的硕士学位论文“基于 Liutex 的涡识别和动力学研究”中。