

课题完成单位：环境学院

完成人：刘冰峰，冯玉杰，白朗明，邱微，李昂

构建国际化赋能的3M-3M环境类

研究生创新拔尖人才分类培养体系

课题来源：校级2023年重点研究课题

以绿色、环保、可持续、双碳战略等国家核心需求为导向，将科研产出与教学内容融为一体，构建“多学科 (Multi-disciplinary)、多平台 (Multi-platform)、多基地 (Multi-base)”的3M环境类研究生创新人才分类培养体系，打造大团队 (Major teams)、大项目 (Major projects)、大工程 (Major engineering) 的3M目标，形成3M-3M育人体系和多项成果，为国内其他工科院校提供研究生培养体系提供借鉴，为国家培养基础扎实，综合素质高，专业能力强的人才。

关键词

3M-3M; 分类培养; 国际化

教育是国之大计，党之大计。培养什么人、怎样培养人、为谁培养人是教育的根本问题。党的二十大报告提出了实施科教兴国战略，强化现代化建设人才支撑的论断。2022年，我国在学研究生人数已达365.4万人，我国已经进入了研究生大国行列，持续扩大的在研学生规模对研究生教育质量提出了挑战。高质量的研究生教育对我国实现第二个百年奋斗目标担负着奠基性和根本性的支撑作用。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中指出要“加强研究生培养管理，提升研究生教育质量”，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》则强调“推进研究生教育治理体系和治理能力现代化”。总而言之，中国研究生教育必须进一步社会主义化和现代化，这是我国科教兴国，人才强国，创新驱动发展战略的必要举措。

为党育人，为国育才才是研究生教育的价值所在。尽管我国研究生持续“增量”，但研究生教育“增质”成效仍有较大提升空间。研究生教育目前存在培养目标不够明确，培养体系不够健全，科研管理平台发展相对滞后，缺乏学科交叉成果产出，国际接轨程度不够全面等问题。基于这一现状，研究生教育教学改革应围绕创新型高层次人才培养，学科平台建设和国际化发展，交叉学科融合创新成果产出，立德树人思政培养等多个层次系统开展。哈工大环境科学与工程学科在近年来学科评估均为“A+”学科，是国内环境专业研究生重要的教育前沿阵地，所培养的学生应深刻领悟习近平生态文明思想，在国家核心“双碳”战略中发挥重要作用。为此，必须要将环境领域研究生的课程内容与领域内的前沿技术相结合，同时推进实践课程，通过校企联合，践行多元化教学模式，拓宽育人路径，提高人才实践能力，紧跟时代需求，满足国家要求。

本项目在前期研究生培养和教学改革的基础上，面向环境领域研究生创新拔尖人才的培养需求，开展研究生创新人才培养体系探究，以绿色、环保、可持续、双碳战略等国家核心需求为导向，将科研产出与教学内容融为一体，打造全新的研究生培养体系和课程设置，鼓励并引导学生与生命、信息、数学、计算机等学科交互，加强交叉学科创新，开拓国际视野，打造国际化赋能的多平台，构建“多学科 (Multi-disciplinary)、多平台 (Multi-platform)、多基地 (Multi-base)”的3M环境类研究生创新人才分类培养体系，打造大团队 (Major teams)、大项目 (Major projects)、大工程 (Major engineering) 的3M目标，形成3M-3M育人体系，为国内其他工科院校提供研究生培养体系提供借鉴，为国家培养基础扎实，综合素质高，专业能力强的人才。

研究生教育在各国均是培养高层次人才的重要途径。英国牛津大学以学术研究为导向，以服务世界为人才培养目标，注重多元教育研究，允许学生根据自身的学习水平和科研方向选择课程，并积极组织学生参与国际性学术会议，校内跨学科研讨大会，使学生感受浓厚的学术氛围的同时增加与不同专业人才交流的机会^[1]。美国基于“学院主导式”，“独立建制式”和“研究生院统筹式”开展跨学科研究生教育，在学院基础/研究生院基础上建立跨学科课程，在各知识领域间建立联系，整合相关领域的内容，设置结构严密的核心课程和体系化的选修课程，以确保学生获得的知识完整性与系统性，同时邀请不同学科背景的老师在本学院授课以培养交叉学科型人才^[2]。日本东京大学在其研究生院开展了重点化改革，即将高等教育的重点从强化本科生素质教育学部转移到强化培养专业人才的研究生院

上，设置大学综合教育研究中心，帮助东京大学的学生调整入学的认识、推动教育国际化、构筑新型的教育课程体系、保障教育质量、重新构筑高学历人才范式，并且将自身发展作为专门的研究课题进行专门研究，其研究成果直接用于其自身发展[3]。世界各国的顶尖大学适应社会发展，面向时代需求，不断地更迭研究生教育体系，这对我国的研究生培养也具有重要的启示作用。

我国研究生培养体系也历经了多次变革，形成了中国特色社会主义研究生培养体系。清华大学从2017年起，建立起3大模块，11大领域，51门课程组成的研究生教育体系，3大模块涵盖综合讲座和前沿热点课程、学术素养课程、职业素养课程；11个领域包揽最新学术进展、学术规范与道德、创新创业知识技能等内容；51门课程用系统理论与实际案例推动学生的思维接轨前沿，增强学生的创新创业能力[4]。在研究生培养上增强具体性、针对性、立足本校的特色并增设基础课程，全面强化学生素质教育。此外，信息时代的来临促使各学科教育与数字化，与计算机结合成为各学科发展的必经之路。《中国教育现代化2035》提出必须加快信息化时代教育变革，提升一流人才培养与创新能力。复旦大学制定了研究生教育改革行动计划《复旦大学研究生教育博英计划行动方案（2020-2022）》，建立了一体两翼的研究生分类培养体系，分流学术型人才和专业型人才，定制个性化培养方案和国际化培养举措，有效地提高了拔尖创新人才的自主培养能力。

基于国内外研究现状可知，创新性人才培养是一个多层次多维度的工作，其最终目的是面向国家建设核心需求。多所高水平大学已针对本校的研究生培养体系进行了改革，开展了大量的理论研究和学生培养实践，取得了卓越的成效。然而以往关于研究生培养体系都注重于课程设置，培养方案修订以及学术交流上，对于校企合作强化实践，高层次多学科平台构建，国际范围领域的深入交流等方面涉及的较少。如何提高学生的创新能力和综合素质仍然是各高校的攻坚难题。因此，哈工大环境学院提出构建国际化赋能的多平台、多学科、多路径的环境类研究生创新人才培养体系，以立德树人为根本目标，在平台、学科、方法等多个维度强化研究生的教育培养，传授环境学科坚实宽广的理论基础和系统深入的专业知识，锻炼学生的批判思维，创新思维和实践能力，使学生能够独立且创造性地从事环境专业科学研究和工程，同时具备良好的国际化视野，以期为党和国家培养出创新型拔尖人才。

03

研究的主要内容

本项目旨在构建“多学科（Multi-disciplinary）、多平台（Multi-platform,）、多基地（Multi-base）”的3M环境类研究生创新人才分类培养体系，打造大团队（Major teams）、大项目（Major projects）、大工程（Major engineering）的3M目标，形成3M-3M育人体系，培养学生掌握解决人类社会可持续发展过程中面临的重大挑战所需的跨学科知识、系统思维以及创新能力，努力使其成为全球绿色低碳发展的引领者，为构建人与自然生命共同体和人类命运共同体，实现人类社会可持续发展贡献力量，具体内容如下。

1. 聚焦“四类”人才培养，构建分类人才培养体系

聚焦于学术大师、工程巨匠、业界领袖和治国栋梁四类人才的培养，响应国家需求，满足学生诉求，对学术型硕士、专业型硕士和志在攻博的研究生进行分流，设计引导性的课程体系，设立不同的学位授予标准，以实现人才培养的针对性。建设“课程引导-科研攻关-实践历练-人才塑造”人才培养体系，立足于授课-科研-实践三大板块打造高层次人才。科学合理设置课程体系，面向科技前沿开设新课程。培养研究生科研能力，从授课老师-实验老师-导师形成一套完整的科研指导体系。积极地与企业

开展合作强化学生实践能力。鼓励学生通过科学研究解决实际问题，强化学生创新能力。与各高校广泛开展学术交流活动，与企业合作提供更多实践岗位，与政府机关合作提供实习机会，迅速地引导学生确立发展方向与目标。在百年未有之大变局下，面向全球治理体系改革发展培养四类人才，在世界上发出更多的中国声音、提出更多的中国方案，做出更多的中国贡献。

2.深挖课程思政元素，润物无声贯穿育人全过程

研究生教育要将立德树人作为根本任务，瞄准科技前沿和关键领域，深入推进学科专业教学内容调整，加强研究生思想政治教育，让研究生心中拥有为国家需求而科研奋斗的目标。研究生培养不仅重视专业素质和能力的提升，更要落实立德树人的根本任务，坚定学生的理想信念，培养学生的爱国情怀。在专业课程教学之余，应深入贯彻为国奋斗之精神，对党忠诚之意志，引导学生树立共产主义远大理想，培养德才兼备的高层次拔尖创新人才。



3.紧跟国家重大需求，打造研究生“金课”体系

环境类专业应立足于“双碳”战略为核心的重点基础攻关/工程建设项目，解决环境治理问题中的卡脖子问题。首要解决的是授课内容和科技发展前沿与国家需求的脱钩问题，改革教学内容，将学科前沿内容与教材内容有机融合，要求授课内容与时俱进的发展，拓宽学生的视野并使得学生能迅速地投入到一线科研或工作中。设置实践课程，增强产学研合作，带动学生深入一线，切实提升学生对当前环境治理难题和国家需求的理解，强化学生的实践能力。开设跨学科课程，加强多学科领域交叉，促进学生开展交叉学科科研。

4.发挥国家平台个性功能，建立资源共享育人机制

哈工大环境学院拥有6个国家级平台，5个省部级重点实验室，是国内环境类学科领域的科研前沿阵地。创新能力是研究生最重要的个人品质，依托国家级科研平台，按方向分类利用固废、生物质能、水资源等不同的平台功能，结合国家重大需求课题、虚拟仿真实验教学中心开展虚实结合的科研教学，满足研究生对创新能力培养和科研能力锻炼的需求。依靠环境学院学术平台邀请科研大家、优秀博士创办学术讲座，营造浓厚的学术交流氛围，提高研究生的创新意识与创新能力。科研平台中实验仪器，教学资源，学术交流活动等均公开化、信息化、透明化，帮助研究生充分利用研究平台开展科学研究。与国内外各名校展开合作，加速科研平台国际化发展，实现数字教学资源和仪器资源共享，进一步强化学生国际化视野，掌握科技前沿动态。

5.注重学科交叉融合，突破传统学科专业壁垒

多学科交互技术攻坚已经是当代社会工程技术发展的常态，培养多学科背景兼具的高层次人才是必不可少的。打破传统专业的界限，在培养方案制定过程中多学科课程深度交叉融通，鼓励学生在在学习过程中制定个性化培养方案。探索不同学科的共通性和相互渗透性，并在交叉学科之间形成互相建构的关系，使得本专业人才培养兼具各家之长，能够以更广阔的视角和更多样的手段解决科研和工程问题。强化与生命、化工、数学、计算机等相关学科的交叉合作，邀请具有相关专业背景的教师为环境学院研究生授课。针对科研需求，在人才培养计划和课程体系设置中加入跨专业学科的学习要求。鼓励导师跨学科进行招生，建立健全研究生跨学科招生培养制度体系。

6.强化校企深度合作，推进产学研三链融合育人

将校企合作作为研究生培养的重大发展战略之一，重构基础学习-科研攻坚-一线生产间的教学关系，在优化专业课程组成之余，强调应用，提高实践课学分，融入企业工程实践，职场认知，综合实践和企业创新创业教育的教学体系，有效的改善研究生培养中技术性知识落伍，实践问题脱节等问题。提升课程创新性，面向工程导向研究生强化工程技能培养。邀请一线工程师介绍当前工程技术瓶颈，“卡脖子”难题和工程生产模式。在实验、设计和实习各个环节中细化课程教学、严格过程管理、培养工程素养，提高课程教学、教学质量和人才培养质量，建设产学研闭环育人模式。

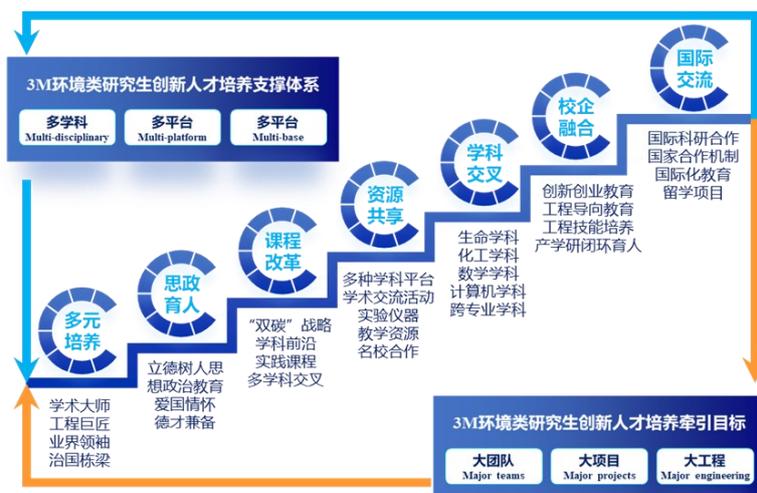
7.创造国际化多元路径，提升国际视野和格局

加强研究生国际化的顶层设计，为每一位研究生创造和国外大师近距离接触、学习和体验国际文化的机会，培养学生的国际视野和全球胜任力。强化国际化课程体系设置，加强英文课程体系建设、与国际高水平学者共建研究生课程建设等；建立国际化深度合作机制，积极邀请和吸引国外名校专家开展科研讲座、博士论坛、学术报告、开设暑期学校等交流项目，与国际高校实验室建立良好的合作关系；强化科研合作，鼓励学术海外交流与学习，通过教育部及国家留学基金委、学校开设的各类人才派遣项目，派遣学生去国外实验室学习，调研其教学体系和人才培养体系并融入自身的实验室建设和教学方案中，在国际交流中充分提高研究生的前沿视野和国际化水平，营造研究生教育国际化氛围，提升国际视野和格局。

04

理论上的新观点

党的二十大报告指出，教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑。面对新时代环境类人才需求，围绕环境学科的特色与优势进行研究生创新人才培养方案的建设与改革，以立德树人为根本，以学科平台和专业建设为基础，以高层次创新人才培养为目的，采取新技术和新方法以适应学科发展和人才培养需要。致力于培养专业基础扎实、科学研究能力突出、素质全面的高质量环境类学科研究生，从而为我国新工科建设、经济社会发展以及国家治理体系和治理能力现代化提供人才支撑。



本项目致力于当前研究生教育改革热点研究内容以及亟待解决的问题，结合国家及学校政策和育人目标，依托国家级多平台开展基础创新研究，打造“创新链”，依托校企合作，推进工程转化和应用，打造“产业链”，依托多学科交叉融合，培养适应新时代发展的拔尖创新人才，打造“人才

链”，实现“创新链、产业链、人才链”三链的有效融合，推进拔尖创新人才的培养水平，最终形成“多学科、多平台、多基地”（3M）支撑“大团队、大项目、大工程”（3M）研究思路，多路径强化和支撑研究生教育方案改革，通过课程改革、资源共享、学科交叉、科研平台、校企融合、国际交流等多种路径强化研究生教育，构建四类人才培养体系，应对社会发展对高层次拔尖创新人才的需求。

05

实践中的新举措

为培养四类高层次人才，实施七大创新举措：

1.推行多元化培养理念，强化跨学科能力

紧紧围绕学校如何再造新百年“一大批杰出人才”这个重要使命，紧盯改革难点，做到目标始终明确、思路始终清晰，以培养“学术大师、工程巨匠、业界领袖、治国栋梁”四类高层次人才为目标，主动把握新形势、新要求，搭建符合新百年需求的多元化人才培养新理念，突破传统工科培养思维，同其他院校、学科、企业进行深入的调研交流，拓展人才培养维度，不断提升引领学生、塑造学生的能力水平。

2.深化课程思政，打造示范课程

教育部在2020年印发了《高等学校课程思政建设指导纲要》（以下简称《纲要》）全面推进高校课程思政建设。《纲要》明确了课程思政建设的总体目标和重点内容。《纲要》提出，要在所有高校、所有学科专业全面推进课程思政建设。提升课程思政效果，需要全面提升教师对于课程思政重要性的认知，加大教师的教学能力培训力度，充分用好现有资源，讲好环境学院“八百壮士”故事，带领师生走进红色实践基地，传承红色基因，从教学、实践两个维度完成课程思政建设，通力打造学院课程思政示范课程，加强文化育人，坚定学生的理想信念，培养学生的爱国情怀。



3.构建交互式课程体系，促进学术与实践融合

提升学生学习的主动建构性、情境性和社会互动性。教学应为学生提供真实、复杂的问题情境，开展情境性教学和探究式学习，打破学科界限和基本结构，引入相关学科课程，促进多学科交叉融通，强调理论实践的交叉与综合，在教学手段运用上强调多种教学方法的交叉互补，优化课程结构势在必行。项目研究以提升学生综合应用能力为目标，针对教学内容设计进行系统性改革，将大型仪器资源、大型项目资源纳入教学环节，为学生创造宽泛的、自由的交流研讨氛围，模拟实际的、复杂的、问题导向的实践背景需求，增加学生的实践及交流机会，推进学术与实践融合的教学模式，提升研究生的创新能力和实践能力。

4.优化科研平台资源共享，加强国际合作

优质的教学资源平台是培养学生综合能力和提升教育教学质量的基础。建设多平台资源共享机制，强化优质资源供给可以有效提升现有资源的利用效率，拓宽学生视野，构建宽维度的育人机

制。环境学院拥有6个国家级平台、5个省部级重点实验室，涵盖了水资源开发利用、污泥安全处置与资源化、生物能源、污染物处理及能源化及生物质定向生物能源转化等多个方向，按方向匹配研究生资源，发挥平台个性化功能。同时打通现有资源平台壁垒，依托哈工大大型仪器管理平台等信息网站、国家虚拟仿真实验室等，共享数字教学资源 and 仪器资源，使每一位研究生能迅速定位到所需资源。与各国名校实验室开展学术交流与合作，开拓国际化视野。在研究生教学培养过程中尝试突破现有的学科分类、学术研究领域分类，鼓励学生跨方向学习实践，充分利用优质资源，提升的知识维度及相关领域的综合素养。



5.推进学科交叉培养，举办跨学科学术论坛

深入实施我校“加快新时代研究生教育卓越发展行动计划”，提高博士研究生的学术水平和综合素质，打通学科壁垒、促进学科交叉、增强学术交流，培养具有宏观视野的全面人才。在培养方案设置上注重交叉学科课程设置，融入和环境类课程相关的其他学科课程，通过开设“大禹”班、“双碳”班、“土木水利”专项班，设立碳中和一级学科等方式实质推进学科交叉融合，通过与化工、能源、生命等学院开展博士生学术论坛、学术沙龙等交流活动开展多学科交叉融合实践，为不同学科的教师、研究生搭建有效的交流

平台，鼓励博士研究生在多学科、多角度的交流和思辨中拓展视野、提升能力，为后续学科交叉项目研究的搭建奠定基础。

6.深化校企协同，建立可持续实践基地

随着我国高等院校人才培养教学改革的持续推动和不断深入，对基于产学研合作的专业人才校企联合培养已逐渐成为我国高等教育发展和培养高素质人才的重要途径，并且也成为高等教育创新发展的重要方向。积极与深圳粤海水务、中建三局、中建八局、康恒环境、华润环保、深圳能源等国内龙头企业建立产学研合作关系，建立实践育人基地，以接绑挂帅等项目合作方式联合培养学生，建立优秀研究生实践基地遴选办法，打通校企合作育人通道，建设可持续的合作实践基地及项目；加强校企合作过程中学生实践内容及效果的监督管理，参与学生实践培养方案的制定工作，提升产学研育人质量；通过调研、交流，拓展不同阶段的产学研途径，弥补不同阶段的学生实践不足、学用脱节问题，持续推动校企产学研合作，切实规范实习过程管理，最终建立健全合作共赢、开放共享的网络化实践育人新机制。



7.拓展国际交流，引进优质资源，提升全球竞争力

为了充分满足为国家战略培养创新人才的需求，构建国际化的创新人才培养体系，强化国家交流合作，项目把握中俄高等教育联合办学契机，以与俄罗斯莫斯科鲍曼国立技术大学合办的环境生态工程专业本科教育项目为基础，进一步拓展高层次人才交流、研究生联合培养等。邀请国际知名教师前来授课、引进高水平外籍教师、开设国际化课程、举办研究研讨会议、开办国际暑期学校等方式，通力打造师资力量国际化、教学体系国际化、实践平台国际化、学术交流国际化，构建全方位的国际化育人平台。打造学生的国际化视野，实现学生知识结构、创新能力和实践能力国际化。

本项目围绕环境学科研究生培养体系改革，构建三大创新机制：

一是创建“学科交叉-科研反哺-产业协同”培养模式，开展校企共建课程，与企业联合建立实习实践基地，建设黑龙江省研究生产教融合基地2项；通过开设水系统信息化技术、建筑信息建模等课程，打造智慧水务模块并升级智能水厂课程，强化行业特色知识体系；在现有课程资源的基础上，建



设《水工程伦理》2.0版。目前已经录制案例课程视频，后续将持续更新，并将新录制的课程翻译英文字幕，打造中英文双语慕课。对照国际版平台课程上线要求，力争上线国际平台。同时，为促进学科交叉融合发展，2023年至今开展2次《哈尔滨工业大学环境与生命健康学科交叉博士创新学术论坛》和1次《工程硕博士前沿论坛》。旨在鼓励研究生在多学科、多角度的交流和思辨中拓展视野、提升能力，为国家生态文明建设和人民生命健康做贡献，促进人和自然和谐共生。

二是建立“智能平台+虚实结合”科教体系，开发虚拟仿真实验课程与混合式教学平台，构建“教材-在线课程-课程思政-虚拟仿真实验”四位一体创新教学体系：以交互式数字教材为基础，通过在线课程实现个性化学习，在知识点中自然融入科学伦理、身边故事等思政元素，依托虚拟仿真平台开展微生物培养等实验，形成“知识建构-能力训练-价值引领-实践创新”的教学闭环，提升创新实践能力；成功申请厌氧氨氧化与反硝化厌氧甲烷氧化耦合脱氮工艺虚拟仿真实验教学软件、废水微生物脱氮机理及工艺虚拟仿真实验教学软件2.0。在《水工程伦理》2.0版建设过程中，进一步丰富课程思政案例、在线教学资源。建设案例资源，打造体现中国特色、中国智慧、中国价值的中国案例。开发2个教学案例，入选中国专业学位案例中心2021年主题案例。持续建设《水工程伦理》课程，入选全国首批工程类专业学位研究生在线示范课程。《微生物生理学》已经完成mooc录制工作。



三是形成“国际联培-科研合作”立体化培养路径，2023年12月与伊尔库茨克国立理工大学（俄罗斯联邦）环境科学与工程硕士学位联合培养项目协议，2024年8月与伊尔库茨克国立理工大学（俄罗斯联邦）共建“国际清洁水中心”，2024年5月在伊尔库茨克国立理工大学召开《国际水挑战创新论坛》；与挪威生命科技大学、滑铁卢大学等共建国际暑期学校，联合宾夕法尼亚州立大学等设立8个国际实验室，并与龙江环保集团、中欧膜技术研究院等中外企业共建实践基地10余个，开展“与国外高水平学者共建研究生课程”10余门，全面拓展学生国际视野与产学研融合能力。项目构建的“学科交叉-科研反哺-产业协同”培养模式，通过整合多学科课程资源（如水系统信息化技术、建筑信息建模等），打造智慧水务等特色模块，形成跨学科知识融合路径。该模式可推广至能源、材料等新兴交叉学科领域，助力高校解决传统学科壁垒难题，培养复合型创新人才。

1.解决的关键问题

(1) 面向环境类学科发展前沿，关注如何将不同学科的理论和方法与环境学科融合共生，解决环境交叉学科领域创新型、复合型拔尖人才培养的关键问题；

(2) 创新培养模式，解决教学内容与行业领域发展问题相匹配的关键问题，推进产教融合教育，为培养高质量创新人才提供环境；

(3) 深化课程体系改革，强调基础知识与前沿领域和先进技术并重，解决专业知识传授与创新思维能力培养相匹配的关键问题；

(4) 打造研究生国际化培养支撑平台，解决国际化支撑平台不足的关键问题，探索国际化创新人才培养模式。

2.项目成果清单

(1) 发表教改论文2篇；

(2) 出版教材1部；

(3) 教学会议报告3次；

(4) 发表软著2篇；

(5) 建设交叉学科课程10门，校企专家共建课程3门；

(6) 获批全国首批工程类专业学位研究生在线示范课程1门；

(7) 签订中俄硕士联合培养协议1项；

(8) 学生发表SCI论文56篇，授权发明专利6项、研究生国奖2项，创新大赛获奖2项；

(9) 获省级教学成果一等奖1项，校级教学成果特等1项、一等1项；

(10) 建立虚拟仿真实验教学资源平台1个；

(11) 成立中俄“国际清洁水中心”国际合作基地1个；

(12) 获批黑龙江省产教融合研究生工作站2项，与各类企业、科研院所挂牌成立教育教学与就业实习基地16个，编制主题案例2例，编制校内讲义1门。

参考文献略

