

课题完成单位：数学学院

完成人：孙杰宝，吴勃英，邢宇明，张达治，尹智

数学学科杰出人才

培养模式探索与实践

课题来源：校级2021年重点研究课题

以数学学科杰出人才为培养目标，采取杰出人才培养模式，紧跟学科发展的前沿，结合科学研究项目与社会需求，将最新的学科专业知识引入课堂，突出学生知识、能力、素质的全面培养，在基础知识方面更扎实，在知识结构方面更具前瞻性，既增加学习与专业训练的强度，又注重创新能力的培养，为国家的科技事业发展培养出具有潜力和创新精神韵的现代科技人才。

关键词

课程思政、贯通培养、理工融合、国际化培养



2018年1月3日，李克强总理在国务院常务会议上指出：“数学特别是理论数学是我国科学研究的重要基础。我到一些大学调研时发现，能潜下心来钻研数学等基础学科的人还不够多。无论是人工智能还是量子通信等，都需要数学、物理等基础学科作有力支撑。我们之所以缺乏重大原创性科研成果，‘卡脖子’就卡在基础学科上。”

此外，李克强总理强调，通过深化科技体制改革，加强基础科学研究，提升原始创新能力，是实施创新驱动发展战略、建设创新型国家的重要举措。

为切实加强我国数学科学研究，科技部、教育部、中科院、自然科学基金委于2019年7月12日联合制定了《关于加强数学科学研究工作方案》（简称《方案》）。

《方案》中提到，数学是自然科学的基础，也是重大技术创新发展的基础。数学实力往往影响着国家实力，几乎所有的重大发现都与数学的发展与进步相关，数学已成为航空航天、国防安全、信息、能源、人工智能、先进制造等领域不可或缺的重要支撑。

2020年6月7日，习近平总书记致信祝贺哈工大建校 100 周年，对哈工大百年办学给予了高度评价，指出哈工大扎根东北、爱国奉献、艰苦创业，打造了一大批国之重器，培养了一大批杰出人才。哈工大师生立志将贺信精神贯穿教书育人、科研攻关全过程，开创中国特色、世界一流、哈工大规格的新百年强校之路。习近平总书记指出，关键核心技术是国之重器，对推动我国经济高质量发展、保障国家安全具有十分重要的意义，必须切实提高我国关键核心技术创新能力，把科技发展主动权牢牢掌握在自己手里，为我国发展提供有力科技保障。

2020年9月22日，习近平总书记在教育文化卫生体育领域专家代表座谈会上指出，提升自主创新能力，尽快突破关键核心技术，是构建新发展格局的一个关键问题。我国高校要勇挑重担，释放高校基础研究、科技创新潜力，聚焦国家战略需要，瞄准关键核心技术特别是“卡脖子”问题，加快技术攻关。要深化高校人才队伍建设改革，建设高素质教师队伍，培养更多一流人才。

随着现代科学技术的迅速发展，数学的思维与理论、方法与模型已经渗透到自然科学与社会科学的各个领域，并且还在继续拓宽。因此，数学学科的人才培养不仅对我国数学学科的发展具有重要意义，也将为各工程领域的发展提供高质量人才储备。因此，本项目旨在培养具有国际一流水平的数学学科领域杰出人才，促进哈工大数学学科研究水平的提升，并为其他学科的发展提供源泉和动力。

项目组将从对未来数学学科领军人的基本特征研究出发，研究杰出人才特征的内涵，研究其知识结构、能力结构、素质结构、文化结构等具体特质；探索研究科学理论型杰出人才的培养战略和培养规律；凝练杰出人才的人才培养目标和办学理念；探索总结数学学科中具备杰出人才潜力的学生的基本素质，制定同世界一流大学接轨的培养方案；打造培养未来能跻身世界一流行列人才的国际化能力培养体系，打造以基于项目的学习为基础的创新能力的培养体系；逐步形成具有哈工大特色的数学学科杰出人才培养的办学理念和办学文化。



项目组将通过创造一流的学术环境与氛围，创新培养方式，构筑数学学科杰出人才培养的崭新平台，努力使受项目支持的学生成长为掌握宽厚数学基础知识、具备很强的独立学习和研究能力、富有创新精神和国际视野的数学精英人才。与此同时，本着“为国储才”的指导思想，加强学生的爱国主义和学术道德教育，树立起他们为国争光、勇攀科学高峰的雄心壮志以及献身祖国数学事业的使命感，使之日后逐步成长为国内学科前沿领域的领军人才，从而使该计划发挥更加深远的作用。

02

国内外研究现状分析

美国高校注重与时俱进地确定创新人才培养目标，满足和服务于社会的多种需要。例如哈佛大学的培养目标为：具有出众的学术才能、非凡的个性魅力、卓越的领导才能、创造才能和体育特长。其培养“全能人才”、“领导型人才”或“卓越人才”等目标实质上与杰出人才培养目标完全



一致。美国高校对杰出人才的培养制度是高标准、严要求且又较为灵活的。首先，在招生方面，研究型大学采取竞争性或选择性招生办法。其次，在课程设置方面，将教学计划规定的课程和教学环节，以学分的形式进行量化，用于评估学生学习成绩和授予学位。美国的选课制灵活方便，不受年级、科系的限制。第三，实行导师制，导师负责制订学生的个性化学习计划。最后，在激励制度方面，美国部分高校提供大量奖学金机会，以吸引国内外的优秀学生。

在课程设置上，美国多数高校实施的是通识教育理念指导下的课程结构设计，但各校的课程分类与组合不尽相同，如麻省理工学院为理工类学生开设人文社会课程，以保证文理学科相互渗透；在教学内容方面，研究型大学处于核心地位的是研讨课，还有跨学科的专题学术讨论课程、导师辅导课以及问题情境式教学课，重点培养学生的探究意识，研究性教学等对培养杰出人才发挥了重要作用。美国将研究生培养与重大教学科研活动紧密结合，是美国高层次人才培养的重要途径。这样既能保证重大项目的突破，又能促进高端人才成长，实现老青并济，长盛不衰。美国教育从基础教育到高等教育都十分强调培养学生的独立思考能力、实践动手能力、创造性和想象力，注重学生的个性培养，在个人本位的前提下，追求学生社会协调性最大化。这是培养创新型人才的基础，是值得我们研究和借鉴的。

改革开放以来，随着与西方交流的不断深入，我国高校的课程体系多向欧美靠拢。特别是上世纪九十年代中后期高校扩招之后，高等教育的定位也从精英教育向大众教育转型。在新形势下，作为“985”一期工程重点建设的九所大学之一，培养具有创新精神和国际视野的杰出人才已成为哈工大日益紧迫的历史使命。

2001年，北京大学“元培计划”的开展实施标志着我国高等教育杰出人才培养正式步入了实践探索的轨道。培养杰出人才是高等教育面临的一大课题和重要任务，许多高校都陆续开展了拔尖创新人才培养实验计划，旨在进一步深化高等学校教学改革，探索培养综合素质高、适应能力强并富有较强创新能力和科研实践能力的杰出人才，并取得了一定成绩。伴随着“钱学森之问”引起的深

刻反思和《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》的出台,杰出人才培养受到了空前关注。我国著名高校提出和实施的杰出人才培养模式很多,例如:中国科学院的“四所一系”、上海交大的“致远学院”、浙江大学的“竺可桢学院”等等。

2005年,温家宝总理在看望著名物理学家钱学森时,钱老曾发出这样的感慨:“为什么我们的学校总是培养不出杰出人才?”这是一道关于中国教育事业发展的—道艰深命题。2011年,为回应“钱学森之问”,教育部门对基础学科的拔尖创新人才培养做了筹备,选择了17所中国大学的数、理、化、信、生5个学科率先进行试点,力求在创新人才培养方面有所突破,即“基础学科拔尖学生培养试验计划”(简称“珠峰计划”)。

2021年2月5日,教育部深入实施基础学科拔尖学生培养计划2.0,加快培养基础学科拔尖人才,在首批(2019年度)遴选建设104个基础学科拔尖学生培养基地的基础上,在各地各高校申报、专家审议基础上,教育部确定了基础学科拔尖学生培养计划2.0基地名单。哈尔滨工业大学数学学科于2020年成功入选教育部基础学科拔尖学生培养计划2.0基地名单。

哈工大数学学科前身是创建于1958年的计算数学专业,1981年开始培养基础数学和计算数学专业硕士,1986年获得基础数学博士学位授予权(是国内最早的两所工科院校之一)。2001年建立博士后流动站,2005年成为一级硕士学位授权点,2010年成为一级学科博士授权点。基础数学、应用数学是省重点学科(2001年)和国防科工委重点学科(2012年)。数学学科2011年成为省一级重点学科。本学院现有教师93人,其中国家杰出青年1人,中组部首届青年拔尖人才计划1人,教育部新世纪人才1人,青年长江学者1人,龙江学者1人,省杰青1人,省教学名师4人,龙江青年学者1人,宝钢优秀教师奖7人。数学学科拥有博士生导师61人,硕士生导师84人。现有博士研究生212人,硕士研究生207人。是教育部设立的首批六个“工科基础课程(数学)教学基地”之一(1997年);现有国家精品在线开放课程3门,省精品课7门,省优秀教学团队1个。在学术队伍建设方面也取得了可观的成绩,形成了年龄和职称结构合理、拥有“杰出”学术成果的教师队伍。

基于上述背景,我们对哈工大数学学科现有研究生培养方案进行重大改革。借鉴国内外先进课程体系,并结合哈工大数学学院的实际情况,制定出数学学科研究生杰出人才培养体系。



03 研究内容、目标和拟解决的问题

1.主要研究内容

以数学学科杰出人才为培养目标,采取杰出人才培养模式,紧跟学科发展的前沿,结合科学研究项目与社会需求,将最新的学科专业知识引入课堂,突出学生知识、能力、素质的全面培养,在基础知识方面更扎实,在知识结构方面更具前瞻性,既增加学习与专业训练的强度,又注重创新能力的培养,为国家的科技事业发展培养出具有潜力和创新精神韵的现代科技人才,为培养厚理博术、踏实笃行的更高层次的科技杰出人才奠定基础。通过配备一流的师资,提供一流的学习条件,创造一流的学术环境与氛围,创新培养方式,构筑数学学科杰出人才培养的崭新平台,努力使学生成长为掌握宽厚数学基础知识、具备很强的独立学习和研究能力、富有创新精神和国际视野的数学精英人才。

2.研究目标

本项目旨在培养个性突出、基础宽厚、视野开阔、发展潜力大、创新意识强、综合素质优秀，掌握数学科学的基本理论与基本方法、具有运用数学知识和使用计算机解决实际问题的能力、接受科学研究的初步训练，能在科技、教育、经济和金融等部门从事研究和教学工作，在生产、经营及管理部门从事实际应用、开发研究和管理工作，或继续攻读研究生学位的杰出人才。

3.拟解决的关键问题

(1) **改革传统教学方法。**传统的教学方法主要采用灌输式教学，即教师在讲台上讲授，学生在台下做笔记。这种让学生被动地接受知识的教学模式，无法调动学生学习的积极性和主动性，教学效果不佳。因此，改革理论教学方法，采用灵活多变的研讨式、参与式的教学方法，是提高学生学习效果的重要手段。

(2) **建立高水平师资队伍。**为实现我校数学学科研究生杰出人才的培养目标，如何优化现有的师资队伍结构，提升现有师资队伍整体水平，是本项目需解决的另一关键问题。

04

具体实施方案

1.更新培养理念，明确培养目标

美国一流大学，英国牛津和剑桥大学以及日本东京大学，都将培养创造性作为当前人才培养的主要理念。从国际比较的角度看，当今国外一流大学都不约而同的将培养创造性作为个性化人才培养模式改革的主要理念。在新时代课程改革的大潮中，我们要培养的是“力求创新、广博通识、开拓进取”的英才。因此，在数学学院研究生的培养过程中，数学知识、数学能力、数学意识三者都缺一不可，但着重锻炼数学思维方式、数学创新意识，以及紧跟学科发展前沿、就某一方向能进行深入系统的创造性研究是数学学院研究生杰出人才的重要培养目标。



2.改革教学方式，丰富课堂教学

高质量培养目标的实现有赖于多种教学方法的综合运用。数学知识的复杂多面性以及抽象性的特点，决定了单纯的传授方法是远远不够的。我们要推行研究型教学方式，从单向知识传授的灌输式教学向知识传授与探索相结合，以研讨交流的教学形式激发学生求知欲和创造性。对于与工程实际关系较多的课程，引进先进的教学软件，将抽象的数学问题直观、清晰的展现在学生面前，充分发挥学生在模拟和解决问题的过程中的想象力、创造力。

采用研究性教学方法贯穿于教学全程。课前，教师布置预习知识点和思考题，学生运用信息化方法自主学习；课上，使用研究性教室，学生以圆桌形式讨论，给出思考题的解答，教师给予适当的指导；课后，学生撰写课程总结报告，教师根据课堂表现和总结报告的完成情况给予平时成绩。期末考试采用研究性模式，即在考试中首先学习课堂中未出现过的知识点，接着用已经学过的思想和方法解答试题。整个教学过程中，强调以学生为中心，充分调动学生的主观能动性。

理论与实施并重的培养方式。一方面，鼓励学生及早进入科研领域，如开设各个领域的讨论班，所有的研究生讨论班对学生开放，要求学生学习研究生的基础课程等。另一方面，引导学生成

为创新应用数学人才，开设现代应用数学课程，如大数据理论与方法、人工智能科学与技术，鼓励学生参与国内外高水平的学术与科技竞赛，鼓励学生参与工程科技项目等。

注重思想政治引领。通过课程思政方面实现思想政治引领。讲好数学课，讲好数学人的故事，让学生在听数学课的同时，树立正确的理想信念。积极在所有课程中推进课程思政的实施，请优秀教师上示范课，交流心得体会。另一方面，鼓励教师开展相关的教学研究，将研究成果整理成文以便于学习推广。通过这一系列的工作，将学生培养为杰出人才。

3.优化培养结构，注重理工融合

数学学科杰出人才的培养更要适应社会的需求，要与社会经济的发展密切相关，用数学的理论、方法去创新，去解决生产和工程中出现的实际问题。因此我们要改变课程教学内容和科研课题偏重于专业知识或研究方向的局限性，加强跨学科课程的联合培养。依托我校强大的工科背景，组织跨系的教师指导组共同授课指导。这样，同一课题可由多种学科的专家和教授集体指导，有利于发挥各人的长处，从不同的角度开展研究工作。从研究生的培养来看，合性课题可使研究生扩大视野，得到实际工作的锻炼，并能从中锻炼与他人合作共事的能力。



4.健全管理机制，加大考核力度

对研究生培养的各个过程（完成学分，论文开题、中期、预答辩和正式答辩等）形成严格的管理机制和淘汰机制。对于不满足要求的研究生给予淘汰。淘汰仅仅说明学生的选择不适合他而已。淘汰不以强迫的方式进行，而是让学生意识到自身的不足。学生或者改进不足，或者重新选择。时刻以培养数学杰出人才的管理模式对研究生严格要求。

5.国际化办学能力建设

搭建高质量的国际交流与合作平台，推动国际科研合作、增加学术交流。鼓励本专业教师积极参与各项国际交流事务，积极稳妥地与国际著名高校开展联合办学，探索新型合作办学模式，加强与世界一流大学的实质性合作。每年聘请2~3位高水平外国文教专家进校讲学。每年在校内举办1~2次高水平的国际学术会议和暑期学校，开拓教师的视野，活跃专业的学术氛围。

利用境外优秀资源培养优秀人才。根据世界一流大学师资建设的需要，设置并实施“骨干人才派出计划”等规划，通过国家公派、政府间合作和校际合作计划，建立若干派出项目。每年选派优秀青年教师和3~5名优秀研究生到具有国外著名大学或研究中心交流学习。同时采取多种方式，聘请2~3位本领域的国外顶级专家、学者来校担任学术顾问及指导，极大地帮助和促进本专业的国际化进程。

05

主要结论和成果及推广应用

积极举办优秀大学生暑期夏令营等招生宣传活动，研究生生源质量取得新高：2022级硕士生共录取108人（历史最高人数，其中推免生58人、统考生50人）。统考生源中985院校及以上生源占比44%，211院校及以上生源占比72%，多位考生来自：中国人民大学、吉林大学、四川大学等国内名校。成功举办推免生暑期夏令营，2023年接收的推荐免试研究生中本校生源占比28%、985

院校生源占比48%、211院校以上生源占比96%。

提出研究生杰出人才培养模式的框架，以及相应的培养计划，并实施杰出人才培养体系：根据数学学科人才培养特色，结合新的人才培养体系，实施个性化培养，进一步调整了贯通培养方案，使其更加符合人才培养体系的要求。实施研究性教学，推行创新性教育。将理论教学与实验教学紧密结合，通过问题的提出、分析、解决、延伸等环节，实现科教结合、理工结合、能力培养与素质教育结合的杰出人才培养体系改革。完成硕士研究生硕博贯通培养方案、博士研究生培养方案的修订工作。并邀请教育部大学数学教学指导委员会委员李继成教授、浙江大学研究生院院长包刚教授等专家对培养方案进行评审及咨询。

培养模式改革：强化交叉融合培养，提升学生科技创新能力。获批黑龙江省研究生精品课程1门，1部教材入选工信部十四五规划教材。科学与工程计算研究生课题组参与航天学院重点课题，解决了嫦娥五号钻取子系统仿真分析、设计及优化，收到相关团队发来的感谢信。获研究生科技竞赛国家一等奖2项、国家三等奖1项，省级一等奖1项、省级二等奖2项，2人获中电莱斯奖学金、1人获淮海科学技术二等奖、1人获哈工大苏州育才奖学金。3人获得校优秀博士学位论文，1名博士生获宝钢优秀学生奖。博士研究生在中国数学会数学领域T1类期刊上发表论文20余篇。博士生方玉周在顶级期刊《德国数学年刊》上发表论文，并在毕业后入选“博新计划”留校任教。博士生李佳攻克了飞行器气动研究中常见的激波数值模拟难题，成果发表于顶级期刊《SIAM J Numer Anal》。

导师队伍建设初显成效，高层次人才取得突破：获评中组部万人青拔1人、教育部长江学者1人(已公示)。获黑龙江省研究生导学思政团队1个，校立德树人先进集体1个，校首届育人新星青年导师1人。对俄引进人才3人，包括神舟青年学者2名和短期讲席教授1名。有1人入围优青答辩。有2人获黑龙江优秀青年基金资助。导师科研成果持续提升：获教育部高校成果自然科学二等奖1项。青年博士生导师于四伟在著名期刊《地球物理综述》(影响因子21.45)上发表邀请综述论文，是该刊创刊以来第二篇由全部来自国内单位作者完成的论文。

国际化培养：以“对俄合作”为牵引，推动国际交流深层次发展。与圣彼得堡国立大学签署合作协议，成立中俄应用数学联合研究中心。对接圣大应用数学与过程控制等优势研究方向，在人工智能、高性能计算等领域开展深度合作与研究生联合培养。国际化学术交流密切，邀请国(境)外专家线上报告10余人次，多次受境外知名高校邀请作学术报告。举办国际人工智能暑期学校，邀请人工智能创始人之一、加州大学伯克利分校Michael Jordan院士、瑞士工程院院士Michael Unser教授、阿里巴巴达摩院印卧涛教授等顶级专家任主讲教师，极大拓展师生的国际视野。每年均有20余名博士生通过CSC出国联合培养，学生出访院校包括：新加坡国立大学(QS全球第11名)、南洋理工大学(QS全球第12名)、东京工业大学(QS全球第56名)等名校。与国际高水平学者共建研究生课程3门。

