

高等教育（研究生）国家级教学成果奖申请书附件

教学成果总结报告

成果名称： 创新引领+内生协同+国际赋能：物理学科基础拔尖人才培养模式构建与实践

成果完成人： 田浩、张宇、赵纪军、马晶、任延宇、孙秀冬、钱冬、袁承勋、高峻峰、李立、李淑凤、李德友、谭鹏、蒋雪、王宇

成果完成单位： 哈尔滨工业大学、大连理工大学、上海交通大学

教学成果总结报告

研究生教育是国民教育的重要组成部分，是教育强国建设的引擎，在培养高层次创新人才方面具有既直接又基础的重要意义。习近平总书记在对研究生教育工作的重要指示中，强调研究生培养要瞄准科技前沿和关键领域，提升导师队伍水平，加快国家急需高层次人才培养，促进科教融合，加强国际合作，着力增强研究生实践能力、创新能力。哈尔滨工业大学物理学科一直坚持“**基础创新引领+内生要素协同+国际资源赋能**”的人才培养理念，通过研究型教学改革、需求导向教学资源优化和国际化平台协同三位一体的培养模式构建，以及内生要素深度协同的育人体系实践，提升研究生的科学精神、创新能力和国际视野，培养物理学科基础拔尖人才。人才培养过程中实现了教学和科研两大支撑因素的全面融合，**在提高研究生的创新能力、服务国家发展等方面作出了突出贡献。**



图 1. 三位一体、深度协同的科教融合育人体系示意图

成果针对高校普遍存在的“教学科研矛盾”、研究生课程内容与科技发展脱节、理论与实践结合不紧密的问题，探索出了一条集“研究型教学”、“科技前沿引领”和“国际化育人”三位一体，内生要素深度协同的科教融合育人路径。

一、标志性成果

依托中俄等离子体物理应用技术联合中心、中白科研创新中心、国家级实验教学中心、工信部重点实验室等科研平台，构建了一体化的研究生学科交叉实训平台；引进包括荣获“中国政府友谊奖”获得者 A. A. Kudryavtsev 在内的 7 名全职外籍教师，20 名短期外籍教师；举办 7 届中俄双边学术研讨会，1 次中俄物理教学研讨会，建设 20 门高水平共建国际化研究生课程；将科研成果转化为教学资源，开设 5 门研究生学科前沿课程、5 门一流精品课程、2 门思政示范课程，出版 13 部中英文教材。开发 20 余个系列的研究生实验教学仪器，获授权专利 15 项，获全国高等学校教师自制实验教学设备创新大赛一等奖 1 项，二等奖 2 项，238 台套仪器在澳大利亚卧龙岗大学、清华大学等国内外 60 个高校和研究所使用，受益研究生超过 8 万人。

在国际顶级教学 SCI 期刊发表论文 2 篇、核心期刊教学研究论文 16 篇；团队成员获得 2017 年度国防科技工业十大创新人物 1 人、获得 CCTV 科技盛典“2017 年度科技创新人物” 1 人、获得“最美教师”荣誉称号 1 人、获得省级青年教学名师 1 人、获得省课程思政教学竞赛特等奖 1 人、获得百强导师称号 2 人；

完成省部级以上教育教学研究项目 **29** 项，获黑龙江省高等教育教学成果奖一等奖 **1** 项、二等奖 **1** 项；获辽宁省教学成果奖一等奖 **2** 项、二等奖 **2** 项；获哈工大教学成果一等奖 **2** 项，团队创新科研成果曾获国家技术发明一等奖 **1** 项、二等奖 **1** 项，国防技术发明特等奖 **1** 项、二等奖 **1** 项，国家自然科学基金二等奖 **1** 项，国防科技进步一等奖 **1** 项、二等奖 **3** 项等。

举办 **5** 次国际暑期学校，开展讲座 **100** 余次；基于研究型教学模式及项目学习，研究生在 *Nature*、*Science*、*PRL* 及其子刊发表高水平学术论文 **89** 篇；获国家和省部级奖励 **100** 余人次，省部级以上科技竞赛奖励 **26** 项，获国家优博提名、省优博提名及校优秀博士论文 **10** 余项。其中全国大学生物理学术竞赛特等奖 **2** 项、全国大学生物理实验竞赛一等奖 **6** 项、大学生等离子体科技创新竞赛特等奖 **1** 项、全国大学生光电设计竞赛一等奖 **1** 项、大学生物理实验竞赛一等奖 **1** 项、王大珩光学奖 **1** 项、全国光学与光学工程博士生学术联赛二等奖 **2** 项、工信创新奖学金 **3** 项、研究生国家奖学金硕士 **26** 人次、博士 **42** 人次。



图 2. 部分标志性成果

二、成果解决的问题

(1) 基于重点实验室平台和自研实验仪器，构建基础创新引领的研究型教学模式，解决了科研成果与教学实践融合度低、缺乏与课程内容匹配的研究型实验的问题。

传统的研究生课程在教学模式上多以教师讲授为主，主要承担培养学生物理学素养和技能的基本任务，内容上侧重基本概念和传统知识框架，教学内容与科技前沿成果融合不够；因缺少与课程教学内容匹配的研究型实验，导致对学生的创新思维和创新实践能力培养不足。

成果以科技前沿知识教学和师生研讨合作为切入点，降低教学活动中教师与学生的角色区分度，改变教学内容与科技前沿成果融合不够、授课以教师讲授为主的被动式学习的问题，强化学

习的自主性和师生交流的互动性，构建了研究型教学模式；以重点实验室平台和自主研发的专业实验仪器为实践支撑，改变教学中缺少与课程内容匹配的研究型实验的问题，构建一体化的研究生学科交叉实训平台；以学生的研究能力提高为成效评价，构建了三步并举、协同推进的研究型教学模式，改变传统教学仅对知识进行考核的模式，实现学生科学精神、创新能力和实践能力的提升。

将科研项目和科研仪器项目进入典型教学案例，打造科教融合高水平核心课程，强化理论知识的同时，提升了学生的学科前瞻性；以科研平台为实践支撑，根据需解决的核心问题，打通国家级实验教学示范中心、工信部重点实验室、省重点实验室的资源配置，建立一体化的研究生学科交叉实训平台，提升了学生的实践能力，学生参研了 **20** 余个系列科学仪器设计，获授权专利 **15** 项；以研究生的自主研究能力提升为成效评价，引导学生通过项目式学习产生并发表高水平论文，培养学生的创新能力和学术交流能力，例如学生在 Nature、Science、PRL 及其子刊发表高水平科研论文 **89** 篇，提升了学生的创新能力。



图 3. 科研模式和教学模式深度融合示意图

(2) 坚持需求导向和前瞻引领，实现先进教学资源等内生要素协同创新，解决教学内容和科技发展节奏脱节的问题，拓展学生前瞻性国际化视野。

传统研究生核心课程侧重知识体系的完整性，内容与科技前沿成果的融合不够，更新慢，不能反映最新的科研进展和学科发展动态，导致教学内容与科技发展节奏脱节。

成果构建了体现前沿性、学术性和国际化的课程资源，实现需求导向和前瞻引领。通过高水平科研成果转化为教学内容和研究生教材，构建的高水平教学资源，出版中英文教材 **13** 部。聚焦学科前沿，开设学科前沿专题课程和研制研究生教学仪器，促进学生把握学科前沿发展动态，实现课程资源综合优化。通过引进国内外高水平师资，构建国际化教学平台，建设了 **20** 门高水平国际化课程。成立中俄联合研究中心，承担留学基金委创新人

才国际合作培养项目联合培养研究生，鼓励学生发表创新性学习成果，培养校际甚至国际合作意识，扩展学生的前瞻性国际化视野。



图 4. 科研成果和教学资源深度融合示意图

(3) 国际资源赋能构造国际化科教融合育人平台，解决研究生培养国际化程度低的问题、人才培养模式缺乏科学系统设计的问题

在全球化时代的背景下，培养具有国际视野的高层次人才既是时代和社会发展的需要，又是贯彻教育方针的应有内涵。目前我国研究生教育与国际先进水平存在差距，研究生培养的国际化程度普遍较低，不能充分满足为国家战略培养创新人才的需求，培养国际化的创新人才还缺少科学的系统设计。

成果依托“中俄等离子体物理应用技术联合中心”，“中国-俄罗斯先进能源动力技术‘一带一路’联合实验室”等国际化平台，推进师资力量国际化、教学体系国际化、实践平台国际化、学术交流国际化，构建了高水平、多层次和全方位的国际化科教融合育人平台，多要素协同推进学生知识结构、创新能力和实践能力的国际化，提升育人质量。

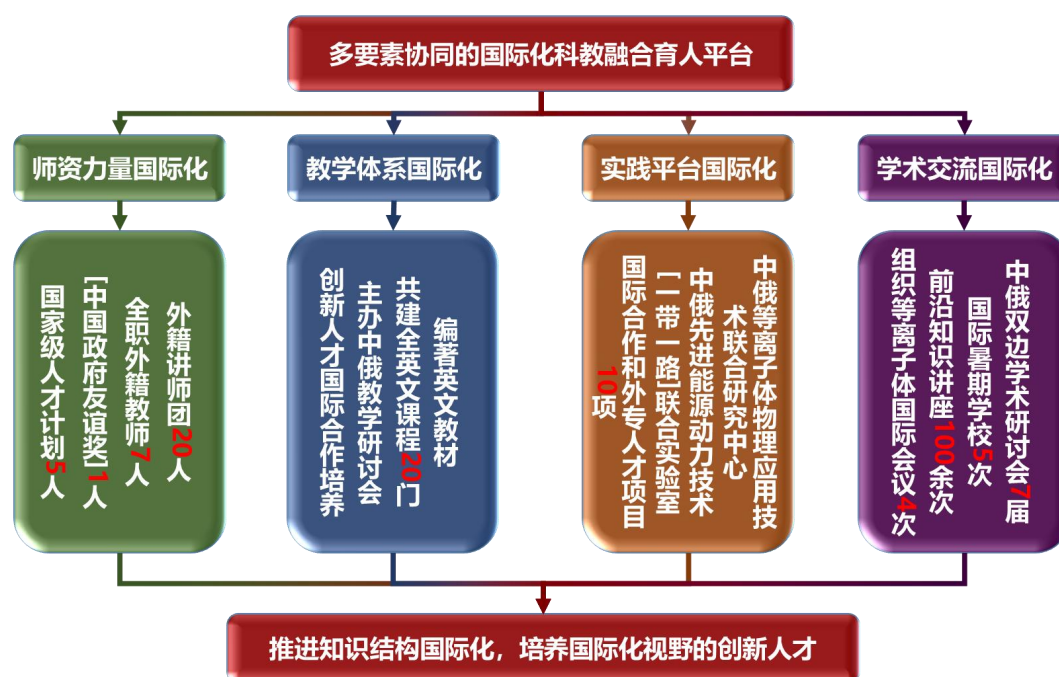


图 5. 国际化科教融合育人平台构造框架

三、成果的创新点

成果针对高校普遍存在的“教学科研矛盾”、研究生课程内容与科技发展脱节、理论与实践结合脱节的问题，探索出了一条集“研究型教学”、“科技前沿引领”和“国际化育人”三位一体，内生要素深度协同的科教融合育人路径。

创新点 1:

基础创新引领的研究型教学模式创新：成果以科技前沿知识教学和师生研讨合作为切入点，以重点实验室平台和自研的实验仪器为实践支撑，以学生研究能力提高为成效评价。构建了三步并举、协同推进的研究型教学模式，提升了研究生的创新能力和实践能力。

创新点 2：

内生要素协同、前瞻引领的教学资源创新：成果注重科研成果转化为教学内容和教材、开设学科前沿专题课程、构建国际化教学平台，形成了特色鲜明的前沿性、学术性和国际化教学资源。提供了高水平学科前沿教学资源，扩展了学生的前瞻性国际化视野。

创新点 3：

国际资源赋能的科教融合育人平台创新：成果通过师资力量国际化、教学体系国际化、实践平台国际化、学术交流国际化，构建了高水平、多层次和全方位的国际化科教融合育人平台，多要素协同推进学生知识结构、创新能力和实践能力的国际化，提升育人质量。

四、成果的推广

(1) 研究型教学模式推广应用突出

研究型教学改革论文在国内外产生影响：在国内外发表教研论文 **33** 篇，在**国际顶级教学 SCI 期刊** American Journal of Physics 发表教研论文，并受邀在美国物理教师协会冬季会议做报告。举

办首届中俄教学研讨会，被工信部网站、中国教育网等报道。2019年陪同省长王文涛访问俄罗斯，参加黑龙江省教育交流日（圣彼得堡）系列活动，成果在国际上推广。



图 6. 首届中俄教学研讨会及圣彼得堡教育交流日

自制研究生教学仪器在国内外应用广泛：学生参研的 **20** 余个系列科教仪器，获授权专利 **15** 项，并在哈尔滨巨浪科技有限公司等公司转化。获全国高校教师自制实验教学仪器设备大赛**一等奖、二等奖**等。**238** 台套仪器在**澳大利亚卧龙岗大学、清华大学、南京大学、西安交通大学、华中科技大学、四川大学、天津大学、中南大学、中山大学、吉林大学、厦门大学、兰州大学、电子科技大学、东北大学**等国内外 **60** 个高校和研究所使用，受益研究生超过 **8 万** 人。

表 1. 自制研究生科教仪器（部分）







仪器名称	仪器实物图	仪器名称	仪器实物图
低温介温谱测试仪		高温介温谱测试仪	
铁电测试仪		变温准静态 d_{33} 测试系统	
热激励电流测试系统		变温电阻率测试仪	

表 2. 自制科研仪器推广情况

推广类别	单位名称（总套数）
国外高校 (1 所)	澳大利亚卧龙岗大学 (1)
985 高校 (17 所)	清华大学 (9)、中国科技大学 (1)、南京大学 (1)、西安交通大学 (4)、四川大学 (8)、华中科技大学 (1)、哈尔滨工业大学 (8)、天津大学 (1)、中南大学 (1)、中山大学 (22)、电子科技大学 (2)、兰州大学 (11)、吉林大学 (14)、厦门大学 (5)、大连理工大学 (9)、重庆大学 (3)、中国海洋大学 (6)
211 高校 (9 所)	南京航空航天大学 (1)、南京理工大学 (3)、西南大学 (3)、陕西师范大学 (5)、武汉理工大学 (1)、东华大学 (1)、东华理工大学 (1)、西南交通大学 (10)、北京工业大学 (4)
其他高校 (23 所)	东北大学秦皇岛分校 (2)、陕西科技大学 (2)、西安工业大学 (3)、江苏大学 (2)、河南大学 (2)、河南师范大学 (2)、合肥学院 (2)、西安建筑科技大学 (2)、桂林理工大学 (4)、桂林电子科技大学 (11)、西南民族学院 (2)、沈阳工业大学 (1)、盐城工学院 (2)、重庆科技学院 (2)、信阳师范学院 (1)、太原科技大学 (2)、成都大学 (1)、齐鲁工业大学 (4)、西安外事学院 (5)、河北大学 (1)、安阳工学院 (1)、昆明理工大学 (16)、南京工业大学 (14)
研究院所 (10 所)	中科院成都光电所 (2)、中科院物理研究所 (2)、山东科学院新材料研究所 (1)、中电 46 所 (1)、佛山新材料研究所 (4)、中国船舶重工集团公司第 715 所 (3)、中国散裂中子源研究中心 (1)、北京中芯云科仪器有限公司 (1)、乌镇实验室 (1)、深圳先进电子材料国际创新研究院 (2)



图 7. 自制科研仪器推广应用证明（部分）

(2) 内生要素协同的教学资源建设育人成效突出

科研成果转化为研究生教材：在 IOP 出版社、科学出版社、高等教育出版社、清华大学出版社等，出版中英文研究生教材 13 部，并在圣彼得堡国立大学、西安交通大学、四川大学、电子科技大学等国内外高校使用。



图 8. 研究成果转化中英文研究生教材

表 3. 中英文研究生教材出版情况

序号	教材名称	出版社	出版年份
1	核电子学基础	新华大学出版社	2021
2	中温固体氧化物燃料电池双钙钛矿结构阴极材料的性能研究与改进	哈尔滨工业大学出版社	2019
3	Introduction to Kinetics of Glow Discharges	Morgan&Claypool Publisher	2018
4	钽铌酸钾功能晶体	科学出版社	2018
5	In:Fe:Cu:LiNbO ₃ 晶体蓝光光折变与非挥发全息存储	哈尔滨工业大学出版社	2018
6	分数阶变换与光学图像加密	科学出版社	2017
7	光电功能材料与器件	高等教育出版社	2017
8	光学非线性测量新技术—4f 相位成像技术	国防工业出版社	2016
9	宇宙中的生命	机械工业出版社	2016
10	《大学物理学》（第四版）	科学出版社	2017
11	光波导理论基础	电子工业出版社	2018
12	碳基和类碳超硬材料的第一性原理研究	大连理工大学出版社	2018
13	Graphene Oxide: Physics and Applications	Springer	2015

前沿引领课程资源建设育人成效：引进全职外籍教师开设国际化课程 **20** 门，开设学科前沿课程 **5** 门。在此育人条件下，研究生在 **Nature**、**Science**、**PRL** 及其子刊发表论文 **89** 篇，获王大珩光学奖、中国光学学会光学优秀博士论文提名奖等奖励，在双一流高校中发挥引领和示范作用。



图 9. 师资队伍国际化队伍

(3) 国际化科教融合育人平台建设示范效应显著

a. 引进外籍全职教师 7 人，其中 5 人入选国家级人才计划。

安纳托利教授因在中俄联合办学、中俄科技合作等方面的突出贡献，荣获“中国政府友谊奖”。

哈工大讲席教授安纳托利荣获“中国政府友谊奖”

发布者：张丽玖 发布时间：2021-10-28 浏览次数：336

2021年9月30日，中国政府友谊奖颁奖仪式在北京举行。国务院总理李克强在人民大会堂会见2020和2021年度中国政府友谊奖获奖外国专家。李总理对获奖的外国专家表示了热烈祝贺，充分肯定了他们为中国改革开放和发展进步、中外友好交往所作出的贡献，并通过他们向所有在华工作的外国专家和家属，以及关心支持中国发展的国际友人表示亲切问候。

哈工大物理学院俄罗斯籍专家安纳托利教授因其中俄科技合作、中俄联合办学等方面的杰出贡献，荣获2021年度“中国政府友谊奖”。



安纳托利教授是国际知名的气体放电及等离子体应用专家，跟我校田浩、周忠祥、袁承勋团队有长期合作。他积极投身于中国的基础科学研究和基础学科人才培养，尤其是在等离子体基础研究、基础学科人才联合培养、中俄联合办学等方面做出突出贡献。

图 10 中国政府友谊奖

b. 打造共建课程体系。外籍教师团队开设“The brief introduction of gas discharge”等 20 门全英文课程，举办 5 届暑期学校，来自德国波茨坦大学、香港岭南大学、中国科学技术大学、南京大学、大连理工大学、山东大学等 9 所高校的受益学生超 1000 人。

表 4. 全英文课程开展情况

序号	课程名称	合作院校
1	Introduction to gas discharge physics	圣彼得堡国立大学
2	Advances in applied plasma technology	西弗吉尼亚大学
3	Fluid and kinetic description of plasma	圣彼得堡国立大学
4	Advances in numerical simulation methods for plasma	中东技术大学
5	Plasma objects generation and their applications for plasma technology	莫斯科国立大学
6	Non-local plasma technologies and plasma electron spectroscopy method for gas analysis	喀山国立科技大学
7	Electron Kinetics in Low-Temperature Plasma	圣彼得堡国立大学
8	Fast ionization waves and pulsed capillary discharges: theory and simulation of nanosecond	圣彼得堡国立大学
9	Introduction to Condensed Matter Physics	白俄罗斯国立大学
10	Computational Condensed Matter Physics	白俄罗斯国立大学
11	Modern Materials Research Methods	白俄罗斯国立大学
12	Solid State Physics	白俄罗斯国立大学
13	Plasma Physics Literature Reading Course	白俄罗斯国立大学
14	Quantum Theory of the Solid State	白俄罗斯国立大学
15	Modern Physics Simulations	白俄罗斯国立大学
16	Experiments in Modern Physics	白俄罗斯国立大学
17	Fundamentals of Plasma Physics	白俄罗斯国立大学
18	Frontiers in Plasma Physics	白俄罗斯国立大学
19	Introduction to Plasma Theory	白俄罗斯国立大学
20	Physics of Nanostructures	白俄罗斯国立大学

c. 建成“中俄等离子体物理应用技术联合中心”、“中国-俄罗斯先进能源动力技术‘一带一路’联合实验室”等科研合作平台，并举办 **7 届** 中俄双边学术研讨会。双方互访超过 **100** 次，开设讲座 **100** 余场，联合指导研究生发表 SCI 论文 **60** 余篇，获批国际合作和外专人才项目 **10** 项以及 CSC 创新型人才国际合作培养项目，**促进哈工大圣彼得堡中俄联合校园建设。**

因多层次、多要素协同的国际化科教融合育人平台的示范效应显著，获批教育部“一带一路”教育援外项目，在国际上推广（哈工大唯一），为促进中俄教育合作，加强龙江国际文化交流做出了突出贡献。



图 11 双边学术研讨会及讲座