

重大项目驱动、融-促双轨并行， 构建机械类研究生创新能力培养新模式

成果完成单位：机电学院

完成人：邓宗全，潘旭东，李建广，刘宏，王耀兵，
岳洪浩，杨立军，赵学增，刘荣强，姜生元，
杨建中，杨庆俊，姜力，王振龙，高海波

成果来源：国家级教学成果奖 • 二等奖

获奖时间：2023年7月

发挥载人航天、探月工程等重大项目对人才培养的驱动作用及校企融合协作育人优势，将重大项目蕴含的协同攻关和爱国奉献精神及优质资源全方位融入研究生培养环节，创新形成了重大项目驱动、融-促双轨并行的机械类研究生创新能力培养新模式，构建了突出航天特色的机械类领军人才培养新体系，开创“实践促理论、项目促创新、工程促能力”的科教育人新途径，打造“目标融合、队伍融合、资源融合”的产教育人新机制，打通从知识基础到创新能力到工程实践的培养链路，形成“重大项目目标和节点约束”为特色的卓越工程师育人方法，培养出一大批行业领军和创新创业人才。

HIT



一、成果重点解决的教学问题

哈尔滨工业大学秉承“立足航天、服务国防、长于工程”的办学特色，长期以来与航天科技/航天科工等企业集团开展了科研合作和重大工程协同攻关，培养了一大批航天领域领军人才，打造了一大批国之重器。

面向科技创新、产业变革和高质量发展对人才培养的新要求，在邓宗全院士、刘宏院士的主导下，哈工大机械工程专业学科围绕探月工程、载人航天、在轨

服务等国家重大工程任务，提出了“重大项目驱动、融-促双轨并行”的教改理念，以“复杂工程问题解决能力、跨学科协同创新能力”为着力点，聚焦产学研用深度融合，积极推进人才培养模式创新，深入挖掘重大项目的科技内涵和优质资源，打通从知识到创新到工程实践能力的培养链路，开创了重大项目

驱动的“实践促理论、项目促创新、工程促能力”科教育人新途径；建立了研究生联合培养基地群，建成了国家级研究生联合培养示范基地和工信部协同育人示范基地，构建了协作育人双导师团队，促进产教深度融合，打造了“目标融合、队伍融合、资源融合”产教协同育人新机制；依托重大项目的精神内涵、前沿知识和先进技术，全面更新了机械工程领域研究生培养目标和培养方案，建立了突出航天、国防特色的机械类领军人才培养体系。

重点解决了以下三个教学问题：

- (1) 培养体系与科教发展需求不匹配；
- (2) 科研成果对人才培养支撑不到位；
- (3) 产教融合的双向赋能作用不显著。

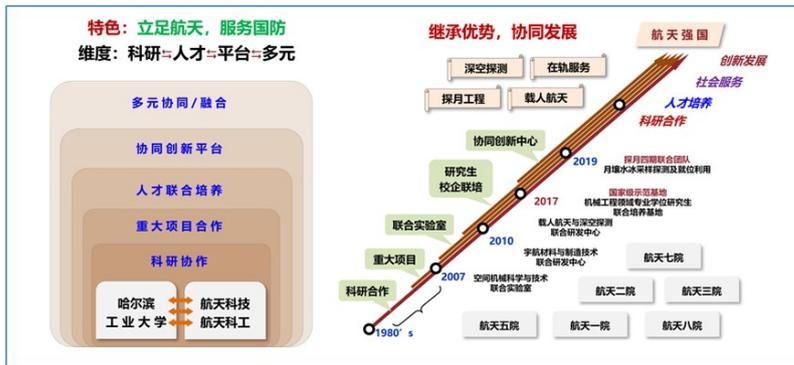


图1 合作发展历程及学生培养形式

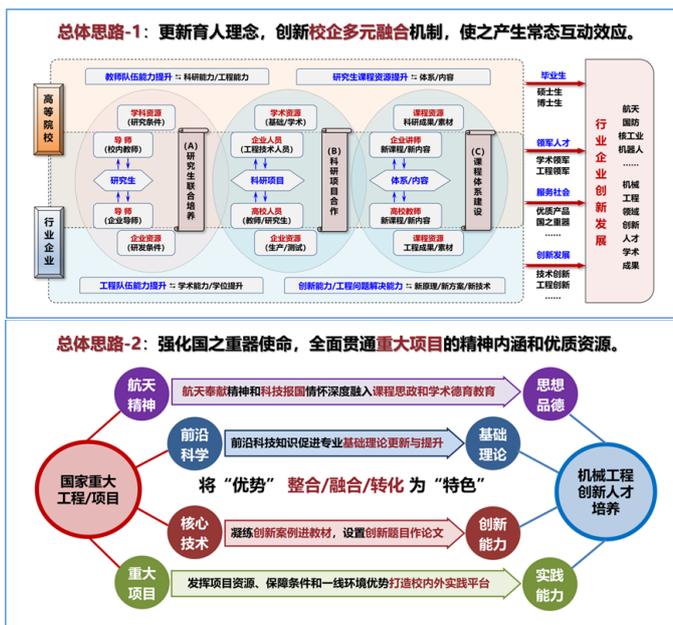


图2 重大项目驱动的机械类领军人才培养模式

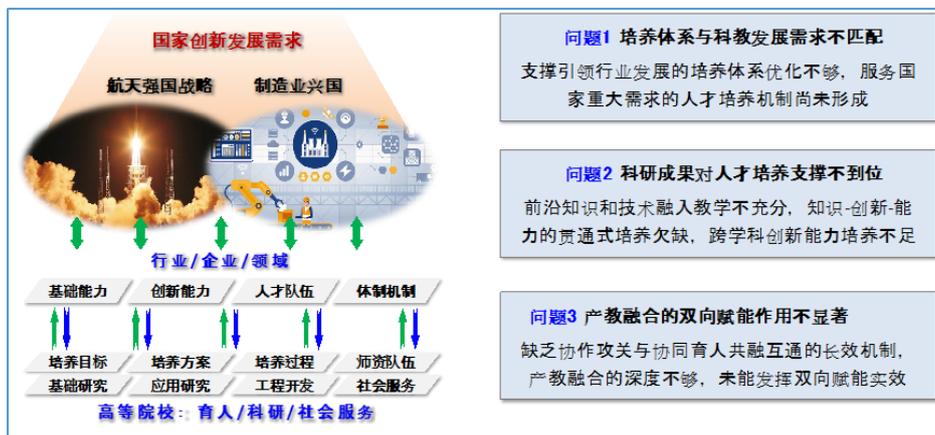


图3 应对行业需求待解决的教学问题

二、成果主要内容与应用成效

1. 依托重大项目载体和资源，实施高标准高起点全流程的沉浸式立德树人

秉承为党育人、为国育才的立德树人根本任务，聚焦国家高质量发展和航天、国防与工业领域自主创新的迫切需求，明确“四个面向”培养定位，树立为服务国家战略和引领行业发展培养高层次创新人才的培养目标，强化工程创新和复杂问题解决能力培养。

坚持挖掘重大工程攻关中孕育的精神内涵，将立德树人融入国之重器的研制流程中，增强研究生的爱国情怀和民族自豪感，邀请孙家栋、栾恩杰、叶培建、欧阳自远等航天功勋级科学家来校作航天精神报告会，组织一线专家学术讲座、航天场馆参观、航天英模报告会、老专家传帮带等系列活动，打造研究生“严谨细实”的航天人工作作风，培养不畏困难、勇于挑战的坚强品格，帮助研究生确立追求卓越、立志高远的远大目标，树立大局意识和团队协作精神。以“干中学、研中悟”的方式贯彻“特别能吃苦、特别能战斗、特别能攻关、特别能奉献”的航天精神。形成了“思想+科研+实践”三位一体立德树人新模式。



图4 孙家栋院士报告会



图5 栾恩杰院士报告会



图6 叶培建院士报告会



图7 欧阳自远院士报告会

研究生在学习和科研过程中认清了时代的责任和历史使命，毕业生中有70%进入国家重点行业、研究所和高校，研究生选择到航天国防和基层就业的比例逐年上升，占比达到44%，到艰苦偏远地区就业比例达到20%。

2. 做精体系改革，建立了突出航天、国防特色的机械类领军人才培养新体系

以服务国家战略和引领行业发展为导向，提出了“重大项目驱动、融-促双轨并行”的教改理念，以“复杂工程问题解决能力、跨学科协同创新能力”为着力点，以“综合素质、创新思维、实践能力”为考核要素，提出并实施研究生入学“结构化面试”多维遴选方式，引入“模块化流水线”模式，公平、精准地选拔出综合素质高、实践能力强和创新精神好的优质生源。

面向国际学术前沿和行业发展需求，开设创新研修课程、国际知名学者共建课和一线专家特色课，持续优化课程体系，形成本研一体机械类领军人才递进式培养方案。

依托国家重点实验室、机器人创新中心等平台，积极组织开展机器人竞技和工程实训，鼓励学生自主研究、自由探索，实现了**前沿知识和先进技术进课堂、进教材、进实验**。面向航天强国和制造强国建设，构建了宇航空间机构、空间机器人、智能制造、微纳制造等优势

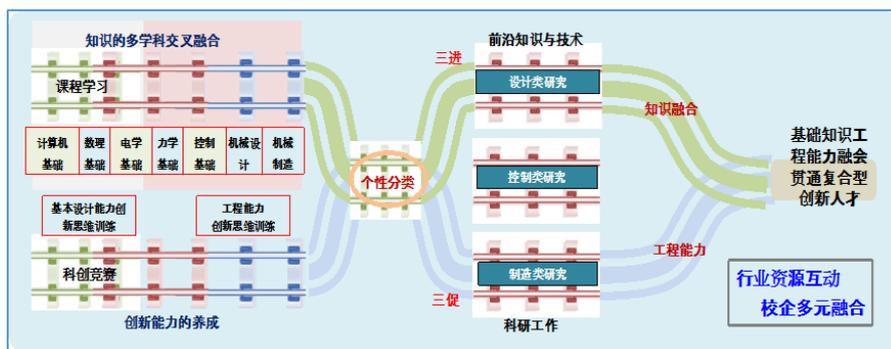


图8 本研一体机械类领军人才递进式培养方案

和特色培养模块，支撑**学生个性化成长**。重塑工程实践和创新能力培养定位，建立以**创新价值和工程贡献为主的评价体系**，消除重数量轻质量、重形式轻内容、重理论轻实践、重短期轻长远的培养痼疾。

构建了突出**航天、国防特色**的机械类领军人才培养新体系，系统提升研究生科学思维、创新实践、工程攻关和团队协作能力，培养具有突出技术创新能力、善于解决复杂工程问题的复合型人才。承担研究生教改项目15项，其中国家级4项、省级11项，发表教改论文55篇，建立智能制造等研究生培养方案8套，获国家学位与研究生教育二等奖1项、省教学一等奖2项，二等奖2项。

3. 做透科教三促，开创了重大项目驱动的“实践促理论、项目促创新、工程促能力”科教育人新途径

深入挖掘重大项目的科技内涵和优质资源，以重大工程的科学问题牵引基础研究，依托重大项目科技攻关中形成的前沿知识和先进技术，推出了一系列新教材、新课程、新实验，优化了学生的知识结构，开设创新研修课、专家特色课和国际共建课24门，出版反映机械工程学科前沿发展的特色教材和学术专著16本，实施“基于研究”的项目化课程改革，促使学生工程实践与理论创新相结合。

国家重大项目一般研制周期长、涉及部门多，高校在学术创新引领方面优势显著，而工程部门的长处在于工程实现和质量管理。围绕探月工程、载人航天、在轨服务等国家重大工程任务，发挥校企各自优势，分阶段实施重大项目的研制任务。从工程需求中提炼学术方向和关键技术确定学位论文选题，开展“以目标为导引”的前沿探索，服务重大工程立项；开展“以节点为约束”的技术攻关，支撑重大工程实施，使学生在项目攻关中提升创新能力。

以嫦娥三号和嫦娥五号工程为例，在项目论证阶段，哈工大先于工程部门启动预先研究，提前布局



图9 重大项目科研与育人有机融合模式（嫦娥五号为例）

科研方向，带领工程部门开展方案论证与原理性验证，研究生论文选题紧扣重大项目科学问题和学术前沿，研究成果直接支撑了的国家工程方案立项论证；在产品研制和工程实施阶段，由航天工程部门主导研制任务，哈工大与工程单位围绕关键技术难题开展协同攻关，为工程任务提供重要

技术支撑和保障。哈工大与航天五院全流程全体系协作，圆满完成任务，使我国成为第三个拥有月壤的国家！铸就了国内首支星球采样联合团队，培养了一批杰出人才和优秀研究生，开创了国家重大科技工程校企合作新典范！

依托重大项目中形成的设计、仿真、制造与验证等技术成果，**构建特色教学模块与创新平台**，变“**科研资产**”为“**教学特产**”，建成教学实验系统10套，通过工程化实践提升了学生解决问题的能力，贯通了研究生从理论到创新到能力的培养链路，最大限度发挥工程资源的育人效能。使**研究生创新能力得到显著提升**。

研究生参与星球探测器、空间站、在轨服务等国之重器打造，参与重大项目170余项，研究生论文选题80%以上来自重大项目，科研成果支撑获得国家级科技奖励11项、省部级科技奖励90余项，科研成果入选高校十大科技进展2项；近五年研究生发表SCI论文2281篇，EI论文2080篇，其中ESI高被引51篇，Nature和Science子刊论文4篇；刘英想获全国百篇优秀博士论文、王玉亮获全国百篇优秀博士论文提名，丁亮等6人获上银优秀机械博士论文奖；研究生获得授权发明专利1668项，转化253项，转化直接收益1.7亿元；研究生在国际和国家级大赛中获奖57项，其中国家级特等奖6项、一等奖14项。有力的支撑了机械工程学科获评A+，总体水平进入世界一流行列。



图10 研究生参加嫦娥五号重大项目研究



图11 研究生获得全国创新大赛特等奖

4. 做实产教三融，打造了“目标融合、队伍融合、资源融合”产教协同育人新机制

依据校企协同创新战略合作框架，以重大项目协同攻关为主体，构建与行业集团、工程院所和专业科室间多层次合作体系，以有组织科研合作构架打破传统校企合作的单纯项目化壁垒；共同面向服务国家创新发展的时代使命，凝聚出“**共筑国之重器、共育领军人才**”的产教协作目标，以产教相长为目标，建立校企多元共融互通的育人长效机制。

推动了企业的育人角色前置，建立并完善研究生的论文选题、企业导师遴选、师生互选和评价考核的全流程培养管理制度，实现了“**共同选题、共同培养、共享成果**”，打造出“**一个主题、一支队伍、资源共享**”的协作育人双导师团队，教师团队入选**全国教育系统先进集体、全国高校黄大年式教师团队、科技部重点领域创新团队、国防科技工业十大创新人物（团队）、全国专业技术人员先进集体和黑龙江省优秀导师团队**，27人入选国家高层次人才，企业导师王文龙、张家强获全国五一劳动奖章，为研究生创新人才培养提供优越的基础条件。

实施了重大项目工程目标和节点约束下的科研育人，实现校企双方在师资队伍、科研项目、人才培养、平台建设、成果产出、管理机制等纬度上的全方位多元融合，形成了科技联合攻关与人才接力培养并举的长效机制和交叉赋能效应，**学校主导研究的前沿性和新颖性，企业主导工程的可行性和可靠性，使研究生基础研究“功夫到家”、工程能力“顶天立地”。**

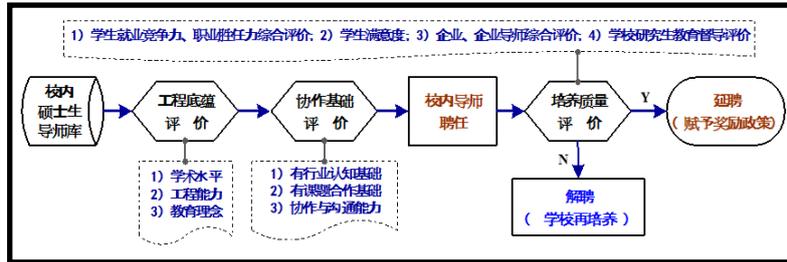


图12 校内导师遴选流程

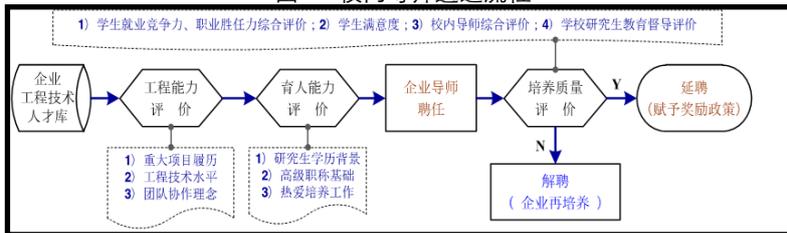


图13 企业导师遴选流程

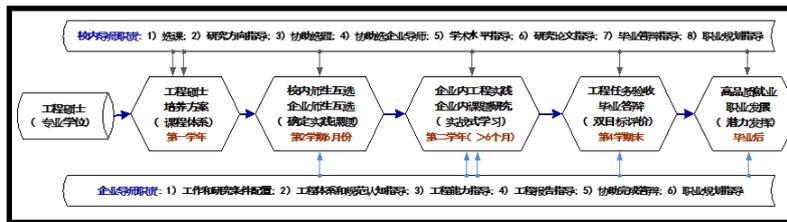


图14 校企接力协同培养模式流程

基于哈工大与航天国防领域40余年的科研合作基础，2007年起先后与航天科技集团、航天科工集团、中国工程物理研究院等优势单位建立了机械工程领域联合实验室，实现了产教双方在育人资源上的深度融合。建立以**机械工程领域专业学位研究生全国示范性联合培养基地和工信部协同育人示范基地**为代表的11个研究生联合培养基地群，建立健全联合培养管理制度，推动校企育人资源融合，共同赋能人才培养。

全国工程专业学位研究生教育指导委员会
中国学位与研究生教育学会工程专业学位工作委员会

附件
第三届“全国工程专业学位研究生联合培养示范基地”授予名单

序号	联合培养基地名称	联合培养单位名称	指导教师
1	北京交通大学-中车青岛四方机车车辆股份有限公司	中车青岛四方机车车辆股份有限公司	北京交通大学
2	网络信息安全研究生联合培养基地	国家计算机病毒应急处理协调中心	北京航空航天大学
3	城市轨道交通专业学位研究生实践基地	内蒙古第一机械集团有限公司	北京理工大学
4	天津理工大学生物制药技术专业研究生联合培养基地	中国科学院长春应用化学研究所、康希诺生物股份公司	天津科技大学
5	智能电力装备与系统研究生联合培养基地	国网辽宁省电力有限公司大连供电公司培训中心	大连理工大学
6	机械工程专业学位研究生联合培养基地	兵器材料研究所	吉林工业大学
7	机械工程专业学位研究生联合培养基地	北京飞行器总装设计部、北京卫星制造厂	哈尔滨工业大学
8	材料科学与技术创新型研究生培养基地	兵器部材料与工艺研究所	哈尔滨工业大学
9	中国化学纤维工业协会联合培养实践基地	中国化学纤维工业协会	东华大学
10	南京理工大学环境工程硕士联合培养实践基地	南京金陵环保科技有限公司	南京理工大学
11	机械工程专业学位研究生联合培养基地	西安材料集团有限公司	东南大学

图15 全国示范性联培基地名单

工业和信息化部校企协同育人示范基地
认定名单

1. 北京航空航天大学-国家互联网应急中心
网络计算与信息处理协同育人基地
2. 北京航空航天大学-中国空气动力研究与发展中心、中国航空工业空气动力研究院
飞行器空气动力学协同育人基地
3. 北京航空航天大学-中国商用飞机有限责任公司
大型飞机协同育人基地
4. 北京理工大学-中国兵器工业集团动力研究院有限公司
军用车辆动力协同育人基地
5. 北京理工大学-京东方科技集团股份有限公司
光电显示协同育人基地
6. 哈尔滨工业大学-中国航天科工集团第二研究院
电子信息协同育人基地
7. 哈尔滨工业大学-中国空间技术研究院
机械工程协同育人基地
8. 哈尔滨工业大学-中国计量科学研究院
仪器科学与技术协同育人基地
9. 哈尔滨工程大学-国家工业信息安全发展研究中心
工业信息安全协同育人基地
10. 哈尔滨工程大学-上海外高桥造船有限公司
船舶与海洋工程协同育人基地

图16 工信部校企协同育人示范基地名单



图17 国家机器人创新中心



图18 哈工大博实研究院



图19 重大项目驱动的部分基地群及研制的国之重器

依托**机器人技术与系统国家重点实验室**和**国家机器人创新中心**等10个国家和省级育人平台，实现校内外育人平台的互动互补；建成国家创新引智基地2个，与博实自动化公司联合设立博实研究院，与芜湖机器人研究院联合建立研究生实践基地，鼓励研究生创新创业，满足社会对创新人才的多元化需求。

推动了校企**师资互通、培养打通、产学平台融通、政策机制畅通**。培养了一大批航天国防领军人才和创新创业先进人物。近10年共培养硕士生4505人，博士生1158人，培养出以航天科工四院院长冯杰鸿、中科院微小卫星创新研究院院长胡海鹰、北京卫星制造厂副厂长杨海涛和宁旭东等为代表的一批航天领军人才，以及天问一号探测器总体主任师王闯等为代表的型号总师、主任设计师、技术骨干。培养出银河航天总裁徐鸣、埃夫特公司总经理游玮、思灵机器人创始人陈兆芄等一批国内知名企业家和独角兽创业者。刘英想等2人获全国百名博论文奖和提名奖，陈济轮等3人获全国工程硕士研究生突出贡献奖，俞正旺获全国百名工程硕士实习实践优秀成果奖，6人获上银优秀机械博士论文奖；李蕴洲等7人次获中国大学生年度人物等国家级荣誉称号，全齐全等25人次获黑龙江省青年五四奖章等荣誉称号。



图20 研究生在联培基地参加开题和预答辩



图21 优秀论文奖证书

5. 成果转化、推广应用与社会服务

建立了一批以地方研究院和校企协同基地为窗口的成果转化平台，技术转移转化与社会服务成效显著。

毕业生创办了博实自动化、埃夫特等机器人与装备制造领域高新技术企业20余家,共反哺学校近30亿元。

孵化出深圳市乾行达科技有限公司，该公司将星球着陆缓冲技术转化应用到复兴号高铁车端吸能器、航母电磁弹射安全防护、汽车碰撞测试等领域，替代了国外进口，已成为国家级“专精特新”重点小巨人企业。

在校生创办了15家创新创业企业，累计融资3亿元。部分创业学生代表：

陈子寒、黄永杰：太疆创新核心高管；

杨春雷：小鹏汽车 A 轮融资 20 亿；

陈兆芄：思灵机器人融资3亿元；

王永锟:斯坦德机器人 2018年千万 A 轮融资；

胡雨滨:深圳青羽机器人公司；

李蕴洲:玄智科技；

张宇星:哈尔滨希塔科技有限公司；

.....

研究生创新创业成果被央视、人民日报、中新网等众多媒体报道，社会影响和示范效应强。



图22 多种媒体报道推广

本成果还被浙大、北航、西交、西工大和吉大等五所高校机械工程学科借鉴，取得显著成效。

规格严格

功夫到家