

课题完成单位：航天学院

完成人：刘健行，高亚斌，吴承伟，罗文晟

新工科背景下基于科教

融合的研究生创新实践培养机制研究

课题来源：校级2021年面上研究课题

基于协同理论，围绕“如何提高科教融合专业学位培养项目的有效性”这一核心问题，识别科教融合协同因素，得出科教融合协同模式，进一步探索协同模式的相似性，为不同类型的科教融合项目提供可复制的指导和对策建议。科教融合、创新发展，是新时代新型研究型大学建设的重要特征。传统意义的科教协同，通常是指高校与科研院所之间相互合作，协同育人，发挥双方优势，提高人才培养质量。近年来，随着研究型大学科研水平的不断提升，尤其是“双一流”建设以来，高校围绕国家战略和学术前沿，科研能力和科技创新水平有了长足发展。高校要继续保持和扩大校外合作，在开放办学中孵化创新成果，培养一流人才；更重要的是，要着力改革教育理念和培养方式，以学科建设为知识体系的基础，以科研实体为载体，有效组织“链条式”重点研究领域的高原高峰，将科学研究、创新团队和人才培养有机结合起来，真正培养具有创新精神、丰富科学实践、适应社会发展需要的高素质人才。高校要进一步拓展科教融合发展的模式和内涵，适应创新引领发展的时代要求，形成人才培养与科技创新融合发展的新局面，建设新型研究型大学；要进一步深化评价体制改革，建立具有中国特色的世界一流大学评价体系。

关键词

科教融合，教育改革，创新实践，人才培养



新世纪以来，持续的教育改革行动为经济社会建设培养和输送了一大批高素质工程建设人才，为现代产业体系建设做出了重大贡献。在全球范围内，全球大部分教育体系都采用标准化的直接教学模式，导致毕业生成为早期从事重复性制造工作的劳动力。目前，部分工科专业学位研究生培养体系仍采用教师直接授课、学生被动学习的方式。陈旧的教学组织和管理模式不能及时适应新形势下涌现的大量需求。实践中的训练差距导致专业学位研究生无法了解原来的工程情况。总体而言，研究生缺乏对原始工程实践中产品过程的理解，导致大学培养的专业学位研究生不能很好地与工作内容衔接，即大学培养的人才与产业需求不匹配。



工业4.0时代到来，智能制造、新能源、信息等前沿产业相继实现突破性发展。这对我国高等工程教育特别是新兴技术突破发展和新兴行业需求对研究生培养提出了新的、具有挑战性的要求。研究生必须具备“实践性、交叉性、综合性”等多重特征的能力，“实践”是指做和实践的能力，“交叉”着眼于专业学位研究生的知识应该更具交互性和广泛性，而“综合”则强调专业学位研究生不仅要有工科背景，还要在物联网等领域进行操作。总之，行业和时代对专业学位研究生的需求发生了翻天覆地的变化，新的产业模式需要兼具实用专业技术和交叉综合知识背景的高素质工程人才。但与此同时，受发展理念、运行机制、行动方针等多方面因素的影响，原有研究生培养的教育供给侧与产业需求侧仍存在不匹配问题。

随着新一轮产业变革与科技革命的到来，全球化形势与世界经济格局正在发生改变，我们正面临着“百年未有之大变局”，同时，我国正处于“两个一百年”奋斗目标的历史交汇期，为了牢牢把握发展机遇，国家制定了一系列国家发展战略。全面建设社会主义现代化国家的伟大事业对高校提出了新的更高要求。2020年10月，党的十九届五中全会审议通过《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》（以下简称《建议》），明确了“建设高质量教育体系”的政策导向和重点要求，为未来5至15年的高等教育发展擘画战略蓝图，《建议》指出，要“提高高等教育质量，分类建设一流大学和一流学科，加快培养理工农医类专业紧缺人才”；“加强创新型、应用型、技能型人才培养”；“支持发展高水平研究型大学，加强基础研究人才培养”。

在“双一流”首轮建设完成之际，教育部、财政部、国家发展改革委联合印发《“双一流”建设成效评价办法(试行)》（以下简称《评价办法》），这是全面落实《深化新时代教育评价改革总体方案》要求的一个重要文件。《评价办法》中明确以“中国特色、世界一流”为核心，突出培养一流人才，产出一流成果，主动服务国家需求，把中国特色与世界一流目标融合在一起，走出了建立具有中国特色的成效评价体系的重要一步，为高校争创世界一流指明了方向。

“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”。当今世界国际竞争日趋激烈，其焦点是人才的竞争。而创新型人才的培养，靠的是教育，尤其是高端的研究生教育。高校的核心任务，一是坚持社会主义办学方向，把立德树人作为教育的根本任务，培养担当民族复兴大任的时代新人；二是勇挑重担，提升科研创新能力，大力加强基础研究，聚焦国家战略，加快科研攻关。“双一流”建设高校，作为我国高等教育的排头兵，就是要主动深化教育评价改革，引导广大科学家和科技工作者坚持“四个面向”，以产出一流人才、一流学术成果与社会贡献为目标，科教融合，创新发展，建设一流学科和学科领域，建设育人和科研的高峰，加快建设新型研究型大学，为全面建设社会主义现代化强国作出贡献。

科教融合、创新发展，是新时代新型研究型大学建设的重要特征。传统意义的科教协同，通常是指大学与科研院所的相互配合、协同育人，通过发挥双方优势，提高人才培养质量。近年来，随着研究型大学科研水平的不断提升，尤其是“双一流”建设以来，高校围绕国家战略和学术前沿，科研能级和科技创新能力有了长足发展。大学要继续保持并扩大与大学外部的合作，在开放办学中孕育创新成果、培养一流人才；更要着力变革教育理念和培养方式，以学科建设为知识体系基础，以科研实体为载体，以有组织的“链条式”重点研究领域为高原高峰，把科学研究、创新团队和人才培养有机结合，真正培养具有创新精神、丰富科学实践和符合社会发展需求的高精尖缺人才。大学要进一步拓展科教融合发展的模式和内涵，适应创新引领发展的时代要求，形成人才培养与科技创新融合发展的新局面，建设新型研究型大学；更需要进一步深化评价体制改革，建立中国特色世界一流大学评价体系。

科教融合是世界一流大学的核心办学理念。经过30多年的发展，中国大学发展从单纯教学转向科教并重是历史的必然选择，今天，我国高等教育从科教并重转向科教融合则是高等教育强国建设的必然选择。推动研究生教育更高质量发展，适应重大需求培养更多高层次人才，就需要坚持科教融合的重要理念，把科研平台变为人才培养的平台，把科研活动变成培养独创精神和批判性思维的载体。

当前，中国高等教育改革的许多问题源于科教分离，尽管科教结合的形态已经形成，但是仍然没有形成科教融合的高等教育思想和高等教育理念，在科教二分法的基础上分析和管理科教融合形态下的中国大学，得出的结论、采取的措施必然同大学的实际有很大的差别。科教融合在大学是有“共实”无“共识”。在科教分离的教育理念下，高校优质丰富的科学研究资源始终无法转化为人才培养优势，“钱学森之问”基本无解，不能按照培养科学技术发明创造人才的模式去办学。

高校的核心任务，一是坚持社会主义办学方向，把立德树人作为教育的根本任务，培养担当民族复兴大任的时代新人；二是勇挑重担，提升科研创新能力，大力加强基础研究，聚焦国家战略，加快科研攻关。“双一流”建设高校，作为我国高等教育的排头兵，就是要主动深化教育评价改革，引导广大科技工作者坚持以产出一流人才、一流学术成果与社会贡献为目标。“新的高等教育格局应该立足当下，关注当前我国在战略发展过程中所面临的‘卡脖子’问题。同时，更要引领未来，在制度创新、体制机制创新上大胆前进。” **各级各类高校都将通过科教融合、产教融合等途径，建设一流学科和学科领域，建设育人和科研的高峰，加快建设新型研究型大学，为全面建设社会主义现代化强国作出贡献。**

02

国内外研究现状

“科教融合”源于19世纪著名的德国科学家洪堡的大学办学理念，自此科教融合的思想初步形成^[1]。之后欧美高校一直在研究和探索科教融合的学生培养体系，并通过相关的教学实践，逐步形成和完善了科教融合的教学体系，明显提升了学生的实践创新能力，为欧洲科学技术的发展奠定了坚实的基础。科教融合是对高校教育传道授业解惑的本质回归诉求。教学工作和科研工作的侧重点有所不同，科研创造知识，教学传播知识。科教融合理念要求大学科研和教学的最终目的都是培养人才。科教融合在一定程度上模糊了科研与教学的界限，通过教学为科研活动培养人才，通过科研为学生提供实践机会，强化教学效果，两者既相互补充又相互促进。

研究生教育不仅是培养专业高级的人才的主要形式，亦是高等教育体系中的顶尖层次。它肩负着为社会发展培养高素质、高层次人才的重任，是增强综合国力和国际竞争力的重要支撑力量。因

此，世界各主要国家对研究生教育的重视程度近年来大幅提高。自上世纪90年代后，德国扩展了对研究生教育的规模及改革深度，其目的就是要保证21世纪德国高等学校在国际上的竞争力。日本1996年的大学审议会在《关于提高日本研究生教育质量和对策研究》中提出“日本研究生教育不仅要在数量上和规模上有所发展，二期在质量和水平上要不断提高，要培养新一代学术水平高、创新能力强，能参与国际竞争的年轻科学研究者”。美国一直都注重对人才的培养，其在2001年通过的《加强21世纪竞争力法》核心内容就是通过吸引全世界的优秀人才以继续保持美国在21世纪科学技术的领先地位。

2004年，在联合国教科文组织巴黎总部召开的“世界高等教育合作伙伴关系”大会上发表了题为《世界高等教育发展与趋势》的综合报告。通过统计全世界2001年高等学校在校人数发现世界领先的高等教育体系规模的五个国家分别是中国、美国、印度、俄罗斯和日本。近年来，我国的高等教育取得高速发展，尤其是研究生教育取得飞跃进步，2008年，我国的在学博士生数量超过美国成为世界第一。到2022年底，全国在学研究生总数达到365.36万人，其中博士生55.61万人。随着规模的扩大，研究生培养质量问题引起社会广泛关注。作为高等教育的最高层次，研究生教育质量的提高对我国高等教育的可持续发展具有积极意义。



人才培养质量是高等教育实力的决定性因素，尤其是研究生阶段。研究生教育也应该得到重视，因为它象征着双一流大学的发展。换言之，研究生教育在“双一流”建设和高等教育强国建设中发挥着重要作用。随着近几年来我国研究生规模不断的快速增加，在研究生教育发展上也凸显了一些问题：如，高层次人才总量仍显不足，不能完全满足社会需求；二是受主、客观条件的制约，出现了研究生培养的导师力量和软硬件条件增长速度远不能满足研究生教育发展的实际需要等诸多问题；三是对研究生培养的经费投入不足，科研经费用于高层次人才培养的比例较小等。

作为知识经济的21世纪，基于知识的进步成为推动社会前进的真正动力，一个国家综合国力的提高，与科技发展、技术进步和因此带来的经济繁荣密切相关。尤其对于我国来说，尽管经济总量已经攀升至世界第2位。但是，如何摆脱“中等收入陷阱”的问题，如何破解经济增速放缓，科技对经济社会发展的贡献率长期较低的问题摆在我们的面前，迫切需要解决。可以说，要解决好这些问题，科技、教育是关键，人才培养是重中之重。因此，我国也先后提出实施了“科教兴国”和“人才强国”战略的重大决策，明确了坚持教育为本，把科技和教育摆在经济、社会发展的重要地位，努力把我国建设成为人力资源强国的宏伟目标。

目前，国内学者开展了一系列关于如何提高研究生培养质量及创新能力等课题的研究和探索。总体而言，我国研究生教育的学术研究的深度及广度还处在起步阶段，针对符合国内国情的研究生教育需要逐渐开展研究。近30年来的研究主要集中在总结应用型的经验，缺少深入的理论分析归纳。不过这些研究是开启我国研究生教育的启迪和先导。其主要涉及研究内容大致包括：

国内学者从不同角度出发或采用不同方法研究探讨了研究生教育的概念和含义，存在不同的理解和阐述。薛天祥定义研究生教育为本科后以研究为主要特征的高层次的专业教育^[2]。有学者认为研究生应具备以下特点：本科毕业或获得同等学历水平；年龄在23岁（其生理和心理已成熟）以上；在其研究专业方向上探索研究并取得创新性的成果等。杨颀定义研究生教育为在获得本科学位资格后继续获得更高层次学位或文凭的高等教育^[3]。

研究阐述研究生培养模式的代表性的著作有：《研究生教育模式嬗变》；《国外综合性大学研究生培养模式初探》；《多样化需求与研究生教育模式改革》^[4-6]等。目前对研究生培养模式的研究

主要针对：国外研究生培养模式类型的分析归纳；国外研究生培养模式成功经验，回顾反思我国研究生培养模式的缺陷与不足，国内外研究生培养模式的对比等。研究表明，研究生教育及培养模式应从实际出发，结合不同国家和地区的特点及其在不同历史背景下的差异性、多样性。从不同角度理解划分研究生培养模式，分析其所具有的某些特点，为开展研究生培养模式的理论研究和实践创新提供有益的参考依据。

万明通过考察及实证我国研究生教育体制改革历程及现状，明确指出了我国研究生教育体制存在的问题并阐述了其产生原因^[7]，并且深入分析研究国外（主要包括美、德、英、日、印）研究生教育成功经验与失败教训，提炼出对我国研究生教育体制改革（包括招生、培养、资助、管理、投资等方面）有益的信息，基于国外研究生教育经验教训提出了能促进我国研究生教育体制改革的路径、具体措施及政策建议

刘鸿分析认为我国现行研究生教育模式存在以下缺陷：（1）过早专门化的本科教育干扰研究生教育的正确定位；（2）分立的科研体制（科学院系统、大学系统）不利于科教资源的整合；（3）缺乏完善的评价及监控体系，形成了无序混乱的研究生培养模式^[8]。孙萍茹等人指出，研究生培养模式应该具备多样性特点，根据不同情况建立多种模式形成多元人才观，打破传统的统一教学计划、教材、学制及管理人才培养模式，形成以个性化培养方案为主的多样化的培养模式^[9]。左兵等人结合我国研究生教育发展现状，对比分析了学徒式教育模式（德国）、专业性教育模式（美国）和协作型教育模式（二战后）的特点，提出了实现单一模式转化为多样化模式的改革对策^[10]。

综合国外科教协同创新的成功经验来看，“科教结合、协同创新”是符合时代发展趋势和科教发展规律的重要理念和先进模式^[11-13]。国外的经验对我国研究生教育改革有以下启示：科教融合的实施有利于打破当前高校教学科研相分离的局面^[14-16]，有利于学生在课堂上接触到最新的科研成果^[17]，调动学生参与科研的积极性，有利于培养学生的创新意识，让学生在实践中掌握所学知识，促进学生多元化发展，激发学生的创造性，增强学生的学习能力，从而大大提高了学生实践创业能力^[18,19]。

参考文献略

03

研究的主要内容

1. 主要任务

控制工程是一门理论性和实践性紧密交叉，涉及国家经济建设的众多方面的学科。传统培养模式下控制工程领域研究生培养不适应社会的需求与产业变革带来的科技需求脱节。通过有效发挥高校基础教育与科研平台的优势，控制工程领域专业利用科研院所的资源优势创新培养机制，从理论和实践相结合方面提高研究生培养质量和社会适应能力，培养学生在未来发现问题以及创新性解决问题的能力。

- （1）培养团队协作精神及创新能力；
- （2）按照循序渐进的原则安排科技活动；
- （3）搭建科教融合研究生培养模式。

研究生教育在培养创新人才、提高创新能力、服务经济社会发展、推进国家治理体系和治理能力现代化方面具有重要作用。培养造就大批德才兼备的高层次人才，高校责任重大、使命光荣。高等院校应秉承科教融合的核心理念，强化理念对办学实践的指导作用，努力培养高层次拔尖创新人才，为加快推进教育现代化、建设教育强国、办好人民满意的教育作出新的更大贡献。

要在科研活动中培养学生的学术志趣和学术诚信，实现为学和为人的统一，为学生的未来发展奠定坚实的基础。“善歌者，使人继其声。善教者，使人继其志。”在指导研究生科研工作的过程中，教师要做到言传身教，努力成为所倡导价值的体现者、所培养能力的展示者、所传授知识的拥有者。

坚持将科研成果转化为课程教学资源，着重培养研究生的创新思维和创新能力。研究生课程教学要充分体现研究性，从问题出发，引导学生自主探究和体验知识的发生过程，激发学生的学术志趣。

通过“科教融合”的教学改革，把科研资源转化为教学资源，为学生提供接触最新学术前沿搭建平台，使课堂教学内容、教学方法等紧跟学科发展形势，坚持以科研促进教学，形成梯队化学生科研团队，大力鼓励支持学生考研通过学中做、做中学等方法加强学生的科研能力锤炼，通过研究生阶段的培养使其具备研究生的实践能力和创新能力。

2.目标

本项目以提高人才培养质量为核心，以推动科教融合为重点，不断推进研究生培养模式改革，开展控制学科研究生科研活动内容。本项目的研究目标主要如下：

(1) 明确科教融合背景下控制学科建设与人才培养的要求。对比现阶段科技强国的人才培养现状，我国传统工科专业的人才培养与国家提出的新要求还有着相当大的差距，在新形势下优化传统工科研究生的培养之路已成为目前的共识。“科教融合”是“科研”与“教学”的紧密融合，实现科学研究与高等教育的优势互补，以高水平的科学研究达到培养应用型创新人才的目标，把科技创新与人才培养紧密结合，使科学研究与教育进入良性循环，从而培养学生的创新精神和实践能力。坚持创新高校教育人才培养机制改革，突出科学研究对于人才培养的支撑和引领。高等教育的教学和学习过程不应是机械地传授知识和接受知识，而应是学生参与研究的过程，通过“教”来激发学生参与研究的兴趣，通过“教”从而使学生主动地成为一名“研究者”，使其具有独立研究、科学探索、创新实践的能力。控制工程是一门理论性和实践性紧密交叉，涉及国家经济建设的众多方面的学科。传统培养模式下控制工程领域研究生培养不适应社会的需求与产业变革带来的科技需求脱节。通过有效发挥高校基础教育与科研平台的优势，控制工程领域专业利用科研院所的资源优势创新培养机制，从理论和实践相结合方面提高研究生培养质量和社会适应能力，培养学生在未来发现问题以及创新性解决问题的能力。

(2) 科研创新竞赛培养体系建设。控制工程领域专业研究生教育应以科研实践为中心，通过科研提升创新力，实现应用型创新人才的培养。依托科研平台有利于学生将学科理论知识充分实践，培养创新思维；有利于学生接触最新的技术，放宽眼界，开拓视野，培养浓厚的科研兴趣；有利于基本理论知识的应用以及专业知识的综合应用，提高专业技能以及实践能力；有利于培养学生的团队的协作意识，培养团队协作能力，通过基本科研实验，发现突破点组成团队对技术难题进行科研开发，培养综合素养和应用知识与能力理论与实践结合，使学习达到理想状态——学以致用。围绕研究生创新实践能力培养目标，整合实验室资源，构建科研实践训练计划平台。平台的建设要体现教学结构立体化、教学形式多元化、科研实践全程化、内容综合化，引导研究生自主学习并进行科研实践，培养综合运用知识，系统设计和实践创新能力。

(3) 推进科教融合文化建设。建立科教融合的理论必须正确认识科学研究与人才培养的本质特性，理顺二者之间的关系。科教融合的理念在我国已经引起了高度重视，一些大学按照这种理念进行了大量的人才培养创新，取得了显著的成效，中国科学院大学更是将科教融合作为一个核心命题。坚持教学也是学术，强化教书育人是教师的第一学术责任。科研和教学相融合是现代大学的本质特征。大学是立德树人的地方，大学的科研和教学都要服务于人才培养，深化科教融合要以培养

创新人才为前提。教师要把科研和教学都作为自己的核心工作，把育人落实在科研、教学的全过程。坚持科研也是教学，把科研活动打造为研究生成长成才的丰沃土壤。科研的过程是学生不断学习、创造的过程，也是促进学生成长的一种教学方式。科研对促进学生发展、培养学生学术志趣和创新能力具有重要作用。科研包括查阅科学文献、确立科研选题、开展科学实验、发表研究成果等多个环节，每个环节都具有不同的育人功能。要想确保研究生科研实践活动有序展开，必须加强教师的引导作用，同时高校也应当与政府及各科研单位构建合作关系，实现科教融合文化建设，从而营造良好的研究生教育环境。

3. 所采用的研究途径及方法

在信息、互联网、大数据及机器人等技术高速发展的时代背景下，全方位、多层次的经济社会系统变革与演进特征将对国际产业分工和竞争格局产生深远影响。中国制造行业经过多年的快速发展，面对“工业4.0”、“中国制造2025”等战略机遇，正朝着大型化、一体化、智能化和绿色化的“智慧自动化”方向发展。围绕研究生创新能力培养、科研素养培育、课程教学改革，以研究生为中心，以参与科研活动为着力点，以课程教学改革为手段，以研究生系列学位课为试点开展探索与实践，使学生掌握领域内最新研究成果与发展动态，实现科研赋能教学、科研与教学相长的目的，切实解决研究生培养方面存在的现实问题。

本项目以课程教学为基础，以科研项目为补充，以创新竞赛为提升，将课程按实践教学课程体系划分为基础层、能力层和实践层3个层次，各模块由单项到综合，由浅入深，相互依托、协调，体现了控制学科发展的方向。科教融合三级教学体系如下图所示。

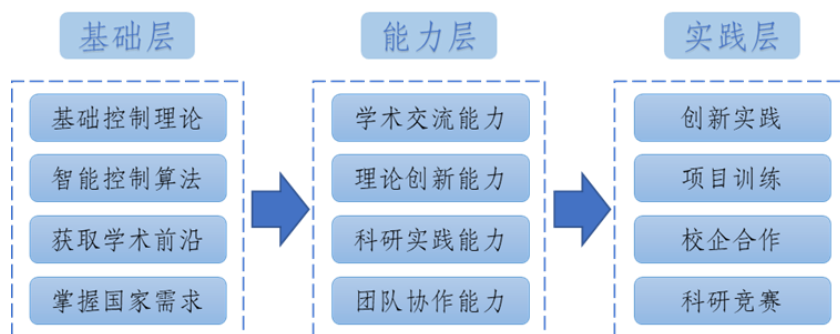


图1 “基础+能力+实践”科教融合三级教学体系

具体实施的“三位一体”培养模式如图2所示。

(1) 改革课程体系，更新教学内容。

将最新科研成果融入课程教学。随着经济和科学技术的快速发展，新知识、新技术和新信息不断推出。在不突破课程教学大纲的前提下，动态分析课程特点，将最新学术研究成果引入课程教学当中。使研究生通过课堂就可了解学科发展动态、热点研究问题、前沿发展现状，从而丰富研究生的知识结构。

在本人及时调整所承担的创新研修课程设置与教学内容。增添实验室参观环节，在教学上给学生讲解最新研究成果，

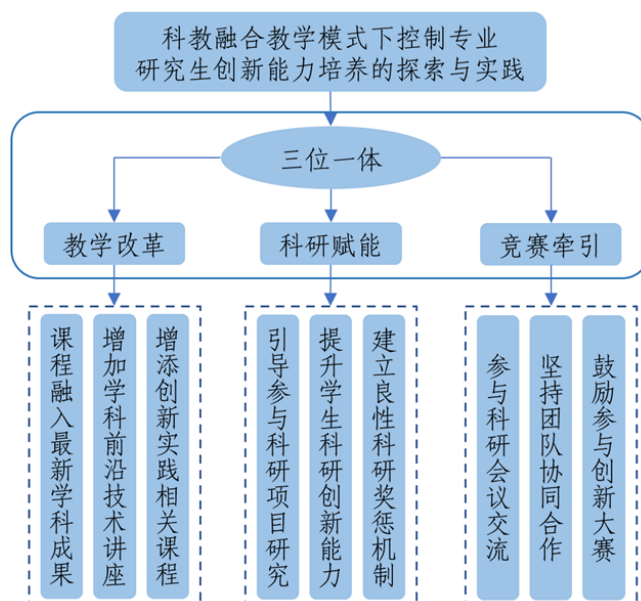


图2 “三位一体”科教融合培养模式

实践环节以视频方式引领学生参观学习实验室的实验设施，同时安排优秀的高年级博士向学生介绍所参与的科研项目及创新创业大赛作品，激发学生科研兴趣。

(2) 项目问题导向，强化科研体系。培养理工科研究生的培养中普遍存在以下情况：部分学生虽能坚持按计划开展研究，工作也很努力，但对于实验结果不善于深入分析与思考；对获取的实验结果知其然，不知其所以然；对研究成果也不能完整地表达与流畅地交流；个别学生对待学术研究存在态度不端正问题，对布置的研究计划因各种缘由不能按期完成。这些现象表明理工科研究生在学术交流与总结方面出现了问题。要引导学生从创新能力成长角度认真看待科研训练，真正激发研究生的热情。

本人在研究生培养环节，积极引导研究生参与航天院所及华为等高科技公司科研项目。研究生进入团队后，为他们安排一些科研素养的训练，有一定科研基础后再安排他们开展项目研究工作。在科研过程中实现对研究生能力的培养，让研究生在科研中学会学习。培养严肃、严格、缜密的科学态度是研究生成才教育必不可少的要素，有利于全方位培养研究生的原始创新能力。

(3) 创新竞赛牵引，突出原始创新能力。为将创新教育真正融入研究生培养的全过程、全体系和全链条，实验室始终有计划、经常性地组织研究生参加各级各类创新竞赛活动，提高研究生的“创意思维、创新意识、创业精神和创造能力”，真正实现“以赛促学、以赛促教、以赛促建、以赛促改”的目的。

为着力提升研究生培养质量，将创新竞赛与研究生培养真正融为一体。实验室通过“奖励”办法激励研究生参加创新竞赛，在竞赛中对其所学知识、能力、素质和品格进行一次全方位的“检验”，从而进一步鼓励和支持研究生主动探索、大胆尝试、积极实践，更多更早期地参与到科学研究和创新实践活动中去。

科教融合的最终目标就是为了培养高素质、创新型人才，因此，在实现教学与科研互动融合的基础上，必须重视人才培养基地建设，推动科教融合的常态化和制度化。借助高水平科研院等研究机构的硬件设施和专业平台，构建相互交流、合作的长效机制，重视科研成果转化，并在实践中去检验和验证，不断对科研和教学工作进行反哺，从而促进科教融合的进一步优化，真正促进学生综合素质和创新能力的提高。由于高校发展背景的差异性，结合自身的发展理念及现代社会的发展需求，定位适应学校长期发展的目标计划，突出构建具有特色的科教融合人才培养，充分发挥哈工大控制学科优势和科研优势，从高层次、应用型、创新型、复合型人才培养需求出发，认真分析社会对环境学科研究生层次人才的要求，调整、完善以及科学设置核心课程和选修课程，进一步扩充产学研用的范围。在此培养模式下，大力推动科研与教学的融合，提升研究生的创新思维及解决问题的能力。科教融合培养体系如图3所示。

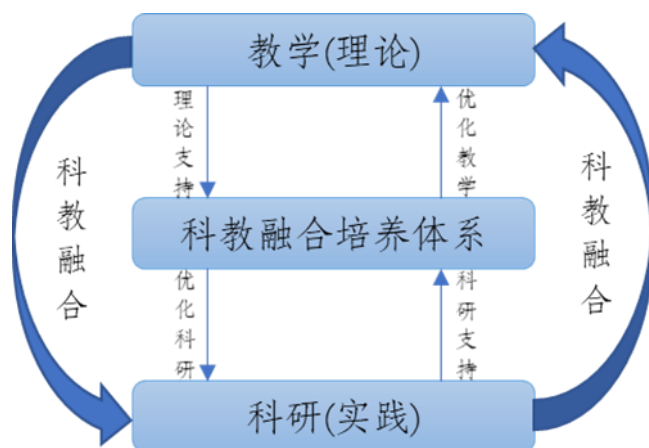


图3 科教融合培养体系

1. 理论上的新观点

结合国外先进经验探索建立科教融合培养体系，实施研究生教育管理工作。对研究生教学改革的原则包括：注重发挥科研特长，培养创新能力；突出内涵发展，强调教育规范；使得研究生基础能力与科研实践能力得到质的提升。

构建“教学改革、项目牵引、竞赛引导”三位一体科教融合人才培养模式，树立了科教融合的办学理念坚持科研赋能教学，优化研究生课程培养方案，突出科研导向，把科学实验贯穿在教学和科研中，提高了研究生应用知识的能力和动手能力，切实提高了研究生的科研创新能力；引领研究生参与各类创新创业大赛，提升研究生培养质量；将最新科技成果融入课堂、编入教材，研究生课程体系得到优化，实现了科研反哺教学、科研教学相长、科研与教学同频共振，实现科教融合的研究生培养机制。

2. 实践中的新举措

本人在研究生培养环节，积极引导研究生参与航天院所及华为等高科技公司科研项目。在科研过程中实现对研究生能力的培养，让研究生在科研中学会学习。培养严肃、严格、缜密的科学态度是研究生成才教育必不可少的要素，有利于全方位培养研究生的原始创新能力。

为将创新教育真正融入研究生培养的全过程、全体系和全链条，实验室始终有计划、经常性地组织研究生参加各级各类创新竞赛活动，提高研究生的“创意思维、创新意识、创业精神和创造能力”，真正实现“以赛促学、以赛促教、以赛促建、以赛促改”的目的。

1. 主要结论

本项目以课程教学为基础，以科研项目为补充，以创新竞赛为提升。进行了改革课程体系，更新教学内容；以项目问题为导向，强化了研究生的科研体系；通过创新竞赛进行牵引，优化了研究生的原始创新能力。

通过对课程教学方式的改革，使研究生通过课堂就可了解学科发展动态、热点研究问题、前沿发展现状，丰富了研究生的知识结构，同时引领学生参观学习实验室的实验设施，极大的提高了低年级研究生对科学研究的兴趣。

在研究生培养中积极引导研究生参与航天院所及华为等高科技公司科研项目。研究生进入团队后，先为他们安排一些科研素养的训练，在科研过程中实现对研究生能力的培养，让研究生在科研中学会学习，结果显示该方法能够全方位培养研究生的原始创新能力。不少同学进入华为、航天学院工作或步入清华大学、哈尔滨工业大学、东南大学等高校攻读博士。

为将创新教育真正融入研究生培养的全过程、全体系和全链条，实验室始终有计划、经常性地组织研究生参加各类创新竞赛活动，将创新竞赛与研究生培养真正融为一体。刘健行教授作为导师所指导的研究生张欧阳获得第二届“砺剑杯”智能空天创新大赛特等奖，研究生张欧阳、陈伟良、



刘壮获得“航天三江杯”第八届中国研究生未来飞行器创新大赛一等奖，研究生张书月获得“建行杯”第七届黑龙江“互联网+”大学生创新创业大赛银奖，研究生张欧阳、刘澳华获得“中国光谷-华为杯”第十九届中国研究生数学建模竞赛二等奖，研究生张欧阳获得2021国际大学生航天器创新设计大赛二等奖，研究生张欧阳、刘澳华获得“建行杯”第八届黑龙江“互联网+”大学生创新创业大赛铜奖，由高亚斌和吴承伟指导的创业推介项目《智兀drive——机器人智能感知技术领航者》获第十五届全国大学生创新创业年会“最佳创业项目”奖。

2. 创新成果

指导研究生在智能机器人及智能电网领域进行相关研究，在国际高水平权威期刊及学术会议上发表SCI检索论文3篇，EI检索论文5篇。目前，依托该项目在黑龙江教育（理论与实践）录用教改论文1篇（《导航原理》实验教学融入课程思政教育的探索与实践）。

3. 实践效果

刘健行教授作为导师所指导的研究生张欧阳作为第一完成人，同时吴承伟作为指导教师所开发的“太空血滴子”一种新型动量自适应缓释空间目标捕获系统荣获第二届“砺剑杯”智能空天创新大赛特等奖。



图4 第二届“砺剑杯”智能空天创新大赛特等奖



c) 中国新闻网报道



b) 东北网报道

c) 黑龙江日报报道



d) 哈工大官网报道

图5 第二届“砺剑杯”智能空天创新大赛特等奖多家媒体报道

刘健行教授作为导师所指导的研究生张欧阳、陈伟良、刘壮所设计的“太空九节鞭：空间模块化自重构柔性安全服务系统”获得“航天三江杯”第八届中国研究生未来飞行器创新大赛一等奖。参赛项目提出一种新型模块化自重构空间软体机器人系统及柔性作业方案。该机器人系统具备强运动性、高环境兼容性以及高安全性等优点，通过其自重构串/并/环模式的运行，能够高效安全地承担空间站搭建及维护、航天员出舱作业辅助、主动防御空间碎片等任务。

“航天三江杯”第八届中国研究生未来飞行器创新大赛获奖名单

序号	类别	赛道组别	作品名称	单位名称
常规赛组				
常规赛组				
1	一等奖	常规赛组-常规航空飞行器设计专项	大气层内无人飞行器设计	中山大学
2	一等奖	常规赛组-常规航空飞行器设计专项	超音速可变形翼飞行器	南京工业大学
3	一等奖	常规赛组-航空飞行器总体及分系统设计	“空鹰”仿生隐身无人飞行器	南京航空航天大学
4	一等奖	常规赛组-航空飞行器总体及分系统设计	“破风者”气动隐身无人飞行器	国防科技大学
5	一等奖	常规赛组-航空飞行器总体及分系统设计	飞翼隐身飞行器	南京航空航天大学
6	一等奖	常规赛组-航空飞行器总体及分系统设计	“猎鹰”无人隐身飞行器	哈尔滨工业大学
7	一等奖	常规赛组-航空飞行器总体及分系统设计	无人空警：空警隐身无人飞行器	南京工业大学
8	一等奖	设计	隐身空警系统	哈尔滨工业大学

图6 第八届中国研究生未来飞行器创新大赛一等奖获工大要闻报道

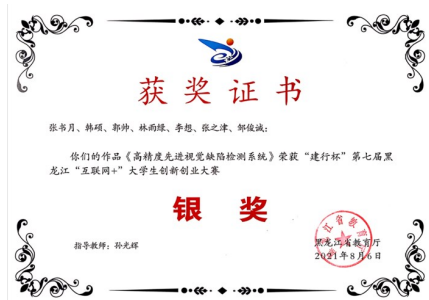


图7 “建行杯”第七届黑龙江“互联网+”大学生创新创业大赛银奖

刘健行教授作为导师所指导的硕士研究生张书月作为第一完成人获得“建行杯”第七届黑龙江“互联网+”大学生创新创业大赛银奖。

刘健行教授作为导师所指导的研究生张欧阳、刘澳华获得“中国光谷-华为杯”第十九届中国研究生数学建模竞赛二等奖。



图8 “中国光谷-华为杯”第十九届中国研究生数学建模竞赛二等奖

刘健行教授作为导师所指导的研究生张欧阳获得2021国际大学生航天器创新设计大赛二等奖。

刘健行教授作为导师所指导的研究生张欧阳、刘澳华获得“建行杯”第八届黑龙江“互联网+”大学生创新创业大赛铜奖。



图9 2021国际大学生航天器创新设计大赛二等奖



图10 “建行杯”第八届黑龙江“互联网+”大学生创新创业大赛铜奖

高亚斌和吴承伟指导的创业推介项目《智兀drive——机器人智能感知技术领航者》获第十五届全国大学生创新创业年会“最佳创业项目”奖。

刘健行教授参与完成的教改论文《导航原理实验教学融入课程思政教育的探索与实践》已被黑龙江教育（理论与实践）录用，将于2024年初发表；另一篇教改论文《高校工程型研究生人才培养思政育人机制探究》已被《科技新时代》杂志社录用，将于2023年第9期刊发。



图11 第十五届全国大学生创新创业年会“最佳创业项目”奖

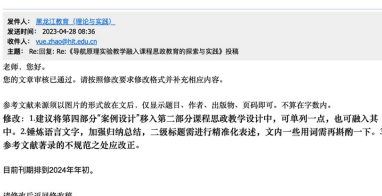


图12 黑龙江教育（理论与实践）录用通知

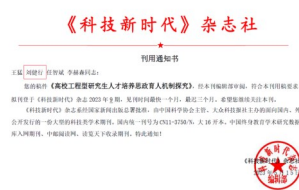


图13 科技新时代录用通知

4.推广应用价值

“科教融合”研究生教改项目将在控制学科进行实施，实施对象包括控制学科硕士研究生及博士研究生。通过结合本学科科研与学科优势特色，进行研究生科教融合教育改革，充分发挥高水平成果转化教学资源优势，将大大提高研究生学习的动能性、创新性和专业性。通过本模式培养，学生能够为毕业后从事相关工作打下良好基础。同时，控制工程研究生课程体系将得到优化，研究生科研创新能力将得到提升，学科优势科研成果得到有效转化。该模式能够顺应新时代新变化，为国家培养出更多具有创新精神和创业能力的高素质复合型应用人才。同时，我们也将积极总结，借鉴更先进的经验，查找不足，更加完善创新创业教学模式，从而为进一步推进我国高校创新创业教育进程助力。

06

研究建议

导师在学生专业成长和科学研究的培养过程中起着非常关键的作用，是“课程与科研”的主要指导者。随着科学技术、学术研究和知识生产变革的发展，具有某一学科专业知识和科学研究能力的学生已经不能适应社会的需要。但是，导师的综合素质也会影响人才培养；因此，有必要构建一个具有多学科知识和素养的混合导师团队，以促进学生的发展和提高培训。研究生既要侧重于学术能力的培养，又要注重实践能力的培养，导师要积极开展学术交流、开展科研项目、学术竞赛等的引导。项目虽然取得了不错的研究成果，探索的科教融合体系比较完善。但是在教学中难免存在学生理论水平 and 动手能力不匹配不平衡的问题，现阶段这套体系不能完美适应所有学生，需要在后续研究中进行改进。

今后我们会综合考虑学生能力，将学生分成小组，组内成员互相学习长处，争取在理论与实践学习中共同进步，培养出具有创新精神和创业能力的高素质复合型应用人才。同时，我们会加强与科研院所的合作与联系，让学生能够切合实际的开展科学研究，为以后的工作打下坚实的基础。