**高质量自主培养“电磁空间一体化”卡脖子技术国际一流创新人才**

**成 果 报 告**

“电磁空间一体化”是信息化发展之必然趋势，是大国博弈和科技竞争必争之战略制高点，是我国在军用电子领域实现创新超越的重大战略机遇。超前部署电磁空间一体化基础理论与关键技术等自主科技创新的研究和领军人才的培养，必将提升我国在电磁空间一体化领域的自主创新能力，抢占未来信息化战争的科技创新制高点，加快推进我国国防和军队的现代化建设。

“电磁空间一体化”包括未来电磁、智能通信、量子芯片等重要领域，是引领这些领域的民生经济和生命健康产品创新性可持续发展的新质生产力。

本成果针对束缚研究生培养的若干问题，探索研究破解这些问题的举措，并在研究生培养中得到成功实践。本成果瞄准与信息化战争、民生经济与生命健康等领域密切相关的“电磁空间一体化”**卡脖子技术**，将相关举措用于研究生培养实践，**打通**了研究生培养过程中的部分**堵点和卡点**，为高质量**自主培养**国家战略急需的**国际一流创新人才**，走出了一条研究生培养的新路子。

**⒈** 主要解决的研究生教育实践问题

传统的研究生课程体系偏重理论知识，研究方法与工程素养等方面的课程不多，实践环节较弱，解决国家战略急需方面的知识储备不足，对研究生服务国家战略的方向引导不够，阻碍了培养国家战略急需的国际一流创新人才。

本成果主要研究并实施破解束缚研究生培养过程中的服务国家战略急需的引导、知识储备、能力锻炼、国际竞争力提升等堵点和卡点的方法与举措，主要包括以下3个研究生教育实践问题：

①服务国家战略的引导不足、科研氛围的学科壁垒局限，不利于研究生职业生涯的发展和创新意识的激发；

②解决国际前沿与国家建设重要“真问题”的磨练不够充分，不利于研究生提升素质能力、获得创新成果；

③复杂国际环境下研究生培养获国际助力不易，不利于培养国际一流创新人才。

**⒉** 解决实践问题的方法

针对以上研究生教育实践问题，本成果从3个方面探索并实施解决的6类打通堵点和卡点的方法与举措：从服务国家战略急需的引导、知识储备、研究方法、工程素养角度，为研究生打下解决卡脖子技术问题的扎实基础；从科学研究与工程实践角度，锤炼研究生解决卡脖子技术问题的能力；从建设国际一流平台角度，提升研究生国际竞争力。

**⑴ 建设卡脖子技术与工程的课程群，夯实研究生服务国家战略的基础与素养**

①瞄准信息化战争、经济与生命健康的“电磁空间一体化”卡脖子技术，创造学科交叉的学术氛围与创新机遇。

面向国际战略需求，凝练并建设了以电磁理论、量子理论、香农信息论为基础的“电磁空间一体化”交叉学科方向，涉及信息化战争、经济与生命健康的卡脖子技术，让研究生在深度交叉的学术氛围中翱翔，开拓学科视野、把握边缘学科的创新机遇、获得创新性成果、提升国际竞争力。

②凌云计划、支部结对、校友导航人生、“一大”代表王尽美长孙“王明华研究生党建工作室”、课程思政全覆盖，引导研究生服务国家战略。

本学院在航天科工二院、航天九院772所、航天科工十院、中电莱斯、中电14所、中电36所、中电38所、中船重工715所等国家重点单位，建立了8个“凌云计划”研究生社会实践基地，让所有研究生了解国防建设与国家战略急需的挑战性和重要价值。

“电磁空间一体化”研究生党支部（电磁信息与集成电子研究生党支部）与南京中国电子科技集团公司第十四研究所的党支部结对，研究生走进中电14所，与科研人员进行深入的党建合作与科研合作，有效地引导研究生服务国家战略急需、锻炼研究生的工程实践能力、提升研究生解决卡脖子技术问题的能力。

本学院积极发挥校友的作用，“ISEE校友导航人生”已经成为持续的学院品牌活动，每年多次邀请杰出校友为学生作专题报告，包括人民科学家叶培建院士、腾讯首席科学家张正友博士、北美浙江大学校友会理事长卢国文博士。杰出校友与研究生分享他们在成长过程中的心路历程、成功经验，传承学院文化精神，引导研究生坚定信念、增强自信、开阔视野、挑战自己、创新创业、砥砺前行、勇担使命。

传承学院红色基因，充分发挥学院退休教授、中共一大代表王尽美长孙王明华教授的研究生党建工作室作用（中国关工委副主任、教育部关工委主任、教育部原副部长李卫红今年来学校，参加了“在鲜红的党旗下”王明华研究生党建工作室成立三周年工作研讨会），助力研究生学有所引、学有所进、学有所乐、学有所专。

③工程伦理、工程管理、科学研究与技术创新方法等7门工程技术类平台与学位课，电磁调控原理与技术、电磁空间数字孪生技术、智能信息处理等12门学位必修与选修课，增强研究生工程基础素养、“电磁空间一体化”技术。

为增强研究生的工程基础、提升工程素养，开设了工程伦理、工程管理、科学研究与技术创新方法、工程前沿技术讲座、信息与计算前沿及应用、电子信息工程中数学模型与方法、科学研究与写作指导等7门工程技术类平台与学位课。

为加强“电磁空间一体化”的知识储备、解决卡脖子技术问题的基础，开设了电磁调控原理与技术、电磁空间数字孪生技术、智能信息处理、高等电磁波理论、天线原理、计算电磁学、信息光子学、先进软件无线电系统和技术、现代信号处理、高级嵌入式系统设计与应用、人工智能算法与系统、物联网信息安全技术与应用基础等12门学位必修与选修课。

**⑵ 建设制订研究生校内外科学研究与工程实践机制，构筑自主培养创新人才高地**

④落实研究生主动探索学科前沿，全过程参与重大科研项目申请、研发与成果总结，提升学术创新能力。

有效实施科教融汇，瞄准“电磁空间一体化”国家战略需求，研究生全程参与解决卡脖子技术问题，包括参与课题申请、探索前沿创新、推动应用创新等方面。

组织研究生参与科研项目申请全过程，包括项目背景调研、项目申报、项目实施、项目验收、成果凝练、论文发表等。研究生参与科学问题讨论和研究方向凝练，培育研究生对学科领域发展趋势的洞察力；积极鼓励研究生主动探索前沿领域，增强提出科学问题和解决问题的能力，培养科研原创能力；依托国家级平台，鼓励研究生开展面向国家需求领域的应用创新，培养研究生的实践能力，提升学术创新能力。

⑤与乾元国家实验室、航空工业特种所、航天5院等国家重点单位深度合作，共建研究生培养基地，高校、企业、海外一流高校专家教授组成导师组，解决国家急需“真问题”，锤炼研究生工程创新能力。

有效实施产教融合，建立高校教授、企业专家、海外一流高校教授的导师组机制，共同指导研究生校内外的科研实践。

与国家重点单位深度开展研究生联合培养合作，共建航空工业特种所（国防领域电磁窗唯一的研究机构）-浙江大学联合实验室、航天5院-浙江大学专业学位研究生培养基地（项目制研究生培养）、乾元国家实验室-浙江大学电磁学院（筹）等校外科学研究与工程实践基地。**近三年，学院“电磁空间一体化”团队与乾元国家实验室直接对接，已共同招收26名联合培养博士生**。通过研发国家战略急需的大项目、解决行业企业“真问题”，锤炼研究生工程创新能力。

**⑶ 打造国际一流平台，摆脱复杂国际环境对自主培养国际一流创新人才的束缚**

⑥主办电磁领域1个中科院一区期刊、1个国际会议，研究生全方位参与国际会议筹划、实施、作主题报告，研究生按国际会议标准流程轮流主持周会、学术讨论、论文辩驳攻防，提升研究生国际竞争力。

依托学院“电磁空间一体化”平台，每年主办国际光子、电磁学研究进展会议PhotonIcs and Electromagnetics Research Symposium（PIERS），每次都吸引近40个国家和地区的学者，参会人数超过1000人，其中有近50位IEEE Fellow或电磁科学院院士等国际知名研究学者。

依托学院“电磁空间一体化”，主办中科院一区期刊Progress In Electromagnetics Research（PIER），国际上电磁领域一区期刊只有3-4个，该期刊也是浙江大学主办的2个一区期刊之一。

在国际会议层次，鼓励研究生全方位参与国际会议的筹划、主办和组织工作，以及在国际会议上作主题报告，增加研究生与国际知名学者面对面交流的机会，开拓学生的国际视野与跨文化交流能力。

在团队组会层次，轮流安排研究生作为主持，按国际会议标准流程，开展每周的组会和学术讨论。

在成果论文总结凝练层面，研究生全程参与创新成果总结、论文撰写以及与“评审专家”辩驳攻防的训练。

**⒊** 创新点

本成果在构筑自主培养创新人才高地、摆脱复杂国际环境对自主培养国际一流创新人才的束缚等方面，开展了一些创新性举措，打通了束缚研究生培养的相关堵点和卡点，落实了高质量自主培养国际一流创新人才。

①打通束缚研究生培养的堵点卡点，瞄准国家急需与国际一流，引导研究生服务国家战略，建设学科交叉的“电磁空间一体化”课程群与实践环节，自主培养国际一流创新人才。

从面向国家急需与国际一流，凝练“电磁空间一体化”的交叉学科方向开始，到聚焦解决卡脖子技术，多种方式引导研究生建立服务国家战略的意愿与行动，建设提升科学研究与工程技术素养、增强“电磁空间一体化”知识储备的课程群，建立有效实施科教融汇、产教融合、国际助力的研究生科技实践机制，形成了自主培养国际一流创新人才的研究生培养链条，打通了束缚研究生培养过程中的堵点与卡点。

②与国家重点单位合作建设培养基地，研究生全程参与重大科研项目的研发、全程参与解决国家急需的“真问题”，深度实施科教融汇与产教融合，锤炼研究生的学术与工程创新能力。

在“电磁空间一体化”的交叉学科方向建立了国家龙头企业、重点军工单位的研究生实践基地，研究生通过全程参与校内外重大科研项目的研发、全程参与解决国家战略急需的“真问题”，锤炼学术创新能力与工程创新能力，获得创新性成果。

③主办国际会议与国际一流期刊，作为电磁领域国际拓展平台，提升研究生的国际竞争力。

“电磁空间一体化”交叉学科方向的科研团队，经过多年努力，主办了中科院一区高水平国际期刊Progress In Electromagnetics Research（PIER），每年主办电磁领域国际一流的学术会议PhotonIcs and Electromagnetics Research Symposium （PIERS），为研究生创造了世界一流的国际学术拓展平台，有效提升研究生的国际竞争力。

**⒋** 推广应用成果及贡献

本成果的实践应用，获得了显著成效。“电磁空间一体化”团队有12位导师，近5年共培养116名博士和硕士，研究生获得了众多国际一流的创新性成果。

①在读研究生：研发耦合噪声抑制技术用于XXX型号，相关性能提高了10余倍，第一作者发表Nature、Science子刊论文12篇，获国家自然科学博士生基金2项、全国超材料大会优秀青年学者奖、国际学术会议最佳论文奖等13项。

在读研究生所获得的IEEE电磁兼容领域国际最高奖—IEEE EMC Society President’s Memorial Award国际电磁兼容学会主席纪念奖，是中国内地高校研究生首次获得该奖项。本成果的实施，显著提高了国际一流创新人才培养质量，近5年（2019-2023年）研究生发表高水平学术论文比前5年（2014-2018年）有显著增长，Nature、Science主刊论文从1篇增加到2篇，增长了100%；Nature、Science子刊论文从6篇增加到15篇，增长了150%。

②学位论文：中国电子学会、电子教育学会及浙江省优博论文5篇、提名2篇，优硕论文3篇。

研究生学位论文的质量也显著提高，中国电子学会、电子教学学会和浙江省优秀学位论文，从前5年（2014-2018年）的3篇，增加到近5年（2019-2023年）的7篇，增长了130%。

③毕业生：国家四青人才3人，中国科协青年托举人才3人，4人获教育部及省级自然科学一等奖，1人获中国光学工程学会自然科学一等奖。

④服务国家战略：毕业生赴国家重点单位就业人数共101人，其中博士研究生53人；毕业生赴浙江省科学技术厅挂职，协助完成研究院法人登记、实验室保障政策制定、实验室挂牌活动保障等工作，为浙江省国家实验室实现零的突破做出了贡献；成立中国航空工业集团济南特种结构研究所-浙江大学联合实验室，开展电磁功能结构领域的科研合作与人才培养实践。

⑤服务地方经济：与宁波曙翔特种复合材料省级高新技术企业研究开发中心合作，联合申报校企合作项目，获批浙江省尖兵项目（总经费2900万元），开展联合技术攻关和研究生培养。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **近5年与前5年的研究生培养成效对比** | | | | |
| **研究生重要成果** | | | **2019-2023年** | **2014-2018年** |
| **在读研究生作为骨干研制XXX型号国防产品应用** | | | **1** | **0** |
| **国家四青人才** | | | **3** | **/** |
| **中国科协青年托举人才** | | | **3** | **/** |
| **教育部自然科学一等奖** | | | **2** | **0** |
| **省级自然科学一等奖** | | | **2** | **0** |
| **中国光学工程学会自然科学一等奖** | | | **2** | **0** |
| **Nature**  **Science** | **主刊毕业研究生作者篇数** | | **2** | **1** |
| **子刊**  **研究生作者**  **篇数** | **总篇数** | **15** | **6** |
| **在读研究生第一作者 + 非第一作者** | **12 + 0** | **1 + 0** |
| **毕业研究生第一作者 + 非第一作者** | **3 + 0** | **4 + 1** |
| **中国电子学会**  **中国电子教育学会**  **优秀学位论文** | **优博 + 提名** | | **3 + 1** | **1 + 1** |
| **优硕 + 提名** | | **1 + 0** | **0 + 1** |
| **浙江省**  **优秀学位论文** | **优博 + 提名** | | **1 + 1** | **1 + 0** |
| **优硕 + 提名** | | **2 + 0** | **1 + 0** |