

中国学位与研究生教育学会 教育成果总结 (教育实践类)

成果名称：	大系统导向的多学科、校企融合复合型 拔尖创新人才培养模式探索与实践
成果完成人：	孙逢春、王军政、何洪文、肖文英、唐胜景
成果完成单位(盖章)：	北京理工大学

一、成果概述

新一轮科技和产业革命，催生了新兴学科、交叉学科、颠覆性技术不断涌现，学科交叉融合加速，迫切需要高校人才培养体系供给侧深化改革。我校依托“2011 计划”、“北京高精尖中心”等新体制机制及其高水平平台，以新能源车辆、无人机、机器人等大系统研究为导向，构建了本硕博纵向贯通、多学科横向交叉知识体系。通过多学科协同、校际协同、校企协同、国内外协同等形成了多方协同育人模式，建立了校企深度合作培养复合型拔尖创新人才的共赢机制，人才培养成效显著。

二、成果解决的主要问题和采取的方法

（一）针对现行单一学科人才培养模式不利于复合型创新拔尖人才培养的问题，构建以大系统为导向的多学科交叉融合的本硕博纵向贯通、横向交叉知识体系。

单一学科知识体系专业面向窄，学科交叉融合深度有限，导致培养的学生学术视野不宽，应对和解决具有深度和难度的跨学科复杂大系统问题的能力有限。另外，单一学科的创造性主要是在既有学术轨道上的延伸，以新概念、新理论、新技术替代旧概念、旧理论、旧技术等，不具备创造前所未有的新理论的能力。单一学科的人才培养方式，无论是教学、制度、资源配置，还是人才培养模式等，都不适应新科技和产业革命所需要的复合型拔尖创新人才。

本成果以大系统创新技术为导向，构建多学科融合的本硕博知识体系。本科低年级强化通识、大类专业基础，高年级注重学科交叉和综合训练，研究生注重前沿基础、多学科协同技术创新和大系统团队研究。

新能源车辆是一个典型的多学科交叉的“大系统”，由其衍生的新能源车辆大数据系统和电网管理系统是两个更大的系统，如图 1 所示。这些大系统形成了规模庞大的产业链和技术链，是技术创新发展最活跃的领域。

本项目统筹优化了学科研究方向和专业基础知识体系，融入大系统需要的新知识，形成了以新能源车辆大系统为牵引的复合创拔尖新型人才多学科融合知识体系，如图 2。精简重构了体现多学科交叉融合的人才培养

本硕博课程体系，如图 3，配套出版了教材与专著。



图 1 大系统的多学科交叉特征

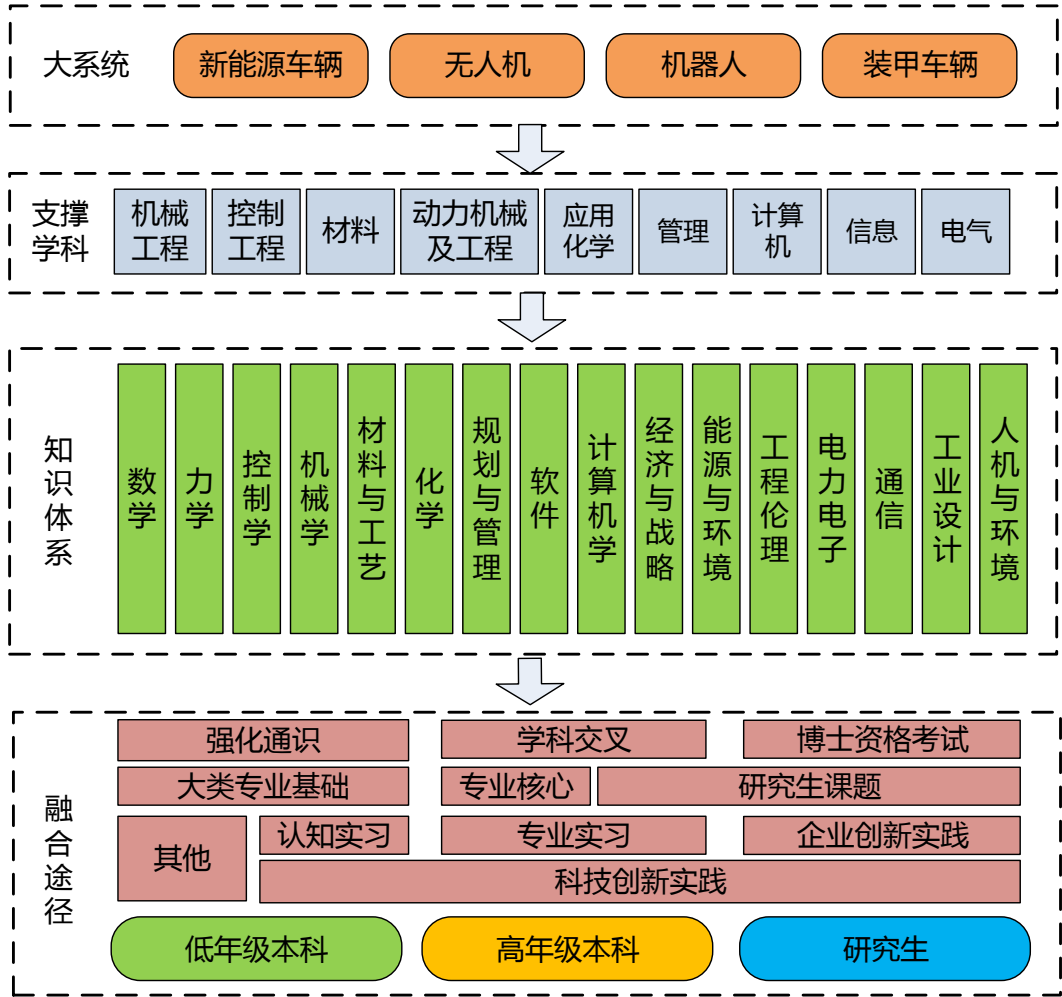


图 2 多学科融合知识体系

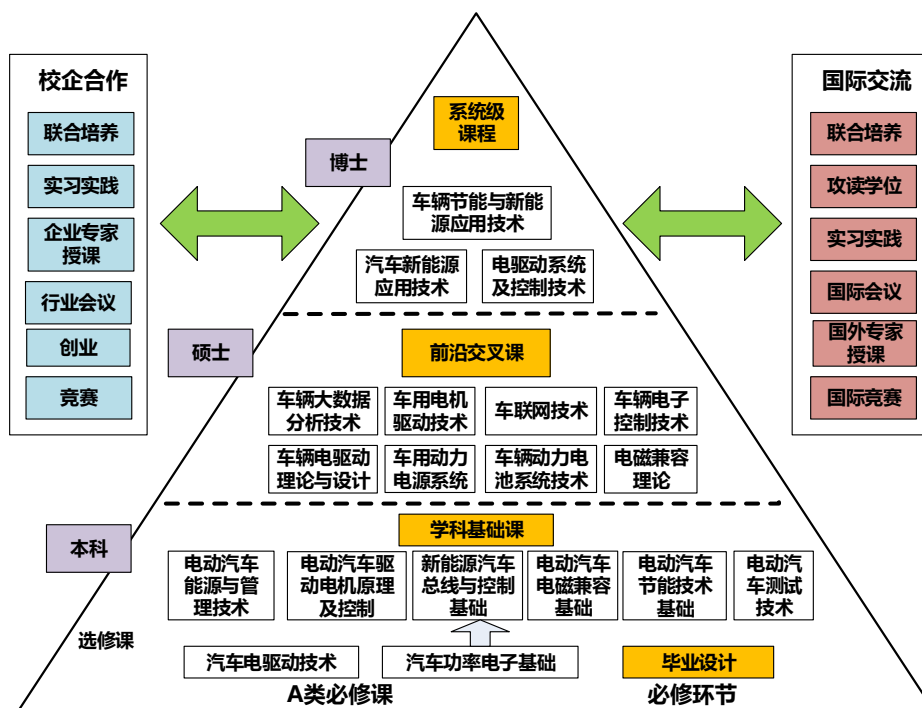


图 3 新能源车辆学科交叉课程体系

为了激发学生创新热情、培养学生创新兴趣、提高学生创新能力,本成果建立针对不同阶段培养需求的多层次开放实践平台,并利用科技创新竞赛与研究生课题之间的互补性,提出了“科技创新+学术领航计划”,将不同学科研究生组成项目组,自主开展科技创新项目研究,创建了一体化实践创新能力培养体系,如图 4。

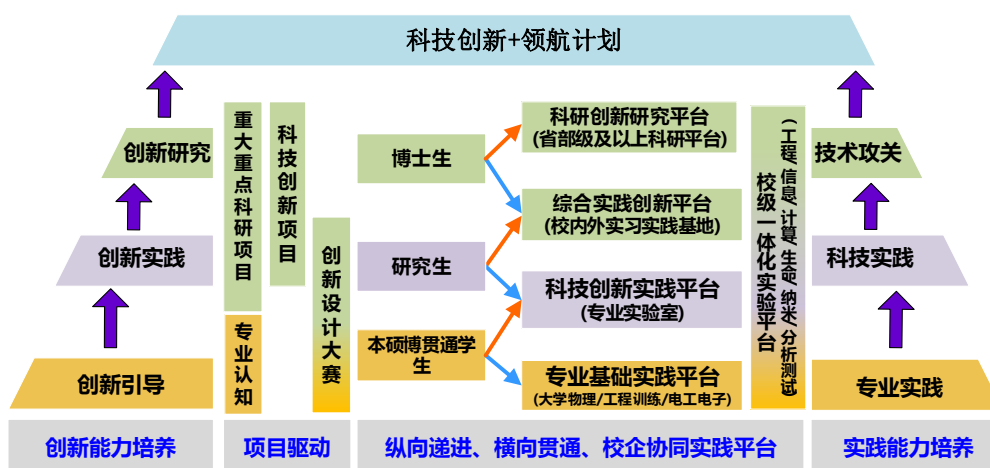


图 4 科技创新+学术领航计划

该体系实现了由初级“创新引导”到“创新实践”，再到“创新研究”和“技术攻关”的创新能力梯次培养。培养了研究生善于从工程中发现科学问题，并能运用科学原理解决工程难题，提升人才培养对技术前沿的动

态适应性，以及应对和解决具有深度和难度的跨学科复杂工程问题的能力。通过这一体系的培养，学生创新能力得到很大程度提高。例如，由学生组成的“北京理工大学无人赛车队”，不但代表中国参加了国际大学生无人赛车比赛，还倡议发起了“中国大学生无人赛车大赛”，车队成员来自机械、材料、计算机、控制、管理和宇航等多个学院，实现了跨学科组合。2017 年车队包揽了首届“中国大学生无人赛车大赛”的全部单项冠军和总冠军，如图 5。



图 5 学生创新活动设计的无人赛车

（二）针对高校重基础研究，难以培养面向大系统的复合型拔尖创新人才的问题，建立适合大系统需求的复合型拔尖创新人才“五融合”育人新模式。

新时代创新过程越来越充满复杂性和不确定性，产品生命周期越来越短，传统培养方式已难以适应现代技术创新发展对人才的需求。本成果针对大系统技术特征，以协同创新为手段，突破教学与科研、学科与学科、学校与学校、学校与企业、国内与国外的边界约束，整合优势资源，形成以服务拔尖创新人才培养为核心的多方协同融合育人模式，如图 6。

教学与科研融合育人：以人才培养的能力、素质为纵向维度，以工程研发的各个阶段为横向维度，构建了覆盖基础研究、技术研究、工程开发、应用试验等的科研全过程育人新模式和具备原始创新、颠覆性创新的多元创新能力培养新机制。同步强化应用型人才的学术视野和学术型人才的工程能力，提出了以能力训练和素质提升为核心要素的“六个一工程”，即在读研期间，每年至少写一篇高水平论文、至少写一个发明专利报告、至少写一份科研项目建议书、至少写一份科研项目技术报告、写一份商业计

划书、写一份科技开发合同，培养复合型高素质人才，如图 7。科研成果及时转化为教学资源，出版高水平教材和专著 14 部。

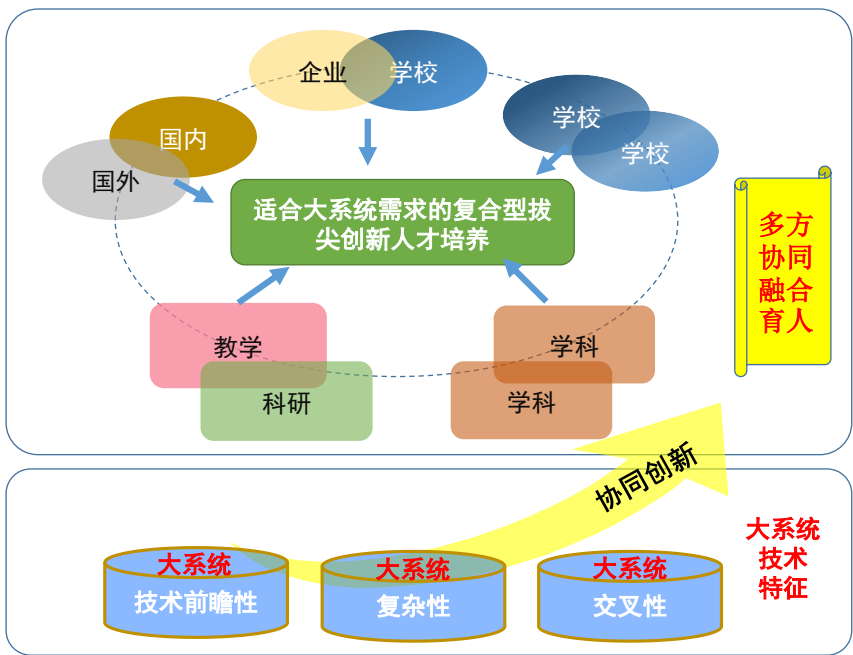


图 6 多方协同融合育人模式

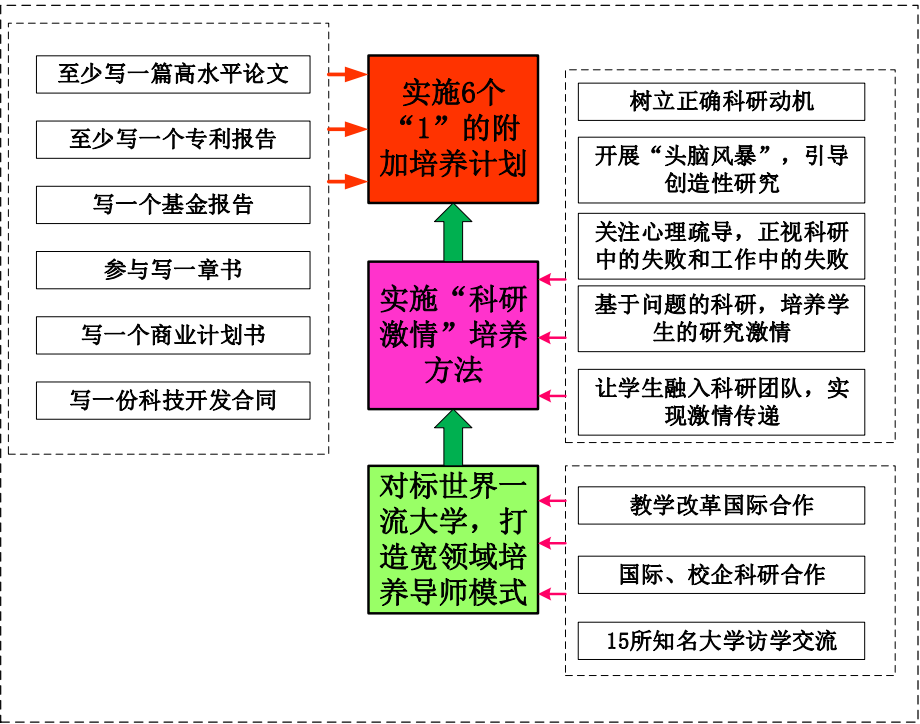


图 7 科研与教学融合育人“六个一工程”

学科与学科协同育人：建立了多学科融合的知识体系，在学校层面实

施了多学科师资、平台等教学资源的共享。

学校与学校融合育人：北京理工大学与北京电动车辆协同创新中心高校清华大学、北京交通大学、北京工业大学、北方工业大学、北京信息科技大学签署人才联合培养协议，实现教学资源和科研平台共享。

学校、企业融合育人：结合创新性人才培养核心要素的多维度需求，建立企业实践和创新基地，探讨产学研“点、线、面”多元化协同模式，形成多维有机融合、强强联合的人才培养共同体，企业全过程参与人才培养。聘请企业人员承担研究生培养实践类课程，该课程紧密结合企业实际开发实例，重点分析、教授企业现代设计理念、工作流程和相关职业及技术规范，全面拓展研究生的工程视野。围绕企业和领域需求，校企共同凝练科学和技术问题，通过科研和工程应用互动，形成校企合作的可持续发展机制，保证了校企合作的持久性和密切度。

国内、国外融合育人：与国外高水平大学建立国际联合实验室和研究生联合培养基地 6 个。引进国际学术大师和名师 40 余人，开设近 40 门国际化课程。设立双博士学位培养项目，形成常态化的研究生出国访学机制和模式；主办承办高水平国际会议，为人才培养提供国际交流的平台；鼓励学生发表高水平论文、参加国际学术会议；通过谋划和承担国际科技合作项目，开拓研究生的国际学术视野；追踪国际重大赛事，如国际“方程式”和“节能车”等，以竞赛促进学生与国际高水平团队同台竞技和深度学习交流，提升技术创新能力。

(三) 针对高校培养满足大系统需求的复合型创新人才的条件欠缺的问题，构建以企业重大技术攻关为导向的校企协同育人共赢机制。

企业作为技术创新的主体，有丰富的平台资源，但缺乏重大技术攻关亟需的拔尖创新型人才。高校以学术为主，有前沿基础优势但人才培养条件不能有效支撑面向大系统的复合型拔尖创新人才培养。高校培养的人才与企业的亟需不匹配，企业仍需要对招聘的人才进行适应性训练，延长了人才的培养时间，影响人才尽早发挥作用。

本成果从校企各自的优势和需求入手，组建校企创新研究共同体，集高校学术前沿优势和企业技术及工程平台优势，以大系统研发为牵引形成资源共享机制；组建校企联合人才培养团队，把企业的核心技术研发需求

以项目制形式落实在人才培养，既解决企业技术攻关，又提高高校人才培养的针对性和实效性。校企各取所需，企业解决技术攻关和获得复合型创新人才，高校解决了学术前沿向工程技术转化难题和提高了育人平台及效果，最大程度上实现了双赢。

围绕新能源汽车技术攻关，我校牵头获批国家 2011 计划-北京电动车辆协同创新中心，与北京汽车集团有限公司、郑州宇通客车股份有限公司、中国科学院电工研究所、中国北方车辆研究所、北京市电力公司、以及中国汽车工业协会、中国汽车工程学会等 35 家新能源汽车相关骨干企业、研究机构和学会，建立了电动汽车协同创新战略联盟和新能源汽车大数据联盟，如图 8 所示，利用企业资源建设了实践创新性课程群、科技实践实习基地，构建了校企导师联合指导、企业专家参与教学、学生参与科研的协同育人模式和教研互动机制。与北京汽车集团有限公司、郑州宇通客车股份有限公司、苏州金龙客车等 26 家企业签订了人才联合培养协议，联合培养研究生 600 余人。依托北京电动车辆协同创新中心，近 5 年来，高校聘用企业授课教师 27 人次、毕业设计指导教师 35 人、研究生指导教师 25 人、召开校企联合制定 2016 版本科生和研究生培养目标和培养方案的教研会议 8 次，企业聘用高校教师和科研人员 25 人，开设工程实践课程 15 门，校企联合建设实践实习基地 10 个。

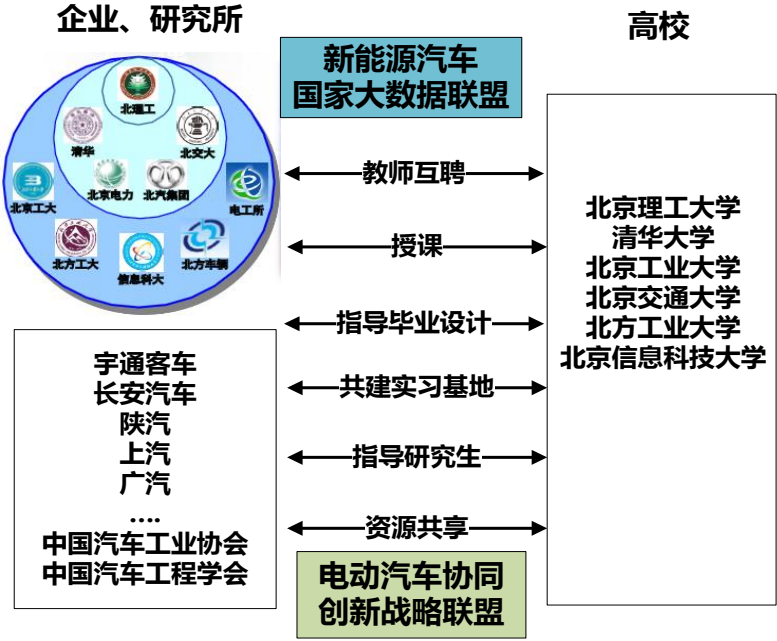


图 8 校企深度融合协同育人模式

借助新能源汽车科研优势和高水平科研创新，以学生创新精神、创业意识和创造能力为核心，推动新能源汽车创新创业融入工程专业教育，形成教学与科研互动机制。以企业实际科研项目为基础，共同开发教学资源，加强创新创业教育实践环节，构建新能源汽车高水平科研创新带动人才培养的协同创新模式，如图 9 所示。

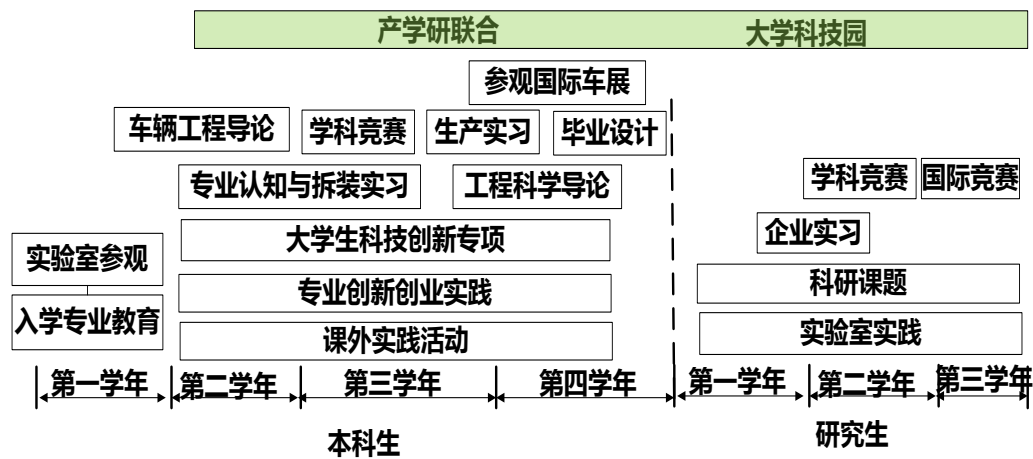


图 9 科研带动教学育人创新模式

基于北理工与兵器 617 厂的协同创新平台，每年有大量研究生赴企业实习。实习期间，研究生参加了 96B 式主战坦克液力机械综合传动技术相关工程开发工作，解决了坦克液压无级转向系统匹配计算的难题，帮助我国坦克在 2016 年俄罗斯国际“坦克两项”赛事中，勇夺单项赛冠、亚军和团体赛亚军，在国际上引起震动，扬了国威、扬了军威。校企合作人才培养成效得到专家的认可，双方联合建立的“装甲车辆工程专业学位研究生实践创新基地”获批“全国工程专业学位研究生联合培养示范基地”。

三、成果的创新点

（一）构建了以大系统为牵引的本硕博纵向贯通、多学科横向交叉知识体系。以大系统创新技术为导向，构建多学科融合的本硕博知识体系。本科低年级强化通识、大类专业基础，高年级注重学科交叉和综合训练，研究生注重前沿基础、多学科协同技术创新和大系统团队研究。

（二）建立了适合大系统需求的复合型拔尖创新人才“五融合”育人新模式。针对大系统技术特征，以协同创新为手段，突破教学与科研、学科与学科、学校与学校、学校与企业、国内与国外边界约束，优势互补，

形成以服务拔尖创新人才培养的五融合育人模式。

(三) 构建了以企业重大技术攻关为导向的校企协同育人共赢机制。成立校企创新研究共同体，搭建校企智力、平台等优势资源互享机制；组建校企联合人才培养团队，通过项目制协同攻关，提高人才培养的针对性和实效性；建立学校重前沿创新、企业重核心技术的各求所需的共赢机制，激发企业投入高校育人动力。

四、推广应用情况和取得的主要成效

本成果源于北京科技奥运纯电动客车组建的多校企协同技术攻关项目，2008 年开始探索研究本成果，2010 年形成总体方案并依托获批的电动车辆国家工程实验室进行初步实践，2012 年在新能源汽车北京实验室实践和逐步完善，之后在国家“2011 计划”“北京电动车辆协同创新中心”、工业和信息化部“安全与防护协同创新中心”、“智能机器人与系统北京市高精尖科技创新中心”进行应用，实施效果显著。

1. 本成果近六年取得的人才培养成效

(1) **学术成果：**研究生在校期间发表论文入选 ESI 高被引论文 25 篇，是其他可比口径工科研究生的 3 倍；中国最具影响百篇国际学术论文 2 篇，毕业生本校从事博士后研究工作期间在 Nature 正刊发表学术论文 1 篇。

(2) **发明专利：**在校研究生作为发明人获授权发明专利人均 2 项。

(3) **科研获奖：**在校研究生获省部级及以上科技成果奖励 8 项(有证书)。

(4) **科技竞赛：**研究生获省部级及以上高水平科技竞赛奖 65 人，其中“飞鹰”无人机团队参加阿联酋阿布扎比国际机器人挑战赛荣获冠军，获 35 万美元大奖，战胜 MIT、宾大、帝国理工等世界名校。

(5) **杰出人才：**在读研究生倪俊入选“中国科协青年人才托举工程”；2017 年毕业研究生李高鹏入选国家万人计划、国家百千万工程人才工程；2012 年毕业研究生胡晓松入选国家青年千人计划。

(6) **优博论文：**获北京市和学会优秀博士学位论文 12 篇。

2. 教学研究及成果

本成果承担了教育部和中国学位与研究生教育学会项目 3 项，发表教

研教改论文 4 篇，探索了大系统导向的多学科、校企融合复合型拔尖创新人才模式。

3. 成果的影响

本成果在培养复合型拔尖创新人才的同时，突破了许多科研关键技术，形成了具有行业引领的标志性成果，得到广泛关注。教育部、科技部、工信部、北京市、山西省等省部级领导来学校指导调研，中央电视台、光明日报、新华网等重要媒体多次报道。

本成果完成人应邀在全国车辆工程领域工程硕士培养年会做大会报告，参会的国内著名高校 50 多所，参会人员近 200 人。

本成果实施中获批“全国工程专业学位研究生联合培养示范基地”，培养的学生创新研发出“地面航母”无人平台（如图 10），得到陆军高层首长关注和主流媒体广泛报道。



图 10 “地面航母”无人平台