

高等教育国家级教学成果奖申请书附件

成果名称：面向工程实践能力、创新创业能力培养的自动化类
专业实践教学改革研究与实践

推荐序号：11065

教学成果报告

支撑材料目录

- 1、北京市教学成果奖一等奖证明材料、成果鉴定意见
- 2、推广到其他高校证明材料、媒体报道
- 3、企业对毕业生的评价
- 4、毕业生上研、出国、就业、发展情况、优博、国家科技进步奖
- 5、国家十一五规划教材 9 次印刷、北京市精品教材 8 次印刷
- 6、实验教学示范中心接待国内外参观交流列表
- 7、全国性教育教学会议报告交流 36 次
- 8、发表教研教改论文期刊 37 篇、会议 44 篇
- 9、出版教材专著 28 本
- 10、教研教改项目国家级 2 项、省部级 6 项
- 11、学生海外实践、接受留学生情况
- 12、本科生竞赛获奖 213 项、创新项目 53 项
- 13、教师队伍、企业导师情况
- 14、研究型课程、实践教学改革、CDID 项目设计
- 15、综合性实验项目、实验课程列表清单
- 16、教育部品牌课程、北京市精品课程
- 17、实验教学发明 5 项、实用新型专利 2 项
- 18、专业实践特色平台、科研转化创新平台
- 19、产学研融合平台、协同实践育人、实验教学示范中心

教学成果报告

一. 研究目的与意义

通过本科质量工程等建设，学生实践能力有了一定提高，但是，面对自动化类专业的交叉融合、工程应用性强特点，专业实践教学面临以下挑战：

1) 以“实际问题为中心”跨学科的设计项目、综合类实验欠缺，学生解决复杂控制系统问题能力较差。

2) 实践教学偏重知识训练，设计和创新能力不足，工程思想、方法及人文素养培养欠缺。

3) 实践平台建设实验内容和装置与企业先进的技术、产品脱节。

实践教学没有很好地与工程实际结合起来，学生解决控制系统复杂工程问题能力较差，难以满足国家发展对创新型工程科技人才的迫切需要。

本项目结合我校自动化专业、电气工程及其自动化专业定位和培养目标，创新实践教育理念，打造工程化、综合性实践平台，通过实践教学体系、模式、内容及方法等改革，科教协同、产教融合、校企合作，培养明德精工、创新包容、责任担当的创新型卓越工程人才。

二. 成果主要内容

1. 整合实践教学内容、优化实践教学体系

以基础训练、专业实践、产学研融合为支撑，打破课程藩篱，“整合、集成、优化、贯通”电子技术、计算机技术、传动与控制等实践内容，以系列工程创新设计项目、控制理论综合实验等实践课程引领，把15门课程升级改造为工程设计项目，把方案设计、制作调试、分析改进及团队合作、创新精神、项目管理、自主学习、交流表达等融合在项目设计、科技竞赛和研究创新训练中，培养设计思维能力、知识整合运用能力，提升工程实践能力和创新创业能力。

通过“基础实验-工程实践-综合设计-毕业设计”四阶段实践，发挥技术、方法、手段对学生实践能力、设计能力、综合能力、系统能力和综合素质的培养，使学生在工程实践、工程设计和工程综合方面得到实践与训练。

通过“创新项目-科技竞赛-海外实践-科研训练”等自主实践，培养学生研究、探索及创新精神，实现学生全面发展与个性化培养的统一。

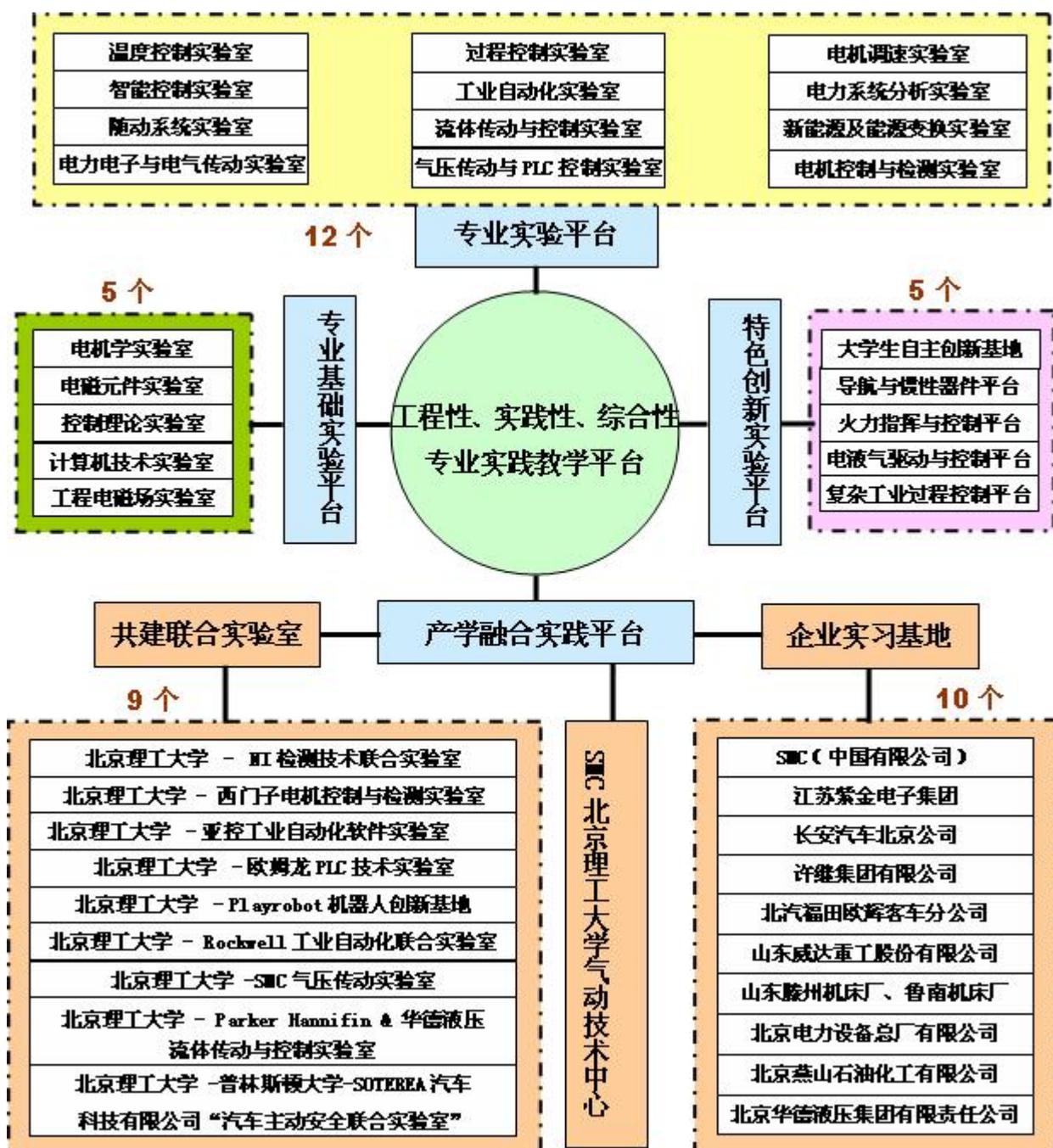
构建理论和实验、实验和研究、实验和实践、实验和竞赛“六位一体”的“价值引领+能力培养+知识探究”螺旋递全贯通人才培养体系。



“四四四”的实践教学体系

2. 把高端科研成果转化为高水平的专业实践平台

1) 交叉融合、功能集约、资源共享，提升专业实验室水平



工程性、实践性、综合性专业特色实践平台

“控制科学与工程”入选“双一流”学科，学科评估为 A，60%教师承担国防尖端科研；通过把军工科研成果向实践教学装置、内容和教材等转化，打造机械、电子、控制、电气等一体化实践平台，5 个专业基础实验室，12 个专业实验室，特色创新平台 5 个，总面积 2790 平方米，设备 470 台套，自制设备占 60%，科研平台开放为特色创新平台，解决了复杂控制系统工程实践和创新创业需要的关键平台装置。例如，把“某武器系统测试装置”国家

级科技奖励成果转化为电机控制与检测实践平台，该平台融合机械传动、检测与控制、网络与通信等技术，既可模块化针对性分解训练，又可综合系统化训练，培养学生构建系统、分析解决复杂工程问题的能力。



流体传动与控制



气压传动与 PLC 控制



电机检测与控制



电机调速控制



工业自动化控制



新能源及能源变换

自制、科研转化、联合共建的专业特色实验室（部分）

2) 把强大的科研优势资源转化为本科教学资源

教学队伍 80%教学与科研结合，并参加实验室建设。近年来，承担 50 余项国家自然科学基金，“973”、“863”项目 19 项，总装预研、重点型号和

科技合作项目 200 余项，年均科研经费近 2 亿元。获国家科技奖励 5 项，省部级奖励 24 项，专利 104 项。注重科研成果向实验教学资源转化，



火力指挥与控制



复杂工业过程控制



导航与惯性器件



电液驱动与控制

学科重点实验室、工程中心支撑特色创新实践平台（部分）

3) 打造共建、共享的工程教育共同体

与燕山石化、Parker Hannifin、SMC 等企业共建实验室 9 个，把先进技术、产品引进实验室，开发工程实践装置与内容，联合制定培养方案、实习内容、联合编写教材，企业利用实验室对人员进行培训，实现专业实验与科研、工程实践和社会应用相结合，互惠共赢；共建实习基地 10 个，把环保、安全、经济及职业素养等工程伦理要素融合在实习中，也使学生感知企业文化和社会，培养团结协作、吃苦耐劳精神，增强使命感和责任感。

SMC 公司设立北京理工大学技术中心，科研与人才培养紧密结合；本科生 20%以上到澳大利亚国立大学等海外知名大学交流实践；接受法国、沙特

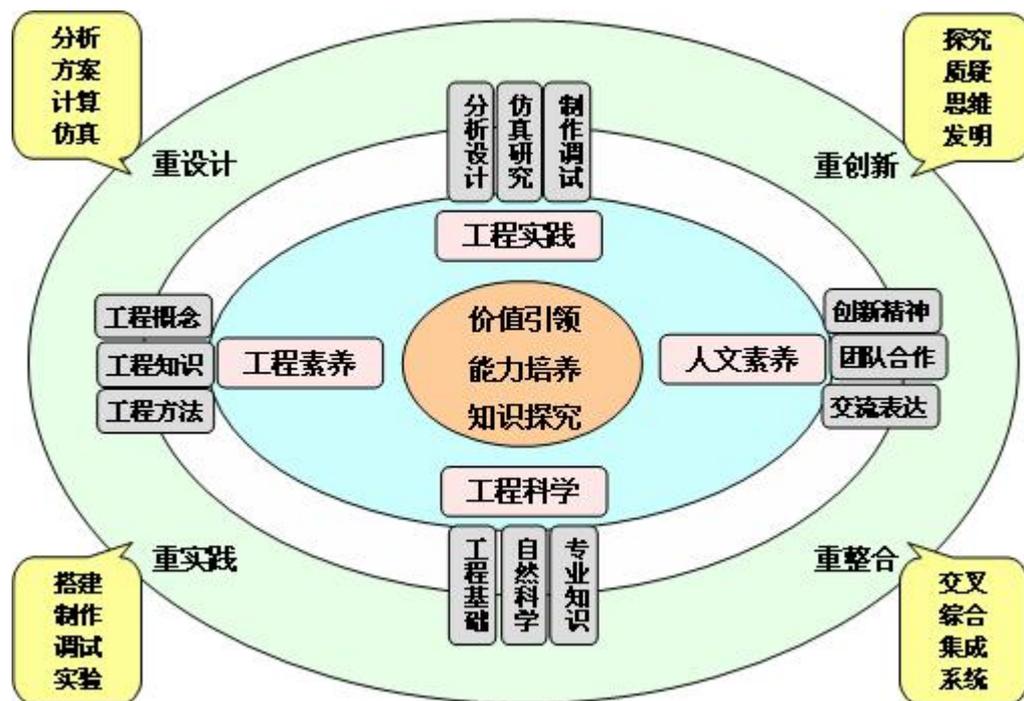
等留学生毕业设计、实践；聘请实践讲习教授和企业导师。全面构建人才培养、科学研究、成果转化、社会服务、文化传播等多元一体、优势互补的资源共享机制和合作平台，汇聚培养合力。例如，与 **Parker Hannifin** 公司合作，建成国际一流“流体传动与控制实验室”，打造实验实训、研究创新一体化实践平台，开发一批跨学科设计项目、综合类实验，引领实践教学改革。



学生企业实践部分照片

3. 开发有利于工程能力和创新能力培养的实验内容

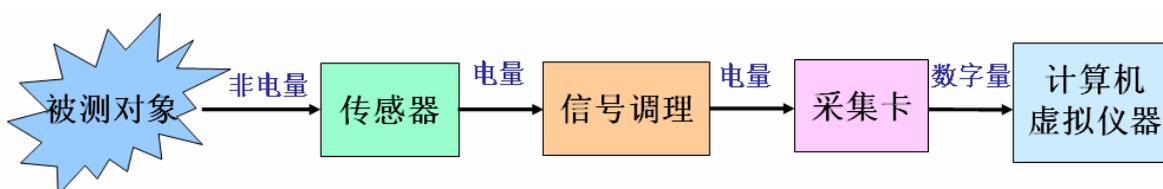
研究型课程 7 门，把实践性强的工程测试技术、控制理论综合实验等 15 门课程改造为实践导向的项目设计，构建“工程科学、工程实践、工程素养、人文素养”四维融合内容，把“重实践、重设计、重整合、重创新”的专业协同实践贯穿全过程，为现代复杂工程问题解决提供整体、集成化的工程实践与创新能力。



四维融合、四重一贯实践教学

【例证 1】“工程测试技术”课程

依托流体传动与控制实验教学平台，把油温、流量、压力，执行元件位移、转速、力以及交流电机电流、电压等作为测试项目，贴近工程实际。



工程测试系统组成

工程科学：把传感器技术、电子技术，计算机接口技术等专业知识整合集成应用于分析工程问题。

工程实践：经历分析、仿真、设计、制作、搭建，学习测试技术、虚拟仪器等新知识，完成测试和数据处理等测试过程。

工程素养：项目分析、方案比较、元件选型，元件特性分析，使用采集板卡，设计中考虑经济、条件等因素，启发学生系统性思维和创新意识。

人文素养：小组团队，既实现学生个人价值，又培养协作精神；通过报告、答辩、作品验收增强学生自信心和成就感。



“工程测试技术”课程教学

实施研究教学，题目不同，没有统一标准、步骤、答案，学生应对**多学科知识交叉复合应用**的工程实践能力、设计能力得到培养，工程素养得到提升；带着问题分析、设计、实践、研究，培养自学能力和工程创新能力。

【例证 2】 “控制理论综合实验”课程

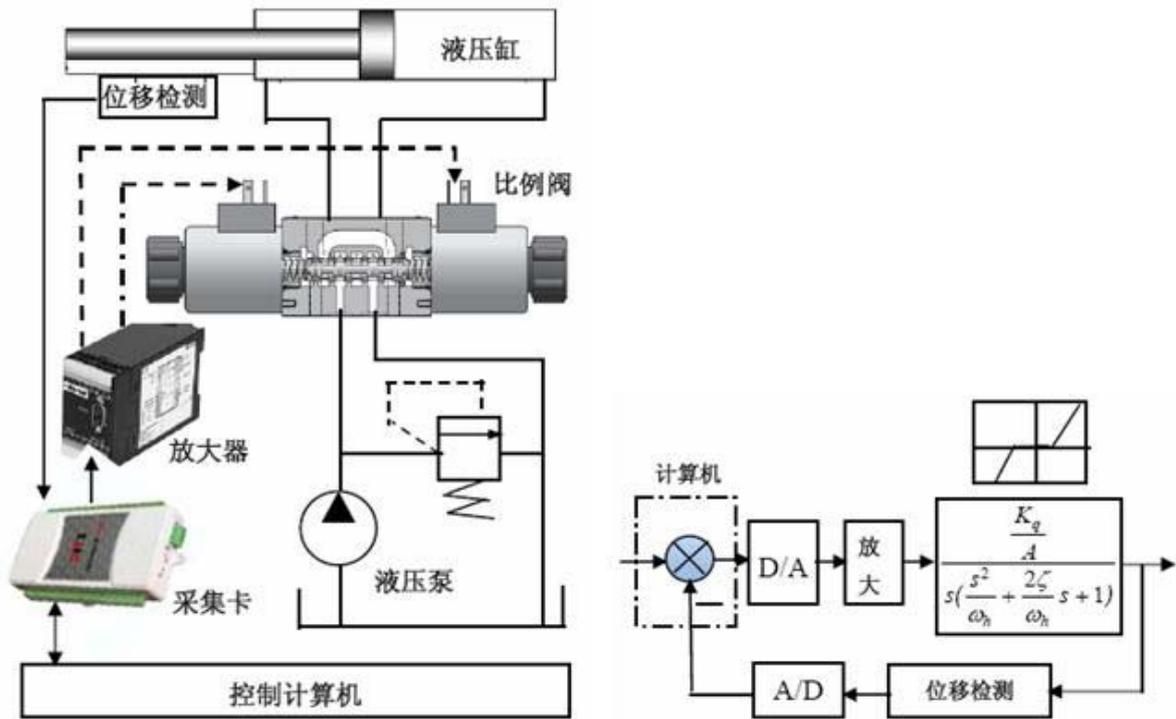
以实际的比例阀控液压缸系统控制作为教学内容。

工程科学：把 C++程序设计、传感器技术、计算机控制技术、控制理论等专业知识**整合集成应用**于分析工程问题。

工程实践：经历分析、仿真、设计、制作、搭建，C++编程、实施阶跃定位控制实验、正弦跟踪控制实验。

工程素养： 采样时间如何确定，执行元件非对称、摩擦、死区、变增益特性，比例阀饱和特性，跟踪频率与系统带宽关系，系统震荡不稳定等。

人文素养： 培养交流沟通、团队合作及创新精神。通过报告、答辩、作品验收增强学生自信心和成就感。



比例阀控液压缸伺服系统结构和框图



“控制理论综合实验”课程教学

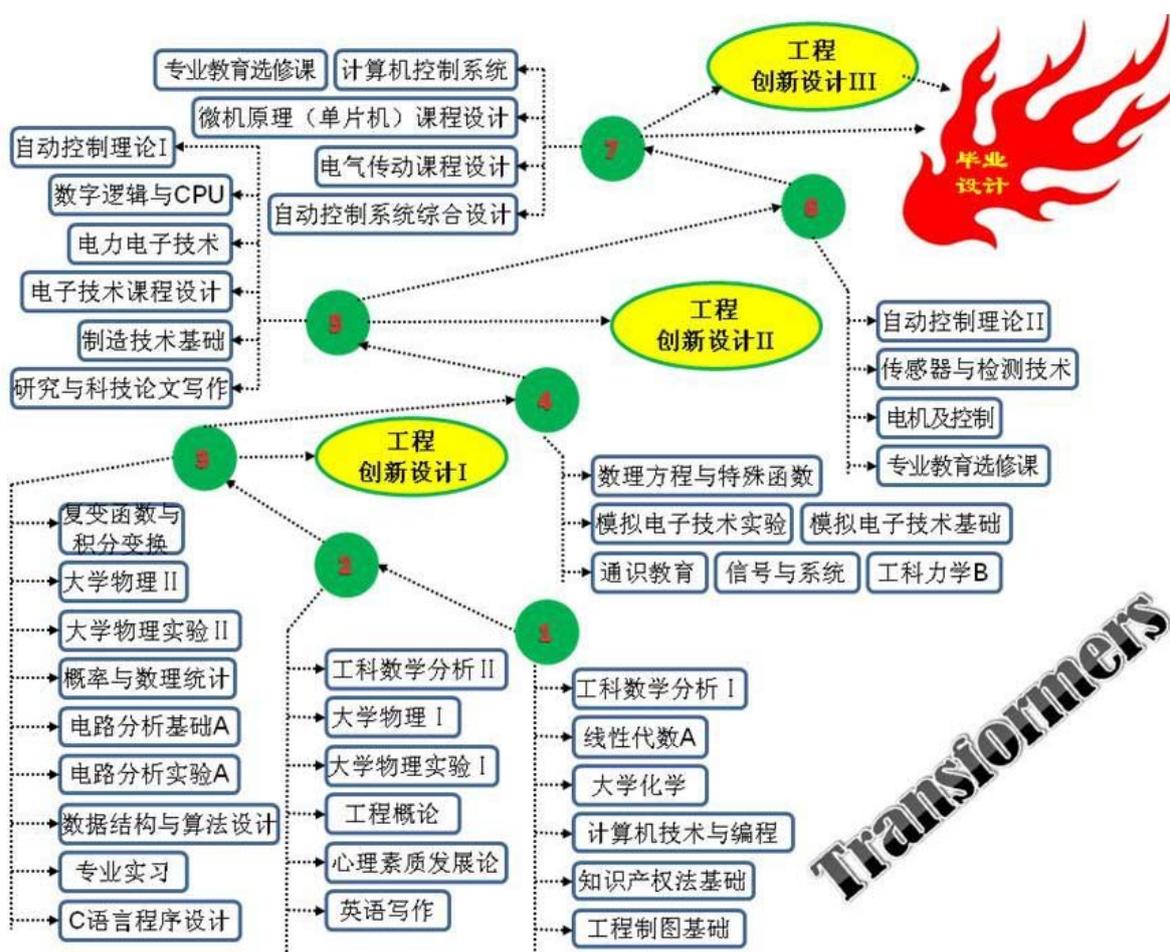
对精度、非线性因素等问题进行分析，C++设计控制算法，独立思考、识别、建模仿真、分析复杂工程问题，学生应对多学科知识交叉复合应用的工程实践能力、设计能力得到培养，工程素养得到提升。

4. 改革教学模式，强化工程创新能力培养

实施“知识、能力、素质嵌入融合”研究型教学。项目为载体，小组团队，线上线下融合，在工程设计和研究中培养设计思维、工程思维、批判思维能力，提升创新创业、知识交叉融合、自主学习、沟通和工程领导能力。

【例证 3】“工程创新设计”课程

按照人才培养路径，采用 CDIO 螺旋递进式全程培养教学模式。



基于项目的创新工程设计流程

包括三个重点：（1）如何应用数学方法处理实际问题；（2）带着问题学习各项理论与技能；（3）对实际工程项目进行工程设计、仿真、制作、实验，以科学的态度、从工程角度思考、解决问题，完成项目作品。该教学模式贯穿本科 3 学期，循序渐进，最终拓展到基于项目的毕业设计。

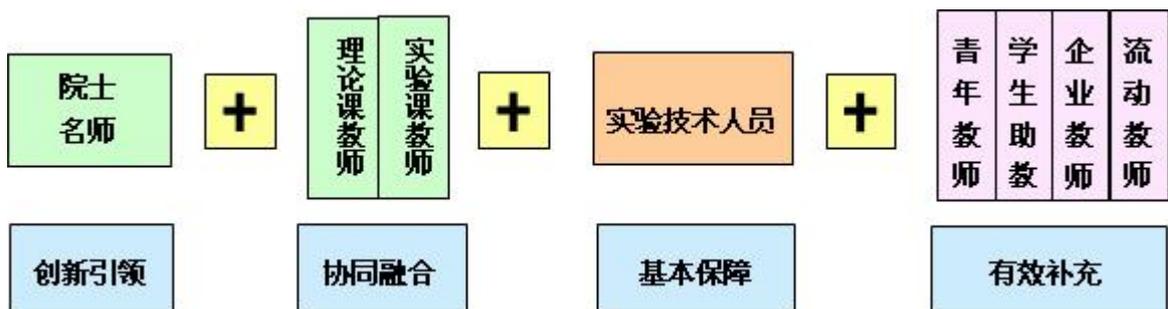


基于项目的创新工程设计答辩

5. 科教协同、产教融合，培养高水平师资队伍

以杰出人才、北京市名师、实践讲习教授为引领，以中青年拔尖人才为骨干，以专职实验教师为主体，以企业导师、海外学者为拓展，建设一流教学团队，实验教学与理论教学队伍互通，**教学、科研、技术兼容**，为培养拔尖创新型人才提供了保障。教师把尖端的军工科研成果和科技前沿引进课堂、教材和实践中，例如；**陈杰院士**结合科研讲授《智能控制基础》课，出版《传感器与检测技术》教材；教师用**忠诚爱国、敬业奉献、科学创新的军工精神**激励学生，把立德树人贯穿于实践教学全过程。

彭熙伟、刘向东、王军政等具有工程背景和学术水平的“**双师**”型教授，**创新引领**实验室建设、实验教学、指导创新项目。科研团队与实验教学协同融合，选拔50余名教师担任本科生导师，平均每年接收本科生400余人次参与科研训练、创新项目设计，大三以上学生受益面超过60%，近5年来，指导**国家级、北京市级**大学生创新实验项目82项。

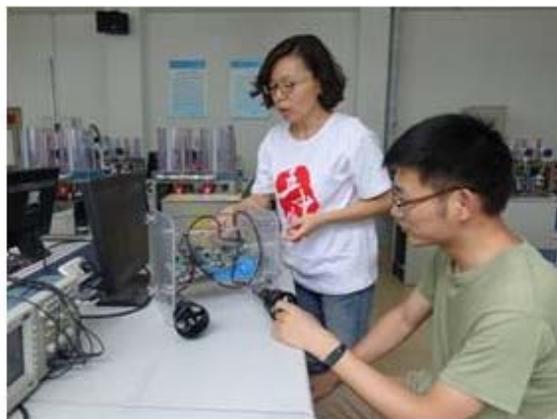


建设科教协同、产教融合、校企合作的高水平师资队伍

从企业选聘 40 余名具有丰富实践经验的工程师作为企业导师，指导学生工程实习实践，每年指导 30 余人的毕业设计。

与海外 30 多所高校构建学分互认、学生互派、学位互授的合作机制，近 20% 学生海外交换学习实践。

【例证 5】彭熙伟、王向周教授团队与 Parker Hannifin & 华德液压共建“流体传动与控制”实验室；冬雷副教授把科研成果等转化实践教学，开发了新能源及可再生能源实验教学装置。





教师参与实验教学、指导实习、科技创新

三. 成果创新点

1) 构建“四四四”实践教学体系。以专业实践、产学融合、国际共享、创新创业“四元平台”为支撑；把工程科学、工程实践、工程素养、人文素养“四维融合”嵌入在项目设计、科技竞赛、研究探索和创新创业训练的实践内容和体系中；把重实践、重设计、重融合、重创新“四重一贯”理念贯穿全过程，培养综合设计思维能力、专业知识整合运用能力，提升工程实践能力和创新创业能力。

2) 打造“科教兼容、校企互通、国际共享、双创展示”的实践平台。把控制科学与工程“双一流”学科、军工科研成果、产学合作等优势资源向实践教学转化，自制实验设备占 **60%**以上，实验教学专利授权 7 项，打造了特色鲜明的“电、液、气”交叉融合、系统集成的实验、实训、研究、创新一体化的工程实践教学平台，形成了一批高水平的综合性、复杂性工程设计项目，率先开展复杂控制系统工程实践教学。例如，刘向东教授把“863”科研成果转化为电机调速实践教学平台，开发了交、直流调速，运动控制、电机测试等设计与创新实践项目，获授权发明专利 2 项。

3) 建立技能培养与实践体验、专业实验与工程训练、专业实践与素质教育相融合的实践育人模式。通过基础实验、校级大创、开放课题等夯实基础、激发实践热情；推行基于问题、案例、项目的实践教学，加强综合性实

践科目设计 and 应用；例如，在工程认识实习中，企业导师在生产现场结合电机产品，把有限元分析方法、结构、工艺、检测、可靠性等知识融合在实习教学中，并综合考虑安全、环保、经济等因素，提高学生工程素养。通过进科研团队、进创新基地、进企业现场拓展创新创业能力。教师将军工科研中的攻坚克难、爱国情怀、责任担当以及创新创业意识、理念、技能、方法融入到实践教学中，教育引导学生做到“有理想、有本领、有担当”。

四. 成果的推广应用效果

1) 毕业生培养质量稳步提升、创新创业能力不断增强

在校学生科创比例达 60%，获国家创新项目 53 项；获国家级、省部级竞赛奖 213 项，挑战杯特等奖 1 项、一等奖 2 项、二等奖 2 项；毕业深造包括剑桥大学、加州伯克利等世界一流大学。张金会、蔡涛等博士生获国家科技进步奖。

毕业本科生及研究生 60%以上服务航天、兵器等国家重点单位，综合素质高、工程实践能力强，并迅速成长为骨干和领导。航天科技集团 15 所评价学生“专业能力强”，中科院自动化所评价学生“科研工作能力突出”等。例如，程珂飞任北方工业有限公司亚太部副总经理，赵龙飞任航天科技集团十五所副主任设计师等。

已毕业学生中，成长为“青年千人计划”1 人、“青年拔尖人才计划”1 人，“青年人才托举工程”2 人，北京市、学会优博 6 篇等。

培养了一批创业先锋，例如，毕业生满意创建中航智科技，王洪创建北京迪文科技等知名企业。

2) 实践体系特色鲜明、平台交叉融合、学生受益面广

开设实验课 42 门，研究型实践课 15 门，实验项目 500 多项，综合类设计项目占 50%以上。实验内容覆盖面宽、服务全校 8 个专业，年均受益学生 5000 余人次、实验人时数近 15 万。

聘请企业导师 47 人指导实践教学，每年近 600 名学生到企业实习。

3) 示范辐射产生积极的社会影响

近五年，上海交大、北航、澳大利亚国立大学等 80 多所高校同行、企业专家到自动化实验中心考察、交流，自动化实验中心成为学校对外交流的“金名片”。实践教学成果推广到北航、重庆大学、兰州理工等兄弟院校。

通过成果转化、校企合作编写了一批优秀教材，例如，陈杰院士主编《传感器与检测技术》国家级十一五规划、北京市精品教材，9 次印刷；北京市名师彭熙伟教授主编《流体传动与控制基础》北京市精品教材，8 次印刷、10 余所高校采用。

中央电视台、北京电视台、光明日报等媒体对成果进行了报道。在“中国大学教学”、“电气电子教学学报”等期刊发表教改论文 37 篇。在“中国高等教育学会学术年会”、“全国自动化教育学术年会”等全国性教学会议上，36 次报告交流，发表教改论文 44 篇，廖晓钟教授大会报告 2 次。

2014 年自动化专业通过工程教育认证（有效期 6 年），专家对实验中心评价结论：“专业实验室自制设备多，具有专业特色”；“专业实践教学体系完整，工程实践环节充实”，“毕业设计成果具有一定的创新性”；“积极创造条件使本科学生尽早进入实验室，培养科研能力、创新能力和实践技能，有效促进了学生科研素养和创新能力的提高”。

获批“武器系统国家级虚拟仿真实验教学中心”及北京市、工信部实验教学示范中心。北京市教学名师 4 人；获批教育部特色专业、工信部研究型教学创新团队，省部级精品课程 4 门、精品教材 4 本，国家级教改 2 项、省部级教改 6 项，教材专著 28 本。



2014年工程教育认证专家现场考察实验室和 SMC 公司实习基地



接待澳大利亚国立大学



接待谢菲尔德大学



接待北京航空航天大学



接待上海交通大学



接待华中科技大学



接待华德液压、SMC、航天二院 206 所



ISSOTL 2015 国际会议



2013 全国自动化教育学术年会



2017 全国自动化教育学术年会



2015 两岸四地高校教学发展网络会



2015 全国自动化教育学术年会报告



2013 全国自动化教育学术年会报告



2017 全国自动化教育学术年会



2017 全国电气类专业教学改革研讨会