

树立多维度大工程理念，创建机械工程国家级 示范中心，强化实践创新能力培养

学校历来十分重视实践教学，2006 年组建成立机械工程实验教学中心。为满足时代对高校工程应用型人才实践创新能力培养不断提高的需求，**针对高校实践教学资源开发利用不充分、学生参与实践教学的时间和空间不足、实践教学内涵需进一步拓展加强的问题**，十年来中心不断加强实践教学体系和基地建设、改革实践教学模式和方法，完成北京市十一五、十二五高等教育规划课题等实践教学改革及建设项目 107 项 [\(👉\)](#)，**(注：按住 Ctrl 键并单击图标👉可查看详情，下同)**，发表实践教学研究论文 85 篇 [\(👉\)](#)，**提出“广开资源、延伸时空、拓展内涵”的多维度大工程理念，从实践教学的资源、时间、空间、内涵等多个维度开展中心的建设和实践教学改革**，成功指导了实验教学示范中心创建，2008、2014 年中心先后被评为北京市和国家级示范中心，有力促进了学生实践创新能力提高，人才培养成效显著。主要成果如下：

1 提出“广开资源、延伸时空、拓展内涵”的多维度大工程理念

根据学校“立足北京、面向全国、服务行业与京津冀发展，培养具有较强实践能力、创新意识与国际化意识的高素质应用型人才”的办学指导思想和人才定位，主动适应机械类专业应用型人才培养模式改革及国际工程教育认证要求，确定“以社会需求为导向、以工程技术为重点、突出应用型人才工程实践和创新能力培养”的建设目标，提出“广开资源、延伸时空、拓展内涵”的多维度大工程理念，对中心实践教学体系和模式进行大力度改革和建设，**实施理论与实践、课内与课外、校内与校外、学习与应用、应用与创新的 5 个有机结合**，不断强化实践教学的内涵建设建设，打造一个多层次、全过程、全方位的实践训练大平台。

1.1 广开资源

广开校内外实践教学资源，充分整合、开发校内的工程训练中心、基础实验室、专业实验室、大学生创新创业基地、学科科研基地及校外人才培养基地、合作办学院校和科研合作企业等资源。

1.2 延伸时空

科学延伸实践教学的时间和空间，大幅度增加和拓展实践教学的学时和内容，实施多层次、全过程、全方位、课内外校外内外融合的创新实践训练，使创新实践训练贯穿于学生培养全过程。

1.3 拓展内涵

拓展实践教学的专业内涵和育人内涵。注重工程应用，引入先进科技手段和方法，加强创新思维和能力培养，提升实践教学的专业内涵。推行实践教学模式改革和机制创新，构建开放自主的实践环境，培养学生的责任感、组织沟通能力、团队精神，品德修养和综合素质显著提高，拓展实践教学的育人内涵。

2 创建“一条主线、三个层次、五个平台”的模块化实践教学体系

在多维度大工程理念指引下，广开校内外实践教学资源，优化整合，创建“一条主线、三个层次、五个平台”的模块化实践教学体系，如图 1 所示，为机械类专业应用型人才工程实践和创新能力培养打造了一个多层次、全过程、全方位的实践训练大平台。

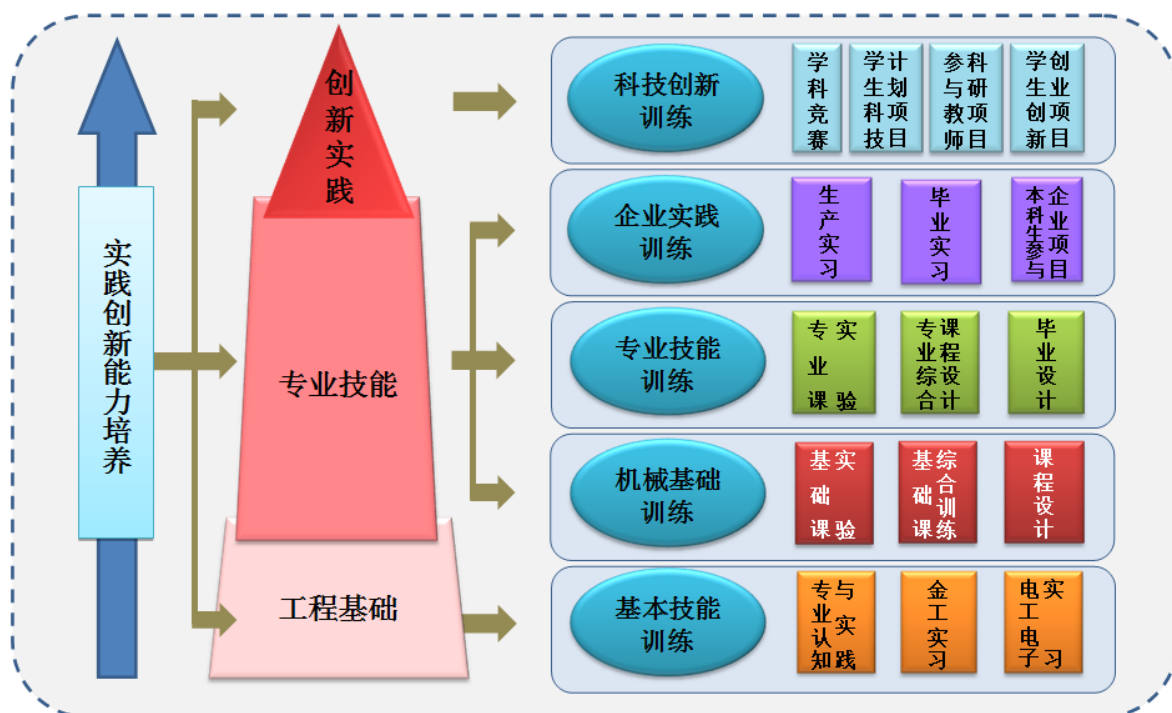


图 1 创建的模块化实践教学体系

一条主线：以实践创新能力培养为主线。

三个层次：工程基础、专业技能、创新实践三个能力提升层次。

五个平台：基本技能、机械基础、专业技能、企业实践、科技创新
五个训练平台，如图 2 所示。每个训练平台由多个模块组成，共 47 个模块，层次及模块之间既相对独立又有机联系、互为补充。

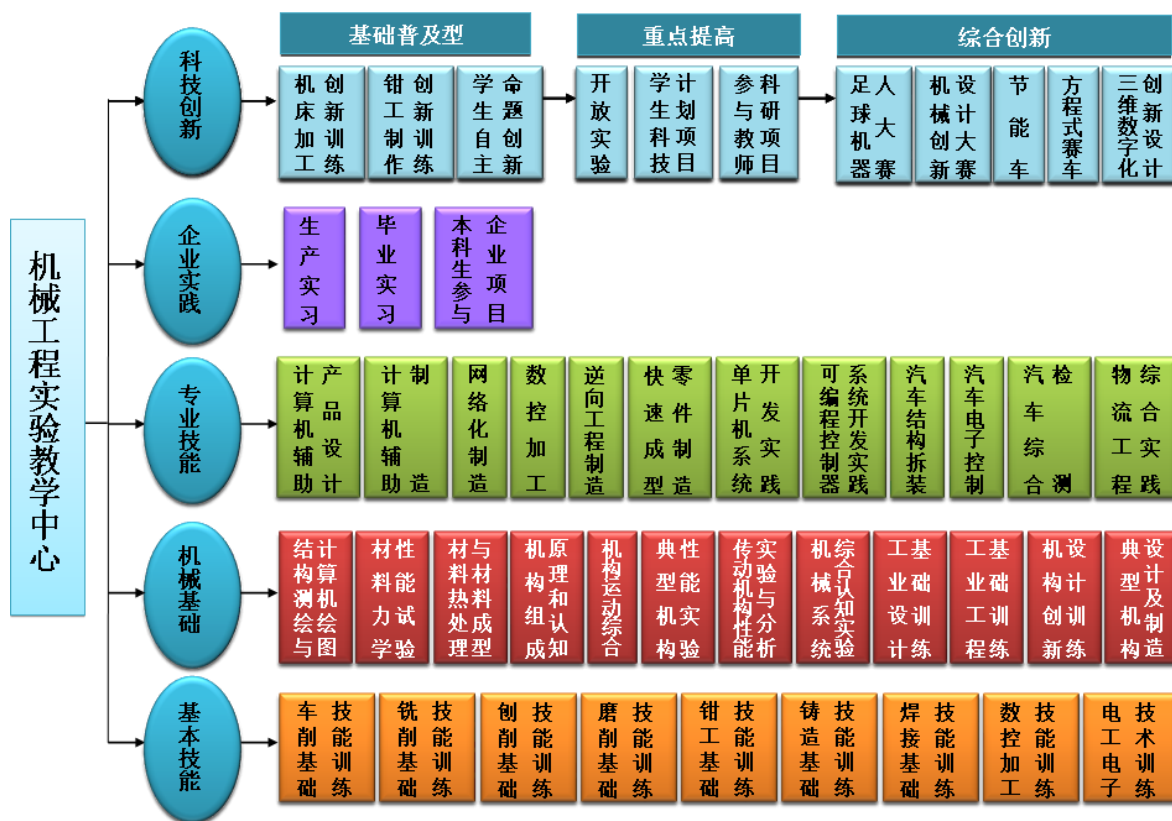


图 2 训练平台组成模块

创建的“一条主线、三个层次、五个平台”模块化实践教学体系为机械类专业应用型人才培养打造了一个多层次、全过程、全方位的实践训练大平台，建成“功能集约、资源优化、开放充分、运行高效”的国家级实验教学示范中心，实践教学条件大幅改善，充分满足了校内、外 24 个本科专业、3000 多名本科生、100 多门实验课程、300 多个实验项目以及学生科技创新活动的实践教学需要，每年校内实验人时数超 30 万人时。中心向社会开放，每年定期接收中国石油大学（北京）等 4 所高校 11 个专业（[点击查看](#)）的本科生进行金工实习，接纳校外学生人时数达 2 万人时，先后接待北航、杭电等 20 余所高校以及德国、日本等国外同行前来参观和交流。

3 创建以学生为中心的“三保障+五专项”创新创业教育长效机制

以学生为中心，以激发兴趣为切入点，创建“三保障+五专项”的创新创业教育长效机制，如图 3 所示，有效拓展学生创新实践的时间和空间，形成学生自主学习、主动实践、自行管理的创新实践新模式。

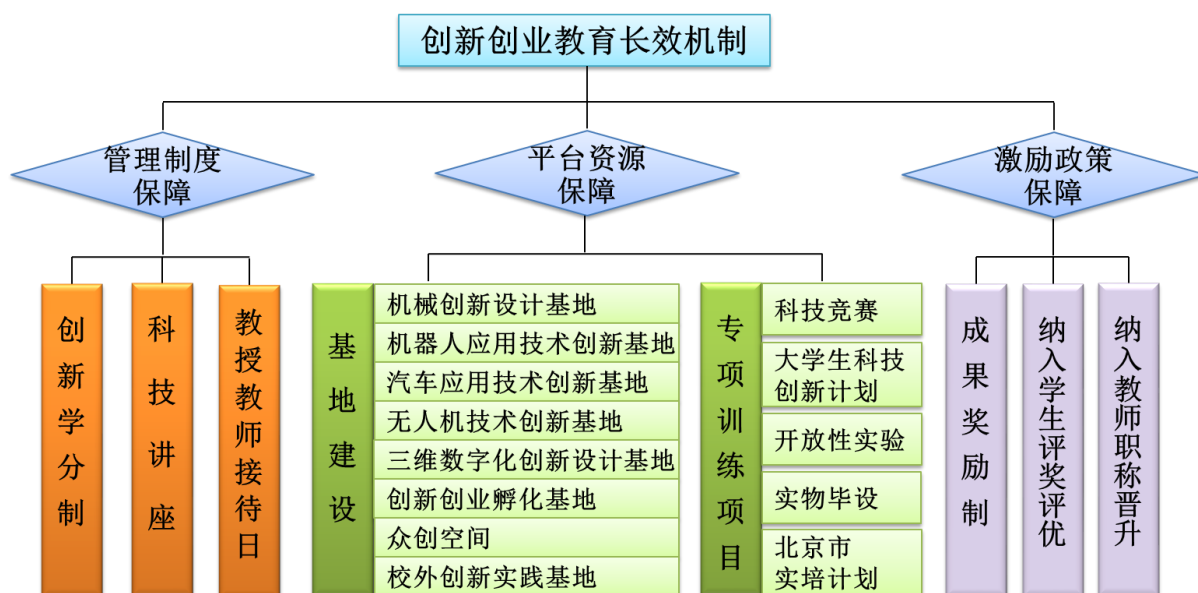


图 3 创新创业教育长效机制

3.1 建立三保障机制

1) **管理制度保障**：建立创新实践学分制、定期组织科技讲座、设立每周一次的教授教师接待日等管理制度。

2) **平台资源保障**：搭建校内大学生创新实践基地、创新创业孵化基地、众创空间、校外创新实践基地及设立专项经费支持学生科技创新。

3) **激励政策保障**：制定激励师生参加科技创新的成果奖励制度、纳入学生评奖评优和教师职称晋升等政策。

3.2 常设五类创新训练项目

依托中心，借助专项经费和政策支持，设立**大学生科技竞赛、大学生科技创新计划项目、开放性实验、实物型毕业设计、实培计划**五类常设的创新训练项目。

1) 校内外大学生科技竞赛: 每年举办机械创新设计、机器人应用技术创新设计、汽车应用技术创新设计、三维数字化创新设计、数控技术、工程制图 6 项大学生科技竞赛; 积极组织参加 RoboCup 机器人世界杯、Honda 中国节能竞技大赛、首都及全国高校机械创新设计大赛等。

2) 大学生科技创新计划项目: 每年投入 **50 万元** 专项经费支持国家级和北京市级大学生科技计划项目 **40 项** 左右 (国家级 **10 项** 左右)。

3) 开放性实验: 每年投入 **10 万元** 经费支持开放性实验 **20 项** 以上。

4) 实物型毕业设计: 每年投入约 **10 万元** 经费支持 **20%** 以上的学生开展实物型毕业设计。

5) 实培计划: 与北京第二机床厂等企业开展北京市实培计划。

通过以上五类常设创新训练项目, 使实践与创新成为大学生的日常活动和行为习惯。

3.3 建设实践教学基地

1) 建设大学生科技创新基地: 建立了机械创新设计、机器人应用技术、汽车应用技术、无人机技术、三维数字化创新设计、创新创业孵化、众创空间等 **7 个大学生创新创业基地**, 2014 年由上述子基地组成的“**机械工程大学生创新实践基地**”被评为北京高等学校示范性校内创新实践基地。

2) 创建传承式大学生创新团队: 经多年建设, 建成享有一定知名度的足球机器人 (Water 队)、节能竞技车 (捷能车队)、无人机等 **6 支跨专业、跨学院、跨年级的传承式大学生创新团队**, 打破专业界限, 促进不同学院、专业学生之间的交叉融合、协同育人。“大众创业, 万众创新”激发了学生创新创业浪潮, 如机械设计制造及其自动化专业 09 级学生唐荣宽在校期间创建了创翼睿翔天空科技有限公司, 获 500 余万元融资。大学生创新团队参赛情景见图 4 所示。

3) 建设校外人才培养基地: 充分开发和利用科研合作企业、合作办学院校的资源, 加强校外人才培养基地建设, 已**建成**的稳定基地有北京京城机电控股有限责任公司、北京京仪集团有限责任公司等 **23 个** () , 其中京城机电控股 2012 年被评为北京市级**校外人才培养基地**。



a) 足球机器人创新团队



b) 节能竞技车创新团队



c) 无人机创新团队



d) 机械创新设计团队



e) 方程式赛车创新团队

图 4 学生团队参赛情景

4) 校企合作：深化校企合作、协同育人。**成立由知名企业专家组成的机械类专业企业界顾问委员会**（[👉](#)），参与制定专业人才培养方案、实践教学改革与建设等。派送教师到企业实训，选聘经验丰富的高水平企业专家作为导师指导实践教学。通过北京市实培计划项目支持学生到企业开展毕业设计，采用双导师制，参与企业项目研发，使学生得到工程锻炼。

5) 校校协同：与北京科技大学共同牵头开展北京高校机械类专业群共建，**组建机械类专业群专家委员会和教学协作委员会**（[👉](#)），中心主任担任副主任，积极开展机械类专业及中心的校际交流合作，每年召开研讨会；选派机械类学生到北京科技大学交流学习一年、与北京理工大学开展双培计划等，**实现校校协同育人，共享教学资源。**

通过以上举措，以项目和竞赛任务为牵引，遵循“学以致用、边学边做、由易到难”的原则，充分调动学生积极性，引导学生自主学习、主动实践、自行管理，支持具有特色和优势的创新团队可持续发展，注重培养学生的主体意识，形成**“以项目和竞赛为牵引，以激发兴趣为切入点，学生自主学习、主动实践、自行管理”**的创新实践新模式，有力保障了学生创新活动的参与率和受益面，**机械类学生参与率达 80%以上，学生创新实践活动贯穿于在校全过程。**

4 强化实践教学的内涵建设，构建多层次实践教学训练模式

以创新能力培养为导向，结合工程教育专业认证标准和要求，加强实践教学的内涵和工程化建设，形成由课程实验、综合实验、创新教育、科研训练、企业实践、毕业设计构成的多层次实践教学训练模式，如图 5 所示。同时在每个实践环节的内容组织上建立验证性→综合性、设计性→创新性的递进层次。

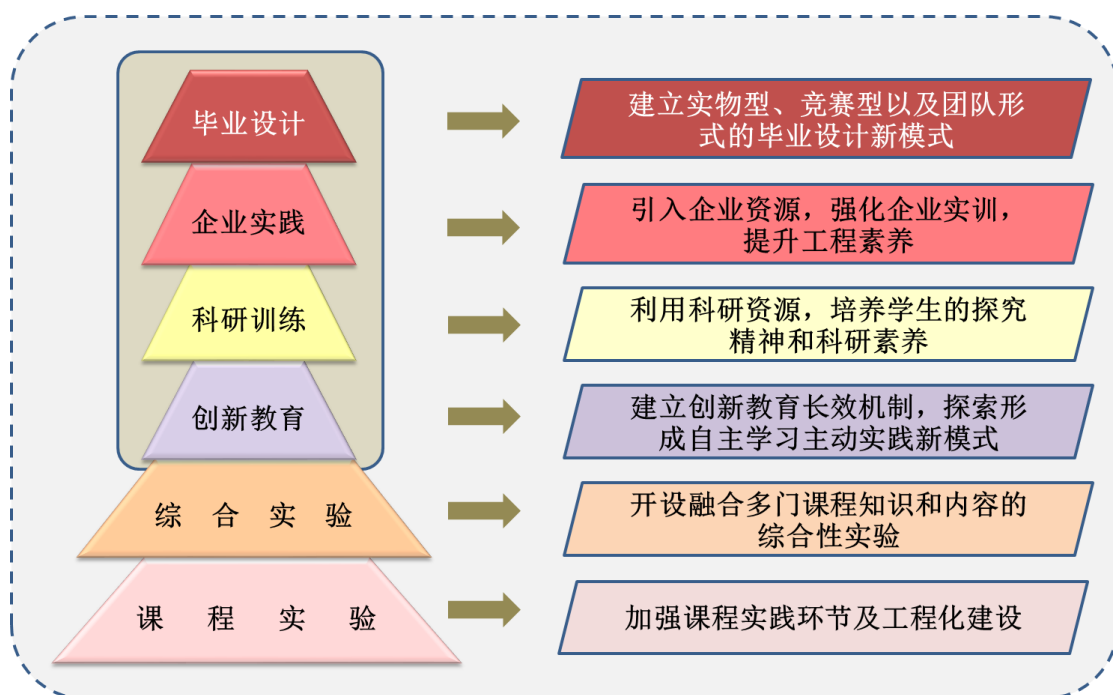


图 5 多层次实践教学训练模式

4.1 加强课程实践的专业内涵建设

突出人才培养特色，强化实践创新能力培养，大幅**增加实践性较强的专业课程实验学时**，多门课程理论与实验学时达到或接近 1:1；**引入数字化设计、网络化制造、智能制造等先进技术手段和方法**，及时更新实验设备，开发更新实验项目 75%以上；**提高综合性、设计性、创新性实验比例至 70%以上**。

加强课程实践教学的工程化建设，在设计课程实验及课程设计项目时，强调工程应用导向，**创建贴近工程实际的模拟、仿真实验环境**，**力求培养方法及实验内容体现工程性和实用性**，使学生更多地了解实验的工程背景和实际用途，切实提高学生的工程实践能力。

4.2 开设融合多门课程知识的综合实验

为培养学生的系统思维和综合能力、提高其运用知识解决复杂工程技术问题的能力，开设融合多门课程的综合实验 20 项。比如：机械设计综合课程设计，选取典型机械产品，构建机械设计系统化综合实验项目，包括产品的认知、测绘、绘图、选材、设计、建模、分析、加工等系统综合训练，使学生对所学理论知识与工程实践的结合有更系统更深层次的理解和掌握。

4.3 开展实物型、团队型、与创新竞赛结合型毕业设计

为提高毕业设计质量及学生实践创新能力，改革毕业设计模式，包括选题、设计内容、组织形式及过程管理等。

毕业设计选题强调工程实践性，鼓励开展实物型毕业设计，内容力求具体、贴近工程实际；近年来机械类专业 90% 以上的选题来源于工程实践，自主创新设计成分明显增加；每届有 20% 以上的学生在专项支持下开展实物型毕业设计。

在组织形式上**倡导实物型、团队型、与竞赛结合型毕业设计新模式**，**实现校内协同育人，促进学科专业交叉融合**。2010 年以来中心**每年在学校举办实物型毕业设计作品专题展览**，受到全校师生的广泛关注和好评，部分作品获得了国家或北京市科技竞赛奖励、国家专利，参加了北京市大学生科技创新作品展。()

团队型毕业设计，学生分工明确、密切合作，可发挥各自专业特长，共同完成设计目标，**培养了学生的组织协调能力、团队合作精神和责任感、科学态度、创新意识和终身学习能力，拓展了育人内涵**。例如节能汽车、方程式赛车、多足救助机器人（如图 6 所示）等实物型毕业设计均是由机械设计制造及其自动化、车辆工程、机械电子工程、工业设计等多个专业学生合作完成。

与竞赛结合型毕业设计提前 1-2 个学期启动，延长了设计过程，学生带着问题学，边学边设计，中心的资源得以有效利用，**延伸了毕业设计的时间和空间**。

开展实物型、团队型、与竞赛结合型毕业设计的工作经验和方法在全校范围内得到推广应用，学校专门制定实物型毕业设计管理办法，并给予专项支持。



a) 节能汽车

b) 方程式赛车

c) 多足救援机器人

图 6 学生毕业设计实物作品

4.4 利用科研资源提升实践教学

开放校内学科科研基地、校外合作科研企业及科研院所，共享优质资源，制定管理机制，实现协同育人。通过职称晋升等政策鼓励教师加大实践教学投入，加强实践教学力量，实验教师开发新实验的主动性和设计能力显著提高，利用科研成果**自主研制教学仪器设备 35 种**(👉)，科研教学互促效果明显。

5 成果的推广应用效果

十年来，获北京市级以上科技竞赛奖励 138 项，包括 RoboCup 足球机器人世界杯比赛 5 届冠军、2 届亚军、1 届季军；蝉联 4 届 Honda 中国节能竞技大赛唯一最佳技术奖(👉)。机械类学生承担大学生科技计划项目 294 项（国家级 60 项），完成实物型毕业设计 264 项、开放性实验 129 项次(👉)。开展学生创新教育的实践经验和突出的成果引发社会和同行的广泛关注。中央电视台、新华社等多家媒体进行了直播和深度报道；足球机器人在 2015 年全国科技活动周受到国务院副总理刘延东同志赞誉；北京市委书记、市长等市领导先后来学校视察学生科技创新活动开展情况；北京电视台为机器人足球队录制了“走近智能时代”专题纪录片；机器人足球队受邀参加台湾机器人与智慧自动化展。中心还致力于服务社会，扶持周边中小学发展，指导的永泰小学、清河中学等在中心完成的作品屡次在北京市级以上科技竞赛中取得佳绩。(👉)

通过实验教学示范中心的创建和实践教学改革**大大促进了机械类专业建设和师资队伍水平的显著提高**。获北京市级以上教学奖励与荣誉 45 项，包括北京市高等教育教学成果一等奖 2 项、二等奖 2 项、首批全国高校黄大年式教师团队 1 支、北京市优秀教学团队 2 支、高水平创新团队 1 支、学术创新团队 2 支，以及北京学者 1 名、北京市“高创计划”教学名师 2 名、教学名师 3 名、长城学者 1 名、北京市精品教材 1 部 ()。2008 年车辆工程专业评为**国家级特色专业**，2009 年机械设计制造及其自动化专业评为**北京市特色专业**，2016 年**顺利通过中国工程教育专业认证**，同时为学校相关专业通过认证提供了重要支撑。

通过树立“广开资源、延伸时空、拓展内涵”多维度大工程理念，建成国家级实验教学示范中心，**成功解决了高校实践教学资源开发利用不充分、实践教学的时间和空间不足、内涵需进一步拓展加强的问题，显著提升了学生的实践创新能力**，为高校培养创新实践能力较强的工程应用型人才提供了可借鉴的建设理念和体系。