

如何斩获452项国家课题、1232项发明专利？

——来自济南大学的科研创新报告

本报记者 魏东

获得2016年度山东省自然科学奖一等奖的于京华教授科研团队是济南大学近几年涌现出的众多团队之一。

实际上，近年来，济南大学共承担国家科技支撑计划、国家“973计划”“863计划”、国家自然科学基金、国家社会科学基金等国家科研项目452项，省部级项目992项；获得省部级以上科研奖励245项，其中获国家发明二等奖2项，国家科技进步奖二等奖3项。学术论文被SCI、EI、SSCI、CSSCI收录5565篇，化学、材料科学、临床医学、工程学4个学科进入全球ESI前1%。获得国家发明专利1232项，2014年以来年度专利授权量和有效专利拥有量稳居鲁高校前三位。

济南大学利用在基础研究方面的长期积累，发挥工程技术领域多学科综合优势，在原始创新、集成创新和引进吸收再创新等方面取得了大量自主创新成果，并通过产学研相结合的多种方式，促进这些创新成果的转化和产业化，有力地推动了社会科技进步。

“水泥基压电复合监测材料与器件成套制备技术及在混凝土工程应用”项目的研发成果，通过材料组成、空间结构和电场分布设计，界面调控，力—电—声模型

建立及监测系统集成，经过10多年研发和工程应用，形成了具有自主知识产权的监测材料与器件成套制备和工程应用工程，建立了对混凝土工程的实时动态和主动一体化监测，为大型混凝土结构安全提供了技术保障。项目成果已广泛应用于一批国家重大及关键基础设施安全监测工程，为重大混凝土工程安全提供了保障，经济和社会效益显著。该项成果荣获2016年度国家技术发明奖二等奖。这是该科研团队继获得2010年度国家技术发明奖后，再次获此殊荣。

记者了解到，在先进材料研究方面，该校形成了以无机非金属材料为重点、以建筑材料为优势、以水泥与水泥基复合材料为特色的研究方向。

在精细化学品合成与工艺特色研究领域，精细化绿色新技术研究中心团队与金城医药化工股份有限公司开展了20多年的产学研合作。双方合作完成的“第三代头孢抗菌素中间体活性酯关键技术与产业化”成果打破了国外技术垄断，产品市场份额占全球市场的60%以上，助推我国成为世界上最大的该类产品生产国，每年创造的经济价值超过10亿元，获得国家科技进步奖二等奖。

在化学传感分析与技术研究领域，该校围绕微流控芯片集成技术、新药研究与开发、环境污染物分析检测、重大疾病早期预警等研究方向，形成了一批原创性、标志性成果，并广泛应用于环境、食品、卫生等领域的检测，取得重大社会经济效益。本次获奖项目是代表之一。

济南大学科研主动融入地方经济社会和行业发展的，在科技成果转化、高水平智库建设、军民深度融合、产学研协同创新等方面有何作为？记者了解到，“十二五”期间，该校新建省部级协同创新中心(含自主培育)2个、大学科技园3个、地方技术转移中心4个；与近60多个地市、县(区)、大型国企建立全面战略合作关系，共建一批科研机构和创新平台。科技成果转化转移转化成绩突出，部分研究成果得到中央及省市领导批示50余件次。

山东省高校机械设计与仿真重点实验室团队与山东开泰集团合作进行生产技术创新，促使该企业抛丸机设备与产品产销量迅速跃居亚洲第一、世界第四，创造了巨大的经济价值，被媒体称为“开泰现象”。双方合作完成的“金属表面抛丸处理技术与装备”研究成果荣获2016年度山东省科技进步奖一等奖。



济南大学获得2016年度山东省自然科学奖一等奖的科研创新团队

快速疾病诊断、食品安全和环境污染检测？一张纸搞定！

本报记者 魏东

“基于结构调控和光电性能的纸芯片微流控基础研究及传感机制”项目获2016年度山东省自然科学奖一等奖。

疾病诊断、食品安全和环境污染直接影响人类的健康，三大问题共同的根本在于基层源头的控制。因此，快速准确的现场即时检测方法已成为国家和社会发展的重大需求。

纸基微流控是分析检测领域出现的一种新方法，因其可低成本广泛应用的突出特点，成为最具潜力的普及化的即时分析方法之一。但要在一张纸上完成快速检测，还有许多问题需要解决，如纸

的组成、结构调控机理不清楚，只能定性不能定量；缺乏纸微流控理论，高灵敏度方法无法引入；受物理处理技术单一和局限性，不能完成多功能纸芯片全分析系统的建立。

济南大学于京华教授科研团队围绕上述亟待发展与解决的问题，成功解决纸上复杂体系化学反应，在国际上率先实现纸上由定性到定量分析的突破；解决纸上信号的转换问题，提出纸上高灵敏度检测的新思想；解决纸上的化学处理方法，发现纸纤维的结构形貌调控规律及纳米材料生长方法，建立多功能

的纸芯片检测系统，取得了多项原创性和开拓性研究成果。

主要提出四大创新点：

——提出三维高性能纸纤维金属电极的设计与制作新方法，突破纸芯片上高灵敏度分析手段介入的关键难点，引领纸微流控芯片高灵敏度检测的发展；提出超微流控芯片高灵敏度检测的新原理，开拓了生物传感器超灵敏检测的新途径。

——利用时间与空间差异控制纸上复杂的化学反应，提出了纸芯片多组分化学分析的调控技术，完成纸上由定性到定量分析的突破。在国际上率先实现微流

控纸芯片上的定量检测，阐明微孔孔的自驱动液体通道形成机制与可调控性。

——在纸上利用化学生长法，依据纸纤维内部纵横交错的三维网状结构及纸的多孔性相连制备大比表面积的纸基多孔纳米层，提出纸纤维载体的结构形貌调控规律与机制。攻克纸芯片一直以来采用物理改性，无法制作多功能区的关键技术难题，为多功能纸芯片的研发展示了很好的应用前景。

——有效利用空间效应，提出多功能三维纸芯片的集成方法，设计制备集成处理、分离、富集、洗涤、检测多功能于一体

的多功能、高通量、可寻址阵列3D纸芯片，建立高效检测方法，易于实现微型化和自动化。发展了纸芯片的微流控基础理论并推动了现场即时检测技术的进步。

该科研团队自2011年以来，在《自然—生物化学》《先进功能材料》《生物材料》等期刊上发表SCI 收录论文200余篇(其中纸基材料的论文160余篇)，12篇论文在ESI全球排名Top 0.1%，1篇论文在ESI全球排名Top 0.01%，影响因子5以上的论文100余篇，获SCI 他引4000余次，H因子36。有14篇纸芯片的工作受邀作为影响因子5以上期刊的封面文章

发表。研究成果多次以研究热点和新闻形式分别被《芯片实验室》、WILEY-VCH出版集团旗下《化学观点》和美国化学会《化工快讯》等专题报道；省级鉴定研究成果达到国际领先水平。于京华教授入选2014年度英国皇家化学会期刊“高被引中国学者”榜单。

目前，该科研团队围绕纸芯片研究取得了一系列重要科研成果，推动了纸基微流控基础理论的发展，同时推动了分析化学学科的发展，期待为我国疾病诊断、食品安全和环境污染即时检测作出重要贡献。

如何变落后产能为优势产能？他们有四个“法宝”

——青岛科技大学山东化工研究院技术创新带动产业升级

本报记者 魏东

“深化供给侧结构性改革，补齐有效高科技供应短板是突破口。关键技术、核心技术的突破，就意味着市场、意味着效益，意味着产业结构合理调整和经济方式科学转变。”青岛科技大学山东化工研究院(原山东省化工研究院)院长冯维春认为，针对精细化工行业高污染的现状，山东化工研究院从源头上解决化工污染，以推进供给侧结构性改革为主线，以绿色化工、清洁生产为目标，致力于水相有机合成及高效分离技术的产学研一体化研究。通过技术创新，利用现代

合成技术改造传统产业，变落后产能为优势产能，实现新旧动能转换，破解行业卡脖子难题，推动精细化工产业的发展，走出了一条技术创新带动产业升级的特色之路。

在本次获奖的甜菜碱盐酸盐无盐工艺、叠氮化钠水相合成工艺两个项目之外，近几年，该院还相继开发出2,4-D清洁生产新工艺、甲基硫基四氢唑水相合成工艺、盐酸羟胺全水相合成工艺。这5个项目，近3年累计新增销售收入32.7亿元，累计减排三废176.5万吨，取得了显著的经济效益和社会效益，为农药、饲料添加

剂、医药及医药中间体等领域清洁生产体系的创建起到了典型示范作用。

作为山东省最大的综合性化工工程技术研究与开发单位，青岛科技大学山东化工研究院先后承担27项国家级项目，264项省部级项目，拿下123项国家、省部级奖励，并制定或更新27项技术标准，凭什么？

“高端人才聚集、搭建高端平台、产学研协同发展、技术创新推向产业化”是他们的四大法宝。

——青岛科技大学山东化工研究院先后培养出1名泰山学者特聘专家教授，1

名国务院特殊津贴专家，2名全国石油和化工行业先进工作者，1名全国化工优秀科技工作者，2名山东省突出贡献专家，青年专家，15名工程技术应用研究员，33名高级工程师，33名工程师。依托现有人才基础，组建了工艺开发团队、质量保障团队、工程设计团队、安全环保团队和测试放大及产业化工程团队。

——青岛科技大学山东化工研究院致力于解决化工相关领域中的重大关键性、基础性和共性技术问题，不断完善技术创新平台建设，先后组建了近10个高端

平台，从而发展成为国内领先的集人才培养、科研开发、成果转化、产业化实施为一体的产学研清洁生产技术服务平台，构建了整套的产学研协同创新平台。

——为打通科技成果转化的最后一公里，青岛科技大学山东化工研究院建立了完善的产学研协同创新机制，与近20个国内外高等院校、科研院所、企业进行跨省、跨区域全方位深入技术合作与交流，进行联合攻关和协同创新，形成了专业配置合理、科技研发实力雄厚、紧密跟踪行业动态、协同创新效益良好、快速响应市场需求的创新体系。

——没有落后的产品，只有落后的技术。青岛科技大学山东化工研究院致力于水相有机合成和水相分离共性关键技术的开发，重点攻克了水相有机合成产业化过程中存在的水相非均相传质难、有机化工产品在水中难以分离与纯化、含有大量复杂有机成分的水相难以循环利用的产业化共性关键技术难题，实现了水相有机合成技术在医药及医药中间体、农药及农药中间体等有机精细化工产品领域的产业化。

世界级技术突破产业瓶颈，山东化工短板可望变优势

——青岛科技大学山东化工研究院科研创新纪实

本报记者 魏东



获奖项目第一完成人、山东化工研究院院长兼党委书记冯维春

生产一只没有塑料味、没有毒害残留的塑料杯子看似简单，实则不易。因为其生产过程必需的有机溶剂会导致毒害残余。解决这一瓶颈，必须依靠关键技术突破。

精细化学品绿色合成技术的开发及

产业化示范”项目荣获2016年度山东省科技进步一等奖。

——甜菜碱盐酸盐是食品、化妆品等行业的基础原料，国内年需求量超过10万吨，产能却连一半也达不到。山东艾孚特

科技有限公司副总经理陈琦表示：“这个产品我们同类企业一吨卖一万块钱的话，处理固废就得两三千块钱。”

目前国内外甜菜碱盐酸盐的生产采用氯乙酸与无机碱反应制备氯乙酸盐，然后将其与三甲胺季铵化反应，最后酸化得到甜菜碱盐酸盐。该生产工艺存在：(1)氯乙酸钠水解率高(8%—11%)，转化率低(约86%)，三甲胺消耗量高(过量约20%)；(2)产品灼残高(约1.0%—5%)，超过了饲料级甜菜碱盐酸盐的国家质量标准数十倍以上；(3)三废排放量大(6.75t/t)，环境污染严重。

——叠氮化钠是一种重要的精细化工产品，广泛应用于医药、农药、生物等领域。国内叠氮化钠需求量约6000吨，且呈逐年上涨趋势。

目前国内外叠氮化钠的生产普遍采用亚硝酸乙酯气态通入含有水合肼和氢氧化钠的乙醇溶液中反应的合成工艺。该生产工艺存在：(1)有机溶剂(乙醇)使用量大，危险性高且环保压力大；(2)中间体亚硝酸乙酯的沸点低(17.2℃)、毒性大(LC50: 491mg/m³)、氧化活性高，易造成叠氮化钠分解，产品收率低(83%左右)；

(3)三废量大(2.9t/t)。

“水相合成”技术让生产无味、无毒的塑料制品成为可能，是国际公认的化工产业发展方向，虽然有多项实验室成功案例，但产业化运用却是世界性难题。泰山学者冯维春带领的青岛科技大学山东化工研究院(原山东省化工研究院)研发团队，经过多年攻关，率先实现水相高效清洁分离技术重大突破，并推向工业化应用。

——针对系列问题，甜菜碱盐酸盐无盐新工艺项目开发了三大关键技术：

(1)以氯乙酸钠代替氯乙酸盐，通过设计专用反应设备，开发氯乙酸钠与三甲胺季铵化反应制备甜菜碱盐酸盐新技术，实现了三甲胺的定量转化，解决了传统工艺三甲胺过量带来的废气问题，氯乙酸钠水解率仅为0.2%—0.3%，解决了传统工艺氯乙酸钠转化率低、污染严重的问题。

(2)开发专用分子筛催化甜菜碱盐酸盐水相水解制备甜菜碱盐酸盐新技术，反应过程中不加酸、不加碱，实现醋酐的定量水解和醋酐的定量回收，解决了传统工艺加入大量无机碱、无机酸带来的废盐和产

品灼残高等问题。

(3)研究酯的催化水相合成方法，设计专用酯化设备，开发低浓度甲醇水相合成氯乙酸钠新技术，解决水解出的稀甲醇的去向问题，实现了整个产业链的闭路循环。

——以叠氮化钠的生产问题为导向，环保溯源，开发了三大关键技术：

(1)研究亚硝酸异丙酯制备及纯化方法、亚硝酸异丙酯纯化方法、开发了亚硝酸异丙酯产硝酸钠新技术，控制了异丙醇的氧化，提高了生产过程安全性，联产的硝酸钠相对于传统工艺的硫酸钠而言附加值高，解决了废盐问题。

(2)研究以水代醇 on-water 界面反应机理，揭示亚硝酸酯对NaN₃氧化破坏规律，阐明了传统工艺NaN₃收率低的科学问题。研究常压反应方法，叠氮化钠分解控制方法，水相高效清洁分离方法，开发了叠氮化钠水相合成新技术，实现了叠氮化钠从合成到精制的全程水相，变带压为常压，提高生产过程安全性，亚硝酸异丙酯氧化性更低，减少了叠氮化钠的分解，提高了产品收率。

(3)研究母液净化及套用方法，设计尾气吸收装置，开发叠氮化钠母液净化及循环套用新技术和尾气吸收新装置，实现母液循环使用150批次以上，解决废液问题。尾气吸收彻底，解决废气问题。

——青岛科技大学山东化工研究院开创了甜菜碱盐酸盐无盐新工艺，该生产工艺原料利用率100%，产品灼残达到ppm级，优于美国药典产品质量标准。该项目技术成果已推广应用至两家生产企业，分别建成了10000t/a和30000t/a的产业化生产装置，与碱法工艺相比，生产成本低约30%，近3年累计新增销售收入86243.4万元，新增利润11506.9万元，累计减排三废60.98万吨，经济效益和环境效益显著。

——青岛科技大学山东化工研究院建成了叠氮化钠全水相合成新工艺，实现了从合成到精制的全程水相，产品收率达到了95%以上。该项目技术成果已推广应用至两家生产企业，分别建成了1000t/a和3000t/a的产业化生产装置，与传统溶剂法工艺相比，生产成本低约20%，近3年累计新增销售收入56446.1万元，新增利润10991.2万元，累计减排三废3.54万吨，经济效益和环境效益显著。