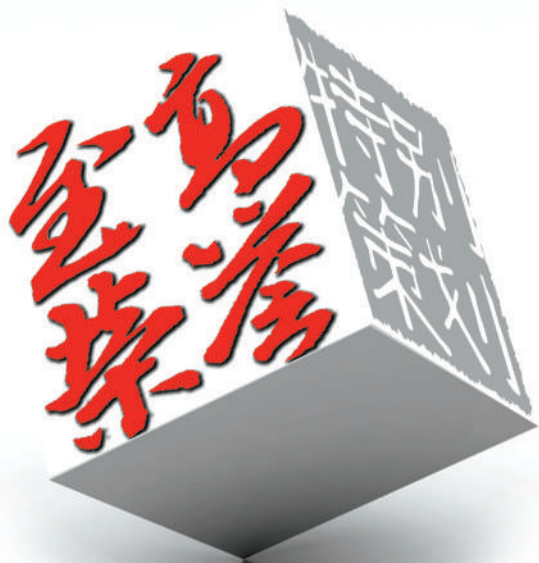


# 创新之“手”智造中国

——解读那些带来产业升级的科技大奖



2015年度国家科学技术奖励大会  
STATE SCIENCE AND TECHNOLOGY PRIZE

## 补齐中国石化产业链短板

——记国家科技进步奖特等奖“高效环保芳烃成套技术开发及应用”项目

文·本报记者 瞿 剑

1月8日在京召开的国家科学技术奖励大会上，中国石化“高效环保芳烃成套技术开发及应用”荣获2015年度国家科学技术进步特等奖。

**芳烃与我们的生活如此息息相关**

芳烃，一个专业到近乎冷僻的词，究竟是什么？

中国石化研究院副总工程师吴巍介绍，在已知的有机化合物中，芳烃化合物占了约30%，另有40%多可由以乙烯为代表的烯烃衍生而来，两者相加近80%。“所以说乙烯和芳烃是两大基础原料，其技术和生产能力标志着一个国家的石化产业水平”。

芳烃有什么用？

“整个聚酯产业链的核心是解决老百姓的穿衣问题”。中国石化新闻发言人吕大鹏介绍，芳烃是聚酯产业的重要源头。没有芳烃就没有对二甲苯，也就没有聚酯、没有涤纶、现代纺织业、服装加工业就无从谈起。

芳烃与我们的生活如此息息相关：如今，约65%的纺织原料、80%的饮料包装瓶都来源于对二甲苯。

近15年来，中国对二甲苯消费量年均增长率高达20%。2014年全年消费对二甲苯约2000万吨，生产的化学纤维相当于替代约2.3亿亩土地产出的棉花，为有效解决粮棉争地矛盾、守住18亿亩耕地红线作出了重要贡献。

**石化人心中的痛：“只想吃一颗桃子，却要买下整个果园”**

芳烃如此重要，但它在我国的发展，与石化产业另一极——乙烯相比，却呈现出严重的不平衡：中国乙烯产能从1978年的仅45.9万吨/年猛增到2014年的1700多万吨/年，全球排名从第10位升至第2位；同期技术水平

也迅速步入世界先进行列，目前总体已具备采用自主技术建设百万吨级乙烯装置的能力，并形成珠三角、长三角、环渤海湾“两洲一湾”位居世界前列的乙烯产业集群。

反观芳烃，目前，中国对二甲苯对外依存度超过50%，根本原因在于，技术受制于人。

此前，全球仅美国和法国的两家跨国公司掌握芳烃成套技术，市场高度垄断，技术壁垒森严，技术许可和专用吸附剂、催化剂等费用极为昂贵。中国石化工程建设公司总经理孙丽丽回忆，1975年引进仅年产2.7万吨的对二甲苯装置，引进费用就高达400多万美元；而目前，一套年产60万吨同类装置，技术费、催化剂及专利设备费用达数亿元。这种“只想吃一颗桃子，却要买下整个果园”的状况，成为中国石化人心中的巨痛。

某种意义上说，芳烃是中国石化产业链上最后一块短板。

**40余年、两三代人梦圆**

芳烃成套技术难在哪？

该项目第一完成人、中国石化股份公司高级副总裁戴厚良表示，芳烃成套技术是复杂的系统工程，包括原料精制与精馏、芳烃异构与转化、吸附分离等工艺及工程技术，系统集成度高，开发难度巨大。“开发自主芳烃成套技术是几代石化人的梦想”。

中国石化科技部副主任谢在库介绍，中国早前引进的芳烃装置大多源于美国公司，在我们开发应用过程中，这家美

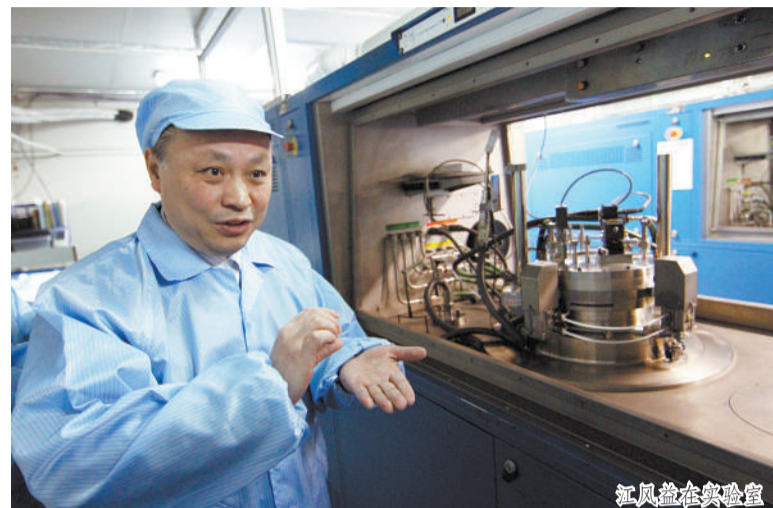
国公司紧盯知识产权问题。“我们就从源头做起”，在关键的吸附剂开发过程中率先攻克高结晶度亚微米分子筛合成和高性能吸附剂制造两大难题，并首创吸附剂二次晶化技术，吸附分离效率提高10%。2004年自主知识产权的对二甲苯吸附剂首次在齐鲁石化工业应用取得成功。

吸附剂国产化的成功激发了中国石化开发自主芳烃成套技术的雄心壮志。经40余年、两三代人攻坚克难，国家科技部973项目、中国石化“十条龙”重大科技攻关等持续支持，终于成功开发出具有完整自主知识产权的高效环保芳烃成套技术。2011年在扬子石化建成工业示范装置并顺利投产；2013年底在海南炼化60万吨/年大型对二甲苯项目推广应用，规模达到了单系列最大处理量，装置一次投料试车成功，已连续平稳运转两年多。与国际同类先进技术相比，单位产品能耗低5%、能耗低28%、吨产品成本低8%、环保监测指标全面优于最新国家标准，减排二氧化碳27%，总体处于国际领先水平。

中国石化产业链最后一块短板，就此填平补齐。



海南炼化60万吨/年对二甲苯装置



江风益在实验室

## 照亮世界的“中国创造”

——解读国家技术发明奖一等奖“硅衬底高光效GaN基蓝色发光二极管”项目

文·本报记者 寇 勇

在“只发光、不发热”的LED照明世界里，南昌大学教授江风益和他的科研团队孜孜以求十余年，终于开创出拥有完全自主知识产权的、世界上第三条技术路线。得知这条路线被评为

2015国家技术发明奖一等奖，江风益坦言“丝毫不敢松懈”。因为在风起云涌的LED产业发展的世界浪潮里，“中国创造”并不代表其产业的“中国效益”，迎接他的，将是更多的跋涉与冲刺。

### 独辟蹊径的“中国之路”

作为发光二极管的英文缩写，LED照明如今已广为人知。由于其显著的光电节能效应，业内人士断言在不远的将来，它必将取代几乎所有的高中低端传统照明领域。

在江风益之前，国际上LED技术路线可分为碳化硅衬底和蓝宝石衬底两种，即在碳化硅或蓝宝石的衬底上根据发光颜色的不同分别“生长”不同的半导体无机材料（比如蓝光“生长”氯化镓），最终生产出比传统照明节能40%—80%的发光器件。因成本的原因，这两条技术路线俗称为“贵族路线”和“大众路线”，其发明者曾经分别获得美日两国政府最高科技奖，蓝宝石衬底路线的三位主要发明人甚至摘取了2014年度诺贝尔物理学奖。

2003年，基于难以逾越的技术保护壁垒等因素，跟踪了上述两条技术路线7年的江风益毅然决定放弃跟踪。几经比较之后，他选择了一条全新的技术路线，即用硅衬底“生长”高光效GaN（氮化镓）材料从而制备蓝光LED。消息传开，国内外业界几乎立马就给

这条路线判了“死刑”。用硅衬底，虽然成本低廉，但由于硅和GaN这两种材料存在巨大的晶格失配和热失配导致的外延膜龟裂、晶体质量差以及衬底不透明导致出光效率低等问题，长期以来，学术界视为LED的“童话故事”并望而却步。简言之，硅与GaN存在着巨大的性能差异，要二者相辅相成属于世界级难题，几无成功的可能！

时年39岁的江风益却认为，从不可能中找出可能，于个性中遴选出共性，从来就是科学探索的必经之路。抱着“不撞南墙不知究竟”的信念，在南昌大学的鼎力支持下，他带着铺盖一头扎进实验室中，用60万元贷款购买的实验设备和材料，开始了艰苦的科研之旅。

从科研立项到小试成功的一千多个日夜里，在食不甘味、昼夜不寐的“新常态”下，随着硅与GaN两个小伙伴从陌生到熟知与相融，LED照明家族中，徐徐打开了一扇属于中国的华彩大门。

### 独领风骚的“中国之眼”

经过三千多次实验，通过对70多种材料和4000多个参数设计，江风益科研团队发明了材料生长和芯片制造过程中克服巨大张应力的方法，结构和工艺技术，在国际上率先研制成功高内量子效率硅衬底蓝光LED外延材料和高出光效率、高可靠性单面出光蓝光LED芯片，其出光方向性和均匀性优于多面出光的其他技术路线，各项指标均处于国际领先地位。

在南昌大学国家硅基半导体照明工程技术研究中心，江风益领着记者穿过一台台（套）高精尖的机器设备，来到正在封装的仪器旁。一张张大小不一的芯片被激光点点击着，犹如星空中闪烁着的一只只俏皮的眼睛。江风益自豪而兴奋地介绍，三条技术路线均可制备薄膜型芯片，硅衬底技术路线不但成本最低，而且在大功率LED芯片制备上

独具优势，同时因为属于原始创新，先后获得了授权国内外发明专利147项（其中国际发明专利76项），这就从根本上避开了与另外两条技术路线发生专利纠纷。

江风益认为，如果说当初对技术路线的选择有着“撞大运”般的坚守与执着，那么此后科研进程中的点滴成就，都饱含着国人关注的殷切目光，尤其在科研进程的每一个关键节点，都离不开国家有关部门和当地政府堪称“样板”的扶持与鼓励，离不开风投机构的慧眼识珠。

10多年来，江风益团队始终处于“百尺竿头”的激励之中，他动情地说，从过去点“洋油灯”到如今的“中国牌半导体灯”，既是对“中国梦”的真切诠释，也是对“坚定信念、艰苦奋斗、实事求是、敢闯新路、依靠群众、勇于胜利”的井冈山精神的生动践行。

### 独创未来的“中国之光”

由于LED照明具有重大节能减排价值，是国内重点发展的战略性新兴产业，因此，江风益团队从科研伊始，便实行技术与工艺互为促进的“两条腿走路”模式，即在研究取得阶段性成果后，适时创建新企业，在产业化过程中使科研成果走向成熟。

最早与江风益团队科研成果对接的企业，是创建于2006年初的晶能光电（江西）有限公司。这家位于南昌高新技术开发区内的高新技术企业，2011年即与苹果、谷歌等公司一道，被美国麻省理工学院《科技创业》杂志评选为全球最具创新力企业50强之一。

经过近10年的产业化发展，江风益团队从衬底加工、外延生长、芯片制造到器件封装均发明了适合高光效蓝光LED生产的关键核心技术，且自成体系。通过对工艺、技术的不断升级换代，从LED的小功率芯片到大功率芯片先后实现了量产，并初步形成了独具

特色的上中下游产业链，推出了30多种产品，成功应用于路灯、手电、矿灯、射灯、彩屏、家电数码、汽车大灯等通用照明和特种照明领域。按照国家半导体照明工程研发与产业联盟的计算方法推算，2014年销售的硅衬底GaN基蓝光LED产品年节能量达5.8亿度，减排52万吨。

“晶能模式”在市场上形成强劲竞争力的同时，引导了众多国际LED知名企业从事同类研发，有力地提升了我国LED技术及工艺在国际上的地位，同时也使江风益团队的压力陡增。江风益透露，硅衬底红光、黄光等其他色LED研发技术正在紧锣密鼓地研发之中，目前已日趋成熟。随着“哪里有光、哪里就有LED身影”的国家半导体照明工程的深入推进，他充满信心地表示，具有自主知识产权的LED“中国创造”，将在“起大早赶大集”的LED产业浪潮中映照出夺目的“中国之光”！

## 一座高铁技术博物馆

——何华武院士详解国家科技进步奖特等奖“京沪高速铁路工程”项目

文·本报记者 矫 阳

京沪高速铁路是目前世界上一次建成里程最长的高速铁路，线路全长1318公里，2008年1月批准开工建设，2011年6月30日正式开通运营，设计时速350公里，初期运营时速300公里。截至2014年底，已累计发送旅客2.79亿人次，客运量逐年攀升，由2011年日均13.2万人次增长到2014年日均29万人次，项目开通三年即实现盈利。

近日，记者专访了2015年度国家科学技术进步奖特等奖“京沪高速铁路工程”项目第一完成人，中国工程院院士、中国铁路总公司总工程师何华武。

做为京沪高速铁路工程项目主要完成人之一，何华武向记者介绍说，京沪高速铁路工程项目是一个庞大的综合体，涉及机械、土

木、电子、电气、材料、信息、测量控制等多个学科领域，技术难度和复杂性、特殊性堪称“高铁技术博物馆”。

2013年2月，京沪高速铁路工程项目通过了国家验收，认为“全线运营安全稳定，各项检测指标稳定地保持在相关规定指标的先进水平，实现了预期的建设目标”。该项目获得发明专利53项、实用新型专利116项、外观设计专利5项、软件著作权8项，国家级工法9项，专著14部，论文235篇。

何华武列数了京沪高速铁路项目在以下五个方面的主要科技创新。

在基础设施方面，创立了高速、深水、大跨、六线长江大桥等复杂结构桥梁建造技术，创新了超长高架桥上无缝轨道无缝线路建造技术和刚性桩复合地基沉降控制技术，构建了多种交通方式高效协调运行的大型综合交通枢纽技术，建立了大张力接触网体系，研制了高强导电接触线，形成了时速350公里高速铁路建造标准体系和成套技术。南京大胜关长江大桥在世界桥梁史上创下体量最大、跨度大、荷载大、速度高的“三大一高”四项第一，在2012年6月10日召开的第29届国际桥梁大会上，被授予国际桥梁界影响最大的乔治·理查森大奖。

在高速动车组方面，研发运营时速380公里的新一代高速列车CRH380A，提出了高速列车耦合大系统动力学理论，突破了整车气动性能、转向架、长编组双弓受流等关键技术，构建了整车设计—制造—验证—评估—优化成套技术，大幅提升了重大装备创新能力，形成了高速列车技术标准。2010年12月3日，CRH380A在京沪高速铁路枣庄至蚌埠间，创造了运营动车组最高试验速度486.1公里/小时的世界纪录。

在列控系统方面，攻克了列车高速运行情况下车地信息可靠传输、列车运行安全控制、与不同列控制式线路互联互通等关键技术，研发了列控系统核心装备，实现了我国列车运行控制系统的集成创新。

在系统检测验证及系统集成方面，实现了

全线持续时速350公里等级的系统检测验证，形成了高速铁路完备的动态验收技术标准及系统集成方法，首次开展了时速380公里等级的综合试验，研究与探索了更高速率下一线一桥一网系统耦合作用规律及各系统的适应性。

在高铁标准体系和管理模式方面，建立了以管理制度、人员配备、过程控制标准化为基本内涵，以技术、管理、作业三大标准为基础，以机械化、工厂化、专业化、信息化为支撑手段的标准化建设管理体系，实现了中国高铁技术、产业发展和建设管理的重大创新，构建了我国自主知识产权的高铁技术体系，引领着中国大规模、高标准高铁网的建设。

何华武最后总结道，通过京沪高速铁路工程技术创新，我国时速350公里高铁技术体系成熟完备，时速380公里的高速列车得到了初步验证，整体技术达到国际领先水平。时速300公里及以上桥梁最大跨度、连续铺设无缝轨道无缝线路的桥梁长度、无缝轨道的桥隧比、动车组最高设计速度、接触网接触线的强度和导电率、平均旅行速度等技术指标均居世界首位。英国《国际铁路快报》杂志2013年7月发表文章，称“中国平均点对点运行速度超越世界其他国家，在全球铁路的速度竞争中继续处于领跑地位”。

京沪高速铁路适应了人们商务、旅游、探亲等出行需求，受到越来越多旅客的青睐，改变着沿线人民群众的出行方式和生活习惯。同时，在加速区域经济一体化、推进产业结构升级、助推城镇化进程、发挥经济聚集效应、提升应急交通能力，以及创新铁路投融资体制改革等方面发挥了重要作用。

经过多年的技术研究、工程实践和安全运营，目前中国高速铁路运营里程已经达到1.9万公里，占世界60%左右，是世界上高速铁路发展速度最快、运营里程最长、在建规模最大的国家。以京沪高速铁路工程项目为代表的中国高速铁路，具有技术先进、安全可靠、适用性强、绿色环保、性价比高优势，已经成为中国铁路“走出去”的亮丽名片。

