

北京市科学技术委员会科普专项资助项目

创新

INNOVATION
ON THE WAY

在路上

2013—2016 年
北京市科学技术奖
获奖项目巡礼

北京市科学技术奖励工作办公室 编



科学出版社

北京市科学技术委员会科普专项资助项目

创新在路上

INNOVATION
ON THE WAY

2013—2016 年
北京市科学技术奖
获奖项目巡礼

北京市科学技术奖励工作办公室 编



科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

创新在路上 / 北京市科学技术奖励工作办公室编. -- 北京: 科学出版社, 2017.4

ISBN 978-7-03-052392-1

I. ①创… II. ①北… III. ①科技成果-汇编-北京-2013-2016 IV. ①N121

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 054239 号

责任编辑: 徐 烁 / 责任校对: 郭瑞芝
装帧设计: 秦 童 / 责任印制: 张 倩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 4 月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2017 年 4 月第一次印刷 印张: 18 1/4

字数: 250 000

定价: 52.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

编委会

主编

崔玉琴

副主编

柯常取 郭澜涛

编委

申 明	付燕华	来艳芳
胡凌飞	姚 宁	唐 葶
邵水珠	李景娟	林雨萌
李吉锋	刘 慧	贾明哲
赵 力	郝瑞芝	曾 前

特约编辑

阮 帆 李利峰
李清波 张宏伟
秦 童 张 林
王艳妮 吉 振

责任编辑 徐 烁

责任校对 郭瑞芝

封面设计 秦 童

排版设计 秦 童

创意出品 北京科技报社



前言

创新无止境 永远在路上

近年来，北京市全面实施创新驱动发展战略，进一步深化科技体制改革，优化科技创新环境，营造良好的创新氛围，以鼓励科研人员潜心研究，激发科研人员的创新动力和积极性。科技奖励作为科技工作的重要组成部分，在北京建设全国科技创新中心的进程中，充分发挥了其激励引导作用，越来越多的优秀科技成果在科技奖励的舞台上得到了展示，并汇聚成科技创新的磅礴力量。

这些获奖成果立足自主创新，服务经济社会发展，充分反映了北京当前科技工作的重点和特点，展示了科技创新的水平与特色，体现了在全国科技创新中心建设过程中的支撑引领、示范带动和辐射功能，获奖成果还体现了北京科技奖励政策在服务国家创新战略、支撑首都经济社会发展中发挥的激励和导向作用。

科技创新是融入血脉的发展基因，变化和前进就是它永恒的特点，今天的科研成果也是明天的科研基础，正如雨果所说：与有待创造的东西相比，已经创造出来的东西是微不足道的。科技创新的前沿永无止境，科技创新的未来激动人心，科技创新是广大科技工作者必然的选择和永恒的追求，广大科技工作者永远在攀登高峰的路上。

科技奖励是科技工作的重要组成部分，是科技创新历程的见证。为了留下创新路上的过往印迹，我们将2013—2016年《北京日报》、《科技日报》刊载的“北京市科学技术奖”获奖项目巡礼编纂成《创新在路上》一书，以此致敬科研路上不平凡过去，为给科技创新工作做出贡献的科技工作者喝彩，弘扬他们的创新精神，并指引我们未来的探究与创新之路。



CONTENTS 目 录



高效能源与环境保护

- 3 污水化作清水流
- 11 科技让北京城“喝上”干净水
- 17 卫星遥感监测：捕捉雾霾的“天眼”
- 23 小马桶如何推动环保大变革
- 29 用科技创新治理“垃圾围城”
- 35 除污见清荡碧波
- 41 让电动汽车跑得远还能跑得快
- 45 电化学法：让餐厨垃圾变沃土
- 51 四方继保：为“绿色”供电保驾护航

计算机与电子通信

- 59 信息化技术让城市“蜕变”
- 67 让网络视频“说话”的“福尔摩斯”
- 71 蜂鸟芯片：让北斗导航“飞”得更快更准
- 75 EMR：让广电“巨人”的心跳得更有力
- 79 超图软件：地理智慧就在你身边
- 85 是谁把搜索引擎变得更聪明？

城建交通与先进制造

- 93 流动在都市地下的科技
- 101 打破核心技术的壁垒
- 109 “水泥森林”里的工程智慧
- 117 他们用科技创造地铁施工的穿越奇迹
- 123 京东方：一块闪耀世界的“中国屏”
- 129 让重大建筑屹立百年的创新力量
- 135 智慧出行，让城市快起来
- 141 数字设计成就“未来建筑”
- 147 他们编织了一张货运车联网



医疗卫生与医药工程

- 155 医术的崛起，患者的希望
- 163 “药”为百姓服务
- 171 北京生物医药产业：打破垄断，为中国制造正名
- 179 突破重大疾病诊疗的“天花板”
- 187 他们让脑卒中患者的生命线延长
- 193 晶型药物研究：让老百姓吃上放心国产药
- 199 用科技守护精神障碍患者的心灵家园
- 205 Holter “题库”：中国人的心脏监控卫士护航者
- 209 做国人心血管患者安全有效用药的护航人
- 215 治愈胰岛素瘤的“火眼金睛”
- 221 中药抗抑郁：传统医学焕发新生
- 227 G型臂X光机：骨科手术有了“GPS”



农业林业与食品安全

- 235 餐桌背后的高科技
- 243 打造“好吃好看”的餐盘
- 251 这里的蛋鸡为啥吃得少，产得多？
- 257 用科技手段保卫百姓的餐桌安全
- 263 创新科技打造“中国好干酪”
- 267 保卫舌尖安全的“神兵利器”
- 271 他们用科技筑起一道食品安全防护网
- 277 他们用基因组技术为中国奶牛“挤奶”



高效能源 与 环境保护

2013—2016 年
北京市科学技术奖获奖项目巡礼

污水化作清水流

近年来，北京市全面实施创新驱动发展战略，进一步深化科技体制改革，优化科技创新社会环境，不断提升北京市自主创新能力。一批立足自主创新、服务经济社会发展的优秀科技成果，摘得了北京市科学技术奖，同时也为解决北京经济社会发展的重大、现实、紧迫需求，破解“城市病”，提高人民生活质量，发挥了重要作用。

本文将带您走进北京市科学技术奖的荣誉殿堂，重点介绍一批水资源处理领域的优秀科技成果。这些成果致力于保护北京水质安全，提高北京市污水处理和再生水利用能力，为打造青山绿水的宜居环境提供了有力的技术支撑。希望通过获奖项目的示范引领，在全社会营造良好的创新氛围，激励更多科技英才锐意进取、勇攀高峰，为首都科技发展贡献更大的力量。

污水深度处理的法宝：纤维转盘过滤技术

城市污水处理，简单来说可以概括为三个步骤：初级处理（例如沉淀）、二级处理（例如生物处理）、深度处理（例如过滤等）。由于此前水处理标准较低，长期以来我国污水深度处理过滤技术发展比较缓慢，很多城市污水处理厂都没有深度处理这一工艺。直到2006年，我国颁布《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）修改单，明确规定重点流域的城镇污水处理厂排放标准需达到一级A标准。污水过滤自此成为必不可少的处理工艺，大量城镇污水处理厂面临提标改造工作。

在国家863计划、北京市科技计划等大力支持下，浦华环保有限公司与紫光环保有限公司自

纤维转盘过滤系统占地小、美观清洁



2004年起，联合开展了城镇污水深度处理设备的研究。针对我国城镇污水特有水质和特点，研制出高滤速、高精度纤维转盘过滤设备，并实现批量化生产和规模化应用，为我国城镇污水深度处理过程提供了高效低耗的产品和技术，为大量城镇污水处理厂建设提供技术和设备支撑，并摘取了2013年度北京市科学技术奖一等奖。

从砂滤到纤维转盘过滤器 从大块头到小个子大力士

传统的水处理过滤技术多采用石英砂滤技术，通常的过滤设备是一个装满石英砂的大家伙，约四五米高，污水经过厚厚的石英砂层之后，就会变得清亮干净。砂滤技术虽好，但应用起来却不那么方便。一是占地面积较大，有的水厂光砂滤池就有几十个，很多旧污水处理厂面临改造困难的问题；二是运行管理比较复杂，每天要用大量压缩空气和水对砂滤池进行清洗，且石英砂很容易粘成一团，清理工作非常费事。

为什么不用薄薄的布过滤，而要用厚厚的砂呢？原来最难解决的问题是滤布的清洗，精细的纤维织物很容易被污染物堵塞，必须进行清洗。如果能设计出一种过滤器，能方便地解决滤布表面清洗的问题，不就好了吗？在这一思路下，浦华环保有限公司技术人员设计出一种转盘式的过滤设备。滤布被中空的滤盘支撑起来，滤盘竖直排成一排，过滤器体积大大缩小了。技术人员还找到一种特殊的织物，这种织物表面覆盖一层毛茸茸的纤维，清洗时，茸毛一下展开，在真空抽吸作用下，污染物就跑了出来，滤布又可以正常使用了。

新型纤维转盘过滤器一上市，这个“小个子”就引起了大家的兴趣。一是个头小，它比传统过滤设备矮一半，体积只有传统过滤设备的 $1/20$ ；二是能耗小，它的用电量只有砂滤池的 $1/100$ ；三是成本小，以前需要好几个小伙子管理的设备，现在实现了自动化。这个“小个子”的能量还真不小，一台常规型号的纤维转盘过滤器，每天处理的污水量最大可达到5万吨，而采用砂滤池，则需8座常规砂滤池才能完成这个工作，大大降低了污水深度处理成本。

广泛应用 日处理能力超过1000万吨

从2008年开始，这个小个子的大力士开始活跃在我国污水处理项目中。5万吨/日，10万吨/日，越来越多的大规模污水处理厂采用了纤维转盘过滤器，截至2013年

底,纤维转盘过滤器已成功地应用在北京、天津、江苏、浙江、山东等 20 余个省市的近 300 余个市政污水处理厂及工业企业中,实现了 1000 余万吨/日规模污水排放或回用水质的提升(相当于每天处理约 5 个昆明湖的水量),占全国污水处理量的 1/10。在北京地区,高精度纤维转盘过滤设备在卢沟桥、酒仙桥、吴家村等地的几个再生水厂投入运行,北京市每年新增再生水回用量为 1.5 亿吨左右。高精度纤维转盘过滤设备使北京市污水排放基本接近地表水 IV 类标准,比国家要求的污水一级 A 标准提升了一倍,为提高北京市污水处理、水资源利用水平发挥了重要作用。

纤维转盘过滤技术节能环保效益显著。相比于传统过滤技术,1000 万吨/日纤维转盘滤池可节省总面积约为 21.8 万平方米。纤维转盘过滤技术的推广应用,使浦华环保成为北京市高附加值环保设备制造业的典范,提升了我国高端环保产业的整体制造能力和技术水平,为促进我国城镇污水处理行业发展做出了重要贡献。

“红菌”技术：污水生物脱氮的革命性技术

二十年前,一种神奇的红色细菌被发现,它叫“厌氧氨氧化菌”,这种小小的红色细菌对处理高氨氮废水和提高污水处理出水水质具有革命性意义。“红菌”,这种深深隐藏在自然界中的古老菌群,1 亿个攒在一块也就芝麻粒大,却能“吃”掉数倍于自己体重的氨氮污染物,将氨氮转化为氮气去除,而且几乎不产生污泥。

只是,自然界中的“红菌”是分散的,在污水里成不了气候。如何实现“红菌”的规模化培养并应用到去除氨氮废水和污水治理实际工程中,是国际污水处理行业中公认的技术难题。在国家科技支撑计划和北京市自然科学基金的支持下,北京城市排水集团科研人员历尽 7 年实验研究,攻克难关,自主培养出了“红菌”,并在国内率先成功应用于工程实践,打破了这一技术在国内自主研发应用的空白,为处理高氨氮废水提供了决定性的技术支持。“基于厌氧氨氧化的高氨氮有机废水生物除碳脱氮技术创新与实践”项目也因此获得了 2013 年度北京市科学技术奖二等奖。

七年攻关研发红菌技术

2006 年,北京排水集团在追踪和分析世界污水处理先进技术的基础上,把研发厌氧氨氧化技术(也就是“红菌”技术)作为 1 号研发课题,挑选精兵强将组建“红

菌”技术研发团队，由张树军担任团队带头人。

当时，“红菌”的培养技术国内并不掌握，所有技术文献完全查不到，国外技术保密也非常严格。自1999年荷兰科学家首次培养出红菌后，这种技术一直被少数几个国家垄断，世界范围内建立起的红菌污水处理工程仅仅10余座。研究初期，张树军带领的研发团队没少碰壁，只能依靠自主研发。面对如此高难度的技术难题和国外技术封锁的情况，研发团队从基础做起，日日夜夜地查资料、做试验，反反复复地实验、分析、比对，实验室就是他们的战场。



厌氧氨氧化菌

经过七年不间断的技术攻关，研发团队接连取得硕果。他们解决了红菌培养和富集的难题，将培养时间由原来的两年左右缩短至6个月，实现了自主培养菌种、生产性示范工程实践、规模化培养和工程化应用三个阶段重大突破，拥有了完全自主知识产权的“红菌”专利技术和专有技术注册商标，获得国家发明专利16项，北排红菌技术达到国内领先和国际先进水平。

红菌脱氮节能经济又环保

传统脱氮技术采用的是好氧菌，效率较低，需要不断供氧（这一工艺称为“曝气”）。大曝气池往往占地数十平方米，曝气过程需要投加碳源，会产生大量二氧化碳气体，耗电量也很大。同时，微生物快速繁殖，产生大量污泥。

采用“红菌”技术，可以利用特殊培养的厌氧氨氧化菌直接将污水中的氨氮化合物转化为氮气去除，与传统脱氮技术相比，可降低温室气体排放量90%以上，节省曝气电耗60%、节省占地30%、节省建设费30%、节省运行费用60%，是高氨氮废水处理的革命性替代技术，对污水处理水质保障具有重要意义，已经成为世界各国水务研发机构竞相研发和竞争的前沿技术，代表了未来生物脱氮的主流方向。

2013年6月，北京排水集团在高碑店污水处理厂内建成红菌技术应用示范项目，



红菌菌种培育基地

日处理 800 吨污泥消化液，氨氮去除率 95% 以上，总氮去除率 85% 以上，主要技术指标达到国际领先水平。该项目是国内第一个具有完全自主知识产权的厌氧氨氧化脱氮工程项目，使中国成为国际上少数拥有该技术工程化能力的国家之一。

“红菌”技术的成功应用，在实现污水高效处理的同时，剩余污泥和温室气体排放大幅降低，有利于促进北京污水处理和再生水处理的技术升级，为改善北京市整体环境提供了很好的技术支持。近几年，“红菌”技术还将不断地应用到北京市排水和再生水设施建设“三年行动方案”工程项目以及污水处理市场化项目中。

农村污水低成本处理技术取得新进展

根据全国第一次污染源普查资料，农村污染已占据我国污染排放总量的一半，农村环境问题已经影响农产品的安全，甚至威胁到人民的健康，治理农村环境问题刻不容缓。北京市委市政府统一部署，自 2006 年至今，共投入超过 20 亿元资金，用

于开展农村污水综合治理试点工作。农村污水处理设施建设虽然取得一定成效，但也暴露出缺乏适用的处理技术、运行维护困难等一系列问题。

农村污水处理与城市和中小城镇污水处理相比，不仅在水质、水量及建设模式上有所不同，而且在规划设计、工艺选择、运行管理模式等方面也有较大区别，不能照搬城市和中小城镇污水处理模式。针对农村生活污水特点，结合国家重大水专项和北京市科技计划项目，中国环境科学研究院、北京市水科学技术研究院等单位联合开展了多项农村生活污水处理适用技术及成套装备研究，并在北京昌平等区县进行成功的推广应用，为北京农村生活污水的规模化治理提供了科技支撑与技术保障，项目成果获得 2013 年度北京市科学技术奖三等奖。

因地制宜提出多项农村污水处理适用技术

研究团队首次提出并研发了基于多介质材料的农村生活污水生态处理技术，揭示了多介质生态处理技术原理，研制了 10 种新型介质材料，攻克了长期困扰生态处理工程占地面积大、易堵塞、氮磷处理效率差、低温处理效率难达标等瓶颈性问题，形成了 25 项专利技术，因地制宜地研发了庭院式、小型分散式及分散式的小型污水处理装备，形成了成套化、系列化、标准化、装备化的集成技术。

——进行了农村生活污水人工潜流湿地处理技术与示范。近些年陆续开展了人工湿地处理北方农村生活污水技术研究、人工湿地+生态湿地生态净化技术研究、强化型氧化塘曝气技术试验研究等，研究污染负荷、水力条件、植物种群和处理单元设置、生物填料等因素对污水的净化效果，取得了丰富的创新性科研数据和成果，掌握了多项实用、经济可行的关键技术。

——进行了农村生活污水厌氧处理技术与示范。为更好地将厌氧技术用于农村污水处理，发挥厌氧工艺技术运行费用低、负荷高等优点，同时避免操作复杂等不足，研究了厌氧滤池+太阳能曝气生物接触氧化处理农村生活污水技术，开发了太阳能曝气集成系统，有效降低污水处理能耗和运行成本。

——进行农村生活污水处理材料创新。以粉煤灰、杭锦土等廉价原料，研制具有高氨氮吸附性能的新型分子筛，交换容量是天然分子筛的 150 倍，处理效率提高 20 倍，并进一步研制出 3 种具有高效同步脱氮除磷功能的多介质复合功能材料。