

科学新闻

SCIENCE NEWS

2016/2

科学新闻



粉垄 绿色农耕进化

Science
AAAS 专供

2016年2月25日出版 总第520期
刊号: CN11-5553/C ISSN1671-6582
定价: 人民币 20元 港币 30元

ISSN 1671-6582



中国科学院主管 中国科学报社主办

细推物理需行乐
何用浮名绊此身

祝科学新闻

越来越好

本子改道

09月16日



带给世界科学的深度新闻

《科学新闻》是中科院主管、中国科学报社主办、服务于职业科学家的中国最高层次的科学类新闻杂志。目前，读者覆盖全部两院院士、部委科技管理者、大学校长等教育科研管理者、部分“千人计划”入选者、主流科学家在内的万余人。

2013年5月，《科学新闻》与美国《科学》杂志进行战略合作，成为《科学》在中国的内容特供伙伴。

《科学新闻》杂志电子版最大程度保留了纸媒杂志的优势：精美的排版、高质量的文章和图片，能够带给读者熟悉的阅读体验。

《科学新闻》以其高端性、权威性和科学性受到科研工作者和科技政策制定者的广泛认可与喜爱。



为接地气的原创点赞

当彼时举国科技体制为以“两弹一星”为代表的国家战略安全研究倾斜的时候，可能谁也没有想到，湖南一所普通农校的教员袁隆平一个不起眼的发现，能为世界做出多养活数亿人的贡献。

就是那小小的几株秧苗，最终成就了我国“杂交水稻”这一变革，并留给多年之后的人们津津乐道的传奇。

改革开放以来，中国的经济和科学研究也随着历史进程在逐步调整着自己的脚步和方向。当前，面临发展方式转变的我国，正迎来“大众创业、万众创新”的高潮，“大众”与“万众”概念的提出，意味着国家更加鼓励接地气的“小型”创新。

何谓“小型”创新研究？本编辑部认为，那些国家资源、经费投入不大，团队人数不多，并长期聚焦于一个领域的科学研究和技术革新符合这样的定义。与“上天”“入地”“下海”的大格局相比，“小”研究更明显的特征是与兴趣相结合，注重市场和需求，并且往往在早期难以为人所知。

不可否认，很多这样的“小”的科学研究和技术创新，因为这样那样的原因，最终销声匿迹。但其中很重要的一点是，不少有潜力的研究，尤其涉及到与强势资源对接的时候，却因为缺乏有效推广和后续其他方面的支持而夭折，令人唏嘘。

今天，“双创”时代的中国正缺少遍地皆是、小型的“星星之火”。“大众创业、万众创新”良好氛围的形成，呼唤和要求我们每个人都为自主的“小型”原创点赞。

基于这样的考虑，《科学新闻》编辑部特意选取了西南边陲的一位农民科学家，以封面故事的形式讲述他带领团队开展“小”研究，并努力将其应用于更广泛实践的历程。

源于一个儿时的梦想和变革中国农耕方式的雄心，这位农民科学家和他的粉垄耕作团队走遍了大江南北，其技术赢得了一些农学家和普通农民的尊重和支持。

通过这个样本，本刊希望通过剖析那些看上去有些“不起眼”的“小”研究，能带给读者些许思考和感悟。

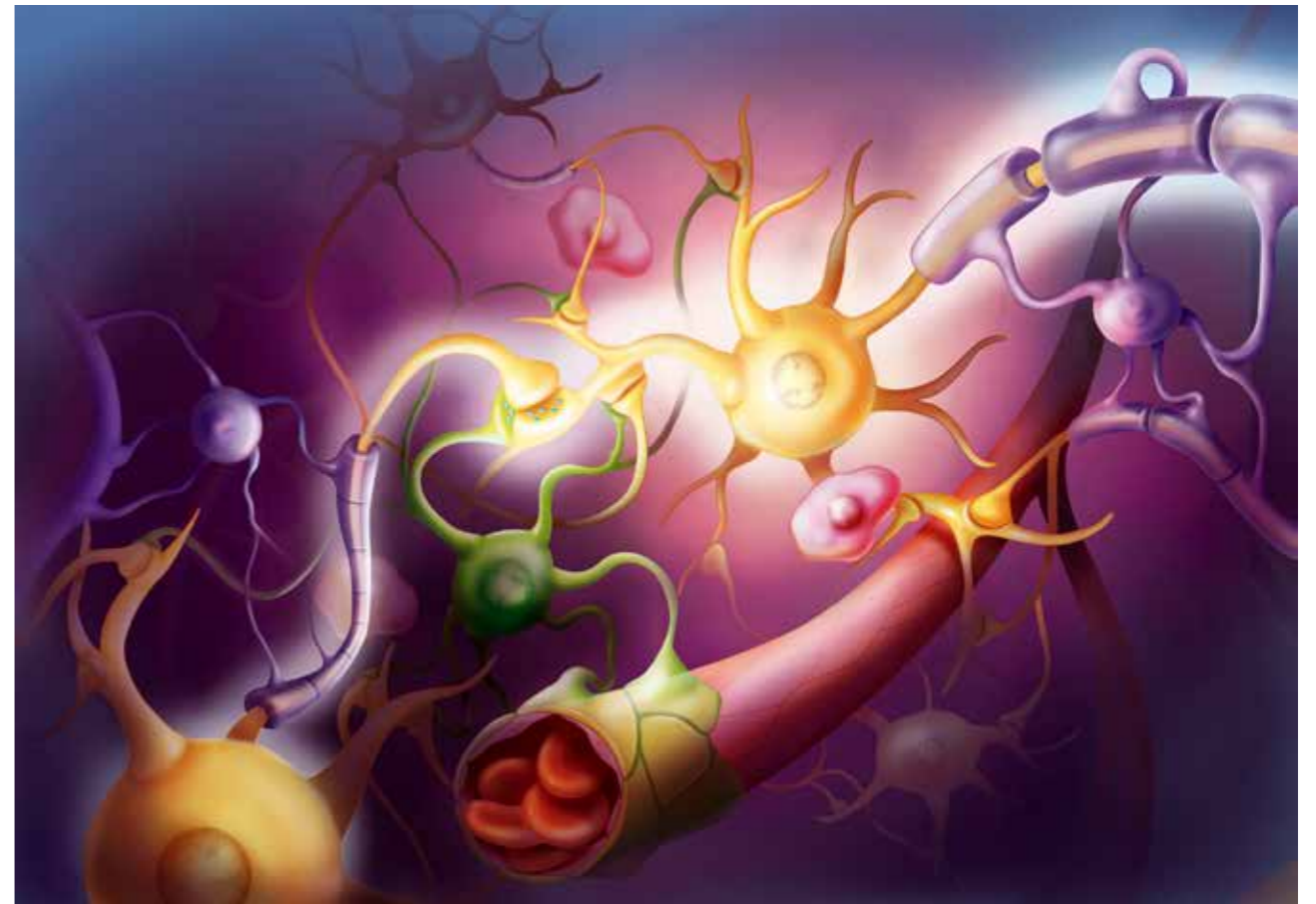
本刊编辑部

2016年2月25日出版



- 8 粉垄栽培 广造良田
- 19 农耕技术的“前世”与“今生”
- 26 因地制宜 粉垄“神器”显身手
- 31 偶获至宝：粉垄“克”盐碱
- 34 干土抛秧，让农民“穿鞋栽稻”
- 38 回移自然 走向绿色农耕
- 41 携手与“泥土”共舞
——广西农业科学院粉垄团队侧记
- 45 行走农耕 挥写粉垄文章
——专访广西农业科学院研究员韦本辉

2016年2月25日出版



- | | |
|-----------------|------------|
| 2015 中国科学年度新闻人物 | 美国《科学》内容特供 |
|-----------------|------------|
- 56 屠呦呦：对抗疟疾 守护生命
 - 58 潘建伟：书写中国量子通信传奇
 - 60 谢毅：徜徉固体世界 享受科研乐趣
 - 62 张亭栋：让中药研究惠及人类
 - 64 蔡祖聪：变废为宝 秸秆可治“病土”
 - 66 金岩：全球首个生物工程角膜 成为“你的眼”
 - 68 陈薇：坚守公共卫生安全一线的女少将
 - 70 王恩东：用自主创新守护国家信息安全
 - 72 汪滔：领航中国无人机“瞰世界”
 - 74 游志胜：“空中管家”引领“刷脸”新时代
 - 76 刘慈欣：用想象力创造世界
- 科学·职业**
 - 79 有效教学：从“被动听课”转为“主动学习”
 - 科学·生命**
 - 84 奔跑吧，神经生理学！
 - 科学·职场生涯**
 - 88 我的蜕变
 - 89 欧洲：“博后”“成家”两不误
 - 91 联手抗海啸
 - 92 当教育关上了门
 - 科学·集萃**



刊名由中国科学院院长白春礼题写

- 学术顾问**
- 何毓琦 (数理科学)
美国工程院院士
 - 曾毅 (医学)
中国科学院院士
 - 翟虎渠 (农业科学)
中国农业科学院研究员
 - 饶毅 (生物学)
北京大学教授
 - 贺福初 (生物学)
中国科学院院士
 - 陈十一 (工程科技)
中国科学院院士
 - 王鸿飞 (化学)
美国能源部西北太平洋国家实验室研究员
 - 曹聪 (科学政策)
美国纽约州立大学研究员
 - 金碧辉 (文献情报)
中国科学院国家科学图书馆研究员
 - 周兴江 (物理学)
中国科学院物理研究所研究员
 - 张称意 (大气科学)
中国气象局研究员

科学新闻 SCIENCE NEWS

本期截稿日期
2016年2月25日

主 管 中国科学院
主 办 中国科学报社
出 版 科学新闻杂志社
出 版 人 陈 鹏
社 长 张明伟
执行总编辑 吴 昊

编 辑 部 唐 琳 倪伟波 姜天海 谭一泓 薛 坤 甘 晓
倪思洁 丁 佳

视觉设计 北京和润信博品牌文化传播有限公司

印务总监 张 京

招聘主管 张赋兴

发行经理 张 京

法律顾问 郝建平 北京灏礼默律师事务所

地 址 北京市海淀区中关村南一条乙3号

邮 编 100190

网 址 www.science-weekly.cn

编 辑 部 010-62580822

E - m a i l scienceweekly@stimes.cn

发 行 010-62580707

E - m a i l sale@stimes.cn

广 告 010-62580824

E - m a i l weekly-ad@stimes.cn

出版许可证 京期出证字第3958号

开 户 行 北京市工商行海淀支行营业部

户 名 中国科学报社

账 号 0200049609046215517

广告许可证 京海工商广字第8037号

印 刷 北京工商事务印刷有限公司

每 期 定 价 人民币 20 元 港币 30 元

出 版 日 期 每月 25 日

国内统一连续出版物号 CN11-5553/C

国际标准连续出版物号 ISSN1671-6582

合作媒体



声明

《科学新闻》所有作品，未经许可，一律不得转载、摘编。

2050年全球人口激增至90亿
农业用水占全球淡水资源消耗的2/3
未来50年要生产相当于过去一万年的粮食产量
粮食产量翻番才能保障更多人获得食物的权利
而我们却要面对耕地有限，水资源稀缺，自然灾害，气候变化……

农业生物技术

帮助从每一滴水
中获取更多产量，**增产增收**，
保障更多人获得食物的权利！

上善若水 利泽天下 技术创新 满足需求



生产更多，节省更多，改善农民生活



COVER STORY

封面文章

COVER STORY

封面文章

新生态

绿色农耕进化



粉垄栽培 广造良田

► 记者 秦志伟 ■ 吴廖

近几年,在广西百色、海南琼海、内蒙古通辽、河北吴桥、新疆霍城等全国不少市县的田间,冒出了这样一台样貌颇为奇特的农机。

这台“大块头”是履带底盘,车头前挂着的灭茬器可以灭茬秸秆还田;后半身高悬着一排垂直螺旋钻头,装配有起垄清沟、施肥播种、表土平整镇压等功能,可以一次性完成传统的犁、耙、碎等作业程序。

在现场可以看到,螺旋钻头启动后,垂直深旋入土下30~50厘米,将田间原本板结的地面粉碎成颗粒状,让土壤自然悬浮成垄,可直接播种作物。这种农机的耕深不仅比传统拖拉机耕作加深了1倍,而且土壤疏松不乱土层、蓄水纳氧性强,可以有效减少化肥、农药的使用,促进农作物自然增产、提质、增效。

有人叫它深旋机,但它更广为人知的名字是“粉垄机”。

由广西农科院经济作物研究所研究员韦本辉等发明、广西五丰机械公司首创的粉垄机械——自走式粉垄深耕深松机,以及粉垄技术所带来的农业耕作方式的改变,逐渐引起了多地政府、农业专家和农民的关注。

“粉垄栽培主要是通气好,根系发达。粘土的透气性就不行,粉垄栽培之后使粘土结构改变,根系更发达。”“杂交水稻之父”、中国工程院院士袁隆平曾在接受媒体采访时对这项创新性农耕技术给予高度肯定,并指出“粉垄技术可在全国推广”。

2015年中央政府工作报告和中央“一号文件”相继提出,要“推

进土地整治,增加深松土地”。的确,“根深叶茂”“树大根深”,古人对农耕的实践认知仍有极其重要的现实意义。

在种植业良种、良法的优化改进已几近触碰“天花板”的今天,单纯依靠“加肥、加药”来提高农作物产量的方法已经难以为继。回归农田本身,深耕深松,推动农耕模式的可持续转变,成为进一步保障我国粮食安全和发展绿色农业的一种重要方式。

粉垄作为一项可持续增产的高效农耕技术,现今已在全国20个省、市、自治区的20种作物上广泛应用。该技术的主要发明人告诉记者,在不增加化肥农药情况下,作物增产10%~30%,品质提升5%以上,效益增加15%以上,增贮天然降水100%

以上。

“粉垄技术可以称作农耕方式上的变革,我觉得它应该走向世界。”中国科学院遗传与发育研究所研究员张正斌在接受《科学新闻》采访时表示。

粉垄栽培技术改变了传统的耕作模式,将数千年来传统的犁翻碎土的深耕深松方式。农耕技术从“浅层翻犁”到“水平旋耕”再到“垂直深旋”,推动了农耕革新的步步前行。

49位农民的联名信

2011年,当韦本辉领导的粉垄技术团队来到广西北流市民安镇兴上村进行28亩水稻示范田的粉垄实

粉垄栽培技术改变了传统的耕作模式,将数千年来传统的犁翻碎土“轻巧一变”,成为垂直旋削碎土的深耕深松方式。农耕技术从“浅层翻犁”到“水平旋耕”再到“垂直深旋”,推动了农耕革新的步步前行。

验时,他的心情有些忐忑。

此前,该技术已在玉米、甘蔗等11种旱地作物种植中得到良好的应用,增产达10%~30%。但是,由旱地到水田,异地而置的粉垄技术又能否产生同样的效果,他心里并没底。

彼时,仅仅两岁的粉垄技术尚处于研发早期。因此,第一代以拖拉机为动力带动钻头的“杂交”产品在兴上村水稻粉垄示范基地上并没有发挥最大功效,耕深只比传统耕作加深了7~8厘米(达20~22厘米)。

但早稻增产效果却着实让粉垄技术团队看到了希望。经过粉垄的2011年早稻,经测产,亩产稻谷672公斤,比对照增产123公斤,增产率22.4%。

“示范农户普遍反映,由于用了粉垄技术,自家的粮食连年丰收了,还想继续用。”北流市民安镇农技站负责人梁景表示。

不过粉垄在兴上村的推广并不是一帆风顺。当时粉垄团队摸索出的“水田干耕”法,即在冬天水田干水后耕作,待插秧前再放水泡田



中国工程院院士山仑（中）在指导粉垄栽培研究。

插秧，这一时间仍让兴上村的村民难以接受。千百年来老祖宗传下的“规矩”认为，水稻耕作得“一犁两耙，再拢平”，表面都有一层泥浆。但是，粉垄耕作却不用耙地，直接进行干土抛秧。这让不少示范农户心里开始犯嘀咕，有的人私下里又偷偷将粉垄后的泥地用耙拉平。

一位中年妇女站在田边用北流话大声质问：“我们祖祖辈辈都是要耙土才能插秧，你们这样种田，找得到吃的吗？”虽然将信将疑，这位农户还是听从了粉垄团队的劝说，粉垄后直接抛秧。出乎意料的是，谷穗长势最好的也是这块田。

随后几年，尝到甜头的示范

农户继续采用轻耕或免耕种植，至2013年底，粉垄稻第六造仍具增产效果，平均亩产干谷641.56公斤，比对照541.68公斤亩增稻谷99.88公斤，增产18.4%。

很少有人愿意做第一个吃螃蟹的人，但却往往会在见证成功后一拥而上。粉垄技术持续增产的效果让其他村民也开始跃跃欲试。2014年冬，兴上村高块组的49名村民联名写信至广西农科院，希望能够在他们的101.95亩地上进一步推广粉垄技术。

此时，与粉垄团队合作的广西五丰机械公司已研制出新的履带式粉垄专业机械。据媒体报道，

2015年，广西北流市民安镇兴上村稻田粉垄加深到28~30厘米，采用“水稻粉垄干土抛秧种植法”，早稻产量每亩增加126.07公斤，增产25.51%；晚稻免耕种植亩增产102.4公斤，增幅达19.50%。

农业之本在于耕作

自远古人类驯化栽培野生植物以来，耕作技术从点穴撒籽、刀耕火种到机械化耕作，经历了漫长的历史演进。

如今，现代农业最突出的标志之一就是实现了耕作的机械化。农业机械化在耕作上的应用与普及，既解放了大量的农业劳动力，又较大幅度提高了作物的单产和土地农产品的产出率，为人类的发展作出了不可磨灭的贡献。

在粉垄团队看来，农耕技术一旦得到革新突破并推广，成为减轻农事劳作、提高作物单产的技术与方法，就可以成为人类共同财富，久远沿用，造福人类。

然而，世界农业机械耕作的应用与普及时间不尽相同。发达国家已有上百年的历史，我国大量使用拖拉机耕作却只是近二三十年的事。

“我国近代耕作技术系统研究不够，未形成可在大范围推行的新的耕作技术体系。”中国工程院院士山仑在《农耕新方法粉垄及其应用研究》第三方评价意见中指出。

研究显示，我国耕作使用的各种农机具，与传统人力耕作、畜力耕作相比，耕作层深度由12厘米左

右加深到16厘米左右，最深也不过25厘米。

“现行的各种拖拉机耕作，仍然沿用传统的犁翻或悬耕碎土的方式。即不管犁耕还是旋耕，均为纵向碎土，导致耕层较浅。虽然是深松技术，但在秸秆粉碎还田等方面还有很大的不足之处。土壤中的速效养分得不到有效释放，加上多年的连续保护性耕作，导致耕层变浅，土壤保水保肥性能较差，难以满足作物进一步高产。”张正斌指出。

据联合国粮农组织预计，到21世纪中叶，世界人口将增加到85亿~100亿，粮食产量要比当前增

长70%~100%，才能满足人们的生活需求。

而要实现这一目标，2015年12月发表于《世界农业》的论文《“一带一路”沿线国家粮食生产现状及前景》中指出，世界粮食主产国需大幅提高粮食产量。其中，扩大耕地面积和提高单产是两个主要途径。但未来全球只依靠扩大耕地面积来提高粮食产量的可能性已非常小，粮食产量提高将主要依靠单产的进一步提升。

如何进一步提高作物产量？

“必须更新土壤耕作机具和耕作栽培技术，为作物生长创造更优

良的土壤环境。”粉垄团队认为，“要研制出使耕作深度增加且不将底层生土上翻、并能使耕作层高度疏松的耕作机具和技术方法。”

自此之后，团队负责人带着他对粉垄机的构想来到广西五丰机械公司。

在一无正式图纸、二无样机的情况下，他们对现行农耕机具进行研究，反复改良和实验，最后设计出一种能深耕将土壤垂直旋磨粉碎、并且自然悬浮成垄的新型耕作机具，耕作层深度可增加30厘米以上。

从最初以拖拉机为动力带动钻头的“杂交”产品，到履带式



东帝汶国家政府部长等一行前来考察和采购广西五丰机械公司研制生产的自走式粉垄机械产品。

粉垄专业机械，粉垄机械的成熟经历了6年4型的改造，其中对旋转钻头的改进更是高达10次以上。每一次改良进步都源自于粉垄栽培试验示范实践和用户建议。

2015年4月，改进后的履带式粉垄深旋机在广西工业博览会开幕式上亮相，得到广西壮族自治区主席陈武的肯定。

“由广西农科院经作所、广西五丰机械公司发明制造的粉垄机，在某种意义上是对耕作机械的一场革命。”张正斌表示，它打破了现行拖拉机（水平）旋耕、深翻、深

松耕作与运行理念，是一项利用专用粉垄深旋耕机带动垂直螺旋钻头、深垦深松土地的农耕新技术。

粉垄技术团队介绍，该项技术突破了传统的“犁翻—耙碎—耙平—起垄—种植”的耕作栽培体系，可一次性完成深耕、粉碎、成垄等作业，其最大优点是深耕深松而不乱土层，耕层呈粉碎颗粒状，疏松而不易黏结，通气性能良好，贮水性能提高，为作物生长发育，特别是为根系的纵深生长创造了一个全新的土壤生态环境，为农作物对干旱、高温、低温等不良环境的抵御能力提高、保障稳产丰收

创造了条件。

“‘粉垄耕作与栽培技术体系研究’对我国整体耕作制度的提升与发展具有重要意义，迈出了实际的关键性一步。”山仑评价道。

“深水”才能养“大鱼”

2016年1月22日，广西百色市田阳县那满乡，这个位于右江河谷中游的小山村，即便是在风雪侵袭两广时，也并没有让霜冻破坏了它作为著名蔬菜基地的美誉。

去年11月，广西在这里安排了

一个粉垄示范基地。农科院的粉垄团队挑选了其中一片地进行30厘米粉垄耕作，并于12月26日开始播种小番茄。

穿梭在粉垄耕作后种植的红润点缀的番茄地间，记者几次差点陷进土壤中。粉垄过后的土地就像海绵一样，踩上去均匀松软而有弹性。

示范田的实施单位、广西半亩良田农业开发有限公司总经理姚进荣，顺手挖起了一株粉垄后种植的番茄和一株对照组种植的番茄，轻轻掸去根系上的土。对比发现，粉垄种植根系可达50厘米，而对照组根系长度还不到30厘米。

生产实践证明，耕作土壤的深浅及其生态环境，往往决定作物产量的高低。而全国土壤普查的资料显示，我国耕地面临着耕层变浅、耕地养分失衡等重大共性问题。

广西农业科学院副研究员、薯类研究室主任甘秀芹介绍，粉垄土壤深耕可增加耕作层土壤松土容量和客土，增厚耕作层的活土层，促

“粉垄耕作的出现为打破犁底层、解决耕层变浅提供了一种新的选择和可行之法。本研究表明，这种新型耕作措施使耕层比旋耕和深松更为疏松深厚，易于调用深层水分，发生水分补给时，入渗快而深，即土壤调蓄水分更通畅。”

进作物根系更好的生长发育；同时，可以增加天然降水和人工灌溉水的人渗速度，增加耕层的贮水量。

“根深才能树大，特别是在旱地，尤其需要依靠根系找水、找营养。现在的浅层耕作技术导致根系不深，因此风一吹小麦也倒，玉米也倒，这是很普遍的原因。”张正斌表示，“但粉垄深旋耕技术和目前国际上的水平旋耕是不一样的。水平旋耕是在地表上旋耕，耕深只有15~20厘米。但粉垄垂直旋耕是在土壤深层旋耕，耕深可达45~50厘米，这是一个完全不一样的概念。”

记者在现场多次观察发现，由于使用螺旋形钻头代替了传统耕作的犁头或旋耕纵向碎土刀片机具，粉垄具有明显的良好整地耕作特点。

“粉垄耕作层土壤实现了横向快速切割碎土，形成了粉垄特有的耕作碎土方式，实现了可根据作物种植需求，超越现有耕作犁底层作业有效利用耕作层及其以下土壤资源，且粉垄耕作层面土壤达到深耕

深松，形成土壤保水性能提高的‘水库’，这是传统耕作所难以比拟的耕作效果。”粉垄团队认为，这就是“深水才能养大鱼”的原理，“深水”即从土壤深层下手，而“大鱼”就是作物增产效果。

2011年，中国农业科学院农业资源与农业区划研究所与山东省德州市农业科学研究院的研究团队，在河北省沧州市吴桥县开展了“粉垄耕作对黄淮海北部土壤水分及其利用效率的影响”试验，利用粉垄耕作地块土壤，进行土壤水分及玉米生长利用土壤水分效率研究。试验设置粉垄30厘米、粉垄50厘米、粉垄30厘米+地膜、粉垄50厘米+地膜、粉垄30厘米裸地、粉垄50厘米裸地等耕作处理，以旋耕15厘米和深松35厘米为对照。

“粉垄耕作的出现为打破犁底层、解决耕层变浅提供了一种新的选择和可行之法。本研究表明，这种新型耕作措施使耕层比旋耕和深松更为疏松深厚，易于调用深层水



粉垄插秧与常规插秧稻田的耕层对比。



广西百色种植的番茄根系对比图。

姜天海 / 摄

分，发生水分补给时，入渗快而深，即土壤调蓄水分更通畅。”这项于2013年12月发表在《生态学报》的研究结果显示。

粉垄耕作后，各处理的总耗水量比旋耕和深松耕分别减少了12.2%~16.4%和10.2%~14.5%；粉垄产量水分利用效率比，分别比旋耕和深松提高了28.3%~50.6%和19.1%~39.7%。

粉垄的优势不仅在于“根深”“保水”，而且也在“淡盐”等土壤环境修复等方面具有潜力。

在宁夏引黄灌区农垦平吉堡现

代农业示范园区，宁夏农垦农林牧技术推广服务中心对这片淡灰钙土进行了粉垄试验。

测定结果显示，与对照相比，粉垄整地种植前0~20厘米耕层土壤全盐含量降低54.72%，20~40厘米耕层全盐含量则增加75%；收获后测定，粉垄比对照0~20厘米耕层土壤含量降低22.78%，20~40厘米耕层全盐含量则降低4.44%。

“这表明粉垄耕作有良好的‘淡盐’作用。”甘秀芹表示，由于土壤疏松，不仅0~20厘米耕层土壤全盐被淡化，而且耕层20~40厘米的

盐分在收获后也比对照田同层次的土壤盐分要低。

清华大学盐碱地区生态修复与固碳研究中心副教授王淑娟在调研过粉垄技术后，向《科学新闻》表示：“我国差不多有几亿亩盐碱地，所以盐碱地的改良会对我国粮食安全和生态环境改善起到很好的作用。”她正在与粉垄技术团队探讨，希望能通过粉垄技术和化学改良剂相结合的方法，提升盐碱地改良效果和速度，减少成本和耗水量。

而且“粉垄技术可以把秸秆粉碎还田、深翻和起垄等耕作技术集成一体，改善土壤活性，挖掘土壤自然的生产潜力”，张正斌举例道。

“可在全国推广应用”

粉垄技术于2008年开始试验研究，2011年在兴上村正式开始试点应用。几年来在团队成员的直接指导下，经过民安镇农业技术推广站参与示范，这一技术被认为是一项显著增产增效的实用技术。

当记者问到该项技术的优点时，参与试验示范的玉林市农业技术推广站原站长陈耀福研究员表示，这项技术能深松稻土，保持土壤的良好形状；保墒保肥，施肥转化率高；水稻根系发达，前中期先长根、后壮苗，苗情稳健，穗粒数较多，“这是农户普遍的反应”。

毕生致力于水稻增产研究的袁隆平，几年前就开始关注粉垄技术。2011年，袁隆平得知广西粉垄水稻试验增产效果明显时，就立即派人

专程赴现场考察，并于2013年在三亚进行了杂交水稻超高产粉垄栽培试验。

2014年，袁隆平团队又分别在湖南沅江、隆回开展了常规稻直播和超级杂交稻粉垄耕作新技术试验示范。7月15日，益阳市农业局组织专家进行的测产验收表明，沅江市罗阳镇示范片粉垄稻亩产稻谷469千克，比对照增产63公斤，增幅为15.6%。隆回超级稻示范片内的粉垄稻长势也明显优于对照组。在接受媒体采访时，袁隆平也因此表示，粉垄是一个改革和创新，可以在全国推广了。

该技术的示范试点不仅仅在广西，也不仅仅局限于水稻。与此同时，粉垄机也随着粉垄技术应用的全面推广开往全国各地。

截至目前，粉垄机已在广西、新疆、内蒙古、山东、甘肃、辽宁、河北、宁夏、河南、湖南、湖北、四川、陕西、广东、海南、云南、吉林、黑龙江、安徽、北京等20个省、市、

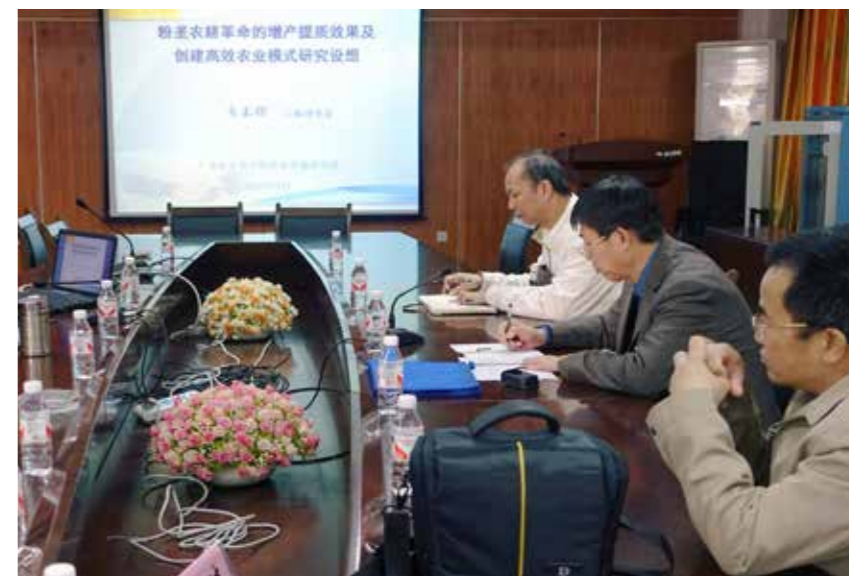
自治区的20多种作物上应用。

“粉垄技术在水、肥、土三方面产生了良好的增产效果，在有条件的地区，在一些通过深耕可显著增产的作物中，不妨积极推广粉垄栽培技术。”张正斌告诉记者。

粉垄一次之后持续增产的效果引发广泛关注。中国农业科学院农

业资源与农业区划研究所对2011年在辽宁昌图和河北吴桥进行粉垄耕作后连续五年（2011~2015年）定位的产量试验发现，在辽宁昌图春玉米一年一熟条件下，每年平均亩增产56.9公斤，增产率10.5%；在河北吴桥春玉米一冬小麦一夏玉米两年三熟条件下，每年平均亩增产

2011年，袁隆平得知广西粉垄水稻试验增产效果明显时，就立即派人专程赴现场考察，并于2013年在三亚进行了杂交水稻超高产粉垄栽培试验。



2015年1月15日，农业部农机化司科教处处长刘云泽来到广西农科院作专题调研，并听取关于粉垄栽培方法的汇报。

110.5 公斤，增产率 11.2%。

一份耕耘，一份收获。粉垄技术科研团队先后获国家发明专利、实用新型专利共 100 多项，“农耕新方法粉垄发明及其应用”项目获 2015 年中国产学研合作创新成果一等奖、2015 年广西技术发明奖二等奖等。

向绿色发展进军

在目前的中国，各种需要高肥、高水的杂交水稻、杂交玉米等杂交良种大量推广已历时 30 余年，为粮食安全和经济发展作出了贡献。

但也应当看到，长期种植导致耕地松土层愈来愈浅薄、板结，农业面源污染不断加重，供肥、供水

能力差，土壤养分严重“供血不足”和化肥利用率愈来愈低下，不得不靠盲目施用化肥、农药等获取‘掠夺式’产量，其产生的后果值得引起重视。

数据显示，我国化肥、农药已过量施用，比世界平均水平高出 2.5 倍，比欧美国家高出 4 倍。因此，变革现行农业生产方式，推行农业绿色发展拐点新技术，势在必行。

2015 年，农业部制定出台了《农业部关于打好农业面源污染防治攻坚战的实施意见》，力争到 2020 年，农业面源污染加剧的趋势得到有效遏制，实现“一控两减三基本”。

农业部副部长张桃林介绍，“一控”是指控制农业用水总量和农业

水环境污染，确保农业灌溉用水总量保持在 3720 亿立方米，农田灌溉用水水质达标；“两减”是指化肥、农药减量使用；“三基本”是指畜禽粪污、农膜、农作物秸秆基本得到资源化、综合循环再利用和无害化处理。

十八届五中全会也提出绿色发展，其也将成为指导我国“十三五”时期发展甚至是更为长远发展的科学发展理念和发展方式。

“粉垄就是绿色农业之道。”在广西五丰机械有限公司首届自走式粉垄深耕深松机供货会上，韦本辉向国内外专家学者介绍道。

据介绍，粉垄技术本质是回移自然，减少化肥、增产提质，是保障人们吃饱、吃好、吃得健康安全，

保障人类赖以生存的土壤、水体、空气减轻污染伤害，保障宜人生态环境的“青山绿水”，促进粮食和环境安全的一种重大科学创举。

记者了解到，广西北流市民安镇粉垄种植水稻 2011~2015 年的 5 年 10 造定点试验，在不增加甚至减少 10% 以上化肥的情况下，每亩净增产稻谷 1295.6 斤。

“粉垄技术降低了‘化学农业’程度。”甘秀芹介绍，中国农科院和广西农科院通过对水稻、玉米、小麦等试验，结果显示，降低了“化学农业”程度，每产出 100 公斤粮食其化肥使用量比传统耕作减少 0.35~4.29 公斤，减幅 10.81%~30.99%。

袁隆平在观察粉垄试验点后，受托向农业部科教司写信表示，粉垄耕作深耕深松，可以活土、保水、透气，能促进作物生长发育，特别是用于粘土的效果会更好些。

创新脚步没有停止

2012 年 3 月 28 日，广西科技厅组织以中国工程院院士刘旭为主任的科技成果鉴定委员会，对“农耕新方法粉垄及其应用研究”项目进行了成果鉴定。

鉴定意见认为，该项目“发明了一种‘粉垄农耕新方法’，研究具有原创性，达到国内领先水平”。

在这位粉垄技术带头人看来，粉垄栽培从所产生的一系列正面效应看，其具有自身独特的特质性利用与发展优势。粉垄技术对于“天上”“地下”资源的统筹可以从回

从初步的试验研究和实际效果来推断，粉垄栽培还具有其他重大的综合发展潜能，有可能为国家经济增长和社会稳定发展提供新的技术源，有可能成为国家发展战略工程技术。

归自然的角度真正修复“伤痕累累”的土地。

所谓“天上”，是指除了太阳光能以外，还有空气中含有氮、磷、钾等养分的漂浮物，通过降雨过程，水分渗流到土壤中，供作物生长利用；所谓“地下”，是指耕作层及其以下部分土壤资源，包括土壤中的各种矿物质元素养分和水分、氧气、微生物等。

粉垄团队告诉记者，由于粉垄深旋耕保水、保肥、增温，对作物遇到干旱、高温、低温有较好的抵御能力，可提高作物的稳产增产性能，可减少区域性乃至全国性农业减产风险。

从初步的试验研究和实际效果来推断，粉垄栽培还具有其他重大的综合发展潜能，有可能为国家经济增长和社会稳定发展提供新的技



2012年3月28日，“农耕新方法粉垄及其栽培研究”项目通过了由广西科技厅组织的、中国工程院院士刘旭作为主任的鉴定委员会的科技成果鉴定。



广西壮族自治区副主席张秀隆（左二）考察粉垄水稻增产效果。

粉垄技术团队在与不少农业专家实践探讨后达成了较为一致的意见，认为粉垄栽培既是一种农耕方式的进步，也是一场深刻的农业技术革新，由此将引发出牵涉技术变革的多个方面，至少有耕地良田化、耕种良种化、新的栽培技术体系化等。这些也将是粉垄技术团队的下一步研究重点。

“粉垄耕作技术是增加单产、提高品质的新生事物，（是）很值得作深入研究使之具有更大推广价值的新技术。”中国工程院院士蒋亦元在为粉垄技术题词时写道。

而兴上村49名农户也希望继续把该村作为样板。2015年春，兴上村再次采用粉垄种植早稻，晚稻采取免耕法，按粉垄栽培操作。北流市也表示要努力将其建成北流市超高产典型，进一步发挥辐射效应。

在张正斌看来，粉垄技术可以被定位为“粉垄高效农业”。“粉垄农耕新方法”是一种创新型高效现代农业模式，具有“深耕不乱土层、活土、释肥、保水、增温、淡盐、减排（甲烷）固碳”等功效，可应用于农、林、草业等而实现“增粮、增效、减灾、良态。”

“它有望成为助力解决我国乃至世界粮食安全、全面提高我国农业生产水平、关乎国家全局发展的民生性重大科学技术。”张正斌最后建议，国家也应为粉垄技术提供研发资金和农机补贴，以加快粉垄技术的研发速度，在全国开展更广泛的示范推广。■

（责编：唐琳）

术源，有可能成为国家发展战略工程技术。

不过，任何一项新技术在推向市场时，都需要经历市场和用户的“百炼”才能“成钢”。

“粉垄栽培虽然取得一系列研究成果，但是尚有一系列问题值得研究和完善；有些实验结果有待反复验证；有些想法，也只是根据研究结果、原理进行的推断和探索，需要进行实际试验方得出正确结论。”粉垄团队表示。

2014年，广西农科院在上报自治区政府的文件中指出了粉垄技术存在的问题和需要进一步研究的地方，如粉垄机还处在样机阶段，机械部分技术仍不成熟；粉垄技术适用的土壤类型及其与传统耕作技术

耕作成本的差异等。粉垄团队和广西五丰机械公司也在农民的反馈中不断改良粉垄技术和机械。

去年10月20日，广西壮族自治区副主席张秀隆前往北流市民安镇兴上村水稻粉垄示范基地考察，深入田间察看水稻粉垄栽培情况。他对粉垄技术的创新性和所取得的初步成果给予肯定，认为粉垄耕作深、松、碎程度比其他翻耕好，值得深入研究。

同时，他也希望科技人员今后多做一些不同耕法的规范对比试验，深化理论研究，加强粉垄机械关键技术研发，重视农机、农艺配套研究和技术效率、效益比较。同时搭建好的平台，大力应用推广粉垄耕作技术，促进粮食增产增收。

农耕技术的“前世”与“今生”

► 林落综合报道

农业是人类文明的第一基石，也是推动经济社会发展的第一要素，没有农业就没有人类文明的延续。古老农耕是人类最伟大的创制之一，为人类的生存与发展开辟先河。

从距今约1.2万年前诞生的农耕雏形，到当下不断革新和突破的耕作技术，伴随着中国农业发展的历史，农耕技术的发展史也同样波澜壮阔。

人类凭借着无穷的智慧，于不同时代创造了不同的农耕方式，而不同时代的农耕方式及其配套的栽培技术方法均为人类提供了最基本的食物。

因此，农耕方法与技术的进步，意义重大而影响深远。

回顾人类农耕技术方法的发展史，其大体经历了刀耕火种、人力耕作、畜力耕作和机械耕作四个阶段。

刀耕火种与人力耕作

新石器时代早期，中国出现了原始农业的雏形，这也被认为是世界农业发展的最初阶段。

在原始的自然条件下，人类采用简陋的石器、棍棒等生产工具，依靠自己的体力劳动，从事着简单的农事活动。其中，粗放的刀耕火种就是这一阶段的代表性耕作技术。



人类凭借着无穷的智慧,于不同时代创造了不同的农耕方式,而不同时代的农耕方式及其配套的栽培技术方法均为人类提供了最基本的食物。因此,农耕方法与技术的进步,意义重大而影响深远。

刀耕火种又称作迁移农业,其先以石斧,后来用铁斧砍伐地面上的树木等枯根朽茎,将草木晒干后再用火焚烧。经过火烧的土地变得松软,不翻地便直接利用地表草木灰作肥料,播种后不再施肥,一般种一年后易地而种。

随着人口的增长,刀耕火种的方式也开始变得变本加厉:燃烧的森林越来越多,面积越来越广。通常每次燃烧的森林面积为实际种植面积的5倍或者更多。由于这种方式直接破坏地表植被,因而不仅影响人们的生存环境,还引发了一系列生态问题。

在原始农业相当长的一段时间

里,人类进行农业耕作可以依靠的动力只有人类本身,即人力耕作。

传统的人力耕作不仅费时、费力,且效率低下。而且由于只是对土壤进行浅耕,因此作物产量也十分低下。

畜力耕作

在原始农业之后,中国农业发展开始步入传统农业阶段。

所谓传统农业,是指在自然经济条件下,以铁器农具为主要生产工具,以人力、畜力为主要农业动力,靠世代沿袭下来的耕作方法和农业

技术,以自给自足的自然经济居主导地位,其以铁犁、牛耕为标志。

传统农业产生于战国,发展于秦,运用于两汉,成熟于隋唐,是系统流传下来影响至今的一种农业文化。其低能耗、低污染等特点,即便是在当今时代,依然有借鉴意义。

随着传统农业的发展和技术的进步,农耕生产工具和生产技术都有了很大改进和提高。其中,铁制整地农具的出现和运用,极大地提高了生产力,也为畜力,即精耕细作技术的提高提供了技术保障。

畜力技术的运用,被认为是我国

农业技术史上农用动力的一次革命。

与刀耕火种以及人力耕作相比,牛拉铁犁的牛耕时代的到来和广泛应用使农业生产面貌焕然一新,实现了以畜力代替人力,加深了土地的耕作深度,提高了土壤的碎土量,进而提高了农作物单位面积的产量,从而引起了农业耕作上一系列的技术革新,堪称是中国农业生产发展中的一个新的里程碑。

机械耕作

传统农业之后,农业发展渐进到现代农业发展阶段。

所谓现代农业,是指广泛应用现代科学技术、现代工业提供的生产资料和科学管理方法进行的社会化农业。其最突出的标志之一就是耕作的机械化。即沿用传统耕作的畜力犁头翻耕碎土耕作模式的痕迹,由拖拉机为动力,牵引犁耙等工具进行犁翻碎土。

由于提高了耕层的碎土、松土程度和地面的平整程度,农业机械化的应用与普及促进了耕地综合生产能力和农作物产量的提升,提高

了劳动生产效率,解放了大量劳动力,在确保粮食和食品安全、推动社会进步和稳定发展等方面发挥了重要作用。

与传统人力耕作、畜力耕作相比,机械耕作明显加深了耕作松土层。

但是,现行的各种拖拉机耕作都有一个共同特点——仍然沿用传统的犁翻或旋耕碎土方式,即纵向碎土。这就使得土壤深耕而不易深松,土壤中的速效养分得不到有效释放,土壤保水保肥性能较差,难以满足作物进一步高产对土壤环境的需求。

通过梳理历史上耕作方式的演变,我们可以看到,耕地土壤的耕作层和松土层的厚薄,在一定程度上决定作物的生长好坏及产量。

在这漫长的过程中,人们希望通过加深土壤耕作层来更多地利用天地资源,提高作物产量。由最初的石器工具,发展到铁器的锄头、犁头,再到拖拉机牵引的犁头、刀具,耕作深度也从几厘米逐步加深到现在的近20厘米。

如今,粉垄耕作技术的发展,再

次为人类高效友好地利用天地资源提供了一个新的路径。

粉垄技术采用垂直螺旋型钻头刀片,能够快速横向切割土壤,使碎土自然悬浮成垄或成厢。粉垄机械向前运动一次就完成了包括碎割秸秆杂草、深耕碎土等程序,且车轮不再回头碾压土壤,保证深耕深松不乱土层。

据试验结果显示,粉垄耕作与拖拉机耕作相比,可将耕作层加深一倍以上。粉垄栽培则使得各种作物在正常科学管理条件下增产10%~30%,而且其产品质量也得到提高或改善,并且一次耕作可多年多季增产增收。

粉垄技术与现行拖拉机耕作模式有较大不同,实现了农艺与农机有机结合的创新,是一种更科学、更经济、更高产的耕作与栽培方法,也是现代农业科学技术发展的一次巨大创新。

当下,中国农业发展正处于生产方式转变的拐点,而粉垄技术及其带来的生产方式的转变,则有望助力于中国粮食和环境的安全。■

(责编:姜天海)

袁隆平

中国工程院院士、“杂交水稻之父”

粉垄栽培通气好，根系发达，根茎增长，根深叶茂，是一个改革性的创新，可以全国推广了。

——摘自《中国粉垄助力粮食和环境安全》



戴景瑞

中国工程院院士、玉米遗传育种专家

粉垄栽培技术是农耕方法上的一次重大变革和创新，是作物栽培技术的一大突破，其发展潜力和利用空间很大。

——摘自 2011 年 8 月 29 日《人民日报》“科技视野”版《粉垄栽培技术 让作物更高产》

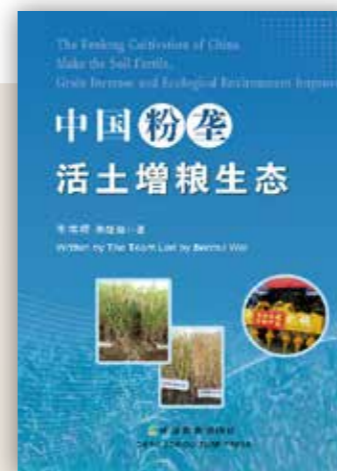


山仓

中国工程院院士、旱地农业生理生态学家

“粉垄耕作与栽培技术体系研究”，对我国整体耕作制度的提升与发展具有重要意义，迈出了实际的关键性一步。

——摘自《中国粉垄助力粮食和环境安全》



蒋亦元

中国工程院院士、农机化专家

粉垄耕作技术是增加单产、提高品质的新生事物，（是）很值得作深入研究使之具有更大推广价值的新技术。

——摘自《中国粉垄活土增粮生态》

（责编：唐琳）

因地制宜 粉垄“神器”显身手

► 记者 倪伟波

2016年新年伊始，在位于“沙田柚之乡”广西容县的一家生产农用机械的专业企业——广西五丰机械有限公司（以下简称“五丰公司”）的生产车间里，工作人员正在紧张忙碌着。

车间里，一辆小型自走式机械尤为引人注目。只见工作人员手握遥控器，操纵着机器向前运行，来回反复试验。

在机器到达指定位置后，工作人员激动地说：“适合南方地区的小型无人驾驶粉垄机试运行成功。”

在欢呼的人群中，有两个人面色平静而淡定，他们深知这样的成功来之不易，多少次的失败，多少次的反复试验，多少个不眠的夜晚……眼前

的成功固然值得庆贺，然而在他们的心中，这还远远不够。

他们正是粉垄技术的发明人广西农业科学院研究员韦本辉和五丰公司董事长李深文。

产研“牵手”一拍即合

土壤是农业之母，出生农家的韦本辉深谙于心。

然而，在几十年的工作实践中他发现，耕作土层浅和长期过量使用化肥致使土壤板结、变酸，而传统的犁头式耕作和目前的小型拖拉机旋耕耕作深度有限，可利用的土层一般不超

过20厘米。长此以往，活化土层的厚度逐渐减少，土壤自身的潜力得不到充分释放，成为粮食增产的掣肘。

从事农业的人都知道，疏松的土壤有利于农作物的生长。可是怎样才能让土壤卸下“负重”呢？

为了解决这一问题，他义无反顾地啃起了“深耕深松”这根硬骨头。

功夫不负有心人。借助儿时看到木匠艺人用皮筋来回拉动钻头钻木打孔和机械铣刀旋转而前行的原理，2008年以来，韦本辉发明了包括“螺旋型钻头”和“粉垄技术”。

粉垄技术也叫作深旋耕技术，就是用钻头代替犁头，通过高速旋转、横向切割，实现土壤的深耕深松。粉

垄可使耕作的土层加深一倍，把土壤旋磨成粉状且不弄乱土层；同时，粉垄机一次耕作可同时完成“犁、耙、碎、起垄”等全套耕作程序，这就像是给土地“舒筋活血”。

自2009年开始，粉垄技术团队的足迹便踏遍了全国20个省（市、自治区），粉垄技术在20种作物上的应用效果显著，作物产量增产10%~30%，品质提升5%以上，比较效益提高15%以上，天然降水增贮量一倍以上。

优异的成绩引起了中国工程院院士、“杂交水稻之父”袁隆平的关注。

袁隆平不仅于2011年派人专程到广西现场考察，甚至于2013、2014年在海南三亚、湖南沅江和隆回等地开展了杂交水稻粉垄耕作新技术试验。

2014年7月15日，经益阳市农业局组织专家测产验收，沅江市罗阳镇示范片粉垄直播种植的常规水稻亩产稻谷比传统耕作每亩增产15%。得知粉垄栽培技术试验取得的成果后，7月16日，袁隆平对这项技术给予了高度肯定，在接受媒体采访时指出“粉垄技术可在全国推广”。

粉垄团队算了一笔账：如果粉垄技术在中国推广10亿亩，当季和复季作物种植面积可达15亿亩以上，每年可新增1.5亿~2亿亩耕地生产能力，节省化肥500万吨，增贮天然降水300亿立方，增产的粮食可为更多人提供食物，且所生产的粮食其化肥、农药等“化学品”的用量程度也会降低。



湖南杂交稻研究中心三亚基地（沙质土），在高肥高水条件下仍增产6.73%（2013年）。

工欲善其事，必先利其器。再好的技术也离不开高效机械的应用。

在粉垄技术问世的同时，韦本辉便开始四处寻找可以制造粉垄机械的合作伙伴。

最初，他带着自己的设计图，曾委托桂林的一家农机厂制造出双钻头的粉垄机。尽管制造出了样机，然而在广西宾阳、武鸣等地的作物种植试验中却没有取得预想的效果。

2009年，他又带着粉垄机械的构想来到了广西宾阳，让修配农机的师傅进行在拖拉机牵引下的粉垄机械制造。然而，半年时间过去了，所制造出的粉垄机具却远远没达到当初的构想。

在苦闷之中，韦本辉来到玉林市容县，找到了五丰公司董事长李深文。

作为一家专门从事耕整机、微型水稻联合收割机等农用机械生产的“掌门人”，李深文有着强烈的创新意识。

在了解粉垄技术之后，他意识到

如果能研制出这种新型的粉垄机，既可深松土壤，又可增产保粮，非常有发展前景。于是二人一拍即合。

在一无正式的图纸，二无像样的样机，三无政府投入的情况下，产研合作开展粉垄机械研制的项目正式进入了攻关研制阶段。

这次的“牵手”，一牵就是七年。

几经周折 合作农耕“神器”

自粉垄机械研制项目启动之后，五丰公司专门组织了粉垄机械研制的技术攻关小组，借助团队的农艺技术优势，共同探讨结合农艺与农机、符合生产实际的粉垄机械的研制方案。

经过五个月的奋战，第一代粉垄机——由拖拉机牵引齿轮传动的样机被制造出来。这台机器的发动机马力为50匹，螺旋钻头由2个增至5个。

“但是使用普通拖拉机牵引的技术方案存在诸多缺陷，使得粉垄机一直卡在工作效率这个门槛上，迟迟无



法推出商业化产品。”五丰公司董事长助理李阳铭告诉《科学新闻》。

第一代粉垄机是将粉垄设备固定在轮式拖拉机上，通过拖拉机动力输出端的万向节把动力传递到粉垄齿轮箱上，带动螺旋钻头高速旋转，根据农艺要求垂直钻到一定深度上，钻头的刀刃横向切割土壤，在轮式拖拉机牵引下向前移动，达到粉垄深耕深松的耕作目的。

然而，在此后的几年试验中，研究团队发现，第一代粉垄机存在不少缺陷。

首先是工作的稳定性和可靠性不好，动力输出的万向节容易损坏（跟拖拉机的原设计有关）。其次，拖拉

机输出的扭矩远远不能满足深耕深松需要的大扭矩要求，而在扭矩达不到要求的时候，机器容易打滑。但是扭矩又不能无限提高，因为提高扭矩就必须采用更大马力、更大个头的拖拉机。

这样的轮式拖拉机还会带来更多问题，诸如转弯半径大，轮距大于耕幅造成耕作过的松土被超大的车轮碾压重新压实，压强大的轮子在耕作过的松土里容易下陷甚至导致翻车等。

“所以，最理想的状态应该是找到一个方案，能够提供足够大的动力，又能保证机器的轮距不超过耕幅，而且最好重心还比较低，以保证附着力和稳定性。”李阳铭说。

于是，粉垄机研究团队开始转变思路，着手研发新一代自走式粉垄深耕深松机。

然而任何一项新技术产品都不可能一步到位。对于五丰公司这样一个民营企业，更不可能等到产品完全成熟后才示范应用。

边试用，边改进。正是走上了这条“捷径”后，粉垄机才得以在短短的7年经历了4型的改造。

其中功率从50匹马力逐步提升到195匹马力，对旋转钻头的改进更是高达10次以上。每一次进步都是在粉垄栽培试验示范中发现问题、听取用户建议中不断改进取得的。

2016年1月25日，《科学新闻》



使用拖拉机耕作存在碾压、深耕不深松等缺陷。

从粉垄机项目启动一直到粉垄机成熟定型，既没有任何来自政府或者其他机构的资金支持，又无法享受政府的相关优惠政策，还时常受到用户的怀疑和抵制……但是就算处境再难，科研团队也从未想过要放弃。

记者跟随五丰公司经理周健来到了海南省琼海市澄迈县瑞溪镇江湾村，眼前300亩粉垄耕作种植的辣椒示范田长势喜人。

村长唐庆师告诉记者，以前用“东方红”旋耕机耕作的土层深度约20厘米，而用了粉垄机之后耕作土层深度达到了35厘米，差不多加深了一半。

在这样的田里种植出的辣椒在市场上供不应求，“现在使用粉垄技术耕作的田亩产大约一万斤，按照目前的市场价每斤1.2元，经济效益很明显。附近村庄的农民‘闻风’还特地来我们村请教呢。”

听说五丰公司的人来了，老村长唐维发赶了过来。他一见到周健，就把农户对粉垄机耕作情况的反应告诉周健。“粉垄机的耕作深度大家都很满意，但是稻谷秸秆打不断，而且村里的田面积比较小，粉垄机太大，不好掉头，操作起来还是不太方便。”

周健认真地记录着，对于粉垄机科研团队而言，当面提建议早已不是第一次了。

2011年4月，五丰公司用汽车载着粉垄机历经三天的车程抵达辽宁，



周健向村长唐庆师展示最新款自走式粉垄机的新功能。

姜天海 / 摄

并在昌图县进行粉垄玉米地作业示范。

听说粉垄机深松效果好，除了附近村庄的农民来现场观看外，辽宁省农科院的专家，辽宁省昌图县委、政府领导等也来到现场。

在看过粉垄机耕作后，时任昌图县委书记刘雁指出了粉垄机耕作速度慢、功能不够配套等问题，这给研发团队很大的启发。

随后，他们采用先犁后磨、拖磨结合，以减少阻力；通过加大动力，更换刀片材料，提高作业效率；开发

多种类型配套机具，以适应不同地区的耕作需要。经过半年多的不懈改进，粉垄技术团队和五丰科研团队成功开发出了第二代粉垄机。

“在示范中不断完善，正是粉垄机得以在短时间内成熟定型的一个重要原因。”李深文说。

就这样，北上黑龙江、南下海南岛、西到新疆……粉垄机的“足迹”遍及全国20个省区，行程数万公里。

然而，任何一种新生事物为人了解和认可都需要一个过程，粉垄机也不例外。

“粉垄机是中国人发明的,应该贴上‘中国制造’的标签,首先为中国人造福。”未来,他们期待获得更多国家层面的支持,对粉垄技术提供更多政策的扶持,将粉垄技术上升为绿色“牛鼻子”战略平台技术。

为了印证粉垄机和粉垄技术的普遍适用性,研究团队带着样机跑遍了大江南北,建立了大量实验基地。

起初各地农民并不了解这个技术,很多人对粉垄机态度冷淡,甚至抵制用粉垄机耕作。但是科研团队并没有因此气馁,反而越挫越勇。

“就拿在内蒙古通辽和赤峰来说,当地的农民质疑我们的机械和技术,只勉强答应提供几亩地给我们做试验。但是等到作物长出来时,他们惊呆了,粉垄耕作的作物与传统耕作的作物肉眼就能看出不一样。”李深文深有感触地说。

这次试验之后,当地农民开始主

动地与五丰公司联系,还不时发照片报喜。

到了收获季节,经测产,赤峰的玉米比传统耕作的对照组亩产提高了31.5%,通辽的玉米高产田也提高了15%左右。为此,农民们还特地杀羊招待五丰团队表示感谢。在这之后,科研团队再次来到内蒙古做示范推广基地的时候,农民都会用热情的蒙古式迎客礼仪高歌祝酒欢迎团队和粉垄机。

“应该说,粉垄机研发走过的这七年是相当艰苦的七年。”李深文坦言。

从粉垄机项目启动一直到粉垄机成熟定型,既没有任何来自政府或

者其他机构的资金支持,又无法享受政府的相关优惠政策,还时常受到用户的怀疑和抵制……但是就算处境再难,科研团队也从未想过要放弃。

艰辛的付出,总会收获丰硕的果实。

如今,新一代粉垄机已于去年底通过了省级农机技术鉴定。不仅如此,小范围试验田的成功,也让粉垄团队的“胆子”越来越大。

之前的六年里,粉垄机和粉垄技术累计实验面积约一万亩,而仅2015年秋冬新做的示范推广基地就已超过这个数字,示范推广地区覆盖了西北、东北、华北、四川、华南、海南等地区,很多示范基地就曾经做过实验田。

迈出国门 初露头角

2015年12月16日,对于粉垄团队而言是一个特别的日子。

这一天,五丰公司举办了首批粉垄机供货会签约仪式,来自国内外的客商代表和东帝汶政府代表应邀出席。在首批销售的机器里,东帝汶的客商



粉垄技术团队获得旋磨式深耕粉垄多功能机械、水稻粉垄栽培方法、旱地作物粉垄栽培方法等发明专利授权。



一次便签下了17台机器的大单,无疑是一件令人鼓舞的事情。

东帝汶经济落后,农业还处于比较原始的阶段,很多土地都是从未耕作的处女地。但是东帝汶地处热带,土地肥沃,是一个很适合种植经济作物的地方。

东帝汶绿色能源发展有限公司计划在东帝汶买地开荒,打造海外木薯基地,需要好的耕作机械。针对东帝汶的土壤情况,科研团队拿出了一套针对东帝汶木薯种植的一体化解决方案,得到了东帝汶客户的认可。

“在耕种设备选择上,我们经过对国内外多种设备反复进行比较和了解后,选中了性价比高的五丰粉垄机作为主要的耕种设备。”东帝汶绿色能源发展有限公司的执行董事莫雪梅表示。

虽然出口东南亚对于粉垄机全面打开国内外市场是一个重要的关口,但是对于机械本身而言,技术的进步与完善是永无止境的。

新疆建设兵团农四师六十三团农机合作社理事长马钱进告诉《科学新闻》:“粉垄机的深度可以深松到70~80厘米,地翻得深,根系扎得越深,产量也会越高。但是机械的灭茬效果不太好,非常影响铺地膜,这个需要进一步改进。”

“粉垄机械虽然达到了深耕所需的力度,然而工作效率却受到了影响。这与机械的液压传动的工作原理有直接关系。”内蒙古立坤农业发展有限公司总经理李秀峰告诉《科学新闻》。

粉垄机平均一小时大约只能耕作六七亩,再加上较为高昂的价格,整体看来性价比就略显逊色。“从老百姓角度来说,接受起来比较困难;从企业的角度来说,推广也有困难,经济效益也不大显著。”

对此,粉垄团队表示:“对于粉垄机的改进还有很大的空间。如何针对不同的土样条件,进一步调整机型,提高耕作效率;如何适应技能化、信

息化的新形势,让粉垄机适应更多用户的需求,我们一直都在思考。”

如今,广西农科院经济作物研究所的这支粉垄团队对这项技术和粉垄机械的未来充满了期待。但是在全球经济一体化的时代,单打独斗的力量是有限的。

“粉垄机是中国人发明的,应该贴上‘中国制造’的标签,首先为中国人造福。”未来,他们期待获得更多国家层面的支持,对粉垄技术提供更多政策的扶持,将粉垄技术上升为绿色“牛鼻子”战略平台技术。

同时,他们也希望建立国家粉垄工程技术研究中心,联合全国农业领域的力量,开展粉垄技术在农业、盐碱地与宜耕草原改造、生态环境、应对气候变暖及基于粉垄条件下的农业科学理论与技术的系统研究,形成切实可行的粉垄技术体系,不断改进粉垄机械,促进农艺与农机的有效结合。■

(责编:姜天海)

偶获至宝：粉垄“克”盐碱

► 记者 姜天海

“雨天湿汪汪，旱时硬邦邦”。这句话道尽了靠地吃饭的农民对盐碱地的万般无奈。

盐碱地是我国最主要的中低产田土壤类型，其土壤所含的盐分不同程度地影响着作物的正常生长。目前，我国拥有各类可利用的盐碱地资源超过 5 亿亩，因此，盐碱地的治理改良与农业高效利用，对保障我国耕地与粮食安全有非凡的意义。

目前，我国已经形成了水利工程、化学、生物等盐碱地治理利用的综合

技术。然而，现有技术普遍存在着使用过程复杂、成本高、见效慢等问题。

而广西农业科学院粉垄技术研究团队在技术推广过程中，无意间发现了粉垄技术的淡盐功效，或可为未来盐碱地综合治理提供另一条可利用的路径。

“硬币两面”

在全球气候灾害频繁、农业可用水资源匮乏、耕地资源十分宝贵的今

日，土壤盐碱化问题已成为全球最严重的环境问题之一。

但硬币的另一面，却是盐碱地作为我国后备耕地资源所具有的巨大利用潜力。盐碱地农业的高效利用，对提升我国耕地农业生产能力，增加耕地数量，保障国家粮食安全，具有重要的现实意义和长远的战略意义。

据第二次全国土壤普查资料统计，我国盐碱地的分布横跨西北、东北、华北和滨海地区在内的 17 个省份，



粉垄机组在新疆库尔勒市尉犁县新平乡进行盐碱地作业。

但硬币的另一面，却是盐碱地作为我国后备耕地资源所具有的巨大利用潜力。盐碱地农业的高效利用，对提升我国耕地农业生产能力，增加耕地数量，保障国家粮食安全，具有重要的现实意义和长远的战略意义。

总面积超过 5 亿亩。其中，具有农业利用潜力的盐碱地总面积近 2 亿亩，近期具备农业改良利用潜力的盐碱地面积约为 1 亿亩。

“盐碱地对我国粮食安全具有重大影响，我国差不多有几亿亩的盐碱地，所以盐碱地的改良会对我国粮食安全和生态环境改善起到很好的作用。”清华大学盐碱地区生态修复与固碳研究中心副教授王淑娟告诉《科学新闻》。

无心插柳柳成荫

最初，广西农科院研究员韦本辉和粉垄技术研究团队成员带着粉垄机来到宁夏、甘肃等地，主要是为了给这里的土地进行深耕深松，做玉米、马铃薯等作物的高产试验示范。

当地尤其是宁夏银川市的示范点由于是农垦单位的试验地，农垦机械化覆盖率较高，但机械整地作业仍然停留在犁、耙、耢上，因此这里的土壤耕层一直存在着“浅、实、少”的问题，成为制约作物产量进一步提升的限制因素。

粉垄团队提供的粉垄机械，在宁夏银川市的引黄灌区农垦平吉堡

现代农业示范园区等地进行了粉垄耕作。在粉垄过程中，示范园区的技术人员、农民和粉垄技术研究团队无意间发现，通过粉垄机械的垂直螺旋钻头对盐碱地进行 30~50 厘米的深旋耕后的土壤，取得了不错的淡盐效果。

据介绍，2011~2013 年，经甘肃、宁夏等地粉垄耕作试验后，盐碱地耕作层的松土层土壤含盐量浓度可降低 30% 以上。

由宁夏农垦农林牧技术服务推广中心等单位于 2013 年 3 月联合发表在《农业科学研究》上的论文数据显示，粉垄整地，0~20 厘米耕层土壤全盐含量最高降低量达 54.72%，20~40 厘米耕层全盐含量则增加 75%；收获后测定，0~20 厘米耕层土壤全盐含量降低量达 22.78%，粉垄耕作淡盐效果明显。

粉垄技术研究团队告诉记者，2011 年以来，甘肃农科院对甘肃定西粉垄耕作 0~30 厘米土壤层全盐含量测定，结果显示，粉垄耕作比机械旋耕和传统犁耕土壤全盐含量分别降低 17.5%、38.2%，马铃薯增产 16.5%~35.4%。

“这表明粉垄耕作有良好的淡盐

作用。”粉垄团队认为，“我国如果把盐碱地解决好，对农业增产、生态环境改善都有好处。”

那么，粉垄的淡盐作用究竟是怎样的原理呢？

《粉垄助力粮食和环境安全》一书中解释，经过粉垄螺旋钻头高速旋磨粉碎的土壤疏松后，利用天然降水的下渗运动，使土壤中的盐分下沉；粉垄土壤在氧气、微生物等作用下，使土壤中的部分盐分下移；此外，由于粉垄土壤是横向切割碎土，土壤中的毛细管被切断，底层土壤中的盐分不容易像拖拉机耕作土壤那么容易上移。

“这三方面的作用使耕作层的土壤盐分下降 30% 以上。盐碱地中的土壤含盐量被大量淡化，使作物大幅增产。”粉垄团队从实践中得出结论，“如对盐碱地进行粉垄耕作时，在每条粉垄条带边缘地带建设排水沟渠，便于在雨水或雪水过大时将土壤中的盐分顺利排出，还利于‘洗盐’。”

淡盐黄金玉米带

内蒙古通辽市地处松辽平原西端，由于受半干旱季风气候、水文

因素和元素迁移的地球化学过程等因素的影响，形成了大面积的盐碱地。

“由于西辽河改道等原因，地下盐分一直停留在土壤表面，土地板结非常厉害，光靠加化肥增产效果已经不明显了。”内蒙古立坤农业发展有限责任公司总经理李秀峰告诉《科学新闻》，“盐碱地在天旱的时候地跟铁板一样硬，特别是在雨季，雨水渗不到地下，都在土壤表层汪着”。

通辽市不仅盐碱地多，也是内蒙古的黄金玉米带。为了提高作物产量，李秀峰最初采用化学方法对盐碱地进行改造，但是见效慢。“土壤调理剂放在土壤中，有的过了3年反映得还不那么彻底，归根结底还是盐分排不下去。”他分析道。

2015年5月，李秀峰联系到粉垄团队，希望能够深松深翻盐碱地，并在通辽市做300多亩的玉米粉垄试验。9月24日，通辽市农科院、中科院专家对粉垄和对照组进行测产，结果，粉垄耕作的玉米增产达15.04%，“确实同等作业的情况下增产比较明显”。

去年秋季，广西五丰机械有限公司又派出自走式粉垄机机组，赴新疆和内蒙古等地进行盐碱地粉垄淡盐耕作试验示范，在通辽市进行了近80亩的粉垄，耕深达70厘米。

“原理很简单，盐碱地在地下20~30厘米左右形成了不透水层，盐分难以渗透下去，都留在作物生长层。粉垄技术通过垂直螺旋钻头深松深翻盐碱地，把不透水层打破，土壤疏松后水分就能下去，作物生长层的盐分

就能够减少。”李秀峰表示，粉垄技术这种物理方法在盐碱地改造中效果更明显，对土壤的伤害也较小。

经过粉垄淡盐后，李秀峰看到，玉米根系发育程度与对照组对比十分显著，盐碱地上的碱草长势都与以前有所不同。“粉垄技术的原理和产生的效果得到我们当地百姓的认可，市场前景比较好。”从事土壤改良的李秀峰表示。

治理盐碱新角度

2015年11月，新疆生产建设兵团农四师六十三团农机合作社的理事长马钱进，本来想让广西五丰机械有限公司给他们粉垄深松一下土地，结果却发现，粉垄所耕作的盐碱地也得到了淡盐的效果。

新疆伊犁的霍城县以西瓜、甜瓜、棉花、玉米等为主要作物，但这里的很多土地也都有盐碱地问题。“盐碱地上一浇水，上面一层白白的，大片大片的盐碱地让我们很头疼。”马钱进和其他几个团的人交流时表示。

以往，他们会使用拖拉机进行深松深耕，但是传统拖拉机的耕深难以超过35厘米，而且就算深犁了，也会把底层的生土盐分翻上来。“翻来翻去还是这十几厘米盐层，棉花一直也长不起来，黄黄的，上再多肥料都没用，而且底下形成了硬硬的板结地，水分渗透不下去，根系也扎不下去。”马钱进说。

经过粉垄深松后，平日里研究机车和种植的马钱进发现，土层粉碎打开后，作物根系扎得更深了，而且施肥量和滴水量也相对减少。根据他以往的经验，土壤深松深翻后需要养一年，因此他预计，粉垄后第二年和第三年的增产效果会更明显。

他们将粉垄技术的淡盐效果反馈给广西农科院的粉垄团队后，如今，这个团队在推广粉垄技术在普通耕地上的栽培效果的同时，也开始进一步探索粉垄对盐碱地等问题

“盐碱地对我国粮食安全具有重大影响，我国差不多有几亿亩的盐碱地，所以盐碱地的改良会对我国粮食安全和生态环境改善起到很好的作用。”



的改良效果。

今年春节之前，利用化学改良剂改良盐碱地的王淑娟，就找到粉垄团队，了解粉垄技术对盐碱地的作用。

“脱硫石膏改良盐碱地效果很好，基本当年见效，但是它的施用量会比较大，相对成本会有点高。如果能跟粉垄技术结合，可以减少施用量。”王淑娟举例解释道，“比方说现有的化学改良剂改良，能够使土地在当年恢复到好地的60%，两年到80%，三年基本跟好地差不多。我们

期待配合粉垄技术，能否当年一改良可以马上达到80%~90%的效果。效果更快，经济效益就更好。”

“化学改良剂主要是要和土壤充分发生化学反应，我们希望能够与粉垄的物理方法结合，通过粉垄技术深松，让改良剂和土壤更好的接触，更充分地发生化学反应。这样可以使改良效果更好，减少成本和耗水量，提高改良速度。”王淑娟表示。■

（责编：唐琳）

干土抛秧，让农民“穿鞋栽稻”

► 记者 唐琳

水稻，稻属中作为粮食最主要、也是历史最悠久的一种。作为全球最重要的粮食作物，它维持着世界上半数人口的生存。

据统计，目前世界水稻种植总面积约为 15500 万公顷。其中，我国水稻种植面积为 3100 万公顷，约占世界种植面积的 20%，总产居世界第一，成为全球稻米供应当之无愧的“主力军”。

进入 21 世纪以来，我国水稻面积和产量总体上都呈增加趋势，究其

根本，人口增长是我国水稻产业发展的原始动力。作为人口和稻米消费大国，如何保障稻米产量是我国稻米产业发展永恒的挑战。

得益于科技的不断进步，我国水稻品种也得到不断的改良。以“杂交水稻之父”、中国工程院院士袁隆平为代表的一批农业科学家们，长期从事水稻育种工作，为水稻品种的优化作出了突出贡献。

然而，相对于良种，水稻种植的

良田和良法却始终无法跟上前进的步伐，这也成为水稻单产无法突破天花板的主要原因。

如今，一个新的水稻生态栽培方法跃入人们的眼帘——由广西农业科学院粉垄团队于 2015 年发明的粉垄干土抛秧水稻种植法。这种既涵盖了以良田为基础，又囊括了以良法为手段的创新栽培方法，也许可为实现良种、良田、良法的配套提供另一种可能。

“穿鞋能栽稻”

广西壮族自治区北流市民安镇兴上村，一项新的水稻栽培方法——水稻粉垄干土抛秧让农民喜笑颜开。

在兴上村的示范田里，去年 4 月 2 日采用这种新方法栽培的 25 亩水稻，到 4 月 7 日，不仅干田回水后秧苗迅速定植，而且水稻根系多且白，植株健壮，具有先长根后长苗的特点，并且已经开始分蘖，长势十分喜人。

“种植水稻 30 余年，还没发现长势这么好的水稻。”示范田负责人、民安镇农业技术推广站站长梁景和玉林市农业技术推广站原站长陈耀福研究员纷纷感叹道。

这片水稻正是采用粉垄团队发明的粉垄干土抛秧栽培法种植的。通过肉眼观察，发现与普通方法种植的水稻相比，这片稻苗无论从长势上还是根系发达程度上都有明显优势，甚至比粉垄后直接回水抛秧种植的水稻还略胜一筹。

这粉垄干土抛秧到底是怎么回事？为啥有这么神奇的效果？

据了解，这是一种稻田经干田粉垄深耕深松 28~30 厘米后，采用干土直接抛秧再回水种植水稻的新方法。



农民穿着鞋子，在粉垄干土上摆放水稻秧苗（2015 年 4 月 2 日）。

原来，粉垄干土抛秧就是先采用粉垄机械，对稻田进行粉垄耕作，使粉垄深度约在 30 厘米左右。然后，到了水稻种植季节，在干土条件下直接按照一定种植密度进行抛秧，然后回水。水从土壤下面向上灌溉，土壤溶解移动找平过程中将秧苗根系部分吸入或埋入土中，实现定植。

在氧气极为充足的条件下，所抛植的水稻秧苗可在 3~4 天后长出白根，恢复生长。此后，在水、气、肥协调的环境条件下，禾苗得以迅速发蔸分蘖，为水稻高产打下早分蘖、低位分蘖的基础。

由于是在粉垄干土的情况下将秧苗摆好后再回水软土，所以这一新的栽培模式彻底改变了千百年传承下来的水稻种植方法，不仅大大减轻了农民传统插秧弯腰、手脚沾水带泥种稻的劳动强度，也将改变人们对种植水

稻“一脚泥、满手脏”的“怕农”观念。也正因如此，粉垄干土抛秧也被农民笑称为“穿鞋栽稻法”。

“穿鞋栽稻”只是粉垄干土抛秧生态栽培法中最为直观的一个改变。

改变传统模式

在水稻生产中，历史长期沿袭下来、目前还在被广泛使用的种植方法就是水栽法。

所谓水栽法，就是经过犁田、耙田、泡田等浆耕，在有水层的条件下，采用人工插秧、抛秧或机械插秧移栽种植水稻的方法。虽然这种栽培模式在农耕历史上为人类的温饱作出了无可比拟的贡献，但如今从科学层面看来，却有着不容忽视的弊端。

据了解，在水栽法的浆耕整田过程中，水土和肥料都极其容易流失，



在粉垄干土上摆放水稻秧苗后，回水软土的情景。

导致的直接结果就是水资源的浪费和环境的污染。同时，人工插秧或抛秧，手脚沾泥、费工费时，劳动强度也不可小觑，而且稻田容易黏结、缺氧，影响根系生长，并进而关系到水稻产量。

粉垄团队在总结 2010 年以来粉垄栽培水稻经验的基础上，大胆创新，改变了水稻灌浆耕移栽的模式，发明了水稻粉垄干土抛秧、水稻粉垄回水抛秧等简约生态栽培新方法。

新方法到底怎么样？踩在粉垄过的稻田上，能够明显地感受到土壤的弹性。原来，新方法最大的特点，是稻田形成的耕作层土壤呈海绵状，具有耕作后土壤原生态状态，透气纳氧。

由于土壤吸水纳氧和保水保肥能力较高，在粉垄干土抛秧种植水稻的

过程中，所施用的化肥和灌溉的水几乎不外流。

在抛秧回水保持浅水层 15 天后，几乎是“等天要水”——利用天然降水进行稻田干湿交替水分管理。这就使得在土壤含氧量高、微生物活力强、肥料利用率大为提高，从而促进水稻稳生稳长。这一优势，也被农民称为“肥水不流外人田”。

粉垄团队认为，这种方法，可以改变传统水稻栽培管理——“三黄三黑”耗肥耗水的弊端。所谓“三黄三黑”，就是“猛攻肥——促禾苗早生快发——够苗露田晒田——再次攻肥——晒田——追肥促穗”的水稻种植模式。

通过试验观察发现，粉垄干土抛

秧种植水稻，在所使用的化肥数量比计划产量目标的化肥使用量减少 20% 的情况下，由于水稻在整个生长发育期间能够按需吸取营养和协调生长，植株粗壮，穗大粒多，因而不仅避免了“三黄三黑”的某些弊端，还在一定程度上体现了人与自然的和谐共处。

不仅如此，粉垄干土抛秧还是一种堪称“懒人型”的水稻种植方法——一次深耕粉垄后，3~4 年可以免耕或浅耕，土壤依然能够保持较高的保水保肥能力，减少劳动生产成本。与传统方法相比，可谓是“一劳多年逸”。

事实上，粉垄干土抛秧所提倡的深耕深松也与国家的建议不谋而合。2015 年发布的《全国农业可持续发展规划（2015~2030）》明确提出，要“采取深耕深松、保护性耕作、秸秆还田等土壤改良方式，增加土壤有机质，提升土壤肥力”。

所谓“工欲善其事，必先利其器”。想要实施粉垄干土抛秧，与之相匹配的粉垄深耕深松机必不可少。

“稻田耕作时，粉垄深耕深松机的螺旋型钻头垂直入土 30 厘米旋磨碎土。”广西五丰机械有限公司董事长李深文告诉《科学新闻》，“研制成功的自走式粉垄机已经可以满足这一要求。每亩稻田粉垄耕作耗油不足 5 升，且每小时可粉垄耕作 6 亩以上，不仅成本低，而且高效。”

增产“大跨步”

“穿鞋栽稻”也好，改善土壤也好，“一劳多年逸”也好，在农民心中，

最关心和在乎的还是产量和效益。

“这样插秧也能长得出稻谷来？我就不信！”

当初，粉垄团队要在兴上村农民钟德绪家的稻田里试验粉垄干土抛秧栽培技术时，钟伯满肚子怀疑，半信半疑地跟着他们小心翼翼地把秧苗抛在干土上。老钟对于能收获多少稻子，心里着实没有底。

三个月后，2015 年 7 月 14 日，广西农科院组织广东、湖南的专家对兴上村实施的“水稻粉垄干土抛秧种植技术”进行测产验收，结果却让在场的专家和农民都拍手叫好。

经过收割、脱粒、去杂、称重，结果显示：对照平均亩产鲜谷 617.7 公斤，按 80% 折干率计算，平均亩产干谷 494.16 公斤。而当项目验收组组长、广东省农业科学院水稻研究所研究员黄庆宣布，“水稻粉垄干土抛秧

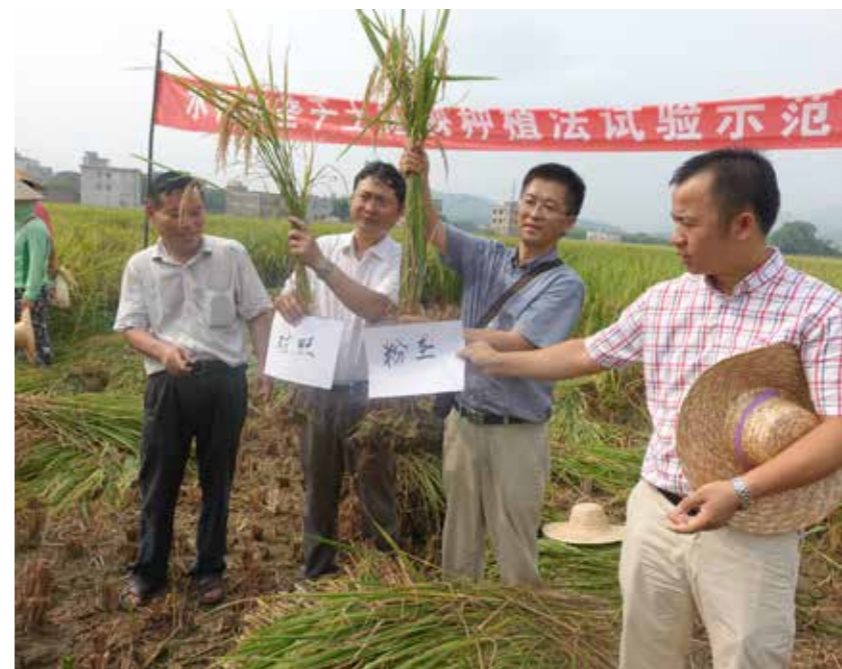
种植技术”平均亩产干谷 620.23 公斤，平均每亩比对照增产干谷 126.07 公斤，增产 25.51% 时，这标志着我国首次进行水稻粉垄干土抛秧种植技术试验示范取得成功。

“真没想到！”看着收获回来的沉甸甸的稻谷，钟伯满心欢喜的同时，也对这个新方法竖起了大拇指。

“达到了我们的预期产量，事实证明，粉垄干土抛秧种植技术是可行的，而且产量比传统的抛秧方式更高。”粉垄团队一致认为。

从 2010 年开始，粉垄团队就对水田和旱地分别进行粉垄试验验证。结果显示，稻田粉垄耕作深度为 20~22 厘米，增产幅度可达 10%~20%；旱地作物粉垄耕作深度多在 30 厘米左右，增产幅度在 15%~30%。

而在经济效益方面，在对湖南、



水稻粉垄干土抛秧种植技术试验示范基地。

广西等地种植多年的多作物进行多季比较分析后得出结论：粉垄耕作栽培的作物，扣除各种成本，纯收入比传统耕作的增加 20% 左右。

看到成效的粉垄团队研究人员提升了对粉垄耕作的信心。2015 年，该团队改良设计，进一步将粉垄加深至犁底层以下土壤，提出稻田、旱地粉垄深度分别加深到 30 厘米和 35~40 厘米，并分别在广西、辽宁、内蒙古、北京、湖北、吉林、四川、黑龙江等地开展试验。

同时，由广西农科院主持，中国农科院资划所、五丰公司、北流民安镇农技站协作实施的“水稻粉垄干土抛秧种植技术”试验示范也在民安镇正式启动。

参加此次测产验收的国家杂交水稻工程中心二级研究员白德明博士也认可了新技术的可行性。他表示，水稻粉垄干土抛秧种植技术的成功并实现大幅增产，是水稻生产方式上的一个变革，将是水稻生产方式转变的一个方向。

那么，试验效果不错是否意味着这一技术可以面向全国推广？

陈耀福认为，干土抛秧后回水要维持 15 天 3 厘米以上高的水，“这是最关键的，这也要求采用该种植方法的地方水分相当充足”，当苗长到 18 万~22 万株时开始控苗。

粉垄团队也认同这一观点。在他们看来，取得这一成果的关键还是在于粉垄机械，“粉垄技术在全国乃至世界应用推广的关键环节是粉垄机械”。■

（责编：姜天海）

回移自然 走向绿色农耕

► 记者 倪伟波

耕地，是粮食生产的基础。

在中国，占世界不到 9% 的耕地却养活了全球 21% 的人口。在创造奇迹的背后，耕地质量问题也浮出水面。

为了追求粮食的高产，长期投入大量化肥造成耕地养分失衡、基础地力薄弱、连年耕种地力严重透支、生态功能变差、退化和污染加剧……承载着 13 亿人粮食生产重任的耕地长期处于“亚健康”状态，早已不堪重负。

据全国耕地质量监测结果显示，我国耕地质量已出现不同程度的下降：东北黑土层变薄，南方土壤酸化，华北平原耕层变浅。更糟糕的是，目前我国耕地退化面积占耕地总面积的

40% 以上。

耕地质量下降给粮食稳定安全带来一定的威胁，同时也给国家粮食安全问题敲响了警钟。

保护和提升耕地质量已刻不容缓。

近年来，国家一方面不断加大对耕地质量建设的投入，一方面倡导加强高标准农田建设，提高农业综合生产能力。

与此同时，为了保护耕地土壤环境，修复已经受到污染的土地，国家连出重拳。

2014 年，国家环境保护部审议通过了《土壤污染防治行动计划》。该计划提出，到 2020 年，农用地土壤环境

得到有效保护，土壤污染恶化趋势得到遏制，全国土壤环境状况稳中向好。

2015 年，农业部制定出台了《农业部关于打好农业面源污染防治攻坚战实施意见》，明确要求到 2020 年，实现“一控两减三基本”的目标。

十八届五中全会更加明确树立了绿色发展理念，坚持走绿色发展道路。

在广西农业科学院经济作物研究所的粉垄团队看来，“必须要从根本上变革现行农业生产方式，推行农业绿色发展拐点新技术。”而这项历经多年发明的粉垄技术，是对回移自然，走绿色农耕发展新道路的一种新诠释。

改变现行农业生产方式

不可否认，中国近三十年来，大量应用推广杂交良种，对提高单产、增加总产，满足人口不断增长对粮食提出的要求，发挥了重要作用。

然而这只是硬币的一面。杂交良种的高产潜力需要高肥高水才能得以充分发挥。

但是近二三十年来，农业上大量使用浅耕型的旋耕拖拉机，耕层大多在 12~15 厘米，有的大马力拖拉机也不过是 20 厘米左右。加上推行以保护为宗旨的免耕法，因此在生产上看到的农田耕作松土层越来越浅。在土壤“供血不足”的情况下，推行杂交良种只能靠大量堆施化肥来保障高产稳产。

而作物化肥的过量施用，又会导致作物不能协调健康成长，甚至会出现徒长疯长而招来各种病虫害。这样一来，施用过量的农药便毫无悬念地成为“家常便饭”。

据测算表明，每年大量使用的农药仅 0.1% 左右是作用于目标病虫害的防控上，而 99.9% 的农药则“顺理成章”地进入生态系统。

一方面造成大量土壤重金属化、激素化的有机污染，另一方面随着水的流动污染江河水体，影响人畜清洁饮水，还有的进入空气影响空气质量。正如中国工程院院士任继周曾指出的，“科学技术用错了地方，会把好事变坏事”。

“粉垄技术的本质就是回移自然，既能减少化肥又能增产提质。”粉垄团队解释道。



与现行犁头耙具的传统碎土耕作不同，粉垄技术用螺旋钻头盘刀横向快速切割碎土耕作，以深旋耕重新构建耕作层，不但可以保持耕层疏松透气，利于微生物的活力和分解耕层养分，而且在耕作过程中，可根据减缓土壤中重金属、化肥农药残留等污染物的需要，调整部分粉垄机械的螺旋钻头长短程度，在耕作层下设置排污暗沟，进行滤土排污。

减轻“化学农业”程度

据资料显示，目前在全球高氮化肥用量国家中，中国是唯一的“增肥低增产”类型的国家，仅 2000~2008 年间，化肥总用量较 20 世纪 90 年代增长了 35%，粮食单产净增加却只有每亩 21 公斤。

目前，中国仍然走的是一条“先污染后治理”的农业发展道路。

对农用化学品的依赖虽然带来

了粮食的连年增产，然而付出的代价却很可怕。

靠过量施用农用化学品的农业生产模式，所生产的农产品所含的“化学成分”数量在无形中递增，这些农产品一旦进入人体，久而久之将对人体健康构成危害。

不仅如此，与四十年前相比，中国农田土壤的“化学品”含量至少增加了十倍，土壤质量下降和土壤板结程度增加，农田的生物多样性不断减少，生态系统稳定性也在不断下降。

这种“掠夺式”的农业生产方式，将影响未来农业的可持续发展。保护土地，特别是保护耕地的质量，就是保护人类生存的生命线。

《农业部关于打好农业面源污染防治攻坚战实施意见》中明确提出了“一控两减三基本”的目标。其中，“两减”就是减少化肥、农药使用量。要求到 2020 年化肥、农药使用量要实现零增长。

尽管任重道远，却势在必行。

粉垄技术团队进行了大量的试验研究。他们在不同的作物上使用不同的耕作方式进行比较，结果显示，在没有施肥的条件下种植水稻、玉米、花生，粉垄和拖拉机耕作相比：水稻净增产 7.5% 以上，玉米和花生增产 8%~10% 以上。

广西农业科学院助理研究员、植物营养学博士周佳向《科学新闻》介绍，粉垄由于合理利用土地资源服务于单产提升，经过中国农科院、广西农科院多单位对水稻、玉米、小麦等作物应用的证明，在粮食生产中，每产出 100 公斤粮食，其化肥使用量比传统耕作减少 0.35~4.29 公斤，减幅达 10.81%~30.99%。

“‘化学农业’的程度确实有所减轻。”周佳说。

当然，这并不是个例。

广西农业科学院副研究员、薯类研究室主任甘秀芹告诉《科学新闻》，2015 年 7 月 14 日，研究团队在北流市民安镇实施的“水稻粉垄干土抛秧

种植技术”项目，经广西农科院组织湖南、广东等省水稻栽培专家测产，结果显示，在减施化肥 15% 左右的情况下，粉垄干土抛秧种植技术的增产效果达 25.51%。

经过大量的试验和跟踪观察，对于粉垄技术在治理土地“疾病”上所发挥的作用，研究人员越来越有信心了。

善用土地资源

自古人们就知道要尊重自然规律，农业对自然资源的利用要“取之有度”。

春秋时期，《管子·八观》中便有记载：“山泽虽广，草木毋禁；壤地虽肥，桑麻毋数；荐草虽多，六畜有征，闭货之门也。”“山林虽广，草木虽美，禁发必有时……”意思是说，即便有充足的自然资源，也要注意将开发和保护结合起来，种植作物也要得其法，才能利用它们达到致富的目的。

土壤、天然降水、空气和太阳光能等，是作物生长离不开的重要的“土地资源”。作物产量的高低、品质的好坏，在很大程度上取决于这些“土地资源”的供给程度。

粉垄技术，由于改变了传统犁翻碎土的耕作模式，采用螺旋型钻头一次性快速旋磨完成碎土，深耕又深松，耕层成倍加深且不乱土层、土壤疏松而不易板结，土壤多年持续疏松透气，能使土地扩建土壤原生养分、水分、氧气“三库”。

经试验显示，粉垄技术可增加耕层松土量 1 倍以上、土壤原生养分利用量 10% 以上，增大“土壤水库”60% 以上、“土壤氧气库”1 倍以上。

不仅如此，水土流失也明显减少。甘秀芹介绍，据对广西隆安县 15° 左右旱坡地连续两年集雨地表径流试验的观察，地表径流量减少了 42.03%，土壤流失减少了 44.62%，氮磷钾养分流失分别减少了 49.61%、31.22% 和 42.49%。

在此基础上，粉垄耕作的“淡盐”效果也随之凸现出来。据 2012 年，宁夏农垦农林牧技术推广服务中心在宁夏引黄灌区农垦平吉堡现代农业示范园区进行的粉垄玉米试验研究显示，粉垄耕作 0~20 厘米耕层土壤含盐量比传统耕作降低 54.72%。

“无论是农业、工业还是科技的发展，都应综合考虑到其经济性、合理性、科学性、可持续性、健康性，最终都要有利于人类、环境与生态的长久健康发展。”粉垄团体达成共识。■

（责编：姜天海）



携手与“泥土”共舞 ——广西农业科学院粉垄团队侧记

► 泉琳

2015 年，对于广西农业科学院经济作物研究所粉垄技术研究团队来说，是收获的一年。

在云南昆明举行的“2015 年中国产学研合作创新大会”上，由广西农科院牵头实施的“农耕新方法粉垄发明及其应用”成果获得了“2015 年中国产学研创新成果一等奖”；不仅如此，该项技术还被评为“2015 年广西技术发明奖二等奖”；围绕粉垄技术研发的自走式粉垄机亦于 2015 年 11 月通过了广西壮族自治区技术鉴定并举行了首批机械面市仪式；与此同时，粉垄技术在全国各地多种作物上的推广应用均取得了不俗的成绩。

更让他们振奋的是，“十三五”国家将实施“藏粮于地，藏粮于技”战略。

“粉垄技术将大有可为。”多年来在土地上做文章的团队负责人韦本辉深感欣慰。

专啃“硬骨头”

“要体现我的科研价值，在经作所搞科研再合适不过。”

十五年前，韦本辉在广西农科院



机关工作。2001 年晋升为研究员后，主动提出到当时院里“最差”的研究所——经济作物研究所工作。

用“四面楚歌”形容当时的经作所一点也不为过。

18 位研究人员，负债 100 多万……“一穷二白”的现状不但没有让韦本辉退缩，反而激发了他的斗志。

花生和大豆，是当年广西农科院经作所的“王牌作物”。不过，韦本辉并不去沾染，却另辟蹊径，选择了当时“无人问津”的淮山药等薯类作物。

此前，淮山药一直被视为小作

物，几乎没有人进行过系统性研究，使用的品种几乎都是农家传统叫法，全国的品种选育也找不到相关研究资料。

从 2001 年开始，韦本辉白手起家，组建团队，带领团队人员一起开展淮山药等薯类研究。因为一时难以立项，项目经费没有着落，他甚至向老婆伸手借钱。

这样的窘境，依然没有让他们临阵退缩。整个团队几乎跑遍广西和全国一些淮山药产区，从全国收集了 37 份淮山种植资源进行科学研究。

功夫不负有心人。2001 年以来

农谚说“深耕一寸土，多耐十天旱，多打十斤粮”。只有排出土壤“身体里的毒”，实现真正意义上的深耕深松，才有可能使作物实现新的增产提质，实现绿色农业的可持续发展。

的十多年间，在没有研究平台、没有种质资源、没有技术经验的情况下，团队创建了淮山药等薯类研究学科，主持开展淮山药、木薯、马铃薯、红薯和牛蒡、葛根、芋头等研究，淮山药研究已经处于国内领先地位。

与此同时，他们开展的粉垄农耕新方法及应用研究也正在全国多地如火如荼的进行中。

一分耕耘一分收获。该团队承担了国家、国际（美国）和广西科技项目 30 余项，取得了软科学研究、大豆、甘蔗、木薯、淮山药、马铃薯、红薯等省级成果 20 项，获奖成果 17 项。他主持选育了“桂淮 6”号等 37 个系列新品种，其中已有 7 个通过审定，摸索出高效易行的“21111”共性关键栽培技术。

找准要点，才能破解难题。

如今，作为农业部的淮山研究首席专家，韦本辉带领团队与河南、山东、甘肃等省的科研单位一起联合攻关，选育新品种（系）48 个，审定 10 个，把山药引种到宁夏、甘肃、新疆等西北地区和内蒙古、辽宁等

地，实现了“南薯北移”“北种西扩”和共性关键技术“21111”的应用，促进全国种植面积倍增，增益 70 多亿元。该成果于 2014 年获广西科技进步一等奖。

锲而不舍 共度难关

多年的田间农业科研实践，让韦本辉对作物的成长异常“敏感”。

他发现，同一作物品种在相同地域的土壤中播种，实施同样的管理，结果却是有的地块产量高、有的产量低。

早在 2003~2008 年，研究团队便北上辽宁、黑龙江，南下广东、海南，西奔甘肃、宁夏、新疆，东赴浙江、江苏……行程数万公里，挖剖面，采样本，仔细研究，最后终于揭开了这一谜团：土壤疏松类型的作物比板结和表皮结膜类型的作物具有增产 15% 以上的规律效应。

显然，问题出在土壤上。

长期以来，我国农业杂交良种的持续推广，大量施用化肥和农药，对促进粮食单产提高和总产增加起到了

积极作用，但也对土壤造成了巨大的伤害：耕地松土层越来越浅薄、板结，农业面源污染加重，土壤养分严重“供血不足”……

农谚说“深耕一寸土，多耐十天旱，多打十斤粮”。只有排出土壤“身体里的毒”，实现真正意义上的深耕深松，才有可能使作物实现新的增产提质，实现绿色农业的可持续发展。

这次，“拼命三郎”韦本辉又和土壤“较上了劲”。

在多年的调研中，他们逐渐了解到，我国耕作使用的各种农具，与传统人力耕作、畜力耕作相比，耕作层深度由 12 厘米左右加深到 16 厘米左右，最深的也不过 25 厘米。

而且能够达到深耕深松的大型拖拉机，在实际耕作过程中，由于机大身重，在大轮子的转动碾压过程中往往将已深犁过的土壤又碾实，其疏松的土壤在灌溉或雨水作用下容易粘结，作物种植期内土壤逐步板结，作物根系很难深扎，无法享受深厚松土层的“养分待遇”，也难以再进一步提高作物单产。

“不管拖拉机的犁耕还是旋耕，都是纵向方式碎土，土壤虽能达到深耕但无法达到深松的效果，这样土壤中的养分不能有效释放，土壤的保水保肥性能也较差。”广西农科院副研究员、薯类研究室主任甘秀芹告诉《科学新闻》。

经过多年的苦心研究，韦本辉终于在 2009 年提出并发明了粉垄技术。

粉垄，用“螺旋钻头”替代了“犁头”，通过高速旋转、横向切割粉碎土壤，可以实现土壤的深耕又深松。

不仅如此，该技术还突破了传统的“犁翻—耙碎—耙平—起垄—种植”的繁杂的耕作栽培体系，可一次性完成深耕、粉碎、成垄等作业，提高了农业耕和种的农艺效率。

粉垄技术的关键在于粉垄机。为了研发粉垄机，韦本辉几经周折找到广西五丰机械有限公司董事长李深文。

2010 年初，五丰公司专门组织了技术攻关小组，与广西农科院粉垄技术研究团队一起着手研发粉垄机。

“粉垄机研发走过的这七年是

相当艰苦的七年。”回忆起粉垄机的研发过程，李深文发自肺腑的感叹。

粉垄，用“螺旋钻头”替代了“犁头”，通过高速旋转、横向切割粉碎土壤，可以实现土壤的深耕又深松。不仅如此，该技术还突破了传统的“犁翻—耙碎—耙平—起垄—种植”的繁杂的耕作栽培体系，可一次性完成深耕、粉碎、成垄等作业，提高了农业耕和种的农艺效率。

相当艰苦的七年。”回忆起粉垄机的研发过程，李深文发自肺腑的感叹。

七年前，粉垄技术研究团队与五丰公司技术部的工程师团队共同组成的研发队伍仅十多人，“最困难的时候只有六七人。”五丰公司董事长助理李阳铭告诉《科学新闻》。

然而，在没有任何来自政府或者其他机构的资金支持，粉垄机械主要的研发和实验经费来自五丰公司在传统小农机方面的利润收入的情况下，科研团队拧成一股绳，优

势互补，尽心尽力，在短短的 7 年间使粉垄机经历了 4 种型号的改造与提升，对旋转钻头的改进甚至高达 10 次以上。

对科研和技术的精益求精，使粉垄机械特别是自走式粉垄机械得以尽早面世。然而，科研团队面临的下一个问题便是推广应用。

“作为一项新生事物，为人了解和接受需要一个过程，这个过程就如同黎明前的黑暗。”李阳铭感叹道。

为了印证粉垄机和粉垄技术的普遍适用性，粉垄研究团队带着粉



淮山定向结薯栽培技术现场。

姜天海 / 摄



“农耕新方法粉垄发明及其应用”获得2015年中国产学研合作创新成果一等奖以及2015年广西技术发明奖二等奖等。

垄样机跑遍了全国各地，免费为国家和省级科研机构及农民试耕试验，同时建立了大量的试验基地。

刚开始，各地农民一听到粉垄技术，大多都表示怀疑，抵制用粉垄机耕作，甚至还遭到过当地农民的谩骂。

粉垄团队成员甘秀芹、周佳等向《科学新闻》说起推广粉垄技术时的各种“遭遇”，都感到很无奈。

“不过，在我们试耕试验田之后，作物生长情况比传统耕作的长势要好很多。当地农民立刻对我们刮目相看，在有些地方甚至都不让我们走。那时候，我们感觉自己付出再多都值得。”她们如是说。

奋斗正未有穷期

在团队的不懈努力下，“粉垄”的知名度越来越高，不仅引起我国农业院士专家的关注，也受到了国家和地方领导人的重视。

据团队介绍，2015年11月27

日，全国政协副主席马飏在南宁专程考察了粉垄种植的甘蔗和定向生态栽培准山；广西壮族自治区党委书记彭清华专门对粉垄机的示范推广作出批示，自治区主席陈武也来到广西农科院调研，在实地考察了粉垄栽培和粉垄机械后予以鼓励；11月23日，在崇左召开的全国甘蔗机械化会议上，农业部副部长张桃林在观看自走式粉垄机械演示后也给予了肯定。

在谈到团队为何能在既缺少经费又无支持的情况，克服困难、顶住



各种压力继续科研创新时，团队成员表示：“责任爱好是发明之本，恒心毅力是成功之路，勇于担当是创新之力。”

如今，粉垄团队在粉垄技术研究中申请发明专利13项，已授权3项；制定标准1件；出版专著3部，发表论文32篇。

看到创新成果给农民带来实实在在的好处时，粉垄团队甚感欣慰，干劲更足。

当下，以习近平同志为总书记的党中央提出了“十三五”农业发展战略决策——“藏粮于地、藏粮于技”，给粉垄技术带来了新的发展机遇。

粉垄团队又对自己提出了新的要求：“藏粮于地，就要做足‘耕地’文章。”

一方面要求团队进一步研究和完善粉垄技术和机械高效耕作性能，一方面更加期望能在政府的引导和支持下，加快粉垄技术在全国的推广应用，在国家粮食安全、农业发展中起到应有的作用。■

(责编：姜天海)

行走农耕 挥写粉垄文章 ——专访广西农业科学院研究员韦本辉

► 记者 唐琳



初见韦本辉，多少有些出乎记者的意料。

深色西装和衬衫，透露出严谨和认真；沾着少许新鲜泥土的皮鞋，又诉说着眼前这位农民科学家的与众不同。询问之后不出所料，韦本辉刚刚才从试验田里赶过来。

这位看起来极为“接地气”的农学家，1978年毕业于广西农学院农学专业，先后从事薯类作物、粉垄耕作等研究。他发明的准山定向结薯栽培

方法，多年来已在我国南方地区广泛应用；他创新的粉垄耕作栽培技术，简便易行，可有效提高作物产量、改善土壤环境，被包括中国工程院院士、“杂交水稻之父”袁隆平在内的多位农业专家誉为中国农耕史上的一场“重大革命”。

韦本辉将这两项创新形容为一架马车的两个轮子。而他数十年如一日所做的，只为保障马车不断平稳前行。而马车的目的地，则是全人类的身体

健康与粮食安全。

采访结束的时候，韦本辉迎来了一个好消息：广西农科院领导批示，同意将粉垄技术上报广西壮族自治区党委和政府。也许，对这位一心扑在泥土上的科学家来说，这就是最好的新年礼物。

《科学新闻》：中国是农业大国，也是人口大国。粮食安全作为国家安全中至关重要的一部分，与社会和谐、政治稳定、经济的可持续发展息息相关。作为一名农学家，您如何解读粮食安全问题？

韦本辉：要想保障人类健康，实现生态环境以及经济的可持续发展，我们至少应该从粮食安全层面考虑三方面问题。



2015年11月2日，中国工程院院士袁隆平在广西农科院考察粉垄淮山新技术示范基地。

首先，所有农业研究的基本目的和最终目标都应当是保障人们吃得饱、吃得好、吃得健康和吃得安全；

其次，不论采取何种形式增产，都应该首先考虑农业的可持续发展，绝不能为了当代人的温饱而损害后代人的利益；

第三，所有农业生产活动都应该保持良好的生态状态，实现持续的“绿水青山”。这三个方面，应当是农业科研的最高境界，也是我们最大的心愿。

因此，我们多年来以这三方面为基本导向进行的相关研究，既是科学的研究，也是符合科学基本理念的。

《科学新闻》：您被誉为“草根型”专家，这其实是对您总是设身处地从农民需求出发的一种肯定。作为一名研究人员，您最初是如何明确自己的使命与责任的？

韦本辉：当前，从中国农业研究人员群体性质来说，主要可以分为三类：

一类是从高校、中专毕业后，经常活动在田间地头、通过实干成长起来的科学家；

一类是毕业后留在科研院所和高校，从事研究而成长起来的科学家；

一类是从事微观研究，如分子水平研究的科学家。这三类科学家

的研究倾向是有所差异的。

就我个人而言，我出生在广西北流市的一个山村农家，排行老大，下面还有5个弟弟妹妹。因为在农村长大，所以从小就割草放牛、干农活。加之上世纪60年代初期我国遇到了历史上罕见的自然灾害，这些经历使我对农民和农业有着特殊情感。不仅深知农民兄弟生活的不易和粮食增产的极端重要性，了解农民和农业的需求，更积累了丰富的第一手的农业知识，使我作为一名农业科技工作者，既明确了自己的研究方向，也有了创新的灵感和源泉。

《科学新闻》：您曾说过您有两个愿望，其中一个就是把淮山定向免耕生态栽培法推广到更多地方，为农民脱贫致富再加把力。实际上，在您之前，从未有人对淮山药有过太多关注。是什么让您把研究重点锁定在淮山药上的？

韦本辉：这与我的成长经历是分不开的。小的时候家里在自留地上种植淮山药，而我也喜欢吃淮山药。淮山药亦粮、亦菜、亦药，营养丰富、老少咸宜，在农作物中是佼佼者。

我发现，父母种植淮山药要比种其它作物更加辛苦。种植淮山药首先需要人工挖出1米深的沟，然后碎泥回填，待土壤经过疏松后再来种植；收获时，同样也需要深挖沟才能取出长长的山药，费工费时。

广西的淮山药研究曾是一片空白，种的也都是老品种，产量低、品

质差。全国情况差不多都是如此。因而，我国乃至世界的淮山药产业一直都发展不起来。

2001年，我晋升为研究员，广西农科院领导让我转任经济作物所所长兼书记。此时，我想到的研究方向首

先就是包括淮山药、马铃薯、木薯、红薯等在内的薯类作物。

之后，我主持了淮山药研究，从国内外收集大量种质资源，并开展品种培育、轻简栽培技术研究。至2004年，培育出“桂淮2号”“桂淮5号”和“桂淮6号”，并发明定向结薯栽培新方法。

所谓定向结薯，就是彻底改变淮山药结薯垂直向地性的特性，让它在地表下浅层土壤中横向结薯。这一方面解决了淮山药种植和采收都要深挖沟的难题，也冲破了淮山药产业发展的“瓶颈”。

2009年，农业部选定我担任国家公益性行业（农业）科研专项淮山药项目首席专家，主持山东、河南等6个省参加研究的淮山药项目。之后，又主持选育了“桂淮7号”等37个系列新品种。我选育的广西品种北移到浙江、江西、湖南等地种植，并把河北、山东、河南等地



2012年3月17日，北流市农业局组织专家验收，粉垄冬种马铃薯增产率31.1%。

的淮山药品种引种到宁夏、甘肃、新疆等西北地区，实现了“南薯北移”和“北种西扩”的全国品种利用策略布局。

现在，最让我们感到欣慰的是，淮山药免耕袋料生态种植、淮山药粉垄袋料生态种植和淮山药粉垄定向生态种植新方法，得以在全国甚至世界通用，并为加快淮山药产业化发展和增加优质食物来源发挥作用。其中，淮山药免耕袋料生态种植可在山坡地、林下等应用推广。所以，我对利用淮山药新品种、新技术精准扶贫充满信心。

《科学新闻》：您的另外一个愿

望就是希望把粉垄耕作栽培技术推广到全国乃至世界各地，为保障人类的粮食安全和生态安全贡献中国智慧。可否谈谈当初您是如何与这项技术“结缘”的？

韦本辉：2008年，我和我的团队在对广西区内外旱地作物生长期三种不同类型土壤与作物产量关系研究中，发现土壤疏松类型比板结和表皮结膜类型增产15%以上。这一规律让我意识到营造土壤疏松环境是提高作物单产的有效途径。

作物生长与产量构成，除了品种、施肥、灌溉等因素以外，最重要的应当是土壤环境。土壤状况，包括土壤养分、土壤氧气、土壤水分和土壤微

生物等。

当前，我认为，土壤状况与良种增产潜力需求不协调，土层薄、土壤板结、保水保肥性能差，尤其是土壤板结缺氧是制约中国农业粮食增产的核心问题之一。

换句话说，现有农田质量已经不能满足具有突破性良种的增产潜力发挥，已经影响到耕地粮食单产的进一步提高。

因此，解决了土壤缺氧和保水保肥问题，也就解决了作物增产的“牛鼻子”问题。

于是，我提出了粉垄机钻头旋削粉碎土壤而达到深旋耕和促使土壤疏松、吸水纳氧的构想。

最初，我找到宾阳县一位农机师傅帮忙，画出草图并加工制造螺旋钻头，但实验结果并不理想。

2010年6月，我与广西五丰机械公司合作，并于当年10月研制出由

拖拉机牵引螺旋型钻头的第一代粉垄机。

此后，经过反复试验、改进，首创的自走式多功能粉垄机械也终于通过技术鉴定并投入生产应用。

《科学新闻》：如今，粉垄技术被誉为是农耕上的重大突破，是人类农耕历史上一件划时代的大事，开创了人类拓展生存与发展空间新的伟大战略捷径。您如何解读粉垄技术带来的影响？

韦本辉：首先，粉垄技术是人类历史上继从刀耕到机耕的耕作浅层松土的造田造地之后，在现有浅耕耕层的基础上实施的、能充分激活尚未被利用的犁底层及其以下土壤资源的一次很重要、很有意义的深垦造田工程。

其次，通过粉垄深旋耕，可以在不打乱主体土层结构的基础上，将耕地现有浅薄松土土壤和耕地下尚未利用的土壤，进行全耕层粉垄疏松，从而给农作物带来土壤养分、水分、氧气和光能等自然资源的最大化科学利用，从而实现农作物新一轮的增产、提质、保水。

支撑我一路走来的正是我对农民的这份深厚感情，它使我肩负着一份用科技改变农村落后状况的责任感。我希望自己所研究的技术，可以真正对农民有所帮助，让他们受益。

另外，粉垄深旋耕技术，还可以在盐碱地、退耕草原和种草植树生态重建等方面探索应用，我认为其前景非常广阔。

所以，从一定意义上来说，粉垄技术对增产粮食、改善生态都有很大作用，既功于当代，又利在千秋，福泽人类。

《科学新闻》：现在您的这两个愿望实现得如何？未来又有怎样的规划？

韦本辉：我常常说，我手里有两个轮子，一个是粉垄技术，它可以解决大家吃饱、吃好和吃得安全的问题；另一个就是淮山定向免耕生态栽培法，它可以帮助农民脱贫致富，增添优质保健性食品的来源。我希望这两个轮子能同时前进，并

且走得平稳。

就现在来看，这两项技术的起步都很不错。7年来，粉垄技术在未立项的情况下，已在广西、湖南、河南、河北、海南、广东、甘肃、宁夏、辽宁、吉林、湖北、四川、北京、内蒙古、新疆、山东、安徽、云南、陕西、贵州等20个省（市）进行了水稻、玉米、小麦等近20种作物的试验与应用。

结果表明，粉垄后种植的作物耐干旱、耐高温、耐低温，生产性能稳定，在不增施化肥的条件下，实现增产10%~30%。而且，最近随着广西五丰机械公司研制推出的系列自走式粉垄机产品在各地得到重视应用，并走出国门——销售到东帝汶等国家，相信2~3年以内，粉垄技术推广应用将



2010年

2010年8月18日，中国工程院院士戴景瑞在北京听取粉垄技术汇报。



2012年

2012年8月21日，中国工程院院士蒋亦元听取粉垄汇报并提出相应建议。



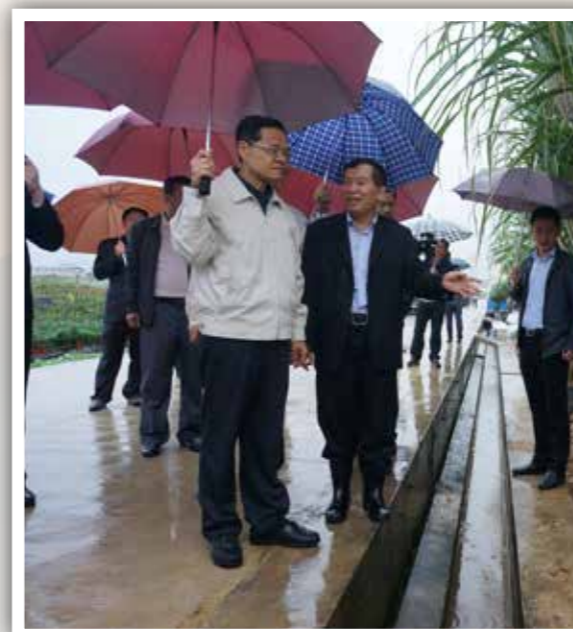
2015年

2015年7月15日，广西壮族自治区副主席张秀隆（中）在现场考察粉垄技术。



2015年

2015年11月3日，中国工程院院士盖钧镒参观甘蔗粉垄高效栽培技术。



2015年

2015年11月13日，广西壮族自治区主席陈武在广西农科院考察粉垄种植甘蔗、粉垄机械和淮山新技术。



2015年

2015年11月27日，全国政协副主席马飏在广西农科院示范基地考察粉垄甘蔗和淮山新技术。



2016年

1月7日，广西壮族自治区党委副书记危朝安（右二）到广西五丰机械有限公司考察粉垄机械研发与生产。



“粉垄”的命名，源于旱地粉垄耕作时土壤被粉碎悬浮成垄。

粉垄技术在中草药、花卉以及部分经济林木的种植上也可以得到应用。2015年4~5月，由广西五丰机械公司派出的机组，在内蒙古自治区赤峰市和通辽市粉垄耕作40~60厘米，种植中药柴胡和黄芪。2015年8月初，我们观察发现，作物生长量均分别比拖拉机耕作种植的多出2~3倍。

另外，未来除了农艺领域，我还希望能够组建一支研究团队，围绕粉垄技术与粉垄机械，在以下几个方面开展研究。

一方面，进一步在农业科学理论方面有所创新。粉垄后种植的作物，耐干旱、高温、低温，抗灾能力相对强，丰产性能相对稳定。因此，团队可以探索基于粉垄条件下的农业耕作、作物栽培等新理论，制定粉垄条件下的各种农作物生产新规程。此外，粉垄作为一项新耕作技术还有许多事情要做，例如粉垄作物增产机理、作物生长营养平衡、不同作物高效栽培技术体系研究，粉垄机功效的提升、配套机具的完善，如何加快粉垄技术的推广应用等等。

另一方面，希望能对粉垄技术对整个生态的影响进行多方位的评估。粉垄耕作自然性吸水纳氧，改善土壤和生态环境，在一定程度上减轻旱、涝灾害和固碳减排，其综合效应的结果，将可大范围影响和改善区域性乃至全球性生态与气候环境，对此可进行界定与测定。

另外，粉垄耕作、播种便于实现一体化、智能化，还可在种植地上快速实现除草碎秆轻耕，减少人工和化

出现一个小高潮，粉垄耕地面积有望达5000万至1亿亩。

在粉垄技术内涵性问题已经初步探明的情况下，下一步，我希望能着手在以下几个方面对粉垄技术的“外延”进行拓展研究。

在盐碱地改良方面，通过粉垄深旋耕耕作，使土壤疏松，部分毛细管被切断，土壤中的盐分得以下沉。经宁夏、甘肃等地试验，我们发现粉垄松土层土壤盐分浓度下降20%以上，种植的玉米、马铃薯增产10%以上。如果能够通过粉垄技术实现盐碱地改良，全国预计将增

加1亿亩耕地。

在草原改造方面，在不破坏草原基本生态的情况下，进行人类干预。我认为，可考虑对部分低产退耕的草原进行粉垄保水丰草，可以“井”字形方式进行间隔性粉垄。这样既有利于粉垄带上的草恢复生机，又能使未粉垄的草原区的天然降水不外流，就地贮存利用。

对于净化土壤，我认为可利用粉垄耕作设置耕作层下暗沟排污系统，通过干湿交替，实现减排土壤重金属、化学农药等污染物，提高产量和品质的目的。

学除草，可集约化经营生产，极大提高劳动生产率，这些方面我认为也应纳入评估研究的范围。

《科学新闻》：截至目前，您已获得发明专利5项，出版专著10部，获得省部级奖励12项，可谓硕果累累。但据我所知，这些成果却是在一穷二白的情况下取得的。在技术创新的过程中，您遇到过哪些困难？又是什么让您最终顶住压力、坚持下来的？

韦本辉：来到经济作物所之初，遇到的第一个障碍便是研究经费的缺乏。当时因为淮山药作为研究重点一时还未立项，所以最初那段时间，无奈之下，我出差收集淮山药资源或搞调研只好向我的夫人借钱。

2010~2013年期间，由于当时农科院相关领导并不支持粉垄技术的推广。在那段时间里，没有支持、没有经费、不给鉴定，我的团队确实度过了一段非常艰难的岁月。但

所幸好的技术总会被人们看到。如今，越来越多的领导、专家、农民关注到粉垄技术，并开始接受和认可技术的可行性。

作为农家子弟、农民的儿子，我吃过苦，也挨过饿。每每想到父辈这么辛苦的劳作，我都希望能尽我所能为他们解放劳动力，解决温饱问题。所以境遇越困难我就越卖力。支撑我一路走来的正是我对农民的这份深厚感情，它使我肩负着一份用科技改变农村落后状况的责任感。我希望自己所研究的技术，可以真正对农民有所帮助，让他们

在国家层面，我们期待国家可以派遣联合专家组对粉垄技术进行多点评估，将其上升为绿色农业“牛鼻子”战略平台技术。抓住“牛鼻子”，就抓住了整个农业发展的方向，从而带动良种、良法进一步提升。

受益。也正因如此，每当看到自己团队的创新成果给农民带来好处时，我都感到十分欣慰。

虽然我已经60多岁了，但身体还可以。我很高兴按照国家的政策能够延迟几年退休，能在有生之年多做点事情，造福农民兄弟。

《科学新闻》：如今，您团队的创新成果给农民带来很多好处的同时，研究成果也得到了广西壮族自治区领导和广西农科院的大力支持。对于今后，您期待国家层面能够对粉垄技术给予哪些方面的支持？

韦本辉：在国家层面，我们期待国家可以派遣联合专家组对粉垄技术多进行评估，将其上升为绿色农业“牛鼻子”战略平台技术。抓住“牛鼻子”，就抓住了整个农业发展的方向，从而带动良种、良法进一步提升。

其次，希望能够组建国家粉垄工程技术研究中心。联合全国农业领域的力量，对粉垄技术的外延进行深入研究，不断改良粉垄机械，促进农艺与农机结合。能尽个人所能将粉垄技术及其衍生出来的技术与理论用好、用实，是我最大的心愿。■

（责编：倪伟波）



2015 中国科学 年度新闻人物

当下，“科学”与“新闻”纵横交织所产生的作用与影响，已经大大超越了两个词语本身的含义。“中国科学年度新闻人物”的评选正是它的一个真实写照。

特别新闻人物

对抗疟疾 守护生命

中国中医科学院终身研究员兼首席研究员 青蒿素研究开发中心主任

屠呦呦

► 泉琳综合报道

2015年10月5日，瑞典首都斯德哥尔摩。

备受世界瞩目的、一年一度的诺贝尔生理学或医学奖揭晓，来自中国的女科学家屠呦呦和其他两位外国科学家共同折桂。

由于在发现青蒿素和治疗疟疾的新型疗法上的贡献，这位85岁的药学家获得了这项世界公认的卓越学术荣誉，更打破了国人在自然科学领域难以“出人头地”的魔咒。

呦呦有蒿

屠呦呦的名字典出《诗经·小雅·鹿鸣》中的“呦呦鹿鸣，食野之蒿。”这个寄托了父母美好期望的名字，莫名中将这个女孩一生的命运与清香的青蒿联系在一起。

自1955年进入中医研究院（现中国中医科学院）后，60多年来，屠呦呦埋首于自己深爱的事业，默默耕耘，在中国生物医学领域不断书写着传奇。

屠呦呦与青蒿素的故事始于20世纪60年代。

当时，在越南战场上，由于疟疾流行，作战双方的战斗力严重受挫。拥有抗疟药物，成为了决定美越两军胜负的重要因素。

美国随后便以华尔特·里德陆军研究院为中心，联合多国研究机构和药厂投入抗疟的研究。而越南因为缺乏相

应的研究机构和科研条件，只能转而求助于中国。

1967年，中国正处于“文化大革命”时期，所有的科研工作都处于停顿瘫痪的状态。在当时国家领导人的指示下，来自全国各地的科研人员聚集北京，就疟疾防治药物和抗药性研究工作召开了一个协作会议，一项具有国家机密性质、代号为“523”的项目就此启动了。

项目组织了来自60多个研究机构和单位的500多名研究人员参与其中，其短期目标是要尽快研制出能在战场上有效控制疟疾的药物，长远目标则是通过筛选合成化合物和中草药药方与民间疗法来研发出新的抗疟药物。

按照当时的部署，“523”项目分了几个研究组：临床研究组赴疟疾疫区，观察先期研发出的疟疾预防药的效果；中医药组一方面查阅文献，一方面深入民间，寻找治疗疟疾的秘方和验方，采集中草药样品，有时还在疫区就地试用观察；化学合成药组则与药厂合作，进行合成、筛选新药的工作。

1969年，屠呦呦临危受命，出任“523”项目中医研究院科研组长，与军事医学科学院的研究人员一同查阅历代医药记载，挑选其中出现频率较高的抗疟疾药方，并试验这些药方的效果。

在几千种中草药中进行筛选，无异于大海捞针。然而这并没有阻挡屠呦呦前进的脚步。

通过翻阅历代本草医籍，四处走访老中医，甚至连群众来信都不放过，屠呦呦终于在2000多种中药中整理出一张含有640多种草药、包括青蒿在内的《抗疟单验方集》。

然而在鼠疟筛选抗疟药物的试验中，青蒿的抗疟效果并不出彩，这致使研究一度陷入困局。

就在一筹莫展之际，屠呦呦再次回到古代医学典籍中寻找线索。东晋名医葛洪《肘后备急方》中的几句话忽然让她茅塞顿开：“青蒿一握，以水二升渍，绞取汁，尽服之。”

她意识到，常用煎熬和高温提取的方法可能破坏了青蒿的有效成份。于是，她立即改用乙醚进行实验制取青蒿提取物。

1971年10月4日，经历了190多次的失败之后，在实验室里，屠呦呦终于从中药正品青蒿的菊科植物的成株叶子的中性提取部分获得对鼠疟、猴疟疟原虫100%抑制率的青蒿素。

青蒿素发现之后，蒿甲醚、复方蒿甲醚等青蒿素类抗疟药的诞生，使人类利用青蒿素抗疟达到新高度。

然而成功的背后，是超出常人的付出。

为了试验药的毒性，屠呦呦及其团队成员以身试毒，很多成员因此得了病，她也没能幸免，患上了中毒性肝炎。

回忆起往昔的艰苦岁月，屠呦呦很是怀念，“在困境面前需要坚持不懈”。

正是凭借不屈不挠的毅力，才得以使屠呦呦带领团队在发现青蒿素的道路上写下浓墨重彩的一笔，并在过去的40年中挽救了无数疟疾患者的生命。

荣誉与责任

因为青蒿素的研究，屠呦呦屡获大奖。

1978年，青蒿素抗疟研究课题荣获全国科学大会“国家重大科技成果奖”；1979年，获国家科委授予的发明奖；1982年，屠呦呦出席全国技术奖励大会，领取发明奖章和证书；1984年，青蒿素的研制成功被中华医学会等评为“建国35年以来20项重大医药科技成果”之一……



中国中医科学院终身研究员兼首席研究员
青蒿素研究开发中心主任
屠呦呦

不仅受到国内医学界的认可，屠呦呦及团队的研究成果也获得了国际学术界的青睐。

2011年，屠呦呦因为发现青蒿素而荣获国际生物学大奖“拉斯克奖”，填补了华人十年未获此奖的空白；2015年6月，她再次因成功研制出青蒿素药物而获得哈佛大学医学院华伦·阿尔波特奖，成为首位获此殊荣的中国学者；2015年10月，因为在青蒿素研究中的原创性工作，屠呦呦获得诺贝尔生理学或医学奖，成为第一位获得诺贝尔科学奖项的中国本土科学家。

然而，在荣誉面前，屠呦呦非常平静。“我觉得荣誉本身就是一个责任。荣誉越多，你的责任就更多一点。”

如今，进入耄耋之年的她依旧没有停止工作。

“药来之不易”，她希望青蒿素的应用可以扩充到更多的领域。“我是搞医药卫生的，就是为了人类的健康服务。”■

（责编：唐琳）

基础研究领域科学家

书写中国量子通信传奇

中国科学院院士 中国科学技术大学常务副校长

潘建伟

► 记者 倪伟波综合报道

2016年1月8日，备受瞩目的2015年度国家科学技术奖揭晓。代表中国自然科学领域最高奖项的国家自然科学一等奖，颁给了中国科学院院士、中国科学技术大学教授潘建伟主持的“多光子纠缠及干涉度量”项目。

作为该项目的第一完成人，潘建伟因45岁的年龄优势，刷新了2006年支志明49岁获得该奖的记录。

而就在这之前的一个月，英国物理学会新闻网站《物理世界》评选的“2015年度国际物理学十大突破”公布，潘建伟、陆朝阳等人首次实现的“多自由度量子隐形传态”入选，并位列榜首，这也是中国本土完成的工作首次获此荣誉。

与量子结缘

1987年，17岁的潘建伟放弃了保送浙江大学等高校就读经济管理类热门专业的机会，毅然选择了自己钟爱的物理专业，进入了中国科大近代物理系。在中国科大，他第一次接触到量子力学，就被深深地吸引了。

1996年，在中国科大获得理论物理硕士学位后，潘建伟来到奥地利因斯布鲁克大学，投身Anton Zeilinger教授门下，攻读实验物理学博士学位。为了能尽快进入实验量子物理的前沿，潘建伟几乎整天都泡在实验室里，摆弄着以前从未见过的光学器件。

经过一年多的艰苦努力，他和实验室的同事们完成了一个重要的实验，即在国际上首次实现光子的量子隐形传态。实验成果发表在《自然》杂志上，被认为是量子信息实验领域的开山之作，同时被美国物理学会、欧洲物理学会和《科学》杂志评为“年度十大进展”，并被《自然》杂志特刊纳入“百年物理学21篇经典论文”。那年潘建伟29岁。

2001年，潘建伟拒绝了国外为他建立实验室的盛情，回到母校中国科大。

谈及回国，他认为这是顺理成章的事：“我从没想过不回国。当初出国，就是为了做实验研究。积累了一定知识和技术以后自然要回来，这是从出国那天开始就决定好的事情。”

回国后，潘建伟组建了自己的实验室，使国内几乎“零基础”的量子信息实验研究得以快速起步，并在短短的几年内，便在国际上首次实现五光子纠缠和终端开放的量子隐形传态。

打开量子大门

在很多人看来，量子是神秘而高深莫测的。

事实上，量子是一个能量的最小单位，所有微观粒子（如分子、原子、电子、光子等）都是量子的一种表现形态。

比如我们日常生活中常见的光，就是由大量光量子组成的。

那么量子对于人类而言到底有什么用处呢？

利用量子通信，我们的通信将能实现无条件安全，“棱镜门”等危害国家信息安全的事件将不再发生；如果能制造出操纵100个粒子纠缠的量子计算机，其对某些特定问题的计算速度将比目前最快的超级计算机“天河二号”还快百亿亿倍。

更神奇的是，利用量子隐形传态，《西游记》中孙悟空“筋斗云”的法力将不再只是神话，物质状态的远程瞬间传输可能成为现实。

潘建伟率领的团队已通过实验证明了这种可能性。2004年，利用五光子纠缠，团队首次实现了终端开放的、多接收用户的量子隐形传态；2006年，利用六光子纠缠，团队首次实现了两粒子复合系统的量子隐形传态；2015年更是首次实现了多个自由度的量子隐形传态。

与此同时，团队于2007年在国际上首次实现了安全通信距离超过100公里的光纤量子密钥分发，2008年实现了国际上首个全通型量子通信网络，2012年建成首个规模化量子通信网络。

如今，量子通信已经开始为国家信息安全保护“发光发热”。在“十八大”、抗战胜利70周年阅兵等国家重要政治活动中，都可以看到量子通信装备的“身影”。

此次获得国家自然科学一等奖，是对潘建伟带领的团队在量子领域多年来深耕取得的成果的肯定。然而，他们并不满足。

“这还远远不够，未来还有更难啃的‘硬骨头’，要实现有实用价值的量子模拟机和量子计算机的基本功能，起码要实现几十到上百个量子比特的纠缠。”潘建伟说。

对未知世界的积极探索，激励着潘建伟率领的“梦之队”不断前行，勇攀高峰。

自潘建伟团队组建至今，其成果1次入选《自然》杂志评选的“年度十大科技亮点”、3次入选欧洲物理学会评选的“年度国际物理学重大进展”、3次入选美国物理学会评选的“年度国际物理学重大事件”、9次入选由两院院士评选的年度“中国十大科技进展新闻”；其团队成员曾获得欧



中国科学院院士，中国科学技术大学常务副校长
潘建伟

洲物理学会非涅尔奖、国际量子通信奖、“求是杰出科学家奖”、何梁何利“科学与技术成就奖”等重要奖项。

正是在潘建伟等中国科学家的不懈努力下，如今中国的量子通信技术已达到世界顶尖水平，领先欧美国家。

今年，世界上第一条远距离量子通信保密干线“京沪干线”将开通。与此同时，为实现高速星地量子通信并连接地面的城域量子通信网络，由中国科学家自主研发的世界首颗“量子科学实验卫星”也将在今年发射。

在不久的将来，我国将以这两大工程为基础，构建一个天地一体化的量子通信网络，最终实现建立覆盖全国甚至覆盖全球的广域量子保密通讯网络的目标。

“我们每个人都有个中国梦，都在自己的位置上为之努力，我选择的方式是研究量子物理。”潘建伟与量子的纠缠仍在继续。■

（责编：唐琳）

基础研究领域科学家

徜徉固体世界 享受科研乐趣

中国科学院院士 中国科学技术大学化学与材料科学学院教授

谢毅

► 记者 唐琳综合报道

2016年1月19日，由《中国科学报》、科学网、《医学科学报》和《科学新闻》杂志，共同主办的“2015中国科学年度新闻人物”评选活动正式公布结果，在基础研究领域科学家的名单中，我们看到了一个熟悉的名字——谢毅。

谢毅似乎总是能给人们带来惊喜，而又总是在惊喜后一次又一次刷新人们对她的期待值。

教育部化学领域第一位女性“长江学者”特聘教授，迄今为止国家基金委化学部唯一一位女性创新群体带头人，首位获得国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）化学化工杰出女性奖的华人科学家，2013年新当选的53名中国科学院院士中最年轻的女性科学家。

在2014年获得发展中国家科学院（TWAS）化学奖之后，2015年伊始，中国科学院院士、中国科学技术大学化学与材料科学学院教授谢毅，折桂联合国教科文组织和欧莱雅集团共同设立的世界杰出女科学家成就奖。

扎身固体世界

1984年，因为高考中出色的化学成绩，谢毅被厦门大学化学系录取。然而对她而言，这却是一个美丽的意外。

“这并不是我主动选择的结果。高中时最喜欢物理，还得过全校竞赛的第一名，但高考时意外失利，化学却考得特别好。”谢毅笑谈。

在大四的结构化学课上，谢毅被各种各样美丽的固体结构所吸引。在实验室进行本科论文时，她豁然发现化学的乐趣以及科研的挑战性与新鲜感，从此便与化学结下不解之缘。

在中国科大就读时，以谢毅为第一作者的“将溶剂热合成技术发展制备Ⅲ-V族非氧化物”的工作，不仅得以发表在美国《科学》杂志上，入选教科书，而且还获得国家自然科学奖二等奖。

从那以后，谢毅正式开启了自己的学术之路。随后，她开始进行独立的科研工作，在固体化学领域尽情徜徉。

她的小组先后提出了多种二元特征结构协同策略，实现了系列复杂结构无机功能材料的构筑，并因此获得了2012年国家自然科学二等奖。

近年来，谢毅和她的小组将研究聚焦到无机功能固体的电、声调制，并取得了一系列重要进展。如利用无机固体中丰富的相变行为及半导体二维超薄结构，实现电、声同步调制，不仅成为设计高效热电材料的新途径，相关工作还在被誉为“化学化工领域风向标”的美国《化学与工程新闻》上得到专题评述。

另外，谢毅在低维固体领域的电、声调制上的工作，得到国际同行的高度评价，并因此凭借在超薄半导体的结构表征及其在能量转换应用中的突出贡献，获得了2015年度世界杰出女科学家成就奖。

联合国教科文组织这样介绍谢毅的工作：“她的工作

中国科学院院士
中国科学技术大学化学与材料科学学院教授
谢毅



致力于降低污染，提高能源利用效率，对未来大有裨益。谢毅教授致力于保护地球的事业，并坚持不懈为应对环境挑战寻找具有创新性和智能性的解决方案”。

在科学研究的道路上，谢毅正当年。她似乎有无穷的精力和毅力，得以不断前行。最近谢毅及其团队又设计出一类杂化超薄结构能够实现低能垒的二氧化碳电催化还原，也就是用作新型电催化材料，能够将二氧化碳高效“清洁”地转化成液体燃料甲酸。该成果得以刊登在著名学术期刊《自然》的2016年首期上。

展望未来，对于今后的研究方向，谢毅思路明晰：“电、声调制是固体中最难也是最重要的领域，低维固体中的电、声调制更是有许多新奇的现象在不断被发现。不管是在基础还是应用上，未来都有很多可以拓展的空间，这也是我希望继续努力的方向。”

耐得住寂寞

在谢毅的心中，荣誉和称号只是从事科研过程中所收获的“副产品”。

“没有一个奖项是我自己主动提出申请的。荣誉对我来说，是鞭策和鼓励，更是新的起点。”面对荣誉与成绩，谢毅超乎寻常的淡然。

做科研，在她看来，需要一份洒脱，一份韧劲，一份开

阔的胸怀，特别是不顺利的时候，还要耐得住那份寂寞。

面对众多的荣誉和掌声，谢毅一直保持着一份谦逊和冷静，她说：“我始终把自己定位为一名老师，把学生培养好，使他们能以尽可能高的起点进入社会是我的动力。”尽管科研任务繁重，她一直坚守在教学第一线，十几年来每个学期都给本科生和研究生讲授《固体化学》。

如今，谢毅的很多学生也以老师为榜样，成为国内高校和科研机构的中坚力量。而谢毅自己也因为教学上的贡献，多次获得中国科学院优秀研究生导师称号，并获得宝钢优秀教师奖。

科研之外，谢毅有一个信条：把生活简化。

“很多人说自己很忙，其实是被生活中的很多环节拖累得很忙，而我喜欢‘极简’的生活，没有应酬与喧嚣。”谢毅说，“简单而规律的生活，使我安静地沉下心来，把有限的精力节省到更想做的也更重要的事情上去。”

（责编：倪伟波）

基础研究领域科学家

让中药研究惠及人类

哈尔滨医科大学附属第一医院中医教研室主任、教授

张亭栋

► 记者 唐琳综合报道

新年伊始，由《中国科学报》、科学网、《医学科学报》和《科学新闻》杂志共同主办的“2015 中国科学年度新闻人物”评选活动结果揭晓。

其中，在入选基础研究领域的3位科学家中，比起频繁见于报章的年轻科学家们，张亭栋这个名字让很多人感到陌生。

从上世纪70年代开始建立砒霜（三氧化二砷）与白血病的联系，这位年过耄耋的老人如今已经在中西医结合治疗白血病的道路上走过了近半个世纪。

作为使用砒霜治疗白血病的奠基人，张亭栋研制出的三氧化二砷注射液对急性早幼粒白血病（APL）的临床治愈率高达91%，这不仅为全球无数白血病患者带来了福音，也让公众再一次感受到中国传统医学的无穷魅力。

“以毒攻毒”

2011年9月，葛兰素史克（GSK）“生命科学杰出成就奖”揭晓，两位中国科学家共同折桂。他们的发现被誉为是“中国过去一个世纪来最重要的两项来自中药的药物发现”。

除了如今已经被人们熟知的诺贝尔奖得主屠呦呦，另外一位获奖者正是哈尔滨医科大学附属第一医院终身教授张亭栋。

张亭栋最初“结缘”三氧化二砷，可以追溯到上世纪70年代。

当时，黑龙江省肿瘤防治办公室接到报告，称黑龙江省林甸县民主公社卫生院采用有毒药物医治恶性肿瘤，并取得了意想不到的效果。于是，时任黑龙江省中西医结合学会理事长、哈医大一院中医科主任的张亭栋临时受命，带队一探究竟。

原来，事情起源于当地一位老中医用中药砒霜、轻粉、蟾酥几味剧毒药物配制的一个秘方。这个秘方最初被用来治疗鼠疮——淋巴腺结核，后来，一位药剂师用秘方治好了自己母亲的皮肤癌，于是又将秘方改成针剂，通过肌肉注射治疗各种癌症。

经过仔细的核实和检查，专家组发现这个被命名为“713”的方剂在治疗癌症方面确实成效显著。而张亭栋本身就是中西医结合血液病医生，长期以来一直渴望在白血病治疗上打开突破口。于是，受到“713”方剂的启发，在药剂师韩太云的配合和帮助下，张亭栋开始将原方分成“砒霜+蟾酥”和“砒霜+轻粉”两组，分别进行体外抑瘤试验。

经过反复试验，张亭栋等人发现，原方中的砒霜才是癌细胞的克星，而蟾酥和轻粉不仅无治疗作用，反而还会带来一些副作用。秉承这个发现，张亭栋课题组大胆创新，果断将砒霜提纯，最终精制成亚砷酸注射液，专门攻克APL。

在张亭栋工作的基础上，当时在上海血液学研究所的陈竺和陈赛娟夫妇与张亭栋取得联系，双方一拍即合并展开通力合作，开始尝试用三氧化二砷治疗对全反式维甲酸耐药的APL患者，并发现三氧化二砷诱导APL细胞分化和凋亡的双重药理学机制。后来，合作研究更进一步证实了癌蛋白PML-RAR中PML是三氧化二砷治疗APL的直接药物靶点。

1996年12月，国际血液病学术大会在美国召开，张亭栋与陈竺受邀出席。当陈竺代表课题组介绍到砷剂治疗复发的白血病症15例，其中14例获得完全缓解时，整个会场为之沸腾了。在这之后，国际医学界开始广泛接受三氧化二砷对APL的治疗作用。

美国纽约西奈山医院肿瘤实验室主任维斯曼教授这样评价这项工作：“那么毒的药物，竟敢注入血液中，这说明中国人胆量大；而胆大不是蛮干，胆大来自聪明、来自见识、来自科学。”

造福人类

2015年，除了入选“中国科学年度新闻人物”，“求是杰出科学家奖”和第六届唐氏中医药发展奖也先后向这位老人敞开了大门。

“三氧化二砷，堪称中国过去一个世纪最重要的一项来自中药的药物发现。在以个体科研小组模式研究中药抗癌的过程中，张亭栋是三氧化二砷对白血病治疗作用的主要发现者。”在“求是杰出科学家奖”的颁奖词中，原北京大学生命科学院院长饶毅如此说道。

然而，相比张亭栋为人类健康福祉所作出的突出贡献，任何奖项都无法衡量其中的价值。

经过哈医大一院后继科研工作者的不断创新，三氧化二砷于上世纪90年代开始面向全国推广，其后又进一步推广到全世界。如今，其早已成为全球治疗APL的标准药物之一，挽救了无数人的生命。

得知屠呦呦凭借中药西用青蒿素获得2015年诺贝尔生理学或医学奖后，一直盼望能充分挖掘中国医药学宝库



哈尔滨医科大学附属第一医院中医教研室主任、教授
张亭栋

进而造福人类的张亭栋倍感欣慰。

“此次屠呦呦获奖，作为同样从事中西医结合研究的人，我们都感到骄傲，这对我们是一种鼓励，对今后中西医结合研制新药，也是一个新的启示。”张亭栋说。

张亭栋表示，我国提出发展中西医结合不过70年光景，就已经发现了青蒿素和三氧化二砷制剂惠及人类，这是一个很大的进步，也是一个很好的开端。而对于中医药研究的发展潜力，他更是信心满满。

“中国医药学是一个伟大的宝库，要努力发掘，还要加以提高，让它不仅为中国人民服务，更要为全人类服务。”

即便已经进入耄耋之年，张亭栋依旧没有停下来的意思。沉醉于中医药研究几十年，他从未感到疲倦。

“假如我再年轻几年，我还想把三氧化二砷进一步研究一下。我总在想，它应该不仅能治疗白血病，一定还能治疗其他的病。”谈到自己这一辈子的心血，张亭栋深情地说。■

（责编：倪伟波）

技术创新和科技成果转化杰出者

变废为宝 秸秆可治“病土”

南京师范大学地理科学学院教授

蔡祖聪

► 记者 姜天海综合报道

近年来，农作物秸秆一直为人所诟病，不仅因为它是农民收获粮食后难以处理的废料，更因为焚烧秸秆已成为夏秋季雾霾的一大主要源头。

然而，国家“973”项目首席科学家、南京师范大学地理科学学院教授蔡祖聪及团队最近发明的一项技术，让令农民和环保部门头疼不已的“废秸秆”成为治疗病土的绿色优质的“良药”。

取之于土，用之于土，或许是解决连作障碍等全球土壤问题的最佳良方。

土传病害危及耕地安全

蔡祖聪主要从事土壤碳、氮循环与全球变化关系的研究，包括土壤有机碳转化规律与碳平衡关系、氮硝化和反硝化与氮氧化物排放及氮素农业面源污染的关系等。

在他看来，一方水土养一方人，每一片土壤也都会与其孕育的植物产生密切的相互作用。每一种植物所携有的天然土传致病菌，会与土壤中的微生物构成庞大的微生物“王国”。

但与土壤打了一辈子交道的蔡祖聪深知，这种持续、密切的关系，却未必总是好事。

如果同一片土壤连续几年耕作同一种作物或者近缘作物，就有可能导致土壤中有害微生物过度繁殖，抑制有益微生物的生长，造成作物的品质变劣、产量降低、致病

甚至死亡，这就是桎梏着全球农业发展的一项难题——“连作障碍”（continuous cropping obstacles）。

连作障碍表现为作物产量和品质下降、病虫害加重，土壤次生盐渍化及酸化、植物自毒作用、元素平衡破坏等，让有此遭遇的农民手足无措。特别是一些常见的灰霉病、枯萎病、根腐病，导致农民必须依靠加大农药施用量和施用频率来抑制病虫害的发生。但由此造成的病原菌耐药性也形成了恶性循环，让农民不得不最终放弃这片“病土”。

“这种土传病害严重地危及我国乃至全球的作物和耕地安全。”蔡祖聪告诉《科学新闻》。

废秸秆成病土良药

翻阅蔡祖聪的履历，从中国科学院南京土壤研究所硕博连读、后成为该所研究员，到美国新泽西州立罗格斯大学环境科学系博士后，再到南京师范大学地理科学学院特聘教授，他的一辈子都在与土壤打交道。

他曾在土壤微量元素化学、稻田温室气体排放和农田碳、氮循环的全球变化效应等方面获得过国家自然科学基金二等奖（排名1）、中国科学院自然科学奖二等奖、江苏省科学技术进步奖一等奖等，发表学术论文近300篇，其中SCI收录论文170余篇。

2010年，蔡祖聪课题组在国内率先将研究方向瞄准

根治土传病害的方法，并在国内率先开始独立研究强还原土壤修复方法。通过六年的团队协作研究，他们发现，其实根治病土的良方，是乡村田间最不起眼的一种废料——秸秆。

蔡祖聪向《科学新闻》记者深入浅出地揭示了这项技术的操作原理：在七八月大棚蔬菜的休整期将秸秆粉碎后埋入土壤，然后在高温天气下，用塑料膜捂上3~4周。此时，土壤中的微生物和秸秆中的物质会发生化学反应，由此产生大量的有机酸等物质。它们不但能杀死土壤中的病原菌，还可改善土壤的结构和肥力。并且，这种方法还避免了因秸秆直接还田导致来年农作物病虫害增加的弊端。

通过实验发现，这项操作原理颇为简单便捷的方法能够消灭95%以上的病原菌。在修复期间，埋入粉碎秸秆的土壤电位指标从+500毫伏骤降至-200毫伏。需要大量氧气的病原菌被杀死，氧化物得到还原，因此土壤可以在较大程度上回归到种植作物前的正常状态。

这项被称作“强还原土壤灭菌方法”（RSD）于2015年相继发表在《欧洲植物病理学杂志》《微生物学研究》等期刊。目前，课题组已阐明RSD灭菌和修复连作障碍土壤的作用机理，建立了完整的强还原土壤灭菌处理技术方法，并成功修复了因作物连作障碍而废弃的土壤。

取之于土 用之于土

取之于土，用之于土，将农民最头疼的田间“废物”变废为宝，用于根治土传病害，修复病土。

“这不仅保障了我国耕地资源、通过良性循环减少农药使用量，而且也为废秸秆找到了用武之地，可谓‘一举三得’”。蔡祖聪表示。

目前，该技术已经在江苏、山东、海南、云南等地开展了技术示范与推广。2015年10月28日，蔡祖聪团队与江苏丹阳现代园艺产业园签订协议，将采用“强还原土壤修复方法”，利用该园的万余亩水稻田的秸秆，根治园内5000亩大棚果蔬的“连作障碍”。



南京师范大学地理科学学院教授
蔡祖聪

但是，在每一项新技术走向市场时，都会遇到各种市场化问题。而蔡祖聪团队所遇到的难题，却让他们始料未及。

问题出在他们原本以为会“物美价廉量多”的秸秆身上。蔡祖聪介绍，在到实地收集秸秆进行土壤治理的过程中，竟发现秸秆总是收不够，“不是达不到修复所需的量，就是价格高得离谱，甚至高过粮食的收购价”。

巧妇难为无米之炊，特别是在计较分毛利益的农业耕地上更是如此。

他给记者算了一笔账，一亩菜地的治理需要2亩秸秆，如果按照合理的收购价，一吨秸秆应为300元左右。在计入人力成本和加工处理费用之后，修复一亩大棚的费用约为700元左右，完全可以实现收支平衡甚至盈利。但是由于缺乏秸秆收购和销售的有效渠道，导致这项秸秆资源化技术的前进步伐重重受阻。

因此，心系科技成果有效转化的蔡祖聪也建议，有关部门重视促进秸秆商品化和推广通过秸秆资源化技术治理土传病害问题，修复“失地”，实现到2020年农药使用量零增长的目标。■

（责编：倪伟波）

技术创新和科技成果转化杰出者

全球首个生物工程角膜 成为“你的眼”

第四军医大学组织工程研发中心主任、教授

金岩

► 记者 姜天海综合报道

“如果我能看得见，生命也许完全不同……是不是上帝在我眼前遮住了帘，忘了掀开。”2002年，因患先天性白内障而全盲的歌手萧煌奇推出了歌曲《你是我的眼》，以至深的个人感受道出了视觉障碍为人类所带来的困扰。

2015年6月，由中国再生医学集团研究人员历经10年自主研发的全球首个生物工程角膜艾欣瞳获批上市，为在暗夜中无尽等待的视力障碍患者带来了一丝光明与希望。

“艾欣瞳是由异种角膜经脱细胞特殊工艺多级处理，去除了角膜中的细胞、杂蛋白、多糖等抗原，保留了天然角膜基质胶原蛋白结构，生物相容性好，生物安全性高，能与周围组织快速整合并随着自身细胞的迁入改建，移植角膜逐渐透明，患者视力逐渐恢复。”该项目的主持者、第四军医大学组织工程研发中心主任金岩告诉《科学新闻》。

由北京同仁医院、四川大学华西医院等共同完成的一项长达五年多的临床试验结果表明：艾欣瞳总有效率达到94.44%，愈后效果接近人捐献角膜。

全球首个生物工程角膜

根据世界卫生组织2010年发布的《视觉障碍全球数据报告》(Global Data on Visual Impairments 2010)数据显示：2010年，全球共有3900万盲人，视力受损人口达2.85亿，2.46亿人口视力低下；其中，我国患者的比例分别为

20.9%、27.3%和26.5%。

视觉障碍不仅影响个人和家庭的健康幸福，更影响着我国社会的发展。然而，与失去光明相比，更令患者煎熬的是对角膜捐献者的漫长等待。

因此，如何以人工角膜替代角膜捐献者，成为了全球一大研究热点。科研人员最初的人工角膜探索往往是由化学材料制成，它所存在的问题是排异性高，也很容易脱落，甚至连角膜的外观也难以为患者所接受。而其后的多次尝试也往往因为生物相容性和生物安全性等问题而不得不搁置。

“角膜不像其它组织，有创伤让它愈合就行，角膜愈合以后如果不透明很难达到功能，所以对其组织要求很高。”金岩曾在接受媒体采访时表示。

如何能够在真正意义上替代捐献角膜，给予视觉障碍患者期待已久的光明，成为他矢志不渝的追求。

2002年，他与团队不顾周围的质疑之声，开始了长达八年的生物工程角膜探索。最初，他们也瞄准化学材料，但是角膜内部复杂精密的纤维结构仍然成为阻碍他们的最大问题。因此，他们开始大胆地考虑，从“大眼睛”动物身上寻找天然的替代品。

为此，他们开始了长达数年的试验排查。牛、羊、猫等动物的试验结果一次次失败，最终，他们选择了高发疾病较少、在中国圈养数量较高的猪作为生物工程角膜的研

发对象。

2007年，随着金岩团队的研究成果第一次在国际上发表于《细胞与组织研究》杂志，才让人们逐渐开始相信这种方法并非科幻电影中的天方夜谭，有些研究团队也开始逐渐向这个研究方向靠拢。

但是，要想保证猪的角膜在移植过程中不会产生排异反应，必须要在保护0.5毫米厚的角膜纤维结构的情况下，去除猪角膜中的抗原。为此，他们在近五年的时间里做了上万次实验，以确保生物工程角膜的生物安全性和生物相容性。

如今，由金岩团队研制的生物工程角膜已与22家代理商签署了经销合作协议，其中包括中国器械、国控陕西等知名医药企业。战略合作伙伴协议的签署意味着“艾欣瞳”获批上市，经过一段时间培训医生、教育市场的预热期后，终于拉开了全国销售的序幕。

去年12月21日下午，山东省眼科研究所、青岛眼科医院召开发布会，宣布全球首例生物工程角膜手术在该院获得成功。手术由我国唯一的一位眼科学院院士谢立信亲自操刀。全球首个生物工程角膜艾欣瞳还获邀于2016年1月22日亮相在丹麦奥胡斯举办的第28届欧洲眼库协会年会，并受到来自世界各地专家的瞩目。

科研成果如何体现价值

金岩常说的一句话是“科研成果要用到人身上才能体现价值”。的确，这位1963年出生于秦皇岛的组织工程与再生医学专家一直将“科技”“产业化”紧密结合，推动人类健康的发展。

1985年，金岩毕业于第四军医大学，并于1991年获得博士学位。1992年，他破格晋升为副教授，并于1995年成为第四军医大学最年轻的教授，创建并担任第四军医大学组织工程研发中心主任。

作为我国组织工程与再生医学基础研究与产业化方面的领军人物，2007年，他成功研制我国第一个组织工程产品——组织工程皮肤，是我国第一个实现产业化的组织工程产品。他在组织工程牙齿、神经、骨等方面的研究也处



第四军医大学组织工程研发中心主任、教授 金岩

于国际领先水平，发现了与口腔颌面部形态发生相关的新基因；并作为国家重大科学研究计划（“973计划”）干细胞项目的首席科学家，为干细胞与组织器官的衰老与再生方面做出了杰出的贡献，命名了新的干细胞，并发现了炎症等微环境对干细胞影响的新机制。

由于金岩为组织工程与再生医学做出的突出贡献，他也获得了国家科技进步一等奖，省部级科技一等奖4项，获得国家杰出青年基金并被评为教育部“长江学者奖励计划”特聘教授、入选国家百千万人才工程领军人才等；现不仅担任中国组织工程与再生医学专业委员会主任委员、中国生物材料学会常务理事，还担任中华口腔生物医学专业委员会候任主任委员；近五年以通讯作者发表包括在 *Cell Metabolism*、*Stem Cells* 等著名国际刊物发表SCI收录文章160余篇（5分以上40篇），主编专著5部，参编10余部。获得国家发明专利13项。■

（责编：倪伟波）

技术创新和科技成果转化杰出者

坚守公共卫生安全一线的女少将

解放军军事医学科学院生物工程研究所所长、研究员

陈薇

► 记者 姜天海综合报道

2015年7月10日，中国人民解放军总后勤部隆重举行晋升少将军衔仪式，当总后首长向唯一的一名晋升女军官颁发中央军委习近平主席签署的少将军衔命令状时，全场响起了热烈的掌声。

她的与众不同，不仅在于她是我国为数不多的女将军之一，更因为她作为军事医学科学院生物工程研究所所长，在研发埃博拉疫苗、抗击非典等国家卫生防疫和全球卫生安全方面所作出的突出贡献。

携埃博拉疫苗首度走出国门

2015年，埃博拉疫情肆虐非洲，更牵动着全球千千万万科研人员的心。10月10日，由我国自主研发的重组埃博拉疫苗正式启动在塞拉利昂的Ⅱ期临床试验。而这一疫苗是由刚刚晋升为少将的陈薇研究员领衔的创新团队所研发。这是我国自主研发的埃博拉疫苗首次获得境外临床试验许可，开创了我国科技人员走出国门，在境外进行疫苗临床研究的“零”的突破。

在过去的两年中，西非的埃博拉疫情防控形势异常严峻。2014基因突变型埃博拉病毒是1976年以来发生变异速度最快的病毒，而且首次离开非洲到达欧

洲和美洲。

而陈薇课题组研发的疫苗不仅防控针对性强，而且是全球首创的冻干粉剂型，在37℃的极端条件下疫苗活性仍可保持2周以上，具备大规模生产的条件，适合疫苗冷链条件难以保障的西非热带地区广泛使用。

“这个冻干粉剂性在2~8℃下可以长期保存。实验数据显示，在37℃的极端温度下，即便没有冷链的保障，仍可稳定存储两周以上，大大提高了在西非等国家的普适性。”陈薇表示。据了解，国外正在进行临床研究的埃博拉疫苗均为1976基因型液体苗，需在-80℃条件下保存和运输。

陈薇所带领的团队在国内最早开展埃博拉疫苗研究，从2006年起相继获得“863计划”、国家重大专项和军队科研规划的持续资助。在2014年西非埃博拉疫情暴发后，在总后勤部统一部署下，陈薇团队在长期从事1976基因型疫苗研究的基础上，启动2014基因突变型疫苗研究。相关临床试验结果全文发表于《柳叶刀》。

现在，疫苗已经相继获得塞拉利昂伦理与科学评价委员会伦理许可、药理学理事会临床许可后，正式启动了在塞拉利昂的Ⅱ期临床试验，是中国研制的疫苗首次在国外获得临床许可。

解放军军事医学科学院生物工程研究所所长、研究员
陈薇



坚守在公共卫生安全一线

2011年12月，陈薇从中国常驻联合国教科文组织大使衔代表尤少忠手中接过“第八届中国青年女科学家奖”的荣誉。

评奖委员会对她的评价是：陈薇长期从事微生物流行病学研究，尤其在生物安全、生物防御、生物反恐等方面业绩显著，出色完成了抗震救灾、奥运安保等应急任务。

如今，陈薇有众多职务：全军生物武器损伤防治药物重点实验室主任、国家药典生物技术副主任委员、国家传染病重大专项总体组专家、“生物危害防控”国家创新团队的学术带头人等。而她最早为国人所知，是在2003年抗击非典的关键时刻。

2003年非典来势汹汹之时，陈薇所主持的“重组人干扰素 ω （IFN- ω ）”研制工作已历时3年，这种具有广谱抗病毒和调节免疫功能的干扰素最初用于治疗乙型和丙型肝炎。2003年疫情暴发时，她和团队迅速对该药物进行实验，并发现该药对SARS病毒有较好的防护作用，被国家药监局批准为健康人群的预防用药。

由于在非典中的特殊贡献，陈薇当选“中国十大杰出青年”。时任国家主席胡锦涛曾评价其研究团队“为党分忧，为民解难，拼搏奉献”。

2008年汶川地震期间，陈薇曾担任国家卫生防疫组长，组织编写了《震后卫生防病30问答》和3万多字的《卫生防疫与心理援助知识手册》，并赴灾区一线；北京奥运会期间，陈薇参与“军队奥运安保指挥小组”专家组，成功处置了数十起核生化疑似事件，被评为总后勤部“援奥工作先进个人”；此外，她在特殊皮肤创伤、神经损伤药物等研究领域都为战争创伤的修复作出突出贡献。

陈薇为我国生物防御和生物高技术研究方面所作出的突出贡献得到了党和国家的认可。

2014年全国两会期间，国家主席习近平在接见基层一线军队人大代表时，听取了陈薇的工作汇报，并祝愿她在医学尖端领域取得更大成绩。她先后荣获中国十大杰出青年、中国青年女科学家奖等，享受国务院政府特殊津贴，入选国家百千万人才工程；荣立个人二等功2次、三等功2次。■

（责编：倪伟波）

科技企业领军人物

用自主创新守护国家信息安全

中国工程院院士 浪潮集团有限公司首席科学家

王恩东

► 记者 唐琳综合报道

2015年1月9日，北京人民大会堂。备受全国各界瞩目的、一年一度的国家科学技术奖励大会如约而至。

当大会宣布“高端容错计算机系统关键技术与应用”等一批创新成果被授予国家科技进步一等奖时，台下的浪潮集团有限公司首席科学家王恩东不禁心潮澎湃。

20多年来，王恩东一直从事服务器系统结构设计、关键技术研究 and 工程实现工作。作为我国高端计算机技术领域的带头人和产业开拓者，他主持研制了我国首台32路高端容错计算机系统，并形成系列产品。

2015年4月24日，秉持不给外企当“马甲”信念的王恩东宣布，浪潮服务器未来的业绩增长目标是“稳固中国市场第一，进入全球市场前三”。

国家安全呼唤自主创新

此次获得国家科技进步一等奖的“高端容错计算机系统关键技术与应用”项目的成果，是由浪潮自主完成的“天梭K1”系统。

很多人不禁会问：“天梭K1”究竟是什么？凭什么能够斩获一等奖？

在信息化已经高度渗透到社会生产生活各个方面的今天，信息安全早已成为国家安全的重中之重。高端容错计

算机是信息化的核心装备，在国家信息安全以及国家间信息对抗中扮演着重要角色。

一方面，在金融、电信、电力等行业的核心业务数据处理中，高端容错计算机是不可替代的承载平台，堪称是驱动各行业数据和信息流动的“心脏”，在社会信息流动中具有基础性地位。

但在“天梭K1”问世之前，“中国一直没有自主的高端容错计算机技术，这一问题导致中国信息安全在核心层面面临不可控的后门隐患。”王恩东曾在接受媒体采访时忧心忡忡地表示。

另一方面，作为市场利润的主体，高端容错计算机是整个软硬件产业的核心，中国信息企业要实现转型升级，掌握高端容错计算机核心技术不可或缺。

但现实却比梦想“骨感”得多。由于欧美等发达国家一直将高端容错计算机相关技术作为国防战略技术，对中国实行严格的技术封锁，这使得中国很难通过技术交换、商业收购等手段获得该技术。

于是，“拥有自主创新的高端容错计算机，将国家信息系统核心命脉握在自己手中”，成为了包括王恩东在内的从事服务器研发的中国研究人员的共同心声。

为破解缺位困局，科技部“十一五”863计划正式立项“高端容错计算机系统关键技术与应用”项目，将其列为“战

略必争”的重大项目。

作为中国最早的IT品牌之一，多年来，浪潮始终以超前的技术和独特的软硬件综合实力独树一帜，并在中国信息产业发展的关键阶段，引领中国信息产业的发展。因此，这一重担自然就落在以王恩东为首席科学家的浪潮身上。

攻坚克难 整装待发

最终，耗费4年多时间的科技攻关，浪潮终于成功研制出“天梭K1”高端容错计算机系统，为中国关键数据和系统在自主平台上运行提供了技术方案，也为实现国家信息安全战略的全面自主可控奠定了基础。

然而，王恩东和他的团队在这条路上遇到的艰难险阻，却不是用言语可以道得尽的。

研制高端容错计算机，首先需要解决一个核心问题，就是把32颗CPU连在一起，让它们协同高效工作，这是一个很大的挑战，业界也就只有美国和日本的部分企业拥有这样的技术，全球不超过5家。

一般人认为，一个计算机系统的处理器越多，性能会越强，但是当超过8颗以后，系统的性能就不会随着CPU处理器数量而线性增长，这是因为大量的资源都消耗在通讯上了，因为处理器之间必须保持数据一致，而通讯对处理器的消耗是十分惊人的，复杂度和强度也会随着处理器数量的增加直线增长，带来性能扩展瓶颈。天梭K1有32颗处理器，256个内存插槽，为这些模块建立互联和通讯机制，还要保证数据的强一致性，是计算机领域公认的世界难题。

这样的拦路石还有很多。“王恩东们”不得不一块一块撬动，再一块一块搬走。

在产品研发成功以后，浪潮将应用突破作为核心工作。目前“天梭K1”已经成功应用在金融、社保、公安、电力等12个关键行业市场。据最新的IDC non-x86数据，2015年第3季度，浪潮天梭K1在高端Unix市场（单价250k美金以上）占据了14%的市场份额，从第三位跃升至第二位。

从1991年清华大学毕业进入浪潮担任一名普通技术人员，到如今逐渐成为浪潮服务器产业的掌舵人，王恩东



中国工程院院士，浪潮集团有限公司首席科学家
王恩东

亲身经历了中国服务器产业从无到有、从小到大、从追随到赶超、进入世界第一阵营的过程，也走出了一条属于自己的路。

鉴于他在服务器领域的贡献，2015年12月7日，中国工程院院士增选名单上，王恩东的名字赫然在列，但他始终强调荣誉归功于团队，是整个企业共同努力的结果。

当选为院士，在王恩东看来仅仅是一个起点。“必须要沿着原来技术研究的路线，不断地发展、进步。”

谈及下一步的打算，王恩东表示：“现在不管是服务器，还是数据中心的基础架构层面，中国都处于快速发展之中，应该说我们也取得了一定的进步，但就整体而言，中国与美国在信息领域还存在一定差距。”

所以，如何在云计算、大数据这一新的信息化浪潮中，在数据中心技术和产品方案领域不断开拓创新，使浪潮乃至中国在相关技术领域具有全球领先水平，成为王恩东及其团队未来努力的方向。■

（责编：倪伟波）

科技企业领军人物

领航中国无人机“瞰世界”

大疆创新科技有限公司创始人

汪滔

► 泉琳综合报道

从美国白宫草坪上降落的无人驾驶飞行器，到出现在日本首相官邸屋顶上的小型飞行器；从电视节目，到地震灾区现场，无人机的身影无处不在。

无人机的中国制造商——大疆创新科技有限公司（以下简称大疆），从十年前一支只有几个人的“创客”团队，如今俨然成长为一家有 3000 多名员工、客户遍布全球 100 多个国家、占有国际市场份额近七成的高科技公司。

而带领这支精英队伍、引领全球无人机技术革新和消费热潮，让“中国制造”在高科技领域崭露头角的，正是被誉为中国无人驾驶飞行技术的引领者、中国“创客”第一人的汪滔。

从爱好者到领跑者

其实，汪滔的故事就是一个典型的大学生创业的故事。

“80 后”的汪滔，从小就是个航模“发烧友”，尤其喜欢遥控直升机。在他的想象中，直升机可以随意操控，既能悬停空中，又可以按指令飞行，好像一个精灵。

然而实际却并非如此。遥控直升机很难操控，在操纵时存在多个自由度的控制问题，使得一般人往往难以驾驭。于是，他便萌生出自己制造一个东西，使其能够自动控制

直升机飞行的想法。

2005 年，在香港科技大学电子系就读的汪滔开始准备毕业设计，他和几个同学选择了“遥控直升机飞行控制系统”这一课题。

这个课题需要解决的核心问题是让航模能够自动悬停。“通过惯性测量单元 IU、测加速度和角速度的传感器、GPS 和电子指南针，取得飞机的姿态角和速度的准确数据，根据数据控制飞机舵机的反馈运动，使飞机可以自动悬停在空中。”汪滔解释道。

然而出乎意料的是，在最终的演示阶段，本应悬停在空中的飞机却掉了下来。毕业设计的失败，让汪滔失去了去欧盟名校继续深造的机会，但是他付出的心血却获得了香港科技大学机器人技术教授李泽湘的认可。在他的推荐下，汪滔得以在香港科技大学继续攻读研究生学位。

性格倔强的汪滔并没有被毕业设计“打败”。他只身来到深圳，经过数月日夜不停地奋战，终于在 2006 年 1 月做出了第一台样品。他尝试着把产品放到航模爱好者论坛上出售，没想到竟然接到了订单。

就这样，一边攻读硕士学位，一边创立大疆、研发生产直升机飞行控制系统，儿时的爱好成为了汪滔坚守的职业。

创业初期，艰苦坎坷。从 2006 年创建时的 3 个合伙人，到 2009 年只剩下汪滔一人。资金运转非常困难，人才又留不住……这些都没有令汪滔畏惧，反而让他更加从容地面对困难。“只有抱着‘把事情做好的决心’坚持下去，才能在创业的道路上走得更远。”

汪滔的坚持很快得到了回报。两年后，大疆推出了第一款产品——XP3.1 直升机自动控制系统。凭借这款成熟的控制系统，大疆很快就将竞争对手甩在身后。

但是，汪滔并不满足。当时，多旋翼飞行器已经开始兴起，这给汪滔带来了灵感。大疆很快把在直升机上积累的技术运用到多旋翼飞行器上，从 2011 年开始，陆续推出了“悟空”（WooKong-M）系列多旋翼控制系统及地面站系统、“哪吒”（Naza）系列多旋翼控制器、“筋斗云”系列多旋翼飞行器、“禅思”系列高精工业云台、“风火轮”系列轻型多轴飞行器以及众多飞行控制模块。

2012 年，大疆推出了一款包含飞行控制系统、四旋翼机体以及遥控装备的微型一体机——“精灵”（Phantom）。“精灵”的问世，不仅让航拍成为人人触手可及的梦想，也为大疆撬开了消费级无人机的巨大市场。

2014 年，被称为“迄今为止最酷的无人机”——“悟”（Inspire 1）的问世，更让航拍无人机变身“傻瓜机”，使用者无需专业培训，便可自如操作。它还可以在空中变形，实现 360 度无遮挡航拍。

正是汪滔对技术创新的不懈追求，对市场需求的敏锐反应，不断推动着大疆产品的升级换代。

如今，大疆的产品已经占据全球 70% 的市场份额，成为民用无人机领域当之无愧的领航者。

大志无疆

十年前创业时，汪滔是为了实现做一个“容易飞的飞行器”的梦想。之后，随着大疆的一步步发展，汪滔想的是“让更多的人体验不同的世界”。

现在，这两个目标都已经实现，汪滔的目光看得更远了。



大疆创新科技有限公司创始人
汪滔

“悟空”“哪吒”“筋斗云”“禅思”“风火轮”……汪滔选择用这些富有中国传统文化特色的名称来命名大疆的产品。之所以这样做，是因为在他的心里，大疆还肩负着为“中国品牌”正名的责任。

在向国际市场拓展的过程中，很多人都认为大疆的产品不像中国生产的，说大疆“不像一家中国公司”。

汪滔心里很不是滋味。“改革开放以来我们已经有了很大的飞跃，但还没有完全摆脱低价、低附加值的标签。我希望从我做起，改变这个状况。”

所以，汪滔对产品的要求近乎苛刻，甚至连外包装都要亲自过目。因为他知道，自己有责任用创新与创造，来改变世人对“中国制造”的老观念。

“我希望中国制造很快也会变成‘高质量’和‘品位’的代名词，这是我现阶段的梦想。”汪滔坚定地说。■

（责编：唐琳）

科技企业领军人物

“空中管家”引领“刷脸”新时代

四川川大智胜软件股份有限公司董事长

游志胜

► 记者 倪伟波综合报道

熙熙攘攘的火车站，一位身穿风衣的特工疾步逆人流而上，左右环顾，他的隐形眼镜上不断出现迎面而来的每位旅客的个人信息，不到一分钟就锁定了一位男士……

这是好莱坞大片《碟中谍4》中的一个桥段，酷炫的人脸识别技术让观众印象深刻。随着人脸识别技术的突破与发展，这些在银幕中出现的科幻场景，开始逐渐成为现实，并走进我们的生活。

打开手机摄像头，轻轻对脸部扫一扫，便可实现手机支付；通过人脸识别系统的海量数据，公安部门可以轻而易举地找出犯罪嫌疑人……

被誉为国内人脸识别领域龙头的川大智胜软件股份有限公司，凭借在图像处理和模式识别上30多年的技术积累，以三维全脸照相机和三维人脸识别技术开发的整体优势，从众多企业中脱颖而出。

作为川大智胜的掌门人，学院派企业家游志胜执着地将自主创新与成果转化深度融合，推动川大智胜的业务从航空管制、航空训练等项目，发展到大飞机模拟机试验项目，再到如今的三维人脸识别技术。

在他的眼中，从起步到上市，川大智胜的每一步发展都与其流淌的“创新”血液密不可分。

专注空管30年

其实，川大智胜的主营是为国内空中交通管理领域供应具有自主知识产权的大型软件和重大装备。

上世纪80年代，游志胜刚从美国留学归来。在一次交流中，他偶然了解到中国民航飞行学院空管专业需要一台雷达模拟机。当时，国内还没有能力制造这样的设备，而从国外进口则需要两三百万美金。

经过仔细分析考察后，游志胜主动请缨，申请开发这项技术，并得到中国民航飞行学院的资金支持。

几年后，游志胜及其研究团队拿出了第一代DRS航管雷达模拟机。他主持的该项目先后获得1992年“民航科技进步一等奖”、1996年“国家科技进步二等奖”。如今，以这套设备为核心，经过不断完善的川大智胜空中交通管制自动化系统，已占据了90%以上的国内市场。

“我们从一开始就是奔着应用去的，始终在思考怎样把前沿技术转化为国家需要的设备。”受到国外发达、先进的应用技术的影响，游志胜认为，关起门来搞研究没有意义。

始终面向市场需求，让游志胜在军民空管领域里更加游刃有余。

他在空中交通管制核心技术、多传感器信息融合技术、多源图像序列实时融合等方面取得多项重大创新，先后主持研制了包括我国第一套“航管雷达模拟机”“多通道数字同步记录仪”“360度全景塔台视景模拟机”“民航主用空管自动化系统”“视觉合成虚拟机场系统”等在内的一系列大型计算机应用系统产品。

进入新世纪之后，第一代航管雷达模拟机项目取得了很好的效益。

然而，市场的现实情况让四川大学的校领导和游志胜逐渐意识到，以普通高校为主体去闯市场，将受到诸多限制。最直接的影响是，很多只能批准给企业的资金，研发团队根本无法获得。

科研成果产品化的潮流，让游志胜决定“下海”创业。

川大智胜甫一成立，便开始承担了一批重大工程项目。第一年公司就获得了700多万元的利润。川大智胜也逐渐从一家校办企业，成长为国内空中交通和地面交通管理领域具有自主知识产权的大型软件和重大装备供应商。

2008年，川大智胜在深圳交易所挂牌上市，成为四川省第一家高校上市公司。仅2015年上半年，川大智胜就实现营业收入8257万元，同比增长22.3%。

加码人脸识别

除了传统的空管业务之外，专注于自主创新、始终面向市场需求的游志胜将目光瞄向了近年来大热的三维人脸识别技术。自2010年起，在图像处理和模式识别上有30多年技术积累的川大智胜开始了三维人脸识别技术的相关研究。

2013年前后，市场上对三维人脸识别技术的需求日趋明显。然而，传统二维人脸识别技术在动态环境下的应用局限较大。突破这些限制，需要方法和技术上的创新与突破。

其中，引入三维人脸信息解决动态环境下的姿态变换是一种可行的方法。找到这个突破口之后，川大智胜研发了“高精度三维全脸照相机”，通过两个照相机从不同角度取景，数据经过计算机软件处理，一个人的面



四川川大智胜软件股份有限公司董事长
游志胜

部就全角度立体的方式呈现在电脑屏幕上。

这样，用户在注册建档时采用高精度三维全脸照相机采集人脸模型，可以实现较大偏转角下的人脸比识别，从而有效提升应用效果和用户体验。

2015年初，高精度三维全脸照相机的原理样机和应用样机都已完成，样机测量精度已达0.1mm，完全满足3D/3D和2D/3D人脸识别要求。

如今，川大智胜研发的三维人脸识别技术应用到金融（包括银行）行业的相关工作正在紧锣密鼓地推进当中。三维人脸识别产品想象空间巨大，有着巨大的市场需求和广阔的应用前景。为此，川大智胜计划进一步加大投入，提前进行产业化相关工作，并争取三年后实现产业化。

面对未来，已逾古稀之年的游志胜蓄势待发，干劲十足，再次彰显了他刷新未来的坚定决心。■

（责编：唐琳）

科技传播者(含科普工作者)

用想象力创造世界

科幻作家 中国作协会员

刘慈欣

► 记者 唐琳综合报道

2016年对于中国科幻迷而言，是翘首企盼的一年。

被称作“史上最硬核科幻巨制”的电影《三体》，将于猴年揭开其神秘面纱，并被寄予厚望，就此开启中国科幻电影元年。

即便自己的“孩子”被如此推崇，《三体》系列小说之父、著名科幻作家刘慈欣却一如既往的低调和淡定。在他眼中，自己只是用科学，讲述了一个美妙的故事。

“我一直认为，人类历史上最伟大最奇妙的故事，不是游吟诗人唱出来的，也不是剧作家和作家写出来的，而是通过科学讲出来的。”

对“会讲故事”的刘慈欣而言，2015年是收获的一年：凭借《三体》，刘慈欣获得第73届世界科幻大会颁发的雨果奖最佳长篇小说奖。这被定格的一刻，不仅成为亚洲人首次问鼎雨果奖的见证，更成为中国科幻走出国门、走向世界的历史性一步。

《三体》效应

《三体》三部曲由《三体》《黑暗森林》《死神永生》三部小说组成，讲述了地球文明和三体文明在宇宙中的兴衰历程。

小说从科幻的角度对人性进行了深入的探讨，因此一经面世，便立刻引发热烈反响，被公认为是迄今为止中国当代最杰出的科幻小说，是中国科幻文学的里程碑之作，并将中国科幻推上了世界的高度。

2014年底，《三体》系列第一部的英文版登陆美国，不出意外，随即掀起了一阵“三体热”，小说不仅一度问鼎亚马逊“亚洲图书首日销量排行榜”榜首，更先后获得美国星云奖、雨果奖、轨迹奖、坎贝尔奖、普罗米修斯奖5个国际幻想文学奖项提名。

美国各大主流媒体更是毫不吝嗇溢美之词：《纽约时报》称《三体》系列有可能改变美国科幻小说迷的口味；《纽约客》则称刘慈欣的小说是对人类终极问题的思考……

当人们以为《三体》在2014年已经达到巅峰时，2015年，《三体》却再度以令人咂舌的迅猛态势包揽多项世界级科幻文学大奖：雨果奖最佳长篇小说奖、银河奖科幻功勋奖、星云奖最高成就奖。其中，号称“科幻界诺贝尔”的雨果奖更是首次向亚洲作家抛出橄榄枝。

荣誉等身，尽管刘慈欣一直强调《三体》斩获雨果奖与中国国力的上升密不可分，但不可否认的是，无论就作品本身而言，还是其衍生出来的《三体》效应，都让中国乃至亚洲其他近代科幻作品望尘莫及。

不得不提的是，《三体》效应甚至已经超越了科幻文学范畴本身，成为一个全民现象。除了上述提及的《三体》同名电影将于今年登陆大银幕，刘慈欣的《流浪地球》《微纪元》《超新星纪元》《乡村教师》等其他几部科幻小说也已经卖出电影改编权。《三体》效应的轰动及影响范围之广可见一斑。

想象力造世界

书迷和媒体将刘慈欣唤作“大刘”。

对于这个称呼的来源，有人说是源于粉丝对偶像的亲切叫法；也有人说是因为刘慈欣的思路广阔，描述的宇宙图景是科幻作家里面最为宏大的。

刘慈欣常说，自己对科幻的热爱是出于天性。若是一定要这份天性追根溯源，那大概可以追溯到一个站在池塘边仰望星空的少年身上——那时的刘慈欣只有7岁。夜空中，“东方红一号”划过天际，也将好奇和向往埋在了少年的心底。

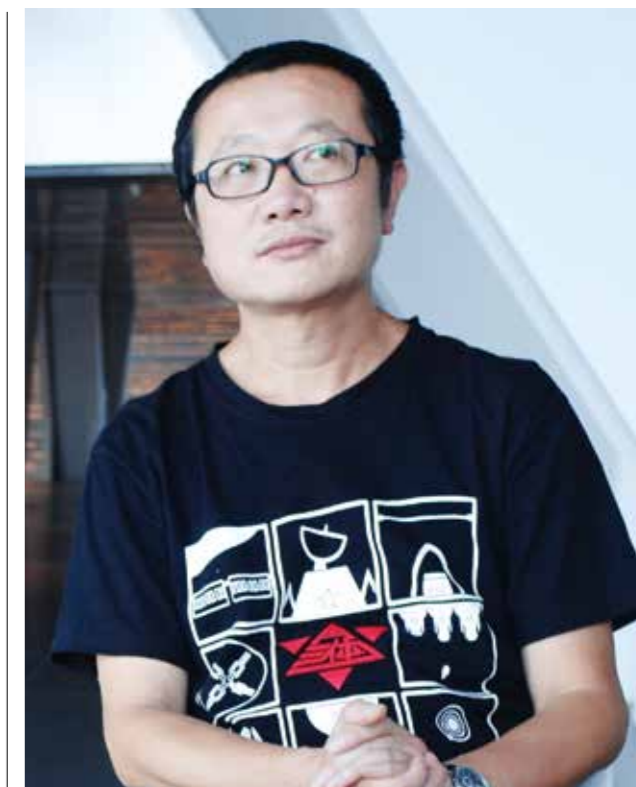
这份好奇和向往在这位毕业于华北水利水电学院的“理工男”心里生根发芽并开始枝繁叶茂。从上世纪90年代试水科幻文学后，便一发不可收拾。

1989年，刘慈欣开始创作科幻小说《超新星纪元》首版和《中国2185》，但未能如愿发表。后来，他开始向《科幻世界》杂志社投稿，并于1999年6月在《科幻世界》首次发表《鲸歌》和《微观尽头》两篇作品。自此，大刘开始用自己的想象力和创造力，为读者构建一个“恢弘而逻辑自洽”的科幻世界。

在《中国太阳》里，“他”在太空中修建了一面巨大的镜子用来调节气候；在《流浪地球》中，“他”开始在地球的一侧安装巨大的发动机；在《球状闪电》里，“他”毕其一生去解开那个将自己变成孤儿的自然之谜……

他“用旺盛的精力建成了一个光年尺度上的展览馆，里面藏满了宇宙文明史中科学与技术创造出来的超越常人想象的神迹。进入刘慈欣的世界，你立刻会感受到如粒子风暴般扑面而来的澎湃的激情——对科学，对技术的激情。”《科幻世界》副主编姚海军这样描述自己眼中的大刘和他的作品。

但对刘慈欣来说，初衷却一直非常简单。他渴望通过科幻小说，用想象力创造出自己的世界，并在那些世界中展现



科幻作家，中国作协会员
刘慈欣

科学所揭示的大自然的诗意，讲述人与宇宙之间浪漫的传奇。

“我一直认为，人类历史上最伟大最奇妙的故事是通过科学讲出来的。科学所讲的故事，其宏伟壮丽、曲折幽深、惊悚诡异、恐怖神秘，甚至多愁善感，都远远超出文学故事。”

2016年伊始，由《中国科学报》、科学网、《医学科学报》和《科学新闻》杂志共同主办的“2015中国科学年度新闻人物”评选活动结果揭晓。因为在科学传播方面的突出贡献，刘慈欣当选为唯一一名科技传播者(含科普工作者)类新闻人物。

科学离不开科幻，科幻也无法脱离科学而存在。在刘慈欣眼中，科幻作家需要被真正的科学家不断鼓励着，才能开发出更多的故事资源。■

(责编：倪伟波)



科学·职业

79 有效教学:

从“被动听课”转为“主动学习”

来自一流大学、美国国家科学院和白宫的科学家呼吁，教师应开始采用主动学习策略。

科学·生命

84 奔跑吧，神经生理学!

动物的神经系统乍一看都难以理解。尽管如此，进化仍然赋予大脑一些特性，让它们可望而不可即，但又似乎易于研究——至少在理论上是如此。

科学·职场生涯

88 我的蜕变

89 欧洲：“博后”“成家”两不误

91 联手抗海啸

92 当教育关上了门

Science Careers

AAAS

本栏目由美国《科学》杂志特供

A Science /AAAS Custom Publishing Office Feature

有效教学: 从“被动听课”转为“主动学习”

来自一流大学、美国国家科学院和白宫的科学家呼吁，教师应走出以讲授为主的传统教学，开始采用主动学习策略。本文意在探索教师为什么应该以及如何将主动学习纳入课堂教学当中。

► Chris Tachibana / 文 姜天海 / 译



主动学习可以让学生参与到寻找、理解和解释课程资料的过程中。

美国西雅图大学的生物化学系中，Jenny Loertscher 的学生在谈笑间慢慢走进教室。10 分钟后，30 名学生都在各自的小组里，设法解决乳酸发酵的实际问题。Loertscher 从旁聆

听观察、记下问题，并最后组织学生探讨解决方案。这种研讨性的结构促使学生需要明确地表达出自己的假设与证据。学生们对各种推论的优缺点以及最好的讨论方式进行权衡——这

为下周的考试做足了准备。

这就是一个以学生为中心的主动学习模式。学生在这项颇有意义的教育活动中收集、组织、分析、理解知识，并将其解释给其他人。而在以教育者

为中心的讲授课程中，这部分工作是由教师承担的，这也往往造成了教师比学生受益更多。

如何主动学习

所有的主动学习方法都旨在让学生从被动地记笔记变成积极的科学思想家。Loertscher 的方法是“以过程为导向的探究式学习法（POGIL）”，最初由 Vicky Minderhout Thorsell 在西雅图大学的化学课上开展。其他方法还包括在医学院流行的以案例和问题为导向的学习模式，以及翻转课堂——学生的家庭作业是观看视频讲座然后在课堂上答疑解惑。这些方法实施起来并不容

易，但收获颇丰。

“探究式学习会让人觉得不舒服。” Minderhout Thorsell 表示，“你在引导学生走向结论，因此你不是直接回答问题，这会给每个人带来挫败感。”为了理解主动学习的操作模式以及为何会奏效，她说可以将这种方法看作是教练辅导。在足球训练中，运动员是在操场上听从教练的指导，而不是坐在板凳上听完回家后再消化。“如果你不与其他人一起实践的话，怎么能学会如何做科研。” Minderhout Thorsell 问道。

主动学习课堂中，有些学生会抱怨，讨论他们尚未掌握的知识有点抓瞎的感觉。也有学生对此表示

肯定，让他们能够在课堂上保持清醒，与教师有频繁的互动，起初会觉得难，但最终可以学到更多。“我们常说，如果你没有在挣扎奋斗，你就没有学到知识。” Minderhout Thorsell 表示。

教师通过学生在课堂上的主动参与，让学生在自主学习肩负起更大的责任。主动学习同时也为学生关键就业技能的培养提供了机会，包括团队合作和解决开放式问题。对教师来说，主动学习可以让教学更有满足感。“既然我们在课堂上花了很多时间建立科学论点并进行讨论，我就可以提高考试问题的水平。学生会心理有准备，而且知道



所有的主动学习方法都旨在让学生从被动地记笔记变成积极的科学思想家。

我会要求严谨的回答。” Loertscher 表示。但不要期待学生的评价分数会更高。Loertscher 表示，从传统讲授教学转为探究式课堂后，她得到更加强烈的肯定和否定意见，但总体来说，她的学生评价平均分数并没有改变。

为何主动学习

那么，为什么要从以教师为中心转向以学生为中心的方法呢？特别是终身教职岗位和晋升更注重科研而非教学工作。“证据。”耶鲁大学教学中心执行董事 Jennifer Frederick 表示。大量研究证明，在学生的考试表现和理解能力方面，主动学习比传统讲授更加有效。

澳大利亚国立大学生物研究学院生物教学副主任 Susan Howitt 在她的管理和教学职责之外还研究细胞转运体。她能够理解需要发表论文所承受的压力，以及改变教学方法可能的花费时间的担忧。然而，使用讲授教学方式的教师往往在自己的课堂上看到证据后，会被说服去改变自己的教学方式，她表示。“当教师从自己学生身上得到详细的反馈时，他们通常会发现，看来自信的学生实际上对自己的所知并不那么有信心。即便是在课程最后，很多人仍对关键概念一头雾水。”

同时，Frederick 也提出了当前全国的科学教学趋势，鼓励教师将研究工作的原则应用到教学当中。这种概念的其中一位倡导者就是现供职于白宫科技政策办公室的 Jo Handelsman

对于高校而言，主动学习的主要好处是降低挂科率，而且可能会提升理科生的保留率，包括代表性不足的少数民族裔和有经济困难的学生。主动学习方法可以持续反馈学生的进展，让教师可以尽早掌握哪些概念是难点，以及哪些学生无法跟上进度。他们可以立即进行修改更正，而不是等到考试之后。

(bit.ly/1KD197b)。对于在先前的证据之上建立科学，并通过以假设为驱动的实验和分析来推动领域发展的教师来说，科学的研究型教学是有意义的，Frederick 表示。“在顶尖研究机构的科学教师非常有抱负，在每件事上都追求卓越。”她说，“他们发现，他们可以利用自己的课堂来检验学生如何学习的假设，评估不同的学习方法。”

对于初任教师和面临严酷的学术就业市场的博士后来说，在研究性学习中所获得的经验是一份职业财富。而且，做具体学科的教育专家成为一条新的职业道路，英属哥伦比亚大学（UBC）地球、海洋和大气科学教育专家、地球物理学家 Francis Jones 表示。“随着高等教育的需求逐渐增长，这成为一大增长领域。”他说，教育专家拥有他们领域的专业知识技能，同时也是该领域教与学的专家。当他们作为永久的支持人员或教师与院系融为一体时，是最具成效的。他们的工作是介绍并分享成功的教学策略，让院系可以使用最新的循证教学方式，帮助学生进步。

对于高校而言，主动学习的主要好处是降低挂科率，而且可能会提升理科生的保留率，包括代表性不足的少数民族裔和有经济困难的学生。主动学习方法可以持续反馈学生的进展，让教师可以尽早掌握哪些概念是难点，以及哪些学生无法跟上进度。他们可以立即进行修改更正，而不是等到考试之后。主动学习可以广泛地培养学生的应用技能，如解决问题的能力等，可以让来自弱势群体、科学经验更少的学生从中受益 (bit.ly/1fLGpzd)。

转变教学方式的第一步

对于将主动学习引入课堂的教师来说，有经验的实践者会告诉你两个字：求助。大型的科学教育社区可以回答关于循证教学方式的问题并提供建议，针对不同班级规模和学科都有指导方案。正如耶鲁大学一样，很多机构都设有教学中心，可以帮助教师联络采用主动学习策略的同事，并为他们提供实际的建议。高校教学中心在科学教学方法的评价方面也有专

业的方法。“我们可以帮助评估一项教学创新的影响。” Frederick 表示，“我们有一定的方法和分析经验，知道如何利用数据引导教师获得成功的结果。”

Howitt 建议先要进行一点思考。退一步考虑你想要实现什么结果，她说。在引入以学生为中心的活动时，一个普遍的担忧是，这种活动会占用较为重要的内容讲解的时间。Howitt 表示，这时就应当问：我对于这门课的目标是什么？学生需要理解哪些内容才能在这个领域继续？在上完这门课的数年之后，我想让他们仍旧记得什么？可以求助于文献。在很多领域，专业团体都发布了学生必须掌握的核心或入门概念。

Howitt 等人建议要从小处着手。修改你的教学计划，进行简短的小组活动，Frederick 建议，比方说在讲课之前和最后留出几分钟的时间，让学生与邻座同学讨论一个比较有挑战性的问题。在相关的考试问题上对比学生前一年的表现，分析结果，然后调整你的方法。“从小改变入手的人更可能会继续贯彻下去，并最终改变他们教学的方法。” Frederick 表示。

对于实验课和本科生科研而言，Howitt 发现，仅仅加入反思活动就可提高学生的学习效果。她表示，即便学生正处于做科研设计的环境中，他们仍然需要受到某种推动力，才能最有效地利用这次经历。“学生通常会聚焦于某种特殊的技能而忽略了全局。”她说，“让学生们反思他们为什么做某些实验以及他们这一路学到了什么，比方说从在线期刊上，这些

可以帮助他们了解实验设计和解读以及数据来自何处。”

有研讨班课程的教师可以更方便地引入创新手段，而且不必花费大量的时间与精力。诸如美国细胞生物学学会等组织的年会上通常包括教育环节。更多深入的经验可以通过霍华德·休斯医学研究所资助的国家科学院本科生教育夏季研究所来获得。

创新教学的资源

在 UBC，Carl Wieman 科学教育计划（CWSEI）自 2007 年就开始改革科学教学。一个具体目标就是充分利用教育技术。Jones 自 CWSEI 项目伊始就参与其中，他表示技术让内容的传递可以走出课堂，因此课内时间可以用于练习专家式的技能，以及运用所学的知识。技术同时也支持扩展有效的教育实践。

理想的教学情境是一对一的辅导：一位专家直接与一名新手一起工作。密切的互动可以让有经验的辅导者观察到学生是如何思考的——错误

的理解、知识缺口，以及问题挑战——并进行调整。这种调整通常为了完善专家之前判断失误的地方：在建立假设并在论证过程中走捷径时，把新手落在后面。Jones 表示，像在线课程管理项目或翻转课堂等技术革新，让教师在多名学生中仍可以使用辅导手段，观察学生的思考方式并作出响应进行进一步支持。

那么我们再来看看 clickers 个人应答系统。这些手持无线设备可以记录课堂中每位同学的问题回答情况。教师可以统计所有学生的回答情况进行展示，例如柱状图的形式，让全班可以看到集体思维状况。对于很多教师而言，特别是在大课中，主动学习的第一步就是介绍 clickers 课堂应答系统，或是采用低技术手段如彩色卡片，学生举起色卡表明自己的回答。

UBC CWSEI 会为使用 clickers 的有效教学提供指导方案。关键是不能局限于简单的回忆或理解程度核查，而是要提出有意义的问题鼓励学生思考解决方案而非排除错误选项。如果学生能够在得到答案前



课内时间可以用于练习专家式的技能，以及运用所学的知识。

有时间进行个人思考和小组讨论，那么他们就能最大限度地获益于应答系统。科学教育社区和高校教学中心可以为教师提供有效的应答系统问题和策略支持。

为了在课外开展内容提供以及专家—新手和点对点交互，大多数高校采用了内部的课程管理系统或商业解决方案。Jones 表示，教育信息技术仍然在改善，将会实现跨校共享主动学习资源的标准化。同时，他表示，技术已经在提高教师观察学生思考的能力。“本科的科学课程有成百上千名学生，无法采用这种专家只辅导一名或几名新手的最优模式。”他说，“但是应答系统、课堂学习单，以及利用学习管理平台进行在线测试的内容提供，这些策略都可以让学生的思考状况大规模地呈现出来。”

持之以恒：这是值得的

教育改革并不易。教师和学生都习惯于传统的讲授模式。然而，主动学习课程改革的例子比比皆是，通常是由物理学教师领导。麻省理工学院（MIT）的一个鼓舞人心的案例显示出它为学生、教师 and 整个学校所带来的改变。物理学教授 John Belcher 讲述了这个故事：“在 MIT，物理学导论是每名学生的必修课程，甚至包括商科和语言专业。”这门课程因高挂科率和缺勤率而名誉扫地，这就推动了一个革命性的改变——从传统的讲授模式转向基于技术的主动学习（TEAL）。

TEAL 是一种融合了讲授模式和

动手操作活动的混合教学法，Belcher 承认需要在大学层面开展 TEAL 的举措。“这是一个六年的大型举措。”他说。它的成功是因为解决挂科率是 MIT 领导层的重中之重，他们在 Belcher 和团队“制定细节问题”的时候给予支持。Belcher 曾在北卡罗莱纳州立大学的课堂见过“以学生为中心、采用翻转教学法的主动学习环境”（SCALE-UP），它所采用的技术和座位安排方式都服务于主动学习模式。大量的外部和学校资金都用于拓展这种物理课堂的模式。Belcher 表示，与 Lori Breslow 女士结婚也对此有所帮助。她是传播与文化方向的博士，而且是 MIT 教学实验室的主任，这帮助他评估、发展并验证了 TEAL 项目的价值。十三年之后的今天，挂科率有所下降，出勤率在上升，每年有 800 名学生在物理课上感受 TEAL

的教学方法，而且他的工作也获得了国家级认可（bit.ly/1eV4L9d）。有了规范的课程材料，最大限度地留出教师与学生的互动时间。参与该课程的学生助理主动指导其他同学适应这种新的模式。

“当我给 200~300 名学生单纯讲课时，一点都不好玩，就像一场演出。” Belcher 表示，“在互动课堂的教学要有意思得多，特别是年轻的教师深有同感。”但另一方面，并不是每个人都有时间和资源去完全改革一门课程。因此，Frederick 关于引入主动学习的一个简单规则就是：“从简单入手。我们建议一个‘10%的原则’，意味着步子要迈得小一点，每次进行一点小的改革。这就像是实验科学。你往往不会一次性改变所有的变量。” ■

（责编：倪伟波）

Chris Tachibana 是美国西雅图和丹麦哥本哈根的科学作者。

DOI: 10.1126/science.opms.r1500157

鸣谢：“原文由美国科学促进会（www.aas.org）发布在 2015 年 9 月 18 日《科学》杂志”。官方英文版请见 http://sciencecareers.sciencemag.org/career_magazine/previous_issues/articles/2015_09_18/science.opms.r1500157。

《科学新闻》新闻记者证 2015 年度核验公示

根据国家新闻出版广电总局《关于开展新闻记者证 2015 年度核验工作的通知》（新广出发〔2015〕140 号）《新闻记者证管理办法》的有关规定，中国日报社新闻记者证年度核验工作小组对《科学新闻》新闻记者证持证人员进行逐一核查，现将通过年度核验的名单予以公示。

国家新闻出版广电总局举报电话：010-83138953

中国日报社举报电话：010-62580800。

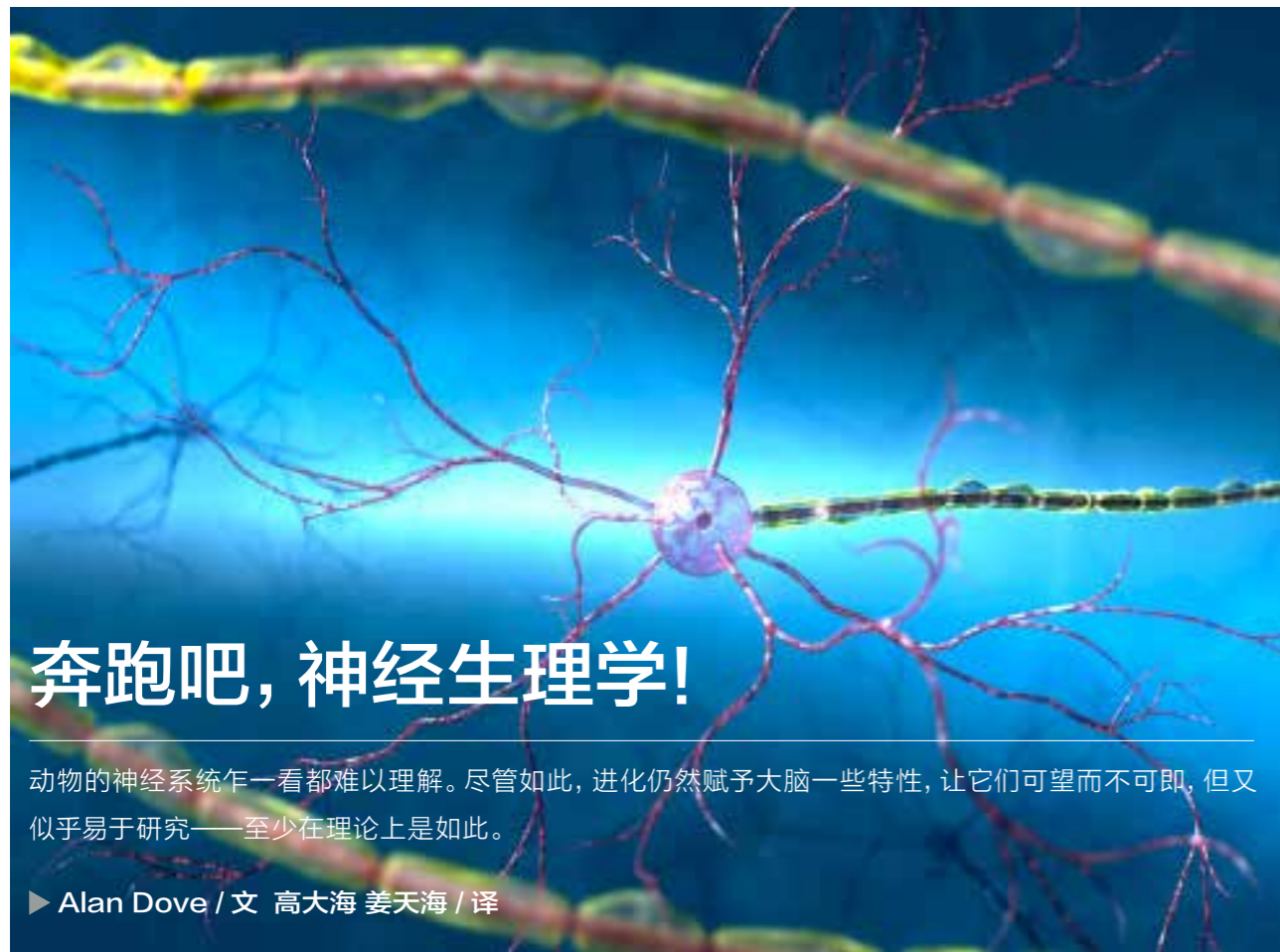
序号	姓名	记者证号
1	吴昊	K11555355000002
2	唐琳	K11555355000003
3	倪伟波	K11555355000004
4	姜天海	K11555355000005

Science

AAAS

本栏目由美国《科学》杂志特供

A Science / AAAS Custom Publishing Office Feature



奔跑吧，神经生理学！

动物的神经系统乍一看都难以理解。尽管如此，进化仍然赋予大脑一些特性，让它们可望而不可即，但又似乎易于研究——至少在理论上是如此。

► Alan Dove / 文 高大海 姜天海 / 译

获取连接

要想测定神经元中的电荷变化，最常用的方法是在培养皿中将金属电极插入大脑切片中，或者直接插入活体动物的大脑，这种方法已经被研究员使用了 50 余年。长期以来，波士顿大学医学院药理学教授 David Farb 等研究者也在逐步扩展这些方法的潜力。“我早先开始进行电生理学研究

时，使用的是真空管放大器。” Farb 解释道，“一名研究员可能要花一整天才能得到一个细胞的记录，而且可能第二天毫不奏效，因此推进得很慢。”

经过一系列长期的改良，Farb 和他的同事现在可以在动物正常活动的同时完成整个脑部区域的活性检测。尽管这一工作仍然冗长乏味。

每次实验，Farb 的实验室都要制

作一种多层设备。首先，他们要将四个电极装入一个称为“四极管”的设备，大约相当于一个人头发丝的直径。德国吉森的 Thomas Recording 公司和位于佛罗里达州阿拉楚阿的 Tucker-Davis 科技公司，销售预制的四极管和相关设备，但是资源有限无法购买这类设备的研究者通常会自己制作这些设备。Farb 解释说，他有一个小车间，其中全是本科生在不断地制作这

种一次性的四极管，“因为我们买不起这些”。

然而，无论是购买还是制作四极管，使用起来都需要耐心，以及如做手术般老练的技能。二三十个四极管连接在一个称为“前置器”的顶部，该装置包含一组微驱动器（安装控制四极管的支架）。微驱动器上有一些小螺旋钻，研究人员每天只能旋进一小段，以避免伤害脑组织。这个过程可以让四极管缓慢地进入大鼠或其他动物的脑部目标区域。

对于能够掌控多路复用电极的人来说，它可以产生宝贵的数据。Farb 的实验室已经追踪了“位置细胞”的网络，显示动物如何在不同环境中进行导航，该发现可以阐释一切，从最基础的学习机制到老年痴呆症的发病机理。

不幸的是，由于小鼠体型太小，无法容纳这个领域的标准设备，因此在有意识的动物身上进行电极分析一般都会限制于非人灵长类动物，偶尔可以在大鼠身上实现。位于弗吉尼亚州阿什本的霍华德·休斯医学研究所 Janelia 研究园区的团队负责人 Joshua Dudman 想要改变这一现状。“我当时真的去找现已去世的祖父，他曾是一名设计化油器的机械工程师，我们互相交换了一些想法。” Dudman 说。

位于马里兰州贝塞斯达的美国国立卫生研究院（NIH）国家眼科研究所的杰出科学家 Robert Wurtz 曾为猴子研发出类似的系统，他提出了一些额外的建议。有了 Wurtz 的建议，再加上在鸡尾酒餐巾纸上画出的方案，Dudman 开始为探究小鼠的大脑

无论是用于体内或是体外，电极丝一般都能测量神经元组织之间的电荷变化。膜片钳作为一种互补的技术，使用微小的微毛细管来追踪单个神经元中离子通道的波动。

制作一个标准的系统。他的团队使用 3D 打印机来制造安装支架，用来固定电极并且保持动物的头部位置。他们通过与 Janelia 研究园区的另一个研究组合作，随后改良了过去一种基于硅芯片电极矩阵的设计，进而制作出了啮齿动物体外/体内电生理学靶向系统（RIVETS）。正如名字所示，RIVETS 利用单一、标准化的组件，就可以研究活体动物或大脑切片。它同时也能利用双光子显微镜来进行同步成像。

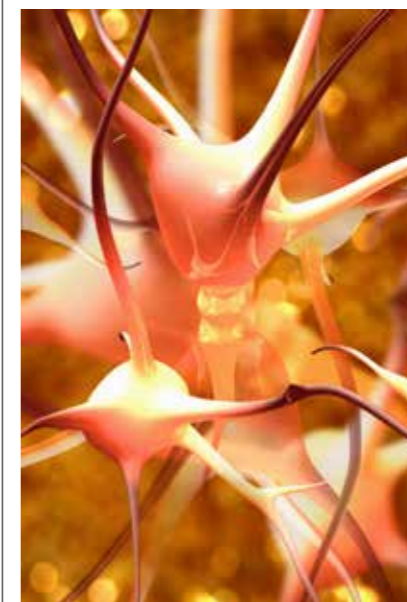
除了 3D 打印的部分之外，RIVETS 也使用大部分神经生物学实验室都具备的现成仪器。“其中一大

问题是你如何将它与仪器的其他部分结合起来。如果我们想要进行准确的定位，我们不想去重新制作显微操纵器，因为很多不错的公司已经制造出非常高端的产品。” Dudman 说。显微操纵器是经过精密加工的设备，通常与显微镜平台连在一起，利用手柄或操纵杆就可以让研究者移动小组分，例如将电极移入某个位置。

科学家可以在 Dudman 的网站上下载 3D 打印的文件及其他信息，并且使用来自诸如英国东萨塞克斯郡的 Scientifica 公司或者加州诺瓦托 Sutter 公司的显微操纵器。Dudman 接着说，Scientifica 公司近期购买了一份非排他性许可证，向倾向于有商业支持的产品科研人员销售成套的 RIVETS 系统。

Dudman 并不是唯一一位想要为小鼠打造更好的头盔的人。“我们在实验室的主要创新是制作超轻但也超稳定版的慢性电生理学植入方式。”位于罗德岛州普罗维登斯的布朗大学神经科学副教授 Christopher Moore 说。

对于想要研究小鼠大脑的团队来说，减轻重量非常关键。“哺乳动物的遗传工程和体内系统革命是一个巨大的恩赐，但是这些都来自于小鼠，它们可是小个子。” Moore 说。他利用新阵列解释道，“现在你所做的生理



对于能够掌控多路复用电极的人来说，它可以产生宝贵的数据。

学实验只能在大鼠或猴子身上完成，但已经能够被小鼠更好地适应。”

探究大脑

无论是用于体内或是体外，电极丝一般都能测量神经元组织之间的电荷变化。膜片钳作为一种互补的技术，使用微小的微毛细管来追踪单个神经元中离子通道的波动。

对于初次使用膜片钳技术的人来说，第一步应当回顾基础电子学。“做膜片钳的工作，最终你是将神经元看作一种电子设备，了解这种电子设备是如何工作的，以及如何在生物学中应用这些原理，我认为这是极其重要的。”俄克拉荷马州诺曼的俄克拉荷马大学生物学助理教授 Michael Markham 说。Markham 正在维护一个称为“神经元的电生理学”的免费软件包，用于辅助这一过程。

在所有电子学的挑战中，Markham

指出，毛细管进入动物脑部越深，它的内阻和电容也就越高。这意味着，深部探针与较浅的探针相比，带宽更少。

将毛细管植入膜片钳实验的活体动物大脑，所需的操作很棘手，要求特别谨慎的手术技巧。马萨诸塞州坎布里奇的麻省理工大学（MIT）合成神经生物学研究组组长 Edward Boyden 决定，将这项工作交给机器人来做。“我们研发了一种算法，让你可以对神经元进行膜片钳操作，并且也可以利用计算机进行自动化操作。无须依靠人的直觉。” Boyden 说。

Boyden 的团队将该算法用在一个机器人身上，缓慢地将膜片钳毛细管插入动物脑部的目标区域，直到检测到电阻的升高，这就意味着毛细管已经遇到了一个神经元。随后，机器人可以附上毛细管，不仅检测神经元中离子通道的活性，还能提取细胞质用于生化分析。

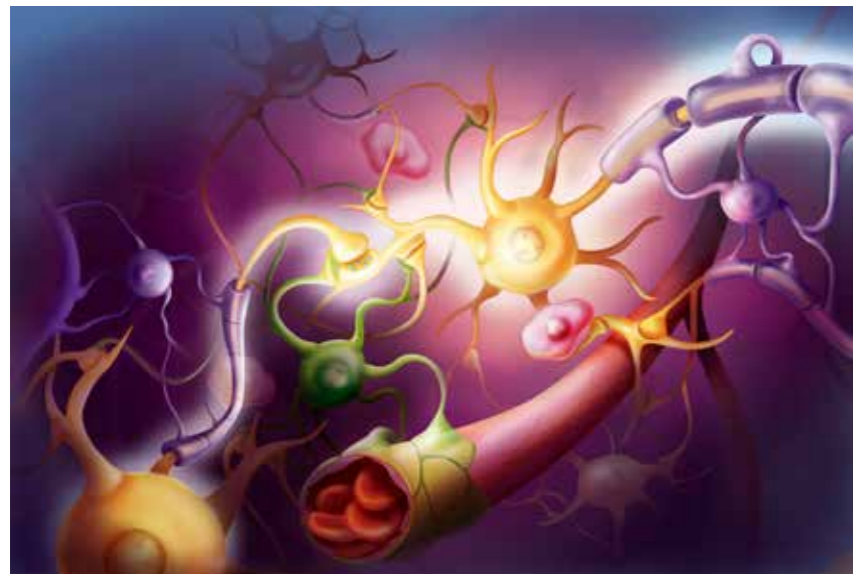
在发表这项技术后，研究人员同时创立了 Neuromatic Devices 公司，目前销售自动化的膜片钳设备，便于他人复制这项技术。Boyden 也想要在活体动物中对神经生理学的其他方面进行自动化。“我们认为，我们无意中发现了人们可以称为‘活体机器人学’的领域，我们可以在此当中部署一系列的技术，对这种过程进行自动化并提供解决方案。”他说。

同时，Moore 的团队也在试着让电极生理学变得更便利。Moore 实验室的研究生 Jakob Voigts 打造了一批基于开源许可的标准电生理设备。该计划称为 Open Ephys，让研究人员可以仅用相当于数千美元的零件，就能组装一台精密的神经生理学装置。在线支持可以帮助使用者解决出现的任何问题。

奇思妙想

除了让它更易于检测神经元活性外，Boyden 也帮助开拓者在实验方法上寻找激活神经元的新方式。这个创新点源自于他在传统药理学和电刺激方法中的失败，这两种方法都不是很精确。“你不能只激活一部分特定的神经元。” Boyden 说

通过检索文献，他和同事找到了一条不错的线索。“2000 年春季我们在进行头脑风暴，我们无意间注意到几篇所谓微生物视蛋白的文章。” Boyden 解释道。该团队特别感兴趣的一点是感光视蛋白，能够在光反应下打开微生物细胞膜上的离子通道。当研究者通过遗传修饰动物的神经元



“光遗传学”现已成为在活体动物和大脑切片中探索神经生理学的标准工具。

去表达其中一个蛋白时，神经元开始在光脉冲下展现出活性。自此以后，Boyden 的研究组和其他人开始持续地改进该技术——称之为“光遗传学”，这项技术目前已经成为在活体动物和大脑切片中探索神经生理学的标准工具。

光遗传学最新的发展包括对红光敏感的通道蛋白（能够深入到大脑组织中），以及光敏感的氯离子通道（能够在光反应中抑制神经元而不是刺激神经元）。巧妙的小鼠遗传技术也使得科学家能将光敏通道的表达限定在非常具体的大脑区域中。结合这些技术，研究人员目前能够将光穿过小鼠完整颅骨，并且高度精确地激活或者抑制目标神经元群体。Boyden 说，“该工具真的已经开始得到很常规的使用。”

光学的戏法也可以进一步探索光遗传学的可能性。例如，研究人员目前能利用多光子全息图在动物脑部激活单个的神经元。“你可以真正地试着去控制神经编码中复杂的三维构型，然后将这可以用于检测神经编码中非常具体的假设。” Boyden 解释道。

同时，光遗传学也很好地与电生理学相融合。电极丝放置的一大传统挑战是找到电极在动物大脑中的位置，利用光遗传学，研究者现在可以确定这个信息。“当你打开光时，你能够清楚地看到你利用金属电极分离的神经元是否是（正确的类型）。”布朗大学的 Moore 说。

Moore 的实验室甚至解决了如何结合光遗传学与另外一项神经科学家

所钟爱的工具——功能性核磁共振成像（fMRI）。通过揭示整个大脑的血流变化，fMRI 可以给出对刺激反应的概况。光遗传学现在能够提供非常准确的刺激。“你能够在某个特定的点对特定的细胞类型进行刺激，例如说新皮层的手上的代表区；然后你可以用 fMRI 去说，‘当我只刺激了该位置的这类细胞时，大脑中还有哪些区域被激活？’” Moore 补充道，“这是非常了不起的信息。”

除了自身的优点外，光遗传学也存在一些缺陷。对于大多数准确的细胞激活来说，研究者仍然不得不通过颅骨在小鼠大脑中插入光纤。密歇根州芒特普林森的中央密歇根大学神经科学副教授 Ute Hochgeschwender 正在尝试另一种不同的策略。“避开使用物理光纤的一种方式，如果我们基本上使用一种生物学的光源。” Hochgeschwender 说。

Hochgeschwender 和她的同事融合了萤火虫的荧光素酶蛋白与感光视蛋白和荧光蛋白质结构域。得到的荧光视蛋白（luminopsins）在光反应下打开了离子通道，在提供了恰当的荧光素酶底物时可以发射光线，并在荧光显微镜的检测下发光。研究人员可通过光照或者向动物注射荧光素底物来激活靶向神经元，荧光标签将揭示哪些细胞正在

表达这些蛋白。“任何视蛋白，任何研发出的光遗传学元素，我们都能提供用化学方法得到的另外一个维度。” Hochgeschwender 说。

在最近的技术迭代中，Moore 和 Hochgeschwender 正在利用钙敏感荧光素酶，合作创造一种同时需要底物和钙离子来激活的系统。发光使得钙流向了神经元胞浆中，因此“你能够想象这种系统，在底物存在的情况下，真正的神经元活性会打开光亮。” Hochgeschwender 解释道。

然后，研究人员可以鉴定发光的细胞，甚至是在保持颅骨完好的情况下。Hochgeschwender 展望了一种新的策略——科学家在进行实验前就能够找到哪只小鼠正在正确的细胞中表达蛋白，排除不恰当的表达模式，从而在实际上减少实验所需的动物数目。

不过，无论科学家使用电极还是生物荧光酶，与新一代技术打交道的科学家掩饰不住对潮水般涌来的新进展的兴奋。就像 Farb 所说的，“现在我感觉自己像个孩子，我们正在不断出成果，我就会说，‘哇，我简直不敢相信这个，我从未想过这个，我从来不敢想象它。’” ■

（译者之一高大海系中国科学院海洋研究所助理研究员）

（责编：倪伟波）

Alan Dove 是来自马萨诸塞州的科学作家和编辑。

DOI: 10.1126/science.opms.p1500098

鸣谢：“原文由美国科学促进会（www.aaas.org）发布于 2015 年 10 月 2 日《科学》杂志”。官方英文版请见 http://www.sciencemag.org/site/products/1st_20151002.xhtml。

我的蜕变

► Elizabeth A. Marchio / 文 倪伟波 / 译

20 世纪八九十年代，我在一个接近哥伦布市郊的中下层郊区长大。家里没有空调或有有线电视，所以几乎没有待在里面的理由。

10 岁的时候我得到了允许，可以在不受监督的情况下在社区附近漫游。我骑着自行车到处跑，爬到树上捉树蛙，并且在当地的小溪里、在其他衣服里（尽管白费力气）搜寻水生生物。

一次有意思的经历就发生在离我家一英里的房地产开发项目现场，我偶然发现了一个由一辆自卸卡车的巨大轮胎印迹形成的 2 英尺深的泥泞水坑。我一手拿着绿色的小网，一手拎着桶，凝视着水坑，寻找着动静。我发现我的猎物在温暖的浅水边：当我的影子通过时，硬币大小的黑点一下缩到了深处。蝌蚪！

我大步穿过这个水坑，鞋子在泥里滑动时发出了吱吱的声音，泥水飞溅。历经几次失败后，我抓住了一只蝌蚪——但这并不是我期待的豹蛙蝌蚪。它有一个明显的红色尾巴。我简直不能相信！我见过一些蝌蚪，但这种却从未见过！

在无比兴奋的情况下，我抓到了十几只豹蛙蝌蚪。我把它们装进桶里并挂在车把上，然后艰难地骑车回家。我把它们放在车库里，和我之前在附近抓到的生物所组成的“动物园”待在一起。两周后，桶里发出了幼蛙的喧闹声。根据一本专业书，我判断这是可普灰树蛙（*Hyla chrysoscelis*）。当它们开始在桶的两侧活动时，我意识到是该将它们放回原处的时候了。我骑着车带它们来到了它们出生时的水坑，结果发现水坑已被夷为平地了。于是，我在后院将它们放生了。而我通往科学的道路也便从这里开始了。

许多年以后，在五年大学的空闲期间，我几乎为俄亥



俄州的每一个水族馆商店工作过。我加入了当地的水族馆俱乐部——俄亥俄州鱼类爱好者——并且喂养来自世界各地的鱼。在第一个水族馆商店工作的时候，我遇到了我的丈夫 Dan。婚前，我们繁殖了鱼、植物、珊瑚，并将它们放在互联网上销售。我们自学成才，成为观赏鱼和水族饲养方面的专家。

当我从初学者进阶为高级水族馆管理人员时，我渴望的更多了。在 Meg Daly 和 John Wenzel 这两位富有感召力的导师的帮助下，我回到了俄亥俄州立大学（他们都曾在此工作过），获得了生态科学学士学位，同时被东南路易

斯安那大学录取为硕士研究生，从事鱼类的系统地理学和分类学研究。

我开始领会到，我的水族馆体验是更高层次的鱼类学家之间的一种共同的生活史。这个以科学为导向的休闲活动有把鱼类变成终身爱好的习惯。

这份喜爱使 Dan 和我获得了美国德州农工大学与鱼类相关的博士学位项目。在博士项目第一年，我在食蚊鱼属（*Gambusia*）的发育研究中细数鱼骨时，才开始意识到我的爱好不仅仅是鱼，还包括那些对鱼感兴趣的人和那些从来没有机会到外面追逐蝌蚪的可怜的千禧一代。我这一代将会是最后一代有这样的体验，通过它们来热爱自然界、博物学和保育学的吗？

今天，我是一名社会科学家，研究的是与休闲活动相关（比如在户外玩耍和养育水生动物）的科学是怎样将人

们塑造成为鱼类学家、自然科学家以及具备科学素养的公民的。当我回想并考虑自己是如何从小溪和泥土中到达这里时，我意识到我从未离开过。我是在蝌蚪的尾巴上走进科学的。我的爱好导致了我自己的蜕变，现在我正在研究其他人的蜕变。■

（责编：唐琳）

Elizabeth A. Marchio 是位于美国卡城的德州农工大学休闲、公园与旅游科学学系的一位博士研究生。更多生活和职业类问题，请见 www.sciencecareers.org。将你的故事发送至 SciCareerEditor@aaas.org。

DOI: 10.1126/science.347.6218.206

鸣谢：“原文由美国科学促进会（www.aaas.org）发布在 2015 年 1 月 9 日《科学》杂志”。官方英文版请见 <http://www.sciencemag.org/content/347/6218/206.full>。

欧洲：“博后”“成家”两不误

► Michelle Gabriele Sandrian / 文 姜天海 / 译

2011 年春，我在惠特克国际博士后奖学金的资助下开始了两年的生物工程专业研究。我的丈夫是一名德语流利的资深机械工程师，他放弃了美国的职位，在维也纳找到了一份新的工作。第二年，我发现自己怀孕了。我们起初到欧洲的目的并不是组建家庭——我们的目标是体验新的文化氛围，并保持在自己领域的竞争力。但随即我们就意识到，奥地利为追求事业和家庭的年轻职业人士所提供的大力支持。

在生育和幼儿照料方面，奥地利会为男女双方都提供休假的选择，这一点远远走在美国前面。首先是强制带薪产假（*Mutterschutz*），并且为生产的 8 周前到生产的 8 周后提供工作保障。然后就是提供多达 36 个月的财政支持（*Elternkarenz*），津贴约为月工资的 80%。父母通常选择 14 个月，父亲需要 2 个月。





其他欧洲国家提供类似的福利。例如，荷兰劳动法为职场女性提供 16 周的带薪假期（*zwangerschapsverlof*），男性提供 2 日的带薪假期（*vaderschapsverlof*），父母双方可以在有工作保障的前提下获得额外 6 个月的无薪假期。在英国，法定带薪产假（SMP）可达到 39 周，雇佣者在这些福利之外还通常会补充提供职业带薪产假。在 SMP 项目的规定下，父亲可以获得 2 周的带薪假期，如果母亲重返工作岗位，父亲可以再获得 26 周的休息时间。具体的限制各有不同，但有雇佣合同和合法签证的非欧盟公民也拥有这些权利。作为一名科学博士，很容易就可以获得所需的材料。

根据皮尤研究中心覆盖全球 38 个国家的一份报告显示，美国是唯一一个不要求为初产妇提供带薪假期的国家。加利福尼亚州是提供带薪家庭假的几个州之一，面

向为国家残疾保险计划做出贡献的员工提供。但是在国家的大部分地区，博士后的育儿经历取决于机构。

在我们的儿子出生后，我休息了 5 个月，丈夫休假 3 个月。在自然允许的情况下，我们想要平等地分担养育的责任。他本来计划也要休息 5 个月，但是美国的工作机会让我们的回归比预计的更早。尽管如此，我的丈夫能够在我工作时有全职育儿的精力；他们父子之间的亲密感情是美国的职场父亲和孩子间很难见到的。在美国，父亲的带薪育儿假很少见。我的丈夫作为主要照料者的 3 个月经历，让他在我回归工作时可以找到适合自己的育儿方法。

我在休假时想要保持与他人的联络，因此我会尽可能地进行远程办公，而且通常会带儿子来参加实验室会议，同事们贴心地把会议安排在儿子午睡期间。我自己团队的男同事们似乎并不介意儿子的打扰（儿子性格很安静也有所帮助），而且会议也很有成效。这种灵活性，以及没有那种重归职场的压力，让我有充足的时间与儿子交流，同时学会如何做一名母亲。在有需要时，工作是次要的。

在美国，合格的博士后越来越多而且时间更长。现在一种比以往更大的可能性是，博士后的培养会与组建家庭有所重叠。何时何地想要孕育下一代，是个人的决定，而且取决于很多因素，比方说，你的母亲要在身边。但是决定要在何处做研究时，博士后应该考虑工作与生活的整体体验，而不只是在实验室的时间。综合来看，欧洲为专业进修所提供的充足机会，以及为博士后提供育儿假的优势，都是值得考虑的。■

（责编：唐琳）

Michelle Gabriele Sandrian 现在是宾夕法尼亚州匹兹堡大学眼科学和生物工程学的助理教授。更多生活与职业类问题，请见 www.sciencecareers.org。将你的故事发送给 SciCareerEditor@aaas.org。

DOI: 10.1126/science.347.6219.346

鸣谢：“原文由美国科学促进会（www.aaas.org）发布在 2015 年 1 月 16 日《科学》杂志”。官方英文版请见 <http://www.sciencemag.org/content/347/6219/346.full>。

联手抗海啸

► Elisabeth Pain / 文 倪伟波 / 译

去年 12 月，演讲者们因为他们的无畏而被选定在 TEDx 布鲁塞尔讲演：他们按照自己的方式行事，不走寻常路。英国伦敦大学学院（UCL）地震工程学教授 Tiziana Rossetto 是他们中的一员。

Rossetto 的研究旨在了解冲击海岸时海啸是如何表现的，以及如何使海岸基础设施更能抵挡它们的破坏性影响。她在英国伦敦大学学院建立了“地震和人类互动中心”，该中心采用多学科的方法来研究风险和减轻损害。以下采访内容已经过编辑。

问：是什么吸引您从事地震工程研究的？

答：这是一个新的科学。你做的每件事都可以发挥作用并可以拯救生命。当你看到人们蒙受痛苦时，它真



的使你理解到你正在做的事情的重要性，也让你理解到这些事情是怎样彻底改变生活的。

问：是哪些个人特质让您的职业生涯成为可能？

答：我的一个优点是有开放的思维，以及非常谦虚地意识到你不可能成为所有领域的专家。当问题变得更大时，特别是在自然灾害的情况下，我们不仅必须和其他科学家、其他工程小组充分合作，而且也要与社会学——心理学家、灾害管理人员、历史学家和统计学家——合作。我发现这些学科边界是创新正在发生的地方。

问：您有没有经历过自我怀疑？

答：非常巨大的自我怀疑。但是我认为这就是协作的原因。自我怀疑让你意识到你的极限在哪里，与此同时你会说：“我需要帮助”，然后招募人并鼓舞他们，让他们有兴趣与你合作，一起解决问题，并对他们保持尊重。因为他们在各自的领域比你懂得更多。

问：您如何说服人们参与合作？

答：你和他们坐在一起，与他们长时间的交流，直到他们“屈服”，这是我的策略。同时，要为他们提供大量的咖啡或者羊角面包。我只是试着告诉他们这是多么重要。一旦他们开始调查该领域的知识空白，我认为他们会说服他们自己。本质上而言，这是一个非常大的动机，“我能做点什么来填补这个空白。”

问：您是如何建立您的第一次合作的？

答：当你去地震区时，你会明白地震的风险不仅仅取决于结构和建筑。文化习惯在人们如何生活方面扮演着重要的角色。通常来说，结构性解决方案是存在的，

我们的社区知道灾害的危险性，但是他们没有为此做准备，所以必须要做一些与他们对风险的认知相关的事情。所以我找到一位我的大学的心理学家并对她说：“为什么他们不准备？”她回答道：“我不知道。让我们一起去看一下。”所以我们开始探索这一领域，现在我们找出一些有趣的结果。

问：您有一个年轻的家庭。您是怎么管理的？

答：是的。我有两个幼小的孩子，一个4岁，一个6个月。我认为这只是被组织在一起和确保你有你所需要的帮助，你不要承诺太多，而且也不用履行太多。我也认为作为一个女人，现在有一个家庭，与过去相比，在学术界和工程领域更加能被接受。我有一个非常给力的部门。尽管这是一个土木工程系，但是其一半的成员

都是女性，这一点我认为很特别。

问：对青年科学家您有什么建议吗？

答：不要害怕与众不同。我认为差异实际上是一种力量。与此同时，要坚强——真的，不要放弃。继续你的梦想。■

（责编：唐琳）

Elisabeth Pain 是欧洲《科学》职业的特约编辑。更多生活和职业类问题，请见 www.sciencecareers.org。将你的故事发送至 SciCareerEditor@aaas.org。

DOI: 10.1126/science.347.6220.450

鸣谢：“原文由美国科学促进会（www.aaas.org）发布在2015年1月23日《科学》杂志”。官方英文版请见 <http://www.sciencemag.org/content/347/6220/450.full>。

当教育关上了门

► Jeffrey Mervis / 文 倪伟波 / 译

想象一下，为了追求世界一流的教育，一名身无分文的移民来到了美国。他努力工作，并且从美国顶尖大学之一——加州理工学院（Caltech）获得了计算机工程博士学位。然后，他成为位于沙特阿拉伯的阿卜杜拉国王科技大学（KAUST）的创始教员，拥有丰富的薪水、大幅启动的一揽子研究，而且还有许多其他的福利。这听起来像是一个坚持不懈、战胜困难的令人振奋的故事，但现实情况并非如此：Tamer Elsayed 的故事还包括了监狱时光和一个来自美国的永久禁令。

39岁时，Elsayed 写了一本回忆录——《被禁止》（*Inadmissible*），讲述了有关于他的科学兴衰的故事。这本回忆录的标题曾指的是这样一个事实：Elsayed，一名埃及公民，永远不能再次合法地踏足美国。这是一个个人悲剧，因为他的小女儿和他的前妻生活在洛杉矶。另外，他



的学术生涯可能就此结束了。

他被禁止的原因是这个故事的核心。在埃及的国家年度大学招生考试中获得第5名的高分之后，Elsayed 来到了加利福尼亚州，并超过了旅游签证规定的6个月停留期限，从而逾期居留。他需要钱来养活自己，并且为自己的教育筹措资金，便继续违反了一系列的联邦法律。首先，他得到了一张假的社会保障卡，以便于去工作；之后，他获得了第二张假的社会保障卡，使他即便有大额且未偿还的债务也可以轻易退出低信用评级；更严重的是，在学生贷款申请上，他决定告诉政府，他是一名美国公民。

他获得了贷款的资格，并用这笔钱去完成获得加州州立理工大学波莫纳分校机械工程学士学位的五个学分。但随后，从他的前任女友那里获悉，联邦特工冲进他的卧室，并逮捕了他。最终，他因触犯美国政府所称的“涉及道德堕落”法律而在位于加州隆波克的联邦监狱服刑了15个月。

一经释放，Elsayed 完成了本科学位，并获得了加州理工学院的奖学金。在那里，他的导师、美国国家工程院

院士 Michael Ortiz 告诉《科学》杂志，Elsayed 是“一个非常勤奋的人……是我最好的学生之一。”Ortiz 不知道 Elsayed 的犯罪记录，他发现 Elsayed 的态度令人耳目一新：“他比其他学生更有礼貌，而且非常恭敬。”

Ortiz 通过了 Elsayed 的论文，接受他为一名博士后，并为他获得由阿卜杜拉国王科技大学——一所拥有200亿美元捐款的新大学——提供的工作机会而高兴。对于 Ortiz 而言，这似乎是一个完美的结合：除了他的工作——建模软材料（如聚合物和生物组织）和他令人敬佩的职业道德，Elsayed 还是一名在中东地区长大的虔诚的穆斯林。

但是，这些一流的专业机遇却渐行渐远。尽管出版了20多篇关于建模软材料新的计算工具的论文，但是他的过去却让他尝到了恶果。4年后，Elsayed 被迫离开了阿卜杜拉国王科技大学和沙特阿拉伯。

尽管被所发生的这一切折磨着，Elsayed 没有辩解。“我很清楚我的欺诈行为。”他在书中写道，“回顾往事，真的无法为我的行为找任何借口。但是在那个时候，我觉得只有用我处理过的卡——做一名埃及公民是没有经济能力来实现我知道的在学术上我有能力实现的目标——否则我将一无所有。”

“我能用一句话总结我所有的缺点：我出生在错误的地方。”

现在，Elsayed 和他的新任妻子以及他们的小女儿一起住在布达佩斯，Elsayed 认为他的书是忏悔和自我治疗的一种形式。“我想要卸掉压在我胸口的重石，生活在没有秘密和耻辱的环境里……如果你仍然想要评判我，那么我也无能为力。”■

（你能在 ScienceInsider 阅读到完整的故事）

（责编：唐琳）

Jeffrey Mervis 是一位资深的科学记者。更多生活和职业类问题，请见 www.sciencecareers.org。将你的故事发送至 SciCareerEditor@aaas.org。

DOI: 10.1126/science.347.6221.578

鸣谢：“原文由美国科学促进会（www.aaas.org）发布在2015年1月30日《科学》杂志”。官方英文版请见 <http://www.sciencemag.org/content/347/6221/578.full>。

本栏目文章由美国科学促进会独家提供

Science 1月22日刊

科学家成功合成线状多聚物

研究人员合成了一种涉及有机多聚物编织的结构与众不同的材料，这使得它具有特殊的弹性属性。

共价有机框架（COFs）是由连接在一起的有机构建模块所创建的结构。

它们之所以有吸引力是因为它们的密度低但孔隙度高，这使得它们具有许多诸如用来储存气体或用作光电器件等看好的用途，但过去合成的 COFs 的刚度过大。

编织物特别有弹性，但在分子水平制造这类材料已被证明颇具挑战性。

由 Yuzhong Liu 等人研发的合成方法能在材料科学中开创一个新的领域。

首先，作者们创建了一个以铜为基础的框架。他们接着添加了能“连接”在一起的有机化合物，将 1D 单元交织成 2D 和 3D 结构。

组成该框架的每根线状体都是螺旋状物，它们在“登记点”通过共价键相互连接。

这些“登记点”赋予线状体很大的弹性度，但却不会令整个结构垮塌。在去除铜离子时，该结果依然完整。

这些线状体能相互滑动，令该材料的弹性增加 10 倍。添加铜溶液可致使原有材料完全复原。

由 Enrique Gutierrez-Puebla 撰写的一篇文章对这种新型编织材料及其潜在的应用提供了更多的来龙去脉。



移情：一种无须高级认知的特性

一项新的研究揭示，草原田鼠会安慰那些它们所爱的感到压力的同类，而名声不佳的被称作“爱情激素”的催产素似乎是其基本作用机制。

到目前为止，仅在若干具有高度社会性和认知能力的非人类动物中记录到有安慰行为，这些动物包括大象、海豚和犬类。

草原田鼠是社会性特别强的啮齿动物，这使得它们成为许多

研究的焦点。这使得 James Burkett 和同事对它们的由移情所激发的行为潜力进行了探索。

研究人员设计了一项实验，在该实验中，草原田鼠的亲属及它们认识的田鼠被暂时性地相互隔离，而它们中有一个接触了轻微的电击。与对照组田鼠（它们被隔开但却没有受到电击）相比，当电击组田鼠重聚时，没有受到电击的草原田鼠会很快地舔舐受到电击的田鼠而且为时较长。

激素水平检测显示，受到电击田鼠的亲朋在无法安慰它们所爱的被电击田鼠时会感到苦恼。作者们指出，安慰行为仅发生在那些相互熟悉（包括无血缘关系的成员）的田鼠间但不会发生在不认识的田鼠间。这一事实表明，这种行为不是一种简单的对厌恶性线索做出的反应。

由于催产素受体在人体内与移情相关，Burkett 等在一系列类似的安慰实验中中断了草原田鼠体内的这种神经递质。阻断催产素的作用不会使田鼠的亲朋改变它们自我梳理的行为，然而它们却不再会有相互安慰的行为。这些发现对移情机制以及复杂的由移情激发的行为演变有了新的了解。

Science 1月29日刊

抑制某些免疫信号蛋白可在小鼠中终止自闭症的发生

一项新的研究发现了一个免疫信号蛋白亚组，它们与自闭症的发生相关。在小鼠妊娠期间阻断这些蛋白可消除后代中的自闭症表现，这提示了阻止该疾病发展的一种可能的方式。

越来越多的证据表明，母体免疫系统——尤其是 T 细胞和免疫信号蛋白白细胞介素 17a（IL-17a）——在胎儿神经发育关键时期中的改变可导致后代的自闭症。

因此，Gloria Choi 等人在小鼠中更详尽地对 IL-17a 进行了探索。在进入孕期的 12 天中遭遇轻微感染，母体会出现免疫反应，这可导致胎儿皮层中 IL-17a 表达的增加。

该团队的分析揭示，这也会导致在孕期 18 天时胎儿脑皮层中神经连接的紊乱，并使其后代在出生后表现出与自闭症相关的行为。

然而，在接受一种能阻断 IL-17a 的化合物预处理的母体，其后代则不会发生这种情况。转录因子视黄酸受体相关孤儿核受体 γ t（ROR γ t）已知是 IL-17a 通路的一个关键的调控因子，这促使 Choi 等人对缺乏这种蛋白的母体是否会产生有自闭症样行为的后代进行了观察。

然而，这些母体不会在感染时产生 IL-17a，其胎儿不会出现连接紊乱的皮层，其后代出生后的行为表现也正常。这些结果表明，ROR γ t 和 IL-17a 或能在易感母亲的孩子中充当预防自闭症的良好治疗靶。



替换雄性小鼠的 Y 染色体

研究人员通过增加 2 个基因的表达而成功替代了小鼠的 Y 染色体，但这些雄性小鼠仍然保留了繁衍后代的能力。这些进展除了是一项技术壮举外，它也对 Y 染色体在繁殖和决定性别中的作用提出了新的见解。

雄性和雌性间的性染色体是有差异的。女性有 2 个 X 染色体，而男性则有一个 X 染色体和一个 Y 染色体。因此，该 Y 染色体已

知在生物学上决定了男性的特征。

在这篇文章中，Yasuhiro Yamauchi 和同事的工作建立在以往研究的基础之上；他们在以往的研究中发现，Y 染色体只需 2 个基因——Sry 和 Eif2s3y——就能让雄性成功地繁衍后代。这使得他们对在其它染色体上过度表达其等位基因是否能替代这些 Y 染色体基因的功能进行了探索。

尽管缺少 1 个 Y 染色体的小鼠有着异常的睾丸且其精子不能增殖，但诱导 X 染色体上的 Sox9（它是一个 SRY 靶基因）和一个 Eif2s3y 同源基因的表达可让其精子能够增殖。

该小组接着用人工授精方法对这种精子进行了测试并发现，13 个缺乏 Y 染色体的雄性小鼠中有 9 个能够繁衍后代。

作者们发现，在 X 染色体上的 Eif2s3y 等位基因能以一个并非 1 对 1 的比例（确实，X 染色体上的该等位基因的表达水平较低）来代偿 Eif2s3y。Y 染色体基因与其它染色体上编码相同蛋白的那些基因间的可交换性展示了哺乳动物基因组的可塑性。

Science 2月5日刊

螨虫驱动蜜蜂畸翅病毒

对蜜蜂畸翅病毒或 DWV 的一项新分析显示, 该病毒已经从一种地方性流行病演变成一种全球性流行病, 而这种情况是因为一种主要的病毒载体瓦罗亚螨的活动范围增加。这种螨虫的传播大多是因为人类进行的有该螨虫滋生的蜂群交易造成的。

这项研究大大增进了科学家对传粉昆虫健康这一全球性紧迫问题的了解, 因为它基于对一个新的大型分子数据集的分析, 描述了 DWV 的全球传播途径和动态。

过去的证据表明, 瓦罗亚螨的存在增加了 DWV 在蜜蜂种群间的传播, 因为该螨虫不仅能充当一种病毒载体, 而且还会增加该病毒的毒力。

尽管科学家已经了解瓦罗亚螨如何影响 DWV 在个体和群体水平的传播, 但他们对该螨虫对全球 DWV 传播的重要性则不甚了解; 某些科学家认为该螨虫在从本地宿主亚洲蜜蜂扩展至欧洲蜜蜂时成为一个重要的因素, 该螨虫进而引起了 DWV 的大流行。还有人认为 DWV 过去在欧洲蜜蜂中也是土生的, 但它因为该螨虫存在的增加而重新出现。

为了更好地了解瓦罗亚螨如何影响 DWV 的全球性扩散, 研究人员在此对来自 17 个国家 32 个地区的该病毒和螨虫进行了分子测序。

研究人员通过对比地理和宿主特异性模式对该病毒传播的主要途径进行了估测。他们的结果对这样的理念给予了支持, 即 DWV 是欧洲蜜蜂的一种地方性流



行的蜜蜂疾病的病原体, 它最近通过瓦罗亚螨作为载体的扩散而重新出现。

作者们说, 为了减少 DWV 对授粉昆虫的负面影响, 应实施更严密的管控, 如对蜜蜂进行强制性健康筛检并管制其跨界活动。

格陵兰冰盖受到过去状况影响

一项新的研究提示, 格陵兰冰盖顶部在全新世时期形成的一个硬的较上冰层, 可能正在引起其内部冰流的减速。更好地了解格陵兰冰盖 (GrIS) 的内部属性, 对估计其在未来的冰质丧失及由此所致的海平面上升是至关重要的。

尽管格陵兰冰盖的边缘在近些年中的融化速度加快, 但这一庞大冰体的中心则被谜团包裹, 因为它一直在增厚。

过去的结果提示, 不同的积雪会影响该冰体的厚度, 这转而会影响内部的冰流。为了得到更多的线索, 研究人员用在冰盖不同深度的雷达数据来计算其在过去 9000 年 (或在最后四分之三全新世) 中的流动速度。

分析表明, GrIS 内部的 95% 现在的冰流动速度比其在全新世中的平均速度要慢。然而, 作者们说, 积雪本身不能解释他们的数据。相反, 这些数据提示, 在末次冰期中, 因为大气尘埃浓度增加而形成的冰较软。

然而, 在全新世的大部分时间中, 较少的尘埃量致使形成的冰较硬。他们提出, 这种较硬的冰对其下的软冰施加了压力, 从而遏阻了 GrIS 的流动。

这些发现表明, GrIS 不仅对现代气候作出了反应, 而且它仍然还在受长期变化的影响。



联系方式 Contact

- 新闻部: snnews@stimes.cn
- 博客互动: blog@stimes.cn
- 市场部: market@stimes.cn
- 广告部: sales@stimes.cn | +86-10-62580810
- 编辑部电话: +86-10-62580783
- 编辑部传真: +86-10-62580608
- 通讯地址: 北京市海淀区中关村一条乙三号中国科学报社4层科学网编辑部
- 邮编: 100190

科学网微信二维码

科学网

构建全球华人科学社区

ScienceNet.cn

ScienceNet.cn