

人与生物圈

Man and the Biosphere 双月刊 2016 · 5

Man and the Biosphere

专辑 **农业愿景**

新型城乡关系 互惠互利
产业基础 生态环境友好
绿色发展 科技创新驱动

定价：16.00元
邮发代号：82-253
国际标准刊号：ISSN 1009-1661
国内统一刊号：CN11-4408/Q

ISSN 1009-1661





发起于 1971 年的联合国教科文组织人与生物圈计划
是关于人与环境关系的全球性科学计划

海云天企业支持
人与生物圈计划在中国的实施与推广

践行生态文明 建设美丽中国



深圳市海云天投资控股集团
Shenzhen Seaskyland Investment Holdings Group Ltd.



人与生物圈

《人与生物圈》杂志·1999年1月创刊
双月刊 2016年第5期
总第101期

主管单位 中国科学院
主办单位 中国人与生物圈国家委员会
出版 《人与生物圈》编辑部
名誉主编 许智宏 李文华
科学顾问 赵献英 游惠忠

总编辑 王 丁
执行副总编辑 罗娅萍
副总编辑 陈向军
图片总监 郭晓涛
编辑 先义杰
校对 陆 霏 曹江雄 何芬奇
行政主管 马雪蓉
电脑制作 笑 韬 王 伟
印 务 李泽琦

本期特约顾问 唐 炜 韩辉林 彩万志

国际标准刊号 ISSN 1009-1661
国内统一刊号 CN 11-4408/Q
国内发行 北京报刊局
订 购 处 全国各地邮局
邮发代号 82-253
国外发行 中国国际图书贸易总公司
(北京 399 信箱, 100044)
国外发行代号 1383 BM

编辑部地址 北京市三里河路 52 号
邮政编码 100864
电 话 (010) 68597516
印 刷 北京新华印刷有限公司
出版时间 2016 年 10 月

法律顾问单位 北京市博人律师事务所



版权声明

作者向本刊所投稿件, 除有特殊声明, 凡一经采用, 即视同作者同意将稿件著作权中属于《著作权法》第十一条(五)项至第十七项规定的权利全部转让给本刊。本刊对已采用的作品可继续无偿使用, 并决定使用的方式, 包括但不限于改编、汇编、展览、表演; 用于光盘、互联网、手机、可移动的平板电脑以及将来可能出现之任何传播形式; 并可翻译为外文或转换为繁体字及其他字体形式。本刊将一次性向作者支付稿费并视为受让上述权利的全部费用。来稿文责自负, 对于抄袭或涉密、侵犯他人版权或其他权利的稿件, 本刊不承担连带责任; 对所投稿件, 本刊编辑有权根据本刊办刊要求对其进行适当删改或调整; 如作者不同意上述声明, 请在来稿时向本刊书面声明, 本刊将作适当处理。



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Man and
the Biosphere
Programme

联合国教科文组织发起的人与生物圈计划,
是关于人与环境关系的全球性科学计划。



6 摄影 / 杨润华



52 摄影 / 王忠宝



12



22 摄影 / 李翔



12 摄影 / 杨海明



68 供图 / 徐焰楠



16 摄影 / 蔡石



48 摄影 / 王忠宝



62 摄影 / 刘军



56



74 摄影 / 杨润华

农业愿景专辑 · 农业愿景专辑 · 农业愿景专辑 · 农



只为攀登
MADE TO CLIMB

发起于 1971 年的联合国教科文组织人与生物圈计划
是关于人与环境关系的全球性科学计划

KAILAS 品牌支持
人与生物圈计划在中国的实施与推广

践行生态文明 建设美丽中国

供图 / 山水自然保护中心

业愿景专辑 · 农业愿景专辑 · 农业愿景专辑 · 农业

CONTENTS

目录

6	城乡互助	朱启臻
10	互惠互利	伊丽莎白·亨德森
12	“守护大地”的有机世界观	藤田和芳
16	美国“大森林”农场	艾哲伟
19	生态农业的国家背景	李成云
22	生态农业的种子之路	宋一青
26	中国农业 4.0	温铁军
28	农村环保，服务为本	孔源
30	保护地友好体系	解焱
34	敬信湿地的保护性开发	杨海明
36	发展与保护的平衡	时金松
38	小蜜蜂助力大熊猫保护	李梦姣等
42	农业反哺保护	冯杰
43	今日家园的绿色生活	何力伟
46	白山黑土走出生态猪	李淑文 张玥
48	中国生态农业科技	段子渊
52	生态草牧业	王竑晟
56	生态小麦	邵立威 刘小京
62	盐生植物作物化	邢军武
68	莱州湾海洋牧场	徐姣楠 阚仁涛
71	生态牧场	孙景春 杨红生
74	修复一方净土	陈同斌等

封面故事



四川省平武县关坝沟大熊猫栖息地，停歇在村民家灯笼穗上的变色夜蛾。这种昆虫在台湾被称为变色裳蛾，广泛分布于亚洲东南部，寄主包括紫藤、柑橘与合欢等。通过对变色夜蛾的饲养观察，有研究发现其翅斑排列形式高达 41 种，实属罕见，这些不同黑斑的成虫容易让人误以为是不同种类的昆虫，相关研究对人类实施农业生态调控具有重要意义。摄影 / 耿栋



发起于 1971 年的联合国教科文组织人与生物圈计划
是关于人与环境关系的全球性科学计划

Bestard 品牌支持
人与生物圈计划在中国的实施与推广

践行生态文明 建设美丽中国

摄影 / 朱桦

业愿景专辑 · 农业愿景专辑 · 农业愿景专辑 · 农业



城乡互助

文 / 朱启臻

社区支持农业（Community Supported Agriculture, CSA）起源于 20 世纪 70 年代的瑞士。与中国目前的状态相似，当时的消费者为了寻找安全的食物，农民与消费者互相支持以及承担粮食生产的风险和分享利益。这种城乡的消费者与生产者相互支持，发展本地生产、本地消费的微型区域合作方式随后在世界范围内得到传播，其含义也从最初的生产与消费合作延伸出更多的内涵。

进入 21 世纪以来，随着中国消费者对农产品安全要求的不断提高，社区支持农业的理念在中国开始流行，涌现出了一批草根组织。有机农业、永续农法和生态保护等可持续农业理念成为 CSA 草根组织的一致追求。与此同时，它的理念逐渐超出了有机生产和生活的范畴，更多是引导和教育人们怎样看待这个世界，思考人与自然的关系，并与人们的价值观和生活方式相联系，追求人和环境的和谐。

根据中国的实际、农业特点与发展规律，我认为 CSA 不应该停留在城市社区对农业的支持层面，而应该体现新型的城乡关系，是城乡互助农业的一种形式。因此，把文章题目定位在“城乡互助”，我想谈两个方面：一是城乡互助农业发展的依据是什么，即讨论一下城乡互助农业存在的理论基础和必然性；二是论述如何才能创造城乡互助农业发展的环境，即讨论城乡社区互助农业的条件。

摄影 / 杨润华

中国的“社区支持农业”模式不应该停留在城市社区对农业的支持层面，而应该体现新型的城乡关系，成为城乡互助农业的一种形式。

发展的依据

互助农业之所以成为可能，首先是一方的存在能满足另一方的需求。从消费者角度看，追求健康的农产品以满足健康需要是最为直接的诉求。近些年来，食品安全问题频发，诸如地沟油、瘦肉精、镉大米、三氯氰胺牛奶和毒蔬菜等现象的存在，挑战了人们安全需求的底线，引发了人们对土地污染和农产品安全的担忧。于是，城市白领们就开始到乡村去寻找安全的农产品，甚至自己承包一小块地亲自种植农作物。然而，他们毕竟不是农民，很难坚持农业生产，也很难保证自己生产出的农产品会真的安全，于是就有了与农民的合作。

农民在以往的生产过程中遇到的最大问题是农产品难卖，农产品到了相对过剩的阶段，农民种啥都会遇到难卖的问题，而试图通过调整农业结构、发展高附加值农业、呼吁优质优价以及发展农业互联网等途径解决农民增收问题，在理论和实践上都不现实。于是，农民明白了这样一个道理：要获得稳定的农业收入就必须防止生产过剩，而通过建立互信机制，生产让人放心的高品质农产品并卖给熟悉的相互信任的消费者，是实现增收的有效途径，于是就有了农户与消费者的对接。这种生产者与消费者的相互满足是建立在相互信任基础上的，随着交往互动的不断深化，消费者的需求内容不断丰富，从最初的安全农产品需求，逐渐扩展到了农业体验、休闲度假、复兴乡村文化和参与乡村营造等内容，甚至对城市特定人群产生了一种强大的吸引力，吸引人们来乡村生活。

农业自身的多功能特点为满足消费者多样化需求提供了可能。随着对农业特点认识的提高和农业农村相关知识的普及，人们越来越认

识到农业的意义和乡村的价值，农业除了生产丰富的农产品之外，还有重要的生活价值、生态价值、文化价值以及对人们实施教化的价值。因此，体验农业、休闲农业、观光农业、旅游农业以及教育、科普等农业形态应运而生。特别是农业的教育价值被认识以后，面向青少年的“开心农场”“农业实践基地”等形式受到人们的普遍欢迎，成为实施“全人”教育的有效途径，也极大丰富了农业类型和农业形态。

发展的基本条件

第一，要有市场。生产者和消费者都有需求，即消费者有消费健康食品的需求，农民有增加收入的需求，双方都有改善生态环境和追求可持续发展理念和信仰，又存在满足双方需求的条件，才能形成互补。互补性是城乡互助农业得以实现的首要条件。因此，有必要分析消费者的需求。几年前，我们针对北京市民做过一项农业与乡村需求的调查，发现市民对农业和乡村的需求十分复杂，排列出来大约有 20 多项，排在前五位的分别是：乡村的自然环境、安全农产品、农家饭与民宿、农事体验，以及寻找民俗与乡愁。乡村与农业的发展要针对城市人的需求并加以满足，如良好的生态环境、科学的生产方法、有吸引力的农产品类型、农业体验和乡村体验的环境条件、乡村与农业文化的挖掘及其丰富与发展等。需要指出的是，无论是乡村建设还是农业的发展，都不能为了单纯迎合城市消费者的需求而违背农业和乡村发展规律。只有遵守农业发展的规律，农业才有生命力，才能可持续地满足消费者需求。在实践中，诸如只要农业景观而忽视农产品的做法往往不可持续。

第二，不能忽视乡村的存在。在很多人看

来，谈农业好像与乡村没有关系，这等于把农业与乡村割裂开来。实际上，农业离不开乡村。如果说农业可以离开乡村而存在，那么这种农业不仅是单调的，而且是高成本的，没有文化的，往往是不可持续的。乡村对农业的贡献大体上表现在三个方面：一是方便农业生产。乡村正是在长期适应农业生产的过程中形成的，发展出了适应农业生产的农家院落和村落形态，农产品晾晒和加工场地、农家储存空间和各类农机具甚至田间道路和水利设施等都是围绕乡村而形成的。二是帮助农业实现有机循环。传统农业本来是封闭的循环农业，在石油农业占据主导地位后，循环农业被削弱或消灭，当人们反思农业发展问题时，惊奇地发现传统有机循环农业更符合现代可持续农业理念，而乡村正是实现农业有机循环的重要节点。没有了乡村，种植业与养殖业的循环就会中断，村民们生产与生活的循环就会被消灭。目前在乡村出现的垃圾问题、过量施用化肥农药导致的环境污染问题，可以说都与忽视了乡村与农业的关系有关。三是农业文化的载体。丰富的农业文化不仅表现在农业生产过程中，也表现在村民日常的生活、习俗和信仰中，一旦没有了乡村，农业文化就没有栖身之处。

城乡互助农业是社会发展到一定阶段出现的必然现象，是城市特定消费群体与乡村社区的互动，只有把农业放在乡村社区环境下，才能体现农业的灵性和活力，才能发现和体会到农业文化的真谛。一个与乡村无关的孤立的农场，不可能满足消费者如此综合的需要。一些农业开发区、高新农业园区之所以缺少活力和灵性，一个重要原因就在于人为地把农业与乡村截然分开。

第三，要以农民为主体。既然是互助农业，消费者和生产者就处于平等的互动地位，但是农业生产者是消费产品的提供者，掌握和控制更多的信息，因此在互助主体中占主导地位。对于目前的城乡互助农业，相当一部分产品的

提供者不是农民，而是城市白领、工商企业、技术人员或艺术家等，他们有技术、有资金、有创意、有理念、有情怀，在发现农业价值和开发农业产品，研究和满足消费者需求等方面发挥着积极的启蒙和引领作用。但是也必须看到，这种作用只有和农民结合才能落地生根，才能变成普遍的事实。如果认为农民落后而追求那种排斥农民的农业，或者把农民仅仅当成一个雇用对象，失败就是必然的。

第四，微观组织形式是家庭农场。家庭农场以家庭成员为主要劳动力，这种农业生产单位具有稳定性和综合性等特点，是最适合发展城乡互助农业的基本单位。稳定的家庭农场可以使农场经营者具有长远的预期，为长远规划、耕地保护、农产品开发、品牌建设以及发展可持续农业和多功能农业提供基础。唯有如此，才能形成城市消费者对农场的稳定与长远消费预期，培养稳定的互助农业对象。家庭农场的综合性不仅表现在种植业与养殖业的结合，也不仅仅表现为种植业的多样化，而是可以真实地实现农业产业的深度融合。在家庭农场环境中，农业的生活价值、生态价值和文化价值等农业优秀遗产可以充分得到活化的保存，生态农业、旅游农业、体验农业、景观农业，以及教育与科普农业等均可以实现，农产品加工业和乡村手工业等可以发育成长。与此同时，以采摘、农事体验、农家乐、民宿和休闲等为主要内容的第三产业也能找到理想的载体，即实现了“文、旅、农的融合”。

当然，城乡互助农业还依赖人们价值观念的更新，需要消费观念的变革，更需要全社会对农业、乡村和农民的理解和尊重，也离不开新型城乡关系、土地制度，以及政府对农业的支持政策等保障措施。相信城乡互助农业会受到越来越多的关注，得到越来越多的认可，获得越来越大的发展空间。

本文作者系中国农业大学农民问题研究所所长、教授、博士生导师，中国人与生物圈国家委员会专家组成员

互惠互利

文 / 伊丽莎白·亨德森

我们这里所说的“社区支持农业”（CSA）是建立在新的农民和消费者关系上的一个理想和崭新的理念。以这种理念在农民和消费者之间可以形成双赢状态——没有中间环节。20世纪80年代初，第一个CSA模式的农场在美国纽约州建立。如今，美国已经拥有超过3000家秉持这种理念的农场，如果从全球范围看，数量不可估量。在CSA这个框架里，没有唯一的概念，也没有唯一的模式，没有两家农场的经营方式是一样的。他们的经营模式，包括他们的主营项目都各不相同，却都采用有机的可持续发展的方法。

在CSA概念出现早期，曾有很多机构欣赏这种农业生产经营理念，但他们大多采用了挪用理念的手段，去购买一个农场，在原有的工业化生产的基础上，加入一些有机农产品，但对消费者则称产品皆为有机的。这样做一方面可以保证他们的产量不会下降，另一方面又可以用“有机”概念吸引消费者。但事实上，他们并没有遵守自己的承诺。

1990年，当全世界的农场普遍遭遇了一场生产经营危机以后，美国越来越多的农场主开始转向实践真正的CSA。今天看来，在一个完善的体系中，一般人都可以通过经营一个CSA农场成为一个成功的人。但CSA没有一个现成模式可以照搬，需要我们做很多工作，才能够达到一个既符合公益又在经济上可持续经营的状态。综观全球目前比较成功的CSA农场，它们都遵循着一些共同的基本原则。

第一，农场与消费者之间没有中间商业环节，两者间存在着互相支持与制约的关系。每个CSA农场经营者都用自己的理念去运作。这样的模式很有创意，消费者与生产者都用不同的方法去做他们的CSA。因为没有中间环节，农民可以获取更多收益，拥有相对稳定的收入，因此CSA能吸引农民。在传统模式下，每个季度都有很多农场主需要通过借贷来维持经营，但CSA的经营方式都是要求消费者先付款，所以农民无须借贷。对农民而言，他们最重要的事情就是留住自己的会员，即农场的固定消费者。挽留会员的工作是非常烦琐的，每个月、每个星期都需要与会员沟通，宣传介绍自己的产品。

第二，生产中不依靠化学品。使用化肥农药在传统农业中已经是习惯，农民在有限的土地上要生产出更多的产品，以获得更多收益，势必要使用农药化肥且需要越来越多转基因种子。而CSA的做法与此不同。他们不依靠农药化肥，而且每星期为消费者提供的产品也是多元的，为此，他们必须不断在自己的农田里生产不同的产品。即便是常规的粮食作物，加入CSA体系后的现金收入也有所增加——这是另一个让农民非常兴奋的原因。在形成有机生产观念的过程中，受影响的不仅仅是一代人，甚至下一代、下两代都受到了潜移默化的影响。

第三，农民坚持多元化的生产。因为农业本身是一个风险非常大的产业，单一化的生产无法满足消费者全年的需求，如遇灾害，甚至会颗粒无收。而CSA框架下的农场多元化生产



供图 / 今日家园有机生活协会

借助多双边和区域合作机制，加强国内农业资源环境与生态等方面的农业科技交流合作，加大国外先进环境治理技术的引进、消化、吸收和再创新力度。

摘自农业部等八部委《全国农业可持续发展规划（2015—2030年）》（农计发[2015]145号）

则可以保证每一天都有一些不同产品，全年都可以为自己的会员提供不同的需要。对于生产者或是消费者而言，这一点都是双赢的保障。

第四，多方的合作。当前，全球的农业生产正面临一个非常关键的时期，传统农业已经逐渐被工业化的农业生产所取代，这种模式不仅降低了物种多样性，严重影响到食品安全，对气候的破坏也非常严重。而 CSA 更加注重如何洁净地生活，如何健康地生产食物。在这个过程中，需要生产者与消费者紧密合作，建立自主自立的社区，维系社区与农业之间的关系。社区中的成员不仅购买农产品，还积极参与其中。通过这样的合作，逐步重生以前健康的农业生产方式。

第五，通过有机生产观念的逐步普及，不仅使我们获得洁净的生活状态，还培养了人们的社会责任感。参与到 CSA 的人们，无论是生产者还是消费者，都会关注农业与环境的关系。由于在生产中不依靠化学合成的肥料和农药，

土壤质量、水质量都有所改善，使参与者从中受益。他们也会自觉地将这样的观念传播到更大的范围。

第六，农业技术的培训也必不可少。成功的 CSA 案例显示，其成功之处往往离不开生产者与消费者双方互惠互利的学习。农民通过学习先进的农业知识，不断提高生产技术，保证生产出更好、更安全的产品；而消费者通过学习，更多了解 CSA 体系的理念，同时为社区支持农业的经营模式提供更加合理和便捷的沟通模式，推动社区发展。

已经发展了 30 余年的 CSA 模式，可以说在世界各国都具有其独特性，没有完全重复或者可以复制的模式。但无论是什么样的模式，都坚持洁净生产、洁净生活的理念，这就是 CSA 农业的精髓所在。

本文作者系国际社区支持农业联盟（URGECI）
荣誉会长，美国农场主



“守护大地”的有机世界观

口述 / 藤田和芳

在日本“守护大地”协会创建 40 周年之际，本刊记者有幸采访了被誉为“日本有机农业教父”的藤田和芳。初次见面，很难把眼前这位带着金边眼镜，头发梳得很整齐，话语不多，语速不紧不慢，总是面带微笑的和蔼老人，与曾经独自一人蹬着售卖车走街串巷，叫卖有机蔬菜的记者挂上钩。这位老人正是《一根萝卜的革命：用有机农业改变世界》的作者——藤田和芳。

寻找有机生产的契机

“守护大地”协会成立时，日本社会正从经济高度成长期进入尾声，很多环境方面以及威胁人类健康的公害问题日益显著，这已成为当时日本严重的社会问题之一。在这样的社会大背景下，藤田和芳与几位朋友思考如何为自身和他人的安全、健康以及为环境改善做一些

事，这就是“守护大地”协会成立的初衷。

面对这些社会问题，日本政府当时也出台过一些相关政策，如对机动车数量及排放的控制，以及对食品添加剂的限制，但针对农业生产过程中使用农药化肥的量却没有明确规定。这与日本是一个农业国家有关——农产品产量不能降低，这就意味着不可能停止农药化肥的使用。在日本农村，使用农药化肥是非常正常的事情。日本社会对于标新立异的人会采取孤立的态度，当时如果有人率先提出不再使用农药化肥，就会受到同村人的孤立。而在农业产业链的另一端，即城市中的消费者，当时对食品安全的认知也没有达到足够的高度，选购食材首先从价格贵贱和品相好看与否的标准出发。

大概也正是因为这样的社会大背景，“守

护大地”创立初期几乎没有得到来自政府方面的任何支持。但藤田和芳和他的朋友们坚持自己的信念，他们认为哪怕只有很少的生产者能够与他们一样，认识到环境污染对人们身体的伤害，愿意为消费者提供相对安全的农产品，这就是希望。

万事开头难。当时还是一名记者的藤田和芳决定利用自己的工作身份在城市里开展食品安全调查。通过走访不同的家庭，他发现常年生病的患者或者小孩子，经常出现过敏症状，而这一点恰恰与他们吃的东西有极大的关系。真正意识到这个问题的消费者虽然并不多，但已经有人开始思考食品安全的问题了。这一发现为藤田和芳和他的“守护大地”协会提供了契机。藤田和芳便为愿意在生产中停止使用农药化肥的农户与需要购买安全食材的家庭之间牵线，使他们结成产销对子。“守护大地”终于开始运转了。

大喇叭“带来”安全菜

“‘守护大地’协会要举办露天市场啦！有最安全的蔬菜销售！”“蔬菜都不用农药”“欢迎大家都来品尝没有化肥的绿色食品”，当年藤田和芳与“守护大地”协会的同事们最初走在东京的居民区时，就是这样手举着扩音器高声宣传。露天市场有时候选择在大桥下面的空地上，有时候就直接利用居民区里的一小片空场，有时候甚至需要与当地政府协商占用街心花园。

但是要让消费者接受这些长着虫眼儿，或者是外表看上去不怎么鲜亮的蔬菜还有些难度。这样的菜在食品超市和菜市场里无论如何是卖不出去的。协会的工作人员就举着这样的菜，一边向将信将疑的消费者讲解“这是没有用过农药化肥的安全蔬菜”“没有农药化肥的产品对身体和环境有好处”，一边开展销售活动。第一次露天市场就获得了意外的成功，当地居

民的反映非常好。

之后，“守护大地”又在附近的社区举办了第二个、第三个类似的露天市场，逐渐在社区中聚拢起一个相对固定的消费者群。当“守护大地”协会发展到一定规模之后，这些忠实的消费者就成了“守护大地”的会员。

根据“守护大地”的运作理念，实践者不会脑袋一热就盲目扩大生产规模，而是根据消费者群体数量的增幅逐步扩大生产者数量。他们对与协会合作的生产者管理非常规范，都签订有严格的合同。生产者首先要遵守协会规定的生产标准。这些标准中有一些是原则性的，绝对不容许改变的，如不允许使用除草剂，不进行土壤消毒；还有一些原则会根据消费者意识和社会意识的变化逐步调整，比如初期，对于不使用农药、化肥的规定只是“尽量不使用”，随着人们对食品安全认识水平的逐渐提升，针对农药化肥的使用限制也改为“不允许”。

为了保障农户的收益，“守护大地”采取的是与农户共同制订生产计划，农产品产出后依据生产合同由协会全部收购，并支付给农民高于超市、商场收购价 20% 左右的报酬。

标准粗放，管理精细

“守护大地”协会在最初制定生产标准时并没有太复杂的操作，记者出身的藤田和芳深知搞民调，反映出来的结果往往比较情绪化，反而会影响到协会的拓展，不如粗略约定几条不能逾越的原则，再与农户协商。因此协会最初的生产标准只有四条。与生产者协商通过后，就可以开展进一步的合作。

第一条，尽量不使用农药化肥。之所以采用“尽量不使用”的字眼，是考虑到在日本这个纯小农社会中，生产者的技术和生产经验存在差别，如果规定过分严苛，并不一定适用于

每一位合作者。但在这一条宽泛的规定之下，协会一方面鼓励农户根据自身能力判断如何能减少农药化肥的使用量、何时减少最为适宜；另一方面，对于必须使用的，协会要求农户必须向协会做出详细汇报。这样的汇报还包括塑料大棚的使用情况等与生产相关的各种信息。协会也会随时派人前往合作农户的田间考察，在管理方面严格把关。

第二条，绝对不许使用除草剂。这项规定的制定主要是从维系土壤生态系统的平衡出发，避免土壤中有利于作物生长的昆虫和微生物被除草剂杀死，导致土质恶化。

第三条，禁止对土壤进行消毒。这个要求的目的与第二条是一样的。土壤中有害虫，但如果进行土壤消毒，杀死害虫的同时，益生菌和利于农作物生长的生物也一并被杀死了。为了保护土质，消毒作业是绝对禁止的。

第四条，应该说是比较能够显示“守护大地”特殊性的规定——不许说别人的坏话，这是为了维护协会内部生产者与消费者之间的和谐关系。凡事都事出有因，如果协会中的人都抱着怀疑和批判的态度，这并不是“守护大地”追求的理想有机农业环境。在这个问题上，藤田和芳与他的同事们一致认为，有机农业，不仅仅是保证一个食品安全、土壤安全、水安全的问题，更重要的是维系各种和谐，人与人之间、人与食品之间、人与土地之间、土地与农作物之间……这才是“守护大地”协会为之奋斗的理想。

用有机农业改变生活观念

按照藤田和芳的规划，“守护大地”协会不能仅仅停留在一个民间组织的状态上，成立一个实体公司可以说是早在藤田和芳的规划之中，也可以说是被逼无奈。

“守护大地”有了理念，有了初期举办露

天市场的成功经验，让几位初创者看到了在日本推行有机农业，改变人们对农业认识的希望。藤田和芳辞掉了记者工作，全身心投入到协会的工作中。为了谋求进一步的发展和可持续性，他于1977年成立了大地股份有限公司，主要职能是进行农产品流通。

大地公司在成立宣言书中明确提出三大理念：第一是以生产、流通和消费有营养的、安全的食品为己任；第二是以保护生命和健康为经营方针；第三是要摒弃官僚主义和投机主义，创立开放式的经营模式。

大地公司的基本模式可以概括为“产—消提携”。在这个过程中，无论是消费者的利益和意志，还是作为生产者的农民的利益都得到了合理的重视与保护，而大地公司一直秉持的有机生产的理念真正使土地拥有长久的生命力。这里所说的“提携”是一个日文词语，理解为中文的意思就是“协作”。无论是“守护大地”协会，还是后来成立的大地股份有限公司，都是构建农民与消费者之间的协作网络的平台。

藤田和芳把“守护大地”协会比喻成一辆自行车，一个轮子是大地股份有限公司，也是协会的商业营销部门；而另一个轮子就是“守护大地”协会的NGO组织，专门负责协会的公共关系运作，包括开展社会活动、公众教育等各种公益性活动。商业运作与公益服务两条腿齐头并进。

多年来，“守护大地”协会始终坚持着独立自主的运营方针。藤田和芳认为，一旦你从政府那里得到补贴或从银行贷款，他们在你经营不善时就会施压直至破产。因此，协会到目前为止既没有接受过任何财团和基金会的资金支持，也没有任何贷款和债务。这样的经营思路使“守护大地”协会始终能够坚持自己的初衷。

作为开展环境保护活动的民间组织，到目

前为止，“守护大地”协会的会员已从最初的生产者会员和消费者会员共计 300 人的规模，发展到目前生产者会员超过 2500 人，消费者会员近 10 万人。NGO 的各类活动使这个平台上的所有利益相关者交流与沟通更加便捷。

多年来，“守护大地”协会在关注扩大会员体系和加强对会员服务的基础上，更注重其社会责任。目前，协会的工作重点已经从最初的转变人们的生活理念调整到更广阔的范畴，内容包括：保护日本的第一产业——农业；反对核发电；改善学校配餐；反对转基因食品；积极参加防止地球温室效应的运动。

目前“守护大地”协会已经从最初单纯为了纯净生活而组织起来的有机农业组织，发展成为拥有有机农业影响人们的世界观的环保组织——这也是藤田和芳对“守护大地”协会的定位。

在 2013 年出版的《一根萝卜的革命：用有

机农业改变世界》的自传里，藤田和芳用记者特有的简洁语言阐述了“守护大地”协会的发展历程。书中写道：数十年前，日本农民大量使用化肥和农药，消灭了病虫害，使产量倍增，但也使原本藤田和芳最爱吃的萝卜变得寡淡无味。一次，他在日本水户吃到一根用有机农法种植的萝卜，外形虽然长得歪歪扭扭，但一口咬下去，口感极好，甘甜水润，还带着股辣味儿……

“无论是书中提到的萝卜，还是我们现在谈论到的萝卜，对于‘守护大地’的事业而言，其实只是一种符号。”藤田和芳非常坚定地表示，“我是要用有机农业改变世界。”

他的话语中不时透露出一股强烈的社会责任感。在这种社会责任的驱动下，藤田和芳和他的“守护大地”协会将有机农业改变人类生活和人类世界的理念带到了中国。

本文系张玥根据作者的口述整理

生态农业与有机农业

链接

文 / 李文华

生态农业重视从农业生产的源头入手，尽可能缓解化肥、农药和畜禽粪便等对土壤和水体的污染；它通过生态关系调整和系统结构功能整合等方面的微妙设计，利用各个组分的互利共生关系，充分发挥农田生态系统的服务功能，使得农田生态系统能比常规农业耕作方式提供更多生态环境服务并减弱一些负面效应。可见，生态农业在发展高品质农产品时具有天生的优势。例如，在稻—鱼共生系统中，鱼类的活动搅动了土壤，同时杂草和浮游生物的呼吸作用减弱，从而可使单位面积甲烷排放减少约三分之一；鱼类的排泄物中含有氮和磷等营养元素，它们是水稻分蘖、孕穗和防倒伏等不可缺少的

肥料，从而减少了化肥的用量；对三化螟、纵卷虫、稻飞虱和稻叶蝉等害虫有较好的防治作用，同时杂草总生物量减少近十分之九，从而降低了农药的用量。

高品质农业包括有机农业、绿色农业和无公害农业等。它们追求高质量农产品，在生产过程中不采用基因工程获得的生物及其产物，往往要求少用甚至不用化学合成的农药、化肥、生长调节剂和饲料添加剂等物质。可见，这些农业生产方式和生态农业的理念不谋而合。

本文摘编自中国工程院院士
中国人与生物圈国家委员会委员李文华的相关论著



美国“大森林”农场

文 / 艾哲伟 图 / 蔡石

健康的土壤能够生长出健康的食物，维持大量的生命。农场应最大限度地实现生物多样性。农场不仅仅是一个生产作物场所，更是会员们彼此交流的平台。

“大森林”农场（Big Woods Farm）位于美国明尼苏达州双城区南部的Nerstrand小镇附近，毗邻“大森林”州立公园。2015年是“大森林”农场实施“社区支持农业”计划的第23个年头。每年的8月中旬到10月中旬，是明尼苏达州农产品收获的高峰期。2015年，“大森林”农场尝试开辟了一种新事物——向公众打开大门，请社区居民参与到整整9周的收获活动中，或者自行选择最适合的时间安排一周的喜悦假期。

这是“大森林”农场在2015年刚刚推出的一项吸引大众参与农场收获的公益活动。说

到“大森林”农场，与美国其他地方的农场相比，只是一个面积不大的家庭小农场，David和Laurie夫妇是农场的主人。19世纪初，Laurie的高曾祖辈和其他挪威移民来到Nerstrand小镇并定居下来，他们开垦了小镇周边的土地，奠定了“大森林”农场种植园的基础。

1992年，David夫妇开始在这片农场进行耕作。农场占地79英亩（1英亩约合4047平方米），其中蔬菜种植面积约10英亩，50英亩耕地用于种植经过认证的有机苜蓿、玉米、大豆和小米。此外，David还饲养了蜜蜂，主要用来授粉，赶上好的收获年景，蜂蜜也是农场的重要产品之一。

Laurie是自然科学家，获得了诺思兰学院环境教育专业的学士学位，曾经在多个国家公园



和博物馆中承担自然教育工作。她是明尼苏达州最大城市明尼阿波利斯土生土长的人，童年的夏季都是在叔叔的农场中度过的。现在，她对“大森林”农场里的一切都了如指掌。David 是佛罗里达州出生和长大的小伙子，他完全想象不到自己的未来将会成为 Nerstrand 这个美国中部小镇的农场主，在遇到 Laurie 之后，他就爱上了这片充满了阳光的土地。David 获得了北卡罗来纳州杜克大学生态学博士学位后，便把自己的根扎在了“大森林”农场。在经营农场之外，David 还在北地（Northfield）的卡尔顿学院教授生物学、农业生态学和昆虫学。正是受益于他们的生活经历和所学的专业，夫妇俩很早就关注到农业与生态环境的关系，并在拥有了自己的农场之后始终践行有机农业生产方式。

从一开始就是有机的

从 David 夫妇买下这片农场开始，他们就决定要在农场中采取有机种植蔬菜的方式，用他们的话说“我们致力于负责任地照管土地”——

这意味着采用绿色环保的耕作方法。“我们在农场中做的任何事情都对本地生态系统中的动植物无害，我们也不想造成工业化农业的破坏性影响。”这是一种社会责任，对生态、对环境、对消费者，也是对子孙后代的责任。自从 1992 年接管这个农场以来，他们一直采用有机方式，目前正在获取有机认证。

在种植活动中，首先是认识到健康的土壤生长出健康的植物。因此，David 夫妇始终努力保持土壤的活力和生命力，不使用任何人工合成的杀虫剂、化肥和其他化学品。此外，他们还采用较长的轮作周期，如 5 ~ 10 年为一个轮作周期，确切时间取决于土地类型和土质状况。同时他们还采用生物方法改良土壤质量，如大量种植改善土质的覆盖作物，以便阻断害虫和杂草的生命周期。

“大森林”农场把最大限度地实现生物多样性作为一个重要目标。为此，他们采取了以

下几项措施。

首先，在规划土地时，先将一个小区域设定为多种作物混种区。美国大多数农场采用的都是单一作物种植的格局，如一个农场只耕种一种农作物。“大森林”采用的这种混种格局显然与美国主流农业耕种模式形成鲜明对照。

“大森林”农场多种作物混种的尝试已经证明，具有多样化作物的土地反而拥有较少的虫害，这有助于控制害虫。

第二，种植条状的原生牧草、苜蓿和花卉，为益虫和益鸟提供栖息地。

第三，种植了数百米长的原生结果灌木林。这些灌木在夏季能够防风，还为食虫鸟类等野生动物提供栖息地。

第四，将部分耕地还原为天然森林和草地。David 夫妇认为，所有的农场，特别是可持续耕种的农场，应当恢复和保持原生生态群落。

“大森林”的赠予

“大森林”农场栽培农作物的理念是，如果为土壤施肥，那么土壤将产出蔬菜，提供食物。健康的土壤能够生长出健康的食物，维持大量的生命。

David 夫妇选择了“社区支持农业”（CSA）模式的农场经营模式：他们吸收会员，并为会员提供农场生产出来的新鲜粮食作物和蔬菜。

会员可以根据自己的实际情况前往“大森林”农场设置的四个配送点领取订购的粮食和蔬菜。

作为遵循有机生产的农场，他们在生活观念上也采用尽量减少污染的可循环利用方式。首先，农场为会员定制了统一规格的菜箱，会员每周前往配送点领走属于自己的已经装满蔬果的菜箱——箱子是要循环使用的，所以还要按时把菜箱送回配送地点，以备下一次配菜时使用。

农场还会在会员每次领菜的时候对他们进行生活观念的培训。按照农场的规定，会员每次前往配送地点领取菜蔬时都要随身携带塑料袋，以便将蔬菜、瓜果上带着的泥土和水滴收纳起来。这样，既可以培养和训练人们互相尊重彼此的生活环境，又可以带领大家共同建立起维系环境的观念。

“大森林”不仅仅是一个生产农作物的农场，更是会员们彼此交流的平台。每次领取配菜的时间也是会员们聚首交流的时间。大家可以分享一周来的新闻，也可以与农场主展开交流，向他们询问近期发生的事件，了解农作物生产状况，学习和交流环境保护知识与耕作技能技巧。

本文作者系美国明尼苏达州卡尔顿学院生物系博士
轩东星（译）

CSA 农场

链接

CSA（社区支持农业）是当下在很多国家流行的一种方式，这种方式让消费者能够直接从农民手中购买当地的应季农产品。消费者在生长季节开始前从农场购买股份，生产者则通过对土地友好的生产方式为消费者有机栽培时令农作物。通过这种方式，消费者与农民分担

农产品栽培以及对土地的照管责任。从本质上看，种植业受天气的影响很大。但 CSA 模式下的农场却可以一方面提前获得保障，另一方面通过有机生产方式及时针对灾害天气实施补救措施，从而将损失降到最低。



生态农业的国家背景

文 / 李成云 图 / 谭春

我国现代农业的发展到了必须转变的时候，我国的农药和化肥用量都超过世界平均水平，照这个模式发展下去，必将对整个社会和经济的发展产生不良影响。

我们需要了解几个统计数字。第一个是有保护性农田——18 亿亩，这个面积约占世界耕地的 7% ~ 8%，但是我们用的化肥、农药的量超过世界平均水平的 3 倍。事实上，这些农药和化肥只有 20% ~ 30% 属于利用量，而剩余的 70% ~ 80% 都残留在土壤和地下水中，造成了污染；还有一部分没有及时转化，残留在空气中，破坏了臭氧层，成为导致全球气候变暖的一个重要原因。

但是农业的问题又不仅仅是粮食生产问题，还涉及国家安全问题。国家既要保证粮食的产量，还要保证粮食的安全。这是我国的一个基本背景，离开这个背景来谈生态农业或者其他问题都不现实。因此我们谈生态农业，首先要解决众多人口的吃饭问题，再在这个大前提下，提出如何保护环境、治理水污染。

对于中国这个传统的农业大国而言，生态农业有着重要影响。中国使用农药和化肥的历史

大概也就是百年之内的事情，而中国至少 5000 年的农业文明对世界的贡献是重大的。美国土壤学家所著的《四千年的农夫》中就已经对这个问题有过论述，这是一个外国人视野中的中国传统农业——4000 年都不退化，难道还不可持续吗？中国在农业上积累了非常多的智慧和知识，包括很多天然的肥料，包括怎么样提高产量，怎么样提高品质，这些都足以说明历史上中华民族一直延续的农业生产是与环境和谐相处、合理利用生态的典范。也就是在近 200 年内的时间里，工业革命之后，人类文明的体现才更多地偏向到工业文明范畴中，即便在农业生产中，机械化生产、大规模操作也成为农业生产的主流模式。

接下来就要谈一谈当前农药化肥施用的问题了。使用农药化肥，前提是要保证国家粮食产量的稳定和安全。国家采用调控储备粮的办法固然起到一定作用，但毕竟中国人口众多，地域贫富差异大，这就为使用农药化肥以确保粮食生产提供了可能性。但是使用农药化肥是要有所控制的，要科学使用，在农作物可以吸收分解的状态下适量使用。但是，由于我国农业生产基本还停留在一家一户的小农模式，在管理上就容易出现问題。另外，农技力量不足，

导致管理不到位、监控不到位，而农民或缺乏相关知识，或图省事，在农药化肥使用量和施用次数上不能正确把握，导致农药化肥流失在土壤和地下水中、发散到空气中，形成污染。可见，人类的农业生产，无论是生态农业生产模式，还是当前占据主流地位的工业化、机械化农业生产模式，需要更多关注的实际上都是生产过程的管理。

因此，从这一点看来，随着我国经济的发展，国家农业生产管理体制也要随之调整和发展。第一，我们有一种观念——农业就是落后的代名词。只要是做农业的，就是落后的，就是低收入的。实际上，人类生存离不开农业。从社会分工方面而言，农业是不可缺少的，必须有一定的人来从事农业。而一个好的社会体系，国家应该在农业方面保证有一定的投入，其中就包括保证一定的劳动力。第二，国家要调节好农业人口收入。只有保证了农业从业人员的收入，才能吸引相当的劳动力回到土地上，解决农业劳动力问题。第三，国家需要参与调整管理的是农业技术层面。中国的农业发展状况，目前也呈现出地区差异比较大的问题，有些地方地广人稀，农业机械广泛使用，而有些地方地狭人稠，农业生产还处在纯手工作业水平。这样的差异就会出现一些地方农业人口流失、农业生产力上不去。另外，国家投入技术力量和资金，针对农业生产技术搞发明，提高小型农机技术的发展，也可以配合农业的发展，调整农业地域发展不平衡的状态。第四，国家应该着力推广循环中国的农业智慧，这是非常必要的。土壤本身也是一个活的体系，同样需要精心管理。在中国的传统农业智慧中，对土壤的管理是非常重要的一项工作。因此，应该向农民推广培制有机肥和提高生物控制病虫害的技术，以此代替施用化肥农药。

我曾经在美国爱荷华州的一家农场考察。该农场规模不大，生产玉米和大豆。农场土壤里的有机质含量是 5% ~ 8%，一脚踏下去一个

深坑，土质确实很好。但这家农场实际上只有 1 万平方米的土地保持了传统农业种植，其他大面积耕地仍使用常规耕种方式，即种植转基因作物、采用大规模机械化生产和施用化肥。根据美国农业机构的统计，自 2000 年以后，美国和欧洲的农药和化肥的使用量基本上是下降的，起码是不再上升。但当时全世界使用农药化肥的趋势还在上升，而且主要是发展中国家。

再举一个巴基斯坦的事例。那里没有一家农药厂，生物防治发展得非常好。农业病虫害主要依靠生物天敌治理。据了解，巴基斯坦政府在推广生态防治病虫害方面付出了巨大的人力物力。这种方式在我国也做了一些，但效果都不好，往往不了了之。为什么会出现这样的情况呢？主要是因为中国的农业生产呈现小农化状态，大家无法做到步调一致。所以建立生态农业也必须是按照一个生态区域或者整片区域的构建，即除了农田自身以外，还要将周围的环境协同起来考虑。

从目前我国农业发展状况与环境、生态状况综合来看，发展生态农业确实是非常重要的。但真正的发展模式，应该是一个全新的创新模式，不能照搬任何一个国家的农业模式。其实国家将农业发展规划好，这也是解决我国就业问题的一个重要的方面。要破除“农业就意味着落后”的错误观念，保证农业从业人员的收入，打破原有的农业经营模式，把农业放在一个更大的体系里运作。国家要创新农业体系，采用高度智慧的生产理念和管理制度对农业体系实施高端管理。

具体措施为，首先把好生产环节这个源头关，减少农药化肥在生产环节中的使用，将污染的可能扼杀在产品产出的源头。这个管控过程完全具备可操作性，国家制定相应的管理机制，从土地流转的方式入手，无论土地经营面积的大小都可以受到严格管控。让老百姓形成生态保护自觉性，加之强化地方农技站工作人





员的管理职能，保证农技人员队伍和收入的稳定，就可以把住生产关。同时，由国家主导，建立起市场调节机制和整个监管体系。目前，市场上无公害农产品和普通农产品的价格管理机制还没有建立起来，其中一个重要原因就是缺乏监管机制。这是国家针对中间环节的管理。通过这样的一系列措施实现对整个农业体系的管控。

前面提到中国发展生态农业，不复制、不照搬，但其他国家的先进理念是可以借鉴的。加强顶层设计，根据中国各地环境、土质和水文等方面的差异和特点，制定有针对性的发展和管理方案，把继承、借鉴和创新结合起来，不简单否定。

另外，化肥农药不能说一点都不能利用，但要弄清楚应该怎么用，要控制在土壤的自净能力允许的范围内。不同的地方，一年一季种

的是什么，土壤的情况，降水的情况，自净能力是可以测定的。每年在保证产量的情况下，减少了化肥使用量，有机肥的使用就会增加，在这方面的技术投入会相应有所提高，其中也包括施用有机肥时使用的器械、投入的劳动力等各方面。我认为，如果以这样的投入增加换取粮食安全和生态安全是值得的。

这些投入都是为了发展生态技术。根据区域不同、生产的作物不同，所需的生态技术也不尽相同。生态农业的发展需要更高、更新的技术。在这方面，中国还有很大的发展空间。对消费者而言，要获得安全可靠的生态产品，一定要关注生产源头，而整个生态过程的管控只依靠政府和市场调控是不够的，应该是多方结合，国家、生产者、科学技术专业人员和消费者都需要加强认识，才能对生态农业这个复杂体系实施全方位管理。

本文作者系云南农业大学农业生物多样性应用技术国家工程研究中心教授



生态农业的种子之路

文 / 宋一青 图 / 李翔

农业，离不开种子，这是众所周知的。无论是传统意义上的农业，还是当下已经形成生产规模、占据了主流地位的现代农业，种子都是生产流程中的关键要素。从当前全球农业的发展状况看，种子体系越来越集中，这种状况不仅在其他国家出现，在中国也日益显著。种子从一种公共物品变成了一种国家的主权，最终变成了私人的财产。由于这种状况的出现，原本是公共资源的种子，在日益形成的垄断局面中已经成为被争夺的对象。控制种子资源，就意味着控制了一个国家和民族的命脉。

在我国，这个所谓的绿色革命就更加显示出其“成功”的一面。我们看到粮食增产，各地农民争相使用可以适应农药化肥的杂交种子，在耕地面积没有扩大的情况下，人们种植杂交种，辅以农药化肥，加之兴修水利，就能够实现粮食丰收。表面上看，这解决了部分地区贫困的问题，但本质上却带来一系列严重的社会问题和生态问题。

首先，为了增产增收，农药化肥在农业生产中被广泛使用，这一做法对抑制病虫害、增肥土壤，暂时可以达到目的，但对地下水资源、土壤土质的影响却非常深远。随着地下水和土壤受到化学制剂的污染，我们生活的环境也被严重污染，为此，我们这一代人，乃至下一代、下两代人都将付出沉重的代价。

其次，虽然粮食增产，解决了更多人吃饭的问题，但食品安全随之成为当代人健康的巨大隐患。我们食用的粮食、瓜果和蔬菜等都是经过化肥催生的，使用农药杀虫，这些化学制剂渗透到果蔬的肌理中，始终残存在我们的食物里。

第三，杂交种子已经成为大多数农技机构为农民提供的种子来源，农业种植的物种日益呈现出单一化的趋势，农民每年都要向农技部门购买杂交种子，因为这可以长出品相鲜亮、果实饱满的收获物，长此以往，传统农业中的作物多样性就会被彻底摧毁。

建立农业野生生物资源监测预警中心、基因资源鉴定评价中心和外来入侵物种监测网点，强化农业野生生物资源保护。

摘自农业部等八部委《全国农业可持续发展规划（2015—2030年）》（农计发[2015]145号）

这几个问题综合在一起，会让我们的子孙面临严重的灾难。这并非危言耸听。根据我们的田野调查，目前已有超过 50 个本地物种完全消失，取而代之的是可以抵抗化学制剂侵蚀、长势饱满的杂交物种。

这里就必须要了解，为什么一定要保护本地物种？从生物学角度看，本地物种能够很好适应其生长环境的土壤和水质，所谓“橘生淮南则为橘，生于淮北则为枳，叶涂相似，其实味不同”，从物种的角度看，其中表达的就是这个道理。本地物种是当地生态环境中的重要环节，除了对土壤、水质、气候的适应外，对于当地常发病虫害也具备最基本的抵御能力。这也是我们提倡要保护本地物种的原因。

在偏远的山区，农民为了保护本地物种积极加入社区支持农业（CSA）的有机农业生产网络。我们在广西和云南看到，农业区的农民在种植杂交品种过程中，产生了很多问题。因为推广杂交品种是被当地政府和很多利益相关者所提倡的。但是相同的问题在自然保护区附近的农业生产中却没有发生，那里的生物多样性保护状态也比农业区要更好一些。尽管如此，从整体来看，生物多样性的丧失还是比较严重的。

现代农业讲究“标准化”和“工业化”。事实上，标准化和工业化模式下的农业，对传统农业模式中的多样性，无论是生产方式的多样性，还是种植物种的多样性而言，都起到了扼杀作用。现在一些推行 CSA 模式生态农业生产的人也在谈有机农业是否有标准化可言，是否形成规模化的生产？这实际上不是真正的生态农业。工业化的生产模式就意味着产品不能

过于多样化，才能在生产流程上形成统一操作规程。如果农业中推行工业化的生产模式，势必对作物的种类进行调整和控制，生态系统的生物多样性就会受到破坏。单一化的种植会引发非常严重的问题，首当其冲的就是病虫害频发。在生态农业中提倡标准化、工业化生产就会毁掉生态农业。

我国拥有 4000 多年的农业历史，在 2000 多年前的汉代就开始了密集型的农业方式，农业经济也在那个时代随之产生，种子和土壤对于当时的人们来说是最重要的生存之本。2000 多年前，种子就已经成为农业的根基。但是反观过去的 100 年，为什么具备先进生产技术、先进的化学制剂技术的现代农业体系却产生了这么大的危机？我们需要政府调整政策来解决现在面临的各种危机和挑战，同时社会各界都需要一起加入来解决问题。

在我们从事的“种子革命”过程中，一些种子专家与农民共同参与，保存更多种类的种子，这些被挑选保留下来的物种能够对抗当地的干旱，适应当地土壤土质状况和气候环境，在生长期表现良好。在最初开展这项推广活动时，我们发现参与活动的农民没有购买农技部门销售的杂交种，而选择种植比较适宜在本地生长的种子。虽然当年的收成大幅减产，但他们找到了能够挑战现代农业的种子。

我国是一个农业国家，尽管当前农村城镇化的发展速度非常快，但农民和农业仍然是国家生存和发展的基石。现在国家出台的合作法，已经让农民可以联合起来建立他们自己的组织，与市场直接联系。通过合作社形式的组织，

他们可以一同生产、相互帮助，应对市场挑战。

随着农业生产规模的日益扩大，现代农业对环境杀鸡取卵式的影响日益凸显，这也为生态农业在中国的发展提供了非常好的机遇。在这个机遇中，把握住种子这个源头至关重要。

经过 15 年的努力，我们推广的参与式植物培育项目，对于改善生态农业生产区域的种质资源已经初见效果。这个项目首先要求农民拥有自己适合在本地种植的种子，这是推广参与式种子培育的先决条件。在此条件下，专业人员联合农民一起参与种子的培育工作。项目实施以来，我们已经在不同的地区与当地农民一起，将不同的植物品种杂交，成功培育出了数十个新的种子。

在项目执行初期，一些专业人员认为农民不懂专业，不会培育种子。然而事实证明，农民完全可以胜任这个工作，只是他们需要技术上的指导。在云南，专业人员给杂交品种先做了一个副本，当地农民便向专家申请对另外一个副本进行改良实验。在专家的指导下，农民学会了这项技术，随后又将相关知识和技术传授给邻居。农民与农民，农民与科学家之间的这种分享都是非常重要的。事实证明，农民亲自参与品种改良实验的效果非常好，他们获得了成功，得到了自己需要的种子。

通过与农民的交流与合作，我们同样也受益匪浅，培育出含有更丰富基因的种子，这是在一般的实验室里无法实现的。我们在社区做过很多种子交换保存的工作，并构建了种子银行。我们希望通过这样的方式能够让种子的保留和培育越来越有利于生态农业的发展。

那么在社区支持农业的模式中，种子起到什么样的作用呢？应该肯定的是这种模式对于

物种的保存和发展非常有益，为农民保存和使用种子提供了良好的条件。农民可以在这个互相联系的平台交流、保存和改善种子的质量，种子的多样性也得到了相应的保护。在广西一个从事有机蔬菜种植和生猪养殖的农场，通过社区支持农业的运作方式，农民们不仅拥有了适宜在当地种植的蔬菜种子，就连种猪资源也得到了保存和发展，对农场的土地和农户自身的健康都有极大的改善，农民的收入也得以增长。

无论是种子的保育还是种子的继续培育，生态农业需要这种参与式植物育种的保障体系。种质资源得到保证，生产也得到了保证。越来越多的农民需要更健康的种子。现在我们又联系到两所大学和一些研究单位，以及二十多个社区，一起建立了农民种子网络——这是一个农民能够与专家和政府直接对话的平台。在这个平台上，社区之间也可以相互交流，了解各自的需求。

近年来，由于转基因大豆种子的影响，中国已经失去了大豆种子的多样性。目前，我们已经在四个省份针对大豆种子开展种质资源保存工作。

2014 年，我国政府修改了《种子法》，删掉了“禁止农民自己保留和培育种子”的条款。这也是农民和科学家联手倡导的结果。新修订的《种子法》还明确了关于种子保存与交换的相关权限，允许农民拥有保留和交换种子的权利。

种子系统是一个文化和生态多元化的系统，它不仅是一种物种的传递，同时也是一个文化的传递，是我国几千年农业文化传承非常重要的内容。从生态农业和食品安全角度考虑，我们需要更多政策上的支持，需要和农民站在一起，包括通过社区支持农业这样一个体系，支持农民的种子保育工作。

本文作者系中国科学院农业政策研究中心研究员

中国农业 4.0

文 / 温铁军

中国有着世界上最大规模的农村人口，与发达国家不同的是，我们多为农民而鲜有农场主。在现代农业文明中，西方国家所讲的大农场农业，是殖民地条件下的产物，比如美国和澳大利亚等都是大农场农业。亚洲是原住民社会，没有哪个亚洲国家能够搞得出大农场，中国、日本、印度都搞不起。因此，在中国我们首先讲的是农民问题，其次是农村的可持续发展问题，最后是农业的安全问题，也就是所谓的“三农”问题。在中国，首先是农民，第二是农村，第三才是农业，把这三个问题放在一起的时候，对我们来说就不是如何单纯地让农业转化为生态农业，而是如何让一个农村社会、农村文化、乡土文明复兴的复杂工程。

如果有人问生态农业的标准是什么，这说明他还是本着一切都要标准化的思路，因为只有标准化才方便实施，才方便大规模集成，但那是工业化时代的产物。实际上，中国的农村千差万别，北方的黑土地、西北的黄土地和南方的红土地是完全不一样的，怎能用同一个标准来约束成千上万的不同农户开展有机化生态农业呢？这是不可能实现的。因此，应当说社会参与就是标准。首先是社会化，然后才有生态化。

我们从 2001 ~ 2004 年，用三年的时间发动民众。在开展工作的初期，我们缺乏资金，也很少有科技人员加入，志愿者成为这项工作的主力。他们用瓶瓶罐罐或桶收集有机物，通过简单的发酵，使之成为有机肥和有机农药。大家尝试着发展本地的生态农业技术，建设了第一组生态农业的循环体系——干池厕所，通过这个体系生产出来的肥料都被当地农民投放到蔬菜田、果园和大田中，形成一个完整的立体循环的农业体系，而且不产生任何废物。这一套体系推行的关键是必须与社会结合，而现

代中国农村中的主力是老年人和妇女，因此需要采用拥有文化内涵的方式打动他们，使他们成为推动生态化农村社会的主力军。

让农民增强生态意识，促进农村生态化建设的主力是农民，但带动农民就要依靠志愿者和大学生了。记得当时有 200 多所高校，成千上万的青年学生加入到这场社会化的农业复兴中来。他们深入到农村和农民结合，形成了今天乡村社会、乡村乡土文化复兴的一支重要的力量。中国的农村复兴、乡土文化的复兴要把根扎在农村，就是因为农村还有一股巨大的力量，当人人同此心、心同此理的时候，何愁中国不走向生态文明。

接着就得发动市民，因为农民发动起来了，假如市民这边仍然还是激进的消费主义——不尊重自然，当然也不尊重食物，更不会尊重生产食物的人。所以我们就得“进城”开展工作。2005 年，当我们在农村建立了合作社，形成一定规模的有机生产后，就进入城市向市民宣传，构筑起城乡合作的桥梁，发动城乡民众联合起来，建立一个乡土文明有机农业的载体。

要让市民调整观念，依赖多种多样的文化活动，形成对整个家庭的健康与和谐状态的影响，使生态文明本身与社会和谐同家庭和睦紧密结合在一起。这样一个城乡协调的发展方式与原来的城乡对立、城乡割裂的二元结构完全不同，因为这种方式在发展过程中得到包括各级政府在内的各个方面的支持。目前，我国已经将生态文明建设列入了国家发展战略。

纵观世界农业的发展模式，可以将之归纳为从“农业 1.0 版”到“农业 4.0 版”。所谓“农业 1.0 版”，就是把农业当成第一产业，推进规模化、节约化，

它的条件是职业化。当人类进入工业化时代,开始用工业改造农业,于是农业出现设施化、车间化,用工业的方式形成农业的增加值。但是这个增加值 90% 以上被产业资本占有,农民只得到少于 10% 的收益,所以农村仍然贫困。现实表现出来的“落后”,其实是因为收益分配严重不平等,所以工业改造农业就变成了农业 2.0 版。在当前全球经济出现下滑的时候,农业 2.0 版也逐渐出现了严重的困境,如果把服务业,即我们所谓的“第三产业”与农业结合,就形成了我们今天所讲的农业 3.0 版——把农业从第一产业中剥离出来,使之三产化,这在“社区支持农业”(CSA)体

系中体现得最明显。下一步就是要推动农业进入 4.0 版,即如何将农业与互联网工具结合,这意味着社会公平的实现。当互联网介入农业的时候,每一个市民、每一个农民都可以公平地利用互联网这个工具。当农业 3.0 版和现在的互联网所带来的社会化和公平性结合在一起的时候,社会化的生态农业就可以利用互联网实现了。这个工作正由年轻人承担起来,他们在互联网上创建平台,把已经形成一定生态化生产规模的农业推上平台,进一步促进了农业三产化规模的扩大,这也是农业 3.0 版向农业 4.0 版的进步。

本文作者系中国人民大学农业与农村发展学院教授

“互联网+”现代农业

链接

利用互联网提升农业生产、经营、管理和服务水平,培育一批网络化、智能化、精细化的现代“种养加”生态农业新模式,形成示范带动效应,加快完善新型农业生产经营体系,培育多样化农业互联网管理服务模式,逐步建立农副产品、农资质量安全追溯体系,促进农业现代化水平明显提升。

构建新型农业生产经营体系。鼓励互联网企业建立农业服务平台,支撑专业大户、家庭农场、农民合作社、农业产业化龙头企业等新型农业生产经营主体,加强产销衔接,实现农业生产由生产导向向消费导向转变。提高农业生产经营的科技化、组织化和精细化水平,推进农业生产流通销售方式变革和农业发展方式转变,提升农业生产效率和增值空间。规范用好农村土地流转公共服务平台,提升土地流转透明度,保障农民权益。

发展精准化生产方式。推广成熟可复制的农业物联网应用模式。在基础较好的领域和地区,普及基于环境感知、实时监测、自动控制的网络化农业环境监测系统。在大宗农产品规模生产区域,构建天地一体的农业物联网测控体系,实施智能节水灌溉、测土配方施肥、农

机定位耕种等精准化作业。在畜禽标准化规模养殖基地和水产健康养殖示范基地,推动饲料精准投放、疾病自动诊断、废弃物自动回收等智能设备的应用普及和互联互通。

提升网络化服务水平。深入推进信息进村入户试点,鼓励通过移动互联网为农民提供政策、市场、科技、保险等生产生活信息服务。支持互联网企业与农业生产经营主体合作,综合利用大数据、云计算等技术,建立农业信息监测体系,为灾害预警、耕地质量监测、重大动植物疫情防控、市场波动预测、经营科学决策等提供服务。

完善农副产品质量安全追溯体系。充分利用现有互联网资源,构建农副产品质量安全追溯公共服务平台,推进制度标准建设,建立产地准出与市场准入衔接机制。支持新型农业生产经营主体利用互联网技术,对生产经营过程进行精细化管理,加快推动移动互联网、物联网、二维码、无线射频识别等信息技术在生产加工和流通销售各环节的推广应用,强化上下游追溯体系对接和信息互通共享,不断扩大追溯体系覆盖面,实现农副产品“从农田到餐桌”全过程可追溯,保障“舌尖上的安全”。

本文摘编自《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》(国发〔2015〕40号)

农村环保 服务为本

文 / 孔源

农村环保事关农村生态文明建设，事关国家环境质量的整体改善，事关农业可持续发展，事关农民增收致富和全面小康目标的实现，关系到千家万户的吃饭问题，涉及领域特殊、地域宽广、对象特殊、人数众多、情况复杂。因此，农村环保不能照抄照搬城市和工业领域诸如以监管和处罚为主的做法，而是必须在充分考虑农村、农业和农民特点的基础上，构建适合农村特点的环保体制机制，进一步凸显农村环保服务于农民增收、服务于农业转型升级和提质增效、服务于农村绿色发展的作用，实现农村环保、农民增收以及社会经济发展的和谐多赢。

农村主要环保问题及其原因

当前，随着我国城市和工业环境保护不断加强，农村环保这个短板逐步凸显。有关数据表明，2014年，农业源化学需氧量和氨氮排放量分别为1102.4万吨和75.5万吨，各占全国的48%和31.7%。每年产生畜禽粪便约38亿吨，利用率不足一半，大量畜禽粪便未经处理直接进入环境，造成严重污染；秸秆产生量约9亿吨，利用率约76%，大量未被利用的秸秆被露天焚烧，严重影响空气质量，甚至引发火灾，危及人身和财产安全。化肥使用量一直呈上升趋势，已近6000万吨，但当季利用率仅三分之一左右，流失的养分进一步增加了环境压力。同时，长期依靠大量投入农药和化肥的化学农业模式，也导致了包括土壤在内的农业生态系统的破坏和退化，进一步降低了水和养分利用率，加重了农业生产环境负荷。另外，农村生活垃圾和生活污水年产生量各约1.1亿吨和160亿吨。

虽然近年来农村环境综合整治持续开展，但仍有大片农村地区缺乏污水和垃圾的治理设施和机制，污水横流、垃圾乱堆和垃圾围村等现象还比较普遍。整体看，农村环境状况依然堪忧。

国家对农村和农业环境问题一贯高度重视，采取了一系列措施，尤其是在畜禽养殖污染防治、秸秆综合利用和农村污水垃圾综合治理等领域。然而，在实际操作中普遍存在一些问题，例如农民参与积极性不高，环境基础设施“有钱就运转、没钱就停工”“建得起用不起、用得起管不起、管得起耗不起”或者运转不稳定、运转效果差甚至根本不运转而造成设备设施晒太阳的现象，严重浪费资源。

农村环境问题是随着农村生产生活方式的转变和农村社会经济的发展逐步显现的，根源在于旧有的基于一家一户的农村小规模种养结合模式被打破，新的基于更大规模、更高水平的种养结合模式尚未建立，大量废弃物失去了其资源的本来属性，浪费导致了污染。具体地说，针对当前废弃物产生和分布特点以及农村自然条件、社会组织形态的废弃物收集-转化-利用体系尚未建成，也没有形成废弃物利用的利益分享机制，而更多地采用所谓“购买服务”“加强监管、严防死守”等保姆式的管理模式。例如，政府掏钱雇人替农民清运垃圾和处理污水，派人层层设防禁止农民焚烧秸秆；再如个别地区针对农村畜禽养殖环境问题采取“连根拔、一扫光”的极端做法进行简单粗暴的“清理”以达到“整治”的目的，实现“全县禁养”甚至做到“一

只不留”。这些做法不仅不能调动农民的积极性，体现和落实农民的主体责任，形成废弃物资源利用机制和体系和农村污染控制的长效机制，甚至还直接损害农民的权益，影响农民脱贫致富，导致农民与政府的矛盾和对立，影响社会稳定，也会波及市民“菜篮子”供给，有违国家帮农、扶农、支农、惠农政策导向，不利于农村环保工作深入，不利于农村和农业绿色发展和生态文明建设，有碍全面小康目标的实现。

有益的实践和探索

针对当前农村环保问题的特点，不少地方开展了方法、模式、路子和体制机制等方面的探索，取得了不错的成效。

垃圾分类解难题。北京平谷熊儿寨乡的农村垃圾分类试点采取了积分奖励、群众监督以及“小手拉大手”等方式，针对农村社会特点和自然条件，通过一年多的努力，构建了农村生活垃圾分类、收集和资源化利用体系，很好地解决了原有垃圾收运填埋体系存在的运行成本高、后期污染风险大以及资源浪费严重的问题。在参与过程中，农民获得了精神鼓励和物质上的奖励，同时接受来自村民熟人圈子的监督，很好地调动了他们参与的积极性，提高了他们保护环境的自觉性，落实了他们的主体责任，从而取得了垃圾外运量减少约95%、运行费用减少约90%的成效，大大减轻了当地政府的人力财力负担，形成了农村垃圾治理的长效机制。目前，平谷的经验已被辽宁盘锦的大洼、盘山和抚顺的新宾等地借鉴并取得了良好效果，据悉，近期辽宁全省将全面铺开试点。

环保红利同分享。浙江丽水的乌溪江水库通过采取政府出资、农民参股的方式，形成了水源地环境保护的环保红利分享机制，让农民从与政府合股经营有机水产公司获得经营收益。

这样一方面直接落实了习总书记“绿水青山就是金山银山”著名论断，通过让农民在保护水库环境的过程中获益，另一方面落实了农民保护环境的主体责任，使原先政府监督农民、限制农民甚至与农民在保护水源问题上对立的情况为之一变，农民主动承担起一大部分水源地保护和监督的责任。相关经验和做法也被山东潍坊峡山水库等类似地区借鉴，同样取得了水源地环境质量和水质稳步提升、农民收入明显增长以及社会更加和谐稳定的可喜成效。

“多挣钱、少得病”。在四川南充西充县、江苏扬州宝应县以及江西宜春万载县等一些地区，政府组织并连续多年有计划地推动整县域有机食品基地建设，不但明显改善了环境质量，提升了农民收入，而且取得了农民大病统筹支出连年下降的“意外”收获，受到了农民的衷心拥护。

通过以上例子可见，要解决农村环保问题，没有农民积极参与不行，依靠政府财政长期贴钱不行，方法和模式不符合农村、农民和农业的特点更不行。要做好农村环保工作，应坚持三个原则：一是将农民的权益摆在核心位置，二是符合农民生产生活的实际需要，三是立足于服务农村绿色发展。具体而言，就是要通过构建农村和农业废弃物收集-转化-利用三级网络体系，构建有农民获利的利益分享机制，通过让农民在参与的过程中获得利益，落实农民的主体责任，实现责权利的统一。同时，要积极探索“向环境保护要效益”的路子，走政府、社会资本和农民合作的路子，摒弃长期要政府掏钱维持环境治理设施运转的“长要机制”，实现“政府省心、农民开心、社会安心”。

本文作者系环境保护部水司农村处调研员，工学博士



保护地友好体系

文 / 解焱

保护地友好体系的完整称谓是“自然保护地友好产品增值体系”，它致力于在自然保护地周边区域发掘并推广环境友好和健康友好的农副产品、旅游产品；通过在产品售价中增加保护成本，并将收益返还给社区用于开展自然保护工作，让周边的居民通过保护自然环境而增加经济收入，化解自然保护面临的经济发展压力。

发展“保护地友好体系”的必要性

我国自然保护地的类型非常多，保护地友好体系囊括了所有类型。当然，自然保护区肯定是最重要的一种类型，但是我们也希望去推动像社区保护地和社区公益保护地这样的非主流类型，因为这些保护地更需要专业的支撑，甚至是经费上的支持。

我们从事生态保护的方式是携带着申请的资金前往项目地工作。但是这种办法的可持续性很差，资金期限结束了，项目可能就面临停滞。除了资金以外，最重要的问题就是谁来参

与。过去参加自然保护的人，只有保护区的工作人员和科研人员，其他人甚少关心，甚至保护区所在的当地政府对此也经常是漠不关心，远离保护地的城里人就更不会关心这项工作了。因此，寻求社会更广泛的支持是自然保护工作迫在眉睫的任务。

综上两大因素，我们决定要发展保护地友好体系，让更多的人——不在保护地的人，和自然保护没有直接关系的人，以及其他行业的人共同来支持自然保护工作。所以我们建立了一个这样的体系，它由保护地的社区、保护区的管理机构、当地的保护组织、城市的消费者以及企业共同构成。

保护地友好体系的主要目标是在全国推广对保护地友好的生活和生产方式。在有效保护自然资源和生物多样性的前提下，使经济和社会效益最大化，即不仅要提高自然保护的效率，还要保证生活在保护地周边居民的经济利益。



摄影 / 杨海明

保护地友好体系建立的最核心目标，是通过向普通消费者宣传保护地出产的生态产品，吸收普通消费者成为保护地友好体系的会员，购买产品，这样可以很好地支持自然保护工作。这项目标的实质是要通过城市人的购买力来推动自然保护区周边绿色生产的发展。这是比较初级的参与方式。更深入的参与方式是将消费者与保护地周边的居民与保护区的管理机构联系起来，合作实现对保护地的保护管理。

保护地友好体系并非仅仅是一个组织者的身份，更是一个参与者。我们的团队可以为当地提供科学指导，使保护地在开发友好产品之前就对所在区域的生物多样性状态及重要性了如指掌，从而对保护区域实施科学合理的发展规划。例如，在江苏如东有一种濒危的鸟类叫勺嘴鹬，目前全世界只有不到 200 对。但是每年一到鸟类迁徙季节，如东能够聚集 100 对以上的勺嘴鹬在那里栖息。针对这样的案例，保护地友好体系希望去推动如东市政府在其发展规划当中做好勺嘴鹬的保护规划。

当保护地友好体系这个品牌的影响力越来越大的时候，我们的下一步发展举措将是面向那些能够按照保护地友好体系的标准实施生产的产品。我们将对这样的产品展开认证。认证工作按照规范的步骤和明确的标准，对产品产出地的环境展开调查，对产品的成分进行检验。通过验证的产品必须是坚持有机生产，而且未对保护地的环境产生负面影响。

在自然保护区及其周边的利用和开发需要达到以下的标准：第一，要遵循当地的自然、地理、人文、水文和历史条件等的规定。我们要特别提出，不支持保护地引入外来物种，特别是外来入侵物种，要尽量恢复当地自有的传统农业品种。这是一个遵循自然规律的生活和生产方式。第二，保留和恢复野生动物的生存环境。所以发展过程中，生物多样性是不是处于稳定或者持续上升的状态，是我们衡量当地是否符合保护地友好体系标准的重要指标之一。第三，保护地友好体系的目标是要让当地的社区居民在参与保护的过程中获利。当前，自然保护区的环境变得越来越有吸引力，不少有实力的大经济体在保护地周边投资，把大片大片的区域划归到企业名下经营，获利颇丰，而当地百姓的生活状态却并未因此获得改观，这有悖于我们的初衷，即实现平等和贸易的公平。第四，保护地友好体系最终要实现的目标是促成当地的生态保护。

我在这里讲述一个保护地友好体系在吉林省珲春市敬信镇推广的案例。敬信镇地处中俄朝三国交界处，扼守图们江入海口。敬信镇被青山绿水环绕，旁边的珲春自然保护区是东北虎的栖息地之一。那里有广袤的湿地，农作物基本上都是水稻。10 余万只候鸟在春秋两季迁徙时会途经此地停留，补充能量。水稻田收割以后的残余物质，是雁鸭类候鸟非常喜欢的食物。大量的雁鸭类晚上在湖泊区域休息，清晨太阳初升时，就飞到稻田里去觅食。我们经常目睹上千只雁鸭在稻田觅食的情景。但是现在

水稻的生产方式是从湿地里面汲水，通过渠道灌溉稻田。老百姓为追求高产，不用农药化肥都不知道怎么种田了，而农药对鸟类的杀伤力非常大，不利于生物多样性保护。因此，我们在敬信镇第一年开展友好产品的推广工作非常困难。

不用农药化肥还能种水稻？这是我们到敬信的第一年，当地老百姓见到我们常常会问的一句话。鉴于此，我们决定首先要提高对当地百姓的生产担保。珙春野生动物保护协会给了我们很大的支持，专门辟出 68 亩田地作为我们开展减少化肥使用的试验田。2015 年，试验田的水稻收获后，我们又将收入的 8% 返还给珙春野生动物保护协会，作为他们参与社区保护和监督的工作经费。在接下来新一季的生产活动中，当地对水稻生产的监督就进一步完善了，保护地友好体系在 2015 年生产季中的推广工作顺利了很多。参加试验的农民从中看到了好处，也成为了保护地友好体系的义务宣传员，吸引了更多的农民参与到有机生产中来。

目前，保护地友好体系已经在全国范围内建立了十几个类似的产品地。这些生产地的所有产品以及产品的生产过程，都与所在地附近的保护地的旗舰物种和其栖息地有着非常重要的关系，即保护地友好体系的目标是通过生产这样的产品，实现对当地生态环境的保护，从而达到保护野生生物的目的。

经过几年的工作，我们陆续以“保护地友好体系”的品牌推出一些产品，从推广和销售情况看，这些绿色产品对城市居民具有相当高的吸引力。首先，这些产品完全是在环境条件最好的地方，包括空气、水、土壤都是无污染的条件生产出来的。其次，我们采取的这种生产方式，不仅对人类有利，同时还有利于当地的生物多样性。

再例如茶叶，这是 2015 年我们在云南片马

自然保护区推广的项目。这里生产的茶叶是原生态的，由于产地位于保护区范围内，所以绝对不能使用农药和化肥，这样对其生产环境中的野生动物数量和森林生态都能够很好地维持。这个项目最突出的特点就在于既对当地生物多样性的保护非常有利，又能使当地百姓通过茶叶生产改善生活。

保护地友好体系最终要实现的目标是促进当地的生态保护。以敬信湿地的情况来说，之所以会将 8% 的收入返补当地的保护组织去推动社区参与保护和监督生产，这是从实现保护地友好标准的长期目标出发的，以提升当地民间的生态保护意识为目的。这 8% 的经费实际上是整个体系能够运转的核心。我们要和当地的保护组织保持长期的合作。地方的保护组织没有经费，以珙春野生动物保护协会为例，2015 年我们交给他们的 4.8 万元是他们当年拿到的唯一经费。我们不仅直接把经费交给保护组织，还帮助他们去申请其他的补助。如果大米的销售量按照预期的达成目标，保护组织的生存也就完全没有问题，他们就可以全心全意去推动当地的保护工作，并投入力量去监督生产过程。这也可以节约生产成本。我们希望这样的产品能够让城市的人们了解并且购买，实现保护地友好体系长期的运转。

如何管理保护地友好产品

这是我们申请“保护地友好”称号的关键流程。这个流程主要是评估申报的产品是否达到了保护地友好的标准。达到标准的产品即可获得这个称号，并纳入保护地友好体系的宣传活动中。

目前，保护地友好产品的申报工作主要还是面对来自保护地的产品。首先要给产品申报者发放自评问卷，问卷中包括保护地的管理机构和社区的情况等各项内容，均需要详细填写。生产者上交问卷后，由保护地友好体系进行评估，符合条件者，我们将派遣专业评估

人员直接深入生产地开展实地评估。

通过实地评估，明确是否符合在该地开发该产品，体系将会与当地生产者签订生产合同。开展生产的同时，当地的保护机构便开始介入生产监督。我们会提供一些技术指导和销售宣传服务，销售产品所得的一部分经费返回当地，用于发展生态保护监测。

保护地友好体系的前期评估，包括寻找合适的机构，考察生产方式、生产工具，产品的生产过程及产出对当地社会经济和环境的影响以及对社区居民健康的影响……这些项目都要开展评估。

针对生产过程，保护地友好体系制定了相应的规则，包括缩短运输、适度包装的要求，推动农业遗传多样性的保护等内容。

保护地友好体系与生产者之间签署合作协议，一般至少是三方——保护地友好体系、村民和当地野生动物保护协会：体系承担技术指导和销售职能；村民承担生产任务，兼做当地野生动物保护的部分工作；协会则负责生产监督和当地野生动物保护监测。每一个地方的生产区域都是提前规划出来，并在合同中明确标注。

根据各地情况不同，签订合同各方的数量也会有所增加，如保护地友好体系与四川都江堰自然保护区签订合作协议时，参与签署合同的就有四方，保护区管理机构也成为合同一方加入进来。

产品管理的好坏关键在于对生产过程的监督与管理。除了上述已经提到的管理办法，保护地友好体系针对有机产品的生产也实施多种监督手段。首先要求生产者详细制作生产记录，体系对生产记录的内容、格式、记录时间和记录者身份做出详细的严格规定；其次要求生产者严格按照有机生产的要求开展生产活动。生

产记录会完全公示在保护地友好体系的网络上，做到透明、公开。

在管理手段上，保护地友好体系采取了微博直播、当地百姓互相监督和专家抽查等方式与当地野生动物保护协会共同进行，形成不同层面、不同时段、不同人群的多角度齐抓共管，力求做到全方位管理。

如何销售保护地友好产品

我们在保护地友好体系的品牌推广方面已经做了很多研究。首先，我们明确保护地友好产品的消费者是城市居民。他们需要安全的食品和洁净的生活环境，这些需求在保护地不难实现，但自然保护工作与这些城市人却毫无关系。这就是保护地友好产品走进城市居民家庭的契机，因为这些产品以优良的生态环境、洁净的水资源、安全的农业生产技术作为后盾，这就足以吸引消费者通过产品了解产品背后的故事。吸引消费者走进保护地，亲近自然，了解自然保护与食品安全之间的必然联系也就顺理成章。自然保护与城市消费者之间变得不再没有任何联系。

其次，吸引更多的城市消费者关注保护地友好产品，不仅利于对民众进行环境教育，还可以吸引更多的志愿者加入到自然保护的行列，对于逐步普及生态保护观念有百利而无一害，而这一切都源自通过有机农业生产出来的食品。

最后一点是一个附加的利益，即很多参加过自然保护活动，如巡护、清套等志愿活动的年轻人，通过活动不仅了解了大自然，还为自己积攒了社会活动的经验和履历，对于未来的求学与工作都大有裨益。

综上所述，安全、洁净的食品与各个行业的会员，构成保护地友好体系的两大基石，而这个体系本身就是在推动两者之间的互动和交流。

本文作者系保护地友好体系发起人
中国科学院动物研究所副研究员



敬信湿地的保护性开发

文 / 图 杨海明

2015年初秋，一次“跟着大雁去迁徙”的公益科考旅程，让我邂逅了吉林珲春敬信湿地，也让我关注了这里人与自然如何和谐共处的话题。

说起敬信湿地，人们不由得会联想到“东北虎”和“大雁米”。作为“中国东北虎之乡”的珲春面临的不仅仅是虎、豹等猛兽与当地居民的冲突，而且还有因候鸟保护带来的一系列生存发展问题。每年金秋时节，数以万计来自西伯利亚的大雁等候鸟，黑压压如乌云蔽日，集群抢食敬信湿地的水稻，成就了这里一个足以令世人震惊的景观——年复一年的人雁“大战”。

另一方面，由于自由放牧等种种原因，近年敬信平原饱受风沙侵蚀。据珲春气象部门统

计，敬信平原地区平均每年8级以上的大风30多次。土地沙漠化的面积正以平均每年0.5平方米的速度扩张，累计总面积已增至20平方千米左右。更让人揪心的是，珲春市域内拥有丰富的煤炭储量，在珲春、春化和敬信等几个沉煤盆地，煤田沉煤面积约460平方千米，现已探明的地质储量约7.8亿吨，是目前吉林省境内已探明储量最大的煤田，煤种为优质褐煤和长焰煤，总设计开采规模为每年700万吨，目前已进入前期开发阶段。

如何摆平经济发展与生态保护的关系，在这场湿地保护与煤田开发的博弈中如何才能为敬信湿地保住绿水蓝天？如何保住“大雁米”？如何通过候鸟繁殖—迁徙—越冬的大数据，确



立敬信湿地在东亚—澳大利亚候鸟迁徙廊道中的战略地位，需要人们认真思考。我认为“保护性开发”也许是图们江口国际湿地生物多样性保护的唯一选择。当地在长白山区修筑的一条保护大马哈鱼洄游的通道，得到了世界银行官员的赞许。它的建成使我们有理由相信，在奉行生态文明的今天，只要坚持生态保护优先的科学规划，处于国家战略规划核心区的“吉林敬信湿地”，未来将堪比香港米浦湿地在东亚—澳大利亚候鸟迁徙廊道中发挥重要的作用。此外，基于“中—俄—朝保护地网络”的图们江河口湿地多元化国际合作，是当下图们江开放潮中必须未雨绸缪的，“大雁米”生态农业的公益实践，是一种非常有益的探索。

放眼广袤的东北大平原，“大雁米”并非独创。在距离敬信镇不远的东北三江平原的“东方白鹤之乡”洪河国家级自然保护区，依靠其特有的绿色生态优势生产出“白鹤米”。再将目光转向远在西北地区的陕西省洋县，早在20年前就已经生产出以中国的珍稀物种朱鹮命名的“朱鹮米”。

朱鹮、白鹤曾经在东亚都是依托湿地生存的广布物种，与人类传统稻作生产有着息息相关的联系。由于东亚地区近代工业化，农业生产也进入化工时代，以至于在日本有着国鸟神喻的朱鹮竟然灭绝了，白鹤的野外种群也岌岌可危。陕西洋县作为全球朱鹮野生种群的最后庇护所，三十多年，将朱鹮从仅有7只的“极危”状态拯救了过来，今天数千只的种群已在适宜的广大湿地生境野放。

这其中，乡村传统稻作的生物多样性保护工作功不可没。虽然由于诸多因素，“朱鹮米”“白鹤米”在中国还是新鲜事物，但在日本，“佐渡朱鹮米”“丰冈白鹤米”已经成为生态农业与有机食品的新锐代名词，稻田—朱鹮共生系统已成为日本第一个全球农业文化遗产保护试点。随着寒地稻作生态农业的跨国交流，相信不久的将来，敬信湿地“大雁米”会成为中国湿地生态农业生物多样性保护的亮点。

本文作者系清华同衡规划设计研究院自然遗产与生态保护研究室主任，资深景观规划师

敬信湿地

链接

文 / 杨海明

敬信镇面积327.33平方千米，共有二道泡、九沙坪、圈河和防川等14个行政村，总人口近6000人，其中朝鲜族占总人口的70%以上。敬信平原有一片约80平方千米的水域，被称为“敬信湿地”，作为湿地重要水源的圈河发源于东北虎栖息的原始森林，水质清冽，尚未受到工矿污染，它是敬信湿地生态农业的根本保障。湿地周边，有中国珲春东北虎国家级自然保护区、图们江国家森林公园、防川国家级风景名胜区、密江河大马哈鱼国家级水产种质资源保护区和敬信镇近海区防风固沙综合治理工程。湿地东临俄罗斯滨海边疆区波罗斯维克、巴斯

维亚虎豹保护区和哈桑湿地保护区，西接朝鲜卵岛和藩蒲湿地保护区。敬信湿地野生生物资源丰富，候鸟数量惊人，每年春秋候鸟迁徙季节，数以万计的大雁、豆雁、白额雁、鸿雁以及极其珍稀的雪雁等雁鸭类水禽停歇在这里补充体力。在植物物种方面，著名的“图们江红莲”是在敬信湿地发现并定名的，这是东北地区罕见的大面积的野生荷花种群，黑龙江虎林市因为类似的资源，已经荣膺“中国野生荷花之乡”；敬信湿地拥有我国唯一的大果野玫瑰生长地，这些都是敬信重要的野生农业种质资源，但目前尚未得到应有的重视。



供图 / 保护地友好体系

发展与保护的平衡

文 / 时金松

每一个人，无论富有还是贫穷，在城市还是农村，都完全依赖于生物多样性所提供的无价服务，这包括从清洁的水到食物，从风暴防御到文化特征……中国是生物多样性最为丰富的国家之一，一个山脉的物种数量就足以超过一些国家全部的物种数量。但是，当下的环境却如此糟糕，我们耗资巨大的生态工程，却往往种植出大量的绿色沙漠。

我国有 8000 多个自然保护区，这些都是保护自然生态的核心区域。但是，自然保护区内盗猎、砍伐、人类干扰、商业开发等破坏活动时有发生，除了管理机制不顺、法律缺失、经费和人力资源缺乏等因素，一个重要原因是未能处理好保护与社区发展之间的关系。

社区居民为自然保护区牺牲了自身的发展权利，却没有从中获得相应的收益。部分贫困居民不得不通过盗猎、砍伐、过度利用资源等手

段改善生活，成为阻碍自然保护区有效管理的重要因素之一。

怎样做才能提高自然保护区的保护管理水平，捍卫国家生态安全底线呢？

2013 年，为激励社会各界参与自然保护区的保护，他们将工作重点转入推动建立自然保护区友好体系，有 200 多位来自各行各业的专家加入团队，成立了“自然保护区友好产品增值体系研究组”。通过 7 个月的研究、实地调研、咨询等过程，决定创建“自然保护区基金会”，联合社会各界的力量，共同建立和维护自然保护区友好产品体系，确保体系中生产的产品能够有利于自然保护区的保护，同时生产过程不使用有毒有害物质，充分发挥社会各界的力量，共同创立和维护品牌，让城市居民享用到拥有保护和健康双重属性的产品，使当地社区的生产得到社会的认可和更好的权益保障。

有人以为，只要能把目前数百万种动植物物种多样化状态保持到下个世纪，破坏就会终止，但没有任何迹象可以证明这一点。我们至少要把我们的经验做成记录，希望我们的作品能唤醒全人类的心，鼓励保护物种的行动。

——乔治·夏勒

于是，保护地友好体系作为一家非营利性的生态保护公益机构应运而生。它由自愿遵循自然规律，保护野生动植物及其栖息地，阻止破坏自然的行为，尊重和帮助当地社区的个人和机构组成，推广对保护地友好的生活和生产方式，有效保护自然保护地——中国最美、最自然的地方。这是一个美丽而纯粹的使命。当我们到一个风景优美却又贫穷落后的地方时，往往会心生疑问：这里有土地、草原、森林，为什么依然贫穷？都说生态是财富，究竟是谁的财富？因此，保护地友好体系倡导的是，让自然保护地的社区民众从参与保护中获利，也是保护地友好的标准之一。前提是，我们遵循当地的自然、地理、水文、人文、历史条件和规律，保留和恢复野生动物生存条件，采取措施控制人类干扰和破坏，以确保自然保护地的生物多样性处于持续良性或改善状态。

人类要生活和发展，而大自然也要得到尊重保护，两者如何平衡？这正是我们一直致力于探索的事情，我们在全国范围内推广保护地友好自然生产、健康生活方式，在满足保护自然资源和生物多样性的前提下，最大化经济和社会效益。于是，就有了保护地友好产品的诞生。我们深信，这将是自然保护创新模式的重要方式之一。我们采用最传统、安全的生产方式，最大限度保护野生动植物，保护及恢复自然环境；同时，我们保障保护地社区居民的发展生计，并通过消费反哺当地可持续的自然保护。当然，这些健康安全的高品质食材就是我们的保护地友好产品。

但是任何新生事物的成长总是要经历考验。来自保护地的友好产品如果销售不出去，社区

就不会再与我们合作，保护工作将退回原点。保护地友好体系要在市场大潮中接受考验。市场是无情的，而生态保护的理念与市场的运作看上去又那么不协调。市场需要完美无缺的产品、高明的运作团队和齐心协力的团队合作，这些对于保护地友好体系而言都非常严峻。

自保护地友好体系成立至今，北到中俄边境，西至西藏珠峰，南到美丽海南，东至山东半岛，我们已在全国范围内覆盖了 14 个保护地。它们有独特的生态系统，有清洁的空气、水源和土壤，以及丰富的物种资源。

那么，如何才能参与到保护地友好体系中来呢？最简单的就是成为保护地友好体系会员，通过购买这些天然的保护地友好产品支持自然保护。当然，也不乏更深层次的参与方式，如生产保护地友好产品，获取保护地友好科学服务，指导开发建设符合保护地友好标准，申请“保护地友好”称号，以及向保护地友好体系提供志愿者服务等。

保护地与你友好，与自然友好。我们希望公众可以积极参与到自然保护中来，享受到稀缺、健康的产品，培养与自然有关的业余爱好，参与力所能及的公益活动。我们最终的目的只有一个——保护好中国最美、最自然的地方。这不应仅仅是保护地友好体系的梦想，也应是全体公众的信念与方向。

诚然，即使在道德至上的世界里，破坏也不会终止，但至少人类精神经过一番洗心革面，可以用更高尚的情操看待自然，重新规划人类的求生策略。



小蜜蜂助力大熊猫保护

摄影 / 耿栋

文 / 李梦姣^① 冯嘉雪 李芯锐 冯杰^① 图 / 山水自然保护中心

只要运作得当，小小的蜜蜂也能托得起大熊猫及其广阔栖息地保护的重任。

生态的沟谷，发展的困局

四川省平武县的关坝沟位于大熊猫岷山中段的中心栖息地，火溪河的一条主要径流从此流出。第四次全国大熊猫调查结果显示，这条沟内在 5~17 平方千米范围内就能有一头大熊猫活动，属于中等密度分布。除了大熊猫，这里还分布有金丝猴、羚牛和红腹锦鸡等国家重点保护野生动物。关坝村位于这条沟内，它东邻唐家河国家级自然保护区，东南邻老河沟自然保护区，南邻余家山自然保护区，西邻小河沟自然保护区。可见，保护好关坝村在内的整个关坝沟的生态环境，将能连接周边几个自然保护区，为大熊猫及其伴生动物提供生态廊道，

同时也能保护当地的水源地。

和中国其他保护地一样，这里也面临着保护和生存的考验。由于所处地域偏远落后，当地人只能靠山吃山，例如通过砍树开荒或饲养禽畜以求微薄的收入。村民李天才 50 来岁，2010 年在关坝沟养了七八十只羊。他每天上午把羊赶上山坡，中午还可以找一块石头睡睡午觉，很是悠闲，下午再赶羊回圈。羊对草皮的破坏十分严重，排泄的粪便和尿液也对河流造成了极大的污染。沟侧的山上是天然的宝库，李天才放羊时还会顺手采挖重楼、天麻、木通和羊肚菌等物产。仅挖草药一项，他每年的收入也能达到三千多元；至于这些做法究竟会对生态环境造成多大破坏，他既不知道，也不关心。



西南区可进行适度发展，突出小流域综合治理、草地资源开发利用和解决工程性缺水，在生态保护中发展特色农业，实现生态效益和经济效益相统一。

摘编自农业部等八部委《全国农业可持续发展规划（2015—2030年）》（农计发[2015]145号）



生态养蜂业

李天才并非个案。为了处理保护和发展的矛盾，村主任唐虹刚一上任就把目光投向了生态养蜂业，希望能从蜂箱里淘金。她的底气在于，养蜂业一直是村里的另一个经济支柱，而且她从小就跟随父辈们学习相关的技术，了解蜜蜂的习性了，例如它们喜欢干净，只会在水源清洁和花繁叶茂的地方筑巢酿蜜。在关坝村，相关的蜜源植物大约有15种，出产的蜂蜜比其他地方的要甜很多。但现实就是那么残酷，她说：“当时一年忙碌下来后，一个蜂房的全部产出也卖不到200元”。

就在唐虹一筹莫展的时候，当地林业部门建议村里组建一个养蜂合作社，以法人的身份向银行申请贷款。当时，我们与平武县生物多样性与水资源保护基金（简称水基金）决定在关坝村发展社区替代生计，为保护提供持续的动力来源，同时结合当地生产生活方式，引导村民们开展自然资源的监测和巡护活动，这与

- 关坝村“熊猫蜂蜜”的采集过程。穿戴防蛰设备的操作人员揭开蜂箱，用毛刷赶掉板上的蜜蜂，然后切掉盖在蜂巢表面的蜂蜡，露出下边金灿灿的蜂蜜，此时蜜蜂会飞来取食蜂蜜；利用离心力把装在一个个蜂巢格子中的蜜“甩”出来，该过程叫“摇蜜”；将摇出的蜂蜜过滤除杂质并检验封装。

唐虹她们的想法一拍即合。2009年12月，我们与水基金正式启动了“熊猫蜂蜜”项目，由水基金支持成立了养蜂专业合作社，由唐虹担任第一任经理。合作社刚成立时，正值万豪酒店管理集团联手保护国际基金会策划了“尚自然——饮水思源”项目。该集团承诺投入50万美元作为种子基金，以支持由保护国际基金会和平武县林业部门在当地共同运作的水资源保护项目。2010年初，关坝村就被保护国际基金会和万豪国际集团选中，成为第一个接受该基金支持的生态保护项目。16万元的项目经费如同一阵及时雨，为合作社购买设备、申请有机食品认证和培训村民等提供了便利。

有哪一位村民会吃这第一只螃蟹？唐虹想到了表哥李天才，主要是考虑到他的家人都在

外打工，一个人在家有时间，之前也养过土蜂。有一天，唐虹问他是否有兴趣养蜂，李天才起初认为这种事情靠天吃饭，要有钱赚才行。后来，他觉得唐虹一个女孩子做点事情不容易，于是出于帮助的心态参与了合作社的活动。

2010年5月17日，李天才开始接手一号蜂场的管理工作。一开始，他的主要任务是防盗，还谈不上养殖管理，每天拿15元报酬，同时也不耽搁自己放羊，因为蜂场就在附近。2010年10月，合作社开始搞养蜂技能培训，我们专程从成都请来养蜂经验丰富的陈全昌师傅。除了手把手的指导，陈师傅还用数据告诉村民们，养蜂对于山区而言是一条很好的致富路子，只要用心学技术，养蜂比其他种养殖业都容易赚钱。这种培训不仅带来了技术，而且提高了村民们的积极性，让一直对“养蜂能致富”将信将疑的李天才吃了定心丸。从此以后，他基本上每天都去蜂场，按照专家传授的方法照管蜜蜂，保证了它们的顺利越冬。

2011年3月，李天才作为合作社推选的5位养蜂技术员之一，前往成都向陈师傅学习更深入的养蜂技术。回来后，他与合作社签订了养殖协议，收成好的时候有提成。为此，他毅然卖掉了所有的羊，也不去挖草药了，全身心地扑到蜂场里，经常是早出晚归，即使是在下雨涨大水的关头，也要涉水过去瞧瞧。回忆起2011年经历的风雨寒暑，李天才感慨地说：“那是为合作社看蜜蜂最累的一年，也是收入最少的一年，但就算是这样，我还是看好这个行业，等我们的环境都成熟后，肯定会有好收成”。

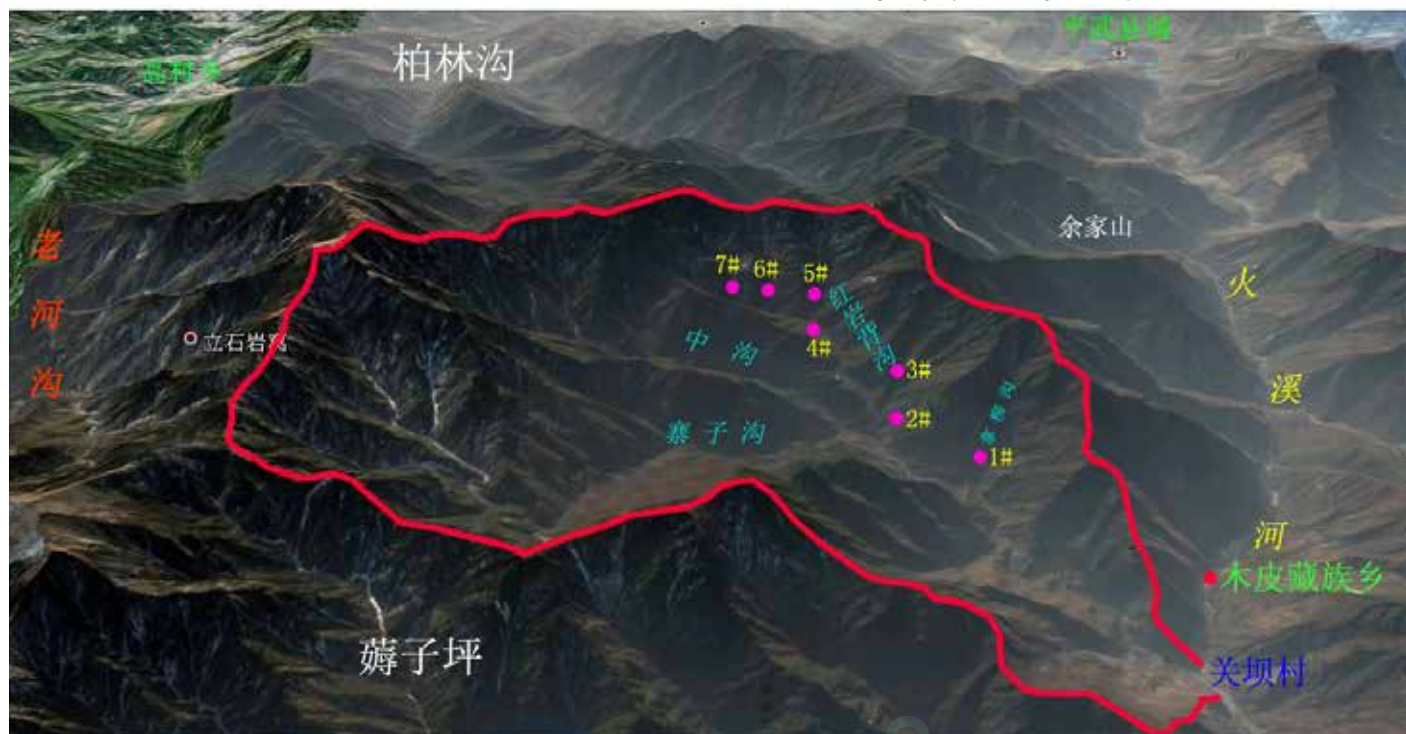
李天才们的努力终于迎来了回报。2013年，合作社共生产了1000多斤蜂蜜，接着，还成功签下4000多斤蜂蜜的订单。这些有自主品牌和包装的产品已经被贴上了“尚自然”的时尚标签，被纳入了万豪集团的产品序列。从2010年11月起，2500瓶蜂蜜就在该集团旗下的40多

家酒店同步发售。

2011年6月，关坝村开办了第一届农民田间学校，主要内容是新式养蜂技术和环境教育，李天才被推选为养蜂和环境教育班的班长。随着合作社的做大做强，还有几位像李天才这样的村民放弃了对环境破坏较大的产业，按唐虹的说法就是：“现在沟里放牧的羊已经由原来的300多只下降到40多只，对环境的影响不大。”

随着唐虹的调任，李天才被村民们推举为第二任合作社社长，他的日程也越来越忙碌了。而正是这种忙碌，带动了儿子李芯锐与蜜蜂结缘，这是一个巨大的转变。现在的农村青年，哪一个不懂外面的世界？李芯锐本来也是打工大军中的一员，2011年回到关坝村是为了娶媳妇，却没想到这一回就再也不想走了，跟着父亲进了合作社。而就在这最初的一两年，合作社经历了成立以来的最艰难的时光，身心受累且没有报酬的生活一度让李芯锐心生动摇。为了开拓销路，他学着开起了淘宝店。2012年腊月二十七的晚上，他向合作社理事会上交了蜂蜜销售所得的4.5万元，同时提出要求：“所有淘宝客服和发货都由我一个人完成，而且开始是借车用，后来没办法又买了一辆二手车专门用于发货。可不可以给我报销800元钱，算是一点补贴，或者是一点油钱，最起码让我觉得没有白干！”没想到话音刚落，居然是一片久久的冷场。“这可是八百换四万五





啊”，他有点伤心地说。

但是，一想到全村村民们为了生态养蜂业勒紧裤腰带苦干的场景，李芯锐就不再闹情绪了，也不再关心自己的“成本”是否收回。他欣喜地看到，已经有越来越多的朋友在互联网上开始关注关坝村的蜂蜜以及当地的生态保护。李芯锐对我们说：“这些在网络上支持我们的朋友远在北京，关坝与他们没有关系，可他们只因为吃过我们的蜂蜜，就愿意付出时间、金钱和精力支持我们的理念，那就是用养蜂的收益，带动更多的乡亲投入到对环境友好的产业中，让我们的青山常在绿水长流，保护了我的家乡、我的父老乡亲还有我将在长大的孩子，之前的辛劳委屈算什么呢！”

来自社区的保护

袁叔年近古稀，是村里老一辈中的文化人。他一开始就对我们提出的“生态养蜂反哺大熊猫保护”的生态理念坚信不疑。为积累有关养蜂和环境关系的资料，我们需要详细记录沟内的动植物和天气情况。袁叔以前在乡政府做过农业技术员，了解一些相关知识，现在他感到

自己终于又有了用武之地。每天，他坚持在各种监测表中记录数据，具体到各种花的开放日期，每天的温湿度、水流量及天气状况，保护区内动物对花和蜜蜂的侵扰，人类的盗采行为，以及区域内的生物多样性等内容。从2010年开始，袁叔的记录已经积累了几大本。下一步，他准备把红外相机安装到大熊猫活动区域内，为“小蜜蜂与大熊猫”的故事提供材料。现在，袁叔身为巡护队长，每次进山都要带上两个队员，而且每次都各不相同，他希望从中发动更多的人参与，同时也从中选拔巡护骨干。

2013年5月，随着从上一年蜂蜜销售利润中返回的5万元保护资金的到位，袁叔他们的保护工作更上一层楼。在关坝沟口，他们设置了监控设备；在毒鱼电鱼的高峰期，他们成功协助公安机关制止了两次相关不法行为，收缴了作案工具并严厉教育了涉案人员。

2015年5月，一位巡护队员用手机拍摄到了大熊猫的照片。小小蜜蜂几年的忙碌，终于迎来了大熊猫的光顾。

本文作者①系山水自然保护中心“熊猫蜂蜜”项目组成员

农业反哺保护

文 / 冯杰

“熊猫蜂蜜”是一个以生态养殖反哺生态保护的典型案例。在几年的亲身参与中，我注意到了其中采取的几个关键举措：第一，环保组织支持村里的合作社申请蜂产品的有机认证，并使其在整个养蜂产业中占有一定股份，成为监事会成员。合作社从中获得的收益，随即成为保护工作稳定而可持续的资金来源之一。这种制度设计，有助于增加合作社在保护工作中的话语权，充分发挥督导作用。第二，结合当地的生产生活方式，设计切实可行的保护行动计划并列入合作社章程。通过巡护监测，合作社可以更多地了解当地的资源，生产附加值更高的产品。合作社将该方案纳入生产技术环节，并转由市场来监控，其好处在于，即使保护组织退出后，保护的成效依然具有可持续性。第三，支持合作社成为发展和保护的主体。通过财产清算、成员入股、集体蜂场估价入股等方式，将资产划分到每一位村民名下，使合作社这一原本的空壳子变成了有资产的实体。第四，紧盯市场。合作社在确保产品有畅通的销售渠道和合理的价格后才开展行动，严格按照市场要求提供合格的产品。可以说，市场才是整个生态养蜂产业链的核心。

实践证明，关坝村的“熊猫蜂蜜”项目是有成效的，值得国内其他地区学习借鉴。在此我有几点思考和建议：

一、农业是一个经济风险较大的领域，但也是一个永恒的产业。在确定一个项目时，必须以慎重和稳定为原则。因此，在采用市场模式开展生物多样性保护时，应从风险最大的市场终端入手，疏通市场渠道，最大限度地为农户降低风险。

二、尝试探索一种市场机制作用于生物多样性的开放型闭合模式。说它闭合，是指依托于市场和合作社，保护工作可以有效且可持续地开展，以保证预期的生物多样性成效和生态服务功能的发挥。说它开放，是指合作社允许更多的组织和资金进入，也可以延长产业链，如发展产品的深加工等，不断壮大合作社和整个产业的规模。随着收益的增加，用于保护工作的资金也就越多，从而为保护与发展这两大终极目标的和谐共进提供强大的动力。

三、对于以社区为主体的生物多样性监测活动，一定要结合当地的生产生活方式开展，尤其在初期不能照搬专业的监测表格，否则很容易让社区居民在学习阶段就丧失了兴趣。况且，这种监测表格与其生产生活相脱离，无法激起他们对这项工作的重视和投入。这样的项目即使能勉强完成，也没办法持续开展下去。

四、在设计和操作一个将发展和生计相结合的项目时，必然会遇到很多问题，这时也往往是决定项目成败的关键时刻。建议考虑：谁能够成为行动的主体将计划按步推进，实现预期目标；什么是影响行动推进的障碍，是市场、技术还是组织？

五、转变环保公益组织使用项目资金的理念。不要排斥市场，市场机制是一种手段和方法，它和公益组织的原则并不违背，甚至能促进后者运作得更好。不要恐惧资金变为资产，只要明确受益后资金的去向，建立公开透明的账务管理机制，市场就可以在特定条件下促进公益事业发挥更大的作用。



UNESCO

M&B
CN

育苗袋。供图 / 今日家园有机生活协会

今日家园的绿色生活

文 / 何力伟

目前，我国的生态环境日益恶化，食品安全危机四伏。那么，这些问题的根源出自哪里？仅仅是生产者道德沦丧、政府监管不力吗？答案是否定的。因为它是无节制、无计划的市场经济，以牺牲环境、耗竭资源、追求利益最大化和不顾一切追求 GDP 的高速增长导致的必然结果。它已经超越了现有体制下人们自我道德约束、法律和政府监管的控制能力。

就在这样的背景下，由一群珍视健康、关爱环境、关注人类未来的消费者联合起来组成的非营利性公益组织——吉林省今日家园有机

生活协会，于 2008 年 2 月正式注册成立。

协会提出的三大宗旨是“共创消费新方式，城乡有机大循环和健康环保新生活”。他们以“自产联购、成本核算、三方理财、民主公开”为准则，他们认为，食品不安全的根源在于被污染的土壤、空气和水，寻找“干净”的食物，最终要依赖健康的环境。如果将民众互助与国家支持相结合，将千家万户的消费需求聚集在一起，共同生产，共同采购，与农民直接合作，按有机原理生产，就会逐步走出食品安全困境。

贾鸿波是协会创建者之一，他说：商店里的食品种类看起来琳琅满目，但消费者不知道是谁生产的，生产者也不知道自己生产的产品要销往哪里，谁来消费。可谓盲目生产，盲目消费。再加上社会诚信体系也不健全，给了那些不法商家可乘之机。

还有一种现象容易被消费者忽略。因为交通越来越便利和市场效应的作用，一些产品生产基地逐渐兼具产品集散地的功能。以蔬菜为例，山东寿光不仅是生产基地，也是全国有名的蔬菜集散地。为了披上品牌的外衣卖高价，全国其他许多地方生产出来的蔬菜被不法商贩争先恐后地拉到寿光，被经纪人一倒手，就成了寿光菜。

针对这一市场乱象，协会用其特有的机制为生产者和消费者搭建了一个互信平台：消费者清楚自己消费的产品是谁生产的，是按什么标准生产的，吃着放心；生产者也知道自己的产品是谁在消费。通过协会的机制，实现了优质优价，自己诚实劳动得到了社会认同，也维护了生产者的尊严。

同时，他们还建立了产品可追溯系统，消费者可以随时了解产品的生产情况，与生产者交流，也可以到生产现场考察；生产者有了向消费者了解真实需求的渠道，从而不断增进双方的互信。

这种模式取消了所有中间商业环节，最大限度降低了成本。协会开辟了从土地到餐桌的最近销售路径，从体制和机制上堵塞了假冒伪劣产品流入的渠道，保证了食品安全。会员给协会定了一个规矩：不以赚钱为目的，专心致志地为消费者生产和联合采购安全、优质食品，只按订货金额的一定比例收取服务费，除此以外不从事任何以赚钱为目的的商业活动，确定

管理准则是“自产联购、成本核算、三方理财、民主公开”。

在生态农业时代，每个农民家庭与农田之间的循环是良性的。简单说就是家庭产生的粪尿和厨余垃圾经发酵处理，几乎都变成了肥料回归农田。城乡之间的循环也基本是良性的。农村源源不断地为城市居民供应粮食、蔬菜、水果等食品和其他日用品，部分经收集处理的城镇生活垃圾变成了肥料运往农村，为农田输入了营养。20世纪80年代，化学农业取代了生态农业之后，上述情况发生了很大变化。因为大量施用化肥和农药，农民不再依赖农家肥和厨余垃圾转换成的肥料，大量人和畜禽粪尿随雨水流进江河湖泊，不仅污染了江河，也带来了食品安全的风险。

自协会成立那天起，就开始租地并按有机食品标准种植蔬菜。近些年有了真正意义上的果蔬基地，会员更是有了菜园子，供应有了保障。对于不能生产加工的米面粮油、禽肉蛋奶及其他产品，则采取会员联购形式。当前协会为会员提供的产品分为“自产”和“联购”两种。

以蔬菜为例，先说说“自产”。蔬菜是每个家庭每天必不可少的。蔬菜种植种类繁多，种植和中间流通环节多，因而质量控制难度大，容易给一些不法生产者和经营者提供可乘之机。为了让会员吃上放心菜，协会坚持自己种并且严格执行有机食品标准，不使用任何化肥和化学农药，只使用有机肥、生物肥和农家肥，坚持人工除草，采用粘虫板、高温闷棚等方法 and 有机生物农药杀虫灭菌。灌溉蔬菜使用无污染的深井水。为了保证蔬菜的新鲜度，协会坚持当天采摘，当天分拣，当天配送到家的流通方式。

再说说“联购”。联购就是发挥会员订单的整体优势，联合采购其他产品。协会产品部



摄影 / 袁志柱

树立节能减排理念。引导全社会树立勤俭节约、保护生态环境的观念，改变不合理的消费和生活方式。发展低碳经济，践行科学发展。加大宣传力度，倡导科学健康的膳食结构，减少食物浪费。

摘自农业部等八部委《全国农业可持续发展规划（2015—2030年）》（农计发[2015]145号）

配备了专职采购人员，对会员日常需要的畜禽肉类、鸡蛋、米、面、油和矿泉水等产品实行联合采购。采购的原则是：好中选优、价格适中、质量可追溯、服务便捷、食用不满意可退款。例如有机大米，协会采购部考察挑选了7个厂家的13个品种，分批组织员工与会员试吃、品尝，匿名打分并经综合评定后再与厂家直接商洽价格。这样省去了中间费用，价格比市场低许多，其他产品同样如此操作。协会的努力目标是会员常用的产品实现一站式购物，配送到家。

年终核算时，扣除生产和采购成本，若会员预付款金额有结余时，其中的70%按会员当

年消费金额占所有会员消费总额的比例返还本人，20%用作公积金，10%用作公益金。

敢于提出“食用不满意可退款”的经营单位，据我们了解，除了当地的精气神有机农业股份有限公司之外，就是今日家园有机生活协会了。显而易见，勇于做出这种承诺的任何企业或者是民间团体都将会承担巨大的经济风险。不过，在协会看来，这是会员最基本的权利，他们认为会员的感觉就是事实，用不着再让会员举证了。这样去想问题，不满意可退款也就天经地义了。 

白山黑土走出生态猪

文 / 李淑文 张玥 图 / 袁志柱

近年来，各种放养猪、生态猪的名头越来越多，而猪肉的食品安全问题也越来越成为百姓餐桌上的重大话题。我们这里讲述的是吉林省“精气神养殖公司”开展的山黑猪生态养殖。

1991年创业初期，精气神公司从事传统饲料和禽业；1997年，通过市场细分，他们选择了养殖本土黑猪为消费者生产优质猪肉这条路。公司对饲料的要求非常严格，规定养殖承包人必须使用有机饲料。没有签订养殖合同时，农户基本上都没有获得有机饲料的渠道。签订合同后，公司统一为农户提供有机饲料，农户在饲料来源方面不用再担心，解决了农户饲养过程中的一大难题。

为了培养合格的养殖户，生产经营部门的工作人员付出了巨大的努力。负责生产管理的阎经理讲述了他亲身经历的一场“争夺战”。这是一场基于合同基础的争夺战，一方是生猪收购游商，另一方是精气神公司。

十几年前，当时的养殖户还都是抱着试试看的态度与公司签订生产养殖合同，农户对于公司承诺的收购价格和收益持怀疑态度。所以一到生猪出栏的季节，养殖户心里便忐忑不安，一边承诺等待公司来收购生猪，另一边又到外面去找那些走村串户的收购商接触。那一年，阎经理接到一个养殖户的电话，举报与他们临近的另一家李姓养殖户已经与游商协商好，要把自己养殖的山黑猪卖给收购商。阎经理一听就急了，辛辛苦苦忙活了八九个月，眼看着那几百头生猪就要出栏了，中间却出了这个岔子！阎经理不由分说就从长春市驱车赶往200多千

米外的养殖户家中，苦口婆心地劝说，无奈该李姓养殖户依然不顾之前签订合同时的承诺。

就在阎经理劝说的时候，收购商已经开着大车来拉猪了。于是，阎经理一边跟李姓养殖户声明合同，并说明签合同是正当的企业经营行为，合同中承诺的农户收益，公司一定会履约，而农户也必须承担合同里承诺的责任，其中就包括生猪必须由甲方收购。另一边，阎经理还得独自面对收购商带来的几名膀大腰圆的工人，但怎么解释都不管用，最终对方还动起手来。当警察赶到时，阎经理的头部已经被打伤。

这一次惊险的经历使公司认识到，要让养殖户心安，就必须在合同的基础上，让养殖户先见到收益。在以后的日子里，公司调整了策略，为保证山黑猪产业链安全运行，扶持农民发家致富，公司同银行协作，由企业给农户提供担保从银行办理贷款业务，按照猪的饲养成本，银行贷款70%，农户自筹30%的资金，从根本上解决了农民资金短缺的问题。

前面提到的李姓养殖户在那次伤人事件之后，被公司派出的技术员“监管”着履行了当年的合同，之后便悻悻地退出了。但几年之后，他眼见着之前一起干的养殖户纷纷与精气神公司签合同，开展生态养殖，从中受益，于是重新找到公司，希望能够继续成为签约养殖户。这次，他们全家人都扑在了生态养殖山黑猪的事业上，成为金牌养殖户。

在与精气神公司接触的过程中，“社会责任”这个词不断出现在耳畔，甚至连不少养殖户都



支持种养大户、家庭农场、农民合作社、产业化龙头企业等新型经营主体发展，推进多种形式适度规模经营。

摘自农业部等八部委《全国农业可持续发展规划（2015—2030年）》（农计发[2015]145号）

很直白地告诉我们，这家公司做事挺讲良心。

这个良心不仅是在面对百姓餐桌、面向养殖户的问题上，更体现在为了推行生态养殖理念，公司从选种、育种开始，从种猪源头抓起，保证生态、绿色和食品安全。

一般来说，本土黑猪的肉质优于普通白猪。为了验证这一说法，公司组织员工对这两种猪肉做了品尝对比，结果有73%的人认为本土黑猪在肉的颜色、风味和口感等方面均优于白猪。经分析得出，如果在饲料方面只饲喂优质的玉米和大豆，并辅以散养，猪肉风味会进一步提高，与白猪形成更加明显的差异。

为进一步求证，公司又进行了两次对比试验。第一次是在珲春市马滴达乡四道沟村的山林里放养了16头黑猪和16头白猪，第二次是在敦化市黄泥河乡的山林里放养了200多头黑猪。最终有96%的人在品尝过程中认为山林中散养的黑猪在颜色、风味和口感等方面明显优于工厂化圈养的白猪。平均每百克黑猪肉含胆固醇52.95毫克，不足工厂化白猪的一半；不

饱和脂肪酸含量为23.79%，比工厂化白猪肉高6~9个百分点；肌纤维为每平方毫米445根，直径46.76微米；肌肉拉力710克/2.5厘米；肉色评分3.5分，近于高档牛肉；大理石纹分明，评分4分。

为了摸清黑猪种猪资源，公司派出了南北两路人马，对全国的黑猪养殖场进行了排查，结果发现：由于白猪养殖规模的急速扩张，中国黑猪已濒临灭绝；只有一个国家级的北京黑猪保种场有存栏不足百头的种猪，所产的仔猪因销售不畅而处于积压状。这是一个良好契机，公司在半年内分两次从该猪场引入了360头黑猪种猪，为后续发展黑猪产业奠定了种源基础。

2005年夏，精气神公司已在长春、抚松、永吉、梨树和公主岭建设了五个种猪养殖基地，年出栏商品猪8万头。近期，抚松长白山30万头山黑猪产业基地建成投产，国家“生物安全隔离区”项目也正式启动。他们用实际行动回答着“天下粮仓与国人厨房”协调发展的重大问题，逐渐实现了“生态种养一体化”的产业新格局。📺



中国生态农业科技

文 / 段子渊 图 / 王忠宝

生态农业是世界农业发展史上的一次重大变革，它伴随着现代农业的发展而产生。当现代农业给人们带来高效的劳动生产率和丰富物质产品的同时，也在不同程度上造成了土壤侵蚀、化肥和农药使用过量、能源消耗攀升和环境压力加剧等一系列生态环境问题。自 20 世纪以来，各国依据自身的农业发展特点，纷纷开始探索农业发展的新途径和新模式，生态农业便成为其中一个重要的发展选择。虽然各国发展模式不同，但建设

生态农业，在洁净的土地上用洁净的生产方式生产洁净的食品，提高人们的健康水平和走可持续发展道路，已成为世界各国农业发展的共同选择。

在生态农业发展中，世界各国探索了适合自己国情的模式，如德国严格规定不使用任何化学合成的杀虫剂、除草剂和易溶的化学肥料；控制牧场载畜量，动物饲养采用天然饲料，不使用抗生素等。美国通过种植的专业化，农业产销实施“从



田间到餐桌”的一体化来保障农产品安全，同时通过政策和农业补贴的形式，实现保护农业后备资源和农业生态建设的目的。以色列依据其自然资源比较缺乏的特点，大力发展节水生态农业。借助科技手段，该国不仅保证了农产品的质量和产量，还提高了农业生产全过程机械化、集约化和规模化程度，形成了对农业生态环境最大程度的优化和利用。日本的生态农业发展经历了强调农产品质量安全、农业生态环境质量保全到实现可持续发展的过程。

近些年来，我国的农业生产取得了举世瞩目的成绩，但我们必须清楚地认识到，我国农业的发展成果很大程度上是以牺牲资源和生态环境为代价的，直接表现就是生态环境恶化、抵抗自然灾害的能力下降，生物多样性逐步丧失等，因此必须重新规划我国农业发展的道路。目前，我国农业发展从整体而言仍然处于理想与现实相抵触的尴尬状态。首先，由于还没有制定出严格的行业标准，生态农业准入门槛低，导致大量不达标的农产品披着“生态产品”的外衣充斥市场，严重扰乱了产业的健康发展，也打击了生态农业从

业者的积极性。第二，生态农业投入时间长且成本高。优质优价本无可厚非，但是常由于市场环境不成熟或者销售渠道所限，造成好产品也找不到销路的困境，产业健康发展受限。第三，科技研发和服务体系衔接不畅，导致新的技术不能及时应用于农业生产，不能为生态农业提供可靠的科技保障。

为解决上述问题，国家需要从多方面加强投入，鼓励创新，在满足基本需要的基础上引导我国农业向可持续发展的方式转变。农业科技创新是中国科学院长期积累和重点发展的战略领域，也是中国科学院服务国民经济主战场的重要任务。多年来，在中国科学院农业科技办公室的组织下，院属相关科研机构在生态农业发展的各个方面开展了有益的探索。我们以重大示范项目为抓手，组织多学科汇聚集成攻关，推动科技成果和技术服务于我国农业发展方式的转变和生态农业建设，在多个领域取得了突出成果。

以“渤海粮仓”和黄淮南片中低产田改良为抓手，推动实施中低产田改良重大科技工程，聚焦改土提质、产能提升、节本增效，以扩大稳产型基本农田的面积，实施绿色丰产和土地的健康可持续利用，在我国中低产区实现“藏粮于地、藏粮于技”的发展战略。

积极探索构建现代海洋生态养殖新模式，构建生态养殖体系，培育鱼、虾、参、贝、藻等海水养殖新品种，构建环境在线监测、生态灾害预警预报等信息技术平台，通过海洋生态牧场建设，促进渔民增产增收和水环境保护的协调发展。

依托原沈阳军区和黑龙江农垦总局的大型国有农场，在东北地区积极推广规模化、集约化、机械化大农场的现代农业发展模式，减少化肥农药施用，形成从核心关键技术、配套技术到集成技术示范推广的完整链条。

联合呼伦贝尔农垦集团开展生态草牧业试验区示范，研发和推广优质牧草新品种，开展天然草地恢复和高标准人工草地建设，燕麦、苜蓿和甜高粱等人工草地产量明显提高，以人工草地发展置换天然草场恢复的时间和空间，同时大幅提升天然草场优质草的比例，恢复其生态功能，建成我国草牧业示范样板。

发展绿色高值生态农业，以科技支撑精准扶贫。积极研发生物农药、环保型肥料和生物制剂，并在高值农产品生产中予以集成应用。例如，在山东寿光等地开展的绿色蔬菜栽培技术，大幅度降低化肥农药施用量，产量和品质均得到提高；培育的系列猕



充分发挥科技创新驱动作用，实施科教兴农战略，加强农业科技自主创新、集成创新与推广应用，力争在种业和资源高效利用等技术领域率先突破，大力推广良种良法，到 2020 年农业科技进步贡献率达到 60% 以上，着力提高农业资源利用率和产出水平。

摘自农业部等八部委《全国农业可持续发展规划（2015—2030 年）》（农计发[2015]145 号）



猴桃新品种及其绿色栽培模式在四川、贵州和湖南等地推广种植面积达 21 万余亩，在湘西花垣县十八洞村建立了依托猕猴桃产业的“异地股份制”扶贫模式，显著提高了村民收入，使得当地脱贫致富。

结合生物农药和制剂使用，在宁夏自治区等西部省区积极发展水果、花卉、药材和马铃薯等县域特色高值生态农业，开展规模化关键技术研发与示范，并与企业结合共同推动产业形态的形成，以产业发展推动县域经济发展。

积极开展农田重金属污染修复治理，推动生态农业建设。在广西环江流域、江西贵冶周边区域和湖南湘江流域等典型土壤重金属污染区域，

率先开展了大规模连片治理，为我国解决重金属污染问题提供了重要的科技支撑和示范样板。

农业生产方式的转变和生态农业的发展离不开新技术的支撑和保障。中国科学院将按照国家“十三五”规划关于农业科技创新目标要求，聚焦我国生态农业发展在科技上的需求，发挥多学科综合交叉的优势，整合院内优势资源，突破核心关键技术瓶颈。相关重点将放在生态农业理论基础完善，生态农业可持续发展标准制定，生物肥料、生物农药、天然饲料及饲料添加剂、动植物生长调节剂等保障生态农业发展的新技术和新产品的研发，系列技术集成示范应用等方面，为农业转型升级和提质增效做出更大的贡献。 

本文作者系中国科学院科技促进发展局副局长
农业科技办公室主任





生态草牧业

文 / 王竑晟

“天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊”，类似这样传颂了千年的名句一直是我梦中原的美景。地域辽阔，水草丰美，牛羊惬意，这些才是草原该有的样貌。尽管在电视上、图片中已经多次领略过呼伦贝尔大草原的壮美，但当我第一次面对她的时候，依然被震撼了——蓝蓝的天空，形状各异的白云，散布在无垠草原上的白色羊群，的确是梦中的景象，但总觉得好像缺少了什么。对，缺少的是那种微风吹来羊群在草丛中若隐若现的感觉。“几十年前就是这样的，我们的草场年年在退化”，身边脸庞黝黑的牧民言语中透露出些许无奈。“由于过度放牧等原因，我国 90% 的天然草场处于不同程度的退化中，其中中度和重度退化草地面积达 23 亿亩”，这是多年从事草原改良工作的科研人员提供的准确数字。

带着对美丽草原的向往，我和一群为梦想而奋斗的人走到一起。在同他们的接触中，我也了解到了更多关于草原生态保护面临的挑战。连年的放牧，使我国广大草原牧区的天然草场面临着前所未有的压力，载畜量的不断提高与草场的逐步退化好像形成了无解的难题。长期以来，我们只是不断地去发挥草场的生产功能，而忽视她的生态功能，造成了今天我们走在呼伦贝尔这片中国最好的草甸草原上的时候，看到的就是优质牧草比例的大幅减少，以及产草量连年下降的现象。呼伦贝尔草原出产着我国最美味的羊肉之一，但今年退化的草场遇到了百年不遇的大旱，这种靠老天爷赐予丰美水草的发展模式遭遇了极大的挑战，不断上涨的牧草价格与不断下跌的牛羊出栏价格形成了鲜明的对比。牧民算了一笔账：一只羊一冬天能吃一捆草，一捆草 500 斤重，价格 300 多元，而一只羊现在也就卖 200 多元。



这种现象的背后，反映的是人-草-畜关系失衡的深层次问题，草原牧区传统的粗放型畜牧业模式已经无法适应当前生产的发展。长期以来，我国对草地畜牧业投入严重不足，生产经营规模小，草地退化严重，生产力水平低，草畜产品的商品化程度低，与世界上许多畜牧业发达的国家相比差距很大。因此，破解这种困局已经是摆在我们面前迫在眉睫的任务。2014年，中国科学院植物研究所的方精云院士提出发展草牧业的理念，明确指出要采用可持续生态学原理，基于现代农业发展思路，集成现代科技成果，科学规划、合理布局、精细管理，发展以人工草地和现代化畜牧业为主、多种特色生物产业和旅游文化产业为补充的草牧业实体经济，同时大幅提升草地生态功能，从根本上解决我国人畜争粮、动物饲料严重不足的问题。通过与方先生的多次深入接触，我也更深刻地领会到了他对草牧业整个规划的设想，那就是发展草牧业是一项事业，而不仅仅是一个试验，我们要关注草地的生态功能和生产功能的协调发展，利用小面积水热条件良好的土地建成集约化人工草地，充分发挥其生产功能，保障畜牧业发展所需的饲草料；对于大部分天然草地，我们

要进行保护、恢复和合理利用，提升其生态功能。总之，需要通过人工草地的建设与培植，提供优质牧草供应，为天然草场的恢复赢得宝贵时间。

带着多年的实践经验和建设生态草牧业试验区的梦想，一群科研人员从四面八方汇聚到了呼伦贝尔大草原，我有幸作为其中一员参与进来。自2013年开始，中国科学院选择了呼伦贝尔农垦集团作为发展草牧业的合作伙伴。我们所看重的就是该企业在资源环境、区位、组织和产业方面的综合优势。例如，它拥有600万亩耕地和1000万亩草场，大马力机械化耕作率接近百分之百，统一耕种面积达450万亩，是全国唯一实行规模化和集约化统一耕种的垦区。双方在科技和生产上各自不可替代的优势，使得两家单位在草牧业未来发展方向上自然地走到一起。

中国科学院和呼伦贝尔农垦集团以集团拥有的农牧场为示范基地，针对垦区生产中的自然特点与草牧业生产现状，将“互联网+智慧草牧业”作为主要手段，对试验区分产业链部署，重点开展试验区草原基础资源与地理信息分析与布局规



摄影 / 蔡石

坚持基本草原保护制度，开展禁牧休牧、划区轮牧，推进草原改良和人工种草，促进草畜平衡，推动牧区草原畜牧业由传统的游牧向现代畜牧业转变。

摘自农业部等八部委《全国农业可持续发展规划（2015—2030年）》（农计发[2015]145号）

划、天然草地恢复保护、优质人工牧草新品种引进与种植、草产品加工和本地优良畜牧品种改良、智慧草牧业物联网建设和生态旅游总体布局等多项工作。建设示范区的目的，是从根本上转变草原地区畜牧业发展方式，大幅度提升区域内草牧业生产力水平，强化畜产品供给保障能力，提升科技服务生产能力，提高企业效益和增加牧民收入。同时，让退化草原生态系统得以恢复和改良，生物多样性得到有效保护，草原生态服务功能得以有效提升，充分实现生态价值链和牧民利益价值链，实现草原生态系统的稳定以及发挥屏障功能，提高企业和牧民生产能力，打造北疆生态稳定、人民富裕的靓丽风景线。

为此，科学家给草原开出了“一休、二轮、三调、四补”的“药方”。一休是指季节性休牧，主要针对春季和秋季。春季休牧可以让牧草能很好地返青，进入快速生长期，而秋季休牧能让牧草大

量结出果实，种子能够入土，以补充土壤种子库。二轮是指放牧场的牧刈轮替和打草场的分区轮刈。三调是指植物生长、养分和土壤微生物调控。四补是指补充优质禾草、豆科牧草、特色植物和养分。通过一个生长季的改良，草地生产力可以由当前每亩 46 千克提高到 161 千克，其中优质牧草——羊草的比例可由 10% 提高到 50% ~ 80%。正是这些管理模式的引进和新技术的使用，为草原生态恢复注入了新的动力。

经过多方努力，呼伦贝尔的天然草场得到了一定程度的恢复，优质的人工牧草也有了一定的供应保障，绿色本土品牌三河牛和呼伦贝尔羊得到了提纯复壮，循环生态农业体系也逐步完善，“风吹草低见牛羊”的美景正在越发清晰地出现在我们眼前。

本文作者系中国科学院科技促进发展局农业科技办公室副主任



生态小麦

文 / 邵立威 刘小京

位于黄河以北的河北平原主要由海河水系河流冲积或沉积而成，自燕山和太行山山麓向渤海湾倾斜，依次形成三个类型平原：山前为冲积、洪积倾斜平原；中部为泛滥冲积平原；东部为滨海冲积、湖积、海积平原。河北低平原主要指河北平原的中东部地区，地势低洼，泄水不畅，旱涝灾害频繁。“春天白茫茫，夏天雨汪汪，十年九不收，糠菜半年粮”“旱了收蚂蚱，涝了收蛤蟆，不旱不涝收碱嘎巴”，这两句谚语就是旧时对这一地区农业发展的真实写照。

随着农田水利工程和农业科技的发展，这

种长期受涝渍困扰的农业生产景象已成为历史，这一区域逐步成为我国重要的粮棉果蔬生产区，尤其是冬小麦种植，在区域口粮安全中扮演着重要的角色。然而，农业生产的发展也带来了日趋严重的自然资源可持续利用问题。由于过度开采地下水，尤其是对历史时期形成的不可更新的深层地下水的过度开采，导致其水位大幅度下降，形成大面积地下水下降漏斗区，引起地面不均匀性沉降和出现地面沉降裂缝等一系列地质及生态环境问题。更严重的是，如果水资源不能持续利用，将危及区域人民的生产生活等方方面面。



积极推行农艺节水保墒技术，改进耕作方式，调整种植结构，推广抗旱品种……在华北地下水严重超采区，因地制宜调整种植结构，适度压减高度依赖灌溉的作物种植。

摘自农业部等八部委《全国农业可持续发展规划（2015—2030年）》（农计发〔2015〕145号）

河北低平原位于季风气候区，雨热同季的特色非常适合冬小麦和夏玉米一年两作种植。夏玉米从6月中旬播种到9月底收获，此时正是该区域降水集中和热量、光照丰富时期，满足了这种作物的生长需求。夏玉米收获后，冬小麦接着在10月初种植，到第二年的6月上旬收获，在此期间，秋冬季节的低温条件有利于冬小麦春化，而春季温度的缓慢回升则有利于冬小麦穗分化。但也正是这个时候，冬小麦的生长期处于北方干旱少雨季节，为了取得高产，农民通常在冬小麦生育期灌溉2~3次，用水量通常超过200毫米，从而使其成为区域主要灌

溉作物，这也是区域地下水超采的主因。在河北低平原地下水严重超采区限采治理中，各地将压缩冬小麦种植面积作为“压采”的一项重要措施。

但事物均有两面性，需要注意的是，中国北方冬春干旱且风沙比较多，冬小麦秋季播种后，大地再披绿衣，可形成有效的覆盖层，减少冬春沙尘风险，兼具生态绿化和美化农村生态环境等重要功能。也就是说，冬小麦不但为我们提供粮食，还能发挥生态绿化美化功能。在地下水压采区域，如果大面积压缩冬小麦种

植面积，是否对区域口粮安全和生态环境产生不利影响？如果种植冬小麦，如何实现国家地下水压采要求？我们对此开展了相关的研究。

冬小麦，身系区域口粮与生态安全

我们发现，冬小麦种植在河北低平原原有悠久历史，其中蕴含着科学道理。在冬小麦生长的冬春季，常年降水量在 80~120 毫米，每次都是小到中雨，如果没有冬小麦种植，这些降水基本以土壤蒸发形式损失，而种植冬小麦可充分利用这些降水资源；同时，冬小麦根深的特性能充分保证夏季土壤储水的利用，与根系较浅、生长在雨季的夏玉米相互补充，形成充分利用当地光、热和水资源的“一年两作”高效种植模式。在种植玉米且广泛推广秸秆粉碎还田条件下，播种的冬小麦不需要特殊管理就能够形成较好的群体。如果需要改种其他作物，那么需要的土壤环境条件就要高于冬小麦，而且同样消耗水资源，达不到节水目的。

如何实现冬小麦种植区域地下水压采策略？这就要走生态种植之路。实际上，冬小麦在三大粮食作物中抗旱能力最强，也是在全球干旱半干旱地区种植面积最大的粮食作物。在澳大利亚、美国、加拿大和俄罗斯等冬小麦生产大国，大部分冬小麦均不实行灌溉。冬小麦也具有一定的耐盐性，可在一定盐分的土壤和微咸水灌溉条件下种植。我们在中国科学院“渤海粮仓”项目支持下，经过多年试验研究表明，若转变观念，舍弃现有“高耗水 - 高产量”之路，充分利用河北低平原浅层微咸水，可在不实施大面积压缩冬小麦种植面积前提下，满足对深层地下水压采需求。

中国科学院南皮试验站位于河北省沧州市，从 20 世纪 80 年代建站至今，一直致力于解决冬小麦种植中的节水和微咸水利用问题，并开展了相关研究与技术示范工作。根据多年研究结果，我们从两个方面入手来解决冬小麦种植



的深层地下水压采问题：一是帮助农民转变传统生产观念，让他们知道“冬小麦不必多灌水”，推行冬小麦限水稳产技术；二是发挥冬小麦耐盐特性，充分利用当地丰富的浅层地下微咸水，减少冬小麦生长季对深层地下淡水的抽取。

扭转传统观念

我们通过技术示范和培训讲解让农民明白，为什么冬小麦生产中并不是灌水越多越好。具体就是，作物有些生育期对缺水比较敏感，而有些生育期水分亏缺反而会促进作物产量的形成。冬小麦一生中有两个水分最敏感时期：第一个是拔节-孕穗期，这期间小穗分化，代谢旺盛，细胞液浓度很低，抗旱力最弱，此时缺水会使小穗发育不良，特别是雄性生殖器官发育受阻或畸形发育；第二个是扬花-灌浆早期，也就是营养物质从母体各部分输送到籽粒，此时如果缺水，除了影响旗叶的光合速率和寿命，减少有机物的生产，还会使有机物质运输变慢，

造成灌浆困难，产量下降。而在冬小麦返青起身期间就开始灌溉，会使冬小麦的无效分蘖增多，消耗养分和水分，也不利于春季地温的回升，使冬小麦生育进程推迟。如果不是特别干旱的年份，越冬水的灌溉会造成冬季大量土壤水分的无效消耗，对节水保墒不利，而且灌溉不当引起的土壤裂缝也会降低冬小麦对冬季低温的抵抗能力。同时，中国北方冬小麦灌浆时间短，灌浆期一般只有30~40天，5月下旬和6月上旬容易出现高温和干热风，灌溉水量过多易造成冬小麦贪青晚熟，容易倒伏，病害严重且不能充分成熟而影响产量。与之相反，适度的水分亏缺可促进冬小麦生育期进程，使抽穗扬花提前和灌浆期延长，从而利于产量形成。同时，适度的水分亏缺也会使作物形成一个适度的群体结构，通风透光性好，消耗的水分养分适度，这样在增产条件下，也节约了水分。因此，要想在消减灌溉水用量条件下，维持冬小麦一定产量，就需要根据降水情况和冬小麦的关键需



水期，尽量把灌溉安排在冬小麦的水分敏感时期，降低灌溉水减少对产量影响。

我们的研究显示，冬小麦实施春一水灌溉制度（足墒播种条件下，结合追肥只灌溉拔节期一次水），虽比充分灌溉（生育期灌溉3次水）的冬小麦平均减产约13.5%，但农田耗水量可降低70~90毫米，水分利用效率提高约19%，能实现真正意义上的节水，并能稳定维持冬小麦每亩400千克左右的单产水平。冬小麦实施春一水灌溉后可使其提早成熟，从而促进夏玉米实现早播种，增加玉米生产潜力。河北低平原夏玉米生长期较短，产量潜力不能充分发挥，如能实现玉米早播和晚收，延长其生育期7~10天，使玉米产量提高，可弥补冬小麦实施春一水灌溉所导致的产量降低的缺陷，实现周年稳产增效；同时，玉米生育期延长有利于机收玉米后期脱水，便于机械化脱粒收获。

充分利用微咸水

针对冬小麦耐盐能力强的特色，我们提出种植冬小麦可充分利用当地的微咸水资源来替代深层淡水。河北低平原分布有大量的浅层地下水，主要以每升含盐量小于5克的微咸水为主，每年可更新微咸水资源量有7~10亿立方米，如果充分利用，可为1000万亩耕地提供一次灌溉用水。同时，该区沟渠纵横、坑塘密布，可蓄积雨季降水资源。由此可见，地表水和浅层微咸水的有效利用可显著降低对深层地下淡水的依赖。

为了推广微咸水灌溉技术，我们走访调查了南皮县6镇3乡的大部分村庄，与当地农技人员、种粮大户和普通农户等进行了长期合作交流。当地农民提供的信息显示，只要有水灌溉，无论灌溉水来源于浅井（微咸水）还是深井（淡水），冬小麦产量都不会降低，这证明微咸水灌溉冬小麦是可行的，关键是如何科学利用。

围绕着冬小麦微咸水的安全高效灌溉，我们开展了多年田间试验。研究发现，冬小麦不同生育期对盐分的忍耐程度不同，对盐分忍耐最强的是拔节期。而拔节期又是冬小麦对缺水敏感时期，这个时期可以用微咸水进行补充灌溉，既满足作物需水要求，也可以减轻纯粹的微咸水灌溉对作物的不利影响。田间试验结果显示，冬小麦在拔节期灌溉一次每升含盐量不大于5克的微咸水，比没有灌溉的雨养冬小麦增产20%~40%，并可以起到与淡水灌溉相同的灌溉增产作用。

为了把冬小麦春季利用微咸水灌溉的技术推广下去，我们对南皮县各乡镇村庄不同类型的浅井水、沟渠水和坑塘水盐分进行调查，据此向当地农田提供不同灌溉水源的盐分信息并加以指导，例如哪些水是可以直接使用的，哪些水盐分太高但可以与淡水混灌，哪些是不能用的，哪一特定时期的灌溉效果最好等等。

在与农民的长期合作中，我们也发现农民担心用微咸水灌溉会不会把好不容易脱盐的好地又变成了差地。这也是我们在推广微咸水灌溉时必须思考和回答的一个问题，即长期使用微咸水灌溉后，土壤能保持脱盐状态吗，会不会发生次生盐渍化？南皮试验站长期定位试验研究结果回答了这些问题：微咸水灌溉后盐分短时间会在表层土壤积累，主要是对夏季玉米有影响。但玉米播种时一般有一次灌溉，这一次灌溉可以实现玉米根层土壤脱盐，不会造成对玉米的危害。在玉米生长季，随着雨季来临，常年夏季平均降水量能达到350~400毫米，约70%的年份大于300毫米，这些夏季集中的降水资源有利于根层土壤脱盐，实现周年根层土壤盐分平衡，不会发生盐分显著积累。同时，由于抽取浅层地下微咸水，不但抑制了浅层地下水位上升带来的盐渍化风险，还为降水带来的浅层淡水补给提供了库容，淡化浅层微咸水浓度。

我们实地调查发现，二三十年前，当地农民用微咸水灌溉后，与淡水灌溉相比，作物出现明显减产。这是因为当时这里的土壤比较贫瘠，耕层土壤有机质含量小于1%，作物耐盐能力差，微咸水灌溉后对土壤结构也产生了负面影响，不利于盐分淋洗。近二十年来，随着农业机械化发展，小麦和玉米秸秆实现了粉碎还田，土壤有机质含量实现显著提升，例如南皮县平均耕层土壤有机质已经从过去低于1%提升到现在的1.5%以上。土壤有机质含量的提高改善了土壤环境，土壤稳定性团聚体增加，土壤结构稳定，利于土壤盐分淋失，这增强了土壤和作物对盐分的缓冲能力。当地土壤质量的提升改善了作物对微咸水灌溉的适应能力，使微咸水灌溉成为可能。

充分利用低地

河北低平原近滨海盐渍土壤不仅缺乏可以利用的淡水资源，也缺乏每升含盐量小于5克的微咸水，地下水位埋深浅并且矿化度高，不能用于灌溉。冬小麦种植走“旱作雨养”之路。在这些地区流传着“一个坷垃一碗油”的说法，说的是“盐往高处走，水往低处流”，在现代生产条件下，可在田间创造高低相间的微地形，盐分可以累积到高处（坷垃），而在低处（坷垃周边）则形成一个低盐环境，若把作物种植在这里，那么可以减轻盐分对作物的危害。我们研究发现，若在这种盐碱地采用起垄沟播的方式种植冬小麦，同时创造微地形降低盐分含量，那么小麦产量比普通操作方式提高20%以上；如果垄上覆膜，还可起到集雨保墒作用。当然，也可利用机械实施膜上覆土冬小麦穴播，将现代覆膜技术用于旱作冬小麦种植，可实现抑盐保墒。

作物品种改良

不同作物耐受盐碱能力不同，有些植物在重度盐碱地区仍然长得比较茂盛，比如常见的碱蓬和怪柳等。这一差异在同一作物不同品

种间也有明显表现。国家最高科技奖获得者李振声院士倾注多年心血，将偃麦草的耐旱、耐盐、耐干热风 and 抗多种病害的优良基因转移到小麦中，建立了小麦染色体工程育种新体系，育成了“小偃”系列品种。选育成功的“小偃81”“小偃60”耐盐小麦新品种，在中、轻度盐碱地创下了小麦单产新纪录，比当地原有小麦品种增产10%~30%。在“渤海粮仓科技示范工程”项目示范区的穆三拨村，党支部书记许景云介绍，该村种植的400亩“小偃81”优质小麦2014年亩产达900斤，而“小偃60”达到1000多斤，而同一地块前一年亩产只有400斤。“小偃81”在脱盐中低产农田适应性强、成熟早、产量稳、品质高，避开了后期干热风对产量与品质的不利影响，将玉米播种期提早，增加了玉米生产潜力。目前，早熟、耐盐、优质的冬小麦品种在“渤海粮仓”示范区已经得到大面积种植。

后记

不知不觉之间，我们在南皮已经奋斗了七八个年头，从农技人员到底层农户，我们都与他们建立起深厚的感情，也得到了当地政府的认可和全力支持。我们从农民的生产实践中得到启发，农民从这里得到了实惠的生产技术，地方农业快速发展，农民受益明显提高。当地百姓在冬小麦灌溉上已经渐渐形成共识，首先利用地表水，其次是浅井水，实在没办法再开启深井。2016年清明节期间，当大多数人沉浸于节日的郊游中时，当地农民正忙于冬小麦拔节水的灌溉。我们走访了南皮镇等八个乡镇的50多个村庄，看着老百姓忙于用沟渠水和浅井水灌溉一望无际的青青麦田时，深感欣慰。河北低平原地区水生态问题不是冬小麦的错，转变思维，改变思路，我们完全可以享受小麦为我们带来更高品质的美食和更加美好的生态环境。

本文作者系中国科学院遗传与发育生物学研究所
农业资源研究中心科研人员



盐生植物作物化

文 / 邢军武 图 / 刘军

我们生存的地球是一个以盐碱环境为主体的星球，地球上的水资源更是含盐的海水和咸水远多于淡水。虽然淡水资源主要分布在陆地，但全球干旱与半干旱地区却广泛分布着咸水湖泊和盐湖。而地质历史时期的地下盐矿、卤水与盐水咸水资源更是遍布世界各大洲的陆地和海底，构成了规模宏大的地下盐碱矿藏与地层构造。

盐碱环境与传统农业

尽管盐碱环境如此广大且盐渍化土地资源

与盐水资源如此丰富，人类赖以生存的农业却必须植根于非盐碱耕地和淡水之中。迄今为止，全部传统作物都来源于淡生植物，这种淡水依赖型作物不能耐受盐碱土壤与水体中的过高盐分及矿化度，也就不能在盐碱环境中生存，从而使盐碱环境成为传统作物生长的禁区。

传统作物全部来源于淡生植物这一起源特征，在早期人类社会并没有显露出问题，但随着人口的增长，适于淡生物生长的土地逐渐开垦殆尽，而且淡水资源也分布不均且局部趋



于枯竭。区域性耕地与淡水资源不足日渐成为制约现代社会尤其是中国社会生存与发展的重大问题。

为解决耕地不足，人们很自然地将目光投向了盐碱地的改良利用。而盐碱地的形成往往与气候干旱降雨不足以及地势低洼有关。因此，20 世纪在全世界兴起了大规模修建水利工程的热潮，随意调水引水甚至截断河流自然流向，在干旱半干旱地区大力发展灌溉农业，其中尤以美国、苏联和中国为盛。

但随着时间的推移，为满足传统作物淡水

需求而采取的灌溉措施，却往往带来了事与愿违甚至出人意料的严重生态环境恶果。例如，中亚地区的咸海曾是世界第四大内陆湖，20 世纪中叶前，当时的苏联为发展灌溉农业和工业，盲目截取入海河流，大规模兴修调水工程导致湖水干涸，裸露湖底积聚的巨量氯化物和硫酸盐粉尘，被大风席卷成为中亚地区盐碱尘暴的源地。咸海数百千米范围内人畜常年眼睛红肿，呼吸困难，嘴唇干裂，并使 700 多千米外的塔什干地区甚至帕米尔高原及西天山北坡冰川加速消退，进而殃及欧洲阿尔卑斯山。又如美国加利福尼亚州的欧文湖，我国新疆的罗布泊、准噶尔盆地的艾比湖以及内蒙古的查干淖尔等，

都曾面积巨大的淡水湖，也都与咸海一样因错误的调水引水、截断河流发展灌溉农业和人造绿洲，最终都变成了裸露数百平方千米不等的高盐碱荒漠和盐碱尘暴源。

由于大多数植物都不能在高盐环境生长，缺乏植被的裸露盐碱地在强烈的太阳辐射和蒸腾作用下，将大量溶解在地下水和土壤中的盐分随水从地下带到地表富集，形成越来越厚的盐碱粉末，成为大风天气形成盐碱尘暴的物质来源。巨量的盐碱粉尘被大风席卷而起，这些盐碱粉末可在上千千米甚至全球范围散布，或形成气溶胶长期悬浮滞留于大气中，对气候、农牧业和人民生活以及全球生态安全造成广泛而深远的危害，如使冰川融化、植物死亡、粮食减产或绝收、河流湖泊水库淡水污染、耕地盐渍化、金属设备腐蚀损毁甚至人畜生病。

同时，盐碱荒漠还是沙漠化的组成部分，全球几乎所有沙漠都伴有盐碱荒漠。干旱的气候、巨大的蒸发量、微小的降雨量以及适宜的地形是盐碱荒漠形成的主要原因。中国新疆、青海、甘肃、宁夏、陕西、内蒙古、吉林、河北等省区都分布着面积巨大的盐碱荒漠和盐碱尘暴源。即使在干旱半干旱地区的沿海地带，大片裸露的光板盐碱地也会形成不同程度的盐碱粉尘。

从盐碱环境的先锋植物中寻找作物

20 世纪 80 年代，为解决高盐环境的农业利用问题，我们提出了既不人为改变盐碱土壤的含盐量，也不人为改变传统作物的耐盐能力，而是直接从高盐环境中筛选有食用或经济利用价值的天然盐生植物并使其作物化，从而直接利用高盐环境种植新型盐生作物，生产食物或经济产品，同时建立盐生植被，修复盐碱荒漠生态。我们率先筛选了民间长期作为野菜食用的碱蓬和盐地碱蓬，这两种植物都是藜科碱蓬属植物，且均可在土壤盐含量 1%~3% 的高盐碱环境生长，而传统作物很少能耐受 0.3% 以上的盐含量。碱蓬和盐地碱蓬既是高盐环境与盐

碱荒漠中的先锋植物，又具有广阔的区域适应性和地理分布。

但野生植物的作物化并不是一件容易的事情。一种野生植物能否成为作物，首先必须满足三个要素：有用性，能供人或动物食用、药用、饲用或具有其他可资利用的经济价值；可栽培性，能在人工控制下种植和繁育；可收获性，并有稳定的产量。为此，我们首先研究了碱蓬的食用性与比较营养学、生理习性与人工栽培技术以及综合产品技术，碱蓬用于海水入侵区域治理和盐碱尘暴防治等，由此开始了碱蓬的作物化与盐碱农业研究。

基于对碱蓬蛋白质、氨基酸、脂肪酸、维生素、矿物质等营养成分与数十种其他食物的比较营养学研究，我们发现并证实了碱蓬是比大豆、鸡蛋、螺旋藻等数十种优质食物更优秀的食品。例如，与其他食物相比，盐地碱蓬的必需氨基酸组成更符合世界卫生组织给出的标准，尤其是在胱氨酸与蛋氨酸的含量方面，螺旋藻、大豆和鸡蛋都比标准低很多，而盐地碱蓬与标准十分吻合。由于人体对必需氨基酸的吸收是以其最低一种氨基酸的含量为基准，按比例吸收利用，因此对一种食物蛋白来说，若其必需氨基酸中某一种含量偏低或者缺乏，则将严重影响人体对其他氨基酸的吸收。这就是著名的“木桶效应”，即木桶的容量取决于其中最短的一块木板的高度，其他木板再高也没有意义。由此可见，碱蓬作为优质蛋白来源食物具有突出的优良品质和开发前景。

我们将相关研究整理并出版了《盐碱荒漠与粮食危机》一书，成为碱蓬作物史上第一部具有历史意义的专著。同时，我们还研发了碱蓬蔬菜、碱蓬高级保健食用油、碱蓬饲料等系列产品。1997 年，我们又获得世界上第一个有关碱蓬的发明专利。在青岛市火炬计划项目支持下，我们完成了农业史上第一次碱蓬的大规模人工栽培试验并取得成功。



盐生植物筛选与盐碱农业的产业方向

众所周知，我国一方面人均耕地严重不足，淡水资源极度贫乏；另一方面无法利用的盐碱荒漠却面积巨大，各类盐碱地的总面积逾 16 亿亩，几乎与耕地面积相当，其中仅滨海滩涂即达 3000 多万亩，同时还有取之不尽的咸水与海水资源。例如，仅山东黄河三角洲地区未利用土地面积就达 800 多万亩，其中滨海盐碱地及高盐滩涂 500 多万亩。随着滨海地区及内陆城市化的急速发展，对生态修复、园林建设、造林绿化以及高效生态农业产业的需求日益迫切。但在高盐环境下，无论是造林绿化还是发展传统农业都面临植物无法生长的困难。

进入 21 世纪以来，中国各地城市化进程和房地产剧烈膨胀，园林绿化成为现代城市提升区域价值的有效措施和基本标配，而滨海高盐环境的城市绿化则日益成为困扰地方政府的难题。为此，各地政府不惜重金血本，采取换土、

铺设隔离层等工程技术措施进行城市盐碱地的绿化，许多地区绿化工程造价动辄数亿甚至上百亿，每年全国盐碱区域城市绿化投入的资金则更为惊人。

不仅如此，由于种植的树木、花卉和草坪不耐盐，需要大量淡水灌溉压盐，而一旦植物根系穿过隔离层或因隔离层破损接触到地下盐土或咸水，或者周边盐碱粉尘进入绿化区内，则所种绿化植物就会因盐害而枯萎甚至死亡。因此，盐碱环境的园林绿化工程先期造价高，后期养护成本更高，并且会消耗大量宝贵的淡水资源。在淡水资源极度贫乏的干旱半干旱地区则与粮争水，与人争水，与生态系统争水。这种绿化工程既是淡水资源的沉重负荷，更成为地方经济与民生的重负，成为一种高消耗的不可持续的人工系统。

为解决这些重大社会问题，满足发展需求，



中国科学院于2014年将“滨海盐碱地高耐盐经济植物筛选与规模化繁育”项目列入科技服务网络计划首批启动项目，并得到山东省科技发展规划匹配支持。该研究旨在通过高耐盐经济植物的筛选和规模化繁育，建立耐盐植物种质资源圃和种源繁育基地，为滨海和内陆高盐环境的城市绿化以及中国与世界范围的盐碱尘暴治理、盐碱荒漠植被重建、造林绿化和高效盐碱农业产业发展等，提供高耐盐经济植物种源苗木保障和规模化栽培技术与产业技术支撑。

该项目由中国科学院海洋研究所主持，集合了院属相关研究机构，例如新疆生态与地理研究所、东北地理与农业生态研究所、遗传与发育生物学研究所、植物研究所、武汉植物园以及青岛生物能源与过程研究所等10个研究团队的长期研发成果。项目组在中国科学院科技促进发展局农业科技办公室、山东省科技厅及地方政府支持下，通过院、政、企合作模式，完成了高耐盐经济植物筛选和规模化繁育基地建设，一期已对60余种耐盐经济植物进行了高耐盐和区域适应性栽培筛选，形成了可用于高盐环境生态修复、园林绿化、工农业利用和污染治理的高耐盐经济植物种苗与栽培技术等。该项目给因“种什么死什么”而饱受盐碱地困扰的企业提供了新的发展方向 and 广阔市场，也为盐碱地和高盐滩涂区生态修复、园林绿化及高效盐碱农业提供了科技支撑。高耐盐植物无论用于园林绿化还是农业产业都可以直接原土栽培或种植，无须采取换土或铺设隔离层等工程措施，极大地降低了栽培和后续管理成本。

项目以高耐盐经济植物筛选和种苗繁育为核心，紧密围绕三个产业方向提供种源、种苗和技术支撑：高盐环境蔬菜、油料、果品、饲料、药材、牧草等农业系列产品的栽培生产；滨海滩涂湿地海湾生态修复、污染治理、内陆盐碱荒漠生态修复、裸露盐碱环境植被重建、盐碱尘暴治理、高盐环境绿化及草坪、高盐环境园林构建与造林、高盐土壤及水域污染治理等环境生态产业；高盐环境生物能源、造纸、建材、工艺制品、纤维、生物制品与提取物等工业原料生产。

目前筛选繁育的盐生植物或盐生作物已能初步满足这三大产业方向的需求，并分别在我国西北、东北、华北、华东、华中、华南等地区用于盐碱尘暴治理、盐碱土壤生物改良、园林绿化、滨海滩涂湿地生态修复等。碱蓬、怪柳、芦苇还被国家海洋局作为滨海湿地生态修复的指定植物，用于北方滨海滩涂及海湾湿地生态建设和污染治理。耐盐蔬菜、油料、饲料、药材、果品、牧草、能源植物等分别在新疆、河北、山东、江苏、宁夏等省区得到推广。

植物之生于天地间莫不各有所用

在600多前的《救荒本草》序中，碱蓬首次作为一种野菜，其食用方法和生长环境被详细记载并配有绘制精美的图画，成为人类历史上第一篇、也是最有价值的一篇关于碱蓬的文献。书中还提出了一条定律：“植物之生于天地间莫不各有所用”，这是一种超越时空的伟大思想和科学真理。的确，生命是多样化的，



供图 / 邢军武

深入推进盐碱地治理科研工作……中国科学院做好技术支撑与服务，将各类治理技术进行集成与优化组合，因地制宜建立盐碱地治理利用技术模式，不断提升技术模式的工程化程度和便捷性、实用性。

摘自国家发展和改革委员会等十部委《关于加强盐碱地治理的指导意见》（发改农经〔2014〕594号）

作物是人为的。当人类根据需要选择某些植物并予以人为栽培的时候，才有了作物和农业。

目前盐生植物的作物化主要是通过筛选、繁育、驯化、良种品系化与高产种植管理技术实现的，但其作物种类还需要继续增加，以满足更广泛的需求。同时，还需几代甚至几十代人持续不断的努力以提高盐生作物的优良性状，逐步实现种苗的良种化。由于不同区域间盐碱环境差别很大，因此盐生作物也应多样化与本地化，以增强其区域适应性。随着更多盐生作物筛选与种植的成功，人类的食物供应将获得更为广阔的来源。以碱蓬种植为例，假定用6亿亩盐碱荒地播种，又假定种子平均亩产约50千克，则每年可增加300多亿千克油料、35亿千克优质食用油，而250亿千克优质饲料可转换出25亿千克优质动物蛋白。因此，即使只播种这些盐碱荒滩的一部分，都会产生相当可观的经济效益。

此外，盐生植物的种植还可以产生多方面的环境生态效应，例如：在裸露盐碱荒滩种植盐生作物，可防止水土流失和盐渍化扩散；可增加地表植被，增加地表光合作用面积，提高初级生产力；可降低辐射增加湿润度，改善局部气候环境；可涵养水分降低土壤盐含量，防止盐碱粉尘对大气和淡水水系的污染；可为陆地和海洋动物提供食物和栖息地；可降解与隔离污染，减少陆源污染物对海洋水体的危害；可作为生物富集器，用于环境污染的防护和治理，并从特定环境富集有益或有害物质，净化

环境，回收资源；可用于盐碱环境生态恢复与滨海滩涂绿化和美化。

虽然盐生植物的筛选和盐碱农业产业具有重大的社会需求和广阔的应用空间，但需要注意的是，在盐生植物筛选过程中，除了从本土植物中选择，有时出于增加作物数量的需求，往往容易盲目引进外来物种并不加控制地扩大其分布范围，由此导致意想不到的环境和生态后果。例如我国多年前为实现滩涂的促淤护堤，从国外引进了大米草和互花米草这两种外来盐生植物，经大面积推广后，虽然促淤效果明显，但所到之处造成滩涂贝类消失，给沿海渔民带来重大经济损失，也给本土滩涂生态造成危害，成为有害入侵物种。

同时，由于滨海盐碱地带往往具有环境敏感性，因此必须防止人为造成的海侵事件引起的盐渍化扩散，我们应选择适合当地条件的水源与灌溉方式。在江苏沿海，由于降雨相对较多，其盐碱滩涂经抽淤抬高后大都能够逐年淡化脱盐，在这种地区如果人为灌溉海水，则会导致自然脱盐过程终止，使盐渍化泛滥。

总之，努力发掘盐生植物的各种用途和功能，研发相关配套技术，丰富盐生作物的种类，形成多样化的良种品系，让盐生植物为中国和世界的食物安全、园林绿化、生态修复和荒漠治理发挥出不可替代的作用，将是一项功德无量的事业，也是一项艰巨的任务。

本文作者系中国科学院海洋研究所研究员



莱州湾海洋牧场

文 / 徐姣楠 阚仁涛 图 / 徐姣楠

莱州湾位于渤海南部，曾经是山东省甚至黄渤海区主要渔业生物的产卵场和栖息地，有“黄金海湾”的美誉。当地有一个说法：“如果莱州湾没有鱼了，那整个渤海湾就都没有鱼了”。当地因渔而兴，不少人祖祖辈辈就从事捕捞生产，几乎家家户户都有渔船，把整片海湾停泊得满满当当的。

之所以说“曾经”，是因为谁也没想到这一块“黄金海湾”真的快没鱼了。和世界上其他地方关于海洋资源枯竭的故事情节一样，过度捕捞等不恰当的渔业利用方式，使得莱州湾

再也无力为人类提供新鲜的水产品了。2012年冬天，我们看见滩涂上停泊着很多小渔船，它们随潮起潮落，似乎很久无人理会。听当地人说，船主们都转行了。

谁能有办法将大海的水族们招募回来，让面前这片宁静的港湾回归往昔的热闹？

在莱州湾南部沿海有大片大片一眼望不到边的盐田，这是我们公司的产业，也是我们的起家之本。面对莱州湾生物资源逐渐衰退的现实，我们意识到，是时候反哺她了。2011年底，

在加大政府扶持力度的同时，还要探索建立多渠道、多层次、多元化长效投入机制，鼓励和引导个人、企业、社会团体等投资海洋牧场建设，广泛调动社会积极性，推动海洋牧场建设规模化，促进海洋渔业可持续发展。

摘自《农业部关于创建国家级海洋牧场示范区的通知》（农渔发【2015】18号）

我们成立了山东蓝色海洋科技股份有限公司。然而万事开头难，我们这一帮晒盐的门外汉对有关海洋生物的科学几乎一窍不通。为此，我们拜访并请教了很多科研院所及高校的海洋生态学专家，了解到日本通过建设海藻场和海洋牧场，较为有效地恢复了近岸生态环境及水生生物资源，后来我们还前往现场考察学习了一番。经过与各方专家的探讨和论证，我们决定在莱州湾建设海洋牧场。我们了解到，中国科学院海洋研究所的杨红生研究员带领着一支团队长期从事养殖生态学、生态免疫学和养殖环境生物修复技术的研究，研发并建立了重要海水经济动物的多元生态高效增养殖技术，以及典型海湾受损生境和生物资源修复技术。

根据杨红生研究员的著述，海洋牧场的定义是：基于海洋生态学原理和现代海洋工程技术，充分利用自然生产力，在特定海域科学培育和管理渔业资源而形成的人工渔场。该定义很专业，从通俗的角度理解，海洋牧场如同给鱼、虾、蟹、贝等海洋生物重建家园，具体就是将石头礁、贝壳礁、沉船礁和水泥礁等人工礁体投放到海里，它们阻挡了拖网对海底生态环境带来的破坏作用，为海洋生物提供了庇护所。同时，由于水流等原因，礁体也会富集数量繁多的饵料生物。这样看来，海洋牧场就像一个既安全又有充足食物的城市，周围海域的海洋生物会聚集在这里繁衍生息，而这片海域的生物资源也就会慢慢恢复起来。一旦它们的数量丰富到一定程度，就会游到临近的其他海域，以“城市带动农村”的方式，辐射带动周边海域的生态环境的恢复。

2012年8月18日，我们与中国科学院海洋研究所签约共同实施“莱州湾海洋牧场建设关键设施与技术集成及示范”项目，全面启动了莱州湾的海洋牧场建设工作。

海洋牧场目的是为了维持和修复海洋生态环境，如果离岸太近或体量不够，那么效果都不明显。通过大量的本底调查及不断的论证，我们最后将海洋牧场选址在芙蓉岛西北侧的海域，规划面积约28万亩，所在位置距离海岸线约30千米，这是目前国内离岸最远的海洋牧场，可以远离陆源污染。经长期的监测发现，该海域的水质全部在《国家海水水质标准 GB 3097-1997》的第二类以上，即“适用于水产养殖区”等。此外，海洋牧场所处海域水深9~11米，光照条件适合藻类等生物的生长，饵料充足。根据不同养殖品种的生物学习性以及生态位，海洋牧场采用了海洋生态混养系统进行立体式生产：上层为贝类及藻类筏式间养，中层为鱼虾混养，底层为贝类及海参底播。这个庞大的立体“生态方”纯粹遵循自然规律实现自我维持和发展，不需要人为投喂饵料和药物。





但是，海洋牧场并不是造礁后就等着海洋生物到来。海洋牧场建立固然是基础，管理才是核心。为此，我们建立了海洋牧场指挥中心，它是一个信息化、精细化和智能化管理的综合平台，涵盖了对礁体、水环境、生物、人、船只等所有生产要素的全面管控，实现水质监测数据每5分钟自动更新一次、多组观测点海底视频实时传输、每个礁体的经纬度定位以及单个产品信息能得到追溯等功效。以海参为例，消费者可以从我们2013年开发的追溯系统中得到如下信息：苗种投放及捕捞时间、生长环境（甚至能精确到具体的礁体）等。这些做法增强了消费者的知情权，也增强了买卖双方的信任度。对于海洋牧场自身而言，它不但源源不断地提供了安全、健康的水产品，而且改善了海洋生态环境。海洋牧场建成后两年，80%以上的海域面积就达到了《国家海水水质标准 GB 3097-1997》的第一类，即“适用于海洋渔业水域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区”；建成后的四年，我们每天可捕捞海螺两万多斤；在海参捕捞季，每天可捕捞三四万斤。

为了提高管理效能，我们建成了国内首座多功能海洋牧场平台——“六十里1号”并于2016年7月22日交付使用。其设计以石油钻井平台为原型，除了具备海洋观测、科研和海上生产等功能，还具备垂钓、休闲渔业及环保等用途。

海洋牧场让我们再次获得了大海的恩赐，我们将这份恩赐起名为“六十里”：

远离，是为了更好的回归。

远离海岸六十里，远离喧嚣和污染，
产品，以更淳朴的姿态，回归食物本源，
以食之本，天地之气，养以元气，

故名六十里。

本文作者系山东蓝色海洋科技股份有限公司管理人员

生态牧场

海洋农业新业态

文 / 孙景春 杨红生

2015年,世界自然基金会发布的报告显示:从1970年至2010年,全球海洋物种的种群数量减少近一半,金枪鱼与青花鱼等鱼类减少率高达74%,加拉帕戈斯群岛和红海的海参减少了98%,不少地区的鲨鱼濒临灭绝。美国哈佛大学的克里斯多弗·戈尔登研究团队通过计算机模型推测,鱼类捕捞量的下降意味着全球高达10%的人口面临营养缺乏的风险,这一问题在沿海低收入群体和赤道附近的发展中国家将尤为严重。

自1990年以来,我国水产养殖总产量一直稳居世界首位,但由此引发的养殖病害、产品品质下降和养殖水域污染等问题日趋严重,传统模式的海水养殖业已难以适应我国经济社会健康发展和海洋生态环境保护的需求。继传统捕捞业和养殖业之后,我国海洋渔业面临新一轮的产业升级,而海洋生态牧场则是重要发展方向之一。生态牧场是继捕捞、养殖和单纯人工放流后,集环境保护、资源养护、游钓渔业和景观生态建设于一体的新业态,其特点为:注重对生物资源的养护和补充;可实现物质和能量多营养级利用,有效降低投入品对海域环境的影响,拓展增养殖生物的活动空间,提高养殖产品的品质;注重生境修复和资源管理,保证增殖目标生物的成活率与回捕率。

现代海洋生态牧场建设

到目前为止,国际上有关海洋牧场的定义颇多,难以统一。综合众家之言,我们将海洋牧场定义为:基于海洋生态学原理和现代海洋工程技术,充分利用自然生产力,在特定海域科学培育和管理渔业资源而形成的人工渔场。

现代海洋牧场将采用生境修复、资源养护等方法,集成环境监测、安全保障、综合管理等技术,实现海洋环境的保护与生物资源的安全、高效和可持续利用。

现代的海洋牧场不等同于增殖放流和人工鱼礁建设。增殖放流是海洋牧场建设的一个环节,是将人工孵育的海洋动物苗种投放入海而后捕捞的一种生产方式。人工鱼礁是为入海生物提供栖息地,是海洋牧场建设过程中采用的一种技术手段。

建设现代化的海洋生态牧场应坚持“陆海统筹”原则,包括苗种繁育、初级生产力提升、生境修复和全过程管理等一系列关键环节。在陆基方面,需要规划建立水产品良种选育中心、健康苗种培育中心、质量安全保障中心、工厂化循环水养殖中心、水产品加工与高值化利用中心;在海基方面,需要利用自主研发的系列生态增养殖设施与技术,构建筏式贝藻养殖区、海珍品底播增殖区、离岸网箱养殖区和特色种质保护区。

生物培育与资源养护增殖

苗种是资源增殖的基础,苗种的数量与质量从根本上决定了海洋牧场建设的效果。为了避免生态入侵等危害,用于海洋牧场构建的关键种的亲体和种苗应是当地种,其中种苗应当是当地种的原种或者子一代。研究表明,利用自然捕捞的资源关键种建设海洋生态牧场会取得更好的效果,但目前国内用于海洋牧场增殖放流的苗种多由养殖场人工繁育。



强化科技支撑。沿海各省级渔业主管部门要成立技术小组，吸收国家和地方相关水产科研教学单位专业力量，对海洋牧场布局、规模、礁体设计、投放施工、开发利用等进行科学指导。

摘自《农业部关于创建国家级海洋牧场示范区的通知》（农渔发【2015】18号）

我国传统的重要经济种类的补充，主要采用放流、底播和移植等人工方式向海洋牧场投放资源关键种亲体、种苗等活性水生生物。前期应对相关海域进行本底调查，摸清查清放流海域水环境、生物环境和渔业资源现状，以评价生态增殖承载力和相关种类的放流的适宜性。通过增殖放流方式，即将人工繁殖培育的苗种，在渡过自然条件下死亡率高的发育阶段后，选择环境条件适宜、敌害少和饵料资源丰富的水域放流，使之充分利用水域的天然饵料资源自然生长，以补充和增加水域的自然资源量。

生境修复与优化

需要根据拟增殖生物的生物学特点，设计和构建有关设施设备。此外，从优化生境的角度，需要构建适于经济生物生长发育和繁殖的生境。针对离岸高海况海域、离岸岛屿和浅海近岸等不同海域情况，需要研发一系列生境修复与生态增养殖设施。牡蛎壳海珍礁和抗风浪沉绳式养殖设施等系列设施，能实现近岸软泥质海湾和离岸高海况海域传统非适养区域大型藻类和刺参的高效生态增养殖；多层板式立体海珍礁能实现围堰刺参立体化养殖，单位面积产量能提升2~3倍；“海龙”底播设施，能实现藻、贝、

参多元化生态增养殖；最后，需要构建大型藻类周年生境修复模式以及海草床生境修复设施与关键技术。

综合管理

海洋牧场管理方式方法需要创新，特别是利用高分辨率卫星遥感、信息网络、地理信息系统和人工智能技术，建立环境资源实时监控

系统和海洋气象信息预报系统等，构建立体监测平台和数字化决策与管理平台，运用网络信息化技术将多个平台有机统一，构建集科研生产于一体的海洋牧场安全监测管理平台。一句话，我们需要实现从规划建设到牧场运行的全过程管理，形成监测、评价、预警、预报、溯源和管理一条链的综合管理系统。

本文作者系中国科学院海洋研究所科研人员

中国海洋牧场发展史

链接

文 / 孙景春 杨红生

在国际上，我国学者对海洋牧场的理念和理论作出了原创性的贡献。早在1965年，我国海洋农业奠基人、中国科学院海洋研究所的曾呈奎院士就提出了海洋农牧化的战略构想，他认为：必须大力研究重要种类的生物学特性和它们在人工控制条件下的生长、发育和繁殖，以解决人工养殖的一系列问题，培育新的优良品种，使海洋成为种、养殖藻类和贝类的“农场”，养鱼、虾的“牧场”，达到“耕海”的目的”。从此，海洋牧场就应运而生，其发展可分为如下三个阶段：

试验期（1965~2000年）。在辽宁、山东、浙江、福建、广东、广西和海南等省市，我国建立了23个人工鱼礁试点，人工鱼礁达2.8万个，共投放渔船49艘，浅海投石约9.9137万立方米。

推进期（2000~2010年）。2006年，国务院颁发了《中国水生生物资源养护行动纲要》，把增殖放流和海洋牧场建设作为其中重要措施之一。为此，国家共投入资金约22.96亿元，其中中央投入约1.73亿元，地方和企业投入约17.4亿元，共建设人工鱼礁约3152万立方米，形成海洋牧场约464平方千米。2010年，全国投入增殖放流的资金约7.1亿元，放流水生动物约289.4亿尾，经济物种达128.9亿尾。

加速期（2010年至今）。这一时期，我国在辽东半岛、山东半岛、舟山群岛和南海的汕头海域等初步建设了50多处海洋牧场。其中，大连獐子岛海洋牧场面积突破2000余平方千米，形成了以虾夷扇贝、皱纹盘鲍、海螺、牡蛎、海胆和海参等海珍品为主的海洋牧场产品群和多样化产业群。2013年，据长海县渔业统计年报显示，獐子岛海域渔业经济总产值达54.9亿元，其中渔业产值约33亿元。

2015年5月，农业部组织开展了国家级海洋牧场示范区创建活动，推进以海洋牧场建设为主要形式的区域性渔业资源养护、生态环境保护 and 渔业综合开发。同年12月，共有20处海域被列为首批国家级海洋牧场示范区，包括辽宁丹东海域、盘山县海域、大连獐子岛海域、海洋岛海域，河北山海关海域、祥云湾海域、新开口海域，天津大神堂海域，山东芙蓉岛西部海域、荣成北部海域、牟平北部海域、爱莲湾海域、青岛石雀滩海域、崂山湾海域，江苏海州湾海域，浙江中街山列岛海域、马鞍列岛海域、宁波渔山列岛海域，广东万山海域和龟龄岛东海域。这些示范区总面积达743.57平方千米，其中广东万山海域居首，达312平方千米；约60%的示范区以公司的形式进行管理维护，其余分属于地方渔业管理机构。





修复一方净土

文 / 陈同斌 雷梅 万小铭 图 / 杨润华

自 2005 年开始，我们在广西壮族自治区河池市环江县 1280 亩受砷、镉和铅等重金属污染的农田开展土壤的植物修复工程，实现了 10% 的重金属年去除率。同时，根据当地农民需求，我们还建立了蜈蚣草 - 桑树间作修复模式，边修复边生产，带动了当地种桑养蚕产业的发展。

环江重金属污染之殇

近些年，国内“毒砷”“血铅”“镉米”等事件频发，让土壤重金属污染成为深受关注的公共事件之一。土壤中的重金属会随粮食进入人类的食物链，威胁农产品安全和人体健康，造成极大的经济损失。全国每年因重金属污染的粮食高达 1200 万吨，直接经济损失超过 200 亿元。2015 年 5 月 28 日，国务院发布《土壤污染防治行动计划》，提出切实加强土壤污染防治，逐步改善土壤环境质量。为此，国家在包括广西壮族自治区河池市在内的六个典型区域建设了综合防治先行区。

隶属该市的环江毛南族自治县是我国西南地区矿产资源丰富的地区之一，被称为我国“铅锌之乡”，有色金属矿产开采、选矿和冶炼加剧了土壤重金属污染。该县是广西重金属污染防控三大重点区之一，也是全国 138 个规划的重金属污染防控重点区之一。同时，环江县喀斯特地貌发育普遍，其中木论自然保护区是一个典型的喀斯特原始森林，与北面的贵州茂兰自然保护区共同构成了当今世界上同纬度地区面积最大、最典型的喀斯特亚热带森林生态系统，已被列入联合国自然遗产名录。喀斯特地貌带来“桂林山水甲天下”的美景，然而岩溶地质环境也为重金属的扩散提供了便利：喀斯特岩溶地貌地表覆盖破碎，山高坡陡，容易导致水土流失，地表径流进一步扩大了重金属污染土壤的范围。



蚕沙发酵
供图 / 万小铭



重金属污染土壤修复基地。供图 / 万小铭

2016 年底前，在浙江省台州市、湖北省黄石市、湖南省常德市、广东省韶关市、广西壮族自治区河池市和贵州省铜仁市启动土壤污染综合防治先行区建设，重点在土壤污染源头预防、风险管控、治理与修复、监管能力建设等方面进行探索，力争到 2020 年先行区土壤环境质量得到明显改善。

摘自国务院《土壤污染防治行动计划》（国发【2016】31 号）

近年来，环江县有色金属矿采选、冶炼业遗留了 40 个尾矿库和 30 多个矿业遗弃场地，尾矿库及废弃场地面积达到 50 万平方米。2001 年 6 月 10 日，一场百年一遇的特大洪水将大环江、上朝河、都川河沿岸部分选矿企业厂房、设备及尾矿库冲毁，大量呈细微颗粒状的尾矿被冲入江中，随洪水顺流而下，沿河两岸农田被淹没了三天。洪水退后，被洪水浸泡过的农田被严重污染。据环江县有关部门统计，约 1 万亩农田受到严重的重金属污染和含硫尾矿的酸污染。当地居民食用受污土地里生长的蔬菜

及其他作物后，曾出现不同程度的腰酸背痛、血清磷降低和尿镉增高等病理症状。大环江流域的重金属污染成为广西近年来最突出的重大环境问题，威胁该县沿江 11 万居民的身体健康，严重影响当地社会稳定和经济发展。该区域的土壤污染综合治理是改善环江县环境质量的迫切需要，也是当地广大人民群众急切呼声。

为了摸清具体情况，我们联合广西师范学院、广西环境监测中心站和环江县政府对大环江流域上中下游的土壤重金属污染、农作物污染及

蔬菜污染情况开展了不同程度的调查。结果表明，大环江流域土壤呈现较大程度的重金属污染，其中砷、镉是超标最为突出且危害最大的两种重金属元素。这些污染的农田土壤直接影响粮食作物、蔬菜和经济作物的产量、质量和饮用水安全，给环江流域的生态环境和居民健康造成极大威胁。土壤污染导致部分区域难以维持农作物的生长，农产品绝收、减产和重金属超标现象普遍。土壤中的污染物不但对生长在其上的动植物产生影响，而且在农作物的富集作用下，最终通过食物链转移到人体内，危害人类健康，这一点已经在我们的调查中得到证实。

植物修复技术的效用

面对环江地区如此严峻的土壤重金属污染，有什么良方？目前，土壤污染修复措施包括物理、化学和生物方法，其中属于生物方法的植物修复技术具有成本低、环境友好、无二次污染和操作简单等优点，是一种绿色修复技术，适合我国量大面广的农田污染土壤修复。

我们在此所提及的植物修复技术主要指植物萃取，即种植一些特殊植物（超富集植物），通过它们超量吸收重金属并将其运移到地上部。我们将这些植物的地上部分收割后，即可带走土壤中的重金属。此外，还可以将植物地上部分中的重金属进行回收再提炼。



截至 2010 年，国内外共发现超富集植物 500 多种，多数对镉的富集有效。在我国发现的超富集植物较少，代表性种类包括超富集镉、锌和铅的东南景天、超富集镍的遏蓝菜，以及我们发现的超富集砷的蜈蚣草。

结合环江土壤环境质量特征，我们构建了砷、镉污染土壤植物萃取及活化剂强化技术。种植蜈蚣草后，可明显降低土壤中砷的生物有效性，弱酸提取态砷的降幅达 55.3%；蜈蚣草对土壤砷的去除率最高可达 14.5%。每年通过收割蜈蚣草最高可去除表层土壤中约 10.5% 的砷；通过种植东南景天，每年可去除表层土壤约 85.8% 的镉。收割的蜈蚣草经过安全焚烧得

以妥善处置，焚烧排放的烟气中砷、铅和镉含量也低于国家的限量标准；对于轻度污染农田，经过 4 年修复后可达到农田环境质量标准。

全产业链发展造福当地经济

环江是国家级贫困县，农民收入极为有限。我们根据当地种植特征，建立了超富集植物 - 桑树间作、超富集植物 - 甘蔗间作以及超富集植物 - 苎麻间作模式，即在经济作物根系周边间作超富集植物，利用其提取土壤中可被经济作物吸收的重金属，降低经济作物根系周围的重金属浓度，从而实现降低作物体内重金属的目标。超富集植物与经济作物的间作模式，一方面能够为农民带来合理的收益，使得每亩纯收入达



1000~2000 元, 另一方面, 还能保证土壤中过量的重金属不进入食物链。这些技术能实现“边生产边修复”的目的, 即在农田修复的同时也不耽误农业生产, 保证了农民参与的积极性。

由于种桑养蚕是中国的一种传统生态农业模式, 我们便在此基础上, 结合环江的土壤污染特征对该模式进行了优化: 在污染土壤上进行蜈蚣草-桑树的间作, 所产生的桑枝进行资源化利用, 生产环江特产木耳; 桑叶用来养蚕, 蚕茧可用于生产丝绸制品, 蚕粪也可进行循环利用, 进行好氧发酵后形成有机肥; 蜈蚣草收割后可进行安全焚烧, 焚烧后含有高浓度砷的底灰可进行砷的回收冶炼。

我们将蜈蚣草与桑树间作后, 发现与对照区相比, 这种方式未因间作了超富集植物而明显减产; 在蜈蚣草与甘蔗间作、东南景天与玉米间作区域, 因蜈蚣草和东南景天分布降低了甘蔗和玉米根系周围重金属含量和有效性, 使甘蔗和玉米增产 8.3% 和 15%。检测还发现, 桑叶的锌、铅和镉均值下降了 10% ~ 30%, 桑叶、蚕丝及蔗汁的重金属合格率均超过 95%, 产量已与未污染区域基本持平。

抽检的桑叶、甘蔗汁及甘蔗渣中砷等指标均 100% 符合国家限量标准, 种桑养蚕的蚕丝重金属镉、砷、铅和铜等均 100% 符合生态纺织品相关标准。环江县近年来着力打造桑蚕特色产业品牌, 培育的“江缘”牌白蚕丝, 远销印度及我国浙江、江苏、四川等地, 品质位于广西前列。目前, 当地已成功引进投资 8000 万元的真丝家纺系列产品项目, 带动了环江生态农业的发展和产业结构升级。

修复产业模式的建立

经过多年探讨尝试, 我们摸索出的“环江模式”有三个要点:

一、由地方政府主导。环江土壤修复工程涉及农田面积大、技术复杂以及资金庞大, 为

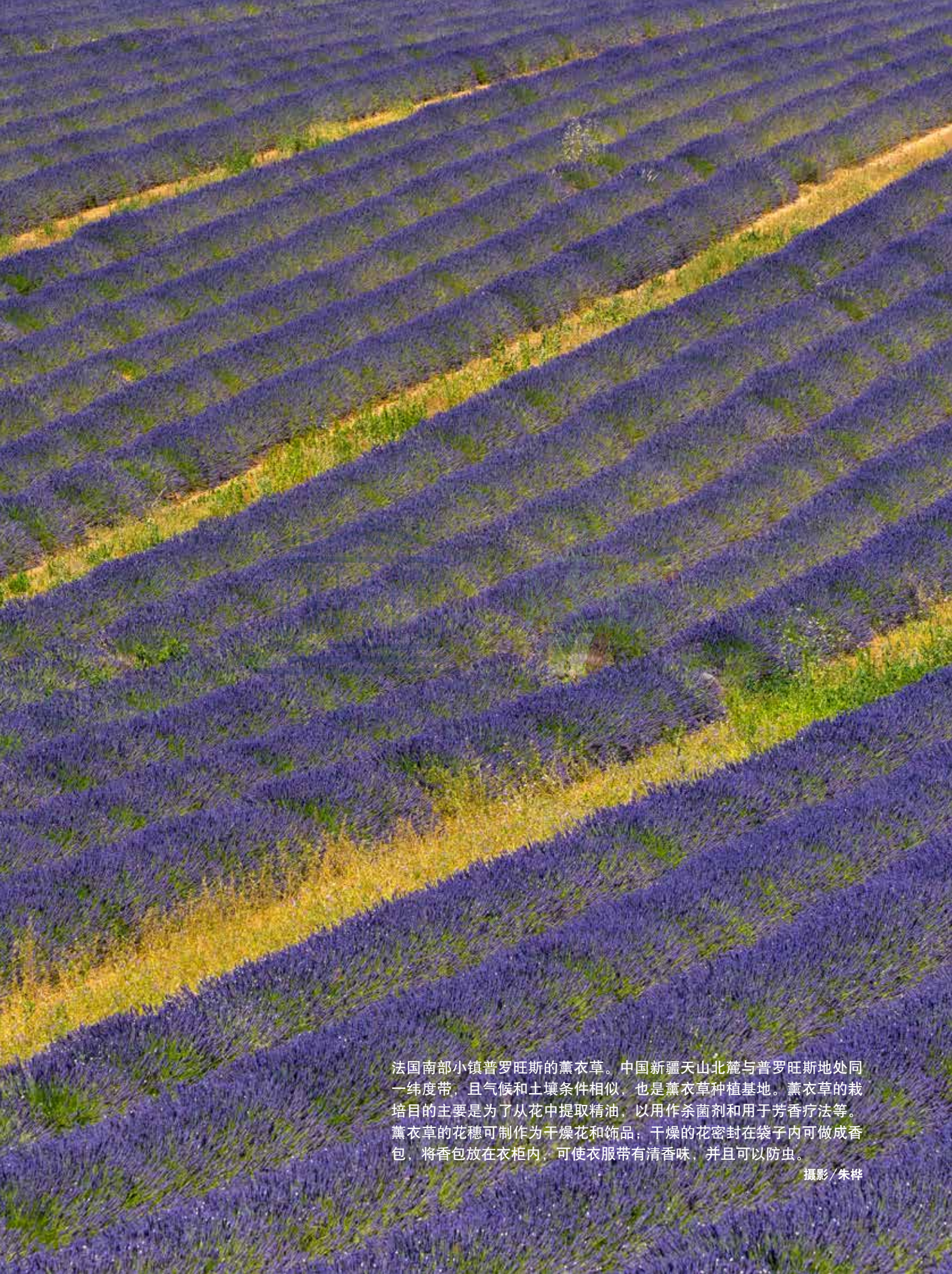
平衡和协调农田修复项目的相关利益, 特别是农民的利益, 环江县政府从中加强沟通协调。通过给农民发放农资、雇佣农民为劳动力等方式, 引导农民积极参与到治理修复中。在此期间, 政府结合当地生态环境与民生需求, 通过调整经济作物种植结构, 寻找出更加安全、高效的种植模式, 使农民获得更大的经济效益。同时, 为了提高农民的收入, 环江县还积极引进资金, 开办丝绸纺织厂等企业, 实现产业链条化, 不仅解决了农民再就业问题, 而且农民参与污染土壤修复的积极性也被充分调动起来。

二、由科研单位提供技术支持。自 2005 年以来, 我们与其他科研团队在环江县进行前期调查、室内研究以及成套技术的研究和示范, 研发出重金属污染农田的安全种植模式, 即利用植物修复技术切断土壤中重金属进入食物链的途径。植物修复技术在环江的顺利实施和取得初步成效, 一是因地制宜, 符合当地的自然条件和土壤状况, 二是科研团队开展过多次试验研发, 相关修复技术成熟。

三、由农户积极参与土壤修复过程。政府的资金投入和科研单位的技术支持, 是环江县土壤修复项目实施的有力保障, 但作为农田修复项目的直接受益者, 农民的广泛参与至关重要。环江土壤修复项目实行责任制管理, 政府和科研单位免费提供技术服务、修复剂和种苗, 农户自行承包种植作物, 收入归农户所有。为提高农户对重金属污染危害的认识, 了解和掌握土壤修复操作的基本技能, 科研单位技术人员深入田间开展培训和指导, 农民学会了超富集植物与桑树、甘蔗、玉米、红麻等间作技术。项目开展以来, 我们累计培训农民 1.5 万人次, 有效地推进了治理项目的实施。

鉴于“环江模式”已经初见成效, 目前相关技术和模式正在国内其他重金属污染区域得以推广。

本文作者系中国科学院地理科学与资源研究所科研人员



法国南部小镇普罗旺斯的薰衣草。中国新疆天山北麓与普罗旺斯地处同一纬度带，且气候和土壤条件相似，也是薰衣草种植基地。薰衣草的栽培目的主要是为了从花中提取精油，以用作杀菌剂和用于芳香疗法等。薰衣草的花穗可制作为干燥花和饰品，干燥的花密封在袋子内可做成香包，将香包放在衣柜内，可使衣服带有清香味，并且可以防虫。

摄影/朱桦



广西喀斯特地貌上的梯田 摄影 / 杨润华