

“三型”农业是新时期农业的发展方向

朱立志¹

2015年5月，农业部等八个部委共同发布《全国农业可持续发展规划（2015-2030年）》，提出要“加快发展资源节约型、环境友好型和生态保育型农业”。该规划在过去“两型”农业（资源节约型、环境友好型农业）的基础上提出了更加科学的“三型”农业（资源节约型、环境友好型和生态保育型农业），强调全方面转变农业发展方式，改变拼资源消耗、拼环境安全、拼生态功能的粗放经营，注重提高质量和效益的集约经营上来，对确保国家粮食安全、农产品质量安全、生态安全、农民持续增收和农业可持续发展意义重大。中国农业科学院农业经济与发展研究所农业资源环境经济与政策创新团队全程参与了该规划的撰写，作为团队首席科学家，本人现就“三型”农业做一下深度解读，供大家参考。

一、为什么要将生态保育型农业加在“两型”农业上

农业是与自然最为紧密的生态产业，农业生态系统和生产系统是一个共同体，不仅包括农田生态系统，还涉及与农业生产相关的其他生态系统，如草地、林地、水体、湿地等，典型的有北方牧区、南方草地、经济林、林下种养、湖泊和江河以及近海网箱养殖、池塘放养、水生种植、水禽以及水生动物饲养等。承载农业生产的农业生态系统是一种人工生态系统，建立在特定生物群落与其环境之间能量和物质交换及其相互作用的基础上，是人类开发程度最大、依赖程度最高的生态系统。

农业既然是一种生态产业，就不能仅仅关注资源节约、环境友好，还应该上升到更高的生态层次，关注生态保育。生态保育（Ecosystem Conservation）包含生态“保护(Protection)”与“复育(Restoration)”两个内涵。生态保育型农业就是在保护现有农业生态系统的同时，修复受到人类和自然冲击的农业生态功能，培育有利于农业可持续发展的生态承载力。长期以来，我国农业的高强度、粗放式生产方式导致农田生态系统结构失衡、功能退化，农林、农牧复合生态系统十分脆弱，草原生态总体恶化，湖泊、湿地面积萎缩，生态服务功能退化，生物多样性受到严重威胁，濒危物种增多。因此，必须想方设法促进农业生态系统良性

¹ 农经所研究员

循环，大力倡导生态保育型农业。

资源节约型农业要求农业资源在高效利用的基础上减量化，环境友好型农业要求有效治理与修复农产品产地环境。我国实施“两型”农业已经多年，但效果并不显著，根本原因就在于没有从本质上把农业看成是一个生态产业，而且就资源谈资源、就环境谈环境，忽视了注重资源、环境、生态三者之间内在关系的生态保育型农业建设。只有将“两型”农业转换升级成“三型”农业，才能真正做到让农业资源得到合理利用、农业环境得到有效治理，才能让农业生态系统处于功能恢复并稳步提升的良性循环，才能保证可持续的农业再生产，才能充分地、优质地、安全地保障农产品供给。可以说，“三型”农业体现了现代生态农业的根本原则性要求。

从生态学的观点看，资源、环境、生态是人类生存发展的三大自然要素。这三大自然要素的关系可以从两方面来理解：首先，从本质上讲它们的区分不是对特定的自然实体的区分，只是功能的区分，这些自然对于人类的服务功能是自然界同一实体所兼有的。资源强调的是利用，对应的是实体功能；环境强调的是影响，对应的是客体功能；生态强调的是协调，对应的主体功能。以草地为例，我们不能认为这片草地是牧草资源，那片草地提供防风固沙的环境功能，另一片草地具有生物保护的生态功能，而应认为同一片草地同时兼有这些功能。其次，资源、环境、生态之间是可以在一定条件下相互转化的，即随着人类社会的发展和自身时空条件的变化，资源、环境、生态的服务功能会发生转变。还以草地为例，如果饲草料不够，草地就更多地用来提供牧草资源，如果草地的生态比较脆弱了，草地就应更多地退牧还草，恢复环境功能和生态功能。

十八大报告在“大力推进生态文明建设”这一部分与以往政府报告中“资源环境、生态环境”等表述有着明显不同，把“资源”、“环境”、“生态”三者分开，以表明它们的区别，但同时又并列表述，以示它们的紧密相关性。可以看出，这不仅仅是文字上不同，同时在更深层次上反映出报告对于人与自然关系的深刻认识。

“必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，”这是党的十八大报告针对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势，明确提出来的自然生态观。我们必须将这种自然生态观其融入新时期经济建设、政治建

设、文化建设、社会建设各个方面和全过程，特别是农业这个涉及国土面积最大、对生态文明建设的影响较大的产业。同时，我国农业发展面临的资源、环境与生态问题，是生态文明建设无法回避的，必须解决这些问题，否则生态文明建设无从谈起。只有全方位转变农业发展方式，探索以“生态保育型农业”为最高层次的“三型”农业创建之路，扎实推进生态文明建设。

农业生态系统与森林、草原、湿地、海洋和荒漠等其他生态系统相比，是人类最重要的食物来源，是与人类关系最密切、同时受人类影响最大的生态系统，对维护社会稳定发挥着不可替代的作用。然而，我国农业生态系统问题已经非常突出，工业污染、生活污染形成的外源性和农业内源性污染已成三足鼎立之势，给农业生态系统带来了巨大的威胁。我国农业生态系统问题的人为成因并不复杂，主要是对农田、森林、草地、湿地、水体等生态功能的破坏，加上化肥和农药过度施用、秸秆焚烧以及禽畜粪便随意排放等内源性污染和外源性污染交织在一起，造成对土壤、水体、生物和大气的复合污染，即水—土—气—生立体污染。然而，农业生态系统问题的解决绝非易事，因为我国的人为生态功能破坏行为难以逆转，每年农业生态系统的内外源污染排量远超过其承载力。因此，发展“三型”农业责任重大。

二、“三型”农业的历史追溯

我国传统农业经过长期探索和积累，形成了精耕细作、用养结合的生态农业模式，这就是“三型”农业的雏形，是现代农业应该传承的传统农业精髓，尽管现代农业还必须将其与现代技术体系进行对接并集成创新（在第四部分详细阐述）。

早在 1909 年，美国的农业还处于无土壤培肥措施的广种薄收型发展阶段，被称为美国土壤物理学之父的美国农业部土壤局局长、威斯康星大学的农业物理学教授富兰克林·H·金，用了 9 个月的时间对亚洲农业进行了考察，并于 1911 年出版了“四千年的农夫”（Farmers of Forty Centuries），详细介绍了中日韩农民培肥土壤、轮作间种等方面的经验。这本书被认为是西方最早系统描述生态可持续农业的著作，书中对以中国为代表的与自然和谐的亚洲生态农业给予了高度评价。

其实，我国的传统生态可持续农业至此时已延绵了很长时间，历朝历代，无

论是官府还平民，都十分重视总结和推广农业生产经验。正是在这样的文化背景下，中国古代先后出现了农书约 500 多种，流传至今的有 300 多种。在这些农书中，内容最丰，影响最大的《齐民要术》、《农桑辑要》、《王祯农书》、《农政全书》和《授时通考》被称为“五大农书”。

《齐民要术》是中国杰出农学家贾思勰所著的一部综合性农学著作，是现存最完整的农书，大约成书于公元 533 年至 544 年，即北朝北魏时期，南朝宋至梁时期，也是世界农学史上最早的专著之一。书中系统地总结了六世纪以前黄河中下游地区农牧业生产经验以及治荒方法，详细介绍了气候、季节和不同土壤与各种农作物的关系，强调要因地制宜、因时制宜，提倡精耕细作、防旱保墒，主张轮作、多施绿肥。书中高度强调了人与自然和谐的农业生态观。“五大农书”中的其他四大农书也与《齐民要术》一样，归纳总结了我国农民在充分利用水土资源和农时空间以及合理搭配动植物种类、注意耕地培肥等经验，体现了原始的“三型”农业可持续发展观。

三、“三型”农业有利于农业可持续发展

由上可知，“三型”农业是农业现代化不可丢弃的传统生态农业的精髓。早在 2007 年，时任浙江省委书记、人大常委会主任的习近平同志就高瞻远瞩地提出“走高效生态的新型农业现代化道路”（2007 年 3 月 21 日人民日报），认为高效生态农业是集约化经营与生态化生产有机耦合的现代农业，是坚持以科学发展观为统领，走资源节约、环境友好、技术密集、经济高效、产品安全的新型农业现代化道路。

长期以来，由于受耕地减少与退化、水源紧缺与污染、环境保护不力与生态功能递减等不利因素影响，我国保障农产品供给面临很大困难，农业发展状况堪忧；过量使用化肥、农药、兽药和农膜造成的污染成为农产品质量安全的最大隐患，也成为农业生态系统破坏的主要原因，必然是农业可持续发展的重大障碍。片面追求产量和经济效益、以拼资源、以环境、以生态为代价的农业发展模式遇到了难以突破的瓶颈。

我国是人口大国，保障农产品供给和保护农业资源、环境与生态，是农业现代化发展过程中必须兼顾的两个目标，但也是存在冲突的两个目标。在这种双重压力下，必须用生态文明理念指导我国未来农业发展，走以“三型”农业为根本

的现代生态农业发展道路：一方面在提高资源利用效率和效益的基础上，大幅降低农业资源的消耗强度，特别是水、土地等基础资源的消耗强度；另一方面要加强农业环境和生态系统的保护与建设，特别是加强对突出环境问题的综合治理和功能脆弱的生态系统的保育。

可以看出，“三型”农业与农业可持续发展的关系集中体现在三个方面：一是“三型”农业注重选择适宜的农业复合模式，提高空间和光能利用率，促进物质充分循环和能量的多级利用，从而增加生物质产量。二是“三型”农业可以在很大程度上减轻对环境的干扰，可以为有害生物防控提供天然条件，从而从环境安全保障方面保证农业可持续发展。三是“三型”农业有利于在有限的时空内发挥生态系统的整体功能，注重提高生产系统的稳定性和持续性，增强农业发展后劲和长期效果。

四、“三型”农业的关键科技领域

传统生态农业的技术特点是精耕细作、培肥土壤，重视人与自然的和谐，缺点是效率低、抵御自然灾害能力差。“三型”农业既要注重传承传统生态农业技术精髓，又要转换常规农业技术，并进一步集成创新。因此，要采用先进农业技术弥补传统农业的缺陷，构建“三型”农业的现代科学技术体系。然而，这种传统经验与现代科技的对接是根据不同的农业生态类型进行组装，属于一种集成创新过程，并不是简单的拿来，这样才能使“三型”农业真正具有现代高效的科技内涵。

在替代常规化学农业的过程中，生物农业和物理农业将是最能体现传统农业与现代农业相结合的科技体系，应视为“三型”农业的关键科技领域。可以想象，生物农业和物理农业的发展可以大幅度减少化肥、农药、添加剂、激素、抗生素等的利用，显著提高农业生态功能，有效保障农业的可持续发展。

（一）生物农业

生物农业强调利用动植物、微生物等生物群落之间的相生相克机理来实现养分的循环利用和病虫害的绿色防控，甚至于可以提高农产品的特定营养和特色风味。尽管最初的生物农业模式经过长期积累形成了传统农业的精髓，但在新时期还必须通过先进的技术改造升级，才能实现高效化，才能满足现代农业的发展需求。

在安徽省黄山脚下，有一家农业园区在生物农业方面进行了有益的探索。园区通过茶园立体种植、乔灌木科学配置，优化了茶园生物组合。多种生物与茶树共生互助，比传统单一的种植更加适应变化无常的气候和环境，而且形成多物种、多层次、多功能、多循环、多效益的复合。园区乔灌木立体种植可以保护水土，降低自然灾害和养分流失；园区利用动植物、微生物等生物群落驱虫、杀虫、引虫、吃虫，结合中医防治等多种生物途径，解决农药农残问题；园区通过立体种植大苗上山，乔灌木中长短效益相结合，可以解决农业周期长问题，而且立体种植的这些植物都是多年生植物，山高路远，农民不用年年耕地播种；林下种植的草本植物具有很强的生命力，能够抑制杂草生长，不使用除草剂；利用茶叶的吸附性和喜欢适度遮阴特点，种植花香、草香、果香植物为茶叶增香，又可以为茶树适度遮阴；园区再将种植业的废弃物（如木瓜渣、废弃绿叶）延伸到养殖业循环，产生大量有机肥替代化肥，还可以将茶梗、木屑、铁草、牛粪等废弃物变成食用菌……。园区把单一作物茶叶的生产经营转向对接农业生态良性循环系统的复合生产经营，把单一的种植业、养殖业、微生物产业的生产经营转向构建全生物链、全产业链的生产经营，所产生的所有废弃物都被综合利用，而不是污染环境。

在山西省新绛县，在种植有机蔬菜方面，克服了有机农业不能高产的瓶颈，被研究者冠以“新绛模式”。该模式主要有方面：一是充分发挥有机碳对作物高产的重要作用，注重秸秆、动物粪便在内的大量碳素有机肥投入；二是投放微生物复合菌群，既通过微生物分解土壤中的有机氮为作物提供氮素，又可以通过其中的固氮菌有效保证作物对氮的大量需求；三是注重调理土壤物理性能，形成良好的土壤结构；四是增加富含各种中微量元素的矿物质，促进作物次生代谢以产生化感物质增加植物抗逆性、抗病性和产品的营养水平及口感。新绛是全国无公害蔬菜基地县，十六年棚龄的蔬菜大棚比比皆是，但通过上述特殊的有机栽培方式，不仅没有发生重茬障碍，而且仍然保持了稳定的高产出。例如，西红柿大棚年平均产量一般在 25000 公斤左右，茄科作物非常普遍的早疫病、晚疫病、枯萎病、蓟马也没有发现，而且能够剪枝再生，证明土壤肥力充足。新绛模式于 2013 年在北京通过鉴定，中国科学院院士武维华领衔的鉴定组认定该套技术达到国内领先水平。

（二）物理农业

物理农业注重从调节光、热、水、气的角度来实现作物、畜禽、鱼虾、食用菌等农业生物对象的良好生长条件，在我国传统农业中也有长期的经验积累，但同样必须通过先进的技术改造升级。例如，智能设施农业就是用各类物理农业技术集成组装的较高层次物理农业技术体系。下面通过两种典型的先进物理农业技术的介绍，可以让读者窥视到物理农业的巨大潜力。

首先介绍的是 LED 植物生长灯。植物的不同生长阶段需要不同光照，LED 植物生长灯可以根据植物对光照的需求特点用单色冷光形成特定的组合对植物进行照射，满足植物在发芽期、苗期、成长期、开花期和结果期的不同需求。例如，在露天环境变化异常的季节，可以在室内利用 LED 植物生长灯满足种子发芽对光的需求，大幅度提高发芽率并形成室外成活率高的健壮幼苗；在大棚作物结果期，由于光线不够，有时需要使用催熟剂，如果用 LED 植物生长灯就可以避免这方面的问题。在浙江衢州，一家企业从 2011 年起开始从事 LED 植物生长灯的研发工作。企业先后开发了三大系列、数十种 LED 植物生长灯。多年来，为了检验 LED 植物生长灯的使用效果，公司专门建设了 5 间 LED 植物育苗及 LED 植物灯生长实验室，进行了大量的试验。2014 年，在完全无自然光的全封闭人工环境中，用 LED 植物生长灯成功培育出了商品化的西瓜苗，甜瓜苗、苦瓜苗等各类秧苗。公司还用 LED 植物生长灯在完全无自然光的全封闭人工环境中，成功种植出了黄瓜、草莓、生菜、青菜等农作物。公司培育的瓜果类、蔬菜类秧苗生长期短，秧苗低矮不徒长、粗壮整齐，种植到大田无缓苗期，成活率高，在早春期间育苗非常困难的南方地区深受农民喜欢。

接着再介绍一下土壤重金属污染治理方面的物理技术。利用凹凸材料对重金属污染土壤治理与修复集成技术在甘肃白银的试验成功，填补了国际空白，标志着解决土壤重金属污染这道世界性难题有望在甘肃省率先得到解决。该技术将提纯加工后的凹凸棒（又称坡缕石，是一种粘土矿物）放入受污染的农田中，再灌入水，经过物理作用，原本沉积在农田中的重金属离子被牢牢地吸附在凹凸棒上。试验过后，农田可以重新种植。凹凸棒具有强大吸附力，且遇水即可崩散，重金属离子无法溶于水，二者与水的结合恰好可以充分发挥它们的物理特性，使重金属离子得以随凹凸棒碎块，流出受污染农田，相比目前世界上仍在试验阶段的化

学方法，该技术具有取材方便、操作简单、成本低廉、效果明显等优点。

四、“三型”农业的保障体系

（一）系统化的政策法规体系

“三型”农业模式与一般农业发展模式相比，具有较强的资源保护、环境治理和生态修复等方面的正外部性，但同时却承担着直接经济投入的增加，甚至较大的机会成本，必须实施扶持政策，建立激励机制，引导农业生产者的行为向“三型”农业对接。同时，要完善相应的法规体系，建立相应的约束机制，规范农业生产者的行为。目前，我国在农业资源保护、环境治理和生态修复方面的政策法规系统化方面还处于起步阶段，政策的“胡萝卜”和法规的“大棒”还没有完善成型，更不能应用自如。因此，需要我们在这两方面深入广泛的调研和分析，并充分考虑农民意愿，制定出能引导和保障“三型”农业快速发展的政策法规体系，并尽快形成有效执行机制。

（二）合理化的组织经营体系

与传统农业不一样，“三型”农业是新时期农业的发展方向，必须建立合理的组织经营体系，以促进在集约化投入和专业化生产的基础上，达到规模化产出、社会化服务，从而不断降低生产成本，不断提高效益总量。同时，合理的组织经营体系可以保障农业生态系统各子系统间的高效物质循环和能量转换，既能有效抵御的自然灾害，又能很好地应对市场风险。当前，我国正在培育新型农业经营主体的，组织经营体系的合理化已经具备了基本条件。因此，建议政府积极引导，健全培训教育体系，加快培育熟悉掌握“三型”农业模式的职业农民队伍；健全社会化服务体系，围绕产业生态化与生态产业化，促进“三型”农业的全方位产业化发展。同时，注重在组织经营体系内，用价值链条拉动物质单元以形成畅通的循环经济通道，保障尽可能多的物质单元多次经过农业生产过程以实现循环增值，促进物质单元更多的附在产品上而不是附在废弃物上走出农业系统以增加产出量并减少废弃物排放。