

北

京

出

版

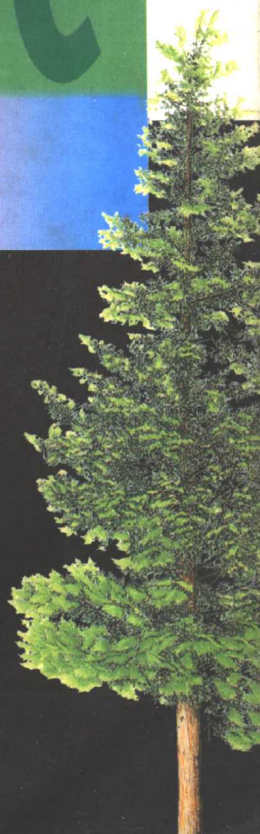
社

杨剑波 朱永和 / 编著

DANGDAIQINGNIAN

KEPUWENKU

新的绿色革命



北

京

出

版

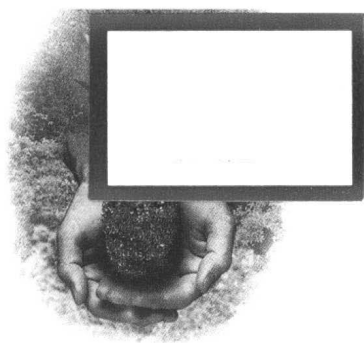
社

杨剑波 朱永和 / 编著

DANGDAIQINGNIAN

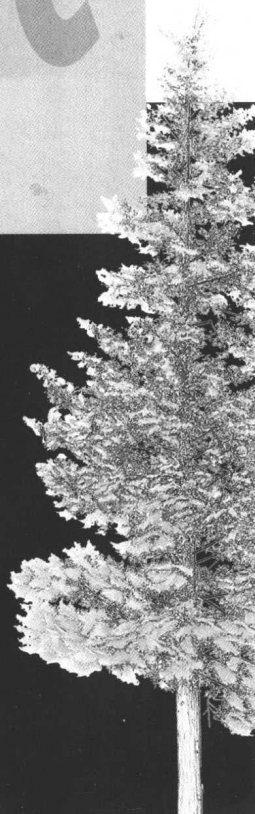
KEPUWENKU

新的绿色革命



当代

文科普



图书在版编目 (CIP) 数据

新的绿色革命/杨剑波, 朱永和编著. —北京: 北京出版社,
1999.12

(当代青年科普文库)

ISBN 7-200-04029-0

I. 新… II. ①杨… ②朱… III. 农业生产-环境保护-普及
读物 IV. X322

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 73742 号

新的绿色革命

XIN DE LUSE GEMING

杨剑波 朱永和 编著

*

北京出版社出版

(北京北三环中路 6 号)

邮政编码: 100011

北京出版社总发行

新华书店经销

山东新华印刷厂印刷

*

850 × 1168 毫米 32 开本 5.875 印张 145 000 字

2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1 - 5000

ISBN 7-200-04029-0/G·1274

定价: 9.00 元

出版一套面向广大青年的科普图书,是许多地方科技出版社萦怀已久的愿望,但是由于种种原因,一直没有哪一家出版社独自将之付诸实施,这常常让我们引为憾事。1995年,新闻出版署确定了《当代青年科普文库》为国家“九五”出版重点选题,才使我们有机会通过联合出版的方式了却大家的夙愿。

今天,世界处在科学技术飞速发展、社会生活瞬息万变的时代。处于高科技时代的青年人,通过耳濡目染或者孜孜以求,已经打开了曾经狭窄的眼界,而从各种不同的途径汲取知识,丰富自己,以求得多元的而不是单一的知识结构。将会影响21世纪人类命运和前途的高新科学技术知识,便成为他们涉猎的热点。青年人清醒地认识到,21世纪是青年人的世纪,他们背负着时代赋予的重大责任,而科学技术知识恰恰能开发他们担负起这种责任的巨大潜能。

地方科技出版社承担着向青年系统地进行科学普及教育的重要任务,这是具有使命性的任务。科学普及事业直接影响着社会进步和民族兴衰。翻开历史的卷页,许多事实都证明,科学技术对社会的影响既取决于科学技术的发展水平,又取决于科学技术被公众理解的程度,所以说,科学普及与一切科学活动、科学成就具有等量齐观的价值。我们注意到,由于现代科学技术发展迅速,知识更新日益加快,自然科学的各分支学科之间、自然科学与社会科学之间的融合愈加紧密,再像过去那

样仅向青年人介绍一般的科学常识已经不足以提高他们的科学文化素质。因此,《文库》除介绍了当代科学技术的重要知识内容,并竭力避免浮光掠影地粗浅描述外,还十分注重一定层次的整体描述,企望以此引导青年朋友改变传统的、陈旧的思想观念,确立新的科学理念、科学精神、科学方法和科学的思维方式。

在人类社会发 展进程中,科学技术从来不是孤立存在的,它是社会文化的重要组成部分。今天,人们越来越重视科学技术的文化意义,这对当今社会的进步具有重大意义。我们力求把科学技术放到大的文化背景中,采用合理的文化观念描述人类、自然、社会相互间的关系,使当代青年从单纯了解科学技术事实的局限中解脱出来,看到科学技术更为广阔和动人的图景。

《当代青年科普文库》的前期准备工作进行了将近两年,总体策划工作组在广泛调查研究的基础上,拿出了选题设想和文库整体编辑方案,之后多次进行了充分的讨论并召开专家论证会,确定了最后的选题编辑方案,这一方案经过地方科技出版社社长、总编年会通过后才正式加以实施。参加这一工程的共有 27 家地方科技出版社。

在《文库》即将全部付梓之际,我们倍觉欣慰。与此同时,我们对在《文库》策划、编辑、出版过程中,给予关心和支持的中宣部出版局、新闻出版署图书司和中国版协科技委员会的领导表示敬意和感谢;对应邀担任《文库》顾问的各位领导和科学家表示诚挚的谢意;对在很短的时间内编写出高质量稿件的各位作者表示衷心的感谢;对承担《文库》编辑、出版工作的各地方科技出版社的领导、责任编辑致以深切的慰问。作为跨世纪的大型科普书,这是我们奉献给当代青年的一份礼物,希望他们能够喜欢这份礼物。

中国出版工作者协会
科技委员会地方工作部
1999 年 6 月

顾后瞻前的思考	(1)
农业现代化思潮——新农业的曙光	(1)
绿色革命思潮——发展中国家振兴农业的惊喜	(5)
自然农业思潮——一次不成功的尝试	(9)
可持续农业思潮——众说纷纭的热点	(10)
顾后瞻前——新的绿色革命正在酝酿	(13)
集约持续农业——中国农业现代化之路	(15)
生物技术——新的绿色革命的基石	(21)
种质创新	(23)
人工种子	(25)
作物抗虫育种	(30)
植物多倍体育种	(35)
物理诱变育种	(38)
细胞工程育种	(41)
基因工程育种	(45)
种子处理	(51)
六畜兴旺——新的绿色革命的呼唤	(56)
动物的体外受精	(57)
家畜胚胎工程	(58)
胚胎移植	(64)
微型家畜	(67)
生物技术与动物疾病的诊断和预防	(71)

蓝色的希望	(73)
开发海洋	(74)
蓝色牧业	(75)
蓝色农业	(77)
海洋生物技术	(79)
丰富的海洋生物	(81)
工业化养鱼	(82)
三倍体鱼贝类	(86)
警钟：海产养殖业可能破坏生态环境	(88)
信息技术——新的绿色革命的保障	(91)
农业信息技术	(91)
专家系统在农业上的应用	(95)
设施农业——新的绿色革命的异军	(99)
无土栽培	(100)
塑料棚室	(101)
植物工厂	(103)
无可替代的农药	(106)
病虫草害防治的历史回顾	(107)
植物保护难度日增	(111)
植物抗虫性	(115)
农作物疫苗	(117)
组织培养与脱病毒	(119)
不怕除草剂的转基因植物	(120)
微生物杀虫	(123)
微生物治病	(126)
生物除草	(127)
未来怎么办	(131)
无可替代的化肥	(137)
用“沃土”来改善作物营养	(137)
给植物看相	(141)

庄稼要靠肥当家	(144)
令人担忧的水荒	(148)
卯水寅用	(148)
改进灌溉方式	(151)
我们只有一个地球	(155)
土壤退化	(155)
不得不向较少的土地要更多的粮食	(159)
自然灾害与气候灾害	(162)
减灾系统工程	(166)
全球变化给农业带来的影响	(168)
调整耕作制度	(172)
注重生态平衡	(176)

顾后瞻前的思考

科学的理论是实践变革的指导。20 世纪以来，先后出现了 4 种全球性与农业有关的思潮，即农业现代化、绿色革命、自然农业与可持续农业。受当代受各种思潮冲击的人们，必须保持头脑的冷静，分析思潮产生的背景、实质和利弊，进而辨认其科学的真伪，以便从本国本地的情况出发决定其取舍。

■ 农业现代化思潮

——新农业的曙光

从原始农业转变为传统农业，再从传统农业转变为现代农业，实现农业现代化，这是世界上任何国家或地区农业发展的必由之路。

19 世纪工业与科学技术的发展为农业现代化准备了条件。其主要表现为以现代工业装备农业，以现代科学技术武装农业，以现代经济管理理论和方法经营农业，用开放式的商品经济替代封闭式的自给性传统经济。

农业现代化思潮有力地推动了现代农业的发展。20 世纪 20 年代美国率先实现了以机械化为主要特征的农业现代化。

农业机械化在实现农业现代化进程中占有重要地位，目前发达国家都已实现了农业机械化。法国大革命时期开始使用简单的农业机械。19 世纪 50 年代才在西欧、澳大利亚、新西兰和北美等新垦土地上使用马拉犁、条播机、割禾机和脱粒机。最早使用的农业机械都是马拉的，以后逐步以蒸汽机、内燃机为动力。农业机械化的发展以拖拉机为代表，大致经历了 3 个阶段。

从 19 世纪 30 年代到 19 世纪末是初创阶段。19 世纪 30 年代最早设想以蒸汽机为动力来犁地。1855 年，美国巴尔的摩的赫西（O.Hussey）发明并使用了蒸汽犁。1873 年，美国伊利诺斯的帕尔文（R.C.Parvin）制成一台履带式的以蒸汽机为动力的拖拉机。最初的拖拉机笨重而昂贵，需要数人操作，超过一般个体农民的负担，只适用于在美国、俄国等的大草原上耕种。1892 年，费罗利克（J.Froelich）制成第一台以汽油机为动力的内燃拖拉机，比较轻便而便于操作，为拖拉机的推广应用打下基础。

20 世纪前半期是发展和推广阶段。第一次世界大战期间，由于缺乏劳动力和农产品涨价，促进了拖拉机的发展。1910~1920 年间，以蒸汽机和以汽油机为动力的拖拉机之间展开激烈的竞争，后者充分显示了其优越性。特别是 20 年代后，出现小型灵便的汽油机拖拉机，适用于小型农场，颇受欢迎。1931 年，美国生产第一台以柴油机为动力的拖拉机，很快得到推广。次年，拖拉机使用充气的橡胶轮胎，使拖拉机生产技术前进一大步。1939 年，爱尔兰的弗格林提出的液压三点悬挂装置，是拖拉机工具控制方面的一项重大改革。1941 年，美国又生产了第一台燃烧液化石油气的拖拉机。从此拖拉机的

形态、结构基本定型。到 40 年代末，在北美、西欧和澳大利亚等地，拖拉机已取代牲畜，成为农场的主要劳动力。

20 世纪 50 年代，进入拖拉机向大型化发展的阶段。这一阶段以美国为代表，逐步加大拖拉机的马力。拖拉机功率到 60 年代已达 200 马力，70 年代增加到 300 马力、450 马力。工作速度从过去的时速 4~6 千米，增加到时速 10~15 千米。同时，由原来后轴驱动，改为前后轴驱动。此外，还制成三轴拖拉机和装备 2 台柴油机的 12 轮拖拉机等。有的大型拖拉机机身还可以前后对折转向。拖拉机上的液压操纵、液压传动、电子监视、电子自动控制、激光定位等现代技术装置，可使驾驶员快速地挂接农机具，装卸、折叠，转换工作场地，并自动反映各有关部位的工作情况，让使用者能够及时发现故障，进行调整。

此外，第二次大战后，日本大力发展 4~10 马力的小型手扶拖拉机，以适应其本国的农业生产情况；但到 60 年代后半期，日本农业机械也开始向中型轮式拖拉机发展。

拖拉机最初只代替马匹和现成的农具配套，以后才出现与拖拉机配套的大型农机具。20 世纪 20 年代，把拖拉机与收割机装配在一起，成为自动收割机。后来又把收割机和脱粒机连接起来。1944 年，自走式联合收割机开始投入商品生产。

20 世纪 20 年代开始出现剥型摘棉机，这种机械的缺点是不仅剥下棉株上所有的棉桃，还带进许多茎、叶。1927 年研制成功拾型摘棉机，可从裂开的棉桃中拾出籽棉，但直到第二次世界大战后才实际应用。50 年代末，美国约有 3 万台摘棉机，收获的棉花占总收获量的 1/3 左右。以后，各种自走式机具逐渐增多，使经济作物、蔬菜、水果生产的机械化程度不断提高。70 年代起，为了减少作业次数，提高工效，开始应用整地、播种、施肥、镇压等工序一次完成的联合作业机具。

美国是实现农业机械化最早的国家，完成于 1940 年。其他国家，如加拿大、英国、法国、德国、丹麦、意大利、日本及前苏联等完成于 50 年代至 60 年代。这些国家实现农业机械化又可分为两种类型。一种以美国、加拿大、澳大利亚、前苏联为代表，属于耕地面积大、劳力少的国家，机械化以提高劳动生产率为主；另一种是耕地面积小，劳力不很紧张，机械化以提高单位面积产量为主的国家，如日本、丹麦、比利时等。目前许多工业发达国家的种植业，从耕地、播种、中耕、施肥、喷药、排灌到收获、运输、烘干、贮存、加工等已全部实现机械化。

到 20 世纪 60 年代，占世界耕地面积 40%、人口 24% 的一些工业化国家先后实现了传统农业向现代农业的转变。从 20 世纪初到 80 年代中期，世界人口增加了 2 倍，而谷物产量增长了 2.3 倍，农业产值增加了 2.4 倍。事实否定了马尔萨斯关于人口增长快于粮食增长的悲观预测。目前，由于发达国家已经实现了农业现代化，加上粮肉生产过剩而将注意力转向环境，因而作为一种思潮的农业现代化已经不再受到青睐，但实际行动仍在继续，而且进一步向现代化迈进。发展中国家正在进行的绿色革命实际上也是受农业现代化思潮的影响而衍生的一种行动。

现代农业在产生奇迹般的增加产品与效益的同时，由于曾对资源环境的忽视而带来某些负面效应。例如能源消耗急剧增加，从 1950 年的 0.36 亿吨增加到 1985 年 2.6 亿吨石油采量，因而有人泛称之为“石油农业”；农药、除草剂等化学品对环境与食品安全构成威胁；有人还担心大量施用化肥会破坏地力，污染地下水；有人将主要是工业化引起的水、空气污染也归咎于现代农业。这些问题正引起人们的广泛注意而将资源环境良化作为农业现代化的一个重要内容。

■ 绿色革命思潮

——发展中国家振兴农业的惊喜

20 世纪 60 年代，在发达国家基本实现农业现代化的同时，在发展中国家开展了有声有色的绿色革命。这一思潮与行动的主要内容是通过推广高产新品种（如矮秆小麦、矮秆水稻、杂交稻）带动农业的全面发展。

优良品种在现代化农业生产中起着很重要的作用。孟德尔遗传定律的重新发现，使人们可以有目的地改进作物的经济特性（如产量、品质、早熟性状、抗倒伏能力、抗病虫害能力等）。前苏联植物学家瓦维洛夫于第一次世界大战期间，亲自到亚洲、非洲、中美和南美洲许多国家，搜集各种作物品种及野生植物品种（种子），建立起第一个规模巨大的品种资源性的植物园，为育种工作提供原始材料。此后，各国对农作物品种资源的收集、整理、分析、鉴定工作，都提高了重视程度。20 世纪 60 年代，对已查明遗传性状的作物品种的各种特性、特征，用数学模拟方法处理，存入电子计算机，用来预测杂交后代的遗传性状，大大减少了育种工作的盲目性。20 世纪以来，以选育良种为主，配合增施肥料等措施，使大面积单位产量经历了三次突破。

第一次是美国的杂交玉米。20 世纪初，美国贝尔（W.J.Beal, 1833~1924）发现因同系近亲繁殖而减低的植物活力，可通过杂交恢复。于是利用玉米品种间的杂交优势提高产量。1908 年，美国舒尔（G.H.Sull, 1874~1954）断言，自交不仅使植株变弱，同时还导致分离并纯化品系，但自交系可通过杂交恢复优势，从而为杂交玉米的研究奠定了理论基础；但当时还缺少杂交玉米的方法。1918 年，美国遗传学家

琼斯 (D.F.Jones) 创造了“双交”方法。他利用 4 个自交系进行杂交, 如果自交系甲和乙、丙和丁各组成一对杂交, 当其后代再进行一次杂交时, 就可得到一个由甲乙丙丁组成的双交种。1921 年, 美国康涅狄州农业试验站报道并推广了第一个生产用的双交玉米种, 1930 年起广泛向农民推广。1943 年双交种玉米播种占普通玉米播种面积的 50%, 到 1960 年已占 96%。玉米的平均每公顷产量也从以前的 1 500 多千克增加到 6 000 千克。60 年代后, 美国又发展一些单交种和三交种, 又额外增产 10% 左右, 而且制种手续也趋于简便。70 年代后期, 大多用单交种代替双交种。

第二次突破是墨西哥的小麦。1941 年, 美国洛克菲勒基金会应墨西哥政府邀请, 组织力量调查并协助研究改进墨西哥谷物生产状况。在 1944 年派去的 4 位农业科学家中, 负责小麦抗锈病育种工作的布劳格 (N.E.Borlaug) 利用两种试验地在气候上的差异, 一年内种植两季小麦, 使育种时间缩短一半, 并使选育的新品种有更广泛的适应性。1954 年, 他用一个日本矮秆品种与北美高秆品种杂交产生的第三代种子, 与墨西哥小麦品种杂交作为父本, 再与另一个墨西哥抗锈品种杂交, 于 1960 年选育出第一批半矮秆高产小麦品种。以后, 又选育出近 30 个半矮秆和矮秆品种。这些小麦品种秆矮、高产、抗锈、耐肥、抗倒伏并有广泛适应性, 通称“墨西哥小麦”。由于采用优良品种, 加之增施肥料、改进灌溉等措施, 墨西哥的小麦单产从推广新品种前每公顷产量 750 千克, 增加到 1976 年每公顷产量 3 765 千克。1979 年, 在东南亚、近东、非洲和拉丁美洲, 种植墨西哥小麦的面积共达 3 000 万公顷, 都得到大幅度增产, 被誉为“绿色革命”, 布劳格本人也被誉为“绿色革命之父”。

引起第三次突破的是菲律宾的水稻。1960 年, 由美国福

特基金会与洛克菲勒基金会建立菲律宾国际水稻研究所。1962年,该所利用我国台湾省的3个矮秆品种和印度尼西亚、斯里兰卡等国的高秆品种杂交。后从这些杂交后代中选出一一种矮秆、早熟、高产的品系,1966年定名为国际水稻-8(IR-8)。到1975年的10年内,又先后育成并推广十几个水稻品种。为了适应发展中国家的需要,他们还注意选育水稻的多抗性(即同时具有抗虫、抗病等特性),也取得良好效果。近年来,在东亚(不包括我国)、东南亚、南亚和拉丁美洲已种植2500万公顷菲律宾的国际水稻,占这些地区水稻面积的27%。有的一季每公顷产量高达9000~11250千克,被誉为“奇迹稻”。

此外,美国和我国还先后分别培育出杂交高粱和籼型杂交水稻,具有明显的增产作用。美国于1936年在苏丹草内发现花药退化的植株,1937年发现两个遗传上雄性不育的品系。1943年,发现高粱的雄性不育系。40年代末50年代初,经过大量杂交试验,解决了三系配套问题,并开始生产商品性杂交高粱种子。三系是指不育系、保持系、恢复系。不育系的雄蕊发育不正常,不能自交结实;保持系的雌雄蕊能自交结实,对不育系传粉后,可结出保持雄性不育的籽实;恢复系的雌雄蕊均能自交结实,对不育系传粉,可获得正常结实并有杂种优势的后代。1957年,美国杂交高粱种植面积达120万公顷。由于它在干旱条件下能稳产高产,已在许多国家广泛种植。

1964年,中国开始杂交水稻的研究,1970年在海南岛发现“野败”不育系,为三系选育打开了突破口。随后找到了保持系和恢复系。1973年在被誉为“杂交水稻之父”的袁隆平的领导下培育出第一批籼型杂交水稻品种,经生产鉴定和多点试验,20世纪70年代大面积推广了“南优”、“汕优”、“威优”、“四优”四大组合,到1976年已发展到15万多公顷,

1990 年达到 1600 万公顷。一般每公顷产量较其他稻增产 750 千克以上。1977 年，在柬埔寨试种成功，1979 年引入菲律宾国际水稻中心，1980 年转让给美国后，每公顷产量达 11 060 ~ 11 747 千克，较美国的一般良种增产 165.5% ~ 180.8%。60 年代后，谷类作物育种在提高蛋白质含量或改善氨基酸组成方面，也取得不少进展，已育出一批营养价值较高的谷物新品种，有的已用于生产。同样，抗病虫品种的选育也有不少进展，如乌干达抗小叶蝉的 L14 号棉花品种，就是一项重要成果，有人认为可与墨西哥小麦品种和菲律宾矮秆稻品种相媲美。育种工作还为许多作物培育了适合于机械化收获的新品种。

但只改变品种而不改变生产条件收效甚微。因此在实际推行过程中，形成了种子 + 化肥 + 灌溉三驾马车一起上的局面，故有人又称之为“肥水农业”，其实质是农业现代化的一种衍生与前奏曲。由于多数发展中国家经济弱、劳力多、规模小，因而与发达国家不同，其强调的重点不是机械化，而是投资少见效快的新品种与化肥、农药的效果等，水利对多数地处热带、亚热带的发展中国家十分重要。

绿色革命在亚洲、拉丁美洲取得了积极的效果。60 年代以来整个发展中国家的农业发展快于发达国家。可惜，作为一种思潮，绿色革命在 70 年代后遭到厄运。一些来自发达国家的专家批评绿色革命造成了农村两极分化，随后自然农业、可持续农业思潮又接踵而来，这样，绿色革命思潮就沉寂了下来。但是，这一思潮指导下的行动却在发展中国家继续开花结果，其中，中国与印度被认为是绿色革命的典范。

据统计，中国 1983 年以来育成常规稻新品种 62 个和杂交稻新组合 33 个，较好地解决了早、中熟配套问题；育成小麦新品种 42 个，玉米抗病杂交种 43 个，棉花新品种 45 个，大

豆新品种 42 个，可以说中国的绿色革命不仅处于世界领先地位，而且形成了自己的特色：实行良种良法相结合、现代科学技术与精细耕作相结合，高产与优质高效相结合。

■ 自然农业思潮

——一次不成功的尝试

作为一种对农业现代化的逆反，70 年代起，西方一些学者率先对 20 世纪以来盛行的“石油农业”提出了批判，企图寻求一种“替代农业”的路子。一段时期内，各种替代流派竞相登场，派别林立，名称百出，从其实质上看，大致可分为生态农业派（或自然农业派）和可持续农业派两大主流。

曾盛行于欧美的生态思潮，包括诸如有机农业、自然农业、生物动力农业、超石油农业等等提法，其主要思路就是依照自然规律而非工业生产特征来从事农业，试图以有机替代无机，以少免耕替代机械化耕作，以生物防治替代农药，形成了一股在学术界颇有影响的思潮，即自然农业思潮。较有名气的是英国真菌学家霍华德提倡的“有机农业”，1971 年美国土壤学家艾希瑞克发起的“生态农业”，日本福岡正信在《绿的哲学》中提倡无施肥无耕作无农药无除草的“自然农法”等。这股思潮中各种派别的共同主张是：在哲理上提倡归朴还真，与自然和谐一致，尽量减少人类对自然的干预，继以保护环境和优化资源；在技术内容上强调传统农业技术，提倡堆肥、轮作、豆科作物固氮、生物防治等，排斥现代农业科学技术中的人工合成化学品（化肥、农药、除草剂、饲料添加剂）与生物工程技术；在管理上主张小型、自给自足，强调农户（场）内封闭式物质和能量的良性循环和重复利用，而排斥农户外的投入。这股思潮对农业生产的实际影响不大，但受生态至上的环