

步入实践的沙产业

——沙产业系列论文集之三

刘 魁 主编

1
中国环境科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

步入实践的沙产业/刘恕主编. -北京: 中国环境科学出版社. 1998. 8
(沙产业系列论文集: 3)
ISBN 7-80135-539-3

I. 步… II. 刘… III. ①沙漠-自然资源-资源开发-文集②沙漠-自然资源-资源利用-文集 IV. P941.73-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 15034 号

中国环境科学出版社出版发行
(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)

三河市宏达印刷厂印刷
各地新华书店经售

*

1998 年 8 月第 一 版 开本 850×1168 1/32
1998 年 8 月第一次印刷 印张 9 5/8
印数 1—1 000 字数 250 千字

定价: 28.00 元

主 编

刘 恕

编 委

(按姓氏笔画为序)

田裕钊 刘 恕 朱雪芬

李建树 涂元季 谢联辉

编 者 的 话

著名科学家钱学森教授于 1984 年提出的沙产业理论至今已有 14 年了。十几年来，沙产业理论的阐述见诸于许多报刊。《沙产业专辑》（中国林学会编，中国科学技术出版社，1991）出版后，为推进沙产业理论的发展与普及，促进沙产业发展，我们决定不定期出版沙产业系列文集。已经出版发行的有《纪念钱学森建立沙产业理论十周年文集》（刘恕主编，中国科学技术出版社，1995）、《沙产业——跨世纪的沙漠利用战略构想》（刘恕主编，中国环境科学出版社，1996）。本书为沙产业系列文集之三，所用的书名为《步入实践的沙产业》。编者注意到沙产业健康发展的实际需要，在这本文集中收入了三个方面的内容：论述篇，讨论和研究步入实践后的沙产业理论；实践篇，总结实践沙产业理论的经验 and 做法；实用技术篇，介绍沙产业的实用技术。为便于读者从总体上把握实践经验的意义和实用技术的要点，编者作了点评说明。

“沙产业理论步入实践后的思考”一文呈送钱老审阅后，钱老在 1998 年 4 月 11 日的信中指出：“沙产业的一套做法实际是高科技农业生产的试验”，“沙产业实际上是未来农业，高科技农业，服务于未来世界的农业！”我们在这里将钱老的这些重要论述及时地转告热心沙产业事业的同志们，以便共同学习，相互激励，努力工作。

这本文集完稿后，我们回顾了沙产业发展的历程，有几点感想与同志们交流：

第一，1994 年 9 月，在纪念钱学森沙产业理论十周年学术研讨会上，与会的同志有一个看法：钱学森沙产业理论作为一种跨世纪的沙漠利用战略构想，为我们指明了方向；但沙产业的真正价值如不在生产中得以体现，人们依然难以正确估价它的意义所在。有鉴于此，会议上提出：“向沙漠戈壁各地政府，向政府有关

部门，向一切关心沙区环境和人民的有识之士呼吁，通过你们的力量统筹已有的资金渠道，筹措一批中长期贷款，扶持建立沙产业专业公司，按照自负盈亏、自我发展的原则，重点发展沙产业龙头技术和带头产业，像滴灌设备公司、温室技术及设备公司、藻类产业公司等，并以点带面，推动发展。首先选择甘肃河西、内蒙、新疆等地建立试点、示范基地，使以提高太阳能转化效率、节约用水为目的的沙产业能与其他产业处在平等竞争地位。”从1994年到现在，仅仅过了不到五年的时间，这些目标，都已变成了活生生的实际。理论的作用之一在于它能为实践提供有力的指导。编辑这本文集的过程中，特别感受到沙产业理论的指导作用。

第二，科学理论的提出，首先始于问题和疑难。科学理论的作用还在于对尚未出现的事物有超前的预见。1984年，钱学森同志就把知识密集型的农业做了精确的概括。1996年经济合作与发展组织在巴黎出版了《以知识为基础的经济》一书。今天，国际上都认为，经济发展越来越建筑在知识和信息的基础上。知识被认为是提高生产率和实现经济增长的驱动器。当人们异口同声地谈论知识经济的时候，是因为知识在生产力三大要素中的作用和地位，产生着革命性的变化；信息产业的出现，改变了人们的传统认识。我们在实践沙产业中，特别有必要加深对钱学森同志关于知识密集型大农业理论的再学习。只有在实践中加深理解和认识，才能把握时代的大趋势，才能不再囿于传统的束缚。

第三，常言说，实践出真知，步入实践天地宽。沙产业的理论要点，沙产业的实用技术，有了来源于实践的验证和检验，就会不停顿地丰富其内涵，完善优化构思和设想。实践是多数人的活动；有生产经验的人，有不同专业背景的人，既动脑又动手，通过实践创造和积累的经验知识，将会把钱学森首倡的沙产业理论推向一个新阶段。

编者

1998年5月

目 录

论 述 篇

沙产业理论步入实践后的思考	刘恕 田裕钊 (3)
钱学森的第六次产业革命预见和沙产业	涂元季 (21)
多采光 少用水 新技术 高效益	李建树 (28)
防治荒漠化 发展沙产业	阿拉坦敖其尔 (31)
加大信贷支持沙产业工作力度 为建设生态农业做出新的贡献	马金声 (36)
沙产业在张掖	马西林 (46)
内蒙古自治区沙产业发展概况	王家祥 (53)
我国干旱地区水热气候资源与 沙产业发展战略	徐国昌 (60)

实 践 篇

编者评说	(75)
发展农业又有新领域	内蒙古自治区农业厅 (77)
大力发展沙产业 促进沙区经济腾飞	张德平等 (81)
发展沙产业 振兴沙区经济	杨呼和 (86)
治理沙漠化 开发沙产业 促进地方经济长足发展	刘士和等 (92)
沙地种草	敖汉旗人民政府 (96)
奈曼旗沙地综合治理开发情况	哲里木盟奈曼旗人民政府 (101)
沙地开发大有可为	斯日古楞 (105)
乌审旗沙产业开发现状	吴兆军等 (109)
坚持种草治沙 实现增草增畜	于铁夫 (111)

加快沙产业发展步伐 推进沙区农牧业	
产业化进程	伊克昭盟林业局 (115)
张掖地区沙产业开发的现状与前景	
.....	中共张掖地委 张掖地区行署 (121)
认识阳光沙漠资源 努力开发沙产业	
.....	敦煌市人民政府 (127)
发展山丹沙产业 建设戈壁新绿洲	武建军等 (134)
民乐县戈壁滩高新实用技术开发区建设	
.....	民乐县人民政府 (137)
编者评说	(140)
大力支持沙产业 加快甘肃农业开发	
.....	中国农业发展银行甘肃分行 (141)
用好治沙贷款 促进沙区开发	
.....	中国农业发展银行内蒙古分行 (150)
用信贷支持沙产业发展	
.....	中国农业发展银行陕西分行开发信贷处 (157)
信贷——沙产业发展的经济支柱	
.....	中国农业发展银行宁夏分行 (161)
用好治沙贴息贷款 推进沙产业进程	
.....	中国农业发展银行新疆分行 (165)
管好用好治沙贷款 支持沙区经济发展	
.....	中国农业发展银行青海分行 (169)

实用技术篇

张掖地区节能日光温室蔬菜栽培技术	毛光友等 (175)
编者评说	(190)
沙区农作物地膜覆盖栽培技术	彭志勇等 (194)
编者评说	(215)
节水灌溉新技术	周敏华等 (217)
引进技术 发展渗灌.....	(229)

发展节水灌溉 扩大水浇地面积·····	(230)
修蓄水池 抗旱坐水种·····	(231)
恒太龙永久性水窖·····	(232)
发展贮水工程 向旱地要粮·····	(234)
水窖塑膜防渗·····	(234)
建百米方池蓄天上水 扩大抗旱坐水种·····	(235)
编者评说 ·····	(236)
沙丘地种植水稻试验的新进展 ····· 冯仲云等	(238)
编者评说 ·····	(240)
甘草栽培技术要点 ····· 甘肃酒泉西部甘草研究所	(242)
甘草人工种植、天然封育及其开发利用 ····· 酒泉地区林业处	(246)
编者评说 ·····	(250)
肉苁蓉人工培育技术要点 ····· 陈玉林	(253)
编者评说 ·····	(255)
麻黄人工种植 ····· 成树春等	(257)
编者评说 ·····	(282)
无土栽培 ····· 田裕钊	(287)
日本的植物工厂·····	(288)
植物工厂开辟农业新时代·····	(290)
京城无土栽培哈蜜瓜·····	(292)
好吃易种——水耕葡萄·····	(293)
利用陶瓷无土栽培·····	(294)
新加坡推广气耕法种菜·····	(294)
埃及科学家在沙砾上试种作物获得成功·····	(295)

论述篇

“科学的精邃在创造”。

1984 年钱学森院士提出沙产业——新的沙漠开发利用的战略构想。十多年来，科学家、管理者及广大群众共同探索、实践、总结和创新，丰富了沙产业的内涵，促进了沙产业科学概念的发展。科学往往是技术的源泉和先导，伴随科学内涵的丰富，必将迎来沙产业的进一步发展。

沙产业理论步入实践后的思考

刘 超 田裕钊

一、走向实践的沙产业

作为一种跨世纪的沙漠、戈壁利用的战略构想，钱学森在 1984 年首先提出，在以后的年月又作过进一步的表述，到 1997 年，即这一科学理论问世仅仅十多年后，被实践证明，这不是一种远不可及的科学构思，她有强大的牵引力，引导着沙漠戈壁的开发活动，沿着一个正确的方向进步。

沙产业的最新发展进入了一个由理论走向实践的新阶段。这个新阶段的标志集中反映在三个方面：

(1) 引起了从领导到广大沙区群众的重视。宋平同志在 1995 年 11 月 30 日的讲话中提出“要认真重视沙产业”，“坚决走这条路子”。温家宝同志在 1995 年 11 月 9 日的批示中指出，“办好这件事不但有经济意义，而且有社会和生态意义。”姜春云同志在 1997 年 3 月对农发行关于支持沙产业的建议书上批示：“抓得好，支持沙产业意义重大，也大有可为，应加大工作力度，以取得更大成效。”甘肃省委和省政府以及内蒙古自治区的领导同志都撰文，支持发展沙产业。东起科尔沁沙地，西到新疆维吾尔自治区天山南北的沙漠戈壁，越来越多的人民群众和基层干部，把发展沙产业、建设新绿洲变为振兴地区经济的指导方略。

(2) 初步形成一批有示范作用的基地。河西走廊的张掖具有

典型意义。1994年10月，张掖地委书记马西林同志在出席了钱学森沙产业理论研讨会后，他敏锐地认识到这一理论对振兴干旱区经济的导向意义，随即组织本地区的干部群众进行了实践。热心的领导和一批实干家在原有的基础上，协调各方面的优势，仅仅用了三年的时间在戈壁荒滩上，建立了13个沙产业综合开发示范区。发展保护地栽培，其中日光温室及塑料大棚3.83万亩。山丹县沿312国道，建设在不毛戈壁上的235座大棚中，有50座实行无土栽培。东乐乡1997年在戈壁滩上建设的雨水集流群井汇流工程，利用暴雨径流发展沙产业。正在修建中的半地下式的300座温室，在乱石戈壁上构成了一种壮丽的独特景观。山丹县计划用三年时间，在戈壁滩上建成1000座大棚。利用日光暖棚工厂化养猪31万头，舍饲养羊23万只，把冬天的阳光利用起来。在农校建设了1万平方米、年产微藻干粉10吨的微藻生产基地。投资150万元，引进了以色列的电脑控制的全自动化温室4600平方米。滴灌、渗灌、微喷2000亩及一批节水示范区。14个脱水蔬菜厂和现代化的猪厂，按照龙头带基地、基地连农户的形式，贸工农一体化经营。民乐的产业集团，按照“引良种，用良法，多采光，少用水，深加工，上规模，上水平”的方针，连片开发，规模经营，计划2000年产值达5亿元。这些沙产业的先进示范典型，在武威地区以及酒泉、敦煌和内蒙古自治区的哲盟、赤峰市都有。

(3) 沙产业开始得到金融界的资金支持。资金投入不足是制约沙产业走向实践的难题。在我国经济不发达的西部地区，仅仅依靠当地的资金发展高投入的集约农业沙产业将会是一个漫长的过程。中国农业开发银行的同志们在了解和学习了沙产业的理论，并多次到沙漠戈壁地区，考察了一些典型实例后，提出了调查报告，呈送了支持沙产业的信贷建议书。1997年9月，在河西走廊马金声副行长主持召开了全国农发行信贷支持沙产业现场会。他在总结报告中明确指出，沙产业作为防治荒漠化和建设生态农业的有机组成部分，已日益显示出其巨大的生态效益和经济效益，成为解决荒漠化问题和建设生态农业的重要措施。

沙产业走向实践的过程中，使我们进一步学习、理解到钱学森沙产业理论的提出，针对了人口爆炸性增加面临耕地不足的难题，沙产业引导人们建设知识密集型的农业文明。在以知识为基础的经济正在全球范围内形成和发展的今天，在实践中，沙产业理论更加显示出远瞻性的导向作用和全局性的战略意义。

二、沙产业，开拓新的人类食品生产空间

资料分析表明，公元前的几千年内，世界人口长期处于极为缓慢的增长期。公元元年，世界人口约为 1.5 亿。公元 1550 年，世界人口增加到 4.5 亿。1500 多年的时间内，人口仅仅增加了 3 亿。1650 年，世界人口为 5 亿。1850 年达 10 亿，200 年内世界人口增加一倍。自此，世界人口进入了快速增加阶段。世界人口由 10 亿增加到 20 亿（1930 年）用了 80 年时间；由 20 亿增加到 30 亿（1962 年）用了 32 年。1975 年，世界人口达到 40 亿。13 年内人口增多 10 亿。1987 年，世界人口达 50 亿。有人估计，下世纪中叶，世界人口将增至 100 亿。

人类从 1 亿人口发展到 50 亿，直到 100 亿之后，这个地球表层生态系统最活跃的智慧群体对系统的需求，不以“地球上一个普通公民正常活动的标准饮食”（每天 2385 千卡的热量，75 克的蛋白质和 65 克的脂肪。世界卫生组织和联合国粮农组织标准）为限度，而是不断地有更高的、各式各样的消费。人们除了温饱 and 存活所需要的热量和生命素之外，有更多的需求，其中，很大的部分都要求通过农业，即通过光合作用转化太阳能来解决。如果全世界 100 亿人口都追求美日西欧的饮食标准，那么人口和提高生活质量的欲望将给农业生产带来巨大的压力。

拿粮食来说，1996 年世界粮食产量 18.2 亿吨。到 1996 年中期，世界粮食库存降至历史最低水平，只够 51 天消费。1996 年 10 月联合国粮农组织提供材料，发展中国家有 20% 的人口，大约 8.4 亿人因粮食无保障面对挨饿。

目前，地球上每 8.23 秒要减少 1 公顷耕地，可供用传统的方法种植粮食的土地有限。在世界范围内耕地日益减少，粮食生产的环境条件包括土地和水质的化学污染加剧。人们希望吃到的水果、菜蔬生长在远离工业区和大都市的地方，对“绿色”食品的概念将有更加严格的界定和苛求。

面对这种严峻的形势，开拓农业生产的新空间、新疆域，就是一个基本的出路。开发沙漠戈壁，“变不毛之地为沃土”，是局势所迫，不得已而为之。

干旱、半干旱的沙漠地区占地球表面的 1/10，陆地表面的 1/3。荒漠是地球上气候干燥，降水稀少，蒸发量巨大，植被稀疏贫乏的地理单元。按地表组成为沙漠、岩漠、砾漠、泥漠、盐漠。而以沙漠、戈壁居多。它是地球上人口最为稀少的居住地。占非洲总面积的 55%，北美和中美洲的 19%，南美的 10%，亚洲的 34%，大洋洲的 75%，欧洲的 2%。这些通常被称之为“不毛的边疆”、“荒芜人烟的原野”，由于有充沛的日光辐射，有可能造就极高的植物生产力。这里就是创建沙产业的空间。进入沙漠戈壁，向荒漠投资，变不毛之地为沃土，就是沙产业。

三、沙产业，倡导新的农业文明

20 世纪，由于各种不同的原因，在干旱和半干旱沙漠地区，曾经出现过投资热。有的地方是因为石油和天然气的发现和开发，把贫瘠的荒原变成了“淘金者的天堂”（中东）。有一些庞大的计划（撒哈拉沙漠铁路大动脉工程、焦尔盖利大湖工程），虽然没有严肃地科学论证，却能激发轻信股民，疯狂地抢购“前景看好”的沙漠开发股票，成为欧洲兴盛一时的集资手段。沙漠地区的农业开发，有一些喜忧参半的事例，值得人们用反思的方法研究总结用实践换来的经验和教训。例如，苏联时期在中亚的荒漠中发展水浇地种植棉花导致的“咸海生态灾难”；沙特阿拉伯等国种植小麦，变粮食进口为出口的做法等。

“沙产业”是在沙漠中的开发活动，但她不同于往常，是一种新思维，是一种新概念，是一个新的词汇，1994年《科技导报》准备刊登纪念钱学森建立沙产业理论十周年学术论文时，蔡德诚总编经涂元季同志请示“沙产业”的英文翻译问题，钱老立即亲笔给出了“Deserticulture”。这是在英文字典中找不到的一个新的组合词；在中文和外文中，“沙产业”都是一个新词。

沙产业的重要特征是知识密集型农业，而且是大农业。是运用大量的现代知识，包括理论知识和技术知识来从事农业生产的产业。农业生产的实质是利用绿色植物的光合作用制造碳水化合物、蛋白质、脂类、色素等生命活动营养素的过程。

光合作用是依附于有生命的有机体上的一种活动，能将日光的电磁波经过化学反应转变为化学能形态而存贮起来。

光合作用是已知的唯一的一种把无机物转变为复杂的和多种多样的有机物的生命现象，是一切自养的光合细菌、蓝绿藻、绿藻等藻类和其他高等植物的共同的机能、维持生命延续集合能量的一种能力。

光合作用是发生在生命体内的一个被人们不断认识的物理、化学过程。在历史的长期演化中，高等植物发育了自己的光合作用器官，形形色色的物种，在不同的地理地带和生存环境中，完善了自己那些复杂灵巧的组织结构、外部形态和生活的习性。但究其实质，光合作用的完成，都是依靠光合色素——叶绿素。

叶绿素虽有不同种类的差异，但大体都有吸收某一波段光之特性，例如P-680色素和P-700色素可分别有效地吸收680和700纳米波长之红光和近红外光。阳光的总量中，红光约占17%，近红外光占32%，但是并不是所有这些能量都能被叶绿素吸收转化。叶绿素进行光合作用既涉及光能的来源和品质，也受一系列影响生命活动进行的环境因素制约。

不管是单细胞的低等植物，例如绿藻的小球藻，还是高等植物，例如有庞大根系和茂密树冠的乔木，其生长周期和组织的分异已达到极为复杂的水平；不管是出现在三十亿年前的原始植物

原核蓝藻，还是用基因工程手段最新培育出的作物品种，其光合作用的基本规律和原理，都是大同小异的。光合作用主要功能的完成，都要依靠叶绿素。叶绿体的载体——绿色植物所处的环境条件、生理状态都和光合生产率、光能的利用率密切关联。大到自然地理的地带性差异，局部的小气候、小环境，直至微细的叶绿体所处的具体条件，都在影响光合作用的进程。叶绿素接受到的光照的强度和时间，二氧化碳气体的供应，温度状况，水和矿物元素的补充等等，都是影响光合作用的环境要素。这些要素做为环境条件都是相互独立而存在，也都有各自的运动规律。每一种环境要素，都是一种影响光合作用的限制因子，都有各自的最适值和上下两个极限。因为限制因子是多元的，就构成了一种限制因子之间影响光合作用效率的多维联系。而且，反映为物理的、化学的现象，还有生物的、生理的特有联系，例如生命节律、遗传因素等等。认识以上这些基本的光合作用过程的要点的意义在于，人们只有满足了叶绿体进行光合作用的条件并极大地提高单位面积上（受光表面）叶绿体的浓度以后，才能左右光合作用利用阳光的效能。

知识密集型的农业——沙产业，是农业文明的新阶段。远古年代，人类以猎取、捕捞、采收那些野生的食物为生。这个过程以百万年计。几百万年内，以天然食物为生的原始人类，是一种原始的农业文明。人群从单位面积上能够获取的食物是很少的。人类在史前 1 万多年（史前 18000 年，埃及，麦；史前 8000 年，西亚，麦；史前 7000 年，中国，稻；史前 4500 年，尼日尔，玉米）开始了耕种养殖业。这种“顺天时，量地利”的种植农业文明，靠收获自己播种的作物解决食品来源，起初是刀耕火种（这种农艺一直延续至今仍然存在），后来发展到精巧的农艺，包括桑基鱼田这样的充分利用自然资源的有机农业。这种种养的农业文明，延续的时间以万年计。现代农业，是近百年来的事，拖拉机的应用虽然起始于 19 世纪（1892 年，美国），但真正在大面积上应用拖拉机、联合收割机、动力灌溉、化肥、农药等，这种以农

业工业为特征，大量向土地增加石油作为能源和原料的农业，是20世纪，特别是最近50年内的事。农业的第三代文明多倍地提高农田的产量，却百倍增加了能量的投入；另外，石油农业损害土壤、污染环境，这种资本投入密集、大量消耗石油等非再生资源的农业文明，面临着用现代知识，包括用环境知识改造的必然。

知识密集型的农业，指的是区别于以往的以传统农艺为手段的农业生产。要想在严酷的沙漠戈壁这些不毛之地上从事植物性生产，就要用人工控制生产条件的保护地设施、水培气雾培等无土栽培技术取代“顺天时，量地利”的传统农艺思想；也指区别于“石油农业”一味用人工加大能量的投入换取粮食高产的作法。

知识密集型的沙产业，在承认沙漠、戈壁不利自然因素的同时，不把资源的亏缺看做人们无能为力的限制，而是相信资源有限，智慧无穷的真理，在沙产业理论指引下，勇于实践，不断集成融合一切可能运用的新技术、新知识、重视自主创新意识的提高，加大智慧资本的投放。

沙产业既然是知识密集型的，这就规定了知识要素在沙漠戈壁农业生产中的作用和比重，要区别于往常：一方面，不再是粗放型的，不是“广种薄收”，“闯田”，“撙荒制”；另外，也不再是一般观念中的集约经营，而是突出强调知识的密集。在知识呈爆炸性增长的世纪之交，这就意味着沙产业所应用的技术也会是不停止地更新进步。

生产者对沙产业的了解和认识，是通过应用技术来完成和加深的。沙产业通俗的表述是“多采光，少用水，新技术，高效益”。怎么样在不毛之地上搞农业生产，用什么办法才能达到多采光，少用水，这就靠应用技术。这些应用技术应该是从现有的实际条件出发来选择，容易在目前推广应用，而且，投入和产出的比例应该是合算的。

生态学家奥德姆对不同的农业技术水平条件下，光能的利用率，即绿色植物净初级生产量中储存下来的食用部分做过粗线条地概括：原始社会，每年在1平方米的面积上有可能搜集到的野