

中小城镇可持续发展 先进适用技术指南

甘师俊 王如松 主编

中国科学技术出版社

内 容 提 要

《中小城镇可持续发展先进适用技术指南》是国家“八五”科技攻关项目——“中小城镇可持续发展先进适用技术的系统研究”的成果之一，主要反映了当前有关可持续发展工程建设的最新进展。内容包括可持续发展的产业生态工程、社区建设工程、城乡环境综合整治及生态建设工程三大部分，共49个项目，其中每一项都包括工程意义及技术进展、工程内容、效益分析、适用范围等。本书可供从事可持续发展技术应用研究、规划、建设、教学的科技工作者、管理决策人员、大专院校师生以及实际工作者参考，对于我国中小城镇的社会经济发展及环境保护与可持续发展建设具有重要的指导意义。

《中小城镇可持续发展先进适用技术指南》 编辑委员会

主 编: 甘师俊 王如松

副 主 编: 迟 计 欧阳志云 柯 兵

常务编审: 陈业材 周德明

编 委: (以姓氏笔画为序)

王如松	王丰年	文 化	牛 汀	冯宗炜	甘师俊
卢兵友	刘静宜	孙思恩	吕富润	李文华	宋 征
迟 计	陈业材	张壬午	张绪祯	张纪臣	杨志强
杨建新	欧阳志云	周德明	赵柏年	赵万智	赵思平
柯 兵	胡成春	胡 聘	施汉昌	高 林	徐 俊
徐 成	秦世学	唐鸿寿	黄钟成	鲍世行	颜京松

Jens Krause Eng-Leong Foo

责任编辑: 高 建

责任校对: 颜世军

序

我国从1992年7月开始由国家计委、国家科委牵头制定《中国21世纪议程》，1994年3月由国务院正式批准通过了《中国21世纪议程》，这是世界上第一个国家级的21世纪议程，是我国关于可持续发展的总体战略纲要，也是我国对实施全球可持续发展战略承诺的具体行动。为有效地实施这一总体战略，我国政府正在积极推动地方可持续发展战略的实施，通过典型示范，探索建立科技引导经济与社会协调发展的机制和模式。

中小城镇是我国实现可持续发展的主体和关键。目前我国有中小城镇5万多个，它们处在城乡融合的交汇点，是一种承上启下，兼有城乡两种特点的城市类型。乡镇企业和中小城镇的崛起，促进了我国的城市化进程，并对我国农业剩余劳动力转移、解决人口结构性矛盾，协调城乡关系，缩小城乡差别等起到了关键作用。但由于中小城镇的工业结构不合理，技术水平和管理水平低，工艺装备落后，集约性、规模性差等原因，造成了一系列的社会、环境和城镇建设等问题，如资源过度消耗、环境污染、生态破坏等。这些问题的出现和日趋严重已成为制约我国可持续发展的瓶颈。

自然资源短缺是长期制约我国国民经济发展的不利因素，同时由于资源的不合理开发利用和传统的高消耗、低产出、高污染、低效益的生产方式和消费模式，加之长期以来中小城镇环境保护投入不足或将环境治理和经济建设分割开来，使生态破坏、资源浪费和环境污染日趋严重。按照可持续发展的思想，指导中小城镇建设以及生产和消费活动，逐步建立一批“最小排放社区”，是在地方开展可持续发展典型示范的重要尝试。通过最小排放社区的建设，建立若干良性循环系统，把生产系统、消费系统和社会系统以及与社会运转有关的其他系统有机结合，从而实现社会大系统的优化。最小排放社区本身要求大力推广清洁生产的新技术和新工艺，同时要求处理好污染的源头与尾端的关系，生产与消费、技术与管理以及政府指导与公众参与的关系，并加强有限资源的循环利用，逐步形成无废或少废的污染物排放的生产体系和运行机制。为此，1992年国家科委与国家体改委联合发出《关于建立社会发展综合实验区的若干意见》，决定会同国家计委等20几个国务院有关部门，1986年在江苏省组织开展的社会发展综合示范点工作的基础上，从中央和地方两个层次建立一批社会发展综合实验区。在不同类型地区，选择具有代表性和典型性的市、县、镇，以及大城市的街区，通过政府的组织和社会各界的参与，促进一批有利于社会经济持续发展的科学技术成果的应用，实现经济、社会和人

口、资源的相互协调和可持续发展。1996年3月八届人大四次会议上通过的我国《国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》提出：“要建立一批科技引导社会发展的综合实验区”。社会发展综合实验区建设从此成为在国家和地方实施《中国21世纪议程》的重要行动。目前国家级实验区已有26个，省、市、自治区级实验区42个，遍及全国20多个省、市、自治区，初步形成了从国家和地方两个层次开展社会发展综合实验区工作的局面，各实验区根据其各自的可持续发展优势和制约因素，形成了各具特色的可持续发展模式，并为周边地区的可持续发展提供了良好的示范，社会发展综合实验区已经成为我国实施可持续发展战略的重要组成部分。

科技引导是促进我国中小城镇实现可持续发展的重要环节。科学技术的进步为中小城镇的可持续发展提供了强有力的支撑和技术储备，为解决中小城镇所面临的关键制约问题提供了可能和机会。科学技术能够促进生产更符合可持续发展的各种产品和商品，并能够促进有限资源的持续利用。科学技术还将推动生产关系的变革，包括推动地方的经济和社会管理的科学决策。但某一项技术的开发和示范，难以形成技术合力和综合配套，不能充分解决中小城镇所面临的可持续发展问题，需要针对中小城镇可持续发展的因素对现有单项技术进行集成、组装、配套、补充开发和系统优化设计，并针对不同类型的社区，提供以实现最小排放社区为目标，通过技术与管理结合实现若干系统优化的成套技术与管理经验。

中国科学院生态环境研究中心在国家“八五”科技攻关中承担了“中小城镇可持续发展先进适用技术的系统研究”的课题。课题组系统地收集、评价及筛选了国内外可持续发展技术，并针对我国中小城镇可持续发展的制约因素进行了综合的系统评价与分析，从而有针对性地开发和集成了大量成套的具有较强操作性的可持续发展适用技术。在这一过程中，他们的成套技术通过示范工程在国家社会发展综合实验区中进行了实施，并得以验证、补充和发展。毫无疑问，这一研究课题的完成和成套适用技术的推出，对推动我国中小城镇的可持续发展提供了有效的软、硬件系统技术和规划管理方法，必将对我国地方可持续发展战略的实施起到引导和促进作用。

甘师俊

1996年11月

绪 言

—

即将过去的20世纪是人类历史上最惊心动魄的世纪。最长足的科技进步，最激烈的大战，最深刻的社会革命、最严峻的人口危机，最空前的生态浩劫都发生在这100年中。经历了一个世纪上下求索的地球人终于意识到，我们所处的系统是一类社会、经济、自然复合生态体，单一的技术革命、社会革命或环境运动解决不了复杂的发展问题。封闭低效的一些国家的官僚体制已自行解体，以掠夺全球资源为代价的西方经济也暮气沉沉。世界正从自然经济的农业社会以及市场经济的城市社会向生态经济的可持续社会过渡。可持续发展已成为世界各国无论东方还是西方、穷国还是富国的共同发展方向。

从斯德哥尔摩的人类环境宣言到里约热内卢的21世纪议程，人类对自身命运的认识实现了一个从消极的环境保护到积极的生态建设、从线性思维到系统思维、从预警性的环境运动到自觉的社会行动的质的飞跃。可持续发展不仅是一种保护环境、发展经济的口号，而且是一个跨世纪的政治、经济、技术、文化和社会发展的行动纲领，是对传统价值观和方法论的挑战，其内涵包括了经济的持续增长、资源的永续利用、体制的公平合理、社会的和谐共生、传统文化的延续、自然活力的维系以及人的能力的综合发展。旨在探讨一种跨世纪、跨区域、跨领域、跨行业、跨意识形态的先进适宜的生产力、生产关系、生活方式、生命素质及生态秩序。这是各国历代科学家、革命家及环境运动人士所梦寐以求的目标，也是人类社会发展的必然归宿。目前，可持续发展口号也已成为我国各级决策、规划、管理部门和科学工作者和报刊文章上常用的术语。但是，持续发展的动力学机制、控制论方法是什么？怎样去调控不同层次复杂的系统关系？怎样去实现有中国特色的社会主义市场经济下的可持续发展？我们尚缺乏坚实的理论基础、系统的价值观、严格的方法论及相应的技术体系。

可持续发展的实质是时、空、量、序多层次上的系统发展。“发展”的英文名词是“Development”，指一种渐近的有序的系统发育、功能完善和协同进化过程。其科学问题的实质可分为三个层次：一是认识论层次，即如何去揭示系统的动力学机制与控制论规律，辨识系统的结构、功能与过程；二是方法论层次，即如何测度系统的复杂性、多样性、异质性和可持续性，如何从时、空、量、序几个范畴去评价、模拟、规划和调控复杂的人类生态关系；三是技术手段层次，即如何去组织、协调与建设可持续的生态

技术、生态体制与生态文化。

工业革命以来发展起来的,以经典物理学为基础的现代科学在揭示从天体到基因不同层次系统的运动规律上取得了长足进展,推进了人类社会的进步。但在揭示包括人在内的生命体与环境间复杂作用关系上却进展缓慢。半个世纪以来的系统生态学研究只是物流、能流分析的物理学方法在生态系统研究中的简单应用,而未建立起有自身学科特色的方法论体系。Peters (1991)在其颇有争议的《为了生态学的批判》一书中对现代生态学方法作了系统的反思,虽然其中某些观点可能过于极端,但确实向传统生态学发起了挑战。习惯于传统的线性思维方法、均质的研究对象和机械论的研究方法,不能说不 是当代生态学面对环境变化挑战而无能为力的一个重要原因。18世纪的工业革命推动了物理学的成熟,20世纪的全球环境变化也必将推动生态学领域的突破性进展。而有着3 000多年系统生态思想史的中国,有可能在20世纪这场革命中作出特有的贡献。

二

人类对其与环境关系的探讨,是一个既古老又年轻、既通俗又深奥的议题。自从人类诞生以来,人就在其生存斗争中孜孜不倦地探索、学习和积累着人与自然关系的生态知识,并形成了一套朴素的人类生态观。

早在3 000多年前,中华民族就已形成了一套鲜为人知的“观乎天文以察时变,观乎人文以化成天下”的人类生态理论体系,包括道理(即自然规律,如天文、地理、水文、气象等)、事理(即对人类活动的合理规划管理,如政事、农事、军事、家事等)、情理(即社会行为的准则,如伦理、法制、道德、信仰等)。中国封建社会正是靠着对这一天时、地利、人和关系的正确认识,靠着物质循环再生、社会协调共生和修身养性自我调节的生态观,维持着其3 000多年来稳定的生态关系和社会结构,以占世界1/15的土地养活了占世界1/4的人口,形成了独特的华夏文明。

西方工业革命给世界带来了物质文明与经济繁荣,但这种文明与繁荣是以掠夺式的生产方式和高能耗、高环境影响的生活方式换来的。这在人口相对稀少,殖民地林立的19世纪及20世纪初叶是可行的。但在人口爆炸、资源短缺、世界各民族都在独立觉醒的现代,这种工业文明或商品经济实际上意味着对自然的野蛮掠夺。

我国自80年代以来,国民经济蓬勃发展,城乡一片生机,但随之而来的人口、资源、环境问题及其间复杂的人类生态风险却令人担忧。

早期资本主义社会“先污染、后治理;先速度、后效益;先腐败、后廉洁”的发展模式,至今在我们一些地区和管理决策人员中还有着一定的市场;由计划经济向社会主义市场经济体制转轨中所涌现出的复杂问题也向科学工作者提出了严峻的挑战。

新的发展需要新的思维,新的思维需要新的科学,复合生态系统生态学正是这样一

门人类可持续发展的方法论科学。

“社会—经济—自然复合生态系统”理论是我国著名生态学家马世骏院士在系统总结中国人类系统生态观及方法论的基础上,结合我国社会经济发展的国情于80年代初提出的人类活动密集区持续发展的认识论、方法论和工程学。马世骏(1984)认为人类活动密集区是一类以人的行为为主导、自然环境为依托、资源流动为血脉、社会体制为经络的复合生态系统,复合生态系统同时受控于自然及社会两类控制系统,只有将人类的社会经济发展与自然环境的保育有机地融合起来,才能实现真正的生态平衡,促进社会的进步。这个观点受到国际学术界的重视,瑞典首相布伦特兰夫人亲自邀请他参加世界环境与发展委员会,并共同起草了著名的布伦特兰特宣言《我们共同的未来》一书,该宣言采纳了马世骏等人的环境与经济必须协调持续发展的观点,最终导致了1992年巴西环境与发展世界首脑会议的召开。不幸的是,马世骏院士没等巴西大会召开就于1991年在主持全国生态农业县建设经验交流会后的回京路上遇难殉职。布伦德兰特夫人在唁电中称马世骏先生为《我们共同的未来》及世界环境与发展委员会作出了极其重要的贡献。

中国复合生态系统理论的提出,得到国内外学术界的好评,国际生态工程学会主席W. Mitsch教授在国际生态工程杂志1993年第2期的评论员文章中称西方科学界将从中国的复合生态系统理论中学习到怎样运用保护自然和合理利用自然相结合的系统方法去建设一种可持续的经济体系。10多年来,复合生态系统理论在全国城乡得到了广泛的应用,特别是在全国51个生态农业县、60余个国家级生态示范区以及26个国家级社会发展综合试验区建设中取得了显著的社会、经济和环境效益,许多研究工作还获得了国家及省部级的科技进步奖。

三

在市场机制激励下振兴起来的中国正经历着质的飞跃。城乡百废俱兴,社会全方位开放,城市化、工业化以前所未有的速度在迅猛发展,形势喜人。1978年以来,我国各级新建开发区的总面积已超过全国5 000年以来建设的城市建成区的总和。以乡镇企业和小城镇发展为龙头的工业化、现代化热潮给中国经济带来了希望和生机。截止到1994年年底,中国乡镇企业工业产值已超过国有工业的产值,占全国工业总产值的57%。乡镇企业的发展促进了小城镇的发展,导致了大批农村劳动力向工业及城市化地区的转移,同时也带来了一系列社会发展、环境影响及城镇建设的迫切问题。主要表现在:(1)单一的城镇经济建设模式导致了生存环境的破坏、土地生产率的下降或丧失、大量良田被城镇建设占用、环境质量(气、水、土壤)降低、生物多样性损失等自然生态环境问题;(2)城镇化、工业化的高速发展需求导致了生物和非生物资源的过度利用、流失或低效开发;

(3)乡镇企业资源利用效率处于较低水平；(4)城镇化、工业化的迅猛发展导致了农村劳动力的大量剩余，农村劳力的就业问题已成为地区发展的突出矛盾；(5)城镇化、工业化促进了大量新兴城镇的产生，导致新旧城镇不协调发展的矛盾已日益尖锐，旧城重建或改造已成为摆在地方或地区政府面前的紧迫问题。这些问题在各类城镇建设中的日益积累，使我国许多城镇患上了不同程度的发展“综合征”，这严重地制约和影响着城镇社会经济的持续发展。如何诊治这些发展“综合征”，使我国城镇及人口密集区逐步走向可持续健康发展的轨道，已成为目前以及今后一个相当长的时期内需要深入研究和探讨的焦点议题。为此，国家科委、计委及体改委于1992年8月联合发文，决定在全国范围内开展以科学技术为先导、以可持续发展为目标的社会发展综合实验区建设。截至1996年10月，全国已有国家级社会发展综合实验区26个，省级实验区40多个。几年来，各级实验区社会经济建设蓬勃发展，人的精神面貌大大改观，生态建设焕然一新，引起许多国际组织、学术团体和国际友人的普遍关注，一些可持续发展国际合作项目正逐渐在部分实验区展开。

社会发展综合实验区的宗旨是以可持续发展为目标，通过科学技术的引导和催化，在生产力、生产关系、生活质量、生命素质和生态秩序五个方面进行综合规划、超前建设、典型示范，促进资源的综合利用、环境的综合整治和人的综合发展，解决制约和影响实验区社会和经济协调发展的瓶颈问题，在确保经济高速健康发展的同时，促进实验区社会与环境事业的系统、综合与协调发展。

可持续发展包括引进和推广先进实用的可持续技术，改革和建立可持续的社会经济管理体制、弘扬可持续的社区文化并培养造就一代具备较强的竞争能力、共生意识和自强不息精神的新人。可持续发展事业是一项开创性的综合事业，是一场从技术、体制到价值观念的彻底革命，需要高含量的可持续发展软、硬技术与方法的投入。为深化实验区改革，巩固和发展已取得的成果，有必要动员从中央到地方的各级科技力量在现有实验区范围内打一场小城镇先进实用技术及生态经济方法领域内的科技攻坚战，旨在增强实验区科技引导及自催化的综合能力，将实验区真正建设成国家级甚至国际水平的典型科学技术示范基地。

可持续发展技术包括以下四层含义：

—— 实用技术

- 高的经济效益
- 低的投入产出比
- 市场前景好
- 简便易学

—— 生态技术

- 资源循环利用和深度加工技术

- 环境整治与保育技术
- 生态系统恢复技术
- 挖掘本地资源潜力
- 可示范技术
 - 有较大的推广价值
 - 时间的长效性与超前性
 - 示范效果显著

- 系统技术
 - 单项技术的集成
 - 一、二、三产业的复合
 - 软、硬件的配套
 - 技术、体制和能力的协调发展

四

本书是国家“八·五”科技攻关项目“中小城镇可持续发展先进适用技术的系统研究”的阶段成果汇集。该项目是一项跨学科、跨部门、新思路、大手笔的研究与开发相结合的系统工程。同传统科研项目不同的是，它由国家科委社会发展司及有关管理部门组织协调，由中国科学院生态环境研究中心和北京智源技术发展公司牵头承担，由国内外200余名从自然科学、工程技术到社会科学的高级专家、学者组成学术核心，由各级实验区及国内外的相关企业参与，旨在将传统的单学科、单目标的分散技术集成、升华为在社区范围内可行的、经济高效、环境合理、系统和谐的整体技术，促进社区生态系统范围内的持续发展。整个研究过程体现了“政府推动，专家引导，社会兴办，群众参与”的上下结合的方针，资金来源除了国家攻关经费外，地方政府及企业的匹配及国际合作等是其重要的渠道。该项目的技术路线包括：

1. 系统辨识及综合集成 组织有关部门、领域的专家、学者和工程技术人员，系统调研、分析和预测我国中小城镇社会经济发展对科技的需求、国内外现有各类可持续发展实用技术在实验区的可行性以及其系统集成的潜力和前景；在系统搜集各类适合小城镇发展的单项技术的基础上，评估、筛选、配套、集成中小城镇社会经济可持续发展的系统技术，编辑科技引导社会发展指南，并分印刷版和电子版发行。
2. 能力建设 在实验区内开展可持续发展的能力建设，强化科技引导机制，建立灵敏的科技信息网络、包括专家咨询网络，为实验区提供相关领域的技术咨询；科技信息网络为实验区工程技术人员提供便捷灵敏的国内外可持续发展技术信息通道，促进同国内外技术网络的在线联络，及时传播和引进适合实验区发展的先进实用的持续发展技

术。分期分批举办各种类型的技术培训和交流会议,以通讯、专题小册子、音像等形式在实验区宣传和传播实用技术,并以广告、宣传媒介等方式对广大居民作持续发展技术教育,以提高居民或社区的可持续发展参与意识。

3. 典型示范工程建设 由中央及地方有关科技部门配合,与当地科技管理人员一起将实用成套技术应用到典型社会发展综合实验区,改善与发展这些技术及其相应的软硬件配套措施;集成建设如下五大技术体系:

——能力建设与技术咨询体系。它包括技术引进的组织管理体系,信息高速公路,人才培养体系,宣传普及体系和管理信息系统等。

——农业资源持续利用及可持续农业技术体系。农业是实验区可持续发展的基础,改变传统的资源利用方式,对农业资源深加工,综合利用,实现种植、养殖、加工一条龙,农、工、商一体化,使有限资源的经济效益最大化,环境影响最小化。如农作物秸秆综合利用技术,饲料、肥料、燃料三料配套工程技术,农村可再生能源如生物质的开发利用技术等。

——工业资源深加工利用及清洁生产的生态技术体系。工业是实验区腾飞的主要支柱,采用先进实用的技术,对工业生产原料进行深层次的加工利用及废弃物的循环再生,有效地降低工业成本,提高经济效益,实现实验区工业高速稳定、健康发展,对实验区的发展具有重要意义。

——可再生能源及能源的清洁利用技术体系。能源是可持续发展的关键,矿物能源的清洁高效利用和各类可再生能源如太阳能、风能、生物能等的综合开发利用,是各级实验区降低污染、提高资源利用效率的重要环节。

——可持续人居环境建设技术体系。城镇物质代谢、水循环、交通通讯、园林绿化、环境卫生、住房及景观、环境等基础设施的生态建设示范技术,促进资源的循环再生和高效利用、提高城镇人居环境的生态适宜度和生物多样性、为城镇居民提供经济实惠高效方便的生活服务体系。

4. 可持续先进实用技术的开发推广 21世纪最有经济前途的产业是生态产业,即在生态系统范围内实现一、二、三产业的联合和无废物生产,各级实验区应建成生态产业的发展基地,向全国提供清洁生产技术和产品,提供传统生产技术向清洁生产技术过渡的工艺改革方法和技术咨询服务。以技术咨询及技术转让为龙头的第三产业应逐渐过渡为一些实验区的主导产业。实验区可持续发展技术开发利用和典型示范的根本目的不仅要促进实验区本身的生态建设和社会发展,而且要以示范工程为核心形成一批有经济效益的系统产品和产业,使其规模化、标准化、系统化,形成一支研究、设计、开发、推广队伍,向全国相应的城镇提供咨询、设计建设服务,并提供成套设备。

本书共分规划管理卷、典型技术卷和系统工程卷三卷:

规划管理卷是从认识论和方法论角度介绍可持续发展概念的由来、内涵、国内外动

态及其科学基础,系统介绍了中小城镇可持续发展的指标体系,及其评价、规划、管理和能力建设的系统技术与方法,同时还包括资源持续利用的生态经济规划、产业振兴的可持续发展规划、社会及人居环境可持续发展规划以及从时、空、量、序出发的城镇可持续发展综合规划方法,城镇人口、资源、环境、结构、功能、过程的管理及可持续能力建设方法等。

典型技术卷包括农业资源持续利用及可持续农业技术、工业资源综合利用及清洁生产技术、清洁能源开发利用技术及可持续人居环境建设与综合治理技术等四篇,荟萃了全国100多位领域专家及其同事们在这些领域的系统技术知识与经验。这些技术大多处于我国该领域的领先水平,符合我国国情,经济效益高,环境影响有利,技术成熟,市场潜力大,开发推广方便。

系统工程卷就社区或生态系统尺度上进行产业组合、系统设计与综合开发的技术与方法,从可持续产业、可持续社区、可持续的区域生命支持系统等三方面介绍国内外近年来社会、经济、环境综合发展的各类系统案例研究。同典型工程卷不同的是,该卷强调技术体系的系统开发与应用,强调从技术(硬件)、体制(软件)和人的能力(心件)结合,因地制宜地促进本系统社会—经济—环境的协调发展。

五

我们这一代人做过很多违背生态规律的蠢事和错事。我们参加过轰轰烈烈的大炼钢铁、全民“除四害”及“围湖造田”的运动。大自然无情的报应使我们终于认识到“人定胜天”是不实际的。只有学会与大自然共生,顺天承运,天人合一,人类才能最大限度地认识自然,利用自然,改造自然,以竞争提高资源利用效率,以共生促进生态关系的公平性,以自生增强系统的可持续能力,这是实现人与自然和谐共处、持续发展的三大手段。可持续发展的最终目的就是要依据生态控制论原理去调节系统内部各种不合理的耦合关系,提高系统的自我调节能力,在外部投入有限的情况下通过各种技术的、行政的和行为诱导的手段去实现因地制宜的持续发展,其方法论的核心是生态整合。它不同于传统科学分析方法之处在于:将整体论与还原论、定量分析与定性分析、理性与悟性、客观评价与主观感受、纵向的链式调控与横向的网状协调、内禀的竞争潜力和系统的共生能力、硬方法与软方法相结合,科学、哲学与工程学方法的联姻。生态综合的目标就是要诱导复合生态系统中:(1)物质、能量、信息的全代谢;(2)竞争、共生、自生的演化机制;(3)生产、生活、生态和谐功能;(4)人口、资源、环境的协调发展;(5)工、农、建、交、商相关产业的横向融合;(6)资源生产、加工消费与还原的闭路循环;(7)时、空、量、序指标的系统调控;(8)财富、健康与文明目标的融合;(9)技术、体制与行为手段的耦合;(10)城镇与乡村以及人与自然关系的和谐共生。

中国最大的特点是人多。从消极观点看，人是“人口”，人人有口要消费，要代谢。有限的资源储备如何能满足急剧增长的人口需求，是对未来中国环境与发展的最大挑战。但从积极方面看，人又是“人力”，包括劳力及智力。中国丰富的劳力资源和出类拔萃的智力资源是未来发展与环境的最大机遇。《礼记·礼运篇》曾将中国社会的进化分为三个阶段，即“乱世—小康—大同”。经历近一个世纪动乱的中国正在从乱世进入小康。未来的“大同”社会，既不是传统的“小桥、流水、人家”的田园社会，也非高楼林立、道路纵横、工厂密布的城市社会，而是一种顺应生态、合乎国情的可持续发展社会。在大力发展市场经济的同时，如何加强企业的生态意识、政府的宏观调控及民众的社会监督，探讨合理、合法、合情、合意的可持续发展手段，是实现有中国特色的城镇可持续发展的关键，也是本书的宗旨之所在。作为抛砖引玉，本书的出版如能激起更多同仁对可持续发展理论、方法与技术的兴趣，促进决策者、企业家及普通民众与科学工作者的对话与合作，共同投入振兴中华生态的事业中来，就是笔者最大的欣慰。

王如松

1996年11月

目 录

序	甘师俊
绪言	王如松
1 可持续发展的产业生态工程	(1)
1.1 农牧复合生态工程	(1)
1.2 农业生物资源综合利用生态工程	(5)
1.3 种植业、养殖业、太阳能及沼气利用四位一体能源生态工程	(11)
1.4 肥料、饲料、燃料配套发展生态工程	(16)
1.5 西安养殖场生态工程	(20)
1.6 农村可再生能源综合建设工程	(25)
1.7 以沼气为纽带的生态农场	(30)
1.8 工业有机废水沼气工程	(37)
1.9 山区综合开发型生态农业工程	(42)
1.10 农村庭院生态工程	(49)
1.11 半干旱地区集水农业工程	(53)
1.12 绿色食品蔬菜园艺工程	(63)
1.13 池塘综合养殖生态工程	(73)
1.14 漳州地热水产养殖示范工程	(107)
1.15 地热干燥与热能梯级利用工程	(111)
1.16 玉米资源综合利用生态工程	(116)
1.17 有序炉群密闭式消烟炼硫工程	(123)
1.18 水煤浆制浆工程	(127)
2 可持续发展的社区建设工程	(146)
2.1 创建文明新社区	(146)
2.2 社区煤气、热(冷)、电联供工程	(151)
2.3 福州地热田集中供(热)水工程	(156)
2.4 生物质气化系列工程	(160)
2.4.1 生物质气化工程的背景、意义及技术进展	(160)
2.4.2 秸秆气化集中供气工程	(163)
2.4.3 生物质干馏热解集中供气工程	(165)
2.4.4 生物质循环流化床燃气站	(169)
2.5 太阳能在社区建设中的典型应用工程	(174)

2.6	偏远地区风能综合利用工程	(183)
2.7	煤炭地下气化示范工程	(188)
2.8	低温核供热反应堆工程	(197)
2.9	建筑节能示范工程(中英合作)	(203)
2.10	社区噪声控制系统工程	(209)
2.11	生活垃圾管理、处理及资源化生态工程	(224)
2.12	泰和通式卫生厕所与粪便资源化工程	(242)
2.13	农村景观生态工程	(245)
2.14	洗车废水的处理与回用工程	(249)
2.15	社区便民商业连锁服务工程	(252)
2.16	北京月坛社区卫生与健康示范工程	(256)
2.17	北京市西城区管理信息系统示范工程	(261)
2.18	智能建筑工程	(271)
3	城乡环境综合整治及生态建设工程	(290)
3.1	山江湖开发治理工程	(290)
3.2	以治理水土流失为中心的农业生态工程	(296)
3.3	山区小流域综合治理开发生态工程	(301)
3.4	太行山丘陵区生态恢复与林业生态工程建设	(307)
3.5	湿地农业生态工程	(313)
3.6	大丰滩涂综合开发工程	(320)
3.7	海岸带米草生态工程	(326)
3.8	包头西郊污染地区生态恢复示范工程	(333)
3.9	矿山复垦生态工程(以山西孝义铝矿为例)	(338)
3.10	新疆荒漠-绿洲生态工程	(344)
3.11	禹城盐碱低洼地改造与综合利用生态工程	(354)
3.12	苏州纳污河生态工程	(361)
3.13	雨水资源化系统工程	(366)
	参考文献	(373)
	编后记	(379)

1 可持续发展的产业生态工程

1.1 农牧复合生态工程

关键词 农牧复合 生态工程 良性循环

工程意义及技术进展

(1) 问题分析

畜牧业是实现农业生态系统中生态及经济良性循环的重要因子。一般来说,种植业提供的产品大约有 1/5 能直接作为人类的食物或工业原料,即初级生产产出的物质直接利用系数极低。畜牧业是生产者和分解者之间的能量与物质转换的存储器,通过它对初级产品的消费,尤其是可以充分利用秸秆等第一性生产的废物,转化成动物性产品及畜力。农业与畜牧业的结合,关键在于农产品秸秆及畜牧业粪便等的高效利用,实现无废弃物物的清洁生产。

(2) 目的与意义

农牧复合是实现农业生态系统良性循环,特别是土地利用持续不衰的根本措施。西方常规农业的发展表明,在农业生产中如果人为地割裂种植业和畜牧业,不仅会引起水土流失和土壤退化,使农业环境污染日趋严重,而且种植业与畜牧业的效益都会下降。因此,进行农牧复合生态工程建设,通过种植业和养殖业的结合,实现农业生态系统的良性循环,提高资源利用效率,避免畜禽粪便造成环境污染,在我国农牧业生产中具有十分重大的意义。

(3) 国内外进展

中国农业具有农牧结合的优良传统。目前我国广大农牧区的农牧复合生态工程主要有如下类型:

① 适宜城郊的农牧结合模式,如

高产草地、饲料地饲草——饲料加工——舍饲奶牛、禽—— $\left\{ \begin{array}{l} \text{鱼池} \\ \text{沼气池} \end{array} \right\}$ ——草地、饲料地;

蔬菜地、配合饲料——舍饲奶牛、禽—— $\left\{ \begin{array}{l} \text{食用菌} \\ \text{蚯蚓} \end{array} \right\}$ ——蔬菜地;

② 适宜农村的农牧结合模式,如

林网——粮草间作轮作——猪、牛、禽—— $\left\{ \begin{array}{l} \text{鱼塘} \\ \text{沼气池} \end{array} \right\}$ ——农田;

农田防护林——羊、牛—— $\left\{ \begin{array}{l} \text{食用菌} \\ \text{蚯蚓} \end{array} \right\}$ ——草场、农田;

山区——舍饲牛、羊——沼气池——农田；

③ 宜牧区的生态模式，如

草甸草原——补饲奶牛、细毛羊——人工草场；

草甸草原——肉牛、细毛羊——人工草场；

干草原——细毛羊、肉牛——人工草场；

干草原——半细毛羊、肉牛——人工草场；

荒漠草原——白山羊、三北羊、骆驼——基本草场；

荒漠——骆驼、白山羊——基本草场。

国外也十分重视农牧复合系统，美国的玉米带与养猪带相重叠即与此类似；但国外复合系统模式中，组分较为简单，重点是解决畜禽粪便运用，此外机械化程度较高。

工程内容

(1) 工程原理

运用系统工程方法，实现农业生态系统的宏观调控与管理，建立一个种植业和养殖业的有机结合、多种产品输出、高度开放的生产系统与物质良性循环、合理投入的较为稳定和自组能力强的农牧复合生态系统。

(2) 工程内容要点

① 以太阳能高效利用、猪粪沼气发酵池相结合的保温型猪舍建设与完善为主要内容的养猪生态工程，使全部猪粪通过沼气池发酵，提高粪便综合利用效率。主要内容包括：

猪舍型三位一体塑料大棚建设，改善厌氧发酵条件，提高沼气池厌氧发酵水平；

沼气的利用，重点是贮气系统建设，甲烷气管道输送装置及炊事、产品加工供热等设计与建设；

沼气残余物、沼渣沼液的农田和池塘高效利用技术与建设。其中包括沼液沼渣沉降分离设施建设、沼液净化池建设、沼液抽提泵站及管道化输到农田、果园及鱼塘的设计与工程；

猪舍冲刷清洗废水的贮存、农田输送渠道及水葫芦养殖技术开发。

② 沼渣沼液产业化技术开发，包括以沼液为主要成分的作物专用络合营养液的产品开发，沼渣饲养蚯蚓及蚓粪饲料化及专用肥的开发。

③ 秸秆氨化或微生物发酵技术，提高饲料利用率。主要技术方法有：

青贮：利用微生物厌氧发酵来保存青绿饲料营养，可将营养物质最大限度地保存下来。玉米、高粱在籽实收获后如立即铡切，即可以青贮。鲜稻草与各种青绿藤蔓、牧草、水生饲料均可制作青贮。目前青贮的主要工序是由汽车拖拉机运输，人工装卸，铡草机铡切喷射进青贮窖内，最后履带拖拉机压实。

氨化：氨化作用之一是使纤维素能更多地被牲畜消化吸收，使秸秆的消化率提高20%左右，采食量也相应提高20%左右；作用之二是增加秸秆的粗蛋白含量，氨化后秸秆总的营养价值可提高1倍，1公斤氨化秸秆相当于0.4～0.5公斤燕麦的营养价值。

秸秆氨化的方法有堆垛法、氨化池（窖）法和氨化炉法。

热喷：该技术基本原理是在装有秸秆的容器内通入中、低压蒸汽，然后突然释放，