
互花米草

生态工程

钦 佩 张焕仕 覃凤飞 编著



化学工业出版社

互花米草 生态工程

钦 佩 张焕仕 覃凤飞 编著



化学工业出版社

·北京·

本书在阐述生态工程理论的基础上,集成了互花米草引种40年来的互花米草生物质分层多级利用的相关研究。其中,“生态工程理论与米草生态工程概述”包括:生态工程理论与实践;互花米草的引种;互花米草的正负生态效应;米草生态工程概述。“一级层面:原位利用研究”包括:互花米草自组织系统的生态效益;互花米草饲喂奶牛;互花米草与野放麋鹿。“二级层面:食用研究”包括:互花米草提取物的新资源食品研发;互花米草提取物的功效成分研究;互花米草提取物的增强机体免疫力研究;互花米草提取物的降血脂研究;互花米草提取物的降血尿酸研究。“二级层面:饲用研究”包括:米草精粉饲喂蛋鸡试验;米草精粉饲喂奶牛试验;生物矿质液用于淡水珍珠培育试验;互花米草提取物的饲用前景。“三级层面:互花米草渣综合利用研究”包括:互花米草渣综合利用的产业链设计;互花米草根区土壤中的解磷菌;米草解磷菌与AM真菌的复合效应;互花米草渣的综合利用。

本书可供大专院校生态环境学科、海洋渔业学科用作教学参考书,也可作为生态环境领域、海洋领域和湿地研究的科研人员、从业者宝贵的学术参考专著。

图书在版编目(CIP)数据

互花米草生态工程/钦佩,张焕仕,覃凤飞编著.

—北京:化学工业出版社,2019.9

ISBN 978-7-122-34586-8

I. ①互… II. ①钦… ②张… ③覃… III. ①禾本科
牧草-多年生植物-研究 IV. ①S543

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第104605号

责任编辑:夏叶清 高宁

文字编辑:焦欣渝

责任校对:王鹏飞

装帧设计:张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张20 $\frac{3}{4}$ 字数318千字 2019年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:98.00元

版权所有 违者必究

纪念互花米草研究 40 周年

——献给已故著名生态学家仲崇信教授



前 言

1979年我回母校南京大学攻读研究生，师从我国著名生态学家仲崇信教授。时年，仲先生受命于国家科学技术委员会（国家科委），组团赴美引进互花米草，用于我国沿海地区的抗风防浪和促淤造陆。互花米草（*Spartina alterniflora*）原产于美国大西洋沿岸，仲先生的团队从美国北卡罗来纳、佐治亚和佛罗里达引进了三种不同生态型的互花米草种质资源。经过40年的发展，如今互花米草在我国沿海滩涂已发展到55468hm²，江苏的种植面积在沿海各省、自治区中最大，为21843hm²。互花米草植株高大，地下部分发达，繁殖力强，生产力高，在抗风防浪、促淤造陆和固碳等方面发挥了不可忽视的正生态效应，给沿海地区带来了巨大的生态、经济和社会效益；而这与生俱来的生物学强势使该物种在海滨盐沼形成发展速度很快的单种优势群落，对本土生态系统体现出一定的入侵性，从而产生了一定的负生态效应。

我不赞成对外来种互花米草进行单纯挞伐和全面否定。1979年，当我看见仲先生带回的这种高抗性、高生物量的植物时，刹那间似一股电流麻遍全身，引起了我对这个物种特别的兴趣，冥冥中我这一辈子就和它结下了不解之缘。20世纪80年代初，当我和我的同事手捧第一杯米草提取物饮料，端详着亮黄色的它，品嗅着它的清香时，我当即决定对米草提取物进行深入研究。经过8年的努力攻关，我们课题组得到了中华人民共和国卫生部（现为中华人民共和国国家卫生健康委员会）新资源食品的批文：

以米草为原料的“微多饮料”[卫新食准字(1994)第06号];又过了3年,我们和一家企业联手获得了中华人民共和国卫生部的保健食品批文:以米草提取物为原料的“复合米草口服液”,又名“肝宝口服液”[卫食健字(1997)第321号]。几十年来,对互花米草的资源化利用,开展的生态工程研究,成为南京大学盐生植物实验室的主要研究方向,并收获了一系列令人瞩目的科技成果:获得各类科技进步奖10多项,申报发明专利46项(其中20项已获批准授权)。在2017年中华人民共和国科学技术部重点专项“长三角典型河口湿地生态恢复与产业化技术”(2017YFC0506005)的资助与推动下,南京大学与南京壹唯壹生物科技有限公司于2017年签约,在国家大健康战略指导下实现了互花米草及微多饮料的产业化。

在仲崇信教授提出米草生态工程的基础上,20世纪90年代初,我正式提出了“米草绿色食品生态工程”,并完善了米草生态工程的有关内容:利用我国引种的大米草和互花米草所进行的海滨生态工程的研究和设计,其宗旨在于保护和利用相结合,合理开发资源,充分利用米草人工湿地的生物量和系统的能量,既发挥其保滩护堤的功效,又不失时机地进行绿色食品的开发和综合利用,促进生态系统的良性循环,做到对人类社会和自然环境都有益无害,有利于海滨地区的可持续发展。

汇集我的研究团队40年来有关互花米草的应用开发研究及产业化成果,编著成书十分必要:不仅有利于学术界对该物种的全面认识,丰富我们对外来种生态控制与资源化利用相结合的技术路线和方法,也做到兴利除弊,充分利用海滨生态系统的绿色生物质,为民造福,为社会谋利。

本书在阐述生态工程理论的基础上,集成了互花米草引种40年来的互花米草生物质分层多级利用的相关研究。

本书的第1~4章由本人负责编撰,覃凤飞博士提供了她博士期间的研究内容,纳入第2章第2节;第5章由张焕仕博士负责编撰。全书由我统筹定稿,张焕仕博士校阅。

互花米草生态工程具有以下4大特色:一、“洋为中用”的特色,外来种引进中国,将其转变为我国的植物资源加以利用;二、本土化的特色,首先是物种的归化,使其逐步融入本土生态系统,其次是按照中国本土的利用方式对其加以开发利用;三、分层多级的利用特色,如本书所述,至少包含三个利用层级;四、层层剥笋、逐步深化的利用特色,如获

取了互花米草提取物生物矿质液，开发了系列新资源食品，进而开发了抗痛风、降尿酸的功能食品，现在分离、纯化和鉴定了18种单体化合物，之后将向新药开发深入推进。

春夏秋冬四十回，
米草归真入华夏。
生态工程展翘楚，
风起云涌迎造化。

站在黄海之滨，放眼望去，绿色的互花米草高大密集，俨然是一片沃野。希望我们的生态工程技术研究成果，将万顷碧绿转化为受大众欢迎的系列科技产品，为民造福，为国出力。

在此，对南京大学盐生植物实验室的同仁和同学们表示由衷的感谢！你们的研究工作丰富了本书的相关内容。

感谢夫人马惊涛女士在我40年米草研究生涯中的暖心陪伴、倾情相助、如影随形！

本书的研究和出版工作得到2017年中华人民共和国科学技术部重点专项（2017YFC0506005）、江苏省盐土生物资源研究重点实验室建设基金、南京壹唯壹生物科技有限公司专项基金的资助，特此致谢！

南京大学 钦佩

2018年12月31日于南京



目 录

第一章 生态工程理论与米草生态工程概述	001
第一节 生态工程理论与实践	002
一、生态工程学的产生	002
二、生态工程学产生的理论基础	004
三、生态工程和生态技术	005
四、生态工程产生的现实基础	008
五、生态工程学的发展	011
第二节 互花米草的引种	014
一、互花米草的生物学特征	015
二、互花米草的生态学特征	016
三、互花米草扩张的相关研究	022
第三节 互花米草的正负生态效应	024
一、近十年的国际关注动态	025
二、互花米草的正负生态效应	027
三、互花米草的本土化趋向	032
四、互花米草的生态控制策略	039
五、结论	041
第四节 米草生态工程概述	041
一、米草生态学及其研究概述	041

二、米草生态工程的设计	043
三、米草生态工程的三级效益的评估	046
四、米草生态工程的实用意义及生态学意义	048
参考文献	051
第二章 一级层面：原位利用研究	060
第一节 互花米草自组织系统的生态效益	060
一、互花米草生态系统的最大功率化	061
二、互花米草的抗风防浪与保滩护岸	070
三、互花米草的促淤造陆	072
第二节 互花米草饲喂奶牛	076
一、互花米草不同生理期的饲用营养价值	079
二、日粮添加互花米草对奶牛瘤胃发酵的影响	083
三、不同互花米草添加量日粮条件下瘤胃纤维素酶活性的变化 及其对互花米草降解特性的影响	093
四、日粮添加互花米草对奶牛瘤胃细菌多样性的影响	108
第三节 互花米草与野放麋鹿	115
一、野放麋鹿种群大小、警戒行为和生活痕迹	115
二、野放麋鹿的生境选择	121
三、野放麋鹿生境中互花米草和芦苇两个生态系统的 比较	132
参考文献	141
第三章 二级层面：食用研究	149
第一节 互花米草提取物的新资源食品研发	150
一、技术方案	150
二、具体实施方式	151
第二节 互花米草提取物的功效成分研究	172
一、互花米草类黄酮的生成与初级生产的关系 (钦佩等, 1991)	173
二、互花米草不同器官黄酮含量分析	175
三、互花米草提取物重要化合物的分离、纯化和鉴定	

研究	176
第三节 互花米草提取物的增强机体免疫力研究	180
一、基于嗜中性粒细胞对金黄色葡萄球菌的吞噬率试验 (姜允申等, 1995)	181
二、人群溶菌酶含量变化的测试 (姜允申等, 1995)	183
三、小鼠耐缺氧的测试 (姜允申等, 1995)	184
四、果蝇生存观测试验 (姜允申等, 1995)	184
五、互花米草总黄酮免疫活性的研究 (张康宣等, 1992)	186
第四节 互花米草提取物的降血脂研究	188
一、米草降脂胶囊的研究 (钦佩等, 2005, 专利号: ZL03112699.5)	189
二、米草总黄酮的降血脂研究	192
第五节 互花米草提取物的降血尿酸研究	195
一、对高尿酸血症健康管理的国家政策	195
二、互花米草提取物用于抗痛风、降血尿酸的研发	198
三、三种米草化合物用于降尿酸等功效的动物模型研究	204
参考文献	212
第四章 二级层面: 饲用研究	214
第一节 米草精粉饲喂蛋鸡试验	214
一、材料与方法	216
二、结果与分析	217
三、结论	223
第二节 米草精粉饲喂奶牛试验	224
一、材料与方法	226
二、结果与分析	229
三、结论	232
第三节 生物矿质液用于淡水珍珠培育试验	233
一、材料与方法	234
二、结果与分析	235
第四节 互花米草提取物的饲用前景	238

一、米草精粉增强机体免疫力的测试	239
二、米草精粉与黄芪多糖的免疫活性比较研究	240
参考文献	242
第五章 三级层面：互花米草渣综合利用研究	245
第一节 互花米草渣综合利用的产业链设计	246
一、互花米草渣综合利用产业链设计的理论基础	246
二、互花米草渣相关产业分析	248
三、互花米草渣产业链设计	252
第二节 互花米草根区土壤中的解磷菌	253
一、解磷菌的分离鉴定	254
二、解磷机制的研究	269
三、安全性研究	274
四、结论	288
第三节 米草解磷菌与 AM 真菌的复合效应	291
一、海滨盐土接种不同比例米草解磷菌和 AM 真菌对蓖麻 生长和土壤酶活性的影响 (张焕仕等, 2013)	292
二、米草解磷菌和 AM 真菌对海滨锦葵生长和 根际土壤团聚体的复合效应研究	299
第四节 互花米草渣的综合利用	304
一、食用菌栽培基质利用	304
二、蚯蚓养殖基质利用	307
三、互花米草渣制备有机肥研究	308
四、互花米草渣制备生物有机肥研究	311
参考文献	314



第一章 生态工程理论与米草生态工程概述

对于外来种互花米草，单纯进行挞伐、全面否定式的研究既是片面的，也是不负责任的。笔者对这一高抗性、高生物量的植物进行资源化利用，开展生态工程研究，并收获了一系列令人瞩目的成果。20世纪80年代末，仲崇信教授和钦佩教授提出米草生态工程，其主要内容是总结了利用米草生态系统自组织的功能，在自然条件下所发挥的生态功效及产生的综合效益：保滩护堤，抵御台风和巨浪对海堤的侵蚀作用；促淤造陆，从而有利于围垦、增加耕地的作用；增加土壤有机质，对盐渍土的改良作用；就地取材被用作饲料、燃料和绿肥等。20世纪90年代初，钦佩正式提出了“米草绿色食品生态工程”，并完善了米草生态工程的有关内容：利用我国引种的大米草和互花米草所进行的海滨生态工程的研究和设计，其宗旨在于保护和利用相结合，合理开发资源，充分利用米草人工湿地的生物量和系统的能量，既发挥其保滩护堤的功效，又不失时机地进行绿色食品的开发和综合利用，促进生态系统的良性循环，做到对人类社会和自然环境都有益无害，有利于海滨地区的可持续发展。很显然，互花米草生态工程重点关注互花米草生物质的分层多级利用，本章将在阐述生态工程理论的基础上，回顾互花米草的引种及其相关研究，分析互花米草的两面性和正负生态效应，然后对互花米草生态工程进行概述性的介绍。

第一节 生态工程理论与实践

一、生态工程学的产生

我国有数千年的农作传统和经验，其中，“轮、套种制度”“垄稻沟鱼”“桑基鱼塘”等就是相当成熟的生态工程模式，就生态工程的实际应用来说，我国已有数千年的历史。马世骏先生早在 1954 年就曾提出“生态工程”一词，但是当时还没有其特定的研究对象、理论和方法，尚不能成为一门学科。

公认的生态工程思想和生态工程 (ecology engineering) 名词是由美国著名系统生态学家 H. T. Odum 于 1962 年首先提出，并将其定义为：“为了控制生态系统，人类应用来自自然的能源作为辅助能对环境的控制”“人类利用少量的辅助能对环境进行管理，来控制以自然资源为基础的生态系统”“管理自然就是生态工程，它是对传统工程的一个补充，是自然生态系统的侧面” (Odum, 1962, 1963, 1971)。

20 世纪 80 年代，欧洲的 Straskraba (1984, 1985) 等提出“生态工艺技术”，将它作为生态工程的同义词，并定义为“在环境管理方面，根据对生态学的深入了解，花最小代价的措施，对环境的损害又是最小的一些技术”或“基于生态学知识，利用技术手段管理生态系统，以减少管理费用，并减轻管理活动对环境的干扰”。

马世骏教授在 1979 年度中国环境科学学会成立大会上发表了《环境系统理论的发展和意义》一文，文章指出：在工业发展过程中，出现的环境干扰和迫切需要采取的保护政策，促使我们不得不在社会-经济-自然生态系统-资源物质系统之间，考虑多方面互相依赖的特点，从而在社会科学和自然科学之间产生新的杂交科学前沿，即社会-经济-自然生态系统的结合。文章同时指出：连接多系统的循环关系，可以及时有效地把人类和动物的废物运回土壤，把工业废物分别加以分解或再生，这对持续性地维持现代化都市的优良环境和支持郊区现代化农业是重要的，它依据的机理就是模拟自然生态系统长期持续链状结构的功能过程，可称为生态系统工

程。继而精辟地提出生态工程是生态学的原理在资源管理、环境保护和工农业生产中的应用，从而为引导国内外生态工程研究打开了思路，奠定了坚实的理论和实践基础。马世骏（1984）为生态工程下的定义为“生态工程是应用生态系统中物种共生与物质循环再生原理，结构与功能协调原则，结合系统分析的最优化方法，设计的促进分层多级利用物质的生产工艺系统。生态工程的目标就是在促进自然界良性循环的前提下，充分发挥资源的生产潜力，防治环境污染，达到经济效益与生态效益同步发展。它可以是纵向的层次结构，也可以发展为几个纵向工艺链索横向联系而成的网状工程系统”。熊文愈（1988）认为：“生态工程即生态系统工程，是系统工程和生态系统的结合，即利用分析、调整、决策、规划、模拟、预测、设计实验、管理和评价等系统工程技术，对生态系统进行设计和管理的技术”。

1989年由马世骏主编的《中国的农业生态工程》一书在我国出版。1989年，马世骏及颜京松、仲崇信等教授参与美国 W. J. Mitsch 和丹麦 S. E. Jorgensen 主编、多国学者参编的世界上第一本生态工程专著 *Ecology Engineering*，成为生态工程学作为一门新兴学科诞生的起点。应当指出，由于生态工程的真正内涵及其研究是从我国开始传到国外的，1984年美国召开的一次生态学术讨论会上，当马世骏教授介绍了我国生态工程的思想 and 研究现状时，引起了与会学者的浓厚兴趣和广泛关注；1989年10月美国密歇根州立大学生态学家 Dean Haynes 教授来华讲学时，完整地引用了马世骏关于生态工程的定义。

美国著名生态学家 W. J. Mitsch（1988）将生态工程定义为：“为了人类社会及其自然环境二者的利益而对人类社会及其自然环境进行的设计”，后来又补充道，“它是自我设计生态系统而用原始工具的技术。其成分主要是世界上所有的生物种类”（Mitsch, 1991）。1993年，在为美国国会撰写的文件中，他又将生态工程的定义修改为“为了人类社会及其自然环境的利益，而对人类社会及其自然环境加以综合的且能持续的生态系统设计。它包括开发、设计、建立和维持新的生态系统，以期达到诸如污水处理（水质改善）、地面矿渣及废弃物的回收、海岸带保护等，同时还包括生态恢复、生态更新、生物控制等目的”（Mitsch, 1993）。

二、生态工程学产生的理论基础

生态工程学的产生有其科学理论基础和方法论基础。首先，二十世纪三四十年代以来，科学技术与生产力进入一个突飞猛进的新时代，系统科学、控制论、信息论、协同论、耗散结构论、突变论及混沌现象、自组织论等理论的广泛应用，开拓了科学家的宇宙观，使他们注意到整体、开放与动态，另外电子计算机和痕量物质分析等技术的发展，为进行复杂系统结构和功能的分析、模拟创造了条件，这些相邻学科发展的感召效应促使生态工程学的产生。生态学研究的整个领域都取得了重大进展，许多重要理论在这一时期得以形成。特别是生态系统概念的提出和生态系统生态学的建立，从过去传统的对自然界分门别类，且越分越细的研究倾向，变为以整体观、系统观为指导，在分析的基础上进行综合的突破。它将物理学、化学、生理学、毒理学、数学等自然科学的基础理论、成就，农学、土壤学、水产学、畜牧学、林学、环保工程学、运筹学、计算科学等多种技术科学，以及社会学、经济学等人文科学的成果吸收进来，使生态学研究提高到一个崭新的水平层面。应用生态学的多个分支，如农业生态学、城市生态学等也在这一时期迅速发展，并取得了许多重要成就，这些为生态工程概念的完善和生态工程学的建立奠定了科学基础。此外，系统科学的发展特别是生态工程学在各领域中的广泛应用为生态工程的研究也提供了理论和方法基础，发挥了重要作用。

早期的生态学只是一种观点，通过近一个世纪的努力，人们为复杂的自然现象建立了生态学概念、方法和理论。即便如此，生态学也仅被为数不多的从事学术和应用研究的生物学家以及牧场、林业、渔业和狩猎区的管理人员所熟悉。时至今日，生态学已从朦胧走向光明。自20世纪60年代以来，人口危机、能源危机、粮食危机、资源危机，特别是生态环境危机已引起广大民众和政府的关注，生态学被视为解决这些危机的科学基础。因此，从那时起，生态学便面临着两个发展方向：①从复杂的自然环境关系中逐步完善和发展生态学理论和方法；②根据其理论和原则，对许多实际问题提供专门指导，解决现实和未来的生态环境危机。在此情况下，应用生态学应运而生。

近 30 年来,生态工程学发展为应用生态学的热点分支之一。它是一门新兴的多学科交叉渗透形成的边缘学科和综合工程学,它以复杂的社会-经济-自然复合生态系统为对象,应用生态系统中物种共生、物质再生产循环及结构与功能协调等原则,结合系统工程最优化方法,以整体调控为手段,以人与自然协调关系为基础,高效和谐为方向,时空结合为主线,为人类社会及自然环境双双受益和资源环境可持续发展而设计的具有物质多层分级利用,良性循环的生产工艺体系,以期同步取得生态环境效益、经济效益和社会效益。生态工程是一门实用技术,它已成功地用于废污水资源化处理、湖泊富营养化控制、热带森林管理、盐场管理、水产养殖、土地改良、废弃地开发和资源再生等方面,并取得了显著的效益。

西方国家在生态工程研究方法与成果方面领先于世界。其早期主要注重研究、分析生态系统组成成分及机制,并在此基础上建立定量揭示系统的物流、能流和行为特征的动态模型与优化控制模型等。Jorgensen & Mitsch (1989) 曾将生态工程原理归纳为 13 项并加以解释:①生态系统结构和功能取决于强制函数,如化学物质(包括水在内)输入及温度等;②生态系统是自我设计(自我组织)系统;③在生态系统中物质是循环的;④生态系统协调需要生物功能和化学成分的一致性;⑤在生态系统中变化的过程具有随时间变化的特征;⑥生态系统成分具有空间范围;⑦生物和化学多样性对生态系统中缓冲能力的贡献;⑧生态系统在其地理边界上是极有价值的;⑨群落交错区是一些生态系统间的过渡带;⑩一些生态系统和另一些生态系统是结合的;⑪具有脉冲形式的生态系统常具有高生产力;⑫生物相互联系,尤其是在生态系统中;⑬生态系统具有与其先前进化的关系相一致的反馈机制、复原及缓冲的能力。

三、生态工程和生态技术

马世骏教授早在 1954 年研究防治蝗虫灾害时即提出调整生态系统结构、控制水位及苇子等改变蝗虫滋生地,改善生态系统结构和功能的生态工程设想、规划与措施,并取得了显著的生态效益和经济效益。生态工程是在 20 世纪 50 年代后期以来,科技突飞猛进、工业迅速发展,部分资源紧张,环境污染及破坏日益严重,全球生态危机激化,人们寻求解决对策

和途径这一社会需求的动力牵引下应运而生。另外，生态学本身不断地自我完善，由过去的更多地显示它的自然属性转向更强烈地显示它的社会属性，由深层解析置换了表象描述，由对人类社会的被动追随到主动参与。这些因素的共同作用，赋予生态工程以“增幅共振”的效果。全球生态危机和社会问题的主要表现是环境污染与破坏、人口激增、能源短缺、自然资源遭受破坏、食物不足等，这些虽是人类面临的共同问题，但它们在不同国家和地区的表现不尽相同。中国和欧美等西方国家生态工程产生的社会背景，包括社会、经济、历史、文化传统、科学技术发展程度和现状等有所不同，致使研究和应用生态工程的目的、理论基础、研究与应用的对象、设计原则、技术路线、生物多样性、能源、价值等方面各有特点，比较这些特点，相互学习、取长补短，将有利促进生态工程在全世界的进步与发展。

1989年由中国、美国、丹麦、日本等国生态学家合著的 *Ecological engineering: an introduction to ecotechnology* 一书在美国正式出版，较系统地阐述了生态工程研究对象、理论方法及一些案例，生态工程学自此才成为一门学科。故其历史很短，是新生的学科。新生的事物往往具有强的生命力和巨大的发展潜力，但是新生的事物往往也有不够完善与成熟的一面。因此，从事这门学科的研究与应用，一方面有广阔的天地可以大有作为，另一方面由于它目前还不够完善，就需要不断地创新和探索来促使这门学科日臻完善。由于文化背景和发展道路的不同，我国和西方生态工程在思想、方法技术和发展模式等诸方面有所不同，但互相补充，互相借鉴，有利于学科的发展。中国和西方生态工程学的比较见表 1.1。

表 1.1 中国和西方生态工程学的比较

项目	欧美地区	中 国
背景	经济及科学技术发达,生态危机主要表现在环境污染	经济及科学技术正在发展中,生态危机表现在人口众多、资源破坏、能源不足、食物不充裕和环境污染等多方面
理论基础	以生态学原理及生态控制论为主,综合多门自然基础学科	以生态学原理及生态控制论为主,综合多门自然和应用技术学科及社会学科
对象	以自然生态系统为主,或重建生态系统	以社会-经济-自然复合生态系统为主
目的	以环境保护为主,兼顾经济效益	经济、生态、环境和社会的综合效益