

林（竹）+草植被恢复生态功能 及冠层郁闭度研究

Lin (zhu) + Caozhimei Huifu Shengtai Gongneng
Ji Guanceng Yubidu Yanjiu

张学权 / 编著



电子科技大学出版社

林（竹）+草植被恢复生态功能 及冠层郁闭度研究

Lin (zhu) + Caozhibei Huifu Shengtai Gongneng
Ji Guanceng Yubidu Yanjiu

张学权 / 编著



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

林(竹)+草植被恢复生态功能及冠层郁闭度研究 /

张学权编著. —成都: 电子科技大学出版社, 2014. 7

ISBN 978-7-5647-2449-8

I. ①林… II. ①张… III. ①牧草—生态恢复—研究

②牧草—林冠—郁闭度—研究 IV. ①S54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 136576 号

林(竹)+草植被恢复生态功能及冠层郁闭度研究

张学权 编著

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦
邮编: 610051)

策划编辑: 曾 艺

责任编辑: 曾 艺

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都蜀通印务有限责任公司

成品尺寸: 170 mm×240mm 印张 9 字数 200 千字

版 次: 2014 年 7 月第一版

印 次: 2014 年 7 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-2449-8

定 价: 30.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

为了综合整治华西雨屏区退化的坡耕地环境,调整农业产业结构,寻求最佳林(竹)+牧草治理模式,本书以洪雅县柳江镇退耕还林区域和四川农业大学张家坪教学实践基地为主要研究对象,经过4年的系统研究,从三个方面开展试验设计,即在比较不同牧草水土保持性能、产量、耐荫生长能力和生长量的基础上,筛选区域适宜种植的牧草;在模拟不同遮荫梯度下比较优选牧草的生长状况、净光合速率以及结合生产实际,调查该牧草遮荫种植下的经济收益情况,分析林(竹)+牧草种植模式的冠层适宜遮荫度(或郁闭度);通过对几种林(竹)+牧草植被类型的生态定位观测,比较不同植被类型涵养水源、改良土壤和保持水土的生态功能发挥。

全书共分10章。

第一章简要介绍了研究目的意义、内容及方法路线。

第二章全面探析了生态工程、生态退化、生态恢复等概念及其内涵,系统探讨了坡耕地生态系统、植被恢复与重建和林草复合植被模式的研究进展。

第三章系统地从牧草产量、水土保持性能和耐荫性能的角度对区域林下适宜种植的牧草进行了筛选。

第四章系统地从光合生理、种群生长、林(竹)草斑块特征和产投比的角度探索林(竹)+草种植模式的冠层适宜郁闭度。

第五章通过典型调查方法,在试验区不同植被类型恢复地内设置固定样方并做定期调查,对比分析同种植被变化和不同类型间的植被差异,以达到评价和类型优选的目的。

第六章、第七章系统地从土壤物理结构、养分特征、地表枯落物及其持水性、冠层鲜叶吸水性和土壤贮水性能等角度分析了不同林(竹)+草植被恢复类型的植被-土壤系统功能状态。

第八章、第九章主要从降雨及地表径流、土壤侵蚀及养分流失、生态效益评价和模式投产经济效益分析的角度系统研究了林(竹)+草模式的生态功能和经济效益。

第十章对本书的研究作了结论性总结,提出了林(竹)、草配置上的邻体干扰特征有待进一步研究,土壤优化改良功能有待进一步研究等研究方向。

本书研究受国家“十五”重大科技攻关项目“四川盆周低山丘陵区水土流失综合治理技术与示范”(2001BA606A—06)资助,成书过程受到导师胡庭兴教授、张健教授、罗承德教授等恩师的倾力指导,受到众多同仁、朋友的大力帮扶和关心,谨在此致以诚挚的谢意。

同时也感谢电子科技大学出版社策划、责任编辑曾艺老师,从修改到审稿各个阶段所给予的帮助。

限于本人水平,书中存在不足在所难免,恳请各位专家、广大读者批评指正。

作 者

2014年3月

引言

与世界各国情况相类似,我国最贫困的人口也往往生活在自然恢复力最低、环境破坏最为严重的地区。面对生活的压力,低恢复能力就意味着任何外部事件都可能使贫困人群采取使环境进一步恶化的行为。如当贫困人口生活在生态环境脆弱区并通过强化使用有限资源,即通过砍伐森林和过度放牧等方式作用于环境时,上述情况便会发生。当然,对于环境退化而言,贫困并不是导致其发生的所有原因,即贫困本身并不一定必然地引起环境退化,它取决于贫困人口拥有多大的选择余地以及他们对外界压力和刺激的反应方式。但在多数情况下,由于时间的短暂和发现、选择可行方案机会的极少,以及缺乏对所选可行方案付诸实施的能力,故而不得已的对环境的破坏既是可行之举,又是现实之法。

在这种机制下,加上其他多种原因的作用,我国西部地区的自然生态环境状况处于令人十分担忧的境地。其总体特征表现是:恶化严重,退化明显,稳定性差,脆弱性强,各项环境指标的优化程度水平较低,状态较差,不仅对区域可持续发展的制约性较强,而且对宏观社会经济发展的障碍性也较大。

由于历史、自然条件、地理位置和社会经济发展水平等多方面的原因,人类对资源的不合理开发利用加快,生态环境逆向演替,导致脆弱生态环境的产生。这种不合理利用自然资源方式遍及人类活动的每个角落,对环境的影响愈来愈显著,并造成了严重的后果。西部地区生态破坏直接经济损失相当于同期 GDP 的 13%。西部是我国少数民族的主要聚居区,也是贫困人口最多的地区,又是我国生态脆弱和经济欠发达的地区,与中东部地区相比,西部地区的生态环境更为恶化。世纪之交,我国发生了震撼人心的四件大事,一是 1997 年连续 226 天黄河断流;二是 1998 年中国的长江、松花江、嫩江发生特大洪灾;三是 2000~2002 年我国北方连续 41 次大的沙尘风暴;四是发生了 20 世纪 90 年代以来最为严重的旱灾,严重的旱灾区又成了蝗灾区。这四件大事警示人们,西部生态破坏所积累的后果令人触目惊心。据世界银行统计,我国在 20 世纪 90 年代前半期每年自然灾害造成的直接经济损失竟

达到国内生产总值的 3%~5%，而日本为 0.6%，美国不到 1%。

因此保护和建设好生态环境就成为建设小康社会、实现可持续发展的一项重要措施。江泽民同志在全国第四次环境保护工作会议上提出“环境保护的实质就是保护生产力”。党的十五届五中全会更把调整产业结构作为“十五”期间国民经济的主线。当前，在整个大农业生产中，农、林、牧、副、渔业各产业结构很不合理，比例失调，造成资源的严重浪费和生态环境破坏。所以，应通过生态环境建设，全面、系统、科学地规划区域产业布局，合理调整产业结构，因地制宜发展农、林、牧、副、渔各业。在以农为主的地区应树立新的粮食安全观，搞好退耕还林还草工程，调整种植结构，积极发展特色农业，实现富民增收；在以林为主的地区，退耕土地与宜林荒山要大力发展生态林和经济林，调整品种结构，处理好生态林与经济林的关系；在以牧为主的地区应加强草原建设，调整牲畜结构和品种。通过产业结构调整，实现经济效益和生态效益的“双赢”。

恢复生态学理论认为，生物群落具有自然演替机制，人工改善其基质条件和选择适宜的植物种类，可大大加速演替进程和迅速重建生态系统。生态恢复就是恢复系统的合理结构，高效的功能和协调的关系，以期达到系统的自身维持状态。

但是在恢复和重建过程中，只考虑生态功能系统上的恢复，而忽视经济效益系统的恢复和重建，很难为人们所普遍接受。尤其是在发展中国家严重的人口压力下，生存和发展是根本的大问题。一项恢复和重建计划，没有群众的参与是难以实现的，若不考虑经济利益，群众是没有积极性的，恢复和重建就难以成功。新中国成立以来，特别是近 20 年，我国植树造林事业迅速发展，但植被恢复与重建的效果并不令人满意，一方面归于对自然条件认识不足，未能很好遵循生态学原理，造林方法不当以及缺乏有效的管理；另一方面就在于未能与我国社会经济持续发展联系起来。从我国植被恢复与重建历史来看，要么以生态型植被恢复如水源林建设为目标；要么以经济型植被为目标，如各种速生丰产林、用材林、经济林等，造成环境保护与经济发展矛盾，不能很好解决当前面临的人地矛盾、林农牧矛盾，不利于区域持续发展。而过去建立的各种人工植物群落在经营发展中普遍存在着自维持功能弱、结构不合理、生产力不高、生态经济效益差、新的环境退化等问题。上述问题严重制约了人工植物群落的生产力提高和农村经济、环境的持续发展。对中国这样一个可利用土地资源十分有限、人口仍在迅速增长的国家而

言,如何在现有土地上合理经营农林业,既能防止环境退化,又能提高生产力和农、林业经济已成为当前农村持续发展的关键。

历史的教训和当前的人地矛盾现实也告诉我们,人工植物群落重建必须同时考虑生态学和经济学原则,必须同时考虑人类发展经济的愿望和环境治理的现实,兼顾生态和经济效益。

华西雨屏区属横断山东部边缘,四川盆地与川西高山高原的过渡地带,也是生态脆弱带地区,常年降雨量在 1400~1800mm 之间。由于自然条件的原因地质结构本身不稳定,加上长期的陡坡耕作,土壤退化和水土流失严重,农业生产的生态环境急剧退化或恶化;农民人均纯收在 1500 元左右,仅为全国的 75.75%,丘陵区垦殖指数高达 50%以上,山地斜坡地垦殖指数高达 25%以上。先天的不足和后天的不合理耕种,使该地区农民处于越耕越穷越穷越耕的怪圈之中,改变种植模式,综合治理山区退化环境和调整农业产业结构已成为该地区农业经济发展的必然趋势。

借退耕还林还草等生态工程建设和农业产业结构调整之机,在条件适宜的地区采用林(竹)+草+畜的生态经济型植被恢复模式,在发挥生态效益的前提下,又可在近期内快速获得一定的经济效益。但其模式种植的生态效益发挥尚有待于研究,模式长期维持的机理也还需通过多方面试验分析,其生态种植更缺乏技术支持。所以对盆周低山的华西雨屏区退耕还林林(竹)+草植被恢复模式的系统研究尤为重要,它不仅关系到长江上游生态环境建设,更对地方经济发展、农村产业结构调整、农民脱贫致富具有深远意义。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究目的和意义	1
1.2 研究内容	1
1.2.1 适宜牧草种类的筛选	2
1.2.2 林(竹)+牛鞭草种植的适宜郁闭度的研究	2
1.2.3 林(竹)+草退耕还林植被恢复模式的植被特征研究	2
1.2.4 林(竹)+草退耕植被恢复模式土壤性能特征研究	2
1.2.5 林(竹)+草植被恢复土壤-植被系统持水性能研究	2
1.2.6 林(竹)+草植被恢复系统保持水土特征研究	2
1.2.7 林(竹)+扁穗牛鞭草类型综合效益评价	2
1.3 研究思路及主要研究技术路线	3
1.3.1 研究思路	3
1.3.2 主要研究技术线路	4
第 2 章 国内外相关研究进展	5
2.1 生态工程及林业生态工程	5
2.2 生态退化与生态恢复	6
2.2.1 生态退化的概念、原因	6
2.2.2 生态恢复	8
2.3 坡耕地生态系统研究进展	9
2.3.1 坡耕地生态系统概述	9
2.3.2 坡耕地土壤退化	10
2.3.3 坡耕地水土流失	12
2.4 植被恢复与重建的生态研究进展	13
2.4.1 植被恢复与重建的水文生态功能	14
2.4.2 植被恢复的土壤改良及水土保持效益	16
2.5 林草复合植被模式研究进展	18

2.5.1	林草牧复合系统概述.....	18
2.5.2	林草牧复合系统生态效益的研究.....	19
2.5.3	林草牧系统对牧草产量和品质的影响.....	19
2.5.4	林草牧复合系统的经济效益.....	20
第3章	林(竹)+草植被适宜牧草选择研究	21
3.1	几种牧草栽培的产量及水土保持性能对比研究.....	21
3.1.1	研究区和试验地概况.....	21
3.1.2	试验设计与研究方法.....	21
3.1.3	结果与分析.....	22
3.2	几种牧草耐荫性能对比研究.....	26
3.2.1	研究区和试验地概况.....	26
3.2.2	试验设计及研究方法.....	26
3.2.3	试验结果与分析.....	27
3.3	小结	29
第4章	林(竹)+草植被种植冠层适宜郁闭度的研究.....	31
4.1	遮荫条件下扁穗牛鞭草光合生理及生长特征的综合研究.....	31
4.1.1	研究区和试验地概况.....	31
4.1.2	试验设计与研究方法.....	32
4.1.3	模拟遮荫下扁穗牛鞭草光合特征分析.....	32
4.1.4	遮荫下扁穗牛鞭草形态特征和产量.....	37
4.2	不同遮荫梯度下杂草入侵特征.....	41
4.3	以苦竹+扁穗牛鞭草为例的斑块特征及其干扰分析.....	41
4.4	冠层适宜郁闭度的综合判断.....	44
4.4.1	不同遮荫梯度下扁穗牛鞭草种植的投入、产出分析.....	44
4.4.2	冠层适宜郁闭度的综合判断.....	46
4.5	小结	47
第5章	林(竹)+草植被恢复结构特征研究	48
5.1	研究区概况	48
5.2	试验设计与研究方法.....	49
5.2.1	试验设计.....	49
5.2.2	研究方法.....	49

5.3 试验结果与分析.....	50
5.3.1 植被组成、结构及其数量特征.....	50
5.3.2 人为干扰对植被的影响.....	56
5.4 小结	58
第6章 林(竹)+草植被恢复土壤改良性能研究	60
6.1 研究区及试验地基本情况概况.....	60
6.2 试验设计及研究方法.....	61
6.3 试验结果与分析.....	62
6.3.1 植被恢复土壤物理特征研究.....	62
6.3.2 植被恢复土壤养分特征研究.....	72
6.4 小结	82
第7章 林(竹)草植被恢复土壤-植被系统持水性能研究.....	84
7.1 试验研究区概况.....	84
7.2 试验设计及研究方法.....	85
7.3 试验结果与分析.....	86
7.3.1 植被恢复地表枯落物储量及其持水性能.....	86
7.3.2 植被类型冠层植被鲜叶吸水性分析.....	88
7.3.3 土壤贮水量性能分析.....	89
7.4 小结	90
第8章 林(竹)+草植被恢复系统水土保持特征研究.....	91
8.1 试验研究区和试验地概况.....	91
8.2 试验设计与研究方法.....	91
8.3 试验结果与分析.....	92
8.3.1 降雨特征.....	92
8.3.2 不同植被恢复类型坡面地表径流特征.....	94
8.3.3 不同植被恢复类型土壤侵蚀特征.....	100
8.3.4 不同植被恢复类型土壤养分流失特征.....	102
8.3.5 典型次强降雨下的产流产沙及养分流失特征分析.....	106
8.4 小结	108

第9章 林(竹)+草植被恢复综合效益评价110

 9.1 植被恢复部分生态功能效益的经济价值体现.....110

 9.2 林(竹)+草植被恢复直接经济效益评价112

 9.3 林(竹)+草植被恢复模式延长生物链的增值效益.....113

第10章 结论与建议115

参考文献118

第1章 绪 论

1.1 研究目的和意义

本研究结合国家“十五”重大科技攻关项目“四川盆周低山丘陵区水土流失综合治理技术与示范”(2001BA606A—06)的研究基地为对象开展研究工作。主要从华西雨屏区林(竹)+草植被恢复模式适宜牧草种类的筛选、林(竹)+草复合模式的林(竹)冠层适宜郁闭度的探索和林(竹)+草退耕种植植被恢复模式的生态功能表达三个方面对林(竹)草复合种植进行全面的系统研究。目的在于为本区域坡耕地水土流失综合治理和农业产业结构调整优选出适宜的牧草;探索林(竹)+草模式生态效益和经济效益兼优的冠层适宜的郁闭度;同时系统研究不同植被恢复类型的土壤改良、水土保持等生态功能效益,并通过对植被恢复类型的综合效益分析,对模式作出正确的评价,从而达到林(竹)+草植被类型优选的目的。

目前该类研究报道不多,特别从保持水土和耐荫生长的角度对本区域适宜牧草种类的选择研究尚属首次;有关林(竹)+草植被恢复后林(竹)冠层遮荫下牧草的光合生理、生长特征也未见报道;对遮荫下牧草种植的经济收益临界值和经济、生态两大效益协调发挥的适宜冠层遮荫度的研究也属首次涉及,这也正体现了该研究的特点和创新所在。

1.2 研究内容

该试验研究从该区适宜牧草种类的筛选入手,通过分析不同牧草种植种植的产量、水土保持性能和耐荫生长能力来对牧草进行选择;再通过优选牧草不同遮荫度下的光合生理、生长特征和投产分析等研究来达到探索林(竹)+草复合种植的适宜冠层郁闭度,以便对该种植的生产经营管理提供技术指导;再对不同林(竹)+草植被恢复类型的生态功能特征进行系统研究。

1.2.1 适宜牧草种类的筛选

- 1) 不同牧草产量和水土保持性能对比研究
- 2) 不同牧草种类耐荫性能研究

1.2.2 林(竹)+牛鞭草种植的适宜郁闭度的研究

- 1) 不同遮荫梯度下扁穗牛鞭草光合性能及生长特征
- 2) 林(竹)冠层适宜郁闭度的综合判断

1.2.3 林(竹)+草退耕还林植被恢复模式的植被特征研究

- 1) 植被组成、结构及其数量特征
- 2) 人为干扰对植被的影响

1.2.4 林(竹)+草退耕植被恢复模式土壤性能特征研究

- 1) 植被恢复土壤物理特征研究
- 2) 植被恢复土壤养分特征研究

1.2.5 林(竹)+草植被恢复土壤-植被系统持水性能研究

- 1) 植被恢复地表枯落物储量及其持水性能
- 2) 植被冠层鲜叶的吸水性能
- 3) 土壤涵养水源性能

1.2.6 林(竹)+草植被恢复系统保持水土特征研究

- 1) 不同植被恢复类型坡面地表径流特征
- 2) 不同植被恢复类型泥沙侵蚀特征
- 3) 不同植被恢复类型土壤养分流失特征
- 4) 典型强降雨下不同植被恢复类型的产流产沙及养分流失特征

1.2.7 林(竹)+扁穗牛鞭草类型综合效益评价

1.3 研究思路及主要研究技术路线

1.3.1 研究思路

思路 1: 通过不同牧草水土保持性能、产量和耐荫性能研究, 优选适宜华西雨屏区种植的牧草。

思路 2: 退耕种植林(竹)+草植被恢复模式的持续存在, 需基于林(竹)和草的协调生长, 在模拟遮荫条件和实地调查的基础上, 分析牧草的生理、生态和生长指标, 探索林(竹)+草模式在生态效益发挥的前提下的适宜林(竹)冠层郁闭度, 此为经营、培育该模式的一个关键技术。

思路 3: 在调查植被恢复模式中上层植被(即林(竹))的平均高、平均直径、郁闭度, 取样分析生物量, 下层植被即牧草盖度、草层高度、生物量取样分析和林分枯枝落叶返还情况的基础上, 研究不同植被恢复类型的植被结构变化特征。

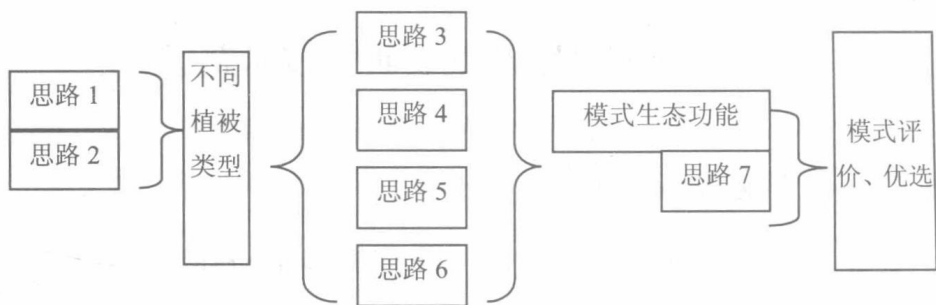
思路 4: 在测定土壤含水量、土壤渗透率、土壤孔隙度、活地被物和枯枝落叶的持水性能基础上, 结合坡面地表径流的定位观测, 研究退耕种植模式的水文生态功能。

思路 5: 土壤养分退化是坡耕地退化的主要退化因子, 通过分析测试退耕地土壤养分含量变化和养分流失状况, 研究不同植被恢复类型下的土壤-植被系统固持养分的能力。

思路 6: 地表径流和土壤侵蚀量是衡量植被恢复系统生态功能发挥的主要表征因子, 根据径流场定位观测, 研究不同植被恢复类型的保水、保肥和抗土壤侵蚀能力。

思路 7: 通过分析林(竹)+草植被恢复种植类型的综合效益, 与传统坡地耕种对比, 进而对植被恢复类型进行综合评价, 从而达到筛选优化植被配置类型的目的。

总体思路:



1.3.2 主要研究技术线路（如图 1-1 所示）

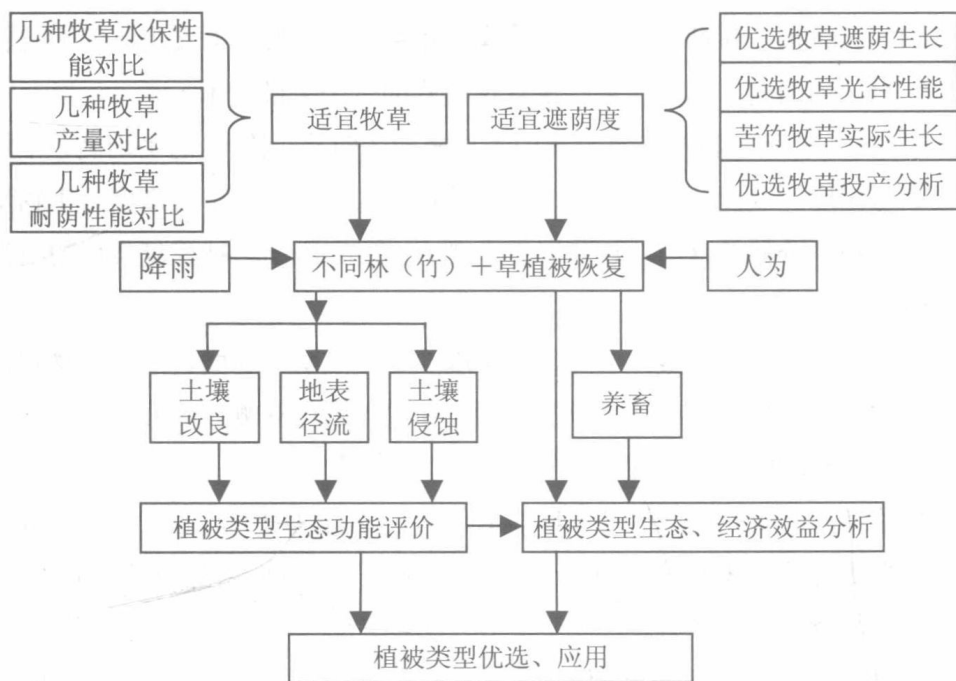


图 1-1 试验研究总体技术线路

第2章 国内外相关研究进展

2.1 生态工程及林业生态工程

1996年8月在美国生态学会年会上,前美国生态学会主席 Judy. Meyer 博士提出当今生态学发展方向,即应能为可持续的未来提供理论基础与技术,因此应优先发展如下5个方面:生态工程(Ecological Engineering)、生态经济(Ecological Economics)、生态设计(Ecological Design)、产业生态学(Industry Ecology)和环境伦理学(Environment Ethics)。Henry, B.B.博士称生态工程及生态产业是第二次产业革命,是实现产业持续发展的根本出路^[1]。

生态工程思想和生态工程(Ecological Engineering, Ecoengineering)名词是在近30多年才提出的,生态学家 H.T.Odum 首先提出了生态工程这一名词,并两次定义为“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”;“管理自然就是生态工程,它是对传统工程的一个补充,是自然生态系统的一个侧面”^[2]。我国已故著名生态学家马世骏(1984年)为生态工程下的定义更为完整和确切,他说:“生态工程是应用生态系统中物种共生与物质再生原理、结构与功能协调的原则,结合系统分析的最优化方法设计的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”^[3a]。熊文愈(1986)认为:“生态工程即生态系统工程,是系统工程与生态系统的结合,即利用分析、调整、决策、规划、模拟、预测、设计实施、管理和评价等工程技术,对生态系统进行设计和管理的技术。”^[2]

生态工程及其最大的特点在于生态工程考虑利用生态系统的自我设计特点,是有利于人类和自然两者的设计;生态工程的“工具箱”包括全世界能提供的所有生态系统、生物群落及物种。与环境工程和生物工程相比,生态工程是一类低消耗、多效益、可持续的工程体系(如表2-1所示)^[1]。