

生态工法材料之探讨与应用原则

张俊斌¹, 陈意昌²

(1. 台湾中州技术学院, 台湾 彰化 510; 2. 台湾勤益技术学院, 台湾 台中 408)

摘要: 将目前台湾地区所使用生态工程施作地点及应用材料等, 进行调查汇整、研究及分析, 并就符合多样性生物栖息环境之生态工程材料进行开发研究, 包括現地调查, 国内外资料搜集与资料分类整理, 并将已汇整的材料表格化。材料组件分为生物材料与非生物材料, 而工法组合材料则分为木材工法类、土工材料类、土石材料类、植生工程类、再生材料类。工法所用材料之评估, 分别就其功能性、生态栖地特性、经济性、材料再生特性进行综合指数评估。并将材料整合评析, 如种类、适用范围、使用条件、生命周期及各阶段对环境之兼容性等, 进而归纳出生态工程应用材料规划设计原则。

关键词: 生态工法; 评估方式; 指针量化分析

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0274-04

Discussion and Application Principles for Eco-technology Materials

ZHANG Jun-bin¹, CHEN Yi-chang²

(1. Chung-Chou University of Technology, Zhanghua, Taiwan 510, China;

2. Zing-Yi University of Technology, Taichung 408, China)

Abstract: This study carried on the whole research and identifications to draft the eco-materials of ecological engineering. The evaluation models of applied materials for ecological engineering were proposed. The quantitative score were obtained by expert's person evaluation. Three models were proposed to quantify the effects of applied materials on the ecological environment. The statistical procedures were adopted to compare the performance of these materials for ecological engineering. The results indicated that the comparison of applied materials can be treated by quantitative analysis. For the further analysis, more evaluated data from expert's experience need to be collected then the bias of person subject can be reduced. In addition to reach the benefits in the respects of ecosystem, society, economy and function, also practice the comprehensive effects in ecological engineering.

Key words: eco-technology; evaluation models; index quantitative analysis

自然以及人为的应用材料, 近年来大量应用于生态工程之中, 然而常缺乏一些之有关生态营造方面之应用原则与量化之评估方式, 来判断是否符合生态工程之要求。台湾地区自 1997 年——台湾地区边坡暨河溪绿美化自然工法之研究案开始, 这种以复育河溪与环境生态之自然工法, 近自然工法与自然生态工程等名词始陆续见于官方正式报告中^[1,2]。至 2002 年“公共工程委员会”邀请各领域专家学者, 定义“生态工程”为“基于对生态系统深切认知与落实生物多样性保育及永续发展, 而采取以生态为基础、安全为导向的工程方法, 以减少对自然环境造成伤害”。在工程之实际应用上, 一方面考虑结构体的安全性, 一方面兼顾当地自然生态系之维护, 使得动植物能在人为的生活空间与生育基盘上自然生长及演替^[3,4,5]。而近 10 年来台湾地区大力推动生态工程, 并倡导因地制宜之工法, 使用当地石块、土壤及植物等天然材料, 以及适宜之木头、土工织物等其它材料, 以避免破坏该处之生态环境。生态环境系一高度复杂、多样化及动态之系统, 在维护与创造生物多样性之原则下, 生态工程所采用之材料必须能融入生物之栖息环境, 惟目前台湾应用于生态工程之材料(包括天然及人工材料), 在使用上普遍欠缺适用范围及条件之评估^[6,7]。研究项目主要为: (1) 持续搜集与整理

国内外既有案例, 分析其生态工程采用材料考量因素相关资料, 提出材料使用现况之问题与改善对策, 并进行使用效益评估 (2) 搜集与分析国内外生态工程所采用材料及环境调查监测相关资料, 整合评析出生态工程使用材料之种类、适用范围、条件及生命周期各阶段对环境之兼容性, 进而完成生态工程材料选用评估方式 (3) 在维护与创造生物多样性之原则下, 完成生物材料(包含植生、木材、滨水植物之建立、动物栖地环境之营造等) 及废弃物再利用(如牡蛎壳、飞灰、营建废土石等之生态效益) 等应用材料之研发, 并评估其各种新材料之适用范围与条件 (4) 建立生态工程应用材料之规划设计原则、工法材料技术及管理制等, 以确定生态工程应用材料选用所需考量之因素, 及后续之相关维护管理应注意事项。本研究搜集国内外各种生态工程应用之生物与非生物材料, 并拟出评估方式。

1 生态工法材料应用之应用

台湾地区为山坡地治理、河川整治及海岸保护所进行之工程措施之个案甚多, 但考虑生态系之永续利用及落实生物多样性保育, 选用当地可用材料, 营造出符合当地生态环境之规划设计与施工个案, 仍待开发与推动。生态工程使用之

* 收稿日期: 2006-10-05 修正日期: 2006-11-10 接受日期: 2006-11-24

基金项目: 台湾科学委员会基金项目(NSC95-2313-B-235-002)

作者简介: 张俊斌(1968-), 男, 博士, 中州技术学院研发长, 主要研究方向: 植物生理物理、景观生态、水土资源保育、自然生态工法; 通讯作者: 陈意昌(1968-), 男, 博士, 主要研究方向: 植生工程、土地重划、生态工程。

材料乃是尽量取决于当地的材料及配合其它人造材料;藉由上述所列之施工整治区域,调查其主要使用之材料,主要包括:

- (一) 植物材料:乡土植物或能快速发挥功效之外来种植物材料,例如植生苗,适生草种等。
- (二) 木材材料:系以原木或木材加工品为主之具有自然腐蚀性材料,例如木排桩、枝条等。
- (三) 卵块石与混凝土材料:当地石块、土砂或砖材,为配合结构强度、布景需求,也常需使用外运石材,现今多以水泥代替石材或加钢筋,用途广泛。
- (四) 土工与被覆材料:常见的有土工格网、植生加劲格网、蜂巢格网、土工织物等,亦包括前述个案使用之植生包、椰纤网植生、轧针不织布等。

2 应用材料适合指数评估方式

近年来已有一些生态评估方式为研究人员所提倡以生物多样性指数为评估重点的评估方式^[11-17],在此研究中均加以参考并修正以适用生态工程并经多次讨论后,使用三项评估方式:

2.1 生态特性的生态工程材料评估

以生态特性为目的的材料,其考量重点是生物栖息空间的维持与生态的多样性,针对各种生态工程材料对于生态性的适用表现。评估项目有(1)提供连续生态环境(2)提供特殊生态环境(3)提供多样化生态(4)提供植生环境(5)协助形成植生环境(6)多孔隙表面(7)粗糙化材料(8)自然性材料(9)地方性材料(10)材料穿透性(11)对水质净化影响(12)当地地形适应性(13)施工表土的保存与应用。其评分标准设置共分为5级:性能优良(6分),性能良好(5分),性能可用(3分),勉强可用(1分),无法使用(0分)。

2.2 材料生产特性评估

生态工程的材料除了兼顾材料的工程强度,也要具有环境保护的效果,此研究中采用生命周期评估方式(Life Cycle Assessment model),通称生命周期评估,用以建立生态材料生产特性的评估。生命周期评估的特色在于对于产品生产、使用、毁坏再处理等活动对于自然环境的压力评估方式。以此方式鉴定此材料对能量、资源与废弃物排放量对环境的影响。评估的过程包含原料提起、加工、产品制造、运输、销售、使用、维护至废弃物处理。依据ISO 14040对生命周期评估的结构规范,拟定的生态工程应用材料生命周期评估调查,用以进行生命周期评估。在输入与输出项目以大气污染、水质污染、土地污染、材料消耗、能源消耗与最终产品废弃物产生等6项指标。在定量计分方面,分成5级:极为严重(0),严重(1),普通(3),轻微(5)与不影响(6)。在分数分级方面,以严重与普通之间有2分差距。

2.3 生态工程材料综合指数评估法

生态工程应用材料适合指数的评估方式在建立之前,必需考虑生态工程材料的特性。相关的特性归纳如下:(1)功能性评估:功能性评估的要求是安全性,而且是生态工程中最基本的要求。在选择生态工程的应用材料,首先以抗灾防洪为重点。在安全功能要求下,其评估项目包括材料强度、耐久性、透水性、边坡稳定性(包括抗冲蚀性),地形差异的施工弹性与施工时对环境破坏性。(2)生态栖地特性评估:生态工程第二个特性是生态性的维持保护。能够维持生物的多样性,因此在此项特性评估中,评估项目为动植物的栖息能力,植物的植生能力与生物多样性能力。(3)经济性评估:减少施工成本与维护成本是生态工程的第三个特性。能够以有限的经费达到传统施工工程相同的保护效果。因此评估项目包括材料的成本单位、施工难易程度、施工所需工时。(4)材料再生特性评估:为合乎永续环境的环保要求,生

态工程所使用材料应该增加。此项材料再利用性的特性评估。评估项目包括制作时使用材料再生性、制作时耗损能源、制作时衍生废弃物、拆解改建的环境影响、材料自然解体对环境的影响。由上述四项要求特性中建立生态工程综合指数评估方式。每一生态工程所用材料分别就其功能性、生态性、经济性、材料再生性分别评估。评估结果依定性与定量方式综合分成五级,每级间隔1~2分。定性方面,以不适用(0分),勉强可用(1分),可以使用(3分),适合使用(5分)与优先使用(6分),共分成五类。完成评估后,依应用材料的主要使用目的,再对于四大特性分别制定加权系数,用以进行量化评估。

3 生态工程综合指数评估

生态工程应用材料适合指数评估的选用,在此研究中共建立三项评估方式,分别为1.生态特性的生态工程材料评估、2.材料生产特性评估、3.综合指数评估。而生态工程应用材料之适合指数评估材料研究对象,在此研究计划分类为(1)植生木桩材料(2)砌石护岸应用植物材料(3)木材工法材料(4)土工合成材料(5)植生工程材料(6)石材类(7)再生材料类。

4 数据分析与评估方式

此项综合评估法利用加权计算。对于生态工程的四大项功能加以评估原始分数之总分计算如: X_i 为功能性总分, Y_i 为生态性总分, Z_i 为经济性总分, W_i 为材料再生性总分,因为四项功能总分不同,以各比例值加以细部评估,比例值计算如下:

$$\begin{aligned} \text{功能性总分 } R_x &= \sum_{i=1}^6 X_i / 36; \text{生态性总分 } R_y = \sum_{i=1}^3 Y_i / 18; \text{经济性总分 } R_z = \sum_{i=1}^5 Z_i / 30 \text{ 材料再生性总分 } R_w = \sum_{i=1}^5 W_i / 30 \\ \text{生态工程材料综合评估指数 (IEI, integral evaluation index) 以加权指数加以计算: } IEI &= W_x \cdot R_x + W_y \cdot R_y + W_z \cdot R_z + W_w \cdot R_w \\ \text{加权指数定义如下:} \\ W_i &= 0, \text{ if } 0 \leq R_i < 25\%; W_i = 1, \text{ if } 25\% \leq R_i < 50\%; W_i = 3, \text{ if } 50\% \leq R_i < 70\%; W_i = 5, \text{ if } 70\% \leq R_i < 85\%; W_i = 6, \text{ if } 85\% \leq R_i \leq 100\% \end{aligned}$$

5 评估结果与讨论

各评估项目如材料强度、透水性、生态多样性、单位成本等,若能配合定量指针,参考各材料的量化数据,则材料之间的相互比较更为合理。评估作业难以避免主观因子,专家知识可避免偏差。因此填报表格时,应在数据收集与专业能力条件两者相互兼顾,改善方式为增加样本数目。此研究中共有7大类材料,各材料种类项下又有细目分别。因此以综合指数评估结果,进行相关性分析。判别各大项材料内调查项目是否合适。对调查表格之设计而言,相关系数如果偏高,即两材料所得分数相近,代表评估表内评估项目无法区分材料的适用特性,需要加以修正。木材工法材料两项评估结果之相关系数,仅有树枝束栅工与柳枝编栅,原木栅工与木制整流工彼此有高度相关。土工合成材料两项评估结果之相关系数,高相关系数的材料为:硬式格网与软式格网、蜂巢围束格网与立体蜂巢格网。植生工程材料调查结果之相关分析,细部材料评估分数并无相关。石材与再生材料各调查结果其相关分析,各材料之评估分数并无相关性。由此可知,植生木桩与砌石护岸应用植物之细目材料其评估分数有较高相关性,未来评估项目可以再加以归纳成两、三小项。综合指数评估方式在应用时,可采用为量化选择指针可以专家问卷方式建立材料选择门槛,以为材料选用参考^[18-20]。

6 生态工程材料应用原则

生态工程应用植生材料时,应考虑生态工程中最基本的四项观念,即安全性、生态性、经济性及再生性等。有关各应用材料之规划设计原则如下:

6.1 干砌石材料之选用原则

干砌施作之定义为堆砌之砌石与砌石交接口间无任何材料作为胶结,仅依靠砌石与砌石交接口之摩擦力作为滑动之抵抗。

6.2 干砌石护岸(工法)之规划设计

(1) 能保护岸坡并抵抗由于流动水之拖曳力所造成之移动力及水波之冲击作用。

(2) 材料配置应能使岸背之孔隙水排出,同时抑止岸背土层之细料随孔隙水排出流失。

(3) 砌石护岸底部应有足够之埋置防护深度,以抵抗流水之冲刷掏空。

(4) 砌石护岸必须沿岸坡向上延伸至足够高程以防止水波溯升引致翻覆。

(5) 在限定之条件下,砌石护岸可采用高宽比(H/B)作为设计参数,H为护岸高,B为护岸最底部砌块石之长径。

(6) 在选定护岸抗倾倒之要求安全系数(FS)及护岸高(H)后,经由设计图表可决定护岸最底部砌块石所需要之最小长径(B)。

6.3 蛇笼、箱笼之规划设计原则

铅丝笼即包括椭圆形之蛇笼及方型之箱笼。蛇笼分甲、乙两种造型,甲种蛇笼断面之短径为 60 cm,长径为 100 cm;乙种蛇笼断面之短径为 40 cm,长径为 67 cm。箱笼之断面依市售规格为准。铅丝笼使用之镀锌铅丝,其品质应符合标准。笼内之填石应质地坚硬,其短径不得小于 22 cm。

6.4 木材(疏伐材)材料规划设计原则

(1) 木材以不防腐处理为原则,并宜以自身发芽生长或附加能生长之植物,逐渐替代木结构。

(2) 未经防腐处理之木质材料极易腐朽而失去其安定功能,较不适于利用在需要坚固结构、以安全为施工考量之工程材料上。

(3) 若利用防腐处理以增加其安定程度,则需要考虑其防腐处理方式之效益及其对当地生态环境之影响。

(4) 如需进行木材防腐处理,其需注意事项请参考木材之防腐处理。

(5) 疏伐木若欲搬出利用,切锯枝条时,应注意不在材面留下小枝节及伤到材身。

(6) 为求疏伐木尽早干燥、减轻重量、搬运容易及避免病虫害之发生,可进行天然干燥、剥皮等工作。

(7) 打桩编栅使用萌芽桩时,木桩应保持新鲜,打桩时需保护桩头,不使打裂,裂开部分需锯掉,以免影响其萌芽能力。

(8) 在径流量较少,且没有土石流灾害之地点,施作之护岸工、整流工等构造物,至木材腐烂时,其间植生之繁茂生长可达预期替代功能者。

(9) 背面土石量较小之坡面档土构造物,至木材腐烂时,可利用植生之繁茂生长替代其功能者。

(10) 编栅工、条状工等坡面保护工之地点,藉由植生的繁茂生长防止坡面侵蚀且可替代其功能者。

(11) 设置于地中之基础桩或设置于水中之构造物等较难腐朽,可预期较有长期之效果者。

(12) 假设工程用防护栅、紧急工程构造物,供作暂时使用者。

6.5 土工合成材料类之规划设计原则与要点

排水用途之土工合成材料需考量(1)适合做为排水用途

的土工合成材料(2)土工合成材料的排水功能(3)排水地土工合成材料之设计与施工;护坡与植生用途之土工合成材料需考量(1)适合做为稳定表层土壤的土工合成材料(2)土工合成材料稳定表层土壤的功能(3)稳定表层土壤之土工合成材料的设计、施工;土体稳定与加劲用途之土工合成材料需考量(1)适合作为土体稳定与加劲用途的土工合成材料(2)土工合成材料的加劲功能(3)加劲土工合成材料之设计与施工;水岸与河道保护用途之土工合成材料需考量(1)适合作为水岸与河道冲刷防制的地工合成材料(2)土工合成材料的防冲刷功能(3)防冲刷地工合成材料之设计与施工。

6.6 植生被覆材料规划设计原则

被覆材料大致可分为:被覆织物、被覆格网、被覆不透水膜、被覆排水网、被覆皂土毯、被覆复合物等。通常会搭配被覆织物(织布、不织布)使用,所以纺织品于被覆资材合成物中占有极重要之地位,其中被覆织物、被覆格网更是纺织技术于植生工程应用之代表。植生被覆材料规划设计时,需因地制宜考量当地特性予以配置、设计,可由生态基盘之调查了解施工区位之地形、坡度、土壤硬度、地层、地质、地形等,进而选择适宜之植生方法及基脚处理工程等。由施工区域之周边植物调查,选择植生工程之导入材料,以考虑植生植生演替之机制与功能。

6.7 再生材料规划设计原则

目前全世界废弃物处理方式采零废弃、资源再生为主流。依“环保署”公告之资源回收再利用法及其施行细则,再生利用系指改变原物质形态或与其它物质结合,供作为材料、燃料、肥料、饲料、填料、土壤改良等用途或其它经“中央目的事业主管机关”认定之用途,使再生资源产生功用之行为。生态工程着重于工程环境与结构与大自然生态环境结合与兼容,因此,废弃物再生利用以为生态工程材料之使用,将成为生态工程施工选材利用重要之一环。再生材料如混凝土再生材料、焚化厂底灰、牡蛎壳、炉石、废弃轮胎、锯木屑(太空包)、污泥等,因其产量颇具规模并具骨材与植生等利用价值,因此将具以作为生态工程材料初步选材与设计探讨。再生材料设计原则:(1)再生材料选用需与自然环境相容,使成为生态环境之一部分,再生材料作为生态工程材料需考虑其物理、化学与生物特性。作为替代骨材需考虑其水力导度、强度、耐酸碱与溶出特性与潜势反应特性外,除需考虑工法容易与可能自然生物分解外,另需考虑材料可能溶出元素离子对生态环境如动植物与栖地等可能造成之潜在影响。(2)再生材料选用需能增加生物栖地之多样性,使栖地生物多元化与增加歧异度,利用再生材料物理外形特性、孔隙度与水力导度等,以利于动植物栖息生长及多元化与歧异度,并考虑其微量溶出元素作为动植物营养盐来源之可行性。(3)再生材料选用需能提升栖地复育时间与空间效益及其演化调适功能,考虑能增进栖地之时间与空间之复育效益,并利环境生态食物链之完整性及自我调适与演化。(4)再生材料选用需能促进人工湿地生态效益,利用再生材料之物理、化学与生物特性,以作为人工湿地基石与景观生态规划需求。并考虑其有利于微生物与植物驯养生活环境,进而有利于营养盐元素提供以及污染物之去除。(5)再生材料选用需避免污染生态环境,再生材料通常含有重金属与其它可能污染物质,因此需考虑其溶出离子可能对动植物生态环境之毒理影响。(6)再生材料选用可增加离岸水下设施之强度,考虑再生材料之物化与工程特性,以增进离岸水下之结构工程强度。(7)再生材料选用需能促进资源保育、生态旅游与生态保育等功能,再生材料使用需能符合景观生态需求,并确保增进资源生态保育与旅游需求等功能。(8)再生材料选用需能与各类生物兼容,并能促进其栖地之整体性与连续性,再生材料需与动植物与环境相容,并能促进其栖地

之完整与连续性,及保有弹性与自动调整反馈机制等功能。

(9)再生材料选用需避免阻断物种临时迁移与原有生物走道,并确保能量流与质量流之循环顺畅,再生材料使应能生态环境兼容,并吸引生物栖息,避免阻断与破坏物种迁移与生物廊道。

(10)再生材料选用需进行环境风险与环境影响评估以及敏感度与不确定分析与生命周期评估(LCA),以减少其对人类、动植物等物理、化学与生物环境之冲击,再生材料使用应进行相关溶出特性与强度检测,并评估其生态环境与人类健康之环境风险,以及其对土壤、水域、空气、社会环境与工程品质等之影响,并减少使用可能带来对人类与生态环境之冲击。

7 结论与建议

生态工程材料之选用,除应考虑设计目的及材料特性外,亦应着重在于其生态价值与效益之评价,因应特定生物栖地重建维护或特定地区之保全等不同目的及不同整治区域,并同时考量其材料对环境再生复育可能造成之正面及反面影响。正面影响包括提高环境之生物量、丰多度与多样化,反面影响则包括活体材料之侵略行为、材料生产过程中能源消耗、材料散逸溶出物质对生态环境之影响、材料遭灾害破坏作用后衍生物对环境或其生物之影响、以及材料朽化残留对环境之影响等。材料的灵活组合运用是为达到维护人与自然共存之环境完整性、自然环境资源的永续经营与利用之目的,是故各样材料并不能只评估其绝对的优缺点,而需因地制宜,兼顾安全与生态之双重目的为宜。生态工程材料之选用基本上以自然性材料为主,其它材料仅于自然材料无法达到所需之工程性能时,才予以配合使用。材料之选用虽以就地取材为原则,但实际操作上却常有下列之问题:

- (1)任意采用,破坏环境:不管是石材或植物,均不可任意挖掘或砍伐,应衡量生态环境系统之容许性,否则会破坏自然生物间之动静态平衡;
- (2)料源供应不稳定,价格视供需决定:由于生态工程材料至今仍未有整体而长远之规划管理,因此料源供应并不稳定,且易受到人为之哄抬操控,不但对生态工程之落实形成阻碍,对政府公信力及社会之安定也变成负面之影响;
- (3)替代材料研发不足:自然材料虽可符合就地取材之原则,但其资源有限。相对于自然材料功能特性之不足,替代材料也应有积极研发之必要,而土工织物(不织布、加劲格网)也可作为软弱地盘之辅助承载层。

目前相关工程之植物材料选用趋势,原生种植物被选用之种类数及选用频率并未较外来种植物多且高,并且植物材料参考文献:

- [1] 林信辉. 台湾地区边坡暨河溪绿美化自然工法一个案调查与探讨[M]. 环境绿化协会编印, 1997.
- [2] 林镇洋. 生态工法技术参考手册[M]. 台北科技大学土木系编印, 2003.
- [3] 农业委员会. 自然生态工程实务应用- 坡地保育篇[M]. 农业委员会水土保持局编印, 2003.
- [4] 农业委员会. 自然生态工程实务应用- 河溪工程篇[M]. 农业委员会水土保持局编印, 2003.
- [5] 林信辉. 台湾地区自然生态工法个案图说汇编[M]. 农业委员会编印, 2003.
- [6] 利瓦伊峰, 郭胜雄. 土工合成材料于水土保持工程之应用[A]. 水土保持技师公会专业技术研讨会[C]. 2002. 113- 153.
- [7] 张俊斌, 林信辉. 泥岩地区植被建立与生态复育工法之设计[A]. 第八届大地工程学术研讨会论文集[C]. 1999.
- [8] 林信辉. 野溪自然生态工程评估指针及设计参考图册之建立[M]. 农业委员会水土保持局编印, 2002.
- [9] 农委会水土保持局. 野溪生态调查及栖地改善方式之建置计划[M]. 中兴大学水土保持学系编印, 2003.
- [10] 农委会水土保持局. 自然生态工法示范集水区生态资源调查及复育规划[M]. 农委会特有生物研究保育中心编印, 2003.
- [11] Chang Chun- pin, Liang Da- qing, Chen Jie- yin, et al. Evaluation for Applied Materials of Eco-technology[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2005, 12(6): 174- 178.
- [12] Chang Chun- pin, Liang Da- qing, Zeng Yu- shan. Investigation and Developing for Ecological Engineering Method of Stream in Taiwan[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2006, 13(2): 44- 46.
- [13] Forestier, LL, Libourel G. Characterization of flue gas residues from municipal solid waste combustors. Environmental Science and Technology[J], 1998, 32: 2250- 2256.

(下转第280页)

料选用呈现极端集中现象。为符合生态保育原则及植物多样性原则,未来植栽工程建议宜多选用原生种植物,且应避免集中化现象;部份植生工程植物选用种类为台湾特有种或保育类植物。除此之外,可多选用地方性或区域性特有之植物种类,可增加植物之适应性并符合当地生态环境;目前植物材料选用,多以目前市场较易取得的植物种类为主,目前国内植栽供应市场景观用植物材料取得较多且较容易,未来应可配合种苗相关研究单位,提供水土保持相关植物之种子或苗栽的供货来源。工程施作完成期工程效益与成败,乃取决于植物材料选择其对于整体环境之适用性的优劣,因此考虑之因子应更为多元。

土工合成材料为一优良的自然生态辅助材料,故正确且合宜的使用土工合成材料,当其分隔、加劲、过滤、排水、围堵等功能发挥时,可确实降低生态环境品质的恶化,在工程技术上具有正面的意义,值得相关单位大力推广;土工合成材料由于具备柔性耐震、搬运施工便利、价格低廉等优点,且土工合成材料成品种类造型众多,能充分满足各种工程目的要求,在欧、美、日各地早已成为标准的工程材料,然而目前台湾由于相关检验规范与施工导则未尽完备,致使一般工程在使用时常衍生出许多不必要之专利品或特殊设计及施工条款问题,期尽速制订符合台湾需求之相关规范与导则,以俾使土工合成材料的使用更见普遍与周全。

植生被覆材料类之应用在坡地开发或道路工程挖填边坡所造成的坡面裸露,常因暴雨地震,引发冲刷或崩塌。为达快速边坡稳定与绿化复旧,以植生方法最符合自然法则与永续有效,植生工程系以人工方法,达到边坡稳定与绿化之功能,并创造人为景观及维护生态之目的。生态工程除了因地制宜,以适宜之工程技术方法解决立即的问题外,如何配合应用植生被覆技术达到景观改善及生态栖地复育的机能,甚为重要。就植生工程之应用植生被覆材料及技术部分,以生态、绿资源暨水土资源之保育为标的,研发或改进被覆材料技术,进而订定植生被覆材料施工规范及建置资料库,以供为植生规划设计之参考甚为殷切。

废弃物再利用之应用如锯木屑、焚化炉灰、废轮胎、牡蛎壳与炉石等作为生态工程材料再利用原则上是可行的;废弃物材料应用前应建立材料之理化与生物特性基本资料如结构强度与溶出特性等,使不造成污染并与生态环境兼容;建议成立示范区,并加以追踪其成效,以作为生态工程实务参考。

战争,植被大面积破坏,土地过度开垦,水土流失严重;含泥沙洪水,使黄河下游决口频繁,很多湖泊被淤平,形成了大片的沙荒盐碱地,原来水生、湿生乃至陆生的物种灭绝。如河南省 3 800 多种维管束植物中,处于濒危状态的就有 400 多种。代之而起的是次生的野生生物及栽培植和驯化动物。

3.2.5 人口密度过大,环境和资源污染、破坏严重

河南、山东、河北是全国人口大省,人口总数分别为9 000 万、8 000 万、7 000 万,平均密度为 564 人/ km²、555 人/ km²、336 人/ km²,是全国人口密度的 3~ 4 倍,平原地区、黄泛区人口密度更大。因此,水资源、土地资源等消耗多;人类活动、城乡工农业的发展,对空气、水和土地污染也更严重。

4 促进黄泛区生态环境与人类社会协调发展^[7]

在黄泛区人口不断增多,水资源日趋贫乏、土壤严重沙化、生物种群迅速减少,整个生态环境污染严重的现实面前,如何发挥该地区人口资源和土地资源等方面的优势,建立可持续发展的良性生态环境系统,是当务之急。

4.1 加强领导,广泛宣传,依法保护和治理好黄泛区生态环境

各级政府对环境保护工作,要加强领导,统筹安排,让财政、金融、科技、农业、林业、水利、土地、矿产、环保等部门,都积极参与生态环境建设,实行目标责任制,分工协作,把有关工作落到实处。让黄泛区所有部门,乃至所有人群都认识到,我们所处的生态环境系统、物质和能源的生产和使用还处于较低水平,生态环境脆弱,抗干扰能力差。当前,应尽快遏止生态环境恶化趋势,搞好生态环境建设,这关系到泛区人的生存和发展,功在当代,利在千秋。因此每个人都应树立生态环境意识,增强其建设和保护的责任感、紧迫感,自觉投入到建设和保护的行列中去!

政府协同有关地区、行业和部门,贯彻落实好《环境保护法》、《森林法》、《水法》、《土地法》、《生物保护法》等有关法律法规,依法打击污染环境、破坏植被、捕杀野生动物、乱采地下水、乱占可耕地等行为。关闭污染严重的企业,推行清洁生产工艺,建立节约资源和能源的生产方式;提倡生物治虫,多施有机肥,减少农业污染。

参考文献:

[1] 朱兰琴.黄河 300 问[M]. 郑州: 黄河水利出版社,1983. 18.
[2] 岑仲勉.黄河变迁史[M]. 北京: 人民出版社,1957. 14.
[3] 李润田.河南区域济开发研究[M]. 开封: 河南大学出版社,1993. 1~ 10.
[4] 张子桢.中国地理知识[M]. 北京: 中国青年出版社,1985. 143~ 147.
[5] 刘兆德.山东省水资源可持续利用探讨[J]. 地域研究与开发,1999, 18(1): 34~ 36.
[6] 王志民.遏制海河流域环境恶化刻不容缓[EB/OL]. 水信息网, 2002-03-15.
[7] 孟庆法,袁启占.河南省生态环境建设目标及对策[J]. 地域研究与开发,1999, 18(4): 29~ 32.

(上接第 277 页)

[14] ISO/FDIS14040. 1997 Environmental Management Life Cycle assessment Principles and Framework[M]. Geneve, 1997.
[15] Jang, J W, Yoo, T S, Oh, J H. Iwasaki, I. Discarded tire recycling practices in the United States, Japan and Korea [J]. Resources, Conservation and Recycling[J], 1998, 22: 1~ 14.
[16] Krotscheck, C, M Narodoslawsky. The sustainable process index a new dimension in ecological evaluation[J]. Ecological Engineering, 1996, 6: 241~ 258.
[17] Li, C. P. and K. Hui. Environmental Impact Evaluation Model for Industrial Processes[J]. Environmental Management, 2001, 27(5): 729~ 737.
[18] 中华地工材料协会. 地工合成材料加劲挡土墙结构设计与施工手册[M]., 2001.
[19] 山本良一. 环境材料[M]. 王天民译. 北京: 化学工业出版社,1997.
[20] 日本治山治水协会,日本林道协会. 森林林木制构造物施工マニュアル[M]. 新和印刷, 2003.