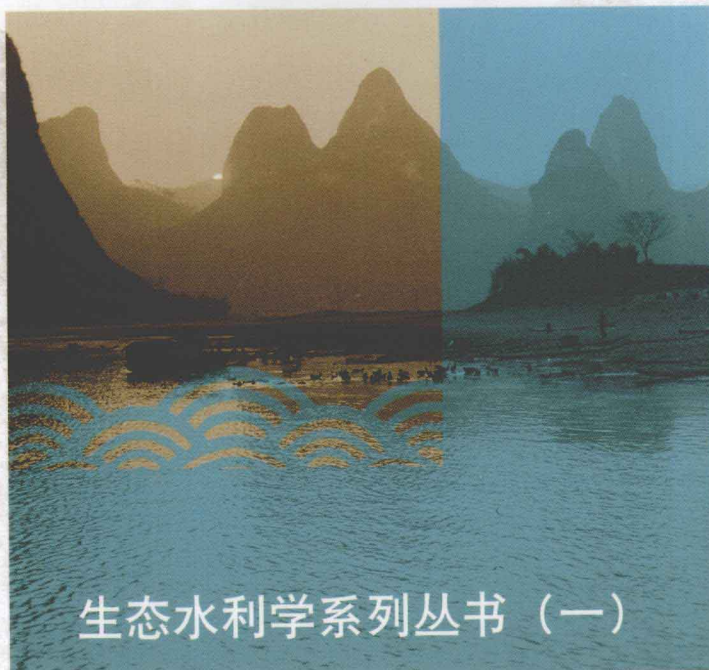




生态水利学系列丛书（一）

水域生态工程

李鸿源 胡通哲 施上粟 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



水环境工程

王德胜 主编 王德胜 副主编



中国水利水电出版社
CHINA WATER & POWER PRESS

生态水利学系列丛书（一）

水域生态工程

李鸿源 胡通哲 施上粟 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是生态水利学系列丛书之一。生态工程不同于传统的土木水利工程,其理念是以生态系统的自我设计能力为基础,尊重环境中生物的生存权利,透过工程的方法来维护、恢复当地的生态环境,进而实现永续经营发展与利用之目的。本书的编撰,集合了工程专长与生态专长的专家学者们,聚焦在水域相关的工程与生态问题,不断脑力激荡共同合作撰写,历时约三年,多数的章节浅显易懂,搭配图文解说,学习上不致索然无味。

该书可适合水利水电工程建设、管理和从事生态环境保护人员,也可作为大专院校和研究人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水域生态工程 / 李鸿源, 胡通哲, 施上粟编著. --
北京: 中国水利水电出版社, 2012. 7
(生态水利学系列丛书. 第1辑)
ISBN 978-7-5084-9987-1

I. ①水… II. ①李… ②胡… ③施… III. ①水域—
生态工程 IV. ①X171.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第164147号

书 名	生态水利学系列丛书(一) 水域生态工程
作 者	李鸿源 胡通哲 施上粟 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京博图彩色印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 9.5印张 225千字
版 次	2012年7月第1版 2012年7月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	48.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

自序

长期以来，人类为了资源的利用，如发电、灌溉、休憩，抑或防洪、防灾的考量，修筑了各式的跨海、越河及沿河构造物，诸如堤防、水坝、拦河堰等。这些传统的工程思考逻辑，以人类的需求为出发，视人类为唯一的指标物种，却忽略了原有的水文形态、栖息地固有的生态系统及其它野生动植物，往往对环境造成了无法回复的伤害。

自 20 世纪 80 年代以来，生态保育的观念逐渐获得重视；工程师和设计师开始学着去了解大自然的运作方式，观察生物栖息地的特征，尝试在环境生态与人类安全间取得兼顾和平衡，而有了各式近自然工法的出现，并逐步推广到水利、水土保持、林业、交通、景观和环境等各领域的生态工程。

老子曰：“人法地，地法天，天法道，道法自然”，生态工程的发展绝不只是施工方法的突破与展现，更重要的是人类思维和态度的转变。因为体认到大地万物本为一体，感佩于自然运力的深奥智慧，对环境其它生物的生存权利予以尊重，对于栖息地生态和生物多样性的维持更为在乎，因而在工程手段上也更为细致谦卑；甚而透过工程的手法来回复在地生态环境，消除污染，促使资源再利用，真正达到永续发展的目的。

本书集结了工程领域和生态领域的专家学者，历时三年的合作撰写，即是希望以浅显易懂、循序渐进的内容，让不同背景的读者都能感受生态与工程之间的美丽交集，从中获知广泛的生态工程知识和实务案例。

试想，一个良好的水域生态工程，就是一个独立的生态系统，弹奏着和谐乐章，展现着源源不绝的生命力。在这里，每个生命各自找到其生存空间，随着四季更迭，彼此互动谱奏着丰富的乐曲。在这里，人类也找到了乐趣，得到不同的启发和灵感，小朋友学到了生态知识和尊重生命，画家找到了

目 录

自序

第一章 绪论	1
第二章 人、生态与工程	5
一、水域生态	5
二、人之为人	7
三、生态工程	10
四、人之永续	11
第三章 溪流生态学	14
一、河溪生态的大地观：水、地、生物、人合而为一	14
二、观看河流形态	14
三、河流形态与水生生物栖息地	16
四、河溪生态特色	19
五、河溪生态运行原理	20
六、河溪生态调查与监测	27
七、河溪栖息地恢复	33
八、生态工程成效监测与评估	35
第四章 调查方法	38
一、河川物理化学环境调查	38
二、生物调查	40
第五章 生态工程	45
一、生态工程定义	45
二、生态工程介绍	45
第六章 水文循环与水文水力分析	57
一、水文学概述	57
二、水文分析	64
三、水力分析	67
四、常用水力模型	73
第七章 安全性分析	78

一、稳定性分析	78
二、拖曳力分析	91
第八章 生态工程案例研究	96
一、台湾东部兰阳溪河口段设置丁坝工程对鱼类栖息地面积的影响评估	96
二、台湾北部大沟溪设置块石堆砌工法对鱼类栖息地面积的影响评估	106
三、台湾中部水利会农田水渠应用生态工法的优选研究	116
第九章 拆坝与河川恢复初探.....	128
一、拆坝对河相变化影响	128
二、案例分析——南势溪桂山坝	130
参考文献	141



第一章 绪 论^{*}

近年生态工程 (Eco-engineering) 的发展在国际上蔚为风潮, 已经成为一新兴的学科, 在台湾亦然, 多数的工程师体会到以人类为主的工程规划设计, 忽略野生动植物的栖息地需求, 是到了必须修正的阶段, 如何以生态为基础, 安全为导向的思维下兼顾两者, 是我们长久以来努力的目标。台湾这几年推动生态工程, 初期较着重于所谓的“工法”, 但是随着各方面专家学者的努力与环境保护的需求, 逐步推广到水利工程、水土保持工程、林业工程、交通工程及环境工程等领域, 不但理论方法的研究正蓬勃发展, 相关应用实例更是多如过江之鲫, 为避免生态工程被误以为是一种施工方法, 将名词定义范围扩大, 2006 年 6 月将相关的工程研究与设施名称改为“生态工程”。比较著名的案例如台北市关渡自然公园的野生动物保育与湿地水质净化设施、淡水河五股湿地与新海桥下湿地保护与水质净化计划、卑南溪新兴堤防河川环境改善工程等, 可说族繁不及备载, 坊间已有多本专书介绍, 这里不再掠人之美。

生态工程不同于一般传统的土木、水利工程方法, 生态工程的理念是以生态系统的自我设计能力为基础, 尊重环境中生物的生存权利。同时, 透过工程的方法来维护、恢复当地的生态环境, 使资源能循环再利用, 以达到消除污染目标, 进而实现永续经营、发展与利用的目的。在日本, 此种观念称为“近自然工事”、“创造多自然型河川”, 目前则以“近自然工法”、“自然工法”、“自然生态工程”较常被使用。美洲的国家所称之生态工程 (Ecological Engineering)、生物工程 (学) (Bioengineering)、生态技术 (Ecotechnology) 等, 欧洲德国的“生物学河川工法”, 以及大洋洲所说的“绿植被工法”, 或许出发点的目的不同, 但其实质意义大致相似。本书在“生态工程”或“生态工法”两名词的使用或有不一致的地方, 起因于台湾在发展这个学科时, 先采用的是“生态工法”一词, 其后范围逐步扩展, 称为“生态工程”。

本书的编撰过程, 李鸿源集合了工程专长与生态专长的专家学者, 不断脑力激荡共同合作撰写, 历时约三年, 共有九章, 是一本写给工程背景或生态背景的读者阅读的书, 也可以作为大学高年级与研究所的入门教科书, 多数的章节浅显易懂, 搭配图文解说, 学习上不致索然无味, 但某些章节为了要导入正确的观念, 比较艰深, 如稳定性分析一节, 需要有良好的工程与力学专业知识, 对生态方面的读者, 可能就读得比较辛苦, 但请不要气馁, 读者只需知道有这些概念便可, 倘若工程技术方面的读者有兴趣作进一步的研究延伸, 建议从参考书目中找寻素材。本书分成三大部分, 第一部分为生态篇, 分布在第二至第四章, 主要介绍水域生态、生态与工程间的关系及需要的调查工作; 第二部分为生态工

^{*} 本章作者: 李鸿源, 台湾大学土木工程学系教授。



程篇,介绍生态工程规划设计的生态工程(法),相关的水力水文及安全性分析,分布在第五至第七章;第三部分为案例篇,第八章将透过生态工程研究案例,使读者可以对前述的理论有更深入的了解,第九章则是将重点放在坝体拆除评估的案例探讨。

本书的第二章承台湾陈章波教授撰写《生态与工程》,是一个很好的楔子,引领读者进入生态与工程的领域,扬弃其深奥的生态用语,改以浅显易懂的语言,以带有老庄哲学的概念让读者了解何为生态、生态与工程间有何可能的交集以及生物多样性的重要等基本观念。

台湾中央研究院谢蕙莲教授协助撰写第三章,将溪流生态学作一精辟的阐述,跳脱单一的技术层次,以较大的尺度—水、地、生物、人等来说明河溪生态的大地观,谢蕙莲教授最后谈到了生态学家眼中的栖息地恢复,开启了工程师与生态学家并肩合作的机会之窗。

第四章则介绍河川的调查,台湾胡通哲博士以其水利工程背景来看待河川生态工程所需要的调查项目,主要参考其多年的调查经验与一些专家学者所建议的调查项目及方法,包含非生物的“物化环境”调查及生物调查。调查的项目主要区分为陆域、水域两个部分,兼顾水陆两栖动物的栖息地范围,生物调查则包含动物、植物两个部分,并提出论点,认为河川水域的调查依其设定的目标,并不需要进行所有生物的调查,而可以就重要的项目集中精力做好,一样可以做出出色的成果。

了解河川水域的物化环境与生物构成后,可以着手进行工程方案的试探性设计,胡通哲博士在第五章介绍了水域的一些生态工程,由于生态工程种类繁多,去芜存菁信手拈来包括河川护岸的生态工程、溪内(Instream)的生态工程以及台湾很特殊的农田埤塘^①的生态工程,最后应河川洄游性生物的需求对鱼道作一初浅的描述,第五章最后提到生态工程的规划、设计所需具备的条件以及规划设计的操作流程,其位居本书的中间章节,读者若是熟悉规划设计流程,应当能够了解我们对章节次序作如此编排的用意。

第六章则是介绍传统的水文与水力分析理论方法,由台湾施上粟博士撰写,这是大多数的水利工程师熟悉的领域,但是对于生态学者可能会有些吃力。为降低这部分的入门门槛,施博士特撰写《水文概述》一节,介绍基础水文知识,并说明几个常见的水文水力参数。其采用雨量频率分析,找出不同重现期的雨量强度,再利用合适的水文流量模型推算设计洪峰流量,据以进行水力分析;在进行水力分析介绍时,施博士为使非水利工程专业的读者能够了解水力的基本理论,从老祖宗的压箱宝——曼宁公式开始介绍,由曼宁系数的估算推进到河道植生糙度系数,这是从事生态工程设计者最关心的问题,也就是说,虽然生态工程成就了河川生态的生生不息,但河道是否会演变成荒烟蔓草阻碍水流?这里提供了一些估算的方法。第六章的后面介绍一些水力分析数值模型,包含了我们所开发的NETSTARS与商用软体TABS-2模式,足以应付多数的水力运算需求。相关的计算方法与程序等细节,限于篇幅不一赘述,请参考书末所附的参考文献。

生态工程的安全性长久以来是工程师所关注的焦点,本书将其分成稳定性分析与拖曳力分析两部分,第七章的稳定性分析则商请美国加州大学柏克利分校土木工程博士葛德治教授撰写,其对于河川护岸生态工程稳定性分析的探讨有着精辟的见解,结合传统基础工

① 池塘、低洼潮湿地。



程学科，介绍了挡土墙或护岸分析与不连续体分析理论方法，包含刚体静力分析法、不连续体分析法、连续体分析法、传统边坡稳定分析法等四种方法，并对各种生态工程提出适用的分析方法并汇整成表，相当具有参考价值，但本章较为深奥，需要比较厚实的工程力学专业知识，生态研究方面的读者若是无法读懂，不用气馁，就把它当成有这么一回事就可以。第七章的拖曳力分析则是胡通哲博士所撰写，其对传统的拖曳力基本理论，加以延伸应用到生态工程上面，其目的在于提醒工程规划设计者，在进行试探选择时，不要只考虑生物上的需求，而忽略迎水面的水力因素（拖曳力），这是百年前就已经被提出来的理论，但是却容易被遗忘，造成某些河川护岸几乎被冲毁，这是已经发生过的例子。第七章的后面提出块石粒径的分析，依其连接程度分成连接性强（如箱笼工法）与连接性弱（如干砌块石工法）两种计算方法。

第八章则是李鸿源、施上粟博士与杨胜崎博士汇整三个不同区域的生态工程评估案例（兰阳溪河口、基隆河上游内沟溪与台中水利会农水路），根据不同的案例特色选择前面几章介绍的部分理论或方法。希望透过案例探讨，让读者可以随着案例规划与分析流程，对理论能有更深一层的体会，并且了解理论如何实践于规划之中。

国际上普遍接受拆坝是河川恢复的重要手段，第九章中李鸿源与施上粟博士整理坝体拆除的国外案例，并提出拆坝与河川恢复的概念模式，最后针对台湾三个案例进行分析。由于这些研究都仍在持续进行中，此处仅为初步的整理与讨论，希望可以从这些案例中，提出可资借鉴的经验，以及引起更多人对于此领域的关注。

第二章 人、生态与工程^{*}

一、水域生态

重点整理：中国人与水的关系，说明先人巧妙地运用水资源与缓冲大自然的逆相。进一步引导欣赏生态的奇异之美，介绍古代各家诠释环境的美感，如何由河川整体的宏观美学，解析碎形在自然界的错综铺呈，事事都说明着生态多样、多变的风貌。

人体中 70% 都是水，必须喝水才能存活，煮饭也要用到水，所以，人类一定是逐水草而居，直接用溪、湖泊或池塘的水。水是那么重要，一定会加以营造以保证安全无虑。早期，人们营造自然的能力有限，处处以最少的投入、最大的效益以求生存。社区家屋太靠近水边，容易有洪水灾难；在陆地上打井，方便取水。一日生活，肇始于井边，井边成为生活的重要公共空间。但当人口增加时，地无法承载，有人只好背井离乡，远走他方。井边生活的点点滴滴增添了乡愁几许，驱动临老落叶归根的动力。

以前，家门前多有一个池塘，是所谓的风水池，有去暑赏景的功能；有蓄水滞洪，灭火防灾之用；有养鱼、鸭、鹅之便；有耕牛泡水去溽热之利；有清除污秽之用（图 2.1）。朱熹观察到池塘的水引自河里的水，水非常干净，鱼虾生活很好，好像一面镜子，可映照天上的云，有动的美感，写了一首诗来赞叹河溪的源头，“半亩方塘一镜开，天光云影共徘徊；问渠哪得清如许，为有源头活水来”。但到了今日，这些好处都有了代替品，而成了鸡、牛、羊粪便堆积之处，反而影响到住家卫生安全；又现



图 2.1 阳明山竹子湖景象与陶渊明的桃花源（赖仪宣摄）

^{*} 本章作者：陈章波，台湾中央研究院生物多样性研究中心研究员。

今大家有车代步，需要停车的大空间，庭院不敷使用，水池就被填平。

人类还没有进入大自然环境系统之前，天地之间本就是一座桃花源，即使在最初居住时，整个生态环境还是非常自然。随着人口持续增加，为了解决居住问题，再与河争地，不得不采用工法以保护人的生命财产。近代更是以水泥、钢筋等建筑材料筑起高楼让人居住，公寓大楼式社区发展，已使桃花源更加遥不可及。而且生活中制造了大量垃圾，渐渐污染了河川，甚至连人类喝的水都变了质，长期演变下来，环境维持自然化的力量愈来愈薄弱，甚至变得十分困难。有鉴于此，如今又开始重新规划，藉水池自净的原理来去污，亦即人工湿地的兴建，老一辈的人知道居家前池塘又回来了。

民以食为天，江南水田处处，耕种水稻，首要防漏，也要施肥。春耕犁田，打碎泥土成粉，再充分搅拌，又用牛来回踩踏，土壤颗粒空隙都填实了，就不会漏水。而传统耕种要施肥，要用大肥，猪、牛、鸡等的粪便；因为不卫生容易传染疾病，遂改用化肥。人工湿地却是用生活污水，即含营养成分的肥水，让水生植物繁生，以消耗生活污水中的养分，来净化水质，此外，湿地更吸引了许多昆虫鸟兽。水田的成果是稻谷供人食用，人工湿地则净化水质，供人享受生物多样性及大自然之美（图 2.2）。



(a) 台湾水田里生长的水稻（陈章波摄）



(b) 台湾水田稻谷收获（陈章波摄）



(c) 台湾台北县大汉溪畔新海桥人工湿地（张文贤摄）

图 2.2 水稻田与除污型人工湿地

二、人之为人

重点整理：因为人体构造的精密度，可以觉察到自己的思维，也就是有了意识，让人可以深入感受，可以创造，可以传递知识。当面对大自然的骤变与反复、环境（河川）生态的失衡以及暴洪徒留的波折痕迹，亘古迄今，人类无不经历着错误、体会、反思的过程，进而规划、创造出更顺应大自然节拍的工程，而得以维护生命的延续。

人，动物学者简单地把它称为第三种猩猩，但人有很发达的脑，不等同于其它动物；人的脑因为有许多区与褶皱，可以储存大量的信息，可以觉察到自己的思维，也就是有了意识，让人可以深入地感受，可以创造，可以传递知识。这种脑力的跃进使人类得以传承知识与经验，持续地创造不同的文化和艺术。

人体感官的敏感度并不均匀，按照人脑内感觉区的配置可以画出一个很奇特的人形——嘴唇、舌头、眼睛、耳朵和双手的比例特别大^①（图 2.3）。这些部位拥有最灵敏的感觉功能，尤其是两脚直立后空出的双手，这对人类的生存颇有帮助。身体各部位的感官神经连接至不同的脑部位置，呈现错综不一的排列。学习也就是脑内神经联结的建置。

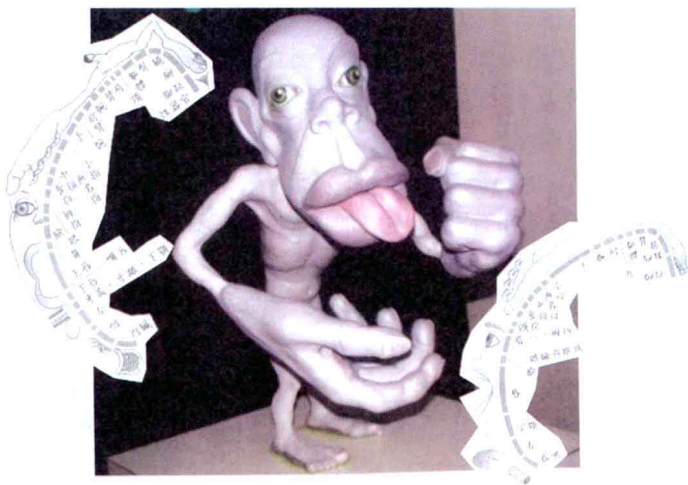


图 2.3 按照脑内感官区配置的人形
（汉宝德，2004，《汉宝德谈美》，联经，135～139 页）

脑中构建有奖励、惩罚的机制，快乐的奖励就在“快乐中枢”，孟子所说的“食色性也，人之大欲”，就是明证。人要吃东西、要繁衍下一代，这两件事都非常重要，所以在演化过程中，让食、色、快乐结成一体；也就是说，食色的行为会让脑中的快乐中枢，或者说赏酬中心非常兴奋。脑的思维与手的操作都很容易与快乐中枢结合，动脑、动手是快

① 汉宝德，汉宝德谈美，联经出版，2004。



乐生存的条件之一。

成长过程中有机会接近大自然的人，大脑中心边缘系统会发展地很好，如果没有这么幸运，就要向画家高更学习，以赤子之心接触大自然，不久，就会丢掉大脑皮质的约束；常常用觉知来刺激使用右大脑半球皮质，就会感受到什么是天人合一，若是经常只用左大脑会像半个废人，天人分离是迟早的事。

人是符号的传递与创造者，透过子孙传递身体的 DNA。另外，人类会利用大脑想出许多事情，并且创造出符号以写书、绘图、音乐、工程。师者所以传道、授业、解惑，即是将这些符号传递给学生。大自然本身也有许多符号，像毛毛雨、西北雨等落下的雨滴与雨声，懂得这些符号就是读懂大自然，譬如台风冲毁河滩地上的人工湿地，留下河水流动的痕迹，再根据这些痕迹，重新规划，结果会更符合大自然。

人都有一个特质，会动脑、用手，改变大自然环境，人会营造适合自己生存的环境，所以自然就被“人化”了。例如，大楼看不到任何花草，几乎都是水泥建构而成，工程造成所谓的“去自然化”，在这环境中长大的小孩并不了解大自然，他们的成长过程，快乐中枢没有被自然环境所刺激，反而是人造环境所刺激，当然不觉得难过，尤其现在国小校园建筑都水泥化了，看不到大自然，所以小孩子长大之后并不会喜欢大自然。人要走入自然，从心认同自然，“人自然化”，天人才得以合一。

古人看了河流溪水，而有所思所感。老子看了很多，体会到“谷神不死”；孔子看到水的流动，大叹“逝者如斯，一去不复返”；庄子看到河中游鱼，所以跟人辩论“鱼到底快不快乐”；曹植路过洛水写了“洛神赋”，表露他对美女、对爱情的怅叹；范仲淹在岳阳楼记里写下“先天下之忧而忧，后天下之乐而乐”，又是写景，又是写心情；苏东坡看到浪淘洗的现象，大叹“大江东去，浪淘尽”，人与沙石一般滚滚而去，自己又怎能不被岁月淘换！李白从四川搭船顺流而下欣赏三峡河廊生态风光，而有“两岸猿声啼不住，轻舟已过万重山”之吟颂，心情至为愉快；更古老的诗经，“关关雎鸠，在河之洲”，借着河滩地溪滨鸟类的生态，引来“窈窕淑女，君子好逑”的爱情游戏。又许多故事如“西施浣纱”描写利用水洗净布匹的能力；屈原投江自尽，消除了离骚的痛苦；鲧防堵无效，大禹顺着水势治水，以得天下。俗语“十年河东，十年河西”，正是河道多变和不稳定的动态性格。

再以老子的“谷神不死，是谓玄牝”为例^①，古今学者专家对这句话有很多不同的解读。南淮子书中用了一个很妙的解法，他说风吹来吹去，产生了声音，像是一个人，所以称为谷神。南淮子一书的作者至少知道自然山谷会产生回音。更多学者，他们并没有到现场去看，所以就产生中空、有灵，像道一样恍恍惚惚。这一类学者说得玄之又玄，造成读者极大的困惑。当站在合欢山的山顶，往下一看，看到立雾溪，山顶光秃秃的，山谷里却有很多树木，老子所说的事就显而易见了。把谷神当做山谷的“神貌”就自然清楚了，因为山谷比起山顶，比较有遮蔽、温热、有水，所以母性的动植物可以大量在此繁衍下一代，因此谷的样貌一直存续着，不会凋亡。

① 陈章波，老子书中的谷神。科学发展，2004，374，76-79。



大安溪士林坝



新寮溪

三、生态工程

重点整理：自然界融合水、土、树木的相互作用，产生力的平衡。人类活动所加诸于自然（河川）环境的外力，破坏了生态的平衡；缺乏生态考虑的整治，使得沙泥土易被侵蚀、冲刷力增大、保湿力不足、栖息地减少、压缩河川生物的生存空间。生态工程的三个层次：安全、景观及生态，取舍之间存乎人们对大自然的了解与价值观。

（一）读懂大自然

生态工程施行中最大的困难是我们没有读懂大自然，只按照法规、会计、计算机来操作，没有契合当地大自然的运作。科学本来是人观察自然的符号，对自然的表征加以研读，弄懂了以后，再以人创造的符号，也就是大家看得懂的文字、图画，表达出来，让人跟人可以直接沟通，不用再透过大自然的符号。但是每个地方的环境都是不同的，所以只能讲出大概的原理原则，实际上，在操作时，每个地方的生态工程一定要因地制宜，这时候，若没有读大自然的能力，只能依样画葫芦，就越画越不对了，所以“读大自然”是最重要的第一件事情。

（二）力的配合：力-生命力、地心引力、水力与力争上游

地球在转，生命在动，就是能量，将之集合在一起，就是工程，将其拆掉、摧毁，也是工程。孔尚任在《桃花扇》中有句唱词：“眼看他起高楼，眼看他宴宾客，眼看他楼塌了。”这足以说明一个人的命运起落，也说明了工程的流程。我们投注很多的钱，将其营造起来，里面花了很多力，但是地心引力一直在作用，每寸屋梁横木都承受地心引力的拉力，加上风吹雨打，日光照射，日子久了，屋子也就垮掉了。原来，我们一直是活在地心引力作用之下，做着对抗地心引力的事。

水域也是太阳与地心引力的杰作。在水往低处流的过程中，地心引力使它有向下切割的力，当它向下切割时，上方土石不稳，就崩塌了，因此它也有向上切割的力，同时，当河川左右摆动时，也有向两侧切割的力。自然中，本来就有水、土、树木相互作用，产生力的平衡，人把树砍了，加强了雨水冲蚀地的效应，就很容易产生泥石流。为了整治山坡地或溪流，现代人就用水泥将其固化，这样做却产生了几个不良效应：第一，没有被水泥固化的边坡与水泥坡面间产生力的落差，使交界面的沙泥土更易被侵蚀；第二，水在水泥铺面上跑得更快，径流量加大，力量愈大，对下方的冲刷也就愈大；第三，水泥铺面表面，保湿力不足，附着的生物，因得不到水的滋润而死亡；第四，水泥或石头浆砌把河岸或河床原有的沙、石多孔隙的底质封住，毁坏许多生物的栖息地，减少河里与河岸生物的生存空间。

这就是我们没有深入读懂、体会到山谷是怎么维持力的平衡、维护生命力，以及生物的栖息地特征是什么。当我们把这些作用力弄清楚了，就跟现在做泥石流的防治一样，从源头找出病灶。首先是防止裂缝扩张，其次是导引水流，分散水流不让其力量集中，同时