

DOI: 10.3880/j.issn.1004-6933.2015.01.002

台湾河流、湿地治理的思路、技术和问题

施上粟¹, 陈章波²

(1. 台湾大学水工试验所, 台湾 台北 10617; 2. 中央研究院生物多样性研究中心, 台湾 台北 11529)

摘要:介绍台湾地区综合治水策略,从集水区涵养保护开始,配合流域洪水历线,综合配置集水区、河道、下水道及滞洪设施,并降低河道洪水水位,同时兼顾环境及生态的维护。从台湾的河川湿地治理经验出发,介绍“台北大沟溪生态滞洪池”、“新店溪阳光运动公园”、“台北关渡自然公园人工湿地(离槽式)”、“大汉溪河岸人工湿地(在槽式)”等工程实例,说明只有师法自然,才能推动生态资源保护以达到永续发展的终极目标。

关键词:河川;湿地;治水策略;生态文明;台湾

中图分类号:X32 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2015)01-0008-08

Ideas, techniques and problems of river and wetlands regulation in Taiwan

SHI Shangsù¹, CHEN Zhangbo²

(1. *Hydrotech Research Institute, National Taiwan University, Taipei 10617, China;*

2. Biodiversity Research Center, Academia Sinica, Taipei 11529, China)

Abstract: Comprehensive water regulation strategies in Taiwan were introduced, which is to begin with watershed protection, and then integratedly allocate the watershed, river, sewers and detention facility, and in the meantime lower the river flood level, combining the maintenance of the environment and ecology according to the basin flood hydrograph. Some engineering examples about the experiences of Taiwan river and wetlands regulation such as Taipei Dagouxi ecological detention pond, Hsintienxi Sunshine Sports Park, Taipei Guandu Nature Park Artificial Wetland (trough-away style), Dahanxi River Bank Artificial Wetland (trough-in style) were introduced. Those examples show that only by imitating the nature can the protection of ecological resources be promoted so as to realize the ultimate goal of sustainable development.

Key words: river; wetlands; water regulation strategy; ecological civilization; Taiwan

1 台湾河川及湿地治理沿革

1970年代开始,台湾地区进入经济快速成长时期,其产业结构及社会资源有了大幅度改善,然而自然环境也付出了巨大代价,包括土地利用的改变、污染的增加、水资源的耗竭等。举例而言,为满足越来越多的水资源需求而不断兴建水库、拦河堰等横向水利构造物,造成河川普遍生态基础流量不足;为了防止泥沙入库以延长水库寿命,在上游集水区广设拦沙坝,因而造成泥沙及营养盐的传递中断,对生态

系统影响极大。又如,为保护日趋密集的都市人口,河川两岸筑起高强度堤防以防范洪水;为加快排洪,又常以混凝土工法构筑河川,违反河川自然河性,将原本自然健康的河川逐步改造成大水沟,加上发展进程中的工业生产及家庭生活废污水的排入,致使河川生机破坏殆尽。鉴于此,台湾当局大约从2000年开始,由相关部门开展了一系列的河川湿地治理,如:“公共工程委员会”推动生态工程、“环保署”推动人工湿地工程、“水利署”推动河川环境营造及永续水库工程、“营建署”推动湿地保育法立法、“农委

作者简介:施上粟(1973—),男,副研究员,博士,研究方向为河川及湿地保护及红树林海岸防护。E-mail:uptreesih@ntu.edu.tw

通信作者:陈章波,教授。E-mail:ZOCP@gate.sinica.edu.tw

会”推动农村重策划等,这些工程或有关的推动通常是由上而下(top down),主要力量来自台湾当局;但推广或改良则是由下而上(bottom up),主要力量来自学界或民间 NGO 组织。

台湾早期的河川治理思维来自日本占据时代的防灾工程,因此至今台湾各地河川沿岸有许多堤防结构物。随着时代的演进,对于土地的利用、环境的重视以及气候变迁的刺激,开始了新的治水、亲水、环境维护思维,旧有的“筑堤防灾”概念已逐渐受到民众质疑及挑战。1950 年代左右,台湾地区的河川排水治理着重于水文频率分析,亦即首先依据区域发展规划的不同需求决定河川治理强度,其次根据河川排水通道的水力因素进行规划、设计与施工。

1970 年代以后,随着人口增长、都市面积逐渐扩大,加上工商业用地以及各类活动用地需求增加,大规模的土地利用改变了集水区地貌与水文环境特性,这些变化明显地反映出河川尖峰流量的增加。因此,1970 年代起,欧美地区国家已经开始研究流域的综合管理对策,以降低因为集水区内地过度开发可能带来的洪水灾害问题。

1983 年,日本在东京都市计划局内设立综合治水对策调查委员会,提出都市开发规划中必要的治水规划策略。台湾“水利署”于 2004 年完成《综合治水与滞洪设施整合利用研究》提出,在符合自然原则与融入环境生态条件下,凡是可以有效达到减轻水患,并促成水资源利用的方法均可以称为“综合治水”。因此综合治水思维核心价值在于降低河川排水通道的负担,因而河川排水通道可在既有基础上承受更大规模的洪水事件。亦即,经由蓄洪、减洪与分洪而达到防洪目标,因此所有水文循环单元均必须强化并加以整合利用,如植物叶面截流、地表漫地流、地表水入渗补注、地表滞留,甚至于雨水贮留利用亦须担负重要责任。进一步说,传统治水与综合治水实施对策的差异在于集中处理与分散风险的理念。尤其是综合治水管理措施中加入了人工滞洪池、滞洪湿地与雨水贮留设施等流域径流量抑制

措施后,水源多目标的运用,如卫生用水、环境用水,以及滞洪池的多功能利用均成为综合治水所产生的实质效益,这是传统治水中所缺乏的理念。

台湾行政主管部门于 2002 年提出“挑战 2008: 国家发展重点计划”,明确将生态治河、亲水建设等生态考虑融入河川治理概念中。“水利署”配合该计划的《生态治河、亲水建设》政策,于 2003 年拟订《重要河川环境营造计划(93-97 年)》,针对全台湾重要河川,提出河川管理、治理工作之计划,按照“生态工程”应师法自然、工程减量、因地制宜的思维,以达到防灾减灾、河川环境改善与创造丰富美丽水边环境之整体目标,改变了河川治理仅重视河防及水资源缺漏的治理思路,开拓了兼顾河川环境状态的整体性河川营造新方向。

台湾在河川环境营造计划的推动沿革说明如图 1 所示。

台湾行政当局的“经济建设委员会”于 2006 年核定《国土复育策略方案暨行动计划》,希望以尊重及顺应自然的新思维来进行国土复育及保育,以保存不可或缺的自然资源。根据《国土复育策略方案暨行动计划》,除应积极复育过度开发山地地区、河川区域、海岸及严重地层下陷地区的生态环境,促进环境资源永续发展,也需有效管制山地地区、河川区域、海岸、地层下陷地区及离岛的开发行为,降低自然灾害的发生,减缓灾害所造成的危害,减少人民生命财产的损失。另外,也明文规定:地层严重下陷地区一经划设为国土复育促进地区,除台湾当局同意外,应禁止凿井及抽取地下水等新开发行为,已登记的水权或临时使用权,台湾当局水利主管部门应予废止。前述地区内已形成湿地者应维持其型态,并按地区征收开辟为淡水人工湖、滞(蓄)洪池、复育湿地或自然公园,养殖渔业应辅导为海水养殖或休养。地层严重下陷地区内如有既有坟墓应优先协助或补助迁移。

台湾西海岸随季节推移,海流有黑潮支流、中国沿岸流、西南季风吹送流及南中国海流。地形上多

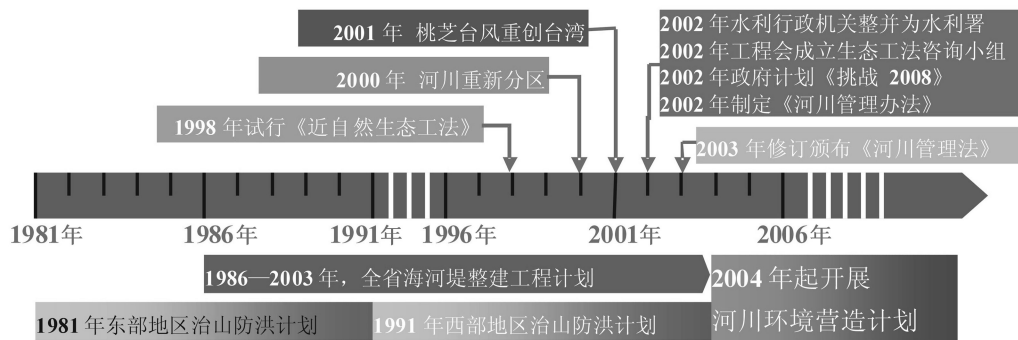


图 1 台湾重要河川环境营造计划沿革示意图

属单调平直、坡降平缓的沙泥质沉积海岸。在这些地形上,由于红树林、盐泽植物、底栖微细藻类等植物的生长,进而成为候鸟、鱼、虾、蟹、贝类等觅食、繁殖场所,形成一幅以“软性”的沉积物为基质的湿地自然景象。西海岸的南北端则有海岬、海蚀崖、火山熔岩、珊瑚礁等海岸,在这些地形上有潮池、海蚀沟、海蚀平台、珊瑚礁地形,适于海藻、海草等植物与岩礁性贝类、蟹类及鱼类的栖息。形成一幅以“硬性”的岩礁为底质的湿地自然景象^[1]。

台湾沿岸湿地原本保存的十分完好,但同时也面临不同程度的生态功能不足或污染及开发的威胁。破坏的情况包括开发、污染、盐化、陆化等;湿地消失的原因来自各式工业、商业的开发利用及海岸侵蚀等。为解决湿地面临的问题,提升国民生活的质量,并协助农渔用地转型以改善农渔民生计,从而建构台湾永续发展的基础,台湾当局因此推动《湿地保育法》“立法”,并于2013年7月3日公布,预计2015年2月2日施行,其宗旨是确保湿地生态系统的众多功能,包括维护生物多样性、促进碳汇、保水、滞洪等,并鼓励湿地资源的明智利用(wise use),使人们的福祉获得湿地系统持续的支持,以达永续发展的终极目标。

笔者从台湾河川湿地的治理经验出发,并列举“台北大沟溪生态滞洪池”、“新店溪阳光运动公园”、“台北关渡自然公园人工湿地(离槽式)”、“大汉溪河岸人工湿地(在槽式)”等4个案例,通过对其工程介绍以及已获成果经验,提出批判、反思及建言,盼能起抛砖引玉之功,为社会及自然环境的永续发展起到一点贡献。

2 案例一:台北大沟溪生态滞洪池

大沟溪位于台北市内湖区大湖公园上游,长约3500 m,集水面积约340 hm²,为自然形态之溪沟,上游两岸多为次生林,下游则以农业利用为主(表1)。过去曾以生态工程施作,采用天然块石作表面多孔化处理及植生绿化,以避免工程构造物对环境造成冲击及破坏。另亦利用跌水工、固床工等构造物来降低河床落差,减缓溪水流速,保护两岸护岸基脚并蓄积溪水,营造水域生物生存繁衍的栖息空间。2007年温妮台风及2011年纳莉台风时,因上游集水区突然加大尖峰入流量,且下游雨水下水道未能及时宣泄,造成附近居民生命财产受损。为改善水患问题,台北市规划大湖山庄街底北端大沟溪与地下箱涵衔接处,兴建大沟溪滞洪池,以达滞延山区洪水及拦截泥沙之功能。该滞洪池于2008年启用,迄今已使用超过6年。空间规划包括亲水活动区及防

洪调节区,除了带来之效益的调洪沉砂外,亦提供一休闲游憩生态亲水空间,设有亲水步道及分洪水道。大沟溪滞洪池水路与下游大湖公园滞洪池连接,形成一个功能完备的滞蓄洪系统(图2),其具备的自动蓄水、退水机制能有效降低台洪时期的河川尖峰流量。

表1 大沟溪生态滞洪池设施

用地面积/hm ²	集水区面积/hm ²	滞洪容积/万 m ³	满水位高程/m	最大可排放量/(m ³ ·s ⁻¹)	设施建设
4.6	340	13.15	26	46	闸门、溢流明渠、出流竖井

注:当竖井水位达26 m,溢流明渠(流量超过44.4 m³/s)开始侧溢进入调洪池,此时竖井内高水压将舌阀关闭,等竖井内水位低于调洪池内之水位时,舌阀开启,即调洪池开始退水。



图2 大沟溪生态滞洪池与大湖公园滞洪池水道连通情形^[2]

大沟溪区域内具有急、缓、深、浅等流水形态,地理位置处于上游,水质清澈,污染物少,栖地较为多样化,滨溪植被亦保存了多样化及完整性,栖地环境相对较为自然(图3)。施上粟等^[2]调查发现5科12种234尾鱼类及虾类,如台湾石鱼宾、台湾马口鱼等台湾特有种鱼类,及平颌鱈、鲤鱼、日本鲫、尼罗口孵鱼、吉利慈鲷、巴西珠母丽鱼及琵琶鼠等鱼类;鸟类调查共发现14科20种84只次,如矶鹬、黄头鹭、小白鹭及在台湾列为保育类鸟种的台湾蓝鹊。可知该区生态相当丰富,此生态滞洪池不仅提供防洪功能,同时具有生态保护、景观品质、休闲游憩等多重用途。

3 案例二:新店溪阳光运动公园

2009—2011年,新店溪阳光运动公园的河川环境营造工程完成(图4)。这些营造工程是分批分年完成的,分别为:新店溪中安便桥左岸复建工程(2009年)、新店溪安坑段堤防工程(2010年)、新店

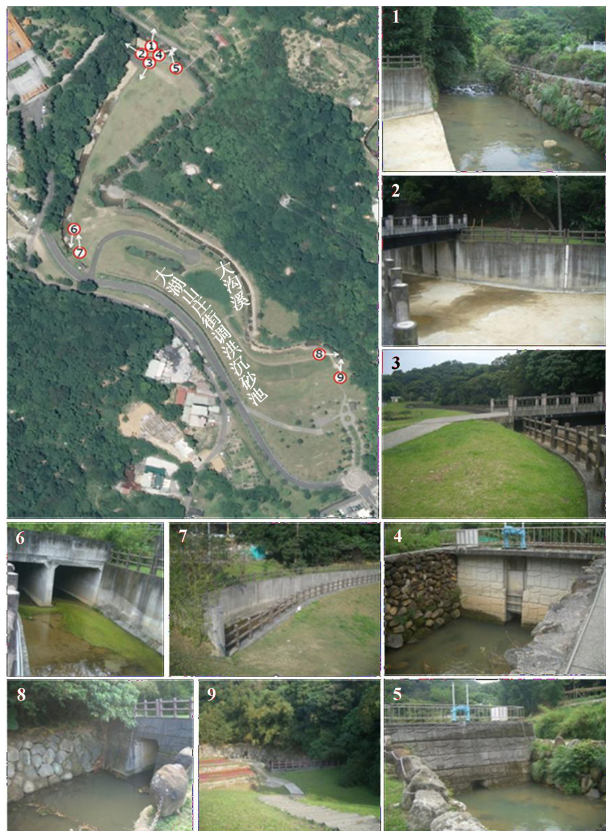


图3 大沟溪生态滞洪池及周边环境营造情形^[2]

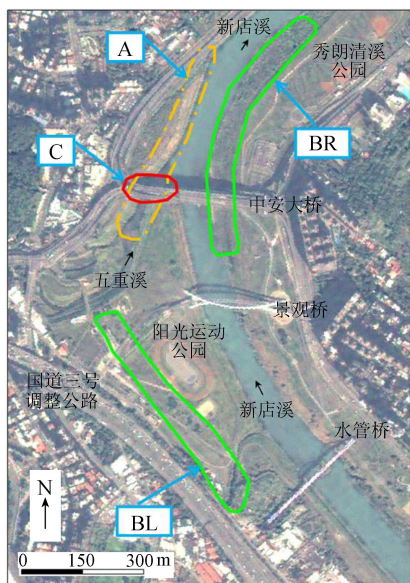


图4 新店溪阳光运动公园河川环境营造工程位置

溪五重溪汇流处护岸复建工程(2011年)。阳光运动公园工程是采用生态工程方式加以营造的,营造后短期内已有效提升景观品质,吸引民众亲近,成为假日台北地区主要游憩场所之一。

3.1 新店溪中安便桥左岸复建工程(A工程)

营造目的:根据《新店溪中安便桥左岸复建工程》计划书,因莫拉克台风来袭期间,中安便桥左岸部分石笼护岸有沉陷变形情形,为避免造成更大灾害和危及护岸之结构安全,故办理该复建工程。

工程内容:将新店溪中安大桥下游左岸处(0k+050)~(0k+150)护岸之护坦工以防汛场吊运5t防汛块乱抛垫底($H=2\text{m}$),再加1m高之抛块角石,顶层2、3层沉陷石笼拆除重作。另(0k+200)~(0k+250)护岸之护坦工以5t防汛块乱抛垫底($H=2\text{m}$),再加1m高之抛块角石,并将上层部分冲毁部分用 $\phi\geq 50\text{cm}$ 块角石护坡修复。工程布置如图5所示。

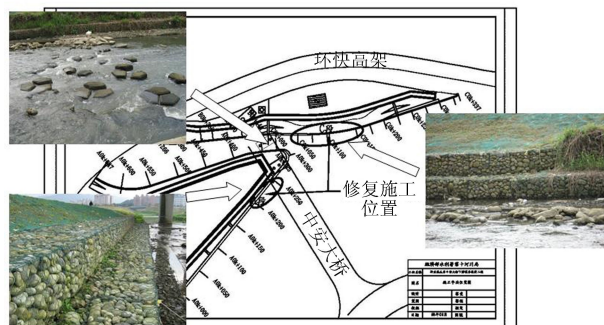


图5 新店溪中安便桥左岸复建工程

3.2 新店溪安坑段堤防工程(BL、BR工程)

营造目的:根据《新店溪安坑段堤防工程计划说明书》,因违章建筑物占用高滩地致使整体环境较为凌乱,为促进当地居民生活质量,经强制拆除违章建筑物后,增加该河段空间利用,故进行河川环境营造。

工程内容:①本工程左岸B段堤防工程250m前坡采用1:6修坡覆土植草及铺设抗冲蚀网,计划堤顶高程15.98m,其上设置人行步道,左右两侧栽种灌木美化环境,另邻接高速公路排水渠道侧之堤后部分需设置背水堤,以防洪水倒灌。②本工程堤防所需填方土石拟由新店溪右岸下游处采取,可疏浚凸岸淤积土石,增加通洪断面,其以三层迭笼为护岸基脚,护岸前坡采用1:3修坡覆土植草及铺设抗冲蚀网,后侧则配合既有自行车道高程予以修顺。③工程内容分成两段,因左岸堤防需填方故由下游右岸凸岸处采取部分砂石为之,因此对此断面有增加通洪面积的功效,堤防工程加上覆土植草能增加景观美化之感,让民众得以作为休憩场所,形成超级堤防,兼具防洪安全及环境景观,工程布置如图6所示。

3.3 新店溪五重溪汇流处护岸复建工程(C工程)

营造目的:工程目的在于进行护岸复建,且同样采用较接近自然的石笼工法,因该工程位处淤积岸,不需承受太强大的水流曳引力,因此在设计上保有较大的空间,工程目的以护岸稳固为主、景观及植生营造为辅。

工程内容:①石笼制作、组立、安置及装填石料等工作。石笼网使用镀锌铁线以机械编制而成,除

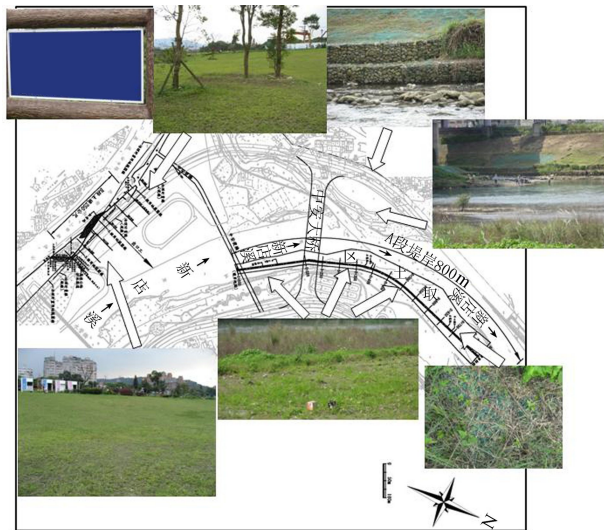


图6 新店溪安坑段堤防工程布置

另有规定外,石笼笼体需以全张网6面折制成型,或顶网与全张网5面折制成型,其间隔网(每1m设1处)亦以同材质之镀锌铁线制成,并固定于全张网体上。②卵块石施做堆置。所用石料须为坚实块石或卵石,其石料短径应大于石笼网目,长径应以小于或等于35cm为原则。③河岸抛石。抛放卵(块)石,须层次分明均匀,大粒径石料需置于面层,并应注意相互契合,使成空隙最小之整体,以达指定的水平位置。抛放石块间之孔隙不得大于设计抛石尺寸,80%以上的抛石长径大于80cm,15%的长径为50~80cm,其余5%小于30cm。工程布置如图7所示。

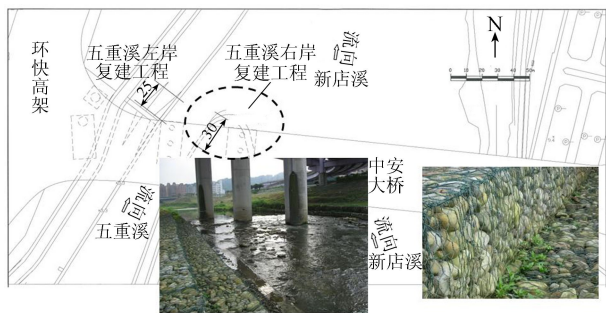


图7 新店溪五重溪汇流处护岸重建工程布置

4 案例三:台北关渡自然公园人工湿地(离槽式)

关渡湿地位于基隆河汇入淡水河处,因关渡防

表2 关渡自然公园人工湿地水质状况

分类	$\rho(\text{DO})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$		$\rho(\text{BOD})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$		$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$		分类	DO		BOD		NH ₃ -N	
	初始值 ρ_0	监测值 ρ_1	初始值 ρ_0	监测值 ρ_1	初始值 ρ_0	监测值 ρ_1		$\frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_0} \times 100\%$	提升率/%	$\frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_0} \times 100\%$	去除率/%	$\frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_0} \times 100\%$	去除率/%
设计标准一	≥ 3.0	8.53 (合格)	≤ 8.0	4.68 (合格)	≤ 3.0	1.03 (合格)	设计标准二	≥ 100	199 (合格)	≥ 50	52 (合格)	≥ 40	69 (合格)
结果	合于设计标准		合于设计标准		合于设计标准		结果	合于设计标准		合于设计标准		合于设计标准	

潮堤的兴建,将其分割成两种不同形态的湿地系统。防潮堤以南现为关渡自然保留区,是以红树林为主的半淡咸水感潮湿地,防潮堤以北则为关渡自然公园,属于淡水型湿地。水磨坑溪为流经自然公园的主要河川,属市区排水环节之一,故水质情况不佳,该溪进入自然公园附近上下游处紧邻稻田区后,有适当地点以自然净化系统处理水质问题,并增加淡水水源。此人工湿地主要目的在于改善水磨坑溪水质,水质处理系统中包含表面流式人工湿地及地下流式人工湿地系统,以及链接处理单元为缓冲池、氧化塘、抽水站等。规划中引取水磨坑溪水至缓冲池,利用抽水机将水引至氧化塘储存,再以重力流方式分别引入72.7%的水磨坑溪引水量进入表面流式人工湿地,及27.3%的水磨坑溪引水量进入地下流式人工湿地(处理能力为500m³/d)净化处理,出流水排入淡水湿地观察区(终沉池),最后则排至自然公园内之排水渠道中(图8)。

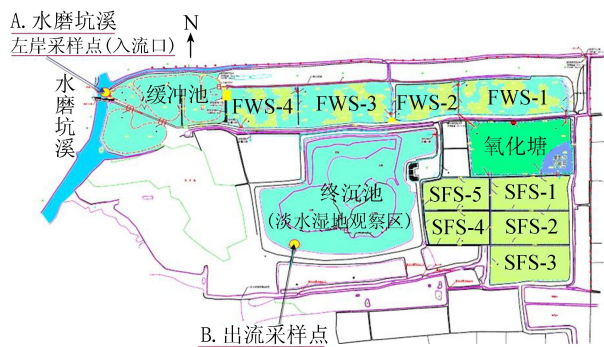


图8 关渡自然公园人工湿地配置示意图

工程完工后于放流口采取水样,DO质量浓度月平均值为8.53mg/L(高于3.0mg/L);BOD质量浓度月平均值为4.68mg/L(低于8.0mg/L);NH₃-N质量浓度月平均值为1.03mg/L(低于3.0mg/L),水质检验结果满足设计标准(表2)。苏宗敏^[3]及Su等^[4]计算4个表面流人工池的水力效率均在0.86以上,显示出关渡自然公园的FWS人工湿地具有良好的水力效率(表3、图9)。

该湿地属于离槽式人工湿地(图10),刚刚设置完成即于缓冲池发现家燕等鸟类族群捕食蚊蝇,最多曾同时出现约180只的家燕一齐于缓冲池内觅

表3 关渡自然公园表面流人工湿地水力效率计算结果^[3]

流场名称	Ω/m^3	t_n/h	t_m/h	$e/\%$	λ
FWS1	1195	8.30	8.21	0.99	0.93
FWS2	907	6.30	5.78	0.92	0.88
FWS3	1238	8.60	8.58	1.00	0.97
FWS4	888	6.17	6.13	0.99	0.86

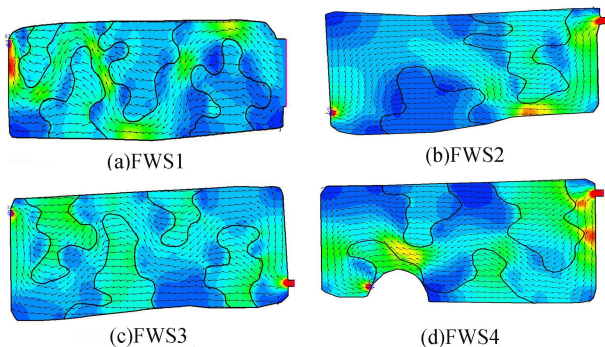


图9 关渡自然公园表面流人工湿地流场分布计算结果^[4]

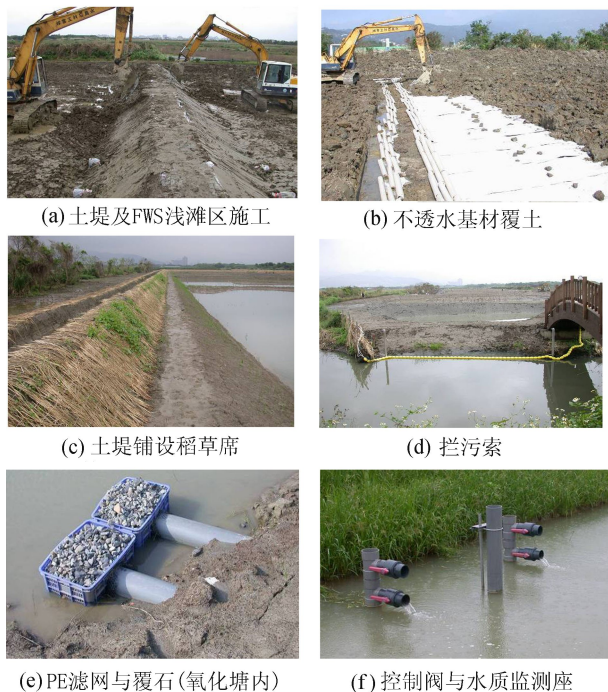


图10 关渡自然公园表面流人工湿地施工现场

食。该项工程竣工后2个月内在水稻田内已陆续发现大白鹭、高跷鹤、埃及圣鹮等鸟类利用,亦有数量超过20只的鸥科族群栖息于氧化塘,高跷鹤则开始在终沈池湖岛内繁殖产卵。显示湿地经过梅雨季节雨水滋润后,植物生长茂盛,大面积的水域空间吸引螺类、蛙类与昆虫进驻,使得湿地内有稳定的食物来源供应鸟类捕食。完工初期的鸟类调查发现32科共85种的鸟类,共计10338只次鸟类利用。此湿地除具有水质处理功能外,也是关渡自然公园重要环境教育场所之一。

5 大汉溪河岸人工湿地(在槽式)案例介绍

为了改善淡水河河川水质,新北市政府自2002

年起陆续于河川沿岸可利用之高滩地,以人工湿地进行“现地处理水质净化系统”。本节以大汉溪河岸高滩地所建造的新海二期人工湿地及打鸟埤人工湿地二处场址(图11)说明人工湿地的水质净化效能,以及所创造的生物多样性效益。新海二期及打鸟埤人工湿地都是采用改良的三段表面流式(free-water-surface, FWS)的净化流程。其基本配置包括两个密植水域单元及1个开放水域单元;同时,经过密植区及开放水域单元处理的污水,在放流前另增设1个生态池区^[5]。两处人工湿地皆于2006年完工运行(表4)。



图11 大汉溪河岸人工湿地净水单元配置情形^[6]

表4 大汉溪河岸湿地面积、流量及水力停留时间^[5]

人工湿地	完工日期	基地总面积/ hm ²	水域面积/ hm ²	设计流量/ (m ³ ·d ⁻¹)	水力停留 时间/d
新海二期	2006-09	4.7	3.3	2700	5.5
打鸟埤	2006-11	13.0	8.5	11000	5.0

Hsu等^[7]水质调查发现:除了生态池外,其他单元的DO质量浓度一般偏低($\rho < 6$ mg/L),但DO质量浓度随着净水单元由人工湿地前端至后端有逐渐升高之趋势。在新海二期场址的沉淀池,DO质量浓度平均为1.30 mg/L,至生态池平均为7.37 mg/L;在打鸟埤场址沉淀池DO质量浓度平均为2.02 mg/L,至生态池则达6.94 mg/L。TN及TP质量浓度亦自前端净水单元至后端净水单元逐渐递减;TN及TP质量浓度在新海二期场址沉淀池平均分别为

19.38 mg/L 及 1.30 mg/L, 在生态池降为 13.18 mg/L 及 0.82 mg/L; 在打鸟埤场址沉淀池 TN 及 TP 质量浓度平均分别为 18.09 mg/L 及 1.08 mg/L, 在生态池平均为 8.40 mg/L 及 0.47 mg/L, 显示出污水在经过人工湿地处理后, 污染物浓度下降。各场址整体对污染物的去除率: 新海二期人工湿地对 BOD 及 COD 的去除率较高, 分别为 58.8% 及 51.1%, 出流质量浓度分别降低至 11 mg/L 及 30 mg/L 以下; 打鸟埤人工湿地则对 TN 及 TP 去除率较高, 可达 51.4% 及 52.3%, 出流质量浓度分别为 8.4 mg/L 及 0.5 mg/L。

鸟类调查发现, 新海二期人工湿地共记录 33 种鸟类及 429 只次的鸟数, 打鸟埤则有 57 种及 1233 只次。新海二期人工湿地每一净水单元鸟的平均种类数为 0~7.3, 打鸟埤人工湿地则为 0.9~12.3。两处场址的平均丰度(数量, 只次数)及 Shannon 歧异度皆以生态池为高, 而以沉淀池为低。两处人工湿地皆以白头翁(*Pycnonotus sinensis*)为优势种, 分别占新海二期及打鸟埤鸟类总丰度的 18.4% 及 18.7%。其中彩鹇(*Rostratula benghalensis*)名列农委会公告之保育类野生动物名录第 II 类, 属珍贵稀有野生动物; 而红尾伯劳(*Lanius cristatus*)则属第 III 类其他应予保护的野生动物。此在槽式人工湿地不只具有水质处理功能, 同时已自然形成湿地生态系统, 是鸟类等野生动物重要栖息地。

6 结论与建议

台湾具有独特的河流特性与高度的土地开发压力, 因此水利工作相当严峻, 近年来又受全球气候变迁的影响, 使得极端水文事件增加, 迫使台湾水利工作经常要承受涝、旱并存的压力, 从而成为更大的挑战。为了减少生命财产的损失, 台湾当局及人民过去以“人定胜天”的理念, 用强制性硬件工程的方式, 试图防范及消除灾害。但这种工程方法的效用往往是短暂的, 近年来的水灾所造成的伤害, 显示传统土木工程难以与自然力量相抗衡; 除灾害发生当时的生命、财产损失外, 灾后救助及设施复原更需要投入大量的社会成本。

现今台湾河道因受限于两岸开发, 因此无法再度拓宽河道以扩充通洪能力, 且过去之治理方式往往缺乏整体性的规划, 加上旧有之工程已陈旧, 以及近年来大众对于环境保护与生态保育方面的重视; 因此, 现阶段应采取综合治水策略, 从集水区保育经营开始, 配合流域洪水历线, 综合配置集水区、河道、下水道及滞洪设施与负担洪水量, 并降低河道洪水位, 同时兼顾环境及生态的维护, 是比较正确的发展方向。

湿地在流域中具有蓄存水分的功能, 能够滋养

大地、造福人们, 因此湿地为台湾生存之充分而又必要的资源, 保护湿地的重要性不言而喻。湿地结构是一切功能、服务、福祉关联链的基础。台湾在湿地保护和修复的过程中, 越来越重视采用近自然的方法, 也就是模仿自然系统来进行修复的生态工程。过去的湿地公园大多以水泥铺面加上一些休憩设施, 然后栽种一些景观植栽, 这样的设计使得生物多样性较为贫乏。新北市大汉溪畔的人工湿地群则是仿自然湿地生态系统, 除了具有净化水质的能力, 亦能提供丰富的生物多样性功能。利用不同的净水单元的链接, 配置大量的本土水生植物并培养微生物群吸收、分解污染物质。台湾已完成“湿地保育法”立法, 并阐明湿地补偿和生态补偿等原则, 若对湿地进行开发计划, 文件中明文规定, 要求开发者需异地补偿一些湿地以维持湿地机能。异地补偿是指以异地重建栖息地的形式, 复育湿地之生态补偿。但无法进行异地补偿时, 要进行有助于增进湿地生态功能的措施, 如改善现存的水域及湿地的生态功能、执行湿地保育工作、湿地复育计划、持续湿地管理与监测、教育、研究或外来种移除等。因此湿地补偿需要恢复因开发行为而破坏原本所具备的生物多样性和生态功能, 以及使湿地的生态功能趋于完整。

在推动生态资源保护策略上, 笔者提出一个口号: “一个地球、两岸合作、三力参化、四大服务、五育并进、六六大顺”。这个口号指出了人类只有一个地球, 人们若把地球毁坏了, 将来就无以为继; 两岸合作是指水陆两岸, 延展到海峡两岸、太平洋两岸等等的合作; 三力参化指一个自然系统中有 3 种力量参与造化, 分别指自然营造力、生命力及人的意志力(图 12), 众多自然营造力养活了从浮游植物到大型鲸豚哺乳动物甚至人类。生态系统可以提供 4 种类型的服务: 供给、支撑、调节及文化, 这四种服务应该要同时考虑。当生态系统已经不足以提供这些服务了, 人们就要还原它, 如果还是很好的、非常原始的生态系统, 那就要保育它; 大家一起来做这件事叫作群育, 要做到它有生命之美叫作美育, 所有这些事情都是教育, 都是在导正价值观和行为。五育并进是指保育、复育、群育、美育、教育, 做得够顺利的话, 可以持续地六六大顺。

这些思路及过程并非一蹴而就, 而是经过不断摸索、沟通、改善而获得之宝贵经验。以台湾的经验, 除了行政部门, 学界及民间 NGO 组织的力量非常重要, 因为行政各部门间仍缺乏较有弹性且长期有效的信息通道, 对政策的鞭策建言及推动常常须通过各种研讨会, 或是借由专家学者在各式场合中的发声而促成。事实上, 上述这些思路及发展方向

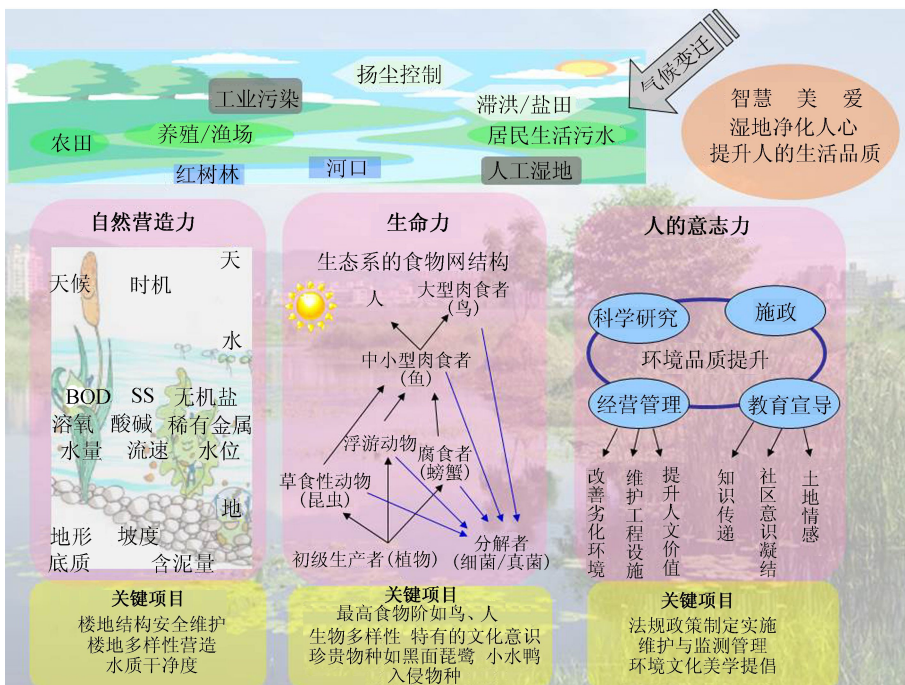


图 12 自然生态系统 3 个力量参化示意图

正呼应古人“道法自然”的哲学思想。人类是大自然的一份子,无法超脱大自然环境而生存(no man is an island),现代社会讨论的永续课题重点正是“人类能否以文化人而非仅是动物人永续存在”,也可视为“生态文明”的演进(由个别发展至整体、由知其然而发展至知其所以然),唯有进化成生态文明的社会,永续利用才有落实的可能。

参考文献:

[1] 陈章波, 谢蕙莲. 2014-I 景观专刊: 看见台湾湿地生态系统[M]. 台北:“中华民国景观学会”出版社, 2014:4-7.
 [2] 施上粟, 黄国文, 任秀慧, 等. 滞洪池之湿地生态功能评价及改善研究[R]. 台北:“经济部水利署”水利规划试验所, 2013.

[3] 苏宗敏. 表面流人工湿地水力效率之研究[D]. 台北: 台湾大学, 2007.
 [4] SU T M, YANG S C., SHIH S S, et al. Optimal design for hydraulic efficiency performance of free-water-surface constructed wetlands [J]. Ecological Engineering, 2009, 35(8): 1200-1207.
 [5] 张文贤. 建立人工湿地设置与操作作业程序及技术[R]. 台北:“行政院公共工程委员会”, 2004.
 [6] 谢蕙莲, 徐崇斌, 陈章波, 等. 人工湿地的生态建构与意义 [EB/OL]. <http://wetland.biodiv.tw/~web/selected%20Lecture%20and%20publication%20pdf/01.pdf>
 [7] HSU C B, HSIEH H L, YANG L, et al. Biodiversity of constructed wetlands for wastewater treatment [J]. Ecological Engineering, 2011, 37(10): 1533-1545.

(收稿日期:2014-11-13 编辑:高渭文)

· 简讯 ·

评选《水资源保护》优秀论文、优秀读者启事

为了引导水资源保护研究方向,吸引更多的作者将优秀论文投稿《水资源保护》,《水资源保护》编委会决定对2013-2014年度发表在《水资源保护》杂志上的225篇文章进行最具影响力论文、最受关注论文和优秀论文评选。

编辑部将组织专家从文章录用前审稿专家的评价,文章发表后网络点击数、下载量,以及被引用情况,评选《水资源保护》2013-2014年度最具影响力论文、最受关注论文,以及优秀论文若干篇。评选结果将于2015年9月30前在河海大学期刊部网站和《水资源保护》杂志上公布。

《水资源保护》2013—2014年度最具影响力论文、最受关注论文和优秀论文的作者将被邀请参加2015年10月或11月举办的《水资源保护》2015年度学术研讨会,会上将举行颁奖仪式。

同时,为了感谢广大读者对《水资源保护》的关心与支持,将评选《水资源保护》优秀读者若干名,评选结果于2015年9月30前在河海大学期刊部网站和《水资源保护》杂志上公布。

本刊编辑部