

文明建設與環境生態之平衡性

正當人類卯足全力發展工業，提升文明的同時，相對生態環境在不知不覺中一點一滴流失，像全世界的熱帶雨林與濕地逐漸的減少，二氧化碳排放量居高不下，河川水污染程度提升，水資源循環儲存減少，這些均是人類以急功近利觀念建設環境，所需付出之沉痛代價。

想想與我們生活最直接關係的台灣，也無法跳脫文明所帶來之負面影響，因此，在我們發展工業的同時，當嚴肅的思考文明建設與環境生態之平衡性，如何改造環境，讓大地休養生息回復生機，生態工法的適時、適地、適切地應用，應是不二法門。我們相信生態工法廣泛地導入都市綠建築及周邊環境建設、山坡地集水區災害治理或其他環境維護，可讓大地再度展現自然的面貌與活力。好山好水是大家的最愛，好的環境須靠前瞻性的規劃，當生態工法的理念與行動，在台灣深化與深耕時，台灣真的可以實現綠色矽島的願景。

生態工法可以讓大地開始呼吸起來

位於台南縣龍崎鄉牛埔村埤仔溝溪，屬於泥岩地質，其地層土壤組成顆粒細小含鹼性，植物不易附著，地表易受降雨逕流之沖蝕及河流侵蝕作用而土

壤流失，刻劃出凹凸不平的地形地貌，造就出獨具景觀特色的月世界風貌。由於泥岩地層土壤流失量大，野溪坑溝如不加以治理，縱向切割持續，會使小坑溝變成大峽谷，泥岩山丘逐漸矮化，總有一天，月世界會消失在地球表面；早期阿公店水庫，即因泥岩地形劇烈變動，上游沖蝕如峽谷，下游淤積使水庫壽命減短，無法發揮應有之蓄水、防洪、灌溉之功能，即是一例。

泥岩另一特色，乾燥時堅硬如岩石，遇水浸泡易軟化，也因為坡面小坑溝密布，植物不易附著成長，水源不易涵養，地形常年呈光禿狀，讓人覺得了無生機。但近幾年來埤仔溝溪經以生態工法理念與思維進行全面改造，已

使泥岩月世界變綠洲，坡面綠意盎然，讓這裡的地表也開始呼吸起來。

以生態工法打造環境，須有自然資材的運用，否則不易竟其功。在普遍欠缺木材、石材的今日，埤仔溝溪即利用泥岩之不透水性，就地取材，每 50 公分分層填築壓實，建構土壩，實現材質自然化、坡面緩平化之生態工法理念設計，它可蓄水保水防洪，提供邊坡植物所需水分，減緩泥岩野溪縱坡切割及坡腳淘刷，穩住地形，達到以土蓄水的自然景觀，它是借力使力的巧妙應用。再者，以土壩之排洪豎管構築親水式涼亭景觀，利用高達 12 公尺豎管頂部入口

生態工法 與 環境改造

文圖 | 鄧宗儒 水土保持局

空間，建構親水樓台，除提供排洪功用外，更營造休閒遊憩的活動空間，是生態工法與景觀營造之創舉，可以讓遊客直接親近湖面，欣賞湖光山色與水中倒影的美麗景象，也可在此泡茶聊天，體驗生態與自然之美。

由於泥岩地形，光靠自然植被覆蓋，需相當長之演替時間，且不一定獲致良好之綠被率。導入生態工法理念，做邊坡植物基盤之穩定工事，再進行植生綠化，它所獲得之效果是非常好的，同時可營造動物棲地環境。而邊坡穩定所採用之方法包括箱籠坡腳穩定工、打樁編柵加培地茅、掛網打樁噴植及廢輪胎護坡植生、團粒噴植、布袋模毯、掛網噴植加稻草蓆等工法，配合步道棧道涼亭、解說設施等，使該區綠意盎然充

滿活力，動植物隨著整體治理工作的完成，呈現豐富多樣的發展，因為生態工法因地制宜、順勢而為的巧妙運用，使泥岩地表重現生機開始呼吸起來，它已成為泥岩地形的奇蹟，讓到此一遊的民眾嘖嘖稱奇，更深切體認愛護大地之重要性。

生態工法可以豐富溪流生命力

位於台北縣雙溪鄉后番子坑溪，90年中遭遇納莉颱風豪雨侵襲，造成坡面崩塌，河岸嚴重淘刷破壞，水域棲地破壞殆盡，水生動物面臨生存威脅，為回復棲地生機，而採零水泥之生態工法進行規劃整治，包括自然蜿蜒的木排樁植生水岸，及以低落差之砌石拱形固床工穩定河床，並利用左右變化之高低槽流



埤仔溝溪湖光山色



多樣性邊坡生態工法

路，造成蜿蜒流線，及深潭、淺灘、湍瀨、淺流、岸邊緩流等多變化水域環境，營造純樸自然的鄉村景觀。

生態專家研究指出，台灣魚蝦等水域動物，依地形環境特性生存，為維持一般野溪魚類活動習性，河道縱向落差高度不宜超過 70 公分，后番子坑溪砌石拱形固床工即依此一自然法則，將落差控制在 50 公分以內，營造無障礙之縱向廊道，提供魚蝦自由上下遷徙繁殖；而拱形工不但能消能，且可藉由落

差使水流、河床及護岸塊石間相互激盪，營造湍瀨、急流、水花，增加水中溶氧量，是魚蝦最愛 SPA 活動之場所。拱形砌石工完成後造成淺灘、深潭、礫石灘，藻類大量繁殖，水生昆蟲增加，魚蝦再度回到它所喜愛的棲息地。

自然蜿蜒緩坡的木排樁護岸，栽種原生植物如野薑花，當木樁腐爛時，邊坡植栽成長根系已牢牢抓住地層，形成自然安定的

的水岸環境；護岸坡腳以大塊石保護，利用塊石與塊石之間隙，營造多孔隙之環境；護岸基腳之灘地或水草區，提供兩棲類、爬蟲類、魚蝦類、螢火蟲等動物隱蔽、躲藏、棲息、覓食、產卵繁殖，讓小小野溪重現生命力，呈現自然優美之溪流景致。

后番子坑溪另一個生態工法特色，為塊石排水溝、碎石級配步道與植生草溝，均為最柔和之生態斷面，與大地融為一體，有利降雨入滲，及水資源之循



施工前—后番子坑溪左右岸因降雨逕流，產生淘刷情形



施工後—后番子坑溪整治後河岸穩定，綠意盎然

環儲存，碎石級配步道，行走其間除可感受自然原始風貌，學習生態尊重自然外，尚可按摩腳底達到健身的功效，可謂一舉數得。

生態工法讓土石流災後浴火重生

華山地區 90 年間因桃芝颱風，而發生嚴重之土石流災害，原本不到 10 公尺的野溪，一夕之間變成 1 百餘公尺的土石流河道，宣洩而下的土石更堆積在河谷、道路、民房遍地皆是，不穩定土體堆積厚度達數公尺至 20 餘公尺不等，威脅民眾安全，一度引起國人高度關注。如今隨著土石流整治完成，安全度提高，及農村社區全方位發展，使華山古坑咖啡及休閒遊憩，再度風聞全國。



拱形砌石固床工形成湍瀨、深潭，流水聲誘導魚蝦棲息回游，及透水性佳之級配步道與草溝

在災害發生後，為使這個區域長治久安，並營造災後重生之願景，整體規劃上，以安全休閒生態人文為主軸，導入近生態工法及就地取材理念做整體的打造。首先在上游做系列之橫向構造物控制不穩定之土體，並設置 3 道開口大小不同的梳子壩，分層篩選攔截巨礫石滾動下移，減小對下游可能的衝擊破壞，使中下游安全度提高。再者，河道堆積如山的土石，居於就地取材及資源永續利用理念，將堆積於河床之土石，疏通清除後，大粒徑的塊石砌築成銅牆鐵壁般的護岸導流堤，再利用孔隙植栽，提供水路域動植物之棲息，而較小粒徑之土石，則分層壓實填置於左岸，成為最透水

的生態級配道路，有利降雨入滲及水資源之循環儲存，一方面讓河道再度順暢，不會因洪水產生溢流，威脅下游住戶及遊客安全；另一方面新建設的步道，平時為休閒遊憩之用，災害時可供為土石疏浚運輸之便道，可謂一舉數得。

為柔化護岸與疏浚便道環境景觀，臨溪岸之護

欄，以大塊石取代混凝土構造物施設，橫向排水以枕木排置，縱向排水以砂包塊石資材取代混凝土水溝，配合植生綠帶，與藍帶的水域環境結合，構成一幅美麗的景緻；而沿溪步道更建置許多包括土石流發生機制及治理工法理念、生態資源之解說牌等，大家走到這裡，可深度去了解土石流特性威力，學習如何與它和平共處，了解生態工法如何在這裡巧妙應用。

華山地區在土石流整治完成之後，整個環境安全度提高了，緊接著進行全方位的鄉村發展與社區總體營造工作，透過社區民眾的參與，意見的整合，以生態工法打造具有華山人文生態及產業之特色環境，無論是道路系統、庭園咖啡周圍廣場、停車場等，儘量採用透水

佳之木料、石材、植生等自然資材構築。為凸顯華山人文特性，在區內更設置許多意象圖騰、涼亭、步道、公車站，將整個華山地區生態人文與咖啡飲食文化串成一體，襯托出台灣咖啡故鄉獨特風格。華山地區以生態工法進行全方位治山防災、農村發展、社區總體營造及坡地多元保育建設工作，是土

石流應用近生態工法改造災害環境成功案例，它所產生的加值效益，對周邊環境生態、休閒遊憩影響深遠，對居民來說，可說是再次的浴火重生，脫胎換骨。

育建設工作，是土



文學步道

生態工法讓環境永續利用

台北縣雙溪鄉丁子蘭親上游左岸崩塌地，每遇颱風豪雨地表逕流沖刷及地

下水滲流，即會產生坡面崩塌，土石下移阻塞河道。為穩定邊坡及河道，經整體規劃，河道以充分排洪之通水斷面設計，凹岸坡腳以砌石護岸保護，防止水流拖曳力之淘刷破壞；邊坡崩塌地則就地取材，採用縱橫向截排水及打樁編柵植生方法，讓植物根系牢牢抓住土層；坡面崩塌阻塞河道之土



土石流以近生態工法整治



崩塌地採複式階段穩定邊坡之工法設計，完成後成為休閒賞魚步道



崩塌地基腳以砌石構築，營造多孔隙棲息環境

石，在地人以土袋一包包裝置搬運上岸後，構築成崩塌地坡腳穩定工，並利用沿等高線方向之複式階段空間，建構賞魚生態步道，及生態教育解說牌。該崩塌區完成後邊坡穩定了，坡面呈現一片綠意，恢復了生態環境契機，讓到此旅遊之民眾沿岸觀景賞魚，這是推動生態工法與環境保育之成功案例。

生態工法建構動物的 通行權－橫向生態廊道

台北縣金山鄉重和村土

石流整治，於上游配合現場地形較平緩寬廣位置，設計超緩坡區段，可做為水域與陸地動物交流之通道，提供野生動物兩棲類、爬蟲類如山羌、蛇類…等易於通行至河道中喝水或獵取食物，保持生物多樣性生存空間，效果甚佳。在台灣特有之降雨地形地質，及寸土寸金之土地利用文化，全面性設置緩坡護岸或水岸環境有所困難，但生物之生存空間與永續發展，不宜忽視，此一工法值得重視與推廣。

生態工法普及率與環境改造優質度成正比，而生態工法之執行，須從基礎的環境教育著手，讓人民體認環境保育與生活品質的相關性，也讓人民認知，今日我們若不付出心力關心大地，明日我們將花費更高代價，還不一定喚回原有的環境面貌，因此，以生態工法做環境保育的守護神，與環境改造的化妝師，如能深耕經營，假以時日，台灣也可打造成東方瑞士的優質環境。🌿

金山鄉重和村土石流整治，依現場地形空間設計超緩坡區段，可做為水域與陸地動物交流之生態通道

