

生態檢核表於石門水庫集水區保育治理工程之應用探討

莊雯茹⁽¹⁾ 黃于玻⁽²⁾ 蘇維翎⁽³⁾ 林信輝⁽⁴⁾

摘要

石門水庫集水區因民國九十四年艾利颱風造成重大損害，為使水庫正常營運及環境穩定，自風災過後即積極辦理上游集水區保育治理工程，並以崩塌地治理、河床穩固及確保水庫供水功能為主要目標。水庫上游集水區常為天然環境良好且生態豐富而多樣之地區，然而過去整治工程在執行過程中，卻未將生態環境納入治理工程考量，除無法兼顧生態環境需求外，亦造成治理成效降低，甚至引起關切民眾對治理單位的誤解與對立，衍生不必要的衝突。

為提昇生態保育理念並落實相關工作，民國九十六年之「石門水庫及其集水區整治計畫—集水區保育治理」開始建立生態檢核表機制，使整治計畫於規劃設計、施工中及使用階段均能注意並考量工程周邊環境生態，採取迴避、縮小、減輕及補償等方式，使工程對環境影響降至最小，同時達生態環境保護目標。

(**關鍵詞**：生態檢核表、石門水庫、集水區保育治理工程)

Application of Eco-Checklist on the Conservation and Management Projects in Shihmen Reservoir Watershed

Wen-Ru Chuang⁽¹⁾ Yu-Bo Hwang⁽²⁾ Wei-Ling Su⁽³⁾ Shin-Hwei Lin⁽⁴⁾

Graduate Student⁽¹⁾, General Manager⁽²⁾, Manager⁽³⁾, Professor⁽⁴⁾ Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taiwan

ABSTRACT

After Typhoon Aere extremely damaged throughout Shihmen reservoir watershed in 2005, the government soon held some conservation engineering projects in upstream watershed. These treatments aimed to control landslides, and to keep the upstream riverbed stable and the reservoir operating normally. The upstream reservoir watershed is generally abundant in a nature and various ecological resources. In past years, however, it is unfortunate that treatments seldom involved it as

(1)國立中興大學水土保持學系研究生

(2)觀察家生態顧問有限公司總經理

(3)觀察家生態顧問有限公司生態工程部經理

(4)國立中興大學水土保持學系教授

consideration. It resulted in lacks of consideration for ecological demand aspect in environment, and meanwhile decreased the purpose of conservation. That even more caused the public misunderstanding the government to make both opposite with each other and inform a conflict.

In order to promote the concept of ecological conservation in watershed and to implement related works, the project named “Shihmen Reservoir and watershed conservation and management project” in 2007 started to establish the mechanism of eco-checklist. This mechanism attempts to consider about ecological environment more comprehensive in planning, designing, construction and management stage of lifecycle of engineering. Ultimately, we could adopt approaches like “avoidance, reduction, mitigation and compensation,” to decrease the impact from engineering to environment, and to achieve the goal of environment protection.

(Keywords : Eco-checklist, Shihmen Reservoir, watershed, Conservation Engineering)

研究背景與目的

近年來因生態保育觀念之提升，政府開始大力推動生態工程及生態檢核制度，而生態工程其主要精神為重建近自然環境，除必須達成國土保安、治山防洪、水土保持等功能，亦須顧及環境綠美化、休閒遊憩等環境品質的提昇。

石門水庫集水區因區內地形陡峻、地質脆弱、土壤鬆軟、河短流急，在民國 93 年艾利颱風過境所帶來的豪雨，造成集水區上游二百餘處崩塌地，集水區內之土石堆積致防砂壩淤滿、河床淤高、大量土石沖刷亦造成水庫淤泥及水質渾濁等危害。

因此為確保石門水庫營運功能、上游集水區水域之環境保育及有效提升其蓄、供水能力，保障民眾用水權益，行政院特於民國 95 年訂定石門水庫及其集水區整治特別條例，條例中明訂環境、生態保育、地貌維護、集水區整體環境復育等重要課題，作為上游集水區各執行機關擬訂治理計畫之方針。各執行機關為落實環境生態

保育之工作，陸續辦理相關生態保育計畫，進行生態環境監測、保育治理措施評估及生態檢核表等檢核制度，以提供工程人員於規劃設計、施工中及施工後均能注意並以迴避、縮小、減輕及補償等方式將工程對周邊環境生態影響降至最小；同時對於已遭嚴重破壞的環境能依其既有環境

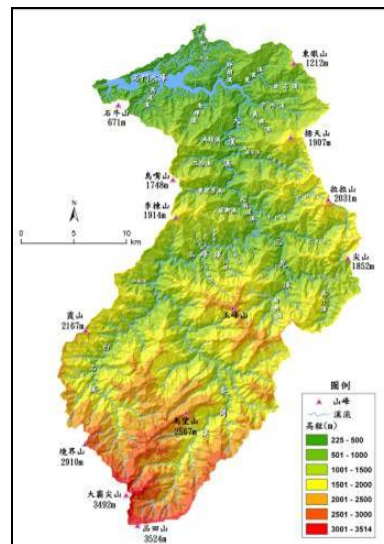


圖 1 石門水庫集水區範圍

Figure 1. Boundary of Shihmen Reservoir watershed

特性進行復育工作。

為瞭解目前石門集水區內災害整治工程之現況，以及其對生態環境復育之影響，本研究將透過蒐集各執行機關辦理之相關生態保育計畫，將生態檢核表應用於石門水庫集水區既有整治之工程個案中，期能藉由生態檢核表做為工程與生態專業之間的溝通工具，除可供集水區整治及保育對策之參考外，亦能反饋至工程設計，實際保護當地的生態環境。

研究方法

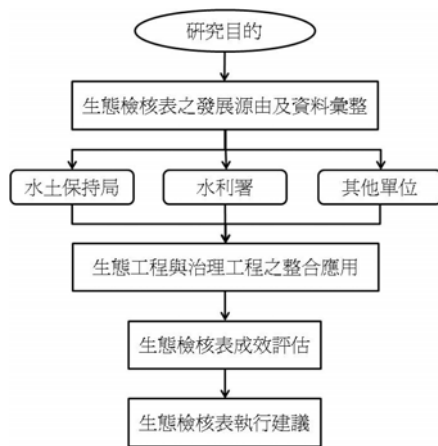


圖 2 研究流程圖

Figure 2 Flow chart of the study

1.生態檢核表執行現況

水保局於 2007 年開始將生態保育理念融入勘查、規劃設計及施工階段，並將相關生態考量擬定成「生態檢核表」，分別有勘查紀錄表、規劃設計階段生態檢核表及施工階段生態檢核表。經由多次討論與修正後，於工作分組第 11 次會議中決議，由各執行機關依水保局修正完成之生態檢

核表進行各項治理工程之生態檢核。以下即針對生態檢核表之操作進行說明。

(1)辦理依據與目的

水保局於 2007 年依石門水庫及其集水區整治條例之規範內容(第二條第三項石門水庫及其集水區各治理計畫之生態調查、評估及與在地民眾、團體協商溝通機制之建立)開始進行石門水庫集水區治理工程之生態保育措施研擬(詳水保局，2008a)，並參考公共工程委員會(2006)的道路工程生態檢核表，將生態保育理念融入勘查、規劃設計及施工階段，將生態相關考量研擬出三階段生態檢核表(勘查、規劃設計階段及施工階段)。

生態檢核表目的在於將生態考量事項融入既有治理工程中，以加強生態保育措施之落實。主要功能在於提醒工程單位，於各工程生命週期中應了解所需納入考量之生態事項內容。而生態檢核表的檢核項目及內容，係涵括生態保育機制應有之生態評估及保育措施，以及整治計畫生態保育相關法令規範等。

(2)執行機關

石門水庫及其集水區整治計畫於 95 年 5 月 24 日經行政院核定後，主要分成緊急供水工程暨水庫更新改善、穩定供水設施及幹管改善及集水區保育治理等三大項；另為利各部會管考作業，執行情形分為緊急供水工程暨水庫更新改善(水利署)、穩定供水設施及幹管改善(台水公司)、水庫蓄水範圍治理(水利署)、山坡地治理及國有林班地治理(農委會)、辦理加

強土地利用管理(內政部)、道路水土保持工程(交通部)、及辦理原住民保留地保育治理(原民會)等八大類。

而石門水庫上游集水區保育治理之各執行機關包含農業委員會水土保持局、農業委員會林務局、交通部公路總局、內政部(地政司及營建署)、原住民族委員會、經濟部(水利署北區水資源局)、桃園縣政府、新竹縣政府等。

(3)檢核流程及管控點

生態檢核表係參考工程生命週期(包含規劃、設計、施工、維護管理等 4 階段)，來進行生態檢核事宜。

生態檢核表涵括主要表格(以下簡稱主表)及附表。主表係於規劃、設計、施工以及維護管理等階段，檢核是否有將生態環境在不同工作項目中納入考量；附表則是對應於主表所列的檢核項目及內容，加強生態檢核表的效力查驗，以避免填寫人的回應方式僅落於表面功夫。

2.生態檢核表之內容

生態檢核表係包含治理計畫研擬階段之勘查紀錄表，以及規劃設計階段和施工階段之生態檢核表。

規劃設計階段及施工階段生態檢核表之內容，係保育治理計畫規劃設計及施工階段應辦理之生態考量工作，茲簡要說明如下。

(1)規劃設計階段

(a)階段重點與考量：規劃階段係分析水土保持工程之可行性、工程位置之選定及相

關工程技術之研究及訂定水土保持工程相關設計圖說，其主要生態之考量重點在於分析水土保持工程對於生態環境之影響程度、生態衝擊的減輕及因應對策的研擬，將生態環境成本納入整體開發成本一併考量，並研擬迴避、縮小、減輕以及補償策略落實至工程設計中。

(b)工作團隊組成：在水土保持工程規劃設計過程中，應有生態工程或生態專業背景之人員參與，透過理論與實務應用之經驗，輔助工程人員在生態環境層面的事務，包含敏感區域判定、影響分析及減輕對策研擬。

(c)書面、訪談資料蒐集：規劃設計階段應蒐集工程位置鄰近的環境生態等文獻資料或相關團體之研究報告與訪談紀錄，以瞭解計畫範圍及鄰近區域之重要生態資訊及其棲地狀態，並確認是否位於生態敏感區域，包含法令公告之生態敏感區域及可能之生態課題資料，俾利後續生態調查計畫之研擬。

(d)現場勘查：規劃設計階段現勘之目的在於瞭解計畫區位之環境特性，並驗證相關資料的完整性及正確性，參與現勘的人員中應含括生態專業人員，而其重點應包含生態敏感區及生態課題之確認。

(e)生態調查工作與生態敏感區分析：本階段之生態調查為小尺度(微棲地)的調查，生態調查之目的為迴避重要生態資源，即工程之決定須注意棲地破碎化之效應，期能儘量保存足夠長的生態廊道、大面積綠地與生態系統的完整性。並且進行生態敏感區位的分析與繪圖，以提供生態與工程

專業的介面整合，俾作為水保工程位置及施工的參考。

(f)工法研選及規劃：工法研選的過程中，應進行地景(景觀)生態學(landscape ecology)之分析研究，並須注意水域廊道阻斷之效應，期能盡量保存大面積水域廊道與生態系統的完整性。工程規劃時，應配合生態調查分析的成果及生態敏感區位的特性，落實迴避、縮小、減輕及補償等策略。

(g)生態衝擊預測：生態影響預測應包含影響範圍、影響對象、影響時程及可能的影響程度等項目之評估，此部分應考量計畫範圍內生態系統所面臨的課題，包含自然因素及人為因素所造成的干擾。

(h)生態保育說明：規劃設計階段應撰擬生態保育說明，提出生態保育措施或影響減輕對策，並完整說明本階段水土保持工程與生態環境之關聯與考量，以作為後續階段之參考基準。

(2)施工階段

施工階段最為重要之生態考量重點主要包括以下四點：(1)確保設計階段各項生態考量皆可落實於施工階段中，施工人員經教育訓練，皆可充分認其所應具備之生態知識與工作內容。(2)確保追蹤監測機制與生態異常緊急處理流程。(3)生態作業文件之齊備，以供後續類似案例之參考。(4)確認施工範圍與影響如預期。本階段在擬定施工計畫的過程中，必須依循設計階段生態保育說明中相關內容與要求，撰寫施工階段生態保育說明，詳細說明生態保

育措施的落實內容、追蹤監測方式、維護管理方法、生態效益驗收方式、相關配套罰責及相關預算之編列，供後續人員參考(亞新工程顧問公司，2006)。茲就施工階段生態檢核之檢核項目說明如下：

(a)辦理環境暨生態監測：生態監測具有偵測目前環境現況的變化及預測未來變化的能力，以及協助了解及評估人類在地表的各類活動之影響。可協助瞭解水土保持的環境保護措施是否有達到預期的效果，及評估此生態系的指標其時間(或空間)上的變化趨勢。可經由生態監測計畫及研究所得到的知識與資訊，協助政府部門的相關環境保護或資源保育的政策制定；亦可協助工程師了解在設計施工時應有的生態考量，讓民間團體瞭解工程對環境影響的真正層面在哪？並提供適當的意見供政府單位參考。

(b)生態保育專業人員參與其工作團隊：水土保持工程應有生態保育專業背景人員參與，透過理論應用與實務經驗，協助工程人員於施工時能順利解決所遇到之生態問題，以確保施工時能兼顧生態保育的要求。

(c)生態保育措施相關之施工規範、設計圖說、特定條款或相關規定：若設計監造單位已有符合生態保育相關的規範及圖說等規定，需提出相關證明文件。

(d)工地環境生態自主檢查機制：為確保工區的生態環境維護及瞭解施工時是否發生陳情等事件。

(e)有監造單位、施工單位(含環境生態自主檢查人員)及生態專業人員辦理會勘：邀集

相關單位確定生態環境保護的範圍及減少生態干擾的施工方式。

(f)辦理施工人員生態教育訓練：由於過去的教育訓練使得工程人員對生態方面的認知有限，生態人士對工程了解亦相當缺乏。因此鼓勵工程從業人員，若有相關的生態講習或針對工程師所舉辦的教育訓練應積極參與，除了提升本身的生態認知能力，更提升工程的生態品質。

(g)發現環境生態異常現象：在施工過程中如有發現任何異常現象，如民眾或環保團體陳情、發生崩塌、發現保育類動物或稀有植物、水質混濁等，應立即處理，提出具體改善措施及跟催結果。

(h)環境生態改善成效追蹤表：將環境生態異常現象整理歸納成生態改善追蹤表。

3.生態檢核表於石門水庫集水區之應用

依據「石門水庫及其集水區整治計畫」第1階段及第2階段執行計畫內容，水庫集水區保育計畫可細分為山坡地治理、國有林班地治理、水庫蓄水範圍及主流河道治理、道路水土保持、原住民保留地保育治理。

民國 96 年起水土保持局針對石門水庫上游集水區保育治理研發生態檢核表，於 98 年起第 2 階段石門水庫集水區保育治理工程全面實施生態檢核表填寫，至 99 年度為止，水土保持局已進行 50 件以上第二階段石門水庫上游集水區保育治理工程之設計與施工階段生態檢核業務。本研究整理施行生態檢核表單至目前之主要成果列點如下：

(1)工程計畫納入生態專業意見諮詢，並與既有保育治理工程之機制配合執行，增加生態檢核效力，並可以專業角度進行生態保育工作。

(2)協助整理民眾參與及資訊公開資料，以達石門水庫集水區治理特別條例之立意。

(3)提供民間團體瞭解工程計畫的平台，並持續累積資訊，使機關與民間對談更聚焦。

(4)增加民間團體與工程單位之信任關係，避免非理性溝通及抗爭，有效解決問題。

(5)持續累積溝通經驗，以滾動式檢討回饋至往後治理計畫，減少處理重複性議題。

透過歷年生態檢核表之執行，使石門水庫集水區保育治理工程能建立在更充分資訊流通與良好溝通基礎上，減少紛爭與衝突，節省政策溝通成本，凝聚公部門與民間的生態保育共識。

由上可知生態檢核表之執行，能整合工程構想與生態保育理念，落實迴避、縮小、減輕、補償等原則，過程皆能利用檢核表單紀錄，本研究舉一案例於表 1。

結果與討論

綜合檢核表之填寫狀況，整理相關辦理情形及建議如下：

1.規劃設計階段：

(a)生態檢核表必須列入合約內容或必須執行的工作，以具備強制力發揮功能。

(b)規劃設計階段生態檢核表必須於工程

表 1 生態檢核表應用實例

Table 1 A practical case employing a Eco- Checklist

奎輝村 2 區坡地復育工程(自規劃設計至完工間之生態議題溝通 6 次以上)		
 	生態建議	1.第 1 工區建議保留河岸兩側濱溪林帶 2.第 2 工區末端零星老樹應保留，另以整體考量排水問題。
	工程單位回覆	1.第 1 工區若有大喬木將迴避 2.第 2 工區將與主辦單位會勘後確認設計方案
	追蹤(已完工)	1.第 1 工區原先將固床工 12 座調為 7 座，後來因災情無繼續擴大，取消此工區施作 2.第 2 工區大樹已保留

資料來源：石門水庫上游保育治理工程生態效益追蹤評估(水土保持局，2011)

佈設以前，將生態敏感區繪製完畢，俾利工程師於工程佈設時迴避較敏感區域。

(c)規劃設計階段生態檢核表需於工程初期，即會同生態人員進行會勘，俾利確認現地較敏感之區域，亦有助於資料蒐集的工作。

(d)工法研選時，若有生態敏感區的圖層，可提供至工程單位進行敏感區迴避的作業，同時亦可透過工程師與生態人員的溝通，研議減輕、縮小的工程方案。

2.施工階段

(a)生態檢核表應延續規劃設計階段，將填寫檢核表的工作納入發包文件，以強制執行。

(b)施工前應確認規劃設計階段所繪製之

生態敏感區圖層，確認敏感區域以進行迴避、減輕施工造成的影響。

(c)自主檢查表內容大部分都能符合，且能填寫，惟內容應依個案調整以符合實際需求。

本研究亦彙整工程尚未進入規劃設計階段即提早將生態環境納入考量，並填寫 97 年 1 月水保局訂定之現勘紀錄表，茲針對現勘紀錄表所列之生態保育對策簡要說明如後，期能參考並實際落實於規劃設計及施工過程中。

(a)植生復育：須先瞭解當地適生植物，以當地原生植物進行複層植生，或於植生物種內混入當地原生植物的種子，以回復至原有植生相。

(b)表土保存：除可保留具豐富營養價值的

土壤並保護原生植物的種子及土壤生物之外，可減少土方資源的消耗。

(c)棲地保護：為避免工程量體對棲地造成破壞，得保護自然棲地環境，惟必須界定欲保護之棲地範圍。

(d)維持自然景觀。

(e)增設魚道：減少水域廊道阻隔，惟設計時必須考量上下游水域廊道的暢通性，且設置後必須配合追蹤監測計畫，方能瞭解魚道是否發揮其功能。

(f)施工便道復原：即工程完工後，將施工便道開挖範圍回復至原有地貌。

(g)動植物種保育：當地可能有保育類動物、特稀有植物或老樹，為避免工程施作對動植物造成影響，必須說明欲保育之動植物種類。

(h)生態監測計畫：因生態考量而實施之生態保育措施，須配合生態監測計畫，以追蹤是否發揮其效益，並回饋至其他相關工程計畫。

(i)生態評估(調查)工作：治理計畫須由生態專業人員針對現場環境調查評估，於充份且具功能性的生態資源調查及評估下，得以協助工程單位研擬迴避、縮小、減輕及補償策略及後續維護管理的方案，使治理計畫兼顧工程建設功能及生態保育理念。

(j)劃定保護區：即考量治理計畫範圍內之環境狀況，界定敏感性較高之區域，如雜木林、草澤等，以確立施工範圍，減少干擾範圍。

(k)以柔性工法處理：即以因地制宜、就地取材，或以自然資材方式進行整治。

結論與建議

1. 結論

(1)本研究彙整既有生態保育計畫多與工程應用有關。然這些生態保育計畫多由各工程機關獨自辦理，基於石門水庫集水區整體考量，實有必要加以整合，匯集資源以達到集水區生態保育的具體目標。本研究從匯集之案例及參與的經驗發現，石門水庫及其集水區環境應辦理生態保育綱要計畫，由上位指導計畫執行石門水庫集水區之生態保育工作。

(2)目前生態檢核表執行具有(a)生態保育概念之提醒、(b)工程計畫納入生態專業意見諮詢、(c)民眾參與及資訊公開資料之整理、(d)提供民間團體瞭解工程計畫的平台、(e)增加民間團體與工程單位之信任關係。惟實際操作上，仍具有部分困難之處，建議未來可於程序上補強現有生態檢核表的不同，更從功能上進行實質評估。

2. 建議

(1)石門水庫整治計畫目前已建立生態檢核表之填寫機制，後續應進一步推動工程生態評估系統與準則，選取示範案例操作，透過推廣及經驗回饋，方能有效落實生態與工程、政府與民間之整合。

(2)目前依照石門水庫及其集水區整治計畫看來，工程生態評估系統及其準則研擬，應藉由後續案例操作後，待制度成熟時再推行至其他水庫集水區。

(3)目前石門水庫及其集水區已有辦理多項生態調查監測或生態保育計畫，包含生態基礎資料調查、工程應用技術研究等，基於石門水庫集水區整體考量，應以上位計畫方式整合現有生態保育工作及治理工程計畫，匯集資源以達到集水區生態保育的具體目標。此外亦建議將執行之生態保育計畫成果進行以生態敏感區繪製、回饋工程應用為目的進行生態資料庫之建置，以統整石門水庫集水區之重要生態資源、生態保育計畫之分布與執行狀況，協助治理計畫擬定或治理工程各階段納入生態考量之用。

(4)生態評估機制之推動可讓生態保育之理念漸漸植入工程執行環節內，但良好之機制確實需要時間去蒐集經驗並進行調整而成。因目前並無生態專業人員之相關認證制度，為強化生態專業參與生態評估機制品質、確保審查嚴謹與生態評估機制推行之配合，未來在推動的同時，建議由公共工程委員會、環保署等單位成立生態專業人員制度，由專業人員參與使評估機制能以客觀公正之角度施行。

參考文獻

1. 行政院公共工程委員會(2004)，「生態工法招標及驗收之研究」，國立台北科技大學執行。
2. 公共工程委員會(2006a)，「建立生態工程案例檢核評估作業之研究」，國立台北科技大學水環境研究中心。
3. 行政院公共工程委員會(2006b)，「生態工法應用在道路工程之研究」(第三期)，亞新工程顧問公司執行。
4. 行政院農業委員會水土保持局(2008a)，石門水庫上游集水區保育治理之生態保育措施評估(第一年)。中華生態資訊協會執行。
5. 行政院農業委員會水土保持局(2008b)，石門水庫集水區整治工程植生技術及生態檢核之調查及探討。中興大學水土保持學系執行。
6. 水利署(2008c)，「石門水庫及其集水區整治計畫第1階段執行計畫」(核定本)。
7. 水利署(2008d)，「石門水庫及其集水區整治計畫第2階段執行計畫」(核定本)。
8. 行政院農業委員會水土保持局(2008e)，「水土保持施工降低環境生態影響與防減災措施之研究」，國立台灣科技大學生態與防災工程研究中心執行。
9. 行政院農業委員會水土保持局(2009)，「水庫集水區環境棲地管理與治理保育對策之研究」(1/2)，中興大學水土保持學系執行。
10. 行政院農業委員會水土保持局(2010)，「保育治理工程之生態改善措施及其生態敏感區之應用」(第二年)，財團法人資源及環境保護服務基金會執行。
11. 行政院農業委員會水土保持局(2011)，「石門水庫上游保育治理工程生態效益追蹤評估」，觀察家生態顧問有限公司執行。
12. Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Snyder, and J. B. Stribling (1999),

“Rapid bioassessment protocols for use in wadeable streams and rivers,” EPA 841-B-99-002. Office of Water, US Environmental Protection Agency, Washington, DC. ”

13. Plafkin, J. L., M. T. Barbour, K. D. Porter, S. K. Gross and R. M. Hughes (1989), “Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish,” EPA/444/4-89-001.
14. Sayre, R., E. Roca, G. Sedaghatkish, B. Young, S. Keel, R. L. Roca and S. Sheppard (2000), “ Nature in Focus - Rapid Ecological Assessment” , Island Press, Washington, DC.

100 年 06 月 29 日收稿

100 年 06 月 30 日修改

100 年 06 月 30 日接受