

110-111年石門水庫環境教育整合推展 (1/2)
Promotion and Integration of Environmental Education for
Shihmen Reservoir 2021 and 2022 (1/2)

成果報告書



經濟部水利署北區水資源局
中華民國 111 年 8 月



經濟部水利署北區水資源局

地址:32547 桃園市龍潭區佳安里佳安路 2 號

網址:<https://www.wranb.gov.tw>

總機:(03)471-2001

傳真:(03)471-3343

EBN : 10111E0011
定價：新臺幣 350 元

110-111 年石門水庫環境教育整合推展 (1/2)

Promotion and Integration of Environmental Education
for Shihmen Reservoir 2021 and 2022 (1/2)

主辦機關：經濟部水利署北區水資源局

執行單位：環境友善種子有限公司

中華民國 111 年 8 月

摘要

為深化石門水庫環境教育整體內涵，提供優質環境教育專業服務，經濟部水利署北區水資源局規劃辦理「110-111年石門水庫環境教育整合推展(1/2)」，以下摘要計畫成果。

一、石門水庫園區環境教育系統規劃

110年8月26日召開共識會議，尋找出石門水庫環境教育設施場所的願景。會議收斂參與者的想法，將石門水庫環境教育核心價值定調為「水資源永續」、「水文化傳承」。110年11月3日召開焦點團體座談，焦點團體提出對石門水庫環境教育的期待，分別包括「更多元的課程」、「更拓展的教育資源」、「更緊密的夥伴關係」。

根據環境教育設施場所考量四大要素（含課程、人員、設施、營運等）進行內部優勢、劣勢與外部機會、威脅的SWOT分析。此外，回應到石門水庫環境教育設施場所的願景與目標，考量環境教育設施場四大要素，擬定出未來三年可推動施行的系統規劃。

二、石門水庫園區解說系統方案建置

盤點園區解說資源，設計撰寫「石門水庫風雲史」（石門水庫60年的故事與蛻變歷程）、「水利工程妙智慧」（水庫蓄水排洪防淤等設計的智慧）、「一杯清水的故事」（石門水庫如何面對未來氣候變遷的挑戰／保育治理的概念）、「穿越古今的水」（桃園臺地水文變遷與人們生活生產的關係）等4條包含陸路、水路的解說路線，路線距離從1公里至3.3公里不等，解說活動時間從2小時至3小時，遊客可根據不同主題、距離和時間選擇欲參與的解說路線。

完成石門水文化館自導式互動摺頁1式，設計「北水酷遊水庫」桌遊，引導親子家庭、學校師生與願意主動學習的成人，至展區尋找問題的答案，完成桌遊題卡後，可將摺頁攜回玩桌遊。

設計製作壩頂解說牌5面，分別於觀洪平台、增雨平台、愛水平台、嵩台車站、水漾平台等5處，規劃排洪、溢洪道閘門與取水

塔、大壩、分層取水工、水庫功能等 5 個解說牌主題。

三、石門水庫環境教育課程方案建置

參考水文化內涵，將石門水庫環境教育課程資源分類為石門水庫一甲子(自然科學導向)、桃園台地三百年(人文歷史導向)、石門水庫的水(環境議題導向)三大面向，其下分列出三個子項，石門水庫一甲子(自然科學導向)包含自然資源、水庫建設、水能源，桃園台地三百年(人文歷史導向)包含文化歷史、水利用、環境行動，石門水庫的水(環境議題導向)包含氣候變遷、自然災害、水汙染。

整合並修訂現有環境教育課程 4 套，今年度修訂國小高年級自然科學導向的「石門水電何處來」課程、國小高年級歷史人文導向的「桃園臺地的水利工程」課程，以及國小中年級至成人適用自然科學導向的「石門水庫一甲子」、國小中年級至成人適用環境議題導向的「石門水庫的水從哪裡來，到哪裡去」共 4 套課程，每套課程時間 2 小時，並規劃課後問卷以評估學習成效。透過內部與外部試教持續調整課程以適合場域和環教師執行。

以自然科學、歷史人文、環境議題三大面向，融入 SDGs 目標與 12 年國教核心素養、學習表現與學習內容，發展並提出國小低、中、高年級戶外教學課程模組。建議發展的低年級主題為水循環(自然科學)、飲食文化與水的關係(歷史人文)、自然災害(環境議題)，中年級主題為水庫建設(自然科學)、民生用水(歷史人文)、水足跡與節水(環境議題)，高年級主題為水力發電(自然科學)、桃園臺地水利用史(歷史人文)、氣候變遷與水資源(環境議題)。

辦理今年度新編修 4 套課程的外部試教活動，並分析學員課後問卷，作為改進教案及新增課程申請之依據。4 場次分別由龍潭國小四年級學生 2 班與北水局員工 2 梯次參與。

四、推動環境教育專業執行人力精進及品質

研擬石門水庫環境教育教師群自治管理與鼓勵方案，為促進教師間的情感交流，達到經驗分享、增加彼此凝聚力之目的，規劃石

門水庫環境教師聯誼會。

辦理 3 梯次北區水資源局員工環境教育研習活動，主題分別為「社區水環境教育」(溪洲社區與濕地導覽+環保手工皂 DIY)，「石門水庫水環境教育 I」(石門水庫一甲子+ Project WET)，「石門水庫水環境教育 II」(桃園台地的水利工程+自然五感體驗)，參與人數共 140 人，整體而言參與者對研習都持正向回饋。

辦理 4 梯次石門水庫環境教育教師增能培訓，課程目標為學習有意義的解說模式及解說技巧，認識多元的環境教育教學策略與方法，瞭解並演練石門水庫更新之課程方案。

辦理 2 梯次石門水文化館解說培訓，培訓了北水局員工 22 人、石門水庫環境教育教師 5 人、石門水庫珍水導覽志工 38 人。學員更能掌握解說的理論、解說技巧與石門水文化館的解說內容，並透過實際演練，能執行石門水文化館之解說活動。

五、創建流域環境教育夥伴聯盟

流域夥伴聯盟會議於 110 年 10 月 22 日召開，邀請 8 間大漢溪、淡水河系與水資源議題相關之環境教育設施場所，就集結成流域夥伴聯盟一事，表達意願與想法。與會機關團體同意建立流域夥伴聯盟，並透過定期聚會，推動流域水資源環境教育共好與共學。

六、行政配合作業

駐點人員林淑萍 1 員，每週二天前往石門水庫環境教育館，協助環境教育相關工作。並配合桃園市環保局執行「110 年桃園市石門水庫總磷削減管制措施推動計畫」，完成「石門水庫巡禮」環境教育活動 286 場次，計 7,256 位學童參加。

整體而言，本計畫對於整合石門水庫之環境生態資源及基地發展，提升石門水庫環境教育服務的整體質量，連結大漢溪流域相關環境教育設施場所，能達到具體成效。

關鍵字：石門水庫、水文化、環境教育、環境解說、解說牌

Abstract

This project was aimed to promote the quality of environmental education in Shihmen Reservoir. Project outcomes were described as below.

1. Conduct environmental education system planning. Consensus conference and focus group forum were held. Later came up with the SWOT analysis and a 3-year environmental education action plan for Shihmen Reservoir.
2. Create environmental interpretation systems. Design 4 natural trails on hydraulic engineering and water resources. Design a leaflet for Shihmen Reservoir Museum. Design 5 interpretative signs in Shihmen Reservoir.
3. Create environmental education curriculum in cooperated with Sustainable Development Goals (SDGs) and core competence of 12-year compulsory education. Redesign 4 environmental education courses. Conduct trail teaching and evaluate the learning outcomes.
4. Promote high-quality environmental education. Provide environmental education training workshop for environmental education teachers and Northern Region Water Resources Agency officers.
5. Form the environmental education facilities and venues alliance around the Dahan River Basin. The goal of this alliance is to enhance the promote water resource education and water heritage awareness.
6. Support administration affairs of environmental education in Shihmen Reservoir.

In conclusion, the expected benefits had been achieved in this project.

Keywords: Shihmen Reservoir, water heritage, environmental education, environmental interpretation, interpretation signs.

結論與建議

一、 結論

110 年為石門水文化環境教育推動元年，工作重點為石門水文化奠定環境教育之基礎，包含石門水庫園區環境教育系統規劃，解說路線規劃 4 條、石門水文化館自導式互動摺頁 1 式、壩頂解說牌 5 面，並重新修訂石門水庫原有環境教育課程方案與架構、修訂現有環境教育課程 4 套並完成試教，培訓北區水資源局員工、環境教育教師以及珍水導覽志工，並完成流域環境教育設施場所的結盟，依據相關事項提出以下結論。

(一) 環境教育系統確立

根據共識會議與焦點團體座談，得出石門水庫環境教育方向與相關團體的期盼，再依據場域 SWOT 分析，初擬以石門水文化為主軸的未來三年短中長期的系統規劃。

(二) 環境解說品質提升

原本石門水庫對外宣傳的解說路線僅有一條，今年將解說導覽新增為不同主題的 4 條路線，並增加壩頂解說牌與石門水文化館自導式摺頁等非人員解說介面，以及培訓石門水文化館解說人才，以提升解說的質與量。

(三) 環境教育課程多元拓展

原本石門水庫環境教育課程繁多但主題類似，且多以傳統解說講述式的知識傳授，今年調整課程主軸為水文化，融合以往課程簡化至 4 套，並以體驗、探索、價值澄清或遊戲式教學等多元教學策略，來提高學習動機與成效。此外，增能培訓環境教育教師，讓教學者也能準確傳達新修課程之精隨。

(四) 加強夥伴關係

與大漢溪、淡水河流域周邊水資源相關之環境教育設施場所建立初步夥伴關係，規劃未來交流合作，有助未來場域經營管理及發展，擴大教育能量。

二、建議

以下就環境教育設施場所考量的四大要素，針對明年(111年)的課程方案、場域設施、經營管理、人員發展提出建議。

(一) 課程方案

1. 環境教育

今年度完成調整課程架構、修訂4套既有課程與發展國小戶外教學課程模組，明年則應該開始執行新課程，但因配合桃園市環保局的「桃園市石門水庫總磷削減管制措施推動計畫」環境教育活動，已安排200餘場活動，依現有環教師人力(環教志工20人)恐無法負荷。建議將明年度與環保局合作之環境教育活動(每個班級1小時)，調整成帶領壩頂導覽，並搭配石門水文化館自導式學習單小組活動。而環境教育教師主要工作為執行新修訂4套課程，包括預計辦理的教師研習與校長參訪活動，讓石門水文化以新面貌推展出去。

此外，配合機關需求持續發展新的課程方案，例如以北區水資源館為主要環教場域的國小低年級水資源教案，為發展石門水文化特色環教課程的工作重點。

建議針對不同客群如親子和一般大眾，推出適合的主題活動。

2. 環境解說

本年度設計石門水庫4套環境解說方案，規劃出解說主題、地點與解說重點摘要，不論是未來運用於人員

解說，例如由珍水導覽志工帶領導覽解說路線，或於解說定點設立解說牌，加上定點推播行動導覽服務或邀請民眾掃描 QR code 聆聽解說音檔等非人員解說方式，都是後續運用發展的方向。

未來配合機關需求持續發展新的解說路線，例如以石門水庫建設時期的歷史為主軸的十一份園區，將做為展現水庫豐富文史的一條路線，或是以防淤為主題的阿姆坪防淤隧道走讀，皆是石門水文化的重點路線。

3. 環境傳播

在有厚實的水利專業與人文背景資料下，北水局也朝新媒體發展，包括在 youtube 發表網路短片，與經營臉書社群等，不過實際觀察「好漾北水」臉書粉絲專頁，若欲提高曝光度或增加宣傳效果，建議委由專業團隊或請專人專職管理，以了解並掌握社群媒體運作方式，分析社群媒體受眾特性，調整發文與經營模式，提高發文觸及率，才能達到有效傳播。

此外環境傳播模式建議可以再多元發展，考量不同年齡層接受訊息的媒介不同，譬如可結合時下流行的實境解謎，設計於石門水庫的線上解謎遊戲，以吸引年輕族群。

另外建議持續開發有意義的環境教育影片，作為宣傳與推廣之素材。

(二) 場域及設施

1. 活動空間

石門水庫於 101 年通過環境教育設施場所認證，除了有執行環境教育的教室，並有石門水文化館、遊客中心等服務民眾的場域。然而就執行環境教育而言，仍可加強其空間規劃。譬如石門水庫最精華、也是時常

執行環境教育活動的壩頂，僅有在環翠樓附近能找到較大片的戶外遮蔽空間能遮雨遮陽，壩頂沿途或到依山閣附近皆無適合停駐帶領活動的空曠遮蔭空間，建議可以在依山閣前方木板平台處設置遮蔭的頂棚；再者，也欠缺室內可播影音投影片和帶領活動的多功能教室，雖然依山閣三樓視聽室可以使用，但座位固定，而環教活動時常需要能靈活運用的空間，譬如能小組討論、分組活動，比較適合搭配可移動的桌椅，建議二樓未來有機會更替時，能重新考慮空間規劃與桌椅配置。

2. 解說與環教設施

石門水庫庫區解說牌陳舊，也缺乏整體解說牌誌規劃，今年完成壩頂解說牌5面，建議未來持續更新，並思考整體的園區解說標誌標牌摺頁的系統規劃。

此外，配合桃園市政府觀光旅遊局主打「石門水庫跨域亮點計畫」，設計以「運動」、「生態」、「智慧」、「文化」、「綠能」為核心，打造「運動你的故事」桃園新創旅遊品牌。期望未來民眾走入石門水庫，能徜徉於美好的動靜時刻。

(三) 經營管理

1. 行銷管理

直接與目標服務使用對象進行有效的溝通行銷，才有可能把服務順利推展出去，去創造環境學習中心理想的實踐與造成社會影響。為了有效溝通行銷，建議石門水庫辦理教師研習與校長參訪活動，讓學校實際體驗石門水庫的課程，創造體驗服務後，吸引更多學生認識石門水文化。

此外，明年為石門水庫獲得環境教育設施場所認證第

10年，建議擴大辦理推廣系列活動，以宣傳石門水庫環境教育成果、擴大環境教育影響力。

2. 公共關係與夥伴關係

今年協助石門水庫建立流域環境教育聯盟，以流域的大格局來串連大漢溪與淡水河與水資源相關的環境教育場域，共同推動水資源與水文化環境教育的發展。未來將持續發展流域環境教育聯盟，以固定聚會、研習與議題推動的方式，來促成聯盟的共好與共學，並串聯綠色學習路線。

明年發展阿姆坪防淤隧道與十一份園區的解說路線，預計與溪洲農村觀光推展協會以及佳安里社區發展協會建立公共關係與夥伴關係，將社區夥伴融入環境教育活動發展規劃，發展友好關係。

(四) 人員發展

人力是環境學習中心構成重要要素之一。目前石門水庫的環境教育由北水局保育課承辦，承辦人員1位，搭配環境教育館1位行政人員、1位兼職人員，以及20位環境教育教師。環境教育教師為志工，皆為退休人員擔任，在體力上不太能負荷以活動為主的環境教育方案。

參考國內環境教育設施場所認證的環境教育人力來源，有幾種不同方向的建議。建議可由內部人員培訓成為環教工作者(例如曾文水庫、農委會特有生物研究保育中心)，或外聘專職環境教育教師執行環境教育(如國家公園和林務局)，或仍以原本環境教育師為人力，但需要招收訓練新的環境教育教師群，以活絡環境教育人力。

從長期環境教育組織分工來看，建議石管中心與保育課透過內部更細緻的劃分，來分工環境教育的推廣。然而部門分工需要長官的支持與溝通，才能完善石門水庫環教的長

遠規劃。

建議珍水導覽志工以解說路線為主，而環教師以環教課程為主，今年石門水文化館由珍水志工駐點導覽，是個很好的開端。建議在新增 4 條解說路線完備後，搭配培訓課程，逐步由珍水導覽志工帶領，以提升服務量能，輔助環境教育活動，以減輕環教師的負擔。

目錄

摘要.....	i
Abstract.....	iv
結論與建議.....	v
圖目錄.....	xii
表目錄.....	xiv
第一章 前言	1-1
1.1 計畫緣起	1-1
1.2 計畫目的	1-2
1.3 整體工作項目/年度工作項目	1-2
第二章 計畫背景之了解與分析	2-1
2.1 石門水庫水文化的環境背景與時代脈絡	2-1
2.2 石門水庫環境教育設施場所現況	2-4
第三章 工作成果	3-1
3.1 石門水庫園區環境教育系統規劃	3-1
3.2 石門水庫園區解說系統方案建置	3-20
3.3 石門水庫環境教育課程方案建置	3-54
3.4 推動環境教育專業執行人力精進及品質	3-93
3.5 創建流域環境教育夥伴聯盟	3-131
3.6 行政配合作業	3-134
參考資料.....	參-1
附錄一、期初審查會議意見及處理情形	附 1-1
附錄二、期中審查會議意見及處理情形	附 2-1
附錄三、期末審查會議意見及處理情形	附 3-1
附錄四、石門水庫 4 條解說路線解說重點摘要	附 4-1
附錄五、新編修石門水庫環境教育課程教案	附 5-1
附錄六、石門水庫環境教育課程方案與 12 年國教之關聯 表.....	附 6-1

圖目錄

圖 2-1 水文化資產守護盾	2-3
圖 2-2 石門水庫環境教育課程	2-5
圖 3-1 石門水庫環境教育整體發展小組架構	3-2
圖 3-2 石門水庫環境教育設施場所宗旨願景目標	3-4
圖 3-3 共識會議活動照	3-5
圖 3-4 焦點團體座談活動照	3-7
圖 3-5 環境學習中心發展架構指引	3-11
圖 3-6 解說服務與資源管理機關、公園資源、公園遊客之關係	3-21
圖 3-7 石門水庫園區解說系統方案建置工作流程圖	3-22
圖 3-8 石門水庫解說系統據點地圖	3-23
圖 3-9 石門水庫風雲史解說路線圖	3-27
圖 3-10 水利工程妙智慧解說路線圖	3-28
圖 3-11 一杯清水的故事解說路線圖	3-30
圖 3-12 穿越古今的水解說路線與據點地圖	3-31
圖 3-13 石門水文化館自導式互動摺頁正面設計圖	3-39
圖 3-14 石門水文化館自導式互動摺頁反面設計圖	3-41
圖 3-15 壩頂解說牌位置圖	3-44
圖 3-16 壩頂解說牌版面設計圖	3-49
圖 3-17 壩頂解說牌與解說牌架模擬圖	3-51
圖 3-18 壩頂解說牌架正視與側視圖	3-52
圖 3-19 壩頂解說牌安裝與成品照	3-53
圖 3-20 原有石門水庫環境教育課程方案與架構	3-54
圖 3-21 建議修訂石門水庫環境教育課程方案與架構	3-55
圖 3-22 石門水庫環境教育服務類型與適用對象	3-56
圖 3-23 石門水電何處來國小學生課後問卷	3-64
圖 3-24 石門水電何處來國小老師課後問卷	3-65
圖 3-25 石門水電何處來成人課後問卷	3-66
圖 3-26 桃園臺地的水利工程國小學生課後問卷	3-68
圖 3-27 桃園臺地的水利工程國小老師課後問卷	3-69
圖 3-28 桃園臺地的水利工程成人課後問卷	3-70
圖 3-29 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去國小學生課後問卷	3-73

圖 3-30	石門水庫的水從哪裡來到哪裡去國小老師課後問卷.....	3-74
圖 3-31	石門水庫的水從哪裡來到哪裡去成人課後問卷.....	3-75
圖 3-32	石門水庫一甲子國小學生課後問卷.....	3-77
圖 3-33	石門水庫一甲子國小老師課後問卷.....	3-78
圖 3-34	石門水庫一甲子成人課後問卷.....	3-79
圖 3-35	石門水庫環境教育戶外教學課程模組.....	3-83
圖 3-36	石門水電何處來試教照片.....	3-84
圖 3-37	石門水電何處來學生意見回饋圖.....	3-85
圖 3-38	桃園臺地的水利工程試教照片.....	3-86
圖 3-39	桃園臺地的水利工程意見回饋圖.....	3-87
圖 3-40	石門水庫的水從哪裡來到哪裡去試教照片.....	3-88
圖 3-41	石門水庫的水從哪裡來到哪裡去意見回饋圖.....	3-89
圖 3-42	石門水庫一甲子試教照片.....	3-90
圖 3-43	石門水庫一甲子意見回饋圖.....	3-91
圖 3-44	社區水環境教育活動照.....	3-96
圖 3-45	社區水環境教育回饋電子問卷.....	3-97
圖 3-46	石門水庫水環境教育 I 活動照.....	3-99
圖 3-47	石門水庫水環境教育 I 回饋電子問卷.....	3-100
圖 3-48	石門水庫水環境教育 II 活動照.....	3-102
圖 3-49	石門水庫水環境教育 II 回饋電子問卷.....	3-103
圖 3-50	有意義的環境解說主題研習活動照.....	3-108
圖 3-51	環境教育教學法主題研習活動照.....	3-112
圖 3-52	環境教育教學法主題研習電子問卷.....	3-113
圖 3-53	環境教育教學法主題研習意見回饋圖.....	3-114
圖 3-54	新式環境教育課程精進演練主題研習活動照.....	3-118
圖 3-55	新式環境教育課程精進演練主題研習電子問卷.....	3-119
圖 3-56	新式環境教育課程精進演練主題研習意見回饋圖.....	3-120
圖 3-57	石門水庫環境教育教案展演主題研習活動照.....	3-126
圖 3-58	石門水文化館解說培訓活動照.....	3-130
圖 3-59	流域夥伴聯盟會議活動照.....	3-132
圖 3-60	石門水庫巡禮活動照片.....	3-136

表目錄

表 3-1	共識會議流程表.....	3-3
表 3-2	焦點團體座談流程表.....	3-6
表 3-3	石門水庫環境教育場域 SWOT 分析與策略.....	3-9
表 3-4	石門水庫未來三年短中長期可推動施行之系統規劃表....	3-18
表 3-5	石門水庫解說據點資源盤點表.....	3-24
表 3-6	石門水庫風雲史解說次主旨與解說據點表.....	3-28
表 3-7	水利工程妙智慧解說次主旨與解說據點表.....	3-29
表 3-8	一杯清水的故事解說次主旨與解說據點表.....	3-30
表 3-9	穿越古今的水解說次主旨與解說據點表.....	3-32
表 3-10	石門水文化館展示內容盤點.....	3-34
表 3-11	跟著北水酷遊水庫桌遊遊戲格說明文字.....	3-38
表 3-12	壩頂解說牌主題.....	3-44
表 3-13	壩頂解說牌文字.....	3-46
表 3-14	石門水庫環境教育課程檢討修訂優化建議要點.....	3-57
表 3-15	石門水庫環教師試教後四套課程修改紀錄.....	3-60
表 3-16	石門水電何處來課程簡表.....	3-62
表 3-17	桃園臺地的水利工程課程簡表.....	3-67
表 3-18	石門水庫的水從哪裡來到哪裡去課程簡表.....	3-71
表 3-19	石門水庫一甲子課程簡表.....	3-76
表 3-20	石門水庫環境教育課程方案總表與架構對應.....	3-80
表 3-21	石門水電何處來學生學習成效表.....	3-85
表 3-22	石門水電何處來老師滿意度表.....	3-86
表 3-23	桃園臺地的水利工程學習成效表.....	3-88
表 3-24	石門水庫的水從哪裡來到哪裡去學生學習成效表.....	3-89
表 3-25	石門水庫的水從哪裡來到哪裡去老師滿意度表.....	3-90
表 3-26	石門水庫一甲子意見回饋表.....	3-91
表 3-27	石門水庫一甲子學程學習成效表.....	3-92
表 3-28	社區水環境教育活動表.....	3-96
表 3-29	社區水環境教育滿意度表.....	3-98

表 3-30	社區水環境教育意見回饋表.....	3-98
表 3-31	石門水庫水環境教育 I 活動表	3-98
表 3-32	石門水庫水環境教育 I 滿意度表	3-101
表 3-33	石門水庫水環境教育 I 意見回饋表	3-101
表 3-34	石門水庫水環境教育 II 活動表.....	3-102
表 3-35	石門水庫水環境教育 II 滿意度表	3-104
表 3-36	石門水庫水環境教育 II 意見回饋表	3-104
表 3-37	有意義的環境解說主題研習課程.....	3-106
表 3-38	環境教育教學法主題研習課程.....	3-109
表 3-39	環境教育教學法主題研習滿意度表.....	3-114
表 3-40	環境教育教學法主題研習意見回饋表	3-115
表 3-41	新式環境教育課程精進演練主題研習課程	3-116
表 3-42	新式環境教育課程精進演練主題研習滿意度表	3-121
表 3-43	新式環境教育課程精進演練主題研習意見回饋表	3-121
表 3-44	石門水庫環境教育教案展演主題研習課程	3-122
表 3-45	石門水文化館解說培訓工作坊課程表	3-128
表 3-46	流域夥伴聯盟會議流程表.....	3-132
表 3-47	石門水庫巡禮課程簡表.....	3-135

第一章 前言

1.1 計畫緣起

隨著各國氣象局每年發布破紀錄的高溫，以及愈來愈多研究的證實，「氣候變遷」已經成為多數人能感受及認同的情況。然而，氣候變遷的影響不只在於氣溫愈來愈高所造成的熱浪，更重要的是它打亂了人類長久以來賴以維生的氣候規律，造成暴雨、洪患、乾旱等天然災害。聯合國警告，氣候變遷未來甚至可能進一步產生氣候難民。

臺灣降雨量為世界平均值的 2.6 倍，但因為地形陡峭、山高水急，多數降雨難以留下，加上人口密度高，使得每人分配的水量僅有世界平均值的 1/5。同時，臺灣因降雨集中於夏季，且南北分布不均，使得水資源的分配與運用愈顯重要，經濟部水利署北區水資源局（以下簡稱北水局）在臺灣北部地區即擔負了用水調度與分配的重擔，提供北部地區穩定供水。

臺灣第一座多功能大型水庫-石門水庫，從歷史、技術、社會經濟及族群人文等各面向，對臺灣均具指標性的影響及意義，且已榮獲 ICOMOS NL 頒贈全臺首面「水文化資產守護盾」，表彰其文化資產價值的國際肯定；而 100 年《環境教育法》正式實施後，於 101 年取得行政院環境保護署環境教育設施場所認證。石門水庫之環境教育緊密貼合場域資源特色，以「水文化」為核心，讓參與者透過環境教育課程，覺知所處地方水環境的艱困，進而關切環境，轉為愛水的行動。

環境友善種子有限公司以推廣環境教育為職志，具備環境學習中心經營管理、環境教育課程規劃與執行、輔導環境教育場所與人員專業成長培訓之經驗。亦曾營運或輔導桃園縣老街溪河川教育中心、新竹科學園區污水處理廠、貴子坑水土保持教學園區、台江國家公園、野柳地質公園、白沙灣環境學習中心、林務局紅樹林生態教育展示館等，皆是以「水」為核心之環境教育設施場所。深刻體認水環境保育與教育應以更寬廣的視野思考，並以流域的角度全方位進行推展，方能達成水資源保育之目標。因此，期透過本計畫串聯大漢河流域上、中、下游的整體水環境教育，拓展臺灣水環境教育的廣度，並進一步

深化北區水環境教育的縱深度，以真正落實水資源保育教育的推廣。

1.2 計畫目的

近年來石門水庫推動環境教育不遺餘力，期許參與者對水庫的自然人文環境有更多的認識與了解，為能持續精進提供更佳之環境教育專業服務，進行整體策略的梳理與系統規劃，計畫目的如下：

1. 整合石門水庫之環境生態資源及基地發展。
2. 提升石門水庫環境教育服務的整體質量。
3. 打造石門水庫成為北臺灣水環境教育基地之標竿典範。
4. 連結大漢河流域相關環境教育設施場所，打造流域型環境教育共創平台，共同推動水資源生態保育環境教育。

1.3 整體工作項目/年度工作項目

一、 整體工作項目

1. 石門水庫園區環境教育系統規劃。
2. 石門水庫園區解說系統方案建置。
3. 石門水庫環境教育課程方案建置。
4. 推動環境教育專業執行人力精進及品質。
5. 創建流域環境教育夥伴聯盟。
6. 行政配合作業。
7. 各期報告編撰、印製。

二、 本年度(110年)工作項目

(一)石門水庫園區環境教育系統規劃

1. 場域經營管理透過策略會議整合內外部專家對於石門水庫環境教育的定位與未來發展。
2. 蒐集石門水庫現有資料，並進行相關訪談與調查，從環境教育場所四大要素進行分析後，提出整體環境教育系統規劃。
3. 場域評鑑指標改善及持續精進方案機制建置。

(二) 石門水庫園區解說系統方案建置

1. 透過資源梳理，進行園區解說系統方案規劃，設計撰寫人員解說相關內容與解說教具製作，至少完成 4 方案解說動線。
2. 石門水文化館運轉階段環教推展，配合石門水文化館之佈展規劃，設計展示館互動式摺頁，讓民眾或學生可以運用摺頁，自行在展示館蒐尋相關內容，以提高展示與民眾互動的機會。
3. 園區環境解說牌誌規劃設計及製作(至少 5 處)。(註：9 月 16 日發文，將此原本安排於明年度之工作項目更改至今年度執行)

(三) 石門水庫環境教育課程方案建置

1. 依照自然與人文資源，考量對象利害關係人，重新修訂石門水庫原有環境教育課程方案與架構。
2. 檢討整合並修訂或新增現有已完成的環境教育課程內容含試教(至少 4 套)，以落實推動水資源(水文化)環境教育。
3. 發展並提出國小低、中、高年級戶外教學課程模組。
4. 辦理試教活動並邀請在地學校參與至少 4 場，每場次活動時數至少 2 小時，每次參與活動人數至少達 30 人以上。

5. 辦理試教活動需進行課程與評量修正，作為改進教案及新增課程申請之依據。分析參與對象、學習成效、服務滿意度，逐項作量化分析，並以變化圖、數值方式呈現於報告。

(四) 推動環境教育專業執行人力精進及品質

1. 研擬石門水庫環境教育教師群自治管理與鼓勵方案。
2. 辦理本年本局員工環境教育研習活動 3 梯次，研習課程或活動若為過夜行程可向參與者酌收費用。依環境教育法第 19 條規定，達成每場次 4 小時以上之課程內容規劃、執行、線上學習單回饋分析。
3. 為提供石門水庫環境教育設施場所專業服務，針對環境教育教師進行增能培訓成長課程，辦理 3 梯次研習課程或活動，若為過夜行程可向參與者酌收費用。

(五) 創建流域環境教育夥伴聯盟

1. 辦理大漢河流域環境教育設施場所及相關產業共識會議，討論大漢河流域共創聯盟定位。
2. 確認未來聯盟的永續發展與訂定共同關切的主題與做法。

(六) 行政配合作業

1. 每週 2 天需派駐點人員至本局所轄場域石門水庫環境教育館（上班時間上午 8 時至下午 5 時）辦理環境教育課程研習及活動(含課程規劃、推廣、教學及行政等)，並配合相關聯絡、資料整理分析及臨時交辦工作協助。
2. 依據環保署規定辦理環境教育設施場所管理事項：含線上申請 EEIS 及 EECS 系統作業中基本資料變更、季申報、課程方案變更/新增課程含程序、文件(課程方案詳細內容、試教紀錄...) 等工作。
3. 石門水庫環境教育平台維護與管理。

4. 協助環境教育設施場所展延申請書資料整合及撰寫。
5. 協助辦理水資源環境教育推廣、設攤、研討會等工作。

第二章 計畫背景之了解與分析

此章節將從石門水庫水文化的環境背景與時代脈絡，再進到石門水庫環境教育設施場所的發展、優質環境學習中心的關鍵要素，最後回到石門水庫這個計畫如何朝向優質中心與扣合水文化環境教育核心目標前進，以彰顯石門水庫水文化資產的價值。

2.1 石門水庫水文化的環境背景與時代脈絡

石門水庫位於桃園市大溪區、龍潭區、復興區與新竹縣關西鎮之間的石門峽谷。石門水庫主要攔截大漢溪溪水蓄水而成，具有灌溉、發電、給水、防洪、觀光等功能。若回顧石門水庫水文化的發展脈絡，環境友善種子有限公司粗略區分為三個階段，分述如下：

一、 桃園臺地三百年

在臺北盆地形成前，古大漢溪和古新店溪是獨立入海的兩條河，大漢溪河道多曲折，早在臺北地區還是一片山地時，大漢溪在石門流出山區後，就由石門直接向西逕流入海。臺北下陷成盆地後，古新店溪轉往北流，同時加速了上游的向源侵蝕作用，源頭逐漸向南切割山谷。大約在三萬年前，於石門發生河川襲奪，古新店溪切穿山谷，地勢較低的古新店溪將古大漢溪襲奪，大漢溪於石門附近直角轉彎，下游的大漢溪改道北流，轉向流入臺北盆地，而現今的桃園臺地群便是大漢溪被襲奪前所堆積的古石門沖積扇。

桃園臺地群在清治時期時，是個土壤貧瘠的農業區由於缺乏大河川可以灌溉，農業收成不好，居民們為了灌溉，挖埤塘來蓄水，僅能看天田種稻。後來為了解決引水灌溉的問題，日治時期興建了桃園大圳、戰後興建石門水庫，成功解決了桃園臺地群的灌溉問題，因此桃園臺地也成為北部地區最重要的稻米產地。

二、 大漢溪水利家族

民國 53 年石門水庫正式竣工，興建歷時 8 年。參與建設人員七千餘人，建設經費約達新臺幣 32 億元，其中包含美援資助。主要工

程可分為大壩、溢洪道、排洪隧道、電廠、後池及後池堰、石門大圳及桃園大圳進水口等結構物。

隨著桃園的產業轉型，公共給水需求急遽升高，再加上水庫淤積趨勢明顯，因此陸續興建巴陵壩、榮華壩、鳶山堰、三峽河抽水站及集水區主支流防砂壩等陸續興建。水庫的排洪、發電、供水、防砂功能更為提升。

93 年 8 月艾利颱風，於石門水庫集水區降下累計超過 900 毫米之平均雨量，使上游集水區產生大規模土石坍塌，導致石門大圳取用之水庫下層原水高度混濁，桃園地區民生用水無法正常供應。因此北水局進行水庫改造，包含分層取水工、發電鋼管改造排砂隧道、中庄調整池及防砂隧道，水庫面對高濁度原水時有更好的解決方式。

三、 水文化環境教育

人類文明傍水而生，如尼羅河流域的古埃及文明，長江黃河流域的中華文明等，在物換星移的時間洪流中，人們與水的關係與適應過程，便發展出獨特多元的水文化。

臺灣山高水急，特殊的地形及水文特性，也創造出特殊的水文化資產，包括與水相關的水利設施、產業、文化等。另外臺灣屬於缺水國家，在極端氣候下，暴雨或缺水現象加劇，如何面對水資源的議題，也急需與公眾溝通。

北水局深刻發現水文化的推展是世界水資源領域的新議題與趨勢，因此近年來透過水文化資料的收集、水利工程歷史演進的整理、人類與水相互共生共榮的關係彙整，整理出一篇篇精彩的故事。

石門水庫民國 53 年啟用，為國家重要水利建設，串聯了 17 世紀的桃園埤塘、日據時代的圳路，且提供 400 萬人的民生及工業用水與臺北盆地的防洪保護，同時兼具發電和觀光等多重功能，因此石門水庫不僅是雄偉的水利設施，同時也是國家級文化資產，民國 106 年獲得由國際文化紀念物與歷史場所委員會(ICOMOS)頒贈石門水庫「水文化資產守護之盾」。盾牌表面有三種顏色，紅色象徵對於資產保護

的宣揚，藍色象徵氣候變遷風險劇增，白色象徵面對氣候變遷與文化資產保護所需智慧。此盾的獲得以表彰石門水庫對於臺灣水利文化之努力與貢獻(圖 2-1)。



圖 2-1 水文化資產守護盾

因此如何將水文化資產的理念價值推廣，便須靠多元的環境教育方案，將其水文化意涵轉化給不同對象族群認識，期待透過水文化的認識，瞭解石門水庫與北水局的努力，除了為機關形象加分外，更能達到環境教育推廣的核心價值，並注入全方位的水文化思潮。

近年北水局也積極將石門水庫的環境背景與時代脈絡撰寫成一本本重要的著作，如 107 年編輯完成《重生》專書，敘述 93 年 8 月艾利颱風重創石門水庫，並造成 18 天桃園大停水。北區水資源局自 95 年起開始執行「石門水庫及集水區整治計畫」水庫改善部分，於 106 年完成全部工作，為石門水庫重生改造寫下歷史新頁。因此專書蒐集這十幾年來的相關資料，並透過水利人自己說故事的方式，回顧整治計畫執行期間的經驗與甘苦，以此專書紀錄石門水庫的蛻變與重生，期待國人更認識石門、愛護石門。

108 年編輯完成《石門水庫水文化初探》專書，從水文化的觀點，娓娓道來桃園臺地三百年「水」如何影響桃園發展，從歷史演變視角看石門水庫，包括水庫今昔、桃園臺地水資源發展以及石門水庫的蛻

變，並探索其水文化意涵。另外 108 年也相繼出版了老檔案裡的《石門水庫》、《北水風華》、《大漢溪水利家族》等叢書，將石門水庫的興建工程與歷史脈絡介紹更加完整。

因此環境友善種子有限公司認為這個階段最重要的工作，便是將「水文化」概念轉化成為石門水庫環境教育課程方案，透過石門水庫水文化資產結合環境教育，以具體展現石門水庫水文化資產的價值，打造石門水庫環境教育設施場所成為北臺灣水環境教育最重要的基地。

2.2 石門水庫環境教育設施場所現況

北水局所轄石門水庫擁有豐富的水資源、自然與人文環境，而石門水庫於 101 年 10 月 3 日通過行政院環保署環境教育設施場所認證，以水資源為主軸，體驗石門水庫「治水、利水、保水、親水與節水」，設計多樣課程作為民眾親近自然環境、體驗人文在地文化、了解水利工程的方案，期盼在北區水資源局永續發展政策中，將「永續河川」、「生態水庫」的觀念融入民眾終生學習風氣與實踐。而環境友善種子有限公司根據環境教育設施場所考量四大要素，進行相關資料的分析，歸納整理石門水庫近年推動的現況。

一、方案

石門水庫環境教育推動的課程方案主要以「桃園臺地三百年」、「石門水庫一甲子」、「石門水庫的水」三套課程為主，和大眾推廣

以水庫為主題的環境教育(圖 2-2)。

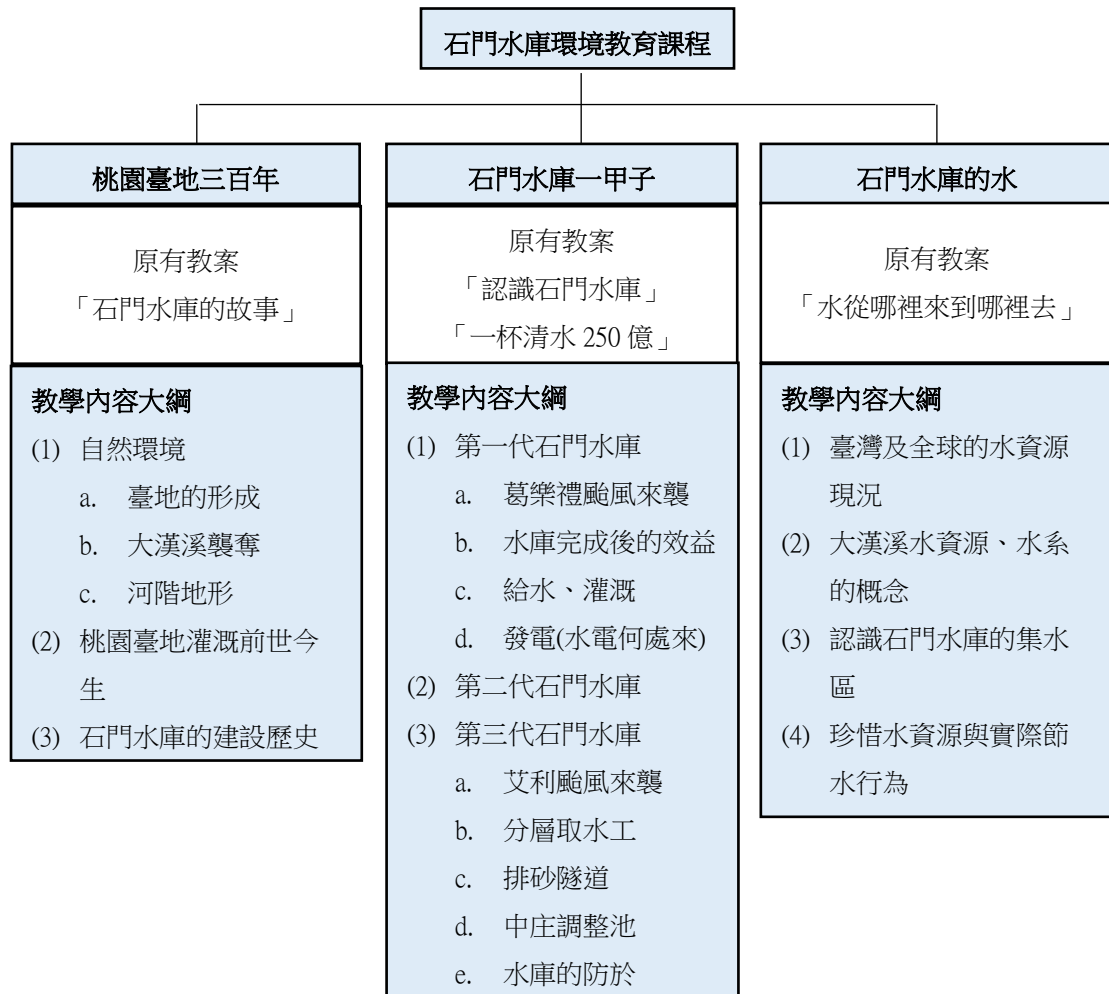


圖 2-2 石門水庫環境教育課程

場域內計有 16 處教學據點、3 大戶外學習步道，以強化石門水庫水資源環境教育據點及課程連結，讓石門水庫環境教育參與者，更能深入石門水庫自然與人文特色。

石門水庫環境教育設施場所除了現有之環境教育據點，石門水庫總體環境教育課程教案框架以水文化資產為主軸，結合北水局清查檔案文物、田野調查、深度訪談、水庫工程移民提供文物，經過敘事文本詮釋，來建構有血有肉的石門水庫的故事資料庫。

此外建置「石門水庫環境教育網」，透過網站之最新消息、課程方案、影像紀錄、線上申請等學習資源，快速取得環境教育之相關資訊。

二、人員

石門水庫除了水庫本身員工之外，也定期招募珍水導覽志工，以提供多元的教學服務。而環境教育人員持續學習，是維持環境教育設施場所高質量服務的基礎。因此近年持續透過培訓與參訪，提昇內部員工與環境教育人員的學習精進動能。因此從相關資料發現，在人員培訓精進計畫中，有分為幾個部分：

1. 辦理北區水資源局員工環境教育研習：歷年來依據《環境教育法》第 19 條規定，「各機關應推展環境教育計畫，其得以環境保護相關之課程、演講、討論、網路學習、體驗、實驗（習）、戶外學習、參訪、影片觀賞、實作及其他活動為之」。石門水庫過去辦理同仁年度環境教育研習之經驗，如透過專題演講，分享臺灣建壩工程技術現代化歷程的我見我聞，讓同仁更加深入瞭解石門水庫的水文化資產。或透過實地參訪前往環境教育園區、部落、博物館、社區，培養同仁對自然環境的熱愛與了解社區與自然共生的智慧。
2. 環境教育教師與志工培訓：環境教育教師的教學解說品質與技能，需持續檢視與培力。因此石門水庫過去曾邀請專家學者或業界講師提供課程試教之相關修正建議，以提升教學現場之服務能力，期望達到更高的教學品質。除了教學技能的學習外，也提供專業領域的知識學習，如地形、水資源、埤塘及生態學的認識。

二、環教據點

1. 水庫主要設施：土石壩、溢洪道及排洪隧道、後池及後池堰、分層取水工、石門電廠及排砂隧道、中庄調整池、阿姆坪防淤隧道等七處。
2. 水庫其他設施：壩區汙水處理廠。
3. 館舍／紀念碑：依山閣(石門水文化館)、石門水庫環境教育館、石門水庫落成紀念碑、水庫殉職員工紀念碑等四處。
4. 自然生態：溪洲公園、梅園、槭林公園及步道區、北苑、南苑生

態園區、樂樹林公園、坪林公園等七處。

四、營運

根據資料發現石門水庫 105-107 年曾在「石門水庫環境教育推廣發展計畫」中擬定「關鍵績效指標(Key Performance Indicators, KPI)」進行整體運營的管理。分別擬定出五大面向進行後續檢核的指標。

1. 「環境自然人文特色」指標

- (1) 目前環境教育據點與資源有 16 個，分別為溪洲公園、坪林公園、石門電廠、後池堰、高線步道、南苑生態園區、污水處理廠、殉職人員紀念碑、槭林公園、北苑生態大草皮、分層取水工、環境教育館、樂樹林公園、石門水文化館、溢洪道、嵩台等，課程方案可持續將水力排砂、水力發電、綠色能源、氣候變遷及水文化等議題納入。除了階段性完成課程教案之深化，並持續增修石門水庫水文化相關課程。
- (2) 配合北水局「108-109 年石門水庫水文化建置推展」工項辦理，109 年完成石門水文化館設立。
- (3) 石門水庫環境教育暨水文化平台完成，石門水庫自導式解說牌於 110 年建置完成。

2. 「環境教育專業人力」指標

- (1) 鼓勵推動環境教育人員認證。
- (2) 持續辦理年度環境教育 4 小時研習。
- (3) 北水局各課室增能培訓結合環境教育領域課程。

3. 「環境教育課程方案」指標

- (1) 提高環境教育課程之互動性。
- (2) 環境教育課程結合石門水庫水文化特色。
- (3) 持續發展水資源特色據點課程。

4. 「營運管理規劃」指標

- (1) 走進校園。
- (2) 環境教育平台改版。
- (3) 穩定環境教育專業服務人數與品質。

5. 「行政配合」指標

- (1) 整合石門水庫環境教育發展歷年成果，作為後續發展參考。

從此份關鍵績效指標看到石門水庫在 105-107 年便為自己設定出高標準的指標，截至目前也看到許多計畫持續貫徹並實踐。

第三章 工作成果

3.1 石門水庫園區環境教育系統規劃

一、 策略會議

策略規劃的好處在於促發策略性的思考與行動；增強組織反應能力與促進成效；對組織成員有直接利益。因此透過策略會議整合內外部專家對於石門水庫環境教育的定位與未來發展，達成組織發展的重要目標：

1. 建立內外部參與者對組織及策略的熱情與承諾，使個人能將組織的目標看成為是自己的目標來達成。
2. 確保組織擁有的資訊能反應實際需求，並了解內外部認知。
3. 整合內外部人員對事件議題的看法，獲得客觀的規劃過程。
4. 培養未來合作共事的基礎情誼。
5. 讓所有利害關係人具有一致的目標。
6. 促進各成員間的意見交流。

(一) 建立整體發展小組

整體發展小組扮演相當重要角色，其支持、掌控整個策略規劃的方向，因此環境友善種子有限公司建議石門水庫先行組建15~20人的整體發展小組，建議成員參考環境教育設施場所認證中原有組織架構，並邀請近十年來實際投入的環教講師與石管中心解說志工的成員共同參與，為石門水庫水環境教育未來十年，訂下定位與願景，並透過對話達到共識與合作分工。

整體發展小組(圖 3-1)的任務，是建立團隊共識，擬定石門水庫環境教育場域的宗旨、願景、目標；透過策略規劃，擬定未來發展策略與重要且關鍵的議題。其做法包括：召開共識會議、焦點團體座談等。

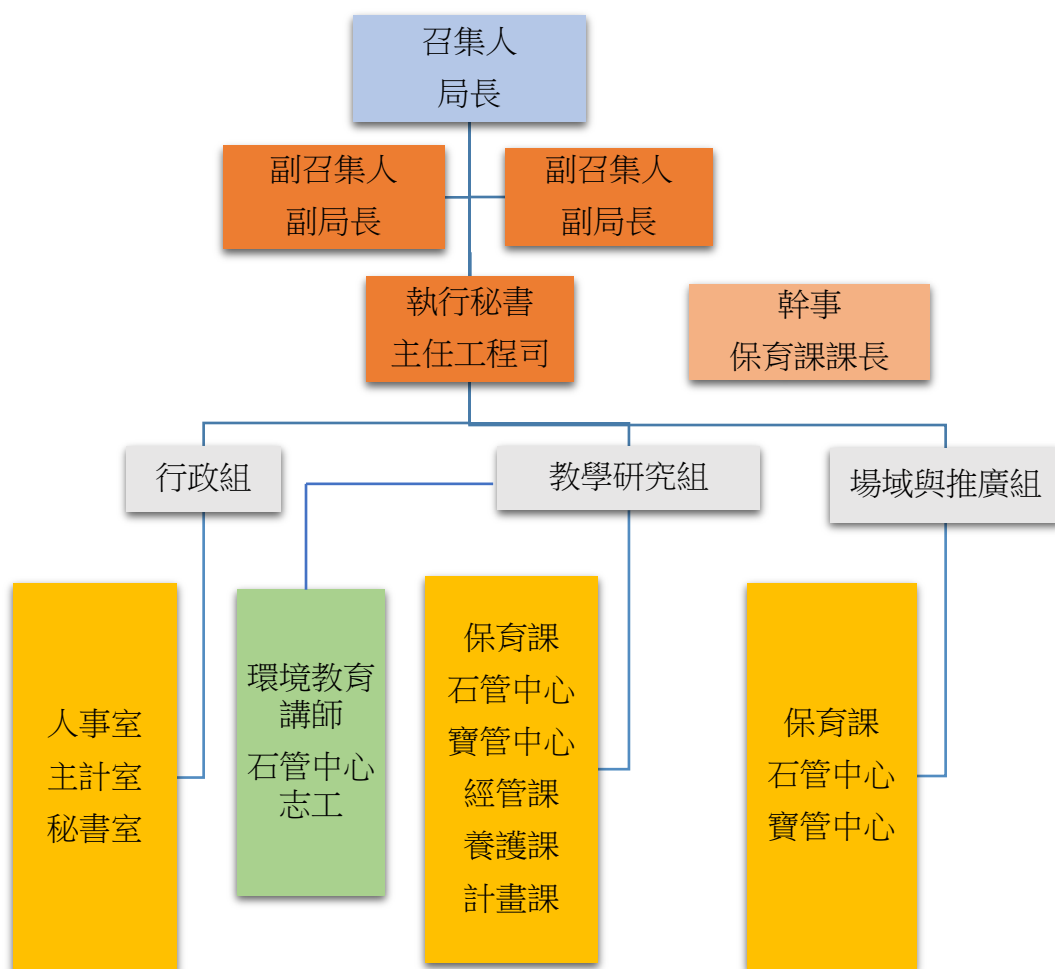


圖 3-1 石門水庫環境教育整體發展小組架構

(二) 召開共識會議

透過召開共識會議，針對組織內部釐清核心想法、了解內外條件、目標，尋找出石門水庫環境教育設施場所的願景。願景主要在呈現組織在接下來的五到十年間，想要實現的樣子與未來。具體的願景敘述包括了組織希望的文化、價值、信念和哲學理念去引導組織的運作。

運用小組討論所產生的共識來發展，它應該是簡短、具激勵性、能夠將組織目的與方向清晰表達、具前瞻性、能夠反映出組織高度的理想與企圖，組織定位、文化以及價值。當完成了使命敘述後，讓石門水庫的員工、組織成員、和其他關鍵人士瞭解組

織的願景為何。對利害關係人而言，有願景會有下列的益處：

1. 能提出清楚的期望。
2. 能和其他的關鍵人士有共同的目標。
3. 能提高實現願景的意願與動力。
4. 賦予組織成員自我領導與管理的權力，創造組織各層級的領導能力。

共識會議時間、流程如下。

1. 共識會議時間：110 年 8 月 26 日 10：00~12：00
2. 共識會議流程(表 3-1)。

表 3-1 共識會議流程表

時間	內容	帶領講師
10:00-10:30	石門水庫環境教育 十年回顧	北水局全職環境教育人員 徐笑情
10:30-11:00	優質環境學習中心 27 項要素	環境友善種子有限公司
11:00-12:00	勾勒石門水庫環境教育 設施場所願景	環境友善種子有限公司

(1) 石門水庫環境教育十年回顧

分享石門水庫環境教育過去十年發展歷程、未來十年機會與企盼。

(2) 優質環境學習中心 27 項要素

探討優質環境學習中心的特質，分為整體關切、場域與設施、經營與管理、人員、軟體方案等五大面向，透過他山之石學習不同單位在運營環境學習中心所需考量的核心面向，進而作為後續願景討論的發想參考。

(3) 勾勒願景

石門水庫環境教育設施場所設定的水庫宗旨、教育主軸、願景、目標如圖 3-2。



圖 3-2 石門水庫環境教育設施場所宗旨願景目標

本次會議邀集北水局環教業務相關單位，出席單位為局長、副局長、秘書室、主工室、保育課、經管課、養護課、主計室、人事室、寶管中心、珍水導覽志工代表、環境教育教師代表等，針對目前石門水庫環境教育宗旨提出想法。參與者分別提出如「水文化資產守護盾」、「水庫永續、親近自然、深度體驗」、「認識水環境的教育場所」、「守護水資源」等概念，最後收斂參與者的想法，將石門水庫環境教育核心價值定調為「水資源永續」、「水文化傳承」，以更能貼近北水局近年來發展的

主軸(圖 3-3)。



圖 3-3 共識會議活動照

(三) 召開焦點團體座談

為了能廣納相關權益人的意見，共創石門水庫的環境教育藍圖，我們邀集桃園市、新北市、新竹縣三縣市的教育局處與環境教育輔導團團長，和桃園市政府環保局、觀旅局、鄰近水庫的石門國小和大溪國小校長、桃園市大溪區溪洲農村觀光推展協會代表，以及師大環境教育研究所周儒教授，運用焦點團體與專家諮詢的方式收集意見，並聚焦討論整體的發展與走向，一起建構石門水庫成為優質的水環境學習場域的定位。

焦點團體座談時間、流程如下。

1. 焦點團體座談時間：110 年 11 月 3 日 9:30~12:00
2. 焦點團體座談流程(表 3-2)

本座談讓焦點團體發表對於石門水庫發展環境教育場域的期望，以及自己的資源或有哪些合適的資源，能與石門水庫共創優質水環境教育場域。

表 3-2 焦點團體座談流程表

時間	內容	主持人/主講
9：30-9：40	開場歡迎	北區水資源局 局長江明郎
9：40-10：20	美國水利環境教育分享	師大環境教育研究所 周儒教授
10：20-10：40	石門水庫水文化環境教育方案介紹	北水局全職環境教育人員 徐笑情
10：40-11：30	焦點團體會談與討論	環境友善種子有限公司
11：30-12：00	總結	北區水資源局 局長江明郎

透過不同團體的分享，也提出對石門水庫環境教育的期待，分別包括：

1. 更多元的課程：加強活動的獨特性與趣味性，結合在地文化、食農與觀光，值得開發的課程如泰雅族人如何在大漢溪水上交通的課程，或是大溪在地捕魚、做豆腐的課程，夜間賞螢、賞鳥、石門苗圃的植物課程、水力發電簡易動手做等。
2. 更拓展的教育資源：跨縣市的教育資源分配，讓鄰近水庫的新竹縣關西鎮和尖石鄉，或使用石門水庫水資源的新北市和新竹縣學校也有機會能參與石門水庫的環教課程。
3. 更緊密的夥伴關係：與在地社區發展協會合作環境教育課程，或與附近環境教育設施場所聯盟，串聯綠色學習路線。

北區水資源局局長江明郎於本次座談也針對不同的單位代表所提的內容，給予以下的回應：

1. 學校有環教需求來石門水庫，在課程安排或解說導覽人力方面會全力協助，期待水的環境教育就從石門水庫出發，並視情況與機會辦理推展說明會。

2. 北水局業務相關之環境教育由北水局推動，觀光與旅客服務業務則由桃園市政府觀旅局協助規劃執行。與水資源相關的環境教育北水局責無旁貸，其他相關主題環境教育，將串聯周邊其他環境教育設施場所協助推展。
3. 未來盡量將溪洲社區納入環境教育方案，例如發展走讀石門路線，從阿姆坪走至溪洲社區，讓參與者了解石門水庫的防淤策略，同時結合溪洲社區資源，朝共好邁進。
4. 石門水庫作為水文化、水資源教育的樞紐，推展範圍不僅桃園市，更期待未來讓新北市、新竹縣等周邊縣市學校都能體驗石門水庫的環境教育課程。



圖 3-4 焦點團體座談活動照

二、 整體環境教育系統規劃

透過內部共識會議與外部焦點團體會議，可幫助規劃者了解需求並確定規劃時牽涉的問題與相關因素，擬定更明確的目的與目標，進而規劃出整體環境教育系統規劃。

(一) 環境現況分析

北水局所轄石門水庫擁有豐富的水資源、自然與人文環境，而石門水庫於 101 年 10 月 3 日通過行政院環保署環境教育設施場所認證，以水資源為主軸，體驗石門水庫「治水、利水、保水、親水與節水」，設計多樣課程作為民眾親近自然環境、體驗人文在地文化、了解水利工程的方案，期盼在北區水資源局永續發展政策中，將「永續河川」、「生態水庫」的觀念融入民眾終生學習風氣與實踐。而環境友善種子有限公司根據環境教育設施場所考量四大要素（含課程、人員、設施、營運等）進行內部優勢、劣勢與外部機會、威脅的 SWOT 分析(表 3-3)。

表 3-3 石門水庫環境教育場域 SWOT 分析與策略

<p style="text-align: center;">解決策略</p> <p style="text-align: center;">外部因素</p>	<p>內部因素</p>	<p style="text-align: center;">優勢 (S)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 石門水庫具有知名度、風景優美，每年吸引約幾十萬名遊客。 2. 北水局長官認同且大力支持環境教育工作推廣。 3. 豐富的水文化資源可挖掘開發方案。 4. 歷年課程設計多套，110年已修正整調整規劃4套課程方案。 5. 環境教育服務人力有環境教育教師、珍水導覽志工，與行政人員，可提供環教課程、解說等多元服務。 6. 有水文化館與南苑環教館場地，提供室內上課與展示說明。 7. 北水局環境教育專職人員投入心力極大。 	<p style="text-align: center;">劣勢 (W)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 部分課程內容較偏重知識性，缺少互動。 2. 課程未依年齡、對象特質來設計。 3. 環境教育教師皆為志工，環境教育經驗與專業度品質較難掌控。欠缺新進的志工老師。 4. 欠缺室內平面可進行大型活動的兩備教室。 5. 欠缺戶外遮蔭教學空間。 6. 戶外解說牌較為老舊，缺乏整體性。 7. 對外行銷管道與夥伴關係較為缺乏。 8. 內部網站資訊較為分散，找環境教育服務資訊不易。 9. 北水局環境教育專職人員僅有一位。
	<p>機會 (O)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 由於環境教育法的推動，學校、機關團體都有環境教育4小時的需求。 2. 國人重視休閒遊憩。 3. 戶外教學與畢業旅行愈來愈重視有意義的學習。 4. 水資源是台灣很重要的環境議題。 5. 鄰近北台灣，交通方便。 6. 容易串聯北台灣環境教育設施場所。 7. 鄰近的學校社區過去已有 	<p>S+O: 善用優勢</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 積極推動，增加環境教育服務能量，以增進全民對於水資源課題的了解與珍惜水資源行動。 2. 打造石門水庫成為北台灣水資源環境教育的重鎮。 3. 結合休閒遊憩活動，融入水資源環境教育。 4. 開展多元的環境教育產品，滿足學習、知性休閒、生態旅遊等不同需求。 	<p>W+O: 克服劣勢</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 持續優化課程，運用多元教學策略，使其兼顧知識學習與生動有感，達到環境教育五大目標。 2. 持續辦理內外部環境教育人員的專業培訓，增進教學與解說技能。 3. 將環境議題融入課程，並結合社區夥伴、學校與民眾，共同解決環境問題。 4. 興建戶外解說牌，增加自主性學習。

合作。	5. 結合社區、學校發展在地方案與校本課程。	5. 與淡水河流域或北台灣水相關環境教育設施場所結盟，共同倡議水文化議題。 6. 興建網站平台，串連環境教育與在地觀光資源，共同行銷。 7. 與教育單位建立夥伴關係，透過教師研習或校長聯合會議，讓學校體驗現有課程，進行行銷。
威脅 (T) 1. 環境教育設施場所已達 231 個，形成同業市場競爭。	S+T:善用優勢，避免威脅 1. 持續進行課程精進、形塑品牌特色，以發揮石門水庫在場域與教育的優勢，成為北台灣水資源環境教育的典範。	W+T:克服劣勢，避免威脅 1. 於課程中融入水利工程人員營運水庫與維護建立的相關內容，增加科學調查等操作型課程，形塑石門水庫成為學生了解水庫議題與水資源教育的首選。 2. 思考與開發課程的獨特性。

(二) 場域持續精進方向

周儒在《實踐環境教育：環境學習中心》一書，歸納出環境學習中心發展重點架構，包含整體關切、課程方案、場域及設施、經營管理與人員管理等面向(圖 3-5)。環境友善種子有限公司根據以上面向，提出石門水庫環境教育整合推展之具體建議方案。

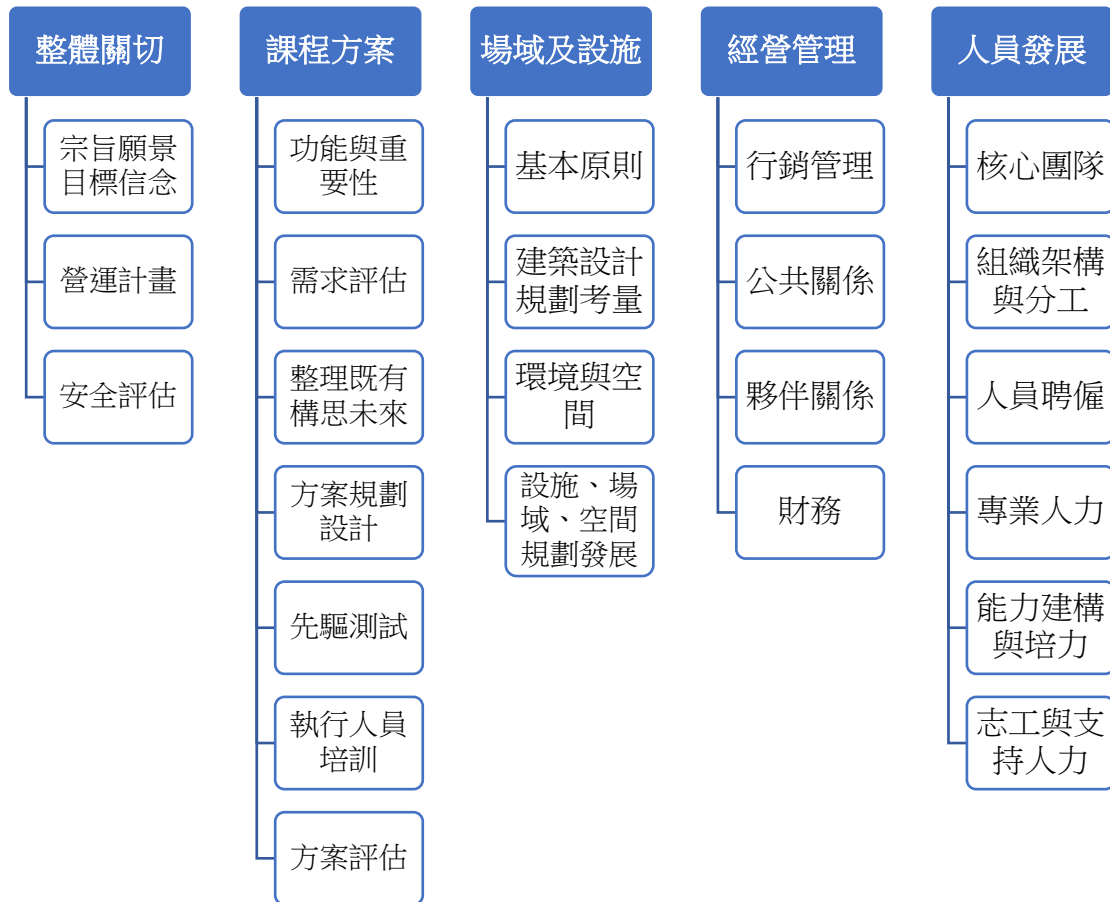


圖 3-5 環境學習中心發展架構指引

1. 整體關切

(1) 宗旨願景目標信念

要發展環境學習中心，並非僅設計些環教課程或解說活動，再找人來執行而已。機關需要事先策略規劃，建立環境學習中心的宗旨願景目標等，以本計畫之策略會議歸納出石門水庫環境教育核心價值定調為「水資源永續、水文化傳承」。

(2) 營運計畫

機關要檢視原有的營運現況，釐訂在未來特定時程內，環境學習中心不同進程發展所欲達成的目標。今年是石門水文化推廣元年，目標是將推廣石門水文化硬體與軟體設備準備周全，硬體設備如重新打造石門水文化館、新增壩頂解說牌，軟體則包括《石門水庫水文化初探》與《石門水文化館解說手冊》專書、重新更新石門水庫網站與石門水庫環境教育網站、新增石門水文化館自導式摺頁、重新修訂 4 套石門水庫環境教育課程、新規劃 4 條石門水庫解說路線、培訓石門水文化館解說人才等。

明年則擴大推廣石門水文化，策略除了持續與桃園市政府環境保護局合作「桃園市石門水庫總磷削減管制措施推動計畫」環境教育活動，以便將石門水文化觀念推展至桃園市國民小學師生，更建議透過辦理教師研習與校長參訪活動，讓桃園市以外的學校，但仍和石門水庫息息相關的新竹縣、新北市，也能體認石門水庫和當地居民生活的關聯。

並透過流域創新聯盟，結合水資源的議題，將水文化傳遞給更多合作夥伴。

(3) 安全評估

未來建議機關要隨著新的場域與服務對象，仔細檢視機關在教學、活動等層面，是否有完善的安全評估與緊急狀況處置計畫等。

2. 課程方案

課程方案與活動是一個環境學習中心的靈魂與發揮影響力的核心，因應不同的需求、對象、目的，會有不同的形態，包含環境教育(有教學目標、特定對象)、環境解說(休閒遊憩、對象彈性)、環境傳播(強調觀念推廣、對象廣泛，可透過人員、媒體、網路等來進行)。

(1) 環境教育

石門水庫的環境教育從早期的 42 個課程方案，去蕪存菁濃縮成目前的三大架構，分別是以「石門水庫一甲子」為主題來探討水庫科學相關議題，「桃園臺地三百年」則是著重在人文歷史與環境的關係，「石門水庫的水」則是來探究和水相關的環境議題。

今年度完成調整課程架構、修訂 4 套既有課程(石門水電何處來、桃園臺地的水利工程、石門水庫的水從哪裡來到哪裡去、石門水庫一甲子)與發展國小戶外教學課程模組，明年則應該開始執行新課程，但因配合桃園市環保局的「桃園市石門水庫總磷削減管制措施推動計畫」環境教育活動，已安排近 200 場活動，依現有環教師人力(環教志工 20 人)恐無法負荷，建議將明年度與環保局合作之環境教育活動(每個班級 1 小時)，調整成帶領壩頂導覽，並搭配石門水文化館自導式學習單小組活動。而環境教育教師主要工作為執行新修訂 4 套課程，包括預計辦理的教師研習與校長參訪活動，讓石門水文化以新面貌推展出去。

此外，配合機關需求持續發展新的課程方案，如以北區水資源館為主要環教場域的國小低年級水資源教案，以彰顯石門水文化。

環境教育模式建議未來可以多元發展，考量不同年齡層接受訊息的媒介不同，譬如可結合時下流行的實境解謎，設計於石門水庫的線上解謎遊戲，以吸引年輕族群。

(2) 環境解說

從場域解說系統規劃的角度，可分為「人員解說」與「非人員解說」兩大類：「人員解說服務」包括諮詢服務、帶隊解說、定點解說、活現解說與文化展現、不定點即興互動。最大的優點是解說員可以掌握遊客所接收的訊息，擁有與遊客互動、回答問題或釐清誤解的機會。「非人員解說服務」可包含提供遊

客任何具有資訊性、說明性及教育性的書面、影音或圖片等資料，過程中不需經由人的直接溝通。包括視聽設備、出版品、解說牌、解說標示、自導式步道、室內展示、遊客中心、電腦或手機等 3C 產品等。

本年度設計石門水庫 4 套環境解說方案(石門水庫風雲史、水利工程妙智慧、一杯清水的故事、穿越古今的水)，規劃出解說主題、地點與解說重點摘要，不論是未來運用於人員解說，例如由珍水導覽志工帶領導覽解說路線，或於解說定點設立解說牌，加上定點推播行動導覽服務或邀請民眾掃描 QR code 聆聽解說音檔等非人員解說方式，都是後續運用發展的方向。

明年度配合機關需求持續發展新的解說路線，以石門水庫建設時期的歷史為主軸的十一份園區，將做為展現水庫豐富文史的一條路線，或是以防淤為主題的阿姆坪防淤隧道走讀，皆是石門水文化的重點路線。

(3)環境傳播

石門水庫近年來強化環境傳播，自 107 年起陸續推出《重生-石門水庫整治成果紀實》、《大漢溪水利家族_展覽手冊》、《老檔案裡的石門水庫》、《北水風華 從石建會到北水局》、《水起，引水思源—石門水庫建設時期檔案故事》、《石門水庫水文化初探》等科普人文專書，以期傳播水文化。

在有厚實的水利專業與人文背景資料下，北水局也朝新媒體發展，包括在 youtube 發表網路短片，與經營臉書社群等，不過實際觀察「好漾北水」臉書粉絲專頁，若欲提高曝光度或增加宣傳效果，建議委由專業團隊或請專人專職管理，以了解並掌握社群媒體運作方式，分析社群媒體受眾特性，調整發文與經營模式，提高發文觸及率，才能達到有效傳播。

另外建議持續開發有意義的環境教育影片，作為宣傳與推廣之素材。

3. 場域及設施

(1) 活動空間

石門水庫於 101 年通過環境教育設施場所認證，除了有執行環境教育的教室，並有石門水文化館、遊客中心等服務民眾的場域。然而就執行環境教育而言，仍可加強其空間規劃。譬如石門水庫最精華、也是時常執行環境教育活動的壩頂，僅有在環翠樓附近能找到較大片的戶外遮蔽空間能遮雨遮陽，壩頂沿途或到依山閣附近皆無適合停駐帶領活動的空曠遮蔭空間，建議可以在依山閣前方木板平台處設置遮蔭的頂棚；再者，也欠缺室內可播影音投影片和帶領活動的多功能教室，雖然依山閣三樓視聽室可以使用，但座位固定，而環教活動時常需要能靈活運用的空間，譬如能小組討論、分組活動，比較適合搭配可移動的桌椅，建議未來二樓會議室若有機會更新，能重新考慮空間規劃。

(2) 解說與環教設施

石門水庫庫區解說牌陳舊，也缺乏整體解說牌誌規劃，今年完成壩頂解說牌 5 面，建議未來仍可持續更新，以石門水庫熱門步道為首要更新，搭配園區引人入勝的植物相，來做說明。

此外，配合桃園市政府觀光旅遊局主打「石門水庫跨域亮點計畫」，設計以「運動」、「生態」、「智慧」、「文化」、「綠能」為核心，打造「運動你的故事」桃園新創旅遊品牌。期望未來民眾走入石門水庫，能徜徉於美好的動靜時刻。

4. 經營管理

(1) 行銷管理

有完善的經營管理，環境學習中心才能要走得長久。在行銷管理方面，需要直接去與目標服務使用對象進行有效的溝通行銷，才有可能把服務順利推展出去，去創造環境學習中心理想

的實踐與造成社會影響。為了有效溝通行銷，建議石門水庫辦理教師研習與校長參訪活動，讓學校實際體驗石門水庫的課程，讓更多學生能體驗石門水文化。

此外，明年為石門水庫獲得環境教育設施場所認證第 10 年，建議擴大辦理推廣系列活動，以宣傳石門水庫環境教育成果、擴大環境教育影響力。

(2) 公共關係與夥伴關係

一個中心要獲得相鄰社區、學校支持，才能建立良好互動關係及氛圍，同時中心也必須跟區域內的其他公、民營團體維持良好關係，互通有無、互相支持，這樣夥伴關係的建構，能創造互利與共榮共存的關係。

今年協助石門水庫建立流域環境教育聯盟，以流域的大格局來串連大漢溪與淡水河與水資源相關的環境教育場域，共同推動水資源與水文化環境教育的發展。未來將持續發展流域環境教育聯盟，以固定聚會、研習與議題推動的方式，來促成聯盟的共好與共學。

明年發展阿姆坪防淤隧道與十一份園區的解說路線，預計與溪洲農村觀光推展協會以及佳安里社區發展協會建立公共關係與夥伴關係，將社區夥伴融入環境教育活動發展規劃，發展友好關係。

5. 人員發展

人力是環境學習中心構成重要要素之一。目前石門水庫的環境教育由北水局保育課承辦，承辦人員 1 位，搭配環境教育館 1 位行政人員、1 位兼職人員，以及 20 位環境教育教師。環境教育教師為志工，皆為退休人員擔任，在體力上不太能負荷以活動為主的環境教育，而且教學方式習慣以講述為主，若要調整為遊戲式教學等其他教學策略，需要花時間調整其心態與態度。

參考國內環境教育認證設施場所環境教育人力來源，建議方式一是由內部人員培訓成為環教工作者(例如曾文水庫、特有生物研究保育中心)，方式二是外聘專職環境教育教師執行環境教育(如國家公園和林務局)，方式三是仍以原本環境教育教師為人力，但招收環教師新血，以活絡環境教育人力。

從長期環境教育組織分工來看，建議石管中心與保育課透過內部更細緻的劃分，來分工環境教育的推廣。然而部門分工需要長官的支持與溝通，才能完善石門水庫環教的長遠規劃。

建議珍水導覽志工以解說路線為主，而環教師以環教課程為主，今年石門水文化館由珍水志工駐點導覽，是個很好的開端。建議在新增 4 條解說路線完備後，搭配培訓課程，逐步由珍水導覽志工帶領，以提升服務量能，輔助環境教育活動，以減輕環教師的負擔。

(三) 進行未來三年系統規劃

將以上的 SWOT 分析與解決策略，加上本計畫工作項目，回應到石門水庫環境教育設施場所的願景與目標，初步建議從環境教育設施場所考量四大要素(包含課程、人員、設施、營運等面向)擬定出未來三年短、中、長期可推動施行的系統規劃(表 3-4)。

表 3-4 石門水庫未來三年短中長期可推動施行之系統規劃表

組織宗旨	穩定供水、量足質優、永續生態		
教育主軸	水資源永續 水文化傳承		
願景	樹立水環境及資源永續利用的典範	成為優質、創新、卓越環教學習場所	創建低碳、綠能生態綠色園區
目標 ✓ 行動方針	<p>彰顯水庫的功能價值</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 結合水庫經營管理經驗融入教學(111年北區水資源館與阿姆坪防淤、112年阿姆坪防淤) 	<p>整體提升環境教育人員能力與素養</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 提升北水局同仁環境素養(111-113年) ✓ 強化環境教育教師專業職能與人力(111-113年) ✓ 內部環境教育人員增聘(113年) 	<p>擴展服務結合綠色產業</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 盤點可發展綠色產業資源(112年) ✓ 與週邊產業建立合作夥伴關係(113年)
	<p>對外分享水庫運作經驗與成果</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 辦理公眾環境教育推廣活動(111年大型環境教育推廣活動) ✓ 透過異業結盟參與外展活動，行銷水庫環教成果(112-113年)。 	<p>營造多元學習的場域</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 建置園區環境教育解說牌(111年) ✓ 園區設置遮蔭的頂棚或涼亭(112-113年) ✓ 建置自導式摺頁(112-113年) ✓ 結合外部場域或鄰近社區聯合推動(111年溪洲社區、佳安里社區發展協會) ✓ 完善的安全評估與緊急狀況處置計畫(112-113年) 	<p>規劃在地水文化生態旅遊</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 結合在地社區發展水文化環境教育遊程，帶動遊學產業(112-113年)。 ✓ 開發設計環教自有文創宣導品，開創綠色經濟(113年)。
	<p>加強公、私部門水資源的協調與溝通</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 創建流域環境教育伙伴聯盟(111年夥伴培力、112-113年共同行 	<p>優化且持續發展水文化環境教育方案</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 新增環境教育課程方案(111年北區水資源館、112年阿姆坪防淤、113年水足跡與節水) ✓ 新增解說系統方案(111年阿 	

	<p>銷)</p> <p>✓ 與教育局處、觀光局及水利相關單位不定期召開會議(111-113 年)</p>	<p>姆坪防淤與十一份園區)</p> <p>✓ 配合北水局發展系列課程與解說方案(111 年北區水資源館與阿姆坪防淤、112 年阿姆坪防淤)</p> <p>✓ 落實教學評量與回饋機制(111-113 年)</p>	<p>配合桃園市政府觀光旅遊局「石門水庫及大漢溪流域跨域亮點計畫」</p> <p>✓ 成為低碳旅遊場域(111 年減少園區碳排放車輛進入)</p> <p>✓ 搭配運動主題推廣環教(112-113 年發展定向運動)</p>
		<p>強化營運系統</p> <p>✓ 開拓多元行銷管道(111 年-113 年)</p> <p>✓ 增加自媒體行銷的曝光(111 年環境教育宣傳影片)</p> <p>✓ 增修環境教育教師管理規則(111 年)</p> <p>✓ 收費機制的建立(112-113 年)</p>	

3.2 石門水庫園區解說系統方案建置

本工作目的在建置石門水庫園區之解說系統方案，一為規劃園區4個方案之人員解說動線、相關內容與解說教具製作；二為配合石門水文化館展示內容設計互動式摺頁；三為園區環境解說牌誌規劃設計及製作(至少5處)。

一、 解說系統方案規劃

王鑫(1987)在《解說系統規劃說明書》中提出對「解說系統」的定義如下：「系統是一種組織型式；這種組織型式把相關的事物或知識(部份)組合成一個整體，以便清楚地顯示各個部份之間的關係，並且說明每一個部分在整體中所扮演的角色。至於一個系統應該包含哪些部份，以及各部分應如何組合成一個整體等，則依據建立該系統的目的而定。把所有和解說服務有關的要素組合成一個整體，以便清楚地顯示各個要素之間的關係，並且說明每一個要素在解說服務上所扮演的角色，這樣的整體就是一個解說系統。」因此，解說系統的建立是為了做為以後設計、實施各種解說方案的指導方針。

從場域解說系統規劃的角度，可分為「人員解說」與「非人員解說」兩大類：「人員解說服務」包括諮詢服務、帶隊解說、定點解說、活現解說與文化展現、不定點即興互動。最大的優點是解說員可以掌握遊客所接收的訊息，擁有與遊客互動、回答問題或釐清誤解的機會。「非人員解說服務」可包含提供遊客任何具有資訊性、說明性及教育性的書面、影音或圖片等資料，過程中不需經由人的直接溝通。包括視聽設備、出版品、解說牌、解說標示、自導式步道、自導式車遊、室內展示、戶外展示、遊客中心、電腦或手機等3C產品等。

環境解說是一般機構中最常用來推動環境教育的方式之一，目的是為了協助資源保育單位增加與民眾接觸的機會，來增加參與式管理的機制。從資源保育管理單位的角度來看，一般認為解說服務能夠培養社會大眾審慎使用自然資源，以及達成資源管理的目的。換言之，解說服務的進行除了遊憩導向外，還有環境方面的利益。解說服務可以達到改變人們的價值觀與態度；協助管理工作推展；引導正確的遊

憩活動；以及環境教育等幾個功能。資源管理單位裡的解說服務所扮演的地位與角色，其實是一種透過不同的媒介或設施，進而管理資源管理單位的工具與方法，解說員服務聯結了來訪遊客、地方資源、管理機關三個方面（圖 3-6，Gensler, 1977；引述自蔡惠民，1985）：



圖 3-6 解說服務與資源管理機關、公園資源、公園遊客之關係

從圖 3-6 可知，解說服務在參訪遊客、管理機關以及環境資源這三方面，搭起了溝通的媒介。就管理機關而言，解說服務可作為管理機關與民眾公共關係聯繫之橋樑，加強遊客對管理機構之印象；並鼓勵大眾直接參與資源保育及經營管理之工作。就環境資源而言，解說服務可以讓民眾對資源合適使用；並關心、認同地方。就遊客而言，解說服務除了可以提供休閒外；亦可增加人們對自然與文化環境的瞭解與覺知，喚起及添加人們的生活經驗，及保護環境資源。

因此，環境友善種子有限公司與執行單位共同產出，設計解說相關內容摘要與解說教具製作等，並完成四條解說動線。

工作進行流程如圖 3-7。



圖 3-7 石門水庫園區解說系統方案建置工作流程圖

(一)石門水庫解說資源盤點

為規劃石門水庫解說系統，環境友善種子有限公司盤點解說據點，整理於圖 3-8 與表 3-5。

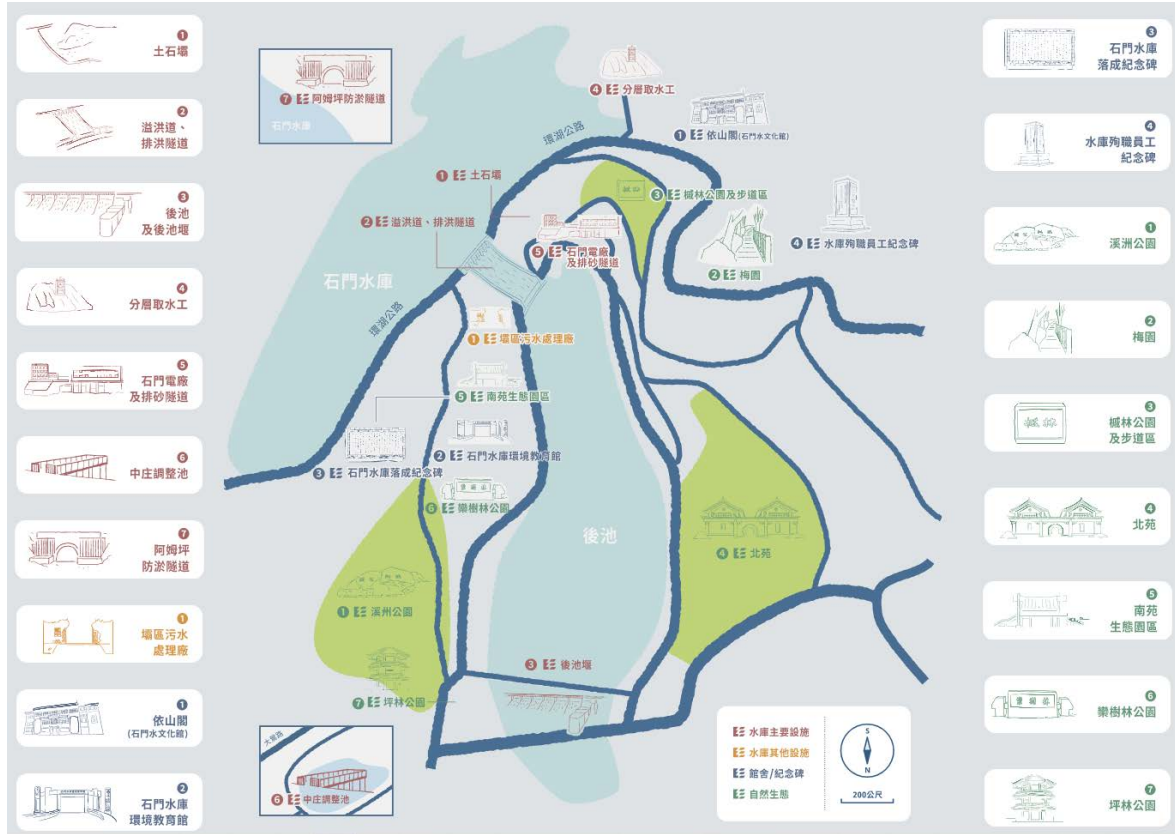


圖 3-8 石門水庫解說系統據點地圖

表 3-5 石門水庫解說據點資源盤點表

編號	據點位置	資源特色、可解說的重點
水庫主要設施		
1	土石壩	石門大壩為中央垂直心層土石壩，位於大漢溪石門峽谷，大壩阻大漢溪溪水成為水庫，最大壩高 133.1 公尺，為全台第二高的土石壩；石門大壩原設計為混凝土拱壩，施工初期因地質未如預期，於民國 49 年變更為土石壩，為國際罕見。
2	溢洪道、排洪隧道	溢洪道位於右山脊人工開鑿的鞍部，主要功能在排泄大壩上游的洪水量，裝設六座弧型閘門，設計排洪量為 11,400 立方公尺/秒，係石門水庫最大的排洪設施。 排洪隧道入口位於溢洪道上游約 600 公尺處，隧道共有兩條，每條隧道設計流量 1,200 立方公尺/秒，為水庫排洪量第 2 大的洩水設施，為因應民國 52 年 9 月葛樂禮颱風超大洪水後檢討所興建，本工程民國 73 年竣工，為石門水庫完工後第一件改造工程。
3	後池及後池堰	後池堰位於大壩軸線下游 1.8 公里處，全長約 530 公尺，分為混凝土溢洪段及土石段。大壩下游至後池堰間所形成後池，用來調節電廠發電後之尾水，並兼有洩洪時之消能作用，設計調蓄容量為 220 萬立方公尺。
4	分層取水工	分層取水工位於大壩左側山坡，可依水庫水位分上、中、下層不同高程取水庫表面低濁度原水，解決石門大壩取水口魚颱風時期原水濁度過高問題，所取原水以隧道及管路書送入桃園大壩或送往三坑抽水站。本工程是台灣首座在營運中增設取水設施的案例。
5	石門電廠及排砂隧道	石門發電廠用水取自斜依式取水塔左側進水口，以壓力鋼管引水經不對稱行分岐管後分為兩管後，再進入石門發電廠發電，發電尾水則排至後池調續利用。 民國 101 年將 2 號發電鋼管改建為排砂隧道，以利排除颱風時期之高濃度泥水，可降低石門水庫淤積速率以延長水庫壽命，是台灣第一座利用發電鋼管改建為排砂隧道的案例。
6	中庄調整	中庄調整池建於後池下游約 12 公里大漢溪左岸廢河道上，

編號	據點位置	資源特色、可解說的重點
	池	於大漢溪設堰引水，所蓄水量可經輸水管路直接送往板新淨水場及大湳淨水場。平日蓄滿不供水，於颱風期間石門水庫進行水力排砂、鳶山堰水質因而濁度升高，或因配合排砂放空蓄水而影響供水時，調整池可及時上場備援。
7	阿姆坪防淤隧道	阿姆坪防淤隧道於民國 111 年完工後將加入清淤行列，可於平時以抽泥船抽泥經隧道輸送至出口沖淤池暫置，俟颱風來臨時以洪水沖刷進大漢溪後出海。
水庫其他設施		
1	石門水庫汙水處理廠	主要處理園區內遊客所產生的污水，民國 78 年規劃興建，於 102 年間為提高污水處理效率，辦理整建更新與功能提昇，並採用改良式生物脫氮除磷及薄膜處理系統。
館舍／紀念碑		
1	石門水文化館	依山（石門山）傍水（石門水庫）的依山閣位於大壩西側，依山閣 1 樓提供旅遊諮詢服務並設置「石門水文化館」；二樓以上為行政空間。 此外，依山閣前的水漾廣場緊鄰水庫，視野寬闊，為遊客駐足欣賞水庫湖光山色及藝文表演絕佳地點。
2	石門水庫環境教育館	石門水庫是台灣重要的生態水庫及水資源環境教育基地，於民國 101 年通過環保署「環境教育設施場所」認證，而民國 103 年落成的環境教育館則提供優質、多元的學習場域。
3	石門水庫落成紀念碑	石門水庫落成紀念碑原址在石門發電廠旁，後因興建排砂隧道，將其拆卸後移至南苑，並將原刻於石板上之碑文逐片組立，恢復既有風貌。
4	水庫殉職員工紀念碑	為紀念及緬懷建設水庫不幸殉職的員工，特設紀念碑以供後人追思憑弔；不遠處為扶輪社所捐建之扶輪亭，可遠眺楓林與石門水庫後池相映之景。
自然生態		
1	溪洲公園	位於溪洲楓林大道旁、植物生態豐富，除了有廣闊草地外，還有步道、亭台，以及兒童遊樂設施，是舉辦團康活動或親子出遊踏青的好去處，其周邊的溪洲山森林步道，有平緩亦

編號	據點位置	資源特色、可解說的重點
		有陡坡，步行於林木蒼鬱之清幽小徑，吸收宜人之芬多精，可盡情享受森林浴。
2	梅園	槭林公園下方，為北台灣著名賞梅勝地，園區約種植了三百多棵的梅樹，每年 1 月份遍野的梅花盛開如一片白色花海，美不勝收。
3	槭林公園及步道區	由高線管制站進入，循著人行步道漫步前行，映入眼簾是整排高聳的楓香及槭樹所形成的楓林步道，每到深秋，紅、黃、綠層層色彩繽紛交織，是北臺灣賞楓觀槭之首選。 主要植栽是槭樹，它是台灣原生植物，分布於中低海拔闊葉林，屬落葉喬木，枝幹綠色。其根系發達，適合種在山坡地，有利水土保持。
4	北苑	隔著後池與南苑相望，大草原上有一座江南風格的庭園，是踏青散步的好地方。
5	南苑生態園區	南苑生態園區前身曾是亞洲樂園舊址，目前園內採開放式空間設計，視野感覺相當遼闊，園區設置步道系統、景觀山丘、樹枝廣場、中央大草原等，適合親子同遊與野餐。
6	欒樹林公園	欒樹林公園內之台灣欒樹（四色樹）是台灣的特有種，可生長於多種環境，生命力強，樹冠顏色會隨著開花時期而有所不同，它會從滿株綠葉開始綻放黃花，然後結紅色蒴果，蒴果乾枯後變成褐色，於秋冬時節常常可見同一株樹同時出現多種色彩，其金光閃耀的欒花，與一旁的溪州公園的楓樹相互輝映，美不勝收，而公園內的彩霞亭，更是欣賞夕陽的好地方。
7	坪林公園	位於坪林收費站旁，內有一座 3 層樓高的八角亭可供休憩及望遠，欣賞壯觀的大壩、後池堰，以及碧藍的後池水景和大漢溪河道。

初步依據前述之「石門水庫水文化架構」，考量「解說三角」理論，設定 4 個解說主題：「石門水庫風雲史」（石門水庫 60 年的故事與蛻變歷程）、「水利工程妙智慧」（水庫蓄水排洪防淤等設計的智慧）、「一杯清水的故事」（石門水庫如何面對未來氣候變遷的挑戰／保育治理

的概念)、「穿越古今的水」(桃園臺地水文變遷與人們生活生產的關係)，以下分別說明 4 條路線的解說目標、解說主旨、解說據點與次主旨，4 條路線解說重點摘要請參考附錄四。

(二) 解說路線規劃-路線一：石門水庫風雲史

1. 路線規劃：石門水文化館→水庫員工殉職紀念碑→嵩台車站→增雨平台→嵩台→愛水平台→觀洪平台(路程約 1 公里，活動時間 2 小時，圖 3-9)。



圖 3-9 石門水庫風雲史解說路線圖

2. 解說目標：

- (1) 認識北水局如何因應社會經濟發展需求與環境議題，興建石門水庫等相關水利設施。
- (2) 能對過去石門水庫工程人員的犧牲奉獻，給予尊重與感恩。

3. 解說主旨：石門水庫的興建是凝聚眾人的智慧與辛勞而完成。

4. 解說次主旨與解說據點(表 3-6)

表 3-6 石門水庫風雲史解說次主旨與解說據點表

解說次主旨	建議解說據點	
	據點名稱	據點編號
石門水庫為臺灣水文化資產守護者	石門水文化館	S101
前人犧牲生命，成就如今便利的供水系統	水庫員工殉職紀念碑	S102
分層取水工，分層避濁水	嵩台車站	S103
土石大壩為兼顧經濟與保育的蓄水設施	愛水平台	S104
千方百計為維持水庫運作	嵩台	S105
北區水資源局守衛水庫安全	增雨平台	S106
溢洪道為水庫的保命拉鍊	觀洪平台	S107

(三) 解說路線規劃-路線二：水利工程妙智慧

1. 路線規劃：環翠樓→水域路線(水線、溢洪道、發電廠入水口、石門土石大壩、分層取水工、石門大圳取水口、水質監測器、抽泥船、排洪隧道)→環翠樓(搭船航行3公里，活動時間2小時，圖3-10)



圖 3-10 水利工程妙智慧解說路線圖

2. 解說目標：

(1) 知道水庫排洪防淤設計的智慧。

(2) 理解水庫營運面臨的挑戰。

3. 解說主旨：水要能順利送到民眾住家，要凝聚眾人的智慧。

4. 解說次主旨與解說據點(表 3-7)

表 3-7 水利工程妙智慧解說次主旨與解說據點表

解說次主旨	建議解說據點	
	據點名稱	據點編號
以石門水庫在地居民生活故事為起點，道出水庫興建人文與地景的改變	環翠樓	S201
水庫的運作依據它準確的報數	水線	S202
水庫的保命拉鍊	溢洪道	S203
複合式功能提升水庫效能	發電廠入水口	S204
兼顧經濟與保育的蓄水設施	石門土石大壩	S205
聰明的取水設計	分層取水工	S206
石門水庫為桃園農業與民生的水源	石門大圳取水口	S207
水庫水質的查哨站	水質監測器	S208
日夜不休捍衛蓄水量	抽泥船	S209
排洪對維繫水庫性命相當重要	排洪隧道	S210
水要能順利送到民眾住家，要凝聚眾人的智慧	環翠樓	S211

(四)解說路線規劃-路線三：一杯清水的故事

1. 路線規劃：環境教育館→南苑→排洪隧道→南苑→環境教育館
(距離 1.1 公里，活動時間 2 小時，圖 3-11)



圖 3-11 一杯清水的故事解說路線圖

2. 解說目標：

- (1) 體認自然災害的威力。
- (2) 理解石門水庫如何面對氣候變遷的挑戰。

3. 解說主旨：大自然的力量巨大，人類利用自然資源想獲得清淨的水，得來不易。

4. 解說次主旨與解說據點(表 3-8)

表 3-8 一杯清水的故事解說次主旨與解說據點表

解說次主旨	建議解說據點	
	據點名稱	據點編號
從一杯清水說起，談水怎麼送到家中	環境教育館	S301
大自然的力量巨大，連鋼都能扭曲	南苑	S302
排洪對維繫水庫性命相當重要	排洪隧道	S303
森林涵養水份，水土保持是水庫延壽的解方	南苑	S304
多元清淤讓水庫延壽，捍衛乾淨和永續的飲用水	環境教育館	S305

(五) 解說路線規劃-路線四：穿越古今的水

1. 路線規劃：環教館後門→後池堰→槭林公園(楓香、樟樹林)→石門電廠→溢洪道→石門水庫汙水處理廠(距離 3.3 公里，活動時間 3 小時，圖 3-12)



圖 3-12 穿越古今的水解說路線與據點地圖

2. 解說目標：

- (1) 感受大漢溪留下磅礴的河階地形。
- (2) 理解水的多樣用途。
- (3) 知道生活汙水處理的途徑。

3. 解說主旨：水就像一位流浪各地的魔法師，創造出多元的景觀與利用方式。

4. 解說次主旨與解說據點(表 3-9)

表 3-9 穿越古今的水解說次主旨與解說據點表

解說次主旨	建議解說據點	
	據點名稱	據點編號
水無所不在，人的生活離不開水	環教館後門	S401
大漢溪河階地形橫跨古今，人民在此安居樂業，一切因為有水	後池堰	S402
森林涵養水份，水土保持是水庫延壽的解方	槭林公園(楓香、樟樹林)	S403
水能轉成有價能源	石門電廠	S404
水庫的保命拉鍊	溢洪道	S405
取之於自然，用之於自然	石門水庫汙水處理廠	S406

(六) 解說系統規畫工作說明

1. 解說教具設計：根據各解說主題之內容規劃，設計輔助解說的教具，例如圖卡、字卡、模型、道具，及相關器材等。透過教具輔助人員解說，可以讓解說過程更加生動有趣，創造與人的連結，加深對解說主旨、次主旨的印象。
2. 解說評估與修正：設計完成的解說內容與教具，經過內部或外部演練測試後，以問卷或訪談方式蒐集相關建議，並透過內部會議進行相關評估與內容修正，使解說內容更加優化完善，達到解說規劃的目的。
3. 解說系統規劃定稿：經過上述流程後，解說系統規劃內容(第一版)即可定稿，本項工作完成4方案解說動線，各路線之人員解說相關內容及解說教具。建議未來執行過程中仍可持續針對內容進行滾動式修正，以更符合場域的需求與解說目標。
4. 解說系統執行建議：解說系統定稿後，可就未來欲執行之人員(珍水導覽志工或環境教育教師)進行解說培訓工作坊，訓練完成後再開放民眾申請預約解說導覽活動。

二、石門水文化館設計互動式摺頁

「非人員（或非伴隨）解說」是運用各種器材或設施去對遊客說明，而不經由解說人員直接接觸遊客的解說服務方式，根據 Sharpe 的分類，又可分為視聽器材、解說牌誌、解說出版品、自導式步道、自導式汽車導遊、及展示等六種。研究指出，非人員解說透過多元的解說媒介，更能提供自由且個別性的探索，通常是遊客最先獲得的資訊，不過因為遊客可以選擇所要觀賞或閱讀的內容，所以可能會遺漏管理者欲傳遞的重要訊息。因此，可規劃自導式學習教材供現場遊客或學生使用。

傳統上的教學是由教師負責規劃進度、內容、評鑑等教學環節，自導式學習則是一種將支配權轉移到學習者，讓學習者依照自己的興趣、適性、能力而設定目標，並決定達成目標的方法。自導式學習為教育科技領域發展最久，同時市場規模也很大的領域，其適用範圍非常廣泛，涵蓋所有透過軟體、網路平台等方式進行的學習型態。

因此，運用石門水文化館展示內容設計互動式摺頁，讓民眾或學生運用摺頁自導式學習，提高展示與民眾互動的機會。

本項工作進行方式如下說明。

(一)展示內容盤點

在進行自導式互動摺頁設計前，先盤點石門水文化館內展示內容。本階段環境友善種子有限公司初步蒐集石門水文化館展示內容，主題包括：「入口意象」、「桃園臺地三百年」、「石門水庫一甲子」、「石門觀光」等。各區展示內容簡述如表 3-10。

表 3-10 石門水文化館展示內容盤點

主題	解說內容簡述
入口意象	 <p>石門水庫以「桃園大圳」、「石門大圳」，將大漢溪與桃園臺地連結起來，創造臺地欣欣向榮的發展，是臺灣水利史的傳奇。看桃園臺地三百年來的水資源利用沿革，便能真正了解石門水庫的歷史位置，極其深遠的水文化意涵。</p>
桃園臺地三百年	 <p>桃園臺地與大漢溪的千古分合，歷經「河川襲奪」，造就了「千埤之鄉」看天田的景象，再因大圳的建設將水權公共化，讓大漢溪重新灌溉桃園臺地，成為北臺灣最重要的穀倉；建設水庫，引大漢溪上游集水區之水資源全年供桃園臺地所用，從供應農業用水轉至工商業用水，成為桃園工商業發展的重要推手。</p>
石門水庫一甲子	 <p>石門水庫為臺灣第一座多目標水庫，主要功能為供水、發電與防洪。第一代「原生版」石門水庫主要設施分為庫區內與庫區外，重要設施包括「溢洪道」、「導水隧道」、「發電取水塔」、「土石大壩」、「石門大圳」、「桃園大圳」、「石門發電廠」、「後池及後池</p>

主題	解說內容簡述
	<p>堰」等；第二代「升級版」石門水庫，則加強了「排洪」、「防砂」、「公共給水」、「發電」等能力；第三代「重生版」石門水庫，以克服颱風期間高濁度影響供水問題、克服淤積、維持庫容為主要目標。</p>
<p>石門水庫 觀光發展</p>	<div data-bbox="432 465 1324 840"> <p>石門水庫觀光資源</p> </div> <div data-bbox="432 891 1324 1164"> <p>石門水庫觀光資源與轉型</p> </div> <p>石門水庫植物資源豐富，並有多樣水陸生態物種聚集，因此發展出石門水庫豐富的生態、人文觀光資源。</p>

(二) 自導式摺頁設計主題設定

考量到展場水文化歷史脈絡與眾多水庫相關設施，設計「北水酷遊水庫」桌遊，活化運用北水局原本有的吉祥物(北水酷)為主角，引導親子家庭、學校師生與願意主動學習的成人，至展區尋找問題的答案，完成桌遊題卡後，可將摺頁攜回玩桌遊。

本項設計非傳統式學習單，能增加閱讀展區資料的程度與完成摺頁後的使用機會。並可針對不同使用者，發展出多元的搭配與使用：針對親子家庭，結合學習與遊戲，帶摺頁回家後亦可繼續遊戲；針對學校師生，可呼應 12 年國教核心素養，搭配分組競賽，提升學生自主學習能力；針對展館推廣人員，能變化展館學習活動，讓展館不只有導覽解說。

(三)摺頁內容規劃

摺頁為 A3 尺寸正反兩面，收摺成 6 摺陳列。摺頁正面為「跟著北水酷遊水庫」桌遊，反面為石門水庫簡介圖文。

1. 摺頁正面—「跟著北水酷遊水庫」桌遊

分為遊戲說明與遊戲區兩大部分。

(1) 遊戲說明：包含遊戲說明文字、3 只棋子、1 只骰子和 27 枚籌碼。

遊戲說明文字：

- 先在展場內尋找左方空格處的答案。
- 將下方骰子、棋子與水桶剪下並製作完成，即可進行遊戲。
- 每位玩家各拿一桶水(籌碼)開始遊戲，從起點出發，擲骰點數決定前進格數，依格內事件執行指定事項。
- 至終點獲得最多桶水的玩家獲勝。

(2) 遊戲區：包含標題與主視覺、20 格遊戲格。

- 主視覺：呈現吉祥物北水酷帶領認識石門水庫，與相關設施在大漢溪的位置。
- 遊戲格：共 20 格，每一格代表一個與水庫相關的主題或設施，扣除起終點格，剩餘 19 格已能完整涵蓋展區桃園臺地用水型態、石門水庫設施。

每格遊戲格包含內文、圖示和動作三部分。內文要簡短清楚說明設施用途，且文字敘述要讓使用者容易對應到該設施並找得到答案，因版面有限字數限制 20 字；19 格遊戲格中有 11 格填空，要讓使用者到展區找到空格處的答案。圖示要簡要表示該設施。動作則為玩家行至此格須完成的動作說明。

遊戲格底色以不同顏色區分不同展區，湖藍色為桃園臺地三百年，水藍色為第一代石門水庫，綠色為第二代石門水庫，黃色為第三代石門水庫和多元清淤。

遊戲格說明文字於表 3-11。

表 3-11 跟著北水酷遊水庫桌遊遊戲格說明文字

編號	主題	內文	動作
0	起點	跟著北水酷穿越時空，到清治時期的桃園臺地，看當地人怎麼用水。	
1	河川襲奪	大漢溪原本流經桃園臺地，但數萬年前發生_____，因而轉流向臺北。	獲得 1 桶水
2	埤塘	桃園臺地缺乏大型河流流經，清治時期人民開鑿_____來儲水。	獲得 1 桶水
3	大圳	日本時代政府建造_____，引大漢溪水來灌溉桃園臺地農田。	獲得 1 桶水
4	建石門水庫	國民政府興建石門水庫，供應桃園臺地民生與農業用水。	獲得 2 桶水
5	土石壩	暫停一次！大壩原設計為混凝土拱壩，施工時因地質因素，變更為_____壩。	變更壩體，暫停一次
6	溢洪道	_____是水庫重要的安全設施，目的是排洩颱風期間的洪水。	洩洪中，後退 2 格
7	發電取水塔	_____取水庫的水送往電廠發電，再排入後池。	取水發電，前進 1 格
8	石門發電廠	石門發電廠將水力轉成電力，年發電量 2.3 億度。	電力充沛，前進 2 格
9	後池	_____調節石門發電廠發電尾水，以續供應桃園大圳用水。	獲得 1 桶水
10	石門大圳 桃園大圳	命運！石門水庫兩大動脈—桃園大圳和石門大圳，提供桃園農業與民生用水。	獲得 3 桶水
11	排洪隧道	_____將水庫部分洪水免經溢洪道直接排放於後池，為石門水庫第二大排洪設施。	排洪中，請喝口水補充水份
12	鳶山堰	鳶山堰與石門水庫聯合運用，供應板橋、新莊及北桃園公共給水。	獲得 2 桶水
13	榮華壩	_____為大漢溪上游最大防砂壩，對減緩水庫淤積功不可沒。	請模仿榮華壩將身體彎曲成拱形
14	義興發電廠	義興發電廠利用榮華壩攔截下的溪水發電，由石門發電廠遠端遙控。	電力充沛，前進 2 格
15	分層取水工	機會！若庫水濁度升高，_____可引取較表層、濁度較低之庫水，穩定供水。	獲得 2 桶水

編號	主題	內文	動作
16	排砂隧道	改建石門發電廠壓力鋼管作為_____，能減緩水庫淤積，避免庫水混濁。	獲得 1 桶水
17	中庄調整池	當水庫因濁度或水力排砂無法供水時，由中庄調整池提供備援水源。	獲得 2 桶水
18	阿姆坪防淤隧道	阿姆坪防淤隧道結合抽泥與水力排砂，能提升水庫整體防淤能力。	獲得 1 桶水
19	多元清淤	透過陸挖、抽泥、水力排砂，多管齊下清淤以維持水庫容量。	獲得 1 桶水
0	終點	恭喜完成石門水庫巡禮。	

摺頁正面設計如圖 3-13。

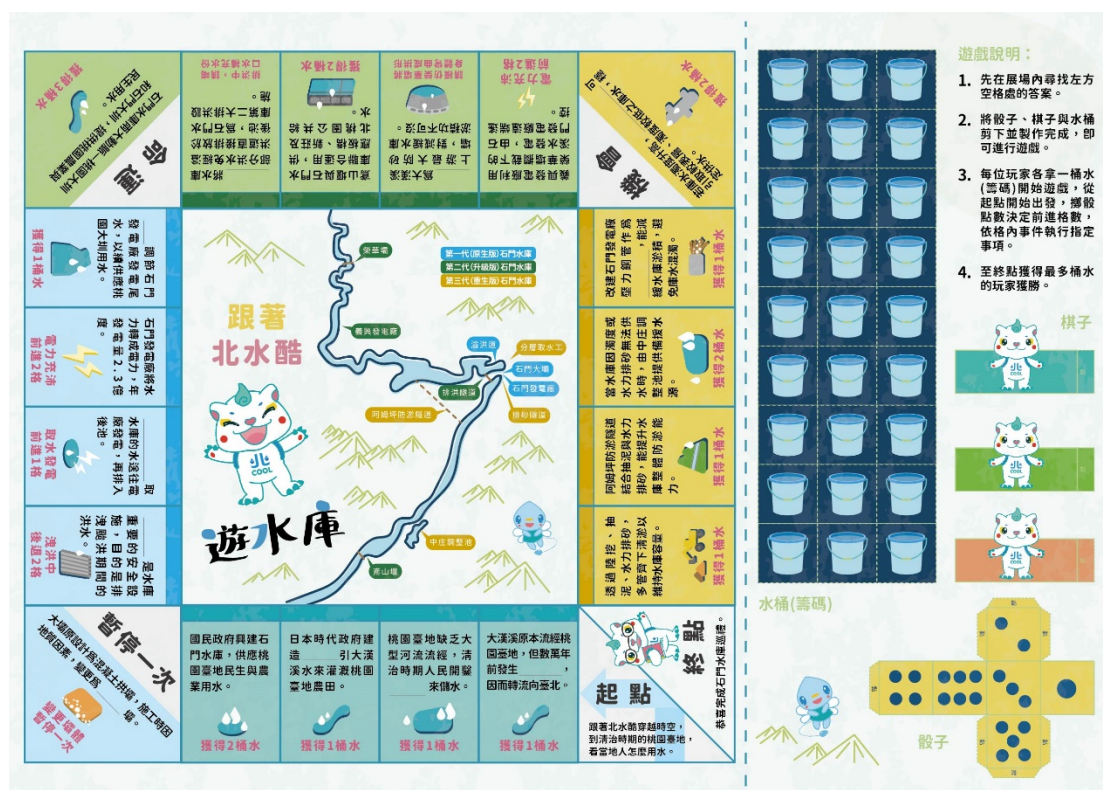


圖 3-13 石門水文化館自導式互動摺頁正面設計圖

2. 摺頁反面—石門水庫簡介圖文

搭配圖文，以北水酷第一人稱方式來介紹石門水庫與石門水庫的功能。說明文字如下。

嗨！我是小酷，是北區水資源局守護水庫的小石獅神獸！我的使命就是祈禱風調雨順，水庫能一直維持充足的水量，期許生態與環境

都能欣欣向榮。

你知道水庫對我們有多重要嗎？除了每天供給我們生活所需用水外，也同時兼顧好多對這片土地有利的工作喔！灌溉、給水、發電、觀光和環境教育，都和水庫息息相關。你想想，若沒了水資源，我們怎能有正常的生活與糧食呢？

石門水庫除了提供北臺灣數百萬人民生與農業用水，同時也是國家級文化資產，獲得國際文化紀念物與歷史場所委員會(ICOMOS)荷蘭國家委員會頒贈「水文化資產守護盾」(Water Heritage Awareness Shield)，這表示石門水庫對臺灣水利文化的貢獻，獲得國際肯定呢！

即將邁入一甲子的石門水庫，面對颱風、強降雨、泥沙淤積、乾旱等種種挑戰，光靠我的守護還不夠，更要集合北區水資源局大哥大姐的智慧與努力，來保護大家安全乾淨的水源。

歡迎大家有空來石門水庫網站，看看小酷我，並且了解更多石門水庫的最新訊息喔！

石門水庫的 5 大功能

1、 灌溉：以桃園及石門兩大圳串連數千口埤塘，灌溉桃園臺地 3 萬多公頃農田。

2、 給水：供應桃園臺地數百萬人之生活用水及眾多工業園區產業用水。

3、 發電：利用約 100 公尺的水頭落差發電，年發電量可達 2 億度，貢獻綠能又不損耗水量。

4、 觀光：園區宏偉水利建設、湖光山色及遼闊視野，每年入園旅遊人次超過百萬。

5、 環境教育：石門水庫是環保署認證的環境教育設施場所，以水資源永續、水文化傳承為環境教育核心價值。

摺頁反面設計如圖 3-14。

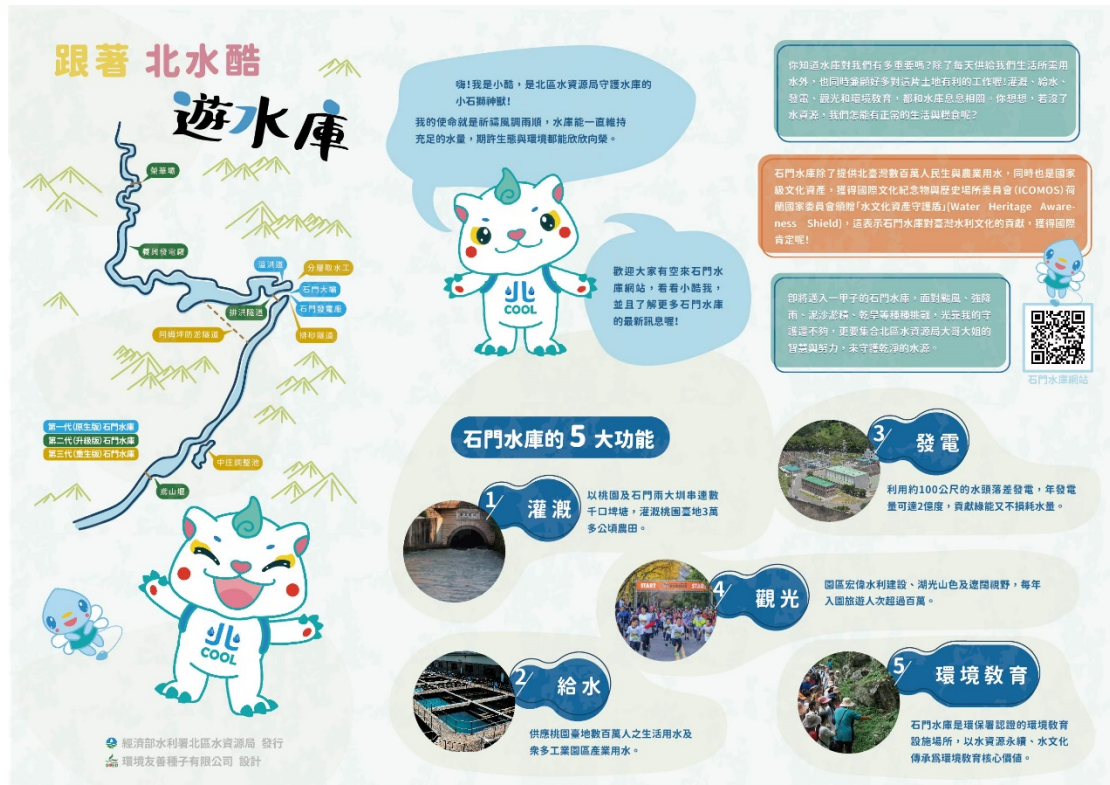


圖 3-14 石門水文化館自導式互動摺頁反面設計圖

3. 互動教具設計

建議未來可視石門水文化館教育活動需求，增設教學活動用大型跟著北水酷遊水庫桌遊相關道具，包括遊戲版面、骰子、北水酷棋子等，以豐富展館教學活動。

4. 摺頁評估與修正

設計完成之摺頁初稿，經過內部測試與確認，能達到館內自導式學習的目的。

5. 自導式互動摺頁定稿

經過上述流程後，石門水文化館自導式互動摺頁內容即定稿，本項工作完成 1 式摺頁內容規劃，未來執行過程中仍可持續針對內容進行滾動式修正，以更符合場域的需求與教育目標。

三、園區環境解說牌規劃設計及製作

解說牌是針對特殊資源、現象，如人文古蹟、稀有植物、自然景觀等作解釋說明的牌。一般來說，解說牌的設計除需考量經費預算外，其設置地點、訊息表達、色彩運用、造形規格、材質等因素均應詳慎列入考慮。解說牌的設置地點應以不破壞整體景觀、易引起遊客注意、不傷害自然資源、並能與既有設施配合為原則，而其訊息的表達則需能適切使用圖形及正確、簡明、生動、清楚的文詞字語，彩色的運用要考慮顏色本身蘊含的暗示及其色彩明視度，規格的高度及橫幅大小應適於遊客觀看閱讀，造形需具有區域風格及整體性，材質的使用當注意與環境調和、耐久及易於維修等特點。

本項工作進行流程如下。

1. 解說資源盤點

盤點石門水庫壩頂路線上的解說資源，建立解說資源架構圖。

2. 確立解說主旨及次主旨

根據資源架構圖，設定合適的解說主旨，及每個牌誌的次主旨內容，透過各個解說牌的次主旨串接起來，形成一個整體概念，能與遊客產生共鳴。

3. 現地勘查及基點位址選定

選址考量與整體環境景觀的協調，並留意其與參觀動線及遊客觀賞位置之關係。

4. 評估經營管理維護需求

事先瞭解石門水庫的環境條件、牌誌經營管理維護現況，及對於材質特性等需求，以作為設計施作之參考。

5. 解說牌版面設計

包含文圖稿撰寫設計、整體色彩等。牌誌的菁華在於解說文圖內涵，解說性牌的內容必須能夠針對資源的特性，提供簡明扼要且理念

完整的資訊。解說性牌誌的文稿撰寫與插圖說明應當具有專業的內容，採用大眾化平易的口吻，有系統地敘述主題相關資訊，突顯資源特色，以引發遊客進一步閱讀的興趣。進一步說明解說牌版面設計原則如下：

- (1) 系統化的內容說明：在訊息的撰寫上，可以參考「3-30-3 法則」，這是訊息金字塔（message pyramid）的實際運用。研究顯示，當遊客實際觀看時，解說牌只有 3 秒鐘的時間抓住遊客的注意力，遊客會在 30 秒內決定是不是要看完解說牌，然後大約需要 3 分鐘來消化所閱讀的資訊。因此解說展示訊息的發展順序，應依據訊息重要性遞減，讓遊客可以依照自己的狀況，選擇用 3 秒鐘、30 秒或 3 分鐘來接收解說展示上的訊息。
- (2) 符合主要遊客特性的語法：在撰寫解說內容時，應避免加入撰稿者個人的主觀意識，而應以真實的描述與客觀的說明，讓遊客在獲得基本的知識後、自我去體會。不同的遊客組成與特性，即使對於同一個解說內容也常會有不同的反應，利用口語化的語法，除了描述主題特性外，還可教導鼓勵性的活動方式或啟發性的聯想方法，讓遊客藉由自發性的行為親自印證。
- (3) 提供完整、但不煩瑣的資訊：解說牌所應具有的內容項目必須依據主題特性，予以重點式強調，以引發遊客的注意；再者運用簡短、易讀、易懂的文字語句，盡可能地描述解說主題的各項特點，不但可提供遊客最完整的知識，激發其對資源的聯想與興趣，更能進一步地親身體會資源的重要性與價值。
- (4) 文圖編排：為使遊客能在最短的時間內獲得解說版面上的資訊，必須考慮一般人閱讀的方式，以及觀看動線的順暢，避免在解說牌附近造成遊客人潮之瓶頸。通常版面上的文圖編排太過鬆散易流於版面的空洞，過於密集則會影響閱讀的順暢性與興趣。因此在文圖排版時，必須考量讀者的閱讀舒適度。

6. 解說牌基座規劃

包括選擇牌誌的材質特性、牌誌造型規格與尺寸設計、附屬功能設計、施工圖說精繪等。以下進一步說明：

- (1) 材質選擇：除了配合內容與製作方法外，亦必須慎重考量設置環境的特性、遊客對解說牌的使用方式與可能發生的破壞行為等。採用抗性強的材料或事先做好保護措施，不但可加強解說的效果，也可減低往後維護的人力與經費。
- (2) 解說牌基座系統化，以一套可提供多規格版面套裝之同類型設計，以減少浪費設計人力與經費，並增進地區環境之協調感。

7. 施工製作組裝、完成

完成施工圖後，即可進行施工製作與現場組裝，經測試後完成至少 5 處之石門水庫壩頂解說牌設計及製作。

(一)壩頂解說牌位置與主題

經與北水局局長和保育課承辦討論與現勘，規劃 5 面解說牌，位置主題如圖 3-15 與表 3-12。



圖 3-15 壩頂解說牌位置圖

表 3-12 壩頂解說牌主題

編號	解說牌主題	設置地點
1	排洪/ 設施解說—溢洪道、排砂隧道等	觀洪平台
2	溢洪道閘門與取水塔	增雨平台
3	大壩/ 設施解說—大壩、電廠	愛水平台
4	給水/ 設施解說—分層取水工	嵩台車站
5	水庫功能	水漾平台

(二)壩頂解說牌內文與版面

解說牌位置能見之重要水利設施須標示於解說牌上，除標示名稱

外，並放上相對應水庫功能之短片(供水、發電、排洪、排砂)與設施介紹網站 QR code。解說牌文字規劃標題、引言、內文，每項字數分別不超過 10、50 與 220 字。解說牌文字如表 3-13。

表 3-13 壩頂解說牌文字

編號	面向	內文
1	排洪	<p>大標 (最多不超過 10 字): 最大的排洪設施—溢洪道</p> <p>引言 (最多不超過 50 字): 這是溢洪道, 不是大壩, 大壩還在前方 500 公尺處; 溢洪道的功能在排除水庫上游來的洪水, 以確保大壩安全。</p> <p>內文 (最多不超過 220 字):</p> <p>溢洪道坐落在水庫右岸, 由溪洲山山脊降挖約 60 公尺而成, 以 6 道弧形閘門控制水流, 閘門全開之最大排放水量為每秒 11,400 立方公尺, 相當於 6 座標準游泳池水量!</p> <p>石門水庫排洪設施除溢洪道外, 另外還有兩個小幫手: 排洪隧道(設計流量 2,400 秒立方公尺) 與排砂隧道(設計流量 300 秒立方公尺), 所排洪水均放到後池再溢流到下游。</p> <p>石門水庫溢洪道洩洪有如萬馬奔騰, 甚為壯觀; 幸運的話, 還可以看到溢洪道、排洪隧道、排砂隧道同時出水的罕見景像。</p> <p>QRcode 文字:</p> <p>水庫排洪空拍影片</p> <p>溢洪道設施簡介</p>
2	溢洪道閘門與取水塔	<p>大標 (最多不超過 10 字): 主要出水設施—溢洪道與取水塔</p> <p>引言 (最多不超過 50 字): 石門水庫最重要的兩個出水設施: 負責排洪的溢洪道, 以及具發電與排砂功能的取水塔。</p> <p>內文 (最多不超過 220 字):</p> <p>右手邊是溢洪道前沿, 共設置 6 道弧形閘門, 視水庫上游來的洪水量大小, 以閘門開度控制出水量。</p> <p>正前方水面下靠山壁設有斜依式取水塔, 底部有並列的兩取水口, 其後分別銜接壓力鋼管, 一條為發電專管, 輸水至電廠供發電, 另一條為排砂專管(排砂隧道)。</p> <p>取水塔所取水量不論是發電或排砂, 最終均到後池, 可調節再利用: 由桃園大圳及第二原水抽水站取用, 或放流於下游由鳶山堰取用。</p> <p>QRcode 文字:</p>

編號	面向	內文
		石門水庫發電動畫 抽泥浚淤及排砂動畫 石門水庫排洪動畫
3	大壩	<p>大標（最多不超過 10 字）：擋水大力士—石門大壩</p> <p>引言（最多不超過 50 字）：石門大壩雖其貌不揚，卻是水庫眾多設施裡面體積最大、也是水庫能夠蓄水之最大功臣！</p> <p>內文（最多不超過 220 字）： 石門大壩坐落於大漢溪流出雪山山脈的最後一道峽谷，左岸是石門山、右岸為溪洲山，兩山對峙宛若石門，此為水庫名稱由來。石門大壩材質為自然界土石，中央為近似黏土的不透水心層，兩側為能透水的濾層與殼層；壩體斷面為近似三角形的梯形，最大高度 133 公尺、最大底寬 520 公尺，壩頂縱向長度為 360 公尺，大壩總體積達 700 萬立方公尺，是不折不扣的龐然大物。</p> <p>QRcode 文字： 石門水庫供水影片 排洪排砂影片 石門大壩設施簡介</p>
4	分層 取水 工	<p>大標（最多不超過 10 字）：颱風不停水的關鍵—分層取水工</p> <p>引言（最多不超過 50 字）：分層取水工 3 個取水口隱身於水面下，可依水庫水位選擇性開啟，是颱風高濁度期間穩定供水利器。</p> <p>內文（最多不超過 220 字）： 分層取水工位於大壩左岸山坡上，以垂直豎井銜接水面下 3 個不同高程的取水口，再以隧道及管路接回石門大圳，是石門大圳最重要的備援取水設施。</p> <p>石門大圳原取水口約在分層取水工下層取水口下方 25 公尺處，新舊取水口高程不同，讓石門大圳取水更有彈性、降低濁度對供水影響。</p> <p>QRcode 文字： 石門水庫供水動畫</p>

編號	面向	內文
		分層取水工設施簡介
5	水庫 功能	<p>大標（最多不超過 10 字）：石門水庫功能翻翻看</p> <p>引言（最多不超過 50 字）：嗨！我是小酷，是北區水資源局守護水庫的小石獅神獸！你知道石門水庫有什麼功能嗎？跟我一起翻翻看吧！</p> <p>內文（最多不超過 220 字）：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 農田灌溉：以桃園及石門兩大圳串連數千口埤塘，灌溉桃園台地 3 萬多公頃的農田。 ● 公共給水：供應桃園台地數百萬人之生活用水及眾多工業園區產業用水。 ● 水力發電：利用約 100 公尺的水頭落差發電，年發電量可達 2 億度，貢獻綠能又不損耗水量。 ● 觀光旅遊：園區宏偉水利建設、湖光山色及遼闊視野，每年入園旅遊人次超過百萬。 ● 環境教育：石門水庫是環保署認證的環境教育設施場所，以水資源永續、水文化傳承為核心價值。

壩頂解說牌版面設計如圖 3-16 所示。

第 1 面

最大的排洪設施—溢洪道

這是溢洪道，不是大壩，大壩還在前方500公尺處；溢洪道的功能在排除水庫上游來的洪水，以確保大壩安全。

溢洪道坐落在水庫右岸，由溪洲山山脊總長約60公尺而成，以6道弧形壩門控制水流；壩門全開之最大排洪流量為每秒11,400立方公尺，相當於6公尺標準游泳池水量！

石門水庫排洪設施除溢洪道外，另外還有兩個小幫手：排洪隧道（設計流量2,400秒立方公尺）與排砂隧道（設計流量300秒立方公尺），所排洪水均到後池再溢流到下游。

石門水庫溢洪道激洪有如萬馬奔騰，甚為壯觀；幸運的話可看到道洪道、排洪跳潭、排砂跳潭可說出水而罕見景象。

第 2 面

主要出水設施—溢洪道與取水塔

石門水庫最重要的兩個出水設施：負責排洪的溢洪道，以及具發電與排砂功能的取水塔。

右手邊是溢洪道前池，共設置6道弧形壩門，視水庫上游來的洪水大小，以壩門開度控制出水量。

取水塔所取水量不論是發電或排砂，最終均到後池，可調節再利用：由壩區大壩及第二層抽水站取水，或放流於下游由高山堰取水。

正前方水面下壩山壁設有斜式取水塔，底部有並列的兩取水口，其後分別銜接壓力鋼管，一條為發電專用，輸水至壩後發電，另一條為排砂專用(排砂隧道)。

第 3 面

擋水大力士—石門大壩

石門大壩雖其貌不揚，卻是水庫眾多設施裡體積最大的，也是水庫能够蓄水之最大功臣！

石門大壩坐落於大深溪流出雲山山脈的最後一道峡谷，左岸是石門山、右岸為溪洲山，兩山對峙宛若石門，此為水庫名稱由來。

石門大壩材料為自然界土石，中央為近似黏土的不透水心層，兩側為能透水的濾層與殼層；壩體剖面為近似三角形的梯形，最大高度133公尺、最大底寬520公尺，壩頂漸向長僅為360公尺，大壩總體積達700萬立方公尺，是不折不扣的雄然大物。

第 4 面

颱風不停水的關鍵—分層取水工

分層取水工3個取水口隱身於水面下，可依水庫水位選擇性開啟，是颱風高強度期間穩定供水利器。

分層取水工位於大壩左岸山坡上，以垂直斜片銜接水面下3個不同高程的取水口，再以管道及管路返回石門大壩，是石門大壩最重要的備援取水設施。

石門大壩原取水口約在分層取水工下層取水口下方25公尺處，新舊取水口高程不同，無論石門大壩取水更有彈性、降低高度對供水影響。

第 5 面

石門水庫功能翻翻看

嗨！我是小龍，是北區水門湖海守護水庫的小石寶神獸！你知道石門水庫有什麼功能嗎？跟我一起翻翻看吧！

- 環境教育**：石門水庫是北區水門湖海守護水庫的小石寶神獸！你知道石門水庫有什麼功能嗎？跟我一起翻翻看吧！
- 水力發電**：利用100公尺水頭落差發電，年發電量達1.2億度，是北區水門湖海守護水庫的小石寶神獸！
- 農田灌溉**：以排洪道自「南水北中」運到千上坪農田灌溉，灌溉面積達1000公頃，是北區水門湖海守護水庫的小石寶神獸！
- 防洪排澇**：利用溢洪道排澇，是北區水門湖海守護水庫的小石寶神獸！
- 觀光旅遊**：石門水庫是北區水門湖海守護水庫的小石寶神獸！你知道石門水庫有什麼功能嗎？跟我一起翻翻看吧！

圖 3-16 壩頂解說牌版面設計圖

(三)壩頂解說牌格式與成品

1. 面版尺寸：依據圖面比例，設定為第 1 面 105x45cm；第 2~4 面分左右兩塊版面，每塊版面 52.5x30cm，整體為 105x30cm；第 5 面 105x35cm。解說牌安裝於解說牌架的模擬圖如圖 3-17。
2. 設立方式：站立於地面，解說牌版面與立架夾角 120 度。
3. 解說牌架：5 件氟碳烤漆鐵件骨架，規格尺寸見圖 3-18。
4. 面板材質：輸出版面選用壓克力材質，經日曬後較不會有如同金屬版那樣燙手的問題，重量輕，也不會造成支撐骨架結構上的負荷。UV 噴墨印刷的呈現，使得石門水庫風景的插圖保留色彩飽和不失真的樣貌。
5. 展示型式：平面解說牌 4 面、翻面互動解說牌 1 面。
6. 維護要求：中至低度。
7. 安裝與實際成品：見圖 3-19。

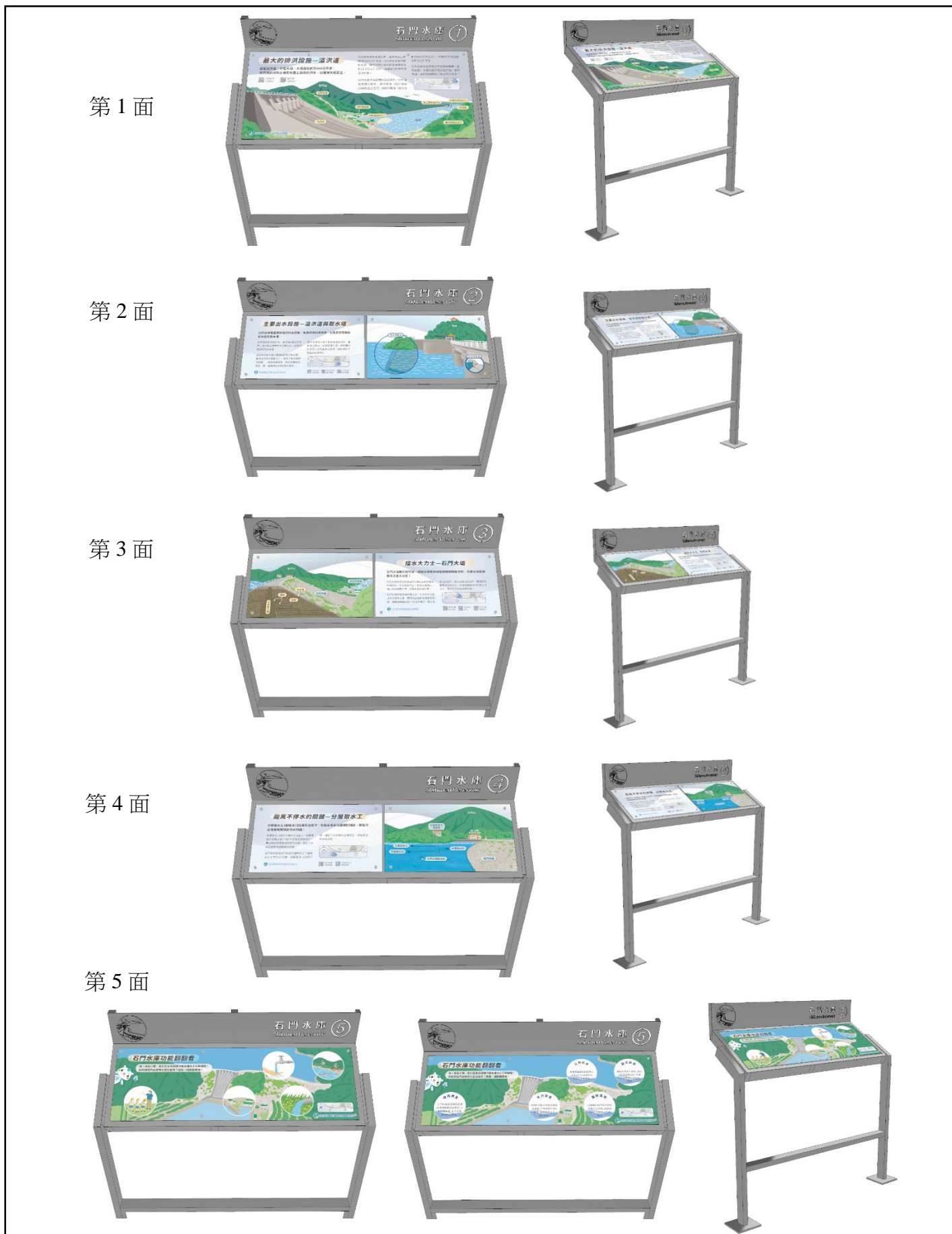


圖 3-17 壩頂解說牌與解說牌架模擬圖

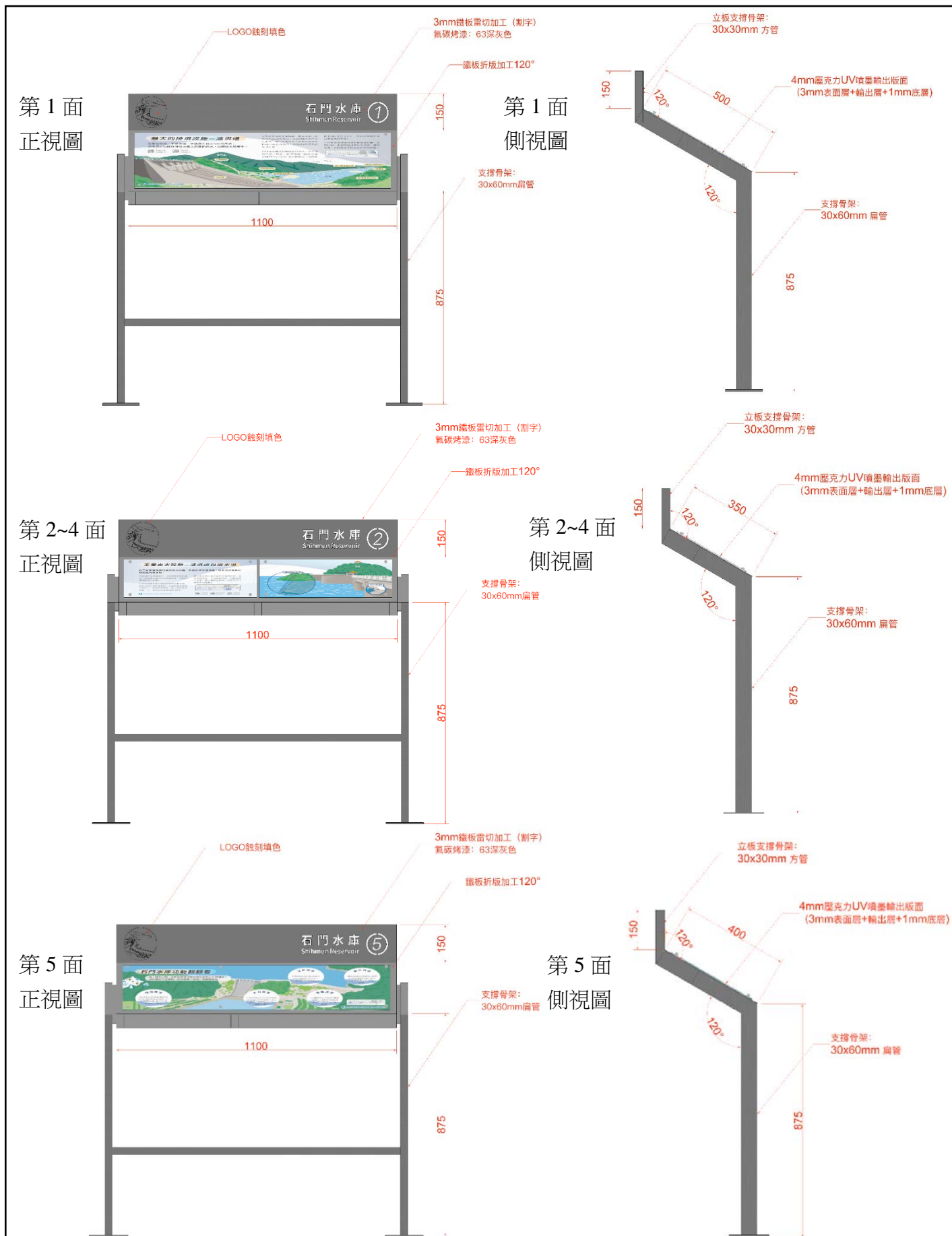


圖 3-18 壩頂解說牌架正視與側視圖

第 1 面



第 2 面



第 3 面



第 4 面



第 5 面



圖 3-19 壩頂解說牌安裝與成品照

3.3 石門水庫環境教育課程方案建置

一、修訂石門水庫原有環境教育課程方案與架構

石門水庫環境教育課程原有 42 套，去蕪存菁後剩 12 套(圖 3-20，紅色框號)。



圖 3-20 原有石門水庫環境教育課程方案與架構

環境友善種子有限公司以石門水庫水文化資產守護盾發展出來的方案架構為基石，將石門水庫的環教教育課程方案分成以自然科學導向的「石門水庫一甲子」、人文歷史導向的「桃園台地三百年」與環境議題導向的「石門水庫的水」三個面向。

再依據石門水庫之發展、功能、特性、所面臨之環境問題、以及可能之利害關係人等考量，各面向分列出三個子項。依據現有資料將石門水庫課程歸類如圖 3-21，顯示以自然科學之課程為多，相對人文歷史及環境議題課程較為少數，因此建議未來課程發展可以此兩大面向為主。

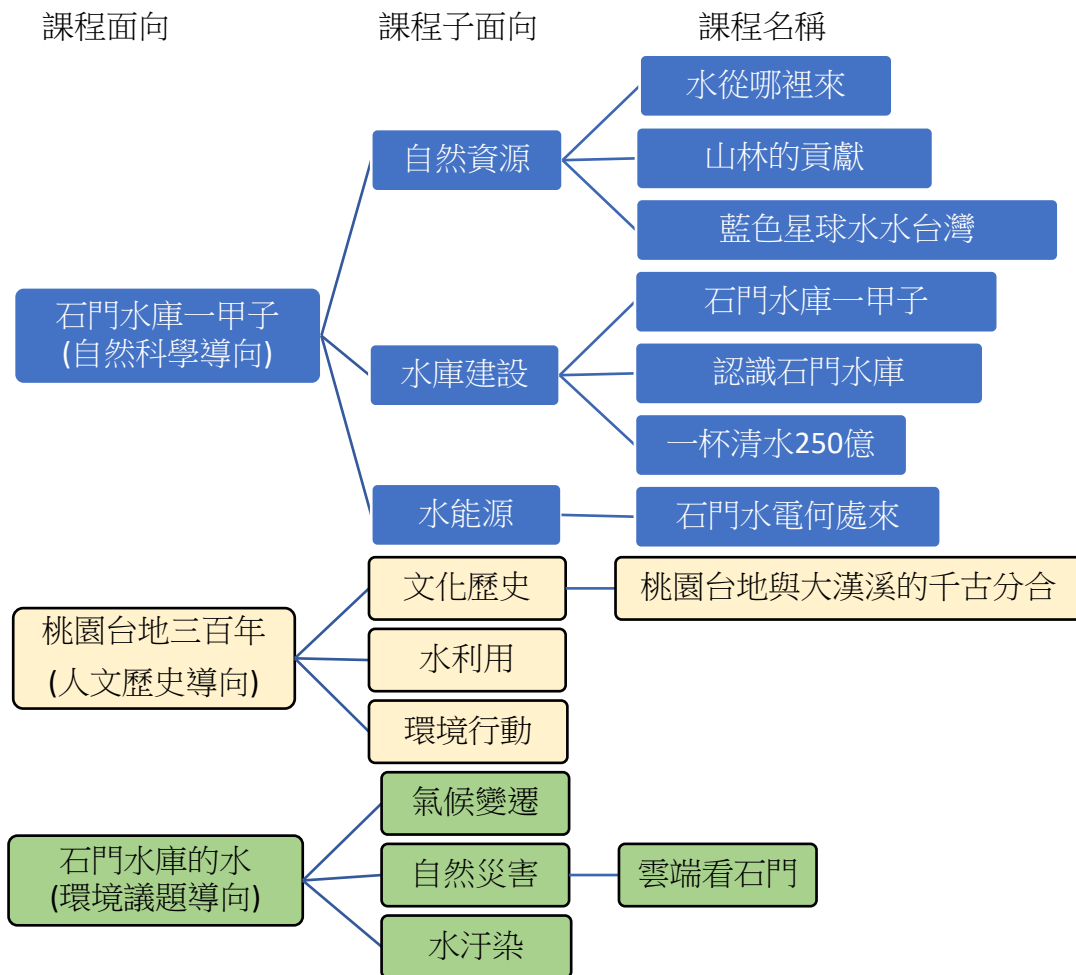


圖 233-21 建議修訂石門水庫環境教育課程方案與架構

另外，目前主要提供環境教育服務以國小及機關團體為主要對象，考量水庫之利害關係人最直接為當地社區居民及用水民眾，加以考量與環教服務之利害關係人，盤點出以下對象。為能提供適切的服務，我們將服務項目加以分類(圖 3-22)。第一項為戶外教學，服務對象可設定為國小、國中、高中。然考量現實需求，國小為主要需求受眾，故未來課程發展仍建議以國小為主要對象；第二項服務類型為團體預約，主要服務對象為機關團體及一般大眾；第三類則為具特定主題或大型活動設定為主題活動，其服務對象設定為親子家庭；第四類型行銷推廣之目的為建立夥伴關係，其設定對象以在地社區及環境教育夥伴為主，讓最為關鍵的周邊居民藉由環教活動認識石門水庫，增加地方認同感，另外與周邊或其他相關環教單位或團體相互交流，亦為推動石門水庫擴大服務效能之重要工作。

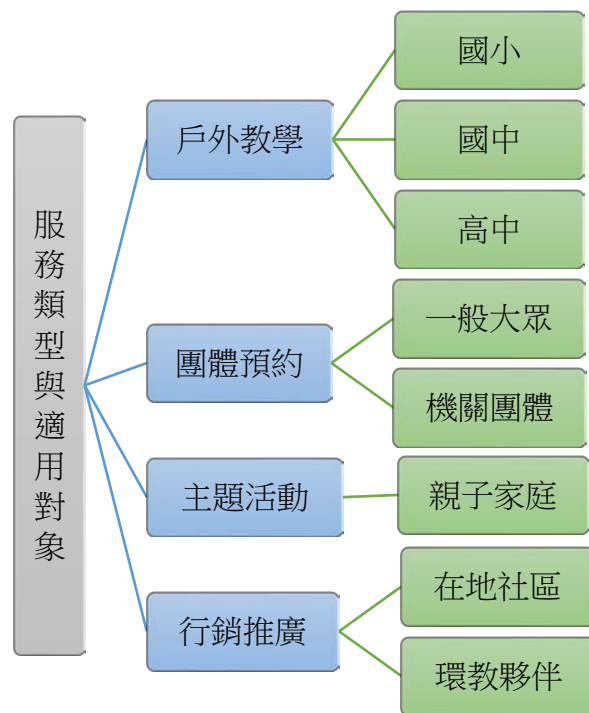


圖 3-22 石門水庫環境教育服務類型與適用對象

二、環境教育課程檢討整合修訂

(一) 課程檢視

經檢視對外推廣的公開課程簡表後，對於各個課程內容現況，提出能進一步編修優化的要點建議如表 3-14。

表 3-14 石門水庫環境教育課程檢討修訂優化建議要點

面向	課程內容現況	建議編修方式
課程主題	部分課程主題及內容相似，單課程之特色與鑑別度相對不高。	調整各課程主題與單元目標，以突顯課程主題特色，協助使用者辨明場域特色課程並便於選擇。
	部分課程主題名稱與單元內容不一致。	在課程主題下加副標，或者標註次主題標籤，以利使用者閱讀時能快速瞭解課程內涵。
課程簡介	部分課程簡表之簡介描述相同或類似，內容文字訊息概念較多，較無法明確辨識課程內涵。	精簡描述內容，以能概要說明各個單元活動意旨、操作形式為主。
課程對象	國小課程相對選擇較少，且設定對象跨年段。	如欲發展國小教學模組，應有足夠適合國小學習之課程。 各年段之學習狀態有所差異，課程設計應針對設定對象以適合該年段之學習方式、教學策略及難度進行規畫。應先行設定目標對象，方進行課程內容調整。
課程目標	部分課程所設定的單元目標過多、概念較繁雜。	課程目標應對應單元內容，以 3-5 項為宜，可再調整更具體明確的描述文字。
	與水文化核心概念結合度相對較低。	調整部分單元目標以增加與水文化核心概念之連結度。
	與環境教育五大目標之技能、行動之對應相對較少。	課程目標應包含技能與行動之設定，與受眾之自身連結度足夠，及其相對可於生活中實踐之可能，以加深未來持續行動，以期提高成效。
課程內容	部分課程規劃的單元數量過多或不甚明確，概念層次較	依 3-5 項具體課程目標來規劃 3-5 個單元目標與內容。

面向	課程內容現況	建議編修方式
	跳躍且繁雜。	概念精簡，層次由淺入深，如：知識原理→發現問題→行動策略。
	部分課程針對不同對象的內容形式規劃較為相似，不同課程但有相同單元，重複性高。	針對不同型態的活動，調整為不同的目標與單元內容。 針對不同對象，調整單元主題、目標、教學方法設計，以界定不同程度或層次的課程內容。
	內容較少反思環境價值觀與環境倫理規劃。	加強深化課程內容，具環境教育反思環境倫理之意旨，建立友善環境態度，進而與環境和平共處。
教學策略	部分課程設計的教學策略較多講述、討論、觀察等相對靜態及單向式策略。	針對課程目標擴充各單元的教學方法。例如遊戲、故事、體驗教育、角色扮演、價值澄清、討論法等互動式教學策略，提高學習動機與成效。
	部分課程教學步驟缺乏引起動機、主要活動、引導反思之結構設計。	活動形式（學習曲線）由動態到靜態，從團體活動、小組、到個人。 以課程設計三步驟調整課程：1.暖身破冰（大團體活動），2.主要活動（分組體驗遊戲或觀察），3.分享活動（反思引導、發表分享）。
輔助連結	目前無呈現與 12 年國教核心素養以及聯合國永續發展目標 SDGs 之連結。	應於課程目標及課程內容設計加以連結 12 年國教核心素養以及聯合國永續發展目標 SDGs 之連結，並呈現於課程簡表。

依據修訂優化建議要點，課程修正之優先順位則建議考量以下幾項條件，1.當前預約申請較多之課程；2.不同主題；3.與民眾連結度高；4.不同對象，環境友善種子有限公司建議修訂課程為認識石門水庫（成人—水庫工程）、桃園臺地與大漢溪的千古分合（一般民眾—人文歷史）、水從哪裡來（國小—自然資源）、雲端看石門（國小—自然災害）課程，與單位相關人員共同討論後選定。

透過上表的梳理，計畫將調整現行環境教育課程主題與副標

標註，修整精煉課程簡介與目標，針對不同對象調整優化課程層次與內容，並多元化教學策略；此外，以有系統的方式重整課程單元結構，以符合學習者的順流學習曲線，建置完善的教案內容流程，作為未來石門水庫推廣環境教育方案時，具備更明確的場域課程特色定位，提升課程整體品質，建構石門水庫在北臺灣推廣水文化環境教育的優質品牌。

選定課程於本年 8 月底前完成修訂，並於 10 月辦理兩場次課程試教。對象為石門水庫周邊鄰近學校，如選定修訂課程為成人或一般大眾課程，擬邀請周邊社區居民參與試教活動，並進行課程回饋問卷收集以便進行評量，於 10 月底前完成後續修正工作。

(二) 四套教案修正

今年度修訂國小高年級自然科學導向的「石門水電何處來」課程、國小高年級歷史人文導向的「桃園臺地的水利工程」課程，以及國小中年級至成人適用自然科學導向的「石門水庫一甲子」、國小中年級至成人適用環境議題導向的「石門水庫的水從哪裡來，到哪裡去」共 4 套課程。而目前部分主題尚未有相對應課程，包含低年級的水循環課程、中年級的水庫建設、水足跡與節水課程，為使此國小階段環境教育模組更為完整，建議為未來優先開發之課程主題。

與北水局承辦確認修改教案的方向與目標後，撰寫四套教案，並於 7 月 29 日、8 月 19 日、8 月 20 日完成和石門水庫環境教育教師討論四套教案並內部試教，試教後討論課程執行層面細節，再調整成適合石門水庫場地與講師之執行方式。調整課程後再於 9 月 29 日、10 月 13 日和 10 月 20 日執行外部試教，外部試教完畢再次微調教案，並將微調過後的教案交予本案專家顧問宜蘭大學環境工程學系李元陞教授審查，調整過後課程紀錄如表 3-15。

表 3-15 石門水庫環教師試教後四套課程修改紀錄

整體意見		
1.教案納入課後問卷資訊與簡報檔		
2.規劃兩備		
課程	單元	調整與修改方向
石門水 電何處 來	一、石門電廠解密	解說重點包含 1.可發電的水位落差，2.發電機葉片如何轉動，3.電廠如何送電。
	二、飽覽大壩風光	遊覽車路線開上壩頂，讓參與者可以看到發電水位落差。
	三、位能動能電能	掛勾調整成 S 掛鉤或白鐵材質，較不易損壞。
	四、水力發電實作	活動刪除，改成在戶外示範水力發電機組。
	五、臺灣的能源分配	無。
桃園臺 地的水 利工程	一、天搖地動搶奪之戰	增加製作 A2 大漢溪河川襲奪疊圖教具。
	二、翻開桃園臺地水利史	兩天備案室內 6 組挑水分成 3 組在環教館前面、3 組在後面。
	三、細說桃園臺地	更改單元名稱，仍使用三階段排卡片活動，最後使用局長解說桃園臺地三百年的文稿做結尾。
石門水 庫的水 從哪裡 來，到 哪裡去	一、大漢河流域巡禮	淡水河流域圖補上龜山與供水總人口數資料。
	二、認識石門水庫設施	改為以石門水庫四大功能為出發點，介紹相對應水庫設施。
	三、水庫的 5 大難題	國小版本刪除漂流木危害設施與混濁庫水，改成水庫的 3 大難題，並不用簡報檔說明，改成 A3 圖卡說明，成人版才用 5 大難題與簡報檔。
	四、臺灣的水資源	1.水費單輸出成 A1，並製作 5 張 A4 護貝水費單。 2.水費單要說明的內容預先框起來。

整體意見		
1.教案納入課後問卷資訊與簡報檔		
2.規劃兩備		
課程	單元	調整與修改方向
石門水庫一甲子	一、探訪水文化館	解說內容使用局長解說水文化館的解說稿。
	二、石門水庫巡禮	無。
	三、水庫功能知多少	無。

1. 石門水電何處來

(1) 課程一覽表(表 3-16)

表 3-16 石門水電何處來課程簡表

課程名稱	石門水電何處來		
設計者	王書貞、吳柏毅、林依蓉、徐笑情、石門水庫環境教師群		
授課講師	石門水庫環境教育講師群		
課程簡介	透過此課程可以瞭解電從哪裡來及石門電廠的特色、發電相關設施及運作方式，課程中設計了一個簡易水力發電設備，透過操作引導學員了解電從哪裡來?進而了解台灣水資源現況，期能使社會大眾養成節能減碳、珍惜能源之生活習慣。		
課程目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 認識石門電廠及特色。 2. 知道水力發電原理並能實際操作簡易水力發電系統。 3. 養成節能減碳、珍惜能源之生活習慣。 		
進行方式	實地觀察、戶外活動、實驗實作、討論分享、室內解說		
教學場域	<ol style="list-style-type: none"> 1. 戶外場地：石門電廠、石門水庫壩頂、石門水庫南苑 2. 室內場地：石門水庫環境教育館 		
適用對象	國小高年級至成人，30 人		
課程時間	2 小時		
SDGs 目標	目標 7. 經濟適用的清潔能源		
12 年國教核心素養	<p>自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備及資源，進行自然科學實驗。</p> <p>自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。</p>		
課程內容			
時間	單元名稱	內容	教學地點
30 分鐘	石門電廠解密	至石門電廠認識電廠發電機、變電設備等功能，了解水力發電的過程。	石門電廠
20 分鐘	飽覽大壩風光	移動至環教館，在遊覽車上介紹石門土石大壩等其他與水力發電相關的設施。	遊覽車
30 分鐘	位能、動能、電能 (適合國小高年級學生)	分組體能競賽過三關(1. 由高處傳遞水分子到低處，2.天旋地轉，3.直線奔跑)，讓學生體驗水力發電由位能變成動能再轉成電能的歷程。	石門水庫南苑 [兩備：環教館大廳]

20 分鐘	水力發電	運用水力發電小型教具，提供各小組實際操作，並清楚觀察位能差能影響燈泡是否發光。	環境教育館
20 分鐘	臺灣的能源分配	了解臺灣水資源現況，討論日常生活中節水方法。	環境教育館

(2) 課程內容：詳見附錄五。

(3) 課後問卷

i. 國小學生問卷(圖 3-23)

石門水庫《石門水電何處來》學生課後問卷					
<p style="text-align: center;">親愛的同學你好：</p> <p>我們想要了解你今天的學習狀況，以下有幾個問題，請依照你的想法來填寫。若「同意」，請在「同意」欄位打勾，其他依此類推。這不是考試，請放心填寫，讓我們在未來能夠設計更好的活動，謝謝你的幫忙喔！</p>					
學校: _____ 國小 年級: _____ 年級 性別: _____					
題 目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
01. 透過今日的課程，我更加認識石門電廠的設施與功能。	♡	♡	♡	♡	♡
02. 我認識了石門水庫和水力發電有關的設施。	♡	♡	♡	♡	♡
03. 透過親手實驗，我理解了水力發電的原理。	♡	♡	♡	♡	♡
04. 我願意跟親友分享及鼓勵珍惜能源與水資源。	♡	♡	♡	♡	♡
05. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	♡	♡	♡	♡	♡
06. 今天的教學活動中，我印象最深刻的是？					
07. 有什麼話想對今天上課的老師說呢？					
感謝你今天的參與，我們的環境會因你的行動而更美好！					

圖 3-23 石門水電何處來國小學生課後問卷

ii. 國小老師問卷(圖 3-24)

石門水庫《石門水電何處來》教師評估問卷

學校: _____ 國小 授課年級: _____ 年級

親愛的教師 您好：

感謝您與學生一同參與本次環境教育活動，請協助填寫問卷，希望透過您的參與和觀察，提供建議給課程規劃與現場教學人員，讓日後的教學能更為順暢。以下有幾個問題，請您就今天的觀察填寫，謝謝您。

題 目	非常 同意	同 意	普 通	不 同 意	非常不 同意
01. 戶外教學的行政聯繫良好。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. 今日的教學流程順暢。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03. 教學人員能引起學生的參與熱忱。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. 教學人員能清楚表達課程概念。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. 本課程對於高年級學生而言難易適中。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06. 透過本次課程，使學員認識水力發電的原理，並能鼓勵學員珍惜水電。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07. 本課程有助於我在學校的教學。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. 今天的課程中，您印象最深刻/最喜歡的部分是什麼呢？

10. 對於今天的課程，您是否有其他建議？

11. 您有什麼話想對石門水庫環境教育教學團隊說嗎？

12. 若您願意收到石門水庫後續的課程或活動訊息，請留下您的 Email，謝謝！

感謝您今天的參與，我們的環境會因您的行動而更美好！

圖 3-24 石門水電何處來國小老師課後問卷

iii. 成人問卷(圖 3-25)

石門水庫《石門水電何處來》課後問卷						
親愛的夥伴您好：						
謝謝您參與本次課程，為了解您的參與情況與學習收穫，請依實際情形勾選同意程度，並留下您的寶貴建議，以幫助我們持續調整提升課程品質，感謝您的協助！						
題 目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	
01. 我更加認識石門電廠的設施與功能。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
02. 我認識了石門水庫和水利發電有關的設施。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
03. 透過親手實驗，我理解了水力發電的原理。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
04. 透過今天的課程，我了解台灣近年發電與用電現況。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
05. 透過今天的課程，我體認能源與水資源的珍貴。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
06. 我願意跟親友分享及鼓勵珍惜能源與水資源。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
07. 我覺得今天的教學流程順暢。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
08. 我覺得今天的教學場地安排合適。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
09. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. 今天的課程中，您印象最深刻/最喜歡的部分是什麼呢？						
11. 對於今天的課程，您是否有其他建議？						
12. 您有什麼話想對石門水庫環境教育教學團隊說嗎？						
13. 若您願意收到石門水庫後續的課程或活動訊息，請留下您的 Email，謝謝！						
感謝您今天的參與，我們的環境會因您的行動而更美好！						

圖 3-25 石門水電何處來成人課後問卷

2. 桃園臺地的水利工程

(1) 課程一覽表(表 3-17)

表 3-17 桃園臺地的水利工程課程簡表

課程名稱	桃園臺地的水利工程		
設計者	王書貞、吳柏毅、林依蓉、徐笑情、石門水庫環境教師群		
授課講師	石門水庫環境教育講師群		
課程簡介	透過課程認識桃園臺地與大漢溪千古分合的故事，並經由實際挑水體驗，讓參與者感受過去用水的艱辛，以及體認水與人們生活的關係。最後透過歷史事件的引導，認識桃園台地三百年來的水利發展脈絡及各時期水利管理單位的運營理念。		
課程目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能了解桃園臺地與大漢溪間的千古故事。 2. 實際體驗先民過去在民生或灌溉時所需利用的水利設施，能感受先民用水取水時的艱辛。 3. 能認識清朝時期、日治時代與現今水利管理單位的營運理念。 		
進行方式	實地體驗、角色扮演、議題討論		
教學場域	戶外場地：南苑紀念涼亭區[兩備：環教館]		
適用對象	國小高年級至成人，30 人		
課程時間	2 小時		
SDGs 目標	目標 6. 確保所有人都能享有水及衛生及其永續管理		
12 年國教核心素養	<p>自-E-C3 透過環境相關議題的學習，能了解全球自然環境的現況與特性及其背後之文化差異。</p> <p>社-E-A2 敏覺居住地方的社會、自然與人文環境變遷，關注生活問題及其影響，並思考解決方法。</p>		
課程內容			
時間	單元名稱	內容	教學地點
30 分鐘	天搖地動搶奪之戰	回到二十萬年前，運用照片介紹桃園臺地與大漢溪流域的關係。	南苑紀念涼亭 2 樓 [兩備：環教館大廳]
50 分鐘	翻開桃園臺地水利史	體驗清朝人在當時需用挑水灌溉，接著到了日本時期桃園大圳的興建，透過體驗認識桃園水利史。	南苑紀念涼亭區 [兩備：環教館大廳與後方教室走廊]
40 分鐘	細說桃園臺地	認識清朝時期、日治時代與現今水利管理單位的運營理念。	南苑紀念涼亭 2 樓 [兩備：環教館大廳]

(2) 課程內容：詳見附錄五。

(3) 課後問卷

i. 國小學生問卷(圖 3-26)

石門水庫《桃園臺地的水利工程》學生課後問卷					
<p style="text-align: center;">親愛的同學你好：</p> <p>我們想要了解你今天的學習狀況，以下有幾個問題，請依照你的想法來填寫。若「同意」，請在「同意」欄位打勾，其他依此類推。這不是考試，請放心填寫，讓我們在未來能夠設計更好的活動，謝謝你的幫忙喔！</p>					
學校: _____ 國小 年級: _____ 年級 性別: _____					
	非常 同意	同意	普通	不同 意	非常 不同 意
01. 我知道大漢溪遭河川襲奪與桃園台地形成的過程。	♡	♡	♡	♡	♡
02. 我能感受先民用水、取水時的艱辛。	♡	♡	♡	♡	♡
03. 我知道桃園台地水利發展的變遷是由埤塘、水圳到水庫。	♡	♡	♡	♡	♡
04. 我認識了一些石門水庫的設施。	♡	♡	♡	♡	♡
05. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	♡	♡	♡	♡	♡
06. 今天的教學活動中，我印象最深刻的是？					
07. 有什麼話想對今天上課的老師說呢？					
感謝你今天的參與，我們的環境會因你的行動而更美好！					

圖 3-26 桃園臺地的水利工程國小學生課後問卷

ii. 國小老師問卷(圖 3-27)

石門水庫《桃園臺地的水利工程》教師評估問卷

學校: _____ 國小 授課年級: _____ 年級

親愛的教師 您好：

感謝您與學生一同參與本次環境教育活動，請協助填寫問卷，希望透過您的參與和觀察，提供建議給課程規劃與現場教學人員，讓日後的教學能更為順暢。以下有幾個問題，請您就今天的觀察填寫，謝謝您。

題 目	非常 同意	同 意	普 通	不 同 意	非常不 同意
01. 戶外教學的行政聯繫良好。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. 今日的教學流程順暢。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03. 教學人員能引起學生的參與熱忱。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. 教學人員能清楚表達課程概念。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. 本課程對於高年級學生而言難易適中。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06. 透過本次課程，使學生認識桃園台地的水利發展歷程。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07. 本課程有助於我在學校的教學。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. 今天的課程中，您印象最深刻/最喜歡的部分是什麼呢？

10. 對於今天的課程，您是否有其他建議？

11. 您有什麼話想對石門水庫環境教育教學團隊說嗎？

12. 若您願意收到石門水庫後續的課程或活動訊息，請留下您的 Email，謝謝！

感謝您今天的參與，我們的環境會因您的行動而更美好！

圖 3-27 桃園臺地的水利工程國小老師課後問卷

iii. 成人問卷(圖 3-28)

石門水庫《桃園臺地的水利工程》課後問卷					
親愛的夥伴您好：					
謝謝您參與本次課程，為了解您的參與情況與學習收穫，請依實際情形勾選同意程度，並留下您的寶貴建議，以幫助我們持續調整提升課程品質，感謝您的協助！					
題 目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
01. 透過圖卡排列活動，我認識大漢溪遭河川襲奪與桃園台地形成的過程。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. 透過挑水活動，我能體會早期人們需要挑水灌溉的辛苦。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03. 透過水管接水活動，我能與團隊夥伴相互合作。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. 透過今天的課程，我知道了桃園台地水利發展的變遷是由埤塘、水圳到水庫。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. 透過今天的課程，我認識了一些石門水庫相關水利設施。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06. 透過今天的課程，我知道了水利工程會影響桃園台地農業與工商業的發展。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07. 透過今天的課程，我瞭解了石門水庫的興建，是為了提升桃園台地糧食產量	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08. 我覺得今天的教學流程順暢。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
09. 我覺得今天的教學場地安排合適。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 今天的課程中，您印象最深刻/最喜歡的部分是什麼呢？					
12. 對於今天的課程，您是否有其他建議？					
13. 您有什麼話想對石門水庫環境教育教學團隊說嗎？					
14. 若您願意收到石門水庫後續的課程或活動訊息，請留下您的 Email，謝謝！					
感謝您今天的參與，我們的環境會因您的行動而更美好！					

圖 3-28 桃園臺地的水利工程成人課後問卷

3. 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去

(1) 課程一覽表(表 3-18)

表 3-18 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去課程簡表

課程名稱	石門水庫的水從哪裡來到哪裡去		
設計者	王書貞、吳柏毅、林依蓉、徐笑情、石門水庫環境教師群		
授課講師	石門水庫環教師群		
課程簡介	石門水庫為北台灣重要的水利設施，供應超過 400 萬以上人口，然而它的水從哪裡來？透過此課程可以了解大漢溪流經的路線、石門水庫扮演的角色及水庫設施等，也可知道北水局在水資源經營管理上所遭遇困境，同時認識台灣水資源現況，並珍惜得來不易的水資源。		
課程目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 認識大漢河流域流經的路線，與石門水庫在大漢河流域扮演的角色。 2. 認識石門水庫的水利設施。 3. 了解北水局營運石門水庫所面臨的挑戰與因應策略。 4. 認識臺灣水資源現況，學習如何珍惜水資源。 		
進行方式	戶外活動、實地觀察、討論分享、室內解說		
教學場域	<ol style="list-style-type: none"> 1. 戶外場地：勝景平台、愛水平台、嵩台車站 2. 室內場地：依山閣(兩備與成人課程) 		
適用對象	國小中年級至成人，30 人		
課程時間	2 小時		
SDGs 目標	目標 6. 確保所有人都能享有水及衛生及其永續管理。 目標 13. 採取緊急措施以因應氣候變遷及其影響。		
12 年國教核心素養	自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。 自-E-C1 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。 自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。 社-E-A2 敏覺居住地方的社會、自然與人文環境變遷，關注生活問題及其影響，並思考解決方法。 社-E-C1 培養良好的生活習慣，理解並遵守社會規範，參與公共事務，養成社會責任感，尊重並維護自己和他人的人權，關懷自然環境與人類社會的永續發展。 綜-E-C1 關懷生態環境與周遭人事物，體驗服務歷程與樂趣，理解並遵守道德規範，培養公民意識。		
課程內容			
時間	單元名稱	內容	教學地點

20 分鐘	大漢河流域巡禮	用地圖疊圖，讓我們來描繪大漢河流域，了解石門水庫的水從哪來，流到哪裡去。	石門勝景平台 [兩備：依山閣 1 樓]
40 分鐘	水到哪裡去	透過現地觀察與圖卡，認識石門水庫與給水、灌溉、防洪、發電功能相關設施。	勝景平台、愛水平台 [兩備：依山閣 1 樓]
40 分鐘	水庫的 3 大難題(國小) [水庫的 5 大難題(成人)]	羅列石門水庫曾遭遇到的難題，包含水庫淤積、排洪、缺水[漂流木危害設施、混濁庫水(成人)]，由參與者扮演北水局長，小組討論對應策略方法，再由講師以圖卡[簡報檔(成人)]解說石門水庫的實際作為。	嵩台車站 [兩備與成人課程：依山閣 3 樓視聽室]
20 分鐘	臺灣的水資源	了解臺灣水資源現況，討論日常生活中節水方法。	嵩台車站 [兩備與成人課程：依山閣 3 樓視聽室]

(2) 課程內容：詳見附錄五。

(3) 課後問卷

i. 國小學生問卷(圖 3-29)

石門水庫《石門水庫的水從哪裡來到哪裡去》學生課後問卷					
<p>親愛的同學你好：</p> <p>我們想要了解你今天的學習狀況，以下有幾個問題，請依照你的想法來填寫。若「同意」，請在「同意」欄位打勾，其他依此類推。</p> <p>這不是考試，請放心填寫，讓我們在未來能夠設計更好的活動，謝謝你的幫忙喔！</p>					
學校: _____ 國小 年級: _____ 年級 性別: _____					
題 目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
01. 我更加認識大漢溪流經的路線，與石門水庫在大漢流域扮演的角色。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. 我知道一些石門水庫的設施和它們的功能。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03. 我了解天災對水庫造成的影響，也理解經營管理水庫的辛苦。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. 我願意跟親友分享及鼓勵珍惜水資源。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06. 今天的教學活動中，我印象最深刻的是？	_____				
07. 有什麼話想對今天上課的老師說呢？	_____				
<p>感謝你今天的參與，我們的環境會因你的行動而更美好！</p>					

圖 3-29 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去國小學生課後問卷

ii. 國小老師問卷(圖 3-30)

石門水庫《石門水庫的水從哪裡來到哪裡去》教師評估問卷

學校: _____ 國小 授課年級: _____ 年級

親愛的教師 您好：

感謝您與學生一同參與本次環境教育活動，請協助填寫問卷，希望透過您的參與和觀察，提供建議給課程規劃與現場教學人員，讓日後的教學能更為順暢。以下有幾個問題，請您就今天的觀察填寫，謝謝您。

題 目	非常 同意	同 意	普 通	不 同 意	非常不 同意
01. 戶外教學的行政聯繫良好。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. 今日的教學流程順暢。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03. 教學人員能引起學生的參與熱忱。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. 教學人員能清楚表達課程概念。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. 本課程對於中、高年級學生而言難易適中。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06. 透過本次課程，使學員認識石門水庫與人們生活的關係，並能鼓勵學員珍惜水資源。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07. 本課程有助於我在學校的教學。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. 今天的課程中，您印象最深刻/最喜歡的部分是什麼呢？

10. 對於今天的課程，您是否有其他建議？

11. 您有什麼話想對石門水庫環境教育教學團隊說嗎？

12. 若您願意收到石門水庫後續的課程或活動訊息，請留下您的 Email，謝謝！

感謝您今天的參與，我們的環境會因您的行動而更美好！

圖 3-30 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去國小老師課後問卷

iii. 成人問卷(圖 3-31)

石門水庫《石門水庫的水從哪裡來到哪裡去》課後問卷					
親愛的夥伴您好：					
謝謝您參與本次課程，為了解您的參與情況與學習收穫，請依實際情形勾選同意程度，並留下您的寶貴建議，以幫助我們持續調整提升課程品質，感謝您的協助！					
題 目	非常 同意	同 意	普 通	不 同 意	非常不 同意
01. 我認識了大漢溪流經的路線。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. 我認識了一些石門水庫相關水利設施。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03. 我了解天災對水庫造成的影響。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. 我能理解經營管理水庫的辛苦。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. 我體認了水庫與人民生活密不可分。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06. 我認同台灣水資源得來不易。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07. 我願意跟親友分享及鼓勵珍惜水資源。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08. 我覺得今天的教學流程順暢。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
09. 我覺得今天的教學場地安排合適。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 今天的課程中，您印象最深刻/最喜歡的部分是什麼呢？					
12. 對於今天的課程，您是否有其他建議？					
13. 您有什麼話想對石門水庫環境教育教學團隊說嗎？					
14. 若您願意收到石門水庫後續的課程或活動訊息，請留下您的 Email，謝謝！					
感謝您今天的參與，我們的環境會因您的行動而更美好！					

圖 3-31 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去成人課後問卷

4. 石門水庫一甲子

(1) 課程一覽表(表 3-19)

表 3-19 石門水庫一甲子課程簡表

課程名稱	石門水庫一甲子		
設計者	王書貞、吳柏毅、林依蓉、徐笑情、石門水庫環境教師群		
授課講師	石門水庫環境教育講師群		
課程簡介	了解石門水庫興建歷程，與認識北水局因應社會經濟發展需求與環境議題所做出的運營策略，課程中藉由參訪石門水庫水文化館，透過互動式解說，與實地參訪石門水庫水利設施，認識石門水庫設施及一甲子的改造過程。另外透過價值討論的活動，了解水庫的多樣性功能，進而了解水庫的重要性並能以行動維護水庫。		
課程目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能知道北區水資源局如何因應社會經濟發展需求與環境議題，興建石門水庫等相關水利設施。 2. 感受並感謝石門水庫工程人員的犧牲奉獻。 3. 能了解石門水庫的多樣功能。 		
進行方式	價值討論法、實地解說		
教學場域	<ol style="list-style-type: none"> 1. 室內場地：石門水文化館 2. 戶外場地：水漾平臺、勝景平臺、員工殉職紀念碑 		
適用對象	國小中年級至成人，30 人		
課程時間	2 小時		
SDGs 目標	目標 6. 確保所有人都能享有水及衛生及其永續管理。		
12 年國教核心素養	<p>社-E-A2 敏覺居住地方的社會、自然與人文環境變遷，關注生活問題及其影響，並思考解決方法。</p> <p>社-E-A3 探究人類生活相關議題，規劃學習計畫，並在執行過程中，因應情境變化，持續調整與創新。</p>		
課程內容			
時間	單元名稱	內容	教學地點
30 分鐘	探訪水文化館	運用展示館進行互動式解說，讓民眾了解石門水庫興建歷程，與認識北水局因應環境狀況所做出的運營策略。	石門水文化館
60 分鐘	石門水庫巡禮	實際走訪石門水庫，認識石門水庫相關的水利工程，並前往紀念碑感謝前人的付出與犧牲。	水漾平臺、勝景平臺、員工殉職紀念碑
30 分鐘	水庫功能知多少	透過價值論述的教學策略，讓各組運用水庫功能的海報進行分組與價值論述，透過聆聽與轉化，以認識水庫的多樣功能。	石門水文化館

(2) 課程內容：詳見附錄五。

(3) 課後問卷

i. 國小學生問卷(圖 3-32)

石門水庫《石門水庫一甲子》學生課後問卷					
<p>親愛的同學你好：</p> <p>我們想要了解你今天的學習狀況，以下有幾個問題，請依照你的想法來填寫。若「同意」，請在「同意」欄位打勾，其他依此類推。這不是考試，請放心填寫，讓我們在未來能夠設計更好的活動，謝謝你的幫忙喔！</p>					
學校: _____ 國小 年級: _____ 年級 性別: _____					
題 目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
01. 我知道石門水庫建設更新的過程分成三代。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. 我知道一些石門水庫的設施。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03. 我能感受石門水庫工程人員的犧牲奉獻。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. 我認識了石門水庫的功能。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06. 今天的教學活動中，我印象最深刻的是？					
07. 有什麼話想對今天上課的老師說呢？					
<p>感謝你今天的參與，我們的環境會因你的行動而更美好！</p>					

圖 3-32 石門水庫一甲子國小學生課後問卷

iii. 國小老師問卷(圖 3-33)

石門水庫《石門水庫一甲子》教師評估問卷

學校: _____ 國小 授課年級: _____ 年級

親愛的教師 您好：

感謝您與學生一同參與本次環境教育活動，請協助填寫問卷，希望透過您的參與和觀察，提供建議給課程規劃與現場教學人員，讓日後的教學能更為順暢。以下有幾個問題，請您就今天的觀察填寫，謝謝您。

題 目	非常 同意	同 意	普 通	不 同 意	非常不 同意
01. 戶外教學的行政聯繫良好。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. 今日的教學流程順暢。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03. 教學人員能引起學生的參與熱忱。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. 教學人員能清楚表達課程概念。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. 本課程對於中、高年級學生而言難 易適中。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06. 透過本次課程，使學生認識石門水 庫的水利發展歷程。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07. 本課程有助於我在學校的教學。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08. 整體而言，我喜歡今天的教學活 動。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

09. 今天的課程中，您印象最深刻/最喜歡的部分是什麼呢？

10. 對於今天的課程，您是否有其他建議？

11. 您有什麼話想對石門水庫環境教育教學團隊說嗎？

12. 若您願意收到石門水庫後續的課程或活動訊息，請留下您的 Email，謝謝！

感謝您今天的參與，我們的環境會因您的行動而更美好！

圖 3-33 石門水庫一甲子國小老師課後問卷

iii. 成人問卷(圖 3-34)

石門水庫《石門水庫一甲子》課後問卷

親愛的夥伴您好：

謝謝您參與本次課程，為了解您的參與情況與學習收穫，請依實際情形勾選同意程度，並留下您的寶貴建議，以幫助我們持續調整提升課程品質，感謝您的協助！

題 目	非常 同意	同 意	普 通	不 同 意	非常不 同意
01. 透過參觀石門水文化館，我瞭解興建石門水庫的背景原因。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. 透過參觀石門水文化館，我認識石門水庫等水利設施與北台灣經濟、產業與民生的關係。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03. 透過參觀石門水文化館，我理解石門水庫經營管理遭遇的挑戰。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. 透過戶外參訪石門水庫，我認識了一些石門水庫相關水利設施。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. 透過今天的課程，我理解到石門水庫工程人員的犧牲奉獻，並給予尊重與感恩。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06. 透過今天的課程，我認識了石門水庫的功能。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07. 透過今天的課程，我認為石門水庫與人的生活息息相關。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08. 我覺得今天的教學流程順暢。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
09. 我覺得今天的教學場地安排合適。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 今天的課程中，您印象最深刻/最喜歡的部分是什麼呢？					
12. 對於今天的課程，您是否有其他建議？					
13. 您有什麼話想對石門水庫環境教育教學團隊說嗎？					
14. 若您願意收到石門水庫後續的課程或活動訊息，請留下您的 Email，謝謝！					

感謝您今天的參與，我們的環境會因您的行動而更美好！

圖 3-34 石門水庫一甲子成人課後問卷

三、發展戶外教學課程模組

本工作項目為發展並提出國小低、中、高年級戶外教學課程模組。依據上述建議修訂石門水庫環境教育課程方案與架構，盤點現有課程之設定目標對象如表 3-20。

表 3-20 石門水庫環境教育課程方案總表與架構對應

面向	主題	課程方案名稱	適用對象	時數
石門水庫 一甲子(自 然科學導 向)	自然資源	水從哪裡來	國小低、中年級、一般大眾	2
		山林的貢獻	國中以上、一般大眾	2
		藍色星球水水臺灣	國小 1~5 年級	2
	水庫建設	石門水庫一甲子	高中以上、一般大眾	2
		認識石門水庫	一般大眾	2
		一杯清水 250 億	一般大眾	2
水能源	石門水電何處來	高中以上、一般大眾	2	
桃園台地 三百年(人 文歷史導 向)	文化歷史	桃園臺地與大漢溪的千古分合	一般大眾	2
	水利用	—	—	—
	環境行動	—	—	—
石門水庫 的水(環境 議題導向)	氣候變遷	—	—	—
	自然災害	雲端看石門	國小	2
	水汙染	—	—	—

戶外教學課程模組發展以課程方案架構為依據，以三大面向優先對應聯合國永續發展共 17 項目標(SDGs)。

- 目標 1. 消除各地一切形式的貧窮。
- 目標 2. 消除飢餓，達成糧食安全，改善營養及促進永續農業。
- 目標 3. 確保健康及促進各年齡層的福祉。
- 目標 4. 確保有教無類、公平以及高品質的教育，及提倡終身學習。
- 目標 5. 實現性別平等，並賦予婦女權力。
- 目標 6. 確保所有人都能享有水及衛生及其永續管理。

目標 7. 確保所有的人都可取得負擔得起、可靠的、永續的，及現代的能源。

目標 8. 促進包容且永續的經濟成長，達到全面且有生產力的就業，讓每一個人都有一份好工作。

目標 9. 建立具有韌性的基礎建設，促進包容且永續的工業，並加速創新。

目標 10. 減少國內及國家間不平等。

目標 11. 促使城市與人類居住具包容、安全、韌性及永續性。

目標 12. 確保永續消費及生產模式。

目標 13. 採取緊急措施以因應氣候變遷及其影響。

目標 14. 保育及永續利用海洋與海洋資源，以確保永續發展。

目標 15. 保護、維護及促進陸地生態系統的永續使用，永續的管理森林，對抗沙漠化，終止及逆轉土地劣化，並遏止生物多樣性的喪失。

目標 16. 促進和平且包容的社會，以落實永續發展；提供司法管道給所有人；在所有階層建立有效的、負責的且包容的制度。

目標 17. 強化永續發展執行方法及活化永續發展全球夥伴關係。



石門水庫一甲子(自然科學導向)可對應之 SDGs 目標為「6 清潔飲水和衛生設施」及「7 經濟適用的清潔能源」，桃園台地三百年(人

文歷史導向)可對應之 SDGs 目標為「3 良好健康與社會福利」及「12 確保永續消費和生產模式」，石門水庫的水(環境議題導向)可對應之 SDGs 目標為「11 永續發展城市鎮規畫」及「13 氣候行動」。

再者將三大面向之三項主題依據不同年段之可理解程度，設定為該年段建議學習主題，並選擇現有一套適合該年段學習之課程。為了更貼近現階段 12 年國教核心素養、學習表現與學習內容，將 12 年國教學科包含生活領域、自然領域、社會領域、綜合與活動領域、健康與體育領域，及議題融入之環境教育、能源教育、防災教育、戶外教育等四項議題，融入條列如圖 3-35。更詳細之石門水庫環境教育課程方案與 12 年國教的關聯參見附錄六。

面向	石門水庫一甲子 (自然科學導向)	桃園台地三百年 (人文歷史導向)	石門水庫的水 (環境議題導向)	
SDGs 目標	 	 	 	
低年級	主題	水循環	飲食文化與水的關係	自然災害
	課程	建議發展	建議發展	建議發展
	12年國教核心素養	生活-E-A2	生活-E-A2 生活-E-C1	生活-E-A2 生活-E-C1
中年級	主題	水庫建設	民生用水	水足跡與節水
	課程	石門水庫一甲子	建議發展	建議發展
	12年國教核心素養	自-E-A2	社-E-A2 社-E-A3	自-E-C1 自-E-C3 社-E-A2 社-E-C1 綜-E-C1 健體-E-C1
高年級	主題	水力發電	桃園臺地水利用史	氣候變遷與水資源
	課程	石門水電何處來	桃園臺地的水利工程	石門水庫的水從哪裡來，到哪裡去
	12年國教核心素養	自-E-A3 自-E-C2	自-E-C3 自-E-A2 社-E-A2	自-E-A2 自-E-C1 自-E-C2 社-E-A2 社-E-C1 綜-E-C1

圖 3-35 石門水庫環境教育戶外教學課程模組

四、試教活動課程 4 場次與評量修正

本項工作為辦理 4 場次試教活動，邀請在地機關學校參與，每場次活動時數至少 2 小時，並進行課程與評量修正，作為改進教案及新增課程申請之依據。分析參與對象、學習成效、服務滿意度，逐項作量化分析，並以變化圖、數值方式呈現於報告。根據本次試教調整後的教案整理於表 3-15。

(一)石門水電何處來試教

10 月 20 日邀請桃園市龍潭國小 4 年級學生 26 位參與(圖 3-36)。



圖 3-36 石門水電何處來試教照片

課後問卷如圖 3-23、圖 3-24，分析回收 26 份學生問卷與 2 份老師問卷，學生印象最深刻的是單元四的水力發電實作(73.1%)，尤其是自己動手做水車部分，其次為單元三的位能動能電能(19.2%)，學生覺得體驗遊戲很好玩(圖 3-37)。

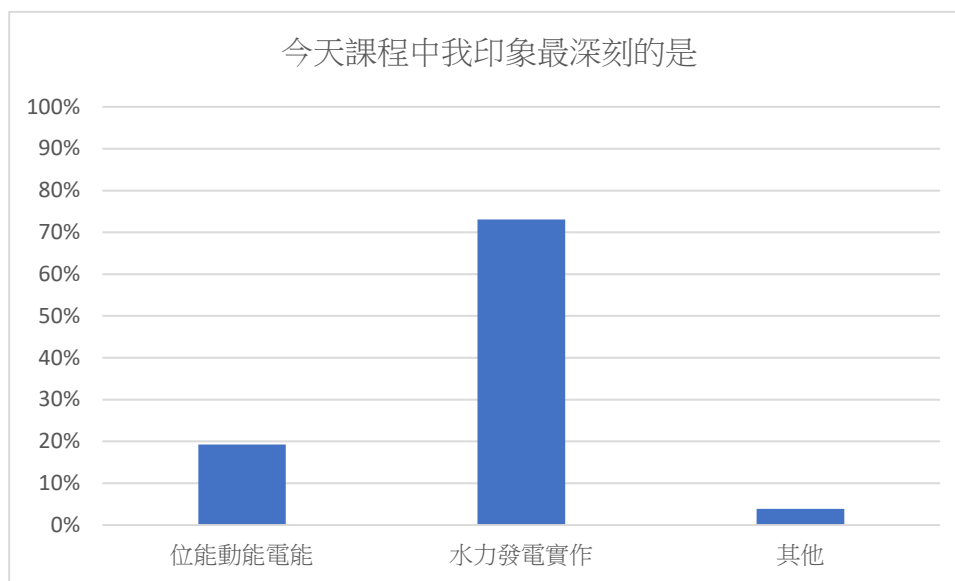


圖 3-37 石門水電何處來學生意見回饋圖

學生的學習狀況整體表現良好(表 3-21)，尤其是在親手實驗理解水力發電原理這部分，有高達 8 成的學生非常認同。此外，試教心得也多半書寫活動很好玩，以及對帶課老師的感謝。

表 3-21 石門水電何處來學生學習成效表

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 透過今日的課程，我更加認識石門電廠的設施與功能。		69.2%	15.4%	15.4%	0%	0%
2. 我認識了石門水庫和水力發電有關的設施。		61.5%	30.8%	7.7%	0%	0%
3. 透過親手實驗，我理解了水力發電的原理。		80.8%	11.5%	7.7%	0%	0%
4. 我願意跟親友分享及鼓勵珍惜能源與水資源。		73.1%	11.5%	15.4%	0%	0%
5. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。		73.1%	15.4%	7.7%	3.8%	0%

老師問卷亦表示單元三的位能動能電能與單元四的水力發電實作是印象最深刻或最喜歡的部分，整體而言老師對於本次試教滿意度高(表 3-22)，也建議發電解說課程較適合高年級學生。

表 3-22 石門水電何處來老師滿意度表

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 戶外教學的行政聯繫良好。	100%	0%	0%	0%	0%	0%
2. 今日的教學流程順暢。	100%	0%	0%	0%	0%	0%
3. 教學人員能引起學生的參與熱忱。	100%	0%	0%	0%	0%	0%
4. 教學人員能清楚表達課程概念。	100%	0%	0%	0%	0%	0%
5. 本課程對於中年級學生而言難易適中。	0%	100%	0%	0%	0%	0%
6. 透過本次課程，使學員認識水力發電的原理，並能鼓勵學員珍惜水電。	100%	0%	0%	0%	0%	0%
7. 本課程有助於我在學校的教學。	100%	0%	0%	0%	0%	0%
8. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	100%	0%	0%	0%	0%	0%

(二)桃園臺地的水利工程試教

10月13日邀請北水局員工52位參與(分成2梯次，圖3-38)。



圖 3-38 桃園臺地的水利工程試教照片

課後問卷如圖 3-26，分析回收 31 份課後問卷，學員印象最深刻的是單元二的翻開桃園台地水利史(51.6%)，尤其是挑水部分(圖 3-39)。有約 2 成的學員表示雨天在環教館執行活動時，麥克風的音量不足，以至於聽不清楚解說內容，建議未來執行活動時改善。

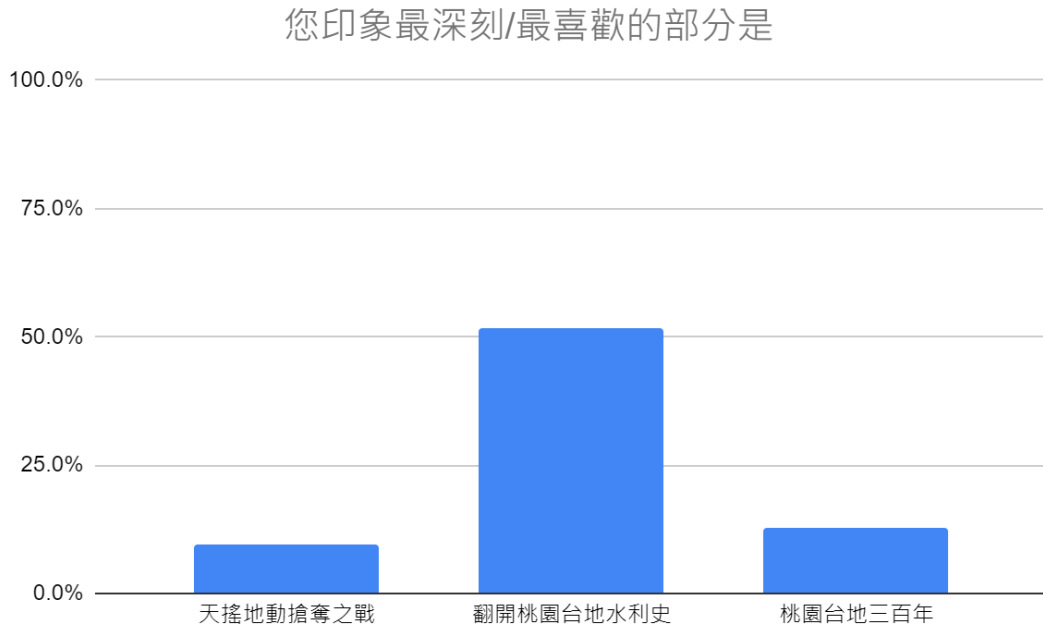


圖 3-39 桃園臺地的水利工程意見回饋圖

學員的學習狀況整體表現良好(表 3-23)，每項評量都有超過 7 成的學員非常同意自己的學習樣態。此外，試教心得也多半書寫對帶課老師的感謝。

表 3-23 桃園臺地的水利工程學習成效表

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 透過圖卡排列活動，我認識大漢溪遭河川襲奪與桃園台地形成的過程。	74.2%	25.8%	0%	0%	0%	0%
2. 透過挑水活動，我能體會早期人們需要挑水灌溉的辛苦。	74.2%	25.8%	0%	0%	0%	0%
3. 透過水管接水活動，我能與團隊夥伴相互合作。	74.2%	25.8%	0%	0%	0%	0%
4. 透過今天的課程，我知道了桃園台地水利發展的變遷是由埤塘、水圳到水庫。	74.2%	25.8%	0%	0%	0%	0%
5. 透過今天的課程，我認識了一些石門水庫相關水利設施。	74.2%	25.8%	0%	0%	0%	0%
6. 透過今天的課程，我知道了水利工程會影響桃園台地農業與工商業的發展。	74.2%	25.8%	0%	0%	0%	0%
7. 透過今天的課程，我瞭解了石門水庫的興建，是為了提升桃園台地糧食產量。	71.0%	29.0%	0%	0%	0%	0%
8. 我覺得今天的教學流程順暢。	71.0%	29.0%	0%	0%	0%	0%
9. 我覺得今天的教學場地安排合適。	74.2%	25.8%	0%	0%	0%	0%
10. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	71.0%	29.0%	0%	0%	0%	0%

(三)石門水庫的水從哪裡來到哪裡去試教

10月20日邀請桃園市龍潭國小4年級學生25位參與(圖3-40)。



圖 3-40 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去試教照片

課後問卷如圖 3-29、圖 3-30，分析回收 25 份學生問卷與 1 份老師問卷，學生印象最深刻的是單元二的水到哪裡去(44%)，表示可以看到石門水庫的設施，其次為單元三的水庫的五大難題(24%)，學生對漂流木、泥沙淤積和抽泥船印象深刻(圖 3-41)。

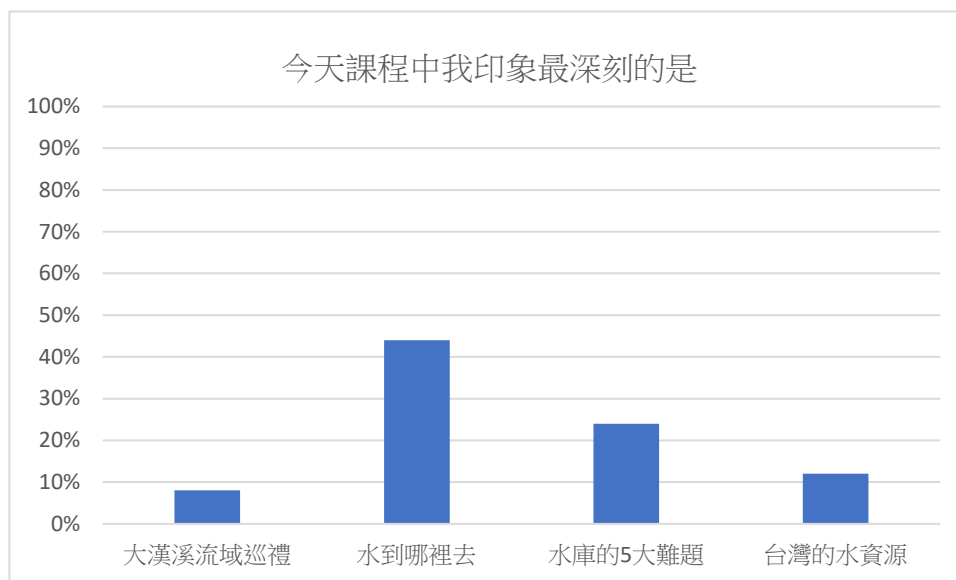


圖 3-41 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去意見回饋圖

學生的學習狀況整體表現良好(表 3-24)，尤其是了解天災對水庫造成的影響，也理解經營管理水庫的辛苦這部分，有高達 88% 的學生非常認同。此外，試教心得也多半書寫對帶課老師的感謝。

表 3-24 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去學生學習成效表

題目	同意程度				
	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
01. 我更加認識大漢溪流經的路線，與石門水庫在大漢河流域扮演的角色	68%	20%	8%	4%	0%
02. 我知道一些石門水庫的設施和它們的功能。	80%	12%	8%	0%	0%
03. 我了解天災對水庫造成的影響，也理解經營管理水庫的辛苦。	88%	0%	4%	8%	0%
04. 我願意跟親友分享及鼓勵珍惜水資源。	76%	8%	8%	0%	8%
05. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。	80%	12%	0%	4%	4%

老師問卷表示對單元一的大漢流域巡禮以及單元三的水庫的

五大難題印象最深刻，整體而言老師對於本次試教滿意度高(表 3-25)，表示內容很精采，課程豐富有深度，可惜課程時間很短。

表 3-25 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去老師滿意度表

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 戶外教學的行政聯繫良好。		0%	100%	0%	0%	0%
2. 今日的教學流程順暢。		0%	100%	0%	0%	0%
3. 教學人員能引起學生的參與熱忱。		0%	100%	0%	0%	0%
4. 教學人員能清楚表達課程概念。		0%	100%	0%	0%	0%
5. 本課程對於中年級學生而言難易適中。		0%	100%	0%	0%	0%
6. 透過本次課程，使學員認識石門水庫與人們生活的關係，並能鼓勵學員珍惜水資源。		100%	0%	0%	0%	0%
7. 本課程有助於我在學校的教學。		100%	0%	0%	0%	0%
8. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。		100%	0%	0%	0%	0%

(四)石門水庫一甲子試教

9月29日邀請北水局員工30位參與(圖3-42)。



圖 3-42 石門水庫一甲子試教照片

課後問卷如圖 3-32，分析回收 22 份課後問卷，學員印象最深刻的是單元一的探訪水文化館(59.1%)，例如水庫興建原因、過程和老照片的展示，其次是單元二的石門水庫巡禮，可以實際看到水利設施(圖

3-43)。

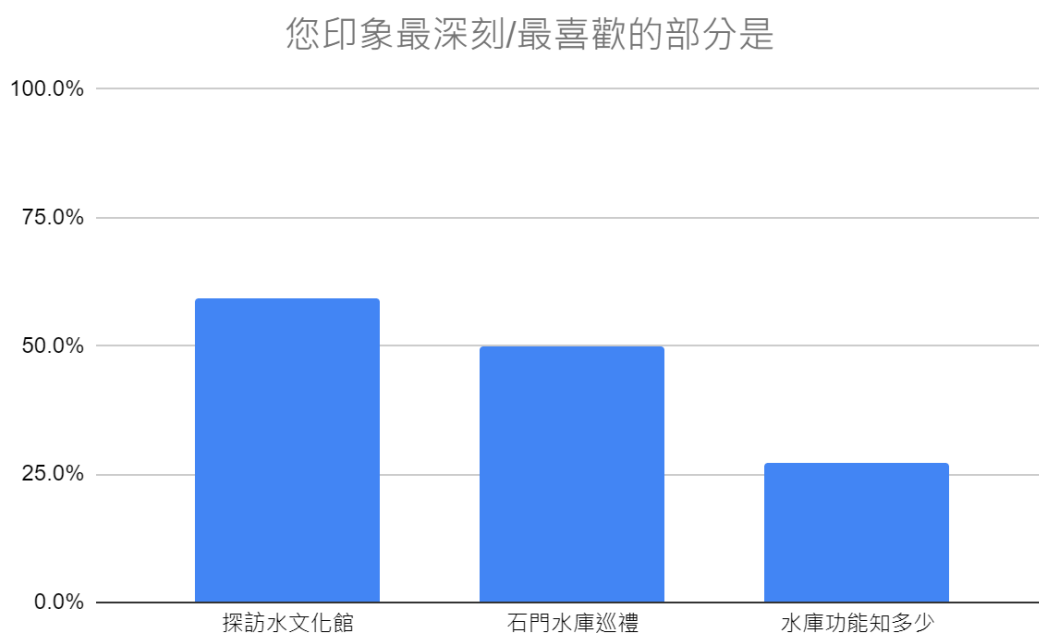


圖 3-43 石門水庫一甲子意見回饋圖

試教心得除了書寫對帶課老師的感謝，也給予許多課堂進行實質的建議跟回饋(表 3-26)。

表 3-26 石門水庫一甲子意見回饋表

心得感想、建議，想對石門水庫環境教育教學團隊說的話
時間可再拉長，還有展示櫃部份尚未解說。
想多了解水庫歷史，希望戶外設施等教學時間能多一點。
一廊展示看板珍貴資料很多，不容易看懂。上課時間長，有疲乏感。
1、老師能掌握現場狀況，增加學習效果。2、空間有限影響學員觀看。
可以多一點問答獎品，增加民眾參與意願。
戶外巡禮部份，現場的設施可以親自前往參觀。善用周邊的資源分享解說。
入口右側停留時間比較久，但太陽光太強烈，影響參觀者心情。
8:00 報到時間有點太早。
這麼好的課程，應該持續下去。
石門水庫文化推廣有您們真好。
很認真很辛苦的，全盤了解並熟悉石門水庫的過去、現在、未來，成為優秀的環境教育師資。

學員的學習狀況整體表現良好(表 3-27)，每項評量都有超過 8 成的學員非常同意自己的學習樣態，其中理解、尊重並感恩石門水庫工程人員的犧牲奉獻，認識石門水庫功能，以及體認石門水庫與人的生活息息相關這三個題目，更有高達 9 成的學員非常同意。

表 3-27 石門水庫一甲子學程學習成效表

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 透過參觀石門水文化館，我瞭解興建石門水庫的背景原因。		86.4%	13.6%	0%	0%	0%
2. 透過參觀石門水文化館，我認識石門水庫等水利設施與北台灣經濟、產業與民生的關係。		86.4%	13.6%	0%	0%	0%
3. 透過參觀石門水文化館，我理解石門水庫經營管理遭遇的挑戰。		81.8%	18.2%	0%	0%	0%
4. 透過戶外參訪石門水庫，我認識了一些石門水庫相關水利設施。		86.4%	13.6%	0%	0%	0%
5. 透過今天的課程，我理解到石門水庫工程人員的犧牲奉獻，並給予尊重與感恩。		95.5%	4.5%	0%	0%	0%
6. 透過今天的課程，我認識了石門水庫的功能。		90.9%	9.1%	0%	0%	0%
7. 透過今天的課程，我認為石門水庫與人的生活息息相關。		90.9%	9.1%	0%	0%	0%
8. 我覺得今天的教學流程順暢。		81.8%	18.2%	0%	0%	0%
9. 我覺得今天的教學場地安排合適。		81.8%	13.6%	0%	0%	0%
10. 整體而言，我喜歡今天的教學活動。		81.8%	18.2%	0%	0%	0%

3.4 推動環境教育專業執行人力精進及品質

本項工作針對石門水庫環境教育教師群及內部員工，規劃相關管理方案、辦理相關研習、增能培訓，目的在於精進環境教育執行人力之專業能力，並提升環境教育推廣服務品質。以下針對四個工作細項說明執行方式與成果。

一、研擬石門水庫環境教育教師群自治管理與鼓勵方案

透過資料彙集瞭解「經濟部水利署水利志工實施及管理要點」、「石門水庫環境教育志工招募與考核要點」、「國家公園管理處志工服務招募訓練獎懲要點」等，通常包含「設立目的」、「招募辦法」、「服務內容」、「考核與獎勵／權利與義務」等管理面向，簡述如下：

1. 設立目的：載明組織設立相關辦法的主要目的。
2. 招募辦法：明定組織編制、招募方式、幹部遴選等。
3. 服務內容：對於服勤項目詳細說明、服勤排班、權利福利、服勤須知、資格保留及終止等。
4. 考核與獎勵／權利與義務：包含服務時數（此項目之設定須依據單位可服務人力設定基本服勤時數，並以基本時數設定不同級別之獎勵時數）、須扣除服務時數之情事、訓練、考核辦法、考核時間、考核計算區間、獎勵級別（包含時數即可獲得之獎勵項目）、表揚方式、其他優先資格。

另外，透過向國家公園、植物園與林試所單位志工口頭訪談得知，部份單位除了一般志工勤務管理外，為鼓勵志工交流與成長目的，將另行規劃並成立社團性組織，一般名稱用法可能為聯誼會，與本案預計研擬的石門水庫環境教育教師群自治管理與鼓勵方案目標較為一致。具備特性如下：

1. 設立目的：主要為鼓勵志工交流與成長目的，不定期辦理訓練活動或交流活動。
2. 組織架構：

- (1)通常非單位正式組織。
 - (2)無設立相關章程。
 - (3)發起可為組織成員或單位志工。
3. 參與辦法：通常無特殊規範，通常只要身為本單位志工認同聯誼會者皆可自由參與或退出，或由聯誼會規範之。
 4. 經費來源：可能來自參與志工繳交年費、或自行籌募資金。

依據上述原則並與環境教育教師管理負責人討論後，期待透過聯誼會之研習或交流活動做為激勵，鼓勵本局環境教育教師參與服務或訓練。

二、員工環境教育研習活動 3 梯次

為拓展北區水資源局員工對水文化環境教育方案規劃之多元思考，增進對環境教育場域與環境教育意涵的理解。本工作規劃 3 梯次針對局內員工之環境教育研習活動，每場次 4 小時以上之課程內容規劃、執行、線上學習單回饋及分析。

(一) 活動目標

拓展水文化環境教育方案規劃之多元思考，增進對環境教育場域與環境教育意涵的理解。

(二) 活動對象

北區水資源局員工，因體驗課程與空間限制，每梯次設定人數上限。

(三) 活動規劃

考量 COVID-19 疫情不確定因素，本年度環境教育研習於北水局轄區附近辦理，並配合中央疫情指揮中心防疫政策，實施人數控管、酒精消毒手部、測量體溫、實名制、全程佩帶口罩、保持 1 公尺以上安全社交距離等防疫措施。各場次辦理完畢後，將提供線上問卷表單供學員填寫學習收穫與意見回饋，透過統計分析提出辦理成果及相關建議。

1. 第一梯：社區水環境教育

位於石門水庫附近的溪洲生態農村，是大溪東岸的一個自然秘境，溪洲人尊重自然與生態為伍，從中學習到尊重生命的重要性，因此有了教育園區的誕生。我們將參與溪州社區水資源環境教育活動，了解社區如何經營與推動環教教育，並培養與鄰近社區良好的互動關係。活動安排如表 3-28。

表 3-28 社區水環境教育活動表

日期	110年9月22日(三)	
集合地點	福山巖清水祖師廟(桃園市大溪區福山一路4號)	
參與人數	58人	
時間	A組內容	B組內容
09:45-10:00	北水局同仁到活動現場報到。	
10:00-12:00	溪洲社區與濕地導覽	環保手工皂DIY
12:00-13:30	午餐	
13:30-15:30	環保手工皂DIY	溪洲社區與濕地導覽

內容說明：

(1)溪洲社區與濕地導覽：在地夥伴分享溪洲的社區環境保育，以及保育野地跟螢火蟲的經歷。另外由桃園鳥會講師介紹鴛鴦池濕地。

(2)環保手工皂DIY：製作自己的手工皂(皂基皂)。

活動執行照片如圖 3-44。



圖 3-44 社區水環境教育活動照

本次研習設計線上問卷以了解參與者對於研習規劃之意見。研習回饋問卷如圖 3-45。

110/09/22 【社區水環境教育】回饋問卷

親愛的朋友 您好：

感謝您參加今天的活動，為了解您對活動的滿意度，希望能協助填答下列問題，您的寶貴意見是本團隊提升服務品質的力量，並再次謝謝您的參與！

主辦單位：經濟部水利署北區水資源局
 承辦單位：環境友善種子有限公司
 協辦單位：溪州農村觀光推展協會

滿意度調查

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1.整體而言，您喜歡這次的活動。						
2.您滿意活動的流程與時間安排。						
3.透過活動，認識溪洲社區。						
4.透過活動，認識濕地生態。						
5.透過活動，感受到親近自然的愉悅。						

6.這次活動，您印象最深刻或最有收穫的是什麼，為什麼？

7.對於這次活動，有無其他建議？或是有什麼話想對工作人員說呢？

圖 3-45 社區水環境教育回饋電子問卷

分析回收 30 份參與者回饋問卷，得知活動中，製作手工皂是參與者印象最深刻或最有收穫的項目(76.7%)，認識溪洲社區與生態也得到近半數的認同(46.7%)。整體而言，參與者對本次研習都持正向回饋(表 3-29)，研習心得也多半感謝工作人員安排本活動(表 3-30)。

表 3-29 社區水環境教育滿意度表

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 整體而言，您喜歡這次的活動。		70%	26.7%	3.3%	0%	0%
2. 您滿意活動的流程與時間安排。		70%	26.7%	3.3%	0%	0%
3. 透過活動，認識溪洲社區。		73.3%	26.7%	0%	0%	0%
4. 透過活動，認識濕地生態。		73.3%	26.7%	0%	0%	0%
5. 透過活動，感受到親近自然的愉悅。		73.3%	23.3%	3.3%	0%	0%

表 3-30 社區水環境教育意見回饋表

心得感想、建議，想對工作人員說的話
活動安排很好，天氣也很好，放鬆一天。
天氣熱的情況下老師還能盡全力分享知識真是辛苦了。
活動很有意義，希望能在鴛鴦、螢火蟲等生態活動的季節辦理，以利更真實的認識生態物種。
謝謝辛苦的工作人員。很用心。

2. 第二梯：石門水庫水環境教育 I

石門水庫為環保署認證環境教育設施場所，本梯次我們來體驗石門水庫的環教課程。活動由石門水庫環境教育講師與環境友善種子講師帶領，讓參與者分別參與「石門水庫一甲子」以及「Project WET」環教課程，拓展對水環境教育的想像。活動安排如表 3-31。

表 3-31 石門水庫水環境教育 I 活動表

日期	110 年 9 月 29 日(三)	
地點	石門水文化館	
參與人數	30 人	
時間	A 組內容	B 組內容
08：15-08：30	北水局同仁到活動現場報到。	
08：30-10：30	石門水庫一甲子	Project WET
10：30-12：30	Project WET	石門水庫一甲子
12：30-13：30	領餐盒賦歸	

內容說明：

(1)石門水庫一甲子：活動先探訪水文化館，再實際走訪石門水庫，認識石門水庫相關的水利工程，最後透過價值論述的教學策略，讓各組運用水庫功能的海報進行分組與價值論述，透過聆聽與轉化，以認識水庫的多樣功能。

(2) Project WET 水資源課程：Project WET 是國際著名歷史悠久的水資源課程，本次將操作「小水滴的旅行」與「共享水資源」兩套課程，讓參與者理解水資源教育的活潑有趣之處。

活動執行照片如圖 3-46。



圖 3-46 石門水庫水環境教育 I 活動照

本次研習設計線上問卷以了解參與者對於研習規劃之意見。研習回饋問卷如圖 3-47。

110/09/22 【石門水庫水環境教育 I】回饋問卷

親愛的朋友 您好：

感謝您參加今天的活動，為了解您對活動的滿意度，希望能協助填答下列問題，您的寶貴意見是本團隊提升服務品質的力量，並再次謝謝您的參與！

主辦單位：經濟部水利署北區水資源局

承辦單位：環境友善種子有限公司

滿意度調查

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 整體而言，您喜歡這次的活動。						
2. 您滿意活動的流程與時間安排。						
3. 透過活動，認識石門水文化。						
4. 透過活動，認識水資源教育。						
5. 透過活動，理解水資源的重要性。						

6. 這次活動，您印象最深刻或最有收穫的是什麼，為什麼？

7. 對於這次活動，有無其他建議？或是有什麼話想對工作人員說呢？

圖 3-47 石門水庫水環境教育 I 回饋電子問卷

分析回收 21 份參與者回饋問卷，得知活動中，Project WET 課程是參與者印象最深刻或最有收穫的項目(71.4%)，參與者表示遊戲配合環教很特別、透過遊戲了解水的循環、知道可利用水資源有限，而石門水庫一甲子也得到 33.3%的認同。整體而言，參與者對本次研習都持正向回饋(表 3-32)，研習心得中參與者除了覺得活動優質、感謝辦理之外，也有人期待能有設計出石門水庫的環境教育遊戲(表 3-33)。

表 3-32 石門水庫水環境教育 I 滿意度表

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 整體而言，您喜歡這次的活動。		81%	19%	0%	0%	0%
2. 您滿意活動的流程與時間安排。		76.2%	23.8%	0%	0%	0%
3. 透過活動，認識石門水文化。		76.2%	23.8%	0%	0%	0%
4. 透過活動，認識水資源教育。		81%	19%	0%	0%	0%
5. 透過活動，理解水資源的重要性。		85.7%	14.3%	0%	0%	0%

表 3-33 石門水庫水環境教育 I 意見回饋表

心得感想、建議，想對工作人員說的話
活動設計很好玩，增加課程趣味性，👍
1. Project WET 運用遊戲，或活動，可增加課程的趣味性，提高學習熱忱。以及提高參加學員興趣。
2. 每個不同的課程，設計出相關的活動或遊戲，並不是一件容易的事。是否針對石門環教課程，多設計一些活動或遊戲，讓我們在帶領課程時，能更得心應手。
3. 活動完成可以再強調上項 3、4、5 目標的關聯和重要性。
4. 謝謝環境友善種子的工作人員。
多辦參觀活動。
很優質。

1. 第三梯：石門水庫水環境教育 II

石門水庫為環保署認證環境教育設施場所，本梯次我們來體驗石門水庫的環教課程，本活動由石門水庫環境教育講師與環境友善種子有限公司講師合作帶領，讓參與者分別體驗「桃園台地的水利工程」課程，與在自然中的五感體驗，拓展對水環境教育的想像。活動安排如表 3-34。

表 3-34 石門水庫水環境教育 II 活動表

日期	110年10月13日(三)	
地點	石門水庫環境教育館	
參與人數	52人	
時間	A組內容	B組內容
09:45-10:00	北水局同仁到活動現場報到。	
10:00-12:00	桃園台地的水利工程	自然五感體驗
12:00-13:30	午餐	
13:30-15:30	自然五感體驗	桃園台地的水利工程

內容說明：

(1) 桃園台地的水利工程：活動運用照片介紹桃園台地與大漢溪流域的關係，再藉由實際體驗挑水、水圳運水的體驗，串接起桃園台地過去水利發展的脈絡，讓參與者了解水與人們生活的關係，並認識石門水庫的水利設施興建，對北部灌溉與民生用水的重要性。

(2) 自然五感體驗：透過視、聽、嗅、觸等感官感覺來提升對於自然環境的認識，同時學習運用感官探索環境。

活動執行照片如圖 3-48。



圖 3-48 石門水庫水環境教育 II 活動照

本次研習設計線上問卷以了解參與者對於研習規劃之意見。研習回饋問卷如圖 3-49。

110/10/13 【石門水庫水環境教育 II】 回饋問卷

親愛的朋友 您好：

感謝您參加今天的活動，為了解您對活動的滿意度，希望能協助填答下列問題，您的寶貴意見是本團隊提升服務品質的力量，並再次謝謝您的參與！

主辦單位：經濟部水利署北區水資源局
承辦單位：環境友善種子有限公司

滿意度調查

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 整體而言，您喜歡這次的活動。						
2. 您滿意活動的流程與時間安排。						
3. 透過活動，認識石門水文化。						
4. 透過活動，學習到自然觀察的方法。						
5. 透過活動，感受到親近自然的愉悅。						

6. 這次活動，您印象最深刻或最有收穫的是什麼，為什麼？

7. 對於這次活動，有無其他建議？或是有什麼話想對工作人員說呢？

圖 3-49 石門水庫水環境教育 II 回饋電子問卷

分析回收 40 份參與者回饋問卷，得知活動中，自然觀察課程是參與者印象最深刻或最有收穫的項目(50%)，參與者表示遊戲配合環教很有趣，而桃園台地的水利工程也得到 32.5%的認同。整體而言，參與者對本次研習都持正向回饋(表 3-35)，研習心得也多半是稱讚與感謝工作人員安排本活動(表 3-36)。

表 3-35 石門水庫水環境教育 II 滿意度表

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 整體而言，您喜歡這次的活動。		67.5%	32.5%	0%	0%	0%
2. 您滿意活動的流程與時間安排。		67.5%	32.5%	0%	0%	0%
3. 透過活動，認識石門水文化。		70%	30%	0%	0%	0%
4. 透過活動，學習到自然觀察的方法。		70%	30%	0%	0%	0%
5. 透過活動，感受到親近自然的愉悅。		77.5%	22.5%	0%	0%	0%

表 3-36 石門水庫水環境教育 II 意見回饋表

心得感想、建議，想對工作人員說的話
感謝老師用心講解。
活動生動，大家辛苦了
很有趣。
石門環教館很棒很用心。

三、環境教育教師進行增能培訓成長課程

為增進石門水庫環境教育教師之環境教育專業知能，以優化環境教育教學品質與服務能量，本工作將規劃 3 梯次環境教育研習課程，每場次 6 小時以上之課程內容規劃、執行、線上問卷回饋及分析。

(一) 課程目標：學習有意義的解說模式及解說技巧；認識多元的環境教育教學策略與方法；瞭解並演練石門水庫更新之課程方案。

(二) 活動對象：石門水庫環境教育教師，考量學習效益，建議每場次約 20-30 位學員參與。

(三) 培訓日期與主題

1. 第一梯：110 年 4 月 20 日(二)、5 月 12 日(三)，有意義的環境解說。
2. 第二梯：110 年 7 月 27 日(四)，環境教育教學法研習。
3. 第三梯：110 年 7 月 29 日(四)，新式環境教育課程精進演練。
4. 第四梯：110 年 8 月 19~20 日(四~五)，石門水庫環境教育教案展演。

(四) 培訓紀錄

➤ 第一梯：有意義的環境解說

環境解說是最常運用在環境教育課程帶領的方法之一，本課程重點目標在增進環境教育教師對於「有意義的解說」的認識，並針對石門水庫現有的環境解說方案「水從哪裡來到哪裡去？」、「桃園臺地三百年」與「石門水庫一甲子」，與現場環境教育講師腦力激盪，架構出有意義的解說主旨與內容。課程表如表 3-37。

表 3-37 有意義的環境解說主題研習課程

日期時間	主題	內容
4 月 20 日		
12:00-13:00	石門水庫環境教育課程觀摩	觀摩石門水庫環境教育講師執行「水從哪裡來到哪裡去?」、「桃園台地三百年」、「石門水庫一甲子」教案。
13:00-14:00	午餐	
14:00-16:00	石門水庫環境教育課程回饋	好的解說需要具備什麼條件呢?來討論如何讓「水從哪裡來到哪裡去?」、「桃園台地三百年」、「石門水庫一甲子」的解說更能打動人心、引發共鳴、印象深刻。
5 月 12 日		
9:00-10:00	解說三大原理	有意義的解說，必須要有主旨、有組織、有關連，還要有趣！一起來練習！
10:00-12:00	學以致用— 解說實戰演練	學習到這麼多招式，該是時候上場練習了！透過演練與同儕回饋，讓我們的解說技巧更上一層樓！

課程執行照片如圖 3-50。課程執行情形如下紀錄。

1. 石門水庫環境教育課程回饋

- (1) 授課用立牌可提升學生專注力。
- (2) 名稱對應到工法上，要談設施可先做前期的介紹，或是解說該設施功用。例如：導水隧道是做什麼的？原來其功用是興建水壩之前，要先把水引出去才可以蓋大壩。因此整個課程需要做微調，在名稱上讓學生有更多認識，也讓老師們更容易上課。
- (3) 與學生的連結可以加強。例如在講述流域時，與來參加者居住區域週遭有關聯的流域可多提出來與其有互動。
- (4) 將在課程中結合遊戲，讓活動性更多，以利於師資群授課，及讓學生有多一點思考。

2. 解說三大原理

- (1) 與聽眾連結。
- (2) 資訊不是解說，但所有的解說都包含了資訊。
- (3) 解說是一門結合多學科的藝術。

※解說重要公式： $(Kr+Ka)*AT=IO$

Kr：資源(有哪些?)；Ka：聽眾(期待什麼?)；AT：解說的技巧；IO：實質效益

3. 學以致用—解說實戰演練

- (1) 練習一：資源篩選，繪製「桃園臺地三百年」與「石門水庫一甲子」解說心智圖。
- (2) 練習二：根據目標聽眾，搭配資源心智圖找出關聯，並規劃解說主題。

(i) 桃園臺地三百年，對象國小3、4年級學生。

- 解說目標：用水方式。
- 方式：水從哪裡來、前人取水方式、困難、解決困難方法、時代變遷取水方式的改變、堰圳壩。
- 活動設計：挑水體驗、開水龍頭與挑水的比較。

(ii) 石門水庫一甲子，對象國小3、4年級學生。

- 與解說對象的關聯：透過手機遊戲一代、二代、三代的觀念，來說明水庫興建的進化。由停水做出發，談到校園內的省水裝置與水撲滿，來切入水庫主題。

表 3-38 環境教育教學法主題研習課程

時間	主題	內容
09：30-10：00	開啟學習的心— 暖身破冰活動	遇到一群冷冰冰的學習者，該如何讓他們消除緊張，投入課程活動？這堂課讓我們學習暖身活動的設計與帶領技巧。
10：00-11：00	寓教於樂之道— 遊戲式教學法	玩遊戲不是壞事，而是能兼顧趣味與教育性的法寶。試著在遊戲中融入教學意義吧！
11：00-12：00	說一個好故事— 繪本/戲劇教學法	人人都愛聽故事，但如何才能說一個有關環境的好故事呢？試試看，透過繪本或戲劇，傳達環境教育意涵！
12：00-13：00	午餐	
13：00-14：30	經驗啟發學習— 體驗教育教學法	經驗加上反思等於學習，一起體驗容易上手的體驗教育活動吧！這些活動需要哪些特別的引導反思技巧呢？
14：30-14：40	休息	
14：40-15：40	最重要的是什麼？—價值澄清 教學法	環境教育其實就是價值觀的教育，如何在與不同觀點的對話過程中，釐清自己對環境的想法與價值觀？
15：40-16：00	反思引導法— 反思與行動	學習反思引導方法，並透過引導反思活動，連結自己的教學經驗，啟發思考未來應用在教學的可能。

■ 課程執行照片如圖 3-51。課程執行情形如下紀錄。

1. 暖身破冰活動：大風吹

(1) 課程內容：參與學員圍成一個大圓圈，將一支筆放在自己的腳前當定位點，遊戲開始每個人說出自己參與研習想要學習到的是什麼，說明規則後開始進行。進階版遊戲可為，團體合作討論如何以最快方式傳物做自我介紹並達成任務。

(2) 破冰活動目的：小組學員間互相認識、團隊創造凝聚感和向心力。

2. 遊戲式教學法：聲音地圖、猜猜我是誰

(1) 聲音地圖

遊戲內容：每人拿一塊手寫板和筆，說明課程進行方式後，至戶外將自己聽到的聲音畫下來，與小組學員交換分享彼此畫的內容，對小組學員分享內容印象深刻的部份，並分享執行過程中的困難是什麼？畫不出來時，可以怎麼做？對於已體驗過相關課程的學員，覺得可如何變化？

遊戲目的：透過五官-耳朵聽的部分，讓學員跟環境相處。

(2) 猜猜我是誰

遊戲內容：每人抽一張字卡，請其他成員幫忙夾在自己背後，透過問問題猜出背後的字卡名稱。

遊戲目的：教學員分類的概念，透過問問題的方式可做二分法。若以石門水庫為生態教學的主要環境，可把園區動植物名稱放進字卡內容裡。此外，透過遊戲讓老師瞭解可以舉一反三用在各個教學層面。

3. 戲劇教學法：鳥語劇

(1) 課程內容：每組抽一張和鳥相關的成語，小組表演該句成語讓其他組猜，演出過程不能說話，只能用聲音和動作表現。

(2) 課程目的：所有的成語都可以運用此活動來設計，包含石門水庫的鳥類和生物。把環境教育結合語言教學，這當中不僅要有好的中文造詣，還需具有領會能力、創造力、及互相合作的團隊能力。環境教育不僅是單純的講述自然資源的概念，還包含人與人之間的溝通。

4. 體驗教育教學法：報紙傳球、傳令兵

(1) 報紙傳球

活動內容：分組用報紙傳遞乒乓球及彈珠，結束後學員分享體驗心得。

遊戲目的：此活動在石門水庫可運用於用水管傳水教導水圳與節水概念，或用報紙傳球教動植物配對。

(2) 傳令兵

活動內容：分組進行，每組分別有老闆、經理，和工人三種角色，共同排列積木錢幣。老闆將欲排的積木和錢幣形狀傳達給經理，再由經理轉告工人製作。排列完畢進行教學反思，詢問層次包含事實、感受、生活實際連結、未來可如何運用在生活中等四項層次。老師在教學過程中讓參與學員自己思考後來回應問題，是反思教學很重要的部分。

活動目的：人與人之間溝通的重要性，如何讓規則更有效執行，譬如複誦規則、溝通的語言一致。發號司令者指令明確，並且培養團隊合作默契。本活動可作為石門水庫課程活動之一，透過活動體驗讓參與者明白在水庫的建造中，每個環節都很重要，缺一不可。

5. 價值澄清教學法：金字塔、生物多樣性功能

(1) 金字塔

活動內容：小組討論並寫出金字塔圖表，並分享討論結果。

活動目的：價值沒有絕對，然而透過討論可以有更多的共識及不同的聲音被聆聽到。身為環境教育者，千萬不可有自己說的就是絕對正義或正確，「我說了算」的想法。這也是我們在教育過程中，要教導參與者去思辨溝通和價值澄清的地方。

(2) 生物多樣性功能

活動內容：學員看過牆上不同生物多樣性功能海報後，站在自己認同的生物多樣性功能海報處。派一人分享為什麼覺得自己小組選擇的多樣性很重要。

活動目的：每一項生物多樣性都有其存在的必要性，每個人也有其心中覺得更為重要的生物多樣性，因此會思考如何守護其認為重要的部分，以及如何行動。此課程可運用在高年級課程，此年段學生已有先備知識，並可學習思考溝通、傾聽、認同他人的想法。



圖 3-51 環境教育教學法主題研習活動照

■ 參與者問卷回饋。

本次研習設計線上問卷以了解參與者對於研習規劃之意見。研習回饋問卷如圖 3-52。

110/07/27 【石門水庫環境教育教師增能培訓】活動回饋問卷

本問卷為 110 年 7 月 27 日針對環境教育教學法研習活動

- 09：30-10：00 破冰
 10：00-11：10 遊戲式教學法
 11：00-12：00 繪本/戲劇教學法
 12：00-13：00 午餐
 13：00-14：30 體驗教育教學法
 14：30-14：40 休息
 14：40-15：40 價值澄清教學法
 15：40-16：00 反思引導法

以下，問卷選項分數代表：

非常同意 5 分、同意 4 分、尚可 3 分、不同意 2 分、非常不同意 1 分

一、在整日的學習安排中，讓我感覺收穫最多的方面是(可複選)：

- 破冰活動 遊戲式教學法 繪本/戲劇教學法 體驗教育教學法
價值澄清教學法 反思引導法

二、活動滿意度調查

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1.本次課程活動帶領人的引導能提高我的興趣。						
2.我對於本次課程活動的時間規劃安排感到滿意。						
3.本次課程安排有幫助我在環境教育的上的發想或發展。						
4.透過本次課程體驗，讓我更了解環教教育活動設計可以有更多不一樣的方式。						
5.整體而言，我滿意今日的課程。						

三、其他心得感想、建議，想對老師或工作人員說的話？

圖 3-52 環境教育教學法主題研習電子問卷

分析回收 16 份參與者回饋問卷，得知本次 6 堂培訓課程中，遊

戲式教學法讓環教師們感到收穫最多(100%)，體驗教育法和反思引導法也獲得超過 75%的環教師認同，破冰活動和價值澄清教學法也有超過一半的環教師認為此課程收穫最多(圖 3-53)。

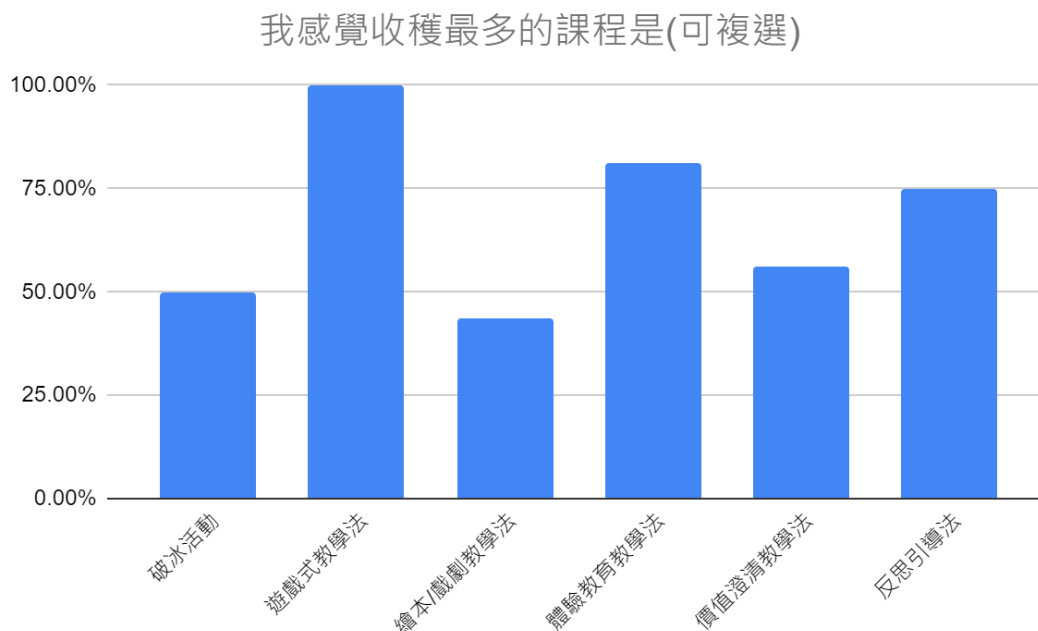


圖 3-53 環境教育教學法主題研習意見回饋圖

整體而言，參與者對本次研習都持正向回饋(表 3-39)，研習心得也多半認同課程規劃與講師帶領方式，更有參與者期待更多與水庫相關的教案能實際應用(表 3-40)。

表 3-39 環境教育教學法主題研習滿意度表

題目	同意程度				
	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1.本次課程活動帶領人的引導能提高我的興趣。	81.3%	18.8%	0%	0%	0%
2.我對於本次課程活動的時間規劃安排感到滿意。	75.0%	25.0%	0%	0%	0%
3.本次課程安排有幫助我在環境教育的上的發想或發展。	81.3%	18.8%	0%	0%	0%
4.透過本次課程體驗，讓我更了解環教教育活動設計可以有更多不一樣的方式。	87.5%	12.5%	0%	0%	0%
5.整體而言，我滿意今日的課程。	87.5%	6.3%	6.3%	0%	0%

表 3-40 環境教育教學法主題研習意見回饋表

心得感想、建議，想對老師或工作人員說的話
全新不同以往的課程，收穫許多，謝謝，希望能常常有此充電反思與討論的時間。
本次培訓課程設計，是我期待的方式及引導帶領，相信每一位夥伴都能從中學到新的教學方式，運用在未來的活動設計及引導。
課程活潑，有趣，可帶動學員興趣學習。
課程安排確實具多元，效益佳。惟到水庫之團體均多樣，而時數少，活動安排極為不易，實難搭配。宜有不同屬性團體之教案，使得融入教學。並應針對水庫環境特性，結合教案施作。
引導人很用心，辛苦了，謝謝你們。
課程引發的學習思考與動機很好。
應該針對石門水庫場域設計教學內容以利老師們的實際應用。

➤ 第三梯：新式環境教育課程精進演練。

本研習 7 月 29 日於環境教育館舉辦，為了讓石門水庫環境教育教師瞭解課程修訂或新增的內容，及課程活動目標、活動串接邏輯、教學方法運用，及整體課程模組的概念意涵等，故辦理本研習課程，以精進環境教育教師對於課程內涵的理解與實際教學能力。課程表如表 3-41。

表 3-41 新式環境教育課程精進演練主題研習課程

時間	主題	內容
09：00-10：00	炒一盤 EE 好菜 —環境教育課程設計	環境教育課程設計，學習從目標、對象的設定，到教學策略與成效評估的設計，皆需環環相扣，層次分明，系統化的呈現並檢核課程概念與邏輯，方能稱之為優質環境教育課程。
10：00-11：00	從 A 到 A+ 新式環境教育課程解構	針對石門水庫環境教育課程模組與課程方案之修訂與新增內容，進行解構說明。包含：課程簡表、簡介、目標、對象、時間、單元活動設計、教具、評量方法等。
11：00-12：00	石門水庫的水從 哪裡來到哪裡去	閱讀教案、展演示範，讓我們更熟悉課程的設計理念與操作模式，教學技巧更上一層樓！
12：00-13：00	午餐	
13：00-14：20	石門水電何處來	閱讀教案、展演示範，讓我們更熟悉課程的設計理念與操作模式，教學技巧更上一層樓！
14：20-15：00	石門水庫一甲子	閱讀教案、展演示範，讓我們更熟悉課程的設計理念與操作模式，教學技巧更上一層樓！
15：00-15：10	休息	
14：10-16：10	桃園台地的水利工程	閱讀教案、展演示範，讓我們更熟悉課程的設計理念與操作模式，教學技巧更上一層樓！
16：10-16：30	課程討論	學員分組選擇教案，提出問題與討論。

■ 課程執行照片如圖 3-54。課程執行情形如下紀錄。

1. 環境教育課程設計

- (1) 教學目標是指在學習結束後學習者應具備那些新的知能或態度，其在提供學習者學習成就的基準，是一種教育績效與責任的觀點。
- (2) 教學方法要注意到教學方式、媒體運用、活動的設計、場地等考慮，這些考慮的目的都是在協助學習者獲取知識、熟練

技能、發展智力與體力，培養健全的人格。

- (3) 評量在教學過程的功能主要有四：瞭解學生的潛能與學習成就，以判斷其努力程度；瞭解學生的學習困難，作為補救教學與個別輔導的依據；瞭解教師教學的效率，做為教材教法改進的參考；獲悉學習進步情形，可觸發學生的學習動機。

2. 新式環境教育課程解構

說明新修訂四套石門水庫教案的教學目標，教案設計為能落實更深廣的環境教育，並走到戶外切實地與自然環境做結合教學。每套教案均配合 12 年國教核心素養及聯合國 SDGs 目標。

3. 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去

帶領環教師操作「水庫 5 大難題」活動，希望由學員角色扮演北水局局長一職，以體會其管理上所面臨的困難，實屬不易。

4. 石門水電何處來

帶領環教師操作「位能、動能、電能」活動，學員用身體動作記憶水力發電的過程，不僅達到教學目的，亦透過團體合作力完成任務，寓教於樂。

展演「水力發電實作」，透過此課程可讓學員實作、觀察、討論、紀錄，最後發表，是讓學員可以完整訓練科學的一個過程。並使用生活中易於取得的材料來製作水力發電組，主要是讓學員運用課堂所學，在家中也可以自行實踐完成，甚至達到親子共學的目的。

5. 石門水庫一甲子

操作「石門水庫功能」活動，善用教具，以問答方式增加彼此互動及學員腦力激盪。透過小組討論，讓學員已先在組裡彼此分享過自己的想法，經由說明也使別人可以瞭解其觀點，過程中大家學習尊重和聆聽他人想法。

6. 桃園台地的水利工程

操作「翻開桃園台地水利史」活動，讓環教師預先體驗挑水與用水管接水，讓環教師操作更熟練。



圖 3-54 新式環境教育課程精進演練主題研習活動照

■ 參與者問卷回饋。

本次研習設計線上問卷以了解參與者對於研習規劃之意見。研習回饋問卷如圖 3-55。

110/07/29 【石門水庫環境教育教師增能培訓】活動回饋問卷

本問卷為 110 年 7 月 29 日針對新式環境教育課程精進演練研習活動

- 09：00-10：00 環境教育課程設計
 10：00-11：00 新式環境教育課程解構
 11：00-12：00 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去
 12：00-13：00 午餐
 13：00-14：20 石門水電何處來
 14：20-15：00 石門水庫一甲子
 15：00-15：10 休息
 15：10-16：10 桃園台地的水利工程
 16：10-16：30 課程討論

以下，問卷選項分數代表：

非常同意 5 分、同意 4 分、尚可 3 分、不同意 2 分、非常不同意 1 分

一、在整日的學習安排中，讓我感覺收穫最多的方面是（可複選）：

- 環境教育課程設計 新式環境教育課程解構 石門水庫的水從哪裡來到哪裡去 石門水電何處來 石門水庫一甲子 桃園台地的水利工程

二、活動滿意度調查

題目	同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1.本次課程活動帶領人的引導能提高我的興趣。						
2.我對於本次課程活動的時間規劃安排感到滿意。						
3.本次課程安排有幫助我在環境教育的上的發想或發展。						
4.透過本次課程體驗，讓我更了解環教教育活動設計可以有更多不一樣的方式。						
5.整體而言，我滿意今日的課程。						

三、其他心得感想、建議，想對老師或工作人員說的話？

圖 3-55 新式環境教育課程精進演練主題研習電子問卷

分析回收 9 份參與者回饋問卷，得知本次 6 堂培訓課程中，新式環境教育課程解構讓環教師們感到收穫最多(88.9%)，其次是環境教育課程設計(66.7%)(圖 3-56)。

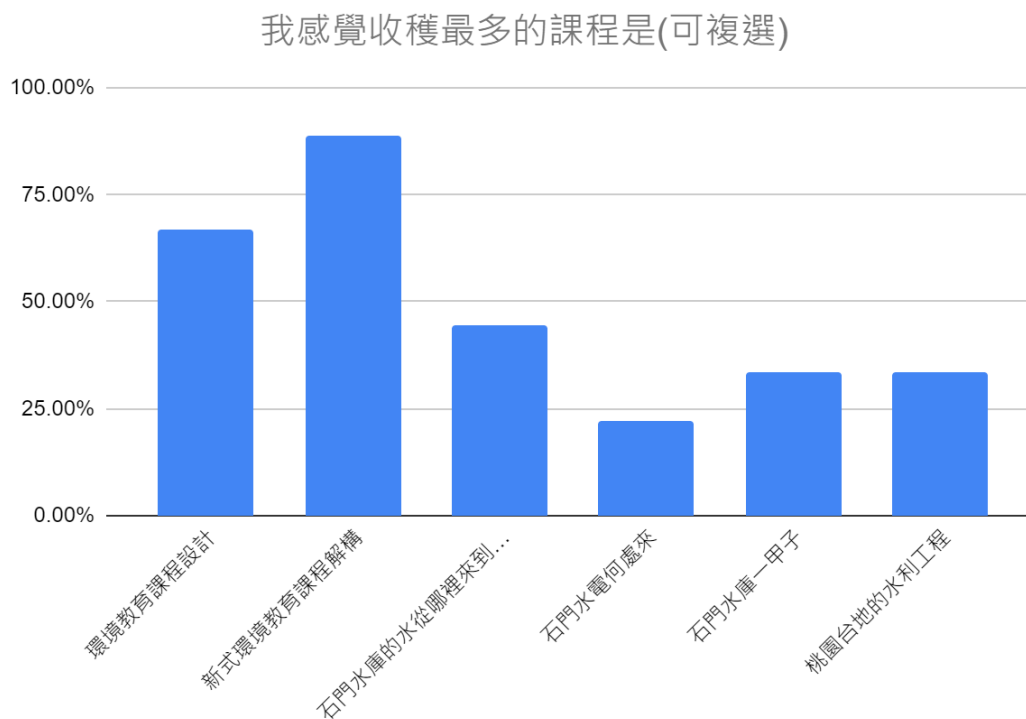


圖 3-56 新式環境教育課程精進演練主題研習意見回饋圖

整體而言，參與者對本次研習都持正向回饋(表 3-42)，研習心得肯定在遊戲中學習，並在教案示範中提出活動操作建議，使四套教案更適合石門水庫場域與環教師執行(表 3-43)。

表 3-42 新式環境教育課程精進演練主題研習滿意度表

題目	同意程度				
	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1.本次課程活動帶領人的引導能提高我的興趣。	88.9%	11.1%	0%	0%	0%
2.我對於本次課程活動的時間規劃安排感到滿意。	55.6%	44.4%	0%	0%	0%
3.本次課程安排有幫助我在環境教育的上的發想或發展。	88.9%	11.1%	0%	0%	0%
4.透過本次課程體驗，讓我更了解環教教育活動設計可以有更多不一樣的方式。	88.9%	11.1%	0%	0%	0%
5.整體而言，我滿意今日的課程。	66.7%	33.3%	0%	0%	0%

表 3-43 新式環境教育課程精進演練主題研習意見回饋表

心得感想、建議，想對老師或工作人員說的話
課程設計不一定是競賽的。
老師有備而來、仔細認真，辛苦啦，謝謝 🙏
時空環境不同，老師們與學員間世代有所區隔，而仍能提供類教具，已屬不易。
課程設計活潑生動～開發潛能。
活潑有趣遊戲中學習。
活動整合部份可以再完整。
體驗各式教學方式並且可應用場域課程設計及教學。

➤ 第四梯：石門水庫環境教育教案展演。

本研習 8 月 19 日、20 日於石門水文化館與環境教育館舉辦，為了讓石門水庫環境教育教師熟悉並能操作新修訂的石門水庫環境教育教案，故辦理本研習課程，以精進環境教育教師對於課程的實際教學能力。課程表如表 3-44。

表 3-44 石門水庫環境教育教案展演主題研習課程

時間	主題	內容	地點
8 月 19 日			
09：00-12：00	石門水庫的水從哪裡來到哪裡去	由石門水庫環教師實地展演課程，後續由環境友善種子團隊針對展演進行反饋。	石門水文化館
12：00-13：00	午餐		
13：00-16：00	石門水庫一甲子	由石門水庫環教師實地展演課程，後續由環境友善種子團隊針對展演進行反饋。	石門水文化館
8 月 20 日			
09：00-12：00	桃園台地的水利工程	由石門水庫環教師實地展演課程，後續由環境友善種子團隊針對展演進行反饋。	環境教育館
12：00-13：00	午餐		
13：00-16：00	石門水電何處來	由石門水庫環教師實地展演課程，後續由環境友善種子團隊針對展演進行反饋。	環境教育館

課程執行照片如圖 3-57。課程執行情形如下紀錄。

1. 「石門水庫的水從哪裡來到哪裡去」演練

(1) 試教內容：單元一大漢河流域巡禮

● 試教老師：王國詔

● 課後檢討：

- i. 開場內容需提及石門水庫 6 大功能，尤其是供水與灌溉功能。
- ii. 流域巡禮童軍繩操作活動與大漢河流域人口密度計算，修改成用淡水河流域地圖海報解說。

(2) 試教內容：單元二認識石門水庫設施

● 試教老師：范貴婷

課後檢討：**單元一**和**單元二**的課程內容區分，由於在**單元二**設施介紹時，看不到導水隧道，因此在**單元一**時定要提到，外面看得到的設施，內部講解可以透過圖片簡單介紹即可。

(3) 試教內容：**單元三**水庫的 5 大難題

- 試教老師：趙明珠
- 課後檢討：
 - i. 與前面單元重疊的教學內容，老師不需重覆講述。
 - ii. 助理老師協助到各組引導學員討論解決難題的方法。
 - iii. 討論流程：先讓各組發表，再由別組補充意見，最後由老師講解北水局的處理方法。

(4) 試教內容：**單元四**台灣的水資源

- 試教老師：金曉英
- 課後檢討：
 - i. 蒐集 30 份過期水費單做為長期教具使用。
 - ii. 此課程以簡報檔方式呈現，增加水源保育費、垃圾處理費的說明。課程最後還是要提到北水局為石門水庫所做的努力。
 - iii. 每一堂課做結尾時都要為下一堂老師的課做鋪陳。
 - iv. 上課發道具的時機很重要，助理老師配合講師在提到發道具時，再將道具發下，避免學員提早拿到教具分心。

2. 「石門水庫一甲子」演練

(1) 試教內容：**單元一**探訪水文化館

- 試教老師：邱月榮
- 課後檢討：
 - i. 教具可用在課堂一開始時提問，吸引學員的注意力，並讓學員自行思考回答。
 - ii. 展示牆面圖太小，列印大張圖卡於上課用。

iii. 可由助理老師協助教具的使用。

(2) 試教內容：單元三水庫功能知多少

● 試教老師：葛孟麗

● 課後檢討：

i. 可先讓學員閱覽海報討論完後，留一人發表，其他人則回到位置上，或將椅子往前移，將海報貼於後面牆上避免擁擠。

ii. 人多時，可使用水文化館二樓會議室。若為學童亦可坐一樓視聽室地上。

3. 「桃園臺地的水利工程」演練

(1) 試教內容：單元一天搖地動搶奪之戰

● 試教老師：溫碧雲

● 課後檢討：

i. 講到河川襲奪時，可加幾個字為：地理學稱為河川襲奪；另外介紹「高位河」、「低位河」、「向源侵蝕」等地理學名稱。

ii. 學員若為國小學童，不適宜用”小三”的字眼來譬喻。

iii. 對學童授課時用詞白話，如高位河流向低位河造成河道改變，最後才帶到學術上稱為「河川襲奪」。

iv. 每個單元都要鋪陳帶出下一單元要上什麼課。

(2) 試教內容：單元二翻開桃園臺地水利史

● 試教老師：吳有煥

● 課後檢討：

i. 用詞再求白話，這單元講述為大漢溪的水源、桃園大圳，不用提及石門大圳。

ii. 引水體驗可在中間放椅子設計障礙物。

- iii. 若時間夠且教具可在 10 人左右即可操作時，再考慮加入支流的體驗，或僅使用教具教導學員有支流的概念即可，不需進行體驗。
- iv. 挑水體驗後和學員分享老師們過去挑水的經驗。
- v. 每次活動結束後記得詢問學員體驗後的感受、遇到什麼問題，如何解決問題老師再後續補充。
- vi. 教具扁擔再增購 3 組。

(3) 試教內容：單元三石門水庫新頁(細說桃園臺地)

- 試教老師：許美慧
- 課後檢討：
 - i. 有關電廠、水庫興建及設施功能等多餘的講述可省略。
 - ii. 結語可幫學員回顧單元一、二的內容。
 - iii. 國民時期的水庫圖片可在上面多加一些文字。
 - iv. 此單元教具主要在地形圖，其餘可省略。

4. 「石門水電何處來」演練

(1) 試教內容：單元一石門電廠解密、單元三位能、動能、電能

單元四水力發電實作

- 試教老師：張善暉
- 課後檢討：考慮如何避免教學場地弄濕，倒水操作於戶外或在收納箱裡操作。

3.4 推動環境教育專業執行人力精進及品質

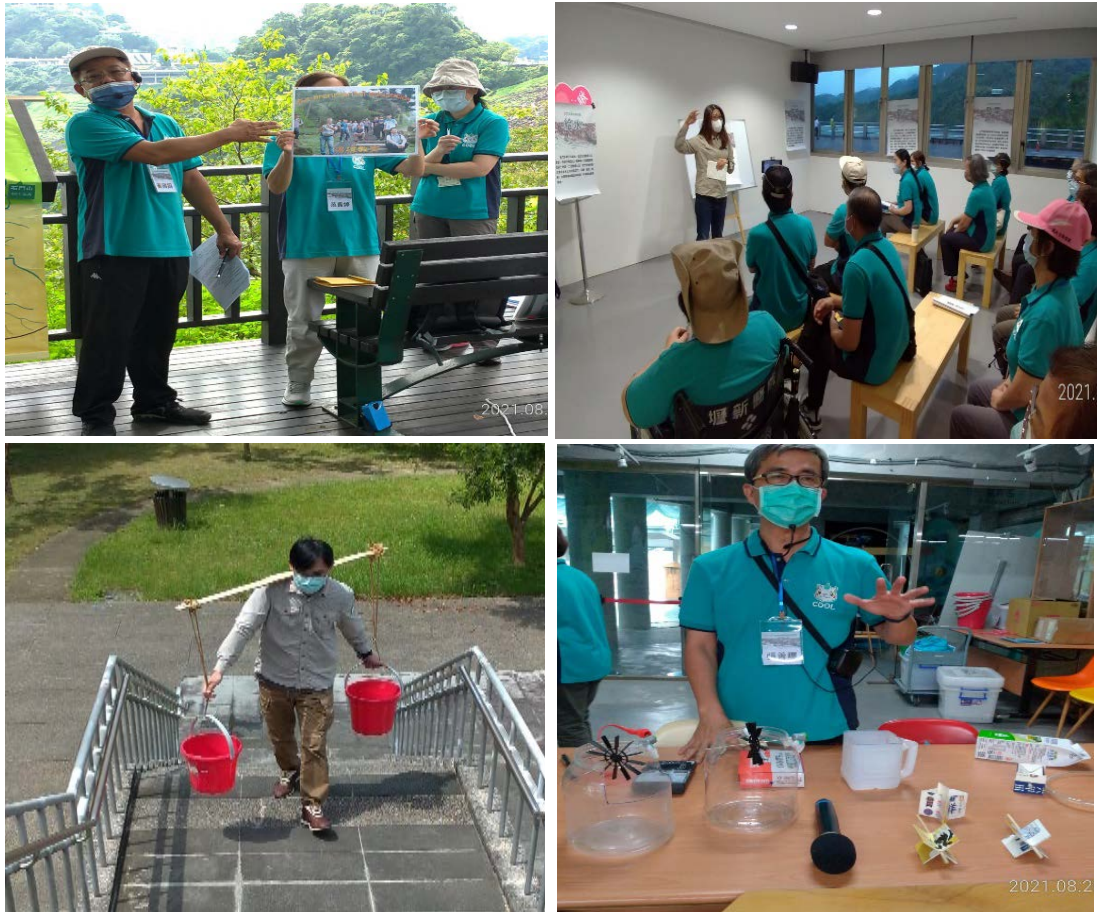


圖 3-57 石門水庫環境教育教案展演主題研習活動照

四、石門水文化館解說志工培訓

為了讓北水局員工、石門水庫環境教育教師群與石門水庫珍水導覽志工認識環境解說的六大原理、學習多樣的解說技巧、提升解說能力建構與培力、進行環境解說演練，建立品質與適合性，透過培訓傳遞有意義的解說與系統性的解說規劃。

(一) 培訓對象

北水局員工、石門水庫環境教育教師群、石門水庫珍水導覽志工計 80 名，每梯次 40 名，培訓分兩梯次辦理，第一梯次為石門水庫珍水導覽志工；第二梯次為本局員工及石門水庫環境教育教師群。

(二) 培訓時間

第一梯次：110 年 9 月 26 日及 10 月 17 日（星期日）

第二梯次：110 年 11 月 10 日及 11 月 24 日（星期三）

(三) 培訓地點

石門水庫依山閣水文化館（桃園市龍潭區大平里二坪 34 號）

(四) 培訓工作坊課程表(表 3-45)

表 3-45 石門水文化館解說培訓工作坊課程表

日期	時間	課程名稱	地點
9/26 (日) 11/10 (三)	0830-0900	報到	依山閣3樓視聽室
	0900-0930	【相見歡】	
	0930-1100	【解說的魅力與技巧】 ● 我們為什麼需要解說規畫？ 解說技巧的分享	
	1100-1200	【水文化館解說內容的探尋】 主題1：桃園台地300年 主題2：石門水庫一甲子 運用小組討論方式進行盤點 ● 環境資源盤點 ● 遊客的需求與期待 ● 核心價值	
	1200-1300	午餐/休息	依山閣水文化館
	1300-1430	【分組討論】 解說方案主題確認與分組	
	1430-1600	【演練與分享】 分組實戰演練	
10/17 (日) 11/24 (三)	0845-0900	上午場報到	依山閣水文化館
	0900-1200	【解說驗收 I】 現場抽題解說驗收(8單元抽籤解說5分鐘)	
	1300-1315	下午場報到	
	1315-1615	【解說驗收 II】 現場抽題解說驗收(8單元抽籤解說5分鐘)	

(五) 培訓成果

兩梯次共培訓了北水局員工 22 人、石門水庫環境教育教師 5 人、石門水庫珍水導覽志工 38 人。

第一天【解說的魅力與技巧】課程首先探討有意義的解說，說明解說員的職責，是須透過轉化將生硬的、艱深的資訊，因應不同物件給予詮釋，轉變成聆聽者能理解的內容，並透過解說連結三個面向，環境資源、訪客需求與管理單位，透過引導與啟發，讓民眾在環境中體驗學習。

一場好的解說應該要進行事先的規劃，解說的六大原則，是運用解說設計課程時，必須考慮的基本精神。

- 任何的解說活動若不能和聽眾的性格或經驗有關，將會是枯燥的。解說應與人們的經驗有關聯性，要將資源的意義與解說物件的個人經驗相連結。
- 資訊不是解說。所有的解說都包含資訊，但解說不是資訊的堆疊。資訊需經過解說員的內化，並轉化為有組織、有意義的解說內容。
- 解說是結合多種人文科學的藝術。解說內容時常轉化自自然科學、生物、歷史人文等背景知識，若能結合其他人文科學的藝術方式，例如美學、音樂、文學等，更能製造出適當的解說機會，增進寓教於樂的效果。
- 解說的主要目的不是教導，而是啟發。解說的過程中可以激發聽眾的好奇、啟發更進一步探索及自我學習的動機，連結人們與環境的情感。
- 解說應針對整體來陳述，而非零碎片段的知識。解說應具有「主旨」，主旨是與聽眾溝通的重要核心，能讓解說者從龐雜的資訊中提取重要概念，勾勒出解說的全貌，同時也讓聽眾得到解說內容中最重要的概念內涵，連結自身經驗。
- 對兒童解說時，需要完全不同于成人的解說內容。因為兒童族群的興趣與認知能力都與成人不同，所以不應只是稀釋成人解說的內容，最好能多規劃動手操作、親身體驗、想像等解說模式。

接著在【水文化館解說內容的探尋】課程，由學員小組討論以桃園台地三百年與石門水庫一甲子為主題，想出三個可與遊客互動的題

問，並想出能輔助教學的教具與解說方式。聽過解說六大原理後，學員對解說開始有不同的想法，並且開始站在聽眾的角度，去思考如何讓聽眾有意願參與並投入解說活動。

下午在石門水文化館實地分組並選定解說主題，讓學員閱讀展版資料，並重點提示展版資料，以及小組討論解說策略與技巧。

經過一周的課程反思與演練，課程第二天進行解說驗收，現場抽題驗收解說內容，並給予建議和回饋。

經過本次培訓，學員更能掌握解說的理論、解說技巧與石門水文化館的解說內容，並透過實際演練，能執行石門水文化館之解說活動。

培訓活動執行照片如圖 3-58。



圖 3-58 石門水文化館解說培訓活動照

3.5 創建流域環境教育夥伴聯盟

一、 辦理流域環境教育設施場所共識會議

大漢溪，流至新北市板橋區江子翠與新店溪匯流成淡水河，淡水河於關渡納入基隆河後，向北流注入臺灣海峽。大漢溪河長 135 公里，主要涵蓋新北市、桃園市。由於大漢溪流經之處，交通發達，中下游地區人口密集，土地高度開發，也因此大漢溪有許多環境議題與人們的生活息息相關。目前蒐集相關的環境議題大致可以歸類成以下幾類的關切。

1. 近年氣候變遷影響降雨不均的問題，往往導致蓄水量不足的困境；臺灣水價過低，導致人用水習慣不佳。
2. 水質污染、垃圾傾倒、底泥重金屬的問題。
3. 新北市政府長年營造大漢溪沿岸濕地生態的棲地營造，形成生物們的生態廊道，兼具教育、休閒和環保的功能。

經濟部水利署北區水資源局擔負了臺灣北部地區用水調度與分配的重擔，提供北部地區穩定供水。在水資源議題中更是最重要的主管機關，石門水庫從 101 年獲得環境教育設施場所認證，持續將石門水庫的水文化與公眾溝通。明年準備邁入十周年，希望能肩負更重要的水文化串聯平台，因此第一步先連結大漢溪周邊的環境教育設施場所，連結關心水文化的環教夥伴，共創合作聯盟。

聯盟的目的在於共同關注大漢溪與其相關流域的環境議題，倡議、共同研發課程或共同活動，喚醒大眾對水議題的關注，聯盟夥伴間的互相交流學習。

流域夥伴聯盟會議時間、流程如下。

1. 流域夥伴聯盟會議時間：10 月 22 日 13：30~15：30
2. 流域夥伴聯盟會議流程(表 3-46)

表 3-46 流域夥伴聯盟會議流程表

時間	內容	帶領講師
13：30-14：00	蘭陽環境學習中心俱樂部介紹	人禾環境倫理發展基金會執行長 劉冠妙
14：00-15：30	流域夥伴聯盟會議	環境友善種子有限公司執行長 王書貞

本次流域夥伴聯盟邀請明池環境學習中心、東眼山自然教育中心、小烏來環境教育園區、好時節休閒農場、老街溪河川教育中心、桃園北區水資源回收中心、臺北自來水園區環境教育中心、關渡自然公園等 8 間大漢溪、淡水河系與水資源議題相關之環境教育設施場所，就集結成流域夥伴聯盟一事，表達意願與想法。

集結之環教設施場所包含集水區上游至下游出海口，涵蓋水議題有集水區涵養水分、水庫蓄水、農業用水、生活用水、汙水處理、河口溼地等，涵蓋面向廣且具代表性。

會議中各環教場域分別提出各自場域能提供的資源，以及想透過聯盟獲得的需求，包含夥伴交流學習、跨領域思考、更多合作機會、提供志工增能課程的參訪、教案與教學方法的創新、學習場域經營，以及如何面對環教人員的流動和接續問題等。

與會機關團體同意建立流域夥伴聯盟，透過定期聚會，推動流域水資源環境教育共好與共學。

會議執行照片如圖 3-59。



圖 3-59 流域夥伴聯盟會議活動照

二、 確認未來聯盟的永續發展與訂定共同關切的主題與做法

大漢溪共創聯盟的運作方法，目前的構想是運用國外 POTLUCK 的理念，原始概念是每家各出一道菜，聚集在一處讓彼此分享。而分享的核心理念也將其拆解成幾個英文字，分述如下。

1. People story：觸動人心的故事。
2. Opinion：改變思考的觀點。
3. Teaching & Learning：創新的教學理念與途徑。
4. Utility/practice：務實的推動方法與案例。
5. Conservation：保護自然、文化、環境的實際方式。
6. Know how：傳遞成功的經驗與撇步。

因此每次聯盟可以邀請一個單位或外部學習講師分享大菜，亦即與水資源相關的環境教育主題的內容，可運用 60~90 分鐘方式分享，接著聯盟各參與的夥伴推出水環境教育相關小菜，運用 18 分鐘方式(參考 TED)進行分享。

大漢溪的議題與人們生活關聯緊密，因此聯盟每年可以訂出最核心關切的議題，思考如何運用環境教育共同推出水文化或水資源核心概念或教案，透過共創方式在各環境教育設施場所同時推出，創造整體大漢河流域水環境教育共同效益與價值。每年年底彙整出聯盟推動的影響力，為水文化共創、共學、共好。

3.6 行政配合作業

一、 人員駐點

駐點人員林淑萍 1 員，每週二天前往石門水庫環境教育館，協助相關作業，包含聯絡、資料整理分析及臨時交辦工作。

二、 石門水庫環境教育網資料登入

登打石門水庫環境教育資料與上傳照片至石門水庫環境教育網站，已上傳 110 年 95 場次環境教育活動 555 張照片於石門水庫環境教育網站。

三、 研提北水局 110 年環境教育成果報告

本年度計畫協助彙整 110 年環境教育辦理成果，並依「環境教育法」及「環境教育設施場所管理規定辦法」規定，協助於 111 年 3 月底前研提成果報告。該成果報告包含 110 年度石門水庫辦理推廣環境教育之重點工作內容、環境教育研習場次、各梯次參與人數、成果與照片、研習活動滿意度調查與學習成效分析，並針對成果研提相關檢討建議與未來展望，作為北水局永續發展石門水庫環境教育之參考。

四、 研提北水局 111 年環境教育計畫

本年度計畫依「環境教育法」規定，協助研提北水局 111 年環境教育計畫，環境教育計畫內容包括計畫目標與預期效益、執行內容(包含主題、方法、內容領域、內容概要、時數、實施日期等)。

五、 協助辦理水資源環境教育推廣、設攤、研討會等工作

(一) 石門水庫巡禮

配合桃園市政府環境保護局執行「110 年桃園市石門水庫總磷削減管制措施推動計畫」，完成「石門水庫巡禮」環境教育活動 286 場次，計 69 所學校、326 個班級、約 7,256 位學童參加。課程簡表如表 3-47。活動照片如圖 3-60。

表 3-47 石門水庫巡禮課程簡表

課程名稱	石門水庫巡禮	
授課講師	石門水庫環境教育講師群	
課程簡介	學童透過「水從哪裡來」、「石門水庫一甲子」、「石門水文化」三個小站，了解石門水庫的水源從哪裡來，認識石門水庫興建歷程與水庫設施，並了解桃園台地因自然環境限制，發展出的水利設施與用水文化。透過活動進而覺知石門水庫的重要性並能以行動維護水庫。	
課程目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 認識石門水庫集水區，了解石門水庫的水源。 2. 了解石門水庫興建之歷史及後續發展。 3. 了解桃園台地用水文化。 	
進行方式	實地解說	
教學場域	<ol style="list-style-type: none"> 1. 戶外場地：勝景平臺、水漾平台 2. 室內場地：石門水文化館、環境教育館 	
適用對象	國小高年級	
課程時間	1 小時	
課程內容		
時間	單元名稱	內容
20 分鐘	水從哪裡來	透過圖卡來描繪大漢河流域，了解石門水庫的水從哪來。
20 分鐘	石門水庫一甲子	運用石門水文化館進行互動式解說，讓民眾了解石門水庫興建歷程。
20 分鐘	石門水文化	運用照片介紹桃園台地與大漢河流域的關係，並說明桃園台地用水文化。



圖 3-60 石門水庫巡禮活動照片

(二) 「永續桃園 X 環教 10 周年」成果嘉年華

11 月 7 日由駐點人員林淑萍協助由桃園市環保局主辦之「永續桃園 X 環教 10 周年」成果嘉年華，透過攤位活動推廣石門水庫環境教育活動。

參考資料

- 王鑫 (1987), 解說系統規劃說明書。臺北：交通部觀光局。
- 周儒 (2011)。《實踐環境教育：環境學習中心》。臺北：五南。
- 周儒、姜永浚 (2012), 透過德懷術探討優質環境學習中心之特質, 環境教育研究(10)1, 1-22。
- 許世璋、高思明 (譯) (2006)。解說我們的襲產 (Freeman Tilden 著)。臺北：五南。
- 經濟部水利署 (2014), 氣候變遷對水環境之衝擊與調適研究—水資源管理成果報告。9-18。
- 經濟部水利署北區水資源局 (2018), 重生-石門水庫整治成果紀實。220 頁。
- 經濟部水利署北區水資源局 (2019), 水起, 引水思源—石門水庫建設時期檔案故事。200 頁。
- 經濟部水利署北區水資源局 (2019), 老檔案裡的石門水庫。88 頁。
- 經濟部水利署北區水資源局 (2019), 石門水庫水文化初探。003。
- 經濟部水利署北區水資源局 (2020), 108-109 年度北區水庫集水區保育治理專案管理總成果報告書。4-1 - 4-18。
- 蔡惠民 (1985), 國家公園解說系統規劃與經營管理之研究。臺北：內政部營建署。3-5。
- Goldman, T. L., Chen, W. J., & Larsen, D. (2001). Clicking the icon : exploring the meanings visitors attach to three National Capital Memorials. *Journal of Interpretation Research*, 6, 3-30.
- Ham, S. H. (1992). *Environmental Interpretation : A practical Guide for people with big ideas and small budgets*. Colorado : North

America Press.

Ham, S. H. (1993). Environmental Interpretation : A Practical Guide for People with Big Ideas and Small Budgets. Golden, CO : Fulcrum Publishing.

Sharpe, G. W. (1982a) An overview of interpretation.

經濟部水利署 e 河川知識服務網 <https://e-river.wra.gov.tw/System/NewArticle/DealData.aspx?s=9D7AB826DE9456FE&sm=0F3A0E195527429C>

經濟部水利署 <https://www.wra.gov.tw/cp.aspx?n=3709>

農田水利署 https://www.ia.gov.tw/story_detail.php?id=24

石門水庫網站 <https://shihmen.wranb.gov.tw/>

附錄一、期初審查會議意見及處理情形

「110-111 年石門水庫環境教育整合推展(1/2)」計畫期初審查會議意見及處理情形

壹、 時間：110 年 5 月 31 日 上午 10 時 30 分

貳、 地點：北水局第二會議室

參、 主持人：莫評任副局長

委員意見	處理情形
賴委員伯勳	
1. 年度預期效益及成果，建議再增加第 6 項：完成 110 年環境教育成果報告及 109 年評鑑小組綜合建議辦理情形報告。	已列入。
2. 有關石門水庫水文化架構，同意以世界水文化資產之紅藍白三個面向，進行本計畫工作執行方向，唯請補充加強近年來氣候變遷之乾旱，以及近期將完工之工程（阿姆坪防淤計畫）（桃園新竹聯通計畫）等課題。	今年四套主題課程主要是按石門水庫目前已經設計出來的課程基礎之上去做修正。其中「石門水庫的水從哪裡來，到哪裡去」這套課程內容包含北水局營運管理石門水庫遇到的問題，包含乾旱與水庫淤積等問題，已能涵蓋水文化中的白色—面對氣候變遷與文化資產保護所需智慧。
3. 石門水庫於 101 年獲得環境教育設施場所認證，迄今將近 10 年，依認證期限 5 年，是否有辦理展延，請補充說明。	目前即將進入第二次展延。
4. 石門水庫環境教育系統規劃，有關未來願景之規畫重點，建議加強即將到來之 60 週年可能完成之工程及應變調度計畫。	焦點團體會議將請石門水庫環教人員對外一併陳述，已列入報告 4.2 節。
5. p.68 石門水庫同意以四個主題解說，唯請儘速完成解說教具設計	謝謝委員建議，四套環教課程之前的執行時間也是 2 小時，若細分為每小

委員意見	處理情形
及解說稿之確認。另每一解說主題之動線及時間掌控檢討，亦能一併確認（二小時解說似乎可檢討縮短）。	時一場，課程深度不夠，僅能粗略解說。
6. 依山閣水文化館以自導式互動摺頁設計，建議仍須加強展場管理人員之培訓，摺頁式設計是否已納入契約？建議將來能以平板互動式以遊戲替代並結合最終活動參與回饋單，完成成效之統計與分析。	謝謝委員建議，將與業務單位確認可行性，若配合平板互動，建議列入明年工作項目。
7. 試教活動課程，是否可調整為 8 場次，每場次 1 小時。	謝謝委員建議，若細分為每小時一場，課程深度不夠，僅能粗略解說。
8. 建議編訂石門水庫環境教育教師手冊，以為解說之參考。	將於期末報告時呈現。
9. 單日型方案，建議再增加暖暖淨水廠、平鎮淨水廠。(p.99)	謝謝委員建議，考量 COVID-19 疫情不確定因素，本年度環境教育研習與業務單位討論後定於北水局轄區附近辦理，委員之提議將視疫情或許於明年辦理。
10. p122 大型環境教育推廣活動闖關關卡，建議增加水質監測。	已列入報告 4.5 節。
張委員炎銘	
1. 對疫情的應變作法不足。本計畫有多項會議、活動，但針對疫情只有 P120 的二級警戒作法，即使未來疫情趨緩，但已壓縮各項活動時間，若還要防汛，則可能某些活動無法舉辦，應預為因應，並與北水局討論適合作法。	已列入報告第三章。

委員意見	處理情形
<p>2. 年份要採用西元或民國，最好統一，而相關事件日期也要相同，敘述要力求正確。如 P15，艾利颱風是 2004 年 8 月 24 日，P18 卻 是 民 國 93 年 8 月 23 日，還有排洪隧道不是 1964 年石門水庫竣工時就有，雖是小地方，但這是環境教育的教材，要更謹慎。</p>	<p>已修正。</p>
<p>3. P22，提及水文化館已完成相關展示文案設計內容如下，似乎整個漏掉。</p>	<p>已補充修正報告 4.3 節。</p>
<p>4. P38 水文化的盾方案架構，在藍色強降雨下，為何有流量降低？似乎擺錯位置，而石門水庫很重要的清淤卻未提及，應該補充。</p>	<p>已補充修正於報告 4.1 節。</p>
<p>5. P40 環境教育整體發展小組架構，把局長、副局長、主工全部弄進來，是否必要？尤其二位副局長各有分工，是否用一位副局長當召集人即可，當然，若局長特別重視，要自任召集人也無不可，另把寶管中心也納入，也參與石門水庫環教是否必要？</p>	<p>已與幕僚單位北水局保育課確認，環教推動工作小組為北水局業務，北水局所轄石門和寶山兩個水庫，均為通過環境教育設施場所認證，所有推動事項都由保育課負責。</p>
<p>6. P76，環境教育課程方案，在水庫管理上清淤很重要，也是永續石門水庫的方法之一，此外，防砂壩的角色也被忽略，防砂壩不只是攔蓄砂石，還有減緩溪床坡度、穩定流心、防止沖蝕、崩塌或抑止土石流之效，榮華壩更是</p>	<p>感謝委員建議，可於明年設計新的主題課程。</p>

委員意見	處理情形
<p>石門水庫保鏢、巴陵壩受損後未能重建的故事等，這些應該有教材來敘述，而不是避而不提或只呼應拆壩聲音。因此 P77 的水議題其實可擴充環保與工程的平衡，防砂壩的優缺點等討論。</p>	
<p>7. P82~87，一些提問與回答，由於工作團隊不是水利專業又因為是教材，請北水局要好好把關，不要錯誤百出。例如 P82，堰，是指擋水的土堤？若是土堤，早就完蛋了，還說堰一般不稱水庫，台灣卻是很多堰稱為水庫。</p> <p>P83，土石壩對壩基要求不太嚴格？可能不如拱壩嚴格，但不能說不嚴格。重力壩只利用壩趾部分混凝土力量？土石壩與拱壩，一個講的是材料，一個講的是型式，怎會拿來類比？P87，分層取水工的敘述，讓人會誤以為是鑿井取水等。</p>	<p>已補充修正於報告 4.4 節。</p>
<p>8. P89，聯合國 SDGs 的目標是甚麼？能否補充完整放入附錄？</p>	<p>已補充修正於報告 4.6 節。</p>
<p>9. P126，10 個不同屬性的公私單位要共創聯盟，要先釐清要達成甚麼目的？要資源共享？還要共同推動環教？否則簽了合作備忘錄只是空有其表。另有關大漢溪的描述，說是淡水河主流上游也不精準，大漢溪與新店溪在江子翠</p>	<p>關於聯盟，目的是資源獲得更大的環境教育成果，建立共好共學共創的交流平台。</p> <p>關於大漢溪的描述，已修正於報告 4.6 節。</p>

委員意見	處理情形
<p>合流後才稱淡水河，所以是淡水河三大支流之一，也是主流，說是主流上游，怪怪的。</p>	
<p>10. 文字錯漏，請逕修正</p> <p>1.P15，倒數6行，鳶山堰「砂」，贅字。</p> <p>2.P19，8套課程，為何不照次序，有何特殊意義或目的？</p> <p>3.P20，5行，作為與公眾溝通教學的機會，不通。</p> <p>4.P43，10行，5-10年後，漏字。</p> <p>5.P45，倒數2-3行，防淤隧道、依山閣不是水力發電設施或工程，P46的圖3-3，說明也是不妥。</p> <p>6.P82，倒數5行，老師提問，問題是？</p> <p>7.P86，9行，後池堰，字序錯，另外其功能雖有消能，但主要還是蓄水。</p> <p>8.P96，7行，服勤管理「暨」招募與考核要點。</p> <p>9.P125，5行，石門水庫「集水區」、12行，台灣水價「問題」低，贅字。</p>	<p>已修正。</p>
劉委員月眉	
<p>1. 環境教育課程建議增加環教行動，及未來可做什麼。</p>	<p>謝謝委員建議，將增加環境教育教師與參加者彼此對話、溝通的課程設計策略，於期末報告呈現。</p>
<p>2. 課程內容能否增加戶外教育比例，使參加者可更多感受到石門環境生態。</p>	<p>預計明年設計石門水庫後池或阿姆坪碼頭坐船，設計半日或全日的環境教育活動，拉長戶外教學時間。</p>
<p>3. 互動式摺頁最初想法為何?若為</p>	<p>摺頁設定以親子或自學家庭為對象，</p>

委員意見	處理情形
展示館內容，建立未來可採用 QRcode 提供更多資訊。	將與業務單位確認可行性，若使用 QRcode，網站與網頁資料的建置與維護，建議列入明年工作項目。
4. 「石門水庫一甲子」教案設計較適用於國小，針對成人建議內容可增加建造人員是如何努力改善工程的這部份，運用思考、探討方式，讓成人有更多的深思，更認識石門水庫。	將增加環境教育教師與參加者彼此對話、溝通的課程設計策略，於期末報告呈現。
5. 「石門水庫的水從哪裡來，到哪裡去」有分室內和室外課程，建議室內課程部分能否先到校宣導，後再到石門水庫參觀實際相關內容，落實真正的戶外教育。	感謝委員建議，由於石門水庫戶外較炎熱，活動時間分配室內、外各佔一半，前面暖身活動和課程後面半小時安排在室內，另一小時則安排戶外實際參訪或搭配教具解說。
6. 局內同仁或解說志工訓練課程：建議安排前往至大漢溪上游集水區現場研習，可更清楚了解水庫應該要解決的問題，有助志工解說內容的深化。	謝謝委員建議，考量 COVID-19 疫情不確定因素，本年度環境教育研習與業務單位討論後定於北水局轄區附近辦理，委員之提議將視疫情或許於明年辦理。
7. 環境教育最核心價值，在參加者於本次課程活動後，日常生活中有何實際行動可以對石門水庫的守護是有意義的，建議朝此方向規劃活動與課程。	謝謝委員建議，將增加環境教育教師與參加者彼此對話、溝通的課程設計策略，於期末報告呈現。
莫副局長評任	
1. 兩年度計劃在合約部份如何分配，建議於計劃書內具明。	已列入報告 1.3 節。
2. 各項合約工作盡量具體量化，以利審查作業。	已列入報告第三章。
3. 承因應疫情 136-137 頁執行進度	已修正於報告第三章。

委員意見	處理情形
<p>表建議修正，例如原訂 6 月份為期中報告提送時間可延後，並依契約規劃（如不可抗力因素）程序簽核。</p>	
<p>4. 假設疫情長期處於高溫，人與人群聚的相關活動可能執行度不佳，教師增能可於線上教學；契約涉及計價部分，請保育課開工作會議預為研擬，不可抗力無法執行部份是否減價或延後至 111 明年度執行。</p>	<p>已於 6 月 17 日與 6 月 28 日和業務單位工作會議中討論，並列入報告第三章。</p>
<p>本局保育課</p>	
<p>1. 本案 110 年度所規劃工作項目執行進度，尚能符合現階段工項，惟近期因配合 COVID-19 疫情三級警戒相關措施，接下來的工作項目進度的執行方式，請執行團隊能針對各工項因應疫情發展做滾動式檢討後提出調整建議。</p>	<p>已於 6 月 17 日與 6 月 28 日和業務單位工作會議中討論，並列入報告第三章。</p>
<p>2. 報告書第三章所提水文化概念架構，內容以石門水庫水文化意涵三大面向紅色：文化資產保利後續護的覺醒 (alarming situation of heritage)、藍色：氣候變遷帶來的威脅 (rising of water crisis in climate change)、白色：面對氣候變遷與文化資產保護所需的智慧 (the wisdom we need)作為方案建置環境教育系統規劃，尚符合本局所轄石門水庫環教場域現階段</p>	<p>已修訂圖 4-1。</p>

委員意見	處理情形
<p>發展方向；另請檢視於架構內容對於水資源議題及水庫所面臨問題等應檢討後納入。</p>	
<p>3. 初步所提出環境教育系統規劃構想之執行方式、討論主題內容、發展小組成員建議等均能符合場域現階段對未來發展目標，惟會議期程因疫情持續蔓延，致影響原規劃辦理期程，請團隊儘速規劃召開視訊會議，俾利後續工作順利進行。</p>	<p>已於5月28日討論4套新修環境教育課程，6月17日場勘解說路線據點、蒐集環境教育資料並討論石門水庫環境教育教師群自治管理與鼓勵規則。6月30日討論4條解說路線主題與據點、石門水庫環境教育教師增能培訓計畫。7月9日討論石門水文化館自導式摺頁規劃。8月5日提交大型環境教育推廣活動工作計畫書與石門水文化館自導式摺頁初稿。8月6日再度討論調整新修環境教育課程。8月18日討論北水局員工環教研習活動。</p>
<p>4. 另園區解說系統方案建置所提出4項解說主題與動線初步規畫構想，在主題與動線規劃仍需進行現地場勘，並與業務單位討論、確認修正後再提出。</p>	<p>已於6月17日場勘，初步擬定動線與主題，6月30日與業務單位討論4條解說路線主題與據點，並於期中報告中呈現4條解說路線規劃。</p>
<p>5. 關於依山閣水文化館自導式互動摺頁設計、腳本內容，主要主題應該有更具體的內容構想提出，包含可以運用教具等素材；展場石門運轉互動區的文案內容仍修訂中，俟定稿後提供；另互動區模型以大漢溪河川流域上、中、下游概念所建置，目前於中上游區塊處，尚無規劃構想？請執行</p>	<p>已於7月9日討論石門水文化館自導式摺頁規劃，並於8月5日提交石門水文化館自導式摺頁初稿。。</p>

委員意見	處理情形
<p>團隊就環境教育學習，提供可規劃的建議面向。</p>	
<p>6. 修訂環境教育課程方案與架構之內容及面相，初步所提出尚符合現階段園區所服務的類型與適用對象，但，仍建議執行團隊檢視過往已通過認證教案內容，提供進一步編修課程優化建議。</p>	<p>已列入報告 4.4 節。</p>
<p>7. 110 年增修教案所提出 4 教案修訂，請於 7-8 月辦理環教師試教課程內容討論與教具製作等，於 11 月底完成試教報告並提送環保署申請課程認證。</p>	<p>同意照辦。</p>
<p>8. 關於 110 年本局員工、環境教育教師、志工增能培訓成長課程及環境教育推廣活動，初步所提出規畫活動，請因應現階段 COVID-19 疫情發展現況滾動式檢討及調整；另針對疫情警戒發展時機，提出相關因應作為及辦理方式。</p>	<p>已列入報告第三章。</p>

附錄二、期中審查會議意見及處理情形

「110-111 年石門水庫環境教育整合推展(1/2)」計畫期中審查會議意見及處理情形

壹、 時間：110 年 10 月 06 日 上午 10 時 00 分

貳、 地點：本局依山閣二樓會議室

參、 主持人：江明郎局長

委員意見	處理情形
洪委員惠冠	
<p>1. 石門水庫為台灣第一個獲得國際認證的水文化資產，近年在江局長及全體同仁的努力，建置完整的史料脈絡梳理及出版，並完成水文化館的展示更新，及環境教育的人才培訓與軟硬體充實，朝水資源永續及水文化傳承的願景目標邁進，令人敬佩。</p> <p>本計畫執行團隊在資源盤點十分詳實，環教課程的規劃與教案的設計開發，結合實作、體驗、競賽等互動型式，對吸引青少年興趣，值得期待。</p> <p>解說四條路線的規劃，如何與依山閣水文化館有更緊密的連結，可再思考。</p>	<p>每一條路線有不同解說故事，民眾重遊的機會較高，民眾可以選擇喜好的路線，也鼓勵民眾無論有沒有選擇包含水文化館的路線，在解說結束後，都歡迎到水文化館參觀。</p>
<p>2. 教案設計，目前以國小高年級進行規劃，未來對不同年齡層(如國小中、低年級)如何調整，可提出因應對策。此外，在環教師的培訓如何讓教案更落實於教學，見到設計讓環教夥伴互相學習提</p>	<p>石門水庫課程以高年級為主，今年是修訂，明年再新增低、中年級教案。</p>

委員意見	處理情形
升，是很棒的規劃。	
<p>3. 未來建議發展行銷推廣，包含 1. 目標客群除桃園市的學校，可擴及新北市及新竹縣之各級學校； 2. 亦可強化與社區之互動，如提供以累積之文史資料或盤點之資源，供社區應用推廣； 3. 將在石門水庫發生的故事，如「一杯清水的故事」，發展成社區劇場或繪本、動畫。</p>	<p>行銷推廣的確重要，本案環境教育系統規劃也辦理焦點團體會議，邀集各方利益相關團體會談並宣傳石門水庫環教課程，詳見報告 3.1 節。</p> <p>強化社區互動可於石門水庫環教目標的自然體驗人文、在地文化生態旅遊中落實，除了今年北水局員工環教 4 小時活動到鄰近的溪洲社區做參訪，明年也預計和溪洲社區在課程上做更進一步的連結。</p>
<p>4. 未來可舉辦創新或具創意的推廣應用活動(教案)徵件或競賽，如電玩遊戲或實境解謎，或與旅遊節目合作或透過社群媒體宣傳等，以吸引年輕人參與。</p>	<p>謝謝委員建議，將納入未來計畫考慮。</p>
<p>5. 如何吸引遊客參觀水文化館及參與解說導覽套裝行程，可加強行銷推廣或結合門票進行規劃。</p>	<p>謝謝委員建議，將納入未來計畫考慮。</p>
劉委員月梅	
<p>1. 要設計教案並不容易，要整理出歷史、環境的脈絡並串接成為行程，加入環境教育內容，此部分值得給予肯定。</p> <p>環境教育可分為 a. 環境中可提供的，b. 環境中想推動的，c. 參加人員想得到的，如何將這些全部整合在一起的，就會是最棒的教案，若是缺了 c. 只會成為「灌輸」的教育。目前教案口說比例</p>	<p>謝謝委員建議，已於不同課程搭配不同教學策略，包含體驗、價值討論、水力發電操作與活動。石門水庫環境教育核心重點還是聚焦在石門水庫做了哪些事情，在不同教學目標下，譬如文化就著重體驗、水庫設施就著重解說。</p>

委員意見	處理情形
較高，再請斟酌比例。	
2. 環境教育應有期望的目標，期望參加人員感受石門水庫歷史，興建人員的辛苦，石門水庫功能、石門水庫的自然景觀及維持，依目前的願景的期望，課程中似乎加入自然景觀內容略少。	謝謝委員建議，主辦機關希望環境教育內容仍聚焦在石門水庫水資源。
3. 挑水過生活的活動設計，是否能找尋更好的點，讓挑水不只是活動，而是真正有意義的挑水。	活動地點選擇在方便加水之處，游泳池則是模擬過去的埤塘，挑水上下樓梯則是模擬臺地地形有上下坡，挑的水最後會灌溉樹，因此不是為了活動而活動，而是有情境有意義的設計。
4. 目前行程當中環境體驗、水利工程、分享三部分，環境體驗和分享所佔比例太低，水利工程比例太高。是否為一次的行程做個整體的規劃，包含上述各部分所佔的比例，腳程時間比例，廁所位置提醒，戶外及室內的比較，並且能依參加人員調整。	謝謝委員建議，主辦機關希望環境教育內容仍聚焦在石門水庫水資源。活動時間與路線距離已加註於解說路線中。
5. 路線規劃中，兩站之間沒有相關性，僅是路徑的前後而已，這樣僅見解說，並非課程，宜以「主題」為主，找園內相關內容來結合為佳。	解說路線已規劃主題，包含以陸路介紹石門水庫建設的「石門水庫風雲史」，以水路介紹水利工程的「水利工程妙智慧」，以氣候變遷為主題的「一杯清水的故事」，以水與地形、水與森林、水與生活為主題的「穿越古今的水」，所選擇的站點也和主題有關。
6. 環境教師管理要點，其中包含教師聯誼會，兩者位階不同，建議	已調整於報告 3.4 節。

委員意見	處理情形
另外規劃。	
7. 課程與解說中算水費的算式過於複雜，請再簡化。	已調整。
8. 啟動人類的文明是流域，而不是河流，p.102 的(3)宜修正。	已調整。
9. 水庫的興建有其預期目標，也有其非預期的結果，建議可加入對非預期結果的討論，可以讓參加人員更省思，或是目前石門水庫的困境有哪些？可以怎麼來努力。	謝謝委員建議，可於未來課程規劃。
10. 對於勾勒願景的部分，有令人難以理解的前後關係，如宗旨為永續生態，願景為低碳、綠能生態園區，讓人不知什麼地方要展現低碳？是活動或園區整體？綠能生態和綠色園區又表示什麼？如何藉由教育達到？	已調整於報告 3.1 節。
11. 水庫的氣候變遷所能展現的功能部份，尚未在課程中提及，或許可以在課程中加入部分內容。	氣候變遷已加入報告 3.3 節「石門水庫的水從哪裡來到哪裡去」教案單元三中。
張委員炎銘	
1. 依照 P15，石門水庫的環教課程，教學內容有中庄調整池，而石門水庫的運用要點內也把中庄調整池列入，但在後續課程建置與導覽中卻隻字未提，這方面如何規劃辦理？	已加入報告 3.3 節「石門水庫一甲子」教案單元一與「石門水庫的水從哪裡來到哪裡去」教案單元二中。
2. P23，圖 4-1，水文化的盾方案架構，在供水應變上，提到桃園新	已更新。

委員意見	處理情形
<p>竹備援管線工程，這是自來水管網的一部分，若要提這部分，則板新計畫應該也要提，就桃園地區用水而言，板新計畫更重要。</p>	
<p>3. P27，描述願景應先釐清是石門水庫的願景還是環境教育的願景？否則宗旨與願景搭配不起來。例如，宗旨是量足質優，這應是講水庫供水，但願景是優質創新卓越環教場所，這與宗旨有何相干？此外，願景應是較長期的期望，因此，本頁最後說貼近2021年時代需求並不妥。</p>	<p>已調整於報告 3.1 節。</p>
<p>4. P32，有關解說牌的製作，要注意與景觀的協調，並注意維護。很多景點的解說牌最後反成為環境殺手，醜陋不堪，建議不要太多、太大，爾後並要時時維護。</p>	<p>謝謝委員建議。</p>
<p>5. 解說路線、據點個人沒有意見，可以蒐集參與者回饋意見後再修正。但解說內容很重要，不能將錯誤資訊透過解說傳播出去。例如，p50，講到石門水庫是台灣高度最高土石壩，這在以前是正確的，但在曾文水庫加高後，就不正確，變成第二高。另外，對榮華壩的描述，說它是攔砂壩並不對，它是公告的水庫，設計、施工都是依照水庫，只是它的目的包括攔砂而已。還有石門水庫</p>	<p>已修正。</p>

委員意見	處理情形
<p>供水，P67 說五成供農田灌溉、四成供民生使用，這在以前也是正確(P162 有說是 2010 年資料，但已老舊)，但近年來，民生比灌溉多，尤其乾旱時停灌，二者差距更大，例如去年，灌溉約 2.18 億立方公尺，民生 3.72 億立方公尺，還有 P73，說水位標高 227 公尺時，就會開啟排洪隧道，是這樣嗎？應該是開啟排洪隧道時，水位至少要 227 公尺，二者意義不同，還有對於滿水位的描述也會讓人誤解，以為水庫超過滿水位就會潰壩，其實滿水位距離壩頂高還有一段距離。P175，說堰抬高水位，一般不稱為水庫，這在國外是正確的，但台灣一些堰都公告為水庫，如集集堰、高屏堰等，由於執行單位較欠缺水利方面人員，北水局可能要更花心思在這方面把關。</p>	
<p>6. P191~197 的環教師管理要點，是已有初稿，再用雙底線修正，還是整份都是初稿？通常若是新的要點，應該每條說明立法目的，若是修正要點，則要列出新舊條文比較並說明，此要點讓人看不清楚，也不知是否已經北水局初審？</p>	<p>已調整於報告 3.4 節。</p>
<p>7. P201~204，員工環教研習，第</p>	<p>由於疫情影響與主辦機關討論後在自</p>

委員意見	處理情形
<p>二、三梯都是石門水庫環教，個人覺得要北水局人員自己參訪自己，是否太無趣、會受歡迎嗎？怎不安排其他大漢溪或淡水河系的環教景點？</p>	<p>家場域附近辦理，明年視疫情情況調整至大漢溪或淡水河系環教場域。</p>
<p>8. 除了環教資料正確性外，若要增加資料豐富度，導覽更生動，可參考水利署七十周年紀念專刊「水利故事集」站在壩頂上的傳說，除了彰顯水利工作者精神外，也可明白增加二條排洪隧道的緣由。</p>	<p>謝謝委員建議。</p>
<p>9. 文字錯漏，請逕修正</p> <p>(1) P15，圖 2-2，最右欄內(2)，大漢溪，漏字。</p> <p>(2) P24，13 行，意「見」交流。</p> <p>(3) P27，圖 4-3，中間欄，倒數 2 行，結合觀光「及」愛水。</p> <p>(4) P30，圖 4-5，石門水庫場域防淤，「場域」可刪除，而左下的溢洪道與防淤或發電並不相干，建議換張圖片。</p> <p>(5) P31，倒數 10 行，3.4 節，有誤。</p> <p>(6) P33，14 行，3.6 節，有誤。</p> <p>(7) P35，表 4-4 內，主要項目 2，1 行，提升學習，漏字。4 行，節水、省方面，漏字。</p> <p>(8) P55，倒數 5 行，材料之「不」流失。漏字。</p> <p>(9) P57，10 行，混「凝」土作業。</p>	<p>已修正。</p>

委員意見	處理情形
<p>(10) P58, 11~12 行, 雨量單位用「毫米」, 相當全球平均「年」雨量。</p> <p>(11) P95, 9 行, 地表「逕」流。</p> <p>(12) P171, 3 行, 不是主管機關, 是管理機關。</p> <p>(13) P174, 倒數 7 行, 「堰」及其注音重複。</p> <p>(14) P175, 倒數 8 行, 溢洪道, 漏字。</p> <p>(15) P180, 灌溉一節, 講到乾旱時, 實施輪流灌溉, 應該補充甚至停灌休耕。發電一節, 提到義興電廠, 那是榮華壩的, 放在石門水庫內會讓人誤解。</p> <p>(16) P186, 圖 4-20, 最右邊, 黑白色差看不清楚字樣。</p> <p>(17) P234, 九宮格競賽, 「工業」認定錯誤, 可能有爭議, 因給水, 廣義說包括供給農業、民生及工業, 而狹義也有公共給水提供工業使用, 應思考其他。</p> <p>(18) P295~297, 裝訂錯誤。</p>	
本局莫副局長室	
1. 環境教育系統建置, 具體為何再補充。	已補充於報告 3.1 節。
2. 解說和環教不同, 建議編列環教教師手冊。	4 套環境教育教案修訂後將提供予石門水庫環境教育教師。
3. 在水庫的環境教育主要為傳達水資源, 樹木是配角非主軸, 建議在環教中讓學員省思水庫好壞。	謝謝委員建議, 可列入未來新增教案中。

委員意見	處理情形
4. 解說系統規劃後，解說牌的建置工作尤為重要，請執行後續規畫設計施工工作。	詳見報告 3.2 節。
5. 提升人員素質，光制定制度規則並不會真正提升，建議執行增能培訓或淘汰機制。	環境教育教師培訓活動今年已進行 4 場次，並另外執行教案的內部與外部試教，透過每次演練培力。目前是以鼓勵取代淘汰機制，因環教師已投入石門水庫環教許久，由他們身上也得到許多和水庫相關的經驗。
本局主任工程司室	
1. 受疫情影響調整執行進度表，調整進度要完整清楚明列。	遵照辦理。
本局石管中心	
1. 溢洪道的解說牌，建議可以放在先前已設置解說牌的位置較適當。	解說牌位置已另行規劃。
2. 水漾平台的解說牌，看不到分層取水工的正面，建議解說主題可改為桃園大圳的歷史，因為依山閣正下方是以前桃園大圳的遺址所在地。	解說牌主題已另行規劃。
3. 報告書中關於石門水庫設施與建築，需要修改成現在使用的名詞。	已修正。
本局保育課	
1. p.43 解說據點資源盤點表中的後池堰，沒有提到大漢溪河階地形，但在 p.102 後池堰的解說據點次主旨卻有提到河階地形。	解說據點資源盤點是顯示在這個據點有什麼解說資源能使用，而解說主旨、次主旨是透過環境解說的理論，讓聽眾聽完解說後能帶回去的重點。

委員意見	處理情形
p.46 解說據點資源盤點表中的嵩台，和 p.49 和 p.62 嵩台的解說據點次主旨講的東西又不一樣，可能要再整理一下內容。	
2. p.48 解說目標有提到要感受並感謝水庫移民的犧牲奉獻，但解說內容卻沒有提到水庫移民，如要提水庫移民，要找到一個合宜的位置來闡述這件事情。	已調整解說目標。
3. p.38 路線四穿越古今的水，從解說據點中看不太出來與這個主題有很直覺的關聯，動線規劃和主題可以再斟酌一下。	已調整於報告 3.2 節。
江明郎局長	
1. 水利相關實質內容，請業務單位包括石管中心協助審視把關。	遵照辦理。
2. 環境教育教師管理要點，涉及機關內部事宜，本計畫草擬後續行政程序回歸本局處理。	遵照辦理。
3. p.23 石門水庫水文化資產守護之盾方案架構，涉及水利專業，再請業務單位審視調整。	遵照辦理。
4. 環境教育內容，聚焦在石門水庫水資源。解說牌確定內涵與正確性，廠商配合解說牌 3-30-3 設計原則，務必推出正確又吸引人駐足觀看的解說牌。	遵照辦理。
5. 環境教育和解說不同，解說只是環境教育的一小部分，請再斟酌呈現方式之比例。	謝謝委員建議。

附錄三、期末審查會議意見及處理情形

「110-111 年石門水庫環境教育整合推展(1/2)」計畫期末審查會議意見及處理情形

壹、 時間：110 年 12 月 13 日 下午 2 時 00 分

貳、 地點：本局第三會議室

參、 主持人：江明郎局長

委員意見	處理情形
賴委員伯勳	
1. 第三章標題建議改為 110 年工作成果，另建議再增加第四章 111 年工作計畫訂定。	謝謝委員建議，本報告依北水局格式撰寫。
2. P3-2 石門水庫環境教育整體發展小組架構，小組是否有實際成立請補充說明。	已與北水局保育課確認，環教推動工作小組為北水局業務，北水局所轄石門和寶山兩個水庫，均為通過環境教育設施場所認證，所有推動事項都由保育課負責。
3. P3-11 石門水庫未來三年可推動施行之系統規畫表，將來係以每三年做推動規劃，請確認。	謝謝委員的意見，我們建議石門水庫可依據前兩年實際執行之狀態，每三年進行滾動式調整。
4. P3-15 石門水庫解說系統據點地圖建議放大清楚，另四條路線能以不同顏色標示。另簡報顯示之各路線圖能增加指圖。	已調整於報告 3.2 節。
5. P3-27 雇用之技術工人高達五、六千人，建議能數據一致。	已調整於附錄 1。
6. P3-39 大量泥沙也造成約 2800 萬立方公尺之淤積，請確認數據(包括 p3-56)。	已調整於附錄 1。
7. P3-40 吃水草的魚類包括草魚、大頭鰱及烏鰡，請確認。	已調整於附錄 1。

委員意見	處理情形
8. P3-40S106 增兩平台解說內容與主題不太一致，請補充說明。	已調整於報告 3.2 節。
9. P3-50 石門水庫大壩是土石重力壩，請確認。	已調整於附錄 1。
10. P3-51 大壩的形狀是梯形，因為底部承受的水壓比頂部大得多，請再斟酌。	已調整於附錄 1。
11. P3-93 跟著北水庫遊水庫桌遊遊戲很好，建議明年可再思考不同主題遊戲，例每年各時段之水庫水量運用。	謝謝委員建議。
12. P3-102QR code 建置之內容建議能確認。	謝謝委員建議，會與保育課確認。
13. P3-109 環教服務對象規畫建議建立分年規劃對象，並建立服務對象之環教教學模組。	謝謝委員建議，將視石門水庫實際環境教育需求，逐年逐步建立。
14. P3-147 大漢河流域巡禮課程器材，建議可再補充石門水庫集水區立體圖。	謝謝委員建議，將視現場教學需求準備教具。
15. P3-100 壩頂解說牌主題建議能確認。建議解說牌顯示主題、代表性圖面及 QR code 即可。主題內容建議在 QR code 掃描後顯示，QR code 內容可隨時間而調整改變。	謝謝委員建議，將視北水局實際需求製作解說牌。
張委員炎銘	
1. 已是期末簡報，依照水利署規定應有英文摘要，請補充。此外，各種解說除中文外，是否由其他	英文摘要已補充。解說牌依北水局實際需求製作。

委員意見	處理情形
文字、語言？這方面未來是否規劃辦理？	
2. P3-15 解說系統據點地圖太小也太模糊，喪失其意義，是否能放大並更清晰？不僅此圖，後面四條路線的圖也請一併改善，才能達到圖資的目的。	已調整於報告 3.2 節。
3. P3-16 據點資源盤整，有些解說據點為何不列入？例如增雨平台、排洪隧道等？	已調整於報告 3.2 節。
4. P3-23 解說據點「增雨平台」的次主旨是守衛水庫安全，但參與環教者一定會問此平台的名稱及功能，是否在後續的解說能增加乾旱與人工增雨？	已調整於報告 3.2 節。
5. P3-90 提到石門水庫觀光萌芽與轉型，看不出如何轉型。依照 p3-11，是要配合桃園市政府旅遊局，讓石門水庫成為低碳旅遊場域及搭配運動主題推廣環教，是否能從這些方向著手？此外，石門水庫位於 100-1200 公尺之間？可能要在石門水庫後面加「集水區」三字，而若是整個集水區，則其他機關的角色，尤其桃園市府更不能忽略。	已調整於報告 3.2 節。
6. P3-102~105 壩頂解說牌的文字，一寫上去就要用好多年，要特別慎重。文字要符合科學、文意，盡量不要有情緒上字眼，更不能	謝謝委員建議，將視北水局實際需求製作解說牌。

委員意見	處理情形
<p>誤導。個人看到幾處，提供參考。編號2第2行，閘門一開，滂沱大水，滂沱是形容下雨，用來形容大水不妥，用滾滾大水較好。第5行，靠我們北區水資源局夥伴，是指北水局同仁還是包括其他機關，尤其是氣象局人員？而最後一句「是項頗為艱辛的任務呢」，有點邀功、討拍味道，不必要，可刪除。編號4，看完解說，會認為石門大壩不會滲水，是這樣嗎？編號5第2行，分層取水供隱身在水庫底下，應該只是部分在水面下，倒數5行，方便汛期時取用，但濁度高不見得一定是汛期，還有最後一句「最後只能望水興嘆」用於看板不必要。建議這部分文字要由北水局高層逐字看過在定稿製作解說看板。</p>	
<p>莫副局長評任</p>	
<p>1. 110和111年工項一樣，標題也很大，但具體內容和成果是什麼？可能需要釐清問題再問題在哪裡，策略是什麼，再規劃短、中、長期的工作項目。</p>	<p>已調整於報告3.1節。</p>
<p>本局保育課</p>	
<p>1. 環境教育系統規劃透過策略會議、共識會議中初步研擬勾勒石門水庫環境教育發展宗旨、教育</p>	<p>已調整於報告3.1節。</p>

委員意見	處理情形
<p>主軸、願景及目標，可作為後續場域推動環境教育發展目標；另依據所設定各標的發展應就短、中、長期提出具體可行方案以達成目標。</p>	
<p>2. 石門水庫規畫之 4 條解說路線，建議依據解說架構原則整理成表，將解說主旨、據點、次主旨及相關資訊如解說參考、時間（整點規劃）等整理成易於閱讀及可提供實際參考使用。</p>	<p>已調整於報告 3.2 節。</p>
<p>3. 關於石門水文化館自導式摺頁設計中，經試教建議正版面的文字過多影響閱讀及填空處不明顯等問題，請團隊檢討並修改減少內容，以符合館內實際使用需求。</p>	<p>已調整於報告 3.2 節。</p>
<p>4. 園區內解說牌規劃及設計，解說牌手繪及文案初稿風格，經審閱與園區環境及空間均有實際落差，建議另安排手繪師、文案及製作廠商共同會勘後再進行。</p>	<p>已於 12 月 22 日現場會勘。</p>
<p>5. 本年度 4 教案中課程簡介，經本課審閱後部分修改，執行團隊應針對課程目標及活動單元設計，課程說明介紹用字需更精準完整。</p>	<p>已調整於報告 3.3 節。</p>
<p>6. 發展石門水庫戶外教學模組，從盤點過去教案整理出總表與架構對應，建議提出未來場域如何優化教案或新增教案，以滿足戶外</p>	<p>謝謝委員建議，未來規劃於報告 3.3 節圖 3-33 中有提及。</p>

委員意見	處理情形
教學參與者各客群之需求。	
江局長明郎	
1. 本年度配合桃園市環保局之石門環教巡禮亦為石門水庫環境教育成果，宜於本計畫成果報告書中展現。	已調整於報告 3.6 節。
2. 解說 4 條路線，具體解說文字不宜放入報告，重點為規劃解說方向，運作方式與如何推廣。解說文稿應由本局同仁撰寫，以求精準。	已調整於報告 3.2 節與附錄一。
3. 石門水庫環境教育重點為水文化，環教課程、解說路線與環教據點如何串聯，請具體呈現。如何將石門水庫的環境教育推廣出去，也請於未來規劃，以符合機關對未來工作的期待。	遵照辦理。
4. 明年新規劃阿姆坪防淤隧道環境教育課程，了解防淤策略，並與水文化連結。	遵照辦理。
綜合決議	
1. 本期末報告書格式未符本局規定，請確實改正，包括審查意見處理情形非屬報告內容，不可列於附錄。	已調整。
2. "石門水庫環境教育教師群自治管理與鼓勵規則"不妥，不宜叫"規則"；既是自治規定，就不宜由本局擬訂、不宜放在本報告。	已調整於報告 3.5 節，並將方案送交業務單位。

委員意見	處理情形
3. "~環境教育成果報告書"不宜列為報告之一部分，裡面資訊大有問題，包括網址等，請檢討。	已刪除，並將環境教育成果報告書送交業務單位。
4. 結論與建議籠統不具體，未符本計畫“整合推展”之意旨。石門水庫環教設施場所認證通過初期以石門整治計畫為重心，之後推動主軸轉向石門水文化，包括水文化專書出版及展館建置等；本年度為石門水文化環境教育推廣元年，以新的課程主題整合園區環教據點、解說板、解說路線等來推展環教課程，報告要能彰顯此精神。	已調整於結論與建議。
5. 本計畫執行團隊非水利專業，環教據點或解說板之內容文案多未精準或錯誤，不可逕列入本文為報告成果；以解說文案為報告本文主體甚不妥適(可列於附錄為參考文案)，環教據點解說只是環境教育課程一小部分，不該成本年度工作計畫主體，報告應聚焦於計畫之整合規劃與推展層面。	已調整於報告 3.2 節與附錄一。
6. 解說(或走讀)路線，明年下半年起可考量增加阿姆坪防淤隧道；各路線名稱、據點名稱等均要一一再確認，並要與三主題課程關聯。其中水文化館據點之解說，不宜將整本解說手冊 49 段解說文案全部納入，解說"水文化館"	已調整於報告 3.2 節。

委員意見	處理情形
<p>與館內資訊導覽解說是兩件事，不可混為一談；另其"次主旨"定為"石門水庫一代一代進化"亦不符水文化館原意，請檢討。</p>	
<p>7. 環教課程架構修訂以水科學、水人文、水議題三面向為訴求，過於廣泛空洞，未符前述以“水文化”為主軸之精神；請回歸“水文化”，探討原核定環教課程架構及內容之調整。</p>	<p>已調整於報告 3.3 節。</p>
<p>8. 本計畫就本年度石門園區環教工作推展應有具體描述與檢討，其中配合桃園市政府環保局總磷削減計畫的國小學童環教體驗課程卻隻字未提，今年辦理方式顯有問題：水文化館內容對小學生太深，明年應不宜重蹈覆轍而應有務實建議。</p>	<p>已新增於報告 3.1 節與 3.6 節。</p>
<p>9. 本環教工作場域在石門水庫園區，與石門水庫管理中心運作關係密切，管理中心卻似置身事外，恐影響整體成效，請檢討提供具體整合推展建議。</p>	<p>已新增於報告 3.1 節。</p>
<p>10. 請業務單位另開工作會議討論。</p>	<p>遵照辦理。</p>

附錄四、石門水庫 4 條解說路線解說重點摘要

一、石門水庫風雲史

1. 據點編號與名稱：S101-石門水文化館

- 據點次主旨：石門水庫為臺灣水文化資產守護者。
- 解說重點摘要

(1) 桃園臺地三百年

I. 桃園臺地與大漢溪的千古分合

- ① 桃園臺地由古石門溪（今大漢溪）沖積而成。
- ② 大漢溪捨近求遠，匯入新店溪後從淡水出海，係因為數萬年前的「河川襲奪」，此為平地極其罕見的地理現象。
- ③ 大漢溪被新店溪襲奪，桃園臺地從此與大漢溪分離，形成雖鄰水卻缺水的窘境。石門水文化館要講的是大漢溪的故事、桃園臺地的故事，以及將大漢溪與桃園臺地連結的石門水庫的故事。

II. 埤塘—臺地最初的用水型態

- ① 桃園三百年來水資源利用型態呈跳躍性發展，可概分為三階段，此與臺灣三百年來的歷史發展不謀而合：埤塘—明清時代、大圳—日本時代、水庫—中華民國。
- ② 農業發展是聚落形成、文明發展的關鍵，而農業發展最需要的是水。桃園臺地與臺灣西部平原農業發展最大的不同在於用水來源：桃園臺地主要靠埤塘蓄水，埤塘特多，其他西部平原主要靠水圳自河川取水，少見埤塘。

III. 大圳—臺地與大漢溪的重新連結

- ① 桃園大圳的成功得力於兩大原因：水利工程技術的提升與政府的資金挹注。
- ② 桃園大圳讓大漢溪水重回桃園臺地，一改過去「看天田」的用水型態，是桃園臺地水資源發展的重要里程碑。

IV. 水庫—臺地用水方式的全面翻轉

- ① 石門水庫是大漢溪水資源開發的極致，也是桃園臺地水資源利用從「看天」到完全「看溪」的關鍵。
- ② 石門水庫解決了桃園臺地用水兩大問題：利用庫容蓄豐濟枯，改善大漢溪豐枯不均問題。抬高水位及新建石門大圳，改善南桃園因地勢較高無法受惠於桃園大圳問題。

V. 石門水庫—臺地工商發展的關鍵推手

- ① 桃園是全臺第一工業大城，2019 年製造業產值近 3 兆元，全臺第一。
- ② 桃園的工商產業發展，得力於廣大平原及穩定可靠的水資源。
- ③ 石門水庫年總供水量隨水情變化在 6 到 8 億噸之間，60 年來並沒太大變化，但農業用水逐年下降，民生及產業用水則逐年上升。

(2) 石門水庫一甲子

I. 第一代（原生版）石門水庫

- ① 石門水庫完工迄今將近 60 年，在臺灣眾多水庫中雖非最老、最大，其不斷的更新改造，卻是臺灣最受矚目的水利成就。

- ② 石門水庫的迭代更新，時間上約略與所屬主管機關變化一致：
- 第一代（原生）：行政院（石門水庫建設委員會）
 - 第二代（升級）：臺灣省政府（石門水庫管理局）
 - 第三代（重生）：經濟部（水利署北區水資源局）
- ③ 第一代石門水庫基本上是美国顧問指導下完成，第二、三代則是國人智慧成果，依實際運轉所需進行改造，其難度不亞於新建。

II. 第二代（升級版）石門水庫

- ① 第二代石門水庫稱為升級版，就是水庫功能的提升，其中最重要的是民生及產業用水供水量的大幅提升。
- ② 第二代水庫升級的功能中，增建排洪隧道涉及水庫改造、位於庫區，其餘所增設施均在庫區外。

III. 第三代（重生版）石門水庫

- ① 艾利颱風是石門水庫所經歷第二大颱風（第一大為民國 52 年的葛樂禮），卻是最大災情，迫使水庫必須進行大改造。
- ② 石門水庫的改造工作始於民國 69 年的增建排洪隧道，係因應 52 年葛樂禮颱風超大洪水險造成大壩溢頂之需；排洪隧道提升水庫整體排洪能力，可確保颱風期間水庫安全。
- ③ 艾利颱風後的改造係針對颱風所帶來泥砂問題，包括洪水期間的高濁度，以及洪水帶來水庫淤積。
- ④ 改造工作於民國 111 年阿姆坪防淤隧道完工後告一段落，石門水庫宛若重生，不僅不怕洪水的安全威脅，也更有自信的面對泥砂對供水的影響。

IV. 石門水庫淤積與處理

- ① 泥砂是水庫殺手，是影響水庫壽命的最關鍵因素；水庫蓄積集水區雨水，也同時收納隨雨水沖刷下來的泥砂，是水庫無法迴避的困境。
- ② 石門水庫淤積量已達原總容量的 33%，主要來自幾場大颱風，民國 52 年的葛樂禮及 93 年的艾利，分別帶來 2000 萬及 2800 萬立方公尺的淤積量，約為水庫總容量的 7% 及 9%。
- ③ 根據泥砂於庫區深淺運移特性不同，石門水庫採行多元清淤方式，包括陸挖、抽泥（砂）、水力排砂等，新建完成的阿姆坪防淤隧道，則為「抽泥（砂）加水力沖淤」之複合式清淤。

2. 據點編號與名稱：S102-水庫員工殉職紀念碑

- 據點次主旨：前人犧牲生命，成就如今便利的供水系統。
- 解說重點摘要
 - (1) 民國 45 年石門水庫開始興建，建設工程歷時 8 年，參與工程的人員多達七千餘人；由於工程浩大艱鉅，雖有安全設施以防意外事件，仍有殉職員工多人。民國 53 年完工之際，立碑追思，以誌哀弔。
 - (2) 可請參與者一起唸碑文，讀完後請大家找一找碑文上的資料，為了興建水庫有多少工程人員殉職？最年輕的殉職員工是幾歲？
 - (3) 在石門水庫興建過程中，計有 34 名工作人員，在工作中因突發的意外事故而喪命。這 34 名殉職員工，有一半是臺灣本地的國民，其他則來自中國廣東、浙江、江蘇、安徽、湖南、湖北、河南，山東、青島、貴州及吉林等地。
 - (4) 殉職最年輕的為 21 歲，最大的也不過 46 歲，可說都是處

在生命中的最精華的階段。

- (5) 他們大抵是在工作中，發生意外而喪失寶貴的生命，有的被巨石擊斃、被落石或坍方壓斃、因油桶爆炸傷重、引擎傳動軸折斷擊中不治，有的因駕駛卡車失事或颱風來襲搶救挖土機等等而致命喪石門水庫施工現場。
- (6) 若非半個世紀之前，有這麼多年輕力壯的青年，在生命最精華的歲月，為水庫的興建努力以赴，甚至因而喪失了年輕寶貴的生命，怎有如今桃園農地的灌溉，桃園、新北甚至新竹居民的方使用水？
- (7) 最後可邀請參與者在紀念碑平臺上靜默、沉思 3 分鐘，感謝石門水庫興建時的幕後英雄，因為他們的努力與犧牲奉獻，今日我們才有水可用，謝謝他們為北臺灣民生與經濟用水的貢獻。

3. 據點編號與名稱：S103-嵩台車站

- 據點次主旨：分層取水工，分層避濁水。
 - 解說重點摘要
- (1) 民國 93 年中度颱風艾利夾帶強風暴雨，颱風期間 3 天石門水庫集水區累積雨量達 973 毫米，此次降下的雨量相當於全球平均年雨量。艾利風災大洪水帶來大量的漂流木，隨水流佈滿了水庫的蓄水範圍，瞬間阻塞及壓垮取水口的前攔汙柵，隨水流入的雜物卡死水輪機，造成石門發電廠有史以來第一次整體失能。
 - (2) 除了電廠設備損毀，艾利颱風帶來暴雨，豪雨降落在地表，雨水來不及被土壤吸收而在地表流動時，夾帶大量的泥沙流進水庫，使得庫水濁度上升，水庫取水口被漂流木堵住，水庫蓄水成渾水潭，自來水淨水場無法正常淨水，以致桃園及板橋新莊地區共 16 個鄉鎮市全面停水，共約 60 萬戶、180 萬人受影響。

- (3) 艾利風災造成停水 18 天，這對大眾的生活造成很大的影響。政府除了派水車供水，更要積極想辦法恢復水庫供水。
- (4) 當時使用緊急抽水系統，再建立臨時輸水管線送水，但緊急抽水系統不是長久之計，因此北水局建造分層取水工，可依水庫水位分上、中、下層不同高程取水庫表層低濁度原水，解決石門大圳取水口於颱風時期原水濁度過高問題，所取原水以隧道及管路輸送入桃園大圳或送往三坑抽水站。本工程是台灣首座在營運中增設取水設施的案例。
- (5) 經過艾利風災的考驗，石門水庫也更進化了，也因為過去的經驗累積，才有今日的進步。

4. 據點編號與名稱：S104-愛水平台

- 據點次主旨：土石大壩為兼顧經濟與保育的蓄水設施。
- 解說重點摘要
 - (1) 石門大壩選址考量因素：壩址主要考量地形及地質條件，第三石門峽谷地形上為最窄處，上游有足夠高度之山系及較寬河谷容納水量，經鑽探了解其地質承载力及滲水等特性後，確認適合建壩。石門壩址位於桃園臺地旁，建水庫後之引水圳路工程費也較低，因此選在此地建壩。
 - (2) 土石大壩：大壩為水庫蓄水主要構造物，石門水庫大壩原設計為混凝土拱壩，施工過程中因地質因素考量，變更為土石壩。石門水庫土石大壩，最大壩身高度 133.1 公尺，為全台第二高土石壩，壩身中央為不透水心層，功能為阻水防滲；心層上下游側為殼層，由具透水性的土石料堆築而成，目的在鞏固及穩定壩身。土石材料開採於附近關西臺地及大漢溪河床，可以說是最佳綠色環保材料。
 - (3) 導水隧道：導水隧道是水庫工程最早建造的構造物，目的在導引溪流繞開大壩工區，以便大壩填築施工。此功能之

發揮，須與擋水壩一起運作。石門水庫導水隧道直徑 15 米、長 248.75 公尺，於 52 年大壩完工日開始封堵，歷時 4 個半月完成。導水隧道自封堵日起，水庫即開始蓄水。

5. 據點編號與名稱：S105-嵩台

- 據點次主旨：千方百計為維持水庫運作。

- 解說重點摘要

(1) 取水塔：取水塔內有發電鋼管、排砂隧道與永久河道放水路三條由上而下的管線。

I. 第一條管線是發電鋼管，在山壁上開鑿隧道，以壓力鋼管引水至電廠水力發電，並設置進水口閘門及攔污柵，可作為維護壓力鋼管及阻攔漂流物之用。

II. 第二條排砂隧道，為原 2 號發電鋼管改建而成，配合颱風期間可將高含砂量渾水以每秒 300 立方公尺的水量進行排砂作業，本工程於 101 年完工，是臺灣第一座將在役水庫鋼管改建為排砂隧道的水庫。

III. 第三條永久河道放水道，永久河道功能主要是在水庫正常運行情況下，如發電機組停機維修，仍可洩放水庫蓄水供給下游灌溉區的灌溉用水，並可在颱風季節配合防洪運用排洩水庫蓄水。永久河道放水口(PRO)入口閘門中心線標高 169.5 公尺，為石門水庫最低高程出水點。

(2) 抽泥船：石門水庫抽泥作業最早始於民國 74 年，在壩前採用抽泥船在庫區內進行抽泥，以絞刀頭及水下泵浦抽泥至平台後由泵浦壓送至水庫下游的 13 座沉澱池置放。主要目的為避免各進水口設施遭掩埋，提高水庫蓄水容量。

(3) 石門水庫淤積與處理：石門水庫自民國 52 年開始蓄水迄今，由於集水區地質條件不佳、雨勢強勁，一直無法避免

淤積造成庫容的減少，水庫原本 3.09 億立方公尺的容量，目前約僅剩 2 億立方公尺，約淤掉 1/3。重生後的石門水庫，除克服了颱風過後高濁度對公共給水供水之影響，對於淤積問題，更採行多元清淤手段，期能泥砂進出平衡，以確保現有庫容之維持。

- (4) 自動水質監測站：北區水資源局為監控水庫水質，在水庫大壩與龍珠灣設兩座自動水質監測站，全天不間斷，每隔十五分鐘監控水質濁度、葉綠素 a 值等水質指標，這些數據會提供環保署，且同步上傳至北水局網站，供關心水質的大眾查詢。

6. 據點編號與名稱：S106-增雨平台

- 據點次主旨：北區水資源局守衛水庫安全。
- 解說重點摘要

- (1) 排洪策略：颱風期間水庫操作放流，依情境可分為調節性放水、洩洪及排砂。

- I. 調節性放水：石門水庫經颱風豪雨期間，入庫流量 1000 秒立方公尺以下時，為欲降水位，經由溢洪道或其他設施之放水，稱為調節性放水。操作上先經由發電鋼管滿載發電水，再依序全開永久河道放水道及排砂隧道，仍須加大放流時再開啟排洪隧道從 200 秒立方公尺起放，必要時排洪隧道切換由溢洪道以 600 秒立方公尺放水。
- II. 洩洪：石門水庫於颱風或豪雨期間、入庫流量在 1000 秒立方公尺以上時之放水稱為洩洪。洩洪之操作，除持續調節性放水外，排洪隧道或溢洪道則視入流量大小，調整開度加大放流，或兩者聯合操作。
- III. 水力排砂：石門水庫的永久河道放水道、發電鋼管及排砂隧道入口均位在水庫底層，其開啟有排除水庫異

重流之效果，稱為水力排砂，以排砂隧道效能最佳。
 洪峰過後、異重流來臨時，是最佳水力排砂時機。

7. 據點編號與名稱：S107-觀洪平台

- 據點次主旨：溢洪道為水庫的保命拉鍊。
- 解說重點摘要
 - (1) 溢洪道：溢洪道是水庫必要的安全措施，用以排除水庫安全蓄容量以外的洪水，避免土石壩遭洪水漫淹溢流導致毀壞。溢洪道設有 6 座弧型閘門，可依不同程度的排洪需求同時開啟，最大排洪量每秒 11,400 立方公尺。

二、水利工程妙智慧

1. 據點編號與名稱：S201-環翠樓

- 據點次主旨：以石門水庫在地居民生活故事為起點，道出水庫興建人文與地景的改變。
- 解說重點摘要
 - (1) 為了建設石門水庫，原本住在水庫的居民被搬遷。原來的家園雖和遷村的目的地同樣位於桃園縣境，但環境卻從水源豐沛肥沃的河階梯田，轉變成濱海鹽分重的貧瘠旱地。因為有了當時居民的退讓，我們現今也才有便利的水資源能運用。
 - (2) 透過展示石門水庫建壩前的第三峽谷照片，表達石門因為水庫興建，人事景觀有了巨大的變遷。建水庫是為了提供北臺灣灌溉和民生用水，也帶動了往後經濟和社會的發展與進步。
 - (3) 說明接下來將搭乘北水局的公務艇，繞行水庫水域區，介紹水庫水利設備與水利工程設施，讓參與者更了解這座水庫如何蓄水、供水。

2. 據點編號與名稱：S202-水線

- 據點次主旨：水庫的運作依據它準確的報數。

- 解說重點摘要

- (1) 說明北水局公務船與一般遊艇有何不同。水庫碼頭遊艇大多是柴油引擎機種，震動及噪音聲大，或多或少都會影響導覽解說，而且使用柴油動力聞起來除了有刺鼻的柴油味令人不舒服，也容易造成空氣及水域汙染。北水局公務船是太陽能電動船，也就是用太陽能蓄電，供應馬達驅動電力，因此它低噪音、無空汙，也不會有柴油汙染水源的問題，節能減碳又能維護水庫水質及環境生態。即使陰天無法吸收太陽能也可靠充電系統來供應馬達驅動電力。
- (2) 石門水庫的水線，可以告訴我們水庫現在水剩多少，以便做相關的管理措施。水庫設計滿水位 245 公尺，颱風洪水期間，操作人員會參考氣象局颱風動態資料、預估降雨量以及降雨逕流預報模式預測水庫入流量，同時考量蓄洪空間及後續穩定供水能力、排砂效益、發電效益等，綜合研判適時洩洪量及洩洪時間。
- (3) 在過程中操作人員必須隨時更新氣象資訊，預測下一小時的入流量，來進行操作，突發狀況在所難免，例如雨量預測過大或過小、雙重洪峰之假象、颱風突然轉向、入流量上升速度超出預測、上游泥沙大量進入庫區、供水濁度超出自來水廠負荷、下游河川承受度等等情形，皆需要進行操作應變，其中心目標就是要滿足防洪、給水、發電、灌溉及防淤等目標。

3. 據點編號與名稱：S203-溢洪道

- 據點次主旨：水庫的保命拉鍊。

- 解說重點摘要

- (1) 溢洪道：溢洪道是水庫必要的安全措施，用以排除水庫安全蓄容量以外的洪水，避免土石壩遭洪水漫淹溢流導致毀壞。溢洪道設有 6 座弧型閘門，可依不同程度的排洪需求同時開啟，最大排洪量每秒 11,400 立方公尺。

4. 據點編號與名稱：S204-發電廠入水口

- 據點次主旨：複合式功能提升水庫效能。

- 解說重點摘要

- (1) 取水塔內有發電鋼管、排砂隧道與永久河道放水路三條由上而下的管線。
- (2) 第一條管線是發電鋼管，在山壁上開鑿隧道，以壓力鋼管引水至電廠水力發電，並設置進水口閘門及攔污柵，可作為維護壓力鋼管及阻攔漂流物之用。
- (3) 第二條排砂隧道，為原 2 號發電鋼管改建而成，配合颱風期間可將高含砂量渾水以每秒 300 立方公尺的水量進行排砂作業，本工程於 101 年完工，是臺灣第一座將在役水庫鋼管改建為排砂隧道的水庫。
- (4) 第三條永久河道放水道，永久河道功能主要是在水庫正常運行情況下，如發電機組停機維修，仍可洩放水庫蓄水供給下游灌溉區的灌溉用水，並可在颱風季節配合防洪運用排洩水庫蓄水。永久河道放水口(PRO)入口閘門中心線標高 169.5 公尺，為石門水庫最低高程出水點。

5. 據點編號與名稱：S205-石門土石大壩

- 據點次主旨：兼顧經濟與保育的蓄水設施。

- 解說重點摘要

- (1) 石門大壩選址考量因素：壩址主要考量地形及地質條件，第三石門峽谷地形上為最窄處，上游有足夠高度之山系及

較寬河谷容納水量，經鑽探了解其地質承載力及滲水等特性後，確認適合建壩。石門壩址位於桃園臺地旁，建水庫後之引水圳路工程費也較低，因此選在此地建壩。

- (2) 土石大壩：大壩為水庫蓄水主要構造物，石門水庫大壩原設計為混凝土拱壩，施工過程中因地質因素考量，變更為土石壩。石門水庫土石大壩，最大壩身高度 133.1 公尺，為全台第二高土石壩，壩身中央為不透水心層，功能為阻水防滲；心層上下游側為殼層，由具透水性的土石料堆築而成，目的在鞏固及穩定壩身。土石材料開採於附近關西臺地及大漢溪河床，可以說是最佳綠色環保材料。
- (3) 這是兼顧經濟與保育的建築工法，看著這座土石大壩，想像著 60 年前要蓋出這麼雄偉的水利建設，要耗費多少人力物力，我們現在有便利的水能取得，真的要感謝當初建設水庫的七千多位工作人員。

6. 據點編號與名稱：S206-分層取水工

- 據點次主旨：聰明的取水設計。

- 解說重點摘要

- (1) 艾利颱風是石門水庫所經歷第二大颱風（第一大為民國 52 年的葛樂禮），卻是最大災情，迫使水庫必須進行大改造。
- (2) 為使石門水庫長期穩定因應颱風時期供水，於大壩左岸增設分層取水工工程，可依水庫水位分上、中、下層不同高程取水庫表層低濁度原水，解決石門大圳取水口於颱風時期原水濁度過高問題，所取原水以隧道及管路輸送入桃園大圳或送往三坑抽水站。本工程是台灣首座在營運中增設取水設施的案例。

7. 據點編號與名稱：S207-石門大圳取水口

- 據點次主旨：石門水庫為桃園農業與民生的水源

● 解說重點摘要

- (1) 石門水庫是桃園臺地灌溉用水及公共給水主要水源。石門水庫的供水經由石門大圳、桃園大圳及下游的鳶山堰三部分來完成。石門大圳從石門水庫取水，除供應桃園臺地地勢較高的南桃園之農田水利署石門管理處灌區用水外，也是南桃園公共給水之主要來源。桃園大圳從後池取水，主要供應桃園臺地地勢較低緩的北桃園之農田水利署桃園管理處灌區用水，也供應北桃園部分公共給水。鳶山堰位於石門水庫下游大漢溪主河道上，水源來自石門水庫放流水及水庫下游側流量，主要供應北桃園及新北市板橋新莊地區公共給水。
- (2) 石門水庫自 91 年開始民生及產業用水超越農業用水，如今農業用水約佔 4 成，民生用水(含產業)約佔 6 成。石門水庫灌溉的區域包含桃園大圳、石門大圳灌溉區 36,500 公頃，在公用給水方面提供桃園市、新北市、新竹縣 32 鄉鎮區每日 120 萬立方公尺（板新、大湳、石門、平鎮、龍潭淨水廠），約一天要提供 480 座奧運標準泳池(2500 立方公尺)的水量。
- (3) 桃園臺地因為缺乏大型河流流經，早期開鑿許多埤塘蓄水，因而有「千埤之鄉」之稱，日治時期建桃園大圳將大漢溪水引入桃園臺地，大幅改變過去普遍的「看天田」用水型態，桃園臺地因此成為北臺灣最重要的穀倉。譬如有名的米種「桃園三號(新香米)」，是農委會桃園區農改場經 10 多年所育成的水稻新品種，因為有濃厚的芋頭香而受大眾青睞，也獲得農糧署舉辦的米比賽例如臺灣經典十大好米、精饌米獎冠軍等殊榮。而桃園市各地區農友種植的稻米，也經常獲得全國米產地冠軍賽冠軍。水圳和石門水庫翻轉了桃園臺地原本缺水不適農耕的命運。

8. 據點編號與名稱：S208-水質監測器

- 據點次主旨：水庫水質的查哨站。

- 解說重點摘要

(1) 自動水質監測站：北區水資源局為監控水庫水質，在水庫大壩與龍珠灣設兩座自動水質監測站，全天不間斷，每隔十五分鐘監控水質濁度、葉綠素 a 值等水質指標，這些數據會提供環保署，且同步上傳至北水局網站，供關心水質的大眾查詢。

9. 據點編號與名稱：S209-抽泥船

- 據點次主旨：日夜不休捍衛蓄水量。

- 解說重點摘要

(1) 抽泥船：石門水庫抽泥作業最早始於民國 74 年，在壩前採用抽泥船在庫區內進行抽泥，以絞刀頭及水下泵浦抽泥至平台後由泵浦壓送至水庫下游的 13 座沉澱池置放。主要目的為避免各進水口設施遭掩埋，提高水庫蓄水容量。

(2) 石門水庫淤積與處理：石門水庫自民國 52 年開始蓄水迄今，由於集水區地質條件不佳、雨勢強勁，一直無法避免淤積造成庫容的減少，水庫原本 3.09 億立方公尺的容量，目前約僅剩 2 億立方公尺，約淤掉 1/3。重生後的石門水庫，除克服了颱風過後高濁度對公共給水供水之影響，對於淤積問題，更採行多元清淤手段，期能泥砂進出平衡，以確保現有庫容之維持。

10. 據點編號與名稱：S210-排洪隧道

- 解說重點摘要

(1) 石門水庫工程接近完成之際，民國 52 年葛樂禮颱風帶來破記錄的洪水，加上後續風災讓臺北地區受災甚大，遂提議於大壩右山脊腰部增建排洪隧道以增強水庫的洩洪能量。

- (2) 排洪隧道共兩條，可將水庫部分洪水免經溢洪道直接排放至後池，每條隧道最大設計流量為每秒 1,200 立方公尺，為石門水庫第二大排洪設施。

11. 據點編號與名稱：S211-環翠樓

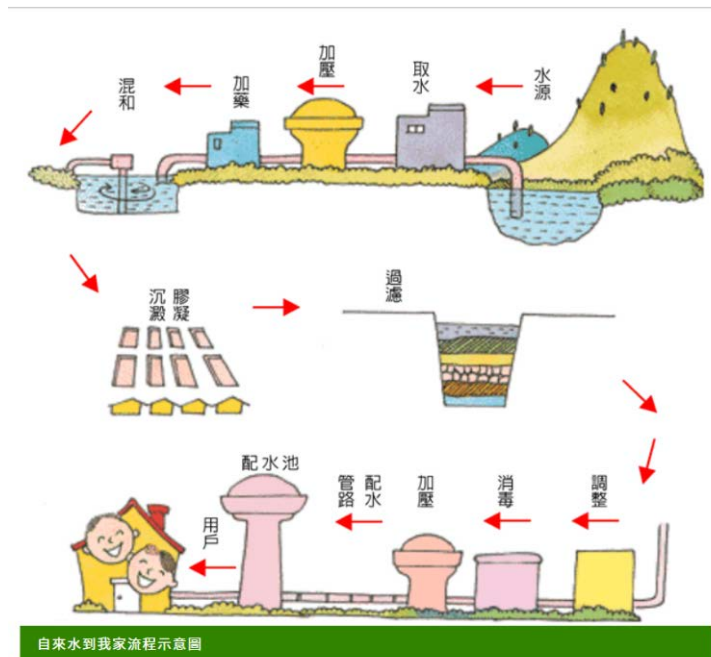
- 據點次主旨：水要能順利送到民眾住家，要凝聚眾人的智慧。
- 解說重點摘要
 - (1) 播放石門水庫介紹影片。
 - (2) 影片播放完畢，詢問參與者有無問題，以及有什麼心得要分享。
 - (3) 活動總結：本次解說活動看到了石門土石大壩、溢洪道和其他重要水利設施，透過這趟活動，想告訴參與者水要能順利送到民眾住家，是要凝聚眾人的智慧。

三、一杯清水的故事

1. 據點編號與名稱：S301-環境教育館

- 據點次主旨：從一杯清水說起，談水怎麼送到家中。
- 解說重點摘要
 - (1) 自來水水量單位是「度」，1 度水等於 1 公噸也就是 1000 公升的水，臺灣的水費每度僅 9.24 元，換算下來一杯 250c.c. 自來水的費用為 0.002 元(算式 $9.24 \times 0.25 / 1000$)。
 - (2) 有沒有覺得很便宜呢？台灣的自來水原水從保育良好的水源地引水到淨水場，經過妥善的淨水處理，再藉由健全的輸配水系統分送到用戶的用水設備，由水龍頭流出的是安全衛生可以飲用之自來水。
 - (3) 不過消費者家中安全又方便的飲用水絕不是「自來」的，

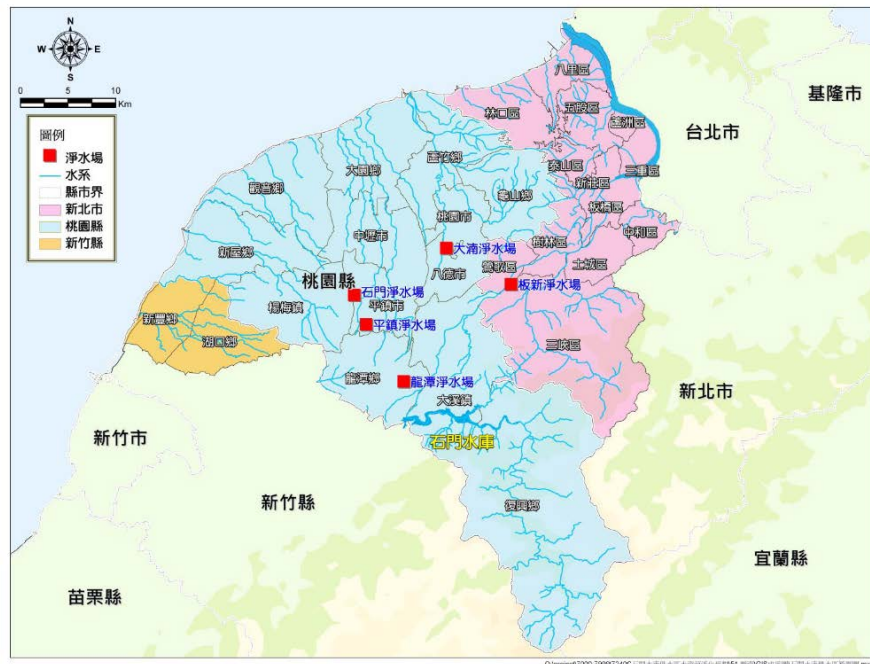
需要經過一系列流程：取水→導水→淨水→送（配）水。
 (展示取水→導水→淨水→送（配）水字卡)取水，指的是在水源地以抽水機將原水抽送至導水渠道（圳路）中。導水是將原水由水源地送至淨水場。淨水是原水進入淨水場後經過混和、膠凝、沉澱、過濾、消毒等淨水程序，以除去水中的雜質及病菌。最後原水經過淨水程序及消毒後已適合飲用稱為「自來水」，將自來水以管線配送至家戶的過程稱為送（配）水。



- (4) 石門水庫為北臺灣重要的原水供應地，石門水庫攔蓄大漢溪的水，這裡是石門峽谷地形上為最窄處，右岸是溪洲山，左岸是石門山，上游有足夠高度之山系及較寬河谷容納水量，加上位於桃園臺地旁，建水庫後之引水圳路工程費也較低，因此選在此地建壩。
- (5) 大壩直接蓋在大漢溪上，可以很充分地將大漢溪上游流域的水都蓄積起來。石門水庫設計滿水位 245 公尺，有效蓄水量約 2 億立方公尺。石門水庫主要功能是供水，是桃園臺地灌溉用水及公共給水主要水源。石門水庫的供水經由石門大圳、桃園大圳及下游的鳶山堰三部分來完成。石門大圳從石門水庫取水，除供應桃園臺地地勢較高的南桃園

之農田水利署石門管理處灌區用水外，也是南桃園公共給水之主要來源。桃園大圳從後池取水，主要供應桃園臺地地勢較低緩的北桃園之農田水利署桃園管理處灌區用水，也供應北桃園部分公共給水。鳶山堰位於石門水庫下游大漢溪主河道上，水源來自石門水庫放流水及水庫下游側流量，主要供應北桃園及新北市板橋新莊地區公共給水。

- (6) 石門水庫自 91 年開始民生及產業用水超越農業用水，如今農業用水約佔 4 成，民生用水(含產業)約佔 6 成。石門水庫灌溉的區域包含桃園大圳、石門大圳灌溉區 36,500 公頃，在公用給水方面提供桃園市、新北市、新竹縣 32 鄉鎮區每日 120 萬立方公尺（板新、大湳、石門、平鎮、龍潭淨水廠），約一天要提供 480 座奧運標準泳池(2500 立方公尺)的水量。



- (7) 大壩下游至後池堰間所形成的後池，用來調節電廠發電後的尾水，並肩具有洩洪時之消能作用，設計調蓄容量 220 萬立方公尺。

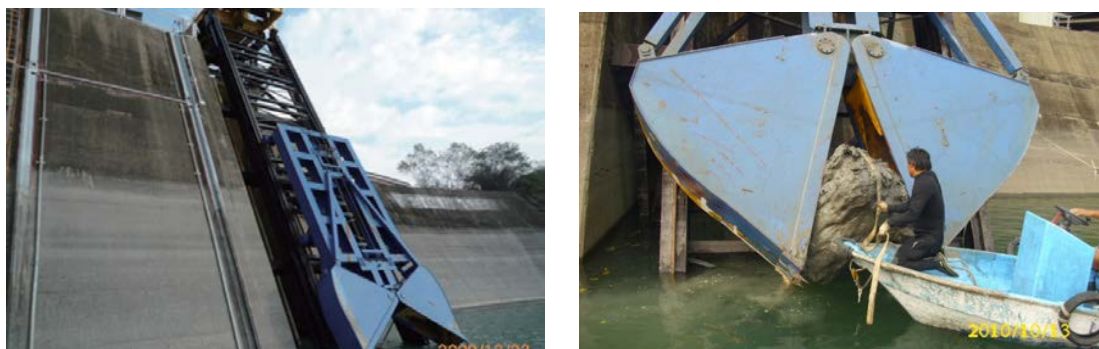
2. 據點編號與名稱：S302-南苑

- 據點次主旨：大自然的力量巨大，連鋼都能扭曲。

● 解說重點摘要

- (1) 攔污柵：原本設置在取水塔。我們看這張圖，取水塔有 3 條管線，分別是 2 條發電機進水道，跟一條永久河道放水道。93 年艾利颱風過後，山坡地大量崩塌而使流木夾雜淤泥，陸續隨洪水推移至壩前，攔污柵前的流木是清了再清，無法於短時間內清除乾淨，而淤積物則是持續造成電廠的水輪機嚴重磨損。因為流木堵塞攔污柵，造成進水口排水困難，甚至危害攔污柵結構安全，及閘門無法關閉的危險。
- (2) 一般狀況下，後池的水由電廠發電後的尾水供應，不過艾利風災後，因淤積大幅提高，發電水輪機開始陸續出現操作異常，進水口閘門也發生啟閉困難。石門發電廠的發電機組，主要在平時配合供水發電，颱風期間更是重要的排淤設施，若因此無法發電放水，勢必讓進水口前發生大量沉積，甚至堵塞進水口。艾利風災後因電廠進水口故障，僅能靠永久河道放水，調節桃園大圳灌溉所需水量。永久河道是石門水庫出水中放流量最小、進水口最低者，其進水口與發電進水口共構，輸水路放水於石門水庫後池，全部水路採鋼襯壓力管。
- (3) 攔污柵已嚴重變形，可想見當時有很多漂流木和淤泥強力擠壓之下導致它們變形，當時究竟怎麼清掉颱風帶來的漂流木和淤泥，並置換攔污柵呢？
- (4) 當時取水塔內、外是佈滿流木，實在無法讓人明瞭塔內損壞狀況；因此，塔內淤積清除成了首要之務，但欲清除塔內淤積，則又必須先將塔外淤積高度降低。當時僅靠深水潛水員來撿拾流木，但這無法加速降淤，且潛水員如果持續往下清淤，將會有遭淤積崩落掩埋的風險，於是 98 年增加了水庫抽泥浚漂船與浮台抓斗設備一組，來共同進行塔外水域流木抓取與淤泥浚漂工作，並且在 98 年才把第一片

攔污柵全數切割取出。之後又於取水塔外增加抓斗一台，如此能安全地抓取淤積物及流木，清淤效能上大幅提升，99年、100年陸續將第二、三片防污柵切割清出，之後再放入4片新的攔污柵。第一至三片攔污柵是倒塌，但第四片是擠壓卡死於取水塔底，若切割作業稍有不慎，恐怕會危及水下人員安全，因此，第四片取出作業花更久的時間，整個攔污柵被分解成60塊拆卸，終於106年全數取出並重新焊接復原並在此展示。」



- (5) 這一根就是當時艾利風災清出的一根漂流木，巨大的木材不難想像當時對水庫設施造成多大的損害。
- (6) 大黑龍：93年中度颱風艾利帶來暴雨，將上游泥沙沖刷至石門水庫，為石門水庫帶來2,800萬立方公尺的淤積量，原水濁度高，嚴重影響自來水供應，以致桃園及板橋新莊地區共16個鄉鎮市全面停水18天，共約60萬戶、180萬人受影響。
- (7) 南桃園的供水原來是由水庫的石門大圳進水口取水，但因取水口(入口標高193.5公尺)的原水濁度遠超過自來水淨水場處理能力，南桃園幾乎無水可供，因此採用「後池緊急抽水作業」。由於泥沙有重量，高層的水較低層的水濁度低，改由取水口較高(入口標高220公尺)的排洪隧道間歇放流低濁度原水至後池，稀釋再設法由後池抽水到淨水場，加上原本後池到三坑抽水站沒有管線相連，必須臨時由後池設置抽水設備及導水管路至三坑抽水站。

- (11) 排砂隧道：係將既有石門發電廠 2 號機壓力鋼管銜接新建排砂壓力鋼管改為專供排砂專管，降低石門水庫淤積速率以延長水庫壽命。經過艾利風災的考驗，石門水庫也更進化了，也因為過去的經驗累積，才有今日的進步。



3. 據點編號與名稱：S303-排洪隧道

- 據點次主旨：排洪對維繫水庫性命相當重要。
 - 解說重點摘要
- (1) 石門水庫排洪排砂設施眾多，依設計流量由小到大為永久河道放水道(34 立方公尺/秒)、發電鋼管(58 立方公尺/秒)、排砂隧道(300 立方公尺/秒)、排洪隧道(2400 立方公尺/秒)、溢洪道(11400 立方公尺/秒)。颱風期間水庫操作放流，依情境可分為調節性放水、洩洪及排砂。
 - (2) 石門水庫於颱風或豪雨期間，入庫流量 1000 立方公尺/秒以下時，為預降水位，經由溢洪道或其他設施放水，稱做調節性放水。操作上先經由發電鋼管滿載發電放水，再依序全開永久河道放水道及排砂隧道，仍須加大放流時再開啟排洪隧道。
 - (3) 洩洪則是入庫流量在 1000 立方公尺/秒以上時放水。是入流量大小調整加大放流量，或排洪隧道和溢洪道聯合操作。
 - (4) 排洪隧道並不是石門水庫一開始建設時就規劃蓋好的排洪設施。石門水庫工程接近完成之際，民國 52 年葛樂禮颱風

帶來破記錄的洪水，險造成大壩溢頂，加上後續風災讓臺北地區受災甚大，便提議於大壩右山脊腰部增建排洪隧道以增強水庫的洩洪能量。

- (5) 排洪隧道共兩條，可將水庫部分洪水免經溢洪道直接排放至後池，每條隧道最大設計流量為每秒 1,200 立方公尺，是石門水庫第二大排洪設施。每一次的颱風，對水庫營運都是一場考驗，也唯有北水局兢兢業業，克服上天給的挑戰，我們才有安全乾淨的水能用。

4. 據點編號與名稱：S304-南苑

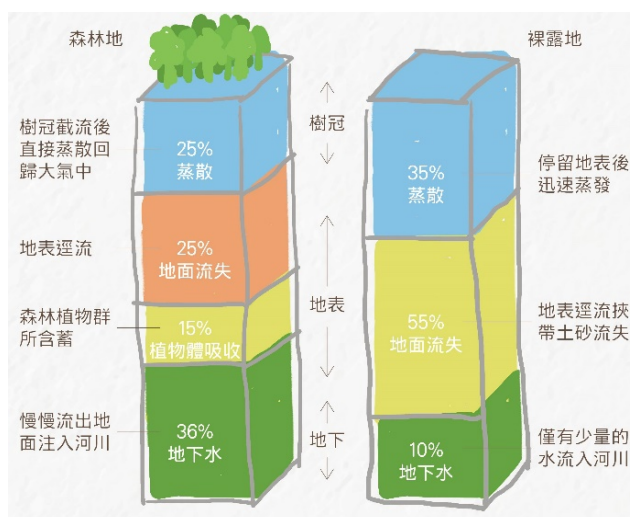
- 據點次主旨：森林涵養水份，水土保持是水庫延壽的解方。

- 解說重點摘要

- (1) 鋪面：為了方便人車行走，我們會在地面鋪上鋪面，比較常見的鋪面有瀝青、水泥、PU 這些人工材質，也有天然的材質如草皮、泥土、木頭(木棧道、木屑)、石頭(石板、碎石)，也有介於中間的如植草磚等。這些材質的分類除了人工和天然，透水性也是很重要的一環，如果依透水性來分，哪些會被分在透水性高、哪些被分在透水性低呢？
- (2) 透水鋪面：能讓雨水能夠滲入土壤，減少地表逕流、減少積水、行人滑倒車子打滑的機會。雨水滲入土壤還有什麼好處？當下雨時，就怕雨水直接沖刷地表、夾帶土石往下游移動。想像一下，當水從大氣中經由降雨，落在一片空曠的土壤或是森林時，從地面流失的雨水比例是多少呢？植物可以幫助形成土壤之管狀孔隙或孔洞、以及表土形成較低的密度和較好的團粒結構，都可以使得雨水入滲地下的水量增加。
- (3) 擁有森林的土地大約可減少 40% 的水流失，森林本身也可以儲蓄部分水量。也不要小看森林底下的落葉堆，有機質落葉層積水量高達其重量的 20~40 倍，能有效增加地下水

的含量，有利補充河川的水源。

- (4) 像是長得如雨傘形的樹木，因為樹冠比較寬廣，如果葉子又茂密的話，就可以先攔截雨水，降低雨水直接沖刷地表的機會，減少了雨水到達地表面的體積，並延緩了下游的集流時間及削減了下游的洪峰流量，在小雨時植物截留比例甚至幾乎可達 100%。
- (5) 土壤如果沒有良好的保護，受到雨水的作用，就會發生沖蝕，結果把泥砂帶入河流中，使河川的水污濁，或是發生土石流。



- (6) 看似不會動的森林其實很忙，而我們也從中獲益。因為被森林留下的雨水，成為環境中生物重要的水源補充，也成為我們可以利用的淡水資源。將森林這片水銀行(綠色水庫)顧好，未來就有源源不絕的水利息(水資源)可以領取。

5. 據點編號與名稱：S305-環境教育館

- 據點次主旨：多元清淤讓水庫延壽，捍衛乾淨和永續的飲用水。

- 解說重點摘要

- (1) 石門水庫集水區因夏季強降雨的特殊降雨條件，加上區內近六成的地區是坡度大於 55% 陡坡，而地質岩性以硬頁岩、砂頁岩、砂岩為主，此種頁岩易受風化作用影響，含

有泥質或玢質黏土，是細顆粒泥質土之主要來源。如此嚴峻的地形特徵，以及集水區內果園與其他人為開發行為，造成集水區崩塌所產生的泥砂與淤積問題，這是水庫管理單位面對最為棘手之議題。

(2) 水庫原本 3.09 億立方公尺的容量，目前約僅剩 2 億立方公尺，約淤掉 1/3。重生後的石門水庫，除克服了颱風過後高濁度對公共給水供水之影響，對於淤積問題，更採行多元清淤手段，期能泥砂進出平衡，以確保現有庫容之維持。

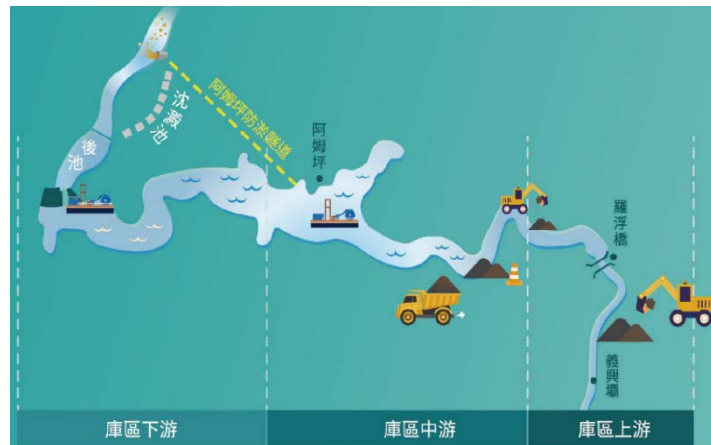
(3) 多元清淤：

- I. 在庫區上游自民國 95 年起執行陸挖。上游設置攔砂壩，由於庫區上游淤積物多為粗顆粒有價料，在義興壩和羅浮橋下以挖土機挖泥清淤送往砂石場。
- II. 庫區中游自民國 66 年至 93 年期間執行抽砂和陸挖，111 年起阿姆坪防淤隧道啟用後，執行複合式清淤。用機械抽砂和水力排砂，讓泥沙經過隧道繞過庫區排入大漢溪。阿姆坪防淤隧道完成後，平時抽泥經由隧道上方的輸泥管輸送至出口，篩分後細泥放淤於沖淤池。颱風洪水時沖淤，使淤沙回歸大漢溪出海。



- III. 庫區下游自民國 74 年起，平時以抽泥船於區內來回抽泥，確保出水口不會淤積，以維持出水功能，抽泥船將泥水抽至沉澱池放淤，沉澱池部分靜置 1 年，待泥水水量下降後外運台北港利用。102 年起使用排砂隧道水力排砂，排砂隧道由發電鋼管改建，配合颱風洪水期間可將高含砂量混濁的水以每秒 200 立方公尺的水

量高壓快速排出。



- (4) 水價：在台灣一杯 250c.c.的水只要 0.002 元，比照先前提到的工程，這樣看起來水費還真的很便宜。事實上，台灣的水費跟各國相比是世界第三低，每度水僅 9.24 元，跟各國相比，丹麥水費最貴，每度要 91.5 元；英國、比利時也都破 70 元；美國、日本 30 幾元。
- (5) 一度水就是 1000 公升，也就是 250 公升的浴缸可以裝 4 缸；一般家用洗衣機可以洗 5 到 6 次；馬桶可以沖 77 次。只要 9.24 元，26 年沒漲過。
- (6) 根據國際水協會（International Water Association, IWA）107 年針對 39 個國家（或地區）和 198 個城市發布的「水務統計」，台北家戶每日用水量高達 326 公升，在有公布資料的 173 個城市中排名第 8，在 30 個國家首都中更是排名第 2，比東京高出近 5 成。
- (7) 臺灣自來水跟各國比起來用量大，關鍵在於水費低，研究人員觀察各國「水費負擔率」與「人均用水量」的關係，可發現隨著「水費負擔率」上升，「人均用水量」有逐漸下降的趨勢。換言之，自來水價格越低，用水量就多。因此要降低人均用水量，捷徑之一或許就是調高自來水價格。
- (8) 自來水費到底要不要漲，大家心中各有一把尺，經過這次的解說，希望大家都能體會水資源的珍貴，回去後每次開水龍頭，都能想到發生在石門水庫的故事，也更能珍惜水資源。

四、穿越古今的水

1. 據點編號與名稱：S401-環教館後門

● 據點次主旨：水無所不在，人的生活離不開水。

● 解說重點摘要

- (1) 請參與者分享生活中和水有關的事情，例如食：種植、養殖食材、烹飪、泡茶和咖啡；衣：染布、洗衣；住：自來水系統、汙水處理系統、水力發電；行：航運；育：水資源教育；樂：游泳池、三溫暖、海水浴場、溯溪、溪釣海釣。
- (2) 早期考古學家們對臺灣的考古所得，發現桃園境內有 23 處史前先民的遺址，其中屬於山麓區的有 20 處，海濱區的有 3 處。山麓區的全在大溪附近，如大溪街上、中新、三層、頭寮、枕頭山區麓等。大溪的地勢甚佳，依山臨水，可獵可漁，確為史前人類最理想之居住地帶，學者已認定，大溪是桃園市最早有人類聚集居住的地方，可以見得水源對人類生存的重要性。
- (3) 水也是啟動人類文明的關鍵。水是人類生活的重要資源，特別是農業需要大量水進行灌溉，人類文明的起源大多都在大河流域，如尼羅河流域的古埃及文明，兩河流域的巴比倫文明以及長江黃河流域的中華文明等。早期城市一般都在水邊建立，以解決灌溉、飲用和排污問題。水道同時也解決了運輸問題。現代工業農業更是大量需要用水。因此水的分布對經濟布局有重要的影響。此外，人類也通過水路運輸來載運旅客和貨物，發展經濟。
- (4) 接下來將帶大家跟著水的腳步，來看看水跟人類生活、生產與生態的故事，而這個故事要從數萬年前說起。

2. 據點編號與名稱：S402-後池堰

- 據點次主旨：大漢溪河階地形橫跨古今，人民在此安居樂業，一切因為有水。

- 解說重點摘要

(1) 大漢溪發源於雪山山脈，溪水由東往西流，流出石門峽後，轉了超過 90 度，最後流到臺北盆地與新店溪共同匯入淡水河。形成這個大轉彎的主要原因是數萬年以前發生的河川襲奪。桃園臺地本來是由古石門溪沖積而成的地形，隨著沖積扇南側不斷地隆起，河道由西南逐漸改道向東北；加上發生地殼變動，臺北盆地下陷，新店溪向源侵蝕加強，最後發生河川襲奪，搶走古石門沖積扇上游的水源，使得在石門以下的河道轉向東北流，流入臺北盆地。



(2) 大漢溪成為襲奪河後，由於水量激增，導致河流侵蝕力突然改變，因此容易在河谷兩側形成河階地形，在溪兩岸有一階一階的平坦地，對稱分布在河道的兩岸。在桃園大漢溪有非常漂亮的三階河階，第一階是現稱月眉的地方，比河床高出 40 公尺而已，比較容易受到受到洪水侵襲，第二河階由於交通和取水便利性佳，最終發展成人口聚集的大溪市區，第三階則是現稱三層的地方，比河床高 200 公尺以上。每一階都代表河川侵蝕力突然改變。



- (3) 至於古石門溪轉向北流之後，被遺棄的下游變成了斷頭河，現今殘留下來的有南崁溪、老街溪、社子溪及鳳山溪，這四條河川的共同特徵就是河道短、水量小，平時乾枯，大雨時會有淺淺溪流，因此先人開墾臺地僅能以興建埤塘來克服缺水的窘境。
- (4) 桃園臺地流傳三年兩大旱，在缺乏水源的情況下，農作生產不易，聚落難以形成，一直到道光年間，才開始有大量漢人入墾，因為興建埤塘技術層次低，不須花大資金、勞動力需求極低，因此桃園地區獨資修築較多的埤塘；桃園也因私人埤塘多，素有「千埤之鄉」之稱。
- (5) 清朝乾隆年間(1741年)興建了霄裡大圳，也為桃園記載最早的水利開發。霄裡是現今桃園八德的位置。而當時桃園台地上的埤圳建設多為民間宗族主導，水權掌握在特定人士手中。
- (6) 到了日治時代，有鑑於過去埤塘大多由家族宗祠私人集資所主導，常會有搶水搶地的械鬥事件；也因為水源被少數人壟斷、民間經營年久失修危害公共安全；一遇到乾旱，紛爭四起危害秩序。因此水權公共化成為日本臺灣總督府促進灌溉事業中最重要的政策，而水權官方管理，實行計畫性灌溉，提高灌溉效率。
- (7) 日治時代官方透過指定的公共埤圳，以及興建桃園大圳的設施，使水權逐漸轉向公共化，以提升桃園臺地水稻田的

面積提升，增加產量。

- (8) 現在看到的桃園大圳取水口，不是原來日治時期興建的，當時是在大漢溪上游石門峽，也就是現今石門水庫大霸左岸之處，設取水口引取河水。因為蓋了石門水庫，才重新調整桃園大圳取水口的位置。
- (9) 我們說到石門水庫供給北臺灣的用水，不過水到底怎麼由水庫分送出去的呢？石門水庫的供水經由石門大圳、桃園大圳及下游的鳶山堰三部分來完成。石門大圳從石門水庫取水，除供應桃園臺地地勢較高的南桃園之農田水利署石門管理處灌區用水外，也是南桃園公共給水之主要來源。桃園大圳從後池取水，主要供應桃園臺地地勢較低緩的北桃園之農田水利署桃園管理處灌區用水，也供應北桃園部分公共給水。鳶山堰位於石門水庫下游大漢溪主河道上，水源來自石門水庫放流水及水庫下游側流量，主要供應北桃園及新北市板橋新莊地區公共給水。
- (10) 石門水庫自 91 年開始民生及產業用水超越農業用水，如今農業用水約佔 4 成，民生用水(含產業)約佔 6 成。石門水庫灌溉的區域包含桃園大圳、石門大圳灌溉區 36,500 公頃，在公用給水方面提供桃園市、新北市、新竹縣 32 鄉鎮區每日 120 萬立方公尺（板新、大湳、石門、平鎮、龍潭淨水廠），約一天要提供 480 座奧運標準泳池(2500 立方公尺)的水量。
- (11) 水圳和石門水庫翻轉了桃園臺地原本缺水不適農耕的命運，桃園臺地因此成為北臺灣最重要的穀倉。譬如有名的米種「桃園三號(新香米)」，是農委會桃園區農改場經 10 多年所育成的水稻新品種，因為有濃厚的芋頭香而受大眾青睞，也獲得農糧署舉辦的米比賽例如臺灣經典十大好米、精饌米獎冠軍等殊榮。而桃園市各地區農友種植的稻米，也經常獲得全國米產地冠軍賽冠軍。

(12) 大漢溪河階地形橫跨古今，人民在此安居樂業，一切因為有水。

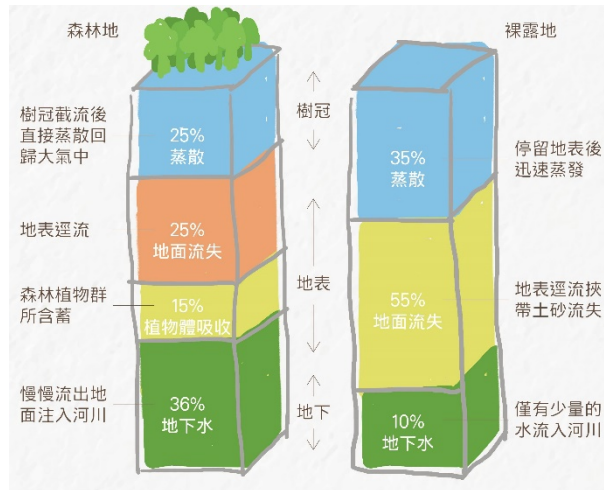
3. 據點編號與名稱：S403-槭林公園(楓香、樟樹林)

● 據點次主旨：森林涵養水份，水土保持是水庫延壽的解方。

● 解說重點摘要

- (1) 跟著水的腳步，我們來到了一片樹林，現在想請大家先在我身邊圍個圈、安靜坐下來。請大家眼睛先閉上，深深吸一口氣、吐氣(重複3次)，慢慢感覺到自己融入樹林中，並覺得舒服自在。現在想請大家嘗試去聞樹林裡的各種氣味，用手掌觸摸地表，感受一下草地、石頭、落葉、小樹枝等不同材質自然物摸起來的感覺。大家把眼睛張開，可以抬頭看看頭頂廣闊茂密的樹枝、樹葉，感受一下它們在天空伸展枝桠、形成這幅美麗的畫面。現在請大家把視線集中回到解說員的身上。
- (2) 解說員請幾位參與者發表靜心體會後的感受。
- (3) 各位在這個樹林裡有感受到水的流動嗎？森林並不生產水，但是它能從雨水落到樹冠之際開始，到形成溪流為止，森林的樹冠及地被物都可以截留降水。森林可以促進土壤的透水性，也可以藉蒸散作用，消耗土壤中的水分，增加土壤吸水的能力。因此，良好的森林地比裸露地的洪水發生機會較少。
- (4) 想像一下，當水從大氣中經由降雨，落在一片空曠的土壤或是森林時，從地面流失的雨水比例是多少呢？植物可以幫助形成土壤之管狀孔隙或孔洞、以及表土形成較低的密度和較好的團粒結構，都可以使得雨水入滲地下的水量增加。

- (5) 擁有森林的土地大約可減少 40% 的水流失，森林本身也可以儲蓄部分水量。也不要小看森林底下的落葉堆，有機質落葉層積水量高達其重量的 20~40 倍，能有效增加地下水的含量，有利補充河川的水源。



- (6) 像是長得如雨傘形的樹木，因為樹冠比較寬廣，如果葉子又茂密的話，就可以先攔截雨水，降低雨水直接沖刷地表的機會，減少了雨水到達地表面的體積，並延緩了下游的集流時間及削減了下游的洪峰流量，在小雨時植物截留比例甚至幾乎可達 100%。
- (7) 而土壤如果沒有良好的保護，受到雨水的作用，就會發生沖蝕，結果把泥砂帶入河流中，使河川的水污濁，或是發生土石流。
- (8) 看似不會動的森林其實很忙，而我們也從中獲益。因為被森林留下的雨水，成為環境中生物重要的水源補充，也成為我們可以利用的淡水資源。將森林這片水銀行(綠色水庫)顧好，未來就有源源不絕的水利息(水資源)可以領取。
- (9) 石門水庫位於大漢溪中下游，水庫以上的大漢河流域就是水庫的集水區，石門水庫的集水區一半在桃園市復興區、一半在新竹縣尖石鄉。我們常說要做好集水區的水土保持，有人說：「水土保持，只要多種樹就好了。」然而這句話對水土保持而言只說對了一半。種樹也要因環境而種植

合適的樹，才會達到水土保持的功能。

- (10) 水土保持的植物有三個特色：茂密樹冠、根系深與耐旱。
茂密樹冠：樹冠可以降低雨水的動能，減低雨水直接衝擊土壤的速度。深根：根部越深可以抓住土壤，留住水分。耐旱：因為許多崩塌地都較為乾旱，水土保持就需要耐旱的植物。現在我們起身，一起來認識這裡種植的水土保持植物。等一下觀察樹木的過程中大家可以觸摸樹，觸摸樹皮、觀察樹冠茂密或是稀疏？樹根是裸露或埋於土壤下？並觀察樹上是否有其他的昆蟲或鳥兒等生物走動、停留？
- (11) 樟樹：常綠喬木，樹高可達 40 米；散發樟樹的特有清香氣息。樹皮暗褐色，有縱裂溝紋。樹冠層枝葉濃密、樹形美觀、樹根可長達土壤，可作行道樹及防風林。因木質芳香，抗蟲害、耐水濕，不易腐朽。可作建材、造船、家具、雕刻用。枝幹可提煉樟腦油，是台灣早期樟腦、茶葉、蔗糖三大外銷出口產業的榜首，曾讓台灣榮膺「樟腦王國」的美譽。
- (12) 樟樹與童玩：大陀螺是兒時的樂趣，現已不流行了。舊時陀螺錐形，上坪下尖，下方中心有根鐵釘，若木頭不夠硬，就容易被釘壞，因此木材的選用有所謂「一樟、二瓊、三埔姜、四苦棟。」意旨用樟木製成的陀螺，旋轉時會嗡嗡作響，很厲害很有氣勢。
- (13) 雖然現在臺灣提煉樟腦的產業已經式微，現在的孩子也不再打傳統陀螺了，不過樟樹仍很常出現在你我的身邊，例如在學校、公園，或是種在路邊作為行道樹，它遍布於臺灣中低海拔的山林之間，每棵樟樹就像是一把傘，庇蔭著這塊土地。
- (14) 楓香：落葉大喬木，台灣的原生樹種，適於固土防塌。楓香紅葉的形成和許多落葉樹種一樣，由於溫度的改變，葉片內的花青素(紅色)、葉黃素(黃色)就會取代了葉綠素，溫

度越低，時間越久，紅、黃葉的現象會越來越明顯而美麗，因此每年冬天東北季風將寒流吹過，就會讓楓香吹出楓紅。落葉後的楓香留下滿樹的帶刺蒴果另有一番風味。

(15) 我們認識了在森林中的水後，接下來要帶大家認識生活中的水資源。

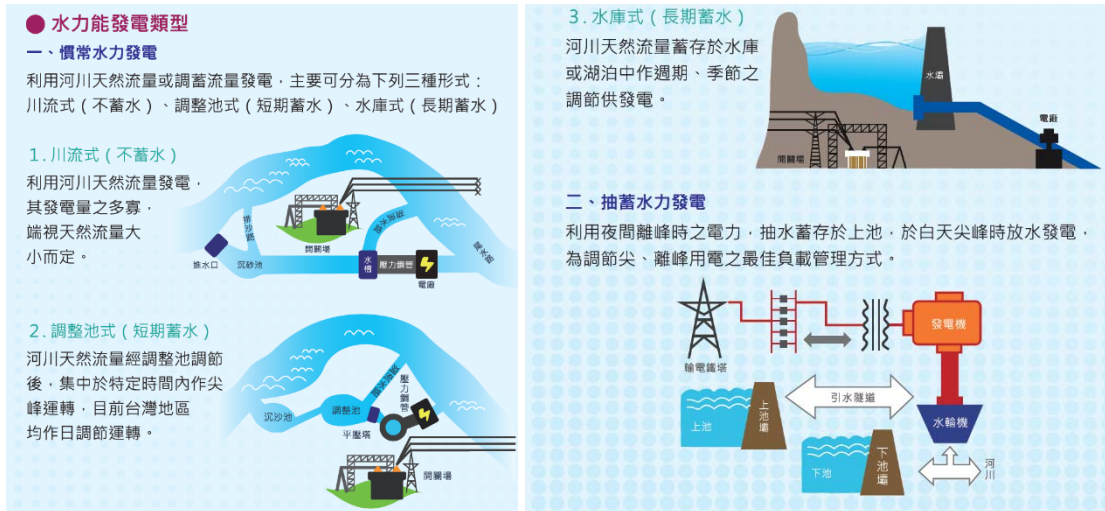
4. 據點編號與名稱：S404-石門電廠

● 據點次主旨：水能轉成有價能源。

● 解說重點摘要

- (1) 詢問參與者知道發電的方式有哪幾種呢？石門電廠又是哪一種方式發電的電廠？有沒有人知道電廠為什麼要建在這裡？
- (2) 石門電廠位於石門大壩下方的右側，是利用位置的高低落差，讓庫區的水從高處降下的位能，推動水輪發電機的扇葉，進而產生電力，再經由輸變電設備傳送電力。發電過後的水(尾水)排入後池蓄積調節，供桃園大圳及大漢溪下游灌溉給水使用。
- (3) 石門電廠內有 2 部水輪發電機，一年可提供約 2 億度的電量，由台電公司經營管理。那麼電廠是每天都在發電嗎？水庫為了要做到一水多用的原則，當北水局需要放水時，會聯絡石門電廠啟動發電機，有時台電需要啟動電力時也會聯絡北水局放水發電，這兩單位是要相互配合，以達到充分利用水資源。

- (4) 石門電廠這種水庫式(長期蓄水)水力發電屬於慣常水力發電，就是利用河川天然流量或調蓄流量發電，不過水庫式水力發電會因為水情緊或枯水期時無法水力發電，加上建水力發電廠成本高，臺灣不再適合發展大型水力發電。



- (5) 慣常水力發電依蓄水程度還可分為不蓄水的川流式和短期蓄水的調整池式。川流式水力發電發電站堤壩較小，有的甚至無堤壩，流經的水若不發電就立刻流走，無法儲存，不過優點是成本較低且對環境的衝擊較小，台灣大多數的水力發電都是採川流式。另外一種是抽蓄水力發電，利用夜間離峰電力抽水蓄存於上池，白天尖峰時段放水發電，以調節尖峰、離峰用電的最佳負載管理方式，例如利用日月潭水庫發電的明潭發電廠。

- (6) 水力發電和風力、太陽能、地熱被歸類為再生能源發電，目前台灣主要發電量仍靠火力發電(非再生能源)供給(約佔8成)，但火力發電一度電的碳排量為508公克，水力發電一度電的碳排量為13公克（儲存設施=10公克，發電設備=3公克），相較之下再生能源除了不用擔心能源耗竭之外，更能降低溫室氣體排放。

- (7) 能源轉型是世界趨勢，也是政府極力推動的目標，台灣能源轉型以減煤、增氣、展綠、非核之潔淨能源發展方向為規劃原則，確保電力供應穩定，兼顧降低空污及減碳。展

綠指的是擴大再生能源推廣，經濟部訂定 114 年再生能源發電占比 20% 政策目標。再生能源包含慣常水力、地熱、太陽光電、風力、生質能、廢棄物，水力是台灣發展最成熟的再生能源，但因國內優良水力場址多已開發利用，因此未來將朝向小水力發電發展。

- (8) 我們一開始看到水能形塑地形、發展文化，在生態系中的水也能提供生態性服務，為人所利用。而在這裡更看到水的高經濟效益，水能夠轉成有價能源，也拓展了我們對水功能的認知與視野。

5. 據點編號與名稱：S405-溢洪道

- 據點次主旨：水庫的保命拉鍊。

- 解說重點摘要

- (1) 溢洪道是水庫必要的安全措施，主要的功能是排泄大壩上方的洪水，避免土石壩遭洪水漫淹溢流導致毀壞。土石壩的溢洪道不可與壩身在一起，故石門水庫溢洪道建於大壩右側山脊，設有弧型閘門六座，最大排洪量每秒 11,400 立方公尺。每到颱風汛期需排洪時，水瀑就從 5 層樓高的溢洪道排放飛越至後池，當然，為了安全起見我們現在站的這段路就會封閉。
- (2) 溢洪道就像是水庫的保命拉鍊，沒有它水庫有潰堤的大危機，從桃園到臺北三峽、土城、板橋、萬華一帶無一能倖免，可能你我的居住安全都會受到威脅呢！
- (3) 水怒為洪，能載舟，亦能覆舟。每當颱風季節的豪雨，或持續下雨的梅雨季來臨時，因為雨量太大，河水暴漲並挾帶大量土石衝向山下，造成水患。此時水庫就可以把洪水擋下來，並減緩其衝擊力以消除水患，具有防洪的功能。蓄水是為了留住水，像我們居住的地方降雨量在區域、季節都分配極不均勻，所以容易造成乾旱，因此興建水庫好

留住寶貴的水，並將水滌淨供應給民眾使用。

6. 據點編號與名稱：S406-石門水庫汗水處理廠

● 據點次主旨：取之於自然，用之於自然。

● 解說重點摘要

- (1) 我們用的自來水，經過水庫蓄水，配送到淨水場淨水，再透過管線配送至住家供我們使用。現在來到今天活動的最後一站—石門水庫汗水處理廠，來看看我們生活中使用過後的汗水，最後經過哪些過程，回到溪流中。
- (1) 家裡面會用到水，用過的水不管是沖廁所或是洗衣物的水統稱為家庭汗水，家庭汗水是用過的髒水，汗水中有油脂、有機物、清潔劑及致病微生物等，如果沒有處理就排入河川，易造成臭味四溢、滋生蚊蠅。
- (2) 汗水流出家門進入污水下水道，不久就流到污水處理廠。流入污水處理廠之後，首先將身上的砂土和粗大垃圾去除。然後在慢慢流動中，使泥沙池未掉落的污物掉落。之後再流到有各種微生物及灌入空氣使其充滿活力的反應槽，這些微生物稱為活性污泥，吃了污物而且會繁殖更多的微生物。在反應槽裡所形成的活性污泥就在這裡沉澱，與處理過後的水脫離，而污泥則可再利用。經過充分處理後，水就流入消毒池消毒，這樣就可以再回到河川、海洋了。
- (3) 我們接下來請汗水處理廠的解說員，更詳細說明汗水處理的過程(請汗水處理廠員工說明)。
- (4) 那麼為什麼石門水庫也要有一座汗水處理廠呢？因為石門水庫有遊客也有員工，他們在這邊活動也會產生汗水，若排入水庫，將導致水質惡化、發臭或優養化，更容易造成病媒孳生，影響水庫水源水質清潔與安全，因此還要在石門水庫還要設置一座汗水處理廠，有效提升排放水質。

- (5) 看完了汙水處理的過程，其實汙水處理不只是汙水處理廠的工作，我們自己也能幫忙維護河川乾淨的水。例如家中廚房的廚餘及油炸後的廢油，不能讓它任意流出，以免污染河川、阻塞管線或影響污水廠的微生物反應。另外只有衛生紙可沖入廁所，其他的都不能投入，以免阻塞管線。洗衣服時，應準確地量測清潔劑的使用量，不要使用太多清潔劑，除了浪費，也會造成污染。
- (6) 水是我們生活上的必需品，我們每天用了很多的水，水一旦髒了要再恢復乾淨，要費很大的功夫，因此在我們的生活中，髒了的水也不要任其流出，而應排入污水下水道經汙水處理廠處理，才不會造成河川的污染。
- (7) 今天我們一開始跟著水穿越道數萬年前，看到水形塑了河階地形，大漢溪的河川襲奪也讓桃園臺地發展了高度的埤塘文化，之後蓋了桃園大圳，才讓桃園成為北臺灣重要的穀倉。然後我們走進一片樹林，了解了森林是綠色銀行，能幫我們儲水。而到了石門電廠看到水的高經濟效益，水能夠轉成有價能源，經過溢洪道看到了防洪工程的重要性，最後在汙水處理廠理解了汙水處理的過程。我們跟著水從古到今走了一圈，從生活、生產和生態三個面向來看水跟人的關係，希望今天的旅程能讓大家更瞭解水，也更認識石門水庫。

附錄五、新編修石門水庫環境教育課程教案

一、石門水電何處來

單元一：石門電廠解密

◆單元目標：

1. 認識電廠發電機、變電設備等功能。
2. 了解水力發電的過程。

◆課程時間：30 分鐘。

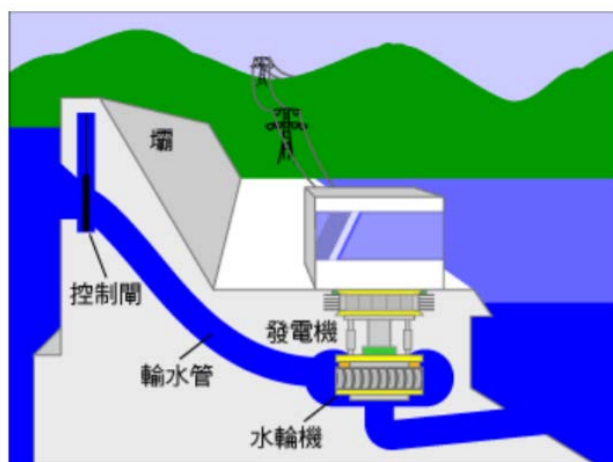
◆課程地點：石門電廠。

◆課程器材：發電解說圖。

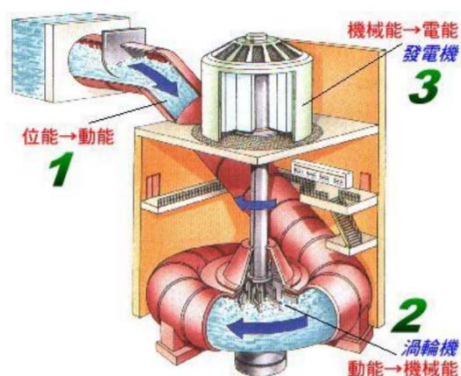
◆課程流程：

1. 介紹工作人員與環境：「歡迎大家來到石門水庫，先自我介紹，我是 OOO，今天還有其他教學人員，有：OOO、XXX（叫到的教學者向大家揮手致意），掌聲歡迎！今天我們教學團隊會一起為大家服務，若有其他需要協助的地方，請隨時告訴我們。」
2. 教學者致歡迎詞：「大家今天來到石門水庫，石門水庫位於桃園市境淡水河最大支流大漢溪上，行政區跨大溪、龍潭、復興三區，原建庫主要標的為灌溉與防洪，目前其調節供應公共給水之功能愈形重要。」
3. 教學者引言：「石門水庫的水來自海拔 3524 公尺的品田山，一直順流而下到石門水庫海拔 245 公尺屬於山高水急的地形，水源保存不易，水庫秉持一水多用的理念善用水資源，今天要跟大家來談談石門水庫的功能之一的發電，同時認識石門電廠。」
4. 介紹電廠設施、功能、發電原理，內容包含：

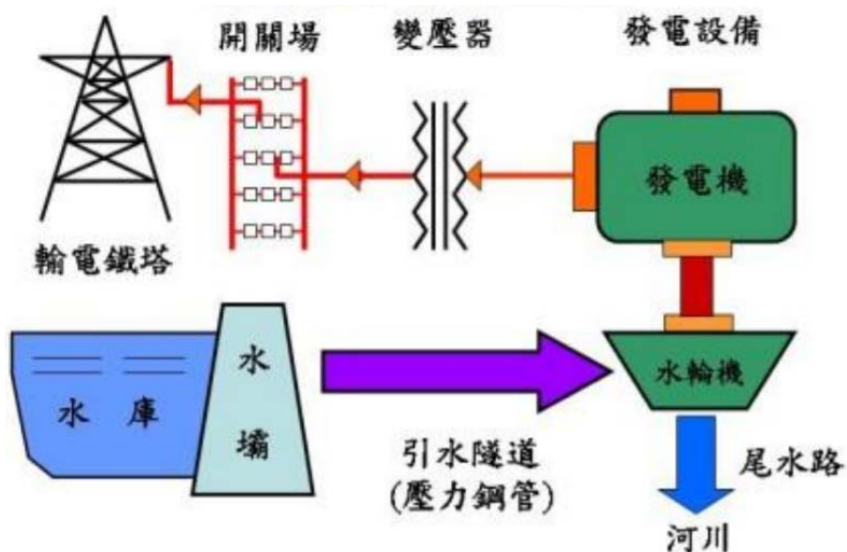
- (1) 水力發電需要幾個重要的設施，主要由擋水建築物（壩）、洩洪建築物（溢洪道或閘）、引水建築物（引水渠或隧道，包括調壓井）及電站廠房（包含水輪機、發電機、高壓輸電開關廠）組成。



- (2) 因為有水壩的建設，才能將水位提高，利用高低落差的水流力量推動發電機。
- (3) 透過位能的水沖水輪機，水輪機即開始轉動，如果我們將水位提高來沖水輪機，可發現水輪機轉速增加。我們將發電機連接到水輪機，發電機即可開始發電。因此可知水位差愈大則水輪機所得動能愈大，可轉換之電能愈高。
- (4) 當水力發電廠水庫裡的水往下落時，位能轉化成動能（位能→動能），推動水輪機渦輪機旋轉（動能→機械能），並驅動發電機產生大量的電力（機械能→電能）。



- (5) 水輪機轉動後帶動發電機旋轉，發電機建立電壓，並於斷路器投入後開始將電力送至電力系統。



5. 教學者小結：「相信大家都了解了電廠的運作，待會我們會搭車經過石門土石大壩到環境教育館，經過水力發電相關設施時再跟各位說明。」

◆單元評量：

1. 能說出水力發電的原理。

◆提醒事項：

1. 集合時請遊覽車停於電廠西邊車道口。

◆補充資料：

水力發電 <http://www.vr.ncue.edu.tw/esa/b1013/ch04.pdf>(110/10/30 擷取)。

單元二：飽覽大壩風光

◆單元目標：

1. 認識石門水庫發電相關設施。
2. 知道石門水庫發電相關設施的功能構造。

◆課程時間：20 分鐘。

◆課程地點：遊覽車上。

◆課程器材：無。

◆教學流程：

1. 教學者說明：「石門電廠只有在水庫需要放（用）水時，或者台電需電時才會發電。現在我們在遊覽車上，可以看到其他和發電有關的設施。
 - (1) 設施 1—發電進水口：位於取水塔的左側，這座塔錨定於右山脊上游面堅硬岩盤上，發電進水口在山壁上開鑿隧道，以壓力鋼管引水至電廠。
 - (2) 設施 2—石門土石大壩：大壩為水庫蓄水主要構造物，石門水庫大壩原設計為混凝土拱壩，施工過程中因地質因素考量，變更為土石壩。石門水庫土石大壩，最大壩身高度 133.1 公尺，為全台第二高土石壩，壩身中央為不透水心層，功能為阻水防滲；心層上下游側為殼層，由具透水性的土石料堆築而成，目的在鞏固及穩定壩身。土石材料開採於附近關西臺地及大漢溪河床，可以說是最佳綠色環保材料。大家觀察一下水壩目前蓄水的位置，與剛剛在發電廠的位置，有看到水位的高低差嗎？也因為有落差，才能創造位能轉動能。
 - (3) 設施 3—尾水道：石門電廠發電後的水經過水輪發電廠機發電之後，經過尾水道排入後池蓄積調節，再利用作為桃

園及下游一帶給水、灌溉之用。

(4) 設施 4—後池及後池堰：後池由攔河的後池堰截水攔蓄而成，主要功能是提供桃園大圳及下游灌溉用水，後池的水源來自石門電廠發電用後的尾水，有效蓄水量為 220 萬立方公尺，可蓄存電廠 5 小時尖峰發電後之水量，滿足所需之灌溉水量。

2. 教學者小結：臺灣光復初期發電量少，石門電廠的裝機容量占當時台電公司全臺總裝機容量的 8%，年發電量則占全臺約 3%，可見石門水庫在當時扮演電力供應很重要的角色。當然現在因為發電技術日新月異，石門電廠僅佔了千分之一。我們現在已經知道水庫發電運作需要哪些設施，待會我們會到南苑進行下一個活動，之後活動要分 3 組進行，請老師協助分組，謝謝。

◆單元評量：

1. 能認識石門水庫發電相關設施。
2. 能知道石門水庫發電相關設施的功能構造。

◆提醒事項：無。

單元三：位能、動能、電能**◆單元目標：**

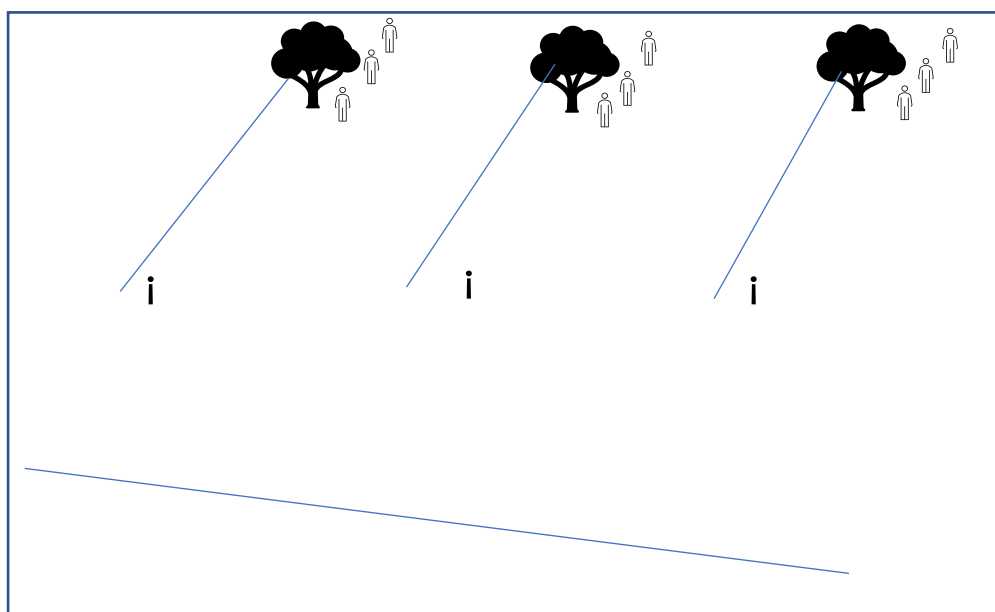
1. 體驗水力發電由位能變成動能再轉成電能的歷程。
2. 透過合作學習，培養團隊合作及和諧相處的能力。

◆課程時間：30 分鐘。**◆課程地點：石門水庫南苑。****◆課程器材：特多龍繩 10 公尺 4 條、登山扣環與 330c.c.寶特瓶水 30 組、登山杖 3 根、營釘 3 根。****◆課程流程：**

1. 到活動場後先請學生將所攜物品集中一區放好，將學生分成人數相同之三組，排成直線站在大樹後方。
2. 教學者引導：「大家看到的石門水庫電廠，位於石門大壩下方的右側，為什麼要設在大壩的下方呢？(請學生回答)沒錯，是利用位置的高低落差，讓水落下來的位能，推動葉片產生動能後到發電機產生電能。」
3. 教學者說明並示範規則：「
 - (1) 現在我們要來幻化成水分子，體驗水力變成電力。待會每個人要過三關，第一關是『位能』，拿出小水瓶掛在繩索上，讓水瓶從高處落至低處，然後喊一聲『位能』奔跑至第二關。
 - (2) 第二關是『動能』，解開水瓶拿在手上，拿起登山杖立在地上，頭抵雙手放在登山杖，彎腰旋轉 5 圈，轉的時候要喊聲『動能』，代表推動葉片產生的動能，注意旋轉的時候要注意安全，不要踢到旁邊的繩索，完成後將登山杖放回原位。

- (3) 第三關是『電能』，帶著水瓶邊喊『電能』邊直線衝過終點線就算過關，前一位隊員抵達第三關終點時，下一位隊員才能起跑，全部隊員都抵達終點後蹲下，助教才會知道是哪一組最先過關，最先過關的一組，代表發電效率最高。」
4. 安排學生開始過三關活動，教學者與助教注意學生遵循活動規則與安全。
 5. 教學者可以看時間決定是否再進行第二回合。
 6. 教學者小結：「相信大家已經把水力發電由位能變成動能產出電能這個過程，用身體動作記下來了，請大家把水瓶交給助教回收，接下來我們要到室內的教室，親自來實作水力發電機。」

場佈示意圖：



◆單元評量：

1. 能小組合作完成水力發電過程。

◆提醒事項：

1. 場地布置較費工，請助教提早 20 分鐘開始場佈。
2. 到活動場後先請學生將所攜物品集中一區放好。

單元四：水力發電實作**◆單元目標：**

1. 透過動手做來了解水力發電。
2. 培養透過實際操作探究活動探索科學問題的能力。

◆課程時間：20 分鐘。**◆課程地點：石門水庫環境教育館。****◆課程器材：水力發電成品展示 1 組、水桶 2 個、板凳、捲尺、攜帶式小白板、白板筆。****◆課程流程：**

1. 教學者引導：「還記得水力發電廠內有哪些發電設備嗎？(待學生回答)，我們現在要小組合作來試試水力發電機，大家如何讓電燈泡亮起來。」
2. 教學者介紹製作好的水力發電機成品，看到分別有電燈泡、馬達、水車扇片、沖水設備的水管。教學者先行示範，用水沖水車扇片，並讓學生觀察水的落差高度與燈泡發光間的關係。
3. 教學者請各組輪流上台實作。並請同學分工，請各組最高的同學負責拿水，也可以站在板凳上；一位同學在後方做安全維護；一位穩定板凳(請助教也協助確保安全)；一位同學負責拿捲尺量水位高度；一位同學觀察亮燈；一位同學負責將亮燈時的高度紀錄在白板上。
4. 教學者可以依照水位高度不同，讓同學分配不同角色。每一小組可以有兩種不同高度的實驗。
5. 教學者請同學發表觀察結果：
 - (1) 觀察水車轉動的現象，葉片是否正常運轉？要怎麼調整才會正常運轉。

- (2) 觀察倒水高度的變化，會有什麼影響？
- (3) 你還有什麼特別的發現嗎？
6. 學生操作水力發電時，教師和助教注意學生狀況，操作完畢請學生上台報告實驗結果與心得。
7. 教學者小結：「有沒有覺得水力發電不是那麼容易呢？不同形式的能量可以相互轉換，水落下來的位能轉成動能推動水車扇葉，動能再經過馬達轉成電能；能量可藉由電流傳遞、轉換而後為人類所應用。」

◆單元評量：

1. 能小組合作操作簡易水力發電機。
2. 能操作、觀察、討論、做成結論並口頭發表。

◆提醒事項：

1. 操作過程中確保每位學生都有動手做。

單元五：臺灣的能源分配

◆單元目標：

1. 了解臺灣近年發電與用電現況。
2. 體認能源與水資源的珍貴。

◆課程時間：20 分鐘。

◆課程地點：石門水庫環境教育館。

◆課程器材：電費單 5 張、課程簡報、課後問卷 30 張、原子筆或鉛筆 30 隻(備用)。

◆課程流程：

2. 教學者引導：「我們已經知道發電的原理，也操作過水力發電，電力對現代人來說是不可或缺的必需品，不過大家有遇過停電嗎？停電的時候，各位有什麼感覺？(請一、二位學生回答)。可見電對大家真的很重要。那麼各位有看過家中的電費單嗎？電費單上面有記載哪些資訊呢？(待學生回答)現在發給各組一張電費單，我們來看看電費單上有什麼訊息。」(助教發給每組 1 張電費單)
3. 教學者搭配課程簡報，說明電費單上的資訊，包含電費計價方式、計費度數、費率、節電獎勵、每度燃料成本、本期碳排放量、節電資訊(詳細見課程簡報)。
4. 教學者搭配課程簡報說明：「看懂電費單，我們了解了家中用電情形。各位知道台灣的電除了水力發電之外，還有哪些發電方式嗎？(待學生回答)
 - (1) 我們將發電方式分成火力、核能、再生能源和抽蓄水力，以 109 年台灣發電量，火力發電為台灣主要發電模式，佔發電比例 82.2%，其次是核能發電 11.2%，再生能源只佔 5.4%，最後是抽蓄水力發電 1.1%。

- (2) 什麼是抽蓄水力發電？其實水力發電可分為慣常水力發電以及抽蓄水力發電兩種。A.慣常水力發電是利用河川天然流量或調蓄流量發電，主要分為川流式(不蓄水)、調整池式(短期蓄水)以及水庫式(長期蓄水)；B.抽蓄水力發電則是利用夜間離峰時之多餘電力，抽水蓄存於水池，在白天尖峰時放水發電，以調節尖峰與離峰用電。
 - (3) 慣常水力發電被歸類於再生能源發電，如果將它的發電量拿來跟全部的發電量相比，109 年因為缺水發電量只佔了 1.1%。
 - (4) 然而能源轉型是世界趨勢，也是政府極力推動的目標，台灣能源轉型以減煤、增氣、展綠、非核之潔淨能源發展方向為規劃原則，確保電力供應穩定，兼顧降低空污及減碳。
 - (5) 展綠指的是擴大再生能源推廣，經濟部訂定 114 年再生能源發電占比 20%政策目標。再生能源包含慣常水力、地熱、太陽光電、風力、生質能、廢棄物，水力是台灣發展最成熟的再生能源，但因國內優良水力場址多已開發利用，因此未來將朝向小水力發電發展。」
5. 教學者搭配課程簡報說明：「

- (1) 台灣 109 年用電量與發電量都較 108 年成長，特別是用電量達 2711 億度，成長 2.1%，遠高於近 10 年平均。經濟部也於 110 年 5 月公布電力供需報告，指出未來 7 年用電預估年成長 2.5%。
- (2) 台灣用電仍是以工業使用為大宗，109 年就佔了 55%，第二高為住宅使用 18.5%，也就是我們一般家庭使用。
- (3) 我們稍早實驗了一組水力發電機組，讓大家知道發電不是一件簡單的事，不過我們生活就是需要用電，家裡的大型家電，例如冰箱、冷氣也是高耗能。可是，難道我們都要把所有的插頭都拔掉嗎？是不是有哪些方法可以維持我們的生活

品質，但仍能為自己還有環境做一些努力。那我們還可以怎麼做呢？(請學生發表)以下有幾個建議大家可以參考看看。

- (4) 選擇友善環境的產品：當家裡需要購買新家電時，請選擇有家電常見友善環境標章如節能標章、省水標章、能源效率標示等。大家知道上面這幾個標章是什麼嗎？其實要得到這些標章不容易，設計這些產品的工程師，首先要想辦法設計出能達到節能或提高能源效率這些目標，在通過標章設定的標準之後，才有辦法取得標章。而且每年都還要接受檢驗。
- (5) 具有節能的產品的好處：一般商品是選擇耗用較少原料或較少包裝的產品，相對可以降低製造成本。

6. 教學者總結：

- (1) 「今天我們參觀了石門電廠，玩遊戲並且自己做了一個水力發電的實驗，主要是要告訴大家水力發電和我們的關係，我們生活都會用到電，但是電怎麼來我們卻不太清楚，希望今天讓大家自己發電，能激發大家思考電和水的議題。
- (2) 同學們現在請你們都閉上眼睛想一想，今天學到了哪些知識，對於水資源和能源，有什麼不一樣的想法嗎？請大家安靜3分鐘想一想。
- (3) 好，請同學們睜開眼睛(視時間訪問幾位學生)，感謝各位的參與，你們都表現得非常棒，給自己一個最熱烈的掌聲謝謝自己今天認真的參與和團隊合作。
- (4) 待會麻煩大家幫忙填寫一份問卷，我們想要了解你今天的學習狀況，問卷請依照你的想法來填寫。如果「同意」，請在「同意」欄位打勾，其他依此類推。這不是考試，請放心填寫，讓我們在未來能夠設計更好的活動，謝謝你的幫忙。」請助教協助發下學生與老師的問卷，並於填寫完後回收。」

◆單元評量：

1. 能了解臺灣近年發電與用電現況。
2. 能體認能源與水資源的珍貴。

二、桃園臺地的水利工程

單元一：天搖地動搶奪之戰

◆ 單元目標：

1. 能認識大漢溪遭河川襲奪與桃園臺地形成的過程。
2. 能仔細觀察並分辨出圖片間的差異。

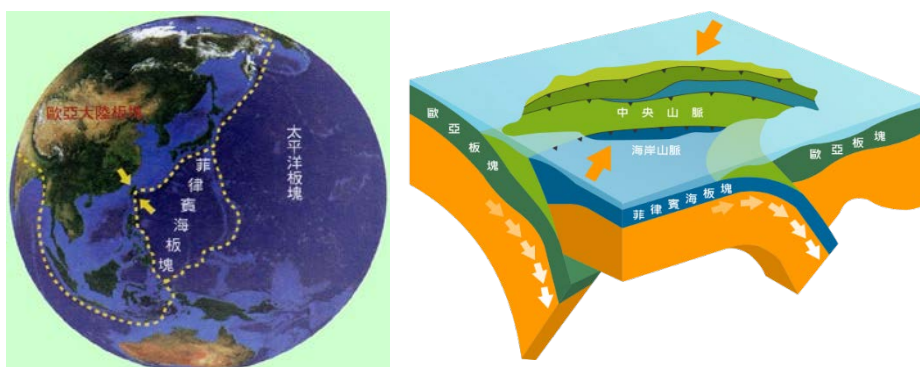
◆ 時間：30 分鐘。

◆ 課程地點：南苑紀念涼亭 2 樓[雨備：環教館大廳]。

◆ 課程器材：地殼擠壓地圖、大漢溪河川襲奪六張演進圖*6 組、大漢溪河川襲奪疊圖海報*1 組、河川襲奪圖。

◆ 課程流程：

1. 教師致歡迎詞，歡迎所有夥伴來到石門水庫，今天由我們幾位環境教育教師引領大家認識石門水庫的發展及了解石門水庫對於經濟、社會與民生的關係。
2. 大家知道台灣島是怎麼形成的嗎？老師拿出下方兩張圖片進行說明，在地質年代中，只有幾百萬年歷史的台灣島算是非常年輕的島嶼。它是由菲律賓海板塊擠壓歐亞板塊使地殼隆起所形成，中央山脈以西為歐亞板塊，花東地區的海岸山脈屬於菲律賓海板塊，而這兩座山脈之間的花東縱谷就是兩大板塊交界的縫合線。菲律賓海板塊目前仍持續擠壓歐亞板塊，使得造山運動仍在進行，也就是說，台灣有些山脈仍以我們難以察覺的速度在升高。



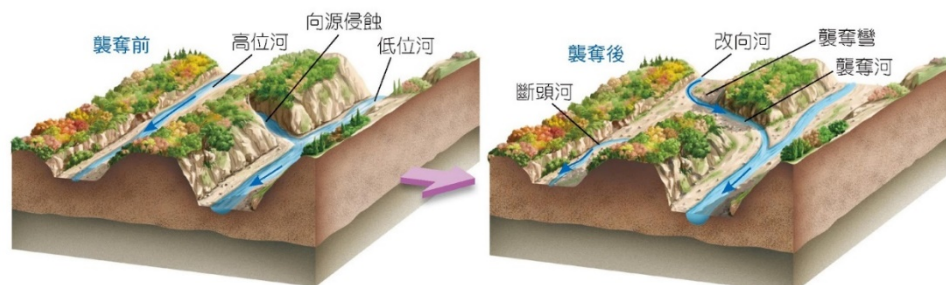
附 5-14

3. 那麼大漢河流域又是如何形成的呢？接下來教師分成 6 組，每組發下大漢溪演進的下方 6 張圖片。



4. 教師請各組同學依序排出大漢河流域形成的可能順序，並小組討論排列順序的原因，過程中發生了什麼事情。
5. 各組學生發表完後，由老師使用大漢溪河川襲奪疊圖海報解答說明。在台北盆地形成前，古大漢溪和古新店溪是獨立入海的兩條河，大漢溪自源地以降，河道多有曲折，在石門以上呈東西走向。早在台北地區還是一片山地時，大漢溪在石門流出山區後，就直接由石門直接向西逕流入海。台北下陷成盆地後，古新店溪轉往北流，同時加速了上游的向源侵蝕作用，源頭逐漸向南切割山谷，於是越來越靠近山谷另一邊的古大漢溪。大約在三萬年前，於石門發生河川襲奪，古新店溪切穿山谷，地勢較低的古新店溪將古大漢溪襲奪，大漢溪於石門附近直角轉彎，下游的大漢溪改道北流，轉向北北東流入台北盆地，現今的桃園台地群(包含林口台地、桃園

台地、中壢台地、平鎮台地、伯公岡台地、湖口台地等)是大漢溪被襲奪前所堆積的古石門沖積扇。大漢溪改向後流量增加，侵蝕基準下移，於是形成規模龐大之大溪河階群。教師可以運用河川襲奪圖搭配說明。



6. 大家看一下第六張圖，在桃園台地的溪流皆來自台地的東南部發源，流路短、集水面積小，因此平時皆為乾谷，只有在雨季或大雨可見淺淺流水。
7. 教師詢問過去先民要在這塊土地生生活，要如何取水呢?接下來我們要讓大家體驗一下先民取水的歷程。

◆ 單元評量：

1. 能認識大漢溪遭河川襲奪與桃園台地形成的過程。
2. 能仔細觀察並分辨出圖片間的差異。

單元二：翻開桃園台地水利史

◆ 單元目標：

1. 能體驗清朝人在當時需用挑水灌溉。
2. 能團隊合作運用水管模擬過去大圳興建運水的方式。

◆ 時間：50 分鐘。

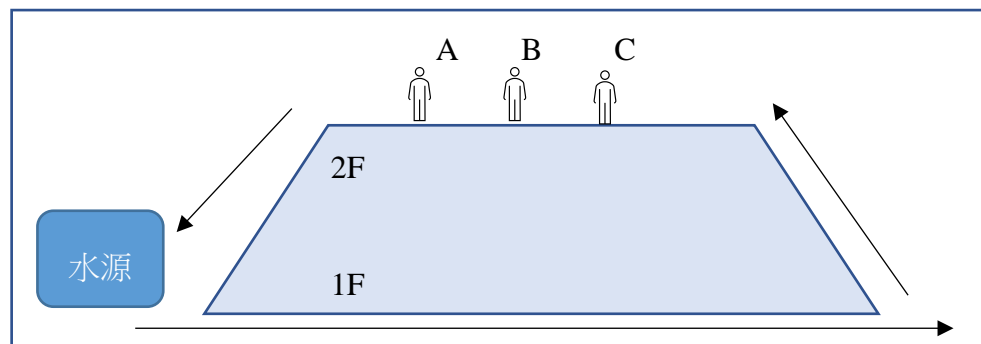
◆ 課程地點：南苑紀念涼亭區[雨備：環教館大廳與後方教室走廊]。

◆ 課程教具：10 公升鐵水桶 12 個、6 根扁擔(附麻繩掛勾)、1 公升塑膠燒杯 3 個、剖半的水管 40 根、充氣游泳池與打氣筒、童軍繩 3 條。

◆ 課程流程：

(一)挑水體驗

1. 現在的我們用水很方便，打開水龍頭，自來水就來了，但是過去的人們沒有自來水要怎麼辦呢？桃園市龍潭區銅鑼圈地區，流傳著一句客家諺語「有妹莫嫁銅鑼圈，食一擔水愛一晝邊」，指的就是以前銅鑼灣的婦女，都得到外地扛水回家，更得耗費半天時間。接下來就要讓大家體驗一下先民取水的過程。
2. (1)請分成3組，每一組提供2個扁擔4個水桶，請學生從2樓下至1樓水源地(游泳池)用水桶取水，取水量以自己背得動的量為原則，之後繞至另一側樓梯上樓回到出發點，將挑水組交給下一位隊員體驗。



(2) [兩備版本]請分成2組，每組提供3支扁擔6個水桶，一組於環教館大廳，一組於環教館後方遮雨走廊，請學生從水源(游泳池)用水桶取水，取水量以自己挑得動的量為原則，繞行環教館大廳或遮雨走廊2圈後，將挑水組交給下一位隊員體驗。

3. 扁擔教學與安全提醒：將扁擔的中央重心橫放在一人肩上，單肩或雙肩皆可，所挑之水桶放兩端。要穩住前面的桶，一隻手按住前面的力臂，可以更好行走。活動不競賽不比快，提醒同學過程中請注意安全。



4. 各小組完成後，教師帶領討論：
 - (1) 學員體驗後的感受如何？
 - (2) 過程中發生哪些事情？
 - (3) 如何省力的挑水？
 - (4) 過去先民運用挑水的方式來灌溉十分辛苦，那有什麼方式可以更快速且省力的方式嗎？
5. 教師可分享個人年幼時挑水的經驗。

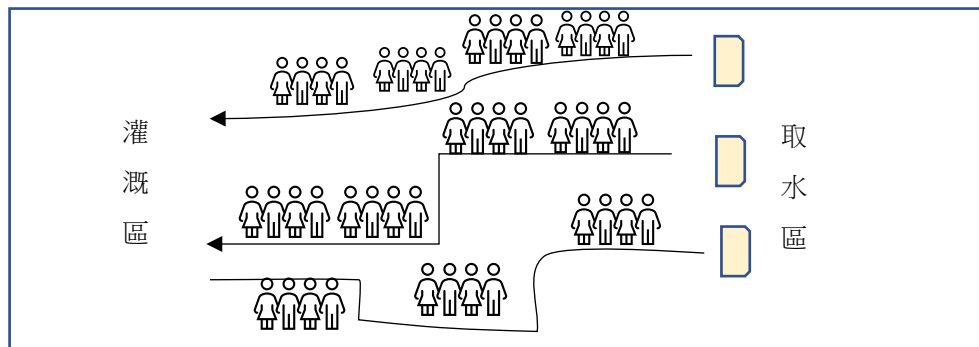
(二)引水體驗-模擬水圳的概念

1. 時代進步，水利工程技術也跟著提升，人們也會利用水圳引溪水來灌溉。接著要請大家小組合作，一起來模擬建設水圳來輸水。
2. 請分成三組，每一組成員都拿一根剖半的水管，各組同學沿地上教師事先安排之童軍繩路線排成一排，輪流從起點取水口，運送水源至前方的灌溉區(1樓屋頂)。過程中請注意移動的安全。
3. 遊戲規則如下：

- (1) 學生每人拿一根水管。
- (2) 水必須用水管運送，從取水區到灌溉區。
- (3) 過程中要減少水量的流失，學生必須靠團隊合作的方式，以安全的方式接力興建水管。
- (4) 雙手可蓋住水管前後作為擋水閘門之用。
- (5) 每組給固定水量，完成灌溉水源即結束。



4. 請給各組1分鐘討論移動排列的方式，測試後活動便開始。



[兩備版本]請分成2組，於環教館大廳門口橢圓形走廊各兩邊進行。

5. 各小組完成後，教師帶領討論:
 - (1) 學員體驗後的感受如何?
 - (2) 過程中發生哪些事情?
 - (3) 如何有效的運送水源?
6. 教師小結：「我們體驗了先民挑水，也模擬了水圳建設輸水，這些都是台灣早期水利發展經歷過的時期，接下來我們就來看桃園台地這三百年來的水利發展歷程。」

單元三：桃園臺地三百年

◆ 單元目標：

1. 能認識清朝時期、日治時代與現今水利管理單位的運營理念。
2. 能認識石門水庫相關水利設施。
3. 能知道北水局因應環境變化，為滿足民眾需求所做的運營策略。

◆ 時間：40 分鐘。

◆ 課程地點：南苑紀念涼亭 2 樓[雨備：環教館大廳]。

◆ 課程教具：水利工程設施照片與圖卡、課後問卷 30 張、原子筆或鉛筆 30 隻(備用)。

◆ 課程流程：

1. 老師引導：「人類文明傍水而生，桃園臺地坐擁廣袤平原，但由於地形地勢高，雖緊鄰豐沛水量的大漢溪，卻無法取用，在明清時期、日據時期、民國時期的農業社會，不同時期分別增設那些水利設施如何克服地形環境，成為農田灌溉與生活用水很重要的條件。請大家一起來完成細說桃園台地居民如何克服地形問題，在台地上所築的各項水利設施，受惠後代子孫。」
2. 老師將學生分成明清時期組、日治時期組、民國時期組三組，請依各組討論圖卡排列順序並說明當時期的問題及解決方式和水利設施及影響。
3. 明清時期資料：



桃園臺地的耕地土壤，大部分是貧瘠的紅壤，先民順應自然的地勢，在田地高處開挖埤塘貯蓄雨水。到桃園來開墾的先

民，靠身邊鋤頭和牛開鑿埤塘來蓄雨水灌溉，氣候上桃園台地降雨日數冬季多於夏季，而降雨量則夏季多於冬季，桃園台地上無明顯的乾季，但因為夏雨急驟，逕流量大，如果降雨沒有獲得妥善保存與利用，則容易造成灌溉用水短缺的情況，勉強維持看天田生產稻米。

4. 日治時期資料：



- (1) 日本政府要灌溉桃園台地生產糧食，開大型的圳路引大漢溪水來灌溉，但桃園台地地勢高水上不去，溪水與台地地勢落差達五、六十公尺，這就要靠水利工程技術來克服。
- (2) 水往低處流，因此桃園大圳的取水口要比臺地高，水才能流到臺地，當時日本人用打隧道的方式維持取水高程，將大漢溪溪水引上臺地，桃園臺地從此可以利用大漢溪水。
- (3) 埤塘的集水區只有埤塘的範圍，桃園大圳的集水區包含取水口以上的大漢溪流域，所以大圳的水源可說是源源不絕。桃園大圳對桃園臺地來說是個突破性的發展，讓大漢溪回到桃園臺地，大幅改變過去普遍看老天降雨的「看天田」用水型態。
- (4) 1924 年完工的桃園大圳，為當時臺灣最大型官設埤圳。距今近百年的大圳，串聯了三百年歷史的埤塘，讓桃園臺地的稻米產量增加 2.3 倍，也讓桃園臺地也就成為北臺灣最重要的穀倉。
- (5) 桃園大圳覆蓋的區域是台地北方延伸到海邊，這是因為桃園臺地的地勢由東南向西北漸降，水往低處流的特

性，桃園大圳只能覆蓋比較低的地方。至於台地南邊，則要等到石門水庫興建後才能獲得較豐沛的水源。

5. 民國時期：



- (1) 桃園大圳只灌溉海拔 110 公尺以下農田，而 110 公尺以上較高丘陵地（中壢、平鎮、楊梅、龍潭等區域），依然是看天池，無法使用大漢溪的水，43 年有一場很大旱災，台地農田沒有水可以灌溉，台地居民所以請求政府蓋水庫，在台地居民的期待與政府的政策的支持下，讓台地有了充足的水可用。
 - (2) 水庫透過大壩把水蓄高，創造一個更高的高程。原來河床標高 130 公尺，而水庫滿水位 245 公尺，這樣至少把水位拉升 100 公尺，這 100 公尺非常好用，不僅能利用自然的重力取水供灌桃園大圳，連比較高的地方都能供灌。
 - (3) 至此桃園臺地九成以上的土地都可以利用石門水庫的水，所以水庫全面翻轉了桃園臺地的用水型態。日治時期僅翻轉一部份而已，豐枯水期還是有區別，到了水庫時代，不僅空間上，也就是桃園臺地幾乎都能利用大漢溪的水，時間上更把夏天多餘的水留到冬天利用。空間、時間都克服了，因此水庫是桃園臺地最高等級的水資源發展利用。有了石門水庫，桃園臺地用水全面翻轉，從看天變成看溪，使大漢溪成為桃園臺地真正的母親河。
 - (4) 展示石門水庫環境教育園區圖，說明石門水庫的重要水利設施功能與位置。
6. 老師小結：「石門水庫營運迄今雖未滿一甲子，卻串聯百年歷史桃園大圳以及桃園臺地三百年以上歲月及千口埤塘，默默的、全年無休的將大漢溪水送往臺地，供應台地居民及各行各業用水所需，使大漢溪真正成為滋養桃園的母親河。石門

水庫、大漢溪與桃園臺地完美結合。」

7. 老師總結：「

- (1) 我們今天一開始認識了大漢溪遭河川襲奪與桃園台地形成的過程，再透過挑水與送水的活動，體認到水資源得來不易，現在我們用水只要打開水龍頭就行，這是經過第三個時期先民的努力與水利設施的精進。期待各位經過這次的課程，回到各自的生活中，希望每次的用水都要珍惜的使用水資源。
- (2) 今天的課程到此結束，大家有沒有問題想要提出？並適度回覆學員的問題，或下課時再回覆。
- (3) 感謝大家的參與！待會麻煩大家幫忙填寫一份問卷，我們想要了解你今天的學習狀況，問卷請依照你的想法來填寫。如果「同意」，請在「同意」欄位打勾，其他依此類推。這不是考試，請放心填寫，讓我們在未來能夠設計更好的活動，謝謝你的幫忙。」請助教協助發下學生與老師的問卷，並於填寫完後回收。

三、石門水庫的水從哪裡來到哪裡去

單元一：大漢河流域巡禮

◆單元目標：

1. 透過鳥瞰流域地圖，認識大漢河流域流經的路線。
2. 了解石門水庫在大漢河流域扮演的角色。

◆課程時間：20 分鐘。

◆課程地點：石門勝景平台[雨備：依山閣 1 樓]。

◆課程器材：淡水河流域地圖 1 張、透明片圖層 3 張。

◆課程流程：

2. 介紹工作人員與環境：「歡迎大家來到石門水庫，先自我介紹，我是 OOO，今天還有其他教學人員，有：OOO、XXX（叫到的教學者向大家揮手致意），掌聲歡迎！今天我們教學團隊會一起為大家服務，若有其他需要協助的地方，請隨時告訴我們。」
3. 教學者引言：「大家知道為什麼要蓋石門水庫嗎？（待學員回答）水庫蓄水供我們使用，除了民生公共用水，農地灌溉也用石門水庫的水。此外，石門水庫還有發電、防洪、觀光與環境教育等多項功能。既然供水是石門水庫最主要的功能，那麼石門水庫的水又是從哪裡來的呢？（等待學員回答），對，是集大漢溪的溪水。那麼有人知道大漢溪的溪水從哪裡來，又流到哪裡去呢？（待學員回答）。我們一起來看看。」
4. 教學者拿出淡水河流域地圖，說明：「大家知道河流發源地是從山上，大漢溪的發源地是雪山山脈的品田山。（將地圖疊上 1 號透明片圖層）」
5. 教學者說明：「從品田山北側流出來的溪是泰崗溪（塔克金溪），它先向東北後轉西北流，至秀巒與另一支流白石溪（薩克

亞金溪)會合,成為大漢溪的直接源流玉峰溪(馬里闊丸溪)。」

6. 教學者說明:「玉峰溪(馬里闊丸溪)流至巴陵與三光溪會合後稱大漢溪,至石門壩址再轉東北流,此河段流勢湍急,河谷狹窄,兩岸多懸崖,石門水庫就依此地勢在此建造。我們的大漢溪從新竹縣尖石鄉走到這已經是桃園市復興區了。」
7. 教學者說明:「石門水庫的水,就從以下這五大集水區—泰崗溪集水區、白石溪集水區、三光溪集水區、玉峰溪集水區、大漢溪集水區流到庫區。」
8. 教學者說明:「石門以下則山勢收斂,河谷漸寬,流速趨緩,支流三峽河在新北市土城區頂埔匯入,至新北市板橋區江子翠和新店溪共同匯入主流淡水河,主流長度約135公里,流域面積約1,163平方公里,比桃園市面積(1,221平方公里)小一點而已。大漢河流域行政區,包括新竹縣尖石鄉、關西鎮與桃園市復興區、龍潭區、龜山區、大溪區及新北市三峽區、鶯歌區、樹林區、土城區、板橋區、新莊區、三重區等十三鄉鎮市。」
9. 教學者說明:「如果我們再往下延伸,淡水河往下流經台北市,在關渡附近有支流基隆河匯入,最後流到淡水出海。大漢河流域上游為山谷地,中下游為台地及沖積平原。」
10. 教學者提問:「
 - (1) 各位是從桃園市 OO 區來的,有沒有在大漢河流域流經過的地方呢?你們覺得你們的生活和大漢溪有什麼關聯呢?
 - (2) 大家思考一下,大漢溪中下游地區經過的這些行政區,人口多還是少呢?
11. 教學者將地圖疊上 2 號透明片圖層說明:「
 - (1) 這裡是大漢河流域在桃園市和新北市各行政區的人口數據,我們可以看到新北市板橋、新莊和三重的人數最多,

想像一下，這麼多人住在上面，這些人生活上使用大漢溪提供的服務，像是用水、用電，甚至居住、休閒空間。而其中，石門水庫在協助我們利用大漢溪水資源上，扮演非常重要的功能。

- (2) 大家可能想不到，大漢溪的溪水在石門水庫與相關的供水管線幫助下，還能提供給大漢河流域外的人使用喔！（將地圖疊上 3 號透明片圖層）這張圖顯示的是石門水庫供水區域，它提供了桃園市、新北市、新竹縣 32 鄉鎮區每日 120 萬立方公尺的用水量，約供給 400 萬人的用水。」

12. 教學者小結：「我們從大漢河流域的上游走到了下游，沿途看到了它的發源地品田山，順流而下接之後匯入了北部第一大河淡水河，也了解了它流經過哪些地方。為了讓居住在大漢河流域的人們能使用大漢溪的水資源，政府建造了石門水庫，現在，就讓我們來看看水進到石門水庫後，怎麼流出去石門水庫。」

◆單元評量：

1. 能說出大漢河流域流經的地區。
2. 能分享石門水庫在大漢河流域所扮演的角色。

單元二：認識石門水庫設施**◆單元目標：**

1. 認識石門水庫與給水、灌溉、防洪、發電功能相關設施。

◆課程時間：40 分鐘。**◆課程地點：**勝景平台、愛水平台[雨備：依山閣 1 樓]。**◆課程器材：**石門水庫四大功能圖卡。**◆教學流程：**

1. [於勝景平台]教學者引導：「石門水庫匯集大漢溪上游各集水區的溪水，這些水怎麼流出石門水庫呢？」
2. 教學者說明：「
 - (1) 我們現在這個位置，剛好可以看到石門水庫兩大放水設施——溢洪道跟排洪隧道。石門水庫其中一個功能是防洪，大漢溪流進淡水河下游就是臺北盆地，若能在上游攔截一些洪水，便能減輕臺北盆地的洪害。溢洪道是水庫蓄水不可或缺的安全設施，它排洩颱風期間集水區來的洪水。溢洪道的外型像很大的溜滑梯，洪水從六座弧型閘門洩放於後池。
 - (2) 53 年石門水庫興建完成就有溢洪道，不過在 52 年石門水庫接近完工之際，有一個葛樂禮颱風，帶來石門水庫有史以來大量的洪水，大壩險些溢頂。葛樂禮颱風的警示，讓管理單位考慮再增加石門水庫的排洪量，於是在 72 年完成了排洪隧道，這樣將水庫排洪能力由 11,400 秒立方公尺，提升到 13,800 秒立方公尺，為全臺排洪能量之最。排洪隧道可在確認颱風洪水來襲之前，先將水由排洪隧道放入後池，再從後池溢流至大漢溪下游，如此提升水庫排洪能力，也確保大壩安全。

- (3) 我們現在要走到石門水庫最重要的蓄水設施——石門土石大壩上，來講其他讓石門水庫的水流出去的水庫設施。

3. [於愛水平台]教學者說明：「

- (1) 政府當初建設石門水庫，主要是要增加灌溉水源、提升桃園臺地的稻作產量。石門水庫灌溉的水源，透過桃園大圳和石門大圳兩條圳路傳送出去，連接臺地上千口埤塘，供應整個桃園臺地的灌溉用水。桃園大圳是日治時期就興建的水利設施，距今百年，原來桃園大圳的取水口位置在我們剛剛經過的石門勝景石碑下方，因為興建了石門水庫，桃園大圳取水口就被移到後池堰左岸，取後池的水。而石門大圳取水口設在土石大壩上游左岸，取水庫庫區的水。
- (2) 早期石門水庫以提供灌溉用水為大宗，現代因為工商業發達，桃園人口增加，石門水庫現今蓄水最主要提供民生用水，也就是給水功能。石門水庫的民生給水，主要由三條路線輸出，其中兩條線是剛剛提到的桃園大圳、石門大圳，還有大漢溪主流河道，經過大湳、石門、平鎮、龍潭和板新淨水場提供桃園市、新北市、新竹縣 32 鄉鎮區每日 120 萬立方公尺的水。
- (3) 大家有看到下方有幾棟綠色屋頂的建築物，有人猜得出他們是做什麼的呢？給大家一個提示，有看到輸變電設備嗎？那是石門電廠，既然會蓋在這邊，大家知道這個電廠是運用什麼來發電呢？沒錯，是水力發電，因為有水壩的建設，才能將水位提高，利用高低落差的水流力量推動發電機發電。發電需要的水透過取水塔取水，由發電鋼管送至石門電廠發電，發電後的尾水經由尾水道排入後池。後池有效蓄水量為 220 萬立方公尺，可蓄存電廠 5 小時尖峰發電後之水量，滿足桃園大圳所需之灌溉水量。後池除為調節發電尾水外，亦為溢洪道與排洪隧道洩洪時之消能池。如發電機組停機維修，無法透過發電鋼管放水到後

池，可利用永久河道洩放水庫蓄水供給下游灌溉區的灌溉用水。

- (4) 最後一個讓石門水庫的水流出去的設施是排砂隧道，它的出水口為在永久河道放水口的旁邊。由於石門水庫直接蓋在大漢溪上，上游的泥砂直接跟著溪水而下，淤沙量增加較快，泥砂淤積會降低水庫的蓄水量，所以排砂清淤也是建設水庫時需要考量的一個工作項目。石門水庫的排砂隧道是運用水力排砂，是改建發電鋼管而成，在台灣是首創，每秒鐘可排放最大至 300 立方公尺，估計每年可減少水庫淤積量 100 萬立方公尺，降低石門水庫淤積速率以延長水庫壽命，成為石門水庫最主要而經濟有效的排砂管道。

4. 教學者小結：我們現在已經知道石門水庫的水透過那些設施流出去，接下來我們換到對面看一下庫區的風光，並且來討論石門水庫的水在進來跟出去的過程中，可能會遇到的狀況。

◆單元評量：

1. 能說出石門水庫的主要設施與功能。

單元三：水庫的3大難題

◆單元目標：

1. 了解天災對水庫造成的影響。
2. 體認經營管理水庫的辛苦。

◆課程時間：40 分鐘。

◆課程地點：嵩台車站[雨備與成人課程：依山閣3樓視聽室]。

◆課程器材：題目卡5張[國小-水庫淤積2張、排洪2張、缺水1張，成人-漂流木危害設施、混濁庫水、水庫淤積、排洪、缺水各1張]、解說圖卡、A4紙5張、原子筆5支、[課程簡報(成人)]。

◆課程流程：

2. 教學者引導：「剛剛我們已經知道石門水庫的主要設施，不過水庫蓋好後不是就沒事了，假設遇到颱風、豪雨或旱災等天災，會對水庫造成甚麼影響呢？」
3. 教學者說明規則：「現在我們分成5組，每組都是水利署北區水資源局，也就是水庫的經營管理團隊，待會請每組派一位上前抽情境題目，請依據情境小組討論對應策略方法10分鐘，將策略方法寫在待會發的紙上，時間到後請推派一位上台進行2分鐘的報告。」
4. 學生抽題、每組領1張紙1支筆並討論，教學者與助教於學生討論時適時視情況協助，促進討論。
5. 教學者依序請抽到水庫淤積、排洪、缺水的組別分別上台報告，並於每個問題發表後，說明北水局因應上述問題的實際作為。[若為成人版，則使用課程簡報檔說明，北水局因應漂流木危害設施、混濁庫水、水庫淤積、排洪、缺水這5項問題的實際作為，請見課程簡報。]

6. 教學者小結：「

- (1) 剛剛透過討論與實際案例分享，知道水庫經營管理上會遇到許多難題，相信更能體會要運作一座水庫不是簡單的事，有很多的狀況要去克服與解決，譬如全球暖化加快地表水循環的速度，造成極端氣候，讓發生頻率愈來愈高的暴雨、洪水與乾旱，愈來愈難預測與防範。因為氣溫的升高，讓大氣中可以挾帶的水量增加。假設過去地表水和海水1週蒸發1萬噸水到大氣中，大氣就無法「抓住」這些水，開始下雨。但全球暖化後，大氣可以抓住兩週2萬噸的水，才會下雨。這表示，下雨的間隔拉長了，但每次下雨的量卻增加了——換句話說，就是暴雨出現的頻率會愈來愈高。
- (2) 極端氣候讓降雨的時間和雨量，愈來愈難掌握，導致水庫管理單位在夏季與冬季調節供水的困難度大增，對台灣的水資源供應，帶來很大的挑戰。
- (3) 我們了解了水庫管理單位的挑戰之後，接下來要來帶大家認識跟我們關係最密切的水——自來水。」

◆單元評量：

1. 能與小組夥伴討論並回答水庫經營管理面臨的問題。
2. 能體認水庫經營管理的不易。

單元四：臺灣的水資源**◆單元目標：**

1. 了解臺灣水資源現況。
2. 體認水資源的珍貴。

◆課程時間：20 分鐘。**◆課程地點：嵩台車站[雨備與成人課程：依山閣 3 樓視聽室]。****◆課程器材：水費單 A1 海報 1 張、水費單 A4 護貝 5 張、課後問卷 30 張、原子筆或鉛筆 30 隻(備用)。****◆課程流程：**

2. 教學者引導：「各位有看過家中的水費單嗎？水費單上面有記載哪些資訊呢？(待學生回答)現在發給各組一張水費單，我們來看看水費單上有什麼訊息。」(助教發給每組 1 張 A4 水費單)
3. 教學者使用水費單 A1 海報，說明水費單上的資訊，包含水費計價方式、用水度數、費率、水源保育與回饋費、碳排放量、前期用水度數列表，並依海報說明教學生如何計算用水量。
4. 教學者引導：「看懂水費單，我們了解了家中用水情形。還記得先前我們談到各位家中的自來水是從哪邊來的呢？水庫蓄水透過淨水場、自來水廠管線分配來給我們使用，那麼水庫的水，或擴大來說台灣的水從哪裡來？」
5. 教學者搭配課程簡報說明：
 - (1) 臺灣雖有豐沛雨量，平均年雨量約 2 千多毫米，降雨量高達全球平均降雨量 2.6 倍，照理說不會缺水，但是每人每年水資源分配卻只有全球平均值六分之一，被列為世界排名第十八位缺水國家，這是為什麼呢？(讓學生思考回答)
 - (2) 臺灣因為土地面積小、人口多，每人每年能分配水量少。

(補充：水資源的單位是立方公尺/人.年，故降雨換算成每人每年能分配水量只有全球平均值的 1/6 的原因主因是面積小、人口多。每人每年能分配水量=降雨量(公尺/年)×面積(平方公尺)/人口)

- (3) 加上臺灣山區地形陡峭，有 100 座將近海拔 4000 公尺的高山，河川短斜度大，降雨迅速排入海中，能留住的雨水非常有限；且降雨季節乾濕分明、降雨區域不平均造成水資源利用與管理難度甚高。此外，極端氣候如颱風和洪災、乾旱所造成的災害頻繁，往往對水資源供給面造成極大的衝擊和挑戰。
- (4) 臺灣的水費計算是單位是「度」，一度水就是 1000 公升，也就是 2 公升的牛奶瓶 500 個；一般家用洗衣機可以洗 5 到 6 次；馬桶可以沖 77 次。
- (5) 臺灣的水費每度水僅 9.24 元，而且 26 年沒漲過。跟各國相比，丹麥水費最貴，每度要 91.5 元；英國、比利時也都破 70 元；美國、日本 30 幾元。(補充：此比較未考量國民所得，因臺灣的國民平均所得較以上這些國家低，把國民平均所得因素加入，並非第三低)
- (6) 不過臺灣的自來水跟各國比起來算是用量大的。根據國際水協會 (International Water Association, IWA) 107 年針對 39 個國家 (或地區) 和 198 個城市發布的「水務統計」，臺北家戶每日用水量高達 326 公升，在有公布資料的 173 個城市中排名第 8，在 30 個國家首都中更是排名第 2，比東京高出近 5 成。
- (7) 可以合理的推測就是因為水費低，用水量就多。但大家也別忘記，臺灣平均年降雨量雖達 2,500 毫米，但因降雨集中豐水期、地形陡峭，水資源不易蓄存利用，加上人口稠密，換算成每人每年能分配降雨量 4,000 噸，不到世界平均值的五分之一。臺灣是全球 146 個國家中第 18 位缺水國家，臺灣

水資源問題的挑戰，如同撒哈拉地區的國家一樣險峻。

- (8) 我們可利用的水那麼少，我們能如何努力珍惜水資源？(請各組學生回答)除了節水之外，我們也可以做一些跟節約水資源沒那麼直接，卻對環境更友善，譬如保護我們水庫集水區植被的事。大家有想到那些事嗎？(先讓學生回答，教師先別說明) 這邊舉幾個例子讓大家參考，譬如減少購買高山蔬菜或水果，選擇友善環境的食材，或去山上露營區露營或住民宿時，關心一下當地水土保持的狀況。

6. 教學者總結：

- (1) 「大家還記得今天參與哪些活動嗎？我們先透過俯瞰大漢流域地圖，了解生活在這條溪旁的是哪裡的居民，他們生活用水仰賴石門水庫供水；而石門水庫為了穩定供水，也有不少相對應的設施；然而天災損毀水庫設施，影響水庫正常運作，這些都需要靠智慧、經驗累積與團隊合作，讓水庫得以恢復運轉；最後我們看見了台灣水資源的匱乏，也期待大家能珍惜水資源，在日常生活中落實節水。」
- (2) 「今天的課程到此結束，大家有沒有問題想要提出？」並適度回覆學員的問題，或下課時再回覆。
- (3) 「感謝大家的參與！待會麻煩大家幫忙填寫一份問卷，我們想要了解你今天的學習狀況，問卷請依照你的想法來填寫。如果「同意」，請在「同意」欄位打勾，其他依此類推。這不是考試，請放心填寫，讓我們在未來能夠設計更好的活動，謝謝你的幫忙喔！」請助教協助發下學生與老師的問卷，並於填寫完後回收。

◆單元評量：

1. 能了解台灣水資源現況。
2. 能體認水資源的珍貴。

四、石門水庫一甲子

單元一：探訪水文化館

◆ 單元目標：

1. 能認識北水局為石門水庫管理機關。
2. 能了解北水局如何因應社會經濟發展需求與環境議題，興建石門水庫等相關水利設施。
3. 能認識石門水庫等水利設施與北台灣經濟、產業與民生的關係。

◆ 課程時間：30 分鐘

◆ 課程地點：石門水文化館

◆ 課程器材：米罐子、石頭、混濁的水(裝在瓶中)。

◆ 課程流程：

1. 教師致歡迎詞，歡迎所有夥伴來到石門水庫，今天由我們幾位環境教育教師引領大家認識石門水庫的發展及了解石門水庫對於經濟、社會與民生的關係。
2. 這是石門水文化館的主視覺圖，前面這片廣袤平原就是桃園臺地，後方是崇山峻嶺的雪山山脈，介於兩者之間的是大漢溪河谷；大漢溪流出雪山山脈的最後一道峽谷叫石門峽，石門水庫大壩就建在石門峽上，這也就是石門水庫名稱的由來。
3. 石門水文化館要講的是大漢溪的故事、桃園臺地的故事，以及將大漢溪與桃園臺地連結的石門水庫的故事。
4. 畫面右上角的這首詩最足以描述這樣的情境：南宋時期楊萬里作的〈桂源鋪〉：「萬山不許一溪奔，攔得溪聲日夜喧，到得前頭山腳盡，堂堂溪水出前村。」說的是一條溪流在群山

萬嶺間奔流，被萬山阻擋了去路（萬山不許一溪奔）。溪水縱然受到群山峻嶺的阻隔攔擋，仍然千方百計找尋出路，曲折蜿蜒不停向前奔走，日夜在山間喧鬧不停（攔得溪聲日夜喧）。當溪水終於流出群山山谷時（到得前頭山腳盡），隨著視野逐漸開闊，溪水流速減緩，喧嘩的溪水變成堂堂盛大的流水，坦坦蕩蕩的向外流去（堂堂溪水出前村）。

5. 桃園臺地有人類明顯活動是近三百年的事，臺地雖緊臨大漢溪，當時的用水型態卻與大漢溪一點關係也沒有，為啥會這樣？這要從更早的三萬年、甚至十數萬年前的遠古時代談起。
6. 大漢溪發源於雪山山脈，最後一道峽谷就在石門。出峽谷後來個 135 度的大轉彎，往東北奔流。我們知道水往低處流，流出山區找最短的路徑出海。為什麼大漢溪不直接從桃園出海，卻要走遠路繞到臺北從淡水出海？大漢溪為什麼要捨近求遠呢？
7. 古石門溪（大漢溪）原與古新店溪互不相干，流出雪山山脈後各自入海，桃園臺地即由古石門溪沖積而成。由於數萬年前發生地殼變動，桃園臺地隆起、臺北盆地下陷，使古石門溪難以流向臺地，另一方面古新店溪支流的向源侵蝕不斷增強擴大，最後終於接觸到古石門溪，由於水往低處流之特性，就把古石門溪的水搶過去，從此大漢溪改流向新店溪，在地理學上稱為「河川襲奪」。
8. 「河川襲奪」一般發生於河川源頭的山區，像這種發生於河川中下游（就大漢溪而言）平原區的河川襲奪實屬罕見。
9. 至於古大漢溪轉向後，被遺棄的下游河床即為現在的南崁溪、老街溪、社子溪及鳳山溪等，地理學上稱之為「斷頭河」，它們都曾是古大漢溪在沖積扇地形面上流路的一部分，共同特徵就是河道短、水量小。

10. 三百年來桃園臺地的發展，可概分成三個階段，以歷史年代來分是明清時代、日本時代和中華民國時期，其相應的代表性水利設施是埤塘、大圳和水庫。
11. 桃園臺地的開墾相較於鄰近的臺北及新竹緩慢，因為沒有大型溪流經過，在缺乏水源的情況下，農作生產不易，聚落難以形成，一直到清道光年間，才開始有大量漢人入墾。
12. 文明的發展始於農業，農業生產要水，但桃園臺地地勢高水上不去，溪流與臺地地勢落差達五、六十公尺，先民看大漢溪只能說望水興嘆。還好臺灣多雨，桃園臺地適合開鑿埤塘來承接雨水蓄水，有水就能種植糧食，糧食足夠就能發展聚落。
13. 興建埤塘技術層次低，不須花大資金、勞動力需求極低，因此桃園地區修築甚多的埤塘，相較之下，臺灣西部平原多自河川直接以圳路引水，少見埤塘。這是桃園臺地與臺灣其他地區農業發展最為不同處。
14. 桃園因埤塘多，素有「千埤之鄉」之稱，數量最多曾達八千多個。從這面展版上看到這些藍色的點點，代表的是當時在桃園臺地上的埤塘，埤塘建構出桃園臺地特殊的自然生態體系與聚落生活文化。
15. 到了日本時代，日本為建設臺灣成為其大東亞共榮圈之南進基地，把水利工程技術帶進臺灣，於桃園興建了全臺最大官設埤圳—桃園大圳，開啟了臺地與大漢溪重新連結的新世代。
16. 桃園臺地地勢高，溪流與臺地地勢落差大，要克服地形高差將溪水送回臺地，取水位置的選擇與導水路的興建是關鍵，這都有賴於水利工程技術。
17. 桃園大圳的集水區為取水口以上的大漢河流域，所以大圳的水源可說是源源不絕。桃園大圳對桃園臺地來說是個突破性

的發展，讓大漢溪回到桃園臺地，大幅改變過去普遍看老天降雨的「看天田」用水型態。

18. 1924 年完工的桃園大圳，為當時臺灣最大官設埤圳，讓桃園臺地的稻米產量倍增，也讓桃園臺地成為北臺灣最重要穀倉。
19. 大家可以從展版看到，桃園大圳灌區覆蓋的範圍是臺地偏北部分，這是因為桃園臺地的地勢由東南向西北傾斜，由於水往低處流的特性，桃園大圳只能供灌比較低的北桃園，至於臺地南側，則要等到石門水庫興建後才能獲得大漢溪的滋潤。
20. 石門水庫的誕生是大漢溪水資源開發的登峰造極之作，值得我們用兩塊展板來說明，其影響極為深遠，如同次標題所示可概分兩部分：臺地用水的全面翻轉、臺地工商發展的關鍵推手。
21. 石門水庫解決了桃園臺地用水兩大問題：利用庫容蓄豐濟枯，改善大漢溪豐枯不均問題；抬高水位及新建石門大圳，改善南桃園因地勢較高無法受惠於桃園大圳問題。
22. 桃園大圳找地勢高的地方取水，如果高程不夠高，就限制了供灌範圍。水庫透過大壩把水位抬高，創造一個更高的高程。原來河床標高 130 公尺，而水庫滿水位 245 公尺，這樣至少把水位拉升 100 公尺，這 100 公尺非常好用，不僅能利用自然的重力取水供灌桃園大圳，連比較高的南桃園都能供灌。
23. 由於有這 100 公尺的落差可發電，石門發電廠也扮演了當時供電臺灣的極重要角色，以水庫剛完工的民國 50 年代，石門電廠年發電量約 2 億度，對缺電的臺灣助益不小。
24. 我們看展版的圖，桃園大圳的取水口移到水庫後池，維持原本的高程，而石門大圳的取水口在庫區，比桃園大圳的取水

口足足高出 60 公尺，透過石門及桃園大圳不同高程的供水，石門水庫實現大漢溪與桃園臺地完美的結合。

25. 桃園臺地寬廣平坦的地形提供都市化及工商發展良好條件。隨著臺北的工廠外移，以及桃園機場與中山高速公路的完工，桃園農業逐漸萎縮、工商業則呈爆炸性發展，石門水庫也適時提供產業轉型背後不可或缺的水資源。民國 108 年桃園工業產值達 3 兆，全台第一。
26. 由歷年用水量變化情形可看出，水庫隨水情變化年總供水量 6 至 8 億噸變化不大，農業用水由原占比 95% 以上逐年下降，到民國 91 年之後，產業及民生用水量已超過農業用水，桃園從農業大縣成功轉型為工商大城，石門水庫的角色不言可喻。
27. 桃園得以完美轉型成為全臺第一工業大城，其背後的關鍵因素是石門水庫，而石門水庫本身的不斷迭代更新更是一項傳奇，接下來我們要介紹的是臺灣這個最具傳奇色彩的水庫。
28. 石門水庫的改造更新可概分為三代：第一代（原生版）：行政院時期；第二代（升級版）：臺灣省政府時期；第三代（重生版）：經濟部時期。
29. 第一代原生版水庫可以說是美國版水庫，在美籍顧問設計及施工指導下完成，甚至一半以上建設經費都來自美援。水庫主體工程由建設委員會自營施工。
30. 石門水庫是政府播遷來臺初期最重要的水利建設，44 年石門水庫建設籌備委員會成立，以時任副總統的陳誠為主任委員，可見當局對石門水庫計畫的重視；石門水庫從 43 年開始設計到 53 年興建完成共歷時 10 年。
31. 石門水庫主要設施分為兩部分，庫區內有大壩、溢洪道、發電廠、後池，庫區外則有兩條大圳：桃園及石門大圳，其中石門大圳自庫區直接取水，供應地勢較高的南桃園，桃園大

圳則自後池取水，供應地勢較低的北桃園。

32. 任何水庫至少包含三部分：攔蓄水的大壩、安全排洪的溢洪道及取水利用的取水塔（口）；石門水庫較其他水庫不同的還設有發電廠及後池，以及連接兩條大圳；兩條大圳並串聯臺地上數百口具數百年歷史的埤塘，這也是其他水庫無法比擬的。
33. 石門水庫以供水為目的，此外還有發電。石門電廠完工時發電機組裝機容量占臺灣全部發電機組的 8%，年發電量則占約 2 至 3%，不容小覷。當時臺灣非常缺電，石門水庫和石門電廠非常重要，幾乎點亮了桃園。
34. 石門水庫施工期間發生兩件大事，特別值得跟大家分享：一是壩型變更，由混凝土拱壩改為土石壩，施工中壩型變更，這在世界水庫史上絕無僅有；二是葛樂禮颱風：超級颱風險造成大壩溢頂，還好大壩已及時完工，否則不堪設想；這次颱風也是石門水庫生命週期內所碰過最大的颱風。
35. 第一代石門水庫的傳奇在哪裡？可從兩方面來看：一是石門水庫建設宏偉鉅大，為當年東南亞之最，包括總容量 3 億噸、大壩壩高 133 公尺、溢洪道排洪量 11,400 秒立方公尺等。二是石門水庫整體系統結合不同世代的水利成就，包括美國的土石大壩、日本的桃園大圳以及明清時期的埤塘。
36. 第二代石門水庫基本上為臺灣省石門水庫管理局時代，其與第一代最大的區別是水庫功能的提升，包括「供水、排洪、發電與防砂」。
37. 因應功能提升，水庫設施因此有所增加，包括排洪隧道（排洪）、鳶山堰（供水）、榮華壩及義興電廠（發電、防砂），其中除排洪隧道位於庫區，餘均在庫區外。
38. 水庫營運首重安全，由於葛樂禮颱風超大洪水的警示，以石門水庫這麼大的集水區，溢洪道全開之排洪能力仍有不足之

隱憂，因此有增建排洪隧道之議；該隧道於民國 72 年完工，一下子將水庫排洪能力由 11,400 秒立方公尺，提升到 13,800 秒立方公尺，為全臺水庫排洪能量之最。

39. 桃園產業於此期間激烈轉型，工業化及都市化結果自來水需求大量增加，此用水經由石門大圳、桃園大圳及下游鳶山堰三者協力供應。
40. 水庫上游的榮華壩與排洪隧道同年完工，其原始目的是防砂，壩高 80 公尺，可攔蓄泥砂約 1200 萬立方公尺，抬高水頭可發電，乃併建義興電廠，水頭落差約 150 公尺，年發電量約 1.8 億度，幾乎讓石門電廠發電量倍增。
41. 第二代石門水庫的傳奇表現在兩方面：一是增建排洪隧道：開啟此後水庫改造之先河。二是上下游新建堰壩，聯合運用以提升水庫功能。
42. 第三代石門水庫緣於 93 年的艾利颱風（可稱之為石門水庫的 823 事件），其洪水非超大未構成水庫安全威脅，但洪水帶來的大量泥砂、漂流木及高濁度問題，幾乎讓水庫癱瘓；桃園大停水 18 天，大家應記憶猶新。
43. 艾利颱風催生了全國第一個水庫整治特別條例，及後續的水庫大改造之作，一直到 111 年阿姆坪防淤隧道的完工，石門改造工作方告一段落。
44. 在槽水庫建於河道，除了要面對洪水衝擊外，最大的挑戰是隨洪水帶來的大量泥砂以及高濁度問題：大量泥砂會造成水庫淤積，縮短水庫壽命；高濁度則可能立即癱瘓淨水場，直接影響自來水供應（離槽水庫則無此困擾，新竹寶山第二水庫即為典型離槽水庫）。
45. 艾利颱風促使石門水庫大改造，改造工作聚焦於泥砂問題，分兩階段進行，第一階段以克服颱風期間高濁度影響供水問題為主，第二階段則以克服淤積、維持庫容為目標。

46. 第一階段改造於民國 106 年底基本完成，主要包括 3 部分：首先興建分層取水工，可確保於颱風高濁度期間公共給水不停水。其次發電鋼管之一改建為排砂隧道，可底孔排砂減少洪水所帶泥砂在庫區落淤。最後興建中庄調整池，可於水庫排砂期間備援供水，解決鳶山堰暫停取水之供水問題。
47. 第二階段改造主要是興建阿姆坪防淤隧道，於民國 111 年完工後加入清淤行列，可於平時以抽泥船抽泥經隧道輸送往出口沖淤池暫置，俟颱風來臨時以洪水沖刷進大漢溪後出海。
48. 石門水庫大改造之作前後超過 15 年，期間最大的困難不在於工程之施工，而在於仍要維持桃園的穩定供水，可說是「穿著西裝改西裝」的最佳寫照。
49. 改造工作的順利完成，成功克服泥砂對水庫壽命及營運供水的影響，能更有自信面對大自然無情挑戰。石門水庫可謂建立了典範，值得國人自豪按讚。
50. 我們走過石門水庫的一甲子，接下來就要到戶外看看石門水庫。離開展館之前請各位先將水壺的水加滿，並上洗手間，我們預計在外面停留一個小時。

單元二：石門水庫巡禮

◆ 單元目標：

1. 能認識石門水庫相關水利設施。
2. 能對過去石門水庫工程人員的犧牲奉獻，給予尊重與感恩。

◆ 課程時間：60 分鐘

◆ 課程地點：水漾平臺、勝景平臺、員工殉職紀念碑

◆ 課程器材：大壩分層圖。

◆ 課程流程：

1. [於水漾平台]這棟是石門水庫最貴的別墅，大家猜猜它的造價多少？12億！它不是貴在房子外殼，而是房子下面的「分層取水工」。這個就是分層取水工的模型，還記得剛剛在水文化館內，提到分層取水工的功能嗎？為使石門水庫長期穩定因應颱風時期供水，在大壩左岸增設分層取水工工程，可依水庫水位分上、中、下層不同高程取水庫表層低濁度原水，解決石門大圳取水口於颱風時期原水濁度過高問題，所取原水以隧道及管路輸送入桃園大圳或送往三坑抽水站。本工程是台灣首座在營運中增設取水設施的案例。
2. [於水漾平台]我們現在站的木平台下方是石門土石大壩，大家有看到這一顆顆的石頭吧！這些石頭材料當初開採於附近關西臺地及大漢溪河床，築壩不用任何鋼筋混凝土，可以說是最佳綠色環保材料。大壩為水庫蓄水主要構造物，石門水庫大壩原設計為混凝土拱壩，施工過程中因地質因素考量，變更為土石壩。石門水庫土石大壩，最大壩身高度133.1公尺，為全台第二高土石壩，壩身中央為不透水心層，功能為阻水防滲；心層上下游側為殼層，由具透水性的土石料堆築而成，目的在鞏固及穩定壩身。

3. 這個石門勝景石碑，底下是日治時代桃園大圳取水口的位置，現在桃園大圳取水口已經移到後池堰附近。
4. [於勝景平台]我們剛剛看到的水域是水庫庫區，現在看到的就是水域是後池，後池由攔河的後池堰截水攔蓄而成，主要功能是提供桃園大圳及下游灌溉用水，後池的水源來自石門電廠發電用後的尾水，有效蓄水量為220 萬立方公尺，可蓄存電廠5小時尖峰發電後之水量，滿足所需之灌溉水量。當電廠沒有發電時，就靠永久河道放水路放水以供桃園大圳使用。因為建立石門水庫，桃園大圳取水口就從先前石門勝景石碑的位置，移到了後池堰旁那棟藍色建築物。
5. 後池也是溢洪道與排洪隧道洩洪時的消能池，不過當洩洪的水量多於後池蓄水量，就靠後池堰來排洪。後池堰分為混凝土溢流段和土石非溢流段。溢流段上有堰頂橋溝通後池兩岸，並跟環池道路連接，以利運輸維護和觀光發展，當水位超過後池堰頂，就會封橋以維護人車道路安全。
6. 溢洪道是水庫必要的安全措施，用以排除水庫安全蓄容量以外的洪水，避免土石壩遭洪水漫淹溢流導致毀壞。土石壩的溢洪道不可與壩身在一起，因此石門水庫溢洪道建於大壩右側山脊，設有弧型閘門六座，最大排洪量每秒11,400立方公尺，也就是一秒鐘可排掉5座標準游泳池的水量。每到颱風汛期需排洪時，水瀑從5層樓高飛越至後池，過程雄偉壯觀，是石門水庫主要特色。
7. 52年5月大壩與溢洪道主體工程完工，但還未完全收尾，居然同年9月就遭遇到有史以來最大的颱風—葛樂禮颱風，帶來破記錄的洪水，水差點漫過大壩，幸好有驚無險耐過了葛樂禮的考驗。因為葛樂禮颱風，加上後續風災讓臺北地區受災甚大，因此增建了排洪隧道以增強水庫的洩洪能量。
8. 排洪隧道就在大壩右山脊腰部的位置，共有兩條隧道，可將水庫部分洪水免經溢洪道直接排放至後池，每條隧道最大設

計流量為每秒1,200立方公尺，是石門水庫第二大排洪設施。

9. [於員工殉職紀念碑] 46年石門水庫開始興建，當時台灣的工程技術不如現今進步，在這麼艱困的環境與條件下工作是非常辛苦且危險的一件事，興建石門水庫這8年間，多達七千名工作人員，但不是每一位在工程期間都能平安。
10. 這座是水庫員工殉職紀念碑，大家一起來唸碑文。讀完後，我想請大家找一找碑文上的資料，為了興建水庫，有多少工程人員殉職？最年輕的殉職員工是幾歲呢？
11. 我們從碑文上看到，在石門水庫興建過程中，自46年至立碑前半年的53年1月間，計有34名工作人員，在工作中因突發的意外事故而喪命，其中50年及51年發生不幸事故最多，各有多達9人因公殉職。這34名殉職員工，足足有一半是臺灣本地的國民，其他則來自中國廣東、浙江、江蘇、安徽、湖南、湖北、河南，山東、青島、貴州及吉林等地。
12. 他們年紀大致上都不大，最年輕的為21歲，最大的也不過46歲，其中26歲有4人；34、35、40及45歲的各有3人；31及39歲各有2人，其餘年紀者為1人，可以說都是處在生命中最精華的階段。
13. 他們大抵是在工作中，發生意外而喪失寶貴的生命，有的被巨石擊斃、被落石或坍方壓斃、因油桶爆炸傷重、引擎傳動軸折斷擊中不治，有的因駕駛卡車失事或颱風來襲搶救挖土機等等而致命喪石門水庫施工現場。
14. 如果不是半個世紀之前，有這麼多年輕力壯的青年，在生命最精華的歲月，為水庫的興建努力以赴，甚至因而喪失了年輕寶貴的生命，怎有如今桃園農地的灌溉，桃園、新北甚至新竹居民的方便用水？

15. 現在，我想邀請各位坐下來，在紀念碑平臺上靜默、沉思3分鐘，感謝石門水庫興建時的幕後英雄，因為你們的努力與犧牲奉獻，今日我們才有水可用，謝謝你們為北臺灣民生與經濟用水的貢獻。
16. 我們在戶外簡單介紹了石門水庫，接著要回到石門水文化館，進行最後一段課程。

單元三：水庫功能知多少**◆ 單元目標：**

1. 透過水庫多功能價值海報，認識水庫功能。
2. 透過小組討論，學習彼此聆聽。

◆ 課程時間：30 分鐘。**◆ 課程地點：石門水文化館。****◆ 課程器材：水庫功能價值海報 6 張、黏海報的黏土、課後問卷 30 張、原子筆或鉛筆 30 隻(備用)。****◆ 課程流程：**

1. 教師先將水庫多元功能價值海報，分別貼在教室各個角落。黏貼位置要注意學員的視覺高度。
2. 請學員分別仔細看價值海報。
3. 請每位學員仔細思考所有的敘述，並選出一張和自己想法比較接近與認同的陳述。並且請學員站在海報旁邊。
4. 老師說明價值沒有對錯，每個人都可以自由選擇自己最認同的價值功能。
5. 學員做完選擇後，請同組的夥伴彼此分享自己選這張的論述理由。並推派一位學員發表同組的想法。
6. 最後發表完，教師做水庫功能的總結，並提到石門水庫目前主要功能在於灌溉與供水，發電的功能則會依當年的水量多寡，在洩洪時才會發揮到供電的功能。但在這幾年氣候變遷的影響，缺水問題其實十分嚴重，而且台灣是缺水國家。
7. 教師最後可以詢問生活中有哪些節水的方式後，邀請大家共同關注水資源的問題，再次謝謝大家到訪石門水庫。相關水情的問題可以上經濟部水利署北區水資源局網站。

8. 課後問卷填寫及回收：謝謝大家參與今天的課程，麻煩大家幫忙填寫一份問卷，我們想要了解你今天的學習狀況，問卷請依照你的想法來填寫。如果「同意」，請在「同意」欄位打勾，其他依此類推。這不是考試，請放心填寫，讓我們在未來能夠設計更好的活動，謝謝你的幫忙。請助教協助發下學生與老師的問卷，並於填寫完後回收。

■ 教具：水庫功能價值海報

■ 灌溉

石門水庫灌溉區域，包括桃園、新竹、新北等三縣市，分由農田水利署桃園、石門管理處經營。桃園、石門大圳灌溉區 36,500 公頃。水庫供應灌溉用水，以適時適量為原則，若遇乾旱，則協調管理處實施輪流灌溉。

■ 防洪

石門水庫之防洪功能，主要在攔蓄調節大漢溪上游之洪水，降低洪峰，減輕台北地區水患。為確保石門土石大壩安全，於民國 73 年完成排洪隧道工程，以加強防洪功能。水庫在洩洪前 1 至 2 小時，發布新聞稿通知媒體及其他相關機關，同時利用沿河警報系統，每隔 20 分鐘播放洩洪警報，提醒下游居民注意防範。

■ 發電

石門發電廠裝置發電機兩組，義興發電廠裝置發電機一組，均由北水局委託台灣電力公司營運，兩座電廠年發電量各約 2.3 億度。石門發電廠發電用水量，原則上按灌溉與公共給水用水而定，如水庫水位超過上限時增加發電量，低於嚴重下限時，嚴格依照灌溉及公共給水用水量發電。

■ 給水

石門水庫公共給水，由於社會變遷人口增加，目前已增至 120 萬餘噸，供應範圍增至 32 地區，400 萬人口。石門水庫供應台灣自來水公司所轄石門、平鎮、龍潭、板新、大湳等淨水廠及中科院、中油煉油廠等原水。

■ 觀光

石門水庫觀光事業，初期發展主要是「以觀光養觀

光」、「以觀光發展觀光」及「鼓勵民間投資」等原則下推動，近年來著重水土保持、水質保護與環境保護工作，強化遊客安全之經營管理。歷年來興建公共設施有：石門水文化館、溪洲公園、環湖公路、停車場、遊艇碼頭、涼亭、森林步道、公廁、坪林管理站及週邊公園等，並設置壩區污水處理廠，以維護水庫水質。

■ 環境教育

石門水庫為環保署認證「環境教育設施場所」，以水資源環境教育為主題，落實愛水行動，擁有豐富自然與人文資源及重要設施，近年來致力於宣導水文化，是親近自然和學習水資源環境教育的最佳場域。

附錄六、石門水庫環境教育課程方案與 12 年國教之

關聯表

年 段	面向	主題	對應架 構內容	12 年國教				
				議題融入 ^{註1}	學科	核心素養 ^{註2}	學習表現	學習內容
國 小 低 年 級	水科學	水循環	水文	環 E1、戶 E1	生活	生活-E-A2	2-1-1 以感官知覺探索生活，覺察事物及環境的特性	A-1-2 事物變化現象的觀察
	水人文	飲食文化與水的關係	水資源利用	環 E4、環 E11、環 E14、防 E1、防 E3、戶 E1、戶 E3、戶 E7	生活	生活-E-A2 生活-E-C1	2-1-1 以感官知覺探索生活，覺察事物及環境的特性	A-1-2 事物變化現象的觀察 B-I-3 探索與愛護環境
	水議題	自然災害	強降雨 少降雨 用水調適 用水習慣	環 E8、環 E9、環 E10、環 E11、環 E13、防 E1、防 E2、防 E3、戶 E1、戶 E7	生活	生活-E-A2 生活-E-C1	2-1-1 以感官知覺探索生活，覺察事物及環境的特性 6-1-5 覺察人與環境的依存關係，進而珍惜資源，愛護環境、尊重生命	A-1-2 事物變化現象的觀察 A-1-3 自我省察 B-I-3 探索與愛護環境 E-I-1 養成生活習慣 E-I-2 實踐生活規範
國 小 中 年 級	水科學	水庫建設	水資源管理、水庫建設	環 E8、環 E11、環 E12、能 E3、防 E1、防 E2、防 E3、戶 E1	自然科學	自-E-A2	ai- II -3 透過動手實作，享受以成品來表現自己構想的樂趣 an- II -3 發覺創造和想像像是科學的重要元素 po- II -1 能從日常經	INf- II -5 人類活動影響環境

年 段	面 向	主 題	對 應 架 構 內 容	12 年國教				
				議 題 融 入 ^{註1}	學 科	核 心 素 養 ^{註2}	學 習 表 現	學 習 內 容
							驗、學習活動、自然環境，進行觀察，進而能察覺問題	
	水人文	民生用水	水資源利用	環 E5、戶 E1、 戶 E2、戶 E7	社會	社-E-A2 社-E-A3	1a-II-3 舉例說明社會事物與環境的互動、差異或變遷現象 1b-II-1 解釋社會事物與環境之間的關係 2a-II-1 關注居住地方社會事物與環境的互動、差異與變遷等問題 2a-II-2 表達對居住地方社會事物與環境的關懷 2b-II-1 體認人們對生活事物與環境有不同的感受，並加以尊重 3d-II-1 探究問題發生的原因與影響，並尋求解決問題的可能做法	Ab-II-1 居民生活方式空間利用，和自然人文環境相互影響 Ab-II-2 自然環境與經濟發展相互影響 Ca-II-1 環境隨社會經濟發展改變 Ca-II-2 人口分布與自然人文環境變遷相互影響 Cc-II-1 居民生活工作方式隨社會變遷而改變
	水議題	水足跡與節水	用水調適 用水習慣	環 E4、環 E6、 環 E8、環 E9、 環 E11、環 E14、 環 E15、	自然科學	自-E-C1 自-E-C3	po-II-1 能從日常經驗、學習活動、自然環境，進行觀察，進而能察覺問題	INg-II-1 人生存生活依賴自然資源，資源有限要珍惜使

年段	面向	主題	對應架構內容	12年國教					
				議題融入 ^{註1}	學科	核心素養 ^{註2}	學習表現	學習內容	
				環 E17、能 E2、能 E3、能 E4、能 E8、防 E1、防 E2、防 E3、戶 E1、戶 E2、戶 E4、戶 E7					用 INg-II-2 低碳節水讓資源永續
					社會	社-E-A2 社-E-C1	3d-II-1 探究問題發生的原因與影響，並尋求解決問題的可能做法	Da-II-2 不同生活習慣，對環境與社會價值觀有不同的影響	
					綜合活動	綜-E-C1	3d-II-1 覺察生活中環境的問題，探討並執行對環境友善的行動	Cd-II-1 覺察生活中的環境問題 Cd-II-2 環境友善的行動與分享	
				健康體育	健體-E-C1	2b-II-1 遵守健康的生活規範	Ca-II-1 健康社區的意識、責任與維護		
國小高年級	水科學	水力發電	水力發電	環 E6、環 E14、環 E15、環 E17、能 E1、能 E2、能 E3、能 E4、能 E5、能 E6、能 E8、戶 E1、戶 E7	自然科學	自-E-A3 自-E-C2	pe-III-1 能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。在教師的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題的特性、資源	INa-III-5 不同形式能量可轉換，但總量不變 INa-III-6 能量藉電流轉換後為人用。利用電池等設備可	

年段	面向	主題	對應架構內容	12年國教				
				議題融入 ^{註1}	學科	核心素養 ^{註2}	學習表現	學習內容
							<p>的有無等因素，規劃簡單的探究活動</p> <p>pe-III-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源。能進行客觀的質性觀察或數值量測並詳實記錄</p> <p>pc-III-2 能利用簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果</p> <p>ai-III-1 透過科學探索了解現象發生的原因或機制，滿足好奇心</p> <p>ai-III-3 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣</p> <p>ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象</p>	<p>儲存電能再轉換成其他能量</p> <p>INc-III-5 力的大小由物體形變或運動狀態改變程度得知</p> <p>INg-III-5 能源使用與地球永續發展息息相關</p>
	水人文	桃園臺地水利用史	文化歷史	環 E3、戶 E1、戶 E7	自然科學	自-E-C3	<p>ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象</p>	<p>INd-III-9 河流是改變地表最重要的力量</p>

年 段	面向	主題	對應架 構內容	12年國教				
				議題融入 ^{註1}	學科	核心素養 ^{註2}	學習表現	學習內容
								INd-III-10 流水及生物活動對地表產生不同改變
					社會	社-E-A2	2a-III-1 關注社會、自然、人文環境與生活方式的互動關係	Ab-III-3 自然環境災害及經濟活動和生活空間使用有關 Ca-III-1 都市化工業化會改變環境引發環境問題 Ca-III-2 土地利用反映過去現在環境變遷，及未來展望 Ce-III-1 經濟變遷影響人生活
	水議題	氣候變遷與水資源	氣候變遷	環 E8、環 E9、環 E11、環 E12、環 E13、環 E17、防 E1、戶 E1、戶 E7	自然科學	自-E-A2 自-E-C1 自-E-C2	ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題	INf-III-5 臺灣的主要天然災害之認識及防災避難 INg-III-6 碳足跡與水足跡所代表環境的意

年 段	面 向	主 題	對 應 架 構 內 容	12 年國教				
				議 題 融 入 ^{註1}	學 科	核 心 素 養 ^{註2}	學 習 表 現	學 習 內 容
								涵 INg-III-7 人類 行為改變可減 緩氣候變遷衝 擊
					社 會	社-E-A2 社-E-C1	2a-III-1 關注社會、自 然、人文環境與生活 方式的互動關係 3a-III-1 透過對時事的 理解與省思，提出感 興趣或令人困惑的現 象及社會議題 3d-III-2 探究社會議題 發生的原因與影響， 評估與選擇合適的解 決方案	Ab-III-3 自然 環境、災害及 經濟活動和生 活空間使用有 關
					綜 合 活 動	綜-E-C1	3d-III-1 實踐環境友善 行動，珍惜生態資源 與環境	Ca-III-1 環境潛 藏危機 Ca-III-2 辨識環 境潛藏危機的 方法 Ca-III-3 化解危 機的資源或策 略 Cd-III-1 生態 資源與環境相 關

年 段	面 向	主 題	對 應 架 構 內 容	12年國教				
				議 題 融 入 ^{註1}	學 科	核 心 素 養 ^{註2}	學 習 表 現	學 習 內 容
								Cd-III-2 人對 環境生態資源 的影響 Cd-III-3 生態 資源與環境保 護行動 Cd-III-4 珍惜 生態資源與環 境保護

註 1. 議題實質內涵說明：

- 環 E1 參與戶外學習與自然體驗，覺知自然環境的美、平衡、與完整性。
- 環 E3 了解人與自然和諧共生，進而保護重要棲地。
- 環 E4 覺知經濟發展與工業發展對環境的衝擊。
- 環 E5 覺知人類的生活型態對其他生物與生態系的衝擊。
- 環 E6 覺知人類過度的物質需求會對未來世代造成衝擊。
- 環 E8 認識天氣的溫度、雨量要素與覺察氣候的趨勢及極端氣候的現象。
- 環 E9 覺知氣候變遷會對生活、社會及環境造成衝擊。
- 環 E10 覺知人類的行為是導致氣候變遷的原因。
- 環 E11 認識台灣曾經發生的重大災害。
- 環 E12 養成對災害的警覺心及敏感度，對災害有基本的了解，並能避免災害的發生。
- 環 E13 覺知天然災害的頻率增加且衝擊擴大。
- 環 E14 覺知人類生存與發展需要利用能源及資源，學習在生活中直接利用自然能源或自然形式的物質。
- 環 E15 覺知能資源過度利用會導致環境汙染與資源耗竭的問題。
- 環 E17 養成日常生活節約用水、用電、物質的行為，減少資源的消耗。
- 防 E1 災害的種類包含洪水、颱風、土石流、乾旱…。
- 防 E2 臺灣地理位置、地質狀況、與生態環境與災害緊密相關。
- 防 E3 臺灣曾經發生的重大災害及其影響。
- 戶 E1 善用教室外、戶外及校外教學，認識生活環境（自然或人為）。
- 戶 E2 豐富自身與環境的互動經驗，培養對生活環境的覺知與敏感，體驗與珍惜環境的好。
- 戶 E3 善用五官的感知，培養眼、耳、鼻、舌、觸覺及心靈對環境感受的能力。
- 戶 E4 覺知自身的生活方式會對自然環境產生影響與衝擊。
- 戶 E7 參加學校校外教學活動，認識地方環境，如生態、環保、地質、文化等的戶外學習。
- 能 E1 認識並了解能源與日常生活的關聯。
- 能 E2 了解節約能源的重要。
- 能 E3 認識能源的種類與形式。
- 能 E4 了解能源的日常應用。
- 能 E5 認識能源於生活中的使用與安全。
- 能 E6 認識我國能源供需現況及發展情形。
- 能 E8 於家庭、校園生活實踐節能減碳的行動。

註 2. 核心素養說明：

生活-E-A2 學習各種探究人、事、物的方法並理解探究後所獲得的道理，增進系統思考

與解決問題的能力。

生活-E-C1 覺察自己、他人和環境的關係，體會生活禮儀與團體規範的意義，學習尊重他人、愛護生活環境及關懷生命，並於生活中實踐，同時能省思自己在團體中所應扮演的角色，在能力所及或與他人合作的情況下，為改善事情而努力或採取改進行動。

自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。

自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備及資源，進行自然科學實驗。

自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。

自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。

自-E-C3 透過環境相關議題的學習，能了解全球自然環境的現況與特性及其背後之文化差異。

社-E-A2 敏覺居住地方的社會、自然與人文環境變遷，關注生活問題及其影響，並思考解決方法。

社-E-A3 探究人類生活相關議題，規劃學習計畫，並在執行過程中，因應情境變化，持續調整與創新。

社-E-C1 培養良好的生活習慣，理解並遵守社會規範，參與公共事務，養成社會責任感，尊重並維護自己和他人的人權，關懷自然環境與人類社會的永續發展。

綜-E-C1 關懷生態環境與周遭人事物，體驗服務歷程與樂趣，理解並遵守道德規範，培養公民意識。

健體-E-C1 具備生活中有關運動與健康的道德知識與是非判斷能力，理解並遵守相關的道德規範，培養公民意識，關懷社會。

經濟部水利署北區水資源局出版品版權頁資料
110-111年石門水庫環境教育整合推展(1/2)

出版機關： 經濟部水利署北區水資源局
地址： 325006 桃園市龍潭區佳安里佳安路2號
電話： (03)471-2001, 0800-200233
傳真： (03)471-3343
網址： <https://www.wranb.gov.tw>
編著者： 環境友善種子有限公司
出版年月： 111年08月
版次： 初版
定價： 新臺幣350元
EBN： 10111E0011

著作權利管理資訊： 經濟部水利署北區水資源局保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，需徵求經濟部水利署北區水資源局同意或書面授權

電子出版： 本書製有光碟片
聯絡資訊： 經濟部水利署北區水資源局
電話： (03)471-2001, 0800-200233