

113年度阿公店水庫大壩暨附屬結構安全檢查及 監測分析

Safety Inspection and Monitoring of Agongdian
Reservoir Dam and Auxiliary Structure in Year 2024

成果報告書

Final Report

主辦機關：經濟部水利署南區水資源分署

執行單位：黎明工程顧問股份有限公司

中華民國 114 年 1 月

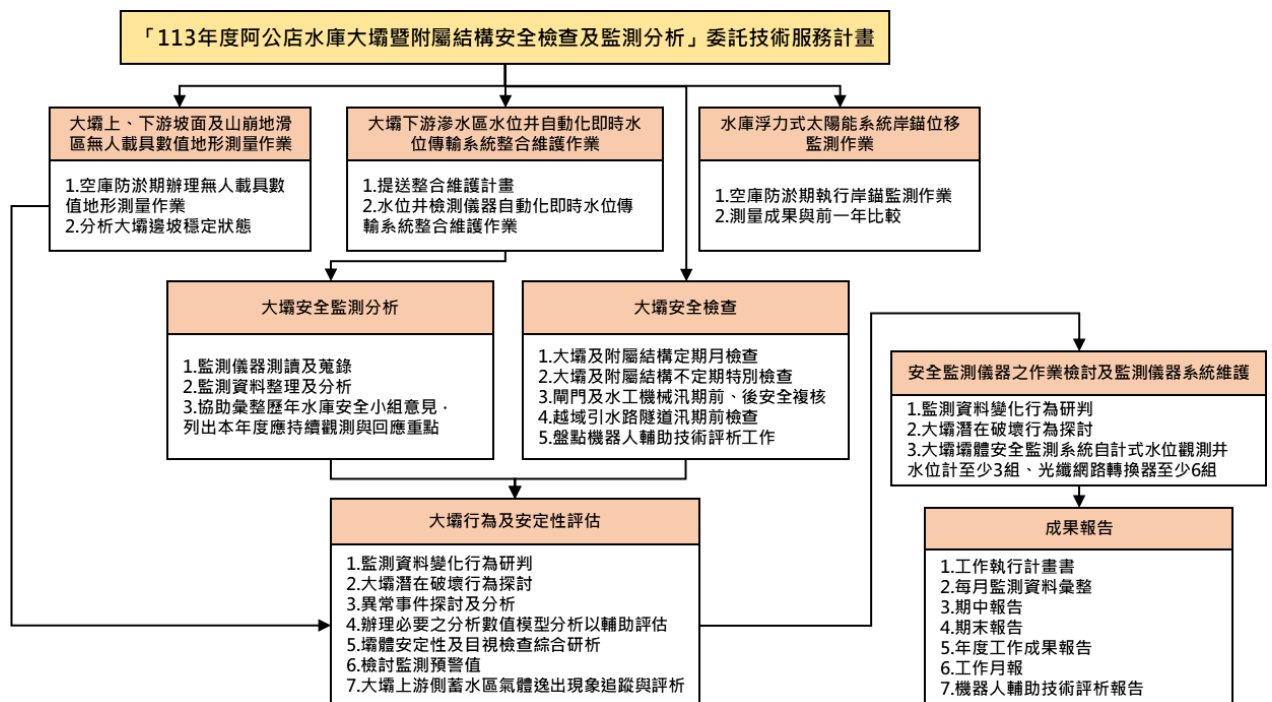


摘要

本計畫為『113年度阿公店水庫大壩暨附屬結構安全檢查及監測分析』，由經濟部水利署南區水資源分署委託黎明工程顧問股份有限公司辦理。計畫目的係利用大壩埋設之監測儀器，於水庫營運期間持續辦理監測，並對大壩進行定期或不定期安全檢查，以維水庫營運期間之壩體安全性。相關工作內容及重點概述如下：

一、概述及工作內容

阿公店水庫為一防洪為主要目標之水庫，為解決日趨嚴重之淤積、供水及滯洪空間不足等問題，維持防洪、灌溉、公共給水等多目標功能，特於民國86年起進行更新改善計畫，至民國95年完工，為臺灣舊水庫再造之最佳案例。為確保水庫蓄水營運期間之壩體安全性，以提供水庫下游民眾生命財產之安全保證，計畫執行期間配合其相關設施進行安全監測分析及檢查，工作內容包括：1.大壩安全監測分析；2.大壩安全檢查；3.越域引水路隧道汛期前檢查；4.大壩行為及安定性評估；5.安全監測儀器作業檢討及監測儀器系統維護；6.大壩下游滲水區水位井自動化即時水位傳輸系統整合維護；7.辦理本水庫浮力式太陽能系統岸錨位移監測作業；8.辦理大壩上、下游坡面數值地形檢查作業；9.工作簡報及報告編撰印製等。



圖摘-1 本計畫工作計畫流程圖

二、設施基本資料及年度概況

阿公店水庫主要工程設施可分為：大壩、豎井溢洪管兼排砂道、取出水工及越域排洪道等。阿公店水庫目前設置之監測系統儀器主要分布在五個里程斷面位置：0k+280m、0k+425m、0k+700m、1k+100m與1k+500m，藉由五個代表性斷面所布設的監測儀器量測值，可長期追蹤大壩整體之穩定性與安全性。監測項目包括壩體與壩基之內部水壓(孔隙水壓計)、壩體及下游區域之水位(自記式水位計及水位觀測井水位計)、壩體滲流量(量水堰)、壩體側向變位(傾斜觀測管)、壩體沉陷(沉陷觀測點)及壩體地震反應強度(地震儀)等。

本年度水位介於EL.29.18~EL.38.04m間，累積降雨量約2425.04mm，單日最大降雨量為113年7月25日之426.80mm。地震儀共蒐錄到37次地震，本國最大震度6強級(芮氏規模7.2)，其中阿公店水庫壩基地震儀ED03蒐錄之最大PGA值為11.791gal(南北向-X軸方向)，最大PGV 3.012 cm/sec(東西向-Y軸方向)，未達特別檢查門檻(依據「阿公店水庫安全維護手冊，108.08」當壩址處發生震度5弱以上(PGA 80cm/sec²(gal)以上且PGV 15 cm/sec以上)之地震)。

本年度進行四次特別檢查，113年7月25日、113年9月9日、113年9月21日及113年10月3日溢洪管最大放水量超過72cms，經業主通知分別於113年7月28日、113年9月9日、113年9月25日及113年10月8日辦理特別檢查，綜合特別檢查結果，新增數處沖蝕坑洞，已通報管理單位辦理修補作業，其上游、下游坡面、壩頂道路、越域排洪道及水庫周邊狀況良好，並無明顯坍塌、滲水、沉陷、損壞等特殊情況。

三、計畫工作成果

根據本年度阿公店水庫大壩及附屬設施各項監測儀器及現場檢查之結果概述如下：

1.大壩

壩體及壩基水壓計及水位計總水頭變化之規律與趨勢整體而言呈穩定狀態，惟為因應近年枯旱情勢，管理單位於”蓄水利用期”於越域排洪道堰頂前增設臨時土堤，臨時土堤頂標高為EL.38.5m(水庫蓄水

位以EL.38.0m為限)；臨時土堤增設後，可提高水庫在蓄水利用期之蓄水位，使水源運用更加靈活，並降低水庫潛勢供水風險。水庫最高蓄水位抬升後，本公司於每月現場檢查即加強下游坡趾處及滲水區之巡檢，截至目前現況良好，研判大壩滲流行為尚屬合理。

此外，南水局於112年度2月辦理「阿公店水庫壩頂道路改善及燕巢辦公園區增設圍籬工程」，其中壩頂道路刨除重鋪並於112年3月完工，經本年度定期檢查新增4處壩頂裂縫，里程分別位於0k+490m、0k+540m、0k+690m及1k+690m~1k+750m，經檢視周邊坡面未發現有明顯異狀，初步判斷為舊有裂縫因反射原理造成壩頂裂縫出現，後續將持續觀察追蹤。113年度大壩上游側年垂直變位增量0.6cm/年，下游側年垂直變位增量0.4cm/年，皆未超過國內外文獻建議之沉陷容許值(穩定期大壩年垂直變位增量為1.0cm/年以下)，顯示壩體垂直變位已趨於穩定。

2.大壩周邊及附屬結構物

近年水庫最高蓄水位提升，大壩里程0k+700m及1k+100m部分儀器總水頭踰越警戒值，本公司即加強下游坡趾及滲水區之巡檢。滲水點1長年積水，本年度蓄水位提高後，滲水點1與歷年無明顯變化；滲水點2~4因農民整地，灌溉水位已覆蓋滲水點，滲水點已不易以目視觀測；滲水點5~7僅有滲水現象無砂土攜出，與歷年無明顯變化。

水庫環湖道路檢查結果顯示，水庫周邊坡面、拋石面及環湖自行車道周邊整體狀況良好，惟發現環湖自行車道存有零星裂縫及局部坍塌情況，暫不影響水庫安全，建議持續觀察追蹤。

在取出水工方面，取水塔水面以上部分、分水工結構與聯絡橋梁等整體結構均完整良好。另本年度於113年4月10日及113年10月17日辦理水庫閘門、吊門機等水工機械汛期前後安全複核，檢查結果無異常整體狀況良好。

在越域排洪道方面，引水渠左右兩岸混凝土堤防存有局部破損及裂縫，管理單位於民國106年4月上旬針對破損及裂縫處進行無收縮混凝土填充及表層填水性柏油，經本年度現場檢查狀況良好；溢流堰施工縫植生建議定期辦理清理，避免施工縫遭植生根系深入持續擴大；另排洪隧道存有混凝土剝落、裂縫及滲水等異狀，經本年度3、6、9及

12月現場檢查，除里程0k +381m至0k+435m之數條環狀裂縫滲水較為明顯外，其餘無重大缺損，整體結構狀況屬尚可；靜水池兩側牆面皆完整，惟混凝土階梯下方因降雨後無法有效排水，導致下方土層掏空，管理單位已辦理水土保持暨邊坡改善工程，該工程已於110年2月完工，經本年度現場檢查現況良好。

此外，111年11月2日於阿公店水庫大壩里程0k+800~900m上游側蓄水範圍發現有冒泡情形，冒泡情形分別位於里程0k+820m及850m距壩軸20~30m處，第一時間管理單位偕同黎明公司及相關單位研討處置措施，派遣潛水員辦理水下目視檢查，並委託嘉藥大學及中油探勘團隊辦理冒泡空氣取樣，以利進一步瞭解現場狀況。經水中檢查及氣體檢測成果，初步研判異狀處無攜砂及漩渦，冒出之氣體經檢測為二氧化碳(CO₂)且無甲烷，故初步可排除泥貫入體及泥火山之可能性。另依據現場檢查成果，壩頂、上下游坡面、胸牆、坡趾及下游滲水區無明顯變化，亦無發現新的滲水點，初步研判本次冒泡為滲流的可能性較低，後續將加強巡檢以確保水庫安全。

112年度年初，配合水庫運用規線蓄水位逐漸降低致冒泡現象隨之消失(冒泡現象可能持續發生惟高於蓄水面無法觀測)，直至112年10月25日(當日蓄水位EL.37.70m)再次發現冒泡現象，並於同(112)年11月20日於大壩里程0k+915m新增一處冒泡點，初判此異狀位於底床高程約EL.36.2m至37.0m。

本年度2月(庫水位約EL.36.0m)起，因庫水位降低無法觀測氣體逸出之現象。直至113年11月4日(水位EL.37.79m)於大壩里程0k+820m、0k+850m再次發現冒泡現象，經管理單位通知，黎明公司於113年11月5日進行現場檢查，大壩壩頂、上下游坡面、胸牆、坡趾及下游區域均無異狀，且查監測資料亦無數據異常情形，研判水庫仍屬安全，後續將持續觀察。

3.越域引水路

本年度檢查發現之襯砌剝落、鋼筋外露、裂縫、滲水及白華等異狀與112年度檢查成果比較顯示並無明顯劣化情形。

里程14k+100m~14k+135m於本年度現場檢查發現仰拱毀損嚴重，破損底版厚約9公分，寬度距側壁約1.7公尺，基礎級配從底板破損處帶

進隧道，湧水處則持續帶出細砂，有明顯淤積情形，列為待改善項目

另里程13k+590m~13k+600m於109年發現施工縫及裂縫有植物樹根生長情形，裂縫處有滲水及白華之現象，經本年度檢查隧道結構襯砌無明顯變化，惟避免植物增生造成襯砌弱面擴大，建議清除樹根，裂縫採止水補強灌漿修復，此異狀於「阿公店水庫提升使用前安全複核暨第五次定期安全評估」列入待改善項目。

4.安全監測儀器作業檢討及監測儀器系統維護

目前大壩設置儀器有孔隙水壓計30處、自記水位計20處、水位觀測井水位計4處、地震儀3處、傾斜儀觀測管11處、沉陷觀測點26處、量水堰1處及儀器盤5組，尚足以研判大壩整體安全。

水壓計主要規劃於施工階段及水庫剛完成之蓄水期監測用，且阿公店水庫大壩竣工至本年度(113年)屆71餘年，壩體行為已進入穩定期，且依目前儀器數量仍足以判斷大壩斷面之行為，鑑於水壓計已完成階段性目標且其埋設於壩體取出修復耗時費工，故建議保持現狀，採鄰近尚可發揮功能水位計推估。

5.大壩下游滲水區水位井自動化即時水位傳輸系統整合維護

本年度4月已完成自記式水位計WLW-04及WLE-11兩孔水位井之自動化即時水位傳輸系統整合作業，現場水位資料回傳監控室既有之水文流量自動觀測系統後，並於現有網頁上即時呈現水位資料，相關監測分析成果詳第六章，未完成之水位井建議延續本計畫之成果持續辦理。

6.水庫浮力式太陽能系統岸錨位移監測作業

本年度8月已完成浮力式太陽能系統岸錨測量作業，各測量點X、Y、Z座標與初始值比較，最大偏移量約為3.2cm，發生於測點23，惟無整體朝同一方向發生之趨勢，無影響水庫安全之虞。

7.大壩上、下游數值地形檢查作業

本年度8月已完成大壩上、下游數值地形檢查，依據拍攝成果檢視，並無大規模異狀行為發生，與現地目視檢查結果一致。

8.大壩行為及安定性評估

(1)大壩滲流行為

由歷年檢查與評估分析資料可知，大壩滲漏點多座落於大壩里程0k+450~0k+900m之壩址下游區域。為瞭解大壩滲流行為，已於大壩滲水區域設置自記式水位計WLE-16~20(原BH-3、BH-4及CL-02~04)，彙整本年度總水頭分布及變化成果如下：

113年1月1日~5月31日為水位洩降期間，水庫水位由EL.37.27m持續下降至EL.33.16m。隨著水庫水位降低，壩體下方砂層總水頭呈現象水庫退縮之趨勢，總水頭約介於EL.21.15~25.46m之間，而下游滲流區水位面則介於EL.14.30~21.11m之間。

113年6月1日至9月10日為水庫空庫防淤期間，水庫水位介於EL.29.18~35.15m左右。本期間砂層總水頭介於EL.20.85~23.43m之間，而下游滲流區水位面約為EL.14.30~20.90m之間。

113年9月11日~12月31日為水位蓄升期間，水庫水位由EL.32.86m持續上升至EL.38.04m。隨著水庫水位蓄升，壩體下方砂層總水頭呈現向水庫外擴之趨勢，總水頭約介於EL.21.09~26.27m，而下游滲水區水位面約為EL.14.54~21.19m間。

上述分析結果可知，本年度監測期間隨著水庫蓄升、下降，壩基砂層總水頭高程線往砂層出露於地面處坡降，其成果與去年度相同，顯示本期間大壩滲流大致維持穩定，無明顯異常情形。此外，本計畫採大壩下游滲流處臨近之水位觀測井之實測資料，估算滲流區段內各觀測井砂層之水力坡降，結果顯示，無論水庫水位高低，滲流區段常態最大水力坡降約為0.0784，其流速甚低且遠低於臨界水力坡降0.916，顯示砂湧潛勢低，此滲流對大壩安全性而言，應無迫切性之威脅。

(2)大壩安定性評估

為因應近年枯旱情勢，管理單位於水庫蓄水利用期於越域排洪道溢流堰前設置臨時土堤，臨時土堤堤頂標高為EL.38.5m(水庫蓄水位以EL.38.0m為限)，以增加水庫蓄水量，降低水資源短缺風險，並增加調度空間，故本計畫採滿水位EL.38.0m進行大壩穩定性分析。本計畫的大壩里程0k+280m、0k+425m、0k+550m、0k+700m、0k+738m及0k+900m等斷面下游坡面安定分析成果顯示，坡面穩定分析所得之最可能滑動面與104年度至本年度傾斜觀測管監測所得之變位結果比對，顯示傾斜觀測管結果皆屬表層變位，無大規模滑動之疑慮，且在滿水位穩態滲

流情況下，大壩下游側之安全係數皆大於規範要求，故阿公店水庫壩面尚屬安定。

9.安全監測儀器警戒管理值檢討

為因應近年枯旱情勢，管理單位於水庫蓄水利用期於越域排洪道堰頂前架設臨時土堤，將水庫蓄水利用期之蓄水位提高至EL.38.0m。近年因水庫蓄水位抬升，導致部分儀器監測值踰越「阿公店水庫第四次定期安全評估」訂定之警戒值，惟經本公司現場巡檢均無異狀產生，且經比對儀器水位仍低於理論值應屬安全，故於執行「111年度阿公店水庫大壩暨附屬設施安全檢查及監測分析」案時，針對踰越警戒值之監測儀器辦理警戒值之滾動修正。

經本年度上半年現場檢查水位計WLE-04踰越111年修訂之警戒值，惟其數值輕微震盪屬合理變化，WLE-04水位計之最高地下水位約低於壩趾高程5公尺(於大壩壩基內)，並未發現下游側坡趾有滲水情形，且蓄水位降低後，各監測儀器之總水頭已一併降低，惟考量大壩安全之不確定因素，故應加強巡檢與監測，並持續追蹤滲水狀況及滲水區域鄰近之監測儀器讀值之變化，本計畫持續滾動式檢討各監測儀器警戒值之合宜性，以維大壩安全。

(1)水壓計

阿公店水庫各水壓計於112年底失去判讀功能，故暫不檢討水壓計之警戒值。現大壩水位觀測由自記式水位計、水位觀測井及傾斜管水位進行輔佐，水位資料尚屬足夠評析大壩安全性。

(2)水位計

本年度無極端監測值發生，且各水位計監測讀值皆未超過原訂定之警戒值，評估原警戒值尚屬合宜，建議繼續沿用。

(3)沉陷觀測點

本年度上游年垂直變位增量為0.6cm/年，下游年垂直變位增量為0.4cm/年，均未超過警戒值，建議可繼續沿用。

(4)傾斜觀測管

本年度各傾斜觀測管監測值均未超過警戒值，建議可繼續沿用。

結論與建議

一、結論

(一)本年度(113年度)水位介於EL.29.18~EL.38.04m間，累積降雨量約2425.04mm，單日最大降雨量為113年7月25日之426.80mm。地震儀共蒐錄到37次地震，本國最大震度6強級(芮氏規模7.2)，其中阿公店水庫壩基地震儀ED03蒐錄之最大PGA值為11.791gal(南北向-X軸方向)，最大PGV 3.012 cm/sec(東西向-Y軸方向)，未達特別檢查門檻(依據「阿公店水庫安全維護手冊，108.08」當壩址處發生震度5弱以上(PGA 80cm/sec²(gal)以上且PGV 15 cm/sec以上)之地震)。

(二)特別檢查：

- 1.本計畫截至113年10月共辦理四次特別檢查，分別為113年7月25日受凱米颱風侵襲、113年9月9日及113年9月21日管理單位進行排洪作業及113年10月4日受山陀兒颱風侵襲，因溢洪管最大放水量皆超過72cms，已達特別檢查標準，黎明公司經機關通知分別於113年7月29日、113年9月10日、113年9月25日、113年10月7日辦理特別檢查。
- 2.檢查項目包含大壩上下游坡面、大壩壩頂、壩趾、豎井溢洪管兼排砂道、取水工設施及蓄水庫周圍邊坡等，綜整四次特別檢查結果，新增數處沖蝕坑洞，已通報管理單位辦理修補作業，水庫整體無異常狀況，大壩上下游坡面、壩頂路面、排砂道均無特殊異狀，取水塔及分水工結構狀況大致良好，庫區周圍邊坡亦無明顯崩塌或滑移現象僅部分岩坡裸露，整體狀況良好。

(三)定期現場檢查：

- 1.綜合大壩安全檢查結果，本年度1至12月現場檢查於上游坡面新增11處鼠洞、1處沖蝕孔及1處沖蝕坑，下游坡面新增4處沖蝕坑洞及1處鼠洞，上述異狀已通報管理單位辦理修補作業，而附屬結構、水庫周邊區域及水庫周邊邊坡，整體屬良好，並無明顯異狀，後續將持續觀察。
- 2.南水局於民國112年2月辦理壩頂道路刨除重鋪，以避免雨水入滲造成壩頂下游面不穩定狀況，經本年度定期檢查新增4處壩頂裂縫，里程分別位於0k+490m、0k+540m、0k+690m及1k+690m~1k+750m，經檢

視周邊坡面未發現有明顯異狀，初步判斷為舊有裂縫因反射原理造成壩頂裂縫出現，且每月定期沉陷點測量結果未發現不均勻沉陷現象，後續將持續觀察追蹤。

- 3.大壩下游滲水點並無加劇與惡化之跡象，且滲水點位置亦無往下游移動之趨勢，本年度滲水情形維持穩定，應無影響大壩安全之虞。
- 4.阿公店水庫森林公園生態池之池底座落於砂(礫)層之上緣，因生態池施工時採不透水布鋪底，故壩址滲水暫無由砂(礫)層滲入生態池之虞，且本年度定期檢視湖面並無氣泡或其他可能滲水之異狀。
- 5.黎明公司109年初於混凝土錨塊上設置23處測量點，並於109年2月17日完成初始值量測，並依契約於109年10月及110年7月再次量測，本年度依合約於8月28日再次量測追蹤混凝土錨塊變位情形，並配合現場目視觀察，混凝土錨塊無整體朝同一方向發生之趨勢，無影響水庫安全之虞。
- 6.越域排洪道曾於107年9月辦理補強工程，包含隧道裂縫補強、靜水池及出口清淤等相關工作，並於107年12月完工。113年度排洪道隧道檢查異狀類型包含混凝土表面剝落、裂縫、滲水、白華等，多為小範圍且局部之現象，整體而言，排洪隧道結構大致完好，無重大缺損。

(四)越域引水路汛期前檢查：

- 1.本次檢查發現之襯砌剝落、鋼筋外露、裂縫、滲水及白華等異狀與112年度檢查成果比較顯示並無明顯劣化情形。
- 2.里程7k+475m處仰拱隆起及4處鋼筋外露(2k+467、6k+725、6k+890、8k+940)，均已於110年5月底修繕完成，本次檢查其現況良好。
- 3.里程13k+590~13k+600m於109年現場檢查發現施工縫及裂縫有植物樹根生長情形，裂縫處有滲水及白華現象，經歷年檢查隧道結構襯砌無明顯變化，惟避免植物增生造成襯砌弱面擴大，建議清除樹根，裂縫採止水補強灌漿修復，此異狀於「阿公店水庫提升使用前安全複核暨第五次定期安全評估」列入待改善項目。
- 4.里程14k+100~14k+150m仰拱隆起高度約5至10cm，經本年度現場檢查發現該處仰拱毀損嚴重，破損底板厚約9公分，寬度距側壁約1.7公尺，基礎級配從底板破損處帶進隧道，湧水處則持續帶出細砂，有明顯淤

積情形，列為待改善項目。

(五)監測儀器狀況：

- 1.本年度監測儀器自記式水位計WLE-05監測數值跳動異常，已於111年8月17日輔以人工量測，經查儀器本體並無故障，研判WLE-05因受降雨影響數值跳動，水位計管孔濾層失效使孔內水位無法消散。
- 2.本年度監測儀器自記式水位計WLE-01、WLE-03位於壩頂人孔內，水位計因受降雨影響數值跳動，研判經連續三個月強降雨後雨水入滲無法消散，於113年10月24日進行人工量測，發現孔內積水且監測儀器WLE-01故障、WLE-03為資料收集器類比輸入模組故障，已通報管理單位辦理修繕作業並修繕完成。
- 3.本年度監測儀器自記式水位計WLE-10監測數值異常，初判為電流值異常，已通報管理單位辦理修繕作業並修繕完成。
- 4.本年度監測儀器自記式水位計WLW-03於4月水位值異常抬升，經人工量測校核後，發現自動量測值高於人工量測值1.5至2m，而人工量測結果與歷年趨勢相符，初判為儀器故障產生偏移，已通報管理單位辦理修繕作業並修繕完成。
5. 水壓計WPE-28測讀值出現飄移現象，經檢測其電流輸出值正常(4~20mA)，建議依照儀器狀況辨識程序(表3-1-3)持續觀察，暫時不列入分析。
- 6.本年度監測儀器自記式水位計WLE-16監測數值異常，初判為電流值異常，已通報管理單位辦理修繕作業。
- 7.其他監測設備功能正常，既有監測設備評估仍足以研判壩體安全。

(六)監測分析：

- 1.本計畫已針對踰越警戒值之儀器於111年度辦理警戒值修正。經本年度現場檢查水位計WLE-04踰越111年修訂之警戒值，惟其數值輕微震盪屬合理變化，WLE-04水位計之最高地下水位約低於壩趾高程5公尺(於大壩壩基內)，並未發現下游側坡趾有滲水情形，且蓄水位降低後，各監測儀器之總水頭已一併降低，惟考量大壩安全之不確定因素，故應加強巡檢與監測，並持續追蹤滲水狀況及滲水區域鄰近之監測儀器讀值之變化，本計畫持續滾動式檢討各監測儀器警戒值之合宜性，以

維大壩安全。

2. 根據大壩下游滲流區鄰近水壓計、水位計之實測資料，此區段常態水力坡降最大約0.0784，遠小於臨界水力坡降0.916，顯示砂湧潛勢甚低，且自大壩上游面至滲流點位置距離極長，應無砂湧疑慮。
3. 本年度於空庫防汛期間再次量測追蹤浮力式太陽能系統混凝土錨塊變位情形，各測量點X、Y、Z座標與初始值比較，最大偏移量約為3.2cm，發生於測點23，惟無整體朝同一方向發生之趨勢，無影響水庫安全之虞。
4. 本公司於113年8月29日於現場辦理本年度數值地形影像拍攝作業，依據拍攝成果檢視，並無大規模異狀行為發生，與現地目視檢查結果一致。

(七) 監測儀器警戒值檢討：

1. 水壓計：阿公店水庫各水壓計於112年底失去判讀功能，故暫不檢討水壓計之警戒值。現大壩水位觀測由水位觀測井及傾斜管水位進行輔佐，水位資料尚屬足夠評析大壩安全性。
2. 水位計：近年因最高蓄水位抬升，部分自記式水位計WLE-04、WLE-13(原C5)、WLE-14(原C4)及水位觀測井水位計WLW-03及WLW-04踰越阿公店水庫第四次定期安全評估(110.11)修訂之警戒值，但大壩安全經檢查追蹤仍無異狀，經比對相關儀器斷面之理論值，目前各儀器水位仍低於理論值應屬安全，考量蓄水位抬升應為常態現象，故本計畫沿用「111年度阿公店水庫大壩暨附屬設施安全檢查及監測分析」滾動式檢討後之警戒值，本年度現場檢查水位計WLE-04踰越111年修訂之警戒值，惟其數值輕微震盪屬合理變化，已針對WLE-04辦理警戒值滾動式檢討，檢討成果詳第七章。
3. 沉陷觀測點：本年度上游最大垂直變位增量位於SOP21，沉陷量較112年度之最低測值增量0.6公分，下游最大垂直變位增量位於SOP20及SOP22，沉陷量較112年度之最低測值增量0.4公分，均未超過警戒值，建議可繼續沿用。
4. 傾斜觀測管：本年度各傾斜觀測管監測值均未超過警戒值(30天之變位達10mm以上)，故警戒值尚屬合宜，建議可繼續沿用。

二、建議

現場檢查與監測儀器建議改善事項及建議觀察事項彙整如下：

表結-1 建議改善事項

項目	改善事項	可能之原因研判及安全性影響	初步因應或建議方案	優先改善順序
大壩	上游側植草護坡有零星鼠洞及部份排水溝出口有輕微沖蝕	1.歷年調查成果可知大壩存有鼠類動物，孔洞挖掘深度約直徑 10~20 公分，深度約 15~30 公分 2.應為上游側縱向排水溝僅至戽台，導致於豪大雨時壩頂洩水直接沖刷戽台植草護坡所致，經查大多為表面沖蝕，對大壩無立即影響	1.配合檢查期程定期修剪植被，以利目視檢查 2.惟定期檢查仍有零星之動物挖掘孔洞，建議持續辦理填補修繕作業	4
	下游側數處鼠洞及雨水沖蝕坑洞	1.歷年調查成果可知大壩存有鼠類動物，孔洞挖掘深度約直徑 8~30 公分，深度約 15~30 公分 2.雨水沖蝕坑洞大多發生於洩水溝周邊，應為不同材料介質沖刷所致，對大壩無立即影響	1.配合檢查期程定期修剪植被，以利目視檢查 2.惟定期檢查仍有零星之動物挖掘孔洞，建議持續辦理填補修繕作業	4
附屬結構物	豎井溢洪管控制閘門及緊急閘門水封滲漏及門扉鏽蝕	研判為溢洪管內高濁度泥水堵塞淤積，出口附近尤其嚴重，致青銅閘門水封易少許滲漏	1.建議水封進行維修、除鏽補漆	3
越域排洪道	隧道內白華滲水及混凝土剝落之情形	越域排洪道側牆排水溝因地表逕流時排水至隧道，且隧道有滲水之情形，混凝土可能有施工縫滲漏水侵蝕之剝落或混凝土滲水濕潤劣化產生之剝落	1.現況無明顯變化，持續觀察 2.後續將與管理單位研議修繕作業	3
	排洪道堰面施工縫植生	排洪道堰面施工縫表面有植物生長之情形，對堰面無立即影響，建議定期辦理清除作業	1.已通報管理單位辦理清除作業	4
	排洪隧道內殘留鋼筋	研判為隧道建置時所遺留下來之工作鋼筋尚未移除，經現場檢察發現並無影響隧道結構安全性	1.已通報管理單位辦理清除作業	4
越域引水路	襯砌剝落	造成襯砌剝落可能有施工縫滲漏水侵蝕之剝落或混凝土滲水濕潤劣化產生之剝落		3
	仰拱隆起	112 年 2 月 22 日現場檢查發現里程 14k+100~14+150m 部分混凝土磨損，隆起高度約 5 至 10 公分，經本年度檢查經本年度現場檢查發現該處仰拱毀損嚴重，破損底版厚約 9 公分，寬度距側壁約 1.7 公尺，已列為待改善項目。	1.已通報管理單位辦理修繕作業	3
	鋼筋外露	當隧道襯砌保護層不足時，及容易因襯砌磨耗使得鋼筋外露，水利隧道內常年濕度高甚至充滿水，鋼筋遇水或暴露於空氣中容易產生鏽蝕而降低其強度		3

項目	改善事項	可能之原因研判及安全性影響	初步因應或建議方案	優先改善順序
越域引水路	滲水及白華	里程 13k+590~13k+600m 於 109 年發現施工縫及裂縫有植物樹根生長情形，裂縫處有滲水及白華現象，經歷年檢查隧道結構襯砌無明顯變化，惟避免植物增生造成襯砌弱面擴大，建議清除樹根，裂縫採止水補強灌漿修復。	1.已通報管理單位辦理修繕作業	3

註：建議事項優先改善次序：

- 1、立即改善，涉及結構安全，應立即改善。
- 2、限期改善，局部損壞，應防止損壞擴大。
- 3、計畫改善，顯現缺陷、需改善其功能或年久需維修
- 4、維護保養事項，不影響設施安全或功能，可於一般例行維護、保養工作處理者。

表 結-2 建議觀察事項

項目	觀察事項	可能之原因研判及安全性影響	初步因應或建議方案
大壩	下游坡面(里程 0k+700m 與 1k+100m)	左副壩 0k+700m 與 1k+100m 之部分儀器總水頭於近年最高水位提升後，有踰越警戒值(第四次安評)之情事，研判可能原因有二，一為大壩非均值，水位提高後可能導致滲流路徑縮短或改變；其二為水庫最高水位抬升後，致使壩基砂層水頭抬升，導致監測儀器總水頭提高	經現場檢查並未發現坡趾有滲水情形，暫無影響水庫安全之虞，惟後續應持續觀察追蹤，以確保大壩安全
	下游坡面(里程 0k+870m)	里程 0k+870m 下游坡面於民國 107 年 8 月 23 日大豪雨後發生局部表層土體滑動，長 13.8m，寬 8.1m，深 0.7m，滑動範圍位於滿水位線以上，初步研判為強降雨後雨水入滲壩頂道路路緣石與下游坡面交界處所造成。另於民國 98 年 4 月，0k+900m 附近坡面曾因大雨沖蝕造成邊坡表層土體滑落，此斷面之監測資料(SDE-08)於滑動前已見表層有不穩定之潛勢，故進行下游坡面整修	根據管理中心提供資料，本次緊急修復工法係先刨除崩塌之表面鬆軟土壤，夯實表土後鋪築碎石級配，其上堆填土包袋，最後再夯實回填表土。上述修復可達緊急修復之目的，但因修復範圍僅限於上邊坡，新設回填料是否影響原有下邊坡之安定，仍待追蹤與變位監測。113 年 10 月份觀察現況良好，建議持續觀察
附屬結構物	越域排洪道靜水池側混凝土階梯下方排水系統土層淘空	疑似因排水系統功能喪失，降雨後無法有效排水，導致下方土層淘空	管理單位已辦理水土保持暨邊坡改善工程，改善工程已於 110 年 2 月完工。經 113 年 10 月檢查現況良好，後續將持續追蹤。
	越域排洪道混凝土剝落、滲水及白華	混凝土剝落應為材料老化或受水流沖蝕所致；滲水多由施工縫滲出，經例行檢查無發現明顯差異	經 113 年 10 月檢查異狀無明顯差異，後續將持續追蹤
水庫蓄水池	大壩下游里程 0k+400m~0k+480m 間之生態池	生態池施工時採不透水布鋪底，且生態池之池底高程為 EL.20.7m，座落於砂(礫)層上緣，故壩趾滲水暫無由砂(礫)層滲入生態池之虞，惟時日久後恐有材料失效之情形	定期檢查時檢視池面並無發現氣泡或其他可能滲水之異狀，建議持續觀察
	浮力式太陽能岸邊錨固移至既設混凝土錨塊	現有錨固處之混凝土塊其設計原意僅為邊坡保護之景觀設施，無法提供錨固所需之額外拉力。	錨固位置已下移至景觀護岸混凝土錨塊，本(113)年度 8 月 28 日辦理太陽能錨塊測量作業成果研判，各測點無整體朝同一方向發生之趨勢，無影響水庫安全之虞
水庫蓄水池	大壩上游里程 0k+800~915m 距壩軸 20~30m 處冒泡現象	大壩里程 0k+800~915m 距壩軸 20~30m 水面有冒泡現象，經辦理水下目視及空氣取樣後，初步研判冒泡現象應為二氧化碳排放所致。	1.加強巡檢並做成紀錄 2.經 113 年 10 月份檢查壩頂、上下游邊坡、胸牆、坡趾及下游區域均無明顯異狀，後續將持續觀察
監測儀器	水壓計 WPE-01~30	監測讀值飄移現象	113 年 10 月份檢測後儀器電流檢測異常，惟仍保有計讀功能，建議依照儀器狀況辨識程序(表 3-1-3)持續觀察，暫時不列入分析
	自記式水位計 WLE-05	監測讀值飄移現象	經 113 年 10 月份檢測後電流輸出值無異常(4~20mA)，將依照儀器狀況辨識程序持續觀察，該讀值暫不列入分析項目