

102 年度牡丹水庫大壩安全檢查及監測資  
料研判分析委託技術服務  
年度工作成果報告摘要

The Surveillance of Mudan Reservoir in 2013  
Final Report



委託單位：經濟部水利署南區水資源局

執行單位：震正工程技術顧問有限公司

中華民國 103 年 1 月

## 摘 要

本計畫由牡丹水庫的管理單位經濟部水利署南區水資源局（簡稱南水局）經評選委託寰正工程技術顧問有限公司（簡稱寰正公司）辦理。計畫目的在藉由 102 年度牡丹水庫埋設儀器所辦理的例行監測資料分析及設施的檢查，確保牡丹水庫大壩的蓄水安全及設施正常運轉。工作內容包括：1. 監測資料整理；2. 土木設施現場檢查；3. 監測資料研判分析；4. 監測儀器檢測；5. 監測作業檢討；6. 監測技術諮詢等項。

根據本計畫所收集得的監測儀器資料分析及現場檢查的執行成果，壩體滲流、沈陷變形的狀況大致良好，並未發現異常影響壩體安全的狀況；溢洪道結構狀況良好，無異常變位及損壞狀況；取出水工結構狀況良好；C 線道路邊坡先前側移的情形本年度並無明顯變位發展；但右岸邊坡於本年度大豪雨事件後仍有些微位移發展。

考慮 C 線道路及右岸邊坡主要滑移時機均於大規模豪大雨時，建議於該等邊坡增設水平排水管以控制豪大雨時地下水位上升的速率，增加邊坡穩定性。

另外，根據本計畫期間水庫安全監測能力檢討，由於壩體內部份水壓計因年久老舊故障，已與原大壩完工時有所差異。考慮目前壩體並未發現明顯的異常狀況，既存的水壓計尚勉強可提供壩體安全監測的資訊。但未來仍應持續關注檢討，若發現壩體有異常狀況時，則需進一步考慮增設儀器的必要性。

## **Abstracts**

This project is routine surveillance works of Mudan dam for dam safety in 2013, Which been entrusted by South Region Water Resources Office, WRA, MOEA, (WRASB) owner of Mudan dam, was handled by Huan Jheng Engineering Consultants Ltd.. (Huan Jheng). Work Includes: 1. Analysis of monitoring data for dam safety; 2. In-situ facilities inspection of safety; 3. Assessment of dam behavior and safety; 4. Inspection and review of monitoring instrumentation; 5. Technical advisory; 6. Results reports.

According the results of this work, there are no obviously unusual behavior, which could threat the dam safety, be found from the reading of functional instrument and inspection of dam in this year. The structure condition of spillway and outlet facilites are well, no deformation, no settlement, no over uplift force be found by monitoring and inspection. The slope of access road of spillway, which sliding before, is stable in this year, but the right side slope was slightly moving after strong rainfall in September. For stability of these two slopes, drilling horizontal drainage pipe is suggested to control the ground water level rised up during strong rainfall.

Beside, although some piezometers embedded during dam constructure are failed, at the condition of no obviously abnormal, the exist instrumentation still reluctantly for dam safety monitoring works. In future, if abnormal seepage condition of dam is found, should have to strengthen the capability of monitoring of dam.

# 結論與建議

## 結論

1. 根據本計畫期間牡丹水庫監測資料及大壩現場目視檢查結果，除少部分壩基及壩體水壓計疑因儀器本身異常導致觀測結果不合理，暫列為存疑外，包括：大壩壩基及壩體水壓計、壩體土壓計、滲流量水堰、壩體及鄰近邊坡測傾管、壩體水平變位計、沈陷板等，本期間並未觀測得明顯異常足以立即影響壩體功能及蓄水安全的情形。
2. 其餘大壩附屬設施於本年度檢查結果顯示，溢洪道及落水池土木設施、取排水取水口及閘閩室等設施狀況均大致良好，並未發現可能影響大壩安全及設施運轉的情形。
3. 右山脊邊坡於本年度康芮颱風的大豪雨事件期間，仍觀測得些微邊坡滑移跡象，顯示本邊坡於較大規模豪雨事件仍有活動情形，除應改善邊坡地下水排水效能外，後續較大的降雨事件時仍應加強觀察。
4. C 線道路邊坡於本年度歷經康芮颱風的大豪雨事件，監測資料及目視檢查均未發現明顯進一步的側移發展，但先前經驗顯示更大規模的豪雨仍會有滑移發展，除應改善邊坡地下水排水效能外，後續較大的降雨事件時仍應加強觀察。
5. 根據安全監測能力檢討之結果，由於壩體內部份水壓計因年久老舊故障，已與原大壩完工時有所差異。考慮目前壩體並未發現明顯的異常狀況，既存的水壓計尚勉強可提供壩體安全監測的資訊。但未來仍應持續關注檢討，若發現壩體有異常狀況時，則需進一步考慮增設儀器的必要性。

## 建議

1. 本年度右岸邊坡 IM6C 測傾管於康芮颱風（日雨量約 300mm）期間仍觀測得些微滑動面位移。經現場統計檢視邊坡排水管堵塞情形，發現 93 年增設的深排水管已有 1/5 堵塞，建議可先考慮於本區補鑽深 50 公尺的水平排水管，以減緩降雨時地下水位上升速率增加邊坡的穩定度。

2. C 線道路邊坡經設置自計式水位觀測井觀測，顯示該邊坡材料具有部分的排水效能，然而先前的觀察經驗顯示於超大豪雨以上的事件仍可能有滑移發展。建議於邊坡下方景觀步道旁鑽設水平排水管控制強降雨時該區地下水位的抬升速率，增加邊坡安定性。
3. 本水庫用以觀測壩體內埋設儀器的自動化監測系統裝設於民國 90 年之前，其主要功能除擷取和紀錄監測資料外，僅供列印數據圖表，並無法輸出成數據資料，在資料管理應用上極為不便。經寰正公司檢視該系統設於運轉室的監測資料處理器 (DataLog) 狀況仍正常，建議管理單位可考慮更新監測電腦及其後處理軟體。以恢復自動化資料的使用。
4. 大壩量水堰 (W-2) 底部因溢洪道洩洪時落水池的水面抬升倒灌導致有土壤材料殘留，影響檢查。建議於每年汛期後將量水堰內沈積雜物清洗，以便利滲流水檢查。
5. 本年度寰正公司測試檢查 C 線道路邊坡的測傾管，發現第一次安全評估所鑽設的 IM8 及第二次安全評估所裝設的 IM8A，雖孔口有局部異常，但仍可有效觀測邊坡變位，建議恢復該二孔測傾管之觀測。觀測頻率定期採半年一次觀測，特別觀測於超大豪雨事件後觀測。
6. 目前本水庫近年於淤積測量時有一併辦理壩面的 3D 雷射掃瞄得到壩表面的 3D 座標資訊。建議未來可嘗試將各年的 3D 雷射掃瞄成果相比對，研判是否有壩面異常沈陷區，以增加對壩面整體沈陷狀況的掌握。
7. 根據寰正公司辦理監測需求的檢討，相關建議如下：
  - a. IM1 測傾管原孔底深 65.5m，92 年 7 月深度 30.0m 以下因異物阻塞。經管理中心於 100 年 3 月以孔內攝影設備檢查，發現管內有保特瓶。建議嘗試將保特瓶取出。
  - b. 牡丹大壩在靜態及急洩降條件下均具有相當足夠的安定性，且根據國際堆填壩受震的行為經驗，以重型施工機具分層滾壓的土石壩，強烈地震侵襲後測傾管能提供的壩體安全訊息有限。但考慮滑坡仍屬堆填壩的一種損壞型態，故建議可考慮降低壩體測傾管 IM1、IM2 及 IM3 的觀測頻率為一年一次及五級以上地震後觀測。

- c. 層別沉陷鈹係為壩體施工期間量測壩體內部土體的沉陷所設置，其目的係透過壩體內部的沉陷量測，瞭解壩體材料的壓密行為，並作為築壩材料施工含水量控制的參考依據。就牡丹大壩所設置的沈陷鈹而言，已達成其施工期間觀測壩體內部沉陷的階段性任務，所能再提供的壩體安全資訊及應用上均極為有限，故繼續觀測的必要性低，建議將其停止觀測。
  - d. 右岸邊坡 IM6A 測傾管深度 21.0m 以下於 94 年 6 月後因邊坡滑移致管體變形量過大而無法觀測，當時考慮該深度以上是否會有滑動面發生而繼續觀測，但歷經近 8 年未觀測得任何滑動面錯動的跡象，研判深度 21.0m 以上應非滑動面所在位置，建議可考慮停止觀測，改由鄰近第二次安全評估新鑽設的測傾管 IM6C 觀測邊坡滑移行為。
  - e. 右山脊邊坡長期以來即為本水庫安全工作的重點之一，目前有 5 孔測傾管及 1 孔自計式水位井，現階段尚勉強可提供邊坡位移狀況的訊息。但考慮於靠近取排水斜塔的 IM7 測傾管先前亦觀測得些微滑動跡象，但該區並無充足的地下水位資訊，建議可考慮於較靠近 IM7 附近增設一孔水位觀測井，以自計式觀測，並於同一孔內設置測傾管供未來備用，以增加對邊坡地下水行為的掌握。
8. 根據震正公司辦理監測警戒值的檢討，警戒值修訂建議如下：
- a. 建議暫時停止已故障儀器及監測結果不穩定的儀器的監測警戒值，包括 PF2、PF6；P853；SGR5、SGR6、SGL6、SGL13、SGL14；SWP3、SWP6、SWP7、SWP8 等。
  - b. 壩體水壓計：由於部分位置設置警戒值意義不大，且易造成困擾。建議取消壩體上游殼層及下游殼層內的水壓計的監測警戒值。
  - c. 壩體土壓計：心層內土壓計原設置的上限警戒值不合理，建議修訂為下限值。另外，建議取消下游殼層土壓計的警戒值。
  - d. 測傾管之警戒值建議將原設的「孔口累積變位量 10mm/30 天」改為「滑動面累積變位量 10mm/30 天」
  - e. 建議將 W-1、W-3、W-4 等量水堰警戒值取消，改由人工辨識判讀。

項目	建議	優先順序*
一般建議	右岸邊坡建議鑽孔增設深度 50m 水平排水管	1
	C 線道路邊坡建議鑽孔增設深度 50m 水平排水管	1
	保留壩體原設置自動化系統的資料擷取器，更新自動化系統的，監測電腦及其後處理軟體，使可輸出數據資料	2
	每年汛期後將 W-2 量水堰內沈積雜物清洗，以便利滲流水檢查	2
	建議恢復 IM8 及 IM8A 二孔測傾管之觀測	1
	嘗試將歷次 3D 雷射掃瞄成果相比對，研判是否有壩面異常沈陷區，增加壩面沈陷狀況的掌握	3
監測需求	壩體 IM1 測傾管深度 30m 以下因保特瓶阻塞，建議嘗試將保特瓶取出	2
	建議可考慮降低壩體測傾管 IM1、IM2 及 IM3 的觀測頻率為一年一次及五級以上地震後觀測	3
	沈陷鈹已達成其階段性任務，所能提供的安全資訊極有限，建議停止層別沈陷鈹的觀測	2
	建議停止測傾管 IM6A 的觀測，改由鄰近 IM6C 測傾管觀測邊坡滑移	2
	建議於靠近測傾管 IM7 附近增設水位觀測井，以自計式觀測，同一孔內並設置測傾管供未來備用	1
警戒值修訂	暫時停止已故障儀器及監測結果不穩定的儀器的監測警戒值，便利安全管理作業	2
	因無相關破壞模式設置警戒值意義不大，建議取消壩體上游殼層及下游殼層內的水壓計的監測警戒值	2
	心層內土壓計原設置的上限警戒值不合理，建議修訂為下限值。並建議取消下游殼層土壓計的警戒值	3
	層別沈陷鈹階段性任務已完成，繼續觀測的意義不大，建議取消其警戒值	3
	建議將測傾管原設的警戒值「孔口累積變位量 10mm/30 天」改為「滑動面累積變位量 10mm/30 天」	3
	建議將 W-1、W-3、W-4 等量水堰警戒值取消，改由人工辨識判讀	3

\*註：改善事項之優先次序依其急迫性，最優先之改善事項依序編為 1，其餘編為 2 及 3，共分 3 個等級

