

摘要

水利署南區水資源分署提出「112 年度阿公店水庫空庫防淤泥砂觀測及防洪運轉決策支援」計畫（以下簡稱本計畫），期能藉由現地觀測並整合歷年防淤操作之觀測及淤積測量成果，評估水庫水力排砂成效，並於颱風豪雨期間提供專業水文分析、流量預測諮詢及防洪運轉操作諮詢服務，做為阿公店水庫管理中心（以下簡稱管理中心）操作之參考。

本計畫委由成大研究發展基金會（以下簡稱團隊）執行，主要工作項目包括：基本資料更新、既有水文站維護保養、水文觀測資料蒐集及分析、阿公店水庫空庫防淤操作分析及防洪運轉決策支援，期程自 112 年 3 月 18 日起至 112 年 12 月 31 日止。

本計畫執行按預定進度完成各項工作，以下簡要說明執行內容及成果。

一、基本資料更新

本計畫蒐集、更新基本資料，包括：

1. 雨量。本年度集水區至 11 月止的降雨量為 1,249 毫米。
2. 依據本年度衛星影像判釋結果，本年度的崩塌地面積為 32.48 公頃，比 111 年增加 0.13 公頃。
3. 蒐集「112 年度阿公店水庫暨阿公店溪測量計畫」成果報告，水庫累積淤積量為 334.39 萬立方公尺，今(112)年淤積量增加 17.12 萬立方公尺。
4. 依據「112 年度阿公店水庫暨阿公店溪測量計畫」成果更新水庫 H-A-V 曲線。水庫在滿水位標高 37 公尺的蓄水容積為 1,502.69 萬立方公尺。

二、水文觀測資料蒐集及分析

本計畫於颱風豪雨事件期間，或配合管理中心防洪運轉操作，以自動採樣器採取水樣，計劃期間共取得 99 瓶水樣，並進行含砂濃度分析。因本年度集水區的降雨量較少，濁水溪及旺萊溪的流量較低，斗姥廟水文站因水位較低，未達自動採樣器啟動高度，因此以人工取樣方式取得資料。

本(112)年度測得白嶺箱涵水文站含砂濃度介於 1,471~23,129 mg/L 之間，平均濃度 14,799 mg/L；斗姥廟水文站含砂濃度介於 1,022~1,487 mg/L 之間，平均濃度 1,456 mg/L。溢洪管出口測得之放流含砂濃度介於 2,097~24,928 mg/L 之間，平均濃度為 5,158 mg/L。

三、阿公店水庫空庫防淤操作分析

本年度主要的降雨事件是「0810」豪雨及海葵颱風，團隊蒐集流量及含砂濃度資料，進行入庫砂量及排砂量推估及排砂操作分析，以及本次事件防淤操作對下游河道的影響。

依據 112 年 9 月淤積測量成果，水庫庫容比 111 年 9 月減少 17.12 萬立方公尺。空庫防淤期間排出土砂量為 25.84 萬立方公尺，其中包括水力排砂量 4.96 萬立方公尺，陸挖 6.48 萬立方公尺及抽泥 14.40 萬立方公尺。

四、防洪運轉決策支援

本計畫配合管理中心，於 6 月 12-16 日、7 月 27-28 日、8 月 3-4 日、8 月 11 日、9 月 2-4 日及 10 月 4-5 日配合管理中心提供水情分析、雨量及流量預測、防洪運轉操作建議。

為維護阿公店水庫的庫容，以達永續利用目標，建議持續進行空庫防淤操作之餘，仍需積極營造更有利的排砂條件，如 108 年起實施之低水位操作、庫區擾動，並搭配其餘泥砂管理措施，如深槽維護、分區排砂或擬訂全面的水庫泥砂管理策略。考量現今氣候變遷造成之水文不確定性，亦須持續透過泥砂觀測評估排砂成效。

關鍵字：水庫沉積物、空庫防淤、泥砂觀測、含砂濃度、防洪運轉

Abstract

Southern Region Water Resources Branch, WRA, MOEA proposed the project, “Sediment Observation for Desiltation of Agongdian Reservoir by Using Empty Flushing and Consultation for Flood Control Operation in 2023” to evaluate the efficiency of hydraulic flushing through onsite observation and integration the results of operation and sediment deposition survey of past years. Hydrological information, inflow estimation and suggestion of flood control operation are provided to the management center during heavy rain events.

This project has been carried out from March 18st to December 31th 2023 by the NCKU Research and Development Foundation. The main contents and implementation results are described briefly below.

1. Updating general data

- (1) The accumulated rainfall is 1,249 mm till November.
- (2) The bare area in the catchment is 32.48 ha according to the interpretation results of remote sensing image. It is 0.13 ha more than that of 2022.
- (3) The cumulative sedimentation volume of the reservoir is $3343.9 \times 10^3 \text{ m}^3$, and this year (112) the sedimentation volume increased by $171.2 \times 10^3 \text{ m}^3$.
- (4) The H-A-V curve has been updated according to the report of “Deposition Survey of Agongdian Reservoir and Agongdian Stream in 2023”

2. Collecting and analyzing hydrological observation data

99 water samples were taken totally. Sediment concentration was tested by using pycnometer method. The sediment concentration at Bailing Culvert is 14,71~23,129 mg/L and 14,709 mg/L in average. The sediment concentration at Doulao Temple station is 1,022~1,487 mg/L

and 1,456 mg/L in average. The outflow sediment concentration is 2,097~24,928 mg/L and 5,158 mg/L in average.

4. Analyzing desiltation efficiency of empty flushing

The main event of this year is “0810” heavy rain event and typhoon Haikui. The inflow and outflow sediment volume were estimated, the flushing operation and its impact on the Agongdian stream channel.

The storage capacity of the reservoir is $171.2 \times 10^3 \text{ m}^3$ less than that of 2022 according to the report of “Deposition Survey of Agongdian Reservoir and Agongdian Stream in 2023”. $258.4 \times 10^3 \text{ m}^3$ sediment were transported out the reservoir during the period of empty flushing operation by hydraulic flushing($49.6 \times 10^3 \text{ m}^3$), dredging($64.8 \times 10^3 \text{ m}^3$) and pumping($144.0 \times 10^3 \text{ m}^3$).

4. providing hydrological information and suggestion for flood control operation. Hydrological information such as rainfall forecast, flow estimation and suggestion of flood control operation were provided to the management center between June 12th ~ 16th, between July 27th ~ 28th, between August 3th ~ 4th, on August 11th, between September 2st ~ 4nd and between October 4th ~ 5th.

In order to maintain the storage capacity and sustainable utilization, it is recommended that to continuing the empty flushing operation, and modify the sedimentation conditions, such as low water level operations and disturbances which implemented since 2019. Furthmore, chnnel maintenance, zoned sedimentation, or development of a sediment management strategy was indeed. With the uncertainty caused by climate change, it is also necessary to continuously evaluate the effectiveness of sand discharge through sediment observations.

keywords: reservoir sediment, empty flushing, sediment observation, sediment concentration, flood control operation

第九章 結論與建議

9.1 結論

本計畫在執行期程內完成水庫集水區基本資料更新，包括降雨量、裸露地面積、淤積量等，並進行現地調查。汛期間於「0810」豪雨事件及「海葵」颱風事件以自動採樣器抽取水樣，進行含砂濃度分析，更新流量-輸砂量率定曲線，推估水庫入、出庫土砂量。同時也配合管理中心於氣象局發布豪雨特報或降雨警報時提供降雨預報資料、運轉建議等。

以下綜整說明本年度計畫執行之觀測及分析成果。

- 一、由表 9-1 歷年水庫淤積測量成果可見歷年來水庫實施空庫防淤的成果，水庫年淤積量呈現下降的趨勢，尤其 108 年後管理中心在空庫防淤期間實施低水位操作，並配合配合機械擾動，提高排砂效率，庫容維持穩定。本年度在 8 月前因無明顯降雨事件，入流量小，入砂量較少，8 月-10 月之間受午後雷陣雨及颱風豪雨事件影響，水庫有 17.12 萬立方公尺的淤積量。

表 9-1 阿公店水庫歷年水庫淤積量

年	累積淤積量 (萬立方公尺)	淤積量 (萬立方公尺)	累積平均年淤積量 (萬立方公尺/年)
94	0	0	0
97	67.68	67.68	20.32
99	149.78	82.10	28.97
100	115.00	-34.79	18.89
101	168.07	53.08	23.43
102	174.51	6.44	21.35
103	190.44	15.94	20.76
104	208.05	17.64	20.45
105	224.20	16.12	20.21
106	248.40	23.20	20.54
107	327.22	78.81	24.99
108	314.54	-12.68	23.31
109	311.19	-3.35	20.61
110	309.48	-1.70	19.22
111	317.27	7.79	18.55
112	334.39	17.12	18.49

- 二、從本年度與前期水庫淤積測量成果比較分析，沖積扇（等高線 29 公尺）前緣已經到達已到達旺萊溪的匯流口。而將今(112)年淤積測量成果與前期測量成果比較，濁水溪方向（包括太陽能板附近）因各項防淤操作的成果，淤積高程降低，深槽兩側沖刷深度約在-0.5~0 公尺之間，但濁水溪入庫處及深槽有 0.5~1.5 公尺的淤積；旺萊溪入庫處則持續有部分土砂淤積情況深度，約在 0~0.5 公尺。
- 三、本年度管理中心於事件期間放流操作，溢洪管出口測得之放流含砂濃度介於 2,097~24,928 mg/L 之間，平均濃度為 5,158 mg/L，109 年平均放流濃度為 7,738 mg/L，110 年平均放流濃度為 12,193 mg/L，111 年平均放流濃度為 18,267 mg/L，本年度平均放流濃度與 109-111 年相比較低。

9.2 建議

依據本計畫觀測及分析成果，提出以下幾項建議作為後續計畫之參考，並分為管理中心執行部分及其他相關單位配合執行部分分別說明。

1. 綜整歷年濃度觀測與水庫淤積變化，阿公店水庫防淤操作在高水位條件下確實有效果降低情形出現，目前阿公店水庫有效蓄水量僅 1,502.69 萬立方公尺，對於水資源運用有限，且其蓄水空間可透過月眉堰越域水進行補注，因阿公店水庫庫容維持之目的係以防洪為優先，因此在防淤操作規劃上，建議仍以維持低水位為優先考量。
2. 深槽維護，依本年度淤積測量成果，在濁水溪至溢洪管出口現有深槽，有淤積的情形發生，深槽深度影響水流速度，使入庫含砂水流無法快速直接向溢洪管入口處運移，增加水流溢出及土砂落淤，不利於排砂，從過往經驗，適當維護既有深槽，確實可提高排砂效率，建議可於明年度水位較低時進行維護。
3. 太陽能板附近淤積情況趨於穩定現象，此狀況與去年淤積變化情形相符，與濁水溪深槽存在有關，因其可減少溢流至太陽能板附近落淤，另外陸挖也可減緩該處淤積。並建議持續執行以上方案及配合抽泥放淤減少水庫淤積。

4. 入庫土砂量與水庫有效蓄水容積及排砂效率有密切關係。目前入庫土砂量藉由水文站觀測流量配合流量-輸砂量率定曲線推估而得。建議後續研究集水區土砂生產及運移分布，建立推估模式，以利管理中心防淤操作。
5. 因阿公店水庫屬平地型水庫，逐時入庫流量計算資料，易受水位變動影響而造成誤差，可使用日水量守恆的觀點，去檢核逐時流量資料進行修正。
6. 目前阿公店水庫於空庫防淤操作後會利用暫時土堤增加蓄水量，已因應可能乾旱狀況，為受極端氣候影響，在高蓄水量時若有豪雨事件發生，對水庫安全將反成威脅，因此降雨預報之精度勢必須有相當程度之提升，目前預報所使用的 QPESUMS 雨量資料主要用於預測 1-3 小時的劇烈天氣，若要提升預報降雨的精確性，雷達觀測系統之應用與需求性將大幅提升，建議可持續推動雙極、車載雷達等雷達觀測系統對於水庫集水區降雨預報之應用。