

## 臺北市政府創意提案競賽提案表—創新獎

提案標準	應為本府 <u>尚未推行過</u> 之具體創新作為，且有 <u>初步成效者</u> 。 評分指標詳參「 <u>本府創意提案競賽評審作業說明</u> 」。
提案年度	114年度
提案名稱	以柔克剛—智慧閘門操作，改善水庫水質
提案單位	臺北翡翠水庫管理局
提案人員	<b>主要提案人【限1名】</b> 及其他參與提案人【至多17名】 主要提案人：徐硯庭 參與提案人：林保隆、戴翊峰
提案範圍	(四) 有關各機關業務推動方法、作業流程及執行技術之改進革新事項。
成效屬性 (可複選)	<input checked="" type="checkbox"/> 全國首創、 <input checked="" type="checkbox"/> 導入精實手法、 <input type="checkbox"/> e化、 <input checked="" type="checkbox"/> 節省成本(時間、人力、經費)、 <input type="checkbox"/> 取得專利、 <input type="checkbox"/> 其他：(如榮獲其他獎項、增加收益、發表期刊論文.....等，請於15字內簡要說明)
提案緣起	<p>大臺北地區的水源主要仰賴翡翠水庫攔蓄北勢溪水源，並與南勢溪天然流量聯合供應，經下游自來水廠淨化後泵送至用戶端，滿足每日600萬人口民生用水量需求。</p> <p>翡翠水庫滿水位時緊鄰大壩上游水深約100公尺，由於水深足夠，最底層的水溫長年介於17°C~18°C，較不受氣溫影響而變動。惟當氣候連續低溫且降雨，上游大量低溫水體(&lt;15°C)，因密度高係沿溪床流至翡翠大壩，然因壩體阻滯效應，會抬升水庫底層厭氧水體，促使其中富含高錳濃度或營養鹽水層上升至平時供水閘門高度附近，影響原水供應品質。該自然現象稱之水體抬升，好發於每年冬春之際。</p> <p>有鑑於民國110年初大臺北地區用戶端自來水水色泛黃事件，研判係自來水中含有影響適飲性及感觀物質的「錳」。錳多存在於土壤中，容易因降雨流入水庫底部水層，遇水體抬升且南勢溪天然流量較低情形時，又受限臺北自來水事業處(下稱北水處)自來水淨水場處理能力，恐影響自來水供應品質。爰此，臺北翡翠水庫管理局(下稱翡管局)與北水處共商原水錳濃度過高時之緊急應變方案及措施。</p> <p>為解決水體抬升對庫區供水品質之影響，且水質淨化成本最小化，本提案於110年2月訂定《低溫期間翡翠水庫配合調整放水機制》，經實務經驗於112年12月修正函頒《低溫期間水庫配合調整放水注意事項》，藉由調整不同高度的放水閘門，戮力蓄清排渾，以達水質管理，並搭配低溫時期水質加密監測機制，追蹤調整供水閘門前後，水庫水質變化。此作為證實：於抬升前採較低標高閘門放水，庫水抬升情形明顯受到抑制，同</p>

	<p>時可有效改善水質(最大值約63kg/day 錳)，係國內首例針對水庫水體抬升以閘門操作達水質管理實案。</p>
<p>提案內容</p> <p>實施方法、過程</p>	<p><b>(一) 提案創新之處與規劃內容：</b></p> <p>1、源頭管理與蓄清排渾並進(附件1)</p> <p>由於各淨水廠淨水能力不同，水體抬升帶動底層厭氧水體上抬影響原水水質，並非國內多數水庫關注議題。為解決水體抬升促使底層雜質上升至放水口高度，影響原水水質，本提案首創「民生用水供應鏈源頭管理」！依據水質加密監測及檢驗數據，推估水中各類物質運移狀況，並適當開啟不同高程之放水閘門，達到蓄清排渾、改善抬升好發時節庫水水質成效。</p> <p>2、首創機制，有效減緩水體抬升(附件2)</p> <p>分析歷史水體抬升數據，建立水質加密監測機制(含啟動及停止時機)，由分層庫水溶氧、水溫、導電度等項目判釋抬升潛勢及情形，並僅以低廉成本之調整放水閘門高度方式，達到蓄清排渾效益，減少不必要的浪費！此操作確有抑制水體抬升之成效，為國內首例。</p> <p><b>(二) 執行遭遇困難之處：</b></p> <p>1、水體何時抬升？難精準預測發生時機</p> <p>翡翠水庫因上游低溫高密度水體大量流入下沉庫底，致原底層厭氧水體抬升至平時發電供水口高度。然發生水體抬升之因素如上游入庫水溫、流量及其他環境參數等尚無法明確量化並建置具有一定可信度預測模型，故實務上以統計歷年抬升事件中未發生水體抬升之最大值作為預警抬升時機。此舉可有效降低過早投入加密監測資源，惟若真發生水體抬升，反應時間亦為充足。</p> <p>2、以民生用水供應鏈角度啟動跨機關溝通協調</p> <p>大臺北地區民生用水供應鍊係由翡翠水庫所提供之原水，經淨水場處理後，泵送至家戶端。水庫供應原水水質良莠涉及下游端北水處權管淨水場處理成本及淨水後自來水品質優劣，且採樣水庫水樣後亦須仰賴北水處淨水場實驗室檢驗水質，而若下游淨水場監測原水取水口有異常徵兆，亦須通報水庫協助調整因應，上下游串連的2個機關有保持積極密切溝通協處需要，約定以確保民生用水供應鏈安全立場。</p> <p>3、以化學和工程方式改善水庫水質，需高額成本且具副作用</p>

快速有效地改善庫水水質常見手段為新建設置曝氣設備，雖具快速減少水中有害物質，然面臨翡翠水庫深水域需投入大量成本且有面對處理副產物或攪動水質環境之不良影響。

#### 4、需兼顧民生供水水量及水質

為充分利用水資源，且兼顧蓄清排渾功能，翡翠水庫供水原則係以低標高108m之發電取水口供應原水，當發生水體抬升時，厭氧水體抬升高度可上升至標高108、128公尺或更高處，如維持原放水閘門，恐影響供應原水水質，亦不得停止供水，需在供應水量及水質間取得平衡。

### (三) 解決策略要點：

#### 1、擬定低溫加密監測機制，研判水體抬升時機

蒐集分析歷年水體抬升事件及主要3條上游支流水質、流量及水域2處分層水溫、溶氧、導電度數據，研擬庫區可能發生水體抬升之水文條件，頒訂低溫加密監測機制，並設定上游任一支流水溫( $<15^{\circ}\text{C}$ )及水庫進流量體(單日 $>400$ 萬噸或累積 $>850$ 萬噸)為啟動水質監測頻率由原每週1次增加至每週2次以上之條件，強化判斷庫區發生水體抬升跡象準確性。

#### 2、橫向溝通合作，共同檢視原水水質變化及啟動應變機制

本提案戮力源頭管理、重橫向溝通！啟動加密監測後，為免原水所含錳濃度過高，超過下游淨水場處理負荷，偕同北水處之直潭淨水場進行水庫分層原水錳濃度檢測，並研商制定自來水淨水場錳濃度監測管理值(0.05ppm)，可於將發生水體抬升之際，即時調整水庫供水閘門高度，或直潭淨水場調整加藥量等化學處理程序，避免110年黃水事件再現。

#### 3、以治本之物理方式改善水庫水質

水庫水質管理關鍵之一為水庫蓄清排渾之操作，即輔以物理調整供水閘門高度方式進行操作，便可有效改善水質。亦無以治標之工程手段，恐有將水體底層雜質滯留在水庫且越積越多之副作用，蓄清排渾操作實為因地制宜具高P值之策略。

#### 4、權衡放水閘門擇定策略，雙贏供水與水質改善

為有效改善水庫水體抬升現象，本案首創於好發抬升季節

		<p>前，利用翡翠電廠維修停機或颱風期間水位調節時機，增加低標高放水口放水機會，僅以調整供水閘門之策略，達有效改善底部厭氧水層厚度與水質狀態成效，確保蓄存庫區原水水質，同時減輕淨水成本，減少不必要的浪費。就113年數據顯示，該年度以低標高河道放水口放水日數為約略半個月，僅十數天即可有效抑止水體抬升的發生。</p>
	<p><b>投入成本</b></p>	<p>為有效追蹤庫區水體抬升跡象，本案投入人力及成本如下：</p> <p>(一) 翡管局建立良好預警水體抬升之啟動監測機制，以有效率執行加密監測及數據判讀，每年的12~3月額外投入水質檢測48人次、公務車/船24班次。</p> <p>(二) 橫向協助(直潭淨水場)的檢驗分析成本每年的12~3月額外投入檢驗12人次、化驗分析時間6小時、設備維護及藥品費約8萬元。</p>
	<p><b>實際執行(未來預期)成效</b></p>	<p>(一) <b>內部效益分析：</b></p> <p>1、抑制水庫水體抬升高度及影響時長(附件3)  由110-113年分層溶氧值數據可證，經調整不同高程之閘門口供水，可控制厭氧水層在標高108公尺以下，相當減少上升高度約20m，同時縮短至少60%(1.5個月)的抬升時間；於113年甚至幾無抬升發生，本提案確能有效抑制水體抬升高度及影響時長。</p> <p>2、以低廉成本之閘門操作方式達到改善水質(附件3)  發生水體抬升時，高溶氧水層多分佈在水深0~30公尺，經本提案以低廉成本操作水庫後，高溶氧水層可平均分佈於水深0~50公尺處，相當改善水庫1億9,600多噸水體水質。且本提案落實永續水庫，蓄清排渾操作，強化供水品質且兼顧一水兩用，為顯著有效落實水質管理方式，亦較工程新設曝氣設備方法，節省達千萬元以上。</p> <p>3、有效掌握水體抬升時機，資源最佳化利用(附件4、5)  水體抬升時將底層高錳水體一併抬高，選擇合適之時機點開啟對應高度之放水口，可有效改善水質，並兼顧下游淨水場淨水能力。由附件4監測錳排出量結果，發現於將要抬升之際開啟低標高85m之河道放水口，可最大量排出蓄存庫區內高錳濃度之原水，並藉由南勢溪混和，不僅降低淨水成本(附件5)，同時有效排出水庫內高錳原水，達永續經營及降低外部成本之雙贏局面。</p> <p>此外，本提案自110年4月修訂《低溫期間翡翠水庫配合調整放水機制》，即訂定上游任一支流水溫低於15°C，啟動加密監測作業，惟經檢視後續操作經驗，發現尚需經歷約2至</p>

		<p>3個月方可能發生水體抬升情形，經檢視分析修正 SOP 以符實際並兼顧資源分配最佳化，建立低溫(15°C)及進流量(單日&gt;400萬噸或累積&gt;850萬噸)雙門檻，再行進場啟動加密監測作業，可更精確掌握水體抬升時機，每年節省約1.5個月之時間成本，不過份提早進場，又具有足夠應變時間，估算省下約24檢驗人次、12車及船班、柴油等檢驗成本。</p> <p><b>(二) 外部效益分析：</b></p> <p>1、減少下游淨水場淨水成本(附件5) 依據台北自來水事業處年報，經本提案調整合適之閘門放水，比對每單位原水處理成本由111年（未執行調整閘門），及112年（初嘗試調整閘門）最高約可降70%。</p> <p>2、穩定供應優質原水，把關民眾用水安全 藉由適時開啟低標高閘門之蓄清排渾操作，減少厭氧水體，蓄存更多高溶氧潔淨水體於庫區中，並抑制水體抬升情形，有效改善水庫水質，穩定供應下游自來水淨水場優質原水，提升民生用水安全。</p> <p><b>(三) 未來展望及應用：</b></p> <p>1、全國首創，值得其他水庫效尤 水體抬升屬自然現象，翡翠水庫為全國首例針對水體抬升進行研究之案例，特別頒訂《低溫期間水庫配合調整放水注意事項》，明訂於水體抬升時，調整閘門放水策略應變作為，該法具備環境友善且最低成本，同時兼顧供水、發電及庫區水質改善等多項優勢。未來如其他水庫亦留意水體抬升，或受抬升影響供水時，本案值得做為參考及效尤之先例。</p> <p>2、未來研究及應用價值 有關我國水庫水體抬升之相關研究，多以翡翠水庫為範本。然論述多著重於發生成因及好發因素之歸納與分析，少有針對預防或改善該現象的探討。本提案注重實務應變，尤其針對水體抬升後水質監測、供水策略與發電等多方考量，綜合出一套水庫操作策略，期未來能有相關論文發表之可能。</p>
<b>執行起迄期間</b>		起：110年，迄：113年
<b>相關附件</b>		附件1、智慧閘門操作示意圖 附件2、低溫加密監測及因應水體抬升標準作業流程 附件3、閘門調整後於抬升好發季節庫區溶氧值分層變化

	附件4、閘門調整後錳排放總量估算 附件5、閘門調整後每單位原水處理費用變化
聯絡窗口	姓名：徐硯庭 電話：(02) 2666-4921 Email：n55207@gov.taipei

※ 注意事項：

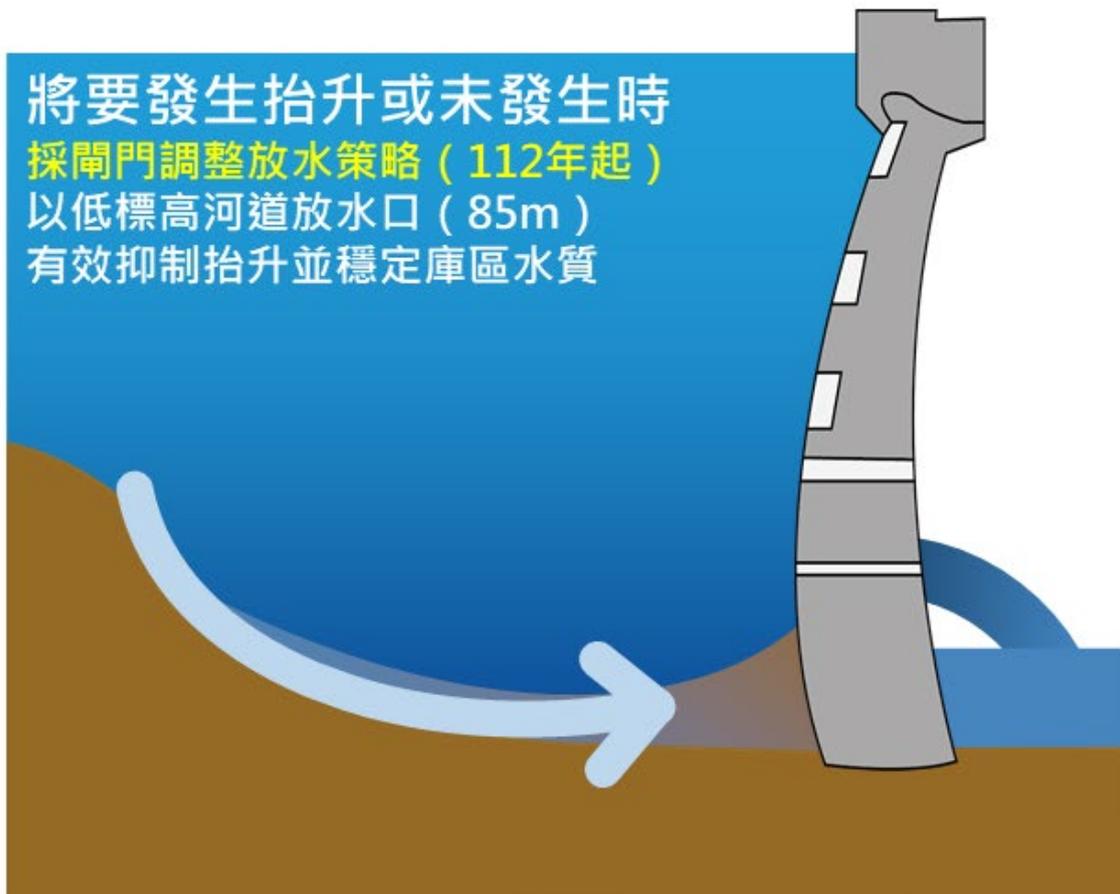
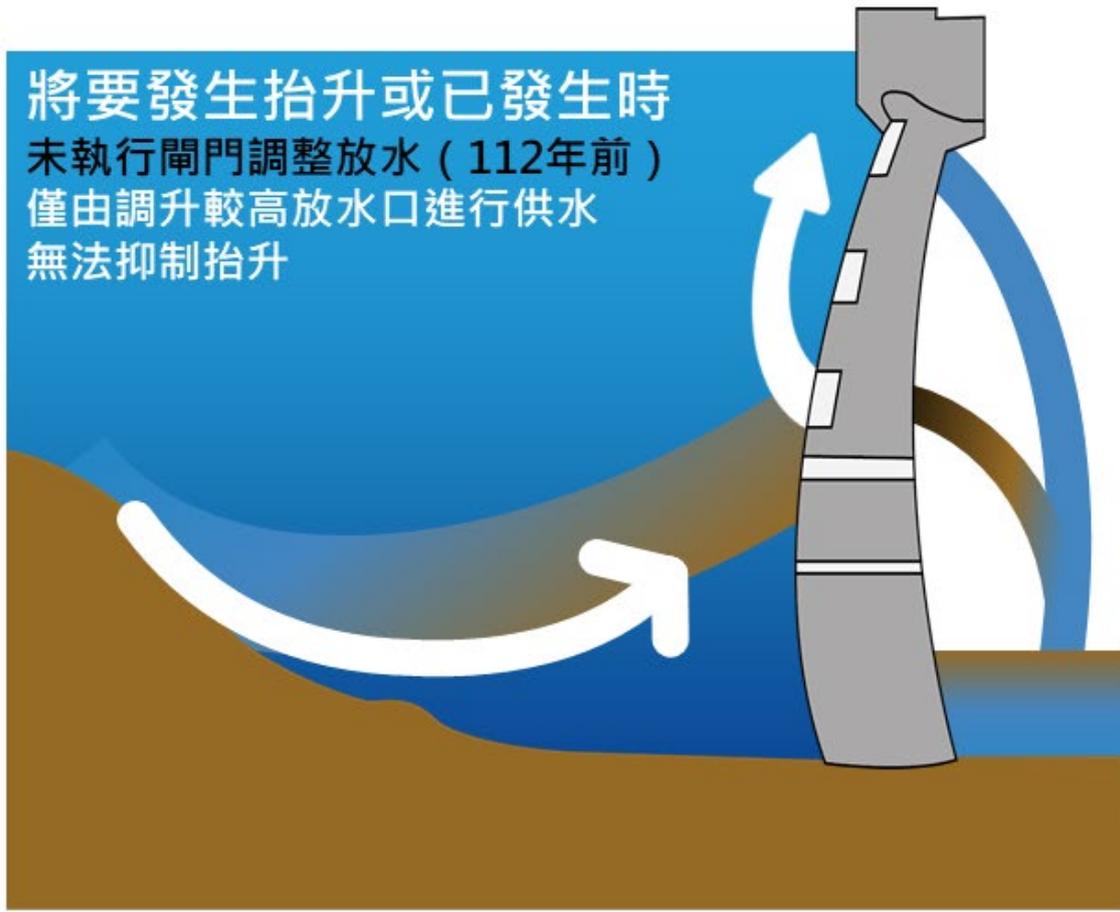
一、提案表：

- (1) 內文格式：標楷體字型，字體大小為14點，行距為固定行高18pt。
- (2) 頁數：A4版面，不超過6頁。

二、相關附件：

- (1) 內文格式：不限。
- (2) 頁數：A4版面，不超過6頁。

附件1：智慧閘門操作示意圖



低溫期間翡翠水庫配合調整放水機制 1100412 修訂

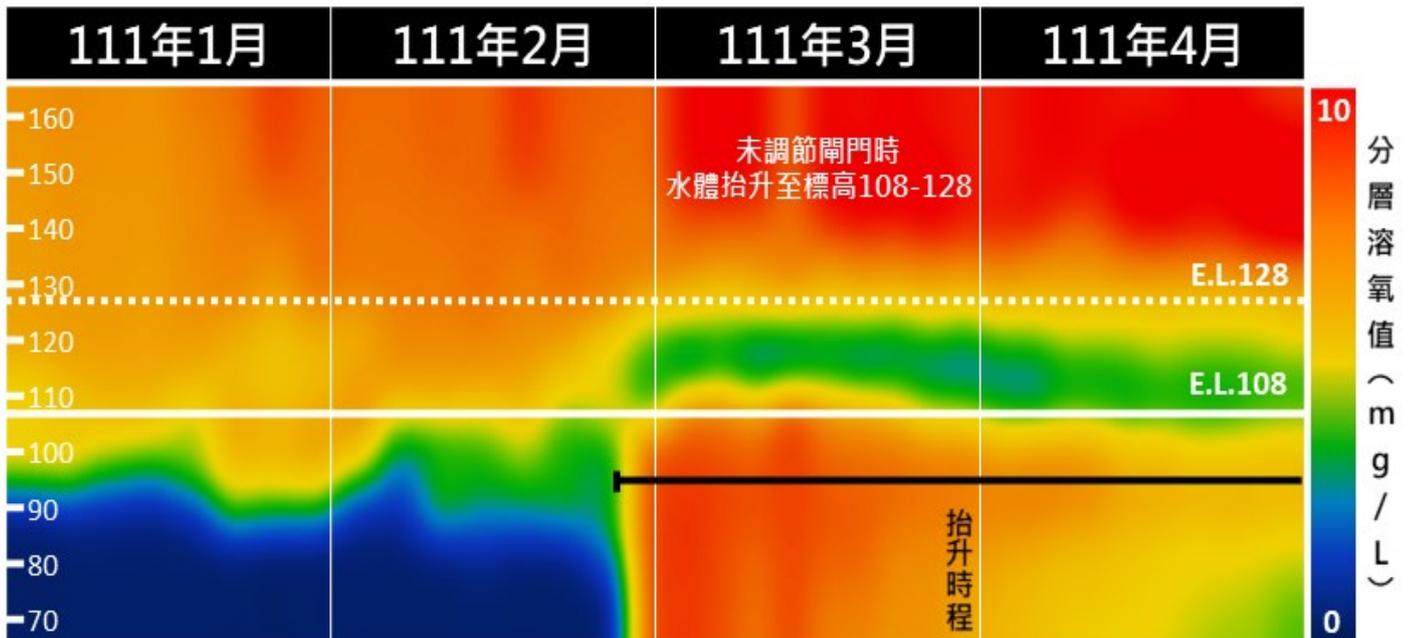
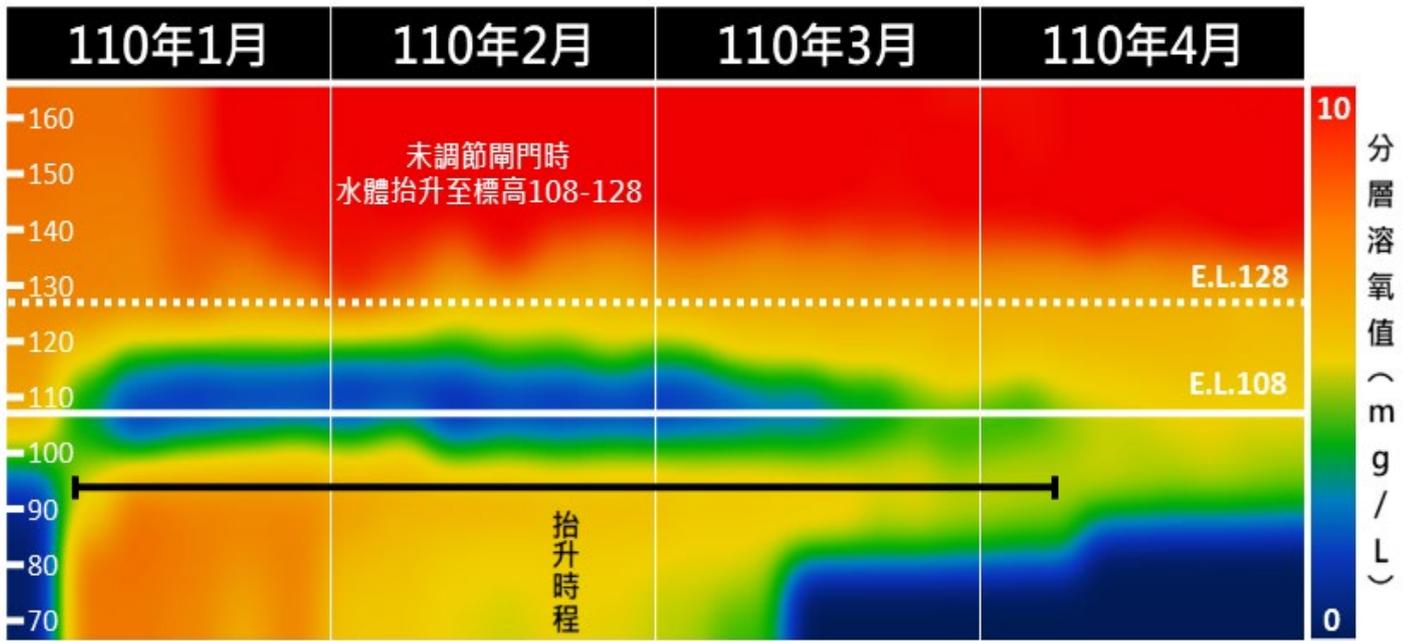
- 一、 當水庫上游支流水溫低於攝氏 15 度以下時，啟動水溫及溶氧加密監測，同時進行水庫各標高取水口水質採樣，送北水處水質檢驗室檢測原水錳濃度，以掌握庫水抬升或翻轉程度，並透過北水處裝設於水庫放流口之錳濃度自動監測資訊，了解水庫放流水錳濃度。
- 二、 當北水處直潭淨水場取水口原水錳濃度達管理值(0.1mg/L)以上，翡管局配合調整水庫發電取水口高程，由標高 108 公尺調整至 128 公尺或 148 公尺。
- 三、 當水庫標高 108 公尺或 128 公尺取水口原水錳濃度低於管理值(0.1mg/L)，則調整取水口高程，由標高 148 公尺調回至 128 公尺或 108 公尺。
- 四、 調整取水口高程後，通知北水處並填寫通報記錄表(如附件)。
- 五、 本機制得視實際運作狀況檢討修訂。

## 臺北翡翠水庫管理局

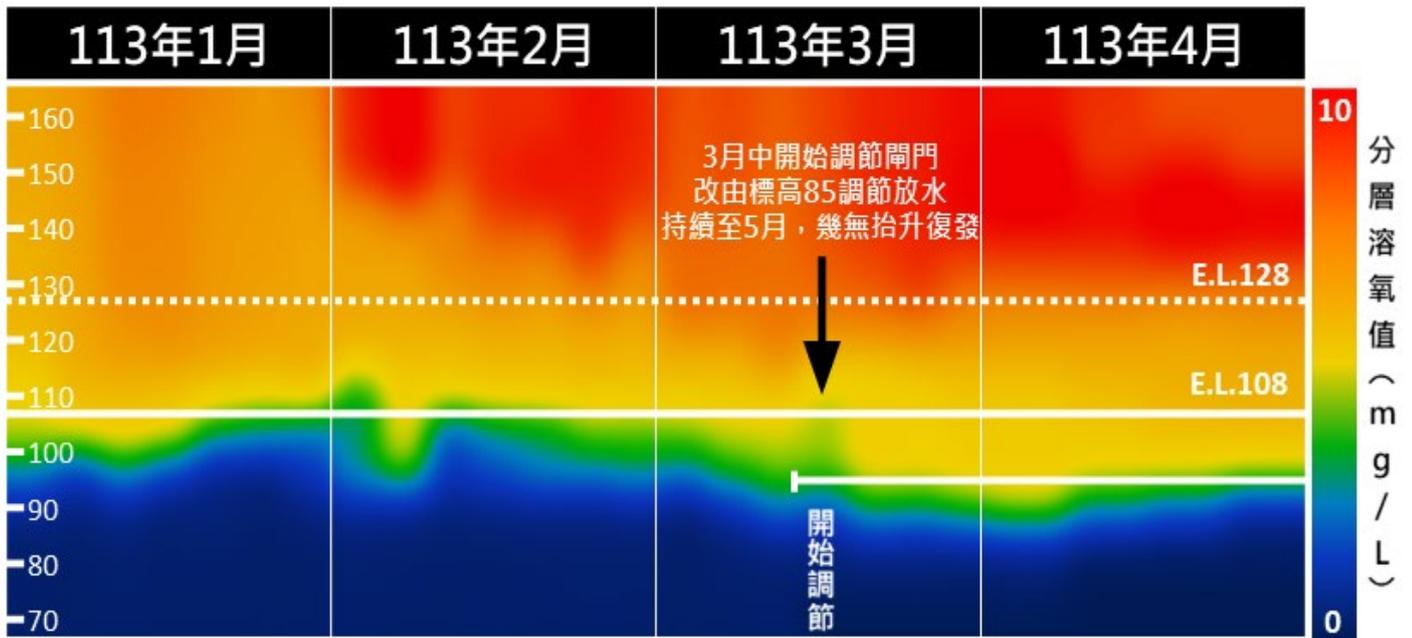
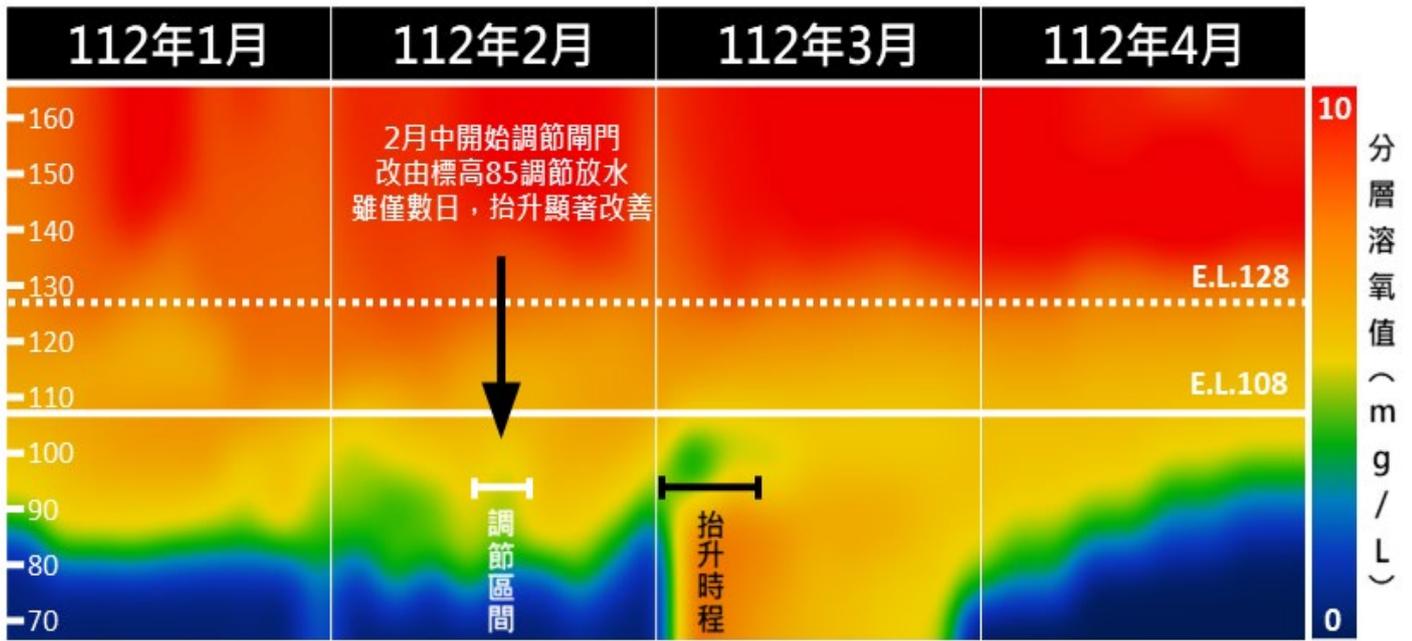
### 低溫期間水庫配合調整放水注意事項

- 一、(目的)臺北翡翠水庫管理局(以下稱本局)為強化低溫時期，翡翠水庫水體抬升預警及應變作為，落實供應臺北自來水事業處(以下稱北水處)優質水源使命，特訂定本注意事項。
- 二、(適用範圍)啟動至停止時機期間，實施水庫水質加密採樣檢測工作，配合調整水庫取水口高程：
  - (一) 啟動水質加密採樣檢測後，且當北水處直潭淨水場取水口原水錳濃度達管理值(0.05 mg/L)且有持續上升時，調升水庫取水口高程。
  - (二) 停止水質加密採樣檢測後，調降水庫取水口高程。
- 三、(啟動時機)當水庫上游任一支流水溫低於攝氏 15 度以下，且水庫單日進流量大於 400 萬噸或累積進流量大於 850 萬噸時，啟動水溫及溶氧加密監測，同時進行水庫各標高取水口水質採樣，送北水處水質實驗室檢測原水錳濃度，以掌握庫水抬升程度，並透過北水處裝設於水庫放流口之錳濃度自動監測資訊，了解水庫放流水錳濃度。
- 四、(停止時機)當水庫上游支流水溫皆高於攝氏 15 度，且水庫各標高取水口之原水錳濃度連續 3 次檢測皆小於 0.05 mg/L，停止水溫及溶氧加密監測及水庫各標高取水口水質採樣檢測工作。
- 五、(申請程序)調整水庫取水口高程，應填寫申請表(如附表 1)，經審查通過後配合調整放水，並通知北水處及填寫通報紀錄表(如附表 2)。
- 六、本注意事項報經本局務會議通過後施行，修正亦同。

附件3：閘門調整後於抬升好發季節庫區溶氧值分層變化



附件3：閘門調整後於抬升好發季節庫區溶氧值分層變化



附件4：開門調整後錳排放總量估算

111-113年翡翠水庫於開門調整後錳排放總量估算				
年分 \ 月份	1月	2月	3月	4月
111年 未實施開門調整	28.35	19.90	26.57	26.66
112年 實施開門調整數日	13.06	18.41	17.44	13.95
113年 於3月實施開門調整	14.00	20.83	63.79	14.84

單位：公斤/日

附件5：開門調整後每單位原水處理費用變化

110-112年間臺北自來水事業處每單位原水處理成本統計表					
年分 \ 月份	1月	2月	3月	4月	抬升發生時平均原水處理成本 (處理單位/元)
110年 未實施開門調整	1.4087	0.3891	0.3477	0.3734	1.409
111年 未實施開門調整	1.1788	1.5211	0.4441	0.6904	0.983
112年 實施開門調整數日	2.5987	0.5035	0.4240	0.4040	0.424
開門調整後處理成本最高降低率					69.90 %

註：

1. 橘底標註月份者為表當年該月正發生水體抬升現象，如抬升現象甫發生時逢跨月份，則取兩月份平均計之。
2. 成本最高降低率計算取統計年間**最高者減最低者**／**最高者**之百分比。
3. 北水處迄今尚未正式公佈113年原水處理成本。