

國有林地堰塞湖應變標準作業程序

本局 106 年 2 月 16 日林治字第 1061730030 號函訂定發布

壹、國有林地堰塞湖應變標準作業流程

國有林地堰塞湖應變作業流程係依據 99 年 7 月 8 日農林務字第 0991730473 號函送行政院版之「堰塞湖應變標準作業程序」研訂；為利於林務局(以下簡稱本局)暨所屬各林區管理處遭遇堰塞湖災害時，能更迅速掌握災情資訊及應變流程，依前述作業程序細部說明及歷年處置堰塞湖經驗更詳實描述執行應變作業相關內容。

作業流程主要分成 3 階段，分別為 1. 初期階段、2. 緊急應變階段及 3. 中長期處理階段，各階段作業重點說明如下，詳細流程如圖 1 所示。

一、初期階段(第 1 階段，圖 1 步驟 1~3)：

查證與通報為本階段之主要工作重點，接獲堰塞湖形成之通報情資後，須立即進行查證作業，以確認通報情資之正確性，若非屬實，則應主動澄清，避免民眾恐慌；若屬實，則應依程序啟動堰塞湖緊急應變機制。主要工作內容如下：

- (一) 確認堰塞湖形成通報情資正確性(查證作業)。
- (二) 確認堰塞湖形成地點及蒐集重要現況資訊。
- (三) 查證結果通報各級災害應變單位。

二、緊急應變階段(第 2 階段，圖 1 步驟 4~7)

緊急應變階段之重點為如何在有限的時間與資料下，快速且合理進行堰塞湖危險度初步評估，並實施必要之緊急處理。林區管理處於啟動堰塞湖緊急應變機制後，應成立國有林地堰塞湖處理應變小組(後稱堰塞湖應變小組)，進行必要之緊急調查、評估及處理作業，並視需要選定適當方法同步展開監測作業，嚴密監控堰塞湖之變化，做為警戒、撤離等決策下達之參考。主要工作內容如下：

- (一) 堰塞湖基本資料初步調查。

- (二) 依據現地觀測條件，採取適當之監測方式監控堰塞湖變化。
- (三) 初步評估堰塞湖危險度。
- (四) 考量工程可行性及必要性，實施適當之緊急減災工程。
- (五) 初步訂定堰塞湖警戒及撤離機制(警戒值及警戒區訂定)。

三、中長期處理階段(第 3 階段，圖 1 步驟 8~12)

堰塞湖緊急應變處理初步完成後，堰塞湖應變小組應視個案之急迫性與詳細調查作業之可行性，決定實施詳細調查及評估之方法及時機，其後依據細部評估結果提出處理對策檢討及強化之建議。主要工作內容如下：

- (一) 辦理細部調查作業(考量人員可及性及安全性)。
- (二) 依據細部調查結果，評定堰塞湖危險等級。
- (三) 依據細部評估結果，修訂堰塞湖警戒方式(撤離時機及警戒區修訂)。
- (四) 依據細部評估結果，調整並強化監測作業(考量現地觀測條件及需要性)。
- (五) 依據細部評估結果，實施必要之中長期防災工程(考量現地工程施作條件)。
- (六) 依據現地條件並考量治理措施，再次評定堰塞湖危險等級。

另外，於上述三階段處置過程中，於緊急應變階段與中長期處理階段，若因個案之堰塞湖致災風險較大、或對保全對象危害度較高或經評估認為有需要進一步研討時，得由本局召開「國有林地堰塞湖處理專家諮詢會議」，邀集學者專家與相關機關共同研商堰塞湖之工程處理方案、警戒撤離對策或解除列管機制。

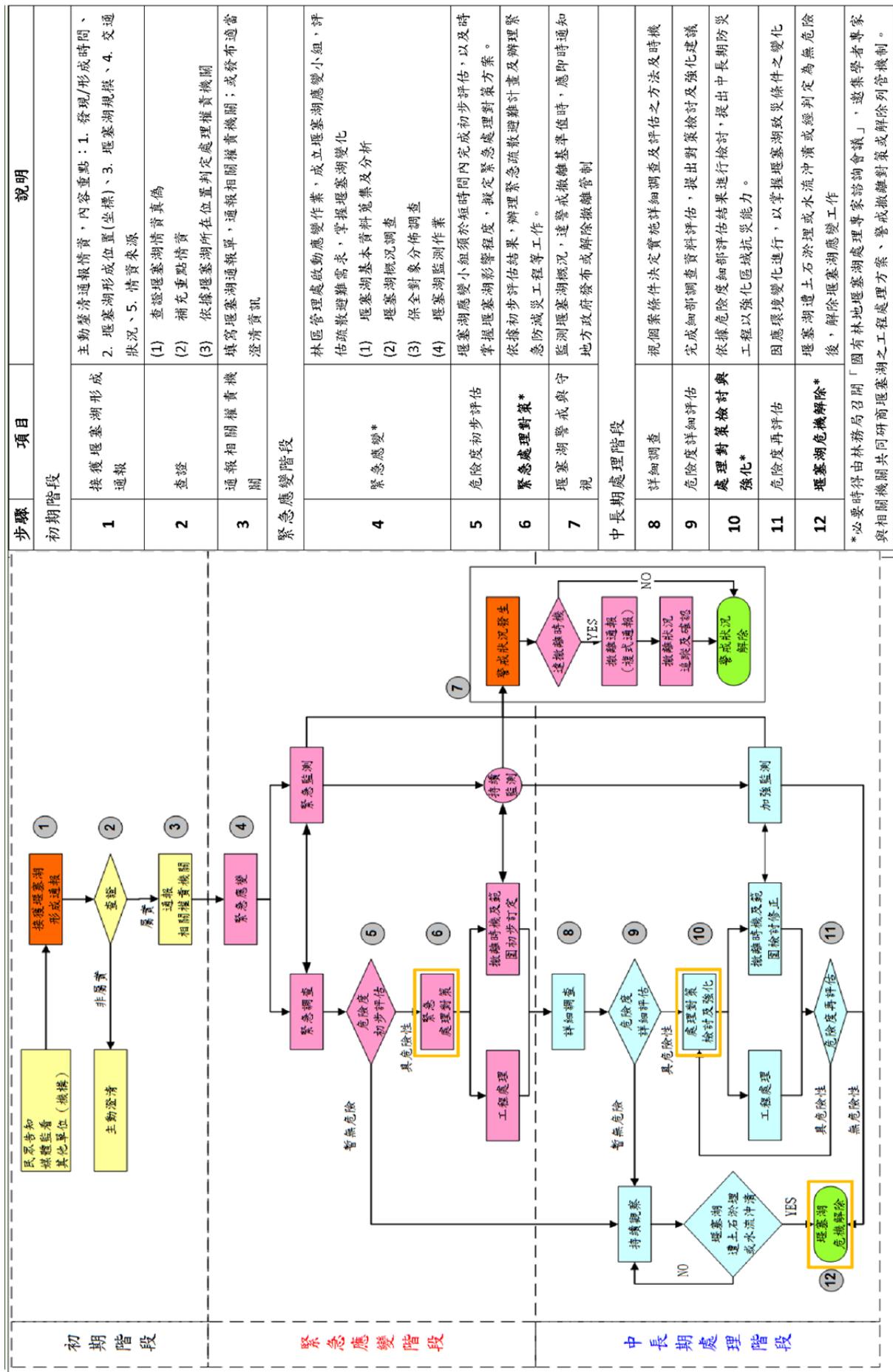


圖 1 國有林堰塞湖處理標準作業流程圖

貳、國有林地堰塞湖應變標準作業程序細部說明

1、接獲堰塞湖形成通報

林務工作人員接獲堰塞湖通報情資時，應主動釐清重要概況資訊，以利進行資訊查證與後續緊急應變作業。

【說明】

堰塞湖形成地點多位於偏遠山區，故發現堰塞湖形成之通報者多為鄰近堰塞湖之現地民眾，其可能透過警政、消防及民政通報系統、大眾傳播媒體，或是直接向轄管機關進行通報。接獲通報情資之林務工作人員，應主動釐清情資來源，並向情資來源釐清以下 6 項重要概況資訊，以利進行資訊查證與後續緊急應變作業：

表 1-1 接獲通報時應主動確認資訊

| 主動確認資訊 | 內容 |
|-------------|---|
| 堰塞湖發現及形成時間 | 藉由發現時間(形成時間)對應當時之水文或環境資訊，有助於推斷崩塌發生與堰塞湖形成之成因，提供對策研擬參考。 |
| 堰塞湖形成位置(坐標) | 釐清堰塞湖所在位置(如行政區(縣市鄉鎮村里)、流域或水系、林班)，藉以判斷相關處理權責單位，以利規劃後續調查與監測方案。 |
| 堰塞湖規模 | 釐清資訊以評估是否立即搶險或緊急疏散 (1) 是否有人員傷亡 (2) 是否有記錄相片或影片 (3) 崩塌地與崩積土體是否穩定，如是否持續崩落、堆積土體是否有滲水現象 (4) 概估之崩積土石量與蓄積水量 (5) 湖水是否已溢流 |
| 交通狀況 | 釐清資訊以利規劃後續處理方法 (1) 車輛與人員是否可達堰塞湖 (2) 交通阻斷之位置與距離 (3) 其他行車道路或既有步道可達處，航空器可起降處 (4) 概估交通所需時間 |
| 情資來源 | 釐清資訊之來源對象與其聯繫方法 (1) 稱謂/姓名，機關/單位(身份類別) (2) 聯繫方式，如電話、傳真、Email |
| 保全對象 | 鄰近是否有保全對象，與保全對象之距離。 |

2、查證

林區管理處接獲堰塞湖形成通報後，應立即針對通報情資進行查證，確認通報情資之真實性，並將查證結果回報本局與中央災害應變中心。

【說明】

災害應變期間災情通報管道眾多，相關情資之真實性仍有待確認，各林管處接獲堰塞湖通報資訊後，應設法確認堰塞湖情資真偽，如聯繫初始通報者或是透過遙測影像提供單位，取得確實影像資料。或於必要時(無法取得確實資訊時)派遣人員至現場或以空勘調查方式進行查證。證實堰塞湖通報資訊後，依據堰塞湖所在位判斷並通報處理權責機關。

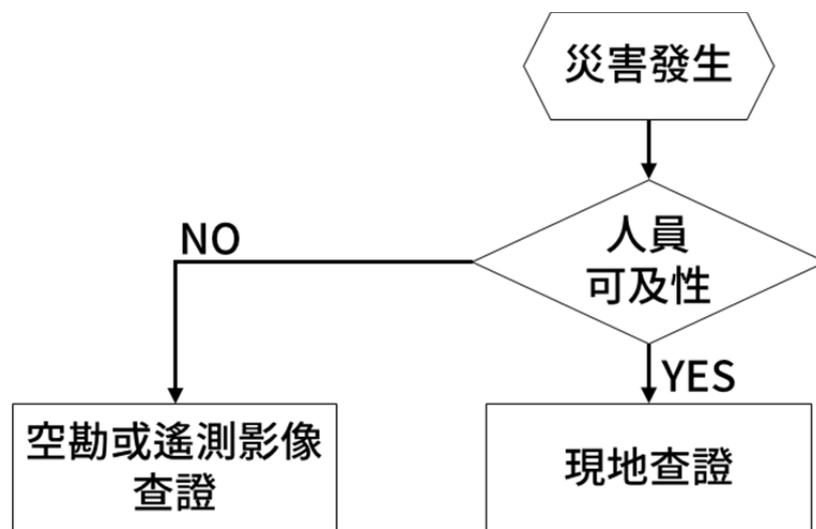


圖 2-1 查證作業流程

2.1、查證方式

1. 現地查證：

車輛或人員徒步可及堰塞湖者，可採直接調查方式進行查證。

2. 影像查證：

受限於交通狀況，部分災害土砂來源或現象位置可能不利人員現場勘查，則可利用遙測影像進行查證。可先根據「林務局災害應變圖資處理及供應流程」，洽本局森林企劃組資訊科協助，了解局內既有影像資源狀況，再考量其他取得來源。

表 2-1 遙測影像取得來源清單

| 遙測影像類型 | 取得來源 |
|------------|---|
| 福衛影像 | 內政部中央災害防救緊急應變中心、國家災害防救科技中心、國家太空中心及各地分送中心(臺灣大學、臺灣師範大學、中央大學、成功大學)、農林航空測量所 |
| SPOT 衛星 | 中央大學太空遙測中心 |
| 其他商用衛星 | 洽各經銷商 |
| 航照影像 | 內政部中央災害防救緊急應變中心、國家災害防救科技中心、國防部、農林航空測量所、民間航拍公司 |
| UAV 無人載具影像 | 內政部中央災害防救緊急應變中心、國家災害防救科技中心、國防部、民間航拍公司 |

3. 空勘查證：

若考量認為有需要進行現場確認卻受限於交通狀況，則考量申請飛行載具支援進行空勘查證。(如內政部空中勤務總隊之空中觀測偵巡支援，須依照「內政部空中勤務總隊航空器申請暨派遣作業規定」申請)

2.2、處理權責分工

依據「堰塞湖潰決造成災害之中央災害防救業務主管機關權責」研商會議(中央災害防救會報第 13 次會議准予備查)，新生堰塞湖之處理權責機關依據堰塞湖所在位置而定。

堰塞湖處理之權責機關分工如下：

1. 經濟部水利署

負責中央管河川治理界點以下之河川區域之堰塞湖處理。

2. 農委會水土保持局

負責治理界點以上山坡地(國有林班地以外)野溪之堰塞湖處理。

3. 農委會林務局

負責治理界點以上國有林班地野溪之堰塞湖處理。

4. 地方政府(含直轄市、縣、市政府及鄉、鎮、市、區公所)

(1)負責縣(市)管河川區域之堰塞湖處理

(2)負責撤離通報、撤離及回報、以及撤離解除之工作。

2.3、查證結果

1. 若確認為誤報，則視需求配合發布必要資訊進行澄清。
2. 若確認屬實，立即依循現行災害緊急通報體系通報權責機關，並轉知相關資料，依程序辦理後續緊急應變作業。

3、通報相關權責機關

依循現行災害緊急通報體系，以多元複式通報方式通報各級防救災權責機關，以利適時啟動應變機制。

【說明】

確認堰塞湖形成資訊後，應填寫堰塞湖災害通報單，依循現行災害緊急通報體系，通報相關權責機關，並轉知相關資料。

3.1、複式通報

為爭取防救災時效，可利用各式傳訊工具(電話通知、傳真、簡訊、電子郵件等)，於第一時間進行各級防救災權責機關複式多元通報。

1. 縱向通報機關：包括林區管理處、林務局與行政院農業委員會。
2. 橫向通報機關：包括水土保持局及所屬機關、水利署及所屬機關以及轄管地方政府及其他相關單位等。

3.2、複式通報程序

本局及所屬各林區管理處，接獲所屬機關陳報之災情資訊內容後，依相關規定陳核後，再通報相關機關。

1. 林區管理處：(1)縱向通報；(2)橫向通報。
2. 林務局：依據林區管理處傳真之堰塞湖災害通報單內容，填報行政院農委會重大緊急事件通報單通報行政院農業委員會。

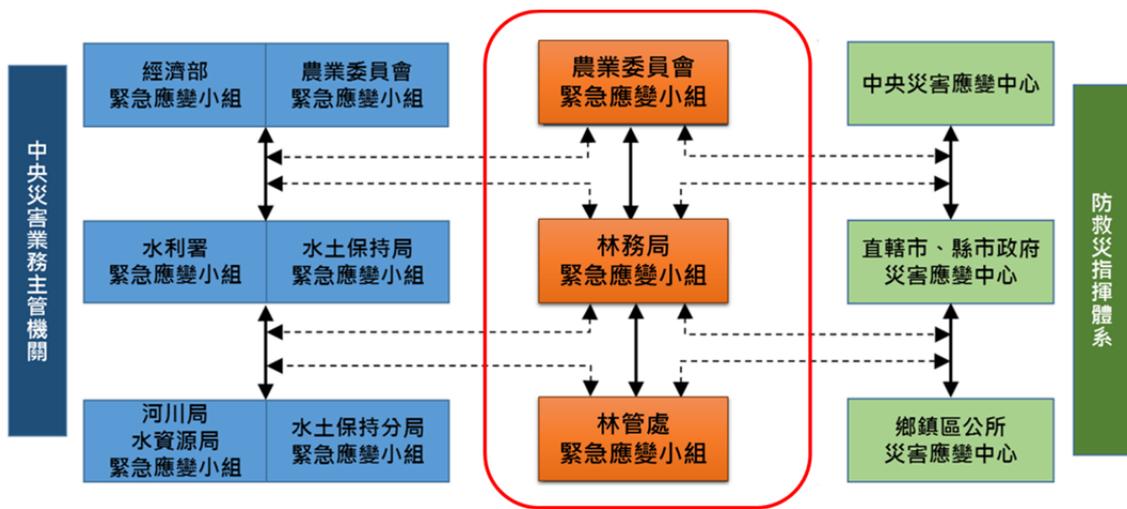


圖 3-1 堰塞湖災害緊急通報體系

4、緊急應變

堰塞湖形成後上游保全對象可能因湖水位上升而淹沒，下游保全對象則可能因堰塞湖天然壩潰流而受災，因此於確認堰塞湖形成資訊後，必須立即啟動緊急應變機制，成立堰塞湖應變小組，嚴密監控堰塞湖變化，同時透過圖資蒐集、緊急調查以及緊急監測作業，評估緊急疏散撤離需求，並儘速取得堰塞湖危險度初步評估所需之重要資料。

【說明】

本階段之目的為評估緊急疏散撤離需求，並取得危險度初步評估所需之重要資料。因此，各林區管理處於接獲堰塞湖形成通報並經查證屬實後，應立即啟動堰塞湖緊急應變機制，組成堰塞湖應變小組，依據現地交通可及性並考量人員安全性，利用各式調查工具儘速進行堰塞湖緊急調查作業，緊急調查之工作重點包括(1)堰塞湖基本圖資蒐集、(2)堰塞湖概況調查及(3)保全對象調查等 3 部分。

並視需求與條件選定適當方法進行堰塞湖監測作業，依據現地觀測條件，選定適當之觀測位置，以人工或自動化儀器作業方式，嚴密監控堰塞湖之變化。

4.1、堰塞湖基本圖資蒐集

為利緊急調查作業之實施，堰塞湖應變小組應備妥堰塞湖相關基本圖資，以利調查人員進行現地比對及資料研析，並提供後續評估作業參考。

【說明】

在獲知堰塞湖形成通報並經查屬實後，堰塞湖應變小組應根據「林務局災害應變圖資處理及供應流程」，洽本局森林企劃組資訊科協助，或查詢 FGIS 與災害應變圖資庫，了解局內既有影像資源狀況，再與中央災害應變中心、科技部、國防部、中央氣象局或其他相關權責機關聯繫，協助取得堰塞湖評估所需相關基本圖資，以利調查人員配合現場調查進行比對及研析，資料蒐集參考項目如下：

表 4-1 堰塞湖相關基本圖資清單

| 項目 | 取得來源 | 備註 |
|-----------|--|--------------------|
| 地形資料 | | |
| 相片基本圖 | 內政部國土測繪中心、農林航空測量所 | 精度：1/5000~1/10000 |
| 經建版地形圖 | 內政部國土測繪中心、農林航空測量所 | 精度：1/25000~1/50000 |
| 數值地形 | 內政部國土測繪中心、農林航空測量所 | 精度：(40m~5m)/pixel |
| 影像資料 | | |
| 衛星影像 | 國家太空中心及各地分送中心(臺灣大學、臺灣師範大學、中央大學、成功大學)、其他商用衛星經銷商 | 取像頻率較固定，易受雲覆影響 |
| 航空照片 | 國防部、農林航空測量所、民間航拍公司 | 精度因飛航條件而異 |
| 現地照片 | 歷史現場勘查記錄 | |
| 即時水文資料 | | |
| 即時降雨觀測 | 中央氣象局 | 雨量觀測站觀測資料 |
| 即時水位觀測 | 水利署 | 水位觀測站觀測資料 |
| 其他資料 | | |
| 地震測報 | 中央氣象局 http://www.cwb.gov.tw/V7/earthquake/quake_index.htm | 事件資訊 |
| 氣象與天氣資料 | 中央氣象局 http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm | 事件資訊、天氣預報資訊 |
| 緊急聯絡清單 | 林務局、各級災害應變中心 | |
| 鄰近交通災情 | 地方政府、公路局、水土保持局 | |
| 鄰近重要設施與災情 | 林務局、地方政府、公路局、水土保持局、水利署等公家或民間機構。 | |
| 電力損害狀況 | 臺灣電力公司等 | |
| 電信損害狀況 | 中華電信公司等 | |

4.2、堰塞湖概況調查

堰塞湖概況調查之目的為獲取崩塌區、天然壩體、堰塞湖資料，同時評估周邊環境概況與監測作業實施之需要性及可行性。

【說明】

透過現場調查，將調查現況結合基本資料蒐集分析成果做為後續危險度初步評估、緊急減災工程規劃及緊急監測作業實施之參考依據。堰塞湖應變小組應依據堰塞湖之交通可及性，決定交通路線及交通方式，於安全情況下抵達堰塞湖現場。若道路不可及時，可向內政部空中勤務總隊申請直昇機協助勘查，申請時應依「內政部空中勤務總隊航空器申請暨派遣作業規定」辦理。

現場調查方法可利用目視或簡易測量，配合影像紀錄方式進行；調查項目包括堰塞湖、崩塌區、天然壩體、周邊環境概況與監測作業實施需要性及可行性等，相關調查項目簡述如下，執行調查人員應填具附表 4-1 堰塞湖概況調查表，俾利紀錄相關資訊。

1. 崩塌區初步調查

包括崩塌地的地質概況、崩塌地面積、坡度、寬度、長度及深度、崩塌土體體積及崩塌地擴大可能性研判等項目。

簡易估算：崩塌體積=崩塌面積*崩塌深度

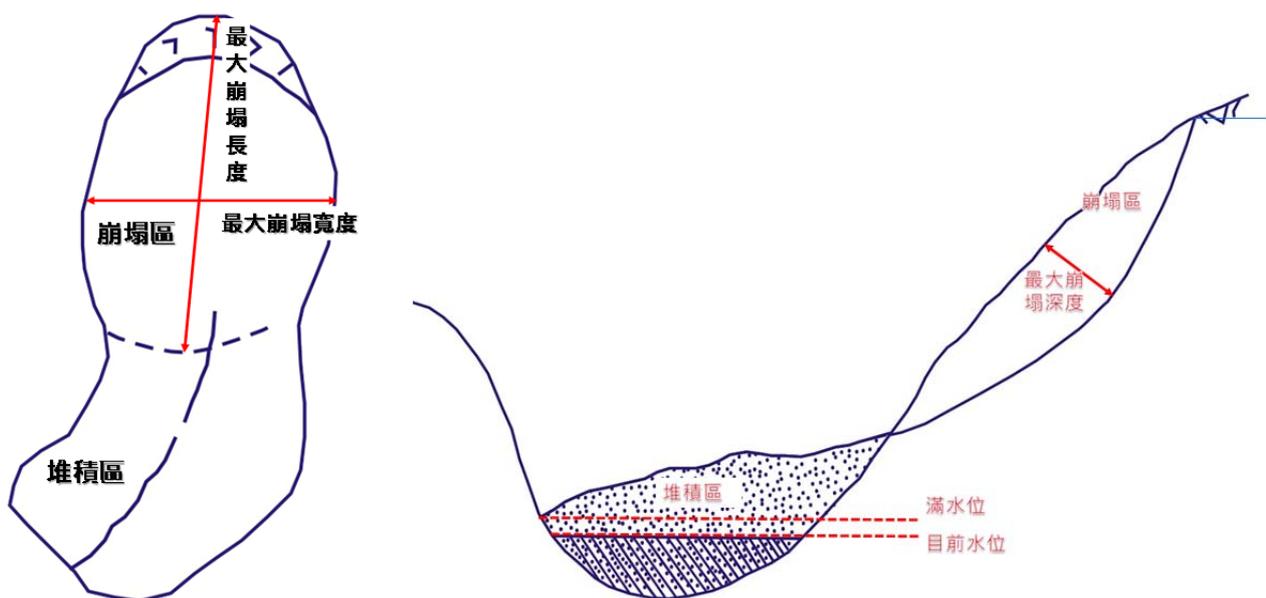


圖 4-1 崩塌區示意圖

2. 天然壩體堆積區初步調查

包括天然壩之壩高、壩寬、壩長及上下游坡度、堆積土體之粒徑分佈概況、透水係數、溢流口寬度、溢流流量等項目。

| 位置 | 欄位名稱 | 說明 |
|---------|------|--|
| 天然壩體堆積區 | 壩高 | 堰塞湖天然壩壩高，由河床底面起算，至壩頂之高度 |
| | 壩寬 | 堰塞湖天然壩壩頂寬概估值，採垂直河流主軸方向量測 |
| | 壩長 | 堰塞湖天然壩壩頂長概估值，採平行河流主軸方向量測 |
| | 壩底長度 | 堰塞湖天然壩壩底長概估值，採平行河流主軸方向量測 |
| | 壩體體積 | $[(壩頂長 * 壩頂寬) + (壩底長 * 壩底寬)] * 壩高 / 2$ |

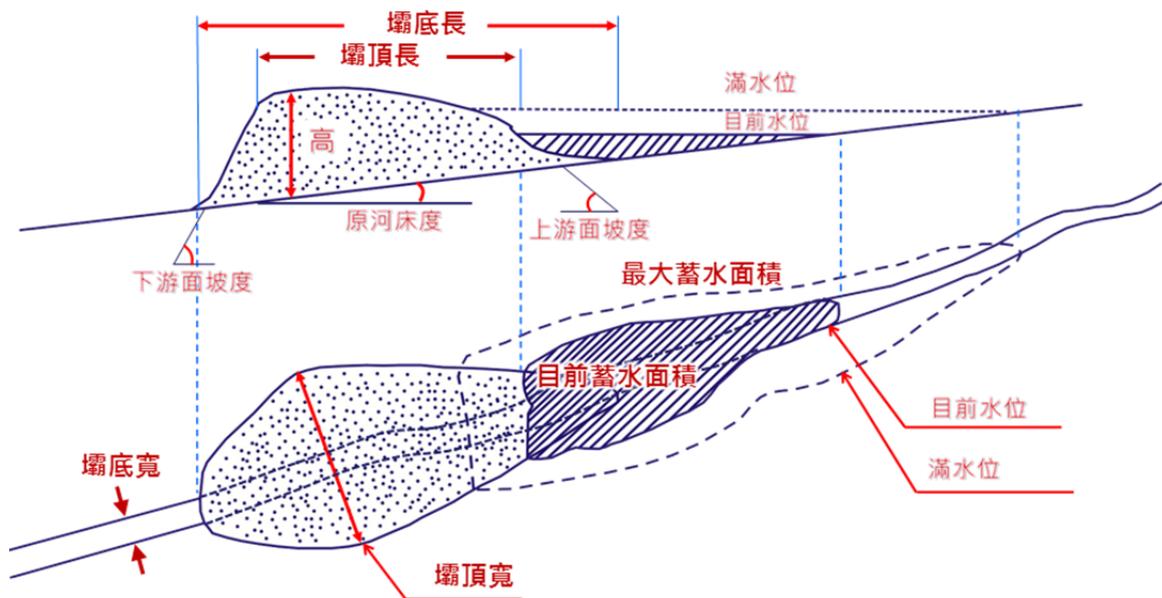


圖 4-2 天然壩及堰塞湖示意圖

3. 堰塞湖區初步調查

包括堰塞湖之水深(現況及最大)、蓄水面積(現況及最大)、蓄水量(現況及最大)、上游入流量、上游集水區面積等項目。

(1) 堰塞湖水深估算

利用遙測影像比對迴水末端高程，或利用現地調查迴水末端與鄰近地形特徵點之相對位置，藉以比對前期地形，可概估為現況水位；再以現況水位與天然壩體之前期河道高程之差為估算之堰塞湖水深。

(2) 蓄水面積估算

現場可利用蓄水寬與迴水長進行簡易估算，利用遙測影像或以現地調查之特徵點比對繪製堰塞湖蓄水範圍，可與現況水位之評估值互相校正。

簡易估算：蓄水範圍面積=平均蓄水寬*迴水長度

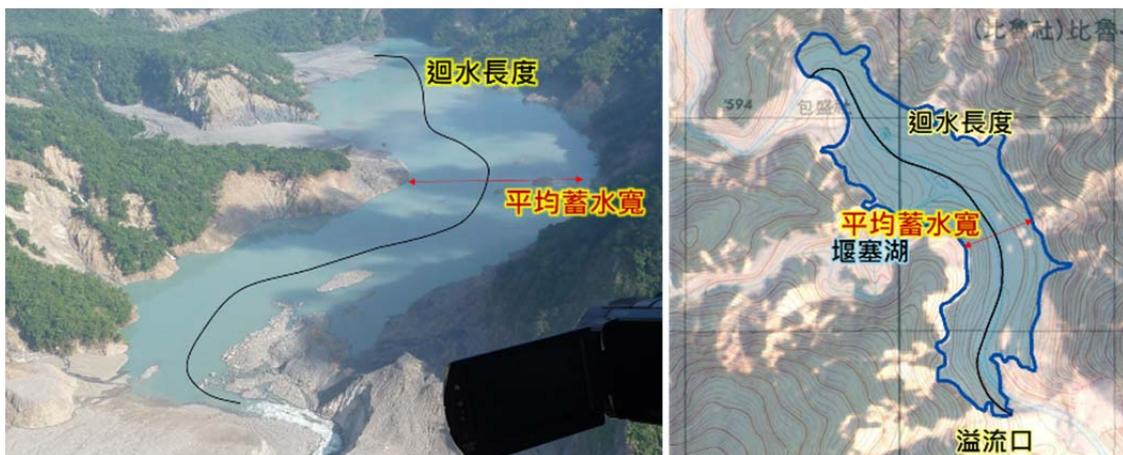


圖 4-3 蓄水面積估算示意圖

(3) 蓄水量估算

現場可利用蓄水寬、迴水長與水深進行簡易估算，或利用河道斷面地形(或DEM)與蓄水位，以斷面法進行蓄水體積計算，並可進一步建立堰塞湖區域之水位-體積關係(H-V 曲線)，供後續評估參考。

簡易體積估算：蓄水面積*水深/2~蓄水面積*水深/3

4. 周邊環境概況

調查並簡述堰塞湖周邊概況(如集水區之崩塌面積與分佈、河道粒徑概況)，下游河道活動情形，是否須立即進行疏散撤離等。

5. 監測作業實施需要性及可行性調查

依據現地環境，評估監測作業實施之需要性與急迫性，並依據現地電力及通訊狀況，考量堰塞湖監測作業方式(如監測位置安全性、攝影機高度、拍攝角度等)，規劃適當之監測方法、設備與位置，以進行監測設備架設之準備。

4.3、保全對象分布調查

堰塞湖形成後，堰塞湖應變小組必須調查上游迴水淹沒區及下游洪水氾濫區域內是否具有保全對象，並評估堰塞湖對於上、下游保全之安全性是否造成影響。

【說明】

堰塞湖形成初期階段，首先透過堰塞湖初步調查確認堰塞湖形成位置，其後可利用地形圖資判釋堰塞湖上游可能遭迴水淹沒區及下游遭洪水氾濫區內之重要設施與下游保全對象分布(數量、距離、距河床之高差、與河岸之距離)。

除透過地形圖資掌握保全對象分布外。對於堰塞湖上、下游是否有人員可能進入溪床從事各種活動之可能性亦須一併評估，(包括現地居民、工程施作人員、觀光旅遊人員等)，以利配合設置警告機制(設立警示牌、管制人員進入河床、加強巡查等)。彙整後之堰塞湖保全對象簡查表如下表 3-7 所示。

表 4-2 堰塞湖保全對象檢查表

| 名稱 | 戶數及人數 | 重要構造物 | 與堰塞湖距離 | 與河床高差 | 與河岸距離 | 是否常有河床活動 |
|---------|-------|-------|--------|-------|-------|----------|
| 範例：XX 村 | | | 10 km | 10 m | 5 m | 無 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

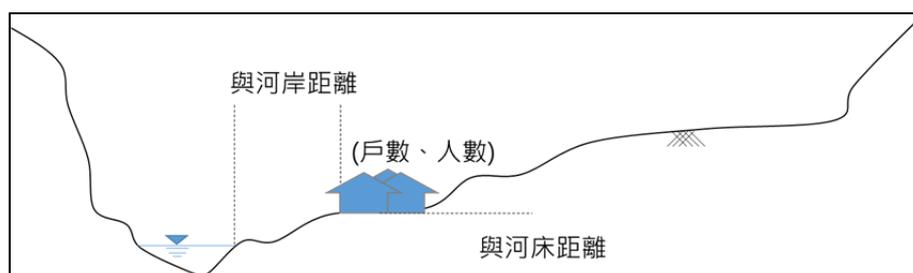


圖 4-4 保全對象斷面檢查示意圖

4.4、堰塞湖監測作業

因應堰塞湖可能引致災害之不確定性，堰塞湖應變小組需針對堰塞湖進行監測，以即時掌握堰塞湖之變化，適時啟動疏散避難機制；監測方法、時機及頻率應視堰塞湖現地條件而定。

【說明】

1. 監測重點區位

堰塞湖監測的目的為掌握堰塞湖之變化，以利適時啟動防災應變機制，監測區位可分為堰塞湖、天然壩、崩塌區、堰塞湖下游河道等 4 區位。監測方法與監測儀器之選用重點說明詳下表 4-3。

表 4-3 監測區位與建議方法一覽表

| 監測目的 | | 監測項目 | 監測方法 |
|---------|--------------|-------------------|--|
| 堰塞湖區 | 蓄水量變化 | 湖面水位、水深 | 水位計(接觸式及非接觸式)、監視攝影機、人員巡視、遙測影像判釋、無人載具空拍、直升機空勘 |
| | 入流量變化 | 流量 | 流速計、水位計(接觸式及非接觸式)、監視攝影機 |
| | | 降雨量(估算流量) | 雨量計 |
| 天然壩 | 溢流量變化 | 流量 | 流速計 |
| | | 溢流水深(以溢流水深估算溢流流量) | 水位計(接觸式及非接觸式)、監視攝影機、人員巡視、無人載具空拍、直升機空勘 |
| | 滲流量變化 | 滲流量 | 人工量測 |
| | 天然壩體地形變化及穩定性 | 壩體地形變化 | 監視攝影機、人員巡視、無人載具空拍、直升機空勘、地形測量 |
| 壩體地下水位 | | 地下水位觀測井 | |
| 崩塌區 | 崩塌區地形變化 | 地表地形(崩塌區) | 監視攝影機、人員巡視、無人載具空拍、直升機空勘、地形測量 |
| | | 地滑區移動 | 地表伸縮計、地形變動監測、地形測量(人員、遙測) |
| 堰塞湖下游河道 | 防災預警(警戒水位) | 河道水位(保全對象河段) | 水位計(接觸式及非接觸式)、監視攝影機、人員巡視 |
| | 土石流監測 | 土石流發生 | 鋼索檢知器、地聲儀、振動感測儀、監視攝影機 |

2. 監測方法

由於各堰塞湖個案條件不同，須視現地觀測條件來決定合適之監測位置、方法與頻率，一般來說監測方法可區分為 3 類：自動化儀器監測、人員巡視、遙測影像監測。以下說明：

(1) 自動化儀器監測

使用自動化儀器監測包含水位計、流速計、雨量計、監視攝影機、地表伸縮計、鋼索檢知器、地聲儀、振動感測儀等，為使用各類儀器進行自動監測，須考量儀器、電力及通訊需求問題，配合電力供應(市電、蓄電池、太陽能蓄電池)及資料傳輸方法(有線網路、無線網路、衛星通訊)選擇合適之方案組合。

另外，本局已研發攜帶式現場即時監測設備，包含雨量監測設備、水位監測設備及影像監測設備，該攜帶式系統將各模組整合為尺寸與重量適合背負之組件，供人員攜帶至現場適當位置進行架設，即可將監測資料藉由衛星通訊回傳至資料庫，堰塞湖應變小組於必要時得洽請本局支援該監測設備。攜帶式監測設備組件內容及外觀，詳表 4-4 及圖 4-5。



圖 4-5 攜帶式現場即時監測設備組件及外觀

表 4-4 攜帶式監測設備內容表

| 設備類別 | 設備內容 | 組數 |
|--------|--|----|
| 雨量監測設備 | 雨量衛星傳輸系統(內含太陽能充蓄電池)、傾倒式雨量筒、太陽能充蓄電池、RF 無線傳輸模組(接收端、傳送端各 1 組) | 2 |
| 水位監測設備 | 水位衛星傳輸系統(內含太陽能充蓄電池)、壓力式水位計、太陽能充蓄電池、RF 無線傳輸模組(接收端、傳送端各 1 組) | 2 |
| 影像監測設備 | 影像衛星傳輸系統(內含衛星及 3G 電信通訊)、衛星天線、攝影機、太陽能充蓄電池*2、RF 無線傳輸模組(接收端、傳送端各 1 組) | 2 |

(2) 人工監測

人工監測包含人員巡視、直昇機空勘與人員地形測量，考量人員可及性及安全性，必要時依程序申請飛行器協助進行空勘或運輸。人員巡視以及直昇機空勘時一般利用環境輔助(如水尺之參照物)採目視或影像記錄進行，重點在比較監測環境是否出現異常變化，如：湖區水位驟升或驟降、下游水位驟升或驟降、崩塌土體出現溢流或滲流、崩積土體變形等。而人員地形測量即使用測量設備進行地表地形測量，並利用不同時期資料比對分析其變化。

(3) 遙測影像監測

包含遙測影像判釋與無人載具空拍，遙測影像主要分為衛星影像與航空照片，多半有既定任務排程，可視需求定期排程進行取像監測。由於具有廣範圍取像之特性，主要用作災區鄰近整體環境變化之監測比對，須考量各種不同遙測設備之取像方式、頻率以及成果特性與精度是否合乎需求。

近年興起之無人載具空拍影像，依據載具不同可分為定翼式與旋翼式，各有不同特性詳表 4-5，只要天氣與環境狀況許可，可靈活配合需求執行取像任務。

表 4-5 無人載具特性比較表

| 項目 | 定翼無人載具調查 | 旋翼無人載具調查 |
|------|--------------------------------------|---|
| 載具外型 | 定翼飛機型飛行器 | 直昇機式飛行器 |
| 主要任務 | 廣域垂直正射相片 | 定點斜拍、鳥瞰相片 |
| 產品 | 垂直正射照片 全區鑲嵌影像 飛行動態影像 數值高程地形 | 空中定點環域影像 災區多角度鳥瞰相片 飛行動態影像 數值高程地形 |

5、危險度初步評估

根據堰塞湖基本資料蒐集與緊急調查成果，堰塞湖應變小組針對堰塞湖對上下游保全對象及重要設施之影響程度進行初步評估，作為緊急應變階段實施緊急減災工程、監測預警以及疏散撤離決策下達之參考依據。

【說明】

堰塞湖形成初期仍處於不穩定狀態，為掌握堰塞湖因迴水淹沒或壩體潰壞可能造成上、下游保全安全性之影響程度，故國有林地堰塞湖處理應變小組需於短時間內完成危險度初步評估工作，以利相關緊急應變措施之擬定。

危險度初步評估之項目包括天然壩安定性評估(災害發生度)以及上下游保全或重要設施之安全性評估(保全對象危害度)，依據危險度初評結果，進行適當的緊急應變處置。

前述評估作業之實施，若經評估非本局暨所屬人力、專業技術可執行，需借重專業廠家人力、技術與實務經驗，則堰塞湖應變小組必要時可邀集學者專家或國內專業廠商協助進行堰塞湖危險度初步評估。

5.1、天然壩體安定性初步評估

天然壩體安定性初步評估係指評估天然壩壩體之穩定性，壩體越不穩定、破壞機率越高，則代表危險度越高。

【說明】

天然壩安定性初步評估主要利用簡易評估方法，如無因次阻塞指標(DBI)，作為評估天然壩是否亦遭水流沖潰之分級標準。

無因次阻塞指標 (Dimensionless Blockage Index, DBI, Ermini and Casagli,2003) 以地形因子為基礎，採用 A_b 堰塞湖上游集水面積(公頃)、 H_d 天然壩壩高(公尺)及 V_d 天然壩堆積土體體積(萬立方公尺)評估天然壩體之穩定性。

若 $DBI < 2.75$ ，則壩體判定為穩定；

$DBI > 3.08$ ，則壩體判定為不穩定；

$2.75 < DBI < 3.08$ 之間則屬過度區(不確定區)。

A_b ：堰塞湖上游集水面積(公頃)

H_d ：天然壩壩高(公尺)

V_d ：天然壩堆積土體體積(萬立方公尺)

$$DBI = \log\left(\frac{A_b \times H_d}{V_d}\right),$$

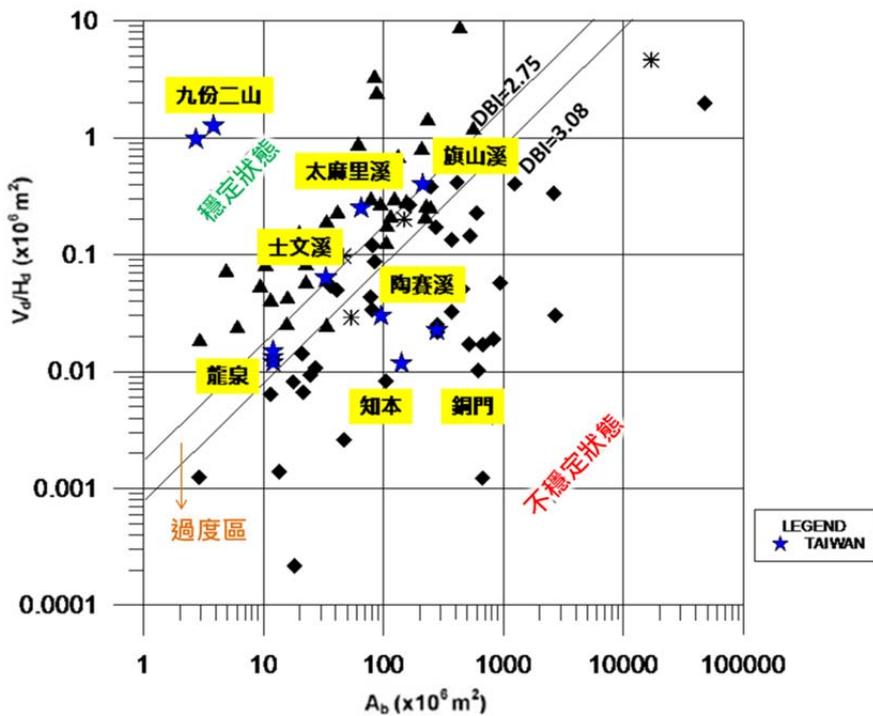


圖 5-1 無因次阻塞指標 DBI 定義圖

1. 穩定狀態

表示壩體於短時間內暫時無立即潰決之虞；可考量工程方法設法挖降或挖除天然壩體，降低堰塞湖之危害程度，並視需要實施細步調查及細部評估，以確定堰塞湖之致災風險與處理對策；考量相關人員可能進入河床從事各種活動，故仍需持續監測堰塞湖之變化，並實施河道管制，以避免發生衍生災害。

2. 不穩定狀態或過渡區

表示堰塞湖達滿水位或於河道流量增大時天然壩體有潰決破壞之虞；需儘速評估潰壩影響，訂定疏散避難警戒範圍及撤離時機，以利適時啟動疏散避難機制；並視現地施工條件考量施作相關緊急工程措施；持續監測堰塞湖之變化，並實施河道管制，以避免發生衍生災害。

5.2、堰塞湖上游保全對象安全性初步評估

評估堰塞湖上游可能因迴水淹沒之保全對象分布，同時預測其可能淹沒時間，提供緊急疏散撤離決策下達之參考。

1. 堰塞湖上游迴水淹沒區範圍(不同湖水位高程)。
2. 堰塞湖上游迴水淹沒區內保全對象(聚落社區及重要設施)之分布位置。
3. 預測保全對象可能遭迴水淹沒之時間。

【說明】

堰塞湖形成後，湖區水位將持續上升，上游迴水淹沒範圍亦將逐漸朝上游擴大，可能淹沒上游位處低位河階之保全對象(如圖 5-2)。因此，堰塞湖應變小組於緊急應變階段必須利用緊急調查及圖資判釋，評估堰塞湖上游可能因迴水淹沒之保全對象分布，同時預測其可能淹沒時間，提供緊急疏散撤離決策下達之參考。評估步驟如下：

步驟 A. 堰塞湖上游淹沒範圍分析

利用地形圖資(地形圖、數值地形 DEM)，配合航遙測影像，標繪不同湖水位高程下之堰塞湖淹沒區範圍(圖 5-2)，並判釋保全對象及重要設施之分佈位置(高程)。

步驟 B. 堰塞湖容量分析

利用地形資料(地形圖、數值地形 DEM)，計算不同湖水位高程下之堰塞湖蓄水量，完成堰塞湖水位-蓄水量(庫容)關係曲線(H-V 曲線圖)製作(圖 5-3)。

步驟 C. 上游入流量推估

上游入流量之推估可依據現地觀測結果或歷史流量觀測資料推估，利用人工或自動化觀測方式，分別紀錄不同時間(t_a, t_b) 之堰塞湖水位高程(h_a, h_b)，利用 H-V 曲線(圖 5-3)查詢對應之蓄水量(V_a, V_b)，利用下式即可估算上游入流量。

$$Q_{in} = (V_b - V_a) / (t_b - t_a)$$

Q_{in} ：上游入流量(m^3/s)

h_a ：時刻 t_a 之水位高程(m)

h_b ：時刻 t_b 之水位高程(m)

V_a ：時刻 t_a 之蓄水量(m^3)

V_b ：時刻 t_b 之蓄水量(m^3)

步驟 D. 上游迴水淹沒時間預測(天然壩溢頂時間預測)

根據步驟 A 已判釋堰塞湖上游淹沒區之保全對象分布及對應之淹沒水位高程，利用 H-V 關係圖(圖 5-3)查詢各保全對象淹沒水位高程所對應之蓄水量 V_{flood} ，將蓄水量(V_{flood})除以上游入流量(Q_{in})，即可得到堰塞湖水位上升造成各保全對象淹沒所需之時間(t_{flood})，作為疏散避難撤離計畫實施之參考。相同之方法亦可應用於天然壩溢頂時間預測。

$$t_{flood} = V_{flood} / Q_{in}$$

t_{flood} ：堰塞湖水位上升造成各保全對象淹沒所需之時間(s)

Q_{in} ：上游入流量(m^3/s)

V_{flood} ：保全對象遭堰塞湖淹沒時之蓄水量(m^3)

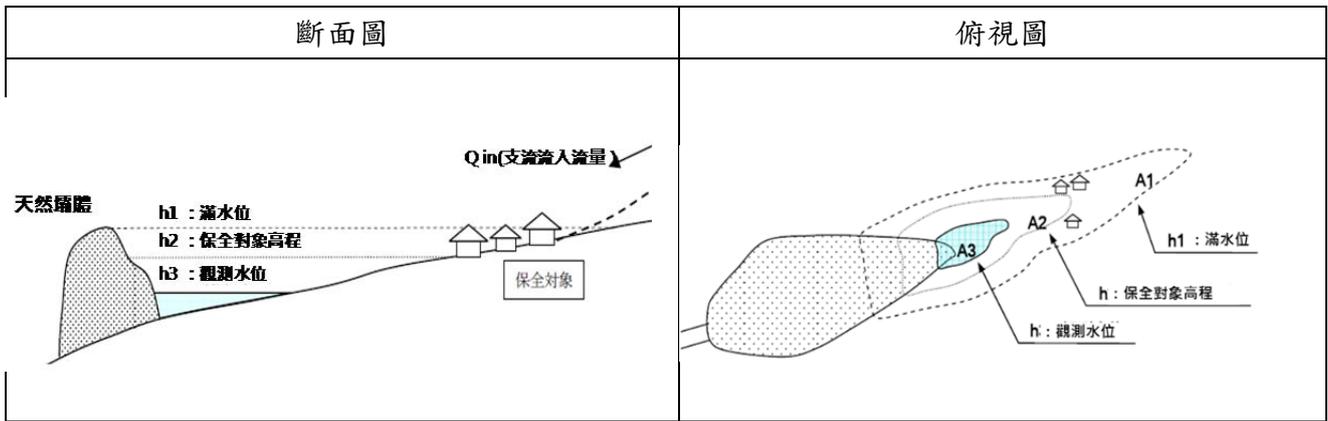


圖 5-2 堰塞湖上游影響區域示意圖

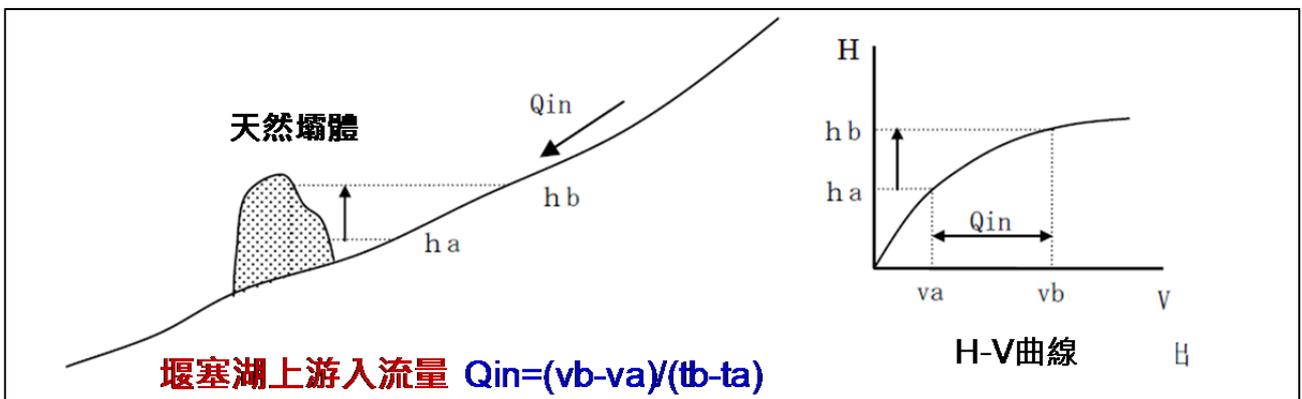


圖 5-3 堰塞湖入流量推估示意

5.3、堰塞湖下游保全對象安全性初步評估

針對堰塞湖潰壩洪水對於下游沿程聚落及重要設施之安全影響程度，應用簡易方法進行概略評估，提供後續處理對策擬定參考。

【說明】

堰塞湖天然壩體若發生劇烈沖刷甚或潰決破壞，其潰壩洪水可能對於下游保全對象之安全性造成影響，因此，相關評估作業需於短時間內完成。堰塞湖形成初期之緊急階段，因緊急調查可取得之資料可能十分有限，因此可先行利用較簡易之方法推估潰壩洪峰流量，其後分別檢討下游沿程保全對象所在河段之通洪能力是否容許潰壩洪水安全通過，主要工作重點包括潰決洪峰流量推估及通洪能力檢討。

1. 潰壩洪峰流量推估

常用之天然壩潰壩洪峰流量推估公式包括 Costa 潰壩流量估算式、田畑氏潰

壩流量估算式(日本)以及三角型單位歷線推估法，各方法之使用方式整理如下：

(1) Costa 潰壩流量估算式

$$Q_p = 181 \times \left(V \times h / 10^6 \right)^{0.43}$$

Q_p ：潰壩洪峰流量(m^3/s)

V ：堰塞湖蓄水量(m^3)

h ：天然壩壩高(m)

(2) 田畑氏潰壩流量估算式(2001)

$$\frac{q_p}{q_{in}} = 0.542 \times \left[\frac{(gh^3)^{0.5}}{\tan \theta \times q_{in} \times 1000} \right]^{0.565}$$

q_p ：潰壩洪峰流量(單位寬度)(m^2/s)

q_{in} ：潰壩洪峰流量(單位寬度)(m^2/s)

g ：重力加速度($9.8m^2/s$)

h ：天然壩壩高(m)

θ ：河道坡度($^\circ$)

(3) 三角型單位歷線法

利用三角型單位歷線法推估潰決洪峰流量(如下圖 5-4 所示)，假設潰壩流量歷線之形狀為三角型，潰壩洪峰流量 Q_p 可表示如下式：

$$Q_p = \frac{2 * V}{T_c} \quad (\text{潰壩洪峰流量})$$

Q_p 為潰壩洪峰流量

V 為堰塞湖蓄水量($V = 1/2 * Q_p * T_c$)

T_c 為潰壩延時

註：可採用不同潰壩延時(T_c)計算相對應之潰壩洪峰流量，其中若假設之潰壩延時(T_c)越小表示壩體潰壞之速度越快(驟然破壞)，反之，

則表示壩體潰壞速度越慢(漸進式破壞)，可依據天然壩組成特性及集水區水文特性而訂定。

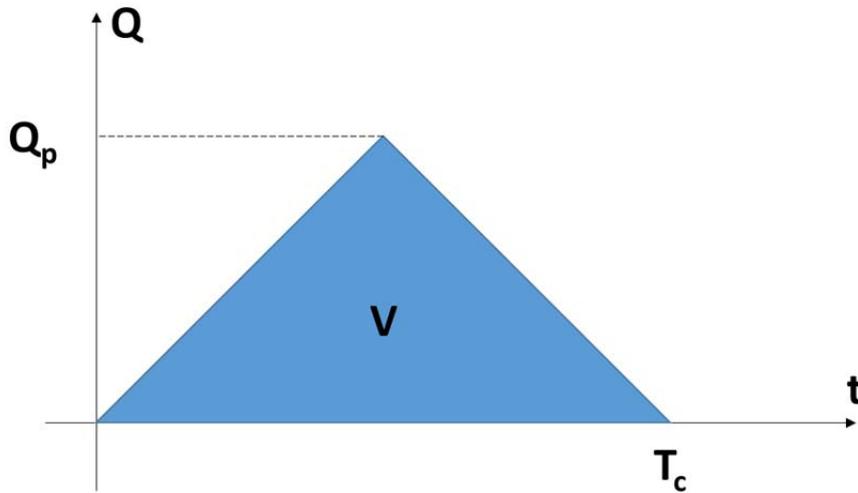


圖 5-4 三角歷線潰壩洪峰流量計算示意圖

2. 通洪能力檢討

(1) 潰壩洪峰水位高程(潰壩水位抬升量)

利用前述簡易方法所計算之潰壩洪峰流量(可擇較大者)，可推估此潰壩洪峰流量於下游保全對象所在位置河段造成之水位抬升量，並評估潰壩水位抬升量對於保全對象之安全是否可能造成影響(表 5-1)。

潰壩水位抬升量之計算方法如下式，其中 B 為河道寬度，可由地形圖或遙測影像直接量測，流速 V 可利用曼寧公式計算或自行假設合理值。

$$\Delta h = \frac{Q_p}{B \times V} \quad (\text{式})$$

Δh ：潰壩水位抬升量(m)

Q_p ：潰壩洪峰流量(m^3/s)

V ：流速(m/s)

B ：河道寬度(m)

安全性檢討時，可比對潰壩洪峰水位高程(河道水位高程加上潰壩水位抬升量)以及保全對象位置(或堤防)之高程值，若潰壩洪峰水位高程大於保全對象所在位置高程或是高於該河段之堤防高程時，則該保全對象於潰壩時有發生溢流淹沒之風險，因此列為危險潛勢區域；反之則保全對象遭潰壩洪水影響之風險較小，但仍需進一步考量所在河段是否位於高流速沖刷段，是否有河岸沖刷等其他水力問題。

當河道現況水深極小時(枯水期)，可直接比對潰壩水位抬升量以及保全對象所在位置之河床高差

表 5-1 通洪能力檢核表

| 編號 | 保全對象 | 潰壩洪峰流量 (cms) | 河道寬度 (m) | 流速 (m/s) | 水位抬升量 (m) | 現況水深 (m) | 潰壩洪峰抬升 (m) | 保全對象高差 (m) | 堤頂距河床高 (m) | 檢討結果 |
|----|------|--------------|----------|----------|-----------|----------|------------|------------|------------|------|
| 範例 | XX 村 | 1800 | 200 | 5 | 1.8m | 2 | 3.8 | 6 | 7 | OK |
| | | | | | | | | | | |

(2) 治理計畫流量

針對已完成治理之河川，可比對潰壩流量及該河段之計畫流量(河川治理規劃報告)，若潰壩流量超過該河段之計畫流量，相關防洪設施(如堤防、護岸)可能無法承受潰壩洪水所帶來的衝擊，針對潰壩流量超過下游防洪設計標準之河段，應考量水利設施毀壞對下游保全對象可能造成之衝擊。

5.4、堰塞湖風險初步評估

考量風險分級之目的為作為對應風險管理所應採行之具體作為(風險管理行動)，對於風險等級之分級數量，建議依據處理權責機關之防救災能量進行適度之修正，以兼顧執行面之可行性

【說明】

在堰塞湖風險評估上，主要採用危險度(災害發生之可能性)與危害度(災害之衝擊程度)兩項指標建立風險分級劃分之基準，對於前述兩指標等級之分級評估原則，建議依據處理權責機關之防救災能量進行適度之修正，以兼顧執行面之可行性。

1. 利用天然壩穩定性評估與預估破壞類型進行潰壞風險評估 (表 5-2)
2. 根據環境與保全分佈條件評估保全危害度 (表 5-3)
3. 根據壩體潰壞風險與保全危害度評估堰塞湖風險 (表 5-4)
4. 由堰塞湖風險分級對應處理原則，藉以規劃後續處置對策。(表 5-5)

表 5-2 潰壩災害發生度初步評估分級表

| 壩體潰壞風險 | 穩定性與破壞類型 | 符合條件 |
|--------|--------------|---------------------------|
| 低 | 穩定，溢流破壞 | 溢流沖刷破壞，但沖刷速度緩慢 |
| 高 | 過度區或不穩定，溢流破壞 | 溢流沖刷破壞，但可能發生劇烈沖刷(上游入流量高時) |
| | 過度區或不穩定，滲流破壞 | 可能發生滲流破壞 |
| | 過度區或不穩定，驟然破壞 | 可能發生驟然破壞 |

表 5-3 保全危害度緊急評估分級表

| 保全危害度 | 符合條件 (堰塞湖上、下游災害影響範圍內 保全對象) | 備註 |
|-------|--|--|
| 低 | 影響潛勢區為河道，下游無保全對象或重要設施且人員不易抵達從事活動。 | 堰塞湖影響範圍內因地形險峻或屬管制區，人員不易抵達河床而受影響。 |
| 中 | 1.淹沒潛勢區內無保全對象，但下游保全對象有受影響疑慮。 2.人員可能於河床從事活動。 | 1.經檢討，下游住戶高程於潰壩影響水位之出水高不足。 2.下游有親水環境或有河床活動紀錄。 |
| 高 | 1.影響潛勢區內有保全對象或重要設施。 | 1.上游迴水淹沒區有住戶或設施。 2.下游住戶高程小於潰壩影響水位。 |
| | 2.淹沒潛勢區內無保全對象，但下游保全對象緊臨河岸且位處高流速沖刷區。 | 河岸階地可能遭洪水沖刷導致崩塌災害。 |
| | 3.存有複合型土砂災害問題。 | 二次災害潛勢須進一步評估。 |

表 5-4 堰塞湖風險評估分級表

| 危險度 危害度 | 較低 | 較高 |
|------------|----------|----------|
| 低 | 暫無風險 (綠) | |
| 中 | 低風險 (黃) | |
| 高 | 高風險 (橙) | 極高風險 (紅) |

表 5-5 堰塞湖風險處理原則對應表

| 風險等級 | 監測 | 警戒 | 工程急迫性 | |
|----------|------|---------|-------|---|
| 暫無風險 (綠) | 定期監測 | 無 | 無 | |
| 低風險 (黃) | 即時監測 | 河道管制 | 可及性低者 | 無 |
| | | | 可及性高者 | 低 |
| 高風險 (橙) | 即時監測 | 達警戒值時撤離 | 中 | |
| 極高風險 (紅) | 即時監測 | 緊急撤離 | 高 | |

6、緊急處理對策

堰塞湖應變小組依據堰塞湖危險度初步評估結果，實施必要之緊急處理，以降低堰塞湖致災風險及災害規模。

1. 堰塞湖緊急疏散撤離計畫
2. 堰塞湖緊急工程處理

【說明】

堰塞湖從形成至破壞之存續時間可能極短，應變時間有限，相關緊急處理對策須在短時間內提出，包括堰塞湖緊急疏散撤離計畫(警戒值及警戒區訂定)、規劃警戒設施(如警示牌、管制哨、管制人員進入河床、加強巡查等)、堰塞湖監測規劃與施作緊急工程處理(溢流水道挖降、增強土體強度及穩定性)等，以降低堰塞湖可能致災風險，保障居民生命財產安全。

6.1、緊急疏散避難計畫

堰塞湖應變小組初步訂定堰塞湖警戒範圍與警戒值，並將結果通知當地縣市政府及鄉鎮公所，以利擬訂堰塞湖警戒疏散避難計畫，並於汛期前進行疏散避難演練。

【說明】

由於堰塞湖對於保全對象具有危險潛勢，可能因上游迴水淹沒或壩體潰壞等事件發生而危及上、下游保全對象之安全。為避免堰塞湖潰決造成位處下游處之保全對象發生災害，並預留保全疏散移動之時間與空間，需針對堰塞湖個案研訂警戒撤離機制，以便監測工作於發現堰塞湖發生狀況，即達警戒撤離基準值時，由權責機關即時通知地方政府加強警戒或強制撤離；

其中，警戒基準值之擬定，依據「堰塞湖警戒、監測及撤離與演練方案」，原則上建議在未完成實地詳細調查評估提出警戒值修正前，暫以該地區中央氣象局發布豪雨特報或颱風豪雨報告該地區預報 24 小時累積降雨量達 200 毫米時，發布警戒通知，準備撤離；並以鄰近堰塞湖之雨量站實際測得 24 小時累積雨量達 200 毫米時，或可參考堰塞湖轄屬集水區鄰近土石流潛勢溪流警戒公告，發布強制撤離資訊。

6.2、堰塞湖緊急工程處理

緊急工程處理之目的為降低堰塞湖天然壩發生潰決破壞之風險與減輕災害可能造成之衝擊。

【說明】

堰塞湖緊急工程處理常用之工程方法包括 1.利用抽水、排水、降低天然壩頂高度等方式，以降低堰塞湖蓄水深度及蓄水量；2.加強壩體安定性，如強化壩址安定條件等；3.強化下游河道既有防災設施之功能等。目前堰塞湖緊急工程處理採用的工程方法整理如下：

1. 緊急抽水

為初期應變階段之緊急處置方式之一，利用抽水機、虹吸(siphon)原理排除湖水，降低或控制堰塞湖蓄水區水位高度及水位上升速度，以避免湖水於溢流時造成壩體發生劇烈沖刷，其後再陸續實施臨時排水工程。

2. 緊急排水

為初期應變階段之緊急處置方式之一，於堰塞湖壩體開挖溢流水道(鋪設保護工)為緊急工程中最有效的方法，除可導引水流沿溢流水道排至下游，避免堰塞湖蓄水區湖水於溢流時造成壩體發生劇烈沖刷外，並可藉溢流口高度的控制，逐步降低堰塞湖水面高度；但須嚴防溢流口流速過高導致大量沖刷，造成壩體破壞。

3. 降低天然壩之壩體高度(壩頂挖降)

- (1) 降低壩頂高度可減少堰塞湖蓄水體積，並可降低堰塞湖潰決之機率及危害程度。
- (2) 在安全性考量下，壩頂高度的降低工程宜在枯水期間進行，在堰塞湖蓄水位低於壩體高度時儘可能降低壩體高度，但須嚴防壩體高度低於當時之蓄水水位高程，以免造成溢流而衍生災害。
- (3) 在壩體高度降低後，建議可於壩頂中心位置配合施設溢洪道或是排水管道，增加壩體的穩定性。

4. 河道疏濬與整治工程

- (1) 為維持河道流路的暢通，選擇適當時機進行河道淤積土石之清理工程，並利用現地淤積的塊石材料以堆砌或石籠方式施作護岸與整流工程，以維持河道的穩定。
- (2) 針對河道主要淤積區段與現況出水高度不足的河段，可考量以河道疏濬措施，增加通水斷面積以提高河道的輸洪能力。
- (3) 下游若有防砂壩、蓄水池(壩)，儘量保持空庫；亦視需要可疏濬河床。

5. 崩塌堆積土石移除

崩塌堆積土石易於颱風豪雨期間，經降雨形成土石流而衝擊天然壩壩體，造成潰決破壞。因此可考量結合壩體降低工程(壩頂挖降)，將移除土石回填堰塞湖湖區，以減少堰塞湖之蓄水體積，降低潰壩發生的可能性。

7、堰塞湖警戒與守視

除遭遇颱風、豪雨等天然災害時外，堰塞湖應變小組平時即應加強對堰塞湖近況之掌握，並預先進行防災整備準備，必要時進行警戒撤離作業，並於安全狀況再解除撤離管制作業。

【說明】

由於既存之堰塞湖可能於天然災害期間，因洪流或土石流衝擊造成潰決破壞，加劇對下游保全之影響，因此須預先進行防災整備準備，必要時進行警戒撤離作業，並於安全狀況再解除撤離管制作業。

7.1、警戒撤離發布

當監測工作發現堰塞湖發生狀況時，達警戒撤離基準值時，堰塞湖應變小組應即時通知地方政府加強警戒或強制撤離

【說明】

利用「國有林防災應變及堰塞湖監測系統」進行自動化情資守視與訊息通知：觀察訂定之監測站是否達訂定之警戒值基準，若未達警戒基準則應持續進行監測；當發現堰塞湖發生狀況，依據「堰塞湖警戒、監測及撤離與演練方案」，即監測站達警戒撤離基準值時，堰塞湖應變小組應即時通知地方政府加強警戒或強制撤離；通報方式應依據三級制分層負責，由上而下及採複式通報。

1. 中央權責機關發布堰塞湖相關訊息，以電話、簡訊或傳真方式通知直轄市、縣市政府、上級單位，同時複式通報鄉(鎮、市、區)公所及相關單位。
2. 直轄市、縣市政府應將相關資訊通知鄉(鎮、市、區)公所。

7.2、警戒撤離解除

當天然災害影響解除，確認已無堰塞湖災害影響之虞後，堰塞湖應變小組即通知直轄市、縣(市)政府解除管制，並由直轄市、縣(市)政府衡酌當地實際狀況查察後執行解除撤離管制作業。

【說明】

依據「堰塞湖警戒、監測及撤離與演練方案」，當堰塞湖應變小組研判，在同時具備下列條件，可適時解除堰塞湖警戒區，以通報單傳真方式正式通知直轄市、縣(市)政府解除管制，並由直轄市、縣(市)政府衡酌當地實際狀況，查察後執行解除撤離管制作業。

1. 中央氣象局解除颱風警報(或豪雨特報)，且堰塞湖之參考雨量站顯示連續 24 小時無明顯降雨情形。
2. 經現地勘查，若堰塞湖周圍無持續崩塌之虞，且堰塞湖天然壩體穩定溢流，以及壩體下游坡面出現滲流，但壩體仍呈現穩定狀態。

8、詳細調查

在經過緊急處置完成後，即進入中長期處置階段，堰塞湖應變小組應視個案之急迫性決定實施詳細調查及評估之方法及時機，其後依據細部評估結果進行中長期規劃之處理對策檢討及強化之建議。

【說明】

堰塞湖完成緊急處理後，視初步評估結果決定是否實施詳細調查作業，現地細部調查作業之目的為獲取危險度細部評估所需之相關資料，包括水文及水情監測資料、天然壩體組成材料特性、天然壩體地表地形、堰塞湖蓄水面下地形等。

1. 天然壩體組成特性分析

透過粒徑調查、地質鑽探等方式掌握壩體組成材料特性，提供後續壩體破壞安定性分析所需參數之參考依據；鑽探孔並可做為地下水位觀測井，以瞭解天然壩體地下水位之變化。

2. 地表地形測量

- (1) 天然壩體測量：天然壩體測量主要係為測量壩體幾何形狀實際規模大小及形態，估算壩體堆積土方量及進行安定性評估。
- (2) 下游河道測量：透過下游河道斷面測量，獲取潰壩水理演算所需之河道地形資料，據以評估潰壩洪水對於下游保全對象之影響。

3. 水下地形測量

利用橡皮艇搭配水下測深儀，於堰塞湖區進行蓄水面下地形測量工作，將前述資料與堰塞湖形成前之河道地形進行比較，計算蓄水量；透過不同時期蓄水面下地形變化資料，可掌握湖區土砂之淤積趨勢及蓄水量之變化

註：考量堰塞湖細部調查工作係屬專業項目，且調查工作繁重，若經評估非本局暨所屬人力、專業技術可執行，需借重專業人力、技術與實務經驗時，則可委託國內專業廠商協助執行。

9、危險度詳細評估

完成細部調查後，可據以進行天然壩體坡壞模式分析、潰壩水理演算等細部評估工作，提出處理對策檢討及強化建議。

【說明】

透過現地細部調查的成果，可以採用較為精確的評估方法，針對堰塞湖危險度進行詳細評估。重點項目如下

1. 天然壩潰決破壞分析

堰塞湖天然壩的潰決分析需考量壩體的幾何形狀、堆積型態與地形地質條件等，因此透過堰塞湖天然壩體細部調查，可以獲得地形、地質、水文及材料組成的參數，進行壩體破壞模式分析。

2. 潰壩後保全安全性細部評估

危險度初步評估時因為洪水及土砂沖淤模擬缺乏相關參數，只能利用經驗公式進行潰壩流量粗略評估；透過細部調查獲得的成果，取得評估模式所需的參數，將可進行細部評估作業，劃定下游保全的危險潛勢範圍。

3. 天然壩體潰決之警戒基準

考量天然壩體發生劇烈破壞之臨界條件，訂定堰塞湖潰壩警戒基準值，同時參考潰壩洪水及土砂沖淤模式演算結果，訂定警戒範圍，提供防災應變期間執行疏散避難計畫時參考。

註：考量堰塞湖細部調查工作係屬專業項目，且調查工作繁重，若經評估非本局暨所屬人力、專業技術可執行，需借重專業人力、技術與實務經驗時，則可委託國內專業廠商協助執行。

10、處理對策檢討與強化

堰塞湖應變小組依據危險度細部評估結果進行處理對策檢討，強化相關防災設施，以減低堰塞湖可能形成的災害。

【說明】

經當細部危險度評估結果顯示堰塞湖經相關緊急處理措施實施後，其致災風險仍未完全消滅，則須針對處理對策進行檢討，提出中長期防災工程以強化區域抗災能力，諸如溢流水道持續挖降及改善工程、堰塞湖下游防砂工程、崩塌地整坡工程及保全堤防加高、加長與加固工程等細部工程規劃等。

11、危險度再評估

堰塞湖經實施相關處理措施後，因應現地環境變化，堰塞湖應變小組應針對危險程度之變化再次評估，以掌握堰塞湖可能引致災害條件之變化。

【說明】

透過中長期防災工程的規劃及實施，於工程完工後或各重大天然事件發生後，應重新進行堰塞湖對策檢討與危險度之評估，以進行必要之對策修訂；依循前述的分析處理步驟，直至堰塞湖的危機解除為止。

12、堰塞湖危機解除

當堰塞湖壩體遭水流沖潰消失、土砂淤滿或經危險度評估判定為無危險時，堰塞湖應變小組應呈報本局，經本局確認後解除堰塞湖應變工作，並通知有相關機關同步解除堰塞湖應變工作。

【說明】

當堰塞湖壩體遭水流沖潰消失、土砂淤滿或經危險度評估判定為無危險之餘，堰塞湖應變小組應呈報本局，經本局確認後解除堰塞湖應變工作，並通知相關機關解除堰塞湖應變工作。

附表 4-1 堰塞湖概況調查表

堰塞湖概況調查表

| | | | | |
|---------------------------------|--|--|----------|---------------------------|
| 調查人/單位：_____ / _____ 調查時間：_____ | | | | |
| 形成地區 | _____ 市/縣 _____ 鄉/鎮/市/區 _____ 村/里 | | | |
| 土地權屬 | <input type="checkbox"/> 林班地 _____ 事業區 _____ 林班 _____ 小班 <input type="checkbox"/> 山坡地 _____ | | | |
| 溪流名稱 | _____ 流域 _____ 河/溪 | | | |
| 坐標(TWD97) | X | _____ | Y | _____ |
| 位置簡述 | _____ | | | |
| 形成日期 | 民國 _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 時 | | | |
| 誘發原因 | (<input type="checkbox"/> 地震/ <input type="checkbox"/> 豪雨/ <input type="checkbox"/> 其他)：_____ | | | |
| 調查方法 | (<input type="checkbox"/> 地面/ <input type="checkbox"/> 空勘) (<input type="checkbox"/> 目測/ <input type="checkbox"/> 測量/ <input type="checkbox"/> 拍照/ <input type="checkbox"/> 攝影/ <input type="checkbox"/> 其他)：_____ | | | |
| 崩塌地概況 | 崩塌地寬度(最大) | _____ (m) | | |
| | 崩塌地長度(最大) | _____ (m) | | |
| | 崩塌面積 | _____ (m ²) | | |
| | 崩塌深度(最大) | _____ (m) | 崩塌深度(平均) | _____ (m) |
| | 崩塌土石量(估算) | 崩塌面積×崩塌平均深度 | | _____ (m ³) |
| 天然壩 | 天然壩高 | _____ (m) | | |
| | 壩頂長度 | _____ (m) | | |
| | 壩頂寬度 | _____ (m) | | |
| | 溢流水道寬度 | _____ (m) | 溢流流量 | _____ (m ³ /s) |
| 堰塞湖概況 | 堰塞湖上游入流量 | _____ (m ³ /s) | 水位上升速度 | _____ (m/s) |
| | 目前水位(高程) | _____ (m) | 滿水位(高程) | _____ (m) |
| | 堰塞湖目前蓄水量 | _____ (m ³) | 滿水位蓄水量 | _____ (m ³) |
| | 上游集水面積 | _____ (km ²) | | |
| 現況說明 | | | | |
| 監測作業可行性評估 | 電力狀況 | <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無說明： | | |
| | 通訊狀況 | 說明： | | |
| | 人工監視位置建議點(繪製簡圖) | 說明： | | |
| | 儀器監測設置地點建議(繪製簡圖) | 說明： | | |