

水利建造物檢查及安全評估技術規範 蓄水與引水篇

Technical Directions for Hydraulic Structures Inspection and Safety
Evaluation(Reservoir and Water-Conveying Structures)

解說

主辦機關：經濟部水利署

執行單位：國立陽明交通大學

中華民國一百一十二年十二月

目 錄

	頁次
第一章 總則.....	1
1.1 依據.....	1
1.2 目的.....	2
1.3 適用範圍.....	3
1.4 各公告水庫之分級.....	6
1.5 主要名詞定義.....	11
1.7 安全評估之延辦及免辦.....	20
第二章 安全資料蒐集與建檔.....	30
2.1 安全資料蒐集通則.....	30
2.2 安全資料蒐集項目.....	32
2.3 安全資料建檔通則.....	65
2.4 安全資料檔之項目.....	68
第三章 安全資料複核與評估.....	70
3.1 通則.....	70
3.2 安全資料複核與評估項目.....	71
第四章 現場檢查與評估.....	109
4.1 通則.....	109
4.2 現場檢查方式.....	110
4.3 地質.....	111
4.4 壩及堰.....	113
4.5 附屬結構物.....	115
4.6 壩基座及周邊邊坡.....	117
4.7 監測系統.....	118
4.8 周圍環境.....	121
4.9 操作運轉系統.....	122
4.10 水工機械及其機電設備.....	123
第五章 補充調查與試驗.....	128
5.1 通則.....	128
5.2 補充調查與試驗項目.....	129

第六章 校核分析.....	148
6.1 通則.....	148
6.2 校核分析項目.....	149
6.2.2 校核洪水評析.....	164
6.2.3 結構物水理評析.....	169
6.2.4 水庫淤積評析.....	173
6.2.5 排洪設施之排洪能力評析.....	177
6.2.6 壩體出水高度之評析.....	181
6.2.7 壩或堰之結構安全評析.....	186
6.2.8 附屬結構物安全評析.....	196
6.2.9 隧道結構安全評析.....	199
6.2.10 壩基座及水庫周圍邊坡安定評析.....	200
6.2.11 監測儀器觀測資料評析.....	203
6.2.12 水工機械及其機電設備評析.....	207
第七章 潰壩(決)演算及災損評估.....	209
7.1 潰壩(決)演算專有名詞.....	209
7.2 潰壩洪水評析.....	211
7.3 災損評估.....	223
7.4 潰壩緊急應變計畫.....	229
第八章 綜合評估及結論與改善事項.....	230
第九章 安全評估報告撰寫.....	234
附錄 監(觀)測系統、設備及資料項目名詞.....	I

第一章 總則

1.1 依據

1.1 依據

水利建造物檢查及安全評估技術規範-蓄水與引水篇(以下簡稱本規範)係依據水利建造物檢查及安全評估辦法(以下簡稱本辦法)第五條第一項第一款及第十九條第二項規定訂定。

【解說】

1.本條文說明訂定本規範之法源依據。

1.2 目的

1.2 目的

制定本規範之目的係針對蓄水與引水建造物安全評估工作之方法及技術做較為明確之規定，使蓄水與引水建造物之安全評估工作有統一而明確之標準，進而使工作成果達到應有之品質，以確保蓄水與引水建造物之安全。

【解說】

- 1.本規範針對蓄水與引水建造物檢查及安全評估牽涉技術或分析方面之工作內容，規定其應考量之因素、可採用之方法及應達成之成果，做為水利建造物管理單位或受委託承辦之顧問機構或學術團體辦理安全評估工作之依循或參考，使得工作成果具有一定之品質，不致於良莠不齊。
- 2.由於安全評估牽涉到之技術、分析、調查及試驗方法等均與日俱進，時有更迭或新增，而各蓄水與引水建造物之客觀條件亦不相同，因此本規範對於涉及之技術、分析、調查及試驗方法等均不做詳細之規定，僅就其原則加以規範，以符實際與保留彈性。

1.3 適用範圍

1.3 適用範圍

本規範適用於經經濟部公告為水庫或公告應辦理安全評估之蓄水與引水建造物(以下統稱為水庫)各類型之檢查及安全評估工作。

其他蓄水與引水建造物之檢查及安全評估得參考本規範相關規定辦理之。

【解說】

1.根據本辦法第 9 條之規定，水利建造物之檢查分為定期檢查及不定期檢查 2 類。

2.根據本辦法第 21 條之規定，安全評估分類包含使用前安全複核、初次評估、定期評估、與特別評估等 4 類。

第 21 條 應辦理安全評估之蓄水及引水建造物安全評估分類如下：

一、使用前安全複核：興辦人於建造物完工使用前或蓄水前，對其工程設計、試驗、施工與檢驗紀錄及施工期間監測紀錄所作全盤複核。

二、初次評估：開始使用達 5 年，或首次蓄滿水所辦理之評估。

三、定期評估：正常使用營運期間一定周期辦理之整體評估。

四、特別評估：經不定期檢查結果認有必要進一步評估，或有異常漏水、管湧、移位或主體結構重大災損採取緊急措施或修復工作後所辦理之評估。

3.第 2 點所述 4 種安全評估分類辦理重點如下：

一、使用前安全複核：複核設計、施工成果，以確認是否可蓄水使用。若施工期長，使用前宜更新必要資料，評估了解後續使用之潛在風險。

範圍：土木結構、壩基座及周圍邊坡、水工機械、監測系統、操作系統、建造物或蓄水範圍周邊及其他影響安全性者等。

項目：安全資料蒐集建檔及複核、水庫營運管理評核、現地檢查、補充調查與試驗(視需要)、校核分析(視需要)、潰壩(決)演算及災損評估。

二、初次評估：開始使用達 5 年，或首次蓄滿水後，針對其蓄升期間所有的水壓、滲水、大壩沉陷、位移、閘門操作、監測資料等，

進行全面性、通盤性之安全評估。

範圍：土木結構、壩基座及周圍邊坡、水工機械、監測系統、操作系統、建造物或蓄水範圍周邊及其他影響安全性者等。

項目：安全資料蒐集建檔及複核、水庫營運管理評核、現地檢查、補充調查與試驗、校核分析、潰壩(決)演算及災損評估。

三、定期評估：完成初次評估後正常使用營運期間，依一定周期辦理全面性、通盤性之整體安全評估。

範圍：土木結構、壩基座及周圍邊坡、水工機械、監測系統、操作系統、建造物或蓄水範圍周邊及其他影響安全性者等

項目：安全資料蒐集建檔及複核、水庫營運管理評核、現地檢查、補充調查與試驗、校核分析、潰壩(決)演算及災損評估

四、特別評估：經不定期檢查結果認有必要進一步僅針對相關範圍、受影響項目辦理安全評估。

範圍：土木結構、壩基座及周圍邊坡、水工機械、監測系統、操作系統、建造物或蓄水範圍周邊及其他影響安全性者等(僅相關範圍)。

項目：安全資料蒐集建檔及複核(僅相關範圍)、水庫營運管理評核(視需要)、現地檢查、補充調查與試驗、校核分析(僅相關範圍)、潰壩(決)演算及災損評估(視需要)。

4.本規範以公告為水庫之蓄水與引水建造物為適用主體，而一定規模以上之蓄水與引水建造物，其功能與水庫相關而可歸類於水庫設施者，或者其結構特性、檢查與安全評估工作內容與水庫相似者，得適用本規範。

5.經公告為水庫之蓄水與引水建造物及一定規模以上之蓄水與引水建造物之各類檢查或各類安全評估工作，可參考本規範相關內容辦理。

6.未公告為水庫之蓄水與引水建造物及未具一定規模以上之蓄水與引水建造物，其相關檢查與評估工作，得參考本規範相關內容辦理。

7.依據「水利建造物建造、改造或拆除審核作業要點(99年07月30日經授水字第09920208360號)」，其第3點各款需行送審之水利建造物規定可作為「一定規模」蓄水與引水建造物之參考：

(1)引水建造物：引水或輸水量達每秒0.3立方公尺以上或其設計通水斷面積達1.0平方公尺以上之取水工、隧道、渡槽、管路箱涵、渠道、

圳路及其他越域引水工程等。

(2)蓄水建造物：以蓄水為主要功能之建造物，其設計蓄水深度達 3 公尺以上或設計蓄水量達 2 萬立方公尺以上之堰、壩、水庫、人工湖、埤池等。

1.4 各公告水庫之分級

1.4 各公告水庫之分級

依水庫規模及災害潛勢訂定各公告水庫之分級，以落實水庫安全管理制度，有效執行檢查及安全評估工作。(如附表)

各公告水庫之等級應根據水庫之現況及周圍環境，視需要進行調整並公告，以反映實際情形。

【解說】

- 1.蓄水與引水建造物經分級、公告為水庫後，本規範於 1.4 節起，將「水利建造物」、「蓄水與引水建造物」、「蓄水建造物」、「水庫」等名詞，各表格及內容均統一採用「水庫」一詞。
- 2.依據本辦法第 19 條第 2 項規定，前項經公告為水庫者，中央主管機關得依其規模及災害潛勢分為 3 級，其分級方式採以災害潛勢為主，因此災害潛勢嚴重者均列為一級水庫、輕微者列為二級水庫、極輕微或無者列為三級水庫。水庫分級方式採以水庫規模為輔，因此水庫規模屬大型者，可因災害潛勢屬輕微降為二級水庫；水庫規模屬中型者，可因災害潛勢屬嚴重升為一級水庫、或因災害潛勢屬極輕微或無降為三級水庫。依據上述修正分級方式，分級條件與分級結果如公告之「附表、台灣地區水庫分級表」。
- 3.水庫規模等級分類如下表：

水庫規模	總容量 S (百萬立方公尺)	壩高 H (公尺)
大型	$S \geq 10$ 或 $S \geq 100$	且 $H \geq 60$
中型	$10 > S \geq 0.1$	$60 > H \geq 7.5$
小型	$0.1 > S \geq 0.02$	或 $7.5 > H \geq 3$

1. 離島濱海之水庫屬小型水庫。
2. 水庫總容量與壩高規模等級不一致時，採用較高等級。

- 4.水庫之災害潛勢可能隨水庫現況及周圍環境發生變化而有所改變，下游地區開發增加使災害潛勢提高等)，為反映實際情況，主管機關應定期或

視需要根據各水庫之現況及周圍環境檢討其所屬等級，以有效維護分級管理之精神。

5.水庫之等級經檢討後若有調整，則須進行公告，做為管理單位辦理檢查及安全評估工作之依據。

附表、台灣地區水庫分級表

編號	水庫	管理單位	水庫等級	規模		水庫規模	備註
				總容量 (萬立方公尺)	壩高 (公尺)		
1-1	翡翠水庫	翡管局	一	40,600.0	122.5	大型	
1-2	石門水庫	北水分署	一	30,912.0	133.1	大型	含中庄攔河堰及調整池
1-3	寶山第二水庫	北水分署	一	3,218.0	61.0	大型	
1-4	鯉魚潭水庫	中水分署	一	12,600.0	96.0	大型	
1-5	湖山水庫	中水分署	一	5,139.0	75.0	大型	
1-6	曾文水庫	南水分署	一	80,381.7	134.0	大型	
1-7	牡丹水庫	南水分署	一	3,119.0	65.0	大型	
1-8	新山水庫	台水公司	一	1,000.0	66.0	大型	
1-9	永和山水庫	台水公司	一	2,957.4	62.5	大型	
1-10	仁義潭水庫	台水公司	一	2,911.3	28.0	大型	
1-11	蘭潭水庫	台水公司	一	979.6	34.0	中型	
1-12	南化水庫	台水公司	一	15,805.0	87.5	大型	
1-13	鳳山水庫	台水公司	一	920.0	39.5	中型	含東港溪攔河堰
1-14	白河水庫	嘉南管理處	一	2,509.0	42.5	大型	
1-15	烏山頭水庫	嘉南管理處	一	15,415.0	56.0	大型	
1-16	德基水庫 ^{•1}	台電公司	一	23,200.0	181.0	大型	
1-17	日月潭水庫 ^{•2}	台電公司	一	17,162.1	30.3	大型	
1-18	霧社水庫 ^{•2}	台電公司	一	14,860.0	114.0	大型	
1-19	榮華壩 [※]	北水分署	一	1,240.0	82.0	大型	
1-20	阿公店水庫	南水分署	一	2,825.0	31.0	大型	
2-1	直潭壩 ^{※•5}	北水處	二	417.7	12.5	中型	
2-2	青潭堰 ^{※•5}	北水處	二	83.2	5.5	中型	
2-3	隆恩堰 [※]	北水分署	二	--	7.0	小型	
2-4	集集攔河堰 [※]	中水分署	二	1,005.0	15.0	大型	
2-5	高屏溪攔河堰 [※]	南水分署	二	--	2.0	小型	

編號	水庫	管理單位	水庫等級	規模		水庫規模	備註
				總容量 (萬立方公尺)	壩高 (公尺)		
2-6	甲仙攔河堰 [※]	南水分署	二	--	7.0	小型	
2-7	鳶山堰 [※]	台水公司	二	126.0	15.0	中型	
2-8	澄清湖水庫	台水公司	二	412.0	5.4	中型	
2-9	石岡壩 [※]	中水分署	二	240.2	21.4	中型	
2-10	西勢水庫	台水公司	二	45.0	29.6	中型	
2-11	寶山水庫	台水公司	二	547.0	34.5	中型	
2-12	鏡面水庫	台水公司	二	115.0	36.0	中型	
2-13	明潭下池水庫 ^{●2}	台電公司	二	1,440.0	61.5	大型	
2-14	明湖下池水庫 ^{●2}	台電公司	二	975.6	57.5	中型	
2-15	谷關水庫 ^{●1}	台電公司	二	1,710.0	85.1	大型	
2-16	青山壩 ^{※●1}	台電公司	二	69.0	45.0	中型	
2-17	天輪壩 ^{※●1}	台電公司	二	82.4	48.2	中型	
2-18	馬鞍壩 ^{※●1}	台電公司	二	96.5	23.5	中型	
2-19	士林攔河堰 [※]	台電公司	二	105.0	21.0	中型	
2-20	鹿寮溪水庫	台糖公司	二	378.0	30.0	中型	
2-21	大埔水庫	苗栗管理處	二	925.8	20.9	中型	
2-22	明德水庫	苗栗管理處	二	1,770.0	35.5	大型	
2-23	內埔子水庫	嘉南管理處	二	91.0	26.0	中型	
2-24	虎頭埤	嘉南管理處	二	135.7	15.3	中型	
2-25	尖山埤	台糖公司	二	811.0	30.0	中型	
2-26	武界壩 ^{※●2}	台電公司	二	1,400.0	57.6	大型	
3-1	羅東攔河堰 [※]	北水分署	三	--	1.5	小型	
3-2	玉峰堰 [※]	台水公司	三	16.0	2.0	小型	
3-3	酬勤水庫	台水公司	三	7.4	14.9	小型	
3-4	赤崁地下水庫	台水公司	三	70.0	壩深25.0	小型	
3-5	成功水庫	台水公司	三	108.0	10.5	小型	
3-6	興仁水庫	台水公司	三	67.8	13.0	小型	
3-7	東衛水庫	台水公司	三	19.1	9.5	小型	
3-8	小池水庫	台水公司	三	20.5	16.0	小型	
3-9	西安水庫	台水公司	三	24.0	13.0	小型	
3-10	烏溝蓄水塘	台水公司	三	3.3	12.0	小型	
3-11	七美水庫	台水公司	三	22.5	14.0	小型	

編號	水庫	管理單位	水庫等級	規模		水庫規模	備註
				總容量 (萬立方公尺)	壩高 (公尺)		
3-12	溪畔壩 [※]	台電公司	三	34.0	30.0	中型	
3-13	龍溪壩 ^{※•4}	台電公司	三	23.6	29.5	中型	
3-14	木瓜壩 ^{※•4}	台電公司	三	0.5	24.8	中型	
3-15	水簾壩 ^{※•4}	台電公司	三	2.2	27.0	中型	
3-16	南溪壩 [※]	台電公司	三	73.0	42.0	中型	
3-17	阿玉壩 ^{※•3}	台電公司	三	10.5	17.5	中型	
3-18	羅好壩 ^{※•3}	台電公司	三	30.8	28.0	中型	
3-19	桂山壩 ^{※•3}	台電公司	三	42.3	24.0	中型	
3-20	粗坑壩 ^{※•3}	台電公司	三	24.0	6.8	中型	
3-21	銃櫃壩 ^{※•2}	台電公司	三	12.9	27.3	中型	
3-22	觀音湖水庫	台糖公司	三	48.8	6.0	中型	
3-23	美濃湖水庫	高雄市政府	三	60.6	6.5	中型	
3-24	山西水庫	金門縣政府	三	22.0	12.0	小型	
3-25	金沙水庫	金門縣政府	三	57.0	4.2	小型	
3-26	擎天水庫	金門縣政府	三	23.8	19.0	中型	
3-27	榮湖水庫	金門縣政府	三	45.2	3.5	小型	
3-28	陽明湖水庫	金門縣政府	三	36.0	5.7	小型	
3-29	蘭湖水庫	金門縣政府	三	37.0	5.0	小型	
3-30	田浦水庫	金門縣政府	三	67.8	12.0	中型	
3-31	太湖水庫	金門縣政府	三	168.9	11.3	中型	
3-32	瓊林水庫	金門縣政府	三	30.9	9.7	中型	
3-33	西湖水庫	金門縣政府	三	48.6	2.3	小型	
3-34	蓮湖水庫	金門縣政府	三	8.5	5.0	小型	
3-35	菱湖水庫	金門縣政府	三	9.0	10.0	小型	
3-36	金湖水庫	金門縣政府	三	43.9	13.2	小型	
3-37	東湧水庫	連江縣政府	三	9.0	18.5	小型	
3-38	坂里水庫	連江縣政府	三	17.0	18.6	小型	
3-39	秋桂山水庫	連江縣政府	三	3.7	15.0	小型	
3-40	儲水沃水庫	連江縣政府	三	4.8	23.5	小型	
3-41	津沙一號水庫	連江縣政府	三	1.6	14.3	小型	
3-42	津沙水庫	連江縣政府	三	5.7	23.0	小型	
3-43	勝利水庫	連江縣政府	三	27.7	22.0	小型	

編號	水庫	管理單位	水庫等級	規模		水庫規模	備註
				總容量 (萬立方公尺)	壩高 (公尺)		
3-44	后沃水庫	連江縣政府	三	47.0	18.0	小型	
3-45	劍潭水庫※	苗栗管理處	三	78.7	8.0	中型	
3-46	頭社水庫	南投管理處	三	30.4	12.0	中型	
3-47	德元埤	嘉南管理處	三	385.3	6.7	中型	
3-48	鹽水埤	嘉南管理處	三	75.6	8.5	中型	
3-49	龍鑿潭水庫	屏東管理處	三	376.0	18.3	中型	

註：

- 1.水庫規模資料來源：108年水利統計，經濟部水利署；總容量指水庫設計總容量。
- 2.●n表群壩水庫，n為數字表同一群壩，其定期安全評估得一併提送，其辦理週期同該群壩中最高分級之水庫。
- 3.※表攔河堰型水庫(經濟部104年3月26日經授水字第10420203480號公告)。

1.5 主要名詞定義

1.5.1 洪水

1.5.1 洪水

- 1.設計洪水：水庫興建時或更新改善所採用之洪峰流量。
- 2.可能最大洪水：由可能最大降雨、合理且適宜雨型及降雨—逕流模式推算出可能發生之最大洪峰流量。
- 3.重現期洪水：以水庫集水區流量紀錄或雨量紀錄推算特定重現期之洪峰流量。
- 4.校核洪水：水庫現況防洪校核分析所選定合理且適宜之洪峰流量。

【解說】

- 1.本節定義本規範中洪水相關之主要名詞，包含設計洪水、可能最大洪水、重現期洪水、校核洪水。
- 2.各級水庫校核洪水選定標準如下表：

水庫規模	水庫級別	校核洪水標準
大型	一級	可能最大洪水
中型		可能最大洪水
小型		1/2 可能最大洪水~可能最大洪水
大型	二級	可能最大洪水
中型		1/2 可能最大洪水~可能最大洪水
小型		200 年重現期洪水或 1/2 可能最大洪水
大型	三級	1/2 可能最大洪水~可能最大洪水
中型		200 年重現期洪水或 1/2 可能最大洪水
小型		100 年~200 年重現期洪水

註 1：200 年重現期洪水或 1/2 可能最大洪水取其較大者。

註 2：攔河堰型水庫校核洪水應另參考比較該所在河川公告治理計畫洪水流量之規劃報告水文分析結果，河川治理計畫洪水為 Q_{100} ，則校核洪水不得小於 Q_{200} ，計畫洪水為 Q_{50} ，則校核洪水不得小於 Q_{100} 。

1.5.2 地震

1.5.2 地震

- 1.設計地震：水庫興建原設計或更新改善所採用之最大地動值。
- 2.最大可能地震(Maximum Credible Earthquake, MCE)：為各孕震構造區內及活動斷層能於壩址產生最大地動值之地震。水利建造物於遭遇最大可能地震時，允許發生有限度之損壞，但不能造成無法控制之出水，主要設施在此一地震下應能維持運轉。採用定值法分析，其地震規模必須基於歷史強震記錄、或依地殼錯動證據、或其它方法訂定之。採用機率法分析，訂為一萬年再現周期之地動值。
- 3.設計基準地震(Design Basis Earthquake, DBE)：採用機率法分析，訂為九百五十年再現周期(一百年內超越機率百分之十)之地動值。水庫於遭受此一地震時，允許發生日後可予修護之損壞，但不能產生重大之變位或變形；水庫上之主要設施須保持操作之功能。
- 4.運轉基準地震：(Operating Basis Earthquake, OBE)：採用機率法分析，訂為四百七十五年再現周期(一百年內超越機率百分之二十)之地動值。水利建造物在此地震下，一切重要設施均應保持其功能，不容有任何損壞。
- 5.校核地震：水庫現況耐震校核分析所選定合理且適宜之地動值。

【解說】

1. 本節定義本規範中地震相關之主要名詞，包含設計地震、最大可能地震、設計基準地震、運轉基準地震、校核地震。
2. 各級水庫校核地震選定標準如下表：

水庫規模	水庫級別	最大設計地震採用值
大型		MCE
中型	一級	MCE
小型		MCE 至 DBE 間之地動值
大型		MCE
中型	二級	MCE 至 DBE 間之地動值
小型		DBE 至 OBE 間之地動值
大型		MCE 至 DBE 間之地動值
中型	三級	DBE 至 OBE 間之地動值

3. MCE 之選定若經評析採用定值法結果，其水平尖峰地表加速度(PGA)之再現周期不得小於機率法 5,000 年。

1.6 各級公告水庫應辦理安全評估之範圍

1.6 各級公告水庫應辦理安全評估之範圍

依據本辦法第二十條，訂定各級公告水庫應辦安全評估之範圍。

【解說】

1.本辦法第 20 條條文如下：

第 20 條 應辦理安全評估之蓄水及引水建造物，安全評估範圍及細目如下：

- 一、水文及水理檢討。
- 二、地質及地震檢討。
- 三、主體結構及其基礎。
- 四、排洪設施及其基礎。
- 五、取、出水設施及其基礎。
- 六、操作運轉與警報系統。
- 七、建造物或蓄水範圍周邊。
- 八、引水、輸水及沉砂等其他重要設施。
- 九、其他重大事故影響之檢討。

前項安全評估範圍及細目，得依建造物特性增減辦理之。

2.各級水庫分別依「一、二級水庫」、「三級水庫」、「攔河堰型水庫」及「其他蓄水與引水建造物」訂定其應辦理安全評估之範圍。

1.6.1 一、二級水庫

1.6.1 一、二級水庫

應包含本辦法第二十二條第一項各款完整之安全評估工作。

【解說】

1. 依據本規範附表(109年12月7日經濟部經授水字第10920222600號令修正發布)，屬一級水庫者計有翡翠水庫等20座，屬二級水庫者計有直潭壩等26座。
2. 一級水庫因其重要性與災損風險嚴重，定期安全評估工作仍維持與目前相同；二級水庫之重要性與災損風險雖均低於一級水庫，然仍屬重要水庫，因此二級水庫的安全評估工作仍維持與一級水庫相同。
3. 本辦法第22條條文如下：

第22條 應辦理安全評估之蓄水及引水建造物，安全評估報告內容如下：

- 一、結論及改善事項。
- 二、興辦及評估工作辦理經過。
- 三、建造物設施概況。
- 四、安全資料之整理及補充。
- 五、現場檢查與評估。
- 六、水文分析與排洪安全評估。
- 七、地質與地震檢討評估。
- 八、安全監測資料分析與主體結構安全評估。
- 九、操作運轉與警報系統評估。
- 十、建造物或蓄水範圍周邊穩定評估。
- 十一、改善工作內容。
- 十二、潰壩（決）演算及災損評估。
- 十三、潰壩（決）緊急應變計畫。
- 十四、其他重要設施安全評估。

前項安全評估報告應報主管機關審核，其內容興辦人得視其分級、特性及評估重點擇要編定之。

第1項第13款潰壩（決）緊急應變計畫得單獨成冊。

1.6.2 三級水庫

1.6.2 三級水庫

壩體結構與附屬結構物之安全評析工作，僅須採用靜態及仿靜態分析方法(含滲流分析)，若仿靜態分析結果未合乎要求，則需執行完整動態應力/變形分析。

壩、堰、附屬結構物、壩基座及水庫周圍邊坡之安定校核分析，若能同時滿足以下情形，無需辦理前期已完成之相對應校核分析項目：

- 1.評析所得校核地震地動值未超過前期值。
- 2.前期分析結果判斷應校核項目安全風險可承受。
- 3.複核結果無誤。

曾辦理潰壩分析，若能滿足以下情形，無需辦理本規範第七章潰壩(決)演算及災損評估工作：

- 1.水文分析：距前期安全評估報告期間之水文事件未超過選用具代表性水文事件。
- 2.評析所得校核洪水值未超過前期值。
- 3.與前期安全評估報告相較水庫下游環境與保全對象無重大變化，水庫下游洪水水位低於河川治理堤頂或高坎高程)且無溢堤情況。
- 4.複核結果無誤。

【解說】

- 1.依據本規範附表(109年12月7日經濟部經授水字第10920222600號令修正發布)，屬三級水庫者計有羅東攔河堰等49座。
- 2.對於壩、堰、附屬結構物、壩基座及水庫周圍邊坡之安定校核分析，以土石壩之大壩結構安全評析為例，在壩體未有變動狀況下(未進行改善工程)，其材料參數、壩體幾何參數原則上沒有變動，若採用相同之分析方法/軟體，主要變動之參數來自於外力—校核地震；亦即當校核地震無明顯變大之狀況下，分析所得之結果原則上應該沒有明顯差異。因此，若能同時滿足以下條件，三級水庫得不重覆辦理前期已完成之相對應校核分析項目：
 - (1)評析所得校核地震地動值未超過前期值。
 - (2)前期分析結果判斷應校核項目安全風險可承受。
 - (3)複核結果無誤。

3.三級水庫在辦理潰壩(決)演算及災損評估工作上，因主要損壞後所造成之洪水量都在河道上，經過洪峰削減後對下游河道無明顯災損或直接出海。若前期已辦理過分析，亦無新增結構物與加高工程，相關物理參數均一樣，因此，根據水文頻率分析與校核洪水後，若其結果均低於前期分析結果（距離上次安評時雨量未超過 PMP、流量低於 PMF），下游河道地形及堤防未有明顯變化，三級水庫在辦理潰壩(決)演算及災損評估工作之內容可沿用前期分析成果。

1.6.3 攔河堰型水庫

1.6.3 攔河堰型水庫

曾辦理潰壩分析，經評估對下游防洪無影響者，無需辦理本規範 6.2.5 點之排洪設施之排洪能力評析、第七章潰壩(決)演算及災損評估工作。

【解說】

- 1.台灣地區水庫分級表中屬於攔河堰型水庫計有 27 座(經濟部 104 年 3 月 26 日經授水字第 10420203480 號公告)。
- 2.攔河堰型水庫因不具滯洪功能，防洪運轉期間不作滯洪及洪水調節運用，其潰壩後對下游之影響衝擊相對較低。
- 3.攔河堰型水庫在河道上若發生損壞潰決，因上游蓄水體積小，其影響往往僅有高灘地農作物，潰壩洪水對堤防高程與溢堤情況影響小。因此，在攔河堰型水庫若無工程加高或擋水水工結構物改變等情況，下游河道地形及堤防未有明顯變化，可無須辦理 6.2.5 節之排洪設施之排洪能力評析溢頂與否之評估、與第七章潰壩(決)演算及災損評估工作。

1.6.4 其他蓄水與引水建造物

1.6.4 其他蓄水與引水建造物

其他應辦理安全評估之蓄水或引水建造物原則比照三級水庫辦理。但必要時主管機關得調整之。

【解說】

1. 未經公告為水庫之其他蓄水或引水建造物，需辦理建造物安全評估工作時，原則比照三級水庫辦理，但必要時主管機關得調整之。

1.7 安全評估之延辦及免辦

1.7.1 依據

1.7 安全評估之延辦及免辦

1.7.1 依據

定期安全評估工作得依據本辦法第二十九條之規定延辦或免辦。

【解說】

- 1.本條文說明水庫定期安全評估工作延辦或免辦之法源依據。
- 2.本辦法第 22 條規定，定期評估之一定周期，於一級水庫為 5 年，二、三級水庫為 8 年，但得依第 2+條規定調整之。
- 3.第 2 點所指之一定周期，依據 111 年 1 月 17 日經濟部(經授水字第 11120200990 號)函頒律定各級水庫提送安全評估期程律定原則如下：

(一)目前(當期)已完成審議程序者

(1)次一期(下次)安全評估報告提送時間，以當期報告獲安評小組審定日期加 5 年(一級)或 8 年(二、三級水庫及蓄、引水建造物)之月底為提送期限。

(2)次二期及其後之安全評估報告提送時間，以前期報告提送日期加 5 年(一級)或 8 年(二、三級水庫及蓄、引水建造物)之月底為提送期限。

(二)目前(當期)刻正辦理審議程序者

(1)次一期安全評估報告提送時間，以當期報告第 1 次召開安評小組(一級)或工作分組(二、三級水庫及蓄、引水建造物)之審查日期加 5 年(一級)或 8 年(二、三級水庫及蓄、引水建造物)之月底為提送下一期安評報告期限。

(2)次二期及其後之安全評估報告提送時間，以前期報告提送日期加 5 年(一級)或 8 年(二、三級水庫及蓄、引水建造物)之月底為提送期限。

(三)另依「水利建造物檢查及安全評估辦法」第 24 條規定，請於安全評估報告提送審核前 1 年提報安全評估計畫書。

- 4.本辦法第 29 條：「興辦人得於辦理定期評估前，經依其前次之定期評估及定期檢查結果認安全風險可承受時，報經主管機關核准後，免辦次期之評估或延後其辦理時間」。對於安全評估工作，倘若興辦人經評估認

定安全風險屬可承受程度，得報主管機關申請免(延)辦次期之評估，以符實需。

5. 「安全風險可承受」意指，依據本規範規定之項目與方法進行評估，所得之結果滿足安全設定準則或安全係數，評定為安全。

1.7.2 目的

1.7.2 目的

在安全得以確保及符合特定條件下，水庫定期安全評估工作之延辦或免辦，可適度減輕管理單位籌辦安全評估工作之負擔，同時亦可減少主管機關之行政作業，有助於提高整體水庫營運管理之落實與成效。

【解說】

- 1.對於安全可以確保且符合特定條件之水庫，其定期安全評估工作相對較無迫切需要，若予以延辦或免辦，可適度減輕管理單位定期籌辦安全評估工作之經費及行政作業負擔，因而可將有限之經費與人力投注於有實質需要之維護或改善等工作，有助於提高營運管理之成效。另一方面，延辦及免辦之措施也有肯定管理單位平日用心進行管理維護工作之含義，而藉由延辦及免辦措施亦可彰顯平時持續維護及檢查工作之重要性。
- 2.對於水庫之主管機關，藉由定期安全評估工作之延辦或免辦，亦可減少相關之經費籌措及審核作業，因而可將有限之經費及行政資源投注於迫切需要辦理或推動之業務方面，有助於政策推行及督導管理之落實。

1.7.3 適用對象

1.7.3 適用對象

定期安全評估工作之延辦或免辦，其適用對象為曾辦理過一次(含)以上定期安全評估之各級水庫。

【解說】

- 1.定期安全評估工作之延辦或免辦，原則上適用於經公告之各級水庫。
- 2.雖然水庫根據本辦法第 21 條規定均會辦理初次使用評估，然而定期安全評估主要著眼於水庫正常使用營運期間之狀況，有其特定施作項目、範圍及意義，辦理時間不宜距初次使用評估太久，故任何公告之水庫均須至少辦理 1 次(含)以上之定期安全評估後方得申請定期安全評估工作之延辦或免辦。
- 3.由於延辦或免辦屬於彈性措施，為避免大幅提高水庫之損壞風險，其採行須先滿足特定之先決條件，而此先決條件應視水庫之等級而有所不同。
- 4.公告為一級之水庫，其規模及災害潛勢均大，損壞風險高，其定期安全評估工作須採較為嚴謹之方式辦理，故其延辦或免辦之門檻較高，以有效確保安全，而二級(含)以下之水庫，因其規模較小且災害潛勢較低，其定期安全評估工作可採用較為寬鬆之方式辦理，故其延辦或免辦之門檻較一級水庫為低。

1.7.4 安全評估工作之延辦

1.7.4.1 延辦申請與限制

1.7.4 安全評估工作之延辦

1.7.4.1 延辦申請與限制

各級水庫之管理單位，於應辦之定期安全評估一定時間前，可向主管機關申請同意延後辦理該定期安全評估工作，並經其同意後延後辦理。每次延後辦理之期限最高為一年，得連續施行，但連續延後之期限總和不得超過二年。

各級水庫管理單位提出延辦申請時，應檢附相關文件及資料供主管機關審查之用。主管機關若對管理單位檢附之文件及資料有疑慮時，可請管理單位補充說明或至現地進行複查。

【解說】

- 1.條文內所指之一定時間由主管機關依審查作業所需時間另行加以規定。
- 2.水庫管理單位提出延辦申請時，應檢附下列文件及資料供主管機關審查之用：
 - (1) 申請書，敘明申請延辦內容、目的及理由；
 - (2) 前次定期安全評估之結論與建議及相關改善工作辦理情形；
 - (3) 前次特別安全評估之結論與建議及相關改善工作辦理情形，無則免附；
 - (4) 前次定期安全評估後每年定期檢查及不定期檢查之結果；
 - (5) 前次定期安全評估後各年度設施維護辦理情形；
 - (6) 前次申請延辦之相關資料與結果，無則免附；
 - (7) 其他相關資料。其中，(2)~(5)之相關安全評估及檢查結果應彙整列表說明。
- 3.延辦申請書格式及實際應檢附之文件與資料項目，由主管機關依審查作業需求另行規定。

1.7.4.2 條件

1.7.4.2 條件

於一級水庫，前次定期安全評估後曾進行特別評估，評估完成尚未滿五年且內容包含定期安全評估之項目而結果顯示安全風險可承受時，其當期應辦之定期安全評估可視情況准予延後辦理。

於二級(含)以下水庫，前次定期安全評估後曾進行特別評估，評估完成尚未滿八年且結果顯示安全風險可承受時，或符合下列各條件，其當期應辦之定期安全評估可視情況准予延後辦理：

- 1.前次定期安全評估完成迄今未滿十年。
- 2.前次定期安全評估未發現明顯缺失或問題，或發現之缺失或問題已改善完成並經確認。
- 3.每年定期檢查結果均屬良好且持續未間斷。
- 4.前次定期安全評估後曾進行不定期檢查，檢查結果未發現明顯缺失或問題，無進一步評估或調查之需要。

前次安全評估後未辦理不定期檢查，前項第四款可予忽略。

【解說】

- 1.一級水庫之規模及災害潛勢均大，損壞造成之風險高，藉由定期進行之安全評估可持續掌控其行為與變化，一但發現問題可及早加以處理以避免情況進一步惡化，故其定期安全評估應定期進行。當水庫於前次定期安全評估後曾進行特別安全評估，而此特別評估內容包含定期安全評估之項目，且結果顯示安全風險可承受，在此情形下，此特別評估實質上即等同於定期安全評估，而若此特別評估完成時間距離當期應辦之定期評估未滿5年，此時若再辦理定期評估，成效增加極為有限但卻需投入額外之經費及人力，無形中將形成一種資源的浪費，故可考慮延後辦理當期應辦之定期評估。這裡所指之特別安全評估須為委託專業顧問機構或學術團體辦理之評估工作。
- 2.二級(含)以下之水庫，若經前次定期安全評估，未發現無明顯缺失或問題，或者有發現缺失或問題但已改善完成，均顯示其整體狀況大致正常，安全風險可承受，而每年持續辦理之定期檢查若無異常發現，則顯示其狀況並無進一步惡化情形。
- 3.二級(含)以下之水庫，前次安全評估後若有發生一定值以上之地震、洪

水、豪雨或其他事故，則根據本辦法第 9 條規定須進行不定期檢查；若不定期檢查結果未發現明顯缺失或問題，則表示建造物整體狀況未因地震、洪水、豪雨或其他事故而有所影響，安全得以確保。

4. 二級(含)以下之水庫，不定期檢查結果有疑慮而認為有必要進一步評估，或者有異常漏水、管湧、移位或主體結構重大災損而採取緊急措施或修復工作時，根據本辦法第 21 條規定須辦理特別評估。若評估結果整體情況良好，則表示建造物無潛在問題或者已藉由緊急措施或修復工作回復至正常情況，暫時無安全上之疑慮；另外，因特別評估之內容與執行方式與定期評估類似，故此特別評估可部分代替定期評估，同時若此特別評估完成時間距離當期應辦之定期評估未達 8 年，於此情形下若再辦理定期評估，成效增加極為有限但卻需投入額外之經費及人力，無形中將形成一種資源浪費。這裡所指之特別安全評估須為委託專業顧問機構或學術團體辦理之評估工作。
5. 根據上述 2~4 項之說明，二級(含)以下之水庫在安全風險可承受，或特別評估時間相近之情形下，基於節省經費及減少作業程序，可考慮延後辦理當期應辦之定期評估。

1.7.5 安全評估工作之免辦

1.7.5.1 免辦的申請及限制

1.7.5 安全評估工作之免辦

1.7.5.1 免辦的申請及限制

各級水庫之管理單位，於當期應辦之定期安全評估一定時間前，可向相關主管機關申請同意免除辦理該期定期安全評估工作，並經其同意後免除辦理。免除辦理不得連續施行，二次免辦之間至少須辦理一次定期安全評估。

各級水庫管理單位提出免辦申請時，應檢附相關文件及資料供主管機關審查之用。主管機關若對管理單位檢附之文件及資料有疑慮時，可請管理單位補充說明或至現地進行複查。

【解說】

- 1.條文內所指之一定時間由主管機關依審查作業所需時間另行加以規定。
- 2.水庫管理單位提出免辦申請時，應檢附下列文件及資料供主管機關審查之用：
 - (1) 申請書，敘明申請免辦之內容、目的及理由；
 - (2) 初步安全評估報告；
 - (3) 歷次定期安全評估之結論與建議及相關改善工作辦理情形；
 - (4) 歷次特別安全評估之結論與建議及相關改善工作辦理情形，無則免附；
 - (5) 前次定期安全評估後每年定期檢查及不定期檢查之結果；
 - (6) 前次定期安全評估後各年度設施維護辦理情形；
 - (7) 前次申請免辦之相關資料與結果，無則免附；
 - (8) 其他相關資料。其中，(3)~(6)之相關安全評估及檢查結果應彙整列表說明。
- 3.免辦申請書格式及實際應檢附之文件與資料項目，由主管機關依審查作業需求另行規定。

1.7.5.2 條件

1.7.5.2 條件

於一級水庫，前次定期安全評估後曾進行特別評估，評估完成尚未滿一年且內容包含定期安全評估之項目而結果顯示安全風險可承受時，其當期應辦之定期安全評估可視情況准予免除辦理。

於二級(含)以下水庫，前次定期安全評估後曾進行特別評估，評估完成尚未滿一年且結果顯示安全風險可承受時，或符合下列各條件，其當期應辦之定期安全評估可視情況准予免除辦理：

- 1.前次定期安全評估完成迄今未滿八年。
- 2.主要設施歷年未曾遭受重大之災損而修復。
- 3.前次定期安全評估未發現明顯缺失或問題，或者發現之缺失或問題已改善完成並經確認。
- 4.每年定期檢查結果均屬良好且持續未間斷。
- 5.前次定期安全評估後未曾辦理主要設施更新或增建等工程。
- 6.前次定期安全評估後曾進行不定期檢查，而檢查結果未發現明顯缺失或問題，無進一步評估或調查之需要。

水庫辦理主要設施更新或增建等工程完工後曾進行相關檢查與安全評估，前項第五款可予忽略；前次安全評估後未曾辦理不定期檢查，前項第六款可予忽略。

【解說】

- 1.一級水庫之規模及災害潛勢均大，損壞造成之風險高，藉由定期進行之安全評估可持續掌控其行為與變化，一但發現問題可及早加以處理以避免情況進一步惡化，故其定期安全評估應定期進行。當水庫於前次定期安全評估後曾進行特別安全評估，而此特別評估內容包含定期安全評估之項目，且結果顯示安全無虞，在此情形下，此特別評估實質上等同於定期安全評估，而若此特別評估完成時間距離當期應辦之定期評估未滿一年，可視同已辦理應辦之定期評估，此時若再辦理定期評估，成效增加極為有限但卻需投入額外之經費及人力，無形中將形成一種資源的浪費，故可考慮免除辦理當期應辦之定期評估。這裡所指之特別安全評估須為委託專業顧問機構或學術團體辦理之評估工作。
- 2.二級(含)以下水庫之主要設施若曾遭受重大之災損而修復，其結構雖仍屬

安全，但其承受外在荷重之能力或原有功能恐已降低，同時其內部可能還存在尚未發現之損壞或缺失，必須定期加以檢查及安全評估，掌控其狀態，達成安全管理之目的，因此其定期安全評估須按時辦理，不宜免除。

3. 未曾遭受重大災損而體質屬健全之二級(含)以下水庫，若經前次定期安全評估，若未發現無明顯缺失或問題，或者有發現缺失或問題但已改善完成，均顯示其整體狀況大致正常，安全得以確保，而每年持續辦理之定期檢查若無異常發現，則顯示其狀況並無進一步惡化情形。
4. 二級(含)以下水庫，前次安全評估後若曾辦理主要設施更新或增建等工程，則原有結構可能受到某種程度之損壞或影響，加上新建設施之安全及功能亦須加以評估，故若更新或增建等工程完工後未進行相關檢查與安全評估，不宜免除當期應辦之定期安全評估，以確保水庫結構及功能之健全。
5. 二級(含)以下水庫，前次安全評估後若有發生一定值以上之地震、洪水、豪雨或其他事故，則根據本辦法第 9 條規定須進行不定期檢查；若不定期檢查結果未發現明顯缺失或問題，則表示建造物整體狀況未因地震、洪水、豪雨或其他事故而有所影響，安全仍得以確保。
6. 二級(含)以下水庫，不定期檢查結果有疑慮而認為有必要進一步評估，或者有異常漏水、管湧、移位或主體結構重大災損而採取緊急措施或修復工作時，根據本辦法第 21 條規定須辦理特別評估。若評估結果整體情況良好，則表示建造物無潛在問題或者已藉由緊急措施或修復工作回復至正常情況，應無安全上之疑慮。另外，因特別評估之內容與執行方式與定期評估類似，故此特別評估可部分代替定期評估，同時若此特別評估完成時間距離當期應辦之定期評估未達 1 年，某種程度上幾乎等同於已辦理應辦之定期評估，在建造物安全得以確保之情形下，若再辦理定期評估，成效增加極為有限但卻需投入額外之經費及人力，無形中將形成一種資源浪費。這裡所指之特別安全評估須為委託專業顧問機構或學術團體辦理之評估工作。
7. 根據上述 2~6 項說明，二級(含)以下之水庫在安全風險可承受，或特別評估時間相近之情形下，基於節省經費及減少作業程序，可考慮免除辦理當期應辦之定期評估。

第二章 安全資料蒐集與建檔

(第二章「安全資料蒐集」與第三章「安全資料建檔」合併為「安全資料蒐集與建檔」)

2.1 安全資料蒐集通則

2.1.1 目的

2.1 安全資料蒐集通則

2.1.1 目的

安全資料蒐集之目的係藉蒐集過去有關該水庫工程之規劃、設計、施工及運轉維護期間等與水庫安全有關之各種資料，以求徹底瞭解整個水庫之狀況，以供進行複核與評估、建檔、現地檢查、校核分析及綜合評估與建議等工作之用。

【解說】

水庫安全評估首要之工作即須對水庫之基本背景有所瞭解，可藉由蒐集以往水庫自興建至營運過程中各階段之資料並經分類、建檔及更新後，以供水庫安全評估時使用。

2.1.2 安全資料蒐集來源

2.1.2 安全資料蒐集來源

- 1.水庫興辦人應蒐集與水庫相關之全部資料，並妥善保管。
- 2.水庫安全評估之基本資料蒐集來源，至少應包括原規劃、設計、施工、運轉與管理等單位及其他正式發行之相關文件資料。

【解說】

水庫興辦人或承辦首次定期安全評估工作之單位，應依據本規範 2.4 安全資料檔之項目所述之要領，將水庫相關之資料建立資料檔，以供安全評估時參考使用。

2.2 安全資料蒐集項目

2.2 安全資料蒐集項目

- 1.氣象、水文及洪水演算。
- 2.地質。
- 3.地震。
- 4.蓄水範圍及集水區概況。
- 5.結構物水理。
- 6.壩或堰。
- 7.附屬結構物。
- 8.壩基座及水庫周圍邊坡。
- 9.水工機械及其機電設備。
- 10.施工與品質檢驗紀錄。
- 11.監測系統及觀測。
- 12.水庫淤積。
- 13.水庫操作運轉系統與運轉紀錄。
- 14.洩洪警報系統與警報紀錄。
- 15.營運管理與維護改善紀錄及相關圖說資料。
- 16.潰壩演算及潰壩緊急應變計畫。

【解說】

- 1.上述規定之蒐集項目中若有缺少而無法蒐集者，應加以註明。於安全資料複核與評估中，將對缺少資料之項目評估其與該水庫之安全的關聯性，作為是否進一步辦理補充調查與試驗或校核分析之依據。
- 2.無下游河道或潰壩演算結果不影響下游河防安全，並經主管機關認定者，免備潰壩演算及潰壩緊急應變計畫之資料。

2.2.1 氣象、水文及洪水演算資料

2.2.1 氣象、水文及洪水演算資料蒐集之項目

1. 氣象紀錄資料。
2. 水文測站資料。
3. 水文紀錄資料。
4. 水庫設計洪水及歷次安評校核洪水、重現期洪水資料。
5. 洪水演算資料。

【解說】

1. 氣象紀錄資料包括：
 - (1) 風速：最大時平均風速（計算出水高度）
 - (2) 溫度：1000mb 之露點溫度及颱風時之氣溫（計算 PMP）
 - (3) 濕度：比濕（計算 PMP）
 - (4) 壓力：颱風時之氣壓及水汽壓力（計算 PMP）
 - (5) 颱風：颱風暴雨半徑、移動速度及路徑（計算 PMP）
 - (6) 蒸發量：月蒸發量（計算水面蒸發損害）
2. 水文測站資料包括測站之位置、數量及量測項目、測站之運轉狀況（如資料之量測、記錄與傳輸等狀況）等。與水庫安全有直接影響之量測儀器有雨量計及水位計等。水庫上游若有橋梁亦可設置流速計與水位計，觀測其入庫流量。
3. 水文紀錄資料包括
 - (1) 雨量資料：雨量資料包括時雨量，日雨量及其統計資料。時雨量是作為推求設計雨型及修正日雨量資料之依據。日雨量及其統計資料包括最大 1 日、2 日、3 日暴雨及旬計、月計、年計平均雨量。
 - (2) 流量資料：包括時流量及日流量記錄。
 - (3) 入滲資料：水庫集水區域或鄰近區域之入滲資料及相關文獻。
 - (4) 蒸發量資料：包括日蒸發量及其統計值。
 - (5) 河川懸浮質及推移質檢測資料：包括濃度、粒徑分析及比重等。
4. 水庫設計洪水及歷次安評校核洪水、重現期洪水資料
包含下列各分析項目之推估結果，及分析時所採用之氣象與水文資

料、分析模式、參數檢定、分析結果之比較與驗證等資料。

- (1)可能最大降雨
- (2)可能最大洪水歷線
- (3)頻率分析
- (4)設計雨型分析
- (5)降雨逕流模式
- (6)各重現期洪水歷線

5.洪水演算資料

蒐集水庫於規劃設計各階段之洪水演算資料，俾與實際發生之洪水進流、出流過程比較，供評估水庫防洪運轉操作規則之合宜性。洪水演算蒐集之資料包括：

- (1)設計流量及流量率定曲線資料：包括設計洪水及各頻率洪水之入流歷線、排洪設施、取出水設施(含越域引水)等之流量率定曲線。
- (2)水門操作規定資料：包括水庫各排洪設施、取出水設施(含越域引水)等之水門操作規則。
- (3)水庫運用要點資料：包括水庫總容量與水庫有效容量、排洪設施項目、水庫正常滿水位、洪水運轉水位及設計最高洪水位等。
- (4)水庫洪水運轉記錄：包括實際水庫上游入流量、放流量、水庫水位及容量等記錄。
- (5)排洪設施之工程數據：包括排洪設施之設計容量、溢洪道堰頂高程、洩槽高程及寬度、洩槽側牆高程、排洪隧道或沖刷道尺寸及長度、進出口結構物底檻高程等。
- (6)對於以往安全評估報告中有關水庫洪水演算之複核評估、校核分析及評估過程中所參考之相關資料均應加以蒐集並整理。
- (7)下游河道及下游現有水工結構物資料之蒐集參閱 2.2.16。

2.2.2 地質資料蒐集之項目

2.2.2 地質資料蒐集之項目

水庫在規劃設計、施工及各期安全評估所蒐集與調查之區域地質、基座地質、周邊地質及集水區地質等資料皆應蒐集，其項目包括：

1. 地表地質資料。
2. 地下探查資料。
3. 現地及室內試驗資料。
4. 以往地質災害及其處理資料。
5. 地質敏感區之公告資料。
6. 其它相關之地質資料。

【解說】

1. 地表地質資料之蒐集應涵蓋區域地質及重要結構物基礎地質，內容包括：

- (1) 區域地質平面及剖面等之地質報告與圖說。
- (2) 壩址及水庫周邊地質平面及剖面等之地質報告與圖說。
- (3) 壩基與壩座岩石水密性與不連續面分佈之報告與圖說。
- (4) 崩塌地、水系、線型分布等之航照及遙測判釋之報告與圖說。
- (5) 第四紀斷層(含活動斷層)之調查報告與圖說。
- (6) 其它相關之地表地質報告與圖說。

從事地質評估工作者應由所蒐集區域地質方面之資料來瞭解水庫附近區域之地質模式，舉凡其地形之變化情形、崩塌地、水系及線型分布、地層之分布與層位的解釋、岩層之位態、構造分布與變化、第四紀斷層及活動斷層等皆為應蒐集之項目。

壩址地質方面所蒐集之資料必須涵蓋左、右壩座及壩基，不論調查階段之探查成果、施工階段之開挖記錄、潛在地質災害與其處理狀況、乃至於最新的發現等皆為資料蒐集之來源。對於組成壩址基盤的岩石種類、物理性質及化學性質、其空間分佈的狀況以及其間層理、節理、劈理等不連續面以及各弱面位態、厚度及含泥之特性等皆為必須複核之事項。此外，壩址邊坡之坡向、坡度、不連續面分佈、及地下水位於蓄水前與蓄水後之變化等亦應蒐集整理並複核之。

有關水庫周緣邊坡方面所蒐集之資料必須涵蓋基盤岩石種類、其空間

分佈的狀況以及其間層理、節理、劈理等不連續面之特性、構造分布、潛在地質災害與其處理狀況等。特別是周緣邊坡之坡向、坡度、不連續面分布、地下水位於蓄水前與蓄水後之變化及崩塌地、崖錐堆積等亦應蒐集整理並作為複核之對象。

2. 地下探查資料之蒐集內容包括：

- (1) 鑽孔探查之記錄、報告及岩心照片。
- (2) 橫坑探查之記錄、報告及照片。
- (3) 槽溝開挖探查之記錄、報告及照片。
- (4) 剝洗探查之記錄、報告及照片。
- (5) 地球物理探勘報告。
- (6) 地下水等相關水文地質資料及記錄。
- (7) 導水隧道、取水隧道、壩基開挖等之施工記錄、報告及照片。
- (8) 礦坑分佈資料。
- (9) 其他探查相關記錄與報告。

地下探查資料之蒐集過程中，應特別注意以往曾有潛在地質災害地區之地下探查資料，如施工中之坍方、以往曾發生而目前仍不穩定之大型崩塌或地滑等。未來如經檢討資料有不足處，可供作為提送補充探查建議之依據。

3. 現場及室內試驗資料之蒐集內容包括：

- (1) 室內土壤及岩石力學試驗：一般物理性質試驗及強度試驗等。
- (2) 常見之現地試驗項目：透水試驗、孔內變形試驗等。
- (3) 一般常使用之鑑定方法：岩石薄片鑑定、X 光繞射試驗與化石鑑定等。
- (4) 其它相關試驗為瞭解軟弱岩盤或層縫(clay seam)等之擴散性所進行之針孔試驗、擴散試驗等。

4. 以往地質災害及其處理資料之蒐集內容包括：

- (1) 地質災害之類別。
- (2) 破壞之機制。
- (3) 設計處理之情形。
- (4) 目前之穩定情形。

一般水庫興辦人均有保存相當完整之已往地質災害及其處理資料，可洽借參考。

水庫施工中或運轉階段所發生之地質災害，雖曾處理修復，惟因水庫水位之洩降、地下水位之變化，或其他未預期之人為開發等因素，有必要複核、檢討其穩定性。

5.地質敏感區之公告資料。

依據「地質敏感區劃定變更及廢止辦法」第二條，具有特殊地質景觀、地質環境或有發生地質災害之虞之地質敏感區，包括以下各類：

- 一、地質遺跡地質敏感區。
- 二、地下水補注地質敏感區。
- 三、活動斷層地質敏感區。
- 四、山崩與地滑地質敏感區。
- 五、其他經中央主管機關認定之地質敏感區。

已公告之地質敏感區請至經濟部中央地質調查所「地質法專區」查詢。

2.2.3 地震資料蒐集之項目

2.2.3 地震資料蒐集之項目

- 1.本階段安全評估之前水庫所有地震研究相關報告。
- 2.政府主管機關或學術單位正式出版之地震目錄。
- 3.政府部門或學術單位公布研究區域內之地震報告或震災調查報告。
- 4.第四紀斷層相關研究資料
- 5.國內外學術界有關台灣地區地體構造及大地應力研究文獻或書籍。
- 6.壩址強震儀實測地動記錄
- 7.地震危害度(seismic hazard)研究文獻。
- 8.其他地震研究相關資料。

【解說】

大型水庫之安全要求遠較中型及小型水庫為大，為求對研究區域地質及地震環境之了解，資料蒐集應儘量完整而廣泛。

大型水庫，應再補充蒐集研究區域內下列資料：

- (1)地震斷層面解(Fault plane solution)資料。
- (2)歷史地震之震度(Intensity)資料。
- (3)大地應力場方向。
- (4)災害性地震震央。
- (5)壩址附近尖峰地表加速度值大於 80 gal(震度 ≥ 5 級)之岩盤實測地震地動記錄。
- (6)地震儀陣列(Array)或臨時地震觀測網之地震目錄。
- (7)水庫誘發地震(Reservoir-induced earthquake)資料。
- (8)對可能遭受海嘯侵襲及曾發生湖面波動(Seiche)侵襲之水庫，蒐集歷史海嘯與湖面波動資料。
- (9)火山活動資料。
- (10)布蓋重力異常(Bouger gravity anomaly)圖。
- (11)磁力異常(Magnetic anomaly)圖。
- (12)地體構造圖。
- (13)其他地震研究相關資料。

蒐集壩址附近半徑 50 公里內，尖峰地表加速度值大於 80 gal 之岩盤測

站實測地震強地動記錄之目的，乃提供製作設計反應譜之用。若此範圍內無符合上述條件之地震強地動記錄，則應將蒐集範圍擴大。

2.2.4 蓄水範圍及集水區概況

2.2.4 蓄水範圍及集水區概況資料蒐集之項目

1. 蓄水區範圍劃定相關資料。
2. 蓄水區周邊範圍。
3. 蓄水範圍水位-面積-容量資料。
4. 集水區概況。

【解說】

1. 蓄水區範圍劃定相關資料

蒐集歷次公告之劃定範圍及相關資料。

2. 蓄水區周邊範圍

蒐集規劃設計階段、竣工階段及營運階段之蓄水區周邊範圍資料。

3. 蓄水範圍水位-面積-容量資料

蒐集規劃設計階段、竣工階段及營運階段之蓄水範圍水位-面積-容量資料。

4. 集水區概況

蒐集集水區之過去、現況發展概況資料。

2.2.5 結構物水理資料蒐集之項目

2.2.5 結構物水理資料蒐集之項目

1. 水工模型試驗報告、圖說及影像資料。
2. 各種水工結構物之水理計算書。
3. 歷年水庫水位及各種水工結構物之流量、流速及流況等之觀測評估報告。
4. 各種水工結構物之流量率定曲線。
5. 以往安全評估報告有關結構物水理之複核評估、校核分析及結論建議。
6. 其他有關結構物水理之相關資料。

【解說】

1. 水工模型試驗報告資料包括試驗項目、試驗範圍、率定方法、試驗方法及結果等。
2. 水理計算書資料包括起始條件、計算公式或數值模式、參數之訂定、邊界條件、計算過程與結果等。
3. 流量率定曲線包括依學理或經驗或所推估之流量率定曲線及(或)水工模型試驗之率定結果。
4. 對於以往安全評估報告中有關結構物水理之複核評估、校核分析及評估過程中所參考之相關資料均應加以蒐集並整理。

2.2.6 壩及堰資料蒐集之項目

2.2.6.1 分類

2.2.6 壩或堰資料蒐集之項目

2.2.6.1 分類

本規範所適用之壩或堰依構築材料及蓄水功能之差異主要分為混凝土壩、堆填壩及攔河堰三大類，分類如下：

混凝土壩—指壩基座落在岩盤基礎上之混凝土蓄水結構，壩型包括重力壩、拱壩、重力拱壩及扶壁壩。

堆填壩—指壩基座落在岩盤或土石基礎上，以適當之土石材料填築之蓄水結構，依築壩材料可分為土壩及堆石壩等。

攔河堰—指主要功能在抬高水位之鋼筋混凝土結構物，結構概分為堰體及閘墩二大部份。依據堰基岩盤之深淺程度，堰體有固定型及浮式型二種，固定型直接將基礎座落在岩盤上，浮式型之基礎則座落在河床沖積層上。

2.2.6.2 壩及堰資料蒐集之項目

2.2.6.2 壩或堰資料蒐集之項目

1. 規劃、設計、施工報告及重要之會議記錄。
2. 相關之竣工圖及設計圖。
3. 築壩材料。
4. 設計準則。
5. 安定分析及應力分析與結構設計之方法與成果。
6. 模型試驗方法、步驟與成果
7. 特殊研究。
8. 營運安檢記錄中有關壩或堰之相關資料。

【解說】

1. 報告及會議記錄應能幫助安全評估者瞭解當時之規劃理念及設計考量。
2. 相關之竣工圖及設計圖應能提供壩及堰之平面佈置、幾何形狀、結構型態及斷面分區構造等基本資料，以利現地檢查及校核分析之進行。
3. 築壩材料基本資料主要為：
 - (1) 混凝土骨材來源調查及試驗報告
 - (2) 堆填壩各分區材料之來源
 - (3) 堆填壩材料調查及試驗報告
 - (4) 堆填壩壩體填築品質控制
 - (5) 營運階段壩體材料探查及試驗報告
4. 設計準則基本資料主要為：
 - (1) 設計荷重—應蒐集各種荷重方式及其分析方法，包括自重、水壓力、淤砂壓力、溫度荷重、設備荷重、上頂力、地震力及其他有關之荷重資料(如蓄水庫水位急速洩降等)。
 - (2) 荷重條件—包括正常、異常及極端荷重情況。
 - (3) 材料性質—包括鋼筋、混凝土、土石料、特殊材料及基礎岩盤之物理性質及混凝土之溫度性質等。
 - (4) 安全係數—包括各種荷重條件下，混凝土壩及堰體之抗傾覆及抗剪滑安全係數，堆填壩坡面邊坡穩定安全係數。
 - (5) 容許應力—包括各種材料應力之容許值，應蒐集相關之計算式。
 - (6) 容許沉陷—堆填壩於平時及地震狀況下之壩體容許沉陷變形量。

- 5.安定分析及應力分析與結構設計之方法與成果基本資料應含假設條件、分析模式、計算方法與過程或電腦輸出入資料等。
- 6.如在設計期間曾辦理結構模型試驗，則應蒐集該結構模型試驗之方法、步驟與成果。
- 7.特殊研究指設計、施工或運轉維護單位過去曾經委託工程、學術或研究機構，針對有關該壩及堰部份所做過之專題研究報告。
- 8.壩在運轉維護期間所增補之資料，其中與壩及堰體安全有關之部份亦應蒐集，包括定期或不定期之現地檢查報告及過去曾辦理過安全評估工作之會議記錄及報告等。

2.2.7 附屬結構物資料蒐集之項目

2.2.7 附屬結構物資料蒐集之項目

附屬結構物包括：壩頂橋樑、溢洪道、沖刷道、河道放水道、進水口結構物、輸水路、排洪隧道、尾水渠、靜水池及落水池及其他設施等，其資料蒐集之項目如下：

1. 規劃、設計、施工報告及相關圖說。
2. 結構安定計算書。
3. 結構應力與設計計算書。
4. 鋼筋配置圖說。
5. 結構物材料取樣及檢驗報告。
6. 歷年結構物監測、檢查、維修或增設等之記錄及圖說。
7. 以往安全評估報告有關附屬結構物之相關資料。
8. 其餘有關附屬結構物之相關資料。

【解說】

1. 規劃設計報告包括可行性規劃報告、定案報告、竣工報告、規劃前之勘查報告、計畫研擬執行中之專題報告及其他相關於附屬結構物之規劃設計研究資料等。其中竣工報告應包括相關於附屬結構物之基礎處理、材料種類及配比、加工及處理、施工方法及器具、材料檢驗之標準及方法等。
2. 結構安定計算書內容一般應包括：材料性質、荷重、荷重情況、安定準則及分析方法與結果等。
3. 結構應力與設計計算書內容一般應包括：材料性質、荷重、荷重情況、安全係數、及分析方法與結果等。
4. 結構物鋼筋配置圖說內容應包括：鋼筋位置、號數、間距（或數量）、鋼筋強度、鋼筋搭接及錨定長度、保護層厚度等。
5. 結構物材料檢驗報告應包括混凝土、鋼筋、鐵件及其餘相關材料之檢驗方法與結果。其中混凝土應包括取樣數量、位置、強度、耐磨度及其餘相關項目之檢驗結果。鋼筋及鐵件則應包括材質、抗拉強度、抗剪強度及其餘相關項目之檢驗結果。
6. 歷年結構物監測檢查資料項目一般包括沈陷、位移、滲水量、龜裂、變

形及表面狀況等。

2.2.8 壩基座及水庫周邊邊坡資料蒐集之項目

2.2.8 壩基座及水庫周邊邊坡資料蒐集之項目

- 1.壩基處理相關資料。
- 2.壩座穩定相關資料。
- 3.水庫周邊邊坡相關資料。

【解說】

1.壩基處理相關資料

壩基處理基本資料主要為壩基工程地質特性、壩基處理方式(鑲補、挖除、固結灌漿、隔幕灌漿、排水幕、截水牆、排水廊道及灌漿廊道等)、處理成果及營運維修記錄等。

2.壩座穩定相關資料

壩座穩定基本資料主要為工程地質特性、壩座破壞模式、穩定分析、分析準則、分析結果、穩定處理工程措施及營運維修記錄等。

3.水庫周邊邊坡相關資料

水庫周邊邊坡基本資料主要為工程地質特性、崩坍區分佈位置、土石流潛勢溪流分佈、邊坡破壞模式、穩定分析方法及結果、穩定處理工程、水土保持措施及營運維修記錄等。

2.2.9 水工機械及其機電設備資料蒐集之項目

2.2.9.1 項目

2.2.9 水工機械及其機電設備資料蒐集之項目

2.2.9.1 項目

1. 閘門、閘板、插板。
2. 閘。
3. 閘門(板)及閘之吊門機、吊車或驅動設備。
4. 閘門與閘之電氣控制設備及緊急發電機。
5. 攔污柵及耙污機。
6. 鋼管或鋼襯護。
7. 橡皮壩。
8. 操控用資通訊系統。
9. 操控警告及防呆裝置。

【解說】

1. 蓄水及引水建造物之水工機械設備項目包括閘門、閘板、插板、閘、吊車、吊門機或驅動設備、電氣控制設備及緊急柴油發電機、攔污柵及耙污機，以及鋼管、鋼襯護等項目。
2. 國內一般蓄水庫之水工機械及其機電設備以及其分類包括下列項目：
 - (1) 閘門—固定輪閘門、滾筒式閘門、滑動式閘門、插板、擋水閘板、弧形閘門、鉸瓣式閘門(Hinge flap gate)、長跨度閘門、高壓滑動閘門(High pressure slide gate)、環滑閘門(Ring follower gate)以及噴流閘門(Jet flow gate)等。
 - (2) 閘—針閘 (Needle valve)、蝶閘 (Butterfly valve)、何本閘 (Howell-Bunger valve or Fixed cone valve)、空注閘 (Hollow jet valve)、閘閘(Gate valve)、球閘(Spherical valve)、洩壓閘、多噴孔流量控制閘以及舌閘 (Flap valve) 等。
 - (3) 閘門及閘之吊門機或驅動設備—鋼索式吊門機、鏈條式吊門機、螺桿式吊門機、梯桿式吊門機、油壓式吊門機、水壓式吊門機、電動驅動器、油壓驅動器、手動吊門機、單軌吊車、架空吊車以及門型吊車等。

- (4) 閘門及閘之電氣設備
- a. 閘門與閘之現場操作電氣設備，控制箱、配電盤、電源及控制系統。
 - b. 閘門與閘之遙控遙測設備(含監控操作電腦等資訊設備)。
 - c. 閘門與閘之操作電力(動力)供給系統及備援操作設備、緊急發電機等。
 - d. 閘門與閘的操作維修用電梯或升降設備。
- (5) 攔污柵—固定式或活動式攔污柵以及耙污機等。
- (6) 鋼管或鋼襯護—壓力鋼管、取水管、放流管、排洪道及排砂道或沖刷道等鋼管或鋼襯護。
- (7) 橡皮壩—橡皮壩係一種薄壁水工構造物，是採用錦綸或維納綸布等材料作為受力骨架，以氯丁橡膠作保護層，產生膠合及密封作用。機電設備包含鼓風機、控制盤、空氣溢出槽、電動進/排氣閘等。
- (8) 操控用資通訊系統—遠端操控使用之資料通訊系統。
- (9) 操控警告及防呆裝置—遠端操控重要閘門等水工機械設備所設置必要之操控警告及防呆裝置。
- a. 操控警告，係指閘門啓閉作動期間(無論是正常或非正常作動)應發出影響和閃爍光警示的功能設計。
 - b. 防呆裝置，係指閘門非正常啓閉或誤動作的防止功能，包括現場驅動裝置的實體電路互鎖設計或實體電路隔離措施，及遙測遙控系統程式設計的閉鎖或警告功能。
3. 進行安全評估之水庫如有未包含於上述項目之水工機械設備，亦應視其對運轉安全性及業主要求之考慮予以列入。

2.2.9.2 水工機械及其機電設備資料蒐集之項目

2.2.9.2 資料種類

1. 相關設計圖、製造圖及竣工圖。
2. 設計準則。
3. 應力分析及計算之方法與成果。
4. 施工資料。
5. 運轉維護準則。
6. 歷年來運轉、維護及檢修資料。
7. 歷次安全評估報告。

【解說】

水工機械及其機電設備資料內容如下列所述：

1. 相關設計圖、製造圖及竣工圖

包括設計圖、製造圖、竣工圖以及設備型錄等資料。

2. 設計準則

包括設計荷重、設計條件、設計規範、材料規範以及運轉條件與功能等；本項可由設計準則、技術規範、施工說明書或設計報告等資料獲得。

3. 應力分析及計算之方法與成果

本項可由計算書、設備技術資料或設計報告等資料獲得。

4. 施工資料

包括使用材料、製造及安裝方法與規範、施工過程、檢驗方法與規範、檢驗及試運轉過程與結果等；本項可由施工說明書、技術規範、施工計畫、製造與安裝程序書、檢驗程序書、試運轉程序書、監工記錄、檢驗及試運轉記錄、施工階段之重要文件（含備忘錄、會議記錄及報告）或竣工報告等資料獲得。

5. 運轉維護準則

包括設備運轉規則、操作程序、維護準則、指揮及執行系統以及維護系統等；本項可由水工機械設備之廠商操作維護手冊、以及管理單位之操作規則、運轉作業標準、安全操作作業標準、維護作業標準、安全維護作業標準、運轉與管理規則等資料獲得。

6. 歷年來運轉、維護及檢修資料

本項資料可由各項設備歷年來之操作運轉及維護記錄、設備檢修報告（含設備變更設計及功能之相關資料）、修復或更新竣工圖與設計資料、

安全評估報告或其他相關資料獲得。

7.歷次安全評估報告

2.2.10 施工與品質檢驗資料蒐集之項目

2.2.10 施工與品質檢驗資料蒐集之項目

1. 施工計畫。
2. 施工方法及施工機械。
3. 施工規範與使用材料。
4. 工程檢驗與品質控制資料。
5. 施工佈置。
6. 施工階段之監測記錄。
7. 重要之施工照片。
8. 施工階段之重要文件、備忘錄、施工日誌、會議記錄或報告等。

【解說】

1. 施工計畫

為使工程在施工時，能作確實而有效之管理，以達到工程在安全、品質、進度及成本上之各種要求，必須備有妥善而完整之施工計畫以達到目標，其蒐集內容包括：

- (1) 工地組織及人員編制
- (2) 工程進度計畫表

工程進度之管理，通常係按計畫、執行、考核、修正計畫之秩序，以循環方式進行，以達到如期完工之目標。

(3) 工程施工大樣圖(Shop Drawing)計畫

- 放樣圖
- 結構體施工大樣圖
- 鋼筋施工大樣圖
- 閘門、鋼架、鋼骨施工大樣圖
- 隧道施工大樣圖
- 裝修施工大樣圖

2. 施工方法及施工機械之蒐集內容包括：

- (1) 施工方法
 - 壩體施工
 - 施工導水

- 壩基開挖
- 混凝土澆置
- 收縮縫灌漿
- 基礎處理
- 斷層處理
- 水流沖擊區保護

(2)施工機械

- 機械型式
- 機械特性、能力
- 機械使用費(成本)

3.施工技術規範及使用材料之蒐集內容包括：

(1)施工技術規範

包括下列主要結構物之施工技術規範。

- 大壩(壩體)
- 壩頂溢洪道
- 溢洪道
- 排砂道
- 河道放水口
- 發電進水塔
- 壓力隧道
- 發電廠
- 尾水隧道
- 各型閘門

(2)使用材料

包括材料來源、特性(物理及化學)。

- 水泥
- 飛灰
- 骨材
- 拌合用水
- 附加劑
- 鋼筋、鋼材

- 土石料(包含堆填壩之築壩材料)
- 混凝土

4.工程檢驗與品質控制之蒐集內容包括：

(1)檢驗

- 一般規定
- 檢驗機構及費用
- 混凝土檢驗
- 模板施工檢驗
- 鋼筋施工檢驗
- 鋼結構施工檢驗
- 土石工程施工檢驗
- 檢驗機構之職責
- 承包商之職責

(2)品質控制

- 一般規定
- 品質管制計畫，包括品質管理預定表、施工品質管制表(QC表)及自主檢查表(自動檢查表)等。
- 品質管制制度，包括各項作業之品質管理標準、檢查時期及檢查方法等管理要領之資料。
- 品管人員、組織
- 品管資料、記錄
- 混凝土品質管制範圍

5.施工階段之重要文件除正常工作之記錄外，應包括施工期間之異常或意外情況之補救措施等記錄。

2.2.11 安全監測系統及觀測資料蒐集之項目

2.2.11 監測系統及觀測資料蒐集之項目

1. 監測系統及監測項目資料。
2. 監測頻率資料。
3. 監測管理值資料。
4. 監測成果資料。
5. 其他相關參考資料。

【解說】

1. 安全監測系統及監測項目資料之蒐集內容包括：
 - (1) 監測系統資料包括：

系統啟動、儀器種類、型式、數量、方法、佈置位置等。
資料之讀取、儲存、傳送、處理、繪圖、分析、比較等。
 - (2) 停止觀測及新增之觀測儀器種類及其原因等紀錄資料。
 - (3) 其它相關之監測系統及監測項目資料。
2. 監測頻率資料之蒐集內容包括：
 - (1) 原規定不同階段之監測頻率資料。
 - (2) 歷年不同階段實際採用之監測頻率資料。
 - (3) 其它相關之監測頻率資料。
3. 監測警戒值資料之蒐集內容包括：
 - (1) 各觀測儀器理論觀測值資料。
 - (2) 各觀測儀器實際採用之管理值資料。
 - (3) 其它相關之監測管理值資料。
4. 監測成果資料之蒐集內容包括：
 - (1) 歷年觀測時之主要外在因素如水庫水位、尾水位、壩體或壩基滲水量、氣溫、降雨量、地下水位或地動等觀測值資料。
 - (2) 歷年各觀測儀器觀測值或觀測曲線資料。
 - (3) 其它相關之監測成果資料。
5. 其它相關參考資料之蒐集內容包括：
 - (1) 歷年觀測評估資料。
 - (2) 歷年監測儀器維修紀錄資料。

- (3)歷年現地檢查紀錄資料。
- (4)歷年特殊事件發生經過及影響記錄資料。
- (5)其它相關之監測資料。

2.2.12 水庫淤積資料蒐集之項目

2.2.12 水庫淤積資料蒐集之項目

1. 河川懸浮質及推移質之檢測資料。
2. 水庫淤積料之取樣及分析資料。
3. 水庫淤積推估計算報告。
4. 歷年水庫淤積測量報告。
5. 水庫排砂設施之操作規則。
6. 歷年水庫排砂設施之操作記錄及排砂效果評估資料。
7. 水庫上游集水區治理情況之相關報告及圖說。
8. 以往安全評估報告有關水庫淤積之記錄及參考資料。
9. 其餘有關水庫淤積之相關資料。

【解說】

1. 河川懸浮質及推移質之檢測資料包括濃度測定，粒徑分析及比重、內摩擦角等土壤性質。
2. 水庫淤積推估應包括蓄水庫興建前規劃設計階段之推估報告、水庫實際運轉後依實測資料重新推估之結果及水庫壽命之推估，以供評估水庫集水區之水土保持狀況。
3. 歷年水庫淤積測量包括河道橫斷面測量或地形測量，應彙整相關成果後繪製以蓄水庫水位為縱座標，標示相對之蓄水庫面積及累積容量之水位-面積-容量圖，以及繪製蓄水範圍之河床縱剖面圖，作為檢討水庫淤積量空間分佈情形之重要依據。
4. 水庫排砂設施之操作規則應包括排砂操作之時機、程序及注意事項等。
5. 水庫排砂設施資料應包括排砂設施之種類、數量及設計容量等。
6. 水庫上游集水區治理情況報告包括集水區崩坍地調查、道路狀況、社區發展狀況、土石流潛勢溪流狀況、植物被覆狀況、防砂設施之興建與因砂量、坡面保護、水庫保護帶之設置情形等。
7. 對於以往安全評估報告中有關水庫淤積之複核評估、校核分析及評估過程中所參考之相關資料均應加以蒐集並整理。

2.2.13 水庫操作運轉系統與運轉紀錄蒐集之項目

2.2.13 水庫操作運轉系統與運轉紀錄資料蒐集之項目

資料蒐集項目包括操作系統建置、更換與運轉紀錄，操作系統亦包含系統硬體及系統軟體兩部份：

1.操作系統建置與更換資料

(1)系統硬體部份包括：

- (a)主電腦設備。
- (b)水文氣象測報系統。
- (c)通訊網路及傳輸系統。
- (d)大壩閘門操作監控系統。
- (e)備用電腦。
- (f)警告警報系統。
- (g)其他設備。

(2)系統軟體部份包括：

- (a)預測系統：含降雨預報氣候模式及降雨逕流模式。
- (b)模擬系統。
- (c)實際操作系統。
- (d)基本資料建檔及檔案維護系統。

2.操作運轉紀錄。

【解說】

1.操作系統建置與更換資料

蒐集操作系統之建置與更換相關資料，以瞭解系統之運作情形。

2.操作運轉紀錄

蒐集操作運轉之日、旬、月及年報表、閘門操作運轉紀錄、防洪運轉或特殊事件之運轉紀錄。

2.2.14 洩洪警報系統與警報紀錄蒐集之項目

2.2.14 洩洪警報系統與警報紀錄資料蒐集之項目

1. 警報站之種類、數量及功能。
2. 警報站之位置及距離。
3. 警報有效距離及範圍。
4. 警報系統電源之種類。
5. 警報發佈程序。
6. 警報發布紀錄。

【解說】

1. 警告警報系統設施資料之蒐集內容主要包括壩區及沿河道至下游地區架設之警報廣播主機、喇叭線路及喇叭、必要時附設其他輔助設施等設備之種類及功能、數量及配置、使用之可靠度、警報之有效距離及其範圍、電源之種類及洩洪警報廣播車等項。
2. 警報發佈程序包括警報之發布時機、發布警報前應通知之機關(構)、警報發布之核准程序等。
3. 警報發布紀錄包括警報發布之時間、次數、範圍、若有警報監聽設施者，需包括監聽之情形紀錄。

2.2.15 營運管理與維護改善紀錄及相關圖說資料蒐集之項目

2.2.15 營運管理與維護改善紀錄及相關圖說資料蒐集之項目

- 1.水庫管理單位之組織、職權、責任及人員訓練與安全規定。
- 2.水庫運轉維護規則。
- 3.水庫營運記錄。
- 4.水庫工程竣工報告及重大維修或改善計畫。
- 5.歷次安全檢查與評估報告。
- 6.其他相關研究。

【解說】

上述 6 項資料中，前 5 項與維護改善紀錄有直接或間接之關係，為水庫管理單位所應具備者，故可由水庫興辦人提供。至於第(6)項其他相關研究，係指與水庫營運管理及運轉維護有關者，例如水庫防洪運轉之修訂研究，在未公布施行前，尚未列入前述 5 項資料中，但亦得先行蒐集；此類研究資料，可由水庫管理單位提供或協助自其他主辦單位取得。

1.水庫興辦人之組織、職權及責任等資料之蒐集內容包括：

- (1)水庫管理單位組織規程
- (2)人力與配置
- (3)運轉作業規定
- (4)人員訓練計畫與安全防護規定

2.水庫運轉維護規則資料蒐集之內容應涵蓋下列項目：

- (1)初期蓄水之運轉規則
- (2)運用要點
- (3)水門操作規定
- (4)水庫運轉維護手冊
- (5)安全維護手冊
- (6)蓄放水法規核准文件

3.水庫營運記錄資料蒐集之內容包括：

- (1)歷年營運年報
- (2)各種操作及維護記錄
- (3)各項觀測資料

(4)重大維修記錄

4.水庫工程竣工報告及重大維修或改善計畫資料之蒐集內容主要包括：

- (1)竣工報告，含詳細之竣工圖
- (2)以往之重大維修資料
- (3)未來之改善計畫

5.歷次安全檢查與評估報告資料之蒐集內容包括：

- (1)初期蓄水期間檢查工作報告
- (2)平時維護檢查工作報告
- (3)安全維護定期檢查工作報告
- (4)定期安全評估工作報告
- (5)特別檢查與安全評估工作報告

2.2.16 潰壩演算及潰壩緊急應變計畫資料蒐集之項目

2.2.16 潰壩演算及潰壩緊急應變計畫資料蒐集之項目

1. 潰壩演算資料。
2. 可能受災區域範圍。
3. 疏散路線與地點。
4. 警告警報系統設施。
5. 緊急通知程序。
6. 水庫搶修搶險之人力、材料及機具動員計畫。
7. 依災害防救法規定應辦事項或其他必要事項。

【解說】

1. 本辦法第 13 條條文如下：

第 13 條 前條第 1 項第 11 款潰壩緊急應變計畫應包括下列內容：

- 一、受災區域範圍、疏散路線與地點。
- 二、緊急通知程序。
- 三、蓄水建造物搶修搶險之人力、材料及機具動員計畫。
- 四、依災害防救法規定應辦事項或其他必要事項。

2. 潰壩演算資料之蒐集內容包括：

- (1) 潰壩模式、河道洪水演算模式及淹水模式
- (2) 下游河道資料
- (3) 下游地區人口土地資料及水利建造物
- (4) 下游地區淹水情況分析

其中下游河道資料包括：河道斷面測量資料、各斷面相關位置、橋樑、河道及高灘地糙度、側流量、抽水站設計流量、河道設計流量、河岸堤防（或護岸）之高程及以往曾潰決之位置與長度等；下游水利建造物資料包括結構物型式、數量、位置、高度、蓄水容量、設計洪水、設計水位、排洪設施容量及離槽水庫之引水道設計容量等。

上述各項模擬分析之基本假設、分析方法與步驟等亦應予以蒐集。

3. 可能受災區域範圍：依潰壩演算分析成果繪製可能受災區域範圍圖。
4. 疏散路線與地點：

潰壩發生須有疏散計畫，其內容包括：

- (1) 疏散範圍

- (2)疏散方式
 - (3)疏散程序
 - (4)疏散人員
 - (5)避難路線
 - (6)疏散地點
- 5.警告警報系統設施資料之蒐集內容：主要包括沿河道至下游地區架設之警報廣播主機、喇叭線路及喇叭、必要時附設其他輔助設施等設備之種類及功能、數量及配置、使用之可靠度、警報之有效距離及其範圍以及補助電源等項。
- 6.緊急通知程序之蒐集內容包括：
- (1)緊急通知系統之種類及其功能
 - (2)緊急通知時機
 - (3)通知之程序及流程圖
 - (4)緊急應變計畫工作人員名冊
- 本計畫有時會與緊急通告體系流程圖一併使用。
- 7.水庫搶修搶險之人力、材料及機具動員計畫資料之蒐集內容包括：
- (1)緊急救災指揮系統
 - (2)緊急救災之編組及人力需求資料
 - (3)工作分配及職掌
 - (4)動員人力之聯絡方式、集合地點及交通工具
 - (5)計畫區內可提供搶修承商及材料供應商之資料冊
 - (6)各種緊急狀況下之搶修對策
 - (7)相關物料或器材之儲存與供應方式
- 8.依災害防救法規定應辦事項或其他必要事項
- 目前防救災均依照災防法之規定進行，水庫管理單位須依據經濟部之水災災害防救業務計畫及各縣市地區災害防救計畫之內容，調整緊急應變計畫，以內容不衝突、能銜接上為主。
- (1)演練計畫之蒐集內容包括：
- a.緊急應變計畫中之所有程序
 - b.各種狀況下之應變措施
 - c.相關單位之協調

d.歷次演練記錄

(2)相關單位職責資料之蒐集內容包括：

a.緊急應變計畫指揮系統圖

b.相關單位之職掌

c.作業程序

2.3 安全資料建檔通則

2.3.1 安全資料範疇

2.3 安全資料建檔通則

2.3.1 安全資料範疇

安全資料檔係將水庫在規劃、設計、施工及運轉期間，凡與安全有關之重要資料、文件及記錄等加以綜合類總而成。為水庫檢查與安全評估工作不可缺少之重要檔案資料。

【解說】

說明安全資料檔一般性之涵蓋範疇與其重要性。

2.3.2 編製要求

2.3.2 編製要求

1. 資料檔之編製應在進行首次定期評估工作時或以前完成。
2. 資料檔之內容應力求精簡且完整，編排得體有序，使辦理檢查與安全評估工作人員翻閱時感到方便，無須再去翻閱原始資料。
3. 資料檔應用活頁裝訂，以備必要時能隨時或定期修改或更新。
4. 資料檔應成為執行壩安全檢查與評估工作人員之重要參考文件。
5. 資料檔應以電腦掃描建檔，以利永久保留。

2.3.3 編製要領

2.3.3 編製要領

- 1.編製資料檔前，應先詳細複核過去包括規劃、設計、施工及運轉期間之所有資料、文件、備忘錄、紀錄及歷次之檢查報告等，經通盤瞭解後，將與水庫安全有關之部份納入資料檔。
- 2.資料檔中之資料盡量以影印方式摘自原始資料，不要重新抄寫，以避免錯誤，惟必要時可輔以說明、分析、照片或圖。照片可以相簿或盒子存放，並備以良好之索引。
- 3.須納入資料檔之資料經由原始資料印出後，應將原始資料歸回原存檔處。影印資料經整理剪貼後編入資料檔。影印資料第一頁之右上角應以黑色墨水註明本資料之出處及日期。
- 4.資料檔中之資料應依其不同性質分類，每類之開始應另起頁，並按年代次序編排。資料檔應用活頁，以利更新時插頁或更換。
- 5.資料檔應包含之項目與資料，見 2.4 點。
- 6.資料檔以電腦掃描建檔，應建立適當索引系統。

2.4 安全資料檔之項目

2.4 安全資料檔之項目

- 1.水庫標題。
- 2.水庫之空中鳥瞰照片。
- 3.目錄。
- 4.主要工程數據。
- 5.參考資料目錄。
- 6.歷史事件。
- 7.安全資料。
 - (1)氣象、水文及洪水演算資料。
 - (2)地質。
 - (3)地震。
 - (4)蓄水範圍及集水區概況。
 - (5)結構物水理。
 - (6)壩或堰。
 - (7)附屬結構物。
 - (8)壩基座及水庫周圍邊坡。
 - (9)水工機械及其機電設備。
 - (10)施工與品質檢驗紀錄。
 - (11)監測系統及觀測資料。
 - (12)水庫淤積。
 - (13)水庫操作運轉系統與運轉紀錄。
 - (14)洩洪警報系統與警報紀錄。
 - (15)營運管理與維護改善紀錄及相關圖說。
 - (16)潰壩演算及潰壩緊急應變計畫。
- 8.歷次之檢查與安全評估資料。
- 9.重要之參考圖。

【解說】

上述所列为水庫安全資料檔中之主要項目，應依據 2.2 之規定蒐集各相關資料後，予以建檔。建檔過程中，如發現資料有短缺，必須於資料檔

內註明。如有上述未列之水庫安全相關資料，仍應納入。

第三章 安全資料複核與評估

3.1 通則

3.1 通則

為使工作人員在未到達現場進行現地檢查前，藉複核過去有關該水庫工程之規劃、設計、施工及運轉維護期間等各種資料，以求徹底瞭解整個水庫之狀況，俾利現地檢查之進行，並將其與現行適當方法或標準比較評估後，從中發現可能影響安全之潛在問題。

3.2 安全資料複核與評估項目

3.2 安全資料複核與評估項目

1. 氣象、水文及洪水演算。
2. 地質。
3. 地震。
4. 蓄水範圍及集水區概況。
5. 結構物水理。
6. 壩或堰。
7. 附屬結構物。
8. 壩基座及水庫周邊邊坡。
9. 水工機械及其機電設備。
10. 施工與品質檢驗紀錄。
11. 監測系統及觀測。
12. 水庫淤積。
13. 水庫操作運轉系統與運轉紀錄。
14. 洩洪警報系統與警報紀錄。
15. 營運管理與維護改善紀錄及相關圖說。
16. 潰壩演算及潰壩緊急應變計畫。
17. 資訊安全。
18. 遙感探測資料。

【解說】

於安全資料複核與評估中，若有經註明無法蒐集之資料項目，應依該水庫之災害潛勢、安全評估層次、水庫之實際情形及該項資料是否可由現有資料與方法合理加以推估等因素，綜合評估是否須進一步辦理補充調查與試驗或校核分析等步驟。

3.2.1 氣象、水文及洪水演算資料之複核與評估項目

3.2.1 氣象、水文及洪水演算資料之複核與評估項目

1. 水文資料之校正、補遺及延伸之正確性、完整性及合宜性。
2. 設計洪水及歷次安評校核洪水。
3. 重現期洪水。
4. 水庫各排洪設施、取出水設施(含越域引水)等之流量率定曲線。
5. 水庫運用要點。
6. 水庫水門操作規定。
7. 水庫洪水演算計算書。
8. 水庫出水高計算書。
9. 歷次安全評估有關氣象、水文及洪水演算之評估資料。

【解說】

1. 水文資料之校正、補遺及延伸即複核水文資料之正確性、完整性及資料長度是否滿足水文分析之需要。參閱 3.2.1.1 節～3.2.1.3 節。
2. 水庫設計洪水首先應複核水庫設計洪水標準。若符合可能最大洪水（或 1/2 可能最大洪水）標準時，應複核可能最大降雨、設計雨型、降雨逕流模式及可能最大洪水等之推估內容。參閱 3.2.1.4 節。
3. 重現期洪水首先應複核重現期洪水之分析方式，由流量資料或雨量資料加以分析；若由雨量資料所推估者，應複核設計雨型、頻率分析、降雨逕流模式及重現期洪水等內容；若直接由流量資料所推估者，應複核重現期分析及重現期洪水之內容。參閱 3.2.1.5 節。
4. 水庫各排洪設施、取出水設施(含越域引水)等之流量率定曲線複核參閱 3.2.5
5. 水庫運用要點之複核包括水庫總容量及有效容量、水庫正常滿水位及設計最高洪水位等。
6. 水庫水門操作規定之複核包括防颱期之訂定，洪水運轉水位與入流量之關係及閘門操作時距等。
7. 水庫洪水演算計算書之複核，除原設計計算書外，並應包括以往安全評估或相關研究有關之計算資料。計算書之複核除上述各項影響計算結果之因素外，對於計算過程之正確性，公式或數值模式之合宜性與準確性、

邊界條件及起始條件之設定、計算結果之合理性等，均應依現行規範與實際情形加以探討。

8. 水庫出水高計算書之複核包括風吹浪高、地震浪高、壩型及閘門操作安全加值等計算公式及安全加值規定之引用等。
9. 上述 4.~8.之複核情形若有重大改變時，應評估對演算結果之影響，必要時應重新加以校核分析。
10. 對於以往安全評估有關蓄水庫洪水演算之重要結論，應依現有狀況評估其合宜性；重要之建議改善事項應複核其合理性，並評估其執行狀況及改善效果。
11. 下游河道洪水演算之複核參閱 3.2.16。

3.2.1.1 水文資料校正之要領

3.2.1.1 水文資料校正之要領

1. 水文分析所採用資料之正確性應加以複核。如資料有誤，應依據水庫集水區或附近測站之可靠資料進行校正。
2. 雨量資料校正之方法一般常採用：雙累積曲線法及迴歸分析等。
3. 流量資料之檢核可藉雨量資料進行。一般常採用：水位-流量率定曲線、面積比法、迴歸分析及逕流係數法等。

【解說】

1. 一般發生資料不一致或不正確之原因計有：測站遷移、環境變遷、儀器誤差、觀測方法或時間之改變及人為錯誤。
2. 流量資料之校正時應考慮上游圳道、水庫調整池等人為引水之修正及河道沖淤、變遷等環境因素。

3.2.1.2 水文資料補遺之要領

3.2.1.2 水文資料補遺之要領

1. 水文分析採用之資料若有缺漏，應進行資料之補遺，使其完整。水文資料之補遺應依據水庫集水區或附近測站之可靠資料加以進行。
2. 水文資料記錄期間發生之記錄遺失部分，可藉推估之資料值進行補遺，以維持資料之連續性。
3. 雨量資料補遺之方法一般常採用：正比法、內插法、控制面積法及迴歸分析等方法。
4. 流量資料補遺之方法一般常採用：面積比法、面積坡降法、降雨-逕流模式及迴歸分析等方法。

【解說】

水文資料之缺漏原因計有：記錄遺失、儀器故障、人為疏失等因素。

3.2.1.3 水文資料延伸之要領

3.2.1.3 水文資料延伸之要領

1. 水文資料之延伸應依據水庫集水區或附近測站之可靠資料進行。
2. 現有資料不足時，可藉推估記錄時段前、後之資料值，延長資料年數達到所需之資料年數。
3. 雨量資料延伸之方法一般常採用：正比法、內插法、控制面積法、序率模式及迴歸分析等。
4. 流量資料延伸之方法一般常採用：降雨-逕流模式、序率模式、面積比法及迴歸分析等。

【解說】

一般水文資料不足之原因計有：廢站、新設站或設站年數不足等。

3.2.1.4 水庫設計洪水複核與評估要領

3.2.1.4 校核洪水複核與評估要領

- 1.複核水庫校核洪水標準適宜性。
- 2.若校核洪水為可能最大洪水（或 1/2 可能最大洪水），應複核可能最大降雨；並視可能最大降雨之推估方式，複核降雨-逕流模式及（或）合理且適宜雨型，以複核可能最大洪水。
- 3.若校核洪水為重現期洪水，參閱 3.2.1.5 點。

【解說】

- 1.校核洪水選定標準參閱 1.5.1 節。
- 2.本校核洪水標準為執行水庫安全評估之洪水演算時所依據之水庫洪水入流量標準，水庫安全評估之設計洪水標準之訂定，係以確保水庫安全及減輕下游損害為主要考量。

水庫安全評估之校核洪水應採用一致之標準，不因水庫為在槽水庫或離槽水庫、壩體材質為混凝土壩、土壩或堆石壩而有不同之標準。對於離槽水庫而言，校核洪水僅須考慮其上游集水區之入流量；而混凝土壩與土壩、堆石壩之差異乃反應於出水高度之不同。

- 3.水庫校核洪水標準應以現有蓄水庫狀況，依據水庫規模、水庫級別兩項判斷標準加以研判。若校核洪水有所變更，應重新校核之。

- 4.若校核洪水為可能最大洪水（或 1/2 可能最大洪水）時，應複核下列項目：

(1)複核可能最大降雨推估方法是否適合蓄水庫集水區之特性。一般常採用之最大可能降雨推求方法以颱風模式法、暴雨移位及露點調整法、包絡線經驗公式及國際氣象組織(WMO)統計法等 4 種方法為主，另有克里格公式法及吳建民氏公式法為輔助方法。

(2)以颱風模式法推估可能最大降雨者，應複核新增之颱風規模資料是否超越以往所採用之颱風規模。

(3)以暴雨移位及露點調整法推估可能最大降雨者，應複核新增之颱風降雨資料是否超越以往所採用之 3 場颱風暴雨資料。

(4)以包絡線經驗公式推估可能最大降雨者，應複核新增之暴雨資料有否超越以往之包絡線所採用之資料。

(5)以國際氣象組織統計法推估可能最大降雨者，應複核加入新增暴雨資

料後之平均值及標準偏差是否較原統計值保守。

- (6)以上(1)~(5)項若原推估方法不合宜或新增之資料有超越以往採用之分析值或偏向不保守時，應重新校核分析可能最大降雨。
- (7)以包絡線經驗公式或國際氣象組織統計法推估可能最大降雨，應複核其合理且適宜雨型（參閱 3.2.1.5 節）。
- (8)可能最大降雨及(或)合理且適宜雨型複核後，應複核降雨逕流模式(參閱 3.2.1.5 節)，以評估可能最大洪水。

3.2.1.5 重現期洪水複核與評估要領

3.2.1.5 重現期洪水複核與評估要領

- 1.分析方式（直接由流量資料推估或以雨量資料推估）之合宜性。
- 2.重現期分析方法之合宜性。
- 3.若由雨量資料推估者，尚須複核雨型之推估及降雨逕流模式選用之合宜性。

【解說】

- 1.重現期洪水若直接由流量資料推估，應複核流量資料之記錄年限(應達 25 年以上)及正確性。若流量記錄無法滿足要求，應以雨量資料重新校核分析重現期洪水。
- 2.重現期分析之內容複核應包括機率分佈之選用、參數之計算及機率分佈模式之檢定。分述如下：
 - (1)水文資料常用之機率分佈應包括：二參數對數常態分佈、三參數對數常態分佈、皮爾遜III型分佈、對數皮爾遜III型分佈及極端值 I 型分佈等。
 - (2)參數之計算包括平均值、標準偏差及偏態係數等。
 - (3)機率分佈模式之檢定方式一般以卡方檢定、標準誤差(SE)及平方差和(SSE)等方法加以檢定。
 - (4)上述(1)、(2)或(3)中若有機率分佈之選用或檢定方式不合宜、或參數值有所變更等情況，均應重新校核分析。
- 3.合理且適宜雨型之推求方法一般包括：交替區塊法、無因次平均法、級序平均法及無因次移動平均法等。複核時若發現有推求方法不合宜，或有新增之重要暴雨之時雨量記錄時，均應重新校核分析。
- 4.降雨逕流模式一般有單位歷線法、貯蓄函數法、水筒模式法及 HEC-1 模式等。複核時若發現有模式選擇不合宜、或有新增之重要暴雨-流量資料、或集水區之地文特性有重大改變、或集水區之基流量或入滲損失等有顯著變化時均應重新校核分析。

3.2.2 地質資料之複核與評估項目

3.2.2 地質資料之複核與評估項目

- 1.地質構造、岩石種類與土壤特性。
- 2.地質調查之重要發現。
- 3.地形特徵。
- 4.壩址及水庫周邊之地質環境與災害潛勢：如岩石土壤風化、弱帶對滲水、壩基穩定性及邊坡穩定性之不利影響。
- 5.以往針對潛在可能災害之設計重點。
- 6.地下水位對壩基及穩定之影響。
- 7.歷次安全評估有關地質之評估資料。

【解說】

- 1.對於所蒐集之基本資料，應隨時進行資料之校核與比對，以確認資料之正確性，若不同階段之地質資料產生差異，必要時可約訪當初之調查單位，以瞭解地質資料產生差異之原因；同時應對基本資料進行檢討，初步歸納出可能影響蓄水庫安全之地質因子，以作為現地檢查工作之依據。
- 2.一個地區之地質架構及解釋可能隨地質資料之累積及調查技術之進步，而有不同之解釋或增加之資料；執行安全評估時，應瞭解各階段地質調查結果及其間之差異，以掌握蓄水庫之地質背景、地體構造與蓄水庫建壩基礎岩盤的特性及蓄水庫淹沒範圍之邊坡性質等。而後應進行整理分析之工作，評估判斷可能影響蓄水庫安定之不利地質因子，如第四紀斷層、不穩定岩楔、崩塌地、異常滲水……等，據以作為現地檢查工作之重點。
- 3.歷次安全評估資料之複核，為對以往評估有關地質方面之重要結論建議，複核其合宜性。

3.2.3 地震資料之複核與評估項目

3.2.3 地震資料之複核與評估項目

- 1.地震活動特性。
- 2.斷層分布及活動屬性。
- 3.地體構造。
- 4.校核地震規模及歷次安全評估校核地震資料。
- 5.壩址尖峰地表加速度值。
- 6.地震係數。
- 7.設計反應譜。
- 8.加速度歷時曲線。
- 9.其他地震相關研究。

【解說】

- 1.地震活動特性：研析蒐集之地震目錄資料，以瞭解研究區域內地震活動於時空上之分佈。
- 2.活動斷層和孕震構造的分佈及活動屬性：應指明研究區域內斷層及孕震構造之位置、延伸及屬性，並應瞭解其活動斷層及孕震構造之界定標準是否與目前所規範者相同。
- 3.地體構造：地體構造之解釋及分區應與地質、地震及大地應力等資料相符。
- 4.校核地震規模：水庫現況耐震校核分析所選定合理且適宜之地動值之地震規模。
- 5.壩址尖峰地表加速度值：計算壩址尖峰地表加速度值所使用之加速度衰減公式應能符合台灣地區實測之強地動記錄。
- 6.地震係數：推算之方法應明確合理，並注意其假設條件是否與計畫實際狀況相符。
- 7.設計反應譜：應採由壩址附近或與壩址相似之地質條件之自由場實測強地動記錄所製作，並具適當之頻率範圍與阻尼比值。
- 8.加速度歷時曲線：其反應譜應與設計反應譜相符，其強震延時及總延時均應足以反應設計地震之規模或強度，並有合理之波型。
- 9.如經評估無須辦理動態分析者，上述 7、8 兩項得免予複核與評估。

10.其他地震相關研究包括以往安全評估之重要結論建議等。

3.2.4 蓄水範圍及集水區概況

3.2.4 蓄水範圍及集水區概況之複核與評估項目

1. 蓄水範圍公告資料。
2. 地質、地形與地勢。
3. 地文水文。
4. 河床特性。
5. 土壤分佈。
6. 土地利用(包含集水區土地超限利用情形、變遷及其管理作為)。
7. 水土保持計畫。

【解說】

1. 水庫一經核定興建，則需劃定其蓄水範圍，由管理單位呈報主管機關核定後公告，作為管理單位管轄之範圍。故需蒐集該項已公告之資料，供水庫安全評估法定範圍之依據。
2. 水庫控制範圍內集水區之地質、地形與地勢、地文水文、河床特性、土壤分佈，加上氣象水文條件(參閱 3.2.1 節)，已決定其動植物之生長形態，並影響到土地利用(含土石流潛勢區、崩塌地、沖蝕溝、林班地…等自然現象)，以及水土保持計畫，故蒐集上項資料，即可初步瞭解集水區之概況，以比對目前情況有無超限利用，以避免影響到水庫之安全。
3. 由於蓄水範圍僅為集水區之一小部份，雖兩者之管轄權責單位可能不儘相同，惟集水區之行為會影響到其下游水庫蓄水範圍內建造物之安危。故水庫管理單位除就其權責部份辦理外，應協同其他相關權責單位配合辦理或請其提供相關資料供複核與評估。
4. 土地利用需納入水庫集水區土地超限利用情形、變遷及其管理作為(經濟部 108 年 10 月 8 日經授水字第 10820215310 號函)。

3.2.5 結構物水理資料之複核與評估項目

3.2.5 結構物水理資料之複核與評估項目

1. 水工模型試驗報告。
2. 水理計算書。
3. 流量率定曲線。
4. 歷次安全評估有關結構物水理之評估資料。

【解說】

1. 水工模型試驗報告之複核項目一般包括設計水位、流量、壓力、流況、水面線高程、水舌拋射距離及落點、水面壅高情形、底床淘刷深度及範圍、率定方法等項目之複核，並以實際狀況加以評估。
2. 水理計算書之複核包括計算公式或數值模式之合宜性及準確性、起始條件、參數及邊界條件之設定、計算過程之正確性及計算結果之合理性等。
3. 流量率定曲線之複核包括計算公式或數值模式之合宜性、參數之設定(包括流量係數及糙率、高程、結構物形狀等)是否有所變更、計算過程之正確性；計算結果與實際操作記錄是否吻合等。
4. 歷次安全評估資料之複核包括以往評估方法之合宜性、校核分析方法及結果之正確性、建議改善事項之執行情形等項目。
5. 上述複核項目若有不合宜情形，應配合實際狀況依學理方式重新校核分析。

3.2.6 壩或堰資料之複核與評估項目

3.2.6 壩或堰資料之複核與評估項目

- 1.幾何形狀及結構佈置。
- 2.築壩材料。
- 3.設計準則。
- 4.安定分析及結構應力分析與設計之方法與計算過程。
- 5.結構模型試驗與數值分析成果之比較。
- 6.施工期間所作之特殊處置。
- 7.運轉維護期間發生異常狀況之處置。
- 8.歷次安全評估有關壩或堰之評估報告。

【解說】

- 1.幾何形狀及結構佈置複核與評估之項目包括：
 - (1) 混凝土壩壩體幾何形狀(尤以基礎面)是否平順圓滑。
 - (2) 大壩軸線是否選擇配合地形、地質、溢洪道及堆填壩之不透心層佈置。
 - (3) 結構佈置是否考慮功能上及水理上之要求，如附屬結構物位置、壩頂寬度、出水高度、堆填壩之壩頂凸拱及壩面保護措施等。
- 2.築壩材料複核與評估之項目包括：
 - (1) 混凝土配比(含水泥、粗細骨材、礦物摻料、附加劑及拌合水之調查、試驗與評估資料)、強度、物理性質、溫度性質、動態性質之試驗、配比較核試驗、混凝土鑽心試驗等。
 - (2) 土石材料來源及堆填壩分區材料之分配。
 - (3) 土石材料之調查方法、精度、試驗等。
 - (4) 施工品質控制過程。上述項目應複核數量、方法與結果，如有明顯不合理之處，應辦理補充調查與試驗
- 3.設計準則是否完備，荷重方式與其分析方法、荷重條件、築壩材料及基礎岩盤性質之調查與評估、安全係數之選用等是否合宜，若有不合宜或過時之處，應予以更新。
- 4.安定分析及結構應力分析與設計之複核與評估項目包括：

- (1) 混凝土壩及堰體之安定分析
- (2) 混凝土壩應力分析
- (3) 混凝土堰之結構分析及配筋設計
- (4) 混凝土堰基礎滲流分析
- (5) 堆填壩壩體坡面安定分析
- (6) 堆填壩壩體滲流分析
- (7) 堆填壩壩體穩定措施
- (8) 堆填壩壩體動態行為分析

上述分析若有明顯錯誤、方法不合時宜或現今有更先進之分析方法時，應重新予以校核分析。

5. 如曾辦理過結構模型試驗，其成果應與數值分析成果相互比較，如有明顯不相合或不符合實際狀況之處，應用適當方法驗證或分析，找出問題之所在並評估對壩體安全是否有影響。
6. 特殊處置包括基礎處理、施工縫、昇層面、收縮縫之表面處理或回填灌漿等足以影響壩體安全處置之合宜性。
7. 異常狀況包括壩體裂縫、表面或基礎之滲漏水、異常變形等。另外重大維修工程之相關設計與施工是否得當等亦應複核與評估。
8. 歷次安全評估資料之複核包括以往評估方法之合宜性、校核分析方法及結果之正確性、建議改善事項之執行情形等項目。

3.2.7 附屬結構物資料之複核與評估項目

3.2.7 附屬結構物資料之複核與評估項目

1. 結構物之功能及尺寸。
2. 結構安定性之複核與評估。
3. 結構應力複核與評估。
4. 鋼筋混凝土結構物之鋼筋配置。
5. 材料強度、檢驗方式及結果之複核與評估。
6. 結構物監測、檢查及修補記錄。
7. 歷次安全評估有關附屬結構物之重要結論與改善事項之複核與評估。

【解說】

1. 結構物之功能及尺寸得依原規劃設計之報告及圖說加以複核。
2. 安定性之複核包括荷重、安定準則、荷重情況及分析方法等項目。各項複核內容如下：
 - (1) 荷重：複核設計時所採用之荷重，包括自重、土壓力、水壓力、地震力、上頂力、超載重、活載重及其他荷重與實際狀況相較是否合宜。
 - (2) 安定準則：包括正常、異常或極端狀況下結構物之抗傾，抗浮、基礎承载力、抗滑及（或）抗剪滑等安定準則，所規定之最小安全係數與現行設計規範相較是否合宜。
 - (3) 荷重情況：複核結構物於正常、異常或極端狀況下所承受之荷重組合，是否合宜。
 - (4) 分析方法：複核安定分析所採用方法之精確性及合宜性。對於計算結果有所疑問時，應複核其計算內容之正確性。
 - (5) 上述(1)、(2)、(3)、(4)之複核若有不合宜時，應重新校核分析結構物之安定性。
3. 結構應力之複核包括荷重、容許應力、荷重情況及分析方法等項目。其中荷重、荷重情況及分析方法之複核內容同安定性複核。容許應力之複核包括鋼筋、混凝土及其他鐵件於正常、異常或極端狀況下，材料之容許壓應力、剪應力、張應力及其他應力與現行所採用之設計規範相較是否合宜。上述複核項目若有不合宜時，應重新分析校核結構應力。
4. 鋼筋配置之複核包括鋼筋之號數、間距、位置、搭接及錨定長度、保護

層厚度等之合宜性，若有不合宜時，應評估對結構物安全之影響。

- 5.材料強度之複核係依據現場試驗或取樣檢驗之結果，與原設計強度加以複核。一般材料強度之複核項目包括混凝土之抗壓強度、老化程度與鋼筋之抗拉強度等。上述複核項目若有較原設計值偏低時，應評估對結構物安全之影響，必要時應重新校核分析。
- 6.結構物監測、檢查及修補記錄之複核，係針對結構物於承受荷重後所產生之狀況，如位移、錯動、沈陷、滲水、開裂、變形、表面糙度改變等現象，及結構物修補、改善及新增等過程加以複核，以提供附屬結構物於安定性、結構應力、鋼筋配置及材料強度複核時之參考。
- 7.對於以往安全評估有關附屬結構物之重要結論，應依現有狀況評估其合宜性；重要之建議改善事項應複核其合宜性，並評估其執行狀況及改善效果。

3.2.8 壩基座及水庫周邊邊坡資料之複核與評估項目

3.2.8 壩基座及水庫周邊邊坡資料之複核與評估項目

1. 壩基處理，包括壩基表面及壩基止水處理。
2. 壩座穩定。
3. 水庫周邊邊坡。
4. 歷次安全評估有關壩基座及水庫周邊邊坡之重要結論與改善事項之複核與評估。

【解說】

1. 壩基處理

- (1) 壩基表面處理方法如挖除、充填灌漿、鑲補混凝土等，其目的在使壩基表面達到合格之基礎面或堅實岩面，避免壩體及基礎接觸面發生不當滲流、細料流失、管湧等不利現象，於堆填壩殼層壩基表面處理，則僅以清除表層，挖除與填築材料不相諧合者為主。
- (2) 壩基止水處理措施有固結灌漿、隔幕灌漿、截水牆、排水幕等，其目的在加強淺層基礎緻密性，增加承载力，處理深層基礎弱面，提高水密性，延長滲流路徑，並將滲流水藉由排水幕截流排出，以降低壩基地下水揚壓力，應複核評估施作位置、型式、壓力、深度、孔徑、方向、配比、灌入量、處理結果等。
- (3) 壩基處理若有採用灌漿廊道及排水廊道時，應複核評估其監測維修記錄、安定性、排水效果等。

2. 壩座穩定

壩座於承受大壩推力、蓄水庫水位升降、地下水壓力、地震力等不同荷重時，仍應有足夠安全係數，維持安定無虞；安全評估工作時應複核評估滑動模式、位置、地質特性(如弱面方位、強度參數、連續性等)、安定分析採用之設計準則、荷重、荷重組合、安全係數、分析方法、分析結果等，並應複核評估壩座穩定處理措施之設置方式、位置、功能、效果、監測維修記錄等。

3. 水庫周邊邊坡

水庫周邊邊坡應有完善之水土保持措施，崩坍區應有足夠之穩定處理，以避免於長期承受蓄水庫水位升降及降雨影響，產生坡面土石流失，加

速水庫淤積；或深層且大面積之崩坍，導至水庫上游水位劇增，湧浪過高，而有潰壩之虞；或崩坍可能阻礙附屬結構物之功能；若有土石流潛勢溪流分布，則可能產生大量土石堆積，造成水庫淤積加速，或對溪流出口之構造物造成嚴重威脅。安全評估工作時應複核評估崩坍區及土石流潛勢溪流位置、型態、規模、滑動模式、地質特性、穩定分析方法、荷重、荷重組合、安全係數、分析結果、穩定措施、水土保持措施、監測維修記錄等之合宜性。

- 4.對於以往安全評估有關壩基座及水庫周邊邊坡之重要結論與改善事項，應依現有狀況複核其合宜性，並評估其改善執行情形。

3.2.9 水工機械及其機電設備資料之複核與評估項目

3.2.9 水工機械及其機電設備資料之複核與評估項目

- 1.設計準則、方法及成果。
- 2.竣工及試運轉驗收成果以及歷年運轉記錄。
- 3.運轉準則及紀錄。
- 4.維護、檢修準則及紀錄。
- 5.歷次安全評估有關水工機械及其機電設備之重要結論與改善事項之複核與評估。

【解說】

水工機械及其機電設備之主要複核與評估工作如下所述：

1. 校核原有設計條件是否符合結構安全及運轉功能要求。並依據現行設計規範或設計方法，與原設計準則及設計成果比較，以校核評估原設計之合理性及安全性。對水工機械相關設備之佈置圖及設計、製造圖複核其結構佈置及設備功能是否符合結構安全及運轉維護需求。
2. 校核設備之竣工及試運轉驗收成果以及歷年運轉記錄，並與原設計數據比較是否相符，以確認現有設備符合原設計需求。
3. 複核設備運轉規則，並與設備之佈置及原設計條件與功能比較，以及複核歷年之水工機械設備運轉紀錄，以評估現有設備使用狀況及其運轉功能之適用性及安全性。同時應充分瞭解運轉規則及水庫實況，以配合安排現地檢查與試運轉檢測方式與時程。
4. 複核設備維護規則，以評估檢查維護相關規定與週期之合適性。並需複核歷年維護檢修記錄、設備之設計或功能變更資料、以及安全評估報告結論與建議事項之執行結果與成效，以評估現有設備使用狀況與安全性。
5. 複核操控警告、防呆裝置的設計及運作模式，確認閘門無預警開啟危害的防止功能符合需求。
6. 對於以往安全評估有關水工機械及其機電設備之重要結論與改善事項，應依現有狀況複核其合宜性，並評估其改善執行情形。

3.2.10 施工與品質檢驗紀錄之複核與評估項目

3.2.10 施工與品質檢驗紀錄資料之複核與評估項目

1. 施工計畫。
2. 施工方法與設備。
3. 施工(技術)規範與使用材料。
4. 工程檢驗與品質控制資料。
5. 施工佈置。
6. 施工階段之重要文件、備忘錄、施工日誌、會議紀錄、報告(施工報告、完工報告)。
7. 其他與施工有關之重要事項。

【解說】

1. 施工計畫

施工進度：主要結構物之施工進度計畫、控制項目、施工組織。

施工環境：施工位置、交通、配合措施、每年可工作日數及施工安全措施。

2. 施工方法與設備

主要結構物之施工方法、施工程序與所需之機具設備。

3. 施工(技術)規範與使用材料

水庫主要結構物之施工規範及其使用材料種類、數量、價格、來源、採樣、運輸、試驗等。

4. 工程檢驗與品質控制(工程品質管制手冊)

檢驗為品質控制中之一個環節作業，以核對、觀察、量測、或試驗等方式，來決定工程結構物、設備系統、零件或器材等是否符合規定之品質要求。

為使各項結構物及設備系統確具其應有之功能及各項工程器材符合契約圖說所列之材質標準，應複核在施工建造進行中所施行之工程施工檢驗與器材品質檢驗之各項品質控制措施，複核之標準得參考 CNS-12683 及 ISO9000 系列等品質保證模式。

5. 施工佈置

施工道路、場地、辦公區、材料儲存位置與處理設備等之佈置。

6. 施工階段重要文件、備忘錄、會議紀錄、報告及施工照片。

3.2.11 監測系統及觀測資料之複核與評估項目

3.2.11 監測系統及觀測資料之複核與評估項目

1. 監測系統及監測項目。
2. 監測頻率。
3. 監測警戒值。
4. 監測成果。
5. 歷次安全評估有關監測系統及觀測資料之重要結論與改善事項之複核與評估。

【解說】

1. 監測系統及監測項目之複核與評估內容包括：

- (1) 監測系統功能及效率之合宜性。
- (2) 監測儀器之種類、數量及佈置位置是否合宜。
- (3) 監測項目與監測方法是否合宜。
- (4) 監測之環境條件是否合宜。
- (5) 監測之通路狀況是否合宜。
- (6) 監測儀器之故障狀況。
- (7) 停止觀測及新增之監測儀器是否合宜。
- (8) 監測人員之素質是否合宜。

監測系統功能及效率影響整個監測之精確性、時效性及人力調配等，因此應從系統設備資料包括各儀器之觀測、資料之記錄、儲存、傳送、處理、繪圖、分析、比較等項，逐一複核及評估其適宜性。另外必須複核與評估監測儀器種類是否符合各壩(堰)之主要監測項目，監測儀器佈置位置及數量是否適當，觀測方法是否依照規定辦理及評估其適宜性。對於監測之不利環境條件如漏水、濕氣、落石、風等及監測之通路狀況應加以評估並建議改善措施，對於功能有老化或故障現象之監測儀器亦應加以評估並建議改善措施，因損害、故障或其它因素而停止觀測與新增之監測儀器應評估其是否影響安全監測之功能。監測人員之素質亦為影響監測系統功能因素之一，因此仍應加以評估。

2. 監測頻率之複核與評估內容包括：

- (1) 原規定在不同階段之監測頻率是否合宜。

(2)歷年在不同階段實際採用之監測頻率是否合宜。

對於原規定及實際歷年在不同階段採用監測頻率之複核與評估應考慮下列因素：

(a)壩(堰)之災害對生命財產之危害程度。

(b)壩(堰)之規模(高度、長度)。

(c)蓄水庫之容量。

(d)壩(堰)址地動之危害程度。

(e)壩(堰)齡及狀況。

(f)蓄水庫水位上、下波動之頻率及體積。

(g)過去之問題及不正常之結構行動。

(h)其它特殊狀況等。

經複核與評估後，可依據蓄水庫實際運轉狀況，建議未來各儀器之監測頻率。

3.監測管理值之複核與評估內容：

各監測儀器實際採用管理值是否合宜。

(1)監測管理值係各監測儀器之監測值在蓄水庫正常運轉狀態下所設定之上、下界限。當監測值超出管理值時，經專業人員仔細研判後，除非有特殊原因，否則通常係表示儀器功能或結構行為可能有異常現象，因此一個合適之管理值可提供監測人員對儀器功能及結構行為是否異常作初步而立即之研判與評估，並採取必要之改善措施。

(2)監測管理值設定方法，一般可分為決定模式分析法、統計模式分析法、混合模式分析法及包絡線圖示法等，隨著監測資料之累積及監測對象之長期可能行為變化，監測管理值應複核及評估是否合宜。

4.監測成果之複核與評估內容包括：

(1)從各監測儀器監測值(曲線)之長、短期變化與走勢研判蓄水庫是否處於穩定狀態。

(2)從各監測儀器監測值(曲線)之變化趨勢現象發現潛在問題，加以解釋及評估，並採取必要之因應對策。

(3)從各監測儀器監測值(曲線)偏離預期之變化與走勢研判係屬何種因素所致，並建議因應對策。

(4)對監測成果經綜合評估後，對蓄水庫安全狀態加以評定，供作採取

適當因應措施之參考及依據。

(5)對於各監測儀器監測值(曲線)有偏離預期之趨勢時，須小心辨識是否由人為錯誤或儀器功能異常等因素引起，若經多方查證，並非屬前述因素所致，則可能屬結構物異常或其他原因，應查明或列入追蹤。

(6)安全評估工作人員對監測成果經綜合評估後，依正常、異常或危險等3種狀態加以評定，供作採取適當因應措施之參考及依據。

(a)正常狀態

係指由各種監視資料及現地檢查成果顯示，蓄水壩或被監測對象之行為、功能及外觀均能符合原設計之要求，沒有存在會影響正常使用之缺失。

(b)異常狀態

係指蓄水壩或被監測對象之某些行為與功能未能完全滿足設計或預期要求，而有影響正常使用之狀態，但未達危險狀態。

(c)危險狀態

係指蓄水壩或被監測對象之某些行為與狀態有嚴重之缺失與異常現象，且對蓄水庫之安全與功能已構成威脅之緊急狀況。

5.對於以往安全評估有關監測系統及觀測資料之重要結論與改善事項，應依現有狀況複核其合宜性，並評估其改善執行情形。

3.2.12 水庫淤積之複核與評估項目

3.2.12 水庫淤積資料之複核與評估項目

- 1.水庫歷年淤積測量記錄之複核。
- 2.水庫年淤積量之複核及水庫有效壽齡複核。
- 3.水庫局部淤積情形對水庫功能影響之評估。
- 4.水庫排砂設施排砂效果之評估。
- 5.水庫上游集水區治理情況之評估。
- 6.歷次安全評估有關水庫淤積之評估資料。

【解說】

- 1.水庫淤積測量記錄之複核係針對測量記錄之正確性，施測頻率、測量方法、測量斷面數量、計算方法及精確度等加以複核。
- 2.水庫年淤積量之複核係以水庫淤積測量所推估之年淤積量，與原規劃所推估之結果加以比較，藉以評估水庫淤積程度之嚴重性，並評估年淤積量之變化對水庫有效壽齡之影響。若有新增之淤積測量資料時，應重新校核分析年淤積量。
- 3.水庫淤積除減少水庫有效容量外，於水庫之取水設施及閘門結構物處之局部淤砂，往往影響該等設施之操作功能及蓄水庫取水之水質，應評估其嚴重性，必要時應建議適當之改善方法。如人工疏濬或設置局部之防砂設施等。
- 4.水庫排砂效果之評估可藉由排砂操作前後之水庫淤積測量結果加以評估。評估內容應包括排砂操作時機、過程、時間及排砂設施之容量等。
- 5.水庫上游集水區之評估包括崩坍地之處理、植物覆蓋情形、攔砂壩之興建、坡地開墾情形及道路保護狀況、保護帶之設置狀況等皆應予以評估。
- 6.對於以往安全評估有關蓄水庫淤積之重要結論，應依現有狀況評估其合宜性；重要之改善事項應複核其合宜性，並評估其執行狀況及改善效果。

3.2.13 水庫操作運轉系統與運轉紀錄資料之複核與評估項目

3.2.13 水庫操作運轉系統與運轉紀錄資料之複核與評估項目

- 1.系統硬體。
- 2.系統軟體。
- 3.系統操作及維護記錄。
- 4.操作系統之組織。
- 5.歷次安全評估相關之重要結論與改善事項。

【解說】

水庫操作系統資料之複核與評估之主要項目如下：

- 1.系統硬體
 - (1)主電腦設備
 - (2)水文氣象測報系統
 - (3)通訊網路、傳輸系統
 - (4)大壩閘門操作監控系統
 - (5)備用電腦
 - (6)其他設備
- 2.系統軟體
 - (1)預測系統，包括降雨預報氣象模式及降雨逕流模式
 - (2)模擬系統
 - (3)實際操作系統
 - (4)基本資料建檔及檔案維護系統
- 3.系統操作及維護記錄
 - (1)水文(颱風)、雨量記錄
 - (2)水位記錄
 - (3)閘門開度記錄
 - (4)進、放流量記錄
 - (5)維修及保養項目之日期、零件名稱
 - (6)操作異常記錄
 - (7)經常性維修
 - (8)年度維修

- (9)異常維修
- 4.操作系統之組織
 - (1)組織架構
 - (2)架構之功能關係
 - (3)人員經歷
 - (4)人員之權責
- 5.歷次安全評估有關水庫操作系統之重要結論應複核其合宜性，重要之建議應評估其執行情形。

3.2.14 洩洪警報系統與警報紀錄資料之複核與評估項目

3.2.14 洩洪警報系統與警報紀錄資料之複核與評估項目

1. 警報站之種類、數量及功能。
2. 警報站之位置及距離。
3. 警報有效距離及範圍。
4. 警報系統電源之種類。
5. 警報發佈程序。
6. 警報發布紀錄。

【解說】

1. 洩洪警報系統包括廣播主機、喇叭線路及喇叭等主要設施，以及在適當地點設置告示牌(包括自動告示設施)等。
2. 洩洪警報系統複核項目包括洩洪警報系統之種類及其功能、數量及配置、設施之可靠度。
3. 警報站之佈置需複核其有效範圍是否涵蓋重要設施、人口密集或民眾之親水地點等。
4. 對於範圍較長之警報範圍若無設置固定式之警報站或數量較少時可配合巡迴廣播車加強廣播。
5. 警報系統於正常電源外需複核是否有停電時之補助電源等，並評估其合宜性，避免事情發生時無法發揮其功能。
6. 警報發佈程序需複核洩洪警報之發布是否經適當之管制及核准、發布前是否有足夠之預警時間以供各媒體及機關(構)發布洩洪訊息、下游及河道區民眾是否有足夠之警備及上岸時間、是否已通知主要媒體及機關(構)等。
7. 警報發布紀錄之複核包括警報發布之時間、次數、範圍，若有監聽設備者需包括各警報站之效果監聽結果等。

3.2.15 營運管理與維護改善紀錄及相關圖說之複核與評估項目

3.2.15 營運管理與維護改善紀錄及相關圖說資料之複核與評估項目

- 1.水庫管理單位之組織、職權及責任。
- 2.水庫運轉維護規則。
- 3.運轉期間各設施之重大維修或修改計畫。
- 4.歷次安全檢查與評估報告。

【解說】

上述各項目均具有關聯性，如管理單位組織之不健全、運轉維護規則之不周延，將影響水庫之營運。故基本資料蒐集後，將針對上述內容進行複核與評估。

1.水庫管理單位之組織、職權及責任之複核與評估內容包括：

- (1)水庫管理單位之組織規程
- (2)運轉作業規定

水庫管理單位之組織系統一般已明定於組織規程內，據此可瞭解管理單位之編制及其職掌。因此，相關資料蒐集後，應先複核管理單位之編制及職責之分配等；某些水庫管理單位另訂有例行性之運轉作業規定，對水庫操作及安全檢查等作業之人力運用與工作職責均有規定。另於平時夜間及例假日不上班時段，以及颱風期間，亦訂有各種規定。此等資料均應予以複核並評估其合宜性。

2.水庫運轉維護規則之複核與評估內容包括：

- (1)初次蓄水之運轉規則
- (2)運用要點
- (3)水門操作規定
- (4)運轉維護手冊
- (5)安全維護手冊
- (6)複核水庫放水法規之核准文件是否完備，一般核准文件得包括水庫建造或改造之核准文件、水庫運用及維護手冊之核准文件、水門啟用之標準、時間及方法之核准文件等。

水庫自完工初期蓄水至營運期間，均有階段性之運轉維護規則，特別是洪水期間之運轉及水庫緊急洩降之運轉，將直接影響水庫及其下游

河道之安全。因此，水庫安全評估工作均應複核上述各種運轉維護規則，並經由歷史流量及雨量等資料，及假定各種可能發生之狀況，分別模擬演算，與實際運轉之結果比較，從而評估各種規則之合宜性。同時對於水庫各種運轉維護手冊之內容是否周延，是否有執行上之困難等，亦應一併予以複核評估。

3.運轉期間之重要維修及修改計畫之複核，應評估是否已達成原設計之功能，於實際使用操作結果是否產生設計外之不良情況。

4.歷次檢查與安全評估報告之複核與評估

水庫安全評估，應複核歷次之檢查與安全評估報告，對於有關水庫營運之重要結論應評估其合宜性，重要之建議改善事項應複核其執行情形。

各種報告歸納為下列 5 類：

- (1)初次蓄水期間檢查報告
- (2)平時檢查報告
- (3)安全維護定期檢查報告
- (4)定期安全評估報告
- (5)特別檢查與安全評估報告

水庫完工運轉，依其運轉維護手冊，各項結構物均應作定期及不定期之檢查，以確保水庫能正常運轉。因此，在進行水庫安全評估時，應複核及評估上述已有之相關報告，是否發現有疏漏處，俾避免在本階段安全評估時一再重蹈，錯失發現問題之機會。

3.2.16 潰壩緊急應變計畫資料之複核與評估項目

3.2.16 潰壩緊急應變計畫資料之複核與評估項目

潰壩緊急應變計畫之複核，包含研判現況影響範圍之地形、地物、配合橋梁、路網資料，與歷次淹水模擬結果是否仍合適，評估項目如下：

1. 可能受災區域範圍。
2. 疏散路線與地點建議。
3. 警告警報系統設施。
4. 緊急通知程序。
5. 水庫搶修搶險之人力、材料及機具動員計畫。
6. 依災害防救法規定應辦事項或其他必要事項。

【解說】

1. 配合辦法第 13 條修改相關項目，本辦法第 13 條條文如下：

第 13 條 前條第 1 項第 11 款潰壩緊急應變計畫應包括下列內容：

- 一、受災區域範圍、疏散路線與地點。
 - 二、緊急通知程序。
 - 三、蓄水建造物搶修搶險之人力、材料及機具動員計畫。
 - 四、依災害防救法規定應辦事項或其他必要事項。
2. 潰壩緊急應變計畫之複核，包含研判現況影響範圍之地形、地物、配合橋梁、路網資料，與歷次淹水模擬結果是否仍合適。
 3. 上述各項目為潰壩緊急應變計畫所必須具備者，水庫安全評估工作人員將就已蒐集到之資料先行複核與評估，不足部份仍建議水庫管理單位能儘速補充，使潰壩緊急應變計畫能力臻完備，以確保水庫及其下游地區之安全。
 4. 可能受災區域範圍：複核依潰壩演算分析成果繪製之可能受災區域範圍圖。
 5. 疏散路線與地點建議之複核與評估內容包括：
 - (1) 疏散範圍
 - (2) 疏散方式
 - (3) 疏散程序
 - (4) 疏散人員

(5)避難路線

(6)疏散地點

緊急狀況發生時，須將災難地區之居民迅速撤離至安全地點，有賴於事前之周延計畫。水庫安全評估工作人員將就上述疏散計畫之內容，包括疏散時使用之交通工具及救難中心位置等，均應予以複核與評估，以求該內容能符合實際需求。

6.警告警報系統設施之複核與評估內容包括：

(1)種類及功能

(2)數量及配置

(3)可靠度

(4)警報之有效距離及其範圍

(5)補助電源

警告警報系統包括廣播主機、喇叭線路及喇叭等主要設施，以及在適當地點設置告示牌（包括自動告示設施）等。水庫安全評估時，應複核此等設施之種類及其功能、數量及配置、設施之可靠度、警報之有效距離及其範圍，以及停電時之補助電源等，並評估其合宜性，避免事情發生時無法發揮其功能。

7.緊急通知程序之複核與評估內容包括：

(1)緊急通告體系流程圖

(2)緊急通知系統之種類及其功能

(3)緊急通知時機之認定

(4)通知之程序及流程圖

(5)潰壩緊急應變計畫工作人員名冊

水庫遭受安全威脅時，依嚴重性分為警戒及緊急兩個等級。當狀況發生時將視等級，依先後順序執行呈報、指揮及通告等作業。為便於作業需求，水庫管理單位應具備緊急通告體系流程圖，註明通告之流程，以備狀況發生時可及時使用。由於在繪製此流程圖時，應先瞭解整個作業程序、人員編組及任務分配，故此等資料均應複核及評估，此流程圖亦兼具指揮系統功能。

緊急通知計畫主要在訂明狀況發生時將訊息立刻依緊急通告體系流程圖之相關程序通知各相關單位及下游居民之程序及方式，故此計畫在

硬體方面將包括一套緊急通知系統，在軟體方面則明定通知之時機、程序、緊急體系通告流程圖及潰壩緊急應變計畫工作人員名冊等，俾執行上有所依循。此計畫是否合宜，在蓄水庫安全評估時應予以複核及評估。

8. 水庫搶修搶險人力、材料及機具動員計畫之複核與評估內容包括：

- (1) 緊急救災指揮系統
- (2) 緊急救災之編組及人力
- (3) 工作分配及職掌
- (4) 動員人力之聯絡方式、集合地點及交通工具
- (5) 計畫區內可提供搶修承商及材料供應商之資料冊。
- (6) 各種緊急狀況下之搶修對策。
- (7) 相關物料或器材之儲存與供應方式。

緊急狀況發生時，應根據人力動員計畫，配合指揮系統及緊急處理計畫表，動員所需之各項救災人力，展開各項救災行動。因此，人力動員計畫是否完備，將影響救災成果，故應事前予以複核及評估其可行性。

搶修及修復用之物料器材，其儲存與供應應有一份詳細計畫，其主要內容如上述所示，作為水庫工程緊急搶修單位工作執行之依據。為避免在救災搶險時發生無法執行之窘境，故在水庫安全評估時，應複核及評估此計畫之可行性。

9. 依災害防救法規定應辦事項或其他必要事項

目前防救災均依照災防法之規定進行，水庫管理單位須依據經濟部之水災災害防救業務計畫及各縣市地區災害防救計畫之內容，調整緊急應變計畫，以內容不衝突、能銜接上為主。

(1) 演練計畫之複核與評估內容包括：

- a. 潰壩緊急應變計畫中之所有程序
- b. 各種狀況下之應變措施
- c. 相關單位之協調
- d. 歷次演練記錄

以上各項資料備妥後，應知會有關人員，依相關規定或視需要作定期或不定期之演習，以應付各種突發狀況，並做成記錄作補充及修訂緊急應變計畫之參考。

演練依實施之目的、參與單位、執行面要求程度之不同，一般可

分成以下 5 個等級：

- a. 潰壩緊急應變計畫講習
- b. 營運單位定期演練
- c. 營運與應變單位會議室演練
- d. 營運與應變單位功能測試演練
- e. 營運與應變單位現地實況演練

演練之層次，由講習至現地實況演練可分為上述 5 個等級。為增加演練效率，降低演練成本，低層次演練應先執行，高層次演練則須在完成低層次演練之成果驗收，及完成必要之改進後執行。

(2) 相關單位職責之複核與評估內容包括：

- a. 潰壩緊急應變計畫指揮系統圖
- b. 相關單位之職掌
- c. 作業程序

相關單位包括水庫管理單位、上級單位、地方政府、警察機關、駐軍部隊及臨時編組等有關聯之單位，其相互關係可表示於潰壩緊急應變計畫指揮系統圖上，此指揮系統圖可與緊急通告體系流程圖合併使用，經由此指揮系統圖可初步瞭解各相關單位之職掌及作業流程，故水庫安全評估應複核此等相關資料並評估其合宜性。

3.2.17 資訊安全資料之複核與評估項目

3.2.17 資訊安全資料之複核與評估項目

依據資通安全管理法規定進行水庫資安強化，並依經濟部能源及水資源領域工業控制系統資安防護基準，進行相關系統對應等級資安防護。

【解說】

1. 依據「資通安全管理法」、「資通安全管理法施行細則」、「資通安全管理法」第7條第1項規定訂定之「資通安全責任等級分級辦法」以及經濟部為能源及水資源領域特定非公務機關之中央目的事業主管機關，依「資通安全責任等級分級辦法」第11條第2項後段規定，訂定之「經濟部能源及水資源領域工業控制系統資安防護基準」等上述相關法規，辦理資訊安全資料之複核與評估工作。
2. 依「國家關鍵基礎設施安全防護指導綱要」中第三章第二節「盤點與分級」，業將翡翠水庫等“一級”水庫管理單位納為資通安全責任等級 B 級之機關，明訂應辦事項並應通過 ISO 27001 第三方驗證；至於其他水庫管理單位亦應依循其資通安全責任等級機制，辦理應辦事項。
3. 依據資通安全法規定進行水庫資安強化，其相關資通訊系統應依「資通安全管理法」之「附表十資通系統防護基準」進行設定，另相關工業控制系統應依經濟部之「能源及水資源領域工業控制系統防護基準」，強化資訊安全管理，進行相關系統對應等級資安防護。
4. 建議之評估項目如下：
 - (1) 明確界定網路邊界，且於網路邊界部署防火牆等連線控管設備。
 - (2) 識別必要的、合法的網路連線，以白名單之方式妥善設置防火牆策略，並定期稽核防火牆策略。
 - (3) 定期安裝防火牆之修補更新程式，修補已知之安全漏洞。
 - (4) 禁用防火牆之不必要之連接埠，並定期稽核。
 - (5) 禁用不必要之服務。
 - (6) 定期稽核部署之資訊安全技術措施是否已啟用防護功能。
 - (7) 禁止使用不安全之遠端存取方式存取工業控制系統。
 - (8) 建立適當之密碼管理機制。
 - (9) 應對操作系統和應用程式進行升級與更新之規劃。

- (10)應於重要資產上安裝防毒軟體，並定期稽核是否啟用與更新。
- (11)實施工業控制系統資安培訓及安全意識培養訓練。
- (12)制訂並實施移動設備規範。

3.2.18 遙感探測資料之複核與評估項目

3.2.18 遙感探測資料之複核與評估項目

蒐集必要之遙感探測資料，依據水庫特性與分析需求，進行壩體變形、環境變遷、潛在災害評估等相關項目之判釋與分析。

【解說】

遙感探測技術已臻成熟，可快速有效獲得週期性之大範圍資訊，應用於地表變形、環境監測、與災害評估等用途，爰增訂遙感探測資料項目。建議評估歷年蒐集壩址及水庫蓄水區周邊邊坡之大比例尺空拍影像、正射影像、數值高程模型、以及高解析度衛星影像等，足敷應用於複核評估壩體變形、環境變遷、潛在災害評估等相關項目之判釋與分析。

第四章 現場檢查與評估

4.1 通則

4.1 通則

由檢查人員以目視或必要機具巡視並檢查所有與水庫安全有關之結構物、設施、基礎、邊坡與周圍環境等，以便及早發現已存在或潛在之缺失或危險因素並及早改善，以維護水庫之安全。

現場檢查之結果應加以記錄或描述，同時應進行初步之評估，並註明檢查時間。

【解說】

- 1.現場檢查作業進行前，應完成相關安全資料之複核與瞭解。
- 2.現場檢查結果之記錄或描述，有助於追蹤比較缺失或問題之發展演變情形，並註明檢查時間。
- 3.現場檢查結果之初步評估，可協助瞭解建造物缺失或問題之成因及影響範圍與程度，並決定是否須進一步進行補充調查與試驗或相關之校核分析。

4.2 現場檢查方式

4.2 現場檢查方式

- 1.陸上檢查(含水庫放空作業之檢查)依水庫安全維護手冊相關規定辦理。
- 2.水中檢查水庫之結構物水面以下之部份，依水庫特性、現況需求，研訂水中檢查之執行時機、辦理頻率及適用方法。

前項第二款進行之檢查工作，應委託有經驗之專業潛水公司(機構)交由其合格之潛水人員及設備操作人員，配置適當之潛水裝備、水中攝影設備辦理，以確保檢查人員之安全，並達成工作要求。

【解說】

1.陸上檢查

水庫之結構物，包括壩、堰、溢洪道、沖刷道、排洪隧道、取出水工、河道放水道、發電進水道、引水隧道或渠道、壓力鋼管、尾水渠、落水池、靜水池、水工機械及其機電設備等，其露出水面之部份，採用陸上檢查之方式進行，陸上檢查方式包括目視檢查及運轉功能檢查等，其中運轉功能檢查適用於水工機械及其機電設備。

2.水中檢查

水庫之結構物水面以下之部份，採用水中檢查之方式進行，由潛水人員利用水中攝影及手觸方式或利用水中遙控攝影機進行檢查；水中檢查工作由於須有適當之潛水裝備、水中攝影設備、合格之潛水人員及設備操作人員，故應委託有經驗之專業潛水公司(機構)辦理，以確保檢查人員之安全並達成工作要求。

4.3 地質

4.3 地質

- 1.區域地質。
- 2.基座地質。
- 3.周邊地質。
- 4.集水區地質。

【解說】

1.區域地質

對於水庫所處區域可供觀察檢視之地表或開挖露頭，根據相關地質資料，針對下列項目進行調查、複核及記錄：

- (1)覆蓋土層性質
- (2)地層岩性、位態及分佈
- (3)主要岩體弱面之位態及連續性
- (4)主要地質構造之位態與延伸距離
- (5)坍方分佈及其演變
- (6)第四紀斷層

2.基座地質

就水庫之基座及上、下游鄰近邊坡等範圍，針對下列各項目進行調查、複核及記錄：

- (1)地質條件(岩層及構造)
- (2)地表凹陷或隆起等變形
- (3)崩塌地及其變化
- (4)其他可能影響壩基穩定之現象

3.周邊地質

水庫周邊地質之現場檢查應針對下列項目進行調查、複核及記錄：

- (1)地質條件(岩層及構造)
- (2)崩塌地
- (3)不穩定邊坡
- (4)特殊岩層分佈、特殊地形或地質構造通過處
- (5)其它異常地質或地形現象

所謂水庫周邊係指所有可能影響水庫淤積或安定之周緣邊坡範圍。

一般而言，水庫滿水位線水平向外延伸 500 公尺處之地表投影所涵蓋之範圍，為最可能影響水庫淤積及安全之邊坡範圍。

4. 集水區地質

水庫集水區範圍內之邊坡地質，針對下列項目進行調查、複核及記錄：

- (1) 地質條件(岩層及構造)
- (2) 主要崩塌地、礦區等人為開發區之分佈
- (3) 其他不穩定情形

集水區範圍內的地質檢查目的在確定水土保持工作的成效，以利水土保持治理計畫的推動。因集水區的範圍太大，一般可利用遙測或航照判釋的方式進行。

5. 現場檢查結果應詳細記錄於現地檢查表中，並拍攝照片以供存查，以評估其對水庫安全之影響程度與範圍。
6. 經現場檢查結果，認為有不明地質因素，可能影響水庫之安全時，得辦理補充地質調查工作。有關地質調查之內容與方法可參閱 5.2.2 節。

4.4 壩及堰

4.4 壩或堰

水庫壩或堰之現場檢查應就壩頂、壩體上下游面、壩之上下游地區及壩體內部等範圍，針對下列項目進行檢查：

- 1.壩或堰體表面之問題與缺失。
- 2.壩或堰體材料之劣化情況。
- 3.壩或堰體結構之穩定情形。
- 4.滲水及漏水。
- 5.維護上之問題。

【解說】

1.壩或堰體表面問題與缺失

混凝土壩或堰體表面之問題與缺失包括龜裂、蜂窩、層化、爆模、污漬及衝撞損壞等，應就其範圍及程度詳細檢查並記錄，以評估其成因及對結構安全之影響。堆填壩表面之問題與缺失包括上、下游壩面之沖蝕、凹陷、植物生長、孔洞、壩頂沉陷、開裂等，部份缺失可藉由觀察壩面結構(如排水溝、欄杆、道路等)之損壞情形得知。

2.壩或堰體材料之劣化情況

混凝土材料之劣化型態包括鬆散、剝落、碳酸鈣沉積、表面下之空洞、爆出、小坑洞及鱗狀物等，主要由於外在環境及化學物之侵蝕作用所致，材料之劣化會降低混凝土之強度，嚴重者足以造成整個結構物之破壞。檢查時應就劣化範圍及程度詳細檢視並記錄，以研判評估其成因及對結構安全之影響

3.壩或堰體結構穩定情形

混凝土壩或堰體之穩定，可由分塊位移及錯動情形得知，應仔細檢查可能範圍內是否有裂縫、滲漏水及流水面曲線是否平順等，特別是過去已發現變位之處，瞭解分塊位移及錯動情形，若有問題或異常情況發現，則應記錄其位置、範圍、方向、狀況及發現時之氣候及水位資料，以便研判問題所在。

堆填壩壩體結構之穩定，可藉檢查壩面是否有坍塌、隆起、移位、低窪、壩頂沉陷等情形與程度加以研判。

4.滲水及漏水

混凝土壩或壩基之滲漏水量應與庫水水位互動，發生滲漏水之可能原因為止水封破裂、壩體內之裂縫或不良之接縫產生滲漏通路、有漏之輸水管路、材料劣化、隔幕灌漿或基礎排水系統不良等。壩體發生滲漏水之現象會加速混凝土之劣化、使混凝土分離、減弱混凝土強度、加速鋼筋之鏽蝕斷裂、增加裂縫內之靜水壓引起壩體錯動或不穩定等；壩基發生滲漏水之現象表示壩基已有相當程度之裂縫產生，此滲漏水可能會帶出岩盤裂隙中之黏土產生潛在滑動弱面，亦可能發生管湧現象，如未加以控制可能導致基礎滑動並危及整個壩體之安全。壩體之滲漏除應仔細檢查壩體與基礎接觸面外，亦應由壩之下游地區檢查是否有混濁之滲漏水或異常植生之現象。

堆填壩滲漏水問題可由檢查壩面及壩趾處異常植物生長、潮濕、湧水、鬆散土層堆積、滲水顏色、滲水量變化、上游水位面不利之氣泡、漩渦等情形予以研判。

5. 維護上之問題

常見維護之問題包括排水孔被沉積物堵塞、水面有垃圾及浮木、接縫填料劣化、鐵件或欄杆鏽蝕斷裂、廊道或坑道內之照明損壞、排水系統功能不彰、堆填壩表面植物生長及出現動物洞穴等。

6. 對於較嚴重之混凝土表面裂縫與劣化、基礎疑似淘空或其他問題與缺失經評估認為須進一步調查或試驗者，得進行非破壞性檢測或混凝土檢驗。有關非破壞性檢測及混凝土檢驗之內容與方法可參閱 5.2.4 節。

4.5 附屬結構物

4.5 附屬結構物

1. 結構佈置。
2. 水理狀況。
3. 混凝土狀況。
4. 構件與鋼襯之狀況。
5. 接縫狀況。
6. 回填及基礎之缺失。
7. 堵塞情形。
8. 過去之維修狀況。

【解說】

1. 結構佈置：檢查各結構物之佈置是否有不合理之現象。
2. 水理狀況
 - (1) 檢查進口、出口及彎曲段之水流狀況。
 - (2) 各結構物洩放或溢流之水舌是否會衝擊岸壁。若有，則記錄其衝擊位置及範圍。
3. 混凝土狀況
 - (1) 檢查表面有否龜裂、剝落、沖蝕、淘刷或損壞並記其位置及特徵於圖上。
 - (2) 於高速流處，檢查有否穴蝕現象，及引起穴蝕之導因如表面凸起、坍塌、坑洞、碳酸鈣沉積及不良之施工面並詳細記錄。
 - (3) 檢查進水口附近有否被浮木撞損，必要時得用小船。
 - (4) 檢查有否裸露之鋼筋及鋼筋銹蝕程度。
 - (5) 是否有異常之變形或位移。
 - (6) 檢查有否不利之湧水或滲漏。若有，記錄其位置並描述滲漏之狀況。
4. 構件與鋼襯之狀況
 - (1) 檢查有否鏽蝕、磨損。
 - (2) 檢查有否撕裂、破壞、疲勞、彎曲、變形及鬆脫等現象。
 - (3) 焊接處有否脫焊現象。
 - (4) 檢查有否脫漆現象。
5. 接縫狀況

- (1)檢查有否錯動或移位。
- (2)止水封有否損壞或脫落。
- (3)接縫填料有否硬化或脫落。
- (4)檢查有否水自接縫滲入或滲出。
- (5)檢查有否細粒料自接縫流失。

6. 回填及基礎之缺失

- (1)位於土石壩邊之出水渠道，檢查其附近壩體有否遭溢頂之流水淘刷之現象。
- (2)檢查有否沉陷、位移或淘空。
- (3)檢查基礎之排水狀況、汲水管有否堵塞或不良滲漏。
- (4)檢查回填料有否沉澱及龜裂，若有標註其大小及位置。

7. 堵塞情形

- (1)檢查垃圾及其他雜物堵塞之情形並評估其影響，記錄堵塞之型態、位置及範圍。
- (2)檢查各通氣孔(air vent)有否被堵塞。
- (3)檢查有否未經許可之阻水設施。
- (4)檢查淤砂對水路之影響情形。

8. 過去之維修狀況：對以往曾經維修之部份加以檢查，以確定其品質功能。

9. 對於較嚴重之混凝土表面裂縫與劣化、基礎疑似淘空或其他問題與缺失經評估認為須進一步調查或試驗者，得進行混凝土檢驗。有關混凝土檢驗之內容與方法可參閱 5.2.4 節。

4.6 壩基座及周邊邊坡

4.6 壩基座及周邊邊坡

- 1.壩基座廊道結構。
- 2.壩體與壩基交界處。
- 3.壩座表面。
- 4.壩體上下游及靜水池邊坡坡面。
- 5.壩座及邊坡保護措施。

【解說】

- 1.壩基座廊道結構之檢查重點：
 - (1)廊道混凝土結構是否有裂縫、位移、錯動、滲水等缺失，無襯砌岩盤表面風化程度、地質特性變化。
 - (2)排水溝及排水孔功能。
 - (3)滲水濁度及滲水量變化。
 - (4)穩定措施如岩錨、錨筋之功能，通風照明設備之狀況功能。
- 2.壩體與壩座交界處應檢查是否有滲水、位移、裂縫、堆積等不利之情形。
- 3.壩基座及周邊邊坡表面應檢查下列項目：
 - (1)人行道、平台、樓梯、排水溝、擋土牆、觀測房等結構物之情形。
 - (2)坡面是否有位移、裂縫、坍塌、隆起、滲水、沖蝕、異常植物生長等不利情形。
 - (3)地質材料、特性之變化。
 - (4)排水系統之功能、排水量變化。
 - (5)壩基滲水收集系統之功能，滲水量變化、滲水濁度、顏色。
 - (6)不穩定邊坡之範圍、規模、型態等。
 - (7)穩定保護措施之狀況功能。
- 4.對於較嚴重之廊道混凝土表面裂縫或底版疑似淘空、邊坡有滑動跡象或其他問題與缺失經評估認為須進一步調查或試驗者，得進行混凝土檢驗或大地力學試驗。有關混凝土檢驗或大地力學試驗之內容與方法可參閱 5.2.4 節或 5.2.3 節。

4.7 監測系統

4.7 監測系統

1. 儀器設置地點。
2. 儀器周圍環境。
3. 儀器表面狀況。
4. 內部功能與運作。
5. 訊號傳輸及記錄設備。
6. 量測精度。
7. 量測方法正確性。

【解說】

1. 由於監測系統中部份儀器可能埋設於壩(堰)體或基礎岩盤內，因此現地檢查時，僅能就曝露在外直接可以用肉眼及觸摸之部份或儀器做目視檢查。
2. 監測儀器容易發生之問題與缺失有下列幾項：
 - (1) 擺線儀(plumbline)
 - (a) 擺線有否扭曲、斷裂、鏽蝕或卡住。
 - (b) 擺線井有無漏水或任何異物碰及擺線。
 - (c) 油槽有否脫漆、鏽蝕或漏油。
 - (d) 油槽內之油量是否足夠及有否變質。
 - (e) 座標儀外觀有否損壞，功能是否正常。
 - (f) 照明是否正常。
 - (2) 傾斜儀(tiltmeter)
 - (a) 固定於構造物上之基座板有否鬆動或損壞。
 - (b) 傾斜測讀儀之功能是否正常。
 - (3) 照準系統(collimation system)
 - (a) 固定規標、活動規標及經緯儀等之基座有否移動或損壞。
 - (b) 固定規標及活動規標有否鬆動或變形，中心點標示是否清晰可見。
 - (c) 經緯儀之功能是否正常。
 - (4) 測傾管(inclinometer)
 - (a) 升管有否損壞。
 - (b) 管口頂部及保護蓋有否遺失或損壞。
 - (5) 伸縮儀(extensometer)

- (a)頭部有否鏽蝕、損壞、鬆動或安裝不良。
 - (b)感應部有否潮濕或失去功能。
- (6)漏水量測定堰(weir station)
- (a)量水堰之位置是否適當。
 - (b)上游堰板是否平滑且垂直於渠道軸線。三角堰缺口邊緣之上游面是否有足夠之距離。
 - (c)量水堰上游有否淤積。流水漸近堰板時是否穩定。三角堰缺口是否使溢流三角堰之狀況能符合規定。
 - (d)水位尺及水位測讀器之功能是否正常。
- (7)溫度計(thermometer)及雨量計(rain gage)
- (a)儀器之位置是否適當。
 - (b)儀器之功能是否正常。
- (8)開放式水壓計(open-system piezometer)
- (a)升管有否彎曲，露出地表部份之頂部有否撞損，影響測讀。
 - (b)升管頂蓋及鎖有否遺失。
 - (c)升管有否堵塞。
- (9)密閉式水壓計(closed-system piezometer)
- (a)線路之輸出部份有否損壞。
 - (b)端子有否鏽蝕。
 - (c)終端箱有否積水。
 - (d)水管或水壓錶有否損壞或漏水。
- (10)裂縫計(crack gage)
- 檢查外觀及功能是否正常。
- (11)排水孔(drainage pipe)
- 應由各孔歷年之排水狀況及孔內狀況研判有否堵塞。
- (12)三角點(triangulation point)
- 檢查是否有鬆動現象。
- (13)強震儀(strong-motion seismograph)
- 檢查外觀、訊號及資料儲存是否正常，其功能應由廠商或專業人員檢查。
- (14)終端箱(terminal box)

- (a)箱體是否完好，有否鏽蝕。
 - (b)箱內是否乾燥，有否漏水。
 - (c)各儀器之標號或標籤是否清楚或遺失。
 - (d)插孔或接線頭或開關器之功能是否正常。
 - (e)面板是否清潔。
- (15)堆填壩壩體之土壓計、沈陷計、孔隙水壓計、測傾管：由於均埋在壩體內，易受潮損壞，故主要應就感應器功能、線路輸出、端子鏽蝕等項加以檢查。
- (16)堆填壩壩面沈陷點：位置是否鬆動、保護蓋是否損壞、參考點是否正確。

4.8 周圍環境

4.8 周圍環境

- 1.對外交通狀況。
- 2.集水區人為開發及水土保持情形。
- 3.下游河川排洪功能。
- 4.污染狀況。

【解說】

- 1.水庫對外交通狀況應檢查維護情形是否能保持通達之目的。
- 2.水庫集水區之檢查應包括下列各項：
 - (1)依水土保持法第 19 條第 1 款所規定之水庫集水區範圍內，其長期水土保持計畫重點，包括：涵養水源、防治沖蝕、崩塌地滑、土石流、淨化水質、維護自然生態環境等。
 - (2)水庫保護帶之設置及管理情形。
 - (3)依「水庫蓄水範圍使用管理辦法」之規定，於水庫蓄水範圍所禁止及規定之事項。
- 3.水庫下游河川之範圍應依「蓄水庫下游河川整治及管理注意事項」(82.3.16 經水 082533 號函)第 2 條之規定辦理。其檢查項目應包括是否有淤積、崩塌、沖蝕等情形及是否被侵耕、被植物堵塞而影響水庫排洪功能。
- 4.水庫污染情形可由檢視表面懸浮物及水質混濁狀況大致得知，實際污染程度則可透過水質檢驗予以確定。

4.9 操作運轉系統

4.9 操作運轉系統

1. 主要電腦及周邊設備。
2. 水文氣象測報系統。
3. 通訊網路、傳輸系統。
4. 閘門操作監控系統。
5. 備用電腦。
6. 警報系統。
7. 其他設備。

【解說】

1. 電腦及周邊設備應詳細記載其種類、主要性能及周邊設備之種類與數量。
2. 水文氣象測報系統之檢查內容，包括量測儀器之種類、功能及運轉狀況等。
3. 通訊網路、傳輸系統應檢查其通訊對象、傳輸時距及內容。
4. 閘門操作監控系統之檢查應儘量配合水工機械之現場檢查時機，以避免閘門不必要之啟閉操作。
5. 警報系統之檢查內容，包括警報設施之種類及功能、數量與配置、可靠度、警報之有效距離與範圍、補助電源等項目。

4.10 水工機械及其機電設備

4.10 水工機械及其機電設備

1. 攔污柵及閘門(板)。
2. 鋼管及鋼襯。
3. 放流閘及閘門。
4. 吊門機、驅動機及吊車(含耙污機)。
5. 電氣及控制設備。
6. 緊急發電機。
7. 操控用資通訊系統。
8. 操控警告及防呆系統。

【解說】

1. 水工機械及其機電設備之陸上現場檢查包含以下 2 個部份：

(1) 目視檢查

對存置於水面上或無水狀態之水工機械及其機電設備直接進行目視檢查，以檢查其現況及保養維護情形。閘門目視檢查應於閘門平時儲存位置施行，如有需要應配合申請電廠停機、停止取水或關閉其維護閘門(板)等措施將閘門門扉提吊至維護平台，以利檢視。鋼管或鋼襯及設置於管路中閘門(閘)之檢視則得放空鋼管路積水以進入檢查或採用水中檢查方式檢查。檢查之時間應儘量配合各水庫年度例行維護檢修時期進行。

(2) 運轉功能檢查

閘門及閘之試運轉檢查分成下列 2 種方式：

無水試運轉：於無水狀態下啟閉閘門或閘，以檢測閘門、閘及其機電設備之運轉功能。

有水試運轉：於有水狀態下啟閉閘門和閘以檢測閘門、閘及其機電設備之運轉功能。試運轉應視水庫之水位實際狀況儘量配合取水、放水、排洪運轉或例行試運轉時期施行，並應依據閘門操作運轉規則施行。

試運轉前應先經目視檢查確認設備狀況正常，且各項設備及其附屬設備之狀態與其操作皆需符合操作規則規定，如狀況特殊，則須考慮先行擬妥安全應變措施。試運轉之操作應由蓄水庫各該設備之運轉操作人

員施行，以維安全並可確認運轉操作人員操作設備之熟練度。

當試運轉所需之最大水頭或流量不易達到，或者閘門或閥不適合進行全程運轉時，則可視實際狀況變更試運轉之條件或操作開度，惟應先複核該設備歷年來之運轉記錄後再行決定。

2. 攔污柵及閘門(板)檢查要點：

I. 目視檢查：

- (1) 鋼鐵構件及銲道有無油漆剝落、腐蝕、裂縫、穴蝕、磨損、變形或損壞情形。
- (2) 螺栓或鉚釘有無腐蝕、變形或鬆脫情形。
- (3) 水封有無磨損、老化或變形現象並檢查其水密性。
- (4) 構件有無積水以及污物與生物附著或洩水孔堵塞現象。
- (5) 主輪、側導輪、彈簧輪、防震輪等設備之磨損及其結合、潤滑情形。
- (6) 弧形閘門門樞軸之結合及潤滑情形。
- (7) 門扉上通水閥之水密性檢查。
- (8) 閘門門扉或閘板是否置於正確存放位置。

II. 運轉功能檢查：

- (1) 試運轉啟閉閘門過程中檢視閘門有無劇烈振動、出現異聲或卡住現象，主輪、側導輪及彈簧輪轉動是否正常，通氣管功能是否正常。
- (2) 閘門(板)吊樑操作過程中，其吊鉤之上鉤及脫鉤動作以及通水閥之啟閉及通水情形是否正常。
- (3) 弧形閘門樞軸轉動情形是否正常。

3. 鋼管及鋼襯檢查要點

- (1) 鋼管、鋼襯及其附屬設備之構件與銲道有無油漆剝落、腐蝕、裂縫、磨損、變形或損壞情形。
- (2) 鋼管接頭、伸縮節、盲蓋及人孔之水密性及螺栓現況檢查。
- (3) 空氣閥及排水管、閥運轉功能是否正常。
- (4) 鋼管通水時是否有異常振動情形。
- (5) 鋼管伸縮節之伸縮情況是否正常。
- (6) 鋼管鎮墩、支承座或鞍座狀況是否異常。

4. 放流閥及閘門檢查要點

放流閘門一般包括高壓滑動閘門、環滑閘門、噴流閘門等，其與各種閥

設備之現地檢查要點如下所述：

I. 目視檢查：

- (1) 銘牌資料之檢視。
- (2) 閘門或閥體及其附屬設備構件與銲道有無油漆剝落、腐蝕、裂縫、穴蝕、沖蝕、變形或損壞情形。
- (3) 連結螺栓有無腐蝕、鬆脫或變形現象。
- (4) 水密性之檢查。
- (5) 閘門或閥體是否置於正確存放位置。

II. 運轉功能檢查：

- (1) 閘門或閥體有無異常振動或聲音以及構件卡住之現象，通氣管功能是否正常。
- (2) 旁通管、閥及排水管、閥以及空氣閥於排水與充水過程中，其動作是否正常。

5. 吊門機、驅動機及吊車（含耙污機）檢查要點

I. 目視檢查：

- (1) 機組銘牌之檢視(包括馬達或減速機組等)。
- (2) 機組設備潤滑情形以及其構件與銲道有無油漆剝落、腐蝕、裂縫、磨損、變形及損壞情形。
- (3) 設備及系統之組合或連結構件有無移位、鬆脫、缺損、磨耗及潤滑不足情形。
- (4) 鋼索有無扭結、變形、斷線、鬆緊不一及欠缺油脂塗敷情形。
- (5) 吊桿或驅動桿有無裂痕、變形、損傷及潤滑不足情形。吊桿與門扉吊耳接合是否牢固。
- (6) 油壓泵、輸油管線、油壓控制單元及油壓缸有無漏油現象。
- (7) 減速機之潤滑油位或貯油槽之油位不可低於油位下限。
- (8) 檢視安全極限開關設定值與設計值是否相符。
- (9) 單軌吊車、雙軌吊車以及門型吊車等使用執照之檢查。

II. 運轉測試：

- (1) 運轉速度之測試(包括開啟及關閉速度)。
- (2) 油壓系統之檢視、油壓值之測定及壓油管漏油之檢測(適用於油壓吊門機之檢查)。
- (3) 運轉機組時振動及其聲音是否異常。
- (4) 馬達外殼溫度是否過高。
- (5) 傳動機構運轉情形及煞車制動情形之檢視。

- (6) 開度指示器與實際運轉行程之核對檢視。
- (7) 安全極限開關及鋼索鬆索開關動作之檢測。
- (8) 運轉測試結果與原設計值及歷年運轉記錄比較。
- (9) 手動操作是否正常。

6. 電氣及控制設備檢查要點

I. 目視檢查：

- (1) 配電盤、電源盤及控制盤之外表及油漆檢查。
- (2) 配電盤、電源盤及控制盤等內部電氣裝置、元件檢查及電纜、線頭連接狀況之檢查。
- (3) 電氣盤上之操作開關指示儀表及指示燈之檢查。
- (4) 設備接地檢查。
- (5) 管路狀況檢查。
- (6) 閘門操作程序(SOP)之標示檢查。

II. 運轉測試：

- (1) 閘門、閘啟閉運轉中各開度電流、電壓之測試與記錄（含起動時電壓及電流）。
- (2) 控制盤上各運轉指示燈之動作檢視。
- (3) 運轉測試結果與原設計值和歷年運轉記錄比較。
- (4) 水位自動控制裝置之測試。

7. 緊急發電機檢查要點

I. 目視檢查：

- (1) 檢視緊急發電機及其配備之維修保養情形。

II. 運轉測試：

- (1) 檢查電流、電壓、出力及各儀表之動作情形。
- (2) 運轉中是否有異常振動及聲音。

8. 依據現場檢查結果，當發現構件有磨損、穴蝕、沖蝕、銹蝕較為嚴重或有裂縫、變形等現象及閘門、閘、鋼管於運轉時有振動情形或提吊能力有疑慮時，得視需要及其可行性辦理非破壞性檢測。有關水工機械之非破壞性檢測內容與方法可參閱 5.2.5 節之內容。

9. 橡皮壩檢查要點：

I. 目視檢查：

- (1) 橡皮壩需確認攔水起立、排洪倒伏功能是否正常，表面有無破損、

洩氣。

II. 運轉測試:

(1) 重要固定零件、電源、電源箱與控制箱及管線等機電設備及鼓風機、抽風機之運轉測試檢查等。

10. 針對使用之遙控系統操控閘閥，為防止異常或無意觸動之閘閥做動，遙控系統操控必須設置防呆及警告設備，應針對操控用資通訊系統以及操控警告及防呆設備，進行運作、安全性、以及資訊安全檢查。

第五章 補充調查與試驗

5.1 通則

5.1 通則

水庫安全評估之補充調查與試驗工作，係完成安全資料複核及現場檢查工作後，經認定非經補充調查與試驗，無法進一步分析評估時，則應進行補充調查與試驗。

【解說】

水庫安全評估之補充調查與試驗，隨建造物及所處環境之實際條件與狀況不同而所有差異，經認定後於 5.2 節所述之補充調查與試驗項目中選擇所需者予以施作，並根據調查及試驗之結果，進行分析評估之工作。

5.2 補充調查與試驗項目

5.2 補充調查與試驗項目

1. 淤積測量。
2. 地質調查。
3. 大地力學試驗。
4. 混凝土檢驗。
5. 水工機械及其機電設備非破壞性檢測。
6. 其他。

【解說】

1. 本節分別針對水庫安全評估之淤積測量、地質調查、大地力學試驗、混凝土檢驗、混凝土結構非破壞性檢測及水工機械及其機電設備非破壞性檢測等補充調查與試驗工作之目的、辦理時機、調查及試驗之項目等，予以規定。上述補充調查與試驗工作得委託績優之事業廠商辦理。
2. 本節所述之各項補充調查與試驗工作內容，可視實際需要選擇全部或局部內容予以辦理。
3. 其他可能之補充調查與試驗項目，如滲流路徑探查、河床淤積或沖刷物顆粒粒徑分析、壩體及基礎微振量測、混凝土結構強迫振動試驗等，在安全評估上屬於較為特殊及少見之項目，可視實際需要並配合水庫之特性酌採辦理。

5.2.1 淤積測量

5.2.1.1 目的

5.2.1 淤積測量

5.2.1.1 目的

- 1.瞭解水庫淤積分佈情形及水庫總容量與有效容量之變化情形。
- 2.校正水庫水位容量曲線及運轉規線，使水庫營運計畫更為適切。
- 3.瞭解重要取水、排砂結構物之淤積對流量與流況之影響程度。
- 4.評核排砂設施之排砂效果。
- 5.併同水文站含砂量量測資料及集水區水土保持措施，評估水庫集水區內之土壤沖蝕情形。

【解說】

水庫淤積測量可瞭解水庫淤積分佈及水庫總容量與有效容量之變化情形，藉以推估水庫有效壽齡及校正水庫水位容量曲線與運轉規線，可使水庫之營運計畫更為切合實際，達到之水庫有效管理。

另外，利用量測得到之淤積高程與分佈資料，可有效評估淤積對於排洪、取水及排砂設施水理、功能及結構安全之影響，並做為水庫管理單位研擬清淤計畫之依據。根據淤積測量之資料可推估特定時間之總淤積量，藉以評估排砂設施之排砂效果及集水區內之土壤沖蝕情形與水土保持成效。

一般水庫淤積測量以斷面測量成果轉繪製成蓄水範圍地形圖，於重要取水、排砂結構物周圍應同時辦理地形測量，以免地形資料失真，降低後續評估工作之可靠性。

5.2.1.2 時機

5.2.1.2 時機

- 1.需辦理水庫安全評估之水庫，一級水庫其淤積測量至少每五年辦理一次；二、三級水庫至少每八年辦理一次。
- 2.最近一次淤積測量至今超過三年者，且該期間年數乘以前次安全評估推算平均年淤積量之乘積大於水庫呆庫容之百分之十者。
- 3.前次淤積測量之後，曾有洪峰量超過二分之一前期校核洪峰量之洪水侵襲。
- 4.其他經評估有實際需求者。

【解說】

- 1.配合法令規定，必須要有水庫淤積資料可供評估，故一級水庫至少每 5 年應辦理 1 次淤積測量；二、三級水庫至少每 8 年辦理 1 次。
- 2.台灣地區近年颱風災害資料顯示，平均每 3 年即有大型颱風造成集水區土石大量下洩，故水庫淤積測量頻率若低於 3 年 1 次者，即應評估水庫年淤積量高低情形是否影響呆容量，並研擬適當的水庫淤積測量頻率。
- 3.洪水之洪峰量未達 1/2 設計洪峰量，惟經評估有實際需求者，應辦理全部或局部之水庫淤積測量。
- 4.水庫排砂操作後需檢討排砂成效，或水庫改變運轉規則，或上游集水區有大量崩坍或其他可能對水庫淤積造成重大影響者，經評估有實際需求時，應辦理全部或局部之水庫淤積測量。

5.2.1.3 工作項目

5.2.1.3 工作項目

1. 平面控制測量。
2. 高程控制測量。
3. 地形測量。
4. 橫斷面測量。

【解說】

1. 平面控制測量應以三等以上之三角點為引測之依據。高程控制測量應以一等水準點系統為依據。
2. 淤積測量採地形測量者比例尺不小於 1/2,000。淤積測量採橫斷面測量者，橫斷面總數視水庫規模及測量精度之要求而定。
3. 測量方式分為陸地測量及水中測量 2 種。陸地測量可採三角測量、導線測量或其他經公認可行之方法；水中測量可採測竿、錘繩、迴聲測聲儀或其他經公認可行之方法。
4. 三角測量除由已知之全國性三角測量系統接測，並閉合至其他已知點者外，應辦理基線測量。
5. 導線測量之主導線始、終點均應閉合於三等以上之三角點。
6. 三角測量之三角形閉合差應小於 5 秒，長度與距離閉合差應小於 1/10,000；導線測量之主導線位置閉合差應小於 1/10,000；水平角閉合差應小於 $10''\sqrt{N}$ ， N 為測站數。
7. 水下橫斷面各測量高程應由陸上水準點引測，並於陸上架設經緯儀及水準儀以控制水平及高程。
8. 所有測量儀器均應經檢測後方可使用。
9. 施測斷面除樁位遺失或間距過大或設置位置不佳等原因重新定樁外，應儘可能依以往施測之樁位進行斷面測量，以便與歷年施測成果比對。
10. 蓄水面積之計算一般依斷面間距方式、等高線法或其他經驗證可行之方法計算之。蓄水量則採錐形體積公式或其他驗證可行之方法計算。
11. 測量圖之比例尺一般係依水庫規模及實際需求而定，惟橫斷面及縱斷面圖之垂直比例尺不得小於 1/200，平面圖比例尺不得小於 1/2,000。
12. 淤積測量工作完成後應提出成果報告，報告內容至少應包括：前言、工作項目、工作期程、測量儀器簡介、測量方法與程序、測量過程與成果

等，其中測量成果應採二度分帶座標系統為準。另外，報告中應詳列蓄水量及蓄水面積之計算公式及過程以利校核。

5.2.2 地質調查

5.2.2.1 時機

5.2.2 地質調查

5.2.2.1 時機

- 1.經基本資料蒐集複核結果，認為有地質資料明顯不足或欠缺時。
- 2.經現場檢查結果，認為有不明地質因素，可能影響水庫安全時。
- 3.對於上一次安全評估結果建議辦理之項目，經檢討認為確需辦理者。
- 4.其他經評估有實際需求者。

5.2.2.2 工作項目

5.2.2.2 工作項目

- 1.堆填壩體材料。
- 2.壩體與壩基座接合情形。
- 3.壩基座地層材料。
- 4.附屬結構物基礎材料。
- 5.周邊崩坍地地層特性等。

【解說】

- 1.地質調查前應針對調查目的、項目及現地狀況，選擇適當的調查方法，並擬定地質調查計畫書，做為執行之依據。
- 2.地質調查主要利用地下探查方式進行，包括鑽探與取樣、非破壞性檢測等方式。
 - a.採鑽探方式時，應考慮對壩體、壩基結構或水密性造成之影響，鑽探完成後鑽孔應以非收縮性材料回填，以確保壩體原有之強度及防滲性。
 - b.非破壞性檢測一般包括地球物理、超音波或振動量測等方式。
- 3.其他地質調查方式包括遙感衛星判釋、GPS 定位、地下鑽孔攝影、剝洗法、槽溝開挖、試坑、橫坑等，可視實際需要及情況加以選擇。
- 4.地質調查工作執行時應注意下列事項：
 - a.工作執行不得損及現有壩體及附屬結構物等之安全性。
 - b.調查位置應會同壩工工程師及管理單位人員勘驗後訂定。
 - c.鑽孔完成後應以適當材料確實回填，並經管理單位人員確認。
 - d.確實遵守管理單位相關之規定事項。
- 5.地質調查工作完成後應提出成果報告，報告內容至少應包括：前言、工作項目、工作方法、工作期程、調查過程與結果、結果評估等項目。

5.2.3 大地力學試驗

5.2.3.1 目的

5.2.3 大地力學試驗

5.2.3.1 目的

- 1.瞭解特定區域之地層構造與材料特性。
- 2.決定地層之材料參數，提供混凝土及土工結構安全校核與分析之用。

【解說】

大地力學試驗係於現地探測與實驗或於試驗室利用土樣、岩心進行各項試驗，以瞭解特定區域之地層構造與材料特性。另外，根據試驗結果經評估後可決定地層之材料參數，以提供建造物混凝土及土工結構安全校核與分析之用。

5.2.3.2 時機

5.2.3.2 時機

- 1.經現場檢查結果，認為建造物基礎地層及邊坡材料有劣化或其他潛在問題，可能影響建造物之安全。
- 2.須進行校核分析之對象或區域，其地層或邊坡材料參數缺乏、不足或既有材料參數經評估已不適用且無法合理假設。
- 3.其他經評估有實際需求者。

【解說】

- 1.經現場檢查結果，認為建造物基礎地層及邊坡材料有劣化或其他潛在問題，可能影響建造物之安全時，應辦理相關之大地力學試驗，以瞭解實際基礎及邊坡材料與構造之狀況，以評估其影響程度與找出潛在之問題。
- 2.安全評估規定須進行校核分析之對象或區域，其地層或邊坡材料參數缺乏、不足或既有材料參數經評估已不適用且無法合理假設之時，為順利進行校核分析工作，獲得合理之結果，應辦理相關之大地力學試驗，以獲得更詳盡之參數。

5.2.3.3 工作項目

5.2.3.3 工作項目

- 1.標準貫入試驗。
- 2.土壤試驗。
- 3.岩石試驗。
- 4.其它試驗。

【解說】

- 1.大地力學試驗包括現地試驗及室內力學試驗 2 種類型。
- 2.標準貫入試驗屬於現地試驗，目的在於求得土層貫入之 N 值。
- 3.土壤試驗屬於室內力學試驗，利用薄管取樣或劈管取樣方式取得之試體進行試驗，其中薄管取樣所使用之薄管規格及試驗步驟應符合 ASTM D1587-83 之規定，而劈管取樣一般併同標準貫入試驗辦理，其所使用之劈管取樣器及試驗步驟應符合 ASTM D1586-84 之規定。
- 4.土壤試驗項目：
 - (1)一般物理性質試驗：
 - 單位重(參考規範:CNS 5091, ASTM D2216, BS 1377)
 - 含水量(參考規範:CNS 5091, ASTM D2216)
 - 阿太堡限度(參考規範:CNS 5087, 5088, ASTM D4318, D427, BS 1377)
 - 比重(參考規範:CNS 5090, ASTM D854, BS 1377)
 - 顆粒粒徑分佈(參考規範:CNS 11766, ASTM D421, D422, BS 1377)
 - (2)直接剪力試驗(參考規範:ASTM D3080, BS 1377)
 - (3)三軸壓密不排水試驗(參考規範:Bishop and Henkel (1962), ASTM D2850, BS 1377)
 - (4)透水試驗(參考規範:CNS 11778, ASTM D3080, BS 1377)
- 5.岩石試驗屬於室內力學試驗，利用鑽探方式取得之岩心試體進行試驗，鑽探應依照公認之規範、步驟及方法進行。
- 6.岩石試驗項目：(參考規範:ISRM suggested methods, 1981)
 - (1)一般物理性質試驗
 - (2)單軸壓縮試驗
 - (3)弱面直接剪力試驗

(4)靜彈性模數試驗

7.其它試驗：

視個別情況及實際需要(如辦理堆填壩之動態分析)採行，項目包括：

(1)試坑開挖及現地密度試驗

(2)現地剪力波速量測：可採用下孔式、跨孔式震測、P-S Logging 或表面波譜法

(3)壩體及基礎微動量測

(4)壩基岩盤地表震波探測

(5)三軸壓密排水試驗(參考規範:Bishop and Henkel (1962), ASTM D2850, BS 1377)

(6)動態特性試驗

(7)動態強度試驗

8.各項取樣及試驗工作應依所列之參考規範或公認之規範、步驟及方法進行。

9.大地力學試驗工作完成後應提出成果報告，報告內容至少應包括：前言、工作項目、工作方法及參考規範、工作期程、現地或室內試驗過程與結果、結果評估等項目。

5.2.4 混凝土檢驗

5.2.4.1 目的

5.2.4 混凝土檢驗

5.2.4.1 目的

- 1.瞭解混凝土材料老化、劣化或組成構造之情形。
- 2.瞭解混凝土強度是否符合原設計之要求。
- 3.瞭解混凝土本身裂縫、空洞或混凝土與土壤或岩盤界面分離或淘空之情形。

5.2.4.2 時機

5.2.4.2 時機

- 1.經現場檢查結果，混凝土材料有老化或劣化之虞，或混凝土強度疑似不足等情況。
- 2.經現場檢查結果，混凝土表面出現不正常裂縫、滲水或與土壤或岩盤界面疑似有分離或淘空等情況。
- 3.其他經評估有實際需求者。

【解說】

當混凝土材料出現老化、劣化、強度不足、混凝土表面出現不正常裂縫、滲水，或者混凝土與土壤或岩盤界面產生分離或淘空情形時，可能導致混凝土承载力不足，危及建造物之安全，此時應辦理混凝土檢驗，瞭解混凝土實際狀況，以評估其對建造物安全之影響。

5.2.4.3 工作項目

5.2.4.3 工作項目

- 1.施密特錘擊試驗。
- 2.物理性試驗。
- 3.中性化試驗。
- 4.其他試驗。
- 5.非破壞性檢測。

【解說】

- 1.施密特錘擊試驗之目的為粗估混凝土之表層抗壓強度，於現場施作，步驟如下：（參考規範：ASTM C805）
 - (1)試驗面清理磨平
 - (2)錘擊，每處應至少 12 點
 - (3)修正至等值水平反彈值
 - (4)估計混凝土抗壓強度(反彈值與抗壓強度關係曲線)
- 2.物理性試驗屬於室內試驗，利用鑽心取樣方式取得混凝土試體進行試驗。一般試體直徑不得小於粗粒料最大粒徑之 3 倍，如實際有困難時，容許最少 2 倍，惟不得少於 5 cm (CNS 1238)；試體長度應為直徑之 2 倍以上，如實際有困難時，得予以縮短，但不得小於試體直徑。當試體長度與直徑比小於 2 時，試驗強度應乘上修正因數。
- 3.混凝土鑽心取樣位置可由現場檢查結果或施密特錘擊試驗結果加以決定，一般多於壩頂、壩面及廊道內鑽心取樣。鑽心試體直徑較小者(< 7.5 cm)，可利用攜帶型鑽孔機取樣，試體直徑較大者，則須使用鑽孔機。
- 4.物理性試驗項目：
 - (1)單軸抗壓強度試驗
 - (2)靜態彈性試驗
 - (3)動態彈性試驗
- 5.中性化試驗：新鮮健全之混凝土呈強鹼性，其鹼性強度隨風化程度而衰減至中性。以含有酚酞之酒精溶液塗敷混凝土試體表面，試體呈紫紅色則代表新鮮之混凝土，不變色之部份則代表已中性化(老化)之部份。
- 6.其他試驗：

當混凝土疑似含有不當之礦物或組成時，可採用下列試驗項目加以

瞭解：

(1)X 光繞射分析

(2)顯微分析

7.非破壞性檢測：

a.當混凝土中產生明顯裂縫、空洞，或是混凝土與土壤或岩盤介面疑似發生分離或淘空情形時，可採用非破壞性檢測之方式進一步調查。

b.混凝土裂縫一般可利用敲擊回音(impact echo)或超音波(ultrasonic wave)等方式得知裂縫之實際深度。

c.混凝土中之空洞及混凝土與土壤或岩盤介面之分離或淘空則可藉由透地雷達(ground penetration radar)或地電阻(ground resistance)等方式探查得知空洞之實際大小與分佈情形。

8.各項取樣、試驗及非破壞性檢測工作應依所列之參考規範或公認之規範、步驟及方法進行。

9.混凝土檢驗工作完成後應提出成果報告，報告內容至少應包括：前言、工作項目、工作方法與參考規範、工作期程、取樣及試驗過程、試驗結果評估等項目。

5.2.5 水工機械及其機電設備非破壞性檢測

5.2.5.1 目的

5.2.5 水工機械及其機電設備非破壞性檢測

5.2.5.1 目的

瞭解水工機械及其吊門機(含驅動機及吊車)等設備之構件與銲道瑕疵、構件厚度、實際受力與振動情形、電氣及控制設備性能劣化趨勢。

【解說】

- 1.水工機械非破壞性檢測之結果將製作成檢測記錄，以作為評析與判斷設備壽命及安全性之依據資料。
- 2.水工機械設備經評估可視需要或可行性，對結構之實際承載能力、抵抗變形能力、振動狀態進行應力檢測或振動檢測，做為評估設備安全性及運轉功能可靠性之依據。
- 3.由於機電元件與系統失效頻率較高，因此該部分為未來維護管理重點項目，經由電氣絕緣試驗、接地電阻試驗、震動試驗等檢測了解電氣及控制設備之電器元件、電線電纜性能劣化趨勢或有異常震動情形，或發現電氣絕緣有劣化趨勢或有顯著劣化情形，必要時即進行預防性維修以確保運轉之可靠性。

5.2.5.2 時機

5.2.5.2 時機

- 1.依據現場檢查結果，當發現構件有缺陷，或設備現場環境惡劣而疑有損傷顧慮，且缺乏足夠現況資料可供評估時。
- 2.閘門、閘、鋼管於運轉過程有振動情形或構件強度有不足之疑慮時。
- 3.電氣及控制設備運轉動力供應或控制系統不穩定時；
- 4.其他經評估有實際需求者。

【解說】

- 1.當水工機械設備發生下列情形時，應進行探傷檢測以檢驗構件內部與表面有無缺陷、裂紋，或者進行超音波測厚以檢測構件現存厚度：
 - (1)經目視檢查、試運轉功能及水中檢查結果，發現或懷疑構件磨損、穴蝕、沖蝕、銹蝕較為嚴重或有裂縫、變形情形時。
 - (2)設備現場環境惡劣而疑有損傷顧慮，且缺乏足夠現況資料評估其安全性時。所謂惡劣之現場環境指的是維修困難、容易受水流或砂石沖刷磨損或穴蝕、空氣品質或水質具易腐蝕性等環境情況。
- 2.閘門、閘、鋼管於運轉時有振動情形，或經長期使用，其構件強度有不足之疑慮時，應進行設備之應力檢測或振動檢測。
- 3.電氣及控制設備影響水工機械做動之穩定性，當其運轉動力供應或控制系統不穩定時即應進行必要之檢測。

5.2.5.3 工作項目

5.2.5.3 工作項目

1. 銲道及構件探傷。
2. 構件厚度檢測。
3. 應力檢測。
4. 振動檢測。
5. 電氣及控制設備運轉操作穩定性檢測。

【解說】

1. 銲道及構件探傷：一般可採用超音波檢測法、射線檢測法、磁粒檢測法及液滲檢測法等方式辦理。
2. 構件厚度檢測：可利用超音波或黏土泥等方式檢測。
3. 銲道及構件探傷或構件厚度檢測之執行、記錄與瑕疵判定等，應依據中國國家標準(CNS)相關規範或國外相當規範辦理。
4. 目前中國國家標準(CNS)有關水工機械設備銲道及構件之探傷或厚度檢測之常用規範如下：

CNS Z8048 液滲檢測法通則

CNS Z8054 鑄件表面液滲檢驗法

CNS Z8056 鍛件液滲檢驗法

CNS Z8060 銲道液滲檢驗法

CNS Z8131 鋼結構銲道液滲檢測法

CNS Z8049 磁粒檢測法通則

CNS Z8057 鑄件及鍛件磁粒檢驗法

CNS Z8058 銲道磁粒檢驗法

CNS Z8125 鋼結構銲道磁粒檢測法

CNS Z8050 射線檢測法通則

CNS Z8055 碳鋼熔接件射線檢測法

CNS Z8059 鑄件射線檢驗法

CNS Z8076 不銹鋼熔接件射線檢測法

CNS Z8114 鋼結構銲道射線檢測法

CNS Z8012 金屬材料之超音波探傷檢驗法

CNS Z8061 壓力容器用鋼板直束法超音波檢驗法

CNS Z8063 鋼對接銲道之超音波檢驗法

CNS Z8075 鋼結構銲道之超音波檢驗法

CNS Z8099 結構用鋼板超音波直束檢測法

CNS Z8128 電弧銲鋼管超音波檢測法

CNS Z8115 鋼結構銲道目視檢測法

5. 磁粒檢測法及液滲檢測法主要為檢測表面缺陷。進行磁粒檢測之鋼構或銲道材質需適合磁性材料，部分不銹鋼材質因無磁性不適合施作。而液滲檢測之鋼材表面須經乾燥處理，故易受到檢測溫度及通風之限制。
6. 射線檢測法主要為檢測表面、近表面及內部缺陷。射線檢測可適用各種材質，且有照片而容易判別缺陷種類。惟其有輻射危險需特別管制，設備儀器較笨重，需沖洗底片故所需時間較長；受測鋼材或銲道之背面需透光，否則無法施作（例如埋設於混凝土鋼管、銲道另一側有鋼板等均無法施作）；一般角銲無法貼底片亦不適合本檢測法。
7. 超音波檢測法主要為檢測近表面及內部缺陷。超音波檢測儀器攜帶性高，可立即研判缺陷深度位置，而且不像射線檢測之限制性。惟檢測表面須清理不可過於粗糙，表面缺陷無法測得，其操作之技術性較高。
8. 電氣及控制設備針對其運轉操作功能規格、操作穩定性、工作電壓、電流、所需功率(耗能)、工作(或環境)溫濕度、控制或回饋訊號品質、以及裝備外觀等項目進行檢測。
 - (1) 電氣絕緣檢測可參考「用戶用電設備裝置規則(110年03月17日)」第七節 電路之絕緣及檢驗試驗之相關規定辦理。
 - (2) 接地電阻檢測可參考「用戶用電設備裝置規則(110年03月17日)」第八節 接地及搭接之相關規定辦理。
 - (3) 震動試驗檢測可參考下列 ISO 標準辦理：
 - a. ISO 10816-1:1995: Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 1: General guidelines.
 - b. ISO 10816-21:2015: Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 21: Horizontal axis wind turbines with gearbox.
 - c. ISO 20816-3:2022: Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration — Part 3: Industrial machinery with a power rating above 15 kW and operating speeds between 120 r/min and 30 000 r/min.

第六章 校核分析

6.1 通則

6.1 通則

水庫之安全評估工作，當建造物所處環境或荷重條件已發生變化而與原設計考量不同，有影響建造物安全或功能之虞慮，或者完成建造物相關安全資料複核及現場檢查工作後，認為某些問題必須進一步分析方能加以評估時，應進行本項校核分析工作。

【解說】

水庫安全評估之校核分析與評估之項目將隨水庫及堰壩之條件及實際狀況而有所不同，且經認定 6.2 節所述之校核分析與評估項目，某些項目必須進一步分析方能評估時，再進行該項目之校核分析。

6.2 校核分析項目

6.2 校核分析項目

- 1.校核地震評析。
- 2.校核洪水評析。
- 3.結構物水理評析。
- 4.水庫淤積評析。
- 5.排洪設施之排洪能力評析。
- 6.壩體出水高度之評析。
- 7.壩或堰之結構安全評析。
- 8.附屬結構物安全評析。
- 9.隧道結構安全評析。
- 10.壩基座及水庫周圍邊坡安定評析。
- 11.監測儀器觀測資料評析。
- 12.水工機械及其機電設備評析。

【解說】

本章之規範係針對上述各項目列舉現階段可用之分析方法，惟由於分析方法將隨學術理論與電腦科技之發展有所改變，必要時應予以更新。同時，本規範亦將針對上述各核核分析項目之分析準則、分析模式、分析結果之評估等予以規範。

6.2.1 校核地震評析

6.2.1.1 工作內容

6.2.1 校核地震評析

6.2.1.1 工作內容

1. 資料蒐集、建檔或更新本階段安全評估之前所有相關地震研究之報告。
2. 資料複核。
3. 校核地震參數之求取。
 - (1) 最大可能地震(MCE)之震源位置及規模。
 - (2) 最大可能地震(MCE)、設計基準地震(DBE)、運轉基準地震(OBE)及校核地震之設計 PGA 值。
 - (3) 最大可能地震(MCE)、設計基準地震(DBE)、運轉基準地震(OBE)及校核地震之地震係數。
 - (4) 設計反應譜。
 - (5) 加速度歷時曲線。
4. 綜合評估。

【解說】

1. 校核地震評析工作可分為複核及重新評估兩部分，複核之基本精神在於了解以往校核地震評析工作不足之處，並且建立地震資料庫，作為本階段安全評估之基本資料。而重新評估乃基於研究方法之改進與地震資料之更新增加，評析校核地震參數，充實既有之資料，而非否定原有之成果。本節僅規範校核地震參數之求取；至於有關資料蒐集、建檔及複核之相關條文已列於第二至第三章內，本節不予贅述。
2. 如經評估結果無須辦理壩(堰)體應力校核或動態分析時，上述工作內容 3 之(4)及(5)兩項得免予辦理。

6.2.1.2 最大可能地震(MCE)震源位置及規模之求取

6.2.1.2 最大可能地震(MCE)震源位置及規模之求取

最大可能地震之震源位置及規模應按壩址所在研究區域內之地震環境及孕震構造特性，選用下列方法求取：

- 1.研究區域內曾發生之最大歷史地震之震源位置及規模。
- 2.研究區域內活動斷層之位置及最大破裂長度。
- 3.研究區域內活動構造之位置及最大錯動面破裂尺度。
- 4.採用能量累積法(energy accumulation method)計算壩址所在之震源分區之最大規模，震源位置則訂為壩址下 5 公里處。

6.2.1.3 設計尖峰地表加速度值之計算

6.2.1.3 校核尖峰地表加速度值之計算

水庫校核尖峰地表加速度值之計算，應分別採用下列方法為之：

- 1.MCE 校核尖峰地表加速度值：採用定值法、機率法或經安全評估主辦單位核可之方式辦理。
- 2.DBE、OBE 校核尖峰地表加速度值：採用機率法或經安全評估主辦單位核可之方式辦理。
- 3.若同時採用兩種(含)以上方法時，應說明最後採用結果及理由。

【解說】

定值法(deterministic method)及機率法(probabilistic method)皆為定義廣泛之科學研究方法。在校核地震評析中，校核尖峰地表加速度值之計算方法繁多。本規範所訂之方法係依國內地質與地震之研究現況，並兼顧目前學術界及工程界廣為接受之方法而訂定之。

本規範 6.2.1.4 節將針對以定值法分析求算 MCE 設計尖峰地表加速度值詳細說明；6.2.1.5 節將針對以機率法分析求算 MCE、DBE 與 OBE 之設計尖峰地表加速度值詳細說明。

安全評估執行單位如欲採用與本規範不同之定值法或機率法，應經過安全評估主辦單位核可後，始可辦理。使用兩種(含)以上方法計算設計尖峰地表加速度值時，最後採用值應說明採用原因。

6.2.1.4 MCE 設計尖峰地表加速度值之定值法分析

6.2.1.4 MCE 校核尖峰地表加速度值之定值法分析

MCE 校核尖峰地表加速度值之定值法分析應按下列步驟為之：

- 1.地震活動探討。
- 2.活動斷層調查。
- 3.採用 6.2.1.3 點所求取之 MCE 規模。
- 4.選用尖峰地表加速度衰減公式。
- 5.計算壩址水平向 MCE 校核尖峰地表加速度值。
- 6.計算壩址垂直向 MCE 校核尖峰地表加速度值。

【解說】

- 1.地震活動探討係藉所蒐集之地震目錄，研析資料以瞭解研究區域地震活動之時空分布特性，至少應包括下列項目：
 - (1)繪製台灣地區震央分布圖。
 - (2)繪製研究區域震央分布圖。
 - (3)繪製研究區域災害性地震震央分布圖。
 - (4)分析震央空間分佈與活動斷層關係。
- 2.既有文獻顯示，地震之發生與活動構造有關。活動構造包括：活動斷層、活動褶皺、活動盆地、火山活動等，其中斷層活動與地震間之關係是學術界研究較多，瞭解較為清楚的一項。活動褶皺、活動盆地與地震間之關係，目前尚待釐清；至於火山活動，由於火山活動引發之地震規模較小。因此本規範活動構造之調查主要針對活動斷層。
- 3.活動斷層之認定標準建議參考經濟部地質調查及礦業管理中心之定義：「經濟部地質調查及礦業管理中心整理綜合各種相關文獻，考量臺灣地區的地體構造環境，將臺灣地區的活動斷層定義為：更新世晚期(距今約 10 萬年)以來曾經活動過，未來很可能會再度活動的斷層。」孕震構造之認定建議採用台灣地震科學中心之地震模型。
- 4.尖峰地表加速度衰減公式應採用台灣地區實測地地動記錄所迴歸之衰減公式，並選擇其最新者，否則應說明原因；可採用 1 種以上尖峰地表加速度衰減公式。應儘量採用斷層面至壩址之最短距離(closest distance)迴歸之加速度衰減公式。
- 5.壩址水平向 MCE 設計尖峰地表加速度值之計算需考量下列因素：

- (1)採用 1 種以上加速度衰減公式計算時，最後採用值應說明原因。
- (2)應考慮加速度衰減公式之不確定性(uncertainty)。
- (3)應考慮加速度衰減公式之近場(near-field)適用性。

6.壩址垂直向 MCE 設計尖峰地表加速度值之計算需考量下列因素：

- (1)採用 1 種以上加速度衰減公式計算時，最後採用值應說明原因。
- (2)應考慮加速度衰減公式之不確定性(uncertainty)。
- (3)應考慮加速度衰減公式之近場(near-field)適用性。
- (4)若缺乏垂直向加速度衰減公式時，垂直向 MCE 設計尖峰地表加速度值可由水平向 MCE 設計尖峰地表加速度值直接折減計算，其值不得低於水平向 1/2；而在近斷層區域，其值不得低於水平向 2/3。

6.2.1.5 設計尖峰地表加速度值之機率法分析

6.2.1.5 校核尖峰地表加速度值之機率法分析

校核尖峰地表加速度值包括：最大可能地震(MCE)、設計基準地震(DBE)及運轉基準地震(OBE)等三種校核地震基準，及耐震設計及校核分析用之校核地震。其機率法分析應按下列步驟為之：

- 1.劃分震源區。
- 2.訂定地震發生之時間分佈模式。
- 3.確定震源模式。
- 4.訂定各地震震源區之規模上限。
- 5.訂定各地震震源區之規模下限。
- 6.求取震源區之 b 值。
- 7.計算地震年平均發生率。
- 8.迴歸求取或選用合適之水平向尖峰地表加速度衰減公式。
- 9.計算壩址地震危害度曲線。
- 10.求取壩址水平向尖峰地表加速度值。
- 11.求取壩址垂直向尖峰地表加速度值。
- 12.訂定校核地震。
- 13.訂定邊坡及附屬結構物耐震分析用校核尖峰地表加速度值。

【解說】

機率法分析是以統計學觀點來處理特定地點、特定時期內遭受地震作用所產生之尖峰地表加速度值大於某一定值之機率，亦稱為地震危害度機率法分析(Probabilistic Seismic Hazard Analysis, PSHA)。地震危害度分析步驟中隱藏多項不確定性因素，處理時宜加以考慮。

- 1.震源區劃分應以地震帶及地震區為基礎，其震源區邊界應根據地震活動之空間分佈及孕震構造之幾何特徵決定，考慮之因素如下：
 - (1)災害性地震震央。
 - (2)微震密集帶或集中區。
 - (3)地震空間分佈特性：劃分震源區時，地震震央分佈特性是必須考慮因素之一。分析地震活動空間分佈特性時，發現某種規則情形，應當考慮劃分為震源區。
 - (4)斷層活動區段(segment)。

- (5)活動斷層之端點、轉折處及交匯處等特殊區位。
- (6)與地震相關之深部地體構造及地球物理異常區帶。
- 2.地震發生時間分佈模式應依據地震發生頻率及時間分佈決定之，應說明採用原因並考慮分析模式之不確定性。目前常採用之之模式包括：包生模式(Poisson model)、馬可夫模式(Markov model)、半馬可夫模式(Semi-Markov model)、更新模式(Renewal model)及板機模式(Trigger model)等，其中最常採用者為包生模式。
- 3.震源模式應依震源特性決定，且應說明採用原因，目前常用之震源模式有下列兩種：
- (1)點震源模式(point source model)：可分為點震源(point source)、線震源(line source)及面震源(area source)。
- (2)斷層破裂模式(fault-rupture model)：可分為線斷層位置、方向、長度均已知；面斷層且方向已知；斷層方向未知者。
- 4.各地震震源區之規模上限應依地震環境特性，採下列方式之一訂定，並應說明原因：
- (1)依最大歷史地震規模及孕震構造特性決定。
- (2)以能量累積法計算。
- 5.規模下限應依據能對結構物產生影響之地震規模訂定。目前地震危害度分析中，一般多取規模 4 為下限，校核地震評析工程師可依實際狀況決定之。
- 6.震源區 b 值求取時，應考慮地震資料之完整性、可靠性、代表性及樣本數量。目前多按古登堡—李希特關係式(Gutenberg-Richter relation)迴歸求算 b 值。
- 7.地震年平均發生率應依各震源區規模下限計算。
- 8.迴歸求取水平向尖峰地表加速度衰減公式時必須優先採用台灣地區強地動測站實測之水平向尖峰地表加速度值，按規模、測站地質分類。亦可考量場址相依(site dependent)特性，採用鄰近壩址且地質條件與壩址相似的測站之地震記錄資料，測站與壩址之距離範圍由管理單位依測站分布狀況決定之，並應詳述所採用資料之理由，據以進行迴歸分析與地動預估式新建工作。迴歸式中包括：距離、規模及水平向尖峰地表加速度值等 3 項變數。可迴歸產生 1 種或 1 種以上之衰減公式；

統計迴歸時之不確定性應予謹慎考慮。本項水平向尖峰地表加速度衰減公式可直接選用研究文獻成果，惟應說明採用理由。

- 9.場址相依特性意為鄰近壩址且地質條件與壩址相似的測站，建議可由「全國強震測站場址工程地質資料庫(<https://egdt.ncree.org.tw>)」查詢強震測站之地盤資料進行篩選。
- 10.依機率法分析求取壩址地震危害度曲線，地震危害度分析之地動預估式原則採用 1.5 個標準差以上，未達此標準時應敘明理由。並應針對所採用地動預估式敘明採用理由。
- 11.工址水平向設計尖峰地表加速度值應由工址地震危害度曲線上對應其最大可能地震、設計基準地震及運轉基準地震之再現周期分別求取，其再現週期應按 1.5.2 節 2~4 之規定。
- 12.工址垂直向設計尖峰地表加速度值應由水平向設計尖峰地表加速度值直接折減計算，其值不得低於水平向 1/2；而在近斷層區域，其值不得低於水平向 2/3。
- 13.校核地震之訂定應按 1.5.2 節 5 之規定。
- 14.邊坡及附屬結構物耐震分析用校核尖峰地表加速度值應依水庫之級別與規模訂定，原則上可採用設計地震或較低標準之校核尖峰地表加速度值。

6.2.1.6 地震係數之求算

6.2.1.6 地震係數之求算

地震係數之求算步驟如下：

1. 水平向地震係數應以下表水平向校核尖峰地表加速度值對應之水平向地震係數求算。

水平向校核尖峰地表 加速度值	水平向地震係 數
<0.12 g	0.10
0.12~0.18 g	0.10~0.12
0.18~0.50 g	0.12~0.16
0.50~0.80 g	0.16~0.24
>0.80 g	0.24

2. 垂直向地震係數應以水平向地震係數直接折減，其折減比例不得小於二分之一；而在近斷層區域，其值不得低於水平向地震係數三分之二。
3. 對於大型水庫或災害潛勢較高水庫得另採其他方法，並決定採用值；惟應於報告中述明理由。

【解說】

1. 結構仿靜態耐震分析為一傳統之分析方法。相較於動態分析法，仿靜態較為簡便，然其所用之地震係數多出於經驗。本條文參考日本兵庫縣南部地震後之公路土工(earthwork)準則訂定地震係數方式，由不同之水平向校核尖峰地表加速度值區間對應之地震係數區間求算，地震係數最後採用值可由對應之各區間內插得到。
2. 所謂近斷層區域，目前相關研究並無定量距離之定義方式，而係定性之描述，近斷層區域將受到斷層活動引致之特殊強地動效應與較高的地震潛勢影響，其隨工址與斷層距離增加而衰減，至一定距離後不復受其影響。因此在有近斷層區域相關效應影響之疑慮時，需適度放大垂直向地震係數，並考量上盤效應、斷層錯動開裂對壩體之影響。

6.2.1.7 設計反應譜選擇或製作要求

6.2.1.7 設計反應譜選擇或製作要求

設計反應譜宜採由壩址自由場實測強地動記錄製作；若無適當之強地動記錄時，可引用其他計畫或研究建議之設計反應譜據以修正為壩址設計反應譜。惟所採用之設計反應譜至少必須滿足以下要求。

- 1.設計反應譜所依據之強地動記錄應符合特定之條件，如：記錄數量、地震規模、波形、強地動延時、頻率內涵、尖峰地表加速度值、震央(源)距離、測站地盤分類等。
- 2.設計反應譜應包含足夠之頻率範圍，其最大反應頻率範圍應包含壩址地盤之卓越振頻。
- 3.設計反應譜之阻尼比值應隨壩型及設計地震基準而變。
- 4.應將設計反應譜之地表最大值作尺度調整至校核尖峰地表加速度值。

除製作上述設計反應譜之外，並應依機率法製作均佈危害度反應譜，提供壩(堰)體動態耐震分析使用。

【解說】

- 1.由於地震記錄具有高度的變異性，故無論目前常見之工址相關反應譜(site-dependent response spectrum)或較新之工址特定反應譜(site-specific response spectrum)，一般均利用多個強地動記錄以統計方法完成設計反應譜。故對應有足夠數量之強地動記錄，才有統計上之意義。另一方面，對於強地動記錄亦應加以篩選，以避免資料過於離散或過於凸顯某一地震之特性。一般篩選原則為一定規模以上之地震、在適當距離以內測站收錄到之強地動記錄，其加速度波形應合理且有足夠之強地動延時(duration)，其尖峰地表加速度值亦應達一定標準以上；對於其頻率內涵(frequency content)亦應選擇各頻率均有適當之能量貢獻者。此外，由於軟弱地盤與堅實地盤之強地動反應截然不同，故對測站地盤條件亦應選擇與工址相近者。
- 2.水利建造結構體包含多個振態，其振頻分佈有一範圍。為使動態分析時能將主要振態均包括在內，故要求設計反應譜應有足夠之頻率範圍。此外，為反映工址地盤振動特性，應使設計反應譜之最大反應頻率範圍包含工址地盤之卓越振頻。
- 3.最常見之設計反應譜之阻尼比值為 5%。然實際上由於材料因素、阻尼

比值隨壩型不同而有頗大差異。一般而言，混凝土壩之阻尼比值之範圍約為 3%至 10%，而堆填壩之阻尼比值則為 5%至 20%之間。此外，阻尼比值與地震力大小有關，地震力愈大，則材料愈偏向非線性行為，其阻尼愈大。由於阻尼比值影響結構分析結果甚大，故應謹慎評估並採用適當之設計反應譜。

4. 堰、壩、與其附屬結構物之振動週期並不相同，應依機率法製作均佈危害度反應譜，提供壩(堰)體等構造物動態耐震分析使用。

6.2.1.8 加速度歷線選擇或製作要求

6.2.1.8 加速度歷線選擇或製作要求

加速度歷時曲線宜採用由壩址自由場實測強地動記錄所得者；若無適當之強地動記錄時，可採用人造之地動加速度歷時曲線或引用其他計畫或研究建議之加速度歷時曲線。惟所採用之加速度歷時曲線至少必須滿足以下要求。

- 1.實測加速度歷時曲線應取自位於自由場且與壩址地盤條件相似之測站，於強震時所記錄者，其尖峰地表加速度值亦不宜過小。
- 2.實測加速度歷時曲線之反應譜之最大反應值及其頻率範圍應不小於設計反應譜。
- 3.人造之加速度歷時曲線之反應譜應與設計反應譜相符。
- 4.加速度歷時曲線之強地動延時及總延時均應足以反映壩址設計地震之規模或強度。
- 5.加速度歷時曲線之波形應合理，其取樣率至少應達每秒一百點。

【解說】

目前一般製作人造加速度歷時曲線之方法有疊加法及散漫振動法。前者係採取數個實測加速度歷時曲線，於頻率域內選取符合所需之片段，再於時間域內予以疊加合成。後者則依散漫振動之理論，將不同週期及振幅之簡谐波分別給予隨機之相位角，再加以組合。採用人造加速度歷時曲線之目的在於補工址實測強地動記錄之不足，故不論以何種方法製作人造加速度歷時曲線，均應使其儘量與實測歷時曲線相近並符合耐震分析之需求。

6.2.1.9 多向動態校核地震參數之考慮

6.2.1.9 多向動態設計地震參數之考慮

壩(堰)體動態耐震分析若考慮二向或三向地震力時，其垂直向設計反應譜或加速度歷時曲線應考慮地震波於不同方向上之差異，以另行選擇或製作為原則。

【解說】

目前壩(堰)體動態分析中，大多已採至少兩向(即順流之水平向及垂直向)之地震力輸入計算。有些分析中還另加一橫向水平(即垂直於順流之水平向)地震力。由於地震波於不同方向上之振幅及頻率內涵等均有所差異，故其設計反應譜及加速度歷時曲線亦應能反映之。惟受限於強地動記錄數量不足，目前常見之水平向設計反應譜(及其相符之加速度歷時曲線)其未真正按方向別製作，而係採用兩水平向加速度記錄中之較大者，故其代表水平向地震波之綜合反應。因此本規範僅強調垂直向設計反應譜及加速度歷時曲線應另行選擇或製作。

6.2.1.10 綜合評估

6.2.1.10 綜合評估

經由資料蒐集分析、複核檢討以往校核地震研究、計算水庫耐震分析用最大可能地震之震源位置及規模、校核尖峰地表加速度值、地震係數、設計反應譜及加速度歷時曲線等工作後，應綜合前述工作成果，評估下列事項：

1. 評估研究區域地震活動和以往是否有明顯變化。
2. 評估是否有影響水庫安全的新震源。
3. 是否有水庫誘發地震現象。
4. 評估本次最大可能地震之震源位置、規模與以往結果之異同，並說明原因。
5. 評估本次校核尖峰地表加速度值與以往結果之異同，並說明原因。本次評估所採用之分析方法(加速度衰減公式)，若與前期採用之方法不同，則應先以前期資料複核，以與前期所採用方法之分析結果及與原設計採用分析方法比較，存在差異時應說明分析方法適用性與採用原因。
6. 評估本次地震係數與以往結果之異同，並說明原因。
7. 評估本次設計反應譜與以往結果之異同，並說明原因。
8. 評估本次加速度歷時曲線與以往結果之異同，並說明原因。
9. 其他地震相關建議。

【解說】

1. 為能客觀評估本次校核尖峰地表加速度值與以往結果之異同，並說明原因，本次評估所採用之分析方法(加速度衰減公式)，無論是否為前期所採用之方法，應先以前期資料複核，以與前期所採用方法之分析結果相互比較。
2. 如經評估結果無須辦理動態分析時，上述綜合評估事項(7)、(8)兩項得免予辦理。

6.2.2 校核洪水評析

6.2.2.1 評析項目

6.2.2 校核洪水評析

6.2.2.1 評析項目

- 1.可能最大洪水。
- 2.重現期洪水。

本次評估所採用之分析方法，若與前期採用之方法不同，則應先以前期資料複核，以與前期所採用方法之分析結果及與原設計採用分析方法比較，存在差異時應說明分析方法適用性與採用原因。

【解說】

- 1.校核洪水評析內容應包括洪峰流量及流量歷線。
- 2.為能客觀評估當次校核洪水評析結果與以往結果之異同，並說明原因，當次評估所採用之分析方法，無論是否為前期所採用之分析方法一致，應先以前期資料複核，或與前期所採用方法之分析結果相互比較。若有分析方法不一致時，應提出不合適理由，並提出差異比較表。

6.2.2.2 可能最大洪水

6.2.2.2 可能最大洪水

可能最大洪水由可能最大降雨、合理且適宜雨型及降雨—逕流模式推估而得。

【解說】

- 1.將「設計雨型」修正為「合理且適宜雨型」。如累積雨量至少 12 小時 250 毫米、24 小時 350 毫米、48 小時 500 毫米以上，符合上述條件下之累積降雨進行雨型分析。
- 2.蓄水庫上游水文降雨-逕流模式需要經過至少 3 場以上（如流域內歷史前 5 大或近 10 年較大降雨事件）推估而得且使用參數一致、效率係數至少 0.5 以上之結果，方可作為降雨-逕流模式之檢定與驗證完成依據。
- 3.可能最大降雨分析方法包括：
 - (1)國際氣象組織(WMO)統計法
 - (2)暴雨移位與露點調整法
 - (3)颱風模式法
 - (4)包絡線經驗公式校核分析時應採上述方法兩種以上加以推估，推估結果應與台灣地區降雨記錄包絡線及世界降雨記錄包絡線比較後，選取適當之可能最大降雨。
- 4.設計雨型分析方法
 - (1)交替區塊法
 - (2)無因次平均法
 - (3)級序平均法
 - (4)無因次移動平均法
 - (5)其他公認之設計雨型分析方法（降雨強度-延時-頻率公式曲線(IDF)，如 Horner 公式或物部公式)上述設計雨型應採用兩種以上方法，計算時至少應採 6 場以上記錄完整之暴雨資料加以分析。
- 5.降雨-逕流模式種類
 - (1)單位歷線法(三角形（適用於集水區小於 10 平方公里）、瞬時、無因次)
 - (2)貯蓄函數法

(3)水筒模式法

(4)HMS(原 HEC-1)模式法

(5)其他公認之合理分析模式

上述模式應採用兩種以上方法分析並比較，至於模式驗證，可將模擬及觀測之流量歷線繪圖比較，並依下列評估標準選用：

效率係數(Coefficient of Efficiency)

$$CE = 1 - \frac{\sum (Q_{OBS} - Q_{EST})^2}{\sum (Q_{OBS} - \bar{Q}_{OBS})^2} \quad CE \text{ 值愈接近 } 1, \text{ 適用性愈佳}$$

Q_{OBS} : 觀測流量。

Q_{EST} : 模擬流量。

\bar{Q}_{OBS} : 觀測流量之平均值。

洪峰流量誤差百分比(Error of Peak Discharge)

$$EQ_p (\%) = \frac{|Q_{P-EST} - Q_{P-OBS}|}{Q_{P-OBS}} \times 100 \quad EQ_p \text{ 值愈小, 適用性愈佳}$$

Q_{P-OBS} : 觀測洪峰流量。

Q_{P-EST} : 模擬洪峰流量。

洪峰到達時刻誤差(Error of Time to Peak)

$$ET_p (hr) = |T_{P-EST} - T_{P-OBS}| \quad ET_p \text{ 值愈小, 適用性愈佳}$$

T_{P-OBS} : 觀測洪峰到達時刻。

T_{P-EST} : 模擬洪峰到達時刻。

總逕流體積誤差(Error of Total Runoff Volume)

$$VER (\%) = \frac{|\sum Q_{EST} - \sum Q_{OBS}|}{\sum Q_{OBS}} \times 100 \quad VER \text{ 值愈小, 適用性愈佳}$$

Q_{OBS} : 觀測流量。

Q_{EST} : 模擬流量。

6.2.2.3 重現期洪水

6.2.2.3 重現期洪水

重現期洪水分析以水庫集水區流量記錄或雨量記錄推算。

【解說】

1. 流量記錄或經補遺後年數達 25 年以上，且期間集水區土地利用情況無重大改變者，直接以流量資料分析；無流量記錄或年數不足時，以雨量資料間接分析。
2. 直接以流量資料分析時，採年選用法以年最大瞬時流量進行頻率分析。
3. 以雨量資料間接分析時，採年選用法以年最大 24 小時、48 小時或 48 小時以上降雨量進行頻率分析，再以設計雨型及降雨-逕流模式推演頻率基準洪水之流量歷線。

4. 降雨延時選用標準

小型水庫：24 小時或 24 小時以上。

中型水庫：24 小時或 24 小時以上。

大型水庫：48 小時或 48 小時以上。

一日與 24 小時之雨量轉換、二日與 48 小時之水文轉換可參閱 103 年 5 月「年最大一日、二日與年最大 24 小時、48 小時暴雨轉換係數之研究」。

5. 頻率分析通用方程式

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_X$$

X_T ：重現期距 T 年之水文量。

\bar{X} ：選用資料之平均值。

S_X ：選用資料之標準偏差。

K_T ：頻率因子，視機率分布及重現期距而定。

6. 機率分佈可採用：常態分佈、二參數對數常態分佈、三參數對數常態分佈、皮爾遜III型分佈、對數皮爾遜III型分佈、極端值I型分佈等 6 種公認合理之機率分佈。
7. 機率分佈選定，首先將觀測水文量點繪於機率紙上，繪製頻率曲線圖，以評估其對機率分佈之適合度，選取至少兩種以上機率分佈計算之，再藉由卡方檢定、平方差和(SSE)或標準差(SE)比較，以選取最合適之機率分佈。

8.點繪公式一般採用海生(Hazen)法 $\frac{2N}{2m-1}$ 或威伯(Weibull)法 $\frac{N+1}{m}$ ，式中

N：資料點數，m：排序數；常用機率紙有甘保氏分佈、常態分佈及對數常態分佈。

9.卡方檢定(Chi-Square Test)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \quad \chi^2 < \chi_{\alpha, k-r-1}^2, \text{ 滿足假設之機率分佈}$$

n ：資料點數。

k ：分組數。

P_i ：各分組內假設機率分佈之理論機率值。

n_i ：各分組資料點數。

r ：機率分佈之參數數目。

α ：顯著水準，一般選定 $\alpha=0.05$ 。

10.平方差和(Square Standard Error - SSE)及標準差(Standard Error - SE)

$$SSE = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2 \quad \text{平方差和愈小，適合度愈佳}$$

$$SE = \left[\frac{1}{n-r} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2 \right]^{1/2} \quad \text{標準差愈小，適合度愈佳}$$

x_i ：由大至小排序第 i 個之水文量， $x_1 \geq x_2 \geq \dots \geq x_i \dots \geq x_n$ 。

\bar{x}_i ：具有超越機率 $\frac{i}{n+1}$ 之推估值。

r ：機率分布之參數數目。

n ：資料年數。

分布	常態分布	二參數 對數常態 分布	三參數 對數常態 分布	皮爾森 III 型分布	對數皮爾森 III 型分布	極端值 I 型分布
r 參數值	2	2	3	3	3	2

註：採用不同機率分布時上述公式中 r 之對應值。

6.2.3 結構物水理評析

6.2.3 結構物水理評析

結構物水理之評析包括重要排洪設施、取水結構物及其他之附屬結構物之水位流量率定曲線及流況(包括流速、水深、水壓及消能情況等)之評析。

【解說】

重要排洪設施一般指溢洪道(或排洪隧道)及排砂道，取水結構物則包括原水及發電取水口等。

6.2.3.1 水位流量率定曲線評析

6.2.3.1 水位流量率定曲線評析

水位流量率定曲線之評析應依不同之結構物設計型式，分別以適宜之水理公式配合公認之實驗數據加以校核。一般之水理設計型式包括自由堰流、孔口流，跌入式(牽牛花式)、重力式隧道排水及壓力式隧道排水等。

【解說】

1. 流量率定曲線之校核應依公認之實驗數據(如美國墾務局之實驗數據)，分別校核流量係數，有效寬度及各種水頭損失(如攔污柵損失、入口損失、閘板槽損失、彎道損失、摩擦損失、漸變損失、閘或閘損失、出口損失等)後，與原設計值比較之。

2. 自由堰流之流量率定曲線一般形式為：

$$Q = CLH^{3/2}$$

Q ： 流量(cms)

C ： 流量係數($m^{1/2}/sec$)(一般介於 1.3~2.4)

L ： 有效溢頂長度(m)

H ： 溢頂上全水頭(m)

3. 自由堰流於無適當寬度之地形以佈置直線形之溢流堰時，亦有採鋸齒堰方式以減少溢流堰所需之地形寬度，於採鋸齒堰時流量率定曲線一般形式為：

$$Q = C_w \left(\frac{w/P}{w/P + K} \right) wH \sqrt{gH}$$

Q ： 單齒流量(cms)

C_w ： 流量係數(一般介於 1.0~4.9)

w ： 齒寬(m)

P ： 上游牆高(m)

K ： 堰型係數

H ： 上游全水頭(m)

4. 孔口流之流量率定曲線一般形式為：

$$Q = CA\sqrt{2gH}$$

Q ： 流量(cms)

A ： 開口有效面積(m^2)

g ： 重力加速度(m/sec^2)

C : 流量係數(一般介於 0.66~0.74)

5. 壓力隧道之流量率定曲線一般係根據伯努力方程式計算之：

$$H_T = h_L + h_v$$

$$Q = A\sqrt{2g(H_T - h_L)}$$

H_T : 總水頭(m)

h_L : 總損失水頭(m)

h_v : 速度水頭(m)

A : 開口面積(m^2)

6. 圓形跌入式(牽牛花式)之流量率定曲線一般形式為：

$$Q = C (2\pi R) H^{3/2}$$

R : 取水口半徑(m)

H : 溢頂上全水頭(m)

C : 流量係數($m^{1/2}/\text{sec}$)(一般介於 0.55~2.2)

7. 原設計若已辦理水工模型試驗，則亦應與水工模型試驗之流量率定曲線比較之。

6.2.3.2 流況評析

6.2.3.2 流況評析

流況之評析內容應包括流速、水深、水壓、水舌軌跡、終端消能情況等項目。

【解說】

1. 溢洪道洩槽(或排洪隧道)之水理演算一般應能適切反應該結構物之特性，如水流於陡坡，凹或凸縱向曲線及渠道輻縮等狀況之水理變化。目前一般採用之模式係以水流連續方程式及伯努力方程式(或動量方程式)求解流況。一般常用者如美國墾務局所發展之 WS90 模式或其他公認之模式等。
2. 於高速水流時，應對穴蝕之潛在趨勢加以研判。
3. 於溢洪道洩槽之水理評析中應包括高速水流因交波導致之局部水面壅高，以評析溢洪道洩槽側牆之高度是否足夠。本項評析一般可採水工模型實驗之結果，於必要時再採二維水理模式加以計算並評析，惟仍需與實際之操作結果加以比對。
4. 水舌落下位置一般採重力法計算其軌跡，依設計水頭(或流速)、拋射角度並考慮能量消散損失係數加以推估。一般可以下式推估水舌拋射軌跡：

$$Y = X \tan \theta - \frac{X^2}{K(4(d + h_v) \cos^2 \theta)}$$

Y : 橫向座標

X : 縱向座標

θ : 拋射角度

K : 因數，理論值為 1

d : 水深

h_v : 速度水頭

5. 水墊深度之校核除由水工模型試驗模擬外，一般採半經驗公式，如：吳建民公式、Martins 或 Mason，Veronese 等公式推估之。
6. 終端消能結構物包括靜水池及落水池，其水理狀況一般極為複雜，目前係以水工模型試驗方式研判，或以實驗數據歸納所得之半經驗公式為主。於校核終端消能情況時一般應以歷年實際操作結果作為評析之依據。

6.2.4 水庫淤積評析

6.2.4 水庫淤積評析

水庫淤積評析首先應推估水庫平均年輸砂量，並據此計算水庫未來之淤積情形，以推估水庫有效壽齡。對於水庫各重要排洪、取水、排砂結構物之底檻高程之淤積年限，應根據淤積分佈計算結果配合水庫淤積情況推估之。

6.2.4.1 平均年輸砂量推估

6.2.4.1 平均年輸砂量推估

平均年輸砂量之推估以歷年各期水庫淤積測量資料，配合各期實測之水庫逕流量及布魯恩氏因砂率推估之。於水庫興建後尚未有足夠實測資料時，可利用集水區水文站之含沙量檢測資料，配合流量延時曲線，分段計算後累加各分段輸砂值即可推估之。

【解說】

- 1.於平均年輸砂量推估時，若水庫有辦理抽砂作業應將水庫抽砂量併入計算。
- 2.歷年水庫淤積測量若非每年施測，則水庫平均年輸砂量應依施測年期，分為若干期距，分別計算各期之蓄水庫輸砂量，再平均之。
- 3.採用含沙量檢測資料，配合流量延時曲線推估者，若對於推移質無適當之檢測資料，一般可採蕭克立茲(Schoklitch)、梅耶-彼特(Meyer-Peter)、愛因斯坦公式、何智武-黃宏彬公式或其他公認公式計算之。
- 4.依實測淤積資料推估平均年輸砂量之步驟如下：
 - (1)依水庫淤積測量之期距，計算各期之平均年逕流量及平均年淤砂量。
 - (2)由各期之水庫容量與年平均逕流量之比值，配合布魯恩氏因砂率曲線，查得各期之因砂率。
 - (3)由平均年淤砂量及因砂率反推各期之平均年輸砂量。
 - (4)取各期平均年輸砂量之平均值，即得平均年輸砂量。
- 5.集水區產砂數值模式，經過數值模式之實測比對之檢定與驗證後，亦可用來推估集水區年輸砂量推估使用。

6.2.4.2 水庫有效壽齡推估

6.2.4.2 水庫有效壽齡推估

水庫有效壽命即水庫淤積導致水庫有效容量剩餘為規劃值十分之一時之年限。水庫有效壽齡之推估應由平均年輸砂量之推估值及歷年水庫平均入流量與水庫容量之比值，配合布魯恩氏因砂率曲線推估水庫之淤積量。推估時一般採十年為一期距，計算各期距末之水庫容量。

【解說】

1. 水庫有效壽齡(useful life of reservoir)之推估步驟如下：

- (1) 計算水庫容量及平均年逕流量之比值，依布魯恩氏因砂率曲線查得因砂率。
- (2) 由 6.2.4.1 節推估之平均年輸砂量與因砂率之乘積，計算年因砂量。
- (3) 由初期水庫容量扣除一期距(一般取 10 年)之因砂量總和，即可推估該期距末之蓄水庫容量。

2. 水庫有效壽齡另有依蓄水庫投資效益計算者，謂之水庫經濟壽命(economic life of reservoir)。一般工程界認為合理的水庫經濟壽命約為 50 年以上。

6.2.4.3 水庫淤積分佈推估

6.2.4.3 水庫淤積分佈推估

水庫淤積分佈之推估一般採經驗法，如經驗面積縮量法。亦可採用水理輸砂數值模式推估之。

【解說】

1. 經驗面積縮量法係由美國墾務局蒐集美國境內 30 座水庫之測量資料後，發現水庫淤積量於不同水庫深度下之沉積百分比與水庫形狀有明確之關係。經將水庫形狀分為：湖泊型、洪氾平原型、丘陵型及峽谷型等 4 種形狀並迴歸其關係曲線。本法之基本方程式如下：

$$S = \int_0^{y_0} A dy + \int_{y_0}^H K a dy$$

S ： 水庫總淤積量

O ： 原水庫零高程

y_0 ： 淤積後水庫零高程

A ： 水庫表面積

dy ： 深度增量

H ： 正常水庫水位之總水深

K ： 比例常數

a ： 相對淤積面積

2. 由電子量測儀器推估，如 ADCP 等水下測量儀器。

6.2.5 排洪設施之排洪能力評析

6.2.5 排洪設施之排洪能力評析

排洪設施之排洪能力評析應以校核洪水入流歷線，配合排洪設施之水位-排洪操作曲線、水庫排洪設施操作規則及水庫現有水位-容量關聯曲線，按水庫運用規則所規定之起始水位進行水庫排洪演算。

【解說】

1. 校核洪水入流歷線應依據氣象、水文、洪水演算、校核洪水等資料複核及(或)校核分析之結果。
2. 排洪設施之流量率定曲線應依據結構物水理資料之複核及(或)校核分析之結果。
3. 水庫排洪設施操作方式應依據氣象、水文、洪水演算及排洪能力等資料複核及(或)校核分析之結果。
4. 水庫現有水位-容量關聯曲線應依據水庫淤積資料複核及(或)校核分析之結果。
5. 水庫起始水位應依據水庫操作運轉系統、運轉紀錄及水庫起始水位資料複核及(或)校核分析之結果。
6. 水庫排洪演算結果如無法符合要求時，應變更操作時距、起使水位或排洪設施開門之開啟時間、順序及大小等項目，並據此提出水庫排洪操作規則、水庫運用規則或結構物之改善建議。
7. 下游河道通洪能力應採用河川管理單位防洪治理計畫公告之洪水量，與水庫排洪量進行比較。
8. 群壩水庫之聯合操作亦應納入考量。

建立上、下游水庫以可降水位之排洪設施，在不危害到下游河道洪水時，建立水庫水位與庫容、排洪設施與下游河道水位關連曲線，建立群壩水庫之聯合操作等機制。

6.2.5.1 水庫排洪演算

6.2.5.1 水庫排洪演算

水庫排洪演算目的為推算壩前最高水位。包含以校核洪水入流歷線情況下，水庫之水位與排洪設施之排洪量，透過水流連續方程式進行推演，藉以推算壩前最高水位。並比較是否有大壩溢頂、或超過土壩、土石壩心層頂高程之可能。

【解說】

1. 水流連續方程式如下：

$$\left[\frac{I_1 + I_2}{2} \right] - \left[\frac{O_1 + O_2}{2} \right] = \left[\frac{S_2 - S_1}{\Delta t} \right]$$

上式中：

I_1 、 I_2 為時間 t_1 及 t_2 之水庫入流量、

O_1 、 O_2 為時間 t_1 及 t_2 之水庫出流量、

S_1 、 S_2 為時間 t_1 及 t_2 之水庫蓄水量，由蓄水量可對應出水庫水位高程。

Δt 為演算時距， $\Delta t = t_2 - t_1$

上式不考慮水庫入滲量，庫面蒸發量及水庫本身因水面坡降而產生之楔形蓄水量。

2. 演算時距應與水庫實際排洪操作之時距一致，以確實反應實際水庫水位升降情況。相關之入流歷線時距則應與演算時距一致，演算時距以不超過 1 小時為原則。
3. 在水庫安全評估規範下係以水庫正常水位（滿水位）下，有 PMF 之流量歷線下作為入庫流量進行上式水流連續方程式推估可能最高洪水位。此水位不能高於心層高度（土壩、土石壩）、大壩高程（混凝土壩、拱壩）。若有此情況時，建立庫區洪水預警機制，或工程手段進行加大蓄水庫之排洪功能，已確保水庫安全。
4. 蓄水庫應建立蓄水容量與入流流量之特性曲線，藉以瞭解上游流量與庫區水位之關連。此關連也可以透過水文（雨量）、水理模式（水位）推估而得到庫區前之水位、上游河道之水位與上游集水區之雨量關連。
5. 洪水預警機制係為水庫操作時透過庫區預報雨量與洪水量進行水文評估，如氣象局與 NCDR 之降雨系集預報之最大降雨量推估庫區入庫流量。而一旦評估水庫庫區有可能發生 PMF 時，則排除水利法之相關規定，容許出流量大於進流量，降低大壩溢頂與潰決之風險。

6.2.5.2 水庫排洪設施操作方式

6.2.5.2 水庫排洪設施操作方式

水庫排洪演算應以水庫操作規則所規定之排洪設施操作順序及方式為演算條件，對於排洪操作規則中未包括之低水位放流口及出水口，其出流量於演算中不予考慮。

【解說】

- 1.排洪設施閘門之開啟時間、開啟順序及開啟大小，以該水庫操作規則之規定為準。
- 2.低水位放流口及出水口常因閘門被堵塞或無法開啟而無出流量，故於蓄水庫排洪演算時，對於排洪操作規則中規定具排洪功能之低水位放流口及出水口，應先評估其功能是否正常，否則其出流量應不予考慮。
- 3.排洪設施之操作方式應符合水利法及相關法規之規定。如入庫流量大於出庫出流量，但庫區水文評估時有遇到 PMF 時，可以排除上述之規定，加大排洪量，藉以降低水庫潰壩之風險。

6.2.5.3 水庫起始水位

6.2.5.3 水庫起始水位

水庫按其防洪運轉操作規則在洪汛期有預先洩降者，以洪水運轉水位為水庫排洪演算之起始水位。否則以正常滿水位為水庫排洪演算之起始水位。

6.2.6 壩體出水高度之評析

6.2.6 壩體出水高度之評析

壩體出水高度應包括風浪高、波浪爬高、地震浪高等項目。壩頂高程應採下列二種計算值之較大者：

1. 水庫正常水位+風浪高+波浪爬高+地震浪高+額外加值。
2. 水庫最高洪水位+風浪高+波浪爬高+額外加值。

前項 1. 式中當風浪高+波浪爬高+地震浪高小於一點五公尺時以一點五公尺計之，2. 式中風浪高+波浪爬高小於零點五公尺時以零點五公尺計算。屬三級水庫者，前述各式之高度得減半計算，額外加值亦得減半計算。

【解說】

1. 水庫正常水位指水庫滿水位時之水位。如自由溢流之溢洪道底部高程。
2. 水庫最高洪水位指水庫運轉容許最大庫容之水位，如閘門式溢洪道水位依規定之最高水位或土石壩之心層頂部高程（心層高度不一時，以低點為主）。由水庫單位依照實際操作容許之最高水位決定。
3. 壩體出水高係為避免因強風、地震、人為疏失，閘門相關設施故障、水文之不確定性及壩體預期外之沈陷等因素造成庫水溢頂，進而危害大壩之安全所設置。
4. 壩頂防浪牆可視為出水高之一部份，惟於土石壩時一般僅取代出水高中波浪爬高之部份。若欲使用防浪牆於極端洪水發生時，短時間貯存蓄水庫之蓄水，則防浪牆須與不透水心層緊密嵌緊，防浪牆之接縫及兩側端並須有良好之水密性。

6.2.6.1 風浪高之計算

6.2.6.1 風浪高之計算

風浪高係指因風力所造成之波浪高，風浪高應依風速及對岸距離計算之。

【解說】

- 1.風浪高可以 SMB、Moliter 或其他公認之公式計算之。
- 2.風速採實測最大 10 分鐘平均風速計算，陸地風速應調整成水面風速。
- 3.對岸距離：垂直壩軸至對岸之最大直線距離。

6.2.6.2 波浪爬高

6.2.6.2 波浪爬高

波浪爬高係指波浪沿壩體斜面爬升之最大垂直距離，波浪爬高一般依風速，對面距離、壩體斜面坡度、壩體斜面構造及波浪特性計算之。

【解說】

1. 混凝土壩：混凝土壩之壩體上游無斜面坡度，波浪爬高不計。
2. 堆填壩：可依 SMB & Saville 法、SMC 法或其他公認之方法計算之。
3. 風速及對岸距離參閱 4.8.1 節之解說。
4. 壩斜面構造：依構成壩體上游面之材料特性，一般分為平滑斜面(混凝土面等)及拋石斜面。
5. 波浪特性：指波浪週期、波浪長度、波高等。

6.2.6.3 地震浪高

6.2.6.3 地震浪高

地震浪高係因地震之週期性震動所造成之波浪高，一般依地動週期，水平向地震係數及水庫深度計算之。

【解說】

- 1.地震浪高一般以佐藤清一公式或物部公式或其他公認之公式計算之。
- 2.水庫深度以水庫最大深度計之。

6.2.6.4 額外加值

6.2.6.4 額外加值

額外加值係指閘門操作加值及壩型加值兩項。主要排洪設施有閘門者應加零點五公尺出水高；壩型加值於土壩應加一公尺出水高，堆石壩應加零點五公尺出水高，混凝土壩無須增加。

【解說】

1.額外加值係考量閘門之延遲開啟及水文上之不確定而增加之出水高。

6.2.7 壩或堰之結構安全評析

6.2.7 壩或堰之結構安全評析

壩或堰之結構安全評析應依據結構特性及評析內容，選擇合宜之數值分析模式及方法，配合新評估之荷重條件、材料及地質資料等，進行評析。

一般而言，壩或堰依其構築材料之不同可分為混凝土壩(堰)及堆填壩二種，其分析內容分別如下：

1. 混凝土壩(堰)：

- (1) 擬定材料性質、荷重、荷重情況、安全係數及容許應力等分析準則。
- (2) 安定分析—計算壩體結構在不同荷重情況下之抗滑、抗翻及抗浮安全係數，視荷重情況可採靜態及仿靜態二種模式進行。
- (3) 應力分析—計算壩體結構及基礎岩盤在不同荷重情況下之應力分佈，視荷重情況可採靜態、仿靜態及動態三種模式進行。
- (4) 配筋校核—根據應力分析結果校核壩體結構原配筋設計之數量及方式是否合宜。

2. 堆填壩：

- (1) 安定分析—求壩體滑動面在不同荷重情況下之抗滑安全係數，視荷重情況可採靜態及仿靜態二種模式進行。其中
 - (a) 各種荷重情況及規定最小安全係數應視壩體情況、水庫水位、壩體設計地震參數及採用之剪力強度分別訂定之。
 - (b) 滑動面通過壩高四分之一、二分之一、四分之三及一時，所對應之等值水平向地震係數可依壩體材料之剪力波速度及臨界阻尼大小，以實測資料分析值查得。
- (2) 變形分析—分析大壩於強地動作用之行為，評估其震後變形，以校核大壩變形後之出水高度，一般採動態方式進行。
- (3) 液化分析—以水力回填方式構築之壩體、築壩材料或大壩基礎為非塑性土壤構成且有液化可能時，應依據動態分析獲得之壩體內部剪應力變化進行液化分析。
- (4) 滲流分析—分析通過堆填壩壩體之滲流量，以評估壩體內部排水濾層之合宜性及壩體材料之抗湧性。
- (5) 近斷層壩體安全性—評估通過或可能延伸至壩址之斷層，於地震時發生錯動，壩體可能產生之錯動量。

上述混凝土壩及堆填壩利用仿靜態分析所得到之結構反應如與實際相差太多時，須採用較為合適之動態分析方式求得合理之結構反應。進行大壩地震下之安定及應力分析時，除了校核地震外，亦應同時校核 OBE 下之壩體反應，二種結果均須滿足對應之安全準則。

壩或堰結構之數值分析模式有二維及三維二種：

1. 二維分析模式：

- (1) 選取壩或堰沿河谷方向之主要或代表性斷面(一般為壩體中間或最大壩高處之斷面)進行分析。
- (2) 得到斷面之面內(in plane，即沿河谷及垂直向)變形及應力分佈，但無法求得面外(out of plane，即橫河谷向)之變形及應力分佈。
- (3) 適用於壩體結構之主要荷重或變形沿河谷方向，或者主要探討之結構行為為屬於沿河谷方向之情形。
- (4) 一般多用於堆填壩、混凝土重力壩或攔河堰之安定及應力分析。

2. 三維分析模式：

- (1) 選取整個壩或堰結構及周圍部份基礎岩盤進行分析。
- (2) 得到整個壩或堰體及岩盤三度空間之變形及應力分佈。
- (3) 適用於壩或堰體結構之主要荷重或變形沿三度空間分佈、橫河谷方向或特定部位(如壩座與岩盤交界面)之壩或堰體行為(如橫向裂縫與變位、分塊錯動、界面相對位移等)為主要探討對象之情形。
- (4) 一般多用於混凝土拱壩或特定溢流堰之安定及應力分析。

在進行分析前須依據壩或堰體之結構特性及所探討之行為選擇二維或三維模式分析，原則如下：

1. 混凝土壩或堰：

- (1) 拱壩：採用三維模式。
- (2) 重力壩：採用三維模式，若不涉及二側壩座與岩盤界面及堰體分塊間之行為，同時壩體平面佈置為直線形且壩長/壩高比大於二之情形，可採用二維模式。
- (3) 溢流堰：採用三維模式，若為自由溢流型式，或者為閘門控制型式但不涉及閘墩及堰體分塊間之行為，而只探討堰體之應力分佈及安定行為時，可採用二維模式。

2. 堆填壩：

(1)壩型屬直線型且壩長/壩高比大於三者：採用二維模式，惟壩體橫河谷向或左、右壩座與岩盤交界面行為相對重要或屬探討之重點，又或壩體這些區域曾經發生裂縫或錯動等情形，應採三維模式。

(2)壩型不屬直線型或壩型屬直線型但壩長/壩高比小於三者：採用三維模式。

採用三維模式分析時，應配合辦理相關壩體之補充調查與試驗決定所需之分析參數，以獲得合理之壩體三維反應。

【解說】

1.混凝土壩或堰經資料複核與評估後，如發現校核地震、洪水位、溫度及其他足以影響壩體應力之荷重與原設計明顯相異時，或者原分析方法已過時，則應以新評估之荷重條件、材料及地質資料，選擇合宜之數值分析方法，重新予以校核分析。

(1)材料性質包括鋼筋、混凝土、土石料、特殊材料、砂礫石及岩盤基礎之物理性質及混凝土之溫度性質等，均應依據所蒐集之有關資料整理研判，並參考新辦理之補充調查、試驗與分析結果，擬出最能反應實際情況之材料性質參數，對於壩基地質參數，切忌僅以平均值做評估之依據。

(2)荷重應包括呆荷重(混凝土自重及其上附屬設備之重量)、庫水及尾水荷重、淤砂荷重、溫度荷重(適用於拱壩或依據工程師之判斷需要特別考慮者)、上頂水壓力、地震力及動水壓力等。

(3)荷重情況應包括正常荷重情況、異常荷重情況與極端荷重情況。

(4)安全係數應參照有關之設計規範或過去之習慣，惟工程師可視結構物之重要性或推估材料強度之可靠性，適當研判調整之。

(5)容許應力應依據評估所得之材料及基礎弱面之力學性質，並考慮適當之安全係數，加以研判推求。

2.混凝土壩或堰之安定分析應包含壩體或堰體安定分析及基礎岩楔安定分析，主要目的在檢核每個分塊之抗翻及抗滑安全係數是否能符合要求，壩身內部重要水平斷面之剪應力及基礎應力是否在容許範圍內，壩體與基礎接觸面是否有足夠之抗剪滑能力等。安定分析發現壩(堰)體或基礎面有開裂現象時，應再檢核開裂狀態下之安定性，必要時應以動態分析校核之。

3. 混凝土壩之結構應力校核分析，主要在檢核壩體表面及其內部之應力是否在容許範圍內。對於強地動作用下之壩體反應，一般可採用仿靜態或動態分析方式求得，而對於高壩或重要之壩，其動態分析應考慮壩體一庫水及壩體—基礎之互制效應，配合時間歷時分析法(time-history analysis method)來加以進行，以反映實際之壩體行為，而強地動輸入則採用校核地震之加速度歷時曲線或適當之實測強地動記錄，必要時應以水庫誘發地震於壩址引發之強地動記錄校核。為進一步確保壩體地震下之安全，除了 MDE 外，應同時校核 OBE 下之壩體反應，二種結果均須滿足其對應之安全準則。
4. 對於採用鋼筋補強之壩體或攔河堰結構部分，應力分析之目的在求得結構體主要斷面之內應力，並由此應力分析結果檢核配筋設計是否合宜。鋼筋混凝土配筋設計與分析方法應參照內政部所頒行之最新建築技術規則或一般公認之國外鋼筋混凝土技術規範(如 ACI 318 規範等)。
5. 堆填壩之靜態與仿靜態安定分析，目前可採用美國普渡(Purdue)大學 Ronald A. Siegel 發展之 STABL 系列、加拿大 Rocscience 所發展之 SLIDE 或加拿大 GeoStudio™ 所發展之 SEEP/W 電腦程式分析。程式皆採用修正 Bishop 方法，具下列特徵：
 - (1) 二向度且滿足極限平衡原理。
 - (2) 推估破壞面為圓弧滑動面或近似於圓弧之一般性不規則滑動面。壩體破壞面以切片法依作用力平衡原理分析之。
 - (3) 仿靜態地震力作用時，係假設水平地震力作用於各切片之重心位置，其大小為各切片自重乘以地震係數。
6. 堆填壩體並非剛體，受震時壩體各點之受力狀況亦非一致，故滑動面通過不同壩高時，其水平向地震係數亦應不同，其值與壩高及築壩材料剪力波速有關。H. Bolton Seed 及 Geoffrey R. Martin 曾以 1940 年 5 月美國加州 El Centro 強地動資料，分析各項變數與等值水平向地震力係數之關係(詳“Seismic Coefficient in Earth Dam Design”, H. Bolton Seed and Geoffrey R. Martin, Proceedings of ASCE, SM3 paper 4824, May, 1966)。
7. 三級水庫壩體結構與附屬結構物之安全評析工作，僅須採用靜態及仿靜態分析方法(含滲流分析)，若仿靜態分析結果未合乎要求，則需執行完整動態應力/變形分析，請參考 1.6.2。

8. 以下列舉相關文獻靜態、仿靜態安定分析之安定準則(安全係數)以供參考：

(1)美國工兵團 EM 1110-2-1902 Slope Stability (31 Oct 2003)中，針對土石堆填壩邊坡，有如下之最小安全係數值建議：

分析條件	最小安全係數	坡面
完成建造(包含階段建造)	1.3	上、下游面
長期穩態滲流	1.5	下游面
最高水位	1.4	下游面
急洩降	1.1-1.3	上游面

(2)參考鯉魚潭水庫第三次定期安全評估報告(109年12月)

分析條件	美國工兵團	曾文水庫	鯉魚潭
穩態滲流無地震	1.5	1.5	1.5
穩態滲流+地震	1.0	1.05	1.0
急洩降無地震	1.2	1.2	1.2
急洩降		1.0	1.0

(3)USSD Dam and Levee (112年8月查詢) 土填壩和混凝土重力壩的典型安全係數是：

土壩：正常荷載 - 1.5；地震 > 1.0；設計洪水無溢頂

混凝土重力壩：正常荷載——3.0；洪水荷載 - 2.0；地震荷載 - 1.3

(<https://www.usdams.org/dam-levee-education/overview/dam-levee-safety/>)

(4)墾務局 Design Standards No. 14 - Appurtenant Structures for Dams(Spillways and Outlet Works) Design Standard (2022年2月)

穩定條件	載重條件	最小安全係數
翻轉破壞	正常	1.5
	異常	1.15
	極端	1.15
滑動破壞	正常	1.5
	異常	1.15
	極端	1.15
承載值破壞	正常—土壤	2.0
	正常—岩石	4.0

	異常—土壤	1.5
	異常—岩石	3.0
	極端—土壤	1.5
	極端—岩石	3.0
上浮力	正常	1.2
	異常	1.1
	極端	1.1

9.堆填壩地震下之動態變形分析，目前最常用為分析與試驗併行法 (semi-analytical method)，即以等值線彈性(equivalent linear elastic)模擬壩體材料，分析其動態反應，再將分析結果與室內材料強度試驗結果作一比較，以評估壩體之變形情況，分析項目包括：

(1)震前應力分析：旨在瞭解地震來襲前壩體內之應力狀態，以作為估算動態分析中最大剪力模數及變形評估中剪應力比之依據。分析中應模擬大壩分層構築及蓄水後穩定滲流壓力之影響。目前常用之分析程式為 ISBILD 或 FEDAM，皆採 Duncan 雙曲線模式模擬材料之應力應變關係。

(2)動態分析：旨在求得壩體內各元素之應力歷時及各節點之加速度歷時。目前主要之分析程式為 FLUSH，該程式假設材料為等值線彈性體，其剪力模數及阻尼比隨應變之大小而改變，以模擬土壤受震後勁度弱化之行為。

(3)變形評估：主要考慮以下兩種破壞模式：一為壩體內各土壤元素因受反覆應力之作用孔隙水壓升高，導致材料強度弱化，使壩體發生變形；二為壩體受反覆水平慣性力，於潛在滑動面之抗滑安全係數瞬間降至 1.0 以下，邊坡因而滑移。

I.壩體變形：應用此方法應配合動態強度試驗之結果，估算殘餘應變。然動態強度試驗係於試驗室內以均勻反覆應力加載，將之應用於現地不規則振動時，應經下列步驟之修正及轉換：

(a)剪應力規則化：由各元素受震時之剪應力歷時可求得相當於 0.65 倍最大剪應力之等值反覆週數，再依動態強度試驗結果求得等值週數下，各材料動態應力比與殘餘應變之關係。

(b)動態強度修正— C_r ：試驗室求得之動態強度應用於現地狀況時

應予乘以強度修正係數 C_r 。當壓密應力比 $K_c=1.0$ 時，鬆砂之 C_r 為 0.55，緊砂為 0.80。 $K_c \geq 1.5$ 時則無須修正， K_c 介於 1.0 與 1.5 之間時 C_r 值可以線性內插法求得。

- (c)應力轉換：壩體受水平向地震力而產生變形，於分析時，通常假設水平面為潛在破壞面。故若以室內試驗模擬現地水平面上之應力時，試驗所得之動態應力應轉換至試體($45^\circ + \phi/2$)之破壞面上。

根據以上修正及轉換，即可求得各元素之殘餘應變。土壤受震後發生殘餘應變，其結果相當於材料勁度弱化。以土壤弱化後之應力應變關係重新計算壩體形狀，再與受震前壩體形狀作一比較，即可估計壩體受震所導致之永久變形。

- II.邊坡滑移：當潛在破壞圓內之土體受慣性力作用，使滑動面上之抗滑安全係數低於 1.0 時，土體即於瞬間產生加速度滑移。此加速度滑移經兩次積分，即可求得破壞土體之滑移量。目前可利用之工具為渡邊氏所發展之程式或 Newmark 滑動土塊簡易積分法。亦可採 Makdisi-Seed 簡易圖解法及 Swaisgood 統計分析法。

● 渡邊氏法之流程簡述如下：

- (a)將地震過程中壩體之應力歷時與震前初始應力相疊加，再由壩體內各元素之破壞情形與破壞面方向求得潛在破壞圓。
- (b)計算破壞圓內土體質心之等值加速度歷時。
- (c)計算破壞面之等值應力歷時及其可抵抗之等值加速度歷時。
- (d)等值加速度大於可抵抗之等值加速度時，土體即以此差值作加速度滑移。此加速度滑移經兩次積分，即可求得破壞土體質心之滑移量歷時。
- (e)依剛體旋轉原則，將質心之滑移量轉換至壩頂之滑移量。

● Newmark 滑動土塊簡易積分法之流程簡述如下：

- (a)以傳統的邊坡穩定分析法求得邊坡的臨界滑動位置，再以仿靜態邊坡穩定分析法在臨界滑動面上施加數個地震係數，找出相對應安全係數為 1.0 所對應之地震力係數，此地震係數則為降伏加速度(K_y)。
- (b)依動態分析之壩體加速度歷時，計算破壞圓內土體質心之等值加速度歷時。
- (c)滑動土體的潛在總滑移量，可由壩體經歷的地動加速度歷時

中超過降伏加速度(K_y)的部分積分兩次求得。

(d)分析時應將臨界滑動面可能出現的位置分成 1/4 壩高、2/4 壩高、3/4 壩高及全壩高 4 個區間來尋找，再計算對應 4 個區間之滑移量。

Makdisi-Seed 簡易圖解法式根據滑動土塊的地震反應歷時紀錄的最大值(K_{max})與滑動土塊的降伏加速度(K_y)，並根據地震規模，由經驗圖表查得。

Swaisgood(1995)統計分析法是由 54 座堆填壩震後調查之案例統計而得。

- 10.上述之等值線彈性模式，係採用總應力法，並無法得知地震時孔隙水壓之累積與變化。而就學理而言，有效應力分析法可考量壩體材料受震時孔隙水受強地動作用所激發之額外水壓，應為最充份模擬壩體受震之行為的方法，惟因其模擬的對象複雜，發展尚未成熟，迄今仍多在研發與初步應用階段，未如總應力分析有多年與許多案例之實務經驗。目前有效應力分析法可採用美國 Itasca 公司發展之有限差分程式 FLAC 進行，主要之步驟依序為：築壩靜力平衡分析、蓄水至滿水位之穩態滲流分析(以決定浸潤面)、應力靜力平衡分析(蓄水後應力最終達平衡)與指定強地動歷時作用之動態分析。分析過程需特別注意選擇以有效應力為基礎之材料組合律關係。
- 11.以現代施工機具分層滾壓且夯實良好之堆填壩，受震時壩體發生液化之可能性甚微，因此僅規定以水力回填方式構築之壩體、築壩材料或大壩基礎為非塑性土壤構成且有液化可能時，應進行液化分析。液化分析所需之地震應力應依據壩體動態分析結果，壩體及基礎的抗液化強度應根據試驗室或現地試驗結果並考量現地應力場與三軸試驗應力場不同、現地圍壓對抗液化強度影響與地震前之初始剪應力作適當修正。
- 12.滲流分析應考慮不同水庫水位、不同壩體斷面、壩體分區材料之特性，以滲流理論求出滲流量及壩體內部滲流力，目前一般常採用 SEEP、FLAC、加拿大 GeoStudio™ 所發展之 SEEP/W 等電腦程式為分析工具。
- 13.近斷層壩體安全性應先依地質及地震資料，評估主斷層及次要斷層是否可能延伸通過壩址，若有可能通過壩址時，可依台灣 921 地震車籠埔斷層沿線實測錯動量及參考科學文獻等經驗公式評估於地震時斷層發生錯動，壩體可能產生之錯動量。

- 14.斷層位移危害潛勢分析(Probability Fault Displacement Hazard Analysis, PFDHA)為分析某一場址，在一特定的時間內，發生超過某一設定的斷層位移值之機率。其分析方法已屬相對成熟，實際應用上應進行嚴謹斷層調查、擇定經驗式，再經專家訂定的權重計算之。對於潛在可能受到斷層位移危害之壩體，宜考慮進行評估。
- 15.混凝土拱壩一般位於狹窄之河谷，外形呈三度空間曲線不對稱，藉由橫向拱效應將沿河谷向之水荷重轉換傳遞至壩體二側之岩盤，其變形行為及應力屬於三度空間不對稱分佈，橫向變形亦極為顯著，故應採用三維模式分析。
- 16.混凝土重力壩大多座落於寬廣之河谷，由多個分塊相互嵌結組成，主要靠自身重量抵抗水壓，壩體結構與基礎岩盤間一般並無固結，故於水壓或強地動作用下，壩體分塊容易產生滑動，且各分塊間也可能產生相對錯動，另外，壩座與岩盤亦可能發生張開或錯動，這些對於壩體安定均有明顯影響，故應採用三維分析以得到這些區域之反應進行評估。在無需探討二側壩座與岩盤界面及堰體分塊間行為之情形下，若壩體平面佈置為直線形且壩長明顯大於壩高時，壩體可視為長條形結構，此時壩體之變形行為近似於平面應變(plane strain)行為，即河谷方向變形遠大於橫河谷向變形，故可採用二維模式分析，以節省分析所需工作及時間；根據 ANCOLD 之規定，壩長/壩高之比大於 2 時，壩體可視為長條形結構而可採用二維分析，故本規範沿用之。
- 17.閘門控制型式之混凝土溢流堰或攔河堰，其閘墩屬於狹長之結構，其變形主要集中於橫河谷向，受橫向地震力及二側不平衡水頭之影響甚大，另外，堰體分塊間也可能產生相對位移，影響堰體安定性，故應採三維模式分析，以考慮橫向作用力及模擬分塊錯動行為；但當不涉及閘墩反應及堰體分塊錯動，只單純探討堰體安定或應力分佈時，則可採用二維模式，以增加分析效率。若溢流堰或攔河堰屬於自由溢流型式，因其無閘墩存在，且一般屬於低矮的結構，其分塊錯動可能性不高，採用二維模式分析即可得到合理之結果。
- 18.堆填壩一般探討的內容為變形與沉陷、安定性、滲流行為、液化潛能等方面。對於直線形且壩長/壩高之比大於 3 之堆填壩而言，因形狀規則且可視為長條形結構，其變形接近平面應變行為，在三向度強地動作用

下之變形或沉陷將主要發生於最大斷面(壩高最大處)之沿河谷方向，橫河谷向之變形相對較小，同時壩體受強地動造成之坡面滑動主要也以河谷方向較大；另外，因壩體上游側蓄水而下游側無水，壩體滲流主要沿著河谷方向(即上一下游方向)發生，橫河谷向之滲流相較不明顯也非關心之重點，再者，雖然壩體各個方向都有液化之潛能，但就安全評估而言，關心的重點在於液化發生後壩體沿河谷向之破壞行為，因其造成之破壞最為明顯。基於上述理由，直線型且壩長/壩高之比大於 3 之堆填壩可採用二維模式並選擇最大斷面進行分析，而得到合理之壩體反應；然而若壩體橫河谷向或左、右壩座與岩盤交界面之行為相對重要或屬探討之重點，又或者壩體這些區域曾經發生裂縫或錯動等情形，則應採三維模式。由於堆填壩屬於柔性結構，其二側受到河谷之束制較明顯，壩體中央區域之行為相較混凝土重力壩不易達到平面應變狀態，須較大之壩長才易達成，故這裏定義壩體可否視為平面應變結構之壩長/壩高之比取為 3，較混凝土重力壩之壩長/壩高比(=2)為高，如此較能反映實際情形。

對於非直線形(如曲線或不規則形)，或者壩長/壩高之比小於 3 之堆填壩而言，因其行為較為複雜且屬三度空間分佈，或者壩體無法視為平面應變結構，應採三維模式分析，以合理模擬三維之壩體行為。

因三維模式分析牽涉到眾多之材料參數，特別是橫河谷向之參數，而現有之堆填壩設計時均採用二維模式分析，並不需要橫河谷向之材料參數，故這方面之相關資料相當缺乏，為使分析結果合理且可靠，達到三維模式分析之目的，未來採用三維模式進行分析前，應先辦理相關壩體性質之補充調查與試驗，決定所需之各項參數後據以進行分析。

6.2.8 附屬結構物安全評析

6.2.8 附屬結構物安全評析

1. 安定分析。
2. 應力分析。
3. 配筋設計校核。

【解說】

1. 附屬結構物經基本資料複核與評估後，如發現足以影響結構物應力分析結果之因素如：校核地震、洪水位、荷重、荷重情況及材料強度等與原設計明顯相異時，或者原分析方法已過時，則應以新評估之荷重條件、材料及地質資料，選擇最新且合宜之數值分析方法，重新予以校核分析。

2. 分析應考慮之荷重：

(1) 自重：鋼筋混凝土之單位重採 2.4 t/m^3 ，純混凝土之單位重採 2.3 t/m^3 。

(2) 土壓力：主動及被動土壓力採蘭金(Rankine)或庫倫(Coulomb)土壓力公式；地震時之主動及被動土壓力採 Mononobe-okabe 土壓力公式。

(3) 水壓力：靜水壓力 p 及浮力

以靜水壓公式($p=\gamma h$)計算。

動水壓 p

(1) 作用於壁狀結構物之動水壓以 Westergaard 公式計算：

$$p = 7/12 k_h \gamma b h^2$$

(2) 作用於柱狀結構物之動水壓以下式計算：

$$\frac{b}{h} \leq 2.0 \text{ 時}$$

$$p = 3/4 k_h \gamma b^2 h \left(1 - \frac{b}{4h}\right)$$

$$2.0 < \frac{b}{h} \leq 3.1 \text{ 時}$$

$$p = 3/8 k_h \gamma b^2 h$$

$$3.1 < \frac{b}{h} \text{ 時}$$

$$p = 7/6 k_h \gamma b h^2$$

b ：水流作用面之寬度

h ：水深

γ ：水單位重

k_h ：靜態水平地震係數

(4)超載重：視實際情況，將荷重換算成相當之土高計算。

(5)活載重：一般無特定情況之活載重取 $0.2 \text{ t/m}^2 \sim 0.4 \text{ t/m}^2$ 計算。

於橋樑之車輛活載重可依交通部出版之「公路橋樑設計規範」之規定計算。

3.分析應考慮之荷重情況：

依結構物之性質及功能，分別設定包括正常情況、異常情況及極端情況下等之荷重組合。

4.安定準則：

一般附屬結構物之安定準則包括正常、異常及極端狀況下抗傾、抗浮、抗滑及(或)抗剪滑之安定準則，如下表所示。

	最小抗傾 安全係數	最小抗浮 安全係數	最小抗滑 安全係數	最小抗剪滑 安全係數	基礎承受壓 力範圍
正常	1.5	1.3	1.5	4.0	100%
異常	1.2	1.1	1.2	2.7	$\geq 75\%$
極端	1.0	1.0	1.0	1.3	$\geq 50\%$

上述安定準則為一般之規範，可依結構物之重要性適當研判調整；抗滑及抗剪滑兩項安定準則僅須符合其中 1 項即可。

5.材料強度：

鋼筋及混凝土之容許應力

(1)正常情況：

$$\text{混凝土：} f_c = f_c' \times 0.45$$

$$\text{鋼筋：} f_s = f_y \times 0.5$$

f_c' ：混凝土抗壓強度

f_c ：混凝土之容許壓力應力

f_y ：鋼筋之降伏應力

f_s ：鋼筋之容許拉應力

(2)異常情況：

容許應力較正常情況提高 33%。

(3)極端情況：

容許應力較正常情況提高 50%。

6.安定分析方法：

一般附屬結構物之安定分析採重力法、2 維或 3 維桿件或有限元素法分析結構物之抗傾、抗滑、抗剪滑及抗浮等安定性。

7.應力分析方法：

一般採靜定平衡法或 2 維、3 維桿件或有限元素法分析之。分析時一般採靜態及仿靜態分析法即可，僅於極高或特殊之附屬結構物時方採用動態分析法。

8.鋼筋設計一般採工作應力或強度設計法，將計算所得之結果與原設計資料就下述各項分別校核：

(1)鋼筋量：包括鋼筋號數及間距。

(2)鋼筋配置之位置。

(3)搭接及錨定長度：依鋼筋強度、號數、受拉鋼筋、受壓鋼筋及是否為頂層鋼筋等狀況分別查閱相關之設計手冊(如中國土木水利工程學會出版之鋼筋混凝土設計手冊或美國混凝土協會之 ACI 規範)。

(4)保護層厚度：保護層厚度依混凝土種類(現場澆置混凝土、預鑄混凝土、預力混凝土)、結構物之種類(版、牆、欄柵、牆版、梁、柱、薄殼等)及結構物之外在環境(接觸地面與否、接觸水或土壤與否、與海水接觸與否等)因素查閱相關之設計手冊(如中國土木水利工程學會出版之鋼筋混凝土建築設計規範)。

6.2.9 隧道結構安全評析

6.2.9 隧道結構安全評析

- 1.就實際地形、水文條件及地質情形及必要之地震參數，選定荷重情況。
- 2.荷重情況須考慮地質參數、最大覆蓋、最大內外水壓，並以最差地質區段及依現地檢查或試驗資料評估內外襯砌之材料參數。
- 3.結構應力分析及配筋檢核。

【解說】

- 1.隧道資料複核與評估後，如發現設計地形、地質條件、地下水位、內水壓及其他足以影響隧道應力之荷重與原設計有明顯差異時，或者原分析方法已過時，則應以新評估之荷重條件、材料現況及地質資料，選擇合宜之數值分析方法，重新予以校核分析。校核分析時，分析模式須將外襯砌與內襯砌同時模擬，惟外襯砌之岩栓及其他頂拱保護工，得與予忽略視為不提供作用。
 - (1)材料性質：包括鋼筋、鋼支保、混凝土或噴凝土等，均應依據所蒐集之有關資料整理研判，並參考新辦理之補充調查、試驗與分析結果，擬出最能反應實際情況之材料性質參數。
 - (2)荷重：包括呆荷重(混凝土自重及附屬設備之重量)、內外水壓力及必要之地震力等。
 - (3)臨界荷重情況須考慮地質參數、最大覆蓋、最大內外水壓、並以最差地質區段及現地檢查或試驗資料評估內外襯砌之材料參數等。
- 2.隧道結構應力校核分析，主要在檢核隧道結構內部之應力及變形量是否在容許範圍內，分析模式採用二維分析模式，若為隧道交叉段則應採用三維分析模式。
- 3.應力校核分析之目的在求得隧道結構體主要斷面之內應力，並由此應力分析結果檢核配筋設計是否合宜，鋼筋混凝土配筋設計與分析方法應參照內政部所頒行之最新建築技術規則或一般公認之國外鋼筋混凝土技術規範(如 ACI 318 規範)。新檢核之配筋量須與原設計進行比對分析，以決定隧道結構現況之安全係數。現況安全係數即為原設計配筋量與分析檢核後所需配筋量之比值。
- 4.依據地質敏感區之公告資料，檢核有發生地質災害之虞之地質敏感區對相關結構物或邊坡之影響。

6.2.10 壩基座及水庫周圍邊坡安定評析

6.2.10.1 壩基處理

6.2.10 壩基座及水庫周圍邊坡安定評析

6.2.10.1 壩基處理

壩基處理應採滲流理論或經驗公式等方法分析滲流量、地下水上揚壓力、管湧可能性等，以評估壩基止水方法及效果。

【解說】

壩基滲流量分析應考慮壩基材料及岩層弱面等對滲漏性之影響並評估管湧可能性。比較理論分析值與量測值時，應考慮降雨、地下水位、量測位置及時間延遲等因素。

6.2.10.2 壩座穩定

6.2.10.2 壩座穩定

壩座穩定分析應考慮滑動模式、滑動位置、地層特性、載重情況、分析方法、安全係數、穩定處理措施等項目，據以評估壩座之安定性。

【解說】

- 1.滑動模式應就地形、地質特性、大壩佈置及層面與坡面之相關位置，確定其可能發生之型態，如岩楔破壞、順向滑落、逆向傾倒或圓弧滑動等。
- 2.滑動位置應確定其範圍、深度、方向及其對大壩及附屬結構物之影響。
- 3.地質特性應掌握岩層弱面位態(走向、傾角)、強度參數(岩心及弱面剪力強度)、連續性、風化程度、地下水位(壓)等。
- 4.載重情況應考慮大壩推力、蓄水庫水位升降(滿水位、最大洪水位、急速洩降等)、地震力、上頂水壓力及載重組合。
- 5.安全係數應依不同載重組合及分析對象之重要性加以訂定。
- 6.分析方法一般有剛性岩塊法(不考慮滑動面上橫向剪力)、分割法(考慮滑動面上橫向剪力)及數值模擬之有限元素法或有限差分法等，應考慮分析精度、實務需要及重要性等因素後決定採用方法。
- 7.穩定處理措施如擋土牆、預力地錨等應依個別之學理經驗分析其有效性。
- 8.依據地質敏感區之公告資料，檢核有發生地質災害之虞之地質敏感區對相關結構物或邊坡之影響。

6.2.10.3 水庫周圍邊坡安定

6.2.10.3 水庫周圍邊坡安定

水庫周圍邊坡主要應針對崩坍區之穩定性及邊坡水土保持措施加以分析校核，以確定其對大壩及附屬結構物之影響。

水庫周邊山脊若有庫水外漏之虞者，應辦理相關分析以評估庫水外漏之可能性與程度。

【解說】

- 1.邊坡崩坍區之穩定性除依照 6.2.10.2 節規範辦理岩層之分析外，載重情況應加考慮集水區暴雨情況，並針對覆蓋土層以土層邊坡穩定理論加以分析，並應考慮滑動造成湧浪對大壩之影響。
- 2.水土保持措施包括土石流整治防範等應以農委會之水土保持技術規範校核其有效性。
- 3.水庫周邊之薄山脊或者岩盤透水性較高之區域滲流量一般較高，長期可能造成大量庫水外漏，影響該處地層穩定及降低水庫蓄水量，此時應針對這些區域進行滲流或相關分析，評估發生大量庫水外漏之可能性及程度，以及對水庫蓄水功能之影響。
- 4.依據地質敏感區之公告資料，檢核有發生地質災害之虞之地質敏感區對相關結構物或邊坡之影響。

6.2.11 監測儀器觀測資料評析

6.2.11.1 概說

6.2.11.1 概說

監測資料應儘快評析，對於綜合反應大壩之行為狀態者，如壩體及壩基之變形量、變位量、上頂力、孔隙水壓及漏水量等應於最短時間內加以評析，以便瞭解整體壩體、相關結構及基座之行為與狀態是否正常，及早發現潛在之缺失、及時採取必要之因應對策，確保水庫之安全及正常之功能。

監測儀器觀測資料評析應註明報告中監測結果的最新紀錄時間。

6.2.11.2 評析之標準

6.2.11.2 評析之標準

水庫之監測與檢視成果應依下述三種標準加以評定，供作為採取適當因應措施之參考及依據：

1. 正常狀態：

係指由各種監測資料及檢視成果顯示，水庫或被監測對象之行為、功能及外觀均能符合原設計之要求，沒有存在會影響正常使用之缺失。

2. 異常狀態：

係指水庫或被監測對象之某些行為與功能未能完全滿足設計或預期之要求，而有影響使用之狀態，但未達危險狀態。

3. 危險狀態：

係指水庫或被監測對象之某些行為與功能能有嚴重之缺失與異常現象，且對水庫之安全與功能已構成威脅之緊急狀況。

6.2.11.3 評析方法

6.2.11.3 評析方法

監測儀器之觀測資料評析方法與觀測成果分析，一般係將觀測數據以適當比例依時間繪成曲線，並將影響該觀測值之因素曲線繪在一起，以利比較研判。曲線中可顯示觀測值之長期、短期或異常之突變，再依曲線之變化趨勢，與過去觀測資料、理論分析及自然現象之預期趨勢相比較，以發現潛在問題。一般分為定性評析法及定量評析法，分述如下：

1. 定性評析法：

主要係根據各項監測值所繪過程曲線之穩定性、相關性、合理性、一致性、突變性及對稱性加以研判評估。

2. 定量評析法：

主要係將監測值與用決定模式分析法、統計模式分析法、混合模式分析法或包絡線圖示法等方法求得之警戒值或危險值相比較後，評估結構物屬正常、異常或危險狀態。

【解說】

1. 穩定性：

當監測量過程曲線變化之規律與趨勢成穩定狀態，則屬正常；如原因量不變而效應量之趨勢隨時間不斷向不利方向增長，則屬不穩定之異常狀態。

2. 相關性：

平常監測值中原因量與效應量都會成一定之相關性，如其相關性較以往有所改變，則屬異常。

3. 合理性：

監測量之變化趨勢符合自然界之物理現象則屬正常，否則屬異常。

4. 一致性：

在相同條件下(即原因量相同)，效應量之變化形態應為一致或相似；同一位置使用不同儀器所量測之同一物理量亦應符合一致性，則屬正常，否則屬異常。

5. 突變性：

監測量之變化過程中，如有不符合預期中或不按規律之突變，則屬異常。如為單一之突變，則可能屬人為之錯誤，如為重複或連續之突變，則可能屬儀器或系統之故障或結構已有異常現象。

6. 對稱性：

如監測儀器埋設於具對稱之位置，則其監測量之變化亦應具對稱性，否則應為異常。

7. 對監測數據立即檢視之基本目標是即時發現任何值得注意的異常情況，並針對異常情況進行立即必要之檢查與因應措施。定期評析工作需充分了解安裝儀器的原因與原始監測計畫，才能有效地評析儀器的預期讀數與其對應之大壩性能，並針對長期觀測資料變化解釋數據代表意義。
8. 監測儀器觀測資料評析之監測管理值應綜合考量大壩結構、水文條件、地質條件、相關模擬分析結果、以及風險程度等因素，依觀測資料之長期、短期或異常之突變變化趨勢，訂定出適當的監測管理值，並據以擬定應變措施，不同之管理值應有對應之不同應變措施，以確保大壩及附屬設施之安全；定期檢討和更新監測管理值亦為必要措施。
10. 決定模式分析法係依據影響監測量之各項外界因素，以理論分析法如有限元素法等分析之所得之關係式，以推估該監測量之預期值，一般此法較適用於危險值之推估。
11. 統計模式分析法係以監測儀器長期之觀測值，利用迴歸分析方式，建立監測量與影響該量之外在因素間之關係式。一般此法較適用於警戒值之推估。
12. 混合模式分析法係以混合決定模式法與統計模式法來推估監測量之預期值或警戒值。其方法乃將決定模式分析法中較不易精確分析之分量如溫度與時效影響等之分量利用統計模式分析法計算，而可較精確分析之分量如水位仍利用決定模式分析法。
13. 包絡線圖示法係將各儀器歷年之監測值經校核篩選後，分別點繪於橫軸表示蓄水庫水位或其他影響行為之主要外在因素，縱軸表示儀器監測值之方格紙上，並將其上下之最大及最小值連接成包絡線，此包絡線即為對應各該外在因素之警戒範圍。

6.2.12 水工機械及其機電設備評析

6.2.12.1 評析時機

6.2.12.1 評析時機

水工機械及其機電設備經檢查與評估發現有下列情形時，應進行校核分析以評估及判斷設備之安全性或壽命，並視需要提出改善方案或應變措施之建議。

- 1.水工機械原設計條件及負荷(如重新推估之設計水位、設計地震係數或設備運轉操作方式等)已有變更與實際現況不符。
- 2.經現地檢查及非破壞檢驗結果，發現設備構件與鉚道有缺陷、裂縫、損傷、構件厚度減少或有異常振動等情形。
- 3.經分析或檢查系統設備元件性能有老劣化或失效狀況。

【解說】

由於機電元件與系統失效頻率較高，經由檢測了解電氣及控制設備性能劣化趨勢或有異常震動情形，或發現電氣絕緣有劣化趨勢或有顯著劣化情形，及早發現潛在之缺失、及時採取必要之因應感善，確保水庫之安全及正常之功能。

6.2.11.2 評析方法及成果

6.2.12.2 評析方法及成果

1. 水工機械評析應利用現行之分析方法、準則與規範，以新評估之設計荷重條件對構件現況尺寸與斷面及非破壞檢測紀錄進行校核分析。
2. 若閘門、閘板或閘之運轉負荷條件已有變更，則應重新計算並校核其啟閉力或驅動力。
3. 若上述啟閉力或驅動力大於原設計負荷，應對吊門機及吊車之額定容量與機械構件進行校核分析；同時應校核電氣設備之電流負載，若所需運轉電流大於原設計值，則應對電氣及控制設備重新分析與評估。
4. 若水工機械設備經校核分析之結果將影響設備安全或運轉功能時，應提出改善方案或應變措施(例如變更設備運轉操作規則)。
5. 對於無出廠證明、工廠檢驗文件、材料規格不清楚者、構件疑似老化或強度減少者，若需進行進一步安全分析與評估者，可視其可行性及安全性取樣進行化學成分與機械性質試驗，本項屬破壞性檢驗。
6. 水工機械評析可採用傳統應力計算、有限元素法分析、可靠度分析、破壞力學分析及疲勞分析等理論及方法，以評析其結構強度、安全性或剩餘壽命。

第七章 潰壩(決)演算及災損評估

7.1 潰壩(決)演算專有名詞

7.1 潰壩(決)演算專有名詞

1.潰決起始時間：

為一段時期，開始於第一次可觀察到水流越過或穿過壩體，可能為開始發布警告、疏散、或高度警戒之時間；結束於潰決形成階段。

2.潰決形成時間：

介於壩體上游面首次潰決與潰決完全形成的一段時間。對於溢過壩頂之潰決而言，潰決形成起始於壩體下游面開始侵蝕後，導致裂隙開始往壩體上游面發展。

3.潰口寬度：

潰決過程中，潰口頂部之寬度。

4.潰口形式：

潰決過程中，潰口之形狀。

5.潰決演算：

潰壩自潰決形成時間開始內至潰壩演算終了期間內，依其潰決理論，描述自壩體流出之流量所進行之演算。

6.潰壩洪水：

校核洪水來臨時發生潰壩，通過潰口進入下游河道之洪水稱之。

7.河道演算：

描述洪水自壩體潰決後進入河道內傳播之過程所進行之水理計算。

8.淹水演算：

描述洪水自壩體潰決後進入河道內傳播並漫淹於河道外之過程所進行之水理計算。

9.洪峰流量：

洪水歷程中，某固定位置發生洪水通過之最大流量。

10.流量延時歷線：

某固定位置，流量隨時間變化歷線。

11.水位延時歷線：

某固定位置，水位隨時間變化歷線。

12.洪水到達時間：

洪水歷程中，由潰壩形成時間開始起算，至某固定位置發生洪水到達之時間。

13.洪峰到達時間：

洪水歷程中，由潰壩形成時間開始起算，至某固定位置發生洪峰流量之時間。

14.最大水深：

洪水歷程中，洪水通過某固定位置之洪水最大深度。

15.最大洪水位：

洪水歷程中，洪水通過某固定位置之洪水最大高程。

16.控制斷面：

- (1)已知水位-流量關係曲線之斷面；
- (2)已知水位歷線之斷面；
- (3)河口處潮位歷線之斷面；
- (4)跨河水工結構物(例如攔河堰)處之斷面。

7.2 潰壩洪水評析

【解說】

- 1.目的：模擬發生潰壩情況下之淹水區域、洪峰到達時間、流量、流速及水位等，用以評估可能災損情況及擬定緊急應變措施計畫。
- 2.分析流程：如圖 7.2-1 所示。
- 3.後續修訂：由於目前潰壩洪水模擬受限於諸多不確定性及科技能力影響，其模擬結果之準確性仍不易掌握。建議當興建重要洪水保護堤防措施(堤防或堰壩)後，或 5 年檢討修訂更新。

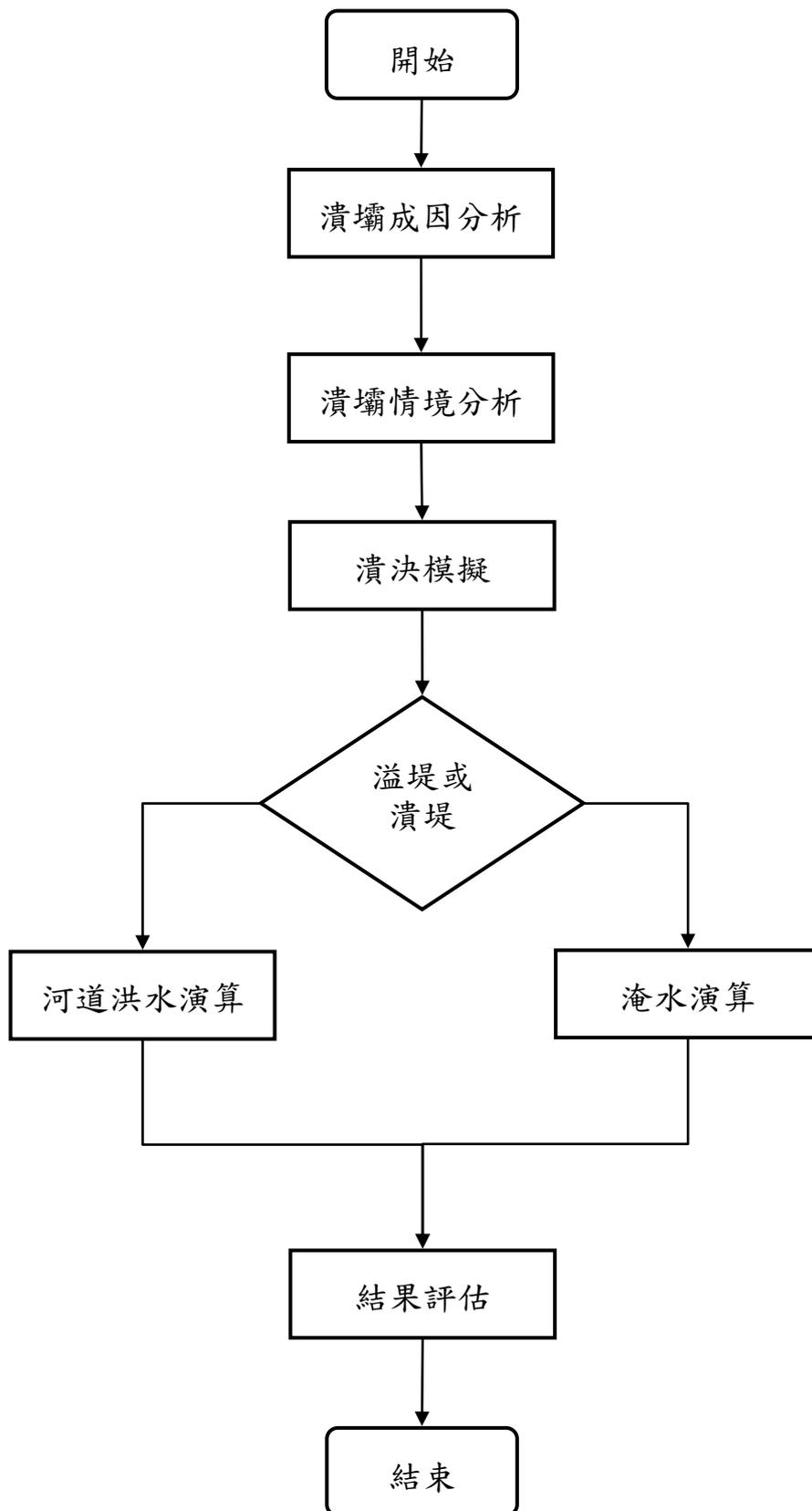


圖 7.2-1 潰壩分析流程

7.2.1 潰壩成因及情境分析

7.2.1 潰壩成因及情境分析

1.可能影響因素分析。

2.情境分析。

【解說】

1.對於實際導致壩堰體破壞之破壞類型主要有 3 類：水力破壞、滲流破壞及構造破壞，說明如下：

(1)水力破壞：是指壩堰體受到外在水流力量(外在威脅)所造成的破壞，常見的有溢頂、上游壩面波浪侵蝕、壩址侵蝕等。

(2)滲流破壞：是指壩堰體受到在壩體或其周圍地層中的滲流水內部侵蝕、掏空等危害而產生的破壞，這些滲流破壞常見在壩體與原地層界面、新舊壩體界面、壩基、引流管路、壩體裂縫等處，而有時不適當的壩面植生或動物挖掘的穴道亦會引發滲流的危害。

(3)構造破壞：是指在前述兩項破壞狀況外因為無法保持壩體構造的破壞，例如發生在壩體本身或是壩基的滑動、壩體的沉陷或是溢洪道發生的裂縫或破壞。構造破壞對混凝土壩而言是其較為重要的一環，壩基的穩定狀態或是壩體本身與壩基或壩墩的結合狀態常常是其整體安全性的關鍵。

2.造成潰壩之影響因素分為外在威脅(external threat)及內在威脅(internal threat)：

(1)外在威脅

a.極端降雨或洪水

依據水文覆核結果，分析極端降雨或洪水事件是否會造成潰壩。

b.串聯式之集水區

例如大甲溪之串聯水庫，即需考量集水區上游之水庫壩體之潰決，對壩體所造成之影響。

c.風

根據相關設計及安全評估報告所推估之風速，計算所產生之湧浪，是否會溢頂而造成潰壩。

d.地震

台灣地區之地震甚多，此一因子應列入考量。

e. 恐怖份子/破壞活動/意外災害

由初步評估潰壩所造成之災害並與相較於鄰近其他水庫之損失，或考量是否有戰備庫容等因素，用以評估以用破壞方式攻擊水庫之可能性。

f. 人為錯誤

由安全評估報告分析過去操作及管理之評價，研判人為錯誤之可能性。

g. 空中攻擊

與 E)項相同。

(2) 內在威脅

a. 內部穩定(地質上)

由竣工報告或安全報告等相關地質資訊中研判，對於壩體是否有潛在弱點，作為考量研判之基礎。

b. 內部穩定(結構上及機械上)

由安全評估報告對於壩體之結構安全評估及機械保養紀錄分析壩體本身穩定性或機械故障(例如溢洪道閘門故障)導致潰壩之可能性。

3. 影響因素分析

根據可能影響因素逐一分析，是否會造成潰壩，並提出合理之評估結果。例如台灣地區大部份離槽水庫，因洪水溢過壩頂造成潰壩之風險甚低。此外，攔河堰大多為混凝土壩，洪水溢過壩頂通常不會造成潰壩，可予以說明解釋後，不作為潰壩模擬之演算案例。

4. 影響因素分析所需資料

竣工報告、安全評估報告、特別檢查報告等。

5. 潰壩成因與情境分析

對於可能造成潰壩之成因，提出適當之假設，作為潰壩模擬之演算案例。

6. 雨天和晴天情境設定

雨天情境：為水力破壞如極端降雨與洪水溢頂、與 PMF 情境。

晴天情境：為滲流破壞、構造破壞造成整體安全性的無法短時間修護之情境，如滲流破壞常見在壩體與原地層界面、新舊壩體界面、壩基、引流管

路、壩體裂縫。構造破壞如壩基的滑動、沉陷、溢洪道發生的裂縫或破壞等情境。

7. 雨天潰壩情境之淹水情境應納入與下游地區(或河道)合理之淹水情境一併比較，以釐清潰壩之淹水影響。

7.2.2 潰決模擬

7.2.2 潰決模擬

潰壩模擬分析係利用水文演算或水力演算方法，配合適當之潰壩缺口型式、潰壩歷時、水庫起始水位及入流量等條件，以推演潰壩時之出流量歷線，做為下游河道洪水演算或淹水演算之邊界條件。

【解說】

1.配合地形幾何斷面、蓄水庫起始水位及入流量等，進行出流量歷線演算。

2.潰壩缺口型式視壩體材質及壩型而定

混凝土重力壩—缺口型式採用矩形，部分寬度之破壞，潰口之平均寬度小於或等於 1/2 壩頂長度，為完全潰壞情況(蓄水庫安全評估規範草案)。

混凝土拱壩—缺口型式採用梯形，為完全潰壞情況(蓄水庫安全評估規範草案)。

堆填壩—缺口型式採用梯形，潰口之平均寬度介於 1 至 5 倍壩高之間，最大寬度以壩體立面之投影面積除以最大壩高估算(蓄水庫安全評估規範草案)。

3.潰壩歷時及潰口面積變化視壩體材質而定

混凝土壩(重力壩或拱壩)—為瞬間潰壞至最大潰口面積，潰壩歷時在數分鐘以內(蓄水庫安全評估規範草案)。

堆填壩—為沖蝕潰壞，在潰壩形成時間內由起始潰口斷面以線性增加至最大潰口面積，潰壩歷時一般在數分鐘至 1 小時之間(蓄水庫安全評估規範草案)。

4.潰壩缺口堰流公式

$$\text{矩形} \quad Q = C_1 \frac{2}{3} B \sqrt{2g} (h - h_b)^{3/2}$$

$$Q = C_1 \times B \times (h - h_b)^{1.5}$$

$$\text{梯形} \quad Q = C_2 \sqrt{2g} (h - h_b)^{3/2}$$

$$C_2 = \frac{2}{15} (3B + 2(B + 2Z(h - h_b)))$$

Q 潰壩缺口流量，秒立方公尺

C_1 矩形缺口堰流係數

C_2 三角形缺口堰流係數

B 潰壩缺口寬度，公尺

Z 潰壩缺口側坡比值(水平：垂直= Z ：1)

h 蓄水庫水位高程，公尺

h_b 潰壩缺口底部高程，公尺

5.上式可用以計算潰壩尖峰流量，瞬間潰壩時 $C_1=7/11$ ，任何形式潰壩之尖峰流量皆不應超過此一計算值。

6.潰壩演算蓄水庫起始水位採用正常滿水位；潰壩時之起潰水位在洪水情況採用最高洪水位，非洪水情況採用正常滿水位。

7.蓄水庫入流量在洪水情況採用校核洪水，非洪水情況採用水庫年平均入流量或忽略不計。

8.若為堆填壩時：

(1)潰口寬度：可由美國國家氣象局之建議，並配合表 7.2-1 前人研究潰壩參數所建議之計算公式研判推估之。

(2)潰口成形時間：可由美國國家氣象局之建議，並配合表 7.2-1 前人研究潰壩參數所建議之計算公式研判推估之。

9.若為混凝土攔河堰型式：

(1)應於潰壩成因及其情境案例分析時，就壩體型式納入評估可能之破壞案例。若其破壞威脅若為地震時，攔河堰壩體型式之潰口成形時間甚短。

(2)潰壩寬度如依美國國家氣象局之建議為與壩頂寬度，與台灣現況上有差異(例如石岡壩案例)，建議依照蓄水庫安全評估規範草案小於或等於 1/2 壩頂寬度較為適宜。

10.由於模擬案例可能很多，建議皆須進行潰決演算，選擇尖峰流量最大者為後續分析之案例。

11.參考資料

目前世界之土石壩潰決模式研究，依美國墾務局(1998)之研究，將大壩潰決方析方法分為 4 類：

(1)比較分析(comparative analysis)

就大壩幾何形狀、庫容及型式等因子比較決定適當之潰壩參數與尖峰流量。

(2)預測公式(predictor equations)

以合理假設出流歷線形狀與案例研究所推出之經驗公式，用以推求

尖峰流量。

(3) 參數模式(parametric model)

以案例研究分析與潰壩相關之參數，並引用水利學原理模擬計算潰壩出流歷線，例如 DAMBRK 等。

(4) 物理方法(physically based methods)

其潰壩沖蝕模式(erosion model)乃基於水利學輸沙與土壤力學等學理基礎所建立，例如 NWS-BREACH 等。

根據 Petrascheck 與 Sydler (1984) 研究指出潰口寬度(breach width)與潰口成形時間(breach formation time)對於尖峰流量有決定性的影響，需謹慎選定。表 7.2-2 為美國國家氣象局對潰壩參數的建議值。

表 7.2-1 潰壩物理模式(Singh and Scarlatos, 1988)

模式	輸砂公式	潰壩形狀	參數	其他功能
Cristofano (1965)	經驗公式	固定潰口寬度	安息角	
Harris and Wagner (1967)	Schoklitsch 公式	曲線潰壩形狀	潰壩因次 輸砂因子	
DAMBRK (Fread, 1977)	Linear predetermined 公式	矩形 三角形 梯形	潰壩因次 輸砂因子	尾水影響
Lou (1981)	Meyer-Peter and Müller 公式		臨界剪應力 輸砂因子	尾水影響
BREACH (Fread, 1988)	Meyer-Peter and Müller 公式	矩形 三角形 梯形	臨界剪應力 輸砂因子	尾水影響 邊坡穩定
BEED (Singh and Scarlatos, 1985)	Einstein- Brown 公式	矩形 梯形	輸砂因子	尾水影響 邊坡穩定
FLOW SIM 1 and FLOW SIM 2 (Bodine, undated)	Linear predetermined erosion; Schoklitsch formula option	矩形 三角形 梯形	潰壩因次 輸砂因子	

註：輸砂公式用以計算土石壩潰決土石輸砂，輔助決定潰壩尖峰流量

表 7.2-2 美國國家氣象局對潰口的建議值

項目	數值	壩型
潰口寬度 B	$0 \leq B < 3d$ (土壩高) 0.8×壩頂長度 壩頂長 1 個或幾個施工壩頂寬度	土壩、堆石壩 拱壩 混凝土壩、拱壩 砌石壩、重力壩
口門邊坡 m	$0 \leq m = 2$ $m = 0$ $\frac{1}{4} \leq m \leq 2$ $1 \leq m \leq 2$	所有壩型 砌石壩、重力壩 土壩 拱壩(未經設計)
潰決歷時 $\tau(h)$	$0.1 \leq \tau \leq 3.0$ $0.1 \leq \tau \leq 0.3$ $0.3 \leq \tau \leq 3.0$ $0.1 \leq \tau \leq 0.5$ $0.1 \leq \tau \leq 3.0$	所有壩型 砌石壩、混凝土壩 土壩 土壩(未經設計，施工質量差) 拱壩

7.2.3 河道洪水演算

7.2.3 河道演算

河道演算係以水力演算方法，配合適當之邊界條件及河道地文特性，模擬潰壩後洪水波傳播至下游河道時之流況，包括流量、水位、流速及洪峰到達時間等。

【解說】

1. 水理演算一般採用一維與二維變量流流況模擬河道洪水波傳播現象。

2. 應用範圍

潰口下游至河川之河道內，若洪水溢堤或假設潰堤發生，則應直接引用洪氾區淹水演算進行模擬。河道洪水演算時應特別注意側流入量、潰堤及溢堤(岸)等現象之發生。當潰堤或分流情況發生時，應改採用二維淹水模式進行計算，或應予個別處理。同時在二維模式建置時亦要考量堤防高程之阻隔效應，避免因地形資料而造成分析結果失真。

3. 模擬範圍

潰口下游至河口或河道內適當控制斷面。一般建議計算至河口，此時河道內之計算結果較不受邊界條件影響。

4. 河道洪水演算之邊界條件

以潰壩模擬分析所得之蓄水庫出流量歷線為上游邊界條件；水位與流量關係曲線或水位歷線為下游邊界條件。

5. 河道地文特性包括河道斷面、橋樑、堤防及其他人為結構物等。上述資料應儘可能以最新實測之資料為分析之依據，以符合現況。

7.2.4 淹水演算

7.2.4 淹水演算

淹水演算係以水力演算方法，配合適當之起始條件、邊界條件及淹水區地文特性，模擬洪水溢堤(岸)後傳播至淹水區時之流況(包括流量、水位、流速、洪水到達時間及洪峰到達時間等)，以推定淹水深度等。

【解說】

- 1.淹水演算一般採用二維變量流流況模擬洪水波傳播現象。
- 2.模擬範圍
潰口下游至河口或河道內適當控制斷面。
- 3.地文特性包括地表高程、道路分佈、土地利用情況及建築結構物(橋樑及大型建物)等。目前建議以廣泛適用之 DEM 資料為基礎，對於河道斷面、橋樑、堤防及其他人為結構物等應儘可能以最新實測進行地形資料修正，以符合現況。
- 4.選用二維淹水模式由業主決定商用軟體。推算水庫下游受潰壩洪水淹沒範圍、時間及淹沒水深等。此外，水庫下游各水工結構物如橋樑等是否遭受洪水破壞，將根據相關資料加以研判。並依演算結果(包括臨近結構物處之水面高程及流速)評估潰壩洪水對下游主要水工結構物之影響。

7.2.5 群壩水庫

7.2.5 群壩水庫

群壩水庫進行潰壩洪水評析，應納入群壩水庫之影響效應。

【解說】

1.流域內有群壩水庫時，在執行洪水評析時除了考量集水區校核洪水流量後發生短時間潰決之分析外，亦要納入對下游水庫進行潰壩後洪水評析。即水庫 1 潰壩後洪水歷線在河道傳遞至下游水庫 2 後，再次發生水庫 2 潰決之情況，進行群壩影響效應，以此類推。因此，分析方法有二：

(1)透過流域整體二維潰壩後河道外水水理與內水淹水模式聯合演算，分析其影響範圍。

(2)同樣使用二維水理模式，透過分段河道邊界條件之銜接進行河道潰壩後之水理與淹水模擬。分段評估群壩影響效應。

2.群壩水庫之聯合操作亦應納入考量。

下游水庫以最大可降水位之排洪設施進行庫區水位聯合操作與模擬。

7.3 災損評估

【解說】

1.目的

發生潰壩後之淹水區域評估可能災損情況及擬定災後緊急應變措施及復原計畫。

2.評估項目分析

災損評估依其時間期程可分為：

- (1)搶救災應變經費；
- (2)受災地區損失；
- (3)災後重建經費等 3 類，目前僅就受災地區損失進行評估。

受災地區損失可再區分為：

- (1)人口損失；
- (2)經濟損失；
- (3)文化資產損失；
- (4)生態環境損失等。

其中文化資產損失與生態環境損失為較難計量之損失，故可調查受災範圍內之相關調查結果，以圖表呈現。人口損失則為不可回復重建之損失，可統計受災範圍內之戶籍人口作為受災人口。經濟損失可依其大致特性分為直接損失與間接損失，而由於間接損失之範圍廣泛且較難以計量，目前先就直接損失部分進行評估。直接損失部分可再分為(1)公共財產損失及(2)工商業損失與農漁業損失。

3.災損範圍

以二維淹水模擬結果於 50 公分以上納入災損範圍統計。

4.分析流程

如圖 7.3-1 所示。

5.後續修訂

於經濟損失之間接損失部分，涉及產業特性與經濟規模等因素，影響層面廣泛，評估時一般需經由較複雜之經濟模式計算評估之，建議於後續修訂時再評估其需求。由於經濟變化快速，建議 5 至 10 年檢討修訂 1 次。

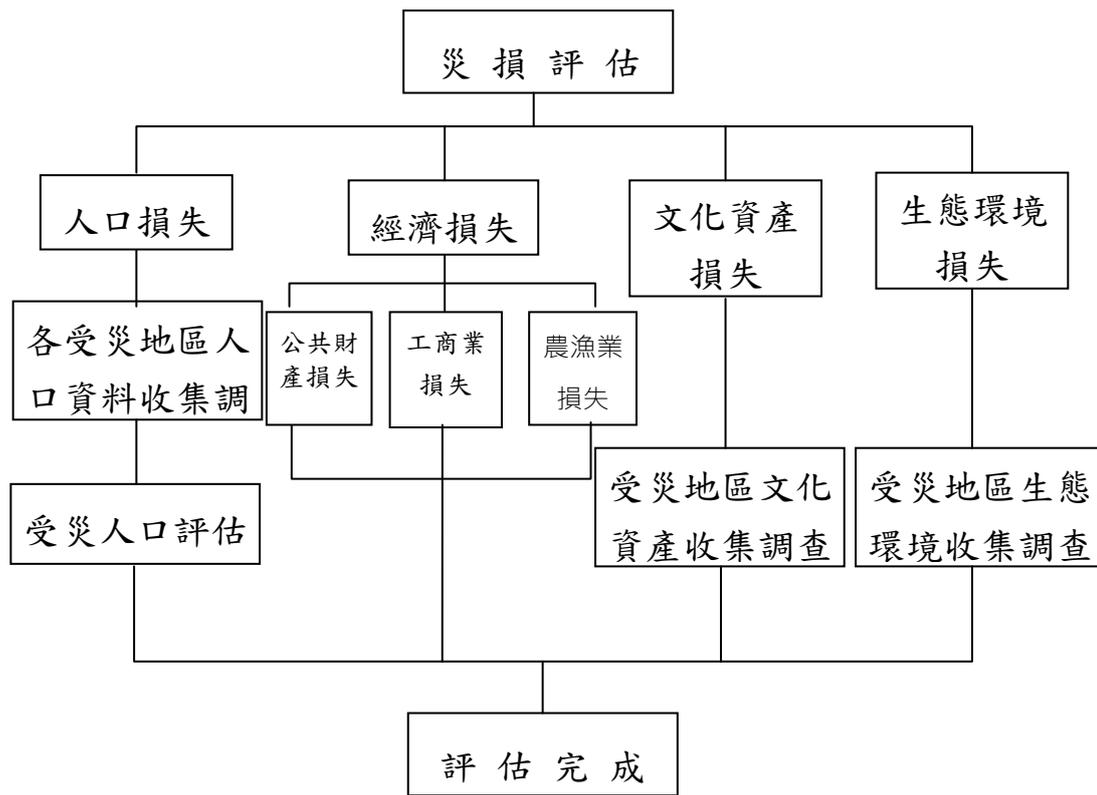


圖 7.3-1 災損評估分析流程

7.3.1 受災人口推估

7.3.1 人口損失推估

人口損失推估依據淹水演算分析結果，其淹水五十公分以上之可能淹水戶數(建物)相關戶籍人口統計資料作為受災戶數與人口數推估之基礎，以圖表建立受災人口資料。

【解說】

1.基本假設

根據近年歐陸與美國等先進國家之洪災過程紀錄顯示，民眾對於此類突發事件往往應變不及，尤其位於山區等交通與通訊不易地區為甚。依時間與地點不同，其受災規模亦有所不同。例如白天人口集中於經濟活動頻繁之工商業地區，而晚間則人口集中於住宅區，於睡眠時間疏散逃生亦較白天時期不易，故晚間之人口損失較白天為嚴重。因此假設狀況發生於夜間疏散不及之時期，可以村里戶籍人口為依據，評估其受災情況。

2.人口統計基礎

人口統計範圍依現行定期更新公布之戶籍制度，可縮小至各鄉鎮公所，故可以此為準，其統計資料收集內容包括各鄉鎮之鄰數、戶數及男女人口數等。

3.受災淹水影響標準

依據經濟部公告之「水災災害救助種類及標準」，其住戶淹水救助為實際居住之住屋因水災淹水達 50 公分以上。非以鄉、鎮、區村里之居住人口作為受災人口之統計。此結果除做為緊急應變計畫時之救災使用外，亦供防救災規劃與撤離路線與及水庫分級之參考依據。

7.3.2 經濟損失推估

7.3.2 經濟損失推估

經濟損失至少需推估工商業損失、農漁業損失等兩項。其中工商業損失至少需評估資產損失與產值損失；農漁業損失至少須評估產值損失。

【解說】

統一使用內政部國土測繪中心最新的土地利用資料進行二維淹水模擬結果之水深進行災損評估與統計。

7.3.3 文化資產損失推估

7.3.3 文化資產損失推估

文化資產損失推估係針對可能受災範圍內，政府公告之文化古蹟資產進行資料收集，以表列方式至少說明名稱、地點、古蹟等級、及其內容等項目，輔以圖示標明其地點。

【解說】

文化資產損失之表列應就其名稱、地點、古蹟等級、及其內容分別呈現。其中內容部份應就文化古蹟之性質、特點、文化價值等簡要陳述之，使能了解文化古蹟資產損失之重要性。

7.3.4 生態環境損失推估

7.3.4 生態環境損失推估

生態環境損失推估係針對可能受災範圍內，政府公告之國家生態保護區、國家公園、自然溼地、稀有動植物棲地或保育類動物棲地等項目進行資料收集，以表列方式至少說明環境或動植物名稱、地點、保育等級、及其內容等項目，輔以圖示標明其地點。

【解說】

生態環境損失之表列應就其環境或動植物名稱、地點、保育等級、及其內容分別呈現。其中保育等級部分主要針對保育類動物或稀有動物，內容部份應就生態環境之性質、特點、保育價值等簡要陳述之，使能了解生態環境損失之重要性。

7.4 潰壩緊急應變計畫

7.4 潰壩緊急應變計畫

- 1.可能受災區域範圍、疏散路線與地點。
- 2.緊急通知程序。
- 3.水庫搶修搶險之人力、材料及機具動員計畫。
- 4.依災害防救法規定應辦事項或其他必要事項。

【解說】

1.配合本辦法第 13 條規定辦理本辦法第第 13 條條文如下：

第 13 條 前條第 1 項第 11 款潰壩緊急應變計畫應包括下列內容：

- 一、受災區域範圍、疏散路線與地點。
- 二、緊急通知程序。
- 三、蓄水建造物搶修搶險之人力、材料及機具動員計畫。
- 四、依災害防救法規定應辦事項或其他必要事項。

2.依災害防救法規定應辦事項或其他必要事項，應依據經濟部之水災災害防救業務計畫及各縣市地區災害防救計畫之內容，調整緊急應變計畫，以內容不衝突、能銜接上為主。

第八章 綜合評估及結論與改善事項

8.1 通則

8.1 通則

當完成各項安全資料複核、現場檢查及校核分析等工作後，應整合所有工作中發現之問題或缺失，並詳細評估，最後作成綜合評估及結論與改善事項。

8.2 內容要求

8.2.1 綜合評估

8.2.1 綜合評估

- 1.應依有關技術之最新公認觀念及標準辦理，評估所採之觀念或標準與水庫興建時所採者有差異時，應予指明及說明其影響。
- 2.應力求簡潔、扼要、明確並應對水庫安全評估之各項目逐一作完整之敘述。
- 3.應能使閱讀者不須參閱安全評估報告中其他章節，即在短時間內瞭解綜合評估之重點，並掌握關鍵問題。

8.2.2 結論

8.2.2 結論

- 1.對水庫設施佈置之通盤評估。
- 2.對水庫設施在功能上之評估。
- 3.敘明各項複核評估、現場檢查及校核分析之結果。

8.2.3 改善事項

8.2.3 改善事項

- 1.任何不適宜部份及不利於水庫安全之潛在因素均應一一指明。
- 2.如根據已有之資料在現階段無法做適當之評估，而須做更進一步之試驗、研究與分析者，應在改善事項中提出。
- 3.針對各項問題與缺失之改善措施依改善優先次序分為三等級如下：
 - (1)立即改善—建造物損壞並致影響其功能。
 - (2)限期改善—建造物局部損壞，應防止其損壞擴大者。
 - (3)計畫改善—建造物已顯現缺陷或經評估需改善其功能或年久須維修者。

第九章 安全評估報告撰寫

9.1 報告之格式與內容

9.1.1 格式

9.1.1 格式

水庫安全評估報告撰寫之格式如下，可供撰寫時之參考。

1. 結論及改善事項。
2. 前言。
3. 報告之主體。
4. 附錄。

9.1.2 內容

9.1.2.1 結論及改善事項

9.1.2.1 結論及改善事項

水庫安全評估經安全資料複核、現場檢查及校核分析等工作後，最後作成結論與改善事項，其項目包括：

- 1.地質與地震。
- 2.水文分析與排洪安全。
- 3.安全監測資料分析與主體結構安全。
- 4.操作運轉與警報系統。
- 5.建造物或蓄水範圍周邊穩定。
- 6.改善工作內容。
- 7.潰壩演算及災損評估。
- 8.潰壩緊急應變計畫。
- 9.其他重要設施安全。

【解說】

結論及改善事項一般列於報告最前面，以便上級或運轉維護人員易於迅速瞭解問題重點。

9.1.2.2 前言

9.1.2.2 前言

- 1.水庫名稱及位置。
- 2.水庫之所有者(機關名稱)。
- 3.水庫規劃、設計、施工單位、開工及完工日期。
- 4.水庫概述。
- 5.水庫重要性(依災害分級及大小)。
- 6.歷次與本次安全評估之辦理日期。
- 7.本次安全評估工作之層次。
- 8.本次安全評估之工作範圍與項目。
- 9.歷次安全評估關鍵問題及尚未改善完成事項。

【解說】

- 1.前言一般為敘述水庫之背景資料及本次安全檢查與評估之特性。如上述項目篇幅較多者，亦可分章敘述。
- 2.歷次安全評估關鍵問題為水庫安全之重要背景資料，尚未改善完成事項(含辦理狀況與預計期程)則為目前水庫可能之潛在危害因素，應依據類別以時間排序妥善整理呈現。

9.1.2.3 報告之主體

9.1.2.3 報告之主體

- 1.安全資料複核之發現與評估。
- 2.現場檢查之經過、發現與評估。
- 3.必要之校核分析、經過、成果、評估及改善建議。

上述項目亦可分章敘述。

【解說】

- 1.報告主體應詳述工作經過，發現之問題及評估。如上述項目篇較多者，亦可分章敘述。一般分為下列章節敘述：
 - (1)興辦及評估工作辦理經過
 - (2)建造物設施概況
 - (3)安全資料檔之整理及補充
 - (4)安全資料之複核與評估
 - (5)現場檢查與評估
 - (6)分析與評估
 - (7)綜合評估
- 2.安全資料檔之整理及補充的章節內容，係指本規範第二章所述之項目；安全資料之複核與評估之章節內容，係指本規範第三章所述之項目；現場檢查與評估之章節內容，係指本規範第四章所述之項目；校核分析之章節內容，係指本規範第六章所述之項目；綜合評估之章節內容，應符合本規範第八章所述之要求。

9.1.2.4 附錄

9.1.2.4 附錄

- 1.與該工程有關之重要參考圖說目錄及保管單位。
- 2.複核之備忘錄、現場檢查記實或檢查清單。
- 3.照片。
- 4.分析與計算資料。
- 5.重要之儀器觀測成果。
- 6.有關之參考資料。

【解說】

分析與計算資料若採數值模式分析者，應詳列其輸入資料以利日後審核。對於計算結果之輸出則可擇要列印。

9.2 報告撰寫之要求

9.2 報告撰寫之要求

- 1.應以水庫管理單位立場編撰報告，主體內容應明確、清楚、完整與一致，不能前後矛盾。為達到一致性，對於狀況之認定可以下列四種等級予以分類：
 - (1)良好：能符合預期之功能或狀況。
 - (2)尚可：能符合預期之功能或狀況，惟需維護。
 - (3)待改善：可能無法符合預期之功能或狀況，應修理或改善。
 - (4)待更新：無法符合預期之功能或狀況，應更換。
- 2.每一項「結論」應在報告中詳列資料支持。
- 3.每一項「改善事項」應由「結論」中延伸而得，並應在報告中詳列資料支持。

【解說】

水庫安全評估報告係安全檔案之重要資料，為保存大壩及水庫狀況之永久記錄，其報告之撰寫應符合上述要求；報告撰寫應以水庫管理單位立場編撰報告，報告回應委員意見應簡要說明並標註修正頁數，對於水庫安評相關問題，應有清晰之因應辦理策略與方法外，並敘明預定完成期程。

附錄 監(觀)測系統、設備及資料項目名詞

壩型	物理量	監測儀器建議名稱	裝設位置	功用目的	常見名稱
混凝土壩	水壓	上揚壓力計	壩基	量測壩基底部上舉(uplift)水壓	上揚壓力觀測(測壓管) 上頂壓力觀測 上舉壓力計 揚壓力計
	應力	應力計	壩體	監測壩體應力	應力計
	變位	應變計	壩體	量測壩體總應變	應變計 校正應變計
		無應力應變計	壩體	量測壩體因混凝土乾縮等無應力狀態下產生之應變	無應力應變計
		測縫計	壩體分塊接縫	量測壩體分塊接縫之開闔情形	測縫計 接縫計 電子式接縫計
		裂縫計	裂縫	量測壩體裂縫之開闔與發展狀況	裂縫計 電子式裂縫計 裂縫觀測點
		正擺線儀	壩體	量測壩體沿徑向或切向之位移，可推求壩體之「相對」變形	擺線儀
		逆擺線儀	壩體及基礎	量測壩體底部相對於壩基岩盤深處之位移，配合正擺線儀量測結果可得到壩體之「絕對」位移	擺線儀
	位移偵測儀	擺線儀測站	量測壩體之位移變化	位移檢測點	

壩型	物理量	監測儀器 建議名稱	裝設 位置	功用目的	常見名稱
		伸縮儀	壩基	量測壩基位移及應變	岩盤伸張儀 岩盤伸縮儀 電氣式伸縮儀 機械式伸縮儀
		照準系統	壩體下游面及壩座	量測壩頂或壩體表面(下游面)相對於二側壩座(或岩壁)之位移	壩頂照準系統(定線) 電子式壩體照準系統 (三角位移) 定線照準儀
		沉陷測量點	壩頂	量測壩頂沉陷之情形	沉陷位移檢測點 沉陷點 沉陷觀測點 表面沉陷點
		位移觀測點	壩頂	觀測壩頂沉陷及位移	壩頂位移觀測點 位移觀測點
		傾斜儀 傾度盤	結構物 牆面	觀測結構物的偏轉及傾斜	傾斜儀 傾斜計 傾度盤
		加速度	強震儀	自由場 岩盤、 壩體	完整的強震儀地震紀錄可輔助評估壩體受震行為及動態分析關鍵參數並可協助壩體分析校核輔助地震評估 Site Response 校核
流量	滲漏量測	壩體下游	量測壩體滲水及排水之情形	量水堰 滲流三角量水堰	

壩型	物理量	監測儀器 建議名稱	裝設 位置	功用目的	常見名稱
					滲水量測定堰 滲透水量水堰

壩型	物理量	監測儀器 建議名稱	裝設 位置	功用目的	常見名稱
堆 填 壩	水壓	水壓計	壩體、 基礎	監測壩基或壩體孔 隙水壓	壩體孔隙水壓計 水壓計 大壩孔隙水壓計 基礎水壓計 壩基孔隙水壓計 壩體水壓計 壩體立管式水壓計 地下水壓力井
	土壓	土壓計	壩體	監測壩體內部應力 分布	土壓計
	變位	水平變位 計	鄰近壩 體與壩 基鑲接 處	監測壩體與壩基鑲 接情形，以助研判是 否有異常過大變位 或可能開裂	水平變位計
		表面觀測 點	壩面	觀測壩體外部變形	壩體表面測量點
	沉陷觀測	壩頂	量測壩頂沉陷之情 形	沉陷點 沉陷觀測點 表面沉陷點 表面沉陷位移觀測點 壩頂相對位移觀測點	

壩型	物理量	監測儀器建議名稱	裝設位置	功用目的	常見名稱
		沉陷計	一般配合壩體 傾斜儀 觀測管 裝設	施工及蓄水初期觀測壩體變形	沉陷計(鈹) 層別沉陷計
		傾斜觀測管	壩體、 邊坡	觀測壩體內部變形， 是否發生滑坡現象/ 觀測水庫周圍及重要設施邊坡安定性	傾斜儀 傾斜管 測傾儀 測傾管 傾斜計 測斜儀 垂直傾斜儀 傾斜觀測管
	加速度	強震儀	自由場 岩盤、 壩體	完整的強震儀地震紀錄可輔助評估壩體受震行為及動態分析關鍵參數，並可協助壩體分析校核輔助地震評估 Site Response 校核	地震儀
	流量	量水堰	壩體各濾層截流出口或壩座	監測壩體或壩基滲流量及觀測滲流水狀況	量水堰 滲漏量水堰 滲流量水堰 滲流水量水堰

壩型	物理量	監測儀器 建議名稱	裝設 位置	功用目的	常見名稱
					壩面滲水觀測點 滲流管 匯流井
其他	水位	水位觀測 井	壩體、 坡面	觀測地下水位	水位觀測井 水位井 開口式水位觀測井
	荷重	荷重計	地錨邊 坡	量測預力鋼腱所受 之荷重(內部拉力)	地錨荷重計 地錨預力監測
	應力	鋼筋應力 計	鋼筋	量測鋼筋應力	鋼筋應力計
	地形 變化	淘刷觀測 器	沖刷位 置	監測沖刷深度、形狀	淘刷觀測器
	濁度	濁度計	渠道、 進水口	量測水流濁度	濁度計

