

教育部校園用水緊急應變計畫指引 (2016 版)

一、天然或人為災害之發生

校園用水會因人為或天然意外事件的發生而影響供水水質及水量。依意外事件種類之差異，影響的程度可能包括全校的供水系統損壞、僅對局部用水設施造成影響，亦可能在系統未受損下造成水質的污染，以致影響師生用水安全。以下舉出臺灣地區可能發生影響校園用水安全的意外事件並說明之。

1. 天然災害

A. 地震：

地震可能造成建築物及供水系統結構的損壞，嚴重時可能全面的影響水源、供水管線及輸送、儲水設備如水塔及蓄水池、以及其他硬體設備等；當地震發生時，無論水源為自來水、地下水或山泉水均可能會受到影響。

B. 暴雨或淹水：

臺灣地區夏季常出現颱風、大雨或滯留鋒面等天氣型態，某些低窪地區會有淹水的可能。若供水設施受洪水淹沒，受污染的用水會隨蓄水池及管線將泥沙、地表污染物及致病微生物等輸送至與其相連通的用水設備，造成馬達等機械設備損壞及供水水質的污染。若降水集中在山區則會嚴重影響山泉水水源之品質，常見之問題包括造成濁度增加導致過濾設備負擔加重、地表沖刷衍生致病微生物污染等問題。

C. 缺水：

每年 11 月至 5 月是臺灣地區的枯水期，此時使用山泉水的學校可能會面臨水源供水量不足的情形，而以自來水為水源的學校則因自來水場供水量/水壓降低，也可能面臨水壓及水量不足等問題。

D. 水媒病：

志賀桿菌、梨形鞭毛蟲或隱孢子蟲等皆為常見的腸道寄生蟲及致病微生物，一旦污染水源可能造成大規模的流行，造成腹瀉等症狀，嚴重時如 1993 年美國密爾瓦基甚至造成上百人死亡；2008 年 O157:H7 型大腸桿菌也曾引發美國及加拿大上千人的感染。我國亦曾多次發生地下水受化糞池污染導致校園水媒病疫情。防止水媒病發生最基本的做法為透過適當的淨水程序（或使用經處理自來水）及供水設施維護，對水源及供水設備的妥善監測及處理。

2.人為事件

A.惡意破壞：

通常為非計畫性的行為，使用隨手可得的器具破壞校園供水設備。這些行為可藉著提高校園的安全防範等級（例如加強巡邏及安裝監控設備）、供水設備及區域加鎖等作為預防。

B.設備缺乏維護管理：

供水設備之元件常因未定期更換或維護保養而衍生水質安全疑慮，如過濾設備之濾心、蓄水池之抽水馬達、蓄水池及水塔的清潔等。若管理者忽略維護工作，則原本符合清潔要求的供水在運送至校園後水質反而劣化。

C.管線錯接：

學校裡可能發生的狀況包括消防用水管線、污水與自來水管線因施工不慎而發生錯接、或因供水管線調整更改，資料遺失而造成錯接。這些狀況會使得受污染或不適合使用的用水與潔淨的用水混合，造成水媒疾病或水質劣化等狀況。

D.工程影響：

可能因供水設施施工而需暫時停止供水，若為校內工程則可以儲水系統應付之，若為校外施工意外挖斷管線則會造成供水不足，需儘速修復以利供水。

意外事件的發生可能造成不同程度的影響，確認該事件對學校的影響有助於採取正確的因應作為，有利於向相關主管單位正確的描述此事件之影響並尋求適當協助。依意外事件之嚴重程度、影響範圍可將意外事件分為四級，學校可據個別狀況修改或簡化級別。

1.第一級：

最輕微的意外事件，學校管理人員可自行在 24 小時之內處理，基本上並不需要外部協助，校園的供水系統亦不會受到立即危害，此種狀況包括停電、配水管線破損、校園用水設備之馬達機件損壞等。學校平日應有專人負責用水管理，除瞭解校園供水設施外，亦知道如何確認這些意外事件是否發生，若無法自行在 24 小時內修復或復原，且校內儲水不足以供應校園正常運作之用水需求時，則應歸類為第二級意外事件。

2.第二級：

學校的供水量不足或懷疑受到致病微生物污染，包括主要輸水管線破壞、缺水停水、受化糞池或污水污染等，使師生之健康因缺乏安全用

水而受到威脅，此時用水管理人員需有警覺且快速因應，視情況需要通報衛生或教育主管機構或尋求外界協助，第二級意外事件應在數日完成處理並恢復供水。

3.第三級：

學校供水系統明顯受損或爆發水媒病疫情，校園用水受到污染或影響的範圍較大，包括爆發由大腸桿菌引起的疫情、校園用水設施遭到惡意破壞，此時管理人員必須通知衛生及教育主管單位並尋求即時協助。第三級意外事件已超出學校能處理的範圍，可能需要三天以上的處理時間才可排除問題並恢復供水。

4.第四級：

因為地震、淹水等天然災害或其他意外導致校園供水設施損壞不堪使用，校園可能長期無清潔用水可使用，管理人員需立即通知主管單位，並向外界尋求立即協助。此時需進行的應變工作如尋找替代水源、修復供水設施等，校園用水在此種情況下需要較長時期才能恢復正常運作。若學校維持教學正常時，則應提供基本之飲用水供師生使用。

二、緊急應變計畫之研擬

2.1 校園用水安全脆弱性評估

校內應有用水相關設備管理人員，以熟悉校園供水相關資訊。管理人員平日應蒐集之校內用水相關資訊包括：校園用水之水源（自來水，山泉水，地下水等）、儲水設施（水池水塔、水池水塔材質、水池水塔數目、裝設位置等）、地下水井數目及位置、校園供水設施之管線線路及使用狀況、飲水供應相關設備（飲水機、過濾、逆滲透、紫外燈等淨水設備），與校園用水相關管理記錄（清理、維修、巡檢）等。

每所學校均應依其所在區域、使用水源及管線設置評估可能遭受的意外事件，意外事件發生機率及該事件發生後對學校用水影響程度，根據以上考量擬定事件發生後之緊急應變程序。以位於低窪地區、使用地下水為水源之學校為例，對於以上意外狀況的評估如下表。

意外事件種類	評估結果	校園用水安全破壞之嚴重性或機率
地震	校地區域曾發生 5、6 級地震，但校內建築及用水設備在各次地震後均無損壞情形	中

暴雨及淹水	地處低窪地區，颱風時曾發生淹水，致使水池設備受損	高
乾旱	全用深井井水，故水源無缺乏之虞	低
水媒病	深井井水不易受微生物污染，化糞池及污水管線與其他管線有明顯區隔	低
惡意破壞	未曾發生破壞事件	低
缺乏維護管理	儲水塔清潔週期不固定	中
管線錯接	無消防蓄水池 [*] ，管線劃分明確	低
工程影響	曾有校外工程挖斷水管	中

* 消防蓄水池為自來水蓄水池，儲蓄之水體用於火警時及消防機關用水。水池的水量一般都大於法規儲水量，且儲水不常使用或更換，因此消防水池應定期清洗，避免水質發臭。

各級學校可參考上表之格式，依校園環境狀況及用水設施概況進行評估，以瞭解校園用水設施之「脆弱性」，並依以往經驗準備因應措施。為建立緊急應變措施，各校可在需要時尋求地區供水單位或專業人員協助評估緊急應變措施之可行性。

2.2 緊急事件發生之應變處理

2.2.1 緊急應變編組：

為因應緊急事故發生時之處理，各校平日應針對用水供應（及其他可能事故）建立緊急應變編組。緊急應變負責人一般為校長或總務主任；並包括用水操作或管理人員、應變方式、聯絡人員等編組。平日應定時或不定時巡視校園用水設備，於緊急事件發生時應報告校長（或緊急應變負責人），以啟動緊急應變機制。緊急應變編組任務如下（可依各校特性調整）：

緊急應變負責人	負責事項
校長	通報當地教育局、請求衛生或環保單位協助等
總務長	掌握實際用水現況（水源、儲水、管線、飲水）
營繕、事務組長	負責聯絡相關設備維修、緊急處理人員
環安衛中心主任或環安組長	負責告知全校師生因應方式（如每班派人領取飲用之瓶裝水、管制用水量等）

* 各校任務編組應依校園狀況適度調整，以提升應變效率。

2.2.2 緊急事件發生時現況評估

各校平時即應有校內用水設施相關資料收集與準備工作，於事件發生時可據以瞭解與評估現場實際狀況並提供資訊給相關單位進行後續處理（平時即應備妥相關政府單位名單、諮詢人員與聯絡電話、緊急維修之單位廠商及聯絡人等）。

評估項目：

水源來源是否充足穩定或已遭毀損、儲水設備是否破損污染、飲水衛生（供應全校師生飲水水量是否充足及符合安全衛生之要求）等，並於事件發生時評估針對一般生活用水與飲用水，是否需要尋找替代水源、替代水源為何、儲水設備是否需消毒、補修或更換、是否緊急採購桶裝或瓶裝水供師生使用等。

以下為「緊急事件後校園用水相關評估表（參考）」範例，供各校參考：

飲水處理

- 1.目前飲水之主要來源？(答包裝水或自來水者請跳答 4)
 - 包裝水（含瓶裝、杯裝、罐裝等等）或自來水（含自來水公司運水）
 - 井水、地下水等
 - 地面水（山泉水、河水等）
- 2.包裝水及自來水之外的飲水有煮沸或加氯消毒嗎？
 - 是 否 不知道
- 3 是否有派人進行飲水檢驗（如測量餘氯或大腸桿菌）？
 - 是 否
- 4.飲水之供應量（以每人每天飲用 2 瓶 600 c.c 的礦泉水為判斷標準）
 - 每天供應充足。
 - 2 到 3 天才能喝到這麼多水
 - 3 天以上才能喝到這麼多水
 - 不易獲得，請描述 _____
 - 不知道

炊食及飲用之外用於清洗的水（生活用水）處理

1. 一般用水（如洗手台、廁所、廚房）之主要來源？
 - 自來水（含自來水公司運水）
 - 井水、地下水
 - 地面水（山泉水、河水等）

2. 生活用水有加氯或漂白水(粉)消毒嗎？
 是 否 不知道
3. 政府相關單位是否有派人進行生活用水檢驗？
 是 否 不知道
4. 生活用水之供應量？
 每人每天 20 公升（約口徑 38 公分大水桶之容量）以上
 每人每天 10 到 20 公升
 每人每天 10 公升（約口徑 30 公分小水桶之容量）以下
 不易獲得，請描述 _____

2.2.3 通報系統

一般通報程序為：

校園用水負責人→校長→教育局→相關協助單位（各縣市教育局、衛生局、環保局、自來水公司）

災害發生時，應儘速收集校園用水受到影響之現況資料，經適當的處理與評估後，以電話、傳真、網路、電子郵件等方式，傳達相關資訊至各縣市教育局及衛生、環保單位或自來水公司，通報校園用水狀況並尋求校園用水安全維護之協助。

2.2.4 採取緊急應變

一般用水之替代水源包括另尋地下水、山泉水、雨水回收方式，或協請消防單位送水，儲水設備可設置不銹鋼、塑膠等水塔為臨時儲放桶；飲用水可以過濾、加氯消毒、煮沸或供應瓶裝水等方式以確保飲水衛生。

2.2.5 對外聯絡及溝通單位

對水質及衛生狀況有疑慮，可洽當地環保機關（縣市環保局）、衛生單位（縣市衛生局）、自來水公司或飲水機維護保養廠商請求協助，進行採樣化驗水質或用水消毒相關事項。

2.2.6 評估修復狀態

依校園供水狀態是否恢復，評估是否結束緊急應變狀態。

整體緊急應變流程可參考緊急應變流程圖（圖 1）。

2.3 替代水源之選擇

天然災害或緊急事件發生時，學校之飲用水源如受到污染或是供水設備遭到破壞後，為保障全校師生健康，必須尋找其他安全的替代水源，這些水源可能包括雨水、地下水井、地面水、湧泉或是其他桶裝或瓶裝水等。由於緊急事件發生後，必須在短時間內獲得水源，因此學校應於平日即針對各校供水及用水現況與特性進行評估，建立緊急事件發生時可取用的替代水源資料，彙整之資料應包括：

1. 替代水源的種類：雨水、地下水井、地面水、湧泉或是其他瓶裝水、消防水車供水等。若是取自天然的替代水源，應避免使用含有固體、有異味或顏色異常的水。
2. 水源來源及相關聯絡資料：若是天然水源，應說明可取水之正確位置；若是瓶裝水，應於平日確認可供應廠商，與其聯絡後並留下緊急聯絡人、電話和地址等相關聯絡資料；若是消防單位或自來水公司派遣供水車供水，也應蒐集所屬轄區或供水區之相關供水單位之承辦人員姓名、電話等聯絡資料，以供緊急用水所需。
3. 預估可供應量：平日應就各校師生人數及不同用水用途之每人每日單位用水量進行預估（例如每人每日飲用水量約為 2 公升），用水量之預估同時應區分為短期性（數小時至數日）與長期性（數週至數月）加以預估。並配合各項可能替代水源調查或統計可供應量，定期評估各替代水源之短期及長期可供應量是否充足。

替代水源特性及使用用途：對應於不同替代水源水質所具備的不同水質特性，評估確認緊急應變時各水源可使用的用途，避免使用水資源缺乏時，不當的資源浪費。例如瓶裝水為安全衛生無虞的替代水源，應限制使用於學校師生飲用或煮食的使用，以避免浪費；取自天然替代水源之用水，應適當過濾並煮沸至少 10 分鐘才能飲用，不過應注意將水煮沸並不能去除全部化學污染物質；其他如水質可能欠佳的地表水，可收集做為沖廁或其他清潔衛生的使用。

2.4 恢復性評估

緊急事件發生後，各校供水、用水情形若是趨於穩定，且校方認為供水系統已可掌握及正常操作運行後，應針對供水系統執行一系列評估，以確認水質及相關硬體、軟體系統已回復正常操作狀態，並可提供穩定及安全衛生的用水。校園供水系統恢復性評估步驟的詳細度或複雜度主要依據緊急事件發生的嚴重程度而有所不同，簡易判斷基準可能是

恢復正常設備系統供電及供水設備修復即可；若是緊急事件除了造成設備損壞，水質也發生異常變化時，則必須針對水質進行檢測，確認如大腸桿菌的數目已低於安全標準值以下，消毒系統也能正常運作，可有效維持水質的安全及衛生。

以下為學校進行水源水質恢復性評估時，應注意的各項因素及重點：

1. 供水系統已修復，並可供應滿足各項用途之用水需求量。
2. 系統維護或管理人員已針對供水系統之設備單元完成各項安全性或可操作性評估。例如系統是否已經適當的沖洗、消毒，或是通過各項水壓承載測試。
3. 供水經符合適當採樣原則加以採樣，經合格檢測單位檢測後，水質已可符合各項水質規範標準。
4. 確認學校具備適合人員，可正常操作、管理及初步維護保養供水設備及系統。
5. 除了學校本身的供水系統外，地方政府及中央政府之供水系統軟硬體設備也已恢復正常運行。例如所屬供水區之淨水場設備損壞，是否也已修復，可正常供應安全用水。

學校緊急應變計畫擬定時，即應包含後續供水系統的恢復性評估程序，並明確指定及說明緊急應變小組中，各成員在恢復性評估中所應負責之事項，以確保各項評估能順利進行。

2.5 水質檢測及採樣

2.5.1 水質檢測作業

不論是緊急事件發生後，水質有受到污染或破壞的疑慮，或是學校供水系統已逐漸恢復正常供水，都需要針對供水水質進行確認與評估。學校應針對用水安全進行基本的檢視及確認，並聯絡相關合格單位或組織，在適當的採樣位置正確採集水樣並進行檢測。可提供水質檢測的單位，包括公部門的中央及地方政府環保署、環保局，或是衛生署、衛生局，自來水公司各區處的負責單位、一般檢測公司，以及販賣或維護保養供水設備系統的相關廠商，都可提供相關協助或水樣分析。學校平日即應針對可提供水質檢測分析的單位，收集及紀錄相關可提供協助事項，或是相關聯絡資訊，並將此份資料包含在緊急應變計畫中，以供突發事件應變時所需。

不論學校供水系統的損壞是由於天然的災害還是人為的破壞，飲用水中的污染物主要可分為四大類，包括無機物（如金屬、硝酸鹽）、有機

物（如農藥、揮發性有機物）、放射性物質（較為少見）及微生物。其中較常監測的項目包括以下各項。

無機物中的氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）以游離氨（ NH_3 ）和銨鹽（ NH_4^+ ）型態存在於水中，動物性有機物的含氮量一般比植物性有機物高，且人類和動物糞便中之含氮有機物容易分解成氨，故氮濃度可作為水中糞便污染的指標之一。水中氮之污染源主要來自畜牧廢水及農業肥料，飲用水中硝酸鹽氮是主要之氮化合物，農地施用肥料污染地下水源，會使硝酸鹽氮之濃度提高。硝酸鹽氮最主要健康影響為嬰孩長期飲用硝酸鹽氮過高的飲水，可能會罹患變性血色蛋白血症，或稱藍嬰症，因硝酸鹽氮在嬰兒體內還原成亞硝酸鹽氮後與血液作用，減少血液輸氧量使膚色呈現藍色。

硬度是水中溶解性二價陽離子之總和，最主要為鈣離子與鎂離子。水中總硬度的存在亦受其他水質因素（如 pH 及總鹼度）之影響。硬度在飲水中之影響主要為味覺及口感，以及在硬水加熱過程中形成白色鍋垢或水垢，影響視覺感官而被認為水不乾淨，但其實那是硬度高的水煮沸後產生碳酸鈣或碳酸鎂沈澱的自然現象，硬度過高之飲水本身對健康是否有害，則缺乏臨床醫學上之直接證據。

砷是一種致癌物質，普遍存在於自然界中，水中砷主要源自於自然界富含砷的岩石，因此在天災後可能導致天然水體中（特別是地下水）砷濃度的增加。水中砷含量若超過 $10 \mu\text{g/L}$ ，長期飲用就可能導致砷中毒，也可能引發全身性的癌症，包括腎臟癌、皮膚癌、膀胱癌等。另外砷進入人體後，會廣佈在身體的各個器官系統，因此在身體各部位都可能造成病變，例如烏腳病、心臟病、高血壓等。

所有學校都應針對水中大腸桿菌進行監測。因為大腸桿菌在環境中存活能力較強，常被用為飲用水水質安全之指標微生物。故當水中未檢出大腸桿菌時，代表其他微生物存在之可能性較低，反之若在水體檢出大腸桿菌群，常表示水體中可能有其他致病菌存在。

除了污染物質的檢測外，尚有其他項目需要進行監測。pH 值為氫離子濃度之一種表示方式，飲用水水質標準 pH 值主要管制目的是避免供水系統管線之腐蝕，一般 pH 值對人體健康無直接影響，美國環保署則將 pH 值列為參考水質項目。若是學校使用加氯消毒的供水系統，則需進行水中餘氯的監測。水中若是不含餘氯，則無法有效抑制細菌的生長；若是水中餘氯過高，除導致口感問題外也可能影響師生對水質安全的顧慮。

上述所有污染物質皆可參考下列準則進行採樣及分析。

2.5.2 採樣點選擇

採樣點選擇視各校水源及用水設備設置現況予以通盤考量。採樣人員進行現場勘查後，依用水與使用者接觸機會多寡為依據，採集具有代表性的樣品以正確評估校園用水水質安全。原則上採樣位置以水源、水塔、洗手台出水、飲用水處理單元出水、廚房烹煮用水等位置為主。

2.5.3 採樣方法及運送

採樣方法應依照環保署環境檢驗所公告之飲用水水質採樣方法（NIEA W101.51A）進行，水樣保存與運送則依照水質檢測方法總則—保存篇（NIEA W102.50A）之內容進行。水樣在保存及運送時都應於 4 °C 下進行，並於 1 日內運送至實驗室冰存，以防水樣變質。若是學校將自行採樣及送樣，則應於平日即備妥相關採樣用具及適當容器，並收集適當運送公司及運送方式等相關資料，以供緊急應變使用。

2.5.4 水質項目及檢驗方法

一般學校水質檢測項目以細菌性指標之大腸桿菌群/大腸桿菌為主，並檢測酸鹼值、氨氮、硬度等化學性指標；使用地下水的學校則視需要加測硝酸鹽及砷之濃度，以進行校園用水安全之評估。不論學校委託公部門或是私人公司組織進行水質檢驗，各項分析檢驗均應依環保署環境檢驗所公告之標準方法進行。細菌檢測項目儘可能以滅菌袋採樣以預防污染，採樣、運送及分析過程中，並搭配空白分析及重複分析，以確保數據之準確性。檢測完成後，也應向檢測單位詢問及確認檢測結果是否符合法規規範及其代表意義，並做成記錄，以供學校操作人員參考。

參考文獻

1. USEPA, 2004, Emergency Response Plan Guidance for Small and Medium Community Water Systems to Comply with the Public Health Security and Bioterrorism Preparedness and Response Act of 2002, EPA 816-R-04-002, www.epa.gov/safewater/security.
2. USEPA, 2011, Response Protocol Tool Box Module 3, Site Characterization and Sampling Guide, EPA-817-D-03-003, http://www.epa.gov/safewater/security/pdfs/guide_response_module3.pdf.
3. USEPA, 2011, Response Protocol Tool Box Module 4, Analytical Guide, EPA-817-D-03-004, http://www.epa.gov/safewater/security/pdfs/guide_response_module4.pdf.
4. Washington State Department of Health, 2003, Emergency Response Planning Guide for Public Drinking Water Systems, DOH PUB #331-211.
5. 行政院環境保護署，「天然災害後環境清理與消毒應變手冊」草案。

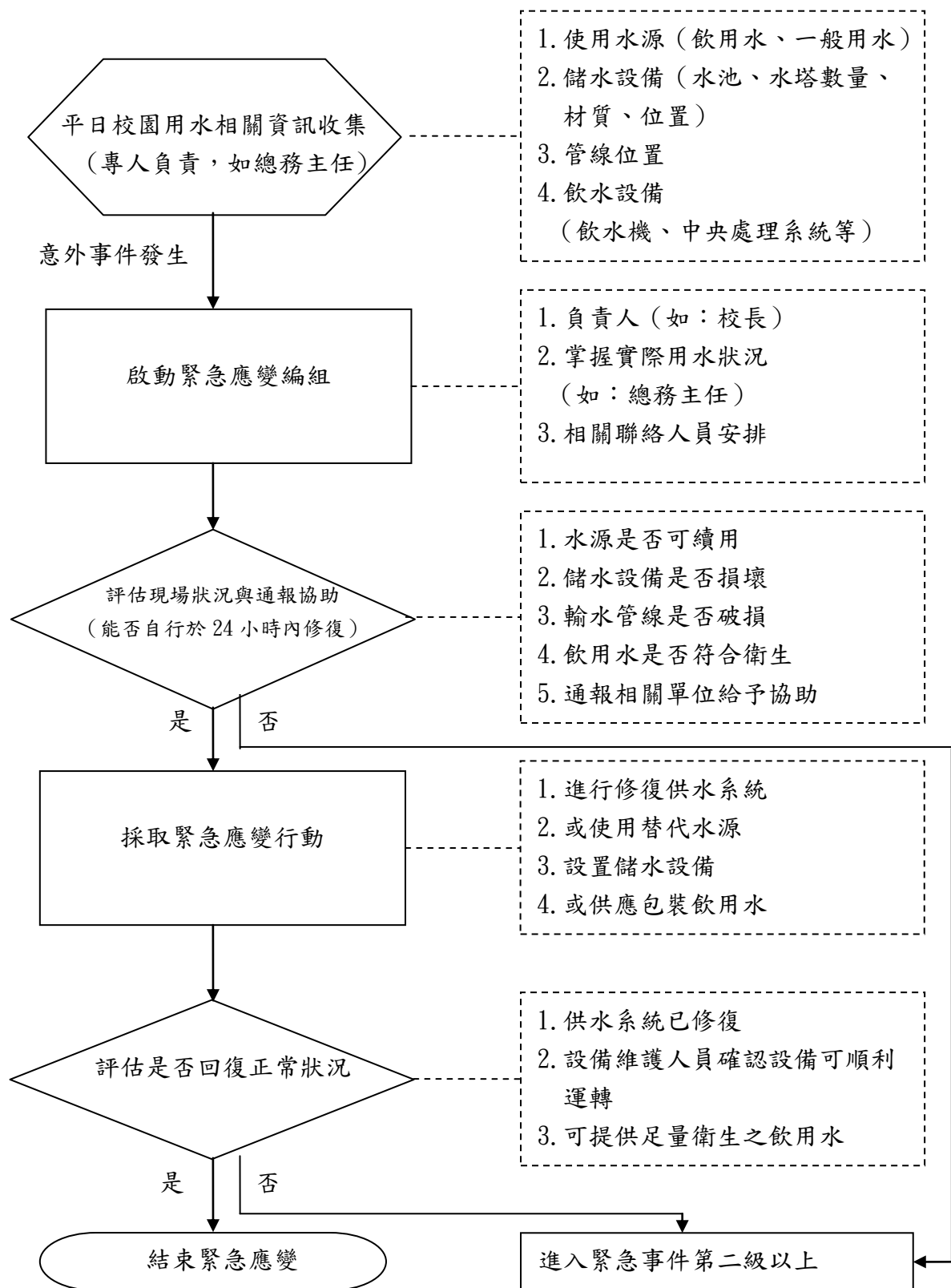


圖 1 緊急應變處理流程圖 (第一級)

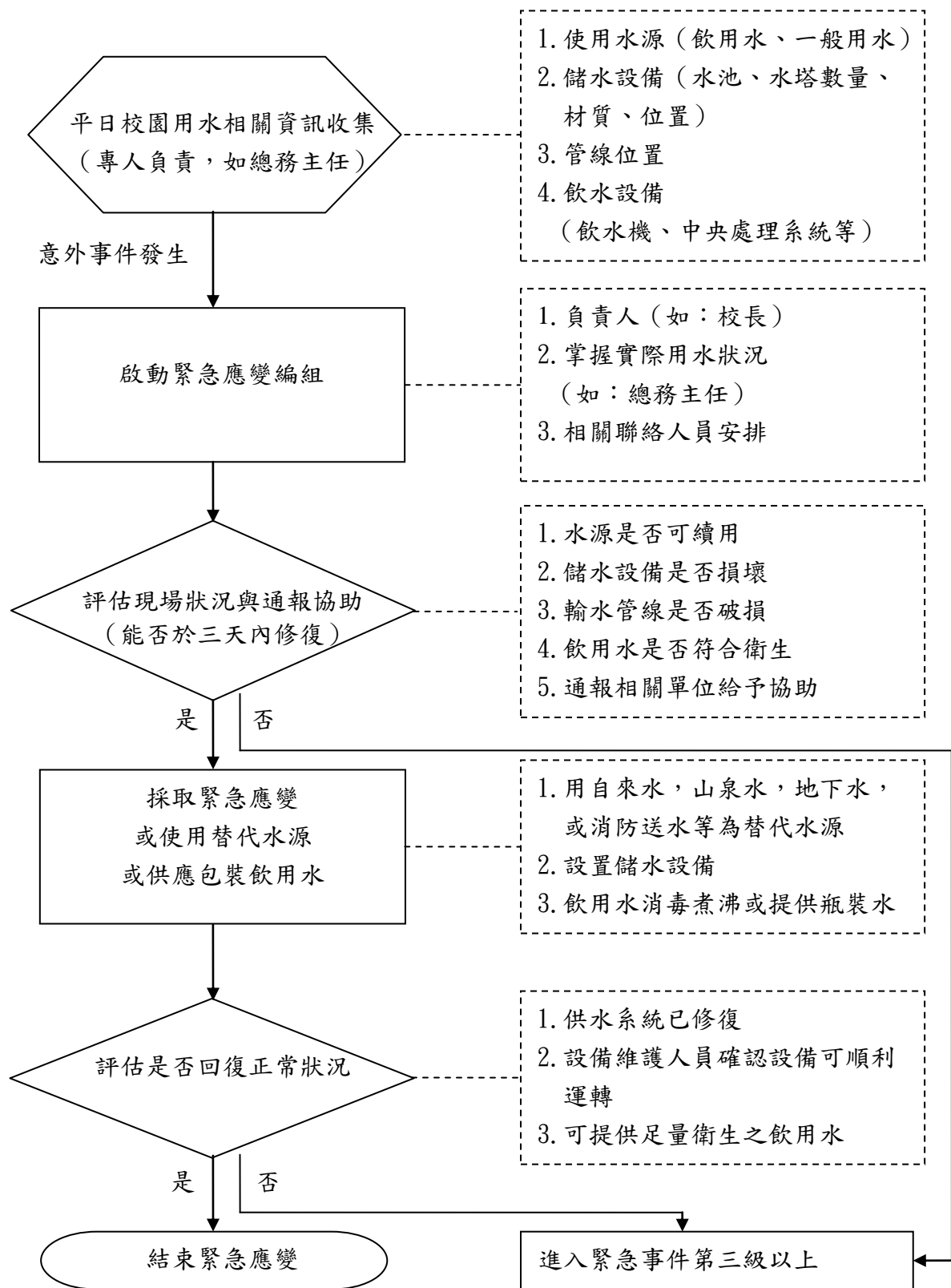


圖 2 緊急應變處理流程圖 (第二級)

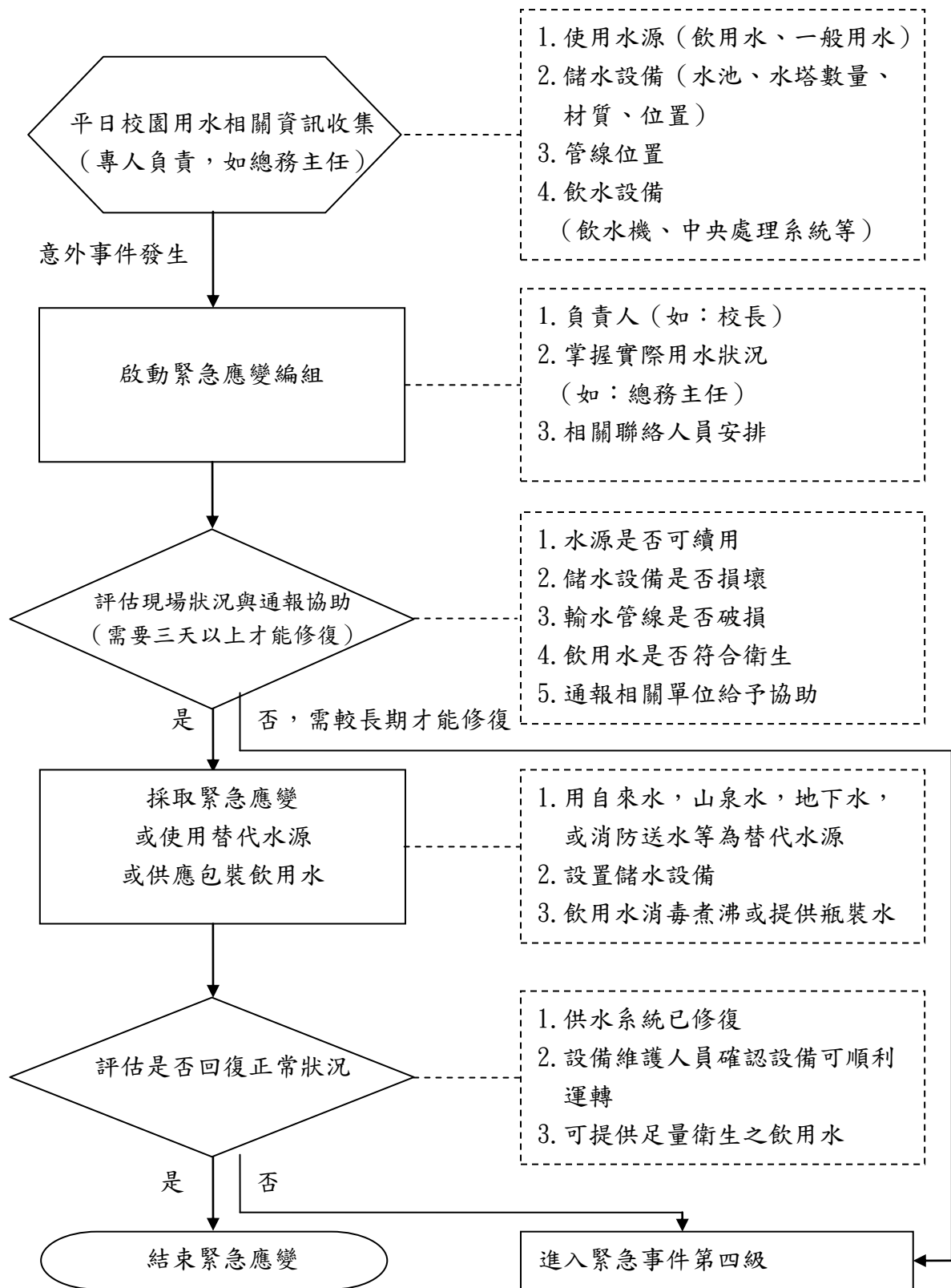


圖 3 緊急應變處理流程圖 (第三級)

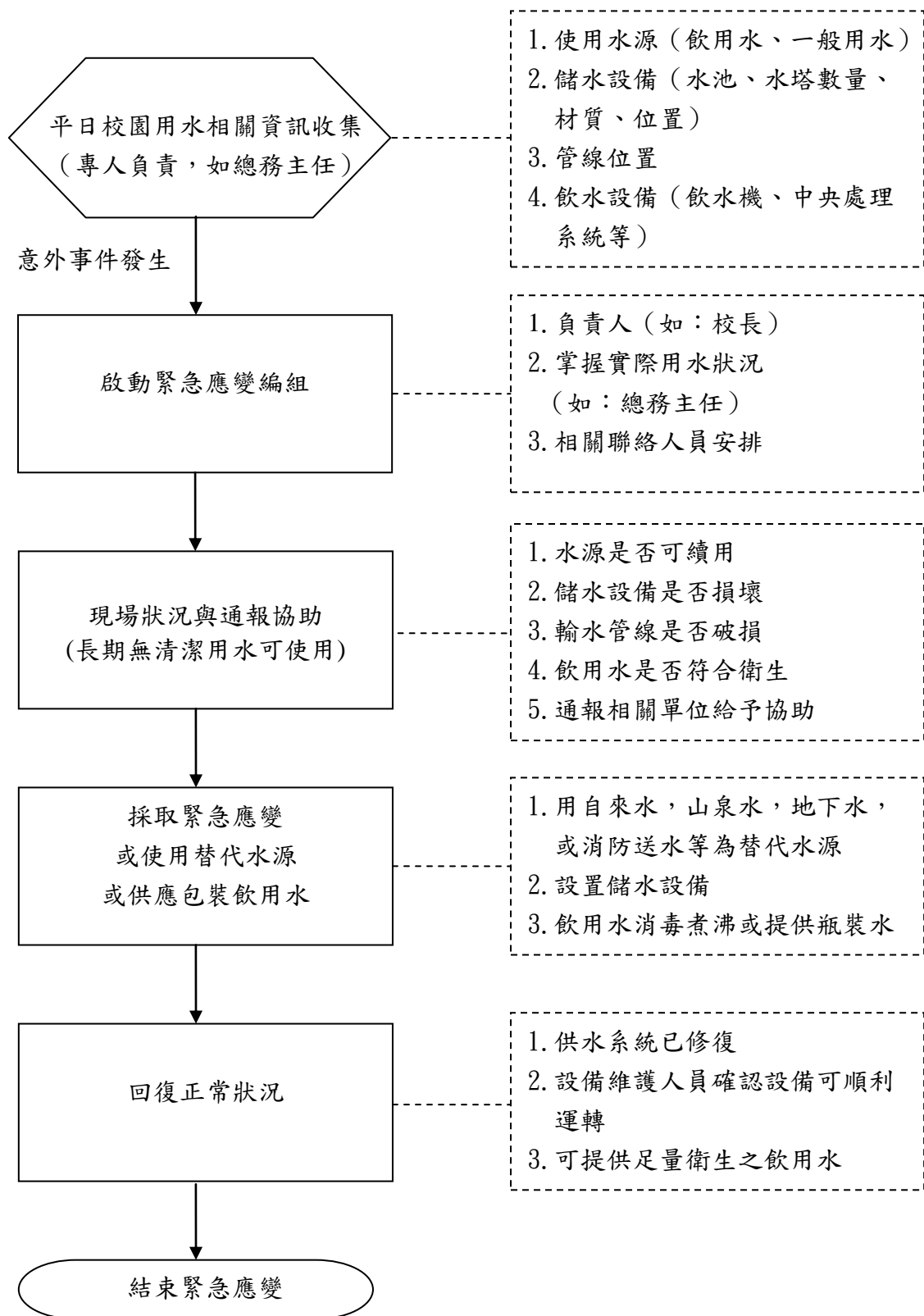


圖 4 緊急應變處理流程圖 (第四級)