

校園用水安全維護管理手冊  
精簡版(2016)



教育部 指導

國立臺灣大學公共衛生學系 編輯

# 第一章 校園用水水源水質特性

## 第一節 自來水之水源

一般校園用水水源可分自來水與非自來水兩大來源，自來水指經淨水場處理程序後配送至用戶之飲用水，非自來水則包括地下水、山泉水及簡易自來水等水源。自來水處理程序可分為傳統處理程序及高級處理程序兩種。傳統處理程序包括混凝/膠凝、沈澱、過濾、消毒（加氯）等程序；高級處理則包括離子交換、臭氧、活性炭、逆滲透等針對特殊水質要求所採用之處理程序。對於水源水質良好之淨水場，採用傳統處理程序即可有效提供優良水質之自來水供公眾使用。但如水源含有無法以傳統處理去除的物質，則依照欲去除的污染物選擇適當之高級處理程序，以改善供水水質。根據經濟部水利署統計資料顯示，截至民國 102 年底臺灣地區自來水普及率已達 92.9% 以上，且歷年來環保單位執行水質抽驗結果顯示直接供水自來水水質合格率達 98% 以上；但環保署針對非自來水系統所進行之水質調查亦顯示其合格率僅 85%，顯示使用非自來水為水源者必須特別注意水質安全。因此，對於地處偏遠、至今尚未鋪設自來水管線之鄉鎮或仍部份抽用地下水之地區而言，民眾的用水安全值得關切。使用自來水的學校雖水質較無疑慮，但也應注意校內用水設備的維護保養，以防水質劣化的情況。學校是師生群聚的地方，如因校園用水水質不良而爆發水媒病疫情時，將可能造成大規模的疫情感染。

## 第二節 非自來水之水源

主要指使用自來水以外之其他水源做為用水之來源，包括地下水、山泉水以及簡易自來水等。以學校而言，完全使用非自來水的學校多半位於較偏僻之山區、海邊或離島，因自來水管線鋪設不易，由學校或社區自行設置地下水井取水，或由山泉逕流、池塘地表水源引水至校園使用。

### 一、地下水

地下水來自雨、雪等降水所形成之地面逕流，通過土壤與岩層等層層空隙滲入地下而成地下水層，由於水流經砂岩層進入地下水層的過程如同緩慢的過濾程序，故未受外界污染之地下水其水質常較地表水為優。但隨著都市及工業化的發展，人類及農業活動日趨頻繁，導致地下水受人為污染之事件時有所聞。此外，校園因化糞池洩漏而導致地下水遭致病性微生物污染、或使用含砷地下水使得臺

灣早期西南沿海烏腳病盛行等，皆為飲用受污染地下水致病的例子。

## 二、山泉水

一般刻板印象認為山泉水口感甘甜、水質清澈，較無安全上之疑慮。事實上山泉水因流經山區地表，為一開放性的系統，易遭受山區人類或動物活動所污染，水中也可能含有肉眼無法辨識、來自動物排泄物的寄生蟲或微生物之污染，加上農業區域之山泉水可能長期遭殘留農藥、肥料之污染故含有較高濃度的農藥及硝酸鹽氮，使得微生物、氨氮及硝酸鹽氮為使用山泉水常出現之污染物。

## 三、簡易自來水

政府於某些偏遠無自來水供應之地區輔導及協助社區興建簡易自來水設施，多數簡易自來水系統係由地方政府之鄉鎮公所、村里辦公室或社區委員會自行管理，少數則委由自來水事業單位代為操作，作為解決自來水無法配送供應地區的權宜之策。一般簡易自來水之水源即為上述地下水或山泉水，經簡單沉澱、過濾或消毒處理後供水。大多數簡易自來水僅有取水、蓄水及配送設備，並無有效消毒單元；部分社區管理之消毒設備則因無定期維修或擱置不用，衍生出其他水質安全問題。簡易自來水系統建議應有適當過濾、消毒處理以確保水質安全，若未裝設消毒設備者，應煮沸後再行飲用，並避免使用未經消毒的水。

環保機關除了針對自來水進行水質檢驗外，也針對簡易自來水進行飲用水水質抽驗，根據過去水質抽驗檢驗結果，主要不合格項目以大腸桿菌群為最多，其次為總菌落數、pH 值、氨氮、濁度及硝酸鹽氮等項目。部分學校雖設有自來水管線，惟因考量自來水費負擔，使用非自來水水源於澆灌、沖廁或清潔洗滌等用途。由於在未將自來水及非自來水系統加以完全區隔，或因設計不良造成錯接現象的情況下，可能讓學童接觸到地下水或山泉水，其水質安全常因未作為飲用水、廚房用水來源而受到忽略，校園用水因而遭致病微生物污染，成為水媒疾病疫情之途徑。

### 第三節 水中污染物的種類

水中的污染物可分為生物性污染物、有機污染物、無機污染物及影響適飲性物質等四大類。微生物包括細菌、病毒、原生動物等；有機物包括消毒副產物、揮發性有機物、合成有機物、農藥等污染物；無機物包括重金屬、陰離子、硬度、鹽類、氯鹽、溶解性固體等；適飲性物質則包括硬度、硝酸鹽等。

## 一、生物性污染物

水中微生物通常以大腸桿菌群密度作為指標，由於其在水中廣泛存在且存活性較一般病菌高，因此當水中檢測出大腸桿菌群時，即必須注意是否有其他致病微生物之存在。總菌落數則代表水中存在並可檢出之全部細菌，由於所檢出之總菌落數未必為致病性微生物，故一般僅作為自來水場控管消毒效率之評估指標，而不據以評斷水質安全，飲用水水質標準中規定總菌落數之採樣點限於有消毒系統的配水管網。

## 二、有機污染物

飲用水中常見之有機污染物包括消毒副產物、揮發性有機物、農藥等。主要的消毒副產物為三鹵甲烷及鹵乙酸，為飲用水加氯消毒過程所產生之副產物。揮發性有機物多來自工業排放或地下油槽洩漏導致之水質污染，如三氯乙烯、苯等，長期暴露可能提高致癌風險。農業區亦應特別注意農藥噴灑所導致之水質安全問題。

## 三、無機污染物

臺灣西南沿海及東北部部分沿海地區，地下水因地質關係砷含量較高，被懷疑與烏腳病有關。部份老舊建築物之配水管線採用鉛管，可能增加飲水中的鉛含量，對幼兒智力發展潛在影響很大。當水體遭受人類或動物糞便污染時，將有機氮及氨氮排入水體，氨氮則為水體是否遭受家庭污水污染之指標。嬰幼兒飲用硝酸鹽氮含量過高之飲水，會導致藍嬰症，且亞硝酸鹽與胺類形成亞硝胺亦為潛在致癌物質。

## 四、適飲性物質

水中硬度主要由鈣、鎂等二價陽離子組成，臺灣南部地區因地質因素之影響水中硬度偏高，長期飲用高硬度的水並不會造成健康上的危害，只是硬度較高時在燒開水過程中因鈣離子產生鍋垢，且在煮沸過程中形成結垢時，水中硬度已被去除。因此硬度較高之水體可以煮沸方式去除硬度。

## 第二章 校園水媒疫情個案介紹

過去十餘年臺灣地區曾爆發數起發生於校園及其他公眾設施之水媒病疫情案例，疫情之發生多與使用受糞便污染之地下水有關。以往校園水媒病疫情經驗顯示即使地下水未供直接飲用，也可能在間接情形下導致學童接觸到病原而引發

水媒病疫情。即使學校使用之水源以自來水為主，地下水井為輔助水源，亦可能因地下水受糞便污染而導致疫情。依以往之校園水媒病疫情調查結果，一般地下水常供廁所、洗手台及廚房清潔用水使用，即使以自來水供廚房烹調，仍可能因混用地下水而導致水媒病之發生。特別在水池水塔容量過大、遭受污染、或因長期閒置以致自來水餘氣不足時，更容易發生水媒病疫情。此外，部分自來水及地下水混用之學校，常將地下水以馬達抽水至樓頂水塔儲存後使用，水塔間若有儲水不足狀況時，經由水塔間相通管線互相補注自來水或地下水，亦容易衍生水質安全問題。因此，各級學校使用地下水為輔助水源時，必須確實將自來水及地下水系統加以區隔，避免學生有接觸地下水之機會。

### 第三章 校園常見供水設備與其維護

現今飲用水管理條例所規範之飲用水水質主要對象為經自來水淨水處理後之清水水質；然而此種清水水質在配水系統及用戶端極易受到污染，主要污染位置包括配水系統管線及用戶端之水池、蓄水塔及其他用水設備。因此在考慮供民眾飲用水質之安全性時，必須考慮輸配水系統之健全及用戶端各種用水設備之安全性。配水系統是原水經水廠處理後與消費者之間的配水管道，但為了維持各種不同用途的供水需要，在給水系統中常存在大型的輸水管線及儲水設施，用戶端亦須使用水塔來維持足夠的用水量，使得飲用水在供水管線中滯留時間過長，造成水質安全度下降。自來水用戶端供水方式可區分為兩類：

#### 一、直接供水

利用配水管本身提供之水壓，用戶不需使用水池、水塔，將水直接供應到用戶各用水設備之方式。此時配水管線必須能經常保持足夠之水壓，可避免用戶另行加壓並保持水質不受污染，為符合水質安全最佳之給水方式。

#### 二、間接供水

對於高層建築、山坡地區水壓不足或短時間大量用水需要者，直接供水之水壓及水量經常不敷使用，必須由用戶端設置蓄水池、水塔等間接給水設備維持正常供水。自來水進入用戶端蓄水池後，以抽水機抽送至屋頂水塔儲存，再藉重力供水至各用水設備，可避免配水系統水壓不足影響供水，以及避免臨時性大量用水導致鄰近區域水壓降低之情形發生。

## 第一節 校園供水設備

一、貯水設備：主要為蓄水池或水塔、包括附設之進水管、出水管、排水管、通氣管、溢流管、人孔、扶梯、水位控制設備、導流牆等，主要由自來水法、自來水用戶設備標準及建築技術規則加以規範。

### 二、輸水設備

目前國內建築物之配水管線材質有不銹鋼、銅管等金屬材質，亦有聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）等非金屬管材，或以 PP、PE 作為內襯之金屬管線，為了使水質不受污染影響，配水管材需具備高硬度及良好的抗腐蝕性。

### 三、其他相關設備

供水系統末端之附屬使用設備，此部份與用戶直接接觸，故仍需注意設備本身之清潔與周遭整潔。如廚房給水器具（冷熱水栓、洗滌水槽、烹調器具等）及浴廁衛生器具（各式水栓、馬桶、小便斗、蓮蓬頭等）。

## 第二節 校園用水二次污染預防

導致校園用水二次污染之原因主要為用水設備設置不當或缺乏妥善管理維護而造成，一般可歸納其原因為：

1. 自來水與其他水源混用。
2. 馬達直接由自來水給水管抽水。
3. 自來水與消防用水錯接。
4. 自來水停水後恢復供水後，立即作為飲用水來源使用。
5. 採用地面下蓄水池。
6. 蓄水池、水塔容量太大。
7. 配水管線老舊或使用不當。
8. 水龍頭接水時，橡皮管浸在水桶中造成倒流。
9. 蓄水池、水塔未定期維護、清洗。

## 第三節 校園用水設備之維護及管理

為確保校園用水安全，校園用水安全衛生管理的基準是時時確保所供應水的安全衛生，其主要內容應包括下述各點：

1. 蓄水池及水塔的清洗頻率為一年 1 至 2 次（視水質及區域而定），且應定期的

實施。

2. 校園相關供水設施的定期衛生檢查，也是防止水質污染所需採取的必要措施。檢查項目應包括設備的外觀檢查、用水設備功能檢查、水質檢查及文件檢查等項目。這些檢查可用以評估校園用水的維護及管理狀態，並評估是否對供水水質產生不良影響，可藉由檢查結果予以正確的管理。
3. 管理人員須定期/隨時注意給水栓出水的顏色、混濁度、有無異臭味等現象，如有異常狀況發生時，須實施較完整之水質檢查（除餘氯檢測外，必要時包括由專業檢驗單位進行水質檢測），以確認水質安全性。
4. 如水質檢測結果顯示所供應之水有危害人體健康之虞時，須立即停止水的供應，並採取必要的因應措施。

另外，為確保管理的正确性，校園用水設備管理人員須記錄各項管理狀況，包括定期衛生檢查情形及水質檢驗之結果，並保留各項記錄本以備檢查。

## 第四章 校園常用淨水設備單元介紹

### 第一節 過濾

在一般的民生用水處理中，使用過濾方式來淨化水質是最普遍的處理方法，尤其是用來降低濁度與微生物的污染。一般的飲用水過濾程序包含了使水通過濾料來去除懸浮顆粒與較大的膠體物質，而某些材質的濾料甚至可以去除較小的膠體粒子與溶解性污染物。水廠中較常使用的濾料材質有：石英砂、矽藻土、無煙煤與細沙等，一般飲水機則多用濾布或活性炭濾心。使用一段時間後，濾心上所阻截留下水中的雜質會逐漸累積。如果太久沒有更換或清洗，堆積在濾器上的顆粒物質會愈來愈多，則通過之水流量會逐漸減少，並會孳生細菌，故濾心也需定期清洗或更換（過濾布、矽藻濾心一般3個月更換，活性炭濾心則一般約半年更換，或出水量減少時，即需更換），才能確保濾出水的安全。

### 第二節 活性炭吸附

活性炭吸附利用活性炭廣大表面積的吸附容量，將水中的污染物吸附到活性炭表層。活性炭吸附可用於去除水中的毒性物質，或難以被生物降解的污染物如農藥、清潔劑、臭味物質、或產生色度的物質等。一般而言，進入活性炭過濾的進流水應盡量除去較大顆粒的懸浮物和膠體物質，以避免活性炭濾層堵塞，延長

活性碳之使用壽命。由於一般淨水器的進水為自來水，已去除水中大部分的雜質顆粒和微生物，再經過前置過濾處理後（一般為5 μm之濾心）才進入活性碳，因此進水水質能滿足活性碳濾心之要求。但若進流水並非自來水，則需增加適當之前處理程序（例如設置適當的前過濾裝置），以避免活性碳之使用壽命降低。

### 第三節 離子交換

離子交換的主要作用原理乃依據水中不同的陰陽離子具有不同的酸鹼性、極性，可被吸附在離子交換管柱上，而為了維持水溶液的電中性，離子交換管柱會釋出等電價的離子回到水溶液中，在管柱持續作用的情形下，樹脂本身的主要結構並無改變，且同時達到淨水的效果。硬水軟化處理流程就是最廣泛被使用之陽離子交換技術的應用，也可使用於去除水中所含毒物（如銅）或重金屬（如鉛或鎘）。離子交換樹脂也會達到飽和，一旦飽和後陽離子交換樹脂可以適當之再生溶液再生。

### 第四節 紫外線殺菌

一般淨水處理中 UV 消毒的作用機制不在於去除或消滅水中的致病性物質，而是破壞微生物複製、增生的能力使其失去感染力。簡單來說，不同的分子結構或化學鍵結會吸收特定波段的紫外線，而波長接近 254 nm 之紫外線容易被 DNA 及 RNA 等細胞成份吸收。但必須注意 UV 燈之強度隨著使用時間之增加而降低（UV 燈之正常老化現象），其消毒能力亦隨之下降，因此必須適時更換燈管。除設置成本外，紫外燈殺菌設備之操作及維護成本包括電力使用、燈管更換、設備維修等。各校估算年操作成本時應將其全部列入。

### 第五節 逆滲透

滲透之原理為以一個半透膜將兩種濃度不同的溶液隔開，此半透膜可以讓水、溶劑或較小分子之物質通過，較大分子之物質則無法通過此薄膜。使用孔隙更小之薄膜供水分子通過薄膜將水體進一步純化而得到水質接近純水之處理水。為增加薄膜處理之效率，欲過濾之進流水在通過逆滲透膜之前需先通過前置之棉紗及活性碳等較大孔隙的濾心，去除水中較大顆粒、餘氯及部分有機物質，經過初步過濾的水再透過逆滲透膜過濾掉水中離子、重金屬、農藥等對人體有害



的物質、可能引發疾病的微生物如細菌與濾過性病毒，以及硬度、臭味等會影響口感的相關成分，進而得到純淨無雜質的水質。通常每製造 1 公升的純水約會排放 1~5 公升的廢水，若原水品質較差雜質較多時，所排放之廢水體積則會增加。一般小型逆滲透處理設備一半以上之進水會成為廢水；因此使用逆滲透淨水器時應注意廢水排放問題，適度加以回收使用以避免水資源浪費。

## 第六節 消毒

消毒主要目的為消滅大部分的微生物，但是對於消毒劑抗性較佳的部分物種，就可能無法完全消滅。

1. 氯：是最常用之消毒劑。一般校園可使用的加氯劑以次氯酸化合物為主。對學校而言，液狀次氯酸(漂白水)在長期儲存後有自然降解之可能，不易掌握水中有效氯之濃度，使用時須確認有效氯濃度；粉狀次氯酸可於每次使用前依需求之劑量調配，較能有效避免日照溫度升高而使濃度降解，較容易控制消毒劑量。
2. 臭氧：為氧化力相當強的一種消毒劑，同時臭氧亦具有去色、去味、除臭等效果，因此臭氧消毒亦常用於淨水處理，然而臭氧沒有餘氯之持續消毒力，臭氧於校園使用中，需考量設置經費需求(含產生臭氧之電力損耗)、管線中無餘氯等缺點外，適當控制臭氧產生器之操作條件以維持適當濃度、增加臭氧與水的接觸時間及接觸面積，是操作管理員需注意的部份。
3. 二氧化氯( $\text{ClO}_2$ )：液態二氧化氯以分子的型態溶於水中，性質較不穩定且容易光解，因此使用時通常皆於現場製造並以水溶液型態進行反應以確保使用上的安全。二氧化氯對於水中病毒、細菌、病原體等微生物都有很好的去活性效果，也因此長期以來已被使用於飲用水處理的消毒劑。而二氧化氯之操作需要較高之技術，因此一般多應用於淨水場，如考慮用於校園消毒單元需注意是否有合適之操作人員。

## 第七節 學校常用的水處理設備介紹

學校選擇水處理設備前，應根據該校水源及水質現況，針對欲去除的污染物選擇合適之水處理設備。各淨水單元去除污染物及價格之綜合比較整理如表 1，學校可根據近期水質檢驗數據、可用於水質改善之預算、考慮師生人數及用水量，選擇可有效去除目標污染物、且維護經費及技術皆可負擔之水處理設備。

## 一、反洗過濾裝置

反洗過濾由數個過濾裝置串聯組成，以物理性阻隔為主要處理機制，水中雜質直徑大於濾心孔徑時，即被攔阻在濾心表面。使用者可依需求選擇濾心種類，並考量用水量以評估串聯的濾心組數。濾心需定期清洗或更換，避免泥沙堵塞濾材，以確保出流水的水質及水量。通常學校裝設反洗過濾設備做為原水的前置處理，此過濾孔徑並無法過濾掉細菌，故出水僅提供洗手台使用，一般提供師生的飲用水會再經過飲水機或中央處理系統處理。因反洗過濾設備設置金額較高且規格較特殊，每只反洗過濾器約 25,000 至 27,000 元，濾心約為 7,000 至 9,000 元，校方應依據水質狀況評估濾心設置種類、數量及濾心更換的頻率，用以評估是否裝設反洗過濾設備。若原水中泥沙或大顆粒雜質含量較高，將會大幅提高濾材更換的頻率。

## 二、消毒設備

消毒的主要作用在於控制水中微生物，常見的消毒方式包括加氯、加二氧化氯以及臭氧消毒、紫外燈。一般而言消毒設備應裝設於校內原水進水儲水塔，使出水經有效消毒後再分送至用水單元，學校也可安裝簡易型加氯設備，以馬達帶動藥劑（漂白水或次氯酸鈣粉末）稀釋槽中的藥劑進入水塔，每周配藥以確保藥劑活性，飲用水管理人員定期於管線末端測餘氯即可，此類簡易加氯設備設置費用約需 5~8 萬元。若學校欲精確控制餘氯濃度，則可設置自動控制加藥機、連續式餘氯偵測器及監控電腦模組，用水管理員可由電腦得知加藥量、餘氯值及藥品剩餘量，藉以監控餘氯狀態，此類設備約 30~100 萬元不等，設備較為昂貴且後續耗材更換費用較高。

學校中使用臭氧消毒時多使用臭氧產生機，需考量設置經費需求（含產生臭氧之電力損耗），此類機器多以控制運作時間及臭氧產生濃度來進行消毒，但臭氧產生機使用一段時間後功率可能降低，後續使用需視情況調整機器參數。

紫外線消毒屬於物理性消毒，可使用於飲水機、廚房或洗手台出水點、或逆滲透設備的出水點。由於紫外線的穿透能力會受水中大顆粒影響而降低殺菌能力，故不建議裝設於未經處理或僅經過 5 微米過濾的原水水塔出水端，除了處理效率較差外，水中的細菌亦容易附著於紫外燈燈管或反應槽壁上形成生物膜，若無定期清洗設備，反而造成細菌量增加。

### 三、中央處理系統/逆滲透系統

大部分學校所使用的中央供水系統包括兩大類，前置過濾處理或結合逆滲透系統，視處理水量或原水水質而有不同規模及功能的配置，前置過濾處理可包括前置石英砂過濾、活性炭過濾、離子交換樹脂、除鐵錳過濾器，若欲提供作飲用水應經過煮沸或消毒程序，用於廚房烹煮用水時應注意食物烹調溫度，以超過100度為佳。經過前置過濾處理的出水可再經過逆滲透設備處理，機組的設備包括前置濾心(孔徑通常為1微米)、活性炭濾心、再經過逆滲透膜過濾處理，此出水可直接飲用。由於逆滲透裝置出水速度較為緩慢，若遇到下課、午餐時間需大量用水時，若選用出水量較少的一般家庭用淨水器，可能無法即時供應足夠水量。使用一大型機型與同時使用數台較小機型相較，濾心耗材更換成本、後續維修經費及水電費的支出以大型機型較為便宜，故學校多採用此種方式購置逆滲透淨水機。逆滲透淨水器的廠牌選擇需要選擇濾心耗材易取得之機型，以降低後需維護及操作之成本。購置逆滲透淨水器實應取得維護保養資訊，並依既定期程進行維護工作，以確保出水水質。

### 四、飲水機

為一般校園常見供水方式中的飲水機單元，提供溫熱/冰溫熱、程控殺菌、逆滲透等不同功能選擇，選購時應考量後續設備維護、設備規格是否有取代性、與耗材更換之花費，以免購買後經費不足而未定期更換濾心，反而造成水質惡化。學校選擇飲水機時，應視該校水質進行機種的選購，當校園供水為非自來水時，若供水已經過中央逆滲透處理系統處理，則可選擇無逆滲透功能之飲水機，若僅經過前置處理系統，則可選擇逆滲透機型飲水機，均可透過煮沸功能將經過前處理的飲用水進一步殺菌。當校園供水為自來水時，建議僅須透過飲水機供水即可，不須另行裝設中央處理系統。

表 1 淨水設備去除污染物及價格比較

淨水設備種類	可去除污染物							購置成本	維護難易度	備註
	無機陰離子 (硝酸鹽氮...等)	農藥	氣味	臭味	硬度	重金屬	細菌/病毒			
加氯設備	X	X	X	X	X	X	○	高	中	定期檢驗餘氯
前置過濾	X	X	X	X	X	X	X	低	易	主要用於輔助設備
活性炭	X	○	○	○	X	△	△	低	中	
陽離子交換	X	X	X	X	○	○	X	低	中	
陰離子交換	○	X	X	X	X	X	X	低	中	無市售產品
紫外光	X	X	X	X	X	X	○	中	中	主要用於輔助設備
逆滲透	○	○	○	○	○	○	○	高	難	產生1~5倍廢水

註：○表示去除效率良好，△表示部份去除，X表示去除效率差

購置成本 高=大於5萬元，中=1萬~5萬元，低=小於1萬元（學校使用之大型設備）

高=大於4,000元，中=1000~4000元，低=小於1000元（一般家戶使用之設備）

新增年維護經費 - 每年以購置費用之10%~20%估算。

## 第八節 學校水處理模組選擇建議

不同供水來源的學校應以該校可取得的水源、水量與水質狀況為考量選擇飲用水處理設備，綜合本團隊歷年前往不同水源的非自來水學校現勘、水質檢測數據結果、配合校園用水問卷中用水設備經費及學校規模分析，提出不同水源可能遇到的問題、以及相應的用水設備選擇建議，圖 1 及圖 2 分別為使用山泉水及地下水做為水源學校之建議流程，其中實體框線者為必須設備，虛線框線部分則由各學校視本身的狀況選擇裝設。

### (1) 使用水源為山泉水之學校

可能遇到的飲用水相關問題：

1. 下雨時泥沙易增多。
2. 山泉水中離子濃度（如硝酸鹽氮）較高。
3. 水中細菌數高。

可考量之處理設備(參閱圖 1)：

1. 針對水中泥沙較多的狀況，可設置前置水塔作為初步沈澱之用，水中泥沙可在前置水塔中靜置沉澱，經沈澱後的水再進入後續過濾（如 5  $\mu\text{m}$  及 1  $\mu\text{m}$  孔隙之濾心）等處理設備。至少半年至一年進行前置水塔泥沙清除及清洗工作。
2. 山泉水常有細菌過高的狀況，為考量洗手台供水使用的安全性，可在前置水塔處加氯消毒。
3. 水中陽離子濃度或硬度較高時，使用離子交換樹脂或使用逆滲透處理設備，若硝酸鹽氮濃度高需使用逆滲透設備處理。
4. 針對細菌數高的狀況，可用煮沸方式或紫外線殺菌處理。
5. 若擔心集水區因農作物種植可能有造成農藥濃度較高影響水質，可加裝活性炭濾心吸附處理。

## (2) 使用水原為地下水之學校

可能遇到的飲用水相關問題：

1. 地下水中有鐵錳等成分。
2. 水中離子濃度（如硝酸鹽氮）或硬度較高。
3. 水中細菌數高。

可考量之處理設備(參閱圖 2)：

1. 若懷疑地下水中溶解性鐵或錳濃度較高，可裝設錳砂過濾設備進行前置過濾。
2. 山泉水常有細菌過高的狀況，為考量洗手台供水使用的安全性，可在前置水塔處加氯消毒。
3. 若飲用水中硬度影響口感的問題，可裝置陽離子交換樹脂。或使用逆滲透處理去除水中硝酸鹽氮及硬度。
4. 針對細菌數高的狀況，可用煮沸方式或紫外線殺菌處理。

## (3) 使用水源為簡易自來水之學校

因簡易自來水之水源可能為山泉水或地下水，校方可向鄰近自來水場或簡易自來水供水單位詢問水源種類為何，視其水源種類與水質狀況選用處理設備。

## (4) 使用水源為自來水之學校

由於水源以經過自來水處理，大致上均可符合自來水水質標準，因自來水經過水池水塔儲存滯留可能造成微生物增加，可裝設具備煮沸功能的飲水機將飲用水進行殺菌消毒再行提供飲用。

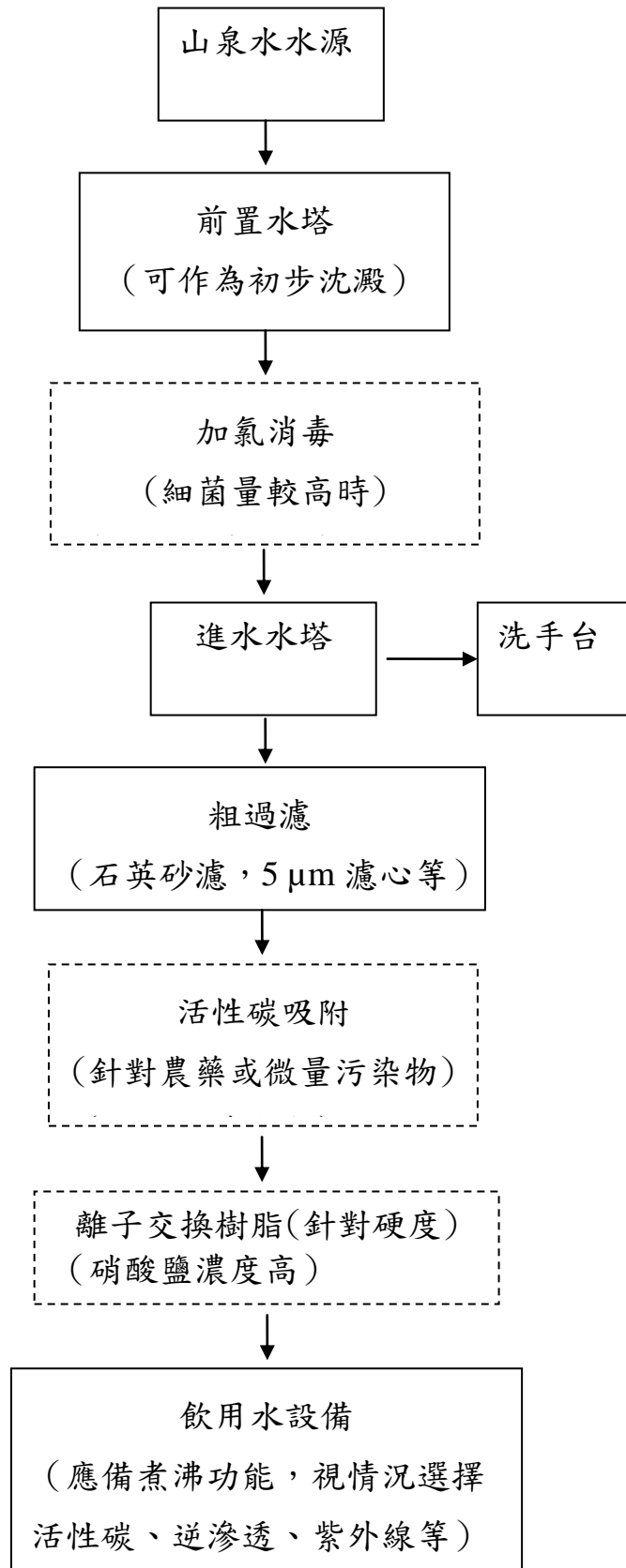


圖 1 山泉水校園用水處理設備建議流程

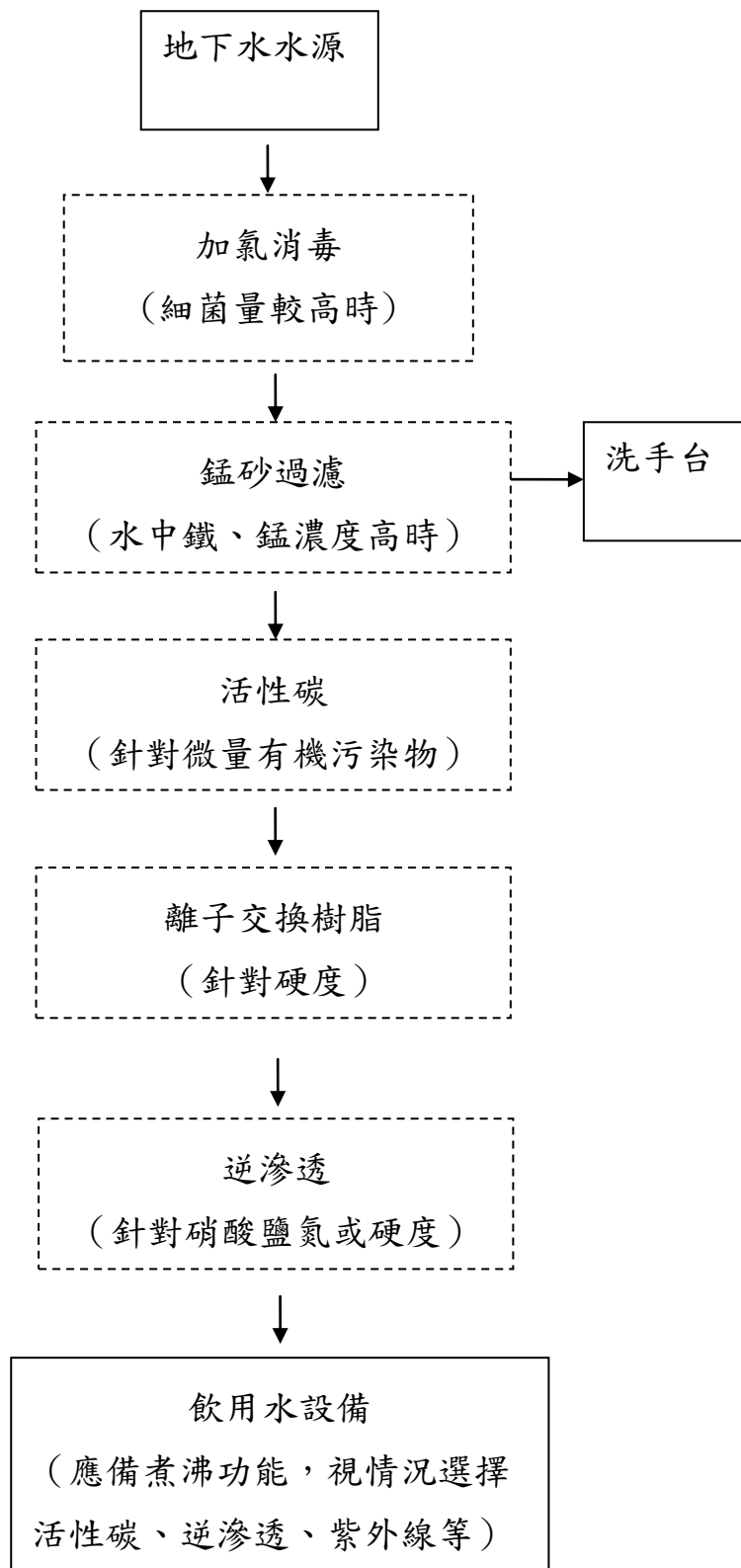


圖 2 地下水校園用水處理設備建議流程



## 第五章 校園用水安全維護

### 第一節 校園用水管理相關法規

目前與校園用水安全相關之飲用水管理法規主要透過飲用水管理條例、飲用水設備維護管理辦法及自來水法之規定加以規範。校園用水設備管理者應負下列五項管理責任：

#### 1. 維護：

每月至少自行或委託業者進行 1 次維護。

#### 2. 檢驗：

應每隔三個月委託合格之代檢驗機構採樣檢驗水質，檢驗項目為大腸桿菌群，檢驗的比例為所有台數的八分之一。檢測頻率如下：

- 接用自來水者：飲用水每 3 個月檢測大腸桿菌群。
- 非接用自來水者：飲用水每 3 個月檢測大腸桿菌群；水源每 3 個月檢測大腸桿菌群、硝酸鹽氮及砷。其中水源之硝酸鹽氮及砷，連續 1 年檢測結果均符合飲用水水源水質標準時，自次年起改為每隔 6 個月檢測一次。

另外，飲用水設備處理後之水質於飲水機或飲水檯等供人飲用之裝置，其出水溫度維持於 90°C 以上者，得免除每 3 個月大腸桿菌群之檢測。

#### 3. 紀錄：

每次維護內容及水質檢驗狀況，應詳載於「飲用水設備水質檢驗及設備維護紀錄表」，其紀錄應保存 2 年以備主管機關查核。

#### 4. 公布：

將飲用水設備水質檢驗及設備維護紀錄表，公布張貼於飲用水設備明顯處。

#### 5. 水質管理：

當檢驗結果發現水質不符合飲用水水質標準時，各校飲用水設備管理人員應立即採取下列措施：

- 關閉進水水源，停止飲用。
- 懸掛「暫停使用」告示警語。
- 進行設備維修工作。
- 三日內向所在地主管機關（環保局）申報水質檢驗數據。
- 在完成維修工作後應進行水質複驗，若符合標準者，應檢具符合之證明文件向所在地主管機關報請查驗，完成改善後，始得再供飲用。

## 第二節 校園用水設備之設置原則

校園用水管理人員應充分掌握校園用水來源及水質狀況，並瞭解校內蓄水池、水塔、水處理設備、飲水機及地下水井、化糞池等之相對位置及供水系統流程；可對照圖3校園用水安全檢查流程，定期針對學校水源類型及用水情況，依據衛生檢查結果及用水水質狀況研判是否需增/減其他設備，以瞭解校內用水設備之設置是否符合各校需求，並視需要進行各項改善工作。各項用水設備或管線之汰換、新設或維修等相關圖資皆須妥為建檔，以利日後維護管理。

由於以自來水或地下水為水源時所使用之用水設備及維護管理方式有所不同，校園用水設備管理人員應依各校水源狀況及用水設備設置情形研擬合適之校園用水管理辦法，據以執行校園用水衛生檢查工作。原則上，完整而全面之校園用水設備衛生檢查（自水源、供水設備至供水點）至少每年應執行一次（可配合水池水塔清洗時執行），並應留下完整之檢查紀錄。檢查紀錄應包含檢查人員、檢查範圍項目及檢查結果。為隨時掌握校園用水設備之使用狀況，每月/季可配合環保署飲用水設備水質檢驗及飲用水設備維護工作進行校園用水設備巡察，以檢視是否有應進行修繕或調整之處。此項巡察亦應留下紀錄，以隨時掌握校園用水狀況。

## 第三節 校內用水自我檢查

校方可以圖4檢查流程搭配表2自我檢查表，每學期進行一次校內用水設備管理及自我檢查（可利用開學前實施），檢查完成後，對於校內無法自行改善的部份，應通報各縣市教育局及知會水公司，尋求經費或專業上的協助。若原水檢測結果不適合作為飲用水水源時，應立刻停止使用並公告校內師生暫停飲用，完成改善前可改以購買之瓶裝、桶裝水作為飲用水，並宣導學童不得用不潔淨之校園用水刷牙、漱口。

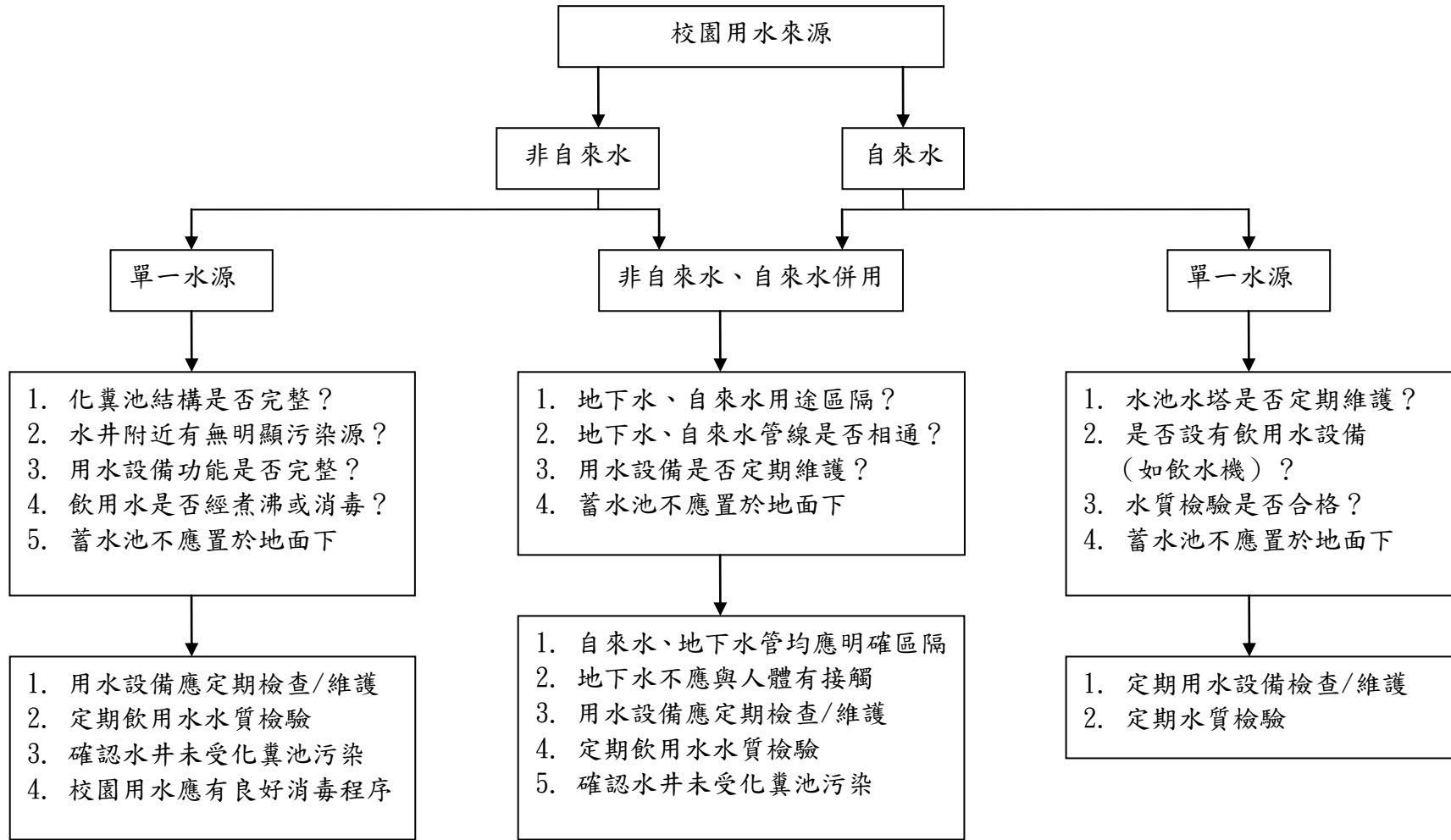
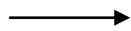


圖 3 校園用水安全檢查流程

1.負壓進水可能性檢查及用水設備的外觀檢查

檢查蓄水池、水塔及其週邊的狀況



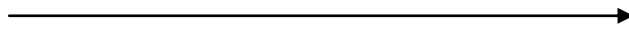
檢查淨水設備及其週邊的狀況

清洗時的內部檢查

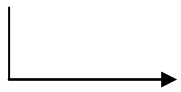
2.水質的檢查

檢查管線末端水龍頭出水是否有不正常顏色、混濁、臭氣或味道

正常



異常



檢查其他管線水龍頭、蓄水池及水塔的水(有必要時\*)

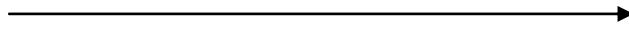


檢查進水塔前之原水(必要時)

向水公司確認水質狀況(必要時)

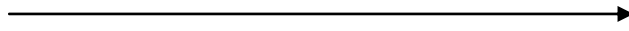
3.文件檢查

檢查水塔的清洗紀錄、水質檢驗紀錄、淨水設備維護紀錄等



4.設備使用狀況的確認

確認耗材更換頻率、設備運轉正常、是否有水質異常...等狀況



針對檢查結果不佳的部份作改進

可自行改善

作成紀錄

無法自行改善

通報水公司及教育局尋求協助

圖 4 校園用水設備自我檢查流程

表 2 校園用水設備自我檢查表

學校名稱：		檢查日期： 年 月 日
學校地址：		
使用水源： <input type="checkbox"/> 自來水 <input type="checkbox"/> 簡易自來水 <input type="checkbox"/> 地下水 <input type="checkbox"/> 山泉水(溪澗水)		
管理人：		職稱： 聯絡方式：
一、水表 <input type="checkbox"/> 無此設備		
1.表箱蓋沒有破損及上方沒有堆放雜物		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2.表箱內沒有積水		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3.水表整體無漏水/滲水現象		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
二、蓄水池 <input type="checkbox"/> 無此設備		
周圍	保持清潔無堆置雜物	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	無污水或積水現象	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
本體	無裂縫或漏水現象	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
上部	人孔蓋上無直接放置其他設備	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	頂部無放置可能產生污染之設備	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
內部	無異常沉積物	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	定期清洗(半年至一年)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	無其他水源管線接入	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	水中、水面無懸浮物	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
人孔	人孔蓋防水密閉，無異物侵入	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	已上鎖或固定孔蓋，非相關人員不易開閉	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	孔緣突起高於槽頂 10 公分	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
溢流管	管口無有害物侵入	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	防蟲網完整無破損	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	管口無與排水系統直接相接	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	管口與排水系統間隔 2 倍管徑以上	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
通氣管	管口無有害物侵入	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	防蟲網完整無破損	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	管口直徑超過 4 公分	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
排水管	管口無與排水系統直接相接	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	管口與排水系統間隔 2 倍管徑以上	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
三、水塔 <input type="checkbox"/> 無此設備		
本體	無裂縫或漏水現象	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
內部	無異常沉積物	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	定期清洗(半年至一年)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	無其他水源管線接入	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	水中、水面無懸浮物	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
人孔	人孔蓋防水密閉，無異物侵入	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	已上鎖或固定孔蓋，非相關人員不易開閉	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	孔緣突起高於槽頂 10 公分	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

溢流管	管口無有害物侵入	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	防蟲網完整無破損	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	管口無與排水系統直接相接	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	管口與排水系統間隔 2 倍管徑以上	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
通氣管	管口無有害物侵入	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	防蟲網正常、無破損	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	管口直徑超過 4 公分	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
排水管	管口無與排水系統直接相接	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	管口與排水系統間隔 2 倍管徑以上	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
給水管	無與其他配管直接連接(錯接)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	無通過污染設備	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
四、管線		
配水管線及水龍頭無破損、生鏽或阻塞		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
五、其他		
抽水馬達/水位感應器能正常運作		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
六、水池水塔清洗		
1. 水池水塔清洗週期: 次/年		最近清洗日期: 年 月 日
1. 清洗廠商:		電話:
七、負壓進水可能性研判 (凡 1 為『是』或 2、3、4 任一為『否』者, 皆有負壓污染之虞, 須立即改善)		
1. 是否使用馬達直接抽水 (即未經由蓄水池直接自水表後管線抽水)		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 (續答 2、3、4)
2. 蓄水池前是否有地面接水槽 (即蓄水池無負壓虹吸進水之虞)		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 (續答 3、4)
3. 水表後是否有設持壓閥 (給水管徑屬 50mm 以上者方可能設有持壓閥)		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 (續答 4)
4. 水表後至蓄水池之管線最高處是否有設進排氣閥		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
八、飲用水設備 <input type="checkbox"/> 飲水機____台 <input type="checkbox"/> 反洗過濾( <input type="checkbox"/> 濾心過濾 <input type="checkbox"/> 活性炭 <input type="checkbox"/> 軟水樹脂) <input type="checkbox"/> 逆滲透主機____台 <input type="checkbox"/> 紫外燈 <input type="checkbox"/> 煮沸鍋爐		
維護	飲用水設備進行定期維護	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	飲用水設備耗材更換頻率 <input type="checkbox"/> 每____月/次	<input type="checkbox"/> 依規格而定
	維護紀錄已妥善留存	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
檢驗	飲水機/設備每季進行水質抽驗	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	供水設備檢驗台數達八分之一	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	檢驗紀錄已妥善留存	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
附註:		
1. 請每學期至少檢查一次(不合格項目請儘速改善)。		
2. 蓄水池及水塔, 得各別檢查紀錄。		

## 第六章 校園用水緊急應變指引

### 第一節 天然/人為災害簡介

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。

天然災害：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。暴雨或淹水可能導致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。缺水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。

人為事件：可能發生惡意破壞、設備缺乏維護管理、管線錯接、工程影響等導致校園供水受到影響。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。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。

### 第二節 緊急事件發生之應變處理及編組

#### 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，緊急應變編組任務如下表(可依各校特性調整)：

表 3 緊急應變負責人及負責事項

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. 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。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 \_\_\_\_\_

### 3. 通報系統

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，通報校園用水狀況至相關單位尋求校園用水安全維護之協助。

### 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。

### 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。

### 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 5），詳細應變流程圖可見本手冊完整版第六章。

## 第三節 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。

## 第四節 水質檢測及採樣

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。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。

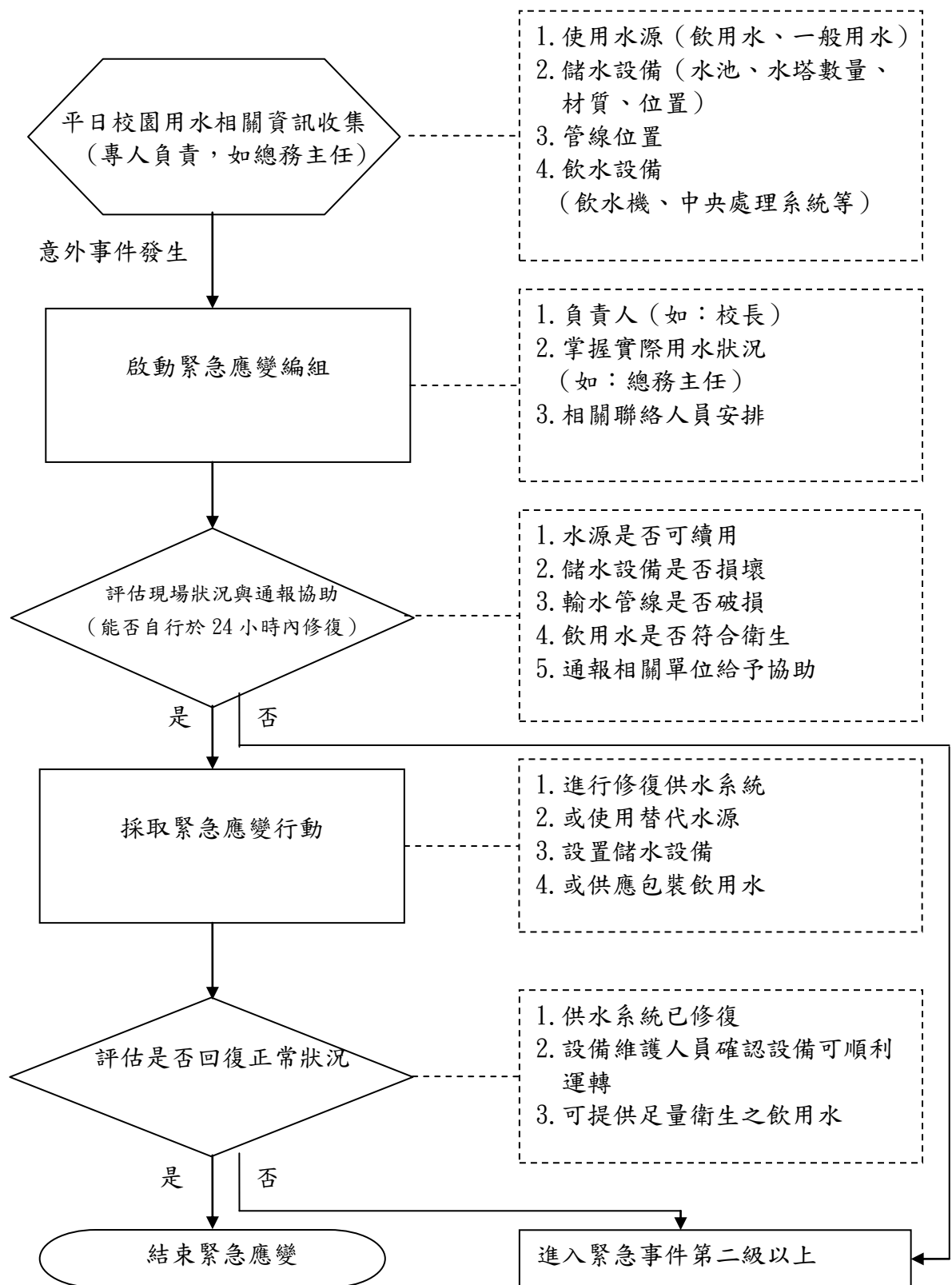


圖 5 緊急應變處理流程圖 (第一級)