

# 葵涌及荃灣食水出現異味事件 調查報告

2018 年 1 月

# 內容

	頁
第一章 引言	1
第二章 調查和結果	3
第三章 結論	9
第四章 建議	10
附件	

# 第一章 引言

## 事件經過

- 1.1 水務署於 2017 年 11 月 18 日(星期六)晚上至 2017 年 11 月 20 日(星期一)傍晚期間接獲葵涌及荃灣部分地區居民的投訴，表示食水出現異味<sup>1</sup>。
- 1.2 接獲投訴後，署方隨即派出待命隊伍人員跟進事件，並按既定程序於受影響地區的消防栓為供水網絡內的水管沖洗，以盡早恢復供應予用戶的食水水質。
- 1.3 當署方陸續接獲更多有關食水出現異味的投訴，遂估計問題可能與受影響地區的食水水源有關——荃灣食水配水庫。有見及此，水務署調動供水網絡，藉開啟/關上供水網絡的水閘，將受影響地區的水源由荃灣食水配水庫轉至荃灣二號食水配水庫、荃灣西低地食水配水庫以及荔枝角食水配水庫。調動受影響地區的供水水源在 2017 年 11 月 19 日晚上約 8 時完成。但是，水務署仍需繼續沖洗受影響地區供水網絡內的水管，以沖走來自原先荃灣食水配水庫的食水。直到 2017 年 11 月 20 日中午，供水網絡內的食水已再沒有檢測到異味。
- 1.4 然而，原先來自荃灣食水配水庫並已進入受影響屋苑/大廈內部供水系統的食水仍需排走，而它們的地下和天台的食水貯水缸亦需加以清洗。就此，水務署主動為受影響屋苑/大廈的管理處提供技術支援，協助他們排走來自原先荃灣食水配水庫的剩餘食水和清洗食水貯水缸。在排走該些剩餘食水後，署方在 2017 年 11 月 20 日傍晚起，已再沒有收到受影響地區居民關於食水出現異味的投訴。水務署亦從 2017 年 11 月 19 日晚起派出水車及/或水箱，為受影響居民提供食水，直至無此需要為止。
- 1.5 **圖 1** 展示接獲投訴食水出現異味的受影響屋苑/大廈。署方估計是次事件受影響的市民約有 60 000 人。

---

<sup>1</sup> 居民表示食水中出現與清潔劑、稀釋劑及油漆相似的氣味。

- 1.6 水務署於 2017 年 11 月 20 日黃昏發放新聞稿，解釋事件的最新發展及初步調查結果(附件 A)。
- 1.7 水務署助理署長（新界）陳仲勤先生在 2017 年 11 月 21 日早上於兩個電台節目講述事件的情況，包括水務署的跟進行動；署方亦於同日將事件的最新資料上載至部門的網頁(附件 B)。
- 1.8 水務署於 2017 年 11 月 20 至 23 日期間，從荃灣食水配水庫的出水管、供水網絡及受影響屋苑/大廈的內部供水系統抽取水樣本，進行快速毒性檢測<sup>2</sup>，以及就世界衛生組織(世衛)《飲用水水質準則》15 項與健康有關的揮發性有機化合物(volatile organic compounds/VOC)參數<sup>3</sup>進行測試。如載於附件 C 的水樣本測試結果所示，所有水樣本的毒性測試結果均呈陰性，而水樣本的 VOC 含量亦符合世衛準則。

#### 調查小組

- 1.9 水務署署長在 2017 年 11 月 21 日成立了一個由時任水務署助理署長（機械及電機）黃敏清先生領導的獨立調查小組。小組成員包括水務署助理署長（市區）林正文先生及總化驗師(署任)李遴河先生。所有小組成員均獨立於負責受影響地區供水系統的新界區運作科，事件發生期間他們亦沒有參與處理該事件。
- 1.10 調查小組的職權範圍如下：
- (i) 調查事件的成因；以及
  - (ii) 提出改善措施以防止日後再次發生同類事件。
- 1.11 本報告將於**第二章**交代調查小組的調查工作、已確定的事件成因以及其他觀察所得。**第三章**作出結論。而由調查小組就防止同類事件再度發生所提出的建議，則列於**第四章**。

---

<sup>2</sup> 快速毒性檢測是國際上公認的技術，以生物發光技術(發光菌)為基礎，能準確甄別超過 1 000 種有害物質。

<sup>3</sup> 該 15 種 VOC 參數包括苯、四氯化碳、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯乙烷、1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、乙苯、六氯丁二烯、苯乙烯、四氯乙烯、三氯乙烯、甲苯、氯乙稀及二甲苯。

## 第二章 調查和結果

2.1 本章詳細交代調查小組的調查工作、就食水出現異味成因的調查所得、事件期間的食水安全，以及與事件相關的其他觀察所得。

### 2.2 調查工作

2.2.1 在 2017 年 11 月 19 日，在受影響地區的水源由荃灣食水配水庫轉至其他食水配水庫，以及排走供水網絡水管內原先來自荃灣食水配水庫剩餘的食水後，供水網絡的食水已再沒有偵察到異味。因此，今次事件很可能與受影響地區的水源有關，即荃灣食水配水庫。調查小組留意到在事件發生時荃灣食水配水庫正進行維修保養工程，因此循此方向進行詳細調查事件成因。

2.2.2 調查小組曾到荃灣食水配水庫實地視察、檢視事件發生期間抽取的水樣本測試結果和施工物料、查閱相關文件及記錄，以及與承建商及有關的水務署職員會面。

### 2.3 調查食水出現異味的成因

#### (I) 荃灣食水配水庫的內部設計

2.3.1 荃灣食水配水庫於 1957 年建成，設有兩個儲水隔，由混凝土分隔牆隔開。這傳統設計可讓其中一個儲水隔進行維修工程時，另一儲水隔仍可繼續供水，以維持供水系統的可靠性。由於分隔牆頂部較配水庫上蓋低約 2.5 米，因此分隔牆頂部與配水庫上蓋之間存有空隙，由隔氣膠簾封閉。

2.3.2 然而，使用了 60 年的荃灣食水配水庫屬舊式設計，在分隔牆上方設有兩個進人井及爬梯，方便工作人員在進行維修工程時進出配水庫。因此，隔氣膠簾未能完全封閉位於分隔牆頂部的進人井及爬梯位置的空隙。

2.3.3 圖 2 展示了配水庫的平面圖。

## (II) 所採用的保護塗層物料

2.3.4 荃灣食水配水庫的東面儲水隔自 2017 年 10 月初開始進行維修保養工程，以維持其耐用性和防水效能。該儲水隔在 2017 年 10 月 2 日排乾，而西面儲水隔仍繼續運作供水。於 2017 年 10 月 7 日開始的東面儲水隔維修工程首先修補磨損的牆壁和地面裂縫，為其塗上環氧樹脂塗層 (MasterProtect 180) 和填縫料 (Polyseal PS)。在這期間，水務署並沒有接到食水出現異味的投訴。在維修保養工程的最後階段，承建商於東面儲水隔地台的磨損部分 (約 250 平方米，即地台面積的 16%) 塗上保護塗層。圖 3 展示了東面儲水隔地台維修工程的示意圖。

2.3.5 用作修補東面儲水隔地台磨損部分的保護塗層是 SPUA-406，屬聚脲 (Polyurea) 物料，是英國水務法規諮詢計劃 (UK Water Regulations Advisory Scheme - WRAS) 認可的產品。凝固後的保護塗層不含對人體有害的物質，符合英國標準 BS6920，適用於食水設施工程。有關核准文件的複印本載於附件 D。此外，該產品有防滑功能<sup>4</sup>。SPUA-406 的原材料含有 VOC，在保護塗層凝固期間會揮發並釋出異味。當保護塗層完全凝固後，VOC 會完全揮發及不會再釋出氣味。

2.3.6 食水配水庫一般甚少需要進行地台的維修保養工程。但由於荃灣食水配水庫已使用多年，其東面儲水隔地台有磨損部分，需要塗上保護塗層。鑑於 SPUA-406 具防滑特質，用作地台的保護塗層可以防止本署職員/工人在配水庫工作時滑倒，符合職安健要求。是次是首次在配水庫的另一儲水隔仍繼續供水的情況下，在儲水隔內使用該產品。

## (III) 施工程序

2.3.7 在東面儲水隔的地台塗上保護塗層的維修工程於 2017 年 11 月 18 日早上展開，直至當日下午 3 時半。由於保護塗層中的 VOC 於凝固期間揮發，令東面儲水隔內充斥著氣味。

---

<sup>4</sup> 環氧樹脂一般是容易令人滑倒的維修物料。

- 2.3.8 調查發現承建商沒有在進人井及爬梯位置(沒有設有隔氣膠簾)把兩個空隙封妥，卻於兩個進人井安裝吹風機進行壓力抽風，將空氣由配水庫內部排至外面。
- 2.3.9 然而，壓力抽風未能發揮效用。由於吹風機是安裝在分隔牆上方的進人井位置，將空氣抽到配水庫外，因此東面儲水隔角落的 VOC 氣體順勢流向西面儲水隔。東面儲水隔的 VOC 氣體未能全部排出配水庫外，部分 VOC 氣體經由上述兩個空隙傳至西面儲水隔，並溶於食水。在 2017 年 11 月 18 日，維修保養工程竣工停工約兩小時後，壓力抽風系統於當日下午 5 時半停止運作，東面儲水隔的 VOC 氣體繼續經由該兩個空隙傳至西面儲水隔，並溶於其貯存的食水。圖 4 說明了 VOC 氣體如何由東面儲水隔傳至西面儲水隔，並溶於食水。
- 2.3.10 含有 VOC 的食水由荃灣食水配水庫西面儲水隔經水管輸送到用戶。因此，當用戶在水龍頭取水時，VOC 從食水中釋出，給用戶帶來異味問題。由於 VOC 的「嗅點」很低，即使食水中含有極少量的 VOC，仍可被用戶察覺。為證實這點，調查小組成立了氣味測試小組以確認水中二甲苯<sup>5</sup> (保護塗層原料中 VOC 的主要成分)的「嗅點」。結果顯示，所有小組成員在二甲苯濃度遠低於其世衛準則值的情況下均能察覺到氣味。有關氣味測試小組的結果詳情，請參閱附件 E。

#### **(IV) 進行實驗研究以確認成因**

- 2.3.11 為了證實上文所述的事件成因，調查小組參考了海外研究<sup>6</sup>，並進行了實驗。調查小組利用兩個玻璃貯水箱模擬事件中荃灣食水配水庫兩個儲水隔的運作情況，即一邊儲水隔排乾食水(作維修保養工程)，而另一邊儲水隔則貯滿食水(運作中)，兩者間留有空隙以模擬兩個儲水隔未能完全分開的情

---

<sup>5</sup> 在本報告中，「二甲苯」泛指鄰二甲苯、間二甲苯和對二甲苯三種在商品中經常同時出現的異構體混合物。

<sup>6</sup> M.G. Mahmoodlu et al, 2017, Dissolution kinetics of volatile organic compound vapors in water: An integrated experimental and computational study, Journal of Contaminant Hydrology 196 (2017) 43-51.

況。實驗的詳情載於**附件 F**。實驗結果顯示，在空的玻璃貯水箱內塗上的保護塗層物料會釋出氣味，並可透過相連的狹窄管道傳至與另一個玻璃貯水箱，令食水出現異味。實驗的結果確認上文所述的事件成因。

## **2.4 運送過程中發生保護塗層物料意外倒入運作中的儲水隔的機會**

2.4.1 調查小組留意到，保護塗層物料是以人手經過分隔牆上方的進人井運送至東面儲水隔。因此，調查小組亦研究過事件是否在運送保護塗層物料至東面儲水隔時，因物料意外倒入配水庫西面儲水隔中的食水而引起。

2.4.2 調查小組安排將西面儲水隔排乾，並到該儲水隔進行詳細視察。調查小組並沒有在儲水隔的牆壁和地台發現任何殘留保護塗層物料的痕跡，尤其是在進人井附近的牆壁和地台。載於**附件 G**的相片展示西面儲水隔在排乾後的狀況。

2.4.3 因此，調查小組認為今次事件的成因並非由於有保護塗層原料被意外倒入西面儲水隔所引致。

## **2.5 事件中的食水安全**

2.5.1 事件中供應至用戶的食水出現異味，令人關注其安全問題。調查小組留意到事件期間水務署職員忙於沖洗水管以及隨後操作供水網絡的水閘，為受影響地區調動食水水源。在調動水源之前，水務署職員並沒有從用戶水龍頭抽取水樣本。雖然如此，水務署於 2017 年 11 月 20 日早上從荃灣食水配水庫西面儲水隔的出水管抽取水樣本以檢測水質[註：從 2017 年 11 月 19 日傍晚起，荃灣食水配水庫西面儲水隔已暫停供水]。由於荃灣食水配水庫是事件中供水予受影響地區的源頭，而該出水管是密封管道，水管內的食水中的 VOC 含量不會揮發，因此在抽取上述水樣本時，食水中的 VOC 含量不會減少。調查小組認為該水樣本能充分反映事件期間出現異味的食水水質。

2.5.2 在 2017 年 11 月 20 日早上從荃灣食水配水庫西面儲水隔的出水管抽取的水樣本有異味。水樣本的快速毒性檢測結果呈陰性，即是無毒。同時，署方亦對該食水樣本就



世衛準則 15 項與健康有關的 VOC 參數進行測試，全部結果均符合世衛準則。水樣本的測試結果列於附件 C 的第 10 項。根據水樣本的測試結果，事件期間供應的食水雖然帶有異味，但不會對健康構成危險。如上文第 2.3.10 段所述，由於 VOC 的「嗅點」很低，即使其濃度符合世衛準則，食水中含有極少量的 VOC 仍可被用戶察覺。

- 2.5.3 在調動受影響地區供水網絡的水源，並排走供水網絡和內部供水系統內來自原先荃灣食水配水庫剩餘的食水後，水務署於 2017 年 11 月 20 日至 23 日從供水網絡及受影響屋苑/大廈的內部供水系統抽取水樣本，以進行快速毒性檢測和檢測食水中的 VOC 含量。所有水樣本的毒性檢測結果均呈陰性，而 VOC 的含量亦都符合世衛準則。這證實食水在調動水源後亦安全。水樣本的檢測結果載於附件 C。

## 2.6 其他觀察

- 2.6.1 由於在東面儲水隔維修工程進行期間，西面儲水隔仍然繼續供水，承建商有責任採取適當措施，確保在施工期間能有效及完全分隔兩個儲水隔，避免西面儲水隔內的食水受影響。但承建商沒有採取適當措施，封閉進人井及爬梯位置沒有設置隔氣膠簾的兩個空隙。在東面儲水隔的地台塗上保護塗層時，承建商僅依賴壓力抽風系統排走釋出的 VOC 氣體。壓力抽風未能發揮效用，以致部分 VOC 氣體經由該兩個空隙傳至西面儲水隔，並溶於其貯存的食水。此外，壓力抽風在維修保養工程停工兩小時後(約下午 5 時半)停止運作，而東面儲水隔內的 VOC 氣體繼續經由該兩個空隙傳至西面儲水隔，並溶於食水。
- 2.6.2 東面儲水隔的地台維修工程由水務署監督，承建商所建議的物料及施工方法由水務署職員審核。工地施工由水務署的二級監工監督。無論是負責審核承建商所建議的物料及施工方法的職員，還是負責監督工地施工的職員，都低估了保護塗層物料釋出的 VOC 可透過上述兩個空隙由東面儲水隔傳至正在運作中的西面儲水隔並溶於食水的可能性。這反映他們對維修工程可能影響食水水質缺乏警覺性。

- 2.6.3 在處理事件時，當懷疑配水庫可能是事件的成因時，水務署即盡快調動食水水源，並派出水車及水箱，以減低事件期間對居民的影響。此外，水務署在 2017 年 11 月 20 日發放新聞稿，及在 2017 年 11 月 21 日於電台節目講述事件的最新情況，並將資料上載至水務署網頁。
- 2.6.4 儘管水務署已作出上述努力，調查小組認為水務署在處理今次事件中在幾方面仍有改善的空間。雖然水務署已於 2017 年 11 月 20 日早上在荃灣食水配水庫西面儲水隔的出水管抽取水樣本以檢測水質，而該水樣本能充分反映事件期間供應給用戶出現異味的食水水質；但是，調查小組認為日後更好的安排是在事故開始時/早期階段從供水網絡及用戶水龍頭抽取水樣本，以儘早發布水樣本測試結果，減少受影響用戶對事件期間所供食水水質的憂慮。此外，調查小組認為水務署亦應儘早發布新聞稿或最新資訊，讓受影響的用戶及傳媒知悉事故的最新情況及水務署因應事故採取的措施。此外，調查小組認為如果水務署能提供相關的指引供物業管理公司參考，將有助他們在應對水質事故時，採取及時而恰當的應急措施，例如排走不達標的食水、清洗內部供水系統等。

## 第三章 結論

### 3.1 調查小組有以下結論：

- (i) 今次葵涌及荃灣部分地區的食水出現異味，是由於在荃灣食水配水庫東面儲水隔地台塗上的保護塗層釋放出 VOC。VOC 氣體經分隔牆上兩個空隙(在沒有被隔氣膠簾封閉的進人井及爬梯位置)傳至正在運作中的西面儲水隔，並溶於其貯存的食水，然後輸送到用戶。
- (ii) 事件期間供應至用戶的食水雖然帶有異味，但並不會對健康構成危險。由於 VOC 的「嗅點」很低，即使其濃度符合世衛準則，食水中含有極少量的 VOC 仍可被用戶察覺。

## 第四章 建議

4.1 為防止同類事件再次發生，調查小組提出以下短期及長期改善措施：

### 短期措施

- (i) 在配水庫其中一個儲水隔進行維修工程而另一儲水隔維持運作供水的情況下，配水庫上蓋與分隔牆頂的空隙須完全封閉；
- (ii) 在(i)所述情況下於配水庫進行的維修工程，應即時停用含高 VOC 成分的物料(包括原材料)；
- (iii) 在進行有可能影響食水水質的建造或維修保養工程前，須要求承建商聘用專業人員進行水質影響評估(Water Quality Impact Assessment)，其中包括評估工程影響食水水質的風險、確定所需的監督程度、制訂相應的預防措施，以及訂立包括定期視察和水樣本測試在內的監察制度。有關評估須由水務署高級專業人員審核及批准；
- (iv) 加強前線工程人員的定期培訓，提高他們對建造及維修工程可能對食水水質構成風險的警覺性；

調查小組留意到水務署已落實上述的短期措施。

### 長期措施

- (v) 檢討並進一步完善處理水質事的安排，包括安排抽取水樣本進行測試、以及向受影響用戶和傳媒發布資訊等；及
- (vi) 為物業管理公司提供指引，協助他們在應對水質事故時，採取及時而恰當的應急措施。

- 完 -

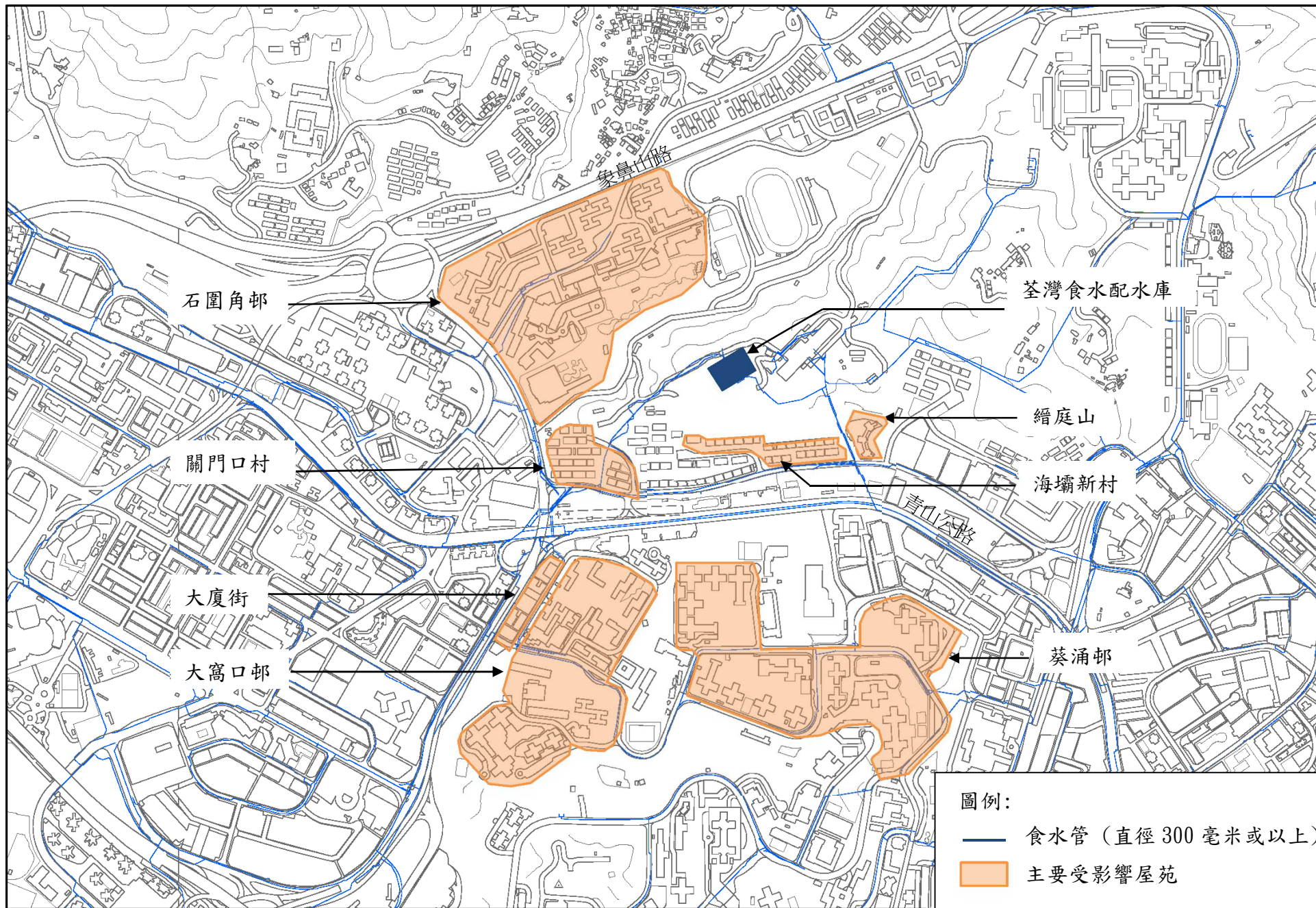


圖 1 - 接獲投訴食水出現異味的受影響屋苑/大廈

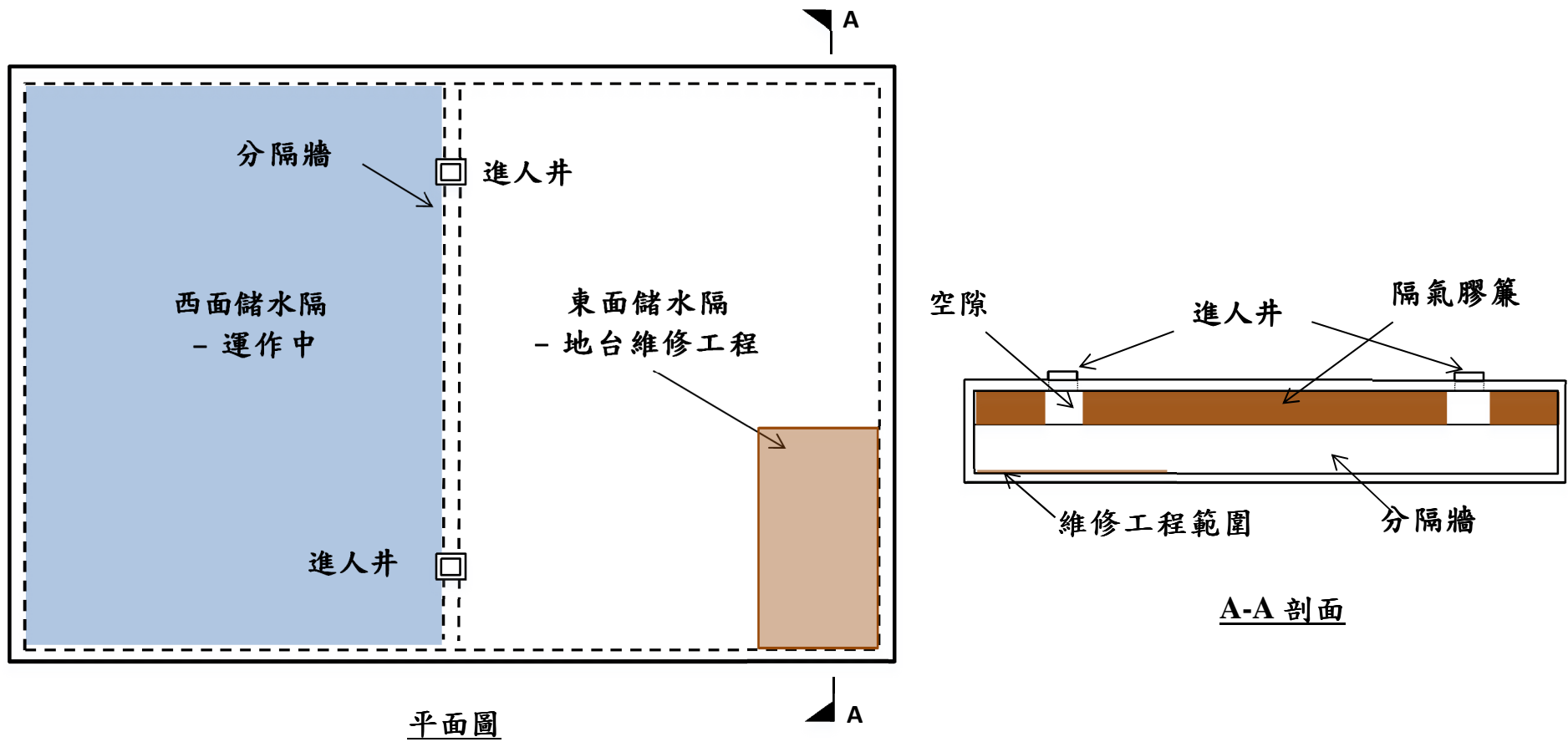


圖 2—荃灣食水配水庫的平面圖

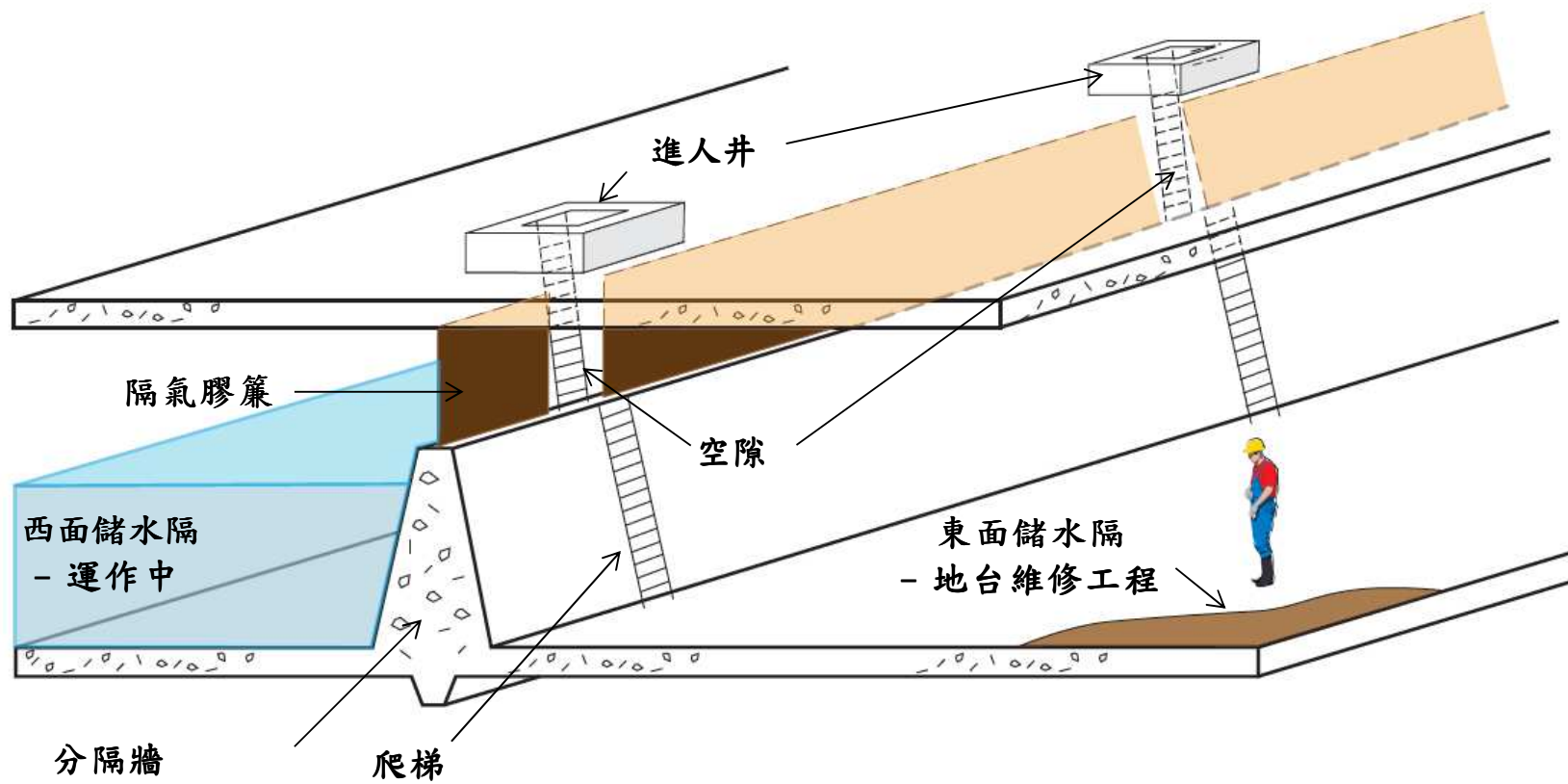


圖 3—東面儲水隔地台維修工程的示意圖

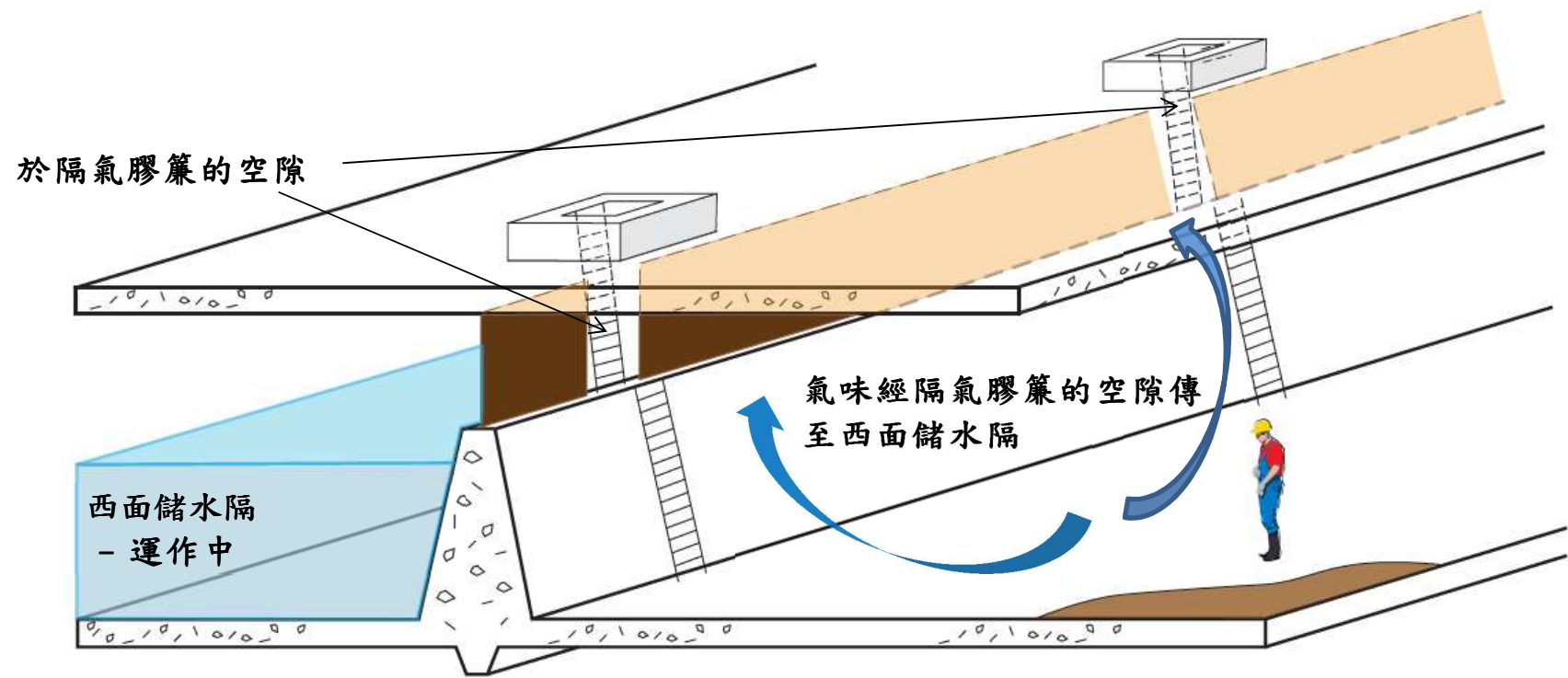


圖 4—氣味由配水庫東面儲水隔傳至西面儲水隔



## 水務署回應傳媒有關葵青區及荃灣區食水水質的查詢<sup>7</sup>

就傳媒今日（十一月二十日）有關葵青區及荃灣區食水水質的查詢，水務署發言人回應如下：

水務署昨日（十一月十九日）接獲多宗葵青區及荃灣區居民表示食水出現異味的查詢後，隨即派員跟進，並於昨晚在受影響地區附近的消防栓放水，以及從另一個食水供水網絡調配食水至受影響地區。

水務署職員正積極聯絡受影響屋苑的管理處，以提供技術支援，協助他們排走貯存在天台及地下食水貯水缸內的食水和清洗貯水缸。此外，水務署亦已在葵青區及荃灣區安排水車及／或水箱，在屋苑清洗貯水缸期間為有需要的居民提供食水。

水務署初步估計上述地區食水出現異味可能與荃灣食水配水庫的維修工程有關，現正進行調查。水務署昨晚已停止從該配水庫供水，並已抽取食水樣本化驗，初步結果顯示，食水樣本並無含有對人體有害的物質。

水務署會繼續密切監察供水水質的情況，確保食水水質安全。

完

2017年11月20日（星期一）

香港時間 18 時 22 分

---

<sup>7</sup> 2017年11月20日新聞公報：

<http://www.info.gov.hk/gia/general/201711/20/P2017112000802.htm?fontSize=1>

## 有關葵青及荃灣區食水出現異味事件<sup>8</sup>

### 市民查詢及即時跟進

水務署於11月18日(星期六)傍晚至11月19日(星期日)期間接獲多宗葵青及荃灣區居民表示食水出現異味的查詢。署方隨即派員跟進，並按一般程序於受影響地區附近的消防栓沖水，以排走有異味的食水。然而，我們發現問題持續，遂估計屬區域性供水事件，因此當晚調動供水網絡將水源轉至荃灣二號食水配水庫、荃灣西低地食水配水庫及荔枝角食水配水庫，並繼續於受影響地區附近的消防栓沖水，直到11月20日(星期一)中午，供水網絡的食水已沒有異味。

水務署同時積極聯絡受影響屋苑的管理處，以提供技術支援，協助他們排走貯存在天台及地下食水貯水缸內的食水和清洗貯水缸，並在受影響屋苑安排水車及／或水箱，為有需要的居民提供食水。

### 初步調查

水務署初步估計上述地區食水出現異味可能與荃灣食水配水庫的維修工程有關。有關工程屬於定期維修保養工程，主要在配水庫地台加上保護層，以維持配水庫混凝土結構的耐用性和防水效能。保護層的物料完全符合相關標準，並適用於食水中，承建商亦已提交相關證書。配水庫一般在中央設置混凝土牆，把水庫分為兩個間隔，以便維修工程在其中一邊進行時，另一邊仍可維持正常供水。由於混凝土牆頂部與配水庫上蓋之間存有空隙，在進行上述維修工程前，承建商需使用隔氣膠簾把空隙密封，令工地與配水庫另一邊的供水部分完全分隔。我們初步估計今次事件的成因是修補物料產生的氣味可能透過隔氣膠簾的空隙揮發至配水庫的供水部分，令食水出現異味。

### 跟進工作

水務署於11月19日晚已停止從荃灣食水配水庫供水，並於該配水庫抽取食水樣本化驗，初步結果顯示，食水樣本並無含有對人體有害的物質。有關化驗包括國際慣用的快速毒性檢測，利用生物發光技術(發光菌)能快速、準確地測試超過1,000種有害物質，結果食水並無含

---

<sup>8</sup> 水務署將事件的最新資料上載至網頁：

<http://www.wsd.gov.hk/tc/media-corner/hot-topics/water-smell-in-kwai-tsing-tsuen-wan/index.html>

有對人體有害的物質。同時，署方亦對食水樣本進行了有機化合物測試，結果符合世衛標準。

另外，調動供水網絡後，水務署於 11 月 20 日進一步在供水網絡及大廈的內部供水系統抽取食水樣本進行快速毒性檢測，結果顯示調動供水網絡後供應的食水並無含有對人體有害的物質。署方亦正為食水樣本進行有機化合物測試，並會繼續密切監察供水水質的情況，確保食水安全。

水務署會深入調查事件，並盡快完成調查報告。及後會作出跟進工作，包括審視承建商的責任，以及檢討和改善有關工作流程，以避免同類事件再次發生。



附件 D  
(只有英文)

**Copy of the WRAS Certificate of the protective coating of SPUA-406**

Approval Number: 1501522  
Test Report: MA5168/V



29<sup>th</sup> January 2015

Marine Chemical Research Institute Co. Ltd.  
No. 4 Jinhua Road,  
Shinan District,  
Qingdao,  
China

Water Regulations Advisory Scheme Ltd.  
Unit 13,  
Willow Road,  
Pen y Fan Industrial Estate,  
Crumlin,  
Gwent,  
NP11 4EG

**WATER REGULATIONS ADVISORY SCHEME LTD. (WRAS)**  
**MATERIAL APPROVAL**

The material referred to in this letter is suitable for contact with wholesome water for domestic purposes having met the requirements of BS6920-1:2000 and/or 2014 'Suitability of non-metallic products for use in contact with water intended for human consumption with regard to their effect on the quality of the water'.

The reference relates solely to its effect on the quality of the water with which it may come into contact and does not signify the approval of its mechanical or physical properties for any use.

**COATINGS, PAINTS & LININGS - FACTORY APPLIED PIPE & FITTINGS COATINGS.**

**5030**

SPUA-406. Factory applied, yellow coloured, two component PU coating. Mix the two components in a 1:1 volume ratio. Cure for 7 days@25°C. For use with water up to 23°C. This material is only approved for the curing conditions that appear on the approval. If the cure conditions are varied from those specified on the approval then the material is not covered by the scope of the approval.

**APPROVAL NUMBER: 1501522**

**APPROVAL HOLDER: MARINE CHEMICAL RESEARCH INSTITUTE CO. LTD.**

The Scheme reserves the right to review approval.

Approval 1501522 is valid between January 2015 and January 2020 ✓

An entry, as above, will accordingly be included in the Water Fittings Directory on-line under the section headed, "Materials which have passed full tests of effect on water quality".

The Directory may be found at: [www.wras.co.uk/directory](http://www.wras.co.uk/directory)

Yours faithfully

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jason Furnival', is written over a light blue horizontal line.

Jason Furnival  
Approvals & Enquiries Manager  
Water Regulations Advisory Scheme

### Odour Testing Panel for Xylene in Water

1. According to the supplier's information of SPUA-406, the major volatile organic compounds (VOCs) constituent of the protective coating raw materials is xylene, with guideline value (GV) of 500 µg/L in the WHO Guidelines. Xylene has a strong, thinner-like odour that is unpleasant.
2. To assess the amount of xylene present in water that can lead to unpleasant odour, an odour testing panel was formed by 8 laboratory staff of the Water Supplies Department to study the concentration at which xylene in water became sensually detectable.
3. The testers were given of a series of water samples containing different concentrations of xylene and asked to describe the odour intensity of each sample. The intensity descriptions ranged from "No Smell" to "Very Mild", "Mild", "Strong", "Very Strong" and "Pungent".
4. The detection level of xylene varied among the testers but the odour was detectable by all testers at 30 µg/L. (see table below)

Xylene (µg/L)	Detection by the testers (%)
10	80
20	80
30	100
50	100

5. The results indicated that xylene would be detectable by customers at a concentration much lower than the guideline value of 500 µg/L of the WHO Guidelines due to its very low odour threshold.

## Benchtop Study on the Diffusion of Odour in Compartments of Service Reservoirs

### 1. Introduction

1.1 As part of the investigation of the water quality incident at Tsuen Wan Fresh Water Service Reservoir (TWFWSR) in November 2017, a benchtop study was conducted to investigate if the odour released during application of the protective coating materials in one SR compartment could impart sufficient amount of volatile organic compounds (VOCs) in water in the adjacent compartment to cause odour problem in drinking water.

### 2. Procedure

1.1 The proposed procedures of the benchtop study have made reference to an overseas research.<sup>9</sup> It is noted that the two compartments of the TWFWSR are segregated by a division wall with air-insulated plastic curtains on top but the curtains were incomplete with openings at the two access manholes / cat ladders of the SR. Besides, the SR has air vents on its rooftop.

1.2 In the benchtop study, a pair of glass tanks were used to simulate the two compartments. The tanks were covered and holes of about 0.5 cm in diameter were drilled on the cover at the four corners of both tanks to simulate the air vents. One tank was filled with tap water while a layer of protective coating material was spread on the bottom of the other as thinly as possible (Figure F1). While the tanks were covered, they were interconnected by a metal tubing simulating the openings in the plastic curtains. Details of the set-up of the glass tanks and the SR compartments are indicated in Table F1.

---

<sup>9</sup> M.G. Mahmoodlu et al, 2017, Dissolution kinetics of volatile organic compound vapors in water: An integrated experimental and computational study, Journal of Contaminant Hydrology 196 (2017) 43-51.



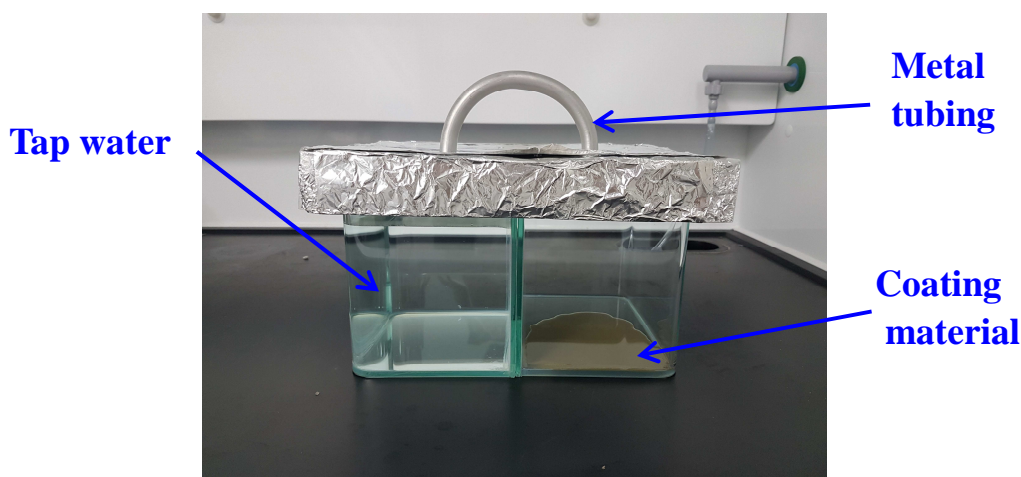


Figure F1

	<b>Glass Tank</b>	<b>SR Compartment</b>
<b>Length</b>	17 cm	47 m
<b>Width</b>	12 cm	35 m
<b>Height</b>	14 cm	6 m
<b>Length/Width</b>	1.4	1.3
<b>Water depth</b>	11 cm	4 m
<b>Water volume</b>	2.2 L	6580 m <sup>3</sup>
<b>Opening</b>	0.5 cm <sup>2</sup> (a)	7 m <sup>2</sup> (b)
<b>Weight of top coat</b>	8 g	~170 kg

Notes:

(a) Cross sectional area of the metal tubing bore.

(b) Total surface area of the plastic curtain openings under the two manholes.

Table F1

1.3 The tanks were covered as soon as the protective coating material was applied and the set-up was left in a fume-cupboard overnight at about 17°C with the sash down and extraction fan turned off. To simulate flowing water in the SR, the water in the tank was gently agitated by a magnetic stirrer bar. A control was also set up in which an identical tank was similarly filled with tap water and covered but not connected to any VOC sources.

1.4 Water samples were extracted after 15 hours from the set-up for VOC analysis. Water sample was also extracted after 15 hours from the control.

## **2. Results and Discussion**

2.1 According to the supplier’s information, the major VOC constituent of the protective coating raw materials is xylene, which is a VOC of health significance in drinking water with a guideline value of 500 µg/L in the WHO Guidelines.

2.2 The general properties of xylene and experimental results are summarised in Table F2 and Table F3 respectively.

<b>Xylene<sup>(a)</sup> properties</b>	<b>Value<sup>(b)</sup></b>
Melting point (°C)	-48 – 13
Boiling point (°C)	138 – 144
Density(kg/L)	0.86 – 0.88
Water solubility (mg/L)	175 – 198
Guideline value in WHO Guidelines (µg/L)	500 <sup>(c)</sup>

Notes:

(a) “Xylene” refers to a mixture isomers including *ortho*-, *meta*- and *para*-xylenes

(b) Source of information (except Guideline value in WHO Guidelines): WHO, 2003, *Xylenes in Drinking-water*

(c) For the combined isomers of *ortho*-, *meta*- and *para*-xylenes. Source of information: WHO, 2017, *Guidelines for Drinking-water Quality 4<sup>th</sup> Edition Incorporating the 1<sup>st</sup> Addendum*

Table F2

		<b>Xylenes in water (µg/L)</b>
<b>1</b>	<b>Experiment</b>	414
<b>2</b>	<b>Control</b>	Not detected

Table F3

2.3 The experimental results showed that a detectable level of xylene in water was caused by diffusion of VOCs from one glass tank to the other through the narrow metal tubing. It thus demonstrated that application of protective coating material in an SR compartment could lead to odour in the drinking water in the adjacent compartment due to diffusion of VOCs.

2.4 However, it must be stressed that the experimental results were for qualitative indication only as the water volume, weight of protective coating material used and other conditions of the SR were different from those of the benchtop study.

### **3. Conclusion**

3.1 The benchtop study demonstrates that the odour in the drinking water in the operating western compartment of the TWFWSR was caused by the VOCs released during the application of the protective coating material in the adjacent eastern compartment if there were openings in the plastic curtains above the division wall.

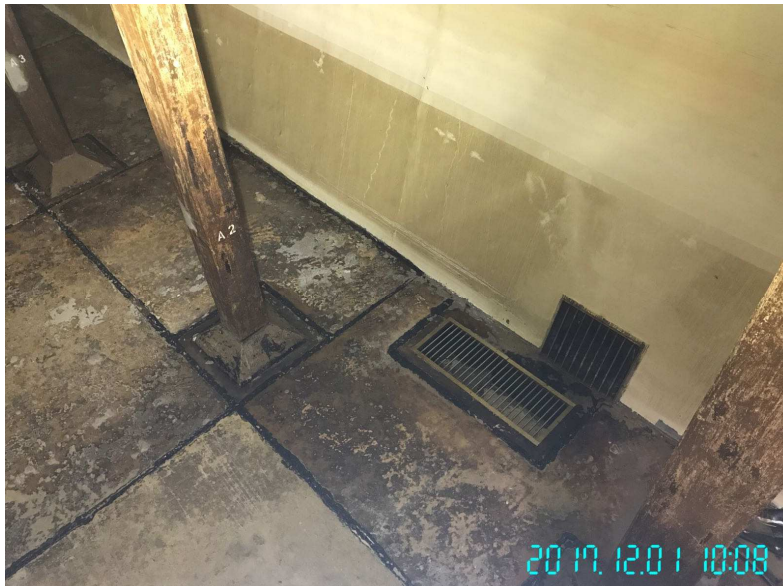
附件 G  
(只有英文)

**Condition of the Western Compartment after Draining Down**



**Location:** Area near the access manhole close to the inlet of the western compartment

**Observation:** There is no sign of residual protective coating material found on the walls and floor slabs. The white sediments are residues of limes which are one of the ingredients in the water treatment process.



**Location:** Outlet of the western compartment

**Observation:** There is no sign of residual protective coating material found on walls and floor slabs.