

二零零四年六月二十八日
資料文件

立法會環境事務委員會
就淨化海港計劃第二期進行的
各項試驗和研究結果

目的

當局為確定佔地較少污水處理技術和國際專家小組¹(專家小組)就淨化海港計劃(計劃)第二期提議的四個方案是否可行，進行了一連串試驗和研究。本文件向議員匯報這些試驗和研究的主要結果。

背景

2. 二零零一年五月二十五日，財務委員會(財委會)批准撥款 7,360 萬元，供當局進行以下試驗和研究，以確定專家小組提出的四個方案是否可行：

- (a) **佔地較少污水處理技術的試驗** — 測試使用佔地較少的處理技術(特別是生物曝氣瀘池技術)處理本港污水的可行性及成效；
- (b) **環境及工程可行性研究** — 確定計劃第二期的各個方案在環境和工程方面是否可行；以及
- (c) **採購方案研究** — 探討可以採用的合約安排，並制定有助加快完成工程計劃的安排和定出最合適的營運模式。

3. 此外，我們曾向議員表示會以內部資源進行以下兩項研究，探討計劃的未來路向：

¹ 國際專家小組成員包括三名本港專家和三名本港以外的專家，他們是鄭國漢教授、賀禮文教授、黃立人博士，Sebastiano Pelizza 教授、錢易教授及胡紹燊教授。

- (d) **淨化海港計劃第一期污水流量重估研究** — 根據推算的未來人口和發展需求，評估第一期系統在旱季和雨季的表現；以及
- (e) **昂船洲污水處理廠污水處理量重估研究** — 確定該污水處理廠第一期沉澱池的最高污水處理量，以及污水流量增加對除污效能的影響。

4. 爲了提高研究過程的透明度，當局成立了淨化海港計劃監察小組，監察研究的進展。該小組的成員包括前專家小組的三名本地成員²、環境諮詢委員會提名的四名成員³和三名公眾人士⁴。我們在二零零二年三月及十一月向議員提交了兩份中期報告，匯報這些試驗和研究的進展。二零零三年二月，我們邀請議員參觀昂船洲污水處理廠，即場講述佔地較少污水處理技術的試驗結果。到目前爲止，這些試驗和研究大致上已經完成，只剩下採購方案研究中有關制訂合約、投標和顧問研究的策略，及有關獲選的採購安排的管理、行政和監督架構的部分尙未完成。當局會在二零零四年六月至十月進行公眾諮詢後，參考諮詢結果，決定未來路向，然後才開始進行上述尙未完成的研究。

試驗和研究結果

環境及工程可行性研究

5. 當局在二零零一年十一月委託 CDM 國際環保顧問公司(CDM 公司)進行環境及工程可行性研究，以確定專家小組就計劃第二期提議的方案在環境及工程方面是否可行。CDM 公司按照環境及工程可行性研究的範圍，完成了以下工作：

- (a) 制訂一套顧及環境、社會、經濟、工程及土地資源因素的準則，用來評估各個方案；
- (b) 進行實地調查，以確立海港的生態及水流的基線狀況；

² 鄭國漢教授、賀禮文教授及胡紹燊教授。

³ 姚思教授、何建宗教授、吳祖南博士及譚小瑩女士。

⁴ 陳炳煥先生、郭振華先生及麥陳尹玲女士。

- (c) 設計數學模型，用來模擬及評估各個方案對水質的影響；
- (d) 評估污水對生態及人類健康構成的風險；
- (e) 評估污水對環境及漁業的影響；
- (f) 物色可供興建新污水處理廠的地點；以及
- (g) 進行計劃第二期的大綱設計。

6. 環境及工程可行性研究證實，四個方案對環境的影響皆可以接受，而且在技術上可行。長遠來說，如要充分保護海港水質，必須採用生物處理技術，從污水移除更多有機污染物和氮，然後才把污水排入海港。此外，污水須經過消毒，以消滅污水中的大腸桿菌，以保證荃灣的泳灘可以重開。研究結果也顯示，由於珠江水中的氮磷含量比例極高，香港南部水域應屬“磷限制”而非“氮限制”。為了避免海藻過度繁衍，研究建議採用加強脫磷程序，在化學處理過程中增加氯化鐵的劑量，以減少污水的磷含量。另一方面，研究結果顯示，暫時沒有迫切需要在生物處理過程中加上脫氮程序。

7. 四個方案的主要分別在於處理設施的分散程度。在這四個方案中，方案甲是政府屬意的方案，因為該方案在成本、環境及工程方面的整體表現最佳。研究結果的另一項結論是，即使生物處理程序採用佔地最少的污水處理技術，我們無論採用哪個方案，也須在現時昂船洲污水處理廠範圍以外增撥最少 12 公頃土地。四個方案的配置圖及這項研究計算出來的費用，載於附件。

佔地較少污水處理技術的試驗

8. 渠務署在二零零一年十二月批出三份試驗合約予三家技術供應商，其中兩家採用不同的生物曝氣濾池技術，另一家則採用淹沒式曝氣濾池技術。渠務署委託廠商會檢定中心(獲香港實驗所認可計劃認可)分析在三項試驗計劃中抽取的樣本，並委任香港科技大學黃汝常教授擔任獨立查核人，負責核證試驗結果。

9. 試驗證明，兩種生物曝氣濾池系統能在本港的環境下發揮良好效能，並達到指定的標準，但淹沒式曝氣濾池系統的效能則未達標準。試驗結果也顯示，生物曝氣濾池系統的運作是否令人滿意，在在視乎

即時監測及控制系統⁵的可靠程度，以及操作人員操控該類生物曝氣濾池系統的經驗和具備的技術知識。因此，這類系統須由合資格及熟練的人員操作，才能確保生物曝氣濾池可靠和穩定地運作。這在起動生物處理過程和發生緊急事故時尤其重要。

採購方案研究

10. 採購方案研究的目的是在於探討可以採用的合約安排，並訂立有助加快完成工程計劃的採購安排；有關的安排須確保建議工程質素優良，物有所值，而且符合規定的標準，並能妥善控制風險。茂盛顧問工程有限公司(茂盛公司)在二零零二年三月獲委託進行這項研究。茂盛公司探討過多種可行的採購安排後，選出四個主要採購方案，包括“設計—競投—建造”、“設計及建造”、“設計—建造—營運”及“設計—營運—移交”方案。

11. 在污水輸送系統方面，由於深層隧道建成後，無須怎樣營運和維修保養，因此合約無須包括“營運”環節。評估各種可供選擇的採購安排時所採用的主要準則是，有關安排如何利用適當機制有效管理興建污水隧道所涉及的風險。茂盛公司建議採用“設計及建造”模式，因為這個模式可以節省時間，而且會在合約上清楚界定僱用人、工程師和承建商的角色。

12. 至於興建和擴建污水處理廠方面，茂盛公司建議，假如政府選擇自資進行污水處理廠工程，“設計—建造—營運”應是首選的採購方式。“設計—建造—營運”模式最能發揮由私營界別進行整個項目的好處。與“設計—競投—建造”或“設計及建造”模式相比，該模式能盡量減少協調問題，而且藉著應用廢水處理業的創新科技，減少竣工日期、使用周期成本及設計效能方面的變數。不過，假如政府不採用傳統的撥款安排興建污水系統基礎建設，改為考慮由私營界別出資興建該等設施，那“建造—營運—移交”模式便是僅有的可行方案。

⁵ 生物曝氣濾池技術的特點是濾池需要每日清洗，而且生物膜的水力停留時間非常短(每組生物膜設備約 10 至 20 分鐘)。由於生物膜進行生物程序的變數多，因此即時監察生物曝氣濾池的效能和運作極為重要。這與傳統活性污泥生物處理系統不同。傳統活性污泥技術的泥齡較長(通常 5 至 10 日)，水力停留時間也長很多(約 7 小時)。這是因為這種技術佔用很多空間，所以處理程序可以在較長的水力停留時間內運作。因此，如有任何設備(特別是即時監測儀器)發生故障，活性污泥程序可改以人手進行。相比之下，以人手操作生物曝氣濾池系統極為困難。

計劃第一期污水流量重估研究

13. 要解決由於東九龍發展而增加的污水量引致的深層隧道容量問題，當局進行了這項研究。爲了釐定深層隧道的污水流量上限，當局設計了一個水動力模型，按照規劃署提供的各項規劃推算，模擬二零零六年、二零一一年、二零一六年及“X年”的污水流量模式。（“X年”指預計維港兩岸達到全面發展而飽和的年分，到時計劃第一期服務範圍的預算人口將由二零零零年的350萬上升至520萬。）水動力模型的模擬結果顯示，現有的深層隧道能處理計劃第一期集水區的最終預算人口所產生的所有污水，在旱季應不會滿溢，而在雨季因狂風暴雨而溢出海港的污水，與計劃的污水處理量相比，數量極少。

昂船洲污水處理廠污水處理量重估研究

14. 當局按照專家小組的建議進行這項研究，以確定昂船洲污水處理廠第一期沉澱池的最高污水處理量，以及流量增加對該處理廠的除污效能有何影響。試驗結果顯示，沉澱池的最高污水處理量與最高設計流量一致。只要調整污水處理廠的流量分布模式，沉澱池便可多處理10%的污水。雖然排放的污水質素會因此稍微下降，但可以接受。

總結

15. 與籌劃計劃第二期有關的試驗和研究已大致上完成。主要研究報告，包括環境及工程可行性研究的行政摘要及最後報告、獨立查核人就佔地較少污水處理技術試驗作出的報告、採購方案研究中期報告、計劃第一期污水流量重估研究報告及昂船洲污水處理廠污水處理量重估研究報告，均已上載到 www.cleanharbour.gov.hk 網站，供市民參閱。上述報告亦已提交立法會，供議員參考。

環境運輸及工務局

環境保護署

渠務署

二零零四年六月

詞彙

磷限制 – 植物或海藻需要某一比例的磷和氮作為養料。“磷限制”指環境中的磷含量較正常磷氮比例的應有含量為少。因此，去除磷會較去除較多的氮更能有效防止植物或海藻在水中過度繁衍。

氮限制 – “氮限制”指環境中的氮含量較正常磷氮比例的應有含量為少。因此，去除氮會較去除較多的磷更能有效防止植物或海藻在水中過度繁衍。

生物曝氣濾池技術 – 生物曝氣濾池是先進的佔地較少生物處理技術。這種技術曾在不少位於寒帶地區的歐洲國家應用，證實效能良好，但此技術從未在較溫暖的地區(例如香港)應用，也從未用來處理含鹽量較高的污水。

淹沒式曝氣濾池技術 – 淹沒式曝氣濾池是近期開發的佔地較少生物處理技術。這種技術在寒帶地區效能良好，但從未在較溫暖的地區應用。與生物曝氣濾池一樣，這種技術亦從未應用於處理含鹽量較高的污水。

設計—競投—建造合約 – 根據“設計—競投—建造”合約，僱用人會委聘一名工程師進行詳細設計工作，而承建商則會就有關設計競投建造工程。

設計及建造合約 – 根據“設計及建造”合約，僱用人只會提供初步功能設計(如屬改良的“設計及建造”合約，則提供初步設計)，而承建商則會競投設計及建造服務。根據這項安排，承建商(而非工程師／僱主)須進行詳細設計工作。

設計—建造—營運合約 – 根據“設計—建造—營運”合約，承建商除了提供設計及建造服務外，還須按照合約在指定期間(例如 20 年內)提供營運／維修保養服務，但有關設施的擁有權由始至終歸僱用人所有。

設計—營運—移交合約 – 根據“設計—營運—移交”合約，承建商除了負責設計、建造、營運和維修保養工作，還須承擔建設費用。承建商在營運處理廠的一個指定年期後，會把處理廠交還其僱用人。

比較專家小組 提議的四個方案

專家小組提議的四個方案，主要分別在於處理設施的分散程度。四個方案均採用深層隧道輸送污水，以及在現時採用的化學處理程序之外，增設生物處理程序，並在有需要時進行消毒。經高級處理的廢水會沿短距離排放管排入海港。這四個方案見下圖：

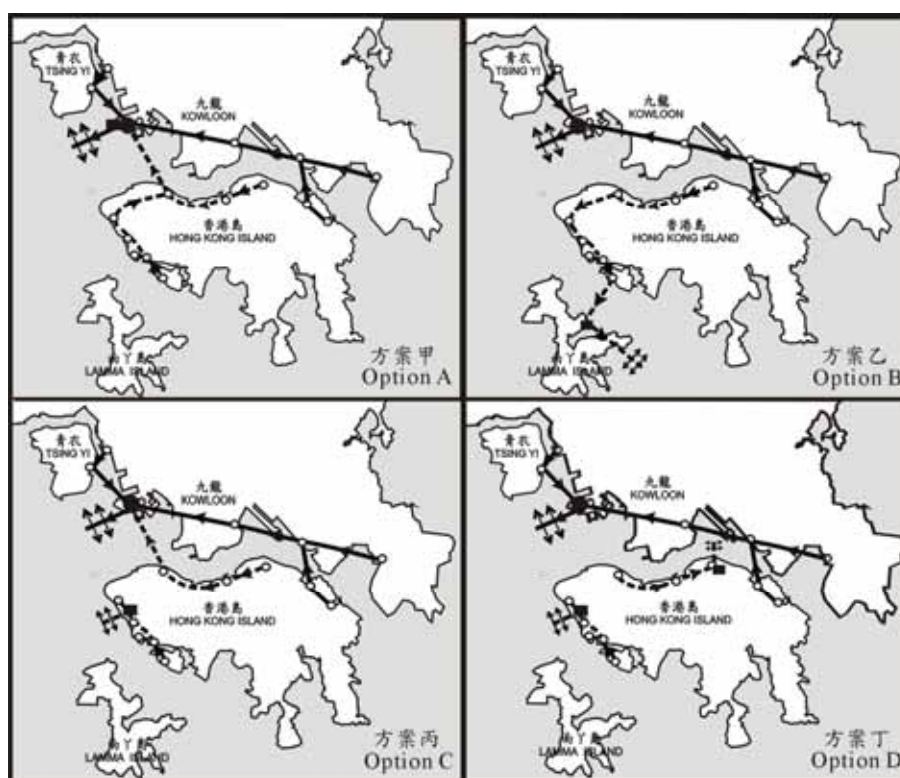


圖 1 專家小組就計劃第二期建議的四個方案

2. 就污水處理廠而言，方案甲建議擴建現有的昂船洲污水處理廠；方案乙除了建議擴建昂船洲污水處理廠外，還建議在南丫島舊石礦場興建污水處理廠；方案丙建議擴建昂船洲污水處理廠和在沙灣的岩洞興建污水處理廠；方案丁建議擴建昂船洲污水處理廠，以及在沙灣及北角寶馬山的岩洞興建污水處理廠。環境及工程可行性研究為這四個方案的污水處理廠選址見圖 2；四個方案所需的費用比較見表 1。

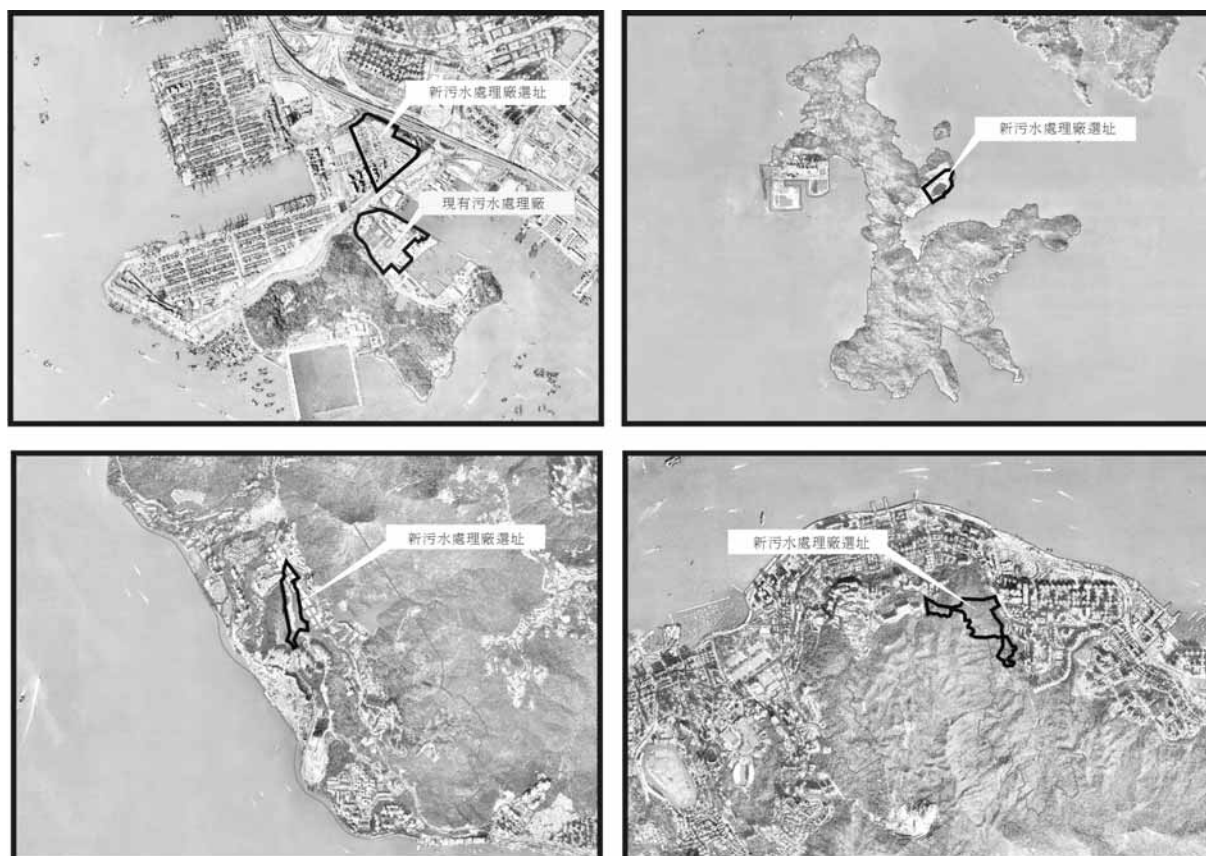


圖 2 擬於昂船洲、南丫島、沙灣及北角興建處理廠的地點

表 1 國際專家小組提議的四個方案所需的費用比較
(假設採用去除生物營養物和消毒程序)

	建設費用 ⁶ (億元)	經常費用 (億元／年)
計劃第一期	82	3.2
計劃第二期 ⁷		
方案甲	191	11.8
方案乙	192	11.8
方案丙	195	12.5
方案丁	201	13.5

⁶ 建設費用包括提升初級污水處理廠和建造隧道及新污水處理廠的費用，但不包括建造污泥焚化爐所需約 22 億元費用。由於該焚化爐除了處理淨化海港計劃的污泥外，也會焚化其他污泥，因此會包括在綜合廢物處理設施之內。

⁷ 估計這些費用時，假設採取生物處理程序的所有步驟。假如現時基於防患於未然的原則而採取的脫氮程序(作為生物處理程序的一個步驟)最終無須採用，預計建設費用及每年經常費用會分別減少 19 億元及 2.7 億元。

3. 專家小組提議的四個方案按五方面的主要準則評估，即環境、工程、社會、經濟及土地資源；比較結果詳載於表 2。

表 2 專家小組提議的四個方案的表現比較

準則		四個方案的排名 ⁸			
		方案甲	方案乙	方案丙	方案丁
環境及公眾衛生					
1	水質—有毒紅潮	全部相同			
2	海洋生態	1	4	1	1
3	漁業	1	4	1	1
4	公眾衛生	全部相同			
5	對公眾構成的危險	1	1	3	4
6	空氣質素	1	1	3	4
7	噪音	1	1	3	4
8	陸地生態	1	1	3	4
9	景觀及視覺影響	1	4	2	3
10	廢物管理影響	2	1	3	4
工程/技術					
11	計劃系統的靈活程度	4	2	3	1
12	建造隧道／排放管的風險	3	4	2	1
13	興建污水處理廠的風險	1	2	3	4
14	營運風險	1	2	3	4
15	應付轉變的能力	1	2	3	4
社會					
16	對社區設施的影響	全部相同			
17	道路交通	2	1	3	4
18	海上交通	1	3	1	4

⁸ 排名第一者表現最佳；排名第四者表現最差。

準則		四個方案的排名 ⁸			
		方案甲	方案乙	方案丙	方案丁
19	可能引起公眾關注	1	2	2	4
20	創造就業機會	全部相同			
經濟					
21	使用周期費用總額	1	2	3	4
土地資源/法定土地程序					
22	地面資源	1	4	1	1
23	土地用途地帶規劃	全部相同			
24	土地類別	1	2	3	4

4. 方案甲是四個方案中最佳的一個。我們按上述五項主要準則比較四個方案的結果，現概述如下：

- (a) **環境方面**－由於四個方案均採用非常高級別的處理程序，因此對水質和公眾衛生的影響幾乎完全相同。不過，由於方案乙建議在生態較敏感的南面水域建造排放口，假如在施工或運作期間發生事故，對漁業和海洋生態的影響可能較其餘三個方案嚴重。另一方面，方案丙及丁建議在沙灣和寶馬山住宅區旁的岩洞興建污水處理廠，因此在空氣質素、噪音及陸地生態影響三方面都較另外兩個方案遜色。在景觀和視覺影響方面，方案乙最差，因為該方案建議在南丫島舊石礦場的地面興建污水處理廠，而其他方案則建議在地底／岩洞內興建污水處理設施。
- (b) **工程方面**－方案甲採用集中式污水處理系統，其缺點是必須興建覆蓋範圍較廣的隧道系統，而輸送系統的靈活程度亦較低。然而，方案甲在污水處理廠的建造和營運方面的風險，遠較在岩洞內興建污水處理廠的方案低，而且日後如要提升集中式污水處理系統，彈性也較大。因此，方案甲在工程方面較其他方案優勝。
- (c) **社會方面**－方案丙和丁建議在住宅區附近建造岩洞，對交通的影響必定較另外兩個方案嚴重。此外，方案甲只建議在現有的污水處理廠旁興建新的污水處理設施，而其他方案則建議在新

關土地上興建新處理設施，因此方案甲對市民的潛在影響預期為最輕微。

- (d) **經濟方面** – 把污水處理廠建於岩洞內，涉及高昂的建造及營運費用。如表一所述，方案甲的整體建設及經常費用均較其他方案低廉，因此較為優勝。
- (e) **土地資源方面** – 由於方案甲所需的生物污水處理設施將在地下興建以盡量減少所需的地面面積，因此方案甲較其他方案優勝。方案乙建議在南丫島舊石礦場的地面興建污水處理設施，而其餘的方案則在地底／岩洞內興建污水處理廠。相比之下，方案乙較為遜色。此外，由於增撥每幅土地均須經過冗長的法定程序，方案甲較其他三個方案為佳。