

CDM



淨化海港計劃：邁向未來

引言

海港是我們的寶貴資源。和其他沿海城市一樣，香港既是海港的使用者，也須為後代妥善管理海港資源。「淨化海港計劃」(前稱「策略性污水排放計劃」)是政府為改善海港水質和環境而推行的最重要計劃，其目的在於促使香港繼續發展為世界上人口最多而又最先進的城市之一。



現時在減少污染方面取得的成效如下：

- 95%居所的污水已由公共污水收集系統收集。
- 被列為水質欠佳或極差的海灘數目由 1995 年的 17 個減至 2001 年的 7 個。
- 每日約有 184 萬立方米(佔本港總污水量 73%)的污水得到妥善處理。
- 維多利亞港一帶有 70%的污水在昂船洲經過化學處理。
- 「淨化海港計劃」第一期每日從其涵蓋區域收集 600 公噸淤泥，阻截它們流入海港，避免造成污染。
- 自從第一期設施於 2001 年年底全面啓用後，維港東面水域的水質已有所改善，細菌減少了 90%，溶解氧則增加了 15%至 20%。
- 吐露港的收集及處理系統令紅潮出現的次數由 1998 年的 43 宗減至 2000 年的 16 宗。

「淨化海港計劃」是一個龐大的基建項目，共分為四期。第一期的設施已經完成，現正處理約七成排入海港的污水。我們正在進行多項重要的試驗及研究，以便決定「淨化海港計劃」餘下各期的最佳路向。在進行試驗及研究時，專家會以特定準則評估各個方案，以尋求最佳路向。本文件旨在闡述有關的試驗及研究，並說明各位對擬議水質評估準則的意見，會如何協助政府進行這些研究，從而定出「淨化海港計劃」的未來路向。

上述試驗及研究預期在 2003 年年底前完成。屆時，政府為準備推行最佳方案，會就各個方案及未來路向進行全面的公眾諮詢。我們也會就「淨化海港計劃」各主要階段的進度，向各位提供最新的資料。

「淨化海港計劃」的發展過程

第一期啓用

「淨化海港計劃」的第一期設施，包括一所污水處理廠及一個深層污水收集隧道系統目前已全面啓用。昂船洲污水處理廠於 1997 年投入服務。總長度達 23.6 公里的深層隧道則於 2001 年 12 月啓用。這些隧道收集來自九龍、將軍澳及港島東部分地區的污水，輸往昂船洲作化學處理。目前，該處理廠每日處理約 130 萬立方米的污水。有關「淨化海港計劃」的其他背景資料，可在政府網頁 <http://info.gov.hk/cleanhabour> 瀏覽。

新試驗及研究的提議

2000 年，國際專家小組(政府委任的獨立專家小組)檢討了「淨化海港計劃」的餘下各期計劃。這些計劃涉及收集和處理港島北區及西區的污水，以及排放處理過的污水的安排。國際專家小組認為，餘下各期宜採用新的方案，而非先前建議的計劃。小組建議採用佔地較少的生物處理技術，提

高污水的處理水平，並就此提出了四個方案（見下圖）。每個方案均建議把經過高度處理的污水排入海港水域。國際專家小組認為，這些新方案在保護環境方面的成效等同或更勝於先前的方案，而且整體成本較低。小組亦建議政府進行多項試驗及研究，以確定本港應用佔地較少的污水處理技術的成效，並找出「淨化海港計劃」餘下各期的最佳方案。

現正進行的試驗及研究

2001 年 11 月，政府委聘駐本地的環境工程顧問公司 CDM，負責評估國際專家小組的建議方案在環境及工程方面是否可行。CDM 與國際及本地專家合作，審慎研究有關方案涉及的科學、技術及社會經濟問題。研究小組會報告各方案的相對優點，以協助政府及本港社會決定「淨化海港計劃」的最佳未來路向。

公眾的參與

「淨化海港計劃」最終屬香港市民所有，亦惠及香港市民。因此，在計劃



推行及決策過程中，市民的參與至為重要。歡迎大家就日後的建議和各項試驗及研究，提供意見。

主要的挑戰

「淨化海港計劃」是本港的一項重要投資，可於今後多年保護海港的水質及環境。和其他重要公共工程一樣，「淨化海港計劃」需要龐大的投資。因此，在計劃效益與社會支付的財政成本之間審慎求取平衡，非常重要。在衡量各項選擇時，我們必須把實施計劃的好處和涉及的直接財政成本，與不實施計劃而須付出的無形代價作出比較。這無形代價就是讓我們最寶貴的海港水質持續下降，令香港的形象受損。在成本與效益之間求取適當平衡，是這些試驗及研究的其中一個目的和重大挑戰。

要在改善海港水質與涉及的成本之間

取得平衡，關鍵在於明白本港水域範圍遼闊而用途繁多。此外，我們亦有責任保護本港水域的生態環境。因此對於不同區域，我們須作出不同處理。簡單來說，對於排入用途敏感的水體（例如作划艇、珍貴海洋生物棲息地或憲報公布泳灘用途的水體）的污水，我們希望給予高水平的處理。至於作為非敏感用途（例如作為商業航道）的水體，高水平的處理也許並非必要。由於不同水體用途各異，我們只須按水體的用途採取不同的處理方法，便能適當分配資源，以達到有關的水質要求。

本港水域的用途

從地圖所見，海港及四周的水域分為四個主要區域。

本港水體的主要用途有：

漁業資源	包括養殖供人類食用的魚類
容易受影響的棲息地	包括因保護重要海洋生物(如珊瑚、海龜和海豚)而具特殊價值的地區
康樂	包括游泳、滑水、滑浪風帆、划艇、帆船航行
景點	包括觀賞海港景色
商業	包括海上交通及航運

表一列出前述四個區域，並顯示各個區域的水體作不同用途的比重。

我們已就整個海港和四周水域的各種用途設定了水質基線標準。有關標準涵蓋認可的科學參數，如溶解氧和氮的含量。必要時，這些標準亦可因應個別區域的情況而予以調整。當然，正如下表所示，提高任何水質標準，都會令污水處理的水平和成本相應提高。

表二顯示水體用途、污水處理水平及成本之間的一般關係。

表二：水體用途、污水處理水平及成本之間的一般關係

水體用途	所需的污水處理水平	相對成本
漁業資源	高	\$\$\$\$
容易受影響的棲息地	高	\$\$\$\$
康樂	一般 / 高	\$\$\$
景點	一般	\$\$
商業	低	\$

評估標準

海洋環境不是靜止的。因此，海港及四周水域的用途以及為維持這些用途而需要的處理水平，可能隨著時間和環境狀況而改變。任何用途上的改變均會影響我們對污水處理水平的選擇。而這些改變亦可能影響「淨化海港計劃」下一階段的資本及經常成本。

表一：海港及四周水域作各種用途的比重

區域	漁業資源	容易受影響的棲息地	康樂	景點	商業
維多利亞港				//	///
東區水域	//	//	//	//	/
西北區水域	//	//	/	/	///
南區水域	//	//	//	//	/

在評估國際專家小組的方案時，我們會釐定一系列的評估標準，以評估國際專家小組各個方案的表現。這些標準會考慮到保護海港用途的需要，以及工程、社會和經濟等廣泛的因素。
表三顯示我們構思中的標準：

較寬鬆的水質指標。表四正顯示一般海港用途以及維持該等用途的重要條件。

根據表一所列出的海港區域的各種用途，我們已建議了一套水質指標，內容全載於本文附件。我們歡迎各方面

表三：初步構思中的評估標準

水質標準 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 保護泳灘 <input type="checkbox"/> 防止有毒的影響 <input type="checkbox"/> 防止有害的海藻繁生 <input type="checkbox"/> 保護具特殊價值的地區 	陸上環境標準 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 噪音 <input type="checkbox"/> 空氣 <input type="checkbox"/> 交通 <input type="checkbox"/> 土地使用的兼容性 <input type="checkbox"/> 視覺上的影響 <input type="checkbox"/> 保護具特殊價值的地區
工程標準 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 與其他發展計劃配合 <input type="checkbox"/> 建造問題 <input type="checkbox"/> 運作問題 <input type="checkbox"/> 靈活性 	社會經濟標準 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 資金成本 <input type="checkbox"/> 運作成本 <input type="checkbox"/> 現時的淨值 <input type="checkbox"/> 就業機會

有關的標準雖然很多，但最重要的是海港水質的標準。要達到最高的水質標準以保護最易受影響的海港用途，我們需要盡量清除污水中的污染物。要清除的污染物越多，成本便越高。因此在海港用途、水質指標和最後為市民所接受的方案之間，有著明顯的關係。我們很可能在一個區域訂立極高的使用水平及嚴格的水質指標，但在另一區域卻採取較低的使用水平及

的人士對這些指標提出意見。附件的資料雖然涉及很多技術性的問題，但我們認為訂立水質指標以保護海港的用途是社會一致的期望，對所有人來說都是意義深遠的。基於這個精神，我們亦歡迎你發表對海港及四周水域的期望。

表四：海港用途以及維持該等用途的重要條件

海港用途	例子	條件
漁業資源	<input type="checkbox"/> 魚類養殖作業 <input type="checkbox"/> 本土(野生)漁業的魚類產卵	<input type="checkbox"/> 溶解氧高，讓魚類呼吸 <input type="checkbox"/> 氨及金屬等危險物質的濃度低，以防止魚類受毒害 <input type="checkbox"/> 氮及磷等的營養度低，以防止有毒海藻生長
容易受影響的棲息地	<input type="checkbox"/> 珊瑚 <input type="checkbox"/> 海龜產卵地 <input type="checkbox"/> 海豚和江豚的棲息所	<input type="checkbox"/> 溶解氧高，讓海洋生物呼吸 <input type="checkbox"/> 氨及金屬等危險物質的濃度低，以防止生物受毒害
康樂	<input type="checkbox"/> 游泳 <input type="checkbox"/> 水上運動，如風帆	<input type="checkbox"/> 大腸桿菌（一種用以量度污水中的細菌污染度的細菌。它的含量越高，使用者接觸水體時感染疾病的 possibility 越大。）的水平低
景觀	<input type="checkbox"/> 享受海港景色	<input type="checkbox"/> 懸浮物量少，以確保良好的視覺效果及沒有異味
商業	<input type="checkbox"/> 海上交通及運輸 <input type="checkbox"/> 空調的冷卻水 <input type="checkbox"/> 沖洗廁水	<input type="checkbox"/> 沒有大懸浮物 <input type="checkbox"/> 溶解氧的水平中度，以防止海水在系統中發出異味 <input type="checkbox"/> 減少大腸桿菌，以防止海水在冷卻及沖洗系統中引起健康風險

聯絡我們

研究小組旨在向政府及社會提供所需的技術、工程、環境和財政資料，以便他們為現在及後代作出加強及保護海港水域的決策。在這個決策過程中，我們得到政府的同意，發表本文件。

我們將會在這過程中與大家分享更多資料。與此同時，你如對附件所建議

的水質指標有任何意見，請於 2002 年 7 月 27 日前把意見郵寄至：

葵芳興芳路 223 號
新都會廣場一期 4305-12 室
CDM 國際環保顧問工程公司
「淨化海港計劃」項目小組
或傳真至 2424 9114
或電郵至 hats@cdm.com.hk

技 術 附 件

1 引言

1.1 目的

本文件載述「淨化海港計劃」(前稱「策略性污水排放計劃」)下的環境評估及工程可行性研究所建議的各項水質標準，以徵詢意見及作討論之用。

2000 年 11 月，政府委任的國際專家小組就「策略性污水排放計劃」餘下各期進行檢討後，提出四個方案，以供當局考慮。小組並進一步建議政府進行多項研究及試驗，以評估該四個方案的利弊。環境評估及工程可行性研究是其中之一，其他研究包括：測試佔地較少污水處理技術於本港應用的可行性；淨化海港計劃日後的最佳採購方案；以及再評估已竣工的淨化海港計劃第一期的污水處理量。

本文是一份資料文件的附件。資料文件概述淨化海港計劃的背景、環境評估及工程可行性研究所評估的各個方案、本港水域的用途，以及可能用以評估各個方案的標準。本文件的讀者應是關注水質問題並受過特別科學訓練的人士，以及關注本港水質與水域用途之間的關係的人士。

至於與工程問題、陸上環境影響、社會影響及財政評估有關的標準，會在淨化海港計劃的整體評估中另行個別處理。

1.2 主要問題

淨化海港計劃的主要目的，是改善本港水域的水質，以配合受納水體的長遠用途，同時在成本及環境和社會影響方面達致適當的平衡。要對國際專家小組提出的改善水質方案作出評估，必須先訂立一些標準，以衡量不同方案的利弊。

本港的水質指標早於 80 年代後期訂定，當時政府正就污水處理事宜進行規劃工作。當局在訂立水質指標時，已考慮有關的因素如受納水體的用途、水的各種成份對生態系統功能的已知影響，以及本港水域內多種備受關注的污染物的含量。

策略性污水排放計劃的環境影響評估特別就評估該計劃訂立了一套水質標準。這些標準擴闊了整套海洋水質標準的內容，反映了就工程計劃對鄰近水體造成的影响的進一步認識。

根據淨化海港計劃環境評估及工程可行性研究的研究大綱，顧問須進一步考慮水質標準並諮詢有關人士。作為這項要求的前期工作，環境保護署(環

保署)先深入檢討了在 1998 年進行的工作，包括考慮與此議題有關的本地研究及國際專家小組的檢討中有關水質標準的意見，以及徵詢有關政府機構的意見。環保署又邀請淨化海港計劃監察小組提供意見；這個小組由環境食物局局長擔任主席，成員包括環境諮詢委員會四名委員及國際專家小組三名本地成員。環保署根據有關的檢討結果及意見修訂了一套水質標準，並把該套水質標準交給顧問公司，以便按需要作出進一步修改及徵詢意見。

環保署的工作簡介如下（本文件的後半部會詳細介紹有關內容）：

- 根據有關溶解氧對本地生物的環境影響的本地研究，並參考海外的研究工作，建議修改有關溶解氧的水質標準。
- 考慮到本港沿海不同區域的生態功能，建議修改有關氮的水質標準。
- 理解到富營養化過程的不明確情況會影響有關營養物的建議水質標準。
- 概括來說，策略性污水排放計劃的環境影響評估所建議對其他污染物採用的標準，適用於本研究。

1.3 提供建議的機會

用以評估國際專家小組各項方案的特定水質標準，會在進行環境評估及工程可行性研究的過程中訂立。現暫定討論有關標準的途徑如下：

- 在 2002 年 6 月 22 日，獲得邀請的人士可在北角政府合署大禮堂（401 室）參加初步諮詢會議。
- 對本文件的書面回應可於 2002 年 7 月 27 日前寄回 CDM，地址載於本文件的末段。

我們收集意見後，會在秋季前提出修訂文件，列出最後將在環境評估及工程可行性研究中應用的水質標準，並讓所有有關人士瀏覽收集到的意見和有關的水質標準。

1.4 本報告的組織大綱

本文件有七部分，內容如下：

部分一 介紹報告的一般目的和主要問題，以及討論水質標準的程序

2 背景

2.1 水質標準

香港與很多海外地區一樣，在水質的計劃及管理方面的宗旨，都是確保本地水域得以持續使用，以及在有需要時，令水域恢復原來的用途。本港水域的用途包括供人類進行康樂活動(如用作泳灘)或商業活動、促進持續發展，以及保護重要的本地野生生物。

為了就水質管理計劃的發展提供指引，政府定立了一系列的水質指標(WQOs)。水質指標是量度周圍水質的數值單位，當局定下水質指標旨在保護受納水體的使用。由於不同地區的水域用途有別，所以不同地區的水質指標亦各有不同，例如：用作泳灘的水域必需免受細菌污染；但作航運用途的水域則無此必要。因此海灘的水質有大腸桿菌的含量指標，而純粹作商業航運用途的水域則沒有。**圖一**顯示重要海洋生態資源和人類資源的一般分布情況，政府擬按水質指標管理這些資源。

這些水質指標被視為本港水域的長遠水質狀況目標。雖然它們並不一定被用作特定項目(如淨化海港計劃)的指標，但在若干情況下亦會被應用為評估準則。要評估一個計劃項目帶來的影響，必須先制定水質標準，並用以評估不同方案產生的影響。水質標準可顯示污水的污染物含量可能高於水質指標，但在排放點短距離內卻可符合水質指標。如果周圍水質(在沒有淨化海港計劃排放物影響之下)超過水質指標，而又不能在短期內透過項目特定的緩解措施令水質符合標準，以致必須採取較大規模及較長遠的措施時，便可使用水質標準評估該些措施的規模及環境效益。

2.2 水質標準的應用

水質標準一般應用於被排污水和周圍水體的混合物，這些混合物是初步稀釋區邊緣或指定污染物混合區邊緣的混合水體。

初步稀釋區位於緊接排放點的一小片地方。由於本港的污水密度較海水低，因此污水於排放時會浮向水面，隨著水流混入周圍的水體，並在很短的時間內與四周海水完全混為一體不再浮昇。在好些情況下，初步稀釋區的範圍多在排放點的數個水底深度內。舉例說，如水深十米，污水和海水一般會在排放點約三十米內完全混合，因此初步稀釋區的外圍通常在排放點約三十米內。我們建議水質在稀釋區域的邊緣達到非生物降解有毒物質的標準，以便評估淨化海港計劃排放污水所帶來的影響。

在初步稀釋區域以外，污水中的污染物會進一步稀釋和擴散，如果它們不是非生物降解物質，便會進一步產生化學和生物上的改變。出現這些改變的地方可視為混合區。污水排放的影響會隨著污水逐漸稀釋以致最終無法量度，屆時，污水對四周水質的影響亦不明顯。在達到這個階段之前，會有某個範圍內的水質符合此研究中的標準。符合標準的位置與不符合標準的位置之間的距離會因應污染物的種類或其影響而有所不同。要評估混合區是否適用於某些特定物質，該混合區必須盡量細小，並避免把該處用作可能受污染物影響的用途。

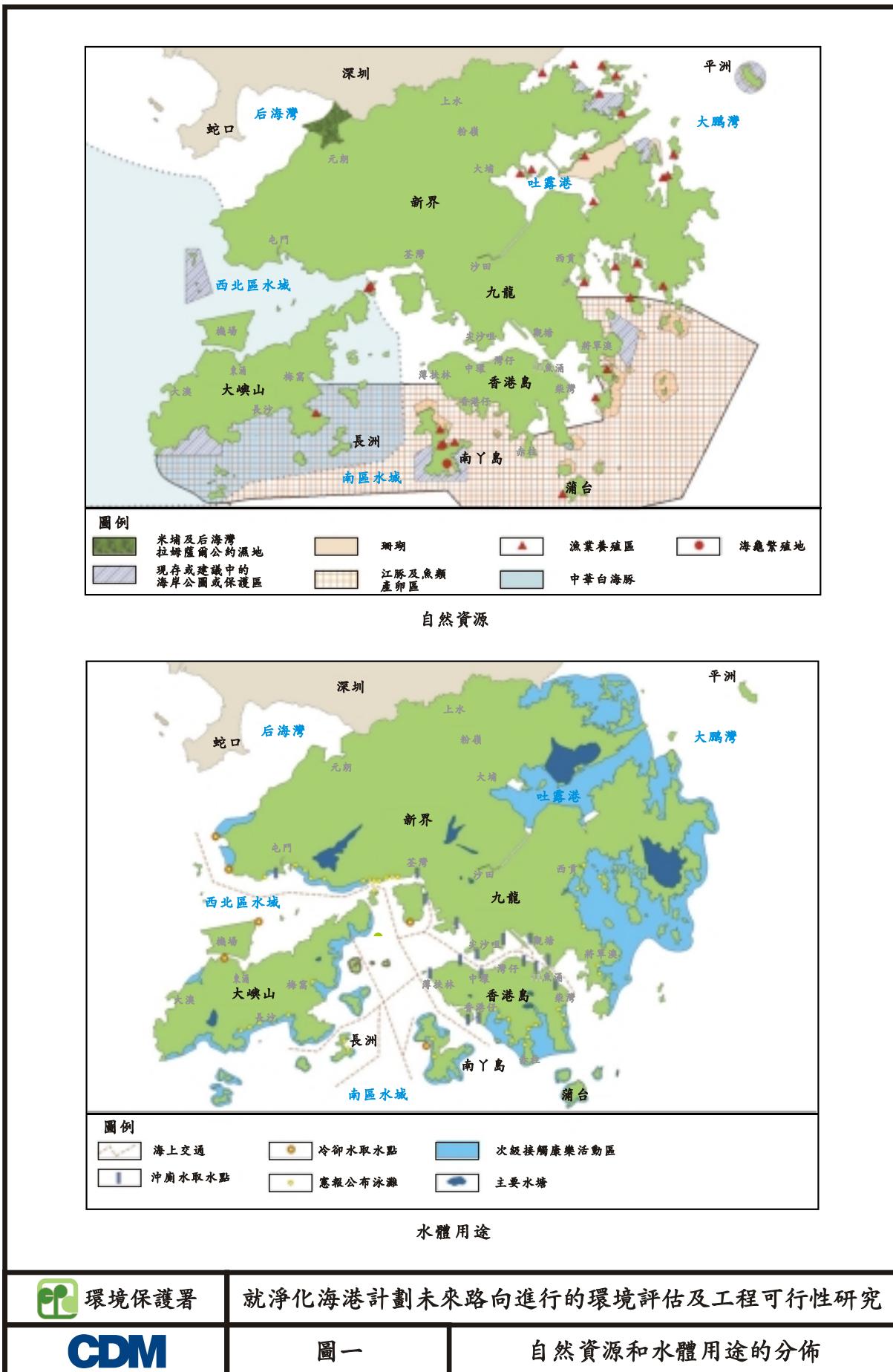
2.3 評估方法

把水質標準應用到國際專家小組建議的方案時，環境評估及工程可行性研究會運用一系列的數據資料及分析方法。此文件的目的並非詳細討論這些方法或資料，但相信對瀏覽此文件的人士來說，充分了解這些方法是十分有用的。

水質的估計要透過兩種不同但相關的方法進行。在預測初步稀釋區邊緣之污染物濃度時，將採用 VISJET 數學模型。此模型是一個根據出水口的幾何特性、周圍水流速度、密度分層和污染物大約流動速度與初步稀釋的關係來估計初步稀釋率的程式。從排放污水的濃度和經模型估算出的稀釋率便可得出於初步稀釋邊緣的污染物的大約濃度。透過輸入不同的數據，如密度截面、排放物流速和污染物質量排放速度，便可預測全年污染物質素的分布，用以與初步稀釋區邊緣所應用的標準互相比較。

初步稀釋區外的水質的估計，則會採用立體水質數學模型，即 Delft3D 模型。這模型已被發展應用於評估多個遍布本港的環境項目，包括填海、挖泥及廢水處理。這模型包括涵蓋珠江河口大部份範圍的流體動力學和水質元件；從而可用作多個區域性項目的評估模擬。這個應用於本港水域的模型已通過多方面的校準和驗證。淨化海港計劃的環境評估及工程可行性研究將會為此模型作出適當調校，以便為最受關注的地區提供較詳細的分析，並確保模擬的情景包括了未來的填海計劃。

關於受納水體的特性的資料、淨化海港計劃的污染物性質和該區生態系統的重要特質的資料可從不同的來源收集。環境評估及工程可行性研究將會考慮多個政府部門進行的定期環境監測、仍在進行的特別研究；尤其有關整個第一期系統啓用的影響、以及正在昂船洲進行的佔地較少污水處理技術的試驗。



3 溶解氧的標準

水體中有適當水平的溶解氧是維持生態系統健康及平衡的基本因素。驟低水平的溶解氧會減少常棲生物的生存、生長和繁殖，引致海水惡臭，並破壞景觀。因此，受納水體維持適當的溶解氧水平是很重要的。此部份是建議本港受納水體的溶解氧標準，以及支持這些標準的理據。廢水排放會在以下幾方面對受納水體的氧量平衡產生影響。首先，污水含有的碳和氮的複合物，是受納水體中常見的微生物的食物來源。在複合物轉變為二氧化碳和硝酸氮的過程中，這些微生物消耗水中的氧。未經處理的廢水中含有大量此類耗氧物質。大部份廢水的最終需氧量約為每公升 300 毫克，其中大部份的氧量是於短短的數天內被耗去的。最近第一期深層隧道啓用後，以前被排放入維多利亞港每天約 300,000 公斤的耗氧物質，現於昂船洲污水處理廠得到清除。

第二，污水含有的營養，在適當的條件下可刺激海藻的繁殖。過量的海藻繁殖會在以下兩方面嚴重影響受納水體中的溶解氧濃度。海藻在有光線的情況下製造氧氣，而在黑暗中則消耗氧氣，因此在日間若海藻的生氧量很高，溶解氧濃度便會超過飽和，但在夜間，海藻呼吸時的耗氧量則會引致溶解氧驟減。再者，海藻死亡後，其分解過程物會像分解廢水一樣，增加水中的耗氧量。

由於溶解氧對環境很重要，而污水對溶解氧平衡亦有顯著的影響，因此，規劃水質時必須注意溶解氧的標準。受納水體中所需的溶解氧水平是決定處理過程中碳和氮耗氧物量的去除率，及控制營養物以減低海藻過量生長的主要考慮。

3.1 原來的標準和基礎

1988 年的《污水策略研究》制訂了本地水體的溶解氧指標。該等指標是經過檢討其他地區如英國、歐盟、日本及其他地方的資料而制訂的。其後，法定指標是根據以下用途而制訂的：

- 海魚養殖：

在 90% 的時間內，溶解氧含量的水柱平均值不少於每公升 5 毫克。
在 90% 的時間內，最底層 2 米的溶解氧含量不少於每公升 2 毫克。

- 一般海洋生物：

在 90% 的時間內，溶解氧含量的水柱平均值不少於每公升 4 毫克。
在 90% 的時間內，最底層 2 米的溶解氧含量不少於每公升 2 毫克。

- 工業使用方面：
90%的時間內，溶解氧含量不少於每公升 2 毫克。

由於策略性污水排放計劃中的環境影響評估特定的方案評估準則，有關顧問因此檢討了該些溶解氧指標。檢討結果確定了用該等指標來評估策略性污水排放計劃的方案是合理的，因此該研究採納了有關指標為水質標準。

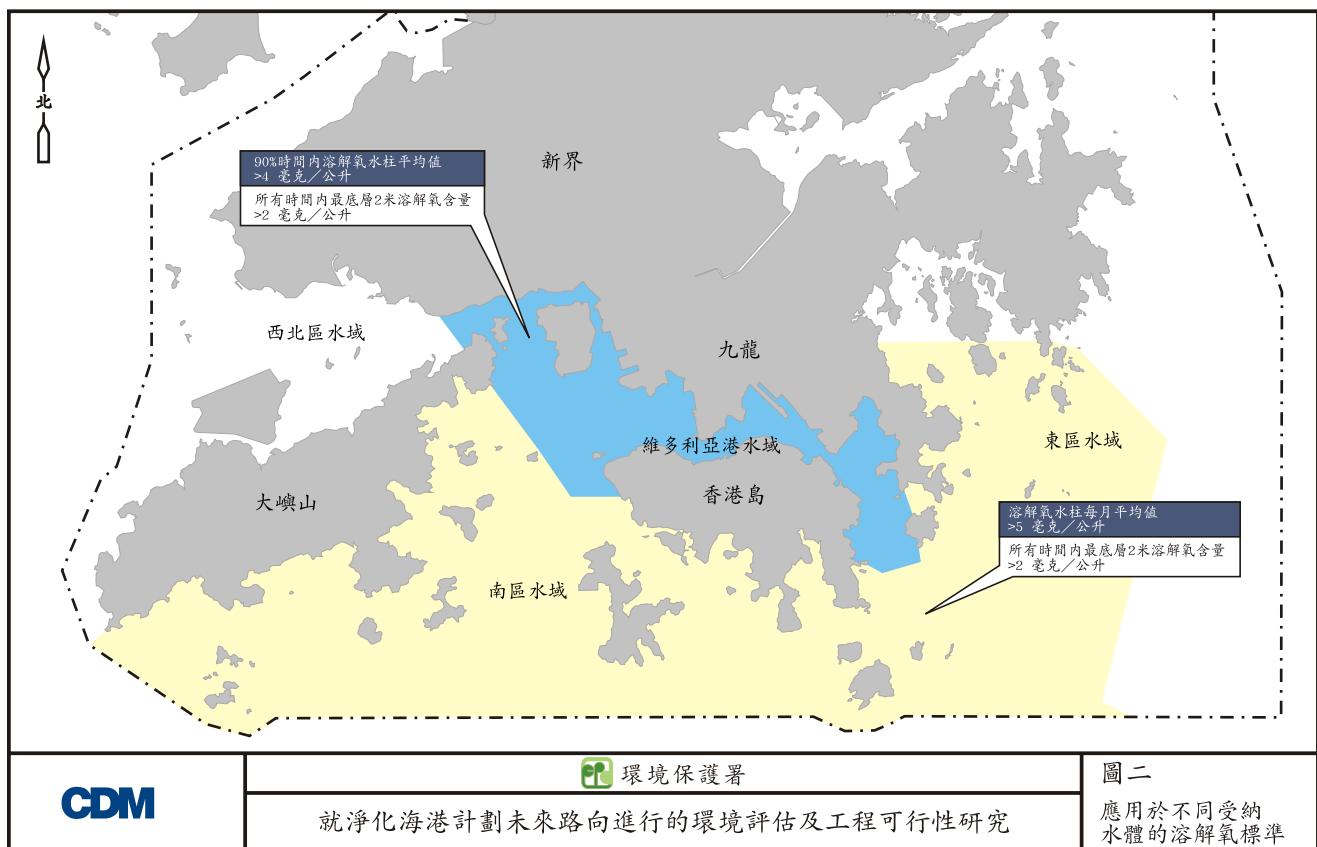
3.2 淨化海港計劃之環境評估及工程可行性研究的建議標準

在規劃和推行淨化海港計劃之環境評估及工程可行性研究工作的同時，環保署及有關政府機構評估了溶解氧標準，並建議更改先前的標準。淨化海港計劃監察小組亦詳細審閱了這些評估結果。

政府根據這些審議的結果，建議環境評估及工程可行性研究所應用的溶解氧標準應隨水體的用途而改變，如下列所述：

- 在圖二填上藍色的海港區，建議標準是在 90% 的時間內，溶解氧含量的水柱平均值不少於每公升 4 毫克，及在所有時間內，最底層 2 米的溶解氧含量的水柱平均值不少於每公升 2 毫克。
- 在填上黃色的區域內，有關標準必須反映漁農自然護理署（漁護署）在顧問合約編號 62/98「漁業及海洋生態評估準則顧問研究」中的建議，即每月平均值每公升 5 毫克，而在所有時間內至少每公升 2 毫克。

這些改變反映了漁護署的顧問研究的工作，該研究明確地考慮到各有關方面進行了的研究，以及利用本地重要的海洋生物品種進行特定的毒性測試而定出標準。在此方面，漁護署的顧問研究特別把溶解氧對本地生物品種的影響的資料加入從其他地區已推斷出的資料，以提高溶解氧的標準。值得留意的是漁護署的顧問研究承認每公升 5 毫克的標準在某些情形下可能是太嚴格，而在另一些情況下保護性卻略為不足。研究建議這些標準須因應本地的條件和知識而實施，然而，每公升 2 毫克的標準是絕對的標準，因為這個濃度的溶解氧可以防止海洋生物受到缺氧的影響。



3.3 對溶解氧標準的進一步考慮

建議供環境評估及工程可行性研究採用的標準首次在本港納入一套絕對的溶解氧標準。雖然過往的標準以發生頻率的方式訂立，但新標準建議最底層 2 米的平均溶解氧濃度則任何時候都必須符合。過去的水質數據顯示在本港水體的溶解氧有時候很低，有意見指出這些現象是含低溶解氧的海水流入海岸，並非因本地污水排放而造成的。因此，環境評估及工程可行性研究雖然承認溶解氧濃度下降至低於每公升 2 毫克標準的情況偶有發生，但不會明確地用這些偶發的離岸現象來評估國際專家小組的方案。因此，我們向瀏覽此文件的人士徵求與這議題有關的意見和論點。

美國環境保護局（USEPA）和澳洲及紐西蘭環境保護局（ANZECC）最近評估了其溶解氧的標準。澳洲及紐西蘭環境保護局設定溶解氧（和其他污染物）標準的方法，包括為輕微擾亂的生態系統設立觸發值，並假定在此值以下不會出現任何損害；而在此值以上的則需要提出管理措施。對於中度及高度擾亂的生態系統，澳洲及紐西蘭環境保護局的指引則沒有對溶解氧定立特定的數值，反而提議一系列考慮到與當地有關位置的管理措施，以求恢復自然和生物的機能。

美國環境保護局最近對美國東岸 Cape Hatteras 至 Cape Cod 之海洋水體中溶解氧標準的發展提出了指引。這些標準是根據溶解氧和幼魚和成魚的生存、生長影響及補充幼魚群影響之間的「濃度一反應」關係而發展的。引用這些方法後，指引手冊建議每公升 2.3 毫克溶解氧為基本的生存標準，而生長影響指引為每公升 4.8 毫克。這些概括的方法和發現可應用於環境評估及工程可行性研究，以驗證一個不容違反的較低及基於生存率之溶解氧標準概念模式，以及一個可根據個別個案而作出修改的慢性標準，而這個慢性標準可訂為指引值。雖然這些數值是從不同海域所得的，但它們與本港水體所採用的並非不同。

4 氮和磷的標準

氮和磷是受納水體中海藻群落的營養物。氮和磷排放到水體時，假如水的穩定性、水溫、光線和其他微量營養物互相配合，會刺激海藻生長和引致紅潮。在某些情況下，海藻生長對生態系統有利，因為海藻是食物網中不可或缺的一部分，能維持生態系統。在其他情況下，這些營養物可能引致有害的紅潮，不但有礙觀瞻，而且對魚類養殖業造成破壞，毒害動物和人類，並可能令海水嚴重缺氧。(不過，這些營養物在引致紅潮方面的實際角色，科學界仍未有定論。)

4.1 原來的標準與根據

有關不同形式的氮的水質指標在一九八八年進行污水策略研究時制定。根據在不同水體觀察到的無機氮總量和葉綠素 a 含量進行迴歸分析，有關研究釐定了無機氮總量的上限，使葉綠素 a 在受納水體中的水平維持在每公升 10 微克之內。

一般來說，就多個水體(包括吐露港、牛尾海和將軍澳)進行的迴歸分析結果均呈直線關係。至於另外一些地點，例如后海灣、維多利亞港、南區水域及西北部水域，則沒有明顯的趨勢。

研究完成後，各種水體的法定指標定於以下水平：

- 於牛尾海及南區水域等封蔽或半封蔽水域，無機氮總量的深度和全年平均值不超過每公升 0.1 毫克。
- 於將軍澳及西北部水域等封蔽或半封蔽水域，無機氮總量的深度和全年平均值不超過每公升 0.3 毫克。
- 把維多利亞港、西部緩衝區及西北部水域中水流較急的區域的無機氮總量維持在每公升 0.4 毫克的指標之內。

第一、二個指標能把葉綠素 a 的濃度維持在每公升 10 微克的水平；第三個指標則與在維多利亞港水域觀察到的最高值相符。該項研究發現，在一些敏感性港灣，無機氮總量及葉綠素 a 濃度之間存在著「劑量－反應」關係，與在吐露港和牛尾海觀察到的關係相似，但這種關係卻沒有在離岸區域出現。

策略性污水排放計劃的環境影響評估再度檢討營養物標準。該項評估所得的結論是有關無機氮總量的水質指標應定於以下水平：南區水域每公升 0.2 毫克 (與較早前的調查觀察到的最高數值相符)；大鵬灣每公升 0.3 毫克；

維多利亞港及東部和西部緩衝區每公升 0.4 毫克；西北部水域每公升 0.5 毫克。無機磷總量的上限則定為無機氮總量水平的十分之一。

該項環境影響評估的報告明確表示，雖然制定了營養物標準，營養物上限應視為長遠的水質指標，而由於其他源頭排放的營養物甚多，要根據營養物水平決定選用哪一個處理方案，會相當困難。

4.2 淨化海港計劃環境評估及工程可行性研究的建議標準

在規劃和進行淨化海港計劃的環境評估及工程可行性研究工作的同時，環保署及相關政府機構檢討了營養物標準，以便在必要時建議更改先前的標準。淨化海港計劃監察小組也詳細考慮了檢討結果。就此，我們建議採用以下的標準：

- 在維多利亞港、西部及東部緩衝區水質管制區（圖三的藍色部分），無機氮總量的全年平均值不超過每公升 0.4 毫克，正磷酸鹽的全年平均濃度則不超過每公升 0.04 毫克。
- 在南區水質管制區和大鵬灣的魚類產卵區（圖三的黃色部分），無機氮總量的全年平均值不超過每公升 0.2 毫克，正磷酸鹽的全年平均濃度不超過每公升 0.02 毫克。
- 在將軍澳水質管制區（圖三的粉紅色部分），無機氮總量的全年平均值不超過每公升 0.3 毫克，正磷酸鹽的全年平均濃度不超過每公升 0.03 毫克。
- 在牛尾海水質管制區（圖三的淺綠色部分），無機氮總量的全年平均值不超過每公升 0.1 毫克，正磷酸鹽的全年平均濃度不超過每公升 0.01 毫克。

雖然已經建議具體的數值標準，供進行淨化海港計劃的環境評估及工程可行性研究時採用，但由於對海港水域受富營養化影響的程度欠缺深入研究，因此須留意有關這些建議的變數。顧問應特別考慮採用這些標準所涉及的風險（如有的話），並提供意見，說明是否適宜和可以把移除營養物的水平定得較這些標準所要求的高，以減低該等風險，以及這樣做的後果。

4.3 與營養物標準有關的討論

正如上文所述，最初的氮標準，乃根據觀察到的無機氮與葉綠素 a 濃度之間的關係而制定的。後來修訂這標準時，大致上也基於相同的概念，只不過對這些標準的適用範圍稍作修改而已。

然而，在過去十年，科學界對海藻生長模式的認識日深，並開發了不少工具，用來評估影響海藻生態的因素。因排放污水而令水體營養物增加，導致缺氧和有害紅潮持續不退的現象，備受關注。科學界開發了多個數學模型，例如上文提及的 Delft3D 模型，可模擬影響海藻生長、擴散、枯萎和腐化的生物及物理過程。有些地方成功地應用這些模型，開始對所有影響海藻生長模式的變數之間複雜的相互關係有所了解。

此外，日常在本港水域收集到的大量數據，逐漸呈現海藻生態系統在一年之中不同時間和不同地點的改變。雖然維多利亞港水域的營養物水平很高，但由於這水域的海水透光率較低，因此限制了海藻的生長。東部海洋水域的海藻生長，則受氮的水平限制，其情況與其他海洋水域相似。在某些季節，從珠江流出的淡水會明顯地改變本港水體的特性，這時候磷的水平可能成為限制海藻生長的要素。

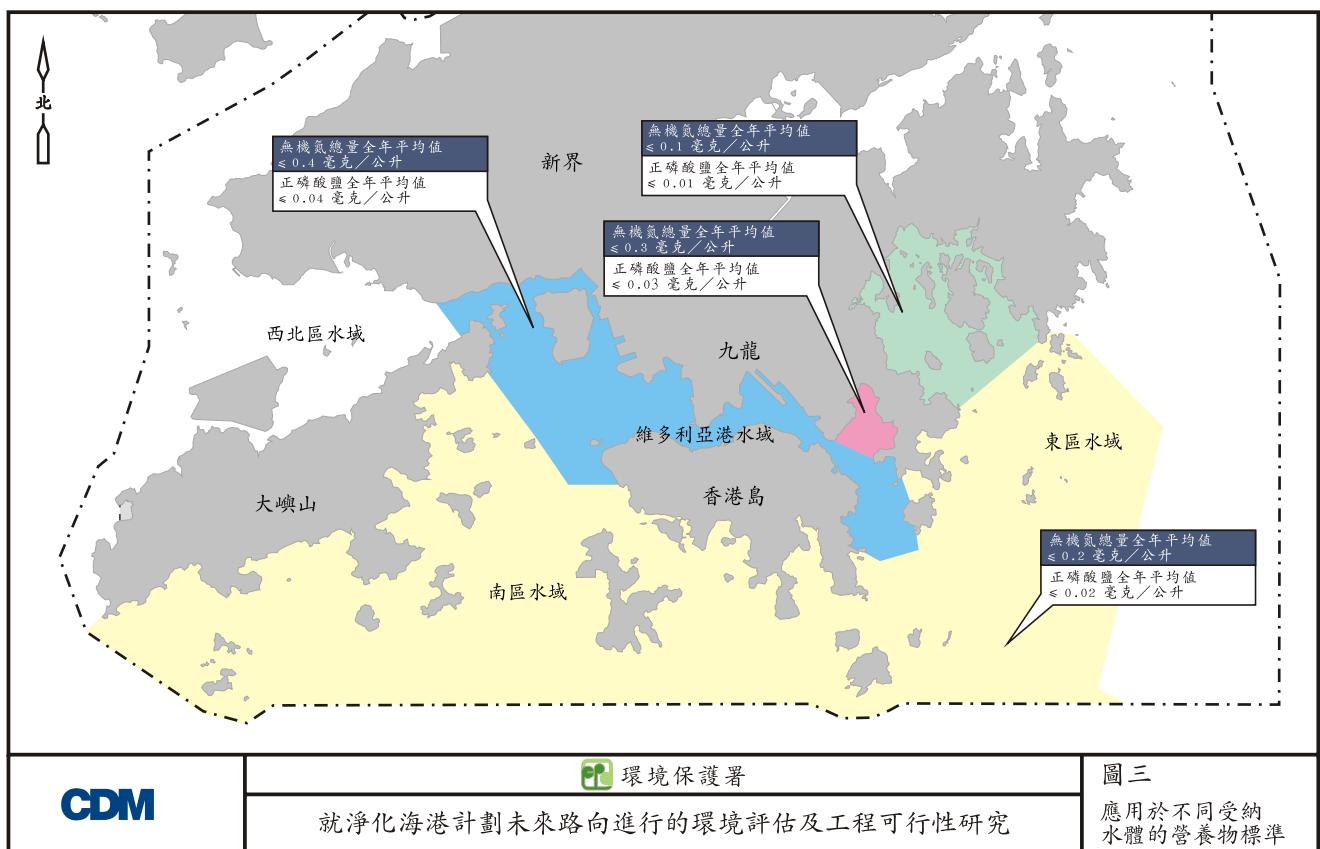
科技日新月異，累積到的數據也越來越多，而有關制定營養物標準的規管方法也隨之改變。舉例來說，最近美國環保局（USEPA）發出技術指引手冊（USEPA2001），說明如何為河口和沿岸海洋水域制定營養物標準和應用這些標準。該手冊沒有定出營養物標準的具體數值，只建議採用包括多個步驟的程序，就每種特定的河口環境制定合適的管理方法。管理策略的重點包括：

- 就研究所針對的河口制定合適的參考情況。根據美國環保局的指引手冊，這樣做的目的是確定匯水區域的天然和未受嚴重影響的營養物情況。
- 成立地區技術支援組，成員包括地區政府官員、學者及其他對河口營養物力學有興趣和具備有關知識的人士。成立地區技術支援組的目的是為制定標準提供技術支援。
- 開發制定和評估具體標準的工具。這些工具可因應不同的河口而改變，可以是簡單的工具，例如數據分析工具，也可以是複雜的工具，例如結合水力和水質的數學模型。這些工具會用來界定對水體用途有負面影響的營養物濃度或負荷量。

理解到沒有任何一項營養物標準適用於所有河口，因此上述管理方式的重點在於因應特定地點的情況釐定標準。我們認為上述策略的基本架構也適用於淨化海港計劃。在一九八零年代，顧問和政府的科學家進行分析，確立了一般參考情況，並建議當局考慮把這些參考情況列為初期標準。我們現正徵詢本港科學界的意見。環境評估及工程可行性研究最終會考慮有關標準和把污水排入受納水體所造成的影響，從而評估水體營養物負荷量對

受納水體的影響。

在這個籠統的架構之下，我們建議採用一套程序，以界定和解決問題，而未必要根據單一標準，制定淨化海港計劃所排出的污水的營養物含量上限。



5 保護水生生物的標準

把金屬和其他有毒物質排放入海港水域，會擾亂受納水體的生態系統。我們採用保護水生生物的標準，以評估淨化海港計劃排放物對受納水體的影響。本節載述策略性污水排放計劃的環境影響評估所制定的標準，藉此徵詢各界的意見。

5.1 原來的標準與根據

當局最初於一九八八年擬訂污水策略研究時，考慮了保護水生生物的標準。不過，當時沒有建議採用具體的標準評估不同方案，而只建議監察某些危險物質，以及考慮該等物質對受納水體的影響。一九九八年策略性污水排放計劃的環境影響評估釐定了具體的數值標準，用來評估排放物對受納水體的影響。這些標準分為兩類：

- 於初始稀釋區邊緣和接近排放地點的地區採用的標準。這些標準一般適用於毒性較急的成分。
- 於混合區邊緣採用的標準。如上文所述，混合區並非一個具體界定的區域，而是有關物質的濃度降至標準水平的地區。於混合區邊緣採用的標準適用於毒性較慢的成分，而不適用於毒性較急的成分。

現建議在進行這項環境評估及工程可行性研究時，採用與上述環境影響評估相同的標準。表一列載於初始稀釋區邊緣採用的標準；表二列載於混合區邊緣採用的標準。

表一 建議於初始稀釋區邊緣採用的水質標準

參數	數值	時段／類別
非離子氮	≤每公升 0.021 毫克	全年平均值
	≤每公升 0.035 毫克	4 日平均值
	≤每公升 0.233 毫克	1 小時平均值
pH 值	6.5 – 8.5, 改變少於 0.2	至少 90% 的時間
溫度	改變少於攝氏 2 度	至少 90% 的時間
懸浮粒子	增幅少於每公升 10 毫克	至少 90% 的時間
硫化物	<每公升 0.02 毫克	至少 90% 的時間
氰化物	<每公升 0.005 毫克	至少 90% 的時間
剩餘氯總量	<每公升 0.013 毫克	每日最高值
表面活化劑	<每公升 0.03 毫克	至少 90% 的時間
銅	<每公升 0.005 毫克	至少 90% 的時間
鎳	<每公升 0.005 毫克	至少 90% 的時間
鉻總量	<每公升 0.05 毫克	至少 90% 的時間
鋅	<每公升 0.02 毫克	至少 90% 的時間
汞	<每公升 0.00021 毫克	至少 90% 的時間
砷	<每公升 0.02 毫克	至少 90% 的時間
酚	<每公升 0.005 毫克	至少 90% 的時間
急性毒性	0.3 急性毒性單位 ¹ (根據總出水毒性試驗得出的 LC ₅₀ 值推導)	1 小時平均值不得超過此值

¹ 美國環保局 (USEPA) 以水質為本的毒性管制技術支援文件 (一九九一年三月) 界定，一個急性毒性單位 = $100 / LC_{50}$ ，而 LC_{50} = 令測試的生物中最敏感的種類有 50% 生存率的廢水百分比。

表二 於混合區邊緣採用的附加水質標準

參數	數值	時段／類別
慢性毒性	≤一個慢性毒性單位(根據美國環保局的程序釐定) ²	4 日平均慢性毒性暴露量
殘餘氯總量	<每公升 0.008 毫克	每日最高值
沉澱速度	<每日每平方厘米 10 毫克	每日最高值

² 一個慢性毒性單位 = $100 / NOEC$ (慢性)。NOEC 即「觀察不到影響的濃度」，根據測試的生物中最敏感的種類釐定。

6 微生物水質標準

由於直接接觸被污水污染的水可傳染多種疾病，有關方面通常會限制水中的微生物含量。為保障公眾生，一般的做法是限制指標微生物的密度（每100毫升的數量）。指標微生物的密度顯示水體受污水污染的程度，以及人與病菌接觸的機會率。就本港的泳灘而言，當局量度大腸桿菌的密度，以評估水體受病菌污染的程度。在這方面，大腸桿菌是普遍採用的指標細菌。

策略性污水排放計劃的環境影響評估所採用的微生物水質標準，以泳灘的水質指標及沖廁和冷卻系統用水的建議水質要求為依據。我們建議在淨化海港計劃的環境評估及工程可行性研究中繼續採用這些標準。

6.1 建議的微生物水質標準

本港的水質指標最初於一九八八年制定，以八十年代進行的流行病學研究為依據。這些研究在全港九個海灘訪問了18 000名泳客，調查在不同大腸桿菌水平的水中游泳後感到不適的個案數目，以確定大腸桿菌的幾何平均密度與腸胃和皮膚輕微不適之間的關係。其後，當局根據研究結果，制定泳灘等級和評分制度，讓泳客和公眾衛生人員知道當時的泳灘水質，以及泳灘海水的微生物含量逐年變化的趨勢。

表三臚列大腸桿菌的幾何平均密度與觀察到的輕微疾病發生率之間的關係。在決定泳灘水質在某一年度是否符合水質指標方面，環保署認為如大腸桿菌的全年平均密度不超過每100毫升海水180粒，便符合泳灘水質指標。

表三 大腸桿菌濃度和輕微疾病發生率

每100毫升海水的大腸桿菌密度	每1000名泳客中感染輕微疾病的個案數目
24粒或以下	沒有發現有人感染輕微疾病
25至180粒	少於10宗
181至610粒	11至15宗
611粒或以上	多於15宗

表四列載建議在進行環境評估及工程可行性研究時採用的微生物標準。泳灘海水可直接採用水質指標的數值，至於傳播途徑較間接或暴露於病菌的機會較低的地方，則採用環境影響評估所釐定的標準，即每100毫升海水含610粒大腸桿菌。為了對工業和沖廁用水的使用者提供一定的保障，現建議把該等用水的標準定為每100毫升海水含20 000粒大腸桿菌。

表四 有關微生物類污染物的建議水質標準

參數	數值	時段/類別	適用地區
大腸桿菌	<每 100 毫升 180 粒	幾何平均值	泳灘海水
	<每 100 毫升 610 粒	幾何平均值	次級接觸康樂活動區 及海魚養殖區
	<每 100 毫升 20 000 粒	≥90% 的時間	沖廁或工業用水

7 總結

第一期淨化海港計劃推行後，本港的污水排放情況已有顯著的改善。九龍和部分港島地區每日所產生大約 1,300,000 立方米的家居和商業污水，首次以先進技術處理。不過，我們仍有更多工作要做，包括處理港島其他地區產生的污水，以及決定這些污水的最終處理水平。

淨化海港計劃的環境評估及工程可行性研究和國際專家小組建議的其他試驗及研究，會有助解決污水處理問題。進行這些試驗和研究時，環境評估及工程可行性研究的評估小組須採用合適的標準，評估國際專家小組提出的方案會造成的影響，特別是對水質的影響。

過去十年，當局制定了水質標準，並且在規劃本港的排污策略時採用這些標準，最近更在一九九九年進行策略性污水排放計劃的環境影響評估時檢討這些標準。這些標準根據十分重要的本土知識而制定，並參考了其他地區的同類標準。政府規劃淨化海港計劃時，已深入研究某些課題，並把研究結果與以前進行的研究結果互相結合，為淨化海港計劃制定建議水質標準。

我們考慮過政府提供的資料、以前的研究，以及最近其他地區進行的相關工作，最後認為本文件所載的標準可以提供穩固的基礎，用來評估國際專家小組所建議的方案對水質的影響。我們明白，在進行環境評估時，這些標準通常只是一個起點，最終須結合針對特定地區的分析結果，才能顯出各個方案之間的重要分別。

如對上述課題感興趣，歡迎提供意見；我們十分樂意聽取你們對這些標準的看法。如有意見，請於二零零二年七月二十七日前以電郵（電郵地址：hats@cdm.com.hk）或傳真（傳真號碼：2424 9114）方式提交，或把意見寄到以下地址：

香港新界葵芳興芳路 223 號
新都會廣場第一期 4305-4312 室
CDM 國際環保顧問公司
「淨化海港計劃」項目小組