

第二章 污水處理

淨化海港



第二章 污水處理 淨化海港

香港的海岸線綿長。海洋雖具天然淨化能力，能稀釋及分解海水中的污染物，但要處理因人口急增和工業發展而產生的大量污水，必需有適當的水質控制措施配合。1960年代末，政府完成《污水排放狀況海洋調查報告》，並實施《水污染管制條例》和《廢物處置條例》。及後，在1988至1989年間展開「污水策略研究」，為全港的污水收集、處理和排放事宜制訂長遠策略，包括：制定「策略性污水排放計劃」、建造區域性污水收集設施(如「鄉村污水系統計劃」)、訂立污水處理設施的級別，以及擴建排放系統(如「吐露港經處理排放水輸送計劃」)和加強氣味管理措施等。這些計劃相繼落實，河道和泳灘水質持續改善。而「策略性污水排放計劃」(現稱為「淨化海港計劃」)的第一期亦於2001年底啟用，對提升維港水質有顯著作用。



香港水質與水體功能

香港是個得天獨厚的地方，海岸線綿延一千多公里。位於香港島及九龍半島之間的維多利亞港是全球最繁忙的港口之一，其南、北兩面有高山作天然屏障，東面入口為鯉魚門，西面入口為汲水門，水道能容納大型輪船，是一個天然良港。

香港水域面積不大，位處珠江口，海水與河水匯流。這裏曾是產量豐富的漁港，支撐香港的漁業發展，貢獻社會經濟。此外，香港綿長的海岸線適合不同活動進行，例如：海水養殖、航運及各類型水上康體活動等。各種活動對水質要求有所不同，進行水質控制時要考慮各項活動的需要。近年，海港的水質環境受到關注，綠海龜、馬蹄蟹、中華白海豚和江豚等成為保育海港環境的標記。

海洋有自身淨化的能力，可以將水中污染物稀釋或進行生物分解，一般輕度的水污染不會對海洋環境造成太大影響。1950年代開始，大量內地人士移居香港，人口急增以及工業發展，令家居及工業污水不斷增加，嚴重影響河道及海港水質。1960年代末，政府注意到水污染問題嚴重，並進行全港性的調查。1971年，政府正式公布全港第一個排污藍圖—《污水排放狀況海洋調查報告》¹。該報告評估了維多利亞港、吐露港等水域的污染情況，提出改善排污的建議。及至1980年代，政府先後制訂《水污染管制條例》及《廢物處置條例》，規管各行業排放污水及農戶處理禽畜廢物的情況。

《水污染管制條例》

《水污染管制條例》將香港海域劃分為十個「水質管制區」，並設立一套水質指標作為評估海水質素的依據。訂立水質指標是為保護海洋環境，讓海洋生物得以持續繁衍，同時保障水質達到公眾可持續使用的水平。為改善水質，政府在各區敷設新污水渠，改善現有公用污水渠設施，並為未有污水設施的地方，逐步設置公共污水收集系統²。

《廢物處置條例》

政府在1980年代制訂《廢物處置條例》，全面規管廢物的處置途徑。該條例禁止任何人在公眾地方、私人地方或政府官地棄置廢物。政府亦進一步立例規管污染源頭，及後該條例的適用範圍不斷擴展，並將禽畜飼養、處置化學廢物、非法傾倒廢物及廢物進出口等均納入規管範圍³。

第二章 污水處理 淨化海港

政府認為要妥善處理香港的污水問題，需要進行全面規劃。1988至1989年間，政府展開「污水策略研究」，為全港的污水收集、處理和排放訂立長遠策略。「污水策略研究」建議香港推行兩項污水處理基建策略，分別是「策略性污水排放計劃」及「區域／地區性污水收集整體計劃」。「策略性污水排放計劃」針對維港兩岸市區的污水問題，而「區域／地區性污水收集整體計劃」則為全港各區制訂獨立的污水收集整體計劃。

「區域／地區性污水收集整體計劃」是因應個別區域水污染的特性及水體敏感程度，規劃和建造污水收集設施，並設定相應的污水處理級別及排放系統等。為落實建議的設施，渠務署不斷進行評估檢討，逐步完成相關工程，目標是為全港提供可持續發展的污水處理服務，讓香港各個水體發揮正常功能。

水體功能

海洋水域提供多種實益用途，是進行康樂活動、養殖海產、捕魚、通航和採沙等活動的地方。海水也可用作冷卻和沖廁用途。環境保護署持續監測本港海港水質，確保水質標準符合社會的環保要求。

一般而言，保護區、海產養殖區、泳灘及重要物種(如中華白海豚)的活動水域，屬於敏感用途水域(多集中在香港東部及南部)，水質指標要求較嚴格。至於航海的水域，則屬於低敏感用途，水質要求則較寬鬆⁴。



污水處理服務

香港人口增加帶動都市化的快速發展，產生大量污水，使香港水域面臨水污染，情況以維多利亞港最為嚴重。渠務署專責提供的污水處理服務，就是為解決香港的水污染問題，工作基本分為收集、處理與排放三部分。

污水收集

設立污水收集系統的政策目標，是為未有排污設施的地區（包括鄉村）提供公共污水收集設施，保障市民健康，同時使附近的水環境符合水質指標的要求。建立污水收集系統，對環境有正面作用，包括：減低污水對公眾健康構成風險、消除蟲害和異味，以及讓被污染的水體回復至平衡的生態狀況。

區域／地區性污水收集整體計劃

「區域／地區性污水收集整體計劃」是全港污水收集基礎設施的藍本，在污水收集方面將香港分成16個區域，按照區內人口密度及地理環境為該區訂立合適的「污水收集整體計劃」，目標是收集區內污水，並輸送到污水處理廠進行處理。

規劃污水收集系統的工作，包括對各污水收集區進行系統性評估，以確定各區的需要，從而制訂全面的「污水收集整體計劃」。污水收集整體計劃優先處理的地區是，水體污染吸收能力已接近或超出上限的區域、具高度保護價值的地點，以及因過度污染而列為環境污染黑點的地區。每個計劃均包括建議合適的污水渠道系統、污水泵房和處理設施，務求能妥善收集、處理及排放收集區內的污水，以應付發展的需要。

不過，為確保「污水收集整體計劃」建議的工程能配合香港的急速發展、人口增長及日漸提升的環保標準，政府在1995年將原來16個污水收集區重組為8區，並完成了一系列「污水收集整體計劃檢討」。

第二章 污水處理 淨化海港

鄉村污水收集系統計劃

時至今天，渠務署已為全港鋪設的污水系統網絡約長1 683公里，為全港93%的人口提供服務。不過，新界的民居較為分散，沒有市區的集中，所以收集及處理污水的方法與市區有所不同。部分鄉村未有接駁公共污水收集系統，仍然採用化糞池及滲濾系統來處理污水。這些普遍使用的系統，只能提供最低標準的污水處理。

經化糞池處理的污水仍有頗高含量的營養物、有機物及微生物。在理想的地質和發展密度不高的環境，滲濾系統能自然分解這些物質。如村屋的化糞池及滲濾系統運作未如理想，會引致環境污染，影響附近環境衛生。

化糞池系統

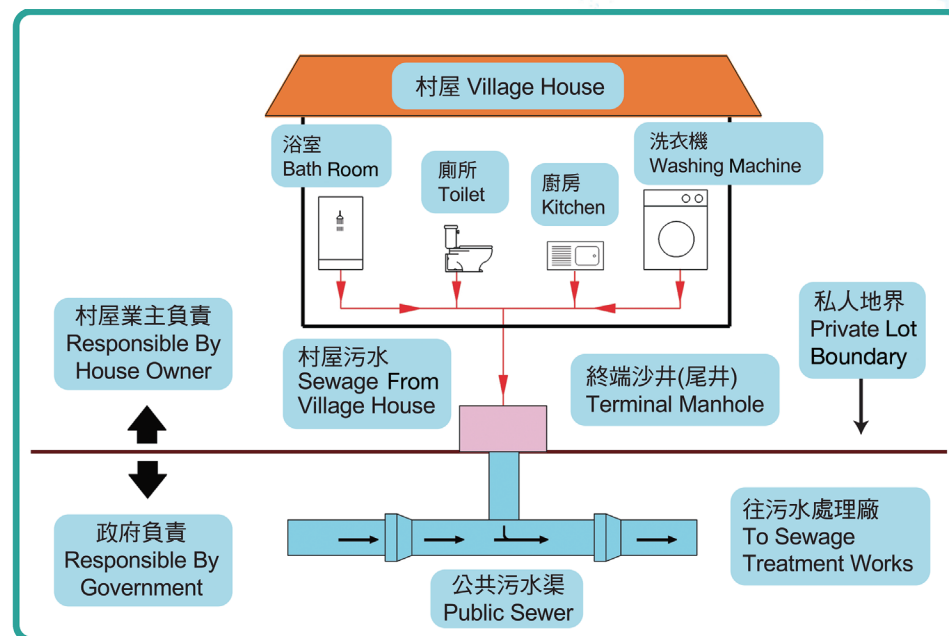
化糞池是簡單的污水處理系統，基本結構是在建築物前面的地底建一個密封的池，讓泥土自然分解污染物。但當池內糞量過多，就需聘請專人清理。隨著鄉村人口增加，村屋密度越高，能用以興建化糞池的地方就越少。污水量增至超逾泥土的天然淨化能力時，會溢出地面，甚至流入屋外的明渠，影響環境衛生⁵。

化糞池運作原理

當污水流入化糞池後，固體廢物會在池底沉澱，油脂及較輕的物質會浮在水面，形成一層浮渣。其餘的污水則流進滲濾池，由砂礫和四周泥土濾去和分解污染物。

第二章 污水處理 淨化海港

為應付鄉村地區的排污需求，渠務署推行「鄉村污水收集系統計劃」，把公共污水渠延伸至村屋私人地界附近，方便屋主將其污水渠接駁至公共污水收集網絡。工程完成後，鄉村附近的河道水質有顯著改善，村民的居住環境更舒適衛生。



接駁鄉村污水渠示意圖



為元朗鄉郊鋪設污水收集網絡

第二章 污水處理 淨化海港

建設中的矛盾

新界元朗馬田村居民代表黃東強先生指出，村民建屋時，在屋前地底築建化糞池以把污物留在地底，但時有滲出污水，產生異味。黃先生相信接駁公共污水系統後，這些問題可以一一解決。不過，由於馬田村的街巷狹窄，在村民每日必經之路施工，會影響居民生活。此外，並非每戶村民都願意出資將屋內的污水渠接駁至公共污水渠，因此接駁工程至今進展緩慢。

黃先生亦指出，過多污物存留在泥土中，終有一天會飽和，造成衛生問題。為了馬田村的長遠利益，他認為這項工程必須進行。雖然在推廣過程遇到不少爭議，他仍鼓勵村民支持，使村內的環境衛生得以改善。



新界元朗十八鄉馬田村

建設鄉村污水渠經驗分享

有逾20年工作經驗的高級工程師李偉文先生坦言，推行「鄉村污水收集系統計劃」可謂困難重重，工程不易為鄉民接受。由於村屋之間的通道狹窄，鋪設污水管可能影響村民出入，必須取得受影響住戶的共識，才能展開工程。

另一方面，村民又擔心工程會對鄉村或住宅風水構成影響，以及鋪設污水渠系統後，需要負擔額外的家居裝修費及排污費，故寧願選擇使用化糞池。

李偉文先生指出，渠務署非常重視與村民溝通。透過舉辦諮詢會、工程進度簡介會等，讓村民對工程有更多認識。李先生表示，很多接駁工程完成後，村民均向工程團隊表示滿意。因為村民無需定期清理化糞池，而污水從化糞池頂蓋溢出、蚊蟲及異味問題亦得到徹底解決。對工程團隊來說，得到村民的理解及支持最感鼓舞。



鄉村通道狹窄

經驗分享—上水丙崗村接駁公共污水收集系統

丙崗村位於新界上水，進出該村的唯一通道是長約500米、單線行車的丙崗路。按照原設計走線，丙崗村的污水是經丙崗路地底鋪設的污水管道，連接下游的公共污水收集系統。不過，在施工前進行地底設施勘察，發現了新結構物。如按原設計走線進行工程，污水管道需建在地底更深處和佔用丙崗路較大的空間施工，會對丙崗的交通造成較大的影響。村民對此表示關注。經仔細考慮村民的意見後，渠務署修訂污水管道走線，以減低工程對村民的影響。

自丙崗村公共污水收集系統工程展開後，渠務署一直與村民保持緊密溝通及聯繫，務使工程順利進行。

新市鎮不斷發展，污水處理的需求亦相應提升。為配合可持續發展的需要，拓展公共污水收集網絡是未來發展的方向。截至2014年3月，渠務署已為約160條鄉村完成污水收集系統工程，把村屋污水管與公共污水系統連接。目前約有90條鄉村正進行建造工程，約有240條鄉村的工程處於規劃及設計階段。

第二章 污水處理 淨化海港

旱季污水截流設施

一些雨水渠道或河道，容易受到污水滲入的影響。在雨季，雨水一般可以沖刷渠道內的污水，將污水稀釋。不過，旱季的情況卻不同，污水會沿渠道直接流出大海，在排放口附近積留，污染沿岸水質。因此，渠務署建設「旱季污水截流設施」，堵截流入雨水排放系統的污水，引流至污水收集網絡，再輸送往污水處理廠進行淨化處理後才排出大海。

九龍灣箱形雨水渠污水截流設施

來自九龍灣、牛頭角及飛鵝山等地的雨水，都是經過九龍灣箱形雨水暗渠排進啟德水道。由於九龍灣箱形雨水暗渠常受污水污染，令啟德水道的水質轉差，造成氣味滋擾。



九龍灣箱形雨水渠在污水截流工程前曾出現旱流污水



九龍灣箱形雨水渠出口



已建成的九龍灣污水截流站

有見及此，渠務署剛完成「九龍灣箱形雨水渠污水截流工程」，在雨水渠下游將受污染的水流攔截，然後經加壓渠管輸往沿啟福道的現有污水幹渠，經由昂船洲污水處理廠處理後排放。這項工程阻止受污染的市區徑流經九龍灣箱形雨水渠流入啟德水道，有助提升沿岸海水的水質，並減輕污水氣味帶來的滋擾。



「九龍灣箱形雨水渠污水截流工程」位置

櫻桃街箱形雨水渠污水截流設施

櫻桃街箱形雨水渠主要收集來自西九龍及上游地帶約共5.3平方公里集水區的雨水，然後排放到新油麻地避風塘。一直以來，櫻桃街箱形雨水渠經常有來自上游非法或錯誤接駁的污水，影響新油麻地避風塘的水質，同時亦帶來氣味滋擾，有礙衛生。

渠務署現正計劃在大角咀櫻桃街箱形雨水渠的下游，興建一項污水截流設施，以截取雨水渠內的污水，然後輸送至昂船洲污水處理廠處理。此項污水截流工程完成後，有助改善新油麻地避風塘的水質和處理氣味問題。



櫻桃街污水截流工程，有助堵截經雨水渠流入新油麻地避風塘的污水

污水收集設施的維修保養工作

為了達致有效收集、處理及排放污水的目標，定期檢查、清理及維修渠道設施十分重要。渠道長期積聚油脂或其他沉積物，會引致淤塞，而不當傾倒腐蝕性化學品(如清潔劑)亦會損壞渠管。為確保這個龐大的污水系統能妥善運作，渠務署實施預防性的保養計劃。在2013年，渠務署檢查了長達約1 200公里的污水渠，並清理了其中660公里的渠管。



敷設主幹污水渠後進行內壁防護工序

第二章 污水處理 淨化海港

渠務署會因應渠管種類進行不同檢測。例如：一般渠管會以閉路電視勘測檢查，而長期淹浸的渠管可採用聲納勘測檢查。海底排放管需定期進行色粉測試，即把顏色染料放入排放管中，如在排放管出口範圍以外發現顏色染料，表示該段管道可能破損，需要進行修補。此外，本署亦會為海底排放管進行全面預防性保養，包括定期安排人員進行水底檢查、水文聲納探測及清理排放管，確保排放管暢通。



閉路電視勘測實況



聲納勘測實況



色粉測試實況

污水處理



2013年全港污水處理廠位置圖

污水處理是渠務署的主要職責之一，藉採用不同的污水處理程序和先進技術，去除污水中大部分污染物、有毒物質和細菌，確保水質符合保護環境的排放標準。現時，渠務署有293所污水處理設施，包括68所污水處理廠和225所污水泵房，處理從污水收集網絡收集到的污水，每日的平均處理量約有280萬立方米。

污水處理設施及級別

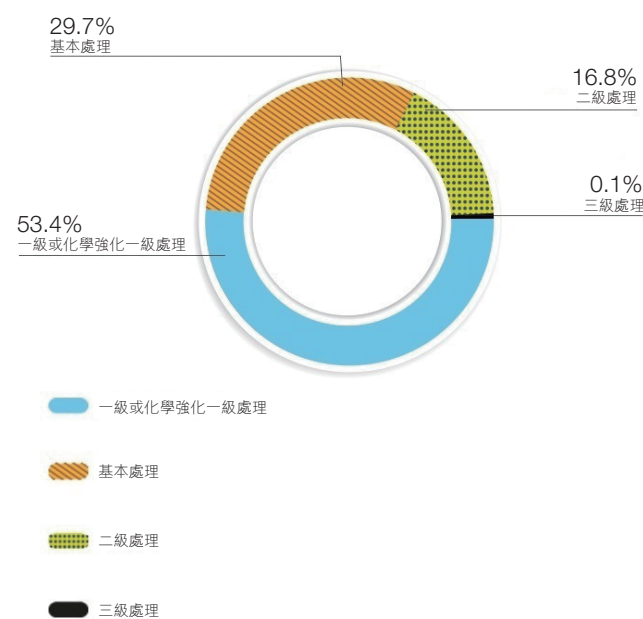
現時，全港的污水處理設施大致可分為五類，分別是基本處理、一級處理、化學強化一級處理、二級處理及三級處理(見右圖)。污水經過處理後，如要進行消毒，一般會使用加氯除氯或紫外光，目的是減少排放水中的細菌含量。



污水處理分類示意圖

第二章 污水處理 淨化海港

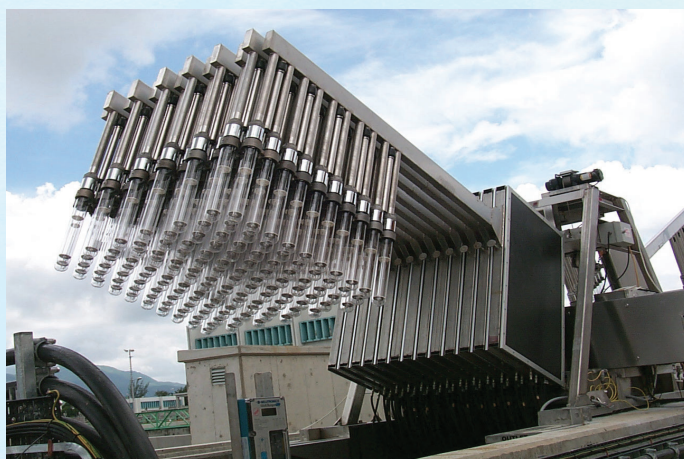
污水經收集後，會輸送到污水處理廠進行處理。在2013至2014年度，渠務署以不同級別處理的污水合共約有10億立方米，其中29.7%是基本處理，53.4%是一級或化學強化一級處理，16.8%是二級處理，餘下0.1%則經過三級處理。



2013至2014年度以不同級別處理的污水量百分比

紫外光消毒系統

除了加氯除氯的消毒程序，渠務署近年引入紫外光消毒系統。沙田污水處理廠、大埔污水處理廠、小蠔灣污水處理廠等已安裝這類消毒系統。與化學品消毒法相比，紫外光的消毒效率更高，對病毒尤其有效，更可縮短處理時間，並節省佔用的空間，但成本方面也較高。



石湖墟污水處理廠的紫外光消毒系統

紫外光消毒原理

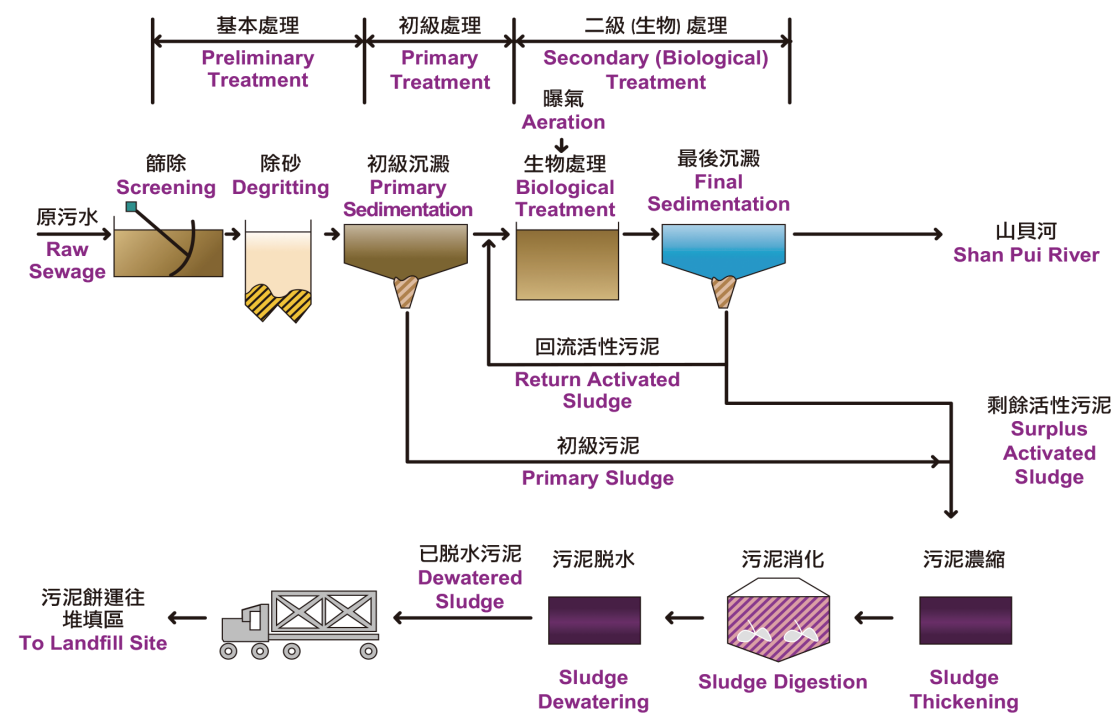
消毒用的紫外光由特製的紫外光燈產生，紫外光比肉眼看到的光線帶有更強的能量，可以破壞微生物的基因結構，令微生物無法繁殖，抑制水中微生物滋生，達致消毒除菌的效果。

污泥處理

現時，在污水處理過程中需除去污泥。污泥主要分為兩類：(1)污水經過初級沉澱池後，沉澱在池底的污染物是初級污泥，因為固體成分較高，可直接運往污泥消化缸進行厭氧消化；(2)污水經過二級生物處理後，在最後沉澱池內沉澱成「剩餘活性污泥」，即含有微生物的污泥。由於含水量較多，需進行濃縮使體積減少後，輸送至消化缸進行厭氧消化。

初級污泥及剩餘活性污泥在經過厭氧消化後，需要進一步脫水，使固體含量提高至30%或以上才可運往堆填區棄置。在2013至2014年度，渠務署共處理了約30萬公噸污泥。

第二章 污水處理 淨化海港



污水及污泥處理流程圖
(圖示元朗污水處理廠的處理程序)

污泥脱水流程



離心式脱水機



離心機軸上的螺旋葉



已脱水污泥

污水處理設施的改善工程

為配合香港的發展，渠務署多年來不斷改進污水處理設施，除為廠房進行改善及擴建工程外，亦積極規劃及設計新污水處理設施，以應付日後的污水處理需求。

石湖墟污水處理廠擴建及改善工程

現有的石湖墟污水處理廠早在1984年投入運作，為上水、粉嶺及鄰近地區的污水提供二級污水處理服務。未來數年，石湖墟污水處理廠需處理的污水，將超逾其設計容量每日93 000立方米的負荷。渠務署現正計劃分階段逐步提升該廠的污水處理量，並將處理污水的水平由二級提升為三級，為上水、粉嶺及新發展區提供優質污水處理服務。2012年12月，渠務署已就污水處理廠的進一步擴建展開勘測研究，範圍涵蓋污水及污泥處理程序的設計、多項影響評估、工地勘探、工程初步設計、園境及綠化計劃、制訂實施策略及時間表，以及展開公眾參與活動，諮詢市民。



石湖墟污水處理廠

第二章 污水處理 淨化海港

南丫島新建的污水處理設施

南丫島近年的居民及遊客數目不斷增加，島上現有污水處理設施已不勝負荷。渠務署自2010年起在南丫島的榕樹灣及索罟灣各興建一所污水處理廠，以提升污水處理能力，應付日益增加的污水量。該兩廠的建造工程現正全速進行，榕樹灣污水處理廠更已進入測試階段，快將投入運作。



榕樹灣污水處理廠的位置



索罟灣污水處理廠的位置

受空間所限，這兩所污水處理廠採用了效率高，佔地少的技術—「薄膜生物反應器」。經此技術處理的排放水，會利用管道輸送至深海排放，以保護南丫島近岸魚類養殖區及附近海域的水質。

薄膜生物反應器

薄膜生物反應器是利用生物反應池內的薄膜組件處理污水。污水經過隔篩後流過薄膜表面只有0.4微米的細孔，當中的懸浮固體和大腸桿菌會被隔濾。這項新技術既提高排放水的水質，又能省卻最後沉澱程序，而且較傳統的二級處理方法更節省廠房空間。

除上述例子外，渠務署現正為污水處理設施進行各種改善工程。例如在淨化海港計劃第二期甲工程中，為昂船洲污水處理廠進行擴建工程，並增添消毒設施，以提升廠房的污水處理能力。同時，又為港島八間基本污水處理廠進行改善工程，以免砂礫進入輸送隧道內沉積，或損壞下游的污水處理設施。

污水處理設施的保養維修工作

為確保污水處理設施的運作保持效率，渠務署會不時進行適當保養及維修，並採取下列各項措施改進操作表現和處理水平。

- 逐步更新陳舊與過時的設施；
- 定期維修廠房設施，減低發生故障機會；
- 為所有設施制訂並執行個別應變計劃。

此外，渠務署為提升污水處理設施的管理效率，已為轄下的污水處理廠引進不同的電腦化系統，如電腦化維修管理系統、監控及數據收集系統，以及污水操作維修管理資訊系統。

應用這些系統，渠務署人員可在指定的中央控制室（如沙田污水處理廠、元朗污水處理廠）遠程監控不設駐守人員的廠房，並收集各類監測儀器的實時操作數據，然後將數據發送至中央電腦進行處理、故障分析、編寫報告和制訂機電設備的維修計劃。此外，系統亦附設自動警報發放系統，可經手提電話發出實時警報，讓緊急巡查組人員迅速跟進故障事故。

自採用電腦化系統後，污水處理設施的操作效率有所提升，人手調配亦更為靈活，有助本署提供更具成本效益及質量的污水處理服務。



監控及收集數據

第二章 污水處理 淨化海港

污水處理服務收費計劃

現時，全港約93%人口使用公共污水收集系統，每天需進行處理的污水以百萬立方米計。早期，污水收集和處理的成本只是政府的帳面數值，市民並不知道污水處理服務的內容及所需成本，因而缺乏誘因減低水污染。

為創造可持續發展的生活環境，亦為收回污水處理服務的營運成本，渠務署根據「污染者自付原則」，在1995年4月1日實施「污水處理服務收費計劃」。污染者須按照其污水排放量及污染程度，繳付污水處理服務的部分成本，共同承擔處理污水的責任。這既鼓勵市民珍惜用水，亦加強減少水污染的意識。

「污水處理服務費計劃」有兩項徵費：

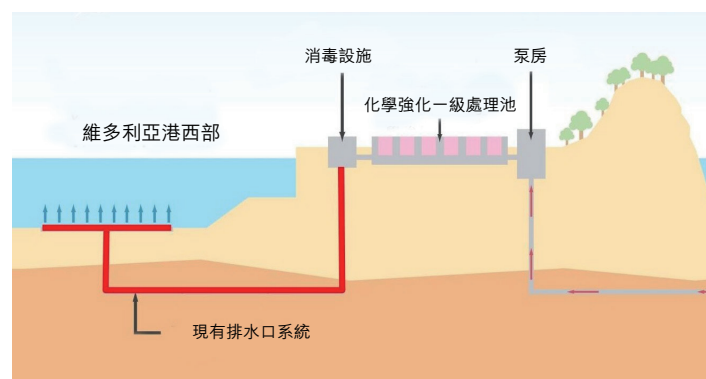
- 排污費用以支付收集和處理含有或低於住宅污水濃度的廢水所涉及的成本；及
- 工商業污水附加費用以支付處理高於住宅污水濃度的污水所涉及的額外費用。

經處理污水的排放

排放規劃

各區的污水是經公共污水渠收集，然後輸送到污水處理廠進行處理。考慮到每區的污水量及排放水域不同，渠務署會按地區把污水進行不同程度的處理，然後排入大海。

一般而言，在水流湍急的深水水域，污染物可迅速稀釋和沖散流走，水體的吸收能力自然會較強。因此，污水只需經化學強化一級處理和消毒程序，就可經深海管道排放。反之，在半封的水域，如內港及淺灣，由於水流較慢，水體吸收能力較弱，水質指標也較為嚴格。因此，污水需進行較高級別的處理後才可排放，甚至要輸送到其他水域進行排放。



維多利亞港排水口系統示意圖

排放水評估系統

為評估排放水的狀況，渠務署一直努力物色合適的系統，藉模擬污水排放的情況預測排放水對附近海洋環境的影響，並提出改善方案，作為調整污水處理服務的參考。

2012年，渠務署與國際知名的水力學專家李行偉教授合作，應用其研發的「WATERMAN」計劃的「三維環境影響評估系統」，以三維角度對污染物在海底的動態作可視化分析，以調節「淨化海港計劃」的消毒劑（氯）用量，既節省能源及運作費用，又減少消毒劑進入海洋環境⁶。這個系統的三維模型亦可用於應付突發性的海洋污染事件，以訂出解決方案。

「WATERMAN」計劃的三維環境影響評估系統

「WATERMAN」計劃是一個創新的環境知識庫系統。應用於香港的海洋水質管理，有助確定和量化環境污染問題、方便水質管理、項目設計及選擇方案，以及進行災難風險管理。這系統亦可協助使用者選擇最能促進可持續發展又最經濟的方式來防止、減少和紓緩水環境污染的影響。

「WATERMAN」計劃的「三維環境影響評估系統」是全球首創的可視化系統，以「近場浮射流模型」來定量評估排污對海洋環境的影響。這個系統可用於設計經濟有效的排放水擴散方案，以及調節污水處理消毒劑的用量，既節省能源及運作費用，又減少消毒劑對環境的影響。此評估系統綜合了大量的考察和實驗數據作科學驗證，不但能提供沿海地區的水質及水流資訊，更可預測紅潮並預報泳灘的水質。這個可視化評估系統，是一個先進的水質管理系統，準確度高達80%。



第二章 污水處理 淨化海港

特別排放計劃：吐露港經處理排放水輸送計劃

吐露港是香港最大的內港之一，三面被陸地圍繞，水體的循環能力有限，污染物難以被水流稀釋，自然淨化能力較弱。1986至2001年間，隨著沙田及大埔新市鎮發展，吐露港集水區的人口從50萬增至90萬，增長幅度接近一倍。人口急劇上升，吐露港區內經由沙田及大埔污水處理廠處理的污水量亦隨而激增。雖然大部分污水經過二級處理，但排放量增加令總營養物含量大幅上升，為吐露港的淨化能力帶來極大考驗。1980至1990年代期間，吐露港經常出現紅潮(或藻類蔓生)現象，1988年更曾錄得四十多次紅潮。紅潮釋出的毒素會危害海洋生物，對海灣內的養魚戶造成損失，影響海魚供應⁷。

1987年，政府制訂「吐露港行動計劃」，以減少排入吐露港的污染物。其中一項重要措施是進行「吐露港經處理排放水輸送計劃」，將沙田和大埔兩間污水處理廠經處理後的排放水，由吐露港經啟德明渠輸送到維多利亞港排放。這個計劃既可減少吐露港的污染物，又可沖洗受污染的啟德明渠，可謂一舉兩得。

「吐露港經處理排放水輸送計劃」分兩階段進行。第一階段是把經沙田污水處理廠處理的污水輸送到啟德明渠，第二階段是把經大埔污水處理廠處理過的污水輸送到位於沙田污水處理廠的沙田泵房。「吐露港經處理排放水輸送計劃」在1995年啟動，並在1998年全面實施。



沙田污水處理廠



大埔污水處理廠



啟德明渠

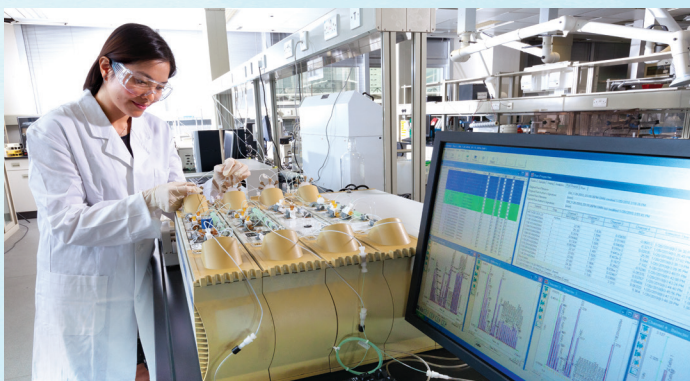
專業化驗室服務：污水及排放水測試

本署的專業化驗室定期為水質及污水樣本進行各種測試，檢測污水處理設施的污染物負荷量，並監察污水處理的效率，以確保排放水質素達到嚴格品質的標準。化驗室的主要服務範圍包括：

- 根據環境保護署的污水排放標準，提供水質及污泥樣本的抽取及測試服務；
- 定時提供化驗結果數據，以監察和評估污水處理程序的成效；
- 協助操作人員選擇高成本效益的污水處理模式；
- 協助鑒別化學及生物污水處理的問題，並提供專業意見和解決方案；
- 採購污水處理廠使用的化學品，及建議合適的化學品劑量；
- 監察及管理污水處理程序所產生的氣味。

專業化驗室服務

專業化驗室服務是在污水及污泥處理過程中抽取樣本，提供物理、化學及微生物的測試，以確保經處理的排放水及污泥的固體成分符合排放牌照的要求，並為水質監控提供準確數據。自1999年起，創新科技署轄下的香港認可處已向沙田中央化驗室頒發「香港實驗所認可計劃」證書，表示該化驗室符合有關規定，可進行20種認可測試項目。



20種認可測試項目

● 總懸浮固體	● 大腸桿菌
● 生化需氧量	● 傳導率
● 化學需氧量	● 總溶解固體
● 氨氮	● 總硬度
● 亞硝酸鹽氮	● 混濁度
● 硝酸鹽及亞硝酸鹽氮	● 顏色
● 總克氏氮	● 陰離子表面活性劑
● 總固體	● 非離子表面活性劑
● 酸鹼值	● 氯化物
● 油類及油脂	● 硫酸鹽

第二章 污水處理 淨化海港

氣味管理

現時，香港大約80%的人口採用海水沖廁，是全球唯一一個大量使用海水沖廁的城市。雖然海水沖廁節省不少淡水資源，但卻為污水處理設施帶來額外挑戰。海水含鹽量高，在缺氧環境中，海水的硫酸鹽會轉化為硫化氫。硫化氫是導致污水發出氣味的主要物質。

海水沖廁與污水氣味

早在1960年代，為紓緩供水危機，政府在市區及新市鎮設有獨立的海水供應系統。香港自此廣泛採用海水作沖廁用途。

時至今日，香港逾80%人口使用海水沖廁。在2013年，每天用作沖廁的海水平均超過76萬立方米，相當於300個標準泳池的大小⁸。

隨著新市鎮不斷擴展，污水處理設施漸被新建住宅區包圍，令氣味問題浮現。本署為有效減低污水處理廠的氣味滋擾，現正採用三種有效的措施，包括：

- 投放適量化學品(如硝酸鈣、氯化鐵和其他除味劑)，以及注入氧氣，減低污水因腐化所產生的氣味；
- 覆蓋可能散發氣味的設施(如渠道、污水池和污水缸)，以防止氣味擴散；
- 在適當位置安裝除味系統，如活性碳系統、化學洗滌器和生物過濾器，使氣味經過除味系統處理後，達到可接受水平才進行排放。現時本署會按氣味濃度和氣體類別，在不同的泵房和污水處理廠採用其中一種或多種除味裝置，進行除味程序。

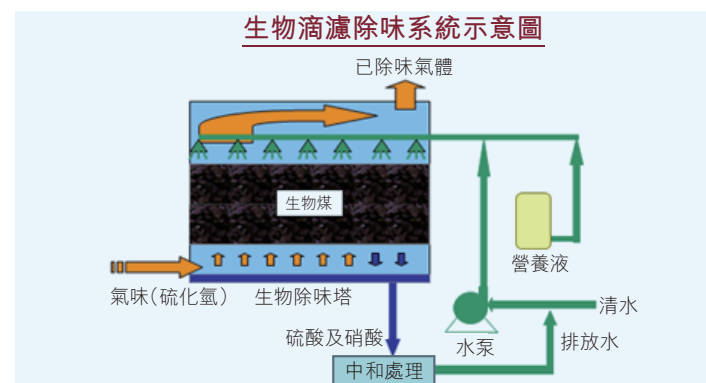
第二章 污水處理 淨化海港

本署除了實施氣味緩解措施外，亦培訓員工掌握氣味測試的技術。目前，本署與世界多個國家一樣，利用分析儀量度硫化氫的水平，作為監察氣味的指標。如遇上操作異常的情況，本署會立即安排員工迅速調整操作方式，如添加化學品、增加或更換除味器的吸味物料，並視乎需要進行改善工程。

此外，本署現正繼續試驗新的除味系統。例如2010年東涌污水泵房引入「超飽和溶氧系統」，在污水注入大量氧氣，使污水保持帶氧狀態，防止氣味的產生。



昂船洲污水處理廠的沉澱池已完成覆蓋工程



沙田污水處理廠的生物滴濾除味系統，有關設施(左圖)及示意圖(右圖)

第二章 污水處理 淨化海港

水質淨化成效

渠務署多年來專責處理香港的污水收集、處理及排放工作，成效令人滿意。二十多年來，全港的水污染情況大有改善，內陸河溪和海灘的水質不斷提升，個別水域的紅潮問題已不復見。

河道水質改善

為改善河溪水質，渠務署依據河溪水質指標實施各項污染管制條例，以及推行不同污水收集整體計劃。渠務署推展鄉村污水收集計劃，將公共污水收集系統伸延至全港的鄉村，使更多村屋能把污水渠接駁至公共污水渠道網絡，大幅減少污水流入河溪的情況。雖然全港整體河溪的水質有所改善，但個別河流的大腸桿菌含量仍然偏高。因此，本署現正繼續把這項計劃擴展，使更多較偏遠的鄉村也能受惠，使全港河溪的水質提升至更高水平。

海灘水質改善

泳灘的大腸桿菌含量，能直接反映污水處理整體計劃的成效。在適宜游泳的海灘，每100毫升海水的大腸桿菌含量不應超過180個。根據在1980年代至2010年代的憲報，泳灘水質的全年水質指標均有持續改善。自1986年起，適宜游泳的泳灘持續增加。直至2012年，全港所有憲報公布的泳灘都達到適宜游泳的水平。2012至2013年，在全港41個憲報公布的泳灘，共錄得超過1 000萬人次到泳灘游泳的記錄⁹。這顯示泳灘的水質相當理想。

全球十大最佳城市海灘：赤柱正灘

位於南區的赤柱岩洞污水處理廠投入服務後，赤柱一帶的海水水質得到改善。1999至2009年間，赤柱正灘的水質持續錄得一級水平。該泳灘更在2013年6月8日入選國際旅遊網站「全球十大最佳城市海灘」之一。



赤柱正灘

解決紅潮問題

1980年代，吐露港接連出現紅潮問題。其後，渠務署提出解決方案，包括將沙田及大埔污水處理廠擴建，並推行「吐露港經處理排放水輸送計劃」，將經二級處理的污水輸送至啟德明渠，然後排入淨化能力較強的維多利亞港。自此，吐露港再沒有出現嚴重的紅潮問題。

嶄新水質監測系統

要確保水質改善，就要時刻監察水質的變化。由於以往的水質監察系統未能準確預測水質變化的趨勢，渠務署自2012年起採用三維水動力模型系統監察水質，根據有關資料調校昂船洲污水處理廠的消毒劑用量。

改善荃灣海灘水質

自淨化海港計劃第一期啟用以來，九龍、將軍澳、葵青及港島東北部的污水都經由長23.6公里的深層隧道，輸送至昂船洲污水處理廠集中處理。由於當時的經處理污水沒有進行完善的消毒程序，含菌量仍然較高，距離昂船洲污水處理廠排污口約只有8公里的荃灣區泳灘的水質，因排放水影響而持續欠佳。

2012年起，本署在荃灣區泳灘採用「三維水動力模型」水質預報系統，以觀察荃灣泳灘在「淨化海港計劃」消毒系統不同的設定下的細菌含量變化。渠務署參考有關數據，調整昂船洲污水處理廠消毒設施的消毒劑用量，以達致用最少的消毒劑控制荃灣各泳灘的大腸桿菌數量，符合適宜游泳的標準。

荃灣區以往共有八個泳灘，分別是近水灣、汀九灣、麗都灣、更生灣、海美灣、雙仙灣、馬灣東灣及釣魚灣。除馬灣東灣外，其餘七個泳灘自2003年起，因水質欠佳不宜游泳而關閉。昂船洲污水處理廠加建的消毒設施，亦令麗都灣、更生灣、近水灣及海美灣泳灘的水質有顯著改善。康樂及文化事務署在2011年6月4日宣布重新開放這四個泳灘。關閉接近20年的釣魚灣亦在2013年9月19日重開，鄰近的汀九灣泳灘亦在2014年的泳季重開，雙仙灣則待泳灘的配套措施完成後才能開放。

第二章 污水處理 淨化海港

維港淨化

淨化海港計劃

為徹底改善維港水質，政府在1987年展開污水策略研究，並訂立「策略性污水排放計劃」，為維港的污水收集、處理及排放進行規劃。

「淨化海港計劃」(前稱「策略性污水排放計劃」)是一項前瞻性的環保項目。該計劃分階段在維港兩岸興建深層污水輸送隧道，把兩岸經過初級處理的污水輸送到昂船洲污水處理廠集中處理，然後再經深海管道排放。由於輸送隧道建於地底深處，不會受樓宇地基、運輸基建隧道等阻礙，不但路徑最短，更可減少工程對市民大眾、環境生態、公用設施及交通等造成影響，亦不妨礙日後可能的發展規劃。

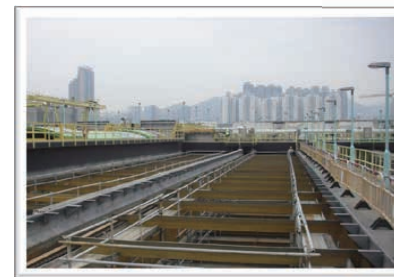
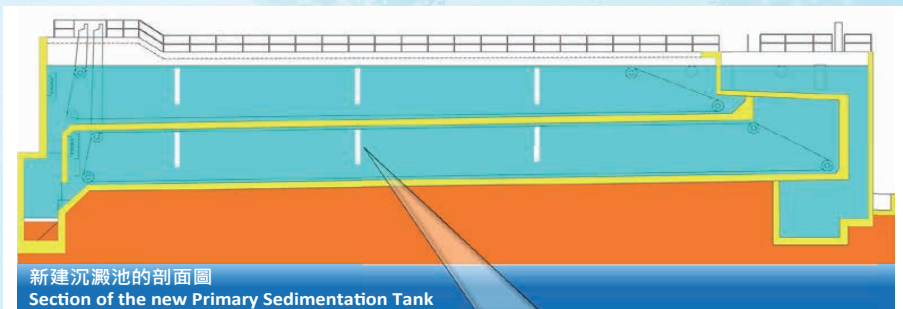


「淨化海港計劃」第一期污水收集系統路線圖

在淨化海港計劃第一期興建的設施，包括一條長23.6公里、連貫九龍、葵青、將軍澳及港島東北部地底的深層污水隧道，以及昂船洲污水處理廠。自2001年12月第一期設施投入運作後，每天收集75%由維港兩岸產生的污水，現時每日總量高達140萬立方米，然後輸送到昂船洲污水處理廠進行化學強化一級處理。這計劃有效阻截每日約600公噸的淤泥流入維港，對改善維港中部和東部的的水質有顯著作用。

雙層式設計，善用空間

淨化海港計劃下興建的昂船洲污水處理廠是全港最大的化學強化一級污水處理廠，主要處理維港兩岸收集到的污水。為增加廠房的污水處理量，渠務署特別採用雙層式設計的沉澱池。目前污水處理廠共有38個雙層沉澱池，每個長約60米、闊7米，大大縮減沉澱池所佔的地面空間。



現有沉澱池
Existing sedimentation tank



安裝於沉澱池內的多孔擋板
Perforated energy-dissipating baffles

雙層式沉澱池

為有效保持維港水質良好，政府在2004年就淨化海港計劃第二期工程諮詢公眾。結果顯示，大部分市民十分重視淨化維港，並支持分段落實第二期甲及第二期乙工程。目前，渠務署正為第二期甲工程施工，至於第二期乙工程則處於檢討階段。

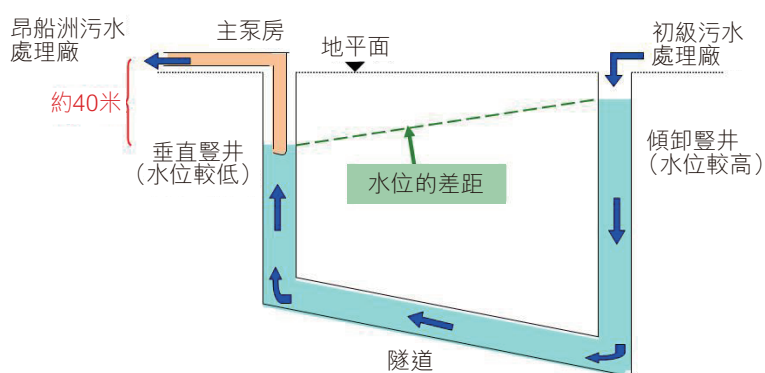


「淨化海港計劃」第二期甲污水輸送系統路線圖

第二章 污水處理 淨化海港

「淨化海港計劃」是香港歷來最大型的污水基建工程。第二期甲工程建造全港最深的污水隧道，總長21公里，位處地下70米至160米之間，其中北角段更深達海平面以下163.8米，相當於樓高50層的商業大廈。這條污水輸送隧道收集來自港島北及西南沿岸只經過基本處理的污水，約佔25%維港兩岸產生的污水量。

為有效輸送維港兩岸產生的污水，整個污水隧道系統是按「倒虹吸管」原理設計。污水會因水位差距自動流至昂船洲污水處理廠地底，然後在地底40米經主泵房泵至廠內。這個設計能大大縮減主泵房的建造規模，並節省耗電。



隧道兩端豎井的水位保持固定差距，
按「倒虹吸管」原理，污水會從水位較高的一端，
自動流到水位低的另一端

建造深層污水輸送隧道

「淨化海港計劃」第二期甲的污水隧道建於地底深處，建造期間需要面對極高的地下水壓，對工程團隊是一個極大的挑戰。隧道是採用鑽爆方法挖掘，其工序包括在隧道爆破面上鑽炮孔，安裝炸藥，進行引爆及清除碎石等。這種方法可以在隧道挖掘面騰出更多工作空間，以便更靈活地安裝臨時支撐及進行挖掘前灌漿的工作，和有效地控制地下水的滲入。而挖掘隧道所產生的石料，更可再用於建築業的石料製品上。

除建造深層污水輸送隧道外，第二期甲工程亦包括，擴建昂船洲污水處理廠以及增加消毒設施，以應付新增的污水量，並確保排放水的水質達標。與此同時，渠務署亦積極改善港島八個沿用逾20年的基本污水處理廠，以防止固體或砂礫進入深層隧道，保護下游的污水處理設施。



昂船洲污水處理廠的擴建工程
(圖為建設中的新主泵房)

巾幗不讓鬚眉：香港首位進入最深污水隧道工作的女爆破監督工程師

渠務署在2010年特別培訓一批爆破監督工程師，專責監督承建商進行「淨化海港計劃」第二期甲的爆破工程。這亦造就香港首位進入最深污水隧道工作的女爆破監督工程師。

余小萍小姐是渠務署顧問公司的駐地盤工程師，亦是「淨化海港計劃」第二期甲的合資格爆破督導員，負責監督北角至灣仔段的污水隧道工程，至今已監督過約200次爆破工序。她坦言從未想過參與深層隧道工程。經上司推薦修讀培訓課程、通過考試和實習，以及一年的在職訓練，她才獲得爆破督導員的資格。

在隧道工作初期，余小姐曾感到憂慮。然而，隧道安全措施充足，有良好的通風及照明系統，使她在百多米深的地底工作也沒有感到侷促。此外，乘坐升降機到163米深的地底隧道，只四至五分鐘，也令她疑慮盡消。對她而言，最為辛苦的，反而是隨身的安全裝備，如降傘式安全帶及自救式呼吸器等，重量可不輕。

以往在工程界，女性進入隧道被視為不祥，甚至迷信說會影響工程進度。余小姐指出，在隧道內工作，男女工程師並沒有什麼分別，而近年女工程師的人數亦漸漸增加。若真的要說不同之處，那就是當隧道有她這位女同事在場，其他工程人員都變得斯文有禮，這是她最意想不到的。



最深的污水隧道

第二章 污水處理 淨化海港

維港水質改善

自從「淨化海港計劃」第一期投入運作後，維港水質獲進一步淨化，效果比預期理想。維港水質持續錄得改善，當中以維港東部、東部緩衝區及將軍澳水質管制區的水質提升情況，特別令人鼓舞¹⁰。

2011年，環境保護署《香港海水水質報告》載述，其「全面改善維多利亞港水質」議案提及，維港水質在「淨化海港計劃」運作後，監測位置錄得的大腸桿菌整體含量減少達50%，特別在維港東部鯉魚門附近海域，含菌量大幅下降超過95%；同時溶解氧的平均含量相對增加達15%，氨氮的含量平均下降27%，營養物的含量平均亦見下降。總括來說，維港水質持續取得突破性改善。

渡海泳變遷

百多年前，維港兩岸有多個泳棚，是市民消遣的熱點。每逢假日或下班時間，到泳棚游泳的人絡繹不絕，場面熱鬧。維多利亞港的渡海泳有超過100年的歷史，是一項大型的長距離泳賽。1868年的比賽，有十多人參加，多為外籍人士。比賽路線主要以九龍尖沙咀鐵路碼頭為起點，終點初設在香港島中環皇后像停泊處與域多利游泳會之間的岸邊，後來改在皇后碼頭岸邊，全長約1.6公里。這是世界上唯一在最繁忙的航道上進行的比賽。渡海泳曾分別由多個不同團體舉辦，如南華體育會、華人游泳會、域多利游樂會、港九居民聯會及香港業餘游泳總會等。



維港渡海泳比賽情況^{圖1}



1910年在沙灘搭建的泳棚^{圖2}

早期泳手心聲

曾勇奪三屆冠軍的泳手王敏超先生表示，渡海泳既是香港盛事，也是大家的集體回憶。他指出，早期的維港，海水清澈，可以看到魚和海馬等海洋生物。當時市民除在維港兩岸的泳棚游泳外，亦有人在泳棚橋底捉魚、玩水球或進行游泳訓練。後來，在1960年代，維港水質逐漸變差，時有垃圾在海面飄浮。1970年代，情況更壞，海面有動物腐屍，因此泳手游泳前都塗上護膚液。曾有泳手在完成維港渡海泳後，發現身上滿是油污。及至1979年，因海水污染嚴重及海上交通繁忙等因素，渡海泳最後被迫停辦。



1979年10月20日《大公報》圖3

隨著海水污染日漸嚴重，維港兩岸的泳棚也逐漸消失。西環有兩個較為有名的泳棚—「金銀泳棚」及「鐘聲泳棚」，亦在1970年代拆卸。政府在1988年批准重開的域多利道泳棚，是現今唯一碩果僅存的泳棚。

渡海泳復辦

香港業餘游泳總會義務秘書王敏超太平紳士指出，他們多年來希望為市民復辦渡海泳，但維港水質始終未如理想，未能取得環境保護署的批准。在渠務署實施「淨化海港計劃」後，水質得到改善。2009年，泳總聘請的專家確定維港水質適合游泳，遂向政府提出復辦建議，並獲得民政事務局、康樂及文化事務署和海事處等多個政府部門支持。在取得環境保護署批准後，闊別香港33年的維港渡海泳¹¹，在2011年10月16日正式復辦。維港渡海泳曾在2010年以試驗形式復辦，以尖沙咀海濱長廊為起點，終點設於銅鑼灣遊艇會，參賽人數超過1 000人。2013年，報名參賽的人數更逾3 500人。參賽人數按年增加，顯示參賽者對維港水質的信心正穩步回升。



王敏超太平紳士
攝於香港業餘游泳總會會址



「2013年維港泳」賽事照片

第二章 污水處理 淨化海港

2013年維港泳的泳手心聲



2013年女子公開組乙組冠軍郭迪納小姐是公開游泳比賽的積極參與者。她認為維港水質比預期理想，在比賽期間沒有發現垃圾。



優悠組參賽者普遍對維港的水質表示很滿意。部分參賽者表示，參加渡海泳是他們家族的傳統，亦希望下一代會繼續參加。另有泳手期待重游尖沙咀至中環的渡海泳路線。



2013年10月6日舉辦的「新世界渡海泳」是復辦後的第三屆，比賽路線位於維港東部水域，有別於1970年代由尖沙咀至中環皇后像停泊處(已拆)的路線。待「淨化海港計劃」第二期逐步完成後，維港海水的潔淨度將會進一步提升，重游舊有比賽路線，指日可待。

總結

在都市化發展、人口增加的情況下，污水處理工作是香港的一大挑戰。渠務署透過多個規模龐大的計劃，全方位加強污水的收集、處理和排放，以潔淨生活環境，淨化本港海域，讓市民生活環境得到改善，並緩減城市化急速發展帶來的環境問題。這些計劃和措施，在改善海港水質方面，成效顯著。本署希望與市民合作，一同珍惜和保育我們的海港。

¹ Watson, J.D. 'Marine Investigation into Sewage Discharges: Brief Report'. Hong Kong: Government Printer, 1971.

² 環境保護署：《水污染管制條例指南》，網址：http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/environmentinhk/water/guide_ref/guide_wpc_wpc0_1.html，[瀏覽日期：2013年9月12日]。

³ 環境保護署：《廢物處置條例》，網址：http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/application_for_licences/guidance/application_maincontent34.html，[瀏覽日期：2013年10月16日]。

⁴ 環境保護署：《海水水質指標》，網址：http://www.epd.gov.hk/epd/wqo_review/tr/wqo.htm，[瀏覽日期：2013年10月3日]。

⁵ 渠務署：《鄉村污水收集系統簡介》，網址：http://www.dsd.gov.hk/TC/Files/our_projects/our_projects/leaflet_DSD_21Jul08.pdf，[瀏覽日期：2013年9月17日]。

⁶ 香港大學：《Project WATERMAN》，網址：<http://www.waterman.hku.hk/about.aspx>，[瀏覽日期：2013年11月5日]。

⁷ 環境保護署：《香港海水水質監測20年》，網址：http://www.epd.gov.hk/epd/misc/marine_quality/1986-2005/textonly/chi/05_eastern.htm，[瀏覽日期：2013年11月26日]。

⁸ 水務署：《海水沖廁》，網址：http://www.wsd.gov.hk/tc/water_resources/water_treatment_and_distribution_process/seawater_for_flushing/，[瀏覽日期：2014年8月1日]。

⁹ 康樂及文化事務署：《2013年康樂事務(康體設施)統計數字報告》，網址：http://www.lcsd.gov.hk/b5/ppr_statistic_ls.php#beach，[瀏覽日期：2013年10月3日]。

¹⁰ 環境保護署：《環境保護署海水水質年報2011》附錄一，網址：http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/environmentinhk/water/marine_quality/files/2011Chi-1.pdf，[瀏覽日期：2013年10月3日]。報告指維港東部、東部緩衝區及將軍澳水質管制區的水質有提升趨勢。

¹¹ 〈闊別31年海水含菌量劇減99%，維港已淨化渡海泳復辦〉載《蘋果日報》，2010年9月4日。

圖1由香港政府新聞處提供。

圖2由香港歷史博物館提供。

圖3由《大公報》提供。