

香港「淨化海港計劃」

第一期

提要

「淨化海港計劃¹」是香港政府為改善維多利亞港水質而推行的一項大型計劃。這項計劃是要把香港島及九龍市區的所有污水收集，經妥善處理後，然後才排放出海。

「淨化海港計劃」第一期的工程包括建造一個深層隧道污水收集系統和一座污水處理廠，收集和處理從九龍及香港島東部市區每日所產生的污水，其處理量可達每日 170 萬立方米，為 350 萬人口提供污水處理服務。

「淨化海港計劃」第一期的建造工程於 1994 年 4 月展開，並於 2001 年 12 月竣工。第一期系統現已全面運作，令維港的水質得到顯著改善。政府現正按照國際專家小組於 2000 年完成的檢討，計劃進行「淨化海港計劃」餘下各期工程。

本文概述「淨化海港計劃」第一期的主要組成部份，讓讀者對第一期計劃有一概括的認識。

1. 「淨化海港計劃」第一期簡介

由於發展迅速，本港水域，特別是著名的維多利亞港的水質近年每況愈下。「淨化海港計劃¹」是香港政府為改善維多利亞港的水質及為香港市民提供一個安全健康的生活環境而推行的一項大型計劃，這項計劃是要把香港島及九龍市區的所有污水收集，經妥善處理後，然後才排放出海。

「淨化海港計劃」是一項大型基建計劃，

¹ 前稱「策略性污水排放計劃」

共分四期進行。第一期主要是針對受嚴重污染的地區。其集水區在九龍方面由東面的將軍澳伸延至西面的荃灣，香港島則包括東北部的地區。按「淨化海港計劃」第一期的計劃，來自 350 萬人口的污水經收集後，會經由深層隧道收集系統運送至昂船洲中央污水處理廠作化學強化一級處理。

「淨化海港計劃」第一期的分佈圖載於下「圖 1」，而第一期的工程則包括以下各主要項目：

- 七座現有基本污水處理廠的改善工程；
- 建造全長 23.6 公里的深層隧道收集系統；
- 在昂船洲興建一座化學強化一級污水處理廠；及
- 建造一條長 1.7 公里的海底排放隧道和一條長 1.2 公里的擴散管道。

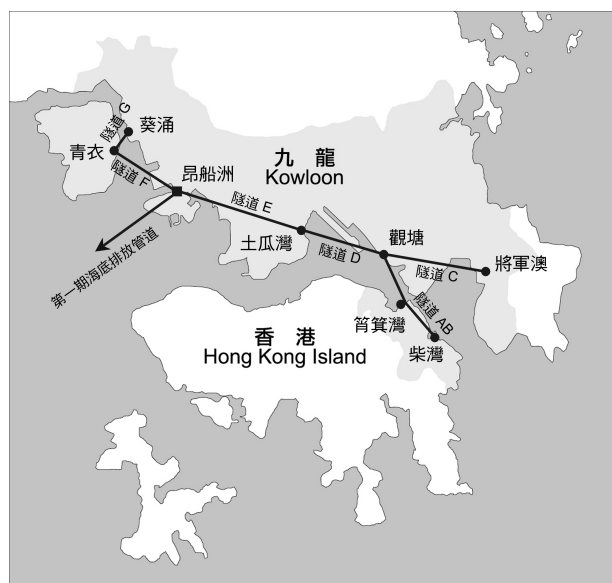


圖 1 - 「淨化海港計劃」第一期的分佈圖

第一期建造工程於 1994 年 4 月展開。全部工程共分成 15 項工程合約進行，讓本地及海外具備有關專門技術的承建商均可參與。昂船洲污水處理廠於 1997 年 5 月建成，隨即投入運作，處理西北九龍集水區的污水。至於建造深層隧道的工程則極具挑戰性，挖掘隧道時需貫穿多個地質非

常惡劣的岩石帶。所有的困難現已成功克服，而整個污水隧道輸送系統亦於 2001 年 12 月竣工及投入服務。

「淨化海港計劃」第一期的完成不僅是「淨化海港計劃」的一個重要里程碑，亦標誌著香港在工程方面的卓越成就。

下文簡述「淨化海港計劃」第一期的主要組成部份。

2. 基本污水處理廠改善工程

「淨化海港計劃」第一期集水區內的污水，會先被輸送到 7 個沿岸的基本污水處理廠，進行隔篩和去除沙礫的基本處理²。這些使用多年的廠房³，已在「淨化海港計劃」下完成改善工程，以提高其在污水排入深層隧道前把砂礫及較大固體去除的效能及可靠性。這對隧道系統提供足夠的保護，避免沉積物在隧道內積聚，至為重要。改善工程亦包括提供全面的監控系統，以便可以由昂船州的中央控制室遙控每一個基本污水處理廠的運作。

3. 深層隧道輸送系統

經過基本處理後，污水由基本污水處理廠內的豎井進入污水隧道，並被送往昂船洲處理。

選用深層隧道輸送系統，除了可選擇最短的路線外，更重要的是要減低施工期間對公眾、環境、交通、現有公用設施、運輸系統及建築物所造成的影響和滋擾。

隧道系統主要是以串聯的倒虹吸管原理運作。污水經各基本污水處理廠的豎井流入

隧道，然後利用位於下游在觀塘及昂船州的泵房，將污水抽出隧道。這種倒虹吸管的設計可減少把污水從隧道抽至地面所需的水壓。從將軍澳至觀塘的隧道分段，操作則略有不同，污水是經提升後的將軍澳泵房泵往觀塘。這一段隧道實際上是一條壓力管道，而不是以倒虹吸管原理運作。

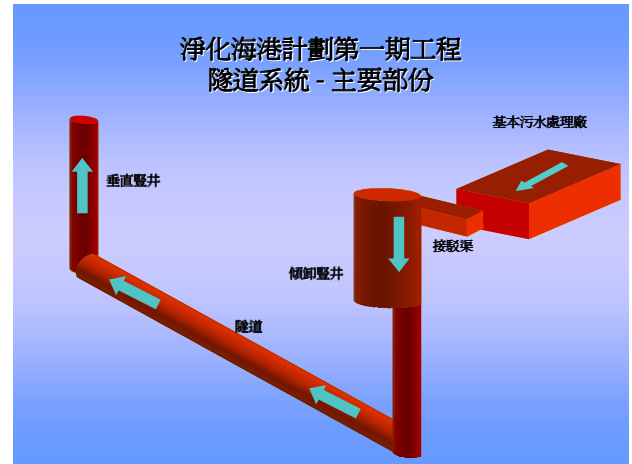


圖 2 - 隧道系統的主要部份

全長 23.6 公里，直徑介乎 1.2 米至 3.5 米之間的污水輸送隧道現已完成。這些隧道建於地底下深達 150 米（大約相等於 50 層高的大廈）的石層中，並由不少於 30 米的石層覆蓋著。除了葵涌至青衣之間一段較短的隧道以爆破方法挖掘外，其他的隧道均以隧道鑽挖機挖掘而成。挖掘完成後的豎井及隧道均以混凝土鋪上襯層，以提高系統的水力效率，同時避免污水中的沉積物在隧道內積聚。



圖 3 - 隧道鑽挖機

2 在「淨化海港計劃」第一期啓用前，經基本處理的污水是經近岸長短不一的排放管道排入維港
3 七個經全面改善的基本污水處理廠位於柴灣，筲箕灣，將軍澳，觀塘，土瓜灣，葵涌及青衣

深層隧道收集系統的基本資料摘要表列如下：

隧道	全長 (公里)	完成直徑 (米)	位於海面下的 深度 (米)	設計的高 峰雨季流 量
A	2.30	1.20	126 - 121	每秒 1.66 立 方米
B	2.53	1.35	121 - 76	每秒 2.72 立 方米
C	5.33	1.35 (雙管)	87 - 76	每秒 4.89 立 方米
D	3.57	2.82	143 - 136	每秒 14.81 立 方米
E	5.50	3.54	136 - 125	每秒 21.80 立 方米
F	3.58	2.36	132 - 125	每秒 9.45 立 方米
G	0.78	2.21	134 - 132	每秒 7.36 立 方米

表 1：「淨化海港計劃」第一期污水輸送隧道的長度、直徑、深度及設計流量概要

建造這些隧道的工程極富挑戰性。其中以貫穿多個斷層帶及橫過九龍半島的市區、地下鐵路系統（共經過 6 個位置）、東區海底隧道及葵涌貨櫃碼頭地底的隧道挖掘工程最為艱巨。所有的困難現已成功克服，而整個污水隧道輸送系統於 2001 年 12 月完成，並已投入服務。

4. 污水泵房

當污水被輸送到昂船洲後，會經由昂船洲主泵房從深層隧道抽往地面。該泵房內徑為 50 米，深入地底超逾 38 米，是世界上最大的地下污水泵房之一。建造這個主泵房時需要在隔膜牆內進行深層的挖掘工程。

昂船洲主泵房的設計可以應付由隧道系統的污水高峰流量達每秒 31.25 立方米。

抽水系統包括八台離心抽水機（六台日常運作，兩台後備），每一台均有獨立的摩打機，並裝配有四個變速推動器。用以在操作主泵房時，調節抽水機的輸出量，以配合隧道的污水流量。由主泵房抽出的污水，經泵房頂部的排放渠，在重力下流往沉澱池的入水口。主泵站採用密封式設計，並配有臭味控制設施。

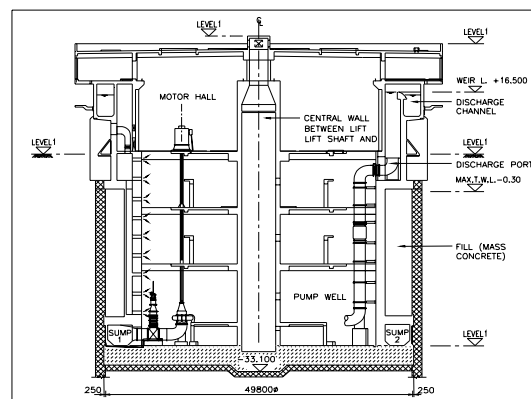


圖 4 - 昂船洲主泵房

抽水泵的摩打機及控制室設於主泵房的圓形上蓋層建築物內，建築物採用玻璃幕牆設計，以提高外觀的質素。主泵房並裝有一套自動控制系統-分佈控制及數據運算系統（DCDAS）用以管理整套第一期系統，包括昂船洲以外的基本污水處理廠及泵房，使到整個操作過程，能達至減省能源的最高效率。

「淨化海港計劃」第一期工程亦包括另外三座泵房，即觀塘泵房、西北九龍泵房及將軍澳泵房。

觀塘泵房是一座輔助泵房，把從柴灣和筲箕灣的污水從隧道抽出，然後引進至觀塘往昂船洲的污水隧道。西北九龍泵房的功用是把污水從西北九龍基本污水處理廠抽往昂船洲污水處理廠與主泵房的污水滙合。至於將軍澳泵房，它是一座現有的泵房，經第一期的提升工程後，負責把污水從將軍澳基本污水處理廠抽進往觀塘的污水隧道。

5. 昂船洲污水處理廠

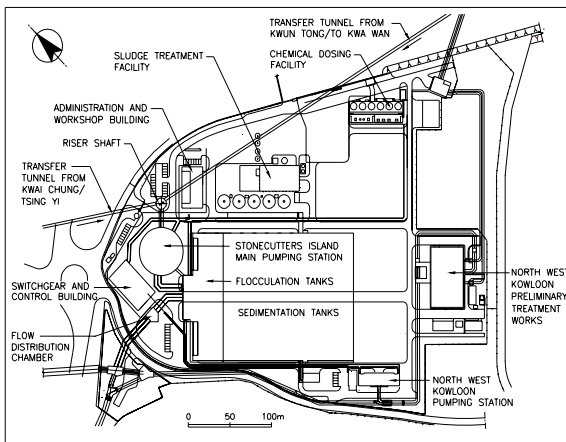


圖 5 - 昂船洲污水處理廠

昂船洲污水處理廠建於 10.6 公頃的填海土地上，負責處理經由隧道收集系統及西北九龍泵房運送至昂船洲的污水。昂船洲污水處理廠採用強化一級處理方法和節省空間的雙層沉澱池設計。污水處理廠的設計處理量為每日 170 萬立方米污水，是世界最大型的化學強化一級污水處理廠。

5.1. 沉澱池設施

昂船洲污水處理廠的沉澱池設施由三個主要處理程序組成，分別為混合、絮凝及沉澱程序。運送到污水處理廠的污水會首先經過快速混合程序，即在污水中加入調節化學劑(氯化鐵及一種高份子電解質的聚合物)，然後利用置在水底的攪拌器與污水混合。經調節的污水會流入一系列的絮凝池內，讓污水裏的懸浮物形成絮凝塊。絮凝池內須加入曝氣，令絮凝塊在形成期間在污水中懸浮。這會提升隨之而來在沉澱池進行沉澱過程的效率。從絮凝池流出的污水，經過中央配水槽，流往雙層式沉澱池，讓污水裏的絮凝塊在緩流的沉澱池中沉降到池底，並讓浮渣浮上水面。



圖 6 - 沉澱池設施

在每一個沉澱池的縱向收集機，將池底的污泥收集往一中央漏斗，而浮渣則收集在一外槽內。污泥再經一個類似的橫向收集機推往聚坑，和浮渣一起抽進另一設施，進行脫水程序。

經處理後的污水，從沉澱池下游的堰流入沿著池邊的渠，進入一條與排放隧道相連接的暗渠排放。

昂船洲污水處理廠內設有 38 個雙層沉澱池，每一個可處理的旱季流量為每日 50,700 立方米。以這個流量率計算，污水流經沉澱池需時約 90 分鐘。

此外，污水處理廠亦建有兩個原型池。這兩個原型池獨立於其他的沉澱池，設有獨立的快速攪拌器、絮凝及其他附屬設施，可進行不同的化學品及劑量測試，以決定最適合用於昂船洲污水處理廠的操作方法。

5.2. 化學劑調控設施

化學劑調控設施提供儲存及調配氯化鐵及聚合物以注入沉澱池和原型池所須的裝置。在沉澱程序中加入化學劑是要加快污泥沉澱的過程。設施主要包括氯化鐵儲存及泵送系統、聚合物配劑及泵送系統、以及稀釋聚合物的配水系統。

液化的氯化鐵可經由駁船或卡車運送到污水處理廠。氯化鐵可以是一種純液體製成品(濃度高達 42%)或是另一製造工序中的副產品(濃度低至 32%)。氯化鐵調配系統可調配出每公升 10-60 毫克的氯化鐵溶液，而一般操作濃度則為每公升 20-40 毫克。至於聚合物，固體的聚合物可以貨船或有氣壓卸貨裝置的貨車運送至污水處理廠，儲存在兩個筒倉內。全自動化的聚合物配劑及輸送系統可調配出 0.1%至 0.5%的聚合物溶液(按聚合物的淨重計算)。

5.3. 污泥脫水及棄置設施

從沉澱池收集到的污泥及浮渣會被泵送到鄰近的污泥池，然後再被運送到脫水機樓。這座建築物放置了 10 台高效率的離心機(9 台日常運作，1 台後備)，用以減低污泥的含水量，令脫水後的污泥可被棄置於堆填區。每台離心機的操作轉速為每分鐘 2,500 轉，每日可處理達 60.2 噸乾固體。

污泥餅的乾固體重量的目標是不少於 32%。為達致這個目標，我們在污泥中加入高份子電解質，以加強污泥的脫水能力。脫水機樓亦放置了儲存、混合及稀釋高份子電解質所需的設施。



圖 7 - 運送污泥的密封容器

經脫水的污泥餅會被輸送帶運送到儲存筒倉內，然後才被卸入特製的容器，

以海路運送到位於新界西及新界東南的政府堆填區。污泥處理設施已加設了除臭設備，並使用密封容器，以盡量減少在處理、裝卸及運送污泥期間對公眾造成的滋擾。

5.4. 昂船洲污水處理廠的表現

位於昂船洲的化學加強一級處理廠自 1997 年 5 月啓用以來，運作表現極佳，被本地及國際專家譽為世界上最有效率的化學強化一級處理廠之一。

自隧道系統於 2001 年 12 月啓用以來，污水處理廠的流量已增加至每日約 1,300,000 立方米，與預計流量相若。現時的生化需氧量及懸浮固體去除率分別為 72%及 81%，遠高於設計時所訂下的 35%及 70%標準。調配氯化鐵的濃度現時為每公升 10 毫克，雖然比設計時預計的濃度(即每公升 20 至 40 毫克)為低，但這劑量已足以令污水處理程序達致所需的標準。

6. 第一期污水排放管

經處理的污水會由一條隧道及一條擴散管道排放至維多利亞港以西，位於「西危險品停泊區」的海底，與海水稀釋。

在重力推動下，經處理的污水由一條雙格式箱形暗渠連接一個露天間井，然後接駁往排放隧道的豎井入口。排放隧道是一條長約 1.7 公里的隧道，途經北航道下約 100 米深的地底。該隧道是第一期隧道中最大的一條，利用隧道鑽挖機於地質惡劣的岩石中挖掘而成。隧道的直徑是 5 米，襯面以預製混凝土組件覆蓋，以符合持久耐用和水力運行的要求。

由排放隧道上升往放置在海床上的擴散管道，是經過兩條內徑達 3.25 米的垂直豎井。這兩個豎井以鋼管組成，長 75 米，以灌漿方式放置在預先用頂升平底船鑽好的孔內。

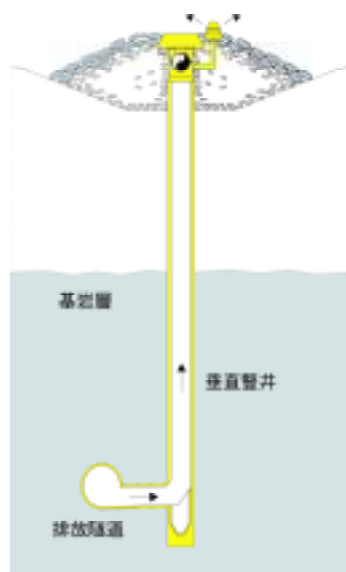


圖 8 - 排放隧道及垂直豎井

擴散管道由兩條鋼管組成，由中間的垂直豎井左右伸展。擴散管道總長 1200 米。管道的直徑由中間的 3.25 米逐漸向兩端縮窄至 1.5 米。目的是增加流速，防止物質沉澱在管內。擴散管道共有 24 個擴散器，每一擴散器共有 8 個排放口，以達致與海水稀釋的要求。

為預防擴散管道遭錨鏈損毀，管道以大石覆蓋。每一擴散器均蓋上一個彈性聚乙烯的保護圓罩，以吸收船隻錨鏈的碰擊和保護擴散器和排放口。

7. 效益和未來路向

「淨化海港計劃」第一期工程已完全竣工，並已於 2001 年 12 月全面投入服務。這個計劃現時每日處理污水達 130 萬立方米，佔維多利亞港兩岸人口稠密地區所產生的未經處理污水總流量的 70%，令維港的水質得以顯著改善。

政府現正按照國際專家小組於 2000 年的建議進行一系列的試驗和研究，以釐定「淨化海港計劃」餘下各期的路向。餘下各期的工程旨在收集並處理港島北部及西南部所產生的污水，並提供更高水平的污水處理，以期達致所有水質指標。當整項

計劃完成後，所有於維港兩岸主要市區產生的污水均會得到妥善處理，從而長遠改善維港的水質。