

2011/2012 澳門水資源 狀況報告



澳門特別行政區政府
推動構建節水型社會工作小組

目錄

1	序言	2
2	澳門水資源環境	4
3	供水系統及設施	8
4	用水結構	14
5	排水及污水處理	18
6	再生水開發	20
7	水質問題及供水安全	24
8	節水規劃及措施	30
9	結論及展望	36
10	附錄	38





1 序言

去冬今春，珠澳兩地經歷了自 1956 年以來最嚴重的鹹潮威脅。受西江上游來水嚴重偏少和東北季風的雙重影響，珠海平崗泵站一度連續 20 天無法取水，為珠澳兩地的供水安全帶來嚴峻考驗。幸好於 2011 年 4 月才投入運作的竹銀水源工程發揮關鍵的補淡作用，加上珠江防汛抗旱總指揮部在克服各種困難後實施水量調度，特區政府成功將本澳自來水的鹹度控制在綠色低鹹度級別，保障了居民的飲用水質量。



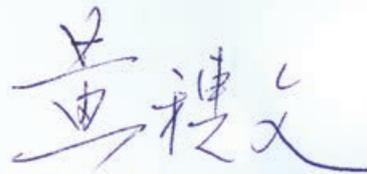
我國雖然地大脈博，所擁有的淡水資源總量排在世界第 6 位，但人均水量僅相當於世界人均水量的四分之一，全球排名第 125 位。聯合國在 2012 年發表的《世界水資源發展報告》中指出，農業用水約佔全球淡水總用量 70%，預料到 2050 年，隨著世界人口從 70 億增加至 90 億，糧食生產量必須較現時提高 70%，這將使農業用水增加至少 19%。我國為世界農業大國，預期的人口增長勢必進一步激化我國的用水矛盾。

澳門境內沒有河流，用以貯蓄雨水的設施亦十分有限，在原水供應上相當依賴祖國，推動構建節水型社會的工作可謂任重道遠。儘管本澳社會、經濟的急速發展難免會擴大用水需求，但我們期望能夠持續推動社會各界提高用水效益，抑制原水需求增長勢頭。其中，開發利用再生水是主要的途徑之一。工作小組將就《澳門再生水發展總體規劃》展開公眾諮詢，期望徵集社會大眾在再生水安全管理、應用範圍及收費標準等方面的意見，從而制定澳門未來十年再生水應用發展的整體路向。

水資源水環境承載能力與社會、經濟發展息息相關，持續推進節水型社會建設，促進水資源可持續利用，是保障社會、經濟平穩發展的關鍵要素之一。繼 2011 年我國中央 1 號文件明確要求實行最嚴格水資源管理制度後，國務院於 2012 年 1 月發佈了《國務院關於實行最嚴格水資源管理制度的意見》，明確提出了實行最嚴格水資源管理制度的主要目標及管理措施，確立水資源開發利用控制紅線，到 2030 年全國用水總量控制在 7,000 億 m^3 以內，並同時確立用水效率控制紅線和水功能區限制納污紅線。可見我國在水資源短缺及水資源管理方面的高度關注。

鑑於水資源的稀缺性以及其所具有的珍貴價值，我們在取用優質食水的同時，應當飲水思源。推動構建節水型社會工作小組自 2008 年成立以來，與公眾共同制定並積極落實各項涵蓋社會各界的節水措施，同時擴闊和深化與內地相關水利單位的溝通合作機制，積極參與編制保障珠澳供水規劃的工作，為應對鹹潮問題、保障本地供水安全做好準備。誠然，節水型社會的建設，除透過政府採取政策措施及立法規管外，確實有賴全體市民和企業的積極參與。工作小組今年繼續出版《澳門水資源狀況報告 2011/2012》，期望能夠進一步加深社會各界對本澳水資源環境的了解，以凝聚政府、企業和居民的力量，共同構建節水型社會。

推動構建節水型社會工作小組組長



黃穗文



2 澳門水資源環境

降雨量

澳門位處中國大陸與南中國海的水陸交匯處，屬亞熱帶氣候，夏季高溫多雨。根據澳門地球物理暨氣象局公佈的資料顯示，2002 年至 2011 年本澳的平均年總降雨量為 1852.5 毫米，較 1981 年至 2010 年期間的氣象平均值少 694.5 毫米。2011 年，珠江流域降雨量嚴重偏少，本澳亦錄得二十年以來的最低降雨量，僅為 1,363.6 毫米，同年所收集得的雨量亦大幅減少。圖 1 紀錄了 1991 年至 2011 年澳門的年總降雨量。



圖 1 1991-2011 年年總降雨量



資料來源：地球物理暨氣象局，2012 年。

地表水資源

澳門與祖國血脈相連，在水領域亦得到明顯的體現。本澳的飲用水主要來自西江，由於本澳貯存淡水資源的硬件有限，水資源主要是過境性質。在過去十年，本澳約 96% 的原水量來自珠海。原水分別經青洲水廠、大水塘水廠或路環水廠處理後，通過供水網絡輸送到各用戶，部份的原水亦引到大水塘水庫及路環石排灣水庫貯存備用，兩水庫合共總庫容達 235 萬 m^3 。

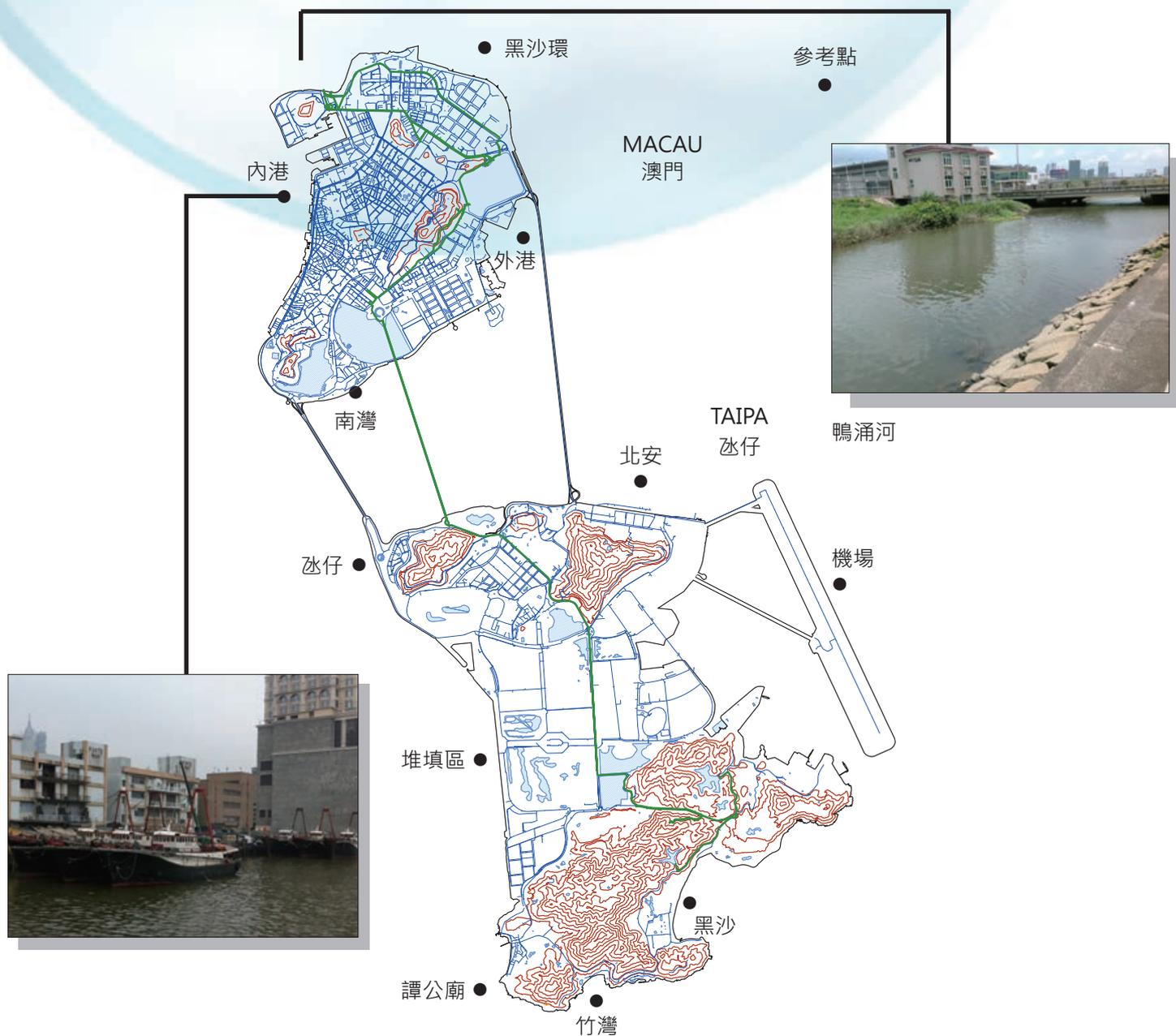
地下水資源

本澳地下水的補給以降雨入滲為主，其次是來自水庫及水塘的水體入滲。澳門的地下水主要儲存在鬆散岩孔隙淡水區，加上受地面硬化和建築物佔地等因素影響，地下淡水資源的年可利用量約 129.33 萬 m^3 ，僅相當於 2011 年實際供水量的 1.67%，加上海水倒灌和水質污染，地下水資源的開採價值十分有限。



節水教育從小做起

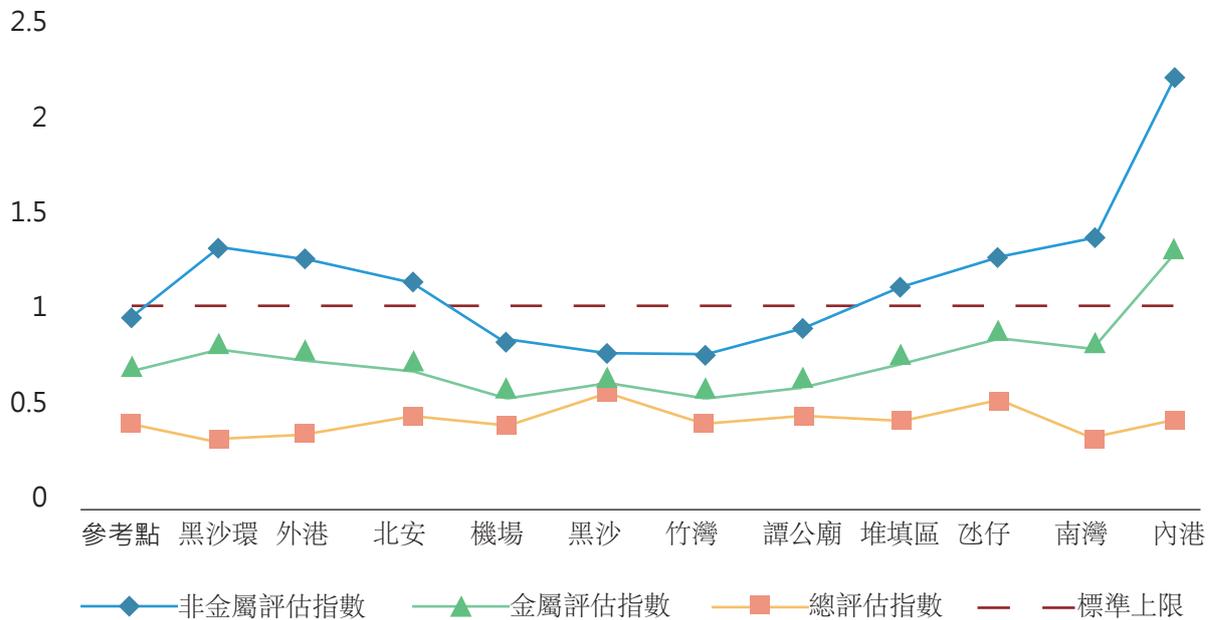
圖 2 澳門沿岸水質監測點地理位置



沿岸水環境

根據澳門衛生局公共衛生化驗所公佈的《2011 年澳門水域水質監測和評估報告》，2011 年全澳 12 個監測點中，除內港監測點的評估值高於 1.0 的標準上限值外，其餘均處於可接受範圍。內港較高的總評估值源自其非金屬污染，主要原因是該水域水體交換能力較弱，水域內（漁船）及鄰近水域（鴨涌河）存在污染源，導致該水域水質存在較嚴重的富營養化。圖 2 是本澳沿岸水域各監測點 2011 年的水質總評估值。

圖 3 2011 年本澳各監測點評估值



資料來源：衛生局公共衛生化驗所

眾所周知，澳門三面環海，倘若能夠對海水加以利用，可供本澳使用的水資源量應該相當充沛。可是，澳門周邊海水水質較差，對發展海水化淡或其他利用方式構成很大制約。與香港海水沖廁水質標準相比，澳門附近海域水質濁度和懸浮物含量較其高 2 倍，大腸菌群高 4 倍；另外還有總氮、活性磷、葉綠素 a、鉛等多項指標未能滿足國家海水水質標準 (GB 3097-1997) 的 III 類或 IV 類標準。開發利用海水的成本遠高於將原水處理成自來水或將城市排放水作深度處理後重用的成本，故現階段本澳並不適宜發展海水利用。然而，隨著海水利用技術的發展，相信海水利用的成本在未來將會不斷降低。特區政府會密切留意相關形勢的發展，待條件成熟時本澳將進一步探討海水利用在本澳發展的可行性。



3 供水系統及設施

珠海對澳門供水系統

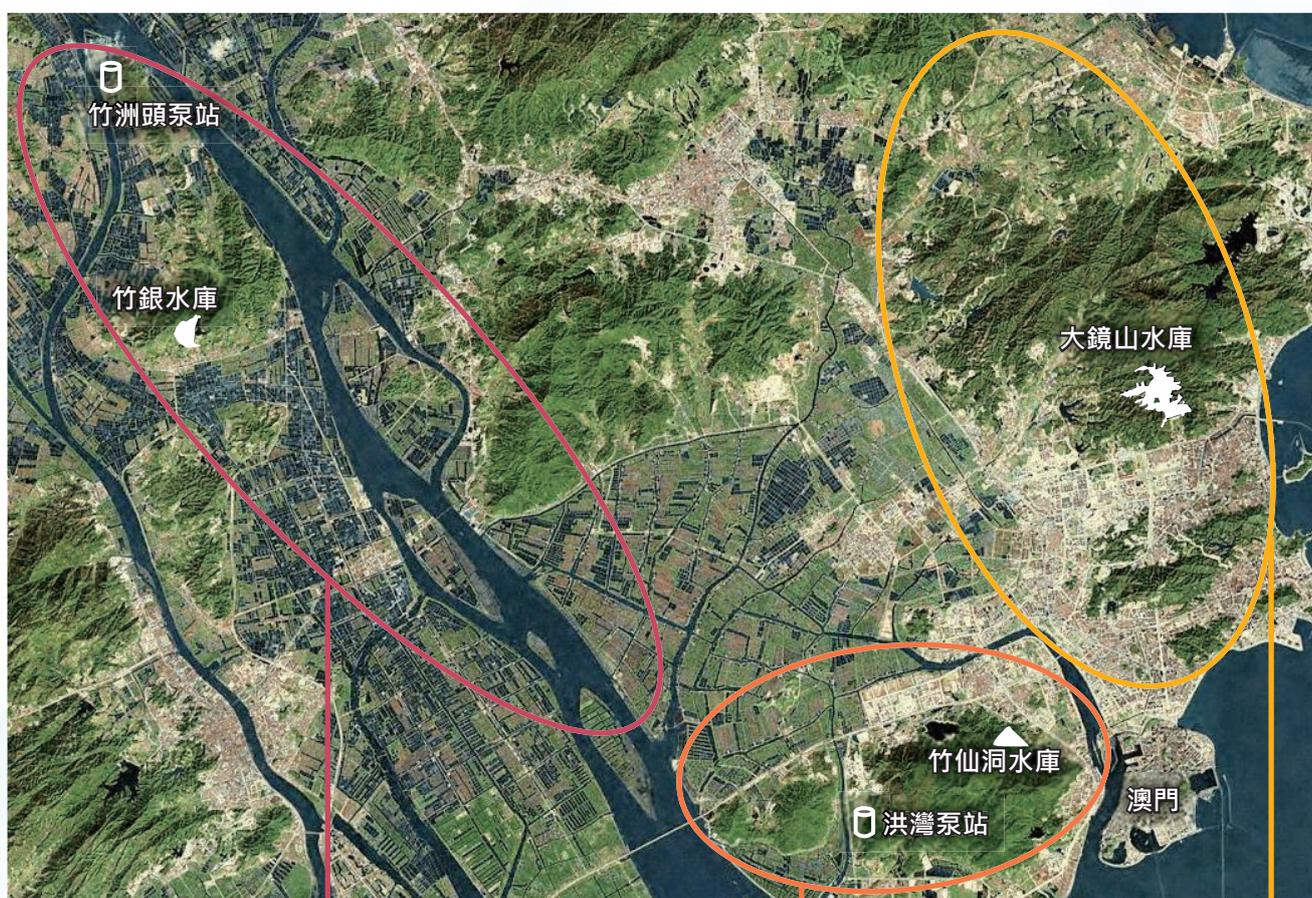
受地域空間的客觀因素限制，本澳並不具備條件興建大型蓄水庫，原水供應主要是依靠鄰近的珠海市，在過去十年，本澳約 96% 的原水量來自珠海。故此，特區政府一直就原水供應事宜與內地相關單位維持緊密的聯繫。當地的供水水源系統目前由南系統、北系統及西水東調系統組成，而對澳供水的主力系統則是由竹仙洞水庫等組成、從磨刀門掛定角取水的南系統。

上世紀六十年代初，在祖國的支持下，作為目前南系統重要組成部份的竹仙洞水庫在珠海市（當時稱珠海縣）境內建成並開始對澳供應原水。後來，隨著用水需求繼續擴大，本地供水公司以補償貿易的方式對珠海市供水系統工程建設進行投資，包括現時掛定角取水閘、洪灣泵站、蛇地坑水庫、竹仙洞水庫和銀坑水庫等部份的珠海對澳供水南系統於 1987 年建成並正式投入使用，對澳供水能力為每日 22 萬 m³。為

配合珠海市和澳門的城市發展以及加強應對兩地鹹潮問題，珠海後來又建設了南屏水庫、廣昌泵站及第三條供澳原水管道等，並將之與南系統相連通。

在澳門回歸前，珠海進一步完善了原水供應的北系統。該系統主要為珠海市區提供原水，但亦具有對澳應急供水功能。隨著鹹潮問題日趨嚴重，在澳門特區政府以及祖國各級政府的大力支持和參與下，負責保障鹹潮期間珠澳供水的西水東調工程於 2006 年年底竣工投產，該系統包括平崗泵站及由平崗到廣昌泵站的原水輸水管，每日取水能力為 100 萬 m³。

圖 4 珠海對澳門供水系統 (地圖來源：bing 地圖)



西水東調系統

- ◆ 負責向南、北系統供應原水；
- ◆ 鹹潮期間保障澳門和珠海東區的供水安全；2006 年擴建平崗泵站進行補給，加強了鹹潮期間的水量調度能力。
- ◆ 2011 年建成竹銀水源工程，竹銀水庫有效庫容達 4,011 萬 m³，澳門擁有當中 40% 的運作水量。

南系統

- ◆ 對澳供水的主力系統，自西江磨刀門水道掛定角取水；
- ◆ 原水由洪灣泵站泵到竹仙洞水庫後，經由原水管道輸送到澳門青洲自來水廠。

北系統

- ◆ 主要負責珠海主城區供水；
- ◆ 承擔起向澳門應急供水的任務。

隨著本澳社會、經濟持續發展以及城市規劃建設逐步落實，澳門未來的用水需求將會繼續擴大。有見及此，特區政府於 2008 年與廣東省簽訂協議，以預支增幅水費的方式，出資人民幣 4.5 億元支持竹銀水源工程的建設，藉此進一步提高西水東調系統對珠澳供水安全的保障。該水源工程已於 2011 年 4 月投入運作，當中的竹銀水庫擁有 4,011 萬 m³ 有效蓄水量。根據《粵澳供水協議》，本澳擁有竹銀水源工程 40% 的總運作水量，相當於南系統蓄水量的超過四倍。隨著這些水利工程的建成使用，珠海和澳門的原水供應有了進一步的安全保障。

境內蓄水設施

澳門本土蓄水設施的有效蓄水量為 190 萬 m³，其中大水塘 160 萬 m³、石排灣水庫 30 萬 m³，可滿足本地現時約 9 天的用水需求。本澳自身蓄水能力的發展受地域空間制約，本地水庫在日常供水中主要擔當起壓鹹調節和備用角色。

儘管本澳的蓄水條件存在客觀限制，特區政府仍然積極尋求方法擴大本地蓄水庫容。在推動構建節水型社會工作小組的委託下，珠江水利科學研究院完成了對本土水庫加固及擴容的可行性研究。研究結果顯示，“九澳水庫擴容及加固工程”的施工期相對較短，對周邊環境及公眾生活影響較輕的同時，亦可於較短時間內取得預期效益。工作小組現正以該研究報告為基礎，聯同工務部門落實有關項目，使之成為保障本地用水的備用水庫。預計九澳水庫修復及擴容後，可為本澳增加 78.8 萬 m³ 庫容，相當於現時大水塘約四成庫容。

表 1 澳門水庫庫容

水庫	集水面積 (km ²)	最大庫容 (萬 m ³)	供澳有效庫容 (萬 m ³)
大水塘	0.24	190	160
石排灣水庫	0.63	45	30
九澳水庫	0.21	40	- ^
黑沙水庫	0.12	20	- ^
合計	1.2	295	190

^ 九澳水庫及黑沙水庫現供市民作休憩之用。特區政府未來會對九澳水庫開展擴容及加固工程，預計相關工程可為本澳增加 78.8 萬 m³ 庫容。



澳門大水塘水廠

水處理設施

來自珠海的原水經由一條管徑 1.6 米和兩條管徑 1 米的原水管，由鴨涌河對岸輸送到澳門，並分配到青洲水廠、大水塘水廠（一、二期）以及路環水廠進行處理。三座水廠合共設計產能為 33 萬 $\text{m}^3/\text{日}$ 。2011 年水廠平均產量為 21.3 萬 $\text{m}^3/\text{日}$ ，高峰期產量為 23.6 萬 $\text{m}^3/\text{日}$ ，是總設計產能的 71.5%，可見目前本澳水廠仍具能力應對本地的用水需求。

所謂水處理，是指通過一定的生產處理過程，將來自於自然界的原水如河水、湖水、地下水等轉化為符合一定衛生標準的飲用水或如鍋爐、漂染、醫藥等特定行業的用水。簡單來說，水處理實質上就是將原水中的固體雜質和溶解性雜質從水中分離出來的過程，該過程又可稱為“泥水分離”。澳門的常規水處理工藝一般包括混凝、沉澱或氣浮、過濾或超濾以及消毒等流程。有關澳門自來水處理廠的工藝介紹可見本報告附件一。

輸配水設施

截至 2011 年 12 月，鋪設於全澳境內的原水管總長 30.8 公里，自來水管總長達 478.8 公里，管齡低於 10 年的輸水管道佔超過五成。在材質方面，耐腐蝕、壽命長、易安裝、剛性及柔性均較佳的球墨鑄鐵管道佔 75%，其餘為鍍鋅管、鋼管、石棉管道等。

另外，澳門有高位水池 4 座，分別位於澳門半島的松山及氹仔大潭山，用於貯蓄經處理後的自來水以及確保向位於高區的低層建築物供水的水壓充足¹，所貯蓄的水量相當於全澳 5 小時的用水量，能在管網檢修或意外停水時發揮應急輸水功能，提高本地供水的可靠性。

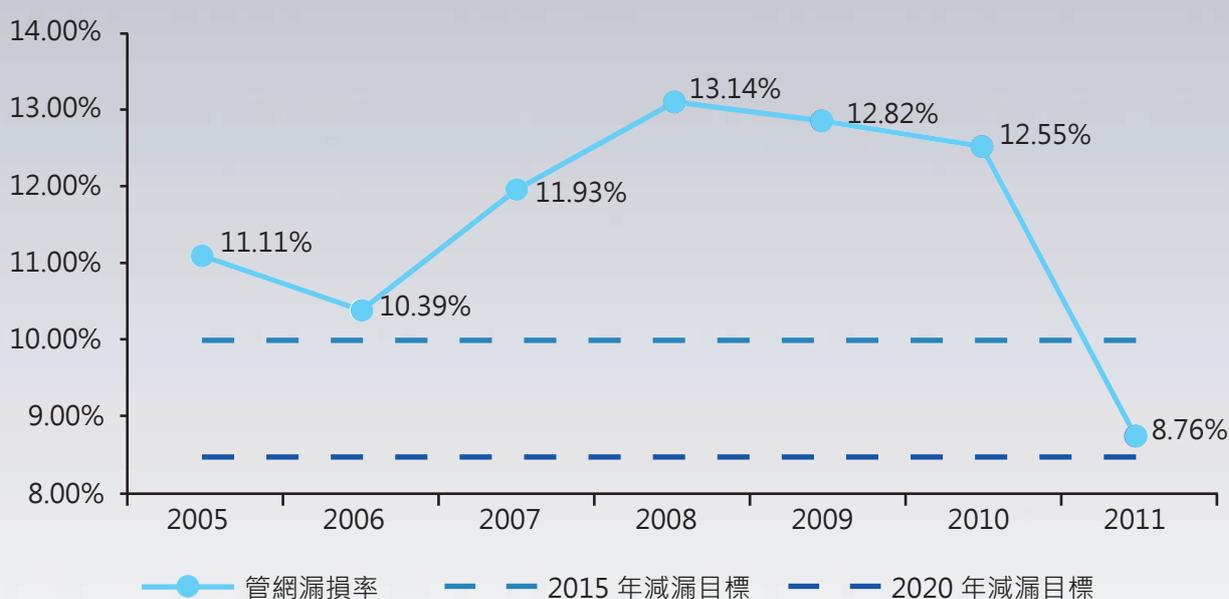
儘管在長達數百里的輸水過程中難免會出現一些漏耗的情況，但由於漏耗問題直接造成水資源價值的全部流失，不符合經濟及環境效益，降低管網漏損是建設節水城市的重要措施之一。有見及此，澳門特區政府在《澳門節水規劃大綱》中訂定了相應的減漏目標。根據有關目標，本澳管網漏損率到 2015 年須下降至 10%，並於 2020 年進一步降至 8.5%，及後至少維持在 8.5% 或以下。

2011 年，本地供水公司對供水管網進行了巡迴測漏普查，共檢出並修復漏點 185 個，並透過添設「噪聲記錄儀」加強測漏力度，對沉降地區、易發水浸地區以及管網陳舊的地區等一些較常發生滲漏的地區進行持續監測，務求在漏損發生時能即時跟進維修。2011 年本澳更換了 1.7 公里的石棉管道及鍍鋅鐵管道，新管道主要以球墨鑄鐵管道及不鏽鋼管道為主，另外亦更換了全澳 18.6%（39,142 個）水錶，數量較 2010 年增加 9%。截至 2011 年末，管網中尚餘 22.8 公里的石棉管道，特區政府將繼續聯同供水公司更換管齡較高及管材較差的管道，進一步加強防漏工作。

註 1：高層建築物一般會自行將自來水泵至位於天台的水壩後才往下輸送，以使建築物內各用戶的水壓充足。而低層建築物內一般不設水壩。透過將自來水輸送至高位水池，能夠提高自來水的水壓，從而確保位於高區的低層建築物內的水壓充足。

綜合各項堵漏工作，本澳在測漏降損方面取得顯著的成績。截至 2011 年底，本澳管網漏損率為 8.76%，較 2010 年下降了 3.8%，超前完成了減漏目標。2011 年成功堵漏的食水近 300 萬 m^3 ，接近兩個大水塘水庫的有效蓄水量。

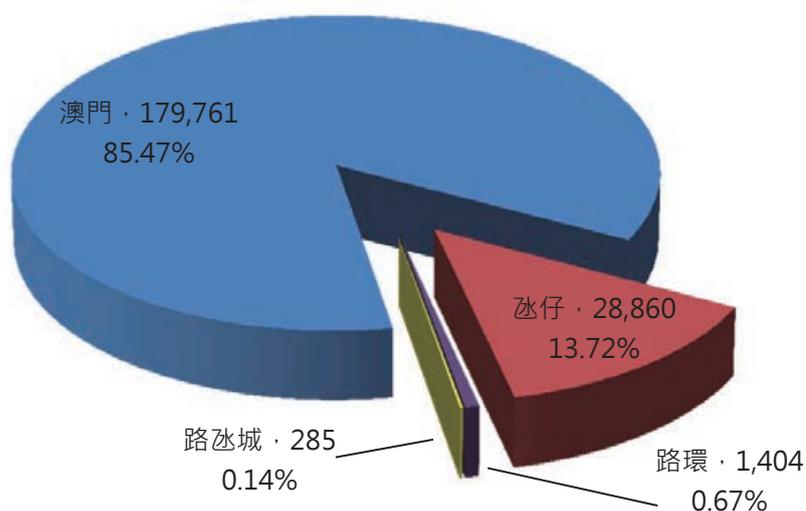
圖 5 2005-2011 年本澳管網漏損率



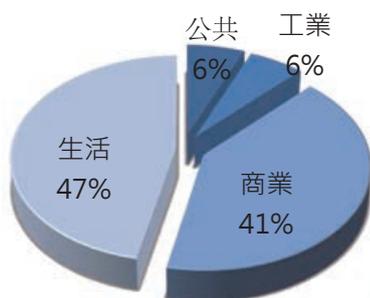


4 用水結構

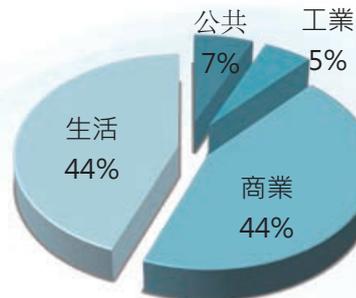
圖 6 2011 年澳門用水戶分佈 (按地區分類·單位:戶)



2010 年澳門用水結構



2011 年澳門用水結構



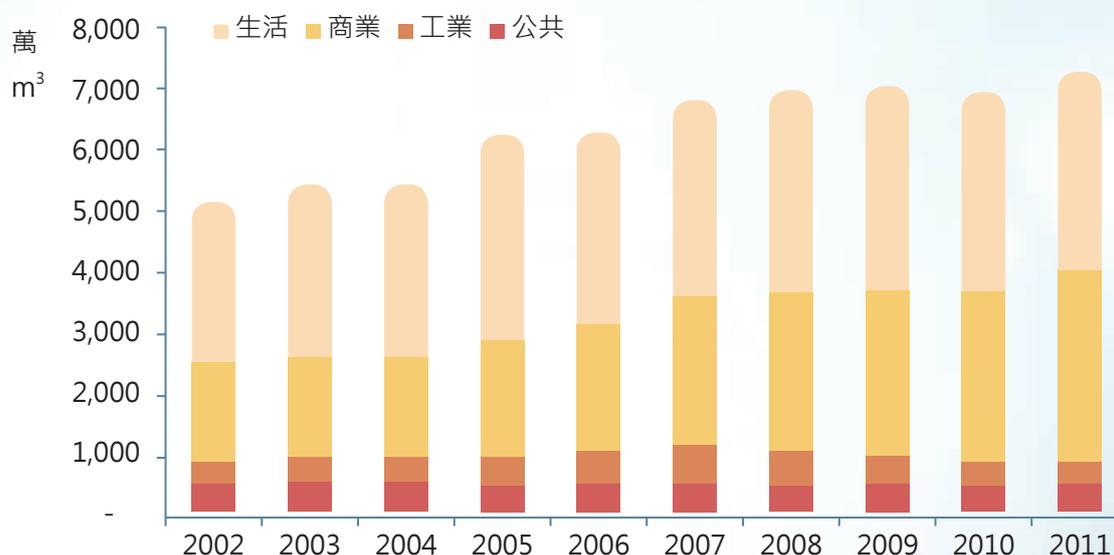
用水量變化

澳門用水結構較簡單，主要分為生活用水、商業用水、工業用水和公共用水四部份。截至2011年12月，本澳用水戶總數為210,310個，其中近九成為家居用水戶。按地區分類，超過八成半用水戶位於澳門半島。

從圖7可見，澳門的用水量在過去十年呈現上升的趨勢，年均增長率為3.89%，當中以商業用水及生活用水的增長速度較快，年均增長率分別為7.26%及2.60%；公共用水及工業用水則較為平穩，年均增長率分別為0.59%及-0.22%。

2011年，本澳人口增加，但家居用水量仍然維持負增長，較2010年下降約0.7%，每天人均生活用水量由2010年的155升減少到2011年的153升，反映階梯式水價的實施以及工作小組的節水推廣工作取得一定的成效，居民對節約用水的意識增強。在商業用水方面，用水量自第2季起大幅上升，至2011年底總用水量按年上升12.7%，主要是受到大型酒店項目投入運作以及入境旅客增加帶動用水需求大幅上升所致。綜合各類別用水，2011年澳門的總用水量為7,055萬 m^3 ，按年上升5%。商業用水與家居用水各佔總用水量的44%；其餘是工業和公共用水，分別佔5%及7%。

圖7 2002-2011年澳門總用水量

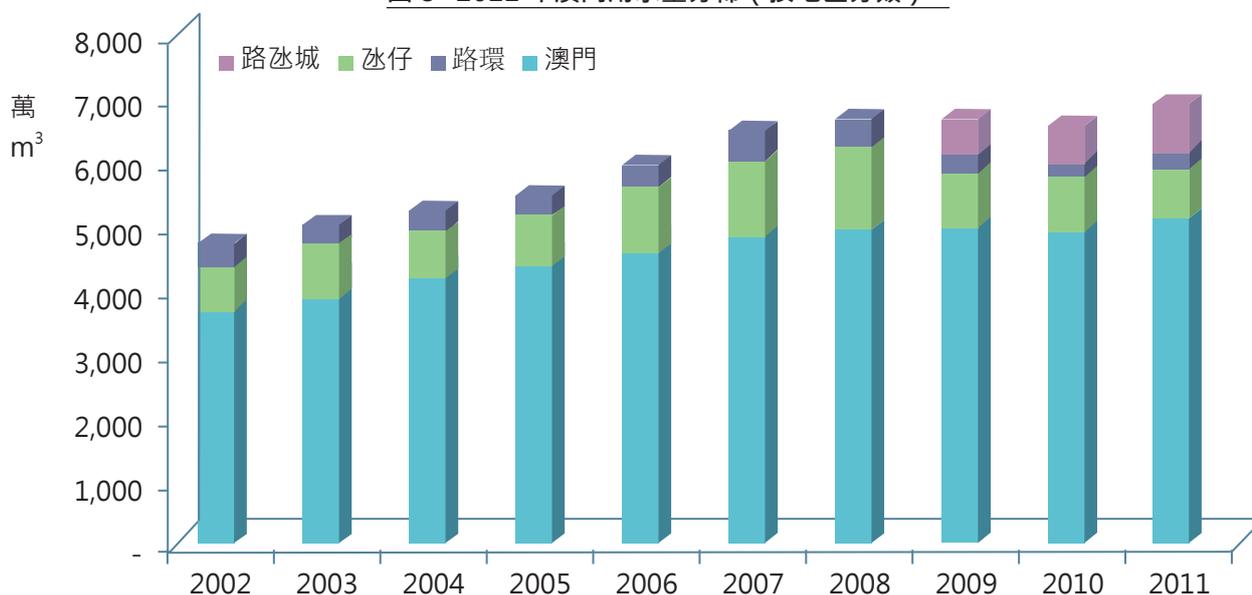


在地區分佈方面，2011年澳門半島的用水量為5,019萬m³，佔全澳用水量的71%，氹仔、路環及路環城區的用水量分別佔總用水量的15%、3%及11%。

儘管家居用水連續兩年出現負增長，但2011年的減幅(-0.7%)明顯較2010年(-1.8%)收窄，這可能是由於家居用水已節約至一定水平，在居民的基本生活及衛生用水必須得到滿足的前提下，相信往後家居用水的節水工作將進入整固階段。小組未來除了會繼續加強節水宣傳教育的力度，亦會透過結合鼓勵及誘導的方式，進一步提高節水器具在家居的普及率。

在商業方面，2011年訪澳旅客人數按年增加12.2%，加上有大型酒店項目落成，商業用水量被拉動大幅上升。儘管經濟活動越趨頻繁為節水工作構成客觀條件的限制，但推動構建節水型社會工作小組仍會聯同業界持續提高商業範疇的用水效率，未來將會積極調配資源，加大商業用水的節水推廣及配套工作，以推動企業實施有利於水資源可持續發展的營商模式。事實上，因應本澳旅遊業的發展，工作小組於2011年推出了酒店節水計劃，務求推動本澳酒店在原有的基礎上進一步優化節水工作。未來小組還會繼續致力舉辦不同類型的節水活動，希望加強社會各界對水資源短缺問題的關注並實行節約用水。

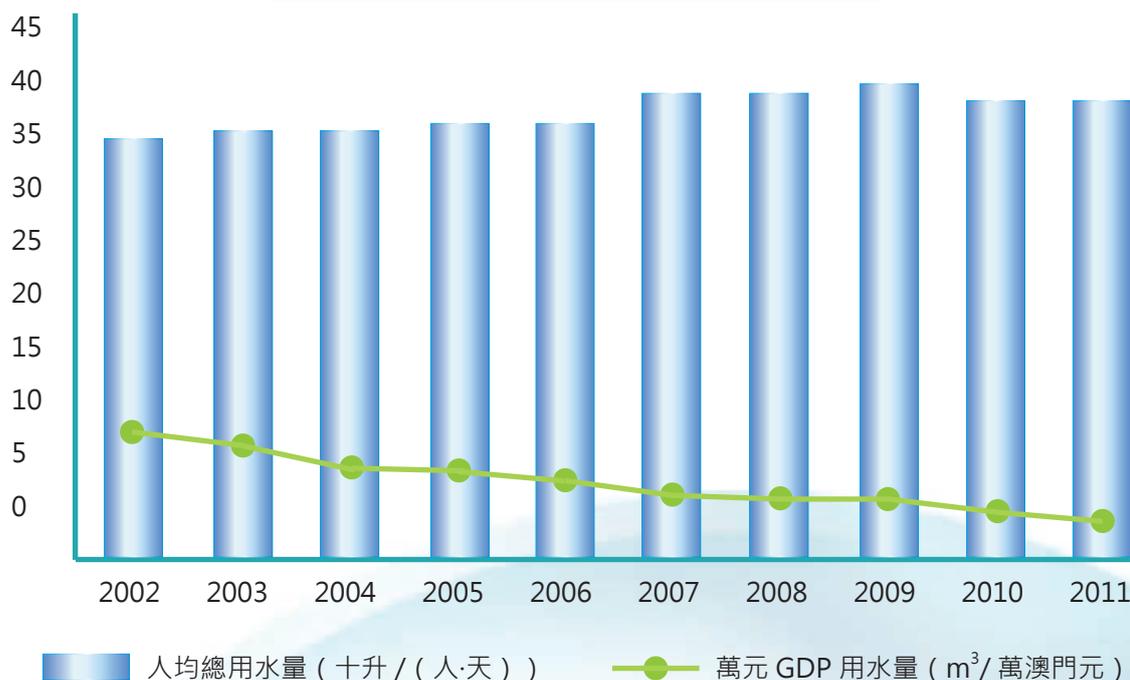
圖 8 2011年澳門用水量分佈 (按地區分類)



人均用水量及萬元 GDP 用水量變化

儘管 2011 年本澳用水量有所增加，但人均用水量自 2010 年起連續兩年下降，萬元 GDP 用水量²亦持續下降，反映本澳的用水效率及效益不斷提高。

圖 9 2002-2011 年人均用水量及萬元 GDP 用水量



水價機制成效調查

新水價機制實施一年，各階梯用戶的水費變化情況與預期相符，六成居民所繳交的水費比之前減少或沒有變化，餘下四成居民中約九成用戶水費增加了百分之五。

為評估新水價機制在推動節約用水方面的成效，推動構建節水型社會工作小組準備委託調研機構分別針對家居用水戶、一般非家居用水戶及特種用戶展開調查。調查將涵蓋用戶對水價機制的認知、節水意識及節水行為等方面。特區政府未來會結合調查結果及原水成本上漲等因素，研究對水價機制進行調整，以進一步提高水價機制在推動節約用水方面的效用。事實上，隨著珠海竹銀水源工程的落成，內地供澳原水價格已從 2011 年 5 月起由人民幣 1.64 元 / m³ 調升至 2.07 元 / m³，增幅為 26%，但特區政府在綜合考慮居民的承受能力後，決定暫時不將成本上漲反映在水價上。然而，根據《粵澳供水協議》，原水價格將於 2014 年再作調整，調整幅度受消費物價指數、電費成本等因素影響。按照目前的情況，預料屆時原水價格調升的機會較大。

² 萬元 GDP 用水量是國際上反應用水效率的常用指標，是指每創造一萬元的本地生產總值所消耗的水量。萬元 GDP 用水量的數值越低，表示每單位用水所產生的經濟效益越高，即用水效率越高。



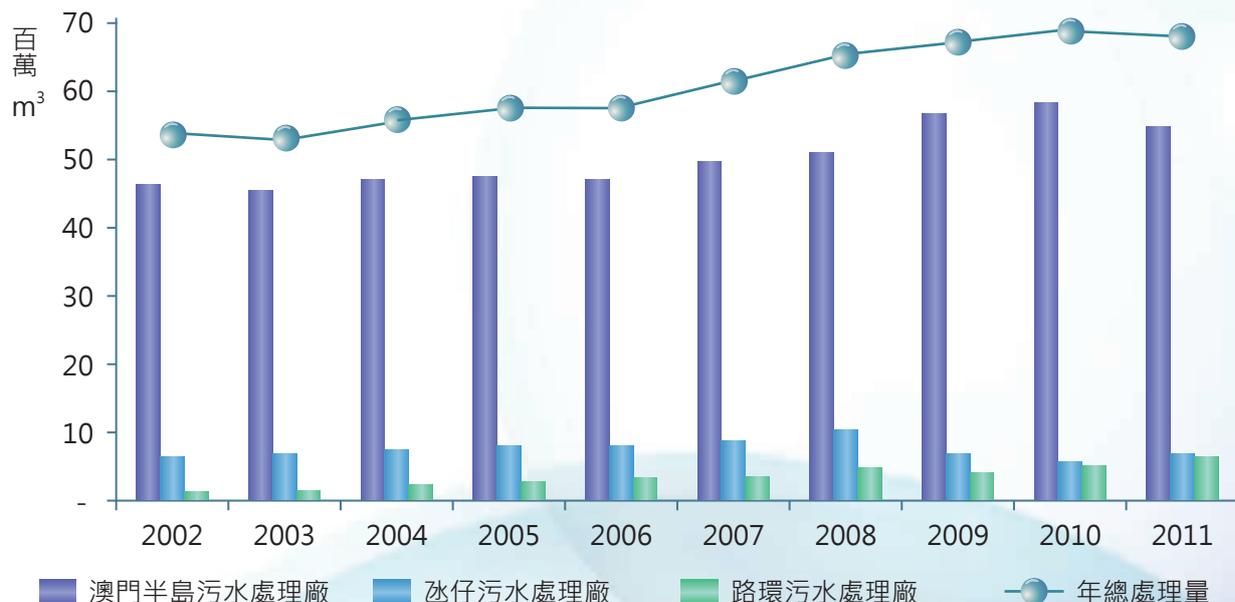
5 排水及污水處理

澳門下水道網絡系統發展歷史悠久，覆蓋率甚高，惟早期建設的部份管網採取雨污合流的模式，為污水處理和排洪工作構成一定的影響。特區政府向來積極完善下水道網絡的建設，持續對舊有渠網進行更新，在增加本澳生活污水的收集率的同時亦強化了暴雨期間的排洪能力。其中，特區政府於 2011 年在高士德大馬路等地區進行了下水道重整工程，將處於該路段的合流渠更換為雨、污分流渠，加大下水道排水能力，確保該區污水得到適當的處理，同時改善區內的水浸情況。

此外，特區政府亦不斷提升和完善相關污水處理設施的水平。繼於 2011 年完成了氹仔污水處理廠尾水質量改善工程，將尾水的質量提升至符合國家標準 GB18918-2002《城鎮污水處理廠污染物排放標準》的一級 A 標準後，澳門半島污水處理廠的擴容升級工程亦將於短期內開展，預計工程完成後污水最高日處理能力將由原來的 14.4 萬 m^3 提升至 18.4 萬 m^3 ，尾水質量符合國家城鎮污水處理排放之一級 B 標準，同時會優先改善臭氣處理系統以及停用廠房現有的污泥焚化爐，把污泥改送至垃圾焚化中心處理，以減輕周邊地區的環境壓力。

本澳目前共有五座污水處理設施，合共總處理能力最高可達 36 萬 m³/日。隨著經濟發展、旅客量以及人口增長，澳門的污水處理量一直呈穩態增長。2011 年全澳年污水處理量達 6,773.9 萬 m³。其中，以澳門半島大部份地區為服務範圍的澳門半島污水處理廠是本澳污水處理的主力設施，2011 年共處理了本澳 80% 的污水，與 2010 年相若。

圖 10 2002-2011 年澳門年總污水處理量



2011 年各污水處理設施的全年總處理量

污水處理設施	全年總處理量 (萬 m ³)
澳門半島污水處理廠	5,428.8
氹仔污水處理廠	673.1
路環污水處理廠	636.5
跨境工業區污水處理站	35.5
合計	6,773.9

資料來源：環境保護局，2012 年。

註 2：由於經國際機場污水處理站作初步處理後的出水會流入氹仔污水處理廠作進一步處理，故全年總處理量並不包括國際機場污水處理站的污水處理量。

註 3：由於國際機場污水處理站及跨境工業區污水處理站分別於 2005 年及 2009 年投入營運，且其設計及實際處理量較少，故在圖表中不予展示，但年總污水處理量包括了除國際機場污水處理站以外的全部污水處理設施的總處理量。

針對水污染防治的問題，環境保護局於 2010 年已在《澳門環境保護概念性規劃構想 (2010-2020)》中擬訂了多項行動構想，在結合首階段徵集公眾意見以及第二階段“澳門環境保護總體規劃及專項規劃項目”研究工作的基礎上，環境保護局將相關的行動構想進一步優化及深化，並於 2011 年在《澳門環境保護規劃 (2010-2020)》諮詢文本中提出了實施鴨涌河污染綜合整治、開展沿岸水污染模擬研究以及推動沿岸水體污染防治和生態系統保護工程等短、中和長期對沿岸水體水質保護的工作建議。相關的諮詢工作已於 2011 年底完成，特區政府將會結合社會各界的意見，為澳門未來 10 年的環境保護工作制定務實可行的規劃綱領。



6 再生水開發

城市污水經過污水處理設施的處理，水質已達一定的標準，倘若能在此基礎上作深度處理並加以利用，替代日常生活中用於非飲用用途的部份自來水，無疑將有助提高水資源的利用效率，減低對原水及自來水的需求。據統計，城市用水中用於直接飲用的一般只有 30-40%，其餘的 60-70% 均用於非飲用水用途。再生水資源的妥善利用有助緩解本澳對原水的依賴，有效抑制原水需求增長勢頭，並具有良好的環保效益。

在地球的水體總量中，淡水資源僅佔 2.5%。長時間以來，人類之所以能夠享有潔淨的水源，是由於地球具有天然的水循環系統及水淨化功能，使得水資源能夠再生利用。而城市排放水的回收重用是建基於同樣的水循環思維，透過先進的處理技術（包括濾料過濾、微濾、納濾、反滲透等）去除廢水中的污染物，以人工的方式替代大自然的淨化功能，一方面可迅速獲得可重用的水資源，另一方面可減輕大自然的負擔。事實上，地球的水循環系統在人類用水需求不斷增長的情況下已超出負荷。

再生水是指城市排放水經過深度處理後，達到規定的水質安全標準的可回用水。根據《澳門節水規劃大綱》的內容，開發利用再生水資源是澳門未來緩解水資源緊缺的主要方式之一。為此，推動構建節水型社會工作小組經已委託顧問公司從技術、社會及財務角度綜合分析及評估再生水資源開發利用在本澳未來十年的發展模式及規模，在結合相關研究結果及社會的初步意見後，推動構建節水型社會工作小組將展開《澳門再生水發展總體規劃》的公眾諮詢，期望徵集社會大眾及業界的意見，從而制定澳門未來十年再生水應用發展的整體路向。

此外，為借鑒外地成功的再生水應用經驗理順本澳再生水的發展進程，推動構建節水型社會工作小組於2011年前往新加坡出席「新加坡國際水資源周」活動，並藉此加強與外地在水資源管理方面的溝通合作。代表團成員針對本澳石排灣新社區、橫琴島澳門大學校區未來作為再生水利用之試點區域以及路環再生水廠在籌建過程中與再生水相關的問題，包括雙管道系統建設及維護、再生水推廣及水質管理等，與新加坡及來自世界各地的專家們交換意見和分享經驗。



作為本澳再生水開發利用的試點區域，在建中的橫琴島澳門大學校區及石排灣公共房屋已率先參照工作小組擬定的《再生水利用參考標準》興建再生水及自來水並存的雙管道系統，工作小組亦正積極為未來再生水供應展開相應的籌備工作，以及配合環境保護局密切跟進籌建再生水廠。至 2011 年底，路環再生水廠選址研究及生產工藝的初步設計已基本完成。按照目前的工作進度，預期再生水廠能夠於 2015 年投入生產。



再生水管外觀為紫色，方便與其他管道區分。



再生水是城市排放水經過深度處理後，達到規定的水質安全標準的可回用水。

再生水資源的妥善利用有助緩解本澳對原水的依賴，並具有良好的環保效益。

推動構建節水型社會工作小組將展開《澳門再生水發展總體規劃》的公眾諮詢，期望徵集社會大眾及業界的意見，制定澳門未來十年再生水應用發展的整體路向。





7 水質問題及供水安全

水質問題

鹹潮

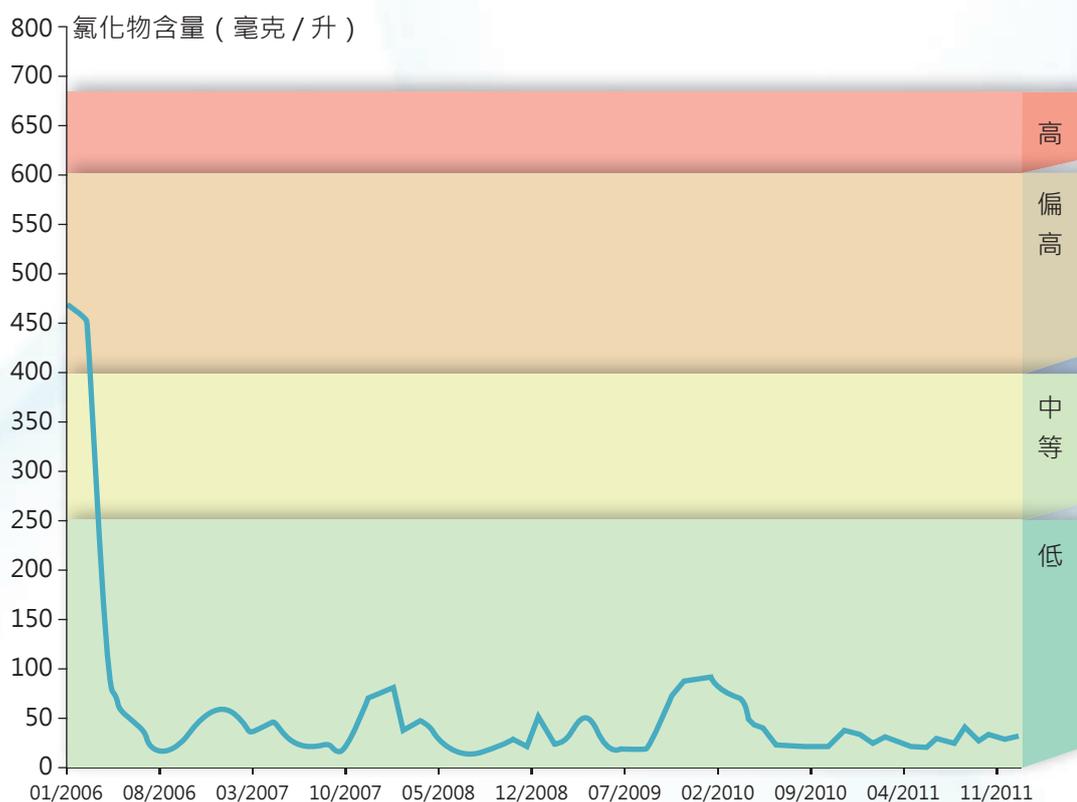
鹹潮的主要成因是淡水河流量不足造成海水倒灌，導致河口附近河道水體變鹹⁴。珠江流域的鹹潮一般約於每年的九月來襲，翌年三月結束。然而，受近年氣候變化影響，鹹潮上溯時間有提早的跡象，如 2011 年珠澳供水自 7 月起已開始遭受鹹潮的影響，是自 2004 年有記錄以來鹹潮上溯最早時間。

註 4：偶爾低劑量飲用氯化物含量超標的食水，並不會對健康構成嚴重影響，但長期飲用可能導致患有高血壓、心臟病及腎病等慢性病的病患者病情惡化，增加他們患失明、腦卒中、心臟衰竭及腎臟衰竭等病的風險；特別是會對嬰幼兒的健康構成不良影響；同時，鹹度增加亦會令對水質有特別要求之人士產生精神方面的困擾。

去冬今春，珠澳兩地經歷了自有監測紀錄以來最嚴重的鹹潮威脅。這是由於 2011 年珠江流域汛期降雨量嚴重偏少，貴州、廣西等西南省份地區出現不同程度的乾旱，8 月份西江梧州站平均流量較歷年同期偏少八成，是 1956 年以來同期最低記錄；加上受東北季風影響，加劇海水侵襲河道淡水，造成珠海取水口於 12 月份一度連續 20 天無法取水，情況嚴峻。

幸好於 2011 年 4 月投入運作的竹銀水源工程發揮關鍵的蓄淡及補淡作用。在 2011 年 10 月颱風“納沙”及“尼格”帶來大量雨水期間，竹銀水庫成功試蓄水至 40 米，蓄水 2,700 萬 m³，較原計劃超出四成，南北庫群亦基本補滿。竹銀水庫超預期蓄水，加上中央政府高度重視，珠江防汛抗旱總指揮部在克服重重困難後於 2011 年 12 月 17 日起實施第 8 次珠江枯水期水量調度，特區政府成功在去冬今春鹹潮期間將自來水的鹹度控制在 20 至 63 度，屬綠色低鹹度級別。圖 11 反映了本澳 2006 年至 2011 年所錄得的自來水廠出廠水鹹度。

圖 11 2006-2011 年自來水廠出廠水鹹度



為幫助居民應對鹹潮，「鹹潮應變措施小組」於 2006 年制定了自來水鹹度分級制，衛生局亦根據各個鹹度級別的水質情況制定了健康指引以及稀釋建議（詳見表 2）。在鹹潮侵襲期間，工作小組會透過電子傳媒、互聯網等大眾媒體發佈自來水鹹度訊息，讓居民適時掌握自來水鹹度以作好準備。2011 年，隨著鹹潮來襲，工作小組於 12 月 6 日起透過大眾媒體向社會公佈每日的自來水鹹度訊息，並將相關的鹹潮訊息上載至政府入口網站、新聞局及推動構建節水型社會工作小組等多個政府網頁。至 2012 年 2 月中旬，考慮到珠海各泵站抽淡補庫成效理想以及汛期將至，竹銀水庫及珠海南系統水庫群的庫容合共約 3,000 萬 m³，鹹潮威脅基本解除，工作小組停止透過電子媒體發放鹹度資訊，但市民仍可於隨時於民政總署化驗所網頁及推動構建節水型社會工作小組網頁查看鹹度資訊。

過往每當鹹潮形勢嚴峻，特區政府均會分階段啟動一系列的鹹潮應變措施，如透過社會工作局向弱勢家庭及受資助的社會服務機構發放購買瓶裝水津貼，以及透過民間社團或機構派發瓶裝水予有需要之人士等，以紓緩鹹潮對市民，尤其是長者、病患者及兒童等弱勢社群的影響。

表 2 自來水鹹度分級制

自來水鹹度分級制			
鹹度級別 (毫克/升)	水質概況 / 情況	健康指引及建議 *	稀釋建議 *
低 10-250	水質符合世界衛生組織飲用水建議標準。	· 沒有任何特別指引。	沒有任何特別建議。
中等 251-400	除氯化物及鈉離子外，一般參數均符合標準。	· 患有高血壓、心臟病及腎病等慢性病人，嬰幼兒以及在健康飲食上有特殊需要的人才，除應繼續保持“低鹽飲食”習慣外，亦建議諮詢主診醫生或家庭醫生建議，以及參考衛生局相關指引。	
偏高 401-600	除氯化物，鈉離子及鉀離子外，一般參數均符合標準。	· 除注意中等級別的健康指引外，個人宜考慮按比例以純淨水或蒸餾水稀釋自來水飲用。	
高 >600	除氯化物、鈉離子、鉀離子及鎂離子外，一般參數均符合標準。	· 除注意中等級別的健康指引外，個人應考慮增加比例以純淨水或蒸餾水稀釋自來水飲用。	
* 有關建議僅供參考，實際稀釋比例仍應視乎個人需要而調整。			

藍藻水華

藻類生物，在溫度、陽光、營養物質的影響下會在水面形成藍綠色浮沫或浮游積集，會引起水質惡化、氣味及外觀上的問題，嚴重時耗盡水中氧氣而造成魚類死亡。由於極端天氣、珠江上游水源污染以及其他因素的影響，近年大水塘水庫偶爾會受到藻類生物的影響。儘管如此，本澳所採取的先進水處理技術仍可去除有關的物質，自來水水質一直達到歐盟標準，特區政府亦定期針對藻類相關指標進行監測，居民可以放心飲用安全的食水。



氣浮工藝[^]

[^]氣浮池優越的地方在於其除藻類方面的效果相當好。氣浮池內會釋放出數以百萬計的氣泡，帶著水中的懸浮物浮上水面，然後被隔離。



竹銀水源工程於 2011 年 4 月竣工

供水安全的保障

為保障澳門長遠的供水安全，澳門特區政府與廣東省水利部門、珠江水利委員會及其他相關單位貫徹共同建設，共同維護和共同分享的方針，透過採取必要的工程措施克服鹹潮威脅及抑制鹹潮上溯，為保障澳門及下游區域的供水安全作好部署。2011 年 4 月，對調鹹蓄淡、保障水質和提升供水突發事件中應急能力等方面具有重要積極作用的竹銀水源工程正式投入運作，並立即在去冬今春嚴峻的鹹潮期間發揮了重要的蓄淡及補淡作用。該工程總庫容量為 4,333 萬 m³，設計供水保證率達 97%，完全蓄水後可為珠澳兩地供水系統新增 4,011 萬 m³ 的調節庫容，將珠海總庫容大幅提升 65%，預計其蓄水能力足夠保障珠澳供水安全至 2020 年。

由於竹銀水庫需要分階段蓄水，預計蓄水至滿庫需要二至三年時間。屆時，竹銀水庫連同珠海南系統及本地水庫，共可為澳門提供約 100 天的供水保障。即使遭遇鹹潮形勢嚴峻或其他原因導致僅能依靠庫存量滿足用水需求，本澳的供水安全仍能得到有效的保障。

表 3 各水準年需水情況下蓄水工程對澳門正常供水的保障

蓄水工程	有效蓄水量 (萬 m ³)	供澳門蓄水量 (萬 m ³)	保障澳門正常供水日數 (日)			
			2011 年	2015 年	2020 年	2025 年
澳門各水庫	190	190	9	7	6	5
珠海南系統	348	348	16	13	12	10
竹銀水庫	4011	1605	-	62	54	47
總計	4549	2143	25	82	72	62

註：按照汛期末水庫蓄滿，鹹潮期不進行補充計算。

居住人口的增加及城區的發展是影響地區整體用水量的重要因素。隨著澳氹新城區填海計劃的逐步實施和橫琴澳門大學新校區的啟用，本澳的用水量無疑將隨供水範圍的擴大進一步上升。面對可預期的用水量增加，特區政府多管齊下保障本澳的供水安全。一方面，特區政府會繼續與國家水利部珠江水利委員會、廣東省水利廳及珠海市海洋農漁和水務局等部門保持緊密聯繫，積極推進由國務院批覆的「保障珠海澳門供水安全規劃」中的短中長期措施。其中，短期的水量調度措施及中期的竹銀水源工程項目，目前已取得一定成效，本澳未來數年的供水安全已基本得到保障；另一方面，工作小組會朝著《澳門節水規劃大綱》訂定的節水目標，按部就班積極推進各項節流措施，致力將澳門構建成節水型城市。

儘管現時三條珠海供澳原水管道的輸水能力可確保本澳用水至 2020 年，但由於三條管道均是從澳門北端進入本澳，然後將原水往南輸送，這樣的管線佈局模式的抗風險能力欠佳。故此，推動構建節水型社會工作小組現正按《粵澳合作框架協議》的內容，積極與廣東省水利部門共同探討增建一條供澳輸水管線從不同方向進入澳門半島或直接進入路氹城區的可行性。

另一方面，為使澳門的鹹潮問題能夠得到長遠的解決，澳門特區政府以財政支援的方式，援建廣西大藤峽水利樞紐工程。該項工程與流域其他骨幹水庫的聯合調度，可有效調控西江枯水期徑流，保證河道生態環境流量，抑制鹹潮上溯，保障澳門和珠江三角洲供水安全。目前該項工程已獲國家發展和改革委員會正式批覆立項興建，工程工期預計為 9 年，若成功爭取於 2012 年動工，樞紐工程將於 2020 年完成。項目建成後，將可從根本上解決鹹潮對澳門、珠海的威脅。

此外，為及時控制和應急處理澳門供水安全突發事件，最大程度地減少供水安全突發事件可能造成的損失，以及全面加強澳門各公共部門和境內外相關單位應對供水安全突發事件的聯動應急反應能力，港務局於 2011 年編制成《澳門供水安全應急預案》。預案將澳門供水安全突發事件按性質、嚴重性、影響範圍等分為三類四級，即鹹潮侵襲、工程事故以及水污染三類影響供水安全的事件，以及事件由重至輕分為 I、II、III、IV 四級。應急組織體系會按事件的級數啟動預警，聯合採取各項應急處置措施，並即時向社會發報相關訊息，提高居民的警覺性及呼籲採取適當的應對措施。預案同時涵蓋了與珠江水利委員會、廣東省水利廳等內地相關水利單位的應急通訊機制，以便跨境供水安全突發事件一旦發生時相關單位能即時通報及聯合應對。

粵澳雙方於 2011 年 10 月聯合進行了“粵澳供水應急演練”，以提高粵澳兩地聯動應對供水安全突發事件的能力。演練模擬在對澳供水的竹仙洞水庫發生突發污染事件，雙方各自在不同的區域進行聯合行動，展開應對措施，並在過程中保持緊密聯繫，互相通報各項應急措施的進度。聯合演練有效地達到了加強保障供水安全的預期成效，對演練各個環節的檢討亦並有助進一步完善《澳門供水安全應急預案》。



8 節水規劃及措施

雨水集約利用

拓展雨水利用，是 2010 年出台的《澳門節水規劃大綱》的八大開源節流方針之一。為實現相應的目標，民政總署近年不斷擴展松山集雨面積，同時積極開發利用石排灣的山體雨水，並直接用作綠化用途。考慮到特區政府在新發展區的規劃將逐步落實，有關方面的城市綠化用水量勢必增加，工作小組致力倡議在新發展區採用“雨水收集，就地使用”的水資源利用策略，以充分利用雨水資源。

由於九澳水庫長時間以來沒有經過滿庫容蓄水考驗，在開發利用其蓄水功能前，需進行全面的安全評估。國家水利部珠江水利委員會珠江水利科學研究院在推動構建節水型社會工作小組的委託下完成了對九澳水庫擴容及加固工程可行性研究，研究結果顯示了工程在技術上的可行性，適宜將其改造為保障澳門供水的備用水庫。工作小組現正聯合相關部門積極籌備相關工程的前期工作。預計九澳水庫修復及擴容後，可為本澳增加 78.8 萬 m³ 庫容，相當於現時大水塘約四成庫容。

普及節水器具

為推動節水器具在本澳的普及使用，工作小組近年透過社區宣傳活動向居民推廣節水器具，以及聯同其他公共部門共同為其轄下設施及建築物換裝節水淋浴花灑及節水水嘴等，各項節水器具推廣計劃合共推動全澳安裝節水器具約 6 萬個，節水總量估計達每年 50 萬 m³。此外，特區政府於 2011 年設立《環保與節能基金》，並推出《環保、節能產品和設備資助計劃》，資助商業企業及社團購買節水或節能產品和設備，推動企業及組織單位在日常運作中實踐各種環保及節水行為。



小組透過社區活動鼓勵使用節水器具

就節水龍頭、節水花灑、節水坐便器等的技术要求，推動構建節水型社會工作小組已擬定了「常用節水器具的技术要求」的指引性文件，並已應用於運輸工務司轄下部門的公共工程。目前工作小組亦正在探討認可鄰近地區節水標籤的可行性，以便居民能夠更輕易識別節水性能優越的產品，務求進一步推進節水社區的建設。

透過節水器具的普及、雨水收集及再生水利用等各項開源節流措施，預計本澳到 2015 年可減少國內原水取水量 853 萬 m^3 ，節水率為 9.0%，相當於 2011 年國內原水取水總量的 11%；到 2020 年，可減少國內原水取水量 1,572 萬 m^3 ，節水率為 14.4%；到 2025 年，預計國內原水取水量可減少 2,270 萬 m^3 ，節水率為 18.4%。工作小組會積極爭取落實《澳門節水規劃大綱》所訂定的節水目標。



工作小組向居民介紹節水器具的效用

節水宣傳推廣

為響應 2012 年 3 月 22 日的第二十屆「世界水日」⁴，推動構建節水型社會工作小組配合該屆主題——「供水安全與食物安全」舉辦了一系列的活動，旨在帶出供水安全與人類生活息息相關，世界各地的政府、企業、社群和個人均須重視地區供水事務，從質和量兩個方面保障供水安全，並透過節約和珍惜水資源，為環境和社會的可持續發展貢獻力量。

此外，推動構建節水型社會工作小組於 2011 年繼續舉辦「社區節水巡禮」，在活動現場安排專人和宣傳短片示範節水器具的安裝方法及展示節水效能，向市民解釋節水器具正確的安裝方法，並同場展出水資源現況及節水方法等展板，鼓勵市民使用節水器具。

事實上，節約用水除有利於環境保護，有助促進水資源的可持續發展外，更可獲得經濟上的效益。推動構建節水型社會工作小組於 2011 年 9 月至 2012 年 4 月第三度推出「全城節水回贈計劃」，希望透過經濟誘因鼓勵社會各界節約用水，並在日常生活中貫徹執行。所有達標用戶在是次計劃中獲得的水費回贈總金額逾 340 萬元，共超過 32,000 個住宅及商業用戶成功達到節水目標，總節水量超過 120 萬 m³，相等於全澳 6 天的總用水量，較去年上升約 8%。其中，酒店業等特種用水戶的節水量約佔當中的四分之一，可見工作小組推出的酒店節水計劃和節水回贈計劃獲得本澳的酒店業界大力支持及響應。



居民駐足觀看有關節約用水的宣傳短片

⁴ 聯合國於 1993 年的環境與發展會議中，將每年的 3 月 22 日訂為「世界水日」，目的在於推動世界各地對水資源進行綜合性規劃管理，加強對水資源保護，開展廣泛的宣傳以提高公眾對保護水資源的認識。

酒店節水計劃

為配合國家的節能減排規劃方針，澳門作為世界旅遊休閒中心，本澳各行各業也逐步發展為環保型企業。旅遊博彩業作為本澳的龍頭產業，每年接待超過二千萬名旅客，在本澳整體用水量中佔有一定的比重。

為促使本澳的酒店業界共同響應節水行動，推動構建節水型社會工作小組於 2011 年 8 月和 2012 年 3 月分別開展了第一和第二階段的「酒店節水計劃」，邀請本澳的酒店業界參與，共同致力推動本澳的節水工作。「酒店節水計劃」現時得到 29 間酒店的積極支持和響應，佔全澳酒店總數約五成，其用水量約佔全澳酒店用水總量的九成。

工作小組在本澳酒店業界持續地推廣各種開源節流措施，以提高酒店業的用水效益。現時各酒店的開源節流措施已取得初步成效。計劃推行期間工作小組與各酒店保持溝通和交流，透過現場視察了解酒店目前採取的開源節流措施以及未來進一步的節水規劃；工作小組並於 2012 年 3 月舉辦了“酒店節水分享會”，廣邀本澳的酒店業界及其它相關行業，例如建築業界、機電業界和環保業界參與，互相分享在節水方面的措施和經驗，集思廣益推動酒店業界採用更多適合自身的軟硬件節水措施。



小組提供平台予酒店業界分享節水經驗和成效



工作小組致送嘉許狀予參與“酒店節水計劃”的酒店

目前本澳多間酒店相繼採取了多種開源節流措施，在硬件方面，包括在客房安裝節水花灑和節水龍頭等器具、在洗手間的龍頭加裝限流器，安裝自動感應的洗手和沖廁系統、泳池水循環再用或作為沖廁用水、在冷卻水塔安裝變速器以減少水量流失、雨水及污水的收集、處理和循環系統、自動園林灌溉系統等。

節水管理措施包括透過節水宣傳教育工作，為員工舉辦節水講座或比賽，鼓勵節水的積極性、在客房設置提示呼籲顧客節水、安裝多個分錶監控不同設施區域的用水量、對水管及設施作良好的定期保修、研究和制定酒店未來的節水規劃等。

工作小組未來計劃邀請更多本澳的酒店參與「酒店節水計劃」，務求在本澳的酒店業界普及各項節水措施，共同努力抑制酒店業用水增長速度。為本澳的環境保護和水資源節約工作作出貢獻，達至澳門旅遊業乃至整體社會和經濟的可持續發展。



9 結論及展望

推動構建節水型社會工作小組自 2008 年成立以來，所推行的節水工作得到廣大居民及社會各界大力支持，居民用水量連續兩年出現負增長，反映居民的節水意識有所提高。然而，本澳近年經濟增長迅速，造成了商業用水與其他範疇用水的不均衡發展。工作小組將會積極調配資源，加大商業用水方面的節水推廣及配套工作，持續提升商業範疇的用水效率。事實上，工作小組已先後推出了第一和第二階段的“酒店節水計劃”，未來將繼續擴大計劃的覆蓋範圍，進一步提高酒店業的用水效益。

在水資源的開發利用上，特區政府與廣東省政府向來有著緊密的聯繫，兩地水環境管理和污染防治的效益最大化需要透過粵澳間緊密的區域合作來實現。國家在「十二五」規劃中以專章闡述澳門未來的發展，重點強調深化粵澳合作。《粵澳合作框架協議》作為推進粵澳更緊密合作的綱領文件，給予粵澳兩地水資源管理工作很大的支持。儘管竹銀水源工程經已竣工並進入試蓄水階段，但隨著特區未來各項大型規劃逐步實施和橫琴澳門大學新校區的啟用，本澳未來的水資源管理仍然充滿挑戰。本澳未來會積極按照《粵澳合作框架協議》的內容，與廣東省政府探索珠澳供水與珠海、中山、江門城市供水水源一體化銜接，並會探討增加蓄水庫容及提高對澳供水能力的可行性。此外，工作小組會繼續優化及完善《澳門供水安全應急預案》，持續深化粵澳兩地在供水突發事件中的聯動應對能力，進一步提升供水安全。

面對可預期的需水量增加，工作小組除了繼續與內地相關水利單位共同採取必要的工程措施加強保障珠澳供水安全外，現正與相關部門合作，從規劃佈局、硬件設施、生產工藝、法律法規等方面多線程推進再生水應用的前期籌備工作，期望藉由再生水的開發利用盡量減輕在原水需求方面產生的壓力。工作小組期望能透過即將開展的公眾諮詢廣泛徵集社會各界的意見，與社會共同確定澳門未來十年的再生水發展路向，攜手將澳門的節水型社會建設推進新的台階。

聯合國水資源組織指出，水資源蘊含著跨越社會、經濟及環境方面的價值。水資源水環境承載能力與社會、經濟發展息息相關，持續推進節水型社會建設，促進水資源可持續利用，是保障社會、經濟平穩發展的關鍵要素之一。誠然，節水型社會建設以及保障供水安全，必須依靠社會各界的團結合作、群策群力，才能事半功倍。推動構建節水型社會工作小組期望社會各界能夠繼續持之以恆節約用水，繼續共同為應對鹹潮、保障澳門供水安全、構建節水型社會作出貢獻。



10 附錄



混凝

明礬淨水的效能早於幾千年前發現，原理是礬類溶解於水中會產生帶正電荷的氫氧化鋁或氫氧化鐵膠體，與水中帶負電荷的細小泥粒互相吸引，接觸凝聚後形成較大的顆粒（俗稱礬花）而沉降，從而達到「泥、水分離」的淨水效果。

隨著水處理技術的發展，現時食水處理廠一般會加入混凝劑及助凝劑，以使礬花結得更大，沉凝效果更好。此外，為了去除水中的異味，還會使用活性炭。





沉澱

原水經加入混凝劑和助凝劑後，達到淨水效果的同時亦產生了礬花。故此，原水經混凝後會進入沉澱池，以讓具有一定重量的礬花沉澱至池底，從而達到「泥、水分離」。

氣浮

氣浮與沉澱的目的相同，都是要去除水中的顆粒雜質。氣浮的優點在於能夠去除水中密度較低、不易沉澱的雜質，如腐植質及藻類。氣浮工藝會在池底釋放數以百萬計的氣泡，氣泡上浮時能收集低密度顆粒雜質，形成泡沫浮上水面，從而達到「泥、水分離」的效果。



過濾

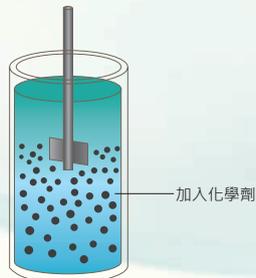
為進一步提高水質，經沉澱或氣浮處理的原水還須透過過濾的方法去除水中細小的雜質顆粒和細菌等，這就是沙濾池的作用。而當濾池使用一段時間後，濾層會開始阻塞，此時需經反沖洗程序，以清除聚積於沙濾床內之雜物。

消毒

為確保飲用水的衛生安全，保障居民的健康，經過濾處理後的清水會被送進清水池進行氯氣消毒，加氯後的清水會在清水池內停留約半小時消毒殺菌，水質經檢測符合標準才會輸送至用戶。

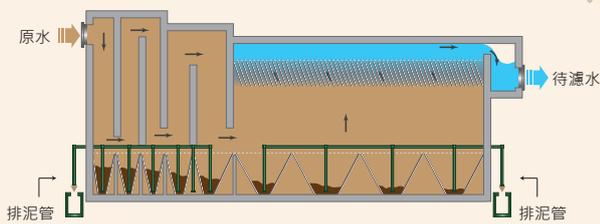


(1) 青洲水廠 13.5 萬 m³ 水處理工藝



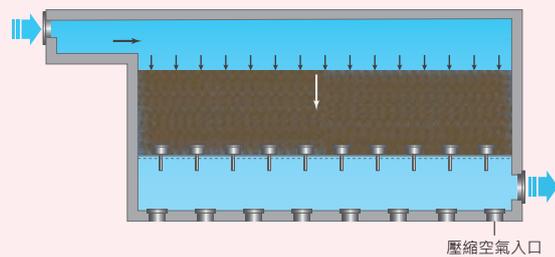
1 混合混凝

原水首先輸送至攪拌池，加入混凝劑、助凝劑及活性炭等化學劑。經攪拌，令水中的懸浮粒子凝聚、變大，並同時吸收異味。



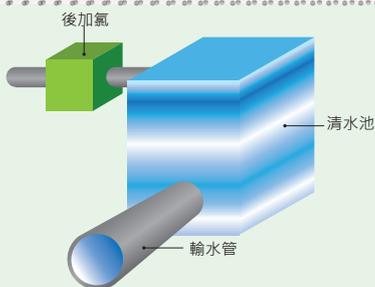
2 斜管沉澱池

經過混凝的原水被逐步送到沉澱池，原水在這裏的流速非常慢，一般為 8-10 米 / 小時，以便原水中的懸浮物慢慢下沉到沉澱池底部的集泥漏斗。



3 V 型濾池

原水經沉澱處理後進入 V 型濾池，原水在此階段中會通過由幼沙組成的沙濾層，用以過濾原水中帶有的細小微粒、大部份的病原體及病毒。原水經此過濾工序後成為清水。

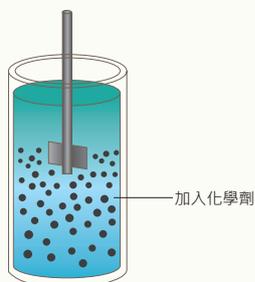


4 氯氣消毒

然後清水會被送進清水池進行氯氣消毒，加氯後的清水會在清水池內停留約半小時消毒殺菌，水質經檢測符合標準才會輸送至各用戶。

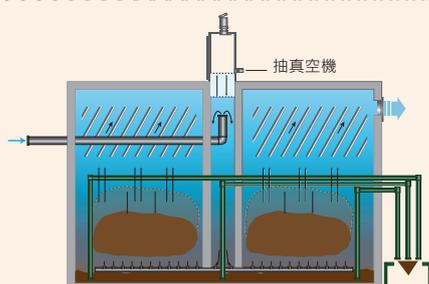
青洲水廠內設有兩條生產線，其中一條建成於 1987 年，生產能力為 13.5 萬 m³/日。青洲水廠內的 V 型濾池，是內地及鄰近地區中率先採用此技術的水廠。V 型濾池的特點是採用均質濾料，氣、水同時反沖洗和程式自動控制，其在澳門的應用非常成功，很快引起內地及鄰近地區業界的注意。V 型濾池的沙濾層由均質幼沙作為濾料組成，用以過濾原水中帶有的細小微粒，進一步降低原水的濁度。此外，沙濾層亦能過濾原水中大部份的病原體及病毒。目前澳門使用的 V 型濾池，可在水流速度達 16 米 / 小時的情況下仍可將出水濁度維持在 0.1NTU 以下，相對地，國內則一般採用 8 至 10 米 / 小時的濾速，意味著本澳相關技術的產水效率較高。本澳在過濾速度、自動控制應用方面仍處於世界領先水平。

(2) 青洲水廠 4.5 萬 m³ 水處理工藝



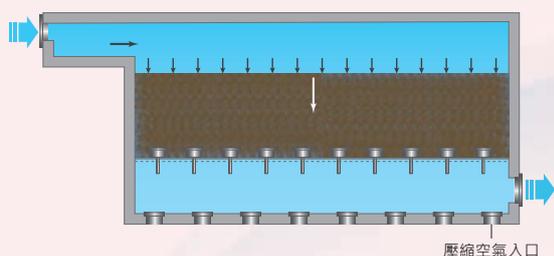
1 混合混凝

原水首先輸送至攪拌池，加入混凝劑、助凝劑及活性炭等化學劑。經攪拌，令水中的懸浮粒子凝聚、變大，並同時吸收異味。



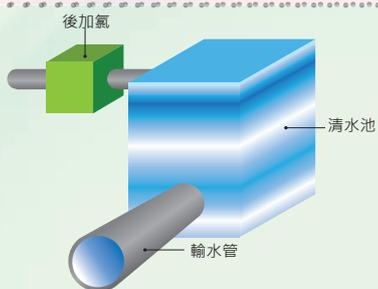
2 脈衝澄清池

原水經混凝後直接進入脈衝澄清池，在脈衝作用下，澄清池中的泥層反覆膨脹及收縮，泥層收縮時在一邊排出清水，在另一邊排出在原水中過濾出的污泥，達至「泥水分離」。



3 V 型濾池

原水經澄清處理後進入 V 型濾池，原水在此階段中會通過由幼沙組成的沙濾層，用以過濾原水中帶有的細小微粒、大部份的病原體及病毒，原水經此過濾工序後成為清水。

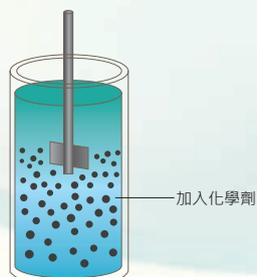


4 氯氣消毒

經過濾處理後的清水會被送進清水池進行氯氣消毒，加氯後的清水會在清水池內停留約半小時消毒殺菌，水質經檢測符合標準才會輸送至各用戶。

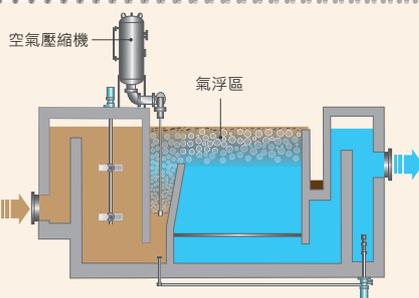
青洲水廠 4.5 萬 m³ 供水生產線採用的脈衝斜管澄清池，非但生產效率高，而且故障率低，應用至今超過 20 年，甚少出現故障或事故，非常安全可靠。脈衝斜管澄清池節省了常規的斜管沉澱池中的獨立絮凝區設置，使工序更為緊湊，具有較高的產水效率。其次，在相同水質條件下，脈衝斜管澄清池的用藥量比常規的斜管沉澱池要節省，但出水水質卻較斜管沉澱池優。此外，脈衝斜管澄清池的佔地面積比常規的斜管沉澱池少約三分之一，特別適合土地供應緊張的澳門使用。

(3) 路環水廠水處理工藝



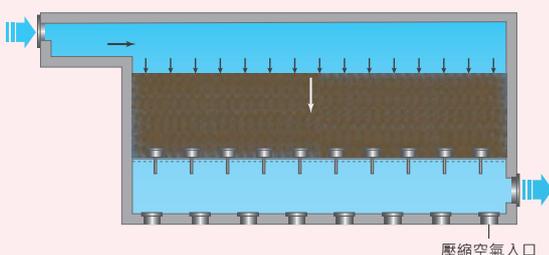
1 混合混凝

原水首先輸送至攪拌池，加入混凝劑、助凝劑及活性碳等化學劑。經攪拌，令水中的懸浮粒子凝聚、變大，並同時吸收異味。



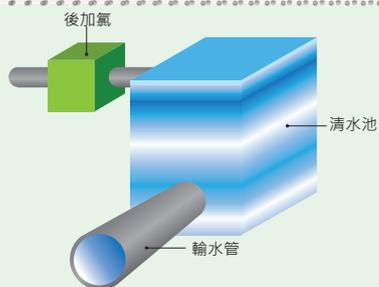
2 氣浮池

之後原水被逐步送進氣浮池，池內釋放出數以百萬計的氣泡，帶著水中的懸浮物浮上水面，然後被隔離。



3 V 型濾池

原水經氣浮處理後進入 V 型濾池，原水在此階段中會通過由幼沙組成的沙濾層，用以過濾原水中帶有的細小微粒、大部份的病原體及病毒。原水經此過濾工序後成為清水。

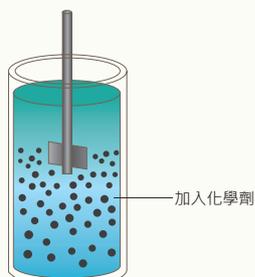


4 氯氣消毒

清水之後會被送進清水池進行氯氣消毒，加氯後的清水會在清水池內停留約半小時消毒殺菌，水質經檢測符合標準才會輸送至各用戶。

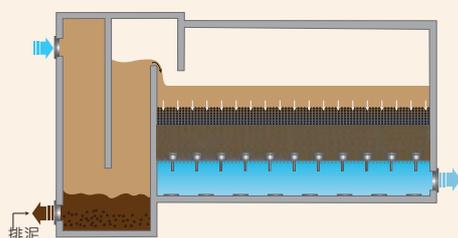
氣浮池優越的地方在於其除藻類方面的效果相當好，十分適合用於處理石排灣水庫裏藻類含量較高的水庫水，故路環水廠於 2006 年引入氣浮工藝。近年來，大水塘水庫的藻類逐漸增多，甚至竹仙洞水庫的藻類也有逐年增加的趨勢。由於大水塘水廠二期經常使用大水塘的水，都採用了氣浮池的水處理工藝。

(4) 大水塘一期水處理工藝



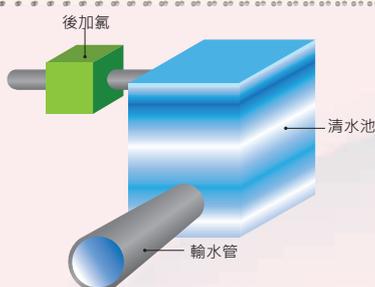
1 混合混凝

原水首先輸送至攪拌池，加入混凝劑、助凝劑及活性炭等化學劑。經攪拌，令水中的懸浮粒子凝聚、變大，並同時吸收異味。



2 雙層濾料濾池

原水經混凝後進入雙層濾料濾池，先通過由煤粒組成的過濾層，再通過由幼沙組成的過濾層，經過兩層過濾，原水中大大小小的懸浮物及雜質、病原體及病毒均能有效被過濾。

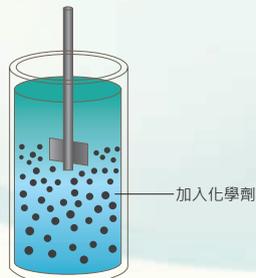


3 氯氣消毒

經過濾處理後的清水會被送進清水池進行氯氣消毒，加氯後的清水會在清水池內停留約半小時消毒殺菌，水質經檢測符合標準才會輸送至各用戶。

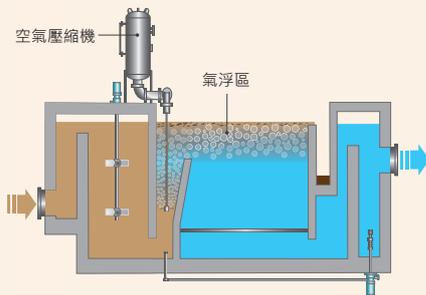
大水塘一期水廠工藝的其中一個特別之處在於其沒有沉澱池或氣浮池，減省了生產線所佔的空間。這是由於竹仙洞水庫來水濁度及大水塘水庫的雜質較少、濁度很低，很適合透過由煤粒及幼沙粒組成的雙層濾料濾池直接過濾。大水塘水廠佔地面積不到 1 萬 m^2 ，目前已在其上建成了第一期和第二期兩座水廠，生產能力各為每日 6 萬 m^3 。現時仍有空間繼續擴建，目標是總供水能力每天 18 萬 m^3 。

(5) 大水塘二期水處理工藝



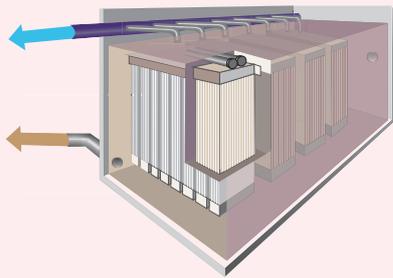
1 混合混凝

原水首先輸送至攪拌池，加入混凝劑、助凝劑及活性碳等化學劑。經攪拌，令水中的懸浮粒子凝聚、變大，並同時吸收異味。



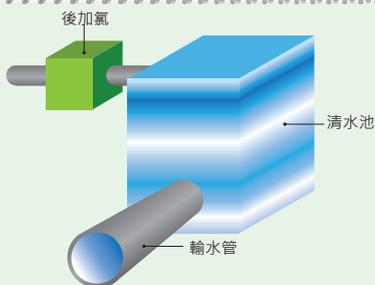
2 氣浮池

之後原水被逐步送進氣浮池，池內釋放出數以百萬計的氣泡，帶著水中的懸浮物浮上水面，然後被隔離。



3 超濾膜系統

原水經氣浮處理後進入超濾池。低真空壓力抽水機把水抽入纖維膜內，經過當中只有0.02微米的孔隙。這個物理屏障能讓潔淨的水通過，同時有效地隔離雜質，如微粒、細菌、病原體及某些病毒。



4 氯氣消毒

經超濾處理後的清水會被送進清水池進行氯氣消毒，加氯後的清水會在清水池內停留約半小時消毒殺菌，水質經檢測符合標準才會輸送至各用戶。

從 2008 年起，大水塘二期採用了先進的氣浮超濾膜濾工藝，當時是首次在澳門採用氣浮超濾組合系統的新工藝。氣浮超濾膜濾工藝代替傳統的沉澱沙濾工藝，成功實現膜濾常規化。完善的超濾膜可清除水中約 99.99% 的微生物甚至更小的細菌，包括賈氏鞭毛蟲、隱孢子蟲等對氯氣消毒有抗性的細小微生物。因此這種處理工藝的產水安全性更高，更適合飲用。

附件二：2011 年自來水水質檢測結果

(一)、2011 年供水網及食水處理廠的微生物參數

供水網 / 水廠		分析樣本數	樣本檢測合格率 (%)		
			大腸桿菌群總數 *	埃希氏大腸桿菌	腸道球菌
供水網	澳門半島	452	99.8	100.0	100.0
	氹仔島	186	99.5	100.0	100.0
	路環	133	99.2	100.0	100.0
水廠	青洲	608	99.8	100.0	100.0
	新口岸	601	99.8	100.0	100.0
	路環	188	100.0	100.0	100.0

資料來源：民政總署化驗所

* 抽取足夠之樣本作試驗其中 95% 應有上述結果

(二)、2011 年食水處理廠食水的化學質量

(包括傳入感覺器官之參數、物理 - 化學參數、關於不受歡迎物之參數、有毒物質參數)

參數	單位	青洲		新口岸		路環		最高容許 / 指導值	c
		樣本數	平均值	樣本數	平均值	樣本數	平均值		
混濁度	NTU	488	<	480	b	205	<	10	
樣本溫度	攝氏度 °C	553	23.7	560	23.4	223	22.8	25	
酸鹼值	pH	553	7.3	560	7.2	252	7.2	6.5~9.5	
氯化物	毫克 / 升 mg/l	512	27.7	528	34.1	229	34.7	250	
鋁	毫克 / 升 mg/l	96	0.077	95	0.067	90	0.067	0.2	
氨氮	毫克 / 升 mg/l	24	<	24	<	24	<	0.5	
103-105°C 烘乾不可濾殘渣	毫克 / 升 mg/l	8	<	8	<	8	<	0	
餘氯	毫克 / 升 mg/l	553	0.85	560	0.88	223	0.95	..	
鎘	毫克 / 升 mg/l	24	<	24	<	24	<	0.005	
鉻	毫克 / 升 mg/l	48	b	47	<	42	b	0.05	

資料來源：民政總署化驗所

<: 少於方法檢測限或最少檢測限；

b: 95% 數值少於方法檢測限；

c: 數據為最高指導值；

上表所列為較具代表性及公眾較為關注的參數。

附件三：圖表索引

圖 1	1991-2011 年年總降雨量.....	P.5
圖 2	澳門沿岸水質監測點地理位置.....	P.6
圖 3	2011 年澳門沿岸水質監測點評估值.....	P.7
圖 4	珠海對澳門供水系統.....	P.9
圖 5	2005-2011 年本澳管網漏損率.....	P.13
圖 6	2011 年澳門用水戶分佈.....	P.14
圖 7	2002-2011 年澳門總用水量.....	P.15
圖 8	2011 年澳門用水量分佈.....	P.16
圖 9	2002-2011 年人均用水量及萬元 GDP 用水量.....	P.17
圖 10	2002-2011 年澳門年總污水處理量.....	P.19
圖 11	2006-2011 年自來水廠出廠水鹹度.....	P.25
表 1	澳門水庫庫容.....	P.10
表 2	自來水鹹度分級制.....	P.26
表 3	各水準年需水情況下蓄水工程對澳門正常供水的保障.....	P.28



刊名

澳門水資源狀況報告 2011/2012

出版

推動構建節水型社會工作小組

版權

推動構建節水型社會工作小組

美術設計及印刷

達域廣告有限公司

印數

2000 本

ISSN

2304-5159

出版日期

二零一二年八月

澳門萬里長城港務局大樓

電話 : (853) 2855 9922

傳真 : (853) 2851 1986

電郵 : water_conservation@marine.gov.mo

網址 : <http://www.marine.gov.mo/waterconservation/>

推動構建節水型社會工作小組

地址：澳門萬里長城港務局大樓

電話：(853) 2855 9922

電郵：water_conservation@marine.gov.mo

網址：<http://www.marine.gov.mo/waterconservation/>

ISSN 2304-5159



9 772304 515009

