

2013/2014 澳門水資源 狀況報告



澳門特別行政區政府
海事及水務局
DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS DE
ASSUNTOS MARÍTIMOS E DE ÁGUA
DO GOVERNO DA RAEM

目錄

一 序言	2
二 統計數字	4
三 水資源環境	6
四 用水結構	14
專題：綜合規劃供水系統 長遠鞏固供水安全	24
五 水質及供水安全	28
專題：多方監察原水水質 保障本澳用水質量	32
六 再生水開發	38
七 節水措施	44
八 結論及展望	52
九 附錄	54

1

序言



經深入研究並進行廣泛諮詢，《澳門再生水發展規劃(2013-2022)》於2013年12月正式出台。《規劃》文本充分結合研究報告的內容以及公眾的意見，提出了形成新水源結構、邁進水資源循環利用新時代的願景，並在再生水的用途、收費、拓展模式及管理體系等方面建立起框架，為再生水的開發利用奠下了堅實的基礎。

除了積極開拓水源外，特區政府在節流工作上同樣不遺餘力。其中，特區政府於2011年實施新自來水價格機制，獲得廣大用戶的認同和支持。

面臨著世界性的水資源危機，實施水價機制的另一重要內涵，是逐步實現全成本水價，以反映水資源的真正價值。為此，在確保家居用水戶基本用水權得到保障的前提下，我們將適度擴大家庭用戶的用水階梯之間的收費差距，並要求特種用戶自行承擔全成本水價，從而達至進一步提倡節約、杜絕浪費的目的。

誠然，本澳天然淡水資源匱乏，除了在本地採取開源、節流措施外，我們亦積極開拓在水資源領域的區域合作。2011年，在粵澳兩地的共同努力下，作為應對鹹潮問題中期措施的竹銀水源工程經已竣工，並在近年的鹹潮期間發揮了關鍵的蓄淡和補淡作用，大大降低了鹹潮對居民生活的影響。在本年度《澳門水資源狀況報告》內，本局以專題形式對澳門與內地原水水質檢測方面的合作以及本澳供水系統的前瞻性規劃作出介紹，期望在加深公眾對本澳供水安全保障的了解的同時，向公眾傳達涓滴得來不易的訊息，也希望藉此呼籲社會各界積極響應珍惜水資源，攜手共建節水型社會。

最後，推動構建節水型社會工作小組(小組成員包括環境保護局、民政總署、土地運輸工務局、新聞局、衛生局、社工局、建設發展辦公室和澳門自來水股份有限公司)及地球物理暨氣象局，在編制本報告的過程中，提供了大量資料及協助，使本報告的編制得以順利完成，本局在此鳴謝。

海事及水務局局長



黃穗文

全年總用水量
7,845萬m³
↑ 4.2 %



自來水用戶總數
22.4萬個
↑ 4.1 %



2

統計數字



每日人均生活用水量
151升 / (人·日)
↓0.4升 / (人·日)



雨水收集及利用量
360萬m³
↑124%



管網漏損率
9.5%
↓1.3%

3

水資源環境



(一) 沿岸水環境

根據澳門衛生局公共衛生化驗所《2013年澳門水域水質監測和評估報告》，2013年澳門沿岸水域水質的總評價指數連續第2年下降，顯示水體污染有輕微改善。非金屬污染總評價值為1.00，較2012年下降，是自2010年後首次回落到標準允許範圍。然而，本澳沿岸水域的非金屬污染仍然嚴重，12個監測點中，有6個監測點的非金屬評價值仍然大於或等於標準上限，包括黑沙環、外港、北安、堆填區、南灣和內港。圖1表示了2013年本澳水域各監測點的水質評價值。

圖1 2013年本澳各監測點水質評價值

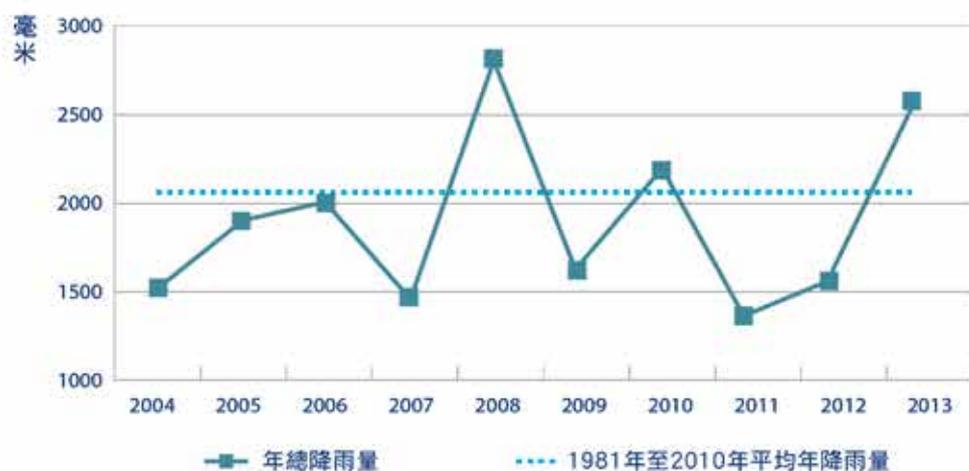


資料來源：衛生局，2014年

(二) 降雨

根據地球物理暨氣象局的統計資料，2013年本澳總降雨量為2,565.2毫米，是近年降雨量相對較多的一年，較1981年至2010年期間的氣象平均值(2058.1毫米)多507.1毫米。全年共收集及利用雨水360萬 m^3 ，約佔全年總原水消耗量的5%。圖2紀錄了2004年至2013年本澳年總降雨量。

圖2 2004 - 2013年年總降雨量



資料來源：地球物理暨氣象局，2014年







(三) 水源

澳門與祖國血脈相連，在水資源領域得到充分的體現。本澳土地資源有限，並不具備條件興建大型蓄水庫，對澳原水供應的主要設施位於珠海市。

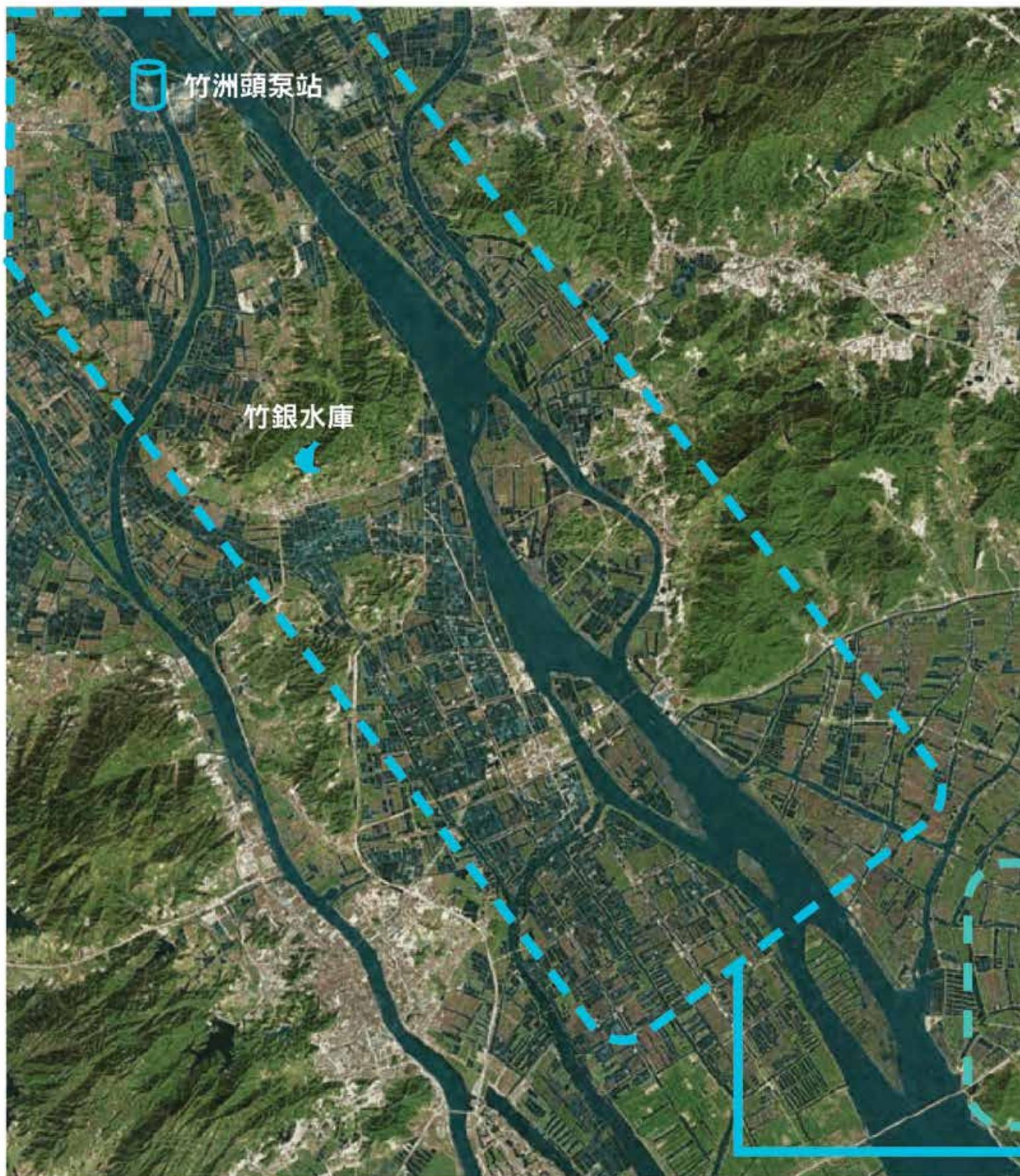
大水塘及石排灣水庫是本澳的兩個主要水庫，總有效庫容為190萬 m^3 ，平均每年收集並有效利用的雨水佔原水消耗量約4%，其餘96%的原水來自境外。

珠海市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。其中，由竹仙洞水庫、銀坑水庫和蛇地坑水庫等組成，從磨刀門掛定角取水的南系統，是對澳供水的主力統，總蓄水量為348萬 m^3 。



隨著鹹潮問題日趨嚴重，在澳門特區政府以及祖國各相關政府部門的大力支持和參與下，負責保障鹹潮期間珠澳供水的平崗——廣昌原水供應保障工程於2006年年底竣工並投入運作。特區政府後來又與廣東省簽訂協議，共同建設竹銀水源工程，以進一步提高西水東調系統對珠澳供水安全的保障。竹銀水源工程已於2011年4月竣工，根據《粵澳供水協議》，本澳擁有當中40%的總運作水量，相當於南系統總蓄水量的四倍多。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。

圖3 珠海對澳門供水系統 (地圖來源：bing地圖)



* 該系統是指以「平崗——廣昌原水供應保障工程」為主的珠海市供水保障系統



北系統

主要負責珠海東城區供水；
承擔起向澳門應急供水的任務。

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。

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 m^3 ，澳門擁有該項目40%的運作水量。

4

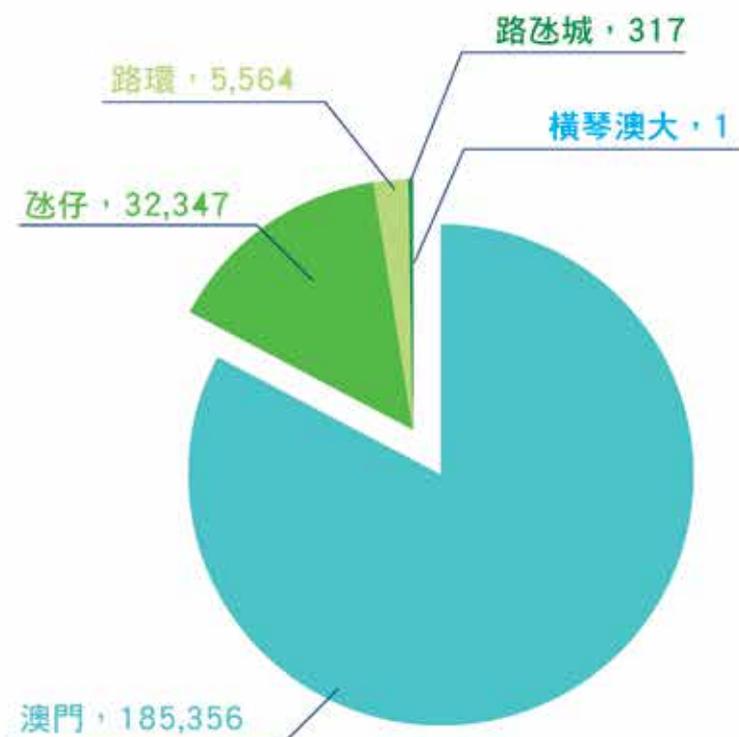
用水結構



(一) 用水戶分佈

澳門用水結構簡單，可分為生活用水、商業用水、工業用水和公共用水四部份。截至2013年12月，本澳自來水用戶總數為223,585個，按年增加4.1%。其中，家居用水戶佔87.5%。按地區分類，超過83%用水戶位於澳門半島，用水量佔全澳總用水量的67%。

圖4 2013年澳門用水戶分佈(按地區，單位：戶)

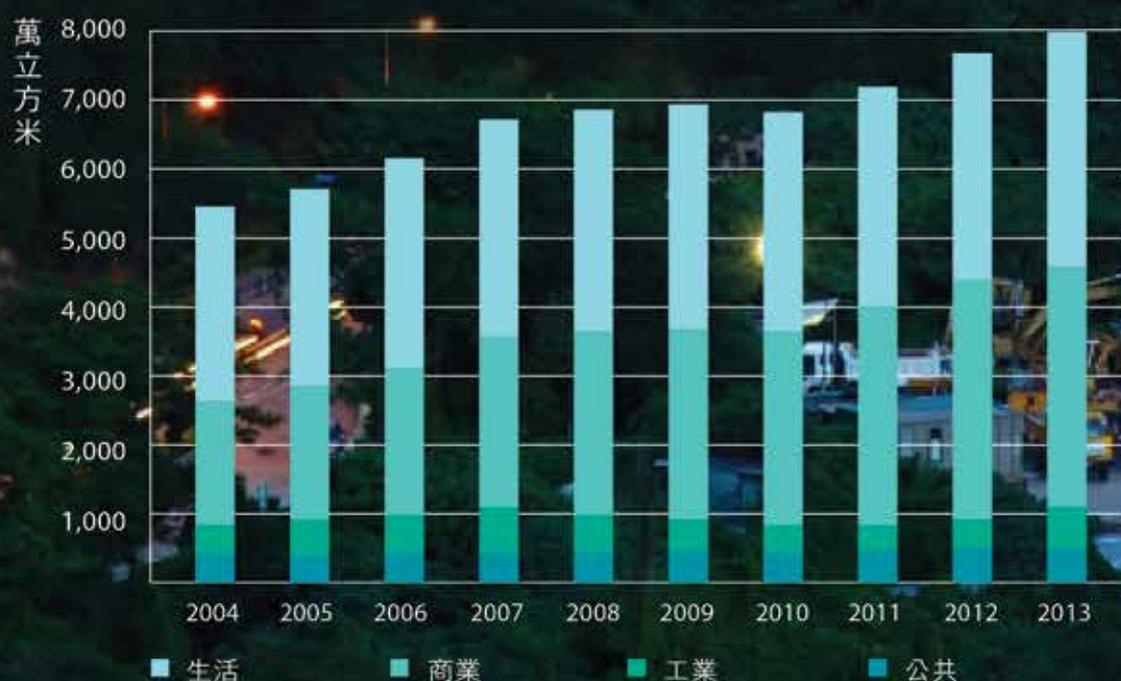


(二) 用水量

從圖5可見，隨著社會經濟發展，近年本澳的用水需求有明顯的上升趨勢。過去十年，本澳用水量的年均增長率為4.4%，當中以商業用水的增長速度最快，年均增長率為7.6%；其次是工業用水，年均增長率為4.2%，生活用水及公共用水則較為平穩，分別為2.2%及1.8%。

建築工地的用水是工業用水的主要組成部分。隨著大型基建項目以及多個大型旅遊度假綜合項目同時在本澳開展，工業用水量於2012年開始上升，加上為配合橫琴島澳門大學校區投入使用，2013年使用了大量自來水對供水設施進行投入使用前的初始化工作，包括對該區的全部輸水網管進行沖洗，致使工業範疇的用水大幅增加，增幅達37%。

圖5 2004 - 2013年用水量變化

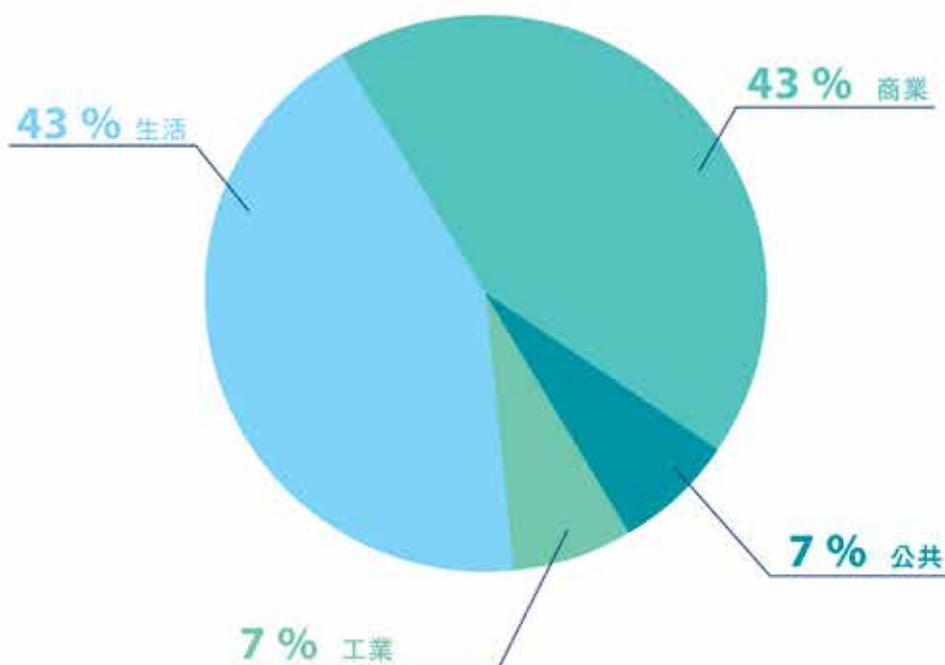




其次，生活用水按年增長4.1%。人口顯著增長(增幅達4.4%)，是造成生活用水總量上升的主因。儘管生活用水總量上升，但每日人均生活用水量連續4年下降，由2009年的164升/(人·日)減少至2013年的151升/(人·日)，反映本澳居民積極響應特區政府的節水工作，生活用水效率持續提高。

在本地生產總值及入境旅客數量持續上升的情況下，2013年商業範疇的用水量與2012年持平，結束了連續多年的增長，反映政府在商業範疇一直有序開展的節水工作，如全城節水回贈計劃、酒店節水計劃及商廈節水計劃等開始展現成效，為本澳的水資源管理工作帶來一定的鼓舞。

圖6 2013年澳門用水結構





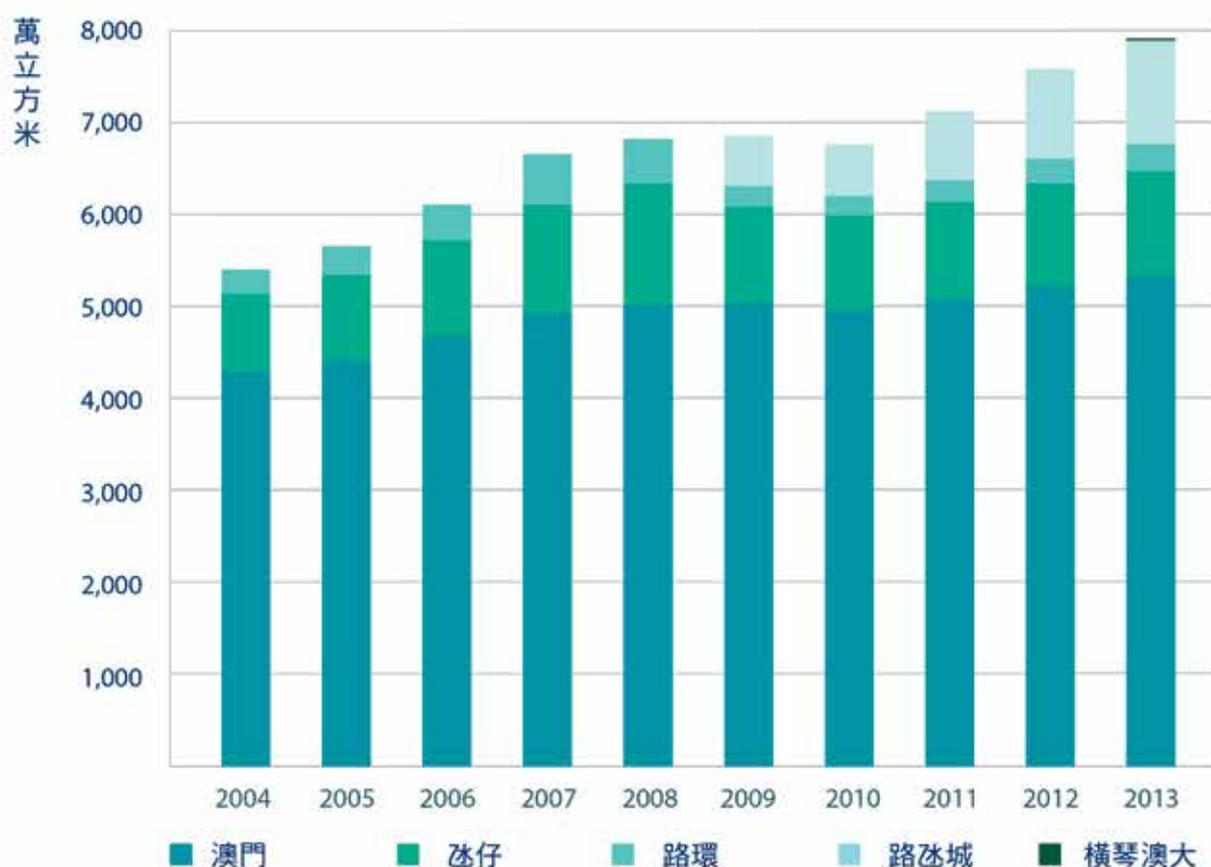
工作人員通過實體模型向居民介紹再生水的生產及使用過程



綜合各類別用水，2013年本澳全年總用水量為7,845萬 m^3 ，按年上升4.4%，升幅較去年(6.7%)收窄。從圖6可見，生活用水與商業用水均佔總用水量的43%，並列成為本澳用水量最大的群體，而公共用水及工業用水則各佔7%。

按地區分類，2013年澳門半島的用水量為5,270萬 m^3 ，佔全澳用水量的67.2%，氹仔、路環、路氹城區及橫琴澳門大學的用水量分別佔總用水量的14.4%、4.0%、14.0%及0.4%。從圖7可見，因應路氹城區的發展，該區用水增長速度是各區之首，年均增長率達18%。

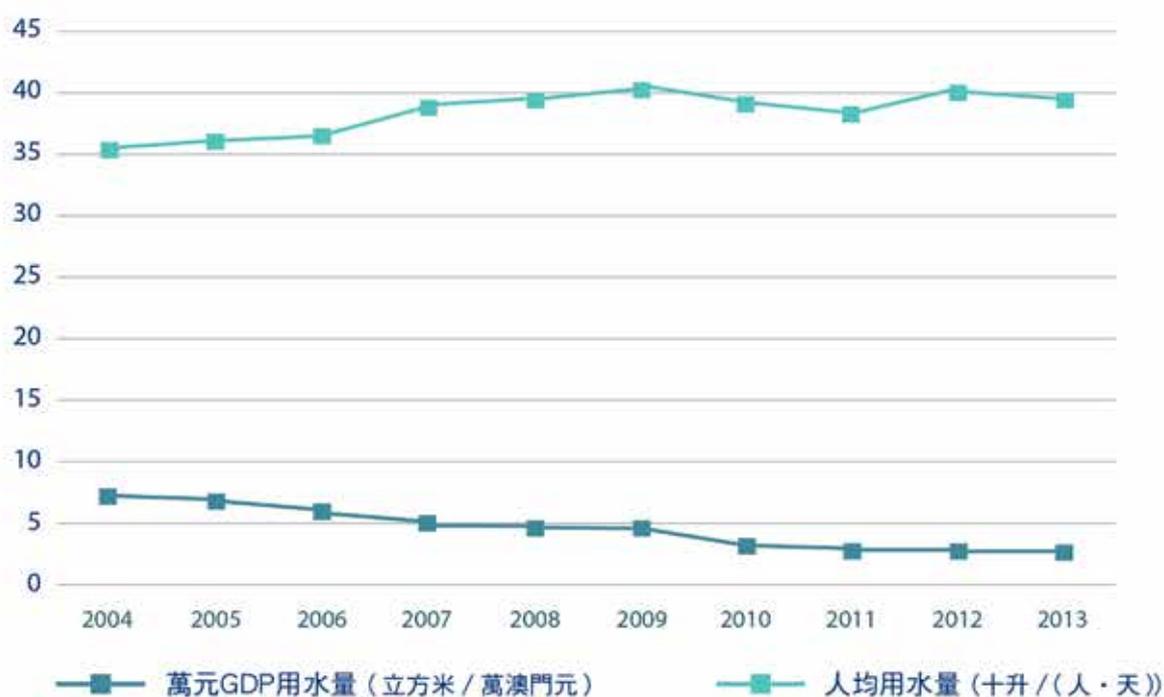
圖7 2004 - 2013年澳門用水量分佈 (按地區分類)



(三) 人均用水量及萬元GDP用水量變化

儘管2013年本澳總用水量有所增加，但人均用水量¹錄得負增長，為393升/(人·日)，較2012年下降1.3%。此外，萬元GDP用水量²亦持續下降，2013年為2.43m³/萬澳門元，反映本澳的用水效率及效益不斷提高(見圖 8)。

圖8 2004 - 2013年人均用水量及萬元GDP用水量



¹ 人均用水量是國際上反映用水效率的常用指標，計算方式為城市總供水量除以總人口；

² 萬元GDP用水量亦是國際上反映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。此外，倘若過去各年本地生產總值有被修訂，萬元GDP用水量亦會跟隨作相應調整。

（四）自來水價格

除了透過持續的宣傳教育推廣節水氛圍，以經濟手段激發社會各界的節水積極性和創造性，是水資源管理中的重要一環。故此，特區政府自2011年起實施分類收費和階梯式收費相結合的自來水價格機制。

為了深入了解社會各界的節水意識和節水行為，以及檢視現時水價機制的成效，海事及水務局早前委託了科研機構進行《自來水價格機制成效追蹤調查》。調查結果顯示，無論家居用戶或非家居用戶均普遍認同自來水價格機制的政策方向，尤其是“多用者付更多”和“分類收費”的原則，並認為水價機制有助推動節約用水。

為了加強水價機制的節水推動力，海事及水務局於2014年提出水價調整方案。基於家居用水主要是生活所需，海事及水務局建議在保障家居用水戶基本用水權的前提下，適當將現行家居用戶的各階梯的收費差距拉大，而特種用戶應支付全成本水價，一方面減少特區政府的用水補貼，另一方面反映水資源的真實價值，體現多用者付更多的原則。

事實上，特區政府當年實施新水價機制，其中一個重要目標是希望長遠實現全成本水價，從而反映水資源的真實價值，同時推動社會節約用水。海事及水務局未來會繼續收集社會各界的回饋，並持續留意水價機制的節水推動力，以適時研究對水價機制進行調整。





專題一：綜合規劃供水系統 長遠鞏固供水安全

過去十年，隨社會、經濟發展，本澳整體用水量呈現明顯的上升趨勢，年均增長率達4.4%。截至2013年底，本澳多個自來水廠的總產能為33萬立方米/日，供水管網總長度約547公里，服務全澳227,463個用水戶，年產水量達8,700萬立方米。

隨著澳門經濟發展、土地面積擴展和人口增長，預計澳門的用水量勢必趨升。此外，澳門的城市結構及面貌目前正處於重大變化的初始階段，故此，我們有必要對未來需水量的增加以及城市結構的轉變進行綜合考慮，透過前瞻性的規劃進一步強化澳門的供水系統及基礎設施，鞏固本澳供水安全。



澳門產業結構相對簡單，用水方面主要分為生活需水、商業需水、工業需水和公共部門需水四類。在生活用水方面，近年在特區政府的大力推廣下，居民的節水意識有所提高，人均生活用水量連續多年下降。隨著居民的用水習慣漸趨成熟，未來人均生活用水量將不會出現太大變動。相反，人口增長將會成為拉動生活用水量增加的主要因素。

澳門商業發展規劃，尤其是路氹城區大型娛樂項目的投資計劃是預測本澳商業用水的關鍵因素。未來五至十年內，隨著本澳大型娛樂項目將相繼落成，預期來澳旅客數量將進一步上升，亦會帶動其他商業用水增加。此外，新城填海區落成對本澳商業活動帶來的刺激作用亦是評估未來商業用水需求的重要考慮因素。

在工業用水方面，澳門作為服務型經濟體，工業並非主要產業，相應地，工業用水在澳門整體用水中所佔比例不大，多年來工業用水量亦較為平穩。然而，由於建築用水與本澳旅遊博彩業以至整體經濟的發展密切相關，故其變化幅度較其他工業用水大。隨著近年新一輪大型娛樂設施的建設工程陸逐開展，預期建築需水將於未來數年達到高峰。

至於公共用水，歷史數據顯示其在過去一直呈小幅的穩步上升趨勢，而預期未來新城填海區的落成將對公共用水帶來較大的增幅。

綜合各項因素進行預測，預計到2019年澳門總需水量將達到9千萬至1億1千萬立方米，而2024年全澳需水量將達到1億至1億2千萬立方米。

澳門需水量預測（至2024年）





在需水量隨城市各方面發展而增加的同時，澳門的城市結構及面貌將經歷重大的變化——由現時澳門半島、氹仔和路環島逐步擴展為澳門半島區（包括澳門半島、新城填海區A、B區和港珠澳大橋口岸人工島）及離島區（包括氹仔、路氹城、路環、澳門大學橫琴校區、和新城填海區C、D、E區），預計本澳各區的需水結構將會出現顯著的變化，需要對佈置於本澳各區的供水設施作出前瞻性的部署。當中包括對現時水廠進行擴建、建設第四條內地輸澳原水管道、在離島興建新水廠，和鋪設過海管道以增加從澳門半島輸送食水至離島的能力，以達至將來澳門全境內供水的南北互補的調度能力。

目前澳門的供水設施主要集中在澳門半島，隨著未來需水量的增加集中在離島區，現有的供水設施存在著一定壓力。為確保安全供水，本澳供水公司現正開展大水塘水廠三期擴建工程，設計產能為6萬立方米/日，預計可於2015年投入運作，屆時全澳每日總產水能力將提升至39萬立方米。此外，為配合離島區發展，本澳計劃於石排灣周邊地區興建新的飲用水處理廠，預計可實現對路氹區域增加每天6萬立方米的供水能力。

目前，內地供澳原水透過三條原水管經鴨涌河接入澳門境並連接至各水廠，總供水能力為每天42.9萬立方米。但由於三條管道均是從澳門北端進入本澳，管線走向單一，為提高管線佈局的抗風險能力，有需要從珠海增建一條原水管道，從另一個方向進入澳門。考慮到未來需水量的增加將集中在離島，也為了配合於石排灣興建新水廠的計劃，珠澳雙方將攜手建設第四條供澳原水管道，初步建議從橫琴方向直接接通位於澳門路氹區附近的原水管，將原水輸送至石排灣水庫，以作為新建水廠的原水水源。

此外，為配合離島區的規劃發展，未來亦會把握新城填海A區和E區之間建設第四條跨海通道的契機，沿線鋪設一條約4公里長的輸水管道，從而提高澳門半島往離島區輸水的能力。

上述各項大型供水基建項目將能因應本澳城市結構的變化而提高本澳的供水能力，進一步提高供水安全性及穩定性。除上述大型供水基建項目外，特區政府亦會因應各區發展的實際需要，以現有供水系統為基礎，持續提出必要的升級優化工程，從而滿足澳門持續發展而產生的剛性用水需求。



5 水質及 供水安全



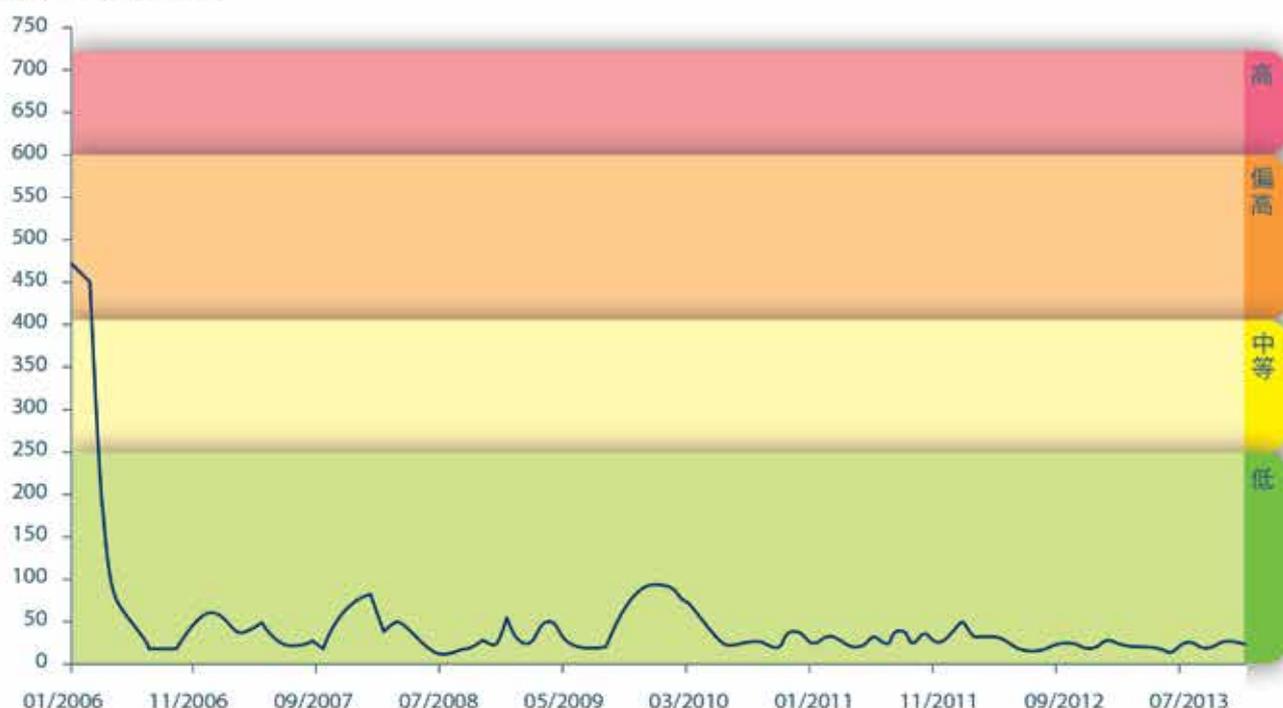
(一) 水質

鹹潮是影響本澳水質的主要因素，其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。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，鹹潮上溯的時間有提早的跡象，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的時間。

去冬今春鹹潮上溯於2013年8月左右開始出現，西江流域普遍干旱，上游骨幹水庫只有多年平均約一半的存量，故總體形勢較2012年嚴峻，但比2011年樂觀。海事及水務局與內地相關部門於7月已提早開展應對鹹潮的各項部署工作，共同制訂珠澳水庫群的蓄水、搶淡和調度的方案。由於竹銀水庫建成後，珠海對澳供水水庫的調蓄能力大增，加上內地相關部門積極配合以及按照枯水期珠江水量調度工作計劃實施壓鹹補淡措施，成功將本澳自來水鹹度維持在25度左右，屬綠色低鹹度級別。

圖9 2006 - 2013 年自來水廠出廠水鹹度

氯化物含量 (毫克 / 升)





此外，2013年至2014年期間，西江流域出現了數起水質異常或懷疑水質異常事件，包括西江支流賀江受到重金屬鎘和鉍污染、廣東佛山附近懷疑有河道受污染、內地供澳原水出現土腥味及珠海供澳原水取水口的河水含鉛量輕微增加，有關事件在特區政府、內地相關水利部門、本地民政和衛生部門和供水公司的緊密合作和應變下，獲得了妥善的處理。在作出多方檢測和考證後，本澳的自來水水質始終符合安全標準，上述各項事件沒有對本澳的供水安全構成影響。上述水質異常事件的詳細資料可見本報告專題二。



(二) 供水安全的保障

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島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。

本澳淡水資源匱乏，水資源領域的合作對本澳有重要的意義。澳門特區政府多年來一直透過區域合作，與珠江水利委員會、廣東省水利廳及珠海市海洋農漁和水務局等相關單位保持緊密聯繫，貫徹共同建設和共同分享的方針，建設各項水利工程及協調落實水資源統一調度措施，使澳門及珠江下游區域的供水安全得到保障。

經過多年的合作，本澳與內地相關部門在供水合作上已建立起相當成熟的溝通協調機制和水質水情通報機制，亦已促成了多項有利於保障珠澳供水安全的工程項目，包括平崗泵站、第三條供澳原水管道和竹銀水源系統等相繼落成，使珠澳兩地的供水安全得到了前所未有的保障。

表 1 各水準年需水情況下蓄水工程對澳門正常供水保障的預測

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)			
			2013年	2015年	2020年	2025年
澳門各水庫	190	190	8	7	6	5
珠海南系統	348	348	14	13	12	10
竹銀水庫	4011	1605	65	62	54	47
總計	4549	2143	87	82	72	62

註：按照汛期末水庫蓄滿，鹹潮期不進行補充計算。

專題二：多方監察原水水質 保障本澳用水質量

特區政府向來十分重視供澳原水水質，並與內地水利和流域管理部門，包括珠江水利委員會、廣東省水利廳等相關部門和單位建立了即時訊息通報機制，實現隨時互通訊息並聯合應對水質異常事件。特區政府已將有關通報機制收錄在《澳門供水安全應急預案》內，以將相關溝通渠道制度化和系統化，務求能夠迅速與內地相關部門進行訊息互通及開展需要的應急工作。



工作人員在實驗室內對原水水質進行檢測



為了掌握西江下游取水口的水質情況，特區政府委託了珠江水利委員會轄下的珠江流域水環境監測中心，長期監察西江下游磨刀門水道的水質，在竹洲頭、廣昌、平崗及掛定角等供澳原水的取水口所在的範圍設置了五個監測點，恆常地進行原水監測工作，監測項目包括國家《地表水環境質量標準》(GB3838-2002)中所有基本項目、所有補充項目、部份特定項目(包括有毒有機物和重金屬)以及其他合共56個項目。內地方面每日均會在主要的泵站及水庫，如洪灣泵站及竹仙洞水庫等進行水質監測。當監測項目超出相關規定的標準或發現原水水質異常時，政府能夠充分掌握情況，及時作出跟進和採取相應的行動，確保供澳原水水質符合安全標準。

在海事及水務局以及本地區和內地各相關部門共同努力協作下，供澳原水水質的現行監測機制運作流暢，在保障供澳原水水質安全上發揮著重要作用。2013年至2014年間，兩地憑藉有關機制妥善解決了以下較受公眾關注的原水水質安全事件。

(一)2013年7月，西江支流賀江受到重金屬鎘和鉍污染的事件，特區政府與內地相關部門就事態的最新發展情況和如何保障水質安全保持及時和緊密的訊息通報，並加強原水和自來水的水質檢測工作。經檢測發現水質沒有任何異常，符合安全飲用標準。其後，根據內地相關部門提供的資料，賀江的水質受到控制，賀江流入西江主河道的水體符合安全標準。隨著賀江的污染事件全面受控，內地相關部門解除對有關事件的預警。

(二)於2013年11月底，就廣東佛山附近有河道可能受到污染的事件，海事及水務局馬上聯繫本地區及內地相關部門和單位，共同密切監察水質和實施各項應變措施，包括對可能造成是次事件的污染物進行針對性的檢測。根據多方檢測，供澳原水及自來水水質一直保持安全和穩定，並無出現任何異常情況。

(三)於2014年4月中下旬，受到季節氣候轉變以及內地更改原水取水口等因素影響，使內地供澳的原水出現泥味。海事及水務局馬上督促澳門自來水公司採取應對措施，調整處理工序和加強監測工作，保障自來水水質安全。海事及水務局又通報內地相關部門，共同密切監控原水水質安全。根據內地水利部門、澳門自來水公司、民政和衛生部門的多方檢測和監管，本澳的自來水水質符合飲用和衛生標準。





海事及水務局率團前往西江上游視察





(四)於2014年5月底，珠海供澳原水取水口的河水水質出現不穩定情況，河水鉛含量稍有增加，但並未有超出安全標準。為確保供澳原水水質不受影響，海事及水務局馬上採取應變措施，要求珠海對澳供水公司暫停在河道取水，改用水庫庫存對澳供水，並指示澳門自來水加強日常的水質檢測工作，進一步確保本澳自來水的優質供水服務。其後，檢測數據顯示水質已回復日常水平並保持穩定，可恢復在取水口取水。

而為進一步加強監察供澳原水水質的情況，海事及水務局短期內將與內地供水部門深化合作，包括增加檢測項目及頻率、加強通報的內容，以及計劃探討建立兩地的原水水質安全預警體系，目前方向是在供澳原水系統範圍選擇適合的位置建立水質在線監控系統。

另一方面，隨著本澳居民對自來水水質要求的提升，海事及水務局計劃聯同民政總署及澳門自來水股份有限公司，研究將屬感覺指標分析項目(例如味道或嗅度)之檢測值納入本澳供水公司的水質通報機制，期望藉此確保自來水水質除符合飲用水的標準外，更能滿足市民對自來水的感觀要求。

6

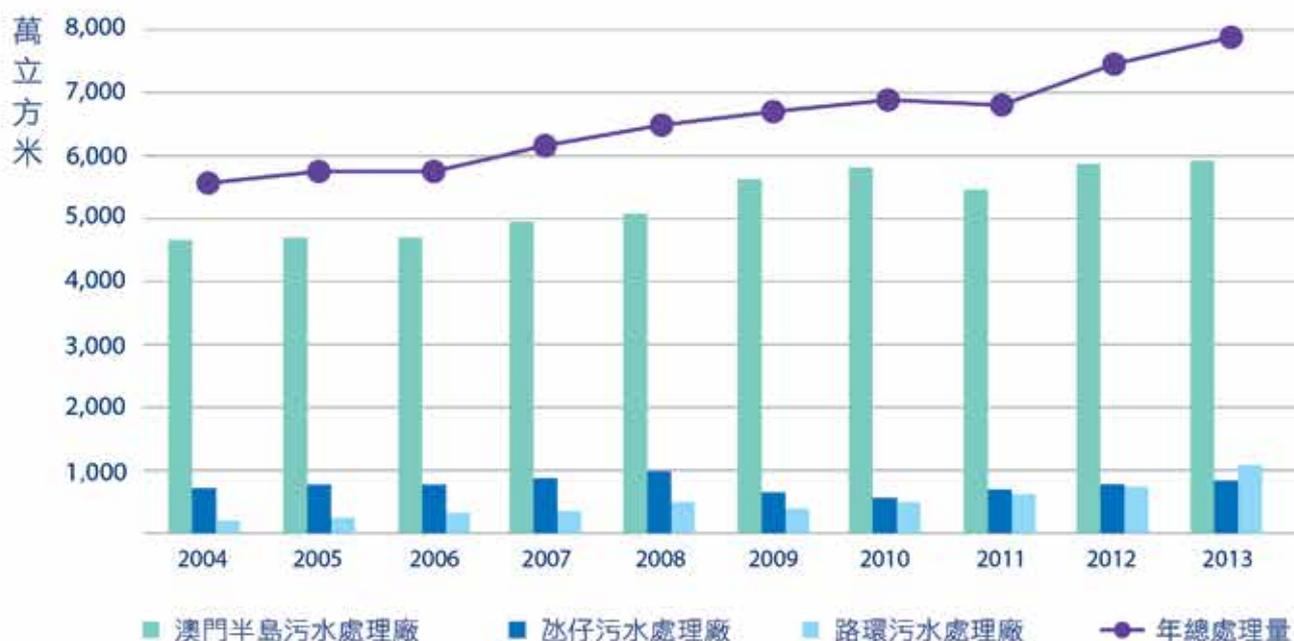
再生水開發



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。澳門淡水資源匱乏，但社會發展使用水量持續上升，因此，有必要透過開發利用經多重處理、循環再造的再生水，替代部分淡水資源。

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。2013年全澳年污水處理量達7,845萬m³。從圖10可見，隨著經濟發展、入境旅客以及人口增長，澳門的污水處理量一直呈穩態增長，這為本澳的水資源循環利用提供很大的發展潛力。

圖10 2004 - 2013年澳門年總污水處理量



資料來源：環境保護局，2014年

註1：由於經國際機場污水處理站作初步處理後的出水會輸送到氹仔污水處理廠作進一步處理，為免重覆計算，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2：由於國際機場污水處理站及跨境工業區污水處理站設計及實際處理量較少，故在圖表中未能展示，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。



根據《澳門節水規劃大綱》，開發利用再生水資源是澳門未來緩解水資源緊張的主要方式之一。為科學和有系統地制定本澳在再生水發展方面的長遠規劃，推動構建節水型社會工作小組以顧問公司的研究報告為基礎編制了《澳門再生水發展規劃(2013-2022)》諮詢文本，並在社會上進行了廣泛的諮詢。經綜合社會各界的意見，《澳門再生水發展規劃(2013-2022)》已於2013年12月正式出台，為本澳確立了未來十年的再生水發展藍圖。按照規劃，再生水將會應用於非飲用用途，包括沖廁、景觀和綠化用水，在條件成熟時進一步拓展為大型場所的冷卻用水。海事及水務局未來會依照規劃逐步落實拓展再生水的供應範圍，有序推進各項階段性工作，爭取於2022年實現再生水使用量佔全澳總用水量10%的總體目標。

目前，石排灣公共房屋及橫琴島澳門大學新校區經已建成雙管道供水系統，本局亦已為該兩區的所有用戶安裝再生水水錶，以備日後連通再生水源時可立即投入使用。海事及水務局亦正積極為未來再生水供應展開相應的立法及培訓等工作，並配合環境保護局密切跟進籌建再生水廠。



此外，海事及水務局持續透過多渠道宣傳推廣再生水的相關知識，包括透過社區巡迴活動，展出以再生水為主題的實體模型和宣傳展板，並印製推廣再生水應用的宣傳海報及小冊子於石排灣公共房屋及橫琴島澳門大學新校區內張貼及派發，加深公眾對再生水的認識。

海事及水務局亦與生產力暨科技轉移中心定期合辦「澳門水務工程從業員實務工作坊」，透過理論結合實務操作，讓本澳的水喉匠及裝修業界技術員工瞭解樓宇雙管道供水系統的相關知識，推動業界掌握常用喉管的接駁方法和維修技術。本局未來會繼續透過多元化的方式，積極向市民和社會各界推廣再生水方面的相關知識，按部就班推進再生水的開發利用。





本局透過多元化的活動向公眾推廣再生水

7

節水措施



(一) 降低管網漏損

2013年，本地供水公司對全澳33個測漏區(包括橫琴島澳門大學校區)共約547公里的管網進行巡迴測漏普查，年普查率約1.3次，全年共檢出及修復漏點145個。

隨著技術發展，供水公司對管網進行測漏普查時，會先通過漏水檢測儀對每個接觸點進行快速檢測，然後配以聽音器對疑點聽音排查，大大提高了測漏效率及準確度。供水公司於2013年又購置了一批具自動傳輸數據功能的“噪聲記錄儀”，大大縮短暗漏發生至被發現及修復之間的時間，進一步降低漏水量。



2013年本澳完成了柯利維喇街、鏡湖馬路及慕拉士大馬路等路段的管道更新工程，全年共更換供水管道3.9公里。

綜合上述各項堵漏措施，管網漏損率由2012年的10.8%下降至9.5%，成功將管網漏損率控制在10%以內，提前完成《澳門節水規劃大綱》中訂下的階段性減漏目標。2013年因降低管網漏損而節省的水量接近60萬 m^3 ，約等於兩個石排灣水庫的有效蓄水量。圖11 表示了2008年至2013年管網漏損率的變化。

圖11 2008-2013年本澳管網漏損率







(二) 節水宣傳推廣

2013年9月至2014年4月，推動構建節水型社會工作小組第四度推出「全城節水回贈計劃」，超過三萬二千住宅及商業用戶達到計劃規定的節水目標，合共節約近130萬 m^3 食水，相當於500多個標準游泳池的水量。全城節水回贈計劃推行至今，已累計近16萬用水戶獲得水費回贈，反映社會各界大力響應海事及水務局的號召，以實際行動來支持節水工作。

推動構建節水型社會工作小組在2013年繼續舉辦「再生水社區巡禮」活動，透過展出城市水循環系統模型、樓宇雙管道供水系統模型以及再生水管材及設備，向居民介紹再生的生產過程及常見用途，進一步加深市民對再生水的認識。

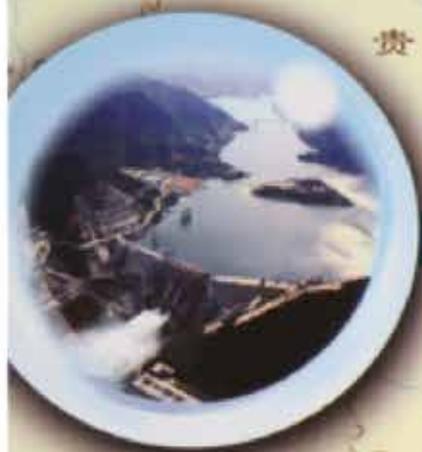


海事及水務局亦透過“校園節水措施座談會”，向即將新建、重建或擴建的學校推廣校園節約用水的理念及具體措施，推動學校在設計校舍時採用節水裝置，並鼓勵學校向師生推行用水管理及教育，培養學生珍惜用水的良好品德。





《千里清泉·源繫珠江》 暨對澳供水



而為響應2014年3月22日的第二十二屆「世界水日」³，海事及水務局舉辦了“千里清泉·源繫珠江短片首播儀式暨對澳供水挑戰與機遇研討會”，會上內地水利專家與參會者共同探討珠江流域的供水合作和水資源可持續利用的發展路向，還舉行了“千里清泉·源繫珠江”保障澳門供水安全紀錄短片的首播儀式。短片展示了澳門水資源短缺和近年受鹹潮威脅所面對的挑戰，以及相關單位多年來透過建設水利工程以及實施水量調度，成功保障澳門供水安全的歷程。本局期望藉此短片宣揚珍惜用水的重要性，推動社會各界共同合作解決水資源問題，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。

³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。

澳門特別行政區政府海事及水務局

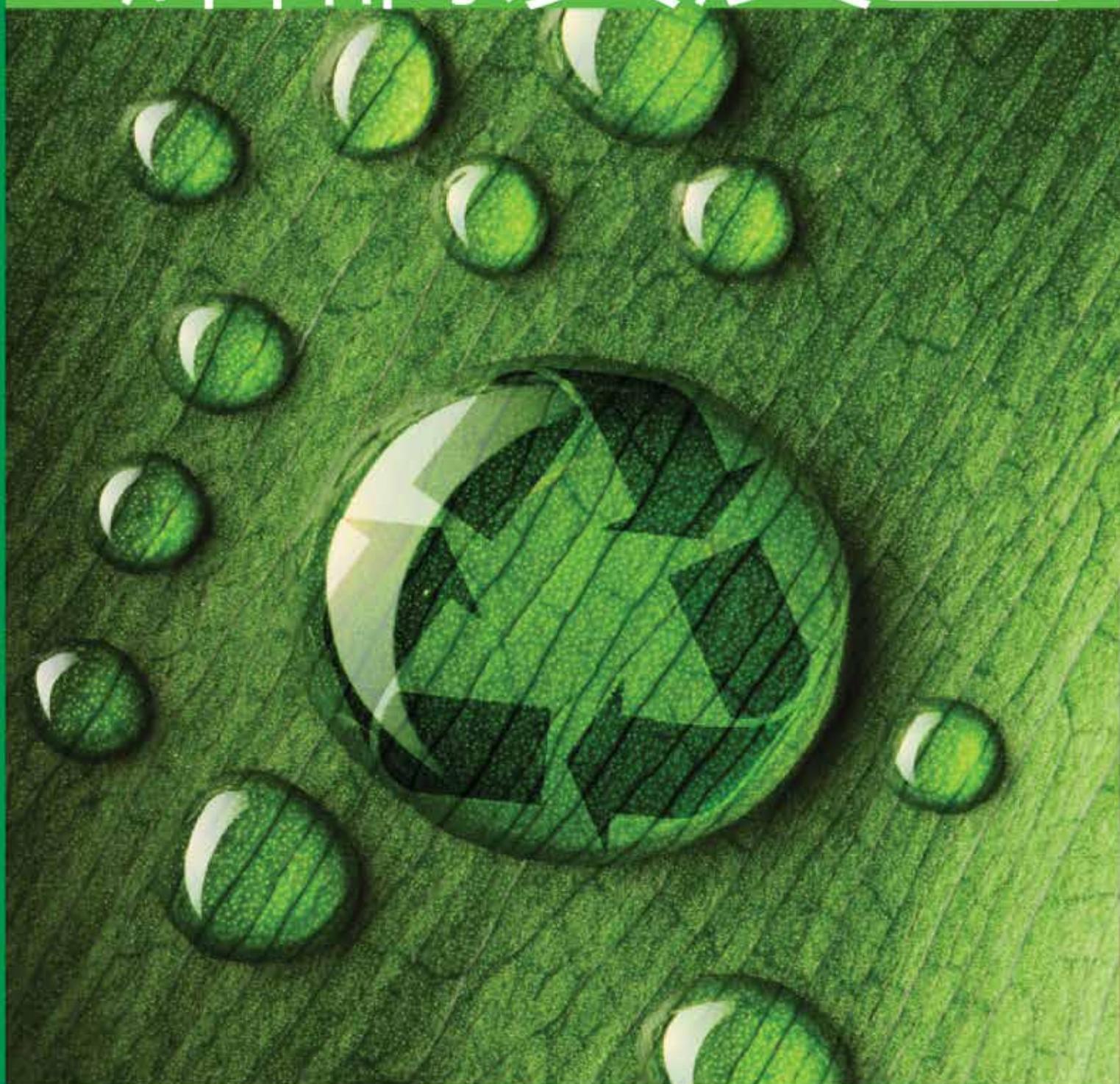
《繫繫珠江》短片首播儀式 水挑戰與機遇研討會

2014-3-18



8

結論及展望



本地生產總值及入境旅客數量於2013年持續上升，但商業範疇用水量與2012年持平，結束了連續多年的增長；在生活用水方面，每日人均生活用水量更是連續4年下降。由此反映特區政府在商業範疇及居民生活範疇一直有序開展的各項節水工作取得了成效。此外，2013年管網漏損率亦回落至9.5%，提前實現了《澳門節水規劃大綱》所提出的中期減漏目標。

隨著粵澳兩地在保障供水安全方面的合作日趨完善，加上作為應對鹹潮問題中期措施的竹銀水源工程逐漸運行成熟，本澳供水安全得到妥善的保障，近年冬春期間鹹潮上溯對居民的影響亦大大降低。

可見，在社會各界的共同努力下，本澳在節約用水及保障供水安全方面取得了一定的成績，亦為未來的水資源管理工作創造了有利的條件。

然而，國家淡水資源有限，珠江流域各省市對西江水的需求日益增加，長遠定必對供水安全造成挑戰。我們必須居安思危，一方面需繼續深化本澳的節水工作，尤其加大力度進行再生水的宣傳教育，有序落實《澳門再生水發展規劃(2013-2022)》內提出的各項階段性工作，進一步提高本澳整體的用水效益。另一方面，我們將加緊推動廣西大藤峽水利樞紐的工程建設，制訂水資源可持續利用的發展策略，捉緊《粵澳合作框架協議》的機遇，共同致力保護流域水資源，落實區域水資源一體化，為澳門的供水安全提供更長遠的保障。



9

附錄

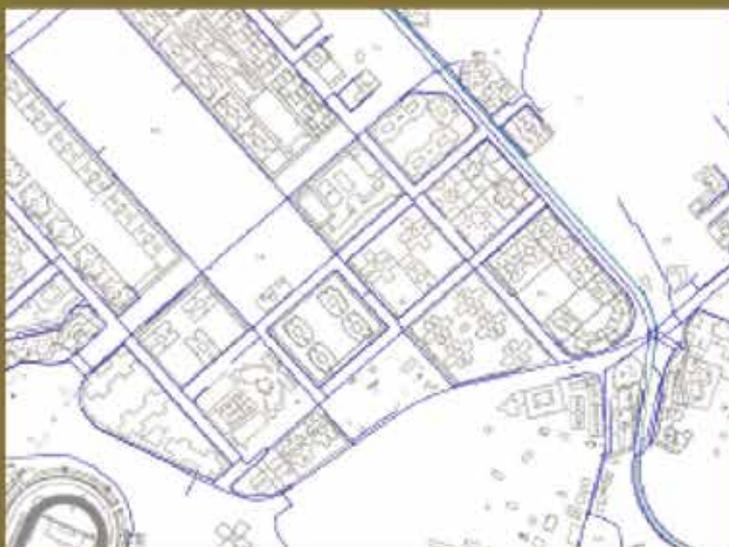


附件一：輸水管網簡介

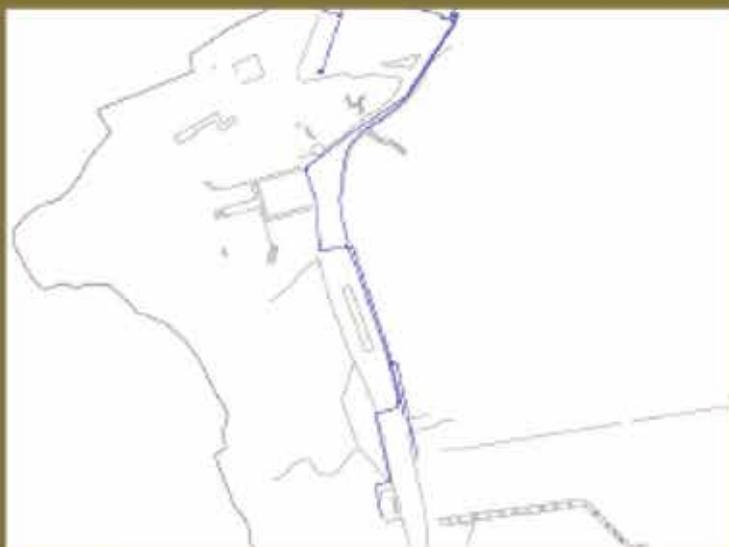
輸水管網是供水系統中的重要組成部份，透過科學的管網佈置以及選用優質的管材，可以大大降低管網出現破損的機會，達到提高供水的穩定性及安全性的目的。

一般來說，管網的佈置形式可分為環狀結構和樹狀結構。環狀結構的特點在於環上的任一點均存在雙向供水的可能性，當任一管段損壞時，可透過關閉閥門將受損管段和其餘管段分隔，不會對其餘管段的供水做成影響，將受影響的供水範圍縮至最小。而樹狀結構的特點在於建造成本較低、擴展速度快，一般用於輸水至用戶分佈密度較低的地區。輸水管網的佈置既要滿足供水安全的要求，又要貫徹節約的原則，成熟的管網佈置方案往往是環狀與樹狀結構兩者的結合。

其次，管材的選擇也十分很重要，一方面其對供水安全性、漏水率、投資成本和能耗都有很大影響，另一方面亦影響著日後延伸管網時可供選擇的管材。本澳目前正使用的輸水管材包括有球墨鑄鐵管、鋼管、不銹鋼管、塑料管、鍍鋅鋼管和石棉管。



環狀結構



樹狀結構



球墨鑄鐵管

球墨鑄鐵管是目前世界上最常用的輸水管材，其優點是耐腐蝕、壽命長、易安裝、剛性及柔性均較佳，其使用壽命一般超過60年。

1985年起，澳門開始引進法國的供水工藝，在供水管網中大量採用優質的球墨鑄鐵管，是周邊地區中首個在供水管網中大量使用球墨鑄鐵管的城市。由於球墨鑄鐵管使用水泥作內襯，有效避免水管內壁的鏽蝕問題，除了供水水質好，水管破損的機率亦很少。

至2014年3月，全澳供水管網總長度為547公里，其中球墨鑄鐵管的長度達445公里，佔供水管網總長的80%以上。管徑使用範圍主要是80毫米至700毫米，近年已拓展至800毫米及以上的大管徑水管中使用球墨鑄鐵管。



1. 球墨鑄鐵管
2. 鋼管
3. 工匠於鋼管內接口處安裝內接頭的施工情況



鋼管

鋼管具有焊接靈活、施工方便的優點。在本澳發展成熟的舊區，地下管線錯綜複雜，在鋪設地下管道時往往要面對一些不規則的障礙物，鋼管正好被利用來製造特製的彎管，再配合球墨鑄鐵管使用。其次，鋼管亦被使用於橋上安裝的水管，原因亦是因為便於焊接維修。此外，由於過往從外地輸入大口徑的球墨鑄鐵管的成本較高，本澳現存管徑超過800毫米的輸水管主要是鋼管。截至2014年3月全澳共鋪設鋼管約37公里，佔供水管網總長的6.8%。

澳門使用這類鋼管已有近80年的歷史。1935年，當時為了將從鴨涌河方向輸送的原水輸送到大水塘，特意在位於青洲山西北角的抽水站與大水塘之間鋪設了一條2公里長的原水鋼管(直徑925毫米)。這根原水鋼管壁厚僅為6毫米，瀝青外層防腐及水泥內襯工藝做得非常好，若把外層防腐或水泥內襯刮去，還可看到裡面嶄新的鋼管，沒有鏽蝕現象。然而，由於採用承插接口，接口位置的部份止水填料已霉爛失效，曾經造成嚴重漏水。後來採用了一項德國技術，從管內在每個接口處安裝一個內接頭，有效地解決了接口處漏水的問題。這根鋼管目前仍在使用的，是澳門第二大的主力原水管。

不鏽鋼管

不鏽鋼管與球墨鑄鐵管一樣，最顯著的優點是耐用、不會因生鏽而影響水質或出現漏損。然而，由於不鏽鋼管成本較高，本澳一直採取優先使用球墨鑄鐵管的策略，目前公共供水管網中僅有少量是不鏽鋼管。

不鏽鋼管的另一優點在於可制成100mm或以下的小口徑管道，在這方面不鏽鋼管較球墨鑄鐵管有明顯的優勢，故本澳主要使用不鏽鋼管作口徑較小(25mm至100mm)的輸配水管和接戶管。

本澳所選用的是厚身的不鏽鋼管，絲扣連接，管件齊全，安裝施工比球墨鑄鐵管方便靈活，適用範圍更廣。不鏽鋼管的耐用程度與樓宇正常壽命相若，故也適用於屋宇內部的供水系統。

在未來五至十年內，本澳計劃以不鏽鋼管作為供水管網中細口徑管道的主要管材，逐步更換已在使用的鍍鋅鋼管，並逐步在屋宇內部供水系統中推廣使用。

1. 不鏽鋼管連接
2. 不鏽鋼管（管徑30毫米）



塑料管

本澳使用中的塑料管主要有聚乙烯管(PE)和聚丙烯管(PPR)。聚乙烯管的主要優點是無毒、光滑、堅韌、力學性能好。然而，由於聚乙烯管易受紫外線破壞和膨脹系數高，價格也高，實際耐用程度欠佳。聚乙烯管將會被逐步替換。

在建有雙管道供水系統的樓宇內，目前全部使用聚丙烯管作為再生水管。聚丙烯管除了具有聚乙烯管的優點外，還有膨脹系數小，可用於冷熱水系統的優勢。聚丙烯管接頭採用聚熔焊或對接焊連接，比電熔接頭管件經濟。使用聚丙烯管作為再生水管，能夠有效避免將再生水管與金屬材質的自來水管錯駁，確保再生水的正確使用。

其他輸水管材

澳門曾使用的其他輸水管材還有生鐵管、鍍鋅鋼管和石棉管，基本缺點在於容易出現生鏽及破損。

生鐵管和鍍鋅鋼管是本澳早期使用的管材，但生鐵管已於90年代初被優質的球墨鑄鐵管完取代，而80年代初期大量使用的石棉管和鍍鋅鋼管仍有部份還在使用。本澳計劃在未來的五至十年，將剩下來的石棉管和鍍鋅鋼管完全淘汰，改為使用優質的球墨鑄鐵管和不銹鋼管。



1. 塗上紫色顏料的聚丙烯管



2. 被嚴重鏽蝕的生鐵管

附件三：2013 年自來水水質檢測結果

(一) 2013 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	476	99.8	100.0	100.0
氹仔	195	100.0	100.0	100.0
路環	144	100.0	100.0	100.0
水廠				
青州	601	100.0	100.0	100.0
新口岸	598	99.8	100.0	100.0
路環	184	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。

[†] 並非所有樣本均進行參數的檢測，僅約全年樣本數之20-30%樣本進行分析。

(二) 2013 年食水處理廠食水的化學質量 (包括感覺器官參數、物理-化學參數、不受歡迎物質參數、有毒物質參數)

參數	單位	青州		新口岸		路環		最高容許/ 指導值
		樣本數	平均值	樣本數	平均值	樣本數	平均值	
混濁度	NTU	480	<	476	<	184	<	10
樣本溫度	攝氏度°C	549	23.6	545	23.8	185	24.8	25
酸鹼值	pH	549	0.8	545	0.8	185	0.9	6.5~9.5
氯化物	毫克/升 mg/l	480	19.7	476	21.6	184	25.1	250
鋁	毫克/升 mg/l	92	0.077	91	0.085	84	0.079	0.2
氨氮	毫克/升 mg/l	24	<	24	<	24	<	0.5
高錳酸鹽指數(化學耗氧量)	毫克/升 mg/l	8	0.3	8	0.5	8	0.7	5
總有機碳	微克/升 µg/l	24	1.0	24	1.1	24	1.2	..
103-105°C 烘乾不可濾殘渣	毫克/升 mg/l	8	<	8	<	8	<	<
餘氯	毫克/升 mg/l							..
錳	毫克/升 mg/l	45	<	26	<	26	<	0.005
鉻	毫克/升 mg/l	24	<	24	<	24	<	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；

上表所列為較具代表性及公眾較為關注的參數。

附件四：圖表索引

圖1	2013 年本澳各監測點水質評價值	P.7
圖2	2004-2013 年年總降雨量	P.8
圖3	珠海對澳門供水系統	P.12
圖4	2013 年澳門用水戶分佈	P.15
圖5	2004-2013 年用水量變化	P.16
圖6	2013 年澳門用水結構	P.18
圖7	2004-2013 年澳門用水量分佈	P.20
圖8	2004-2013 年人均用水量及萬元GDP用水量	P.21
圖9	2006-2013 年自來水廠出廠水鹹度	P.29
圖10	2004-2013 年澳門年總污水處理量	P.39
圖11	2008-2013 年本澳管網漏損率	P.46
表1	各水準年需水情況下蓄水工程對澳門正常供水保障的預測	P.31

附件二：重要事件

成立鹹潮應變措施小組及推廣節約用水工作小組

因應特大鹹潮發生，並為向社會各界推廣節約用水，特區政府先後成立鹹潮應變措施小組及推廣節約用水工作小組，並於同年制定自來水鹹度分級制，讓居民適時掌握自來水鹹度以作好準備。

2006

出台《澳門節水規劃大綱》

在廣泛諮詢社會各界的意見後，《澳門節水規劃大綱》正式出台，確立了隨後十五年澳門水資源管理及發展的整體路向。

2010

2008

工作小組正式成立

鹹潮應變措施小組與推廣節約用水工作小組合併，命名為推動構建節水型社會工作小組，落實以跨部門協作的方式執行各項節水措施，並立即著手制訂《澳門節水規劃大綱》。

出台《澳門再生水發展規劃》正式文本

為落實《澳門節水規劃大綱》中開發非常規水資源的方針，工作小組綜合顧問研究報告以及公眾諮詢的意見後，正式推出《澳門再生水發展規劃(2013-2022)》文本，為本澳確立了未來十年的再生水發展藍圖。

同年，港務局更名海事及水務局，獲賦予水資源管理等職能。

2013

2011

新自來水價格機制實施

新自來水價格機制於1月1日正式實施。透過階梯與分類式收費結合的方法，運用經濟槓桿推動用戶節約用水。

刊名

澳門水資源狀況報告2013/2014

出版

海事及水務局

印數

2000本

ISSN

2304-5159

出版日期

二零一四年九月

澳門萬里長城海事及水務局

電話：(853) 2855 9922

傳真：(853) 2851 1986

電郵：info@marine.gov.mo

網址：<http://www.marine.gov.mo/>

ISSN 2304-5159



9 772304 515009



郵遞：澳門郵政信箱47號
電郵：water_conservation@marine.gov.mo
網頁：www.marine.gov.mo
傳真：(853) 8988 2450