

澳門半島下水道改善初步規劃

A Study On Planning Of Machu Sewage Regulation

蔡文豪¹ 鍾文祥²

¹ 中興工程顧問股份有限公司水利部經理、水利技師

² 中興工程顧問股份有限公司水利部計畫主任、水利技師

摘要

分析澳門半島現況及未來 15 年後(以 2014 年為基期)，澳門半島雨水、污水下水道之發展方向及構想建議。

一、前言

澳門地區主要由澳門半島(北)、氹仔島(中)及路環島(南)等三個島嶼所組成，其中澳門半島與氹仔島間以三條橋梁連接，氹仔島與路環島間海域已填海造地成為路氹填海區新生地，本研究區位針對澳門半島。如圖 1 所示。



圖 1 澳門半島示意圖

澳門半島及其兩個離島面積共計約 30 k m²，但人口高達約 55 萬人，故全澳門地區平均人口密度約 1.84 萬人/k m²，但實際扣除部分山區與坡地，人口稠密區之澳門半島人口密度高達 4.6 萬

人/k m²以上，且澳門半島幾乎全面都市化，故水患敏感度非常高，同時目前澳門半島尚在發展及更新部分都市建設，故相關公共建設(包括雨水、污水下水道)及私人建設仍如火如荼的發展，故目前施工中之各工程界面配合，包括工程防災、工地影響區位之排水管理，都必須作進一步的整合與加強。所以澳門半島的下水道治理工作有其需求性與急迫性。

二、綜合說明

澳門半島之面積約 9.3 km²，其主要為平坦地以及低矮丘陵地，平坦地平均高程約在 EL. 20.0m 以下，低矮丘陵平均高程約在 EL. 50.0m 至 EL. 90.0m 之間，其區位大都劃為都市計畫區，故建物與人口相當稠密。其近 10 年水患災害，以 2013 年最為嚴重，其發生過程與初步分析原因如下：

2013 年 5 月 8 日下午 16:10 至 21:00，澳門地區降下豪大雨，尤其在 19:00 至 21:00 三小時內，累積降雨量約達 140mm，造成澳門半島及離島多處地區嚴重積水，促使澳門各階層皆反省澳門地區的治水工作，仍有很多的改善空間，及必須立即改善的作為。至於嚴重積水發生原因，本計畫依據目前有限

之資料，初步分析本次水災事件原因如下：

1. 水文氣象特性及影響

本次降雨特性為短延時(3小時內)，強降雨量(約累積140mm)，在短時間內降下豪大雨，以亞洲大都會區之雨水下水道的設計與管理經驗，諸如在東京都其雨水下水道設計標準約50mmhr至75mmhr，在台北市雨水下水道設計標準約78.8mmhr，而以本次降雨特性而言，降雨過大應為本次澳門淹水主因，至於當時(5月9日--5月10日)48小時潮汐水位，依據全球潮位站配合Mike-21推算澳門港當時之最高潮位約在EL1.0m以下，故潮位對本次淹水影響不大。

2. 地形變遷影響

本次淹水除澳門地區之傳統低地區有淹水情形外，以往未淹水區之離島局部地區也有淹水，經由新聞資料整理，澳門傳統低地淹水主因除雨量太大外，地形低窪之影響也加劇淹水之災情。至於離島局部地區之淹水除地形、降雨因素外，應該與快速都市化也有部分影響，因為澳門近二十年之加速都市化，對整體地形、地貌改變太快，故影響整體環境水文、地文之平衡，與地形之水源涵養，同時現有排水設施功能之調適、整合也未完全到位之故。

3. 都市建設影響

目前澳門地區之公、私部門的建設，仍如火如荼的持續發展。其中主要為開發工地的土砂、廢棄物、機具材料之管理，以及施工中

之排水路設置、連通，如有管理上之疏忽。則確有加重局部積水之可能。故此方面的工作除督促施工單位辦理相關防災措施及加強管理外，監督單位亦應不定時抽查，同時要備妥應急方案，以減輕對環境淹水的影響。

以澳門地區而言，如此高密度之都會區，以及高速都市化地區之治水必須採用「海綿城市」建設策略，方能有效處理都市積淹水問題。故澳門地區其未來建設應遵從生態優先為原則，將自然水路途徑與人工設施相結合，並統合都市公共設施，在確保都市排水安全的前提下，最大限度實現雨水在都市地區的積蓄、滲透、淨化，促進雨水資源的利用與環境保護。故未來澳門地區之治水方法，與管理方式，宜朝「海綿城市」的策略與方法逐步調整，方能漸次減少都市水患課題。

有關較具體之操作方式，應先將現有之排水設施(主要為雨水下水道、污水下水道、部分之區域排水路、抽水站)進行盤點與整合。同時進行低影響開發(LID)雨水系統之建設，並與現有之排水設施(主要為雨水下水道、污水下水道、部分之區域排水路、抽水站)結合，同時除工程建設外，相關的管理及避難等非工程措施，也需進行規劃建設。

爰上所述，其後2013年底澳門特別行政區首先進行澳門半島之現有之雨、污排水設施進行盤點與整合。其工作範圍如圖2所示，工作項目如表1所示：

表 1 工作項目

(1)	分析澳門半島目前的污水流量
(2)	預測未來澳門半島 15 年的污水流量
(3)	分析現時有關計算水量的數據
(4)	測量及繪製目前澳門半島的公共排水網絡分佈圖
(5)	分析澳門半島內雨、污水泵房的運作現況及提供改善方案
(6)	分析澳門現時公共排水網絡的排汙、排洪能力及提供改善方案
(7)	分析澳門半島未來 15 年公共排水網絡的排汙、排洪能力及泵房處理能力
(8)	統計及作分析現存視察井及下水道淤塞的情況，尋找下水道渠網中的錯駁管道(包括：雨水、污水及合流下水道部分)及高潮汐時海水倒灌情況，並按先後緩急提供解決方案
(9)	提供內港區海水倒灌的預測、分析及其解決方案

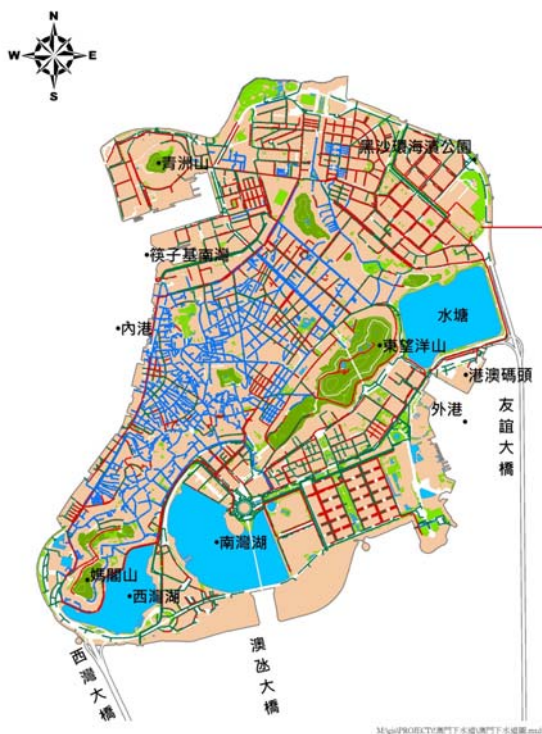


圖 2 澳門半島下水道系統分區概況

三、 結語

本研究針對工作項目進行方法論及規劃構想，以茲作為後續努力的方向，以策勵未來。其詳細分析如下所述：

1. 分析澳門半島目前的污水流量以如近年(如 2010 年至 2013 年期間)澳門自來水公司提供的各區街道、商業分佈(尤指酒店業)、住屋分佈等資料用水量及環境保護局提供污水處理廠的資料，分析澳門半島目前的下水道污水流量(包括評估平均每人每日所產生污水流量及澳門每日所產生總污水流量)；針對澳門半島現況污水量之調查分析，計畫工作流程如下：

(1)基本資料蒐集

- I. 澳門現有人口、遊客人數
- II. 自來水用水量(由澳門自來水公司提供各區街道、商業分佈、住屋分佈等用水量資料)
- III. 地下水位分析，若地下水位高，且管接頭止漏性不佳，將滲入污水管內增加污水流量；反之，若地下水位低，則污水管內之污水流量將因外漏而減少。
- IV. 污水泵房運作現況評估
- V. 污水處理廠處理水量(包括澳門半島污水處理廠及澳門跨境工業區污水處理站晴天及雨天之實際進流污水量)

(2)分析平均每人每日污水量

(3)分析澳門半島目前每日產生之總污水流量。

2. 預測未來澳門半島 15 年的污水流量以統計局最新公佈的人口調查及城市規劃(根據城市發展及人口密度變

作流程如下：

- I. 依本計畫全面調查測量之下水道網絡管線人孔資料，依系統分區給予編號，並依水理分析所需要之輸入資料建立檔案。
- II. 計算並輸入各管線人孔集水區範圍之逕流量。
- III. 以水理程式(SWMM)進行下水道網絡之水理分析。
- IV. 依水理分析結果找出問題管段，並提出改善建議方案

(3) 污水泵房

澳門半島污水泵房現況排污能力及改善方案評估之工作流程如下：

- I. 蒐集分析澳門半島現有污水泵房的運轉數據。
- II. 安裝流量計以收集各污水泵房不小於 1 週的流量數據(連續不小於 168 小時)。
- III. 以泵房每日內按每小時運轉曲線、潮汐曲線、降雨量曲線及該泵房上游集污範圍所估算之累積污水量，分析泵房現況之排污能力是否足夠及是否有其他不合理之水量(如雨水、地下水或海水倒灌)。
- IV. 研提改善方案。

(4) 雨水泵房

澳門半島雨水泵房現況排洪能力及改善方案評估之工作流程如下：

- I. 蒐集分析澳門半島現有雨水泵房的運轉數據。
- II. 安裝流量計以收集各雨水

泵房不小於 1 週的流量數據(連續不小於 168 小時)。

- III. 以泵房每日內按每小時運轉曲線、潮汐曲線、降雨量曲線及該泵房上游集水範圍所估算之累積逕流量，分析泵房現況之排洪能力是否足夠及是否有其他不合理之水量(如雨水、地下水或海水倒灌)。

IV. 研提改善方案

6. 分析澳門現時公共排水網絡的排污、排洪能力及提供改善方案

利用研究所得的數據及資料，以及其他補充資料，包括地形地貌及都市化的轉變，分析現時公共排水網絡(雨水、污水及合流下水道)的排水能力，指出排水系統中現時不正常的狀況，分析並評估現時澳門半島下水道排水能力不足的管道(通過地球物理暨氣象局及對現時地形地貌的雨水逕流現況等相關資料以及澳門自來水公司提供的用水量等相關資料)，並需於報告上提供改善及按先後緩急的解決方案(包括提供工程及非工程策略)，並需以 AUTOCAD 繪製其相關改善圖及顯示相關資料；(優先處理新口岸區之污水問題，按照所搜集之數據及現場之測量資料，對現時新口岸區污水網絡的排水能力分析並提出解決方案。)

未來計畫將先研擬最終方案之外水位條件，以供未來如有泵房擴建、新泵房建造及網路重整等新的排洪改善設施規劃設計之參考。

(1) 下水道網絡改善

將依據兩污水下水道系統(含合流式部分)之全量測量結果，並依各管線人孔上游集污範

- 圍推估之現況及未來 15 年計畫污水量，污水下水道網絡須重新整理並給予系統性的編碼，以便管理維護。
- (2) 雨汙分流改善
- 合流式下水道於雨天時，下水道須排放污水及雨水，容量需再檢討是否足夠，且分流式下水道為改善環境衛生重要的建設項目，建議將合流式下水道區域，檢討逐步改為分流式下水道，或加大現有抽水站之容量，應可改善現有排水能力不足之問題，及因應未來之增量。
7. 分析澳門半島未來 15 年公共排水網絡的排汙、排洪能力及泵房處理能力利用研究所得的數據及資料，以及其補充資料，提供研究及分析，擬定未來 15 年公共排水網絡(雨水、汙水、合流下水道及泵房等設施)的排水能力(包括新城填海 A 及 B 區位置)及提供下水道及泵房排水能力到達極限之年份，並需以 AUTOCAD 繪製其分佈圖及顯示相關資料；本項工作將在現況改善方案基礎條件下，配合未來都市計畫之土地空間配置及人口增量，規劃未來汙水增量及管網抽水站的佈置與調整；至於雨水下水道則考量土地變化、氣候異常，檢討雨量變化及流量分配，規劃未來雨水下水道系統改善之方案。
8. 需反映現存視察井及下水道淤塞的情況，尋找下水道渠網中的錯駁管道(包括：雨水、汙水及合流下水道部分)，高潮汐時海水倒灌情況，需統計及作分析，並按先後緩急，提供解決方案。本項工作主要透過下水道之測量與現有圖資之比對，檢核排水癥結，並提出解決方案。
9. 提供內港區海水倒灌的預測、分析及其解決方案；
- (1) 港區海水倒灌分析及預測及其解決方案
- 本項議題雖然重點區在於內港區域，但因海水倒灌成因、機制與風暴潮直接相關，因此，若進行整體海水倒灌分析及評估，需將分析範圍擴大至整個澳門半島乃至珠江口海域，對於風暴潮預測執行而言，需藉助數值模式進行模擬分析，可能至少需預測整個澳門半島未來 15 年的下水道系統的外水位，因此，本項議題改善方案，不但需將現存水浸成因納入，尚需考量未來最終填地方案可能帶來的影響衝擊。
- (2) 潮汐水位分析及評估
- 本子題工作內容包括海、氣及地象基本資料蒐集整理及分析，並以過去澳門半島曾經發生水浸事件期間為基底，分析港區水浸發生與海水倒灌連結關係。其中，潮位資料分析為工作重點，將依據潮位資料，分析各分潮的振幅(amplitude)及相位(phase)，以作為現況及未來潮汐預測水位之參考。
- (3) 潮汐與風暴潮預測及研究
- 風暴潮是內港區發生海水倒灌可能成因，當計畫區可提供足夠實測海域水位資料時，可依相關規範決定風暴潮水位，若無則需仰賴數值模式進行模擬推估，本計畫將選取以中心路徑通過珠江口附近颱風案例，以對本區影響最大風暴潮為例，模式應用將建立包括整

個澳門半島的珠江口海域地形水深現有基本方案，以及包括未來可能新城填地方案影響下之分析。

四、 參考文獻

1. (澳門日報, 華僑報, 正報, 力報), 澳門水浸新聞, 2013.05.09-10。
2. 澳門基金會, 澳門地理, 2009。
3. 廣東省地圖出版社, 澳門自然地理, 1992。

投稿 104.04.24
校稿 104.05.05
定稿 104.05.11