

（2）定期檢查：凡日常巡視不到的地方，如欲深入調查，則需定期停電檢查。如終端及接續部分，需要檢查防蝕膠帶的老化，以及沿破壞（Tracking）現象，其他如整條電纜佈設線路，是否有化學藥物侵入。颱風、地震、洪水等自然災害，是否危害電纜安全，都需詳細檢查，以維護電纜正常運轉，並防範事故發生。

- 定期絕緣阻抗量測：1）絕緣層絕緣抗量測；2）外被絕緣電阻。
- 溫度監控系統。
- 部分放電監控系統。

（四）

澳門岩土工程之發展與地下空間使用之展望

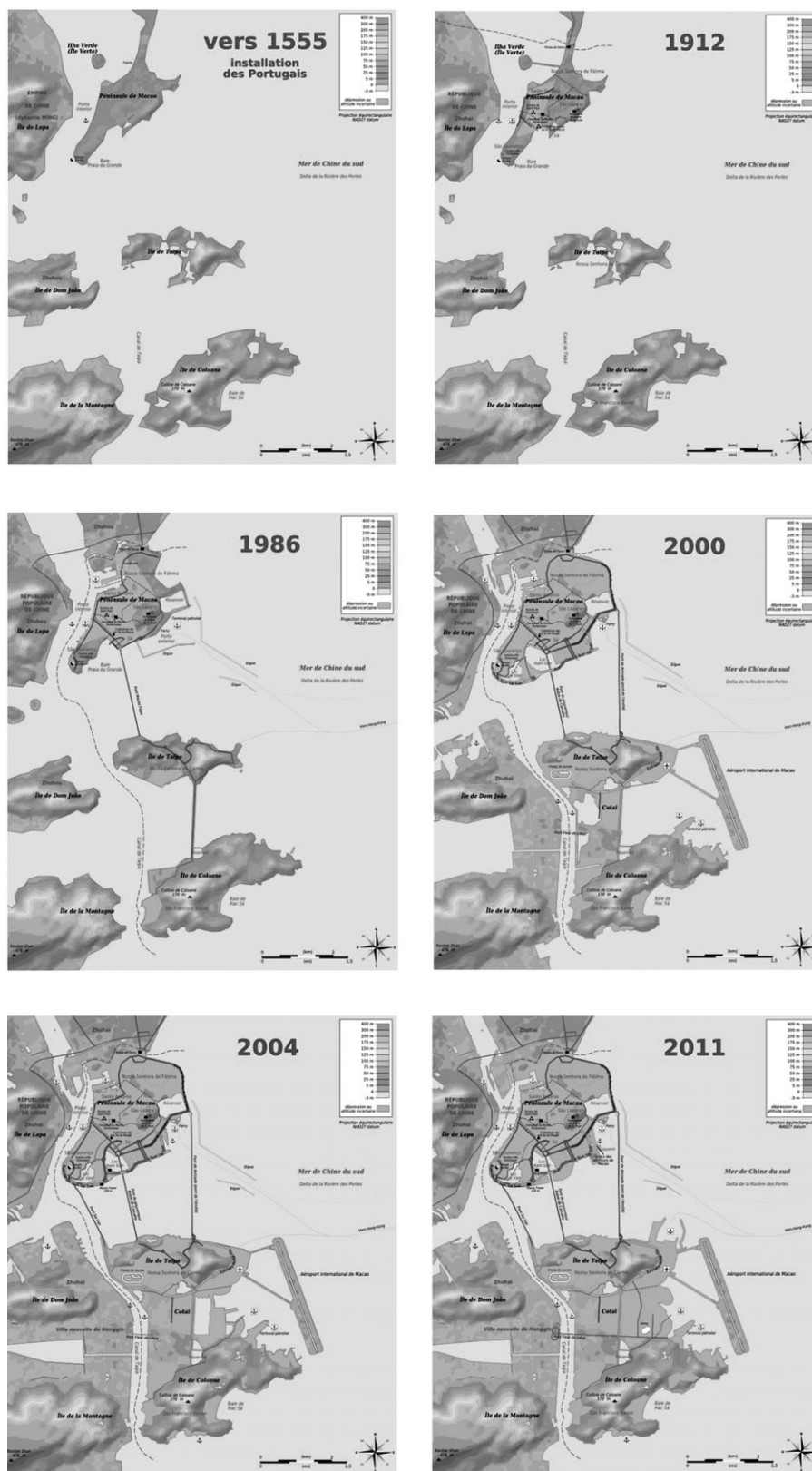
陸萬海

地下空間的開發與岩土工程息息相關，本文就澳門地區過去在岩土工程之發展，及未來地下空間使用之展望作一介紹。

（一）澳門與岩土工程之發展

Geotechnical Engineering這門學科在中國內地的翻譯是“岩土工程”，在台灣叫作“大地工程”，是土木工程中一門重要的學科，主要是透過瞭解不同地質中的岩土來進行土木工程的建設，澳門位於廣東沿海，屬於以花崗岩為主要基岩的地質，沿海原生土地是珠江流域泥沙受到河水沖積，在出海口堆積於基岩花崗岩層上，而由於澳門的地方細小，因此自19世紀以來，就不斷以地填海造地的方式來解決土地的需求，從1840年時的半島只有約2.78平方公里到目前的30多平方公里的土地，澳門可以說是世界上填海造陸比例最高的地方（圖1），而現在進行的新城區填海工程（圖2），完成後亦將會為澳門再增加約7平方公里的土地。

圖1 澳門從1555年至2011年的變化



圖片來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BE%B3%E9%96%80%E5%A1%AB%E6%B5%B7%E9%80%A0%E5%9C%B0>。

圖2 澳門新城填海造地

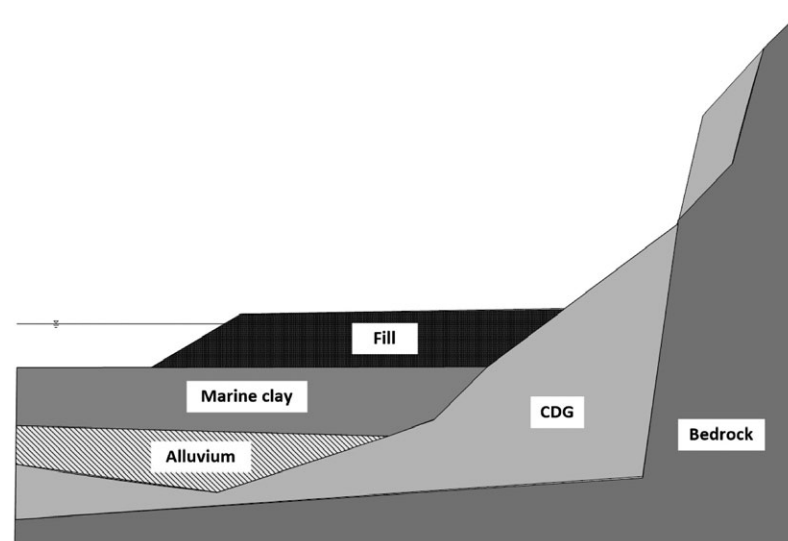


圖片來源：<http://www.am853.com/?uid=98&qid=7&m=newsview&bid=19>

澳門岩土工程的一個很重要的里程碑，是澳門國際機場的興建，當中涉及許多岩土工程的項目，例如填海造地、土壤改良、樁基礎等，都包含在這個工程內了，而工程所得的經驗亦成為日後其他工程的參考。^① 澳門的地質情況一般包括有：地表一層填海的沙，下面大概有10至20公尺的淤泥（圖3），這層淤泥是在澳門施工方面最困難的部分，如果我們要建設共同管道（或稱綜合管廊），可能剛好就會建在這個淤泥層上面，而填海工程一般也會對淤泥層進行土壤改良，如安裝排水帶和預壓等，以增加它固結的速度，以及減少將來的地表沉降和增加土壤的強度。

^① Novais-Ferreira, H., "Macau International Airport Technical Handbook," Autoridade de Aviação Civil de Macau, 1997.

圖3 澳門地質概況



圖片來源：作者自製。

澳門的發展也與岩土工程息息相關，例如澳門旅遊塔、氹仔中央公園和澳門大學橫琴校區等等，都是較為大型的工程，當中，岩土工程佔有很重要的份量。氹仔中央公園的開挖使用了一些比較新的施工方法，即是所謂的SMW（Soil Mixing Wall），是一種可以回收擋土牆鋼材的方法，使得工程的成本可以降低，這個工程的特點是它的開挖面積大約是3萬平方公尺，對澳門來說，它是一個非常大的開挖工程，完成後可以提供很多停車位和一些公共的設施。澳門大學橫琴校區又是另外一個例子，這個面積1平方公里的新校園，包括了填海造地、土壤改良等各樣的岩土工程項目，而且設計標準較高，例如澳門大學橫琴校區的防洪是以百年一遇的洪水為設計標準的，因此在天鴿風災中沒有發生淹水，但河底隧道在建設的過程中曾經發生塌陷，這對我們岩土工程——更甚者對將來建造共同管道方面，是一個很重要的警告，因為隧道的開挖與岩土工程實際上是息息相關的，必須注意安全，尤其是如果將來共同管道是建設在一些人口密集的地方，開挖的時候如果發生問題，後果將會不堪設想。

（二）地下空間使用的展望

澳門與橫琴很接近，所以我們可以看看橫琴怎樣利用他們的地下空間。事實上，已建成的橫琴共同管道一共長33.4公里，建設得非常成功，因為有關單位很早便開始進行規劃。他們採用的是明挖覆蓋的方法，直接在地表面開挖，它的深度一般在地表面下10公尺以內先開挖，把管道做好後再填土回去，在新填海的地方，這樣做相對來說比較簡單、經濟、省時，澳門新填海地區可以參考這個做法。此外，台灣地區的共同管道也建設得非常成功，尤其讓筆者印象深刻的，是台北市中華路共同管道的建設，當時他們要在一個共有一百多家店的民營商場下進行工程，簡直就是一個不可能的任務，但他們最後還是做成了，實在令人讚嘆，這實在值得我們參考。離澳門一水之隔的香港，地下空間的使用也十分成功，2015年開始，香港在進行一個“城市地下空間發展策略性研究”，他們把一些可用的地下空間，尤其是一些山體下的岩洞開挖出一個可用的空間來，例如在香港大學旁邊的一個山體，已經被挖空了，並做成一個儲水池，而在赤柱一個山體內

亦建造了一個污水處理廠。此外，其他成功的例子包括在跑馬地和旺角的球場下面建設蓄洪池，用來防止淹水（圖4）。

圖4 香港旺角大坑東地下蓄洪池



圖片來源：<https://www.hk01.com/>。

對澳門來說，地下空間的使用主要在兩方面，一是使用在公用事業如水電、電訊、煤氣等上，二是使用在交通如隧道、停車場等上，但很少使用在防災上——這在澳門發生像天鴿風災的自然災害後變得尤為重要。而澳門地下空間在交通上的使用也太不多，只在一些交叉路口興建了行車隧道和一些較短的山體隧道等，比較大型的還有地下停車場，氹仔中央公園停車場可以說是一個代表。至於地下管道這個問題，事實上特區政府已進行過不少的研究，而目前已有一些地下空間的利用，例如澳門北區的地下固體垃圾自動回收系統，如果人們把垃圾扔進開口，系統就會自動用真空把垃圾吸到收集中心。這些工程的施工都是不容易的，需要各方面的配合，要想盡辦法讓工程能進行，當中有一些公共關係的事情要解決，也要安撫居民——而這一點尤其重要，例如香港在進行地鐵工程時，公關工作做得特別好，這特別值得我們參考。

澳門地下空間應用較少，其中一個原因是本地的地下管道十分複雜，自來水、電力、電訊、天然氣等等，都有各自不同的管網。在澳門，申請開挖管線是非常麻煩的，要向多個政府部門如民政總署、交通事務局等提出申請，因此業界和市民都想盡快鋪設共同管道，而事實上，在20世紀90年代，南灣湖那裏已經做過一段，然而，因為沒有很好的規劃，建成以後便荒廢，真是十分可惜，可見建設共同管道的事前規劃和事後管理非常重要。更進一步而言，澳門的地下空間甚至可以加入防洪的考慮，例如在適當地區建造一個蓄洪池，以減緩淹水的問題，這些考慮必須納入到城市總體規劃當中，以便一步一步地實現。在土地缺乏的澳門，地下空間異常寶貴，如何妥善利用和管理，是一個很重要課題。