

專訪

沈強 工程師 澳門岩土工程協會會長

沈強工程師 1986 年南京水利科學學院研究生畢業，大學主修水利工程、研究院主修岩土工程。畢業後在上海交通部的工程勘測設計院工作，參與或主持了許多國內大、中型港口工程和地基加固設計。1992 年至今在澳門土木工程實驗室工作。



1992 年至 1995 年，受交通部委派在澳門土木工程實驗室主要從事澳門國際機場人工島和跑道基礎、聯結橋等建設中的施工品質控制。1995 年以後，留澳從事澳門土木及岩土工程的研究和施工品質控制，負責樁基礎測試、地質勘察、軟土地基處理、斜坡和海堤分析、深基坑開挖及規範編制等工作。

現擔任澳門岩土工程協會會長、澳門海洋與水利學會理事長、澳門特區城市規劃委員會會員、澳門特區斜坡安全委員會成員，澳門土木工程實驗室 (LECM) 地工技術廳廳長。

參與和負責了全澳門斜坡安全分類和分析工作，主持和負責建立了澳門地區首個斜坡自動監測系統，在斜坡安全、樁基測試、軟土地基處理、深基坑開挖、工程施工品質檢測等方面有 30 年以上豐富的經驗。

“建造行業面臨的 問題及挑戰”



建造行業面臨的問題及挑戰

澳門土地面積狹小，人口密度大，土地問題長期以來制約著澳門的發展。回歸二十年來大規模工程建設相繼展開，基礎建設、公共工程、博彩業私人建築蓬勃發展，帶來了建築市場的輝煌，與此同時低價同質化競爭日趨激烈，未來如何保持行業良性且長遠發展，需要著眼於澳門未來的防災減災、都市更新、海域利用和地下空間開發幾個方面，提升行業技術實力，提高工程技術人員能力，逐步完善澳門本地標準和規範。

建築技術發展及應用

澳門自回歸之後，建築技術無論從品質還是數量上都經歷了飛躍性的發展，填海造地技術、軟土地基改良技術、樁基礎技術、結構施工技術都突飛猛進，在這些方面逐步和世界其他國家及地區前沿技術接軌。其他一些熱門的建築技術則需要引進和掌握：

(1) 盾構法和頂管法

地下空間的開發和利用未來有待進一步推進，由此而涉及到的新技術及應用應引起同業者的關注，譬如共同管溝（也稱為綜合管廊），是指城市地下管道

綜合走廊，它是為實施統一規劃、設計、施工和維護，建於城市地下用於敷設市政公用管線的市政公用設施。

採用的施工方法主要分為明挖施工和暗挖施工，結合澳門土地面積狹小，建築密集的特徵，暗挖施工法值得引進和應用，主要有盾構法、頂管法等。盾構法和頂管法都是採用專用機械構築隧道的暗挖施工方法，在隧道的某段的一端建造豎井或基坑，以供機械安裝就位。機械從豎井或基坑壁開孔處出發，沿設計軸線，向另一豎井或基坑的設計孔洞推進，構築隧道，並有效地控制地面沉降。盾構法、頂管法施工具有自

動化程度高，對環境影響小，施工安全，品質可靠，施工進度快等特點適合澳門都市更新和地下空間開發，特別是在建築物密集、交通線路擁堵的地段，盾構法和頂管法施工不影響市民的正常生活，值得引進和推廣。

(2) 建築廢料的資源化利用

氹仔的建築廢料堆填區自 2006 年 3 月開始使用至今，近年被運往建築廢料堆填區掩埋的建築廢棄物每年平均達 225 萬立方米，存放能力逐漸趨於飽和。特區政府透過實施第 22/2020 號行政法規《建築廢料管理制度》規範建築廢料堆填區的使用和收費制度，

並加強對非法棄置建築廢料的監察和處罰機制，以經濟手段鼓勵廢物產生者從源頭減少建築廢料的產生，該行政法規於 2021 年 1 月 17 日正式生效。

惰性物料其實也是一種可以利用的資源，澳門對於惰性物料的處理，一方面是減少建築廢料的產生，另一方法是加強建築廢料的再利用，針對不同性質的建築廢料，進行不同的處理和利用，譬如：

- 對於石塊、磚塊、混凝土塊、瓦礫、砂等物料進行篩選和破碎，形成再生骨料，可以作為道路填料及填海填料使用；

- 對於海泥和泥漿等，可以採用固化技術和防滲技術，改良物理力學性質，在澳門管轄的 85 平方公里水域內選擇合適的地點進行填埋造地處理，既能緩解堆填區的壓力，又能形成新的填海地，拓展澳門土地空間。

(3) 提高工程建設信息化技術

澳門許多工程的成本和進度管理不夠理想，經常出現費用和工期追加的情況，有必要提高工程建設過程中的信息化技術，利用 BIM 技術，並借助移動互聯網技術實現施工現場視覺化、虛擬化的協同管理。在施工階段結合施工工藝及現場管理需求對設計階段施工圖模型進行信息添加、更新和完善，以得到滿足施工需求的施工模型。依託標準化項目管理流程，結合移動應用技術，通過基於施工模型的深化設計，以及場地佈置、施工組織、進度計劃、材料設備、品質安全、竣工驗收等管理應用，實現施工現場信息高效傳遞和即時共用，提高施工管理水準。

澳門面積狹小，有條件建立數位化的地質信息模型，澳門土木工程實驗室曾嘗試利用地質勘察資料形成地質資料庫，但此項工作需要政府牽頭進行系統化的建設支持。

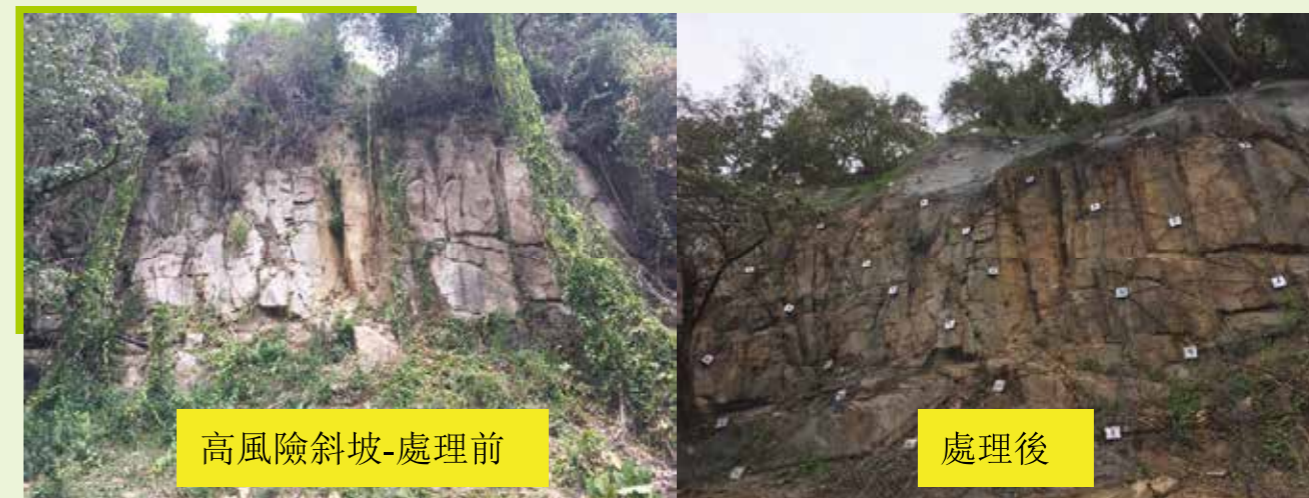
提高競爭力

澳門建築行業要提高競爭能力，需要提高專業人員的技術能力，需要逐步完善澳門本地標準及規範。

澳門自 2015 年實施《都市建築及城市規劃範疇的資格制度》以來，已經註冊認證一批工程師、建築師資格人員，為澳門工程建設提供了認證人才。為了繼續提高專業人員的技術能力，未來需要考慮由政府牽頭制定各類專業技術指導標準教材，註冊專業人員取得註冊資格後，也應制定各專業標準培訓課程，並由權威專家組定期更新培訓內容，始終保持澳門工程技術與其他國家及地區同步和接軌。

為了提高澳門建築行業競爭能力，還需要逐步完善本地標準和規範，之前由政府委託，LECM 編制了《土工技術規章》、《澳門供排水規章》、《建築鋼結構規章》、《擋土結構與土方工程規章》、《混凝土標準》、《水泥標準》等標準和規章，對部分建設內容進行了規範，未來還需要行業同仁群策群力，在澳門政府相關部門的牽頭下，逐步完善和制定工程建設相關領域的標準和規範，並且建立澳門地區的設計審查制度，減少因引用不同地區標準導致的混亂，因缺乏設計審查而導致的施工過程遲滯受阻，出現錯誤難以糾正。

澳門岩土工程 和 斜坡安全現況



所謂「萬丈高樓由地起」，岩土工程 (Geotechnical Engineering) 作為建設項目的起點，為建築物打造良好的基礎提供足夠的承載力，摩天大樓和跨海大橋才得以屹立不搖。隨著澳門回歸以來的急速發展，實有賴於工程業界的貢獻；其中岩土工程站在建設項目的第一線，為後來的結構物解決了承載力、地下水和沉降等難題，在工程上扮演著重要的角色。近年澳門的城市規模逐漸跟不上其發展步伐，各類型基建工程項目陸續展開為提供更大的容量 (capacity) 予社會作發展。隨著填海造地、跨海連接通道、機場和輕軌系統等公共工程大型建設項目的開展，澳門岩土工程界迎來了

很多挑戰。為滿足更巨大的工程規模和更高規格的技術指標，例如直徑更大的鑽孔灌注樁、跨距更大的地下空間開挖等等；很多新型的施工機具和工法因而引進澳門，更先進的勘察和分析技術同時也在澳門應運而生，澳門的工程技術因而不斷往前發展。

澳門是全球人口密度最高的地區，土地資源非常緊張，居民環山而居的情況無可避免；而澳門早期的重要建築物，如鏡湖和山頂醫院、禮賓府和舊澳門大學等等都是建設於斜坡上。丘陵台地的面積約佔全澳門四分之一，斜坡不穩是澳門面臨主要的天然災害問題之一。澳門的天然坡體主要是風化或者裸

露的花崗岩層(Granite)而落石是主要的斜坡災害問題。

土地工務運輸局和市政署是澳門公共斜坡的管理者，聯同澳門土木工程實驗室成立跨部門的政府「斜坡安全小組」，以全澳斜坡為對象作定期檢查，並對檢查的斜坡評為高、中、低風險三個等級。現時澳門



共有 74 個中高風險斜坡，以及 173 個低風險斜坡。高風險斜坡一般將作出工程處理，根據其特性進行擋土結構加固、掛網、噴漿或加設排水設施等工程，以降低其風險度。中低風險的斜坡則需要進行定期檢查，確保斜坡的穩定性。

為更有效率地對斜坡進行管理，土地工務運輸局於 2013 年委託澳門土木工程實驗室對大潭山斜坡設置自動監測系統，為澳門地區首個斜坡自動監測系統並運作至今。其後，澳門政府亦不斷對其他斜坡和擋土牆進行監測及定期檢查工作。此外，斜坡檢查和監測的手段不斷進步，除了監測工作系統化和自動化外，三維雷射掃描、透地雷達、無人機等也是現在常見的手段。

C 區填海

C 區填海位於氹仔側、西灣大橋和嘉樂庇總督大橋間，面積約 32 公頃。由於受到航道和施工區域的限制，加上澳門海床面一般較高，施工船隻的調配和作業只能在有限的空間內進行；另外施工區域鄰接兩



條跨海大橋，特別是歷史悠久的嘉樂庇總督大橋，施工作業時必須謹慎以減少對兩條大橋的影響，這些均是施工單位需要克服的困難。除此以外，陸域吹填後需要進行的地質改良工作，以避免日後土壤液化，沉降或者差異沉降的發生。

建築廢料堆填區地質改良工程

為更有效地使用堆填區，澳門政府對其進行地質改良工程，目的是對地層進行加固，加強其穩定性和承載能力，一為提升堆填區的容量，二為加固土層避免因堆載對鄰近結構物造成影響，三為日後興建建築物創造條件。然而，堆填區鄰近機場跑道，施工機具受到高度限制，築堤時亦需要謹慎以免對跑道造成影響。同



時因場區地形地質條件複雜，本工程使用排水帶、旋噴樁、水泥攪拌樁、堆載預壓和鑽孔灌注樁等多種工法，在澳門是頗為罕見和具挑戰性的。另外，施工期間場區沒有因而停止建築廢料的堆填工作，堆填區的營運工作亦如常進行，是管理方的一大挑戰。

大潭山斜坡自動監測系統

大潭山斜坡自動監測系統由土地工務運輸局委託澳門土木工程實驗室進行，由 2014 年正式運行至今，



是全澳首個斜坡自動監測項目。大潭山最初為垃圾堆填區，1988 年因堆填達飽和而停止運作，現成為一個多功能的郊野公園；鄰近澳門天文臺、澳門國際機場等重要建築物，因此大潭山斜坡的安全問題，是澳門至關重要的。大潭山垃圾堆填區範圍的最大堆填深度約為 22 米，堆填垃圾的孔隙率比一般坡體材料大，因此堆填垃圾的可壓縮量也較高，導致坡體會出現差異沉降的情況。為保障澳門市民及遊客的安全，自動監測系統扮演著重要的角色。

澳門政府不斷對
斜坡和擋土牆
進行監測
及
定期檢查工作

關於 澳門岩土協會



澳門岩土工程協會成立於 2006 年，是一個獨立且非牟利的專業社團，為促進澳門的施工技術和岩土工程領域之發展，並加強同業，以及澳門政府各機構間的聯繫與溝通，以服務社會作為宗旨；成員組成包括服務於政府、大學、設計顧問公司、承建公司、科研機構及其他工程相關行業的專業人士。

本會成立至今，慣於每年 10 月至 11 月期間主辦兩岸四地的岩土工程學術研討會，研討會同時得到其他海內外組織的支持，吸引許多業界和學術界的人士參與，致力構建專業學術平台澳門本地工程師與外界進行交流；本會每年亦會編寫及出版會刊《岩土工程》，提供最新的地工技術資訊予各界人士。此外，為配合

澳門特別行政區政府「建築、工程及城市規劃專業委員會」對業界土木工程師的持續進修要求，本會近年亦聯同澳門土木工程實驗室、澳門大學和澳門工程師學會等組織舉辦多個持續進修活動（簡稱 CPD），為澳門本地工程師的培訓工作出一分力。

除此以外，本會亦組織多個工程參訪活動前往外地作交流分享，為澳門工程界搭建連接各地的溝通渠道。近年社團活動資料

1、2019 年 10 月 25 日主辦，協同廣東省岩土力學與工程學會、香港岩土工程學會、台灣省 / 台北市大地工程技師公會、澳門工程師學會及澳門土木工程實驗室共同合辦「智慧基建與岩土工程技術創新研討會」

2、2019 年 10 月 24 日參與協辦由澳門土木工程實驗室主辦的「橋樑建造與維護技術研討會」

3、2018 年 10 月 19 日主辦，協同廣東省岩土力學與工程學會、香港岩土工程學會、台灣省 / 台北市大地工程技師公會、澳門工程師學會及澳門土木工程實驗室共同合辦「岩土工程與防災減災研討會」

4、2018 年 9 月 22 日主辦、澳門大學土木及環境工程學系合辦「邊坡穩定之調查、分析設計與施工」課程

5、2018 年 7 月 27 日參與協辦由澳門土木工程實驗室主辦的「建築工程與環境保護研討會」

6、2018 年 6 月 23 日主辦、澳門大學土木及環境工程學系合辦「盾構隧道開挖面穩定與變形控制」課程

7、2018 年 6 月 14 至 15 日與福建省土木建築學會、廣東省土木建築學會、台灣大地工程技師公會和香港岩土工程學會協會於福建廈門聯合主辦「閩粵港澳岩土工程高峰論壇」

8、2018 年 3 月 30 至 4 月 1 日組織前往宜昌考察三峽大壩工程建設，並與三峽大學進行交流

9、2017 年 10 月 27 日協同廣東省岩土力學與工程學會、香港岩土工程學會、台灣省 / 台北市大地工程技師公會、澳門工程師學會及澳門土木工程實驗室共同合辦「岩土工程的回顧與展望研討會」

10、2017 年 9 月 2 日參觀珠海馬騮州隧道建設工程

11、2017 年 8 月 25 日參與協辦由澳門土木工程實驗室主辦的「深基礎施工與設計」研討會

促進澳門
的
施工技術
和
岩土工程領域
之發展