參考便覽第 16/2022 號 **2022 年 11 月**

斜坡的儀器監測

主要信息： **斜坡的儀器監測普遍應用於香港山泥傾瀉風險管理系統中的各個範疇，提供有用的資料作斜坡穩定性評估及設計之用，以及評估特殊斜坡穩定設施的效能。另外，由於香港的山泥傾瀉與降雨量有密切的關係，土力工程處亦利用分佈於全港各處的雨量站持續監測降雨量，以評估是否須要發出山泥傾瀉警告。同時，土力工程處亦繼續進行相關的技術拓展工作，研究應用創新的斜坡監測技術以進一步提升山泥傾瀉風險管理水平。**

引言

斜坡的儀器監測一直在香港的山泥傾瀉風險管理系統中發揮著重要作用，並按不同技術的性能、監測的性質、相關斜坡及其水文地質狀況、山泥傾瀉或地表變形機理等因素，採用合適的監測儀器。同時，土力工程處亦積極探索及引進其他實用有效的創新斜坡監測儀器和技術。

在香港，斜坡的儀器監測普遍應用於以下的範疇：

- 斜坡穩定性評估及設計；
- 特殊斜坡穩定設施效能的評估；
- 對有穩定性問題或不尋常特徵的斜坡監測；
- 全港性山泥傾瀉警報系統的自動雨量監測。

應用於斜坡穩定性評估及設計的監測

地下水位監測對於現有斜坡的穩定性評估和新斜坡或斜坡改善工程設計都十分重要。在香港，斜坡儀器監測自 1970 年代後期已廣泛應用於這個範疇，一般由負責進行斜坡穩定性評估和設計的專業岩土工程人員釐定安裝的細節。監測地下水位的慣常方法是在鑽孔中設置人手操作的測壓計或水位計。而配備數據傳輸功能的自動地下水位記錄儀器亦日漸普及，尤其適用於監測位處偏遠地區的斜坡，或需要實時和更完整地記錄地下水位變化的情況下。

應用於評估特殊穩定斜坡設施效能的監測

如果斜坡需依賴預應力地錨或橫向排水管等特殊設施以維持其長期穩定性，這些設施或須定期監測。如沒妥善維修，這些特殊設施的效能會隨時間降低，所以定期監測其效能十分重要。這類監測通常由斜坡業主(相關政府部門或私人業主)進行，而監測結果有助決定所需的斜坡維修種類。

半山區寶珊地段是其中一個應用了這種特殊設施的例子，政府於 1984-1985 年間在寶珊地段安裝了 70 多條長達 90 米的排水斜管以降低整體地下水位，提高該區山坡的穩定性，從而減低發生大規模、深層山泥傾瀉的機會率。這些排水斜管多年來發揮了其作用。然而，2000 年代初的監測數據顯示，這些使用長達 20 多年的排水斜管已開始老化，使其排水功能逐漸下降。有見及此，政府於 2009 年在山體內建造了一套更可靠、可持續的，由隧道和豎管組成的地下水排放系統，配備實時地下水自動監測及自動緩解壓力裝置，有效調控整體地下水位在特定的安全範圍內。

對有穩定性問題或不尋常特徵的斜坡監測

香港的山泥傾瀉通常在暴雨期間頃刻發生，大多沒有先兆亦無跡可尋。因此，系統性於個別斜坡安裝儀器以期監測山泥傾瀉的發生並發出預警的方案並不可行。但在某些情況下，若個別斜坡因為過去曾出現明顯或持續的移動而備受關注，斜坡業主或土力工程處可就某些關鍵因素，例如地表位移和地下水位進行監測，並預設的監測水平及制定相關的緊急應變計劃，例如臨時封閉可能受影響的地方。

監測地表位移的常用方法包括在鑽孔中裝置測斜儀或延伸儀，量度地面張力裂縫兩旁測量點的移動，及利用大地測量或空中攝影技術監測斜坡上目標物的移動。另外，光纖傳感器和全球導航衛星系統等創新儀器也可應用於監測地表位移或岩土結構變形。遙感技術(例如數碼攝影測量、雷射掃描測距及雷達干涉技術)亦已在香港應用。

對有潛在穩定性問題的斜坡進行監測一般只屬臨時或防禦性措施，它必須配合後續補救方案以解決有關問題，使斜坡長久安全。當有關補救措施完成後，一般無須再進行監測。

全港性山泥傾瀉警報系統的自動雨量監測

由於香港的山泥傾瀉大多數由降雨引發，土力工程處的全港性

山泥傾瀉警報系統應用實時的雨量數據及雨量預測，作為發出山泥傾瀉警告的準則，提醒市民減低暴露於可能面對山泥傾瀉的危險，並啟動各政府部門的緊急應變系統(例如土力工程處的緊急控制中心)以處理山泥傾瀉事故。

土力工程處運作一個覆蓋全港廣闊範圍的自動雨量站網絡，包括約 90 個自動雨量站，為山泥傾瀉警報系統提供實時的雨量數據，連同香港天文台和渠務署的雨量站，合共超過 100 個雨量站自動收集實時的雨量數據，並利用流動通訊網絡每隔一至五分鐘傳送至土力工程處的雲端伺服器。儲存在雲端的雨量數據再透過雲端運算，以每五分鐘間距預測山泥傾瀉的風險水平，供土力工程處和香港天文台評估應否發出山泥傾瀉警告。

到目前為止，利用雨量監測評估發生山泥傾瀉的機會，以便在暴雨期間向公眾發出山泥傾瀉預警，仍是最有效的方法。

土木工程拓展署

土力工程處

2022 年 11 月