

討論文件

2021 年 9 月 28 日

## 立法會發展事務委員會

### 「長遠防治山泥傾瀉計劃」的進展

#### 目的

本文件旨在匯報「長遠防治山泥傾瀉計劃」（「防治計劃」）的進展及推行時所應用的創新科技。

#### 引言

2. 在 2015 年，土木工程拓展署向發展事務委員會提交了一份關於「防治計劃」的討論文件（檔號：CB(1)105/15-16(04)）。該討論文件總結了土木工程拓展署自 2011 年推行的「防治計劃」進展良好並已達到以下承諾的每年目標，而相關的斜坡安全管理及風險評級系統亦得到斜坡安全技術檢討委員會（「檢討委員會」）<sup>1</sup>的認同：

- (a) 鞏固 150 個政府人造斜坡；
- (b) 為 100 個私人人造斜坡進行安全篩選研究；以及
- (c) 為 30 幅天然山坡進行風險緩減工程。

3. 繼上述匯報後，我們現向委員會簡介「防治計劃」的最新進展及加強利用創新科技。

---

<sup>1</sup> 由三位國際知名的岩土專家組成的斜坡安全技術檢討委員會於 1995 年成立，負責獨立檢討政府的斜坡安全管理工作，並就斜坡安全系統提供技術方面的意見。

## 「防治計劃」的進展

4. 在 2011 年至 2020 年間，「防治計劃」下每年所完成的政府人造斜坡鞏固工程、私人人造斜坡安全篩選研究及天然山坡風險緩減工程的數目載於**附件 A**，政府每年推行「防治計劃」所需的開支平均約為 10 億元。

5. 我們在 2015 年至 2020 年間均能完成所承諾的每年目標。如要在未來數年繼續能達到「防治計劃」所承諾的目標，我們預計每年平均開支仍需維持在 10 億元的相約水平。

6. 於 2010 年完成的「防止山泥傾瀉計劃」（「防止計劃」）主要處理高風險的人造斜坡<sup>2</sup>。餘下的人造斜坡山泥傾瀉風險主要來自中等風險<sup>3</sup>或影響寮屋住宅<sup>4</sup>的人造斜坡。在 2015 年，全港有大約 17,600 個屬中等風險或影響寮屋住宅的不合標準人造斜坡，及約 2,800 幅有潛在危險的天然山坡<sup>5</sup>。我們於過去幾年在「防治計劃」下處理了部份不合標準的人造斜坡及有潛在危險的天然山坡。

7. 近年因氣候變化而出現極端暴雨，每年都有山泥傾瀉發生，我們藉著相關個案的研究分析以增加對山泥傾瀉風險的知識，以及對識別有潛在危險天然山坡技術上的認知持續改進，因此我們已額外識別出約 700 幅有潛在危險的天然山坡。現時，全港仍有大約 16,100 個屬中等風險或影響寮屋住宅的不合標準人造斜坡，及約有 3,300 幅有潛在危險的天然山坡。

## 推行「防治計劃」所遇到的挑戰

8. 展望將來，由於持續城市發展愈來愈接近陡峭的天然山坡，加上斜坡老化及氣候變化導致的極端暴雨將日益頻繁和

---

<sup>2</sup> 高風險的人造斜坡包括影響住宅、醫院和學校等的舊人造斜坡，即在 1977 年以前建造的斜坡。

<sup>3</sup> 中等風險的人造斜坡包括影響主要基建、常用道路、行人道或公眾等候區的舊人造斜坡，以及於 1977 年至 80 年代後期，運用過往技術建造的斜坡。後者主要單靠減少坡度以改善斜坡的穩定性，並未有加裝斜坡結構物。

<sup>4</sup> 寮屋住宅是指房屋署在 1982 年的寮屋管制登記所調查和登記的寮屋住宅。寮屋住宅可包含一個或多個寮屋構築物。

<sup>5</sup> 有潛在危險的天然山坡，是指那些有已知危險，並接近現有建築物或主要交通走廊的天然山坡。

劇烈，香港的山泥傾瀉風險將會隨著時間而增加。土木工程拓展署會採用更全面的方法，以應對山泥傾瀉風險。

9. 我們有需要定期更新人造斜坡及天然山坡的風險評級，以確保選出最需要處理的山坡，在「防治計劃」下作優先處理。隨着研究新發生的山泥傾瀉，以及在識別有潛在危險天然山坡技術上的改進，我們能夠適時識別出一些需要優先處理的天然山坡，並審視其優先次序。

10. 在「防治計劃」下所選出的人造斜坡及天然山坡大部份都是靠近建築物或重要交通走廊。除需要克服工地狹小的限制外，我們亦致力制定措施以減低施工時對附近居民和道路使用者的滋擾，以期對環境和交通的影響減至最低。

11. 由於泥石流的高流動性，一些位於偏遠的天然山坡仍可能對現有設施構成威脅，而往往這些天然山坡可能位於敏感地區，例如郊野公園、具特殊科學價值地點或自然保護區。在這些情況下，則需要進行生態影響評估。如果發現稀有物種，我們會採取相關保護或緩解措施，並在可行情況下，適當調整天然山坡的緩減工程的設計，以減少對生態的影響。一般而言，在敏感地區內的天然山坡，我們需要有關方面的專家提供協助和使用更長時間來設計和準備建造工程。

12. 此外，有潛在危險的天然山坡範圍通常十分廣闊及被密林覆蓋，在評估山泥傾瀉風險時，有時會難以進行詳細實地視察和研究，導致風險緩減工程的設計會難以配合實際地形。

13. 鑑於上述各項挑戰，我們正利用創新科技來協助完成工程項目以達成所承諾的目標。

## 創新科技的應用

14. 土木工程拓展署一直致力與最新技術發展保持同步。我們持續透過內部研究團隊以及與其他組織和大學合作，進行與斜坡安全有關的技術研究。例如，我們率先對泥石壩<sup>6</sup>的性能進行技術研究，並制定優化泥石壩設計指引，以供業界使用。

---

<sup>6</sup> 泥石壩用混凝土建成，以緩減天然山坡的山泥傾瀉風險。泥石壩旨在攔截泥石，一旦發生山泥傾瀉，泥石會自然滑到石壩，減低泥石湧入山坡下樓宇和設施而造成傷亡的機會。

15. 近年，我們利用創新科技以協助推行「防治計劃」，當中包括：

- (a) 改進識別有潛在危險的天然山坡；
- (b) 優化設計流程和增加成本效益；
- (c) 便利施工；及
- (d) 發展山泥傾瀉偵察系統。

#### 改進識別有潛在危險的天然山坡

16. 土木工程拓展署於 2020 年進行了第二次全港「空載激光掃描遙感測量」<sup>7</sup>。受惠於激光掃描技術的進步，激光掃描所得的數據密度比以往高，所產生的數碼地形模型也更細緻，籍此可分辨出更細微的特徵和細節。新的空載激光掃描遙感測量數據庫為我們提供了重要資料以識別天然山坡過往的山泥傾瀉痕跡和增進對山泥傾瀉災害的了解。

17. 目前，有潛在危險的天然山坡目錄是經由地質師定時以人手逐一檢視歷史航拍照片來製作和更新的，過程相當費時。我們正研究利用「人工智能」在航拍照片進行自動識別和勾劃出山泥傾瀉範圍，並判別山泥傾瀉的類型。隨著衛星遙感技術的發展，我們可以從高解像度的衛星照片清楚辨識不同規模的山泥傾瀉。因此，我們亦擴展人工智能的運用至衛星照片上，利用深度學習技術，自動化分析和抽取航拍及衛星照片的數據，加快識別有潛在危險的天然山坡。

#### 優化設計流程和增加成本效益

18. 土木工程拓展署努力開發數碼自動化設計流程，通過使用「建築信息模擬」<sup>8</sup>來優化設計、提升工程可建造性和成本效益，並減少人為錯誤。我們可以將激光掃描、空載激光掃描遙

---

<sup>7</sup> 激光掃描遙感測量（Light Detection and Ranging）是一項應用激光脈衝收集三維地形數據的技術。

<sup>8</sup> 建築信息模擬（Building Information Modelling）是一個近年在建造業廣為應用的數碼模擬系統，以數碼模擬程序，演示建築物從動工前到完工期間各項數據的三維模型。

感測量、三維地面模型和地下設施信息的數據匯入建築信息模擬以進行風險評估。透過建築信息模擬，我們可以提高處理複雜的地形、地質和地下設施的有效性和效率。

19. 土木工程拓展署運用最新的攝影測量技術，處理由智能電話所拍攝的短片，以繪製三維數碼模型。攝影測量技術亦可應用於「無人機」拍攝錄像，迅速提供地形信息，幫助評估風險和設計風險緩減工程。

20. 我們現正開展一項先導計劃，利用四足機械狗於有潛在危險或難以到達的環境包括敏感地區，進行視察。我們嘗試優化機械狗的機動性，並在機械狗裝配額外的數據收集設備，包括手提激光掃描儀、高像素相機等。所收集的數據可為一些被密林覆蓋或不適合使用無人機的偏遠地區建立三維數碼地形模型及協助風險緩減工程的設計。

### 便利施工

21. 人造斜坡的鞏固工程有時會涉及挖掘和以重新壓實方法<sup>9</sup>進行回填，工程通常既耗時又容易受天氣影響。因大部分工程毗鄰建築物和主要道路，工程期間無可避免會對公眾造成一定程度的影響。土木工程拓展署正與本地研究機構合作，嘗試應用創新的自壓實回填物料進行斜坡鞏固工程，以提高施工效率和改善回填的質量。

### 發展山泥傾瀉偵察系統

22. 土木工程拓展署研發了山泥傾瀉偵察系統，即「智能泥石壩」系統，安裝於泥石壩內，以加強緊急應變。透過使用「物聯網」傳感器，智能泥石壩系統可以全天候、24 小時無間斷地監測現場情況，並在泥石流撞擊泥石壩時通過流動應用程式提供即時警報，以便及時安排視察和跟進行動，確保公眾安全。

23. 在 2020 年，檢討委員會更確認土木工程拓展署持續領導斜坡安全的國際作業標準。我們會繼續加強利用先進的創新科技以收集斜坡及山泥傾瀉的數據，以提升推行斜坡工程、山泥傾瀉預警和緊急服務的效率，並不斷優化防治山泥傾瀉的能力。

---

<sup>9</sup> 重新壓實方法是香港鞏固疏鬆填土斜坡的傳統做法。要達到回填所需標準，工程需要進行費時的壓實程序和大量的現場測試。

## 背景

24. 於 2010 年完成的「防止計劃」下，人造斜坡的整體山泥傾瀉風險已較 1977 年的水平大幅下降超過七成半，達到合理的低水平，並符合國際認可的最佳風險管理水平。

25. 土木工程拓展署於 2007 年年底向發展事務委員會簡報擬議的「2010 年後的長遠防治山泥傾瀉計劃」（檔號：DEVB(CR)(W) 1 - 150/72），該項計劃的範圍擴展至涵蓋天然山坡，並會在 2011 年推行，以銜接完成的「防止計劃」。

26. 在 2009 年 10 月，我們向發展事務委員會簡介（檔號：DEVB(CR)(W)1-150/31）當局會透過鞏固斜坡來處理寮屋住宅的山泥傾瀉風險，這做法適用於無法勸服寮屋佔用人接受清拆的個案。

27. 土木工程拓展署於 2015 年完成了對「防治計劃」的檢討（檔號：CB(1)105/15-16(04)）。我們認為「防治計劃」的目標適當，在權衡控制山泥傾瀉風險和對公眾滋擾兩者的利弊後，建議「防治計劃」的每年目標維持不變。

## 總結

28. 土木工程拓展署有效地實施「防治計劃」並持續達成承諾目標。

29. 由於山泥傾瀉風險會隨著人口增長、斜坡老化和氣候變化導致日趨頻繁的極端天氣而上升，土木工程拓展署會繼續應用先進的創新科技，將香港的山泥傾瀉風險長期維持在合理的低水平。

**發展局**  
**土木工程拓展署**  
**2021 年 9 月**

## 附件 A

