參考便覽第 08/2022 號 **2022 年 11 月**

天然山坡山泥傾瀉殘痕土壤生物工程措施

主要信息：土壤生物工程措施可以是提供低成本、可持續及促環的修復天然山坡山泥傾瀉殘痕的有效方法。

引言

政府除了致力維持最高的斜坡安全標準外，並同時儘量確保斜坡外表不會有礙觀瞻。政府現行的政策是盡量保留斜坡上原有的植物，並在新建或經鞏固的斜坡表面使用植被覆蓋(參考便覽第 1/2022 號及土力工程處刊物第 1/2011 號)。

我們一般不會對天然山坡山泥傾瀉殘痕進行修復工程，因大部分殘痕均極難到達而導致費用高昂，而工程亦會對四周環境造成嚴重影響。對個別有必要進行長遠修復山泥傾瀉殘痕的天然山坡，我們會考慮採用土壤生物工程措施。有別於傳統斜坡工程，土壤生物工程措施是一項低成本、低熱和低光反射性、高效益、免保養、可持續及促環保的方法。

定義

土壤生物工程就是單獨採用活體植被，或同時採用活體植被與非活體植質物料或土木工程結構，以鞏固斜坡或減低水土流失的一種工程技術(Morgan & Rickson, 1995)。土壤生物工程系統可提供額外的土壤支撐，阻止土壤流動，並發揮疏水、抽水、吸水等功能。

不同的土壤生物工程技術

土壤生物工程措施可分為直接措施及間接措施兩種，直接措施應用在需要修復或鞏固的場址，間接措施則應用在劣地的周邊地區。

直接土壤生物工程措施由兩類不同物體組合而成，即由「活體」(例如種植活體植物)及「結構」或「非活體」(例如木板框格式擋土牆和級式土柵)組合而成。實際上，這兩類物體一般都會混合使用(例如活體框格式擋土牆)，見(表一)及(圖 1)。殖入活體植物(例如莖和枝)後，其自然生長的根莖就會成為土壤生物工程系統的主要結構部份，其後由周邊入侵的植物進一步加固。在大部分實施這技術的天然山坡上，

根部深度一般介乎 200 到 1200 毫米，因此直接土壤生物工程措施應可加固深達一米的土壤，這明顯比一般噴草或傳統種植等只能作淺層加固的綠化方法更為有效。

間接措施包括種植活體柵欄，利用策略性種植的一排排堅强枝幹，如樹和竹等的植物形成柵欄，以阻延山泥傾瀉引致的泥石下滑。

香港使用的土壤生物工程措施

在 2003 年以前，香港使用植被修復受侵蝕的天然山坡地區的方法僅限於直接種植，大部分在郊野公園及新市鎮附近進行。

2003 年 4 月，土木工程拓展署轄下的土力工程處開展了一個試點項目，針對受近期淺層山泥傾瀉及相關的沖溝侵蝕的天然山坡，評估土壤生物工程措施是否適用於減緩山坡的惡化程度。該項目有兩個主要目的，其一是揀選能加固土壤以增强山坡抵受侵蝕的措施，其二是找出在坡面殘痕上能促進植被自然恢復的方法，以改善當地的生態系統。在香港多個天然山坡進行現場試種所得出的結果及建議已在土力工程處報告系列第 227 號(2008 年 7 月)中發表。另外，防止山泥傾瀉計劃亦於一些人造斜坡進行現場試種。

2019 年底，土力工程處開展了另一個試點項目，研究利用無人機在偏遠山坡的山泥傾瀉殘痕上播種，恢復植被。

土壤生物工程措施的應用限制

土壤生物工程的一個重點是選擇適當的植物品種和其組合。選擇品種時須諮詢專家的意見，並參考現場植被調查報告。一般以灌木為主的土生品種較為合適，因為它們能與當地原有的植被融合，並能適應區內氣候、土質及泥土所含的水分。至於植物是否能與周邊的天然植物和諧共生，以至最終發展出一片品種多樣化及可持續生長的土生或半土生植被，亦是選擇植物品種的重要考慮因素。

土壤生物工程措施不適合應用在斜坡緊急維修工程上，但可以在進行長遠工程時考慮取代如噴漿一類的臨時工程。在已崩塌至露出基岩的斜坡則不宜採用，因其缺乏土壤，使植物根部難以生長。如應用於斜度超過 35°的陡坡，亦可能因施工時須要沿山徑及於工地提供安全措施而出現困難。實施土壤生物工程技術往往要清除原生植物，因此在一些植物能迅速自然生長繁殖的地方，並無需要應用土壤生物工程技術。

参 考 文 件

Campbell, S.D.G., Shaw, R., Sewell, R.J. & Wong, J.C.F. (2008): *Guidelines for Soil Bioengineering Applications on Natural Terrain Landslide Scars*. GEO Report No. 227 (July 2008), Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region, 162p.
土力工程處報告系列第 227 號 (2008 年 7 月，只提供英文版本)
<https://www.cedd.gov.hk/filemanager/eng/content_412/er227links.pdf >

土力工程處參考便覽第 1/2022 號：斜坡綠化及生態優化工作
<https://www.cedd.gov.hk/filemanager/tc/content_454/IN_2022_01C.pdf>

GEO (2011). *Technical Guidelines on Landscape Treatment for Slopes (GEO Publication No. 1/2011)*. Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department, The Government of the Hong Kong Special Administration Region, 217p.
土力工程處刊物第 1/2011 號 (2011 年 9 月，只提供英文版本)
<https://www.cedd.gov.hk/filemanager/eng/content_151/ep1_2011.pdf>

Morgan, R.P.C. & Rickson, R.J. (Editors) (1995). *Slope Stabilization and Erosion Control: A Bio-engineering Approach*. London, U.K., E. & F.N. Spon., 274p.

土 木 工 程 拓 展 署

土 力 工 程 處

2022 年 11 月

表一　土壤生物工程措施的種類及建議使用的植物品種

土壤生物工程措施	植物形態	建議使用的植物品種
活體方案		
直接種植	連根植物	*Acaia confuse, Cratoxylum cochinchinensis, Duranta erecta, Gordonia axillaris, Lophostemon confertus, Melastoma candidum, Machilus checkiangensis, Melastoma sanquineum, Phyllanthus emblica, Rhodomyrtus tomentosa, Sterculia lancealate, Schefflera octophylla, Schima superba*
活體與非活體方案的混合使用		
活扦插樁	活枝扦插	*Ficus microcarpa, Salix babylonica*
活側疏水束		*Ficus microcarpa, Gardenia jasminoides*
主疏水束		*Ficus microcarpa, Gardenia jasminoides*
掃式排支層		*Gardenia jasminoides, Melastoma candidum*
剪枝填塞		*Gardenia jasminoides, Melastoma candidum*
活溝修復		*Gardenia jasminoides, Melastoma candidum*
籬式排支層	連根植物	*Duranta erecta, Gardenia jasminoides, Melastoma candidum, Melastoma sanguineum, Phyllanthus emblica, Raphiolepis indica*
活體框格式擋土牆		*Gardenia jasminoides, Melastoma sanquineum, Phyllanthus emblica, Rhodomyrtus tomentosa*
級式土柵		*Acaia confuse, Cratoxylum cochinchinensis, Duranta erecta, Gordonia axillaris, Lophostemon confertus, Melastoma candidum, Machilus checkiangensis, Melastoma sanquineum, Phyllanthus emblica, Rhodomyrtus tomentosa, Sterculia lancealate, Schefflera octophylla, Schima superba*

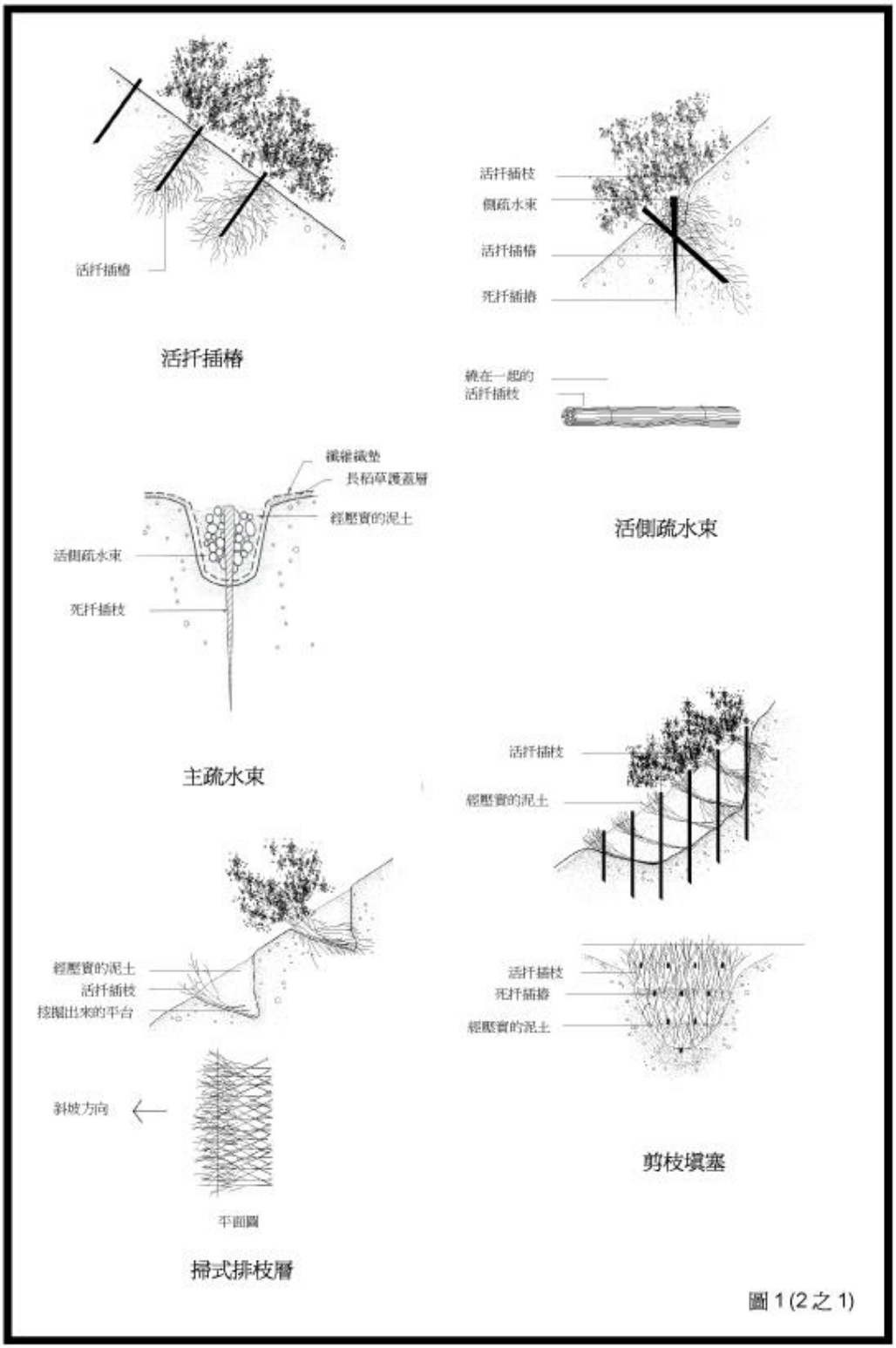
活扦插樁
活扦插樁
活扦插枝
側疏水束
活扦插樁
死扦插樁
綁在一起的
活扦插枝
纖維織墊
長稻草護蓋層
經壓實的泥土
活側疏水束
死扦插枝
主疏水束
活扦插枝
經壓實的泥土
經壓實的泥土
活扦插枝
挖掘出來的平台
斜坡方向
平面圖
掃式排枝層
活扦插枝
死扦插樁
經壓實的泥土
剪枝填塞

圖 1 (2 之 1)

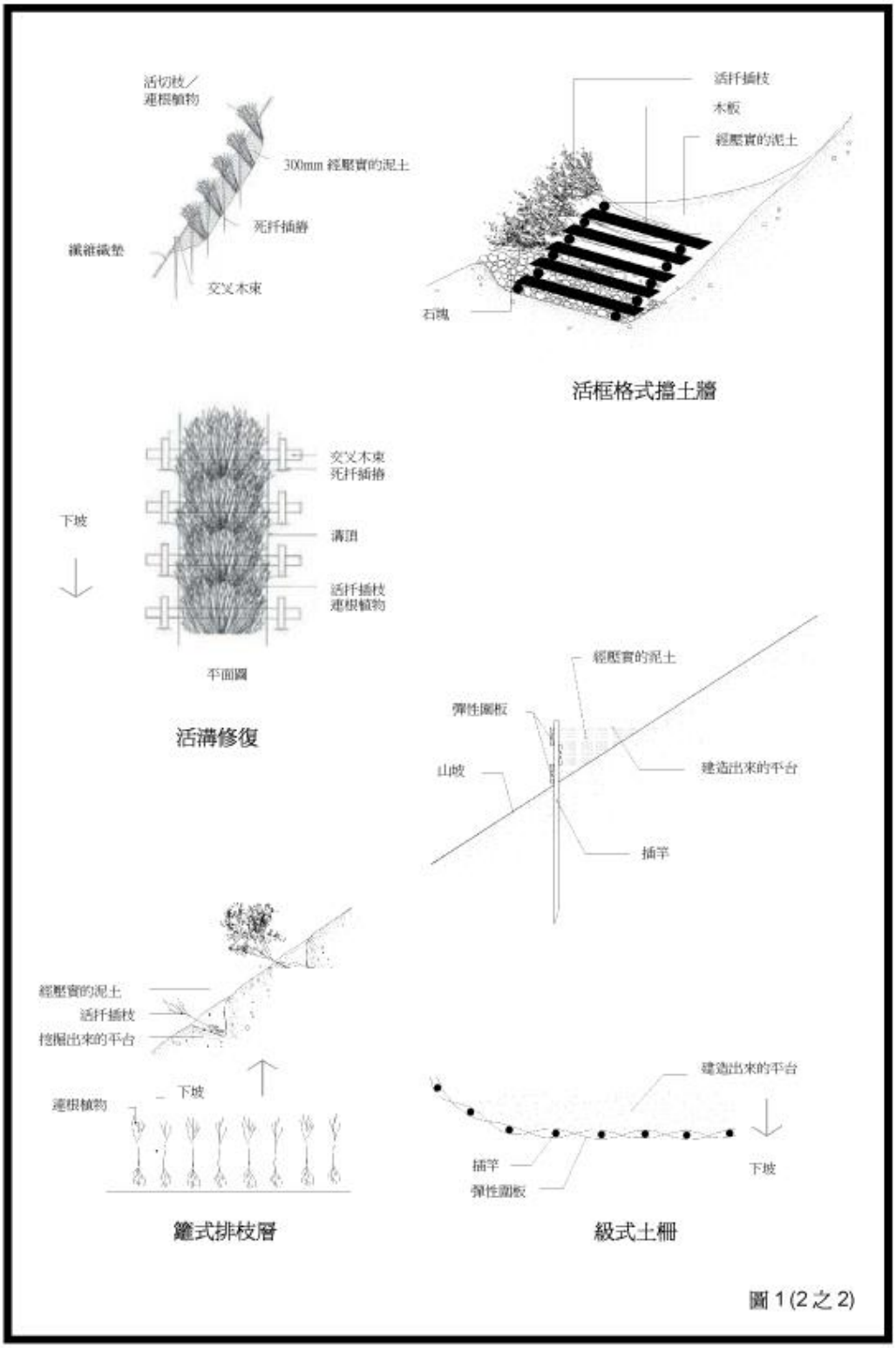
活切枝／
連根植物
300mm 經壓實的泥土
死扦插樁
纖維織墊
交叉木束
活扦插枝
木板
經壓實的泥土
石塊
活框格式擋土牆
交叉木束
死扦插樁
下坡
溝頂
活扦插枝
連根植物
平面圖
活溝修復
經壓實的泥土
彈性圍板
山坡
建造出來的平台
插竿
經壓實的泥土
活扦插枝
挖掘出來的平台
下坡
連根植物
籠式排枝層
建造出來的平台
插竿
彈性圍板
下坡
級式土柵

圖 1 (2 之 2)