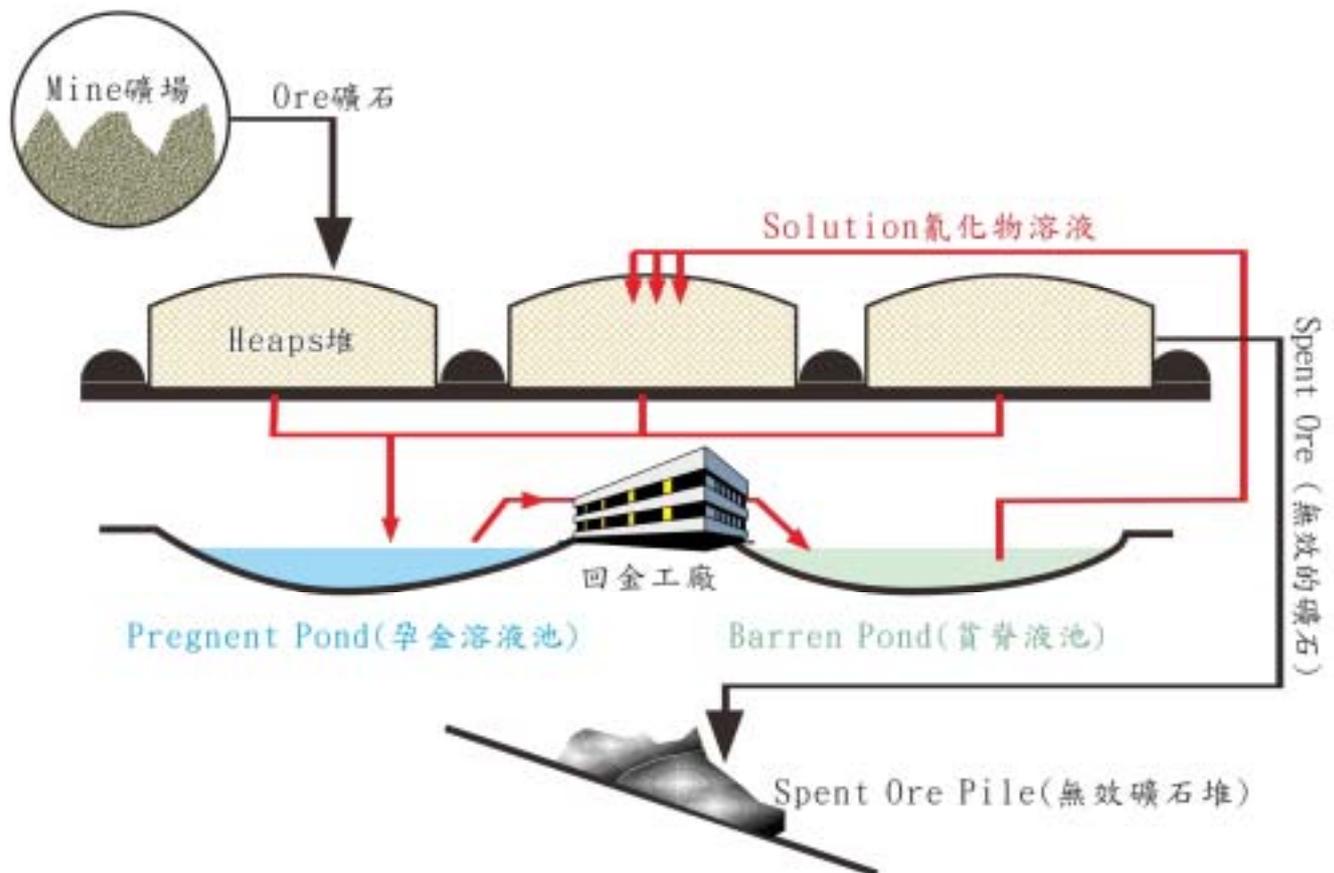


土工膜在礦業上的應用-萃取有色金屬金/銀時，減少氰化物滲漏的可能

早在 1960 年代末，位在美國北內華達州的 Carlin 金礦公司，第一個以商業化方式應用氰化物成堆萃取流程在切鑿下來的礦石上，成功以氰化鈉(Sodium Cyanide)成堆萃取(heap leaching)金/銀，讓低蘊藏量的礦源可以重新考慮再開採價值。從 1970 年代初期開始，隨著金/銀價格的與日增長(2011 年 9 月底國際金價每盎司已經來到 USD 1,600 ~1,700)，從低度蘊藏(約 0.05 盎司/噸)的老或新礦萃取金/銀有色貴金屬的採金方法變得愈來愈普遍，從以往被認為較不具經濟效益的開採方式，到今日已成為金/銀礦公司產金的主要途徑，使有色金屬礦公司獲利豐厚。

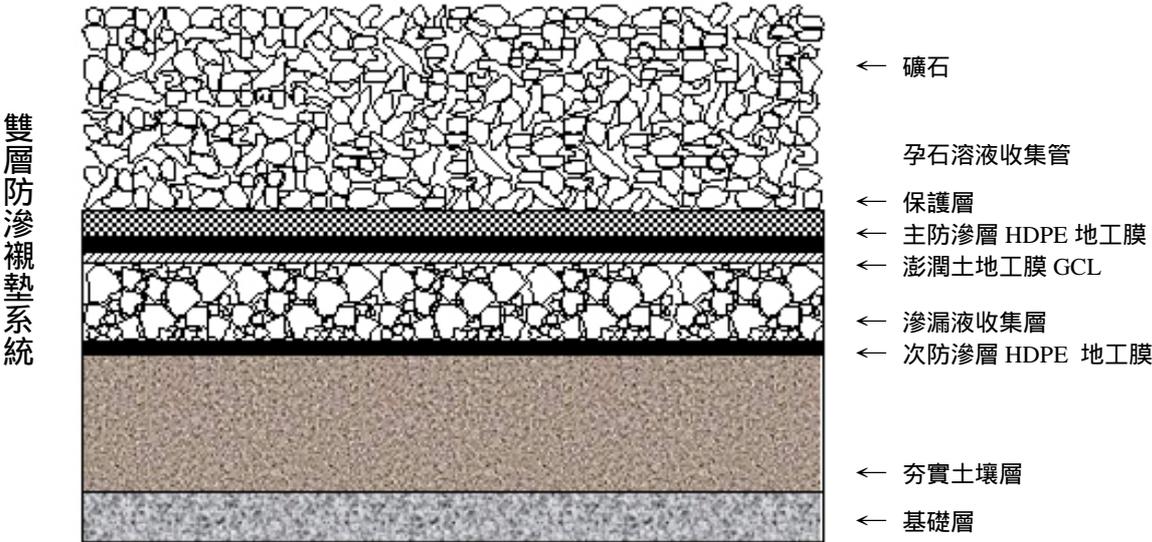
成堆萃取(heap leach)的操作，牽涉到保護隔離襯墊的使用及特殊目的建造的萃取坪(leach pads)和溶液池(solution ponds)，低含量礦石(通常是露天開採)會以 4.5 米至 50 米高度以上都可能，傾斜度 1 至 6%堆疊在不透水保護隔離襯墊上，一種弱鹼氰化物溶液會被噴灑在礦石堆上，溶濾過成堆(heap)，巨細靡遺地把自由的金屬粒子(金/銀)溶解下來，成堆的疊建需確保溶液能一致滲濾過成堆，完成萃取的工作。今日保護隔離襯墊之於成堆萃取，無論在設計、工程和施工設置都已經到了非常嫻熟的境界，0.01 公畝到 2 公畝都可建置，依場地地質需要(site-specific)可搭配膨潤土墊或單獨使用 **HDPE 土工膜**，確保溶液在萃取過程中不會滲漏出隔離襯墊系統之外。

以下的流程圖即典型的成堆萃取(heap leaching)流程：



孕金溶液(pregnant solution)從 pad 流出，流經收集用同樣襯底 **HDPE 土工膜** 的溝渠後，被集中在加保護隔離襯墊的孕金溶液(含金氰化物溶液)池中，接下來孕金的溶液被幫浦到回金工廠(recovery plant)，回金工廠會藉由碳極電導洗提吸收純金(稱 electrowinning or electroextraction)，被取完**金/銀**的貧脊液(barren solution)會被幫浦到同樣加保護隔離襯墊的保存池中，在這裡貧脊液將再增加加入氰化鈉 NaCN (sodium cyanide)和石灰(lime)或苛性鈉(caustic soda)，增加的目的是要保持貧脊液的濃度在 250 ppm NaCN，並且保持溶金溶液理想 PH 值介於 10 到 11 之間，從貧脊液池(barren pond)，溶金溶液將再次被幫浦到成堆做噴灑，完成萃取的循環，在此我們了解成堆萃取(heap leach)的操作是所謂零流出的處置(zero discharge facilities)，萃取實際過程時間相對並不長(大約 20 到 90 天)，不過持續循環可能就長達 1 年或更久，最終完成萃取後的礦石需要以清水沖洗，把殘留的氰化物徹底去掉。

氰化物是目前唯一商業方式被使用為貴金屬(有色金屬)成堆萃取(heap leaching)用媒劑(lixiviant)，劇毒氰化物萬一滲漏將對環境造成可怕的災難，為確保萃取坪(leach pads)和溶液池(solution ponds)的防滲萬無一失，雙層防滲襯墊(double liners)是最好最周全的方法，主防滲層和次防滲層中均應採用 **HDPE 土工膜** 做為主要且必要防滲材料，並合理設置保護層，全部的防滲材料主要包括三種:夯實土壤、**HDPE 土工膜**和澎潤土工膜 GCL，請參照附圖雙層防滲襯墊系統，材料由上至下依序為：礦石(ore) + 孕金溶液收集管(solution collection pipes 穿孔 HDPE 管) + 保護層(protection layers 規格需大於 600g/m² 不織布 nonwoven geotextile) + 主防滲層 **HDPE 膜**(厚度大於 1.5mm) + 澎潤土工膜 GCL(規格需大於 4800g/m²) + 滲漏液收集層(leak detection layer) + 夯實土壤層(滲透係數不得大於 1×10^{-7} cm/s 且厚度不得小於 75cm) + 基礎層。



HUITEX®地工膜作為有色金屬礦場使用高密度聚乙烯 **HDPE 地工膜**保護隔離襯墊，具有絕佳的抗穿刺能力和耐化學性，適合在要求最嚴格的成堆萃取(heap leach)應用上，HUITEX®地工膜可提供 7m 最大到 8m 幅寬，大寬幅大面積整片無接縫的鋪設，可以減少在工地(site)的焊接長度和時間，大大減少滲漏的機會。

HUITEX®還可提供最優的共擠押出一次成形粗糙面地工膜，摩擦性能高，適合提供不織布及各種地工材料和土壤與地工膜間的摩擦度，減少地工膜受下剪力量的影響，適合礦場應用中各種地形的需要，HUITEX®地工膜應用在非洲和澳洲的礦業已經很多年，總數有好幾百萬平米被鋪設，證明 HUITEX®地工膜的品質好，耐久性佳。

HUITEX 實績案名

- ◆ Buzwagi Gold Mine, Africa
- ◆ Boddington Gold Mine, Australia
- ◆ Kinsevere stage II Copper Mine, Africa
- ◆ BHP Koorangang Island Coal Mine, Australia
- ◆ ZiJin (Gold/Copper) Mine, China
- ◆ Bulgha Gold Mine, Saudi Arabia
- ◆ PTIMUM Coal Mine, Africa
- ◆ Kanmanto Tailing Dam by Hillgrove (Copper/Gold Mine), Australia
- ◆ Mumispri Mine, South Africa

