

礦區土地復墾與再利用

■ 許玲玉 盧筑筠

把失去的土地資源再找回來！

推動、進行礦區土地復墾、再利用！

為採礦跡地注入一股新生命，

讓礦區土地再活化！



台灣水泥公司南澳石灰石露天礦場的直井坑口

礦區的環境破壞

採礦活動促進了人類社會、經濟和文明的發展，但大部分礦產的開發與利用不可避免地占用且破壞大量的地表，嚴重破壞原有的環境，而引起一系列的環境問題。例如，平原變成高低不平的坑洞，肥沃的農田變成沼澤地；塵土飛揚、廢水、廢氣滲溢；礦區地下水位下降、含水層枯竭、水體消失，井泉乾涸；山崩滑地、土地荒漠化加劇等。又由於礦藏位置具有不可選擇的特點，礦區的位置無法像其他工程建設那樣具有選擇性，因此往往造成難以避免的環境問題。

談到礦區的環境破壞，主要來自露天採礦場（包括內、外排土場）、開採塌陷地、礦區固體廢棄物排棄場和選礦、燒結廠，這些都屬於人為破壞，一般又可分為「景觀破壞」和「生態破壞」。

所謂「景觀破壞」是指在礦區開發過程中對地表的破壞，例如移除大面積的原有植被及土壤，造成岩層裸露、地形水文改變、礦場棄土堆置等問題。至於「生態



台灣水泥公司南澳石灰石露天採礦場

破壞」，則是指礦區因為採礦的作業面積廣大、作業的時間長，以至於破壞礦區土地及其鄰近地區生物的生存條件，不僅導致當地野生動植物數量的減少，對人類也會產生不利的影響。然而，在許多礦區生態環境破壞因素中，土地的破壞可以說是最直接的，也是最大量的。

由於礦區的開採所引起的生態破壞，包括3個過程：開採活動對土地的直接破壞，如露天開採會直接破壞地表土層和植被，地下開採會導致地層塌陷，繼而引起土地和植被的破壞；礦區開採過程中的廢棄物需要大面積的堆置場地，因而導致土地的過量占用和破壞堆置場原有的生態環境；礦區廢棄物中的酸性、鹼性、毒性或重金屬成分，通過逕流和大氣會破壞周圍的土壤、水文和大氣，污染影響面會超過廢棄物堆置場的空間。

根據上述3個過程，可以在生態系統層

次上概括礦區生態破壞的3個特徵，即景觀破壞、環境品質破壞與生物破壞。

「土地」是最珍貴的資源之一，人們生存所需要的水、礦物與能源大都取之於大地。人類進行的土地利用，不但改變了地表上絕大部分地區的原本風貌，越來越多的土地開發也使得土地資源逐漸枯竭，而人們對土地需求的增加更不可避免地導致土地資源的退化。國內採礦活動曾經十分興盛，難免造成許多環境災害，甚至在國家公園及風景區的範圍內，也經常面臨採礦活動與景觀保護之間的衝突。

此外，國內較少關注已經停採的礦區，且未能進行有效的環境監測。當採礦活動停止之後，停採的礦區常常被棄置或任其荒廢。有時候因為颱風、地震、山崩等自然作用，導致礦區鄰近地區民眾生命和財產的損失。甚至有不肖人士棄置有毒廢棄物、垃圾，造成土地資源的二度傷害。

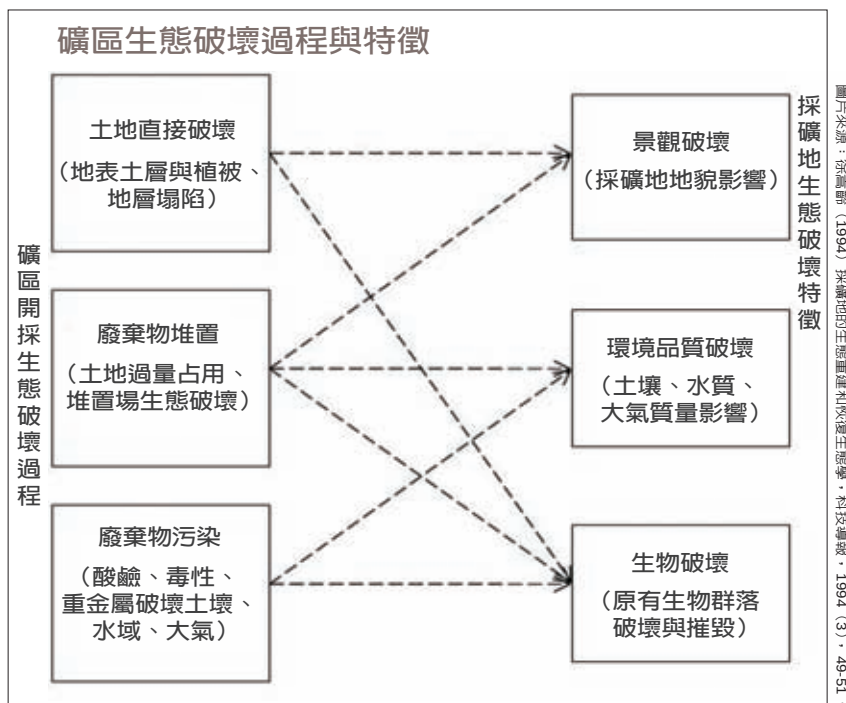
停採的礦區常常被棄置或任其荒廢，有時候因為颱風、地震、山崩等自然作用，導致礦區鄰近地區民衆生命和財產的損失。

台灣地狹人稠，可供利用的環境有限。在追求資源永續利用的目標下，為了有效利用與開發礦產資源，又能保護生態環境，礦區的整建、復育與再利用就成為礦區開發、生產甚至停採時一項相當重要的工作。尤其政府當局更應積極針對停採礦區辦

理礦區土地復墾與再利用，讓這些礦區「活化」起來！

土地復墾的意義

唐萬新在2000年把「土地復墾」(land reclamation)定義如下：對被採礦、挖沙、採石、取土、堆放工業和生活廢料、排放



污水等破壞的土地資源，採取生物和化學等整治措施，使其恢復到可供重新利用狀態的活動。土地復墾程度可用土地復墾率表示，土地復墾率是土地經復墾後可投入利用的面積占被破壞土地總面積的比率，用百分比表示。

鄭仁城在同年也把「礦山復墾」(mine land reclamation)定義如下：在礦山建設和生產過程中，有計劃地整治因挖損、塌陷、壓占等破壞的土地，使其恢復到可供利用狀態的工作，又稱「礦山土地復墾」。礦山復墾包括採空區復原、尾礦造田、排土場造林、建成新風景觀賞區等。

同年彭德福也指出，在進行礦區土地復育時，需要先規劃礦區生態重建的步驟，釐清礦區生態重建的目的，不是為了恢復原先的自然生態，而是因地制宜按照生態技術經濟規律，重建一個永續發展的生態系統。



亞洲水泥公司花蓮礦區的採礦作業情形

在追求資源永續利用的目標下，為了有效利用與開發礦產資源，又能保護生態環境，礦區的整建、復育與再利用就成為礦區開發、生產甚至停採時一項相當重要的工作。



亞洲水泥公司花蓮礦區展現的地質現象

通常恢復礦區生態環境的關鍵在於正確評估礦區廢棄地的類型、特徵，並從基礎上恢復植被，進而使生態系統實現自行恢復並達到良性循環。此外，地表植物生長和植被覆蓋率提高帶來了生物群落生長，會加速生態環境改造的過程。同時，植被恢復和生物群落生長也能促進土壤礦物質分解、形成腐植質和養分富集，進而提高土壤肥力。再者，植物群落對於廢棄地表層土壤也可達到明顯的保水作用，並能有效地控制水土流失。污染土地的修復、地貌景觀的美化與持續穩定，始終都決定於人工植被的建立。

有關礦區土地復育與生態重建，應該以恢復生態學為理論基礎。對於採礦所引起的土地功能退化、生態結構缺損、功能失調等問題，宜藉由工程、生物和其他綜合措施，

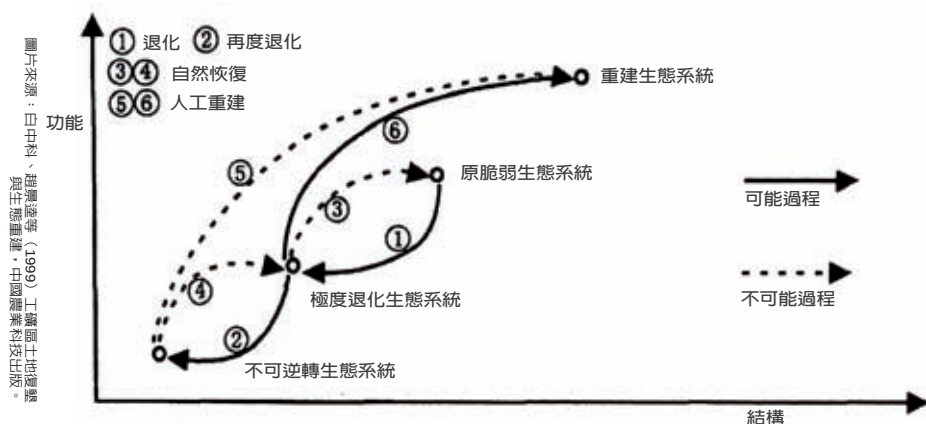
恢復和提高生態系統的功能，最後再重建一個符合需求和價值取向的永續生態系統，以逐步實現礦區的永續發展。

礦區土地復墾與再利用規劃

當一個礦區採盡之後，會在地面留下殘破不堪的開採痕跡，而在地下開採的礦區則可能造成地盤下陷的問題。因此，礦區停採後的環境整復和開採中的環境維護一樣重要。對土地而言，採礦者只是一個中間使用者，開採完畢後，把礦區整復，土地也許能更加美觀，更具利用價值。一般來說，在進行礦區的土地整復時，主要的工作有3項。

土地再利用的計畫 規劃土地再利用通常可以分為3個階段：礦區開發前確立土地

對於採礦所引起的土地功能退化、生態結構缺損等問題，
宜藉由適當的措施，恢復和提高生態系統的功能，
最後再重建一個符合需求和價值取向的永續生態系統，以逐步實現礦區的永續發展。



礦區生態系統的退化、恢復和重建

最終形式，礦區開發的作業期，以及礦區停採之後土地再利用的規劃設計。特別是礦區退化土地在經過復墾計畫後，必須可達到土地最終利用（土地再利用）的目的。土地再利用通常可以分成「柔性最終利用」與「剛性最終利用」兩大類。

柔性最終利用—需要不同程度的生態工法與生態系統重建，植物是最終利用的主要構成要素。柔性最終利用可進一步細分成生產性與遊憩為主，具有不同程度的保育價值。

生產性：耕種農業、牧草地農業、林業、能源栽培業、溫室作物與園藝。

遊憩為主：自然（文化）遺產、礦山公園、地質公園、鄉村公園、自然保留區、教育園區、露營地、高爾夫球場、都市公園，以及屬於硬性最終利用發展的景觀地區。

剛性最終利用—這種利用具有大量的工程建物，而且除了人類、與人類共生的生物、以及寄生物之外，缺乏其他種類的生物。例如工業設施、蓄水池、房屋、遊樂場、道路與停車場、商業發展和公共建設的大廈。

我們必須透過土地復墾的規程序，

才能達到上述兩種最終利用之間的平衡。

整體景觀規劃
整體景觀規劃的最主要目的，是希望採礦完畢後的土地再利用方案，能把採礦跡地重建成一個與四周景觀調和的基地。其次，是

希望減少採礦作業期間對視覺及環境可能造成的衝擊。

礦區的綠化和整復 根據潘國樑 1984 年的研究，有關礦區的整復大致可以分為二種方法，即工程整復法和植生整復法。工程整復法主要是整理土地，使地形合乎自然與美觀的需求；至於植生整復法，則是植生綠化的工作。

根據林奴嬪 1988 年的研究，世界上第 1 個礦區復墾的例子，是 1863 年歐洲的彼特



在菁桐車站附近的石底煤礦廢棄卸煤場



半屏山石灰石礦區的植被綠化

一嘯蒙特公園（Parc des Buttes Chaumont），該區是一處石灰石礦廢棄地。然而，最早推動全面性礦區復墾的國家，首推英國。

英國推動全面性礦區復墾的主要對象，是境內廣大的砂石或煤礦廢棄礦區。從 1940 年代開始，英國就開始制定法令規章推動礦區復墾，然而當時的工作重點僅僅止於「綠化」。一直到了 1960 年代，英國有關單位及民眾才開始重視土地生產力、礦區的土地再利用、保護景觀生態等，工作目標也逐漸演變為「完成一適當的土地再利用計畫」。

除了英國外，德國、美國、加拿大、澳洲等國家也相繼積極推動礦區復墾工作，美國更制定了著名的「地表採礦控制及復育法案」。

我國在 1980 年代才開始重視地表採礦跡地的整復工作，但是重點僅止於水土保持及景觀綠化，而這股復原運動熱潮在 1990 年代已延燒到台灣的採礦區。迄今，台灣對於礦

區的土地再利用、礦區的監測管理及法令規章等一系列課題的探討仍然很少，有待進一步研究與發展。

有關國內外礦區土地復墾與再利用的案例，略述如下。

奧地利的薩爾斯堡—鹽堡「Salzburg」翻譯成「薩爾斯堡」是採音譯，如果採用意譯，即「產鹽巴之堡」，古代這裡就是靠生產岩鹽發跡的。在薩爾斯堡一帶，包括格姆登（Gmunden）在內，至今仍然出產岩鹽。某些歷史採礦坑洞目前已開發並做為觀光用途，其中艾本基（Ebensee）附近的鹽山是遊客造訪的重要景點。鹽山山麓有一座史前博物館，介紹當地岩鹽採掘及發現古文化（哈爾修塔特文化）的歷史（註：哈爾修塔特是鎮名，即鹽鎮的意思）。在該地，可搭乘升降纜車參觀地底鹽礦坑。

美國西部常有廢棄小鎮—鬼城（ghost town），大都是早期西部開發過程中，採金



日本石見銀山礦坑導覽解說

後廢棄的礦區。有許多採礦跡地現在都改頭換面，成為觀光旅遊的景點。在眾多採礦中的礦區和礦坑，也有不少開闢局部地區做為觀光旅遊之用。以猶他州的賓漢峽谷礦山（Bingham Canyon Mine）為例，就設有導遊人員，專門辦理礦區旅遊。該礦區號稱是世界最大的露天礦坑型銅礦山，礦區旅遊活動的項目之一是參觀「復育與環境計畫」，包括清洗廢棄礦渣與植生造林。其中一塊土地經復育後，就成為野生動物棲息地。

在英國，位於威爾斯北方的「大奧姆礦」保存了銅器時代的採礦遺址。該礦區已建立了「銅器時代採礦中心計畫」，遺跡中包括一座19世紀的豎井、開採面、骨製工具、石製槌子等。在中心的展示廳裡，有解說展示、視聽節目、禮品店及茶屋，另有導遊人員負責帶隊實地下坑參觀。

緊鄰劍橋大學東北方的米爾頓郡立公園，是一座以小湖泊為中心的休閒賞鳥景點，地方人士常在這兒舉辦各種活動。這座小湖泊原本是一個開採礫石的礦坑，經復育後成為郡立公園的小湖，也因而發展成為野生動物棲息地，甚至自然公園，也成為地方上重要的遊憩用地。

日本有關礦區土地復墾再利用的實例

不少，其中「石見銀山」因為具有下列普世價值，而被登錄為世界遺產：（1）產生世界性重要的經濟及文化交流；（2）沿用傳統技術的銀生產方式的遺跡受到妥善保存；（3）石見銀山由挖掘到冶煉的作業全部採用純手工的方式進行；（4）完整且明確地表示銀從生產到運送的全貌。「石見銀山」也是亞洲第1

處以礦區為遺址的世界遺產。

石見銀山在16世紀初是日本最大的銀礦礦山，面積約442公頃，17世紀採掘的銀礦量占全球銀礦的1/3。由於遺址保存良好，在1969年列為古蹟。在銀山遺址中，被稱為「內山」地區保留有寺廟神社、民宅等，可以想見該地曾經繁榮一時。

石見銀山的所在地大田市，幾乎位於島根縣的中央地帶，面積是該縣最大，包含了海岸、平原、深山與山間市區。該地北鄰日本海，南望中國山地，山地延伸至海岸邊，整個市區的60%都是山地。大田市的發展以鎌倉時代末期發現的石見銀山為中心，除了有三瓶山、大田市海岸等珍貴的自然景觀外，還有在2007年被登入世界文化遺產的石見銀山遺跡，以及諸多和生活相關的傳統文化。

我國是在1980年代才開始重視地表採礦跡地的土地復墾工作，但是整個管理重點是水土保持和景觀綠化。過去有關地表採礦跡地的土地復墾研究工作，大多以砂石、石灰石、大理石、煤礦、瓷土等為主，而且也僅限於景觀綠化方面的研究。

經過二十多年的努力發展，我國在採礦跡地進行土地復墾的成果大致如下：

台北縣金瓜石、九份一帶一金銅礦採



位於黃金博物園區內的廢煙道



台灣玉礦坑一景



煆子坪採硫遺址

礦跡地已建設為「黃金博物園區」，金瓜石、九份地區也被行政院文化建設委員會遴選為14處台灣世界遺產潛力點之一的「自然」與「文化」（複合）雙遺產據點。

高雄市（縣）—壽山、半屏山、大崗山、小崗山等石灰石採礦跡地已全面進行綠化。

台北市北投區—貴子坑瓷土採礦跡地已闢建為戶外水土保持教室。

陽明山國家公園小油坑—小油坑採硫跡地已設有地質展示館。

台北縣平溪鄉—新平溪煤礦已由私人成

立「台灣煤礦博物館」。

苗栗三灣「巴巴坑道」—設有人造模擬坑道與煤礦坑口周邊範圍展示坑口作業環境，並搭配蕨類植物主題展示館。

花蓮縣新城鄉—亞洲水泥公司花蓮廠礦山規劃停採後將變身為「植物園」。 □

許玲玉

成功大學資源工程研究所

盧筑筠

台灣大學地理環境資源研究所