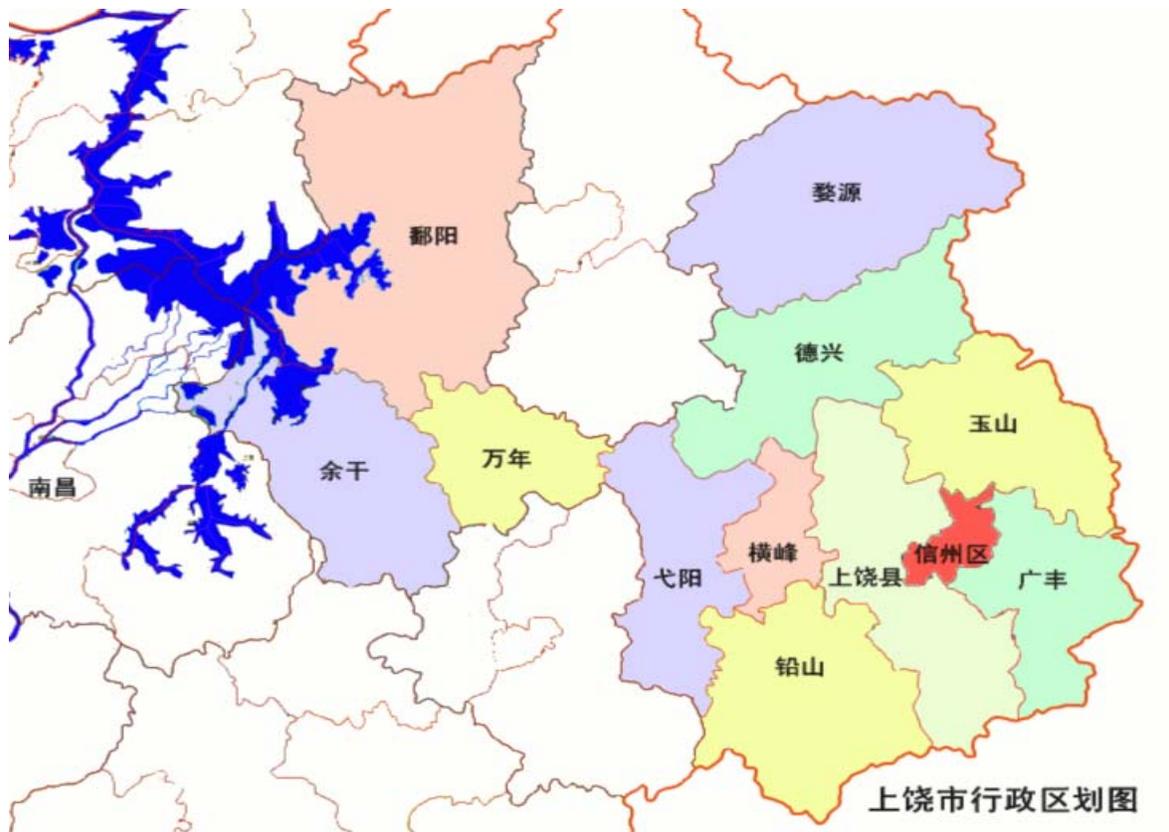


德興銅礦簡介

一、地理位置



德興市是中國江西省上饒市所轄的一個縣級市。位於江西省東北部，贛、浙、皖三省交界處，東接浙江省開化縣，東南與玉山縣、上饒縣毗鄰，南部為懷玉山，和橫峰縣、弋陽縣相接，西接樂平市，北連婺源縣。總面積有2101平方千米。德興擁有豐富的礦產資源，包括銅、金、銀、鉛鋅、煤等。當中泗洲鎮便是德興銅礦所在之地。

二、礦場資料

德興銅礦不僅是全中國最大、全亞洲第二大的銅礦場，更是全亞洲最大的露天銅礦，因此德興市有「銅都」的美譽。德興銅礦於1958年8月18日建成，初期並未被認為是一個大型銅礦，直到70年代經過進一步勘探，才一躍成

為國內最大的銅礦。2005年產礦石含銅量12萬餘噸，黃金5356公斤。



德興銅礦礦床儲量大且集中，埋藏度亦較淺，有利於大規模露天開採，而且，礦石可選性好，綜合利用元素多。礦石中以銅為主，又伴有豐富的金、銀、鉬、硫等稀有貴金屬，更便於綜合回收。礦區接近樂安江，取水條件好，且交通便利，具建設大型銅礦場基地的條件。

另外，德興銅礦目前由國有企業的江西銅業股份有限公司運營，是該公司的主力礦山。礦場主要工序是採礦、選礦、熔煉及精煉，生產陰銅及副產品，包括硫精礦、硫酸及電解金和銀。

三、露天開採法

德興銅礦使用露天開採法，是指在開採礦物前，於尚未開發的表土帶中埋設炸藥，把礦層以上的表土炸開，接著使用挖泥機、挖土機、卡車等設備移除表土。表土移除後，礦層將會暴露出來，再將礦塊鑽碎或炸碎，使用卡車將礦砂運往銅廠做進一步處理。露天開採的好處是成本較低，合乎經濟條件，而且較多的礦層被利用，可以獲得較大比率的煤礦。

環境影響

1) 水污染

甲.綜合污染物

德興銅礦有五十年開採的歷史，流經德興銅礦長達14公里的大塢河，匯集了古今採礦業形成的廢水及

礦區生活污水，最終注入樂安河。(見圖一)二零零五年四月的中國環境監測月刊中，記錄了利用衛星遙感資料對江西德興銅礦開採環境影響動態監測的分析。表一中的河流綜合污染物濃度系數反映樂安河1986及1992年污染程度較1996年及其後輕。1996年污染程度最高，經過治理工程，2000年的污染程度有所改善。

圖一：研究區2000年TM遙感影像





(資料來源：基於衛星遙感資料的江西德興銅礦開採環境影響動態監測分析
選自《中國環境監測》2005年4月卷2期)

<< A為樂安河下游
B為樂安河上游
污染從C流入
AC段污染嚴重
CB段沒有受污染 >>

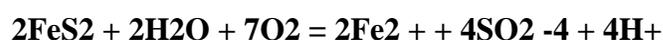
表一：樂安河河流綜合污染物濃度系數

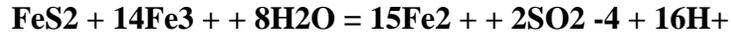
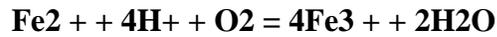
1986	1992	1996	2000	1986	1992	1996	2000
0.006	0.121	0.994	0.865	1.025	0.153	6.146	3.099
0.165	0.316	2.033	1.540	0.696	0.439	1.254	6.117
0.068	0.248	0.668	1.618	0.548	0.199	3.153	5.508
0.211	0.086	1.725	1.584	0.522	0.086	7.499	3.008
0.286	0.639	0.607	1.018	0.394	0.023	1.072	2.882
0.351	0.210	1.380	1.209	0.488	2.571	5.718	3.698
0.957	0.097	3.027	0.817	0.380	0.065	0.941	2.894
0.099	0.419	5.930	0.962	0.107	0.158	2.505	1.119
0.065	0.037	4.780	0.422	0.759	0.273	2.547	0.480
0.640	0.463	3.969	0.230	0.451	0.174	0.474	4.597
0.761	0.049	2.053	1.483	0.477	0.209	1.376	2.105
0.055	0.240	6.878	1.696	0.499	0.127	0.431	0.964
0.400	0.092	6.042	1.203	0.390	0.081	1.031	2.300
2.225	0.079	0.023	1.792	0.351	0.118	0.321	1.500
0.153	0.204	2.411	1.844	0.548	0.102	0.574	0.623
1.146	0.046	3.987	1.655	0.597	0.427	0.783	0.417
0.119	0.177	1.456	0.822	0.113	0.158	0.694	0.351
0.182	0.338	3.085	1.418	0.012	0.290	0.773	0.373
1.595	0.345	0.856	2.207	0.006	0.070	0.697	0.364
0.886	0.293	4.069	2.887	0.009	0.210	0.705	0.371
0.082	0.232	4.267	1.186	0.004	0.474	0.847	0.377
0.478	0.073	0.715	0.637	0.390	0.867	0.647	0.340
0.126	0.242	2.287	0.820	0.027	0.187	0.637	0.333
1.694	0.117	0.341	1.872	0.049	0.085	1.248	0.355
1.436	0.708	4.034	1.954	0.335	0.435	0.525	0.353
0.701	0.195	0.379	2.707	0.195	0.333	0.516	0.370

(資料來源：基於衛星遙感資料的江西德興銅礦開採環境影響動態監測分析
選自《中國環境監測》2005年4月卷2期)

乙.酸性水污染

德興銅礦自1958年露天開採以來，已造成5.76平方公里的裸地和207平方公里的尾礦堆積區。鄰近的大塢河下游及樂安河受到銅礦排出的含銅、鐵等多種重金屬離子的酸性廢水污染，生態受到破壞。在開採金屬礦時會產生大量的廢石和尾礦，它們含有大量鐵化合物，由於被露天堆放，它們不斷與氧氣及雨水接觸，形成了金屬離子和酸性水等污染物。黃鐵礦是德興銅礦床中分佈最高的礦石，黃鐵礦暴露在空氣中進行氧化過程如下：





從以上反應方程式可以看到黃鐵礦的氧化過程不但產生酸（H⁺），還產生氧化劑Fe³⁺，加劇礦山環境酸性和重金屬的污染。這些污染物隨降雨過程在地面大面積迅速擴散，最終流入礦山附近的河流、湖泊等，造成植被污染及水污染。

丙.銅污染

二零零五年的土壤通報中，江西德興銅礦銅污染狀況調查及植物修復研究結果顯示，礦區銅污染嚴重。調查的範圍包括江西德興銅礦採礦區、尾礦堆積區、生活區、下游河流大塢河及樂安省的水域。銅在自然環境中的濃度一般較低，研究數據指出在非污染區土壤和沉積物中為10至30mg kg⁻¹，在非污染自然水體中低於2μg L⁻¹。表一中，大塢河及樂安河河水中銅離子濃度約在13至29mg L⁻¹間，超過正常水域約6000至15000倍。至於河流底泥的銅含量高達500至10000mg kg⁻¹，遠超越了礦石中的含量。造成高含量銅的成因是因為含銅廢水由銅礦長年累月的流到河道，最終沉積在河流底部。德興銅礦排放的廢水使大塢河和樂安河的水嚴重偏酸，pH值為2至4.5。測試結果顯示河水變酸的元兇是含硫酸的廢水。

表二: 大塢河及樂安河河水及底泥樣品中Cu的含量 (mg L⁻¹) 及河水pH值

取樣點	1	2	3	4	5	6
水樣	28.65	30.81	17.30	15.14	13.01	12.30
泥樣	9509.4	1271.1	754.7	516.4	2566.0	533.2
河水pH	2.5	2.5	2.8	3.0	3.0	4.5

（資料來源：江西德興銅礦銅污染狀況調查及植物修復研究，土壤通報，12月第6期第36卷）

2) 土壤重金屬污染

德興銅礦中的土壤重金屬污染問題十分嚴重。銅礦區內的受污染土壤主要包括尾礦庫內的尾礦沙、受採礦和選礦廢水所直接灌溉的農田和植物種植地、採礦點的土壤以及銅礦廠區的土壤。銅作為土壤中其中一種重金屬物質，原本是生物以及植物生長的一種不可或缺的微量元素，但假如其累積含量超過了臨界值時，則會成為一種對生物的有毒性物質，對土壤以及地區生態造成破壞。加上在德興，紅壤作為當地的典型土壤，土質緩衝力相對而言比較弱，重金屬污染的破壞力更強，嚴重危害人類日常生活和生態系統運作。

表 1 表层土壤中总 Cu、pH 值、TOC 含量

	pH	TOC (mg/kg)	总铜含量(mg/kg)
菜田	4.35	39.81	119.96±9.26
稻田	4.54	45.03	52.91±0.62
尾矿库	3.56	5.44	217.65±25.76
生活区	4.70	17.55	47.02±6.34
采矿区	3.99	31.32	209.30±2.70
与总铜相关系数	-0.935*	-0.427	
国家土壤环境标准二级(pH<6.5)农田等			≤50

(出自2007年1月，環境科學與技術期報)

從上表中，可以看到在德興銅礦區內，不同功能的土地上的表層土壤(0至20cm)的銅含量以及酸鹼值。所有的功能土地的銅含量皆超過國家土地環境二級標準(pH<6.5)以及含銅量正常值18.65mg/kg。土壤的含銅量愈高，當中酸鹼度就會愈低。從表中可見含銅量的數值最高之功能區域為尾礦庫，其次是採礦區、菜田、稻田和生活區。當中菜田和稻田的銅含量超標，菜田的數值更達到正常值的六倍，表示著住在當地的人以及其他動、植物，都身處於銅重金屬能透過食物鏈在體內積聚的高危地區，面臨著嚴重的健康威脅。同時，銅礦各區也受著塵降的影響，表層土壤被銅的殘渣所污染，加上酸性雨水此因素，有可能進一步污染地下水。

3) 滑坡及泥石流危機

德興銅礦的開發亦會引致滑坡以及泥石流問題。礦區內泥石流發生的地點集中於採礦場的四周、廢石場以及尾砂庫的溝谷。由於採礦的程序、或是開發礦場時的建設工程(如公路)、廢石的棄置以及採礦時會使用到的爆破會造成礦區內的泥土鬆散、大量的堆積物累積，在暴雨後很容易會形成大型滑坡或泥石流。其中一個曾發生大規模滑坡及泥石流的例子是德興銅礦富家塢礦區，當時是1998年7月，礦山的大部份設施被沙石淹沒，造成了極大的災害和經濟損失，不得不停產。而與西源尾礦庫一同使用的德興銅礦西源排土場亦曾經出現垮塌。當中的排礦場台階多次出現大規模沉降、坡面鼓出，會有引起湧浪的危機，令排土設備和尾礦壩的安全受到威脅。

4) 其他環境問題

德興銅礦中還有一些其他的環境問題，例如水資源枯竭的現象、土地塌陷、土地佔用等地質災害以及空氣污染問題。由於露天開採法需於礦場地下實行大量抽排地下水，長期下去，會造成地下水的水位下降，因而導致地表的下陷崩塌，以及破壞地表水系及地表蓄水力。這些問題更引致農田用水短缺，使生產停頓，直接影響當地人的生計。另外，廢石及廢水被安置到礦場附近，產生大面積的廢棄地，難免使環境惡化。此外，廢石場以及尾礦場也會成為塵暴源，採礦用的爆破亦會引致空氣污染。

銅礦產生污染對生物的影響

山東科技大學分別採集了江西省德興銅礦酸性水污染區和背景區自然生長的幾種植物樣品和對應的土壤樣品，以研究銅礦酸性水污染區幾種植物中重金屬的分佈特徵。結果發現在酸性水污染區土地上生長的植物體肉重金屬元素的含量相比於背景區的較高，在根部的囤積尤其明顯。在污染區和背景區的同種植物中元素的分佈規律不同，反映同種植物在生存環境不同的情況下，對元素的吸收和蓄積規律也隨之不同。研究結果反映了重金屬會

囤積在植物體內，故受污染的土地農作物不能再供食用，而植物吸收和蓄積元素規律改變可能會影響植物的自然生長。廢石及尾礦中大量的泥沙隨雨水流入河道，使河水變得混濁，阻擋陽光照射到水中，影響河中綠色植物如藻類的生長，繼而影響河道的生態。



江西德興一銅礦廠排污水 死魚佈滿河

資料來源：2006-05-18

人民日報·華東新聞



(被德兴铜矿严重污染的大坞河，河中生物已经全部灭绝) ↵

資料來源：中國環境生態網

德興銅礦的環境復修

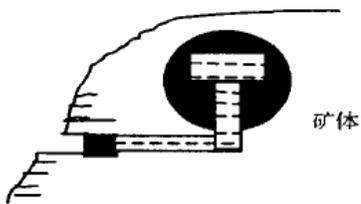
開採銅礦的同時難免會對環境做成破壞與污染。德興銅礦是國內最大的銅礦山，而且由二十世紀五、六十年代便開始運作，做成不少環境問題。德興銅礦所採用的是露天開採法，在開採後造成大量的尾礦砂，其物理結構不良，持水保肥的能力低，使礦區一帶土壤貧瘠。另外，尾礦砂有機含量低，重金屬和銅離子含量高，亦令植物更難生長。加上礦山廢地廣，對環境的污染更深，故此環境復修的工作是不可缺少的。國內有不少銅礦都有生態恢復工程，但很多很快便再次退化，所以德興銅礦的環境復修工作更需新科技才能使成效持久。

德興銅礦的環境復修以打造綠色礦山為目標，利用不同的科技，力求達成可持續發展。工程希望以三年時間作試驗，然後在五年後作總結並推廣。其中，工程以五大項原則為中心方向，分別是因地制宜、統籌規劃、先易後難、循序漸進、考慮長短期經濟、環境文效益。此復份工程每年大約需三十萬元至五十萬元的投資。

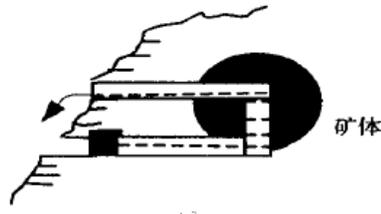
銅礦中的廢水處理

銅礦中的廢水處理是十分重要的一環，工程主要利用了封坑閉水、噴漿保護和清污分流的方法。

封坑閉水是一種防止廢水流出礦坑而令空氣、細菌和水把露天礦場礦物氧化的一種方法。這方法共有三種做法，分別是完全封閉型，是把礦坑中的廢水堵在坑內，使其排放為零。第二種是溢外型，就是使利用把主要的礦坑出口封閉，使廢水由其他出口排放，令礦坑內的積水防止了礦床的氧化，提高了水質，以及減少礦坑的滲水。最後一種是隔絕空氣型，此方法利用水泥堵住空氣進入有積水的礦坑，令坑內欠缺氧氣，由礦坑水不斷排出而礦石又不會被氧化，令水質好轉。以下是三種做法的圖片。



完全密封型



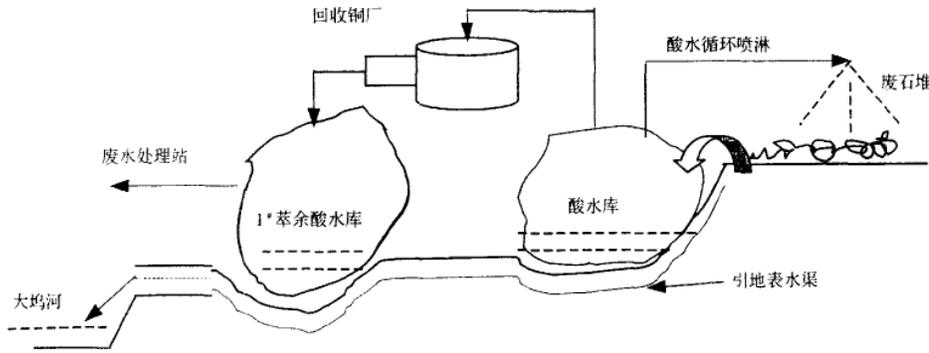
溢外型



隔绝空气型

噴漿保護則是在礦石表面噴上一層保護膜，用以防止雨水淋洗和浸泡礦石而產生酸性廢水。此方法的原理為利用不同濃度的石灰乳進行間歇性的噴射，使礦體的裂縫、礦石、廢石、斜坡、採礦作業面和採礦巷道周遭的表面形成氫氧化鈣層，再用水泥漿在其表面造成覆蓋層。如此就阻止了硫化物氧化和酸化，阻止了酸性廢水的產生。

清污分流工程的原則是控制源頭治理末端，使酸性廢水的生產下降到至低，並對其控制和處理。此工程用不同的方法把地表廢水與採區酸性水分別收集，由地表清水直接排入附近河流，而酸性廢水則利用中和、堆浸法或在工業處理等方法來處理。下圖為其中一種方式，使地表廢水與酸性水分別流進大塢河。



以上提及用作處理酸性水的方法包括中和法、埋浸法和利用工業水處理站。中和法其實是利用了酸鹼平衡原理來治理廢水的，包括考慮了其中和特性、混合中和方式、比例、pH值、水質及混合反應沈澱指標，目的為利用鹼性廢水治理酸性廢水。而埋浸法就是利用氧化了的杆菌來直接和間接浸出水中的銅。第一種方式是以細菌細胞內的氧化酶氧化黃銅礦，破壞礦物中的晶格結構，令礦物中的銅以硫酸銅形式轉入浸出液中。第二種方式則是利用細菌氧化礦物中的硫和鐵，使其形成硫酸與硫酸高鐵溶液，再促使硫化銅氧化和浸出礦物中的銅。最後，工業水處理站是一個綜合處理廢水的地方，於一九八六年五月建成，每天能處理礦山酸性廢水12370t/d和選礦鹼性廢水2至3萬t。它對廢水的處理共分三段，第一段是除鐵，第二段是除銅，第三段是中和。

至於對於河流的處理，當地河道治理的綜合方式，在上、下游和河道三項生態工程來治理河流污染，並在樂安河實行。當中會關聯到其他方面的復修工作，例如在上游防止水土流失對流水的污染，以及在下游「退田還河、退耕還草」等，以令河道可以全面得到治本的治理。

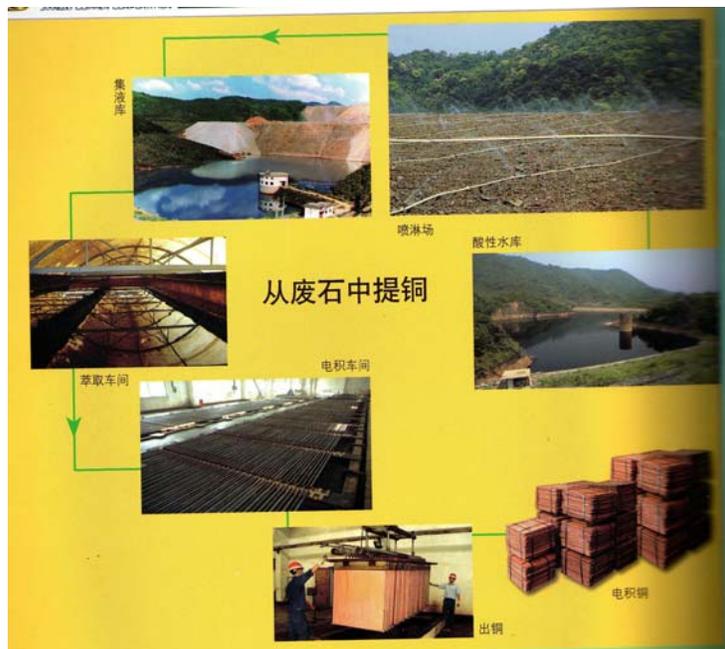
可是在德興銅礦環境復修的工程中亦遇到不少問題。在現階段，有很多復修環境的技術所需的成本都較為高，令一些工程難以大面積推動。例如在覆客土的利用方面，成本高便成為了其中一個推動的因素了。現在，在尾礦庫采是用覆客土進行生態復興的，不過，其實還有其他地方都需要大量的覆客土，如此，礦區生態才能全面回復。可是，就是因為其成本之高而阻礙了大規模推動。故此，要解決此狀況必須研究改良技術，以降低成本，使企業能自願作長期的投資。

另一問題是資金的缺乏。在銅礦的環境復修工程中，資金來源是企業家，而政府則沒有作出投入。然而，工程所需資金龐大，加上技術有待進一步改進來降低成本，需要科研的投資，單靠企業的投資未能足夠。在復修工程中，目標是在土地的環境回復到一定水平，令環境的質素不致下降並達到可持續發展。可是，工程本身並不是為企業帶來的收益為主。故此，長遠而然，企業未必會一直投資下去，並難以使工程完善，直至成功。

土壤與植被恢復

德興銅礦是利用露天開採法開採的，其尾礦庫多達四個，面積龐大，而且仍有大量裸露地，在土壤缺水、缺肥和重金屬毒害之下¹，植物無法健康生長，引起一連串的環境問題，例如水土流失、生態、景觀問題等等。此外，由於植物不能生長，土地因此失去利用價值，生產力下降，不符合經濟效益。因此，改善環境的策略主要可分為三部分：〔一〕減低土地毒性；〔二〕恢復土地肥力及〔三〕進行植被及生態恢復。以下將會一一介紹德興銅礦對於土壤與植被恢復的措施。

一、 減低土地毒性



由於礦業關係，銅礦周邊地區嚴重受銅和其他重金屬離子如銅、鋅、鉛、鉻污染。² 銅污染更比當地土壤背景值高出達102倍。¹ 尾礦砂含有鐵化合物的氧化，有可能酸化局部環境，令可提取態金屬升高。因此，在表土加入改良劑，例如石灰，中和土壤酸鹼值，有助抑制局部環境酸化各種金屬的毒害。¹ 另一方面，在廢棄地種植金屬耐性植物，例如空心蓮子草³，這些植物會把土壤中的金屬吸引於植物內，所以可通過反覆種植和收割，減低土壤中重金屬含量。³ 解決土地毒性問題亦可以從源頭開始——礦砂。雖然礦砂已是廢石，但其銅含量仍然有一定的水平，繼而可以灌溉用淋溶的方法，把流出之酸水引流到特設的水庫中，再提取內含的銅。⁷ [見圖一] 最後，由於土壤中的重金屬含量仍然偏高，所以此地要避免種糧食作物，因為這些糧食作物是不符合食用標準。

準。

圖一：從廢石中提銅的程序⁷

二、 恢復土地肥力

礦地本身土壤質地屬砂土，土壤貧瘠，有機質含量、水肥保持和供給能力都很低。首先在改變土壤質地方面，最直接的方法是用客土復墾法——引入客土與本來的尾礦砂混合，提高水肥保持和供給能力，改善植物的生長條件。³ 其次，要令土地更肥沃，就得適當加入有機肥、化肥和農藥。礦業廢棄地普遍都面臨缺氮和缺磷的問題。因此，加入大量氮肥、中等份量的磷肥和少量鉀肥，配以少量多施的方法或選用長效肥料，可以逐步累積泥土中的養分。⁴ 除此之外，他們亦有在廢棄地養殖蚯蚓，使土壤疏鬆，加速養份循環，繼而增加泥土中的有機質。最後，透過提高水肥保持和供給能力，提升土壤的肥沃程度。

三、 進行植被及生態恢復

土壤有足夠的養分給予植物生長後，植被會隨著自然演替的模式——次生裸地 → 草叢 → 灌叢 → 針葉林 → 常綠與落葉闊葉混交林 → 常綠闊葉林 六階段生長。²〔見圖二〕正因為此，科學家著力研究在銅礦廢棄地適生的先鋒植物。結果顯示，水蠟燭、假儉草、葦狀羊茅、芒草等，均適合種於純尾砂種植的優良先鋒植物品種。² 種植耐性強先鋒草，既可以覆蓋裸地，又可以改善土壤和小氣候條件，建立良好的環境給其他灌木生長，再而讓生物在此繁殖。在先鋒植物為這片土地展開生機的同時，可引進有固氮作用的豆科作物和綠肥植物，例如苜蓿，配合加強水肥管理，在土壤中發揮改良作用。² 其實，植被恢復的最終目的除了是使生態恢復平衡之外，還希望可以恢復農業活動，推動經濟。可是，植被恢復所遇到的最大障礙是需時太長。因為要通過全部六個演替階段，短則花上土至十五年，長則二十至三十年不等。現時，德興礦區針葉林主要是一些喜陽植物，如馬尾松，仍然處於針葉林階段。



圖二：德興礦區自然植被演替規律
土壤與植被恢復的好處非常多。表面上，不但可以淨化環境，達到防沙塵防氣味，同時亦可以控制侵蝕，有效防止水土流失⁵，以防泥石流和山泥傾瀉。在環境方面，土壤與植被恢復有助恢復土壤質量，恢復生物多樣性，以保持生態平衡。從宏觀角度，土壤與植被恢復可以使農業活動再次在這一片土地上進行，幫助振興經濟。此外，同時也可達到景觀復修的目的。

總結



總括以德興銅礦對環境的破壞，雖然得到很努力的復修，可是主要的方針還是「先破壞，後治理」。其目標是達到可持續發展，但是在礦區中對環境的破壞只能以補償的方向出發，而非保育。例如在河床的土壤很多時已受到高濃度的重金屬污染，最後只能減低其含量，但亦難以回到最初水平。

故此，如此的環境復修是否真的能稱為可持續發展是個值得探討的問題。



在完成此考察報告時，也有一些局限條件。首先，在考察時，同學只能局部看其環境修復的進程，到一片長著蘆葦的土地，卻不能深入考察一些水體或在其他復修階段的土地。另外，當地接待人員主要講解開採的過程，而非銅礦對環境的影響，未能在考察同時觀察一些主要的環境問題，例如酸性廢水的產生等。最後，同學亦沒有可測量之儀器來測量復修工程的成效，例如附近水體的酸度是否到一安全的水平。然而，德興銅礦作為國內最大的銅礦，對其在環境影響方面的研究非常重要，以而可讓其他地區的銅礦學習，故此學者對其的研究可謂意義重大而且深遠。

-
-
-

參考資料：

1. 陳懷滿等. 德興銅礦尾礦庫植被重建後的土壤肥力狀況和重金屬污染初探. 土壤學報, 2005, 42(1) :29 -36.
2. 楊修, 高林. 德興銅礦礦山廢棄地植被恢復與重建研究. 生態學報, 2001, 21(11) :1932 -1940.
3. 黃長干等. 德興銅礦銅污染狀況調查及植物修復研究. 江西農業大學學報, 2004, 26(4) :629-632.
4. 衛智軍等. 礦業廢棄地的植被恢復與重建. 水土保持學報. 2003. 17(4) :172 -175.
5. 李玉臣, 吉日格拉. 礦業廢棄地的生態恢復研究. 生態學報, 1995, 15(3) :339 -343
6. 李洪遠. 工業廢棄地的生態恢復與景觀更新途徑. 城市. 2005. 15-17.
7. 金龍騰飛：紀念德興銅礦建礦50周年. 江銅集團.
8. 占小華, 2004, 德興市礦山開發與生態保護的調查與思考
<http://www.srepb.gov.cn/list.asp?ID=611>
- 9.“江西德興一銅礦廠排污水 死魚佈滿河”，人民日報.華東新聞(2006-05-18)
http://big5.china.com.cn/environment/txt/2006-05/18/content_6212908.htm
- 10.馬逸麟, 唐春花, 趙贛, 2005, 江西省礦產資源開發與環境保護, 資源與開發市場, 第21卷第2期
11. 初娜 , 趙元藝 , 張光弟 , 楊慧 , 2008 , 江西省德興銅礦礦區重金屬元素的環境效應 , 地 質 學 報 , 4月第4期第8 2 卷
12. “清山無碧水”, 中國環境生態網 , (2006-11-01)
www.eedu.org.cn
13. 張建華, 石海林, 2003, 德興銅礦西源排土場高台階排土穩定性研究, 金屬礦山, 2月總第32期, 第2期
14. 黃長干 , 邱業先 , 2005 , 江西德興銅礦銅污染狀況調查及植物修復研究 , 土壤通報 , 12月第6期第36卷
15. 趙祥 , 劉素紅 , 王安建 , 顏春 , 2005 , 基於衛星遙感數據的江西德興銅礦開采環境影響動態監測分析 , 中國環境監測 , 4 月第2期第21卷
16. 蘇靜, 歐今次仁, 尼霞次仁, 王文華, 袁濤, 2007, 德興銅礦周邊土壤中銅的形態分佈, 環境科學與技術, 1月第1 期第30卷