

出國報告（出國類別：研習）

德國礦業發展
礦業技術座談暨採礦後礦業遺址利用

服務機關：經濟部礦務局

姓名職稱：技士 黃竹君

派赴國家：德國

出國期間：103.6.8~103.6.22

報告日期：103.8.15

摘要

本國礦產業面臨未來環境變遷、經濟社會文化提升，產業技術與礦產蘊量藏遞減因素，未來將面臨一連串考驗，本研習計畫有幸得經濟部臺德、臺法、臺奧、臺俄及臺加技術合作人員訓練計畫補助經費，就本局職掌業務前往先進國家進行研習及參訪。期間參加亞琛國際礦業座談會議(AIMS)，針對該國乃至鄰近地區礦業技術最近發展情形進行瞭解，並就礦業永續發展部分進行相關研究討論。德國有規模開採礦產之歷史源自工業革命前 15 世紀各城邦之君主即進行礦業之管理，迄今數百年餘，部分礦場保有歷史文物及礦坑，礦業及地質公園亦有多項屬聯合國教科文組織之世界文化遺產之列。此外，工業設計大國在新近的設計規劃上，加入最近理念並引進各項技術，向世人呈現礦業的多種面貌，經過本計畫向「西方」取經，期能提供我國礦業發產與遺址利用更多資訊與思維。



圖註:**Glück auf!! (Good luck!)** 德國礦工打招呼用語

目次

- 一、 研習計畫目的
- 二、 研習行程及紀錄
 - 甲、 **RWTH Aachen University** -礦業技術座談 AIMS
 - 乙、 波鴻德國礦業博物館 Bergbaumuseum
 - 丙、 魯爾地區協會及魯爾博物館 Stiftung Ruhr Museum
 - 丁、 北哈赤山礦工博物館、礦業地質公園參訪及研討
 - 1.Das Oberharzer Bergwerksmuseum
 - 2.Grube Samson Bergwerksmuseum
 - 3.Der Oderteich Geopark
 - 4.Rammelsberg Bergbau und museum
 - 戊、 柏林工業大學 Berlin TU
 - 己、 布蘭登堡礦務局(LBGR)
 - 庚、 Welzow-Süd 褐煤礦場
 - 辛、 柏林環境及城市發展局(環境保護與礦業地質部)
 - 壬、 呂德多夫文化公司與礦區 Rüdersdorfer Kultur GmbH
- 三、 研習心得及建議
- 四、 參考資料

一、研習計畫目的

透過此次研習機會，前往礦業發與友善礦區週邊環境的國家，期能為我國礦業未來各面相收集他國已成功方法和學習其經驗。德國在工業革命後在歐洲為煤、鐵等工業礦物重要產區，即便在首都柏林一帶也有不少礦業的開發。歷經大蕭條、金融風暴、加入歐盟及全球化競爭，仍是工商業發達的德國，對開採礦業的政策、礦區與週邊地區關係、採礦環境政策及廢棄礦區如何再利用，在全世界享有盛名。魯爾區的工礦業遺址活化利用尤其著名。期待透過本次研習能就新興開發技術進行學習外，亦能廣泛收集礦業相關資料，以他山之石為鏡，尋找我國礦業發展與礦業遺址活化的可行性方案。

二、研習行程及紀錄

甲、RWTH Aachen University -礦業技術座談 AIMS

本座談會係就德國及歐洲地區礦業技術新知，及世界採礦情勢做研討。

今年度會議主題為「高效率採礦技術」：

- 1.開採經驗分享
- 2.機械技術與設備
- 3.開採計畫、組織與財務
- 4.自動化基礎建設與運搬
- 5.礦業永續發展

在為期三日的座談會及論文研討中，就我國目前可能利用之主題參與主題細列如下：

- 1.德國的礦業科技與市場
- 2.關稅同盟區未來計畫
- 3.長壁法最新進展
- 4.岩栓與地錨之最新研究
- 5.Amasra 礦坑的安全係數研究
- 6.墨西哥煤礦以遠端無人機械開採成果
- 7.提高運輸坑安全最新進展
- 8.複雜地層破碎圍岩之開採設計
- 9.RAG 公司對礦業計畫與操作最新創舉
- 10.長壁應用於地下深度且頂磐支撐力弱之礦場情形
- 11.哈薩克險峻地下運輸坑道
- 12.無烟煤岩爆預防
- 13.深井大工作面的計畫
- 14.礦業的未來

15. 下一步：更安全更深的礦場
16. 歐盟原物料與 HORIZON 2020 計畫
17. 金屬礦的未來
18. 無線電波、紅外線與藍芽等在坑道內之通信應用
19. 酸液對廢礦渣的影響
20. 德國和蒙古礦業平等夥伴關係
21. 土耳其地下煤礦坑室礦柱回收以全自動機械方式之最佳房柱參數
22. 長壁法中爆炸氣體以氬氣和表面通風法去除危機
23. 監視系統電腦分析火災發生並自動警報系統
24. 在大陸地區礦場管理和技術工作德國帶來的影響
25. 礦場救護的藝術與禪



<研討會贊助商的攤位>

乙、波鴻德國礦業博物館 Bergbaumuseum



德國礦業博物館位於波鴻(Bochum)，1930 年代由一位工業建築師 Frits Schupp

設計興建，本礦場亦屬位在魯爾區的煤礦場，以無煙煤為主的地下坑道開採。開放參觀的坑道據統計約有 2.5 公里長，每日下午 2 時提供 1 場，20 人乘坐豎井人員用電梯至 1200 公尺深的地下坑道參觀；本場址周邊保留有多具豎井用捲揚機，雖已無鋼索但保留下的天車和支架等，從遠處明顯可見的礦場意象。豎井電梯除了向下到達礦坑，亦可向上到天車上的平台遠眺週邊地區，即可看見附近數個礦場之天車仍然豎立的人工地景特色。

本礦目前已無採礦作業，原臨近之焦煤工廠與發電場仍然運作中。本館收集各式地下礦場機械，以煤礦為主的不同年代的採煤機，豐富的機械收藏與說明模型，讓人不用入坑也能先一步了解開採作業。博物館旁即有魯爾大學及專科學校提供修習礦業學位。對於學習採礦的學子而言，看課本上的圖片還不如入館可以親手觸摸到各類開採機械。並展示從石器時代到現代開採方法的演進，提供參觀者深度礦業歷史之旅。並設有與多互動式的展示模型，生動的描繪出開礦的景象。



<模型和實物展示 1>



<模型和實物展示 2>



<模型和實物展示 3>



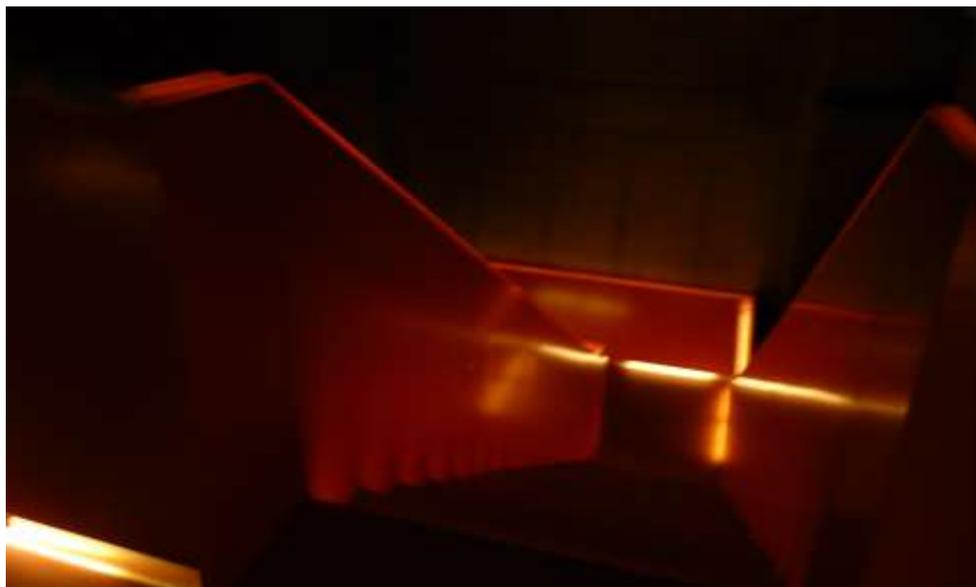
<模型和實物展示 4>

丙、魯爾地區協會及魯爾博物館 Stiftung Ruhr Museum

本館目前位埃森(Essen)，原屬魯爾區內一個關稅同盟礦區，是當時本區最大的煤礦場，與波鴻礦場一樣週邊亦有下游產業一併建置。本礦場在西元 1986 年停止生產後，在西元 2000 年經 IBA 國際建築展協會將原保留下的廠區經知名設計師改造成礦業同盟工業文化園區後，主要規劃礦業設備與魯爾地區發展的展示場外，亦陸續完成公共空間供舉辦各類活動；例如夏季音樂會、展覽、餐會等活動，提供人們親近本館機會。另外在礦場及工廠停工後，活化利用成果較知名的有紅點設計中心及展示場，已提供創意與工業設計進駐。本區另結合多種觀光休憩場所，例如賭場、餐廳、音樂廳、花園及藝術館等。

魯爾博物館在 2010 年此園區內，利用礦區的洗煤廠和儲礦場，進口處由一橘紅色的長電梯帶參觀者前往 24 公尺高的展場入口，橘紅色在設計意念上有煤碳燒紅的顏色，也是煉鐵時融化鐵水發出來的光芒，以電扶梯流動感提供一進博物館即有的視覺意象，訴說著魯爾區的工業主軸煤和鐵。(導覽時的題外話-據說設計師是

荷蘭人，也可能只是設計師私心偷偷放進代表荷蘭顏色呢!!)



<橘紅色的樓梯>

本次參訪時間僅 1 日，故僅以園區內魯爾博物館為主，其中展示與礦業博物館最大的不同是，有許多礦工的人文關懷，包含當時礦工的衣食住行和娛樂與疾病，20 世紀末進口低價煤礦入市而使礦場不得不停工，為了要求工作權礦工們抗議的歷史、布條和標語也收集在其中。



<礦工的肺>

除了礦業主題以外也展示了魯爾區的蛻變。如何將開採完的遺跡改變成一個又一個的綠地、公園或指標式建築？本展場能成功結合古今的重要因素在於，成為文化園區和博物館進駐前，本區的各项工廠設施停工後，即刻被以文化資產形式而保留下來，才能提供空間和硬體逐步改造活化。在此同樣的也利用原有天車提供登高望遠，望向谷地週邊看到一整個工業文化園區的樣貌。

關注歷史演進一直是德國博物館很重要的主題，不同於礦業博物館的專業機械

收藏，魯爾博物館展示著魯爾地區人們從以前工業污染嚴重的**黑色**，到現在的環境保護結果形成了許多的公園的**綠色**；除了影像、實物也有許多互動式的展示，包含環境裏的聲音可以讓人身歷其境。



<綠化成果航拍>



<綠化成果>

丁、北哈赤山礦工博物館、礦業地質公園參訪及研討

從魯爾區往哈赤山區移動，地景上從一個谷地到達山巒起伏的高原。礦產也從煤礦變成金屬礦。此區採礦特色展示古代採礦的動力演變，從人力、獸力到水力等古蹟和礦工生活情形的展示。

1. Das Oberharzzer Bergwerksmuseum

北(上)哈赤礦業博物館，位於哥斯拉城旁的小鎮，展示 11 世紀到 18 世紀採礦的故事，展區不大但保留下的坑道設施十分珍貴，在當時即為加速人員進

出坑道而發明了類似電梯的水力升降梯設備，以及據稱最古老的捲揚設施。且在本區因開採時代久遠，進入坑道時照明是以油燈為主，而油燈廢氣會讓坑道空氣不良，自然發展出通風坑道設置風門的方法。



<博物館外觀>

進入主要展區，讓穿著古代制服的導覽員從礦工每天進入礦坑前禱告，到進入坑道工作的樣貌一一呈現。並且說明當時的礦工生活，和礦業的環境辛勞。當時以人力開採時，因為金屬礦岩性特徵，一週能推進的距離只有 5 公尺左右，進坑後以油燈做為唯一照明，讓觀者體驗在坑內極為微小的光線，就是礦工們惟一而且最重要的依靠，在吹熄油燈時馬上感受黑暗給人的恐懼。



<水力升降梯>



<黑暗中的光明>

2.Grube Samson Bergwerksmuseum

格魯伯山森礦坑位於克勞斯塔爾(Clausthal)成立於 1521 年開採至 1910 年，此礦有世界最早的水力機械在 1837 年發明並安裝於此坑使用，用來將人快速的且安全的送進坑道中，即類似電梯的原理，和哈赤礦業博物館中展示的是同樣的機械，只是在本坑首次採用。而水力的來源和拉梅斯山礦場一樣也來自歐德特里地質公園中的水道，當時還發明的鑿岩機一開始也利用水力來驅動，一直到 1922 年開始才加入電氣化的機械。本礦除了有銀礦以外，也有許多礦石結晶非常美麗，在古時候做為寶石之用，其中罕見的硫銻錳礦(Samsonite 山森石)即以本礦場的名稱(Samson)為其名。



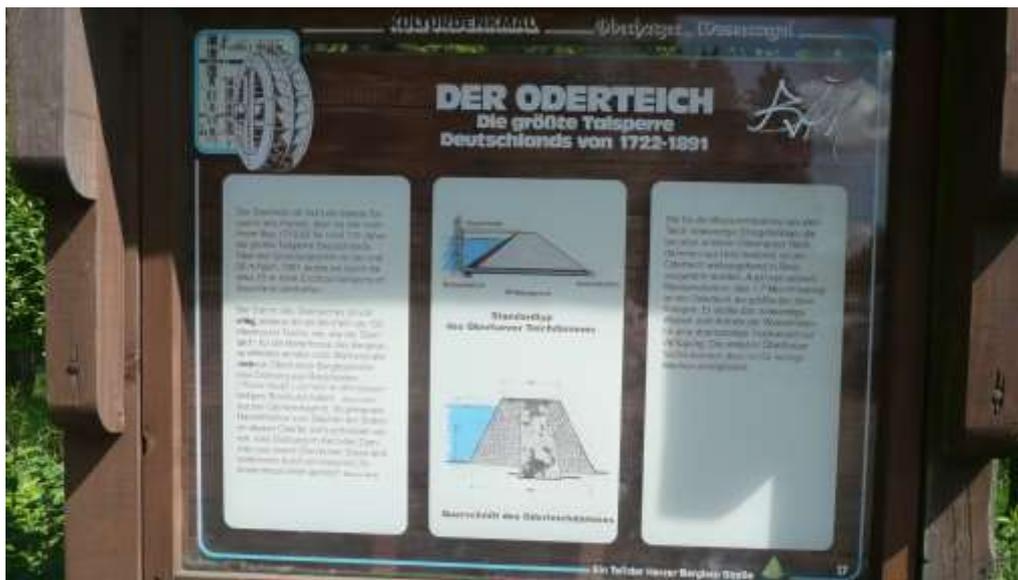
3.Der Oderteich Geopark

歐德特里地質公園中主要參觀重點為採礦的水力設備，哈赤山地區的水路

系統，經由 10 幾公里的水道系統，一如桃園地區的碑塘般，大大小小、天然和人工的水池分部在此區內，水道有露天也有進入地下，連結整區開採時需要的動力，在電力發展後才停用，但仍做為防洪和消防的用水。水池和水道週邊成立自然及地質公園，並設置設施供人休憩。



<水道>



<水力系統說明告示>

4.Rammelsberg Bergbau und museum

拉梅斯山礦場以銀礦為主，自 3000 多年前即有採礦的紀錄，直至 1988 年停採，屬漢薩同盟中最重要礦場，在普魯士王朝腓特烈·威廉二世時期進入大規模的開採並有許多改革，包含教育、保險、員工福利、育兒措施和礦工醫院等。本區的礦場提供大量的白銀，其重要的地位連歷代國王都不敢小覷。

博物館內保留自 18 世紀建物，索道、電力捲揚設備和入坑礦車等，另有一展區講述銀和錫礦的文化史，更直接將金屬塔尖屋頂直接放在館內，同時陳

列多種從礦物製成的生活用品，讓參觀者了解礦業和生活的關係。進入展區時同時響起金屬工具敲擊聲，和機具的聲響，讓觀者進行視覺與聽覺的體驗。



<博物館和礦山>

戊、柏林工業大學 Berlin TU

本校自 1770 年成立以來有許多重要的發現並有多位諾貝爾獎得主，我國推動中德合作的知名地質學家曾任行政院副院長朱家驊先生即是畢業於此校前身的柏林礦科大學。會見柏林工業大學地質學院多明尼克(Dominik)教授，說明採礦學位教育在德國的情形進行瞭解，該系給與課程如礦業機械設計、地質學、礦物學、地球物理；地球化學和水文地質等。其中最重要的莫過於在接受完課堂上的知識後前往現地實習，和所有工業或技術學校一樣，每個畢業生必需經歷 1 年的實地實習，才能取得學位，多明尼克教授研究生目前即有多名在西非、阿拉伯地區、南美洲和大陸地區的礦場實習。教授本身除石油探勘專業以外，近期研究 CCS 碳封存技術，也協助阿拉伯地區與非洲地區多個國家開採石油礦。

德國屬工業大國，且其礦山機械發展遠可推至 14 世紀，如利渤海爾、RAG 公司等也是目前礦山機械與設備知名大廠。該學院每年自行籌措經費(約 1.7 億歐元)即來自業界各大礦場及械機公司，並直接與亥姆霍茲實驗室(Helmholz)與 EURO MINE.ORG 等基金合作多項研究計畫。多明尼克教授亦邀請其呂能(Löwner)副教授和盛能特(Sehnert)研究員展示其研究成果，例如和世界接軌的 onegeology 計畫，GIS Data 等不侷限於德國本地的合作計畫；另研究員部分則以震測和電測資料轉換成 3D 立體圖，以瞭解地下儲礦構造(封閉)，較平面圖形更能清楚提供資訊供採礦之用。己、布蘭登堡礦務局(LBGR)

布蘭登堡邦位在柏林週邊，和台北市新北市的位置關係類似，其主要發展以農業和工礦業為主，礦業部分有煤礦、天然氣和石灰石礦等。其主管之礦業法規係自歐盟法規而下訂定德國法規後再下至地方的法規。依據框架為工作人員安全健康保

護為目的的準則，訂有有關工作場所、生產方試、工作量、標誌與標示、鑽井、露天和地下坑道礦場、環境影響控制等，主要以安全為目的做為立法的重點。目前有兩個重要的礦山法規：聯邦礦業法與礦山條例，規範保護人員和環境安全的規定。

針對實際的管理上則分為：採礦作業、礦場安全、生料生產量維護、礦工健康、舊礦山遺址管理、遺址活化與礦山環境保護。針對企業採礦計畫內容應有：一般性描述、企業(無個人)採礦主計畫、管理與礦業人力計畫與前述未盡事項補充計畫。並依據森林法、水資源法、土地規劃法、廢棄物法、自然保護法、建築法、土地保護法、爆炸物法、X 射線或輻射規定、勞工法、婦女保護法及預防有害物質法等規定。大致上管理的權限比我國複雜，執行的法令也多，是以礦山為主體所有相關的法令規定由礦務局統籌審核其計畫後，企業自主管理並不定期和定期受檢。



<布蘭登堡邦礦務局>

庚、Welzow-Süd 褐煤礦場

距布蘭登堡礦務局約半小時車程寇特布斯鎮(Cottbus)的褐煤礦場，蘊藏量約 2 千萬噸，由電力公司飛騰法(Vattenfall)進行開採後直接輸往礦場旁的電廠發電，電力輸往柏林週邊地區。佔地面積有超過 50 平方公里(10 公里長，5 公里寬)，此處自工業革命開始採礦作業，在東德時期約 1966 年因發現在 Lusatia 小鎮地下仍有礦脈延伸，因此原有礦區採完後，進行大規模遷徙。現今為保護環境，該公司進行採礦遺址復舊，將原有小鎮位置立紀念碑，並還原開採前本地以務農為主的地景。一旁尚未開採完成的區域仍同時進行大模的開採著，距採區約 3 公里另一側已有復整成 10 年以上葡萄酒園區，從 2009 年開始生產葡萄酒 2010 年正式出貨。

復舊的主軸在於開採前本地區原有地景為何？而不只是單純加上建設，因此該公司考量原來地下水極為豐富的沼澤帶佔近 90%，農地則僅有 10%。因此將原有煤層上方表土回填後，種植原生植物的湖泊沼澤區，並將土地較肥沃的地方還給該地

農民進行耕作。目前已完成 4000 多公頃原址復舊，在礦場週邊非開採區設置休憩設施和告示牌，讓居民和遊客瞭解他們的歷史和企圖。



<履帶式挖煤機>



<輪式挖煤機>



<礦場導勘人合影>



<沼澤復原>



<葡萄樹和田野>



<休憩點和告示牌>

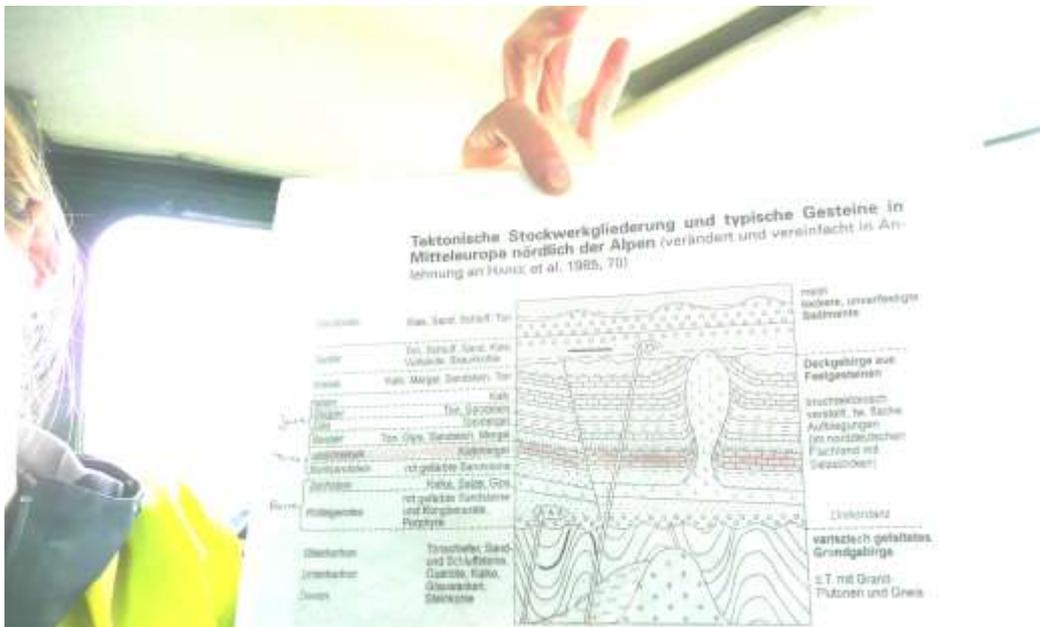
辛、柏林環境及城市發展局(環境保護與礦業地質部)

柏林首都內的採礦目前已完全停止，因應地區特性，相關部門和布蘭登堡合作管理。目前柏林與礦業有關部門僅與地下水相關，因為布蘭登堡地區煤礦場的地下水，天然含有許多的鐵離子，地下水取出到地表後，經過一段時間即會慢慢變成褐色，雖然沒有直接的毒害，但對環境仍然造成影響，因此在布蘭登堡區開發礦業的同時，因為排放水會經過柏林再流出，所以同時和布蘭登堡的礦務局對礦場進行管理，這個部分的安排完全是責任編制，即使礦業的法規有全國性的，但在管理單位和事務細節上每一個地區都會略有不同。

此外該單位以資源角度另外管理地熱，因柏林原來是一個沼澤地抬升而成的平原，其地下水十分豐富，自來水源即直接取用地下水。另因為地溫梯度所以地下100米的地下水的溫度平均終年維持在攝氏15-20度，因此地下水的管理也同時管理地下水能夠提供的地熱能源。對有豐富地熱的台灣而言溫度低很多，但對冬季零下20度柏林地區，該水溫可以提供暖氣不用從零度以下加熱可降低能源消耗。

壬、呂德多夫文化公司與礦區 Rüdersdorfer Kultur GmbH

本礦區位於布蘭登堡呂德多夫鎮，礦場所有權為半官方半企業，並設有地質研究單位。博物館和礦場並存於此地。本區石灰石來自古生代二疊紀到中生代侏羅紀的沈積，本地地質研究主軸除了石灰石以外，還有海相沈積的岩鹽緩慢的向上突出的情形，因為向上突出開始出現對週邊的環境影響，因此有地質團隊進駐，配合礦場開發進度進行鹽丘對地層破壞的研究。



<地質技師說明本地地質情形>



<下方水池是和礦場共生 3 代的鱒魚養殖場>

西元 1237 年有紀錄發現本處石灰石礦，西元 1254 年正式開採，預計可以採到西元 2062 年約 800 餘年長期採礦。柏林地區所有中古世紀的建物上的石灰石塊據說都來自於此，因此有一說「將所有柏林宮壘的石灰石拆回來就能填滿露天礦場」。

年代久遠的礦場週邊一樣有許多的下游工業林立，如生石灰廠和水泥廠等。而因為古代沒有電力，要將這些美麗的石灰石運到柏林蓋城堡，礦業技師面臨的是兩個問題：1.石頭要怎麼切、2.要怎麼運到柏林。在此發展了年代久遠的人工鑽孔楔裂法和運河，也留有捲揚設施。16 世紀後運河的水力也做為動力來源，應和哈赤地區的發展同步。

本博物館公園從 1994 年成立，覆蓋面積 17 公頃，展示了石灰石的工業技術發展。最早可以在此地找到石器時代的篝火遺址，及最早地溫梯度研究的鑽頭也在此展示。此外本地石灰石中有許多的化石，並開放讓遊客進行開挖的活動。如果想一看礦場全貌，亦可預約 LANDROVER 之旅，吉普車將沿著現在的礦區週邊繞一圈，實際的瞭解礦場的情形。

礦場和週邊的環境據稱十分融洽，居民許多人在礦場或週邊工作，中小學生也常到博物館進行教學，並且自默片時代就提供電影拍攝，近期則有 2013 年喬治克隆尼的好萊塢電影亦在此拍攝，本礦場展示了十分多元的用途。園內有尚在生產的礦場、水泥工廠、博物館還有咖啡廳，參訪當日亦有工商協會利用舞台區，辦理聚會和餐會等活動。



<綠化>



<舊水泥廠>



<舊生石灰柱狀爐>



<以年代將不同石灰石排列在園區>



<在礦場內可對照出不同的石灰岩層>



<礦場內仍保有原來城市電車軌>



<本次取回之石灰石與化石標本>

三、研習心得及建議

礦業和環境的衝突是必然的，在人類取出地上的資源做為改善生活的工具，是從石器石代起就有的活動，礦業發展至今如同其它工商業一樣，以大規模機械化的方式對環境直接產生衝擊。採礦的活動在我國自清朝起即有紀錄，距今大約 150 餘年，發展至今目前尚存 260 餘礦業權，係依照中央主管礦業法設立並由礦場安全法及其他相關地方主管機關法規如地政、環境保護、水土保持等，均經審查無誤後方得進行採礦作業，並且採礦中均應依照前述法令規定執行。

相較德國的法律體制，自歐盟規定以下而至地方，礦業主管機關在邦政府層級，就所有相關法令含環保、水保等相關法令，除共通法令外，類似我國環境影響評估結果，不同的礦場遵守不同的技術規範和復舊的承諾，法令規定和管理上相較我國複雜，且以任務式規定和承諾為主。並且在社會回饋和教育方面十分完善，據礦場說明鮮少有周邊地區居民抗爭情形，僅偶有綠色環保團體做非針對性的抗議，大致上和平理性。

礦業教育部分，大學教育對於實習制度的落實十分重視，除了基本科目以外，畢業前自己尋找或由教授推薦到世界各地的礦產，在亞琛的研討會亦有許多主題是由研究人員到世界各地完成研究後，將知識帶回到德國。印象最深刻的是地下通訊和連續式無人採煤設備，主持人提到目前利用臺灣廠商所提供的技術，在地下鋪設線路，比較分析以紅外線、藍芽、微波等通訊技術優劣。無人設備則可提高生產率，亦可提高地下開採安全性。

遺址復舊部分和教育相關，因歐洲採礦歷史逾 600 年，德國留有許多礦場遺址，且該地屬地質特殊地域，合併成立地質公園 GEO-PARK，設立告示牌以外礦坑保留為博物館，供觀者瞭解古今人類和礦產的相依性，而復舊或綠化的成果更是德國人的驕傲，也是生活。埃森地區的民眾因此而一掃過去黑色煙霾有許多的公園綠地可供休憩。博物館也同時提供社會生活教育，在全家出遊的同時在博物館中瞭解

礦業是什麼？給人的生活什麼影響？以前人的怎麼做？未來會怎麼樣？甚至有地區性的旅遊協會，製作單車礦山遊、礦山博物館聯票和校外教學等等活動資訊，在網路上或以宣傳摺頁的方式讓有興趣的民眾很容易就能親近且理解，大部分是私人公司或組織推動，公部門僅在配合區域特性劃設公園的部分與公有土地的公園告示牌上有著墨。

我國地小人稠，礦山有時十分臨近居民生活的位址，而可能造成對環境破壞的感受度較為直接，不論產業或者居民活動，均可能發生對於土地的破壞，如能在控制下發生，可避免危害性命或者造成無可挽回的土地傷害。但臺灣本島地質環境特殊，每年在造山運動擡升，坡度增加地質破碎帶不斷的發生塊體運動，使管理困難度上升。又例如北部金九地區與火山岩含有中重金屬和火山地形中的硫磺氣體自然釋出，是地質災害還是地景特色？該規劃保留還是去除天然的污染？需先定調才能進行後續規劃。因此，建議在土地利用規劃除依工、商、農、礦業和原有聚落分析以外，加入創新的產業導向分區，雖各行各業有可能因政策而消長，但以整體未來國家發展做考量，運用或增加完備的管理制度，做出國土整體規劃、合理的區域計畫，並進而落實地方管理，不論是礦業還是工業、農業或者商業，能在民間參與合作下蓬勃發展。

四、參考資料

甲、相關網址:

<http://www.aims.rwth-aachen.de/en/home>

http://www.aims.rwth-aachen.de/downloads/HighPerformance_2014_Announce_1.pdf

<http://www.bergbaumuseum.de/index.php/en/>

<http://www.ruhr-tourismus.de/en>

<http://www.spiegel.de/reise/europa/meissener-porzellan-das-weisse-gold-von-sachsen-a-243492.html>

<http://www.onegeology.org/>

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9F%8F%E6%9E%97%E8%87%AA%E7%84%B6%E5%8D%9A%E7%89%A9%E9%A6%86>

乙、附錄

行程表

| 日期及時間 (Visiting Time) | 訓練進修 地點 (Location) | 實際訓練進修機構及訪談對象 (Institutions & Persons to be visited) | 訓練進修目的及討論主題 (Topics for Discussion) |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 6/8 -6/9 | 台北-亞琛 Taipei-Aachen | 起程 | 起程及資料研讀 |
| 6/10 -6/12 | 亞琛 (或譯阿亨) Aachen | 亞琛(阿亨)大學 主席馬騰博士及各主講者們 RWTH Aachen University Chairman: Dr. Martens And speakers 會中並有歐洲礦業協會及歐德國聯邦地球科學和自然資源研究所人士主講礦業與人類的未來展望(EUROMINE.org & The Federal Institute for Geosciences and Natural Resources) | 「高效率採礦技術」 1.開採經驗分享 2.機械技術與設備 3.開採計畫、組織與財務 4.自動化基礎建設與運搬 5.礦業永續發展 2014 Aachen International Mining Symposia: AIMS 2014 - HIGH PERFORMANCE MINING The themes of this year include: A. Operational Experiences B. Machine Technology and Equipment C. Planning, Organization and Financing D. Automation, Infrastructure and Logistics E. Sustainability Issues in Mining |
| 6/13 | 波鴻 Bochum | 德國礦業博物館 Bergbaumuseum (自行參訪) | 該博物館無訪談對象，未設導覽及說明人員，惟其藏有珍貴之收集，含數以百計礦業機具及自石器石代迄今採礦歷史，鄰近原有無煙煤採礦設施如直井吊車與焦炭廠等 Gears and History of Mining How is an old Coal Industrial area become a Museum? The shaft and Coke factory are both standing. |
| 6/14 | 埃森 (魯爾區) Essen(Rhur Region) | 魯爾地區協會及魯爾博物館 Stiftung Ruhr Museum Dr. Olejniczak | 魯爾博物館、魯爾地區整體規劃史料 Ruhr Region Metro-Plan and Reformation of Mining Areas in Essen City |

| | | | |
|---------------|------------------|---|---|
| 6/15 | 哈赤山區 Harzberg | 北哈赤山礦工博物館、礦業地質公園參訪及研討 1.Das Oberharzer Bergwerksmuseum Mr. Dreyman 2.Grube Samson Bergwerksmuseum 3.Der Oderteich Geopark(哈赤地區礦場水力系統) 4.Rammelsberg Bergbau und museum | 採礦中礦區與博物館同時併存可行性 The possibility of Mining and Museum. |
| 6/16-6/20 | 柏林 Berlin | 1.柏林工業大學 Berlin TU Dr. Dominik ,Dr. Löwner , Ph.D.Sehnert 2.布蘭登堡礦務局(LBGR) Mr. Thiemn 及 1 位來自歐盟(西班牙)交換實習生交流分享 3.Welzow-Süd 褐煤礦場參訪 Bruan Coal mine Mr. Henßchen , Mr. Thiem 4.柏林環境及城市發展局(環境保護與礦業地質部門)Senatverwaltung Fuer Gesundheit,Umwelt und Verbraucherschutz Dr. Wendewardt 5.呂德多夫文化公司與礦區 Rüdersdorfer Kultur GmbH Dr. Hoffmann | 1. 國家(邦)礦業政策對礦業教育之影響(1 日) A. Policy influence on Education of Mining. B. What are student learned? And where they will go? C. Research Demo. 2. 國家與各邦有關礦業政策問題與討論(2 邦共計 2 日) Mining and Environment Issue .Mine Policy. 3. 位於首都旁之礦區管理情形，石灰石採區及遺址活化利用-博物館參訪、活動體驗與意見交流(2 日) A. Visiting Coal mine and Limestone mine area-How to management the mine when it close to big city? B. Land Rover Mine Tour. |
| 6/21 -6/22 | 柏林—台北 | 返程 | |