

經濟部幕僚單位及行政機關人員從事兩岸交流活動報告書

參加 2017 第二屆國際礦業土地復墾 與生態修復學術研討會

研提人單位：經濟部礦務局

職稱：副局長、專員

姓名：周國棟、朱其樂

參訪期間：106年10月19日至106年10月24日

報告日期：106年11月20日

政府機關（構）人員從事兩岸交流活動（參加會議）報告

壹、交流活動基本資料

一、活動名稱：參加 2017 第二屆國際礦業土地復墾與生態修復學術研討會

二、活動日期：106 年 10 月 19 日至 106 年 10 月 24 日

三、主辦（或接待）單位：中國煤炭大學會、中國礦業大學(北京)

四、報告撰寫人服務單位：經濟部礦務局

貳、活動（會議）重點

一、活動性質：會議

二、活動內容

（一）目的及緣起

礦產資源的開採給人類生活提供便利帶來財富的同時，也帶來了嚴重的土地與生態環境破壞問題。土地復墾與生態修復不僅能有效再利用因採礦而破壞的土地，而且有利於生態環境的恢復和改善，國際土地復墾與生態修復會議（LCER）應運而生，研討會是系列國際研討會，每三年舉辦一次，2014 年，第一屆國際土地復墾與生態修復研討會在北京成功召開，與會者眾及由國際出版社出版了論文集，推動了國際土地復墾與生態修復的國際交流與合作。

主辦單位為積極回應國家政策，加強礦區土地復墾與生態修

復工作，由中國煤炭學會和中國礦業大學（北京）主辦，中國煤炭學會煤礦土地復墾與生態修復專業委員會、西安科技大學及中國生態修復網/易修復共同承辦的「第二屆國際土地復墾與生態修復研討會」，於2017年10月20-23日假中國西安舉辦，邀請國內外著名學術團體負責人、土地復墾與生態修復及相關領域的領銜專家、各級政府部門主管、知名企業精英和主流新聞媒體的代表出席，針對土地復墾與生態修復的政策法規、規劃計畫、理論研究、技術開發和實際應用等廣泛的議題進行深入的研討與交流，並徵集論文。本次研討會的重點研討主題是：生態脆弱區的土地復墾與生態修復。鑑於國內礦業開發亦面臨上述議題之挑戰，為瞭解目前國際發展趨勢，爰參加此次會議。

本次會議行程如下：

10/19 台北至西安

10/20 報到

10/21-22 第二屆國際礦業土地復墾與生態修復學術研討會

10/23 實地考察-瀋灞國家濕地公園

10/24 西安至台北

(二) 會議(活動)內容

2017 第二屆國際土地復墾與生態修復學術研討會在西安召

開。本次研討會由中國煤炭學會和中國礦業大學（北京）主辦，中國煤炭學會煤礦土地復墾與生態修復專業委員會、西安科技大學等單位承辦，會期三天的主題是「生態脆弱區的土地復墾與生態修復」。研討會之中外專家針對礦區土地復墾和生態修復技術與影響，土地復墾和生態修復涉及的政策法規與標準制定、完善和實施，礦區環境污染與地質災害，風險評估與預警防控，修復後土地如何再開發利用等問題展開深入探討，共同分享礦區生態復育之文明理念與實踐，共分有以下技術領域：1. 土地復墾與生態修復的政策法規與標準、2. 礦區土地與環境損傷的監測、預測與評估、3. 露天礦土地復墾與生態修復、4. 採煤沉陷地復墾與生態修復、5. 礦山固體廢棄物/污染土地修復、6. 復墾土壤與植物恢復、7. 復墾技術與案例、8. 十三五重點科技專項-東部草原礦區生態修復專場及 9. 十三五重點科技專項-西北礦區生態修復專場。

會中，中國煤炭學會煤礦土地復墾與生態修復專業委員會、中國礦業大學（北京）相關代表共同為礦區土地復墾與生態修復國際研究中心揭牌。礦區土地復墾與生態修復國際中心聘請多位外籍專家，致力於深入解決礦區土地復墾與生態修復相關難題。

本次會議前已評選出了首屆生態礦山土地復墾與生態修復十大先鋒，頒獎予以神華神東煤炭集團為代表的多家煤炭企業相關

榮譽稱號。來自相關政府部門的負責人、中外學術代表、科研院所專家、煤炭企業代表等 500 多位專業人士參加了此次會議。

1. 研討會開幕：

本屆會議由中國煤炭學會煤礦土地復墾與生態修復專業委員會副主任委員兼秘書長-中國礦業大學（北京）胡振琪教授主持開幕，其表示，礦產資源的開發利用在促進經濟發展的同時，也造成了生態破壞和環境污染，成為制約開發國經濟、社會發展的重要因素。大陸自十八大以來，土地復墾治理、生態修復和維護已經逐漸成為衡量社會經濟發展的重要指標，而礦產資源開採導致的污染治理、土地復墾和生態修復是擺在全社會面前的重大課題。近年來，中國礦山生態修復研究發展迅速，礦產生態復墾工作也逐步展開，十九大更配合「一帶一路」建設中的生態文明建設現狀，依據不同的國情和不同的雙邊關係制定相應的戰略，去深入研究各國在節能、節水、應對氣候變化、生態補償、濕地保護、生物多樣性保護、土壤環境保護等方面的法律法規，並將中國在生態文明建設中積累的創新成果融會貫通，探索生態文明建設國際合作的新模式和新路徑。

中國煤炭學會煤礦土地復墾與生態修復專業委員會主任委員-中國礦業大學（北京）姜耀東副校長述說煤的開採為提供中

國大陸重要能源及工業原料來源，約維持占有 75%和 70%的比重，其地位根深蒂固，又基於能源戰略與能源安全考量，這是必然之選擇。使用機械化長臂式開採之趨勢定會造成土地塌陷與環境破壞之影響，但其強調，唯有安全、高效、綠色開採為煤炭開採發展唯一準則，復以加強土地復墾與生態修復，方能促進綠色礦山建設，轉廢為用，構建循環經濟，是國民經濟發展中之重要環節，現今已獲致初步成效。同時，十九大報告中指出，堅持人與自然和諧共生，提出要「加快生態文明體制改革，建設美麗中國」，強調「推進綠色發展、著力解決突出環境問題、加大生態系統保護力度、改革生態環境監管體制」，突顯出中國政府對綠色發展和生態修復的重視程度，礦區土地復墾與生態修復必將迎來重大的發展機遇。

西安科技大學楊更社校長除以地主身分歡迎各位與會之產官學研外，更表示西安位處一帶一路重要中心，該校亦為礦業重點學校，對於礦業衍生之生態問題及處理對策有多方面研究，在地科、礦業及環境領域期望與各與會先進交流，以增進學校與學生未來在此新興產業中，能與企業攜手共創共建綠色絲綢之路。美國採礦與復墾學會（ASMR）執行主席 Robert G. Darmody 博士及會議聯合主席《國際採礦、復墾與環境》雜誌創刊主編 Raj Singhal（Morteza Osanloo 代為致辭）均表示樂見

土地復墾及生態修復已逐漸在開發中國家受到重視與認同，透過法律制度訂定，國家各機構注入經費研發技術與實踐，更對中國大陸籌辦此屆研討會予以肯定。中國煤炭學會副理事長田會則表示，該學會於 2012 年成為 LRER 之會員，對於大陸境內煤礦以坑內開採比例達 84%，露天開採達 16%，勢必有土地陷落及岩層裸露之狀態，必須整復，目前治理情況約可為 1/3 仍趨惡化，1/3 持平及 1/3 趨向復甦，露天煤礦場之整復則以生態重構為主要目標，期藉本次會議之多方法規政策、技術系統及交流，支持學會之技術提升，達成對生態文明建設之目標，即加快推動綠色、循環、低碳發展，形成節約能源、保護環境的生產生活方式，建立「綠水青山就是金山銀山」的價值認知，遏止舊帳未還，又欠新帳的土地退化的惡性循環。

2. 研討會(大會)報告重點：

- (1) 中國工程院院士及現任煤炭資源與安全開採國家重點實驗室主任彭蘇萍院士進行「西部礦區煤炭開採對環境的影響與修復」報告：

報告以神東礦區為例，說明該礦區約占大陸中西部地區 60% 產量，為顯著之乾旱及半乾旱地區，煤礦開採造成區域水資源短缺及地表水系乾涸、汙水排放、塌陷等多項問題，使

地表植被退化，對於神東礦區經 170 天觀測及以高精度之多層次多屬性之四維震測，查出礦區塌陷之地震響應變化，藉由對採前、採中及採後期之震測剖面分析，可了解其岩層結構和構造之變化規律，研究確認這些破壞是「可恢復性」，對塌陷受損土地不必急於復墾，可於其地表裂隙及坍塌自然修復後再進行，可達節省成本之功。

另對於地下水之監測可採用電測，可了解地下水賦存條件的動態、規律，於採礦期中以電測及雷達波(5M 內) 量測地表裂隙、表土及蓋層等進行研究，發現礦區上方土層裂隙 50 天內自動恢復，可證煤層採空塌陷後可自然恢復，以時間軸而論開採之影響為局部的、短期的、可自然恢復的。

同時亦對現代煤礦開採下，地表生態之影響研究，其指出，藉觀測地表 5M 內之裂隙，鄂爾多斯地區之裂隙開展及閉合時期約為 18 日，地下水系約略於 40 天後恢復，足證明均係依地區自修復原理進行，當然煤柱為重要因素，長臂法開採使下沉均勻，對上覆岩層影響較小，燃對煤柱兩方 40M 影響較大，覆墾時僅修復兩側 40M 最具績效。

研究亦指出生物根系之影響規律，地表之灌木植物約於 12 個月後可自動修復，喬木植物難自動修復，故建議復墾時

應以草本及灌木植物為優先，喬木為後。於採後 4-10 月後對該地區 1 萬多畝(5000KM²)，與美國伊利諾州及懷俄明州均類似，均有採後自修復能力元素，更加上為生物技術之協助，復墾良好。

另外採礦後之地下坑室，可二次利用作為儲水區，可作為自用及提供工業用，以加強水循環經濟之應用，所得之經費有可挹注於西北地區之荒漠區，以突破乾旱地區之開發，抑制環境惡化，並可自研究中之結論改變觀點，從而得到新的水經濟改善，獲得實質利益。此外，未來將創建煤炭開採全週期生態演變四維監測方法，研究對生態環境之作用機制，及研發煤炭開採之減損技術。

(2) 美國採礦與復墾學會 Robert G. Darmody 進行「基本農田復墾:40 年回顧」報告：

Robert 教授首先介紹了採礦對當地農地土壤塌陷及對農作物之整體衝擊，也說明長壁開採的優點和缺點。長壁開採安全性高，經濟消耗低，採收率高，在美國伊利諾州應用較好，但是也有一定的缺點，如對地下水和地表水擾動、造成沉陷、影響農地(作物)、地表裂隙、侵蝕及坡度不穩地等，對美國伊利諾州來說，主要是土壤變濕和積水問題。長壁法採

煤運作，在初期的開採之後，煤層將被整板塊移出，衍生礦區沉陷傳遞到地表，造成積水成湖，在美國伊利諾有非常豐富的煤炭儲存資源，雖有露天開採，但也有很多煤礦採用長壁法採礦。

1977 年，美國聯邦政府通過了露天採礦管理與復墾法，從此改變了復墾作業。該法規定煤礦開採、土地復墾與環境標準、復墾保證金，以及聯邦與州政府監管體制，並進一步要求業者必須進行採礦前礦場環境分析、採礦計畫、環境治理、復墾植生、選定採礦後土地用途，以及採礦前繳交復墾保證金，另外還有相關的採掘稅，自治州可以根據最高法規來自主選擇規劃和選擇採礦方法。

Robert 教授還介紹了美國伊利諾的土壤類型，以及土壤地塊和地形的不同，這些都會對土地復墾的方法、設施和時間造成影響。其研究指出對於農業之衝擊及改良方式應加強排水系統之建置，研究方法為藉由對塌陷區之空拍影像，找出塌陷地區，區分以高中低之嚴重性及含水區塊，對農作物之產量而言，在低度區無影響，在中度區影響約 50%但可復原，而高度區影響達 99%，亦有可復原。在研究之區域 40 年來說，採用長臂法可得知對於玉米或黃豆等農作物而言，約於 2 年

後可自然恢復產能。

1977 年前礦業權者露天採礦完，對地面岩石裸露置之不理，而於復墾法令施行後，必須回填 122CM 之改良土壤或原地土壤，或是依照所需復墾之植物根系回填 23CM-122CM，並著重其土壤之鬆密程度，避免太緻密而令農作物根系無法生長。

(3) 國土資源部土地整治中心主任范樹印進行「中國礦地復墾政策與實踐」報告：

他表示需再次強調習近平主席所述政策：生態文明是中華民族永續發展，必須樹立和踐行綠水青山就是金山銀山的理念，堅持節約資源和保護環境的基本國策，善待生態環境及統籌山林水林田湖草系統治理，實踐嚴格環保制度及形成綠色發展模式，以建設美麗國家，造就良好生產及生活環境，為全球生態做出貢獻，為國家對生態環境之重視與策略。

推動礦業建設與綠水青山偕同發展是經濟社會發展之必然要求，土地復墾是統籌礦產資源開發與土地資源保護、推動生態文明建設、實踐綠色發展理念的重要措施及手段，歷來備受世界各國重視，中國大陸亦須加速追近。

報告中指出，中國大陸於 1986 年公布「土地管理法」，

對土地復墾訂定了原則規定，1989 年發布實施「土地復墾規定」，確定誰破壞誰復墾的原則，強調土地復墾與生產建設統一規劃，於 2009 年頒布礦山地質環境保護規定後，各省級政府紛紛建立礦山地質環境保護與治理恢復保證金制度，其後，土地復墾率雖有提升，但礦山生態修復投資仍然偏低，每年損毀之土地規模仍急遽增加，且大量歷史遺留之土地亦得不到及時復墾，可謂舊債未還，又欠新帳。他認為此可歸因於當時對土地復墾資金，政府監督措施之強制性約束較少等因素所致。2011 年頒布「土地復墾條例」，規範土地復墾規劃的主管部門是國土資源部，耕地保護司負責耕地土地復墾工作，土地利用管理司主要負責礦業用地的改革，地質環境司、政策法規司以及科技司則根據自己相應的職能負責相關的土地復墾工作。土地整治中心則需支援整個土地復墾的政策和技術。2012 年再實施「土地復墾條例實施辦法」，構建了中國土地復墾的基本框架。

2016 年地質調查報告說明，目前中國大陸全國礦山總面積達 1040 萬公頃，採礦損毀土地面積占 300 多萬公頃，達總面積 34%。礦區土地復墾情況為已治理者達 80 餘萬公頃，仍有 214 萬公頃(63%)未復墾，其中塌陷地區為 56 萬公頃，採礦場損毀土地 122 萬公頃及固體廢棄物堆放損毀土地 26 萬公

頃，由數據看來，大陸復墾速度慢於土地損毀速度。

在法規基本思維，生產建設活動(包括採礦)損毀的土地，應由生產建設單位或個人負責復墾，而歷史遺留及自然災害損毀者由縣級以上人民政府負責，前者由業者擬定方案，由國土部門審定後實施及驗收，後者由國土部門規劃，經同級政府審核後，依實施復墾項目施作及驗收。

近年對土地復墾又提出「歷史遺留工礦廢棄地復墾利用試點管理辦法(2015)」、「關於加強礦山地質環境恢復漢宗和治理的指導意見(2016)」、「關於加快建設綠色礦山的實施意見(2017)」、「國土資源部土地復墾雙隨機一公開監督檢查實施細則(2017)」及「關於開展綠色礦業發展示範區建設的函(2017)」，法規及指導文件均表達政府對復墾政策之重視及監督力道，自縣級、省級與中央政府以分級負責、層級管理及部門協同之框架，強化了土地復墾之監管體系，也更明確地將規劃、計畫、實施及驗收階段之權責劃定。

最後又說明了國家未來規劃中的目標任務，包括「全國國土規劃綱要(2016-2030)」加強礦山環境恢復與建設綠色礦山、「國土資源十三五規畫綱要」提出 2016-2020 完成 750 萬頃歷史遺留礦山土地治理及「全國土地整治規劃(2016- 2020)」

提出全面復墾新損毀土地、自然災害土地即時復墾及推進歷史遺留損毀土地復墾達 45% 以上，再再顯示中國對環境產業之雄心壯志。報告中以江蘇省徐州市賈安區埔安湖採煤塌陷地綜合整治復墾為案例，在塌陷面積 1.74 萬畝(積水面積達 20%)區域，同時進行山體、水體、農田、道路、林地及城鄉居民點、工礦用地等多類型綜合整治，完成自然水系與農田水系建設，居民搬遷重建，造濕地公園及產業園區等。

報告中另舉四川省廢硫磺礦歷史遺留礦區之礦渣堆置物之土地整治，整治轉為工商業用區使用。在山東省舊採石場則整治及開發為養老服務機構、生態文化旅遊等產業，由政府規劃、土地徵收及配套建設基礎設施等，均為政府優良示範整治成果。

(4) 柏林工業大學景觀規畫研究所 Adrian 進行「歐洲/德國礦區環境規劃設計工具」報告：

歐盟對於環境保護之法規有環境衝擊評估及地表環境評估指導、棲息地指導、水系架構指導、歐盟景觀公約、奧胡斯公約等，而德國另有景觀計畫、衝擊減輕規則/景觀管理計畫等作為環境規劃之設計工具。

對採礦計畫來說，德國礦業法規凡是礦區大於 25 公

頃、位於保留區、地下水源區，或是 10-25 公頃內有明顯影響者，均需遵守環境衝擊評估。渠並以褐煤開發計畫建置架構為例說明地表環境評估指導之草案、核准、補償分析及衝擊避免等之主從關係。保護地表水、海岸水體及地下水體則以水系架構指導為管轄準則，以達居民、生態及社會需求基準，達成環境標的、河川匯流管制及公眾參與機制。對歐盟而言推動地景特性之保護、管理與計畫及歐盟間合作議題，文化自然特色之地景之認證，以及整合地景為區域性或城鎮設計等政策之衝擊(如煤礦開採)則屬歐盟景觀公約約制範疇。奧胡斯公約則規範環境議題之資訊公開、公眾參與、公平等，以建立公平公開及尊重各公民與非政府組織及私企業之環境保護宗旨。

此外德國礦業權者另需遵守上述景觀計畫，於自然保留區內必須說明開發緣由及方式、建置生態分布之空間規劃、區域計畫及土地利用、關聯計畫及現存概況等等。在衝擊減輕規則/景觀管理計畫中規範，開發者(介入者)首先應以避免對自然或地景明顯地不利，若無法避免應採補償或替代方案，最後才考量金錢補替。

他建議礦業權者應盡早謹慎規劃，寬闊地景盡量以自然

補償方式作為，以保護棲息地及地景之素質，設想多形式之補償方案，金錢補償為最後方式及管控必要之補償方式。並以建置新地標地景之環境規劃案例，來對褐煤開發後重塑地景之景觀設計作為總結。

(5) 中國礦業大學（北京）胡振琪教授進行「中國煤礦礦區土地復墾與生態修復學科發展」報告：

此為中國科協學科發展研究項目，目的為系統整理復墾產業之發展、凝聚產業主要成就、確認煤礦礦區土地復墾與生態修復之研究定位及確定未來發展，胡教授說起煤礦開採衍生大量土地和環境遭受破壞，吾等為求自身生存發展而採取補救措施，此土地復墾及生態修復學科便應運而生，逐漸受各國重視。國外係以 Reclamation、Rehabilitation 及 Restoratoin 表之，中國近期則統稱土地復墾及生態修復。

煤礦開採致生之環境破壞如沉陷、煤礦渣堆置、岩石裸露、地裂縫及房屋開列等，如何改善為溼地公園、林草地及耕地等青山綠水，係為研究之範疇。目前中國政府已將生態文明建設、綠色礦山建設、環境污染治理及土地資源利用等列屬於國家政策中之國家戰略與基本國策。

本產業在中國可分四階段，萌芽階段(1980-1989)採引進

國外土地復墾與生態修復經驗，開始有組織地治理沉陷地，指標為 1989 年頒布「土地復墾規定」。開啟階段(1990-2000)及發展階段(2001-2007)則以學科產業概念研究土壤重構概念與方法，取得東、中部煤礦區土地復墾技術突破，及快速成長階段(2008 迄今)則對於相關法規之頒布及各產官學研之研究與實務之配合，可為突飛猛進時期。

取得之成果包括學術研究論述包含採礦、礦渣棄置、更新土地、生態修復、生態重建、水生生態環境、煤矸山邊坡綠化、沉陷區綜合治理、土壤、植生重建、地形地景重建等領域，自 20 篇/年至百餘篇/年，共計已達 1727 篇，出版書籍達 72 本專著，獲得煤業、土地資源、環境、教育及省級與國家級獎項達 52 項，7 項國際獎項，人才教育計 766 位碩博士。

此學科領域分別於國家研究計畫之六五、十一五及十二五中為計畫重要支柱，研究係以東部地區原高產良田及村莊密集區之沉陷積水、耕地消失及產煤村莊搬遷量大為題，西部地區則以生態脆弱區之地裂縫明顯、裸露比例高及矸石山自然等議題為研究主題，均已有顯著成效。

(6) 美國西維吉尼亞大學教授 Jeff 博士進行「礦區復墾土地的有效利用」報告：

自 1977 年美國政府頒布露天礦場管理與復墾法，放牧地及牧草快速結合釋出，對於採礦用地之土地二次利用主要分為開發及植生，開發包括工業用、商業用及住宅使用，植生部分則可利用做為包含穀物用地、主要農地、特殊作物用地(能源作物)、林地用、牧草地、靶獵場地、野外生活用地等，或作為休憩用地。

美國煤礦分布主要分為東部阿帕拉契山區、中部地區、西部地區及南部褐煤區，東部地區之土地使用過程多為移除表土、剷除覆岩、開挖煤層、回填沙或土復墾，待頂土恢復即可復植，可大面積種植作物形成農場。中部地區多屬平廣區域，煤礦採完後，回填 1.5M 土壤及 1.5M 頂土層，即可重建生產率(玉米等農作物)。對於褐煤區或西區如懷俄明州，其煤層覆層約為 20M，其下為 30M 之煤層，採礦後則多採重建土層及自然植生，通常二次利用作為農場(馬)或種植經濟型花卉(薰衣草-榨取薰衣草油使用)等。

現行之新開發思維為經營農牧場，可農作如種植果樹、能源作物、栗子及麻等植物以提升產值，渠建議可種植 2-15 種作物以達完整均衡之生物多樣性。也可經營動物園復育頻危動物，或作工業用地，嘉年華遊樂場地、大賣場、公園、

靶場、發電廠，美國土地廣大，想法可實施就可多項綜合開發成為各類遊憩區、湖景賭城、教育文化園區(如礦業遺址公園景觀園區)，當然相較於其他國家，各國礦業法規對土地權管理模式及礦業權限不同，二次利用處理之方式亦大為不同。

(7) 北京林業大學余新曉教授進行「中國土地退化與生態修復」報告：

余教授首先說明在中國境內土地退化之自然因素(乾旱、洪水及海潮等)及人類因素(過度放牧、礦山開採、農藥化肥過度使用)所造成之土地荒漠化、沙化、土壤侵蝕、鹽鹼化、肥力下降及汙染等，均有逐步攀升跡象，土壤因而失去其原有功能。

中國土壤沙化土地多分佈北區，為大風造成風蝕沙化面積最大(160 萬 Km²)；荒漠化土地也位於北區，以風蝕、水蝕、凍融及鹽漬化等造成約 262 萬 Km²；石漠化分布於雲貴高原區；鹽鹼化土地多於內陸黃淮平原及荒漠區中；另外水土流失遍及北中西各地；土地汙染(重金屬及固廢)則零散於東部南部地區；貧脊化土地亦遍及各地。

在中國實施的國家生態修復戰略計有：天然林保護戰略，投下逾千億人民幣保護天然林；華北東北及西北防護林

戰略，耗資 600 人民幣進行防風林工程；京津風沙源治理戰略亦投下 600 億進行防風林建設，以防北方 8 省之沙塵暴；土地整治重大戰略對 12 省市投下資金達 300 餘億進行復墾為農作用地；礦山修復戰略則已耗資 900 億，估計以每畝 1 萬元治理完成 750 萬畝地，達到「不再欠新帳，快速還舊帳」的礦山地質環境保及治理新局面；以 300 億完成土地污染修復戰略，於 2020 年達到完成 90% 污染土地之整治；國家水土保持重點建設戰略則進行水土流失地區之重點工程建設，完成治理面積達 5.4 萬畝及小流域 3000 餘條。

各典型退化類型之生態修復技術如次：沙化土地採植樹種草、圍欄封育方式。荒漠化土地採沙障固沙、生物措施、化學措施等措施。石漠化土地採封山育林、退耕還林、改變生產方式。鹽鹼化土地採生物措施、農業措施、化學措施、水力措施。水土流失採用林草措施、工程措施、生態清潔流域治理、近自然流域治理等方式。破壞土地則運用生物措施、工程措施、臨時措施、其他生態工程措施等方式治理。

渠最後表示雖然生態修復工作中取得部分進展，但退化的形勢仍十分嚴峻，生態修復工作仍處於起步階段，需要各部門間配合，方得以建設完善之國家相關法律法規體系、統

籌山水林田湖草系統治理、加強多領域相關科學研究、科技推廣與地區政府的大力支持。

- (8) 加拿大勞倫森大學 Peter Beckett 教授(土地修復開墾方生態學和濕地生態學專家)進行「基於冶煉廠加熱受損的地貌與生態系統功能重建之全生命週期經驗-以加拿大薩德柏里為例」報告：

Peter 教授報告薩德柏里之鈷鎳礦位於加拿大安大略省，源自隕石墜落所成盆地，該礦自 1972 年生產，因含硫量甚高，採砍樹燃燒法增溫以將 S 燒成 SO₂ 散佚於空氣，造成嚴重空氣污染。為期回復原生活品質，不再砍樹燒礦，然而為求酸鹼平衡，以添加鹼性鎂肥治理，當地採用酸鹼平衡方式係使用石灰石及白雲石石粉，約 1 年後石粉自然滲入酸化土壤層，再覆以採煤之碎石粉，其後並加強種植植物，採用以每 10M 種植一株，現 50%土地已完成及恢復植生，迄今 25 年可見恢復良好，該地區自貧脊山林轉為綠意盎然，亦達成生物多樣性之指標，目前土壤之 PH 植>5，該地區已為多樹多魚之地區。

- (9) 加拿大魁北克大學 Carmen Niculita 教授(加拿大礦區水污染治理主席)進行「利用改性材料對礦井中性汙水中的金屬與非金屬進行處理」報告：

C 教授簡介距離加拿大魁北克省 600 公里外之蒙特略地區之金屬礦，此金屬礦為地下坑道式採礦，金礦亦為其主要產物，礦井中所排放之廢水多為含有鎳、鋅等金屬離子，該礦區含大量金屬或氰化物之礦汗水，須面對嚴格排放水標準及惡劣天候之挑戰，如何利用物化特性回收金屬離子及合法排放礦水為該礦重要課題，該研究係以煨燒白雲石粉做為吸附鎳、鋅之介質，或藉由飛灰、木灰或生物炭、汙泥等為吸附劑進行調整，令其中之鎂離子取代廢水中之鎳與鋅離子，每公升大約可吸附 50Mg 的鎳及 100Mg 的鋅，大幅降低排放水中 Ni、Zn 及非金屬離子含量，此研究除實質回收金屬，亦達減廢及符合環境保護之效益。

(9) 美國南伊利諾大學 Y. Paul Chugh 教授（美國國家礦山復墾研究中心中西部分中心前主任）進行「中國採煤沉陷土地邊開採邊修復技術」報告：

中國煤礦工業在 2015 年之統計指出，占全球 48% 之產量，其中坑內開採則占 90% 之高比例，衍生的沉陷地之問題 91% 損及農田，如在高地下水面地區積水成湖，或於乾燥地區影響水資源，均致使農地減少，作物產量下降。

中國境內坑內開採多使用長壁法採煤，深度多於 200-1000

M 深，對坑內煤礦開採「先破壞、後復墾」導致土壤資源損失、恢復土地率低、復墾時間長等問題，採用邊採邊復墾是必要性和可行性，實際證明邊採邊復墾技術對減輕土地損傷、縮短復墾時間、保護土壤資源、提高土地恢復率和增加復墾效益具有重要作用。

邊採邊復墾技術理論上適用於所有坑內開採礦山，但對高地下水面地區，由於土地沉陷後容易積水造成土地的永久損失，恢復土地率低，更顯現出其必要性和緊迫性。研究以山東靜寧及淮北地區，若採此方法，估計土地復墾率可達沉陷面積之 61%。

傳統土地沉陷穩定後再復墾，因多煤層、大範圍開採、沉陷時間長，沉陷的土地通常長期荒廢，也影響區域環境。採用邊採邊復墾可及時復墾，提高土地利用效率、增加復墾效益。對西部地區的邊採邊復主要是基於地表生態脆弱的狀況，及時調整開採工作面的尺寸和佈置，擴大充分採盡區的均勻沉陷面積，減少和減輕裂縫的影響並及時進行裂縫的治理，從而有效遏制和及時修復採煤對西部生態環境的影響。

採用邊採邊復墾時，需先收集礦區相關資料，並預估採煤動態沉陷預計結果，收集的資料包括礦區的煤層條件、地

質條件、採礦計畫(順序開採)、水文條件、土壤條件及覆岩厚度等採礦資料和開採資訊，根據獲得的採礦資料和開採資訊，利用採煤沉陷預估軟體預測出該礦區的採煤動態沉陷預計結果；其次需劃分土壤重構單元，根據上述採煤動態沉陷預計結果，得到礦區採煤塌陷的最終塌陷區範圍，可採「挖深補淺」原則進行土壤重構，其復墾方向必須與坑內開採掘進方向一致，必要時需要調整採礦方法與程序以因應邊採邊復墾之施作。

此法總結其效益可重增加農地收益、水資源收益、復墾土地二次利用價值等多項優勢，取得更多農地及水資源應用，無需等待及可快速獲益與降地環境成本。

(10) 西安科技大學研究生院常務副院長、侯恩科教授進行「淺埋煤層開採地面塌陷規律及治理」報告：

西安科大配合陝煤集團之專案研究，侯教授說明，係以寧條塔煤礦北翼黃土溝壑區多煤層疊置開採工作面為研究區，以地表變形破壞之規律及對生態影響程度，探討採煤塌陷減緩方法與治理技術，為西部乾旱及半乾旱地區淺埋煤層之地表治理提供理論與實務之支援。

研究區域為 1-2 或 2-2 煤層，平均厚度為 1.8M 或 6M，

煤層覆層約 60-205M，通過實際分析地表移動觀測角量分析其邊界角、移動角及裂縫角為 62、72 及 82 度，確立各角度之規律性，與初次長壁跨距相互比較，作為復墾時地表裂隙發展程度之參數。

此研究自 2000-2016 年長時間以衛星影像觀測及含水量調查，植被之覆蓋度隨降水增加而增加，在塌陷地區因乾旱因素草本植物均消失，但喬木植物於 4 年後均可存活，隨植物根系之發展及地下水採樣可知，於裂縫邊緣水量減少、養分減少，這些均影響植生成果，但此塌陷區於 4-5 年後，可逐漸修復。

為減緩地表沉陷及其錯亂規律，因應之對策可將各煤層採掘面相互錯開布置，研究結果以 30-50M 為佳，倘於走向方向則以 100-123M 為優。對於裂隙填埋、溝波治理可藉微地貌改造技術處理，另可建設土谷壩以為儲水之用。此區之生態修復係採慎選植物種類，輔以生長菌種、菌劑，並採加強植物保育雙軌並行，以 300 畝為示範工程，經治理後，草本植物成長存活成效良好。

(11) 印度理工大學 Subodh Kumar Maiti 教授進行「利用豆科植物與草本植物混合對煤礦區退化土地進行生態修復-以印度某礦

為例」報告：

印度煤產量於 2015-16 年間達 639 百萬噸，占世界生產 4.8%，煤層多為森林覆蓋，其中 92%採露天開採方式，致使植被及地表農作物減少，取而代之地為棄土及礦渣。礦場採掘時是汙染源，廢礦後復墾多以造林為主要政策，土壤治癒需 10 年以上，經研究以混和豆科-草本植物，對土壤退化地區進行生態修復，可於 3 年左右土壤達成植生品質。

此研究之重點為表土，表土被視為生態修復成功與否之關鍵，其可來自採掘、殘留土或清淤土，但畢竟是成本，目前約占復墾成本之 11%，重機械操作又占去 13%，報告指出復育時，需慎選植物品種、考量表土特性，再進行育種及大範圍復植，在斜坡部分可採覆網技術或採球狀種土方式。在印度，露天礦場採後所遺棄之地表岩層，經回填表土及採取以豆科-草本植物混種復育，生態修復及植生之效果良好。

2. 礦區土地復墾與生態修復國際研究中心成立及首屆「生態礦山-土地復墾與生態修復先鋒」頒獎典禮：

在本次會議上還舉辦了礦區土地復墾與生態修復國際研究中心成立儀式，研究中心主任胡振琪教授簡介成立背景和職能，並和中國礦業大學（北京）姜耀東副校長共同為中心揭牌，

並為中心外籍專家代表頒發榮譽聘書及專家們合影留念。成立的礦區土地復墾與生態修復國際研究中心，將匯集世界頂尖的學者和技術人才，以及相關管理人員，共同搭建一個更加廣泛的、礦區土地復墾與生態修復的合作平臺，共同推動土地復墾事業。

中國的礦山復墾工作自 80 年代起步發展至今，已經取得相當成就，為展示中國礦山企業在土地復墾與生態修復方面的成果，特於大會期間舉辦「礦區土地復墾與生態修復成果成就展」，並在會議期間將評選出了首屆「生態礦山-土地復墾與生態修復先鋒」。授予神華神東煤炭集團有限責任公司為「西部生態脆弱礦山生態修復先鋒」稱號，授予淮南礦業集團有限公司「東部高潛水位採煤沉陷地生態修復先鋒」稱號，授予皖北煤電集團有限責任公司「採煤沉陷地動態預復墾先鋒」稱號，授予棗莊新中興實業有限責任公司「關閉礦山廢棄地利用與生態修復先鋒」稱號，授予山東新巨龍能源有限責任公司「井工煤礦邊採邊復、礦山用地新模式先鋒」稱號，授予中煤平朔集團有限公司「黃土高原大型露天礦生態修復先鋒」稱號，授予山西潞安礦業（集團）有限責任公司「煤矸石山生態修復先鋒」稱號，授予陽泉煤業（集團）股份有限公司「自燃煤矸石山治理與生態修復先鋒」稱號，授予山東能源臨礦集團邱集煤礦「黃

河泥沙充填復墾採煤沉陷地先鋒」稱號，授予神華准能集團有限責任公司「露天煤礦采復一體化先鋒」稱號等，在會議上，姜耀東主任、胡振琪副主任為獲獎單位頒獎，以祝賀受表彰的單位。希望各先鋒企業能再接再厲，不斷為中國礦區土地復墾與生態修復工作做出更大的貢獻。

3. 分會報告重點：

(1) 議題三-露天礦土地復墾與生態修復

俄羅斯 Alexander Mikhailovc 報告「露天開採後泥炭地修復」

濕地約占陸地 5-8%，而 50%之濕地為泥炭地，推估約有 386-409 百萬公頃之泥炭地，為高寒地區之沼澤植被或苔蘚植物凍結死亡停滯水中，植物殘體未及分解而呈纖維狀或粒狀堆積而成泥炭地，其層厚度可達 1~2 M 或更厚。其以距莫斯科 167 公里遠之 Tver 地區為例，該礦區約有 35KM²，泥炭土層有 6M 厚，含水率約為 90%，採用露天採礦方式開採，其產品可用於園藝、農業、肥料(有機質及礦物質)、溫室用土及漁業等。

開採期間 CH₄ 會自礦體釋出，同時吸附 CO₂，露天挖掘採挖 1.5-6M，並堆置於高地乾燥，該計畫設計於採礦期中盡量避免環境衝擊、延長採期、利用氣候、提升產能、增加開採泥炭

源、加速採運、快速恢復泥炭地之泥炭堆積等概念進行。

開挖後之凹陷區則整理作為人工濕地或人工湖，湖設計為 60*200M 之矩形，深度為 2-6M，池底為遲緩坡，並於周邊高地種植適合高冷氣候喬木，成為可休憩之人工湖，總結此研究計畫之執行確認，不必戒慎恐懼地擔心泥炭地之生態系統會因開採泥炭土而遭受損壞，俄羅斯政府亦樂見其成。

(2) 議題三-露天礦土地復墾與生態修復

中國地質大學白中科教授報告「中國大型、特大型露天煤礦生態受損特徵與恢復重建的關鍵技術」

白教授以平朔露天煤礦受損生態系統為研究主體，說明大型露天煤礦生態系統演變過程為 3 個階段(光溫不變、水土廢棄、礦產耗竭)、4 個類型，礦區受損生態系統的恢復與重建是脆弱生態環境綜合整治的重點和難點。生態受損引發因素包括挖損，壓占、佔用和污染。生態受損特徵表現為原生環境在 100 畝左右的時間尺度下，以每年 7800 萬 M^3 左右的岩土搬運速度，累計消失 180 Km^2 左右。而新形成的生態環境與原生環境相比，雖溝壑消失使地貌形態趨於簡單，但重新組合堆置的固相岩土結構鬆散、地層層序紊亂、地表物質更趨複雜、土壤性質更趨惡化，加之區域性氣候乾旱，天然植被恢復無法使受

損生態系統發生正向循環，加速形成新的侵蝕地貌。

平朔礦區地處黃土高原區，為山西、陝西及內蒙接壤的黑三角地帶，1970-2012 年煤產量以露天及坑內聯採開發，2010 年生產量 60 億噸，露天占 32 億噸，總產量占中國 10-15%，此礦區在黃土高原之生態受損特徵為：第 1 階段由原脆弱生態演變為極度退化生態，即礦區生態系統破損階段；第 2 階段由極度退化生態演變為生態重建雛形，即礦區生態系統雛形建立階段；第 3 階段由重建生態雛形演變為重建生態相對穩定型，即礦區生態系統動態平衡階段。一般而言，目前之生態修復期間，有 1/3 可重建的更好，另 1/3 為平衡狀態，剩餘 1/3 則損害更嚴重。

此研究透過應用露天採礦、土壤學、生態學、植物學、地質學、地理學、農學、水土保持等多學科專業知識和技術方法，對平朔露天煤礦土地復墾與生態重建進行 20 餘年的系統研究，初步形成適合黃土高原類似礦區土地復墾與生態重建的相關技術體系，包括礦區生態系統受損分析、生態重建障礙因數分析、人工生態系統重建規劃與設計、土地重塑工藝、土壤重構工藝和植被重建工藝等。

採礦後之回填表土選擇當地殘留土者可減少對土壤之需

求，但需配合水源供應及監測回填表土之孔隙率，總之，面對此科學問題就是要解決減少土地退化，重構新的土壤及建置新得生態系統與植被體系。復墾階段分為 5 階段，包括地形重塑、土壤重構、植被重建、設施建設及生物多樣性重建，可模仿原自然地貌，讓草原回復草原，對於植被重建可藉由篩選適用植物，建置永久性大綠地，現行技術已突破先草後灌之思維，經 3-5 年之誘導，5 年後即可自然植生，可逐步復育成礦-農-城複合景觀。

前經復墾及生態修復後，土地利用率由原地貌之 70% 提高到 90%，30 年來之復育經營可證實西部地區生態可持平發展，露天採礦在西部開闊地區是可以施行土地復墾與生態修復，也逐漸構建了綠色生態產業鏈，優化了礦-農-城空間景觀格局。

(3) 議題三-露天礦土地復墾與生態修復

伊朗 (Marziyeh Minaei Mobtaker) 報告「即將關閉露天礦關閉時間和成本的估算模型」，其說明採礦期間對於永續發展之貢獻，包括環境及社會經濟的影響等，故選擇正確的關礦時機及復墾計畫對土地之永續利用甚為重要，採礦時期即應藉由現地調查取得在地各項地形、地質及植被等資訊，謹慎進行環評，確立關礦及復墾之最佳時機。此外，為應人類生活之需求，在

關礦前需再行確認復墾計畫之可行性及其成本模型，改進計畫之執行策略與工程之招標、可提供之工作機會等等規劃，最後進程式模擬，輸入調查之各項資料，估算出關礦時間及成本預測、時間與資金流之關係，作為決策之參考。

(4) 議題三-露天礦土地復墾與生態修復

日本(Kaito Murakami)報告「粉煤灰與表土混合在東南亞國家露天礦復墾中的應用」研究中指出，復墾時選用之表土重建選用回填 1M 表土，利用原土(印尼)壤富含營養及取得容易之特性，混合較細較多鋁含量之飛灰(日本煤灰)，在印尼地區之露天礦進行測試研究，利用不同配比(0, 20%, 40%...)及控制沙、粉沙及土之比例，來調整 PH 值(10.5- 11.5)，以刺槐及馬占為測試樹種，經實驗室培育，控制溫濕度及給水給養分，133 天可成長良好。經重金屬 As、Fe、Al 及 Se 之殘留檢測，復墾植物屬可供食用，另確認 Al 會影響植物之根系發展，因飛灰造成 PH 為 10.5/11，但 30-40%之飛灰比例為本次研究之最佳配比，但飛灰之運輸成本成為本次引起討論之焦點!

(5) 議題一-土地復墾與生態修復的政策法規與標準

美國(Anna Krzyszowska Waitkus)報告「美國西部懷俄明州半乾旱草原露天礦成功復墾許可證申請」

1977 年美國聯邦政府通過了露天採礦管理與復墾法，從此改變了復墾作業，在美國有 30% 屬草原露天礦區，對於露天礦之復墾申請，在懷俄明州進行露天開採，需通過政府之環境部門對上述法規之許可，並藉由年度報告、按月抽查及更新許可等方式進行復墾之掌控。美國之復墾管理分為 3 個階段，在不同階段必須符合復墾法規，並落實不同階段之計畫。第 1 階段為完成回填土石、整平土地、復原覆土、建立灌溉及排水設施、採取土壤沖蝕控制措施，且符合規定並經驗收，則可退還最多 60% 的復墾保證金；第 2 階段為進一步回復土地生產力，且符合規定並經驗收，則可退還最多 25% 的復墾保證金；第 3 階段依據復墾計畫落實土地復墾利用，且符合一般土地植被需生長 5 年，酸性土地植被需生長 10 年，並經驗收，則可退還剩餘的 15% 的復墾保證金。

採礦及復墾階段主要為，1) 剝除表土並考量廢棄土之應用、2) 依計畫開採計畫，3) 依核准計畫重塑地形地貌，4) 土壤回填至核准深度，5) 恢復水系，6) 植生極監測。土地復墾目標為空照看不出是礦區遺跡，藉由以原始地貌作為基準，回填養分層之方式可獲得較快的復墾，可再利用 GIS 及 GPS 定期追蹤成果，確認復育之成效，可明確地認知特培表土與一般回填土在半乾燥草原地區之差異，另藉由建置各土層採樣分

析結果與來源資料庫，以提供予土地權者參考，並由政府負責土地復墾計畫之核准與公告。

(6) 議題一-土地復墾與生態修復的政策法規與標準

中國（崔慶偉）簡報「基於公共娛樂煤礦廢棄地土地復墾與景觀重建」，以景觀設計思維說明礦坑劇場、遊樂場、峭壁景觀、孤峰等多類設計，但其不禁也探討，一味以抹除式修復是否是適合的？讓土地自然恢復又豈是另類單一無聊景觀？是否需改變殘壁景觀？其結論採以「生態與景觀之建立應避免太多人工重建」。

中國（李曉丹）簡報「城市“雙修”視角下的煤礦廢棄地綜合利用研究」，應以整合生態修復與城市修補為導向，對復建之功能、空間及文化脈絡切入，以城市規劃及城市改造兩角度來探討如何設計礦業城鎮，其以峰峰礦區礦冶工業遺產保護改造規劃研究為例，說明清代時期即開辦之煤礦區，藉遺產調查研究、考究其文化價值、礦業歷史、藝術及經濟價值等多方評估，規劃建置一軸(觀光旅遊風景帶)四區(文化創意產業園區、娛樂購物綜合區、社區綜合服務區、工業主題園區)之佈局，為化廢地為寶地之良好案例。

(三) 會議(活動)內容-參觀

西安滻灞國家濕地公園位於西安市東北約 15 公里處，地處渭河和灞河交匯區域，兩河生態景觀帶現已重建成為國家級 4A 濕地公園。公園沿灞河兩岸東西分佈，面積達 7.98 平方公里，是滻灞生態區乃至西安市濕地系統的重要組成部分。此地區未整治前有久未處理垃圾及民眾焚燒或垃圾自燃造成之霾害，加上河道部分堵塞於雨季造成氾濫，環境髒亂、惡臭及空氣汙染實為影響西安市生活環境品質之一。

2008 年 11 月，滻灞生態區按照「保護優先、科學修復、適度開發、合理利用」的原則，完成濕地整治整體規劃，經省級及國家林業局核准整治，是陝西省首批列入國家濕地公園試點工作之一，經政府投資 15.7 億人民幣，完成以河流濕地為主體，同時還包含有河漫灘、溝渠、島嶼、季節性河口洪泛地、堰壩水域和魚塘等濕地類型，公園於 2013 年 4 月完工開放，是大陸西北地區首批列入國家濕地公園的項目之一，擁有水域面積遼闊、濕地資源豐富、自然景觀優美等先天優勢。

滻灞國家濕地公園是滻灞生態區乃至西安市濕地系統的重要組成部分，位於西安東北部灞河入渭口三角洲區域，屬內陸河流濕地，具有中國西北地區河口濕地的典型特征。與西安其它地區相比，水分相對充足，水資源量較多，為生物的生長、繁衍創造了良

好的條件，使得濕地公園成為西安地區物種較為豐富的地區之一。

2008 年總規劃面積 8715 畝，2013 年開放的中心區佔地總面積 4700 畝；設起源門、科普館、觀鳥塔、濕地水街四大標志性建築；分為「野趣區、精緻區、時尚區、河道區」四個展示版塊。各版塊根據不同功能，分別設置六大景觀和十大體驗項目，園區設花溪茶社、滋水榭、稼穡園三大服務區，為遊客提供休息、餐飲、零售服務。在濕地公園，春季踏青賞花，夏季觀荷採蓮，秋季採摘百果，充滿生活氣息的鮮活場景隨著季節的更迭不斷變幻。

滄灞國家濕地公園最大特色是「水」。濕地公園水域面積約 2000 多畝，設置淨水流程係從灞河引水，通過取水口、沉沙池、人工濕地、種植池、退水口層層淨化後又回到灞河裏去。種植池裏生長著蘆葦、香蒲，水蔥等水生植物，其核心的技術，就是鈉離子膨潤土防水毯技術，不僅有效防止水的滲漏，而且植物的根系扎不透，且不影響植物生長，該技術在整個濕地公園得到廣泛套用。

滄灞國家濕地公園內大面積水地，為動物繁衍提供良好的棲息環境，這裏是全國三大候鳥遷徙路線之一的中部路線，因而此區域棲息多種野生水禽。目前已查明區域內動物 50 科 150 種，有娃娃魚、錦鯉、孔雀、鴻雁，斑頭雁等，隨著季節更迭，白琵鷺、大天鵝等鳥類相繼棲住，具有較高 CP 值的生物多樣性保護價值。

滻灞國家濕地公園位居西安市上風口，濕地水汽蒸發，對全市氣候起到濕潤的效果，真正意義的實現了將「一江清流」還給渭河，「一縷清風」送給西安的設計及建設理念。國家林業局對加強濕地保護及公園建設的概念，目的將西安滻灞國家濕地公園將建設成為西安城市的生態地標，陝西省綠色旅遊之品牌及大陸地區國家濕地公園的指標，並期望朝建立國家 5A 級旅遊景區之目標，作為永續搏動的西安市「城市綠肺」形象與內涵。

此國家 4A 級景區，具划船、濕地、公園、公園、濕地，春季踏青賞花，夏季觀荷採蓮，秋季採摘百果，其充滿生活氣息的鮮活場景，可隨著季節的更迭而不斷變幻，惟此次參觀僅短暫時日，匆匆搭乘遊園車走馬看花，不即實地久留體會該濕地應有之各項特色為一憾事。

三、 遭遇之問題：無

四、 我方因應方法及效果：

本次參加會議進行順利，未做任何因應措施。

五、 心得及建議：

(一) 依現今國際礦業開發實務，當礦場結束營運後，原被暫時

破壞的土地與損壞的生態必須按計畫進行土地復整與生態恢復，甚或進行土地二次利用規劃，以提升土地利用價值。利用土地復墾與生態修復技術不但能使受破壞土地資源重獲利用，甚或達到受破壞生態環境再度恢復。此領域於十九大期間，中國大陸特別強調環境保護及生態文明的戰略政策，對礦業永續發展及綠色礦山建設極為重視。經多年積極參與並辦理國際礦山整復與生態修復會議，並在多邊會議上推展綠色礦山建設議題，借鏡各國先進經驗，交流分享中國大陸在此學科及產業推展情形，今與會已感受中國大陸在建立推動土地復墾與生態修復工作之貫徹及該新興產業產業力道與良性發展。

- (二) 本次研討會以礦山土地復墾政策、技術與實踐為主題，並以脆弱生態地區之修復為重點，再分不同主題議程於不同會場舉辦各種分論壇，從法規制度面、技術開發面、實踐應用面，進行探討改進作法與經驗分享，參與此次研討會，聆聽各方對土地與生態復育的法規政策與實務研究之研究結論，辦理此類國際學術研討會確實將產官學研匯集一堂，在國家政策經費大力推展下，已形成一條新興的產業鏈。近年大陸積極評估及關閉不具經濟優勢之小型礦業達數萬家，由於礦山修復成本很高，因此礦山土地生態修復

要與土地再利用及相關產業發展結合起來，才能實現可持續發展。在台灣礦場結束採礦後，執行之水保設施均以縣市政府之水保單位進行監督，如何與縣市政府及土地管理機關加強橫向協調，加速復育之進程亦為礦場監督重要一環，當然國內早已有邊採邊復墾之實，盡量避免殘壁裸露，早已有相當成效，然小礦之復育才是今後的重點。

(三) 全球資源開發目前所面臨的重點問題之一即為「環保壓力」，在台灣亦是如此。露天開採不論從安全、成本、作業難易度而言，雖是較佳的選擇，然會造成廣大裸露面，破壞環境景觀，讓民眾嫌惡鄙視致生鄰避效應。面對日益高漲的環保要求即土地租賃困擾，未來許多礦均考慮地下開採，以減少地表裸露，且開採將趨於深部化，以使資源作最有效利用即減少地表復育之經費。但是，地下開採涉及較高工程技術層次，除支撐、通風排水設計、防火、岩石突出、爆破振動控制、地表塌陷等問題，面臨此一發展趨勢，應提早因應規劃，以達致礦業永續發展目的。

(四) 以全生命週期之觀念考量復育為礦山開發之一環，對各剝岩、採礦階段所產生之環境衝擊大小，設法降低對環境之衝擊或影響，減少後期復育之成本支出即成效，以維護環

境及生態。礦產資源之開採屬於一次性耗竭開發，是無法再生的，但土地是可再利用的，如何轉廢為寶的二次利用概念，應在整個採礦生命週期作整體評估，進而隨時提出改善方法，降低對環境衝擊，並尋求土地二次利用的可行途徑，使採礦與環保能兼籌並顧，各國所述礦區景觀生態重建成功之案例與經驗證明，經過合理的整治及復墾規劃，對土地之退化損壞是可以恢復的。

(五) 各國隨著經濟成長後，人民對環境保護及要求提供更好的生活環境之訴求與日俱增，顯見中國大陸在政策支持，政府、研究單位與企業共同戮力以赴下，把修復生態環境、重建植被景觀、提升土地再利用價值作為施政與經營目標，共同推動礦區土地復墾，生態修復工作，已獲至相當成果。此外不僅對於礦業損壞土地進行修復，議編列預算對歷史損害遺跡亦不遺餘力整治，此次參訪之瀘瀾國家濕地公園即為一例，其將都市惡地整治為城市邊的休憩園地，規模遠較新北市之二重疏洪道更甚，令人映象深刻，此產官協同合作實值我政府與企業深思與學習。

(六) 目前我國礦區整復強調水土保持與景觀綠化，對於礦業用地土地於關礦後進行復墾再利用及恢復生態功能，尚未能

有效探討與法制化，實因礦業用地採盡後之土地多數交回土地管理機關，其也僅要求植生綠化回歸山林利用，目的事業主管機關並無土地二次利用之主導審核權，例如礦業權許可納入整治復墾計畫及礦場關礦後監測等，致使完整推動礦區整復監督工作誠屬不易。雖地大物博之土地管理應用與地狹人稠之保護綠地政策方向有必然差異，但中國大陸參採國際已實踐多年的作法，或許值得政府與企業參納。

參、謹檢附參加本次活動（會議）之相關資料如附件，報請
備查。

職 周國棟、朱其樂

106年11月22日

附件：活動照片

