

專題演講 新穎技術與環境鑑識

煉鋼業爐渣產源鑑別技術研究

Research on the identification technology of furnace slag source in steelmaking industry

葉玉珍¹ 蕭旭助¹ 徐美榕¹ 張瑞君² 黃豐文¹ 呂銘哲¹ 張世忠² 楊喜男¹
顏振華¹

¹ 國家環境研究院 ycyeh@moenv.gov.tw

² 環保部毒物及化學物質署

摘要

本計畫今年(112年)共建置電弧爐煉鋼碳鋼製程10家、不鏽鋼製程4家及2家一貫作業煉鋼廠產出副產物的樣品特徵，以顯微鏡紀錄其外觀影像、X-射線螢光分析儀(XRF)分析其元素，當樣品中Ca/Si元素含量比大於0.5、Ca含量大於2%或Fe含量大於5%時，初步判定為爐渣，可藉以區別土壤或爐渣，碳鋼製程氧化渣的鐵含量高，所以表面很容易看到銹斑；鉻元素為不鏽鋼製程氧化渣的特徵(約2至8%)；一貫作業煉鋼廠高爐石的特徵為鐵含量低(約2%以下)、脫硫石的特徵為硫、轉爐石的特徵為磷。另以X-射線繞射分析儀(XRD)分析結晶物種，其結晶物種含量間之比例與鹽基度(CaO/SiO₂)、煉鋼製程、原料或冷卻條件相關，鹽基度CaO/SiO₂高的渣(如還原渣、轉爐石)活性高，結晶物種以矽酸鈣(Ca₂SiO₄)佔結晶相比比例的第一位；鹽基度CaO/SiO₂低的氧化渣活性低，較容易看到長石類、薔薇輝石等穩定的結晶物種；CaF₂造渣後常形成槍晶石(Cuspidine, Ca₄(Si₂O₇)(OH)_{0.5}F_{1.5})。另發現對於鋼水中含氧量要求高者，如生產H形鋼及特殊鋼製程，加入金屬鋁去氧後，與氟形成Fluormayenite(Ca₁₂Al₁₄O₃₂F₂)結晶。不鏽鋼製程精煉時間長，還原渣中氧化鎂含量最高(約2~25%)，再利用前必須先安定化避免體積膨脹。一貫作業煉鋼廠水淬高爐石無結晶相，脫硫石特徵為含有石墨，轉爐石含特殊的黑鈣鐵礦(Srebrodolskite)。塊狀爐渣利用樹脂鑲埋固定硬化再進行切割處理，看到包覆在爐渣裡的鐵為未被氧化的金屬鐵，此金屬鐵亦可作為判定樣品來源為煉鋼業爐渣，應用在本年執行檢調送樣低強度水泥(CLSM)未依規定使用在管溝回填，12件樣品中有5件含4~10%細粒料，經鑲埋處理切面含金屬鐵及爐渣結晶物種。混雜在塊狀爐渣的煉鋼爐體脫落的保溫磚，累積更多的案例後，亦能提供污染源鑑識更多有利的訊息，本計畫資料庫的建置，希望在未來若發生爐渣棄置的事件時，能夠協助限縮追蹤的範圍或製程或是比對出單一業者，逐步找到源頭。

關鍵字：電弧爐、元素、結晶物種、保溫磚

Keywords：Electric arc furnace、Element、Crystalline species、Insulated brick