

VOC 濃縮系統-立式沸石轉塔(Carousel Type Rotor)介紹及案例說明

漢星科技股份有限公司業務經理 何銘峰、工程師 廖士仰

台灣產業服務基金會專案副理 司洪濤

一、前言

目前業界處理揮發性有機氣體(VOCs)最普遍有效的方式為沸石吸附濃縮焚化系統。其中轉盤式沸石轉輪(Disk Type Rotor, DTR)較為普遍使用，但其操作過程中極易產生沸石損壞的現象，及衍生大量系統維護及轉輪更換費用。立式沸石轉塔(Carousel Type Rotor, CTR)於本系統中可提供與傳統盤式轉輪相等的去除效率，並避免因設計不當而過度損耗沸石，降低系統使用者營運成本，提升企業競爭力。

二、沸石濃縮轉塔及高溫氧化系統原理

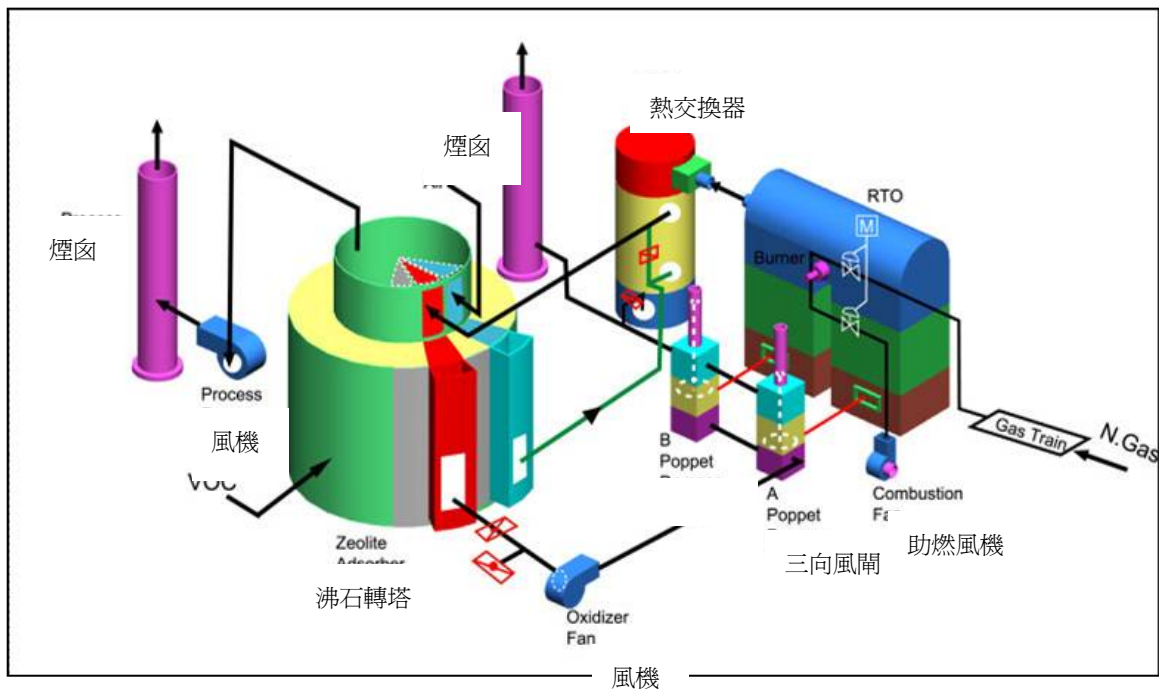


圖 1 沸石吸附濃縮焚化系統示意圖

1. 吸附濃縮

富含 VOCs 之氣體首先經過沸石轉塔進行吸附，於氣流中的 VOCs 經轉塔內的沸石即被吸附，廢氣通過吸附區後變成乾淨空氣經二次側系統風車(2nd VEX Fan)而排入大氣。吸附器為立式轉塔(CTR)可提供大量之氣體接觸面積，提供 95% 以上之 VOCs 去除率。

2. 脫附氧化

利用熱交換器提供的熱流(約 180~300°C，normal 200°C)來脫附轉塔內飽含 VOCs 的沸石，並經由氧化風機(Oxidizer fan)抽引送至蓄熱式氧化爐(Regenerative Thermal Oxidizer, RTO)內燃燒焚化。RTO 本體採雙槽式設計，槽內填裝蓄熱陶瓷，於蓄熱陶瓷層進行待處理氣體預熱，可大量節省輔助燃料的消耗。槽體上方連接燃燒室，熱槽預熱 VOCs 廢氣而後至燃燒室燃燒，再經冷槽吸熱後排至煙囪，可提供 98% 的 VOCs 破壞去除率及 93% 的熱能回收率。

三、比較分析

3.1 立式轉塔(CTR)與盤式轉輪(DTR)比較分析

濃縮系統中沸石會隨操作情況及運轉時間發生耗損。隨運轉中升溫脫附與降溫冷卻次數增加，沸石與框架的熱漲冷縮現象與風蝕作用將導致沸石塊邊緣逐漸產生間隙，使短流風道產生而影響 VOCs 吸附效率。故此沸石的維護保養對於濃縮系統效率的維持相當重要。

此外，系統脫附效率直接影響沸石濃縮轉輪的吸附性能。系統平時脫附氣流溫度約為 200~230°C，可脫附大部份揮發性有機物質。部分沸點較高的揮發性有機物質需以高溫氣流(300°C)定期脫附以維持轉輪吸附性能。目前業界使用的 DTR 若需具備高溫脫附功能，需由國外特別訂製，而 CTR 除沸石塊外，整體結構均於台灣本土製造，技術掌握度高。

整體比較如下表所示。

表 1 立式轉塔與盤式轉輪比較分析表

	立式轉塔(CTR)	盤式轉輪(DTR)
沸石形式	由方塊型 Honeycomb Zeolite 組合成標準模組(參圖 2)，以耐高溫 Packing 阻漏,外框為不銹鋼板。	以扇型或梯型 Honeycomb Zeolite 填入圓柱型支架(參圖 3)，以耐高溫 Packing 阻漏。
1. 保養容易	進行濃縮吸附時轉塔為水平式旋轉，沸石平穩安置於固定框架內。其間預置空間緩衝溫差造成的體積變化，大幅減低沸石損耗率，以簡易的維保作業即可維持系統處理性能。	由於轉盤運轉時為垂直式旋轉，隨操作時日增加，邊緣間隙產生後因旋轉時重力作用影響，將加速邊緣摩擦損耗，此現象將使沸石使用年限降低，並需增加維護保養次數。(參”案例說明”)
2. 節省沸石更換費用	採標準化模組設計，當須更換沸石時，可依沸石性能衰減情況更換特定沸石塊，不需全數更換，可節省大量維護成本且易維持系統處理效率。	由國外整組套裝進口(含沸石塊及轉盤框架)，單一沸石塊更換不易，業界多為等待多數沸石塊失效後再整組替換，使沸石濃縮系統維保費用居高不下。
3. 穩定的驅動系統	CTR 以變頻式馬達配合減速機，採齒輪對齒輪直接驅動，無傳統鏈條驅動式咬合走位問題，增加轉速穩定性並減少維修成本。	DTR 以皮帶式或鏈條式配合減速馬達趨動，須定期保養或更換皮帶或鍊條以維持穩定運轉。
4. 具高溫脫附功能	具備高溫(300°C)脫附功能，增加沸石使用年限。	一般轉輪無法高溫脫附，須由國外整組訂製進口。

3.2 轉輪(塔)內部結構圖

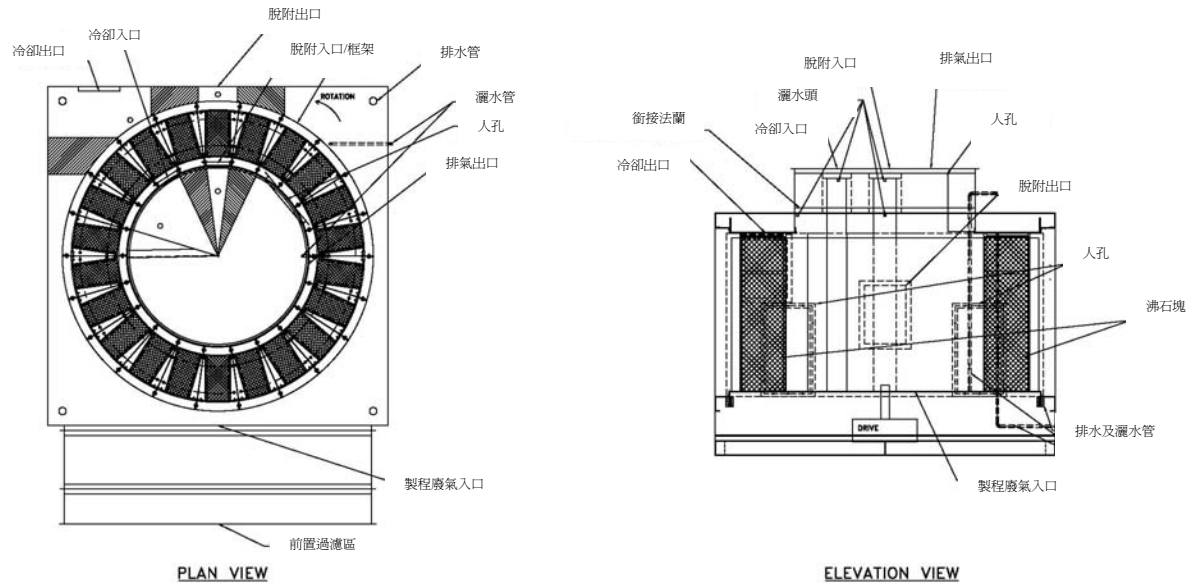


圖 2 立式沸石轉塔(CTR)內部構造圖

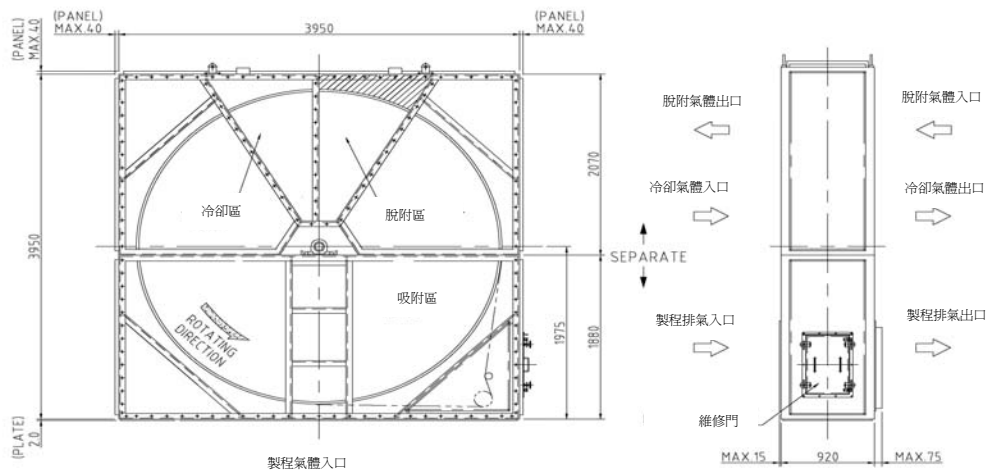


圖 3 盤式沸石轉輪(DTR)內部構造圖

四、案例說明—盤式轉輪使用實例-某科學園區半導體廠

以下為科學園區某科技廠使用盤式沸石轉輪，運轉三年後之內部照片。照片中沸石塊與框架接觸面之間隙係因風蝕作用與不同材質受熱造成型變，並因轉輪旋轉時造成沸石塊上下滑動反覆撞擊框架，使沸石塊間隙快速增加導致嚴重的短流現象。

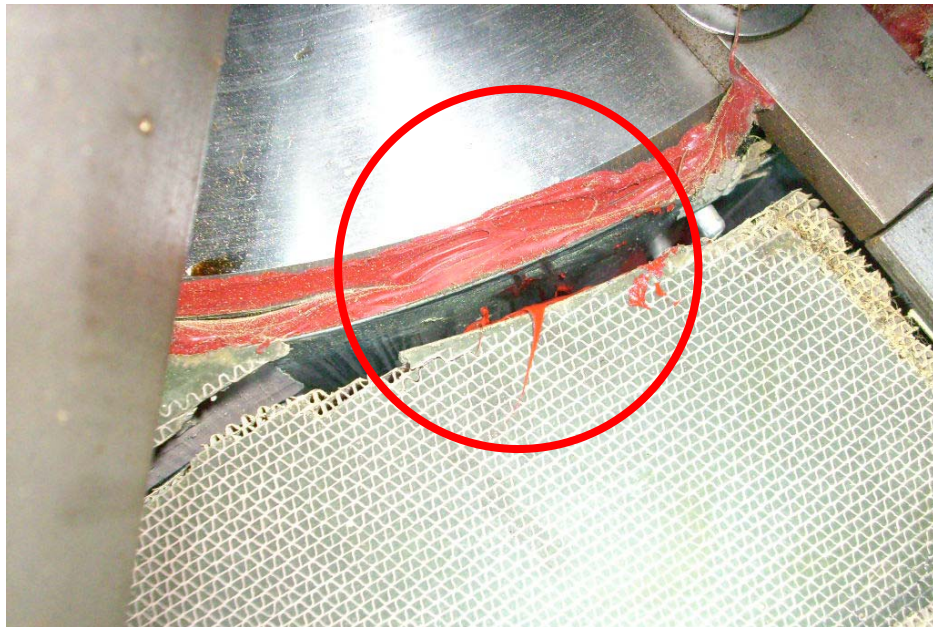


圖 2 盤式轉輪內部沸石損耗情況(一)

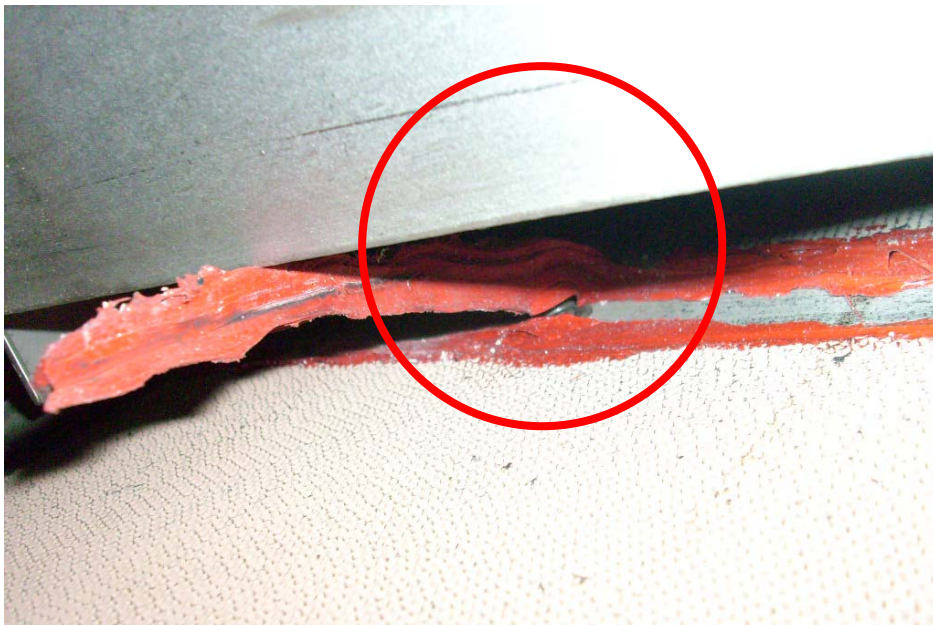


圖 3 盤式轉輪內部沸石損耗情況(二)

五、結 論

目前業界普遍使用的盤式轉輪(DTR)易產生沸石耗損快速的情況，降低使用年限。整座轉輪均須由國外進口，本土技術掌握度低，導致維護成本居高不下。

立式轉塔(CTR)具以下優點，可大幅降低運轉成本：

1. 沸石塊可彈性更換。
2. 沸石不易損壞，維保容易。
3. 可供高溫脫附，提供長期穩定之吸附效能。
4. 不同於一般盤式轉輪的運轉機構，增加運轉穩定性。

立式轉塔除沸石塊為國外進口，其餘內外部結構均於台灣製造，本土技術掌握度已相當成熟。目前於台灣及大陸已有二十餘組的運轉實績，使用者均給予極高度評價，可做為業界降低成本及提高競爭力之使用參考。