

## 選擇性非觸媒還原技術應用實例介紹

許永熹\* 蔡正雄\*\*

### 摘要

台塑林園廠LP-1#1號鍋爐係於民國71年建造，73年試車完成商業運轉，由於當時環保法令標準尚允許鍋爐排煙NOx濃度500PPM；為因應新的環保標準要求NOx濃度350PPM以下，乃尋求各種NOx去除技術，以最經濟的方法來降低NOx值，由於#1號鍋爐最初之設計要滿足較大之操作範圍，過熱器所占空間大，爐膛空間小，若要用燃燒控制法，鍋爐爐膛及燃燒器位置修改變更工程浩大，所需時間亦長，評估最後仍以選擇性非觸媒還原法(SNCR)最經濟實用。運轉二年半以來，除原注藥霧化稀釋水量過高，造成鍋爐熱效率些微損失，後改用較多霧化空氣量來加以克服，其他在運轉上並未有其他問題，且可達到降低NOx 60%之目的。以下就本廠針對鍋爐排煙氮氧化物處理方法選用之考慮，及安裝試車運轉上的經驗作一介紹，謹供參考。

#### 【關鍵字】

- 1.NOx基本值(NOx base line)
- 2.低氮燃燒器(low NOx burner (LNB))
- 3.爐上空氣注入(over fire air (OFA))
- 4.煙氣再循環(flue gas recirculation (FGR))
- 5.選擇性觸媒還原法(selective catalyst reduction (SCR))
- 6.選擇性非觸媒還原法(selective non-catalyst reduction (SNCR))

---

\*台塑林園公用廠副廠長

\*\*台塑林園公用廠廠長

## 一、前　　言

近年來由於國內經濟之蓬勃發展，民眾對生活品質之要求亦趨嚴格，企業界亦意識到此社會環境之變遷，莫不致力於污染之防治，以因應民眾與政府之要求，但為求在企業發展與污染防治之間取得平衡，亦致力於尋求有效而經濟之污染防治技術。本公司在此理念下，首度引進採用使用尿素為還原劑之選擇性非觸媒還原技術以處理燃煤汽電共生鍋爐之NOx，在試車運轉成功後，已連續運轉二年半，並未發生運轉上的問題。而其間雖發生稀釋水量過高，造成鍋爐熱效率些微之損失。但向原廠反應後，此問題亦很快獲得解決，在此僅就本公司試車及運轉上之經驗作一介紹，以供業界參考。

## 二、氮氧化物之產生

NOx可分為fuel NOx及thermal NOx，分別來自燃料本身之氮化物及空氣中之氮高溫氧化而成，且經絕大部份以NO之形式排放出來，NO<sub>2</sub>僅佔一小部份，生成量與反應溫度，煙道氣滯留時間及過剩空氣量有關。

## 三、氮氧化物處理技術及選擇

由於NOx之去除方式甚多，且各項技術發展年代有先後之不同，因此在評估選用時，必須花費更多之心力。實際上，去除NOx的技術可歸類為兩大項：

- 1.利用燃燒條件及過程之控制，減少NOx之生成，或稱燃燒控制法。
- 2.將煙道氣中已生成之NOx，用氨(NH<sub>3</sub>)或尿素(CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>)等化學物質，將NOx還原成N<sub>2</sub>，或稱post-combustion treatment。

主要的NOx去除技術如下：

### (1)燃燒控制法

- 低氮燃燒器：low NOx burner(LNB)。
- 爐上空氣注入：over fire air(OFA)。

- 煙氣再循環：flue gas recirculation(FGR)。
  - 低過剩空氣：low excess Air(LEA)。
- (2)選擇性觸媒還原法：selective catalyst reduction(SCR)。
- (3)選擇性非觸媒還原法：selective non-catalyst reduction(SNCR)。
- 尿素注入法：urea injection。
  - 氨注入法：ammonia injection。
- (4)混用法。

由此可知，NOx去除的技術很多，但各種方法NOx的去除率都不盡相同，成本亦不同。因此在此提供下列選擇的基本原則以供業界參考。

- 1.首先必須確定煙道氣中NOx的基本值(base line)或上限
- 2.將欲降低的目標值訂出
- 3.燃燒系統為新設或舊有

表1 新舊鍋爐NOx去除技術選用表

燃燒系統 目 標	新 設	舊 爐
符合環保標準所 需NOx去除率	<50%採用LNB或燃燒控制法	採用SNCR
	50%~70%採用SNCR + LNB	採用SNCR + LNB
	>80%或煙囪出口小於50ppm時採用 LNB + SCR	SCR或LNB + SCR或LNB + SNCR + SCR

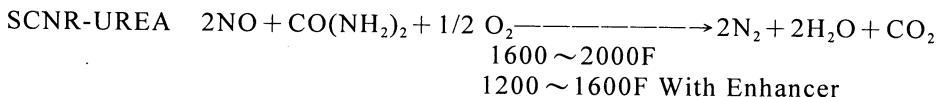
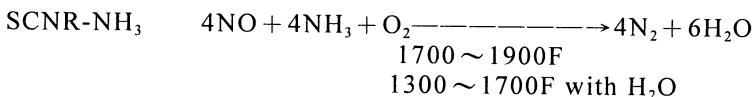
利用以上原則，再針對燃燒系統之特性，評估適用之各項NOx去除方法之設備投資成本與運轉成本，以選擇最佳之技術。

以本廠為例，本廠之燃燒系統為燃煤汽電共生鍋爐，原NOx基準值為500ppm，而新的環保標準要求350ppm，則1998年後可能要求為250ppm以下，所以必須達到50%以上之NOx去除率，以因應目前及未來環保法令之要求。因此適用的方法有LNB或SNCR，經本廠評估此二方法發現，LNB雖可達到30%的去除率，但本廠鍋爐為舊爐，爐膛空間太小，如裝置LNB，火燄會掃

到爐壁，因此無法在不更改爐體的情況下裝置LNB或OFA。如果裝置LNB或OFA，不但先期投資成本大，且停車時間甚長。因此，選擇SNCR而又考慮到操作人員及廠區之安全性，選擇使用尿素為還原劑之SNCR。

#### 四、SNCR選擇性非觸媒還原法的技術重點

SNCR法，一般又稱為選擇性非觸媒還原法，在燃燒室注入氨或尿素，利用爐內之高溫，促進與NOx之反應，將NOx還原成N<sub>2</sub>，H<sub>2</sub>O，其反應式如下：



使用NH<sub>3</sub>為還原劑之方法又稱為Thermal De-NOx為Exxon公司在1970年代發明，由於控制上及使用上安全問題的考量，業界希望有比使用液氨或氨水更安全的藥品。因此EPRI(Electric Power Reserach Institute)摘取了EXXON的概念，嘗試加注其它化學藥品並致力此項研究，終於發現尿素比氨氣更有效益，同時也較安全且尿素與氨相同，同為大宗之化學藥品價格及來源較為穩定。經過80年代的發展、改良及實際上商業運轉之經驗發現，使用尿素為還原劑之SNCR具有下列優點：

1. 裝置費用低。
2. 裝置簡單，不需長期停爐。
3. 不佔空間。

使用SNCR-UREA時，必須考慮以下四個要點：

1. 溫度：1000 + 50°C 為最理想之溫度範圍。
2. 反應時間：高於0.3sec以上，時間越長，藥品利用率越高。
3. 藥品的分佈：良好的噴嘴設計及正確的注入點，可以保證NOx去除率及NH<sub>3</sub> slip的控制

4.NOx去除率：雖然此技術在焚化爐上可達到降低80%以上的實績，乃是因焚化爐的反應時間長達一秒以上，一般鍋爐降低60%以下是比較合理且合乎經濟的要求，且去除比率愈低，藥品費用相對減少。

## 五、SNCR設計條件與施工

本廠所使用之SNCR是由美國Nalco Fuel Tech所設計與製造，其設計與本廠鍋爐系統操作條件如下：

type of combustor	Hitachi Zosen
	Front Fired Boiler
steam output,tons/hr	120 @541°C
fuel	Bituminous coal
gross heat input(HHV) $10^6$ Kcal/Hr	91
flue gas flow rate,NM <sup>3</sup> /Hr(wet)	135200
upper furnace temp,°C	1050~1175°C
available residence time,sec	0.4
uncontrolled NOx,ppmvdc, @6%O <sub>2</sub>	500
	Kg/Hr
controlled NOx, ppmvdc,@6%O <sub>2</sub>	200
	Kg/Hr
Nox Reduction,%	60

基本設備：

- 1.30 Ton FRP尿素溶液槽 一座
- 2.循環組件 一套
- 3.計量組件 二套
- 4.分佈組件 二套
- 5.單嘴噴槍 十支
- 6.PLC自動控制系統 一套

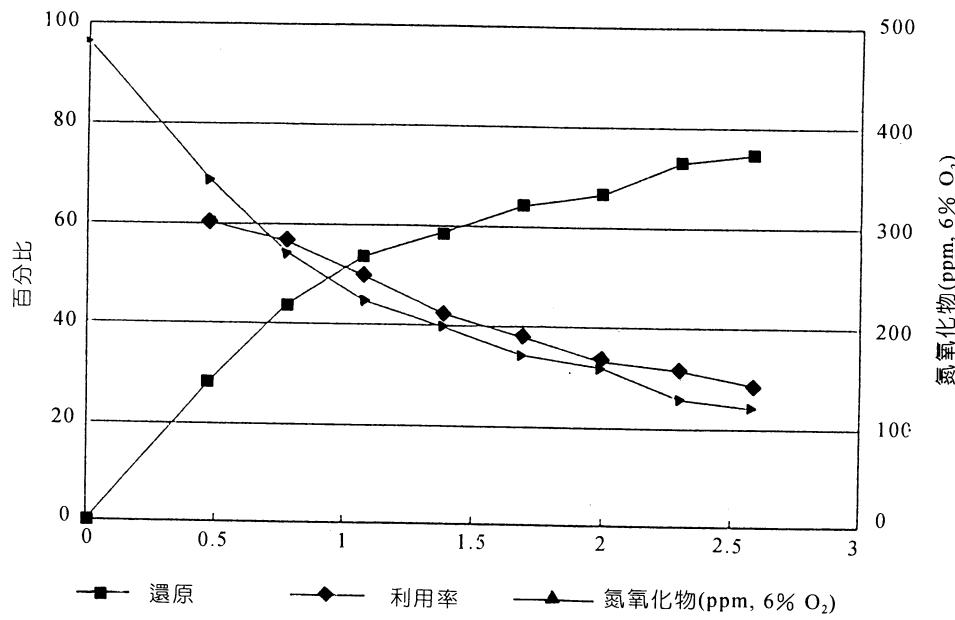
設備擺置及所需現場空間：

現場設備為30 Ton FRP尿素溶液貯槽，循環組件一套，計量組件二套。由於為套裝設備，因此現場擺置位置彈性，且不佔空間，只要5米見方即可。現場配管、配電工程非常簡易，唯一較具困難度且必須停車施工的為加藥孔之設置，由於必須切割爐管並焊接預製彎管，施工時必須特別注意且焊道必須以100% X-Ray作檢測，本廠利用歲修時以七天的工作天設置10個爐壁加藥孔。其它設備雖於開車後方進到現場，但因組裝配管、配電並不影響鍋爐運轉，因此於設備到廠後，在14天內組裝完成，並會同台灣分公司及國外技師試車。

## 六、試車及運轉

試車主要工作除了檢視各項設備功能正常外，尚須配合現場實際操作狀況調整噴嘴型式及角度，以達到最佳之NOx去除效率。結果如下圖1、2。

在試車時，由於預先做過爐膛溫度測定及電腦模擬，選擇的加藥孔位置正確，因此在短短的四天內即試車完畢，且得到相當令人滿意的結果，如附圖1。NOx可降至200ppm以下，達到60%去除率，最多亦可降至125ppm或75%。降至350ppm時，藥品利用率為60%。



1993.7.10 圖1 NSR和去除率(Reduction)，NOx濃度變化曲線圖

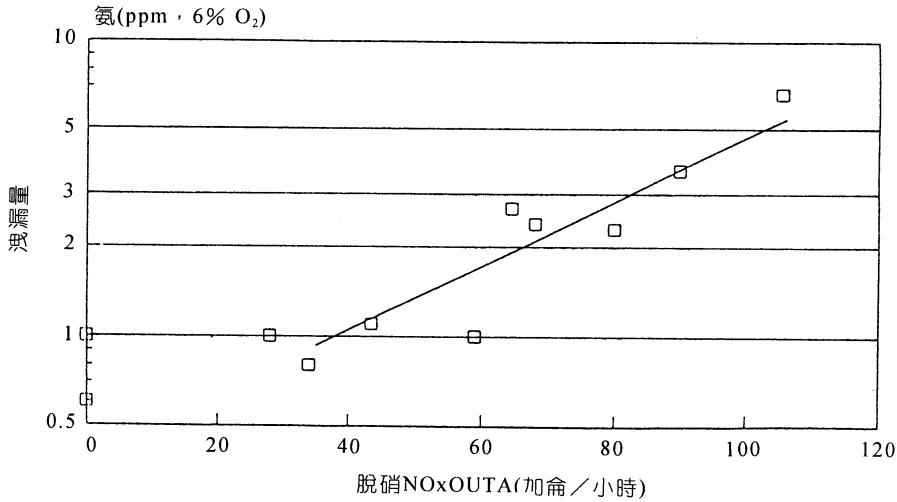


圖2 氨發生量和NOx OUTA流量關係圖

此系統採用PLC自動控制，所有設備之啓動運轉皆可於控制室內監控，並無特殊消耗品。唯噴嘴長期伸入爐內，受到煙氣中飛灰之侵蝕，必須視情況於半年至一年更換一次，以維持噴嘴霧化藥品之特性。

## 七、結論

由於各廠燃燒系統之特性及要求適用之脫硝技術亦不同，在選擇上經常造成困擾。望本廠此次成功的選擇經驗，可作為業界往後選擇上之參考。