

系統識別號:C09105029

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：研習)

「加熱爐效能提昇及工場 RBI 應用」

服務機關：中油公司煉製研究所

出國人職稱：技術服務組工程師

姓 名：陳孟宏

出國地點：美國

出國日期：91/10/15~91/10/23

報告日期：92/01/10

52/
C09105029

行政院及所屬各機關出國報告提要 系統識別號：C09105029
出國報告名稱：加熱爐效能提昇及工場 RBI 應用 頁數 20 含附件：是
出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：
中國石油股份有限公司煉製研究所 蔡淑娥 05-2224171 轉 2212
出國人員姓名：陳孟宏
服務機關：中國石油股份有限公司煉製研究所
單位：技術服務組
職稱：工程師
電話：05-2224171 轉 2672
出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他
出國期間：91/10/15~91/10/23 出國地區：美國
報告日期：92/01/10

分類號/目

關鍵詞：燃燒器、測試爐、Tube Seal、Expansion Joint

內容摘要：此次奉派赴美國奧克拉荷馬州 Tulsa，主要參加世界最大燃燒器製造商 John Zink 公司之 Burner School 研習，課程非常緊湊、豐富，包括：介紹燃燒器種類、燃燒理論、設計觀念、製程加熱爐設計、如何提高燃燒效能、如何解決燃燒器問題、開發燃燒器之電腦模擬技術 (CFD)、介紹新一代高效能低能耗燃燒器、實地到現場測試爐瞭解燃燒情形，以及參觀製造工場等。因另一家著名燃燒器製造商 Zeeco 公司，也在附近(約半個小時車程)，所以順道拜訪該公司，和該公司工程師討論問題及經驗交換，並且參觀製造工廠及燃燒器測試爐。於回程經過洛杉磯途中，順道拜訪 Tube Seal、Expansion Joint 研發暨製造商 Flextech 公司，收集最新之保溫材資料及經驗。

這次赴美 9 天行程，扣除來回搭機與國際換日時間，雖僅在美停留 6 天時間，但參訪三家與本身日常研究工作非常相關的公司，並且獲得很多知識、資料與見聞，使自己加熱爐技術，進一步提昇，對於未來服務公司現場及解決問題，很有助益。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

加熱爐效能提昇及工場 RBI 應用研習出國報告

目次

- 一、 前言
- 二、 行程及工作摘要
- 三、 拜訪燃燒器製造商 Zeeco 公司
- 四、 參加 John Zink 公司之 Burner School 研習
- 五、 拜訪 Tube Seal、Expansion Joint 研發暨製造商 Flextech
公司
- 六、 心得與建議
- 七、 附件

一、前言

製程加熱爐主要透過燃燒器，將燃料燃燒獲取能源，雖然燃燒器的成本僅佔整座爐子建造費用的一小部份，但關係著整座爐子的能力、安全與效能，所以燃燒器性能好壞，操作得當與否，也影響工廠的產能及運轉是否會順利；除此之外，燃燒器燃燒不良，不僅造成能源浪費，亦排放空氣污染物質(NO_x 、CO、黑煙)，危害環境及人體健康。

目前世界各燃燒器研發暨製造商，相繼推出最新一代高效能、低能耗、低污染之燃燒器，是採用分段燃燒及煙氣迴流方式，降低氮氧化物生成，更以設計漩渦燃燒法，促使火焰穩定，可以在低過剩空氣條件下完全燃燒，並減少 CO 及黑煙的排放，達到高效率燃燒效果。

爐管進出加熱爐爐壁的管孔，一般設計比爐管外徑大大約 6~12 mm，以便於開爐後，爐管受熱膨脹、伸長時，減少受抑或摩擦的機會。但往往在爐內是負壓的狀況下，管孔與爐管間間隙，成為冷空氣滲入爐子內部的主要管道，冷空氣滲入的結果，不僅需浪費很多燃料、能源，把這些冷空氣加熱到與爐內煙氣一樣的溫度，以維持爐內熱傳的需要；還會增加過剩空氣量，對不是很有經驗的操作人員，易誤以為燃燒器風門開過大，因而關小風門，卻又導致冒黑煙，所以在偏安全、保守的心態下，只好維持高 $\text{O}_2\%$ 、低效率的操作。

為了防止冷空氣自管孔與爐管間間隙滲入爐內，參考國外的作法，引進 Tube Seal，Tube Seal 內外層是採用耐候、耐高溫、高延展性的玻璃纖維布做成，中間夾層以陶瓷纖維材料增加隔熱效果，管孔箍及爐管兩端以不銹鋼管束封住固定，果然 $\text{O}_2\%$ 過高的問題，明顯獲得改善。這次出國期間順道拜訪 Tube Seal、Expansion Joint 著名研發暨製造商 Flextech 公司，瞭解其裁製過程及收集最新之保溫材資料，以便作

為日後自行開發之經驗。

二、行程及工作摘要

時 間	行 程	地 點
10/15	啟程飛往美國奧克拉荷馬州 Tulsa	Tulsa, OK
10/16	拜訪燃燒器製造商 Zeeco 公司	Tulsa, OK
10/17~18	參加 John Zink 公司之 Burner School 研習	Tulsa, OK
10/19	由 Tulsa, OK 啟程轉往 Los Angeles, CA	Los Angeles, CA
10/20	假日	Los Angeles, CA
10/21	拜訪 Tube Seal、Expansion Joint 研發暨製造商 Flextech 公司	Los Angeles, CA
10/22	搭機返台	Los Angeles, CA
10/23	抵達桃園中正機場	Taipei

三、拜訪燃燒器製造商 Zeeco 公司

Zeeco 公司位於 Tulsa, Oklahoma metro-plex，創立於 1981 年，研發與製造的產品，和 John Zink 幾乎一樣，主要是製程加熱爐燃燒器，其他還有 Flare 和 Incineration system，因創始人原是 John Zink 公司合夥人之一，所以 Zeeco 公司很多主管及資深工程師，過去都在 John Zink 公司服務過；由於 Zeeco 公司規模較小，人員較 John Zink 公司精簡，所以在市場上，同類型的 Burner，Zeeco 公司 Burner 的價位，較具競爭力，對客戶的態度也較客氣，截至 1998 年，Zeeco 公司賣出的 Burner 數量有 10,000 個以上，

5

其中乙烯裂解爐用之 Burner 有 4,000 個左右，足見 Zeeco 公司生產的 Burner，也相當受客戶信賴；目前中油公司加熱爐燃燒器是 Zeeco 公司製作的，以桃園煉油廠最多，尤其近幾年新蓋的爐子，採用 Zeeco 公司燃燒器的，有越來越多的趨勢。

許多燃燒器公司，近幾年相當重視利用電腦模擬技術在燃燒器研發的應用及解決問題上，也就是所謂的計算流力(Computing Fluid Dynamics；CFD) 數值分析技術，Zeeco 公司也不例外，可惜這次拜訪時間相當匆促，無法詳細瞭解他們在 CFD 方面的應用情形。

同時 Zeeco 公司很極力想趕上 John Zink 公司的規模，所以在實驗、測試設施上，近幾年也耗費不貲，共蓋了 13 個規模不小的測試爐，這些測試爐，不僅與煉油廠同類型的爐子同大小，在型態上也涵蓋了圓筒型、箱型和裂解爐、重組爐等較特殊的型式，足見他們在實際驗證上的重視。

Zeeco 公司在 Ultra Low NO_x Burner 開發方面，到目前為止，共分三代，第一代發表於 1994 年，Model 代號叫 GLSF，雖然有達到低污染物排放要求，但因喉部穩焰金屬板的關係，導致同 capacity 的 Burner，卻比傳統 Burner size 來的大，因此不甚受客戶的青睞。1997 年發表第二代 Ultra Low NO_x Burner，命名為 GLSF Min-Emission，除改善喉部穩焰金屬板的缺點之外，NO_x 排放量也達到 15~30 ppmv 的低標準，所以第二代 GLSF Min-Emission Ultra Low NO_x Burner 銷售成績相當不錯。

Zeeco 公司精益求精，這幾年來仍不斷的改進、研發，2000 年發表第三代 Ultra Low NO_x Burner，命名為 GLSF Free Jet，

GLSF Free Jet Burner 是利用燃氣(Fuel Gas)點燃前，先與容許之最大量爐內迴流煙氣(Flue Gas)混摻，然後再進入燃燒區，以降低氮氧化物生成，在乙烯裂解爐，NO_x 排放量可達低於 9 ppmv 的標準，在一般爐子，NO_x 排放量可達低於 5 ppmv 的標準；更以促使靠牆緣燃燒的方式，達到穩定火焰的效果，這種穩焰的技術，Zeeco 公司技術人員認為比分段燃氣或其他家穩焰技術更可靠，所以 GLSF Free Jet Burner Turn Down Ratio 可達 5:1 到 10:1。

四、參加 JOHN ZINK 公司之 Burner School 研習

這一次 Burner School 是本年度最後一期，所以是和 Flare School 合併上，因費用及時間的關係，僅參加 Burner School 部份，總共有來自 10 個國家，28 個學員，上課內容豐富、緊湊，茲摘要如下：

- 1.介紹 John Zink/Koch 公司及 Burner School 歷史、內容、講師等
- 2.介紹流力、熱傳、燃料等基本理論與觀念。
- 3.介紹燃燒基本理論與觀念。
- 4.燃燒器的設計。
- 5.燃燒器測試場參觀、講解。
- 6.燃燒污染排放物之組成與控制。
- 7.燃燒器產生噪音的原因與控制。
- 8.燃燒器的安裝。
- 9.加熱爐介紹。
- 10.CFD 電腦模擬技術在燃燒器研發與加熱爐問題解決的應用。
- 11.加熱爐性能監控與操作。

12.燃燒器及加熱爐相關問題討論與解決。

13.ThermBond 介紹與應用。

從上課內容及現場實作，瞭解怎樣的火焰顏色、形態，才是有效率、好的燃燒，進而才能提高加熱爐的熱效率；燃燒器維護、安裝、更換零件方面，教導過去遇到的實例，說明錯誤的地方，加深學員的印象，提出解決的方法；從加熱爐爐膛量測到的煙氣樣品及相關參數，如溫度、壓力、含氧量，知道如何調整燃燒器，達到低污染、低能耗、高效能的燃燒。

五、拜訪 Tube Seal、Expansion Joint 研發暨製造商 Flextech 公司

Flextech 公司位於洛杉磯市郊工業區內，員工 80%是墨西哥裔，主要生產 Tube Seal、Expansion Joint，不管那一種產品，都是依照客戶、工程需要，case by case 進行設計、放樣，所以最重要、核心的技術，在於保溫材料選用、畫圖、放樣；保溫材料主要分內、中、外三層，內外層主要是耐高溫耐候之玻璃纖維布料 (Fiberglass Cloth)，內層布料特質主要是要能耐高溫(1500°F~2000°F)、高延展性，一般採用 3M 公司的產品，外層布料特質主要是要能耐雨水、酸鹼環境、高延展性，中間夾層墊以 10 mm 厚 6 Lb/Ft³ 陶瓷纖維棉毯，增加隔熱效果；裁縫線也需同內層布料是耐高溫材料，前後端加縫套一條棉繩，增加安裝時不銹鋼管束固定。

因 Flextech 公司開發、製作之 Tube Seal，在美國各煉油、石化廠應用之後，效果很好、耐用，每年幫助工廠節省巨額成本，所以目前廣泛使用在各式爐子，銷路甚佳。這次前往拜訪，除將今年訂購兩批貨，在林園廠之應用情形，彼此交換心得之外，也吸收其

他公司應用成功的經驗，作為日後服務現場之參考。

六、心得與建議

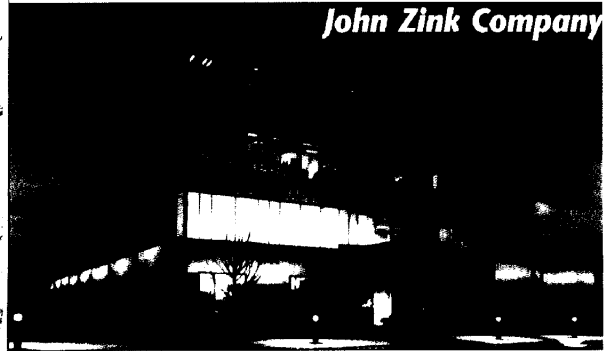
此次奉派出國赴美，扣除飛行及國際換日時間，雖然僅停留 6 天時間，但除參加 John Zink Burner School 研習之外，也拜訪了 Zeeco 及 Flextech 兩家公司，可說獲益良多，在研習及拜訪期間獲取了一些寶貴知識及經驗外，並認識一些相關領域專精人士，同時參訪了世界最大燃燒器測試場(250,000 ft²)，收集相關的資料，相信對於未來相關加熱爐技術的引進，及服務現場的技術能力提昇很有助益。

從 Burner School 參與的學員人數及國家發現，歷年台灣相關石化公司，派去的人數很少，中油公司也很少，反觀亞洲幾個有煉油廠的國家，如日本、韓國、新加坡、印尼、泰國等，幾乎每年都派將近有 10 位員工參加研習。可能與每年公司編列出國名額不多有關，所以未來，如果能多讓基層操作、維護的工程師，參與此類的研習，將對他們本職技術的提昇，很有幫助，這樣為公司帶來的利潤，遠高於公司提供給他們的出國費用。

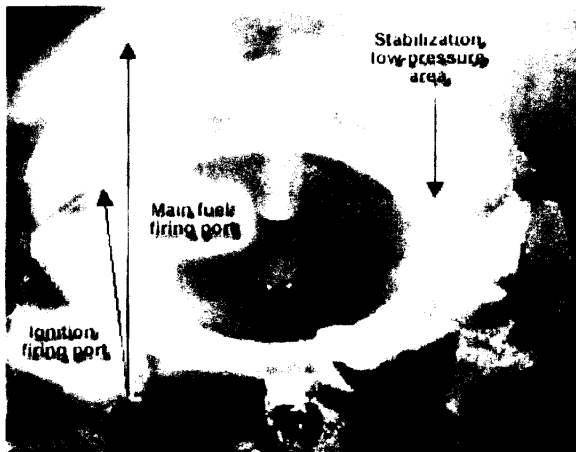
七、附件



Zeeco 公司 Burner 標誌



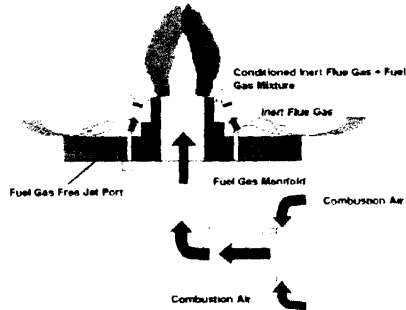
John Zink 公司總部，Burner School
上課地點



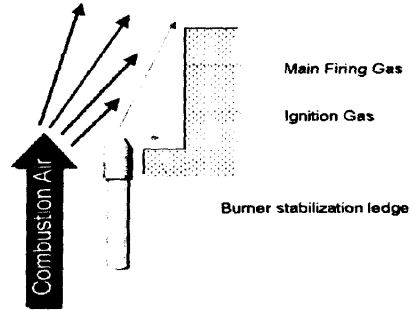
Zeeco GLSF Min-Emission
2nd Generation Ultra Low NOx Burner



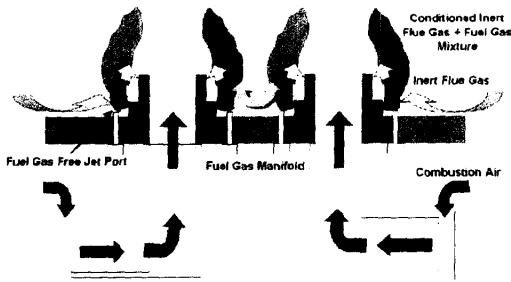
Zeeco GLSF Free Jet
3rd Generation Ultra Low NOx Burner



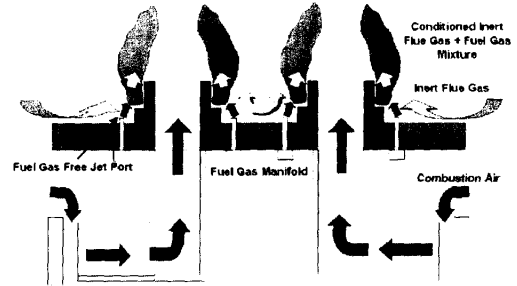
Zeeco GLSF Free Jet Air, Fuel, Inert Flue Gas 流場示意圖



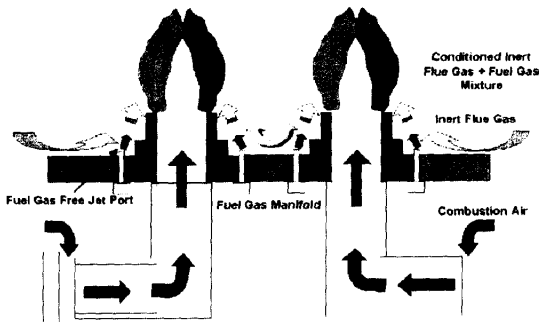
傳統 Burner Air, Fuel 等流向示意圖



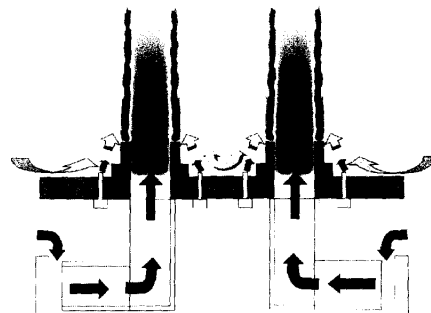
Free Jet 剛開爐或 high O₂% 或高 turn-down ratio 時之燃燒示意圖



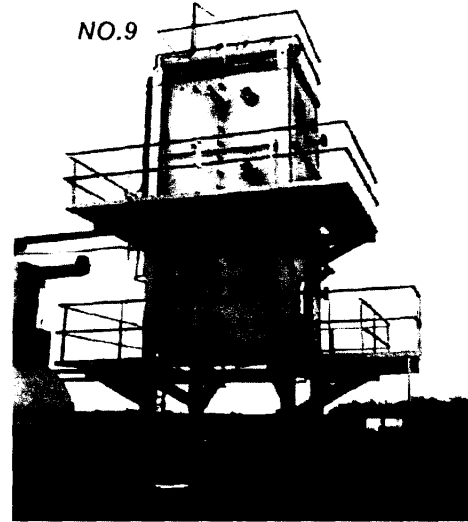
O₂% 由開爐時 21% 逐漸降到 3% 過程中，火焰由第一階移到第二階之燃燒示意圖



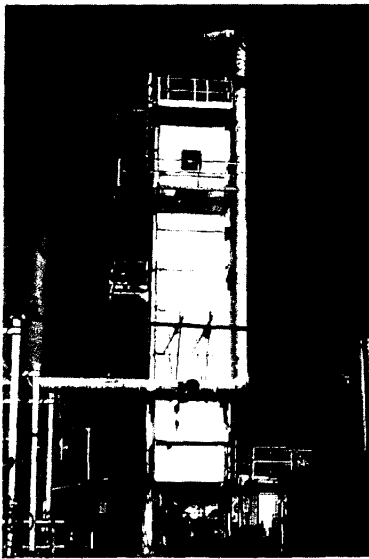
當爐子進入穩定、高效、低 O₂% (2%~3%) 燃燒時之示意圖



Free Jet 強調在火磚內部沒有任何穩焰裝置，也不需 swirl air，這樣焰型更加堅實、多焰干擾問題降至最低

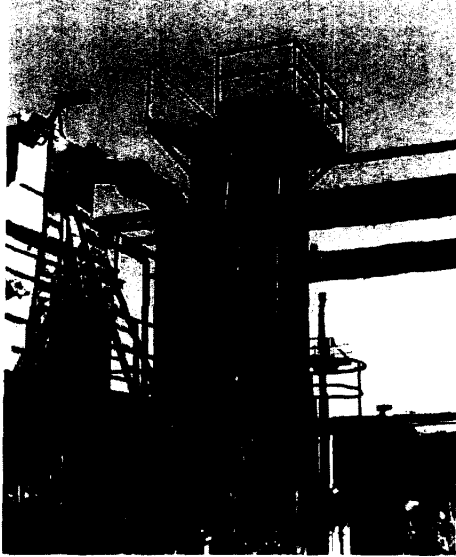


Zeeco 11 號測試爐是乙烯裂解測試爐(ExxonMobil 計畫蓋的)，9 號爐主要也是乙烯裂解測試爐，其他如蒸氣重組、一般加熱爐之模擬、測試等。

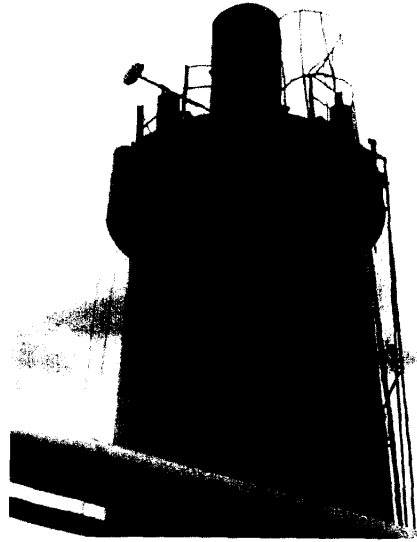


Zeeco 7 號測試爐也是乙烯裂解測試爐和 11 號爐主要不同是在 Cooling Tube 數量不同，可模擬不同爐內溫度場之狀況。

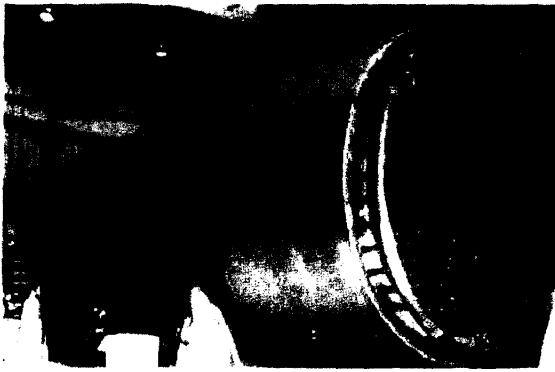
Zeeco 1 號測試爐用在多方面功能模擬：多燃燒器之水平、垂直燃燒及流場偶合效應模擬，高效能燃燒器、強制送風燃燒器等模擬。



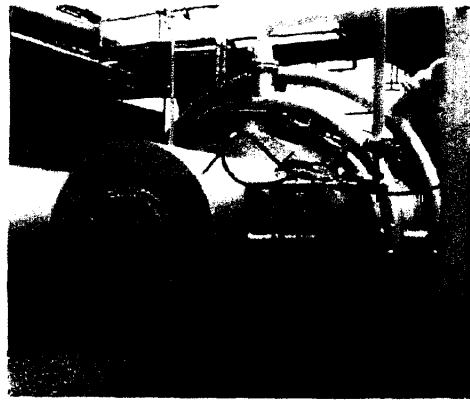
Zeeco 4 號測試爐用在一般圓筒爐模擬，為完全模擬溫度場之均勻性，比照實際爐子，四周都有 Cooling Tubes。



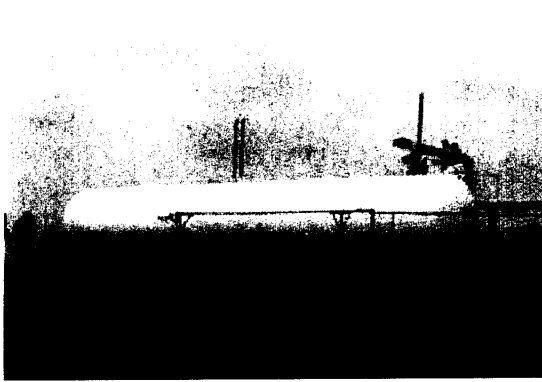
Zeeco 3 號爐同 4 號爐用在一般圓筒爐模擬，但可模擬較多 Burners 及較大 Capacity。



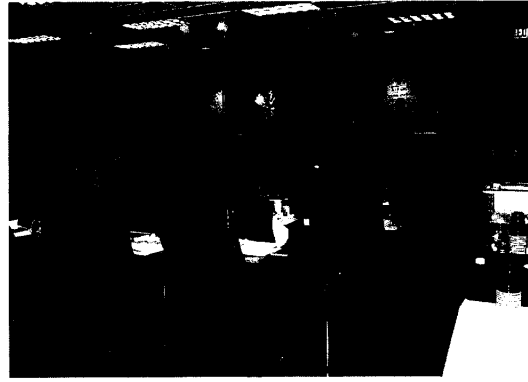
Zeeco 12 號爐是大型圓筒爐，可同時模擬 8 個 Burners 燃燒，最大 Capacity 可達 100MMBtu/hr。



Zeeco 6 號爐模擬廢氣焚化爐燃燒情況，可模擬廢氣射入與燃氣混合燃燒之情況。



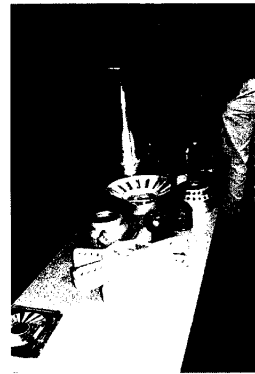
Zeeco 具備 LPG , LNG , 氫氣, NO.2, 6 油等大型燃料儲存槽，所以可以一次 run 完測試。



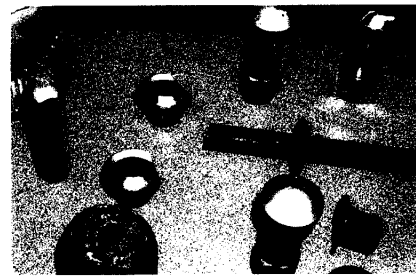
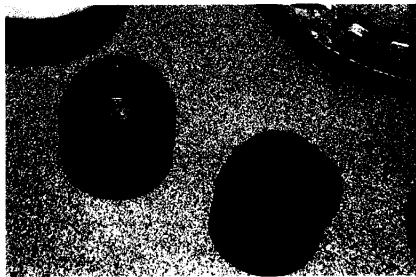
Burner School 上課之情形



Burner School 下課時互相討論交換意見



各種燃燒器噴嘴，配合講課加深印象



配合 Troubleshooting 課程講解，現場顯示各種燒壞或燒穿的噴嘴。



John Zink Burner 製造工廠



John Zink Burner Tile 澆鑄廠



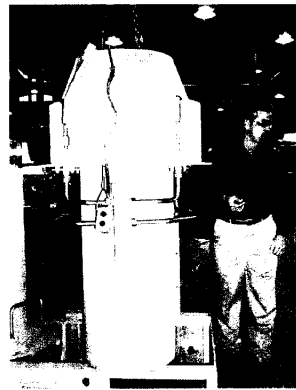
John Zink Duct 製造工廠

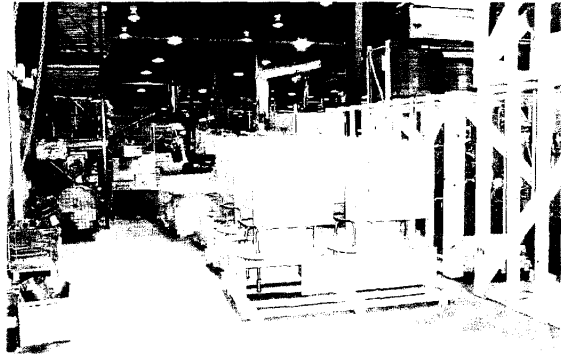
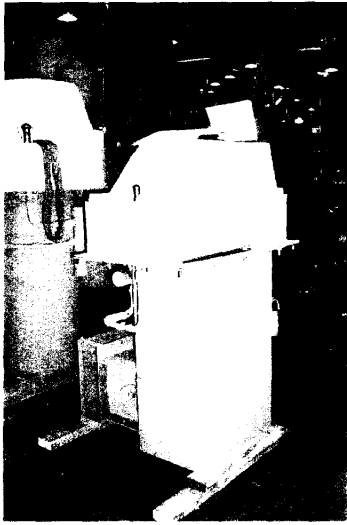


John Zink 方形 Burner Tile 置放倉庫

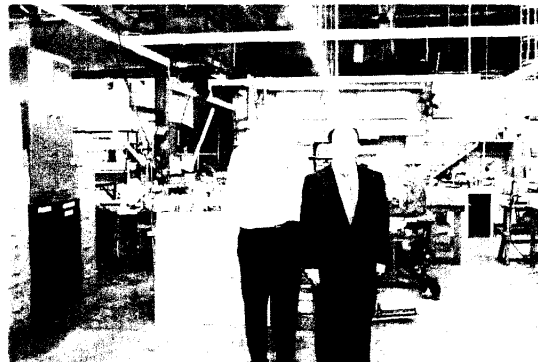


John Zink 圓形 Ultra Low NOx Burner





John Zink 方形 Ultra Low NOx Burner



Flextech 公司 Tube Seal 及 Expansion Joint 製造工廠