

廢水處理技術 ODOBEZ系統原理 及國內外應用實例

林志燦

由於廢水處理技術涵蓋範圍廣泛，且日新月異，不斷進步。歐洲各國由於對環保工作及土地利用均相當確實，故對廢水處理技術的研發及實際應用甚具成效。其中，義大利所發展之ODOBEZ改良式高效率好氧性活性污泥設備雖已有18年歷史，然而經過歷次的改良及41家實廠的實際運轉，已展現出佔地面積小、操作費用低、處理成效穩定等特性，本文除介紹ODOBEZ系統的原理外，也介紹4家義大利染整工廠應用ODOBEZ系統進行廢水處理運轉情形，此外，亦將國內所進行之模廠（PILOT）試驗結果及一家國內廠實廠運轉情形作一敘述，以提供各界參考。

前言

義大利ODOBEZ系統自兩年多前開始引進臺灣，以模廠試驗的方式進行實廠廢水測試時，由於處理技術優越，旋即受到國內工業界及污染防治中心之重視，在其模廠測試之水樣進行顯微鏡觀察時，發現有指標性微生物鐘形蟲的存在，足以顯示此種系統應能發揮生物的功能。由於此系統異於國內之各項設計，有值

得介紹給國內各界作初步瞭解，希望未來藉由廣泛而深入的測試，來印驗及找出相關的操作條件，以利實際運用時能更具成效。

ODOBEZ系統技術摘要

ODOBEZ SYSTEM為一改良型超深層曝氣的設計，是一種高效率的好氧性活性污泥法，利用高壓泵浦，將欲處理水加壓至7大氣



壓，取代了超深層曝氣深槽所提供相當於70公尺的高水頭靜壓，這巨大的壓力可獲得高度的溶氧。高溶氧、充分的曝氣時間（接觸時間）和有效接觸碰撞（接觸面積大於或等於 $3000 \text{ cm}^2/\text{g-water}$ ），三個因素結合在一起，讓ODOBEZ SYSTEM達到傳統曝氣方式所無法達到的化學氧化效果，藉著強大的氧化力，將微粒懸浮物和溶解性物質轉化成沈降性佳的膠體物質。由此，使得後續處理的浮除效率提高，同時，去毒性的氧化特性，大大提升了生物活性及生物氧化效率。

(一)氧化噴嘴操作原理

氧化噴嘴包括三個部分：

1. 被加壓（約7 bar）後的廢水之進流口。
2. 空氣或氧之進流口。
3. 經過加壓之廢水和空氣或氧之激烈混合區。

當廢水通過氧化噴嘴時，內部會產生汲取的力量，藉由連通於大氣的空氣導管，汲取空氣。同時，在氧化噴嘴內部，空氣與廢水產生激烈的混合，提高了水中的溶氧，也擴大了廢水中有機和無機物質與氧的接觸，並且分解和促進混凝效果，為第二階段在反應槽的浮除預作準備。

即使在水深5m下，其壓力將保持小於1 atm。經由高壓之處理水，在該區與空氣產生激烈攪拌接觸，在此狀態下，空氣中之氧分子與水分子接觸面積將大於 $3,000 \text{ cm}^2/\text{g-water}$ 。當高溶氧與水中可分解之污染物質接觸後，可將污染物質均質化，並轉化成「浮流物質」浮於液面。如此將使池內處理水中所含之溶解氧不致逸散。如此連續的循環下，將可降低廢水中之COD、硫化物、溶劑等污染物質。

(二)廢水處理流程說明

ODOBEZ廢水處理有兩個主要處理步驟



照片1 完全依照ODOBEZ系統設計之高壓氧化槽（V1槽），由於噴嘴可水平噴出，並作適當排列，可使V1槽達到均勻攪拌及防止曝氣死角的發生，槽體周圍固定距離均設置空氣吸入管。此系統也可改裝在一般已設置之舊有調勻池系統中。

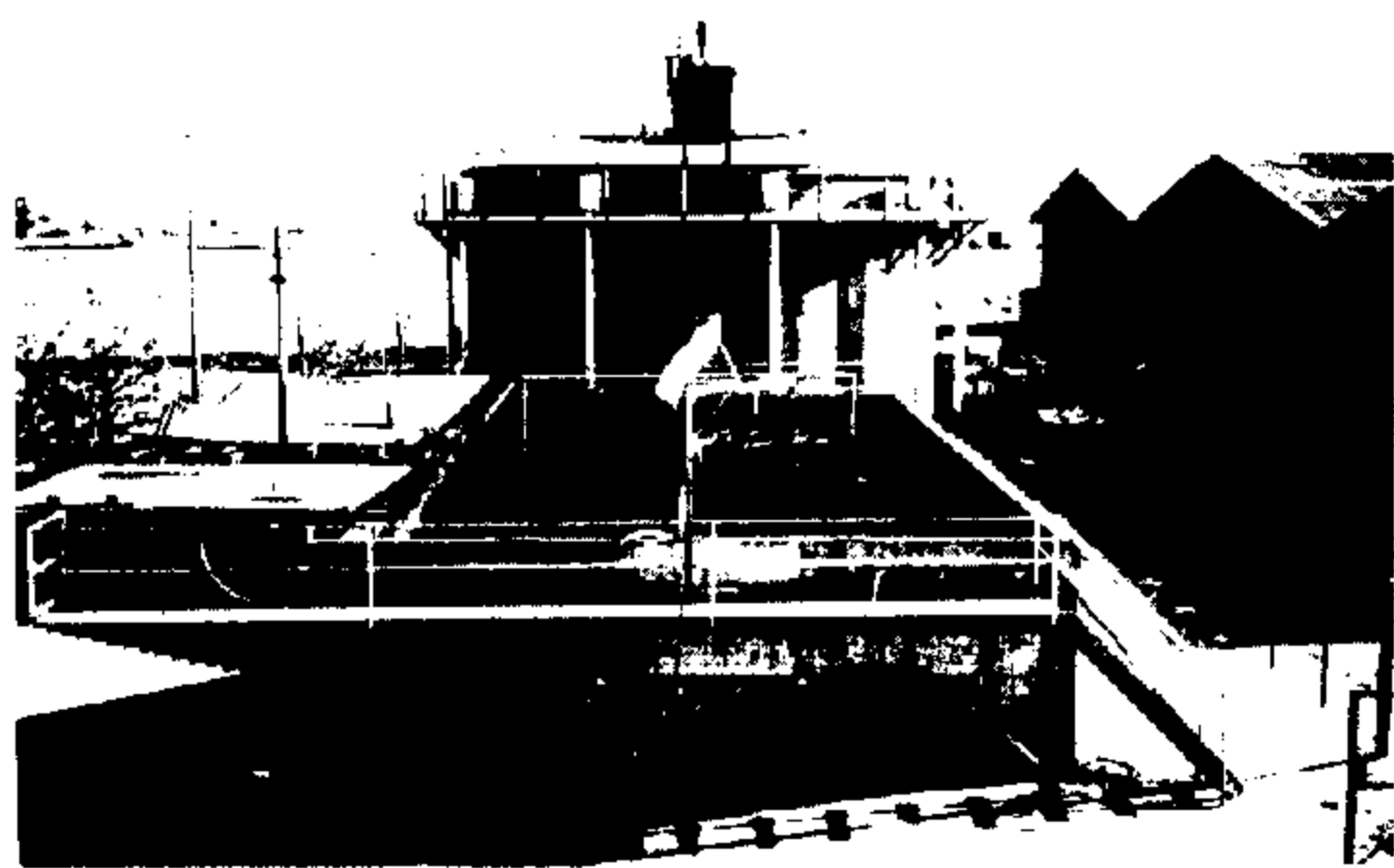
，先是高壓氧化槽（V1槽），其次為浮除反應槽（RF槽），茲分述如下：

第一階段槽：高壓氧化槽（V1槽）

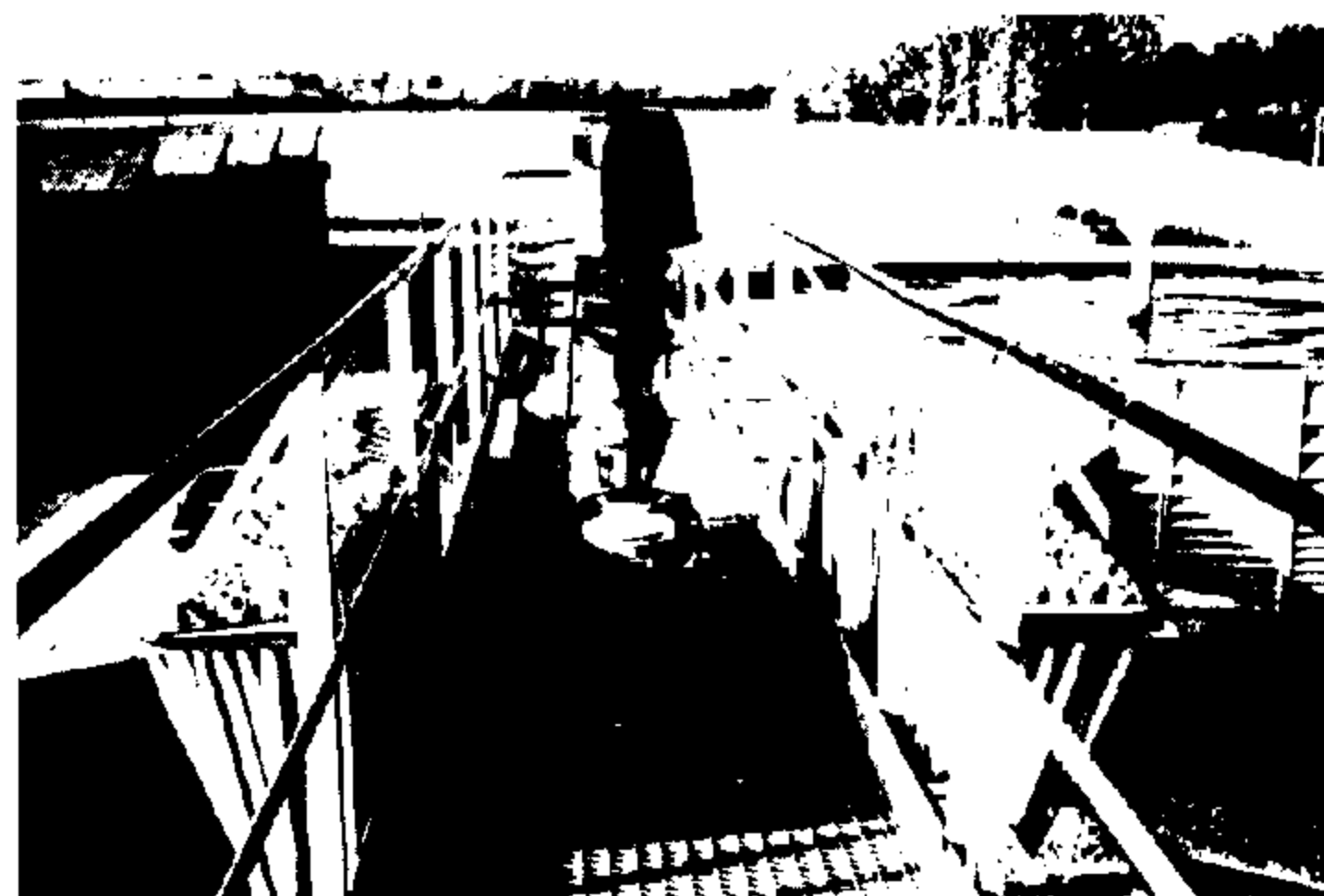
高壓氧化槽，如照片1所示。從工廠排出之廢水，先運送至V1槽，在此進行水質均質化和預處理。V1槽底部配置有管線和適當數目之高效率氧化噴嘴，藉由高壓泵浦抽取V1槽內的廢水，加壓經管線及高效率氧化噴嘴系統不斷的循環迴流。

V1槽的體積大小，可根據實廠的需求而做個別的設計。此槽通常可以預鑄模板施工法建造在地面上，或部分在地面上，或完全建造於地底下，可依地形限制或特殊需求，而做不同的設計。

在V1槽內，高溶氧將可分解的有機和無機物質，分解並轉化成浮在表面上的一層「浮流」物質，此為ODOBEZ SYSTEM操作運轉時常見之正常現象。V1槽廢水中的高度溶



照片2 後方圓柱形為浮除反應槽（RF槽），正下方為矩形之污泥貯槽



照片3 浮除反應槽（RF）頂部空氣吸入管束

氧，創造出一個「發酵」性且快速分解的環境，降低廢水污染程度指標的COD和BOD值，同時對顏色的去除效果非常顯著。此時，V1槽並不產生任何污泥。

在廢水中保持高度溶氧狀態，有以下淨化效果：

1. 廢水保持「多氧」狀態，因此無臭。
2. 廢水中之氣體，產生氣提之效果能將含硫物質、揮發性物質載離至水面上。
3. 廢水中之「多氧」狀態，創造類似「醱酵性」環境，如此將能降低COD含量40~60%，同時也能降低色度。

第二階段槽：浮除反應槽（RF槽）

浮除反應槽，如照片2及照片3所示。廢水經由V1槽處理過後，以固定之流量抽取至RF反應槽加以處理，在V1槽和RF反應槽傳輸管線之間添加適當之混凝劑和助凝劑，以提高最後的反應槽階段之處理成效。

RF反應槽裝置適當數目之高效率氧化噴嘴，其功能與在V1槽中的一樣，但噴嘴數密度較高，產生足夠的氣泡，將經過膠凝過程而形成較大顆粒的物質，有效的予以上浮。上浮後累積在表面上的污泥，藉由刮除器加以去除，污泥經由導管儲存於污泥貯槽，一部分污泥

由污泥貯槽迴流至V1槽，以減少污泥產量。最後，處理後的處理水，直接排入承受水體。

污泥清運：通常由RF反應槽所產生之污泥，由污泥貯槽貯存，再藉由脫水機壓縮，脫水後產生泥餅，則委由合格之清運公司進行污泥之最終處置。

其它：1. 上述之兩階段處理流程，如果需要，可間斷性操作；2. 不同於傳統性生物處理，此兩階段處理流程其處理效率將不受限於氣候與季節因素而有所變化。依經驗顯示，本系統對廢水之水溫可達40℃。

(三)操作與維護

關於維修、保養部分，根據義大利實廠之操作經驗顯示：

1. 每天只須利用90分鐘檢查處理系統、清除過濾設備及準備藥劑。
2. 大約每操作15,000小時須更換PUMP之軸承及軸封。
3. 大約一年一次或每操作8,000小時更換浮渣刮除器之潤滑油。

根據上述之保養計畫，將提供本處理系統「長壽命」之運轉處理功能，在義大利有些保養良好之處理系統連續操作15年仍在運轉中。

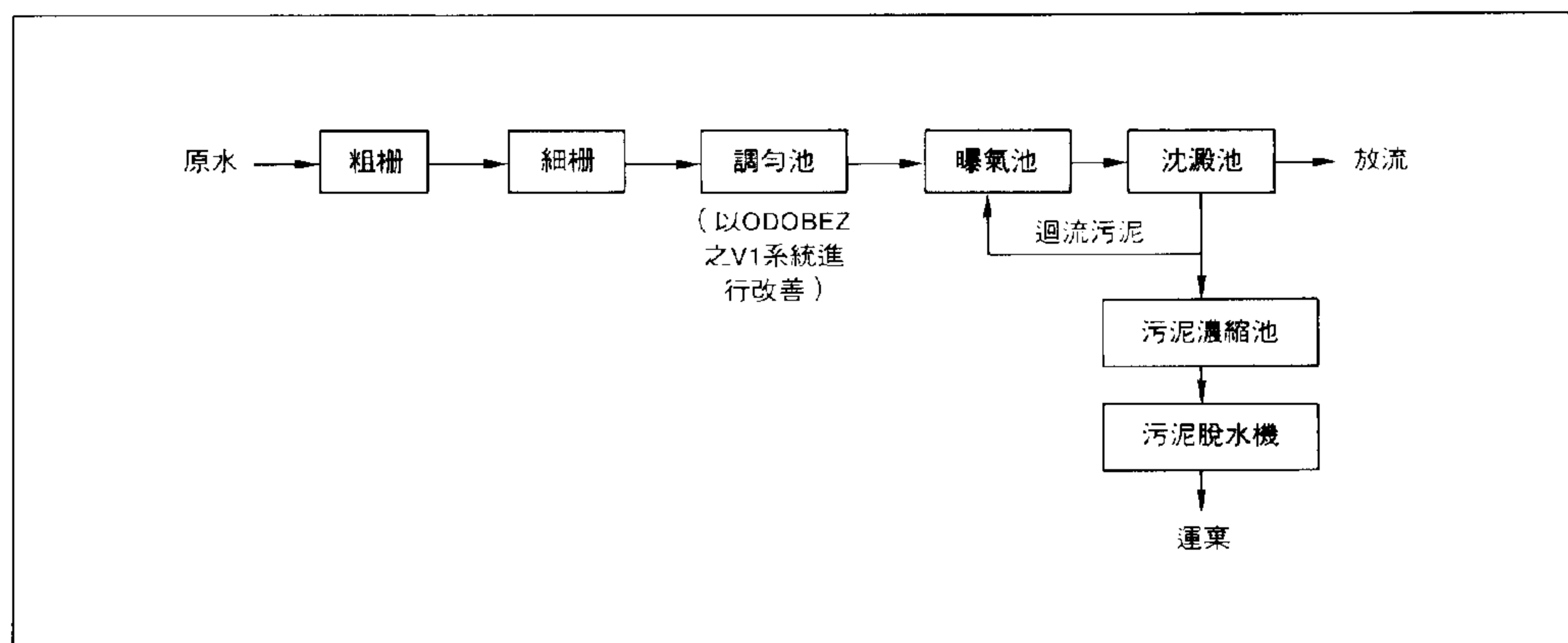


圖1 CALZIFICIO F.LLI CARABELLI染整廠之水處理流程

表1 義大利政府檢測CALZIFICIO F.LLI CARABELLI 染整廠之主要檢測值

項 目	原廢水	放流水	義大利放流水標準
pH	9.19	8.30	5.5~9.5
COD(mg/L)	318	89	160
SS(mg/L)	131	76	80
BOD (mg/L)	150	20	40
總界面活性劑(mg/L)	5.9	0.9	2

註：1. 檢測時間為1998年10月28日

2. 廢水量為2,000 CMD

表2 TINTORIA INDUSTRIALE di PASTERIS染整廠處理成效

項 目	原廢水	處理後之放流水
處理水量(CMD)	900	900
COD(mg/L)	1,400	80
總界面活性劑(mg/L)	150	1.5
污泥產生量(SS kg/d)	100	

資料來源：義大利ODOBEZ公司

ODOBEZ系統之特性

ODOBEZ SYSTEM應用於處理溶解性有機污染物（如BOD、COD等）及各類型的污染工業，根據其實績表顯示，目前世界上已有41個實廠在運轉，另外有4個工廠正規劃設計中，與一般傳統性活性污泥法比較，它有下列特色：

1. 佔地面積小
2. 簡化處理流程，節省操作維修成本
3. 操作費用低

4. 處理效果良好，排放水質穩定
5. 與傳統處理方式互容性高
6. 適應高負荷及多變性負荷
7. 以曝氣時間24到38小時計算，屬長時間曝氣法，降低污泥產量。
8. 減少對環境衝擊（二次公害：如泡沫、臭氣等）。

實廠案例介紹

（一）義大利 4 家染整工廠之應用案例

1. CALZIFICIO F.LLI CARABELLI S.P.A. 公司染整廠



表3 MARTEX染整廠之一般處理成效

項 目	原廢水	處理後之放流水
處理水量(CMD)	1,800	1,800
COD(mg/L)	1,200	80
總界面活性劑(mg/L)	100	1.5
污泥產生量(SS kg/d)	75	

資料來源：義大利ODOBEZ公司

本廠主要是進行聚丙烯腈纖維(acrylic)、羊毛纖維(wool)之絲光(mercerizing)製程；其廢水處理流程為傳統之活性污泥法，如圖1所示。

此工廠僅將現有之調勻池裝置ODOBEZ曝氣系統，據工廠操作人員指出，原有廢水處理系統中，需使用純CO₂氣體進行曝氣pH中和之程序，現已完全停置不用，且目前之色度及有害物質的去除均很理想，已穩定地符合當地的放流水標準，該廠操作人員亦提供義大利政府檢測報告，如表1所示。其現場所採放流水之色度在目測下已明顯有效去除。

2. TINTORIA INDUSTRIALE di PASTERIS E C. S.A.S.公司染整廠

本廠主要是進行聚丙烯腈纖維、羊毛、聚酯纖維(polyester)、棉(cotton)、都拉隆(dralon)等纖維之紗染(yarn dyeing)製程；其廢水處理流程完全採用ODOBEZ系統之第一階段及第二階段的設備，並於進流到第二階段處加入70mg/L FeCl₃，處理成效如表2所示。

3. MARTEX S.P.A.公司染整廠

本廠主要是進行聚丙烯腈纖維、羊毛、聚酯纖維、棉等纖維之紗染製程；其廢水處理流程也完全採用ODOBEZ系統之第一階段及第二階段之設計，並於進流到第二階段處加入40 mg/L FeCl₃，6 mg/L的polymer，處理成效如表3所示。其總經理也提供第一階段與第二階段出流水自行檢測水質資料，將其彙整如表4

表4 MARTEX染整廠自行檢測二階段出流水水質特性

項 目	第一階段(V ₁)出流水	第二階段(V ₂)出流水
pH	5.8	7.1
COD(mg/L)	810	110
SS(mg/L)	280	34
總氮(NH ₄ ⁺ -N mg/L)	6.1	2.9
NO ₃ ⁻ (Mg/L)	0.3	0.9
總磷(T-P, mg/L)	5.2	5.0

資料來源：義大利MARTEX公司

表5 TINTORIA FINISSAGGIO 2000 染整廠處理成效

項 目	原廢水	處理後之放流水
處理水量(CMD)	1,600	1,600
COD(mg/L)	700	70
總界面活性劑(mg/L)	50	1
污泥產生量(Kg SS/d)	90	

資料來源：義大利ODOBEZ公司

，其現場所採放流水之色度在目測下已明顯有效去除。

4. TINTORIA FINISSAGGIO 2000 S.P.A.公司染整廠

本廠主要是進行聚丙烯腈纖維、羊毛、聚酯纖維、棉等之胚布染整(fabric dyeing and finishing)製程；其廢水處理流程除了早已在1981年即設置之ODOBEZ系統第一階段及第二階段外，另設置有旋轉圓盤生物處理系統(RBC)，其處理成效如表5所示。

(二)國內案例介紹

1. 模廠試驗

ODOBEZ系統國內代理商為振化環境工程公司，於85年即引進模廠設備進行各類工廠之測試，不過主要還是針對染整業，本試驗是針對以染整業廢水為大宗之某工業區污水處理場進行現地之模廠試驗。本次試驗期程是自87

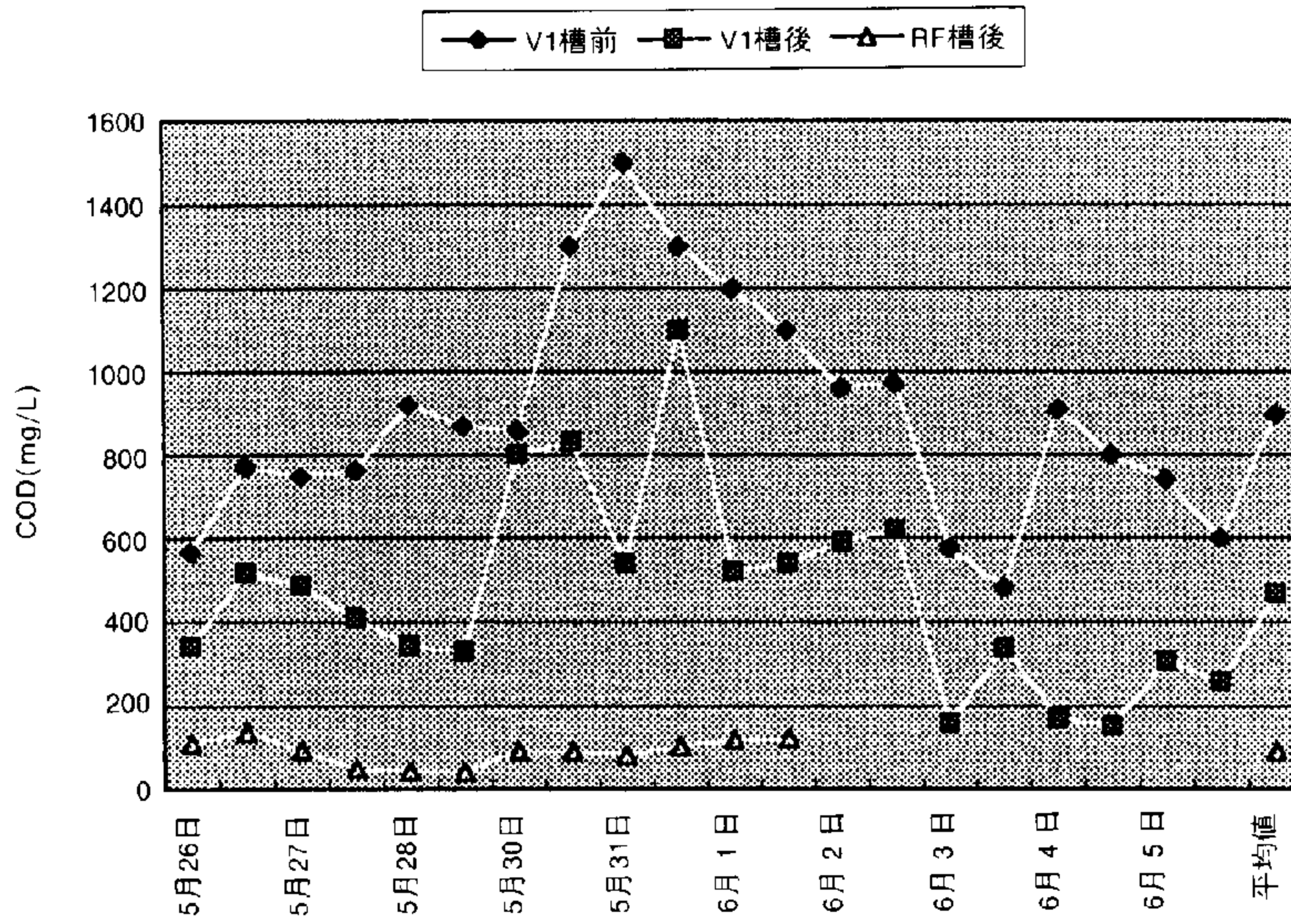


圖2 模廠試驗COD去除效果圖 (資料來源：振化公司)

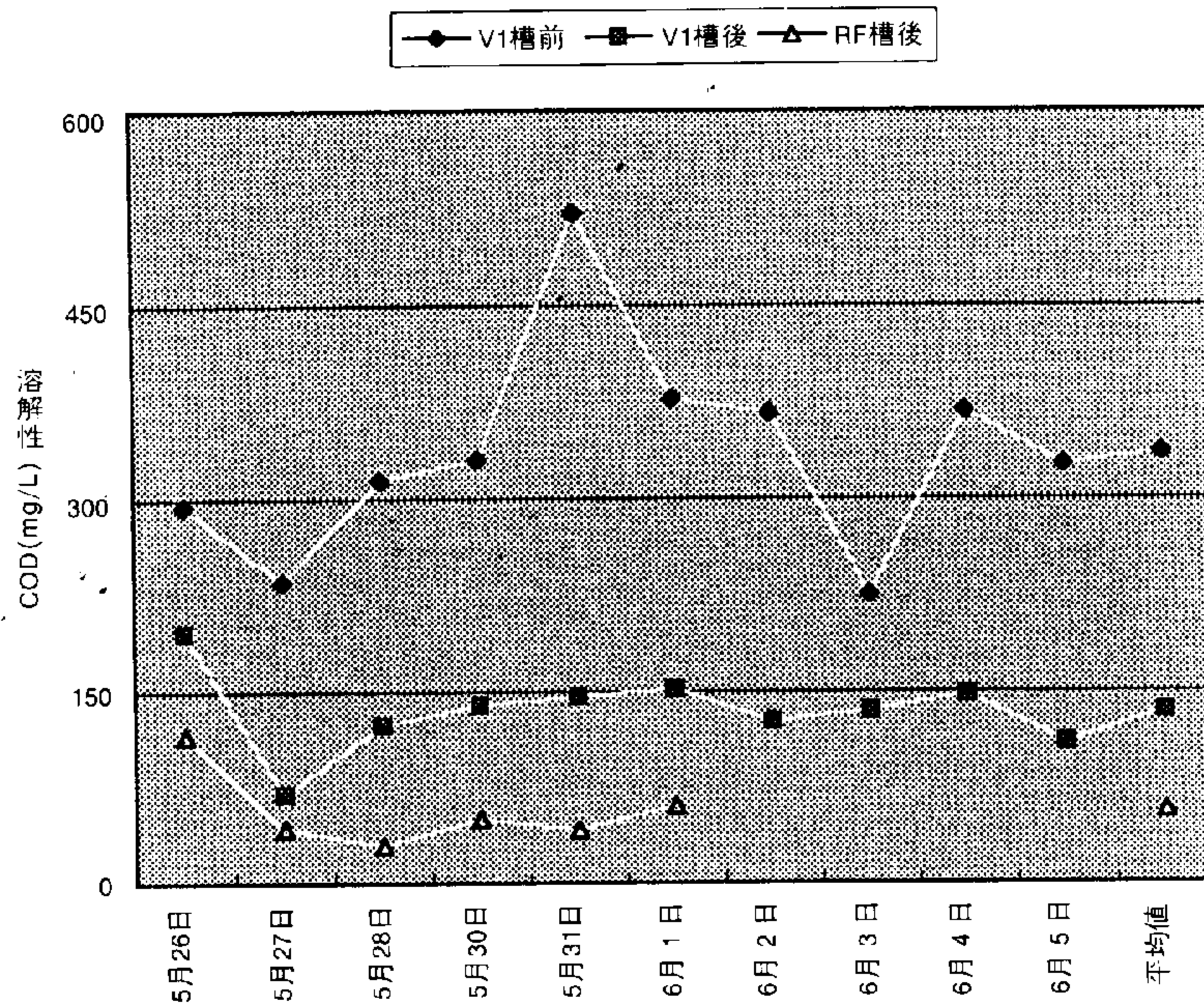


圖3 模廠試驗溶解性COD去除效果圖 (資料來源：振化公司)

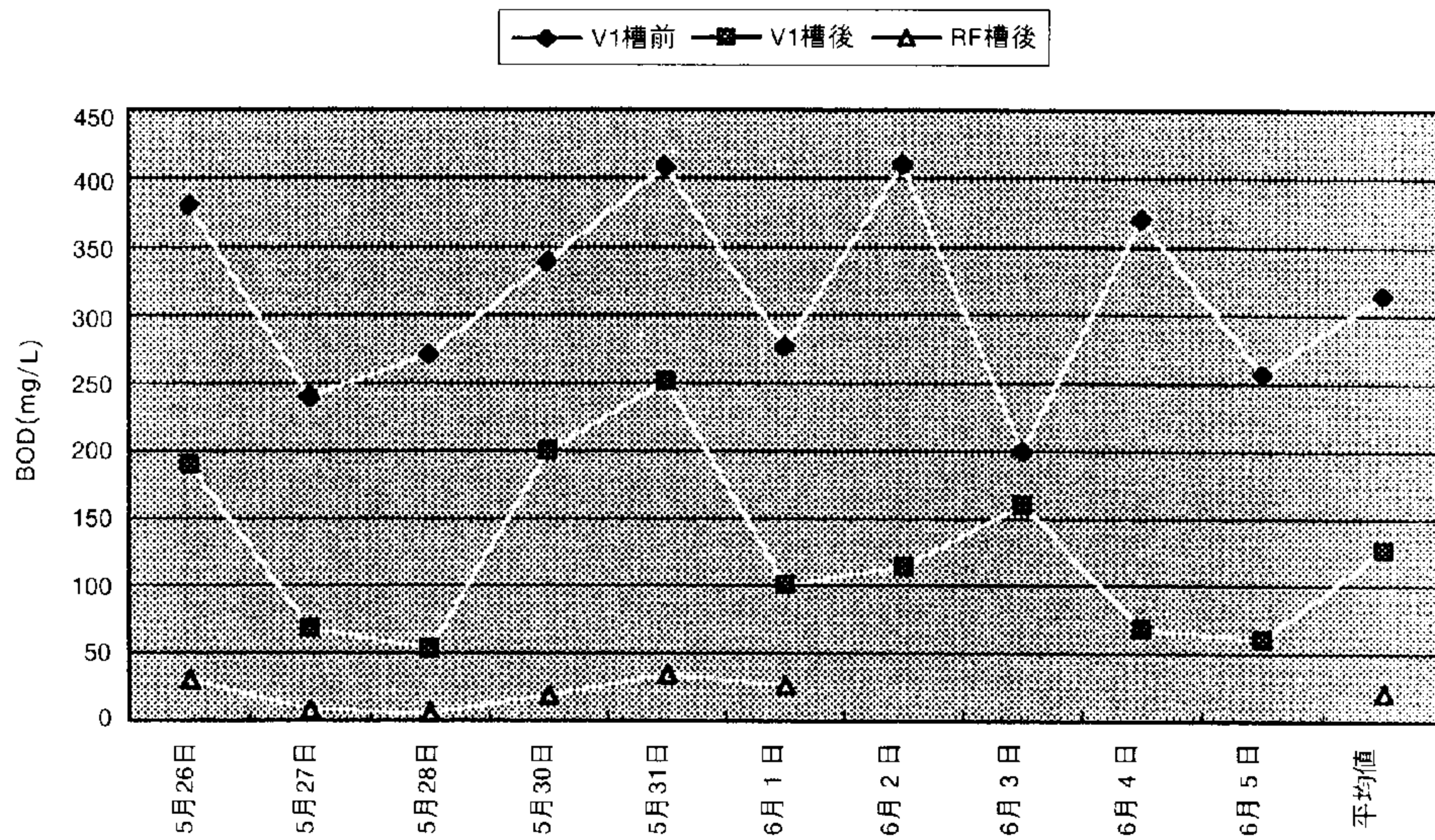


圖4 模廠試驗BOD去除效果圖 (資料來源：振化公司)

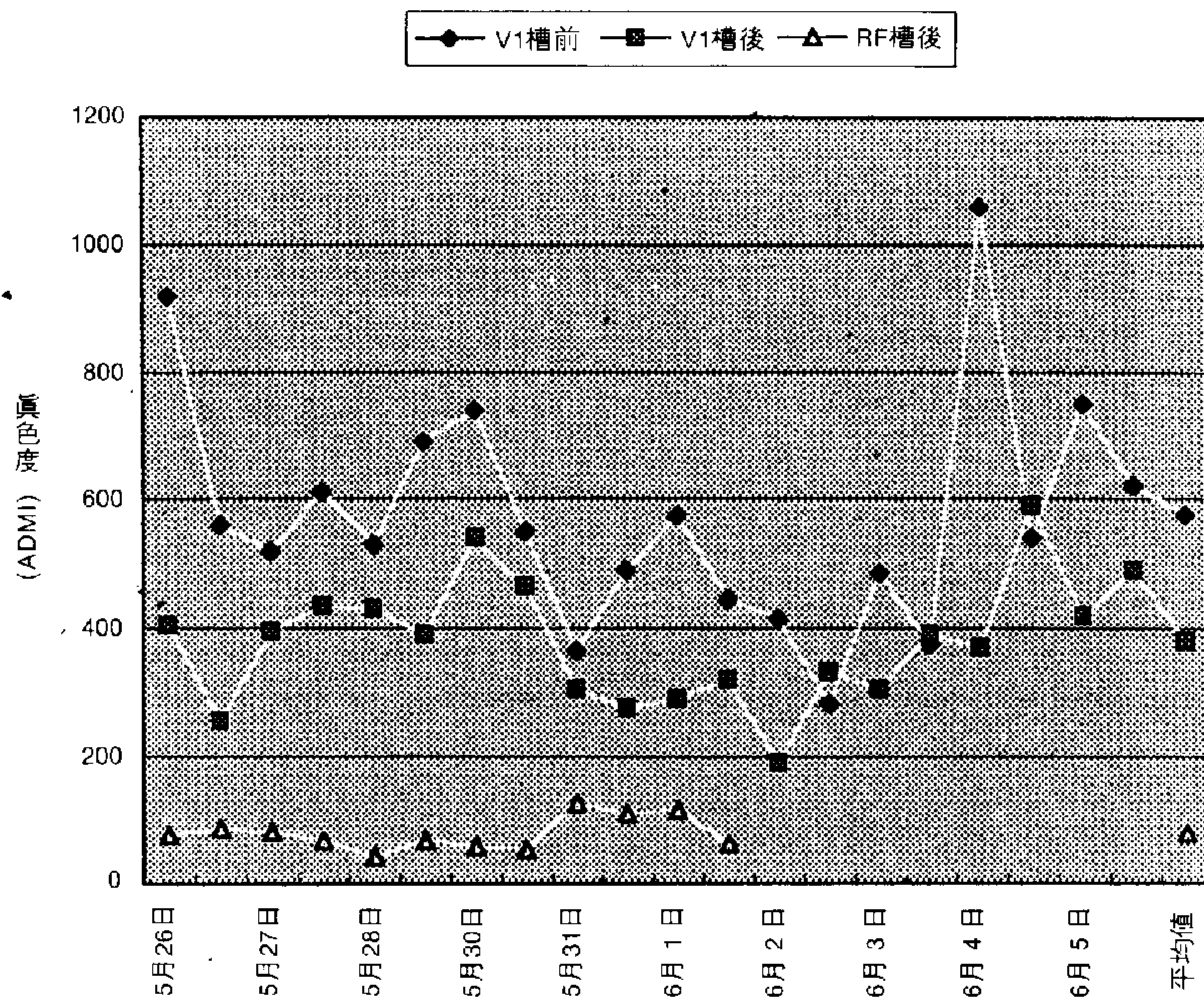


圖5 模廠試驗真色色度去除效果圖 (資料來源：振化公司)

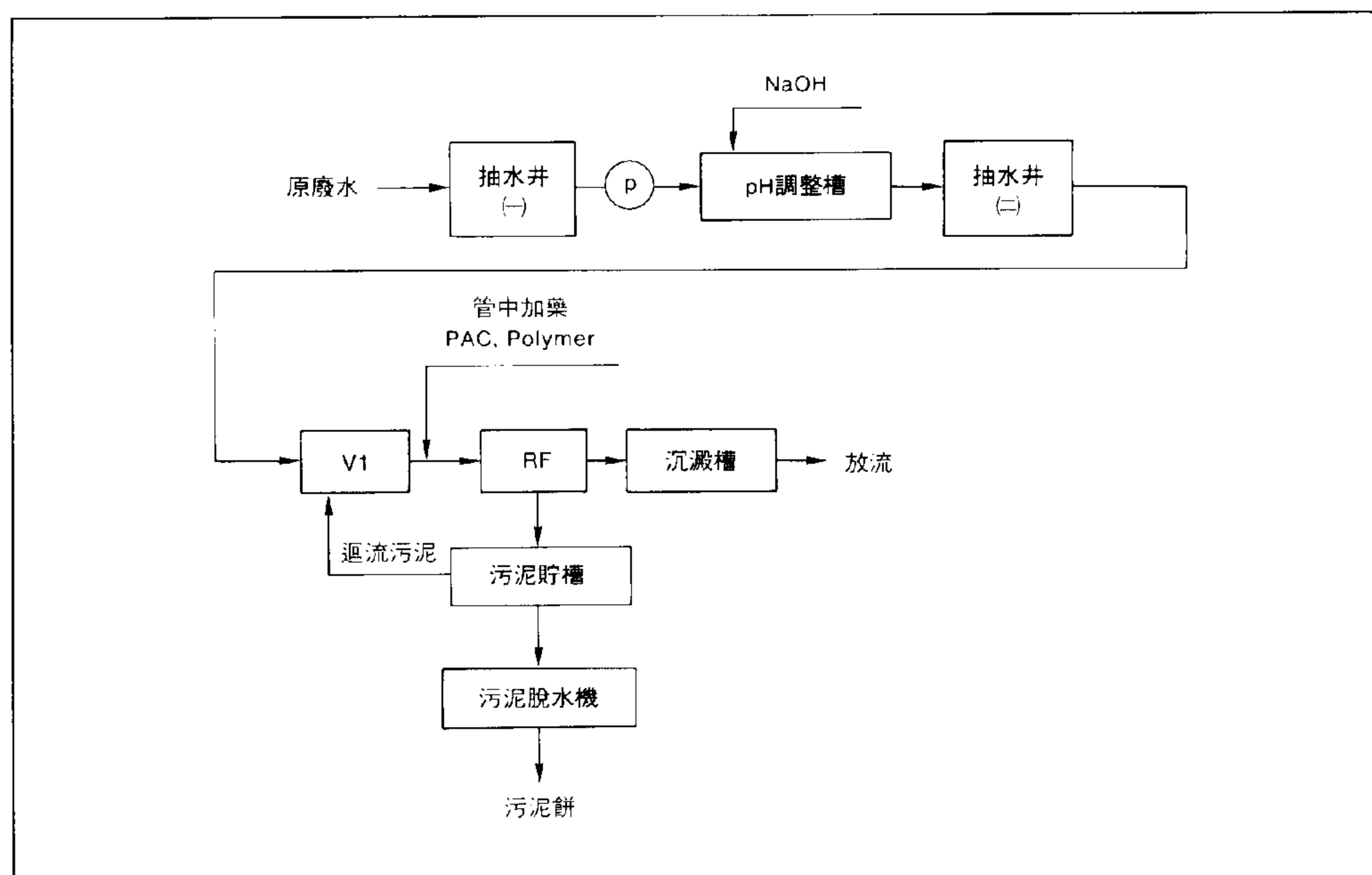


圖6 廢水處理流程

表6 羊毛防縮工廠廢水處理成效表

項 目	原廢水	放流水 (87.12.11)	放流水 (87.12.14)	放流水 (87.12.15)	放流水 (87.12.16)
pH值	1.5~2.5	8.3	8.4	8.8	8.7
COD(mg/L)	1,000~2,500	83.2	87.8	97.7	87.9
SS(mg/L)	200~800	28	6.3	8.1	6.7
真色色度(ADMI)	1,700~2,500	380	-	-	223

註：1. 原廢水資料由振化公司提供

2. 放流水之檢測是由振化公司取樣交由精準環境公司檢測

年5月26日至6月5日，相關之試驗結果如圖2至圖5。

由圖2顯示COD去除，在RF槽後出流水約有7個數據小於100 mg/L，即約有58%的水質狀況符合87年標準，其總平均為92 mg/L亦小於100 mg/L的標準。而由圖3顯示溶解性COD的去除，在6個數據中即有5個符合87年

之100 mg/L標準，合格率高83%；另由圖4顯示BOD的去除在6個數據也只有1個超出標準，合格率亦達83%；由以上三組數據可明顯看出ODOBEZ系統對於此廢水之有機物的去除，既有效且穩定。另由圖5可明顯看出廢水經過ODOBEZ系統後可穩定地符合87年真色度400ADMI的標準。

表7 羊毛防縮工廠廢水處理成本表

項 目	金 額
建造成本(含土木及機電)	20,600,000元(約5.15萬元/m ³)
操作成本(電力+藥劑費用)	10~12元/m ³

資料來源：振化公司

2. 國內已完工之某羊毛防縮工廠

此工廠每天的廢水量為400 m³，廢水處理系統為全新採用ODOBEZ系統，其處理流程如圖6所示。其處理成效，如表6所示。有關廢水處理成本如表7所示。

結論與建議

義大利ODOBEZ公司所開發之高效率好氧活性污泥系統，具有強氧化及有機物分解能力，此項設備國內已有代理商，並設有模型廠，可考慮以客觀公正的立場協助進行各行業廢水的可行性試驗，以進一步推廣。 

作者簡介：

林志燦先生，南加大學環境工程碩士(USC)
。曾任振化環境工程公司工程師、副理。現任職於振化環境工程公司經理。研究專長為廢水處理系統規畫、設計、試車。

責任編輯／李秀鳳

徵文

筆是活的，心是熱的，
mmpc 為您待命！



mmmpc@email.mmmpc.com.tw

敬邀在化工各界的專家學者，提供大作，踴躍投稿，以饗讀者！