

金福隆實業股份有限公司

染整廢水處理工程

魏和斌* 李鴻**

一、前 言

金福隆實業股份有限公司（以下簡稱本公司）位於彰化縣社頭鄉，以尼龍褲襪為主要產品，產量每日1700kg（約12000打），行銷國內外多年，廣受仕女歡迎。本公司有鑑於染整過程中排放高溫（65°C ~ 80°C）、高色度及較高之酸鹼度（pH = 5.0~12.0）、化學需氧量（COD≤ 2400 mg/l）、生化需氧量（BOD≤ 840mg/L）、懸浮固體物（S.S≤ 300mg/l）之污染性廢水，為避免上述污染物質影響承受水體之用途及環境品質，乃於民國78年4月起委託績效之污染防治工程公司（冠臺工程企業股份有限公司）進行規劃、設計及施工之整場承攬工程，並於民國79年元月施工完成運轉至今，一切尚稱正常順利，放流水質遠低於現行標準（COD< 80mg/l，BOD< 25mg/l，S.S < 20mg/l，透視度> 30cm）。

本公司自委託承攬後，即配合該工程公司依廠內作業狀況及收集系統作全面性之調查及整治規劃；該工程公司於規劃之前，亦配合本公司依廢水之排放特性、水質及水量作長期之調查，與進行一系列之模廠實驗（PILOT PLANT TEST）及可行性評估，俟完全掌握可行之處理原則後，方著手進行規劃設計工作。且規劃資料亦經工業局工業污染防治技術服務團評核及指正後再進行施工。本公司於施工中嚴格要求施工品質，完工後並督促承攬之工程公司確實試傳，進行操作人員訓練直至完全了解、熟稔處理流程、操作程序及維護要點後方移交本公司。是故，本公司廢水處理場即是在此多方面密切配合之下完成，

* 金福隆實業股份有限公司董事長

**金福隆實業股份有限公司廠務經理

故能掌握“經濟有效”之原則而充分發揮功能。

本公司廢水處理場之特色概要如下：

- 1.流程完整。除物理、化學及生物二級處理外，亦設置過濾、活性碳吸附等高級處理，以因應日益嚴格之環保要求，以能達到民國87年之放流水標準。
- 2.原廢水水質水量($Q=120\text{CMD}$) 經詳細調查，設計時並考量日後擴廠及增大產量之可能，酌以寬列(設計 $Q = 150\text{CMD}$, S.S=350mg/l, COD=3000mg/l, BOD=900mg/l)，故各項設備均能在合理之負荷情況下運轉，各項放流水質均符合民國87年之標準。
- 3.處理流程合理化。因製程使用染料大多係屬還原性，故設計先行生物處理，廢水經生物曝氣氧化作用後，再進行化學混凝沉澱，不但確實掌握處理效果且大幅減少加藥量。
- 4.操作簡便。生物處理單元採接觸氧化方式，濾材係由日本進口之立體網狀纖條式P·P濾材，生物著床效果良好，污泥無需迴流且反沖洗設備考慮周全，定期反沖洗無阻塞之虞；配合全廠自動連續式操作及各項優良設備，人力可降至最低。
- 5.專人負責操作及督導。本廢水處理場設有專責操作人員，負責巡視各部運作狀況、藥量使用情形及監視放流水質等。並由廠務李經理親自負責督導覆核，以確保正常操作。

總之，投資與操作一座廢水處理場與投資經營一家工廠之道理相同。事前詳細的調查、評估，合理的規劃設計及踏實的施工管理，並配合操作人員的專業確實運作，必能使整場在“經濟有效”的原則下運轉，所投下的心血財力終不致白費，並可為台灣目前日益被各種污染惡化的環境善盡企業家之社會責任。

二、製程、使用染劑及廢水來源

本公司生產製程，使用染劑及廢水來源如下：

1. 酸性染料 - 生產黑、紅及深色色系

流 程		精練--染色--固色--柔軟--脫水			
原 料	精練劑	酸性染料 冰 醋 酸 均 染 劑	固色劑 冰醋酸	柔軟劑	
處理溫度 及 時 間	98°C 10Mins	98°C 30Mins	80°C 10Mins	40°C 10Mins	
廢 水 量 M ³ / 桶	3.6	3.6	3.6	1.8	已包括

2. 漂白

流 程		精練--染色--柔軟--脫水			
原 料	精練劑	螢 光 劑 保 險 粉 (Na ₂ SO ₄) 金屬封鎖劑 (EDTA)	柔軟劑		
處理溫度 及 時 間	98°C 10Mins	98°C 30Mins	40°C 10Mins		
廢 水 量 M ³ / 桶	3.6	3.6	3.6	已包括	

3. 分散性染料 - 生產其他色系

流 程		精練---染色---柔軟---脫水		
原 料	精練劑	分散性染料 分 散 劑 均 染 劑	柔軟劑	
處理溫度 及 時 間	98°C 10Mins	98°C 30Mins	40°C 10Mins	
廢 水 量 M ³ / 桶	3.6	3.6	3.6	已包括

三、染整廢水質量及特性

依本公司會同承攬公司對染整廢水質量及特性調查分析，其結果如下：

1. 廢水排放特性：每一段製程排放一次，排放時間及廢水量如下表：

排 放 時 間	排 放 水 量 (M ³)
Am 9.00-10.00	52.2-55.8
Pm 12.00-13.00	30.6-46.8
Pm 16.00-17.00	18 -25.2

2. 廢水水量

平均日水量 = 105 CMD

最大日水量 = 148 CMD

尖峰時流量 = 340 CMD

3. 廢水水質

水質污染參數 濃度值 廢水種類	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	pH	T (°C)
精練劑廢水	1700~ 2300	530~ 620	8~9	6.9~ 7.2	76~78
酸性染料廢水	3200~ 3210	1500~ 1600	2~7	4.3~ 4.7	75~76
分散性染料廢水	2300~ 2500	310~ 380	3~9	7.3~ 7.4	72~77
固色劑廢水	2300~ 2400	810~ 920	2~3	4.3~ 4.5	72~73
柔軟劑廢水	1980~ 2200	280~ 320	28~32	7.3~ 7.4	71~75
綜合廢水	2400~ 2900	600~ 750	19~23	4.8~ 5.0	71~72

四、模廠試驗(Pilot Plant)

1. 原廢水 Jar-Test :

(1) 目的 - 了解先行化學處理能否有效地降低進流水污染負荷
。

- 觀察膠羽形成情形及污泥量多寡。
- 選擇適當的pH控制點及混凝劑。
- 作為擬定後續處理單元之依據。

(2) 實驗依據：最佳pH控制點及加藥量

- NaOCl : 1500mg/l
- pH : 8.2~8.5。
- PAC : 600mg/l
- Polymer : 4mg/l

(3) 實驗結果

	進流水質	出流水質	平均去除率
BOD (mg/l)	600-750	96-112	84.6%
COD (mg/l)	2400-2900	261-264	90.1%
S.S.(mg/l)	19-23	1-2	88.6%
pH	8.2-8.5	4.2-4.5	-

(4) 結論

a. 於本試驗過程中，承攬工程公司起初發現不管如何控制pH或增加混凝劑及助凝劑之藥量，均無法達到明顯之效果。

由於原廢水係屬還原性，且其發色團之基本型態為鹽基性染料之衍生物（碳亞胺基 $\text{C}=\text{N}-$ ），需利用氧化劑將其氧化，破壞其呈色結構，方能除色並利用化學混凝沉澱去除大部份之污染物質。

b. 於實驗過程中發現經沉降之膠羽量甚大，但經過數分鐘後，發現膠羽上附著了許多氣泡使膠羽上浮，經研判可能是由於 $\text{C}=\text{N}-$ 鍵被氧化成 CO_2 及 N_2 而造成。

c. 加藥量推估

$$\text{NaOCl : } 105 \text{ CMD} \times 1500\text{g/M}^3 \times 10^{-3} \text{ kg/g} = 157.5 \text{ kg/day}$$

$$\text{PAC : } 105 \text{ CMD} \times 600\text{g/M}^3 \times 10^{-3} \text{ kg/g} = 63 \text{ kg/day}$$

$$\text{Polymer : } 105 \text{ CMD} \times 4 \text{ g/M}^3 \times 10^{-3} \text{ kg/g} = 0.42 \text{ kg/day}$$

2. 生物模廠實驗

(1) 目的 - 除化學模廠試驗外，承攬工程公司亦進行生物模廠試驗，以了解先行生物處理之可行性。

- 評估生物處理後之出流水，再行化學處理之總處理效果。

(2) 實驗依據

- 實驗流程

廢水貯槽 → P → 生物處理模型槽 → 出流水貯槽 → Jar Test

(pH調整至6.5~7.5)

• 實驗控制

I 、生物處理模廠

a. 接觸氧化槽 - 容積 0.36M^3 。

b. 接觸介質 - 比表面積 $60\text{M}^2/\text{M}^3$ (未附著生物污泥時) 。

容積 0.15M^3 (填充率42%) 。

c. 廢水流量控制 - 100C.C./min 。

空氣流量控制 - 36L/min 。

其他控制 - $\text{pH}=6.5\sim7.5$ 。

$\text{NH}_4\text{ OH}=45\text{mg/l}$ 。

$\text{H}_3\text{ PO}_4=10\text{mg/l}$ 。

溫度 = $25\sim28^\circ\text{C}$ 。

II 、Jar Test：最佳控制點

$\text{PAC}=250\text{mg/l}$ 。

$\text{Polymer}=2\text{mg/l}$ 。

(3) 實驗結果

	原廢水		生物模廠		Jar Test	
	進流水質	出流水質	平均去除率	出流水質	平均去除率	
BOD (mg/l)	600~750	48~90	78.8%	14~25	71.7%	
COD (mg/l)	2400~2900	840~1110	63.4%	75~115	90.2%	
S.S.(mg/l)	19~23	10~12	47.6%	1~2	86.4%	

(4) 結論

- a. 由生物模廠之結果顯示，本類染整廢水中並無抑制生物處理系統中生物生長之有害物質。
- b. 利用生物處理中曝氣氧化作用，達到改變呈色結構之目的，不但不需加入氧化劑，且經氧化而成之 CO_2 及 N_2 氣體，亦經曝氣作用而散逸，於Jar Test過程中亦不再發生膠羽上浮之現象。

c.由化學及生物模廠實驗評估，先行化學處理，不僅加藥量非常可觀，同時必須前後控制pH，方能適合後續生物處理，將徒增操作控制上及藥品費之負擔。故本公司同意承攬工程公司之建議將生物處理單元置於化學處理單元之前。

五、設計依據及處理原則

經承攬工程公司與本公司會商後，確定設計依據及處理原則如下：

1. 設計依據

(1) 處理廠運轉時間：24小時自動連續運轉。

(2) 設計綜合廢水水量：考慮因應最大日水量負荷，及未來擴廠及增加產量之可能，其設計廢水水量如下：

平均日水量 = 150 CMD

最大日水量 = 225 CMD

尖峰時流量 = 375 CMD

(3) 設計綜合廢水水質：考慮因應最大污染負荷，其設計綜合廢水水質如下：

酸鹼值 (pH) : 5.0~12.0

懸浮固體物 (S.S) : 250 mg/l

化學需氧量 (COD) : 3000 mg/l

生化需氧量 (BOD₅) : 900 mg/l

透視度 : 0 cm

(4) 處理後預期放流水質：

酸鹼值 (pH) : 6.0~9.0

懸浮固體物 (S.S) : 50 mg/l

化學需氧量 (COD) : 200 mg/l

生化需氧量 (BOD₅) : 50 mg/l

透視度 : 15 cm

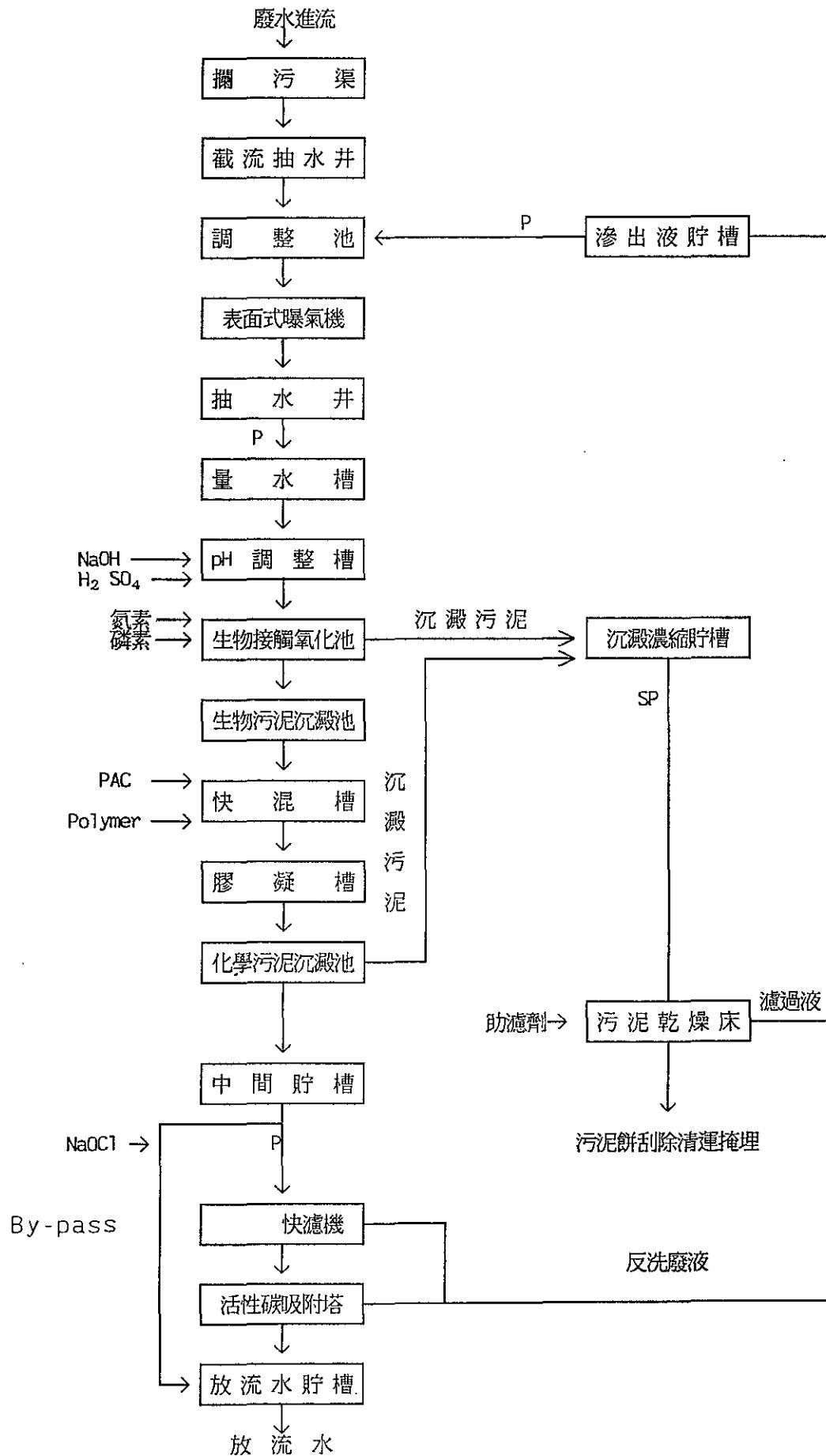
2. 處理原則

(1) 因製作流程屬回分式操作，排放廢水質量因排放時間及使用染

料種類之不同而有極大變化，故須先行調整以均勻水質與水量，緩和突增負荷對後續處理單元之衝擊。

- (2) 因排放之廢水中並無影響生物處理單元生物成長之有害物質，同時考慮操作控制成本及加藥量上之負擔，宜先行生物處理去除大部份之有機性污染負荷後，再以化學混凝沉澱去除無機性污染物質及色度，增加化學處理效率。
- (3) 惟因原廢水溫度達65°C～80°C，且pH隨排放時間及使用染料的不同而變化，故生物處理前宜將溫度降至25°C～30°C，且控制pH於6.0～8.0之間，避免影響生物生長。
- (4) 如模廠實驗所述，還原性廢水利用生物曝氣氧化作用後，再行化學處理可減少加藥量、操作成本。
- (5) 為確保放流水質，同時因應未來日益嚴格之環保要求，放流前宜考慮經過高級處理。
- (6) 考慮因應水質、水量變化及彈性操作，全廠大部份以自動化為原則，以減少操作維護費。
- (7) 考慮操作人員素質，設計以簡易操作為原則。

六、處理流程



七、各處理單元功能及特色說明

1. 廢水處理方式

(1) 前處理方式

- a. 粗柵 - 去除進流中所挾帶之大型固體物質，避免對機械設備造成影響。
- b. 調整 - 均勻水質、水量、緩和突增負荷對後續處理單元之衝擊。
- c. 冷卻 - 利用延長調整池之停留時間及表面曝氣方式降低溫度，以利生物處理單元。
- d. pH調整 - 調整pH以適合生物生長。

(2) 生物處理方式

生物處理採生物接觸氧化法，利用生長於濾材介質之生物膜接觸吸附廢水中之有機物，行好氧性分解，去除大部份BOD。接觸氧化法之特性有

- a. 不需要迴流污泥。
- b. 無發生污泥膨化的問題。
- c. 污泥產生量少。
- d. 對有機物負荷的變化具有緩衝能力。
- e. 無污水蠅及臭氣等問題發生。
- f. 操作管理容易。
- g. 減少用地面積及土木費用。

立體網狀PP濾材介質之特色

- a. 生物著床效果良好。
- b. 材料具機械強度，於水中每 m^3 濾材附著300kg之生物質量時，壓縮比小於1%。不變質、不彎曲、不易破壞及磨損，可耐久使用。
- c. 中空間隔均勻($50 \times 50m/m$)，槽內水流可順暢流動。
- d. 與水之比重相近(0.93)，對於槽底不致增加載重。

f. 孔隙率大 (80~90%)，即使填充率高仍不影響廢水之停留時間。

g. 比表面積隨生物膜之生成而增加。

(3) 化學處理方式

化學處理採化學混凝沉澱法。污泥沉澱部份均採傾斜管沉降設備，本法特性有

- a. 加速沉澱。
- b. 降低加藥量。
- c. 減少土地面積。

(4) 高級處理方式

本處理廠經上述各處理單元後，可依處理水質之良否，選擇是否需再經高級處理單元。高級處理採下列方式：

- (a) 快濾 - 去除出流水之懸浮固體物質，避免阻塞活性碳。
- (b) 活性碳吸附 - 去除部份 COD 及色度，淨化最終出流水質。

2. 污泥處置方式

由於係採用生物接觸氧化法及傾斜管沉澱方式，生物及化學污泥量較少，且本公司污水處理場旁尚有空地，故污泥處置方式如下：

- (1) 污泥濃縮 - 減少污泥體積。
- (2) 污泥曬乾床 - 污泥經濾水曝曬乾燥後，形成污泥餅再運棄處置。
◦ 濾過液流回調整池再行處理。

八、處理效果

月份	水質參數	調整池進流水質	生物處理出流水質	化學處理出流水質
2月	pH	6.65	6.95	6.64
	BOD ₅ (mg/l)	850	127	28
	COD (mg/l)	2670	610	85
	S.S. (mg/l)	45	20	11
	透視度(cm)	0	6	>30
3月	pH	6.4	6.73	6.45
	BOD ₅ (mg/l)	825	120	25
	COD (mg/l)	2495	494	82
	S.S. (mg/l)	42	16	4
	透視度(cm)	0	8	>30
4月	pH	6.71	7.14	6.81
	BOD ₅ (mg/l)	815	106	22
	COD (mg/l)	2620	482	68
	S.S. (mg/l)	66	14	4
	透視度(cm)	0	6	>30
5月	pH	6.58	6.92	6.64
	BOD ₅ (mg/l)	651	85	18
	COD (mg/l)	2153	265	50
	S.S. (mg/l)	45	12	3
	透視度(cm)	0	10	>30
6月	pH	6.83	6.99	6.73
	BOD ₅ (mg/l)	819	106	21
	COD (mg/l)	2465	310	63
	S.S. (mg/l)	61	14	8
	透視度(cm)	0	8	>30
7月	pH	6.57	7.06	6.65
	BOD ₅ (mg/l)	714	85	24
	COD (mg/l)	2242	275	75
	S.S. (mg/l)	62	15	7
	透視度(cm)	0	7	>30

- 說明：1.本表係依本廢水處理廠於79年2月至7月實際操作中由承攬工程公司會同本公司作不定期採樣水質之平均數值。
- 2.由於出流水質遠低於現行排放標準，故原設之高級處理單元，本公司同意承攬工程公司之建議，僅做為備用。
- 3.由上表可得各類水質參數之總去除率COD達96%以上； BOD_5 達96%以上；S.S 達93%以上。

九、操作管理問題與對策

由於本廢水處理廠除具有合理完整之流程外，於設計時即考慮操作人員的專業性及素質，乃於設備控制上採簡易設計為原則，同時考慮操作人員之方便操作及安全，故俟試俾完成，乃要求承攬公司派員為本公司作一系列之訓練課程，運轉至今，一切尚稱順利。另本公司亦設有專責操作人員，負責巡視各部運作狀況，確實記錄並不定期監測放流水質。並由廠務經理親自督導，以確保正常操作。

本廢水處理廠污泥處置係採用污泥曬乾床，由於生物處理採用生物接觸氧化法，污泥量較少，污泥經貯存濃縮後，抽汲至污泥曬乾床，且污泥曬乾床面積達 $120M^2$ ，分成四區，交替使用，除於連續雨季尚有曬乾不足之現象外，其他日子之污泥即成污泥餅，刮除及運棄尚稱方便。

另本廢水處理廠所採用之設備均有備用品，故於維修及保養時，仍能確保正常運轉。

十、結語

本廢水處理廠操作運轉至今尚稱良好，各處理單元亦能符合承攬工程公司設計時所預期之效果，主要由於承攬工程公司確實做規劃時詳細的調查、分析、正確地掌握廢水質量的特性，並於模廠實驗及可行性評估中，再掌握了合理的處理原則及方針；本公司亦確實監督施工並要求專責人員確實操作管理等。

「經濟、有效」是本公司要求承攬工程公司遵循的原則。除經濟

性之要求外，同時也要考慮將來的因應性及成效性，方不致於使投資於本設備之心血財力白費了。

十一、參考文獻

- (1) 工業化學概論，楊思廉主編。五洲出版社。
- (2) Development of Design and Operational Criteria for waste-water Treatment. Carl E. Adams, Jr., Davis L. Ford, W. Wesley Eckenfelder, Jr.
- (3) 工業污染防治手冊之二－染整工廠廢水污染防治。
- (4) 工業污染防治手冊之十二－工業廢水接觸氧化處理。
- (5) 工業污染防治手冊之七－工業廢水活性碳處理。
- (6) Wastewater Treatment Plant Design, WPCF.