



液晶面板製造業 廢棄物資源化現況評析

► 環境資源中心 高瑛紘、劉蘭萍

► 工業局永續發展組科長 王義基

一、產業現況

光電業為國家科學技術發展之八大重點科技及八項關鍵性技術之一，其中平面顯示器產業更為經濟部「兩兆雙星核心優勢產業」中之影像顯示產業的第一階段發展重點。依據工研院IEK-ITIS針對光電產業營運分析資料顯示，2007年台灣平面顯示器(FPD)產業總產值達新台幣1兆7,501億元，比2006年成長了37.6%。其中產值貢獻主要來自液晶面板(TFT-LCD)產業，其產值約新台幣1兆2,142億元，約占整體比重69.3%。TFT-LCD面板可分為大型面板(10吋以上)及中小型面板(10吋以下)，主要應用包含資訊、視訊及手持式資訊用產品(Information Appliance, IA)等三大市場。由於數位化環境推動已成全球性資訊及視聽產業發展之主要趨勢，筆記型電腦、液晶電腦螢幕及液晶電視之市場需求將隨大型TFT-LCD面板量產化，於未來幾年內達到高峰。依據工研院IEK-ITIS計畫彙整資料，2007年全球大

型TFT-LCD整體需求量約3億5千萬片，較2006年成長29%，預估2008年全年需求片數可達4億1千萬片。

全球主要大型TFT-LCD生產國分別為日本、台灣及韓國，其製成產品需求量以監視器48.4%為最大宗、其次為筆記型電腦螢幕約占29.2%。國內現有TFT-LCD製造廠20廠分屬中華映管股份有限公司、元太科技工業股份有限公司、友達光電股份有限公司、奇美電子股份有限公司、統寶光電股份有限公司、群創光電股份有限公司及瀚宇彩晶股份有限公司等7家公司。

二、TFT-LCD製程與廢棄物產出概述

TFT-LCD製造主要包括薄膜電晶體(Array)、液晶灌注面板(Cell)及模組化(Module)等3個製程。薄膜電晶體為TFT-LCD之主要核心技術，其原理係在玻璃基板利用導體塗佈、微影照相及曝光顯像等技術，製成電極基板，做為傳遞訊號、電壓控



制之元件。液晶灌注面板製成為玻璃基板上貼附彩色濾光片成為CF基板後，對電極基板及CF基板進行配向處理。配向處理完成後，再進行基板組立作業並將液晶注入兩基板間，其後再進行面板封裝製程。而模組化是對封裝完成後之LCD面板進行處理，其面板經異方性導電膜貼附、TAB-IC壓著、跳接線焊接及背光模組組立工程後，進行模組檢查及品檢測試後，即為成品。由於TFT-LCD產業產品更新迅速，製程技術變化快速，再加上生產過程中使用多樣且特殊的原物料及化學品，使得產製過程產生的廢棄物種類及特性亦隨之變化，其各主要製程使用物料及廢棄物產出情形彙整如表1所示。

依據經濟部工業局工業廢棄物清除處理與資源化輔導計畫調查，我國TFT-LCD製造業於96年度廢棄物總產生量為140,280公

噸，再利用率為97,645公噸，再利用率約為69%。其所產生之廢棄物主要分為廢液廢溶劑(以下簡稱廢液類)、污泥、廢玻璃及其他等4類事業廢棄物，其種類及產生比例彙整分析如圖1，其中TFT-LCD製造業所產生之事業廢棄物以廢液類及污泥2類即占事業廢棄物總產生量73%。廢液類主要包括廢丙酮、廢異丙醇、廢剝離液、廢鋁蝕刻液及混合溶劑等，於96年產出量合計約為64,112公噸，約占TFT-LCD製造業產出事業廢棄物總量之45%。而污泥包括有機性污泥、無機性污泥及污泥混合物等，其中氟化鈣成分依各廠處理程序及廢水成分不同(20%~80%)，產源事業分別以無機性污泥及氟化鈣污泥等進行申報，96年污泥產出量合計約為39,350公噸，約占TFT-LCD製造業產出事業廢棄物總量之28%。

表1 TFT-LCD製程原物料及產出廢棄物種類彙整表

製程	單元	使用原物料	產生廢棄物
薄膜電晶體	光阻塗佈	稀釋液 光阻液 乙酸正丁酯	廢稀釋液 廢光阻液 廢乙酸正丁酯
	光阻塗佈	光阻塗佈	光阻塗佈
	蝕刻	氫氟酸 鉻蝕刻液 鋁蝕刻液	氟化鈣污泥 廢鋁蝕刻液 廢鉻蝕刻液
	剝離	剝離液	廢剝離液
液晶灌注面板	塗佈轉寫	塗佈液 丙酮	廢丙酮
	配向膜剝離	剝離液(NMP)	廢剝離液
	配向工程	異丙醇 純水	廢異丙醇
	治具洗淨	丙酮	廢丙酮
	加壓封止、洗淨	純水	廢丙酮
模組化	實裝貼附	酒精 偏光板溶劑	廢異丙醇

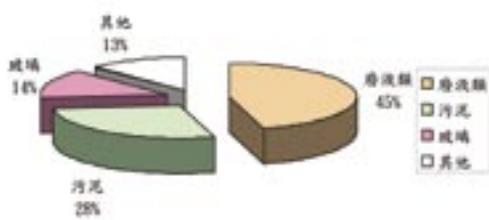


圖1 TFT-LCD製造業96年廢棄物產出種類與比例

TFT-LCD製造業第三大類之事業廢棄物為廢玻璃，包含廢素玻璃及廢液晶玻璃，96年產出量合計約為19,689公噸，約占TFT-LCD製造業產出事業廢棄物總量之14%。其他之事業廢棄物包含生活垃圾、廢塑膠混合物、其他無法歸類之混合五金廢料等30多種事業廢棄物，以生活垃圾及其他非製程產出之廢棄物為主，96年產出量合計約為17,669公噸，約占TFT-LCD製造業產出事業廢棄物總量之13%。

三、再利用現況

TFT-LCD製造業目前已可回收再利用之事業廢棄物主要有含廢液類、污泥及廢玻璃3類，其再利用現況分述如下：

1. 廢液類

廢液類主要以回收為主，其再利用率93%，再利用方式包含蒸餾純化再生溶液、再生化工原料及作為輔助性燃料等3種。在TFT-LCD製程中常使用異丙醇、光阻劑及剝離液等化學藥品，其經清洗程序後產出之高濃度廢液可由再利用機構、處理機構或由供應商以逆向回收方式將收受之廢液以蒸餾純化方式進行回收再利用，純化後之再生液可回原製程使用或做為工業級產品販售。

另一種具有特定成分之廢液-廢鋁蝕刻液，其主要為TFT-LCD鋁蝕刻程序中所產出，由於成分中磷酸濃度仍有60~80%，

可再利用為化學肥料原料或加工為磷酸鹽(磷酸鈉)作為化學材料使用。其他混合性廢液，由於部分仍含有熱值，再利用機構(水泥窯)或其他處理機構在考量其熱值、灰分、酸鹼值及Cl、S、Pb、Cd、Cr、Zn、As、Hg等物質含量下，可將廢液回收作為輔助性燃料使用，以降低其燃料成本。

2. 污泥

污泥來自於TFT-LCD製造業之廢水處理設備所產生，包含有機性污泥、無機性污泥及氟化鈣污泥，其再利用率28%，主要再利用方式有作為水泥生料原料、製磚原料。其餘不可再利用之污泥除少數以固化或焚化方式處理外，大多以掩埋方式進行處理。

TFT-LCD製造業於廢水處理時，以氯化鈣或氫氧化鈣去除廢水中之氫氟酸，故產出之污泥32%為氟化鈣污泥，由於其成分與水泥製程中所使用之礦化劑(氟化鈣)成份相近，且水泥製程對氟化鈣純度要求也不高，故可作為水泥業礦化劑之替代原料，進而降低水泥燒成溫度，並且降低水泥生產成本。然廢水處理在使用氯化鈣作為中和劑之製造業，其產生之氟化鈣污泥，由於污泥中之氯含量，而無法作為水泥之替代原料。

氟化鈣污泥除可再利用為水泥原料外，亦可作為紅磚替代原料使用，其再利用方式係將氟化鈣污泥添加入坯土中，約5~25%比例，經拌合成型後，送入燒成窯製成紅磚成品。

3. 廢玻璃

廢玻璃之再利用率約為91%，主要來自液晶面板製造時產出之邊料、下腳料或是



不良品，包含廢素玻璃及廢液晶玻璃，兩者之成分性質相同。其再利用方式為回收後經研磨可再利用作為玻璃原料、陶瓷原料或是紅磚原料，目前廢素玻璃已全數進行回收再利用；而廢液晶玻璃則需先經前處理消除注入之液晶的部分始得進行再利用。

四、效益分析

事業廢棄物進行資源化再利用，除可降低原料成本亦可減少對環境之衝擊。茲就96年TFT-LCD製造業事業廢棄物再利用情形推估所降低之製造成本效益分析如下：

1. 廢液類

廢液類以純化方式進行再利用，可節省原物料之購買成本。以廢異丙醇為例，委由處理機構進行焚化處理，每公噸廢異丙醇需處理費6,000元，若以純化處理方式，則每公噸可節省2,000元之處理費用，且再利用後之再生異丙醇每公噸可販售30,000元。如廢異丙醇作為輔助燃料，以廢液可替代10%燃煤計算，扣除再利用成本，則單位效益亦可達到每公噸4,206元。以96年TFT-LCD製造業廢液再利用量64,112公噸計算，若以再利用方式處理每年可節省2.7億元。

2. 氟化鈣污泥

污泥以再利用方式進行處理，除可節省原物料成本，亦可節省礦物開採成本。氟化鈣污泥委由處理機構進行焚化或掩埋處理，每公噸污泥需處理費3,000元，若作為水泥替代原料，則每公噸可節省500元之處理費用，而產生之水泥每公噸可販售2,100元，扣除再利用成本後，則污泥再利用單位效益每公噸約1,700元。以96年TFT-LCD製造業氟化鈣污泥產生量12,783

公噸計算，若以再利用方式處理每年可節省2千萬元。

3. 廢玻璃

廢玻璃若委由處理機構進行掩埋處理，每公噸需處理費2,000元，若再利用為製磚原料，則每公噸可節省1,000元，而以再生磚每公噸可販售1,000元，扣除再利用成本及購買原物料成本後，則廢玻璃再利用單位效益每公噸約2,450元。以96年TFT-LCD製造業廢玻璃產生量19,689公噸計算，若以再利用方式處理每年可節省4.8千萬元。

故TFT-LCD製造業於96年所產生之廢液類、氟化鈣污泥及廢玻璃，若全數以資源化方式進行處理，則每年約可節省3.4億元。

五、結論

目前國內TFT-LCD製造業所產生之事業廢棄物以廢液、污泥及廢玻璃為主，此3類廢棄物產生量占總產生量高達87%，其中72%以資源化方式進行再利用。廢溶劑主要以純化方式進行再利用，污泥則以作為水泥替代原料使用為主，廢玻璃以作為玻璃、陶瓷及磚瓦原料為主。依上述分析結果，TFT-LCD製造業所產生之事業廢棄物尚可提升之再利用空間約1.55萬公噸，若將其全數以資源化方式進行處理，則每年可節省3.4億元之處理成本。♻️

參考文獻

1. 經濟部工業局，"工業廢棄物清除處理與資源化輔導計畫"，(2006)
2. 經濟部工業局，"工業廢棄物清除處理與資源化輔導計畫"，(2007)
3. 經濟部工業局，"光電業資源化應用技術手冊－薄膜電晶體液晶顯示器"，PP.1-19，(2003)
4. 經濟部技術處，"2006光電工業年鑑" PP.4-25~4-35，(2006)