

# 台灣地區廢冷陰極燈管回收 再利用現況

Recycling of Waste Cold Cathode Fluorescent Lamp in Taiwan

莊鈺賢<sup>1</sup>、楊奉儒<sup>2</sup>

工研院能環所(EEL/ITRI) <sup>1</sup>副研究員、<sup>2</sup>研究員

冷陰極燈管是一種應用很廣的光源，但因含有汞成分，必須妥善處理。本文介紹國內廠商投入廢冷陰極燈管之回收處理情形，並說明相關處理程序與資源回收之成果。

Cold cathode fluorescent lamps are widely used light sources. However, the mercury components in the lamps should be properly handled before their disposal. This article describes the effort that domestic manufacturers involved in the waste cold cathode fluorescent tube. The recycling processes and resource recovery results are shown in this article.

## 關鍵字/Key Words

冷陰極燈管(cold cathode fluorescent lamp : CCFL)、液晶顯示器(liquid crystal display : LCD)、汞(mercury)

## 一、前言

LCD產業規模隨著政府「兩兆雙星」政策和國際大廠間激烈競爭日益擴大，在這一股潮流當中，其重要的關鍵零組件-背光模組也必須朝著大尺寸化的技術發展。由於LCD不是自發光性的顯示裝置，必須藉助外部光源達到顯示效果，一般LCD幾乎採用背光模組，而背光

模組主要提供液晶面板均勻、高亮度的光線來源，其發光源需具備亮度高及壽命長等特色。目前市場上的發光源有冷陰極螢光管、熱陰極螢光管、發光二極體LED及電激發光片EL等，其中冷陰極燈管具有高效率、壽命長等特性，再加上圓柱狀外形，因此很容易與光反射元件組合成薄板狀照明裝置，故以冷陰極螢光管為主流。

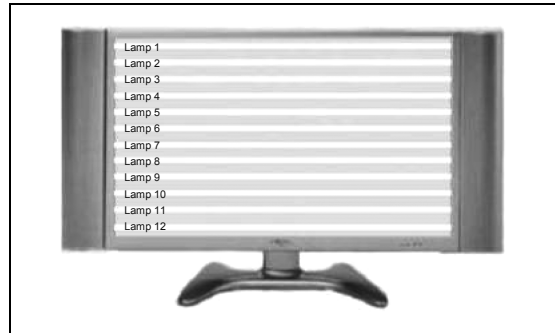
## 二、冷陰極燈管之市場

依據2009年工研院ITIS計畫對我國電子材料產業的調查資料顯示，2008年國內液晶顯示器材料產業產值達新台幣672.99億元，其中產值以冷陰極燈管(cold cathode fluorescent lamp；CCFL)最大。而國內生產冷陰極燈管的廠商包括：威力盟、誠創、台達電子等數家，10吋以上之大尺寸LCD的冷陰極管生產量超過20億支/年。冷陰極燈管屬低壓汞放電燈，具有以下特性：(1)擁有高輝度及分佈均一的特質；(2)色度可調整、範圍廣；(3)產品的平均使用壽命長，在標準電流下可達5萬小時以上；(4)耐點滅特性佳，達10萬次以上；(5)小型量輕，冷陰極燈管直徑1.8~6.5mm；(6)低發熱量；(7)低消耗電力。

冷陰極燈管主要應用於：(1)背光源系列，如：液晶顯示器、平面顯示器、數位電視、廣告超薄燈箱、掃描器、筆記型電腦、車載電視、攜帶型DVD、多種殺菌消毒器、PDA等背光產品；(2)照明光源系列，如：室內照明、工程照明、不閃爍護眼檯燈、汽車用燈、光箱、廣告招牌、工藝照明及其它節能照明等；(3)特殊光源系列，如：逃生指示燈、應急燈，機械設備照明及儀表照明等。圖一為冷陰極燈管應用作為液晶電視之背光模組光源示意圖。

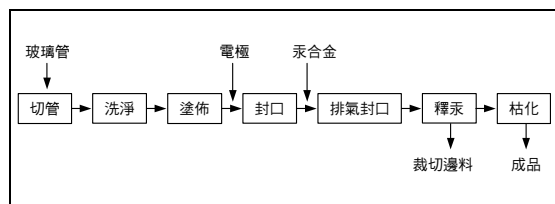
## 三、冷陰極管之製造

冷陰極管的結構係在其玻璃管內壁塗上一層螢光體，並在玻璃管內封入微量汞及惰性氣體，燈管兩端分別有電極。冷陰極管的製造概要流程如圖二所示，製程程序包括：玻璃管清



來源：www.elecfans.com

▲圖一 作為背光源之冷陰極燈管



▲圖二 冷陰極管製造流程

洗、螢光粉塗佈、烤培、電極置入、封口、汞合金置入、排氣封口(灌入惰性氣體)、高壓釋汞及枯化等。

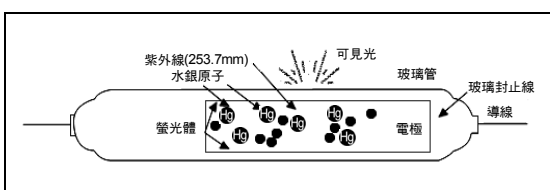
冷陰極燈管發光原理為當高壓電由電極端輸入後，管內少數電子分子高速撞擊電極，此時產生二次電子發射，開始放電時，電子與汞原子發生碰撞，汞原子受激發，輻射出253.7nm之紫外光，紫外光激發塗佈於管壁上之螢光粉，而產生相對色溫之可見光(可見光之顏色則依據所選用之螢光粉材質而定)。如圖三所示，因冷陰極燈管不使用燈絲，無燈絲燒斷問題，故有非常可靠的使用壽命。

## 四、國內回收處理概況

由於冷陰極管是以汞作為光源激發氣體，製造過程會使用汞合金，此種合金在室溫下相

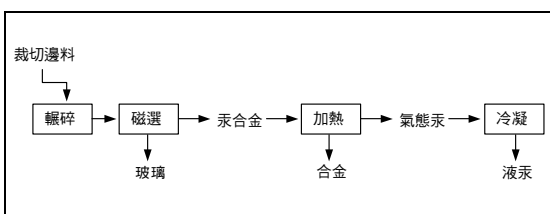
當穩定，但在高溫狀態下(例如>700℃)會快速釋出汞蒸汽。冷陰極燈管製作過程所需的汞成份，即利用該汞合金之特性，使其在高溫下釋出，並封於玻璃管內。由於冷陰極燈管之發光係採用汞為原料，因此製程中所產生的邊料、不良品及廢棄後的冷陰極管存在環保問題，其回收處理已受到重視。目前國內投入冷陰極管回收的廠商包括遠見科技等，遠見科技在楊梅地區建立一座月處理量可達8噸的專業廢冷陰極管裁切邊料再利用廠，擁有磁力分選、高溫低壓分離與汞冷凝收集裝置等單元設備。

考量冷陰極燈管裁切邊料主要含玻璃及汞

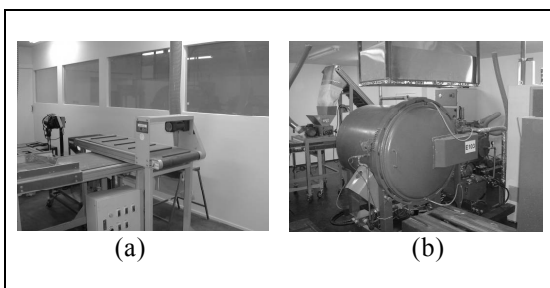


來源：JT Lighting Co.網站

▲圖三 冷陰極管發光示意圖



▲圖四 廢冷陰極燈管裁切邊料再利用流程



▲圖五 回收再利用主要設備(a)分選設備；(b)高溫爐

合金成分，為回收其中的可再利用物質，該廠所採用之技術原理，乃先將冷陰極燈管之裁切邊料以機械輾碎，接著以磁力選別方式進行玻璃與含汞金屬之分離，再將分離後的含汞金屬進一步除汞，除汞則採取高溫低壓的方式，將汞合金中的汞氣化成氣態汞，其後再以冷凝方式收集汞。該廠回收再利用製程流程如圖四所示，主要設備則如圖五所示。

遠見科技之回收再利用廠針對廢冷陰極燈管之裁切邊料進行再利用，其回收產品有：玻璃—固體，碎片狀；金屬—固體，細短條狀；汞—液體。依TCLP檢測回收產品，發現其中玻璃、金屬皆屬於無害性產品，而回收汞純度則達99.99%。回收產品之用途如下。

## (一)玻璃

作為玻璃原料或骨材再利用，使用於玻璃製造，或道路、磚、下水管等之骨材。

## (二)金屬

可由回收體系予以回收再利用，用於金屬熔煉、鑄造原料添加等。

## (三)汞

汞之許可用途有(1)研究、試驗、教育；(2)冶金(製程之萃取劑)、工業用催化劑、鏡片塗料之製造；(3)汞齊及其化合物、合金之製造；(4)日光燈、螢光燈之製造；(5)電器及汞開關之製造；(6)壓力計、液體比重計之製造；(7)實驗試劑之製造。

## 五、結論

目前顯示器之背光源已逐漸開始由冷陰極

燈管朝向發光二極體發展，雖然發光二極體的色調控制性備受肯定，不過元件價格、系統散熱、驅動電路、光學設計等技術，距離市場要求的低價、高性能還有一段距離。由於液晶電視勢必追求更高附加價值的光源，在此前提下，以冷陰極燈管為光源的平面顯示器仍是主流。近年來冷陰極燈管的生產規模與市場需求亦不斷擴大，近90%的冷陰極燈管幾乎都應用在大型液晶電視用途。

預估未來，除製造過程所產生的冷陰極燈管廢料外，加上陸續消費後所產生之報廢顯示器，後續在台灣地區待處理之冷陰極燈管數量仍極為可觀，因此持續投入冷陰極燈管的回收處理仍有其必要性。

## 誌謝

感謝遠見科技環保有限公司提供設備相片

## 參考文獻

1. 「冷陰極燈管發光原理」，[http://www.lighting-saving.com/modules/tinyd0/rewrite/tc\\_3.html](http://www.lighting-saving.com/modules/tinyd0/rewrite/tc_3.html)。
2. 「2009年第一季我國電子材料產業回顧與展望」，<http://www.itis.org.tw/rptDetailFreeEPaper.screen?rptidno=740415835>。
3. 康寧，「大型液晶電視需求不斷增加 冷陰極燈管技術更上層樓」，新電子，2008年3月。
4. 「光電顯示器背光模組設計製程與量測技術研發」，<http://www.elecfans.com/soft/31/2009/2009030617922.html>。
5. 張聖梓，「台灣LCD產業關鍵零組件之研究：以冷陰極燈管為例」，碩士論文，國立清華大學工業工程與工程管理學系，95年6月。