



# 逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

CCFL 發光效率量測方法之研究

作者：羅文聰

系級：資訊電機工程碩士在職專班一年級

學號：M9409207

開課老師：陳德請 老師

課程名稱：光電子學

開課系所：電機系

開課學年：九十四學年度 第一學期



## 摘要

冷陰極燈管目前廣泛應用於 LCD 背光模組的發光源，通常是藉量測來了解燈管的輝度、均一性變化、與規格的差異變化程度，可提供做為研發設計時認證或採購比較適合產品效率之燈管材料之參考依據。

燈管量測方式通常使用光學量測儀做定點量測者較多，其量測結果雖比較精準，而必須針對角度來做對準位置，本文嘗試利用加上偏光片來量測，其優點為省略繁瑣的校準位置程序，操作方便縮短時間，容易收集數據、量測數據變動率較一般量測變動率小、精密度也較高。加上以數據統計分析方式使整體製程良率提升並予以改善。

量測數據中了解發光效率、量測距離與輝度三者之間的關係式，進而對於製程所發生的不良情形，藉由品管柏拉圖統計分析手法將不良原因找出並予以對策執行，來有效降低製程不良率，減少成本損失。



### 關鍵字

CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)：冷陰極燈管

CCD (Computer Control Display)：電腦控制顯示器

## 目錄

摘要 .....	1
目錄 .....	2
第一章 緒論 .....	3
1.1 簡介 .....	3
1.2 動機 .....	3
1.3 未來研究方向 .....	3
第二章 CCFL 驅動與原理 .....	4
2.1 CCFL 構造組成 .....	4
2.2 CCFL 驅動原理 .....	4
第三章 CCFL 製程簡介 .....	5
3.1 CCFL 製造流程 .....	5
3.2 CCFL 製程各站簡述 .....	5
第四章 量測系統架構&輝度計原理說明 .....	6
4.1 量測系統架構說明 .....	6
4.2 輝度計原理說明 .....	7
4.3 量測步驟說明 .....	8
第五章 實驗條件與結果 .....	8
5.1 實驗條件 .....	8
5.2 實驗結果 .....	8
第六章 製程品質不良統計分析 .....	12
6.1 統計分析步驟說明 .....	12
6.2 柏拉圖統計分析結果 .....	13
6.3 統計分析結果說明 .....	14
第七章 結論與展望 .....	14
7.1 結論 .....	14
7.2 未來展望 .....	14
參考文獻 .....	15

# 第一章 緒論

## 1.1 簡介

因為液晶本身不發光，為了讓使用者能清楚看到LCD上所顯示的內容，故須在LCD背面加上一個可投射出光源的背光模組，係提供LCD面板之光源，使光線透過LCD後，將資訊傳遞到使用者的眼中。

目前CCFL為背光模組(Backlight Module)之重要發光來源，亦為其關鍵零組件之一。

## 1.2 動機

在品質管制過程中，品管人員容易只靠儀器的量測讀值直接與規格做比對判定品質優劣，而未將數據做整理後統計分析，往往遇到超出規格只能擋貨處理而無法有效預防對策，失去品質管制的意義。製程管理人員常重視產能數量變化而忽略了製程中許多潛在且不易被發現的問題缺失，未重視了解製程不良原因而予以預防控制，其捨本逐末的結果，導致客戶抱怨、退貨重工等成本重大損失、利潤降低等情形。本文希冀藉量測數據予以整理做統計分析，了解製程問題，以利對策防止，減少損失。

在此僅以將本身在背光模組的品保經驗在CCFL光學量測方式與過程所遇問題配合品管手法與SPC技術來提高改善光學效率、降低不良成本為目的所做的心得分享。

此研究為藉CCFL光學量測與過程中來了解燈管供應商的燈管一些重要比較參考數據給研發及採購人員做為選購燈管材料方向依據、驗證燈管品質、提早發現燈管問題、預防大量不良、以降低成本損失為目的所做的心得分享。

## 1.3 未來研究方向

燈管優劣關係到製程中螢光粉塗佈配方、燈極製程、惰性氣體充氣混合比例等等皆為影響燈管優劣之重要因數，因以上重要因數皆為企業之know how，所以此研究數據不考慮以上因數，只能以比較數據來做為參考。

未來背光模組的整體效率還是取決於燈管，所以研究燈管量測基本特性方面，有助於研發人員的參考方向。

## 第二章 CCFL 構造與驅動原理

### 2.1 CCFL 構造組成

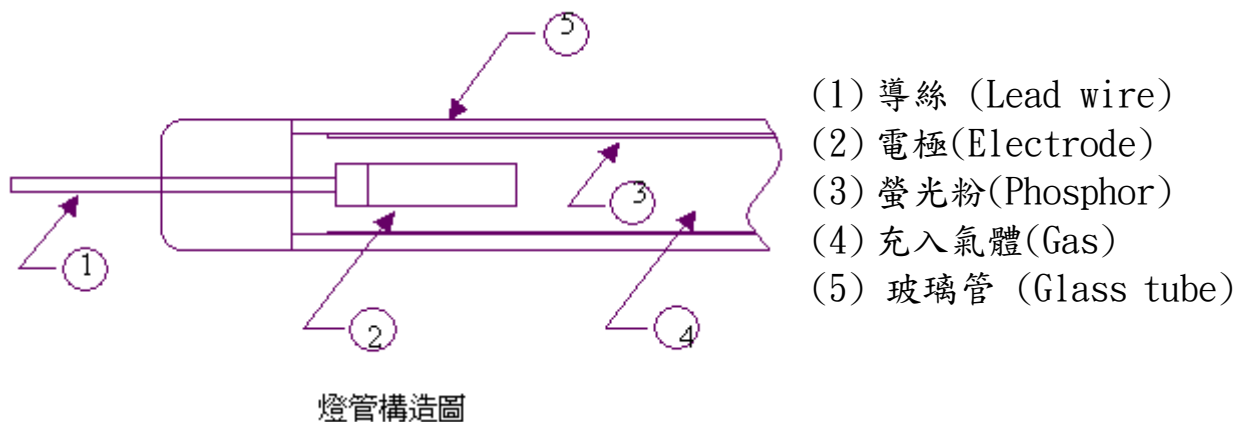


圖 2-1 燈管組成說明

### 2.2 CCFL 驅動原理

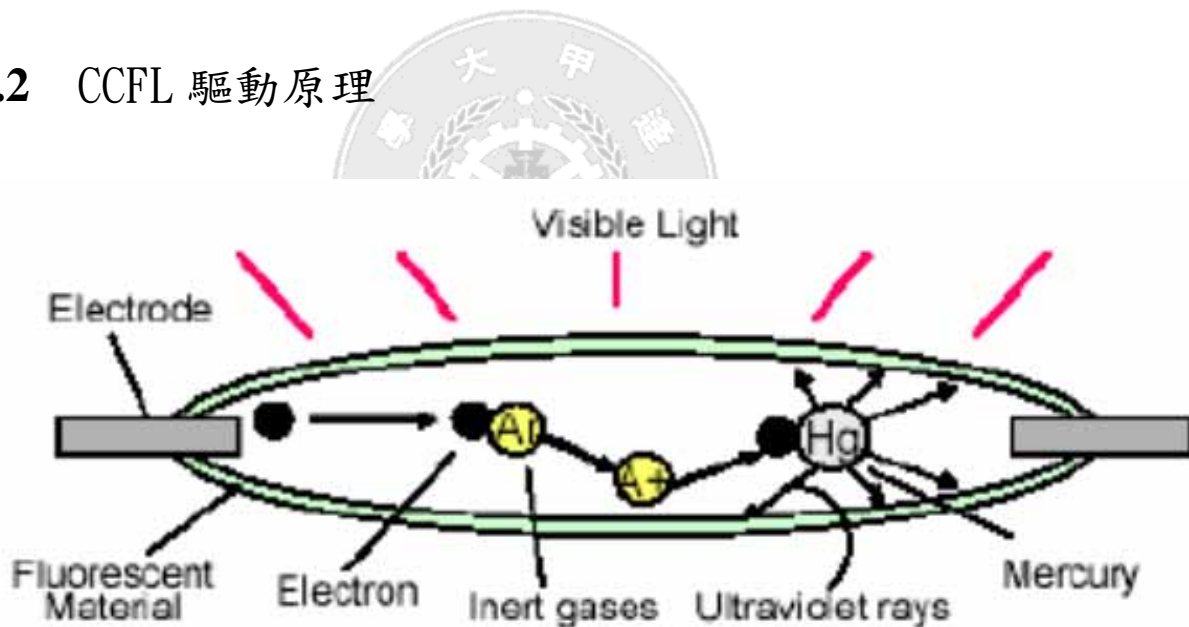


圖 2-2 CCFL 驅動原理

當施加高電壓給予燈管時，燈管電極會放射出電子，由電極衝出的電子受電場的影響而激烈運動，而獲得足夠的動能。

當這些擁有相當能量的高速電子與管內的水銀碰撞時，在此狀態下的水銀分子會瞬間釋出所增得的能量，從不安定的狀態急速返回原來的安定狀態。

此時放出的能量即以紫外線放射出，(以波長253.7nm最為強烈)，此紫外線激發內管壁的螢光體，螢光體中的電子蓄存能量後瞬間又將其釋出，同時放出較長的可視光。

簡言之藉螢光體的作用將可視範圍以外的紫外線轉換為可視光。

### 第三章 CCFL 製程簡介

#### 3.1 CCFL 製造流程

以下為CCFL的製程簡述，惟其製程參數無法在此做詳盡說明：

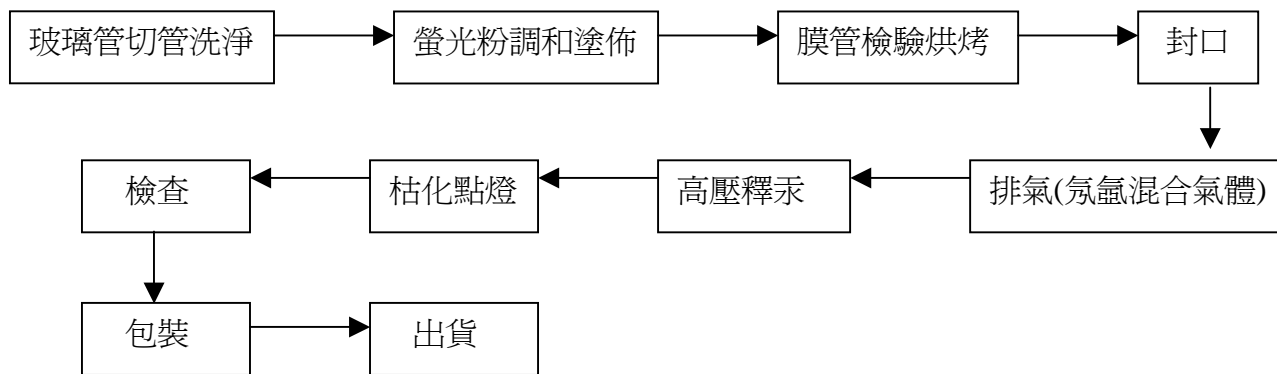


圖3-1 CCFL的製造流程簡圖

#### 3.2 CCFL製程各站簡述

##### 玻璃管切管洗淨：

玻璃管購入後，在製作之前必須先裁切成客戶規格之長度，並將裁切造成的粉屑清洗乾淨，避免雜質異物留在玻璃管裡。

##### 螢光粉調和塗佈：

為在玻璃管壁上製作一層螢光層，將螢光粉攪拌均勻後，灌漿機器將螢光粉吸入到玻璃管到一定高度後，就會將多餘的螢光粉排掉，使螢光粉均勻塗佈於玻璃管壁上，形成一層螢光薄膜的玻璃管。

##### 膜管檢驗烘烤：

將形成螢光薄膜的玻璃管做外觀檢驗是否有刮裂損傷等情形，再通入一般氣體看是否有漏氣現象，將無異常現象之膜管做烘烤動作，目的是要去除玻璃管中殘留水氣。

##### 封口：

將GETTER(真空管內殘餘氣體的吸收劑)、LEAD WIRE(導絲)、BEAD(串珠)用特殊加熱方式讓玻璃管稍為內凹讓BEAD(串珠)固定住，再將其封口固定住。

##### 排氣(氬氫混合氣體)：

先用氮氣purge 管壁抽真空，再通入氬氫混合氣體。

**高壓釋汞：**

將固態汞、液態汞以高週波加熱，利用汞會往熱的地方跑的特性，將汞激化進入玻璃管中。

**枯化點燈：**

藉點燈將一些塗佈不均的半成品，在點燈時會呈現不穩定的現象，而提早顯現予以剔除。

**檢查：**

再做其他電氣特性檢查與外觀檢查。

**包裝：**

因為產品為易碎品，因而在包裝必須做定容、定量的方式做好防護措施。

**出貨：**

在出貨前予以出貨批抽驗做最後把關，如無問題再出貨。

## 第四章 量測系統架構&輝度計原理說明

### 4.1 量測系統架構說明

茲將燈管固定點燈以輝度計調整視角置於固定的測定距離的高度，將直接量測結果記錄於表格中，以下是測量方式示意圖：

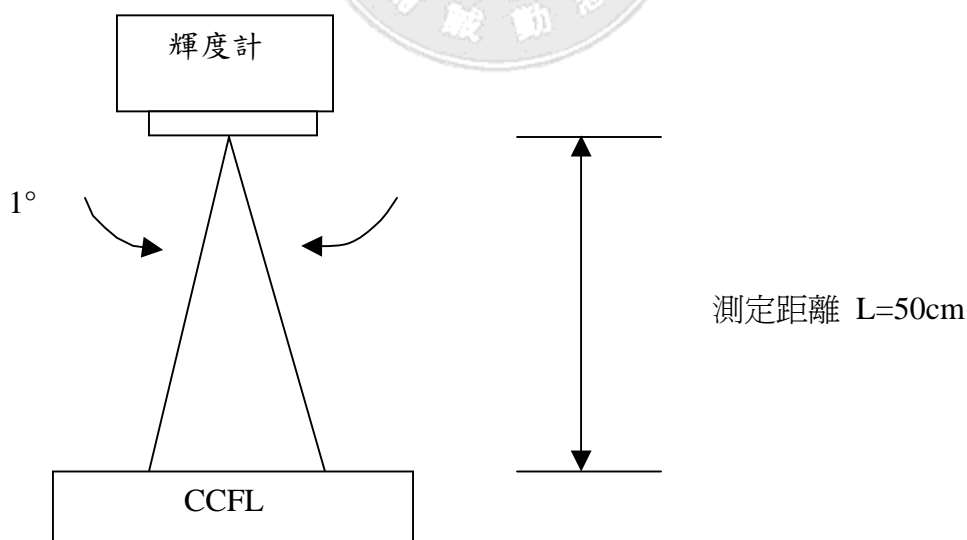
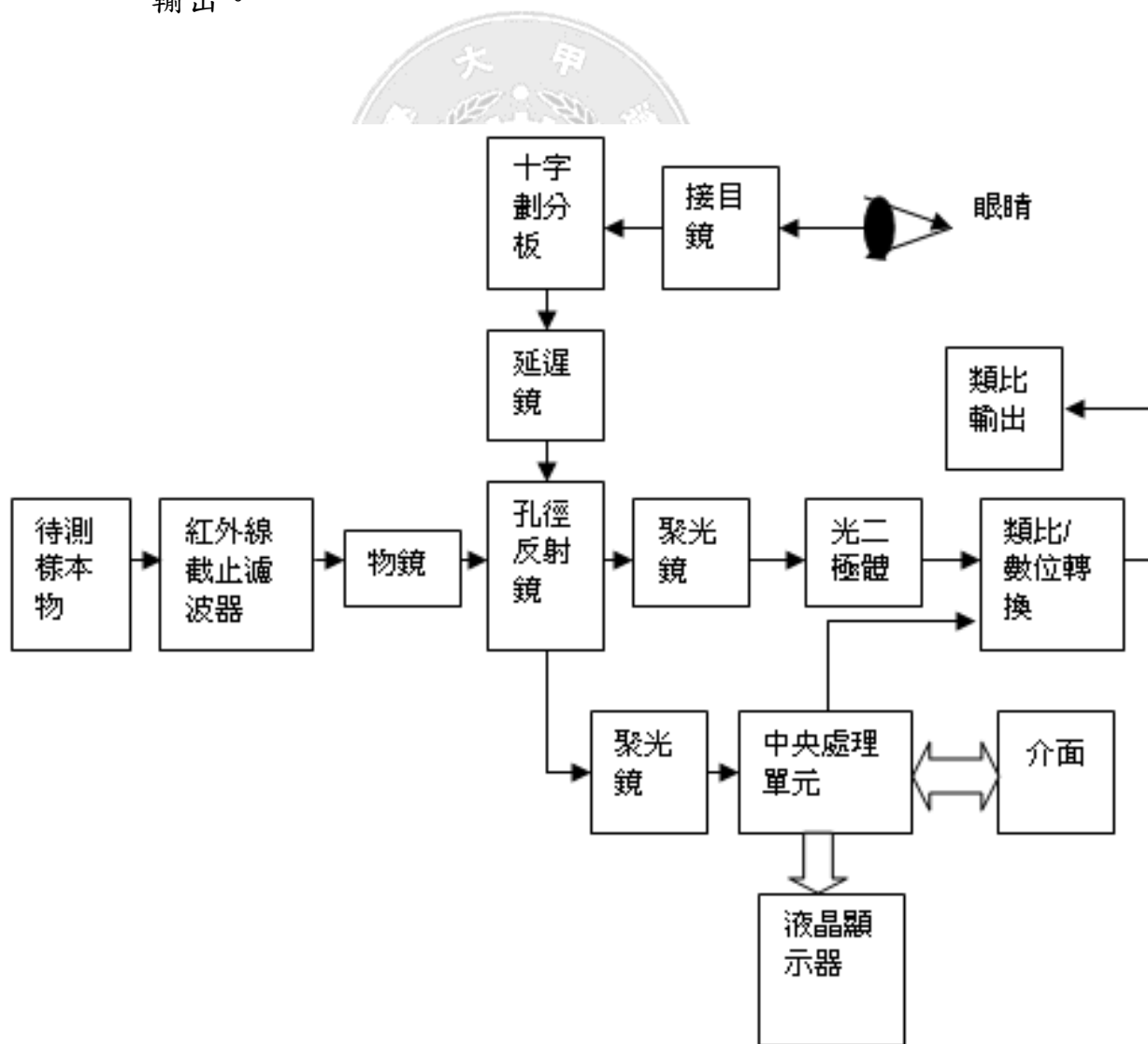


圖4-1 測量方式示意圖

## 4.2 輝度計原理說明

樣本待測物發出之強烈光線，透過紅外線截止濾波器將紅外線過波掉，經物鏡折射，入射到鏡頭孔徑中，來控制入光量大小，再來分三條路徑：

- 經延遲鏡的折射傳導到接目鏡再到量測者眼睛，量測者再經由眼睛觀察，經接目鏡，再藉由十字劃分板來做調整並對準待測物之量測點。
- 經聚光鏡將光線集中，經光二極體做檢測，與類比/數位轉換單元信號混合至類比輸出。
- 經聚光鏡將光線集中，將光信號傳至中央處理單元，一方面將光信號轉換成電的信號輸出至液晶顯示器，或可以經由介面轉接其他輸出裝置，另一方面將處理好的數位信號，經由類比/數位轉換單元信號與光二極體信號混合至類比輸出。





### 4.3 量測步驟說明

- a. 將待測CCFL燈管以雙面膠帶固定好於地面上。
- b. 以捲尺在牆上標示與地面距離分別為L=50cm，80cm，100cm。
- c. 量測者以眼睛觀察待測燈管中心最亮點做為量測點。
- d. 直接讀輝度計上量測值並予以記錄於表格中。
- e. 加上2片偏光片(水平、垂直各1pcs)，再重複a~d步驟。

## 第五章 實驗條件與結果

### 5.1 實驗條件

- 5.1.1 環境條件：溫度：25±5°C，濕度：60±15%RH，
- 5.1.2 預熱條件：光學輝度計預熱時間=20min，  
燈管預熱時間=40min
- 5.1.3 光學輝度計特徵：顯示待測燈管發光程度，單位cd/m<sup>2</sup>
- 5.1.4 設備及材料：光學輝度計×乙部  
inverter×1pcs  
電源整流器DC OUTPUT 12V×1PCS  
取樣燈管×30pcs  
偏光片：水平0°×1pcs  
垂直90°×1pcs

量測方式	直接量測、加偏光片量測
量測距離	待測物與輝度計鏡頭距離 50cm、80cm、100cm
反應時間	Fast：0.5 秒 Slow：2 秒
供應電源	DC OUTPUT 12V±10%
輝度精度	±5%
使用溫溼度	0~45°C、80%RH 以下
量測模式	ABS、%(可切換)

表5.1 輝度計規格

### 5.2 實驗結果

我們取樣30支燈管，分別以50cm，80cm，100cm，三種高度做為量測距離，再以輝度計量測其燈管中心點之輝度，取其平均值，來做為參考依據。

## 5.2.1 直接量測結果

單燈管量測值

樣本數	物與鏡頭距離		
	50cm	80cm	100cm
1	1353	1257	1016
2	1417	1289	1054
3	1387	1304	1032
4	1341	1226	1067
5	1398	1245	1073
6	1345	1287	1047
7	1401	1273	1053
8	1415	1301	1044
9	1378	1266	1031
10	1342	1249	1076
11	1388	1244	1037
12	1397	1272	1046
13	1375	1267	1051
14	1401	1243	1025
15	1413	1238	1018
16	1372	1271	1054
17	1367	1245	1066
18	1392	1260	1052
19	1351	1257	1049
20	1375	1221	1033
21	1369	1234	1010
22	1403	1243	1034
23	1374	1265	1017
24	1382	1249	1029
25	1376	1233	1034
26	1396	1264	1054
27	1372	1257	1068
28	1368	1249	1040
29	1374	1257	1064
30	1346	1264	1038
AVERAGE	1378.93	1257.67	1043.73

表5.2 單燈管直接量測結果

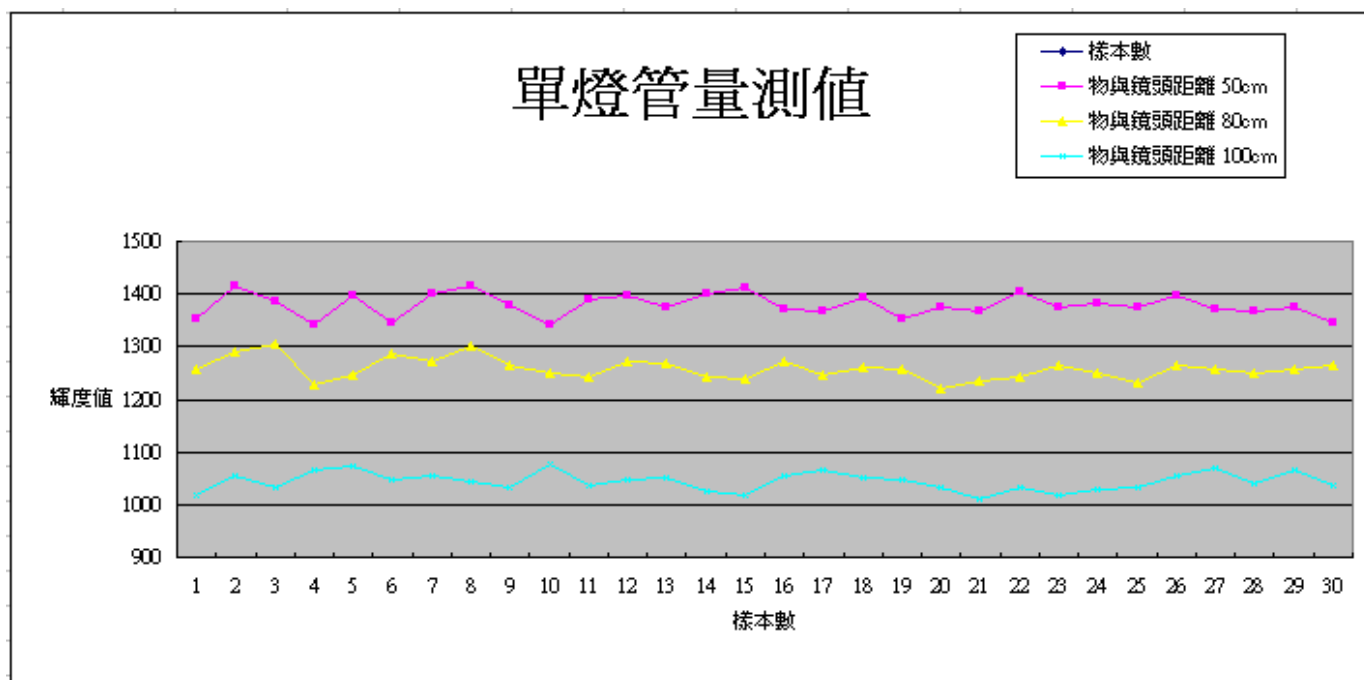


圖5.1 單燈管直接量測分佈推移圖

上述圖表所示為單燈管直接量測分佈推移結果，以50cm，80cm，100cm，三種高度做為量測距離之平均值分別為1378.93，1257.67，1043.73(單位為 $\text{cd}/\text{m}^2$ )。

## 5.2.2 加偏光片量測結果

加偏光片量測值

樣本數	物與鏡頭距離		
	50cm	80cm	100cm
1	192.8	186.2	145.6
2	197.6	187.1	147.6
3	199.3	184.6	149.3
4	191.4	182.1	145.7
5	195.7	183.4	143.4
6	190.9	185.7	146.1
7	196.3	181.3	141.7
8	191.5	184.2	146.8
9	196.0	185.4	143.5
10	194.4	184.7	145.2
11	192.8	186.4	147.5
12	193.6	184.1	143.6
13	191.0	183.6	145.7
14	195.9	182.9	144.6
15	196.7	184.3	146.9
16	191.2	187.6	142.8
17	197.5	188.4	141.5
18	194.6	186.8	143.0
19	193.1	182.6	147.2
20	192.5	184.2	146.5
21	196.7	186.4	145.7
22	197.6	179.9	149.1
23	194.8	182.7	146.7
24	193.5	186.5	143.5
25	197.6	189.1	146.3
26	197.2	184.0	142.8
27	196.7	186.2	146.2
28	194.3	187.6	142.5
29	195.9	188.4	143.7
30	196.8	186.7	140.9
AVERAGE	194.86	185.10	145.05

表5.3 加偏光片量測結果

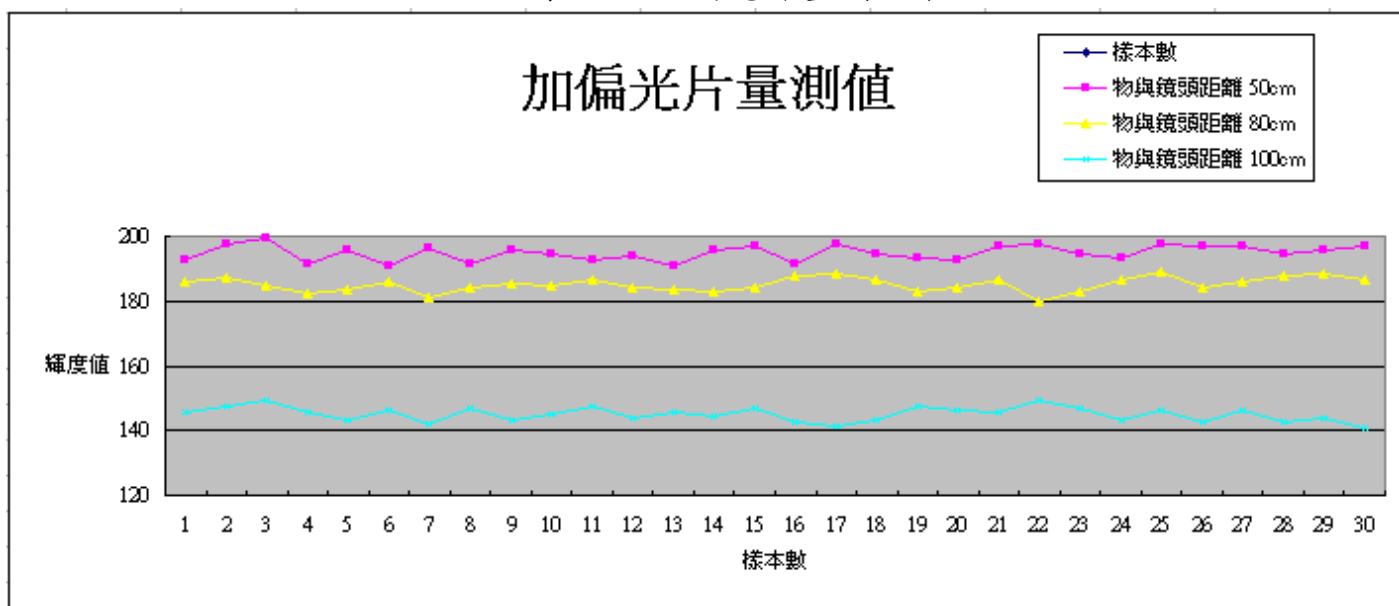


圖5.2 加偏光片量測分佈推移圖

上述圖表所示為加上兩片偏光片(一片水平、一片垂直)量測分佈推移結果，將其重疊放置於燈管上，再以 50cm，80cm，100cm，三種高度做為量測距離之平均值分別為 194.86，185.10，145.05(單位為  $cd/m^2$ )。

## 第六章 製程品質不良統計分析

### 6.1 統計分析步驟說明

以下為針對製程發現的品質不良利用品管七大手法之一的柏拉圖法所做的統計分析：

- 6.1.1 將製程不良數據收集再以層別法決定要統計的不良項目。
- 6.1.2 建立數據表，”其他”向應為最右(後)一項，累計其總次數，並計算各項目的次數對應總次數的百分比，由大到小，逐一累計其百分比至100%。
- 6.1.3 以電腦試算軟體將柏拉圖繪出。
- 6.1.4 將統計計算出結果找出前三大不良項目，至相關工作站了解不良原因並討論後予以對策。
- 6.1.5 實施對策並定期追蹤至成效改善為止。
- 6.1.6 柏拉圖計算不良率公式：

$$\text{不良率} = \frac{\text{各項不良數}}{\text{總檢查數}} \times 100\% , \quad \text{不良率} = \frac{\text{各項不良數}}{\text{總不良數}} \times 100\%$$

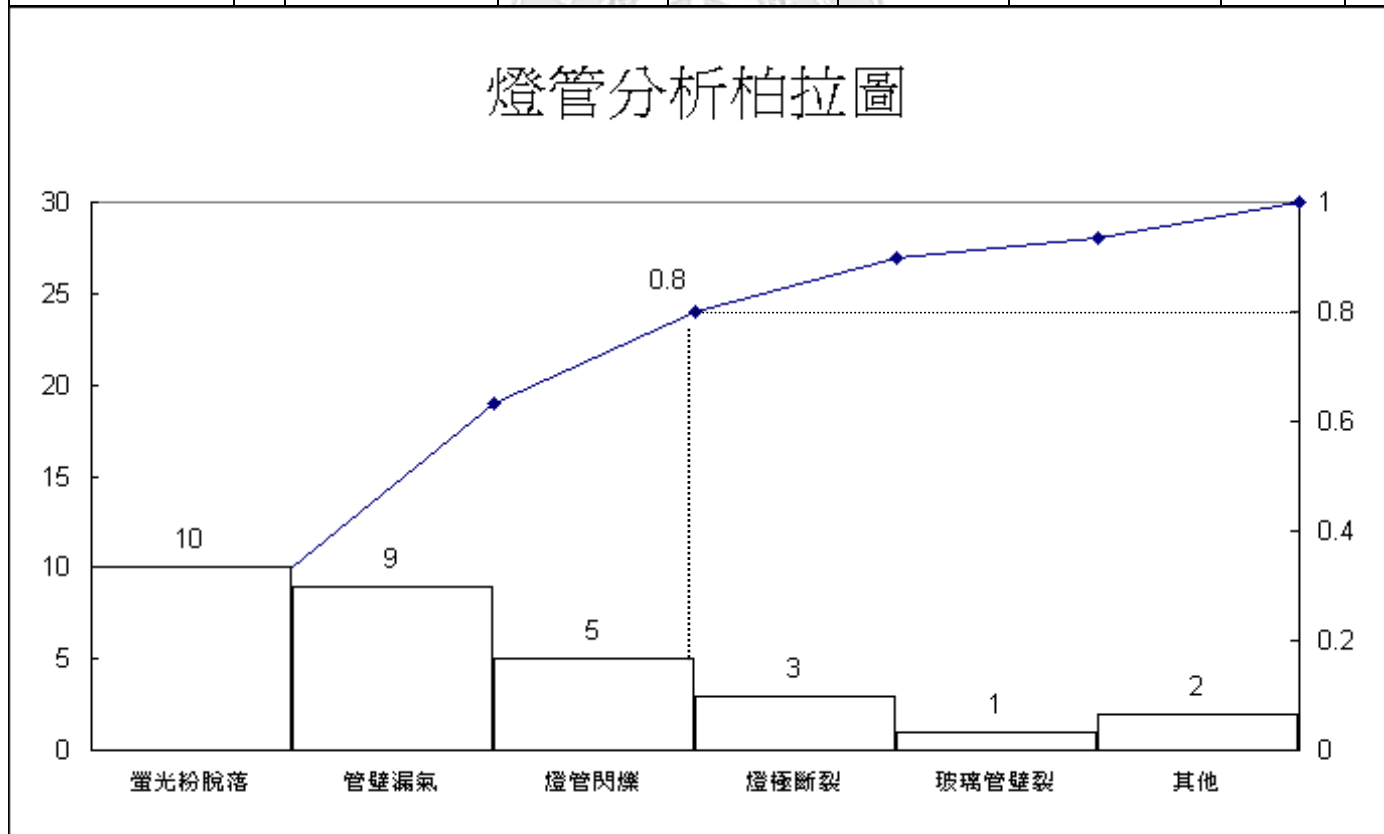
### 6.1.7 分析結果與解決方式

經由以上產線收集的數據後，加以柏拉圖分析後，根據柏拉圖的80/20理論，從圖表結果可以看出前三大的不良項目佔總不良率的80%以上，因此，我們針對製程中”螢光粉調配”、”管壓測漏”、”放電測試”等三個工作站內容去做不良改善對策，予以消除不良情形或降低不良數產生，並定期追蹤成效直至完全改善為止，提升製程良率並使整體製程穩定。

## 6.2 柏拉圖統計分析結果

### 燈管不良統計數據

不良項目	螢光粉脫落	管壁漏氣	燈管閃爍	燈極斷裂	玻璃管壁裂	其他
百分比	33.3%	30.0%	16.7%	10.0%	3.3%	6.7%
累計	0%	33.3%	63.3%	80.0%	90.0%	100.0%
不良數	10	9	5	3	1	2



## 6.3 統計分析結果說明

經由以上產線收集的數據後，加以柏拉圖分析後，根據柏拉圖的80/20理論，從圖表結果可以看出前三大的不良項目佔總不良率的80%以上，因此，我們針對製程中”螢光粉調配”、”管壓測漏”、”放電測試”等三個工作站內容去做不良改善對策，予以消除不良情形或降低不良數產生，並定期追蹤成效直至完全改善為止，提升製程良率並使整體製程穩定。

# 第七章 結論與展望

## 7.1 結論

因背光模組光學輝度關係到LCD整體的發光效率，量測的準確性就格外重要，而量測時須注意：

- 7.1. 儀器設備操作者的點位校正是否準確：點位校正若未確實，則量測結果的均一性(均齊度)將不準確。
- 7.2. 足夠的暖機時間：使燈管的螢光粉受到激發呈現穩定狀態時量測，才不致於量測值有誤差過大。
- 7.3. 電流是否達到客戶要求：若使用的電流過大或過小，都將明顯的影響到量測輝度值。
- 7.4. 如遇到量測結果異常，經機差比對後若還是out of specification的話，須先判定NG，並追溯生產相關日期做品質追溯，防止不良品後流到客戶端。並利用QC手法或其他方式來找出原因並予以解析，並做相關數據驗證，再下解決對策來防止異常再度發生。

## 7.2 未來展望

不斷追求高飽和度色彩的理想，如何讓色域範圍接近NTSC，是目前LCD業者共同努力追求的目標。

放眼望去現在市場上幾乎所有的LCD都採用冷陰極管（CCFL）作為背光光源，而冷陰極管約為4800K左右的色溫表現便影響了LCD色彩表現。而目前市場的統計參考數據來看，CCFL僅能達到70~80% NTSC所規範的色域表現。

而CCFL的業者，也正在努力提高燈管的色溫，例如，希望能開發出達到接近9000K色溫的新一代CCFL，期望能因此提昇顯示器的色彩表現度。

不過，由於使用LED作為背光源獲得了這樣優越的色彩表現，相對的也必須付出相當的代價，包括需要解決高輝度產生的散熱問題，因為LCD TV輝度最低大多約為  $450\text{cd}/\text{m}^2$ ，另外還有點光源造成的輝度與色度不均勻等問題，而這些所謂的問題代價正是阻擋了LED進入LCD背光世界的高度門檻。

## 參考文獻

方育斌，國立成功大學/工程科學系碩博士班/92/碩士  
/92NCKU5028096LCD背光模組之光學最佳化設計，2003

張智勝，國立成功大學/電機工程學系碩博士班/92/碩士  
/92NCKU5442230冷陰極螢光燈控制電路之研製，2003

S. O. Kasap，黃俊達、陳金嘉、楊奇達、雷伯勳，光電子學與光子學  
原理與應用，2003. 9

