

液晶螢幕背光模組振動磨耗分析

許榮豪
達運精密

摘要

在液晶螢幕裡，導光板為側入式背光模組中提供一個均勻背光源的關鍵元件之一，為了達到均勻擴散光源的目的，在導光板上設計有許多微結構，來將位於側邊的光源均勻的引導至螢幕的觀賞面。然而，這些微結構可能會因為運輸過程中與鄰接組件的相互摩擦而受損，使得背光源的均勻程度下降。

本文即透過Abaqus中的Explicit Dynamic分析步來執行背光模組的振動分析，並提供一個導光板磨耗程度的評估方式，同時與增加了改善方案的分析結果做一比較。

關鍵字：液晶螢幕、背光模組、導光板、振動、磨耗

ABSTRACT

Light guide plate is a key-component in backlight module of TFT-LCD to provide a uniform light source, there is a matrix of different types of micro-structure on the light guide plate surface, to direct light out the front and remains uniform. However, the micro-structure on light guide plate may be damaged by abrasion wear during transportation, which will cause a drop of light uniformity.

Vibration analysis of backlight module was conducted with Abaqus explicit dynamic step, a method of wear damage evaluation of light guide plate was provided, comparison of original and improved design was discussed as well.

Keywords: TFT-LCD, backlight module, light guide plate, vibration, abrasion wear

一、緒論

在液晶螢幕中，是由背光模組提供照射光源，來照射本身不發光的液晶，進而讓使用者觀賞。背光模組提供的光源是否充足與均勻，自然成為評估螢幕觀賞品質的重要指標，而導光板，就是側入式背光模組中提供一個均勻光源的關鍵元件之一。

導光板主要的材料為丙烯酸 (Acrylic)，俗稱壓克力，應用於側入式背光模組中，其功能為導引光線方向，將位於導光板側邊端面的發光源，導引至導光板的正面方向。為了讓光線能夠更均勻的由導光板射出，在導光板的表面設計有許多的微結構來讓光線擴散的更均勻。然而，這些微結構有機會因為與鄰接組件的摩擦而受損，使得背光模組產生局部亮度不均勻的狀況，而這通常是在產品運輸的過程中發生。

一般研究產品在運輸過程中可能發生的損傷，多以隨機振動的方式來進行測試，而在有限元素分析法的應用中，基於線性擾

動的隨機振動分析方式，存在一個關鍵性的瓶頸—無法考慮非線性的接觸行為。

以目前的有限元素隨機振動分析，無法達到本研究中欲觀察導光板與鄰接組件接觸情況的目的，故本研究以固定頻率的正弦振動來替代隨機振動，並以顯式(Explicit)動態分析步來進行計算。

二、分析需求

在背光模組的隨機振動測試後，發現導光板下半部的表面發生了異常的損傷，經判斷是由於導光板與鄰接組件之間相互拍打所造成。

使用機台實際做振動測試，雖然是最接近真實運輸狀況的測試方法，但其缺點為無法確認損傷發生時的振動方向、發生成因，亦無法將損傷狀況做一量化的比較，且耗時、耗成本。現使用模擬軟體來進行振動分析，並將原始設計與改良設計作一比較，評估導光板損傷的改善狀況。

三、分析模型與條件

3.1 模型說明

整個背光模組由一個板金件外框、導光板、以及各種光學薄膜材料所構成，其組立圖如圖 1 所示。配合其幾何形狀，有限元素模型皆採用殼元素繪製。

除了原始設計模型，另外也對增加了改善方案的模型進行分析，增加的改善項目如下：

- 反射片的左下與右下角增加雙面膠
- 外框內側左上與右下角增加橡膠墊片

3.2 分析條件

此分析的主要目的是要觀察背光模組在振動情況下，導光板與鄰接組件的接觸情況，因此我們排除了線性擾動下的隨機響應分析方式，而採用顯式動態分析步做計算，並於各組件間設定接觸條件，以便後處理時能夠觀察組件間的接觸情形。

依照測試規範，我們使用測試頻率範圍上限的 200Hz 來做為固定振動頻率的分析條件。使用測試頻率上限的優點在於單位時間內的振動次數最多，可節省顯式分析步的計算時間。

分析邊界條件與座標系統如圖 2 所示。以剛體元素連接中央的控制點與背光模組外框上的四個螺絲固定點，並將激振源設於控制點上，振動方式為正弦波。相關參數設定如下：

- 分析時間= 0.05 sec
- 振動頻率= 200 Hz
- 最大加速度= 1.5G
- 振動方向= Y 軸、Z 軸

於計算時間 0.05 秒內，共有 10 個週期的振動產生。

四、分析結果

為了方便評估導光板受到鄰接組件拍擊的狀況，我們將導光板劃分為九個區域，如圖 3 所示。分別將各區域的接觸力總量 (CNORMF, Magnitude) 輸出，如圖 4，線條中每一個 peak 都代表一個節點發生一次拍擊，而多個 peak 重疊在一起即代表該時間有多個節點同時發生拍擊。為了簡化拍擊次數的計算，我們使用 sum 函數將所有輸出結果疊加起來，如圖 5 所示，其代表的意義

為一時間相鄰近的拍擊，無論其發生位置或次數，都只算一次拍擊，以圖 5 為例，紅色線條有 2 個 peak，記為 2 次拍擊。在將拍擊力疊加起來後，還是存在有許多微小力量的拍擊訊號，為了方便統計次數以及與改良設計的比較，我們選擇將拍擊合力小於 1N 的訊號濾除，最後統計出各區域的拍擊次數。表 1 與表 2 分別為原始設計的 Y 軸與 Z 軸發生拍擊次數統計結果。

由統計結果可看出，無論是 Y 軸或是 Z 軸的分析結果，導光板下緣(區域 7, 8, 9)發生拍擊的次數皆高於其他區域，符合實測中發生損傷的區域分佈。由於 Y 軸發生拍擊的次數也明顯高於 Z 軸，故在改良設計的分析中，我們僅針對 Y 軸進行分析。表 3 即為改良設計的 Y 軸發生拍擊次數統計結果。因為我們的統計方式是將拍擊合力小於 1N 的訊號濾除，而改良設計的分析結果，導光板的拍擊合力全部都低於 0.4N，所以依此方式的統計結果全區域的拍擊次數皆為 0 次，與原始設計相比，具有相當明顯的改善幅度。而在後續的改良設計實機振動測試中，同樣驗證了這個改善方案可降低導光板表面所發生的損傷。

五、結論與未來展望

在本研究中，嘗試使用固定頻率的振動分析來做為隨機振動分析的替代方案，其優點為能夠觀察到各組件間的接觸行為，並去量化與比較不同設計間的差異。最後在實際樣品的測試中，也驗證了分析結果具有正確的趨勢。然而此種計算方法，我們認為後續尚有許多討論與改善空間，結論條列如下：

- 為求分析現象能更接近隨機振動的方式，我們可以將激振源訊號設定為一個真實記錄的隨機振動訊號，或是計算數個不同的固定振動頻率，來做更全面的評估。然而，過低的振動頻率對於顯式分析步來說會大幅提高分析時間。
- 在本研究中，假設了導光板表面發生的拍擊次數正比於其損傷程度，不過卻忽略了拍擊力大小造成的影響，若能考慮進拍擊力的因素，分析結果可更加接近真實情況。
- 在硬體與專案時程的限制下，本研究

僅比較了 10 個振動週期的分析結果，但 10 個振動週期是否已可判定為收斂的結果，則需要進一步的驗證。

六、表格

區域	拍擊次數	區域	拍擊次數	區域	拍擊次數
1	11	2	5	3	14
4	8	5	4	6	5
7	17	8	19	9	24

表 1 原始設計 Y 軸發生拍擊次數

區域	拍擊次數	區域	拍擊次數	區域	拍擊次數
1	0	2	1	3	5
4	6	5	0	6	1
7	10	8	8	9	12

表 2 原始設計 Z 軸發生拍擊次數

區域	拍擊次數	區域	拍擊次數	區域	拍擊次數
1	0	2	0	3	0
4	0	5	0	6	0
7	0	8	0	9	0

表 3 改良設計 Y 軸發生拍擊次數

七、圖片

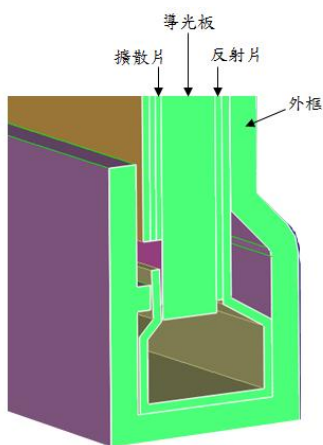


圖 1 背光模組組立圖

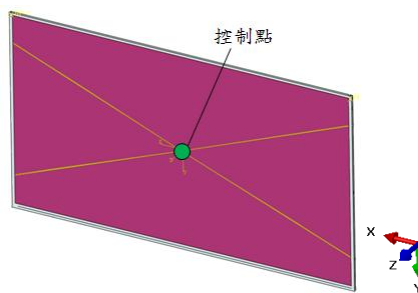


圖 2 分析邊界條件

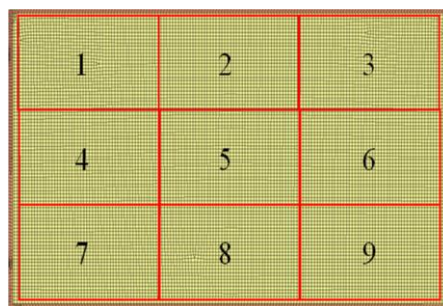


圖 3 導光板分區編號

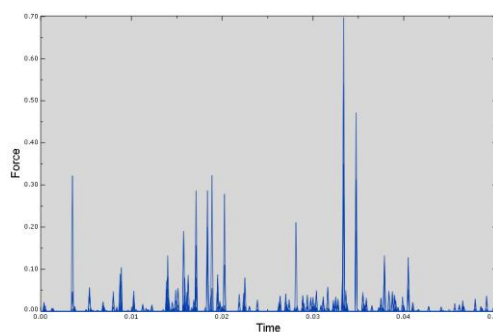


圖 4 導光板接觸力總量歷程

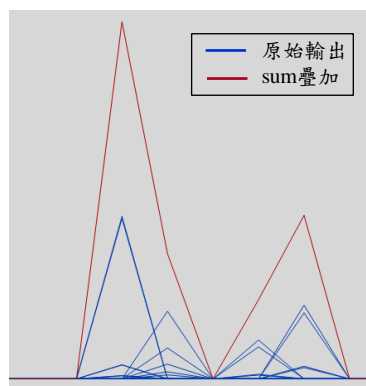


圖 5 接觸力疊加