

HALT衝擊平台之OMA與平台均勻度探討

吳盈輝¹、王栢村^{2*}、李允燾³、王招勝³

¹ 國立內埔農工機械科

² 國立屏東科技大學機械工程系

³ 金頓科技股份有限公司

*E-mail: wangbt@mail.npust.edu.tw

高加速壽命測試 (Highly Accelerated Life Testing, HALT) 廣泛應用於電子、航太與車用電子等產品開發，用以加速潛在失效機制的暴露並縮短測試週期[1]。振動平台的均勻度會影響受測物受力一致性，進而影響測試結果的重現性與準確性。相較傳統三自由度系統，六自由度電磁式HALT具更寬頻率範圍與更佳的能量與均勻度表現[2]。王等人[3, 4]透過模型驗證進行振動平台的模型更新與平坦度分析，並比較實驗模態分析(Experimental Modal Analysis, EMA)與操作模態分析(Operational Modal Analysis, OMA)兩種實驗結果以驗證理論模型的適用性與OMA方法的可行性。由於高頻高加速度下平台常出現翹曲與振動不均，凸顯均勻度控制的重要性。根據GB/T 29309-2012標準[5]，振動平台的均勻度偏差不得超過40%。為能有效辨識與評估平台運作狀態下的均勻度，本文採用操作模態分析，取得平台表面多點三軸加速度數據，並依據標準進行定量評估，建立結合OMA與均勻度指標的完整分析流程。

本文使用電磁式HALT衝擊平台 (300 mm × 300 mm) 進行操作模態分析。平台透過電磁驅動器以高速的連續衝擊作動進行激振，X與Y軸每30 mm規劃量測點，共100點。使用1個固定單軸與1個移動三軸加速度計，搭配NI 9234模組與客製化振動噪音量測系統 (SVM) 進行資料擷取，實驗儀器設備如圖一所示。量測設定為0~10000 Hz頻寬、12800解析條數、0.78125 Hz頻率解析度、Hanning窗函數。經FFT轉換取得頻率域加速度頻譜，並在特定頻率範圍內積分求得加速度總量 g_{rms} 值。為降低100次量測間的差異影響，需透過調整係數修正數據。以第4次實驗的固定參考點數據為基準，將其與其餘99次的固定點數據相除，取得對應的調整係數。最終，所有量測點的加速度總量皆需乘上各自對應的係數進行修正。為便於分析平台振動均勻度的變異，藉由所取得平台表面各點的三軸向頻譜加速度總量 g_{rms} ，參照GBT 29309-2012規範進行定量的評估，其均勻度(N)的定義如下[5]

$$N = \frac{|\Delta g_{rms,max}|}{\overline{g_{rms}}} \times 100\% \quad (1)$$

其中， $\overline{g_{rms}}$ 為同次量測同一軸向平均值， $|\Delta g_{rms,max}|$ 為同次量測同一軸向與 $\overline{g_{rms}}$ 最大偏差絕對值。

規範建議於5~5000 Hz頻帶內，取平台中心特定區域的4個角點評估均勻度。為觀察整體均勻度變異，本文除採此方式計算平台100個點的均勻度外，亦針對0~10000、0~5000、5000~10000及5~5000 Hz四種頻帶進行分析。藉由圖二與圖三之各頻帶下各軸向加速度總量與均勻度立體分布圖，可直接觀察出加速度總量與均勻度較高的區域，圖中紅色虛線區域為規範定義的參考範圍。表一列出各頻帶各軸向的均勻度結果，RMS值範圍為12.60%至38.92%，均低於40%的規範限制，顯示平台即使在高頻 (5000~10000 Hz) 下，仍具良好動態平坦度表現。

本文為有效辨識與評估平台實際運作狀態，採用操作模態分析取得多點三軸加速度數據，並於四種頻帶下分析振動均勻度變異。依據GBT 29309-2012規範進行定量評估，確認平台均勻度低於40%標準，並建立結合操作模態分析與均勻度指標的完整分析流程，提供平台設計與改善之參考。

關鍵字： HALT、衝擊平台、OMA、均勻度

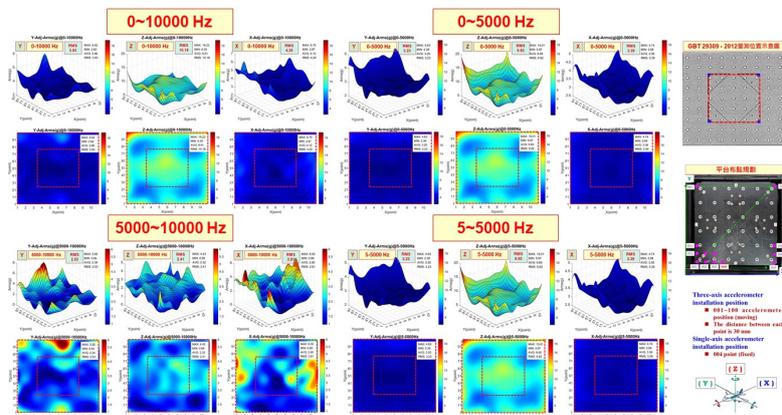
參考文獻

1. 莊祐誠, "應用於高加速壽命測試之電磁鉗與氣壓鉗的特性比較與其對測試結果之影響研究", 元智大學機械工程學系碩士論文, 台灣 (2012).
2. D. Lee, J. Shih, and R. Lin, "The Application of 6 DoF ED-HALT and Its Comparison with Shaker and Traditional HALT", 中華民國振動與噪音工程學會論文集, 新竹 (2018).

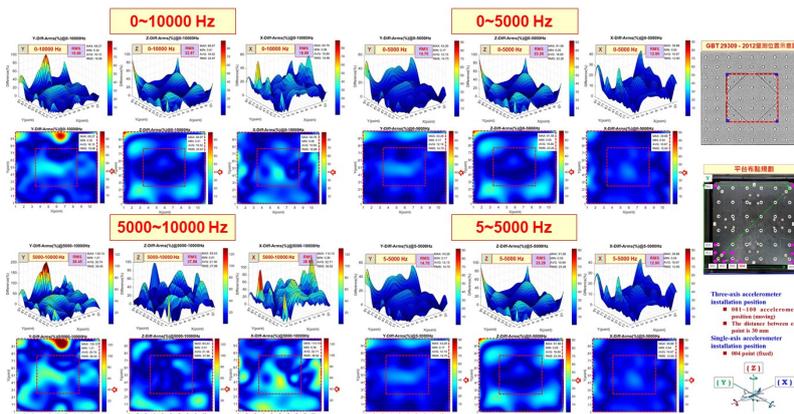
- 王栢村, 黃俞憲, 李昆達, 「振動平台之模型更新與平坦度驗證」, 中國機械工程學會『第二十六屆全國學術研討會』, 台南, 論文編號: B10-021 (2009).
- 王栢村, 黃俞憲, 李昆達, 「振動試驗機平台EMA與OMA之比較分析」, 『屏東科技大學』暨『北京科技大學』第三屆學術交流研討會, 北京, 論文編號: MB0809 (2008).
- Standardization Administration of China, Guidelines for Highly Accelerated Life Testing Procedures for Electrical and Electronic Products, GB/T 29309-2012, Beijing, China: China Standards Press (2012).



圖一：量測儀器架構與平台布點規劃



圖二：平台於特定頻寬之各軸向加速度總量



圖三：平台於特定頻寬之各軸向均勻度

表一：平台於特定頻寬之各軸向均勻度

均勻度(%)	0~10000 Hz			0~5000 Hz			5000~10000 Hz			5~5000 Hz		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
MAX	60.76	68.27	88.97	39.88	43.26	91.58	114.15	130.10	83.43	39.88	43.26	91.58
MIN	0.08	0.30	0.51	0.54	0.17	0.05	0.36	1.21	0.01	0.54	0.17	0.05
AVG	15.89	16.15	18.52	10.67	12.15	18.80	32.71	30.74	21.36	10.67	12.15	18.80
RMS	18.88	19.98	22.87	12.60	14.70	23.26	38.92	38.45	27.88	12.60	14.70	23.26