

第五章 結論

5.1 研究結論

本論文針對閃爍波的信號處理方法加以比較探討。文中討論的五個信號處理方法，歸納為兩類，分別為離散傅立葉轉換法及包絡檢測法。前者包括頻域直接解調法及間接解調法，後者則包括離散小波同步檢測法、Hilbert 轉換檢測法及 ADALINE 檢測法等三個方法。由於各方法有其不同的特性，為比較其差異，本論文以人造的模擬波形與實際的錄存波形二者對於頻域直接解調法以外的其他四個方法，進行模擬測試比較，包括比較檢測之準確度、穩定性以及計算所需時間。經比較分析後，其結論如下：

- (1) 對測試波形取樣時間長度為四秒，則頻率解析度為 0.25Hz ，在使用 Hilbert 轉換檢測法時，只要系統頻率及閃爍成分為 0.25Hz 之整數倍，便可得到最精確的檢測結果；若待測信號頻率不是頻率解析度的整數倍，會造成頻譜上的誤差，且調變分量越小，造成的誤差百分比越大。就穩定性而言，Hilbert 轉換檢測法有甚佳的雜訊免疫特性，此外，在這四個方法中，Hilbert 轉換檢測法的計算時間也最短。
- (2) 間接解調法在系統頻率變動的情況下仍有甚佳的準確度，亦有甚佳的雜訊免疫特性，因此在現場常用的儀器，多採此法設計；但

於實際波形測試時，準確度比其他三個方法略差，可能為修正因數未能正確補償衰減之故。

- (3) 當閃爍頻率越低時，ADALINE 檢測法的準確度越高，但此法在追蹤閃爍波的包絡波形時，因閃爍波通常內含多個頻率，ADALINE 法在追蹤過程中仍相當誤差，導致閃爍計算誤差頗大。在穩定性方面，若在閃爍波內加入 0.5% 之常態分佈雜訊信號後，其 $\Delta V\%$ 的估測誤差即在 5% 左右，抗雜訊能力較其他三個方法為差。

ADALINE 檢測法於人造波測試時，準確度差，但於實際波形測試時，準確度佳，係因閃爍波的低頻成分所佔比例甚高。

- (4) 離散小波同步檢測法在系統頻率變動時仍能保持一定的準確性，誤差皆在 1% 以下。就穩定性而言，若在閃爍波內加入 0.5% 之常態分佈雜訊信號後， $\Delta V\%$ 的估測誤差在 0.3% 左右，抗雜訊能力亦不錯；但在測試實際波形時，離散小波的測試結果與其他三個方法比較起來，較不理想，分析原因可能為同步信號未能準確檢出。因此，在硬體實現上須要搭配準確的同步信號，否則估測誤差更形惡化。

- (5) 人造閃爍波測試時，準確性較佳之方法，於現場量測之閃爍波反而較差；而人造閃爍波測試時，準確性較差之方法，於現場量測之閃爍波反而較佳，係因對於人造閃爍波高估了頻率漂移的特性

或因高估了高頻的成分量，以致於人造閃爍波未能表現實際閃爍波之特性。

- (6) Hilbert 轉換檢測法、間接解調法之計算速度與其雜訊免疫程度皆稱良好，線上應用頗具有潛力。

5.2 未來研究方向

- (1) 研究抗雜訊的方法，包括在信號處理器的前端裝置雜訊抑制器，以減少雜訊對計算結果的影響。
- (2) 針對離散小波轉換之同步頻率的限制，擬於轉換器的前級加設鎖相迴路裝置，以確保同步頻率之準確性。
- (3) 研究即時在線之可行性，或製作硬體電路，裝置於現場進行測試。
- (4) 統計閃爍頻率成分與基頻成分特性，發展與實際閃爍波形相接近的閃爍波產生器，作為閃爍信號處理方法的測試平台。