

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

電焊機、壓縮機、電弧爐等負載變動或大型馬達啟動所需的無效電力會造成匯流排的電壓變動，一般電壓調整裝置譬如變壓器的有載分接頭(On-load tap changer, OLTC)是無法配合如此的急促變化作適當的電壓調整。當此電壓急促變動的幅度和頻率達到某一界限，則由此匯流排引接之饋線上的用戶照明設備會出現忽明忽暗的變化，進而引起視覺上的不舒服，此現象稱為「電壓閃爍」(Voltage flicker)。

1937 年，美國公共事業聯合研究所(Utilities Coordinated Research, UCR)發表「閃爍的視覺認知與忍受度」(The visual and tolerance of flicker)研究報告，將電壓閃爍現象分為週期性與非週期性兩大類[1-3]。週期性閃爍指的是：週期性的電壓變動所造成的閃爍，如電焊機、壓縮機等負載變動所產生者。非週期性閃爍是指：偶發性的電壓變動所造成的閃爍，如大型馬達啟動、電弧爐負載變動所造成者。由於這些負載變動相當劇烈，由同一饋線或相鄰饋線所饋供的居家用戶的電器會感受電壓變動，其中又以電燈對電壓變動最為敏感。

電壓閃爍的感知因人而異，為評估其嚴重程度須要測量肉眼對燈光閃爍感知的程度，因為每個人對燈光閃爍的敏感度有所差異，加上燈具類型不同、燈光變化亦有快慢、變化時間亦有長短、以及電壓變

動的振幅不同，以上皆影響測量結果。歷年來，文獻提出許多不同的電壓閃爍測量方法，其中以 IEC(International Electrotechnical Commission)提出的 IEC 61000-4-15 電壓閃爍測量標準為多數國家採用。該標準於 1997 年提出，2003 年修正[4]，最新版本分別針對 230V/50Hz 與 120V/60 Hz 的電力系統提出修正參數，以符合不同電壓等級、不同燈泡規格之發光特性。據此標準訂定短時間( $P_{st}$ )、長時間( $P_{lt}$ )的電壓閃爍值的評估指標，分別不可超過 1 和 0.65。此外，該標準訂定加權濾波器參數，據以模擬白熾燈的發光物理特性、肉眼對燈光的閃爍敏感度以及視覺暫留等生理效應。我國係沿用日本標準，以  $\Delta V_{10}$  值衡量電壓閃爍， $\Delta V_{10}$  於 1978 年由日本中央電力研究所(Central Research Institute of Electric Power Industry, CREPI)提出[1-3]，依日本的統計調查，人眼對 10Hz 的電壓調變感受最為敏感，故發展出視感度係數，俾將不同的電壓閃爍成分換算為相當於 10Hz 的等效值，並訂定評估指標  $\Delta V_{10}$  的最大值及平均值不得超過 0.45% 及 0.32%。

## 1.2 國內外研究概況

早期為估測電壓閃爍，透過類比濾波器擷取瞬時的閃爍成分，然後乘上加權曲線，據以估測閃爍值[5]，由於較缺乏靈活性，此方法漸由數位信號處理器為基礎的演算法取代，如此，可以較為靈活地適

用於不同的加權曲線。

既有文獻刊載的電壓閃爍演算法甚多，其中，離散傅立葉轉換(Discrete Fourier transform, DFT)較為常用。以離散傅立葉轉換為基礎的演算法主要有兩型：(1)藉由離散傅立葉轉換作頻譜分析，將電壓閃爍的頻譜直接進行修剪，得到電壓閃爍的成分，此方法稱為頻域直接解調(Frequency domain direct demodulation, FDD)法[3, 5-7]；(2)計算每週期取樣電壓訊號的有效值(Root mean square, RMS)以獲得包絡波形，再對此包絡波形執行離散傅立葉轉換，獲得電壓閃爍成分，此方法稱為間接解調(Indirect demodulation, IDD)法[3, 6-9]。頻域直接解調法採取固定的取樣頻率和截取視窗，遂當僅系統頻率為固定的情況下，準確度才得以確保。假設系統頻率漂移，自然造成不同程度的洩漏效應。為此，過去遂有研究，企圖改善此項問題[10, 11]。然因閃爍的電壓變動量大，即使系統頻率僅微量漂移，洩漏效應仍然嚴重[11]。

為解決離散傅立葉轉換的問題，近年來提出多個方法：(1)卡門濾波器(Kalman filter, KF)法[12-14]，其主要優點係可以處理具有隨機變動特性的閃爍模型；其缺點是計算量龐大[23]；(2)最小絕對值估測(Least absolute value, LAV)法[15]，此法的主要缺點是必須事先知道閃爍頻率[23]；(3)利用小波變換來分析電壓閃爍，較常見係用離散小波轉換(Discrete wavelet transform, DWT)的多層分解特性[16]，將閃爍信

號的包絡檢測出來；至於連續小波變換(Continuous wavelet transform, CWT)[17-20]，計算量較大通常不予採用。(4)電壓閃爍的包絡追蹤法，包括 ADALINE(Adaptive linear neuron)法[21, 22]與 Hilbert 法[23]等，Hilbert 法計算準確、且快速，適用於線上電壓閃爍之包絡追蹤，ADALINE 法亦同，此外，ADALINE 法另具有適應調整的特性。

### 1.3 研究成果

本論文蒐集整理電壓閃爍及其信號處理的相關文獻，並根據文獻選擇適用於線上檢測之演算法，亦即間接解調法、離散小波同步檢測法、Hilbert 法、ADALINE 法等，加以模擬並比較分析結果。

### 1.4 各章重點

第二章 討論電壓閃爍之產生，包括閃爍特性、視感度係數等，並探討相關國際規範。

第三章 討論閃爍波的信號處理方法，包括兩大類：離散傅立葉轉換法及包絡檢測法。前者分為頻域直接解調法及間接解調法；而後者分為離散小波同步檢測法、Hilbert 檢測法及 ADALINE 檢測法。本章對此五個方法進行整理分析。

第四章 針對第三章的四個方法(頻域直接解調法除外)，測試於兩個不同的閃爍波：人造閃爍波以及現場量測之閃爍波。本章比

較並分析模擬結果。

第五章 對本論文研究心得作一總結，並提出未來的研究方向。

