

# 【發明說明書】

## 【中文發明名稱】

以儀器輔助配電變壓器維護檢點之檢測方法

## 【英文發明名稱】

DETECTION METHOD OF MAINTAINING CHECKPOINT FOR DISTRIBUTION TRANSFORMER WITH INSTRUMENT ASSISTANCE

## 【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種以儀器輔助配電變壓器維護檢點之檢測方法，尤其係指一種能夠精進目前配電變壓器之檢測過程的方法，讓檢修人員在維護、檢查配電變壓器時以多種儀器協助進行維護與檢查，且提供實際的標準，使檢修人員得以判斷配電變壓器是否有吊回檢修的必要，並有效地調整配電變壓器維護週期及汰換年限。

## 【先前技術】

【0002】 按，電力事業包含發電、輸電及配電，其中發電廠於利用石化能源產生電力後，則經超高壓變電所將電壓提升至 345kV，以進行電路傳輸，且在電力輸送過程中，若有特高壓等級之用戶，則將 345kV 降為 161kV 或 69kV 以提供特高壓用戶使用。又，配電系統係將 161/69kV 降壓至 22.8/11.4kV 之系統，其主要供應為 22.8/11.4kV 之高壓用戶，以及將 22.8/11.4kV 再降壓至 380V、220V 與 110V 之低壓用戶，可知配電系統較靠近用戶端，致使配電設備之運維情況將關係到民眾之用電安全，故強化配電設備及配電變壓器之維護程序，以提升配電系統之運轉安全，隸屬目前重要之工程問題。

【0003】 配電變壓器可分為亭置式變壓器及桿上型變壓器，而桿上變壓器又可分為普通型、密封型、及改良型，此三種變壓器之內部構

造及設計皆有差異，且因變壓器裝設位置及方式等不同，將會受到不同外在因素影響，其使用壽命也將可能降低。國內配電變壓器數量繁多，至 2015 年為止國內的配電變壓器共有 1,321,378 具，其中用於架空線路之桿上變壓器共有 817,289 具；用於地下線路之亭置式變壓器共有 504,089 具，而為提升用電可靠度及變壓器使用壽命，電力公司對於配電變壓器規定一年之中需要進行 2~4 次的巡視、1~2 次的檢點以及十二年 1 次的吊檢作業，相較於國外的作法，臺灣算是相當頻繁的檢查；然而，國內的巡視以及檢點仍然是以目視檢查為主，因此許多配電變壓器的細節係僅憑肉眼無法檢查出來，再者，目前配電變壓器之使用壽命大多可達約 20 年左右，品質已經算是相當穩定，因此過於頻繁的巡視作業反而無益於配電變壓器的維護。

**【0004】** 爰此，如何提供一種符合現在配電變壓器檢測需求之檢測方法，使檢修人員不僅僅憑著目視去檢查配電變壓器之外觀，而能以儀器輔助檢測到配電變壓器之內部使用狀況，以準確判斷該配電變壓器是否需要馬上吊回檢修。

**【發明內容】**

**【0005】** 今，發明人即是鑑於上述現有之配電變壓器之檢測方法於實際實施使用時仍具有多處缺失，於是乃一本孜孜不倦之精神，並藉由其豐富專業知識及多年之實務經驗所輔佐，而加以改善，並據此研創出本發明。

**【0006】** 本發明主要目的為提供一種以儀器輔助配電變壓器維護檢點之檢測方法，其係以標記點數的方式來判斷配電變壓器的健康狀態，並透過多種檢測儀器協助檢修人員對配電變壓器進行檢測，非僅憑藉著檢修人員以肉眼去目視檢測配電變壓器，本發明能讓檢修人員更完整且更準確的判斷配電變壓器的狀態。

【0007】 為了達到上述實施目的，本發明一種以儀器輔助配電變壓器維護檢點之檢測方法，其檢測方法除了配電變壓器之外觀檢測外，包含有：超音波感測器量測，係利用一超音波感測器對準一配電變壓器，檢測其一放電訊號，若該放電訊號之大小為 6 dB~25 dB 之範圍內，則標記一次；紅外線熱像儀量測接點，係以紅外線熱像儀量測配電變壓器複數個接點是否異常發熱；紅外線熱像儀量測桶溫，利用紅外線熱像儀量測配電變壓器桶身溫度，若該桶身溫度介於 75°C~90°C 之間，且量測線電流若顯示未過載，則標記一次；以及統計標記次數，若標記一次，代表該配電變壓器之吊回檢修時間提前一年，若標記兩次，代表該配電變壓器需馬上吊回檢修。

【0008】 於本發明之一實施例中，配電變壓器之外觀包括外殼、頂蓋、固定元件、接地端子、套管以及鐵心。

【0009】 於本發明之一實施例中，放電訊號若超過 25 dB，則代表配電變壓器需馬上吊回檢修。

【0010】 於本發明之一實施例中，複數個接點之外觀鏽蝕或無法判斷不良情形時，代表配電變壓器需馬上吊回檢修。

【0011】 於本發明之一實施例中，複數個接點包括有配電變壓器之一次端子、二次端子、肘型接頭以及接地線鎖點。

【0012】 於本發明之一實施例中，桶身溫度若超過 90°C，則代表配電變壓器需馬上吊回檢修。

【0013】 於本發明之一實施例中，線電流為小於 1 標么時，代表未過載。

#### 【圖式簡單說明】

【0014】 第一圖：本發明其較佳實施例之主要檢測流程方塊圖。

【0015】 第二圖：本發明其較佳實施例之流程方塊圖。

#### 【實施方式】

【0016】 本發明之目的及其結構功能上的優點，將依據以下圖面所示之結構，配合具體實施例予以說明，俾使審查委員能對本發明有更深入且具體之瞭解。

【0017】 請參閱第一圖，本發明一種以儀器輔助配電變壓器維護檢點之檢測方法，其檢測步驟包含有：超音波感測器量測、紅外線熱像儀量測接點、紅外線熱像儀量測桶溫、以及統計標記次數。請再一併參閱第二圖，為本發明其較佳實施例之流程方塊圖，該超音波感測器量測步驟，係利用一超音波檢測器對準一配電變壓器，檢測其一放電訊號，若放電訊號小於 6 dB，則進行紅外線熱像儀量測接點步驟，若放電訊號之大小為 6 dB~25 dB 之範圍內，則標記一次再進行紅外線熱像儀量測接點步驟，放電訊號若超過 25 dB，則代表配電變壓器需馬上吊回檢修，其中配電變壓器之外觀係不具有裂痕，若具有裂痕代表配電變壓器需馬上吊回檢修，其中，配電變壓器之外觀包括外殼、頂蓋、固定元件、接地端子、套管以及鐵心；該紅外線熱像儀量測接點步驟係以一紅外線熱像儀量測配電變壓器之複數個接點，包括有配電變壓器之一次端子、二次端子、肘型接頭以及接地線鎖點，檢視複數個接點之外觀狀態，以及是否有因鏽蝕而異常發熱，若有則需馬上吊回檢修，若為無法判斷發熱原因等無法於現場處理情形時則須吊回檢修，若接點異常發熱為固定不良，則擇日停電於現場改善；該紅外線熱像儀量測桶溫步驟：以紅外線熱像儀量測配電變壓器之一桶身溫度，若桶身溫度介於 75°C~90°C 之間，且進一步量測線電流顯示未過載(線電流為小於 1 標么時，代表未過載)，則標記一次，桶身溫度若超過 90°C，則代表配電變壓器需馬上吊回檢修；最後統計標記次數，若綜合上述檢測結果為標記一次，代表配電變壓器之吊回檢修時間提前一年，若標記兩次，代表配電變壓器需馬上吊回檢修，此外，配電變壓器之外觀、

超音波檢測以及紅外線檢測之結果皆可於配電設備巡檢管理系統(DAMS)上進行記錄。

【0018】 藉此，以超音波感測器以及紅外線熱像儀協助檢修人員進行更精確的檢測，而透過統計配電變壓器的溫度變化及外觀表現等資訊，以制定出檢測過程的判斷標準，使檢修人員不只有倚靠自己過往的檢測經驗去做判斷。

【0019】 此外，藉由下述具體實施例，可進一步證明本發明可實際應用之範圍，但不意欲以任何形式限制本發明之範圍。

【0020】 本發明之較佳實施檢測流程可參閱第二圖所示，檢修人員出外檢修時，皆會配置一台配電設備巡檢管理系統(DAMS)設備，其係能夠將配電變壓器之位置顯示於電子地圖上，且提供檢修人員記錄檢測過程中的問題，並且規劃安排配電變壓器檢測的進度。

【0021】 首先，檢修人員會先檢查配電變壓器之外觀，但不侷限只用肉眼目視的方式去檢查，因架空之配電變壓器設備會位於 12 公尺高之桿上，若單純以肉眼查看，較無法檢查出較細部的耗損，係能藉由望遠鏡檢視配電變壓器之外觀結構，一般外觀檢查項目如表一所示。

【0022】 表一：

檢查項目	設備情形
外殼、頂蓋	是否漏油、嚴重破損或生鏽
固定元件	是否嚴重破損、髒污及生鏽
接地端子	是否鬆脫、斷裂
套管	有無嚴重破損、龜裂及漏油
異常聲響	明顯鐵心激磁音、震動及共振音

【0023】 由外觀檢查過程中，若有表一所敘述之外觀嚴重缺陷的情形，可能會影響現場安全或運轉之穩定性，係須直接吊回檢修並更

換組件。

【0024】 又，除了外觀之檢查，再輔以儀器進行更精密的檢測，首先以超音波檢測器對準配電變壓器進行量測，於方圓 20 公尺內量測放電訊號，若放電訊號大於標準值 6 dB，則須以查看套管是否有髒污或放電痕出現，若發現放電痕則吊回更換套管，且因超音波訊號易受到背景雜訊影響，或設備處於放電初期，套管缺陷尚未出現，致使放電訊號雖大於標準值，但並未發現缺陷情形時，僅以一次量測值作為檢測結果，並不妥當，故於數分鐘後再次量測，若數次量測結果皆大於 25 dB，則可能表示此具變壓器放電嚴重，須吊回檢修；唯若數次量測結果皆大於 6 dB，但並未達 25 dB，則可能表示此具變壓器雖有輕微放電情形，但短期內尚不易發生故障，即由檢修人員於配電設備巡檢管理系統(DAMS)中標記一次，再進行下一步驟之檢測，若放電訊號小於 6 dB，亦進行下一步驟之檢測；其中，放電標準整理如表二。

【0025】 表二：

訊號大小(dB)	放電程度	處理方式
小於 6 dB	無放電現象或放電程度極小	設備健康
6~25dB	輕微放電	標記一次，並檢查零組件是否有缺陷出現
大於 25dB	放電嚴重	吊回檢修

【0026】 再者，進一步以紅外線熱像儀進行配電變壓器之溫度量測，於檢測之前，需先考量到環境因素的變化才能建立溫度檢測時的標準，本發明以桿上型變壓器與亭置式變壓器作為標準的制定，其中影響配電變壓器最大的環境因素應為日照以及風速，因此，發明人以不同時刻之日照以及不同時間的風速觀察配電變壓器溫度上的

影響。

**【0027】 不同時刻之日照影響：**

**【0028】** 1.係將桿上型變壓器擷取其鐵心、繞組、絕緣油及外殼進行建模，使放置於北緯 23 度、東經 122 度，周圍溫度約為 33°C，尚不考慮風速影響，於此環境中觀察自早上 6 點受日照至下午 4 點之溫度變化，其中桿上型變壓器運轉於負載 1 標么，可發現於日照時，桿上型變壓器早上 6 點至下午 3 點之外殼溫度約為 75°C 至 90°C 之間，但於下午 4 點時，即使桿上型變壓器運轉於額定負載，外殼溫度仍可高於 90 度，而繞組最熱點溫度約比外殼溫度高約 10~15 度，其可能會加速絕緣劣化情形；未受日照時，早上 6 點至下午 4 點之外殼溫度約為 75°C~78°C。

**【0029】** 2.係將亭置式變壓器擷取其鐵心、繞組、絕緣油、保護熔絲、鐵心上部固定架及外殼進行建模，使放置於北緯 23 度、東經 122 度，周圍溫度約為 33°C，尚不考慮風速影響，於此環境中觀察自早上 6 點受日照至下午 4 點之溫度變化，其中亭置式變壓器運轉於負載 1 標么，可發現於日照時，亭置式變壓器早上 6 點至下午 4 點之外殼溫度約為 73°C 至 87°C 之間，但於下午 4 點後，即使亭置式變壓器運轉於額定負載，外殼溫度仍可接近 90 度，而繞組最熱點溫度約比外殼溫度高約 10~15 度，其可能會加速絕緣劣化情形；未受日照時，早上 6 點至下午 4 點之外殼溫度皆約保持在 73°C。

**【0030】 不同風速之影響：**

**【0031】** 1.係將上述桿上型變壓器放置於北緯 23 度、東經 122 度，不考慮太陽輻射影響，周圍風速為 1 m/s 至 6 m/s，於此環境中觀察自變壓器受風吹之時間的溫度變化；於 1 m/s 風速之風吹 1~10 小時，可發現外殼溫度約降低 1°C；於 2 m/s 風速之風吹 1~10 小時，最高可下降約 8°C；於 3 m/s 風速之風吹 1~10 小時，最高可下降約

13°C；於 4 m/s 風速之風吹 1~10 小時，最高可下降約 15°C；於 6 m/s 風速之風吹 1~10 小時，最高可下降約 19°C；可知桿上型變壓器溫度下降與持續風吹時間有關聯，風速越快冷卻效果越好，亦會影響桶身溫度，繞組最熱點溫度也會下降。

【0032】 2.係將上述亭置式變壓器放置於北緯 23 度、東經 122 度，不考慮太陽輻射影響，周圍風速為 1 m/s 至 6 m/s，於此環境中觀察自變壓器受風吹之時間的溫度變化；於 1 m/s 風速之風吹 1~10 小時，可發現外殼溫度約降低 3°C；於 2 m/s 風速之風吹 1~10 小時，最高可下降約 11°C；於 3 m/s 風速之風吹 1~10 小時，最高可下降約 15°C；於 4 m/s 風速之風吹 1~10 小時，最高可下降約 18°C；於 5 m/s 風速之風吹 1~10 小時，最高可下降約 20°C；於 6 m/s 風速之風吹 1~10 小時，最高可下降約 22°C；可知亭置式變壓器溫度下降與持續風吹時間有關聯，風速越快冷卻效果越好，亦會影響桶身溫度，繞組最熱點溫度也會下降。

【0033】 據此，發明人將桿上型變壓器與亭置式變壓器之不同時刻日照與不同風速對變壓器溫度之影響整理成表三，係結合日照以及風吹時的情形。

【0034】 表三：

日照 風速	蔭涼時	早上 10 時	下午 2 時	下午 4 時
無風	0	+8~10°C	+12~14°C	+14~16°C
軟風(1m/s) (樹葉微擺)	-1~-2°C	+6~+8°C	+10~+12°C	+12~+14°C
微風(3m/s) (樹葉摩擦聲)	-7~-9°C	-1~+1°C	+3~+5°C	+5~+7°C
和風(6m/s) (樹枝搖動)	-12~-13°C	-5~-3°C	-1~+1°C	+1~+3°C

【0035】 由表三可知，當配電變壓器運轉於悶熱無風且無雲朵遮蔽的  
第 8 頁，共 11 頁(發明說明書)



夏日時，配電變壓器溫升可達約 16°C，此時繞組最熱點溫度可達 105°C 以上，而大多配電變壓器採用 A 級絕緣材料(耐熱溫度 105°C)，當繞組溫度大於 105°C 以上時，將對絕緣紙產生嚴重破壞，且溫度亦有可能係由負載量而受到影響。因此，考量到現場檢修人員量測判斷方便性及可行性，且參考 IEEE Std C57.91 對於變壓器絕緣壽命之規範，將桶溫量測標準整理如表四。

【0036】 表四：

桶溫量測值	運轉情形	負載量	處理方式
小於 75 °C	運轉正常	小於 1 標么	—
75~90 °C	輕微超載或因天氣因素使溫度略升，但繞組溫度仍於絕緣紙耐熱範圍內	1 至 1.3 標么之間	量測線電流以確認是否過載
大於 90 °C	嚴重超載，絕緣將快速劣化	大於 1.3 標么	吊回檢修

【0037】 因此，根據表四所提供之桶溫量測標準，本發明係以紅外線熱像儀進行配電變壓器之溫度量測，其分為兩部分，第一部分以紅外線熱像儀檢查配電變壓器複數個接點端子異常之發熱情形，所述複數個接點包括有配電變壓器之一次端子、二次端子、肘型接頭以及接地線鎖點，接點異常發熱之原因通常係為接點鏽蝕或固定不良，可使用望遠鏡或肉眼查看，若為固定不良情形時，可擇日停電改善；若發熱原因為鏽蝕或無法判斷之情形時，則吊回檢修工廠更換組件或進行詳細檢查。第二部分為量測變壓器桶身溫度，當溫度超過標準溫度但未超過最高容許溫度 90°C 時，必須量測線電流，並檢查是否過載，若線電流為小於 1 標么表示無過載，則由檢修人員於配電設備巡檢管理系統(DAMS)中標記一次，若為過載則需吊

回檢修；若超過最高容許溫度 90°C 時，表示絕緣劣化快速，須吊回檢修，並進行負載分割或更換較大容量之配電變壓器。

【0038】 據此，完成檢測之配電變壓器，除了直接吊回檢修之配電變壓器，其他配電變壓器應於配電設備巡檢管理系統(DAMS)中有三種狀態的標記，第一，若配電變壓器無被檢修人員標記，即表示為 0 點，代表配電變壓器相當健康，尚未有需要維修之徵兆；第二，若標記次數為一次，即表示為 1 點，代表此配電變壓器之運轉情況需注意，其吊回檢修時間應提前一年；第三，若標記次數為兩次，即表示為 2 點，代表該配電變壓器已經有相當程度之耗損，需要馬上吊回檢修，以確保使用上之安全。

【0039】 由上述之實施說明可知，本發明與現有技術相較之下，本發明具有以下優點：

【0040】 1.本發明以儀器輔助配電變壓器維護檢點之檢測方法係利用超音波檢測器以及紅外線熱像儀輔助檢修人員檢測配電變壓器之狀態，使檢修人員可以不只憑著肉眼進行檢查，能藉由檢測儀器的協助，以及標記點數的記錄，清楚知道配電變壓器目前的使用狀況，藉此，甚至可以減少一年 2~4 次的巡視次數以及一年 1~2 次的檢點次數，降低檢修人員的工作壓力。

【0041】 2.本發明以儀器輔助配電變壓器維護檢點之檢測方法係提供確切的標準讓檢修人員可以直接參考儀器量測出之數值決定是否需要直接吊回檢修，相較於過往大多需要仰賴檢修人員的經驗，而導致不必要檢修的可能，本發明以完善且標準化的檢測方法提供配電變壓器有良好的檢測流程。

【0042】 綜上所述，本發明之以儀器輔助配電變壓器維護檢點之檢測方法，的確能藉由上述所揭露之實施例，達到所預期之使用功效，且本發明亦未曾公開於申請前，誠已完全符合專利法之規定與要

求。爰依法提出發明專利之申請，懇請惠予審查，並賜准專利，則實感德便。

【0043】 惟，上述所揭之圖示及說明，僅為本發明之較佳實施例，非為限定本發明之保護範圍；大凡熟悉該項技藝之人士，其所依本發明之特徵範疇，所作之其它等效變化或修飾，皆應視為不脫離本發明之設計範疇。

【符號說明】

【0044】 無