

應用極低頻介質電力因數檢測於電纜系統劣化趨勢分析

Paper Template for the 30th Symposium on Electrical Power Engineering, ROC

¹蘇聰漢

Tsung-Han Su

¹工業技術研究院 量測中心

台灣 新竹市

C.M.S.

Industrial Technology Research Institute

Hsinchu, TAIWAN

jocksu@itri.org.tw

¹許俊明

Jimmy C. Hsu

²黃智賢

Chih-Hsien Huang

²震江機電技術顧問股份有限公司 服務部

台灣 新竹市

Service Department

Chan-ching Electric Technique Consulting. Co.,LTD

Hsinchu, TAIWAN

Chan.ching@msa.hinet.net

²邱敏彥

Min-Yen Chiu

²李長興

Chang-Hsing Lee

摘要

在 IEEE Std 400[1]與 IEEE Std 400.2[2]中已有明確的定義關於應用極低頻介質電力因數檢測於電纜系統的測試架構、程序及評判標準。然而在實際運作的狀況下，若能推估電纜系統的劣化程度及剩餘壽命，那就以為使用者爭取到更多的時效性來執行更換電纜系統的前置作業與安排停電更換的行程。

此篇是利用多條電纜系統進行劣化試驗，並於不同時間點對上述電纜進行極低頻介質電力因數檢測，進而參考 IEEE Std 400 中的評判標準，並依據所檢測出來的結果推導出劣化趨勢的時間曲線。

關鍵詞：極低頻、介質電力因數、電纜系統、劣化。

Abstract

This two-column sample can serve as the template with Microsoft Word. The final paper should be submitted in this format. Use Regular Script(for Chinese) and Times New Roman(for English) fonts throughout your manuscript: 14-point boldface font for the title, 12-point regular font for authors' names, 10-point regular font for authors' affiliations, abstract, keywords, section titles and the main contents. The reference lists is in 8-point regular font.

Keywords: Use maximum 6 terms.

I. 前言

傳統的直流耐壓試驗方式對於電纜系統而言並不能有效的判斷電纜的劣化程度，且因為其屬於破壞性試驗，反而會加速電纜的劣化。商頻的交流耐壓試驗方式又因電纜為電容性設備的關係，使得加壓所需的容量大小會隨著電纜長度的增加而增加，如此所需的加壓設備將會過於龐大，而導致現場測試的困難。極低頻(0.01Hz~1Hz)[2]利用降低頻率的方式來降低所需的加壓容量，加壓設備的體積就可縮小數倍，增加現場測試

的方便性。

因此應用極低頻加壓搭配介質電力因數檢測就可用來作為判斷電纜系統絕緣劣化的指標。經驗顯示在線上運作的電纜會隨著使用的時間持續劣化，且其測試介質電力因數的值也會隨著劣化的程度增加而增加。基此，此篇目的便是利用實驗所得之電纜系統劣化趨勢分析，當測得電纜系統之介質電力因數時，判斷此電纜系統之老化程度與剩餘壽命。

II. 極低頻介質電力因數檢測

極低頻電源為一交流電源，其頻率介於 0.01 Hz 至 1Hz 之間。對電纜系統而言，電源容量大小與待試物之電容量、電源頻率、以及施加電壓有關。在待試物電容量以及施加電壓大小不變的條件下，電源頻率成了主要影響電源容量的關鍵。

$$Q = 2\pi fCV^2 \quad (1)$$

由(1)可觀察到，當電源頻率由 60 Hz 降為 0.1 Hz 時，所需電源容量將可減少 600 倍。基此，極低頻電源具有直流電源之體積小的優點，同時又因其為交流電源，而不具有直流電源有空間電荷之缺點。

$$\tan \delta = \frac{P}{Q} \times 100\% \quad (2)$$

其中 $\tan \delta$ ：介質電力因數

P：有效功率

Q：無效功率

介質電力因數($\tan \delta$)定義如(2)所示，為有效功率與無效功率比值的百分比。若可將所測得的總電流分解為純電阻電流(I_R)與純電容電流(I_C)，介質電力因數亦可表示為(3)。當使用商頻電源時，電纜系統常因為電容性電流(容抗約為 $k\Omega$ 等級)遠大於電阻性洩漏電流，其介質損失因數多為 10^{-3} 等級以下，故不易在瑕疵劣化初

期即診斷出來。而當使用極低頻電源時，電容性電流會大幅減少（容抗約為 $M\Omega$ 等級），而電阻性洩漏電流不變，故可以大幅增加瑕疵之辨識能力。

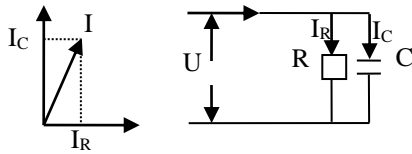


圖 1：電阻電流與電容電流向量圖

$$\tan \delta = \frac{I_R}{I_C} \times 100\% \quad (3)$$

其中 I_R ：純電阻電流

I_C ：純電容電流

由(3)可觀察出，當電纜發生劣化時絕緣電阻值將會因此降低，電阻電流(I_R)就會增加，但電容電流(I_C)並無改變，所以 $\tan\delta$ 的值就會跟著增加。由此可知當劣化程度越嚴重，絕緣電阻值越來越低， $\tan\delta$ 的值也會隨之越來越大。

III. 試驗架構

參考文獻

- [1] N. Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins, *Power Electronic Converters, Applications and Design*, Wiley, New York, USA, 1995.
- [2] Y. Y. Tzou, "DSP-based Fully Digital of a PWM DC-AC Converter for AC Voltage Regulation," *IEEE Power Electronics Specialists Conference*, Atlanta, USA, Jun. 1995, pp. 138-144.
- [3] A. V. Jouanne, P. N. Enjeti, and D. J. Lucas, "DSP Control of High Power UPS Systems Feeding Nonlinear Loads," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 43, No. 1, Feb. 1996, pp. 121-125.
- [4] 張維欽，「負載模型對台電頻率之影響」，《電機月刊》，卷 20，頁 265-270，民 89。
- [5] 經濟部，《921 停電事故調查報告》，民 88。
- [6] 羅欽煌，《科技寫作與表達》，三版，全華，台北，民 95。