

降低配電線損失提昇能源效率

台電試驗所

鄭 強 陳邁夫

壹、電力系統結構

電力系統係將非電能形式的能量轉換成電能形式，將電能藉由輸配電線路輸送至用戶，各用戶再將電能轉換為有用的非電能形式。系統依功能目的可區分為：發電、輸電（一次輸電，二次輸電）、配電（一次配電，二次配電）、用戶（工業用電，商業用電，住宅用電）。以環保與能源使用效率之觀點，檢視電力系統在轉換能源及輸送電力之過程中，存在著等諸多議題有待討論；例如熱機之熱效率、長程輸電線之線路損失以及配電系統之配電損失等等。

配電系統供電範圍包括工業、商業與民生用戶，工業與商業用戶具有負載集中、三相負載平衡性較佳與輸電線路距離短的優點。家庭用電則散佈於廣大區域中，都會區的用戶密度高且用電量大，而鄉村用戶型態恰與都會區相反。故其總線路長度

是全系統之冠，設備投資的費用亦幾與發電機組的投資相當。台灣地區配電系統中已架設了近五千條之饋線，故本文將以饋線之供電效率作為主要議題進行分析與探討。如何將為數眾多的配電系統中的損失量提出分析，是一廣泛且艱鉅的工作，故初步研討宜以運用自動化配電變電所之各項供電運轉記錄，從功率的觀點出發，排定優先調查與檢討供電損失之順序，輔以電力分析紀錄器進行供電量之精密量測以掌握負載特性，並檢討補償對策。負載特性（Load characteristic）是指各種用戶使用電能之時間變化。此種變化每隨季節、時日之不同而不同，更因不同的用電對象與區域亦形成差別現象。因此對負載特性加以調查，以作為電力系統之設計及電力調度上經濟運轉之依據，並提供電源開發、負載預測以及成本分析之基本資料，釐定出合理之供電政策及節約能源之憑藉，使

整個電業之營運更合理完善。

貳、配電系統 (Distribution system)

配電系統可分為高壓與低壓兩種，高壓配電亦稱一次配電 (Primary distribution)，為介於配電 (二次) 變電所與配電變壓器 (Distribution transformer) 間之供電饋線，低壓配電又稱二次配電 (Secondary distribution)，為介於配電變壓器與用戶間，直接供給電能予用戶所需。台灣地區一次配電電壓有 11.4KV 與 22.8KV 兩種，且以三相四線式供電，共有四根導體，即 a, b, c 與中性線 n。負載阻抗連結法有 Y 和 Δ 接法，並可提供單相電源以供多數之民生用電之所需。工業用戶之三相負載電流較為平衡，公共用電以及民生用電多屬單相負載，故負載狀況較不平衡與多變化。

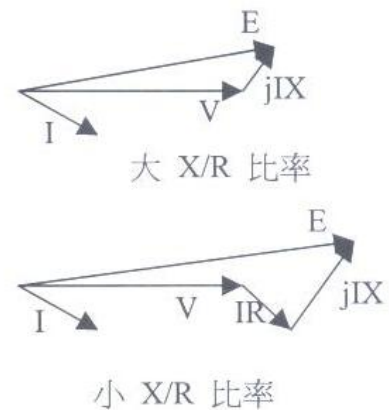
一、配電線之特徵

- 1、配電線位於電力系統中最下游位置。
- 2、各配電線的長度不一，供給工業用戶與商業用戶之饋線長度較短，鄉村地區線路長度較長。
- 3、電壓控制方式有：
 - (1) 並聯電容器。
 - (2) 有載分接頭電壓調整器 (Load tap changer、LTC)。
 - (3) 線路壓降補償器 (Line-drop

降低配電線損失提昇能源效率

compensation)。

- 4、饋線中正序阻抗之 X/R 比率 (Ratios) 遠低於輸電線路。
- 5、有效功率與無效功率的變量相當複雜。



X/R 比率相量圖

二、一次配電迴路構成方式可分為輻射式 (Radial system)、圈式 (Loop system) 與網路式 (Primary network)。

1、輻射式高壓配電

輻射系統係指一次饋線自配電變電所輻射而出並散佈於全供電區，且僅由單一電源供電。

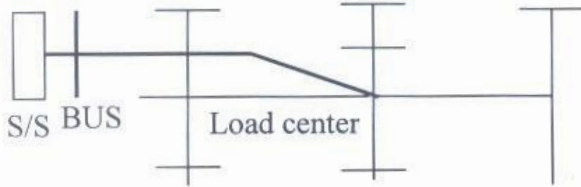
(1) 樹枝型 (Tree or trunk-and-branch type)



樹枝型一次線路

中華民國八十八年十二月

(2)負載中心型 (Load center type) 亦稱
主線饋線型 (Feeder-and-main type)



負載中心型一次線路

區域轉一圈後，仍回到變電所。



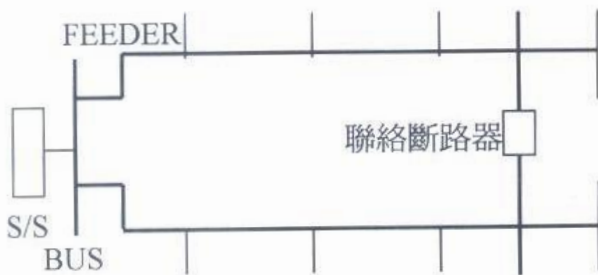
圈型饋線

2、圈式高壓配電

係將二輻射迴路於線路側聯接為一封閉圈型。

(1) 改接輻射式系統而成之圈型迴路

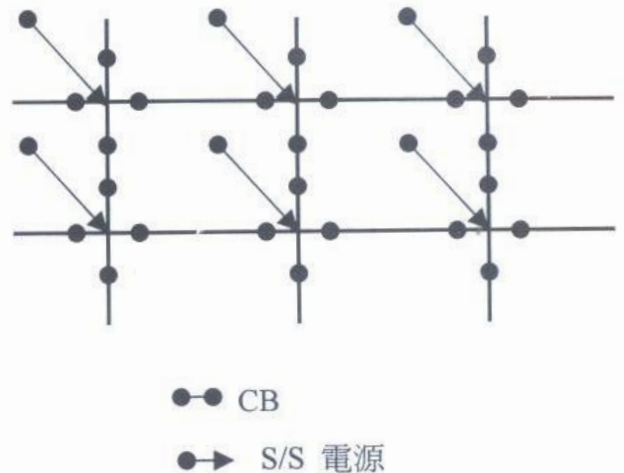
將二條線路以常閉之聯絡斷路器，經應急聯絡線 (Emergency tie line) 組合而成，當發生故障時聯絡斷路器需立即啓斷。



改接輻射式系統之圈型迴路

3、網路式高壓配電

高壓或一次網路 (Primary network) 可為由一次饋電線 (Primary feeder) 交互連結而成之系統，將數個不同電源之電力，同時供應於負載上。



網路式高壓配電基本配置圖

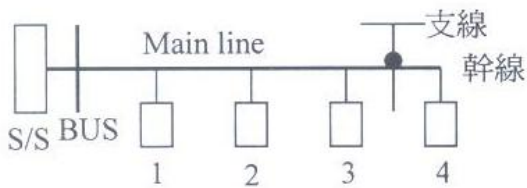
(2) 標準圈型

饋線自變電所匯流排出發，在負載

4、簡化饋線之設備單線圖

配電系統的網路非常複雜，若將高壓

饋線上各幹線與支線之配電變壓器、電容器等基本元件及負載，以饋電點（Feeding point）為區隔點，將每一饋電點下游至用戶間之各項基本供電設備紀錄下來，並計算與繪製單相等效電路單線圖，再依對稱性得到三相等效電路，並由單線圖提供簡潔的資料進行負載用電之基礎分析。



- 1：單相配電變壓器
- 2：電容器
- 3：開 Y / 開 Δ 配電變壓器
- 4：Y / Δ 配電變壓器
- ：饋電點

三、電力負載（Electrical load）之種類

1、用電之型式

(1) 住宅用電（Domestic, Residential）

在家庭內使用電能，其特色為有許多各種型式的小設備，並且住宅位置分部於廣大的區域中。

(2) 工業用電（Industrial）

使用大量能量於製造和其他大規模生產程序上。型式上變化不多且均屬消耗大量電能，並且多屬分部於特定區域裡。

(3) 商業用電（Commercial）

其特性介於住宅用電和工業用電之間。它和住宅一樣，有非常多類的裝

置，以照明、加熱與冷卻為主要負載。商業用電較工業用電分部區域為廣。

2、以用途區分

- (1) 照明（Lighting）
- (2) 電力（Electric power）
- (3) 電熱（Electric heating）
- (4) 電化學（Electric-chemistry）

3、按運用性質分

- (1) 危險用（Critical）
- (2) 緊急用（Emergency）
- (3) 正常用（Normal）

4、以對其他負載之影響分

- (1) 瞬變性負載（週期性及非週期性）
- (2) 穩定性負載（正常）

5、供電品質需特別考慮之負載

- (1) 突然停電足以造成嚴重損害的負載
- (2) 對電壓變化靈敏的負載

參、蒐集負載特性資料

一、運用 SCADA 系統工具

1、SCADA 系統中的自動化變電所於母線、匯流排、主變壓器與饋線之各項供電量資料，均已完整的蒐集於資料處理作業系統之中，詳細內容如下：

- (1) 母線匯流排電壓（ 1ϕ ）。
- (2) 母線 P、Q、I（計算值）電量。
- (3) 主變壓器二次側 P、Q、I 電量；P、Q 為直接量測之三相平均值，I 是三相電流直接量測值。

- (4)二次側匯流排電壓值 (1ϕ)。
- (5)饋線 P、Q、I 電量；Q 為直接量測之三相平均值， $3\phi I$ 含 I_0 是三相電流直接量測值，P 為計算值。
- (6)仟瓦/時、仟乏/時與負載功率因數之計算值。

2、SCADA 供電報表作業子系統

- (1)運用自動化變電所 RTU 進行供電資料蒐集與所製作之報表，依據尖、離峰負載之變化量，作為篩選饋線亟待改善效率之工具，並排定優先量測與分析損失量作業之依據。
- (2)篩選出之饋線，利用電力記錄器進行各相負載電力資料之量測與紀錄。

二、繪製圖表

- 1、製作負載運轉紀錄(日、旬、月、季、年)與圖表，評估改善對策。

- (1)負載曲線
 (2)負載因數
 (3)參差因數
 (4)耦合因數
 (5)損失因數

I. 固定負載之損失因數

II. 短時間尖峰負載之損失因數

肆、配電線路之損失

一、輸配電線路概要

三相輸電線是電力系統的主要能量輸送管道，它有四種現象為我們感到興趣，依其重要性分述如下：

- 1、導體周圍電磁感應的串聯電壓。
- 2、導體間電場強度引起的並聯位移電流。
- 3、導體材料的歐姆阻抗。

對供電品質之影響有：

(1)壓降 (Voltage drop)

高壓配電線的最大壓降需在容許範圍內。

(2)電力損失 (Line loss)

選用適當線徑之電纜，降低導體材料的歐姆阻抗。

(3)安全電流

最大負載電流需小於電纜之安全電流。

- 4、流過礙子污染面的洩漏電流，通常將其忽略。

第 1、2、4 項於配電系統中我們可以暫時將它忽略，而第 3 項導體材料的歐姆阻抗則對供電能力與負載損失具有較大的影響；以節約能源提昇效率的主題中，於涵蓋廣大供電區域之高、低壓配電系統中，如何探討損失成因與簡化問題以達成議題目標同屬重要。

二、系統固定損失

1、配電線之導體阻抗損失。

(1)電阻損失。

(2)電抗損失。

線路壓降： e_s 電源電壓； e_r 負載側電壓； e 線路壓降； I 負載電流； R 線路之電阻值； X 線路之電抗值。

$$\begin{aligned} e &= e_s - e_r = I(R \cos \theta + X \sin \theta) \\ &= I \cos \theta \left(R + X \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \right) \\ &= I \cos \theta (R + X \tan \theta) \end{aligned}$$

2、配電變壓器之激磁損。配電變壓器開 Y、開 Δ 、V-V 接線之配電變壓器。

激磁電流所造成的損失（無效功率）與負載無關，為

$$\sqrt{3} \times V_{Nominal} \times I_{exc}$$

變壓器漏電抗之無效功率與負載的平方成正比，為

$$I^2 X$$

變壓器的漏電抗與負載串聯，所以變壓器在配電系統中，增加了落後無效電力，其大小與變壓器的電抗及負載有關。變壓器滿載時消耗的無效電力為變壓器的容量與其電抗 pu 值的乘積。變壓器輕載時或過載時消耗的無效電力，與負載 pu 值的平方成正比。

三、系統變動損失

1、系統正常運轉時

(1)系統不平衡；系統中性線電流流動之主要原因。

I.電源電壓不平衡。

II.負載電流不平衡。

III.三相間之各單相負載分配不均。

IV.虛功率補償不平衡；例如桿上虛功補償電容器以時控開關定時 ON/OFF。

(2)系統接地阻抗。

(3)諧波污染。

2、系統發生事故時

(1)單相接地。

(2)二相故障。

(3)三相短路。

(4)單相阻抗接地事故，造成非故障相電壓昇，引發更嚴重的兩相或是三相短路事故。

四、中性線上電流對系統之影響

1、增加輸電損失，降低效率。

2、干擾通訊線路。

3、引起保護電驛（LCO）誤動作，降低供電可靠度。

4、於諧波污染下，易造成中性線過載。

5、變壓器中性點電位浮動，引發絕緣降低。

6、擴大電流相序分量之負相序以及零相序成分，其影響如下：

(1)造成發電機轉子異常溫昇。

(2)使交流電機的轉矩降低、發生軸震盪、線圈過熱；更嚴重時，必須降載運轉，降低效率。

五、不平衡運轉之分析

三相電力的情況與單相電源有極大的相異之處，以電壓而言，相電壓 V_a 、 V_b 、 V_c 含有兩個部分，即大小和相位。因此說明三相不平衡電壓需要六個變數，每個相電壓共有三個成分，故相電壓就是三個成分的總和。這三個成分稱之正相序分量、負相序分量與零相序分量。不平衡系統經過對稱成分轉換後，可得到三個平衡系統，系統在正常平衡運轉下的相序分量僅有正序成分，而負序與零序成分為零。負載平衡時，可以簡便算式計算出電壓、電流與功率。但是於不平衡情況下，以對稱分量 (Symmetrical components)、序阻抗與序網路 (Sequence network) 求解電力系統的特性。

1、直接計算電功率 (複雜與不便)。

2、轉換為對稱成分計算

(1) 電壓的對稱成分

$$\begin{aligned}\bar{V}_a &= V_a \angle \alpha_a \\ V_a, V_b, V_c, \alpha_a, \alpha_b, \alpha_c \\ \bar{V}_a &= \bar{V}_{a0} + \bar{V}_{a1} + \bar{V}_{a2} \\ \bar{V}_b &= \bar{V}_{b0} + \bar{V}_{b1} + \bar{V}_{b2} \\ \bar{V}_c &= \bar{V}_{c0} + \bar{V}_{c1} + \bar{V}_{c2}\end{aligned}$$

同理電流亦可轉換為對稱成分。

(2) 總三相複功率

$$\begin{aligned}\bar{S}_{3\phi} &= \bar{V}_a \bar{I}_a + \bar{V}_b \bar{I}_b + \bar{V}_c \bar{I}_c \\ \bar{S}_{3\phi} &= \tilde{V}_{abc} \tilde{I}_{abc}^* \\ \bar{S}_{3\phi} &= 3 \tilde{V}_{012} \tilde{I}_{012}^* \\ \bar{S}_{3\phi} &= 3 [\bar{V}_0 \bar{I}_0 + \bar{V}_1 \bar{I}_1 + \bar{V}_2 \bar{I}_2]\end{aligned}$$

由對稱成分之三相複功率公式檢討，三相複功率亦可轉換為正相序分量、負相序分量與零相序分量之實功率以及虛功率；三個分量之代數和可清楚指示出供電量與損失量，並可據此探討損失量之成因。但是利用對稱成分計算三相複功率需要三相電壓、電流與相位共十二項變數之基本資料，以 SCADA 供電監視點之 P、Q 電量取樣條件而言，難以周全涵蓋所需之數據資料，故須另以電力計蒐集供電數據，進行分析損失原因。

伍、線路補償之目的

大多數的負載屬於電感性負載，電感性負載的特徵是含有滯後成分的無效功率，此無效功率導致較大的電流並引起諸多困擾，如裝置容量不足、線路電壓降低、溫昇與過熱等等。故以裝置電容器進行虛功補償，其目的如下：

1.改善負載之功率因數 (Power factor)

2.降低線路或變壓器的損失

計算公式：

(1)線路壓降改善功因前 $\cos\theta_1$ 、電流 I_1 ，

改善後 $\cos\theta_2$ 、電流 I_2 ，改善前後之

電壓降比為：

$$\frac{e_2}{e_1} = \frac{R + X \tan \theta_1}{R + X \tan \theta_2}$$

若

$$\cos \theta_2 > \cos \theta_1$$

則

$$\tan \theta_2 < \tan \theta_1$$

∴

$$e_2 < e_1$$

(2) 電容器供給之虛功率

電容器之額定電流：

1φ

$$I_c = \frac{Q_c}{V} = 2\pi f C V$$

3φ

$$I_c = \frac{Q_c}{\sqrt{3}V} = \frac{1}{\sqrt{3}} 2\pi f C V$$

Q_c 為電容器的無效功率

3. 改善電源之電壓調整率 (Voltage Regulator)

$$V.R. = \frac{V_{N.L.} - V_{F.L.}}{V_{F.L.}}$$

$$V.R.(\%) = \frac{V_{N.L.} - V_{F.L.}}{V_{F.L.}} \times 100\%$$

陸、RLC 電路之諧振 (Resonance) 特性

交流電路中 RCL 三個線性元件於串聯或是並聯連接時，在某一諧振頻率下造成

$X_L = X_C$ ，且功率因數為 1。此共振頻率由於純係從 LC 來決定，固有時也稱做電路之自然頻率 (Natural Frequency)。

一、串聯共振

在由線性 RCL 所組成的網路中，我們利用 KVL 或 KCL 加以合併，得到一等效電路，若將 RCL 串聯電路連接一交流電源，則電壓可表示為：

$$e_s(t) = E_m \sin \omega t$$

電流可表示為：

$$i_s(t) = I_m \sin(\omega t + \theta)$$

由於三個元件屬串聯電路，故流經其間的電流均相等，由 KVL 的總電壓降為

$$\begin{aligned} V_T &= V_R + V_L + V_C \\ &= IR + I(jX_L) + I(-jX_C) \\ &= I[R + j(X_L - X_C)] \\ Z_S &= R + j(X_L - X_C) \\ \therefore V_T &= IZ_S \end{aligned}$$

由於串聯之關係，由上是可知直流電路上的分壓定律在交流電路仍然可用，但元件上的電壓降可能超過電源電壓，則為在直流電路上所沒有的現象。

交流電路中電感抗與電容抗均與頻率有關，其中電感抗與頻率的高低成正比，電容抗則與頻率成反比關係； $X_L - X_C = X$ 稱為電抗 (Reactance)， X 值可為正或為負，當頻率改變時， X 之正負及大小跟著改變，結果原本負載屬電感性，有可能變成電容

性電路性質；也有可能電感與電容互相抵消，只剩下電阻而已。當 $X_L = X_C$ 時，阻抗最小，故電流到達最大值。即

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$f^2 = \frac{1}{(2\pi)^2 LC}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\therefore Z = R$$

$$\therefore I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{R}$$

此時電流達到最大值且 V 、 I 同相。因為 $X_L = X_C$ 兩電抗相等，則其壓降也必相等，但是相位相反而相互抵消了，故整個電源電壓全都跨於電阻上，這種情形稱為 RCL 之串聯共振或諧振。當發生串聯共振時，線路電流為最大，而電感與電容上之電壓為最大。此時必須考量電阻之熱消散能力及電感與電容之耐壓能力，否則元件易於損壞。電學中定義串聯電路之品質因數 Q ，

$$Q = X / R$$

Q 愈高表示電感抗也愈高，則電感兩端之電壓降也愈高，也愈易受損。

二、並聯共振

若將等效電阻、電感與電容並聯後接於電壓源，在此二節點間，各元件之端電壓均相同，而流於各元件之電流可用歐姆定律求出，再用 KCL 寫出節點方程式，求得注入該節點之電源電流 I_T 。

$$I_T = I_R + I_L + I_C$$

$$I_T = \frac{V_T}{R} + \frac{V_T}{jX_L} + \frac{V_T}{-jX_C}$$

$$= V_T \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{jX_L} + \frac{1}{-jX_C} \right)$$

$$\text{令 } \frac{1}{Z_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{jX_L} + \frac{1}{-jX_C}$$

$$= \frac{1}{R} - j\frac{1}{X_L} + j\frac{1}{X_C}$$

$$= \frac{1}{R} + j\left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \right)$$

$$= \sqrt{\left(\frac{1}{R} \right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \right)^2} \angle \tan^{-1} \left(\frac{\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}}{\frac{1}{R}} \right)$$

$$\text{或 } Z_p = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{jX_L} + \frac{1}{-jX_C}}$$

$$\therefore I_T = \frac{V_T}{Z_p}$$

若令

$$\frac{1}{R} = G$$

$$\frac{1}{X_C} = B_C$$

$$\frac{1}{X_L} = B_L$$

$$\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} = B_C - B_L = B$$

$$\frac{1}{Z_p} = Y$$

G ：表示電導

B_C ：表示電容納 (Capacitive susceptance)

B_L ：表示電感納 (Inductive susceptance)

B ：表示電納 (susceptance)

Y：表示導納 (Admittance)

顯然若 $B_C = B_L$ ，則導納等於電導，故並聯時之輸入等效阻抗 Z_P 為最大，輸入電流必然最小，稱為並聯共振。其共振頻率 f_p 為

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

當發生並聯共振時，電納為 0，表電抗為無限大相當於開路一般，換言之由電源流入之電流全都流經電阻。但電容中的電流為

$$\frac{V_r}{-jX_c} = jB_c V_r = j2\pi f_p C V_r$$

顯然此時有一電流流入電容器，那麼也必有一反相電流流入電感之分路，而電感與電容中之電流會超過電源電流 I_r ，雖然兩者相互抵消而未出現在電源電流上，但 I_L 、 I_C 可能超過元件之額定值而毀損元件，尤其當品質因數 Q 愈高時，危險性也愈高。

三、R.C.L 電路特色

將虛功率補償元件-電容器-無論是以並聯或是串聯的方式加入系統中，原電路阻抗都將改變與降低，系統過低之阻尼將延長各種暫態現象與增大故障電流。故電容器之控制須適當與謹慎，其之控制以滯後功率因數 0.95 為極限值較優。

陸、電容器組之控制方式

並聯電容器作為控制無效電力者，其基本控制原理是依據負載之功率因數大小，計算無效電力量並判別電流屬於滯後或超前參考電壓，進一步控制投入或是切離電容器，以達成控制無效電力與調整電壓之目的。其控制方式與原理敘述如下：

一、手動控制

變電站需有值班人員，依據表計指示控制電容器。

二、自動控制

中央監控之無人化變電所，應用方式有早年之林肯開關、乏控器與自動功因調整器，以及智慧型微處理式表計等。

三、控制原理與組成基本元件

1、量測元件：

- (1)量測無效電力量的大小。
- (2)量測無效電力之屬性為電感性滯後電流或是電容性超前電流。

2、控制元件：

- (1)依據超前與滯後功率因數之無效電力量，控制電容器組投入與切離。
- (2)投入或開啓電容器組之動作延時。

柒、檢討與建議

考慮輕、重載不同時段條件中，運用配電變壓器與饋線重新連接、組合、分配，

以降低不平衡因素，改善線路壓降、線路損失，有效降低中性線電流。

一、第一階段以線路補償爲重

運用配電變電所低壓側自動化報表資料

- 1、從三相以及零相電流值開始檢討。
- 2、其次分析無效功率之變化量。
- 3、進行精密量測作業，探討損失成因與改善成效。

二、進行線路上配電變壓器重組工作，改善不平衡條件。

三、進行低壓用電戶之負載重組。

四、分析尖、離峰負載特性。

- 1、電流變化量。
- 2、功率因數變化量。
- 3、檢討負載分配因數。
- 4、檢討並聯電容器組投入與切離之適當時機。
- 5、檢討重組負載後之尖、離峰負載平衡率。

捌、結論

初級能源（太陽能、煤、石油、天然氣、水力與核能等）可用來直接產生熱力、動力、以及作爲工業原料外，就是用來發電轉換成所謂「二次能源」—電力。電力在傳輸與使用上的便利，已成爲現代化社會最主要的能源。一個國家的國民平均用電量通常可以用來代表國家開發的程度；

中華民國八十八年十二月

一個國家的經濟成長率大致與其發電成長率成正比。依人類能源使用量僅佔地球能源的 0.005%，人類雖然只使用這麼少許的能量，但是由於石化資源燃燒時，產生的二氧化碳阻礙了紅外線熱輻射返回太空，因此逐漸形成溫室效應，改變全球氣象相貌。

火力電廠在煤炭燃燒時除了產生二氧化碳（形成溫室效應，引發全球氣溫上升的主因）、二氧化硫及氮氧化物（爲酸雨元兇）。一座 1000 百萬瓦燃煤電廠，每年燃煤量在 210 萬至 300 萬公噸之間；每分鐘產生 15 公噸的二氧化碳；每小時產生 12 公噸的二氧化硫；而氮氧化物生成量約略相當於 20 萬汽車的總排放量；此外每分鐘附帶產生 900 公斤的飛灰。爲挽救地球環境生態，繼「蒙特婁議定書」管制氟氯碳化物後，於 1997 年底於東京召開的「全球氣候變遷綱要公約」會議，以管制二氧化碳之排放量，以避免臭氧層快速遭到破壞。列管的產業部門包括：石化、鋼鐵、汽車運輸、農業及電力部門，管制的範圍比「蒙特婁議定書」更廣。在公元 2000 年，二氧化碳的排放量將減至 1990 年的水準；爲達排放量之管制目的，並列貿易制裁條款。身爲電力事業中的一員，我們有責任、有義務依個人專長，來探討節約能源與提昇能源使用效率的議題，共同爲環境保護盡一己之力。

參考資料：

- 1、自動化變電所量測系統維護試驗工作報告
台電試驗所 陳邁夫 鄭強
- 2、電機學 蕭弘清 中央圖書出版社
- 3、Power System Voltage Stability
CARSON W. TAYLOR
- 4、配電系統主變壓器有載分接頭位置及電容器組調度 第十九屆電力工程研討會
梁瑞勳 鄭楨國
- 5、配電系統饋線重組以改善可靠度並降低損失 第十九屆電力工程研討會
蘇慶宗 李居昇
- 6、三相四線多重接地配電系統中性線電流分析 第十九屆電力工程研討會
陳在相 楊文治 郭宗益 蒲冠志
- 7、輸配電學 洪貞信
大中國圖書公司印行
- 8、輸配電 (Power System Analysis 2/e)
張夢齡 尤榮祿 葉官悌 譯
CHARLES A. GROSS 原著
高立圖書有限公司
- 9、核能電廠安全以及輻射防護
李敏 黃四昌
國立清華大學工程與系統科學系

徵稿啓事

歡迎來稿

截稿日期：

八十九年五月二十日

- ※歡迎有關線路保護電驛相關之論著、譯述或經驗談等文稿。
- ※來稿文責自負，如係譯稿請附原文及著作權所有人之書面同意文件。
- ※來稿請簡潔明瞭，並請以橫式稿紙正楷書寫（如能附完稿後之電腦磁片更佳WORD 7.0），
- ※本刊對來稿有刪改權，無論刊登與否，恕不退稿。
- ※文章發表後，即致稿酬，版權歸本會刊所有。

歡迎踴躍投稿