

工業配電講義

第一回

502235-1



社團法 考友社 出版發行

第一講 概論

命題重點

壹、電力系統與配電系統

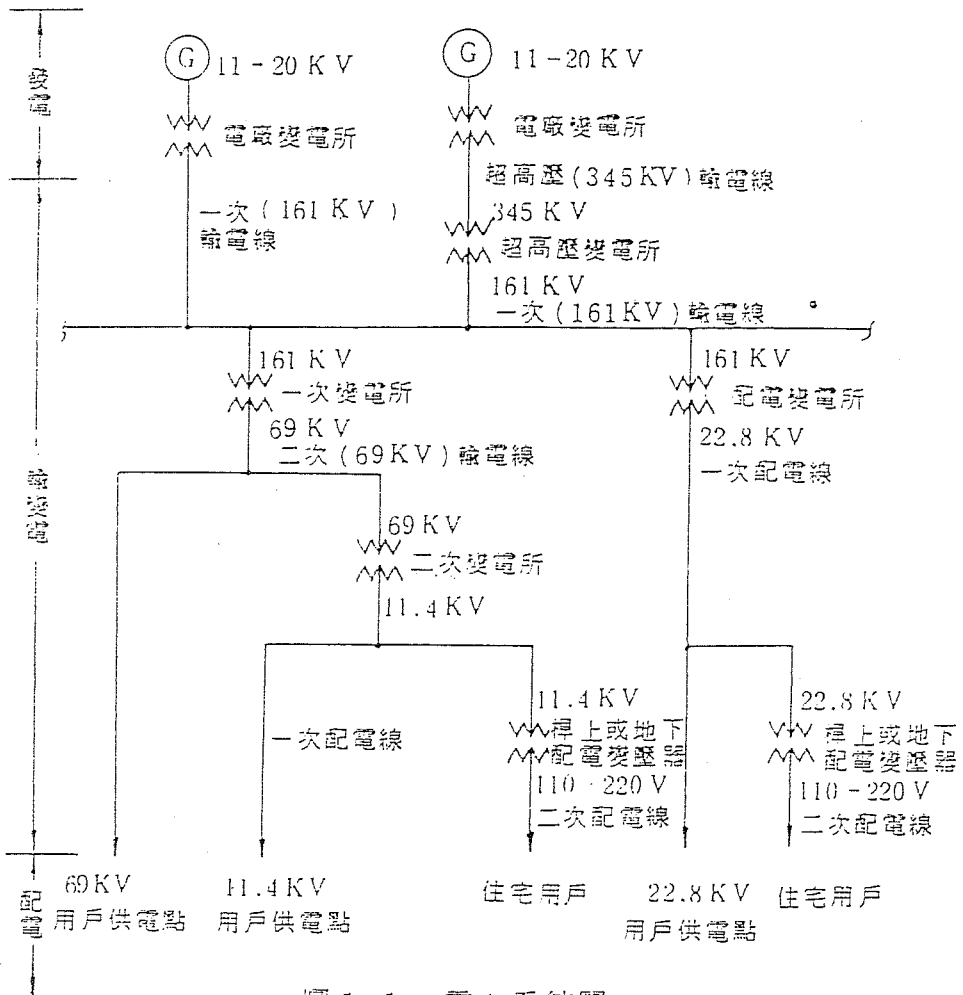


圖 1-1 電力系統圖

502235-1 (1/2)

電力系統涵蓋以下三個主要部份：

1. 發電，
2. 輸變電，
3. 配電。

圖 1-1 所示為台灣地區典型的電力系統。

自責任分界點 (Duty Point) 至用戶各項用電設備端均屬工業配電的範圍。用電量較大之工廠及辦公大樓等用戶，由電力公司以特高壓 (69 KV) 或高壓 (11.4 KV 或 22.8 KV) 供電。再經由自備之變電設備，將電壓降至適宜設備使用之範圍。住宅，商店等用電量較少的用戶則可直接引用配電變壓器 (桿上或地下配電變壓器) 二次側的電壓 (1 ϕ 3W, 110/220 V)。

貳、供電方式與供電電壓

目前台電提供之輸配電方式可分為：

1. 低壓電力用電，其供電電壓在 750 V 以下，
2. 高壓電力用電，其供電電壓範圍為 750 V ~ 33 KV 之間，
3. 特高壓電力用電，其供電電壓在 33 KV 以上。

契約容量與供電方式之適用範圍如表 1-1 所示。

參、負載特性

1. 需量 (Demand)：用戶對電力的需求，例如某一設備的需量即表示在某特定時間內設備端之平均負載。
2. 最高負載 (Maximum Load) 或尖峯負載 (Peak Load)：表某特定時間內之最大負載，其測定以 15 分鐘之平均值為準，用戶與電力公司簽訂特種契約時，即以之為契約容量。

3. 負載因數 (Load Factor): 其定義如下所示 ,

表 1-1

契約 容量 供電 方式 供電地區	低壓	高 壓	特 高 壓	
			33,000V或66,000V	161,000V
3,300V, 5,700V及 11,400V線 路供電地區	未滿 100 kW	100kW 以 上, 未滿 1,000kW	1,000kW以上, 未滿 30,000kW ; 但如未 滿5,000kW, 技術無 困難或以高壓供電為 宜者, 得以高壓供電	30,000kW 以上, 但如 未滿40,000kW, 技術 無困難, 或以66,000 V供電為宜者, 得以 66,000kW供電
22,800V線 路供電地區	同上	100kW 以 上, 未滿 2,000kW	2,000kW以上, 未滿 30,000kW ; 但如未 滿10,000kW, 技術 無困難或以高壓供電 為宜者, 得以高壓供 電	同 上
整體規劃地區, 採11,400V 配電者	同上	100kW 以 上, 未滿 7,500kW	7,500kW以上, 未滿 30,000kW	同 上
整體規劃地區, 採22,800V 配電者	同上	100kW 以 上, 未滿 15,000 kW		15,000kW 以上; 但如 未滿40,000kW, 技術 無困難, 或以66,000 V供電為宜者, 得以 66,000V供電
備 註	整體規劃地區係指整理規劃開發之新市鎮、社區或工業區, 經規劃 單位預留變電所用地並經本公司檢討認為需要者。			

$$\text{負載因數 (} F_{\text{Load}} \text{)} = \frac{\text{平均負載 (Average Load) KW}}{\text{最高負載 (Maximum Load) KW}} \times 100 \% \quad (1-1)$$

其中

$$\text{平均負載} = \frac{\text{總發電或用電度數 (KW·H)}}{\text{總時間 (H)}}$$

負載因數依時間之長短，可分為日負載因數，月負載因數，季負載因數及年負載因數等。負載因數可作為電力系統或供電設備利用程度之指數，其值愈高，表示用電量之分配愈均勻，配電設備之有效利用率愈高。

4. 需量因數 (Demand Factor) : 其定義如下，

$$\text{需量因數 (} F_D \text{)} = \frac{\text{最高負載 (Maximum Load)KW}}{\text{設備容量 (Total Installing Capacity)KW}} \times 100 \% \quad (1-2)$$

需量因數表示設備之使用程度，其值愈高 (愈接近 100%)，表示設備之利用程度愈高，愈經濟。

5. 參差因數 (Diversity Factor) : 其定義如下，

$$\text{參差因數 (} F_{Div} \text{)} = \frac{\text{各個用戶(或設備)最高負載之總和(Total of Each Maximum Load)}}{\text{綜合最高負載 (Total Maximum Load)}} \times 100 \% \quad (1-3)$$

參差因數之倒數稱為重合因數 (Coincidence Factor)，通常最高負載之總和比綜合最高負載為大，故參差因數必大於 100%，其值愈大代表同一配電設備之利用價值愈高，參差因數可用來求得各用戶或設備之綜合最高負載，以之可決定適當容量之配電變壓器。其計算步驟如下：

- (1) 由各用戶 (或設備) 之需量因數 (F_D) 求得各用戶 (或設備) 之最高負載。

最高負載 (KW) = 設備容量 (KW) × 需量因數 (F_D)

- (2) 將各用戶 (或設備) 最高負載之總和，以各用戶 (或設備) 間之參差因數 (F_{Div}) 除之，可求得供給全部用戶 (或設備) 應備之容量。

$$\text{全部用戶 (或設備) 應備之容量 (KW)} = \frac{\sum L_i (\text{max})}{F_{Div}}$$

6. 全日效率 (η_{all}) : 其定義如下，

$$\text{全日效率 (} \eta_{all} \text{)} = \frac{\text{輸出功率數 (KW)} \times T}{\text{輸出功率數 (KW)} \times T + \text{鐵損} \times 24 + \text{銅損} \times T} \times 100\% \quad (1-4)$$

全日效率除適用於變壓器外，亦適用於配電線路，由之可評估配電設備經濟運轉之程度。

7. 損失因數 (Loss Factor) : 其定義如下，

$$\text{損失因數 (} F_{Loss} \text{)} = \frac{\text{平均損失 (Average Loss)}}{\text{最高負載損失 (Max. Load Loss)}} \times 100\% \quad (1-5)$$

其中

$$\text{平均損失} = \frac{\text{損失總數 (KW-H)}}{\text{總時間 (H)}}$$

損失因數係表示某一特定期間內，在最高負載情況下的負載損失程度。

● 精選試題 ●

【題一】某具三相感應電動機，某日之實際運轉記錄如下：最高負載 10 KW，全日使用電量 85 度 (KWH)，試求其日負載因數。

解：最高負載 10 KW，全日總用電量 85 KWH

$$\text{平均負載} = \frac{85}{24} = 3.54 \text{ KW}$$

$$\text{日負載因數} = \frac{\text{日平均負載}}{\text{全日中之最高負載}} \times 100\%$$

$$= \frac{3.54}{10} \times 100\% = 35.4\%$$

【題二】某具容量為 10 KVA 之單相配電變壓器，若在一日當中負載有 8 小時 8 KW，12 小時為 4 KW，假定負載功率因數為 0.8，且電壓維持不變，試求其日負載因數？

解：全日總用電量 = $8 \times 8 + 4 \times 12 = 112$ (KWH)

$$\text{平均負載} = \frac{112}{24} = 4.67 \text{ (KW)}$$

$$\text{最高負載} = 8 \text{ (KW)}$$

$$\text{故 日負載因數} = \frac{4.67}{8} \times 100\% = 58.38\%$$

【題三】某一工廠動力最大負載為 120 HP，照明最大用量為 50 KW，二者合併負載平均功率因數為 0.85，若在需量因數均為 50% 時，此工廠之設備容量應為若干 KVA？

$$\text{解：電力設備容量} = \frac{120 \times 746}{0.5} = 179040 \text{ W} = 179.04 \text{ KW}$$

$$\text{照明設備容量} = \frac{50}{0.5} = 100 \text{ KW}$$

因二者合併負載之平均功率因數為 0.85，故

$$\text{工廠之設備容量} = \frac{179.04 + 100}{0.85} = 328.28 \text{ KVA}$$

【題 四】 某 A、B、C 三用戶設備容量分別為 120，85，160KVA，需量因數分別為 60%，65%，50%，功率因數分別為 0.8，0.85，0.9，三用戶間參差因數為 1.35，試求其綜合最高負載。

$$\text{解：A 用戶之最高負載} = 120 \times 0.6 \times 0.8 = 57.6 \text{ KW}$$

$$\text{B 用戶之最高負載} = 85 \times 0.65 \times 0.85 = 46.96 \text{ KW}$$

$$\text{C 用戶之最高負載} = 160 \times 0.5 \times 0.9 = 72 \text{ KW}$$

$$\text{三用戶之最高負載總和} = 57.6 + 46.96 + 72 = 176.56 \text{ KW}$$

$$\text{故 其綜合最高負載} = \frac{176.56}{1.35} = 130.79 \text{ KW}$$

【題 五】 設某區域內裝置電燈及電動機之總容量為 8000 KW，其需量因數為 65%，由發電廠供電至此區域，線路之損失為 20%，該區域之參差因數為：

$$\text{用戶相互間之參差因數} = 3.5$$

$$\text{變壓器相互間之參差因數} = 1.4$$

$$\text{饋電線相互間之參差因數} = 1.2$$

$$\text{變電所相互間之參差因數} = 1.1$$

由上列資料試求發電廠應備之容量。

502235-1 (1/2)

解：用戶對變電所間之總參差因數 = $3.5 \times 1.4 \times 1.2 \times 1.1 = 6.47$

發電廠應備之容量 = 全部用戶合併用電之最大需量

$\times (1 + \text{損失百分率})$

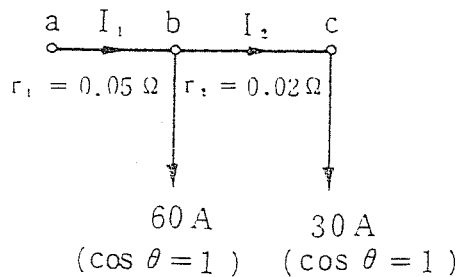
= 全部用戶之設備容量

$\times \frac{\text{需量因數}}{\text{參差因數}} \times (1 + \text{損失百分率})$

$$= 8000 \times \frac{0.65}{6.47} \times (1 + 0.2) = 964.45 \text{ (KW)}$$

全部用戶之設備容量為 8000KW，而發電廠僅供給 964.45 KW，即足以應付負載所需。

【題六】 下圖所示之單相二線式配電線路若參差因數為 1.25，損失因數為 0.3，試求此線路全年之電力損失量。



解：bc 間最大電流 $I_{2\max} = 30 \text{ A}$ $\therefore F_{\text{DIV}} = 1.25$

$$\therefore I_1 \text{ 之最大值 } I_{1\max} = \frac{60 + 30}{1.25} = 72 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ab 間最大電力損失 } P_{1\max} &= 2 \cdot I_{ab}^2 \cdot R_{ab} \\ &= 2 \cdot (72)^2 \cdot 0.05 = 518.4 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\text{bc 間最大電力損失 } P_{2\max} = 2 \cdot I_{bc}^2 \cdot R_{bc}$$

$$= 2 \cdot (30)^2 \cdot 0.02 = 36 \text{ W}$$

$$\therefore \text{ac 間最大電力損失 } P_{3\text{max}} = P_{ab} + P_{bc} = 554.4 \text{ W}$$

$$F_{\text{Loss}} = 0.3$$

$$\therefore \text{平均電力損失} = P_{3\text{max}} \cdot 0.3 = 166.32 \text{ W}$$

$$\text{全年總損失} = P_{3\text{max}} \cdot 0.3 \cdot 24 \cdot 365 = 1457 \text{ KWH}$$

【題 七】何謂負載曲線？有何用途？

解：(1) 負載曲線為某一期間內各臨時電力需量的記錄曲線，依時間長短，可分為日負載曲線、月負載曲線，…等依此類推。

(2) 負載曲線所包含的面積等於電能或 KW-H 值，供給任一負載的電力設備總容量，必須大於所供應負載曲線所示之最高容量，如果負載曲線愈近於直線，則負載特性愈良好。換言之，如果負載曲線愈近於直線，則對於相同電能消耗之負載而言，所需之設備容量將愈小。

第二講 配電設備

命題重點

壹、過電流保護器與開關設備

(壹)低壓過電流保護器

一、無熔絲開關 (No Fuse Breaker, 簡稱 NFB 或 Molded Case Breaker 簡稱 MCB)

其規格包含下列各項：

1. 極數 (P): 有 1P, 2P, 3P 等, 依非接地線數目而選用。
2. 額定電壓 (V): 一般為 600V 以下。
3. 框架電流容量 (Frame Size in Ampere, AF): 為 NFB 接點可耐之電流安培值, 同一 AF 之 NFB 可調置數種不同之 AT。
4. 額定連續電流或跳脫電流 (Trip Size in Ampere, AT):
 $AT \leq AF$, 當線路負載電流超過此值一段時間, NFB 會自動跳脫。
5. 額定啓斷容量 (Rating Interrupt Capacity, IC): 為 NFB 啓斷故障電流之能力, IC 以 KA 為單位。IC 值須大於故障電流, AF 愈大之 NFB 其 IC 也愈大。

二、熔絲 (Fuse)

低壓熔絲依外形可分為：