

工業配電講義

第一回

502235-1



社團法
考友社
出版發行

工業配電講義 第一回



第一講 工業配電基本概念.....	1
命題大綱.....	1
重點整理.....	2
一、配電系統設計.....	2
二、配電元件.....	17
三、配線要領.....	29
四、配電法規.....	35
五、負載潮流分析.....	44
精選試題.....	49

第一講 工業配電基本概念

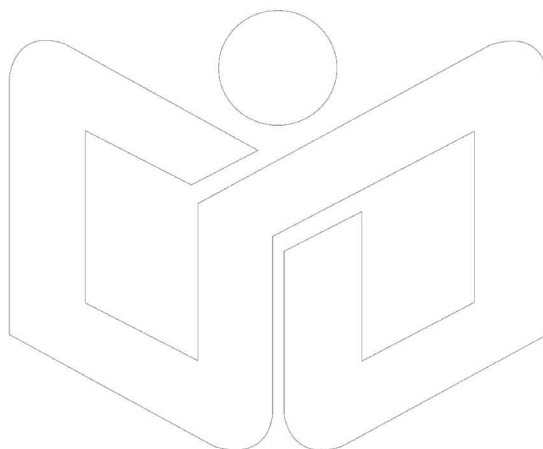


一、配電系統設計

- (一)電力負載名詞解釋
- (二)電費計收與設計原則
- (三)標么轉換

二、配電元件

- (一)電磁接觸器
- (二)無熔絲開關
- (三)積熱電驛
- (四)電力電譯
- (五)限時電驛
- (六)閃爍電驛
- (七)按鈕開關
- (八)指示燈
- (九)栓型保險絲



三、配線要領

- (一)導線知識
- (二)器具使用知識

四、配電法規

- (一)申請作業說明
- (二)自備緊急電源
- (三)電氣工程法規

五、負載潮流分析

- (一)組成解負載潮流的工業配電系統結構
- (二)預估分枝電流與匯流排電壓



一、配電系統設計

(一)電力負載名詞解釋：

1.發電部份：

(1)裝置容量，瓩 (KW) (Installed nameplate capacity)：

發電廠機組之裝置容量，通常以構成該機組之原動機或發電機之設計容量（名牌所列定額容量）稱之（取用二者中較小者），如以系統而論，則為該系統所有發電廠裝置容量之和。（目前以商轉後機組計入）。

(2)毛發購電量，度 (KWH) (Gross total generation)：

廠毛發電量 + 購電量。

(3)淨發購電量，度 (KWH)：

廠毛發電量 + 購電量 - 廠內用電。

①淨發電量 (Net energy generation)：

發電廠發電機所產生之電能，電力系統上屬於公司發電廠之輸出電能。（廠毛發電量 - 廠內用電）。

②購電量 (Energy purchased)：

電力系統上不屬於公司發電廠之輸出電能，係由電力公司購入之度數。

(4)供電量，度 (KWH) (Power supply)：

廠毛發電量 + 購電量 - 廠內用電 - 抽蓄用電。

(5)廠內用電，度 (KWH) (Station service)：

發電廠因運轉發電機所消耗於各項附屬設備之電能。

(6)最高負載（尖峰負載），瓩 (KW) (Peak load)：

特定時間內（定為每日、每月、每年）各單位時間（定為每小時）輸出電力中之最高值。

(7)平均負載，瓩 (KW) (Average load)：

特定時間內（定為每日、每月、每年）各單位時間（定為每小時）輸出電力之總和除以此特定時間。

(8) 負載因數（負載率）（Load factor）：

$$\text{平均負載與最高負載之百分比} = \frac{\text{平均負載}}{\text{最高負載}} \times 100$$

(9) 淨尖峰能力，瓩（KW）（Net peaking capability）：

- ① 各發電機組在正常發電情況下，可提供給系統之最大出力，即為淨尖峰能力。
- ② 計劃中火力、核能機組為按裝置容量扣除廠用電後之淨出力。
- ③ 水力機組係指枯水流量或水位，其流量經調節後集中 6 小時內使用所得之最大出力或機組於該水位下之最大出力。

(10) 備用容量，瓩（KW）（Reserve margin, Capability margin）：

系統備用容量=系統淨尖峰能力-系統尖峰負載，以備系統檢修、緊急跳脫、運轉或未預估之負載使用。

(11) 備用容量率（Percent reserve margin）：

$$\begin{aligned} \text{系統備用容量率 (\%)} &= \frac{\text{系統淨尖峰能力} - \text{系統尖峰負載}}{\text{系統尖峰負載}} \times 100 \\ &= \frac{\text{備用容量}}{\text{系統尖峰負載}} \times 100 \end{aligned}$$

(12) 發電設備容量因數（Capacity factor, Plant factor）：

特定時間內發電廠（或機組）之平均負載（包括廠內用電）與其平均裝置容量之百分比。

$$\frac{\text{平均負載}}{\text{平均裝置容量}} \times 100$$

(13) 發電設備利用率（Utilization factor）：

特定時間內發電廠或機組瞬時毛尖峰負載與其裝置容量之百分比。

$$\frac{\text{瞬時尖峰負載}}{\text{裝置容量}} \times 100$$

(14) 川流式發電廠（Run-of-river power station）：

在河川之上游，建造永久性攔河壩或臨時攔河壩攔住河流，將河川之流水導進發電廠，轉動水輪機，中途既不貯存，亦不調整流量，導進之水自然流進水槽再通至發電廠發電。

(15)調整式發電廠（Pondage power station）：

①在河川中建造攔河壩攔住水流，堰堤上游形成一小型貯水池（或稱為調整池），或在水路途中，另築調整池。

②把池內所貯之水，於尖峰時間使用增加發電量。主要為調整水流以應付一日間的負載變動。

(16)水庫式發電廠（Reservoir power station）：

選擇天然、適宜之地點築壩貯水，使河川流水儲積成池，其容量可能極為龐大，發電廠引池水發電，其出力大小係視水庫容量及水源狀況、系統需要等各種因素而定，以水庫運用常年效率最高為原則。

(17)抽蓄式發電廠（Pump storage power station）：

係利用豐水期或深夜系統負載輕時的剩餘電力，抽蓄水量於高處，而於尖峰負載時用來發電。

(18)汽輪發電機（Steam turbine generator）：

由鍋爐所產生之高壓高溫蒸汽，經蒸汽管路引入蒸汽輪機，以驅動其連結的發電機。大型蒸汽輪機係由高壓、中壓與低壓汽輪機等三部分所組成。

(19)氣渦輪發電機（Gas turbine generator）：

空氣經壓縮機增壓而通至燃燒器激發燃料之燃燒，生成燃氣流過渦輪而膨脹作功驅動發電機發電。

(20)複循環氣渦輪機（Combined cycle gas turbine generator）：

氣渦輪機之排氣經過廢熱鍋爐吸收廢氣熱量產生蒸汽驅動蒸汽輪發電機組發電。

(21)柴油發電機（Diesel generator）：

燃料在汽缸內燃燒產生動力驅動發電機發電。

(22)沸水式反應爐（Boiling water reactor）：

反應爐內核燃料產生之熱能，傳送至爐心內冷卻水流，使冷卻水溫度升高沸騰，產生蒸汽，以驅動蒸汽輪發電機發電。

(23)壓水式反應爐（Pressurized water reactor）：

反應爐內核燃料產生之熱能，由一次循環水系傳送至蒸汽產生器中之二次循環水系，使之因加熱而產生蒸汽，以驅動蒸汽輪發電機發電。

2. 變電輸配電部分：

(1)電力系統 (Power system) :

①由發電廠、輸電線、變電所、配電線等所聯結而成之整體，能使電能由發電廠經輸電線，變電所而傳輸分配至各用戶。

②包括整個生產至消費之程序，稱之為電力系統。

(2)超高壓系統 (Extra high voltage system) :

屬於 345KV 設備之電力系統稱為超高壓系統。

(3)一次系統 (Primary system) :

屬於 161KV 設備之電力系統稱為一次系統。

(4)二次系統 (Secondary system) :

屬於 22.8KV 以下設備之電力系統。

(5)超高壓變電所，仟伏安 (KVA) (Extra high voltage substation) :

凡接有超高壓系統設備之變電所稱為超高壓變電所，容量係以主變壓器為計算基準，不包括其他變壓器容量。

(6)一次變電所，仟伏安 (KVA) (Primary substation) :

凡接有一次系統設備之變電所稱為一次變電所。容量係以主變壓器為計算基準，不包括其他變壓器容量。

(7)配電變電所，仟伏安 (KVA) (Distribution substation) :

凡接有一次系統設備並直接降為配電高壓之變電所容量以主變壓器為計算基準。

(8)二次變電所，仟伏安 (KVA) (Secondary substation) :

凡接有二次系統設備之變電所稱為二次變電所。容量係以主變壓器為計算基準。

3. 輸電線路 :

(1)超高壓輸電線，公里 (KM) (EHV transmission line) :

指連接大發電廠與超高壓變電所及超高壓變電所與超高壓變電所間之 345KV 線路。

(2)一次輸電線，公里 (KM) (Primary transmission line) :

連絡發電廠與一次變電所及一次變電所與一次變電所間之 161KV 線路。

(3)二次輸電線，公里 (KM) (Sub-transmission line) :

連絡發電廠間與二次變電所間及二次變電所與二次變電所間之 69KV 或 34.5KV 線路。

(4)配電線，公里 (KM) (Distribution line) :

指電壓為 22.8KV 以下之線路。

(5)線路損失電量，度 (KWH) (Line loss) :

發購電量減售電量再減台電自用量數 (含工程、事業、變電所

所內用電，停機時廠外受電及抽蓄用電量) 為全部損失電量，故損失電量包括竊電損失在內。

(6)線路損失率 (Loss rate) :

- ①線路損失電量除以發購電量 $\times 100$ 計算之。
- ②線路損失電量除以發購電量 $\times 100$ 計算之。

(二)電費計收與設計原則：

1.省電器：

(1)概述：

- ①市售的省電器其實就是利用改變功率因數、降低負載電壓等方式來達到所謂省電的目的。
- ②就改變功率因數而言，對一般家庭用戶可降低屋內線路損失，但其量很少，所以對用戶電表減少計費幾乎沒有助益。
- ③就降低負載電壓來說，部分負載則須犧牲器具的效能來達成省電之效果，但是稍不小心有可能會燒損馬達類的設備。

(2)違規情形：

- ①坊間不肖竊電集團常假藉代裝省電裝置等各種名義，謊稱可替用戶達到省電效果，節省電費支出。
- ②實際上却以改接線路或改動電表計量設備手段，使電表顯示用電量明顯減少，以致造成違法竊電情事。

(3)省電方式：

- ①用戶如欲減少電費支出，正確的省電方法，為選購高效率、貼有節能標章、能源效率分級標示的用電器具。
- ②養成良好用電習慣，隨手關掉不必要之電器，達到最佳節電效果，切勿任意接受來路不明之「省電」推銷而造成得不償失之憾事。

2.繳費通知單處理方式：

(1)對於尚未委託金融機構轉帳代繳電費之用戶：

- ①係按期郵寄電費繳費通知單，供用戶持憑向代收電費單位繳費，每期電費單據上均列示有下次繳費起始日。
- ②如逾上述日期尚未收到電費通知單，請先行以電話向當地電力公司服務單位查詢。

(2)如未逾繳費期限：

- ①雖已逾繳費期限惟距代收電費單位之代收截止日尚有一段時日時，可請服務單位人員補寄繳費通知單供。
- ②也可就近向代收電費之銀行、郵局、便利超商等繳費，亦可逕向各服務單位繳費。

- (3)如逾繳費期限且已屆代收電費單位之代收截止日時：
請至各服務單位繳費。

3. 繳費單相關：

- (1)請以電話聯絡當地服務單位查明繳費期限及代收電費單位代收截止日，若距代收電費單位之代收截止日尚有一段時日，則可補寄供就近向代收電費之銀行、郵局、便利商店等繳費；若已屆或超過代收電費單位之代收截止日，則請至各服務單位繳費。
- (2)以委託郵局或金融機構代繳電費較為方便。另亦可利用下列方式繳費：
- ①定期向本公司預繳一期以上之電費。
 - ②持電費繳費單據於代收期限前，就近至銀行、郵局、便利超商等代收電費機構繳費。
 - ③利用網路線上繳費，於代收截止日前，上網連結至金融機構之網路銀行或網路 ATM 繳費（辦理銀行名單詳見繳費方式簡介）。
 - ④利用電話語音或自動提款機繳費。

4. 收費日期：

- (1)請直接查看本期電費收據上列印之下次抄表、收費日期。
- (2)如本期電費單據遺失，請打電話至當地服務單位，告知電號或用電地址，以便服務人員查復下次抄表及收費日期。

5. 電費相差懸殊處理方式：

- (1)電費較以往增加，可能是因為最近添置用電設備、夏天使用冷氣機、冬天使用熱水器或暖氣或是過年、節假日等特殊情形而多用電。
- (2)若懷疑抄表錯誤，請抄錄當時電表指數，向服務單位查詢。
- (3)若懷疑其他因素所致，亦可向服務單位查詢。

6. 設計基本原則：

每一個工廠均有其特殊的負載情況及運轉條件，所以沒有一套標準配電系統可以適用於所有工廠。為了配合各工廠的生產現況和未來發展，必需審慎規畫配電系統。規畫時應該考慮的幾個項目及基本原則如下：

(1)安全：

保護人身及設備的安全，是工業配電系統設計時最重要的課題。人命關天，應該不計成本採用最安全的設計，以維護人身安全。至於設備安全，則可以視情況分為若干等級加以考慮。為保護人身及設備安全，應該考慮的重要事項如下：

- ①斷路器應有足夠的啓斷容量，以便能安全啓斷可能發生的最大故障電流。

- ②露出的帶電導體應藉裝置高度、圍籬或密封體加以隔離，以免人員感電。
- ③分段開關與斷路器之間加裝互鎖裝置，防止分段開關在有負載時誤操作開啓而造成損壞。
- ④為維修某段電路或某項設備時，應能使此段電路或設備停電。
- ⑤電力公司停電時，重要設備及照明應可由緊急電源負責供應。

(2)經濟效益比較：

- ①配電設計工程師的重要責任之一，在選定適當配電系統前，應就各種客觀條件加以分析，必要時應做經濟效益比較。
- ②在比較成本時，應自電源以下將整個系統作比較，包括各項設備的價款及其安裝費用。
- ③若業主不願意負擔配電系統的初次鉅額投資，則在不影響安全及使用的前提下儘量降低投資金額。

(3)操作簡便：

- ①系統要簡單不要過於複雜，依過去的經驗，因為系統過於複雜，電氣操作員未經常演練緊急用電的操作，以致操作錯誤而引起停電的情形甚多。
- ②簡單系統可使操作者於平常或緊急時，都能做正確的操作，這是確保用電安全的重要因素之一。

(4)彈性：

- ①由於工商業不斷進步，工廠生產已進入「少量多樣」的時代。產品製造程序隨時都有簡化或改進的可能。
- ②工廠的產品種類為配合市場需要，也可能隨時有所改變。因此，工廠配電系統設計，必需具有充分彈性，以適應生產程序可能發生的變動。
- ③此外，對於未來工廠的擴充也應多加考慮，務使配電系統留有相當伸縮性，以免擴充時影響現有生產設備的正常供電

(5)系統可靠性：

- ①工廠對於連續供電的要求，視其產品而定。
- ②有的工廠偶爾暫時停電也無太大影響，但有的工廠對連續供電的要求甚嚴，不論在哪一種工廠，均應把握「少停電，小停電」的原則。
- ③據此原則，設計時應注意系統中如有故障發生，應能將故障部位隔離，而不致干擾整個系統。

(6)系統擴充與改善：

- ①工廠開工後，可能因業績成長需要不斷地擴充，設計配電系統時

♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥
 ♥♥ **精選試題** ♥♥
 ♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥♥

一、考友公司契約容量 200kw，六月份用電 100,000 度，最高需量 180kw，七月份用電 100,000 度，最高需量 230kw。試計算六、七月份電費分別為多少元？

答：(一)六月份最高需量 180kw，未超過契約容量（200kw），按契約容量收基本電費：

$$\text{基本電費 } 223.6 \text{ 元/kw} \times 200\text{kw} = 44720 \text{ 元}$$

$$\text{流動電費 } 3.53 \text{ 元/度} \times 100,000 \text{ 度} = 353000 \text{ 元}$$

$$\text{合計：} 397720 \text{ 元}$$

(二)七月份最高需量 230kw 超過契約容量（200kw）；超約 10%以內者（20kw），以兩倍計收款，超過 10%的部份（10kw）以三倍計收罰鍰：

$$\text{基本電費 } 223.6 \text{ 元/kw} \times 200\text{kw} = 44720 \text{ 元}$$

$$\text{流動電費 } 3.53 \text{ 元/度} \times 100,000 \text{ 度} = 353000 \text{ 元}$$

$$\text{罰鍰 } 223.6 \text{ 元/度} \times 20\text{kw} \times 2 = 8944 \text{ 元}$$

$$223.6 \text{ 元/度} \times 10\text{kw} \times 3 = 6708 \text{ 元}$$

$$\text{合計：} 413372 \text{ 元}$$

二、考友機械工廠已知其設備裝置容量總和為 1250kVA，試求此工廠變壓器容量為多少 kVA？

答：機械製造業的總需要因數是 35~50%，而變壓器容量必須能供應用戶的最高用電需量：

$$\text{變壓器容量} = \text{裝置容量} \times \text{需量因數}$$

$$= 1250\text{kVA} \times (35 \sim 50) \%$$

$$= 437.5 \sim 625\text{kVA}$$

三、考友電子工廠，廠房面積約 1000 平方公尺，試估算其最高用電需量（契約容量）約為多少？

答：照明與動力何計約為：

$$100\text{VA/m}^2, \text{ 故其最高用電需量為 } 100\text{VA/m}^2 \times 1000 \text{ m}^2 = 100\text{kVA} \approx 100\text{kW}$$

四、某用戶預估最大負載為 2000kVA，台電公司核定以 22.8kV 供電，試決定該用戶一次側變壓器、斷路器及電纜的容量。