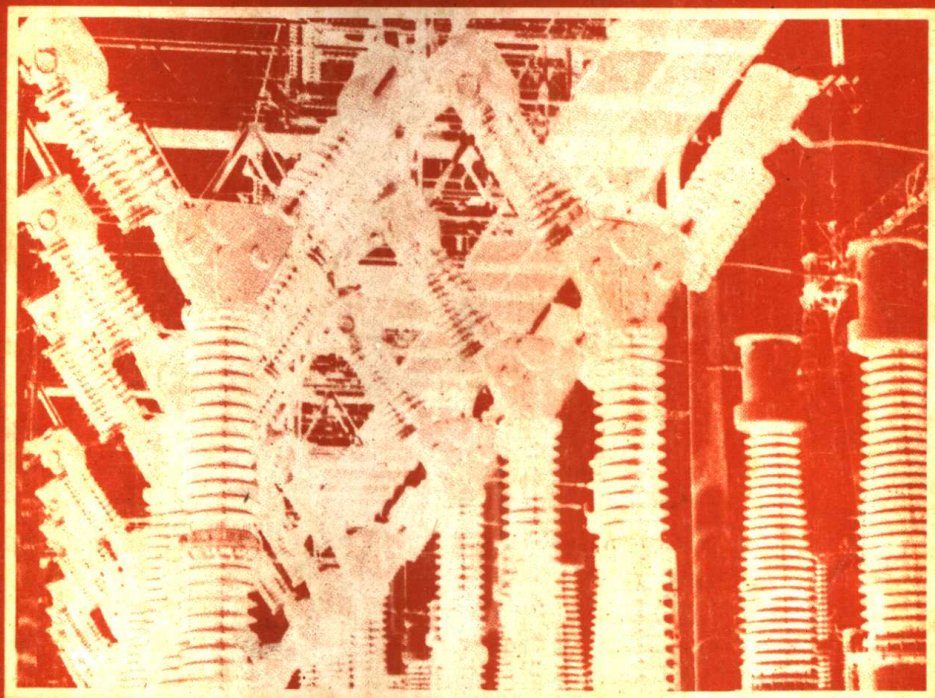


輸配電學

(下冊：配電學)



輸 配 電 學

(下冊：配電學)

目 錄

序 言

第一章 緒 論

- 第一節 配電系統的認識…… 1
- 第二節 傳配方式…… 4
- 第三節 配電電壓…… 6
- 第四節 配電系統之要素…… 11
- 第五節 配電的安全與防護…… 14
- 第六節 配電的經濟性…… 15

第二章 線路設計準則

- 第一節 配電系統與負載密度之經濟性…… 17
- 第二節 配電計劃之要素…… 18
- 第三節 配電電壓…… 19
- 第四節 導線線徑之因素…… 21
- 第五節 導線的經濟線徑…… 24
- 第六節 配電變壓器的容量與間隔…… 29
- 第七節 饋線的容量…… 33
- 第八節 配電線路的裝設…… 40
- 第九節 線路保護的原則…… 45

第三章 負載及其特性

- 第一節 負載之種類…… 50

- 第二節 負載特性及曲線…… 52
- 第三節 電功率之種類…… 54
- 第四節 全日效率…… 58
- 第五節 需量、負載、參差及重合因數…… 59
- 第六節 負載之預測…… 64
- 第七節 損失因數…… 67

第四章 配電方式

- 第一節 串聯與並聯式配電…… 73
- 第二節 單相配電…… 74
- 第三節 三相交流配電…… 77
- 第四節 高壓系統配電…… 81
- 第五節 配電變電所…… 84
- 第六節 低壓系統配電…… 92

第五章 配線設計

- 第一節 系統高壓配線…… 105
- 第二節 一次輻射配線…… 109
- 第三節 一次環路配線…… 111
- 第四節 一次網路配線…… 114
- 第五節 二次輻射配線…… 116
- 第六節 二次並聯配線…… 117
- 第七節 二次網路配線…… 122
- 第八節 饋電點之選定…… 126
- 第九節 城鎮地區之低壓配電

| | | | | |
|------------|-----------------------|-------------|-------------------------|-----|
| | 128 | 第五節 | 電壓變動之改善..... | 249 |
| 第十節 | 鄉村地區之低壓配電 | | | |
| | 130 | | | |
| 第十一節 | 路燈線路..... | | | 132 |
| 第六章 | 受電方式 | | | |
| 第一節 | 受電之策劃..... | | | 139 |
| 第二節 | 配線之型式..... | | | 140 |
| 第三節 | 自備變電所..... | | | 152 |
| 第四節 | 低壓斷路方式..... | | | 160 |
| 第五節 | 低壓氣斷路器的電流 設定值..... | | | 164 |
| 第七章 | 接地方式 | | | |
| 第一節 | 概 論..... | | | 180 |
| 第二節 | 系統之接地..... | | | 181 |
| 第三節 | 中性點對地之殘餘電 壓..... | | | 185 |
| 第四節 | 系統接地之特性..... | | | 189 |
| 第五節 | 選擇系統接地之方式 | | | 202 |
| 第六節 | 接地電流之計算..... | | | 203 |
| 第七節 | 設備之接地..... | | | 206 |
| 第八節 | 靜電之接地..... | | | 207 |
| 第九節 | 雷電之接地..... | | | 207 |
| 第八章 | 電壓變動與電壓降 | | | |
| 第一節 | 概 論..... | | | 209 |
| 第二節 | 電壓變動對用電設備 之影響..... | | | 211 |
| 第三節 | 電壓降之計算..... | | | 218 |
| 第四節 | 電壓降下率及調整率 | | | 248 |
| | | 第九章 | 功率因數 | |
| | | 第一節 | 概 論..... | 258 |
| | | 第二節 | 功率因數改善的效益 | 262 |
| | | 第三節 | 串聯電容器的電壓補 償度..... | 276 |
| | | 第四節 | 串聯電容器的額量... | 280 |
| | | 第五節 | 串聯電容器的應用... | 285 |
| | | 第六節 | 並聯電容器改善電壓 的效果..... | 289 |
| | | 第七節 | 改善功率因數的設備 | 291 |
| | | 第八節 | 並聯電容器之容量... | 293 |
| | | 第九節 | 電容器的控制裝置... | 295 |
| | | 第十章 | 無效電力 | |
| | | 第一節 | 概 論..... | 300 |
| | | 第二節 | 同步電容器..... | 302 |
| | | 第三節 | 串聯電容器..... | 303 |
| | | 第四節 | 並聯電容器..... | 306 |
| | | 第五節 | 靜電電容器之特徵... | 320 |
| | | 第六節 | 同步電容器與並聯電 容器之功效..... | 322 |
| | | 第七節 | 靜止無效電力補償器 | 323 |
| | | 第十一章 | 配電設備之保護 | |
| | | 第一節 | 短路電流之近似值... | 326 |
| | | 第二節 | 二次母線之故障電流 | 333 |
| | | 第三節 | 配電線路之故障電流 | |

| | |
|------------------------|-----|
| | 364 |
| 第四節 設備的保護..... | 369 |
| 第五節 饋線保護電驛之標置 | 373 |
| 第六節 配電保護之設計範例 | 374 |

第十二章 限流裝置之效應

| | |
|------------------|-----|
| 第一節 概論..... | 381 |
| 第二節 限流電抗器..... | 382 |
| 第三節 限流熔斷器..... | 391 |
| 第四節 低壓與限流裝置..... | 393 |

第十三章 架空線路之機械設計原理

| | |
|---------------------------|-----|
| 第一節 支架..... | 403 |
| 第二節 終桿拉線及角度拉線 之受力..... | 412 |
| 第三節 弛度與拉力的關係..... | 416 |
| 第四節 弛度與線間距離..... | 425 |
| 第五節 弛度及拉力的溫度影響 | 429 |

| | |
|-------------------------|-----|
| 第六節 導線配置與線間之距 離..... | 431 |
| 第七節 線路的荷重..... | 432 |
| 第八節 導線之振盪..... | 434 |
| 第九節 線路之裝設..... | 435 |

第十四章 地下電纜

| | |
|-----------------------------|-----|
| 第一節 地下輸配電線路..... | 439 |
| 第二節 電纜的構造..... | 441 |
| 第三節 電力電纜之種類及特 徵..... | 441 |
| 第四節 電纜的性質..... | 446 |
| 第五節 電纜之額定值..... | 451 |
| 第六節 電纜之裝設與防護..... | 455 |
| 第七節 電纜之施工..... | 456 |
| 第八節 充油電纜之油壓作用 | 458 |
| 第九節 電纜接頭之處理..... | 461 |
| 第十節 匯流排槽..... | 463 |
| 第十一節 電纜之故障及故障 檢查之方法..... | 464 |

第一章 緒 論

第一節 配電系統的認識

1-1 配電系統之擴展

半世紀前電力為少數國家及城市之寵物，由於技術之進步與工業之發展，而電力成為工業之主要原動力，且工業亦為國力之表徵。世界各國為擴充其經濟力量，電力之開發為第一優先而使電力普通發展，配電面積加速擴充，又由於電力應用在家庭、農業、商業、工業、交通及教育等，而用電設備日有所猷，配電密度與時俱增。

五十年來之配電，雖已在全球各地普遍發展，但各地區配電程度相差懸殊，而反應各地區之開發程度或生活水準有極大差距，則表示配電之發展，前途未可限量。

根據聯合國之統計，在1931年全球發電量為2200億度，而在1964年則增加為31,044億度，幾達1931年之14倍，於最近三十年內，每經8年半發電量即告增加一倍，尤最近數年積極開發電源，推廣農業及工業用電，使用電需要每年直線增加。

就以本省情形在1954年發電量為1805百萬度，1960年為3678百萬度至1966年增至7340百萬度，即每經6年增加一倍。至1973年達12,338百萬度，又幾達一倍，惜國際經濟危機，及能源危機繼續而來，使工業用電一度減少，但家庭用電仍高度成長，使1974年仍可達12,585百萬度之供電量，1975年幾乎仍有過去之成長，可見電力為國家現代化不可缺少之要素。

都市擴展至鄉村，電化農村在地理上開拓新的疆域，農業之應用將為配電發展史上輝煌一頁，舉凡灌溉、耕作、收割、加工、飼禽畜、擠牛乳莫不賴電能，農村生活起居與娛樂亦莫不電化，而提高農民生活水準加強經濟生

產。

由照明擴展至電化家庭，在半世紀前電力在家庭不過照明，現代化高樓大廈、空氣調節、用水均完全依賴電力，以普通城市住戶，水廠一旦停電，使全電化家庭無電即無法生活。從單純動力擴展為各種行業，以往在工業上應用，除一部份電化學工業外，其他工業用電均為動力，而今日工業用電為生產程序及產品品質之控制，更逐漸發展完全自動化，尤以電子工程方面之發展最顯著，小至兒童玩具大至飛彈、人造衛星，其應用之廣無可限度，就化學方面已不限於昔日之電解電鍍，由於高週波的應用，使得昔日夢想不到之新產品源源問世，交通方面開初在鐵道，而進入控制與導航方面，使交通更安全。

1-2 擴展之因素

一般生活指數或平均物價，全球各地不斷的上漲，唯電價始終低落，以美國為例，在 1960 年家用電價每度美金 2.47 分，而與愛迪生氏之早期比較每度 2 角 5 分僅為十分之一，目前在高度用電國家中，家庭每月所耗電費的開支往往僅佔全部生活費之百分之一，其所費尚低於一人每月吸煙的費用。

技術上不斷的改進，對低電價有極大貢獻，以耗煤量而言，初期發電每度耗煤量多達 14 公斤，而近代之火力發電已降低至每度為三分之一公斤，就配電損失而言，初期損失高達百分之四十以上，至 1910 年在百分之二十以上，而近年之正常配電損失已降低至 10%，對電業效率最佳者甚至已低達百分之七而已。

功因改善一般採用，並聯電容器與同步馬達。但並聯電容器較經濟且實用，同步馬達僅在需要大的馬達動力時，才會考慮被使用。功因的改善能減少電力成本，提高電壓強度，由減少系統損失而增加電力輸電容量，其最主要理由乃在減少電力費用，及增加動力容量。且亦維持供電品質的基準為：

電壓：住宅：110, 115, 120, $\pm 5\%$ ；220, 230, 240 $\pm 5\%$ 。

動力：220, 220/380, 230/400, 240/416, $\pm 10\%$ 。

頻率：50HZ 或 60HZ, $\pm 0.1\text{HZ}$ 以內。

功率因素：工業為 85 ~ 95%。

住宅為 90 ~ 99%。

1-3 配電之任務

電力自電源分配至用戶，應保持適當的電壓及允忍停電時間為原則，供

電之穩定與品質的要求日漸嚴格，在過去用戶根本不知道什麼是電壓穩定，什麼為品質好壞，事實上當時除用儀器測量外，其他設備無法感覺到。一台老式110伏特的電動機，供給電壓80伏特可以轉動，供給150伏特也不會馬上燒毀，故對用戶只要電器能使用，就算滿足了。但現在情形就完全不同，新型電氣設有自動保護設備，電壓稍微變動就會跳脫，如電器經常不能使用，當然會提出穩定與品質的要求。電力事業為供給優良之電力，應積極的加強服務和改進。

系統的可靠性係由發電設備，輸電和配電系統三方面評定。發電設備要保持相當的備轉容量，以確保充裕的電源，輸電線和一次變電所的可靠因素較複雜，而配電系統的可靠性，視各地區配電系統的的事故發生率、線路長度、及線路上通過最大載流量等因素而決定。配電分為市內、近郊和郊區加以計算，其發生停電次數（頻度）之多寡，停電延續（長短）時間，與受停電影響（停電功率）範圍等數項。負載受電可靠性為電源或自備發電的配給供應能力，設備之操作及維護是否簡明，及設備之安裝與特性是否良好等因素。原則意外停電應越少越好，且故障隔離部份對系統之干擾程度也最小，並適合系統所需要的可靠性。

1-4 配電的基本原則

配電系統的供電基本原則分述為：

1. 電壓：電壓降落及電壓變動的範圍，若電壓調整不好，會影響電機設備的性能及壽命。
2. 短路容量：電路之開關及保護裝置，以確保設備正常運轉及故障時皆能發揮其功用。
3. 安全：人員與設備的安全，以人員安全為先，須不計成本或其他條件作最安全的設計，而設備為器材，建築物等之安全，可在不影響人員安全之下，分為若干等級選用。
4. 運轉：配電方式操作簡便為安全及可靠最重要因素，在緊急狀況下，應避免煩雜或危險的開關操作。
5. 維護：電機設備適當採用，使檢修方便且安全，且儘可減少維護週期。
6. 負荷量：負載及備轉容量，並調查發展的因素。
7. 可靠性：停電是不可避免之事，但應要求高度的信賴，而設計合理的停電範圍，使用戶獲得可靠的電力。

第二節 傳配方式

遠方電能以經濟高效率的傳配，則交流電優於直流電供給，因交流電力傳輸，分配，變換及運用方便，故近代工業動力照明設備與用電器具等均樂於採用。

直流供電，僅適合於人口密集地區，在直流電路中無電感及電容之作用，電纜中更無渦流之損失，甚至更能適合於電化工業及電車與機械轉速的變動等用途；但因電壓不能隨意昇降，如以本身較低之電壓傳輸電能，則線路損失較多，尤以大容量集中供應，而使設計與設備均無法適從。故目前世界各國仍多以交流供電方式。

2-1 直流配電系統

電機設備多用交流，惟速度控制方面迄今還未能與直流電動機相抗衡，且製造成本亦較貴。在工廠精密控制速度益形重要，特別工具機、傳遞帶等作業能在速度作寬廣的變化，且能精確調整至某一速度以配合某些作業。直流電動機需用直流電源，直流電源在老式工廠尚有用引擎或渦輪帶動的直流發電機，但較省錢且廣泛採用的方式，係將交流電送到用電場所，再以整流器或電動發電機組變成直流。

目前最廣用的電力整流器，其整流器的容量有的很少，也有很大的。整流器分電子管整流器、水銀池整流器、氧化銅整流器、矽整流器、硒整流器、鎢整流器等，這些整流器之交流電壓視設計而異。其輸出直流電壓計有6至12伏特作電鍍用，125伏特作照管用，250伏特供電動機用，600至750伏特供煉鋼機用，850伏特以上供電化作業用。整流器在維護方面亦最受樂用，因少有經常運動機件，而不易故障。

還有一種袖珍型直流電源，係將電動發電機同裝於一箱內，其中包括電磁開關、信號產生器及電子控制裝置，而裝設於電機旁邊使用方便，且適合各種用途的工業。

2-2 交流配電系統

三相交流電源的商用頻率不外25, 50和60HZ三種，歐洲為50HZ，美國使用60HZ，目前台灣省亦為60HZ。週波若較低則電抗之電壓降減少，即電力品質較優，但變壓器採用50HZ與同容量同效率的60HZ相比較，

，則所需材料為多而費用貴，即相同設備之投資運用 60HZ 較適宜。頻率較高之優點為：

1. 電燈照明用電，不會有閃爍現象，若用 25HZ 極為顯明。
2. 變壓器之用銅及鐵量可減少，因而減低其製造成本及重量，係由 $E = 4.44 fN\phi$ 的因素。

頻率較低之優點為：

1. 電壓降可減低，因而電壓調整率較佳，係由於 $X_L = 2\pi fL$ 的因素。
2. 感應電動機及同步電動機等之運轉特性較佳，其速率變化範圍較小，係

因 $N = \frac{120f}{P}$ ，且同時離心力，風阻損失及磨擦損失亦較小。

兩電力系統間欲需連繫運用，而互相交換剩餘電力，除電壓必須相同外，頻率亦須一致，因劇烈的頻率變動不但影響用戶供電品質，且對電力系統的安定運轉亦會影響，故應儘量抑制其變動範圍為最小。

2-3 高頻率電力

高頻率多為 120, 180, 360, 420 及 900HZ 者，通常用於高速電動機，砂輪、磨光機、木工機、紡織機、及小型手提工具，工具機械的速度趨勢越來越高，新的金屬，新的合金不僅可以使用於高速，事實上高速能增加效率及工具之壽命。且對電動機及變壓器之體積減少而重量減輕，而使工具樂於採用 120HZ 或 180HZ，此種頻率在汽車工業及航空工業中心已廣泛應用。

高頻率電力之電源一般用旋轉變頻機：以電子管、電晶體、及控制整流器組成之靜態變頻機，亦正逐漸採用中。當需要若干種頻率時，可將若干部變頻機裝在一個基座上，而由一頻率 60HZ 的電動機驅動。線路乃由此變頻機引到工具機或插座上。各種電動機由此插座獲得其電源，其速度可高達每分鐘 100,000 轉。

高頻率電力亦可用作感應加熱或介質加熱，其變頻裝置常和加熱器一齊。由於高頻使線路產生高阻抗，而變頻機與其負載間的連線，應特別設計。近日亦用於日光燈照明，由於灯具較輕且不用安定器，同樣的燈光的用電亦較少，目前高頻照明使用在地下鐵道、電車、航空、及通訊建築物具有效果。

2-4 諧波現象

諧波在工業電力系統中日漸重要，特別對日光燈、通訊系統、電容器、電子控制裝置等之效應。諧波電流及電壓來自非線型負載如電弧爐、電焊機、整流器、變壓器之磁化電流等，亦有小部份從同步機及感應機中。諧波現象值得考慮為：

1. 電弧負載：電弧負載的改善因數而設電容器，若系統電抗在某一諧波的頻率下與電容器的電容相等，則電容器及其互連系統中的諧波電流將比原值為高，且可能使電容器過熱而燒毀。配電系統中的諧波也可能干擾電話系統，為改善使用調諧電感或改變電容器之容量。
2. 照明負載：日光灯或水銀燈之電弧放電，與其電容器及安定器而形成諧波，特別為三次之諧波，根據經驗在相導體中三次諧波電流約較基波電流高出百分之30，而在中性線上則約高出百分之90至95，因此，照明電路的中性線必須有照明負載的百分之100的額定容量。
3. 旋轉電機：製造正弦波同步發電機並不經濟，同時感應機加不平衡電壓亦會形成諧波，而設計良好的發電機及電動機的諧波則少。在某一特別的發電機，如負載不平衡，探求諧波的來源，或電話線的干擾，可能來自附近暴露的輸電線或電纜，而不是出自旋轉電機。

第三節 配電電壓

電壓受技術及經費所影響，考慮條件為線路及變電設備之建設費用，運轉費用及電力量損失等各方面價值之和，以最低廉者採用，但尚須顧及安全應用及將來需要與其他電力的配合。

3-1 二次配電電壓

低電壓以用電器具可分為：

1. 特別低壓：線間電壓50V以下，對地電壓30V以下，僅用在電鈴及訊號等電路，使人操作無感電之危險性。
2. 低壓：線間或對地電壓50~250V鎢絲燈及小型電器之用電，美國等國家規定15A之電路，供應燈頭及插頭或小型電具用電，但其對地電壓不得超過150V，因一般家庭在其處所使用移動電具，依規定無需接地，使配電線之裝置較為簡化。

3. 中低壓：線間或對地電壓 250V ~ 600V，三相馬達或其他大容量電器之低壓用電供電國際標準（國際電工技術委員會推薦）。

(1) 127V 220V 380V 500V （歐陸採用）

(2) 120V 240V 480V 600V （美英等國採用）

本省採用的供電電壓為 110/220 V，大樓用戶其屋內負載如冷氣機、送風機、熱水器及電梯等，其開關設備較少與人接觸，建議採用 240/416 V，而其他用電設備如可移動小型電器插座等用 120V 供電。但歐洲多用 220/380V 或 240/416，而美洲多用 120/240 或 120/208V。各國家採用配電方式及電壓為：

單相二線式：120V ， 220V。

單相三線式：100/200V，110/220V，120/240V。

三相三線式：110V，208V，220V，230V，240V，480V，600V。

三相四線式：120/208V，127/220V，200/350V，220/380V，240/416V，277/480V。

二次配電電壓將提高超過 200V 乃必然之結果，在該系統之內電燈及可移動電器為人體之安全計必需仍沿用現在電壓標準用電，並在室內另用自耦變壓器供給。

二次配電電壓提高與一次配電相同，旨在增加變壓器之容量而希望提高兩倍。為顧及配電之經濟，只適於都市重載地區，低壓線大至 150 或 200 平方公厘銅線，其建設費及架空配電線路支持物強度必受限制，再每一電桿平均負載達 30~40KVA，則各電桿勢必全部裝置變壓器，不單裝置複雜且其變壓器鐵損亦不可忽視，同時保安上亦發生不少麻煩。使用地下電纜可解決部份困難，從經濟看不如提高低壓電壓有利，將多數小容量變壓器換為少數大容量變壓器，再將低電壓互聯或網路方式。

在工業用電通常喜用 460 伏特電壓，尚可採用更低的電壓 208Y/120 伏特的系統以供手工具及日光灯等使用，此兩種電壓皆可適用於工廠中除電爐以外的負載。在工廠中有三分之一至一半的負載電壓為 460 伏特，其餘負載需以較低電壓運轉，低壓負載與 460 伏特負載之距離在 200 呎以上，則其主要配電系統用 460 伏特，而以小變壓器將電壓降低至 120 或 240 伏特最為經濟。

低電壓系統以 Y 方式供電，可利用線對中性線間的電壓，而採用 480Y/277 伏特的趨向。此中性電壓為照明負載合於經濟原則，廠房照明充足有助於生產及安全，一般需要 50 呎一燭光的照明，而超過 100 呎一燭光的情

形不多，依此工廠照明用電佔總負載有相當的比例。一般而言，每平方呎的照明用電約自 2 伏安至 4 伏安，而每平方呎的動力用電則自 8 伏安至 10 伏安。

白熾燈照明電壓為 120 伏特，電壓若提高易損燈泡，且易危險，目前多用日光燈，因日光燈有一安定器與之串聯，而不復受 120 伏特之限制，日光灯之起動電壓常高於 120 伏特，係由安定器內的變壓器供應，故日光灯更適用於 277 伏特電壓，且以較高電壓照明以降低系統的成本。

工廠廠房若較高需採用白熾燈及水銀燈等混合照明，水銀燈和日光灯一樣也需安定器，亦可採用低高壓，但白熾燈之電壓必須使用 120 伏特，則利用一降壓變壓器。在辦公地點靠近廠房的照明，亦可用 277 伏特系統供給日光灯作一般照明，但這些電燈需用 24 伏特電壓的電驛搖控。也可以使用 277 伏特的壁上開關，但應在當地法令所允許則可使用。

3-2 一次配電電壓

高壓電路電壓超過 600V 以上，使用於大容量的負載，可節省銅量之投資，一般採用 2,200V (美國)，3,300V (台灣、日本)，6,600V (日本、歐洲)，11,400V 或 12,500V (台灣、美國)，20,000V 或 22,800V 甚或 34.5KV 等電壓。

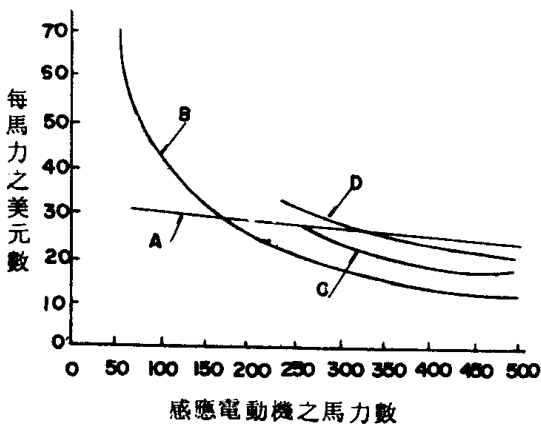
美國 1910 年先採用 2400V, Δ ; 2400/4160V, Y 等方式之配電，至 1950 年使用 4800V, Δ ; 4800/8320V, Y; 7200V, Δ ; 7200/12470V, Y; 7600/13200V, Y; 等配電電壓。但由都市用電負載密度日增，及農村配電線路延長，均使較低電壓配電遭受技術與經濟問題，再因地價上漲，及市區興建變電所，顧及公共安全與新式經濟大容量配電設備供應等因素，而輸送容量之增加，使配電電壓提高，乃為必然之趨勢。

新趨勢進入原來二次輸電電壓，一般電壓 14400/24900V, Y 及 20000/34500V, Y 等電壓，此發展產生一新觀念，即廢除二次輸電系統，而由一次變電所直接供電，一次配電線，則目前部份電力公司已採用 138/34.5KV, 或 115/25KV 等變電方式，以簡化設備節省投資。國際標準電壓為：13,200V, 6600/11500V, 3300/5700V, 2400/4160V, 2400 Δ , V, 10-20KV, 34.5KV。此種電壓適用於工廠，主要用於配電之一次電壓，除大工廠如化學廠及煉鋼廠之二次高壓可能高於 15000 伏特外，其餘工廠的使用電壓為 601 伏特至 15000 伏特之間。

國際電工法典 (NEC) 允許 15000 伏特的電壓在建築物內無特別限制

，則屋內配電變壓器的一次電壓為 13800, 2400, 4160 伏特（在我國為 11400 伏，3300 伏）之理由，而更高的電壓只能至負載中心，再變為使用電壓。配電電壓高於 15000 伏特，在國際電工法典中規定，進入屋中之導線只能直接引入變壓器室，再降為較低電壓配至全廠各負載中心，而在經濟及技術上皆適宜。選用較高電壓，以提高經濟性及對將來擴充富伸縮性，據研究分析結果。工廠中變壓器，發電機等容量不大於 10000 仟伏安時，較適用 4160 伏特；容量超過 20000 仟伏安時以 13800 伏特較適用；若在 10000 至 20000 仟伏安間之電壓，以 4160 伏特系統之建設費用較少，但顧及未來的擴展，則採用 13800 伏特為經濟。

電動機在 200 馬力以上，可直接使用 2400 伏特的電壓較為經濟，但多數小於 200 馬力的電動機可用 460 伏特運轉。母線在 2400 伏特之總容量限制在 7500 仟伏安以下，若單一負載的容量大於 7500 仟伏安，或大於 250 馬力之電動機，則不宜用 2400 伏特，而應採用 4160 伏特供電，此為開關設備能切斷此等匯流排所生之短路故障電流。若電源電壓不能直接接至電動機，則需變為 2400 伏特或 4160 伏特，而其所需之成本亦接近。若負載集中時，則線路費用的差別不大，以 2300 伏特的電動機及其控制裝置常較 4160 伏特的電動機及其控制裝置便宜。茲將感應電動機及控制設備與系統的價格，皆受電動機馬力數的影響如圖示：



- A: 460 伏特之電動機及控制設備及變電所價格。
- B: 2300 伏特之電動機及控制設備。
- C: 4000 伏特之電動機之控制設備。
- D: 2300 伏特之電動機及控制設備及將 4160 伏特改為 2300 伏特所需費用。

圖 1-1 感應電動機及控制設備與系統之價格受馬力數之影響

10 輸配電學 (下冊) — 配電學

工廠用電選擇電壓之大小，對投資與維護的成本，及運轉順利與否有很大關係，原則上其容量應富彈性且中間電壓層次要少，茲將中等容量 400V 之配電設備線路圖以作參考為：

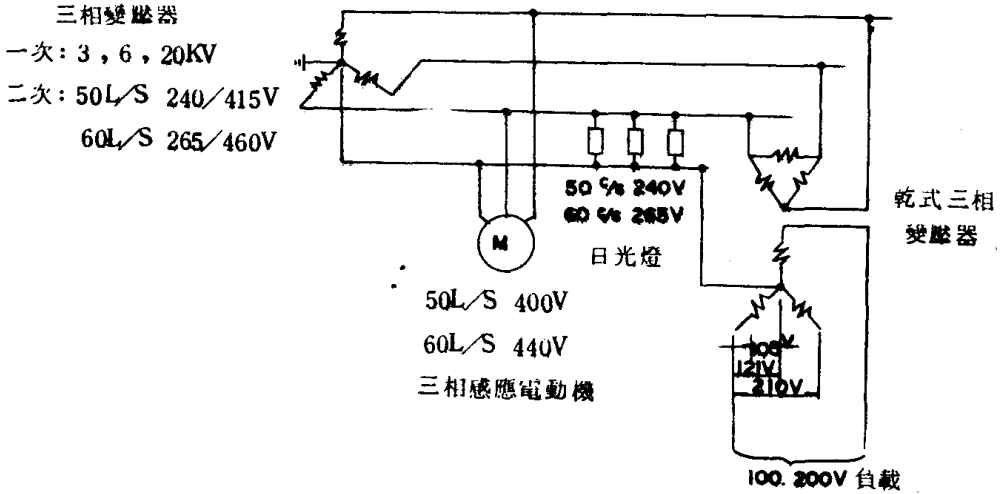


圖 1-2 配電設備 (400V) 之線路

3-3 配電電壓與負載容量之方式

目前台灣所採用配電電壓受負載容量規定如下：

1. 低壓用電為容量在 100 瓩以下者，其配線方式與電壓如下表：

| 設備 | 配線 | 電壓 (V) |
|-----|--------------|-----------|
| 電 燈 | 1 ϕ 2 W | 110, 220 |
| | 1 ϕ 3 W | 110 / 220 |
| | 3 ϕ 3 W | 200 |
| | 3 ϕ 4 W | 220 / 380 |
| 動 力 | 1 ϕ 2 W | 220 |
| | 3 ϕ 3 W | 220, 380 |
| | 3 ϕ 4 W | 240 / 380 |

2 動力高壓用電方式：

| 配 線 | 裝置容量(KW) | 供電電壓(V) | 備 註 |
|-------------|-------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 3 ϕ 4W | 100~1000 | 5700, 11400 | 高壓供電 |
| | 1000~4500 | 33000, 66000 | 因用戶需要技術上高壓較便，可應用高壓供電，但原則應供特高壓。 |
| | 4500~30000 | 33000, 66000 | 特高壓供電 |
| 3 ϕ 3W | 100~1000 | 3300, 11000 11400, 22800 | 高壓供電 |
| | 1000~3000 | 33000, 66000 | 同3 ϕ 4W之第二項的方法 |
| | 3000~30000 | 33000, 66000 | 特高壓供電 |
| | 30000~40000 | 154000 | 因技術上問題可供33000V，但逐漸消除 |
| | 4000 以上 | 154000 | 特高壓供電 |

根據負載之大小，運用配電方式為：

1. 僅有數個電燈及用具時，其容量為3000W或 $\frac{3}{4}$ HP，則採用單相二線式，電壓以110V或220V。
2. 若單相負載增加，其容量為5KW或5HP，則採用單相三線式或三相四線式，電壓以110V或220V。
3. 大型設備容量為50HP，需以三相供電，可採三相四線式，或三線三線式之動力負載。然其與電燈共用之三相四線式之運用及經濟上的優點甚多。
4. 三相幹線與單相電燈線可裝設在同一桿上，或同埋設於地下，而共同接入用戶，工業用戶以480V供電。
5. 三相啓動壓降大，電燈與小電具可分二路供電，如壓降仍大，則單相與三相配電以變壓器分開供電。
6. 工業用電的馬力為500HP，以13.8KV或4160V；若為300HP以4160V；而200HP以2400V等電壓供電。

第四節 配電系統之要素

4-1 配電系統之範圍

變電所將電壓降低，本省目前為11KV及殘餘之3.3KV, 5.7KV，輸送至負載中心供電，配電變壓器裝於桿上或地下者，由11KV降壓供應用戶適

當電壓，以二次配電線分路的接戶線，至用戶開關處。其配電線路為：

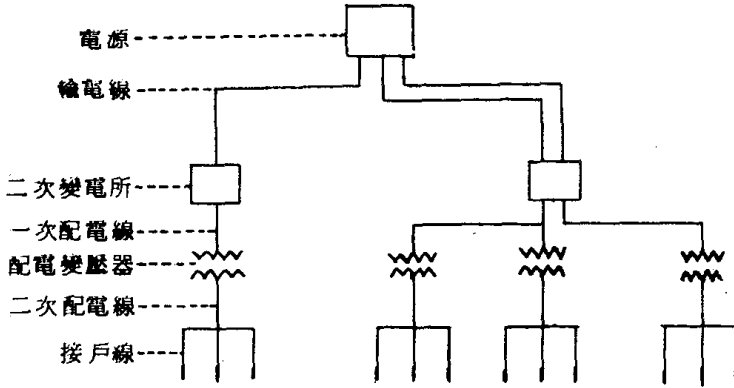


圖 1-3 配電之供電系統

圖示配電系統自電源起至用戶開關止之所有部份，電源可視為發電廠或經過輸電線之變電所，再由 66KV 之二次輸電線輸送電力至二次變電所，而二次變電所降壓並調整電壓，以 3.3KV 或 11.4KV 配電線路將電力輸送至負載中心。

將配電變壓器裝於桿上或地下室，用適當電壓供應用戶，再設二次線路於街巷中，以最近距離供應用戶，從二次線路分出接戶線送至用戶開關處。

普通除發電廠近旁之負載外，多由二次變電所供電，至於發電廠近旁之負載，常直接由發電廠以配電線直接供電。

4-2 配電系統的功用

配電系統係沿地域的面擴散許多負載的點，由幹線連結，至各分歧所構成。需量可視為面與點之負載密度之增加，而且線路係由導線的截面積加大而距離延長。配電線路之設計，重要條件為電壓降及線路損失，須保持一定數值，供電設備需要擴大，應加強線路強度及其絕緣。配電線的一般形態為樹狀及環路方式，在最近之發展趨勢，採用專線及網路供電，但大部份仍依負載自然連接方式，其系統之運用為：

1. 變壓裝置：高壓配電線及其分歧線之電壓為 3,300V 或 11,400 V，供電給電燈及小動力之電壓，一般為 110V 及 220V；欲得此等電壓之變換，需裝置配電變壓器（架空線為桿上變壓器），如以此配電變壓器作為分界點時，其高壓側稱為一次配電，而低壓側為二次配電。