

輸配電學講義

第二回

502320-2



社團
法人
考試
證照
考試
升學
考試
檢定
考試

考友社

出版
發行
考試
證照
考試
升學
考試
檢定
考試

輸配電學講義 第二回 目錄

第二回 (1/2)

第五講 輸電線電流及電壓之關係.....	1
命題重點.....	1
精選試題.....	20

第二回 (2/2)

第六講 配電特性與設計.....	1
命題重點.....	1
精選試題.....	22

第五講 輸電線電流及電壓之關係

● 命題重點 ●

一、輸電線之表示法

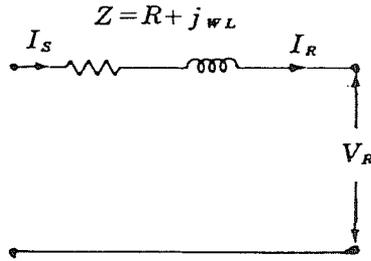
輸電線按照線路長度分爲短距離、中等距離、及長距離三種。劃分規定

- 1 短距離輸電線：長度在 80 公里（或 50 哩）以下之輸電線屬於短距離輸電線。分路電容可以忽略，電阻及電感視爲集總參數。
- 2 中等距離輸電線：長度在 80 公里至 240 公里（或 50 哩至 150 哩）之輸電線屬於中等距離輸電線。分路電容不可忽略。標稱 π 型或標稱 T 型電路描述其特性。
- 3 長距離輸電線：長度在 240 公里（或 150 哩）以上之輸電線均稱爲長距離輸電線。需以分佈參數描述。

二、短距離輸電線

等值單相電路如圖所示， I_S 及 I_R 分別爲送電端電流及受電端電流。 V_S 及 V_R 分別爲送電端線至中性線電壓及受電端線至中性線電壓。

$$\begin{cases} I_S = I_R \\ V_S = V_R + I_R Z \end{cases}$$



例題 5.1 一三相輸電線，長度為 60 哩，頻率 60 赫，受電端線間電壓為 66 kV，受電端電流 230 A 滯後功率因數 0.8。\$r = 0.1177 \Omega / \text{哩}\$，\$L = 1.19 \times 10^{-3} \text{ H} / \text{哩}\$。求(a)送電端之線間電壓，(b)電壓調整率。

解：\$R = 0.1177 \times 60 = 7.06 \Omega\$

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi 60 \times 1.19 \times 10^{-3} = 0.4486 \text{ 亨利 / 哩}$$

$$X_L = X_L \times 60 = 26.9 \text{ 亨利}$$

$$Z = R + jX_L = 7.06 + j26.9 = 27.81 \angle 75.3^\circ \Omega$$

$$V_R = \frac{6000}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ = 38100 \angle 0^\circ \text{ 伏特，至中性線}$$

$$I_S = I_R = 230 \angle -\cos^{-1} 0.8 = 230 \angle -36.8^\circ \text{ 安培}$$

$$(a) V_S = V_R + I_R Z$$

$$= 38100 \angle 0^\circ + 230 \angle -36.8^\circ \times 27.81 \angle 75.3^\circ$$

$$= 38100 \angle 0^\circ + 6396.3 \angle 38.5^\circ$$

$$= 43100 + j3980$$

$$= 43100 \angle 5.3^\circ \text{ 伏特}$$

故送電端之線間電壓為

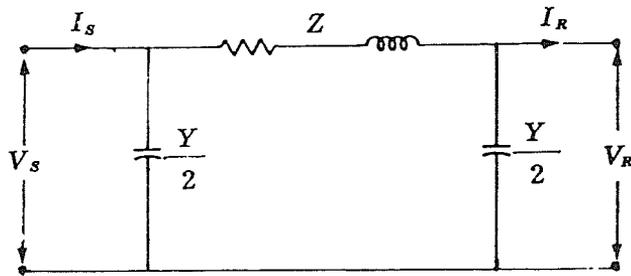
$$43100 \times \sqrt{3} = 74649 \text{ 伏特} = 74.649 \text{ 仟伏}$$

$$(b) \text{電壓調整率} = \frac{43100 - 38100}{38100} \times 100\% = 13.1\%$$

三 中等距離輸電線

總並聯導納分成兩等分而分置於輸電線之送電端及受電端，形成

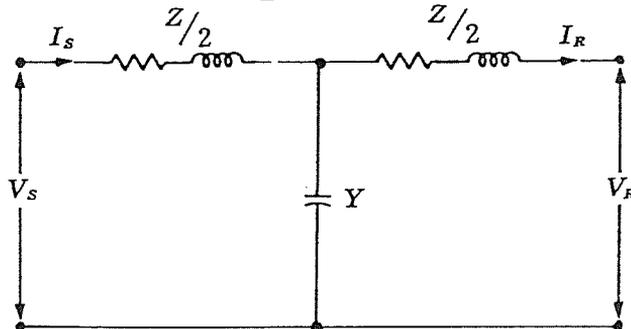
之電路稱為標稱 π 電路，並得



$$\begin{cases} V_s = \left(\frac{ZY}{2} + 1\right) V_r + Z I_r \\ I_s = V_r Y \left(1 + \frac{ZY}{4}\right) + \left(\frac{ZY}{2} + 1\right) I_r \end{cases}$$

總並聯導納集中置於輸電線之中央，而將總串聯阻抗分為二等分而分置於送電端及受電端，形成之電路稱為標稱 T 電路，並得下式：

$$\begin{cases} V_s = V_r \left(1 + \frac{ZY}{2}\right) + I_r \left(1 + \frac{ZY}{4}\right) Z \\ I_s = Y V_r + \left(1 + \frac{ZY}{2}\right) I_r \end{cases}$$



例題 5.2 三相輸電線長度為 120 公里，受電端之線間電壓為 66 仟伏，頻率為 60 赫，電阻為 $0.1180 \Omega / \text{公里}$ ，感抗為 $0.452 \Omega / \text{公里}$ ，並聯導納為 $3.64 \times 10^{-6} \Omega / \text{公里}$ ，受電端負載電流為 175 安培，滯後功率因數 0.8。試以標稱 π 電路求送電端線間電壓及送電端電流。

$$\begin{aligned} \text{解：} Z &= 120 (0.1180 + j 0.452) \\ &= 14.16 + j 54.24 \Omega \end{aligned}$$

$$= 56.05 \angle 75.4^\circ \Omega$$

$$Y = j 3.64 \times 10^{-6} \times 120$$

$$= 0.4368 \times 10^{-3} \angle 90^\circ$$

$$V_R = \frac{66000}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ = 38100 \angle 0^\circ \text{ 伏特}$$

$$I_R = 175 \angle -36.8^\circ \text{ 安培}$$

$$V_S = \left(1 + \frac{ZY}{2}\right) V_R + Z I_R$$

$$= \left(1 + \frac{1}{2} \times 56.05 \angle 75.4^\circ \times 0.4368 \times 10^{-3} \angle 90^\circ\right)$$

$$\times 38100 + 56.05 \angle 75.4^\circ \times 175 \angle -36.8^\circ$$

$$= 45298 + j 6238$$

$$= 45728 \angle 7.84^\circ \text{ 伏特}$$

送電端之線間電壓為 $45725 \times \sqrt{3} = 79196$ 伏特 = 79.196 仟伏

$$I_S = Y \left(1 + \frac{YZ}{4}\right) V_R + \left(1 + \frac{ZY}{2}\right) I_R$$

$$= 0.4368 \times 10^{-3} \angle 90^\circ \left(1 + \frac{1}{4} \times 0.4368 \times 10^{-3} \angle 90^\circ\right)$$

$$\times 56.05 \angle 75.4^\circ \times 38100 \angle 0^\circ + 175 \angle -36.8^\circ$$

$$\times \left(1 + \frac{1}{2} \times 0.4368 \times 10^{-3} \angle 90^\circ \times 56.05 \angle 75.4^\circ\right)$$

$$= 138.7 - j 86.6$$

$$= 163.5 \angle -32^\circ \text{ 安培}$$

例題 5.3 試以標稱 T 電路求例題 5.2 之送電端線間電壓及送電端電流。

$$\text{解：} V_S = \left(1 + \frac{ZY}{2}\right) V_R + Z \left(1 + \frac{ZY}{4}\right) I_R$$

$$= \left(1 + \frac{1}{2} \times 56.05 \angle 75.4^\circ \times 0.4368 \times 10^{-3} \angle 90^\circ\right)$$

較小量的路權，緊急情況雙極性線路之一邊接地可當做單極性線路運轉，不會有同步問題。但是，直流輸電傳輸電力的方向與數量受線路兩端裝設之變換器所控制，應用極其有限，此係無任何直流設備可提供良好的開關操作及交流斷路之保護，亦無任何設備可提供改變電壓準位。

● 精選試題 ●

1—18 Km長 60 赫單回三相輸電線係 Partridge 導體組成且導體中心以 1.6 m 間隔等距離分佈。輸電線以 11 kV 電壓供應 2500 kW 電力給一平衡負載。當功率因數為(a) 80 % 滯後，(b) 100 %，及(c) 90 % 越前時送電端電壓為若干？導線溫度 50°C。

解：Partridge： $r = 0.3792 \Omega / \text{哩}$

$$D = 1.6 \text{ m} = 5.65 \text{ ft}$$

$$X_s = 0.465 \Omega / \text{哩}$$

$$X_d = 0.2003 \Omega / \text{哩}$$

$$R = \frac{0.3792 \times 18}{1.609} = 4.242 \Omega$$

$$X = \frac{(0.465 + 0.2003) \times 18}{1.609} = 7.443 \Omega$$

$$Z = R + jX = 4.242 + j7.443 = 8.567 \angle 60.3^\circ \Omega$$

$$\bar{V}_R = \frac{11000}{\sqrt{3}} = 6351 \bar{V}$$

(a) 功率因數 0.8 滯後時

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \times 11 \times 0.8} = 164 \angle -36.87^\circ \text{ A}$$

$$\bar{V}_S = \bar{V}_R + IZ = 6351 + 164 \angle -36.87^\circ$$

$$\times 8.567 \angle 60.3^\circ$$

$$= 7640.4 + j557.99$$

$$= 7660.7 \angle 4.2^\circ \text{ V}$$

$$\text{送電端線電壓} = \sqrt{3} \times 7.6607 = 13.268 \text{ kV}$$

(b) 功率因數 1.0 時

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \times 11 \times 1.0} = 131.2 \angle 0^\circ \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \bar{V}_S &= \bar{V}_R + IZ = 6351 + 131.2 \times 8.567 \angle 60.3^\circ \\ &= 6907.9 + j 976.3 = 6976.5 \angle 8^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

$$\text{送電端線電壓} = \sqrt{3} \times 6.9765 = 12.083 \text{ kV}$$

(c) 功率因數 0.9 越前時

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \times 11 \times 0.9} = 145.8 \angle 25.8^\circ \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \bar{V}_S &= \bar{V}_R + IZ = 6351 + 145.8 \angle 25.8^\circ \times 8.567 \angle 60.3^\circ \\ &= 6436 + j 1246.2 \\ &= 6555.5 \angle 10.96^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

$$\text{送電端線電壓} = \sqrt{3} \times 6.5555 = 11.354 \text{ kV}$$

2—100 哩長三相輸電線以 132 kV 電壓供應功率因數 0.8 滯後 55 MVA 的電力給負載。輸電線係 Drake 導體組成且相鄰導體之間沿著水平方向間隔 11.9 呎而排列。試決定送電端電壓、電流、及電力。導體溫度為 50°C。

解：Drake： $r = 0.1284 \Omega / \text{哩}$

$$D_{e,q} = \sqrt[3]{11.9 \times 11.9 \times 23.8} = 15 \text{ ft}$$

$$X_a = 0.399 \Omega / \text{哩}$$

$$X_d = 0.3286 \Omega / \text{哩}$$

$$X'_a = 0.0912 \Omega / \text{哩}$$

$$X'_d = 0.0803 \Omega / \text{哩}$$

$$\begin{aligned} Z &= \{ 0.1284 + j (0.399 + 0.3286) \} \times 100 \\ &= 12.84 + j 72.76 = 73.88 \angle 80^\circ \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= j \left\{ \frac{1}{(0.0912 + 0.0803)} \right\} \times 10^{-6} \times 100 \\ &= j 583.1 \times 10^{-6} \Omega \end{aligned}$$