

## 103 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：四等考試

類 科：電力工程

科 目：輸配電學概要

一、試分別敘述輸電與配電的功能及其主要設備。

【擬答】：

(一)輸電：

由發電廠至用戶之間的大量電力需藉由輸電線傳送，線路有架空與地下兩種，中間須有許多回路，來增加傳輸大量電力的可靠度，使得系統不至因為幾條線路的故障而癱瘓，連接兩個電力系統之間的輸電線為聯絡線，可依經濟調度的要求作彼此能量的雙向交流，以便在事故發生下增加系統運轉的可靠度。

1. 超高壓系統：

電力系統中為 345kV 的發電、輸電與變電之設備，透過超高壓變壓器與一次輸電系統連接。

2. 一次輸電：

電力經由一次輸電線 (161kV) 傳輸，線路有架空與地下兩種線路，將一次系統中的發電、輸電、變電等設備接在一起，中間須有鐵塔與絕緣礙子支撐。

3. 二次輸電：

電力系統中的 69KV，有較多的變電所，距離較短，容量較小，透過二次輸電線路可傳送 11.4kV ~69kV。

※設備：

1. 變壓器：

連接發電機與輸電線之間的元件為變壓器，將發電機輸出的低電壓轉換成高電壓做一次輸電，在額定功率的轉換下，高電壓將導致低電流。

2. 線路架設：

線路的設計有地下輸電與架空輸電兩種基本的方法，而以後者最為常用；架空輸電線因為有幾百公里，導體採用裸銅線，因此需有鐵塔與絕緣礙子支持。

3. 保護設備：

接地線：防止直接雷擊。

避雷器：防止過電壓。

斷路器：發生故障時，與電驛一齊作用，自動將故障部分與系統隔離。

(二)配電系統：由二次變電所擴展至負載之系統。

功能：

1. 一次配電：又叫高壓配電。

介於配電變壓器與配電站之間的電力輸送線路，電壓介於 11.4KV~3.3KV。

2. 二次配電：又叫低壓配電。

3. 由一次高壓配電電路，透過降壓變壓器至二次配電線路，電壓在 110V~440V 之間，範圍為配電變壓器與用戶責任分界點之間。

※設備：

1. 桿上變壓器：

一次配電系統經桿上配電變壓器(Pole-Mounted Distribution Transformer)，將降成用戶可使用的電壓，如 110V、220V、380V。送至用戶的電路稱為二次配電系統。

公職王歷屆試題 (103 地方政府特考)

2. 支架與絕緣礙子：

支架：支撐導體與絕緣礙子之鐵塔與電桿。

絕緣礙子：支撐導線並與大地絕緣之作用。

3. 保護設備：

接地線：防止直接雷擊。

避雷器：防止過電壓。

斷路器：發生故障時，與電驛一齊作用，自動將故障部分與系統隔離。

4. 接戶線與電表：

接戶線：介於用戶責任分界點與用戶電表之間的線路。

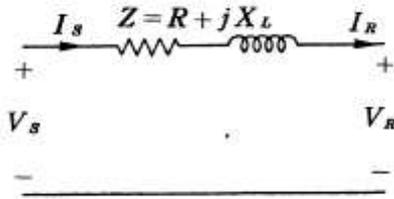
電表：測用電度數。

二、依輸電線路長短以及電容在線路上的效應，試說明輸電線路三種電路表示法。

【擬答】：

(一)短程輸電線模型：僅考慮線路阻抗

如圖所示：可忽略電容並不致引起太大誤差。



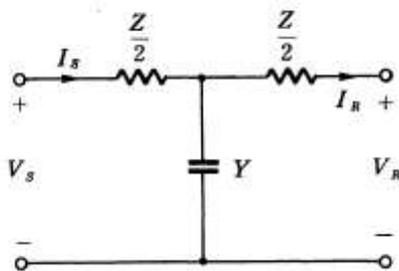
矩陣式如下：

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

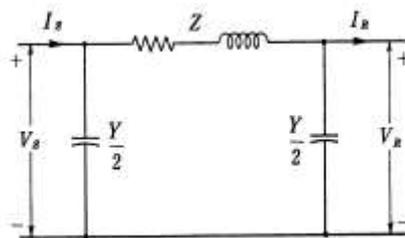
(二)中程輸電線模型：分成兩種：

1. 使用 T 型網路：

即全部線路的串聯電阻與電感分成一半，而電容量集中於線路中間，如圖(1)所示：



圖(1)



圖(2)

表示式如下：

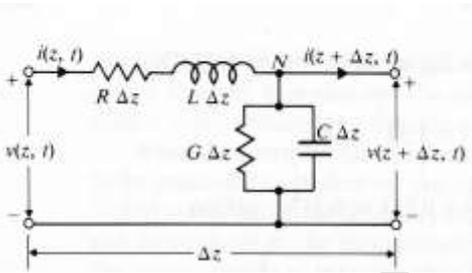
$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Z/2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ Y & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & Z/2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{YZ}{2} & Z + \frac{YZ^2}{4} \\ Y & 1 + \frac{YZ}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

2. 使用  $\pi$  型網路：

即線路的電容量分成一半，一半在送電端；另一半在受電端，而串聯電阻與電感集中於線路中間，如圖(2)所示，表示式如下：

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ Y/2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ Y/2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{YZ}{2} & Z \\ Y \times \left(1 + \frac{YZ}{4}\right) & 1 + \frac{YZ}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

3.長程輸電線模型：使用波動的偏微方式  
 傳輸線之等效電路：如圖所示：



$$\begin{cases} -\frac{dV}{dz} = (R + j\omega L)I(z) \\ -\frac{dI}{dz} = (G + j\omega C)V(z) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{d^2V(z)}{dz^2} = (R + j\omega L)(G + j\omega C)V(z) = \gamma^2 V(z) \\ \frac{d^2I(z)}{dz^2} = (R + j\omega L)(G + j\omega C)I(z) = \gamma^2 I(z) \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma\ell) & Z_C \sinh(\gamma\ell) \\ (1/Z_C) \sinh(\gamma\ell) & \cosh(\gamma\ell) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

三、試說明並比較：(一)斷路器、隔離開關；(二)標稱電壓、供電電壓、用電電壓。

【擬答】：

(一)斷路器 (英文：circuit breaker) 又稱為遮斷器，為一種過電流保護之裝置，可使用於室內配線上使用之總開關與分電流控制開關 (ON/OFF POWER)，亦可有效的保護電器的重要元件，主要用作短路保護和防止嚴重超載，工業機器上的馬達負載保護也會指定使用斷路器做為保護裝置之一。

(二)隔離開關：在發生故障當下要隔離電路之用，需靠近電源處以最快之時間切斷電源，上面有標示額定電流，表示最高可通過隔離開關之電流。

比較：

1. 斷路器具有過電流與短路保護之裝置；但隔離開關沒有防止過流、短路功能。
2. 隔離開關沒有滅弧裝置；斷路器則有。
3. 隔離開關主要裝置於靠近電源處；但斷路器則於電力系統中做後衛保護中任何位置均可安裝。

(三)標稱電壓(nominal voltage):標稱電壓是針對「系統」而言，在一個系統或電路中，各種用電設備的額定電壓及用電電壓並不相同，為了表示此一系統或電路的電壓，通常以電源設備的額定電壓代表。

1. 供電電壓(service voltage)：電力公司供電至用戶責任分界點，實測的電壓。
2. 用電電壓(utilization voltage)：在用電設備接線端子(terminal)實測的電壓。

比較：

- (1)標稱電壓通常指在某一匯流排系統中於無載之情況下公告之電壓。
- (2)供電電壓是指在用戶責任分界點上所測得之電壓。
- (3)用電電壓是指在用電負載下所測得之電壓。

公職王歷屆試題 (103 地方政府特考)

四、設某變電所的年負載紀錄如下表，其中每月負載為固定的平均值 (MW)，試計算年平均負載以及年負載因數。

時段	負載	時段	負載	時段	負載	時段	負載
一月	8	四月	2	七月	16	十月	4
二月	6	五月	6	八月	14	十一月	6
三月	4	六月	12	九月	10	十二月	8

【擬答】：

$$(一) \text{年平均負載} = \frac{8+6+4+2+6+12+16+14+10+4+6+8}{12} = \frac{96}{12} = 8MW$$

$$(二) F_L = \frac{8}{16} \times 100\% = 50\%$$

五、如下圖所示為發電機與電抗之系統架構，其中各設備的百分比電抗值係以其額定值為基準值。設匯流排電壓為 11kV 且三相短路故障發生在 F 處，試計算故障電流與短路容量。

【擬答】：

先求出每一個系統的短路容量：

$$MVA_{G1(sc)} = \frac{10M}{0.1} = 100MVA; MVA_{G2(sc)} = \frac{20M}{0.15} = 133.33MVA; MVA_{G3(sc)} = \frac{20M}{0.15} = 133.33MVA$$

$$MVA_{X1(sc)} = \frac{10M}{0.05} = 200MVA; MVA_{X2(sc)} = \frac{8M}{0.04} = 200MVA$$

(一)右邊之短路容量為

$$200M \parallel \left[ \left( \frac{400M}{3} \parallel 200M \right) + \frac{400M}{3} \right] = \left( 80M + \frac{400M}{3} \right) \parallel 200M = \frac{640M}{3} \parallel 200M = \frac{3200M}{31}$$

系統之短路容量為

$$\frac{3200}{31}M + 100M = \frac{6300}{31}MVA$$

(二)故障電流為

$$I_{sy} = \frac{\frac{6300M}{31}}{\sqrt{3} \times 11k} = 10.67kA$$