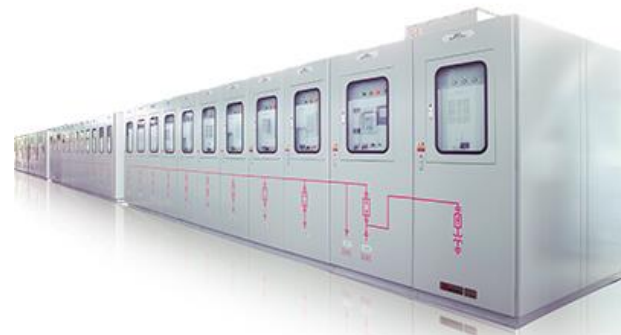




Power Designer 配電設計實務 高壓系統設計



CNS 15156



CNS 3990

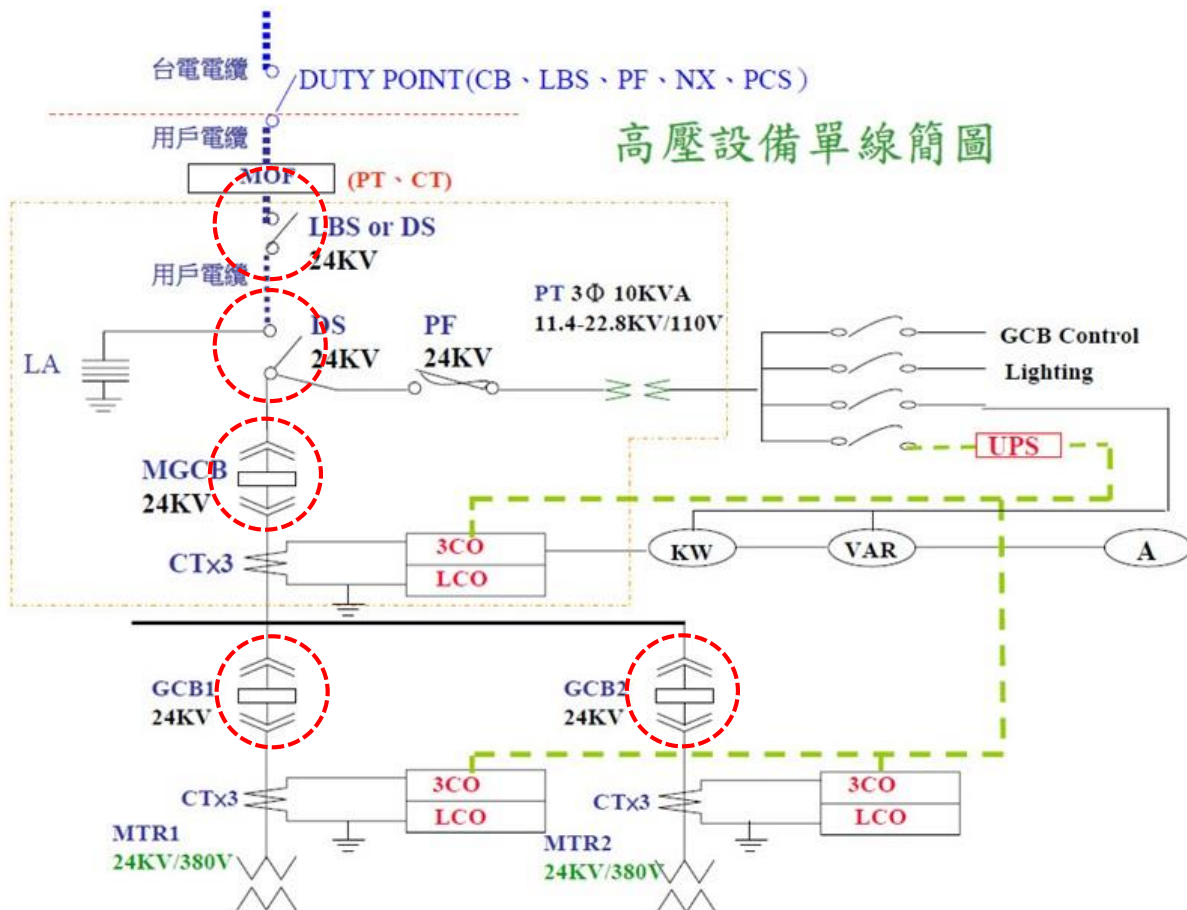


變電站

變電站

變電站是用戶內的電力轉換站，介於電源與負載之間的電力設施，其任務為電壓轉換和分配負載，抑制故障電流與異常突波，提高供電品質和供電可靠度。

- ◆ 供電穩定可靠
- ◆ 操作維護方便
- ◆ 運行安全靈活
- ◆ 成本經濟合理



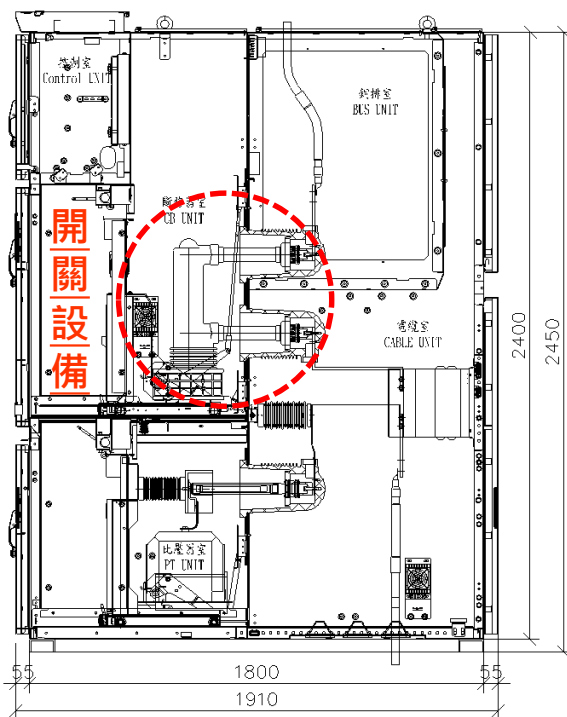
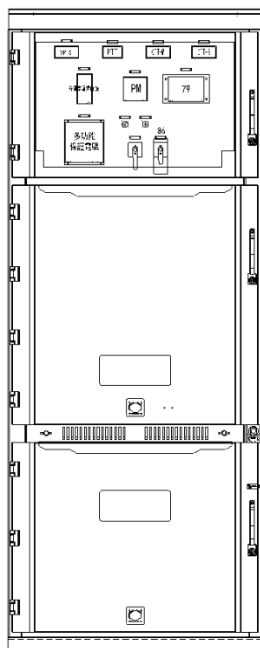
Step 1. 找出開關設備



變電站

高壓開關盤

金屬封閉式開關設備，一般稱為高壓配電盤，依據一定的電路方案將有關電氣設備組裝在一個封閉的金屬外殼（盤體）內的整套型開關設備。



Step 2. 裝箱置櫃

國內的高低壓配電盤採新舊標準並行，新制標準CNS 15156-200 (IEC 62271-200) 與舊制標準CNS 3990 (IEC 60298) 最大之差異主要是對盤體結構分類之定義與人員操作安全性的要求。



變電站

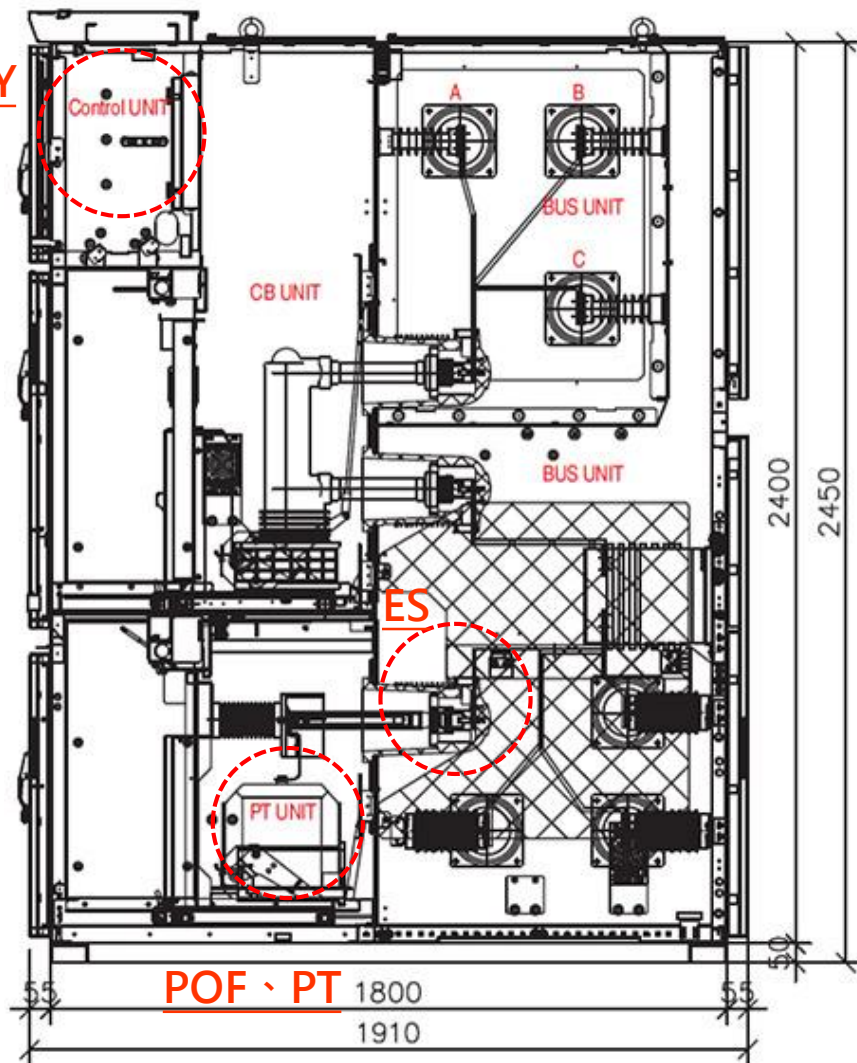
高壓開關盤

使用隔板將高壓配電盤由上至下，由前至後，分成控制室（上前），銅排室（上後）、斷路器室（中），比壓器室（下前），以及電纜室（下後）等五個單元，每個單元均有良好接地。

Step 3. 保護？計量？帶電顯示？

- ◆ 銅排室：母排、絕緣子和穿牆套管（同一列盤之間的絕緣）等
- ◆ 控制室：量測儀表 **Meter** 和保護電驛 **RY** 等
- ◆ 斷路器室：隔離開關 **DS**、斷路器 **CB** 或負載開關 **LBS** 等
- ◆ 電纜室：進出電纜線、避雷器 **LA**、接地開關 **ES**、比流器 **CT**、電壓指示器 **VID** 等
- ◆ 比壓器室：電力熔絲 **POF** + 比壓器 **PT** 等

Meter、RY





變電站

開關設備

開關設備依其功能可分為斷路器、熔絲、開關器三類，是電力系統主要的保護設備，主要功能在控制與保護電力系統之安全運轉，例如負載調度、隔離故障、及維修、施工時帶電體隔離等，因此需具有在正常或故障的情況下對電路作安全啟斷及投入之能力。

表 2 開關設備型式及使用場合

		開關器			
		斷路器	熔線	無啟斷負載電流能力者	有啟斷負載電流能力者
低壓電路		無熔線斷路器 空氣斷路器	線路用熔線 保護用速動熔線		電磁開關 閘刀開關
高壓電路	配電電路	真空斷路器 SF6 斷路器 油斷路器 VCB	限流型電力熔線 非限流型電力熔線 PF	分段開關 DS	線路用： 真空負載啟斷開關 SF6 負載啟斷開關 空氣負載啟斷開關 馬達用： 高壓電磁接觸器 高壓真空接觸器 高壓 SF6 接觸器
	輸電電路	SF6 斷路器 油斷路器 氣衝斷路器		空斷開關	



三菱 VCB



施耐德 VCB



士林 PF

LBS



士林 DS

MC



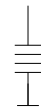
變電站

高壓設備

- ◆ 進線隔離 Incoming : LA+DS (LSB) , ES
- ◆ 計量 Measuring : POF + PT , CT + MM (V 、 A 、 PF 、 Hz 、 DM 、 KW 、 KWH 、 KVAR ...)
- ◆ 電壓測量 Voltage Measuring : POF + PT
- ◆ 出線保護 Outgoing : VCB (GCB) + CT + RY (27/59 、 50/50N 、 51/51N) , ES
- ◆ 接線 Junction : VCB (GCB)
- ◆ 帶電顯示 Power Indicator : VID



士林 LA



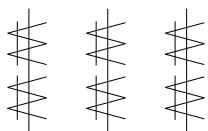
ES



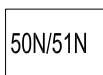
VID



士林 CT



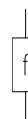
三菱 RY



三菱 MM



SIBA POF



士林 PT

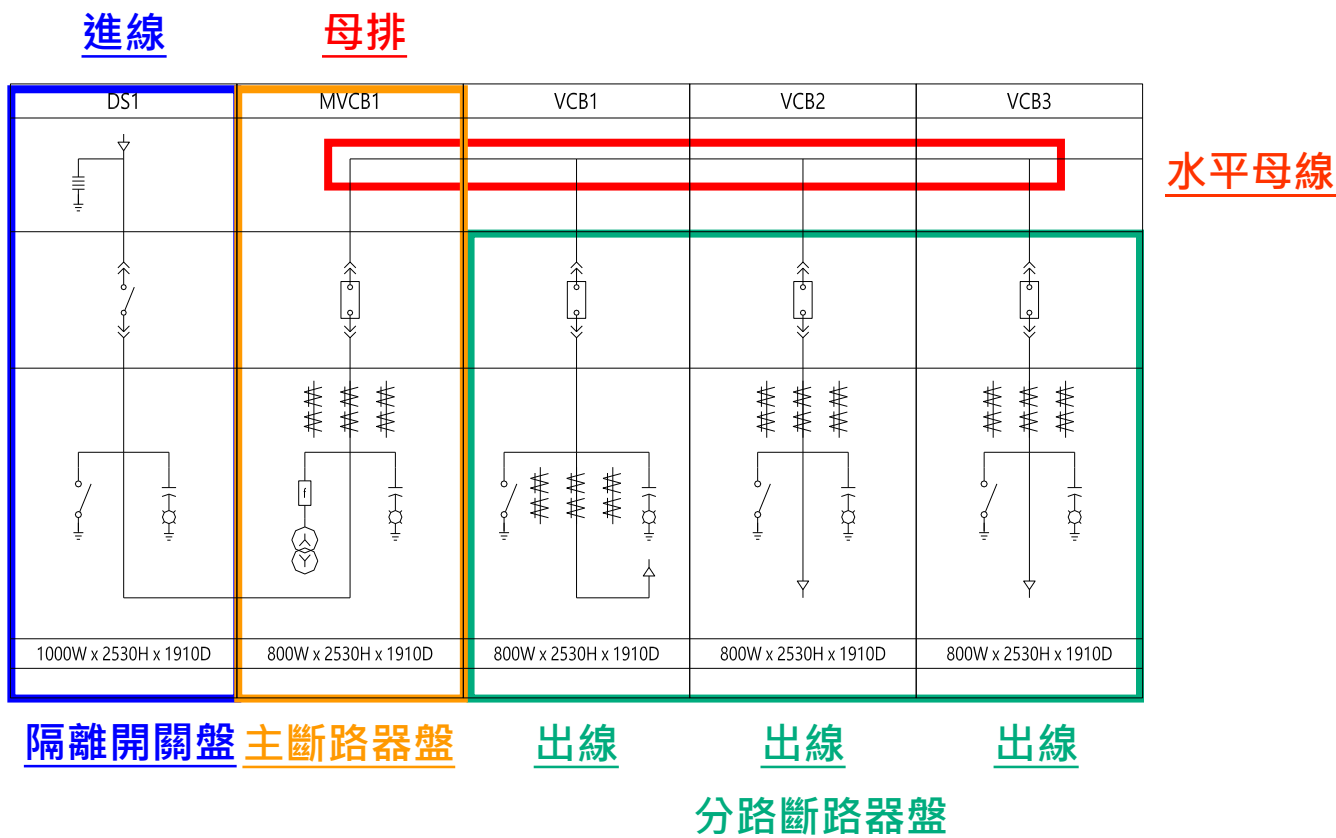




變電站

高壓盤類型

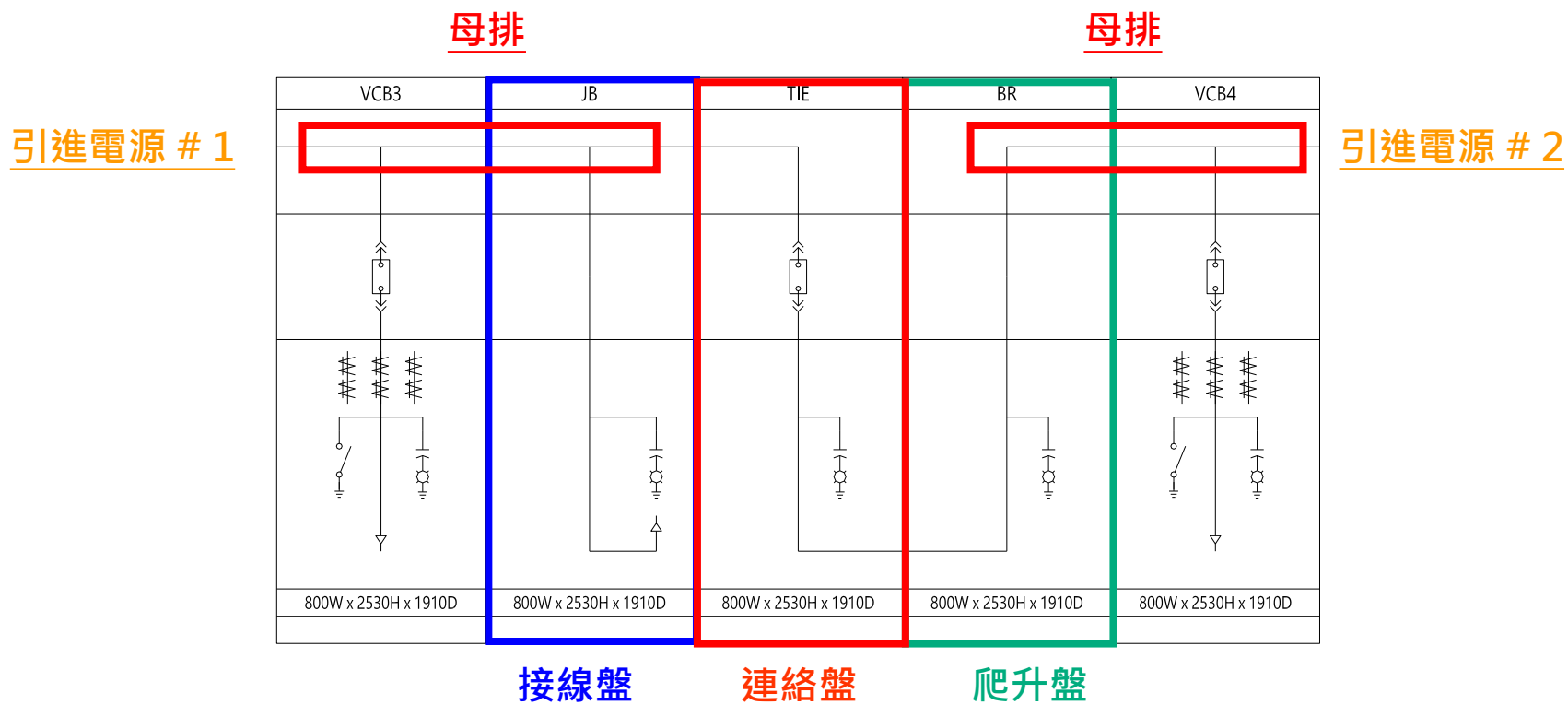
進線單元做為所有負載的總開關，並將電能匯集至列盤上方的水平母線，並分配至出線單元，然後傳送至高壓變壓器。





變電站

高壓盤類型

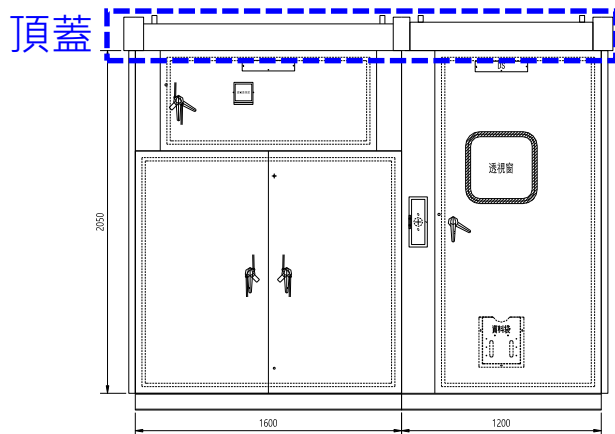




台電配電場

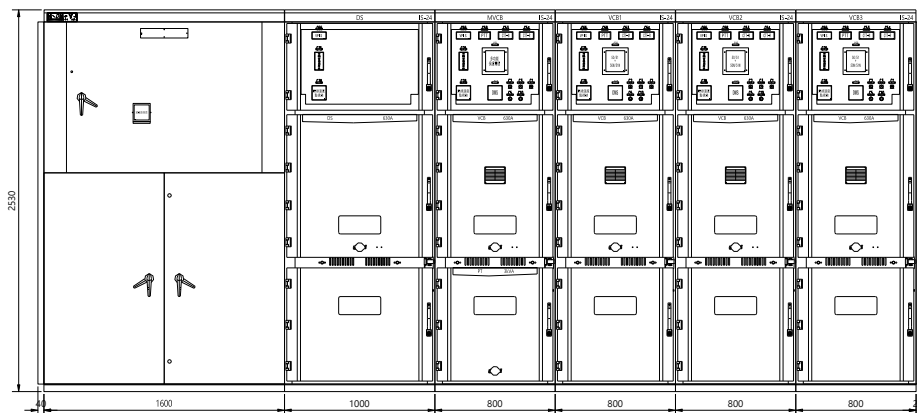
電錶箱

- ◆ 屋外 MOF + DS -----> 變電站
- ◆ 屋內 MOF + 變電站
- ◆ 屋外 MOF + 變電站



屋外MOF

屋外DS



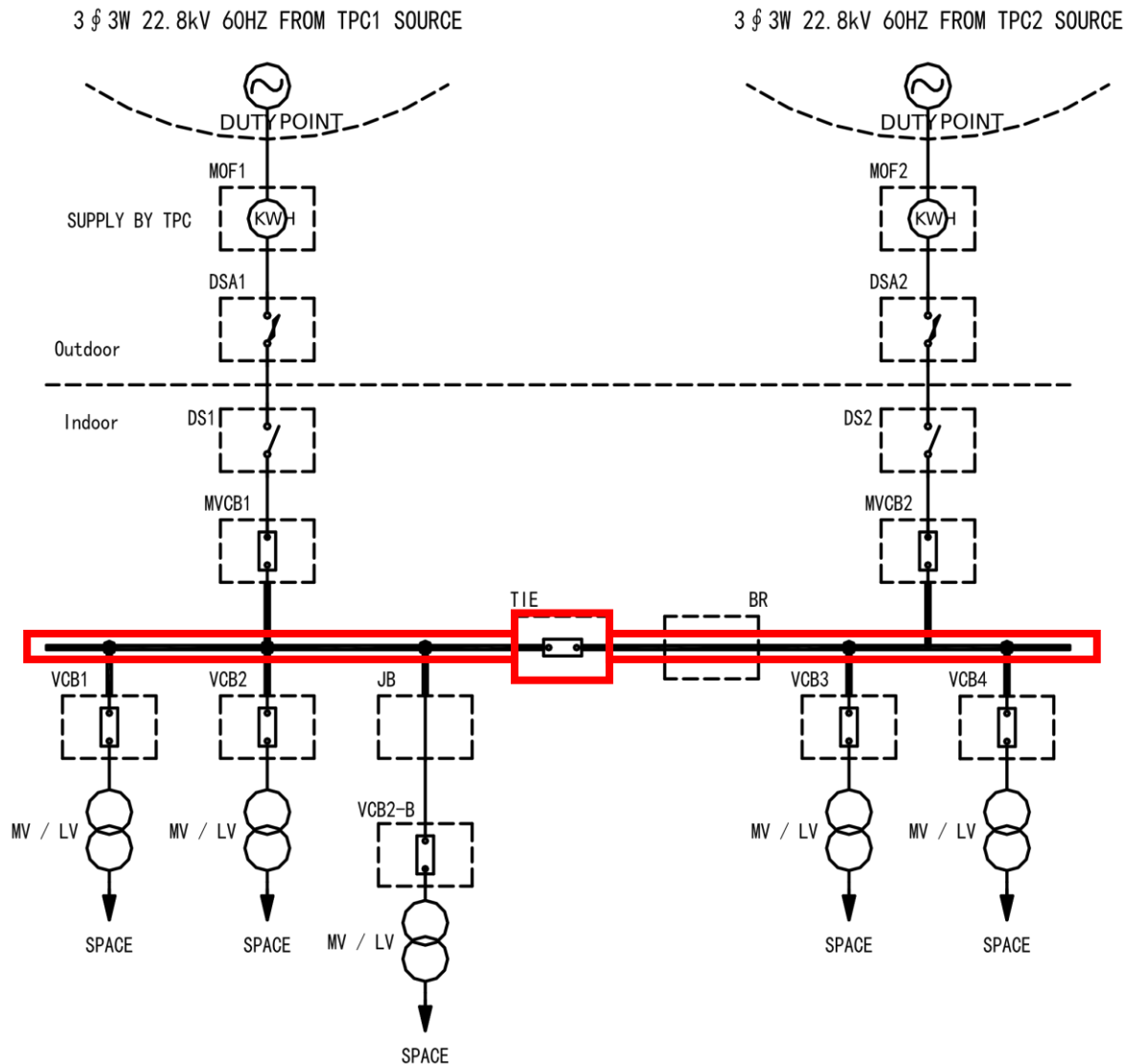
屋內MOF



變電站

TIE 雙電源高壓配電系統

- ◆ 分別來自不同的變電所的兩路電源，獨立供電，一用一備或者並列供電，互為備用。
- ◆ 兩路電源的分段銅排母線，使用 TIE 連絡開關進行連接，並與主開關設備互鎖（Interlock），避免同時開啟或閉合。





單線圖

高壓系統設計

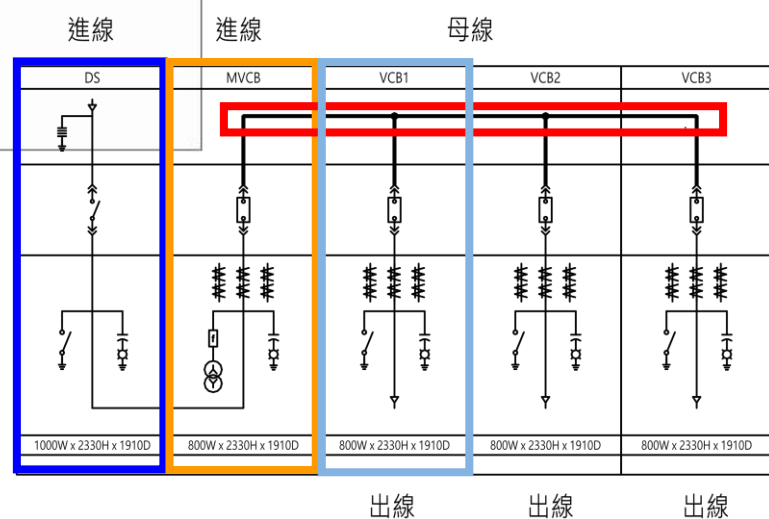
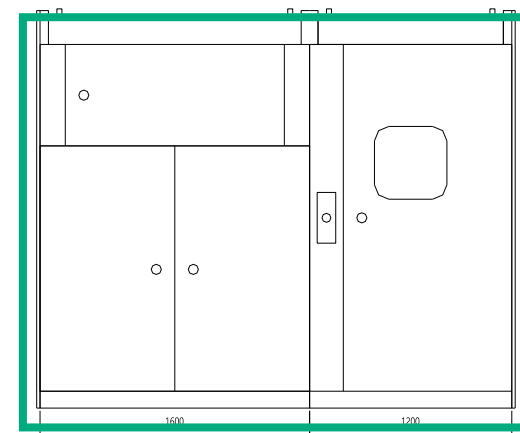
3φ3W 22.8kV

- 往後串聯新增
- 往後並聯新增
- 搜尋「單線圖」
- 修改
- 修改盤名
- 修改預設盤名
- 單一刪除
- 串列刪除
- 單一複製
- 串列複製
- 單一剪下
- 串列剪下
- 往後串聯貼上
- 往後並聯貼上
- 分路前移
- 分路後移
- 匯出圖檔

台電配電場：MOF+DS

- HV01 電錶箱 - MOF
- HV02 隔離開關盤 - DSA
- HV03 隔離開關盤 - DS
- HV04 高壓主斷路器盤 - MCVB
- HV05 高壓橫母線 - HV Main Line
- HV06 高壓分路斷路器盤 - VCB-?
- 接線盤 - JB
- 連絡盤 - TIE
- 提升盤 - BR
- HV07 高壓變壓器 - HV TR
- 08 新設配電盤
- 09 既設配電盤

↑ 屋外
↓ 屋內

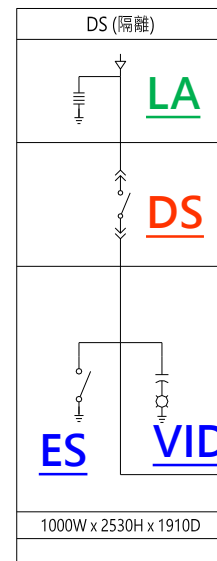
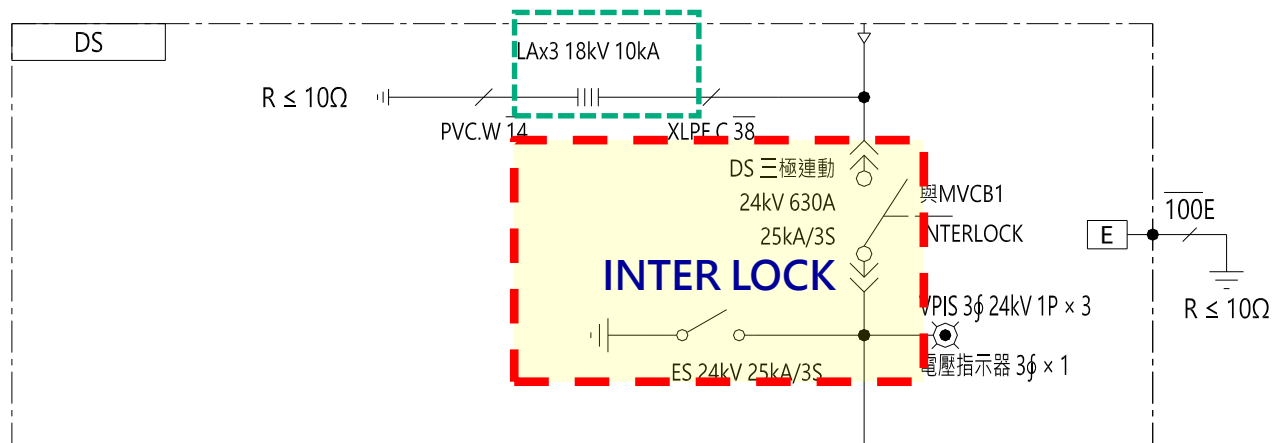


PS：往後串聯新增 VS 往後並聯新增 (高壓橫母線)



單線圖

隔離開關盤：LA+DS (LSB) · ES



第 411 條 高壓用戶應在責任分界點附近裝置一種適合於隔離電源的分段設備。
能開閉負載電流的空氣負載開關能明顯看到開閉位置者，可視為分段設備。

第 441 條 避雷器應裝於進屋線隔離開關之電源側或負載側。

- ◆ 隔離開關DS，作為進線開關，用來線路連接或電氣設備檢修時隔離電源。負載開關LBS三極連動者，可做為高壓進屋線保護用。
- ◆ 避雷器LA，提供進線電纜之過電壓保護。
- ◆ 接地開關ES，防止檢修過程突然送電確保檢修人員人身安全線長用於計算壓降，距分路開關的

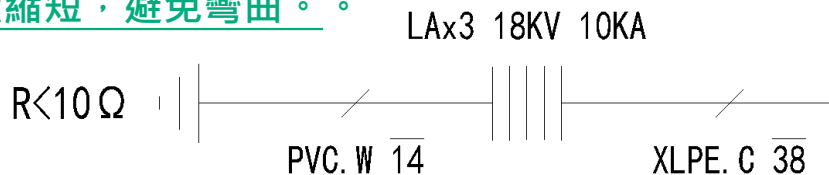


單線圖

隔離開關盤 : LA+DS (LSB) , ES

第 443 條 避雷器與高壓側導線及避雷器與大地間之接地導線應使用銅線或銅電纜線，應不小於十四平方公厘，該導線應儘量縮短，避免彎曲。。

第 444 條 避雷器之接地電阻應在 一 0 歐 以下。



◆ 避雷器LA的絕緣等級

避雷器額定	三相四線	三相三線
4.5 kV 級	5.7 – 3.3 kV	3.3 kV
9 kV 級	11.4 -6.6 kV	
18 kV 級	22.8 – 13.2 kV	

說明：

因避雷器是 Y 接線，11.4 kV 供電系統其相電壓（對地電壓）是6.6 kV，故避雷器採用 9 kV 級。



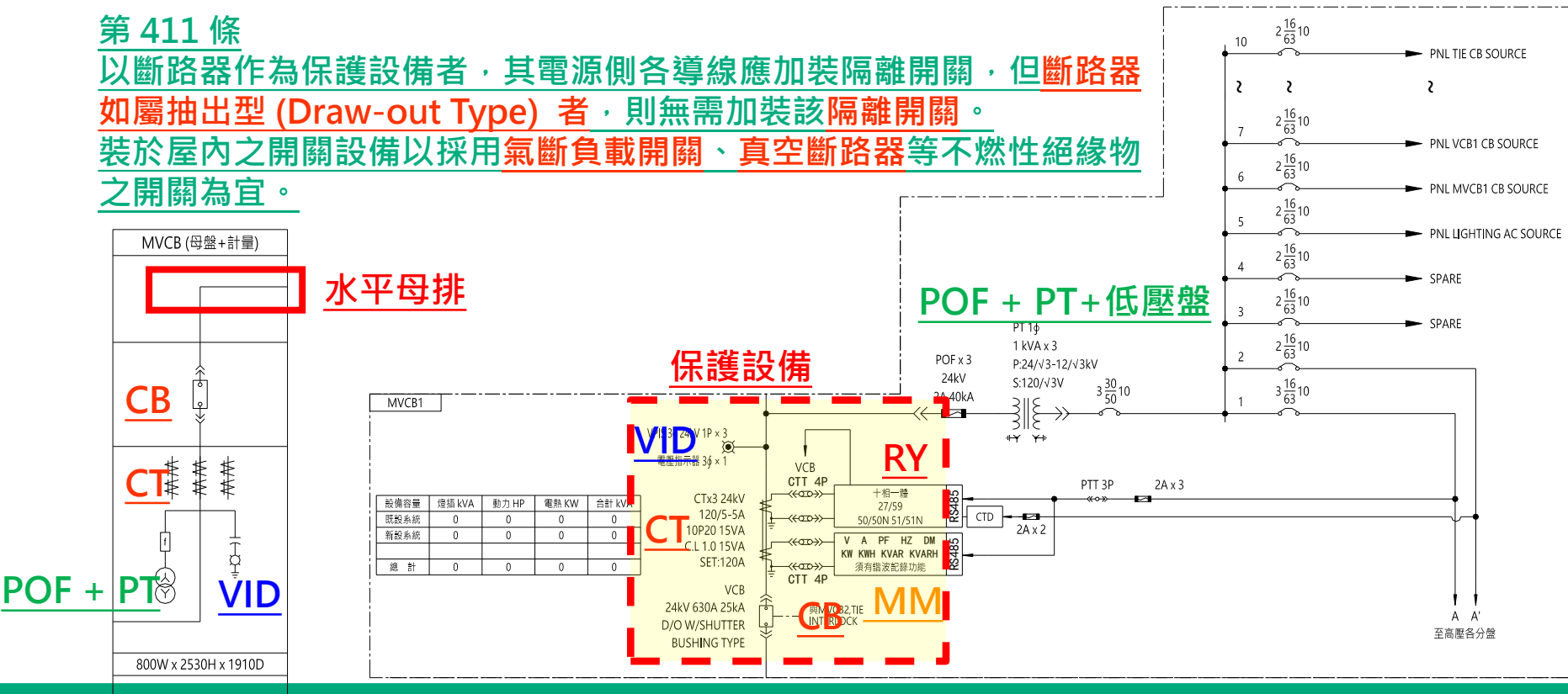
單線圖

主斷路器盤：MCB+ CT + RY (十相) · POF + PT · MM

- ◆ 提供水平母排之過電流及故障電流保護，以及各出線之後衛保護，裝設有斷路器、比流器、比壓器（低壓控制電源，照明，電熱器與儀表等）和保護電驛（十相保護電驛，27/59/50/50N/51/51N）等主要設備。

第 411 條

以斷路器作為保護設備者，其電源側各導線應加裝隔離開關，但斷路器如屬抽出型 (Draw-out Type) 者，則無需加裝該隔離開關。
 裝於屋內之開關設備以採用氣斷負載開關、真空斷路器等不燃性絕緣物之開關為宜。

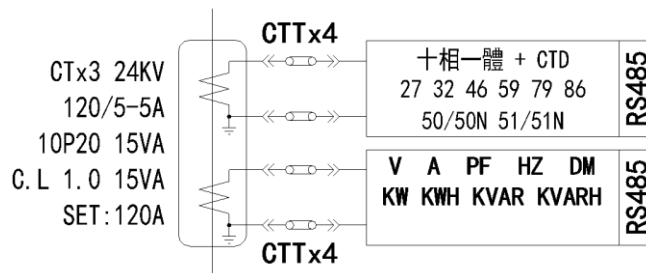




單線圖

主斷路器盤：MCB + CT + RY (十相) · POF + PT · MM

- ◆ 斷路器CB，提供水平母排和各個出線（後衛保護）之過電流及短路保護。
- ◆ 比流器CT，將大電流變成小電流，提供集合式儀表或保護電驛使用，達到保護及量測之目的。
 - 第一線圈（上方）為保護線圈，用於連接保護電驛
 - 第二線圈（下方）為量測線圈，用於接多功能電錶
- ◆ 驗電礙子VID，提供帶電顯示。
- ◆ 比壓器PT，將高壓降為低壓，在一次側（高壓線圈）串聯電力熔絲POF提供短路保護，二次側（低壓線圈）使用無熔絲斷路器MCCB（主）+ 低壓小匯流排 + 無熔絲斷路器MCCB（分路）+ 照明，提供二次電路之照明、加熱和斷路器的控制電源，以及電壓量測之目的。

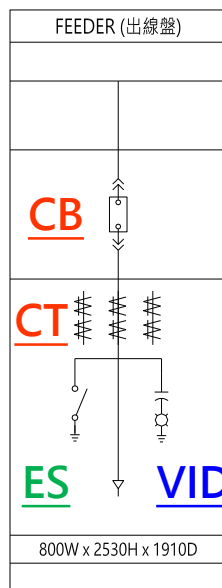
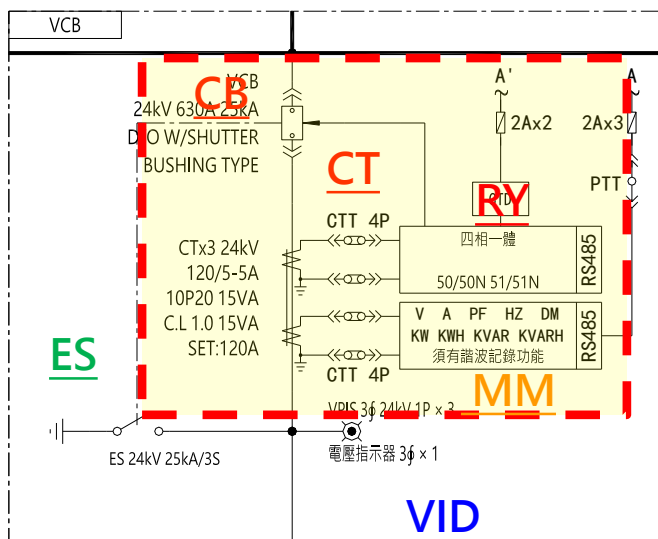




單線圖

分路斷路器盤：VCB+ CT + RY (四相) · ES · MM

- ◆ 從水平母排分配電能的開關設備（從水平母排到各出線，然後送至變壓器），裝設有斷路器、比流器和接地開關等高壓設備。



第 422 條 高壓變壓器之過電流保護應依左列規定辦理。

每組高壓變壓器除第三款另有規定外，應於一次側個別裝設過電流保護。
若使用斷路器時，其始動標置值應不超過該變壓器一次額定電流之三倍。



單線圖

高壓電纜

XLPE 電纜之截面積 mm^2

$$A = (I / 134) * \sqrt{t}$$

其中 CB 短路容量，工廠配電選擇 25 kA，

在電廠則應選擇 31.5 或者 40 kA，

另外持續時間，高壓為 0.1 秒

第 12 條 第 4 款 高壓電力電纜之最小線徑

25 kV 級者為 38 mm^2 ，

35 kV 級者為 60 mm^2 。

短路電流計算式

(1) 一般式

計 算 式	說 明
$I = \sqrt{\frac{4.2 Q \cdot A}{\alpha \cdot R_c \cdot t} \log_e \frac{\frac{1}{\alpha} - 20 + \theta_2}{\frac{1}{\alpha} - 20 + \theta_1}}$	<p>Q：導體之比熱 ($\text{Cal/cm}^3 / ^\circ\text{C}$) 銅 = 0.81 鋁 = 0.59</p> <p>A：導體截面積 (cm^2) α：電阻溫度係數 銅 = 0.00393 鋁 = 0.00403</p> <p>R_c：20$^\circ\text{C}$ 時之導體交流電阻 (Ω/cm) θ_1：短路前之導體溫度 ($^\circ\text{C}$) θ_2：短路時之最高容許溫度 ($^\circ\text{C}$) t：短路電流之持續時間 (sec.)</p>

(2) 個別計算式

種 類	θ_1	θ_2	計 算 式	
			銅 導 體	鋁 導 體
天然橡膠電纜	80	150	$I = 116 \frac{A}{\sqrt{t}}$	$I = 78 \frac{A}{\sqrt{t}}$
布琪爾 E P 橡膠絕緣電纜	80	230	$I = 140 \frac{A}{\sqrt{t}}$	$I = 94 \frac{A}{\sqrt{t}}$
PVC 絕緣電纜	50	120	$I = 97 \frac{A}{\sqrt{t}}$	$I = 65 \frac{A}{\sqrt{t}}$
PE 絕緣電纜	75	140	$I = 98 \frac{A}{\sqrt{t}}$	$I = 66 \frac{A}{\sqrt{t}}$
交連 PE 絕緣電纜	90	230	$I = 134 \frac{A}{\sqrt{t}}$	$I = 90 \frac{A}{\sqrt{t}}$

(註) 截面積(A)之單位為 mm^2



單線圖

高壓電纜

XLPE 電纜之截面積

$$A = (I / 134) * \sqrt{t}$$

$$= (13,800 / 134) * \sqrt{0.1}$$

$$= 32.57 \text{ mm}^2$$

$$A = (I / 134) * \sqrt{t}$$

$$= (25,000 / 134) * \sqrt{0.1}$$

$$= 58.99 \text{ mm}^2$$

可選用 38 mm² 或者 60 mm²

(1-1) 交連PE絕緣電纜

單位：A

種類 導體 公稱 時間 截面積 (mm ²)	交 連 PE 絕 緣 電 纜							
	銅 導 體				鋁 導 體			
	0.1 秒	0.5 秒	1 秒	2 秒	0.1 秒	0.2 秒	1 秒	2 秒
1,000	407,500	182,200	128,800	91,100	270,700	121,000	85,600	60,500
800	326,500	146,000	103,200	73,000	218,700	97,800	69,100	48,900
600	245,900	109,900	77,700	54,900	164,000	73,300	51,800	36,600
500	205,100	91,700	64,800	45,800	136,600	61,100	43,200	30,500
400	163,900	73,300	51,800	36,600	109,300	48,900	34,500	24,900
325	133,200	59,600	42,100	29,800	88,800	39,700	28,000	19,800
250	102,400	45,800	32,400	22,900	68,300	30,500	21,600	15,200
200	82,300	36,800	26,000	18,400	55,000	24,600	17,400	12,300
150	61,700	27,600	19,500	13,800	41,200	18,400	13,000	9,200
100	41,100	18,400	13,000	9,200	27,400	12,200	8,600	6,100
60	24,700	11,000	7,800	5,500	16,400	7,300	5,200	3,600
38	15,500	6,900	4,900	3,400	10,500	4,700	3,300	2,300

◆配電盤名稱：MVCB 故障點：f-4 基準值：KV_{b1} = 11.4 kV I_{b1} = 50.6 A Z_{b1} = 129.96Ω

配管線：25 kV CU BUS 40 × 10t 1 / φ 3 m INBUS BAR Z_{bus} = 0.0587 + j 0.2348 (Ω/km)

$$Z_w = \frac{Z_{bus}}{Z_{b1}} = \frac{0.0587 + j 0.2348}{129.96} \times \frac{3 \text{ m}}{1000 \text{ m}} \times \frac{1}{1} = 0.00000136 + j 0.00000542 = 0.00000559 \angle 75.9^\circ (p.u)$$

$$\Sigma Z_{f-4} = \Sigma Z_{f-3} + Z_w = 0.00016229 + j 0.00403684 = 0.00404010 \angle 87.7^\circ (p.u)$$

$$\text{對稱故障電流：} I_{f-4 (sym)} = \frac{I_{b1}}{\Sigma Z_{f-4}} = 12.52 \text{ (kA)} \quad \frac{X}{R} = 24.87, K = 1.1$$

$$\text{非對稱故障電流：} I_{f-4 (asy)} = K \times I_{f-4 (sym)} = 13.77 \text{ (kA)} \rightarrow (25 \text{ kA} \geq 13.8 \text{ kA}) \dots \text{OK}$$



系統效益

結論

提供了標準化的設計流程，將建模介面、試算工具與檢驗機制整合在一起來簡化設計過程，讓設計人員可以擺脫枯燥的計算和繪圖，專注於設計，快速直覺地完成系統規劃，決定管線尺寸與設備規格，整理如下：

- ◆ 基於資料庫的獨立應用軟體，涵蓋設計所需的計算。
- ◆ 提供典型系統的建模方式，兼顧安全與可靠的設計。
- ◆ 透過友善介面與互動模式，簡單易用，可快速上手。
- ◆ 內建完備的設備、器材與管線資料庫，能自行擴充。
- ◆ 符合國內標準規範，資料格式清楚易懂，方便審查。

THANK YOU!

Any Questions?

