



Power Designer 配電設計實務 高壓系統設計



CNS 15156



CNS 3990

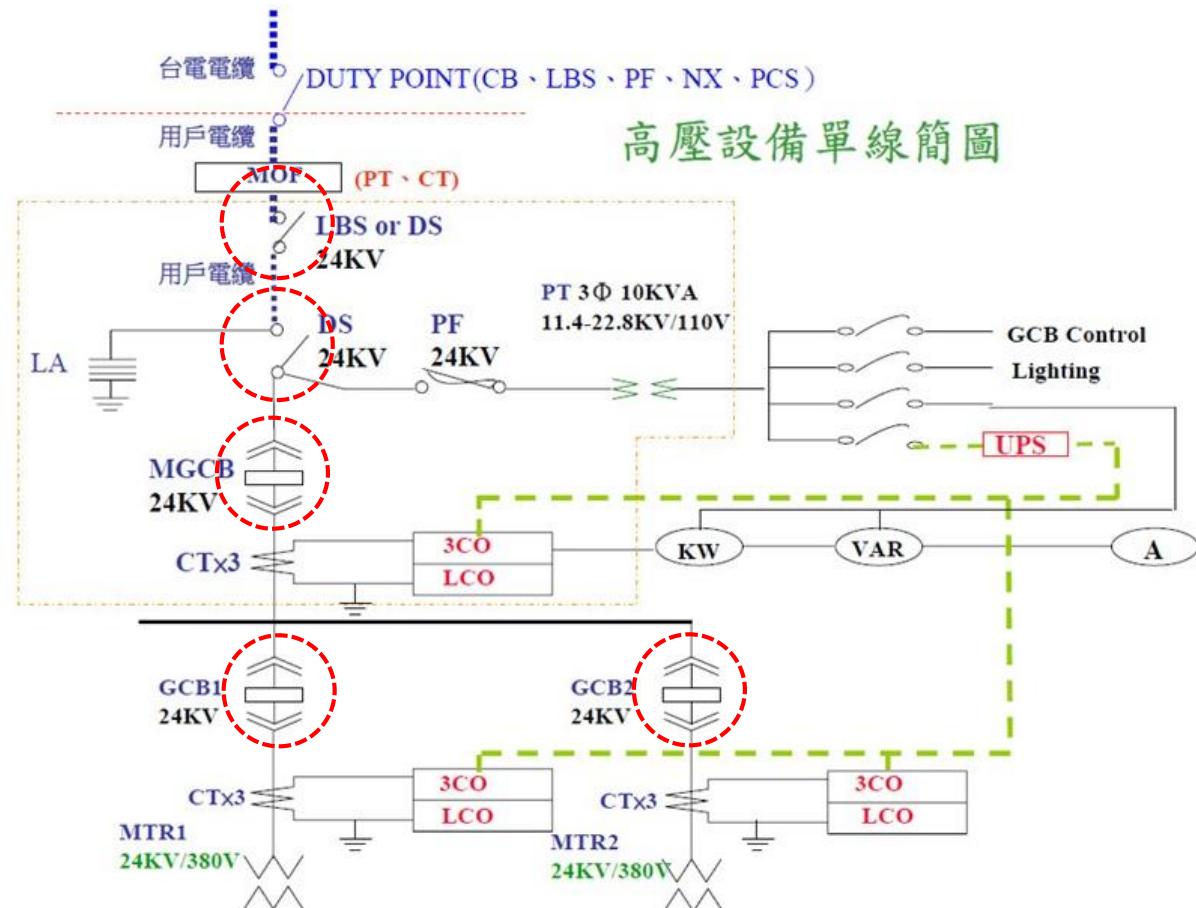


變電站

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

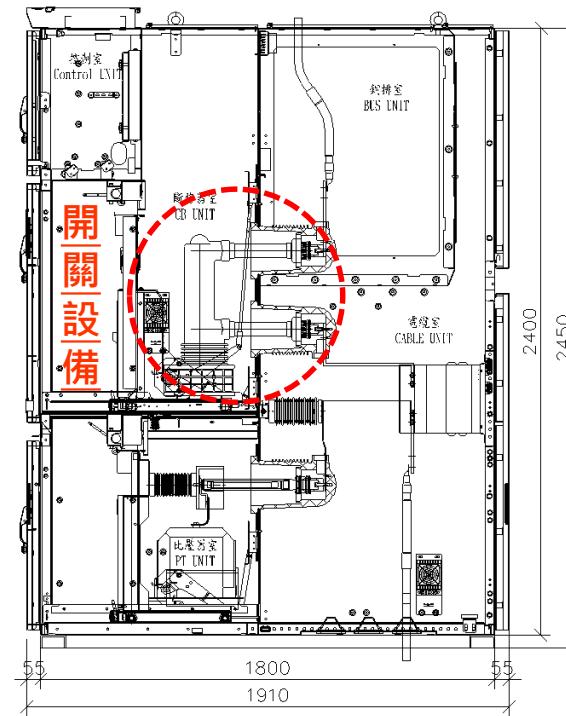
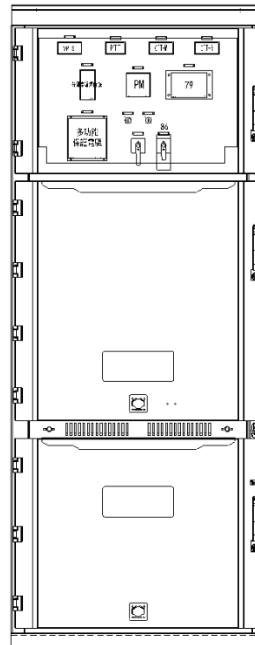


Step 1. 找出開關設備

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

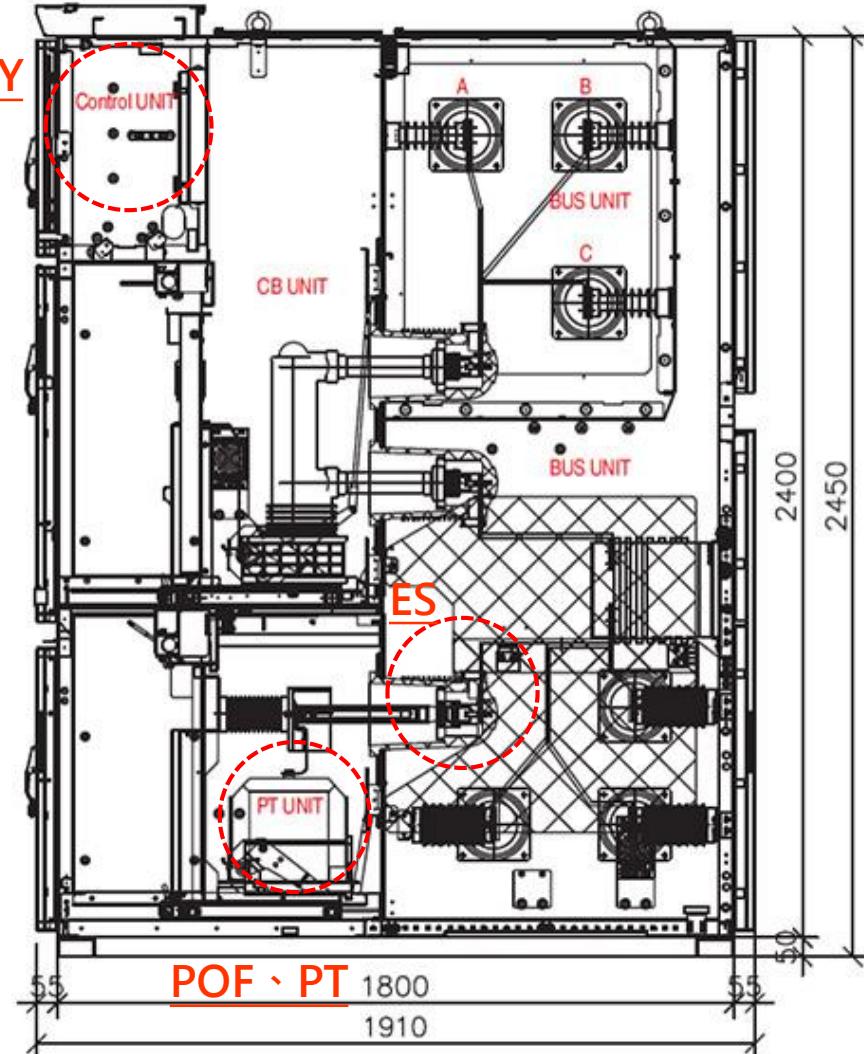
高壓開關盤

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

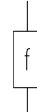
		斷路器	熔線	開關器
		無熔線斷路器 空氣斷路器	線路用熔線 保護用速動熔線	無啓斷負載電流能力者
低壓電路	真空斷路器 SF6 斷路器 油斷路器	限流型電力熔線 非限流型電力熔線		有啓斷負載電流能力者
高壓電路	VCB	PF	DS	LBS
輸電電路	SF6 斷路器 油斷路器 氣衝斷路器		空斷開關	MC



三菱 VCB



施耐德 VCB



士林 PF



士林 DS



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   



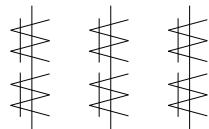
土林 CT



三菱 RY



三菱 MM



50N/51N



SIBA POF



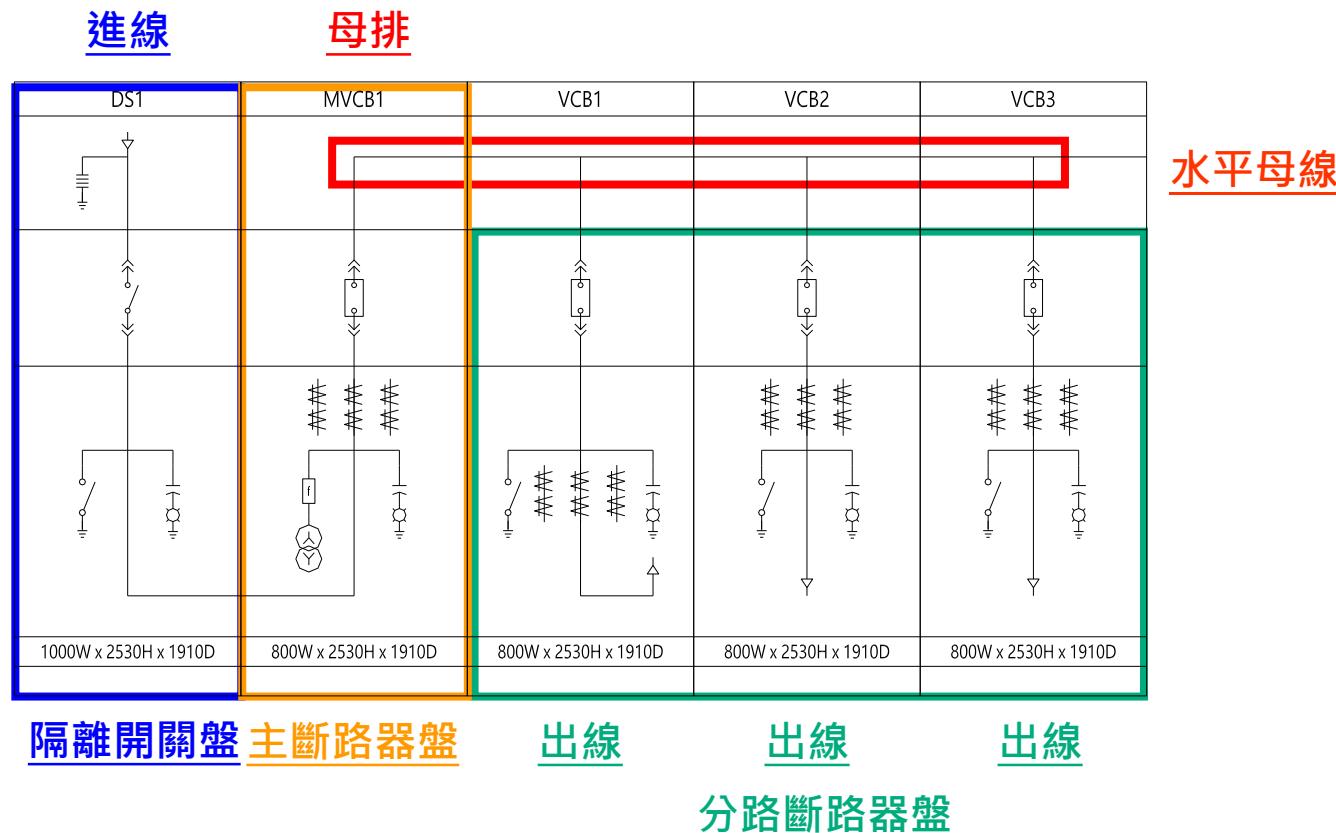
土林 PT



變電站

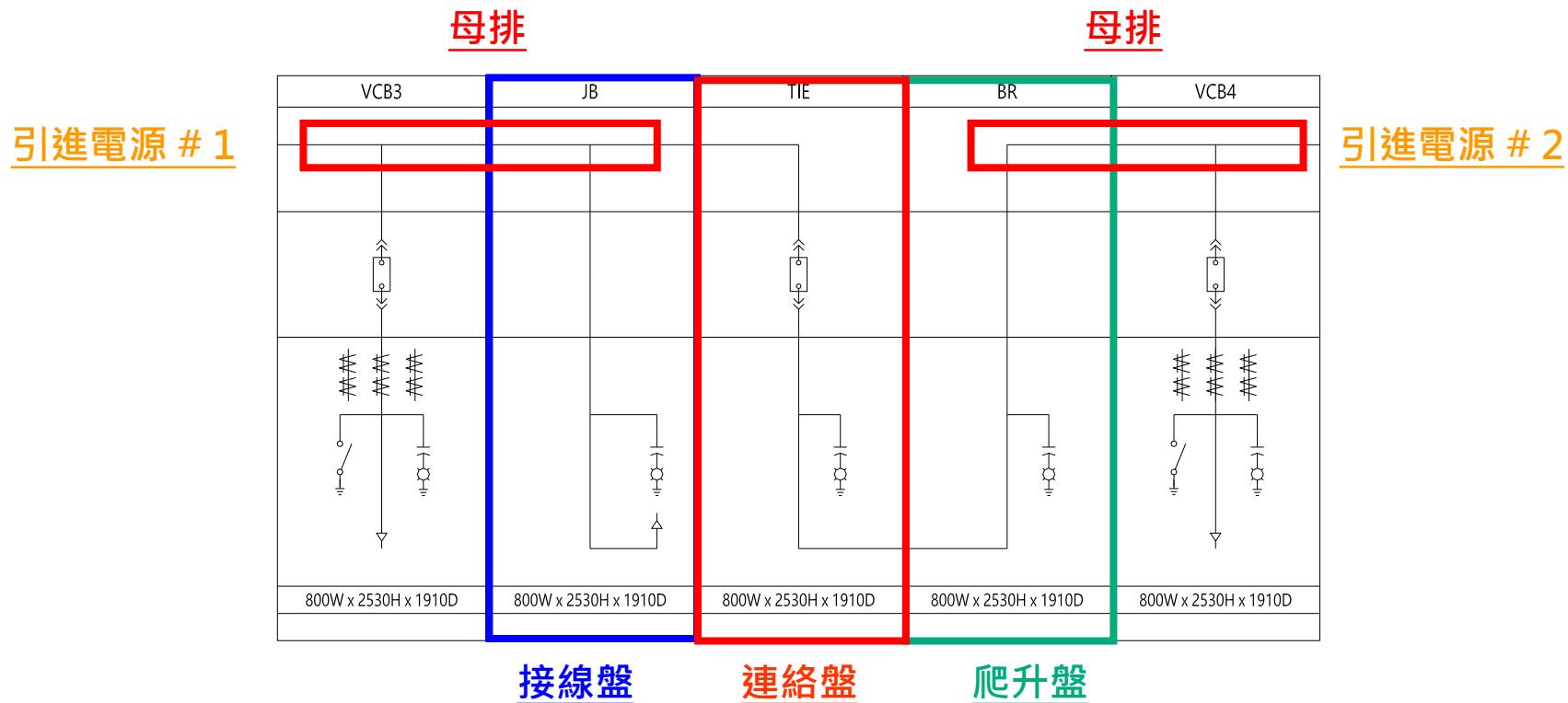
高壓盤類型

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

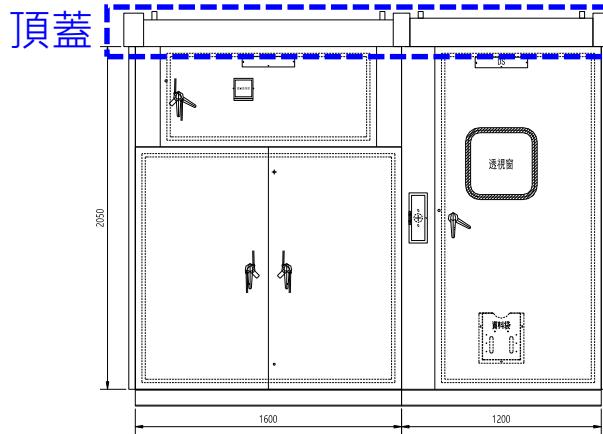




台電配電場

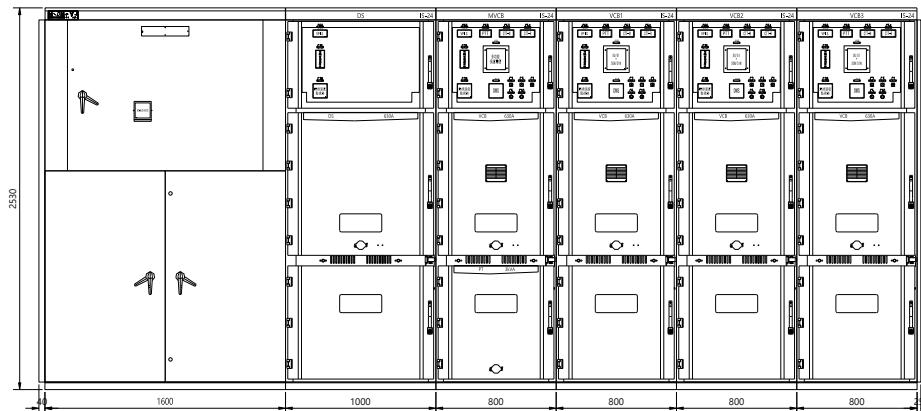
電錶箱

- ◆ 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

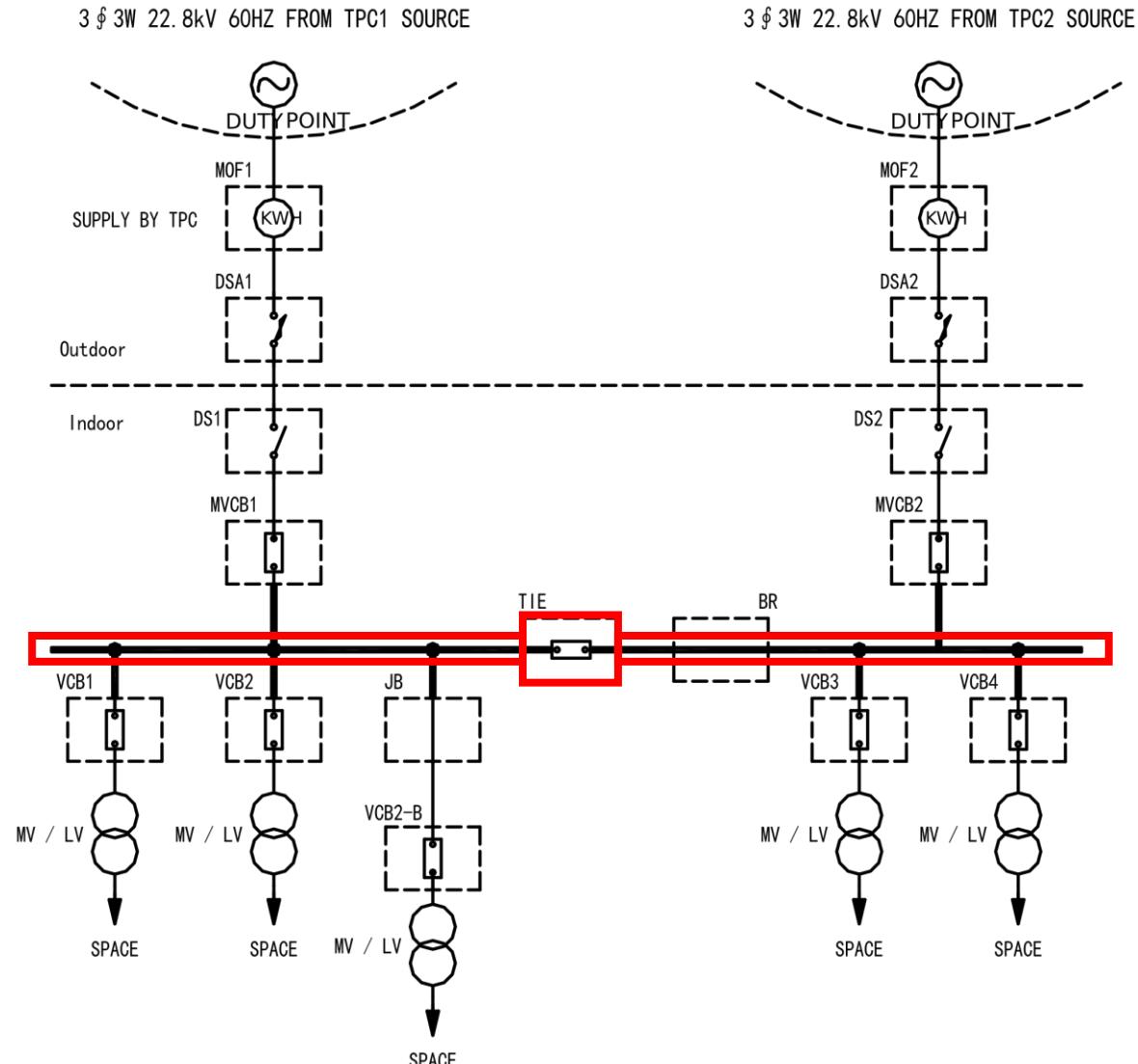


屋內MOF

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



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 - MVCB
	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

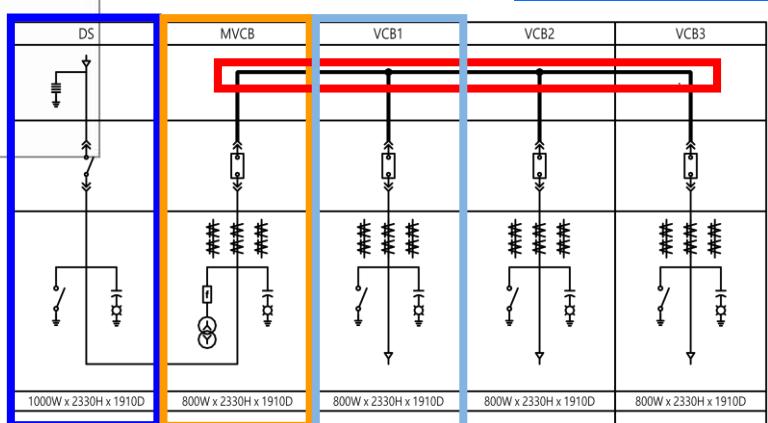
屋外
↓
屋內

往後串聯新增

進線

母線

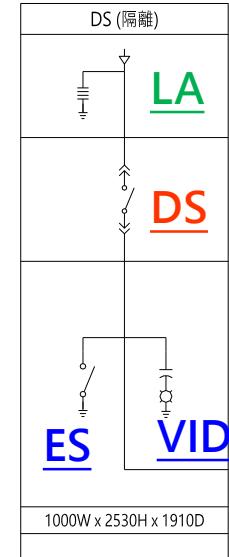
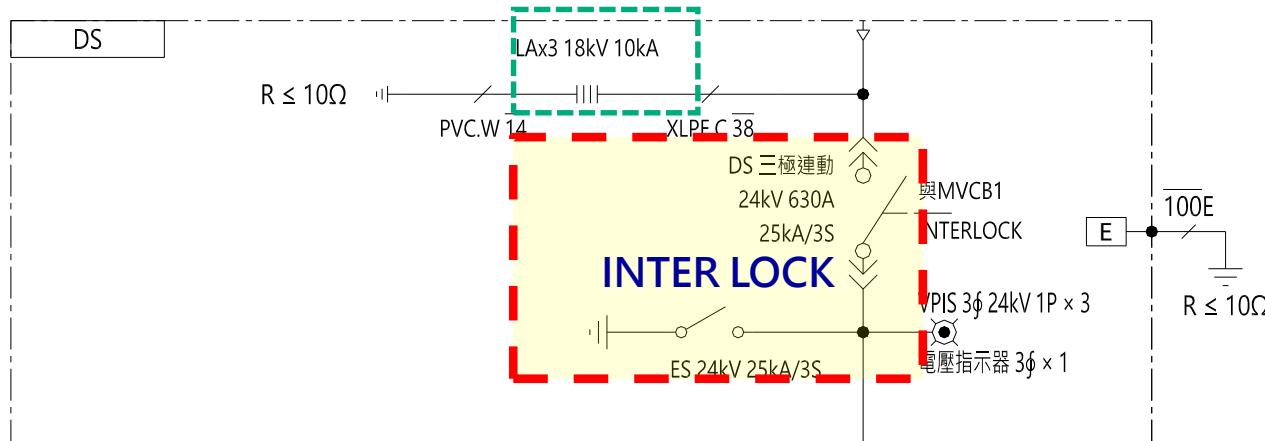
往後並聯新增



連接方式：在上游父盤上，執行 “往後串聯新增” 建立下游子盤，在高壓橫母線，執行 “往後並聯新增” 建立並聯子盤

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

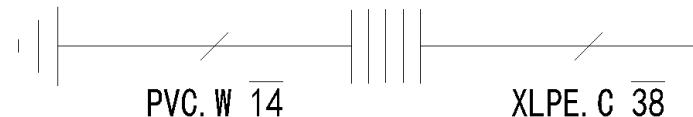
隔離開關盤 : LA+DS (LSB) , ES

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。。

LAx3 18KV 10KA

第 444 條 避雷器之接地電阻應在一〇歐以下。

R<10Ω



◆ 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

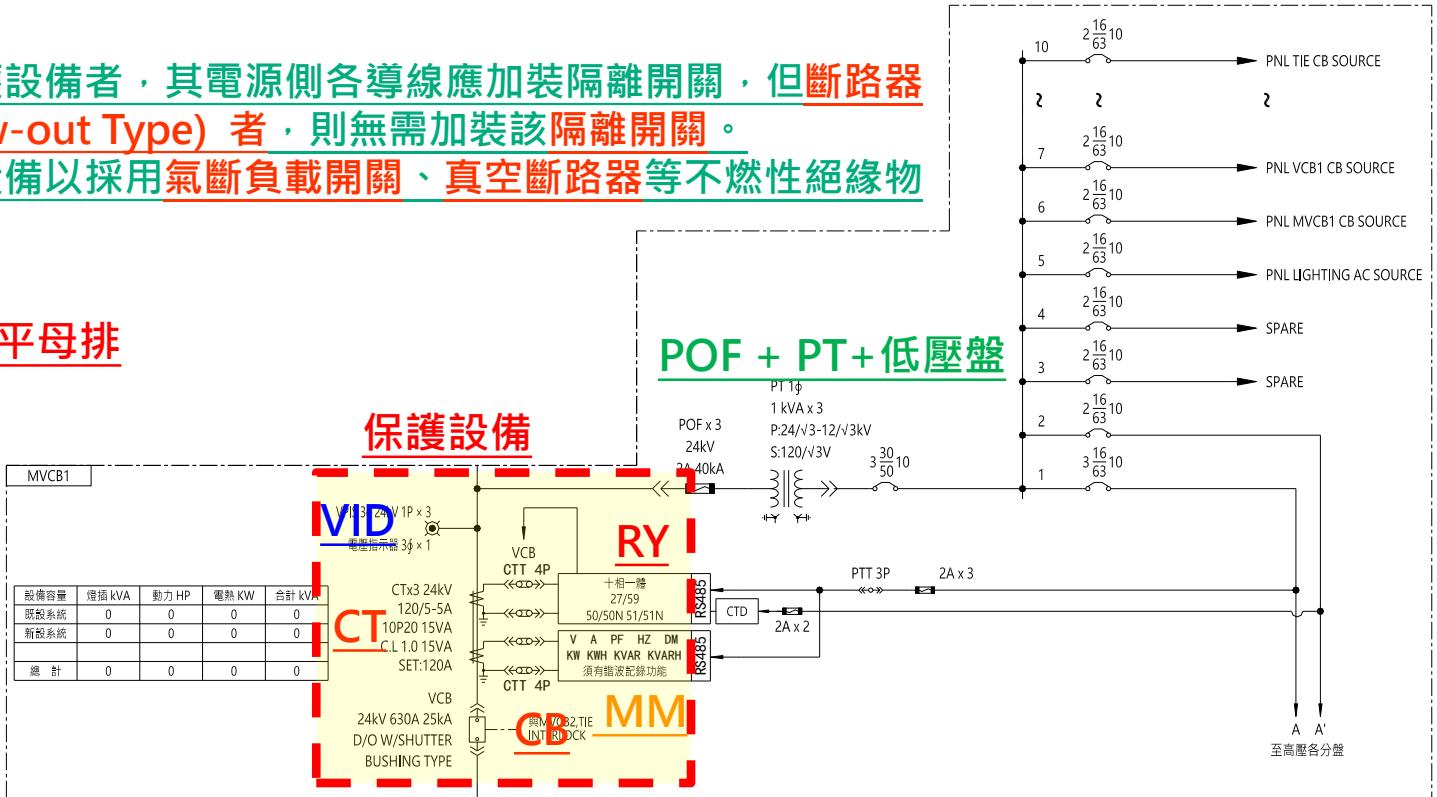
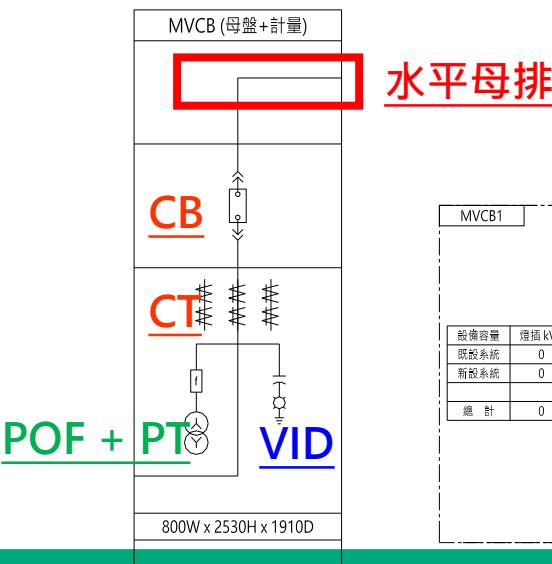
主斷路器盤：MCB+ CT + RY (十相) · POF + PT · MM

- ◆ 提供水平母排之過電流及故障電流保護，以及各出線的後衛保護，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。

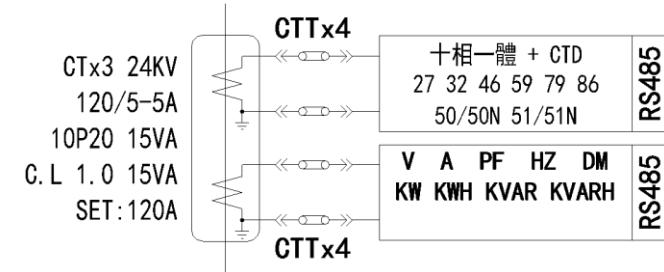




單線圖

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。



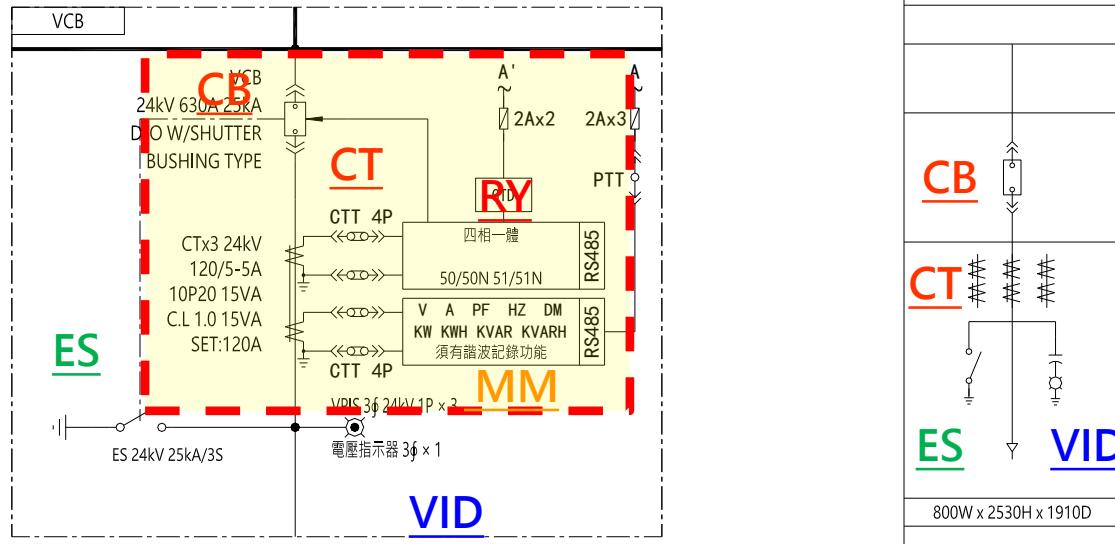
第 411 條

自匯流排引出之幹線如不超過三路而各裝第 412 條第 1 款及第 2 款設備者，其進屋線或主幹線之主保護設備得予省略。

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。

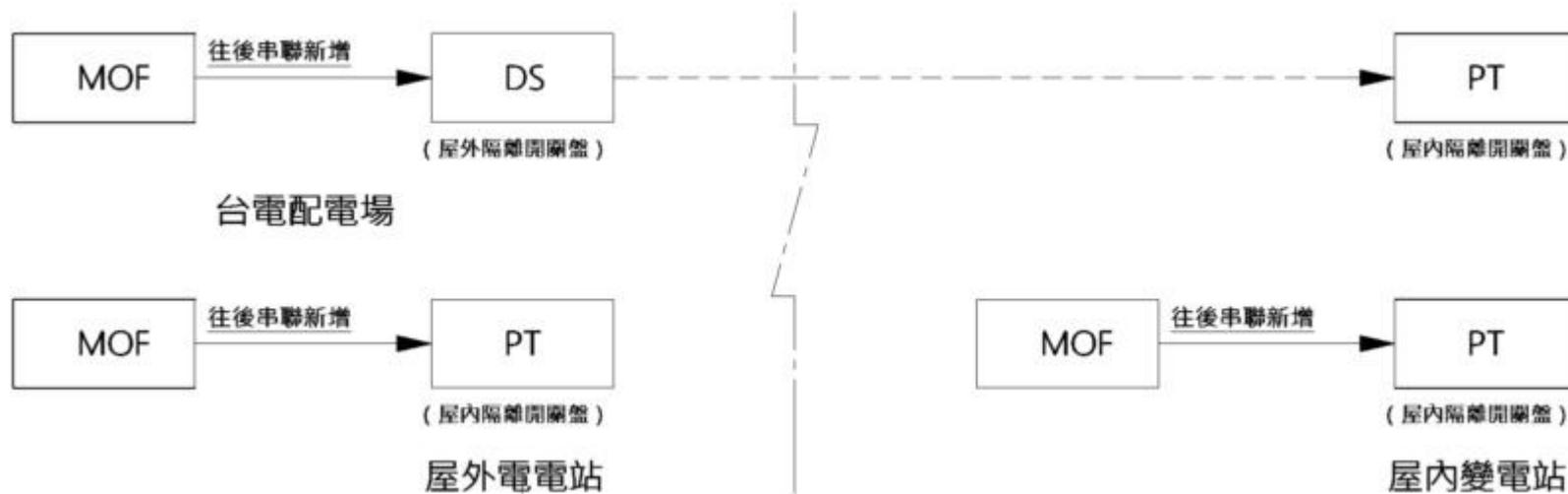
**每組高壓變壓器除第三款另有規定外，應於一次側個別裝設過電流保護。
若使用斷路器時，其始動標置值應不超過該變壓器一次額定電流之三倍。**



單線圖

電錶箱位置

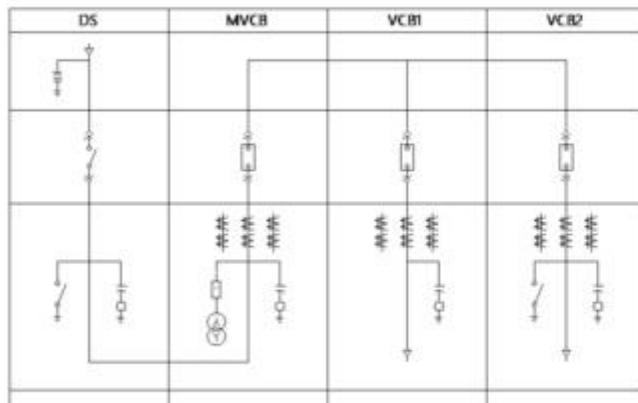
- ◆ 在責任分界點須裝設隔離電源的分段設備 - 進線隔離，若MOF在屋外時，可以選用DS（屋外隔離開關盤），進入屋內後亦須選用PT（屋內隔離開關盤）；若MOF與變電站同時在屋內或屋外時，則只要選用PT（屋內隔離開關盤）



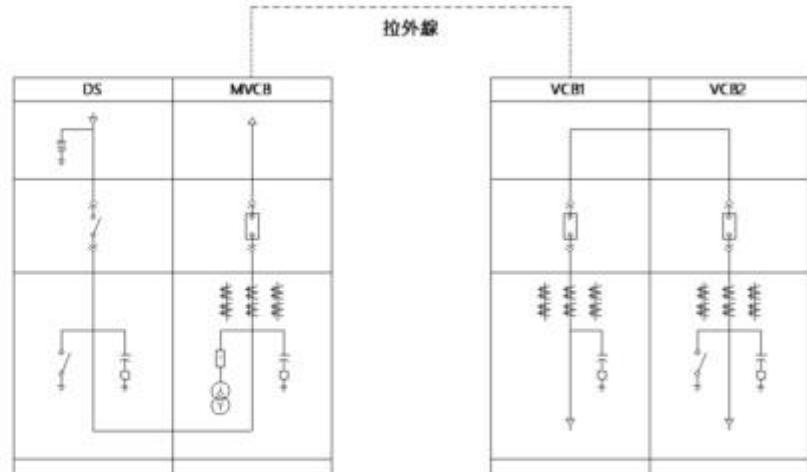
單線圖

高壓箱體排列

- ◆ 若高壓橫母線採用匯流排時，將貫穿這些高壓盤的盤體上方，形成同一列盤。採用高壓電纜時，表示不在同一列盤，採用外線連接



同一列盤 (銅排貫穿)



不同列盤 (拉外線)

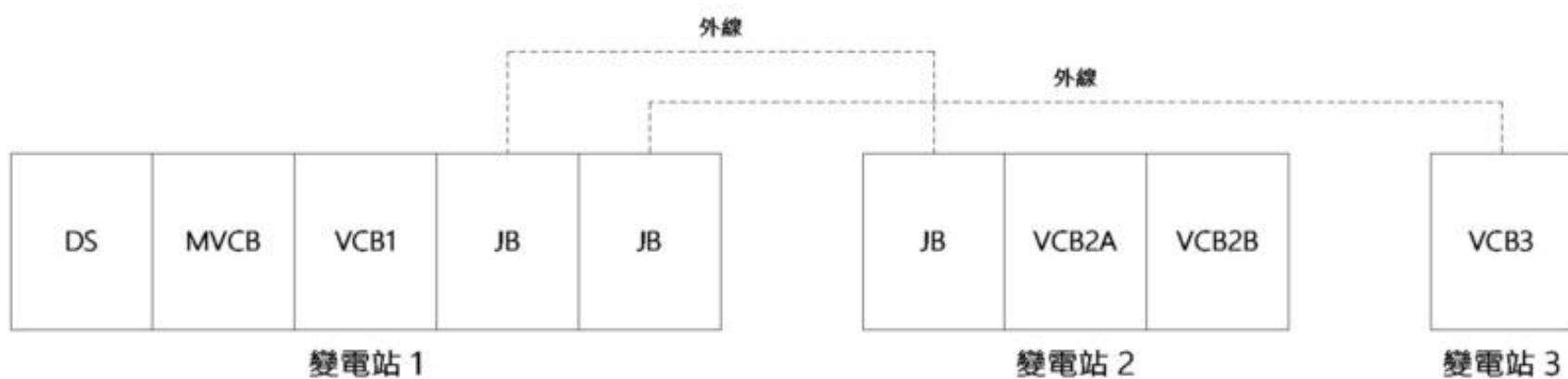
同一列盤(銅排貫穿)，不同列盤(拉外線)



單線圖

接線盤 JB 應用

- ◆ 接線盤提供匯流排分接頭與連絡電纜，將分配電力引接至其他變電站，並可裝設比流器提供量測功能，但如果距離較遠，連絡電纜須要提供保護，則可以改用分路斷路器盤。





單線圖

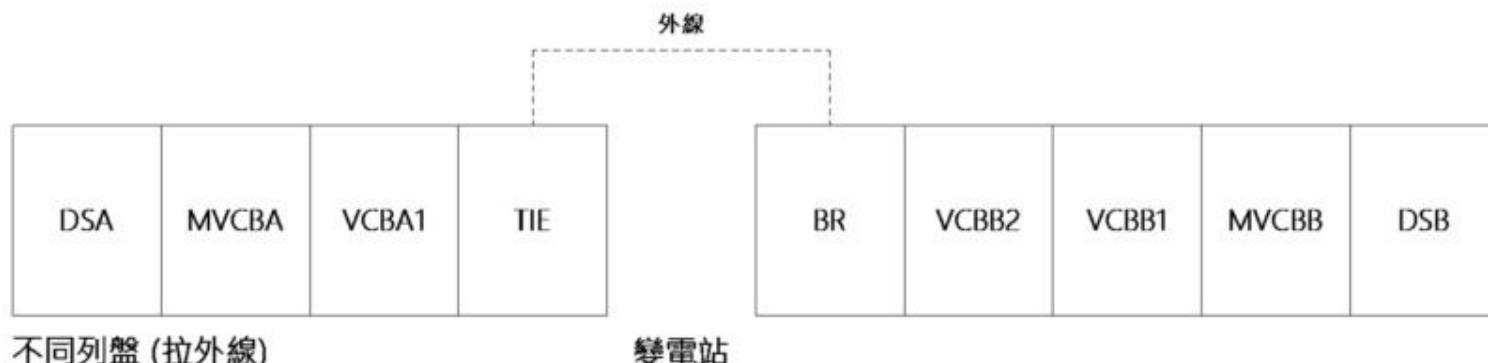
TIE + 提升盤BR 應用

- ◆ 連絡盤使用抽出型高壓斷路器做為高壓雙電源的水平匯流排系統的分段開關。使用提升盤可將盤體下層的連絡盤的輸出連接到盤體上層的水平匯流排系統，若提升盤放在連絡盤旁邊，就可將兩個相鄰的匯流排系統實體連接在一起。



同一列盤 (銅排貫穿)

變電站



不同列盤 (拉外線)

變電站



單線圖

高壓電纜

XLPE 電纜之截面積 mm²

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

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

短路電流計算式

(1)一般式

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

(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 絶 缘 電 纜	80	230	$I = 140 \frac{A}{\sqrt{t}}$	$I = 94 \frac{A}{\sqrt{t}}$
PVC 絶 缘 電 纜	50	120	$I = 97 \frac{A}{\sqrt{t}}$	$I = 65 \frac{A}{\sqrt{t}}$
PE 絶 缘 電 纜	75	140	$I = 98 \frac{A}{\sqrt{t}}$	$I = 66 \frac{A}{\sqrt{t}}$
交 連 PE 絶 缘 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 mm²

單線圖

高壓電纜

(1-1) 交連PE絕緣電纜

單位：A

XLPE 電纜之截面積

$$\begin{aligned}
 A &= (I / 134) * \sqrt{t} \\
 &= (\underline{13,800} / 134) * \sqrt{\underline{0.1}} \\
 &= 32.57 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= (I / 134) * \sqrt{t} \\
 &= (\underline{25,000} / 134) * \sqrt{\underline{0.1}} \\
 &= 58.99 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

可選用 38 mm² 或者 60 mm²

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

◆ 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 / § , 3 m , IN BUS BAR Z_{bus} = 0.0587 + j 0.2348 (Ω/km)

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

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

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

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



系統效益

結論

利用預先定義不同用途的高低壓盤類型與連接方式，使用這些配電盤類型，新增所需的配電盤，並建立這些配電盤的上下游關係，類似堆積木遊戲的方式，快速直覺完成配電系統的規劃與設計。目前軟體主要支援放射狀的配電系統，以低壓盤而言，要連接負載設備或下游子盤，便要新增迴路後，指定開關與導體加以連接，以高壓盤而言，可以使用“往後串聯新增”建立下游子盤，或者在高壓橫母線上，使用“往後並聯新增”，建立並聯子盤。建議先設計低壓系統，再設計高壓系統，然後透過台電變壓器（低壓供電）或高壓變壓器（高壓供電）將兩者連接在一起。接著便可執行相關計算，並依結果對設計要求進行檢討與改善，經反覆計算與改善過程，完成配電系統的設計，主要的成果輸出如下：

- ◆ 配電系統計算書，包括保護協調，電壓降檢討，功率因數檢討，照明設計，接地設計與緊急發電設備輸出計算表等檢討報告。提供典型系統的建模方式，兼顧安全與可靠的設計。
- ◆ 高壓低壓單線圖，清楚表達設計要求與施工所需的資訊，包括供電電壓，連接相別，設備容量，與開關，管線之類型及規格。
- ◆ 配電系統材料表，包括台電電源引進配管線及各接地系統，高低壓開關箱及變壓器，插座及照明，與配管線之規格尺寸及數量。

THANK YOU!

Any Questions?

