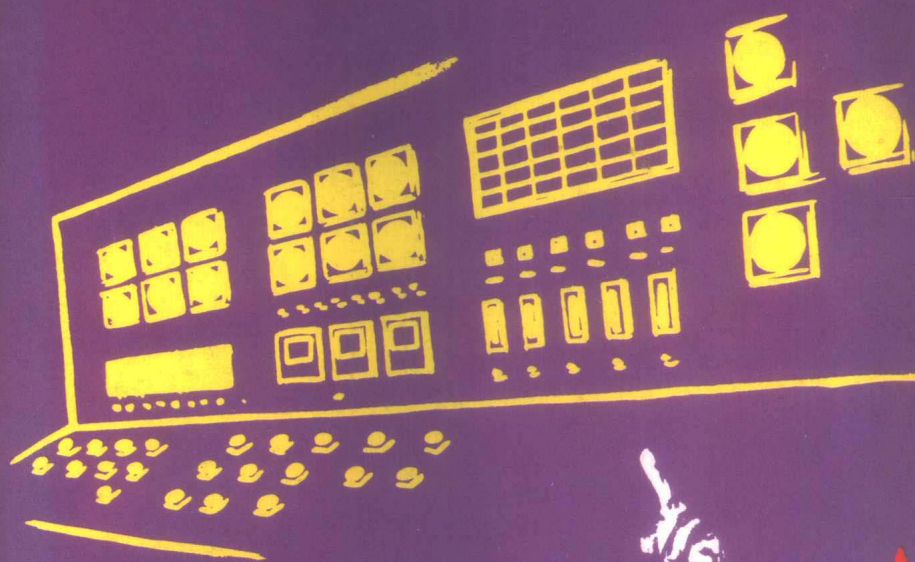


圖解自動控制

—實用篇—

陳憲雄編著 啟學出版社印行



啟學科技系列

陳憲雄主編

- 周賢溪編著
實用自動控制入門..... 6.00
- 陳憲雄編著
圖解自動控制—入門篇.....10.00
- 陳憲雄編著
圖解自動控制—實用篇.....10.00
- 陳憲雄編著
工業電氣與自動控制實務.....24.00
- 陳憲雄編著
實用順序控制回路解說.....10.00
- 黃博治編譯
自動化・省力化實用圖集.....10.00
- 謝賢仁、簡輝龍編著
電氣接線圖入門..... 8.00
- 陳憲雄、謝賢仁編著
產業控制系統接線圖.....18.00
- 陳憲雄編著
電力控制系統接線圖.....18.00
- 周賢溪、施成惠編著
鑽模與夾具實例要覽.....10.00

● 陳憲雄主編 ● 啟學科技系列 ●

出版者：啟學出版社

香港彌敦道樂德商業大廈808室

承印者：美都印刷公司

九龍官塘鴻圖道偉強工業大廈二樓

● 版權所有 請勿翻印 ●

PUBLISHED & PRINTED IN HONG KONG

4.50

H.K. \$ 10.00

譯 者 序

在今日自動化的時代裡，所有的機械設備都需要自動化的技術，自動控制為自動化不可欠缺的重要部分。本書最主要的目的就是利用圖解的方式導入自動控制最新的技術說明，期使初學自動控制人員或從事生產工作第一線的技術人員能利用這本書使工作能力更精進一層。本書分為「入門編」與「實用編」二冊。

- (1)本書最適合自修或初學「自動控制」人員的學習書。
- (2)為高工或工專電工科，自動控制課程的最佳教材。
- (3)補習班或工廠在職訓練最佳的教材。
- (4)工廠新進人員的訓練教材。

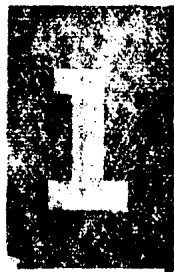
本書如有疏漏之處，尚祈諸先進不吝指正。

圖解自動控制（實用編）

1. 電氣設備的組成與控制	1
1-1 用戶受變電設備的組成與控制	2
1-2 電動機設備的組成與控制	16
1-3 電氣爐設備的組成與控制	17
1-4 壓力控制設備的組成與控制	18
1-5 時間控制設備的組成與控制	19
1-6 空調設備的組成與控制	20
1-7 電梯設備的組成與控制	22
1-8 給排水設備的組成與控制	24
1-9 輸送機設備的組成與控制	26
1-10 泵浦設備的組成與控制	28
2. 順序控制的基礎知識	30
2-1 順序控制機器的組成與動作	31
2-2 電氣用圖記號的表示方法	34
2-3 順序控制記號的表示方法	38
2-4 自動控制器具號碼的表示方法	40
2-5 順序圖的表示方法	43
3. 順序控制的實用基本電路	49
3-1 電動機控制的實用基本電路	49
① 電動機的現場，遠方操作，起動，停止控制電路	50
② 電容電動機的正反轉控制電路	56
③ 電動機的寸動運轉控制電路	62
④ 電動機的反相制動控制電路	68
⑤ 繞線式感應電動機的電阻起動控制電路	74
⑥ 電動機起動電抗器的起動控制電路	76
⑦ 電動機起動補償器的起動控制電路	77
3-2 溫度控制的實用基本電路	79
① 使用溫度開關的警報電路	80
② 三相電熱器的溫度控制電路	83
③ 加熱、冷卻二段溫度控制電路	89
3-3 壓力控制的實用基本電路	92
① 使用壓力開關的警報電路	93
② 壓縮機的壓力控制電路	97
3-4 時間控制的實用基本電路	104
① 蜂鳴器的一定時間吹鳴電路	105
② 電動送風機的延遲動作運轉電路	109
4. 實際順序控制設備	113
4-1 用戶受變電設備的順序控制	113
① 電磁操作方式斷路器的構造與動作	114

②	隔離開關與斷路器的連鎖電路	115
③	直流電磁操作方式的斷路器控制電路	116
④	交流電磁操作方式的斷路器控制電路	119
⑤	過電流繼電器與油斷路器的連動試驗電路	124
⑥	接地繼電器與油斷路器的連動試驗電路	126
⑦	受變電設備的接地電阻試驗電路	128
⑧	受變電設備的絕緣電阻試驗電路	129
⑨	受變電設備的絕緣耐力試驗電路	130
4-2	空調設備的順序控制	132
①	空調設備方式的控制與系統圖	133
②	Fan Coil Unit 的運轉控制	134
③	鍋爐的自動運轉控制	136
4-3	電梯設備的順序控制	150
①	電梯的構造與組成	151
②	電梯的記憶控制電路	152
③	電梯的方向選擇控制電路	154
④	電梯的表示燈控制電路 (I)	156
⑤	電梯設備的門開閉控制電路 (閉)	158
⑥	電梯的運行指示控制電路	160
⑦	電梯的起動控制電路 (主電路)	162
⑧	電梯的表示燈控制電路 (II)	166
⑨	電梯的停止準備控制電路	168
⑩	電梯的停止控制電路 (主電路)	170
⑪	電梯的呼叫取消控制電路	173
⑫	電梯的門開閉控制電路 (開)	174
4-4	給排水設備的順序控制	176
①	使用 Floatless 液面繼電器的給水控制	177
②	付異常低水位的給水控制	181
③	使用 Floatless 液面繼電器的排水控制	185
④	付異常高水位的排水控制	189
4-5	輸送機, 升降機設備的順序控制	193
①	輸送機的一時停止控制	194
②	升降機的自動反轉控制	199
4-6	泵浦設備的順序控制	204
①	泵浦循環運轉控制	205
②	泵浦的順序起動控制	209
5.	順序控制的實例集	212
5-1	遊戲設備的順序圖	213
5-2	出入計數設備的順序圖	214
5-3	照明設備的順序圖	215
5-4	散水器, 噴水設備的順序圖	217
5-5	停車場設備的順序圖	220
5-6	防災設備的順序圖	224
5-7	工作機械的順序圖	229

電氣設備的組成與控制



要理解順序控制首先要從順序控制所用電氣設備的組成與控制方法開始。

本章簡易說明用戶受變電設備，空調設備，電梯設備，給排水設備輸送設備，泵浦設備等的動作組成與控制方法。

1

電氣設備 的 組成與控制

1-1

用戶受變電設備的組成與控制

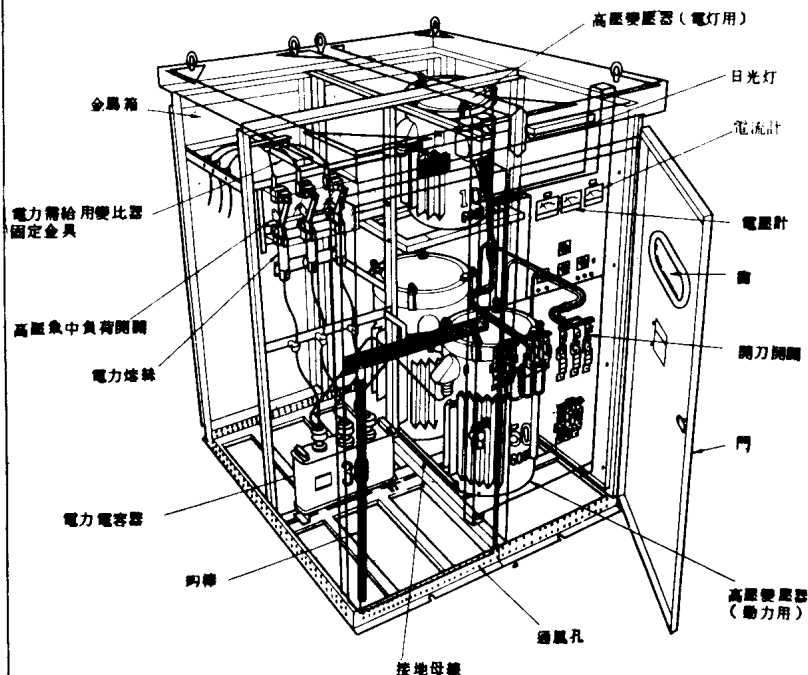
① cubicle式高壓受變電設備是些什麼東西呢？

用戶受變電設備

⊕所謂用戶受變電設備就是指由電力公司的配電線路送至用戶構內的電力負載設備，根據所需要的使用電壓，將高壓變成爲低的設備，所以將高壓配電盤，高壓變壓器保護開關，儀器裝置，等高壓受變電裝置收集於電氣室或Cubicle內。

cubicle式高壓受變電設備的構造 [例] < PF · S形 >

⊕Cubicle式高壓受電設備，常用於用戶的受變電設備內，用戶將高壓受電設備，變電設備全部收集於金屬箱內者而言。





電氣設備 的 組成與控制

1-1

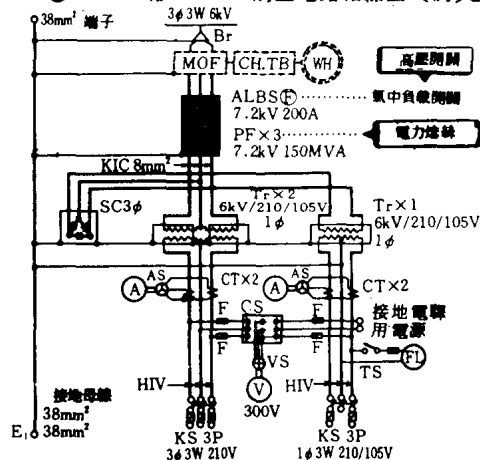
用戶受變電設備的組成與控制

① cubicle形高壓受變電設備是什麼東西呢？

cubicle形高壓受變電設備的種類

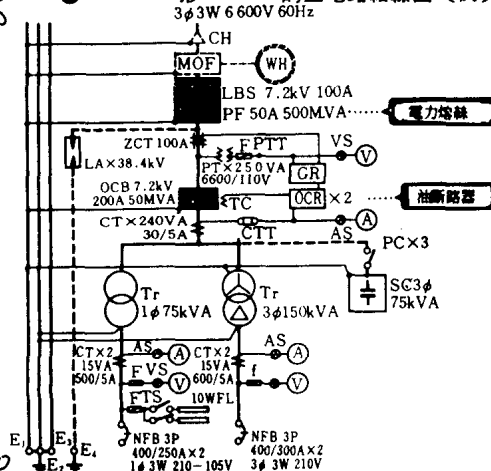
◆ 受變電設備容量 500 KVA 以下的 Cubicle，根據日本工業規格 JIS C 4620 (Cubicle 式高壓受電設備) 的規定，受電用遮斷裝置有 PF-S 形，PF-CB 形，CB 形等 3 種。

● PF-S形 cubicle 的主電路結線圖 [例] ●



◆ PF-S 形 Cubicle，就是受電用遮斷裝置不用斷路器，而是使用限流形電力保險絲 PF (power Fuse) 與高壓開關 S (Switch) 組合而成。
◆ 此形式，變壓器容量在 300 KVA 以下的 cubicle 使用，省略 1 次側的電線，變比器類，相當簡化。

● PF-CB形 cubicle 的主電路結線圖 [例] ●



◆ PF-CB 形 Cubicle 就是受電用遮斷裝置由限流形電力保險絲 PF (power Fuse) 與斷路器 CB (circuit breaker) 組合使用。
◆ 此種形式，變壓器設備容量在 300 KVA 以上使用。



電氣設備 的 組成與控制

1-1

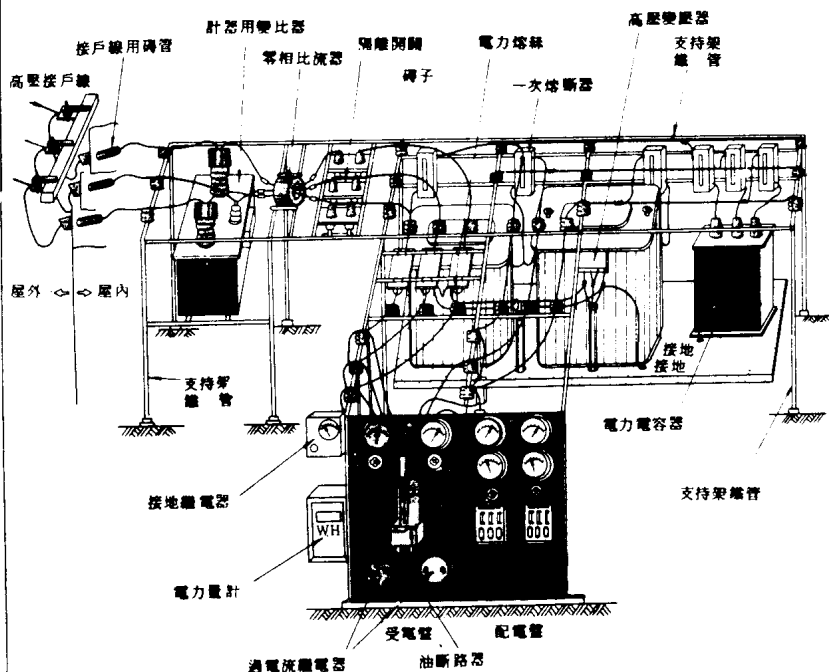
用戶受變電設備的組成與控制

②開放形高壓受電設備是些什麼東西呢？

開放形高壓受變電設備

所謂開放形受變電設備，在電氣室內的構架上裝設母線，裝設斷路器等設備，並裝設開放形垂直盤作為配電及監視控制的形式。所謂變電室就是占建築物的一部分，在屋內裝設高壓受變電裝置的場所。

● 開放形高壓受電設備的構成〔例〕 ●





電氣設備 的 組成與控制

1-1

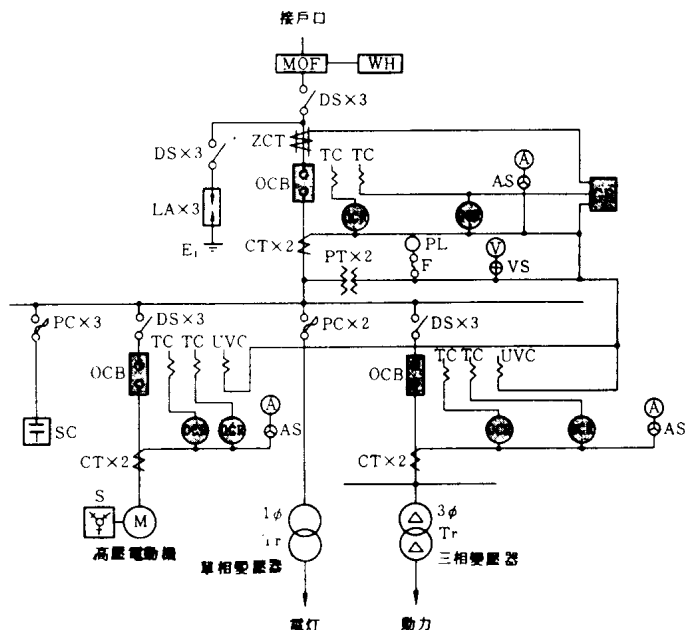
用戶受變電設備的組成與控制

② 開放形高壓受變電設備是些什麼東西呢？

開放形高壓受變電設備的主電路結線方式

- ⊕ 開放形高壓受變電設備的主電路結線方式，一般是採用1回線受電方式，若採用2回線方式，則其中1回線為預備線，而用戶則大都採用緊急發電設備。（參考14頁）。
- ⊕ 開放形高壓受變電設備的受電用斷路器是使用CB與過電流電譯OCR，接地電驛GR組合而成，作為過負荷，短路接地及其他故障的保護之用。

● 開放形高壓受變電設備的主電路結線圖 [例] ● — 1 回線受電方式



<文字記號>

- | | | |
|----------------|---------------|------------|
| MOF : 電力需給用變比器 | OCB : 油斷路器 | PC : 高壓切斷器 |
| WH : 電力需給用計量裝置 | TC : 過電流跳脫線圈 | SC : 電力電容器 |
| DS : 隔離開關 | UVC : 低電壓跳脫線圈 | |
| ECT : 零相比流器 | CT : 比流器 | |
| LA : 避雷器 | PT : 計器用比壓器 | |



電氣設備 的 組成與控制

1-1

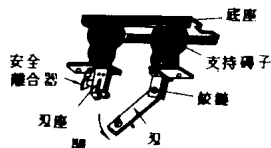
用戶受變電設備的組成與控制

②開放形高壓受電設備的組成

● 受電設備的構成機器 ●

隔離開關

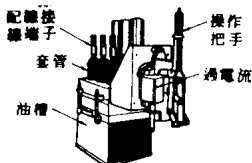
DS: Disconnecting Switch



- ⊕ 隔離開關，僅能作為無負載狀態下的開閉之用。無切斷負載的能力。
- ⊕ 送電時，DS 先閉合，然後再送油斷路器（OCB）。停電時，OCB 先切斷（off）後才能將 DS 開路。

油斷路器

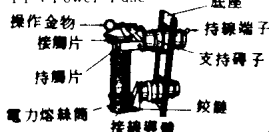
OCB: Oil Circuit Breaker



- ⊕ 油斷路器就是在鐵內裝有絕緣油，內部裝有遮斷機構，允許通過正常電流，當通過如短路電流的故障電流時能進行遮斷。
- ⊕ 斷路器有手動操作投入與利用電磁力閉閘（電磁操作）方式。（參照 8，50 頁）

電力熔絲

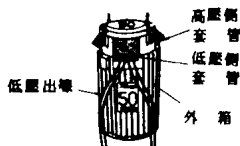
PF: Power Fuse



- ⊕ 電力熔絲，在高壓電路作為短路保護之用，用來遮斷當高壓變壓器，高壓電動機，電力電容器電路等的事務電流。

高壓變壓器

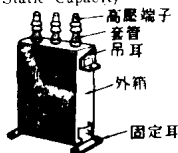
T: Transformer



- ⊕ 高壓變壓器將受電電壓 11.4 KV 或 3.3 KV 變為低壓 220 V 或 110 V 電壓。供低壓負載之用。

電力電容絲

SC: Static Capacity



- ⊕ 電力電容器是用來改善功率因數為主要目的，與受電設備並聯連接。
- ⊕ 電力用電容器提高功率因數，可節省電力費用。



電氣設備 的 組成與控制

1-1

用戶受變電設備的組成與控制

③ 手動操作油斷路器的控制

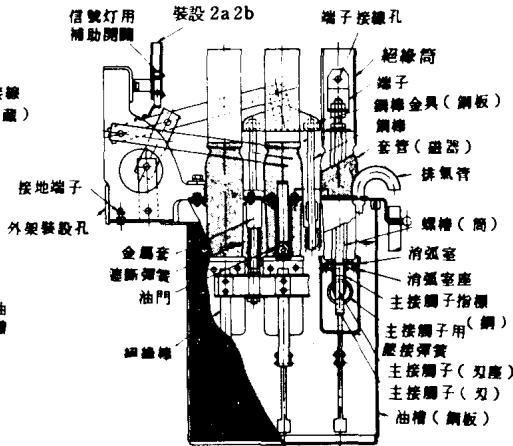
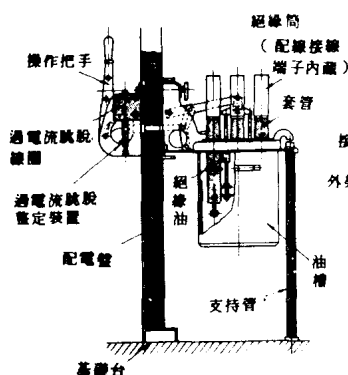
油斷路器的動作

油斷路器為裝滿絕緣油的鐵槽及裝於其中的遮斷機構有開閉機構、跳脫機構，供受變電設備的高壓電路開閉之用，與過電流電驛，接地電驛組合使用可作為各種故障的保護之用。

手動操作油斷路器

〔例〕 ● <內部構造圖〔例〕>

= 配電盤直接裝設形 =



<構造>

- (1) 手動操作把手.....把手前後推動可進行投入或遮斷的操作。
- (2) 絕緣筒與接線端子.....絕緣筒為硬質 Vinyl 製品作為高配與端子連結的保護。
- (3) 接觸子 (刃與刃座).....有可動部與固定部，供開閉高壓電流之用。
- (4) 套管.....將接觸子的導電部引至外電路供絕緣之用。
- (5) 遮斷彈簧.....設有與刃上下運動裝置，由此彈簧的力量使刃部開放。

1

電氣設備 的 組成與控制

1-1

用戶受變電設備的組成與控制

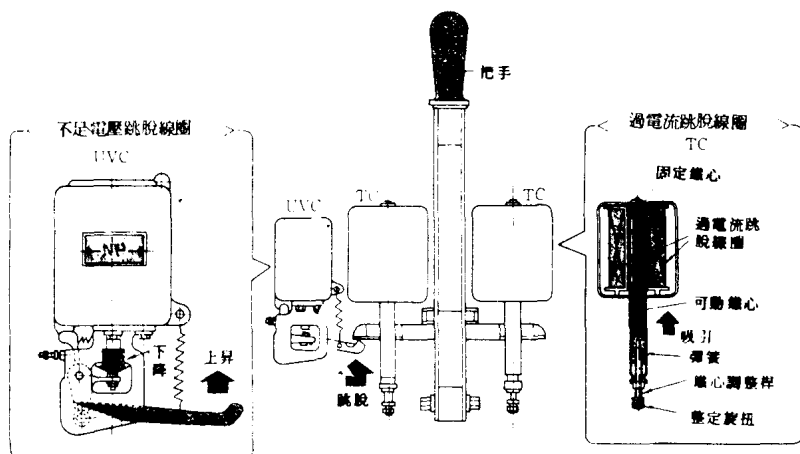
③ 手動操作油斷路器的控制

手動操作把手部的構造

油斷路器

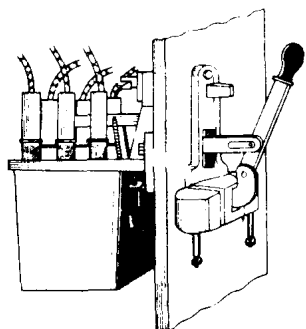
⊕ 爲使斷路器進行跳脫，而付設有跳脫線圈與機械的自由跳脫機構。跳脫線圈有過電流跳脫線圈 TC 與不足電壓跳脫線圈 UVC，各線圈內均有鐵心，由電流或電壓的變化，改變鐵心的吸引力。

⊕ 斷路器通常設有 2 個過電流跳脫線圈，與 1 個不足電壓線圈。



斷路器的跳脫動作

油斷路器



⊕ 斷路器的跳脫機構，是當斷路器投入時，將速切彈簧壓縮而蓄積力量而由鈎(hook)或固定頂尖環(Dead center ring)所保持。當整定值以上的電流通至過電流跳脫線圈時吸力增大將鐵心吸上，移動 dead center ring 釋放速切彈簧，使斷路器動作。

⊕ 不足電壓跳脫線圈經常激勵將鐵心吸上，當電壓降低吸力減少，使鐵心自重超過吸力而落下，使斷路器動作。



電氣設備 的 組成與控制

1-1

用戶受變電設備的組成與控制

③ 手動操作油斷路器的控制

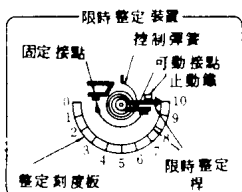
過電流電驛的動作

- ⊕ 過電流電驛 (OCR (Over Current Relay)) 是當電路發生過負荷狀態或短路事故時，將由 OCR 的動作而使斷路器開放，以防止事故擴大，使損失減小到最少限度。
- ⊕ 一般受變電設備所用的過電流電驛，大都使用感應形。

● 感應形過電流電驛的構造 (例) ●

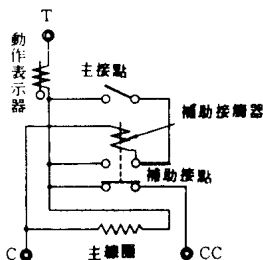
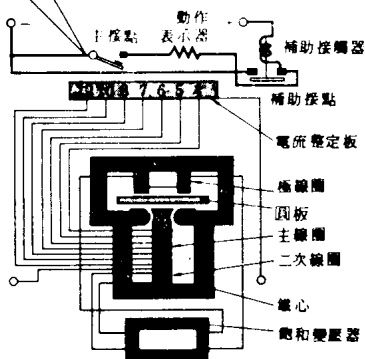
< 內部結線圖 >

= 偏位相式 =



= 常時閉路形 =

2 組補助接點中，有一常時閉合，稱為常時閉路式。



< 構造 >

- ⊕ 感應形過電流電驛就是在電磁鐵兩極間置有一可動的回轉鋁圓板。圓板軸上裝有可動接點與控制彈簧。可動接點由彈簧與停止物使停留於某位置。由電流整定板的主線圈分接頭的切換，可加減動作電流，調整 4 A ~ 12 A。

< 動作 >

- ⊕ 感應形過電流電驛，流過最小動作電流以上的電流時，電磁鐵產生驅動轉矩（使圓板回轉的力量）當此力量克服彈簧的轉矩（圓板回授力）與圓板軸的摩擦力時，圓板開始回轉。經過一定時間後，可動接點與固定接點接觸，使跳脫線圈激勵斷路器開放。

1

電氣設備 的 組成與控制

1-1

用戶受變電設備的組成與控制

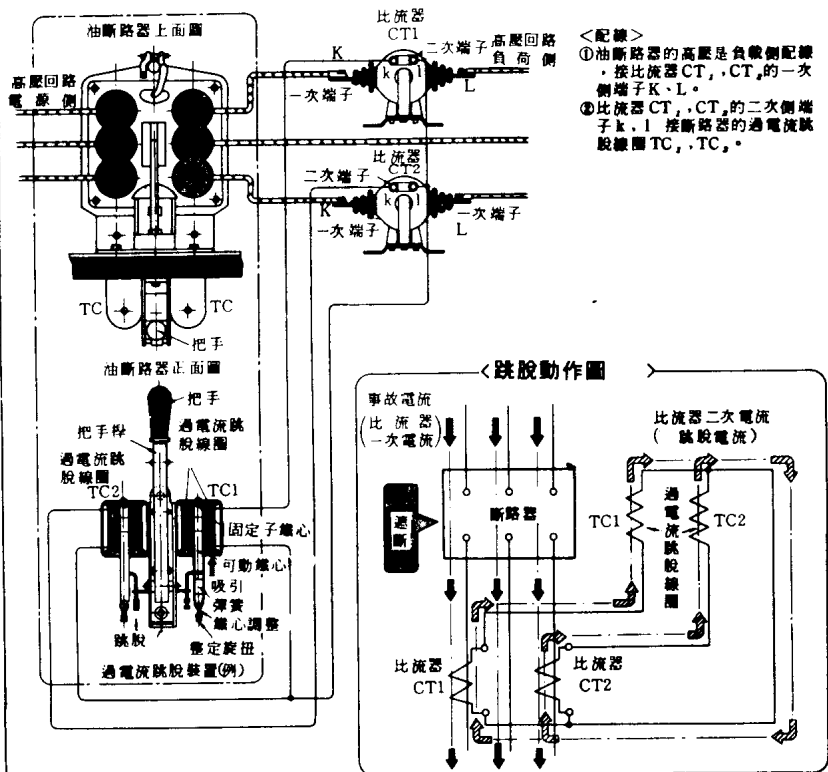
③ 手動操作油断路器的控制

手動操作油断路器的電流器二次直接跳脫方式

圖 1-1-1 手動操作油断路器的電流器二次直接跳脫方式

④ 此種方式為過電流跳脫方式最簡單的電路。比流器的二次電流（過負載電流或故障電流）直接流至手動操作油断路器的過電流跳脫線圈 TC，使断路器跳脫動作。

● 手動操作油断路器的此流器二次直接跳脫電路的實際配線圖 ●



<配線>

- ① 油断路器的高壓是負載側配線。按比流器 CT₁、CT₂ 的一次側端子 K、L。
- ② 比流器 CT₁、CT₂ 的二次側端子 k、l 接断路器的過電流跳脫線圈 TC₁、TC₂。

<動作>

- ① 比流器，一次側通過負荷電流或故障電流時，比流器二次側電流通過断路器的電流跳脫線圈 TC，使断路器動作。
- ② 此種方式的遮斷時間不能調整。只要有過電流就會動作。



電氣設備 的 組成與控制

1-1

用戶受變電設備的組成與控制

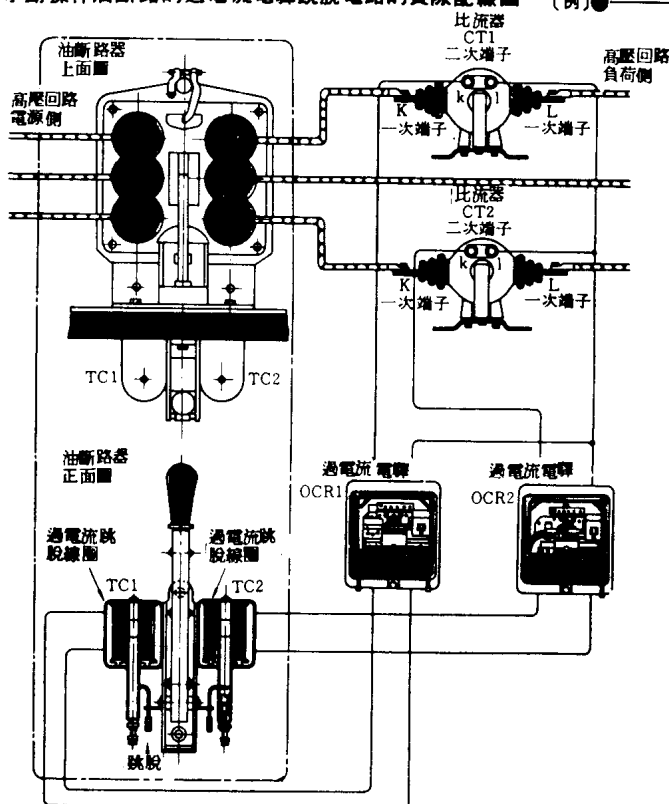
⑬ 手動操作油斷路器的控制

手動操作油斷路器的過電流跳脫方式

過電流跳脫方式 (II)

此方式使用常時閉路形的過電流電驛，由比流器的二次流（過負載電流或故障電流），使手動操作油斷路器的過電流跳脫線圈激勵，使斷路器跳脫。

手動操作油斷路的過電流電驛跳脫電路的實際配線圖 (例)



<配線>

- ① 油斷路器的高壓負載側配線，接比流器CT₁，CT₂的一次側端子K，L。
- ② 比流器CT₁，CT₂的二次端子K，L，通過常時閉路形過電流電驛OCR₁，OCR₂，分別接至斷路器過電流跳脫線圈TC₁，TC₂。