

機電工程實務 及安全開關鎖之應用

■ 林坤生、陳錫瑜 / 育駿企業有限公司

一、由案例檢討相關問題

(一) 誤觸風扇開關？維修工被絞死

一名工人原本在進行冷卻系統配管作業，疑似員工誤觸風扇開關，結果啟動葉片，工人當場被捲入風扇內，雖然救難隊員緊急將卡在排風管裡的工人救出，仍回天乏術。

(二) 機械突然轉動 瞬間卡死維修工

工人到廠房做機器定期維修時，原本停止運轉的設備突然轉動，把他捲進機器裡，同事發現後，趕緊破壞機器，花了兩個多小時才把他拖出來，但人已無氣息；家屬到場，哀痛逾恆。

一次又一次的意外，著實讓筆者為受難者與家屬感到難過與不值，因為若能有完善的安全控管設施，避免人員的誤送電，那麼這些意外當可被挽救，為此筆者希望透過此篇文章分享相關心得，希望各位業界先進能引為思考，對於設計達到安全性與實用性之規劃與設計，並期望能利人利己利衆生。

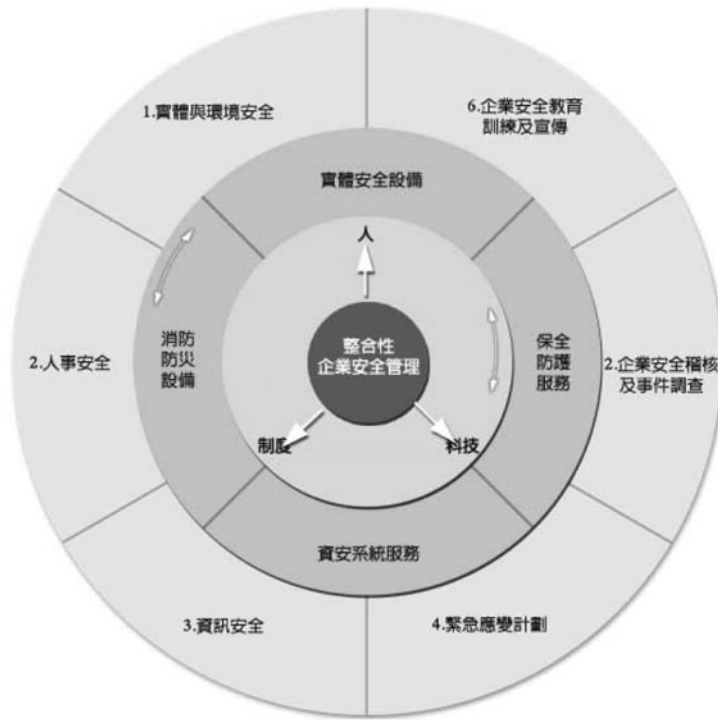
二、如何改善並降低誤送電及感電意外？

(一) 企業及環境安全之探討

為使每位設計者與用電者能在安全的環境下從事電氣設備之設計、施工、使用、操作、維修保養，避免感電危害發生，希望能夠達成以下幾個目的：

- (1) 明瞭符合法規要求之必要性。
- (2) 鑑別電氣設備之風險，降低感電危害，達成永續經營之目標。
- (3) 建置電氣安全作業環境，強化員工電氣安全意識，提升公司安全文化。
- (4) 建立經驗分享交流的機制。

所以若能透過如下圖由內而外的企業安全管理機制，制定相關之S.O.P.，則定能降低相關之危害。



(圖2-1) 整合性企業安全管理

1. 適用範圍

從事電氣設備之設計、施工、設置、使用、維修保養、定期檢查及各項許可作業制度的實施，來確保電氣作業與設施環境之安全。

2. 相關法規(詳細條文分列於後)

勞工安全衛生法、勞工安全衛生設施規則
 工業安全衛生標示設置準則、機械器具防護標準
 勞動檢查法第二十八條所定勞工有立

即發生危險之虞認定標準

屋內線路裝置規則、屋外供電線路裝置規則

台灣省、台北市、高雄市 電氣技術人員管理規則

(二) 電氣作業之潛在危害

電氣災害的類型主要為人員感電、靜電危害及電氣火災，依據行政院勞工委員會重大職業災害統計，在職業災害發生類型中，感電災害有100件，佔所有重大職業災害的11.16%，另根據內政部消防署全國火災次數統計為4,332件，其中因電

氣設備引起者高達1384件，佔31.95%，由此可見感電及電氣火災對國人的生命及財產造成不小之威脅，因此在享用電氣便利之餘，亦應同時注意用電之安全才是。

感電事故之分類與原因可分為：

1. 直接接觸事故：

在電氣裝置運轉時，直接與帶電部位接觸的感電事故。

2. 間接拉觸事故：

當電氣裝置的絕緣發生劣化，造成內部帶電部位漏電至外部的非帶電金屬部位，此時雖僅接觸外部非帶電金屬部位，亦會形成感電事故，這是因為絕緣降低劣化造成的，所以稱為間接接觸事故。

3. 作業上的缺失：

- (1) 停電作業中被誤送電。
- (2) 停電及檢電作業不確實。
- (3) 未穿戴防護具或使用活線作業用器具而進行活線作業(例如水電工之低壓配線)。
- (4) 進行台電外線工程作業時，爬錯或私自爬上電桿而觸電。
- (5) 線路誤接(例如採用一般單投式之開關無法正常斷電)。

(三) 電氣作業潛在危害之預防對策

1. 電氣危害之預防對策：

- (1) 電氣防爆設計。
- (2) 接地原理設計。
- (3) 漏電斷路設計。

2. 如何避免機電災害發生-電氣災害及感電的防止：

- (1) 施工用電安全。
- (2) 靜電災害預防。
- (3) 觸電事件的防止。
- (4) 電氣火災預防。

3. 電氣設備感電災害之防止：

(1) 隔離：

隔離乃使帶電的電氣設備或線路與工作者分開或保持距離，使勞工不易碰觸，明確劃定標示電氣危險場所，必要時可加護圍或上鎖，並禁止未經許可之人員進入。

(2) 絕緣：

絕緣為保持或加強電氣線路及設備之良好電氣絕緣狀態。

(3) 防護：

防護乃作業者穿戴電氣絕緣用護具或使用活線作業用器具及裝備。

(4) 接地：

接地係將電氣設備的金屬製外箱(殼)等目的物以導體與大地作良

好的電氣性連接，保持目的物與大地是同電位。

(5) 安全保護裝置：

安全保護裝置泛指一切施加於電路或設備上之保安裝置，其目的主要在於發生漏電時，能自動偵測出漏電而啓斷電路或發出警報訊號。一般常見之漏電斷路器、漏電警報器，及裝設於交流電焊機上之自動電擊防止裝置等等。

(四) 災害預防對策有下列方式：

1. 明確劃定標示電氣危險場所，禁止未經許可之人員進入(例如變電室或配電室)。
2. 在無絕緣被覆之架空壓裸電線附近施工時，應保持安全距離並置監視人員監視指揮、設置護圍、裝置絕緣用防護裝備或移開電路。
3. 電氣機具之帶電部分有接觸之虞時，應設護圍或絕緣被覆。
4. 防止電氣設備及線路遭受外來因素破壞其絕緣性能(例如臨時配線應架高，線路避免有接頭否則亦應將其包裹保持良好絕緣)。
5. 電氣設及線路應採用符合標準之規格並依規定施工(例如屋外潮濕場所應使用防水型插頭、電線、保險絲或無熔絲開關之電流容量應適當及開關之裝設位置等)。
6. 電線避免中途接續，不得已時應將接續及絕緣包紮良好。
7. 加強絕緣效果：電氣設備採用二重絕緣(例如二重絕緣之電鑽)，操作維修時可採絕緣台(毯)或穿戴絕緣用防護具。
8. 電氣設備或線路之絕緣有破損或劣化時應加以更換或維修(例如開關外殼破損)。
9. 電氣設備裝置之非帶電金屬外殼應施行設備接地(例如馬達或電銲機外殼之接地)。
10. 採用低電壓(安全電壓)方式供電(例如鍋爐之檢修工作，所使用之照明燈及工具，其電壓不得超過二十四伏特)。
11. 加裝漏電斷路器(法規針對較潮溼及容易感電之處所，例如營建場所之臨時用電，屋外插座分路等)。
12. 電銲作業時，應採用有自動電擊防止裝置的電銲機。
13. 適當照明及工作空間。
14. 電氣室或開關箱前不得堆放物品。
15. 不用之電線或設備應移除。
16. 電氣箱或開關箱之設備線路應有連接標示圖，開關及斷路器應有用途標示。
17. 任何不明之線路應視為活線。
18. 電氣作業應以停電作業為主(例如

水電工之低壓線路作業有很多未將電源斷電)。



19. 停電作業時應按照停電作業之程序，依情形實施必要之「上鎖、標示、監視」、「放電」、「檢電」、「接地」及「護圍」。
20. 開關之開閉應迅速確實。
21. 不得以濕手或濕操作棒操作開關。
22. 熟悉電氣設操作方法及順序。

(一) 參考法規/NEC



三、NFB 及 MCCB 為何需有閉鎖裝置？

台灣工安事故頻傳，其中感電事故中，又因維修期間，意外被啓動電源開關(斷路器CB被重新ON)，而發生意外事故佔最大比例。

但是反觀歐美日先進國家幾乎沒有該項事故發生，所以必須對於國內外法規及施工要求做一比較檢討。

NEC 條文	參考譯文
 <p>Exhibit 422.2 Supporting a ceiling-suspended (paddle) fan (35 lb or less) with a box identified for such use. (Courtesy of Hubbell RACO)</p>	 <p>圖4-194.2 以經確認之出線盒支撐之懸吊式電風扇</p>
<p>III Disconnecting Means</p>	<p>第三款 隔離設備</p>
<p>422.30 General A means shall be provided to disconnect each appliance from all ungrounded conductors in accordance with the following sections of Part III. If an appliance is supplied by more than one source, the disconnecting means shall be grouped and identified.</p>	<p>(通則) 用電器具之電路應裝設隔離設備，以切斷供應用電器具電路之所有非被接地導線。如用電器具電源為一個以上時，其隔離設備應予分組並加以標示。</p>
<p>422.31 Disconnection of Permanently Connected Appliances (A) Rated at Not Over 300 Volt-Amperes or 1/8 Horsepower For permanently connected appliances rated at not over 300 volt-amperes or 1/8 hp, the branch-circuit overcurrent device shall be permitted to serve as the disconnecting means.</p>	<p>(永久連接用電器具之隔離) 永久連接用電器具，其隔離設備之裝置應符合下列規定： 一、額定在三〇〇伏安或八分之一馬力以下之永久連接用電器具，其分路過電流保護設備得作為隔離設備。</p>

NEC 條文	參考譯文
<p>placement of a lock on it to secure the device in the off position. The lock-out device must be part of the disconnect assembly and must remain in place after the padlock is removed, whether it is a fused disconnect switch, a single circuit breaker, or a circuit breaker in a panelboard.</p>	
<p>422.32 Disconnecting Means for Motor-Driven Appliance If a switch or circuit breaker serves as the disconnecting means for a permanently connected motor-driven appliance of more than $\frac{1}{8}$ hp, it shall be located within sight from the motor controller and shall comply with Part IX of Article 430.</p>	<p>(電動機驅動用電器具之隔離設備) 以電動機驅動之永久連接用電器具，其額定超過八分之一馬力時，如其開關或斷路器作為隔離設備用，其分路開關或斷路器應位於電動機控制器可視及之範圍內，且符合本章第十一節第九款規定。</p>
<p>422.33 Disconnection of Cord-and-Plug-Connected Appliances (A) Separable Connector or an Attachment Plug and Receptacle For cord-and-plug-connected appliances, an accessible separable connector or an accessible plug and receptacle shall be permitted to serve as the disconnecting means. Where the separable connector or plug and receptacle are not accessible, cord-and-plug-connected appliances shall be provided with disconnecting means in accordance with 422.31.</p>	<p>(附插頭之可撓軟線(花線)連接用電器具之隔離) 附插頭之可撓軟線(花線)連接用電器具其隔離設備應符合下列規定： 一、附插頭之可撓軟線(花線)連接用電器具，使用隨手可及之可分離式接頭或插頭與插座，得作為隔離設備用。如可分離式接頭或插頭與插座為不能隨手可及者，附插頭之可撓軟線(花線)連接用電器具應依第4-196條規定裝設隔離設備。</p>

NEC 條文	參考譯文
<p>430.102 Location (A) Controller An individual disconnecting means shall be provided for each controller and shall disconnect the controller. The disconnecting means shall be located in sight from the controller location.</p> <p>The installation shown in Exhibit 430.18 is an example of compliance with the main requirement of 430.102(A).</p>  <p>Exhibit 430.18 The disconnecting means for each controller, which must be within sight of the controller location. (Courtesy of International Association of Electrical Inspectors)</p> <p><i>Exception No. 1: For motor circuits over 600 volts, nominal, a controller disconnecting means capable of being locked in the open position shall be permitted to be out of sight of the controller, provided the controller is marked with a warning label giving the location of the disconnecting means.</i></p>	<p>(位置) 隔離設備之位置，應符合下列規定： 一、每一控制器應有可啓閉控制器之個別隔離設備。隔離設備應設於從控制器位置可視及之處。但有下列情形者，不在此限： 裝置符合本條第一款規定。每一個控制器的隔離設備應裝設於從控制器位置可視及之處所。</p>  <p>每一控制器之隔離設備裝設位置</p> <p>(一)超過六〇〇伏特標稱電壓之電動機電路，其控制器之隔離設備在開放式位置可能被上鎖者，得置於控制器可見範圍外；該控制器則應設有警告標識，載明隔離設備之位置。</p>

NEC 條文	參考譯文
<p><i>Exception No. 2: A single disconnecting means shall be permitted for a group of coordinated controllers that drive several parts of a single machine or piece of apparatus. The disconnecting means shall be located in sight from the controllers, and both the disconnecting means and the controllers shall be located in sight from the machine or apparatus.</i></p> <p>(B) Motor A disconnecting means shall be located in sight from the motor location and the driven machinery location.</p> <p><i>Exception: The disconnecting means shall not be required to be in sight from the motor and the driven machinery location under either condition (a) or (b), provided the disconnecting means required in accordance with 430.102(A) is individually capable of being locked in the open position. The provision for locking or adding a lock to the disconnecting means shall be installed on or at the switch or circuit breaker used as the disconnecting means and shall remain in place with or without the lock installed.</i></p> <p><i>(a) Where such a location of the disconnecting means is impracticable or introduces additional or increased hazards to persons or property</i></p> <p><i>(b) In industrial installations, with written safety procedures, where conditions of maintenance and supervision ensure that only qualified persons service the equipment</i></p>	<p>(二)單一機器或設備由數具可協調控制之群組驅動者，其控制器得使用單一隔離設備，並應裝設在控制器可視及之範圍內，且隔離設備及控制器應裝設在機器或設備之可視及之範圍內。</p> <p>二、隔離設備應設於自電動機及被驅動機器設備處可視及之範圍內。但如符合前款所規定之隔離設備，在啓開位置可個別上鎖時，則該隔離設備有下列之情況之一者，得不設置在電動機及被驅動機械設備之可視及之範圍內。隔離設備之鎖扣或外加掛鎖，應設在開關或斷路器操作處。</p> <p>(一)如隔離設備裝設位置不可行或安裝後對人員或財產將增加危險者。</p> <p>(二)隔離設備裝設於工廠，且已訂有安全操作程序書，在維護及監管條件確保僅由合格人員檢修設備下，可對設備處理者。</p>

(二) 國內現行法規

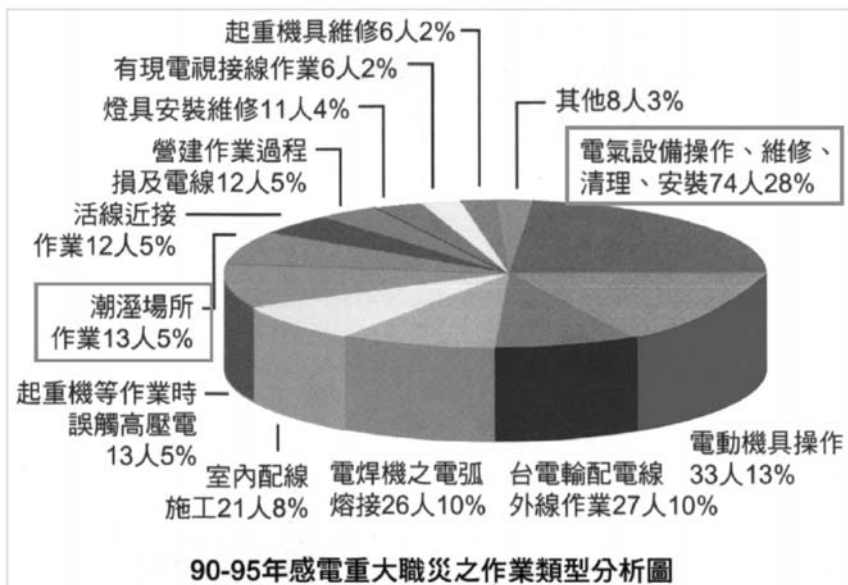
隔離設備國內外相關法令條文比較：

國別 法則	TAIWAN	U.S.
屋內線路裝置規則	<p>第3章第156條內容相關規定(五)操作器(即隔離設備)應裝在操作電動機時可視及之範圍，否則應按下列之一辦理：</p> <p>(一)操作器電源側之分段設備可採用一種能閉鎖於開路位置者。</p> <p>(二)在電動機裝置處可視及範圍內加裝能啓斷該電動機電源之手動開關。</p>	<p>NEC.422.31.(430.102) (440.14)</p> <p>①作為隔離設備用之分路開關或斷路器應具有閉鎖裝置。</p> <p>②隔離設備位置上係在用電器具可視範圍內或開路時可閉鎖者。</p> <p>③其閉鎖裝置機構應置於適當位置。</p>

隔離設備國內外相關法令條文比較：

國別 法則	TAIWAN	U.S.
勞工安全衛生設施裝置規則	<p>1. 第二節 停電作業第 254 條第 1 款。 開路之開關於作業中，應上鎖或標示「禁止送電」、「停電作業中」或設置監視人員監視之。</p> <p>2. 第 276 條，雇主為防止電氣災害，對於所有工作人員應依下列事項辦理： 二、為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標示並簽字之。復電時，應由原掛簽人取下安全掛簽後，始可復電，以確保安全。</p>	<p>U.S. Department of Labor Occupational safety & Health Administration 1910, Subpart Title :Electrical. 1910.302~1910.308</p> <p>1910.303(f) Disconnecting means and ckt (f4) <i>Capable of accepting a lock.</i> Disconnecting means required by this subpart shall be capable of being locked in the open position.</p> <p>大意，在所有電氣工程中之隔離設備在開路時，必須能夠 lock 或掛鎖。即隔離設備必須有閉鎖裝置。</p>

(三) 勞檢所相關統計資料



依勞檢所之統計可以了解,約有28%之職災是發生在設備操作與維修中，所以維修時之安全做為是非常重要的。

(四) 感電防止用漏電斷路器選用技術指引

項目	檢查內容	判定基準
額定值確認	額定值是否適合	額定值應適合所連接機器設備的額定
連接	端子連接是否確實	端子連接應確實鎖緊
外觀	外觀是否異常	一、外殼不得有破損、龜裂 二、端子處無變色
雜訊	通電中有無異常聲音	通電中無異常聲音
開閉功能	開閉操作時是否正常	一、開閉操作時無異常聲音 二、開閉操作相當順暢
測試按鈕	測試按鈕及跳脫機構是否正常	按下測試按鈕時，斷路器應正常跳脫
接地	是否有接地	連接之機器設備其金屬外殼或被覆應接地
新增安全開關鎖	是否附有安全開關	是否內鍵安全開關

- 本指引主要參考國內及日本有關漏電斷路器之相關規定或技術文件等資料彙編完成，以作為事業單位使用和檢查機構檢查之參考，其內容包括：一般事項、種類、使用場所、選擇、安裝、檢點維護及其他注意事項。
- 有關本技術指引可至勞工委員會勞工安全衛生研究所網站下載漏電斷路器的定期檢查項目。
- 僅一般漏電斷路器真符合實際需求嗎？有需要應增設具有安全開關之漏電斷路器。

四、使用安全開關鎖之設計案例及圖說

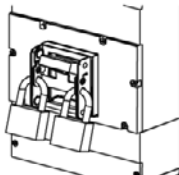
(一) 參考設備分析



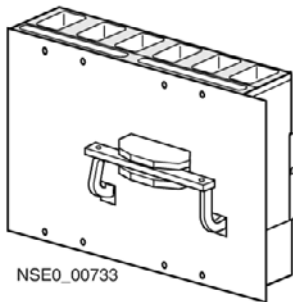
(SBL/附監控點外加式安全開關鎖)



(SBL/附監控點外加式及內鍵式安全開關鎖)



NSE0_00732



NSE0_00733

3- or 4-pole

Interlocks

Locking devices for toggle levers

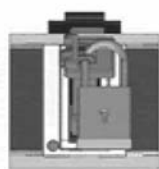
for locking the circuit-breaker in the "OFF" position.
Up to 3 padlocks with \varnothing 5–8 mm can be used.
Removable
(padlocks not included)

Rear interlocking modules

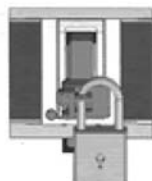
for the mechanical interlocking of two adjacent circuit-breakers. The circuit-breakers must be of the same installation type and size.

Fixed-mounted circuit-breakers

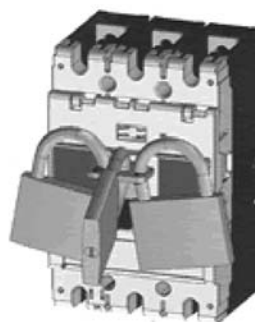
Plug-in/withdrawable circuit-breakers



鎖定ON位置



鎖定OFF位置

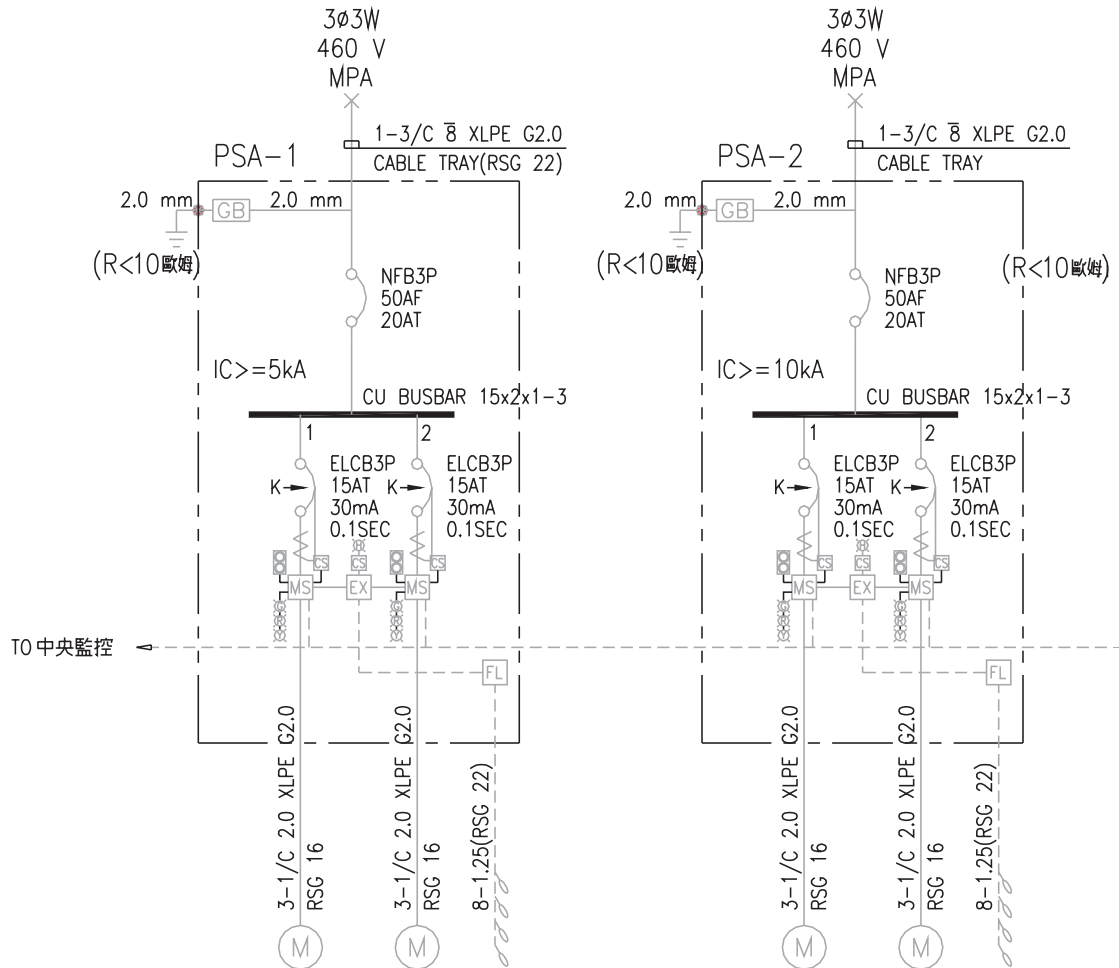


加上3把掛鎖以鎖定OFF位置
(使用於 "SGW, HGW, RGW, UGW")

各廠牌比較表：

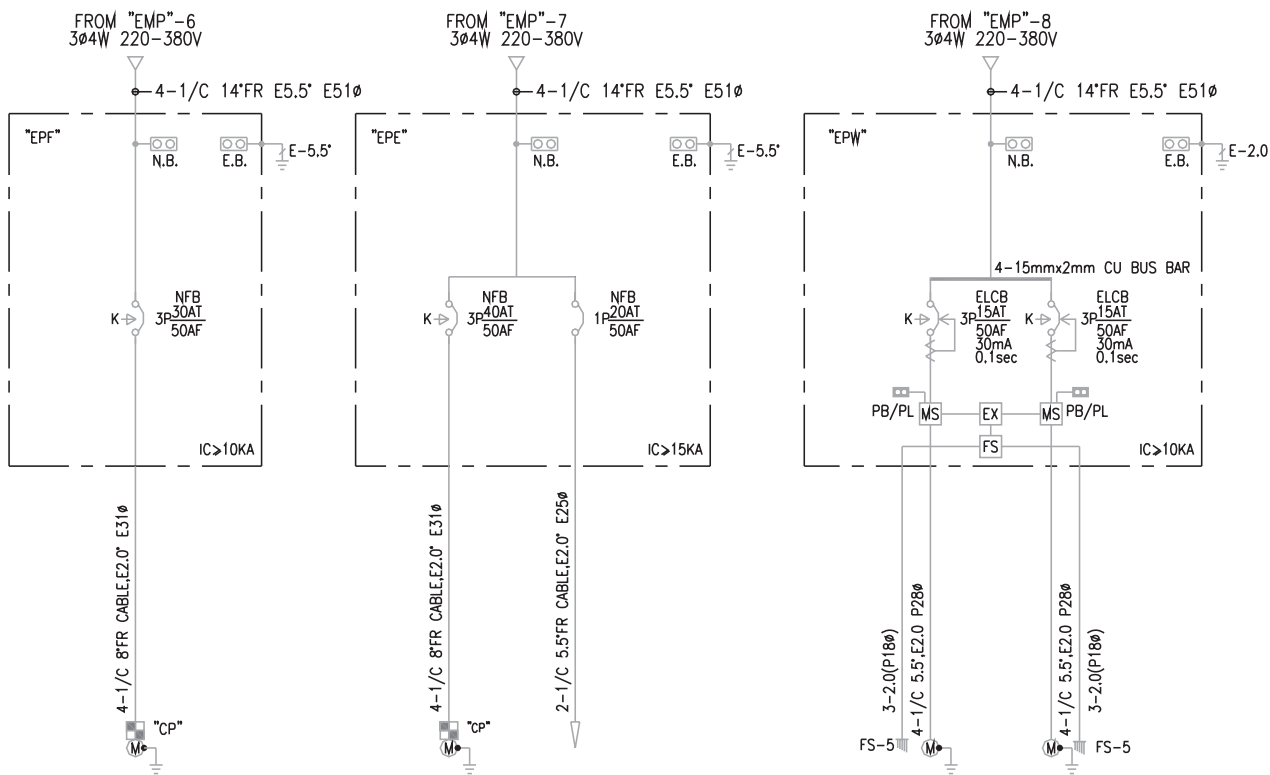
廠牌	A 廠牌	B 廠牌	C 廠牌	D 廠牌	E 廠牌
閉鎖裝置 方式	○	×	×	×	×
	內建整體式	外掛式/易遺失	外掛式/易遺失	外掛式/易遺失	外掛式/易遺失
閉鎖位置	○	×	×	×	×
	OFF/防逆送電	OFF/防逆送電	OFF/防逆送電	OFF/防逆送電	ON/OFF 皆可鎖
便利性	○	×	×	×	×
	高/不會遺忘	低/易遺失 或忘記帶	低/易遺失 或忘記帶	低/易遺失 或忘記帶	低/易遺失 或忘記帶
耐用性	○	×	×	×	×
	優/無結構問題	差/易造成模損	差/易造成模損	差/易造成模損	差/易造成模損
安全性	○	×	×	×	×
	高/本體物質	低/外加設備	低/外加設備	低/外加設備	低/外加設備

(二) 設計圖說說明



名稱	排水泵 1.5HP	排水泵 1.5HP	合計
電流 A	2.2	2.2	4.5
容量 VA	1791	1791	3582
電燈 kVA			
電熱 kW			
動力HP(kW)	1.5(1.125)	1.5(1.125)	3(2.25)
備註			

名稱	排水泵 5HP	排水泵 5HP	合計
電流 A	6.7	6.7	13.4
容量 VA	5335	5335	10670
電燈 kVA			
電熱 kW			
動力HP(kW)	5(3.75)	5(3.75)	10(7.5)
備註			



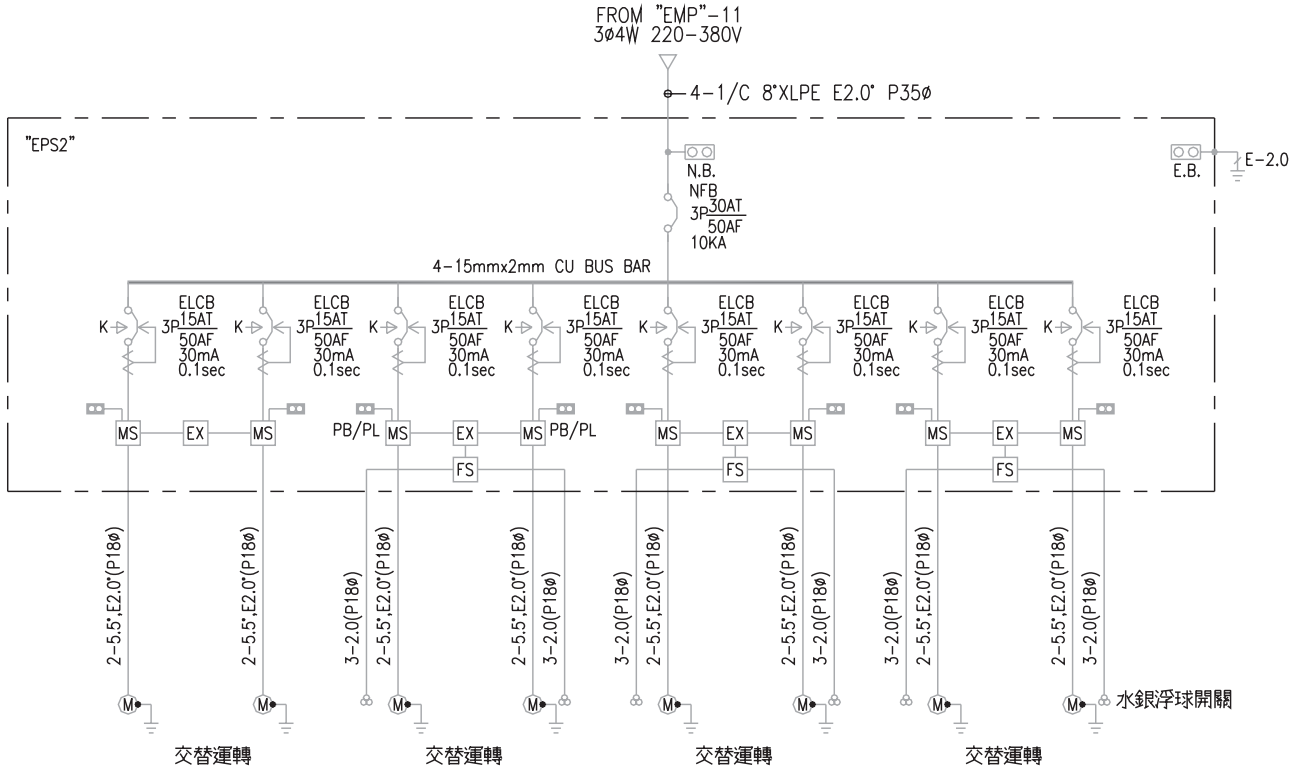
交替運轉

名稱		消防泵 10HP
電流 (A)	AØ	15.6
	BØ	15.6
	CØ	15.6
容量 (VA)		10288
備註		

名稱		電梯 10HP	照明 200VA	合計
電流 (A)	AØ	15.6	0.9	16.5
	BØ	15.6		15.6
	CØ	15.6		15.6
容量 (VA)		10288	200VA	10488
備註				

名稱		揚水泵 3HP	揚水泵 3HP	合計
電流 (A)	AØ	5.2	*	5.2
	BØ	5.2	*	5.2
	CØ	5.2	*	5.2
容量 (VA)		3423	*	3423
備註				


(三) 應用作法說明




名稱	鼓風機 2HP	鼓風機 2HP	調節泵 1/2HP	調節泵 1/2HP	污泥泵 1/2HP	污泥泵 1/2HP	放流泵 2HP	放流泵 2HP	合計	
電流 (A)	Aφ	3.8	*	1.1	*	1.1	*	3.8	*	9.8
	Bφ	3.8	*	1.1	*	1.1	*	3.8	*	9.8
	Cφ	3.8	*	1.1	*	1.1	*	3.8	*	9.8
容量 (VA)	2502	*	726	*	726	*	2502	*	6456	
備註										

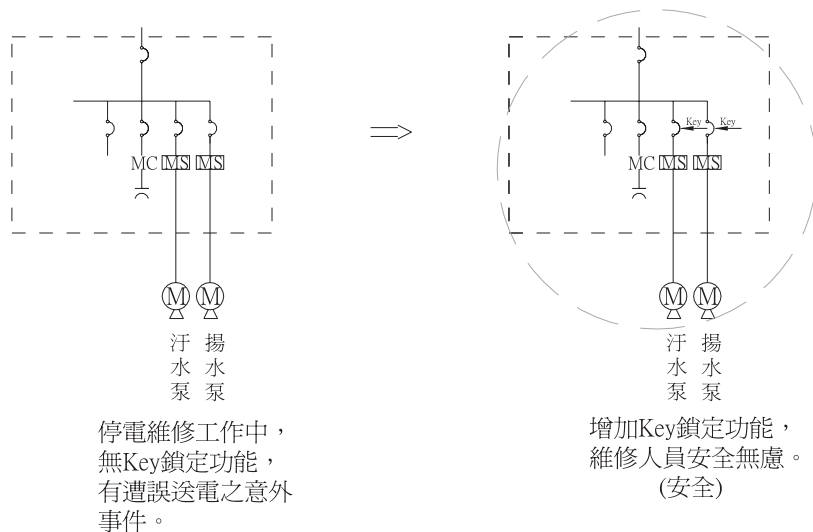
註1: "CP" 由設備廠商提供, 含PB&PL.

註2: ELCB 採30mA, 0.1sec 高感度高速型

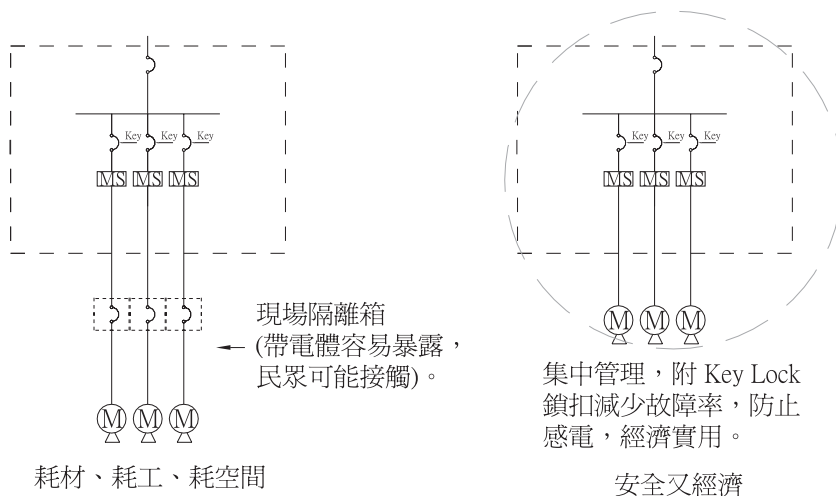
註3:  漏電斷路器安全開關鎖

註4:  無熔絲斷路器安全開關鎖

現場揚污水泵綜合控制盤

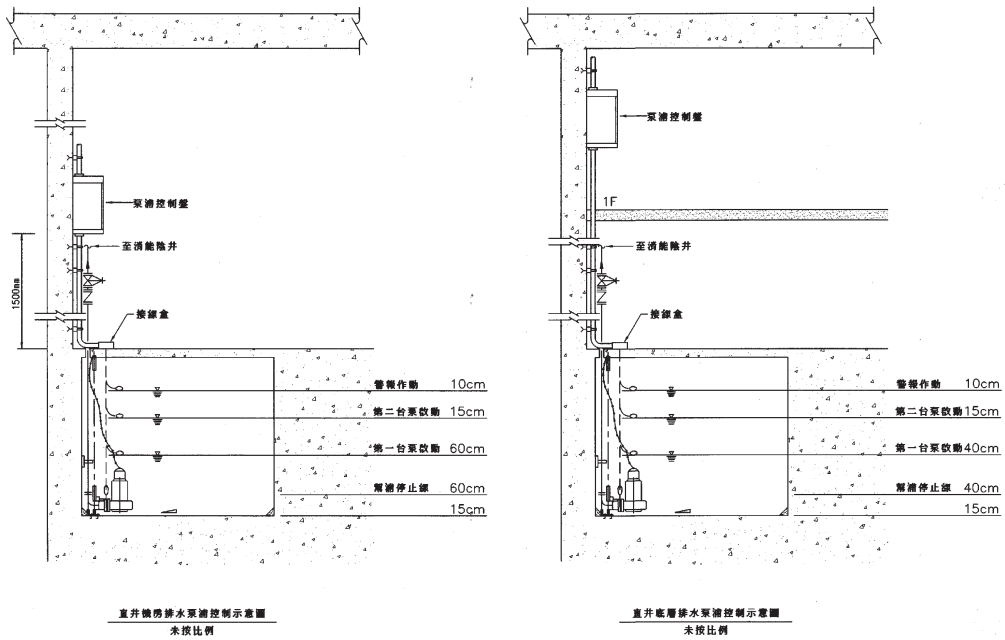


地下室公共設施集中控制盤



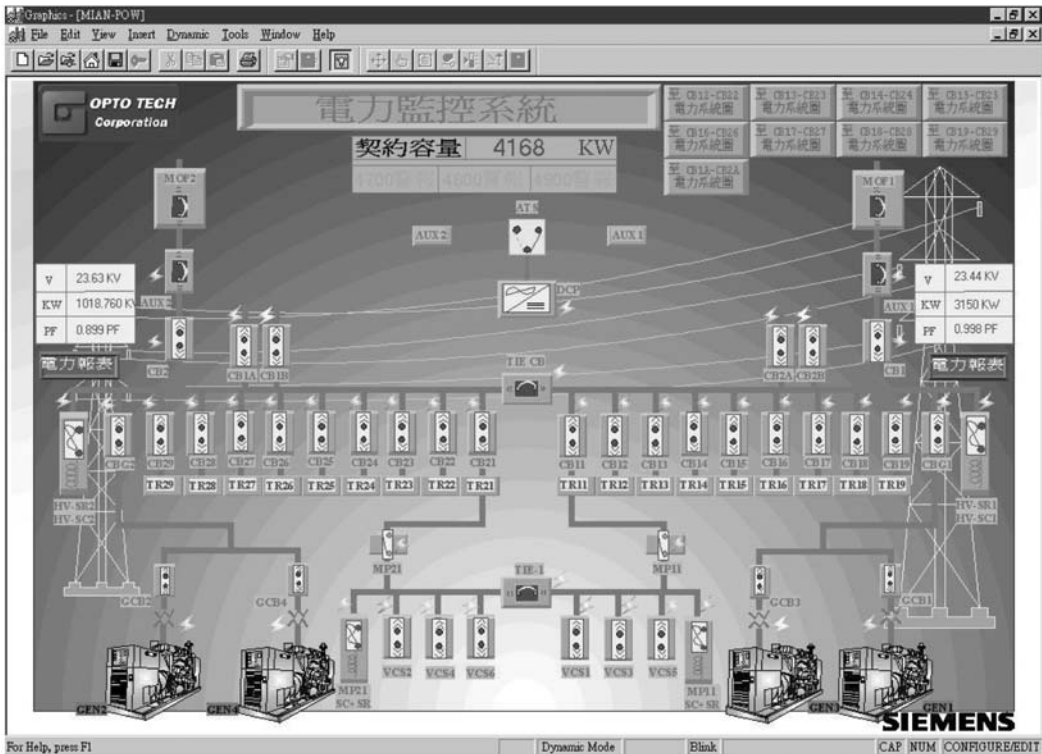
依據屋內線路裝置規則(內規)第3章第156條內容相關規定(五)操作器(即隔離設備)應裝在操作電動機時可視及之範圍，否則應按下列之一辦理：

(一) 操作器電源側之分段設備可採用一種能閉鎖於開路位置者



如此若遇豪大雨，則原先之污/排水泵也可當緊急抽水機使用

(二) 另外可與中央監控系統整合，進行供電迴路狀態與維修狀況監測，達到供電迴路之管控。



五、結語

為免國家社會損失技術人才，罹災者家庭子女失去親人，家庭經濟受挫，造成社會問題。因此提供完善用電設備是所有電氣設計者共同的責任。

