



港九勞工社團聯會



香港機電業工會聯合會

# 2017

## 機電業

### 持續職業安全推廣活動

# 工作安全恆常事 假期前後更重視

機電業持續職業安全推廣活動啟動禮 暨  
「電力安全」研討會

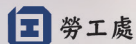
職安健有獎問答遊戲

安全推廣活動閉幕禮  
(健步嘉年華攤位遊戲)

外展宣傳隊  
向機電行業工地、  
商舖、培訓及教育  
機構進行職業安  
全推廣

專題研討會“持續安全及專業訓練”

支持機構：  
(排名不分先後)



勞工處



香港機電工程商聯會



香港機電工程商協會



香港電器工程商會



港九電業總會



元朗電器工程商會



新界西區電業工程協會



香港註冊通風系統承建商協會



香港空調及冷凍商會



電梯業協會



香港水喉潔具業商會



香港註冊消防工程公司商會

YOUTH COLLEGE 青年學院

ACT 卓越培訓發展中心(電機業)

## 成員會新一屆職員名錄

### 香港安全督導員協會 第七屆職員表

(2017-2020)

顧	顧	顧	顧	顧	顧	職	常	核	核	副	總	技	副	康	福	副	宣	財	秘	副	主
問	問	問	問	問	問	業	年	數	數	總	幹	術	康	樂	利	宣	傳	務			
： 羅	： 李	： 黎	： 朱	： 李	： 溫	安	法	： 鍾	： 鄺	： 吳	： 林	： 勞	： 李	： 李	： 盧	： 李	： 倫	： 黃	： 林	： 譚	： 陳
： 國	： 興	： 伯	： 長	： 少	： 冠	全	律	： 沛	： 文	： 皓	： 志	： 建	： 正	： 繼	： 錦	： 家	： 崇	： 炳	： 賢	： 金	： 金
： 良	： 培	： 康	： 順	： 佳	： 新	顧	顧	： 林	： 鋒	： 娟	： 成	： 倫	： 華	： 華	： 權	： 輝	： 添	： 義	： 輝	： 鑫	： 蓮
						士	師	： 師	： 師	： 事	： 事	： 任	： 任	： 任	： 任	： 任	： 任	： 任	： 書	： 席	： 席

### 電子通訊技術人員協會 第十一屆理事職員表

(2017-2019)

理事長：	楊健雄
副理事長：	黃志光
會務主任：	陳松貴
副會務主任：	林慶發
財務主任：	李相初
宣教主任：	何偉光
副宣教主任：	郭芳灶
康樂主任：	溫偉健
副康樂主任：	鍾志光
核數員：	洪秀琼

### 香港建造及裝修工程從業員協會 第八屆理事會名錄

(2017-2019)

理事長：	曾波
副理事長：	陳金堅
秘書：	張健良
司庫：	羅世雄
理事(福利)：	林天補
理事(宣教)：	陳錦輝
理事(康樂)：	劉柏年
核數員：	洪秀琼
核數員：	鄺文鋒

## 霓虹招牌及燈箱廣告從業員協會 第十二屆職員表

(2017-2020)

理事長：陳開順  
 副理事長：梁永順  
 副理事長：鄒海星  
 會務主任：洪秀琼  
 財務主任：周健聰  
 宣教主任：陳耀昌  
 福利主任：楊德賦  
 康樂主任：林永康  
 審核主任：黃志培  
 審核主任：鄺文鋒  
 幹事：盧嘉美  
 會務顧問：陳彬、林志成、  
 梁榮光、吳金城



## 香港能源效益行業總會 第一屆理事會職員表

(2017-2020)



創會會長：	余永康
主席：	余永康
副主席：	李紹輝
秘書：	黃有勇
財務主任：	葉劍文
副財務主任：	梁宇
理事（會務）：	黃景祥
理事（技術）：	周國鏗
理事（培訓宣傳）：	李國民
理事（康樂）：	梁志邦
理事（副康樂）：	馮裕輝
理事（福利）：	潘允雄
理事（副福利）：	周炳麟
理事：	李鉅池
理事：	黃炳輝
核數師：	鄺文鋒
核數師：	洪秀琼



# 「光」獨有的無線通訊模式 - LiFi

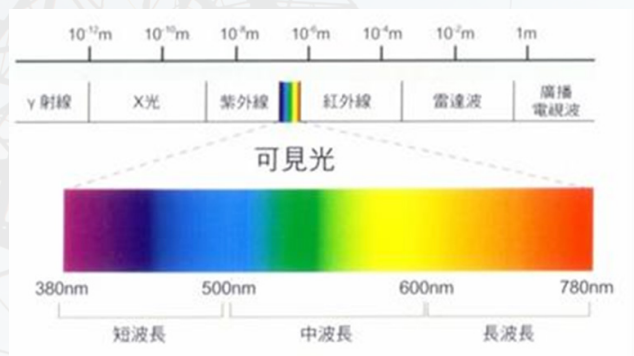
甄鑑網

## 什麼是可見光通訊？

可見光通訊（縮寫為 VLC），是一種使用螢光燈或發光二極體（LED）等物體發出「明暗」閃爍訊號來實現訊息傳輸的無線通訊技術，而可見光的頻率介乎於 400 THz（波長 780 nm）至 800 THz（波長 375 nm）之間。

如果使用我們現時常用的“慳電胆”（或螢光管），其傳輸能力大約可以達到每秒 1 萬位元 (bit)。若改用 LED 光源，則傳輸能力可以提升至 5 千倍至每秒 5 億位元。同時傳輸距離則可以到達 1-2 公里範圍。

可見光通訊最大的特色就是可以結合固態照明 (LED) 技術提升傳輸工作的能力及效力。



## 為何 LED 可以用作光通訊？

光波通訊方式，具體的來說可算是把看不見的網絡訊號，變成看得見的網絡訊號——電磁波。

Li-Fi (Light Fidelity) 正名為「可見光無線通訊」，又稱可為「光保真技術」，是一種利用光源發出的光來傳輸數據的技術。而運作原理也十分簡單，光電探測器會探測附近光脈衝訊號，LED 的“開”或“明亮”表示“1”，“關”或“暗”則表示“0”，通過快速轉換就能傳輸資訊。



LiFi 技術就是能應用現時火熱的 LED 光源燈具，通過在電子線路板上植入一個微小的芯片，形成類似於 WiFi 熱點的設備，使終端隨時能接入網絡訊號。同時，由於 LED 的光源發光強度高，明暗變化的頻率速度很高，在傳輸訊號時，人類的眼睛根本不能察覺出視覺上有任何明顯變化。

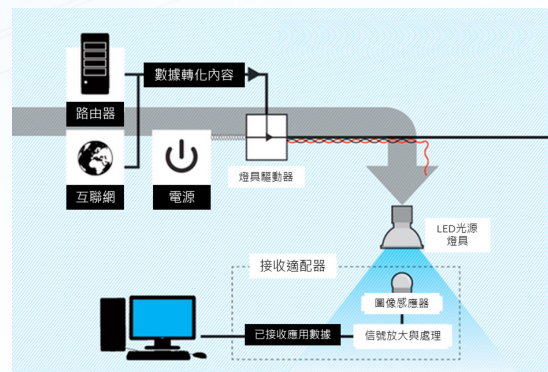
## Li-Fi 系統的運作原理

有關訊息，首先經過訊號處理技術處理後，再通過編碼和編程才混入到 LED 燈具以光線形式發射出去。

另一方面，當相關接收器中的感應器和分析器在接收光線訊號後，適配器便會將光波振幅當中微小的頻率變化轉換及放大成為電訊號，並進一步轉換成電腦和移動設備可以接受的數據或訊號。

## LiFi 與 WiFi 技術的比較

WiFi 功能是所有電腦系統及手持電訊設備用戶的心頭之好。數據顯示，2011 年，全球 4.39 億家庭用戶使用 WiFi，經過 WiFi 認證的設備發貨量超過了 20 億部。不過，由於每月全球 50 億手機傳輸的高達 6 拍字節（1 拍等於 10 億兆）的數據，導致無線局域網和無線通訊網絡上的無線電可用頻率已經所剩無幾。WiFi 是使用射頻訊號作為無線數據傳輸。然而，無線電波在整個電磁頻譜中僅佔很小的一部分。而隨著用戶對無線互聯網需求的不斷增長，可用的射頻頻譜也變得越來越少了。這直接導致越來越多的人抱怨無線訊號不穩、網速太慢、經常斷綫等等。看來 LiFi 是一個能運用我們日常的「燈光」來作通訊網絡傳送的「新寵」。



	Li-Fi	Wi-Fi
運作	利用 LED	利用終端數據機
數據傳輸速度	>1 Gbps	約 150 Mbps
安全性	高	低
成本	比較低，可見光頻譜是免費的	比較高，使用無線射頻頻譜需申請牌照
能源消耗	比較少	比較多

## LiFi 的技術優勢

### (1.1) 建設便利

燈泡這種設備在百多年前已經被人類發明和使用，並在這百多年來燈泡的技術越來越發達。人們可以利用已經鋪設好的電燈設備電路，在需要接入網絡的地方植入一個芯片，便可以立即應用。

### (1.2) 高帶寬，高速率

可見光的頻譜帶寬，是目前電磁波帶寬的 10000 倍。據目前最新報導，實驗室測試最高速度可達 1Gbps。這對於人們有關速度的要求，確是一個極為高效的數據。通過這種新的技術，人們便可以隨時隨地享受高速帶來的體驗。

### (1.3) 安全

對於一般的電磁波來說，其可以穿透物體進行傳播的特性，在安全角度上看，這可能會被截取而泄露訊息。但對於 LiFi 來說，可見光只能沿直綫傳播，不會穿透牆體或物體。數據只往人們所設定的方向傳播，這有利於訊息的安全、可信性。

### (1.4) 高效節能

用光來作為無線通訊的媒介，是一種對人類發展更健





康，更可取的方向。同時用光來通訊會達到節能的要求，因為不需要像路由器那樣需要提供額外的電能。

就算是在白天，只要把作為“熱點”燈具的亮度降致人眼所覺察不到的程度便可。在夜晚的時候，這燈具便可以同時作為數據傳輸和照明的用途。

## LiFi 的缺點及相關改善方法

### (2.1) 局限性

LiFi 技術本身也有其局限性，若燈光被阻擋，相應的網絡訊號也會被切斷；因此，不應該把 LiFi 看成是 WiFi 的競爭對手，而應該理解為是一種相互的補充，同時使用了 LiFi 也有助於釋放頻譜空間的功能。

環境光源有時候會工作在同一樣光譜頻段，這時候如果環境光源比較強，LiFi 便有可能會無法正常通訊。這樣的訊號干擾失真，就像你家中的電視放得太近窗邊，在陽光太強的時候，你便沒法正常使用遙控器，而用「光波連訊」的 LiFi 也可能會一樣的。

### (2.2) 關聯技術

可見光通訊，就意味着做出來的產品，不單是要符合通訊的標準，同時還要符合可見光的技術規範。相關的產品要處理更多的認證工作，這可能不是一兩年就可以完成的。同時怎樣通過現有電纜把通訊網絡接入到每個燈泡，也不是那麼簡單的。

### (2.3) 標準化

LiFi 技術還是剛剛起步，還是沒有一個統一的準則，前面還有漫長的道路要走，要形成一個有影響力的產業，也不是一間或少數公司能夠做到的。目前來講，產業鏈裏面還缺少重量級的公司加入。

### (2.4) 環境干擾

像 (2.1) 段所說，環境光源有時候會工作在同一樣的光譜頻段之下，這時候如果環境光比較強，很可能會影響 LiFi 會無法正常通訊。

#### 改善方法：

對於環境光問題，LiFi 系統通過自行研製的窄頻過濾鏡，可以在一定程度上避免背景光的干擾。對於室內的電磁波干擾，噪音主要在 1MHz 之下，這可以在系統的設定上避開了這個頻段。要實現高速的傳輸速度，還需要在空間內佈置更多的訊號中轉站，以保證傳輸的穩定性。

## 5 反向通訊

從 LED 燈泡發射光訊號到手機上設置的光電二極管子，便可以解決了問題的一半，但如何從手機發出訊號回到網絡去，才能保證通訊聯繫的有效和暢通，這是一個需要關注的“反向通訊”功能。（當然可以用無線電作為補充，不過應用這個技術的標準化亦有一定的困難）。

#### 改善方法：

針對數據上傳，設計上可以採用——可見光和紅外線兩套系統來上傳訊號。可見光上傳訊號系統，需要在有關的電子設備上再安裝一個光源，而使用紅外線上傳訊號雖然肉眼看不見，但是速率卻較低。

簡括來說，單向傳輸通訊更適合可見光通訊，可見光通信並不適合做雙向訊息的傳輸，如果反向訊號需要網上化，接收設備也需要安裝在接入網絡的燈泡上，而且還需要配對得很準確，否則速度便會跟不上。但是從另一方面看，很多的設備是不需要訊息回傳的，如：電視機、收音機、交通燈等等，只需

要做到接收到訊息便可以達到運作功能的要求。

## LiFi 技術的應用

應用 LiFi 這一個技術，可以說你只要擁有光源電燈泡或燈具，就可以獲得無線互聯網的連接。實際上，也可以意味着，任何的燈具也可以成為我們連上互聯網的接入點 - HotSpot。

醫院的設備也可以放心使用無線方式來操控，因為使用 Li-Fi 可以輕鬆解決以下兩個問題：手術室可以有照明用的設備，就具備了使用 Li-Fi 的條件來進行遙控調光及連網。同時，Li-Fi 的頻譜是 Wi-Fi 的 1 萬倍，那麼便不會影響到醫療設備的使用和安全。



街燈作為通訊根源。若你的私家車的車頭及車尾安裝上小巧的數據緩衝器，當你在開車的時候發出訊號，同時後面的交通指示燈也會傳輸數據給你提出警告，從而避免交通事故。另外，交通指示燈或許還能發送路面或交通訊息。

基於 LiFi 擁有非一般電磁波的獨特性和優勢，把以往一向擔心會造成訊號互相干擾或傳送失誤的可能性降至最低：飛機上乘客可運用 LiFi 進行與互聯網連結，但也不會影響飛機的飛行訊號波段；而在水底下進行的探索活動，也可直接了當使用 LiFi 在深海中進行零流失的通訊。以上的各點，正正是 LiFi 方式通訊，改變了我們多年來的困擾。



## LiFi 技術的未來發展

這是一個還在開發中而尚未成熟的技術，但我個人認 LiFi 無線光通訊會有廣闊的應用場景。簡而言之，它應該應用在個人化的制定場景中有非常好的優勢。

雖然無線光通訊的確有很大的使用限制，比如無法穿透、抗干擾力差等仍待優化的缺點，但在特定場合，其優勢也非常明顯。在短視距通訊的空間中，無線光通訊有大容量、高速、無輻射等諸多優勢。想想我們的 WiFi，Bluetooth 藍牙等，在個人使用場景中（家用），你希望它穿透到隔壁鄰居分享自己的帶寬嗎？即使是使用了不同的 Wi-Fi 頻道，你和鄰居也有可能因選用相同的訊號頻道而導致網速非常慢。想想看，在客廳，通過光路的大容量傳輸，使到實時觀看高清這種需求完全能夠輕鬆滿足。再結合以後必將廣泛應用的物聯網，智能家居等等，無線光傳輸一定會有很廣闊的發展空間。🌱



# 續談《工作守則·2015年中文版》的“組合電纜的額定值因數”

陳富濟 (chanfuchai@gmail.com)

## 1. 前言

在上一期和讀者們分享了《工作守則·2009年中文版》的“組合電纜校正因數”(以下簡稱“表 A5(3)-09”),以及《工作守則·2015年中文版》的“組合電纜的額定值因數”(以下簡稱“表 A5(3)-15”),在內容上的一些異同。但同時也因為篇幅的安排,留下一些還沒有討論的內容,所以預算在本文中繼續和各位分享和討論。

## 2. 探討

### 2.1 兩個因數表內的安裝方法

圖 1 摘引自“表 A5(3)-15”

項目	排列 (電纜彼此緊貼)	電路或多芯電纜數目												所使用的載流量參考方法
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1.	捆紮於空氣中、 放置在一個表面上、 嵌入或密封	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45	0.41	0.38	A 至 F
2.	單層放置於牆上 或地板上	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70	0.70	0.70	C
3.	單層多芯, 放置於 水平或垂直的疏孔 線架系統	1.00	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	E 及 F
4.	單層多芯, 放置於 電纜梯架系統或等 線夾等上	1.00	0.87	0.82	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	E 及 F

圖 2 摘引自“表 A5(3)-09”(項目編號是筆者所加)

項 目	參考安裝方法 (參閱附錄 7)	校正因數													
		電路或多芯電纜數目													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
a.	封閉(方法 3 或 4)或捆紮後直接夾 放在非金屬表面(方法 1)	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38
b.	單層夾放在非金屬表面 (方法 1)	彼此緊貼	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	—	—	—	—	—
		彼此間有 距離*	0.94	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90



c.	單層多芯電纜垂直或水平放置在疏孔的金屬線架上(方法 11)	彼此緊貼	0.86	0.81	0.77	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72	0.71	0.70	—	—	—	—
		彼此間有距離*†	0.91	0.89	0.88	0.87	0.87	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d.	單層單芯電纜彼此緊貼地放置在疏孔的金屬線架上(方法 11)	水平	0.90	0.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		垂直	0.85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
e.	單層多芯電纜彼此緊貼地放在電線梯架上(方法 13)		0.86	0.82	0.80	0.79	0.78	0.78	0.78	0.77	—	—	—	—	—	—

比較圖 1 和圖 2，兩者在實質內容上，有不同的：

(a) 2015 年版的“組合電纜的額定值因數”表，只是列出“電纜彼此緊貼”的排列情況，而不是像 2009 年版的那樣，分別列出“彼此緊貼”和“彼此間有距離”的不同裝設情況下的因數。同時“表 A5(3)-15”的整個內容，也沒有提供電纜“彼此間有距離”的相關因數。

(b) 此外圖 1 也沒有列出，像圖 2(d 項)的“單芯電纜”在組合情況下的相關“因數”。

上述這兩點的資料，筆者已經在上一期的《今日機電》和讀者分享了“國標(相等於 IEC 的相關標準)”和“BS7671”的有關指引。

## 2.2 兩個因數表內的數值對比

(a) 圖 1 項目 1 和圖 2 項目 a 的數值相同；

(b) 圖 1 項目 2 和圖 2 項目 b “彼此緊貼”的數值基本相同，只是把“電路或多芯電纜數目”明確地由 9 擴展至 20，數值同是 0.70；

(c) 圖 1 項目 3 的數值，相比圖 2 項目 c “彼此緊貼”的數值，有一些輕微的加減改變，也是把“電路或多芯電纜數目”由 12 擴展至 20，數值同是 0.72；

(d) 圖 1 項目 4 的數值，相比圖 2 項目 e 的數值，改變的也不大，也是把“電路或多芯電纜數目”由 9 擴展至 20，數值同是 0.77。

## 2.3 電纜直徑 (De) 的定義

(a) De 的定義，一直以來工程的習慣是依據《工作守則·2009 年中文版》“表 A5(3)-09”內容所載的：“「彼此間有距離」是指相鄰電纜表面間的距離不少於一電纜的直徑 (De)。若相鄰電纜間的水平間隙超過 2De，則不須用校正因數。”但是

(b) “表 A5(3)-15”的註 2 說明是：“若相鄰電纜之間的水平距離超過該等電纜總直徑的兩倍，則無需使用額定值因數。”值得注意的是：在這裡用的是“電纜總直徑”，也沒有註明是 De。“電纜總直徑”這詞語，在《工作守則·2015 年中文版》中，總共出現了 4 次，除了在“表

A5(3)-15”的註 2 外，其餘的是：

■ 161 頁〈守則 25C(1)(h)〉，關於“聚氯乙烯絕緣絞合銅電纜的內彎位半徑”最小數值表格中——“電纜總直徑 (D)”；

■ 167 頁〈守則 25〉，表 25(3) 兩次，是關於“裝置於可接觸位置的電纜的支承物間距”的指引。

■ 根據上列的兩段守則內文的意思，“電纜總直徑”可以是指：

- ◆ 多芯電纜的外圍直徑；也可以是
- ◆ 單芯電纜的外圍直徑。



(c) 圖 3 是摘錄自《工作守則·2015 年中文版》276 頁，〈附錄 7·電纜典型安裝方法〉的註 #3。

圖 3

#3 $D_e$ 是多芯電纜的外圍直徑
- 2.2 x 電纜直徑，如果三條單芯電纜是三角放置，或；
- 3 x 電纜直徑，如果三條單芯電纜是扁平放置

(d) 換句話說， $D_e$  的定義在《工作守則·2015 年中文版》是有了一些改變。

■ 多芯電纜，是其外圍直徑。例如：4/C Cu. 120mm<sup>2</sup> /XLPE/SWA/PVC 電纜的外直徑是 45.4mm，其  $D_e$  也是 45.4mm；

■ 單芯電纜，需要參照其安裝方法 (式) 來決定  $D_e$  的數值：

◆ 三角放置，是其外圍直徑的 2.2 倍。例如：1/C Cu. 120mm<sup>2</sup> /XLPE/PVC 電纜的外直徑是 18.3mm，三角放置  $D_e$  是 40.3mm；

◆ 扁平放置，是其外圍直徑的 3 倍。例如：1/C Cu. 120mm<sup>2</sup> /XLPE/PVC 電纜的外直徑是 18.3mm，三角放置  $D_e$  是 54.9mm。

■ 但是，這  $D_e$  是不是只用在電纜的安裝方法的指引上，而不會用於因為“電纜的安裝方法”而導致需要應用在“組合電纜的額定值因數”計算上？這確是一個值得注意的問題。

(e) 如果上述 (d) 項需要應用在“組合電纜的額定值因數”計算上，便明顯是和國標《GB/T16895.6-2014》的不同。圖 4 是摘錄自這份標準中的〈表 B.52.17〉(相等於“表 A5(3)-15”)，為了方便讀者的對照，我把整份註解摘取下來。請讀者注意“注 2”的說明。

圖 4

注 1: 这些系数适用于尺寸和负荷相同的线缆束。
注 2: 相邻电缆水平间距超过了 2 倍电缆外径时, 则不需要降低系数。
注 3: 下列情况使用同一系数:
—— 由二根或三根单芯电缆组成的线缆束;
—— 多芯电缆。
注 4: 假如系统中同时有两芯和三芯电缆, 以电缆总数作为回路数, 两芯电缆作为两根负荷导体, 三芯电缆作为三根负荷导体查取表中相应系数。
注 5: 假如线缆束中含有 $n$ 根单芯电缆, 它可考虑为 $n/2$ 回两根负荷导体回路, 或 $n/3$ 回三根负荷导体回路数。
注 6: 所给值是采用表 B.52.2~表 B.52.13 中含有的导体截面和敷设方法范围内的平均值, 表中各值的总体误差在 ±5% 以内。
注 7: 对于某些敷设方式和本表中没有提及的特殊方式, 可针对具体情况适当使用计算得出的校正系数, 参见范例表 B.52.20 和表 B.52.21。

(f) 在上一期《今日機電》筆者的小文中，也把有關電纜組合中  $D_e$  的認識和運用做了一些介紹分享，現在為了方便說明，在本文中再重複摘錄一些資料圖片，圖 5 和圖 7(國標《GB/T16895.6-2014》)，以及圖 6 和圖 8(《BS7671:2008》)。

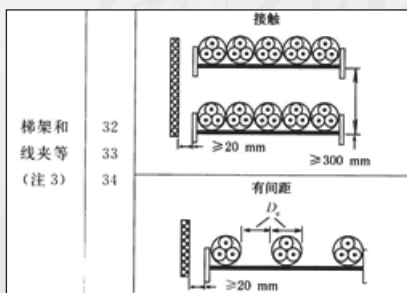


圖 5

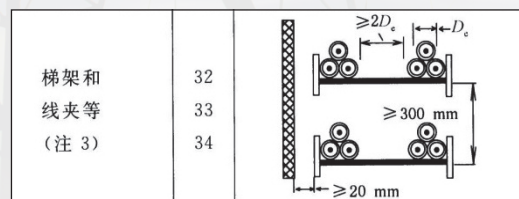


圖 7

Cable ladder systems, cleats, wire mesh tray, etc. (Note 3)	Touching	1 2 3 6	See item 4 of Table 4C1					
			1.00	0.86	0.80	0.78	0.76	0.73
32		1.00	0.85	0.79	0.76	0.73	0.70	
33		1.00	0.84	0.77	0.73	0.68	0.64	
34	Spaced	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-
		2	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	-
		3	1.00	0.98	0.97	0.96	0.93	-

Cable ladder systems, cleats, wire mesh tray, etc. (Note 3)	32 33 34	

圖 8

圖 6

#### 2.4 《工作守則·2015 年中文版》“疏篩”和“梯架”配合的“電纜典型安裝方法”

(a) 圖 9 摘錄自《工作守則·2015 年中文版》274 頁，是電纜裝設在“疏篩”和“梯架”上的典型安裝方法。需要注意的是“疏篩”或“梯架”的離牆距離（不少於  $0.3D_e$ ）。例如：4/C Cu.  $400\text{mm}^2$  /XLPE/SWA/PVC 電纜的外直徑是  $75.4\text{mm}$ ，配合的“疏篩”或“梯架”的離牆距離，便不可以少於  $23\text{mm}$ （約），這和圖 5 ~ 圖 8 的不少於  $20\text{mm}$  的規定，沒有抵觸。但是如果配合的是一組以上的 4/C Cu.  $120\text{mm}^2$  /XLPE/SWA/PVC 電纜（外直徑是  $45.4\text{mm}$ ， $0.3D_e$  是  $14\text{mm}$ （約）），便需要兩者兼顧了。因此，能夠把“疏篩”或“梯架”的離牆距離定在  $50\text{mm}$  或以上，也是一個良好的安裝設計。

圖 9

安裝方法		
編號	舉例	說明
31		單芯或多芯電纜： — 於疏孔線架上 水平或垂直延伸 (#1) (#3)

(b) 圖 5 ~ 圖 8，都有顯示多於一層“疏篩”或“梯架”的水平配合電纜安裝方式，其層間垂直間距是“ $\geq 300\text{mm}$ ”，這也是一個很值得注意的要點。在香港的安裝環境條件下，要能夠必然地符合，也是一個不能確保的“難題”。如果垂直間距只達到或剛超過“電纜總直徑的兩倍”便認為不需要考慮“組合電纜的額定值因數”，是不滿足《工作守則·2015 年中文版》的要求，因為“表 A5(3)-15”的內容，指明的只是“水平距離”。

### 3 結語

過去在行業上，“組合電纜”的校正因數一直以來都沒有被重視，但是隨著對工程質量和管理規範的深化，而“施工方”（工程公司）如果漠視這一項有規可依，並且對裝置的設計和施工都有著頗大影響的“數據”，一旦當工程的“監管方”（業主代表、工程顧問等）卻需要落實執行，這樣恐怕會是引致業內不同持分者，相互之間出現“不和諧”的一個可能因素了。

因此，推動和貫徹有效的工程溝通制度，是非常值得重視的，這包括在工程安裝施工前，“施工方”向“監管方”提交：“詳細圖紙 (Shop drawing)”、“施工方法說明 (Method statement)”等工程文件，讓“監管方”能準確了解“施工方”在工程的設計上，以及施工上是否能確切達到工程章程上的要求。



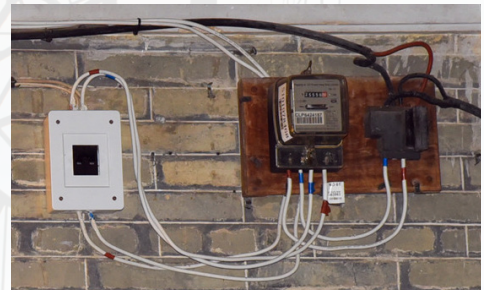
# 漏電斷路器使用全攻略

范嘉華 BEng, MA, MIET, LEED AP (BD+C), CEM, MIEEE, BEAM Affiliate

本文旨在論述漏電斷路器的使用和常見的問題和解決方法。

電流式漏電斷路器在香港的電器工程業界又稱為「水氣掣」，因為電流式漏電斷路器能有效地克服 TT 接地系統接地故障環路阻抗 (earth fault loop impedance,  $Z_s$ ) 過高的問題。接地故障環路阻抗過高又稱為「水氣不足」，是因為以前的電力裝置是會用水管作為接地極的，現時的新電力裝置不得以水喉作為接地極。

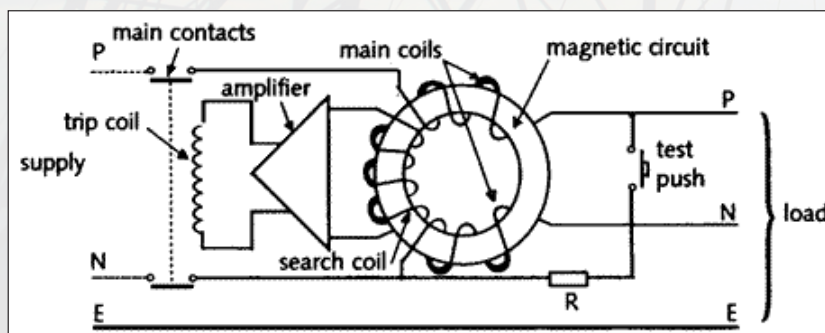
在 2016 年，配樂師田浩文在落馬洲村屋「漢廬」，洗澡時懷疑觸電身亡。「漢廬」使用 TT 接地系統。從右圖所見，錶尾掣是一套雙極的 MCB，沒有電流式漏電斷路器的功能。有接地故障時，MCB 未必能在短時間內跳脫。如能把此 MCB 改成 500mA 延時的 RCD/ELCB，另為插座和浴室內的電熱水爐加上 30mA 瞬時的 RCD 保護，此意外應能避免。在 2017 年 4 月元朗大樹下西路馬田壘村一村屋也發生了住戶在浴室洗澡時，疑電熱水爐漏電，觸電身亡的事件。



電流式漏電斷路器會量度相線和中性線的電流之和，來推斷對地漏電電流之和。如果量度出的漏電電流超過 RCD 的漏電斷路器敏感度 (sensitivity，例如 30mA、100mA) 的話，電流式漏電斷路器會在指定的時間內跳脫。電流式漏電斷路器配備測試按鈕，能供用戶簡單測試其功能。



電流式漏電斷路器在英國通常稱為 residual current device (RCD) 或者 residual current circuit breaker (RCCB)。RCD 和 RCCB 是沒有過流保護功能的，必須由上游的過流保護器件來提供過流保護。右圖是某英國牌子的 RCD。在香港，通常 RCD 或者 RCCB 是適合「歐洲制式」的電箱的。RCD 的內部接線如下圖：



通常香港電業工程人員會安裝 Type AC 的 RCD，只能檢測正弦 (sinusoidal) 的交流電漏電電流。而 Type A 的 RCD，能檢測正弦 (sinusoidal) 交流電漏電電流和脈衝的直流的電流。參見 BS EN 61008-1 的論述：

### 5.2.9 Operating characteristics in case of residual currents with d.c. components


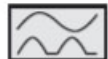

#### 5.2.9.1 RCCB type AC

An RCCB for which tripping is ensured for residual sinusoidal alternating currents, whether suddenly applied or slowly rising.

#### 5.2.9.2 RCCB type A

An RCCB for which tripping is ensured for residual sinusoidal alternating currents and residual pulsating direct currents, whether suddenly applied or slowly rising.

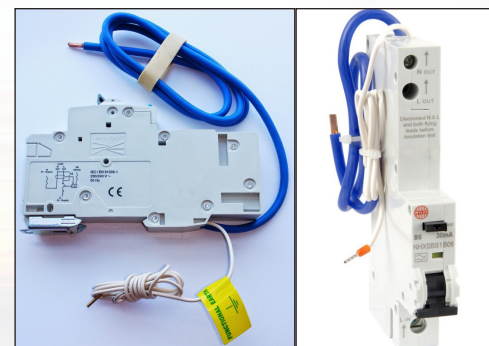
Type B 的 RCD，除有 Type A RCD 的功能外，還可檢測高頻的交流或直流漏電電流。

RCD type	Symbol	Fault current	Characteristics
AC		sensitive to AC	sinusoidal AC
A		sensitive to pulsed current	sinusoidal AC pulsed DC
B		sensitive to all currents	all currents up to 2 kHz

RCBO 是 residual-current circuit breaker with overcurrent protection，是兼具過流保護功能的電流式漏電斷路器。香港常見的 RCBO 有三類：

#### 1) 「老鼠尾」

「老鼠尾」使用電子線路來檢測漏電電流，合符 BS EN 61009 標準。「老鼠尾」的白色「功能接地」(functional earth) 導線，能使「老鼠尾」的電子線路得知地線的電壓。市場上的「老鼠尾」有以下的優點和缺點：



優點	缺點
節省電箱的空間，適合為原來只有 MCB 保護的電路加上敏感度 30mA RCD 的保護。	只適用於「歐洲制式」的電箱。如電箱為「日本制式」的，日本牌子保護器件的生產商沒有提供適合的「老鼠尾」。
	雷暴時很容易誤跳，未必適合使用電力公司低壓架空電纜供電的處所，因這些線路易受雷暴影響。經驗所得，即使電箱已安裝避雷器，也未必能預防「老鼠尾」雷暴時容易誤跳的問題。



能防護中性線和接地線之間的電位差的異常上升。在高阻抗或中性線電纜破損的情況下，「老鼠尾」會跳閘。	只有 <b>30mA</b> 敏感度，也不設延時功能。通常只適用於插座電路。
	未必適用於供電給 <b>UPS</b> 的電路。
	「老鼠尾」的白色線必須與電箱的接地端子接駁，但有部分電業工程人員會錯誤地把這線剪斷，令 <b>RCBO</b> 誤跳。測試電力裝置時，要按廠商指示中斷「老鼠尾」和電力裝置的連接。
	只有單極開關，不能斷開中性線。如中性線異常地帶電，或未能杜絕觸電的可能性。

筆者對使用「老鼠尾」有所保留，反而對傳統的 **RCD/RCCB** 和日本式 **ELCB** 較有信心。

### 2) RCD 和 MCB 兩個部件連在一起的 RCBO



上圖的 **RCBO** 是把 **RCD** 和 **MCB** 兩個部件連接在一起，有其優缺點：

優點	缺點
與「老鼠尾」比較，誤跳問題較輕微，與一般 <b>RCD</b> 相若。	只適用於「歐洲制式」的電箱。未能節省電箱空間。
開關能切斷所有帶電導體，包括中性線。	大部分牌子只有 <b>30mA</b> 敏感度。
即使這些 <b>RCBO</b> 往往沒有延時，但部分廠商稱這些 <b>RCBO</b> 有預防行雷誤跳的功能。	大部分牌子不設延時功能。

這類 **RCBO** 在香港較少使用，而在中國內地頗為普遍。

### 3) 日本式水氣總掣

這些日本牌子的水氣總掣（水總）英文通常稱為 **earth leakage circuit breaker(ELCB)**，合符 **IEC 60947-2** 標準。





這些水氣總掣有單相兩線和三相四線的型號，有以下的優缺點：

單相兩線：

優點	缺點
廠商稱有防止雷暴時誤跳的功能。	只適用於「日本制式」的電箱。
開關能切斷所有帶電導體，包括中性線。	不設延時功能。
能顯示跳脫的原因（過流或漏電）。	某日本牌子單相 ELCB 只有 30mA 和 100mA 敏感度供選擇。
	開斷能力 (breaking capacity) 只有 5kA，上游要有高開斷能力的炮仗菲 (high rupture capacity fuse / HRC fuse) 作後援保護 (backup protection)。

三相四線：

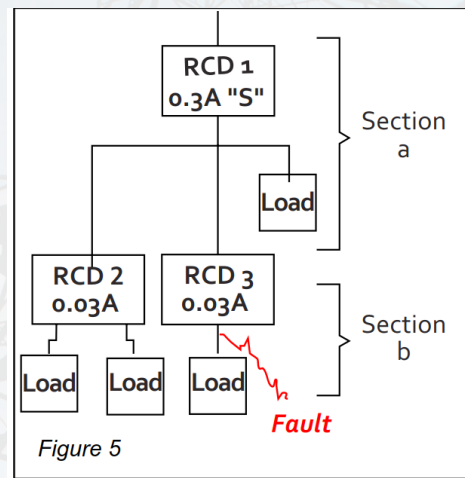
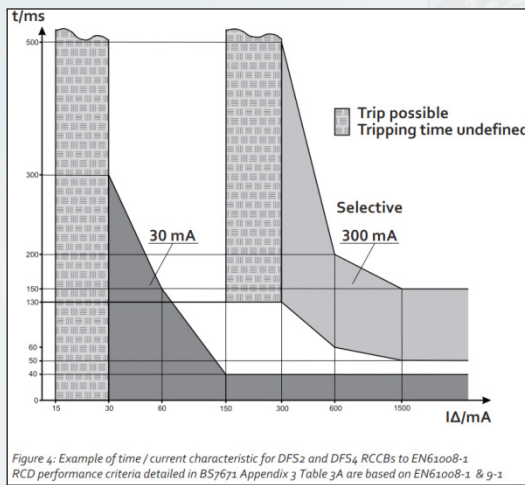
優點	缺點
廠商稱有防止漏電誤跳的功能，不論有否延時。	體積頗大。
開關能切斷所有帶電導體，包括中性線。	HRC fuse 有限流 (current limiting) 和限制通洩能量 (energy limiting) 的功能，能確定下游的 MCB 的 breaking capacity 最小要有 4.5kA。ELCB 未必有 current limiting 和 energy limiting 的功能，下游的 MCB 要按計算出來的 fault level 來選擇，較費時和複雜。或者要由電燈公司的 HRC fuse 做 backup protection。
可選用有延時功能的水總，能杜絕防止雷暴時誤跳和與下游的 RCD/RCCB/RCBO/ELCB 做到 discrimination。有延時功能水總的延時可調整在 0.45s、1s 或 2s。（筆者建議選用有延時功能的水總。）	
可在 ELCB 選擇 100mA、200mA 或 500mA 敏感度。	
開斷能力 (breaking capacity) 可按需要選擇。	
能顯示跳脫的原因（過流或漏電）。	

以下是在香港使用電流式漏電斷路器常見的問題：

### 1) 忽略延時功能的重要性

如果兩個或以上的 RCD 在串連在一起，要確保上游的 RCD 的敏感度要比下游的 RCD 的敏感度低，例如上游的電燈公司錶前掣 RCD 用 500mA，而下游的 30mA 供插座電路使用。還有，上游的 RCD 要用 Type S / time delay 延時（或者用日本牌子有延時功能的三相 ELCB），下游的 RCD 是瞬時 (instantaneous) 的。兩者缺一不可，才能做到上下游判別 (discrimination)，達到下列 COP 11J (e) 的要求：

- (e) 如果兩個或以上電流式漏電斷路器以串聯方式安裝，而為了防止危險必須區別每一器件的操作功能，則這些器件的特性應妥為配合，以達到上述的區別要求。一般而言，上游斷路器應具備延時設備，例如可使用「S 類別」（或選擇性）的斷路器。



還有，如果是使用 TT 接地系統供電的處所（例如在郊外使用電力公司低壓架空電纜供電的鄉村屋宇），要按 COP 11J(1)(b)(ii) 使用電流式漏電斷路器來保護所有電路。在這情況下，如果不是供電給插座（插座必須使用 30mA 瞬時 RCD），應該使用 Type S 延時 (time delay) 的電流式漏電斷路器，以免行雷時誤跳。BS EN 61008-1 說明了 RCD 要有 Type S，才能避免以免行雷時誤跳。RCD 下游的避雷器，會令沒有延時的 RCD 更易行雷時誤跳。BS EN 61008 也提醒了裝設避雷器的重要性。如下：

### 1 Scope:

Special precautions (e.g. lightning arresters) may be necessary when excessive overvoltages are likely to occur on the supply side (for example in the case of supply through overhead lines) (see IEC 60364-4-44).

RCCBs of the general type are resistant to unwanted tripping including the case where surge voltages (as a result of switching transients or induced by lightning) cause loading currents in the installation without occurrence of flashover.

RCCBs of type S are considered to be sufficient proof against unwanted tripping even if the surge voltage causes a flashover and a follow-on current occurs.

NOTE 3 Surge arresters installed downstream of the general type of RCCBs and connected in common mode may cause unwanted tripping.

### 8.14 Behaviour of RCCBs in the case of current surges caused by impulse voltages

RCCBs shall adequately withstand the current surges to earth due to the loading of the capacitances of the installation and the current surges to earth due to flashover in the installation. RCCBs of the S-type shall additionally show adequate resistance against unwanted tripping in case of current surges to earth due to flashover in the installation.

Compliance is checked by the tests of 9.19.

#### 9.19.2 Verification of behaviour at surge currents up to 3 000 A (8/20 μs surge current test)





### 9.19.2.1 Test conditions

The RCCB is tested using a current generator capable of delivering a damped surge current  $8/20 \mu\text{s}$  (IEC 60060-2) as shown in Figure 28. An example of a circuit diagram for the connection of the RCCB is shown in Figure 29.

One pole of the RCCB chosen at random shall be submitted to 10 applications of the surge current. The polarity of the surge current wave shall be inverted after every two applications. The interval between two consecutive applications shall be about 30 s.

The current impulse shall be measured by appropriate means and adjusted using an additional RCCB of the same type with the same  $I_n$  and the same  $I_{\Delta n}$ , to meet the following requirements:

- peak value  $3\,000\text{ A }^{+10\%}_0$
- virtual front time:  $8\ \mu\text{s} \pm 20\%$
- virtual time to half value:  $20\ \mu\text{s} \pm 20\%$
- peak of reverse current: less than 30 % of peak value.

BS EN 61008-1:2012+A12:2017  
IEC 61008-1:2010+A2:2013

The current should be adjusted to the asymptotic current shape. For the tests on other samples of the same type with the same  $I_n$  and the same  $I_{\Delta n}$ , the reverse current, if any, should not exceed 30 % of the peak value.

### 9.19.2.2 Test results for S-type RCCBs

During the tests the RCCB shall not trip.

After the surge current tests the correct operation of the RCCB is verified by a test according to 9.9.2.3, at  $I_{\Delta n}$  only, with the measurement of the break time.

### 9.19.2.3 Test results for RCCBs of the general type

During the test the RCCB may trip. After any tripping the RCCB shall be re-closed.

After the surge current tests the correct operation of the RCCB is verified by a test according to 9.9.2.3, at  $I_{\Delta n}$  only, with the measurement of the break time.

可惜 Type S RCD 鮮少在香港的電力裝置使用，筆者要在英國的電工材料購物網站購買 Type S 的 RCD，還要安排集運到香港。日本牌子的單相 ELCB，沒有 Type S 的功能。Type S RCD 以 **S** 來表示，買 RCD 後要小心測試其跳脫時間和敏感度。





2) 敏感度選擇不當

COP21B(9) 已清楚地表達 RCD/RCBO/ELCB 的測試方法：

(9) 所有器件 ( 包括保護器件 ) 的功能

(a) 電流式漏電斷路器的測試

- (i) 檢驗電流式漏電斷路器的功能時，應使用一個電流式漏電斷路器的測試器，模擬接地故障的情況，以證明該斷路器是否有效操作。此外，亦應測試該斷路器的內置測試按鈕是否妥善發揮功能。下文分段 (ii) 及分段 (iii) 已載列其中一項測試方法。符合有關國家／國際標準的其他測試方法，亦可予接納。
- (ii) 應在電流式漏電斷路器接駁至負載那邊受保護電路的相導體和連接電路保護導體之間進行測試。測試期間應把負載截斷。
- (iii) 至於符合 IEC 61008 規定的一般電流式漏電斷路器或符合 IEC 61009 規定的帶過電流保護的剩餘電流動作斷路器，若漏電電流量相等於電流式漏電斷路器額定斷路電流的 50%，則不應開啟斷路器；若漏電電流量相等於電流式漏電斷路器額定斷路電流的 100%，則應在少於 300 毫秒的時間內開啟斷路器，若為「S 類別」(或選擇性)的斷路器，由於已具備時間延誤裝置，故應於 130 毫秒至 500 毫秒之間斷路。

故此，要注意實測的電路的漏電量不應超過 RCD 敏感度的一半。電工用漏電鉗錶為電力裝置漏電量的時候，要開啟所有用電器具以量得最大的正常操作時漏電量。

插座電路必須使用 30mA 瞬時 RCD 來提供附加保護 (additional protection) 和直接觸電的保護。人體或會手持由插座供電的用電器具，故觸電風險較高。還有，要考慮到非電業工程人員把不合格的用電器具的插頭插進插座取電所增加的電力安全風險。注意，30mA RCD 沒有延時的。在浴室的電力裝置，也要按 COP 提供 30mA 瞬時 RCD 保護。



非插座電路的電力裝置，如果使用 TT 接地系統，應按 COP 表來選擇 11(14) 按選擇 RCD 的敏感度。選擇 RCD 敏感度不是越敏感越好，而要在做到接地保護的情況下考慮電力系統的穩定性。也要注意延時的問題。

表 11(14)

當電路以電流式漏電斷路器作保護時的最大接地故障環路阻抗

電流式漏電斷路器額定餘差 啟動電流 (毫安)	5	10	20	30	100	300	500	1000	2000
Zs (歐姆)	10000	5000	2500	1667	500	167	100	50	25

註：表內的計算基於對地的標稱電壓為 220 伏特及僅供參考之用，請參照製造商的資料。

在火警危險特別高的處所，一般建議使用敏感度 (sensitivity) 300mA 或以下的 Type S RCD 保護全套電力裝置以防止電器火警；如果使用 TT 接地系統，在火警危險不高的處所一般可用敏感度 (sensitivity) 500mA 的 Type S RCD 保護全套電力裝置。參見 BS7671:

#### 422 PRECAUTIONS WHERE PARTICULAR RISKS OF FIRE EXIST

422.3.9 Wiring systems, other than mineral insulated cables, busbar trunking systems or powertrack systems, shall be protected against insulation faults:

- (i) in a TN or TT system, by an RCD having a rated residual operating current ( $I_{\Delta n}$ ) not exceeding 300 mA according with Regulation 531.2.4 and to relevant product standards.

#### 422.3 Locations with risks of fire due to the nature of processed or stored materials

順帶一提，外地已在討論使用電弧故障斷路器 (arc fault circuit interrupter AFCI / arc fault detection device AFDD) 來更有效地預防電器火警。RCD 未能預防部分電器火警。根據英國工程和科技學會 IET 的網站，BS7671:2018 會加入使用 AFDD 的條文。但香港尚未有大量使用 AFDD 的成功例子。個人認為香港的電業工程人員要留意 AFDD 的發展，但目前並非為客戶安裝 AFDD 的時候。個人建議機電工程署進行在港大量使用 AFDD 的可行性和必要性的研究。

### Wiring Matters

Your insight into BS 7671 [www.theiet.org/wm](http://www.theiet.org/wm)

#### Protection against fire

Protection against fire resulting from the electrical installation and the use of the electrical installation has been necessary ever since electricity was first introduced into buildings. Chapter 42 contains the requirements for the protection of persons, livestock and property against fire caused by electrical equipment, against burns and overheating and for including precautions where particular risks of fire exist.

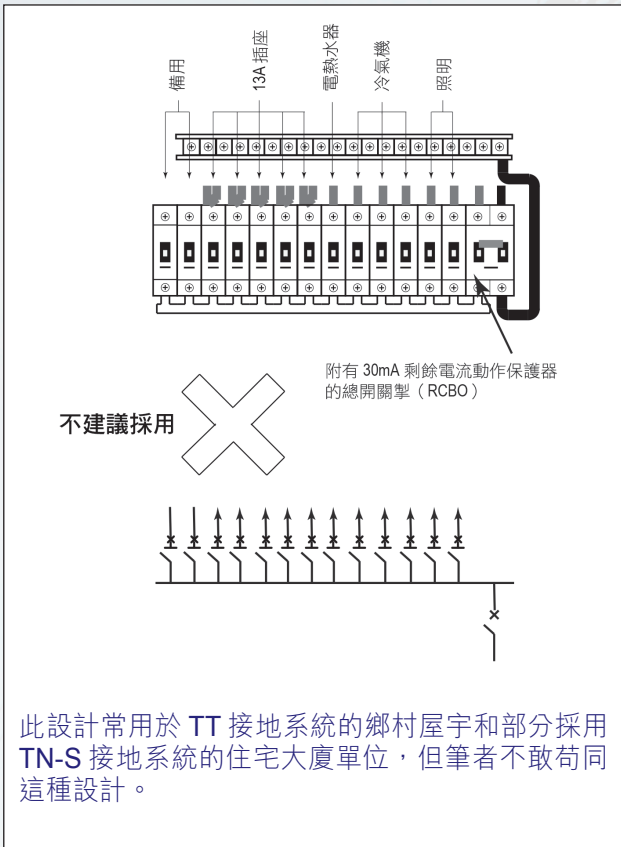
It is recognised that RCDs can reduce the likelihood of fires associated with earth faults. However, whilst RCDs can detect earth faults they aren't able to reduce the risk of electrical fire due to series or parallel arcing between live conductors because there is no leakage current to earth. Also, it is understood that the impedance of a series arc fault reduces the load current, which will keep the current below the tripping threshold of the circuit-breaker and the circuit-breaker may therefore not operate to disconnect the circuit.

For this reason details will be included in BS 7671:2018 for the installation of arc fault detection devices (AFDDs) to mitigate the risk of fire in final circuits of a fixed installation due to the effect of arc fault currents.



### 3) RCD 保護太多電路

一個 RCD 不應保護超過 5 部電腦，因其對地漏電和高頻諧波甚大，令漏電斷路器容易誤跳。電力工程師設計電路的時候，要小心考慮 RCD 有其漏電「配額」(“quota”)，和電路和用電器具正常操作時的對地漏電量。如果 RCD 的敏感度是 500mA，電路和用電器具正常操作時的對地漏電量不得超過 250mA。如果 RCD 的敏感度是 30mA，電路和用電器具正常操作時的對地漏電量不得超過 15mA。醫院內會使用有 RCD 功能的插座 (BS7288:1990)，能有效防止 RCD 因為漏電「配額」問題誤跳，和能令某故障電器不會影響到其他用電器具的供電。RCD 不要保護太多電路。如設計住宅的電箱，可參考摘自《香港電工工地手冊》的建議：

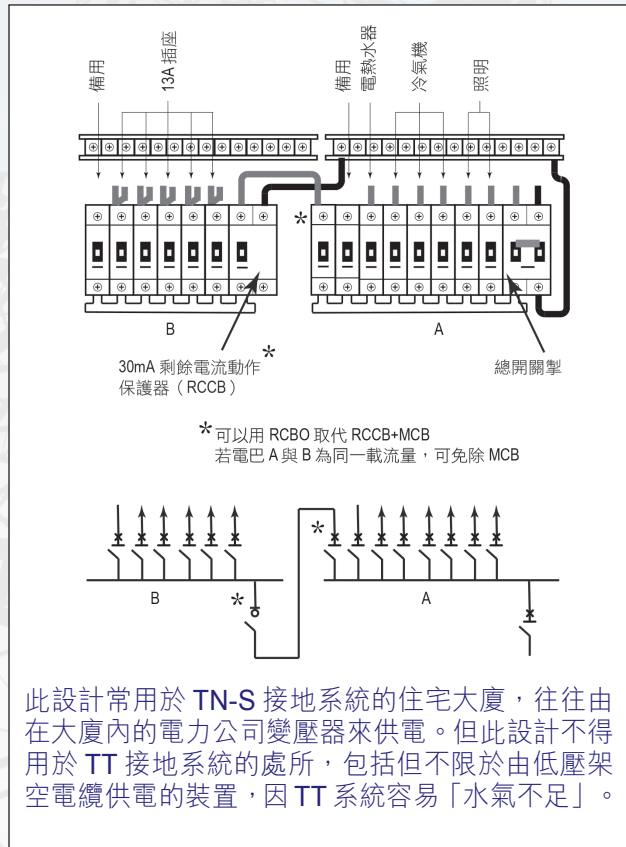


備用 13A 插座 電熱水器 冷氣機 照明

附有 30mA 剩餘電流動作保護器  
的總開關掣 (RCBO)

不建議採用

此設計常用於 TT 接地系統的鄉村屋宇和部分採用 TN-S 接地系統的住宅大廈單位，但筆者不敢苟同這種設計。



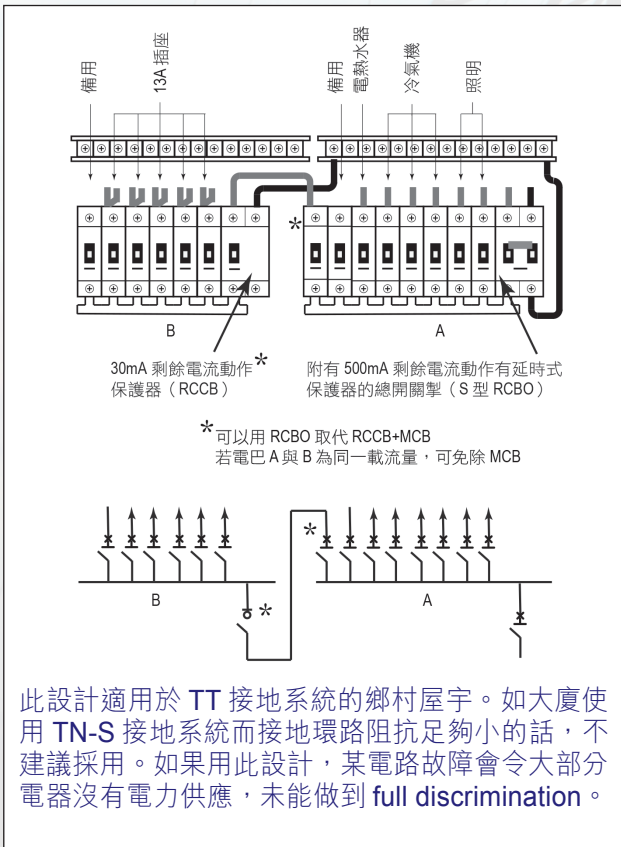
備用 13A 插座 電熱水器 冷氣機 照明

30mA 剩餘電流動作  
保護器 (RCCB)

總開關掣

\* 可以用 RCBO 取代 RCCB+MCB  
若電巴 A 與 B 為同一載流量，可免除 MCB

此設計常用於 TN-S 接地系統的住宅大廈，往往由在大廈內的電力公司變壓器來供電。但此設計不得用於 TT 接地系統的處所，包括但不限於由低壓架空電纜供電的裝置，因 TT 系統容易「水氣不足」。



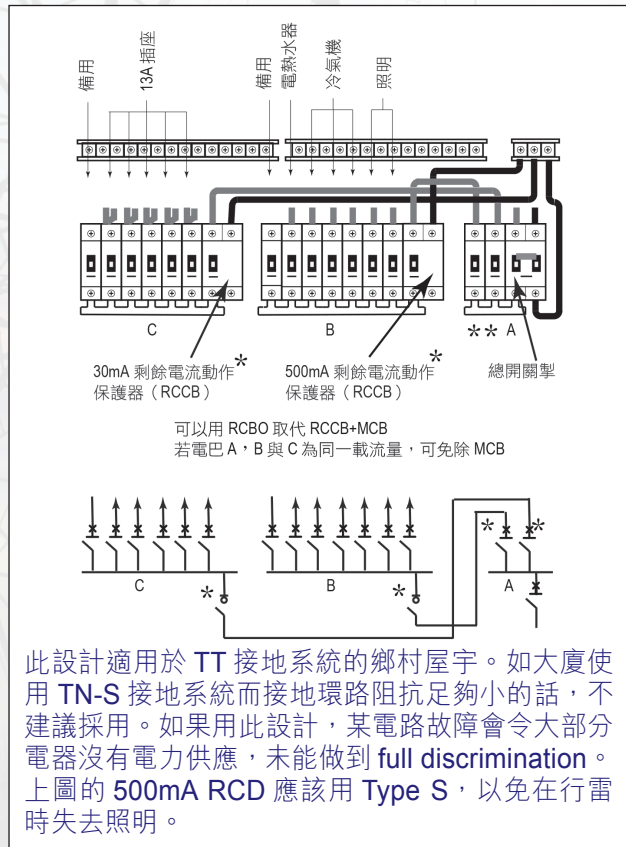
備用 13A 插座 電熱水器 冷氣機 照明

30mA 剩餘電流動作  
保護器 (RCCB)

附有 500mA 剩餘電流動作有延時式  
保護器的總開關掣 (S 型 RCBO)

\* 可以用 RCBO 取代 RCCB+MCB  
若電巴 A 與 B 為同一載流量，可免除 MCB

此設計適用於 TT 接地系統的鄉村屋宇。如大廈使用 TN-S 接地系統而接地環路阻抗足夠小的話，不建議採用。如果用此設計，某電路故障會令大部分電器沒有電力供應，未能做到 full discrimination。



備用 13A 插座 電熱水器 冷氣機 照明

30mA 剩餘電流動作  
保護器 (RCCB)

500mA 剩餘電流動作  
保護器 (RCCB)

總開關掣

可以用 RCBO 取代 RCCB+MCB  
若電巴 A、B 與 C 為同一載流量，可免除 MCB

此設計適用於 TT 接地系統的鄉村屋宇。如大廈使用 TN-S 接地系統而接地環路阻抗足夠小的話，不建議採用。如果用此設計，某電路故障會令大部分電器沒有電力供應，未能做到 full discrimination。上圖的 500mA RCD 應該用 Type S，以免在行雷時失去照明。

如果 RCD/RCCB/RCBO/ELCB 跳脫，電工可參考《香港電工工地手冊》提供的方法來解決問題：

### 剩餘電流動作保護器故障排除

- 剩餘電流動作保護器故障發生的位置有二：
  - 保護器的上游；
  - 保護器的下游。
- 保護器的上游故障的舉例：
  - 接駁鬆脫；
  - 電源產生的干擾；
  - 其他機械的干擾；
  - 其他服務的干擾；
  - 雷擊。
- 保護器的下游故障的舉例：
  - 電源產生的干擾；
  - 規格錯誤；
  - 應用錯誤；
  - 兩剩餘電流動作保護器之間不能區別運作；
  - 與沒有剩餘電流動作保護器電路的中性導體互換；
  - 中性對地漏電；
  - 高正常漏電電流；
  - 接駁鬆脫；
  - 線路潮濕；
  - 電具故障。
- 剩餘電流動作保護器故障排除的步驟可參考圖 A.1。

- 保護器的拒動和不適當動作：
  - 保護器運行中發生過度漏電而未及時動作切斷電源時，稱為保護器拒動。拒動的原因舉例：
    - 品質不良；
    - 保護器動作參數選擇不當；
    - 電子電器設備的電子整流電路直流量使交流正弦波發生畸變，形成諧波，諧波中的直流量通過保護器的零序電流互感器時，不會產生感應電勢，所以當負載諧波電流嚴重時，即使保護器負載側發生過度漏電，保護器仍無法動作。
  - 保護器在無故障情況下動作稱為誤動。保護器誤動排除品質原因後，可能由以下原因造成：
    - 雷電造成的大氣過電壓衝擊波；
    - 接通強對地電容量的電路，例如地理電纜、抗干擾濾波器的保護設備等；
    - 大功率用電設備啟動時的衝擊電流；
    - 保護器附近有強電流產生強磁場的電磁干擾；
    - 保護器動作參數選擇不當。

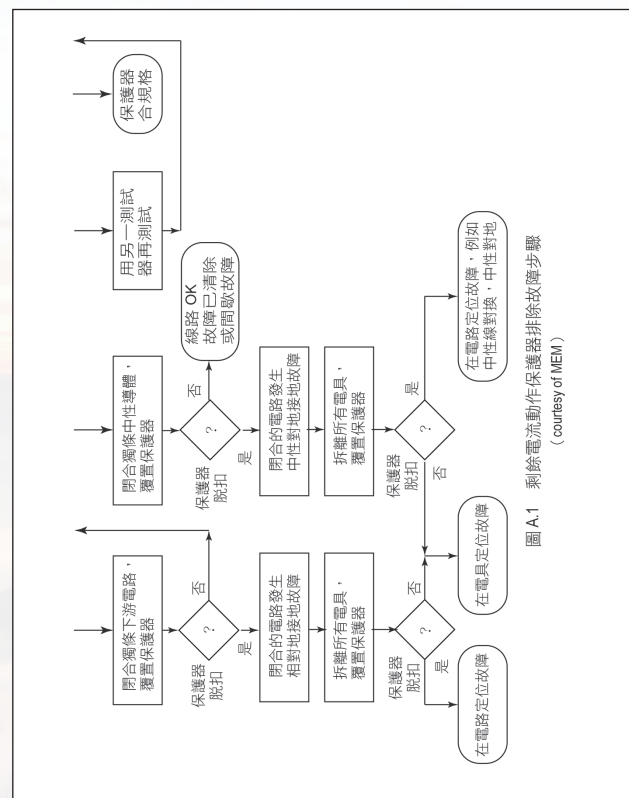
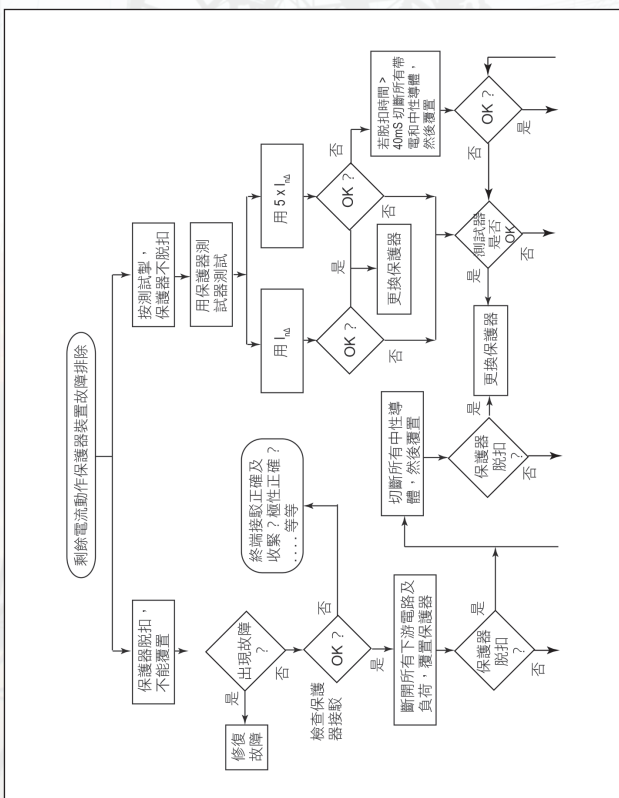



圖 A.1 剩餘電流動作保護器排除故障步驟 (courtesy of MEM)



如能利用本文所述的方法來裝用 RCD/RCBO/ELCB，雖然成本較高，但能減少用戶投訴誤跳的問題、減少不必要的停電和節省電工師傅「跑 e-call」的時間。電箱裝用避雷器也能有助紓緩漏電斷路器誤跳的問題。

### 參考資料

- 1) 電力（線路）規例工作守則（2015年版）(COP)——機電工程署
- 2) British Standard BS 7671:2008+A3:2015 “Requirements for Electrical Installations. IET Wiring Regulations.” ; The Institution of Engineering and Technology
- 3) 《建筑物电气装置国家标准汇编 - (第3版)》 - 中国标准出版社
- 4) 低压电气装置的设计安装和检验（第3版），王厚余，中国电力出版社；第3版（2012年7月1日）
- 5) 《C級電業工程人員註冊考試備試課程》出版社：港九電器工程電業器材職工會
- 6) IEC 60364 Electrical Installations for Buildings
- 7) 《香港電工工地手冊》王鎮輝，港九電器工程電業器材職工會 2016年3月
- 8) BS EN 61008-1:2012+A12:2017 Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCB's). General rules
- 9) BS EN 61009-1:2012+A12:2016 Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs). General rules
- 10) 數據中心的電流式漏電斷路器 —— CLP <https://www.clp.com.hk/zh/my-business-site/business-advice-site/power-quality-service-site/power-quality-information-site/Documents/RCD%20chi.pdf>
- 11) RCD Principles Residual Current Protection & Selection for UK Installations March 2017, Doepke UK Ltd, <http://www.doepke.co.uk/download/Techpub-16>
- 12) BS EN 60947-2:2006+A2:2013 Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers
- 13) 配樂師疑觸電亡 專家：疑石屋無做好漏電保護 <https://topick.hket.com/article/1377872/%E9%85%8D%E6%A8%82%E5%B8%AB%E7%96%91%E8%A7%B8%E9%9B%BB%E4%BA%A1%20%E5%B0%88%E5%AE%B6%EF%BC%9A%E7%96%91%E7%9F%B3%E5%B1%8B%E7%84%A1%E5%81%9A%E5%A5%BD%E6%BC%8F%E9%9B%BB%E4%BF%9D%E8%AD%B7>
- 14) 熱水爐漏電 男子洗澡觸電亡 <http://hk.apple.nextmedia.com/news/art/20170425/20000863>
- 15) BS 7671: the 18th Edition report, <http://electrical.theiet.org/wiring-matters/61/18th-edition-report/index.cfm> 

# 中性導體的重要性

鄧文熙

中性線（Neutral Wire），俗稱青線，主要用途是提供一個回路給來自相線的電流。中性線新和舊的識別顏色分別為藍和黑，但是由於藍色是舊色碼系統中的三相電路相線的識別顏色，因此在處理藍色電線時需加倍留神，以免發生意外。

另外，由於在相線位置已安裝過流保護器件，因此中性線不用加裝過流保護器件。

《電力（線路）規例工作守則》第 10A 及 10B 段：

10A 連動斷路器·連動隔離器及連動開關掣：

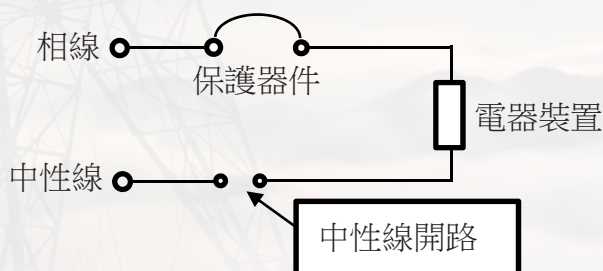
- (a) 中性線設有開關掣的任何連動斷路器、連動開關掣及連動隔離器，應該妥為安排，使中性極觸點在相極觸點之後斷開，及於相極觸點之前或同一時間閉合。
- (b) 不應將熔斷器加入中性導體內，亦不應將連動斷路器、連動隔離器或連動開關掣以外的斷路器、隔離器或開關掣加入中性導體內。

10B 中性導體的保護

單極開關掣只應加入單相電路的相導體內。不應將熔斷器加入中性導體內，亦不應將連動斷路器以外的斷路器、連動隔離器以外的隔離器或連動開關掣以外的開關掣加入中性導體內。

## ◇ 單相電路

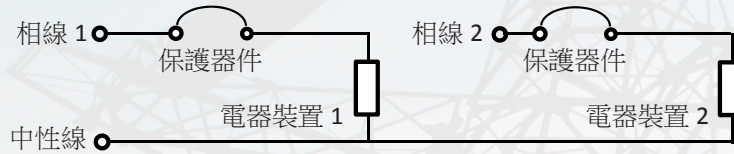
在單相電路中，中性線提供電流的回路。基本上，如果單相電路的中性線鬆脫，相線電流沒有回路，連接的電器裝置就不能啟動（圖一）。



圖一：中性線斷開的單相電路



但是，如果有多個單相電路共用一條中性線（圖二），就會產生問題：



圖二：兩組單相電路共用一條中性線

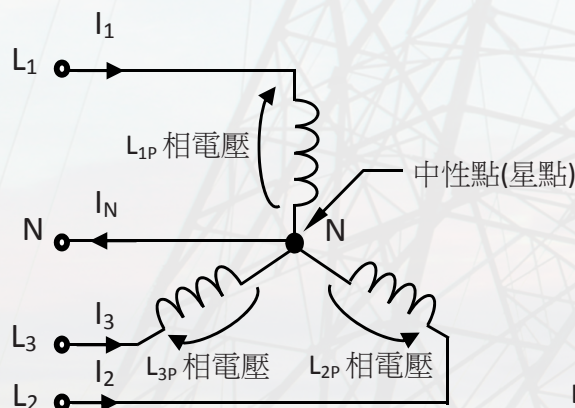
在圖二的線路中，假設需要維修損壞的電器裝置 1，維修人員當然會截斷電器裝置 1 的供電，但假如電器裝置 2 當時是啟動著，中性線就會帶電，維修人員如果沒有留意有兩個單相電路共用一條中性線，維修電器裝置 1 時就有觸電的可能。

《電力（線路）規例工作守則》第 6B(6) 段：

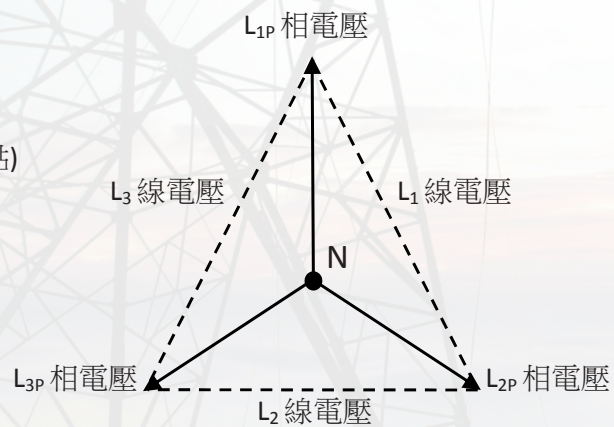
(a) 單相電路的中性導體，不可與其他電路共用。

### ◇ 三相電路

在三相三線平衡電路內，由於三相電流平衡，三相的相電流在星點完全抵銷，因此可以不安裝中性線。但是，在三相四線不平衡電路內，由於三相電流不平衡，因此三相在中性點的剩餘電流就會把中性線作為回路（圖三和圖四），使三相電壓得以保持穩定，中性線的電流值為三相電流的矢量和，即是  $I_n = I_1 + I_2 + I_3$ 。



圖三：三相四線負載系統



圖四：三相四線系統矢量圖

以一幢住宅樓宇為例，每個單位都提供單相供電，由於每個單位的用電量都不同，因此每一相的總負載量難以一致，構成一個三相四線不平衡負載系統，接駁至三相電流交匯點（即中性點或星點）的中性線便用作提供一個電流回路令三個相電壓穩定（香港市電的單相電壓為 220V）。

由於中性線電流是三相線電流的矢量總和，其數值通常會較任何一相的線電流值低，如果三相負載



接近平衡，中性線電流更可低至接近零。

《屋宇裝備裝置能源效益實務守則》：

### 7.6.3 各單相負載平均分佈

- (a) 400 安培 (A) 或以上（按電路保護器件額定值計算）並有單相負載的三相四線電路，其按設計電路電流計算的最高電流不平衡（不平衡單相負載分配）不應超過 10%。

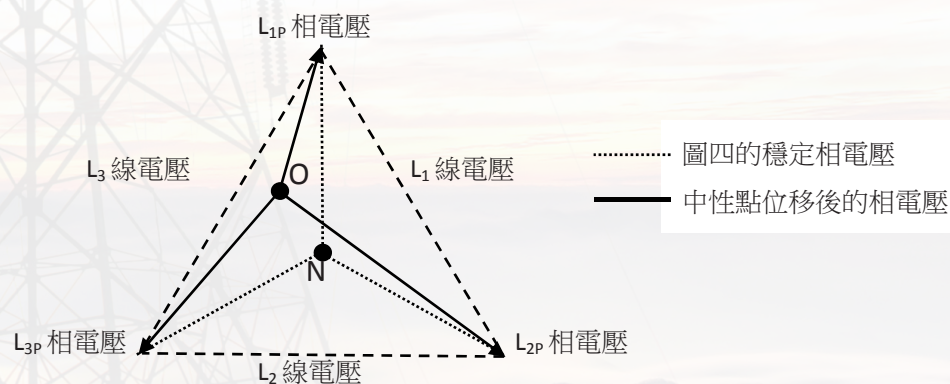
上文提及單相電路的中性導體，不可與其他電路共用；而三相四線系統中的中性線亦只可與接駁至該三相四線電路，不能與其他三相四線電路的中性線共用。

《電力（線路）規例工作守則》第 6B(6) 段：

- (b) 三相電路的中性導體，只可在三相四線系統中有關相位共用。
- (c) 如為多相電路，中性導體至少應有相導體的載流量，以配合正常操作情況下可能出現的平衡或諧波電流。就平衡的三相供電系統而言，如第三諧波電流或三倍數的諧波電流所產生的總諧波失真率超逾基波電流約 15%，應考慮 BS7671 附錄 11 所載的校正因數。

## ◇ 三相四線系統中性導體接觸不良

如果中性導體接觸不良（例如鬆脫、中性導體固定螺絲沒有牢固收緊、或中性導體接駁位置因氧化而出現絕緣度高的銅綠等），三個不平衡的線電流不能在中性點（星點）互相抵銷和不能經中性導體流走；在欠缺中性導體的情況下，三相線電流必需在交匯點互相抵銷，因此星點的位置便會出現位移，令相電壓不穩定（圖五）。



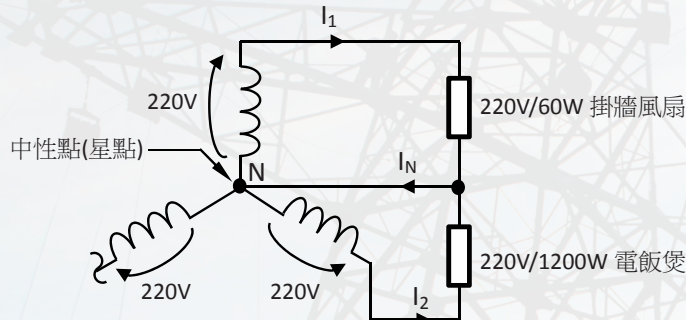
圖五：三相四線不平衡負載和中性線接觸不良時的矢量圖

由於中性點由 N 位移至 O 位，三相的相電壓由  $L_{1P-N}$ 、 $L_{2P-N}$  和  $L_{3P-N}$  變為  $L_{1P-O}$ 、 $L_{2P-O}$  和  $L_{3P-O}$ ，雖然三相線電流在 O 點能完全抵銷，但三相的相電壓卻因而出現不穩定和不相稱的情況，以圖五的矢量圖為例， $L_1$  的相電壓  $L_{1P-O}$  比原本的  $L_{1P-N}$  小， $L_2$  的相電壓  $L_{2P-O}$  比原本的  $L_{2P-N}$  大，而  $L_3$  的相電壓  $L_{3P-O}$  與原本的  $L_{3P-N}$  差不多。



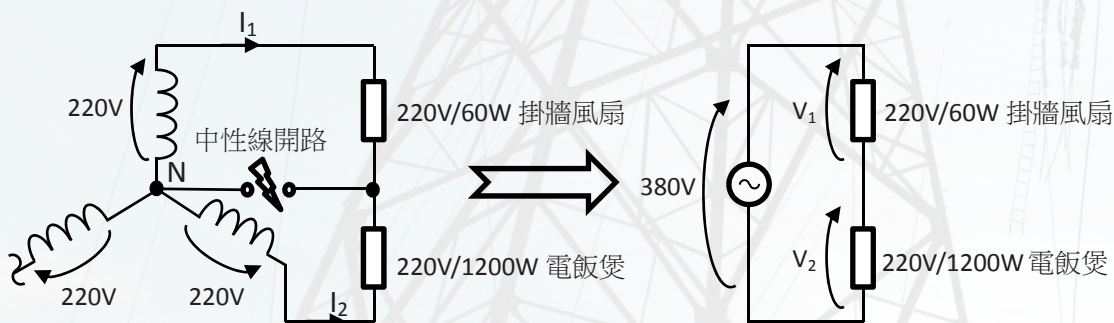
引用一個較簡單的例子來解釋中性線出現不導通或阻值大時對三相四線不平衡電路的影響：

假設用一個三相四線電路內的其中兩相分別供電予一個單相 220V/60W 掛牆風扇和一個單相 220V/1200W 電飯煲（圖六），為簡化計算步驟，假設了這兩個電器置都是純電阻負載，即功率因數是 1。



圖六：三相四線不平衡負載系統

若中性線斷路或出現過高電阻時，中性線呈開路狀態，電路會由兩組 220V 相電壓供電變成一組 380V 線電壓供電（圖七及圖八）。



圖七及圖八：三相四線不平衡負載系統（中性線開路）

利用數式電功率  $P = \frac{V^2}{R}$ ，得知 60W 掛牆風扇和 1200W 電飯煲的電阻是 806.67  $\Omega$  和 40.33  $\Omega$ ，使用串聯電路的分壓法可求出掛牆風扇和電飯煲的電位差（即供予該電器的電壓）：

$$V_1 = 380 \times \frac{806.67}{806.67 + 40.33} = 361.91V$$

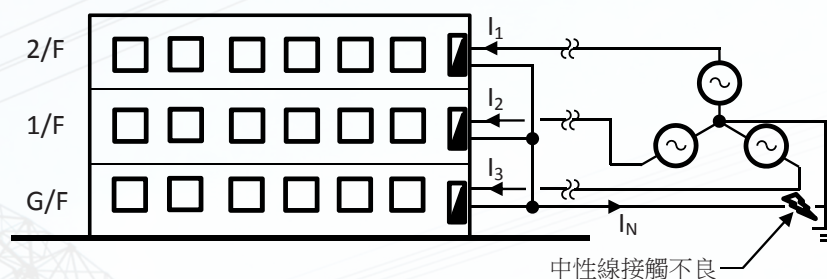
$$V_2 = 380 - 361.91 = 18.09V$$

由此可見，中性線開路後掛牆風扇供電電壓增大至 361.91V，比額定電壓 220V 高出 64.5%，掛牆風扇的轉矩和轉速會明顯增大，如果掛牆風扇換成是有電子鎮流器的熒光管，過大的電壓更會令電子零件損壞；至於中性線開路後電飯煲的供電電壓減少了 91.8% 至 18.09V，遠低於 220V 的額定電壓，所以電飯煲不能正常運作。

這個掛牆風扇和電飯煲的例子簡單解釋了中性線開路會令三相四線系統中各相的電壓變得不穩定和不相稱。如果把掛牆風扇和電飯煲模擬住宅樓宇內個別的單位，電壓升高了的用戶會發現電燈比正常時更光亮，電器用具會因供電電壓較額定值高而損壞（尤其是電視、音響器材等），嚴重的話可能會因高

熱而燃燒。至於電壓降低了的用戶會發現電燈較平常暗或閃爍，電腦會因電壓不足而經常重新啟動，一些電器因供電電壓不足而不能啟動。

但是，中性導體接觸不良的問題不一定會即時顯現，以一個三相四線供電的三層商業大廈為例，假設每一層都只是單相供電，而且每層的電氣裝置數量相若和工作性質都是差不多（圖九）：



圖九：三相四線不平衡負載系統例子

在日常辦公時間，由於電氣裝置數量相若，在某程度上令三相電流得以接近平衡，因此三組線電流在中性點構成的電流很小，所以對每一相的相電壓的影響小而且不明顯。但在某一天晚上，G/F 全層需要加班，而另外二層的大部份電氣裝置已沒有運行，在這情況下，差不多全部 G/F 單相負載電流會流向接觸不良的中性線，對 G/F 的供電的相電壓構成一個高於電器裝置可接納的電壓降，令照明裝置暗淡和閃爍、電腦裝置不停重新啟動等。

#### ◇ 總結

中性導體不論在單相或三相電路中都佔舉足輕重的角色。進行年檢時，必需把握這個停電機會對中性導體進行測試（例如微歐測試 **Ductor Test**）及清潔中性導體和導線的所有接觸面等。另外，構成相電壓不穩定的原因並不一定是與中性導體接觸不良有關，三倍諧波、錯誤設計及安裝等亦可以構成三相電壓不穩定。

而《電力（線路）規例工作守則》內有註明，除總開關掣或斷路器是四極式外，其他三相四線系統內分支電路要用三相連動開關將電源和負載連接，而中性線只能用連桿將電源和負載連接，中性線不可安裝開關掣的主要原因就是為了減低因中性線呈開路狀態而出現電壓不穩定。🔄

《電力（線路）規例工作守則》第 8A(1) 段：

- (a) 裝置必須有總開關掣或斷路器以及可切斷所有電壓的隔離設備。上述兩個功能亦可由單一個器件合併執行。總開關掣或斷路器應切斷所有帶電導體（即相及中性導體），並能自電源切斷裝置的滿載電流。若為三相四線交流電源，可安裝連動開關掣或連動斷路器以便只截斷相導體的電源，在此情況下，應在中性導體中設一連桿，並用螺栓或螺絲穩妥固定。在三相四線交流電系統上工作而沒有切斷其中性導體的電源乃屬帶電工作。因此，必須遵從附錄 15 載述的條件及安全預防措施進行工作。



# “Arc Flash” 電器界中的閃燃

李卓明

眾所周知，消防員最怕在救火時發生“閃燃”（Flashover）。在現實生活中，前線的電力工程人員，在復電打掣時亦都非常害怕“弧閃”（Arc Flash 在北美亦稱之為 Flashover）。因此，弧閃絕對稱得上為電器界中的“閃燃”。小時候跟隨父親學習電器，其中經常聽到的教誨是『打大掣時一定要做足安全措施，無論做了多少次檢查、確定供電系統一切正常，亦要走開啲，好多個案的工程師在火牛房打掣時，攬住個火球連埋掣蓋一齊飛出嚟。』不約而同，在外地工作時，亦經常聽到前輩談及類似的個案。“爆掣”、“搶火”相信是本地工人及地盤業者形容“Arc Flash”的術語。小弟班門弄斧，想借少少篇幅跟大家淺談一下弧閃、弧閃的成因及預防方法、弧閃的危害、弧閃能量分析（Arc Flash Analysis）及相關法規，以及弧閃的個人防護裝備等等。

## 弧閃（Arc Flash）

電弧（Arc / Arcing）相信各位業界朋友都相當熟悉這個行內術語。當電弧超越可控制範圍後，便可能會產生爆炸，這種狀況稱之為電弧故障（Arc Fault）。

一個完整的電弧故障是需要經過三個步驟，

1. 起弧（電弧的產生）；
2. 弧閃（一個不能控制的電弧透，過空氣與大地或其他電力相位接通的一瞬間）；
3. 弧爆（電弧爆炸 / Arc Blast），大量的電力（電流 / current）能量透過弧閃轉化為熱能，將固體導體瞬間氣化，由於瞬間能量持續急劇增加並且向外膨脹，形成一個完整的爆炸。

## 弧閃的成因及預防方法

根據維基百科的解釋<sup>①</sup>，弧閃的產生，是電弧透過極低阻抗的空氣或空氣微粒與大地或電力系統其他相位接通的一瞬間所產生 / 釋放的能量。而釋放能量是根據  $I^2t$ （通泄能量）的理論在短時間內急劇增長。

弧閃的成因通常歸納下列五大類：

### 一）塵埃聚積

在消防角度，普通塵埃均被視為可燃物（Combustible Material），塵埃內的分子結構會隨著電壓的強度增大而改變排列模式，稱之為“磁化”。當電力系統短暫時間停止供電時，供電系統內的磁場亦會暫停。可是，當電力系統重新供電時，氣化後的塵埃，有機會在空氣中形成一個極低阻抗的路徑，讓電流透過空氣由相導體接向大地或和另外的相導體導通，從而引發弧閃。因此從事大型系統 WR2 的工友，通常會在系統暫停供電時進行除塵工序，以減低復電時發生弧閃繼而引發電弧故障的可能性。

### 二）工作時遺留的鐵銹

金屬電掣櫃能夠提供足夠的強度去保護電力器件，同時亦能避免發生電火時蔓延至大廈其他空間。但是如果在進行掣櫃工作時，沒有為帶電部分提供足夠的防污和防塵保護，金屬碎屑便會



殘留在電力器件上。當復電時，被電場磁化的金屬碎屑便會隨著空氣飄動，這便有可能令到相對地或相對相導電。因此建議工友們如果在掣櫃或類似的掣箱工作前，最好做足相關的防污和防塵保護，並且在工作完成後，反覆檢查並徹底吸除所有金屬碎屑，方可復電。

### 三) 工作時遺漏金屬工具於工作範圍內

螺絲批、士巴拿、鋸片、扳手等金屬工具是前線工程人員必須的基本工具，如果這些工具遺留在工作範圍內，特別是相與相匯流排之間，一個完整的螺栓故障（Bolt Fault）便會在復電時發生。雖然電力故障發生點並不一定在相關的保護器件上，但當該保護器件在接合時，電弧故障三部曲便會順序發生。

### 四) 人為失誤

- 復電前未有跟足指引對系統作最後檢查
- 粗暴或用過份力量去處理電力保護器件（抽出式斷路器），當保護器件未能完全對準底座掌板，便使用過分力量去務求保護器件與掣櫃掣面追平
- 使用錯誤的電力量度儀器或使用的量度儀器設置在錯誤的工作電壓上
- 帶電工作時不小心與帶電部分接觸。

### 五) 電力部件失效

- 電力部件絕緣失效
- 電力部件接駁位置鬆脫
- 電力部件接駁位置氧化
- 電力設備欠缺正常維修保養
- 潮濕環境因素等等

相關的文獻指出<sup>④</sup>，弧閃的最佳預防方法除了是避免出現上列的一)至五)類情況外，還有：

1. 不要進行帶電工作，並且在工程進行時必須上鎖掛牌；
2. 如必需帶電工作，事前必須由合資格人士進行相關的帶電工作風險評估，並由合適註冊級別的電力工程人員進行相關設備維修或保養。

## 弧閃的危害（Arc Flash Hazard）

一個完整的電弧故障而產生的爆炸包含了最少下列的六項危害<sup>②④⑤⑦</sup>

1. 致命的熱力、高溫和火焰，可以令到前線工程人員皮膚受到嚴重程度的燒傷甚至死亡。根據李博士的研究指出<sup>②</sup>，電弧故障所產生的熱力不少於太陽表面四倍的熱量（20,000K = 攝氏 19,726 度），如果電弧故障發生在一些特別的環境時，其溫度更可以大大提升至 34,000K（攝氏 33,727 度）。
2. 將固體金屬氣化。
3. 急劇的能量轉化，引致空間壓力持續增加並急劇向外膨脹，因而引致爆炸，未能夠完全氣化的金屬殘餘物，將會跟隨後的壓力膨脹而射向前線工作人員。
4. 爆炸會產生強光，會令前線工程人員短暫甚至永久失明。
5. 爆炸亦會產生巨響，會令前線工程人員短暫甚至永久失聰。
6. 強大的爆炸氣流（每平方寸約為 2000 磅氣流壓力）。強大的爆炸氣流足以令人體胸骨嚴重受傷甚至死亡。



## 弧閃能量分析 (Arc Flash Analysis) 及相關法規

為減低因為電弧故障引發的傷亡，IEEE 制定了 IEEE 1584-2002 Standards，讓電力工程師能夠大概估算一件電力保護器件當發生電弧故障的時候，該器件位置將會釋放多少能量。NFPA（美國國家消防協會 / National Fire Protection Association）亦參考了 IEEE 1584-2002 Standards 從而制定了 NFPA 70E，列出五級制的電弧故障能量釋放表，更讓從從事前線電力工程的人員在帶電工作時，能夠更清晰和更快捷得知該電力保護器件潛在的電弧故障能量釋放上限，並制定穿著合適個人防護裝備的要求，以減少前線工作人員因為電弧故障所引發的爆炸傷害。美國的職安局（OSHA）及美國國家電力規例（National Electrical Code 簡稱 NEC），特別是 NEC，更將 NFPA 70E 由 2005 版的勸喻執行，變成在 2015 版強制執行的相關規例。

## 預防弧閃的個人防護裝

預防弧閃的基本個人防護裝備基本是與其他工種大致一樣，但是功用及功能卻大有不同。

頭 —— 有面罩式或全罩式防火高溫頭罩。這不但可以避免因高溫及火焰傷及頭部，更能有效地避免噴射物所形成的傷害。

衣著 —— 衣料除了要求能夠耐火、耐高溫之外，還在一定程度上要求衣著物料能夠提供人體抵受某一程度的爆炸氣流壓力，從而減低傷亡。

手套 —— 手套除了可以耐火、耐高溫之外，手套亦有一定程度的絕緣效能。

鞋、襪子 —— 同樣要求有耐火、耐高溫和一定程度的絕緣效能。

## 結語

由於篇幅所限未能一一詳盡跟大家分享，但希望各位前線電力工程人員能夠透過這篇文章去提升自我保護意識，嚴格遵守復電時每一項的檢查程序及穿戴合適的個人防護裝備，把弧閃及弧爆發生的可能性及危害減至最低。

最後希望每一位工友開開心心去上班，快快樂樂地回家。祝願各位工友工作順利、身體健康！

## 參考文獻：

- ① Wikipedia, "Arc Flash", [https://en.wikipedia.org/wiki/Arc\\_flash](https://en.wikipedia.org/wiki/Arc_flash)
- ② Dr. Ralph H. Lee, "The Other Electrical Hazard: Electric Arc Blast Burns", IEEE Transaction on Industry Application Vol. IA-18, No. 3, May/June 1982
- ③ H. Wallace Tinsley III, Michael Hodder, & Aidan M. Graham, "Arc Flash Hazard Calculations", IEEE Industry Applications Magazine, Jan/Feb 2007
- ④ "Understanding "Arc Flash"", Workplace Safety Awareness Council
- ⑤ Eddie F. Jones, "Understanding Arc Flash", Schneider Electric
- ⑥ Kevin J. Lippert, Donald M. Colabardino, Clive W. Kimblin, "Understanding Arc Flash Hazards", IEEE IAS Pulp and Paper Industry Conference in Victoria, BC, 2004.
- ⑦ "Safety Bulletin – OSHA & Arc Flash Hazard", EasyPower LLC, 2014
- ⑧ Chai Sim Por, Kuan Lee Choo, Lim You Jian, "A Study of Arc Fault Current in Low Voltage Switchboard" 2012 IEEE Conference on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technology (Student) Universiti Tunku Abdul Rahman, Setapak, Kuala Lumpur, Malaysia. 6-9 October 2012.
- ⑨ Ravel F. Ammerman, R.K. Sen, John P. Nelson, "Arc Flash Hazard Incident Energy Calculations a Historical Perspective and Comparative Study of the Standards: IEEE 1584 and NFPA 70E
- ⑩ Daniel Doan, Herman O. Kemp, Vince Saporita, George D. Gregory, Bruce McClung, Craig M. Wellman, "Development of The Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations", IEEE Paper No. PCIC-2003-01
- ⑪ "A Guide to Performing An Arc Flash Hazard Assessment Using Power Analysis Software", Easy Power LLC, 2003

Life Is On

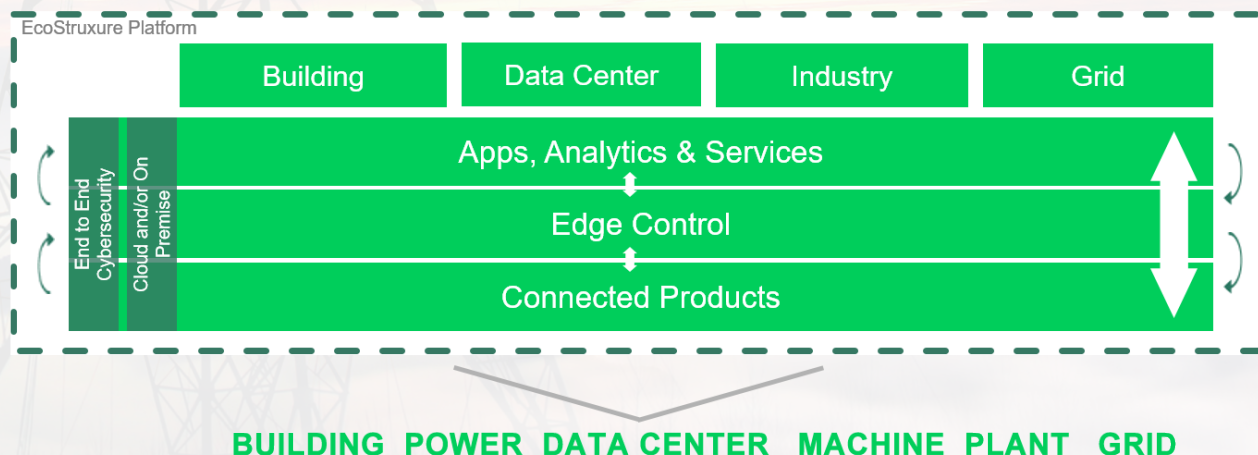


# 革新樓宇能源管理 迎接互聯世代

施耐德電氣（香港）有限公司業務發展總監簡瀚澎

全球來自城市化、工業化及數碼化的能源消耗增長達 50%，而仍有 82% 的建築物能源潛力尚待發掘，反映能源消耗的急劇增長。隨著科技的迅速發展，互聯性相應提高，相關的互聯裝置數目預計在 2020 年前將達到 300 億個。在本港，政府近年推出多項能效管理措施 / 計劃，提升本地樓宇能效發展，例如：建築物能源效益條例 / 建築物能源效益守則 2015。而且更希望於 2025 年之前達致將能源強度，較 2005 年減少 40%。施耐德電氣相信，假如各行各業能夠採用具高效能的物聯網樓宇能效管理方案，將會有助管理辦公室及樓宇各項設備的能源狀況，提升建築物的能源效益。

能源管理及自動化專家施耐德電氣（Schneider Electric），早前便發布了新一代 EcoStruxure™ 架構與平台，回應現今全球及香港的能源管理重重挑戰，並滿足現今的能源管理需求。方案將能源、自動化及軟件分析三大領域連結起來，為佔全球能源消耗達 70% 的四大行業：樓宇、電網、工業和數據中心實現更佳、安全、可靠、高效、永續的互聯互通服務。





新一代 EcoStruxure™ 方案的技術架構分為 3 層，從「互聯互通的產品」(Connected Products) 到「區域控制」(Edge Control) 再到「應用、分析與服務」(Apps, Analytics & Services)：

- ◎ 「互聯互通的產品」包含互聯互通的斷路器、感測器、制動器、電機驅動器等，以不同產品建立並構成物聯網的基礎。
- ◎ 「區域控制」讓客戶可在物聯網基礎上進行遠端控制，即時為客戶提供解決方案。
- ◎ 「應用、分析與服務」則指 EcoStruxure 方案能支援大部分不同種類硬件和系統，以及控制共同運作的應用、服務與分析。

### 具互聯的能效管理產品優勢

EcoStruxure 其中具互聯特別的能效產品為 Power Monitoring Experts 以及 SmartStuxure。Power Monitoring Experts (PME) 能夠透過開放式數據及傳輸埠跟各個供電設備連接溝通，並以圖像化報表，實時提供及分析樓宇設施的用電量，讓用戶可透過綜合數據報表，輕易地監控能源消耗情況，並配備自動化預警功能，協助用戶提早發現潛在的能源問題並進行解決，令整體運作更為可靠。

SmartStuxure 則能夠在建築物的整個生命週期中，監控、測量及優化其效能表現。透過網頁瀏覽器的 WebStation，或配合手機應用程式，用戶可以不限時間、地域存取數據，隨時管理樓宇設施。SmartStuxure 配備簡便操作的功能，例如個人化的用戶界面、一鍵式存取報告、互動圖像，日曆式調度等，有助用戶將數據轉化成決策。

本港對節約能源的意識愈來愈高，政府一直宣傳節能概念及推出不同的節能標準，而業主及發展商亦尋求方案以減低能源消耗、節省成本，市場對相關方案的需求隨之上升。面對這個趨勢，施耐德電氣希望透過新一代 EcoStruxure™ 為各行各業提供一個可持續發展的能源管理方案，以更數碼化、減少碳排放、更分散的方式，在物聯網時代下全面滿足現今的能源管理需求。🌱





# 企業的最佳員工

胡健基

港九電器工程電業器材職工會新界西北區代表  
中國質量協會（CAQ），中國企業聯合會（CEC）（質量經理職業資格）  
香港品質管理協會（註冊質量經理）

每個企業，組織，相信都有共同希望，就是能夠持續經營，當然這大方向藍圖及願景，管理階層是任重道遠，但要全面實現計劃，很多時候管理人員都會經歷力不從心之苦，概括關鍵原因，除市場瞬間變化的鏈鎖效應外，員工能力表現，直接影響到計劃可否成功，扮演舉足輕重的角色。富經驗的管理人，都會同意企業及組織的每位成員，都是企業的重要資產，每個職位、每個系統都緊扣相連。要遠景及藍圖得到成功實現，絕對不能輕視員工的表現，低估他們潛在的影響力，他們有能力破壞企業計劃推動的力量，甚至摧毀外界對企業的產品和服務評價。所以我們絕對不能輕視員工表現的重要性。要員工做好本份，有為數不少管理人認為，用金錢就能達到目的。我可以告訴你，他們做法絕對是可行的，不過只是安守本份，做好自己工作，對企業或管理者永遠不會產生超越期望的要求，這裏員工只能做到的，只是按程序，把事情順利完成吧了，要有額外要求，對不起，做好本份已經是極限了。今時今日，管理者面向市場問題、客戶需要、社會政策，都有不休止的創新及短暫周期特徵，然而面對現代的市場，真的無法預先知道他們的需求。可見如我們在課堂中的練習，變得像武術的套路，是基本功，強身健體，但在真實面對問題，可能又要有另外一種方法去面對。我們都清楚實戰對壘，是估計不到對手的每一步。一瞬間，勝負關鍵很多時候，都是依靠員工本質、自然發揮、勇於面對，從心裡出發去面對客戶，市場所有需求及難題。管理人非常明白，今日對員工的要求，除了要履行內部政策，亦要面對多方壓力。要員工能達到這樣表現，如果今時今日的管理者，依然只用高壓或金錢手法，我向你保證，會有很大勝訴機會，不過可惜都只是表面，輸了的卻是結果。企業表現高下立見，整個團隊效益如何，大家自然心中有數。這情況下的員工表現，我經常遇見的有以下五大特質。

- 1) 等待管理人的指令，並非是以需求作為行動方向。
- 2) 逃避問題或機遇，封閉自我潛能。
- 3) 但求無過，欠缺積極及主動工作心態。
- 4) 情緒負面，對新事物總是帶有抗拒的思想。
- 5) 封閉自己在組織的人際關係。

假如企業員工普遍處事積極主動，認真，追求機遇，開放自己的潛力，如果是這樣情況，那就非常值得恭喜，管理相當成功。可能有個別人士只看這些成就，認為是幸運，有緣聘請得到這類有才能、肯搏肯做、為公司有承擔的員工。但我可以告訴你，管理者的能力才是關鍵，當然有好的材料是重要，但如何加工才是精髓。現代化有能力的管理團隊，都會明白這點，要團隊內的大部份成員能力得到解放，與企業共存面對經營，這絕對不會是自發性的，必須有一個健康的企業文化作為背景，這種文化並非一



夜能建成，但必然有以下幾點因素，1) 清晰有承擔 2) 培養使命感 3) 信任 4) 培育員工 5) 尊重。這五點是員工向心力的基礎。以下我們就討論相關重點。

### 清晰有承擔：

需要什麼效果，就坦坦白白地說明，管理者要清晰有承擔。香港現時的管理文化是自負盈虧，能從傳媒得知及經常聽到，在同一組織，當遇上個案投訴，就是要尋找失職問題部門或人事，這種風氣盛行，處理這項目的員工，不幸地要承擔這責任，特別是制度上的問題，員工只是一個任務執行者，卻要負起管理或制度不清晰的責任。這種工作環境下，員工會同你承擔嗎？部門會同你承擔嗎？相信結果是無爭議性的，必然選擇與自己無關的處理方式，推卸責任的心態，自然產生，從此下去只會做好自己的事情，已是自己能力界線的極限，苛求做好其他與自己無關的事情或新事物，為求自保，只好變得冷漠和不關心，惡性循環下，管理人的要求更顯得遙不可及。要突破這種陋習及文化，必須由管理者重新定位規則，團隊勇於承擔，員工在工作上遇到無法解決的問題及過失，都是組織及團隊的共同責任，這刻開始，員工會漸漸釋放自己的能力，由逃避問題變得開始面對，因為員工認同企業文化清晰有承擔。

### 培養使命感：

當有了承擔基礎，整個企業及組織文化即時來個革新，我所指的改革是推卸責任文化。這時在團隊的員工與管理者，努力建造新的企業文化，每個部份的成員，都增加了信任及使命感，一個良好健康的制度，應該驅使員工能產生這一個不可用金錢衡量的使命感，使命感的原動力來自工作尋找到的自我價值，這類型衍生感覺會隨著個人教育程度，人生經驗，產生非常不一的效果，但使命感總括而言是會驅使員工對品質追求卓越，然而這種自發性使命感，無法經由別人給予而獲得，只能透過自己努力來贏取，所以管理人員必須明白這種使命感的產生不是由指令而造成，是一種由工作付出而得的結果，過程中員工會獲得讚許、認同、滿足、實質與非實質利益的鼓勵。有質素的員工，會為求這種滿足感持續擁有，會自然產生更強烈的使命感。

### 信任：

中國古語：「疑人不用，用人不疑」。管理人員與員工之間關係，信任是一種互相接受、欣賞、忠誠，認同的成果。所以要成功創造信任文化，首先就是管理者要有清晰的要求，員工隨著要求產生責任感。由於有了成果，實質與非實質利益提升，勞資關係自然良好，雙方亦加深了信任，這種認同的感染力有推動管理的化學作用，上下必然一心，做什麼事情上傳下達，所有關卡都變成開放式，再不是每一個部門與部門之間的爭鬥，或閉門造車的結果，員工在工作上態度變得敢於冒險，嘗試、有膽量面對新事物及挑戰，整個企業架構，本質，市場價值必然提升。

### 培育員工：

僱主、同事給你信任，等於認同你的表現、成就，確定你過去的付出，必然會感覺到喜悅，管理團隊，上級都會要求你日後繼續努力，你可能會老老實實的向他說：我會把事情做好，但個人能力所限，盡力而為！自己相當清楚，能力成為局限，以至令到事情做得有所不足。我想可以用培育方案，提升員工潛能與可塑性，培育並非一次性或一個課程，有好多管理團隊，認為給僱員一個課程，上五六課堂，取得證書，就能適應發展變化，提高質素，達到自我挑戰增值要求，同時能認識及可以應用相關技巧。老實說，這都只是可能在公司、企業、組織或個人，學習經驗中留個紀錄罷了。員工因企業文化，清晰有



承擔，培養使命感，信任，等因素優化後，心態會脫胎換骨，表現積極主動，認真，追求機遇，開放自己的潛力，但是人總是能力有限，管理者應為這類有潛質的員工制定職業培育規劃，這是長期性的計劃，由職員的特質為出發點，通過參與、激勵、實踐、針對部門及個人的特定訓練，創造比現有更高的能力，在漫長學習過程中，員工會感受到企業對自己的關注，栽培，承擔，對企業會產生非常強烈的歸屬感。由於自己得到提升，恐懼感及不安感因此減少，順理成章產生自信，這股力量可驅使員工面對任何困難。其他未受培育的員工，亦會認同在企業可得到其他的好處及成就，他們會變得希望通過努力，表現自己，成為受重視的一群。

### 尊重：

近年香港短期僱傭合約風氣氾濫，盡顯自由經濟的特色，不過這樣發展下去，僱主會願意投入資源栽培員工嗎？員工會願意為僱主承擔嗎？對企業、對員工最終都造成雙輸局面。健康的企業文化，必須營造一種實質與非實質，受到被重視的感覺。實質方面如金錢、聘用條件、工作環境。非實質，讚許、進升階級。一個安穩的工作環境，能驅使員工專注忠誠，這是對僱員一份尊重的表現，對企業而言管理者亦不愁人才短缺，失去發展機遇的煩惱。

### 總結：

任務需要有效益地實現，這些都要依靠成員個人及團隊組織的努力，高壓手法在現今香港社會，用作企業經營，顯得一事無成，員工最多只是為著金錢，逆來順受。這樣氣氛下，員工明確不會認同自己在企業，組織的角色，老是按照遊戲規則，準時上班，依時下班罷了！我相信上述情況，是絕對不理想，但有趣的是在身邊的企業經常發生。企業需要的團隊，是每位成員竭盡所能，發揮自己責任，潛能，回到崗位一刻，是能夠感受到喜悅，尊重及認同。

70-80年代，香港工業以中小企為主流，員工學識水平普遍偏低，但奇怪的是，他們能把所有艱鉅的工作，都能做得非常的好，令到香港工業起飛，對香港成為亞洲四小龍之一，實在付出一定貢獻。今天我們學識多了，運用的也是國際級的管理技巧，回顧這幾年香港企業管理，經常發生個案，都是一些低層次的基本問題，難道真的管理學不能應用在香港嗎？我認為當中的巧妙，在於健康的企業文化，過去哪些老前輩，我感覺得到他們的專注、忠誠、責任心、珍惜人際關係，而這特質可能當年因為學識水平問題沒有其他更好選擇所至，所以見到這些老師傅，埋頭苦幹努力地鑽研技術，把自己的能力及潛能發揮，而當年的僱主，可能因應當時社會狀況，大都會以兄弟班的心態管理及處理事情。同時客觀環境容許僱傭雙方都不講究繁文縟節。今天大環境好像來個相反了，員工學歷高，選擇多，有人會問，我需要花這麼多時間，學習，鑽研，值得嗎？同樣地，僱主，管理人心態，需要員工只要刊登聘請廣告便可，這個思想下，你是無法何求什麼，企業內良莠不齊極端化，員工對企業失去向心力，各自為政，互相猜疑，僱傭雙方都是日過日的心態，不求有功但求無過，像這樣團隊，可以有能力在現今市場活躍多久？同時勞工法例亦多了很多的限制，跟過往不同了，雙方關係都跟隨法例，建立在一紙合約之上，造成僱傭雙方關係更顯薄弱，俗稱「人情牌」已經不合時了。所以要求變，毫無疑問要在市場繼續生存，尋覓精銳的團隊、成員，已經成為一項重要的課題。今天借本文章希望有助反思員工與企業文化關係及價值，如果你同意員工是企業及組織，一個重要資產，今天起就建造健康的企業文化，努力建造員工向心力的基礎，文化，希望日後聽到你自豪的講出，在企業內的每一位僱員，都是企業的最佳員工，這也是勞資雙方及社會三贏的局面。👉



# 安全教育

劉志強

現時很多家品店都有售賣一些電風扇織網，用作覆蓋在座地或座枱電風扇上，避免幼兒將手指伸入電風扇而發生意外。依稀記得，年幼時好像沒有這些產品，但當時很少聽聞幼兒被電風扇弄傷，可能當時資訊沒有現在那麼發達，不容易流傳消息。

沒有這些電風扇織網，幼兒是否一定或容易被電風扇弄傷？

可否將電風扇放在幼兒接觸不到的地方？又或者使用沒有風扇葉的電風機？使用冷氣機而不使用電風扇？但是，只要電風扇與幼兒同時存在，危害風險始終不能消失。又可不可以制定一些措施，避免幼兒接觸電風扇，例如，用屏障隔開幼兒與電風扇，或者限制幼兒活動範圍，又或者委派專人，貼身看守幼兒等。以上的措施或方法，都是針對人與物的關係，似乎都可以減少或避免幼兒將手指伸入電風扇而產生的危害，若幼兒不理會這些措施或方法，獨自進行活動，將手指伸入電風扇，危害始終發生。

年幼時，家裡曾經使用電風扇，當時的電風扇護網隙縫，比現時的更疏更大，當時並沒有嘗試將手指伸進電風扇，可能當年父母經常教導，不可胡亂接觸一些不太熟識的物件，如果被發現胡亂接觸一些不太熟識的物件，父母會很嚴厲的責罰，令到自己避免再次接觸，直至自己成長，認識到物件的



特性。

最近與同事討論一些安全問題，我們公司的規定，所有同事穿著的安全鞋，必須由公司配給，不可以穿著其他的安全鞋，包括自行購買的，因為要保證同事所穿著的安全鞋品質，但是公司的安全鞋，是由公司指定的供應商供應，價錢經過一些部門審批（審批的人可能不會經常穿著

安全鞋），通常都是比較廉宜的一款，未必適合所有同事的需要，例如，需要長期步行的同事，可能因為安全鞋底較硬，會引起腳部筋膜炎。我曾經詢問過公司，是否一定不能自行購買外間的安全鞋，回覆的是要有充足的理由，再經由公司高層及安全部門批准，才可以向公司的指定供應商訂購，至於外間購買未必批准。對於這件事，同事有一個論點，就是要見血，意思是要有人出現重大事故，例如，證明有同事因為穿著這款安全鞋，導致腳部嚴重損害，如筋膜炎而不能正常行走，規則才會有所改變，因為公司認為，定下的規則，必定是完善才會實施，斷不會胡亂執行，故此，若有人改變，就是挑戰規則，認為這規則有問題，這樣，只是保障安全規則、制度的健全，而不是保障人的職業安全及健康。其實，以前的物料，並沒有現時那麼多的選擇，所以安全鞋也是一樣。但是現在很多物料、科技不斷創新，公司是否應因應同事的需要，訂購



一些輕便而符合國際標準的安全鞋，令同事減少勞損，更能專注工作，更能保障同事的職業安全及健康。

另一個與同事討論的，就是使用梯子的安全問題。政府全力推行離地工作安全，鼓勵使用梯台、有圍欄的工夫檯，而勞工處積極地到建造業工地巡查，對不當的使用梯子承建商，發出建議改善通知書或作出檢控。我們公司亦響應嚴禁使用梯子，在寫字樓亦改用梯台。但是，公司的決策人，可能沒有試過在公司更換損壞光管，試想，在有間隔及寫字樓的情況下，怎樣使用一張梯台去更換一支損壞的光管？

一些安全法例、規則的訂立，原意是保障人的安全和健康，避免人在工作時發生危險，身體因工作環境危害而導致勞損或長期病患，所以法例、規則是一刀切式的訂立，在既定情況下必須遵守。當然，法例是最低的要求，一些公司、機構可以訂立比法例更高要求的規則，但是，制定的人是否有更周詳的考慮，以免造成遵守者的困惑，執行上的衝突。

法例、規則的訂立，遵守者如何遵守？執行者如何執行？在安全管理方面，很著重訓練，就是將法例、規則通過有效的溝通，令遵守者及執行者明白法例、規則的原意。但現時的安全訓練，是否有

效的將安全原意灌輸到遵守者及執行者？最近曾參加過坊間的平安咭重溫課程，因為政府注重高空工作安全，授課的導師，為了配合政府部門的要求，大部分時間都是在訓練學員如何配戴安全帶，但是在使用安全帶的原意，並沒有深入的闡釋。曾經在居住的屋苑，看見屋苑的清潔工人，佩戴安全帽及安全帶，在大廈的簷蓬上進行工作，但是安全帶並沒有尾繩及尾扣，以供給工人扣在穩固點，清潔工人佩戴安全帶，完全失去應有的作用，更會阻礙清潔工人工作，我禁不住往管業處投訴，負責的清潔承辦商承諾改善，但直至較早前，仍是毫無改善，難道真的要見血才会有改變？

其實，政府可否訂立一些法例、守則，規定社會企業單位，必須投放一定的資源在安全教育方面，訂定強制性的安全訓練規則，例如訓練的內容、時間，不可在安全訓練敷衍了事，只不過是在安全上作一些文件的記錄。在國內的企業職工勞動安全衛生教育管理規定，企業必須開展安全教育，普及安全知識，倡導安全文化，建立，健全安全教育制度，企業新職工上崗前必須進行廠級、車間級和班組級三級安全教育，三級安全教育時間不得少於四十學時，為何香港的職業安全及健康訓練，不能用以參考而作出改善？



# 物業及設施維修保養行業發展

Daniel Yeung

物業維修工作職位一般不太受經濟周期影響，可說是較穩定的行業，近年行業人手需求及薪酬有上升趨勢。主要原因相信是新樓宇及基建相繼落成；樓宇老化，未來將進入維修保養高峰期；第 626 章《物業管理服務條例》通過；現職物業維修技術人員退休潮；加上現代人愈來愈講究居住環境的質素，市場對物業維修技術人員需求殷切。


在香港，物業維修技術人員工作的物業非常廣泛，例如：

1. 商鋪物業：商場、購物中心、商店街等
2. 商業樓宇：商業大廈、銀行、數據中心、酒店等
3. 住宅樓宇：公營房屋、私人樓宇、大型社區等
4. 工業樓宇：工業大廈、廠房等
5. 政府設施：政府物業、康樂設施、醫院等

物業維修技術人員一般工作可能包括處理單位、商鋪或公眾地方的水電維修及緊急維修；例行巡查屋宇裝備系統，例如檢查水泵、照明系統、電力系統、保安系統、冷氣系統、通風系統、消防裝置等；協助監管工程承判商進行的工程；向物業經理及工程經理匯報有關物業內的技術問題，並提供改善樓宇的方案等。物業維修技術人員若工作表現良好，加上累積相關工作經驗和持續進修後，有機會由技術員晉升為維修主任，再而成為工程經理等。

此外，近年物業及設施維修保養行業愈來愈注重職業安全及健康，因工作期間可能遇上不同性質的潛在危害（例如：高空 / 高處工作下墜、滑倒 / 絆倒、中暑、被犬隻咬傷、觸電、使用手工具或手提動力工具引致傷害等等）

## 參考資料

1. 第 626 章《物業管理服務條例》  
[http://www.blis.gov.hk/blis\\_pdf.nsf/6799165D2FEE3FA94825755E0033E532/62F2ACFE2072C8D448257FC60057053F?OpenDocument&bt=0](http://www.blis.gov.hk/blis_pdf.nsf/6799165D2FEE3FA94825755E0033E532/62F2ACFE2072C8D448257FC60057053F?OpenDocument&bt=0)
2. 屋宇署 - 致認可人士、註冊結構工程師、註冊岩土工程師、註冊檢驗人員、註冊一般建築承建商、註冊專門承建商及註冊小型工程承建商通告函件  
颱風季節期間建築 / 樓宇地盤棚架工程的安全  
[http://www.bd.gov.hk/chineseT/documents/circular/CL\\_SSW2017c.pdf](http://www.bd.gov.hk/chineseT/documents/circular/CL_SSW2017c.pdf)
3. 勞工處 - 預防工作時中暑 <http://www.labour.gov.hk/tc/public/pdf/oh/heat.pdf> 





CONSTRUCTION  
INDUSTRY COUNCIL  
建造業議會

### 「專工專責」條文實施

《建造業工人註冊條例》（第 583 章）（《條例》）的「專工專責」條文於 2017 年 4 月 1 日實施。任何人進行《條例》附表一內的 142 個指定工種分項的建造工作，必須註冊成為相關工種分項的註冊技工，或在相關工種分項的註冊技工的「指示及督導」下進行該工作。

### 三個新增設工種分項

《條例》附表 1 內的工種分項當中，其中三項為新增指定工種分項，分別是「假天花工」、「間隔（金屬架）工」及「強電流電纜接駁技工（無通電電纜）」。因應行業實際運作，新增三個工種分項的跨技能工作安排表列如下：

新增工種分項	技能描述	下列工種分項的註冊熟練技工可跨技能進行左列新工種分項的技能工作 *
假天花工 C358	安裝假天花	細木工 (C322) 金屬工 (C328)
間隔（金屬架）工 C359	安裝金屬架及間隔嵌架	細木工 (C322) 金屬工 (C328) 假天花工 (C358)
強電流電纜接駁技工 （無通電電纜）E303b	接駁無通電的不超過 11 千伏的電壓電纜	不適用 **

\* 「跨技能工作」是部分指定工種分項的註冊熟練技工可在建造工地進行指定的相類似技能工作。有關安排只適用於註冊熟練技工，且不可「指示及督導」他人進行跨技能工作。

\*\* 按技能描述，強電流電纜接駁技工 (E303) 本身已可從事及「指示及督導」他人進行「強電流電纜接駁技工 (無通電電纜)」的工作。

#### 三個新增工種分項的資深工人註冊安排如下：

在 2017 年 4 月 1 日當日有最少 10 年相關指定工種分項工作經驗 \*

工種分項工作年資證明可包括：

1. 由直接僱主、認可工會發出的工作年資證明文件
2. 以法定聲明（宣誓），作為一項最多 3 年的工作年資證明

註冊成為大工  
無需通過工藝測試

\*未滿10年工作經驗的工人可通過工藝測試，註冊成為大工或中工。

由 2017 年 4 月 1 日至 2018 年 9 月 30 日的 18 個月期間為上述新增指定工種分項進行一次性的資深工人註冊安排。截至 2017 年 4 月 1 日當日擁有最少 10 年相關指定工種分項工作經驗的工友可透過資深工人註冊安排申請成為上述相關工種分項的大工。申請表格可於議會網頁下載。如有垂詢，請致電熱線 2823 1911 聯絡工人註冊處。



### 「專工專責」流動應用程式

議會推出名為「專工專責資訊通」的流動應用程式，讓業界隨時隨地獲取「專工專責」規定的相關資訊。



iPhone 和 Android 版本以供下載，並設有中英文兩種語言選擇。



備有 5 大功能：簡易搜尋工種分項資料、了解「專工專責」條文規定、評估工程是否屬「豁免工作」、查閱建造業工人名冊及瀏覽議會資訊。

如欲獲得更詳細的資訊，或下載「專工專責資訊通」，請掃描下列 QR 碼：

			
「專工專責」條文	資深工人註冊安排	「專工專責資訊通」Android	「專工專責資訊通」iOS

### 建造業工人註冊數字（直至2017年6月30日）

熟練技工（包括臨時註冊）	半熟練技工（包括臨時註冊）	普通工人	總數
200,904	24,382	221,646	446,932

### 2017年建造業議會註冊建造業工人家屬獎學金

今年已是建造業議會第七年舉辦「註冊建造業工人家屬獎學金」（獎學金）這個有意義的活動。獎學金旨在獎勵註冊建造業工人的子女、兄弟姊妹或受其監護的少年在香港中學文憑考試（HKDSE）中取得卓越成績的同學。一如往年，今屆提供「公開組」及「建造相關學科組」兩個組別讓應屆 HKDSE，及於 2017 至 18 年度入讀本地大學或大專院校的學生申請。截止申請日期為 2017 年 8 月 31 日，請呼籲合資格的工友子女踴躍參加。



獎學金網頁