

今日機電屋宇設備及環保

第六十一期
2024. 08

Today's mechanical & electrical
—building services & environmental protection



- 人性管理
- 三相感應電動機計算
- 光伏組裝的雜散電流
- 醒覺 ~ 以人為本；返璞歸真
- 試測試自己的電工理論知多少
- 物業管理維修 安全注意事項
- 香港某舊區的 消防安全問題
- 新手特區 — 三相感應電動機起動 (2/5)
- 「莫把全部雞蛋放在同一個籃子裡」的啟示
- 電職與機電工程署電力法例部技術講座 2024
- 對話錄 (四)：為什麼內地可以使用 3 芯半電纜
- 一個故事 — 插座是不是可以不用 RCD 保護嗎
- 與黃偉賢先生探討地盤安全及業界職安健管理制度



香港機電業工會聯合會

THE FEDERATION OF HONG KONG ELECTRICAL & MECHANICAL INDUSTRIES TRADE UNIONS

『今日機電』已出版六十一期，從理論知識和應用技術層面探討有關業界技術、條例守則、要求標準、行業動態、安全知識等，為業界及從業員提供了大量實用的資訊，擴闊了我們的眼界和知識領域。本刊能有這樣的成就，有賴各位行業前輩、老師和工程師學者的支持，義務執筆與我們分享他們的寶貴知識和經驗。在此，向一眾作者以及進行排版和校對之義工，致以衷心的致謝！

知識往往是從疑問中誕生的。《對話錄(四)：為什麼內地可以使用3芯半電纜》？陳富濟引用許多文本分析兩地之別，引伸出對「守則」修訂的期望；無獨有偶，黎偉文提出《插座可以不用RCD保護嗎？》作為引子，帶出機電業從業員需要配合日新月異的 IT 行業的技術和設備，而指引的訂定和實務的操作同樣需要合時宜。

就好像「光伏」裝備的概念，數十年間已經從陌生概念走進我們生活的周遭。香港華人機器總工會譚啓榮分享《光伏組裝的雜散電流》造成這些物體或結構因為電子流失的腐蝕狀況，又比較三種普遍的光伏板安裝方法的雜散電流情況；除了新知識，舊時代遺留的問題也不能忽視，范嘉華提出《香港某舊區的消防安全問題》。

三相感應電動機應用範圍廣泛，從基礎理論到實際計算也不能落下。麥家聲《新手特區 — 三相感應電動機起動》來到第二期，講解轉子串聯電阻起動和星角起動方法；2024年C級電工程人員註冊考試備試進階課程學員撰寫《三相感應電動機計算》。

《試考考自己的電工原理知多少》？葉樹德分享5道習題和題解，供同行溫故知新。原理固然重要，但法例與安全亦不容忽視：陳文信分享《電職與機電工程署電力法例部技術講座2024》重點，李琰分享《莫把全部雞蛋放在同一個籃子裡的啟示》。

回望2024上旬，致命工業意外依然常有發生，情況實在令人憂慮。我們請來李光昇博士分享《物業管理維修安全注意事項》，香港工人健康中心《與黃偉賢先生探討地盤安全及業界職安健管理制度》；劉志強提出安全管理中最困難的是《人性管理》，王思敬認為業界應該《醒覺 ~ 以人為本；返璞歸真》：「……基本上職安健不是建築工程裏的額外的工作，而係工作應該是在一個安全的：環境及情況下進行的……」

今年是「港九電器工程電業器材職工會」六十六年會慶，際此盛會，衷心祝願工會會務越加興隆，發展更形壯碩。

目錄 CONTENTS



廣告熱線
2626 1927
傳真
2626 0152



香港機電業工會聯合會

九龍廣東道982號嘉富商業中心3/F
(旺角港鐵站E1出口)
3/F PROSPERITY CENTRE
982 CANTON ROAD
MONGKOK KOWLOON
電話：2626 1927 傳真：2626 0152

編者的話 / 目錄

	封面內頁
對話錄(四)：為什麼內地可以使用3芯半電纜	陳富濟 01
新手特區 — 三相感應電動機起動 (2/5, 分5期刊登)	麥家聲 13
一個故事 — 插座是不是可以不用RCD保護嗎	黎偉文 23
電職與機電工程署電力法例部技術講座2024	陳文信 31
與黃偉賢先生探討地盤安全及業界職安健管理制度	香港工人健康中心 39
物業管理維修安全注意事項	李光昇博士 42
香港某舊區的消防安全問題	范嘉華 45
試測試自己的電工理論知多少	葉樹德 48
光伏組裝的雜散電流	譚啓榮 52
三相感應電動機計算	2024年C級電工程人員註冊 考試備試進階課程學員撰寫 54
醒覺 ~ 以人為本；返璞歸真	王思敬 57
「莫把全部雞蛋放在同一個籃子裡」的啟示	李琰 60
人性管理	劉志強 63
電職社會服務協會	活動簡介 66
建造業議會(建造業工人註冊委員會)	廣告 67
建造業議會(創科基金)	廣告 68
香港機電專業學校	課程簡介 封底內頁
MEET International Limited	廣告 封底



網上電子版

對話錄 (四) :

為什麼內地可以使用 3 芯半電纜

陳富濟 (chanfuchai@gmail.com)

1. 問題的提出和討論

- E 上一個星期和你通過電話，簡略談及了有關我最近觀察到大灣區不少工廠的 3 相 4 線配電裝置，包括新近建成的，都是同時使用著「4 芯 + 半 PE」或「3 芯 + 半 N + 半 PE」的組合電纜，相對香港現時的「4 芯電纜 + 獨立 PE 線」的方式，從工程的角度比較起來真是顯得格外的整齊。但是我也提出了對這些「組合電纜」除了有這樣的外觀差別外，還有另外的一些看法，打算向你請教。因為你說需要準備一下討論這方面的資料，所以今天我才可以把預算向你請教的問題完整說出來。

香港在過去很長期的日子，電力裝置的 3 相 4 線供配電也曾經普遍使用 N 線減半的方式，直到後來認識到「諧波」對 N 線的影響後才捨棄了，改為這近 10 多 20 年來，我們業界一直依據著的「N 線截面尺寸需要和相線同樣大小」的裝設方式。請問現行的「守則」是不是也有著這樣的規定？如果是，那麼內地有些 3 相 4 線電力裝置採取的「半 N」方式，是不是也會有著一些「規範」來依據？並且這些「規範」是用什麼的規定去指導設計者來選擇使用「全 N」或「半 N」方式？還有在使用「半 N」的情況下，怎樣去處理「諧波」對 N 線的影響？當然，我也希望你也可以給我分析一下：內地這樣混合的使用「全 N」和「半 N」方式，對比香港現時普遍使用的「全 N」方式，有那些優點？

- C 你提出的問題，看來可以整理為以下的 3 點來進行討論。在討論中所提及的「中性導體」或「中性線」的含意和「N 線」的意義相同，並且 3 相 4 線的佈線方式也不只限於使用「組合電纜」，也包括使用「單芯電纜」：

- 內地的電力裝置採用「半 N」方式所依據的「規範」和「標準」；
- 「守則」和香港現行的一些「工程規範」，對 N 線截面積的規定；
- 以「電氣安全」為基礎，以及從「符合規範設計」的角度，來討論「N 線截面積減小」的意義。

(C1) 內地的電力裝置採用「半 N」方式所依據的「規範」和「標準」

這方面的「規範」和「國家標準 (GB)」，我現在手頭上有以下的 3 份：

- 《低压配电设计规范》GB 50054-2011
- 《低压电气装置第 5-52 部分：电气设备的选择和安装布线系统》GB/T 16895.6-2014，這是一份和國際標準 IEC 60364-5-52:2009 等效的「國家標準」
- 《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019

以下摘取了 GB/T 16895.6-2014 的條文 524.2.3（圖 1）和《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019 的條文 7.4.5（圖 2）作為例子，來說明減小 N 線截面積所需要符合的重點，這包括有：

- 1.1 屬於多（三）相電路；
- 1.2 相導體（銅）截面大於 16mm^2 ；
- 1.3 在正常工作時，負荷分配較均衡並且諧波電流（包括三及三的奇數倍次諧波）不超過相電流的 15%；

圖 1

GB/T 16895.6—2014/IEC 60364-5-52:2009

524.2.3 在多相回路中，每一相導體截面大於 16 mm^2 （銅）或 25 mm^2 （鋁）且滿足以下全部條件，中性導體截面可小於相導體截面。

——在正常工作時，負荷分配較均衡且諧波電流（包括三及三的奇數倍次諧波）不超過相電流的 15%：

注：一般說來，中性導體截面的減少值不超過相導體截面的 50%。

——中性導體按 IEC 60364-4-43:2008 中 431.2 規定進行過電流保護；

——中性導體截面不小於 16mm^2 （銅）或 25mm^2 （鋁）。

圖 2

7.4.5 中性導體和保護接地導體（PE）截面積的選擇應符合下列規定：

1 具有下列情況時，中性導體至少應和相導體具有相同截面積：

- 1) 單相兩線制電路；
- 2) 三相四線制電路中，相導體截面積不大於 16mm^2 （銅）或 25mm^2 （鋁 / 鋁合金）。

2 三相四線制電路中，相導體截面積大於 16mm^2 （銅）或 25mm^2 （鋁 / 鋁合金）且滿足下列全部條件時，中性導體截面積可小於相導體截面積：

- 1) 在正常工作時，負荷分配較均衡且諧波電流（包括三次諧波和三次諧波的奇數倍）不超過相電流的 15%；
- 2) 對 TT 或 TN 系統，在中性導體截面積小於相導體截面積的地方，中性導體上應裝設過電流保護，該保護應使相導體斷電但不必斷開中性導體。

注：當中性導體的截面積不小於相導體的截面積，且在中性導體中的電流預期不會超過相導體的電流值時，中性導體上不需要裝設過電流保護。在這兩種情況下，中性導體應受到短路保護。

1.4 截面積減小的 N 線應設有符合規定的「過電流保護」；

1.5 N 線截面積的減少值：

1.5.1 「一般來說，中性導體截面的減少值不超過相導體截面的 50%」，以及「中性導體截面不小於 16mm^2 (銅)」 (GB/T 16895.6 -2014)。

注意：這項「標準」說明「中性導體截面」的最小規格，是有著 (1) 等於或大於相導體截面的 50%，以及 (2) 不小於 16mm^2 (銅) 的基本要求；

15.2 「…中性導體截面積可小於相導體截面」 (GB 51348-2019 條文 7.4.5.2)。

注意：這項「標準」並沒有說明「中性導體截面」的最小規格。

(C2) 「守則」和香港現行的一些「工程規範」，對 N 線截面積的規定

(C2a) 「守則」中有關這方面的規定，主要有以下的兩項：

守則 6B(6)

(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不平衡或諧波電流。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的 15%，應考慮表 6(1) 所載的校正因數。

守則 26B

(3) 匯流排

(a) 三相四線系統的匯流排裝置，如任何一相的額定載流量不超過 400 安培，其連帶中性匯流排的截面積不應小過相匯流排截面積。

(b) 三相四線系統的匯流排裝置，如任何一相的額定載流量超過 400 安培而中性導體設有與中性導體截面積相稱的探測過流的設施，其連帶中性匯流排的截面積可以小過相匯流排的截面積。此探測設施應能切斷相導體，但不必同時切斷中性導體。

根據上述「守則 6B(6)(c)」中的「如為多相電路，中性導體至少應有相導體的載流量…」，再加上參照「守則 26B(3)」，如果依照正常的理解和推理，6B(6)(c) 應該是指「電纜」裝置。因為，「守則 26B(3)」特定指出的是「匯流排」裝置。

綜合「守則 6B(6)(c)」和「守則 26B(3)」，減小 N 線截面積所需要符合的重點是：

2.1 屬於多（三）相電路；

2.2 相導體額定載流量：

2.2.a 「匯流排」裝置，超過 400A；

2.2.b 「電纜」裝置，是「不適合」（這是根據我對守則 6B(6)(c) 的理解）。

2.3 截面積減小的 N 線要設有「相稱的探測過流的設施」；

2.4 N 線的截面積減小值：

- 「…中性導體設有與中性導體截面積相稱的探測過流的設施，其連帶中性匯流排的截面積可以小過相匯流排的截面積。」（「守則 26B(3)(b)」）。注意：這項「守則」說明的「中性導體截面積」，也是沒有最小規格的要求，只需要和「探測過流設施」的設定值「相稱」。

(C2b) 有關對減小 N 線截面積，香港現行的一些「工程規範」：

「港燈《接駁電力供應指南》第七版 第六章 電力裝置設計指南 6.17 客戶裝置線路圖核對表」中的內容 (圖 3)。雖然看起來這是和「守則 26B(3)」相近似，但關鍵的是「條文 20」的開始是「三相四線低壓系統的裝置」，而不是「守則 26B(3) (b)」的「三相四線系統的匯流排裝置」。換句話說，「港燈 指南」是接受能夠符合上述 2.1、2.3 和 2.4 項所述的減小 N 線截面積所需要符合的重點，來應用在「額定載流量超過 400 安培」的「匯流排」和「電纜」的低壓系統裝置上。

圖 3

20. 三相四線低壓系統的裝置，如每一相的額定載流量超過 400 安培而中性導體設有與中性導體截面積相稱的探測過流的設施，該中性導體的截面積可以小於相導體的截面積。此探測過流設施應能啟動相關設施以切斷相導體，但不必同時切斷中性導體。

此外，在 N 線截面積減小方面，還有香港電力工程界常常引用的 BS7671，也有和「國標 (GB)」接近相同的說明，圖 4 是從 BS7671 的最新版本 (BS 7671-2018+A2-2022) 摘錄下來的。內容我不翻譯為中文了，因為除了沒有：

- 「在正常工作时，负荷分配较均衡且谐波电流 (包括三及的奇数倍次谐波) 不超过相电流的 15%」，以及
- 「一般来说，中性导体截面的减少值不超过相导体截面的 50%」

這兩點內容外，大致的意思是和圖 1 的 GB/T 16895.6 的條文 524.2.3 相同。並且特別請注意的是：這兩份分別由 GB 和 BS 不同機構訂定的文件，其「編號」都是和 IEC 60364-5-52:2009 相同的，都是 524.2.3。

圖 4

524.2.3 For a polyphase circuit where each line conductor has a cross-sectional area greater than 16 mm² for copper or 25 mm² for aluminium, the neutral conductor is permitted to have a smaller cross-sectional area than that of the line conductors provided that the following conditions are simultaneously fulfilled.

- (i) The expected maximum current including harmonics, if any, in the neutral conductor during normal service is not greater than the current-carrying capacity of the reduced cross-sectional area of the neutral conductor, and

NOTE: The load carried by the circuit under normal service conditions should be practically equally distributed between the lines.

- (ii) the neutral conductor is protected against overcurrents according to Regulation 431.2, and
(iii) the size of the neutral conductor is at least equal to 16 mm² for copper or 25 mm² for aluminium, account being taken of Regulation 523.6.3.

通過對比上述的 (C1) 和 (C2)，可以看到對於「減小 N 線截面積」這一方面，香港現時的「成文」規定和工程的實際狀況都是比內地 (GB 的規定) 和外國 (IEC 和 BS 的規定) 來得「保守」。例如：內地和外國在符合一定的條件下，銅導體截面積超過 16mm² 便可以考慮減小 N 線的截面積，但在香港的「成文」規定卻需要在 400A 以上…

E 你說的「保守」，我可是不大同意的。我認為這樣的處理並不是「保守」，而是方便業界不需要對各別裝置都進行很繁複的考察和設計，只需要依據「成文」的規定和工程的慣例，便可以把電力裝置做得更安全。香港的兩間供電商在這近 10 多 20 年來，不是把從變壓器連接到客戶總開關的電纜或匯流排都用上了「全 N」的方式嗎？

- C 你剛剛說的，也是可以分成兩點：第 1 點是，這樣不需要考慮不同裝置的特性來進行「適當」設計的做法，不是「保守」而是更安全；以及第 2 點的，供電商供電導體的「全 N」方式，這都是在我們以下的討論中會提到的。接著我們繼續討論 (C3)：

(C3) 以「電氣安全」為基礎，以及從「符合規範設計」的角度，來討論「N 線截面積減小」的意義

在上次和你通電話時得知你預算和我討論的問題後，這個星期內我也在網上搜集了一些可能會在討論中涉及的問題和解說。現在把收集所得的一些原則性資料，總結為以下的兩個問題和相關的解說來和你分享：

(C3.a) 為什麼電力裝置要訂立那麼多的「規範」和「標準」

解說：電力裝置需要訂立許多「規範」和「標準」的主要原因是：為了保障人們的安全和確保電氣設備的正常運作。具體來說：

- a1. 安全性：電力裝置涉及電氣設備和高電壓等危險元素。而採用合適的「規範」和「標準」，便可以在極大的程度上確保裝置的設計、安裝和操作都能夠符合安全的要求，從而減少意外事故的發生，如火災、觸電等；
- a2. 品質保證：通過遵照合適的「規範」和「標準」，也有助於確保裝置的品質和性能。這對於確保電力裝置的長期穩定運行、減少故障並降低維護成本至關重要；
- a3. 環境保護：不少「規範」和「標準」，都是包含著通過合適的設計來減少材料浪費、能源浪費、污染排放等方面的內容，以保護環境；
- a4. 國際貿易：通過符合國際性標準，製造商便可以更容易地在全球市場上銷售他們符合標準的產品，以及能夠提供一定程度的相容性。

總之訂立這些「規範」和「標準」的主要目的是確保電力裝置的安全性、可靠性、性能和環保要求，從而促進電力系統的良好運作和發展。這些「規範」和「標準」通常是由政府部門、行業協會或標準組織所制定，並且很多時也會有國際性的標準。

(C3.b) 怎樣平衡電力裝置設計要求的安全性和避免過度的材料浪費

解說：在電力裝置設計中，平衡安全性和避免過度的材料浪費是一個重要的挑戰，但可以通過以下方法來實現：

- b1. 遵循合適的標準和規範：這些標準通常會提供了針對不同類型裝置的最佳實踐建議，可以幫助在保證安全的同時避免過度的材料浪費；
- b2. 優化設計和材料選擇：使用優化的設計和材料，以達到所需要安全水準而不需要過度的材料浪費。這包括選擇高效的材料、優化元件之間的配合和協調等；
- b3. 針對「特定」的可能性風險進行評估：確定可能導致影響安全問題的「特定」風險和危害，然後專注於防止或減輕這些「特定」風險的關鍵影響，而不是

簡化地以「有大有壞」來過度增加或增大材料的使用；

- b4. 教育和培訓：提供對設計人員和相關人員的教育和培訓，使他們瞭解怎樣在遵循相關的標準和規範來保證安全的前提下，能夠最大限度地減少材料浪費的方法。

通過這些方法，可以在不減低安全性的前提下，有效地平衡電力裝置設計中的安全性和過度材料浪費之間的關係。

現在我們討論的「符合規範設計」，便是指在設計過程中符合著 (C3.a) 的：「…是保障人們的安全和確保設備的正常運作…通常由政府部門、行業協會或標準組織制定，並且有時會有國際性的標準」。

(C3.c) 接著來討論的是，在符合上述的 (1.1)「屬於多（三）相電路」、(1.2)「相導體（銅）截面大於 16mm^2 」和 (1.3)「在正常工作時，負荷分配較均衡且諧波電流（包括三及三的奇數倍次諧波）不超過相電流的 15%」，並且在截面積減小的 N 線上已經裝設有符合規定的「過電流保護裝置」的情況下，是不是還會存在不安全的問題了？

我的答案是「不會」。原因是一

- 這樣的處理方式是能夠遵照著不止 1 份的國家和國際「規範」和「標準」；同時是
- 由已經裝設的「過電流保護裝置」的產品證明。

以下舉例的兩項產品是可以不需要任何的「外接保護器件」來配合，便能夠為「截面積減小的 N 線」提供所需要的「過電流保護」：

- 圖 5 的 MCCB「脫扣單元」(Tripping Unit) 是可以調定 N 線的「探（監）測電流」在 3 相的相線額定電流的 $1/2$ ($3D+N/2$)；
- 圖 6 方框中的 MCCB 在 $> 63\text{A}$ 額定電流的產品，是可以調定 N 線的「探（監）測電流」在 3 相相線額定電流 (I_n) 的 20~100% 來配合。請注意這個產品 N 線的「探（監）測電流」的調定百分比資料，對照圖 2 GB 51348-2019 條文 7.4.5.2 和圖 4 的最新 BS 7671-2018+A2-2022 條文 524.2.3 內容，因為是已經沒有了圖 1 GB/T 16895.6-2014「…（包括三及三的奇數倍次谐波）不超过相电流的 15%」和「一般来说，中性导体截面的减少值不超过相导体截面的 50%」的規定，所以這個產品 N 線的「探（監）測電流」的調定範圍，可以根據相關裝置在設計時，所預期的 N 線電流來設計 N 線的截面積和「探（監）測電流」的調定數據。預期的 N 線電流，是包括：「三及三的奇數倍次谐波电流」和 3 相負載的不平衡電流。

圖 5



圖 6

3VA2	Options	Neutral conductor protection	ETU 3-series	ETU 5-series	ETU 8-series
3-pole molded case circuit breaker	3-pole, 3 phases monitored	None	■		
	3-pole, 3 phases monitored	None		■	■
	3-pole, 3 phases monitored + N (20% ¹⁾ ... 100% I _N)	Protection for user-defined cross section of neutral conductor		■	■
3-pole molded case circuit breaker with external transformer for neutral conductor	3-pole, 3 phases monitored + N (100% ... 160% I _N)	Over-sized neutral conductor		■	■
	4-pole, 3 phases monitored	None	■	■	■
	4-pole, 3 phases monitored + N (50% I _N)	Protection for half cross section of neutral conductor	■		
	4-pole, 4 phases monitored	Protection for full cross section of neutral conductor	■		
	4-pole, 3 phases monitored + N (20% ¹⁾ ... 100% I _N)	Protection for user-defined cross section of neutral conductor		■	■
4-pole molded case circuit breaker	4-pole, 4 phases monitored	Over-sized neutral conductor		■ ₂₎	■ ₃₎
	4-pole, 4 phases monitored + N (100% ... 160% I _N)	Over-sized neutral conductor		■ ₂₎	■ ₃₎

N Neutral conductor protection
¹⁾ At rated operational currents I_N ≤ 63 A: I_N = 40 % ... 100 % I_N
²⁾ Applies to I_N > 63 A
³⁾ Dependent on circuit breaker size and rated operational current

E 雖然從國內外的「規範」和「標準」和保護設備的產品方面來看，在符合一定條件下 N 線截面積的減小，確實是有可行的根據。但是我認為這會不會還需要考慮的是：在相關電力裝置的「一定的條件」會有可能是不能夠確實知道的，例如 3 倍頻諧波的大小量值、或者是相關裝置將來的改變等，因此像「守則 6B(6)(c)」說的「如為多相電路，中性導體至少應有相導體的載流量…」，也是一種「無可厚非」的安全保障。另一方面，香港也是一個高度發展的國際城市，相信電力裝置的客戶，也不會因為相關的電力裝置採取了「全 N」方式，需要多付一點點金錢而「斤斤計較」的。

C 你剛剛說的兩個論點，我不能夠完全同意，特別是第 2 點。

首先，相關電力裝置的「一定的條件」是不是有可能不能夠確實知道的？這便需要各別的去看看每一個不同的「相關電力裝置」了。供電商把從變壓器連接到使用者總開關的電纜或匯流排採用了「全 N」方式，這便是一個極好的例子。因為「電力客戶」日後的使用電和負載情況，供電商確實是不可能完全確切瞭解的。同樣的可能性，也可以應用在多位電力使用者的「上升匯流排」和「上升總線」設計上，因此便很有必要採用「全 N」的方式。但是，如果設計供電給 1 組 MCC 掣櫃的電路，總不能說沒有辦法瞭解的吧。參照上述 (C3.a) 和 (C3.b)，看來製造電纜也是需要使用「能源」和材料的，導體截面積大的電纜總比小的電纜使用的「能源」和材料更多，相信你也會同意的吧。難道我們可以看著像圖 7 中那根只發揮著幾個 % 載流能力的 N 線，在等待著幾十年後的循環再用？地球村的資源畢竟是很有限的。

另外，你的第 2 個論點在今天更是很難得到大多數人認同的。只強調「有大冇壞」，而不去恰當設計各項材料的使用，在本質上來說就是「浪費」。更重要的是，在經濟上可以負擔得起，也並不是可以完全漠視環境保護的。其次，客戶不會「斤斤計較」的具體原因，很大的可能也是對我們整個行業的信任。面對這些現實狀況，我們是不是更需要從「確保電力裝置的安全性和可靠性」以外，還需要從環保的角度考慮一下嗎？

E 對不起，我剛才的發言，可能真的是有點不恰當。回過頭來，我還是想向你請教有關這「4 芯 + 半 PE」和「3 芯 + 半 N+ 半 PE」的組合電纜，是不是只有國標規範產品？其他國際和國家的標準有沒有這類電纜產品？

C 有國標規範的電纜產品，不是便可以了嗎？難道產品只有國標規範，便有什麼問題？

E 請不要誤會。我並不是認為國標電纜產品有些什麼問題，主要是對那些什麼 VV、YJV、YJY…不熟悉，因此想尋找更多其他的規範資料來比對一下吧。

C 這類電纜產品的其他國際和國家標準，我手頭沒有。現時我在網上找到 1 項有 IEC 和 GB 標準的 3+1 芯至 5 芯 XLPE 絕緣電纜產品資料（圖 8、圖 9、圖 10 和圖 11）給你參考，其中的 2 芯和 3 芯的產品資料便沒有摘錄了，同時請注意的是這些組合電纜中 25mm² 以下的保護導體和中性線導體的尺寸。這間製造商的電纜產品在香港也是非常有名。

但是這些資料也是使用國標電纜產品的型號代碼，因此我只好也簡單的向你介紹一下。國標電線電纜產品的型號主要由 7 個部分組成，有些特殊的電線電纜型號最後還會加上「派生代號」。下面列出最常用代號的含義：

- 1) 用途代號：電力電纜不表示，B- 絕緣線、K- 控制電纜、R- 軟線、NH- 耐火型、ZR- 阻燃型、ZA-A 級阻燃、ZB-B 級阻燃、ZC-C 級阻燃、WD- 低煙無鹵…等；
- 2) 絕緣層代號：V- 塑膠 (PVC、聚氯乙烯)、YJ- 交聯聚乙烯 (XLPE)、X- 橡膠、Z- 油浸 …等；
- 3) 導體代號：銅芯省略，L- 鋁芯；
- 4) 內護層代號：V- 塑膠 (PVC、聚氯乙烯)、Y- 聚乙烯、N- 尼龍護套…等；
- 5) 特徵代號：B- 扁平型、R- 柔軟、C- 重型、Q- 輕型、H- 電焊機用、S- 雙絞型…等；
- 6) 鎧裝層代號：2- 雙鋼帶、3- 細圓鋼絲、4- 粗圓鋼絲…等；
- 7) 外護層代號：1- 纖維層、2- PVC(聚氯乙烯)、3-PE…等。

圖 9 的 YJV 電纜，代表 XLPE(交聯聚乙烯，YJ) 絕緣 / 銅導體 / PVC(聚氯乙烯，V) 護套電纜；
YJLV 電纜，代表 XLPE(交聯聚乙烯，YJ) 絕緣 / 鋁 (L) 導體 / PVC(聚氯乙烯，V) 護套電纜。

圖 11 的 YJV32 電纜，代表 -XLPE(交聯聚乙烯，YJ) 絕緣 / 銅導體 / 細圓鋼絲鎧裝 (「裝甲」，3) / PVC(聚氯乙烯，2) 護套電纜；
YJLV32 電纜，代表 -XLPE(交聯聚乙烯，YJ) 絕緣 / 鋁 (L) 導體 / 細圓鋼絲鎧裝 (「裝甲」，3) / PVC(聚氯乙烯，2) 護套電纜。

圖 7

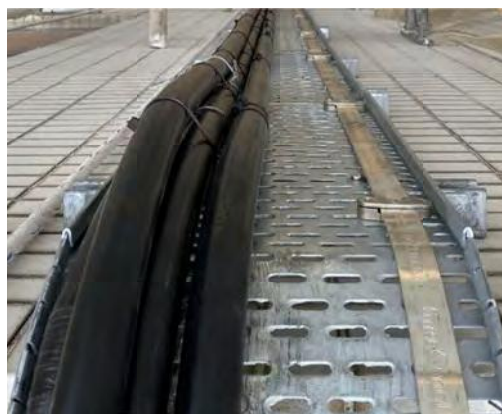


圖 8

低压电力电缆 Low Voltage Power Cable



Cable designation

YJV 0.6/1kV MULTI CORE

Construction

- > Conductor
Bare copper/aluminum circular stranded, according to IEC 60228
- > Insulation
XLPE compound
- > Fillers
PP filler
- > Sheath
PVC compound
- > Marking
e.g. "Prysmian Tianjin YJV NxSize 0.6/1kV Year"

Standards applicable

IEC 60502.1
GB 12706.1
IEC 60332.1
IEC 60332.2
IEC 60332.3
GB Equivalents

电缆名称

铜 / 铝芯交联聚乙烯绝缘、聚氯乙烯护套电力电缆 0.6/1kV 多芯

结构

- > 导体
绞合圆形铜 / 铝导体，依据 IEC 60228
- > 绝缘
交联聚乙烯
- > 填充
PP 填充物
- > 护套
聚氯乙烯
- > 印字
e.g. "PRYSMIAN TIANJIN CABLES CO., LTD. YJV N x Size 0.6/1kV Year"

应用标准

IEC 60502.1
GB 12706.1
IEC 60332.1
IEC 60332.2
IEC 60332.3
GB Equivalents



IEC 60182-1



EXCELLENT



STANDARD



0 °C



11.9



Pb



90 °C
NORMAL
OPERATION
TEMPERATURE



250 °C
SHORT
CIRCUIT
TEMPERATURE

圖 9

YJV/YJLV 3+1 CORES			YJV/YJLV 3+2 CORES			YJV/YJLV 4 CORES			YJV/YJLV 4+1 CORES			YJV/YJLV 5 CORES		
芯数 × 截面	导体直径		芯数 × 截面	导体直径		芯数 × 截面	导体直径		芯数 × 截面	导体直径		芯数 × 截面	导体直径	
cross section	diameter of conductor		cross section	diameter of conductor		cross section	diameter of conductor		cross section	diameter of conductor		cross section	diameter of conductor	
(mm ²)	(mm)		(mm ²)	(mm)		(mm ²)	(mm)		(mm ²)	(mm)		(mm ²)	(mm)	
	power core	earth core		power core	earth core					power core	earth core			
3×4+1×2.5	2.6	2.0	3×4+2×2.5	2.6	2.0	4×1.5	1.6		4×2.5+1×1.5	2.6	1.6	5×1.5	1.6	
3×6+1×4	3.1	2.6	3×6+2×4	3.1	2.6	4×2.5	2.0		4×4+1×2.5	2.6	2.0	5×2.5	2.0	
3×10+1×6	4.1	3.1	3×10+2×6	4.1	3.1	4×4	2.6		4×6+1×4	3.1	2.6	5×4	2.6	
3×16+1×10	5.1	4.1	3×16+2×10	5.1	4.1	4×6	3.1		4×10+1×6	4.1	3.1	5×6	3.1	
3×25+1×16	6.0	5.1	3×25+2×16	6.0	5.1	4×10	4.1		4×16+1×10	5.1	4.1	5×10	4.1	
3×35+1×16	7.0	5.1	3×35+2×16	7.0	5.1	4×16	5.1		4×25+1×16	6.0	5.1	5×16	5.1	
3×50+1×25	8.3	6.0	3×50+2×25	8.3	6.0	4×25	6.0		4×35+1×16	7.0	5.1	5×25	6.0	
3×70+1×35	9.9	7.0	3×70+2×35	9.9	7.0	4×35	7.0		4×50+1×25	8.3	6.0	5×35	7.0	
3×95+1×50	11.5	8.3	3×95+2×50	11.5	8.3	4×50	8.3		4×70+1×35	9.9	7.0	5×50	8.3	
3×120+1×70	12.9	9.9	3×120+2×70	12.9	9.9	4×70	9.9		4×95+1×50	11.5	8.3	5×70	9.9	
3×150+1×70	14.4	9.9	3×150+2×70	14.4	9.9	4×95	11.5		4×120+1×70	12.9	9.9	5×95	11.5	
3×185+1×95	16.0	11.5	3×185+2×95	16.0	11.5	4×120	12.9		4×150+1×70	14.4	9.9	5×120	12.9	
3×240+1×120	18.3	12.9	3×240+2×120	18.3	12.9	4×150	14.4		4×185+1×95	16.0	11.5	5×150	14.4	
3×300+1×150	20.4	14.4	3×300+2×150	20.4	14.4	4×240	18.3		4×240+1×120	18.3	12.9	5×185	16.0	
						4×300	20.4		4×300+1×150	20.4	14.4	5×240	18.3	
												5×300	20.4	

圖 10

低压电力电缆 Low Voltage Power Cable



Cable designation

YJV32 0.6/1kV MULTI CORE

Construction

- > Conductor: bare copper/aluminum circular stranded, according to IEC 60228
- > Insulation: XLPE compound
- > Fillers: PP filler
- > Bedding: non hygroscopic compound
- > Armour: galvanized steel wires
- > Sheath: PVC compound
- > Marking: e.g. "Prysmian Tianjin YJV32 N-Size 0.6/1kV Year"

Standards applicable

IEC 60502.1
GB 12706.1
IEC 60332.1
IEC 60332.2
IEC 60332.3
GB Equivalents

电缆名称

铜 / 铝芯交联聚乙烯绝缘，钢丝铠装聚乙烯护套电力电缆 0.6/1kV 多芯

结 构

- > 导 体: 绞合圆形铜 / 铝导体，依据 IEC 60228
- > 绝 缘: 交联聚乙烯
- > 填充: PP 填充物
- > 内衬层: 非吸湿性材料
- > 铠 装: 镀锌钢丝线
- > 护 套: 聚氯乙烯
- > 印 字: e.g. "PRYSMIAN TIANJIN CABLES CO., LTD. YJV 32 N x Size 0.6/1kV Year"

应用标准

IEC 60502.1
GB 12706.1
IEC 60332.1
IEC 60332.2
IEC 60332.3
GB Equivalents



IEC 60332-1



EXCELLENT



STANDARD



0 °C



110



P6



90 °C
NORMAL
OPERATION
TEMPERATURE



250 °C
SHORT
CIRCUIT
TEMPERATURE

圖 11

YJV 32/YJLV 32 3+1 CORES			YJV 32/YJLV 32 3+2 CORES			YJV 32/YJLV 32 4 CORES			YJV 32/YJLV 32 4+1 CORES		
芯数 × 截面	导体直径		芯数 × 截面	导体直径		芯数 × 截面	导体直径		芯数 × 截面	导体直径	
cross section	diameter of conductor		cross section	diameter of conductor		cross section	diameter of conductor		cross section	diameter of conductor	
(mm ²)	(mm)		(mm ²)	(mm)		(mm ²)	(mm)		(mm ²)	(mm)	
	power	earth		power	earth					power	earth
	core	core		core	core					core	core
3×10+1×6	4.1	3.1	3×10+2×6	4.1	3.1	4×10	4.1		4×10+1×6	4.1	3.1
3×16+1×10	5.1	4.1	3×16+2×10	5.1	4.1	4×16	5.1		4×16+1×10	5.1	4.1
3×25+1×16	6.0	5.1	3×25+2×16	6.0	5.1	4×25	6.0		4×25+1×16	6.0	5.1
3×35+1×16	7.0	5.1	3×35+2×16	7.0	5.1	4×35	7.0		4×35+1×16	7.0	5.1
3×50+1×25	8.3	6.0	3×50+2×25	8.3	6.0	4×50	8.3		4×50+1×25	8.3	6.0
3×70+1×35	9.9	7.0	3×70+2×35	9.9	7.0	4×70	9.9		4×70+1×35	9.9	7.0
3×95+1×50	11.5	8.3	3×95+2×50	11.5	8.3	4×95	11.5		4×95+1×50	11.5	8.3
3×120+1×70	12.9	9.9	3×120+2×70	12.9	9.9	4×120	12.9		4×120+1×70	12.9	9.9
3×150+1×70	14.4	9.9	3×150+2×70	14.4	9.9	4×150	14.4		4×150+1×70	14.4	9.9
3×185+1×95	16.0	11.5	3×185+2×95	16.0	11.5	4×185	16.0		4×185+1×95	16.0	11.5
3×240+1×120	18.3	12.9	3×240+2×120	18.3	12.9				4×240+1×120	18.3	12.9

E 根據我的記憶，幾年前在某一個公開場合，有一位監管機構的人員在回覆出席的人士提問一個「為什麼收取相關的電力裝置圖則時，沒有以守則 21E (6) 所定的：『電路圖內應按適當情況採用附錄 8 或 IEC 60617 內所訂明的標準符號』的要求…」問題時，大

概當時有著這樣的回答：「…『守則』內容中『應』字的意思，並不是等於『一定要這樣做』的意思，因為在『守則』英文版相關條文用的是『should be』…」。

我本著這樣說法的原則去查「守則 6B(6)(c)」的英文版內容，是這樣寫的“**For a polyphase circuit, the neutral conductor should have at least the full size of current carrying live conductors...**”，用的正是“**should**”字。

因此，我對你把「守則 6B(6)(c)」中「如為多相電路，中性導體至少應有相導體的載流量…」解讀為「守則」或香港的電力裝置監管機構不接受、或至少是不贊同「N 線截面積減小」這樣的觀點，有著不同的看法。我認為這可能只是本地電力裝置行業的一項潛在共識吧。因為「守則 6B(6)(c)」這一條文中用的也不過是「應」字，並沒有不准「N 線截面積減小」的強制性。

C 分析你剛剛說的，也是可以分為 2 點：

- 你的回憶，可能只是一個故事吧，雖然我也曾經聽過。「守則」中文版的字詞使用和內文含意，需要用「守則」英文版的相關內容來解釋，不少行業人士都可能會有這樣的習慣，但這是我極為不以為然的，其中的原因我也不願再說。在「守則」中用上「應」、「應該」或「不應」字詞的實在很多，但像「守則 21E (6)」那樣可以理解為「可以依循、但也可以完全不用理會」的，相信也是極少的。請看看下列的兩個也是使用「應」字的例子，想想如果在工程中是採取「不依循」，那可以有著什麼的說法或其他方法？

11B (b) (i) 電路如供電予插座，電路應設額定餘差電流值不超逾 30 毫安培的電流式漏電斷路器以作保護。

11J(b) 下列的情況尤應以電流式漏電斷路器作保護：(i) 插座電路；…

- 「守則」中「應」、「應該」和「須」、「必須」的字詞使用，相信在編寫時是會有一定的嚴格含意。把「守則 21E(6)」的「應」字，表達成為「可以依循、但也可以完全不用理會」的例子，也可能只是一個例外吧，是絕不能夠無限延伸解讀的。為什麼有著這樣的誤解，以我淺薄的見解，這是和「守則」沒有把一些具有執行程度的「用詞」加以說明有關。在下面給你介紹一下「國標」的「用詞說明」（圖 11）。類似「守則 21E(6)」現在的「可以依循、但也可以完全不用理會」執行狀況為例子，好像使用「宜」或「可」會比較貼合。因為用上「應」字，如果沒有依循，總需要有點說明去解釋一下為什麼不能按「正常情況」去做吧。

2. 這次談話最後的期望：

在即將展開的「守則」修訂中，能夠：

- 把「在電力裝置中，符合一些指定條件的多相電路，其中性導體截面積可以減小」，這一項國家和國際的「規範」和「標準」，加入研討和引進；
- 把與相關 IEC 等效的「國標 (GB)」名稱，列入「參考資料」的附錄中。

圖 11

本标准用词说明

1. 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
2. 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

3. 筆者在編寫本文時，無論是內文和插圖都是引用了不少書本、檔和網上資料，數量之多已經不能每項列出了。以下是本文「插圖編號」和一些相關資料，特別推薦給各位進一步參考。📄

(圖 3) 港燈《接駁電力供應指南》第七版・第六章	
https://www.hkelectric.com/documents/zh/CustomerServices/CI/Documents/GCS_7th_Chi/GuidetoConnectionofSupply_Chapter%206_Chi.pdf	
(圖 5) 施耐德 Micrologic 2 電子式脫扣單元	
https://product-help.schneider-electric.com/ED/NSX/NSX_Guide/EDMS/DOCA0140EN/DOCA0140xx/NSXTwin-UG_chapter_Trip_Units/NSXTwin-UG_chapter_Trip_Units-18.htm	
(圖 6) 西門子 SENTRON 3VA MCCB with IEC-certificate	
https://publikacje.siemens-info.com/pdf/575/3VA_manual_molded_case_circuit_breakers_en_en-US.pdf (第 80 頁)	
(圖 8, 9, 10, 11) 電纜	
https://cn.prysmian.com/sites/default/files/atoms/files/Power%20Cable.pdf	
國標電纜產品的型號代碼	
https://www.dianlanbao.com/news-14/13164.html	

新手特區——

三相感應電動機起動 (2/5, 分5期刊登)

麥家聲

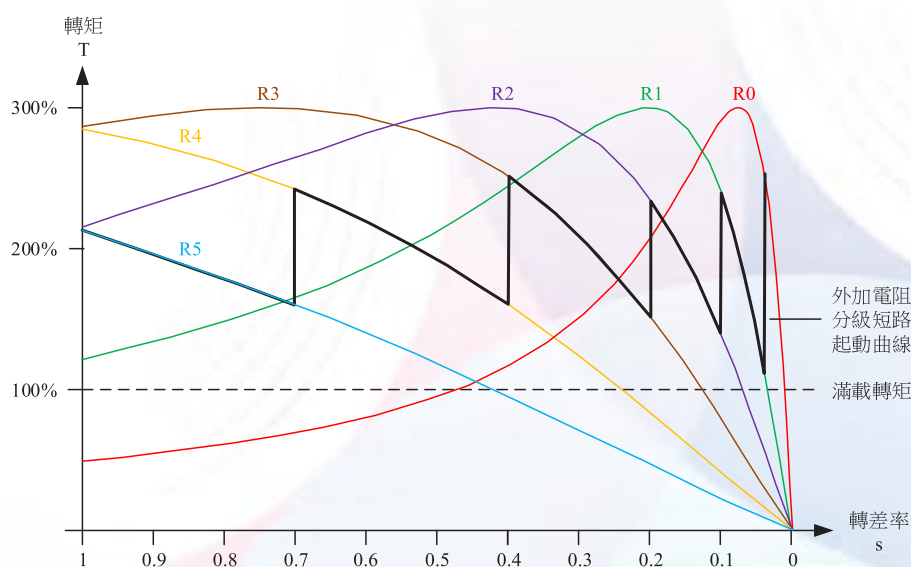
ksmak8888@yahoo.com.hk

<http://www.ksmak-sir.com/>

續上期

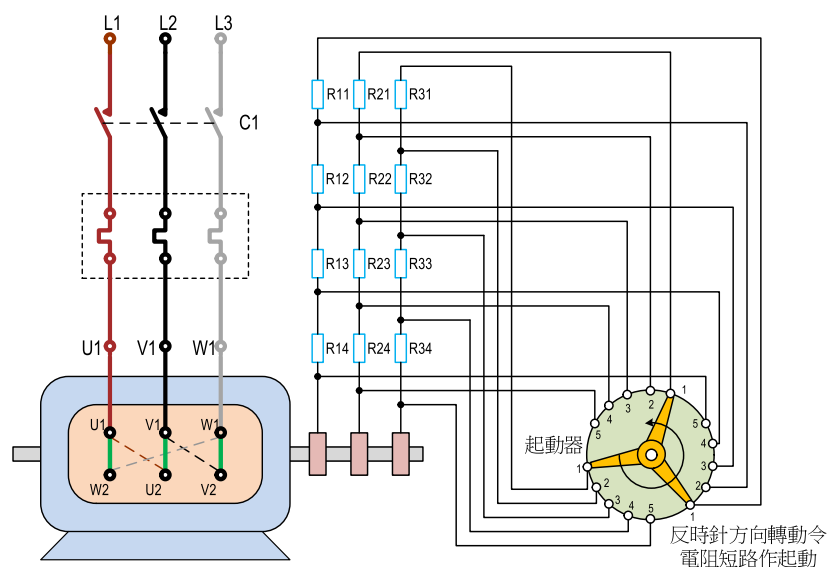
轉子串聯電阻起動方法

三相電動機的轉子除有鼠籠式外，還有另一種稱為繞線式轉子，它與一般三相電動機的定子組合，便構成三相繞線式轉子電動機，也有稱為滑環式 (Slip ring) 電動機。繞線式轉子電動機可算是一種特殊的交流感應馬達，它在轉子設有三相繞組，繞組以星形連接，繞組的引出線連接到轉軸上的滑環，再經滑環及電刷，與同樣以星形連接的外部電阻接駁，便構成轉子繞組與外部電阻串聯。三相繞線式轉子電動機起動時，先令轉子繞組與整組外接電阻串聯，使整個轉子電阻增加，這樣可以降低起動電流，並增加起動轉矩，更可作適量的轉速控制，特性曲線如（圖：2.1）所示。電動機運行時，轉速可利用外部電阻的大小來控制，外部串接電阻相當於轉子繞組的內阻增加，減低了轉子繞組的感應電流。從另一角度來看，電動機又像是一個變壓器，次級（轉子）電流小，也令變壓器初級（定子）繞組的電動機勵磁繞組電流相應減小。惟電動機起動後，必須將轉子繞組短路，以減少因為電阻帶來的不必要損耗，提高效率。

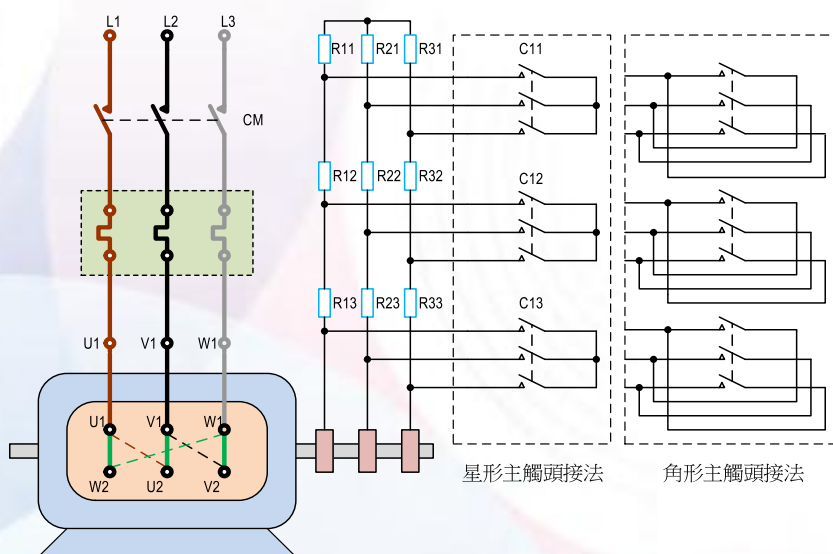


(圖 : 2.1)

此外，特性曲線顯示當外部電阻改變時，負載起動轉矩及轉速亦會按比例改變，稱為比例推移。圖中的 R0（最小，不加電阻）至 R5（最大）的曲線分別代表加入不同大小的轉子電阻時之特性曲線。但在感應電動機轉子電路中串入電阻，由於電阻的損耗，將嚴重地降低電動機的效率，所以這種控制轉速的方法通常只能短時間使用。圖中 R0 至 R3 的起動轉矩都是因電阻增大而增加，惟由 R4 開始，曲線已開始移位，其起動轉矩相反地開始下降，曲線圖中 R4 的起動轉矩差不多與 R3 一樣，R5 的曲線已顯著下降，這表示串入電阻的阻值不可以永無止境地增加。繞線式轉子電動機運作時，可根據特性曲線於適當時候將外部電阻慢慢短路而減少。繞線式轉子感應電動機，在滿載時，電動機轉速約是同步轉速的 75~80%，轉差速 $s \approx 0.25 \sim 0.2$ 。



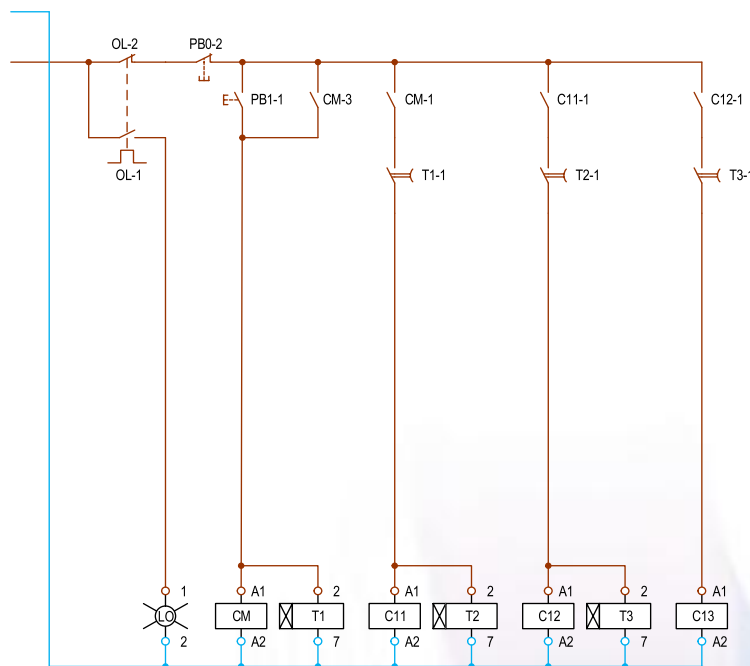
(圖：2.2)



(圖：2.3)

三相繞線式轉子電動機較舊式的控制方法及電路如（圖：2.2）所示，起動時，利用氣壓或油壓系統，使可轉動起動器之觸點慢慢將外部電阻短路（反時針方向由 1 點至 5 點）。較新式的多使用電磁接觸器控制，主電路及控制電路如（圖：2.3）及（圖：2.4）所示，透過不同的時間令電磁接觸器 C11、C12 及 C13 依次吸索，一般採用時間掣控制電路，使其主觸頭閉合，主觸頭可接成星形或角形（較多），最後完全將外部的電阻與三個滑環連接的轉子繞組短路。

轉子電阻起動 (Rotor resistor starting) 只適用於滑環式感應電動機。三相繞線式轉子電動機可算是數十年前一種起動及調速方案，由於滑環及電刷需要作定時維護，成本較高，所以在變壓變頻（VVF）系統出現後，大部分原用三相繞線式轉子電動機的系統已被變壓變頻來驅動鼠籠式電動機系統更新取代。（新手不要以為舊式或漸漸被淘汰的東西可不需學習，因為很多「電」的產物，只要定時進行維護，運行數十年是絕無問題的，所以即使你暫時未有接觸，也要對它們有充分的認識）



（圖：2.4）

電路工作原理（圖：2.3及2.4）

1. 電動機起動前，轉子繞組與外部的星形電阻器連接，增加了轉子的電阻，減少電動機的起動電流；
2. 起動時，在（圖：2.4）中，首先按下 PB1-1（起動）常開按鈕，電磁接觸器 CM 線圈觸發得電，其輔助觸點隨之轉態，CM-3 常開觸點變為閉合，為 PB1-1 常開按鈕提供旁路自保，即使 PB1-1 掣復位，CM 線圈控制電路仍然繼續操作，這時 CM 及 T1 線圈被觸發，（圖：2.3）三相電源直接經 CM 主觸頭連接電動機的定子繞組，

而轉子電阻的阻值包括 R11、R12 及 R13 三組全部串聯；

3. 設 T1、T2 及 T3 都調較至 2 秒，T1 時間掣於 2 秒後達時，其通電延遲常開觸點 T1-1 閉合，電流經 CM-1 常開觸點，T1-1 常開觸點，觸發電磁接觸器 C11 及時間掣 T2 線圈，C11 主觸頭將外部電阻 R11、R21 及 R31 短路，使整個轉子電阻減少 1/3；
4. T2 時間掣於 2 秒後達時，其通電延遲常開觸點 T2-1 閉合，電流經 C11-1 常開觸點，T2-1 通電延遲常開觸點，觸發電磁接觸器 C12 及時間掣 T3 線圈，C12 主觸頭將外部電阻 R12、R22 及 R32 短路，整個轉子電阻又再減少 1/3；
5. T3 時間掣於 2 秒後達時，其通電延遲常開觸點 T3-1 閉合，電流經 C12-1 常開觸點，T3-1 通電延遲常開觸點，觸發電磁接觸器 C13 線圈，C13 主觸頭將外部電阻 R13、R23 及 R33 短路，這時外部的電阻完全被短路，只有轉子繞組兩端以星點連接，完成起動，電動機正常運行；
6. 在任何情況下，當三相電源中斷，按下 PB0-2（停止）常閉按鈕或監察電動機電流之過載繼電器 OL-2 常閉觸點開路，電磁接觸器 CM、C11、C12、C13 及通電延遲時間掣 T1、T2、T3 會中斷電源，同時復位，轉子重新接上外部的電阻器，準備下一次的起動。

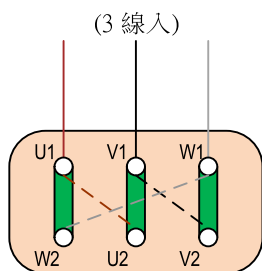
特點：增加轉子電阻令定子電流減少，起動轉矩增加。缺點：需要定期維護滑環及電刷，滑環式轉子製造困難，不經濟，能量消耗於電阻器，效率低。適合於重載下起動，負載較重的場合。

選料、接線及測試

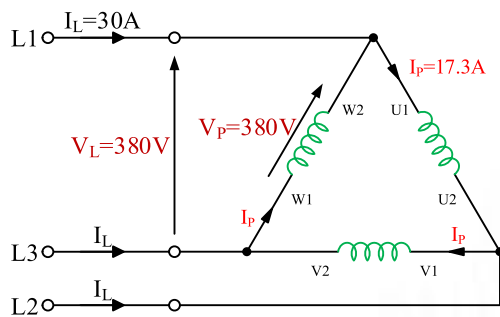
1. 按電動機的額定功率或額定電流的 1 倍來選擇主電路的斷路器及隔離開關之容量，過載繼電器同樣以電動機額定功率或額定電流的 1 倍作評估；由於是繞線轉子式電動機，CM 主電磁接觸器應採用 (AC2)。轉子部份的主觸頭只需短暫連接並傳輸電流，通常以三角形連接，最後階段工作的 C13 主電磁接觸器需採用 (AC1)，電流量可根據轉子電流 I_o 的 0.58 倍作評估；C12 及 C13 主電磁接觸器以 I_o 的 0.18~0.43 倍作評估（視負載而定）。外接電阻的阻值及功率可根據電動機廠的指引數據作參考；
2. 根據電動機的額定電流或客戶要求規格來選擇適當的導體來接駁電路；
3. 先測試控制電路（不要接上電動機大線），檢查起動及停止按鈕、接觸器吸索程序與電路設計要求結果是否一致，有需要須排除故障後才可繼續；
4. 根據電動機的需要，將電動機接角形或星形；
5. 行車後留意電動機是否有噪音，用鉗錶分別檢測三相線電流是否平衡，電流量是否正常，目測滑環及電刷的接觸狀態，是否有較大的火花。調節時間掣的長短使電動機獲得較平滑的起動電流及轉速。觀察電動機轉向是否與實際需要的工作轉向相同，若轉向不同便需要「調相」，可將三相輸入電源 L1、L2、L3 或輸出至電動機 U1、V1、W1 的任何兩條大線互換，令電動機的相序不同，轉向便可改變。

星角起動方法(Star-delta starter) [開路轉換]

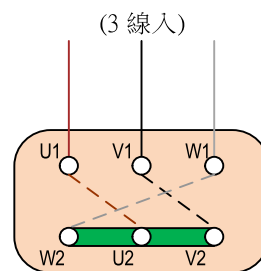
三相鼠籠式感應電動機在額定運行情況下的線電壓 V_L 為電動機的額定電壓，電動機工作時的電壓不應高於或低於額定值的 5%。三相鼠籠式感應電動機的設計，在同一台電動機條件下，是可以星形或角形連接，但要按設計時的輸入電壓而定，電動機一般會標示出兩種對應的額定電壓值，例如 Δ/Y ：220/380V 或 380/660V。若以香港供電線電壓 $V_L=380V$ 為例，以角形 Δ 連接時，繞組相電壓 $V_P(380V)$ 等於供電線電壓 $V_L(380V)$ ，設當時的線電流 $I_L=30A$ ，相電流 $I_P=17.3A$ ，如（圖：2.5）所示；但當電動機以星形 Y 連接時，每相繞組所得的相電壓只是角形連接時的 $1/\sqrt{3}$ 倍 (58%)(220V)，當時的線電流 $I_L=10A$ ，相電流 $I_P=10A$ ，只為角形的 33%，如（圖：2.6）所示。由於角形連接時，繞組相電壓較高，線電流也較大，為星形接駁時 3 倍，因此三相感應電動機以角形接駁，功率也會較星形接駁時大 3 倍，所以大功率電動機的設計，多以角形連接為主。



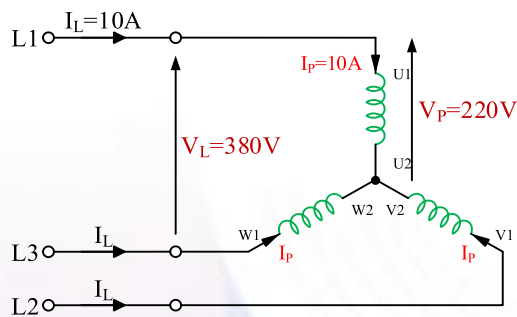
固定角形接法，接線箱的銅連杆須(垂直連接)



(圖：2.5)



固定星形接法，接線箱的銅連杆須(橫向連接)



(圖：2.6)

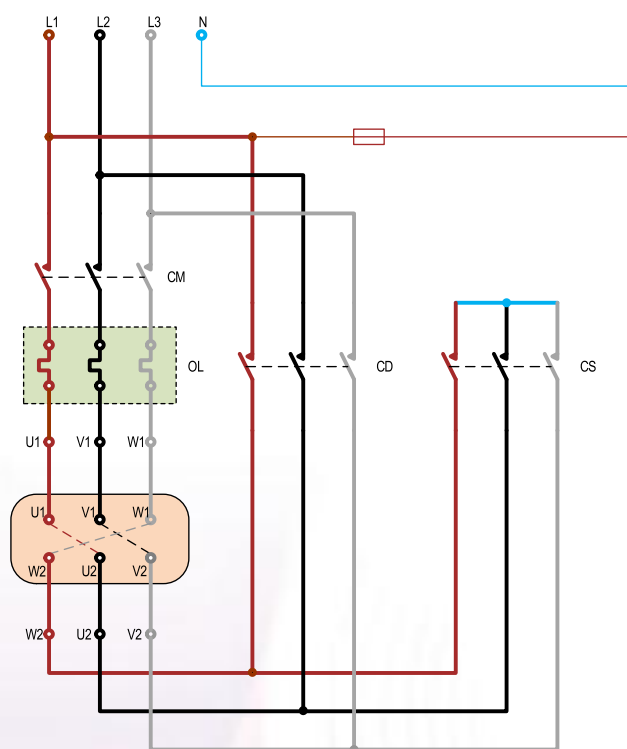
星角起動方法先把原來是接角形的電動機先以星形方式連接作起動（電壓較低），起動後再以角形方式連接作運行（電壓較高），從而降低起動電流，這方法屬於降壓起動，稱為星角「Y- Δ 」起動器，行內俗稱九線掣（因為控制掣箱內有 3 條來氣，6 條線去電動機，共 9 條較粗的大線）。九線掣的控制電路有多種設計，可算是各有特色，惟主電路都差不多，留意接駁過載繼電器的位置，應該檢測電動機的相電流，而不是較大的線電流。其中一種主電路及控制電路如（圖：2.7）及（圖：2.8）所示。

星角起動器當電動機起動時先將電動機接成星形，使起動電流減少至只是角形起動時的 $1/3(33\%)$ ，條件可滿足供電則例的要求。可是電動機的起動轉矩直接受起動電流的影

響，當起動電流減少時，電動機的起動轉矩也減弱，Y 形的起動轉矩只是 Δ 形起動轉矩的 $1/3(33\%)$ ，所以星角起動器不適用於已帶有很大負載的起動場合，否則電動機因為沒有足夠的起動轉矩而不能起動。在香港的電動機 $\geq 7.5\text{HP}$ 或 $\geq 5.5\text{kW}$ ，一般都會考慮採用星角起動器，電動機 $< 7.5\text{HP}$ 或 $< 5.5\text{kW}$ ，都會採用直接起動方法。星角形起動方法之相關比較數據如（表：2.1）所示。

接法	線電壓 (VL)	相電壓 (VP)	每相阻抗 (Z)	起動相電流 (IP)	起動線電流 (IL)	總電功率 (P)	每相起動轉矩	三相起動轉矩
Y 形	1	58%	1	58%	33%	33%	33%	33%
Δ 形	1	1	1	1	1	1	1	1

(表：2.1)



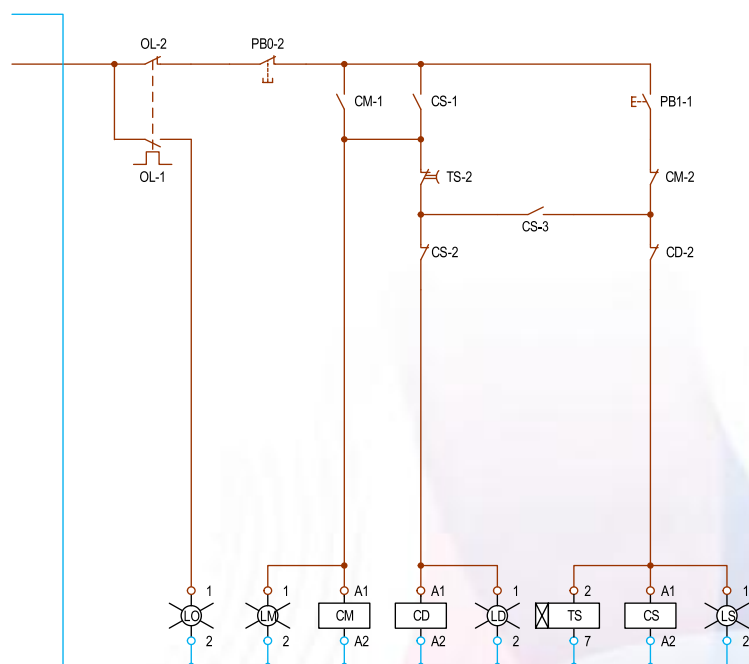
(圖：2.7)

電路工作原理（圖：2.8）

1. 電動機起動時，首先按下 PB1-1（起動）常開按鈕，控制電路電流經 OL-2 常閉觸點，PBO-2 常閉觸點，PB1-1 常開觸點，CM-2 常閉觸點，CD-2 常閉觸點等，使電磁接觸器 CS 線圈觸發吸合，（圖：2.7）CS 主接觸點令電動機的 U2、V2、W2 接線端閉合，先將電動機以星形接法的星點連接；
2. 起動電路的时间掣 TS 線圈與 CS 線圈並聯，也同時被觸發並開始計時；

3. CS-1 常開觸點閉合，令電磁接觸器 CM 線圈吸索，三相電源 L1、L2、L3 分別經 CM 主觸點供應至電動機的 U1、V1、W1 接線端。由於電動機星點已連接，所以電動機以星形連接作起動形式運行；
4. CM-1 常開觸點旁路 CS-1 常開觸點，再經 TS-2 常閉觸點，CS-3 常開觸點作自保持，這時即使 PB1-1 常開觸點復位開路，CM，CS 及 TS 線圈仍保持有電；
5. TS（通電延遲式時間掣）計時至預定的時間（電動機至差不多額定的轉速）並動作，TS-2 常閉觸點打開，令電磁接觸器 CS 及時間掣 TS 失電釋放復位，電動機在該瞬間成為開路，慣性力量使電動機繼續運轉；
6. 電動機作短暫的開路後，TS-2 常閉觸點復位，電流經 CM-1 常開觸點，TS-2 常閉觸點，CS-2 常閉觸點，電磁接觸器 CD 線圈吸索，電動機接成角形，作正常的運行；
7. 再次按下 PB1-1（起動）常開按鈕，CM-2 及 CD-2 常閉觸點已打開，起動電路不會令星形電磁接觸器 CS 線圈再次被觸發；
8. 在任何情況下，當三相電源中斷，按下 PB0-2（停止）常閉按鈕或監察電動機電流之過載繼電器 OL-2 的常閉觸點開路，整個控制電路的電磁接觸器失電釋放復位。

特點：設備簡單，經濟，起動電流小。缺點：起動轉矩小，只適合於輕載和空載起動。



(圖：2.8)

選料、接線及測試

1. 按電動機的額定功率或額定電流的 1 倍來選擇主電路的斷路器及隔離開關，主及角形電磁接觸器 (AC3)，過載繼電器以不少於電動機額定功率或額定電流的 0.6 或 0.58 倍作評估（觸點電流為相電流 I_p ，只是線電流 I_L 的 0.58 倍），星形電磁接觸器可

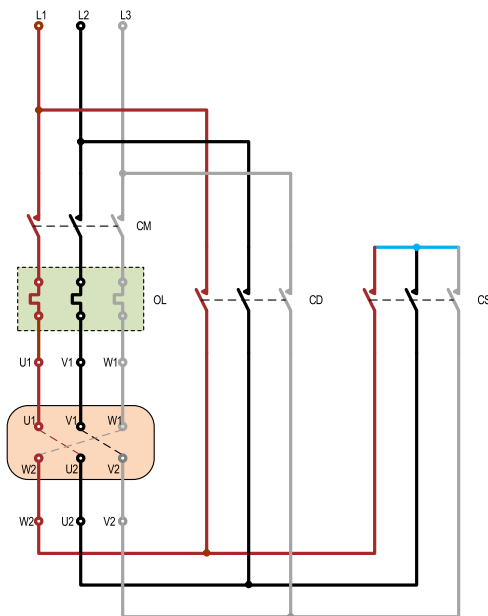
- 用 $0.34 (I_L/3)$ 倍作評估，也可根據角形電磁接觸器的較低一級規格作標準；
2. 根據電動機的額定電流或客戶要求規格來選擇適當的導體來接駁電路；
 3. 先測試控制電路（不要接上電動機大線），檢查起動及停止、時間掣、接觸器吸索程序與電路設計要求結果是否一致，有需要須排除故障後才可繼續，惟必須檢測電動機行角形後，若再次按起動按鈕，星形索掣是否會吸索；
 4. 接上電動機大線前，關閉電源，用萬用錶電阻檔根據（圖：2.7）主電路圖檢查大線是否按接線端編號來接駁（不能任意接駁）；
 5. 將電動機接線箱的 3 條銅連杆（銅巴）移除，按已核實的大線接線端編號接駁至接線箱內 U1、V1、W1 及 U2、V2、W2 共 6 個的接線端；
 6. 試行車時先將轉角形的時間掣調至較長的時間，看電動機行星形時是否正常，然後再檢測行角形的情況。留意電動機是否有噪音，用鉗錶檢測三相線電流分別在星形及角形運行時是否平衡，電流量是否正常；
 7. 行車後檢查電動機轉向是否與實際需要的工作轉向相同，若轉向不同便需要「調相」，可將三相輸入電源 L1、L2、L3 其中兩相互換，令電動機的輸入相序不同，轉向便可改變；
 8. 轉角形的時間掣一般可調至 2~15 秒，大型可調至 15~60 秒，也可用鉗錶檢測行星形時的電流作決定。電動機於星形起動時電流最大，然後會慢慢下降，當星形電流下降至穩定不變後，這時便可轉角形。

安裝九線掣電路時，一些初學者以為只要控制電路中俗稱「索掣」的電磁接觸器及時間掣是根據線路圖的時序正常操作，電動機部份便萬無一失，以致最後接駁 6 條電動機接線時，沒有根據電路圖的接線端編號來接駁，最後便出現故障，電動機不能正常運行。筆者曾於十多年前在本雜誌寫了一篇文章「星—角形起動器電動機主電路常見之錯誤」，介紹以往學生在接駁九線掣實習時之電動機部份時常出現的問題，現將部份內容與大家重溫。（圖：2.9）為一般九線掣的電動機主電路圖，較常出現的故障為：

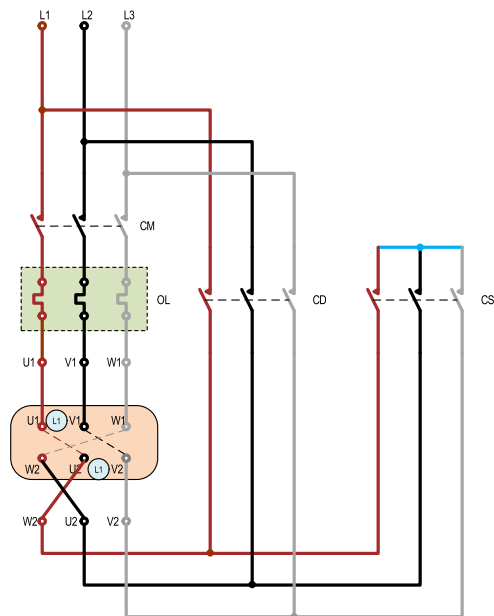
1. 行星形時電動機正常，轉角形後電動機有嘈聲並以較慢轉速繼續轉動

當出現以上故障時，應先查看角形索掣 CD 的 3 對主接觸點是否正常。主要原因是電動機 U2、V2、W2 的其中 2 條接線錯誤地對調。設 U1-U2 之間為電動機第一相繞組，V1-V2 之間為第二相繞組及 W1-W2 之間為第三相繞組。若 U2、V2、W2 的其中 2 條接線錯誤地對調，則電動機轉角形時，三相繞組其中一相的頭尾線便會接於同一相位，以致沒有電位差及電流，電動機只有其餘二相繞組有正常供電，變成缺相運行。

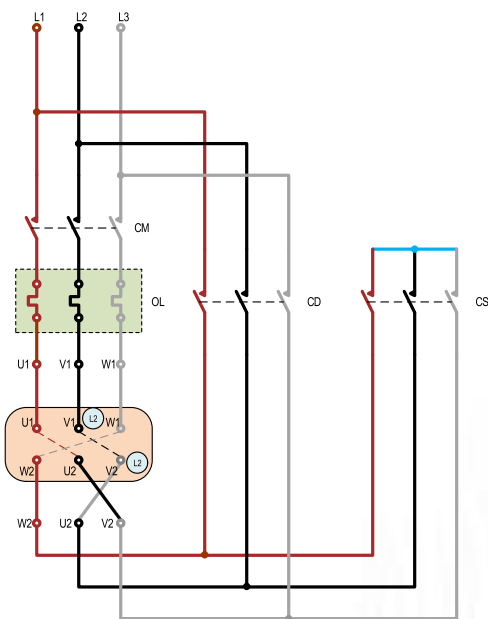
- （圖：2.10）為 U2 及 W2 錯誤地對調，轉角後第一相繞組頭尾線 U1-U2 同接於 L1 相
- （圖：2.11）為 V2 及 U2 錯誤地對調，轉角後第二相繞組頭尾線 V1-V2 接於 L2 相
- （圖：2.12）為 W2 及 V2 錯誤地對調，轉角後第三相繞組頭尾線 W1-W2 接於 L3 相



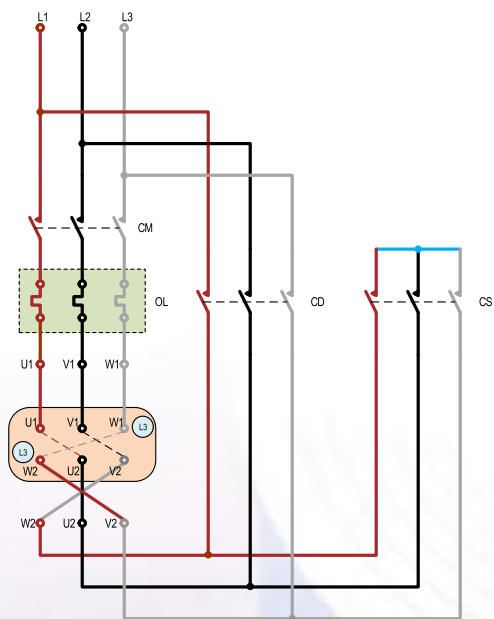
(圖：2.9)



(圖：2.10)



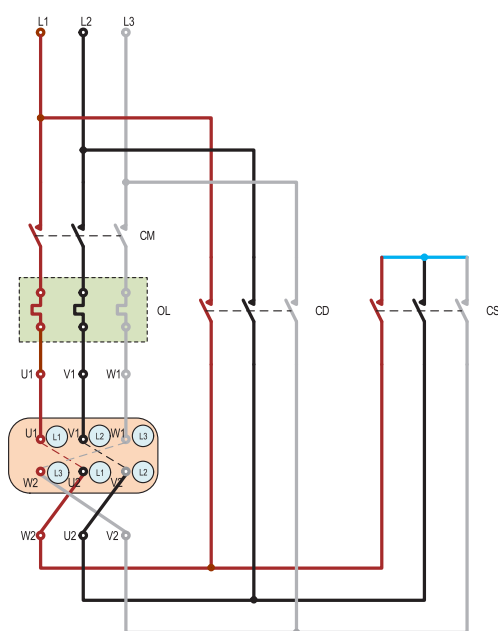
(圖：2.11)



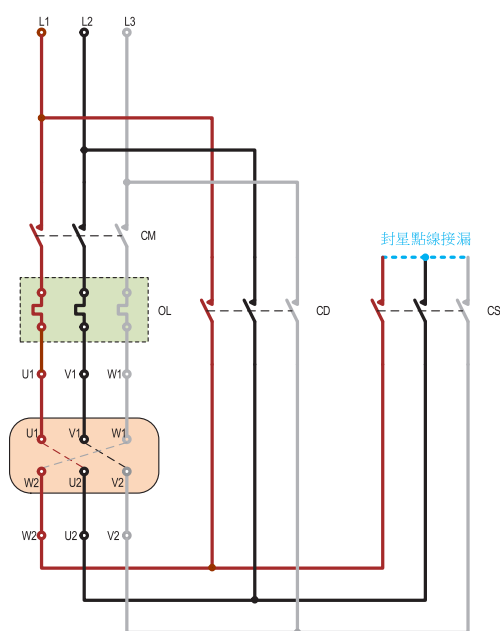
(圖：2.12)

2. 行星形時電動機正常，轉角形後電動機慢慢減速直至停止運行

當出現以上故障時，應先查看角形索掣 CD 的 3 對主接觸點是否正常。惟主因是接駁電動機的 3 條接線 U2、V2、W2 時，一起錯誤地向右移了一接線位，如（圖：2.13）示，（若是向左移了一接線位，轉角形後也會正常轉動），以致轉角形後電動機三相繞組的頭尾線都分別接於三相電的其中一相，U1-U2 接於 L1 相，V1-V2 接於 L2 相及 W1-W2 接於 L3 相，三相繞組在轉角形連接時均沒有電位差及電流，所以慢慢減速至停止。



(圖：2.13)



(圖：2.14)

3. 行星形時電動機完全不轉動，轉角形後卻正常運轉

當出現以上故障時，應查看星形索掣 CS 的 3 對主接觸點是否正常。但一般只是漏駁 CS 主接觸點之封星點短路接線，如（圖：2.14）示，以致行星形時，沒有星點，三相繞組沒有電位差，電動機便不能運轉。

以上有關九線掣電動機的故障，均假設三個索掣的全部大線至電動機之 U1、V1、W1 端點間都是根據電路圖正確連接的。當發現以上問題時，應先檢查有關索掣的主接觸點是否良好，再檢查主接觸點大線的連接是否與電路圖相同，最後根據電路圖中有關電動機的 6 個已編號的頭、尾端點接駁，電動機定必能正常操作的。九線掣是考電工牌時的熱門題目，新手必須充分掌握相關的要訣。🔧

- ◆ YouTube 影片－ Slip ring Induction Motor, How it works ?－英語－英字幕（可設定自動翻譯中文）（6:19）

<https://www.youtube.com/watch?v=JPn5Ou-N0b0>



- ◆ YouTube 影片－ Star Delta Starter power wiring / Star Delta Connection 色 / Star Delta Starter operation Explained－英語－英字幕（可設定自動翻譯中文）（7:04）

https://www.youtube.com/watch?v=Lez5vageUVk&ab_channel=ElectroAcademy



未完，下期再續

一個故事

插座是不是可以不用 RCD 保護嗎？

黎偉文

1. 「故事」的開始

最近，一位「老朋友」給我介紹一單非常奇特的工程委託，服務的內容是：為一項 WR2 工程的「缺點矯正事項的處理」提供書面意見。

其後在接觸委託的客戶時，對方強調他是以「個人」的身份來徵求意見的，並且希望提供的意見是「依循工程的角度來說工程」便可以了，因而也不用理會這相關的 WR2 工程在那裡。當我提出是不是需要邀約這一相關工程的各方面人士開會時，對方也說不用了，他會提供一份以前的會議錄音和一些文件資料，來說明「裝置擁有人（甲方）」和「相關 WR2 工程的 REC（乙方）」雙方對這些「缺點矯正事項」的觀點。

2. 乙方「書面意見」中的內容摘要，以及甲方的相應意見

2.1 乙方提出的「缺點矯正事項的處理」建議

乙方指出：甲方的裝置（下稱「本裝置」）中電腦房的 IT 設備，大多數都是以圖 1 和圖 2 的型式供電，那就是：一組大型的 UPS → U 氣配電箱中的 MCB → 13AFSU（「菲士蘇」）→ 16A 工業插座 → 使用插頭和軟電纜接向 IT 設備。但是這種型式並不符合《工作守則》（下稱「CoP」）守則 11B(b)(i)：「電路如供電予插座，電路應設額定餘差電流值不超逾 30 毫安的電流式漏電斷路器以作保護。」的規定。因此本公司提出以下的 3 項「缺點矯正事項的處理」建議：

2.1.a 把 U 氣配電箱中供電給 IT 設備的 MCB，改為相同額定電流量的 30mA RCBO；或

2.1.b 把供電給 IT 設備的 16A 工業插座 / 插頭拆除。供電型式改為：大型 UPS → U 氣配電箱中的 MCB → 兩極有指示燈的隔離開關（新加）→ 13AFSU（「菲士蘇」）→ 軟電纜接向 IT 設備。其中的「兩極有指示燈的隔離開關」是作為 13AFSU（「菲士蘇」）的「就地開關」。它有兩點安全的功能：

- (a) 作為相關人員需要在 IT 設備上停電工作時的「就地開關」；
- (b) 提供給相關人員在接上或拆除接向 IT 設備的軟電纜時的「隔離器」。或

2.1.c 把供電給 IT 設備的型式改為：大型 UPS → U 氣配電箱中的 MCB → 兩極有

指示燈的隔離開關（新加）→ 軟電纜（新加）→ 16A CEE 電纜耦合器/連接器（新加）→ 插頭和軟電纜（原有）接向 IT 設備。根據 CoP 的守則 2「釋義」中的條文 —

- ❑ 「電纜耦合器」(cable coupler) — 用以隨意連接或截離兩條軟電纜的器件。這個器件由一個連接器和一個插頭組成；
- ❑ 「連接器」(connector) — 設有插孔的器件，其預定用途是供繫上與電源連接的軟電纜。

補充說明：有關以上引用 CoP 條文中的「繫上」這一詞語，在我們的理解是「接上」。英文版 CoP 的相應文字是“attached”。

圖 1



圖 2



2.2 甲方意見：2.1.a 的「缺點矯正事項的處理」建議是絕對不可行的。本裝置中的 U 氣供電是和一般「常規供電」、「緊急供電」特別地獨立分隔開來，主要的原因都是為了保證供電不間斷的可靠性。現在你們公司建議在這些設備的最終電路上加上 30mA RCBO，只要這些「漏電斷路器」一旦出現「誤動跳掣」，那除了會影響相關的 IT 設備外，嚴重起來甚至有機會「癱瘓」了整個 IT 系統。

還有，從你們提交的圖 1 中的英文標籤說明中，可以看到這些插座可不是一般的普通插座，這是一種叫做 CEE 的插座，是不是這種插座可以不會受到你指出的那一條守則所規範？

2.3 乙方：根據 CoP 的守則 2「釋義」中的條文：「插座」(socket outlet) — 具有低壓插孔的器件，預定連同固定線路一起裝設，並預定供插頭放入使用。因此現時「本裝置」的 CEE 插座，也是受著這項守則所規範。

你說的英文標籤說明中的 CEE，這是歐洲一個訂定電氣設備標準的國際機構，由它訂定的插座/插頭在行業的習慣便稱為 CEE 插座/插頭，另外的一個習慣叫法是 Commando 插座/插頭。在 IEC 的產品標準系列中是 IEC60309，這在 CoP 的插座電路中也有列入。同時在 CoP 的參考資料中也有以下的說明：「IEC 60309 工業用插頭、插座和耦合器 — 有開關掣的插座及有 / 沒有連鎖的連接器」。因此，這種插座也統稱為「工業插座」。

我們提供的「缺點矯正事項的處理」除了 2.1.a 的建議外，還有 2.1.b 和 2.1.c 這兩項應該是完全沒有你剛才提及的顧慮了。而且貴公司也是長期僱用有 REW，因此進行接上或拆除接向 IT 設備的軟電纜的工作，也是可以做到完全符合 CoP 守則和法

例的規定……

- 2.4 甲方：我們公司的 REW 對於這一項矯正事項，也有不同的處理意見。通哥，現在請說說你的處理方式建議 —

通哥：依據我的工作經驗和你剛才說的 IEC 60309 標準是包括有插頭、插座和耦合器這 3 類產品，以及你引用的 CoP 守則 2「釋義」中對「連接器」(connector)的說明，我們的意見是：可不可以把現有的 16 安培工業插座，在圖 1 的標籤和你們的檢測報告上的中文改寫為「16 安培連接器」，英文改寫為「16A CEE Connector」，那便不是什麼都不用改動，就可以避開 CoP 中的插座這一個問題了嗎？

- 2.5 乙方：謝謝通哥。根據剛才引用守則對「連接器」的說明，以及我現在提供的圖 3 和圖 4，可以看到插座是「預定連同固定線路一起裝設」，而連接器卻是「浮動」的，並且接在連接器上的電纜，按規定應該是軟電纜，因此對於現有的裝設型式，不可能是什麼都不用改動，便能夠符合 CoP 的規定。

還需要特別補充說明的是：如果貴公司選擇 2.1.c 這一種方式，在 5 年後的 WR2 工作中，也會有機會被指為不合格。因為 2021 年版的 IEC 60309（圖 5）已經把原來 2012 版本（圖 6）的「couplers」修訂為「portable socket-outlets」了。

圖 3



圖 4

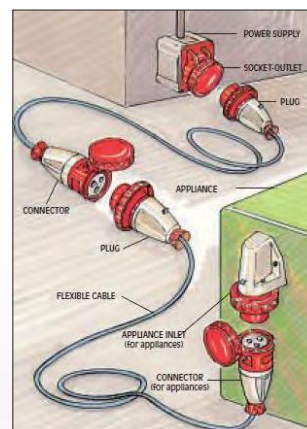


圖 5



圖 6



3. 我對於乙方提出的3項「缺點矯正事項的處理」的意見和補充

3.1 乙方提出的這3項「缺點矯正事項的處理」，都是能夠符合現時的相關規定：

3.1.a 建議 2.1.a：同意甲方在上文 2.2 的考慮：

3.1.b 建議 2.1.b：如果這項建議得到甲方採用，對於供電型式，我也有以下的 (i) 和 (ii) 兩點意見。因此供電型式會改為：大型 UPS → U 氣配電箱中的 MCB → (i) 使用圖 7 型式的「有菲士和指示燈的兩極隔離開關」（新加）→ (ii) 可以獨立固定裝設在接線箱上的「軟電纜接線器 (Flexible cable connector)」（新加）→ 軟電纜接向 IT 設備。以下是這兩點意見的解釋：

- 圖 7 的「有菲士和指示燈的兩極隔離開關」，其中的「有指示燈的兩極隔離開關」功能已經在乙方的 (a) 和 (b) 中有很清楚的說明。而「菲士」的部份是代替了原有圖 2 中的「13AFSU(菲士蘇)」，估計原來的設計是用來配合接向 IT 設備的較小規格 (mm^2) 軟電纜時，作為符合「過流保護」的要求；
- 採用圖 8 型式接線器的原因是：它具有可靠的軟線「固定」和「接線」的功能。它的「軟線夾」可以有效固定大至 10mm^2 規格的軟電纜，而且是在完成軟電纜的接線和固定後，進行「拉扯」試驗來確定軟電纜的接入和固定效果。這兩項「優點」足以抵銷其價錢稍貴的「缺點」，因為這樣型式的接線器的額定電流一般都是 45A。

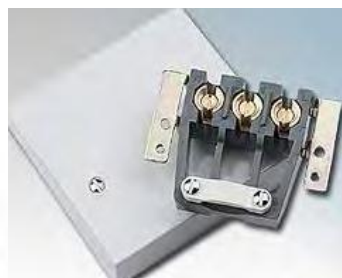
3.1.c 建議 2.1.c：如果這項建議得到甲方採用，對於供電型式，我的意見也是把其中的「兩極有指示燈的隔離開關」改為圖 7 型式的器件。原因如 3.1.b 所述。

3.1.d 我在這裡特別需要強調的一點是：有關通哥說把現有的 16 安培工業插座，在標籤和檢測報告上通過改寫中文、英文說明，而避開 CoP 中的有關插座的屬性問題，這一個做法是絕不可取的。

圖 7



圖 8



3.2 對於插座 / 插座電路是不是「必須」設有額定餘差電流值不超過 30 毫安的電流式漏電斷路器以作保護的探討

自從在上世紀 80 年代，不少國家和地區在插座、插座電路上都開始使用 30mA RCD 作為加強「防止觸電危害」的保護器件。在經過一段時間的運作實踐後，可以看到這一措施是：一方面確是有效地減低了電器使用者因「觸電」而做成的「人身」和

「財產」危害，特別是「住宅」和「戶外使用」的裝置和電器；而另一方面，也領會到這類「跳脫靈敏度」很高的保護器件，會很有機會出現「非故障而引起的誤動」。這便會給一些需要、或「習慣上」由插座供電，但卻對電力供應的持續性有著很高要求的電氣設施帶來不少的困擾，特別是工商業使用的 IT 設施，這些困擾一直在國際上引發著很高的關注。

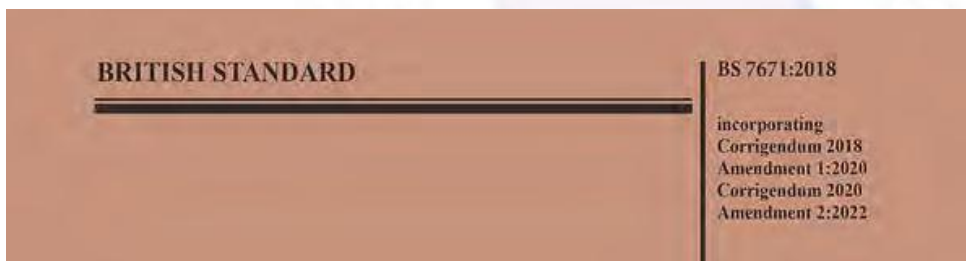
《英國電機工程師學會佈線規例（電力裝置規定）》在 BS7671:2008 (17Ed.) 的「條文 411.3.3」（圖 9）便載有「插座可以不用 RCD 保護」的一些裝設要求，在其中 (a) 項的舉例中便列有：商業 (commercial) 或工業 (industrial) 的場所 (locations)。因為這「條文」在以後的版本中，也不斷有著不同程度的修訂，所以現在只是非常簡略的介紹。

圖 9

411.3.3 Additional protection In a.c. systems, additional protection by means of an RCD in accordance with Regulation 415.1 shall be provided for: (i) socket-outlets with a rated current not exceeding 20 A that are for use by ordinary persons and are intended for general use, and (ii) mobile equipment with a current rating not exceeding 32 A for use outdoors. An exception to (i) is permitted for: (a) socket-outlets for use under the supervision of skilled or instructed persons, e.g. in some commercial or industrial locations, or (b) a specific labelled or otherwise suitably identified socket-outlet provided for connection of a particular item of equipment. NOTE 1: See also Regulations 314.1(iv) and 531.2.4 concerning the avoidance of unwanted tripping. NOTE 2: The requirements of Regulation 411.3.3 do not apply to FELV systems according to Regulation 411.7 or reduced low voltage systems according to Regulation 411.8.
--

3.2.a 插座 / 插座電路是不是「必須」設有額定餘差電流值不超過 30 毫安的電流式漏電斷路器以作保護的最新參考規例 — BS7671:2018+A2:2022 (18Ed.)（圖 10，以下簡稱《規例》）的「條文 411.3.3」（圖 11）

圖 10



在沒有進一步說明這項「插座和戶外使用移動式裝置供應的附加要求」的「條文 411.3.3」前，預算先介紹一下這條文中的一些「專用詞語」。需要說明一下的是：本文所有相關「英文」翻譯的對應中文，都是概括性的「意譯」。需要準確的資料，可以參考摘錄的原文。

圖 11

411.3.3 Additional requirements for socket-outlets and for the supply of mobile equipment for use outdoors

In AC systems, additional protection by means of an RCD with a rated residual operating current not exceeding 30 mA shall be provided for:

- (i) socket-outlets with a rated current not exceeding 32 A in locations where they are liable to be used by persons of capability BA1, BA3 or children (BA2, BA3),
- (ii) socket-outlets with a rated current not exceeding 32 A in other locations, and
- (iii) mobile equipment with a rated current not exceeding 32 A for use outdoors.

An exception to (ii) but not (i) or (iii) is permitted where a suitably documented risk assessment undertaken with the involvement of a skilled person (electrically) determines that RCD protection is not necessary.

NOTE 1: For the purpose of this exception, an ordinary person (BA1) instructed in the use of the installation does not become an instructed person (electrically) or cease to be an ordinary person.

The documented risk assessment shall be provided with the appropriate electrical installation certificate.

The requirements of Regulation 411.3.3 do not apply to FELV systems according to Regulation 411.7 or reduced low voltage systems according to Regulation 411.8.

NOTE 2: See also Regulations 314.1(iv) and 531.3.2 concerning the avoidance of unwanted tripping.

NOTE 3: RCD protection of all socket-outlets is recommended.

NOTE 4: See Appendix 2, item 11 in respect of risk assessment.

NOTE 5: A lighting distribution unit complying with BS 5733, shaver supply unit complying with BS EN 61558-2-5, luminaire track system, installation coupler, LSC or DCL is not regarded as a socket-outlet for the purposes of this regulation.

- BA1, BA2 …，根據《規例》「附錄 5（資料性）外部影響的分類」（圖 12，在側旁的表格和文字是我的附加解說）

圖 12

Utilization	BA	Capability	使用（用途）	
	BA1	Ordinary	BA(組別)	能力
	BA2	Children	BA1	普通人
	BA3	Disabled	BA2	兒童
	BA4	Instructed	BA3	殘障人士
	BA5	Skilled	BA4	曾接受指導人員
			BA5	技術人員

- Skilled person (electrically)，《規例》中的「第 2 部分 定義 (Part 2 Definitions)」(圖 13)：「技術人員（電氣）。根據所從事的電力工作的性質，擁有適當教育、培訓和實務技能的人員。以及能夠察覺風險並避免由電力所造成的危險。（註 1 和註 2 的中文翻譯，從略）」

圖 13

Skilled person (electrically). Person who possesses, as appropriate to the nature of the electrical work to be undertaken, adequate education, training and practical skills, and who is able to perceive risks and avoid hazards which electricity can create.

NOTE 1: The term '(electrically)' is assumed to be present where the term 'skilled person' is used throughout BS 7671.

NOTE 2: Regulation 16 of the Electricity at Work Regulations 1989 requires persons to be competent to prevent danger and injury. The HSE publication HSR25 provides guidance on this.

- Instructed person (electrically) , 《規例》中的「第 2 部分定義 (Part 2 Definitions)」(圖 14) : 「曾接受指導人員 (電氣) 。得到技術人員 (電氣) 充分建議或監督的人員 , 使該人員能夠察覺風險並避免由電力所造成的危險。」(註 1 和註 2 中文翻譯 , 從略)

圖 14

Instructed person (electrically). Person adequately advised or supervised by a skilled person (as defined) to enable that person to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create.

NOTE 1: The term '(electrically)' is assumed to be present where the term 'instructed person' is used throughout BS 7671.

NOTE 2: Regulation 16 of the Electricity at Work Regulations 1989 requires persons to be competent to prevent danger and injury. The HSE publication HSR25 provides guidance on this.

- Ordinary person , 在《規例》中的「第 2 部分 定義 (Part 2 Definitions)」(圖 15) : ” 普通人員。既不是技術人員也不是曾接受指導人員。 ”

圖 15

Ordinary person. Person who is neither a skilled person nor an instructed person.

- 3.2.b 以下是提供給貴公司參考的「條文 411.3.3」(圖 11) 的中文意譯 (條文中所有有關「NOTE」的中文翻譯 , 從略)

411.3.3 插座和戶外使用移動式裝置供應的附加要求

在交流電系統中 , 應使用額定餘差動作電流值不超過 30 毫安的 RCD , 為以下的情況提供額外保護 :

- (i) 在易被 BA1、BA3 人士或兒童 (BA2、BA3) 使用的地點 , 額定電流不超過 32 安培的插座 ;
- (ii) 在其他地點 , 額定電流不超過 32 安培的插座 ;
- (iii) 額定電流不超過 32 安培供戶外使用的移動式設備。

在技術人員 (電氣) 的參與下 , 進行了具適當文件記錄的「確定不需要 RCD 保護的風險評估」, 則容許 (ii) 可以例外 , 但 (i) 或 (iii) 則除外。

風險評估的記錄應與適當的電氣安裝證明一起提供。

條文 411.3.3 的要求不適用於條文 411.7 規定的 FELV 系統或條文 411.8 規定的降低低壓系統。

- 3.2.c 在圖 11 的「條文 411.3.3」, 除了在 NOTE 3 再重申「建議對所有插座應使用 RCD 保護」的指引外 , 還可以看到容許插座可以不使用 RCD 提供額外保護的一些重點 :

- 額定電流不超過 32A 的插座 ; 以及裝設在
- 不是易被 BA1、BA3 人士或兒童 (BA2、BA3) 使用的地點 ; 以及
- 不是供給戶外移動式設備使用 ; 以及
- 必須在技術人員 (電氣) 的參與下 , 進行具有適當文件記錄的「確定不需要 RCD 保護的風險評估」。

上列的 3.2 段是提供給貴公司有關「插座」和「漏電斷路器」的參考資料。如果貴公司預算採納這項方式，我們公司可以提供這方面的服務。服務內容可以包括：

- ❑ 「不需要 RCD 保護的風險評估」的記錄文件樣本；和 / 或
- ❑ 「不需要 RCD 保護的風險評估」的評估工作和提交的文件記錄；和 / 或
- ❑ 為貴公司的 REW，對「不需要 RCD 保護的風險評估」的評估工作和提交文件記錄的相關培訓。

4. 結束語 — 不是「故事」的一部份

在著手編寫本文的資料收集期間，使我能夠更為深入一點的認識到：在同一個「地球村」內，各個不同地區的「電力裝置」從業者在立足於安全的基礎上，不斷努力地去適應和配合著各種「新興技術」特別是 IT 行業的技術和設備，對電力供應和裝置上的各方面要求，上文引用的 BS7671:2018+A2:2022 (18Ed.) 便是一個很好的例子。在包括電器製造商在內的不少電氣業界都強調新一代的 RCD 已經是極大程度減低了「誤動」的可能性時，BS7671 仍然在近期 (2022 年) 作出了最新的修訂。

但是，從另一個比較近距離的角度來看，在香港地區的我們對配合這「不斷發展中」的 IT 行業的技術和設備，無論在指引的訂定和實務的操作上的各方面，看來都有一定程度的「空間」需要跟進。

總結來說，深切希望在不久以後的 CoP 修訂中，能夠考慮把「BS7671:2018+A2:2022 條文 411.3.3 的內容」列入修訂項目。🌱

電職與機電工程署

電力法例部技術講座 2024

陳文信
港九電器工程電業器材職工會 技術主任

為慶祝港九電器工程電業器材職工會成立 66 週年誌慶，本人透過此篇文章作為對工會的賀禮，在此祝賀工會「會務興隆，六六無窮」。

港九電器工程電業器材職工會（電職）與機電工程署電力法例部（機電署）於 2024 年 5 月 27 日於廣東道會所共同舉辦「電力安全講座」。機電署委派機電工程師，演講主題為：「固定電力裝置的法定要求」；而電職則委派技術主任，演講主題為：「接地故障保護裝置全攻略 2022」。

機電署所分享的内容有以下數點：

- (1) 固定電力裝置的法規要求
- (2) 發電設施註冊及維修的法規要求
- (3) 電力（線路）規例工作守則
- (4) 電力事故分析
- (5) 機電工程署（規管服務）網上註冊服務

因篇幅甚為豐富，故本文只會節錄機電署重要的內容與大家分享。

1. 固定電力裝置的法規要求 — 電力工作

- (1) 機電署重申，**所有電力工作均必須由註冊電業承辦商承辦**電力工程業務或立約進行電力工作；
- (2) 除註冊電業承辦商，電力裝置**擁有人**若以**全職性質**及**定額薪酬**僱用適當級別的註冊電工進行相關電力工作，亦屬可行；
- (3) 不論註冊電業承辦商抑或電力裝置擁有人，均須有效地督導所僱用的註冊電工在進行電力工作時的安全。

2. 固定電力裝置的法規要求 — 完工證明書(WR1)

- (1) 凡固定電力裝置完成後（包括修理、改裝或增設工作完成後），在通電以供使用前，必須簽署 WR1；
- (2) 簽署 WR1 的註冊電工須在簽署後由註冊電業承辦商 / 電力裝置擁有人 * 進行加簽；內容如下圖：



- (3) WR1 可無須遞交到機電署，但註冊電業承辦商 / 電力裝置擁有人 * 須妥善保存過去 5 年紀錄，以便在機電署提出要求時查閱，內容如下圖：

完工證明書(表格WR1)

無須遞交到機電署，但須妥善保存過去 5 年紀錄，以便在本署提出要求時查閱

註：有 (*) 指電力裝置擁有人若以全職性質及定額薪酬僱用適當級別的註冊電工進行相關電力工作

3. 固定電力裝置的法規要求 — 固定電力裝置定期檢測

- (1) **電力裝置擁有人**（包括：業主 / 租客 / 佔用人 / 業主立案法團 / 物業管理公司）均有責任安排為其裝置作一次**檢查、測試及領取證明書**（表格 WR2）；
- (2) 有 3 類裝置須每 12 個月進行檢測
 - (2.1) 公眾娛樂場所，包括遊樂場、表演場地、展覽館、戲院等等…
 - (2.2) 危險品倉庫、危險品儲缸及汽油及柴油加油站；
 - (2.3) 高壓固定電力裝置；
- (3) 凡下列裝置，不論多大電流需求量，均須每 5 年進行定期檢測
 - (3.1) 酒店
 - (3.2) 學校
 - (3.3) 院校的處所

- (3.4) 幼兒中心
- (3.5) 醫院的私營醫療機構
- (3.6) 獲有效豁免的附表護養院
- (3.7) 護養院
- (4) 凡下列裝置，當電流需求量下列數值時，均須每 5 年進行定期檢測
 - (4.1) 工廠及工業經營處所：>200A
 - (4.2) 一般處所：>100A

4. 發電設施註冊及維修的法規要求

- (1) 除下列位置的發電設施外，凡發電設施（不論高 / 低壓及使用中或備用），擁有人必須向機電署署長註冊；
 - (1.1) 該裝置須做 WR2；
 - (1.2) 只供應電力予擁有人所擁有的電力裝置（並無聯網）；
 - (1.3) 飛機；
 - (1.4) 船艇；
 - (1.5) 氣墊船；
 - (1.6) 單獨用於汽車上；
 - (1.7) 地盤。

5. 發電設施 — 申請辦法

- (1) 申請方法
 - 申請人要呈交
 - (i) 表格 GF1
 - (ii) 註冊有關的文件
 - (iii) 一次性申請費用（港幣 640 元）
- (2) 申請流程

➤ 現有註冊發電設施的申請流程



自 2024 年 6 月 14 日起，註冊發電設施的申請流程將有所變更，其更改包括：

- (2.1) 因機電署與供電商已經建立數據鏈進行數據互換，故此申請人可無須向機電工程署提交「完成通知書」的副本；筆者按更新後的流程圖作出修改，已流程圖如下：

➤ 更新註冊發電設施的申請流程



(2.2) 鑑於有部分發電設施（例如太陽能光伏板）在風暴時被吹走而導致危險，機電署同時加強對此的規範。**若發電設施涉及有關支承發電設施的構築物的小型工程或改動及加建工程**，申請人在遞交 GF1 及 GF2 的同時，一併提交相關政府部門規定有關支承發電設施的構築物的所需文件。例如：

- (2.2.1) 已向地政總署遞交的新界豁免管制屋宇屋頂/ 樓梯頂篷裝設的光伏系統**安全證明書**或；
- (2.2.2) 由屋宇署/ 隸屬房屋局常任秘書長辦公室的**獨立審查組**發出就有關**小型工程完工證明的認收信**或；
- (2.2.3) 由屋宇署/ 隸屬房屋局常任秘書長辦公室的獨立審查組發出就有關改動及加建工程竣工證明的認收信。

如申請人未能遞交相關文件，其申請將不會受理及其發電設施將不能接駁至電網。

6. 發電設施 — 註冊證明書

- (1) 註冊證明書必須在發電設施的所在處展示註冊證明書；
- (2) 不得使用須註冊但未有註冊的發電設施；
- (3) 除有資料更新外，一經成功註冊，無須續期。

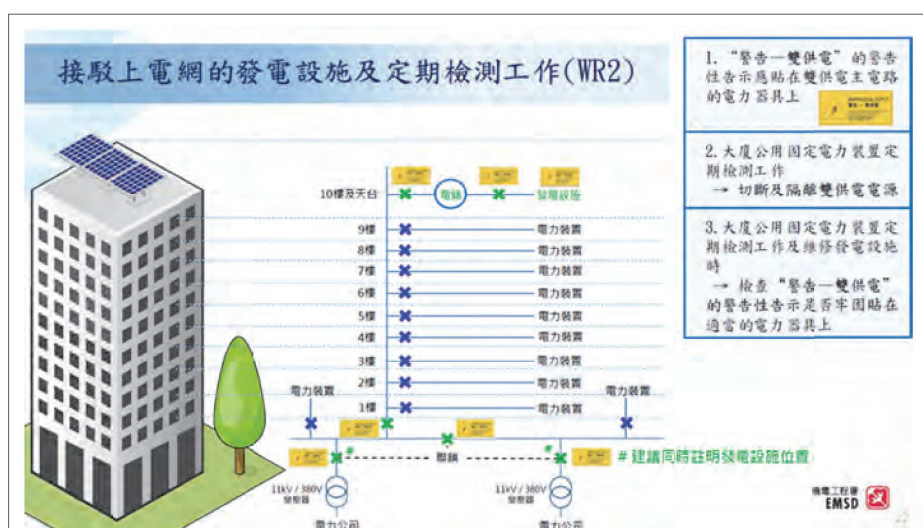
7. 發電設施 — 維修

- (1) 除 (i) 地盤，(ii) 發電設施須簽 WR2 及 (iii) 只供應電力予擁有人所擁有的電力裝置，所有發電設施的擁有人須確保 (i) 使發電設施經常保持運作安全，及 (ii) 展示告示，列明使設施經常保持運作安全而僱用的註冊電業承辦商的名稱及註冊號碼。



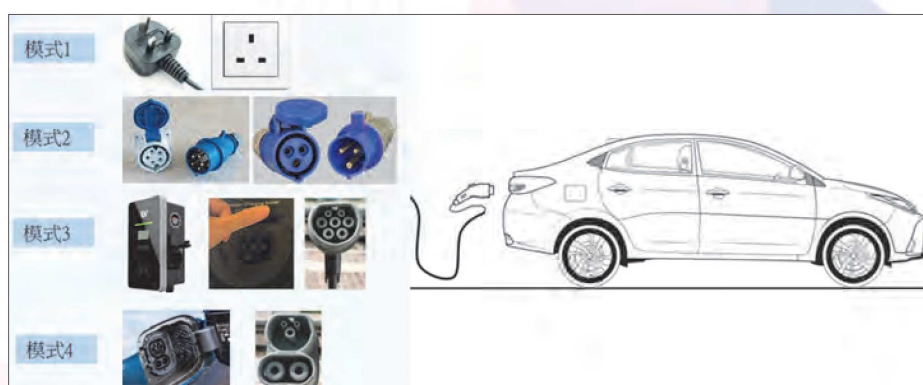
8. 發電設施 — 定期測試

- (1) 若發電設施屬於須做 WR2 的電力裝置的一部分，其發電設施必須進行**定期檢查、測試及領取證明書**；
- (2) 若電力裝置需每 5 年最少一次定期檢測工作，其發電設施必須在簽及第一張 WR1 後 5 年內同時進行；
- (3) 若電力裝置 WR2 和發電設施 WR1 屆滿日期不同，就將最近的一個 WR2 屆滿日期前同時為電力裝置及發電設施完成定期檢測工作。原則是對發電設施的定期檢測「寧早勿遲」！
- (4) 鑑於發電設施曾經發生致命意外，機電署再次呼籲工友們在進行 WR2 時必須留意下列要點：
 - (4.1) 凡所有涉及雙供電的電力裝置，必須按照工作守則的守則 17 的「雙供電」的警告性告示，穩固地貼上；
 - (4.2) 在做電力裝置的定期檢查時必須「切斷及隔離雙電源」；



9. 電動車充電設施

根據守則 26S，共分 4 類



就模式 1 及 2，註冊電工只須選擇使用 A 型電流式漏電斷路器；至於模式 3 及 4，基於會有可以有大量直流電「反饋」入交流電系統。故此，除非模式 3 及 4 的充電設施的生產商能夠提供相關證明（包括但不限於內置針對直流故障電流的保護措施例如符合 RDC-DD (IEC 62955)、IEC 61851-23 當中第 7.6 段的要求或確認有關設備屬隔離式直流電充電裝置等等…）之外，機電署都建議採用 B 型電流式漏電斷路器，詳情如下：

工作守則26S - 電動車充電設施		
充電模式分類	插座及連接器	故障防護
模式1	BS 1363	• A 型電流式漏電斷路器
模式2	IEC 60309	
模式3	IEC 62196	• A 型電流式漏電斷路器 + RDC-DD (IEC 62955) ;或 • A 型電流式漏電斷路器+ 電動車輛充電設施內置針對直流故障電流的保護措施;或 • 電動車輛充電設施內置A 型電流式漏電斷路器，及針對直流故障電流的保護措施;或 • B 型電流式漏電斷路器 • B 型電流式漏電斷路器;或 • A 型電流式漏電斷路器 [備註：須核對類型設計測試證明書及相關測試報告 - 確認有關設備符合IEC 61851-23當中第 7.6 段的要求] ;或 • A 型電流式漏電斷路器(可選擇是否安裝) [備註：須核對類型設計測試證明書及相關測試報告 - 確認有關設備屬隔離式直流電充電裝置]
模式4	IEC 62196	

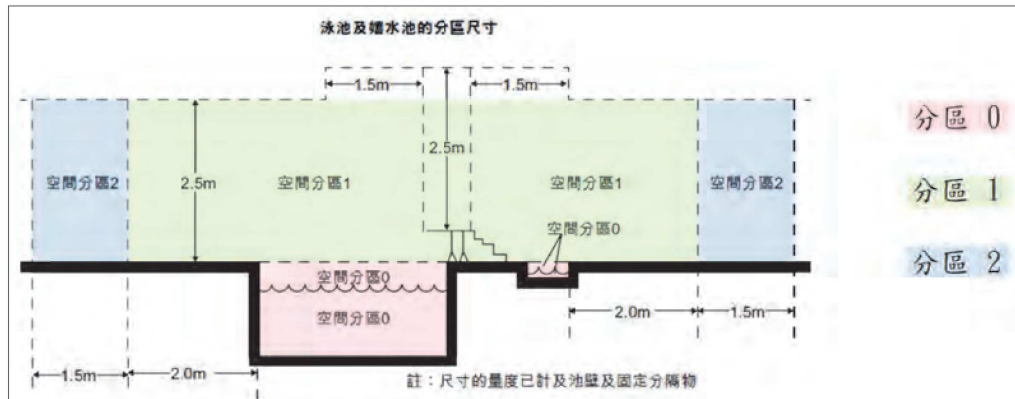


機電署亦向我們提供了測試模式 3 及 4 的測試方式。

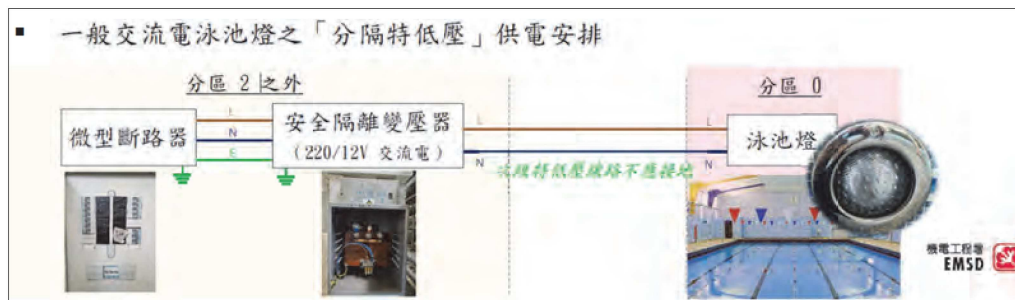
10. 泳池電力裝置

根據守則 26M，泳池共分 3 個區域（區域 0，區域 1 及區域 2）

區域 0 只准許使用「分隔特低壓」（SELV – 類似鬚刨插座）的電力裝置，而且電壓不超過 12 Vac 或 30 Vdc



請工友們留意，分隔特低壓的火牛須符合 IEC 61558-2-6，且其**次級線路均不能接地!!!**



11. 電力事故分析

在電力事故分析這個環節，註冊電工 CPD 的單元一已經有詳細講解，不在此贅述。但是機電署在此講座中提及「工作許可證」一事，電職一方認為有待商討，雖然「工作許可證」已在 1992 年版本已經推出，然而，有相關的技術問題仍須有待處理。我認為應留待機電署在工作守則修訂小組中進行討論。

工作許可證

附錄 16A (舊本)

開工前：第1部由負責人員 (Responsible Person) 填寫

開工前：第2部由負責工作人士 (Person in-charge) 填寫

完工後：第3部由負責工作人士 (Person in-charge) 填寫

完工後：第4部由負責人員 (Responsible Person) 填寫

《工作守則》守則4G(1) 及 附件16A

EMSD

雖然近年涉及觸電的工業意外屬個位數，但作為代表電氣業界工人的工會，電力意外即使一單都嫌多！所以在此強烈呼籲：



小 結

是次機電署派代表親自來到我會參與講座，實屬難得的好機會，因為不單增進了電職與機電署溝通的良好機會，彼此亦都透過討論去增長知識。我與黃工程師不論在會前或會後討論，都深切盼望彼此都有可持續溝通及發展的機會與空間，因為我深信「多一點溝通，少很多誤會」！

當電職與機電署成功地舉辦講座，我有個願景，就是電職與兩電（中電與港燈）都能夠派出代表合辦類似的講座，甚至是註冊電工的持續進修講座，藉此增加交流的機會，將電氣行業的質素推進新的高峰。

註：有關機電署在 5 月 27 日講座內容，可掃描 QR 碼查閱。📱



香港職業健康安全事件大事回顧系列之專家評論——

與黃偉賢先生探討地盤安全及業界職安健管理制度

稿件由  香港工人健康中心 提供
Hong Kong Worker' Health Centre

(訪問於 2015 年 3 月進行，而此文章亦曾於 2017 年在《職業健康》中刊登)

在今期，我們很榮幸能邀請到前香港職業衛生安全協會會長——黃偉賢先生為我們探討地盤中所發生的不同意外的常見成因，與及又如何能「有的放矢」地制定針對性的改善方法。

意外調查不全面 成因只能看表面

黃偉賢先生於訪問開首便語重心長地提到：「在收到你們的訪問邀請那一刻，我腦海中即時飄盪著很多在這行業中所見到的畫面；而因著你們的這個主題，令我也不禁想起，往往都是有嚴重意外發生後，大家才問為什麼會發生！」他繼續道：「一宗意外不論大小，發生的背後總有著很多不同而複雜的原因環環相扣著，出現問題的地方很多時都可能不只一個，但絕大多數的人們都只會做最簡易的事情，直接看最表面導致意外發生的因素，不願意多花一些時間去進一步探究問題出現的根本原因，繼而涉及該因素的人便順理成章地『落鑊』並需負上責任！」

就像 2016 年尾銅鑼灣有工人在進行高處拆除鋁窗工程時不慎墮地壓傷途人一案，外界大多只會討論起因是工程進行期間工人未有佩戴安全帶、舊樓的狗臂架意外鬆脫引致慘劇發生。可是，正如黃先生提到，一宗事故的發生並非單憑大眾所看到或媒體所報道般簡單。當其他引發原因沒有被真正關注到，譬如該公司開展工程前有否進行全面的環境及工序風險評估、員工自身對工程的危害意識是否足夠等因素，往往便會因較少被提及而令意外的根本原因被忽略，導致未能作出防止相同事件再發生的有效措施。所以，在每一宗意外發生後所進行的事故調查，其全面性很重要，若只側重於盡快找人負責而忽視從各方面檢討意外發生的根本原因，我們永遠都無法做好「預防」工作。

被忽略的成因 對職業安全管理的態度及管理系統的成敗

提到責任問題，在職安健的預防和管理上，不論是工序上的預防措施、還是員工的教育和培訓，根據香港法例乃屬僱主與僱員的共同責任；可是，在相較之下，黃先生也與本系列之前曾訪問的專家持相同意見，認為僱主及各階層管理者本身對於工作健康及安全的態度尤

其更為重要，他們在管理上的嚴謹程度會直接或間接地影響員工對職安健的謹慎度和士氣。「過去很多地盤主管都只著重將工程準時完成『起貨』而忽略地盤整理和工作安全，結果導致不少嚴重意外的發生，而建造業至今仍然是各行各業中錄得最高意外率及致命個案數字一直高企的行業，當中因『人體從高處墮下』而引致的死亡率甚至比同期意外數字頭三位的類別更加高。」他嘆了一口氣後繼續說：「由此可見，現時政府和業界所推行的那些改善措施只是一昧強調針對工人知識上的變化，但是『知』和『行』是兩回事，而『知』後又是否可『行』更加無人去理會，因此投放多少時間和資源都根本無法從僱傭雙方對職安健的態度這意外發生的根本源頭上解決問題，也因此令同類型的事件不斷地重複發生。」

接著，黃先生更提到現今建造業等較高危行業看似均對工作安全越來越關注，可是，當中又有多少人打從心底希望做好職安健預防和管理？還是只因為政府收緊規管條例的要求而做的呢？「若是前者，僱主對職安健便應該會越來越注重，在整項工程裡設立相應的監管制度和預防措施便會越來越多，希望藉著嚴謹控制，從而減低事故和意外發生。可是，我們並沒有見到有這樣的情況在行業間出現！」與此同時，當沒有在不同的工序上仔細瞭解實際情況而推行新措施或收緊舊有守則，推行後又未有為新措施進行檢討，便令這些安全措施實施的過程變得過分繁複和嚴謹，猶如“雪球效應”滾得越來越多層次，事倍功半，而且單方面增加及收緊所謂保障員工的守則，也會令員工覺得「太麻煩」或反感而不遵循，結果導致「好心做壞事」，本末倒置。

「安全」不應被獨立看待

對本港職安健預防和管理的看法，黃先生表示，「安全第一」的標語耳熟能詳，但無論從管理層或者前線員工的角度，「安全 (Safety)」往往均被獨立提出強調和被「優先排序」。而實際上，宏觀國際間各先進國家和地區，卻是將「安全 (Safety)」和「品質 (Quality)」、「成本 (Cost)」、「生產 (Delivery)」、「士氣 (Morale)」四個範疇互相緊扣並相互影響。這簡稱「QCDSM」的元素是一套任何行業都能應用的管理系統，當中五大範疇只要其中一項出現問題，其他範疇便會受到影響。因此，當我們在考慮和看待「安全 (Safety)」時亦要同時環顧其餘四個範疇之間的聯繫和完整，並非是獨立進行，更不可如現時的管理層般覺得「安全」只是前線員工的責任和任務。

黃先生解釋說：「若管理層只在標語上強調『安全』，但卻在限制『成本』的前設下，制定一系列不適合前線員工在日常『生產』過程中使用的指引和措施，自自然然會招致員工的反感和增加他們對守則的不遵從性（即『士氣』），同時也有很大可能會因而導致他們所做出來的產品的『品質』出現落差，結果令整件事事與願違。正如剛才提及的，很多僱主只著重於準時「起貨」的觀念，便是對『生產 (Delivery)』的範疇重視程度大於其他，就會令狀態出現失衡。」他續說：「反之，若管理層是由衷的將『安全』視為整個管理中的一個組成部分而非額外要做的事情，和其他四個範疇一併考慮和關注，無分彼此同樣重要，以身作則，讓每件事情都可平衡發展，員工亦會因此而感同身受且相信管理層的未來計劃路向。」

同一道理，黃先生亦表示現今很多人會視「職安健預防和管理」為一套獨立系統，一般認為事故的發生僅僅只因該系統出現問題；但其實，不論是什麼行業背景，國際間成功的機構都會將職安健預防融入到其他範疇中一併管理，並得出令人羨慕的結果。黃先生稱，正因為導致意外發生的因素涉及多方面及互相影響，僱主更應根據 QCDSM 的範疇集合不同部門的管理層一同討論意外事故的起因而作出檢討及相應的措施，避免意外再發生。

可是，當提到意外事故起因的檢討，黃先生認為現時有關當局和業界所進行的意外調查，深度、全面性和改善措施的涵蓋面也「質量俱無」。勞工處一直都會在其「職安警示」欄發佈一些嚴重或致命工傷意外的事故調查報告，可是當中對於每一件事故發生的根本原因卻完全沒有仔細地分析和提及，亦未有按各層面提出針對性建議措施。當官方發佈的資訊也沒有全面地公佈時，企業或東主當然便難以透過其報告作有效借鑒去檢討自身的管理系統。有見及此，一套持之有恆和有效的管理系統才可以全面性地解決引致意外發生的多方面因素。

簡化安全措施管理程式 建立信任機制 靈活培訓內容

為保障工人的健康及安全，黃先生強調安全措施管理程式應該芟繁就簡。另外，要令員工真正明白措施背後的意義及重要性及感受到管理層的誠意，建立彼此的信任。要達到以上目的，建立「跨界別」的溝通管道便必不可少。透過引入「員工參與」管理方法，當管理層需要進行涉及前線員工執行的工序決定前，可以邀請他們一起商討和作出決定，讓員工不僅能瞭解上級的方針及考慮，同時亦讓管理層瞭解員工實際工作時的限制，最終作出更有效的預防控制。同時，亦可加深員工對相關工作的危害和風險的認知和意識，並因著共同參與決策過程，從而提高他們對執行相關改善措施的遵從性和通過自身參與決策過程增加員工對公司的歸屬感。

黃先生同時提到僱員培訓亦是職安健預防和管理中重要一環。除了入職前的訓練外，為了加深地盤工人對安全的認識及警覺性，在職培訓中的內容便不能只是溫故知新。基本訓練的題材對於新入職者來說或會感到新鮮，但對已入行的工人來說，便有機會覺得內容枯燥乏味而不會用心參與。因此，安排工人重溫培訓時，課程內容必須根據工人的實際工作需要、年資或學歷程度作出調節，讓他們吸收新知識的同時亦能增加他們對培訓的興趣。

結語

每一宗意外其實都是一個結果，只要能杜絕原因，意外就能減少甚至完全避免。預防措施當然要做好，但為避免不必要的傷害和損失再次發生，從意外調查中檢討亦是必需的工作。黃先生寄予政府及權威組織不應只靠法例去規管，應主動「帶頭」，為意外展開全面調查，並對外發佈全面的意外調查結果，提醒各業界應進行深入意外調查及檢討，有效針對源頭作出適合的措施，亦可豐富大眾對安全方面的思考角度，減少只看表面的引致原因。同時加強與工程上各工種誠意的溝通以瞭解實際情況，配合適當培訓，才能真正有效避免意外再次發生，QCDSM 中各個因素才能得以平衡。🌱

物業管理維修 安全注意事項

香港執業安全師學會
專業及技術諮詢委員會主席
物業維修技術人員協會技術顧問
李光昇博士

物業管理維修中有以下的常見事故

一、火災

火災事故主要包括氣體火災、液體火災、可燃物火災、電氣火災等事故。這四類事故各有特點，各有不同的起火原因，但究其共性原因是：

1. 一些管理者缺乏安全生產知識，甚至強令工人在生產工藝不成熟和工場設備佈局不合理的情況下，進行工作，是火災事故原因之一。
2. 員工缺乏安全防火知識，在作業中違反安全防火規定和有關安全生產規定，在禁忌防火區進行明火作業、吸煙，致使釀成火災。
3. 作業場地狹窄，將一些禁止在同一室內的工序，放在同一室內生產，為火災事故的發生創造了條件，埋下了隱患。
4. 電氣設備存在漏電和安裝不當現象，是電氣設備發生火災的主要原因。

對火災事故的預防措施主要有：

1. 加強員工的安全教育，杜絕違規現象。
2. 加強作業場所的通風，使作業場所的有毒氣體迅速排出，減少火災事故的發生。
3. 電氣設備在安裝時，應嚴格執行安裝規定。
4. 在使用過程中應加強設備的維修工作。

二、密閉場地

近年來，因密閉空間作業的急性職業中毒事故引起的死亡事故頻頻發生，因為中毒多發生在與外界相對隔離、進出口受限、自然通風不良的密閉空間作業場所，且主要表現為窒息性氣體中毒，所以加強密閉空間作業職業中毒的預防便顯得非常關鍵。

防止密閉場地事故的預防措施主要有：

1. 制定允許進入的條件及實施工作許可證制度。
2. 對密閉空間可能存在的危害因素進行檢測及評估。

3. 進入密閉空間作業前，採取淨化及通風等措施。
4. 證密閉空間在整個許可期內始終處於安全狀態。

三、高空作業

在香港，人體下墜在工地內是頭號殺手。高空作業的優先次序如下：

1. 盡量避免在離地工作。
2. 若必須離地工作，應先設置一個安全工作台及提供通道。
3. 若工作台及通道用於行人之時，其闊度最少為 400mm；若用於運輸物料之時，其闊度最少為 650mm，並須在台面以上 900~1150mm 之間，妥善安裝堅固的頂圍欄，在 600~450mm 之間設中圍欄及設置 200mm 高的踢腳板。
4. 若架設工作台有具體困難時，可為工友提供安全網及安全帶。

四、吊船的安全規定

1. 使用前及每六個月要由合資格檢驗員徹底檢驗，且取得一張按認可格式發給的證明書。
2. 吊船上要標明安全操作負荷及每次可載的最高人數。
3. 每星期由合資格人士檢查。
4. 由合資格操作員操作。包括操作員要
 - i. 至少年滿 18 歲；
 - ii. 有認可訓練；
 - iii. 要有一條安全帶及一條獨立救生繩；
 - iv. 每次作業前必須檢查繩索。

五、動力工具

1. 使用前應檢查工具護罩是否完好，電線接頭是否妥當。
2. 檢查工具是否屬於雙重絕緣或已接上地線，以防止觸電。
3. 按照工具使用說明書進行正確地操作。
4. 禁止穿著鬆身衣服以免被工具之轉動部份纏繞。紮好長頭髮。
5. 使用合適的個人防護裝備。
6. 當要更換工具的刀片、鑽咀等，應確保先關閉電源，並將插頭拔離插座。
7. 當要啟動工具時，應檢查刀片、鑽咀等是否已安裝好，避免開動時發生意外。
8. 工具在使用後，應關上電源並將插頭拔掉，不應手持正在運轉中的工具行走。
9. 當工具被工件夾住不能運轉時，應將電源關上並拔去插頭，才可處理被卡住的工具。
10. 在戶外工作時，應使用防水插頭及插座。
11. 不應在潮濕及存放易燃物品的地方使用電動手工具。
12. 有問題的工具，不應自行維修，應交由有關部門處理。

六、電力安全

在電氣事故中，其傷害導致的死亡率比起大多數其他類別的事故要高，而發生電氣事故的常見主要原因是：

1. 絕緣損壞；
2. 工作系統不合理；
3. 電流保護器不合理（保險絲）；
4. 粗心大意和自以為是；
5. 儀器過熱；
6. 漏電；
7. 接觸不良等。

注意下述要點，可以防止電氣事故。

1. 替代選擇：用氣動工具替代電動工具；
2. 關閉電路及裝置的開關：要安全、可靠地做到這一點；
3. 降壓：對每一個電路，都要使用其可能的最低的電壓；
4. 電纜及插座保護：要保護電纜及插座不受外界及環境影響，這種影響有可能對電路及設備的完整性產生壞的作用，如雨；
5. 插銷及插座：滿足標準的要求，其適用的類別及形式都應正確；
6. 維護及測試：要由持牌電工按照規定的時間間隔來進行。

七、中暑

人體不斷產生熱量，必須釋放這些熱量，以保持 37°C 的適當核心溫度。人體通過使更多的血液循環到皮膚來對升高的溫度作出反應，從而使人體向空氣中散發更多的熱量。如果血液循環增加所導致的熱量損失不足，大腦會發出信號，指示皮膚中的汗腺將汗液釋放到皮膚表面。隨著汗液的蒸發，它從皮膚上其餘的汗液中吸收能量來蒸發，從而在皮膚上留下較涼的水分，這有助於降低整體核心溫度。這稱為蒸發冷卻。

防中暑的安全提示

1. 只要保持水分並休息一下，可避免與熱有關的疾病。
2. 降溫最重要，盡可能利用風扇和陰涼處，可以幫助減少熱應力的可能性。
3. 定期休息會幫助身體冷卻，在工作期間定期喝大量涼水可以最大程度地減少熱量和濕度的影響。
4. 為了最大程度地減少與熱有關的問題（尤其是在炎熱潮濕的工作環境中）的可能性，請適應環境，定期休息，喝大量涼水，根據情況穿合適的衣服並了解警告標誌，以便採取適當的措施。🧊

香港某舊區的消防安全問題

范嘉華 CEng, MCIBSE, MSc, MIET, LEED AP,
BEAM Pro, EMSD REW B0, CDCP

本人為英國特許工程師，為英國特許屋宇裝備工程師學會正式會員，但並非從事消防工程，故本文內容只供參考和討論和以合法途徑改正所提出的缺點之用。讀者應就消防安全事宜諮詢註冊消防工程師或認可人士或相關顧問公司的意見。過往由本人撰寫或翻譯的技術文章可在此處下載：

<https://samkwfan.wixsite.com/samkwfan/publications>

筆者最近在某小區遊覽，該區舊式樓宇林立，開設了很多中西式食肆、售賣外地產品的超級市場、糧食店等，也有很多非本地人在該區聚居和遊覽，可惜該區的舊式樓宇在消防安全方面仍有短板，望能盡早補齊：



很多在該區舊式商住樓宇仍未有安裝消防裝備，例如要按 FS572 要求商住樓宇要加裝的自動噴灑系統、消防栓及喉轆系統、緊急照明、機械通風系統的自動中斷操作裝置等。部分單梯式樓宇的樓梯連正常照明都不足。

在這些舊式樓宇地舖開設的持牌食肆，已合乎領取牌照的最低消防安全要求；但因其所在的大廈的沒有所需的消防設備，故未必可以加裝自動噴灑系統、消防栓及喉轆系統等，消防安全仍有改進的空間。



舊式樓宇的逃生途徑、樓宇耐火結構、消防和救援進出途徑等有所不足。部分在單位的大門未必是合格防火門，而電掣房門未必有足夠防火功能。

在該舊區，沒有看到新式樓宇的能在收到火警訊號時能自動關閉的防火門。這類先進的防火門，能減少防火門阻礙通道帶來不便和被長期楔開的問題。

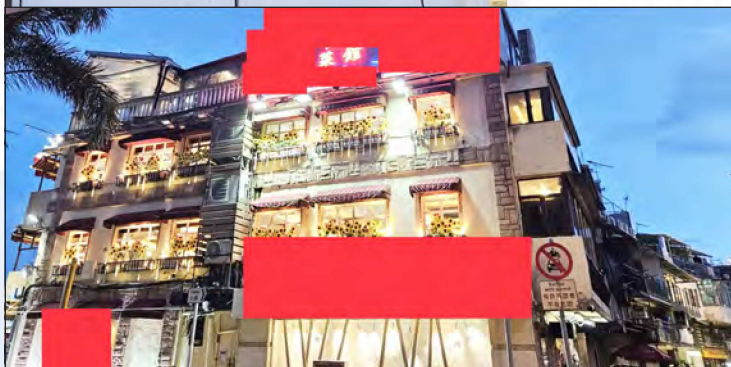


在該區的步行街的持牌食肆，應已合乎領取牌照的最低消防安全要求；但沒有自動噴灑系統、喉轆系統等，消防安全仍有改進的空間。

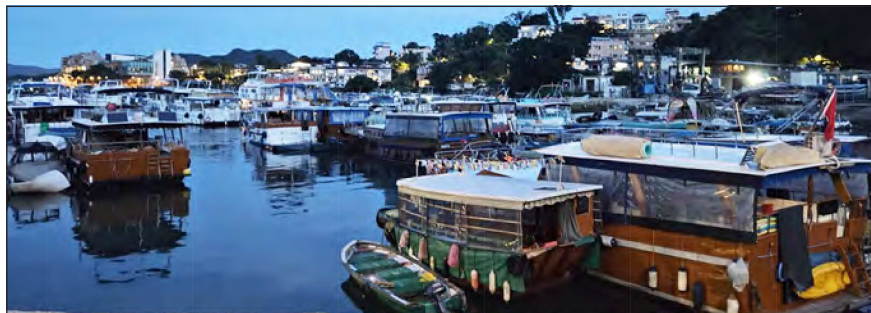


部分在該區舊樓地下開設的超級市場、老人中心和銀行已按相關條例要求安裝獨立的折衷式花灑系統，其水源由街喉直接供應。

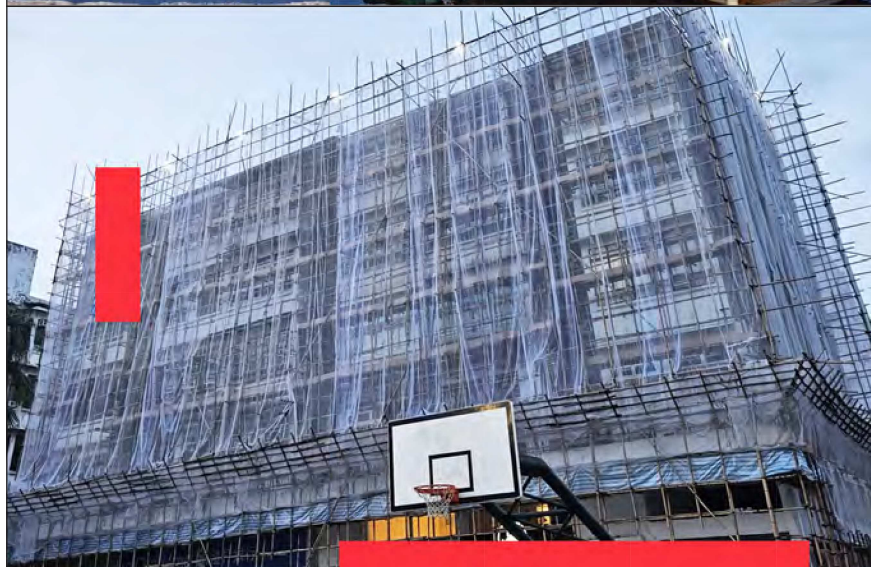
處所所在的舊式大廈的其他部分沒有花灑系統。



部分在該區的三層樓高的食店，我個人懷疑未必有安裝自動噴灑系統、消防栓及喉轆系統等先進滅火裝備。



該區近海，可能仍有無牌渡輪服務，這些船隻的消防和其他海上安全管理恐怕仍未到位。



照片所示的是該舊區已成立業主立案法團和正在進行大維修的樓宇。

但該區有很多舊樓似乎是「三無大廈」：即沒有業主立案法團（法團）、沒有任何居民組織及沒有管理公司的大廈，這些大廈的似乎管理不善。



在該區某舊廈地舖的政府處所，設有出路牌和緊急照明燈，但沒有消防花灑系統。

試測試自己的電工理論 知多少

葉樹德

退休職訓局電機系 講師
電梯公司 高級工程師 (RE)

導引

古言有云:[學而時習之,不亦樂乎]。一位好的電力工程人員,當然要具備豐富工作經驗、具有電路知識和電工理論。如缺乏理論知識,當遇到故障、運作或設計問題時,可放在枱上用理論及計算去解決。所以基本理論及計算是必須的,就算已有證書,放低久了,也會忘記,所以要多溫習。有了紮實理論及計算,才能全面理解整個電路控制及設計,提升工作效率及解決問題。

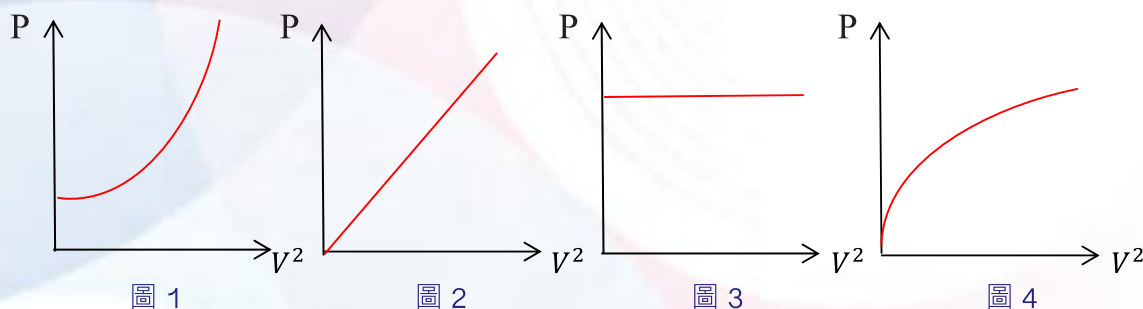
所以機電工程署的註冊電業工程人員牌照、註冊電梯工程人員牌照要求,都必須修讀職訓局或認可訓練機構的證書或訓練課程,再加足夠實際工作經驗,當達到理論與實際工作經驗都有時,才能拿到相關機電工程署發出相同等級的電力工程牌照。

所以希望各位工作經驗豐富電工師傅,保持學習初心,多些閱讀電學原理及工藝新知識,做個大師級電工。

以下是根據祖國的[中公教育]的[學科教師招聘考試教材]中選出一些題目測試大家。深淺程度與我們A和B電工牌考試水平差不多。

所有解題,都會用計算及理論解釋放在問題後的另一頁,希望各位先自我分析和解答題目,利用自身已有知識,用推論及計算找出自己認為對答案,再看看後頁本人建議的答案。

題1: 附圖有4幅電功率 P 與電壓平方 V^2 的關係圖,那一幅圖在實際上最能表達一般鎢絲燈在不同電壓下消耗的電功率 P 與電壓平方 V^2 之間的關係?



題 2 :

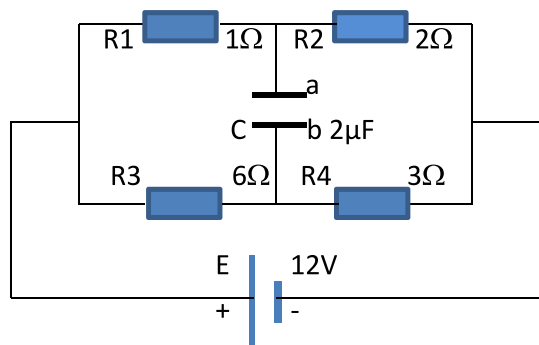


圖 5

如圖 5 的橋式電路，電容 $C=2\mu\text{F}$ ，電源電動勢 $E=12\text{V}$ ，電源內阻 r 略去不計，問電容器 C 的 a 極是帶正或負電？另電容器的電荷量是多少？

- A. --, $4\mu\text{C}$ B. +, $6\mu\text{C}$ C. --, $7\mu\text{C}$ D. +, $8\mu\text{C}$

題 3 : 將一量程為 5mA 滿刻度的電流錶改裝為電阻錶 R_{x1} 檔，電流錶內阻為 50Ω ，電錶接上電池的電壓為 1.5V ，電錶經調較零位後，測量一條電阻 R ，電阻錶指針指到滿刻度的 $\frac{3}{4}$ 位置時，求電阻 R 的電阻值是多少？

- A. 16.77Ω B. 50Ω C. 100Ω D. 400Ω

題 4 : 一部直流貨物升降機，其機廂和貨物的總質量 $m = 500\text{kg}$ 。驅動電動機的輸入電源直流電壓為 $V = 265\text{V}$ ，忽略不計各種摩擦損耗，當電動機以速度 $v = 0.9\text{m/s}$ 提升機廂時，流入電流為 $I = 20\text{A}$ ，求直流電動機繞組電阻 r 的大小？(假設 $g = 10\text{m/s}^2$)。

- A. 2Ω B. 3Ω C. 4Ω D. 5Ω

題 5 : 有一電路的電源電壓 E 和電流 I 關係和電阻 R_1 和 R_2 電壓 V 和電流 I 的關係如圖 6。用此電源電路和 R_1, R_2 組成電路。 R_1, R_2 可同時接入電路，也可以單獨接入電路。若想電源能輸出電功率 P_{max} 最大，可採用的接法是 ()。

- A. 將 R_1, R_2 串聯後接到電源兩端
B. 將 R_1 單獨接到電源兩端
C. 將 R_1, R_2 並聯後接到電源兩端
D. 將 R_2 單獨接到電源兩端

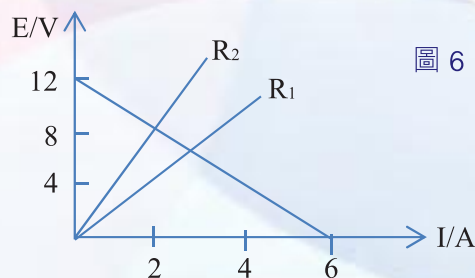


圖 6

建議答案及解釋：

題 1：

問題是要求找出鎢絲燈 R 的電功率 P 與電壓 V^2 的變化的關係圖。

基本已有知識是：電阻溫度系數公式和電功率公式。

$$R = R_0 (1 + \alpha t) \quad \text{和} \quad P = IV, \quad P = I^2 R, \quad P = \frac{V^2}{R} \quad R = \frac{V^2}{P}$$

假設 $R = 10\Omega$ ，但電壓 $V^2 \uparrow$ ，溫度 $\uparrow$ ，燈阻 $R \uparrow$ ，功率 $P \downarrow$ 是非線性變化

V	5	10	15	20	25
V^2	25	100	225	400	625
R	10	$10 \uparrow$	$10 \uparrow \uparrow$	$10 \uparrow \uparrow \uparrow$	$10 \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$
P	2.5	$10 \downarrow$	$22.5 \downarrow \downarrow$	$40 \downarrow \downarrow \downarrow$	$62.5 \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$

根據表的資料，只有圖 1 和圖 4 是非線性變化，經分析答案是圖 4

題 2：公式：串聯電阻 $R = R_1 + R_2$ $V = IR_1 + IR_2$ 電荷量 $Q = VC$

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 1\Omega + 2\Omega = 3\Omega \quad R_{34} = R_3 + R_4 = 6\Omega + 3\Omega = 9\Omega$$

$$E = V_{R1} + V_{R2} = I_{12} (R_1 + R_2) = I_{12} \times R_{12} \quad E = V_{R3} + V_{R4} = I_{34} (R_3 + R_4) = I_{34} \times R_{34}$$

$$I_{12} = \frac{E}{R_{12}} = \frac{12V}{3} = 4A \quad I_{34} = \frac{E}{R_{34}} = \frac{12V}{9} = 1.33A$$

$$V_1 = I_{12} \times R_1 = 4A \times 1\Omega = 4V \quad V_2 = 12V - 4V = 8V$$

$$V_3 = I_{34} \times R_3 = 1.33A \times 6\Omega = 8V \quad V_4 = 12V - 8V = 4V$$

$$V_a = 8V \text{ 為 } + \quad V_b = 4V \text{ 為 } -$$

$$\text{電荷量} = \text{電壓} \times \text{電容量} \quad Q = VC = V_{ab} \times C = (8V - 4V) \times 2\mu F = 8\mu C$$

答案是 D

題 3：公式：歐姆定律：電壓 = 電流 $\times$ 電阻 $V = IR$

$$\text{電流錶的內阻 } R_m = \frac{V}{I_m} = R_m = \frac{1.5V}{5mA} = 300\Omega$$

$$\text{量度外接待測電阻 } R_x \quad \frac{3}{4} I_m = \frac{V}{R + R_x} \quad \frac{3}{4} \times 5mA = \frac{1.5V}{300\Omega + R_x}$$

$$\text{外接待測電阻 } R_x = \frac{1.5V}{0.75 \times 5mA} = 300\Omega + R_x \quad R_x = 400 - 300 = 100\Omega$$

答案：C 待測電阻 $R_x = 100\Omega$

題 4：公式：輸入電功率 $P_i = VI$ 電動機機械功率（輸出） $P_m = mgv$ 熱損耗 $P_l = I^2 r$

$$\text{勢能 } E_p = mgh \quad \text{速度 } V = \frac{h}{t} \quad \text{機械功率 } P_m = \frac{\text{功}}{\text{時間}} = \frac{E_p}{t} = \frac{mgh}{t} = mgv$$

輸入電功率 P_i = 電動機機械功率 (輸出) P_m + 熱損耗 P_l

輸入電功率 $P_i = VI$ (電壓 $\times$ 電流) = $265V \times 20A = 5300W$

輸出機械功率 $P_m = mgv$ (貨物質量 $\times$ 地心吸力加速度 $\times$ 速度)

$P_m = mgv = 500kg \times 10m/s^2 \times 0.9m/s = 4500W$

損耗 = 輸入電功率 - 輸出機械功率 $P_l = P_i - P_m = 5300 - 4500 = 800W$

功率損耗 = 電流平方 $\times$ 電動機繞組內阻 $P_l = I^2 r$ $800W = 20A^2 \times r$

$$r = \frac{800W}{400A} = 2\Omega$$

答案：A. 直流電動機繞組的電阻 $r = 2\Omega$

題 5：負載獲得最大電功率的條件：只要能設計到電路負載的電阻值 R_L 能等於電源線路的內阻 r ，負載便可從電源獲得【最大輸出電功率】。稱為【阻抗匹配】。

$$I = \frac{E}{R_L + r} \quad P = I^2 R_L = \frac{E^2}{(R_L + r)^2} \times R_L$$

$$P = \frac{E^2 R_L}{r^2 + 2rR_L + R_L^2}$$

$$\text{當 } R_L = r \quad P_{\max} = \frac{E^2 r}{4r^2} = \frac{E^2}{4r} \quad (W)$$

$$\text{公式：} r = \frac{E}{I} = \frac{12V}{6A} = 2\Omega \quad \text{由圖 6 的資料}$$

$$R_1 = \frac{6V}{3A} = 2\Omega \quad R_2 = \frac{8V}{2A} = 4\Omega$$

$$I_1 = \frac{E}{(r+R_1)} = \frac{12}{2+2} = 3A \quad V_1 = 3 \times 2 = 6V \quad P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{6^2}{2} = \frac{36}{2} = 18W$$

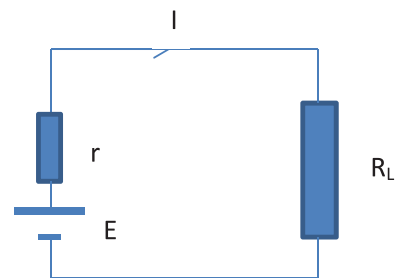
$$I_2 = \frac{E}{(r+R_2)} = \frac{12}{2+4} = 2A \quad V_2 = 2 \times 4 = 8V \quad P_2 = \frac{V_2^2}{R_2} = \frac{8^2}{4} = \frac{64}{4} = 16W$$

$$\text{串聯 } I_{12} = \frac{E}{(r+R_{12})} = \frac{12}{2+2+4} = 1.5A \quad V_{12} = 1.5 \times 6 = 9V \quad \text{串 } P_{12} = \frac{V_{12}^2}{R_{12}} = \frac{9^2}{2+4} = \frac{81}{6} = 13.5W$$

$$\text{並聯 } I_{12} = \frac{E}{r + \left(\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}\right)} = \frac{12}{2+1.33} = 3.6A \quad V_{12} = 3.6 \times 1.33 = 4.8V \quad \text{並 } P_{12} = \frac{V_{12}^2}{R_{12}} = \frac{4.8^2}{1.33} = 17.3W$$

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4r} = \frac{12^2}{4 \times 2} = \frac{144}{8} = 18W$$

答案：B. 當 $R = r$ $r = 2\Omega$ 而 $R_1 = 2\Omega$ $P_{\max} = 18W$ 

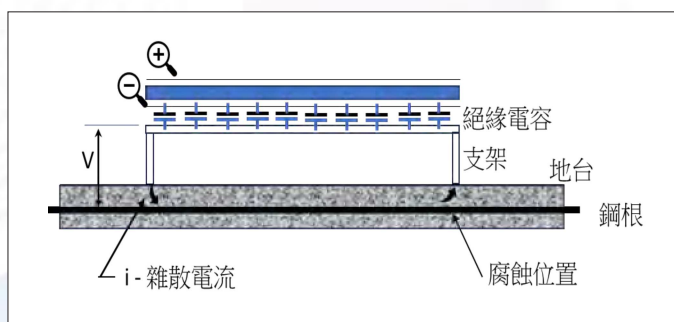


光伏組裝的 雜散電流

譚啓榮
香港華人機器總工會

在電價回報的吸引下，光伏設備在香港續漸普及，在這幾年很多工商大廈的天台，或私人屋苑，甚至村屋和新界村落中的棚屋都蓋起光伏板，把太陽能轉化為電能，盡力去協助減排，也可從中得到收入，不但把光伏設備的成本收回，更希望能從中得到利潤。但這些直流設備的安裝，除了電路上的各項安全指標必須遵守外，對建築物的負荷也都須合資格的結構工程師作出計算和設計。在天台上的光伏設施大都是小型的光電組合，無論是設備、線路、光伏板的佈局和方向、安裝方法都十分成熟。

光伏系統是直流設備，對於大型的光伏場，在設計時除了以上所述的要求外，還須考慮從光伏這直流系統中所產生的雜散電流（Stray Current 又稱迷流）對附近地下管線的影響。英國的「United Kingdom Onshore Pipeline Operator Association」出版的一冊有關光伏場接近地下管道的建設的「良好實務指引」（UKOPA Good Practice Guide）標題為「Requirements for the Siting and Installation of Solar Photovoltaic (PV) Installations in the Vicinity of Buried」（UKOPA/GP014 Edition 2）中亦提及在建設光伏場時應該在設計時考慮到由於光伏系統所產生的直流電流造成的長期的漏電和故障時的短時漏電的影響而作出評估。



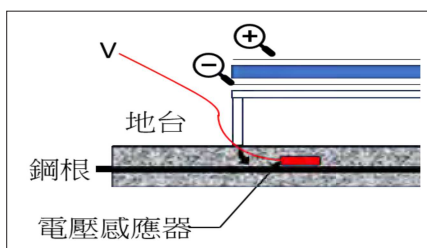
圖一 雜散電流的形成。

雜散電流 (Stray Current)，是那些不依設計回路流向的電流。雜散電流會存在於兩個電位差之間，例如地下管道或建築物的鋼根與電力線路間的電位差，造成這些物體或結構因為電子流失的腐蝕狀況（圖一）。雜散電流比較普遍存在於電氣化鐵路的直流牽引電力系統中，因此現代的電氣化鐵路都設有雜散電流的監察和保護系統。光伏系統中的光伏板的結構亦存在

在構成雜散電流的因素，但因應各種的安裝方法，或會有不同的結果。香港的小形光伏系統在雜散電流方面卻少有考慮，本文以三種比較普遍的光伏板安裝方法，嘗試看看是否有雜散電流存在於這些安裝中。

這裏以常見的三種光伏板的安裝方法作測試。圖二是轉孔於天台的地台打入螺栓固定光伏板的支架；圖三是用石屎磚塊，放在光伏板的支架上，以這些石屎磚塊的重量，壓著支架；圖四是把支架安裝在放於天台地台的預制石屎躉，以石屎躉的重量固定在天台的地台上。

一般雜散電流數值都是比較小，而且量度十分困難，而雜散電流的監察方法，通常會把電壓感應器埋於建築物或路基結構的石屎中接近鋼根位置，量度及記錄這感應器與接地或系統電位的變化（圖五）。這電壓受負荷的變化、設備的絕緣度、建築結構物質的狀況、空氣或環境濕度等等的界質的變化所影響，通常都會不斷變化，但是如果這電壓存在，雜散電流便有可能存在。它的流向和強度是比較難以量度或估計的。在這次評估中，就以支架到地台間的電位差作比較。但因各種限



圖五，電壓感應器埋於建築物或路基結構的石屎中接近鋼根位置



圖二，以轉孔於地台用螺栓固定在天台上。



圖三，用石屎磚塊把光伏板和支架壓於天台。



圖四，光伏板和支架固定在預制石屎躉上。

制，未能安裝感應器，只能以電壓表量度光伏板的支架與地台間的電位電壓作初步的評估。圖二是打孔於地台以螺栓固定的方法，量度的結果電壓在 50 至 200 伏間變化；而圖三和圖四以石屎磚壓著支架或把支架固定於預制石屎躉上，則未錄得電位的差異。這結果初步估算，用轉孔打入螺栓的方法是增加了支架與地台的電接觸，因此這方法或會造成雜散電流，而且亦有機會因轉孔而破壞防水層。這些雜散電流可能極細小，而對鋼根所做成的腐蝕卻是長期的。

由於是初步的評估，所用的方法也比較簡單，試驗的方法仍須改進或作更深入和廣泛的調查。課題旨在給業界作參考和討論，拋磚引玉，希望把光伏系統的安裝方法能提供優化的考慮。🌱

三相感應電動機計算

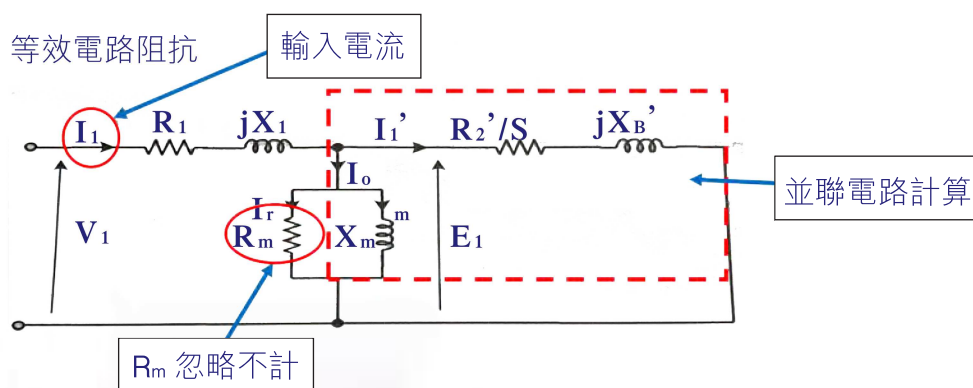
2024 年 C 級電業工程人員註冊考試備試課程學員撰稿

380V, 50Hz, 4 極 Y 連接, 額定轉速 1470rpm 之三相感應電動機,

定子側之每相阻抗為 $R_1=0.62\ \Omega$, $R_2'=0.33\ \Omega$, $X_1=j1.1\ \Omega$, $X_2'=j0.46\ \Omega$, $X_m=25\ \Omega$,

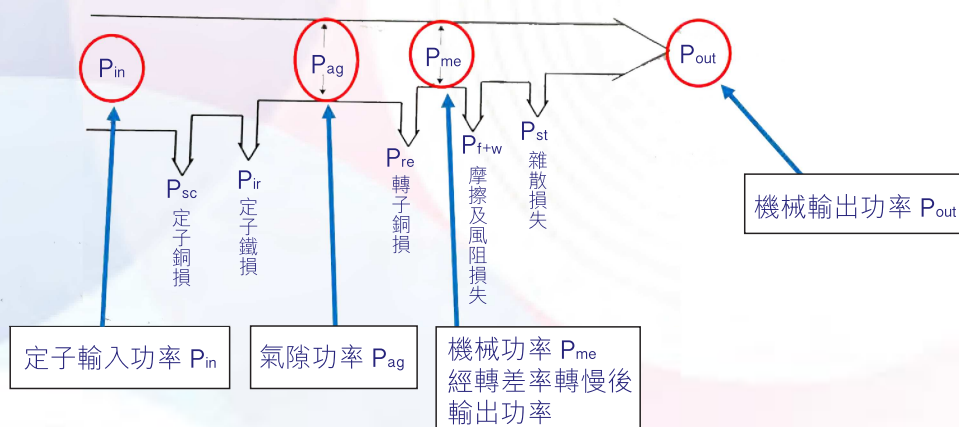
全部之鐵損及機械損總計為 800W, 試求在額定輸出時:

- 定子電流,
- 功率因數 pf ,
- 機械功率 P_{me} 及機械輸出功率 P_{out} ,
- 感應轉矩 T_{ind} 及輸出轉矩 T_{load} ,
- 效率 η , 及 (f) 在全電壓起動時的起動電流及起動轉矩。



感應電動機之特性

感應電動機的轉子線圈短路，並無電能輸出，取代電能輸出的是轉子旋轉的機械能，現將輸入之電能與輸出之機械能間之關係以一功率流向圖 (power-flow diagram) 表示。



$$N_s = \frac{60s \times 50\text{Hz}}{(4 \text{ 極} / 2)} = 1500\text{rpm}$$

$$\text{轉差率 } s = \frac{N_s - N_r}{N_s} = \frac{1500 - 1470}{1500} = 0.02$$

$$\omega_s = \frac{1500 \times 2\pi}{60s} = 157.1\text{rad/s}$$

(a) 定子電流

Rm 忽略不計

$$Z_{eq} = R_1 + jX_1 + \left\{ \frac{jX_m \times (R_2'/s + jX_B')}{jX_m + (R_2'/s + jX_B')} \right\}$$

$$Z_{eq} = 0.62 + j1.1 + \left\{ \frac{j25 \times (0.33/0.02 + j0.46)}{[j25 + (0.33/0.02 + j0.46)]} \right\}$$

$$= 14.746 \Omega \angle 36.7^\circ$$

$$I_1 = \frac{V_1}{Z_{eq}} = \frac{380/\sqrt{3}}{14.746 \angle 36.7^\circ} = 14.878 \text{ A} \angle -36.7^\circ$$

(b) 功率因數 $\text{pf} = \cos(-36.7^\circ) = 0.8017$

(c) 機械功率 P_{me} 及機械輸出功率 P_{out}

$$\begin{aligned} \text{定子輸入功率 } P_{in} &= \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \cos \phi \\ &= \sqrt{3} \times 380 \times 14.878 \times 0.8017 = 7851\text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{定子銅損耗} &= 3 \times I_1^2 \times R_1 \\ &= 3 \times 14.878^2 \times 0.62 = 411.72\text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{氣隙功率 } P_{ag} &= \text{定子輸入功率 } P_{in} - \text{定子銅損耗} \\ &= 7851\text{w} - 411.72\text{w} = 7439.28\text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{機械功率 } P_{me} &= \text{氣隙功率 } P_{ag} \times (1-s) \\ &= 7439.28\text{w} \times (1-0.02) = 7290.5\text{w} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{機械輸出功率 } P_{out} &= \text{機械功率 } P_{me} - \text{鐵損及機械損} \\ &= 7290.5\text{w} - 800\text{w} = 6490.5\text{w} \end{aligned}$$

(d) 感應轉矩 T_{ind} 及輸出轉矩 T_{load}

$$\begin{aligned} \text{感應轉矩 } T_{ind} &= \frac{\text{機械功率 } P_{me}}{\omega_s} \\ &= \frac{7290.5\text{w}}{157.1} = 46.4\text{Nm} \end{aligned}$$

$$\text{or } = \frac{7290.5\text{w}}{\left(2\pi \times \frac{1500}{60}\right)} = 46.4\text{Nm}$$

$$\begin{aligned}\text{輸出轉矩 } T_{load} &= \frac{\text{機械輸出功率 } P_{out}}{\omega_s} \\ &= \frac{6490.5\text{w}}{157.1\text{rad/s}} = 41.31\text{Nm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{(e) 效率 } \eta &= \frac{\text{機械輸出功率 } P_{out}}{\text{定子輸入功率 } P_{in}} \\ &= \frac{6490.5\text{w}}{7851\text{w}} = 0.8268 \text{ or } 82.68\%\end{aligned}$$

- (f) 在全電壓起動時的起動電流及起動轉矩
 $\therefore$ 假設起動電流很大，不計算空載電流 $S=1$ 起動時 $N_r=0$ $N_s=1$

$$\begin{aligned}\text{起動電流 } I_{st} &= \frac{V_0}{(R_1+R_2'/s) + j(X_1+X_B')} \\ I_{st} &= \frac{380/\sqrt{3}}{(0.62+0.33)+j(1.1+0.46)} = 120.45 \text{ A } \angle 58.65^\circ\end{aligned}$$

$$\frac{\text{起動電流 } I_{st}}{\text{定子電流 } I_1} = \frac{120.45}{14.878} = 8 \text{ 倍}$$

- $\therefore$ 三相感應電動機直接啟動電流可達額定電流之 5-8 倍
 起動時 $S=1$ ，設不計算空載電流

$$\begin{aligned}\text{起動轉矩 } T_{st} &= \frac{1}{\omega_s} \times \frac{3(I_{1'}^2) R_2'/s}{s} \\ T_{st} &= \frac{1}{157.1} \times 3 \times (120.45)^2 \times 0.33 = 91.43\text{Nm}\end{aligned}$$

2023 年 C 級電業工程人員註冊考試備試課程有兩位學員全科合格。🎉



醒覺 ~

以人為本；返璞歸真

職業安全導師 王思敬

建築工程不外乎幾個大範疇 ~ 基建土木工程；樓廠裝修工程；風火水電機器；儀器等，相信一切都是由人出發，只要有一個全面務實的制度，每位工友都根據制度，守規矩地去完成工作，其實就好簡單，**基本上職安健不是建築工程裏的額外的工作，而係工作應該是在一個安全的：環境及情況下進行的**，我們不要將職安健的概念，諗得太過複雜，本著做實事的思維及作風，不要太過離地去幻想，提供一個百分百，完美的工作環境，好似現今的業界，業內有些人就逆轉思維，希望依賴及吹捧一些先進的儀器及科技產品，去監察工友們的工作行為／狀況，而奢望能夠保障工友們的安全，我們不可能一面倒，完全依賴這些科技產品，達致地盤安全的目的，大家只要守規矩，做好自己的本份，其實地盤不是想像中那麼危險的，部份科技研發機構，好希望將現今的科技產品，硬套用在建築安全上，他們大部分都應該是沒有實際的地盤工作經驗，（他們的目標只有一個，就是銷售他們的科技產品）建築工程本身已經是一個好複雜嘅工作組合系統；環境，如果再硬套用這些科技產品在職安健方面，只有將嘅複雜嘅工作；再更加添複雜化。

縱然現今科技日新月異，科技產品及儀器先進，但科技應該應用在研發及實際的工作上，盡可能用機器代替人手，或者盡量用上組合式預製件，因為預製件的品質相對地穩定，如果一件工件在工場製作，一定畀在地盤現場施工安全得多，地盤本身是一個多變；及難以控制的工作環境。工程的進度是一環扣一環，非常之緊密，所以每刻情況都未必相同，而且非常之多不同的工種；及不同工人們的組合，他們的水平及工作態度亦都非常參差，而且現今管理的操守亦都大不如前，相對現在的管理人員，學歷方面普遍都達標和高水平，但工作經驗及處事態度方面就有些不足及未如理想。

曾經在一個公開的場合，有位業介翹楚，他介紹他們公司會在建築地盤的出入口（例如窗口）安裝臨時閘門，防止工友們擅自進出外皮，如須出外皮工作的工友，須要有認證及拍卡，才可以啟動臨時閘門的開關，出去外皮工作，其實這個諗法已經好浮誇，及好質疑可行性，而且所動用的費用是非常之龐大，究竟有冇這個需要，舉個例子一棟住宅大廈，8 個單位每個單位 10 個窗，大廈 38 層高按數字計算共有 2,880 個窗，要安裝幾千個臨時閘門，還有要安裝感應器；維修；保養；而且要計算被人惡意破壞，也須要員工執行監控及紀錄，這

個數據系統，這樣是否好不切實際，如是這樣就花費大量的人力物力；監察這個系統及整理數據，這個咁龐大的成本，估計會轉移到那裡？可能導致承建商，將成本轉嫁到二判；三判身上，主承建商就更加壓榨屬下的判頭，這樣導致他們的工作，可能會仲更加粗製濫造，到時個局面可能仲更加惡劣。



我亦曾在一個科技博覽展中，見到些展品，展消一些溫度探測手錶／手帶，及安裝在安全帽上的溫度感應器，其實一個成年人理應有能力分別熱的程度及了解自己的身體狀況，根本沒有需要在工友們身上安裝監察儀器，量度他的體溫，有個笑話關於這些產品的，有工友話我到時到候，就將個熱能手錶放在杯熱的烘焙咖啡傍邊，咁控制中心就第一時間聯絡我，吩咐我立刻停止所有工作，須盡快到陰涼的地方休息，因為感應器顯示工友你的體溫過高呀！

另一個例子（風車鋸）～ 以人為本；實務的訓練



以下是節錄自～勞工處：職業安全及健康部（2021年10月），關於圓鋸（俗稱風車鋸）意外的發生涉及下列主要系統性安全問題：

- 1/ 沒有進行針對性的風險評估及根據風險評估制定安全施工方案；
- 2/ 不適當地使用圓鋸進行超出其原本用途的工作；
- 3/ 沒有提供及使用安全護罩／設備，如頂罩、鋸尾刀、推杆；
- 4/ 沒有確保由合資格的工人操作圓鋸；
- 5/ 沒有提供足夠的安全資料、指導、訓練及監督；及
- 6/ 沒有妥善保養圓鋸。

試問參考了以上的（紙上談兵方案），主要系統性安全問題，我們又可以了解及明白幾多？只是叫大家做評估；適當使用風車鋸；提供所有的安全設施；由合資格人士操作；提供指導，訓練及監督；妥善保養，就算聽完；睇完又怎能明白過中原因呢？

（風車鋸），大家只知道（鋸尾刀）可防止夾鋸，其實就算沒有鋸尾刀都唔一定會夾鋸，究竟業界裏有幾多相關從業員？明白究竟點解會夾鋸（個種原因），其實夾鋸有好幾個原因～鋸的是甚麼木材，例如夾版（有大心夾板；細心夾板），散板；木枋等，鋸橫紋／直紋，鋸板當時的天氣，濕度高都有關係，如果當時落雨或者濕度高，件木材如果濕度高，會比較容易吸住把鋸，鋸床擺放不平穩／堅固程度不足，另外工友的操控技術；經驗；作業方式；態度種種都有影響，如果個工友操控方式太粗暴，唔單止好危險，仲會帶嚟一些不可逆轉的損毀及危害，他會令到片鋸碟過熱（過火），這樣片鋸碟就會攞咗，鋸碟會顯現出過火的跡象變深色，如片鋸碟攞咗鋸板時會～好震；好嘈；唔直；鋸路披風；操控困難，相對比較危險，如果工友們不認識當中危害，便很容易在工作中造成不必要的傷害，如果工友們對上述情況，有多些認識及了解，相信會比較理解及安全；如何正確及安全地去操作風車鋸。

建築業的地盤的工業意外，歸根到底都係關乎～管理層失職，沒有執行他們應該要做的職責，放任工友們任意地去工作，及工人的安全意識及工作態度差劣；得過且過；技巧／技術和經驗不足，舉個例子～我們操控一件電動工具，假設件工具是完全沒有問題的，但如果沒有一套完善的實務指引；守則，又或者工人擅自拆除工具的護罩；穿著鬆身的工作服；穿帶棉紗手套；甚至乎幹擾工具的板手式開關，明顯地在這個情況下工作，都是非常之危險的。



舉個例子我們運用一部智能自動掃／抹地機去清潔房間，都須要維持一個整潔的家居才能使用，如果房間亂七八糟；雜物滿地，又怎能使用呢？請不要再強行將某些先進的設施儀器，硬套用在職業安全方面。

2024年6月（共3頁）



「莫把全部雞蛋放在同一個籃子裡」的啟示

李 琰

ly516615@gmail.com

「莫把全部雞蛋放在同一個籃子裡」這句俗語在電台股票節目中會聽到，講股人教人投資時經常說的一句話，意為在投資時將資金分散投資，減低投資風險。殊不知，在我們電器行業操作過程中，亦用得着。

事情是這樣的，讓筆者與你慢慢道來。

在公務工程中，每個項目均有業主（政府相關部門：如路政署、建築署及房屋署等）設置一個地盤寫字樓，供業主僱請的顧問公司工程人員監管承建商的工程質量及進度等。於是寫字樓裡面必須設置一個 **Server**（數據伺服器）房，將有關資料數據化儲存或傳送至政府或相關部門。而該寫字樓多數建在地盤範圍內或就近地盤之側，方便聯絡溝通。現在所述的地盤是：薄扶林南公營房屋發展之工地平整及基礎設施工程，該顧問公司寫字樓剛好建在半山腰間，**Server** 房設在二層建築物的地下層，環境極度潮濕，分管 **Server** 房內插座電器的 **RCBO**（過載及漏電斷路器）一遇行雷閃電，或刮風落大雨就會自動跳脫，令到 **Server** 房所有插座電器斷電，繼而很快令伺服器停止運作，尤其是無人當值的夜晚，極度影響工程資料的輸送，令顧問工程師的工作非常混亂，大大地影響正常工程的運行。有關人員曾懷疑該條 **RCBO** 用舊了或超載而跳脫，但用鉗錶量度負載電流，也未具超載。於是更換了同款新的 **RCBO**，但是情況依然如故，照樣未得到改善……

剛好，本人此時調到該地盤，我們的工程總監遂邀請本人一同到現場（見圖一：A、B、C、D）勘察，徵詢本人意見，必須解決無端跳掣斷電問題。



圖一：A



圖一：B



圖一：C



圖一：D



圖二：平面圖影線部分

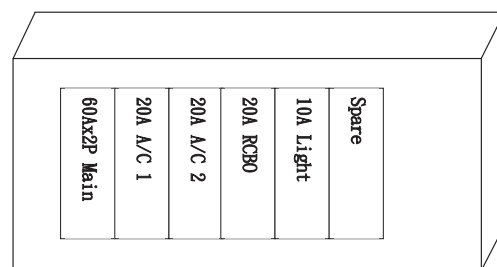
本人先視察該 Server 房的電路設計佈局，並找來原始的設計圖（見圖二平面圖影線部分），面積不超過 11 平方米。再看電箱 FUSE 的分佈，原來設計是用一條 20A 不 CUT 青的老鼠尾 (RCBO) 來管控該 Server 房的所有插頭電器！該房的插頭電器包括：

- A. Server（伺服器）9 台
- B. UPS（後備電源）5 台
- C. Modern（數據機）5 台
- D. Desk Computer（座枱電腦）1 台
- E. 48 port web smart switch（網絡交換器）4 台

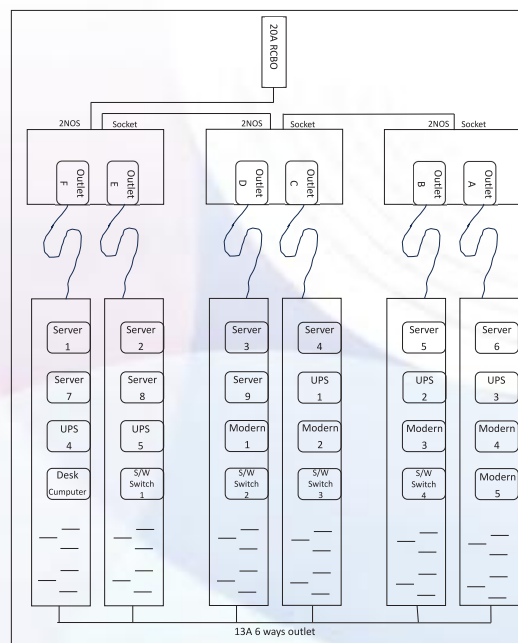
如此，有插頭的電器多達 24 台！

根據相關資料（可參考今日機電第五十三期，范嘉華先生介紹的『機電工程網站介紹和對地漏電』文稿 P18-P27），以上電器屬典型的用電漏電電器，它們在通電使用過程中產生的對地漏電電流由 0.25mA 到 5mA 不等，因而 24 台電器在共用一條 30mA x 20A 的 RCBO（過載及漏電保護器）防漏電電路上（見圖三 A、B）所產生的漏電電流很容易達到該 RCBO 漏電跳脫的下限，因而非預期的跳脫就在此發生，更何況下雨天的夜晚，空氣中濕度增加，RCBO 跳脫機會亦自然提高了。

原有電箱設計

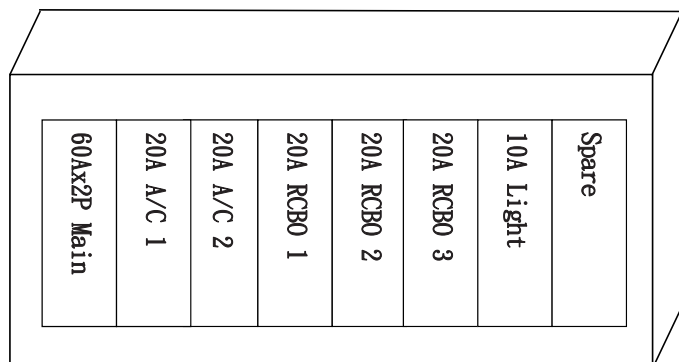


圖三：A



圖三：B

現有電箱設計



圖四

經過詳細分析原因，本人決定作一個大膽的嘗試，我把看法及改善計劃匯報總監及有關主管，他們接納我的意見，於是本人放膽實踐！

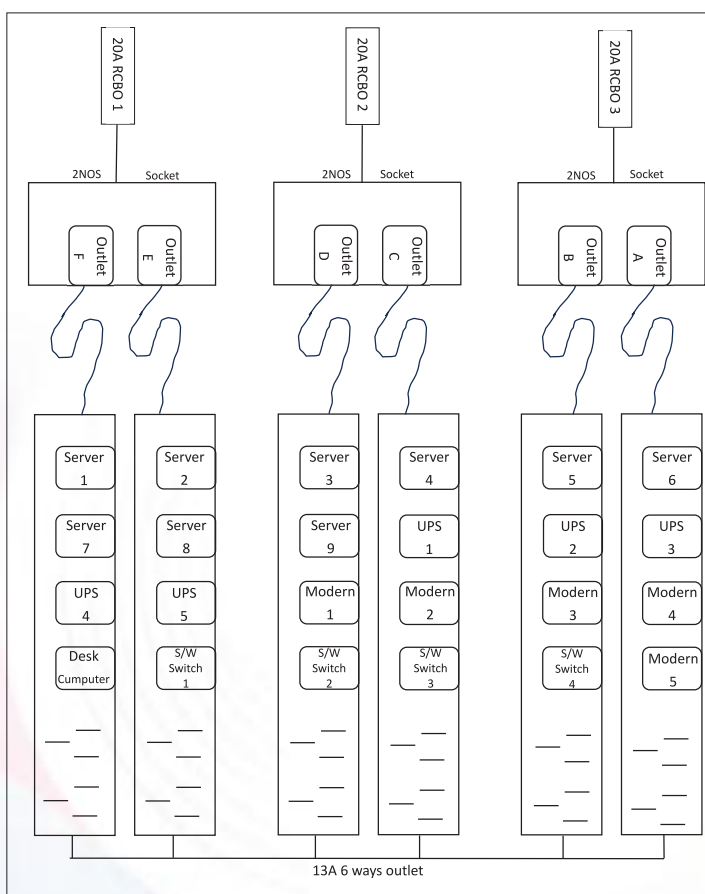
做法是這樣的：在原有電箱上增加 2 條 30mA x 20A RCBO，造出三條獨立的插座電路（見圖四），將 24 台電器平均分插在三條獨立電路插座上（見圖五），結果，經過近一年的使用驗證，運作正常，RCBO 沒有像改善之前預期跳脫，伺服器等電器運行暢順，令到顧問公司管理 Server 房的同事非常滿意。

經事後本人分析，將 24 台電器分開三條獨立電路使用，即使每條電路的電器漏電電流達到它們各條電路的上限，仍未有觸及 RCBO 跳脫的電流的最低值，原理亦在於此。

從此件事的結果看來，祇要對一些認為複雜事情加以詳細分析，也不一定是高深的技術難題，僅是「莫把全部雞蛋放在同一個籃子裡」的實踐罷了！

如有聯絡，敬請電郵。

二零二四年五月



圖五

人性管理

劉志強

近年經常發生建造業工業意外，是否建造業興旺，導致工業意外提升？又或者因為工程趕工，而導致工業意外增多？每一個因素都可能存在。

近年建造業的工業意外數字

	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
致命個案宗數	16	18	23	17	20
受傷個案宗數	2 931	2 514	3 086	3 029	3 077
總數	2 947	2 532	3 109	3 046	3 097
每千名工人的意外率	29.0	26.1	29.5	29.1	27.6

意外發生後，總有人發出聲音說：管理不善…，政府沒有監管…，法例過時…等等理由，是否將上述的理由改善，就可以減少甚至消除意外？

看看右邊的圖片，一名工人已根據法規佩戴全身式安全帶在大廈平台上進行清潔工作。但仔細看看，工人佩戴全身式安全帶是不合乎規格，與及沒有繫於固定繫穩物。如果這個工人發生意外，責任又是誰？



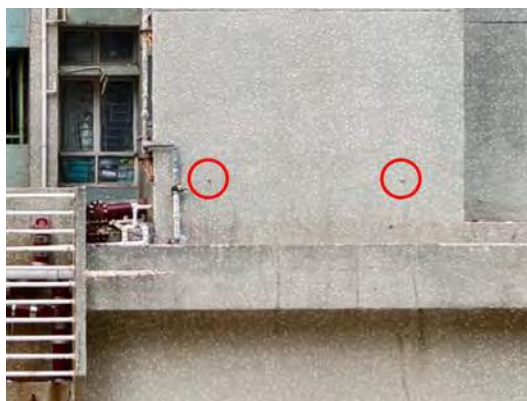
當然，最大責任是工人本身，沒有適當的佩戴全身式安全帶就進行工作，但是，他是否知道怎樣正確佩戴？有沒有人進行監督、檢查工人是否正確佩戴？工人工作時有沒有人在现场進行監督？看來是沒有。

根據香港法例第 509 章《職業安全及健康條例》第 6 部，僱主須確保僱員的安全及健康，包括提供所需的資料、指導、訓練及監督，以在合理地切實可行範圍內確保其在工作中的僱員的安全及健康。那麼，表面看來，工人的僱主是沒有遵守法例進行指導、訓練及監督。但

從另一個角度看，工人是否知道自己處於不安全的環境？

其實在其工作地點，是安裝了有眼螺栓的固定繫穩物（右圖），但為什麼工人不採用？可能是工人根本不知道怎樣使用，又或者工人覺得阻礙工作而不使用。

因為工人在大廈平台上進行清潔工作，需要經常移動，在每一個地點只是逗留很少時間，所以工人未必會將全身式安全帶繫於固定繫穩物。



安全控制等級

或者嘗試使用「安全控制等級」來解決以上問題。

1. **危害消除**：危害消除指將危害從系統及環境中完全移除，為最有效的安全控制措施。

這個安全控制等級不太可行，因為在大廈平台上進行清潔工作的工序必然存在人體下墜的風險，而這個工序又不可能在地面進行。

2. **危害替代**：危害替代是第二有效的安全控制措施。其將現有會做成危害的物品或工序替換成不會做成危害或較少危害的物品或工序。

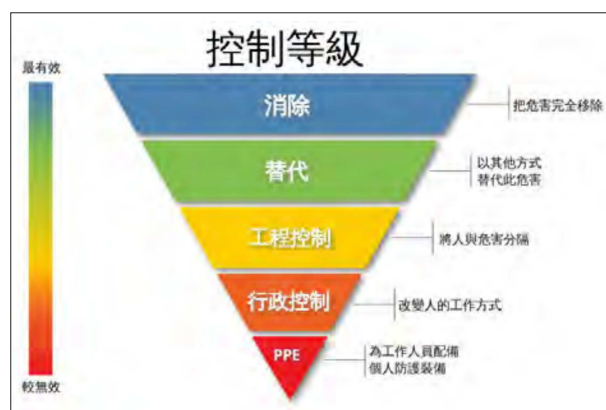
這個安全控制等級或者可以，例如使用機械人代替工人，但是大廈平台不是平坦的，機械人運作受制於環境，同時成本較高，物業的擁有人未必肯花金錢使用。

3. **工程控制**：工程控制不會減少現有危害，而是將危害與人隔離。

這個安全控制等級比較可行，因為可將危害與人隔離，例如在大廈平台安裝圍欄（現時很多大廈平台已安裝圍欄），但此類措施一般較為昂貴，物業的擁有人未必會接受。

4. **行政控制**：行政控制改變人的工作模式，簡單例子為改變工作步驟、工作人員的訓練、規則與政策、警告標示…等。

這個安全控制等級看似很簡單，例如改變工作步驟、工作人員的訓練、規則與



政策、警告標示或工作許可證等，但是並不容易有好的效益，因為工人亦可無意忽略甚至有意違反行政控制措施，使其變得無效。

5. 個人防護裝備：是當不能實際控制意外源頭時，才可依賴的最後防線。個人防護裝備包括但不限於工作服、口罩、安全帽、反光衣、安全鞋…等。

這個安全控制等級為最低效益的安全控制措施，撇除裝備很有可能遭損毀或老化而變得無效，最重要是工人是否會遵從規定而又適當使用，正如上文提到，最大責任是工人本身。

人性管理

其實安全管理最難的是人性管理，因為人有不同的自我本身性格，加上外在的環境影響，導致影響本身的判斷力。正如使用梯子，因為經常發生意外，所以政府、大部分工地及大機構都不支持使用梯子進行一些繁複的工作，但是工人總是愛使用梯子，因為他們覺得使用和搬運梯子較為方便，多數不會先評估使用梯子可能存在的風險，例如工作環境是否可以安全使用梯子？梯子是否適合該種工作？梯子是否穩固…等。

意外發生總離不開人、物、事的關係，在進行某種過程必會有人的參與，而與物又總有關連，事就是人與物的最後結果。

正如文章開始所說，工人在大廈平台上進行清潔工作，工人沒有足夠的安全意識（人），不合乎規格的佩戴全身式安全帶，與及沒有繫於固定繫穩物（物），當工作時在大廈平台邊緣發生絆倒或滑倒而造成人體下墜（事），最終成為意外（結果）。

反過來說，工人有足夠的安全意識，遠離大廈平台邊緣工作，就算沒有佩戴全身式安全帶，發生絆倒或滑倒，工人都不會發生人體下墜事件。

所以，在安全管理最重要是人性管理，要令工作的人知道，自己工作的環境是否存在危害，若果存在危害，又應如何將危害減少甚至消除。

人越多經驗便更容易輕視危害的存在，因為會應認為自己有足夠能力及經驗，能避開所面對的危害。例如使用梯子工作，認為自己使用梯子數十年都沒有發生意外，所以使用梯子是沒有問題。但是數十年前的工作環境和現在是否相同？數十年前所使用的梯子和現在的又是否一樣？

安全意識可以從小教育，讓小朋友認識可能存在的危害，包括生活上，工作上，明白到面對危害時，因自己判斷錯誤時可能產生的後果，包括自己及其他人。安全教育不是單一的負責，不可以完全依賴政府、僱主…等，應該社會各持份者共同努力，互相協調，不是互相指責謾罵，變成互不信任，工業意外又如何減少呢？🍏



機電聯社會服務中心



電職社會服務協會



電職獎學慈善基金

2024年2月5日機電聯社會服務中心
張永豪 主席 受邀出席 勞聯智康協會【職夢
建未來計劃】，該計劃為創知中學的學生們分
享機電行業、咖啡行業、導遊業、文書助
理、醫護行業 等 不同行業的資訊，令學生
們拓展視野，擇業選科有更多選擇。



2024年2月5日
職夢建未來計劃-機電行業

松柏之友聯誼組活動

松柏之友聯誼組是電職社會服務協會屬下組織，是由退休長者組成。協會長期舉辦各類健康講座及活動，鼓勵組員建立積極人生觀，發揚老有所為精神，使生活更豐盛。

今年電職社會服務協會舉辦了各類健康講座，邀請 衛生署 長者健康服務油尖旺區長者健康外展分隊導師們 為松柏之友的長者講解各類健康問題，解答公公婆婆們的各種疑問。



2024年2月28日
新春團拜 暨 認識消化不良健康講座

2024年05月22日
『高血壓之藥物治療』健康講座



與此同時，協會亦舉辦了各類一天遊活動，讓長者可以走出家門，親近大自然，多與不同的人接觸，鼓勵長者建立積極人生觀，發揚老有所為精神，使生活更豐盛。

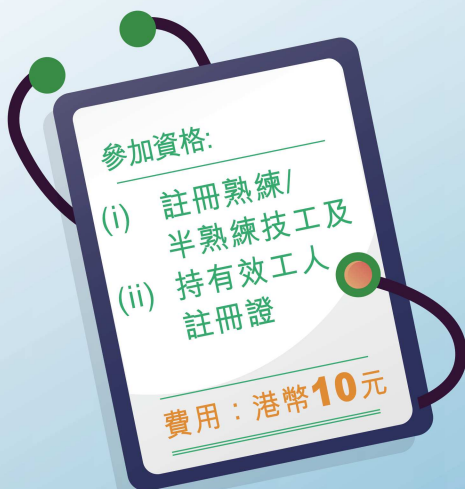


2024年1月6、7日
佛山順德希爾頓惠庭酒店2天

2024年4月17、18日
佛山《楓丹澤木酒店》2天遊



立即報名參加 註冊建造業工人醫療體檢計劃



診所位置:



1 掃描二維碼登入
www.cwf.cic.hk



2 輸入個人資料



3 揀選體檢日期、時間及
地點



4 成功預約人士將收到診
所發出的確認手機短訊



5 請帶備身份證及有效工
人註冊證, 準時於指定
診所出席體檢

查詢: ☎ 2100 9407 ✉ cwf@cic.hk 🌐 www.cwf.cic.hk



CONSTRUCTION
INDUSTRY COUNCIL
建造業議會



註冊專門行業承造商制度
Registered Specialist
Trade Contractors Scheme

1.5.2024

新增指定行業 New Designated Trades

S15 油漆
Painting

S16 金屬工程
Metal Work

S17 結構鋼鐵工程
Structural Steelwork

S18 園藝工程
Horticultural Works

S19 樹藝工程
Arboricultural Works

S20 高空綠化工程
Skyrise Greenery Works



立即註冊
Register Now

☎ 2100 9400 ✉ enquiry-rstc@cic.hk 🌐 www.rstc.cic.hk

免責聲明: 建造業議會可在任何時候及任何情況下使用其絕對酌情決定權, 撤回或修改任何產品或服務的供應, 而毋須事先通知。

Disclaimer: The Construction Industry Council may have absolute discretion, withdraw or modify the supply of any product or service at any time and under any circumstances without prior notice.

「機電裝備合成法」的基金資助

高達港幣\$350萬/項目(70%配對資助)



Up to HK\$3.5 million/project (70% matching fund) MiMEP Funding support



合資格申請人：
Eligible Applicants

☒ 繳付徵款的承建商
Levy-paying Contractors

☒ 顧問
Consultants

☒ 註冊專門行業承造商及註冊分包商
Registered Specialist Trade Contractors
and Registered Subcontractors

「機電裝備合成法」基金資助範圍

Funding Scope of Multi-trade Integrated Mechanical, Electrical and Plumbing (MiMEP)

項目顧問 Project Consultant	總承建商指定的機電分包商 Mechanical, Electrical and Plumbing (MEP) Subcontractor nominated by Main Contractor		
項目設計 Project Design	項目設計 Project Design	項目建築方面 Project Construction	
資助上限 港幣\$50萬/項目 Funding Ceiling HK\$500,000 / project	資助上限 港幣\$50萬/項目 Funding Ceiling HK\$500,000 / project	資助上限 港幣\$250萬/項目 Funding Ceiling HK\$2.5 million / project	
製作完整及達至LOD-G 200 以進行招標的建築信息模型 Production of a complete BIM model up to LOD-G 200 for tendering	深化「機電裝備合成法」的建築信息模型 達至LOD-G 400 Upgrading the BIM model up to LOD-G 400 for fabrication	40%資助 40% subsidy	租用場外「機電裝備合成法」生產工場 及運輸和安裝「機電裝備合成法」構件 所產生的額外費用 For rental of offsite MiMEP specific workshop and additional costs incurred for delivery and installation of MiMEP modules
納入承建商預算的 「機電裝備合成法」安排 Incorporation of contractors' intended MiMEP arrangement	完成預製計劃包括從建築信息模型中導 出預製圖紙及詳細的現場安裝施工方案 Production of a MiMEP prefabrication plan generated from the BIM model and detailed method statement for on-site installation.	60%資助 60% subsidy	

「機電裝備合成法」的定義 Definition of MiMEP :

「機電裝備合成法」指多種屋宇裝備結合成為多工合成構件，在場外預製工場生產，並運送至工地進行組裝，以完成屋宇設備的安裝，將現場安裝工序減至最少的方法。（詳細請參閱基金網頁的申請資訊）

MiMEP refers to the integration of multi-trade building services components, into a single volumetric assembly of prefabricated modules, manufactured offsite in a workshop, then transported to the site for connection of modules to complete various trades of building services installations to minimise on-site works. (Details please refer to CITF website for more information)

「機電裝備合成法」的四個級別 4 Levels of MiMEP :

1 級別
LEVEL

☒ 未合資格
申請基金資助

預製組件
(例如：水管、預先絕緣
塑膠管等。)
Prefabricated component
(e.g.: Water pipes, pre-insulated
plastic piping and etc.)

2 級別
LEVEL

☒ 未合資格
申請基金資助

單一工種組裝成的元件
(例如：消防管道、電力品質
監控系統 / 微型斷路器板
合成構件等)
Single-trade sub-assembly
(e.g.: Assembly of FS pipes, assembly
of PQM or MCB Board and etc.)

3 級別
LEVEL

☒ 合資格申請基金資助
Eligible for the CITF subsidy

多工種集成元件
(例如：帶結構支撐的預製減壓閥、
預製機房多工合成構件等)
Multi-trade integrated unit
(e.g.: Prefabricated pressure reducing valve with
structural supporting frame, prefabricated plant
room module and etc.)

4 級別
LEVEL

☒ 合資格申請基金資助
Eligible for the CITF subsidy

「組裝合成」建築法形式
的機電裝備
(例如：獨立式多工合成機房)
MiMEP in form of Modular Integrated
Construction
(e.g.: Free-standing integrated plant
room module)

查詢詳情 Enquiries

(852) 2100 9000 (852) 2100 9090 citf@cic.hk

有關「機電裝備合成法」的資助範圍、模式及
上限等資料，請參閱基金網頁的申請框架。
Please refer to the Application Framework on the
CITF website for more information on the MiMEP
funding scope, mode and ceiling.



發展局
Development Bureau



CONSTRUCTION INDUSTRY COUNCIL
建造業議會

安全訓練課程

- EE045 氣體焊接安全訓練課程
- EE159 磨輪安全訓練課程
- EE026 建造業平安咭課程
- EE040 建造業平安咭(重溫)課程
- EE041 密閉空間作業核准工人訓練課程
- EE042 密閉空間作業合資格人士訓練課程
- EE047 密閉空間作業核准工人(重新甄審資格)訓練課程
- EE048 密閉空間作業合資格人士(重新甄審資格)訓練課程
- EM/SA157 安全督導員訓練課程

高、低壓電力系列課程

- EE059 控制線路實務操作進階課程
- EE 111A 低壓電力裝置檢查測試和(WR1&2)文件填寫實務課程
- EM188 高壓電力系統認知及基礎工作坊

樓宇設備及驗收系列課程

- EE050 電器安裝工程成本計算及報價課程
- EM063 空調系統驗收課程
- EM065 消防(水)系統檢收課程
- EM066 消防(電)系統檢收課程
- EM173 燈光幕牆設計與應用—編程實踐初階

電腦繪圖課程

- EM030 屋宇裝備工程AutoCAD電腦繪圖2015初階
- EM031 屋宇裝備工程AutoCAD電腦繪圖2015進階
- EE127A 屋宇裝備工程電腦整合繪圖AutoCAD 2015高階
- EM163 Sketchup 3D繪圖軟件基礎課程(室內裝修業)初階
- EM164 Sketchup 3D繪圖軟件基礎課程(室內裝修業)進階

空調、通風系列課程

- EM/AC178 空調儀錶基本認識及應用

自動化系列課程

- EE077 大廈水泵裝置控制及維修證書課程
- EM134 可編程序控制器(PLC)應用初階
- EM143 可編程序控制器(PLC)應用中階

環保節能系列課程

- EM123C 太陽能系統項目設計及應用
- EM187 新能源技術發展與應用
- EM192 太陽能光伏系統與電網接駁理論及實務

語言系列課程

- EM/MP189 粵語與普通話在電力工程的語言應用

電工牌照系列課程

- EM022 A級電工技能測試(實習)備試課程
- EM023 A級電工技能測試(理論)備試課程
- EM003 B級電業工程人員註冊考試課程
- EE113A B級電業工程人員註冊考試-特別培訓班

- EE032 C級電業工程人員註冊考試備試課程
- EE079 C級電業工程人員註冊考試備試進階課程
- EE156 電氣佈線工(中級工藝測試)備試課程

基礎電工系列課程

- EE001B 基礎電工實務課程

電子通訊系列課程

- EM/EC162E 公共天線衛星網絡多媒體基礎與實務
- EM/EC179 Arduino智能手機App遙控機械臂入門班
- EM/EC199 建築物弱電工程安裝基礎及實務(單元一)電視系統
- EM/EC200 建築物弱電工程安裝基礎及實務(單元二)網絡工程
- EM/EC201 建築物弱電工程安裝基礎及實務(單元三)通信工程

智能家居 IOT 系列課程

- EM/EC183 智能家居(單元一)智能空調一場景功能設計與應用
- EM/EC184 智能家居(單元二)室內裝修—智能屋設計與應用
- EM/EC185 智能家居(單元三)智能家電一場景功能與自動化應用
- EM/EC191 智能家居(單元四)智能照明—品味生活之自動化照明

「技能提升計劃」課程

- KE001ES A級電業工程人員註冊考試I(技術知識)備試證書(兼讀制)
- KE048ES B級電業工程人員註冊考試備試課程(兼讀制)
- KE002ES 可編程序控制器(PLC)應用III證書(兼讀制)
- KE003ES 可編程序控制器(PLC)應用I基礎證書(兼讀制)
- KE004ES 可編程序控制器(PLC)應用II證書(兼讀制)
- KE006ES 空調製冷系統理論基礎證書(兼讀制)
- KE007ES 屋宇裝備智能系統證書(兼讀制)
- KE012ES 控制電路I基礎證書(兼讀制)
- KE013ES 控制電路II基礎證書(兼讀制)
- KE014ES 控制電路(變頻器及不斷電源供應器)基礎證書(兼讀制)
- KE017ES 電力工程(完工及定期)測試及儀錶使用基礎證書(兼讀制)
- KE021ES 屋宇裝備工程AutoCAD電腦繪圖I基礎證書(兼讀制)
- KE022ES 屋宇裝備工程AutoCAD電腦繪圖II基礎證書(兼讀制)
- KE023ES 避雷裝置知識基礎證書(兼讀制)
- KE027ES 屋宇裝備工程AutoCAD電腦繪圖III證書(兼讀制)
- KE040ES 機電工程原理基礎證書(兼讀制)
- KE051ES 機電工程原理基礎證書(混合學習模式)(兼讀制)
- KE041ES 屋宇裝備能源效益實務技能I基礎證書(兼讀制)
- KE042ES 屋宇裝備能源效益實務技能II基礎證書(兼讀制)
- KE043ES 屋宇裝備能源效益實務技能III證書(兼讀制)
- KE047ES 機電工程三維電腦繪圖I基礎證書(兼讀制)
- KE049ES 機電工程三維電腦繪圖II證書(兼讀制)
- KE050ES 機電工程三維電腦繪圖III證書(兼讀制)
- KE045ES 物業及設施管理基礎證書(兼讀制)
- KE052ES 物業管理緊急事故應變措施及保險知識基礎證書(兼讀制)
- KE053ES 保安培訓課程認可計劃—質素保證系統基礎證書(兼讀制)
- KE054ES 物業管理環保及節能基礎證書(兼讀制)
- KE055ES 物業服務(一般物業管理服務)證書(兼讀制)
- KE056ES 物業服務(商場與商廈物業設施管理)證書(兼讀制)

專業級別多功能測試儀

MEET
Professional

9合1

升級版
可測EV RCD



原廠校準證書



自動免按測試

測試 'EV' 功能
示範請登入
YouTube
MEET MP-MFT30



MP-MFT30

彩色大屏
讀數直觀



單鍵測試



錶棒控制操作

先進功能

- 免跳開 'No Trip' 環路測試。
- 帶大電流 'High' 2 線環路測試。
- 環路測試時可測出PFC/PSC結果。
- 可測試AC/A/B/ACS/AS共5種類型RCD。
- 包括在30mA時有帶6種自動測試功能。
- 自動階梯式測試。
- EV (Electric Vehicle) 6mA RCD-DD 測試。
- 共8種測試方式。
- 自動階梯式測試。
- Phase, 相位識別測試。
- Insulation, 絕緣測試高達 1000V。
- SPD (Surge Protective Devices) 浪湧保護裝置 測試。
- Continuity, 高電流和精度 通斷 / 阻值測試。
- Socket, 13A插座速接測試。

新

一體化設計

簡單方便使用

產品示範
視屏請登入
YouTube
MEET MP-EVA



MP-EVA

電動車充電設備轉接器 (EVSE 轉接器)

先進功能

- 提供充電站與測試儀之間的安全連接
- 適合其它各類EV儀器配置
- 提供Ø4MM 端口 (3 相 +N+E), 方便進行各類測試
- IEC62196-2, Type 2 類連接頭
- CAT II 300V



MP-MFT30



MP-MFT40

● 1毫歐環路阻抗解析度

先進功能

- 通斷性測試, 歸零校準功能
- 不跳開環路測試 L - E
- 大電流環路測試
- 環路測試結果精確到1毫歐 (L - E / L - N)
- PFC / PSC 測試資料顯示
- 相位識別 (三相)
- 絕緣測試高達 1000 V
- RCD 測試類型 A, AC, ACS, AS 高達 1000 mA
- 30mA RCD 自動測試
- RCD 階梯式測試
- 單鍵自動測試功能
- 極性觸控板面
- LED 顯示電壓警告
- 具備出廠校準證書
- 高精度測試錶棒 / 配有顏色對應的連接線及配件 / 標棒帶控制操作
- 供電電源 6 x AA (R06 / LR06)
- 具備出廠校準書

環路阻抗解析度一毫歐

彩屏顯示

相位識別

防護等級IP54

6合1

手持式熱成像儀系列

- 可做拍攝全畫面資料
- 自動追蹤高 / 低物體溫度並做記錄
- 水 / 電 / 冷 / 物管 / 汽車 / 機械 / 工程 / 研發等都適用

- 熱成像
- 環境溫度顯示
- 環境濕度顯示
- 溫度警報
- 數據記錄
- 自動拍攝滲水物體溫度



MS-ITC9B

6合1



電器/電路檢查



冷熱系統檢測

電壓測試

頻率檢查

插座檢查

RCD 跳閘測試

N-E / 環路故障檢測

非接觸式交流電壓檢測

電筒

與手機 / 平板無線連接並可做控制 / 監視 / 記錄

多功能插座測試儀

(恐龍蛋)
MS-BCP20R

8合1



發射數據到
智能手機 /
平板電腦



MS-CPTK1A

- 尋找帶電 / 不帶電
AC / DC / 訊號線 / 電纜
- 追蹤 / 尋找金屬喉管位置
- PVC / 水泥管位置找尋 (通過鋼線
穿引方式)
- 尋找光纖 (帶金屬保護線)

地線環阻漏電鉗表

先進功能

1. 接地電阻測試: 0.01Ω ~ 1200Ω
2. 銅帶 / 水線環阻測試由0.01開始
3. 漏電電流測試: 0.00mA ~ 20A
4. 數據鎖定 / 存儲300組
5. 全自動量程

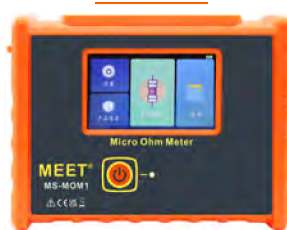


MS-ERCM10

先進功能

1. 測試電阻範圍: 10.0uΩ ~ 50.00KΩ
2. 輸出電流: 1mA / 10mA / 0.1A / 1A / 5A / 10A
3. 10A 大電流測試由 10.0uΩ ~ 100.0mΩ
4. 四線測試法
5. 高精度
6. 自動放電
7. 全彩LCD顯示
8. 數據查閱 / 存儲500組

MS-MOM1



先進功能

1. 二線 / 三線 / 四線測試接地電阻:
0.00Ω ~ 30.00KΩ
2. 四線土壤電阻率測試:
0.00Ω ~ 9999KΩm
3. 接地電壓測試:
0.00V ~ 600V AC
4. 工作頻率: 128Hz
5. 數據鎖定 / 存儲500組
6. 全自動量程

MS-ESRT



MEET International Ltd.
MEET (China) LTD.

MANUFACTURER AND EXPORTER

Flat 1509, 15/F., Westin Centre, 26 Hung To Road, Kwun Tong, Kowloon, Hong Kong.
香港九龍觀塘鴻圖道26號威登中心15樓1509室
Website: www.meet.com.hk www.meetprofessional.com www.meetishop.com
Tel: +852 29504689 E-mail: sales@meet.com.hk



Copyright © 2024 MEET International Ltd. / MEET (China) LTD. All rights reserved.