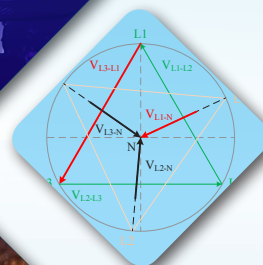
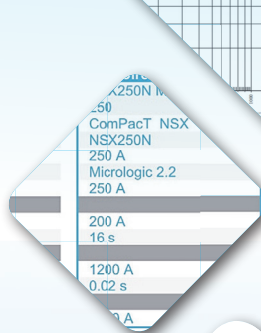


今日機電屋宇設備及環保

第六十二期
2024. 12

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

- ◆ 凍櫃維修知多啲
- ◆ 香港工會的現狀與發展
- ◆ 客戶高壓總開關的基本要求
- ◆ 測試自己的電工理論知多少 2



- ◆ 對話錄 (五)：續談 N 線和《守則》表 6(1)
- ◆ 新手特區——三相感應電動機起動 (3/5·分 5 期刊登)
- ◆ 從格蘭菲爾塔住宅大廈火災對香港消防安全問題的啟示



香港機電業工會聯合會

THE FEDERATION OF HONG KONG ELECTRICAL & MECHANICAL INDUSTRIES TRADE UNIONS

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 111 A 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 30繪圖軟件基礎課程(室內裝修業)初階
- EM164 Sketchup 30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
- EM/PR202 電動車電池和充電基本知識及應用

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(變頻器及不間斷電源供應器)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)

『今日機電』已出版六十二期，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！

適逢空調會慶，今期我們邀請到空調會副理事長謝瑞龍分享《凍櫃維修知多啲》，認識如何維修凍櫃以及如何選擇凍櫃。

今期以下作者的文章繼續連載：陳富濟有關MCCB的分享已經來到第五集，繼續以對話方式與大家探討《對話錄5—續談N線和《守則》表6(1)》；麥家聲續寫《新手特區》系列，這次的主題為《三相感應電動機起動3》；最後是《試考考自己的電工原理知多少2》葉樹德繼續為大家分享4道習題和題解，供同行溫故知新。

另外，我們邀請行業友好分享：香港電燈有限公司 黃國輝分享的「客戶高壓總開關的基本要求」，介紹電力裝置接駁至港燈高壓電網前，有關高壓總開關必須符合的基本要求；范嘉華分享《從格蘭菲爾塔住宅大廈火災對香港消防安全問題的啟示》，安全帶來的啟示都值得深思。

最後，師叔為我們分享《香港工會的現狀與發展》；除了解工會，大家亦可走向世界，被譽為「世界技能奧林匹克」的世界技能大賽亦同樣精彩，電器工會 副理事長梁妙雁《世界技能大賽2024》為我們分享當中的所見所聞。

今年是「香港空調製冷業職工總會」三十七年會慶，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		01
對話錄 (5)：續談N線和《守則》表6(1)	陳富濟	02
從格蘭菲爾塔住宅大廈火災對 香港消防安全問題的啟示	范嘉華	14
新手特區 一		
三相感應電動機起動 (2/5，分5期刊登)	麥家聲	18
測試自己的電工原理知多少2	葉樹德	26
客戶高壓總開關的基本要求	黃國輝	31
香港工會的現狀與發展	師叔	35
凍櫃維修知多啲	謝瑞龍	39
世界技能大賽2024	梁妙雁	43
香港電燈有限公司	廣告	46
建造業議會 (建造業工人註冊委員會)	廣告	47
建造業議會 (創科基金)	廣告	48



網上電子版

對話錄(五):

續談 N 線和《守則》表 6(1)

陳富濟 (chanfuchai@gmail.com)

1. 第1個討論的問題 — N線導體尺寸減小和“N線監測電流值”的調定

E 通過上一次和你的對話，使我對於減小 N 線尺寸的各個方面都有了一點稍為深入的認識，特別是原來國內、外對這種處理方式，都是有著一些對策性的規範和持續性的關注。你上次摘錄的 GB/T 16895. 6 -2014 的條文 524.2.3 和 GB 51348 - 2019 條文 7.4.5.2，便是 1 個隨著年份的增進而持續有所修訂的例子。

今次我打算請教你的第 1 個問題是延續上一次有關 N 線導體尺寸減小的討論。上次你指出：“N 線的‘監測電流’的調定…可以根據預期的 N 線電流包括：‘三及三的奇數倍次諧波電流’和 3 相負載的不平衡電流”，並且是可以不受制於“中性導體截面的減少值不超過相導體截面的 50%…和中性導體截面不小於 16mm²(銅)…”的“舊有”規範；同時也提出了某一種 MCCB 產品的 N 線“監測電流”，甚至是可以調定在額定電流的 20 ~ 100%。

我的問題具體是：1 組 200A 電纜，配合“疏節”單獨佈線供電給 1 組主要是 3 相電動機使用的 MCC 掣櫃，使用的材料是：

(1.1.1) 供電端的 MCCB：額定電流 $I_n = 250A$ ， $I_{cs} = 50kA$ ，其他設定見圖 1。中性線監測電流調定在“ $3D+N/2$ ”（圖 2）是 100A；

圖 1

Circuit breaker	
Name	NSX250N Micrologic 2.2 - 250
Range	ComPacT NSX
Designation	NSX250N
Circuit breaker rating	250 A
Trip unit	Micrologic 2.2
Trip unit rating	250 A
Long delay settings	
I_r	200 A
T_r	16 s
Short delay settings	
I_{sd}	1200 A
T_{sd}	0.02 s
Instantaneous tripping	
I_i	3000 A

圖 2



中性线保护

- 3 极断路器时，无中性线保护。
- 4 极断路器时，可利用三位开关设置中性线保护：
 - 4P 3D：中性线无保护；
 - 4P 3D 与 N/2：中性线半保护，中性线保护值为 $0.5 \times I_r$ ；
 - 4P 4D：中性线全保护，中性线保护值为 I_r 。

(1.1.2) 電纜是：相線是“1/C 70mm² CU/XLPE/PVC 電纜”， I_t 是 268A；中性線是“1/C 25mm² CU/XLPE/PVC 電纜”， I_t 是 135A。電纜長度大約是 30 米。這裡的 I_t 是指從《守則》表 A6(5) 查得的數值；

請問這樣的一個裝置，如果暫時放下 N 線導體不可以減小的規定，能不能夠滿足電力安全的要求？

C 有關衡量 1 個電纜裝置是不是能夠滿足電力安全的要求時，主要有兩個方面：

(1.2.1) 裝設環境和方法的配合。在你的例子中，因為沒有這方面的詳細說明，所以只好假設是符合要求；

(1.2.2) 電纜的“過電流保護”。這方面也可以分為兩點：

a. 過載保護。假設電纜裝設的預期環境溫度是不超過 40℃， C_a 便是 0.91，相線的 I_t 是需要不小於 $200A/0.91 = 219.8A$ ，中性線的 I_t 是需要不小於 $100A/0.91 = 109.9A$ 。從你剛才的 (1.1.2) 中，說明是能夠符合要求；

b. 故障（短路）保護。便需要核定這個電纜裝置，在

□ “近端”，在供電電纜的開始端，即過電流保護器件的安裝位置發生“短路故障”，電路出現“最大預期故障電流 40kA”時，過電流保護器件能不能夠正常“分斷”，這便是考驗過電流保護器件的分斷能力是不是足夠。這個例子的“過電流保護器件”MCCB 的 $I_{cs} = 50kA > 40kA$ ，因此是符合要求；

□ “遠端”，在供電電纜的終端位置出現“短路故障”時，電路出現的“最小預期故障電流”。這個電流數值是用來求證“過電流保護器件”的“允通（限制）能量 (I^2t)”有沒有超過被保護電纜的熱容忍量 (k^2S^2)。也這可以理解為：“過電流保護器件”在完成分斷（“跳掣”）來切斷故障電流的整個過程，是不會造成電纜的損壞的確認。一般來說，在同一組“過電流保護器件”下的電纜裝置中，所有導體的尺寸 (S, mm^2) 都需要滿足 $S \geq \frac{\sqrt{I^2t}}{k}$ 這項計算數式的要求。 k 是 1 個計算因數，是和電纜的導體材料、絕緣材料等因素有關，對於這個例子的電纜，取 $k = 143$ 。

□ 現時看來最困難的是：怎樣求取裝置的“最小預期故障電流”了。因為如果通過計算去求取，這將會是一個很繁複的過程。在這裡我預算使用 1 份內地出版的資料來查取，因此我先來介紹一下這資料：

➤ 書籍名稱：《国家建筑标准设计图集·建筑电气常用数据 19DX101-1》

- 主編單位：中国建筑设计研究院有限公司, 中国建筑标准设计研究院有限公司, 悉地（北京）国际设计顾问有限公司
- 出版社 / 日期：中国计划出版社 / 2019 年 6 月 1 日

- 下列的 (1.2.3) 至 (1.2.6) 是這份資料所使用的“術語”、“計算數式”和參照資料：[表 1（原書的“表 15.7”的部份）和表 2（原書的“續表 15.8”的部份）在這次引用時曾經剪裁]

(1.2.3) i_p —对称短路电流峰值 (kA)

(1.2.4) I_k ：对称稳态三相短路电流有效值 (kA)

(1.2.5) I_{k1} ：对称稳态单相接地短路电流有效值 (kA)

(1.2.6) 低压配电线路由于线路长度较长，电缆芯线截面较小，其线路阻抗远大于电力系统阻抗，故系统阻抗可忽略不计，短路电流可由下式计算，对称三相短路电流可按式 (15.10) 计算，单相接地短路电流可按式 (15.11) 计算。

$$I_k = \frac{230}{\sqrt{(X_{TK} + X_L)^2 + (R_{TK} + R_L)^2}} \quad (15.10)$$

$$I_{k1} = \frac{220}{\sqrt{(X_{TphPE} + X_{LphPE})^2 + (R_{TphPE} + R_{LphPE})^2}} \quad (15.11)$$

式中， X_{TK} 、 X_L —— 变压器、线路正序感抗 (mΩ)

R_{TK} 、 R_L —— 三相短路为导体 20℃ 时 Q 点的变压器、线路线路正序电阻 (mΩ)。

X_{TphPE} 、 X_{LphPE} —— 变压器、线路相保感抗 (mΩ)

R_{TphPE} 、 R_{LphPE} —— 变压器、线路相保电阻 (mΩ)。

4.7 单相接地短路按照短路电流流经多芯电缆的相线和 PE 线进行计算。

4.7.1 相保电抗参照《工业与民用供配电设计手册》第三版表 3.25 及《工业与民用供配电设计手册》第四版表 4.2—46 折算的相保电抗取大者进行计算。

表 1

表 15.7 变压器 0.4kV 低压出口处短路电流速查表

变压器容量 (kV·A)	代号	变压器短路阻抗电压 ($u_{kr}\%$)				
		4	4.5	6	7	8
800	I_k	—	—	19.20	16.48	14.40
	i_p	—	—	48.96	42.02	36.72
1000	I_k	—	—	24.00	20.60	18.00
	i_p	—	—	61.20	52.53	45.90
1250	I_k	—	—	30.00	25.75	22.50
	i_p	—	—	76.50	65.66	57.38
1600	I_k	—	—	38.40	32.96	28.80
	i_p	—	—	97.92	84.05	73.44
2000	I_k	—	—	48.00	41.20	36.00
	i_p	—	—	122.40	105.06	91.80
2500	I_k	—	—	60.00	51.50	45.00
	i_p	—	—	153.00	131.33	114.75

注：本表以上级系统容量无穷大为计算条件。

表 2

续表15.8: 低压铜芯交联聚乙烯电缆短路电流选择表

线路长度 (m)	变压器 电流 代号	1600kV·A $U_k\% = 6$									
		YJV(Y)电缆截面 (mm ²)									
		16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
10	I_k	17.04	22.37	25.98	28.87	30.80	31.96	32.55	32.94	33.21	33.45
	I_{k1}	6.36	7.61	8.46	11.99	15.36	18.67	21.66	22.24	23.89	25.13
20	I_k	9.63	13.87	17.53	21.28	24.33	26.45	27.62	28.43	28.98	29.48
	I_{k1}	3.26	3.95	4.42	6.50	8.72	11.31	14.00	14.62	16.61	18.25
30	I_k	6.64	9.86	12.91	16.47	19.67	22.18	23.70	24.79	25.56	26.25
	I_{k1}	2.19	2.66	2.98	4.43	6.03	8.01	10.17	10.71	12.54	14.14
40	I_k	5.06	7.61	10.15	13.25	16.35	18.95	20.61	21.87	22.78	23.62
	I_{k1}	1.65	2.00	2.25	3.36	4.60	6.18	7.95	8.41	10.02	11.48
50	I_k	4.08	6.19	8.34	11.07	13.93	16.46	18.17	19.50	20.50	21.43
	I_{k1}	1.32	1.61	1.80	2.70	3.72	5.02	6.52	6.91	8.33	9.64

- 表 1（原書的表 15.7）是用來比對香港的“最大預期故障電流，40kA”。結果是兩者的相差只是 4%，因此可以用作參考；
- 從表 2（原書的“續表 15.8”）可以查找到 70mm² CU/XLPE/PVC 電纜，在 30 米長度的“最小預期故障電流”是：
 - 三相短路電流 $I_k = 19.67$ kA；
 - 單相“接地”短路電流 $I_{k1} = 6.03$ kA。從 (1.2.6) 的數式 (15.11) 和 4.7.1 的說明，再參考《工业与民用供配电设计手册》第四版中的表 4.2-46，得知配合相線導體 70mm² 的 PE 線導體尺寸是 35mm²。現在這個例子的中性線導體是 25mm² < 35mm²，因此取 $I_{k1} = 6.03$ kA 作為“單相（L 對 N）短路電流”，也是留有一定程度的合理“裕量”。
- 圖 3 是這個 MCCB 在圖 1 的設定時的“電流 / 起動時間”特性曲線。可以看到在電流超過 2000A 的情況下，MCCB 的分斷時間是不超過 0.1 秒，因此相應的

圖 3

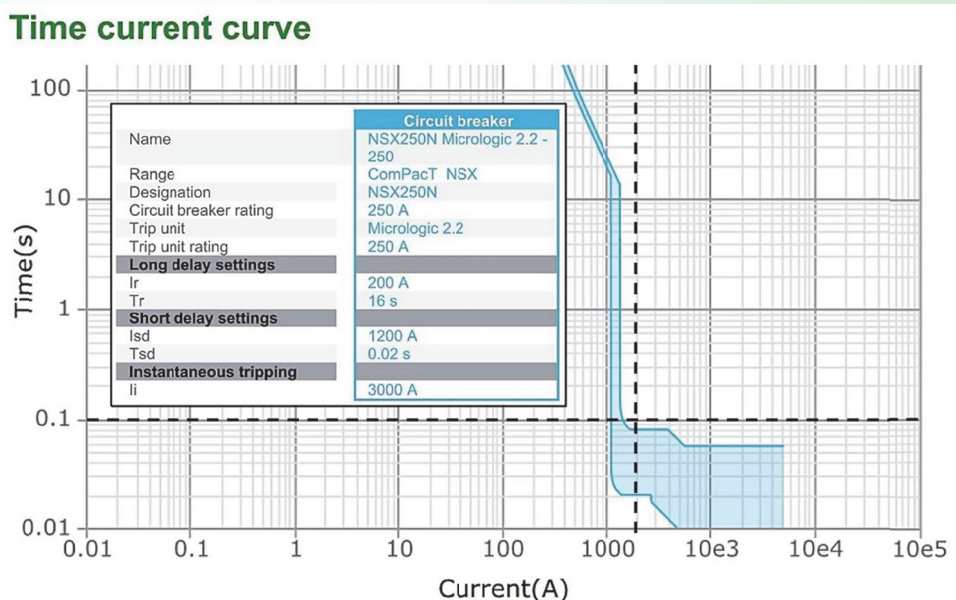
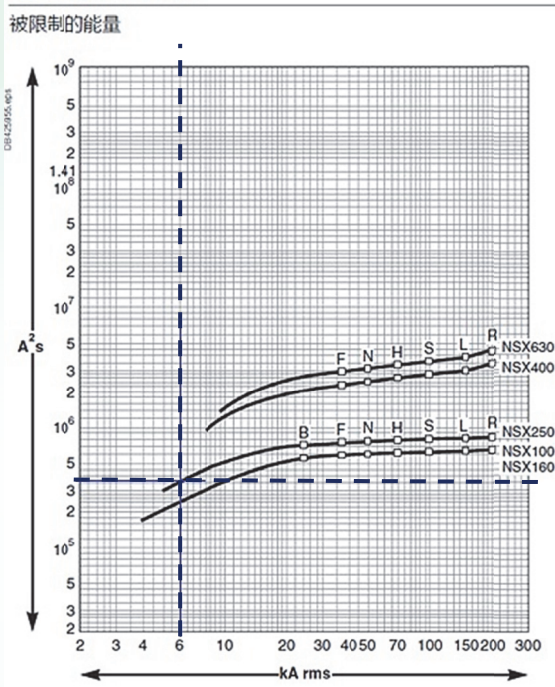


圖 4

能量限制曲线 电压 400/440VAC



“允通（限制）能量 (I^2t)”也只能夠通過產品的技術資料去查找。圖 4 是這 MCCB 的“能量限制曲線”，從這曲線圖中，找到這品牌的 250A MCCB 在 6.03 kA 電流時的“允通（限制）”能量 (I^2t) 是 $3.6 \times 10^5 (A^2S)$ ；

- 代入“計算數式” $S \geq \frac{\sqrt{3.6 \times 10^5}}{143} = 4.2 \text{mm}^2 < 25 \text{mm}^2$ 。在不考慮 N 線導體不可以減小這規定時，這裝置的 N 線使用“1/C 25mm² CU/XLPE/PVC 電纜”，是完全能夠滿足電力安全的要求。
- 上次提及的那種 N 線“監測電流”可以調定在額定電流 20 ~ 100% 的 MCCB 產品，遺憾的是我找不到它的“能量限制曲線”或相關資料，但是如果假設它的“能量限制曲線”也是和圖 4 相同——這個可能性一定不會大，這只是 1 個舉例罷了。當 N 線的“監測電流” (I_n) 調定在額定電流 250A 的 20%，即是 50A，並且假定 C_a 同樣是 0.91， I_L 便是需要不小於 $50A/0.91 = 55A$ ，使用的導體尺寸只是不小於 10mm²， I_L 是 74A。也是能夠滿足電力安全的要求。
- 從現時的一般樓宇工程實務角度來說，因為考慮到日後進行維修和 WR2 時，要把掣櫃完全停電的工作需求，所以掣櫃房的照明、插座和小功率設備極大多數都是由所在樓層的配電設備供電。同時，1 組主要是 3 相電動機負載的 MCC 掣櫃，除了掣櫃內的防潮發熱器外，通常是沒有一些功率很大的單相負載，因此更好的設計是使用 3 相 3 線方式。如果不用 N 線，便沒有半 N 或全 N 的顧慮，也沒有電流保護器件和開關使用 3 極或 4 極的考量了。只要在供電線路終端的隔離裝置後加裝 1 個 380V 轉 220V，大約 0.5 至 1kVA 容量的單相變壓器，便可以用來供給掣櫃的顯示、保護、控制和防潮等設備的電力需求。特別是在供電

電路長度比較長，以及電纜尺寸比較大的情況時，這樣的設計便更能凸顯：“適當使用材料”的環保意念，以及減低裝設的成本。近期看到不少的 MCC 或電容櫃都有採用這方式。

2. 第2個討論的問題 — 《守則》表6(1)和四芯及五芯電纜裝置

E 今次我請教的第 2 個問題是：對於《守則》6B(6) 和表 6(1)（圖 5、圖 6）的應用，我實在是有點不大了解。因為在香港的工程習慣，在需要為配合某一指定的電力裝置或設備來選擇供電電纜的類別和尺寸時，如果撇開“電壓降”核定的環節，一般都是依循著：

- (2.1.1) 首先確定這相關裝置或設備的“電流需求量 (I_b)”；隨後
- (2.1.2) 再決定“過流保護器件的額定或設定電流值 (I_n)”；再加上
- (2.1.3) 配合裝設環境、條件的各項“額定值因數”和“校正因數” (C_r) 的計算後，根據 $I_t \geq \frac{I_n}{C_r}$ 便可以求出供電電纜的“最小載流需求量 (I_{tmin})”，最後再按電纜的類別、敷設的方法和表列的電流值 I_t 來找出相關的電纜導體的尺寸，同時還需要滿足： $I_t \geq I_{tmin}$ ；

圖 5

(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。

圖 6

表 6(1) 四芯及五芯電纜中三重諧波電流的額定值因數		
線電流的第三諧波含量 * 百分率	額定值因數	
	根據線電流選擇尺寸	根據中性電流選擇尺寸
0-15	1.0	-
>15-33	0.86	-
>33-45	-	0.86
>45	-	1.0

* 註：第三諧波含量以總諧波失真率表示。

現在先請你看看我以下的理解是不是正確：

- (2.1.4) 《守則》表 6(1) 中所說的“線電流”，大約是相等於 (2.1.1) 的 I_b ；
- (2.1.5) 如果“線電流的第三諧波含量百分率”——這名詞實在是太長了，以下就把它簡稱為“百分率”吧，不超過 15%，供電電纜的尺寸可以根據“線電流”來選擇， $I_{bh} = I_b$ ，“額定值因數”是 1。 I_{bh} 是指含有“第三諧波”的電流需求量；
- (2.1.6) “百分率”在大於 15% 和 33% 之間時，供電電纜的尺寸也是根據“線電流”來選擇，“額定值因數”是 0.86。電路過流保護器件的“額定或設定電流值

(In)”，以及供電電纜的尺寸便是用 $I_{bh} = I_b / 0.86 = 1.17 \times I_b$ 的電流需求量來選擇。

但如果“百分率”在超過 33% 時，根據表 6(1) 指出便是需要用“中性電流”來選擇電纜的尺寸，這方面我便不大了解了。因此特別希望你能夠使用一些實質的數值來舉例，給我指點一下。

- C 回答你這一個問題前，我需要說的是：《守則》表 6(1) 中所說的線電流的“第三諧波”、還有英文版同一編號表格中的“Third harmonic”，都應該理解為《守則》6(c) 中的“第三諧波電流或三倍數的諧波電流”，這也是表 6(1) 標題中的“三重諧波電流”和英文版標題中的“triple harmonic currents”。因為從電學原理來說，數表中的相關內容應該都不只是考量“第三諧波電流”，雖然在一般情況下它會是“三重諧波電流”中的主要成份；

其次，和《守則》表 6(1) 相同的內容，在國標和很多的國際電力裝置規範中都有登載。BS7671 附錄 4 第 5.5 節除了列出內容相同的 TABLE 4Aa 外，還舉出了 3 個案例 (Case) 來加以說明這相關表格的應用，並且在應用過程中的計算步驟，也和你剛才列舉的 (2.1.1) 至 (2.1.3) 相同。畢竟 I_{bh} 也是 I_b 嘛。

為了方便表達，我把 BS7671 中 3 個案例的資料用表格形式列出，表 3 中的橫列“Case” 1、2 和 3 便是了。為了和原文的數值互相對照，因此也是同樣用上了 Ca 這項“環境溫度的額定值因數”，35℃ 的 0.96，以及 Cg 這項“組合電纜的額定值因數”，它是連同其他 3 個性質相同的一共 4 個電路一起在“疏孔線架”上行佈的數值 0.77。(C13) 的備註欄中，也列出了各項數值的計算數式。

以下簡要地來說說表 3 的一些內容：

- (2.2.1) “Case” 2 的 (C11) 電纜尺寸 (mm^2) 列有兩個數值 16/25，相應的 (C12) I_t 欄中也列有兩個數值 99/131。原因是這項“Case”計算所得出的 I_{tmin} 電流量是 99.1A，如果需要滿足 $I_t \geq I_{tmin}$ 的要求，電纜尺寸便需要選擇 25mm^2 。這因為 16mm^2 的 I_t 是 99A，比較 99.1A 少了 0.1A，但 BS7671 的原文是選擇了 16mm^2 。估計的可能是：“第三諧波額定值因數”的 0.86，是涵蓋著 15-30% 的“三重諧波”含量，而這 Case 的“三重諧波”含量只是 20%，比 33% 的情況好上不少，因此能夠抵消這 0.1A 的差距；
- (2.2.2) 表 3 中的橫列“Case” 4、5 和 6，只保留了 $C_a = 0.96$ 這一項環境溫度是 35℃ 的常用額定值因數。Cg 是改用 1 來計算；
- (2.2.3) 《守則》表 6(1) 指出：“百分率”不超過 15%，選擇電纜尺寸時是根據“線電流”，使用的“第三諧波額定值因數”是 1。從表 3 中的橫列“Case” 7，可以看到在這情況下，“相線電流”(C4) 相較沒有“三重諧波”的“負載基頻電流”(C3, I_{nL}) 只增加了大約 1%，但“中性電流”卻增加到是“相線電流”的大約 45%；另外從
- (2.2.4) 《守則》表 6(1) 還指出：“百分率”超過 33%，選擇電纜尺寸時除了需要用上“第三諧波額定值因數”的 0.86 外，還指定是需要以“中性電流”來決

定。如果從另一角度去理解這一項說明：就是在“百分率”超過 33% 的條件下，“中性電流 $I_{neutral}$ ”是會出現比“相線電流 I_{phase} ”為大的情況，得出這樣的結論可能是根據“計算式 (vi)”—— $I_{neutral} = 3x (I_{nL} \times h/100) = 3 \times I_{nL} \times 0.33 = 0.99 I_{nL}$ 而得出。但是 I_{phase} 並不是在任何情況下都是等於 I_{nL} ， I_{phase} 根據“計算式 (v)”也是會隨著“百分率”的改變而變化。“Case”8 的“百分率”是 34%（超過 33%）的情況時，“中性電流 $I_{neutral}$ ”仍然是小於“相線電流 I_{phase} ”；

(2.2.5) “Case”9 的計算說明：“中性電流 $I_{neutral}$ ”大於“相線電流 I_{phase} ”的“百分率”臨界點是 35.4%；

(2.2.6) 《守則》表 6(1) 指出：“百分率”超過 45%，選擇電纜尺寸便需要以“中性電流”來決定，“第三諧波額定值因數”是 1（“Case”10）。

BS7671 附錄 4 第 5.5 節有著這樣的說明：“如果中性線電流大於相線電流的 135%，並且是已經根據中性線電流來選擇電纜尺寸，在同一電纜中的其餘 3 組相線導體將不會滿載。因而相線導體所產生熱量的減少抵消了中性導體所產生的熱量，所以無需應用任何額定因數。”（“Case”11）

(2.2.7) 表 3 中的“Case”8 至“Case”11 只是一些探討性質的計算。當需要應用《守則》表 6(1) 來選擇電纜的尺寸時，還是必須完全遵守這《守則》列出的所有規定。

E 從《守則》表 6(1) 的標題可以看到這個“三重諧波電流的額定值因數”只是配合四芯及五芯電纜而設的，我的理解是：

(2.3.1) 《守則》表 6(1) 的“四芯及五芯電纜”是指“相線和中性線導體”都是同等大小尺寸的組合電纜；

(2.3.2) 這個“額定值因數”也是和《守則》“附錄 5 中的其他”決定電纜導體大小的額定值因數“類似，都是和電纜導體本身所產生的熱量和周邊的散熱條件有關。因為四芯及五芯電纜在沒有“三重諧波電流”的情況下，“均衡滿載”時只有 3 組相線導體是有負載電流通過和產生熱量。即使處於“不均衡滿載”，中性線導體出現一定強度的負載電流時，其他相線導體流通的負載電流和產生的熱量也會減少，並且“中性線電流 $I_{neutral}$ ”一定不會大於“相線電流 I_{phase} ”。故此在決定電纜尺寸時，便只需要考慮“相線電流”；

(2.3.3) 但是當裝置產生了“三重諧波電流”，即使在“均衡滿載”時中性線導體也會出現一定強度的電流，產生熱量的便不止於 3 組導體了，因此便有機會要用上 0.86 這 1 個“額定值因數”。如果“三重諧波電流”的強度達到一定程度時，“中性線電流 $I_{neutral}$ ”便會大於“相線電流 I_{phase} ”，於是在決定電纜尺寸時，便需要改變用“中性電流”和考慮再加上使用這個 0.86 的“額定值因數”了。

表 3

1. 3相4線平衡負載電路， I_{nL} (基頻電流) = 58A。4/C CU/XLPE/SWA 電纜供電

2. 裝設位置的環境溫度 --- 35°C， $C_a = 0.96$ (守則，頁239)；佈設時，和其他同樣特性及負載相同的電纜一共 4條安裝在穿孔線架上， $C_g = 0.77$ (守則，頁240)

3. 過流保護器件 --- MCB

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	
Case	線電流的 第三諧波 含量百分率 h (%)	負載基頻 電流 I _{nL} (A)	相線 電流 I _{phase} (A)	中性線 電流 I _{neutral} (A)	過流保護 器件 額定電流 I _n (A)	Ca	Cg	第三諧波 額定值因數	I _{tmin} (A)	電纜 尺寸 (mm ²)	I _t (A)	備註	
1	0	58	58	0	63	0.96	0.77	1	85.2	16	99	計算： (i) C6 ≥ C4 & C6 ≥ C5 (ii) C12 ≥ C10 (iv) C10 ≥ C6 ÷ (C7 × C8 × C9) (v) C4 = C3 × √(1 ² + (C2 ÷ 100) ²) (vi) C5 = 3 × (C3 × C2 ÷ 100)	
2	20	58	59.1	34.8	63	0.96	0.77	0.86	99.1	16/25	99/131		
3	42	58	62.9	73.08	80 ^(*)	0.96	0.77	0.86	125.8	25	131		
Ca = 0.96 (35°C) / Cg = 1													
4	0	58	58	0	63	0.96	1	1	65.6	10	78		(*) I _{neutral} > I _{phase}
5	20	58	59.1	34.8	63	0.96	1	0.86	76.3	10	78		
6	42	58	62.9	73.08	80 ^(*)	0.96	1	0.86	96.9	16	99		
7	15	58	58.6	26.1	63	0.96	1	1	65.6	10	78		
8	34	58	61.3	59.16	63	0.96	1	0.86	76.3	10	78		
9	35.4	58	61.5	61.596	63 ^(*)	0.96	1	0.86	76.3	10	78	(**) h > 45, C9 = 1 (I _{neutral} ÷ I _{phase}) × 100% > 125% (***) h > 45, C9 = 1 (I _{neutral} ÷ I _{phase}) × 100% > 135%	
10	46 ^(**)	58	63.8	80.04	100 ^(*)	0.96	1	1	104.2	25	131		
11	50.5 ^(***)	58	65.0	87.87	100 ^(*)	0.96	1	1	104.2	25	131		

(**) $h > 45$, $C_9 = 1$
 $(I_{neutral} \div I_{phase}) \times 100\% > 125\%$
 (***) $h > 45$, $C_9 = 1$
 $(I_{neutral} \div I_{phase}) \times 100\% > 135\%$

3. 第3個討論的問題—《守則》表6(1)和單芯電纜裝置

- E 接著我的第 3 個問題是：同樣的具有“三重諧波電流”，但如果供電電纜不是使用四芯及五芯電纜，而是使用單芯電纜，在決定電纜導體尺寸時，這個“三重諧波電流的額定值因數”是不是沒有需要使用？
- C 你的第 3 個問題，可以從兩方面來討論：
- (3.1.1) 《守則》表 6(1) 的標題既然指定這個 0.86 的“額定值因數”是為四芯及五芯電纜而設，那對於單芯電纜裝置，當然是沒有使用的需要了。但是在本地處理過像這樣裝設情況的從業人員，以及所積累的工程經驗還不是很多，當然這也包括我在內。因此，我建議去尋找更多的參考資料便很有必要；
- (3.1.2) 由內地“中国航空规划院有限公司”組編，“中国电力出版社”在 2017 年出版的《工业与民用供配电设计手册》（第四版）中，也有和“守則”表 6(1) 內容相同的數表——“表 9.2-2”。在這個數表的“注”中有著很值得參考的內容：“表中数据仅适用于中性线与相线的 4 芯或 5 芯电缆及穿管导线，并以三芯电缆或三线穿管的载流量为基础，即把整个回路导体视为一综合发热体来考虑。”
- E 我提出這個問題最主要的是想知道：在這個受“三重諧波電流”影響的三相四線裝置，在設計 4 組“單芯電纜”配線時，可不可以分別因應“相線電流”和“中性電流”的不同大小，而選擇不同導體尺寸大小的電纜？請你是不是可以用表 3 的“Case”11 來作為例子，給我說明怎樣去選擇一組配合單獨在“疏節”上佈線的“單芯電纜”裝置。
- C 我的舉例：“Case”11 的 I_{phase} 是 65A， I_{neutral} 是 87.87A，選用的過電流保護器件是 1 個額定電流 (I_n)100A 4 極並且具有 OSN 功能的 MCCB。OSN 是“加大中性線”——Over Size Neutral 的英文簡稱。表 4 是這類 MCCB 的 OSN 功能部份的介紹和設定

表 4 MicroLogic5、6 和 7 脫扣單元包含 OSN（加大中性線）功能，該功能可在存在三階諧波電流（及其倍數）時管理中性線導線保護。

下表顯示根據 I_N/I_r 功能的值設置的中性線長延時保護吸合電流值和中性線短延時保護吸合電流值：

I_N/I_r 功能	長延時吸合電流值 $I_r(I_N)$	短延時吸合電流值 $I_{sd}(I_N)$
OFF	N/A	N/A
0.5 ⁽¹⁾	$I_r/2$	$I_{sd}/2$
1	I_r	I_{sd}

(1) 對於額定值為 40 A 的 MicroLogic 7 脫扣單元， $I_N/I_r = 0.5$ 的設置不可用。

相、中性線長延時和短延時保護時間延遲的這些設置值是相同的。

下表詳細顯示了根據相保護吸合電流 I_r 設置和 4 極脫扣單元的 I_n 額定值設置的中性線保護吸合電流值（設置為 OSN）。

I_r/I_n 值	長延時吸合電流值 $I_r(I_N)$	短延時吸合電流值 $I_{sd}(I_N)$
$I_r/I_n < 0.63$	$1.6 \times I_r$	$1.6 \times I_{sd}$
$0.63 < I_r/I_n < 1$	I_n	$I_n \times I_{sd}/I_r$

方法。選用這樣的 MCCB 只是一項舉例，因為相對一般功能的 MCCB，這種產品的價格是比較昂貴。

根據“Case”11 的資料，配合的 MCCB 的設定是： I_r 是相線的設定電流是 70A，大於 I_{phase} 的 65A，中性線保護的設定是 OSN。因為 $I_r/I_n (70A / 100A) > 0.63$ ，所以中性線的“長延時吸合（過載保護跳脫）電流”是 100A，這也大於 $I_{neutral}$ 的 87.87A。電纜和電纜尺寸的選擇：結合環境溫度是 35℃ 的額定值因數 $Ca = 0.96$ ，相線的 I_{tmin} 是 $70A/0.96 = 73A$ ，選用的電纜是“1/C 10mm² CU/XLPE/PVC 電纜”， I_t 是 74A；中性線的 I_{tmin} 是 $100A/0.96 = 104.2A$ ，選用的電纜是“1/C 25mm² CU/XLPE/PVC 電纜”， I_t 是 135A。

4. 結語

- E 謝謝你這兩次不厭其煩的跟我對話了。請問你也會像往常的那樣會把你這次所有引用資料的網址分享嗎？我實在太想讀讀“**建筑电气常用数据**”這本書了。
- C 在這次對話中，“表 4”、“圖 2”和“圖 4”是可以從網上下載，以及圖 1 和圖 3 是通過使用施耐德的計算軟件而得出，其他有關內地的資料都是從“實體”書籍所摘引，因此不能夠有網址分享了。如果你有興趣，通過網路購買也很方便。由於內地各方面的高速發展，帶動了電力裝置行業無論在數量上，以及質量上都積累了極為豐富的各方面經驗。同時也因為內地最近這十多年間，編制和出版的電力裝置參考資料和書籍，極大多數都是已經是符合相應的 IEC 標準，所以是非常值得我們在深化行業知識上的學習和參考。我也希望能夠在本刊以後的期數，會找些機會和各位分享一些這方面的參考資訊。

“表 4”(頁 72)

https://www.productinfo.schneider-electric.com/compactnsxmicrologic_5_6_7/doca0188-compact-nsx-micrologic-5_6_7/Chinese%20Simplified/ComPacT-NSX-MicroLogic567-User-Guide-DOCA0188ZH-03.pdf



“圖 2”(頁 53)， “圖 4”(頁 290)

[https://download.schneider-electric.com/doc/ECATA1114/freecompress-ECATA1114-%E6%96%B0%E4%B8%80%E4%BB%A3NSX%E6%A0%B7%E6%9C%AC0816%20\(6\).pdf](https://download.schneider-electric.com/doc/ECATA1114/freecompress-ECATA1114-%E6%96%B0%E4%B8%80%E4%BB%A3NSX%E6%A0%B7%E6%9C%AC0816%20(6).pdf)



5. 附錄—讀者的回應

我在上期的文稿刊出後的不久，便收到了 1 位廣州資深高工叶先生的電郵，給我簡明而扼要的介紹了內地有關執行這規定的近況，現在刊登在下面和各位分享。叶先生也給我傳來他 2022 年發表在《建築電氣》的文章，這是一篇論證嚴謹的學術論文。拜讀之後得益不少，同時也增加了我對上期文稿內容的信心。

陳先生，你好。偶然在網絡上看到你寫的《為什麼內地可以使用 3 芯半電纜》，我嘗試介紹一下目前內地對 3 芯半電纜（3+2 電纜）的使用情況。

在相當長的一段時間，內地在以電動機（風機、水泵、電梯）為主的配電回路採用常規斷路器（不在 N 線上單獨設置過電流保護）及減少截面積的中性導體（3+2 電纜），經過多年實踐經驗是沒有明顯的安全問題。

主要原因是電動機為主的配電回路 N 線上的電流的確很小，在內地一般只有電機控制二次回路、小設備房照明回路、檢修插座等，而且在單相引出的位置有單相斷路器對上述分支回路（包括 L 和 N）做了過負荷保護，而主幹回路的 N 線大部分情況會比這些出線回路的 N 線之和要大。從過負荷保護的角度，即使所有分支回路的 N 線過負荷，主幹回路的 N 線也是不會過負荷的。

但在 GB 51348 - 2019 出現之後，由於條文的表述和審圖的理解問題，部分地區（並非全國）要求對 3 + 2 電纜的 N 線設置整定值為相線 1/2 的過負荷保護。由於這種保護的斷路器一般為電子脫扣的塑殼斷路器，價格比常規的斷路器要貴，當回路短、電流不太大的情況下不經濟，這時會採用 4+1 電纜的做法。

從實際角度，以電動機為主的配電回路採用 3 + 2 電纜，N 線設置整定值為相線 1/2 的過負荷保護不太必要。在 2022 年的時候，我在內地的《建築電氣》雜誌發表了一篇論文《對中性導體截面積小於相導體時裝設過電流保護的探討》，文中的觀點和前面幾段話是一致的。在國內對此問題還存在爭議，在一些地區採用 3 + 2 電纜也不需要設置相線 1/2 的過負荷保護。🔍

從格蘭菲爾塔住宅大廈火災

對香港消防安全問題的啟示

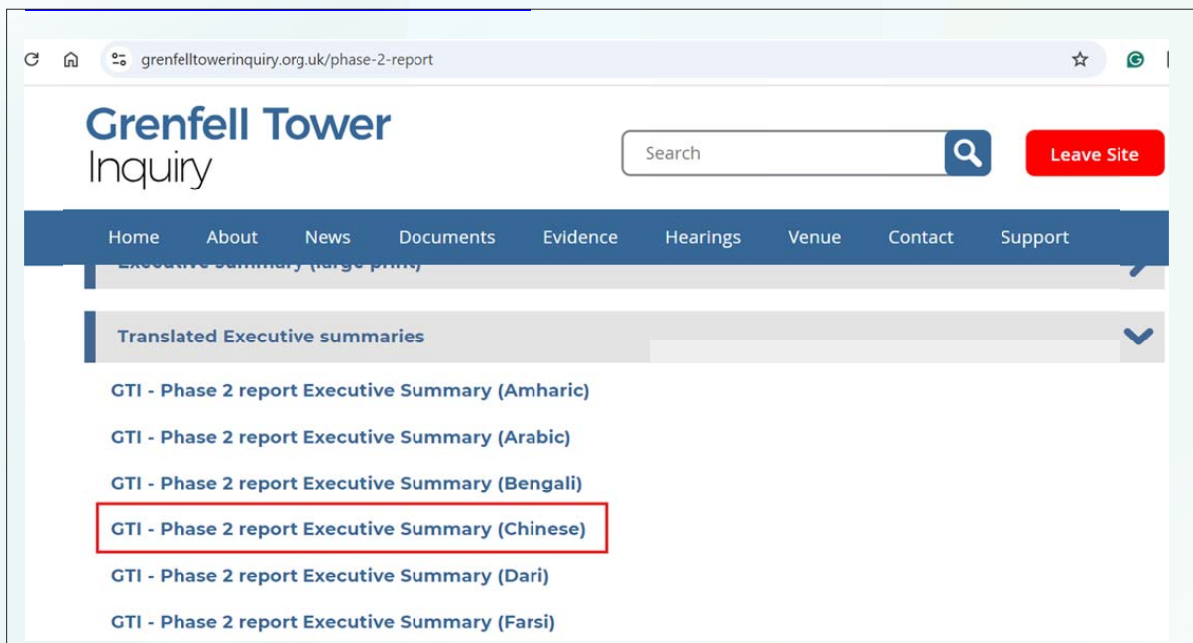
范嘉華 CEng, MCIBSE, MSc, MIET, LEED AP,
BEAM Pro, EMSD REW B0, CDCP

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>

在倫敦的格蘭菲爾塔住宅大廈在 2017 年 6 月 14 日發生嚴重火災和引起嚴重傷亡，本文引用了《「格蘭菲爾塔住宅大廈」調查：第二階段報告概要「格蘭菲爾塔住宅大廈火災」《公眾調查報告》（2017 年 6 月 14 日）》的部分內容，並指出本地的建築從業員和其他相關人士如何能從中學習消除火警危險。該報告的概要備有中文譯本，可於以下網址下載：

<https://www.grenfelltowerinquiry.org.uk/phase-2-report>



《「格蘭菲爾塔住宅大廈」調查：第二階段報告概要》的原文部分內容	本地建築界人士所能學習的事項
2.65 「格蘭菲爾塔住宅大廈」的防火措施中，某些重要特徵並不符合當時的適當標準。例如，TMO（租戶管理組織）於 2011 年和 2012 年安裝的前門，均不符合「批准文件 B」建議的防火標準。這是因為 TMO 訂購時，並沒指定正確消防安全標準。 2.66 影響防火系統的檢查和保養制度，均沒反映最佳實踐，遵循也不一致。「格蘭菲爾塔住宅大廈」前門裝有多個自動關門裝置，但無法有效運作，有些甚至完全遺失。儘管 LFB 於 2015 年底發出「強制執行通知書」(Enforcement Notice)，但 TMO 並未為大門安裝自動關門裝置制訂有效率的檢查和保養計劃。	本地住宅或商業單位裝修工程，很多時沒有按照屋宇署的《2011 年建築物消防安全守則 (2023 年 6 月版本)》安裝合格的防火門。 我建議政府從嚴執法，於某訂明日期後新更換或安裝的單位大門必須是合格的防火門，否則嚴厲處罰相關業主和建築業界人士。而在某日期前安裝的非合格防火大門，須按風險為本的原則逐步汰換。 所有已寫明「防火門應常關」標示的防火門，除了在必須打開供進出或逃生時，應時常保持關閉，否則法辦。 請讀者留意本地物業管理業監管制度： https://www.pmsa.org.hk
2.79 Studio E 以建築師行身份，負責外牆設計及建築工程材料選擇。雖然 TMO 身為客戶和希望透過採用 ACM 擋雨嵌板來降低成本，但 Studio E 有責任判斷採用此類材會否導致該樓宇符合《建築物規例》「功能要求 B4(1)」，並向 TMO 提出相應建議。Studio E 並沒發現 ACM 的危險，也沒警告 TMO 棄用 ACM。這表示 Studio E 建築師行執行工作時，並沒跟隨相當稱職建築師的標準。Studio E 還沒發現 Celotex 隔熱物料是易燃的，並根據法定指引，不適合在高度超過 18 米樓宇上使用 Celotex。因此，Studio E 對這場災難肩負極大責任。 2.80 我們更發現 Studio E 在其他許多方面均未達相當稱職建築師的標準，以下幾點為甚。Studio E 未能確保 Exova 完成翻新建築的「消防安全策略」，也未能建議 Rydon 和 TMO 應要求完成。該建築師行不了解自己負上承辦商執行設計工作的責任，而沒檢查 Harley 的設計和確保翻新工程完成會否符合《建築物規例》。Studio E 沒設計適當「空隙屏障」計劃，也沒檢查 Harley 的「空隙屏障」設計。該建築師行也沒製造顯示窗戶的詳細圖紙，也沒注意指定窗戶填充板材料是不適合的。	大廈的小業主應堅持，為樓宇大維修招聘認可人士時，必須參加市區重建局的招標妥計劃： https://www.brplatform.org.hk/tc/subsidy-and-assistance/smart-tender 政府應加強對其註冊建築專業人士、承辦商、技術員等的持續專業進修 (CPD)、學歷和工作經驗要求。各部門也應嚴格監管從業員的工作質素。 大廈的小業主宜盡可能學習工程的相關知識，多關心大廈的工程維修問題，從而多加監管其顧問和承辦商。業主大會應積極參與。 建築專業人士應盡可能多參加持續專業進修，多學習工程知識，也要避免承辦超出自身能力的工程項目。 再次提醒讀者，因工程問題或者安全管理不當導致他人死亡，可能會被控誤殺。

2.81 Exova 也對「格蘭菲爾塔住宅大廈」翻新完成的危險狀態，肩負相當大的責任。我們最嚴厲批評是 TMO 未能為翻新建築制定「消防安全策略」的最終版本，也未能提醒設計團隊注意這事實或警告可能結果。負責起草「消防安全策略」的人員均未參觀過「格蘭菲爾塔住宅大廈」；Exova 工作人員唯一一次進行現場考察是在初步階段。Exova 的態度完全不符合一個相當稱職的「消防工程师」(Fire Engineer) 對影響生命安全問題的謹慎態度。

工程從業員應盡可能多落 SITE，多到工地視察，加強對現場情況的認知和豐富自己的地盤經驗。

我建議消防處盡早落實註冊消防工程师的監管制度：

https://www.hkfsd.gov.hk/chi/fire_protection/rfes/

產品認證及測試數據公佈

113.19 負責樓宇設計的人士採用材料和產品前，必須可以得到相關可靠資料。製造商在自己的產品文件中，載刊多個產品聲明。當中某些聲明顯然並非技術性質，而是經過精心設計，予人某產品已通過某個測試或已獲證明適合某種用途的印象。這是製造及銷售「格蘭菲爾塔住宅大廈」翻新所用擋雨嵌板和隔熱物料人士，採用的市場推廣手段之一。

113.20 製造商能夠利用誤導市場銷售資料的原因，某部份認證機構雖然向市場提供產品質素和特性保證，但未能保證自身發出證書的聲明為準確無誤，並以適當和相關測試證據為本。

特區政府的相關部門（屋宇署、消防處、海關、消費者委員會等）應直接在工地取得和在市面購買與消防安全相關的建築物料，並作出化驗。我建議特區政府與國家質量監督檢驗檢疫總局加強合作監管本港所用工程物料之安全性。

業主和顧問公司批核物料時，必須堅持產品的安全性從嚴審批，也要確保所安裝的物料與批准物料一致。從此事件可見，承辦商所呈交的工程物料的產品測試證書，業主顧問不能輕易採信。

在內地取得認證的產品，讀者可以到中國質量認證中心網站驗證其測試證書：

<https://www.cqc.com.cn/www/chinese/zscx/>

工程物料製造商必須顧及其產品的安全性和提供真實的資料，以避免其產品造成人命傷亡和其極嚴重的法律責任。

承辦商

113.32 現在廣泛使用的設計和建造合約形式使總承辦商負責與工程相關的全部活動，但它總是聘請承辦商來執行其不同方面的工作。我們批評了 Rydon 在組織「格蘭菲爾塔住宅大廈」翻新工程中的各種失誤。其中包括未能明確哪個承辦商負責設計的特定方面以及未能積極關注消防安全。我們並不是第一個得出這樣的結論：整個建築業需要在技術上變得更有能力，並且不願意為了速度和成本而犧牲質素的人員。

本地建築業同樣需要在技術上變得更有能力，並且不願意為了速度和成本而犧牲質素的人員。承辦商組織的高級成員應親自負責採取一切合理措施，以確保工程完成後樓宇與預期一樣安全。

政府屋宇署等部門應加強對其註冊承建商的規管和多次地盤巡查。

大廈的業主應堅持，為樓宇大維修招聘承辦商時，必須參加市區重建局的招標妥計劃。網頁如下：

113.33 我們認為，消除我們已發現的此類不足並提高承辦商效率的一種方法是，為希望在高風險樓宇上開展工作的人引入許可制度。這將確保那些在最敏感樓宇上工作的人具有從事此類工作的經驗和組織資格，並且這樣的制度應導致承辦商能力的普遍提高。我們也認為，為了確保消防安全得到應有的重視，承辦商組織的高級成員應親自負責採取一切合理措施，以確保工程完成後樓宇與預期一樣安全。

<https://www.brplatform.org.hk/tc/subsidy-and-assistance/smart-tender>

大廈的小業主宜盡可能學習工程的相關知識，多關心大廈的工程維修問題，從而多加監管其顧問和承辦商。

承辦商、技術員等應盡可能多參加持續專業進修，多學習工程知識，也要避免承辦超出自身能力的工程項目。



新手特區—

三相感應電動機起動 (3/5, 分5期刊登)

麥家聲

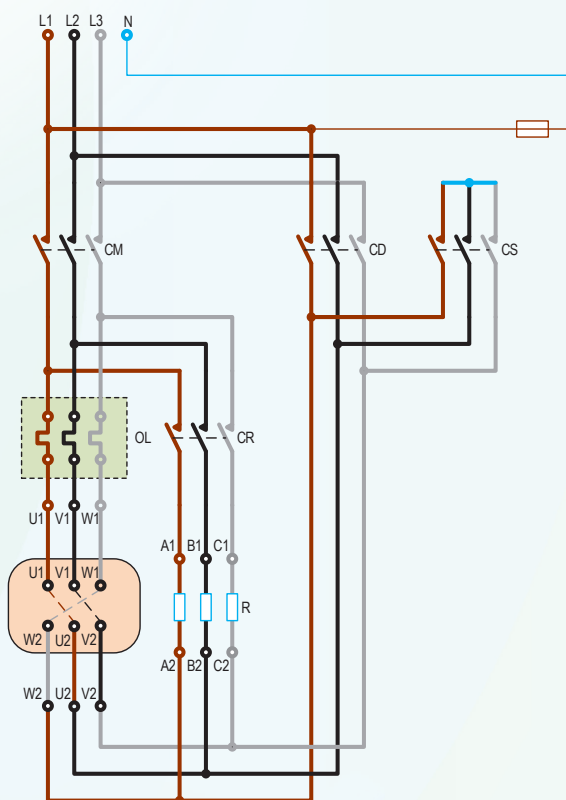
ksmak8888@yahoo.com.hk

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

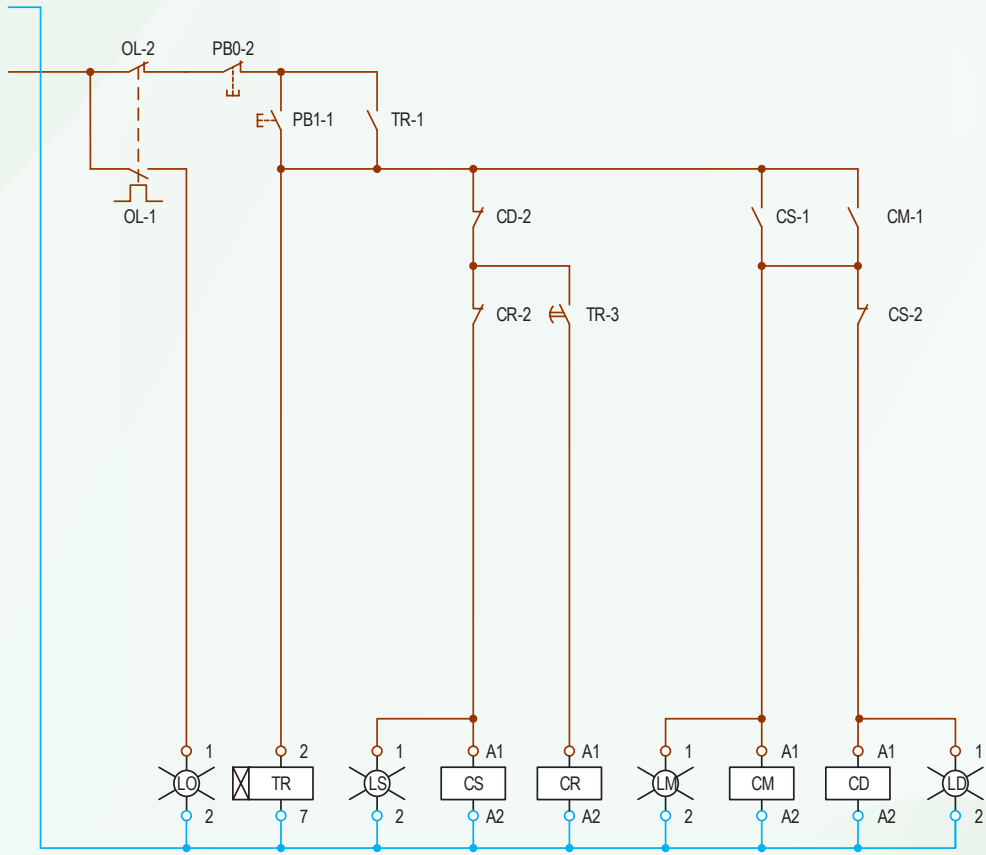
續上期

星角起動方法(Star-delta starter) [閉路轉換]

星角形起動電路當電動機由星形轉為角形的瞬間，電磁接觸器轉換時會有一段極短時間完全沒有供電（約 0.25s 斷電）予電動機繞組，當時電動機只靠慣性運行。由於電動機轉子有少許殘磁，這時電動機便處於發電機狀態，令定子繞組感應一個電壓，稱為殘餘電壓。當角形電磁接觸器閉合時，供電電壓與定子繞組的感應殘餘電壓接通，但它們的相位及幅值都不一致，以致造成短路，導致供電電流突然升高，稱為湧浪電流 (Surge current)，也令電動機在此時發生一大聲響。湧浪電流可能導致保護裝置跳脫，長遠也會減低接觸器主觸點的壽命。



(圖：3.1)



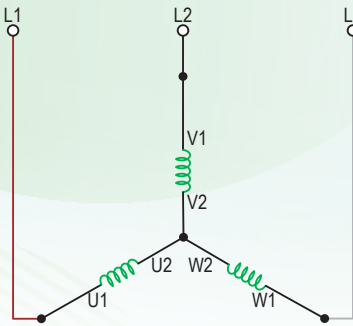
(圖：3.2)

一般要求高的場合（大部份起動時帶有負載），會採用星角閉路轉換（過渡）起動方法 (Closed transition) 來減低由星形轉至角形時的衝擊，令轉換效果更圓滑。閉路轉換方法在原有的星角起動器中增加第 4 個電磁接觸器，再另外附加一組 3 相電阻器，在星與角起動過渡之過程中連接，從而使電動機永遠不會斷開電源，提供電動機更平滑的加速。使用時電阻器的大小必須確保在過渡電路中，能夠有相當大的電流在電機繞組中流動。

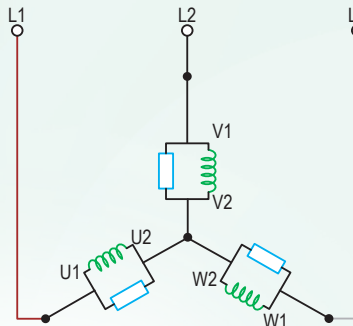
閉路轉換主電路及控制電路如（圖：3.1）及（圖：3.2）所示，它在一般的星角起動器的主電路附加一個電磁接觸器 CR，每對 CR 的主觸點串接一個電阻器 R，電動機主電路起動操作流程及電路連接細節如（表：3.1）所示。

起動操作流程及電路連接細節		電磁接觸器及時間掣工作狀況				
		CM	CS	CR	CD	TR
1. 星形連接起動	(圖：3.3)	1	1	0	0	1
2. 星形連接，過渡電阻並聯繞組	(圖：3.4)	1	1	1	0	1
3. 角形連接，過渡電阻串聯繞組	(圖：3.5)	1	0	1	0	1
4. 角形連接，過渡電阻被短路	(圖：3.6)	1	0	1	1	1
5. 角形連接運行	(圖：3.7)	1	0	0	1	1

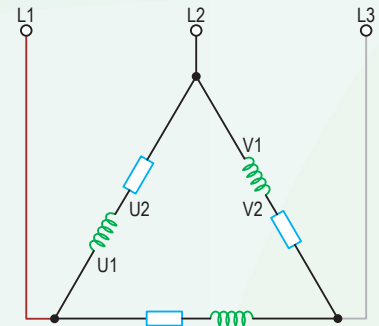
(表：3.1)



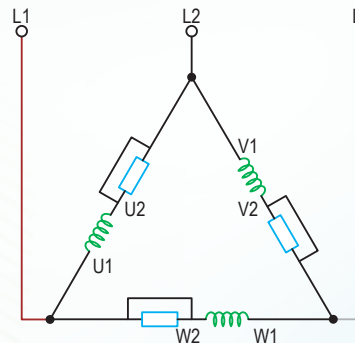
(圖：3.3)



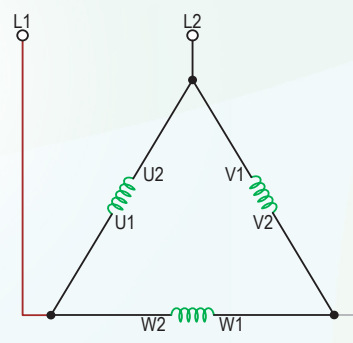
(圖：3.4)



(圖：3.5)



(圖：3.6)



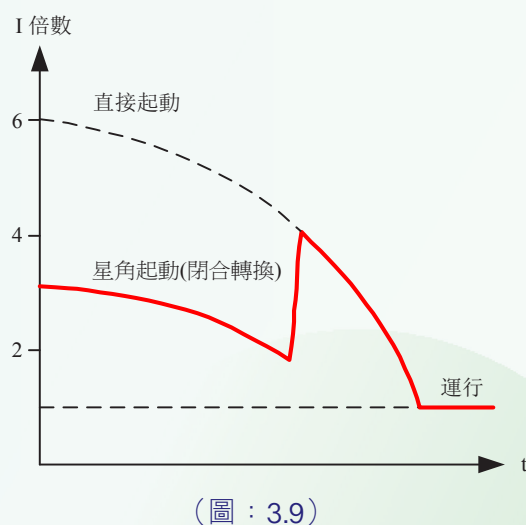
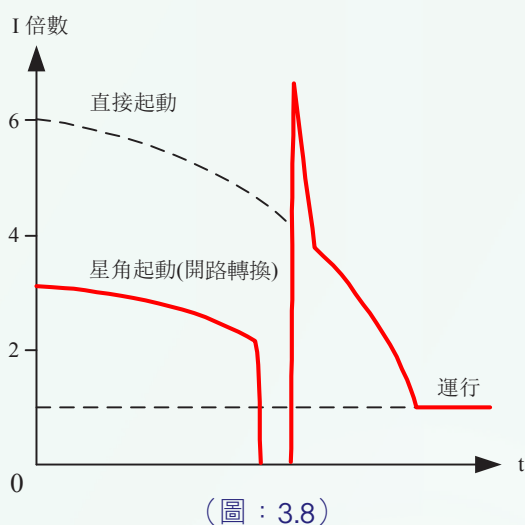
(圖：3.7)

電路工作原理 (圖：3.2)

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，PB0-2 常閉觸點，PB1-1 常開觸點，使通電延遲時間掣 TR 線圈觸發；TR-1 即時常開觸點閉合並自保，電流再經 CD-2 常閉觸點，CR-2 常閉觸點，令電磁接觸器 CS 線圈吸索；CS 主觸點使電動機的 U2、V2、W2 接線端接合，先將電動機星形接法的星點連接；CS-1 常開觸點閉合，使電磁接觸器 CM 線圈吸索；CM 主觸點令三相電源 L1、L2、L3 分別供應至電動機的 U1、V1、W1 接線端，電動機起動，繞組以星形接法運行，如（圖：3.3）所示，CM-1 常開觸點旁路 CS-1 常開觸點作自保持；
2. 通電延遲時間掣 TR 計時至預定的時間並動作；TR-3 延時常開觸點閉合，使電磁接觸器 CR 吸索；CR 主觸點令附加電阻與正在接成星形的電動機繞組在該瞬間接成並聯如（圖：3.4）所示；
3. CR-2 常閉觸點開路，令電磁接觸器 CS 失電釋放復位，電動機繞組在該瞬間接成角形，惟每個繞組與一支電阻串聯，如（圖：3.5）所示；
4. CS-2 常閉觸點復位閉路，令電磁接觸器 CD 吸索；CD 主觸點令該瞬間串聯繞組的電阻被短路，繞組已接成角形，如（圖：3.6）所示；
5. CD-2 常閉觸點開路，令電磁接觸器 CR 失電釋放復位，電阻開路，繞組完整地接成角形，電動機正常運行，如（圖：3.7）所示；
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，整個控制電路的電磁接觸器失電釋放復位。

在星角閉路轉換起動的過程中，主電路由星轉角在任何情況下，都是用不同的方法接到電源，中間沒有任何中斷電流的瞬間，所以沒有出現發電機的情況。沒有採用閉路轉換法的主流星角形起動法可稱為開路轉換 (Open transition)。設一個接角形電動機用直接起動時會得到 6 倍的額定起動電流，用一般開路轉換星角形起動法的電流曲線如（圖：3.8）所示；用星角形閉路轉換起動法的電流曲線如（圖：3.9）所示，比較兩曲線圖可看到閉路轉換起動電流的衝擊會比開路轉換較低。

由於星角閉路轉換起動方法附加的材料較多，也要定時進行維護，不符合經濟效益，所以這起動法並不是主流的起動方法，只用於有特別需要的場合。



利用星角形閉路轉換起動方法，附加的過渡電阻阻值，可以用以下兩條公式計算，以前者較多採用。例如：電動機的額定功率 $P=5.5\text{kW}$ ，額定電壓 $V_L=380\text{V}$ ，額定電流 $I_L=11.5\text{A}$ ，電阻值以公式計算後應為 11.57Ω 或 30.04Ω 。過渡電阻（水泥線阻）的功率需求，視電動機每小時需要操作的次數作指標，有每小時最多 12 及 30 次兩條公式選擇。以 $R=11.57\Omega$ 來計算，可分別計出 10.4W 及 24.96W 。

$$R = (0.35 \sim 0.4) \times \frac{V_L}{I_L}$$

$$R = (0.35 \sim 0.4) \times \frac{V_L}{I_L}$$

$$= 0.35 \times \frac{380}{11.5}$$

$$= \underline{\underline{11.57\Omega}}$$

V_L = 額定電壓或線電壓(V)
 I_L = 額定電流或線電流(A)

$$R = \frac{V_L}{I_L}$$

$$R = \frac{V_L}{I_L}$$

$$= \frac{380}{11.5}$$

$$= \underline{\underline{30.04\Omega}}$$

R = 過渡電阻(Ω)
 P_R = 過渡電阻電阻功率(W)

$$P_R = \frac{V_L^2}{1200 \times R} \text{ (每小時最多12次操作)}$$

$$\begin{aligned} P_R &= \frac{V_L^2}{1200 \times R} \\ &= \frac{380^2}{1200 \times 11.57} \\ &= \underline{\underline{10.4W}} \end{aligned}$$

$$P_R = \frac{V_L^2}{500 \times R} \text{ (每小時最多30次操作)}$$

$$\begin{aligned} P_R &= \frac{V_L^2}{500 \times R} \\ &= \frac{380^2}{500 \times 11.57} \\ &= \underline{\underline{24.96W}} \end{aligned}$$

選料、接線及測試（基本上與開路轉換差不多）

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）。星形電磁接觸器有需要斷開接星形時電動機和過渡電阻的電流，因此相應地需要有一個更高的接觸器等級，而且閉合轉換通常用於操作頻率較高的設備中，需要更長的電氣壽命，所以星形電磁接觸器同樣用 0.6 或 0.58 倍作評估；過渡電阻電磁接觸器可用 0.27 倍作評估；然後按以上公式計算過渡電阻阻值及功率需求；
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. 其餘的測試方法，與開路轉換大致相同。

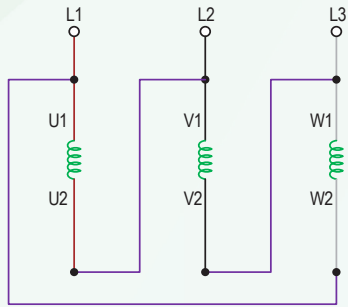
星角起動方法角形的更理想連接法

當採用星角形起動方法，電動機在角形接法下運行時，習慣是會將三相繞組按 U1-U2→V1-V2→W1-W2 連接方法（習慣接法），來構成三角形，然後將 U1、V1、W1 分別接到 L1、L2、L3，即 L1→U1 及 W2，L2→V1 及 U2，L3→W1 及 V2，再根據以上原則配合相關的主控制電路，示意如（圖：3.10）、（圖：3.11）及（圖：3.12）所示。

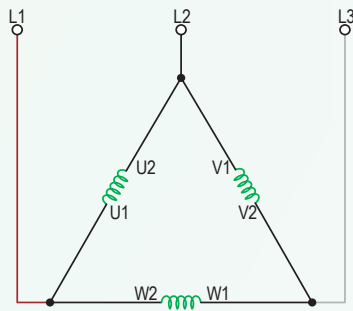
可是現時很多大型的星角起動器製造廠家，會將其星角形起動器產品，當轉為角形連接時，角形繞組會按另一種 U1-U2→W1-W2→V1-V2 連接方法（新的接法），來構成三角形，然後將 U1、V1、W1 分別接到 L1、L2、L3，即 L1→U1 及 V2，L2→V1 及 W2，L3→W1 及 U2，再根據這個新原則更改相關的主控制電路作配合，示意如（圖：3.13）、（圖：3.14）及（圖：3.15）所示。基本上，習慣及新的接法都可以令電動機如常運轉，但新的接法會令電動機在星轉角時，使電動機及相關裝置的負面影響減低。

在討論（開路轉換）星角形起動方法時，得知電動機由星形轉為角形的瞬間，電動機會處於發電機狀態，令定子繞組感應一個殘餘電壓。當角形電磁接觸器閉合時，供電電壓與定子繞組的感應殘餘電壓接通，便構成湧浪電流。根據國際研究機構 (Rockwell Automation, Milwaukee, USA) 發表的研究資料 (Low-Voltage Switchgear and Controlgear) 指出，採用新的星角形起動接法，其優點是可以減少在星角轉換過程時所產生的浪湧電

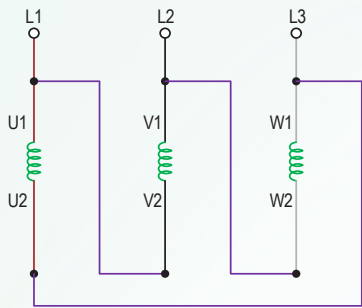
流。這個優點除可以減輕接觸器的負載要求外，也同時減少了電動機內部動態機械應力，因此使用星形起動方法時，必須考慮採用這種新的接法，尤其在應用大功率電動機時，更為重要。



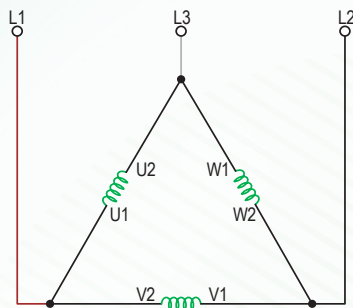
(圖：3.10)



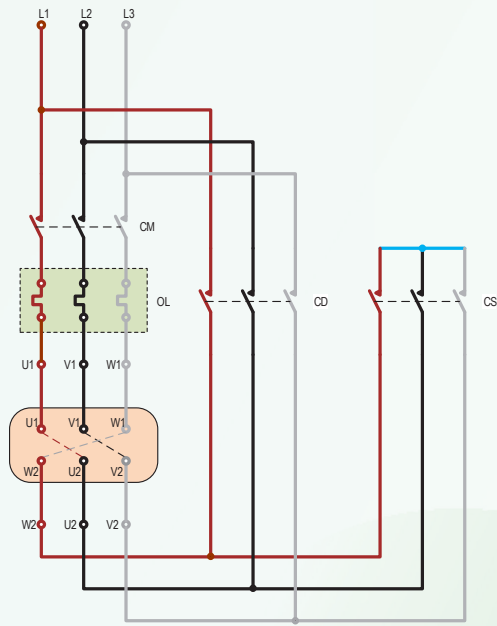
(圖：3.11)



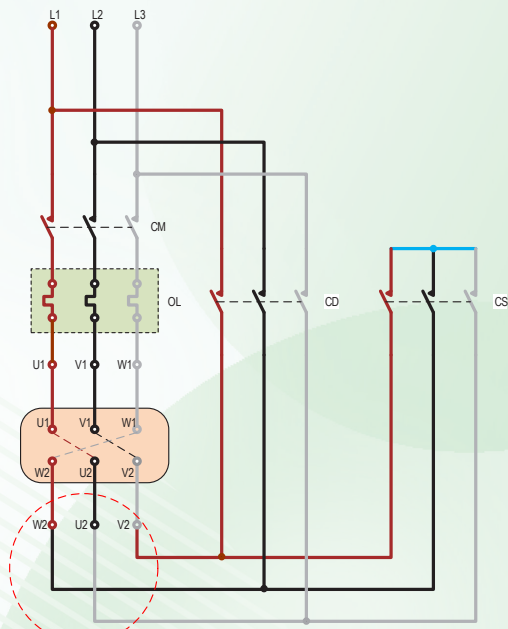
(圖：3.13)



(圖：3.14)



(圖：3.12)



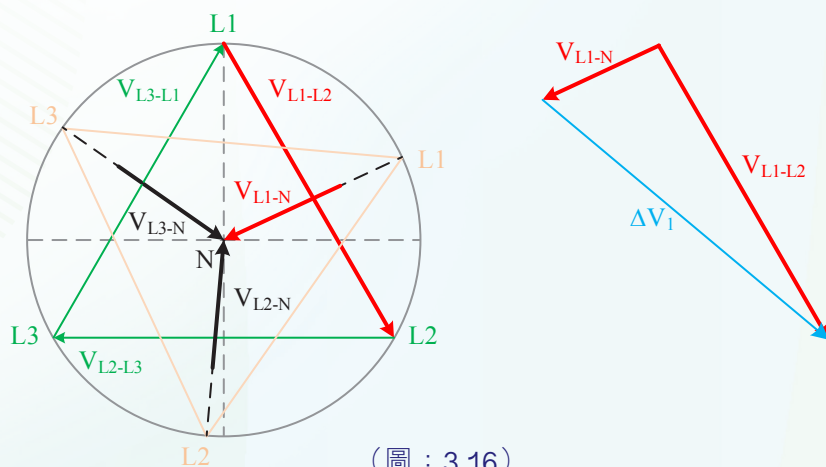
(圖：3.15)

假設星角起動（開路轉換）的電動機採用習慣的 $U1-U2 \rightarrow V1-V2 \rightarrow W1-W2$ 接法，電動機的轉向是順時針，當感應殘餘電壓後，可分別稱為 V_{L1-N} ， V_{L2-N} ， V_{L3-N} ，相位互相相

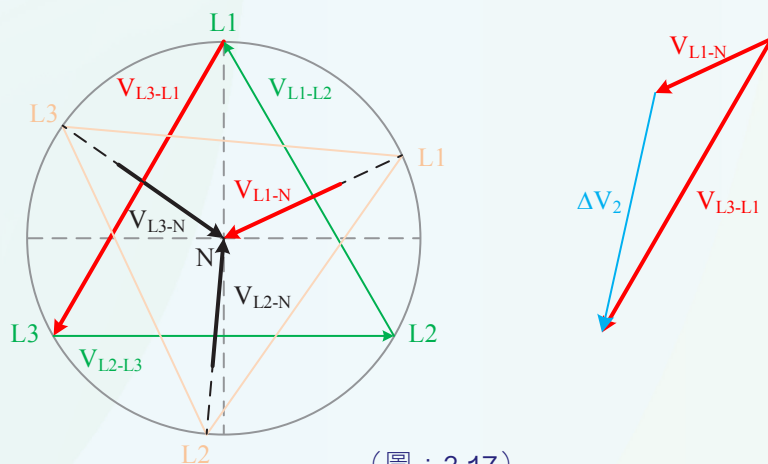
差 120，相量圖如（圖：3.16）所示。當角形電磁接觸器閉合時，各繞組便獲得 V_{L1-L2} ， V_{L2-L3} ， V_{L3-L1} 電壓。因其餘兩相原理相同，我們只需討論其中一相便可，這時 U1、U2 繞組接到 L1 及 L2，電壓為 V_{L1-L2} ，所以當殘餘電壓 V_{L1-N} 與 V_{L1-L2} 短路後，便成為合成相量和，構成湧浪電壓，這個湧浪電壓稱為 ΔV_1 。

若星角起動（開路轉換）的電動機改為採用新的 U1-U2→W1-W2→V1-V2 接法，電動機的轉向也是順時針，當感應殘餘電壓後，三相殘餘電壓分別也稱為 V_{L1-N} ， V_{L2-N} ， V_{L3-N} ，相位互相相差 120，相量圖如（圖：3.17）所示。當角形電磁接觸器閉合時，各繞組也獲得 V_{L1-L2} ， V_{L2-L3} ， V_{L3-L1} 電壓。同樣我們只需討論其中一相，這時 U1、U2 繞組接到 L1 及 L3，電壓為 V_{L3-L1} ，所以當殘餘電壓 V_{L1-N} 與 V_{L3-L1} 短路後，成為合成相量和，也構成湧浪電壓，這個湧浪電壓稱為 ΔV_2 。

若比較（圖：3.16）及（圖：3.17）兩個相量圖，發覺 $\Delta V_1 > \Delta V_2$ ，主要原因是新的接法會令 V_{L1-N} 與 V_{L3-L1} 的方向大致相同，所以相量和 ΔV_2 也較小。簡單來說，這表示用新的 U1-U2→W1-W2→V1-V2 接法，較習慣的 U1-U2→V1-V2→W1-W2 接法，產生的湧浪電流會較小，對電動機及相關裝置的影響可減低。



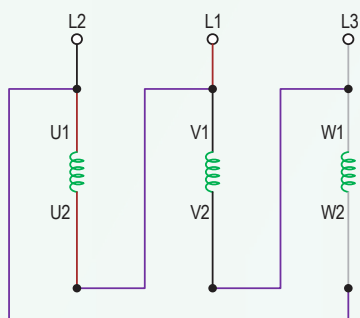
(圖：3.16)



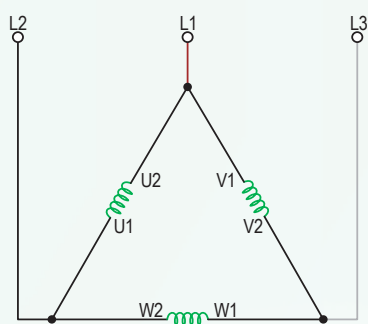
(圖：3.17)

星角起動器的電動機需要逆轉時，習慣上只需將來氣的 3 條大線中任意兩條調位便可。但如果參考上述的討論，這個方法便會將減低浪湧電流的好處刪除，所以最理想的方法，是將電動機的 6 條大線作出適當更改，其實只要改變其中 4 條的佈線及標示位置，

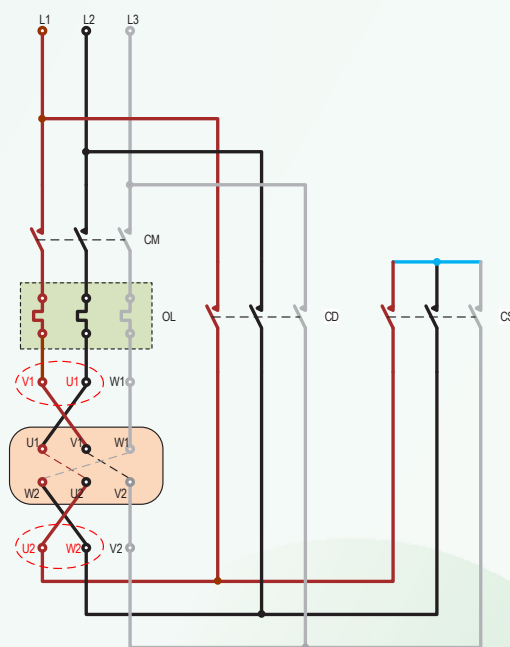
便可同時達到逆轉及減低浪湧電流的目的，接法如（圖：3.18），（圖：3.19），（圖：3.20）所示。



（圖：3.18）



（圖：3.19）

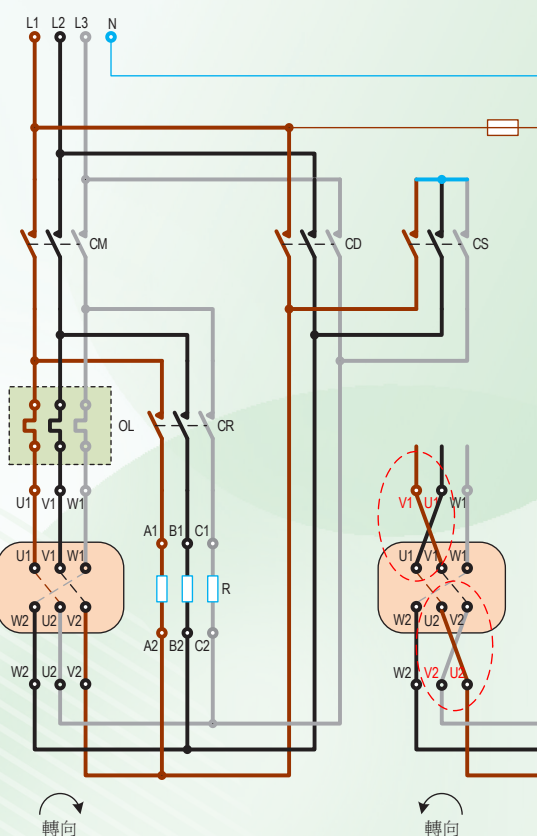


（圖：3.20）

若新的接法表現較優，當採用星角起動器（閉路轉換）時，雖然閉路轉換電動機不會處於發電機狀態，也應採用新的接法。（圖：3.21）為星角起動器（閉路轉換）採用新的接法之電路圖，圖中的主電路於接電動機時，可根據電動機需要的工作轉向，將大線及標示作出適當的更改，便可令電動機轉向。

新手以後若發現星角起動器於角形時的接法，並不是採用習慣的接法，而是用新的接法時，不要以為該廠的電路連接錯誤，它可算是一個要求更嚴謹的方法。

未完，下期再續



（圖：3.21）

測試自己的電工理論知多少 2

葉樹德 電梯公司 高級工程師 (RE)

MIAEE, BEng, MSc, REE, REW B0, TTC Certificate, Registered Teacher

導引

上一次寫了第一篇 [電工理論知多少]，不知大家對其內容深淺有何意見？本人寫這篇電工理論目的是希望去考 A 和 B 牌的師兄能用自己已有知識及實際工作經驗，用最簡單公式及原理，在有限時間去計算及推理答案去應付考電工牌。大家都知道，世界是沒有免費午餐的，不進則退。所以要努力像奧運會的中國和香港隊一樣，必須經過汗水，才能成功。

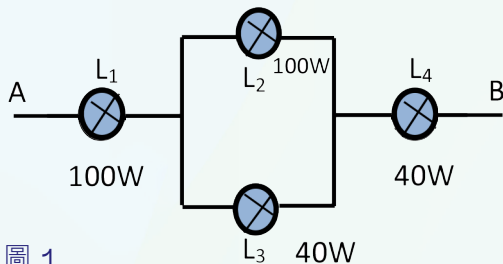
各位師兄去報考 B 電工牌前要有一定裝備。第一：最好報讀電器工會的 B 牌備考課程，能知道考試所有要求，包括考試時限、理論及法例考試範圍要求、過往考試題目及新法例要求及如何報考等，還包送兩本為 B 牌課程考試範圍用的天書；第二：要熟記電工計算公式；第三：熟讀有關的電工原理及最新電力（線路）規例工作守則；第四：多次練習各年過去的考試題目（記得刪去已更新的過去考試題目）。

現再附上另一篇 [電工理論知多少 2]，這些題目並不是考電工牌相關題目，只是希望能提升各位師兄對電工原理及計算興趣，溫故知新。有關題目選自祖國的中學教師招聘考試 [中學物理] 專用教材。如各位真的對電學原理有興趣，可購買工會出版，由 麥家聲 編寫的電學原理 1, 2 和 3，理論由淺入深，看完了打好電學原理基礎，考到電工牌機會更有把握。

[電工理論知多少 2] 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計算去解答題目，利用自身已有知識，用推論及計算找出自己答案，再看看後頁本人建議的答案和解釋。

題 1：圖 1 所示的電路， L_1 和 L_2 燈膽為 220V 和 100W， L_3 和 L_4 燈膽為 220V 和 40W。現將電路接上電源 220V 於 A 和 B 點。求各燈膽實際電功率的大小順序是 ()？

- A) $P_4 > P_1 > P_3 > P_2$
- B) $P_4 > P_1 > P_2 > P_3$
- C) $P_1 > P_4 > P_2 > P_3$
- D) $P_1 > P_4 > P_3 > P_2$



題 2：

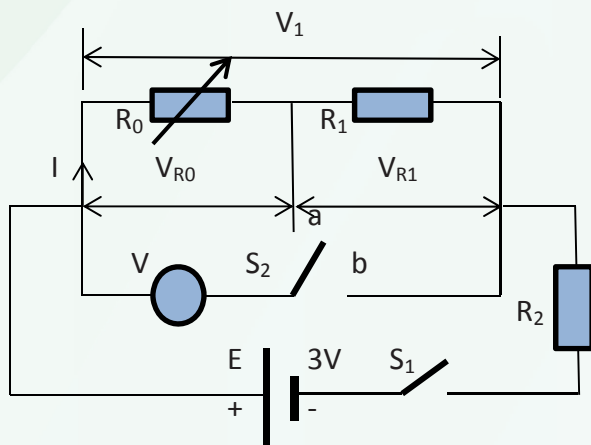


圖 2

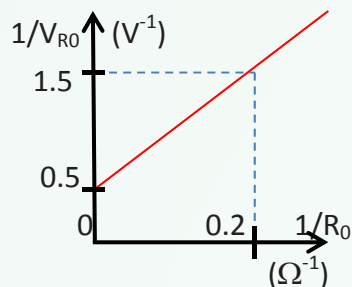


圖 3

如圖 2 的電路，求測量電池電動勢 E ，電阻 R_1 和 R_2 的阻值？。待測電源 E (不計內阻)，電壓表 V (量程為 $3.0V$ ，內阻很大)，可調電阻 R_0 ($0-99.99\Omega$)。

- (1) 先測量電阻 R_1 的阻值：閉合 S_1 和閉合 S_2 到 a 點，調較可調電阻 R_0 ，記錄 R_0 和 V_{R0} 數值。保持可調電阻 R_0 數值不變，再將 S_2 切換到 b ， V 電壓表記錄 V_1 ，求電阻 R_1 的計算公式。
- (2) 經測試得出電阻 $R_1=1.8\Omega$ ，閉合 S_1 和閉合 S_2 到 a 點，多次調較可調電阻 R_0 ，記錄所有電阻值 R_0 和電壓表 V 數值，並繪出如圖 3，求電源電動勢 E 和電阻 R_2 。

題三：如圖 4 所示，直線 a 為電源的電動勢和電流 $E-I$ 線，而 b 為負載電阻 R 的電壓和電流 $V-I$ 線。將電源與負載電阻接成閉合電路，求電源輸出電功率 P 及效率 η ？

- A. $4W$, 33.3%
- B. $2W$, 33.3%
- C. $4W$, 67%
- D. $2W$, 67%

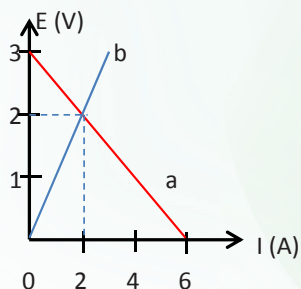


圖 4

題四：如圖 5 所示， A 和 B 兩燈膽規格完全相同。線圈的內阻 $R_L = R$ 。請找出以下一個或多個正確答案。

- A. 開關 SW 接通 (ON) 瞬間， A ， B 兩燈膽一樣光亮。
- B. 開關 SW 接通 (ON) 瞬間， B 燈立刻正常全光， A 燈逐漸亮起來。
- C. 開關 SW 關斷 (OFF) 時， A 和 B 燈膽會過一會時間才熄滅。
- D. 開關 SW 關斷 (OFF) 時， B 燈比 A 燈膽先熄滅。

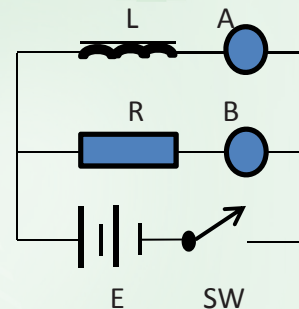


圖 5

議答案及解釋：

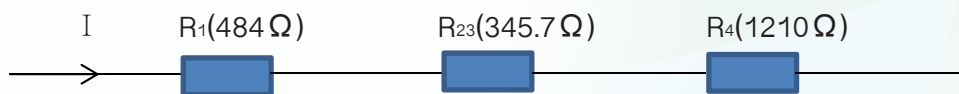
題 1：鎢絲燈上標稱電壓 220V 和電功率 100W，表示要有 220V 電壓輸入，才有 100W 消耗電功率。如將燈膽串聯，每燈膽便沒有 220V 輸入電壓和消耗電功率 100W 了。

只有燈膽內阻是不變（不理溫度變化）。 $R = \frac{V^2}{P}$

$$R_1 = R_2 = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega \quad R_3 = R_4 = \frac{V^2}{40} = \frac{220^2}{40} = 1210 \Omega$$

$$\text{並聯電阻 } R_{23} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{484 \times 1210}{484 + 1210} = 345.7 \Omega$$

用推理方法找出答案：（最快找到答案，但要知道一些（紅色）規則）

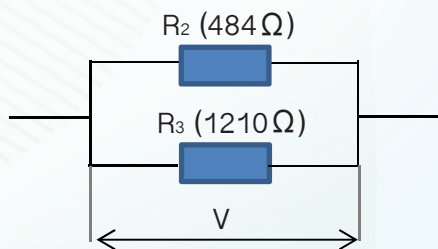


串聯電路，電流流過各電阻都相同 $P = I^2 R$ （電阻愈大，電功率愈大）（考試緊記）

從公式推算，電流相同， R_4 的電功率 P_4 最大， R_1 的電功率 P_1 為第二大。

因此根據可選答案只有 A 和 B，而 C 和 D 答案可以排除。

再分析並聯電阻 R_2 和 R_3 的電功率：



並聯電路，各電阻的電壓相同（考試緊記）

公式 $P = \frac{V^2}{R}$ （電阻愈小，電功率愈大）（考試緊記）

L_2 的電功率 P_2 大過 L_3 的電功率 P_3

答案：B ($P_4 > P_1 > P_2 > P_3$)

如用計算來找出答案：（考試此方法最慢，還要記較多公式和容易計錯）

$$\text{電路總電流 } I = \frac{E}{R_1 + R_{23} + R_4} = \frac{220V}{484 + 345 + 1210} = 0.108A$$

$$P_1 = I^2 R_1 = 0.108^2 \times 484 = 5.65W$$

$$P_{23} = I^2 R_{23} = 0.108^2 \times 345 = 4.03W$$

$$\text{並聯分支電流公式 } I_2 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I = \frac{1210}{484 + 1210} \times 0.108 = 0.077A$$

$$I_3 = I - I_2 = 0.108 - 0.077 = 0.031A$$

$$P_2 = I_2^2 \times R_2 = 0.077^2 \times 484 = 2.87W$$

$$P_3 = I_3^2 \times R_3 = 0.031^2 \times 1210 = 1.163W$$

$$P_4 = I^2 \times R_4 = 0.108^2 \times 1210 = 14.1W$$

$$P_4(14.1W) > P_1(5.65W) > P_2(2.87W) > P_3(1.163W)$$

答案：B ($P_4 > P_1 > P_2 > P_3$)

題 2：(1) 由於電壓表 V 的內阻很大，接入電路時對電路沒有影響

$$\text{根據 } I = \frac{V_{R0}}{R_0} = \frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{V_1 - V_{R0}}{R_1}$$

$$V_1 = V_{R0} + V_{R1}$$

$$\text{答案：} R_1 = \frac{V_{R1}}{I} = \frac{V_1 - V_{R0}}{\frac{V_{R0}}{R_0}} \quad R_1 = \frac{V_1 - V_{R0}}{V_{R0}} R_0$$

(2) 求出電源電動勢 E 和電阻 R_2

$$E = V_{R0} + V_{R1} + V_{R2} \quad I = \frac{V_{R0}}{R_0}$$

$$V_{R0} = E - (V_{R1} + V_{R2}) = E - I(R_1 + R_2)$$

$$V_{R0} = E - \frac{V_{R0}}{R_0}(R_1 + R_2) = \frac{ER_0 - V_{R0}(R_1 + R_2)}{R_0}$$

$$V_{R0}R_0 = ER_0 - V_{R0}(R_1 + R_2) \quad ER_0 = V_{R0}R_0 + V_{R0}(R_1 + R_2)$$

$$ER_0 = V_{R0}[R_0 + (R_1 + R_2)]$$

$$V_{R0} = \frac{ER_0}{R_0(R_1 + R_2)} \quad \frac{1}{V_{R0}} = \frac{1}{\frac{ER_0}{R_0 + (R_1 + R_2)}} = \frac{R_0 + (R_1 + R_2)}{ER_0}$$

$$\frac{1}{V_{R0}} = \frac{R_0}{ER_0} + \frac{(R_1 + R_2)}{ER_0} = \frac{1}{E} + \frac{1}{R_0} \times \frac{(R_1 + R_2)}{E} \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{由圖 3 得知 } \frac{1}{V_{R0}} = 1.5 \quad \frac{1}{E} = 0.5 \quad \frac{1}{R_0} = 0.2 \quad R_1 = 1.8 \Omega$$

將數據代入公式 (1)

$$1.5 = 0.5 + 0.2 \times 0.5(1.8 + R_2) = 0.5 + 0.1(1.8 + R_2)$$

$$1.5 - 0.5 = 0.1(1.8 + R_2) \quad 1 = 0.1(1.8 + R_2) \quad 10 = (1.8 + R_2)$$

$$10 - 1.8 = R_2 \quad \underline{\underline{R_2 = 8.2 \Omega}}$$

$$\text{而 } \frac{1}{E} = 0.5 \quad \underline{\underline{E = 1/0.5 = 2V}}$$

題 3：公式：歐姆定律：電功率 $P = \text{電壓} \times \text{電流}$ ($P = VI$) 效率 $\eta = \frac{\text{輸出}}{\text{輸入}} \times 100\%$

$$\text{根據圖 4 負載電阻電功率} = \text{輸出電功率 } P_0 = I \times V = 2A \times 2V = \underline{\underline{4W}}$$

輸入電功率 $P_i = I \times V = 2A \times 3V = 6W$ (因電池有內阻，消耗部份電功率，所以 $P_0 = 4W$ 。)

$$\text{電源效率 } \eta = \frac{\text{輸出}}{\text{輸入}} \times 100\% = \frac{4W}{6W} \times 100\% = \underline{\underline{67\%}}$$

答案：C 4W, 67%

題 4： 電路負載主要有 3 種元件，是電阻器 R、電感線圈 L 和 電容器 C。

電感線圈接在直流電路時，當在瞬間接通電源時，由於直流電流 i_{dc} 流經電感線圈隨時間由 0A 升至額定值 I_{dc} 的變化而產生反感應電動勢 emf , $e = -L \frac{di}{dt} (V) = -N \frac{d\phi}{dt} (V)$ ，

阻慢流入電感線圈電源電流 I_{dc} ，直至 e 隨時間回歸 0V 時， i_{dc} 才能達至額定值 I_{dc} 。

（楞次定律）

從以上現象，當開關 SW 接通 (ON) 瞬間，B 燈與純電阻串聯，不會影響流入電流 I_{dc} ，所以 B 燈立刻正常全光，而 A 燈因與電感線圈串聯，當在瞬間接通電源時，根據電感線圈的特性，電流被反感應電動勢 e （線圈為左 + 右 -）產生反方向電流阻慢，需時間等 e 降回 0V，才可正常全光。所以 A 燈會逐漸亮起來。

答案 1：B. 開關 SW 接通瞬間時，B 燈立刻正常全光，A 燈逐漸亮起來。

當開關 SW 關斷 (OFF) 時，流過電感線圈電流，由額定值 I_{dc} 經時間降至 0A。使電感線圈 L 產生磁場變化，而產生反方向自感應電動勢 emf （線圈為左 - 右 +），線圈 $e = -L \frac{di}{dt} (V) = -N \frac{d\phi}{dt} (V)$ ，阻慢電流 i_{dc} 下降速度。此時電感線圈 L、A 燈、B 燈和電阻 R 接成串聯電路。電感線圈中的能量 $W = \frac{1}{2} I^2 L$ 通過此 A 和 B 電燈串聯電路，使 A 和 B 燈亮一會時間才熄滅。

答案 2：C. 開關 SW 關斷時，A 和 B 燈會過一會時間才熄滅。

答案：B 和 C 

客戶高壓總開關的基本要求

香港電燈有限公司
黃國輝

序 言

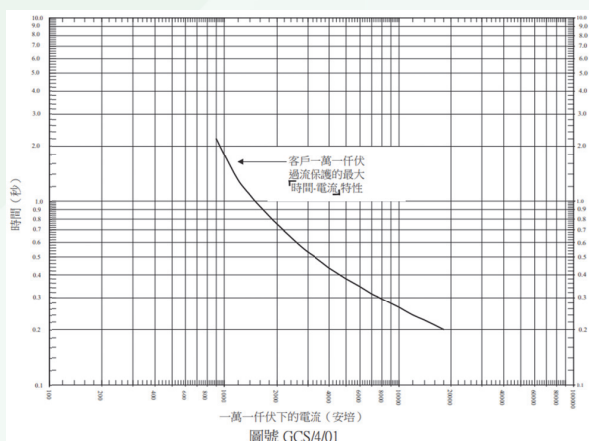
本文將會介紹客戶電力裝置接駁至港燈高壓電網前，有關高壓總開關必須符合的基本要求。

1. 概述

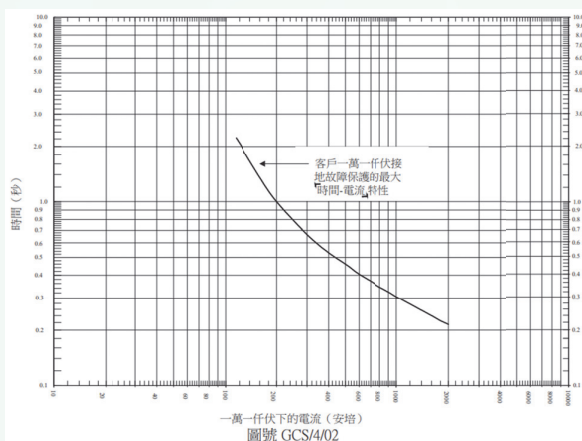
a) 客戶高壓總開關須符合下列的基本要求：

供電電源	11 仟伏	22 仟伏
額定電壓（仟伏）	11	22
額定短時耐受電流（千安）	18.4	25
均方根（最少維持 3 秒）		
雷電衝擊耐受電壓峰值（仟伏）	不得少於 75	不得少於 125

- b) 總斷路器的過流設定值通常不得大於 200 安培。
- c) 須為抽出型並可在抽出時上鎖，可接通及切斷故障電流、並須有接地開關將電源電纜接地。
- d) 亦可採用固定型斷路器，但此斷路器必須與隔離器並用。此隔離器與斷路器之間必須設有機械性連鎖設施，並必須有清楚指示以分辨斷路器是處於閉合或隔離位置及可在隔離位置上上鎖。
- e) 斷路器、接地開關及隔離器之間須設有連鎖設施。
- f) 開關裝置的插座必須設有安全活門。
- g) 接駁電源總開關的接地開關必須為可於斷開或閉合位置上上鎖，及能夠接通故障電流的類型。接地開關只能以機械操作方式將電路接地。為防止客戶在未得港燈同意下不經意地將港燈高壓電源接地，港燈會將高壓客戶總開關的接地開關於斷開位置上上鎖。因此，高壓客戶總開關須裝有適當設施，以配合如圖 1 所示，由港燈提供的其中一款標準掛鎖，以便將接地裝置於斷開位置上上鎖。客戶須在有關的客戶總開關安裝中英對照指示牌。有關指示牌細節，可參照圖 2。

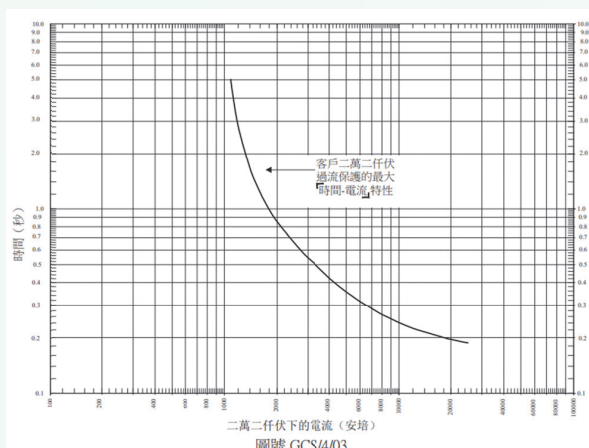


過流保護

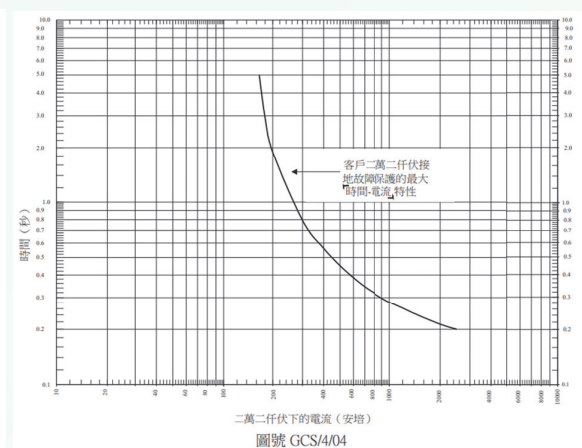


接地故障保護

圖 3— 客戶 11 仟伏總開關保護設備的可接受的最大「時間—電流」特性



過流保護



接地故障保護

圖 4— 客戶 22 仟伏總開關保護設備的可接受的最大「時間—電流」特性

3. 客戶高壓裝置的命名法

a) 客戶總開關

- i. 客戶總開關的命名，須以同一方向連續順序由小至大排列，並以下列格式命名：

“#### SNYYYYYY”

當中####是客戶所訂定的四位字母及／或數字；

SNYYYYYY由港燈指定的供電編號。

客戶總開關的接駁電源稱呼格式如下：

“至:ABC S/S SW XX SNYYYYYY”

當中ABC S/S是港燈的電力分站名稱；

SW XX是港燈的遠端開關掣編號；

SNYYYYYY由港燈指定的供電編號。

- ii. 註冊電業承辦商／工程人員必須確保把事前協議好的名稱展示在相關開關的屏面上。

b) 客戶總開關的指示牌

某些情況下，高壓供電電纜會接駁到客戶總開關的前或後端的插座，為了指示有關的接駁位置，請注意以下建議：

- i. 在接駁高壓供電電纜的開關屏面上，展示有“Caution – HV supply incoming cable is connected to front (or rear) spouts”及“小心 – 高壓供電電纜接駁到前（或後）插座”字樣的中英對照指示牌。
- ii. 在接駁高壓供電電纜的插座安全活門上漆上「HV Supply Incoming Cable，高壓供電電纜」字樣標記。

了解上述的詳細要求，可以透過二維碼登入港燈網頁下載第七版「接駁電力供應指南」以作參考。

我們很樂意為客戶／註冊電業承辦商／工程人員提供技術諮詢服務。客戶可蒞臨港燈位於北角城市花園道 28 號電燈中心 9 樓的客戶中心或致電 2887 3455 查詢。📞



香港工會的現狀與發展

文：師叔

自 20 世紀中葉以來，隨著工業化進程加速及經濟結構調整，香港的勞工市場經歷了深刻變化。早期，工人主要集中在製造業領域，面臨惡劣的工作條件和低薪問題。在此背景下，工會組織應運而生，成為維護勞動者權益的重要力量。進入 90 年代後，香港經濟逐漸轉型為服務業為主導，加上資訊技術的發展，新的就業形態不斷湧現，如自由職業者、平台工作者等，這對傳統的勞工關係構成了挑戰。

隨著時代的變化，除了傳統工會外，新型的工作群體和網路社群開始興起。這些非正式組織通過社交媒體等方式聚集起來，共同討論並解決工作中遇到的問題，組織形式變得多樣化，關注的議題亦趨向多元化，現代工運不再局限於基本的工資工時待遇問題，而是擴展到了更廣泛的領域，如工作環境安全、心理健康支援、性別平等與反歧視等。特別是在年輕一代中，對公平和尊重的需求更為強烈。

現代法律框架亦不斷完善，香港特區政府一系列保護勞工權益的法律法規，包括最低工資條例、標準工時政策的持續探討以及職業安全健康法例的修訂等，這些舉措有助於提高勞動者的保障水準。社會參與度提升，越來越多的年輕人通過網路平台表達自己的意見和訴求，他們利用新媒體工具進行宣傳、動員，並積極參與各類公共活動和社會運動。

現代的數位化轉型加速，隨著遠端辦公模式的普及和技術進步帶來的就業形態變化，工會組織需要適應這一新趨勢，開發更多線上服務功能，如線上會員服務、線上培訓課程、虛擬會議系統等。增強內部溝通效率，也為會員提供了更加便捷的支援管道。

而面對全球化背景下日益複雜的勞動關係問題，香港的工會和團體需尋求與其他地區同行加強交流與合作，通過分享經驗、聯合行動等方式，共同應對全球化帶來的挑戰，並推動國際勞工標準的發展。為了幫助勞動者適應未來的就業市場變化，工會等組織將加大對新興行業及未來所需職業技能的培訓力度。例如，在人工智能、大數據分析等領域提供專業指導和教育機會，提升勞動者的競爭力。

隨著全球對可持續發展的重視程度不斷提高，環境保護意識增強，香港的工運也將更加關注綠色就業、低碳生產和環境友好型產業的發展。通過宣導和支持環保專案，不僅有利於改善生態環境品質，也能為勞動者創造更多優質的就業崗位。

儘管面臨諸多挑戰，但香港的勞工運動正朝著更加成熟和多元化的方向發展。未來，

在保障勞動者基本權益的同時，如何促進經濟健康穩定增長、實現社會和諧共融將是重要的一環。通過不斷探索適合本地實際情況的新路徑，相信香港的工運將繼續發揮其積極作用，為建設一個更加公平合理的勞動市場貢獻力量，成為穩定和諧發展的重要建設力量。

面臨的困難與挑戰

香港經濟轉型導致了產業結構的重大改變，成員構成多樣化，服務業逐漸成為主導產業，新興產業不斷興起。與此同時，傳統製造業和建築業等行業的勞動力需求相對減少。這使得會員結構更加複雜多變，增加了組織管理和活動策劃的難度。近年來，香港的社會政治局勢較為動盪，政治環境影響，這對工會工作帶來了不小的挑戰。一方面，工會需要在法律框架內合法合規地開展活動；另一方面，在維護工人權益的同時也要處理好與政府、企業及其他社會團體的關係，避免不必要的衝突和誤解。2019年新工會成立浪潮，及後2021年，職工盟解散，現時職工會分佈特點大多規模較小、分散性強、代表性偏窄，除兩大集團工會外，仍存在極大多數的游離人士，極難組織及聯繫。傳統工會在團結力、行業代表性以及工友自主性等方面存在不足，新就業形式如分散化、靈活化、網路化和平台化的興起也對工會組織帶來了新的衝擊。此外，人才短缺、會員老齡化、積極分子作用未能充分發揮等問題進一步加劇了工會的困境。許多傳統行業的工會會員年齡結構偏大，新會員增長緩慢，影響了工會的長遠發展。部分工會理事在推動工作時缺乏創新和主動性，無法有效應對新的挑戰。當前許多工會在組織活動時難以獲得廣泛的工友支持，導致工會的影響力和執行力大打折扣。不同行業的工會發展不均衡，部分行業尤其是新興行業缺乏有效的代表機構，使得這些行業的員工權益無法得到充分保護。現代勞動者更加注重個人發展和工作方式，這導致他們在加入工會時顯得更為謹慎，亦對工會作用持懷疑態度。

新技術對傳統工會模式的影響，資訊技術的發展改變了人們的工作方式和生活習慣，也給傳統的工會組織帶來了新的機遇與挑戰。新型就業形態的出現，隨著共用經濟、平台經濟等新模式的興起，越來越多的人選擇靈活就業或自僱。這種非標準勞動關係給傳統的工會組織模式提出了新的考驗。如何有效地覆蓋和服務這些新興的職業群體成為亟待解決的問題之一。

在當前的法律、資本主義及社會經濟環境下，營運建設力量工會面臨資金和資源不足的嚴峻挑戰。這些問題不僅影響了工會的正常運作和發展，也削弱了其維護勞動者權益的能力。許多工會主要依靠會員繳納的會費維持日常運營，但由於工友收入水準不一，會費收取難度較大。部分工會依賴於營運政府項目或企業的資助，但這些資助往往不穩定且數額有限。政府在工會建設方面的支持力度不夠，缺乏有效的財政補貼和優惠等政策支持。工會長期需要有效穩定的營運資源，才能夠更好地維護勞動者的權益，促進勞資關係的和諧發展，為社會的繁榮穩定作出更大的貢獻。

未來的遠景與建議

自工業革命以來工運一直扮演著推動社會進步和發展的重要角色。它不僅是勞動者爭取自身權益的鬥爭，也是促進經濟公平和社會正義的關鍵力量。在現代社會中，通過工會組織等形式，為員工提供了集體談判的對等平台，幫助他們在工資、工作條件、健康保障等方面獲得合理應享的待遇。通過工會等組織的積極行動，可以有效減少貧富差距，推動資源配置更加合理公正，從而為整個社會創造一個更和諧穩定的發展環境。良好的勞動關係不僅能夠提高員工的工作滿意度和忠誠度，還能激發他們的創新能力和工作熱情，進而增強企業的整體競爭力，提升企業競爭力。

香港作為國際金融中心和商貿樞紐，擁有四大支柱產業（金融服務、旅遊、貿易及物流、專業服務）和六大新興產業（創新科技、創意產業、醫療健康、金融科技、環保技術和教育培訓）。這些行業在推動香港經濟多元化發展方面發揮著重要作用。然而，目前這些行業缺乏系統化和具代表性的工會平台，無法有效聯結政府、企業與勞工，實現高度前瞻性的發展協調。因此，構建一個全面覆蓋的工會平台顯得尤為需要。這樣的工會平台應該具備代表性和權威性，能夠有效地代表不同行業的利益，協調解決各方面的矛盾和問題，推動產業升級和創新發展。通過平台的搭建，可以促進官商勞資之間的溝通與合作，推動行業整體的高度發展，增強香港作為國際金融、貿易和航運中心的競爭力。

推動企業社會責任的落實，引導和支持企業在追求經濟效益的同時關注員工福利和社會責任，建立和諧穩定的勞資關係。鼓勵開展職工參與企業管理，在經營過程中關注員工福利和社會責任，企業能夠建立起更加健康、可持續的經營模式。建立利潤分享等機制，通過讓員工分享企業的成果，激發員工的工作積極性和創造力，不僅可以提高員工的工作滿意度，也有助於增強企業的競爭力。

加強法律法規的制定和完善，推動政策的支援，推動政府出台更多支持勞動者權益保護的政策法規，明確僱主與員工的權利義務關係。加強對勞動法執行情況的監督和管理，確保各項規定得到有效落實。對積極支援和配合成立職工會的企業，為企業提供一定的稅收優惠或政策扶持，可以激發企業更多地參與和支援勞動者權益保護事業。進一步在推展立法規定企業規模員工人數達到一定標準時，必須依法成立職工會。標準應根據具體情況和不同行業進行調整，以確保既不過於苛刻，也能發揮激勵作用。

在人才培訓方面，推動成立勞動關係學院和工會管理學位。通過設立這樣的學院和學位專案，可以為工會管理人才提供專業的培訓和教育，提升其管理水準和專業素養，進而推動勞動關係領域的發展。為工會管理人才提供力量，意味著為他們提供更多的支援和資源，幫助他們更好地履行工會管理職責。這包括提供專業培訓、管理經驗交流平台、以及必要的支援政策等，從而提升他們的綜合能力和素質。這些舉措不僅有助於提升工會管理人才的素質和水準，也有助於提升整個社會對工會管理的認知和重視程度。

通過提升工會管理人才的專業水準和形象，可以進一步推動社會對工會組織的認可和支援，增強其在勞動關係中的影響力和地位。

推動政府對合規合法的建設力量及正常運作的工會提供長期的財政支持，是促進勞動關係和社會穩定的重要舉措之一。政府的支持對於合規合法的建設力量和正常運作的工會至關重要。通過提供長期的財政支援，政府可以幫助工會維持正常運作、開展各項活動，並更好地履行其在社會中的角色和職責。這種支持可以包括經費撥款、專案資助、設立基金等多種形式，以確保工會能夠穩定發展、服務會員、維護權益。長期穩定的財政支援不僅可以增強工會的組織能力和影響力，還有助於提升其在社會中的地位和聲譽。政府支持的加持也能夠提升工會的社會形象，增加其在推動勞工權益保護、促進勞資關係和諧等方面的影響力和可持續性。

結語

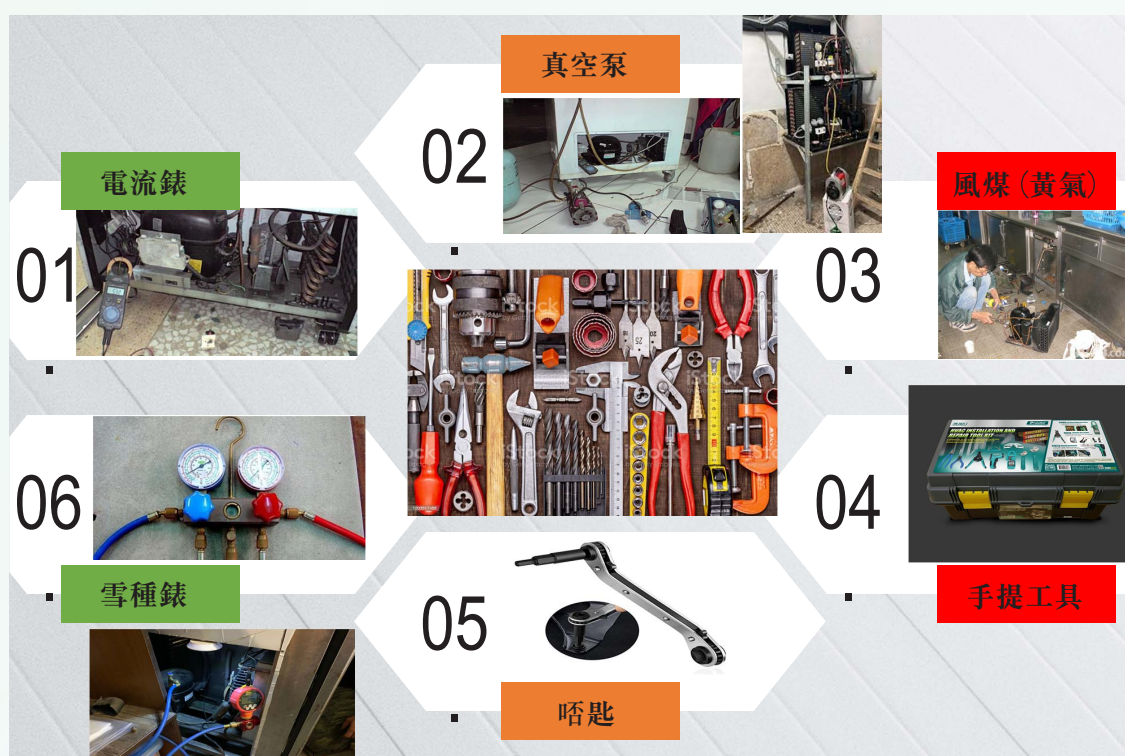
建立健全的工會平台對於香港經濟的多元化發展非常重要。通過代表員工集體利益，有效協調政府、企業與勞工之間的關係，可以促進產業升級和創新發展，並提升香港的競爭力。推動企業履行社會責任，建立職工參與等制度，能激發員工工作熱情和創造力，提高企業生產力。同時，完善法律法規、強化監督管理、提供政策扶持，並通過培訓專業人才提升工會管理水平，都是確保勞動權益得到有效保護的重要舉措。政府應對工會給予長期財政支援，以增強其影響力和地位。這些措施共同作用下，將構建一個更加公平公正、和諧穩定的社會環境，促進經濟的可持續健康發展。🔄

凍櫃維修知多啲

ARU 香港空調製冷業職工總會
HONG KONG AIR-CONDITIONING AND REFRIGERATING TRADES WORKERS GENERAL UNION

謝瑞龍 - Jerry Tse

1. 工具



2. 咩壞

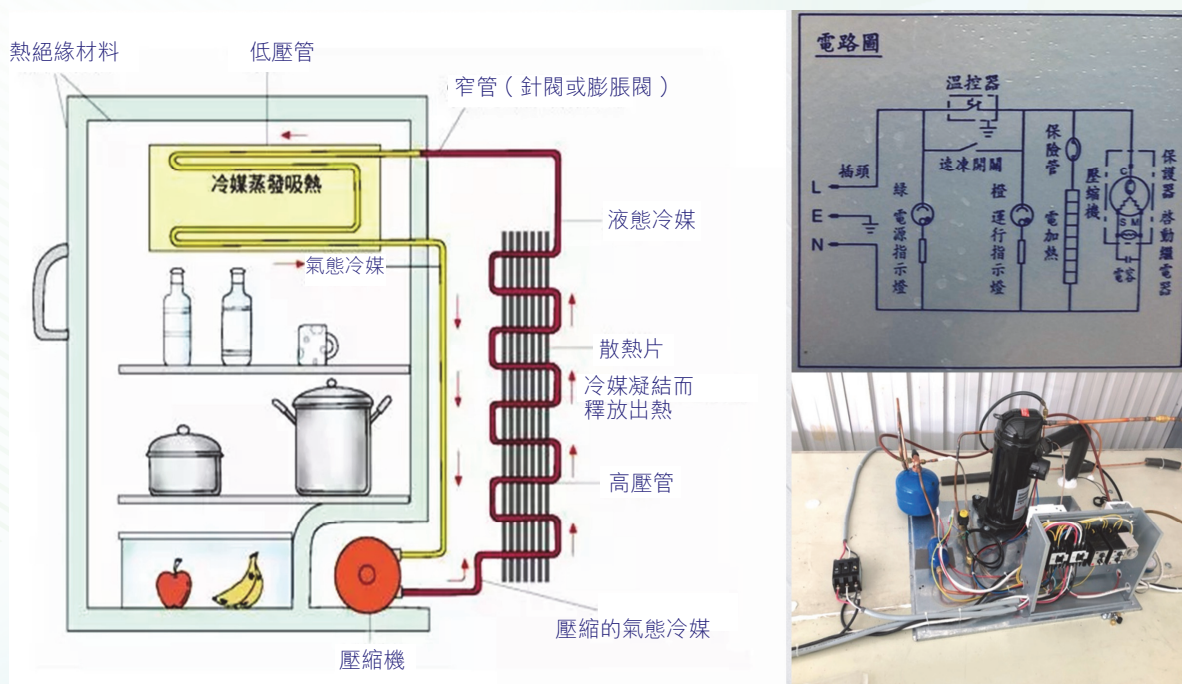
- 凍櫃突然壞左，入面好多野食點算好
最快就係用幾個膠袋，裝住 d 冰，唔好成日開雪櫃就捱到幾個鐘。最底再放 d 毛巾索水。
- 點壞？無風定無冷？機頭有無震，有無聲？
先試下甩電，清潔下散熱 coil，等 10 分鐘左右再俾返電，有機會正常返晒之後再清洗。
- 有風唔凍機頭識行九成係積雪，如果唔係就係漏雪種了，第一步「溶雪」，好多時係太多雪令到風扇轉唔到，無冷風出！！師傅來整時，上格裡面拆開一塊野，見到好多管道，然後就問我要熱水，一杯杯咁倒落去，凍櫃底就流好多水

出黎。之後師傅裝返果塊拆出來的東西。過左幾個鐘，個凍櫃明顯凍晒。我地自己整，唔會拆野架。您搵左插頭，停 24 小時電，等 d circuits 自己溶雪囉。記住墊布響雪櫃底索水。

d. 如何決定車頭壓縮機死？

一般來說，電源正常，有以下 4 個現象，就可以換壓縮機。

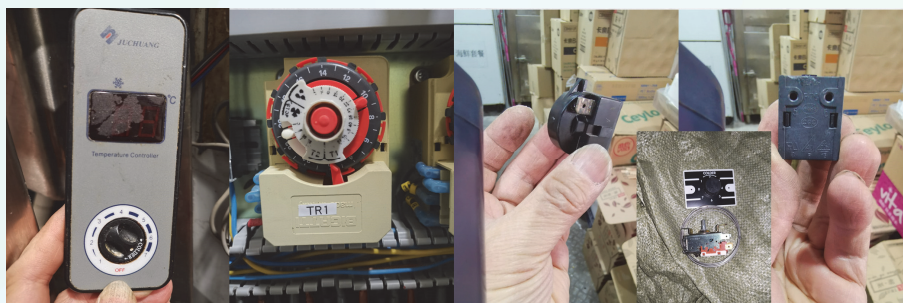
1. 壓縮機“LOCK 車”或卡缸，俾電後可聽到“嗡嗡”聲，並且振動大，過熱保護器幾秒鐘後斷開
2. 壓縮機起動幾秒鐘後保護器動作停機
3. 壓縮機不能啟動 只聽到“嗡嗡”聲
4. 壓縮機殼體燙手不停機，冰箱內溫度不下降，冷凝器不熱

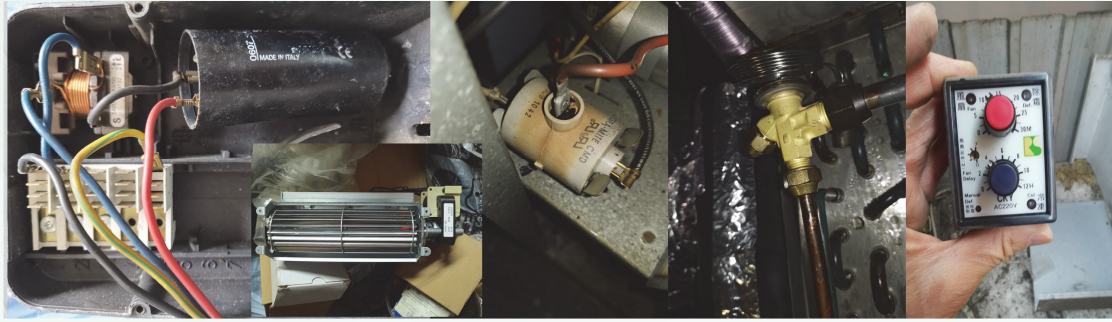


3. 零件

零件哪里買？本人就一般在英光，合和或百年購買常用維修配件 / 零件溫度制，電子溫度制，風扇，電容。

熔雪 ❄ 除霜制，膨脹閥，壞咗一般就係一換一。





4. 種類



	風冷冰箱	管冷冰箱
售價	★★	★★★★★
冷卻效率	★★★★★	★★
降溫速度	★★★★★	★★
庫內溫差	★★★★★	★★
保冷力	★★★★	★★★★★
省電	★	★★★★
耐用程度	★★★★	★★★★★
使用方便度	★★★★★	★★

★ 越多表示該能力越好

風冷凍櫃V.S.管冷凍櫃

您知道商用的冷凍冷藏凍櫃有分為風冷型與管冷型的凍櫃嗎？相信如果有這方面需求去逛冷凍餐飲相關設備的賣場時，常常要挑選凍櫃的時候，店員就會問您，要買風冷還是管冷型的凍櫃？對於新手或是沒有用過相關設備的人來說，可能常常會以價格取向來做購買的考量點，但往往只以價格為出發點的，日後常會為了電費，或是冷凍速度的快慢、日後維護的方便程度而後悔的大有人在，為何會有這樣的情況發生，讓我們繼續看下去：

從專業的角度來看：

1、風冷型冷凍庫：

風冷式，其特點是在蒸發器中增加了一個風扇負責吸熱，使凍肉櫃內的空氣能夠起到循環冷卻的效果。風冷型還配有自動除霜裝置。也就是說，使用者不需

要自行除霜。但由於冷空氣循環，凍肉櫃內的大量水分總是被帶走，因此其保濕效果一般。加之風冷等裝置和結構，其功耗較大，且價格比直冷式高。客戶可以根據自己的業務、成本等情況來決定哪種類型的凍肉櫃更適合。

2、管冷（直冷）型展示櫃：

同樣的是由蒸發器製冷這是傳統冰箱和凍肉櫃中最常見的類型，以管道的形式分布於凍櫃內部的管壁中，壓縮機製出的冷氣流入管道，透由管道間接降低凍櫃內壁的溫度，從而實現熱交換來降低凍櫃內部的溫度。然而，因為實際接觸空氣，降低凍櫃內部溫度的地方是凍櫃的內壁，水蒸氣遇到凍櫃內部的冷壁，因此霜會結在發冷的凍櫃內壁上，所以需要定時除霜，以免影響凍櫃冷卻的效率。

一般來說，風冷凍櫃的優點為冷凍效率高，免除霜（可自動除霜），凍櫃內冷度均勻，降溫速度快…缺點為耗電量高。

而直（管）冷式凍櫃的優點因其構造比風冷式凍櫃來的簡單，成本相對較為便宜，故障率低，較為省電，噪音較小。

其缺點就是相對於風冷式凍櫃降溫較慢，需要定期除霜，凍櫃內冷度較不均勻…

我該選哪種凍櫃？

1. 如果只是要食材有得冰就好，而且要預算考量，又要省電費，就「簡」管冷凍櫃就對了。
2. 要凍得快，肉類或是其他的食材要迅速降溫，或是要趕快結凍，唔洗「簡」了，就選風冷的凍櫃。
3. 定時手動除霜太麻煩，要有自動除霜功能，免除霜方便啲，就選風冷型的凍櫃
4. 想要魚與熊掌兼得，又要能省電，又要能夠自動除霜，那就選擇有電熱功能的節能冷凍庫。

風冷型或是管冷型的凍櫃並沒有一定的誰優誰劣，雖然市場上大多數人還是選擇使用風冷型凍櫃，畢竟做生意的凍櫃，以食材保鮮及降溫快速的角度來看，風冷型凍櫃還是首選。但有雪櫃內物品要展示出來就建議最好使用玻璃門管冷的凍櫃，最後還是那句老話，找凍櫃就像挑對象，你的完美對象或許對別人來說是不完美的，所以所謂的完美還是得先建立在符合自己的需求及條件的基礎上，另外也要清楚自己需要凍櫃的冷凍溫度，因為「雪」菜同「雪」肉的要求不同。

世界技能大賽 2024

梁妙雁

「世界技能大賽」被譽為「世界技能奧林匹克」。想起今年在法國巴黎的奧運會，今年 9 月在法國里昂舉行的「世界技能大賽」同樣精彩，值得大家關注。

由世界技能組織舉辦的「世界技能大賽」，每兩年一次於不同國家舉行，是個具規模的大型國際技能比賽活動，今屆已是第 47 屆。賽事已於 9 月 10 至 15 日在法國里昂舉行，匯聚來自 89 個成員國家和地區的年輕代表比併技藝。每個國家和地區只能在一項比賽中派出一位選手或一隊隊伍，每位選手終身只能參賽一次，所以參賽機會難得。比賽包括 62 個技能項目，涵蓋 6 大範疇包括：製造及工程科技、創意藝術及時裝、資訊及傳訊科技、製造及工程科技、個人及社會服務和運輸及物流等。

香港隊由 37 名來自本地多間香港院校、公營機構和公司的青年技能精英組成，出戰 32 個項目。其中包括來自機電工程署的兩位年青同事代表香港，出戰「製造及工程科技」中的電氣安裝和空調製冷項目。電氣安裝的比賽任務除了有表現真功夫的按圖安裝外，還有要考驗臨場獨立思考的編寫控制程式及運作。空調製冷的比賽任務亦有以上兩部份，更加上考驗邏輯分析的故障查找。觀眾可隨意到場內走動，觀看各參賽者進行比賽。隔岸觀戰可見，各選手熟練地在公眾面前建造自己作品，無不表現出緊張的心情和專注的工作態度，在有限的時間內完成國際級標準的任務，實在不易。

參賽有助於提昇技術水平，了解產業最新趨勢，有助於拓闊未來事業發展空間，推廣職業技能，並為選手及評判專家提供技術交流機會。有了新趨勢及專業技術，還要有新力軍逐步建立實現。今年香港代表隊參與的比賽項目創下由 1997 年參賽以來最佳成績，共贏得一金、一銀及兩銅的殊榮，令人振奮。今次比賽得到職業訓練局 (VTC)，建造業議會 (CIC)，機電工程署 (EMSD)，教育局 (EDB) 和商界與業界支持。香港年青人都可以獨當一面，與世界比拼！

值得一提，中國隊在本次大賽中表現非常出色，參賽的 59 個項目中，共獲得 36 枚金牌，位居金牌榜、獎牌榜和團體總分首位。其實之前因受新冠疫情影響，原定於 2022 年在上海舉辦進行的賽事已取消，改為在多國分散舉辦了特別賽。展望將來，中國上海已確定為「第 48 屆世界技能大賽」的舉辦地，將於 2026 年 9 月接力舉辦是次國際大賽。希望來屆繼續精彩，再次見證新世代的技術發展。

本港主辦機構網頁，有更多選手分享，網頁如下：

青年技能比賽常務委員

<https://www.worldskillshongkong.org/tc/home>

香港電台已製作今屆特輯，網頁如下：

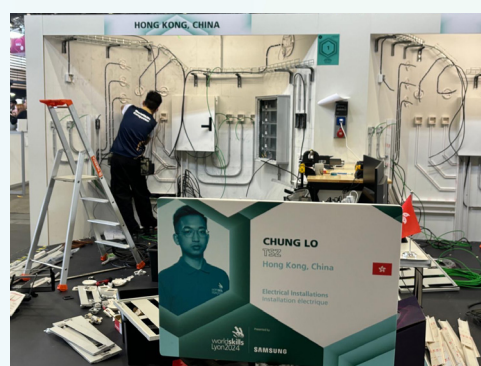
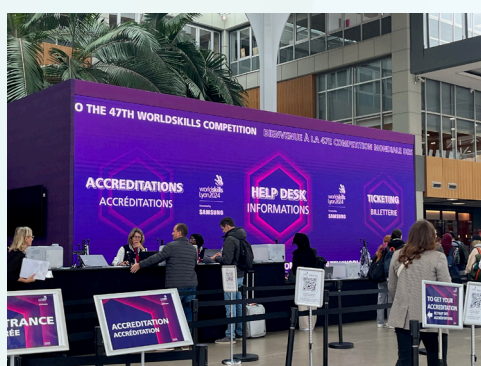
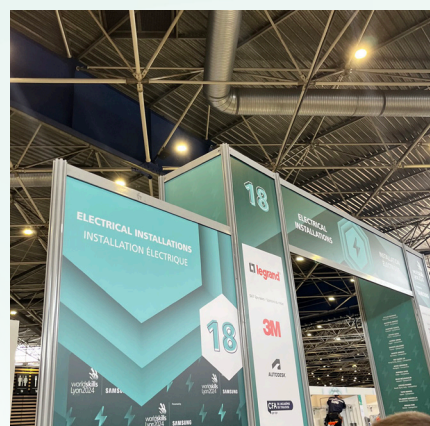
世界技能大賽：決戰里昂 - 香港電台 31

<https://www.rthk.hk/tv/dtt31/programme/worldskillscompetitionlyon2024>

來屆世界技能大賽主辦單位已準備有關資料，網頁如下：

2026 年第 48 屆上海世界技能大賽

<https://www.worldskills2026.com.cn/>



5. 雪種



6. 安全

Step #1 建立一個安全管理系統

施工前應進行風險評估及參考物料安全資料單，並制定安全及不會危害健康的施工方案。

Step #2 工作前先進行風險評估

- ☐ 找出相關的危害
- ☐ 制定相應的安全措施

Step #3 電力安全

在進行空調設備工程前，應先關上空調系統的電源，並將插頭拔離插座。

Step #4 使用製冷劑（雪種）

需注意的安全與健康

眼睛受傷，應使用合適的個人防護裝備，避免眼睛及皮膚接觸雪種燒傷或爆炸，如需須在更換雪種的工作地點進行焊接工作，必須先將雪種完全抽走，才可開始進行焊接工作。⚠️

源源動力 推動香港永續發展

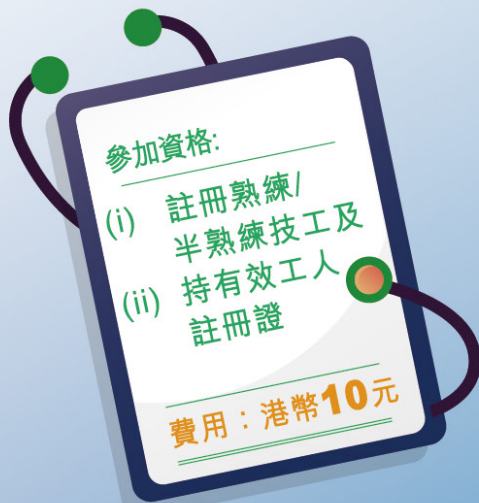
百多年來，港燈一直以世界級的供電可靠度，支持香港的發展。

為達至香港長遠的能源需求，我們將可持續發展的理念融入業務中，並與持份者保持緊密聯繫，創造共享價值。

展望將來，我們將繼續提供安全、可靠、可負擔及可持續發展的供電服務，推動香港成為碳中和的智慧城市。



立即報名參加 註冊建造業工人醫療體檢計劃



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



立即報名

診所位置:

中環	灣仔	九龍灣	旺角	佐敦
大埔	屯門	沙田	青衣	元朗
將軍澳				

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

建造業工友專業發展計劃 CONSTRUCTION WORKERS PROFESSIONAL DEVELOPMENT SCHEME

普通工人
General Workers

中工
Semi-skilled Workers

中工
Semi-skilled Workers

大工
Skilled Workers

獎金
Cash Prize **\$3,500**

普通工人
General Workers

大工
Skilled Workers

獎金
Cash Prize **\$5,000**

申請
本發展計劃
Enroll this
Development Scheme



報考指定工種*
的工藝測試
Apply for designated
trade tests*



名額有限，先到先得
First-come-first-served Basis

豁免測試費用
Waiver of Test Fees

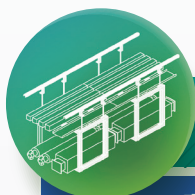
升級
Upgraded
Version
Level Up



「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	60%資助 60% subsidy	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
納入承建商預算的 「機電裝備合成法」安排 Incorporation of contractors' intended MiMEP arrangement	40%資助 40% subsidy	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
		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	

「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

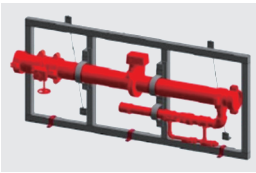
預製組件
(例如：水管、預先絕緣
塑膠管等。)
Prefabricated component
(e.g.: Water pipes, pre-insulated
plastic piping and etc.)



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.

