

今日機電屋宇設備及環保

第四十四期

2018.12

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

電力線路
規例工作
守則的註
釋(連載篇三)

鋼線槽和
疏孔線架和
導電體的一
些問題

中電「可再
生能源上網電
價」計劃及
「綠適樓宇
基金」

配電網建
設技術考
察之旅

電力工程
電路設計
軟件的應用

香港舊式
升降機的優化



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

- 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
EE111 低壓電力裝置檢查測試和（WR1及2）文件填寫
實務課程（包括“IDMTL”繼電保護器測試）
EE133 膽機電源變壓器和音頻輸出變壓器的工作原理
EE153 變壓器原理維修保養原理進修課程
EE151 低壓電掣櫃的基本構造和測試實習
EM142 （LV）低壓授權人理論

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
EE051 機電保養工程成本計算及報價課程
EM061 屋宇供水系統（食水）工程驗收課程
EM062 發電機驗收課程
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
EM068 屋宇排水系統安裝及檢收課程
EM131 避雷系統知識
EM161 物業及設施維修保養管理基礎證書課程
EM166 酒店設施管理（基礎）課程
EM167 樓宇屋宇裝備管理（簡介）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
EM174 AutoCAD繪圖軟件課程：加建及改動工程1(A&A Works)
EM175 AutoCAD繪圖軟件課程：加建及改動工程2(A&A Works)
EE159 AutoCAD 電力工程設計
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

「新技能提升計劃」課程

- KE002ES 可編程序控制器（PLC）應用III基礎證書（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）
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）

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
EE128 C級電力基本設計應用課程
EE137 C級電力基本設計應用進階證書課程
EE143 C級電力基本設計應用高階證書課程
EE172 B牌電路理論與應用數學

空調、通風系列課程

- EE153 空調電力控制基礎證書課程
EM158 香港機械式通風系統建造要求課程
EM149 屋宇智能系統與鮮風櫃和
送風櫃關係（單元一）

自動化系列課程

- EE077 大廈水泵裝置控制及維修證書課程
EM033 中央監控自動化系統初階
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
EM171A Arduino工業機電控制器入門與應用
（速成篇）

基礎電工系列課程

- EE001B 基礎電工實務課程

環保節能系列課程

- EM123C 太陽能系統項目設計及應用
EM126E 《建築物能源效益守則》基本證書課程

電子通訊系列課程

- EM120A 不間斷電源系統UPS（初級）10KVA以下
EM121A 不間斷電源系統UPS（中級）10-50KVA
EM/EC156 獨立式電子密碼鎖應用工作坊
EM/EC162B 公共天線系統原理與實務
EM/EC162C 衛星數碼電視系統原理與實務

興趣班系列課程

- EM-1041 家居環境風水學（九宮飛星之初班）

- 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 避雷系統知識基礎證書（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）
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）

編者的話

編輯小組

晃眼又四個月，新的一期今日機電又再面世。今次雖然只有十篇文章，但每一篇文章都是由大師級高手撰寫，大家絕對不容錯過。首先推介的當然是由鄧勝森院長的電力線路規例工作守則的第三篇註釋，介紹如何理論結合實際，把課本中各類計算方法運用在闡釋新工作守則的變動中；而陳富濟老師亦將日常行業工友存在的疑問及一些有爭議的工作方法列出，進行探討及多角度分析，讓大家認真思考，期望把這些只求方便的行上陋習改善；范嘉華老師亦為大家介紹一些可行的設計軟件，讓同行們多善用科技以提升工作效率；香港能源效益行業總會一眾理事分享參觀活動的所見所聞，加深業界對國內配電系統的認識；麥家聲老師詳細剖析他的三冊“電學原理”著作，協助自學者更易於掌握當中的內容。

本期除電器文章外，還有資深電梯業界葉樹德老師因近來電梯意外頻生，為大家提出如何既省錢又有效地改良舊升降機之方法，內容簡潔清晰，無論業界及業主皆宜細閱；此外，資深安全顧問李少佳老師亦以下篇續寫了有關鐵路運輸的安全概述，饒富見地，即使未看上篇，也能增長知識。中電的可再生能源上網電價計劃和綠適樓宇基金都是行家關注的計劃，大家萬勿錯過；而香港不銹鋼管件商會為我們豐富了材料的類型，則可提供給水務業界在選料更多選擇。最後，公共天線幾乎是普遍存在於各家各戶的網路，我們對它又實際知道有幾多呢？

今期適逢香港空調製冷業職工總會成立31週年暨十六屆理事就職慶典，在此祝願他們會務興隆，為空調業界爭取更大的發展空間及機遇。

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
(旺角地鐵E1出口)
3/F PROSPERITY CENTRE
982 CANTON ROAD
MONGKOK KOWLOON
電話：2626 1927 傳真：2626 0152

香港機電專業學校課程簡介	廣告	封面內頁
編者的話 / 目錄		01
建造業議會	廣告	02
電力線路規例工作守則的註釋 (連載篇三)	鄧勝森	03
鋼線槽和疏孔線架和電路保護導體的一些問題	陳富濟	12
中電「可再生能源上網電價」計劃 及「綠適樓宇基金」	中華電力有限公司	18
配電網建設技術考察之旅	香港能源效益行業總會	23
電力工程電路設計軟件的應用	范嘉華	27
香港舊式升降機的優化	葉樹德	34
公共天線	馬 寧	42
國內鐵路運輸安全概述 (下)	李少佳	44
不銹鋼可持續未來	香港不銹鋼管件商會	49
「電學原理1、2、3」叢書的自學攻略	麥家聲	54
書籍介紹	資訊	58
書籍介紹	資訊	59
先導計劃課程	資訊	60

本刊為一自由論壇式刊物，所有署名文章全屬個人看法，並不代表本刊立場，如經作者同意，歡迎轉載，請與本刊編輯小組聯絡。



CONSTRUCTION
INDUSTRY COUNCIL
建造業議會

《建造業工人註冊條例》

註冊熟練 / 半熟練技工(臨時)
申請臨時註冊限期至
2019年6月30日止

申請臨時註冊技工必須：

於**2005年12月29日**已
具備累計相關指定工種
分項工作經驗，並由
直接僱主/認可工會
審核及確認年資

不少於 6 年



註冊熟練技工
(臨時)

不少於 2 年



註冊半熟練技工
(臨時)

按「專工專責」規定，註冊熟練 / 半熟練技工(臨時)可獨立從事
相關工種分項工作，但**不可**「指示及督導」。

臨時註冊技工可以：

於臨時註冊有效期內，
申請註冊為註冊技工

**通過指明訓練課程
或工藝測試**



註冊熟練技工

通過工藝測試



註冊半熟練技工



2873 1911
www.cic.hk

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。



下載申請表

電力線路規例工作守則的註釋 (連載篇三)

鄧勝森

香港特區政府機電工程署出版的電力(線路)規例「工作守則」已成為今天香港電業界的「聖經」，電業工程人員在電力安裝及佈線等工作均必需依從書中的要求去製定。由於書中內容主要是依「英國電機工程師學會 IEE」(現時此英國專業學會已改名為 IET，香港稱為工程及科技學會)及國際電工委員會 (IEC) 的電力裝置規例而製定；加上書中篇幅有限，有部份內容令廣大的電力工程人員單從閱讀書中內容是難以理解，故筆者希望以本身的知識，盡量作出講解，令一般電力工程人員更明瞭及掌握「工作守則」要求的背後精神。由於篇幅所限，筆者在《今日機電》第 42 期 (2018 年 4 月版) 開始，以後在每期的《今日機電》內用連載方式逐一解釋較多人不明白的守則要求。文章內容是參考

(1) 電力(線路)規例工作守則 2015 年版；(2) 電力裝置規定 BS7671:2008 (2015 修訂版)；及 (3) 國際電工委員會 IEC 的標準

工作守則 4 - 一般安全規定

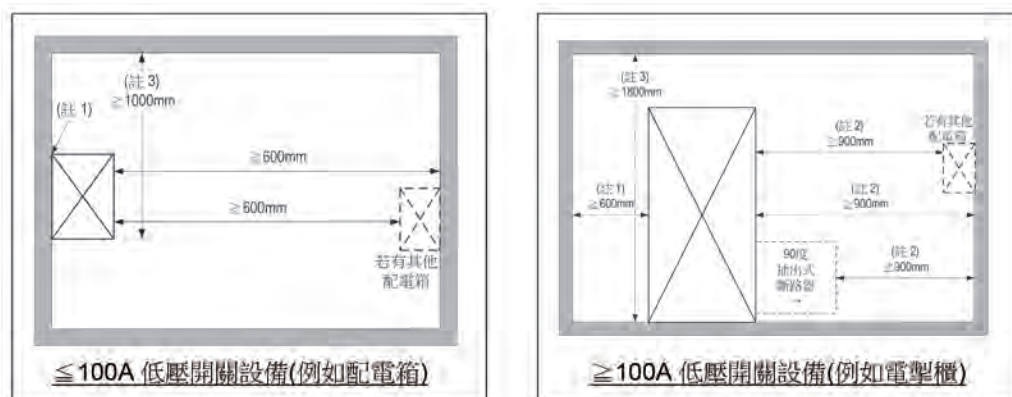
原文

4E 工作空間

- (a) 所有額定值不超過 100 安培的低壓開關設備，例如用戶總掣連配電箱及隔離開關掣，應在設備所在處前面(範圍不少於其闊度)，最少留空 600 毫米的間隙空間。
- (b) 額定值超過 100 安培的所有低壓控制和開關設備，例如開關掣板、配電盤及電動機控制中心等，應在器具所在處前面(範圍不少於其闊度)及在電表前，最少留空 900 毫米的間隙空間。
- (c) 這類器具如須由背後或側旁接近以便進行連接及維修工作，則須在該器具背後或側旁留空最少 600 毫米的間隙空間。
- (d) 這類器具如果沒有例如熔斷器或開關掣等可更換的零件，亦無任何部分或連接口須從該器具背後或側旁接近，則無須在該器具背後或側旁留下間隙空間。
- (e) 這類電力器具如以高壓操作，則 (b) 節所指定在有關器具前面留空的間隙空間，應最少增至 1,400 毫米。
- (f) 如屬抽出型的器具，或有外殼門或有鉸鏈的面板，上文 (a)、(b) 或 (e) 節所指的間隙空間，不應少於抽出有關器具或將外殼門或面板打開至最少 90 度角所需的空間。
- (g) 上文 (a) 節所指的間隙空間，高度最少為 1 000 毫米，而 (b)、(c)、(e) 及 (f) 節所指的間隙空間，高度最少為 1 800 毫米，兩者皆由底座起量度。在正常操作情況下，當裸露帶電部分並無掩護，則所有上述的間隙空間，高度皆不得少於 2,100 毫米。

註釋：

守則 4E 有關掣房工作空間的最低要求，現簡述如下圖：



註 (1) - 器具如須由背後或側旁接近以便進行連接及維修工作，則須在該器具背後或側旁留空最少 600 毫米的間隙空間，但若無須從背後或側旁接近，則無須在該器具背後或側旁留下間隙空間。

註 (2) - 如這類開關設備以高壓操作，則所指定在有關器具前面留空的間隙空間，應最少要由 900 毫米增至 1,400 毫米。

註 (3) - 當裸露帶電部分並無掩護，則由底座起量度高度不得少於 2,100 毫米。

原文

4F 開關制房 / 電力分站

(2)(a) 開關掣房 / 電力分站最少應有一個出口是向外開門的，而這個緊急出口應清楚標明。

註釋：

工作守則要求開關掣房最少應有一個出口是向外開門，一般大廈電掣房通常只有一個出口，所以此出口的門一定要向外推。留意若電掣房門外是走廊或走火通道，門向外開是違反消防規例，故電業工程人員在設計時，需要適當選擇一個向外開門的出口。

工作守則6 - 電路的安排

原文

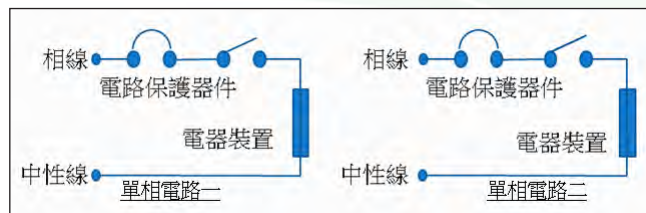
6B 電路的基本要求

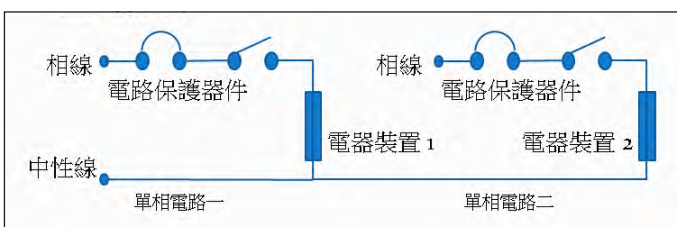
(6)(a) 單相電路的中性導體，不可與其他電路共用。

釋義：

工作守則的要求是每個單相電路都要有自己獨立的中性回路線，如右圖所示。守則不允許兩個或多個單相電路共用同壹條中性線。

如果有多個單相電路共用一條中性線，就會產生





以下的危險：

在左圖的線路中，假設需要維修已損壞的電器裝置 1，維修人員當然會截斷電器裝置 1 的供電，但假如電器裝置 2 當時是啟動著，中性線就會帶電，維修人員如果沒有留意有兩個單相電路共用一

條中性線，維修電器裝置 1 時就有觸電的可能。

例子：機電工程署曾記錄的一個電力意外個案如下

日期：2012 年 9 月

地點：某建築工地

性質：事故涉及一項位於「假天花」上的安裝工程。

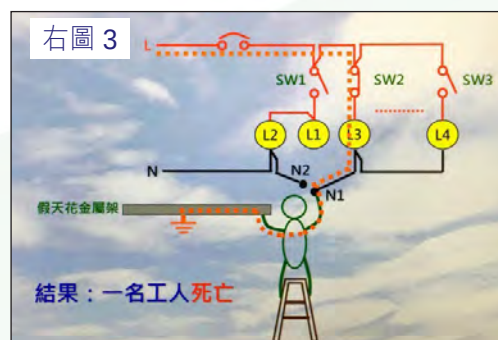
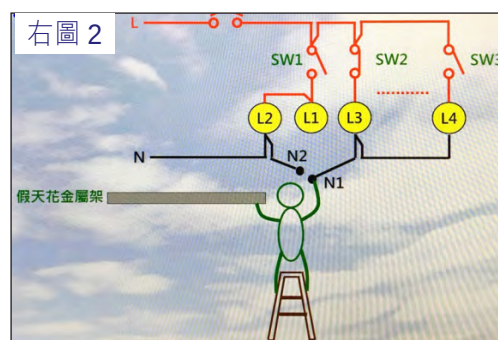
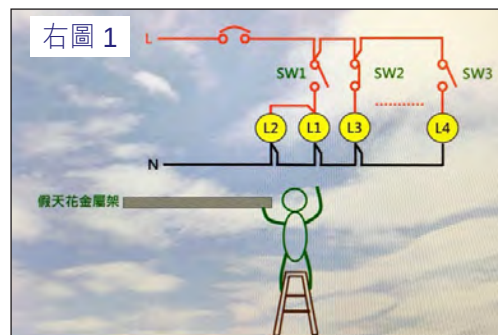
事故：一名為假天花燈安裝電線的註冊電工被發現倒臥在「假天花」上，初步懷疑觸電死亡。

調查結果：

a) 右圖 1，電業工程人員預備維修「假天花」燈的電路，即 L1 和 L2 負載的電路。而當時亦有其他載 L3 和 L4 之電路安裝在假天花裏。

b) 右圖 2，估計電業工程人員當時是將 L1 負載的電路之中性線拆開，並掌握在手中，但他不察覺供 L3 負載之電路的開關制 SW2 正處於閉合的位置。即是 L3 負載已啟動，並有電流經 L3 負載之電路的中性線流動。而此中性線是與 N1 是與 N2 接駁一起。

c) 右圖 3，由於電業工程人員當時右手觸及中性線 N1 的帶電部分，而左手亦同時觸及「假天花」的非電器裝置金屬部分，加上「假天花」正常地接駁了輔助等電位接駁導線與大地連接。故此 L3 負載的中性線電流便流經工程人員的身體至大地，令工程人員觸電，引至死亡。



結論：若天花內所有電路的中性線均作獨立處理，此意外便可避免。

原文

6B 電路的基本要求

(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 BS 7671 附錄 11 所載的校正因數。



釋義：

原文所述 BS7671 附錄 11 所載的校正因數，在 BS7671:2008 第一次修訂版已刪除附錄 11 的《諧波在平衡的三相供電系統 EFFECT OF HARMONIC CURRENTS ON BALANCED THREE-PHASE SYSTEMS》及其內文所載的校正因數，並將內容搬至 BS7671 附錄 4 第 5.5 及 5.6 段。以下是 BS7671 的校正因數表：

第三諧波在 4 芯或 5 芯電纜的校正因數
(Rating factors for triple harmonic currents in four-core and five-core cables)

Third harmonic content of line current* % 線電流的第三諧波成分 *%	Rating factor 校正因數	
	Size selection is based on line current 大小選擇是根據線電流	Size selection is based on neutral current 大小選擇是根據中性線電流
0 – 15	1.0	--
>15 – 33	0.86	--
>33 – 45	--	0.86
> 45	--	1.0

在三相平衡電路中，一般三相電流會互相抵消而令中性線電流變為「零」，即沒有電流通過。但當線或相電路出現諧波，尤其是第三諧波，中性線便會出現回路電流。若三相電流因工作上需要而只用二相，再加上第三諧波的出現，中性線可能會出現一個超過中性線能負載的電流，而令中性線出現過載情況。在此情況，中性線的諧波電流是影響中性導體載流量的重要因數。表內的校正因數只適用於中性電纜是內藏於 4 芯或 5 芯電纜的其中一部分。

諧波的產生，主要來自非線性的負載，例如：

- 工業設備（焊接機、電弧爐、感應爐、整流器）
- 通風、空調和電梯設備（異步或直流電機變速驅動裝置）
- UPS 電源
- 辦公室設備（電腦設備、複印機、傳真機等）
- 家電設備（電視機、微波爐、熒光燈）
- 存在磁性飽和的某些設備（變壓器）

由於第三諧波的出現會影響中性線線的載流量，當第三諧波大於 15%，用於 4 芯或 5 芯電纜內的中性線便要考慮一個修正因數，以便選擇一個合適大小的 4 芯或 5 芯電纜，避免產生過載的情況。

第三諧波校正因數表的使用例子：

題目：

壹三相電路，由一組 4 芯 90℃ 的熱固性 (thermosetting) 絕緣有裝甲銅電纜供電，電路的設計電流是 58A。供電電纜與三組其他電纜共同安裝在疏孔線架上，預算的環境溫度是 35℃，電纜在電源處安裝符合 BS EN 60898-1 的斷路器作為過流保護。

（為方便計算，以下例子不會考慮電壓降的問題）

個案 1：假設各電路的負載不會產生諧波

(a) 三相負載的設計電流 (I_b) = 58A(b) 由於 $I_n \geq I_b$
斷路器的額定值會選擇為 63A(c) 計算電纜有效載流量 $I_t \geq \frac{I_n}{C_a C_g}$

- 查表 A5(1) 35°C 環境溫度的額定值因數 $C_a = 0.96$
- 查表 A5(3) 4 組電纜一起的組合電纜額定值因數 $C_g = 0.77$

$$\text{有效載流量 } I_t \geq \frac{I_n}{C_a C_g}$$

$$I_t = \frac{63}{0.96 \times 0.77} = 85.2A$$

選擇適當的過流保護器件

設計電流(I_b)不能高於保護器件額定值(I_n)，而保護器件額定值(I_n)不能高於電纜的載流量(I_c)。

$$I_b \leq I_n \leq I_c$$

利用額定值因數，確定所需導體的載流量
Cable Rating

$$I_t = \frac{I_n}{C_a \times C_g \times C_i \times C_p}$$

I_n = 保護器件的額定值
 C_a = 環境溫度額定值因數
 C_g = 組合電纜額定值因數
 C_i = 隔熱材料密封電纜校正因數
 C_p = 保護器件校正因數

查表 A6(8)，採用 16mm² 多芯有裝甲 XLPE 絕緣電纜，其載流量是 99A

表 A5(1)

環境溫度的額定值因數

環境溫度 °C	絕緣材料種類				
	60°C 熱塑性	70°C 熱塑性	90°C 熱塑性	熱塑性絕緣 電纜和電線 70°C	絕緣和不會被 105°C
25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
35	0.91	0.94	0.94	0.94	0.94
40	0.82	0.87	0.87	0.87	0.87
45	0.71	0.79	0.87	0.78	0.88
50	0.58	0.71	0.82	0.67	0.84
55	0.41	0.61	0.76	0.57	0.80
60	—	0.50	0.71	0.45	0.78
65	—	—	0.55	—	0.70
70	—	—	0.50	—	0.65
75	—	—	0.50	—	0.60
80	—	—	0.41	—	0.54
85	—	—	—	—	0.47
90	—	—	—	—	0.40
95	—	—	—	—	0.32

* 溫度與絕緣材料、絕緣材料有關。

表 A5(3)

用於一個電路或一條多芯電纜，或一組電路或一組多芯電纜的額定值因數，所使用的載流量見表 A6(1) 至 A6(8)

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

表 A6(8)

多芯有裝甲交聯聚乙烯 (XLPE) 絕緣電纜

(銅導體)

BS 5467

BS 6724

BS 7846

載流量 (安培)：

環境溫度：30°C

導體操作溫度：90°C

導體截面積	參考方法 C (直接夾放)		參考方法 E (置於流動空氣中或在水平或垂直的疏孔線架上)	
	1 條兩芯電纜， 單相交流電或直流電	1 條三或四芯電纜， 三相交流電	1 條兩芯電纜， 單相交流電或直流電	1 條三或四芯電纜， 三相交流電
1	2	3	4	5
平方毫米	安培	安培	安培	安培
1.5	27	23	29	25
2.5	36	31	39	33
4	49	42	52	44
6	62	53	66	56
10	85	73	90	78
16	110	94	115	99
25	146	124	152	131
35	180	154	188	162
50	219	187	228	197
70	279	238	291	251
95	338	289	354	304
120	392	335	410	353
150	451	386	472	406
185	515	441	539	463
240	607	520	636	546
300	698	599	732	628
400	787	673	847	728

個案 2: 假設負載產生第三諧波 THD-i =20%

(THD 代表 Total Harmonic Distortion 總諧波失真)

即假設三相負載除正常的基本電流外，並同時產生 20% 的第三諧波。

- 包括所有諧波的設計電流是 $I_{bh} = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + \dots I_n^2}$
- 若： $I_1 = 58A$ ； $I_3 = 20\% \times I_1 = 0.2 I_1$ ；及只有第三諧波較顯著（即其他諧波可忽略不計）。
- 設計電流 $I_{bh} = \sqrt{I_1^2 + I_3^2}$ （假設只計算第三諧波）

$$= \sqrt{58^2 + (58 \times 0.2)^2} = \sqrt{3346 + (11.6)^2} = \sqrt{3346 + 134.6} = 59.1A$$
- 為符合 $I_n \geq I_b$ 的要求，所以電路斷路器的額定值會選擇 63A。
- 查諧波校正因數表，20% 第三諧波的校正因數是 0.86
- 預算載流量 $I_t \geq \frac{I_n}{C_a C_g \times 0.86} = \frac{63}{0.96 \times 0.77 \times 0.86} = 99.1A$
- 查表 A6(8)，採用 25mm² 多芯有裝甲 XLPE 絕緣電纜，其載流量是 131A（當然根據規則是選擇 25mm² 電纜，但設計員可考慮採用 16mm² 電纜，因畢竟只超越了 0.1A）

個案 3: 假設負載產生第三諧波 THD-i =42%

由於所載諧波介乎 33-45%，所以電纜大小的選擇便根據中性線的電流來決定。

- 若： $I_1 = 58A$ ； $I_3 = 42\% \times I_1 = 0.42 I_1$ ；及只有第三諧波
- 因諧波而產生的中性線電流： $I_{bn} = 3 \times I_3 = 3 \times 0.42 I_1 = 3 \times 0.42 \times 58 = 73A$
- 為符合 $I_n \geq I_b$ 的要求，所以電路斷路器的額定值會選擇 80A
- 查諧波校正因數表，42% 第三諧波的校正因數是 0.86
- 預算載流量 $I_t \geq \frac{I_n}{C_a C_g \times 0.86} = \frac{80}{0.96 \times 0.77 \times 0.86} = 125.8A$
- 查表 A6(8)，採用 25mm² 多芯有裝甲 XLPE 絕緣電纜，其載流量是 131A

根據第三諧波在 4 芯或 5 芯電纜的校正因數表，當第三諧波令到中性線電流大過線電流 33% 時，電纜便以中性線的載流量作選擇，而大過 45% 時，中性線電流已超越線電流很多，由於同一電纜的中性導體和線導體是同一大小，三條線導體必定永遠不會出現滿載的情況。在此情況，線導體所散發的熱力便會減少，並可以抵消中性導體發出的熱力。在這情況下，便毋須計算任何校正因數，如表列。

高諧波比率下中性線的保護

- 若第三諧波的成份超過 33% 時，流過中性線的電流會比任何線或相導體的電流大；在此情況，中性線便要裝設保護器件。
- 保護器件必須為四極的 MCB 或 MCCB，以保證中性線電流過大而令保護器



件跳脫時，電路的線或相電路亦會同時被切斷。

- 右圖 1 和圖 2 便是一個有中性線保護的四極斷路器外部和內裏的結構圖。無論相線和中性線都裝有相同的雙金屬片熱過載保護和磁力性的短路保護。
- 留意市面有些牌子標明是四極斷路器，但實際上只是三極斷路器 + 壹直駁中性極，對中性線不能提供有效保護。



圖 1

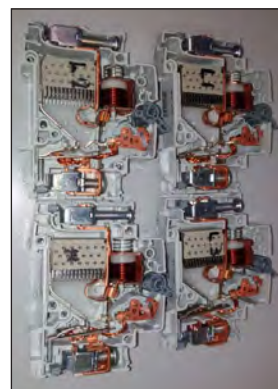


圖 2

工作守則8 - 隔離及開關

原文

8A 隔離及開關的設置

(1) 一般裝置

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

工作守則10 中性導體保護器件、隔離器及開關掣

原文

10A 連動斷路器、連動隔離器及連動開關掣

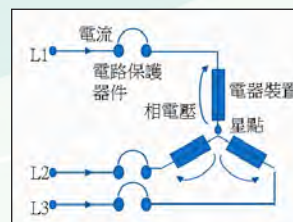
- (a) 中性線設有開關掣的任何連動斷路器、連動開關掣及連動隔離器，應該妥為安排，**使中性極觸點在相極觸點之後斷開，及於相極觸點之前或同一時間閉合**。
- (b) 不應將熔斷器加入中性導體內，亦不應將連動斷路器、連動隔離器或連動開關掣以外的斷路器、隔離器或開關掣加入中性導體內。

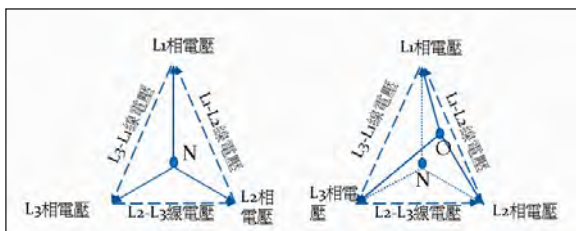
上述兩個守則的釋義：

在三相四線平衡的電路，即三組相電流數值相同時，中性線電流會因每相的相位差為 120° 的情況下互相抵消，令中性線不會出現電流。故此可以連中性線都刪除，用三相三線電路代替，如右圖示。

但若電路為三相四線**不平衡**電路，中性線便會出現電流作回路。

但如果在三相四線電路內，中性線出現接觸不良或鬆脫，三相不平衡電流在





交匯點（星點）互相抵消後的剩餘電流便沒有了回路；在欠缺回路的情況下，三相電流必需在交匯點（星點）完全互相抵消，因此星點的位置便會出現位移，令相電壓不穩定而產生危險。

以下為筆者舉例以說明在三相四線不平衡電路，若中性線出現接觸不良或鬆脫後，所產生的問題及後果。

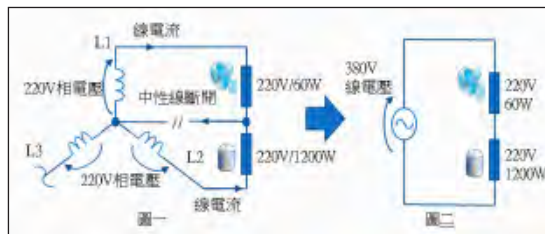
舉例一：

假設一個三相四線電路的其中兩相分別供電予：

- 一個單相 220V/60W 掛牆風扇和一個單相 220V/1200W 電飯煲。
- 為簡化計算步驟，假設了這兩個電器都是純電阻負載，即功率因數是 1。而計算亦畧去了不同向量變化的考慮。

右圖一為正常的接法，若中性線斷路或出現過高電阻時，中性線呈開路狀態；此時電路會由兩組 220V 相電壓供電變成一組 380V 線電壓供電，如右圖二。

利用數式：電功率 $P = \frac{V^2}{R}$ ； $R = \frac{V^2}{P}$ ：



➤ 60W 掛牆風扇電阻為 $\frac{220^2}{60} = 806.67\Omega$ ；

➤ 1200W 電飯煲的電阻是 $\frac{220^2}{1200} = 40.33\Omega$ 。

使用串聯電路的分壓法求出供予電器的電壓 V_1 和 V_2 ：

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

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

結論：

	中性線正常時電壓	中性線開路後電壓	增長百份比
60W 掛牆風扇	220 V	361.91 V	+ 64.5 %
1200W 電飯煲	220 V	18.09 V	- 91.8 %

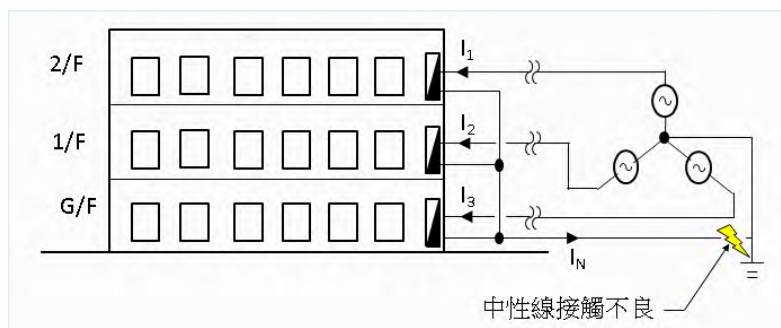
- 中性線開路會令三相四線系統中各相的電壓變得不穩定和不相稱；
- 電壓升高了的用戶會發現電燈比正常時更光亮，電器用具會因供電電壓較額定值高而損壞（尤其是電視、音響器材等），嚴重的話可能會因高熱而燃燒；
- 電壓降低了的用戶會發現電燈較平常暗或閃爍，電腦會因電壓不足而經常重新啟動，一些電器因供電電壓不足而不能啟動。

上例證明在一個三相四線不平衡電路，若中性線出現接觸不良或鬆脫後，便會令到單相電壓出現不穩，和過高或過低情況，嚴重影響用電安全。故此為防止中性線開而發生危險，守則 8A(1)(a) 說明應在中性導體中設一連桿，並用螺栓或螺絲穩妥固定。而守則 10A(a)(b) 的要亦是針對在相四線不平衡電路裏，中性線不能斷開的情況下來訂定。

舉例 2：

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

在日常辦公時間，由於電氣裝置數量相若，在某程度上令三相電流得以接近平衡，因此三組線電流在中性點構成的電流很小，所以就算大廈供電的中性導體接觸不良，對每一相的相電壓影響小而且不明顯。



但在某一天晚上，地下 G/F 全層需要加班，而另外二層的大部份電氣裝置已沒有運行，在這情況下，差不多全部 G/F 單相負載電流會流向接觸不良的中性線，對 G/F 的供電的相電壓構成一個低於電器裝置可接納的電壓降，令照明裝置暗淡和閃爍、電腦裝置不停重新啟動等。到此時才發現問題可能已招致嚴重的損失或災禍。

上述例子是假設每層樓都平均用三相的其中壹相，是一個極端例子。但實際很少類似情況，所以在現實環境中，大廈供電的中線性出現問題或鬆脫，有時未必會有明顯發現，電業人員在處理工程及維修檢查時，須多留意。👁️

更多電力線路規例工作守則的釋義，下期今日機電再續！

鋼線槽和疏孔線架和電路保護導體的一些問題

陳富濟
chanfuchai@gmail.com

上期和各位讀者朋友討論了電纜裝甲作為電路保護導體的問題，今期繼續談談鋼線槽、疏孔線架（下稱“疏篩”）和電路保護導體的一些看法。

1. 鋼線槽

1.1 鋼線槽可以作為相關電路保護導體的依據 (CoP 11C)

- (b) 保護導體可由下列項目構成：
- (i) 獨立的導線或電纜；
 - (ii) 電纜的金屬護套或裝甲；
 - (iii) 帶電電纜中的一部分；
 - (iv) 硬性鋼導管、線槽或管通；或
 - (v) 線路系統的金屬外殼。
- (c) 保護導體如由金屬導管、線槽或管通所構成，亦應按適當情況符合守則 14 的規定。

1.2 鋼線槽作為相關電路保護導體的截面要求 (CoP 表 11(2)，圖 1.1)

圖 1.1

表 11(2)

(a) 根據有關相導體截面積而定的保護導體最小截面積

相導體截面積 (S)	相應保護導體的最小截面積	
	假如保護導體所用的材料與相導體相同	假如保護導體所用的材料與相導體不相同
平方毫米 $S \leq 16$	平方毫米 S	平方毫米 $\frac{k_1 S}{k_2}$
$16 < S \leq 35$	16	$\frac{k_1 16}{k_2}$
$S > 35$	$\frac{S}{2}$	$\frac{k_1 S}{k_2 2}$

註：有關 k_1 及 k_2 的數值，請參閱表 11(2)(b)、(c)、(d)、(e) 及 (f)。

根據上期的討論，CoP 表 11(2) 中的 k_1 是“相導體的 k 數值”，而 k_2 是“保護導體的 k 數值”。

1.2.1 k_1 ，以現時市場常用的 BS 7211，銅導體、熱固性 (90°C，XLPE) 絕緣無裝甲有或無護套的電纜為例， k_1 等於 143；如果使用 PVC 絕緣無裝甲有或無護套的電纜，截面規格小於

300mm²， k_1 等於 115。 k_1 數值具體的探討見上期《電纜的裝甲一定可以作為這相關電路的“及格保護導體”嗎？》一文。

- 1.2.2 k_2 ，依據 CoP 使用鋼線槽作為電路保護導體，是參照表 11(2)(e) “由鋼導管、管通及線槽構成的保護導體的 k 數值”（圖 1.2）。相對一般使用的 PVC(70°C) 絕緣電纜是 47，而相對 XLPE 絕緣電纜是 58（下文的討論，除了特別指明外，都是以 XLPE 絕緣電纜為例）。
- 1.2.3 因此，XLPE 絕緣電纜配合鋼線槽佈線，並且以鋼線槽為電路保護導體，參考上述兩點的數據，CoP 表 11(2) 可以改成圖 1.3。

圖 1.2

表11(2)(e) 由鋼導管、管通及線槽構成的保護導體的 k 數值

保護導體材料	絕緣材料		
	70°C PVC	90°C PVC	90°C 熱固性
鋼導管、管通及線槽	47	44	58
假設最初溫度 最終溫度	50°C 160°C	60°C 160°C	60°C 250°C

圖 1.3

相導體截面積 (S)	相應保護導體的最小截面積	
	假如保護導體所用的材料與相 導體相同	假如保護導體所用的材料與相 導體不相同
平方毫米 $S \leq 16$	平方毫米 S	平方毫米 $\frac{k_1 S}{k_2}$ 2.47S
$16 < S \leq 35$	16	$\frac{k_1 16}{k_2}$ 39.45
$S > 35$	$\frac{S}{2}$	$\frac{k_1 S}{k_2 2}$ 1.24S

$k_1 = 143$, $k_2 = 58$

- 1.2.4 鋼線槽的“槽殼”截面積

圖 1.4

表 14(1)

金屬線槽的槽殼材料最小厚度

額定大小 (毫米 × 毫米)	槽殼材料的最小厚度 (毫米)
50 × 50	1.0
75 × 50	1.2
75 × 75	1.2
100 × 75	1.2
150 × 100	1.4
150 × 150	1.6

CoP 表 14(1) 列出金屬線槽的槽殼材料最小厚度（圖 1.4），圖 1.5 是鋼線槽“槽殼”的最小截面積（不計算槽蓋和槽口位置），以及放在鋼線槽內 XLPE 絕緣電纜的最大規格，PVC 絕緣電纜也適合參考這表。從圖 1.5 可以看到，現時行業內的一般安裝方式基本是能夠滿足使用鋼線槽的“槽殼”作為電路保護導體的截面積要求，而不需要特別再作計算的了。

圖 1.5

鋼線槽額定大小		最小厚度	“槽殼”的 最小截面積	鋼線槽內 相導體的 最大截面規格 (S)
寬(毫米)	高(毫米)	(毫米)	(平方毫米)	(平方毫米)
50	50	1	150	120
75	50	1.2	210	150
75	75	1.2	270	185
100	75	1.2	300	240
150	100	1.4	490	300
150	150	1.6	720	500

1.2.5 使用鋼線槽作為電路保護導體，有兩點是特別需要注意的：

a) 鋼線槽段間(“毗連”)接駁位置“電氣性能連續”的處理。

圖 1.6 是 CoP14C(1) (b) 所列出的指引。請讀者們注意的是，這指引是沒有特別指定是以鋼線槽作為保護導體，或者是另外設有“真水”的裝設，因此這是適合應用在鋼線槽的任何裝設情況。

圖 1.6

(b) 為達至電氣連續性，應用一條大小適中的保護導線(如銅帶)，把線槽毗連的兩端連接起。

現時行業上的慣例，都是會在鋼線槽段間的接駁位置裝上“水線銅片”(圖 1.7)，但問題是這“水線銅片”是不是“大小適中”了。圖 1.8 的“水線銅片”是現時一般在市場經常買到的產品。從這兩張圖片可以看到，這“水線銅片”的連續截面積是 $13.5\text{mm} \times 0.5\text{mm} \approx 6.5\text{mm}^2$ 。但這樣是不是“大小適中”？便要看看：

- 怎樣理解“大小適中”的意思。如果不是指相應“保護導線”的大小規格，那還有什麼可以對照的呢？如果是，那便需要再看看：
- 放在鋼線槽內的電纜規格。根據圖 1.1(CoP 表 11(2))，這銅片的有效截面積是 6.5mm^2 ，那鋼線槽內的電纜規格也便不可以超過 6.0mm^2 了。但是依據實際工作所見，放在這些鋼線槽內的電纜規格，卻很多時都會超過 6.0mm^2 ，因此如果監管方面落實執行這一點，很多工程便會變成不符合 CoP 的規定了。圖 1.9 的資料，是引用自一間現時市場佔有率頗高的電氣金屬製品公司的產品資料，其中的數據可以作為有價值的參考。

圖 1.7



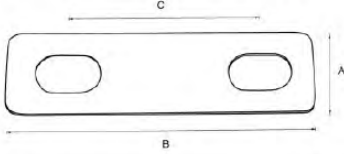
圖 1.8a



圖 1.8b



圖 1.9

銅水線片 Copper Earth Links				
				
For project type 用於工程種類	Dimension 外型尺寸 (mm)			
	Thickness 厚度 mm	A	B	C
Business Project 一般商用電線槽	0.6	15	57	35
Architectural Services Department project 工務局用電線槽	1	15	57	35
Housing Authority Project 房屋處用電線槽	2	12	57	35
MTRC 地鐵	3	25	58	35

- b) 和其他電力設施的金屬外殼接駁的處理方式。

圖 1.10 使用一條 1/8" X 1" 的銅帶把作為電路保護導體的銅線槽和一組配電箱的金屬外殼連接起來，並且也作為這配電箱的唯一接地（電路保護導體）。這樣的做法，是現行工程的普遍做法。筆者曾經在一次電力公司的驗線場合中，聽到電力公司的驗線工程師對圖 1.10 這樣的做法有所質疑時，駐場的 REW 的回應竟然是：“我們有不少工程也是這樣做的，這些工程包括有……（這些內容不方便錄下）”。本文預算討論一下，圖 1.10 的做法是不是能夠完全符合 CoP 的指引，以及有沒有需要改進的地方。

圖 1.10



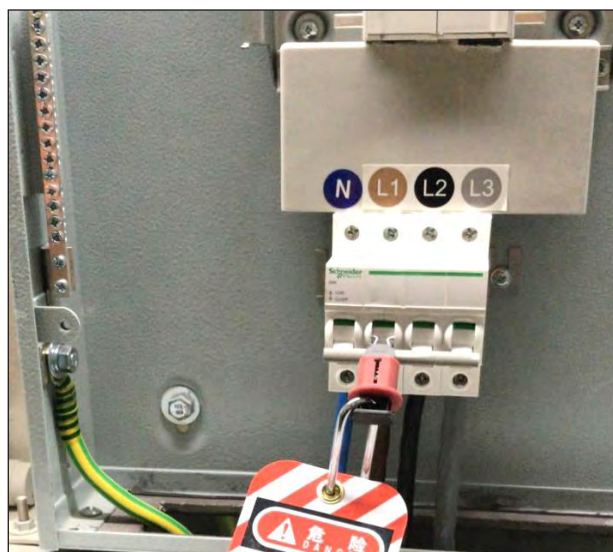
- CoP 14A(1)(b)（圖 1.11）指出，圖 1.10 的處理方式，是未能夠滿足 CoP 的指引。因為“保護導體”沒有連接在配電箱的“接地終端”

圖 1.11

(b) 導管、線槽或管通如用作保護導體，每一附件的接地終端應以大小適當的獨立保護導線與有關線盒或外殼內的接地終端互相連接。

- 從圖 1.10 也可以看到配電箱的金屬本體是塗上防鏽油漆，或是經過“噴粉”處理，在電氣角度上來說，這些防鏽材料都不是具有良好導電性能的電氣導體。在這情況下，如果不把和銅帶接觸到配電箱位置的“油漆”除去，接地的效果將會是只依靠連接螺絲的牙紋“碰到”配電箱的位置。這是不是一個良好的處理方式，相信讀者們都會有著清楚的答案。
- 圖 1.11 的處理方式，這一方面是依循了 CoP14A(1)(b) 的指引，另一方面也避免了配電外殼的防鏽油漆問題。

圖 1.11



2. 疏篩

疏篩的金屬本體不可以作為電路保護導體，已經是行業一直以來的共識。在 CoP 的整個內容中，牽涉疏篩（疏孔線架）的說明，只有在附錄 5 “決定電纜導體大小的額定值因數”、附錄 6 “聚氯乙烯（PVC）絕緣及交聯聚乙烯（XLPE）絕緣電纜的載流量及電壓降表”，以及附錄 7 “電纜的典型安裝方法”中才有所提及，但是這些篇章都是和電纜的載流量有關。

因此，對於疏篩的接地要求，在行業的不同持份者看來，便有著很大的模糊度。不同的觀點主要是在於接地導體的規格（尺寸）上，特別是疏篩段間（“毗連”）接駁位置的“電氣連續導體”（圖 2.1、圖 2.2）。

圖 2.1



圖 2.2



總括來說，這些爭論都可以歸納為一個問題，就是在一個電力裝置中，疏篩的性質是：

2.1 “外露非帶電金屬部分” (Exposed conductive part)，一般是指電力器具的可觸摸導電部分，而這些部分並非帶電部分，但在發生故障時可變為帶電。例如：CoP 11D(2)(a) 列出以下可以用來作為“電路”保護導體的“外露非帶電金屬部分”：

- (i) 用電器具的金屬外殼，但不包括雙重絕緣器具；
- (ii) 供電纜藏入的金屬導管、線槽及管通；
- (iii) 電流分配器具（例如開關及控制組件）的金屬外殼。

如果這些“外露非帶電金屬部分”用來作為電路保護導體，便有需要審核其截面積的大小是否合適。目的是為了當故障電流出現時，能夠提供合適的故障電流通路並操作過流保護裝置。決定其最小截面積，應依據 CoP 11C(2) “保護導體的大小”、11H “接地導體”的載錄內容來決定。或者是：

2.2 “非電氣裝置金屬部分” (Extraneous conductive part)，指可引進電勢（通常是對地電勢）的導電部分，而這些導電部分並非組成電力裝置的一部分。目的是為了降低建築物內可能同時接觸的不同金屬部件之間的電位差。其接地最小截面積的要求，是依照 CoP 11E(d) 等電位接駁、11F(d) 輔助接駁的載錄內容。

在 2.2 中，“這些導電部分並非組成電力裝置的一部分”是最經常引起爭議的一點，因為總不能說疏篩不是電力裝置的一部分。但是如果參照 CoP 11C(b)(v) 列出的“線路系統的金屬外殼”（本文的 1.1 節），以及 2.1 的 (ii)，疏篩也不是“供電纜藏入的金屬……”的“電力裝置”。加上在這一小節的開始，筆者便說明在現時行業一直以來的共識是“疏篩的金屬本體不可以作為電路保護導體”。因此，疏篩的金屬本體是應該可以認定，是屬於“非電氣裝置金屬部分”。

最後用一個裝設的例子來作為本文的終結。

[例] 裝置的供電總線是一組 4/C CU 35mm² 裝甲電纜，以本身的裝甲作為接地導體（“總水”），並且放置在疏篩上。

- (a) 電纜裝甲終端接向電表房錶前掣，以及總配電箱金屬外殼上的保護導體是 1/C 16mm² PVC 黃 / 綠色電纜；
- (b) 疏篩接駁在錶前掣、總配電箱金屬外殼上、以及疏篩段間連續的“保護導體”是 1/C 10mm² PVC 黃 / 綠色電纜。

試分析這樣的接地處理，是不是滿足 CoP 的要求。

[解] (1) 裝置的“接地導體”，如果使用 1/C PVC 黃 / 綠色電纜，截面積最小要使用 16mm²（圖 1.1，CoP 表 11(2)），(a) 是符合 CoP 的要求；

(2) 定義疏篩是“非電氣裝置金屬部分”。因此接駁在錶前掣、總配電箱金屬外殼上的“保護導體”便是“等電位接駁導體”。據 CoP 11E(d)， “總等電位接駁導體的截面積，不應小於裝置中接地導體截面積的一半，但最低限度要達 6 平方毫米的銅等值，但不需超過 25 平方毫米銅等值”。因此，(b) 使用 1/C 10mm² PVC 黃 / 綠色電纜，或不少於同等截面積的銅片，也是符合 CoP 的要求。

(3) 疏篩段間連續的“保護導體”是可以定義為“輔助接駁導體”，那麼根據 CoP 11F(d)(iii)， “把兩個非電氣裝置金屬部分（其中一個連接至外露非帶電金屬部分）連接起來的接駁導體，其截面積不應小於連接外露非帶電金屬部分的保護導體截面積的一半”。這是說明了，只要是使用不少於 1/C 6mm² PVC 黃 / 綠色電纜，或同等截面積的銅片，便能夠符合 CoP 的要求。➡



中電「可再生能源上網電價」計劃及「綠適樓宇基金」

中華電力有限公司

中華電力有限公司（中電）致力推動社區之可持續發展，推出多項新項目包括中電「可再生能源上網電價」計劃及中電綠適樓宇基金，推動社區發展可再生能源及加強節能。

中電「可再生能源上網電價」



客戶只需於註冊地址安裝太陽能及 / 或風能發電系統，並將系統成功接駁至中電電網，中電便會購買其可再生能源系統生產的電力。金額將按上網電價計算，並於每期電費賬單內顯示，用以抵銷相應金額的電費，在攜手應對氣候變化的同時亦能獲得電費回饋。

申請資格

客戶只需符合以下條件，即可參與此計劃：

- 中電註冊客戶（政府機構除外）
- 客戶的可再生能源系統以太陽能及 / 或風能發電，系統安裝於其註冊地址，總發電容量不多於 1 兆瓦
- 客戶的可再生能源系統可接駁至中電電網，而中電毋需因此增加電網容量或進行電網強化工程

申請程序

步驟 1	遞交申請表格及所需文件（商業登記證副本（只適用於工商客戶）及技術文件）
步驟 2	完成技術評估、安裝及測試系統後，中電會安裝智能電錶
步驟 3	安裝完成、成功接駁至中電電網

客戶在設計、安裝、運作及維修可再生能源系統時，必須符合相關的法例和指引，並達至有關安全及技術標準。

上網電價級別

上網電價將按系統的發電容量分為三個級別：

系統發電容量	上網電價 [^] （每度電）
≤ 10 千瓦	5 港元
> 10 千瓦至 ≤ 200 千瓦	4 港元
> 200 千瓦至 ≤ 1 兆瓦	3 港元

[^] 以上上網電價於 2018 年 10 月 1 日起生效，並將會定期檢討。

遞交方式

您可以立即於網上申請 (www.clp.com.hk/community_funds_renewable_schemes)，或於計劃網頁下載表格，填妥後以下列方法遞交：

電郵：csd@clp.com.hk

郵寄：香港新界沙田安麗街 6 號 13 樓，中電沙田中心綜合服務組

傳真：2678 6368

親身遞交：親臨任何中電客戶服務中心

聯絡中電

若有任何查詢，歡迎透過以下方式與中電聯絡。

電話：2678 0322

電郵：Business_EEC@clp.com.hk (工商客戶) / csd@clp.com.hk (住宅客戶)

中電綠適樓宇基金

綠適樓宇基金



提升能源效益及推動節約能源是應付氣候變化及締造可持續發展的重要元素，而改善城市建築物設備的能源效益，亦是重要的一環。這不但有助減少建築物的能源開支，更可推動社區環保，有利長期發展。

中電於 2014 年設立中電綠適樓宇基金提升社區的能源效益，基金資助合資格的住宅樓宇及其鄰近的附屬設施（如會所、花園平台、大廈管理處等）進行節能改善工程。由 2018 年 10 月 1 日起，基金的資助範圍擴展至合資格的商業樓宇、工業樓宇及綜合樓宇，及其鄰近的附屬設施。

資助範圍

基金主要資助住宅樓宇、商業樓宇、工業樓宇及綜合樓宇，及其鄰近附屬設施的公用地方進行屋宇設備改善工程，以提升其能源效益表現。

改善工程包括更換以下屋宇裝備：

- 照明系統
- 空調系統
- 升降機及自動電梯
- 電力裝置（如水泵等）



照明系統



空調系統



電力裝置



升降機及自動電梯

除上述改善工程外，進行以下提升能源效益工程亦可獲得資助：

- 重新校驗
- 為樓宇安裝智能設備



資助機制

更換屋宇設備項目的資助金額，將視乎樓宇類別、設備種類及工程期長短而定，資助比例佔工程費用一成至五成不等。資助只適用於與節能有關之工程部分以及聘用合資格服務提供者方面的開支。

重新校驗及為樓宇安裝智能設備的資助金額，將按其節省的電量及工程期長短而計算。節省的電量越高而工程期越短，所獲的資助金額便越高。

資助金額會以「先支付，後發放」模式發放，即受資助機構 / 人士須先支付有關支出，再由基金發還資助金額。**申請資格**

符合申請資格的機構 / 人士包括：

- 已根據《建築物管理條例》（第 344 章）註冊的業主立案法團
- 業主組織（例如業主委員會）
- 居民組織（例如互助委員會）
- 獲授權的樓宇物業管理公司或合資格務提供者。

沒有上述業主立案法團或其他業主組織之商業樓宇、工業樓宇或綜合樓宇，其業主亦可以提交申請。

合資格樓宇

- 住宅樓宇
- 商業樓宇
- 工業樓宇
- 綜合樓宇

以下樓宇不符合申請資格：

- 中電供電範圍以外的樓宇
- 政府名下擁有及運作的樓宇（例如：政府合署）

申請前準備事項

- 委聘一名合資格服務提供者提供顧問服務
- 確定節能工程的範圍
- 估算工程完成後可節省的電力
- 為工程招標（標書數量最少為兩份，視乎工程規模而定）

申請程序

	遞交申請書
	由中電進行初步評核
	評審委員會或中電批核申請
	申請批核後，方可批出工程合約
	中電於工程完成後派員視察
	發放資助金額

申請處理

所有申請將由中電負責處理，並由中電及評審委員會審批。評審委員會成員是由不同界別且關注推動能源效益的社會人士所組成。

例子

1：更換屋宇設備裝置（資助金額視乎樓宇類別、更換節能項目及工程期長短而定）

某住宅樓宇	
節能項目：	
冷氣機（大堂）	LED 燈及光管（大堂、走廊、走火樓梯）
LED 出口指示牌	其他工程項目（例如合資格服務提供者的顧問費用）
總工程費用 800,000 港元 *	
資助金額 300,000 港元 #	

* 以上總工程費用只用作參考，並假設工程於申請批核後 9 個月之內完成。

資助金額上限為工程費用五成，或每幢樓宇每年 300,000 港元，以較低者為準。



2: 樓宇安裝智能設備及 / 或重新校驗 (資助金額視乎節能成效⁺及工程期長短而定)

某商業樓宇	
節能項目：	
動作感測器、於公眾地方可作遙距控制的照明及射燈	其他工程項目 (例如合資格服務提供者的顧問費用)
總工程費用	40,000 港元 *
預計每年節省電量	約 10,000 度
資助金額	7,000 港元 ^ (10,000 x 0.7 港元)

⁺ 將按其節省的電量而計算，節省的電量越高，所獲的資助金額便越高。

* 以上總工程費用只用作參考，並假設工程於申請批核後 9 個月之內完成。

[^] 假設獲批資助金額為每一度電 0.7 港元，實際發放資助金額須不超過 100% 項目開支，並以較低者為準。

項目完成期限

節能改善工程須於申請批核後二十四個月內完成。

申請方法

申請機構 / 申請人可於計劃網頁 (www.clp.com.hk/ecobuildingfund) 下載中電綠適樓宇基金申請表格及申請指引，並將填妥之申請表格郵寄至：

九龍深水埗福華街 215 號 7 樓

中華電力有限公司

客戶及業務拓展部

業務策略及創新部

(申請中電綠適樓宇基金)

聯絡中電

熱線：2678 0322

傳真：2678 6673

電郵：clpecobldgfund@clp.com.hk 

配電網建設技術考察之旅

黃景祥理事 余永康主席 李紹輝副主席
香港能源效益行業總會

香港能源效益行業總會為鼓勵會員持續進修、提倡學習和交流，以了解行業最新情況、趨勢及技術發展，一眾會員於 2018 年 8 月 25 日獲得 赫茲曼電力（廣東）有限公司 HM POWER 招待到訪旗下位於中國順德大良五三科技工業園進行配電網建設設備技術考察。整個技術考察旅程中，對於各種新型配件網設備裝置無論在設計、聯鎖操作及產品測試要求均大開眼界獲益良多。以下將對部份產品特點作出簡單介紹以作分享。

常壓密封空氣絕緣，反覆運算領越配電設備設計

廠方介紹旗下 “XGN99 (Smart Ring/SR-12) - 10Kv (緊湊型環保免維護智慧開關櫃 / 環網櫃)”



過往配電網絡要求除必須要達至安全、可靠標準之外，低碳、智能、環保 ♻️ 為現今新一代社會不可或缺理念元素之一，生產商或工程師往往在電力配網系統設備上亦加載以智能設備不斷進行各類型品之研發、測試、製造，並以各種不同類型技術方案以達成以上目標。赫茲曼電力技術專業團隊，與國外配電網絡發展瑞典專家合作，共同為中高壓電力研發構建新一代配電網技術解決方案。

產品三大創新特點

1. 空氣絕緣密封結構設計，真空滅弧，具備自愈能力空氣絕緣結構，杜絕六氟化硫 (SF6) 充氣帶壓力泄露風險；
2. 採用常壓 GIS 空氣絕緣密封箱體真空滅弧組件，主導電體安裝在密封箱內，以有效隔離環境中塵埃、污染、潮濕空氣，並以三工位隔離 / 接地開關；
3. 採用分離式斷路器 / 三工位開關操作組件，隔離分離式 / 接地三工位開關操作機構獨立前置密封箱外，以方便替換與升級；

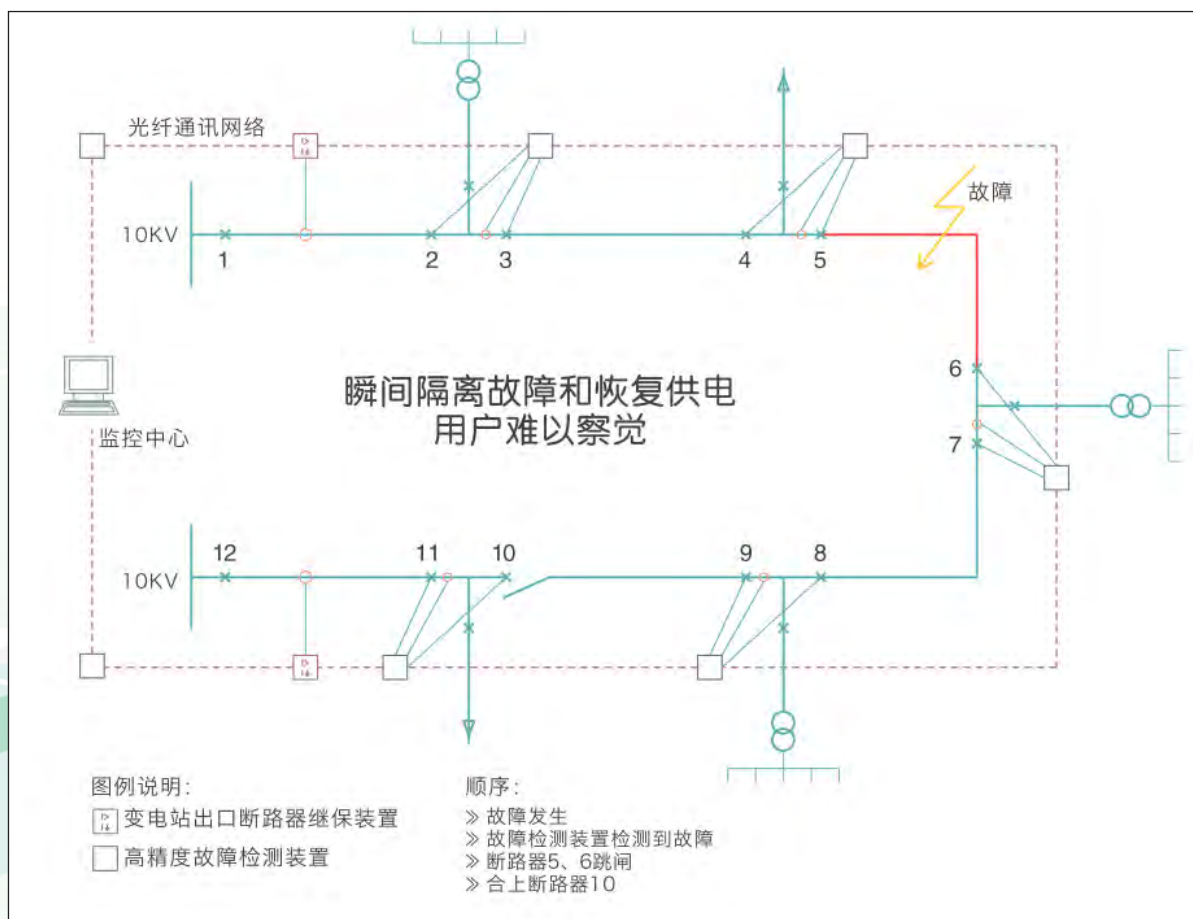
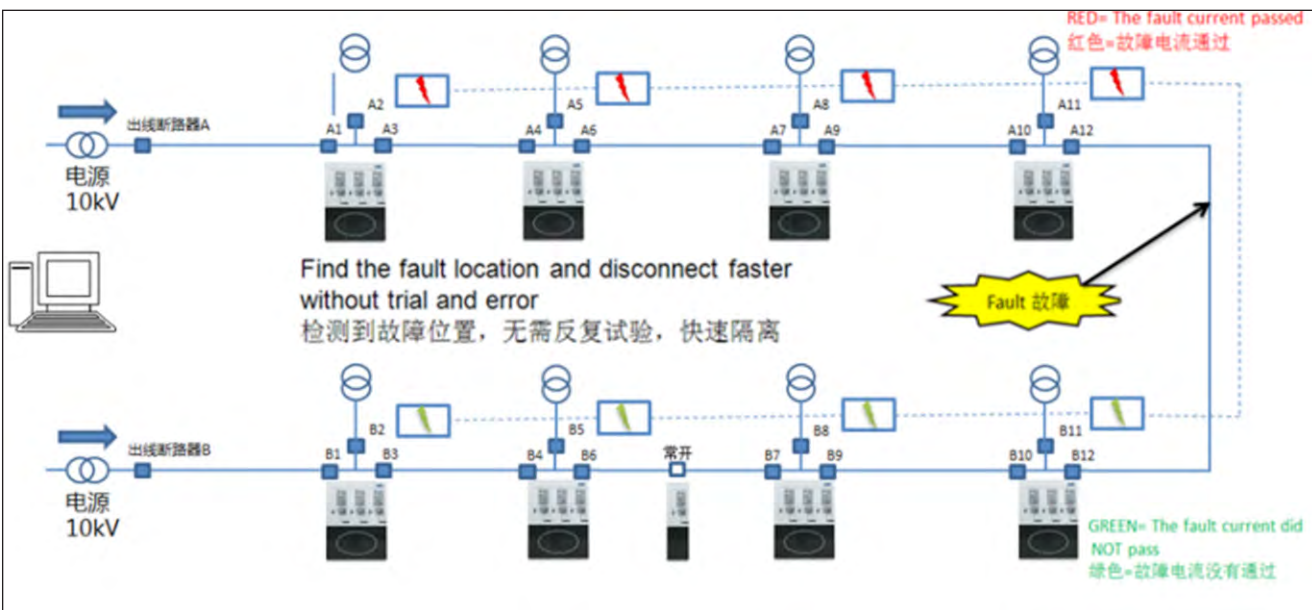


分離式斷路器 / 三工位
開關操作組件



常壓密封空氣絕緣設計

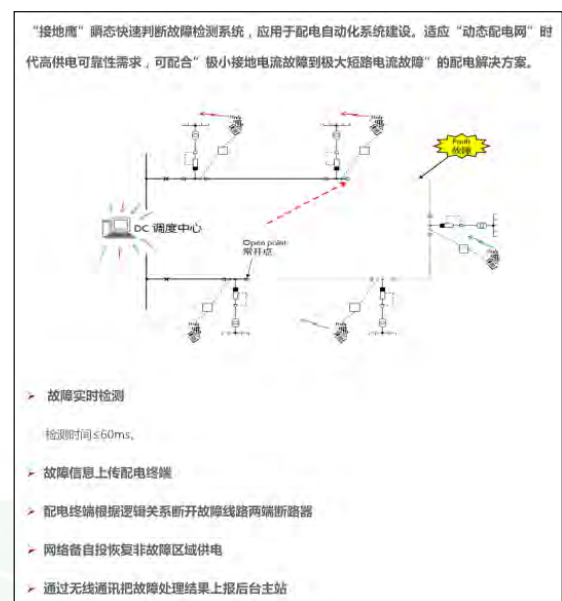
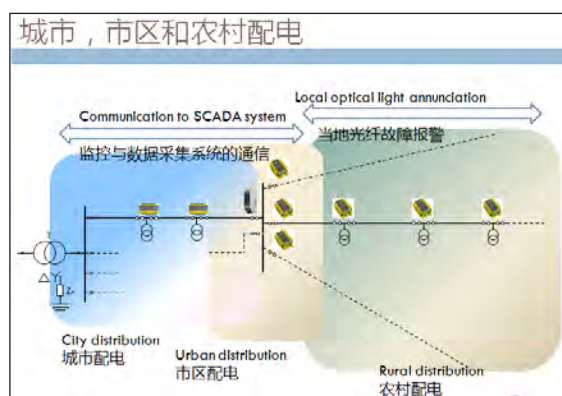
智慧分散式“區域自愈”饋線自動化



透過智慧分散式“區域自愈”饋線自動化設計，以有效瞬間隔離故障負載部分，以避免影響原有供電網絡。

相不對稱高精度小電流接地故障檢測技術

為中國內城市、市區和農村配電設計，利用小電流接地系統具有供電可靠性特點，當故障時相對於原有設備衝擊小的特點，在配電網中廣泛被應用。但配電網單相接地故障十分頻繁，影響系統的安全運行，導致設備損壞，同時直接影響供電可靠性。而小電流接地系統又以中性點不接地或經消弧線圈接地為主，其接地電流十分微弱（ $\leq 10A$ ），而赫茲曼電力（HM POWER）技術團隊研發“接地鷹”接地故障檢測系統，通過核心演算法 PAM(Phase Asymmetry Method) 專利技術，經過多年研究，取得成功。有效、準確、快速檢測單相小電流接地故障檢測問題，經歐洲電網、中國電網的實地驗證，成功在上述電網大面積廣泛應用。

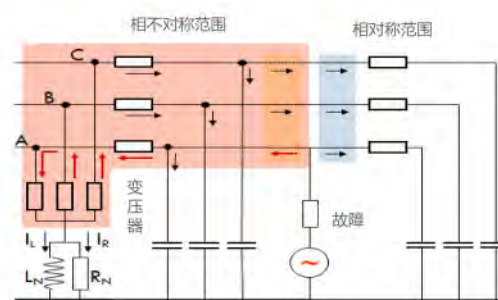


技術考察之旅隨想

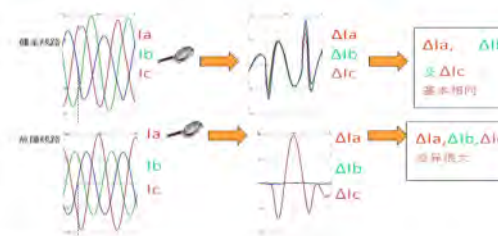
隨行第一次前往參觀與配電網建設設備生產設計供應商，使人最深刻尤記得赫茲曼電力技術專業團隊憑着“匠心”精神以完成一件產品，無論在設計、測試上以至工藝方面也一絲不苟，對每樣工作項目細節及流程上均以認真和執着去成全完美，並以不斷追求完美設計、安全操作之精湛技術令人目不暇給。

今次技術考察得以順利完成，十分感謝李總及旗下技術團隊專家的接待，而參觀令我們全體團員留下了極其深刻的印象，令我們想到中國的強大有著赫茲曼電力廠方努力的成果，是中國企業的楷模，體現企業的應有精神，認真和執著。在此亦再一次表達我們對李總和技術團隊的衷心感謝和致敬！🌟

IPS接地故障檢測裝置技術基於瞬態檢測技術的新型高可靠性故障檢測裝置。核心算法為PAM (Phase Asymmetry Method)。



★ 發生接地故障瞬間，線路所有的電容電流都經接地點流向故障線路。



★ 在健全區域和故障區域，三相電流PAM算法可以保證接地故障檢測精度和準確性。

(註：所有技術資料均由廠方提供)

赫兹曼電力（廣東）有限公司 - 配電網建設技術考察之旅相片集



廠房參觀大合照



赫兹曼電力（廣東）有限公司（HM POWER）



會員朋友聚精會神聆聽廠方講解技術設計分享



整潔及系統性廠房



會員朋友現場體會廠方安排之高壓測試



眾理事與廠方合照留念



趙展光
(赫兹曼電力香港技術總監)
余永康
(香港能源效益行業總會主席)
李家良
(赫兹曼電力 CEO)
(由左至右排列)



電力工程電路設計软件的應用

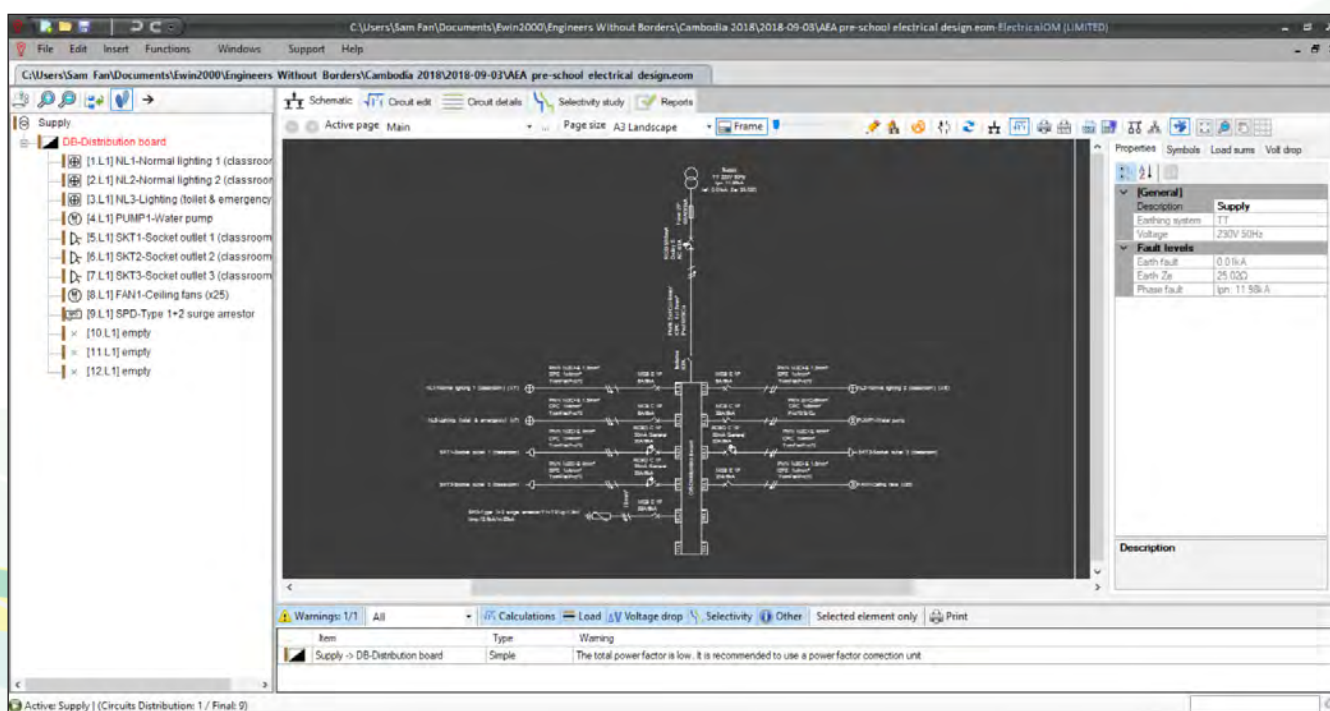
范嘉華

BEng, MA, MIET, LEED AP (BD+C), CEM, MIEEE, BEAM Professional

本文旨在讓讀者能加深對海外的電力工程電路設計軟件加深認識，並非推薦文中所示品牌和其他同類的電路的軟件。讀者如購買相關的軟件，敬請小心考慮軟件的售價、功能、可靠性、技術支援和其他相關因素。操作相關軟件的人士應已具備相關的電力工程知識和英語能力，例如已取得電工 C 牌考試合格或機電工程學位。海外軟件的部分內容可能與本港的機電法例要求有所不同，敬請留意。

以下介紹的歐洲品牌軟件以 **BS 7671:2018** 為藍本，主要供英國使用。因本港的電力線路工作守則與英國的規範頗類同（並非完全一致），故香港的設計師應用本軟件應無太大問題，但要小心處理港英兩地的電力工程的差異。筆者曾試用中國內地的電力工程電路設計軟件，但因陸港之間電力工程差異巨大，故未能應用於本港的電力工程。北美或日本、台灣等地的電力工程電路設計軟件，很難在本港應用，因這些地區的低壓供電的制式如本港的完全不相容。目前市場上沒有為香港市場設計的電力工程電路設計軟件。

以下的軟件中繪畫的單線電路圖：





讀者應輸入正確的電源的資料，以下以採用 TT 接地系統的村屋為例：

ElectricalOM - Edit Source

Description: Supply

Source properties: Earthing, Premises & Diversity, Other

Phase: L1
Phase to N Voltage: 230
Earthing system: TT
Supply frequency: 50Hz

Maximum values of voltage drop from the origin of the installation:
☐ Public supply (Lighting 3%, Other uses 5%)
☐ Private supply (Lighting 6%, Other uses 8%)
☒ Other (user defined limit) 4.0 %

Method of supply: Transformer

Source characteristics:
kVA: 70
Z (%): 15.00
Calculate fault
Load capacity (A): 304.4
☐ Set extra cables up to the origin point of the installation

Prospective Phase to N fault current at the origin point:
Ipn(kA): 11.97917
Zpn(Ω): 0.0192
Power factor: 0.8
Rpn(Ω): 0.01536
Xpn(Ω): 0.01152

OK Cancel

Single-phase: 230V 1Ph + N

筆者在大學修讀電力工程電路設計學科和備考電工 C 牌考試的時候，深入地學習了如何利用複數 (complex number) 計算電線的尺寸，建基於來源的特性、接地系統、電壓降、短路和接地故障的電流、諧波等。學習以人手計算電路的參數是必要的，但在工作上，讀者可利用軟件來大大減少計算的時間。見下圖。

Schematic

Apply changes

Supply from: DB-Distribution board
Plan prefix: NL1
Description: Normal lighting 1 (classroom)
Load: Lighting with gear losses (lb x 1.8)
Kind: Lighting with gear losses (lb x 1.8)
Watts of a point: 33
Amps/Phase of a point: 0.17
cosp: 0.85
3rd Harmonic(%)
Voltage Drop within circuit L1: 0.28 V (0.12%)
Total: 0.27 kVA
Voltage Drop within circuit L2: 0 V (0%)
Voltage Drop within circuit L3: 0 V (0%)
Amperes: 1.18
lb x 1.8(A): 2.13
In (A): 6
min Iz (A): 6
It (A): 20
Z1(Ω): 0.2175
Z2(Ω): 0.0825
Phase fault
max isc (kA): 0.6231
min isc (kA): 0.4514
max isc at starting point (kA): 5.1266
Ze (Ω): 0.05
Disconnection time of MCB (sec): 0.01
Conductors withstand duration (sec): 0.15
Earth Fault
Ief (kA): 0.0086
IΔn(A): 0.5
RΔ(Ω): 25.05
Disconnection time (sec): 0.15
RCD (from supply): 0.15
Maximum: 0.2
RA(Ω): 25.016
max RA(Ω): 100

Kind: BS 4D5 Cu Flat twin 70°C PVC with protective conductor
Filter list: All insulations, All kinds
Makeup of circuit conductors: TwinFlatPvc70, 1x2C+E 1.5mm² + 1x4mm² E
Installation: All methods, Method C No. 20 - Clipped direct
Description of the installation method: Cables fixed on (clipped direct), or spaced less than 0.3 x cable diameter from wooden or masonry wall
Reference method: C, De: Cable diameter
Length (m): 15
Length to the first lighting point (m): 7.5
C.S.A (mm²) / Rating: 1.5 20A
Parallel conductors: ☐ Use
☐ User defined current carrying capacity - It

Warnings: 1/1 All
Item: Supply -> DB-Distribution board
Type: Simple
Warning: The total power factor is low. It is recommended to use a power factor correction unit

軟件會在可能發生設計錯誤的時候提醒讀者，如下圖。

Apply changes [Cancel] [Print]

Supply from: DB-Distribution board [Active] ☒

Plan prefix: PUMP1

Description: Water pump

Load: Electric motor x 1

Total Watts: 3000 ☒ Total load

Total Amps/Phase: 20.38

cosφ: 0.80 3rd Harmonic(%): 15.0 Diversity factor: 1.00

! Voltage Drop within circuit L1: 10.76 V (4.68%) Total kVA: 4.69

Voltage Drop within circuit L2: 0 V (0%) Amperes: 20.38

Voltage Drop within circuit L3: 0 V (0%)

Ib (A): 20.38 ≤ In (A): 16 min Iz (A): 16 ≤ It (A): 13.5 !

Z1(Ω): 0.33 Z2(Ω): 0.0548

Phase fault: max Isc (kA): 0.4263 max Isc at starting point(kA): 5.1266

min Isc (kA): 0.3082 Ze (Ω): 0.05

Disconnection time of MCB (sec): Conductors withstand duration (sec):

Kind: BS 4D1 Cu Single-core 70°C PVC non-armoured

Filter list: All insulations Pvc70/S/Cu Options: ☐ Flexible

All kinds 2x1Cx1mm² + 1x6mm² E

Installation: Category: In conduit Method: Method B No. 4 In conduit on a wall

Description of the installation method: Non-sheathed cables in conduit on a wooden or masonry wall or spaced less than 0.3 x conduit diameter from it

Reference method: B De: Cable diameter

Conduit: Plastic Bend set: 1 Diameter (mm): 25

Size: Light Find

Warnings: 5/5 Critical: 3 All

Item	Type	Warning
DB-Distribution board -> PUMP1-Water pump	Important	Inadvertent operation of protective device may occur, caused by high current during the motor starting period
DB-Distribution board -> PUMP1-Water pump	Critical	There are errors in 'DB-Distribution board -> PUMP1-Water pump'. Please edit the circuit 1) The conductors must have a minimum C.S.A of 1.5mm². Ref: Table 52.3 BS7671:2008 + A3:2015 2) The current inequalities are not satisfied (Ib=20.38 ≤ In=16, minIz=16 ≤ It=13.5)
Supply -> DB-Distribution board	Simple	The total power factor is low. It is recommended to use a power factor correction unit
DB-Distribution board -> PUMP1-Water pump	Critical	The total voltage drop of the final circuit 'PUMP1-Water pump' is over the maximum limit 4%!
DB-Distribution board -> PUMP1-Water pump	Critical	The total motor starting voltage drop of the motor circuit 'PUMP1-Water pump' is over the maximum limit 8%!

軟件也能生成使用不同時間電流特性曲線，如下圖。用家可選擇不同常見品牌的斷路器和熔絲（包括了在香港常見的歐洲牌子和某內地牌子的產品，但未包括部分本港常用的日本牌子）。

Selection of protective device

MCBs ☒ MCCBs ☒
 RCBOs ☒ ACBs ☒
 Fuses ☒ Relay ☒
 RCDs ☐ RCCBs ☐
 Icu (kA) >= 0

ABB CHNT
 Schneider ID SQUARE D
 TERA SAKI WATTE
 hager HAVELLS
 legrand DORMAN SMITH
 Crabtree PUTEUS
 E.T.N SIEMENS
 Generic

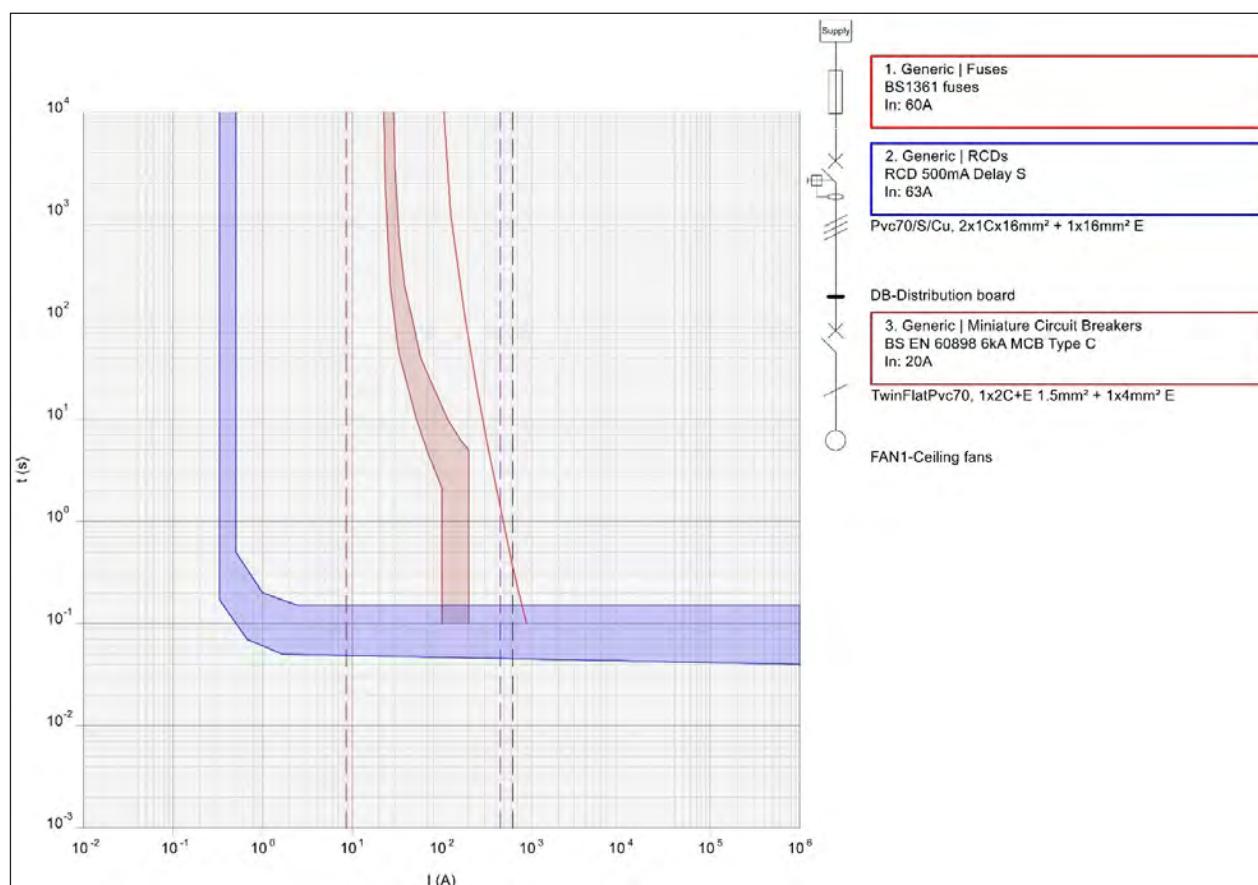
Manufacturer: Generic, ABB, Chint, Contactum, Crabtree, Dorman Smith

Type: Miniature Circuit Breakers, RCBOs, Air Circuit Breakers, Moulded Case Circuit Breakers, Fuses, Circuit Breaker + Relay

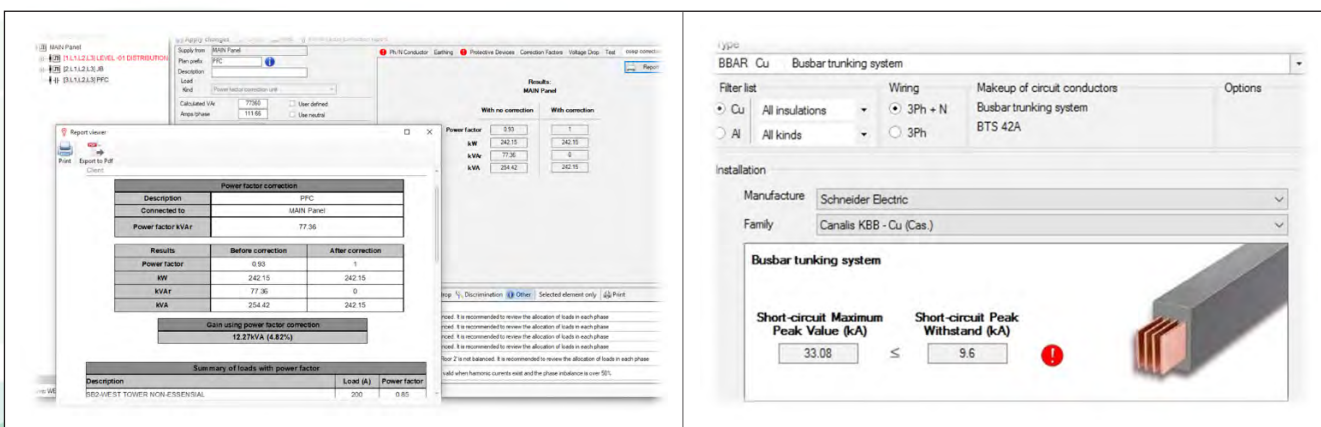
Device: BS EN 60898 25kA MCB Type D, BS EN 60898 3kA MCB Type B, BS EN 60898 3kA MCB Type C, BS EN 60898 3kA MCB Type D, BS EN 60898 4.5kA MCB Type B, BS EN 60898 4.5kA MCB Type C, BS EN 60898 4.5kA MCB Type D, BS EN 60898 6kA MCB Type B, BS EN 60898 6kA MCB Type C

Rating: 5 A, 6 A, 10 A, 15 A, 16 A, 20 A, 25 A, 30 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A

Select



軟件還可以進行功率因數和諧波和電巴尺寸的計算，見下圖。



軟件可生成電路設計的 pdf 檔案，以下是報告的部分頁面。

Supply Report									
Description	Supply								
Supply method	Transformer @70kVA								
Phase/Voltage	Single-phase 230V 50Hz								
Earthing system	TT. The electrode is recommended to have a resistance (Re) of 25Ω or less (Maximum recommended RA = Re + R2 : 100Ω)								
Voltage drop limit	User defined: 4%								

Prospective symmetrical 3Ph fault				Prospective fault phase to N			
Ip (kA)	-	Ip (kA)	11.9792	Zpn (Ω)	0.0192	cos φ	0.8
Zp (Ω)	-	Zpn (Ω)	0.0192				
cos φ	-	cos φ	0.8				

Prospective earth fault				Earthing arrangements			
Ief (kA)	0.0092	Ief (kA)	0.0092	Earthing conductor (mm²)	1x16		
Ze (Ω)	25.0177	Ze (Ω)	25.0177	Earthing electrode resistance (Ω)	25		

Protection by supplier				Main protective device			
	-		-	Fuse 2P 60A/33kA + RCD 500mA Delay S AC 63A			

Load calculations				
Phase	L1	L2	L3	N
Connected load (A)	34.25	0	0	
Diversified load (A)	34.25	0	0	
Spare load (A)	6.85 (20%)	0	0	
Design load (A) (Diversified + Spare)	41.1	0	0	41.1

Design load power calculations				
Phase	L1	L2	L3	Total
kVA	9.45	0	0	9.45
kW	7.62	0	0	7.62
kVAr	5.6	0	0	5.6
cos φ	0.81	1	1	-

Main conductor		2x1Cx16mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu Length: 12m
----------------	--	---

Circuits schedule with incommers: DB-Distribution board / Location: Individual house hold

Served From: Supply / Fuse 2P 60A/33kA + RCD 500mA Delay S AC 63A / Location: Individual house hold

Design Zn/MaxZn: 25.0191/100Ω

Design Ief: 0.0192kA

Design Iac: 5.44kA

Design Vd: 0.44% @ 230V + 1.81V

Earthing Arrangements: TT

Frequency: 50Hz

Design Voltage at Input Terminals (AC): 230-99V

Spare load: 20%

From description			Supply Conductors	Main Switch/Disconnector	Diversity factor for luminaires (A)			Diversified load (A) Diversified+Spare load (A)		
		Supply	2x1Cx16mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu Length: 12m	Isolator 63A	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Incomes					0.81			34.25		
					24.45			34.25		
					24.45			48.1		
Way	Phase	Description	Conductor	Protective devices	L1	L2	L3	L1	L2	L3
1	L1	NL1-Normal lighting 1 (diversified)	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu Length: 15m	MCB C 1P 6kA/BA	0.85		1	1.18		
2	L1	NL2-Normal lighting 2 (diversified)	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu Length: 15m	MCB C 1P 6kA/BA	0.85		1	1.18		
3	L1	NL3-Lighting outlet & emergency (diversified)	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu Length: 15m	MCB C 1P 6kA/BA	0.85		1	1.18		
4	L1	PUMP1-Water pump (diversified)	2x1Cx16mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu Length: 15m	MCB C 1P 32kA/BA	0.85		1	20.38		
5	L1	SKT1-Socket outlet 1 (diversified)	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu Length: 30m	RCD C 1P 30mA General 20kV/BA	0.85		1	1.02		
6	L1	SKT2-Socket outlet 2 (diversified)	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu Length: 30m	RCD C 1P 30mA General 20kV/BA	0.85		1	1.02		
7	L1	SKT3-Socket outlet 3 (diversified)	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu Length: 30m	RCD C 1P 30mA General 20kV/BA	0.85		1	1.02		
8	L1	FAN1-Cooling fans (diversified)	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu Length: 15m	MCB C 1P 32kA/BA	0.85		1	7.89		
9	L1	SPD-Type 1+2 surge arrester (diversified)		MCB C 1P 32kA/BA						
10	L1	empty								

Brief calculations: DB-Distribution board

Circuit			Current inequalities check	Breaking capacity check	Phase fault adiabatic check	CPC adiabatic check	Maximum Zn at earth fault	Earth fault maximum time	Status	
Way	Phase	Description	W d (A)	min d (A)	let s (s)	$I_{\Delta}^2 t$ (A ² s) (MVA)	cos φ (Wd)	Zn (mΩ)	Wd (s)	Wd (s)
1	L1	DB-Distribution board	41.1 kVA	6.0 kVA	0.1 s	38.21 x 200.6	0.85 (Wd)	25.02 x 100	0.15 s	OK
1	L1	NL1-Normal lighting 1 (diversified)	1.18 kVA	0.6 kVA	0.1 s	2.04 x 20.70	0.85 (Wd)	25.1 x 100	0.15 s	OK
2	L1	NL2-Normal lighting 2 (diversified)	1.18 kVA	0.6 kVA	0.1 s	2.04 x 20.70	0.85 (Wd)	25.1 x 100	0.15 s	OK
3	L1	NL3-Lighting outlet & emergency (diversified)	0.16 kVA	0.42 kVA	0.1 s	0.24 x 27.96	0.4 (Wd)	25.1 x 100	0.15 s	OK
4	L1	PUMP1-Water pump (diversified)	20.38 kVA	12 kVA	0.1 s	5.94 x 47.1	0.85 (Wd)	25.07 x 100	0.15 s	OK
5	L1	SKT1-Socket outlet 1 (diversified)	1.02 kVA	0.2 kVA	0.1 s	3.32 x 21.6	0.4 (Wd)	25.18 x 250	0.04 s	OK
6	L1	SKT2-Socket outlet 2 (diversified)	1.09 kVA	0.2 kVA	0.1 s	3.32 x 21.6	0.4 (Wd)	25.19 x 250	0.04 s	OK
7	L1	SKT3-Socket outlet 3 (diversified)	1.09 kVA	0.2 kVA	0.1 s	3.32 x 21.6	0.4 (Wd)	25.19 x 250	0.04 s	OK
8	L1	FAN1-Cooling fans (diversified)	7.89 kVA	7.10 kVA	0.1 s	2.04 x 20.70	0.4 (Wd)	25.1 x 100	0.15 s	OK
9	L1	SPD-Type 1+2 surge arrester (diversified)								--
10	L1	empty								--
11	L1	empty								--
12	L1	empty								--

Voltage drop analysis: DB-Distribution board

Way		Phase	Description	Conductor	W (A)	R (mΩ/m)	X (mΩ/m)	Imp (Ω)	Supply Circuit	Total	Max	Voltage drop (%) @ 230V									
1	L1	NL1-Normal lighting 1 (diversified)	15m	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu	1.18	25	0	0.05	0.05	0.12	0.05	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	L1	NL2-Normal lighting 2 (diversified)	15m	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu	1.18	25	0	0.05	0.05	0.12	0.05	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	L1	NL3-Lighting outlet & emergency (diversified)	15m	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu	1.18	25	0	0.05	0.05	0.12	0.05	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	L1	PUMP1-Water pump (diversified)	15m	2x1Cx16mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu	20.38	7.3	0	0.6	0.6	0.66	0.7	1.74	5	1	1	1	1	1	1	1	1
5	L1	SKT1-Socket outlet 1 (diversified)	30m	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu	1.02	11	0	0.05	0.05	0.11	0.05	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	L1	SKT2-Socket outlet 2 (diversified)	30m	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu	1.02	11	0	0.05	0.05	0.11	0.05	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	L1	SKT3-Socket outlet 3 (diversified)	30m	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu	1.02	11	0	0.05	0.05	0.11	0.05	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	L1	FAN1-Cooling fans (diversified)	15m	1x2C+E 1.5mm² + 1x16mm² E Pvc70S/Cu	7.89	25	0	0.6	0.6	0.66	0.7	1.74	5	1	1	1	1	1	1	1	1
9	L1	SPD-Type 1+2 surge arrester (diversified)																			
10	L1	empty																			
11	L1	empty																			
12	L1	empty																			

Connected loads analysis

Load types analysis for distribution circuit

Distribution Circuit Details		Connected / Diversified Load				Design Load Analysis					
Description	DB-Distribution board	L1	L2	L3	Total	L1 (kVA)	L2 (kVA)	L3 (kVA)	Total (kVA)		
Voltage (V)	230	Connected kVA	7.88	0.00	0.00	7.88	Ampere	41.1	0	0	41.1
Phase	SPN	Diversified kVA	7.88	0.00	0.00	7.88	kVA	9.45	0	0	9.45
Max. Demand	41.1 A	Power factor	0.81	1	1		kW	7.62	0	0	7.62
Location	Individual house hold	Spare %			20		kVAr	5.6	0	0	5.6

Connected Load Type	Circuits	Installation Points	Phase	L1 (kVA)	L2 (kVA)	L3 (kVA)	Connected kVA
Lighting with gear losses (0.4 x 1.6)	5	22	SPN	0.2	0.00	0.00	0.2
Electric motor	2	26	SPN	0.53	0.00	0.00	0.53
Switch socket outlet radial circuit	5	3	SPN	0.4	0.00	0.00	0.4



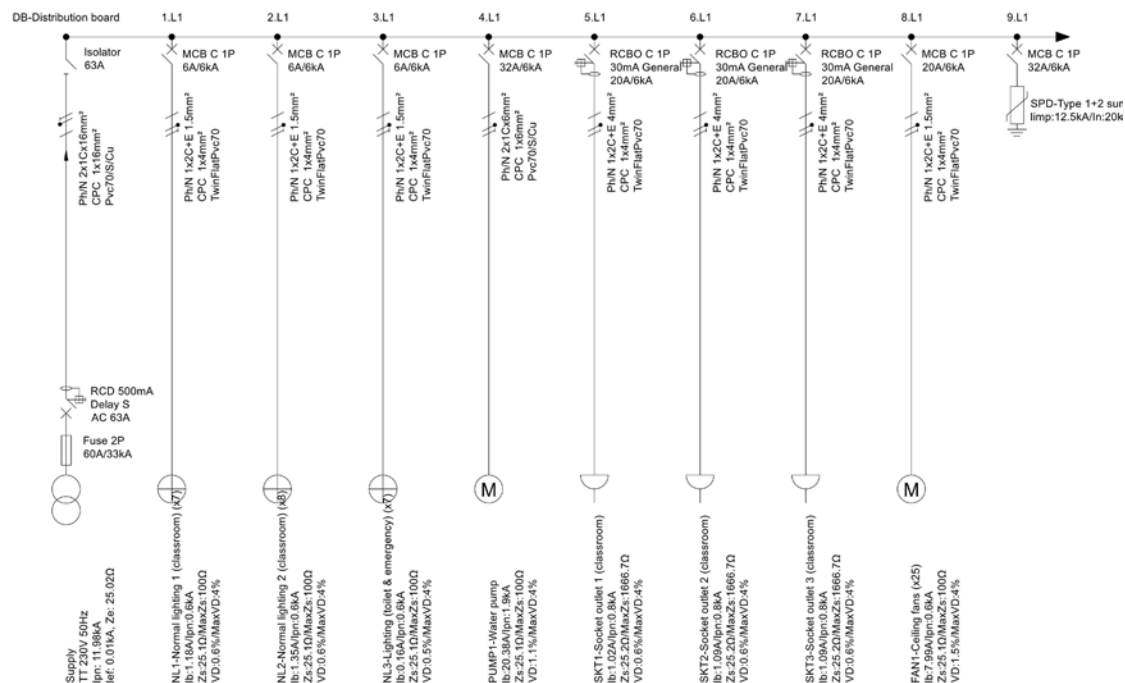
Analytical calculations

Description	NL1-Normal lighting 1 (classroom)			Voltage / Phase		Single phase+N (230V) / L1					
Supply from	DB-Distribution board (Way 1)			Circuit type		Lighting with gear losses (Ib x 1.8) x7					
Circuit design data											
Conductor type	15m, Flat twin 70°C thermoplastic insulated and sheathed with protective conductor, 1x2C+E 1.5mm² + 1x4mm² E										
	Element	Copper (Cu)	Armour	No	Temp (°C)	Full loaded:70 / Actual:30.1		Reference	BS/405		
Installation method	Clipped direct - Reference method C				Correction factors		Ci: 1 Cg: 1 Ca: 1 Ct: 0.87 Cf: 1 Ch: 1				
	Settings	Ambient temperature (°C): 30.									
Protective conductor C.P.C	Installation settings		Separate conductor								
	Separate conductor (mm²)	4	Other cpc (mm²)		0	Total equivalent to Cu (mm²)		4			
Protective devices	Generic, BS EN 60898 6kA MCB Type C										
	RCD/Earth fault device		Provided by: DB-Distribution board (from circuit protection) RCD 500mA Delay S. Touch voltage = 12.55V (Maximum = 50V)								
Circuit calculations											
Currents (A)					Impedances (Ω)						
Design current-Ib x 1.8	Device rating-In	Min conductor capacity-minIz		Actual conductor rating-It	Phase conductor-Z1	CPC-Z2	RA=Re+R2 (TT system)		Phase external		
2.13	6	6		20	0.2175	0.0825	25.1016		0.0503		
Load factors		L1	L2	L3	Design load		L1	L2	L3		
Power factor		0.85	-	-	Current (A)		1.18	-	-		
3rd Harmonics (%)		70	-	-	Load (kVA)		0.04	-	-		
Diversity factor		1	-	-	Resistive (kW)		0.03	-	-		
Spare (%)		-	-	-	Reactive (kVar)		0.02	-	-		
							Voltage drop		L1	L2	L3
							Source (%)		0.44	-	-
							Circuit (%)		0.12	-	-
							Total (%)		0.56	-	-
							Limit		User defined:4%		
Earth Fault Calculations	IΔn(A)		Touch Voltage=RA x IΔn(V)		Max RA(Ω)		Min Disconnection Time (s)		Device Disconnection Time (s)		Min CPC (mm²)
	0.5		12.55		100		0.2		0.15		0.03
Phase Fault Calculations	Max at starting point (kA)		Max at end point (kA)		Min at end point (kA)		Disconnection time of MCB (s)		Conductors withstand duration (s)		
	5.1266		0.6231		0.4514		0.01		0.15		

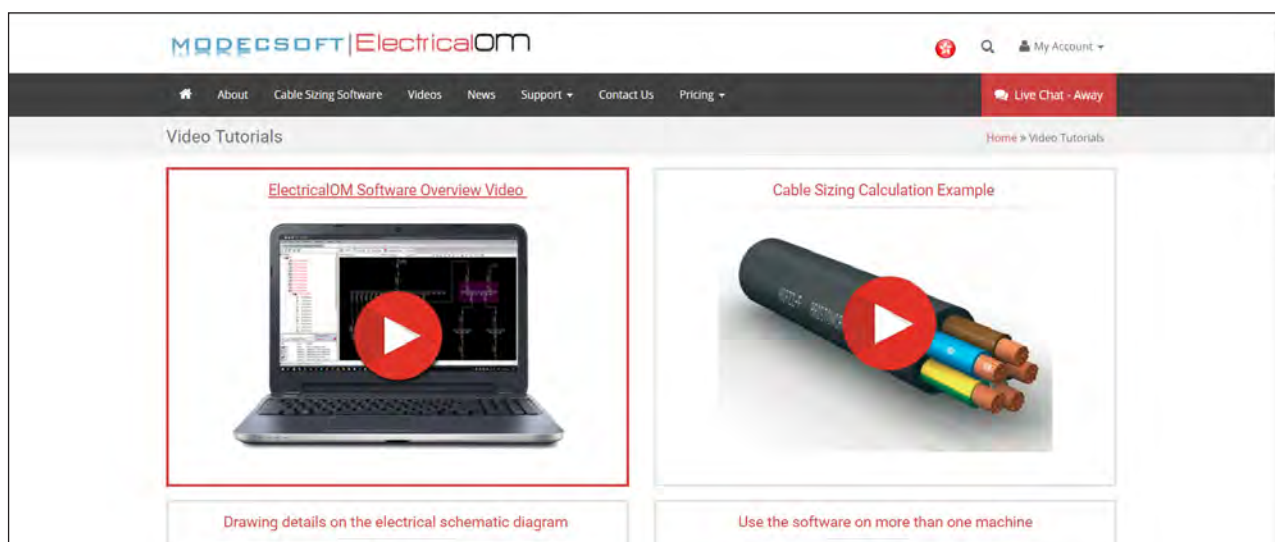
Zs - Earth fault loop impedances: DB-Distribution board

Uo - Nominal Line Voltage to Earth: 230V

Way	Phase	Description	Conductor	Protective devices	Max Discon.	Zs Calculated (Ω)		Max Zs Calculated (Ω)	
					time(s)	Zs	Zs x 0.8	max Zs	max Zs x 0.8
	L1	DB-Distribution board	2x1C+16mm ² 1x16mm ² E Pvc70/Si/Cu Length: 12m	Fuse 2P 60A/33kA RCD 500mA Delay S AC 63A	1	25.02	20.02	100	80
1	L1	NL1-Normal lighting 1 (classroom)	1x2C+E 1.5mm ² 1x4mm ² E TwinFlatPvc70 Length: 15m	MCB C 1P 6A/6kA	0.2	25.1	20.08	100	80
2	L1	NL2-Normal lighting 2 (classroom)	1x2C+E 1.5mm ² 1x4mm ² E TwinFlatPvc70 Length: 15m	MCB C 1P 6A/6kA	0.2	25.1	20.08	100	80
3	L1	NL3-Lighting (toilet & emergency)	1x2C+E 1.5mm ² 1x4mm ² E TwinFlatPvc70 Length: 15m	MCB C 1P 6A/6kA	0.2	25.1	20.08	100	80



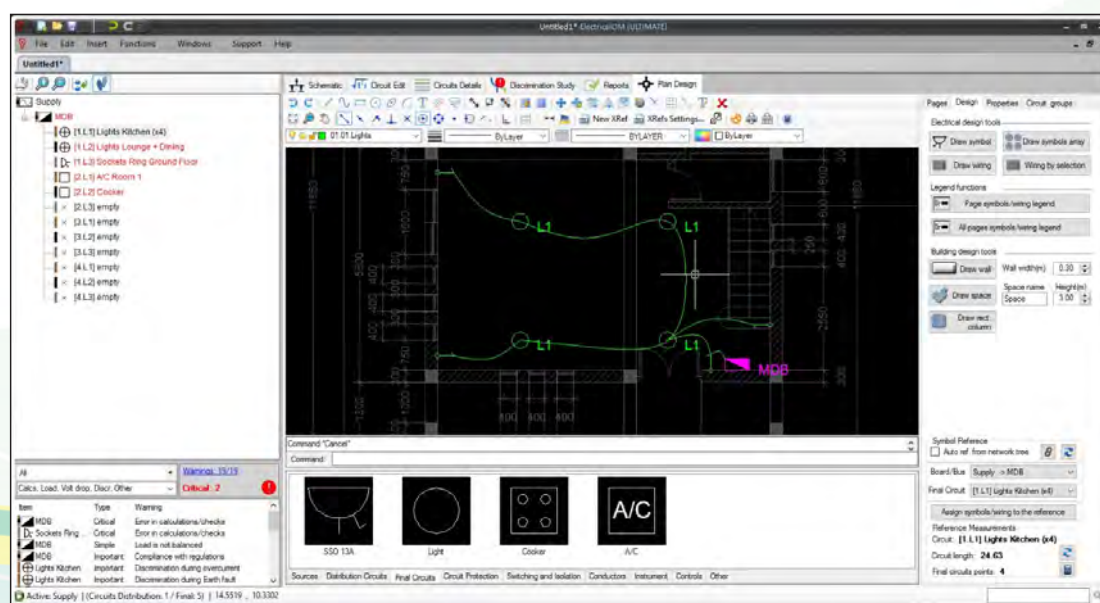
軟件的供應商在其網站 (<https://electricalom.com/>) 提供以英語旁述的影片，供有意購買軟件的人士觀看。



該軟件的受限制版本（**Limited Edition**）可以在同一個檔案設計共 4 個配電電路，一次過收費四百六十英鎊（不含稅款項），足夠一般小型註冊電業承辦商使用。如需更高端的版本，請直接到訪其網站查詢。軟件提供免費試用版，只可使用 14 天。付款購買軟件後，首年軟件會自動更新到最新的版本，之後要每年付款 **£275** 才能更新軟件和享有基本支援服務。

注意：目前此軟件並未提供電線銅損的計算功能。

此軟件可提供繪製電力工程圖紙的功能，能與電路計算相配合，但要另收費 **£420**（另加稅項）：



據筆者了解，很多電力工程承辦商只會利用試算表（例如 Microsoft Excel）來計算電線的尺碼甚或生成「時間電流特性曲線」，與使用電路設計軟件來比較，可能較費時和增加出錯的機會。部分顧問公司有使用這些電路設計軟件。使用與否，請讀者慎重考慮。



香港舊式升降機的優化

Modernization of Hong Kong Aged Lifts

葉樹德
電梯公司 高級工程師 (RE)

近年升降機意外頻生，機電工程署公佈，2018 上半年便有 5 宗升降機意外。

- 1) 2018 年 1 月 25 日，旺角亞皆老街水務署的升降機機廂平樓層故障，引致乘客受傷。
- 2) 2018 年 3 月 22 日，西貢街市升降機的電氣部件發生故障，引致乘客受傷。
- 3) 2018 年 3 月 30 日，粉嶺華明邨耀明樓發生控制系統故障，引致乘客受傷。
- 4) 2018 年 4 月 08 日，荃灣海灣花園第 2 座發生制動系統失效，引致乘客受傷。
- 5) 2018 年 5 月 11 日，上水名都巴黎閣發生制動系統失效，引致乘客死亡。

2017 全年則有 8 宗意外。而由 2017 年 7 月至 2018 年 6 月，機電工程署已向有關升降機承辦商發出 11 封警告信。http://hk.on.cc/hk/bkn/cnt/news/20180724/bkn-20180724171457222-0724_00822001.html

因應機廂不正常移動及上升意外事故，機電工程署立刻製定兩項短期措施提升安全。根據機電署技術通告 (117) in EMSD/LESD 7-2/4A 和 (113) in EMSD/LESD 7-2/4A

- 1) 改良升降機日誌 (LE50L) 格式，因印製需時，於 2019 年 2 月 1 日正式生效。
- 2) 保養承辦商須為員工提供足夠技術訓練、監督及保養紀錄。另要確保保養的升降機運作安全。定期根據升降機生產商的保養和維修手冊檢查、調較、清潔、更換和維修制動系統（迫力），所有工作包括故障都要有文件紀錄。

機電署會根據法例第 618 章，加強抽查現有升降機承辦商的維修和保養紀錄。

機電工程署已研究短中長期措施，改善升降機安全及監督

http://hk.on.cc/hk/bkn/cnt/news/20180523/bkn-20180523154245512-0523_00822_001.html

建議長遠措施應該：

- 1) 增加培訓升降機工程人員人數，改善薪酬水平：

根據機電工程商聯會於 2018 年 4 月 26 日的最新一次勞動力調查顯示，當天共有 12,326 名機電工人工作，欠缺 1,899 名工人，短缺率為 15.4%。以此推算，全港工地現時欠缺約 2,000 至 2,500 名機電工人。最欠缺工人的工種是冷氣、機械打磨及升降機和電扶梯。短缺率分別為 22%、21% 和 20%。其餘為水喉、水渠、電氣及消防，短缺率分別約為 10%。（取自東網）

升降機及自動梯的從業員，助理技工薪酬月薪約 12,000 至 14,000 元，10 多年經驗的註冊技工至高級技術員是 18,000 至 20,000 元。比其他工種的薪酬屬偏低。

2) 經濟誘使升降機擁有人優化升降機安全設備，提升安全：

截至 2017 年底，全港約有 66,200 多部升降機，政府及房委會佔 13%，條例（第 618 章）涵蓋範圍下的私營升降機佔 85% 和工廠及工業經營條例（第 59 章）佔 2%。機齡超過 20 年約有 35,200 部（佔 53%）及機齡超過 25 年約有 27,900 部（佔 42%），當中約 80% 的安全配備未達現今最新安全裝置水平。

終於 2018 年 10 月中行政長官林鄭月娥宣佈上任後第二份 [施政報告]。政府將動用 25 億元推行 [優化升降機資助計劃]，計劃資助 5,000 部私人樓宇升降機維修及提升安全水平，由市區重建局統籌。鼓勵老舊的升降機擁有人加快推動升降機優化工程。

3) 加強監察升降機承辦商的員工培訓計劃：

加強監察升降機承辦商每名前線保養及維修員工要有足夠其保養的升降機機種的電氣及機械的基本知識訓練、電氣線路的認識和排故、所有安全設備的調較和保養的程序和方法，並需經過內部考核及紀錄訓練內容。另一方法可要求保養公司在規定數目的升降機承保，便需有一組技工專做該組升降機的所有安全設備的保養及維修，確保專技專做。

4) 機電工程署出信勸喻升降機保養承辦商不要惡性競投保養升降機標價或加強抽查惡性投得升降機承保的保養及維修質素。

5) 審查新裝設計圖則要有足夠維修及保養空間，方便保養及維護員工工作。

長遠更應強制升降機擁有人優化舊有的升降機：

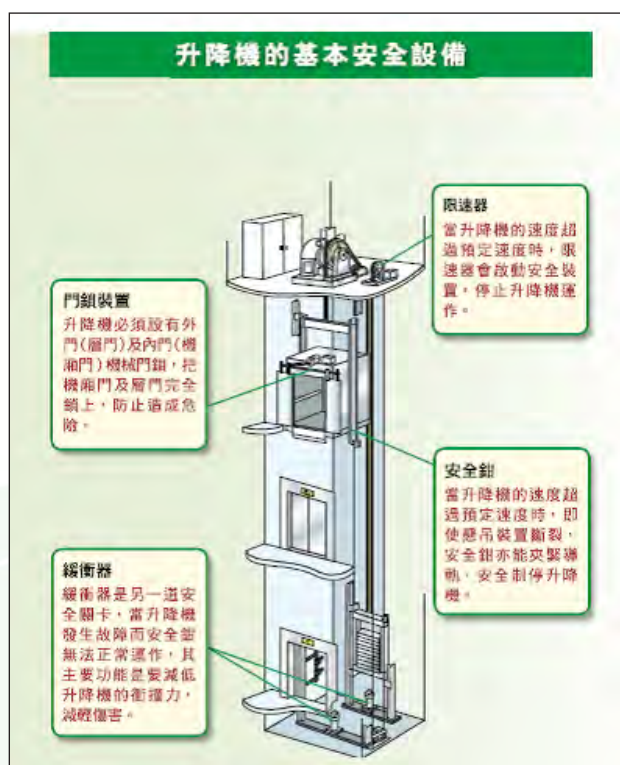
香港寸金尺土，地少人多，有約 7 佰多萬香港市民，建築物都以高空發展，升降機便成為屋宇設備中的重要垂直運輸工具。每天每人都會使用升降機代步，所以升降機的安全對人和財產是屋宇設備中是重中之重。由於升降機機件 24 小時使用頻繁，零件損耗無可避免。根據香港法例 618 章（升降機及自動梯條例），升降機負責人（Responsible Person）包括：升降機擁有人（Lift Owner）、及對升降機有管理或控制權的人（Estate Management Person）有法律責任確保管轄的升降機的運行安全及有恰當的持續性及預防式保養及維修（Preventive Maintenance）。

- 法例 618 章要求，需安排註冊升降機承辦商最少每月一次定期保養所管轄的升降機。（而一般大廈升降機保養合約通常設定為兩星期定期保養一次。）
- 透過定期保養，確定現有升降機有否需要改善安全的地方；
- 考慮需要改善安全的地方，落實升降機優化工程，提升現有升降機的安全水平、可靠度和舒適度。

註：現有升降機經不同年代安裝和啟用，根據當時升降機法例 123 章或 327 章的技術要求安裝，已滿足當時法例及機電工程署要求，如無重大升降機更改工程，無須依現今法例 618 章技術改進。所以機電工程署每出一封技術通告，註冊升降機保養承辦商便有責任通知升降機負責人有關最新技術水平，希望現有升降機擁有人作出提升技術水平。當然提升升降機安全設備工程需額外工程費用，很多升降機負

責人都因金錢問題，遲遲未考慮和處理提升升降機的安全水平。

- 但有些 20 年前的升降機種，生產商已完全沒有生產那機種的零件，由於零件缺乏，未完全損壞零件會繼續使用，而因零件損壞，停機待買零件時間長和定製或用替代零件較貴，因此危險事件時有發生；
- 20 年前的中和低速升降機種，當時安全設備要求比較簡單。只有機身門電刀或門電眼（Car Door Safety Shoes or Light Ray Detector）、外門鎖（Hall Door Lock）、緩衝器（Buffer）、超重制（Overload Device）、限速器（Overspeed Governor）、超速下降安全鉗（Safety Gear）、上和下最後限位制（Up and Down Final Limit Switches）等等基本保護設備（圖一）。
- 今天的樓宇已建到 40 至 80 層高，用高速先進升降機種。技術不斷提升及增加了不少安全設備（圖二），舊有的升降機不能與現今先進的技術水平看齊。



圖一升降機的基本安全設備



圖二 機電工程署建議改善舊式升降機安全的七大方案

改善方案一：安裝雙重制動系統

有些舊式升降機可能只有一組制動系統，假如這制動系統發生故障，制停升降機的機廂功能便會失效（圖三）。優化工程是改裝雙重制動系統，因系統有兩組制動部件，即使其中一組制動部件失效，還有一組制動部件確保機廂安全制停。

所有新型號升降機都會裝有雙重制動系統。有兩套鐵心線圈組件、兩套獨立電氣掣監察迫力動作和兩套獨立迫力掌及壓縮型彈簧。升降機運行時，監察制動系統正常開啟和制動，確保升降機安全運作（圖四和圖五）。

2002 年以前安裝的升降機可能未達到有關水平。升降機負責人應考慮安裝。



圖三：只得一組制動部件 ✖

圖四 和 圖五：有兩組制動部件 ✔

改善方案二：加裝防止機廂不正常移動的裝置

Unintended Car Movement Protection (UCMP)

當升降機停定，乘客正進出和入機廂時，如機廂出現不正常移動，會導致乘客受傷及死亡。要防止機廂不正常移動，可考慮加裝內置備用及自我監察裝置，例如夾纜裝置等，加強制動系統的功能。這裝置包括一套能檢測機廂離開開鎖區（Unlocking Zone）的裝置及一套不正常移動的制停機廂裝置。負責監察及制動機廂不正常移動，從而加強機廂乘客安全（圖六）。

2007 年前安裝的升降機可能未達有關水平。升降機負責人應考慮加裝此設施。



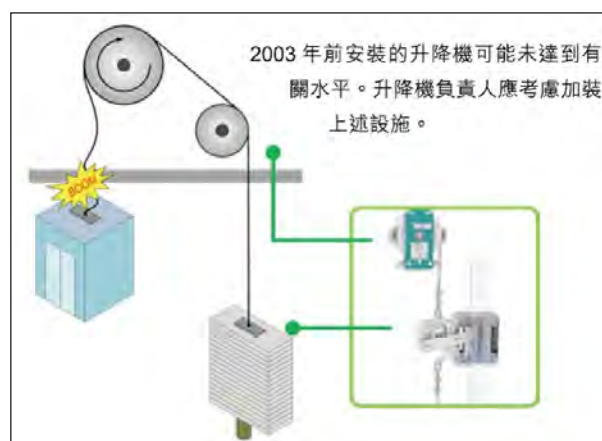
圖六 加裝了防止機廂不正常移動裝置（相片取自 2/2015 歐洲電梯兩月刊雜誌）

改善方案三：加裝防止機廂向上超速的裝置

Ascending Car Overspeed Protection Device (ACOP)

防止機廂向上超速的裝置，可防止機廂發生故障時，向上超速撞向井道頂端的減低乘客受傷裝置。機

廂如在控制系統出現故障時向上超速移動，保護裝置會自動探測到這不正常運行情況，立即煞停機廂，保障乘客安全（圖七）。



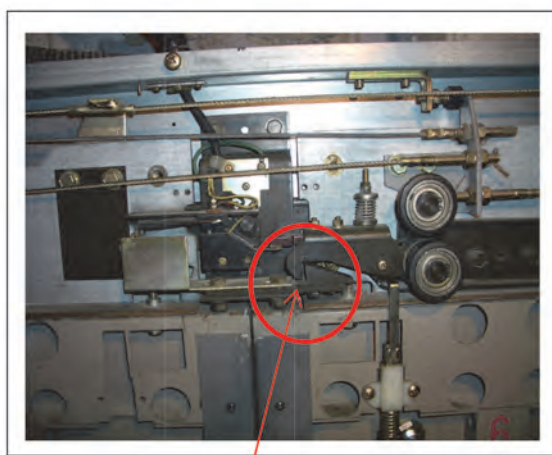
圖七 防止機廂向上超速的裝置
(圖片取自機電署優化升降機指引)

改善方案四：安裝機廂門鎖及門刀（又稱保險門邊或安裝兩對或以上的電眼）

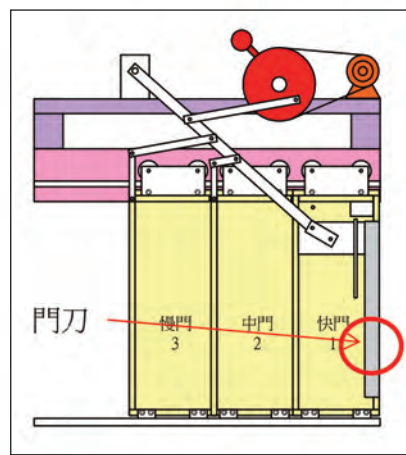
機廂門鎖的好處：防止乘客在機廂內強行打開機廂門，以防跌進井道危險（圖八）。

門刀的好處：防止當有乘客進入機廂時，機廂門正在關上而會撞到乘客，門刀用途是當乘客碰到門刀時，觸動門刀安全制使機廂門自動重開（圖九）。

1984 年前安裝的升降機未達到有關水平。升降機負責人應考慮加裝上述設施。



圖八 機廂門鎖要有 7mm



圖九 機廂門刀

為使升降機更安全可靠和舒適，在此建議升降機負責人在優化升降機工程時，可一併考慮下列改善方案。

改善方案五：加裝對講機及閉路電視系統（必須裝於機房、機廂和管理處）

對講機：乘客被困在機廂時，可按動警鐘按鈕求救，但經驗顯示警鐘並非最有效求救方法。如機廂

附加了對講機，被困的乘客便能直接與管理處人員溝通，管理處可立即通知升降機保養承辦商或消防處。有些較先進的對講機系統更可讓被困乘客直接與保養註冊升降機承辦商的 24 小時服務中心聯絡，要求救援（圖十）。

閉路電視系統：包括機廂內的攝影機、緊急警鐘及蜂鳴器。系統與大廈連接，管理員可 24 小時監察閉路電視攝得的錄像，遇緊急事故可迅速採取行動（圖十一）。



圖十一 閉路電視

圖十 對講機

（圖十和圖十一 相片取自機電署優化升降機指引）

改善方案六：安裝障礙開關掣保護懸吊纜索

懸吊纜索過度磨損是纜索斷裂的主要原因之一。如機廂或對重裝置的移動受阻，但驅動系統仍繼續運行，懸吊纜索與纜轆便會嚴重磨損；

安裝障礙開關掣可防止懸吊纜索與纜轆在故障發生時過度磨損（圖十二）。

1984 年前安裝的升降機可能未達到有關要求。升降機負責人應考慮加裝上述設施。



在控制櫃內裝設障礙開關掣

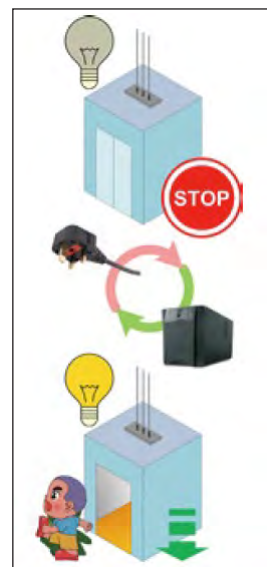
圖十二 控制櫃安裝障礙開關掣保護懸吊纜索
（相取自機電署優化升降機指引）

改善方案七：加裝自動拯救裝置

- 一旦停電，乘客被困在機廂內；
- 安裝了先進的自動拯救裝置能探測到電壓下降；
- 利用後備電池供電給升降機；
- 驅動升降機往最近的樓層並在正確位置開門，讓乘客離開；
- 升降機隨即停止服務，直至電力供應恢復正常（圖十三及十四）。



圖十三 自動拯救裝置控制櫃



圖十四 自動拯救裝置緊急系統

七大改善方案一覽表

	改善方案	效益
1.	安裝雙重制動系統	只有一組制動系統的舊式升降機，如系統部件發生故障，可能引致制動失效。加裝雙重制動系統後，即使其中一組部件失效，另一組部件也能在意外發生時安全制停升降機。
2.	加裝防止機廂不正常移動的裝置	防止機廂在乘客進出時不正常移動，使乘客進出升降機時更為安全。
3.	加裝防止機廂向上超速的裝置	防止機廂向上超速，使升降機運行更安全可靠。
4.	安裝機廂門鎖及門刀	防止乘客在機廂內強行打開機廂門及防止正在關上的升降機門撞到乘客，使乘客進出升降機時更為安全。
5.	加裝對講機及閉路電視系統	被困的乘客可立即與管理處人員溝通，這樣可更快救出被困乘客。
6.	安裝障礙開關掣保護懸吊纜索	如機廂或對重裝置的移動受阻但驅動器仍繼續運行，懸吊纜索與纜轆便會嚴重磨損。此改善裝置可防止／減少懸吊纜索與纜轆過度磨損，使升降機更安全可靠。
7.	加裝自動拯救裝置	防止乘客在停電時被困，使升降機運行更可靠。

表一 取自機電工程署 [優化升降機指引]

以上七大改善方案：取自機電工程署刊物 [優化升降機指引]

舊式升降機 (指超過 20 年) 系統簡單，設計及保養及維修得宜，有足夠零件更換，也有好多舊式升降機運作良好。只需適當提升安全設備，升降機是無需更換。

https://unwire.hk/2018/07/31/lift/life-tech/?utm_source=whatsapp&utm_medium=whatsapp_onsite&utm_campaign=sharekey_feature

優化升降機資助計劃

2018 年 10 月中行政長官林鄭月娥宣佈上任後第二份 [施政報告]。政府將動用 25 億元推行 [優化升降機資助計劃]，計劃資助 5000 部私人樓宇升降機維修及提升安全水平，由市區重建局統籌。由於避免同一時間太多升降機維修工程會抬高工程價格，計劃會分期處理，據了解，計劃會以機電署在 2011 年推出的 [優化升降機指引] 為準則，檢視升降機情況；愈多地方要改善，愈有機會可優先獲資助。根據指引的 7 項改善建議方案。參考現行 [樓宇更新大行動 2.0] 計劃，合資格樓宇的差餉租值為市區每年 16.2 萬港元，而新界差餉租值為 12.4 萬元港元。

文件建議資助升降機優化工程及相關費用 / 開支的 60%，上限為每部升降機 50 萬元，年滿 60 歲或以上的合資格長者自住業主可獲工程費用的全數資助，上限為每個住宅單位 5 萬元。

工程費用將資助升降機加裝 [必須的安全裝置]，包括雙重制動系統、防止機廂不正常移動、向上超速裝置、機廂門鎖及門刀。亦可更換整部尚未配備 [必須的安全裝置] 的升降機；計劃將於 2019 年第一季尾正式接受申請。為避免合資格樓宇業主因等候該資助而推遲升降機優化工程，已經招標或展開工程的合資格項目亦可申請。（資料來自東網港澳新聞版）



另有由行政長官在 [2017 年施政報告] 中公布，撥款 30 億元推行的 [樓宇更新大行動 2.0] 有關 [強制驗樓計劃] 的 [樓宇復修綜合支援計劃] 7 月版 /2018 查詢電話：3188 1188 由發展局樓宇署及市區重建局。

樓宇公用部分：

4.1.1 資助必須優先用於在樓宇公用部分按強制驗樓計劃及強制驗窗計劃下的訂明檢驗及修葺工程，而所有工程必須按法例要求完成。

4.1.2 資助在支付上文第 4.1.1 段所述的 [優先工程] 費用後，餘數可用於進行下列市建局轄下 [公用地方維修資助] 所涵蓋，而又不屬於 [優先工程] 的各類樓宇修葺工程，包括：

- (a) 樓宇消防安全改善工程，改善走火通道，消防和救援進出逃徑和耐火結構；
- (b) 提供、改善和維修樓宇的消防裝置和設備；
- (c) 清拆僭建物和違例天台搭建物；
- (d) 改善樓宇裝備和衛生設施，例如修葺、保養和更換升降機、消防裝置和設備、電力裝置、煤氣豎管、公共天線系統及更換破損的食水管；
- (e) 修葺天台及平台防水層，以及改善滲水問題的工程；
- (f) 提供、改善和維修公用水缸；
- (g) 維修或更換破損鐵器及木器工程。🔄

公共天線

馬 寧

屈指一算，公共天線系統在本港普及開來，也有三十多年了。當年舊區舊樓，家家戶戶買了電視機以後，都要自己或者請人施工，設立天線安裝架，架設天線，拉電纜，在窗戶或者牆壁鑽孔，直到把天線插頭插到電視機的天線插座，才算大功告成，有電視節目可看。至於畫面的品質，那就要看你投資多少在天線好天線電纜，安裝者的功力，還有安裝地點的風水了。



那時候的舊區舊樓天臺，佈滿了密密麻麻的“魚骨天線”和外牆上密如蜘蛛網的電線，以致於成了港產片中的經典畫面。而為安裝天線而跌死跌傷的也大有人在。

因為當年的電視是類比電視，無線電波在高樓大廈林立的市區傳播非常複雜，各種折射，繞射，反射，直射疊加起來，使得很多天線的設立受位置，距離，電纜長度，天線質素，電纜質素，附近干擾源的先天及後天影響，效果不盡理想，而且浪費資源，影響大廈的公共空間和造成安全隱患。

因此大約八十年代，政府規劃的公共屋邨和私人樓，都引入了公共天線系統。這些樓單看外觀都已經清爽不少。頂樓天臺再也不必容納眾多天線了。不過，清爽歸清爽，卻由此帶來了一個新的行業 - 公共天線工程。

表面看，公共天線工程好像很簡單，但它和電力，電話工程一樣（現在演變成電力，寬頻，公共天線三家，而寬頻又視乎地區和樓齡新舊，分成電纜寬頻和光纖寬頻，後者更逐漸成為主流。公共天線又由無線免費電視，後來加入衛星電視，衛星電視逐漸又為互聯網高清所取代），成為樓宇建築中不可或缺的環節。

	電力電纜	電話寬頻線	公共天線電纜
電纜種類	單芯電線	雙絞線	同軸電纜（75Ω）
結構	對等雙芯	對等雙芯（較幼細）	不對稱，一芯一遮罩層
傳送電壓	220v	+/-1V	mV 乃至 μV
傳送電流	<13A	mA	mA 乃至 μA
傳送頻率	50Hz	100MHz（CAT5 類）	<1000 MHz
傳輸損失	通常不考慮	需要考慮	必須考慮
有無放大器	無	有	有

在管道穿線，安裝牆壁插座時，很多感覺是公共天線與其他佈線差不多。實際上公共天線與電力，網路線無論在傳遞的信號強度，頻率等方面的區別很大。這些區別決定了我們如果沒有相應的高頻無線電知識和經驗的話，難免遇到問題就撞板多過食飯。

2008 年香港正式進入數碼電視年代之前，公共天線的工程是大部分私人樓宇和公營房屋公共天線承包商的一次考驗。單是天線架的設立和安裝就費時失事。在郊區信號強度有時候不夠，市區強度倒是夠，可始終伴隨揮之不去的右側鬼影，而距離電視臺太近又或者系統遮罩不好，又會造成類比電視公共天線特有的左側鬼影。所以很多時候安裝天線架就要花費很大力氣，必須用小電視機實際觀看，只選信號最強的方往往往實際效果並不理想，而且單看駐波比很難看出鬼影的影響有多嚴重。即使有了良好的天線，在每一步放大器，電纜，分配器，牆插座都要一絲不苟，才能令一棟大廈的大部分用家有比較滿意的畫質，也就是畫質基本上達到清晰，鬼影儘量小（對類比電視來說，完全沒有鬼影是不現實的），雪花不太多，各種干擾條紋不要太多，一般來說以上幾條都滿意是不一定做到，譬如在指向電視發射天線的同方向有強干擾源無法回避又無法讓對方搬走，那干擾就是無法解決的問題。

香港進入數碼電視時代之後，給公共天線系統商帶來極大的方便。即使在 2008 年翡翠台明珠台還只是標清，但數碼方式的優點已經很清楚。包括沒有鬼影，沒有雪花，沒有條紋干擾。

免費電視數碼化之後，有人根據數碼電視的特點，片面而影響誤碼率的主要因素以為公共天線變簡單了，反正也沒有鬼影，雪花，條紋干擾，隨隨便便簡簡單單接駁一下就可以了。這種認識未免太片面。無錯，數碼電視沒有鬼影，雪花，條紋干擾，但是，數碼電視能夠正常顯示畫面是有條件的，那就是不但要有源源不斷的數碼流，而且這個數碼流信號的誤碼率 **ER** 則決定了電視畫面能否正常顯示。雖然數碼電視有很強大的糾錯能力，一定的誤碼對畫質沒有影響，但凡事都有限度，誤碼率超過了數碼電視能夠糾正的範圍，那就不是畫質變差的問題了，而是定格，馬賽克，破碎等等根本不能正常收看的問題了。而影響誤碼率的主要因素，仍然是無線電波傳輸中的一系列問題，包括信號太強或者太弱都不可以，系統駐波比太大等等。不同的是，誤碼率是一個範圍，只要不超過，都可以保障正常畫面。因此我們說數碼電視系統對公共天線系統的完善程度容忍性是相當高的，但它畢竟是一個高頻微弱信號的接收，放大和分配系統。所以我們仍然需要瞭解有關知識，才能設計好安裝出性能優良，經久耐用的公共天線系統。📶

國內鐵路運輸安全概述 (下)

李少佳

MBA, BEng, BSc, RSO, CMIOSH,
MIRSE, MSOE, MSTL-CCTA, MCMES
職業安全健康顧問

1.2.3 鐵路危險貨物運輸安全影響因素分析

危險化學品在生產、儲存、運輸、使用過程中，都存在著很多危險性因素。我國鐵路危險貨物運量約占全路總貨運量的 6% ~8% ，為了保證運輸安全，迫切需要對影響鐵路危險貨物運輸安全的因素進行分析，並採取相應的措施進行分類預防。

鐵路危險貨物按其主要危險性和運輸要求劃分類項如下：

第 1 類：爆炸品；第 2 類：氣體；第 3 類：易燃液體；第 4 類：易燃固體、易於自燃的物質、遇水放出易燃氣體；第 5 類：氧化性物質和有機過氧化物；第 6 類：毒性物質和感染性物質；第 7 類：放射性物質；第 8 類：腐蝕性物質；第 9 類：雜項危險物質和物品。

鐵路危險貨物辦理站按類型分為五種：

①專辦站：指主要辦理危險貨物運輸的車站；②兼辦站：指主要辦理普通貨物運輸，兼辦危險貨物運輸的車站；③集裝箱辦理站：指在站內辦理危險貨物集裝箱運輸的車站；④專用線接軌站：指僅在接軌的專用線、專用鐵路辦理危險貨物作業的車站；⑤綜合辦理站：指前四項中兩項以上的車站。

1. 鐵路危險貨物運輸的特點。危險貨物運輸不僅要滿足一般貨物的運輸條件，同時還要滿足特殊的運輸條件。鐵路危險貨物運輸有以下幾個特點：

- (1) 運輸環節多、事故誘發因多。鐵路運輸的危險貨物，在整個運輸過程中要經過搬運、保管、裝卸、配裝和掛運，而且在這些環節中都要受到不同程度的摩擦、震動和衝擊、氣溫變化、風雨侵襲，以及與不同性質的貨物相接觸等，都可誘發事故。
- (2) 危險貨物品種多、性質複雜。危險貨物發生破壞性事故，是該種貨物的危險性通過外界條件的作用而發生的。由於危險貨物品種繁多、性質各異、運輸條件不同，所以，要依據各類危險貨物的共性和特性提出運輸各環節基本的安全性群組織措施和設施要求。
- (3) 事故處理方法複雜。對不同性質的危險品，僅滅火方法就有多種，可以用水的，不能用水的，有的需用化學劑、蘇打灰、砂、泡沫劑或霧化劑或二氧化碳等。
- (4) 運輸管理方面的規章多。我國的危險化學品安全管理立法積極與國際接軌，相繼頒佈了《中華人民共和國安全生產法》，《危險化學品安全管理條例》、《鐵路危險貨物運輸管理規則》以及《危險貨物分類與品名編號》、《危險貨物品名表》、《危險貨物包裝標誌》、《危險貨物運輸包裝通用技術條件》、《包裝儲運圖示標誌》等法規和標準。

2. 危險貨物運輸的資質管理

- (1) 申請辦理鐵路危險貨物承運人資質的，應當具備以下條件：從事鐵路危險貨物托運業務的單位，應具有國家規定的危險物品生產、儲存、使用或者經營業務的資格；運輸工具、運輸包裝、專用設備符合國家規定的技術標準；有符合國家規定條件的掌握危險貨物鐵路運輸業務和相關知識的專業技術人員、運輸經辦人員和押運人員；有事故處理應急預案，配備必要的救援器材和設備。
- (2) 申請辦理鐵路危險貨物承運人資質的，應當具備以下條件：危險貨物辦理站儲運倉庫、作業月臺、專用雨棚等設備設施要與所辦理的危險貨物品類和運量相適應；裝卸線路作業條件、裝卸設備、消防設施、防雷防靜電設施、安全作業防護等要符合相關規定的要求；相關運輸人員應經過鐵路危險貨物運輸業務知識培訓；有健全各項安全作業規程及管理制度；有事故處理應急預案，配備必要的救援器材和設備。
- (3) 危險貨物辦理站應根據鐵路危險貨物運輸需求和鐵路運力資源配置的情況，統一規劃，合理佈局。危險貨物辦理站的設置，應結合當地地形、地勢、工程位址及水文地質條件綜合考慮，合理地佈置建築物、構築物和有關設施，其安全距離應符合國家有關規定，並防止危險化學品對周圍環境的影響。新建危險貨物辦理站時，應遠離市區和人口稠密的區域，與發展危險貨物物流園區配套考慮。

3. 危險貨物辦理站安全管理

- (1) 安全制度管理。危險貨物辦理站應當加強鐵路運輸安全管理，建立健全並落實安全生產管理制度。安全制度的建立主要有以下幾個方面：
 - ① 危險貨物辦理站應當建立、健全並嚴格執行鐵路設施、設備的安全管理和檢查防護的規章制度，加強對鐵路設施、設備的檢測、維修。
 - ② 危險貨物辦理站要有健全的作業安全管理制度，包括安全生產責任制、崗位責任制、安全操作規程、安全防護制度、消防制度等內容。
 - ③ 危險貨物辦理站應當設置安全管理機構，落實各項安全生產制度和措施，並配備必要的、專門的安全管理人員，負責鐵路的安全監督管理日常工作。
- (2) 從業人員培訓。從事危險貨物運輸的各有關單位主要負責人員、主管人員以及現場貨裝人員、企業運輸員等應經過鐵路危險貨物運輸技術業務知識培訓，掌握鐵路危險貨物運輸規定，不斷提高技術業務素質。直接從事危險貨物運輸的人員必須取得由鐵路局核發《鐵路危險貨物運輸業務培訓合格證》，押運員應取得《押運員證》。
- (3) 危險貨物鐵路運輸事故應急預案。鐵路各級部門應制定和完善鐵路危險貨物運輸事故應急預案及施救資訊網路，並根據危險貨物運輸的發展變化，及時修改、補充和完善有關內容。並應定期組織危險貨物運輸應急預案的培訓和演練，不斷提高對事故的預防和處置能力。

4. 危險貨物辦理站儲存、裝卸等設備設施技術條件

- (1) 專用線（專用鐵路）裝運和接卸危險貨物運輸，要有專門的倉庫、雨棚、棧橋、鶴管、輸送管線、儲罐等附屬設施和安全防護設備，達不到上述要求的，不得辦理危險貨物運輸。另外，《鐵路運輸安全保護條例》第十七條規定：“任何單位和個人不得在鐵路線路兩側距路堤坡腳、路堑坡頂、鐵路橋梁外側 200m 範圍內，或者鐵路車站及周圍 200m 範圍內，及鐵路隧道上方中

心線兩側各 200m 範圍內，建造、設立生產、加工、儲存和銷售易燃、易爆或者放射性物品等危險物品的場所、倉庫。”

- (2) 根據國家行業規範的有關規定，危險貨物儲存設施、裝卸設施、消防設施、防雷防靜電設施、裝卸機具、安全防護設施等應符合國家其他相關規範、標準的要求，常用的危險品國家行業規範有《石油庫設計規範》、《建築設計防火規範》、《石油化工企業設計防火規範》、《建築設計防火規範》、《石油化工靜電接地設計規範》等。

5. 運載工具與運輸包裝的條件。

- (1) 運載工具條件。裝運危險貨物的車輛，要求技術狀況良好，不能使用扣修或者定檢過期的車輛；車輛的種類和技術性能要適合貨物的性質；車內應該清潔無污染，經洗刷除汙的車輛，應符合標準，車輛的種類和技術性能要適合貨物的性質。危險貨物自備貨車運輸，須由鐵路局簽發《鐵路危險貨物自備貨車安全技術審查合格證》，實行一車一證，車證相符，按規定品名裝運，不得租借和混裝使用，並每年進行一次覆核。
- (2) 運輸包裝條件。危險貨物包裝的目的在於防止自然環境引起的劇烈化學反應而造成事故，減少貨物在運輸過程中所受的碰撞、摩擦，防止因貨物撒漏、揮發而發生事故，便於裝卸、搬運和保管。因此，鐵路運輸危險貨物要求運輸包裝及容器的材質種類應符合所裝危險貨物的性質要求，並應取得國家規定的包裝物、容器生產許可證及檢驗合格證。《鐵路危險貨物運輸規則》對所列的危險貨物品名均規定了包裝的具體要求，如包裝形式、材質、試驗方法等，這些規定對於鐵路危險貨物運輸安全起到了重要作用。

6. 鐵路運輸組織及技術條件。危險貨物作業線路停放車能力、裝卸能力及調車機車能力等應滿足危險貨物運量的需求；辦理站車流掛運、車輛解編及取送能力應滿足辦理危險貨物的需要；裝運危險貨物應快裝、快卸、快取、快送，優先編組、優先掛運；危險貨物及車輛的預確報和交接應嚴格按照《專用線運輸協議》的有關規定執行。此外，實行危險貨物運輸作業的簽認制度，也是保證危險貨物運輸安全的一項基本舉措。

1.3 鐵路運輸安全在鐵路運輸業中的極端重要性

很多人都認為在運輸業內，安全的重要性都是不言自明的。因為運輸業的第一特點就是高危險性，高速運行的運輸工具本身就處於危險狀態。再加上由於受地理，氣候，地形等客觀環境的影響，運輸設備或條件的限制，或者是人為的疏忽大意或違章操作的影響，更使得運輸過程的本身充滿了不安全因素。而人們對安全的強烈需求又是人類的本能，因此我們常常可以在運輸業中聽到安全壓倒一切，安全為重中之重的警示，對此普通人早已耳熟能詳，毋庸多言。但是對於從事運輸生產的行業和其從業人員來說，時時刻刻保持清醒頭腦，全力以赴確保運輸安全，則是第一職責。只有確保安全，才能保證效益，無論是有形的經濟效益還是無形的社會效益。但是長期以來運輸行業事故傷亡率和財產損失率的居高不下都說明在很多部門和企業，職工沒有把安全放在心上。除了不能預見，不能避免的意外事故，很多運輸事故的發生都是人為原因造成的，或者是能預防和避免的。或許是安全對許多人來說是熟視而無睹，反復強調而麻木不仁。因此，對於鐵路運輸來講，必須把運輸安全管理放在頭等要務來抓，因為沒有安全就沒有鐵路運輸的一切。這是由運輸業的行業特點所決定的。

1.3.1 生產特點決定了運輸安全的首要地位

鐵路運輸業是從事社會化運輸的一個獨立的物質生產部門。商品都要通過生產、流通、分配和消費四個環節，其最終的價值才能真正實現。運輸是產品生產在流通領域的繼續，其價值最終會追加到產品的價值之中去。它雖然不生產實物形態的產品，但是通過實現人和貨物的位移，參與了社會產品的生產和國民收入的創造。馬克思在《資本論》剩餘價值論第一節就指出“除了採掘業，農業和加工業以外，還存在著第四個物質生產領域，這就是運輸業”，談到“運輸業所出售的東西，就是場所的變動。它產生的效用是和運輸業過程即運輸業的生產過程不可分離地結合在一起的。旅客和貨物是和運輸工具一起運行的，而運輸工具的運行，它場所的變更也就是它所生產的過程。這種效用只能在生產過程中被消費，它是一種和生產過程不同的，只有在生產出來以後才作為交易品執行職能，作商品流通的使用物。”這就是說，鐵路產品的生產和消費同時進行。鐵路運輸既不增加所運輸產品的數量，也不改變產品的性質，它所生產的產品就是人和貨物的“位移”。鐵路運輸勞動所創造的價值，是運送物件價值的追加。鐵路運輸生產的產品性質決定了運輸安全的極端重要性。既然鐵路運輸企業生產的產品是實現旅客和貨物的“位移”，那麼衡量運輸企業效益的重要標準便是運送“產品”的安全。安全是鐵路運輸企業的頭等大事，鐵路運輸生產不改變運輸物件的屬性和形態，任何貨物的位移並不能使社會產品有所增加，而一旦發生重大的運輸事故，不僅意味著人民的生命財產遭受損失，而且也會使鐵路運輸企業的生產勞動成為無用勞動。所運輸的人和物安全地達到目的地，鐵路運輸的所有工作才有價值。因為只有保障所運輸物件的完好無損，才能達到“位移”的目的。一旦發生運輸事故，列車顛覆，貨物毀損，人的生命安全受到侵害，鐵路運輸的一切勞動都付諸東流。因為鐵路運輸的貢獻的使用價值滅失，必然導致其運輸所產生的價值消失。運輸安全直接關係到鐵路企業的最終經濟效益，始終把安全作為鐵路企業壓倒一切的頭等大事來抓是不言自明的。

1.3.2 獨特運輸性質要求把運輸安全放在首要位置

鐵路運輸企業是高度集中，統一指揮，半軍事化管理的運輸企業。鐵路不同於其他的運輸方式就是其特有的軌通運輸，同一軌道不能同時運行兩列方向相同或相反的列車。這就需要全線列車編組，統一規定運輸線路和時間。而鐵路運輸又是在點多，線長，流動性大的情況下，晝夜不停，連續不斷地運輸的，這就決定了鐵路運輸的高度集中性，統一指揮性。鐵路運輸是由機務，車務，工務，電務，車輛，通信信號，車站等很多部門緊密配合，協調運作而完成的。在運輸過程中，一個關鍵崗位，一個部門出現差錯，就可能造成重大事故，影響運輸生產安全和全線暢通。因此，鐵路運輸是一部大的聯動機，環環相扣，只有像鐘錶運轉那樣準確，有節奏，才能安全有效地完成運輸任務。

此外，我國鐵路設施是我國基礎設施的重要組成部分，占國有固定資產的十分之一左右。在為社會生產發展服務的同時，也有義務為我國的國防建設作貢獻。我國的國防物資運輸大部分要靠鐵路來完成，因此鐵路運輸必須實行半軍事化管理，才能確保國防建設物資的及時到位。半軍事化管理要求平時鐵路部門職工要做到服從命令聽指揮，嚴格遵守規章制度，在戰時更應全力以赴服務戰爭。鐵路的各項規章制度具有科學性，其中有些條文是用血的代價換來的，因而帶有權威性，強制性，是鐵的紀律。毋庸置疑，鐵路運輸的高度集中性，半軍事化特點要求把鐵路運輸安全放在頭等重要位置來抓。

1.3.3 綜合運輸體系中的地位決定了運輸安全的重要性

鐵路運輸安全管理是鐵路運輸的生命線。在我國的統一運輸網中，鐵路運輸擔負著客運總量的三分

之一，貨物運輸量的一半以上。而煤炭，石油，鋼鐵，糧食，棉花等重要能源物資的運輸量始終在五種運輸方式中居於首位，因此可以說鐵路運輸在我國運輸體系中居於主要地位。它聯接城市，深入鄉村，遍佈於國土之上的鐵路線路是國民經濟發展的動脈血管，密切聯繫著億萬旅客和貨主，不僅對於社會經濟生活，而且對於人民群眾的生命、財產安全都有著最迅速、最直接、最廣泛的影響。我國鐵路作為國家的重要基礎設施，大眾化的交通工具，國家綜合運輸體系的骨幹部分，在國民經濟和社會發展中具有特殊重要的地位和作用。據國家統計顯示，2006 年上半年我國鐵路旅客發送量完成 6.2 億人，同比增長 8.4%，其中長途直達旅客發送量 2.4 億人，同比增長 9.5%，貨物發送量完成 13.9 億噸，同比增長 6.3%。

進入二十世紀八十年代以來，世界各國都面臨著能源危機，交通安全，環境污染等問題的嚴重困擾，因此紛紛提出了可持續發展的戰略。而鐵路運輸所具有的系列技術優勢與經濟優勢是可持續發展理念相符合的，因此，鐵路發展在二十世紀四十年代以後經歷了“夕陽”困境之後，又體現出了它在實施可持續發展戰略中的競爭優勢。我國工業化的進程正在經歷由傳統工業向新型化工業轉變的關鍵時期，對能源供應的需求比以往任何時候都更加強烈，而我國有限的資源又不能充分滿足生產的需要。因此我國政府在全面分析我國的自然資源分佈狀況，生產力佈局和能源儲備的基本國情的基礎上，及時適時地提出科學發展觀，注重協調的，平衡的，可持續的發展，建設節約型、環境友好型社會，正是適應我國當前國情的需要。對於我國交通體系建設來說，要適應新型工業化發展的需要，建設高效快捷的綜合運輸系統，緩解並最終解決運輸供求緊張的矛盾，不斷滿足運輸需求數量增加和品質提高的要求。

在建立新時期綜合運輸體系的過程中，要以鐵路建設和改革為突破口，鐵路理應在可持續運輸體系中佔有重要位置。相對於公路，民航等運輸方式，鐵路具有無可比擬的可持續發展優勢。鐵路的能源消耗低，環境污染少。以公里為計算單位，公路的能源消耗是鐵路的 2.3 倍，飛機為 7 倍，公路的有害氣體排放是比鐵路多 10 至 20 倍，飛機比鐵路多 100 倍。鐵路具有安全性和占地少的優勢，公共汽車交通的事故率是鐵路的兩倍，小汽車的事故率是鐵路的 20 至 30 倍，而飛機事故率則是鐵路的 7 倍，在同樣運量情況下，公路運輸比鐵路多占地 3.5 倍。因此，在未來的很長一段時間裡，我國要將鐵路建設和改革放在優先發展的位置來考慮，充分發揮鐵路運輸在我國綜合運輸體系中的主導地位。

綜上所述，鐵路運輸安全保護在我國綜合運輸安全體系中佔有重要的地位。2004 年 12 月 27 日，國務院發佈了新的《鐵路運輸安全保護條例》，這為我國的鐵路運輸安全保護工作提供了新的法律依據和法制保障，也體現了我國在新的時期對鐵路運輸安全工作的極端重視。

1.3.4 鐵路跨越式發展要求把運輸安全放在重要的位置上

2003 年 6 月，鐵道部提出了鐵路跨越式發展的戰略目標。“跨越式發展戰略的提出是對我國鐵路發展實際狀況進行客觀分析，對鐵路發展總的趨勢進行科學考察的基礎上做出的明確戰略舉措。跨越式發展戰略實施以來我國鐵路方面的發展突飛猛進，鐵路第六次大面積提速各項準備工作正在積極進行，鐵路管理體制改革不斷深入，鐵路網改造和技術裝備現代化取得重要進展。隨之而來的鐵路運輸安全管理工作也面臨著各種困難挑戰。鐵路實施跨越式發展是落實科學發展觀的體現，跨越式發展最終的目標是滿足人民日益增長的對鐵路客貨運輸的高需求，實現客運產品和貨運產品品質的提高。安全、舒適、高速是新時期旅客對鐵路客運的要求，而重載化、快捷化則是鐵路貨物運輸的不變追求。鐵路客貨運輸的發展都要求安全保障機制的配套，以科技和制度保安全，安全管理體制建設實現科學化和人性化，提高職工的安全意識和管理水準等。因此，鐵路跨越式發展戰略要求鐵路安全保護制度與之協調。🌱

不銹鋼可持續未來

Sustainable Future with Stainless Steel

香港不銹鋼管件商會

恰當地運用和維護不銹鋼，它可延用近一世紀並保持其抗腐蝕、耐用、耐溫、堅硬等特性。用於供水系統可確保市民飲用食水安全，本文將闡釋不銹鋼在食水系統的運用和誤解。

銅在建築中應用歷史悠久，一般用作水管，供電系統及導電用途。目前香港食水系統多採用銅管。現時香港承建商可選擇用銅管或不銹鋼管，不銹鋼管在市面上開始普及。按兩者性能而言，不銹鋼食水系統會比銅食水系統更耐腐蝕、長壽、環保、安全。

銅管件的優勝之處分別為殺菌消毒和環保。早在西元前 2600-2000 年，古埃及人就用銅來消毒飲用水。銅離子(Cu⁺)可以殺死細菌和病毒。根據國際銅業協會 International Copper Association, ICA 的資料，銅製物體可令細菌外層的細胞膜產生短路，破裂成孔洞；銅離子進入細菌內，使細菌不能呼吸、吸收養份、代謝或產生能量，進而慢慢死亡。^①

銅是可回收的及能減少碳排放。歐洲常從再生材料回收約 50% 銅，再加入銅原材料生產銅需求。回收利用的能源比用於開采和生產相同銅的能源耗用低 85%。^② 雖然回收能節約銅的自然資源，但雜銅會有多少不同的雜質，成分複雜，含量微少也難以檢測，**對食水系統構成風險**。回收需經過入爐、冶煉等等重新鑄造過程，當中已涉及不少碳排放。這些雜質有機會在冶煉中排放有毒物，其煙塵成分複雜，難以處理。

申訴專員公署於 2018 年 4 月 17 日報告指出，香港水管爆裂問題未得到有效改善，總體滲漏率為 15.2%，遠比新加坡的 5% 為高。在 2012 年至 2017 年，近半的水管爆裂個案（如表 1），均是由於水管老化或與水管銹蝕問題有關而導致的。⁽³⁾ 雖然問題未能證實與銅管有關，但新加坡採用不銹鋼管，相對較耐腐蝕，減少滲漏食水。

根據香港水務處刊物《樓宇內部供水設備防銹蝕喉管物料一般資料》，當中提及不銹鋼管與銅管都能抵受高壓、強力耐用、易於接合等，但銅管在軟水環境下有機會引致「銅綠水」出現（如圖 1）。銅綠生成化學式： $2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ^④

年份	原因				總數
	水管老化或與水管銹蝕及物料質量有關	受破壞	泥土移動或沉降、外來的壓力或震動	原因不詳 ²	
2012	94 (36.29%)	24 (9.27%)	95 (36.68%)	46 (17.76%)	259 (100%)
2013	110 (42.80%)	15 (5.84%)	78 (30.35%)	54 (21.01%)	257 (100%)
2014	65 (37.57%)	19 (10.98%)	46 (26.59%)	43 (24.86%)	173 (100%)
2015	82 (56.55%)	16 (11.03%)	24 (16.55%)	23 (15.86%)	145 (100%)
2016	66 (56.90%)	13 (11.21%)	22 (18.97%)	15 (12.93%)	116 (100%)
2017	64 (72.73%)	10 (11.36%)	9 (10.23%)	5 (5.68%)	88 (100%)
合計	481 (46.34%)	97 (9.34%)	274 (26.40%)	186 (17.92%)	1038 (100%)

表 1：2012 至 17 年水管爆裂個案原因，
申訴專員公署^③

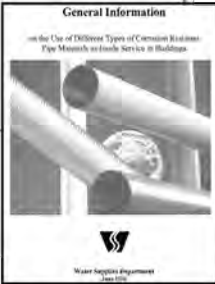
樓宇內部供水設備防銹蝕管物料一般資料			第8頁
III. 各類喉管物料利弊摘要			
喉管物料	優點	缺點	
銅 Copper	- 能抵受高壓 - 可塑性高 - 防銹力強 - 強力耐用，能承受外力負荷 - 易於接合 - 適合輸送熱水 - 在本港市面可購得	軟水可引致銅喉內部誘蝕，以致出現「銅綠水」	
不銹鋼 Stainless Steel	- 能抵受高壓 - 防銹力強 - 強力耐用 - 易於接合 - 適合輸送熱水		

圖1：銅管與不銹鋼管利弊，香港水務處

銅在潮濕空氣中會產生銅綠，在理想情況下，銅綠會與水和空氣產生化學反應，依附在銅管內側，形成保護膜（如圖2）。



圖2：均勻生成的銅綠保護膜，Foundation for Water Research^④

但於軟水或靜止水的環境下，銅綠不平均分佈（如圖3），水再流動時，容易沖刷銅綠。銅綠不溶於冷水和醇，但溶於酸、氰化物（CN⁻ 或 -CN）、氨水（NH₄OH）和銨鹽（NH₄⁺）。食水中若有其他雜質，銅綠有機會溶解於食水中，當超過 100ppm 時，便有呈藍色的銅綠水。



圖3：易被沖刷的銅綠^④

不銹鋼管件的稍勝之處

一、抗腐蝕性強

不銹鋼是一種合金，加入了鉻和鎳兩種元素，這能為不銹鋼表面形成一層堅韌緻密的鉻氧化物保護膜，防止銹蝕，並可自行修復。也可利用藥水恢復原有的光澤和抗銹性。因此它比一般鋼種更具抗腐蝕性。

日本相關協會 (Japan Stainless Steel Association & Nickel Development Institute) 早於 1980 年，就不銹鋼管埋地的銹蝕表現進行十年測試及研究 (5)，共 25 個測試點（參見圖4）。

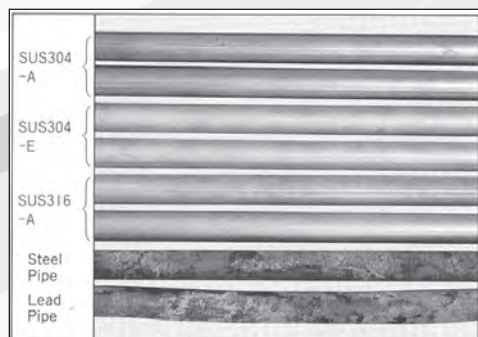


圖4a：青森市水道局，青森縣（10年試點）



圖4b：東京晴海水泵站（5年特別試點）



圖4c：日本本土 25 個試點

研究結果總結如下：

		Chun-ku	Aomori City	Joetsu City	Kawasaki City	Okinawa (Nambu)	Matsuyama City	Koto-ku	Katsushika	Suginami-ku	Setagaya-ku (station)	Kuwana City	Iiabashi-ku	Setagaya-ku (plant)	Kushiro City	Yabuzuka Honmachi	Sagamihara City	Kumagaya City	Minami Ashigara City	Nishinomiya City	Hikari City	Nakatsu City	Wakayama City	Fukuyama City	Shinnanya City	Okinawa (Misato)
不銹鋼	304		◎						○		○	◎	○	○	○	○	◎	◎	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎
不銹鋼	316		◎						○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎
銅	copper		●						●		●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
鋼	steel		●						●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
鉛	lead		●						●		●	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
		無腐蝕 ○ No Corrosion 已腐蝕 ● Corrosion 變色 ◎ Discoloration																								

表 2：金屬埋管測試點銹蝕情況一覽，JSSA & NiDI^⑤

由此可見，就防銹力而言，不銹鋼比銅、鋼和鉛優勝。

金屬腐蝕

從上頁一覽表中可見，Fukuyama 試點中的 304 不銹鋼及 Okinawa 試點中的 304&316 不銹鋼也有出現腐蝕情況。主要原因是這兩處為沿岸地區，土壤和空氣中含有高濃度氯離子 Cl^- 。 Cl^- 為金屬殺手，來自於鹽 (NaCl) 或工業化合物，會使大部份金屬或合金出現孔蝕 (Pitting Corrosion) (如圖 5) 和縫隙腐蝕 (Crevice Corrosion) (如圖 6)。但銅暴露在鹽和污染環境中的腐蝕率通常是不銹鋼的 10~100 倍。^⑥

香港食水以氯氣或臭氧作為水的消毒劑。氯氣 Cl_2 有別於氯離子 Cl^- ，它是氣體，並不溶於水，對金屬不會構成威脅。

為應對氯離子 Cl^- 對不銹鋼的影響，坊間已有不同系列的不銹鋼，可用於不同氯離子濃度的環境下 (如表 3)。它們以耐孔蝕當量 (Pitting Resistance Equivalent, 簡稱 PRE) 為指標，計算不銹鋼於氯離子環境下抗孔蝕能力 [計算方法如下]，該計算值越高其耐孔蝕性越佳 (如表 4)。

300 系不銹鋼：PREN = %Cr + 3.3 x %Mo + 16 x %N

400 系不銹鋼：PREN = %Cr + 3.3 x %Mo

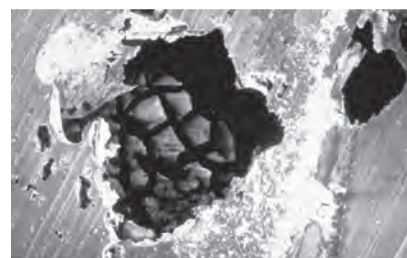


圖5：工業清洗劑內含NaOCl使304不銹鋼出現孔蝕



圖6：不銹鋼法蘭於高氯離子介質中的縫隙腐蝕

> 200 ppm Cl ⁻	Grade 304
> 1000 ppm Cl ⁻	Grade 316
> 3600 ppm Cl ⁻	Grade 2205 duplex
高濃度氯離子，如海水	Super-duplex 2507

表3：不同系列不銹鋼用於不同氯離子濃度的環境

按環境適當選擇不銹鋼型號

市面常用的 304 及 316 不銹鋼都能提供良好的強度等級：304 適用於大多數室內和輕度城市污染的溫室

外環境；而 316 在中低級沿海和除冰鹽暴露或在中度工業或高度城市污染級別的環境中使用最為廣泛。304 也可以在除冰鹽或沿海海鹽暴露的環境中使用，但要選擇光滑的表面並進行定期的清理，以除去難看的表面銹蝕。^⑦

在一些腐蝕性很強的沿海地區，便需要使用比 316 更具有抗腐蝕性的雙相不銹鋼，如目前最廣泛使用的 2205。^⑦

成份 系列	Cr (%)	Mo (%)	N (%)	PRE
304	18.5			18.5
316	17	2.1		23.9
904L	20	4.5		34.9
2205	22	3	0.14	34.1
2507	25	4	0.3	43.0

表4：不同系列不銹鋼成份表和PRE值

二、耐用及長期性能優良

不銹鋼發展至今已 80 多年，含鎳的 300 系不銹鋼是使用最普遍的材料。早期摩天大廈不是玻璃幕牆，而是金屬玻璃幕牆設計，優雅、閃亮的不銹鋼裝飾藝術風格開拓了壽命持久、國際認可的高尚摩天大樓設計範例。例如，紐約市的 Socony-Mobil 大廈 (1954) 和芝加哥的內陸鋼鐵公司大廈 (1958) 都採用不銹鋼。歷經 60 餘載，大廈外觀沒有劣化，也無需更換。



若對不銹鋼食水系統進行適當的選擇和維護，管件將耐用近百年。

三、可回收、循環使用成份高

不銹鋼可以 100% 回收循環利用，其中 8-15% 為鎳，18-20% 為鉻，餘下為廢鐵，成本較銅可比，因此它可以無限次循環利用來製造出更多價廉物美的不銹鋼。回收的冶煉過程與銅相近，同樣有雜質釋出，但冶煉不銹鋼需更高溫度（近攝氏 1300 度），能有效把有毒物燃燒，煙塵經過先進技術過濾及處理後排出。不銹鋼在使用期間沒有任何金屬流失，不需要用純新材料來替代，因此能最少化由金屬劣化而對環境產生的負面影響。

不銹鋼管食水系統的耐用性強，可以重複使用，亦可回收，因此不會造成環境污染及產生廢料，達至環保、「零」碳排放，有利於可持續發展。更配有多種不同類型的接駁方法，方便改動及維修。

四、食水飲用安全放心

不銹鋼是一種無毒、無腐蝕、無滲出物及無異味的材料。廚房設備、食品工業、乳製品業及醫療器具(包括生物醫用植入)等方面早已使用不銹鋼，近年來還興起環保不銹鋼飲管。

它可以在 -270°C – 400°C 的溫度下作業，都不會釋出有害物質，性能亦可保持穩定。香港食物安全中心亦曾向消費者建議盛載油性或高溫食物，應改用玻璃、陶瓷或不銹鋼容器。不銹鋼的用途廣泛，多年來給予市民信心保證。

不銹鋼中的鎳、鉻釋出率極低，在很多樣本中低於可檢測極限，所有樣本均在典型飲用濃度限制範圍內。不銹鋼管件不會對水質造成污染，出現「紅水」、「銅綠水」和「隱患水」的問題。它能夠保持水質純淨、安全、衛生，對人體不會帶來傷害，是現時供水系統一個較佳的選擇。



不銹鋼熱水煲



不銹鋼飲管



不銹鋼人造牙冠



不銹鋼醫療用具

不銹鋼食水系統

傳統銅管道以燒焊方式接駁，除了增加污染食水的機會，施工期間焊接需用火，增加工地火災風險和碳排放。為保障工人生命安全，減少工業意外，地盤內應減少焊接這高風險施工，改為使用無需用火，安裝簡單快捷的接駁方法。

香港水務處已於 2017 年修訂水務設施規例，法例訂明不銹鋼喉管須屬 304 等級或更佳等級，並須符合 BS 6362:1990、BS EN 10217-7:2014 及 BS EN 10312:2002 的相關規定；不銹鋼配件則須符合澳洲標準 AS 3688:2016。（規例詳情可參閱：<https://www.elegislation.gov.hk/hk/cap102A/en-zh-Hant-HK.pdf>）現時，市面上已有不少無需用火、低風險的接駁方法，如擴管式 (AS3688-6)、滾槽式 (AS3688-9)、卡壓式 (AS3688-10) 等。



銅管以焊接方式接駁(2)

如欲了解更多關於不銹鋼，請參閱：<http://www.hksspfma.com/>

註釋

- ① Copper Development Association (CDA), Antimicrobial Copper: How it Works <https://www.antimicrobialcopper.org/us/how-it-works>
- ② Copper Initiative, A Healthy Future with Copper, September / October 2018
- ③ 香港申訴專員公署(2018)，《主動調查報告：水務署對政府水管的修護和危機處理》https://ofomb.ombudsman.hk/abc/files/DI390_full_TC-17_4_2018.pdf
- ④ Foundation for Water Research, Causes of Copper Corrosion in Plumbing System, Third Edition, 2017
- ⑤ Japan Stainless Steel Association, (JSSA) and Nickel Development Institute (NiDI), A report on the performance of stainless steel pipe for water supply in underground soil environments, Volume 1, 2, 3, 1988 - 1997
- ⑥ Catherine Houska 建築用不銹鋼：防腐指南，鎳發展協會11024刊物 2001
- ⑦ 用不銹鋼包裹建築——可持續性幕牆和屋面，Catherine Houska 建築規範學會 2011 年01-02期合刊

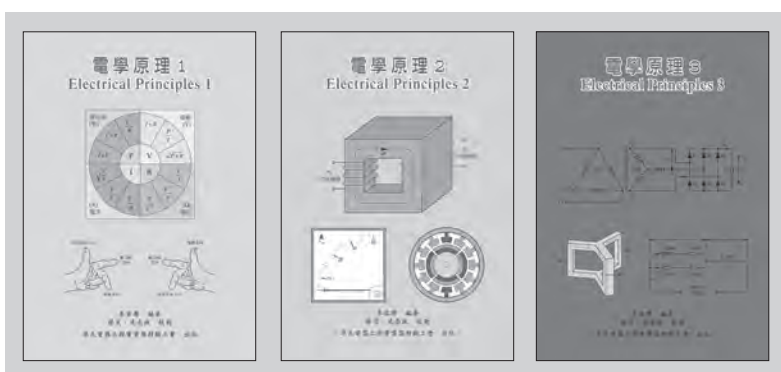
「電學原理 1、2、3」叢書的自學攻略

麥家聲

ksmak8888@yahoo.com.hk/

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

互聯網發展可算日新月異，現時很多常用知識及資料，都已給人放上了互聯網。只要你有一部電腦或手機，再透過互聯網「上網」，到一些搜尋資料的網站，輸入你需要搜尋的關鍵詞，便可在瞬間找到你輸入關鍵詞的相關資料。互聯網就好像是一本包含不同範疇的電子百科全書，但搜尋資料時卻省時方便，你不需到圖書館借書或買書，也不需要翻閱書中每一頁的紙張來查看，而更大的好處就是免費的。基於以上原因，經營實體書的出版社及作者，可算是舉步維艱，因為即使你發行了一本天下無敵的實體好書，也不一定有讀者願意花錢購買。



雖然互聯網搜尋資料十分方便，可是搜尋出的資料五花八門，某些人可能覺得內容太深奧，未能充分明白內容；也有人覺得內容過於簡單，沒有詳細解說，而對初學者而言，卻是不知從何學起，更不能作系統性學習。筆者從事電機工程教學三十多年，過去於互聯網搜尋「電學」相關資料時，也會遇到同樣的問題。

筆者退休後，發覺市面上有關電學原理的書籍甚少，用繁體字的更屈指可數，業界從業員如想在工餘時自學相關知識，確是難以找到合適的實體參考書以彌補互聯網資料的不足。所以筆者決定為有關「電」的從業員編撰一套電學原理叢書，希望他們可藉著叢書自學，能夠由淺入深慢慢地掌握電學的基本原理，為他們在工作上排難解困。

筆者編寫的「電學原理」叢書分為三冊，內容主要參考香港資歷架構能力標準第 2 級別（L2）及第 3 級別（L3）有關電學原理的職能範疇要求。如果你已購買電學原理 1、2 及 3 共三冊一套叢書，並打算「由零開始」自學相關知識，請參考筆者以下建議的自學攻略，以達致事半功倍的效果。

1. 全套叢書先快速地看一次

讀者先將全套叢書快速地由頭到尾看一次。如果你在閱讀的過程中發現有不明白的地方，可暫時略過或先在書中作記號。閱讀整套叢書後可讓你了解整套叢書的大綱內容：這套叢書能让你學會甚麼；或

是甚麼資料沒有提供的。你甚致大概知道這套叢書的那些部份對你的工作息息相關；那些部份可能沒有多大關係等。

2. 全套叢書再慢速仔細地看一次

當你快速地看完全套叢書後，再用慢速仔細地看一次。這套叢書的內容於編寫時已盡量由淺入深，希望令讀者更容易明白。讀者只需按章節內容順序學習，便可得到預期的效果，叢書的章節目錄如（表：1）所示。當你發現有甚麼不明白之處時，必須尋根究柢，直至完全明白，才可繼續學習。因為在學習某些課題時，可能需要具備相關的「已有知識」，才可掌握及明白。例如：在學習電阻串、並聯（混聯）電路時，若你對歐姆定律、串聯、並聯等電路原理這些「已有知識」都未能充分了解下，而再作進一步深入課題時，即使你能看完整套叢書，最後也可能只是一知半解，應用時仍會困難重重。

冊數	章節目錄		資歷架構能力標準級別
電學原理 1	1	電的特性	L2
	2	電學常用名稱與單位	L2
	3	電阻之特性與聯接	L2
	4	電路定理	L2, L3
	5	電容器的特性與聯接	L2, L3
	6	磁學	L2, L3
	7	電磁感應	L2, L3
	8	交流電	L2, L3
	9	交流電路	L2, L3
電學原理 2	10	單相變壓器	L2
	11	電的測量	L2
	12	三相供電系統	L2, L3
	13	直流電機	L2, L3
	14	三相感應電動機	L2, L3
	15	同步電動機	L2, L3
	16	單相電動機	L2, L3
	17	特殊電動機	L2, L3
電學原理 3	18	半導體與直流電源供應	L2, L3
	19	晶體管與邏輯數字系統	L2, L3
	20	工業電子	L2, L3
	21	應用複數計算交流電路	L3
	22	三相交流電路	L2, L3
	23	三相電功率及功率因數	L2, L3
	24	改良功率因數	L2, L3
	25	三相變壓器	L2, L3

（表：1）

3. 叢書內容

「電學原理 1」內容主要講述電學的基本原理，為初入行的從業員奠定電學最基礎的知識。「電學原理 2」內容可給予從業員對某些專門的電學範疇作更深入了解，幫助他們在實際工作上排除萬難，解決問題。某些人覺得「電學原理 3」的內容好像很深奧，但如果你想成為一個可獨立工作，對不同挑戰也可應付自如的從業員，「電學原理 3」中的內容你也需要熟悉。

假如你是一個需要識「電」的某種行業之新入行註冊技工學徒，你便需要修讀有關學徒訓練的課程，課程內容應包括「電」的科目，惟一些行業會學得較淺，一些會學得較深。根據筆者多年的經驗，本套叢書的內容應已包含你在該課程需要修讀「電」的課題，你可按自身行業的需要，鑽研有關內容，甚至按部就班自學全部課題，令「電」的知識更上一層樓。

在整套叢書的課題中，可能有讀者覺得某些課題對工作方面幫助不大而放棄研習，例如：電子、複數等。筆者認為即使你現時的工作暫時不需要具備這方面的知識，但當你的工作經驗或知識層面愈廣泛時，你解決問題的能力也愈高，速度也愈快。切記「你已懂某知識但暫時不需要用」與「你想用某知識但完全不識得用」是兩個南轅北轍的層面。機遇往往是留給有預備的人，假如有一天你在應徵面試或被上司提問有關電子或複數等問題時，你也明白他們問乜東東，絕不會無言以對，你便可試試吹吹水，甚至對答如流，他們對你定必刮目相看，工作發展的機會將大大增加。

另外，本套叢書的部份內容更與現時中學 DSE 範圍吻合，應考 DSE 之學生如欲對電學作更進一步參考及了解日常之應用，本套叢書絕對是理想之選，所以各讀者也可給予應考 DSE 之子女作為課外參考書之用。

4. 電學專有名稱

本套叢書內容中有一些電學專有名稱，除以學術界常用稱呼，也會以一般業界常用述語敘述，好讓業界讀者們能容易明白，也讓剛投身「電」行業的讀者們能對業界之運作作初步了解。

5. 計算例題

在電學原理中，某些常用的名詞，假如只用文字作說明，可能會較難明白，若將其「量化」，再透過計算作大小比較，並應用在日常的工程項目中，將較容易理解，所以在電學原理中會有很多計算題，而計算出來的數據更可能是一些在「電」的工程上很重要之參考或應用數據。

本套叢書的計算例題，已針對現時加入「工程」行業之年青人數學根基較弱的情況，全部計算內容都不會出現數學的「微積分」。在計算步驟中，已避免較傳統複雜的運算，而採用簡單直接的方法。例如：在計算例題中不會求「最小公倍數 LCM」，反之將兩個數相乘便可；也不會用通分母的方法進行分數加減，而簡單地將數據轉換為小數運算便可。這些步驟因可以以計數機輕易解決，因此省卻較複雜冗長的運算過程。另外，書中某些公式也可用數學推算的方法找（證）出，然而因內容太長或太複雜，故此也省卻這些步驟。筆者認為很多讀者最終目的是解決工作上的問題，只要懂得運用那條公式，再用計算機找出答案便可排難解紛，所以某些公式的由來變得不太重要。

由於電學公式眾多，對於數學根基尚淺之讀者，本套叢書已把公式化作各種形式，以配合業界人士應用之需要，大大節省運算時間。惟某些公式都是出於同一原理，只是透過代數的移項而換了主項，故讀者不必牢記所有公式，待日後數學基礎穩固，自當能把當中奧妙看得出來。同時，在某些例題中，本套叢書也以多於一種方法得出答案，為讀者們從多角度分析問題及提供解決方法。

當讀者學習各課題的計算例題時，留意書中的計算步驟一般為：(1) 按題目的要求找出適當的應用公式；(2) 根據題目提供或由較前步驟計算出的數據代入公式；(3) 運用計數機計算出答案。惟每一個步驟必須徹底明瞭，方可繼續。各課題在前面的例題可能較淺，後面的可能較深，切記不要放棄學習你覺得深奧的計算例題，只要耐心及反覆研究，最後一定會明白成功的。若你發覺書中的計算方法或公式與你的見解不同時，你也可用你的方法試一試是否可獲得同樣的結果，畢竟電學的計算基本上可應用不同的方法，若結果都是一樣，便證明你對該課題已充分理解，實屬可喜可賀。書中的計算題已預留一些空間讓你寫下某些補充的計算步驟或其他方法，此舉可令你將來重溫內容時更容易掌握，所以不要計較是否會弄花書本，一本電學原理實體書之價錢只是二百多圓，但學到的知識卻是無價的。

叢書中之計算例題，大部份都以工作/工程實際場景的數據來作實例計算，目的是讓讀者明白如何應用在實際的場合，使讀者更容易記憶。但一些較為簡單的應用，主要是希望讀者懂得分析及應用相關數據及公式，所以便會將題目簡化，惟如果讀者完全明白後，應該以後也可應用在實際場合中。

一部科學計數機，也是學習電學原理計算題時不可缺少的工具。由於叢書內容有複數的運用，所以購買科學計數機時，必須考慮可進行複數運算功能的計數機。雖然有很多手機 Apps 可免費下載有關程式，若只是應用日常工作的讀者將沒有問題，但某些讀者可能正在修讀某些課程，他們需要參加某些「電」學科目的考試，而一般的試場都不容許考生於考試時使用手機，所以必須於平時熟習一部可用於電學考試的核准計數機型號，從而節省考試時操作計數機的時間。

6. 插圖及電路圖

一幅圖勝過千言萬語。整套電學原理叢書內有很多插圖及電路圖，從而令讀者更容易明白某些元件結構或工作原理。讀者只需根據文字的解說，再配合插圖，便可完全明白插圖的結構、原理及特性。書中電路圖之工作原理及應用，也必須充分了解，以應付可能在工作上的需要。計算例題的電路圖，可先按文字的理解，試繪出電路圖，看是否與書中的無異，從而訓練閱讀文字及理解的能力。因為當你在電學考試時，不是每一條題目都有電路圖的，如果你對題目理解錯誤，你的最後答案也有可能是錯誤的。

7. 手機 Apps

電學上有很多應用的難題，已有一些手機 Apps 可供下載，從而幫助你解決問題。你可利用這些手機 Apps 找到相關的公式或文字解釋，也可輸入相關的數據，手機 Apps 會直接計算出你需要的答案，基本上你不需要知道或明白相關的原理及公式，使用時可算是十分方便。叢書中也有相關手機 Apps 的介紹，讀者可先下載，試一試該手機 Apps 於操作時是否得心應手，能否配合工作上的需要，由於每個人的感受都不同，你需自行決定該手機 Apps 是否繼續保留於手機中。

8. 超連結 Hyperlink

整套叢書中有一些網址的超連結 Hyperlink，它可能連接至某些學習網站，商業網站，參考資料網站，相片的出處網站等。讀者可抽空瀏覽這些網站，可能有意想不到的收獲，更令你的學習錦上添花。

9. 選擇題

整套叢書的每一個章節，都設計了選擇題，並附有建議的答案，目的是希望讀者可作自我挑戰及評估，看答對多少題。當你仔細閱讀完成一個章節後，建議先完成該章節的選擇題。然而在試做選擇題時，請不要翻閱前面的內容，只根據你的記憶來完成題目，然後核對答對的數量。最後不懂得回答或錯了題目，才查閱內容看是否可解決。若有不明白時也必須研究原因，這樣才可令你學得更有自信，更容易牢記於腦海中；若你發覺某些題目在該章節不能找出答案，可在完成整套叢書的學習後再試一次。

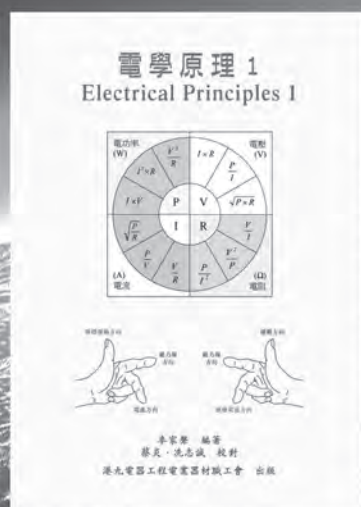
以上的攻略，希望能幫助讀者更容易自學電學原理，最後能完全明白整套電學原理叢書的內容，以便將來在工作上解決問題，更得心應手。在此再次多謝曾購買電學原理叢書的讀者之支持，若發現叢書內容有疏漏之處，懇請不吝指正，抽空給我電郵。✉



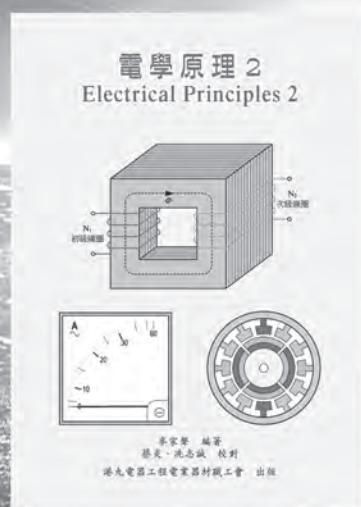
港九電器工程電業器材職工會

出版書籍介紹

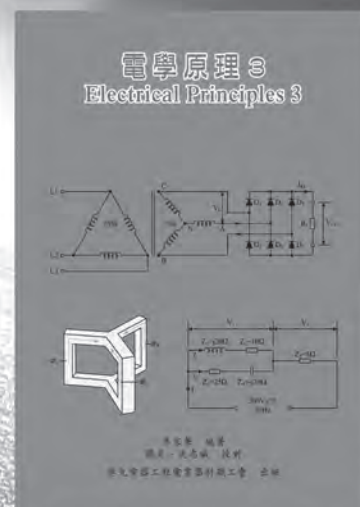
《電學原理》整套叢書共分為三冊，內容層次分明，由淺入深，全書彩色印刷，圖文並茂說明相關的電學原理，並附有計算例題作解釋，將助你解決工程上遇到的難題。



電學原理 1
定價 \$250
會員價 \$200



電學原理 2
定價 \$250
會員價 \$200



電學原理 3
定價 \$250
會員價 \$200



港九電器工程電業器材職工會

出版書籍介紹



C級電力工程指南
定價 \$150
會員價 \$120



C級電力工程摘要 (中英雙語)
定價 \$100
會員價 \$80



三相電動機起動和控制電路基礎
定價 \$160
會員價 \$130



電工B牌天書 (守則篇 2017 版)
定價 \$160
會員價 \$130



B級電力工程指南 (第三版)
定價 \$180
會員價 \$145



香港電工工地手冊
定價 \$180
會員價 \$145



低壓掣櫃 第二版 2015
定價 \$120
會員價 \$100



電工B牌天書 (理論篇 2017 版)
定價 \$220
會員價 \$175



逆變器原理及應用
定價 \$170
會員價 \$120



低壓電氣裝置初階之試題錄題解
定價 \$125
會員價 \$100



低壓電氣裝置計算 (第四版)
定價 \$180
會員價 \$145



電力 (線路) 規例工作守則 2015 年版 (中文)
定價 \$80
會員價 \$61



香港機電業工會聯合會
THE FEDERATION OF HONG KONG ELECTRICAL & MECHANICAL INDUSTRIES TRADE UNIONS



港九電器工程電業器材職工會
H.K. & Kowloon Electrical Engineering & Appliances Trade Workers Union

進階工藝培訓計劃 - 先導計劃 (技術提升課程)

水喉工
(90小時)

空調製冷
設備技工
(獨立系統)
(90小時)

空調製冷
設備技工
(電力控制)
(90小時)

控制板
裝配工
(90小時)

電訊系統
裝配工
(90小時)

電氣
佈線工
(106小時)

消防電氣
裝配工
(90小時)



為紓緩建造業技術工人人手不足，在發展局的支持下，建造業議會與工會合作開辦「進階工藝培訓計劃 - 先導計劃（技術提升課程）」，讓工友們透過短期訓練，全面掌握技巧，成為熟練技術工人（大工）。

課程費用、大工考生費用 **全免**（如不及格，可免費重考一次），包括課堂理論及實習培訓。持有報讀課程相同工種的中工資歷，並在取得資歷後具備一年或以上有關工作經驗之在職工友，完成整個訓練期後，並成功考取熟練技術工人（大工）資歷，可獲學員鼓勵獎金港幣 **\$8000**。

查詢網址 ▶ www.hkemc.edu.hk
查詢電話 ☎ 2393 6285 / 2393 9955