

今日機電屋宇設備及環保

第四十三期

2018. 08

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

04
塑殼斷路器
概述 (接地故
障環路阻抗值
的謎思續篇)

01

電力線路規例
工作守則的註
釋 (連載篇二)

02
中央冷氣
系統冷凍
水喉冰喉
工序介紹

03

變流器的
基本認識

電纜的裝甲一
定可以作為這
相關電路的
“及格保護導
體”嗎?

05



香港機電業工會聯合會

THE FEDERATION OF HONG KONG ELECTRICAL & MECHANICAL INDUSTRIES TRADE UNIONS

編者的話

編輯小組

電力（線路）規例工作守則已面世二十多年以來業經多次更新，每次改動都難免衍生一些問題，諸如樓宇機電設備《風、火、水、電、通（通訊業界）》等行業各自的原工作習慣與新守則不一致的矛盾；所以每期的今日機電都找來業界高手，為大家行文提供一些拆解的方法。資深教育人鄧勝森院長及陳富濟兩位教授級學者自然當仁不讓的為大家貢獻文章，而照明會主席、鄧院長的公子文熙兄亦是職業教育界的精英，參予不少技術推動工作，本期也一起撰稿介紹電力工程相關的基礎知識。資深技術人孫名林亦伙拍理工資深研究員王道洪為大家詳述通泄能量 I^2t 與保護導體的關係，並重溫MCB的結構及原理。另一位技術人“E臣”，則以行家的角度吐一點苦水，闡述兩種不同行業的工作習慣導致部門的不同理解及執行方法，如何令業界無所適從。吳偉雄工程師及安全主任亦就工作守則上有所更動的條款已於今年全面推行，而重提帶電工作的危險及預防。

電梯意外近年頻頻出現，事非偶然。我們正努力物識高手，為大家提供升降機及電梯的技術資訊及安全分析，今期率先邀得資深導師葉樹德高級工程師及范嘉華工程師獻文，伺後希望能找到更多不吝分享知識的學者。樓宇設備自然少不了空調行業，空調工會為大家制作了空調工手冊，行上雀躍不已，會員人手一本，大增搵食能力，所以特邀手冊編制的核心成員謝瑞龍兄為大家介紹空調系統中的冷凍喉管施工程序。另外，電職技術組中堅份子楊嘉智兄非常精辟地為大家簡介了整棟樓宇所需的維護工作，而資深安全顧問李少佳則用分析的筆觸為大家概述國內鐵路安全情況，閱後俱可增長知識，實在不容錯過。

今年是港九電器工程電業器材職工會（行家俚稱電職）鑽禧紀念，自然活動多多，有興趣參加的同業請倍加留意通訊。在此祝願電職為業界，甚至整個機電業界在另一甲子中推向另一高峰，會務蒸蒸日上，五萬會員數目可期。

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

編者的話 / 目錄		封面內頁
建造業議會	廣告	01
建造業議會	資訊	02
電力線路規例工作守則的註釋（連載篇二）	鄧勝森	03
出版書籍介紹	資訊	12
變流器的基本認識	鄧文熙	13
工會WhatsApp查詢服務	資訊	16
電纜的裝甲一定可以作為這相關電路的“及格保護導體”嗎？	陳富濟	17
塑殼斷路器概述（接地故障環路阻抗值的謎思續篇）	孫名林/王道洪	27
Irish Cables	蔡世光	33
中央冷氣系統冷凍水喉冰喉工序介紹	謝瑞龍	35
電扶梯改為調頻降速方案	葉樹德	37
升降機的安全和保育問題	范嘉華	42
淺談物業維修與保養	楊嘉智	49
電力工作重安全 安居樂業慶團圓	吳偉雄	44
國內鐵路運輸安全概述（上）	李少佳	51
E臣隨想 — 接駁於金屬水喉總等電位接駁導線的衝突	E 臣	55

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。

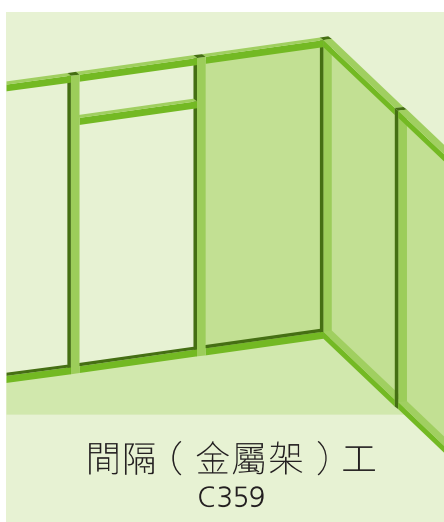


CONSTRUCTION
INDUSTRY COUNCIL
建造業議會

資深工人註冊安排

2018年9月30日截止申請

只限以下新增指定工種分項



間隔（金屬架）工
C359



假天花工
C358



強電流接駁技工
（無通電電纜）
E303b

在2017年4月1日當日
已擁有最少10年
進行指定工種分項的工作經驗

提交由
直接僱主或認可工會
發出的工作年資證明文件

建造業工人註冊服務中心

開放時間	星期一至五	星期六及日
九龍灣	上午9時至下午7時 公眾假期休息	上午9時至下午5時 公眾假期休息
南昌		
青衣		
上環		
		休息

☎ 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。



CONSTRUCTION
INDUSTRY COUNCIL
建造業議會

考到工種資格 記得更新註冊

除了建造業工人註冊證（「黃卡」），工友還可能持有其他技能 / 工藝測試證明書（見圖一）。是否帶齊所有卡就符合《建造業工人註冊條例》（《條例》）的規定呢？

根據《條例》，除指定情況外，只有指定工種分項的註冊技工，才可親自在建造工地進行該指定工種分項的建造工作。建造業工人註冊證（見圖二）是《條例》規定的指定證件，以記錄工友的資料包括已取得註冊的指定工種分項。

技能 / 工藝測試證明書不是工人註冊證，雖然通過測試足以證明工友好工藝，但是要符合法例要求於建造工地進行指定工種分項的建造工作，包括安裝氣體裝置、進行電力、消防、冷氣和升降機的工作、駕駛指定建造貨運車輛、操作指定機械設備等，便須要連同相關工藝測試證書 / 相關牌照【例如註冊電業工程人員證明書（電牌）】，申請更新註冊。而更新註冊的資料會印在工人註冊證背面（見圖二）。

如果工友不更新註冊，在沒有相關指定工種分項的註冊的情況下，在建造工地獨立進行相關技能工作（指定情況除外），即屬違法，一經定罪可處第 3 級罰款港幣 10,000 元。所以考到工藝測試或持有其他註冊資格，但仍未有相關工種分項的註冊的工友，請盡快更新註冊證。



圖一



圖二



easyJob 建工易 強勢登場 首選搵工 App

建造業議會強勢推出 easyJob 建工易流動應用程式，工友可即時遞交履歷，透過系統自動工作配對，搵工更容易。



* 職位配對

- 工友可將履歷直接提交申請職位
- 僱主可直接刊登職位空缺
- 程式進行職位配對

* 自動電子註冊

- 辦理續證及更新方便快捷



☎ 2873 1911
www.cic.hk



電力線路規例工作守則的註釋 (連載篇二)

鄧勝森

香港特別行政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工程界的「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 的相關標準規範。

工作守則 4 - 一般安全規定

原文

4C 設計、建造、安裝及保護

(2) (c) 電氣性保護包括提供**隔離、保護器件和接地設施，並把所有外露非帶電金屬部分及非電氣裝置金屬部分作等電位接駁。**

釋義：

1. 外露非帶電金屬部分及非電氣裝置金屬部分的註釋：

(a) 外露非帶電金屬部分 (Exposed Conductive Parts)

一般指任何用電設備的金屬外殼，例如配電箱外殼、電雪櫃和冷氣機外殼等等。

(b) 非電氣裝置金屬部分 (Extraneous Conductive Parts)

一般指非用電設備的金屬外殼，例如水管金屬外殼、假天花金屬外框等等。

2. 電氣性保護的例子

隔離器作電氣性保護	保護器件作電氣性保護
	
接地設施作電氣性保護	外露非帶電金屬部分及非電氣裝置金屬部分的等電位接駁作電氣性保護
	

原文

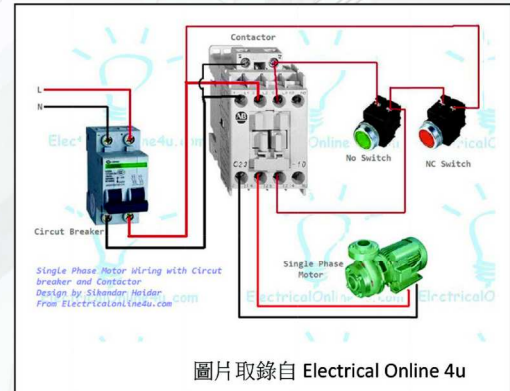
4C 設計、建造、安裝及保護

(2)(e) 如電壓下降或中斷及其後恢復電壓時會產生危險，應採取適當的預防措施。

釋義：

例如：若電動機的啟動是採用一般只有「ON」及「OFF」的開關掣，類似開關照明裝置一樣，當電動機在操作時突然斷電而令機器停頓，操作人員一般都不會或忘記在電動機停頓期間，特意去將開關掣從新扳至「OFF」的位置。故一旦電力恢復正常，電動機便會在操作人員不為意下自動重新令相關機器轉動。在此情況下，機器在不為意下突然轉動，隨時會帶來嚴重的意外。因此原因，電動機裝置便要如 4C-2(e) 規例說明，即是如電壓下降或中斷及其後恢復電壓時會產生危險，應採取適當的預防措施。電動機的預防措施是絕對禁止採用只有「ON」及「OFF」的開關掣作為電動機的開關，而最簡單及有效的預防措施是採用電磁接觸器，再加一套「自回式」按鈕，作為電動機機的開關掣。由於「自回

式」按鈕被按下後，只將電路通電接點自動接通一次，跟著便會回復原來開路狀態。但電動機仍能夠繼續轉動，是因為電磁接觸器可接駁一個「自保持電路」，令電磁接觸器在開關按鈕斷開後，仍有電供應電磁接觸器的線圈，令電磁接觸器繼續閉合，以通電予電動機轉動。一旦停電，電磁接觸器的「自保持電路」因無電供應而自動斷開，同時「自回式」按鈕亦在開路狀態，故此，當突然恢復供電時，電動機亦不會有電供應，直至操作員重新再按「自回式」按鈕一次。這樣不為意的意外轉動而產生的危險，便不會發生。



原文

4D 識別、維修、檢查及測試

- (1)(a) 每一開關掣、**熔斷開關掣**、**開關熔斷器**、匯流排箱、分錶及配電箱，都應在前蓋上加以適當標示，列明電路名稱或號碼、熔斷器或斷路器的額定值，以及每一條電路的作用（例如：照明、插座、水泵、升降機等）。熔斷器及斷路器如果裝置於配電箱內部，只在打開或移去配電箱的前蓋時方可看到，則應在配電箱內部加上標誌，使該前蓋在打開或移去後可輕易識別個別的熔斷器或斷路器。開關設備或配電箱的相位標記所使用的顏色和 / 或編號，應符合表 13(2) 的規定。

釋義：

熔斷開關掣與開關熔斷器都是一個隔離開關器，由於同時裝有熔斷器，所以還具有短路保護功能。它們的區分如下圖：

熔斷開關掣 Fuse-switch	開關熔斷器 Switch- Fuse
熔斷器會連同機械開關的移動同時將電路接通，即屬開關制的一部分。一般市場流通產品的額定值有 63A, 100A, 160A, 200A, 320A, 400A, 500A, 800A。	熔斷器是固定安裝，用機械的獨立開關接通後，才讓電流通過熔斷器將電路接通，一般產品的額定值有 16A, 32A, 63A 和 100A，大多不會超過 100A，但若有特殊要求，市場亦有 200A 及 320A 產品供應。



註：隔離器必須具備以下的條件 [工作守則 8B (2)]

- (a) 能載送正常電路電流，及在一段指明的時間內載送非正常電流，即可能在過流情況（即過載或故障）下產生的電流。
- (b) 要具備“斷”或“開”標示；
- (c) 防止無意或自動地閉合；
- (d) 能夠上鎖或設有可拆除的把手；
- (e) 有電路或器具標識
- (f) 緊急停止按鈕及半導體器件不可作隔離器件

工作守則11 對地漏電電流及接地故障電流

原文

11B 基本要求

- b(v) 配電箱如供電予插座和固定器具的電路，在該配電箱與保護導體接上總等電位接駁處之間的**保護導線阻抗值不超過 $50 Z_s/U_o$ 歐姆**，而 Z_s 是相當於 5 秒切斷電流時間的接地故障環路阻抗值。否則，依照守則 11E 的規定在配電箱作等電位接駁也可接受。

釋義：

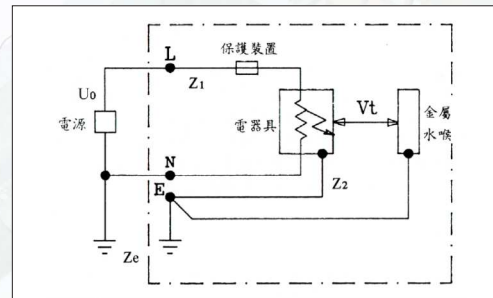
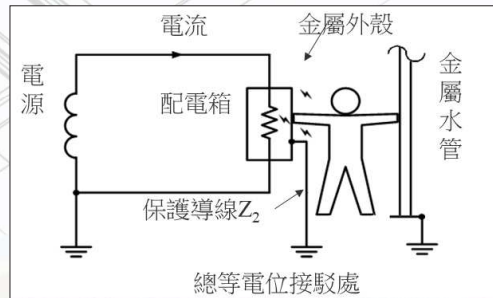
計算保護導線的大小，除可以用 $S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$ 的方程式計算外，亦可以用電路相導線的截面積或保護器件的額定值，利用查表的方法，找出保護導線大小的最低要求。

- (1) 利用電路相導線的截面積，以找出保護導線大小的最低要求，可查閱工作守則表 11(2)
- (2) 利用電路保護器件的額定值，以找出保護導線大小的最低要求，可查閱工作守則表 11(3) 至 11(13)

雖然用計算或兩種查表方法，可找到保護導線大小的最低要求，但保護導線的大小亦需要同時符合工作守則 11Bb(v) 的要求，即保護導線的阻抗 Z_2 是需要符合右方之方程式的要求：

$$Z_2 \leq 50 Z_s/U_o \Omega$$

解釋如下：



右上圖： V_t 電壓降，亦即是 Z_2 保護導線的電壓降。由於電阻串聯有分壓作用，因此

$$V_t = U_0 (\text{電源}) \times \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2 + Z_e}$$

$Z_1 \rightarrow$ 相導線阻抗
 $Z_2 \rightarrow$ 保護導線阻抗
 $Z_e \rightarrow$ 接地阻抗

按照守則 11J(2)(a)(i) 的規定，在安全情況時，額定啟動電流 (安培) 及接地故障環路阻抗 (歐姆) 的乘積不超過 50 伏特。故此， V_t 是需要 $\leq 50V$

$$V_t = U_0 \times \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2 + Z_e}$$

$$50 \geq U_0 \times \frac{Z_2}{Z_s}$$

$$Z_2 \leq 50 \times \frac{Z_s}{U_0}$$

V_t 必須要等於或少於 50V； $Z_1 + Z_2 + Z_e =$ 接地障環路阻抗 = Z_s

工作守則 11Bb(v) 的要求

原文

11F 輔助接駁

- (b) 可能需要接駁的金屬件，包括與外露非帶電金屬部分相距不超過 2 米的氣體或供水喉管或大件物體。例如，靠近電熱水器的水管，或用以支承抽氣扇或冷氣機或靠近插座的窗框。界定浴室金屬掛架、金屬窗框或金屬門柄等是否屬於非電氣裝置金屬部分時，應量度導電部分和總接地終端之間的絕緣電阻。**就標稱供電電壓為 220 伏特的典型單相供電系統而言，若在最惡劣的情況下（例如在濕度高的環境下），量度所得的電阻仍大於 45,000 歐姆（註），則該金屬部分便可界定為不屬於非電氣裝置金屬部分。**

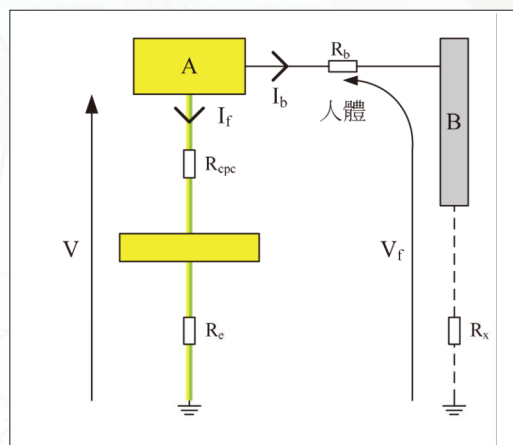
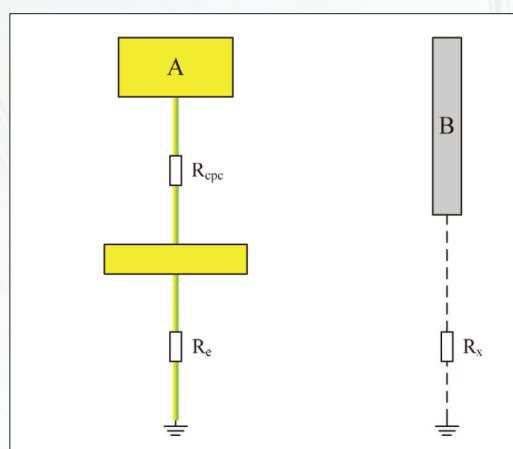
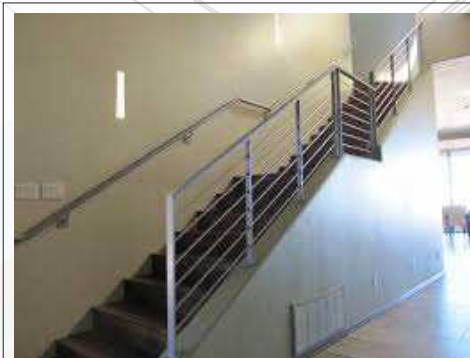
（註：此數值是根據 IEC 60479-1:2005 計算得來的約數。）

釋義：

如何界定不屬於非電氣裝置金屬部分是經過不同的歷程



工作守則 2003 年版	工作守則附錄 12(C) 若量度得電阻不少於 $21,000\Omega$ ， 則該金屬部分便可界定為不屬於 非電器裝置金屬部分。
工作守則 2009 年版	工作守則附錄 12(C) 已改為電阻不少於 $45,000$ 歐姆
工作守則 2015 年版	由於工作守則將附錄 12 取消， 所以將此要求（電阻 $> 45,000$ 歐 姆）搬至工作守則 11F(b)



工作守則 2003 年版說明若該裝置在最壞的情況下， R_x 依然大於 $21,000\Omega$ 的話， B 便可不界定為「非電氣裝置金屬部分」，而不需任何等電位接駁。解釋如下：

如左圖：「A」是「外露非帶電金屬部分」（例如配電箱、雪櫃等），對總接地終端的阻抗為 R_{cpc} ，而總接地終端對地的阻抗為 R_e 。「B」是「非電氣裝置金屬部分」（例如是金屬水喉管或金屬窗框等）對地的阻抗為 R_x 。

如左下圖：若有人同時接觸 A 及 B，假定 A 在此刻發生接地故障（漏電），故障電流 I_f 便會產生一個故障電壓 V_f ，而這電壓會繼而產生電流 I_b ，並會通過人體（ R_b ）。即 $V_f = I_b (R_b + R_x)$

在最壞的情況下 V_f 將會是 $220V$ 。根據國際標準 IEC 479，若通過人體的電流 I_b 少於 $10mA$ ，通常不會引致生理機能上的損傷。所以在安全情況下：

$$220V = 10mA (R_b + R_x)$$

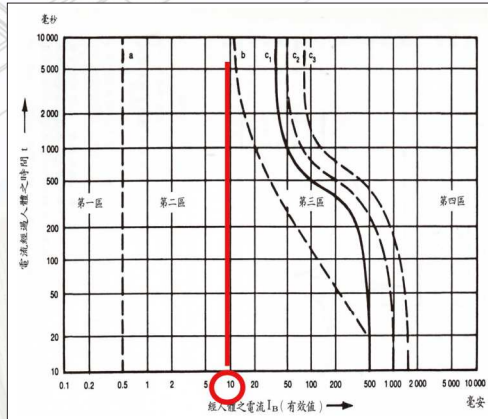
按照 IEC 標準，在 $220V$ 電壓下，百分之九十五的人，其手至手或手至腳的阻抗會不少於 $1,000\Omega$ 。所以 R_b 可作 1000Ω 處理。

因此我們可假設 R_b 是 $1,000\Omega$ ，通過人體的最高安全電流是 $10mA$ ($0.01A$) 所以：

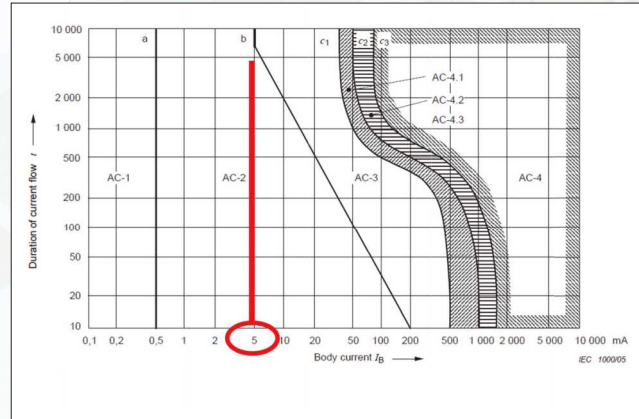
$$220V = 0.01A (1000 + R_x); R_x = 220V/0.01A - 1000\Omega = 22,000\Omega - 1000\Omega = 21,000\Omega$$

但在 2008 年國際電工委員 (IEC) 訂立了新的標準，將 IEC 479-1 更新為 IEC 60479-1。而安全標準要求更加嚴格。

下兩圖是 IEC 解釋交流電（15Hz 至 100Hz）對人體之影響的
時間 / 電流區域圖（假設電流途徑是由左手至腳）



IEC 479-1 2008 年前的標準，安全電流是 10mA



IEC 60479-1 2008 後的標準，安全電流是 5mA

Table 2 – Total body impedances Z_T for a current path hand to hand a.c. 50/60 Hz, for large surface areas of contact in water-wet conditions

Touch voltage V	Values for the total body impedances Z_T (Ω) that are not exceeded for		
	5 % of the population	50 % of the population	95 % of the population
25	1175	2 175	4 100
50	1100	2 000	3 675
75	1025	1 825	3 275
100	975	1 675	2 950
125	900	1 550	2 675
150	850	1 400	2 350
175	825	1 325	2 175
200	800	1 275	2 050
225	775	1 225	1 900
400	700	950	1 275
500	625	850	1 150
700	575	775	1 050
1 000	575	775	1 050
Asymptotic value = internal impedance	575	775	1 050

舊標準 IEC 479-1：人體手對手 / 腳安全電流是 10mA，現行標準 IEC 60479-1：人體手對手 / 腳安全電流是 5mA。所以設定安全電流便改為 **0.005A**。

根據 IEC 現行標準，在 225V 電壓下，有小部分人，手至手的阻抗會低至是 775 Ω 。所以人體電阻用 775 Ω 替代以往的 1000 Ω 。

因此，決定金屬不是非電器裝置金屬部分的最低要求電阻是： $R = 225V / 0.005A - 775\Omega = 44,225\Omega$ ，約 45,000 Ω 。

而工作守則在 2009 年版亦由原來要求不少於 21,000 Ω 改為要大於 45,000 Ω 。

此外，在上圖 IEC 標準的《交流電 (15Hz 至 100Hz) 對人體之影響的時間 / 電流區域圖》。圖內第一、二、三、四區是標明在不同幅度電流流經個人身體（途徑是由左手至腳），在不同維持的時間內對人類的危險程度。現表列如下，供讀者參考。



Zones 區域	Boundaries 範圍	Physiological effects 生理反應
AC-1	至 0.5 mA 的曲線 a	有知覺和通常沒有“震驚”反應
AC-2	0.5 mA 至曲線 b	可能會發生知覺差和不隨意肌肉收縮，但通常沒有因電而引起的危害性生理反應
AC-3	曲線 b 之上	強力的不隨意肌肉收縮。呼吸困難。心功能受到干擾。可能會發生血液不流通。若電流幅值增大，效果會相應嚴重。通常沒有預期觸電時的器官性損害
AC-4 ¹⁾	曲線 c1 之上； c1-c2； c2-c3； 曲線 c3 以外	會可能發生病理和生理效應，例如發生心臟驟停、呼吸驟停，燒傷或其他細胞損傷。 隨電流幅度和時間增加，心室顫動亦可能會增加。 AC - 4.1 心室顫動有可能增加約 5% AC - 4.2 心室顫動有可能高達 50% AC - 4.3 心室顫動有可能高於 50%

¹⁾ 對於通過電流的持續時間低於 200 毫秒時，假若已超過相關的臨界範圍，心室顫動會在這脆弱期內啟動。至於心室顫動的數字是指電流流經左手至腳的路徑。對於其他電流路徑，必須要考慮心臟電流因數。

原文

11J 電流式漏電斷路器

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

釋義：

電流式漏電斷路器 的斷路時間，主要分為兩類：

- a) G Type (一般用途) 和
- b) S Type (選擇型) 或 T Type (時間延遲)

它們的特性如下：

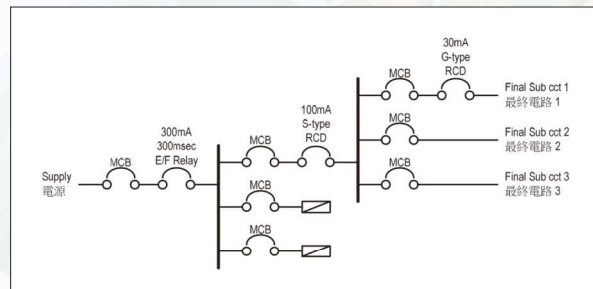
- a) G Type 是瞬時啟動的 RCD (即是沒有延遲啟動時間)
額定漏電電流時，最長跳脫時間是 200 毫秒 ($I_{\Delta n} < 200\text{ms}$)；5 倍額定漏電電流時，最長跳脫時間是 40 毫秒 ($5 I_{\Delta n} < 40\text{ms}$)；
- b) S Type or T Type 是有延遲啟動時間的功能
額定漏電電流時，最長跳脫時間是 500 毫秒 ($I_{\Delta n} < 500\text{ms}$)；5 倍額定漏電電流時，最長跳脫時間是 150 毫秒 ($5 I_{\Delta n} < 150\text{ms}$)；

		G Type (General 一般用途)	S Type(選擇型 selective)；或 T Type (時間延遲型 time delay)
	$0.5 \times I_{\Delta n}$	不啟動 No action	不啟動 No action
Min. response time 最小斷路時間	$1 \times I_{\Delta n}$	瞬時 Instantaneous	130 ms
	$2 \times I_{\Delta n}$	瞬時 Instantaneous	60 ms
	$5 \times I_{\Delta n}$	瞬時 Instantaneous	50 ms
Max. response time 最大斷路時間	$1 \times I_{\Delta n}$	200 ms	500 ms
	$2 \times I_{\Delta n}$	150 ms	200 ms
	$5 \times I_{\Delta n}$	40 ms	150 ms

(註： $I_{\Delta n}$ 是額定殘餘電流值)

例子：右圖的安排便能做到 CoP 11J (e) 的區分要求，以減低停電機會。

- 安裝一個 G-type 30mA 的漏電斷路器 (RCD) 予最終電路上。
- 安裝一個 S-type 100mA 的漏電斷路器 (RCD) 予最終電路上游位置。
- 安裝一個調校為 300mA, 300msec 的對地故障繼電器予電源處。



工作守則26 特別裝置及器具的規定

原文

26I 避雷裝置

避雷裝置應按照 IEC 62305、BS EN 62305、AS/NZS 1768、NFPA 780 或等效標準的規定安裝。

釋義：

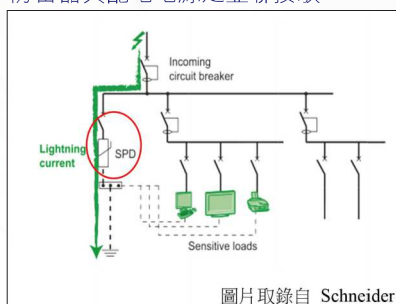
自工作守則在 2003 年版增添避雷裝置應按照國際電工標準 IEC 61024 或 英國標準 BS6651 或等效國際國家認可標準的規定安裝。

直至工作守則 2009 年版開始至 2015 年版刪減不再適合的國際標準，並按照工作守則 26I 的條文規定安排。其新舊標準分別主要如下：

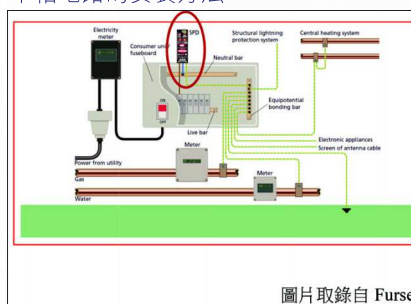
BS 6651 標準 (在 2008 年 8 月已被取締)	BS EN/IEC 62305 標準
Requirement to bond all metallic services, (gas, water, electricity etc.) to main earth terminal along the external down conductor 要求所有金屬管導設施 (氣體、水務、電力) 連同與沿路室外的避雷引下線一同接駁至總接地終端	Requirement to bond all metallic services to equipotential bonding bar. Live' electrical conductors (e.g. power, data, telecoms) bonded via Surge Protective Devices (SPDs) 要求所有金屬管導設施接駁至等電位匯流排。而用電的裝置導體 (例如：電力、數據、通訊) 則需要配置防雷器 (SPDs)

電業承辦商由 2009 年起應安排在配電箱電源裝設有線路保護防雷器，此防雷器應接駁至安全接地終端，如下圖所示：

防雷器與配電電源是並聯接駁



單相電路的安裝方法

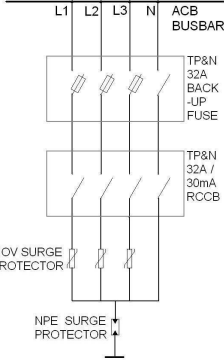
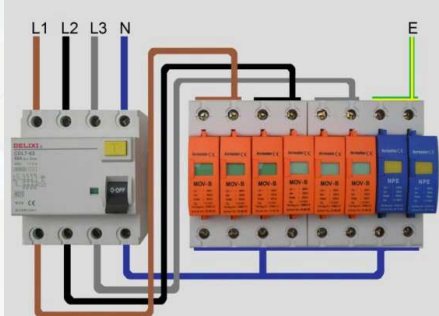




今日機電
Today's E & M

註：一般防雷器的設計是在正常運作時阻抗值是極高，只許微量電流通過，一旦有浪涌電擊情況，防雷器內阻即時會處於接近零值的低阻抗，引導過電壓及大電流通過。但近年防雷器的設計依科技進步趨向不同電子化，故此，防雷器的安裝配置均應按照生產廠家的技術指引來進行，以避免導致經濟損失。

三相電路防雷器的安排

應用於三相電路的防雷器	安裝的電路圖	特別安裝時會補償多一套
 橙色器件為 MOV 防雷器模塊 (MOV 名為 Metal Oxide Varistor 壓敏電阻) 而藍色器件是 NPE 防雷器模塊 (NPE 名為 Neutral Protective Earth)	 安裝時與其他電路並聯連接	 很多三相電路都會並聯安裝兩組防雷器，以維持單模塊損壞時，另有一組可以繼續保護設備。

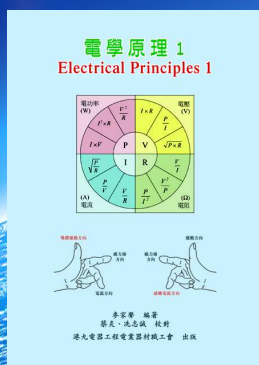
更多電力線路規例工作守則的釋義，下期今日機電再續！



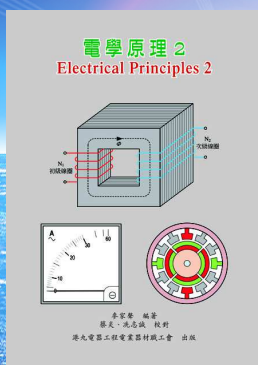
港九電器工程電業器材職工會

出版書籍介紹

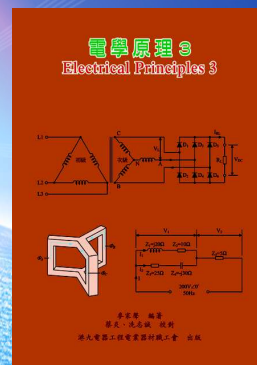
《電學原理》整套叢書共分為三冊，內容層次分明，由淺入深，全書彩色印刷，圖文並茂說明相關的電學原理，並附有計算例題作解釋，將助你解決工程上遇到的難題。



電學原理 1
電 容 1.25V
電 阻 1.25V



電學原理 2
電 容 1.25V
電 阻 1.25V



電學原理 3
電 容 1.25V
電 阻 1.25V

變流器的基本認識

鄧文熙

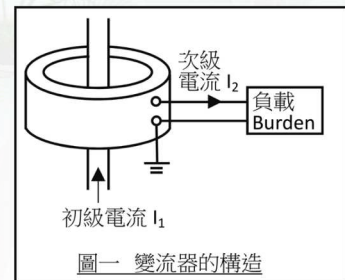
變壓器 (Voltage Transformer) 的作用是升壓和降壓，在輸配電網絡和一些日常的電器裝置都會廣泛使用；變流器 (Current Transformer，亦可稱為電流互感器) 則是用來感應初級電流而產生一個較小電流值的次級電流，變流器在電掣櫃內較為常見，量度電線電流的鉗錶也是透過變流器的運作來量度電線電流值。

變流器的工作原理

變流器主要由初級和次級線圈繞組組成 (圖一)，電線或匯流排穿過變流器的中心位置的初級線圈繞組 (Primary Winding)，初級線圈繞組感應電線或匯流排電流 (初級電流 Primary Current) 磁場後在次級線圈繞組 (Secondary Winding) 自感一個新的電流 (次級電流 Secondary Current)

變流器有不同的電流比例，例如 2500/5A 變流器是指當初級電流為 2500A 時，次級電流便會輸出 5A；相對地，若初級電流是 1000A 時，次級電流便是 2A。計算次級電流的公式為：

$$\text{次級電流 } (I_2) = \frac{\text{初級電流 } (I_1)}{\text{變流器比例}}$$



市面常見的變流器電流比例有 2500/5A、1000/5A、630/5A、400/5A 等。

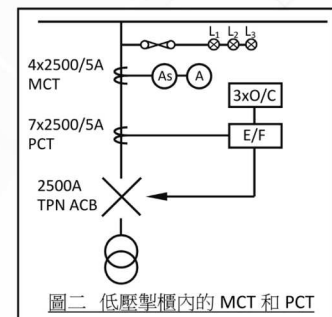
變流器次級繞組線圈不可開路

變流器的次級線圈電路不可開路，原因是次級線圈在運作時是一個電流源，如果電路開路，會在電路開路的兩端構成一個極高的電壓，有機會發生危險。為防止電路開路，變流器次級線圈需要短路或接駁一個功率負載 (Burden)，負載 (Burden) 的單位是伏安 (VA)。

變流器的類別

跟據用途，變流器主要分為兩種類別 (圖二)：

- 測量用變流器 MCT (Measurement Current Transformer)：
電流儀錶可承受的電流有限，過大的電流會對電流儀錶構成損壞，因此在量度高電流時，可透過測量用變流器 MCT 把大電流按比例轉為較低電流值的次級電流，再流經電流儀錶量度。
相比 PCT，MCT 飽和度較低和體積較小，大多是額定值的 2 至 3 倍。





例如用一個 2500/5A 的變流器來量度電線電流，當電線有 2000A 電流通過時，變流器輸出的次級電流為 4A，接駁的電流錶接收 4A 電流後，會把數值（不是電流值）增大 500 倍而顯示 2000A。

➤ 保護用變流器 PCT (Protection Current Transformer)：

主要用作電力系統的保護，高額定值的保護器件在過流時的跳脫時間可能會高於電路設計時的指定時間；當初級電流出現過流時，保護用變流器次級電流便會高於額定值而啟動連接的 IDMT 繼電器，令有關的保護器件在指定時間內跳脫。

由於要應付高的過流電流，因此 PCT 的飽和度必需要高，一般為額定值的 10 至 20 倍。

雖然 MCT 和 PCT 的功能一樣，但不建議把他們的位置對調。如果把 MCT 當作 PCT 使用，當出現大的故障電流時，因磁場飽和令變流器的次級電流未能達到應有的電流量，使 IDMT 繼電器的運作時間加長，延遲了保護器件的跳脫時間。如果把 PCT 當作 MCT 使用，當出現大的故障電流時，高磁場飽和度令變流器的次級電流高於儀錶可承受的最高電流，令儀錶損壞。

變流器的級別

變流器的線圈銅線會構成銅性損耗、電感性線圈會令電流滯後、部份電流亦會用來激磁，因此變流器輸出的次級電流與預算的電流值不一定能達至 0% 的誤差；國際電工委員會的 IEC 61869-2(儀錶用互感器第 2 部份：電流互感器的附加要求)訂立了變流器的輸出誤差可接受的範圍。另外，跟據不同的用途，用戶可選擇不同精確度的變流器。

➤ 測量用變流器 MCT 的級別：

MCT 級別 (Class)	電流誤差百分比 (%)				相角誤差 (分)			
	在額定頻率時，初級電流是額定電流的 %				在額定頻率時，初級電流是額定電流的 %			
	10	20	100	120	10	20	100	120
0.1	± 0.25	± 0.2	± 0.1	± 0.1	± 10	± 8	± 5	± 5
0.2	± 0.5	± 0.35	± 0.2	± 0.2	± 20	± 15	± 10	± 10
0.5	± 1	± 0.75	± 0.75	± 0.5	± 60	± 45	± 30	± 30
1	± 2	± 1.5	± 1.5	± 1.0	± 120	± 90	± 60	± 60
3	± 3 以內				沒有上限			
5	± 5 以內				沒有上限			

精密的儀錶通常會使用級別 0.1 或 0.2 的變流器；連接商用電錶的變流器多數為級別 1 或 3。

➤ 保護用變流器 PCT 的級別和精確度：

保護用變流器的級別 (亦稱為精確度級別) 較常見的有 5P 和 10P，亦有 15P 的 PCT；P 是保護 (Protection) 的縮寫，而 P 前的數字則是變流器的輸出誤差百分比。另外，在 P 後通常都會加上一個數字，稱為“額定精確度限制因數 Accuracy Limit Factor (ALF)”，當初級電流因故障時出現的電流相比額定電流的倍數不高於 ALF 時，輸出的綜合誤差不會大於該 PCT 級別的指定誤差百分比，額定精確度限制因數 (ALF) 主要分為 5、10、15、20 及 30。

市面較常見的保護用變流器為 5P10、5P20 和 10P20。

PCT 級別 (Class)	初級電流是額定電流的 100% 時		在額定精確度限制 因數內的綜合誤差
	電流誤差百分比 (%)	相角誤差 (分)	
5P	± 1	± 30	5%
10P	± 3	± 60	10%

以 2500/5A、10P20 的保護用變流器 PCT 為例，10 是級別 (或精確度級別)，20 是額定精確度限制因數 ALF。即是說此 PCT 在 20 倍額定初級電流 (即 $20 \times 2500A = 50000A$) 時，次級輸出電流的誤差百分比是 $\pm 10\%$ (即 $100A \pm 10\%$)，所以次級輸出電流會介乎 90A 至 110A 之間 ($I_2 = [50000 / (2500/5)] \pm 10\%$)。

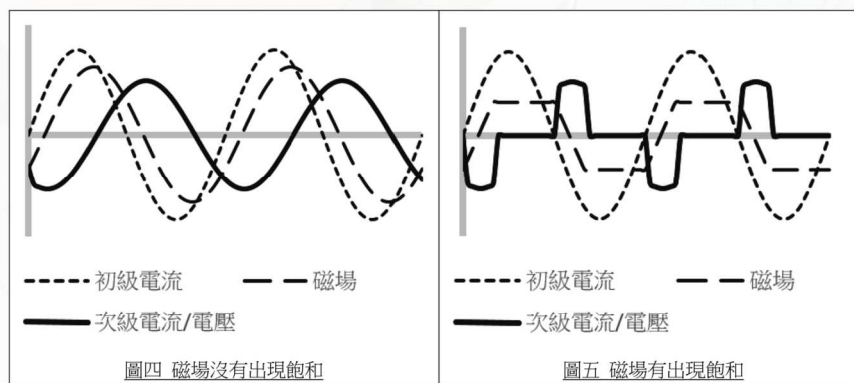
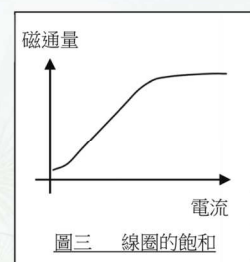
變流器飽和的問題

電流通過線圈便會產生磁場，當電流達到一定的程度時，磁場便會飽和，磁場飽和後的線圈就算電流繼續增加，輸出的磁場強度不會有明顯的增加 (圖三)。用一個 400/5A 的變流器作為例子，初級電流為 4000A 時次級電流應為 50A，假設這個變流器遇上 5 倍電流 ($400A \times 5 = 2000A$) 時便會飽和，當初級電流是 4000A 時，輸出的次級電流峰值會是大約 25A，不會達至預期的 50A。

當交流電流通過線圈繞組的變流器時，會在次級繞組自感次級電壓，而這個自感電壓是跟繞組線圈圈數 (N) 和磁通 (Φ) 變化率有關 (圖四)：

$$V_L = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

由於自感電壓需要磁通量不間斷地變化才能產生，所以在磁通量不會變動時 (即磁場飽和時)，變流器不能自感電壓和輸出次級電流 (圖五)。



此外，為防止變流器輸出的次級電壓不會因磁場飽和而影響變流器的運作，變流器應在膝點 (Knee Point) 以下運作。

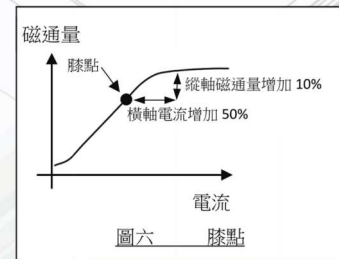


膝點

膝點的定義為當橫軸數值增加 50% 時，縱軸的數值只會增加 10%。

(圖六)

變流器應在膝點以下運作，以減少因飽和或接近飽和時令變流器輸出不能達至預期效果的風險。



導致變流器飽和的主要原因

- 初級故障電流 > 變流器初級額定電流 x 額定精確度限制因數 (ALF)

以一個 400/5A、5P10 的變流器為例，變流器初級額定電流 x 額定精確度限制因數是 $400 \times 5 = 2000A$ ，當初級電流高於 2000A 時，變流器便有可能出現飽和。

- 變流器次級電壓 > 變流器膝點電壓

以一個 400/5A、15VA、5P10、電阻為 0.2Ω 的變流器為例，變流器額定次級電壓為 額定精確度限制因數 (ALF) x (功率 / 額定電流 + 額定電流 x 變流器電阻)，即是 $10 \times (15 / 5 + 5 \times 0.2) = 40 V$ 。

因此選用的變流器的膝點電壓必須高於 40V。

總結

變流器在電力裝置量度和保護系統內都佔有重要的席位，因此在設計時必需選用合適的變流器，而接駁的有關器具 (例如電流錶，IDMT 繼電器等) 的設定亦要符合變流器的額定值。➡

工會正推行 WhatsApp 查詢服務

課程及培訓：(灣仔)：5939 6499
技術及勞工法例：(汝州街)：5939 6500
會務、活動及研討會：(廣東道)：5939 6501



手機程式 (APP) 『電器工會』



關注 WeChat 官方帳號
WeChat ID 『hkeunion』



電纜的裝甲一定可以作為這相關電路的 “及格保護導體”嗎？

陳富濟
chanfuchai@gmail.com

最近觀察了幾宗電力裝置工程，在“驗線”時都對保護導體（“水線”）的材料選擇、處理方式，各方面人員有著一些不同觀點的討論。在筆者看來，這些討論的內容對行業是有一定的普遍性，因此借用今期的一點篇幅，把使用電纜裝甲作為保護導體的情況，向各位讀者介紹和請教。

1. 電纜的裝甲可以作為相關電路保護導體的依據

1.1 CoP 對“保護導體”的指引

11C 保護導體

(1) 保護導體的類別

(a) 保護導體的類別 (見圖 11(1) 所示) 包括：

- (i) 電路保護導體；
- (ii) 總等電位接駁導體；
- (iii) 輔助接駁導體；及
- (iv) 接地導體。

(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。

1.2 電纜的裝甲可以作為相關電路及格保護導體的要求

當採取電纜的裝甲作為“保護導體”時，不少業內朋友會提出的疑問是：“這電纜裝甲材料的截面是不是足夠大？”

回答這疑問，一般是會直接從常識和經驗這兩個角度來思考：

■ 從常識的角度：電纜的裝甲除了是電纜導體和絕緣體的“機械性保護”，增強電纜的抗拉應力、防備外物的衝擊之外，還是保護電纜的導體和絕緣體的“金屬管道”，保證了裝甲電纜中某個位置的絕緣體，出現損壞而令致導體碰接上裝甲時，那“接上大地”的電纜裝甲便可以提供一個電流通路，讓這故障電流流通，從而使電源側的保護設施啟動來切斷故障電流。這樣的故障電流“出現”、“流通”和“切斷”過程，



都應該是理應如此的。換句話說，一條符合規格的裝甲電纜，它的裝甲應該能夠為這電纜本身提供“及格”的接地故障保護；

- 從經驗的角度：裝甲電纜在不同電壓系統上的使用，也都是有著悠久的歲月了。

因為基於這些常識和經驗，所以不少電力裝置的從業朋友都認為：

- 提出“電纜的裝甲一定可以作為這相關電路的‘及格保護導體’嗎？”是一個明知故問、不具有實質意義的“問題”；因此
- 當監管部門向施工/設計方要求提交這方面的數據，作為審批的依據時，大多數施工/設計方在私下的反應都會認為是一種“不切實際”的負面想法。

但是，一個包括設計、安裝……等各個工程環節的電力裝置，是不能夠只依靠常識的推斷來判定是不是及格，有根據的工程規範和數據，才是有效的證明和支持。因此，這是推動筆者提交這篇文章的一個動力。

2. 電纜裝甲的規格（“尺寸”）要多大才可以作為相關電路的“及格保護導體”？

2.1 CoP 對“保護導體”規格的相關指引（一）

討論“保護導體”的規格，CoP 表 11(2)[圖 2.1]是一定不可以缺少的。

圖 2.1

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)。

2.2 CoP 表 11(2) 中的 k_1 和 k_2

為了簡化本文的討論，筆者預備選出現時市場最常用的 BS5467(600/1000 伏特，銅導體、熱固性 (90°C，XLPE) 絕緣) 裝甲電纜作為以下討論的基礎。因為電纜的相導體和保護導體的材料分別是：“銅”和“銅線”裝甲，正是上表右方欄所說的“保護導體所用的材料與相導體不相同”的情況，所以要用上 k_1 和 k_2 的數值來計算。根據表 11(2) 的註，指出 k_1 和 k_2 的數值是可以在表 11(2)(b)、(c)……等數表中找到。

筆者現在把這幾個數表的標題摘錄在下（文字的底線是筆者所加），請讀者們試試可不可以從這些表中找出計算 BS5467 電纜 k_1 及 k_2 的數值。

- 表 11(2)(b)，“非藏於電纜內及非與電纜捆紮在一起的絕緣保護導體，或接觸到電纜表層但非與電纜捆紮在一起的獨立裸導體的 k 數值（假設最初溫度為攝氏 30 度）”
- 表 11(2)(c)，“藏於電纜內或與電纜捆紮在一起的保護導體的 k 數值（假設最初溫度為攝氏 70 度或以上）”

- 表 11(2)(d)，由電纜的護套或裝甲構成的保護導體的 k 數值
- 表 11(2)(e)，由鋼導管、管通及線槽構成的保護導體的 k 數值
- 表 11(2)(f)，裸導體的 k 數值 (在指明的溫度下不會令鄰近材料受損)

從 CoP 這些數表的標題上，可以看到都是關聯著“保護導體”的，但是這一大堆 k 數值是屬於 k_1 數值？還是屬於 k_2 數值？在 CoP 中卻似乎是沒有很清晰地說明。因此筆者需要找尋另外一些有關資料了。

BS7671 中和 CoP 表 11(2) 有著相同內容的是 Table 54.7，它的註 [圖 2.2] 說明了 k_1 是“相導體的 k 數值，可以在 BS7671 的 Table 43.1 內找到”，而 k_2 是保護導體的 k 數值。用 BS7671 相關章節的內容對照 CoP，可以得出 CoP 的表 11(2)(b) 至 (f)，全部都是保護導體的 k (即 k_2) 數值。

因為 BS7671 的 Table 54.7 內容是英文，而且所佔的篇幅也頗大，所以本文引用的資料是 GB 16895.5-2000(相等 IEC6036-4-43:1977) 的表 43.A [圖 2.3]，為了節省篇幅，筆者把這表的“註”刪去，圖中的方框是筆者所加。使用這個數表的資料來討論，是和使用 BS7671 的 Table 54.7 沒有分別。在 [圖 2.3] 中，可以找到 90°C XLPE 絕緣的銅導體的 k_1 數值是 143。

圖 2.2

k_1 is the value of k for the line conductor, selected from Table 43.1 in Chapter 43 according to the materials of both conductor and insulation.

k_2 is the value of k for the protective conductor, selected from Tables 54.2 to 54.6, as applicable.

圖 2.3

表 43A 相导体的 k 值						
	导 体 绝 缘					
	PVC ≤300 mm ²	PVC >300 mm ²	EPR/XLPE	橡胶 60℃	矿物质	
					带 PVC	裸的
初始温度,℃	70	70	90	60	70	105
最终温度,℃	160	140	250	200	160	250
导体材料						
铜	115	103	143	141	115*	135
铝	76	68	94	93	—	—
铜导体的锡焊接头	115	—	—	—	—	—
* 这个值也用于互相接触到的裸电缆。						

* 這個值也用于互相接觸到的裸電纜。

解決了 k_1 的數值，接著找 k_2 的數值便容易得多了，在 CoP 表 11(2)(d) [圖 2.4] (圖中的方框是筆者所加) 中可以找到，配合 90°C XLPE 絕緣的鋼裝甲 k_2 數值是 46。

圖 2.4

(d) 由電纜的護套或裝甲構成的保護導體的 k 數值

導體材料	絕緣材料		
	70°C PVC	90°C PVC	90°C 熱固性
鋁	93	85	85
鋼	51	46	46
鉛	26	23	23
假設最初溫度	60°C	80°C	80°C
最終溫度	200°C	200°C	200°C



依據 k_1 的數值等於 143， k_2 的數值等於 46，[圖 2.1] 便可以改寫為 [圖 2.5]。

圖 2.5

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 $\frac{k_1 S}{k_2}$ 3.11S
$16 < S \leq 35$	16	$\frac{k_1 16}{k_2}$ 49.76
$S > 35$	$\frac{S}{2}$	$\frac{k_1 S}{k_2 2}$ 1.55S

$k_1 = 143, k_2 = 46$

2.3 CoP 對決定“保護導體”規格大小的相關指引 (二)

(2) 保護導體的大小

- 保護導體如不屬電纜的組成部分，或並非由導管、管通或線槽所構成，或並非藏於線路系統的金屬外殼內，其截面積不應少於表 11(1) 所載數字。
- 在符合上文 (a) 節的規定下，按適當情況依照表 11(2)、表 11(3)、表 11(4)、表 11(5)、表 11(6)、或表 11(7) 所列數值而選擇保護導體的截面積 (但不包括等電位或輔助接駁導體及不是雙芯或多芯電纜組成的一部分)，亦可接受。另一個方法是依照 BS 7671 第 543.1.3 條所列的公式，計算保護導體的截面積。
- 如屬接地導體，守則 11H 所載規定亦適用。
- 有關等電位接駁導體及輔助接駁導體的截面積規定，分載於守則 11E 及 11F。

換言之，CoP 對決定“保護導體”的規格大小，可以總結為以下的 3 項指引：

2.3.1 根據表 11(2)，用相導體的大小來決定“保護導體”的規格大小；

2.3.2 根據電路的保護設備來決定“保護導體”的規格大小 (CoP 表 11(3) 至表 11(7))；

2.3.3 根據 BS 7671 第 543.1.3 所列的公式計算，來決定“保護導體”的規格大小。

3. BS5467 電纜產品的裝甲規格

3.1 依據 2.3.1 的要求來決定 [圖 3.1]

圖 3.1

序列	BS 5467 XLPE 絕緣裝甲電纜									
1	電纜產品導體 (S) 規格 (銅, mm ²)	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	
2	根據[圖2.5]計算出來，相對 (S) 能夠符合規定的最小裝甲截面積 (銅, mm ²)	4.7	7.8	12.4	18.7	31.1	49.7	49.7	49.7	
3	電纜產品裝甲截面積 (銅, mm ²)	4芯	17	20	22	36	42	50	70	78
4		3芯	16	19	20	23	39	45	62	68
5		2芯	15	17	19	22	26	42	42	60
6	電纜產品導體 (S) 規格 (銅, mm ²)	50	70	95	120	150	185	240	300	400
7	根據[圖2.5]計算出來，相對 (S) 能夠符合規定的最小裝甲截面積 (銅, mm ²)	77.7	108.8	147.7	186.5	233.2	287.6	373.0	466.3	621.7
8	電纜產品裝甲截面積 (銅, mm ²)	4芯	90	131	147	206	230	255	289	319
9		3芯	78	90	128	141	201	220	250	269

- [圖 3.1] 中，序列 2 和序列 7 的數據，是依據 2.3.1 的要求，並且根據 [圖 2.5] 中的數式計算出來。序列 3、4、5 和 8、9，分別是相對序列 1 和序列 6 所列出相導體的電纜產品的裝甲規格。
- [圖 3.1] 中，黃色部分是電纜產品的裝甲規格，未能達到 2.3.1 的要求。
- 因此有著黃色部分的相應規格電纜，需要進一步採用 2.3.2 或 2.3.3 所述的方法來進行決定。

3.2 依據 2.3.2 的要求

CoP 的表 11(3) 至 11(7) 是因應不同的電路保護設備，來決定“保護導體”規格大小的數表。下面列出的是它們的標題：

- 表 11(3)，“以符合 BS 88 第 2 部的高斷流容量熔斷器作保護的電路的保護導體最小截面積”
- 表 11(4)，“以符合 BS 1361 高斷流容量熔斷器作保護的電路的保護導體最小截面積”
- 表 11(5)，“以符合 BS 3871 或等效規定的第 1 及 2 類微型斷路器作保護的電路的保護導體最小截面積”
- 表 11(6)，“以符合 IEC 60898 或等效規定的第 3 類、B 類及 C 類微型斷路器作保護的電路的保護導體最小截面積”
- 表 11(7)，“以符合 IEC 60947-2 或等效規定的模製外殼斷路器作保護的電路使在 5 秒內切斷電源的保護導體最小截面積”

本文用了表 11(3) [圖 3.2] 和表 11(7) [圖 3.3] (在這兩個圖中的方框和刪減線是筆者所加) 來進行比較，電路在故障時的切斷時間是 5 秒內。

圖 3.1

表 11(3)
以符合 BS 88 第 2 部
高斷流容量熔斷器作保護的電路的保護導體最小截面積

熔斷器額定值 (安培)	6	10	16	20	32	50	63	80	100	160	200	250	315	400
5 秒內 (不包括 0.4 秒內) 內切斷電源的保護導體最小截面積 (平方毫米)	銅 1	1	1	1.5	2.5	4	6	10	10	16	25	25	35	50
	鋁 16	16	16	16	16	16	16	16	16	25	35	50	50	70
0.4 秒內切斷電源的保護導體最小截面積 (平方毫米)	銅 1	1	1	1	1	2.5								

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

圖 3.1

表 11(7)
以符合 IEC 60947-2 或等效規定的
模製外殼斷路器作保護的電路
使在 5 秒內切斷電源的保護導體最小截面積

模製外殼斷路器額定值 (安培)	30	50	60	100	150	200	250	300	400
保護導體最小截面積 (平方毫米)	銅 6	10	10	10	10	10	10	16	16
	鋁 16	16	16	16	16	16	16	25	25

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

[圖 3.4]，是依據 4 芯和 3 芯電纜產品的裝甲規格，並且把鋼材料裝甲的“等效銅質截面積”計算出來。為了方便討論，有關 2 芯裝甲電纜的資料，便不列出了。



圖 3.4

BS5467 XLPE絕緣裝甲電纜											
電纜產品導體 (S) 規格(銅, mm ²)		1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70
4芯	電纜產品裝甲截面積 (銅, mm ²)	17	20	22	36	42	50	70	78	90	131
	根據k1=143, k2=46計算出來, 電纜產品裝甲的等效銅質截面積 (銅, mm ²)	5.5	6.4	7.1	11.6	13.5	16.1	22.5	25.1	29.0	42.1
備註-1		電纜產品裝甲截面積 > CoP表11(2)的規定									
電纜產品導體 (S) 規格(銅, mm ²)		95	120	150	185	240	300	400			
4芯	電纜產品裝甲截面積 (銅, mm ²)	147	206	230	255	289	319	452			
	根據k1=143, k2=46計算出來, 電纜產品裝甲的等效銅質截面積 (銅, mm ²)	47.3	66.3	74.0	82.0	93.0	102.6	145.4			
備註		註-1	等效銅質截面積 > 70mm ²								
電纜產品導體 (S) 規格(銅, mm ²)		1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	
3芯	電纜產品裝甲截面積 (銅, mm ²)	16	19	20	23	39	45	62	68	78	
	根據k1=143, k2=46計算出來, 電纜產品裝甲的等效銅質截面積 (銅, mm ²)	5.1	6.1	6.4	7.4	12.5	14.5	19.9	21.9	25.1	
備註		電纜產品裝甲截面積 > CoP表11(2)的規定						註-2	電纜產品裝甲截面積 > CoP表11(2)的規定		
電纜產品導體 (S) 規格(銅, mm ²)		70	95	120	150	185	240	300	400		
3芯	電纜產品裝甲截面積 (銅, mm ²)	90	128	141	201	220	250	269	304		
	根據k1=143, k2=46計算出來, 電纜產品裝甲的等效銅質截面積 (銅, mm ²)	29.0	41.2	45.4	64.7	70.8	80.4	86.5	97.8		
備註		註-2					等效銅質截面積 > 70mm ²				

註 -1, 等效銅質截面積 $\geq S/2$ 。 註 -2, 依據 2.3.2 的要求再進行分析。

比對和結合了 [圖 3.2]、[圖 3.3] 和 [圖 3.4] 的內容，產生了 [圖 3.5]。

圖 3.5

序號	BS5467 3芯 XLPE絕緣裝甲電纜						
1	電纜產品導體 (S) 規格(銅, mm2)		16	70	95	120	150
2	電纜產品裝甲截面積 (銅, mm ²)		45	90	128	141	201
3	裝甲等效銅質截面積 (銅, mm ²)		14.5	29.0	41.2	45.4	64.7
4	BS 88 Fuse 表11(3)	最大額定電流 (A)	80	200	250	315	400
5		電路的保護導體最小截面積 (銅, mm ²)	10	25	25	35	50
6	IEC 60947-2 MCCB 表11(7)	最大額定電流 (A)	80	200	250	315	400
7		電路的保護導體最小截面積 (銅, mm ²)	10	10	10	16	16

3.3 依據 2.3.3 的要求

通過上述的討論，可以看到在一般的裝置條件下，電纜裝甲的規格（“尺寸”）是能夠符合作為相關電路的“及格保護導體”。有關的分析和決定的過程中，著重使用的是本文第 2 節的 2.3.1 和 2.3.2，並且結合了 CoP 表 11(2)、11(3) 和 11(7)。

但是，在本文引用的表 11(3) 和 11(7) 上，用方框套上電流量在 250A 和以上的部分，參照一般裝置電路過流保護設備的實際使用情況，以及 CoP 的有關指引，基於 Zs 的制約，都會使用 EF-IDMTL 保護繼電器。確切來說，這些相關電路的接地故障保護功能，便不可以簡單地歸類為“以符合 BS 88 第 2 部的高斷流容量熔斷器作保護的電路”或“以符合 IEC

60947-2 或等效規定的模製外殼斷路器作保護的電路”了。因為在這種接地故障保護的情況下，BS 88 高斷流容量熔斷器很大的可能是使用不上，而 MCCB 也只不過是一個受保護繼電器控制跳脫的“開關”的器件。

這時候，決定保護導體的規格，便需要使用本文第 2 節的 2.3.3 了，現在使用下列的例子來說明計算和決定。

[例] 假設電路的電流需求是 250A， Z_s 是 0.16Ω ，提供接地故障保護是使用 1.3 秒 /X10 特性的 EF-IDMTL 保護繼電器（起動特性曲線見圖 3.6），保護型變流器 (PCT) 的變比是 250/5A。試求出電纜裝甲的規格是不是可以作為相關電路的“及格保護導體”？

- (i) 預期的接地故障電流是 $220V/0.16\Omega = 1375A$
- (ii) 預期在接地故障時，切斷電流的時間最短是 0.12 秒 ($PS=0.5A$, $TMS=0.1$, $PSM>20$)，最長是 1.15 秒 ($PS=2.0A$, $TMS=1$, $PSM\approx 14$)
- (iii) 保護導體（電纜裝甲）的最小規格 S （鋼， mm^2 ），根據 BS 7671 第 543.1.3 所列的公式 [圖 3.7] 計算是： $I = 1375A$ ， $t = 1.15$ 秒（最長的切斷電流時間）
- (iv) $k = 46$ ，裝甲規格 $S = 32.1$ （鋼， mm^2 ）
- (v) 對照 [圖 3.1]，符合 BS 5467 標準相導體在 10 mm^2 和以上的 3 芯電纜，或相導體在 6 mm^2 和以上的 4 芯電纜，其電纜的裝甲都可以是及格的“保護導體”。

圖 3.6

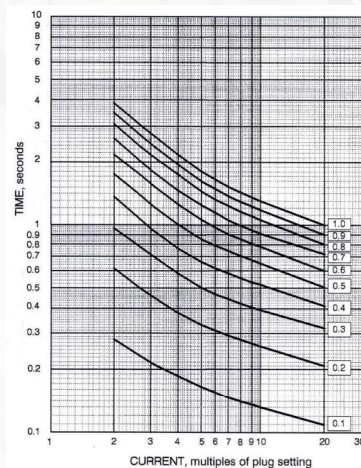


圖 3.7

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

4. 裝甲電纜的終端處理

裝甲電纜的終端處理可以分成兩個部分討論。

4.1 裝甲電纜的終端接頭 (Cable Gland) [圖 4.1] 的正確選用和裝設

- 每一種規格的裝甲電纜，都是有著相應規格的終端接頭，通過相關生產廠家的規格文件，便可以找到正確的配合；
- CoP 守則 25D(7) 有著頗為詳細的裝設指引。
- [圖 4.2] 是 M40 常用終端接頭產品的結構（不包括膠套），最大可以配合 70 mm^2 4 芯 BS 5467 裝甲電纜；
- 鎖緊螺母的平面接觸面積大約 370 mm^2 ，[圖 4.3] 和 [圖 4.4]；
- 接地環連通（由環形通往螺絲孔）位置的截面積大約是 50 mm^2 ，[圖 4.5] 和 [圖 4.6]。

圖 4.1



圖 4.2



圖 4.3



圖 4.4



圖 4.5



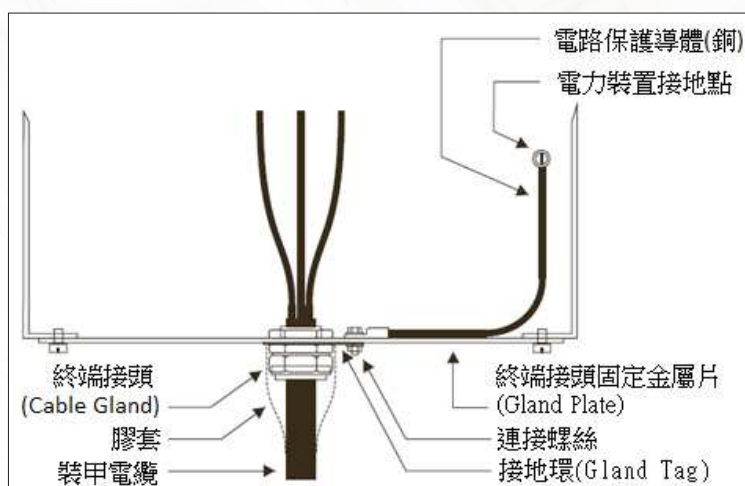
圖 4.6

4.2 裝甲電纜終端接頭和接地裝置的連接

在裝甲電纜合適地裝上了終端接頭後，下一個步驟便是怎樣把這終端接頭和電力裝置的接地裝置連接。這步驟是包括了使用電纜裝甲作為電路的保護導體，或是使用獨立的保護導體（“真水”）都不應該忽略。在筆者看來，這是影響裝甲電纜裝設品質的一個重點環節。

[圖 4.7]，是筆者從互聯網收集的圖片（註釋原文是英文，中文是筆者翻譯），它是比較形象化地表達出一些裝甲電纜終端連接的重點。特別是由終端接頭接地環接向電力裝置接地點（接地終端）的那一截“電路保護導體（銅）”，根據筆者最近的觀察，有不少的新裝置，仍然沒有考慮安裝這一小截連接導體。

圖 4.7



4.2.1 終端接頭與固定片 (Gland Plate) 的連接處理

裝甲電纜的終端接頭一般會連接在鋼線槽 [圖 4.8]、掣箱的金屬本體 ([圖 4.9] [圖 4.10])、或是電掣櫃的固定片上 [圖 4.11]。從這些圖片可以看到，電纜裝甲的接地功能優劣，除了電纜裝甲和終端接頭的施工工藝外，一定程度上還是取決於電纜終端接頭 / 獨立接地導體和鋼線槽、掣箱的金屬本體或電掣櫃固定片之間的連接效果。



圖 4.8

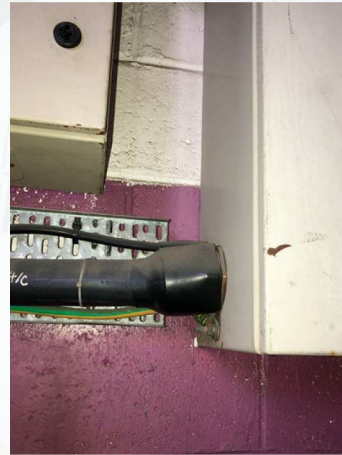


圖 4.9



圖 4.10



圖 4.11

以下的討論，是以 70mm^2 4 芯 BS 5467 裝甲電纜，配合 [圖 4.2]~ [圖 4.6] 的終端接頭為例子。

從 [圖 4.8] 可以看到電纜裝甲與接地系統 (鋼線槽) 的連通途徑將會是：電纜裝甲 (鋼， 131mm^2) ⇌ 終端接頭的接觸面 ⇌ 接地環的接觸面 ⇌ 鋼線槽的接觸面 (鋼， 370mm^2) ⇌ 電路保護導體 (銅) [如果有安裝]。

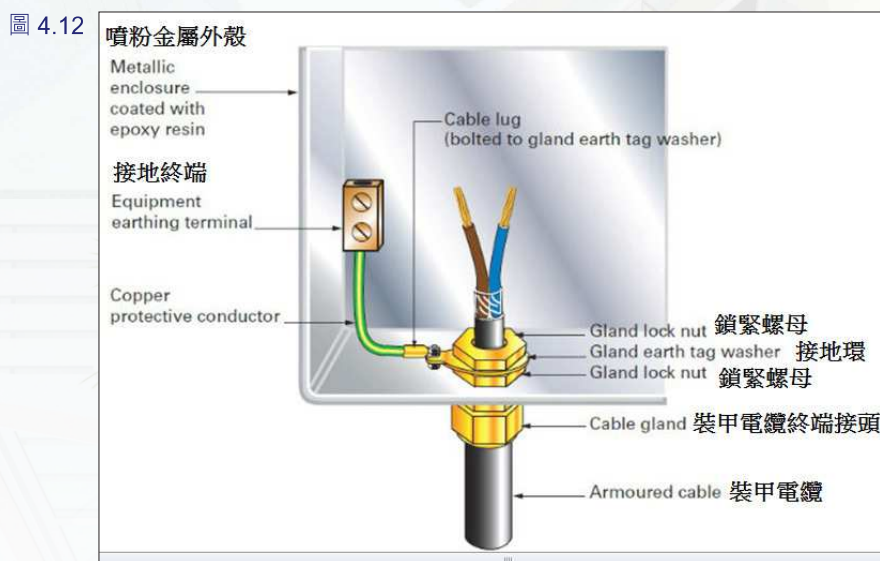
但是從 [圖 4.9] 和 [圖 4.10]，可以看到掣箱的金屬本體和電掣櫃固定片的接觸表面，都是塗上防鏽油漆，或是經過“噴粉”處理，從電氣角度上來說，這些防銹材料都不是具有良好導電性能的



物料。因此在這情況下，如果像這兩張圖所顯示的沒有把和裝甲電纜終端接頭接觸位置的“油漆”除去，電纜裝甲與接地系統的連通途徑將會是：電纜裝甲 (鋼， 131mm^2) $\rightarrow$ 終端接頭 $\rightarrow$ 接地環連通截面 (銅， 50mm^2) $\rightarrow$ 連接螺絲 $\rightarrow$ 電路保護導體 (銅) / 掣箱的金屬本體 / 電掣櫃固定片。在這樣的途徑中，連接螺絲 (假定使用 M8) 的連通截面積也是大約只有 50mm^2 (銅)，大大少於 70mm^2 4 芯 BS 5467 裝甲電纜的產品裝甲截面積 (鋼， 131mm^2)。

有些電工會在裝上終端接頭前，把和終端接頭、鎖緊螺母接觸範圍的防銹油漆刮去，以期改善連通效果，但是這卻會減低了掣箱 / 電掣櫃的防銹。

最近在互聯網看到一種可以解決上述“連通 / 防銹”問題的一種簡單可行方法。[圖 4.12]



5. 結束語

進行一宗電力工程的設計和施工時，除了考慮成本、材料處理、人力資源安排等等因素外，工程規範的依據和材料的合理使用，也是非常重要。

今天，在使用裝甲電纜的工程上，可以看到不少都是會採取加裝獨立保護導體 (“真水”) 的方式，這可能因為工程的設計者和施工者都認為這是一種比較“安全”的做法，而且這“安全”也包括了認為在“驗線 (收)”時，會減少需要提交“工程規範依據”的阻礙。但是有沒有落實處理電纜裝甲確切有效接地的保證，卻不見得會受到重視。同時，如果在工程的設計階段，便把工程規範的依據列入考慮，這些在“驗線 (收)”時，也根本不會出現困擾。

現時整個世界都積極地推行“節能減廢”，在工程上也應該鼓吹和貫徹這個保護環境的原則，從工程的設計階段開始，便需要考慮減少材料的浪費。“有大無壞”、“有加多無減小”的觀點日漸被摒棄，代之而起的是“精心設計，用心施工，物盡其用”的環保觀念。基於這觀念出發，裝甲電纜的裝甲在規範和經驗上，都是可以擔當及格保護導體的功能和要求，再去加裝獨立保護導體 (“真水”) 的做法，是不是一種對地球資源的浪費？值得電力裝置行業的從業員們去思考一下了。

本文不少的圖片，是由多位業內朋友提供；同時在撰寫的過程中，也在互聯網上摘取了很多資料，筆者在這裏一併致以謝意。☺

塑殼斷路器概述（接地故障環路阻抗值的謎思續篇）

孫名林 / 王道洪編寫

引言：有關上期文章接地故障環路阻抗值的謎思的結尾提及當接地故障環路阻抗太低（如低至工作守則表 11（5）中所述的數值），同時裝置的過流保護是採用 BS3871 微型斷路器時，將出現接地故障環路阻抗越低，所用的保護導線將越大，皆因這類斷路器的通泄能量太高，因而令電纜的截面積增大。但為什麼較新的型號 BSEN 或 IEC60898 則沒有如 11(5) 的相應表，其原因主要是結構上設計的改良，令通泄能量降低，才沒有出現如上述舊標準 BS3871 的情況。而若要明白箇中原因，必須知悉塑殼斷路器的結構及原理，所以今篇特邀理工大學資深研究員王道洪提供及整理部分相關資料，以饗大眾。

1) 簡述

塑殼斷路器作為低壓配電的重要元件，它對電力的傳輸和分配，電路的控制與保護發揮重要作用。塑殼斷路器的主要作用是正常情況下接通和斷開電路中的負荷電流，以及在發生電力故障時能夠迅速切斷故障電流，防止故障擴大，保護電力系統安全穩定運行，因為塑殼斷路器能夠在電流超過脫器的電流設定後自動切斷電流。塑殼指的是用塑料絕緣體來作為裝置的外殼，用來隔離導體之間以及接地金屬部分。常用的額定電流共有以下幾種 16，25，30，40，50，60，75，80，100，125，160，200，225，250，315，350，400，500，630 A。

最初的限流型塑殼斷路器是將標準型斷路器與熔斷器串聯，利用熔斷器的限流特性來限制電流。它的優點是結構簡單，但缺點是體積較大，以及熔絲一旦熔斷，需要維修更換。而塑殼斷路器由於結構非常緊湊，並且是封閉式，塑殼斷路器基本無法檢修，使用上大多數採用手動操作。過電流脫扣器有熱磁式和電子式兩種，一般熱磁式塑殼斷路器為非選擇性斷路器，僅有過載長延時及短路瞬時兩種保護方式，電子式塑殼斷路器可以有過載長延時、短路短延時、短路瞬時和接地故障四種保護功能。

2) 工作原理

低壓斷路器的主觸點是靠手動操作或電動合閘的。主觸點閉合後，脫扣機構將主觸點鎖在合閘位置上。過電流脫扣器的線圈和熱脫扣元件的熱元件與主電路串聯。當電路發生短路或嚴重過載時，過電流脫扣器的銜鐵吸合，使脫扣機構動作，主觸點便能夠斷開主電路。當電路過載時，熱脫扣元件的熱元件發熱使雙金屬片上彎曲，推動脫扣機構動作，主觸點也能夠斷開主電路。



3) 主要參數

i) 額定電壓

斷路器銘牌上的額定電壓是指斷路器主觸頭的額定電壓，是保證斷路器觸頭長期正常工作的電壓值。

ii) 額定電流

接觸器銘牌上的額定電流是指斷路器主觸頭的額定電流，是保證斷路器觸頭長期正常工作的電流值。

iii) 脫扣電流

脫扣電流是使過電流脫扣器動作的電流設定值，當電路短路或負載嚴重超載，負載電流大於脫扣電流時，斷路器主觸頭分斷。

iv) 過載保護電流、時間曲線

過載保護電流、時間曲線，為反時限特性曲線，過載電流越大，熱脫扣元件動作的時間就越短。

v) 額定極限短路分斷能力 I_{cu}

斷路器的分斷能力指標有兩種：額定極限短路分斷能力 I_{cu} 和額定運行短路分斷能力 I_{cs} 。額定極限短路分斷能力 I_{cu} ，是斷路器分斷能力的極限參數，分斷幾次短路故障後，斷路器分斷能力將有所下降。額定運行短路分斷能力 I_{cs} ，是斷路器的一種分斷指標，即分斷幾次短路故障後，還能保證其正常工作。對塑殼式斷路器而言， I_{cs} 只要大於 25% I_{cu} 就算合格，目前市場上斷路器的 I_{cs} 大多數在 (50%—75%) I_{cu} 之間。

vi) 微型斷路器的脫扣特性

1. 斷路器脫扣特性分為 A、B、C、D、K 等幾種，各自的含義如下：

A 型脫扣特性：瞬時脫扣電流為 (2~3) I_n ，適用於保護半導體器件線路，帶小功率電源變壓器的測量線路，或線路長且短路電流小的系統；

B 型脫扣特性：瞬時脫扣電流為 (3~5) I_n ，適用於住戶配電系統，家用電器的保護和人身安全保護；

C 型脫扣特性：瞬時脫扣電流為 (5~10) I_n ，適用於保護配電線路以及具有較高接通電流的照明線路和電動機回路；

D 型脫扣特性：瞬時脫扣電流為 (10~20) I_n ，適用於保護具有很高沖擊電流的設備，如變壓器、電磁閥等；

K 型脫扣特性：具備 1.2 倍熱脫扣動作電流和 8~14 倍磁脫扣動作範圍，適用於保護電動機線路設備，有較高的抗沖擊電流能力。

2. I^2t 特性的分類：

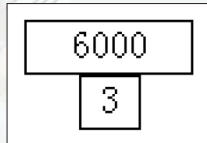
i. I^2t 值的大小反映了 MCB 限流性能的好壞，在短路試驗過程中測得的 I^2t 值越小，表示 MCB 的限流性能好，對系統產生的熱應力和電動應力越小。

ii. 在歐洲標準 EN60898 和 VDE0641 中為了保證短路時斷路器對導線的保護以及對前級熔斷



器的選擇性，要求對斷路器根據其短路試驗時測得的 I^2t 值來劃分限流等級，限流等級分為 1、2、3 三個等級，並標志在斷路器上。

標志方法為用一個正方形中的數字表示，並位於表示短路分斷能力的長方形下面。



iii. 限流等級 3 的允許通過的 I^2t 值最小，而限流等級 1 則不規定允許通過的 I^2t 極限值，基本上沒有限流作用。

iv. 下表為額定電流大於 16A 至 32A 的 MCB 最大允許 I^2t 值

額定分斷能力 (A)	能量限制等級				
	1	2		3	
	最大 I^2t (A ² s)	最大 I^2t (A ² s)		最大 I^2t (A ² s)	
	B和C特性	B特性	C特性	B特性	C特性
3000	沒有規定極限值	40 000	50 000	18 000	22 000
4500				32 000	39 000
6000		130 000	160 000	45 000	55 000
10000		310 000	370 000	90 000	110 000

v. 限流等級 3 的優點：

1. 在分斷短路電流時通過導線的 I^2t 值只有限流等級 2 的 1/2 至 1/3 左右，限流等級 1 的 1/4 至 1/10 左右，大大減少通過導線的短路電流能量，可以減少導線的截面，提高導線的利用率。
2. 可以提高系統的選擇性保護，發生故障時，限流等級 3 限制了通過斷路器和導線的 I^2t 值，只要 I^2t 值小於熔斷器的熔化 I^2t 值，就能確保斷路器和熔斷器之間的選擇保護，使靠近故障點的斷路器切斷故障電路，保證其他電路的供電可靠性，提高電網的利用率。
3. 採用限流性能好的斷路器，減少短路能量對系統的沖擊，對保護系統有利，提高系統的供電可靠性。有些國家的安裝接線技術條件規定民用建築一定要用限流等級 3 的斷路器。

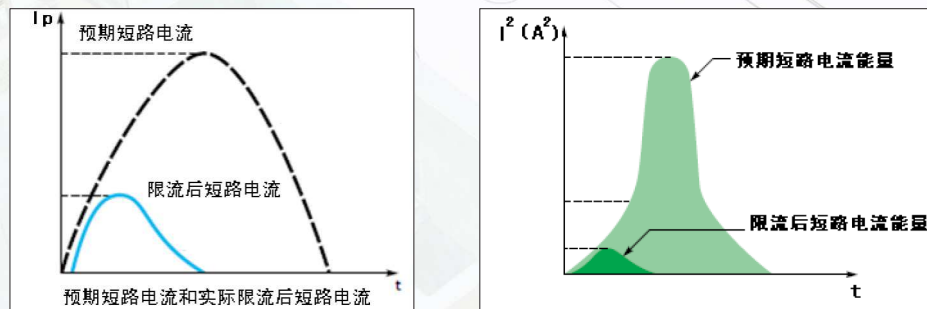
vi. 限流原理

MCB 保護功能是預防線路和電氣設備在短路情況下免受熱效應和電動力效應的破壞。根據焦耳定律，通過 MCB 的能量積分公式為：

$$E = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

為減小這些應力，具有限流功能的 MCB 可以在短路電流到達其第一個峰值之前啟動斷開操作，快速消滅觸點之間的電弧。

下圖顯示了預期短路電流和限流後短路電流波形圖和能量圖。



限流等級 1，用于一般要求， I^2t 等于一个整半波，分斷時間 < 0.1 秒。限流等級 2，用于中度要求， I^2t 等于一个整半波的 $1/3$ ，分斷時間 < 8.5 毫秒。限流等級 3，用于高度要求， I^2t 等于一个整半波的 $1/10$ ，分斷時間 $< 6.5\text{ms}$ 毫秒，這部分的資料來自正泰 CHINT MCB。
(註：基於供電頻率為 50 週，半個波形為 $1/100$ 秒， $1/10$ 波形的時間即 $1/1000$ 秒)

4) MCB內部結構

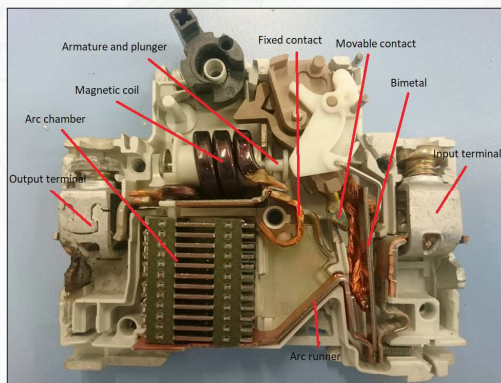


圖 1 塑殼斷路器內部解剖

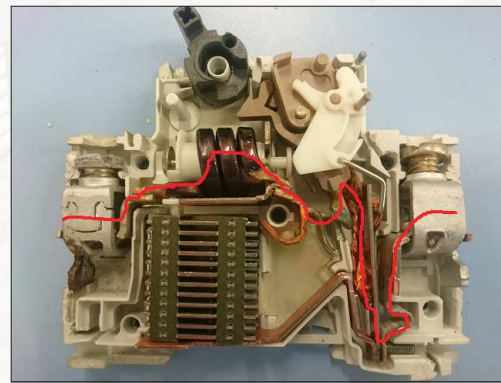


圖 2 塑殼斷路器電流路徑

圖 1 是塑殼斷路器的解剖內部結構。塑殼斷路器主要包括輸入端子，雙金屬片，動觸點，靜觸點，電樞和柱塞磁線圈，滅弧室，電弧滾環和輸出端子。電流的流通路徑如圖 2 所示，電流流過輸入端子，熱脫扣元件，動觸點，靜觸點，磁性脫扣元件和輸出端子。

塑殼斷路器包括過載和短路保護。持續的過載將會觸發熱脫扣元件動作。這個熱脫扣元件包括一個雙金屬片，雙金屬片是由二種或多種具有合適性能的金屬或其它材料所組成的一種複合材料。雙金屬片由於兩個金屬片的熱膨脹系數不同，當溫度變化時，雙金屬片的整體就會向一側彎曲。彎曲的雙金屬片拉動機械杠桿，使可動接觸與靜接觸分開。

短路電流將使磁性脫扣元件動作脫扣。當短路電流流過電磁線圈時，會產生磁場，推動電樞和柱塞。電樞和柱塞通過機械杠桿使動觸點與靜觸點分開。

塑殼斷路器是采用機械開關斷開負荷，斷開瞬間不可避免會在動，靜觸頭間產生電弧。如果電弧不能及時消滅，會損壞塑殼斷路器。因此，大多數的塑殼斷路器都有一個滅弧室。滅弧室是由許多並排的

滅弧柵組成。滅弧柵是低壓斷路器（空氣開關）中廣泛採用的滅弧方法，在空氣中電弧在熱氣流作用下（或電磁力作用下）將電弧拉入滅弧柵內，將長電弧分成多段短電弧，滅弧柵使電弧的溫度迅速降低而熄滅，從而起到滅弧效果。

5) 一般選用原則

在選用塑殼斷路器時，需根據負荷的實際參數選擇。一般的選用原則如下：

- i) 斷路器的額定工作電壓 $\geq$ 線路額定電壓。
- ii) 斷路器的額定電流 $\geq$ 線路負載電流。
- iii) 斷路器的額定短路通斷能力 $\geq$ 線路中可能出現的最大短路電流。
- iv) 線路末端單相對地短路電流 ≥ 1.25 倍斷路器瞬時脫扣器整定電流。
- v) 校核斷路器允許的接線方向，有些型號的斷路器只允許上方進線，有些型號沒有規定。

6) 塑殼斷路器故障案例

塑殼斷路器由於可靠性和安全性較高，已經廣泛用於各種配電支路，保護各類負載。但由於各種原因，塑殼斷路器也有可能發生故障。如圖 3 所示，塑殼斷路器內部發生爆炸，導致斷路器被燒毀。經調查，發現這是由於斷路器內部導體接觸不良而引起斷路器爆炸。這是一起單一事件，是由於生產廠家產品不良造成的。



圖 3 塑殼斷路器內部爆炸

7) 新型電子斷路器

大多數的塑殼斷路器都採用機械開關斷開負荷，不可避免需要配有滅弧室。而且機械開關執行速度較慢（大約 0.1s），對一些嚴重的短路事故，未能迅速的切斷電源，從而未能避免嚴重事故。開發一種新型的電子斷路器可以很好的解決上述問題。這種電子斷路器，沒有滅弧室，開關執行速度快（ $<30\text{ms}$ ）。如圖 4 所示，電子斷路器的開關由繼電器和半導體開關器件組成。半導體開關（Electrical switch）與隔離繼電器（Isolator switch）串聯後，與主繼電器開關（Main switch）並聯。由於半導體開關器件的導通阻抗遠大於繼電器，因此半導體開關器件只工作在混合電源開關的開通和斷開瞬間。半導體開關器件沒有機械觸點，在開通或斷開負荷時，不會產生電弧。因此使用半導體的開關器件，無需配備滅弧裝置。

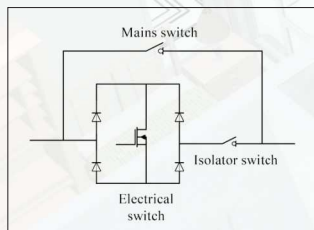


圖 4 混合電源開關

當電子斷路器閉合時，主繼電器和隔離繼電器閉合，而半導體開關斷開。當電子斷路器檢測的負荷出現短路，過載，或漏電時，半導體開關開通同時主繼電器關斷，由於半導體開關速度非常快 ($<1\mu s$)，半導體開關開通後，主繼電器仍然處於閉合。由於半導體開關的阻抗大於主繼電器，因此電流仍然流過主繼電器。當主繼電器的觸點開始分離時，由於半導體開關和隔離繼電器都處於導通狀態，使得主繼電器的兩個觸點在分離時，其兩端電壓一直保持很低的電壓值，限制了電弧的產生。主繼電器斷開後，半導體開關和各類繼電器也相繼斷開，從而完成斷開操作。因此這種混合電源開關，無需滅弧裝置。而且開關的驅動裝置為電子式，因此，開關速度比一般塑殼斷路器更加迅速。同樣，混合電源開關開通時，半導體器件開關和隔離開關先導通，電流流過半導體開關器件。但主繼電器開通後，半導體開關器件被旁路，電流流過主繼電器。然後半導體開關器件關斷，完成混合電源開關的開通過程。

8) 結論

i) 本文對塑殼斷路器的工作原理和分類以及選型進行了介紹，而塑殼斷路器是采用機械開關切斷負荷，因此需要配備滅弧室，而且塑殼斷路器的開關驅動裝置也為機械式，導致開關速度較慢。

ii) 本文介紹的新型電子斷路器，採用了半導體開關承擔開通和斷開的任務，實現了無觸點開關，限制了電弧的產生，無需配備滅弧裝置。另外開關的驅動為電子式，加快了開關的速度，進一步改善了開關對故障的處理和對負荷的保護。

iii) 因如“接地故障環路阻抗值的謎思（上篇）”所說的，一般舊式 **BS3871 MCB** 內的基本機械切斷時間只能達至約 **0.1** 秒的速度，最終導至故障電流太大又無法加快切斷速度，令通泄能量太大而引致 **MCB** 損壞。但只要裝置採用本文介紹的 3) (v i) “微型斷路器的脫扣特性”中第 2 段“ I^2t 特性分類的解釋”中的第 3 級限流等級 **MCB** 作保護時，便能做到如該段的解說般限制通泄能量的量值是在半個正弦波的十分之一，即其檢測反應速度加上切斷速度達 **6.5** 毫秒以下，在德國標準方面，更可以達 **5** 毫秒以下，這樣便可解決上述舊式 **BS3871 MCB** 所存在的問題。而現今的 **MCB** 都是 **BSEN60898** 都是檢測反應速度加上切斷速度達 **6.5** 毫秒以下，即第 3 級限流等級，所以便沒有出現如 **BS3871 MCB** 存在的問題。👉

註：部分參考資料來自百度百科；上海電料電器 **MCB** 培訓講義；正泰 **MCB** 培訓講義



Irish Cables

蔡世光

Irish Driver-Harris, Irish Cable and Wire, IDH Cables

1934 愛爾蘭工業局 (Irish Industrial Authority), Harry Lauder 和 Driver-Harris Company 商討在愛爾蘭建立第一間電纜廠，Irish Driver-Harris 正式在 New Ross, Wexford 成立以生產低壓電線為主。



70 年代，Irish Driver-Harris 開始尋求除英國外的出口市場，同一時期成立於 1972 年的 Irish Cable and Wire (ICW)，生產低中壓電力電纜，亦有同一目標，由於大家的產品線不互相競爭反而是互補，Irish Driver-Harris 跟 Irish Cable and Wire 合作一同開發出口市場。

Irish Driver-Harris 跟 Irish Cable and Wire 合作供應優質電纜電線，品種包括 PVC、低煙無鹵、防火、預佈線燈喉……超過 80 年，市場統稱 IRISH CABLES.

2014 年 Irish Driver-Harris 被 Wilms Group (歐洲最大的私有電纜公司) 收購合併後改名 IDH Cables. IDH Cables 繼續保留了 Irish Driver-Harris 的優良傳統，自 1934 在同一個地點 (Millbanks New Ross, Co. Wexford, Ireland) 繼續生產優質電纜。





過去由於 Irish Driver-Harris 跟 Irish Cable and Wire 的長期協力合作，令 Irish Cables 在東南亞包括香港成為一個廣泛接受的電纜品牌，成功打入市場並佔有一定市場份額，Irish Cables 的名字仍然存在電纜市場各持份者心中。

今日愛爾蘭只有 IDH Cables 一間電纜工廠仍然生產高品質有認證的電線電纜，也只有 IDH Cables 能稱為 Irish Cables。

IDH Cable 生產的電線電纜都擁有 B A S E C 和 L P C B 的認證，這都是品質的保證，（IDH Cables / Irish Driver-Harris Cables）是歐洲大陸第一間電纜廠拿到 2 小時加強版防火電纜的 L P C B 認證，IDH Cables 一直在特別電纜領域中保持創新及領先地位。



Kilflam 1000 系列，自 1 9 9 5 IDH Cables 不停創新配合最新最高的認證要求，亦不斷擴充系列，配合鐵路、摩天大廈、消防系統等……對安全的特高要求。



在歐洲、美洲、中東、東南亞及香港不同項目都採用 IDH Cables，Irish Cables 不是一個過去的品牌，IDH Cables 繼承了 Irish Cables 的光輝並持續推廣 Irish Cables。





中央冷氣系統冷凍水喉冰喉工序介紹

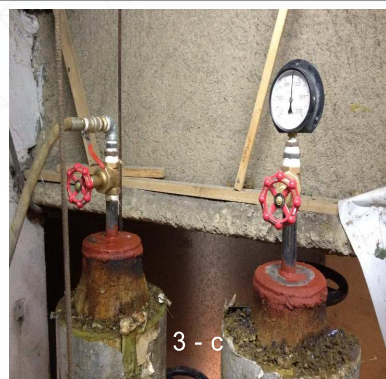
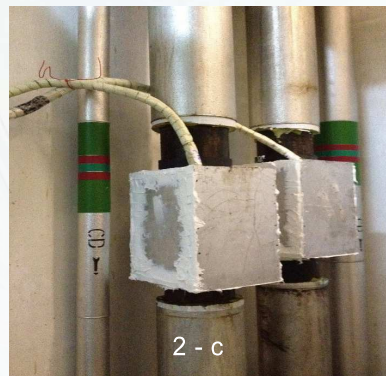
Introduction for chiller water pipe freezing

謝瑞龍 Jerry Tse

中央冷氣系統冷凍水喉冰喉 / 雪喉一般係利用液態氮氣 N₂ (Nitrogen Gas) 在極低的溫度和溫度受到控制下，把冷氣水喉管道內的水轉化成冰，視乎冷水喉的直徑大細，一般冰柱大概長達 1 米，當冰塞成熟形成，加水制或其他維修工程便可展開，而無需大量排掉水喉內的冷凍水。

以下介紹在風櫃房內冷凍水喉主喉加水制工序：

項目	工序
1. 準備工作	a) 拆除冷凍水喉 (直位) 蝦殼和保溫以便安裝冰喉模
	b) 測試去水制和排水位，確保排水位暢通
	c) 備水源入水和洗機泵冰喉後做水壓測試
	d) 準備好保路華抽氣扇抽走冰喉時氯化反的氮氣
	e) 加水制要焊好法蘭位和入水排水位并做好水壓測試，減少冰喉時間
	f) 所有冰喉五金工具和燒焊電源也要檢查妥當
	g) 運送液態氮到風櫃房
2. 開始冰喉	a) 通知管理處開始冰喉，同理隔離消防警鐘
	b) 關掉分層大制，確保此喉內冷凍水不流動
	c) 冷喉模夾緊冷凍出 / 回水，注入液態氮氣
	d) 不斷注入液態氮氣并檢查冷凍水喉表面溫度是否達到冰喉的要求和溫度是否受到控制
3. 砍喉加制	a) 放冷凍喉水，沒有大量冷凍水流出
	b) 砍喉燒焊加水制
	c) 向冷凍喉入水，冷凍喉高位放氣，加壓試漏
4. 熔冰完工	a) 用熱風槍 / 發熱管或風扇向冰喉位置加熱熔冰
	b) 確保冰條熔曬才可以包回保溫，因為冰條有機會在包回保溫下再形成冰條塞阻冷凍水正常供應
	c) 通知管理處冰喉完工，還原消防警鐘
	d) 開水制，試冷氣，送走液態氮空罐，清場
5. 冰喉好處	a) 方便：只需排掉少量冷凍水
	b) 靈活：無需關掉整個運作中的系統
	c) 節省時間：縮短系統停機時間



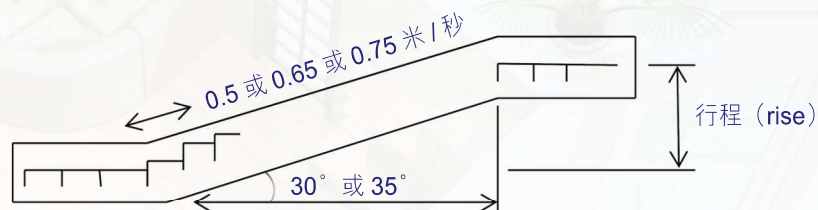
電扶梯改為調頻降速方案

Method to Frequency Conversing and Speed Reducing Operation of Escalators

葉樹德
電梯公司 高級工程師 (RE)

導言

根據歐盟標準 EN 115-2010，電扶梯的運行速度 (speed) 是 0.5 米 / 秒、0.65 米 / 秒和 0.75 米 / 秒三種。而水平傾斜角度 (inclination angle) 有 30° 和 35°。而 35° 斜度的電扶梯又規定其合約速度不得超過 0.5 米 / 秒和提升高度 (rise) 不得超過 6 米高。



一般香港街市及商場的電扶梯速度為 0.5 米 / 秒和斜度 30°，而港鐵大部份月台電扶梯速度最快是 0.75 米 / 秒和斜度 30°。街市環境比較濕和滑，而買餸又多是婦女及長者，拿著餸菜便沒有手緊握扶手帶，很多時導致失平衡跌倒受傷的意外。而港鐵服務的更由嬰兒至 90 多歲的乘客，造成失平衡受傷意外有多種原因：(1) 飲醉酒、(2) 拉著旅行箱失平衡、(3) 突然頭暈、(4) 卡了鞋、鞋帶、衣服、螺絲或嬰兒車轆在梯梳或鞋和衣物卡在裙腳板與梯級邊間、(5) 長者不習慣 0.75 米 / 秒的高速電扶梯、(6) 被旁邊行走的乘客撞倒等等。每月有多宗跌傷的送醫院意外。綜合所有意外數字及原因，得出一個答案是電扶梯速度愈慢，意外愈少。因此街市和港鐵的電扶梯擁有人 (escalator owner) 經檢討及分析，都認為速度快是對老人家較不適合，對時常發生意外的電扶梯應降低其合約速度，港鐵並以黃色扶手帶和毛刷表示常生意外的電扶梯，希望用標示及減速來減少乘客意外受傷。

其實就算降低電扶梯速度之前和之後，也應要事先進乘客教育。要多些宣傳電扶梯的乘搭安全及注意要點、多些告示、標誌及廣播、引導有行李箱、小貨物車、嬰兒車、小孩、飲了酒和年老的乘客去乘搭升降機等等。



圖一 標誌



圖二 標誌



圖三 標誌



圖四 告示



圖五 告示



圖六 告示

解決降低電扶梯的合約速度的方案：

一般電扶梯的合約速度是固定不變，因此要進行加改才可改變電扶梯的速度。

方案一： 更換較少齒的減速箱驅動鏈輪，以達到減速目的。一般減速箱驅動鏈輪多是 17 齒，如果要再減少鏈輪齒數，需要用變位鏈輪，那麼較容易造成脫鏈機會，造成意外事故，此方案較不安全。



圖七 驅動機器



圖八 驅動鏈輪

方案二： 增加驅動電動機磁極數目。更換驅動電動機磁極數目，需將電動機更換或翻繞多磁極電動機。此方案需定購或翻繞一個較多磁極的電動機，定購或翻繞需時及需工人搬運及安裝，比較時間長、工序繁複、價錢貴和不能隨著要求改變而可調節速度。此方案可行但較不實際。

$$\text{電動機的轉速 } n = \frac{120f}{P} \text{ (轉 / 分)}$$

P = 電動機的磁極數目

f = 電壓頻率 (赫茲)



將磁極數目增加，便可將驅動電動機速度降低。

例如：四極 50Hz 電動機改為六極 50Hz 電動機的轉速為：
原本四極電動機的轉速為：

$$\text{電動機的轉速 } n = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50\text{Hz}}{4} = 1500 \text{ 轉 / 分}$$

轉為六極電動機的轉速為：

$$\text{電動機的轉速 } n = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50\text{Hz}}{6} = 1000 \text{ 轉 / 分}$$

方案三：選用調壓調頻來降速。加裝一個 VVVF 變頻器和改一少部份電路便可，操作和調速方便。但原本的電動機是以直接起動或星角起動設計，而沒有以全頻方式要求來設計。因兩者設計標準不同，如改用調頻方式，調速會使鼠籠式定子繞組的絕緣加速老化，可能使繞組燒燬，必須做好風險處理。

$$\text{電動機的轉速 } n = \frac{120f}{P} \text{ (轉 / 分)}$$

P = 電動機的磁極數目

f = 電壓頻率 (赫茲)

將頻率降低，便可將驅動電動機速度降低。

例如：頻率 50Hz 四極電動機改為 33.33Hz 四極電動機的轉速為：
原本 50Hz 電動機的轉速為：

$$\text{電動機的轉速 } n = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50\text{Hz}}{4} = 1500 \text{ 轉 / 分}$$

轉為 33.33Hz 電動機的轉速為：

$$\text{電動機的轉速 } n = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 33.33\text{Hz}}{4} = 1000 \text{ 轉 / 分}$$

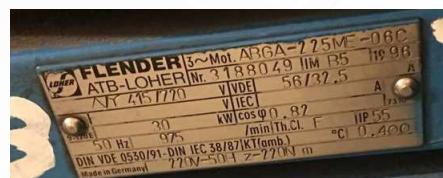
調壓調頻 (VVVF) 來降速的風險處理：

目前電扶梯的驅動電動機多用三相鼠籠式感應電動機。定子繞組的標準絕緣等級是 F，根據電力 (線路) 規例工作守則 2015 年版 表 15(1) 絕緣等級 F 的最高容許操作溫度為 155°C。電機廠生產商生產電動機，工作溫升一般在 50°C 至 90°C 左右，視乎環境溫度。

表 15(1)
符合 IEC 60085 的不同級別絕緣的
最高容許操作溫度

級別	溫度
Y	90°C
A	105°C
E	120°C
B	130°C
F	155°C
H	180°C
200	200°C
220	220°C
250	250°C

註：溫度超過 250°C 便以每 25°C 為一級增加及絕緣級別依此命名。



繞組絕緣等級 F

2015 年 電力 (線路) 規例工作守則表 15(1) 第 117 頁

圖九 驅動電動機的銘牌



VVVF 變頻器在運行時會產生不同程度的諧波電壓和電流 (Harmonic voltage and current)。當異步鼠籠式感應電動機 (asynchronous induction motor) 在不是正弦波的電壓、電流下運行。高次諧波 (例如：三倍諧波的三次諧波、九次諧波等等) 對異步電動機的工作效率和溫升影響最大。會引起定子和轉子的鐵耗、銅耗和其他損耗的增加，較為嚴重的損耗是轉子銅耗。這些損耗會使電動機額外發熱、效率降低和輸出機械功率減少。變頻下電動機溫升比運行在工頻 (50 赫茲) 情況下高出 10% 至 20%，以工頻時 90°C 溫度計即約 99°C 至 108°C，雖未超過絕緣等級 F 溫度，但由於電動機速度是降低，轉子速度下降，冷卻風量與轉速的三次方比例地減少，溫升快速增加，會使電動機繞組絕緣加快老化。解決方案是如驅動鼠籠式電動機的溫升嚴重，必須額外加裝強迫冷卻的鼓風機輔助驅動電動機散熱，以降低電動機的溫升和損耗。

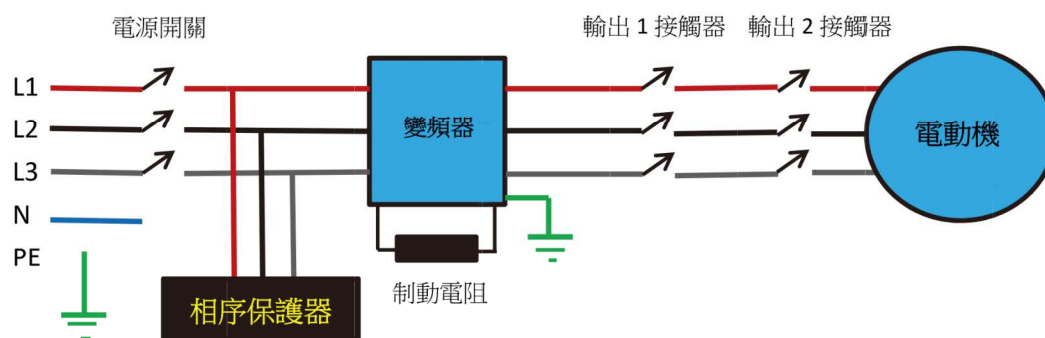
實驗驗證溫升合理：

抽一部輸出 15kW，0.65 米 / 秒速度的電扶梯驅動電動機在生產廠內以恆定滿載測試。再抽另一部相同，但以變頻器由 0.65 改為 0.5 米 / 秒速度以恆定滿載以 3 天，每天 15 小時進行測試。

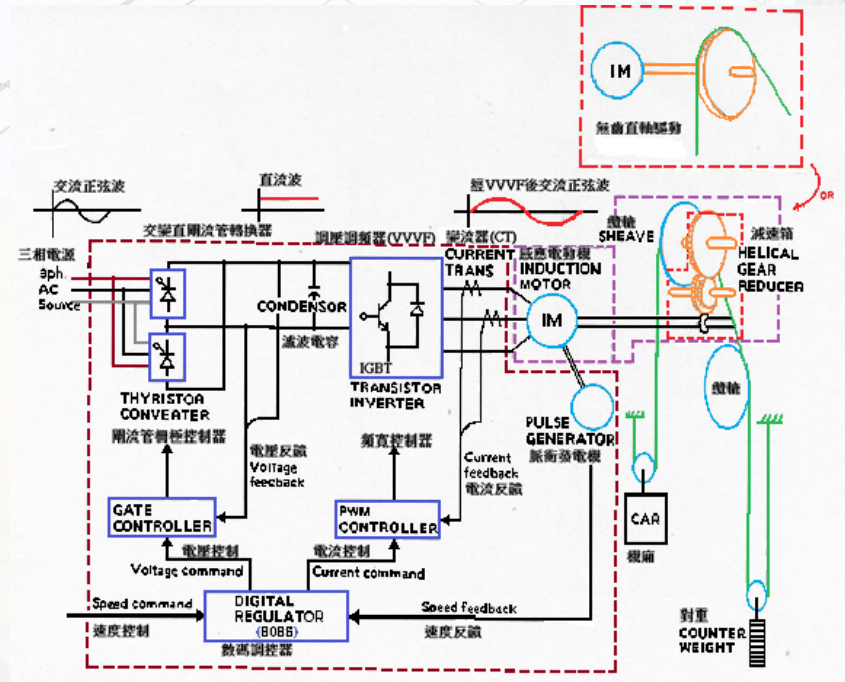
表 1: 電扶梯溫升對比表 (出自中國電梯雜誌 vol.26 No:10 P.36 15/5/2015)

用星 / 角四極 0.65 米 / 秒的電扶梯					用變頻四極 0.5 米 / 秒的電扶梯				
日期	時間	模擬環境溫度	電動機殼溫度	減速箱軸承溫度	日期	時間	模擬環境溫度	電動機殼溫度	減速箱軸承溫度
夏天 17/9	9:20	34°C	53.3°C	51.5°C	夏天 17/9	9:04	34°C	52.6°C	50.5°C
	14:00	37°C	53.1°C	54.8°C		15:37	36°C	54.7°C	52.7°C
	23:38	37°C	54.2°C	51°C		23:38	38°C	56.1°C	50.6°C
夏天 18/9	9:11	34°C	52°C	53.5°C	夏天 18/9	9:15	35°C	52.6°C	51.2°C
	14:20	36°C	50.2°C	52.3°C		14:15	35°C	53°C	52.1°C
	23:32	37°C	56.2°C	53.2°C		23:38	36°C	56.1°C	50.2°C
夏天 19/9	9:26	35°C	54°C	52°C	夏天 19/9	9:30	35°C	52°C	51.2°C
	14:08	37°C	56.7°C	58 °C		14:15	36°C	53.7°C	53.3°C
	23:36	37°C	55.2°C	52.7°C		23:32	36°C	54.1°C	49°C

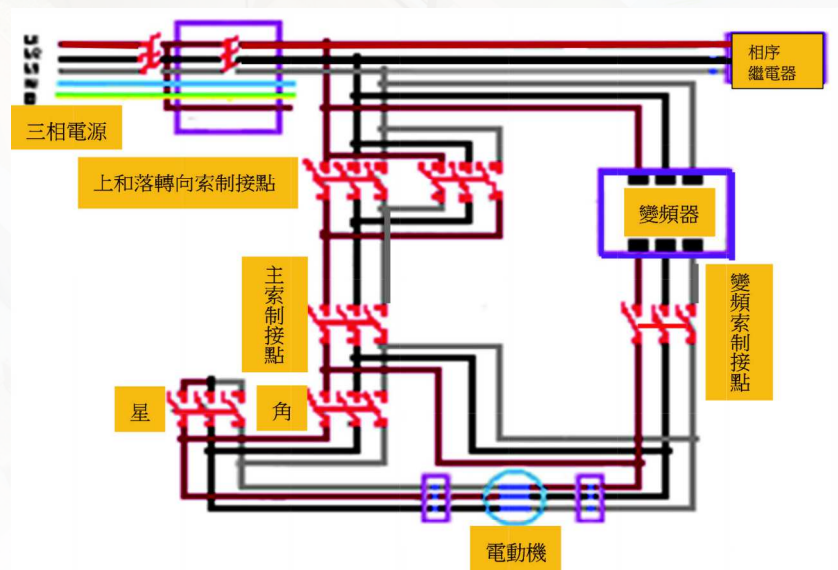
經過實驗證實，改用 VVVF 變頻器減低電動機速度是沒有影響溫升，可以使用。



圖十 全變頻器控制系統電路



圖十一 典型調壓調頻升降機圖



圖十二 可人手選擇星 / 角和變頻調速切換電動機電路

現在好多街市內或外的電扶梯，如有多次較嚴重的跌倒意外受傷。會考慮將 0.5 米 / 秒速度降到一半多即 0.2 至 0.25 米 / 秒以適合潮濕環境和長者需要。港鐵也有很少部份電扶梯由 0.75 米 / 秒速度降到 0.6 或 0.65 米 / 秒。所有經改變速度後的電扶梯，經統計真的跌倒意外減少了很多。👍



升降機的安全和保育問題

范嘉華

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

本人並非從事升降機工程，並非機電署認可的升降機工程師或者工程人員。最近發生多宗升降機不幸事故，本文旨在從非專業的角度探討相關問題，文內的建議可供參考，如有疑問，請讀者向機電署查詢/ 提出投訴。

最近有意見認為應完全淘汰舊式升降機，本人有所保留：

- 1) 升降機的安全水平，未必與機齡有直接關係。以下是香港近年機齡不大的升降機（最少不是手動門式）和自動電梯發生嚴重意外的事例（部分資料轉載自《電梯資料網》hkelev.com）：

非原廠維修下的意外	
粉嶺一新建成私人住宅大廈	2002 年，由於一粒螺絲鬆脫，令升降機箱在機門打開後繼續爬升，一男童未察覺，於進入升降機時摔倒，欲爬出時被夾死。據報導，該大廈的新升降機使用一年的原廠維修後即轉用非原廠維修。
大埔富善村善雅樓	2008 年 10 月 25 日，升降機曾失常運行，在 14 樓停下之後，便墮至槽底，意外中升降機 8 條鋼纜有 7 條折斷，而限速器亦損毀嚴重，幸無人受傷。

原廠維修下的意外	
旺角新世紀廣場	2004 年，升降機疑因電動機移位，突然急停，不可開動。由於未能用救生門救人，消防員需在頂層電梯大堂打開升降機門，並游繩把乘客救出。
天水圍天耀村	2003 年，一升降機運行時，鉤上飛機轆脫落，打穿機箱頂並擊傷乘客。

反而有論者認為，如舊式升降機（例如拉門趟閘式電梯），如能妥善維修保養，安全不成問題。以下資料引自《電梯資料網》：

「升降機在良好保養下，一般可用多年，特別是原廠保用下的高質素升降機，不少產品已超越 40 年，外觀殘舊，質素仍勝於其它較新但缺乏良好維修的產品。」

以下資料來自《蘋果日報》

<https://hk.news.appledaily.com/breaking/realtime/article/20180514/58189073>：

「舊式住宅拉開升降機有逾 50、60 年歷史，安全性成疑，但電梯公司工程師 Edward 表示，雖然這些舊式升降機欠缺 3 個安全裝置，可能有向上衝，以及電梯門打開但仍然運行的意外，但只要保養得宜，仍是相當安全，過去也甚少聽聞這些升降機發生嚴重意外的事件。」

Edward 估計，現時全港只餘 100 部拉閘和手拉門式的住宅升降機，分佈於北角、銅鑼灣、西環、



尖沙嘴和旺角等，可謂相當罕有，但仍有零件供應。

他指出，舊式升降機為純機械控制，透過俗稱「拍仔」的計電器控制，升降機運作時，機房的「拍仔」猶如彈琴般跳動，由於線路較簡單，維修師傅較易發現升降機問題所在，維修及處理亦相對容易；至 70 年代，大廈陸續換上的新式升降機，已改為全電腦控制，但維修師傅要熟悉不同品牌的維修手冊才懂得維修保養。

比起新式升降機，舊式升降機因當年興建時無法例要求，故一般欠缺三種安全裝置，包括一) 上行超速保護裝置，用以防止升降機向上衝、二) 雙重制動系統，三) 不正常移動的保護裝置，以確保機身和外門打開情況下不會運行。**Edward** 指，欠缺有關裝置下，舊式升降機可能發生一些嚴重事件，例如升降機會重演早前荃灣海灣花園電梯急升撞糟頂的意外，甚至升降機門打開下卻仍然運行等，但只要保養得宜，且選用原廠保養，意外發生機會較少。」

<https://hk.lifestyle.appledaily.com/lifestyle/travel/daily/article/20150508/19139286>

「新式電梯更快更新對城市人來說是喜訊，但它們外形千篇一律，普遍都是銀色鋼材自動門及內櫥，面目模糊，無法令人留下深刻印象，反而走進有一定歷史的舊樓、工廈，那些六七十年代的拉閘式或掩門式電梯更有看頭，木造或鐵製外門色彩濃艷，當真有齊紅、橙、黃、綠幾種顏色，門上還有個小窗戶，讓乘客看到電梯到達樓層沒有。拉開閘門走進去，真有種時光倒流的感覺。問舊電梯會否較易發生意外，葉師傅表示不然，只需定期檢查保養，絕對老而彌堅。確實，走訪多幢工業大廈，每說到這些拉閘電梯的耐用程度，不少電梯操作員都表示甚少壞軀，一直中看中用。」

2) 機電署建議舊式升降機加裝以下系統，以保障乘客安全：

https://www.emsd.gov.hk/filemanager/tc/content_1144/pms2015-1.pdf

方案一：安裝雙重制動系統

舊式升降機可能只有一組制動系統，萬一制動系統發生故障，車廂制停功能或會失效。

方案二：加裝防止機廂不正常移動的裝置

當升降機門打開，乘客正進出機廂時，如機廂出現不正常移動，可導致乘客受傷。

方案三：加裝防止機廂向上超速的裝置

安裝防止機廂向上超速的裝置可以自動探測到這種不正常的情況，立即制停機廂，避免機廂內的乘客因此而受傷。

方案四：安裝機廂門鎖及先進門刀

大部份舊式機廂門並沒有安裝機廂門鎖。乘客可在機廂內強行打開機廂門，造成危險。

方案五：加裝對講機及閉路電視系統

乘客被困升降機時，可按警鐘求救，但經驗顯示警鐘並非最有效的求救方法。

方案六：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。

方案七：加裝自動拯救裝置

電力供應中斷時，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。

我建議機電署可容許舊式升降機加裝這些系統，但可保留原有的手拉門和其他舊式裝置（最少要在外觀上保留，但乘客看不見的系統可用新式的），升降機生產商也應生產相應的配件配合。

- 3) 相信讀者不會反對保育古物古蹟，舊式升降機如能達到合理的安全水平，也應該盡可能保留。部分市民可能對舊式升降機退役感到傷感。舊式升降機是香港歷史的重要部分，正如香港歷史博物館名譽顧問鄭寶鴻所言：

「最早期的住宅升降機是手拉閘升降機，國共內戰後，不少腰纏萬貫的上海人來港聚居，對高尚住宅需求大，故當年是新發展區的北角，不少大廈如大昌大廈都安裝升降機。」

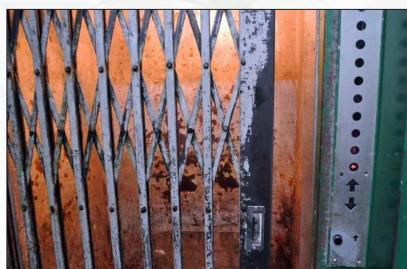
<https://hk.news.appledaily.com/local/daily/article/20180515/20391184>

反而一些曾發生意外或已經保養欠佳的全自動門式升降機，我個人不反對提早退役，因保育價值不大。

本人建議機電署與古物古蹟辦事處和歷史博物館合作，保育舊式升降機。如舊式大廈確實未能保留所有舊式升降機，個人認為能保留部分「古色古香」的升降機，而其他升降機換成最新式的，也是可行的保育方案。舊式升降機的零件要保留，供運作中的舊機替換用。

很多先進國家和地區也有保留舊式升降機，尊重歷史。

保育舊式升降機對本港的文化產業和旅遊業有一定正面作用。➡



淺談物業維修與保養

Daniel Yeung

建築物生命週期是評估樓宇生命由開始規劃、建造、直到拆卸或棄置期間，當中包括認知、運作、維修保養及棄置成本。建築期只佔全幢建築物壽命的不到 5%，但對建築物的生命影響深遠。而運作、維修保養期亦可長達數十年或以上，所以良好的運作、維修保養亦非常重要。



本港樓宇急劇老化，到 2046 年，估計每兩幢樓宇中就有一幢樓宇樓齡達 50 年，若這些「老年樓」缺乏妥善的維修保養，樓宇可能出現結構剝落、外牆破損、樓宇滲水、渠管破損、食水喉管破損、燃氣喉管破損、電力裝置破損、升降機裝置破損、消防設備破損、窗戶破損等等。業主如能定期為樓宇進行檢驗，及早找出問題所在，並適時進行維修，可以避免意外發生，與及為樓宇增值。根據第 626 章《物業管理服務條例》附表 1 (尚未實施)，第 3 項是關於物業的維修、保養及改善。此外，亦有一些法例及工作守則需要留意，例如：

- 香港法例第 123J 章建築物 (通風系統) 規例
 - 擁有人須要
 - (a) 時刻保持通風系統處於安全和有效的操作狀態；及
 - (b) 安排由註冊專門承建商 (通風系統工程類別) 於每隔不超過 12 個月的期間檢查通風系統內的防火閘、過濾器 (隔塵網) 及聚塵器 (電子空氣過濾器)。



- 根據消防(裝置及設備)規例 8, (a) 擁有裝置在任何處所內的消防裝置或設備的人士, 須保持該等消防裝置或設備時刻在有效操作狀態; 及 (b) 每 12 個月由一名註冊承辦商檢查該等消防裝置或設備至少一次。
- 升降機及自動梯條例第 618 章, 規定升降機負責人在准用證的一年有效期屆滿前, 須安排註冊升降機工程師進行檢驗以證明該升降機處於安全操作狀態, 以及得到署長再發出的准用證, 才可繼續使用或操作該升降機。在每隔不超逾 5 年, 在負載的情況下, 為升降機及其所有相聯設備或機械進行徹底檢驗一次(負載檢驗)根據《條例》第 23 條。
- 根據《電力(線路)規例》的規定, 電力裝置擁有人須為其電力裝置安排定期檢查、測試及領取證明書。一般住宅或商業處所內的固定電力裝置, 若其允許負載量超逾 100 安培, 該裝置必須每 5 年最少接受一次檢查、測試及領取證明書。定期測試證明書(表格 WR2)須遞交至機電工程署加簽。請注意, 電力工程(包括檢查、保養、維修等)必須由註冊電業承辦商進行。
- 根據最低限度之消防裝置及設備與裝置及設備之檢查、測試及保養 [2012 年 4 月修訂本] (現行版本), 應急發電機須時刻保持在有效操作狀態, 並且最少每 12 個月由註冊消防裝置承辦商檢查一次。此外, 所有發電機每月應由擁有人或其代理人在負載狀況下運轉一次, 運轉時間不少於 30 分鐘。
- 根據《建築物能源效益條例》第 610 章, 商業建築物(包括綜合用途建築物的商業部份, 例如: 住宅樓層下的商場)的擁有人須按照《建築物能源審核實務守則》(簡稱《能源審核守則》), 為建築物內的該 4 類有關「中央屋宇裝置」每 10 年進行一次能源審核。
- 根據政府出版的『大廈管理及維修工作守則』, 業主立案法團及其他負責管理大廈公用部分的人士和組織是有責任定期檢查及維修大廈範圍內的屋宇設備包括氣體喉管, 以確保這些裝置保持良好合用的狀況。一般而言, 註冊氣體供應公司或有關的氣體分銷商會安排註冊氣體裝置技工替住宅用戶進行每十八個月一次的定期檢查, 用戶應盡量配合有關安排; 如大廈準備搭建棚架時, 亦可考慮通知有關的氣體供應公司或氣體分銷商安排室外氣體喉管檢查, 這樣可善用棚架, 又可更有效地視察有關裝置的安全性。
- 根據機電工程署的電閘、電動玻璃門及電動捲閘裝置操作守則, 通常安裝於大廈或車房入口, 以電力操作, 左右滑動的電閘裝置, 其中有些裝置可能會由手提無線遙控器控制。電閘擁有人必須按照製造商的指示, 為電閘裝置進行定期保養, 使其保持良好操作狀態。
- 為了讓用戶在建築物內享用同樣優質的食水及海水, 有賴註冊用戶和註冊代理人妥善保養建築物的供水系統, 共同創造健康的用水環境。定期檢查供水系統有助及早發現毛病, 及時糾正, 以免問題惡化。

維修保養的責任

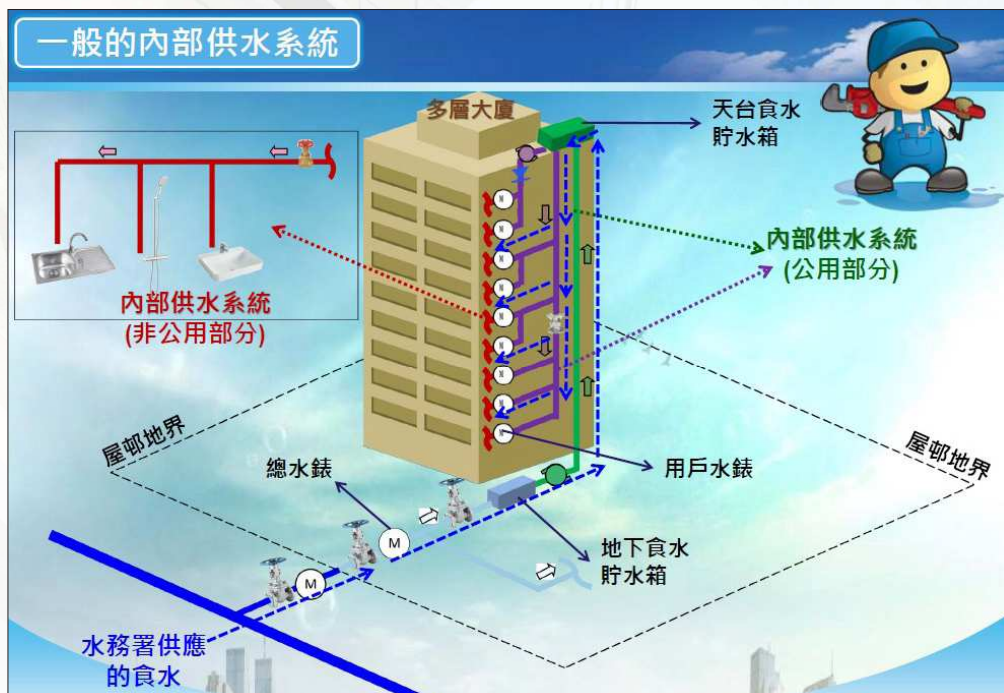
- 註冊代理人或物業管理處負責維修保養私人屋邨的私家街道、屋邨及大廈內公用地方的水管, 以及其他關連的供水設施(包括水泵、水箱、公用水管及其他關連的公用裝置)。
- 註冊代理人或物業管理處必須定期檢查及清洗大廈的供水系統, 並在發現毛病時從速糾正。
- 註冊代理人或物業管理處在遇到水質事件時應迅速採取適當的行動解決內部供水系統受污染的問題。

他們在切實可行的範圍內可採納水質事件時應採取的措施指引的建議。

- 註冊代理人或管理處應在進行維修保養工作後清潔地下食水管。有關清潔地下食水管的步驟，請瀏覽「在進行維修保養工作後清潔地下食水管指引」。

水箱的維修保養

- 樓宇內的食水供應系統通常包括地下水箱及天台水箱各一。註冊代理人或管理處應安排清洗食水水箱及沖廁水水箱。
- 有關清洗食水水箱的步驟，請瀏覽「清洗食水水箱指引」。
- 有關清洗沖廁水水箱的步驟，請瀏覽「清洗沖廁水水箱指引」。



為向業主和物業管理人推廣採用建築物水安全計劃，水務署在徵詢了水務諮詢委員會的意見後，將建築物水安全計劃與「2.0 版」計劃結合成新計劃，以進一步保障大廈食水的質素。新推出的 QMS 計劃將建築物水安全計劃與 2.0 版計劃結合。透過風險管理，找出在內部水管系統內在污染的地方；制定相應的控制措施；定期檢查及維修內部水管系統和定期審核及檢討建築物水安全計劃，以加強保障食水的質素。

- 《建築物條例》的《2011 年建築物 (修訂) 條例》於 2011 年 6 月制定，而《建築物 (檢驗及修葺) 規例》等附屬法例亦於 2011 年 12 月制定，屋宇署繼而推出強制驗樓計劃及強制驗窗計劃。
- 強制驗窗計劃規定樓齡達 10 年或以上的私人樓宇（不高於三層的住用樓宇除外）的業主，如接獲屋宇署送達法定通知，須委任一名合資格人士就樓宇的所有窗戶進行訂明檢驗，並負責監督檢驗後認為需要進行的訂明修葺工程。如需進行訂明修葺，有關業主須委任一名註冊承建商，在一名合資格人士的監督下進行所需的訂明修葺。



- 根據強制驗樓計劃，樓齡達 30 年或以上的私人樓宇（不超過 3 層高的住用樓宇除外）的業主，須在接獲屋宇署送達法定通知後，委任一名註冊檢驗人員就樓宇的公用部分、外牆及伸出物或招牌進行訂明檢驗並監督檢驗後認為需要進行的訂明修葺工程。如須進行訂明修葺，有關業主須委任一名註冊承建商，在一名註冊檢驗人員監督下進行所須的訂明修葺。
- 根據香港法例第 344 章《建築物管理條例》，業主或維修土地當事人必須維修土地，包括斜坡及擋土牆。斜坡業主應至少每五年聘請專業岩土工程師進行一次工程師維修檢查。該名岩土工程師會就有關斜坡是否存在設計或建造上的不足；是否需進行穩定性評估；以及改善工程方面提供專業意見。註冊專業工程師（岩土）的名單，可於工程師註冊管理局網頁下載（總址：<http://www.erb.org.hk>）。斜坡業主應至少每年安排一次例行維修檢查，可由非專業人士執行。建議維修工程最好在每年四月雨季來臨前完成。此外，在暴雨及颱風過後，應檢查排水渠及清理淤塞物。➡

參考資料

- 通風系統年檢知多一點點
http://www.hkfsd.gov.hk/chi/source/notices/vs_leaflet%20.pdf
- 強制驗樓計劃
https://www.bd.gov.hk/chineseT/services/index_mbis.html
- 如何保持消防裝置及設備處於良好工作狀態
http://www.hkfsd.gov.hk/chi/faq_safety.html#3
- 機電工程署 升降機及自動梯安全
https://www.emsd.gov.hk/tc/lifts_and_escalators_safety/index.html
- 機電工程署氣體用戶安全須知 F A Q（常見問題）
https://www.emsd.gov.hk/tc/gas_safety/gas_safety_tips_to_users/frequently_asked_questions/index.html
- 土木工程拓展署 定期維修斜坡
http://hkss.cedd.gov.hk/hkss/chi/slope_main_keepsafe.aspx
- 樓宇的生命周期
https://www.devb.gov.hk/filemanager/en/content_69/maintain11.pdf
- 關於建築物能源效益條例
http://www.beeo.emsd.gov.hk/tc/mibec_beeo_WhatsNews.html
- 樓宇內部水管的維修保養
<https://www.wsd.gov.hk/tc/plumbing-engineering/maintenance-of-internal-plumbing/index.html>
- 水務署 食水（管理系統）
<https://www.wsd.gov.hk/tc/core-businesses/water-quality/buildings/fresh-water-management-system-/index.html>
- 第 626 章《物業管理服務條例》
https://www.elegislation.gov.hk/hk/cap626!zh-Hant-HK?INDEX_CS=N&xpid=ID_1438403152258_001

電力工作重安全 安居樂業慶團圓

安全施工

吳偉雄 Henry NG
英國特許工程師及環境師
香港註冊安全主任及持牌水喉匠

現代的科學技術、工業生產以至社會生活各方面均離不開“電力”。它滲透到人類生活的每一個角落。香港電力供應按地區分別由兩間公司供應，由發電廠及數萬公里的輸電、變電與配電網絡，提供極穩定的電力供應到各用戶。

香港的建造工程種類繁多，包括土木、結構、樓宇、機電等，而每種工程的工作內容又在細分為新建、加建及改建、保養維修等。電力工作安全是其中一項高危施工程序。從職業安全健康局的統計數字中顯示，回顧過去 10 年本港發生的涉及電力意外，包括觸電或接觸放出的電流的意外個案，每年平均意外在 20 宗以上。當然，與其他意外類別相比，涉及電力的意外並不是最多，但其嚴重性，即死亡意外比例卻特別高。



現時香港的電力安全法例主要由下列兩個政府部門負責：

1. 機電工程署 – 執行香港法例第 406 章《電力條例》及其附屬法例。

條例規定電業承辦商及電業工程人員必須註冊。亦訂立電力線路及電氣產品的安全要求等。

2. 勞工處 – 執行香港法例第 59 章《工廠及工業經營條例》和香港法例第 509 章《職業安全及健康條例》及其附屬法例，促進職業安全及健康。

特別是香港法例第 59W 章《工廠及工業經營（電力）規例》，適用於電力分配及電力使用的工業經營（包括建築地盤），目的是對從事有關行業的電力設施及工序等的安全作出監督。

電力的危害

觸電是指電流通過人體內部，影響到心臟及神經系統的正常功能。主要

對人體造成的傷害包括“心跳停止”、“呼吸停止”、“窒息”、“肌肉收縮”及燒傷等。電弧產生的高溫足以點燃易燃物品，經常導致火警及爆炸。

一路以來，各政府機構及部門以至各大中小企，均透過法例法規、教育及訓練、宣傳推廣等方式，希望可達至“零意外、零工傷”。而安全施工對每一位電力工程人員來說可謂老生常談，“老”是因為對各位來說，安全是一項從古到今都非常重要的話題。

如今的地盤施工的安全硬件可謂非常足夠，個人防護裝備、工作許可證、上鎖掛牌等，但安全意外仍會時常發生。意外分析顯示，大多數意外是由於下列數項原因：



1. 電力工程從業員帶電工作的普遍性

帶電工作於實際操作中非常普遍，特別是從事樓宇維修及保養的電力從業員，為避免影響該大廈的日常運作，加上長期養成沒有事前截斷電源的習慣，觸電受傷更加頻密。再者，工人一般都缺乏監管，只按自己的“慣常”做法工作。

事實上，大部份的帶電工作都可以避免的。業界亦需要加強宣傳帶電工作的危險，包括處所負責人、僱主及僱員多方面，互相配合加強“先截電，後工作”及相關的安全措施。

2. 電力工程從業員的安全意識薄弱

電力工人的安全意識比起以前有所增加，主要是大部份大型建築地盤均派員頻繁地作安全巡查、培訓及監督更不少，所以一般前線工人發生相關意外較少。但其他小型地盤或裝修維修工作，仍不時看到工人吸煙後隨地掉，電力工具的保護裝備缺損，未有任何安全指引及監督。

一念之差，對電力工作安全存在僥幸冒險心理，對日益臨近的完工期才置安全不顧，期望各電力工人清晰明白“安全生命一綫牽，幸福安全兩相連”，安全是由每一個工作環節做起。

3. 電力工程從業員的不安全行為

工作前檢查及測試電力工具及設備，是一項非常重要的工序，亦與發生觸電意外有明顯的關係。一般來說，由於電力工具及設備主要由僱主提供，所以一般工人都不大關注。建議帶隊的管工多提醒工人，工作前檢查相關的電力工具及設備，透過潛移默化去影響工人的想法。

至於個人防護裝備，於法例要求下絕大部份工人都會配戴安全帽及帽繩，安全鞋亦因個別地盤要求而穿著。但電力工作的安全裝備包括絕緣手套及絕緣地墊則較少。建議業界及僱主加強推廣，改善安全程序及指引，期望前線工人可自動自覺使用相關的安全配備。

“生命誠可貴，放縱代價高”，人的生命只有一次，寶貴但脆弱，各位電力從業員要愛惜自己的生命，切勿放縱任意妄為，要學識如何防止觸電，應多學一些安全用電及相關急救知識。

建議觸電的緊急處理步驟：立即切斷電源 > 使用絕緣物，再用木棒或不導電的物體來移除電源 > 觀察觸電者呼吸及心跳是否已停止，必要時進行心肺復甦法 > 趕緊呼叫救護車並送醫院醫治。

最後，安全對所有電力從業員非常重要，我期望大家可為個人的安全努力，為了開心幸福的家庭，為了父母子女的微笑，為了愛人伴侶的牽掛，做到“安全在心防患未然，生命在手幸福美滿”！👉

參考資料：

- | | |
|--------------|-----------------------|
| 1. 香港法例第406章 | 電力條例 |
| 2. 香港法例第59章 | 工廠及工業經營條例 |
| 3. 香港法例第59W章 | 工廠及工業經營(電力)規例 |
| 4. 香港法例第509章 | 職業安全健康條例 |
| 5. 機電工程署 | 《電力(線路)規例工作守則》2015年版 |
| 6. 勞工處 | 工作守則：手工電弧焊接工作的安全與健康 |
| 7. 勞工處 | 安全及健康工作指引——充電電池的使用及維修 |
| 8. 勞工處 | 保養低壓電開關設備的安全工作指引 |
| 9. 勞工處 | 安全隔離電源工作指引 |
| 10. 職業安全健康局 | 電力安全須知 |
| 11. 發展局 | 建築工地安全實務手冊(第三章及第七章) |



國內鐵路運輸安全概述（上）

李少佳

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

1.1 鐵路運輸安全的定義

安全在不同的生產領域有不同的表現，鐵路運輸安全是安全的一種。眾所周知，鐵路運輸安全是鐵路運輸一切工作的前提和根本保證，鐵路運輸始終要把運輸安全放在第一位。要想全面審視鐵路運輸安全，必須給安全這個看似普通的詞下一個相對科學的定義。

1.1.1 安全的定義

安全問題是與人類社會同時產生和存在的。安全從字典含義理解是無危則安，無損則全。學術界把安全定義為：消除能導致人員傷害、疾病或者死亡，引起設備或財產破壞或損失，危害環境的條件。人們最早認為“安全是指沒有危險，不受威脅，不出事故”，與安全相對應的就是事故。在我國的《辭海》將事故定義為安全以外的災害或變故。以上所述是一種絕對的安全觀，在現實生活中是不存在的。絕對安全觀認為，安全是指沒有危險，不受威脅，不出事故，它是安全的一種理想的狀態。由於絕對安全觀過分強調安全的絕對性，使其應用範圍受到很大的限制，因此，與絕對安全觀相對應的相對安全觀便應運而生，人們現在普遍接受的是相對安全觀。

相對安全觀認為所謂的安全都是相對的，絕對的安全是不存在的，也就是說“安全是指在生產活動過程中能將人或物的損失控制在可接受水準的狀態”。安全不是瞬間的結果，而是對事物某一階段，某一時期過程的狀態的一般描述。

與安全相對應的是危險，也就是潛在的威脅安全狀態存在的客觀的或主觀的條件，而不是危險已經發生了的事故。與安全相對應，危險也是一種連續性的狀態，它包含了尚未被人們所認知的以及雖然被人們所認知但尚未能被人們所控制的各種隱患。而事故只是安全與危險這一矛盾鬥爭過程的瞬間突變結果的客觀外在表現。安全就是被判斷為不超過允許極限的危險性，也就是指沒有受到損害的危險或損害概率低的通用術語。由此可見，安全是在具有一定危險性條件下的狀態，是一個動態的過程。

安全在現代社會已是一門科學，既包括自然科學也包括社會科學。如前所述，安全是隨人類社會共同產生和發展的，不同的歷史時代，不同的生產領域，甚至同一生產領域的不同時期和階段，衡量安全的標準都是各不相同的。因此在人類社會發展的歷史長河中，在所有的生產領域，各種以確保安全為目的的新技術，新發明，新科學，新方法，新制度層出不窮，為人類社會的安全有序發展，起到了積極的保證和促進作用。

1.1.2 鐵路運輸安全的定義和特點

鐵路運輸安全是指在鐵路運輸的過程中，採取各種有效措施嚴格執行各種安全規章制度，勞動紀律和作業秩序，各方面協調配合，消除各種不安全因素，防止行車事故，旅客人身傷亡和財產損失，運輸



貨物損失或滅失，意外傷亡事故等各種運輸事故的發生。鐵路運輸安全保護是一項關係鐵路生產全域的綜合系統工程，需要各方面的協調配合。鐵路安全管理強調管理的事先性與重要性，強調研究的落腳點在於探討鐵路運輸危險狀態的事先預防，而不是發生事故以後的事後補救與責任歸屬。未雨綢繆，防微杜漸才是鐵路運輸安全工作的重中之重，一點的疏忽與不當都有可能釀成重大的運輸安全事故，造成人員傷亡，機車貨物毀損，全線運輸癱瘓，給國家和人民生命財產造成重大損失。

鐵路運輸安全運輸管理工作具有鮮明的系統性的特點，安全工作在鐵路運輸中可以說是面面俱到。鐵路運輸又是一個開放性的系統，安全既受系統內部因素的制約，也受系統外部環境的影響。在這項綜合性的安全體系中，鐵路運輸安全可以分為鐵路營運安全，鐵路線路安全等，其中營運安全包括機車車輛安全，鐵路設備產品安全，鐵路從業人員安全，鐵路危險貨物運輸安全等。鐵路線路安全可分為線路安全保護區安全，橋樑、隧道安全，道口安全，施工安全等。鐵路運輸安全需要各種因素的協調配合，路內路外都要兼顧。而上述各種安全分類不是彼此分割獨立的，而是相互聯繫，相互交叉，相互依存，你中有我，我中有你。因此研究解決運輸安全問題需要統攬全局，綜合治理。

鐵路運輸安全問題是伴隨列車運行而產生的，而列車運行本身具有危險性，因此鐵路運輸安全管理具有動態性和發生事故嚴重性的特點。一系列的運輸安全問題，都是圍繞機車車輛動態定向運動而產生的，倘使列車在安全地點靜止不動也不會發生事故。列車在高速運轉過程中，一旦危險發生，可供糾正和避免事故的應急方式有限，時間又很緊迫，因此一旦列車失控，不但造成人員傷亡，重大財產損失，而且造成線路中斷，環境破壞，運輸秩序被打亂，所造成的一系列後果是極為嚴重的。

鐵路運輸安全保護具有長期性，複雜性，艱巨性的特點。鐵路運輸安全管理工作是個長期的過程，任何時候都要提高警惕，堅持不懈。安全運輸受人和環境的影響很大，很多因素難以預料和控制，綜合治理涉及的面廣且情況複雜，難度很大。安全運輸的艱巨性也是可想而知，現代運輸技術的發展使系統複雜化，而高技術總是伴隨著高危險，但現代社會又不允許以不斷的事故來深化對安全的認識，因此要揭示隱患，洞悉危險，難度日益加深。

1.2 鐵路安全事故原因分析

海因裡希提出的事故法則表明，在每 330 次事故中，可能會造成死亡或重傷事故 1 次，輕傷、微傷事故 29 次，無傷害事故 300 次。該法則表明，在事故產生初期，正是由於意外情況的出現，產生了大量的不安全行為和不安全狀態，同時對它們的控制失效，逐步升級到輕傷事故、重傷事故甚至發生死亡事故。這說明，全面落實“預防為主”的根本方針，必須從認識和發現各種隱患入手，採取有效的防範措施，不斷消除各種不安全因素，做到防患於未然。

自 1997 年至今，全國鐵路先後實施了六次大規模提速，取得了明顯的效果，使鐵路運輸企業的技术裝備水準、運輸效率、服務品質尤其是在滿足顧客的時間效用方面取得明顯提升，鐵路運輸安全狀況也得到了持續改善。但由於我們鐵路歷次提速均是在對既有線進行提速改造的基礎上實施的，為了實現提速、擴能及電氣化，無論是線路、橋樑、道岔、牽引供電、通信信號，還是安全防護設施設備等，都需要得到不斷的改善和提升。但一個不容忽視的事實是，長期以來，鐵路運輸供需矛盾十分突出，部分線路長期超負荷運營。例如，2007 年與 2000 年相比，全國鐵路貨物周轉量增長了 74.7%，旅客周轉量增長了 60.8%，而鐵路營業里程僅僅增長了 13.5%。鐵路運輸能力的大幅度提升主要是建立在內部挖潛的基礎上，其結果是鐵路運輸緊張的狀況有增無減。高速時代，發生運輸事故的危害性隨之增大，對鐵路運輸安全管理的要求更高。

1.2.1 鐵路旅客運輸安全因素分析

1. 管理滯後，缺乏規範。隨著設備設施不斷更新，運輸組織形式不斷變化，對可能出現的問題預想



不夠充分，致使有些安全問題缺乏明確的制度規定。如鐵路已進入建設高潮期，施工項目繁多，配合工種多、時間緊、範圍廣，施工計畫的安排，各部門配合施工協調等方面，規定得不夠周密，給旅客列車安全埋下隱患。此外，安全管理多停留在宣傳、教育、定期安全檢查上，而且多數只是定性分析或事故後分析。這種管理手段落後，很難適應現代安全生產的要求。

2. 設備設施故障增多。鐵路提供給旅客運輸的設備設施，儘管近幾年來有所更新和改造，但仍然經常出現運輸設備故障，給旅客運輸增加了困難。尤其是當旅客列車設備故障時，作為客運作業站，無法正常協調，往往會影響旅客列車正常運行，使長期滯留在站內的旅客，容易產生激動情緒，給車站管理和現場作業帶來較大困難。

3. 旅客列車晚點率居高不下，特別是中間站情況較嚴重。據統計，僅 2005 年 8、9 月份，杭州東站旅客列車晚點率高達 50% 以上。又因資訊通報不及時，車站對晚點時間、原因，沒有確切的預告，不僅容易造成旅客漏乘，引發旅客不滿情緒，而且也會影響到對旅客的安全管理。

4. 對產生的新問題缺乏有效措施。第五次提速後，在旅客運輸中產生了一些新問題，如果不能採取有效措施加以解決，將直接威脅旅客安全。如站臺票問題，現在停站 3、4 分鐘的旅客列車較多，雖然站臺票上有提示請勿上車，車站也採取了一定的宣傳措施，但卻經常發生持站臺票人員來不及下車，跳車後造成人身傷害。

5. 季節性運輸期間鐵路運輸能力不足。突出表現在春運、暑運、“十一”黃金周運輸等，時常產生有流無車，特別是春運，由於客運高峰相當集中，而且方向性又強，部分車站往往違反售票紀律，嚴重超計畫售票，導致中間站無法正常組織旅客乘降。

6. 人員素質不高。一些鐵路客運職工年齡偏大、文化偏低，業務技能不過硬，應急處理能力差，安全管理的各項制度和措施不能得到很好的貫徹。

1.2.2 鐵路貨運安全因素分析

貨運工作是鐵路運輸的主業，是鐵路運輸對外服務的重要視窗。貨運工作的效率、效益和安全品質，不僅關係到國計民生，也關係到鐵路自身的發展，鐵路的聲譽乃至國家的形象。隨著我國市場經濟的不斷發展和改革開放的不斷深化，貨運工作也面臨著許多有待研究和解決的新問題。其中，安全基礎工作是根本性、實質性、關鍵性的工作；又是一項因素眾多、艱巨複雜的系統工程，需要我們深化改革的精神，方方面面互相配合、上上下下共同努力，從思想觀念、組織管理、規章制度、技術設備和教育培訓等方面切實加強貨運安全基礎建設。

1. 全路貨運安全基礎工作的現狀和問題。近年來，全路貨運系統在運輸生產任務繁重、自然災害嚴重的困難情況下，圍繞整風、肅紀、建制、達標等項目標，大力開展貨運安全基礎整頓，對貨運規章進行了初步的較為系統的清理，對鐵路貨場進行了治理和整頓，重點檢查和整頓了易於發生行車事故的鋼材類貨物的裝載加固品質，努力採用新技術、新設備，通過試用、鑒定和推廣新一代多功能碎冰、加冰機，安裝超偏載檢測儀、試製和鑒定新型彈力篷布繩等工作，提高了對貨物事故和貨運責任的行車事故的防範能力，狠抓了裝卸機械和人員的作業安全以及職工隊伍的技術業務培訓使貨運安全整頓工作取得了初步的成效。但是，由於多年來貨運安全基礎工作比較薄弱，目前全路的貨運安全情況依然十分嚴峻。兩年來的貨運事故統計分析揭示，鐵路運輸貨物被盜丟失嚴重，火災、變質事故有所增加，貨運大事故和與貨運有關的行車重大、大事故連續發生，情節嚴重。同時，貨運安全基礎工作仍然存在不少問題，對貨運安全基礎工作認識不足、重視不夠，貨運管理嚴重滯後，站車治安秩序不良，貨運設備陳舊簡陋，貨運、裝卸職工隊伍素質不高等等，問題突出，亟待解決。

2. 加大力度，推進鐵路貨運安全基礎建設

(1) 提高思想認識，切實加強領導，健全貨運安全管理機制。如前所述，貨運安全基礎建設既是關



係到加強鐵路貨運主業、保證國民經濟發展和人民生活的重大戰略任務，又是一項需要各方面互相配合、協調並進的重大系統工程。作為管理者的各級領導，應當對加強貨運安全基礎建設的重要性、迫切性和艱巨性有深刻的認識，並把它擺到重要議事日程，從堅持人民鐵路為人民的宗旨，維護國家和人民利益的高度，切實加強對貨運安全基礎建設工作的領導。因此，各級運輸部門都必須把運輸安全放在首位，負起領導責任，加強安全管理責任制、逐級負責制和崗位負責制，要把貨運安全工作情況作為每日交班的內容，逐級上報。要狠抓幹部作風建設，建立相應的考核制度，把安全生產實績作為對幹部考核、選拔、獎懲的重要依據，對失職幹部要追究責任，嚴肅處理，堅決克服不瞭解情況，工作不到位，報喜不報憂，形式主義和好人主義等不良作風。同時，採取切實的組織措施，對貨運安全管理設立專門的職能部門，有專門的管理機構、專門的崗位和專職管理人員負責。在特、一、二等站，危險貨物專辦站和車務段要建立貨運技術室，配齊專職技術員，從機構編制上予以保證。

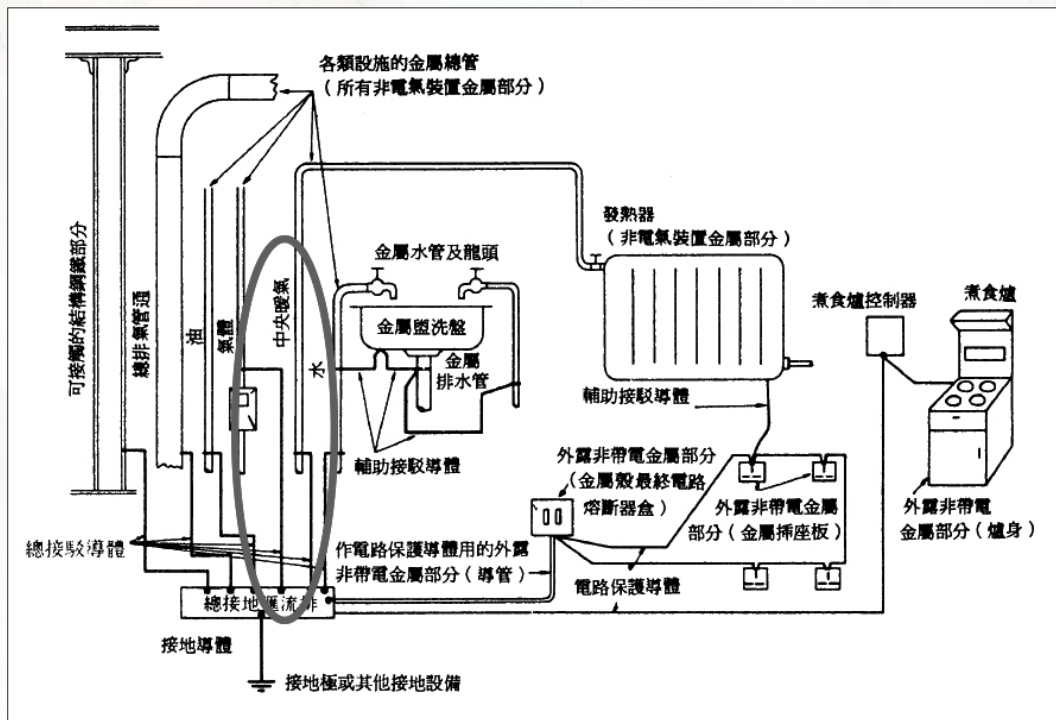
- (2) 強化貨運安全技術管理。實踐證明，安全穩定的根本在基層，貨運安全技術是保證貨運安全最直接的因素，是貨運安全基礎建設的關鍵環節。要消滅因貨運裝載加固不良造成的行車事故，危險貨物運輸的火災、爆炸事故，鮮活貨物變質事故，就要深入研究這些事故的技術原因，加強貨運安全技術管理。首先要加強規章制度建設，要對過去制定、現已失效或需要調整的有關規定和辦法進行系統的清理，要將《鐵路法》中有關強化鐵路管理的規定，在鐵路貨運等主要規章中加以明確和補充；要吸納國家標準和國際相關標準，提高鐵路規章辦法的規範化、標準化和通用化水準；要吸納最新科研成果，提高科學管理水準和安全保證係數；要提高貨運規章辦法的可操作性，便於執行和檢查，同時要適應市場發展，增加新的規章內容，解決現場無章可循的問題要通過規章制度建設，使鐵路貨運工作跟上改革的步伐、社會的發展，使鐵路貨運管理在制度化、規範化、科學化方面邁出重要扎實的一步。
- (3) 堅持裝車站和發站從嚴管理，強化貨檢區段負責制。對貨物裝載加固狀態，裝車站和發站必須嚴格檢查，要強化貨物裝載品質的核查手段，配備必要的攝像器材，對重點貨物的裝載加固狀態錄製備查，為運輸全程安全打下基礎。同時，要強化貨運檢查人員的職責和管理，實行區段安全檢查防範負責制。要建立和健全貨檢工作機構和工作制度，編組站、區段站及貨檢工作量大的車站應設立貨檢車間，合理定編，選拔業務熟、身體好、責任心強的人員充實貨檢隊伍。要提高貨檢人員的工資和勞保持遇，調動貨檢人員的工作積極性，統一貨檢標準規範，添置必要的貨檢器材，不斷提高貨檢工作品質。
- (4) 健全貨運安全統計分析報告制度，嚴肅貨運事故處理。各級貨運部門，都要按規定及時、準確填報貨運安全統計表，同時要對當月貨運安全情況認真分析和總結，與報表一併報部主管部門。此外，鐵道部決定建立由基層站段長一分局貨運分處長一路局貨運處長一部運輸局主管處長一部運輸局主管局長組成的貨運安全資訊報告系統，對管內發生的貨運責任行車重大、大事故及貨運重大事故，以電話及傳真方式迅速上報。各局要把管內可能發生危及貨運、行車安全問題的重點貨物裝車站，作為安全防範重點或治理重點，建立裝載品質安全監控系統和危險貨物罐車的洩漏搶險系統，強化安全管理和事故應急處理能力。對貨運事故堅持“三不放過”的原則，發生貨運責任的行車重大事故，貨運過失責任重大事故，重大人身傷亡事故，裝卸機械重大事故後，事故發生局必須在當日將事故速報報鐵道部；一要由發生局和責任局主要領導帶隊到部裡交班；二要召開現場分析會，進行專家會診；三要追究領導責任。如發生以上事故，將終止該站段、分局、路局“百日安全”天數，取消文明貨場評比資格，絕不能只由保險或保價一賠了之。🚫

五 臣隨想 - 接駁於金屬水喉總 等電位接駁導線的衝突

《工友投稿》專欄

E E

接地系統中其中一個重要一環乃是“總等電位接駁導線”，“總等電位接駁”的目的是所有非電氣裝置金屬部分須用總等電位接駁導體連接至總接地終端，使形成等電位區域，當中亦包括總水喉管。如下圖所示：



但是，有工友（該工友同時是註冊電業工程人員及持牌水喉匠）反映，盡量將申請電錶的“他線”日期與申請水錶的“最終檢查”不要放於同一日驗收，我問何解？該工友引述水務署幫辦稱：「水喉上的金屬喉管不能裝設任何接地導體！！！」我第一個反應即刻「嘩」一聲！因為……我在有一次做年檢(WR2)時被機電工程署抽中做視察，當日我問機電工程署的幫辦需要做些甚麼時，他稱其中一項須主要視察的正是裝置有無裝設“總等電位接駁導線”，而且他稱除“接地故障環路阻抗”之外最緊張要有的裝置，可想而知……無的話有甚麼後果！



我將我的想法再同該工友傾，但該工友稱，水務署幫辦仍然非常堅持要拆除在供水喉管的總等電位接駁導線，他引述水務署幫辦稱：「因為我們非常擔心當電氣裝置發生漏電時，會危害正在裝 / 拆水錶的水務署職員的安全！」

各位電業工友，當看到這對話時有甚麼感想……若果該工友並非註冊電業工程人員，我絕對深信裝設於水喉上的總等電位接駁導線一定一個唔該就拆掉！到“他線”當日就一定中招了！

對於這種“怪象”，查考過水務署的“香港水務標準規格”（下稱規格），於“規格”內的 10.4 節中提到「內部供水設備的金工不可用作地電極」[一九九二年電力（線路）規例 守則第 12C(1)(b) 段]，因此，若採用非金屬喉管或配件，應不會對樓宇的接地安排有任何影響。」；再查考“電力（線路）規例工作守則”（下稱工作守則）的守則 12C(1)(b) 段，守則的確地寫明「氣體及供水喉管的金屬件，不應用作接地極。」但水務署的“規格”內的 10.5 節中提到：「不過，一些舊樓可能以金屬喉管作為接地安排的一部分，在這種情況下，遇有內部供水設備採用電絕緣時，申請人或所僱用的持牌水喉匠宜徵詢註冊電器工人的意見，以確定單位 / 樓宇內的接地安排是否仍可以接受。若接地安排不合乎規格，則須按照香港法例第 406 章電力（線路）規例的有關規定處理。」

從“規格”內的文字中看到，水務署最少犯下兩個“低級錯誤”！第一個“低級錯誤”是“規格”內的 10.4 節「內部供水設備的金工不可用作地電極」一文，根據“工作守則” 11E 中已經列明「在每一裝置上，所有非電氣裝置金屬部分須用總等電位接駁導體連接至總接地終端，使形成等電位區域。這類非電氣裝置金屬部分包括：(i) 總水喉管」，同時……守則 12C(1)(b) 段已經寫明「氣體及供水喉管的金屬件，不應用作接地極。」已經有“總接地終端”作為主要的總接地！若正如水務署所言，當樓宇發生接地故障時，其故障電流最終會流落總接地終端及接地極，而“總等電位接駁”絕非“接地極”！一般情況下是不會危害正在裝 / 拆水錶的水務署職員的安全。第二個“低級錯誤”就更加是用“越權”來形容！越想越咽不下去！“規格”內的 10.5 節中「申請人或所僱用的持牌水喉匠宜徵詢註冊電器工人的意見，以確定單位 / 樓宇內的接地安排是否仍可以接受。若接地安排不合乎規格，則須按照香港法例第 406 章電力（線路）規例的有關規定處理。」“規格”已表明可以徵詢註冊電業工程人員的意見，按照 406E 章的有關規定處理，若果該註冊電業工程人員已認定不會造成危險，水務署的解釋……難以服眾！更何況，水務署只有 102《水務設施條例》及 102A 章《水務設施規例》是由它們去執行；但涉及電的問題，只有機電工程署根據法例 406 章《電力條例》及 406E 章《電力（線路）條例》才能有權去執行！水務署如此“越權”，難怪被群起而攻之！

但總結來說，機電工程署是時候要與水務署商討若涉及有內部供水設備的金屬喉管作總等電位接駁的安排，從而避免有任何誤會！

因小弟學識有限，如有得罪之處，見諒！見諒！👉