

香港電機工程發展趣誌



# 筆寫

2

第二卷：安居樂電 及 水電交融

## 香港電機工程發展趣誌



再版「EE筆寫」合共四卷，可在香港工程師學會電機分部網頁下載；  
其下載連結及二維碼為：

<http://el.hkie.org.hk/Home.aspx?SubMenuID=3bef0b18-403a-42d8-af88-ebf3e2dacacd>



# 目錄

|                   |    |
|-------------------|----|
| 序                 | 2  |
| 前言                | 3  |
| 第二卷：  安居樂電 及 水電交融 |    |
| 第1章    安居樂電話公屋    | 4  |
| 第2章    家電守護神      | 8  |
| 第3章    樓宇電力系統透視   | 13 |
| 第4章    水電交融之供水心臟  | 19 |
| 第5章    節能供水       | 23 |
| 第6章    電力守將       | 26 |
| 第7章    監控水世界      | 30 |
| 辭彙表               | 34 |
| 對電學有貢獻的歷史人物       | 38 |
| 編後語 及「EE筆寫」工作小組   | 40 |
| 鳴謝                | 41 |
| 各方評語              | 42 |
| 再版後語 及 再版工作小組     | 43 |

# 序

駕馭電力是人類歷史的一個重要轉捩點。今天，我們能夠盡享現代生活，可說是電之所賜。

人類用電的歷史，其實相當短暫，還不到二百年。一八三一年，法拉第發現了電力、磁力與動力之間的關係，開始了電的新紀元。法拉第亦獲公認為「電力之父」。一八七九年，愛迪生研發了第一盞白熾燈；此後用電技術一日千里，從開始只是照明，到目前包羅「萬」用。時至今天，各式各樣的電器用品已成為我們生活的每一部份，滿足我們生活所需。衣食住行、工作學習、娛樂等等，都非電難成。

比諸鄰近地區，香港有吸收西方文化之利，電力發展開步較早。到上世紀中葉，電已為廣泛應用，電廠電網相繼落成及擴充，為社會經濟蓬勃增長奠定基礎。「EE筆寫」這冊書以二十多則小故事，記錄過去五、六十年香港電機工程的發展，見證香港電機工程師的點滴成就。

自己從事電機工程研究和教育數十載，細讀本書每篇文章，都勾起許多珍貴回憶，感到非常親切。據悉編撰小組皆為香港工程師學會會員，彙編本書是希望為電機業留存幾片雪泥鴻爪，也讓社會，特別是年青一代，多認識電機工程師的職能，寄望部份讀者會以此為志向。

電機工程師（英文簡略為「EE」）性好邏輯，一般「筆寫」原非所長，何況都是工餘義務，編撰諸君肩膊上的重擔，可想而知；其知其難為而為，志氣可嘉；最終得以付梓成書，全仗各人同心協力，摯誠可貴。

香港工程師學會電機分部自始迄今二十九載，本人有幸為分部創會主席。如今能為本書作序，與有榮焉。願本書一紙風行，洛陽紙貴。也藉此機會，向有為本書效力的工作小組致萬二分敬意。

梁維新教授

二零零六年八月

# 前言

電機工程與我們日常生活是息息相關的。假如沒有足夠及可靠的電力及不同領域的高質素電機工程基建配套，香港經濟怎能起飛？更不可能成為一個國際級的大都會和世界聞名的金融中心。如果沒有了每天接載數百萬人次的鐵路網絡，享譽中外的「東方之珠」亦不可能那麼繁榮。此外，大眾生存所需的「食水」，起居生活中不可或缺的「電器用品」，甚至街道中的「道路照明」等都需要電，可見電機工程對優質生活實在貢獻良多。

回顧數十年香港電機工程的發展，有著多采多姿的掌故，而每個里程碑亦記錄了電業前輩的奮鬥及電機工程人員的貢獻。他們以無比的堅毅，透過專業知識跨越了重重障礙。這一切都值得我們向他們致敬及學習。

香港工程師學會，有來自各不同機構的電機工程師及技術人員。他們都對其專業範疇相當熟識，所以能夠搜集及整理這些不同的電機故事，使大家對「電機工程」有較親切的認識，從而了解他們所作出的種種貢獻。本書共分八篇，有二十八個有趣的故事。每個故事均以一個「電」的家庭成員的對白作開端，書中亦加插了一些圖片、技術博客及電學歷史人物的資料。

最後，希望本書能發揮承先啟後的作用，為從事電機工程的同行注入鼓舞的力量！

戴德謙工程師

二零零六年八月



## 第1章

# 安居樂電話公屋

## 引子

「天時暑熱，等我開盡部三匹冷氣，聽聽Hi-Fi，打下機。呀，差點忘記看新買的DVD影碟，還有幫阿媽錄影劇集，又要在電腦上玩I CQ，煩死人了！」

當兒子為操作各種電器設備忙個不停，爸爸忍不住說了句：「仔啊仔，慢慢來吧，想當年老竇何來那麼多享受呀，有收音機聽聽已經很開心了。」

「嘩，那一定是悶死人了！」兒子驚訝道。

爸爸不耐煩了：「你實在生在福中不知福。」

這時候，身傍的開心爺爺笑了：「阿仔，同阿仔個仔，大家不要吵了，你們想聽聽我的故事嗎？」

已退休的電機工程師的開心爺爺，回顧樸實而豐盛的大半生，原來與公屋及電力結下了不解緣。





一九五三年石硤尾寮屋大火，一夜間使五萬多名港人痛失家園。當時工務局馬上搭建了多幢兩層式臨時建築，為災民提供棲息之所。所謂塞翁失馬，平房內的電力設施反而比寮屋區先進。當時在寮屋內是沒有安全供電，但平房內可以亮光管、聽收音機和開風扇，用電亦較安全。

對於這一切，災民都覺得是上天的補償，雖然一夜間無家可歸，但至少有個棲身之所，又有風扇可以吹吹，否則在攝氏三十多度的晚上都幾難熬過。

## 銅線頂包『菲士』

不過，人們追求更美好生活的步伐是不會停下來的。於是政府後來興建了八幢六層高的第一型大廈，安置石硤尾火災的居民。每個單位都有一個電燈插頭和十五安培電源。這對災民來說是一大喜訊，因為電力更穩定、更安全，颱風時不會停電，又可以使用更多電器。

可是，當時有很多居民都漠視了保險絲（俗稱「菲士」）的重要性。當「菲士」斷掉了就懶於更換，索性用銅線代替。銅線的熔點相當高，並不適合用作保險絲。想不到經過了石硤尾大火，仍有很多人未能汲取教訓，全無用電安全和防火意識。

## 第一個新市鎮誕生

進入六十年代，港府推出「廉租屋」計劃，第四、五和六型公屋先後建成。每個單位都有小露台和廁所，但電力設施仍與第一型房屋大同小異。

七十年代初，香港的公屋發展進入了歷史的新階段，公屋電力的發展亦與時並進。當時港府發表了「十年房屋計劃」，還成立了房屋委員會。徙置事務處和市政事務署屋宇建設處更合併成房屋署，作為房委會的行動部門。全港首個運用新市鎮概念設計的公共屋邨——華富邨，亦全面落成。

華富邨的電力設施與舊式徙置區大相逕庭。每個單位都設有廚房、廁所和飯廳，各處皆電力充裕，連睡房都有電燈位和電源插位。廚房內不僅燈光通明，還用了萬用電插座，即使插上電飯煲、煮食爐及附近露台的雪

櫃，也不致負荷過重。廁所雖只有電燈，但也足夠應用。

飯廳的電力設計更巧妙。由於燈位恰到好處，只需裝上一枝普通光管甚至裝飾燈，便足以照亮屋內每一角落；廳內更設有足夠電源插位，可以插上電視、唱機及其他電器。時代進步，人們的生活也日益富裕，並開始「享受人生」。電力除了滿足日常衣食住行的需要，還為人們增添不少生活樂趣：一家大小一面吃晚飯一面追看翡翠長劇。這邊廂在公仔箱看到阿Sam手執結他自彈自唱，那邊廂收音機又傳來「羅記」抑揚頓挫的「少少苦楚等於激勵」。更少不了的當然是三五知己一邊看本地足球聯賽，一邊飲酒一邊剝花生。

## 力爭上游 造福社會

想當年公屋電力不足以應付冷氣負荷，偶爾也會發生停電或燈光變暗的情況。當時的房署電力工程人員，確實為改善公屋電力供應作出了很大貢獻。

一九八一年，香港公屋居民達到二百萬。翌年政府宣佈「十年房屋計劃」延長五年至八七年，並於八五年展開重建計劃，逐漸取代六十年代遺留下來的未達標公屋。

輾轉二十多年，在香港人不斷提升生活水平的同時，房署亦推行了多項電力工程事業，如提升公屋的供電額，和規劃多個屋邨的電力設計。別以為公屋的電力規劃千篇一律，其實每項設計都包含了電機工程師的心思。例如電燈和電源必須配合傢俬擺設位置，又要加入保安系統和冷氣機電源裝置；公眾位置的燈火要份外光亮，以照顧弱視人士；屋邨更需設置後備變壓器房，以迎合電力負載增長和每個家庭與日俱增的電器設備。

除此之外，房屋署對電力系統的質量控制亦一絲不苟，由系統設計至工程裝置，有一系列的品質保證措施，當中包括設計審查小組、工程稽核組、物料監察系統及屋宇裝備承辦商表現評分制度。此外，每個地盤會有常駐的工程監督作日常巡視，確保電力系統達到既定的標準。



新的公共屋邨不斷誕生，日復日、年復年，未嘗間斷。政府更在九四年完成重建第一和第二型公屋。

## 為長者送暖

九十年代起，政府順應香港人口老化的問題，特別為長者提供更多公屋單位。九七年興建了香港首個長者屋邨 — 平田邨，奠定長者公屋設計的新模範，彰顯房署不斷改進公屋設計、改善電力供應的努力。

直到今天，房署不斷求進的信念從未變改。電機工程師朝著「可持續發展」的目標，不斷突破現有限制，引進嶄新電力技術和概念，如「可再生能源」及節能技術，務求力臻完備、盡善盡美。

老一輩的大火災民，可能還夢想著能夠回到石硤尾居住，重拾年青時的點點滴滴，回味當年開始享受現代化公屋電力設計為居民帶來的便利。



圖1-1：早期村屋供電前測試

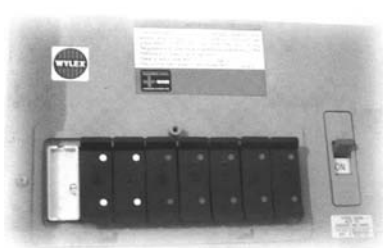


圖1-2：可重接菲士



圖1-3：舊式電力設施



圖1-4：新一代的電力裝置齊全



圖1-5：新一代的電力總掣櫃



## 第2章

# 家電守護神

### 引子

全屋燈光突然熄滅，接著便傳來爸爸一聲「哎呀！」的叫聲，原來他在漆黑中撞着朋友家客廳的茶几。

朋友一面尷尬說：「可能又『燒菲士』。真麻煩！不如你先坐一會，讓我拿電筒去看個究竟。」

爸爸安慰他道：「我熟識電力安裝，還是讓我來吧。不過……你家仍然用保險絲電箱就非常落伍。看來，你需要找合資格的註冊電氣技師檢查一下單位的電線和電力裝置了。」

朋友一臉疑惑，問道：「難道不是都用『菲士』的嗎？」

爸爸笑說：「當然不是。現在，新建的樓宇都改用微型斷路器了！你還是聽我的，快些找合格的註冊工程人員進行改善工程，免除動輒更換保險絲的麻煩，亦讓家人安全些。改善了電線和電力裝置，將來把樓宇出售時，價錢也可提高一點呢！」



只要人們開始使用電力，便需要相應的保護措施。所以早在19世紀末，亦即差不多是愛迪生研發電燈的時代，保險絲（俗稱「菲士」）便已開始用來確保用電安全。

保險絲通常在斷掉後因而導致供電中斷，人們才會在抱怨聲中注意到它的存在。然而保險絲其實是犧牲自己，以保護家居及用者的安全！原來電流通過電線時會產生熱力，電流增加，熱力也會提升。若熱力過高，就會損壞電線，甚至引發火警。因此，家中的電路都設定了最高電流額（即額定電流），以防止意外發生。但假如電器或電線本身出現故障，便有機會使電流超過這個「額定值」。保險絲的作用，正是防止電線電流量超出「額定值」。

保險絲用合金製造，若電路中的電流強度超過預定的最高電流量時，導線所釋放的熱力便足以達到合金的熔點，使保險絲自行熔斷，切斷電路，中止電流。引起電流過大的故障便不會惡化，同時避免造成更大的破壞。

### 由『燒菲士』到『跳掣』

由此可見，保險絲在用電安全方面舉足輕重，可是它熔斷後便要更換。如果家中沒有儲備合適的新保險絲的話，便不能即時恢復供電，十分不便。此外，有些人錯買大小不適合的保險絲，甚至以普通導線來替代斷了的保險絲，因而危及家居和家人的安全。

現時新落成的樓宇都改用微型斷路器，簡稱MCB，這是一種自動電路保護裝置。當電路中的電流超過指定電流額時，微型斷路器的保護裝置會自動跳到斷路的狀態，截斷電流，也就是俗稱的「跳掣」。

在斷路發生後，只需先把故障修理妥當，或把相關有故障的電器從電源拔除，再把斷路器的開關撥回原來接通的位置便可，毋需更換任何零件，更可重覆使用，故較保險絲方便實用得多。加上微型斷路器採用密封式設計，有助減低外來環境因素的影響，所以它比保險絲更為安全及穩定可靠。

## 電路也要『腳踏實地』

電流過大固然會構成火警等危險，損壞了的電線和電器同樣會影響使用者安全。無論是電線或電器，只要包裹著導電體的絕緣外皮破損了，使導電體外露或接觸到電器可以傳電的部分，例如外殼，便會產生漏電。與此同時，當人體直接或間接觸碰到漏電的電器，便會受到電擊。這是因為人體是一個導電體，當接觸到漏電電器時，人體與電器接觸的部位與身體的其他部份便會產生了電位差，從而產生電流在身體內流通。假如電流流過身體重要的器官，例如心臟，便可能造成極為嚴重的死亡後果。

所以，保護自己與家人免受觸電危險的最佳辦法，就是確保家中電路按法例要求採取有效的接地措施，例如鋪設「接地線」，將電力裝置接地，以使電器的外殼與地面間的電位差降至零，好讓漏電電路的故障電流能安全地釋放到「接地線」去。那麼，就算有人誤觸漏電的電器，由於電位差已降至很低，流過身體的電流便不會太大，不致造成觸電死亡。

## 最後防線 — 電流式漏電斷路器

工程師們的心思相當細密和周全。他們更進一步研製出把先前提及的微型斷路器來配合接地措施，加強保護。當故障電流被引導到地下時，只要這電流大於預設值，便能使微型斷路器跳掣，切斷電源。所以一個優良的家居供電設計，必須確保接地電阻值是低過適當電阻值的，使有問題電器或電路所輸出的電流足以啟動裝設在配電箱的微型斷路器。所以大家要緊記如果在家中遇上因「跳掣」導致的停電，最重要是保持冷靜，不應即時把斷路器撥回原位，而是先盡快視察是否有電線或電器出現了問題。

電機工程師還有一項「超級武器」，就是電流式漏電斷路器，俗稱「水氣掣」。這種保護裝置能偵測到家居電器是否有超過「額定值」的電流傳送到「接地線」。如果有的話，便自動將開關跳到關閉狀態，中斷電流，保護使用者。

## 全賴法例保安全

雖說工程師苦心研發了多項供電安全技術和裝置，但普羅大眾未必有這方面的專業知識，置業或裝修家居時自然容易忽略或不了解。故此，工程界與政府監管機構緊密合作，制定安全準則、及執行有關法例，保障公眾安全。現時本港推行的《電力條例》及附屬規例，包括《電力〔線路〕規例》，由機電工程署於九零年訂立。在此之前，香港電業界一般根據英國電機工程師學會釐定的標準安裝電力設備，而本地的電力公司則遵照本身的供電守則提供服務；在《電力條例》及附屬條例頒佈後，電力裝置的規管就變得更有系統和全面了。

要建成一個真正的安樂窩或設置一個服務大眾的公共設施，安全地享用電力帶來的種種方便，原來需要穩妥的保護措施，週密的電路設計、嚴格遵循安全守則的安裝以及檢查工序等多方面配合。下一次若你家中「燒菲士」或漏電斷路器「跳掣」時，先別只抱怨斷電的不便，可會先想想自己的安全又再一次獲得了保護，是由眾多位電機工程師多年來默默耕耘所帶來的成果呢？



圖2-1：舊式家居電力裝置



圖2-2：可重接菲士(1)



圖2-3：可重接菲士(2)



圖2-4：現代配電設備

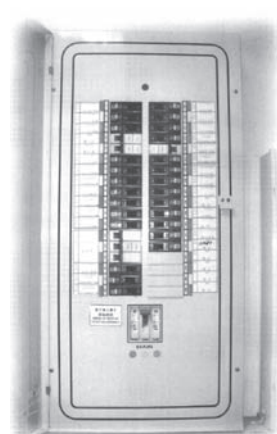


圖2-5：配電箱的  
微型斷路器



## BLOG

### 技術博客

#### 觸電的危險

人體對觸電的反應取決於流經人體電流之大小及路徑，而觸電電流之大小則視乎觸電電壓、人體的電阻及人體與設備之間的接觸電阻，以及大地的電阻而定。一般而言，如觸電的電流只通過手或腳，手腳部分便可能被燒傷。若觸電時電流通過人體的心臟或頭部，情況便較為嚴重。當電流流經心臟，產生心室纖維顫動，嚴重時，心臟會失去推動血液循環的功能，因而令觸電者昏迷。若情況持續，血液無法流至腦部，便會令觸電者腦部出現缺氧，可能因而導致死亡。一般的情況下，通過人體心臟的電流達到100毫安〔即約為流經一個200瓦的鎢絲膽九分之一的電流〕，一般的成年人會在短時間內因觸電而死亡。

當電流經過人體時，肌肉會出現抽搐，令觸電者抓緊電源部分，無法放開。因此，當遇到觸電意外時，在場人士應該立即以絕緣體把電源與人體分離。

現時的固定裝置，在插座電路上設有電流式漏電斷路器，其額定餘差啟動電流值不會超過30毫安。當漏電電流達到30毫安時，漏電斷路器便會迅即把電源隔離。





## 第3章

# 樓宇電力系統透視

## 引子

一踏進病房，父親便看到仍然留院觀察的兒子忙著窺探床頭的設備，於是板著面說：「你為什麼不好好休息？」

兒子回個頭來，好奇地問道：「爸爸，你來得正好。為什麼醫院每張床的床頭都有這麼多不同的插座，究竟它們從何而來？」

父親被兒子好學的精神打動了，決定在床邊向兒子一一解釋：「在你床頭的電線槽，齊備不同種類的電源插座，供醫用氣體接駁口和護士召喚鐘等設施。醫院所有供電設施的佈置和安裝，都要經過周全的規劃，才能確保醫療器材正常運作，醫護人員亦能在合適的環境下工作。這全靠電機工程師的規劃呢！」



十九世紀，有護士之母美譽的南丁格爾在晚上照料病人時，只能挑著昏黃而又閃爍不定的油燈，並且往往在苦無合適醫療設備的環境下救治病人。幸好科技發展一日千里，現在醫生們可借助多種先進設備妙手回春，小至一張病床，也具備多種功能，讓病人得以舒適安全地療養。但這種設備幾乎無一不需要電力推動。若果電力系統出現毛病，這些設備將無法正常操作或發揮應有的功能，這樣便可能危及病人安全。所以醫院內的電力設備需要周詳專業的規劃。

## 燈光的奧妙

首先，現代醫院的照明要求，南丁格爾的油燈當然不能滿足，更不是任何電燈都能勝任。原來診症室及手術室的燈光必須有足夠的顯色性，才能如實顯現人體各部分，例如皮膚、肌肉組織等的顏色，使醫護人員可作正確的診斷。其實這種顯色性在日常生活中是不乏例子的，例如，把同一碟壽司放在不同的燈光下，你將會發現：在一種燈光下，壽司看來好像不大新鮮；但在另一種燈光下，顏色卻變得鮮艷亮澤。在醫院裏，工程師們對燈光的選擇、設計和佈置，絕不下於食店或家居的裝潢設計。

至於病人逗留時間最長的病床，也同樣需要工程師的悉心設計。工程師必須很專業地挑選病房內的照明設備，和作出適當的照明佈局，使病人在舒適的環境下休息，而不會受到眩光的影響。而床頭電線槽，也齊備了普通、緊急以及不間斷電源三種插頭。同時，床頭電線槽的管道間隔還要特別設計，分別裝置和管理不同的電路及醫療氣體輸送管等，以迎合醫療的各種需要。此外，工程師亦要按醫院不同部門的需求，精心策劃供電電源的佈局，配合診斷救治等各種不同的要求。

## 生命繫於一「線」

對許多病人來說，生命更可能就是繫於一條電線！如果洗腎機因停電不能運作，每日賴以為生的腎病患者會怎樣？若手術途中遇上電力故障，醫生如何能完成手術？在手術床上的病人該如何處置？

所以工程師在醫院的另一重任，就是確保電源在任何情況下也能穩定供應。其中一個重要「助手」，是作為整間醫院後備電源供應的緊急發電機。這類緊急發電機將不停地監察供電的情況，隨時候命。當察覺到正常供電出現問題時，緊急發電機便馬上「整裝出發」，以替代原有電源。緊急發電機由發現供電出現問題到親自「上馬」需要十多秒。這十多秒的時間，說長不長，說短不短，對急症室、深切治療部等的病人來說，生命可說是「千鈞一髮」，可能就是救治成功與否的關鍵。因此，電力不能有一刻停頓，使醫療儀器中斷運作，否則病人性命堪虞。所以，這些部門必須設置「特種部隊」，還要另外安裝不間斷電源系統，準確不間斷地為這些部門提供電源，不受任何環境影響。

工程師挖空心思、用盡板斧維持醫院的供電，即使是醫院的正常供電線路的設計，也要採取比普通住宅或辦公室更加嚴格的策略：電力經由不同地區的電纜輸送到同一個醫院供電點，以確保當中一條電纜出現問題時，供電點仍能從其他電纜取得電力。

所以，如果說醫護人員是守護病人的天使，那麼，工程師也就是守護著醫院的天兵。

## 施妙計保家衛「港」

大家總有機會踏足診所、醫院，能夠體驗電力如何守護你我生命和健康，但大家又可會察覺到電力同時保衛我們的家園和財產？

從前，監獄及拘留所等懲教設施所需的電力，就只是為了照明而已。不過，科技日新月異，就連監獄也智能化起來，於是倉門開關、閉路電視，以及電腦化的犯人紀錄系統，也陸續出現。這些系統都要依靠電力來推動。如果供電出現問題，監獄就不能正常運作；小則構成不便，大則可能導致逃獄或騷動等重大事件。

因此，工程師會為監獄的通訊系統、倉門開關等關鍵設施都連接後備電源，而所有主要電氣裝置，亦被密封外罩重重保護，就連在監倉內電氣

設備的每顆螺絲釘，也要經過特別設計，使它不能用普通工具鬆脫，從而減低受干擾破壞的機會。所有電掣房要牢牢上鎖，防止任何人闖入。這樣懲教設施才能固若金湯，保障市民的安全。

## 平凡中的不平凡

也許大家以為，普通辦公室的供電系統會比醫院、監獄等特殊設施簡單得多！其實工程師一樣要絞盡腦汁，使到辦公室中不同的電器能暢順運作。

辦公室的供電也是電機工程師的其中一大挑戰，是人眼看不見、耳聽不到的諧波干擾。原來從電腦以至升降機等電器設備，運作時都會產生雜訊。這些諧波就如噪音一樣，騷擾附近其他電力裝置的正常操作，更使電力系統出現偏高的雜波電流，造成電纜過熱的現象。所以，工程師必須為辦公室的電力裝置和器材加設特別設備，濾去諧波，又或以其他方法把諧波降低。

工程師亦為辦公室設計提供足夠的靈活性，否則辦公人員就像被人綁著手腳，不能按實際工作需要而調動辦公室內桌椅或器材的擺放地點。以往這個問題的確難以解決，許多時唯有重新佈線，極花時間，耗費人力，而且欠缺彈性。但工程師想到以地槽在辦公室地面建築成管道網絡，讓電線、電話線及數據傳輸線等隨需要行走其間，解決問題。

## 政府樓宇成大眾參考

政府向來在設計，興建和保養建築方面，都扮演著帶頭的角色。很多公共建築物，如醫院、文化中心、公園、學校、街市、警署和消防局等，大都是政府一手一腳策劃、設計和監督建造的。

這些設施向市民大眾提供了日常的公共服務，與市民息息相關。所以設施內的電器裝置的好壞，直接影響了服務的質素。因此，建築署屋宇裝備處對公用建築物的電器系統和其他屋宇裝備有一套完備的設計、選料及安裝等的規範。這套規範亦成為業界廣泛參考和採納的標準。

無論醫院、監獄、及辦公室大樓建築外表是否前衛，還是維持著歷史風貌，工程師都會盡一切努力，確保當中的供電系統規劃周全，讓其間工作的人員能盡忠職守，為社會大眾服務。

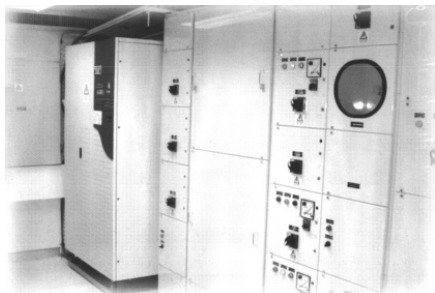


圖3-1：不間斷電源供電屏(1)

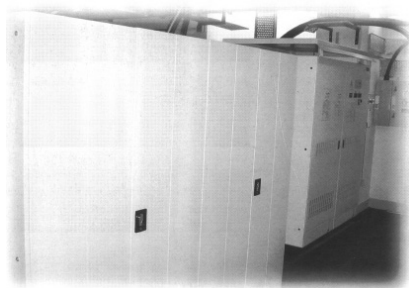


圖3-2：不間斷電源供電屏(2)



圖3-3：病房電線槽裝置



## 技術博客

### 打通樓宇的電力網絡 — 電線地槽

電線地槽一般可分為三種：〔1〕平嵌式地槽—地槽嵌入地台內，與周邊地台齊平。此類地槽的面蓋可以從上面揭開，方便放入電線。一般而言，這類地槽多用於設有地毯的辦公室內。〔2〕藏地式地槽—深藏在地面下，被地台批盪遮蓋。電線只能從接線箱穿入地槽。由於深藏地面下，故此它們能承受較大重量而不變形，較為耐用。〔3〕高架地台底地槽—此類地槽安裝在高架地台下，一般用於設置有高架地台的辦公室，如電腦主機室等。高架地台的地板可以隨時移走及安放，方便在地槽內鋪設電線。





## 第4章

# 水電交融之供水心臟

## 引子

大女兒一看到父親踏進家門，便趕忙問道：「爸爸，我的電腦好像出了問題，你趕快幫我修理吧！」

這時，兒子拿著風筒，走到父親跟前問：「爸爸，風筒開不動，不知是壞了？還是有其他問題？」

媽媽忍不住說：「你們怎可以要求爸爸隨傳隨到地為你們維修電器呢？有點耐性好嗎？」

「沒關係，有時『心急』不是壞事。」爸爸笑道。媽媽便立即瞪著他，凌厲的眼神似乎在說：「我想教孩子們有耐性，你卻唱反調！」

「以前水務署的巨型摩打曾經需要等四、五個月才修理好，若不是當年的工程師們不願等那麼久，而自行鑽研有關的維修技術，建立了自己的維修工場，現在的供水都可能會有問題呢！」

「自建工場？」媽媽的眼睛瞪得更大：「那麼你快快給他們修理算了！若你們也來個自建工場，家裡豈不是更凌亂嗎？」



現時香港的供水，正如電力供應幾近源源不盡，想要清新食水，只需扭開水龍頭即可。但原來供水系統的運作需要大量電力，當中有很大部份是用來推動遍佈港九、但鮮為市民所察覺的多個巨型高壓泵水摩打。更鮮為人知的是，這些摩打曾見證了香港本地電機工程人員的自強故事呢。

水務署的巨型摩打是供水系統的「心臟」，把源源食水跨山越嶺地泵到全港各地。從前這類摩打都是按英國標準設計的。可是，香港氣候較潮濕，人口稠密兼用水量高，故此預計在英國能用上廿五年的摩打，在香港使用耗損的速度就快得多。在一九八一年前，若這些「心臟」有甚麼毛病，一定要老遠送返英國的生產商哪裏維修。

這是因為香港當時還未有高壓摩打的維修專家，英國的生產商也絕口不提內裏乾坤。例如當摩打內的絕緣體耗損到相當程度時便要進行重繞，即是重繞摩打內的線圈。昔日沒有香港工程人員能掌握有關技術，所以不得不送返英國進行修理。如果摩打沒有在適當時間進行重繞，便會可能出現故障、停機，甚至構成危險。但每次運送摩打回英國重繞是要花費大量人力物力，而且一來一回便要四至六個月的時間，運費加上保險等費用真是相當高昂！

## 踏破鐵鞋無覓處

「難道香港人不能掌握到有關技術嗎？」本著這信念，水務署內的工程師便開始積極尋求在本地維修高壓摩打的方法。他們先想到大型船隻也有類似的巨型摩打，便先請太古及黃埔這兩大本地船塢協助。可是原來船塢平日處理的是直流電摩打，而水務署採用的為交流電摩打，因此也是徒勞無功而回。

水務署工程師們絞盡腦汁都未能在本地找到合適的維修方法，不料竟因為當年一名英籍工程師回鄉度假而激發他們自行解決維修問題的決心。

話說這位工程師被某英國工程公司邀請訪問參觀，便在放假期間順道前往。他偶爾看見一部高壓摩打，感覺相當熟悉，一問之下，竟是安裝在

沙田濾水廠，因機件燒了，要由香港運回英國生產商重繞的摩打！於是這工程師特意探訪該生產商，說要看一看那部高壓摩打，生產商卻推說摩打還未運到。這才發現原來生產商也不是自行處理重繞，而是交由其他工程公司進行，後者的收費更比生產商要求的低三分之一！

## 得來全憑真功夫

自此之後，水務署更決心建立自己的摩打維修工場。當時接受此項重要使命的華籍工程人員連「盲公竹」也沒有，只能摸著石頭過河，靠的只是其中一位曾在英國攻讀摩打工程的成員。他們單是集齊摩打構造等技術資料，便花了三年時間，期間更吃盡不少外國廠商的閉門羹。始終世上無難事，只怕有心人，水務署終於在一九八一年完成本地首項高壓摩打重繞工程，可說是為香港本地工程師爭了一口氣。

為工場選址是另一個叫人頭痛的問題。當時一部高壓摩打最重可達十二噸，更考慮到摩打起動電流可能對鄰近電力用戶的影響，須鋪設專用電纜，所以局限了選址的靈活性。雖然首項本地高壓摩打重繞工程是在水務署亞皆老街廠完成的，但一九八五年建立的臨時摩打工場就選擇位於青山「樂安排海水化淡廠」，以便利用該處原有的高壓供電系統。由一九八五年至一九八九年，工程人員在那兒總共重繞了十八台高壓摩打。到海水化淡廠停止運作後，水務署便改在位於龍翔道的機械及電機工場內，設立一所永久性摩打維修工場，進行多項摩打重繞工程。

## 香港工程界的「木人巷」

水務署的維修工場建成後，成為香港工程界的「木人巷」之一，曾培訓出不少本地工程人員。水務署並參與了政府學徒訓練計劃，從接受過六個月基本訓練的學員當中選擇適合的加入該署「學師」，為期四年。期間，學員更可入讀工業學院，使他們可以理論與實踐並重，延續電機維修工場的成就。不少學員經由水務署培訓後，加入其他政府機構為市民服務，更有些學員繼續進修，成為電機工程專家和學者。

此外，昔日香港大學及香港理工學院的電機工程系學生亦利用暑假，在「樂安排海水化淡廠」的工場實習，獲富有經驗的工程人員傳授各項工序的實際技巧。這些工程系畢業生或技術人員，具有高壓摩打和相關高壓開關的維修保養經驗，都被本地電力公司、鐵路公司、及負責大型空調系統的企業羅致，水務署的工場還成為「後勤培訓中心」！

## 周全計劃 延續成功

無論時代如何轉變，供水系統的電機維修一直都是複雜的問題，因為牽一髮而動全身，隨時會影響本港食水的正常供應。例如水務署設有保養計劃，每三年便會要求暫停泵房運作，以便徹底檢查。與此同時，內地由六十年代開始供水給本港，故此每當水務署需要暫停泵房運作，為摩打進行保養維修，工程人員便得與內地方面緊密聯繫，以免輸水至港過程中出亂子。

專業的巨型摩打維修工程，就好像是給供水系統「心臟」定期注射特效強心劑。同樣，本地工程師奮鬥建立屬於香港的維修工場，見證了香港人的專業實力及不撓毅力，也像是給香港工程界打了一支強心針一樣。



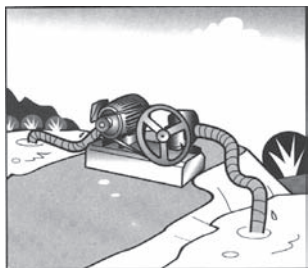
圖4-1：水務署高壓摩打維修工場



圖4-2：高壓摩打線圈



圖4-3：高壓摩打



## 第5章 節能供水

### 引子

天時暑熱，女兒與好友逛街後回家，第一時間開盡全屋冷氣，又到浴室開猛水喉洗面。向來知慳識儉的媽媽終於忍不住口：「乖乖女，節約點吧！省點水，省點電，省水又可省電…」

頑皮的女兒似乎捉住了媽媽的錯處：「好媽媽，省水又怎能省電呢？兩者根本風馬牛不相及。」

媽媽呆了一呆，不知如何回答。這時候，正氣凜然的爸爸挺身而出，曉以大義的說：「怎麼風馬牛不相及，你聽過水力發電嗎？水固然是一種能夠產生電能的來源。但反過來，要將水從老遠的地方輸送到我們家中讓你洗臉，是十分消耗能源的，你知道嗎？」



女兒投降了：「怎麼樣消耗？真不明白。不過，爸爸說的真是十分有趣，願聞其詳！」

大家有所不知，原來日常的水務運作是要使用大量電力。根據過往記錄，電費的支出已佔其經常性開支約一成，因此能源效益便成為十分重要的課題。

多年來，每當要設計和採購機電設備，整個設備使用期內的電費支出都會計算在內。此外，製定水泵維修和翻新時間表時，電費支出也會成為

考慮因素。尋根溯源，原來輸水工程貫徹「省電節能」的信念已有數十寒暑了。

## 變速摩打應用先鋒

時至今天，有很多人對變速馬達都略有所聞，例如玩具電動車。這種驅動裝置根據電氣設備的實際操作需要，靈活調節運轉速度，從而體現節能效果，在不同範疇上都大派用場。但大家可知道，香港第一台大型變速馬達正是用於輸水工作中。

一九六一年，第一台650千瓦、6.6千伏之高壓變速馬達便安裝在梧桐河低地抽水站內。當時河水的水位不定，應用變速技術可以使水泵在河水水位和流量有所變化時，仍然保持高效率運作，繼續抽取河水。這可以說是本地變速水泵應用的先驅，在當時的本地電力工程界更如平地一聲雷，成為破舊立新的典範。

當年的控制技術是利用電感調節器達致變速效果。雖然電感調節器現已功成身退，由電子變頻技術取而代之，而水泵也在幾年前退役。但當年的高壓變速馬達的應用，已經能印證電機工程隨著科技發展而演變優化，與時並進之概念。

香港的變速輸水技術由六十年代發展至今，可謂有賴於工程師勇敢創新。例如在二零零三年首次採用11千伏開關的變頻變速水泵，以最省電的方式調節輸往食水處理廠的流量；為了精益求精，最近期的嘗試，是以監控及資料收集資訊系統(SCADA)監察供水管網的水壓作為指引，即時調控水泵轉速，適度地調節部分地區的供水水壓，以達至省電節能的目標。

這些成就都有賴前人敢於創新，不斷把變速技術發揚光大，為今天的「綠色世界」開天闢地、鋪磚蓋瓦。

## 電腦技術創優增值

自七十年代起，雖然已製定了定期監察和分析設施運作的模式，以節約電力。但當時一切都依賴人手，只有較大型的抽水站才會以電腦幫上一把。



到了九十年代，電腦技術突飛猛進，確實有助落實用電量全面數據電子化，電費數據庫中的資料更會與其他系統(如SCADA系統)的數據融會貫通。同時，電腦程式不斷更新，有助計算電費和分析用電量的功能，能夠準確掌握每台電動水泵的運作變化，對整體操作、維修和更新都至關重要。加上訂立了能源效益指標，雙管齊下使效率提升不少。

供水系統有九成電量是用於電摩打推動水泵抽水。過去測試水泵效率時，或多或少會影響正常運作。後期在引進新測試設備，已能夠在保持正常供水的情況下，每年完成二百多台水泵的測試。近年還發展至按部就班直接在每台水泵裝設儀器，接上SCADA系統，全面改善水泵的功率和效率控制，達到有效控制能源效益。

## 再生能源綻放曙光

事實上，能源管理現在也可從我們日常生活中體會得到，太陽能發電及風力發電就是好例子。由於水務設施大多是座落在偏遠地區，因此在十多個遍遠地點裝設太陽能光伏板及風力發電機，便能有效監控供電系統。

曾幾何時，電力工程師埋首鑽研變速馬達技術，可能是為了節省電費。但此時此刻，不論是提升泵水效率的電子變頻技術，或為開發可再生能源而設的太陽能及水力發電，背後的使命都變得更重大，工程人員也越覺任重道遠。

這是因為地球已響起了「綠色警號」。善用資源、節約能源及開發可持續能源，不僅成為了理所當然的課題，也是工程人員刻不容緩的任務。讓我們一同開發綠能量，為下一代締造更美好的明天。



圖5-1: 太陽能光伏發電板



圖5-2: 梧桐河低地抽水站





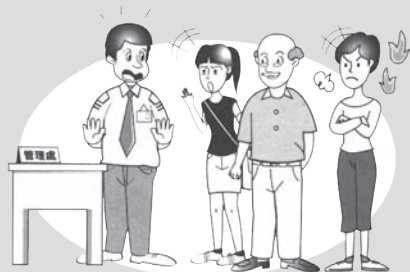
## 第6章

# 電力守將

### 引子

管理處外各住戶怒氣沖沖，七嘴八舌地向管理處投訴今個月已經第五次停止食水供應。管理員忙於解釋：「由於食水泵的供電開關掣板發生故障，故此所有水泵停止運作，現已交由維修商跟進，相信可以很快恢復供水。」碰巧爺爺剛回家，路過管理處聽到解說，便對眾街坊說：各位街坊，既是供電開關掣板出現故障，只要管理處安排更換電掣板，不時停水的問題應可得以解決。」

此時，維修工人從無線電得悉開關電掣板已經修理好，食水供應恢復正常。眾人聽到消息後，就安心離去。



多年來，香港工商業發展一日千里，人口逐年遞增，香港人的用電量及用水量亦變得相當龐大。例如在食水方面，每天都供應不絕，完善周全的輸水網絡當然功不可沒，但水流不息的背後原來也涉及關鍵的電力運作。由儲水、過濾、泵水及至把食水經喉管運送到每家每戶，除足夠的電力供應外，可靠的電力裝置亦扮演著舉足輕重的角色，與香港各行各業可以息息相關。

香港的電力系統每分每秒都支援著整個供水網絡不同的電力裝置，由220伏的低壓系統至11千伏的高電壓都有。前者泛指小型摩打、照明設

備及散熱扇一類低功率裝置，後者包括巨型摩打和變壓器等高功率設備。尤其是高壓電力摩打在大型輸水網絡中至為重要。

## 開關裝置保平安

如何可在安全及有效地控制著高壓電力摩打的運作？有見及此，電機工程人員在電力架構中巧妙地引進一種小寶貝——開關裝置。當系統或其他運作單元發生故障，接電開關掣即時會截斷有問題的電路，使整體電力供應不受影響，確保電力架構運作如常。

用作接電的開關一般分為四類，包括空氣開關簡稱「ACB」、油開關簡稱「OCB」、六氟化硫開關簡稱「GCB」及真空開關簡稱「VCB」。

## 型款演變見證歲月流逝

ACB一般用於電源系統中的低壓裝置，另外三種即用於電壓較高的設施，性質各異。

OCB屬於最早期的開關，至一九六零年開始在輸水網絡中率先投入使用，四十多年來廣泛用於3.3千伏至11千伏的高電壓抽水站。這種開關非常耐用，但缺點是在每數十次開關運作後便需要把油過濾。換油過程不但耗費人力，維修成本高昂，而且容易發生火警。最近二、三十年 OCB已日漸被GCB及VCB所取代。

GCB常用於132千伏和400千伏超高電壓電力輸送系統，近年亦開始使用於11千伏系統中。GCB能迎合開關和變壓器的需要，性能可靠，其售價亦較高。

## 力臻完善精益求精

七十年代初期，VCB曾受到一些限制而未有大量採用。這是因為早期的VCB在某些情況下開關摩打時，會產生高壓脈衝，容易損壞摩打的絕緣效能。另一原因是假如VCB在流失真空的情況下切斷電流，會有可能產生短路，甚至發生爆炸，危害操作安全。

在不斷力臻完善的情況下，電機工程師設計了一款放在絕緣缸內的VCB，這款VCB的特色是採用更安全的密封式設計，減少VCB受外界影響而流失真空的控制故障範圍，保障工作人員的安全。而且真空斷路器的開關接觸面均已採用更佳的材料，使高壓脈衝減至最低。這種嶄新的設計，使接電開關的效能和可靠性更上一層樓。這款使用氣體絕緣的VCB，逐漸在大型的電力網絡或輸水系統中廣泛應用。

開關裝置在任何的電力系統，都是不可或缺的部分，也是捍衛電力安全、確保系統運作無間的無名英雄。對於安坐家中、隨時都得到電力或食水供應的你和我而言，高壓開關裝置，可能看不見、摸不著，但一直以來讓我們享有穩定和安全供應的，正是這些默默耕耘，永不言倦的電力裝置。



圖6-1：油開關(1)



圖6-2：油開關(2)



圖6-3：真空開關(1)



圖6-4：真空開關(2)



圖6-5：空氣開關(1)



圖6-6: 空氣開關(2)



圖6-7: 氣體絕緣開關(1)



圖6-8: 氣體絕緣開關(2)



# BLOG

## 技術博客

### 微型斷路器〔MCB〕的特性

微型斷路器〔以下簡稱MCB〕是配電裝置中，使用最廣泛的一種終端保護器件。一般家用裝置的MCB符合IEC60898的國際標準。

根據ICE60898 MCB分為A、B、C、D 四種特性供用戶選用：

1. 特性A是一般用於「需要快速、無延時斷路」的使用場合。其峰值電流值不超過額定電流 $I_n$ 的2-3倍，以限制允許通過斷路電流值和總的分斷時間，利用該特性可使MCB替代熔斷器作為電子元件的過流保護。
2. 特性B是一般用於「需要較快速度斷路且峰值電流不是很大」的使用場合。與特性A相比較，特性B允許通過的峰值電流 $< 3I_n$ 。一般用於白熾燈、電熱器等電阻性負載及住宅線路的保護。
3. 特性C是一般適用於「大部分的電氣回路」。它允許負載通過較高的短時峰值電流而MCB不動作，特性C允許通過的電流 $< 5I_n$ 。一般用於熒光燈、高壓氣體放電燈、電力配電系統的線路保護。
4. 特性D是一般適用於「很高的峰值電流 $< 10I_n$ 的開關設備」。一般用於交流額定電壓與頻率下的控制變壓器和局部照明變壓器的一次線路和電磁閥的保護。



## 第7章

# 監控水世界

## 引子

在一個天朗氣清的早上，爺爺和小孫女在水塘的堤壩垂釣。當爺爺全神貫注魚竿的動靜，年幼女孫不斷地打呵欠和左顧右盼。忽然，她發現了一些新事物，便好奇地問爺爺說：「你看，水塘邊有些石級被水浸沒了！噢！為什麼階級旁邊印有一些數字呢？」

爺爺沿她的視線看過去，微笑道：「這是我們用作計算水塘水位的量尺、俗稱『塘尺』。你爺爺以前便是負責每天值班，以塘尺監察水位的變化，以確保食水供應的穩定。回想起來，當年的工作其實也有些危險，有次我還差點被雷電擊中呢！」這位已退休的爺爺繼續說：「不過，隨著時代的轉變，水務署在監控科技上已有很大的改進，那些花費大量時間和人力的工作已不復存在。」

「什麼是監控科技，為何現在沒有人睇『塘尺』了？小孫女還不肯罷休地問。正當爺爺想繼續說下去的時候，突然感到手中的魚竿正微微顫動。未幾，竿尾更急往下彎，爺爺本能地發力一拉，一尾大魚便釣上來了。在旁的她高興得手舞足蹈，並摟著爺爺的脖子說：「爺爺萬歲！」



今天我們擁有無數大大小小的網絡覆蓋著全香港、九龍及新界。與我們息息相關的有輸電網絡，手提電話網絡，輸氣網絡及輸水網絡等。在這芸芸網絡中，最大年紀的要算是輸水網絡。今天要管理全港數以百計的地點、約三萬四千個訊號，是透過大型的自動化監控系統來確保所收集的資料的準確及穩定性，否則單靠人手，要達致有效的監控是十分困難。

## 人手日夜守望的歲月

在五、六十年代，監察「塘尺」的工作主要是由前線人員負責，他們一般分為三班，分別駐守全港各個水塘或配水庫。若發現水塘「水數」偏離正常水平時，工作人員便會通知相關的抽水站作出調整。由於當時的電話尚未普及，工作人員是需要跑往附近的商舖借電話通知同事，工作很不方便。

電機工程師為了加強效率及取代用人手通報的方法，電子化的遙測系統便應運而生。其實，早期的遙測系統是以真空管〔俗稱膽機〕或半導體〔俗稱原子粒〕為骨幹，並經預先鋪設的電纜連接至就近的抽水站。由於每條電纜可傳送的信號有限，鋪設及維修費很昂貴，這種做法很快便被其他方法所取代。

## 電子通訊發達的年代

到了七十年代，集成電路發展漸趨成熟，電機工程人員亦逐步把傳統的遙測系統技術，提升至微型處理器的層面上。但礙於當時技術，他們只能把運作資料傳送到附近的抽水站。而那時的儀器亦只能以指針或滾筒的方式，記錄水位和水壓的變化，再發出警報，通知操作人員作出適當行動。這種早期的監察系統雖然比較簡單，但已經可以省卻不少的人手工作，最重要的是加快網絡在不同情況下作出適當反應。

到了八十年代中期，系統成功應用電腦化監控運作(現簡稱為SCADA系統)。直至九十年代初，SCADA系統的應用已相當成熟，所涵蓋的遙測地點亦已超過二百多個。最為令人鼓舞的是在緊急情況下，系統也可裝置在手提電腦中，靈活地掌握全港九數以百計的重要設施。



## 資訊科技發達的世代 與人力資源的配合

工程師不斷研究和改進，無疑能更有效地監控和管理資料，但對習慣使用傳統儀器的操作人員而言，短時間內要他們掌握電腦化的SCADA系統，真是有些不大適應。後來，經過工程師和各工作人員的努力，終於能夠熟習新一代系統的運作，從而發揮出第一代SCADA系統用作遙遠監察和控制供水的效果。

雖然SCADA的監控運作已經十分有效，但有關的工作人員要從系統中抽取資料作統計或分析，在以往是極為不便的。時至今日，SCADA系統已經能夠將資料，以實時的模式傳送到機構內的內聯網上，方便各工作人員獲得最新的運作資料。同時亦可從中取得過往的儲存紀錄，大大加快了能源管理、遙距診斷、工程設計及維修等工作的研究。

「千年蟲」的問題，曾引發出全球各地注意紛紛檢查電腦系統。供水系統的SCADA也能在二零零零年安然過渡了千禧年。經過這次整合和更新，也同時令操作整個系統的同事，對因應用水要求而採取靈活和彈性的調配，提供了一次難得的系統訓練。

今天，在我們身旁還有著無數大大小小的監控系統。一套系統的成功，除了系統自身的可持續發展能力，還需要配合當時的外在情況，例如人力資源的調配和訓練。就如這一套歷史悠久，從過去的人手操控，到今天的自動化電腦操作；從個別小規模的地區性監測儀器，到全面覆蓋至不同設施的監控網絡。工程師的積極參與和實踐，都是為廣大市民提供優質服務，盡其綿力。

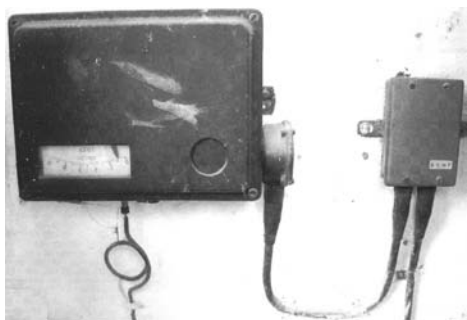


圖14-1: 舊式量度水位儀器



圖14-2: 水位量度尺

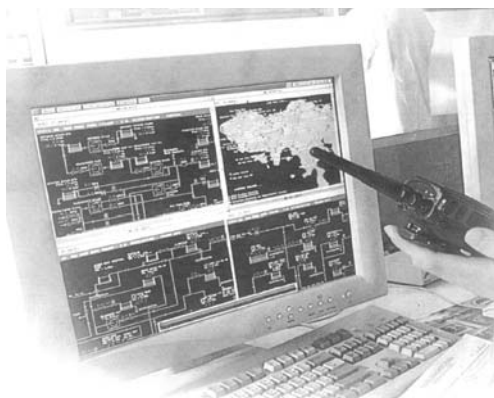


圖14-3: 電腦化監控系統  
(簡稱為SCADA系統)

〔第二卷完〕

## 辭彙表 Glossary

| 英文名稱(簡寫)                             | 中文名稱(俗名)  |
|--------------------------------------|-----------|
| Air Circuit Breaker (ACB)            | 空氣開關      |
| Air-conditioning                     | 空調(冷氣)    |
| Alternating Current                  | 交流電       |
| Arc Fault Test                       | 故障電弧測試    |
| Atmospheric Pressure                 | 大氣壓力      |
| Axle Counter                         | 計軸器       |
| Ballast                              | 鎮流器       |
| Bayonet Cap                          | 釘頭        |
| Boiler                               | 鍋爐        |
| Bushing                              | 套管        |
| Cable Tunnel                         | 電纜隧道      |
| Cast Epoxy Resin                     | 澆注環氧樹脂    |
| Coal-fired Generation                | 燃煤發電      |
| Colour Rendering                     | 顯色性       |
| Combined Cycle                       | 聯合循環      |
| Cooling System                       | 冷卻系統      |
| Copper Wire                          | 銅線        |
| Counter Weight                       | 對重        |
| Crosslinked Polyethylene (XLPE)      | 交聯聚乙烯     |
| Current Leakage Circuit Breaker      | 電流式漏電斷路器  |
| Direct Current                       | 直流電       |
| Discharge                            | 排放裝置      |
| Distribution Management System (DMS) | 配電管理系統    |
| Double Decker                        | 雙重機箱升降機   |
| Earthing                             | 接地        |
| Edison Screw                         | 螺絲頭       |
| Electric Vehicle                     | 電動車       |
| Electromagnetic Induction            | 電磁感應      |
| Energy Management System (EMS)       | 電能管理系統    |
| Ethylene Propylene Rubber (EPR)      | 乙烯-丙烯合成橡膠 |
| Extra High Voltage                   | 超高壓       |

| 英文名稱(簡寫)                                   | 中文名稱(俗名) |
|--------------------------------------------|----------|
| Fault                                      | 故障       |
| Floor Trunking                             | 電線地槽     |
| Flue Gas Desulphurization Facilities (FGD) | 烟氣脫硫裝置   |
| Fluorescent Lamp                           | 熒光燈(光管)  |
| Flush Mounted Floor Trunking               | 平嵌式地槽    |
| Fuse                                       | 保險線(菲士)  |
| Gas Turbine                                | 燃氣渦輪     |
| Generator                                  | 發電機      |
| Glare                                      | 眩光       |
| Halogen Lamp                               | 鹵素燈泡     |
| Harmonic Effects                           | 諧波干擾     |
| High Pressure Sodium Vapour Lamp           | 高壓鈉燈     |
| High Voltage Electricity                   | 高壓電力     |
| High Voltage Motor                         | 高壓馬達(摩打) |
| High Voltage Surge                         | 高電壓脈衝    |
| High Voltage Switchgear                    | 高壓開關     |
| High-frequency Fluorescent Lamp            | 高頻熒光燈    |
| High-frequency Induction Lamp              | 高頻無極感應燈  |
| Hybrid Vehicle                             | 混合動力電動車  |
| Hydrochloric Acid                          | 腐蝕性鹽酸    |
| Incandescent Lamp                          | 白熾燈      |
| Induction Lamp                             | 感應燈(極光燈) |
| Inductive Loops                            | 感應線圈     |
| Insulation Oil                             | 絕緣油      |
| Insulator                                  | 絕緣子/絕緣體  |
| Insulator String                           | 絕緣子串     |
| Interconnection                            | 聯網       |
| Internal Combustion Engine                 | 內燃機      |
| Iron Core                                  | 鐵芯       |
| Isolation Transformer                      | 隔離變壓器    |
| Kilo Watt Hour (kWh)                       | 千瓦小時     |
| Lead Acid Battery                          | 鉛酸電池     |
| Light Emitting Diode (LED)                 | 發光二極管    |
| Lightning                                  | 電擊(閃電)   |
| Lithium Battery                            | 鋰乾電池     |
| Low Voltage Distribution Board             | 低壓配電板    |

| 英文名稱(簡寫)                                 | 中文名稱(俗名)       |
|------------------------------------------|----------------|
| Lumen                                    | 流明             |
| Mega Volt-ampere (MVA)                   | 兆伏安            |
| Megawatt (MW)                            | 兆瓦             |
| Melting Point                            | 熔點             |
| Meter                                    | 電錶             |
| Motor                                    | 摩打, 又名馬達       |
| Mineral Oil                              | 礦物油            |
| Nickel Cadmium Battery                   | 鎳鎘電池           |
| Nickel Metal Hyride (NiMH) Battery       | 鎳金屬氧化物電池       |
| Noise                                    | 雜訊             |
| Nuclear Power Station                    | 核電廠            |
| Ohm's Law                                | 歐姆定律           |
| Oil Circuit Breaker (OCB)                | 油斷路器(油開關)      |
| Oil-immersed                             | 油浸式            |
| Overhead Line                            | 架空電線/架空線       |
| Overload                                 | 過載             |
| Pilot Cable                              | 引導電纜           |
| Plug-in Hybrid Vehicle                   | 電網充電混合型電動車     |
| Power Cable                              | 電纜             |
| Power Quality                            | 電力質素/電力質量/電能質量 |
| Power Station                            | 發電廠            |
| Pressurized-water Nuclear Reactor        | 壓水式核能反應堆       |
| Primary Cell                             | 一次電池(原電池)      |
| Pumped Storage Power Station             | 抽水蓄能發電廠        |
| Raised Floor Trunking                    | 高架地台底槽         |
| Rechargeable Battery                     | 可再充電電池         |
| Rectifier                                | 整流器            |
| Relay                                    | 繼電器            |
| Relaying Protection                      | 繼電保護           |
| Renewable Energy                         | 可再生能源          |
| Residual Leakage Current Circuit Breaker | 漏電斷路器          |
| Rewind                                   | 重繞             |
| Rotor                                    | 轉子             |
| Secondary Cell                           | 二次電池(蓄電池)      |
| Selective Catalytic Reduction Facilities | 除氮裝置           |
| SF6 Gas Circuit Breaker (GCB)            | 六氟化硫氣體斷路器      |

| 英文名稱(簡寫)                                                       | 中文名稱(俗名)    |
|----------------------------------------------------------------|-------------|
| Short Circuit                                                  | 短路          |
| Silicon Copper Film                                            | 硅銅片         |
| Silicon Oil                                                    | 矽油/硅油       |
| Socket                                                         | 插蘇          |
| Solar Generation                                               | 太陽能發電       |
| Stator                                                         | 靜子          |
| Steam Tank                                                     | 蒸氣缸         |
| Steam Turbine                                                  | 蒸氣輪機(蒸氣渦輪機) |
| Submarine Cable                                                | 海底電纜        |
| Substation                                                     | 變電站(火牛房)    |
| Sulphur Hexafluoride (SF6)                                     | 六氟化硫        |
| Supervisory Control and Data Acquisition System (SCADA System) | 數據採集和監視控制系統 |
| Switchgear                                                     | 開關裝置(電掣)    |
| Temperature Rise Limitation Test                               | 升溫限制測試      |
| Tower, Pylon                                                   | 電塔(天線塔)     |
| Traction                                                       | 曳引式         |
| Trainborne Computer                                            | 主電路         |
| Transformer                                                    | 變壓器(火牛)     |
| Transmission and Distribution Network                          | 輸配電網絡       |
| Tripping                                                       | 跳掣/跳閘       |
| Tungsten Halogen Lamp                                          | 鹵光燈         |
| Turbine                                                        | 輪機/渦輪機      |
| Type Test                                                      | 類別測試        |
| Ultra-low Sulphur Coal                                         | 超低硫燃煤       |
| Under Floor Trunking                                           | 藏地式地槽       |
| Underground Cable                                              | 地底電纜        |
| Uninterruptible Power Supply (UPS)                             | 不間斷電源系統     |
| Vacuum Circuit Breaker (VCB)                                   | 真空斷路器(真空開關) |
| Vacuum Tube                                                    | 真空瓶(真空樽)    |
| Variable Voltage Variable Frequency (VVVF)                     | 變壓變頻控制      |
| Volt, Kilovolt                                                 | 伏, 千伏       |
| Watt                                                           | 瓦特          |
| Winding                                                        | 線圈/繞組       |
| Zinc Battery                                                   | 鋅乾電池        |



# 對電學有貢獻的歷史人物

## 一. 與電力單位有關的歷史人物

想一想百多年前，全世界都沒有發電機，沒有電燈，「電」只不過是一個名詞。以下簡單介紹「電」的發展史上的一些著名人物，他們在整個電氣世界有很深遠的影響。



### 1. 庫倫 (Charles Augustin de Coulomb) (1736–1806)

在1785至1791年間，發表了七篇有關電與磁的重要論文，當中包括了電的吸引及排斥定律，電的分佈及庫倫定律。電荷的單位亦以「庫倫」命名。



### 2. 伏特 (Alessandro Volta) (1745–1827)

在1800年他發明了第一個電池，以一系列金屬磁碟，以酸或鹽水浸泡了的紙板將磁碟分開，從而產生電流。電壓的單位是以「伏特」命名。



### 3. 安培 (Andre Marie Ampere) (1775–1836)

經研究發現，通有電流的長直導線，在其周圍所建立的磁場強弱，和導線上的電流大小成正比，和導線距離成反比。至於導線周圍磁場的方向亦可判斷，這就是安培右手定則。電流的單位是以「安培」命名。



### 4. 歐姆 (Georg Simon Ohm) (1787–1854)

是經過十年的實驗，在1826年他發現許多物質有一個特性：在一定的電壓範圍內，電阻是定值，這就是歐姆定律，而電阻的單位，是以「歐姆」命名。



### 5. 法拉第 (Michael Faraday) (1791–1867)

從事電流與磁鐵相互作用的研究，最終發現馬達的原理，確立現在製造馬達的基礎。他在1833年所提出電解法則(定量地算出電能與化學能之間互換的關係)，對化學、合金等是有很大的貢獻的。電容的單位，是以「法拉第」命名。



### 6. 亨利 (Joseph Henry) (1797–1878)

是第一個製造出第一部能夠實際運作的電磁鐵，1830年他發現變動的電流和感應電壓之關係。電感的單位是以「亨利」命名。



### 7. 赫茲 (Heinrich Rudolph Hertz) (1857–1894)

在1887年，他提出了製造電磁振盪器的方法，後來又在實驗中觀察了電磁波的反射、折射等現象。証明電磁波能在空氣傳播，其速度為光速，頻率的單位亦以「赫茲」命名。

## 二. 電學之父 – 法拉第

法拉第在1831年提出他一生中最重要的發現「電磁感應現象」。在當時用電流環繞一塊鋼鐵，使它成為磁石是普遍認知的事，而由磁能可否轉成電能，則尚未有人知曉，但是法拉第則時常想著這個問題。有一天，他得到一塊圓柱形的長型磁石，長約八吋半，直徑約為四分之三吋。他以二百二十呎長的銅絲，繞成一個中空的圓柱形，並在銅絲接上電流計上。實驗的結果是沒有在銅絲上發現電流。法拉第突然靈機一觸，把整塊的磁石快速插入中空的銅圈中，電流計上的指針就移動了，因此他又快速的將磁石抽出，指針又是在移動。於是一種以感應方法產生的電流就出現了。當然要證明指針的移動不是偶然的。他又做了多次的實驗證明電磁的感應現象。有了第一次的實驗基礎，法拉第再向前邁進，終於發明了全世界第一台的發電機。當然，這一台發電機是很簡陋的，但這卻是日後複雜發電機的始祖。法拉第將這一項發明公諸於世，使電機的發展，造福人群。

其實法拉第對學術與科學是十分有見地的。當時英國學術界是反對在學校教授自然科學的課程。自學出身的法拉第對此感到十分驚奇與不解。因此，他訂下了兩個計劃：第一個是舉辦講座，名為「星期五晚上的讀講」，其中有聽眾親自參與的實驗，也有大家一起討論的，使年青人對科學產生很大的興趣；第二個計劃是在每年的最後一星期及最初一星期，舉行科學講座，對象是小朋友，目的是引導他們科學的思維。當年法拉第已經是六十九歲，他對科學的熱忱依然不減，令人敬佩。前英國電機工程師學會每年均作出一系列的演講，名為「法拉第講座」，宣揚電氣的發展，對年青人啟發，亦是追隨這一個偉大的意念。

# 編後語

「EE筆寫」一書能夠如期在二零零六年十月出版，是香港電機工程界一個重要的創舉。本書由構思、搜集、寫稿、配圖、編輯、排版及印刷，歷時兩載，這一切有賴各工作小組成員的心血及努力。而更重要的是得到業界前輩的幫助和支持，使出版這本書的理想能夠實現。同時，我們承蒙梁維新教授賜序，並得到各公司機構及政府部門提供珍貴資料及圖片，又獲得博達公關有限公司協助編寫本書。在此，謹代表香港工程師學會電機分部向各有關人士送上衷心的感謝。

天下無不散之筵席，現在我們來到書中的最後一段，確實難掩小組成員依依不捨之情。當我們努力整理這些已被淡忘的零碎記憶時，就彷彿坐在時光機重返昔日，感受著一班不辭勞苦、默默耕耘的電機工程人員在不同工作領域上所創出的成績。希望業界各方友好能在此起點上，延續寫下電機工程趣誌的理想，讓普羅大眾對電機工程有一個更廣泛的認識，為香港發展史留下多一點的回憶。

香港工程師學會電機分部  
香港電機工程發展趣誌  
「EE筆寫」工作小組

主席：戴德謙工程師

委員：王志亮工程師

朱琰光工程師

李榮健工程師

何世景工程師

何志誠工程師

胡萬城工程師

高志偉工程師

容啟民工程師

黃永輝先生

崔志雄工程師

梁志明工程師

梁建民博士工程師

陳福祥博士工程師

陳龍工程師

勞偉籌博士工程師

鄭佩雯工程師

劉永年博士工程師

特別顧問：黃耀新工程師

香港工程師學會副會長

香港電機工程發展趣誌

「EE筆寫」工作小組

# 鳴謝

本書部份照片由以下各公司機構及政府部門提供，謹此致謝

- 九廣鐵路有限公司
- 中華電力有限公司
- 地下鐵路有限公司
- 美捷有限公司
- 香港大學電機電子工程學系
- 香港特區政府水務署
- 香港特區政府房屋署
- 香港特區政府機電工程署
- 香港理工大學電機工程學系
- 香港電車有限公司
- 香港電燈有限公司
- 通力電梯(香港)有限公司
- 蜆壳電器工業(集團)有限公司
- 梅蘭日蘭電子有限公司

本書內容只作為參考之用，「EE」筆寫工作小組已盡力確保資料正確無誤，對資料有誤所引起之損失，「EE」筆寫工作小組及香港工程師學會電機分部概不負責。

# 各方評語

(當年2006)

## 香港大學工學院院長吳冬生教授：

「EE筆寫」是一本不可多得的好書，作者以生動有趣的方法，介紹了電機工程對香港的發展和影響。它不但能增加讀者對電機工程的知識，更能引起讀者對「電」探索的興趣，所以「EE筆寫」是一本必看的書籍。

## 香港英皇書院校長何汝淳：

「EE筆寫」一書，透過不同的電力小故事，生動有趣地道出「電力與生活」及香港過去幾十年來電力發展的心路歷程。幽默的文筆，生活化的典故，相信此書不難成為莘莘學子課外不可多得的益智讀物。

希望此書能「拋磚引玉」吸引廣大青少年培養對電力應用的興趣，從而進一步激發他們對科學發展的持續探索。

## 香港培正中學校長葉賜添：

「EE筆寫」一書的出版，讓我們在享用「源源電力」之時，「點燈思源」，了解電力來之不易，在光照人間的背後，工程師們在設計及建造各地電網過程中辛酸的經歷；更讓我們對電力供應、電力網站及安全用電有進一步的了解，認識如何將大自然一點一滴的能源，送到家家戶戶，發光發熱。

「供水心臟」高壓摩打維修技術的突破，見證著香港人排除萬難的拼搏精神；「與電同行」可以看到香港集體運輸系統電器化革命背後的故事。今天，建設完善的「電力脈絡」，維持正常電力供應，維護用電設施正常運作，成為供電機構重要課題。如何正確使用電力、裝置電力、善用電力，「法網無邊」讓我們認識電力條例，進一步明白使用者的權益，安全用電。

今天，電力已經成為現代社會不可或缺的能源，各類型大小不同的電池、與不間斷電源系統已經成為我們日常生活的一部份，當中不乏「香港製造」的產品，為我們提供優質的服務。

電是自然界基本現象，也是物質固有的能源。「EE筆寫」將「電力」這艱深課題，以深入淺出及輕鬆手筆，讓我們不單明白「電力」知識，更看到香港機電工程發展的路途、香港人的成就。釋能生電，惠及民生，福澤社群。本書見證著這個道理，對青年學生尤有意義。

# 再版後語

「EE筆寫」再版工作小組在2023年成立，推動數碼轉型，將「EE筆寫」一書轉化為數碼版。並分拆四卷印刷出版作〈非賣品〉，並配以網上下載。這一轉變旨在配合新一代讀者的閱讀習慣，並以更有效的方式廣傳和保存這份文本。本書於2024年3月再版，閱讀對像是中學生，希望能吸引他們日後在電機工程業界發展。

「EE筆寫」一書再版及透過網絡媒體推廣，可讓更多年輕讀者有機會接觸和了解電機行業背後的故事，使歷史和知識內容得以傳承，也更能符合時代變遷的需求。我們相信，這一轉型將為讀者帶來更豐富的知識和更深入的理解，提供更互動和多元化的閱讀體驗，同時也為電機行業的發展注入新的活力。

再版「EE筆寫」合共四卷，可在香港工程師學會電機分部網頁下載；其下載連結及二維碼為：<http://el.hkie.org.hk/Home.aspx?SubMenuID=3bef0b18-403a-42d8-af88-ebf3e-2dacacd>

香港工程師學會電機分部  
香港電機工程發展趣誌  
「EE筆寫」再版工作小組

主席： 傅俊皓工程師

委員： 何永業工程師

唐偉明工程師

徐海松工程師

陳福祥博士工程師

楊悠女士

電機分部主席及顧問：

甄家榮工程師



香港電機工程發展趣誌

「EE筆寫」再版工作小組

二零二四年三月



---

書名：香港電機工程發展趣誌「EE 筆寫」  
第二卷：安居樂電 及 水電交融

---

著作及編輯：香港工程師學會 – 電機分部  
香港電機工程發展趣誌  
「EE筆寫」工作小組

出版：香港工程師學會 – 電機分部  
香港銅鑼灣記利佐治街1號金百利9字樓

版次：2006年10月香港第一版第一次印刷  
2024年3月香港第二版 (合共四卷) 第一次印刷

規格：A5 size：148mm(w) x 210mm(h)

國際書號 ISBN：978-962-7619-83-3  
©2024 The Hong Kong Institution of Engineers  
Published & Printed in Hong Kong

---

版權：本書版權為香港工程師學會所有。除獲版權持有者書面允許外，不得在任何地區，以任何文字翻印、仿製或轉載本書文字或圖表。

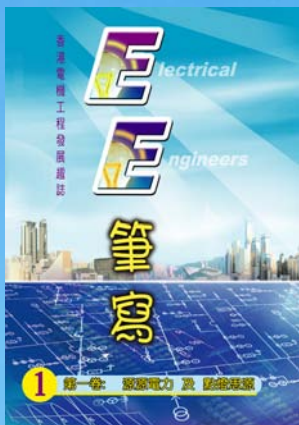
---



家話你知 .....



在每章  
〈引子〉  
出現的  
E家人物



THE HONG KONG INSTITUTION  
OF ENGINEERS  
工程師學會

Printed and published in Hong Kong  
ISBN-13: 978-962-7619-20-8 ISBN-10: 962-7619-20-5



非賣品