

香港電機工程發展趣誌



筆寫

3

第三卷：與電同行 及 電力脈絡

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
第三卷： 與電同行 及 電力脈絡	
第1章 與電同行之下火充電	4
第2章 鐵道雙龍	8
第3章 香港人的電動車	14
第4章 上天下地載你行	19
第5章 電力脈絡	26
第6章 電線世界	32
第7章 隨時候命	38
辭彙表	42
對電學有貢獻的歷史人物	46
編後語 及 「EE筆寫」工作小組	48
鳴謝	49
各方評語	50
再版後語 及 再版工作小組	51

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

與電同行之下火充電

火車電氣化革命

引子

趁著暑假，全家人到廣州探望親戚。乘客在月台上等待列車，都張望列車進站，只有爸爸抬頭定睛望著路軌上方的架空電纜。

「爸爸職業病又發作了！看見電纜便發呆！」

「啊！」爸爸回過神來說：「沒辦法啦，香港火車當年電氣化，是工程界一大盛事呢。」

進了冷氣充足的車廂後，大女兒舒口氣說：「真舒服啊！」。小女兒則指著座位上方的資訊電視屏幕說：「還有電視看呢！」

爸爸答道：「所以呢，我剛才看著電纜發呆是有道理的。現在坐火車又有冷氣又有電視，全靠車頂上方的電線！火車的推動也是靠電力呢！」

小女兒若有所思：「既是這樣，為甚麼火車還叫做『火車』呢？」



「迫火車返大陸」是無數香港人的回憶，此情此景現在只有在電影裡才看得到。現時搭火車來往九龍、新界遠至廣州，不但輕鬆快捷、瞬間即達，新式車廂內還設有空調、資訊電視等先進設施，使旅程舒適又安穩。電力在此中扮演著重要角色，而火車電氣化更是香港電機工程史上的一大成就。

一九八三年七月十五日，九廣鐵路首班直抵羅湖的電氣化列車正式從紅磡開出。自此「火」車蛻變成以電力驅動的現代化列車，加速了香港的

發展，更為中港兩地的緊密經貿關係及人才交流鋪橋搭路。

九廣鐵路(九鐵)早在一九一零年通車。顧名思義，就是指貫通九龍及廣州的鐵路。初期的九鐵以蒸氣機車拖動，至一九六二年才被柴油機車全面取代。一九七八年，九廣鐵路展開全面電氣化工程，成為香港鐵路史上的一個轉捩點。

電力帶來無限機遇

電氣化工程帶來最明顯的改變，是把柴油機車改成更具能源效益而且更環保的電氣化列車。除了全部列車也要改成新設計外，整個鐵路系統還要經歷內內外外徹底的改革：首先，沿線要加建高壓架空電纜，更要擴建及改良多條隧道，以容納電纜及供電設施。其次，有了電力供應，工程師們便能為鐵路加入許多嶄新設施，使鐵路服務達到前所未有的快捷舒適，例如在路軌上加入訊號線，偵察列車位置並即時傳到控制中心，使列車調度彈性大增，為乘客帶來更大的方便。

克服了重重技術及測試挑戰後，九鐵紅磡至羅湖連綿三十五公里的鐵路在一九八三年七月全面電氣化。這項耗資三十億港元的鐵路大改革，能在短短五年完成，實為香港工程史上一大創舉。

通電後更精益求精

整套鐵路電氣化系統主要是參考英國的鐵路設計，但在英國行之有效的設計，到了香港便要接受許多新的挑戰。

由於香港人口稠密，鐵路乘客量很高，所以香港列車班次較密，車身較長，連車廂頂上的集電弓數目，也多於英國的列車，此外，香港還有颱風及炎熱潮濕天氣。故此，九鐵高架電纜承受的負荷極高，工程師們須每天與時間競賽：一方面以高水平的維護維修工序確保整條鐵路運作如常，一方面像偵探般仔細檢查電纜的狀況。每當有電纜破損等故障時，更要本著「盡信書不如無書」的精神，不只參考供應商的資料，更按香港的特殊情況入手，把故障根源找出來。九鐵更曾為了確保安全，把全條鐵路供電系統的有關元件統統更換，這些都花了九鐵高壓電纜組全體員工不少心血呢！

高壓電纜專才難尋

而這些跟時間競賽的偵探確實不易做，因為火車的電力系統有其獨特之處，員工即使於其他電力機構擁有相關的工作經驗，也必須經過特別的培訓，才可充份發揮所長。

除了電機專業知識外，他們還要「藝高人膽大」，不能畏高，部份崗位還要特別接受梯具使用的培訓。此外，社會對安全的要求不斷提高，高壓組員工現時擁有一些安全性特別加強了的「工具」，使其工作效率也提升了。

如今(即二零零六年)九鐵網絡每年的客運量高達五億人次，較一九七八年剛展開電氣化工程時增長三十倍，足證電氣化大大提升了鐵路服務水平。

說來也妙，香港人至今仍慣稱九鐵為「火車」，證明大家對這種歷史悠久的交通工具感情未變。這應是當年每晚不辭勞苦、披星戴月替鐵路脫胎換骨的工程師們的最大安慰！



BLOG

技術博客

偵測列車位置的方法

列車位置偵測系統是依靠設置於路軌上的感應線圈去收發各項車輛資訊，如列車位置和列車速度，然後將這些資料送往附近的車輛控制中心進行即時分析，最後把計算出的數據，如各列車的停車點和目標速度，再次經由感應線圈傳送回各列車上的主電腦中，來控制車輛。

列車的位置基本上是由設置在車軸上的轉數記錄儀，利用所量得車軸的轉數，計算出列車已經行駛了多少路程，從而推算出列車的所在位置。但是，由於車輪在行駛期間會受打滑等原因，令所推算的行走距離出現誤差，為避免這些誤差累增，因而導致資料不準確，列車的主電腦還會由設於車底之感應器，從之前所經過的感應線圈數目中，計算出該車的所在位置，並且會隨著列車之移動不斷地更正位置資料。每組感應線圈相距25米，感應器每經過一組感應線圈，即表示列車已經前進了25米。



圖1-1: 大圍九鐵車站



圖1-2: 電動列車的集電弓接觸着架空電纜系統聯成一完整的電路



圖1-3: 電動火車



圖1-4: 東鐵列車



圖1-5: 馬鐵列車



圖1-6: 西鐵列車



第2章

鐵道雙龍

引子

假期天，一家人陪伴來港旅遊的姑媽坐「叮叮」遊港島。車上擠得水洩不通，大女兒弄得汗流浹背，不禁低聲抱怨道：「地鐵又快又涼，何解為了節省一元半塊坐電車呢？」



媽媽答道：「那可不同呀，地鐵充滿現代化氣息，電車則讓人體驗香港的地道風味，各有特色。現在世界上有很多地方都建有地鐵，但有電車的城市卻寥寥可數。電車實在是香港的特色。」

爸爸也插上一嘴，幽了大女兒一默：「又可回味香港歷史，又可流汗『瘦身』，對於我們心廣『體胖』的乖乖女來說。不是一舉兩得嗎？」

香港是繁華的大都會，街道上每天絡繹不絕，肩摩轂擊。電車與地鐵在地面及地下各盡爾職，在疏導交通上扮演著重要角色。雖然兩者性質有別，但同樣肩負重任，更為香港電氣化運輸寫下光輝的里程碑。

滄海桑田 風采依然

電車行駛至今已跨越百載，其特獨的「叮叮」聲響也成為了本地特色。香港更擁有全球規模數一數二的雙層電車隊。究竟電車從何而來？

一八八一年，香港決定開發一種新公共交通工具。最初構想是以蒸氣或機械驅動，甚至以動物拖行！但鑒於財政及交通擠塞問題，計劃一度被擱置。直至一九零二年，這個念頭又捲土重來。翌年，香港電車公司成立，第一代電車亦昂然上路，成為繼登山纜車後，香港第二種公共交通工具。雖然它比纜車晚了六年誕生，但仍位列香港的元老級交通工具。

首批電車往返堅尼地城至筲箕灣，二十六輛全屬單層，從英國入口，然後在港裝嵌。一九一二年，香港黃埔船塢公司建造了首輛雙層電車；到一九二三年，雙層電車再增三十四輛。這年也是電車供電的轉捩點：此前電車公司在寶靈頓道及堅拿道自設發電站發電驅車，此後則交由港燈供電。一九三八年，電車更加入了氣壓制動器，安全性大增。

一九四一年香港淪陷，但在日軍佔據下，電車服務從未間斷。直至四五年香港光復，全數一百零九輛電車仍然健在。雖然當中只有十五輛操作正常，但電車服務在戰火洗禮下總算屹立不倒，甚至在戰後更脫胎換骨！新一代電車在四九年誕生，屬標準四輪式雙層車種，往後數年車廂設計不斷演變，變得更安全、更先進。

遁地開路

六十年代香港人口不斷激增，到六七年已達三百八十萬人。港人分佈於不同地區，地面交通擠塞問題日益嚴重。港府開始研究建設新交通工具。一九七零年政府聘請了工程顧問公司經深入研究後，建議「鑽進地底」，興建新型地下鐵路運輸系統，包括四條支線，三條貫通九龍，一條行駛港島。

一九七四年地鐵公司成立，五年後地鐵正式啟用，往返觀塘至尖沙嘴。其後地鐵路線不斷擴展，荃灣線及港島線分別在八二年和八六年通車；九八年更建成機場快線及東涌線，而將軍澳線及迪士尼線分別於零二及零五年通車。現在(即二零零六年)香港地鐵網絡全長九十一公里，有超過五十個車站，每天提供十九小時列車服務，是世界上最繁忙的鐵路系統之一。

電車與地鐵，一種在地面行駛，一種在地下奔馳，兩者在解決香港交通擠塞問題上皆勞苦功高。最難能可貴的是，地鐵的出現無減電車的受歡迎程度，反映了香港社會文化共存的優良現象。毋庸置疑，地鐵在多方面都比電車先進，但電車卻保留著濃厚的傳統氣息，是香江歲月的印記，兩者可謂分庭抗禮。

與「電」有緣

不論電車或地鐵，都是電氣化交通工具的佼佼者，不僅體現了無煙行車的環保概念，還利用了先進電氣裝置，實現安全的自動化運輸。早在百多年前電車萌芽之際，香港人已關注到環保運輸的重要，實在可喜。縱觀電車及地鐵各方面的運作，無不與電力淵源深厚。當中較重要的部分包括牽引力控制、剎車系統及行車控制系統。

先談牽引力控制。過去電氣化鐵路一般採用直流摩打，但三相交流摩打始終較理想，因為它可提高列車速度，亦有利高壓操作，成本/功率比也較低。此外，修理上也更簡便，因為毋須設置整流器。

然而，交流電感摩打在列車推進系統中始終未能普及，因為其起動之矩力較低、而電流較高，所以速度亦較難控制。直至「變壓變頻控制系統」的出現，情況便不可同日而語。該系統利用絕緣閘雙極電晶體，在交流電感電機中準確地控制速度，自東涌線及機場快線工程展開以來已獲廣泛採用。

再談剎車系統，原來列車中同時採用機械和電力剎掣，雙管齊下。機械剎掣以腳踩動，直接與車輪產生摩擦力而剎停列車；九零年代亦出現了以壓

縮空氣剎停車輪的設計。電力剎車則分為動態剎掣及再生剎掣兩種，前者以摩打作為剎車發電機，產生的能源以熱量形式耗散；後者則把電能送回架空電纜。兩種剎車系統互相補足，產生出最具能源效益及安全的組合。

至於電子控制系統，則是行車自動化的關鍵，有助保障行車安全及提高行車班次。例如最新啟動的迪士尼線引入全自動操作，成為「無人駕駛」。即使是電車，二千年面世的「千禧品種」亦引入了可編程邏輯控制電腦系統，提供完善駕駛戒備功能，就算司機突然暈倒，電車也不會橫衝直撞。

電車與地鐵生於不同年代，就好像一個飽歷風霜、真正捱過戰亂淪陷時代的長輩，和一個成長於現代化社會、享盡物質文明的青年。但難得兩者互相敬重，各盡己任為香港的交通運輸發光發熱。誰說兩代不可融洽相處？



BLOG

技術博客

各種電動交通工具的電力應用

地下鐵路：地下鐵路的架空接觸網是直流1,500伏，其供應的方法是由電力公司的輸電網降壓至交流33千伏，再經直流整流器降至直流1,500伏。

九廣鐵路(包括西鐵)：其架空接觸網是由單相的25千伏的交流電供應，而該電壓是由電力公司的輸電網經過降壓後產生的。

輕便鐵路：輕便鐵路的架空接觸網是直流750伏供應的，該電壓是由配電網以11千伏交流電降壓及整流後產生的。

電車：電車的架空接觸網是直流550伏供應的，該電壓是由配電網以11千伏交流電降壓及整流後產生的。

纜車：纜車是由電動摩打直接拉動纜車的，該摩打額定電壓為三相380伏，而摩打約500千瓦。

東涌吊車：昂平360的吊車是由三相摩打帶動的，其電力供應經由配電網以11千伏降壓至380伏提供。



圖2-1: 地鐵列車

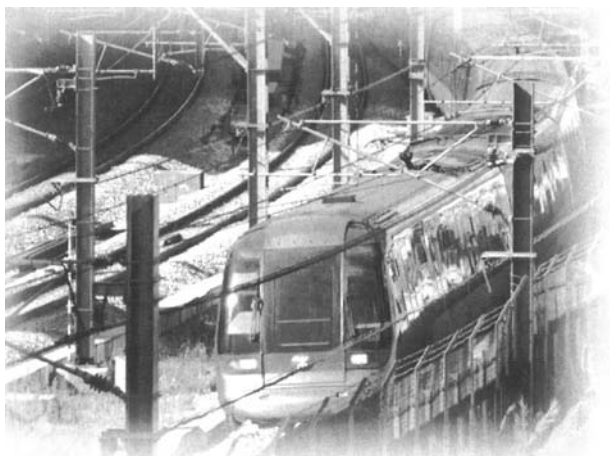


圖2-2: 東涌綫列車



圖2-3: 迪士尼綫列車



圖2-4：機鐵列車



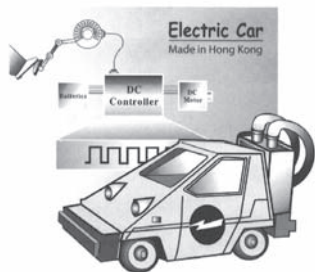
圖2-5：電車(1)



圖2-6：電車(2)



圖2-7：觀光電車



第3章

香港人的電動車

引子

途經中環繁忙街道時女兒掩著鼻子埋怨道：「為何香港的空氣質素總是這麼糟糕?!」

父親指著遠處的山頂，嘆氣說：「以往我站在這兒只要抬起頭，便會清楚看到山頂。現在不管天氣是晴是陰，山頂都被煙塵蓋著；香港的空氣污染真是厲害！」

「街上那麼多車，空氣又怎會清新……」女兒繼續皺著眉頭說。

「這也不是絕對的。現代人講求快捷、舒適，要大家完全放棄用車是不切實際的想法，但有關方面絕對可以鼓勵市民大眾，改用可大幅減低廢氣排放的電動車或者混合動力汽車，舒緩空氣污染問題。」

「電動車？又是那些外國有，香港欠奉的玩意。」看來女兒認為不值一提。

父親肯定地答道：「不要輕視自己的地方，畢竟亞洲電動車之父是前香港工程師學會會長呢！」



香港人與「有」尤榮

這位享有亞洲電動車之父美譽的陳清泉教授，是香港大學電機電子工程學系前主任，早於二十世紀七十年代開始，他已致力研究電動車技術，開發了永磁無刷電動車電機（摩打），甚至獲委任為日本本田的講座教授。而他在電動車上的許多重要研究，都是在香港進行的。

陳教授屢獲世界各地科技界的表揚！他是中國工程院院士和英國皇家工程院院士，在2000年獲英國電機工程師學會國際學術演講獎，2001年被《亞洲新聞》評選為亞洲最佳技術創新者，2002年被《遠見》雜誌譽為亞洲電動車之父。他常親到世界各地推廣電動車，更是世界電動車協會的共同創辦人，並曾成功說服日本加入該國際組織。

這有賴他身處香港，對東西方的思維都有深刻了解，所以能夠拉近亞洲與歐美研究人員的距離，以促進全球電動車的技術發展。事實上，第十屆國際電動車會議便於一九九零年在香港召開，匯聚了東、西方傑出科研人才的。而香港大學也早在一九九三年集合了海內外電動車專才及業界的力量，成功研發出U2001電動車。由此可見，電動車與香港的關係並不如大眾想像般疏離，香港電機工程界更在電動車發展上，肩負著融合東方和西方科技創新動力的角色。

迎合世界需求

世界各地愈來愈重視電動車的發展，主要是因為環境污染日益嚴重，石油價格持續高企，更遑論當今地球石油蘊藏量始終有限。電動車的開發目標，正是大幅減低由汽車排放的廢氣和微粒，同時亦減少耗油量。

電動車可分為三種，各有優劣。首先是純以電力推動的蓄電池電動車。它可實現零排放，但由於受到電池的限制，充電需時甚久，每次充電後也只能行駛一百至三百公里，對普羅大眾來說並不完全實際。電池電動車的製造成本更比非電動車高出很多，售價之貴，可想而知。

第二種便是現時市場最受落、結合汽油發動引擎和電動摩打的混合動力電動車。雖然這類電動車需要加油，但耗油量低、廢氣排放低、性能頗

佳，適合在一般街道上行走。不過售價仍較一般同級汽油驅動車輛高出許多，但單是日本的豐田車廠已售出了40萬輛，預計到2010年全球將有約200萬輛在路上行走。

最後一類電動車就是仍未商業化的燃料電池電動車。這種電動車最符合環保原則，但造價亦最高，目前仍在研發及試行階段，成功關鍵在於燃料電池壽命、可靠性及氫氣的製造、儲存及輸送等技術。

歷盡重重障礙

對電機研究人員來說，無論是哪一種電動車，首要解決的問題都是電池和電機的設計和效能。早在二十世紀七十年代，工程師研發電動車時，便要面對電池能量密度遠比汽油低的問題。他們既要確保鉛酸充電池能提供足夠推動力，又要使電池的體積和重量維持在可接受的水平，以配合車輛的整體設計。

到了九十年代，鋰離子電池和鋰聚合物電池的出現，無疑提升了電動車所能行走的距離，但鋰離子電池有爆炸機會，安全度有待提升；至於鋰聚化物電池雖足以讓電動車行駛多達二百至三百公里，卻價錢昂貴，約佔整部車造價的三分之一！結果，電機工程師經歷數十年的「電池戰爭」，以擊敗種種技術障礙，使電動車變成大眾日常生活良伴為目標。

另一方面，工程師極力希望能擺脫既笨重、又會產生火花的直流電機。於是陳清泉教授便著手研究使用交流電機的可行性。每當他在美國獲得新靈感，便會回港與電機電子工程學系的學生分享，引導他們繼續拓展研究。由於當時香港的工程學系學生的數學與物理根底都非常好，加上他們努力不懈，使研究能火速進行。最後，有關的研究報告更榮獲一九八七年的美國電機電子工程師學會最佳論文獎。至於陳教授研發的交流電機，隨後亦成了電動車的主流設計，也載入了美國學者編寫的電動車歷史。香港的電動車研究，名符其實地名留青史。

時至今天，電動車的技術發展重點，已擴展至負責監察及管理能量使用狀況的多能源智能管理系統，以及整體電動車系統的集成和優化。陳教

授的電動車電機驅動控制、電池智能管理和電動車系統集成優化設計等技術，現已被多家海內外汽車廠商採用了。

革命未完仍須努力

本地工程界除了致力開發技術，也積極向各界及政府遊說推動電動車，成效日見。例如香港政府早在二十世紀九十年代初，便已豁免電動車輛首次登記稅優惠，成為政府鼓勵民眾使用電動車的世界先驅。可惜該項優惠卻不包括到九十年代尾才面世的混合動力電動車。加上香港坊間缺乏對電動車維修的支援及車價相對昂貴，故此就算日本和美國的車廠已大量生產混合動力電動車，本地車行對引入這些車款仍欠興趣，一般市民更缺乏認識。

幸而本地企業開始因應環保訴求，積極推行採用電動車。例如中華電力有限公司便於二零零五年年底，啟動了十四輛豐田Prius混合動力電動車，使該公司擁有現時全港規模最大的混合動力企業電動車隊。香港電燈有限公司也積極支持和推廣使用電動車。

本地工程師放眼未來，當然希望香港政府能多給混合動力電動車稅務優惠，使大眾樂於轉用，車行也樂意引入混合動力電動車。

內地對環保問題日益重視，但又不能減少社會對車輛的需求，使電動車具備無限市場潛力。中國已將電動車的發展列入國家重點研究項目，大有機會成為電動車的生產王國。就此，香港的工程研究人員將會繼續發揮橋樑的角色，例如陳教授已被委任為國家科技部電動汽車專項評審委員、第一汽車製造廠和長安汽車集團的高級科技顧問，牽引內地與世界各地專家間就電動車技術的交流，共同解決研發電動車的最大的困難——將「產品發明」市場化，讓人類享受到結集東、西方科研精粹的實際成果。



技術博客

電動車

電動車是由電動機（即摩打）驅動的機動車輛，其顯著優點是節能和環保。電動車包括蓄電池電動車、混合動力電動車和燃料電池電動車。蓄電池是純電動汽車能否普及的關鍵，現在還需要繼續研發來提高蓄電池的能量密度、功率密度、可靠性和安全性，這類電動汽車目前主要用於短途或低速的社區交通。混合動力電動車具有內燃機（即引擎）和電動機兩個系統，因此行駛里程長，較符合大眾用戶的需求，目前全球已銷售50萬輛，預計2010年將達200萬輛。混合動力電動車的關鍵，在於內燃機和電動機兩個系統如何相互配合及優化。至於燃料電池電動車則採用燃料電池來儲能，燃料電池顧名思義，是將內儲的氫氣及空氣中的氧氣結合而發電。燃料電池電動車目前尚處於研發和試行階段，因為燃料電池的壽命、可靠性和成本、以及氫氣的製造、儲存和輸送、都是需要進一步研究解決的問題。



圖3-1: 陳清泉教授研究的其中一款電動車



圖3-2: 電機工程科技交流會



第4章

上天下地載你行

升降機與扶手電梯發展

引子

「哈哈，你們快些來看電視吧！」小女兒叫嚷著。

「是一個怎樣的有趣節目？」爸爸回應。

「你看這些人多麼笨，不使用升降機，單靠兩條腿跑上數十層梯級。」小女兒笑著說。

「傻女，那是一年一度的『跑樓梯競賽』，健兒們要以最短的時間跑到大廈頂層，殊不簡單！」爸爸說。

「為甚麼要舉辦這種無謂的競賽？」小女兒問道。

「因為升降機及扶手電梯實在是非常便利，免卻徒步『登天』，少行了樓梯，變相亦等如少了運動的機會。主辦單位就是希望藉此喚醒我們運動對健康的重要。」爸爸認真回答。



相信升降機與扶手電梯定必是每個香港人每天都會使用的電動設施。第一台液壓式升降機於一八四五年誕生，當時是以水作為推動升降機的液體。直到一八五三年，升降機自動安全裝置的發明，大大提高升降機的安全水平。美國紐約一家樓高五層的商舖，便安裝了首部附有安全裝置的客運升降機，自此升降機便開始普及，並且高速發展。初時的升降機由蒸汽機所推動，所以需要同時設置鍋爐房。直至一八八零年，第一部由電力驅動的升降機才面世，升降機那時才成為真正的「電梯」。

升降機亦有霸王級

至於香港第一部升降機，現已無從稽考，有說是戰前已經引入。初時的升降機只有手動操縱桿，負責控制上行及下行速度，因此需要具經驗的操作員，才可以控制升降機準確地停在特定的樓層。繼手動升降機之後，香港開始出現按掣操作的自動升降機，不過，它只可以同一時間應付一個指令，而機內的按鈕可以下達優先的指令，因此被稱為「霸軚」。

隨後發展的升降機，已可以同時應付多重指令，不過機門還是需要搭客自行開關。直到六十年代，才有自動門升降機的出現。近年，有不少升降機還配備身份認證功能，限制不同搭客到達不同樓層。這種設計初見於酒店，後來普及至高尚住宅；最初使用密碼匙，到近年則發展為各式智能卡認證。

現時我們只用數分鐘，就可以乘搭升降機安全上天下地，主要依靠數個安全部件，當中包括可以使到升降機在突然失去動力時，不會失控墜下的安全夾；速度過快時，使升降機速度不過快的限速器，會啟動安全夾發揮減速作用，以往只會限制升降機的下降速度，現時則為了符合法例要求，要實施上行及下行限速。

升降機主要分為三類：一種是利用液體壓力推動升降機上升運行，以地心吸力引導液體自然排出而使升降機下降的液壓式，而現今主要採用的液體為油，所以亦稱為油壓式升降機。

另外亦有以鋼纜將升降機拉起及放下的繞纜式升降機，以及目前最

普遍的曳引式升降機。後者的運作原理主要是：由架設在升降機槽頂部機房內的曳引輪與多條鋼纜相連，鋼纜的一端是機箱；而鋼纜的另一端則懸掛作平衡用的對重，透過曳引輪上坑紋及鋼纜粗糙表面之間的摩擦力，來推動機箱。機箱移動時，對重就會向反方向移動。曳引式機種正漸漸取代纜式升降機。

升降機技術不斷推陳出新，最新式的是無機房式升降機。設計者將摩打等部件縮小，並將控制台藏於升降機大堂，有需要時才拉出作維修或調校，好處在於較以往的升降機更節省公共地方。為求節省空間，有些樓宇會引入雙層機箱升降機系統，即是在單一升降機槽內，設有兩層轎箱的升降機，新鴻基中心及國際金融中心第二期就是最好的例子。不知大家在使用那裡的升降機時可發覺箇中的奧妙呢？

會跳的升降機

除了一般在已建成大廈內載貨載人的升降機外，興建中的樓宇也需要升降機，近年出現一款「變種軌」，用以取代沿用於建築地盤但易生意外的「籠軌」。這個變種名為「Jump軌」有別於一般升降機，其支架及軌道等配件又可隨著大廈興建而向上伸延，大約每完成十層樓就「跳一跳」。其實「Jump軌」經裝備後無異於一般升降機，也較「籠軌」安全，機箱亦可拆卸再用，已裝置的配件更可保留予新安裝的載客升降機使用，因此可為建築公司提升安全水平，同時節省成本。

扶手電梯

至於扶手電梯方面，近年最重要的發展便是加入了節能概念，例如在無人使用時會自動停止運作的扶手電梯。不過，這種節能電梯不大適合香港。這不是因為技術或成本問題，原來是人的問題：工程師們發現，大多數港人見到一道停止運作的扶手電梯時，會以為是因損壞而停止運作，而第一時間找尋另一條路線。因此工程師認為，適合香港的節能扶手電梯應不停運作，只在無人使用時以最低速運行；在感應器偵測到將會有用戶使用並在踏上階級前，就恢復原有速度運作。這需經過反覆測試，才會得出合

適的反應速度。這可見真正能方便大眾的設備，除了技術先進外，還需要了解人們使用習慣的工程師悉心調校才成。

來自升降機的「星戰」震撼

升降機的情況亦是一樣，工程師為求乘客舒適及安全，完成安裝後，會以鐵舵模仿乘客載重，並設有氣壓計等測量設備，以量度升降機運行時氣壓及水平與垂直擺動波幅，務求升降機既快捷又安全，而每位乘客又覺得舒適便利。升降機越大，這種測試就越具挑戰性。例如全港載重量最高、位於香港會議展覽中心一期的貨用升降機，它最高可以負重45,000公斤，相等於六百人，又或是一部滿載貨品的貨櫃車的重量，故需要極大量的鐵舵作測試。在正式測試運作時，該升降機開始啟動上升，景像仿如星球大戰的飛船起飛時般震撼，不過此情景一般人無緣親睹，只有當時在場的工程師們才有幸感受得到了。

香港樓宇都向高空發展，人們對升降機的期望也越來越高。曾有一住宅大廈內的年長住戶認為升降機關門速度過快，管理處便要求升降機公司的保養維修部調節。可是調節過後，又有年輕住戶嫌關門速度過慢。也曾有女士投訴升降機風扇風力過大，吹亂剛熨好的美髮。甚至對關門時的一些雜聲嘈音，亦會被投訴一番。其實機械操作總有一定局限性，像自然定律般難以改變，而且升降機是公眾設備，應以大眾共同利益為先，而不能過份遷就個別用戶的需要，所以用戶該互相體諒。

一直以來，升降機及扶手電梯的發展都與城市開發及高樓大廈日增掛鉤。就如七十年代，每幢樓宇越來越高，直接促進了升降機的普及與發展。將來兩者除了集中在速度、可靠性的發展外，亦會趨向盡量善用空間，以及為符合能源效益指引，加入節能系統等，並加入智能系統使搭客更方便快捷。

大家每次乘搭升降機及扶手電梯，步步高升之際，更可細心察看箇中設計，蘊藏多少工程師們的心血。



BLOG

技術博客

香港之最(在二零零六年)

升降機篇

- 香港最高速度升降機：位於中環中心，每秒移動12米。
- 香港最長距離升降機：位於國際金融中心二期，直達大座各層，合共八十八層，總長度達386.4米。
- 香港最大疊加機箱升降機：位於國際金融中心二期，從首層直達轉換層，共八台，每秒移動8米，每台1800kg + 1800kg 雙層載客。
- 香港載重量最高升降機：位於香港會議展覽中心一期貨用升降機，可負載45,000公斤，相等於六百人，或是一部滿載貨品的貨柜車之重量。
- 香港最小型載客升降機：位於北角琴行街一舊大廈，只可負載273公斤，大約等於三人之體重。
- 香港第一部無機房升降機：於一九九九年落成啟用，位於大埔疊翠豪庭，全屋苑共有七部同類升降機。

扶手電梯篇

- 最長無額外支撐的扶手電梯：朗豪坊的通天梯，由四樓直達八樓，長83米，垂直高度達23.1米，速度達每秒垂直移動0.5米。
- 最長戶外扶手電梯：海洋公園的登山扶手電梯，垂直高度為31.75米，速度達每秒垂直移動0.45米。
- 香港第一部弧形扶手電梯：位於時代廣場，共四台。
- 香港最短的扶手電梯：位於渣打銀行總行內，只約有五級階梯。

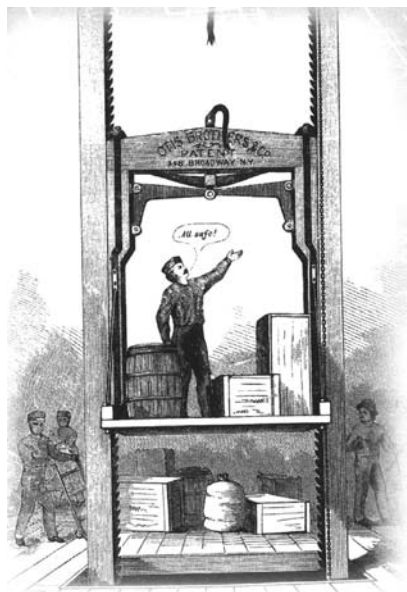


圖4-1：第一部升降機外貌

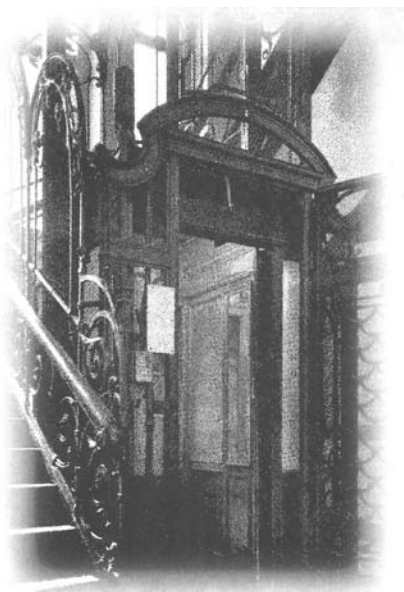


圖4-2：古老升降機

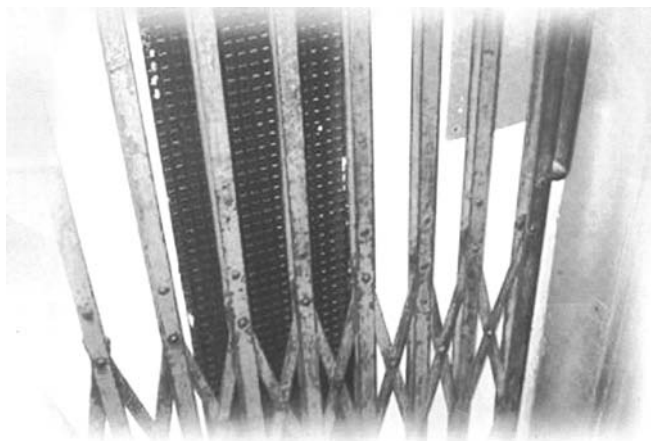


圖4-3：早期升降機拉閘門

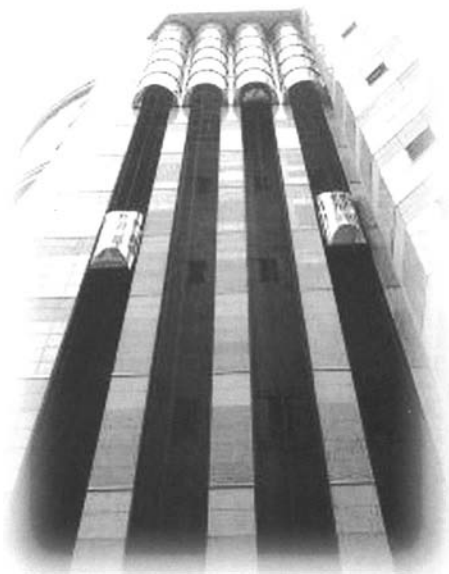


圖4-4: 觀光升降機



圖4-5: 扶手電梯



圖4-6: 弧形扶手電梯



第5章

電力脈絡

上天下海的電血管

引子

「嘩!原來人體是這麼奇妙!」大女兒讚嘆。

「你說來聽聽,且看你有甚麼大發現。」爸爸說。

「據這本書所說,一個成人的血管合共長達九萬六千多公里,可以圍繞圓周有四萬公里的地球,跑兩個半圈。真厲害啊!」大女兒興奮說。

「當然!不過你又知不知將電源由發電廠送至香港每家每戶的電纜,又有多長呢?」爸爸問道。

「不知道呀!」大女兒回答。

「全港電纜的長度亦都不可小看,大約等如地球的直徑。」爸爸笑著回應。

「嘩!」大女兒嘩然。



自電力於發電廠誕生之後，它的一生就與電纜結下不解之緣，依靠各類型的電纜源源不絕的輸送到千家萬戶。但六十年代以前，並不是每家每戶都有電力供應。因為社會經濟的發展，電力亦開始伸展到偏遠的角落。七十年代前，由於家庭電器不多，所以一、兩天缺乏電力供應倒也可以接受。當年曾經在發生一、兩小時電力故障，後來經搶修恢復供電街上的市民都拍掌歡呼，一方面為重獲電力而高興，亦為搶修隊的努力而喝采，這叫工程師們都感到萬般欣慰！

到了七十年代，電器的種類層出不窮，電視、雪櫃、電飯煲、電風扇等不斷普及。隨著時代轉變，電力已經成為生活中不可缺少的部份，亦對社會經濟及民生有着重要的作用。在一九六零年至二零零零年的四十年間，香港的電力需求增加了四十倍。因此對於充足電力供應及穩定性的要求，已經不再停留於當年，人們不再接受一、兩小時，甚至是一、兩分鐘的停電。而輸電網絡從初期的架空電線，發展成香港特式的海底電纜及電纜專用隧道等，使人目不暇給。

越山而來的電力

早年香港的發電廠都鄰近市區。不過市區不斷發展，發電廠亦不斷搬遷，離市區越來越遠，因此需要長距離的輸配電網絡。電力公司早在六十年代開始引入電塔，鋪設高壓架空電線，亦引進充油電纜作為地底輸電網絡骨幹，電力傳輸便要靠更高的電壓，由33千伏升到400千伏，以走更遠的路。依靠數十米高的電塔，將較家用電高出千倍的高壓電力傳送到市區，然後逐步降壓至380或220伏。電力需求不斷提升，電力公司需增建電塔，鋪設地底電纜及安裝電站設備，加強電力覆蓋率，將電力輸送至每家每戶。

高橋大馬的架空電塔便在六十年代至八十年代橫跨香港、九龍、新界的大小山頭。要在這些廣闊的土地上建起電塔，是本地學府，或從外國學成歸來的首批本地工程師之功勞。這一代土生土長的電機工程師，由英國引入輸配電技術，移至香港這個與英國氣候環境、風土人情截然不同的地方。當中固然有不少趣事，亦有不乏驚險的事。

事緣於架空電線暴露於空氣中，容易受惡劣天氣影響。只能寄望電塔的高度可「保護」電線少受外物干擾，在一九八三年，颱風荷貝(Hope)吹襲香港期間，風暴將外物捲起，吹向架空電線，使到多條架空電線輪流短路而「跳掣」，情況最壞時合共有五條電線停止運作，差一點造成大範圍停電。在其他使用架空電線的地方，例如英國等，雖常有風雪，但是鮮有颱風。為了保護架空電線運作，電力公司不斷引入新設備，包括雷擊定位系統，在線避雷器，自動重合裝置等，大大提高架空電線的效能。

八十年代開始，為解決鋪設輸電電纜問題，亦增加了挖掘隧道以鋪設電纜。現時港島擁有的輸電隧道包括由華富至寶雲，全長3.5公里，及由南風至柴灣的5.3公里，後者等同大老山隧道的長度。而這兩條隧道都可以行工程車，以方便電力公司維修電纜。至於在九龍及新界，亦設有多條電纜隧道，而最長一條橫跨芝麻灣半島，全長達3.2公里。

智慧型海底電纜鋪設工程

與此同時，一九七九年由政府牽頭促成兩家電力公司建立聯網，利用海底電纜，由紅磡到北角接連港島及九龍的電力系統，這項龐大工程，全是由本地工程師設計及自行建造。其建造方法亦相當特別，由日本引進的強力高壓噴槍，架於海底，將三米深的泥土吹起，同時利用船隻去幫助鋪設海底電纜，電纜落於海床後，泥土自行覆蓋。這個方法可以高速完成海底電纜工程，而不會阻礙交通繁忙的維多利亞港航道。

當港燈將發電廠搬到南丫島後，更一直主要依靠海底電纜，由發電廠將電力送至電網內各個要點。更有趣的，在港島建設的某些點對點輸電線路，亦由於掘地成本高昂，或者對民生影響較大，而需要轉到海底發展，以海底電纜作為兩點輸電的媒介，春坎角到深水灣便是一例。

除此之外，電纜利用固體交聯聚乙炔作為絕緣體，亦是輸配電網絡發展的一個里程碑，高壓電纜與變壓器及高壓電開關一樣，早期都是採用極高絕緣效能的絕緣油，不過絕緣油需要另加系統處理。為減省成本，而交聯聚乙炔的技術發展日趨成熟，電力公司遂最後決定普遍使用交聯聚乙炔作為絕緣體的電纜鋪設輸配電網，提升生產效率。

地底電纜及電纜隧道除可減低因大雨、雷暴及颱風等惡劣天氣所造成的影響外，另一個好處就是減少對景觀的影響。但成本較高及有其他限制。至於作為連接偏遠地方，鋪設架空電線是唯一經濟可行的選擇，在供電網中起了重要作用。完善的供電網絡協助城市發展，電纜容於城市也需取得完美的平衡。



BLOG

技術博客

電纜裝設的類型

電力的傳輸主要依靠電纜。裝設電纜有三種方式：架空電線、地底電纜和海底電纜。

架空電線安裝在電塔或電線桿上，通常電塔用於高壓輸電線路，如132千伏、275千伏及400千伏，而配電線路則常掛於電線桿上，如11千伏和380伏。高壓輸電塔體型高大。400千伏的電塔高達60米，約等於20層的高樓。全塔用鋼鐵建造，總重量約60噸。架空電線利用絕緣子串掛於塔上，絕緣子一般以強化玻璃或陶瓷做原料。電線電壓愈高，絕緣子串愈長。在天線塔上，最頂的架空電線是一條或二條的避雷線，其功能是減少雷直接打中輸電的架空電線。

地底電纜藏於地底半米以下。地底電纜絕緣材料有多類，較常見的是油紙和塑料。電纜粗幼與其電壓及載電能力有關。例如400千伏的電纜直徑有0.15米，載流量達1600安培（傳輸容量多於1000兆伏安）。11千伏的電纜直徑約0.1米，傳輸容量為7兆伏安，約可供二至三千戶普通民居使用。在香港島的商業區中，配電的電纜亦有使用22千伏。

為連接離岸島嶼，電纜也需跨洋渡海。海底電纜的結構比地底電纜更堅固，因為要承受深海的水壓。電纜埋於海床3至5米以下，為的是避免給船錨損毀。鋪設海底電纜需利用特別設計的躉船，以高壓空氣噴射海床沙石，開出約1米間，5米深的坑溝，然後放置電纜。其後，海潮會把沙泥沖回坑溝，把電纜埋藏起來。日前連接大嶼山與新界西北有4組海底電纜，而連接南丫島與香港島間更有9組海底電纜。

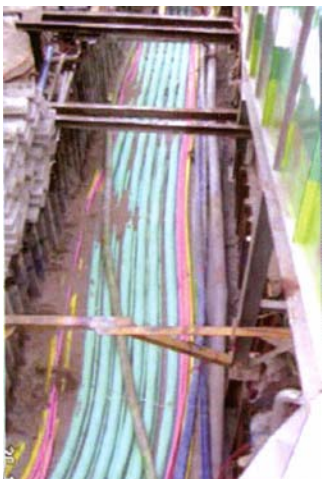


圖5-1: 地底電纜

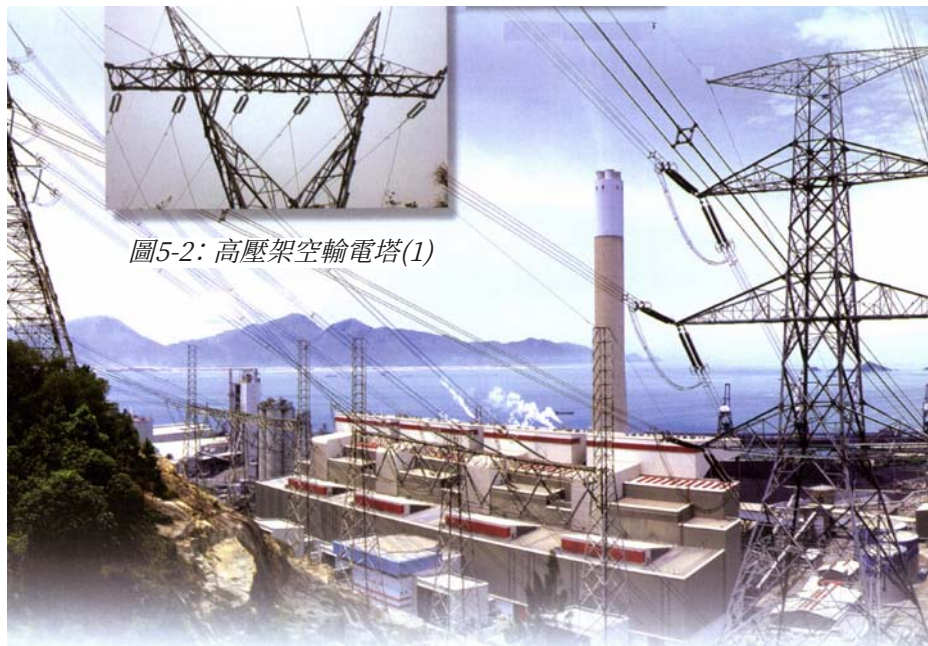


圖5-2: 高壓架空輸電塔(1)

圖5-3: 高壓架空輸電塔(2)



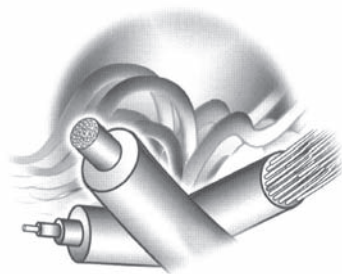
圖5-4: 鋪設海底電纜(1)



圖5-5: 鋪設海底電纜(2)



圖5-6: 鋪設海底電纜(3)



第6章 電線世界



引子

「兒子為處理連接電腦的電線而傷透腦筋，一臉愁容地說：「哎呀！左一條，右一條，又要駁Printer，又要駁Scanner，還有一大堆USB周邊設備要連接，亂七八糟，真是麻煩。」

媽媽連忙安慰道：「把它們逐一整理好，再用橡皮圈筋索起，那不就行了嗎？」

爸爸也插上一嘴：「如果沒有了這些電線，電腦就不能運行，到時候你無法上網，不能玩ICQ，又不能『打機』。其實電線裡裡外外都有多學問呢！」

電線是電器用品中最容易被人忽略的部分，但實際上卻是最不能小覷的部分。沒有電線，電力就無法傳送，電器也啟動不了。別以為電線只是一微不足道的纜線，原來電線的用料、緣絕技術和用途，背後不乏有趣的歷史故事。

根據電壓高低，電線種類每有不同，演變過程亦大相逕庭。總括來說，現時供應我們衣食住行的電壓，分為：「超低壓電」（又稱弱電，55伏以下）、「低壓電」（1千伏以下）及「高壓電」（高於11千伏或以上）。超低壓電驅動日常電子、電器及電訊設備，低壓電供應屋宇及水務所需，高壓電則是電力公司在街上傳送的電力。

銅變玻璃的數碼神話

早年，超低壓電一般以銅線傳送，滿足家庭電器、電子設備及電訊系統的需要。年長一輩都會記得六、七十年代一個有趣現象：當年打電話時經常出現「竊線」情況。這不是罵人的說話，是如假包換的「竊線」——通話時會聽到另一條線的談話內容。這是因為電線所用的PVC絕緣膠用料欠佳，導致串端訊號衰減。後來電腦應用開始普及，數據模擬技術突飛猛進，電線訊號衰減的問題也隨之改善。

直至九十年代，電腦數碼浪潮席捲全球，銅線傳電未能滿足多媒體傳訊的速度和效率的需求。一種前所未有的傳輸媒體因此應運而生，那就是現今人所共知的光纖。光纖採用玻璃質料，透過光的反射原理進行高速傳輸，突破了銅線在傳訊速度上的限制。

不過，光纖的成本較銅線高，所以初期只用來連接遠程機樓。即使到了今天，電訊系統也不會獨沽一味使用光纖，往往以光纖配搭銅線，落實最具成本效益的傳輸基建。最常見的情況是在「最後一哩」的網絡連接中採用銅線。

銅價升跌論辛酸

香港人的腦筋永遠是靈活的。早在六、七十年代，電氣工程師已懂得以銅線及鋁線混合傳電，以提高成本效益。銅貴鋁平，只要因應電壓的高

低需求巧妙配套，便能打造出恰如其份、經濟實惠的電纜架構。

然而，銅價的波動卻叫電力工程承建商苦不堪言。金融市道的起落、營商環境的變遷，都會影響銅價升降。例如83年跌至谷底、87年重納升軌、95年的急挫、97年的反彈，連番起伏叫人難以預測。最艱難的日子莫如02年銅價跌至每噸1,300美元，創歷來新低，一年後沙士襲港期間，香港經濟又備受打擊，工程承建商被迫以更低價格接訂單。

銅價的起伏不定使工程承建商大失預算。例如，沙士之後三年間升了6倍有多。假使當年承建商因銅價回落和市場競爭劇烈，而以低價承包了一項歷時數年的工程，現在卻要以高價購買原料，自然冒上虧本的風險。不過，艱難日子往往能夠體現人性智慧。當時有人無語問蒼天，選擇放棄；有人卻咬緊牙關，一鼓作氣捱過困境。現在經濟復甦，市道興旺，昔日的辛酸都成過去。

電線安全與時並進

電線安全在過去幾十年不斷躍進，現在我們能享有安全可靠的電力，有賴電線絕緣技術精益求精。大家有所不知，原來幾十年前高壓電線以紙來絕緣。當時街上的電纜以一種類以牛皮紙的紙料包裹，以發揮絕緣效用；而屋宇用的電線後來逐漸改用單支橡膠線及塑料線。

進入八、九十年代，電線的絕緣質料不斷改進，屋宇線便先後出現了乙烯-丙烯合成橡膠及交聯聚乙烯等不同塑料。它們不僅容易製造，而且成本相宜。然而，萬一電線失火或發生爆炸時，塑料在燃燒過程中，會釋放出致命的濃煙及有毒氣體，對人命構成威脅。

進入二十一世紀，一種更安全的絕緣塑料應運而生。這種稱為「低煙無毒」的電線塑料，燃燒時不但不會釋出致命的一氧化碳，其腐蝕性鹽酸含量更低於0.5%。

雖然「低煙無毒」線的成本較高，而且在潮濕環境下容易滲水變損，壽命較短，但電工人員依然樂於採用這種新型電線，希望為用戶創造更安全的用電環境。

今天，當我們安坐家中上網，或觀看有線電視或寬頻電視，享受那高速穩定的多媒體影音傳訊，或許未有察覺背後的電纜骨幹如何發揮舉足輕重的角色。但記得幾十年前，香港間中也會出現停電，屋內突然漆黑一片，需要到處找電筒和蠟燭照明。現在，相信這些零星片段只會藏在腦海而不會重現了。這全賴現今穩定的輸配電技術，配合完善的電線架構，使我們的生活盡善盡美。



BLOG

技術博客

電線快要換新裝

在二零零一年歐洲決定採納一套新的電線顏色代碼。香港業界經詳細研究後發現，採用電線顏色代碼，在安全、電線價錢、供應及國際標準等方面都有好處。因此決定跟隨歐洲採用新的電線顏色代碼。由二零零七年七月一日起至二零零九年六月三十日的兩年過渡期內，在本港新安裝、加裝及改裝的電力裝置，可選擇採用新電線顏色系統（即棕/黑/灰/藍/黃和綠），也可使用舊顏色系統（即紅/黃/藍/黑/黃和綠）。但由二零零九年七月一日起，固定電力裝置便必須採用新顏色的電線。

電線更換顏色可不是小事。採用新電線顏色代碼後，現時電線的黑色線芯會由中性導體轉為火線導體，而藍色線芯則由火線相導體轉為中性導體，錯誤接駁這兩種線芯可能會導致短路或其他電力意外，特別是把新顏色電線接駁至舊顏色系統的現有裝置時。所以機電工程署將修訂相關的工作守則、發出詳盡的新顏色電線安裝指引、要求電力工程人員接受訓練，並向業界及市民宣傳等。

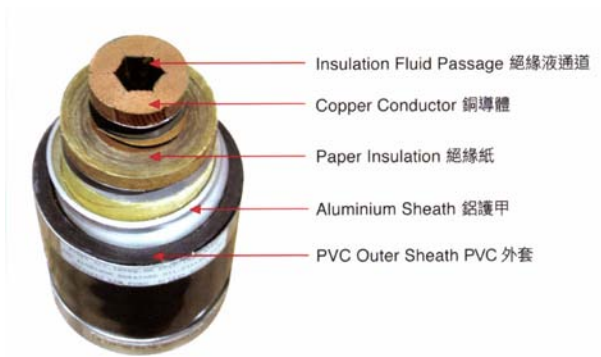


圖6-1: 275千伏充油電纜

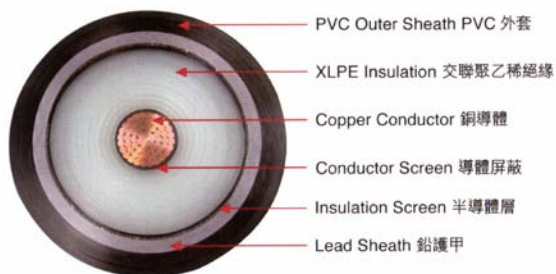


圖6-2: 275千伏交聯聚乙烯(XLPE)電纜

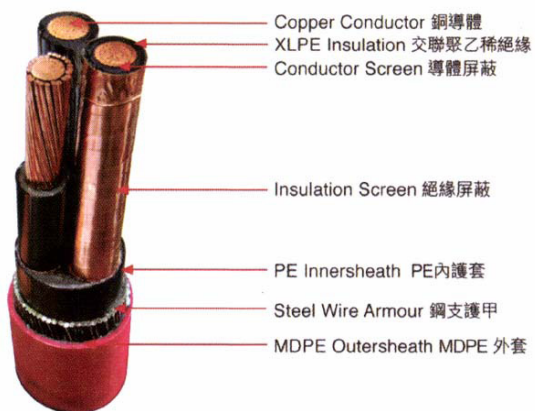


圖6-3: 11千伏交聯聚乙烯(XLPE)電纜



XLPE Cable

- ◆ Cross-Linked Polyethylene Insulated
- ◆ Corrugated aluminium sheath or Steel wire armour

PILC Cable

- ◆ Paper insulated lead sheath
- ◆ Impregnated paper-insulated
- ◆ Lead-covered

圖6-4: 常用配電電纜

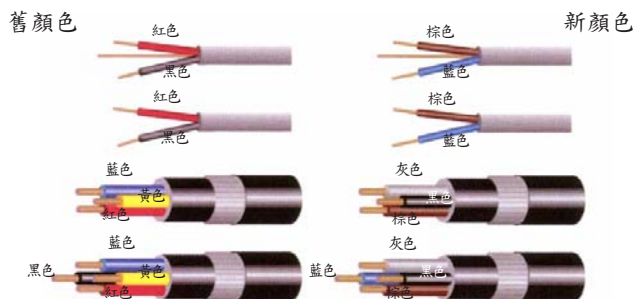


圖6-5: 新電線顏色(1)

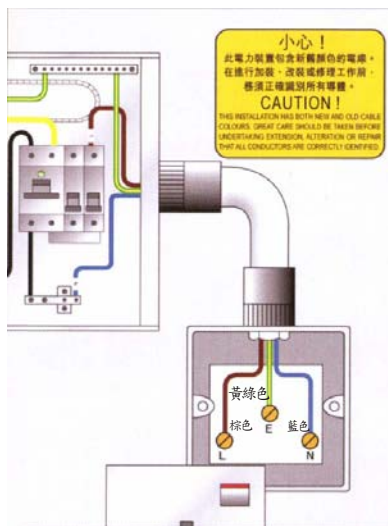


圖6-6: 新電線顏色(2)



第7章

隨時候命

淺談不間斷電源系統

引子

風雨交加的晚上，窗外雷聲一響，屋內電燈亦突然同時一閃。小女兒驚叫：「室內室外都有閃電啊！」

爸爸說：「傻孩子，只有天空才有閃電呢！」

小女兒好奇一問：「為甚麼剛才閃電一刻，電燈都會閃了一下呢？」

爸爸解釋道：「閃電會使到電壓瞬間不穩，所以燈也閃了。」

小女兒突然驚訝：「我們的電腦亦重新啟動了。那麼其他電腦亦會有同樣情況嗎？」

爸爸繼稱：「當然不會啦！因為有不間斷電源系統，銀行、醫院的電腦不會有同樣情況。否則後果嚴重了。試想想銀行自動櫃員機，在爸爸提款時停止運作，會是怎麼樣呢？試想想手術室的電燈若然是閃了一下，又會有甚麼影響呢？」



電力與我們的生活息息相關，我們甚至不察覺它的存在，或將它的功用視作理所當然。但有一天當電力離我們而去，後果就不堪設想了！

全球化使到香港企業面對更多來自世界各地的競爭。要作為亞太區樞紐，便要萬無一失。事實上，各個不同關鍵系統短時間停止運作，其經濟損失亦很巨大。香港身為國際金融中心，假若香港的證券交易所電腦系統

停頓一秒，就會損失高達十九萬港元，或許實際還會遠遠不止此數。假若醫院發生電力故障，更會直接危及寶貴的性命，當中的損失根本不能以金錢去衡量。

UPS 運作原理

或許大家會想，這些機構自設後備發電機不就安枕無憂了嗎？但原來後備發電機啟動需時，數據也往往就在這一剎間流失，所以單靠後備發電機是不夠的。人們還需要額外的設備，隨時候命，確保供電中斷的瞬間，即能「挺身而出」、使系統在瞬間內仍能如常操作。這就是不間斷電源系統(UPS)的使命。

UPS究竟是怎樣運作呢？UPS其中一個最重要的部分是負責蓄電的電池組。實際應用時，UPS是置於電源及電器之間，電源一方面為UPS的電池組充電，而電池組於正常供電中斷後提供電力給所需的電器。當中涉及到將電源的交流電轉化為直流電，儲存在電池組中，而電池組放電時，則把直流電轉為交流電供應予電器。因此，每當停電或電壓不穩時，只會影響到電池組的充電，而不會令電氣產品停止運作。UPS的電池組可為電器提供數分鐘甚至更長的供電時間，填補停電與後備發電機啟動之間的空檔，供電便不會間斷了。

UPS 無處不在

UPS保障電源無間斷，已經有超過四十年歷史了。就算在電力意外中斷或出現電壓波動時，UPS也可確保電源供應源源不絕。現時，香港電力供應的可靠性已經是全球數一數二，因此UPS已轉為較著重於穩壓器的應用了。

時至今天，UPS的蹤影遍佈各行各業。除了先前提及過的銀行金融機構、醫院之外，肩負企業系統運作無間重擔的數據中心、與日常生活及商業關係密切的電訊業，及各類不同的製造業。有不少機構甚至個人亦會透過網絡分享資訊，甚至是保護機密、敏感及與業務攸關的資訊，當中所涉及各類用電的資訊科技設備，都需要UPS的保護，才能運作無間。

UPS 的發展趨勢

最近十數年，UPS的發展十分迅速。首先，它的設計更為精密，所需的電子零件也不斷減少。這不僅能減低故障及維修要求，同時可大大降低耗散的熱量，運作時的噪音亦相應減低，可謂一舉多得。以同樣功能計算，體積已經纖體達一半以上。

不過，人們對UPS的要求只會有增無減，所以UPS的發展空間幾近無窮無盡。例如近年新興的刀片型伺服器屬於一種嶄新電腦，目前正得到越來越多機構使用。這種新技術耗電量急增，熱力聚集亦會是另一問題。這又需要更先進的UPS。

另一方面，人們也想要更小巧的UPS，這就視乎電池技術的發展了。因為UPS的運作需要電池作為電源緩衝區，所以緩衝區越大，電池所佔面積則越大。電池向來都是UPS中佔去最多空間的部份。有些廠商正積極研究以較「慳位」的燃料電池代替傳統電池。可是燃料電池仍有好些潛在問題，使產品還停留在測試階段。相信日後燃料電池量產之時，也就是新一代UPS面世之日了。

也許UPS的存在不為常人所察覺，它的技術也不是人們可輕易理解，但正因為它不斷進步，克服了更多更艱鉅的要求，人們才能享用更先進的電力設備，生活水平才得以不斷提升。



圖7-1：不間斷電源(1)

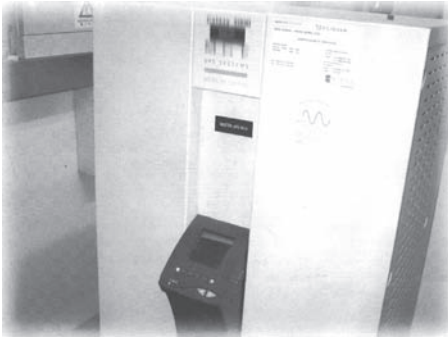


圖7-2: 不間斷電源(2)



圖7-3: 小型不間斷電源

BLOG

技術博客

UPS已成為商業，通訊，數援中心，大小型機構緊急備用的必需電力保障系統。專業供應商的產品因應市場要求也是全球無國界地發行。

UPS在設計和應用方面必須留意以下各點：

- 電池備用時間通常在5-20分鐘
- 樓宇結構承力（可承受電池及大型三相UPS機負載量）
- 應用密封式的儲電電池，規格要符合消防局要求
- 在UPS 後級的供電柵需要設置「隔離變壓器」
- 群體式的（應用多過一個UPS的設計）UPS供電設計繁複，不要將正常供電和UPS供電網同時供電
- UPS的供電負載量有以下分別
 - （三相：由15千伏安-800 千伏安）-座地式
 - （單相：由0.5千伏安-6千伏安）-台式或電腦房電腦櫃式
- UPS也有遙遠監視系統可以監察輸電量，電流，頻率，諧波及發出警報功能
- UPS的電池流失量及其系統的運作也要定期檢查

〔第三卷完〕

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。證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「星期五晚上的演講」，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」
第三卷：與電同行及電力脈絡

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：978-962-7619-84-0
©2024 The Hong Kong Institution of Engineers
Published & Printed in Hong Kong

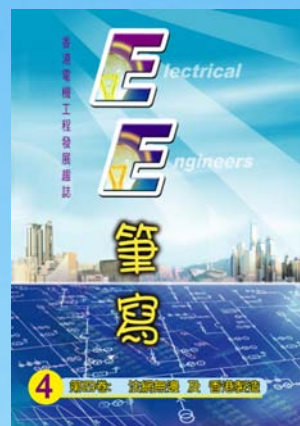
版權： 本書版權為香港工程師學會所有。除獲版權持有者書面允許外，不得在任何地區，以任何文字翻印、仿製或轉載本書文字或圖表。



家話你知



在每章
〈引子〉
出現的
E家人物



THE HONG KONG INSTITUTION
 香港工程師學會 OF ENGINEERS

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



非賣品