

目錄

序	2
前言	4
第1章 高速鐵路	6
第2章 數據中心	16
第3章 智慧電網	26
第4章 電動汽車	36
第5章 充電設施	46
第6章 萬物聯網	56
第7章 零碳排放	66
第8章 電力安全	76
編後語	86

序

「大鵬一日同風起，扶搖直上九萬里。」是李白〈上李邕〉中的名句，意思就是大鵬總有一天會乘風飛起，憑藉風力直上九霄雲外。這兩句詩可以用來比喻一個人，甚至我們的國家，如果有宏大志向和非凡的才能，一旦遇到合適的時機，或者得到有力的支持，便能迅速崛起，實現理想和抱負。這恰恰反映了中國自從改革開放，尤其是這十幾年以來在各方面的發展和成果，令人刮目相看！在電力工程技術上，特別是超高壓的電力傳輸，更可說是技冠全球，為電力行業中的表表者！「西電東輸」就是最好的例子。

人類開始大規模應用電力去改善生活，始於19世紀末，經過一代又一代的電機工程師和學者的不斷努力，電機工程技術和電學理論，在20世紀末，亦已發展至相當成熟的水平。在香港的兩間電力供應公司，更提升其供電可靠性，達至世界級的水平，使香港能在短短的數十年，便成為國際級的大都會。電機工程師實在功不可沒！

在地球，減少二氧化碳的排放，已經是刻不容緩的重要任務。電機工程師要更廣泛使用可再生能源及核能，更要進一步提升其供電可靠性，以應對不斷的電力需求以及其他情況如極端天氣等，使電網能迅速回復正常運行。而電氣化深入各行各業，更是當前的任務，如何達到永不停電，使社會各產業受惠，需要創新思維，輔以智能科技。也許這些都就是我們年青一代電機工程師的重要使命了。

本書的第四章亦描述了我在電動車發展的經歷及電動車如何在短短40年間，由被扼殺到大受歡迎。這都是值得新一代工程師奮力向前借鏡的好例子。我時常說要有六隻眼睛，要前前後後多作觀察；與英文的六個“I”字母也有異曲同工之妙。這六個“I”是指：“Inspiration”靈感、“Imagination”想像力、“Innovation”創新、“Integration”集成、“Implementation”實踐，以及“Investment”投資。這些都是成功背後最重要的鑰匙！

2006年，香港工程師學會電機分部出版了《香港電機工程發展趣誌EE筆寫》，以20多個故事記錄了香港電機工程發展的成就點滴。2025年，電機分部繼往開來，再以八個故事，介紹現時的電機工程的發展、技術和應用，新的一卷特命名為《電機宏圖》，描述了電機工程的遠大計劃及發展，如高速鐵路、智慧電網、電動汽車、數據中心、萬物聯網等不同領域與範疇。期望本書可以鼓勵所有的電機工程師，特別是青年電機工程師，不斷充實自己，懷抱全球視野，無畏創新，勇攀電機科技高峰，為香港、為內地、為世界作出貢獻！

香港工程師學會電機分部在1978年成立，本人在1990/91年度曾擔任主席，現在能為新書寫序，實感與有榮焉！期望新書能夠引起我們的下一代，特別是正在學校追求學問的學生，對電學理論和電力工程技術產生興趣，繼而成為我們的一份子，將來在電機行業發光發亮，大鵬展翅，直上九霄！

陳清泉教授、工程師

2025年2月

陳清泉 CHAN Ching-chuen

陳清泉教授、工程師、金紫荊星章(GBS)，原籍福建漳州，1937年1月14日在印度尼西亞馬吉朗市出生。他是中國電機電力驅動、電動汽車、智慧能源專家，香港大學前教授、香港理工大學傑出講座教授。1997年當選為中國工程院院士，是香港首位中國工程院院士。他也是英國皇家工程院院士、世界電動車協會主席，以及劍橋大學丘吉爾學院院士。他在電動車發展歷程中作出了多方面的貢獻，被譽為「亞洲電動車之父」，更被中央廣播電視台節目《感動中國》選為2022年度感動中國十大人物之一。2014年7月陳教授、工程師獲頒英國皇家工程院菲利普親王勳章。香港特別行政區政府也於2019年7月向陳教授、工程師頒授銀紫荊星章，及在2024年7月頒授金紫荊星章。陳教授、工程師為香港工程師學會2001/02年度會長。

前言

2025年，正值香港工程師學會成立50周年之際，一眾充滿熱誠的電機分部工程師們作出了一些與往年不一樣的貢獻。

在大家展望未來的同時，回顧歷史也是很重要的。只有穩健的基礎知識及傳承前人的經驗，才能看得更高，走得更遠。香港工程師學會本年度會長馬紹祥工程師所提出的其中一個工作重點，便是「培育人才、薪火相傳」。這與本書撰寫之意旨，是同出一轍的。

有了這樣的目標，香港工程師學會電機分部重啟和延續了《香港電機工程發展趣誌EE筆寫》（以下簡稱《EE筆寫》）。這本書的撰寫，旨在講述香港電力發展的歷史，以及介紹電機的基本知識。自19年前首次推出以後，廣受好評。去年，我們對其進行了重新校對，並分拆為四卷，同時亦推出了電子版本，旨在更廣泛地傳承和推廣香港電力發展的歷史與及基本電機的知識。讀者可在香港工程師學會電機分部網頁免費下載。

最近，在與多位前電機分部主席的聚會中，大家一致認為《EE筆寫》是一本十分適合大眾閱讀的通識書籍，無需專業背景也能理解當中的內容。它對電機行業的工作，以及其相關貢獻，作了深入淺出的解說。

上文所提及的「不一樣的貢獻」，就是第五卷《EE筆寫》之《電機宏圖》。這一卷延續了傳統及傳承，涵蓋了過去十多年在電機行業的主要發展，就多個不同類別的主題作詳細介紹，其中包括高速鐵路、數據中心、智能電網、電動汽車、充電設施、萬物聯網和零碳排放。每一章節都是基於現行實踐的成果，展望未來發展為大方向，真正展現了電機行業一幅美好前景，描繪出一幅宏大的發展藍圖。因此我們特將本卷命名為《電機宏圖》！

值得一提的是，本書最後一章以電力安全為主題，務求提升非專業人士的安全意識，減少日常生活中與電力相關的危害事故。

這卷書的每一章節均由該領域中最優秀的香港電機工程師精心撰寫，內容含金量極高！章節的設計及引言插圖既富趣味性又生動，期望能吸引讀者仔細閱讀。每章結尾均附有技術博客，對較為技術性的內容進行簡易的解說，冀能令讀者加深對內容的了解。

最後，衷心感謝每位為這卷書出心出力的香港工程師學會電機分部的工程師們！您們無私的付出，成就了一卷好書的誕生！

林健聰工程師

2025年2月

香港工程師學會

香港工程師學會前身為「香港工程協會」，在1947年成立，以推動香港工程的專業水平，為會員謀求福利和提升資歷標準為宗旨。會員服務眾多專業界別及工程領域。本會一直致力提升業界專業操守和積極鼓勵會員投入公共事務，參與香港社會的重要發展，其中包括不同基建項目、工業以至社會建設。香港政府於1975年通過《香港工程師學會條例》(第1105章)，正式賦予學會法定地位。

林健聰工程師是香港工程師學會電機分部2024/25年度主席。

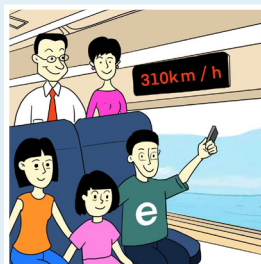
第1章

高速鐵路



引子

一連有數天假期，全家一起到廣州探親。我們乘坐高鐵，很快便離開了新界地段。父親興致勃勃地觀賞沿途景色，女兒則特別留意車廂頭頂上的速度顯示。



「快到每小時310公里了，讓我們一起拍張相！」女兒興奮地說。哥哥迅速取出電話，用自拍模式捕捉下這個難忘的瞬間。照片中，全家人笑靨如花，車廂內速度顯示也清晰入鏡。拍完照片後，哥哥發現手機電量不足，便在車廂座位處找到了USB插座進行充電。

高鐵的舒適真是無可挑剔：冷氣充足、沿途風景宜人、行車穩定，還有USB插座方便充電。這次旅程不僅讓我們享受了高鐵的便利，也增添了全家出遊的樂趣。全家人都沉浸在愉快的氛圍中，期待着抵達廣州與親人團聚的喜悅。

飛機與高鐵

在高速鐵路(簡稱「高鐵」)尚未普及的年代，從香港到北京的旅程主要依賴航空交通。旅客需要提前計劃，根據航班時刻表安排行程。早晨的航班尤其繁忙，人們往往需要在凌晨起床，趕到遠離市中心的赤鱗角機場。這一過程不僅耗時，還需要經歷繁瑣的安檢程序，當中難免帶着許多不安和焦慮。因為一旦遇到惡劣天氣或航空管制，航班延誤或取消更是屢見不鮮，這不僅延長了旅程時間，也增加了出行的不確定性。然而，隨着高鐵的出現，這一切都變得不一樣了。

高鐵的迅速發展令旅程的模式發生了很大變化。高鐵站通常設立在市中心，方便旅客乘坐。乘客不再需要提前數小時趕往機場，而是可以輕鬆地搭乘公共交通工具前往高鐵站。這樣的改變，大大節省了旅客的時間和精力。

高鐵穿越山川河流，像主動脈般連接城市與鄉村，將經濟和社會活力輸送到每個地區，促進區域間的交流與發展。高鐵的速度和便捷性使得長途旅程變得更加舒適和高效。例如，在短距離旅行中（行車時間在3.5小時以下），高鐵具有明顯的優勢，不僅速度快，還能避免機場繁瑣的安檢程序。而在長距離旅行中，高鐵也提供了舒適的臥鋪車廂，讓旅客可以在旅途中得到更好的休息。

我坐高鐵前往北京

高鐵版圖也在2018年延伸至香港。就在這個黃昏夕陽染紅了天邊的時刻，我決定來一趟「說走就走」的旅行，這次我選擇不乘坐飛機，而是改搭另一種我非常熟悉的交通工具——高鐵：從香港西九龍高鐵站出發，前往北京，這是我一直夢寐以求的旅程。2024年6月，我終於有幸可以乘坐剛推出的、從香港到北京的夕發朝至列車。

西九龍高鐵站宛如一顆璀璨的明珠，靜靜地矗立在繁華的市中心。抵達時，旅客如潮水般來來往往，匯聚成一幅動人的畫卷。這忽然令我對高鐵產生了濃厚的興趣，想要深入了解這條穿梭城市之間的巨龍，是如何靈活地在中華大地上遊走往來的。

經過約九個小時的旅程，我在車上享用了一頓豐富的晚餐，並利用USB插座為電子設備充電。車廂內部設計非常舒適，讓人感覺像在家裏一樣。我在柔軟的床舖上安然入睡，一覺醒來，便已抵達北京，精神飽滿地展開新的一天。

整個旅程中，我深深體會到高鐵帶來的諸多便利。無論是繁忙的商務人士還是悠閒的觀光旅客，高鐵都提供了一種高效、舒適又環保的出行方式。這條從香港到北京的高鐵線路，不僅縮短了兩地之間的通勤時間，也拉近了人們心靈上的距離。

高鐵，這一現代交通技術的結晶，正以其無可比擬的速度和舒適度，改變着我們的出行形式。它讓地域不再是阻隔人們夢想的障礙，而成為探險和交流的橋樑。衷心期待將來有更多的人能夠體驗這種便捷、舒適、充滿驚喜的旅程。

這次旅行讓我感受到了高鐵的魅力，不僅能享受舒適的車廂及周到的服務，還體驗到何謂高效便捷的旅程。我笑着說：「這次旅行真是充滿驚喜和便利，我下次一定還要再來！」

高鐵和動車

根據國際鐵路聯盟的定義，「高鐵」即高速鐵路(High Speed Rail, 簡稱HSR)，是指最高行車的時速達到200公里或以上的鐵路系統。但在中國內地的高速鐵路，在行車速度上是可區分為「高鐵服務」與「動車服務」的，而在車次編號上更可分為“G”及“D”兩種。其行車時速在250公里以上的稱為「高鐵服務」(“G”)，而行車時速在250公里或以下則稱為「動車服務」(“D”)。圖1.1是流線型設計的高速鐵路相片。

那麼何謂「動車」？傳統上鐵路車輛是由車頭的機車拉動（或頭尾推拉），旅客則乘坐在沒有動力的客車卡上。在電氣化驅動的鐵路車輛發展後，工程師把動力分散到不同的客車卡上，以提高驅動效率及其可靠性，因此統稱為「動車」。現代大多數的地鐵及高鐵設計，皆採用「動車」原理運行。因此，中國內地鐵路網標示的「高鐵服務」與「動車服務」其實皆以「動車」原理運行。