

Alan Turing (1912-1954)

撰文／楊秉霖

幼年 (1912-1926)

西元 1912 年 6 月 23 日，Alan Mathison Turing 誕生於英國倫敦帕丁頓名為沃靈頓之家 (Warrington Lodge) 的療養院。

父親 Julius Mathison Turing 是一位於英屬印度任職的公務員，相信自己肩負重振杜林家族的命運，寄望自己在遠東英屬印度的土地上闖出一番事業，恢復家族名譽。母親 Ethel Sara Turing 則是當時鐵路新貴之女，衣食無虞，但卻沒有當時英國上流社會看重的身分地位。在一次出遊中，兩人偶然相遇，沒多久就決定訂婚；兩人的結合雖有戀愛成分，但金錢聯姻的比重居多，尤其婚後多年，身為丈夫的 Julius 還是與岳父為了結婚時的紅毯費用爭吵不休。

1908 年兩位新人的長子 John 出生於印度庫努爾，1911 年再度迎接第二胎。身為父親的 Julius 做了一個每一位年輕英籍旅外文官都會做的事情：請長假從印度出發，順便在義大利旅遊一陣子，再把一家人帶回故鄉，將兒子寄在當地有名望的紳士家中教養，一方面學習如何當個紳士，一方面也免去孩子們在印度忍受高溫疫瘴之苦，這是當時的權宜之計。

在 Alan 一歲多時，父母便相繼出發返回印度，留下一對幼子與英國陸軍退役的當地紳士沃德上校一家共同生活。三歲時 Alan 學會了閱讀，開始用自己的方式探索世界。由沃德太太——杜林兄弟口中的「奶奶」——與 Ethel 的往返書信中可以得知，沃德太太時常抱怨兄弟兩人與其他孩子的不同之處，例如：哥哥 John 缺乏當時英格蘭重視的尚武精神，不以效仿古代圓桌武士的刀劍比試為樂，也不欣賞英國之光無畏號 (HMS Dreadnought) 的模型，反而嚮往靜態的書蟲生活，身為母親的 Ethel 也只是配合地在書信中附和幾句。

在 Alan 五歲時，母親從印度回來，哥哥前往住宿制的預備學校就讀，母子兩人在聖倫納茲 (St Leonards-on-Sea) 的一間陰暗卻帶有濃厚宗教氣息的房間中相依為命。此時的 Ethel 對 Alan 甚是溺愛，時常帶著年幼的 Alan 上教堂、上美術課。Alan 不喜歡教堂中禮拜儀式時焚燒的薰香，但他喜歡跟著母親一起上美術課，用他特殊的觀察力與討人喜歡的童言童語分享他的特殊觀點，這常逗得共同上課的女士們笑開懷。

在六歲那年，家裡替他註冊了非住宿制的聖馬可私人學校 (St. Michael's) 學習拉丁文與其他知識。在當時的英國，要出人頭地就必須想盡辦法考進排名前

頭的公學，而老杜林對每一筆錢錙銖必較，就是為了存下一筆錢，支付未來昂貴的公學學費。學校對年幼的 Alan 來說是一段不堪的回憶：不自由且競爭，光是穿著制服的規定，對他而言就是一件折磨，但這並不妨礙他在學校中展現天才的一面，學校師長對他的天賦感到訝異。

十一歲那年，Alan 轉學到兄長當時正在就讀的黑澤爾赫斯特預備學校（Hazelhurst）。也是在這一年，一位不知名的長輩贈予 Alan 一本科學啟蒙書——《每位孩童都該知道的自然奇觀》（*Natural Wonders Every Child Should Know*）。Ethel 在 Alan 身後替自己兒子撰寫的回憶錄中寫道：《自然奇觀》啟發 Alan 對科學的熱愛、開啟他的視野，也讓他的小小腦袋開始思考人體與機械之間的異同，「人工智慧」的可能性或許就在這個時候第一次在他的腦海中閃過。

求學（1927-1939）

Alan 最終進入舍本公學（Sherborne School）就讀。學校看重人文、文學、拉丁文等人文學科，對於熱愛科學與數學的 Alan 來說，無疑是另一場災難；尤其當時公學極度重視學生紀律，要求學生對師長與學長絕對地服從，學長作弄或鞭打學弟甚至是被允許的。Alan 便曾被一大群學長拖到地板夾層中，用笨重的桌椅壓住。Alan 大聲呼救，而學長們卻以此為樂。幾次後，Alan 發現自己如果不大聲呼救，這些學長便對他不感興趣，也不再繼續霸凌他——消極抵抗成為 Alan 當時在公學裡的生存之道。即使後來自己身為學長與學級領袖後，對於這種近乎霸凌的「學長義務」，也都是敷衍應付一下。在公學中，人際關係與文組科目是 Alan 最大的難題，日常書寫與拼字都是一次次的考驗；但也是在這個時候，他遇到了自己的初戀與一生摯愛——Christopher Morcom。

Morcom 高他一個學級，但是許多科目與 Alan 在同一個班級上修習。他在許多地方的表現都超越 Alan，可以說除了 Alan 熱愛的數學與化學之外，Morcom 長相出眾、才智過人，方方面面都是 Alan 想要成為的樣子。兩人形影不離，甚至相約一起到未來計畫深造的劍橋大學短暫旅行過。此行的目的主要是 Morcom 希望可以追隨科學家哥哥的腳步，順利考取劍橋大學三一學院（Trinity College）的一等獎學金；十七歲的 Alan 希望追隨 Morcom，也以三一學院為自己的目標。但最終 Morcom 順利考取，Alan 卻落榜了。Morcom 沒有直接鼓勵 Alan，但在語言間透露自己也希望與 Alan 一同攜手踏入世界科學的最高殿堂。然而學期假期結束之後，Morcom 便因幼時誤飲被污染的牛奶所致的牛結核病而英年早逝。Morcom 的母親將自己兒子的遺物——包含與 Alan 來往信件的抄本——都給了 Alan，勉勵他可以繼續努力。

Alan 傷心嗎？這是肯定的。但想當初鐵路大罷工時，Alan 騎著單車從當時的居住地南安普頓橫跨 60 英里（約 96 公里）抵達舍本公學，只為了趕上第一堂課，這股鬥志依舊在他心中燃燒。除了本來就熱愛的數學之外，他在課業——連同天文學、物理學、化學等，Morcom 過去熱愛的科目上——更加努力，就像要

為已逝的人完成「被迫中止」的目標那樣。一年之後，Alan 再度挑戰劍橋大學的獎學金考試，雖然還是與 Morcom 當初拿到的三一學院獎學金無緣，但仍以第八名的成績考取國王學院（King's College）每年八十英鎊的獎學金。

在國王學院中，Alan 平日忙於攻讀學位、參與學院划船賽事，閒暇之餘更窮於應付自己母親 Ethel 時不時的意外造訪，但仍與 Morcom 的母親保持書信往來。在信中，兩人熱烈地討論靈魂與靈性的存在，甚至嘗試以科學的角度討論靈魂的本質。

「生物體就是機器。一具無與倫比的機器，比起用雙手打造的任何機器還要複雜百倍；然而畢竟還是機器。」

“[T]he [living] body is a machine. It is a vastly complex machine, many, many times more complicated than any machine ever made by hands; but still after all a machine.”

《自然奇觀》中的這段文字深深影響著 Alan。人體——套用該書作者的說法——只是「有生命的磚塊」（living bricks），但似乎又多了些什麼。

此時困擾 Alan 的，正是後世所熟知的「杜林機」（Turing Machine）。假設有一條無限長的紙帶，像膠捲底片一樣劃分為一格一格，格中可能填有 0、1 或空位（null）。杜林機是這樣的一部機器：它可以讀取這條紙帶上每一格的資訊，並根據自身當下所處的狀態（state）、人類提供的程式（programme），抹去該格中的資訊或填入新的數字，最終向右或向左移動一格，重複上述動作。所謂的「程式」，其實就是一張操作指引列表，載明機器在當前的狀態下，若讀取到特定的輸入，應該有怎麼樣的反應與操作（例如：抹去或寫入 0 或 1，或什麼都不做直接向左或右移動一格），以及在下一個時刻機器應該回歸到什麼狀態。如此一來，我們所熟的運算與推理，可以被簡化為幾條簡單的規則，由杜林機執行；即便它對加法一無所知，也能因此表現出看似「有心智能力」的行為。這是否便是心靈的本質呢？

不過杜林機——這台概念上的機器——的重要性並不局限於哲學上的討論。其定義了數學與資訊科學上所謂的「可計算性」（computability），也改變了 1936 年前世人對「computer」一詞的認識：由原本坐在桌前振筆疾書、計算與記錄數據的文職人員，成為今日你我熟悉的電腦。當然，這一切都是後話了！與他身邊許多的事物一樣，杜林機被現實生活和 Alan 廣泛的興趣暫時擱置，直到 1950 年才有更進一步的進展。

戰事（1940-1945）

遠離歐陸的英國，習慣隔著英吉利海峽冷眼旁觀大陸上的紛紛擾擾，在外交政策上，一向採取姑息主義。一味退讓的綏靖政策（Appeasement）放任納粹德國一路強取豪奪，直到波蘭被併吞，歐陸各國與英國方才大夢初醒。然而草草宣戰之後，便是長達一年半不曾有過正面衝突的假戰（Phoney War）。也正是這段假戰麻痺了英法兩國政府，讓原先尚未有十成把握的納粹德國有時間累積實力，為後來的閃電戰做足準備。英法此時只能惶恐地向太平洋彼岸的美國採購軍事裝備，但實際上英法盟軍並不是一點勝算也沒有。

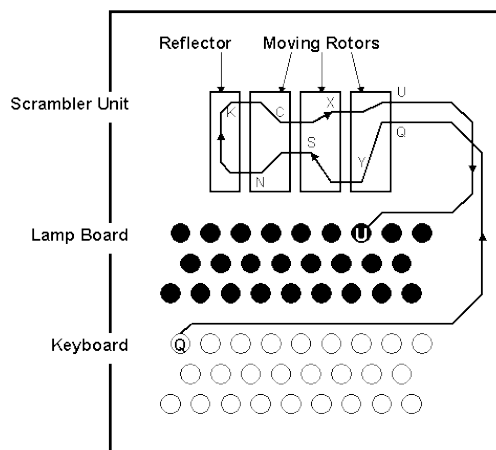
早在 30 年代初期，英國軍情單位便已開始監控德國軍事變化並加強情蒐，但困於大蕭條，國家經濟不足以應付額外的軍事活動，再加上高層把主力轉向遠東地區的日本與地中海的義大利，以維護遠東利益與保護地中海航線順暢，因而痛失破解納粹德國軍事情報的先機。

英國軍情部門早在 1937 年就知道德軍都是使用同樣的通用密碼機來編撰密碼，該機器的雛型就是在 1920 年問世的商用恩尼格瑪（Enigma）密碼機。其外型像一台打字機，我們可以將其拆解為四個部分：看似打字機鍵盤的輸入端（keyboard）、對應 26 個拉丁字母的燈泡顯示板（lamp board）、三個旋轉輪（rotors）與一個反射器（reflector，或稱 reverser）。

當一位士兵欲加密一段文字時，先在鍵盤上按下對應的第一個字母，此時訊號會依序通過三個旋轉輪到達反射器，反射器再將訊號逆向傳遞回三個旋轉輪，最後來到顯示板，對應密文第一個字母的燈泡便會亮起，士兵再將其抄寫下來，完成加密。每加密一個字母，旋轉輪便會自動移動一格，改變內部的接線線路；由最右側的轉輪開始，每轉一圈（26 格）便會帶動中間的轉輪移動一格，中間的轉輪完成一圈後又帶動最左側轉輪。

當遠方的士兵收到密文後，也同樣需要利用恩尼格瑪進行解密。他會按照雙方事先約定好的方式——通常寫在一張德軍共有的大表上，每月更新，表上詳細記載該月每一日加密時所選用的旋轉輪組合與設定——去調整恩尼格瑪，並在鍵盤上依序輸入收到的密文，這時顯示板上——亮起的燈泡便是原始訊息。

而德軍實際操作時，其實是在五個旋轉輪中，挑選其中三個實際安裝於恩尼格瑪上使用；並在原有的模型上加裝類似電話總機交換器的插線板（plugboard），可以選擇數對字母先行互換（例如 A 經過插線後被置換為 D，A-D 便為一組字母對，一般會有十組）後再進入上述的線路。這項「升級」令恩尼格瑪可以產生高達 21 位數的密碼組合，大大提高了密文破譯的難度。



整體而言，恩尼格瑪其實是一個簡單的燈泡電路，只是在經過插線板、旋轉輪與反射器時，這個電路被反覆跳接——類似「爬梯子」的抽籤遊戲——使得原先的訊號經過跳接的迴路後，不會對應到與原訊息相同的字母；而原訊息中相同的字母可能被加密為不同的符號，或加密後相同的符號其實對應著原訊息中不同的字母。

這個祕密原先是由波蘭率先掌握。夾在野心勃勃的納粹德國與蘇聯之間，波蘭很早便有危機意識，開始監聽德蘇兩軍的通訊，並祕密培訓密碼學家。一次收到由法方轉知德國間諜求售機密的消息，加之德國軍方犯下幾項低級錯誤，德軍所使用的恩尼格瑪陰錯陽差地為波蘭海關查獲，並製成數個複製品，成為反納粹集團初期的一場小勝利。即使如此，波蘭依舊無法抵擋勢如破竹的納粹陸軍與貪婪的蘇聯，在被瓜分前夕，波蘭密碼局為了避免努力得來的成果灰飛煙滅，決定與盟軍共享這份情報。

一臺波蘭贈與的德國軍用恩尼格瑪複製品輾轉來到英國布萊切利莊園（Bletchley Park），Alan 也被徵召來此協助解密。他發現到恩尼格瑪最大的突破口，在於原始訊息中的字母絕對不會在加密後保持一致（也就是原先是 A，加密後仍為 a 是不可能的）。因此，只要在攔截到的德軍密文中（例如每天清晨六點，德軍都會以無線電播送加密後的當日氣象報告），找到一個必然存在於該段密文中的字詞（例如「天氣預報」這個詞），便可依據這個原則一一剔除絕不可能的字母對應關係，破譯德軍情報。當然，在 21 位數的密碼組合中找到正確的那一個，無疑是一件枯燥乏味、曠日廢時的任務，所幸 Alan 發明的 Bombe 解密機能將整個過程壓縮至 20 分鐘內完成。

二戰開始的前幾年，戰事躊躇莫展，英國多艘糧食供應船都被德軍潛艦擊沉，吃不飽的人民開始譴責政府的無能；然而隨著德軍無線電情報逐一被破譯，英國政府方能先行一步掌握德軍動向，同盟國也終於看見勝利的曙光。Alan 此時才能忙裡偷閒，開始將注意力拉回到素日裡的研究——杜林機之上。

同是劍橋大學數學系畢業的同僚 Hugh Alexander 是一位醉心於西洋棋的癡人，曾兩次拿到西洋棋世界冠軍。在與 Alan 一同破譯德軍密碼時，除了提供不少專業意見外，也時常幫助不善應酬的 Alan，利用自己八面玲瓏的個性，化解不少高層對 Alan 帶領「八號小屋」（Hut 8）的疑慮與衝突，可以說是解碼小組的實質領導人。當 Alan 嘗試設計一臺能下西洋棋的杜林機時，Alexander 也提供了不少意見與幫助。

在他們的設計中，這台機器要在他們設計的程式中運轉，根據棋盤上旗子不會被吃掉、旗子受到威脅、己方與對手所控制的方塊中，算出給下一步棋可能的走法。機器再把每一種走法評分，找出最佳走法，下個階段就是加上對手的回手考慮進來，將『極大值最小化』，找出最小傷害的一步棋。在西洋棋中，每方、每手都有 30 步可能的棋步可以走，因此在這套系統中，每步都需要 1000 次的個別評估，而要達到中階棋手的預估下步棋，就需要 30000 次的評估。儘管這部機器每下一子便需要 20 至 30 分鐘的思考時間，也時常吞敗，卻為後來的超級電腦

「深藍」(Deep Blue) 與 AlphaGo 開啟了一條益發堅毅之路。

也是在這個時期，Alan 結識了八號小屋中唯一的女性密碼學家——Joan Clarke。兩人過從甚密，Alan 甚至向其求婚，並介紹給自己的家長；然而不久後 Alan 私下坦承自己的性向，早已有所察覺的 Clarke 卻絲毫不感到驚訝。這段婚約最後也無疾而終，不過兩人始終保持著好友關係，直到 Alan 逝世。

殞落 (1946-1954)

戰爭結束後，Alan 應英國國家物理實驗室 (National Physical Laboratory, NPL) 之邀打造自動計算機 (Automatic Computing Engine, ACE)。離開 NPL 後，他在 1950 年《論計算機與智慧》(Computing Machinery and Intelligence) 一文中，開宗明義地就問了一個問題：

機器會思考嗎?(Can machines think?)

首次討論一個具有意識、懂得思考的機器是否可能存在，也提出利用「杜林測試」(Turing Test)——抑或稱之模仿遊戲(The Imitation Game)這個思想實驗——讓受試者同時與一人類及機器交流，如果受試者無法區分何者為機器的話，則判定該機器具有思考能力，反之則無——作為判斷的標準。

這個靈感讓他在 1952 年接受 BBC 電台專訪時，提出一個有趣的實驗，假如在廣播電台中，用一台杜林機假裝人類主持節目，讓裁判-也就是各位聽眾思考，如果可以讓 30%聽眾認為這個是人類廣播員，這台杜林機就算通過測試。

實際上杜林測試要的不是答者回答正確與否，而是要看回答者的反應是否有無人性。例如：常常大家都用手上的 iPhone 的 Siri 功能，用語音給她下指令。有時候我們會向 Siri 要求她說：『Siri，可以跟我說一個笑話嗎?』一開始她會很樂意說個笑話給我們，有時候還會人性化地嚇嚇我們，但久而久之，我們會發現她的笑話越來越老套，我們才發現手上的 Siri 還只是機器，沒辦法達到人性化。

也許哪天，我們終於有了像是雲端情人(Her, 2013)電影裡面的 Samantha，有著性感口音與人性但卻看不到她的人工智慧，和我們在虛擬與現實之間建立關係。

1954 年 6 月 7 日早上，這位不修邊幅的數學教授、不為人知的戰爭英雄、長跑健將、現代電腦之父、人工智慧的先驅被家人發現在辦公室中身亡，身旁有一顆被啃了幾口的蘋果與四散的氰化物。這是場不小心的實驗意外嗎？我們或許永遠都不會知道。

可以確定的是，1952 年 Alan 因為自身性傾向，被控違反英國 1885 年刑法修正案中的嚴重猥褻罪。即使有劍橋大學校長、同僚與當時社會賢達（如曾經共事的 Alexander）出面作品格保證人，Alan 卻大方承認指控，法院判處他四個月緩刑，並需要接受化學閹割，克制「不正常」的性驅力。注射女性荷爾蒙，讓 Alan 的胸部開始發育，在與家人好友的書信中，喜愛運動的他為此自我解嘲、「小小」抱怨了一番。

Alan Turing 在短短四十一年歲月中，除了在數學、邏輯與密碼學上的貢獻，也大膽地衝撞了人與機器之間的那條分界。他的審判與意外身亡也讓英國社會重新審視對不同性向的壓迫：1967 年同性性行為除罪化；2009 年時任英國首相布朗(James Gordon Brown)公開向杜林道歉；2013 年，Alan Turing 的罪名獲得平反；2017 年，俗稱《杜林法》(Alan Turing Law) 的法案通過，赦免英國歷史上所有單純因為同性性傾向獲罪的人，依照統計約有六萬五千人獲得赦免，其中包括約有在世的一萬五千人；新版 50 英鎊將在 2021 年改版，Alan Turing 的肖像融入設計中，以紀念他對科學與世界的貢獻。

參考資料

1. H. Schmidl, “On Enigma and a Method for its Decryption,” cs.miani.edu, 1998.
2. Hodges, *Alan Turing: The Enigma*. Princeton: Princeton University Press, 2014.
3. Numberphil. “[158,962,555,217,826,360,000 \(Enigma Machine\)](#),” YouTube, Jan. 10, 2013 [Video file].
4. Numberphile. “[Flaw in the Enigma Code](#),” YouTube, Jan. 14, 2013 [Video file].