

科技文化



探索永恒： 哥德爾和愛因斯坦

● 王 浩

大約從1942年到1955年4月，愛因斯坦（Albert Einstein, 1879-1955）和哥德爾（Kurt Gödel, 1906-1978）經常一起散步、聊天，在新澤西州普林斯頓高等學術研究所附近，這是常見的情景。旁人偶然會注意到他們密切的友誼，但這主要是他們間的私事。他們所談論的，無疑大半是爲了消遣自娛，幾乎也沒有留下任何記錄。

根據40年代和他倆過從甚密的斯特勞斯（Ernst G. Straus）說：「大邏輯家哥德爾毫無疑問是愛因斯坦臨終前幾年間唯一特別親近的朋友，而且也是在某些方面和他最相似的人。但就個性而言，他們卻截然相反——愛因斯坦合群、快活、笑口常開、通情達理；哥德爾則極端古板、嚴肅、相當孤獨，而且認爲尋求真理是不能信賴常識的。」^①

他們是偉大的「哲學—科學家」，是極其罕見的一類人。由於高度專業化的傾向、激烈的競爭、急功近利的心態、對理智信任的喪失、種種俗慮的干擾，以及對崇高理想的敵視，這一類人好像已瀕於絕跡了。他們的價值觀大多已被認爲過時，至少已不再完全合乎實際了。若他們受尊敬，那只不過是對一個已結束時代的懷舊心情而已；不然他們就被目爲幸運但神秘莫測的奇人。他們的生活和工作會令人作近乎無聊的猜測：假如他們目前還年輕，那麼會從事甚麼工作呢？怎樣的文化、社會和歷史條件（包括學術進度）才會產生像他們那樣的智力和成就？

對他們那樣的人的生活和工作發生興趣是很自然的，所以已經有不少文章談及愛因斯坦，看樣子談論哥德爾的也不會少。他們對我們所謂「永恆真理」的那種罕有的獻身精神令大家對智力和推理本能的價值認識得更清楚；對那些大半爲忙碌而忙碌的人來說，思考這兩位偉人的生命目標更可以成爲一帖良藥，一口清新空氣，甚至可以爲他們的生活和工作指出一個更廣闊的天地。

無論如何，我只是無意中碰上了愛因斯坦和哥德爾這個主題，而且只是順着個人的看法來思考他們。在哥德爾生命中最後幾年，部分爲了傳揚他的觀點這一共同目標，我曾多次和他討論哲學問題。我們起初所討論那部分蒙哥德爾認可已記載在我的《從數學到哲學》^②一書中了。他逝世（1978年1月）後三年，我終於提起勁來，開始利用零散的筆記把討論的主要部分整理出來，這樣逐步走下去，我終於寫出整本的書——而結果它又分成了兩本書^③。在寫書的過程中，我對比較哥德爾和愛因斯坦發生了興趣，並且在哥德爾給他母親的信中發現了大量提及愛因斯坦的資料，因此進一步了解到他們之間的關係。本文就是整理散佈書中的有關記敘和評論之後，綜合寫成的。

庫特·哥德爾是在摩利維亞的布倫市（Brünn, 今捷克西部——譯者註）出生、成長、唸中學的。這裏是遺傳學創始人孟德爾（Gregor Mendel）工作過的地方。在1924至1939年間，哥德爾在維也納從事研究，並且作出基本的重大

發現。從1933年起他在普林斯頓作研究訪問，1940年春，他帶同妻子移居普城工作，其後未曾離開。哥德爾1929年的博士論文證明，「在所有可能的世界中皆為真」的命題都是可以推導的，因此，在這個意義上，初等邏輯的既有法則（他稱之為「有限思想的邏輯」）是「完整」的。他1931年那一最著名的論文④以異常清晰的方式證明了數學在任何形式系統（formal system）或計算機程式中的「不可窮盡性」。定下了這樣的系統和它的求證方法之後，我們總是可以建構直覺上為真但在這系統中不可能推導出來的命題。特別是，「該系統具有一致性（consistency）」這一命題（假定為真）便是可表達而不可證明的。這些結果令希爾伯特（David Hilbert）建立非平庸（significant）和完整（或至少直覺上明顯地具有一致性）系統的構想落空了。哥德爾的研究不僅為證明心靈超過機器的努力指出新方向，而且成為發展計算機和「可計算性」純理論的主要動力和工具。由圖靈（A.M. Turing）的理論和方法加以補充之後，這理論遂得多方發展，為研究計算機和它的應用建立了概念架構。

到30年代，哥德爾的注意力轉移到更豐富也更混亂的集合論領域，由是得到更寬廣的空間可以拓展視野。從1943年起他的注意力就更直接地轉到哲學去了。在40年代末他發現了愛因斯坦方程式的新解，因此證明「時間旅行」的可能性，並顯出主觀和客觀時間觀念的強烈差異。此外，他又認真地研究過萊布尼茨（Leibniz）和胡塞爾（Husserl），發表了好幾篇數學哲學的基本論文，積累了大量未曾發表的手稿。這些資料肯定夠學者研究多年的了。

愛因斯坦和哥德爾都在中歐成長和完成他們最出色的工作，兩人都以德文為母語。在「奇迹」年1905，26歲的愛因斯坦發表了關於（狹義）相對論、光量子論和布朗運動的三篇論文；哥德爾在同樣年紀之前就已經完成了他邏輯完整性和數學不可窮盡性的理論。然後愛因斯坦進一步發展廣義相對論，哥德爾則轉到集合論領域，提出了「集」（指可構集）的「有序子宇宙」這一觀念，由是得以證明連續統假設的一致性，這也是要在「任意集」這個混亂的領域建立秩序迄今最有效的一步。（至於有關愛因斯坦方程式的工作則只不過是他研究時間和變化這個哲學問題時的插曲和副產品而已。）在生命最後幾十年間，他們都專心於一般認為不時尚的工作，即愛因斯坦的統一場理論和哥德爾的「老式」哲學。

對科學的根本貢獻、認真的哲學思考和獨立精神這數者在他們身上結合，達到了本世紀絕少的、也許是僅有的高峰。他們卓越的智能工作令人想起有時被稱為「天才世紀」的十七世紀，那正是塞萬提斯（Cervantes）、培根（Bacon）、刻卜勒（Kepler）、哈維（Harvey）、伽利略（Galileo）、霍布斯（Hobbes）、笛卡爾（Descartes）、帕斯卡（Pascal）、惠更斯（Huygens）、牛頓（Newton）、洛克（Locke）、斯賓諾莎（Spinoza）和萊布尼茨著作問世的時代。

由此聯想開去，如果把愛因斯坦和哥德爾相提並論，為甚麼不把愛因斯坦和牛頓這熟悉的組合用類比法推廣呢？這樣問題就在於找到一個x，使愛因斯坦

對哥德爾的關係相類於牛頓對 x 的關係。顯然笛卡爾和萊布尼茨都是 x 的首選。哥德爾崇拜的是萊布尼茨：他們兩人都是偉大的邏輯學家，而且哥德爾認為萊布尼茨的「單子」理論（monadology）和自己的哲學相近。另一方面，他在數學發現的透徹和確定性則更近於笛卡爾所發明的解析幾何學；而他之喜好胡塞爾看起來也更接近笛卡爾之傾心於新思想方式和新哲學的誕生。另一位人選也許是帕斯卡，他和哥德爾一樣，常常逆時代精神而行。

在1953年給母親的一封信中哥德爾應她所問，討論盛名之累的問題。他說：「至今我並不覺得有甚麼盛名的負擔，那只有像愛因斯坦，名氣大得連街上孩童都知聞的時候才會出現。那樣就不時會有瘋瘋顛顛的人要來解釋他們的古怪念頭，或埋怨世界大勢。但是，如你所知，這也並不是甚麼大問題，畢竟愛因斯坦已活到74歲的高齡了。」

哥德爾的母親瑪麗安（Marianne, 1879-1966）和愛因斯坦同一年出生。她在1946年聽說兒子和愛因斯坦友好，大為興奮，其後10年間他們往來書信中愛因斯坦就成了主要話題之一^⑤。她是一位異常活潑，有優良教養和獨立精神的人；她善於酬酢，交游廣闊，而且博覽書籍，喜好音樂、戲劇和體育。年輕時她是體育健將（特別是滑雪方面），晚年則周遊各地，長年研究歌德的生平（她擁有一批有關魏瑪歌德社的書籍），而且在1900年前後已經對「現代」文學（特別是施尼茨勒 Schnitzler 和阿滕貝 P. Adternberg）頗能鑒賞。瑪麗安是一位好妻子，但她和丈夫並沒有所謂「愛情婚姻」，他們之間有的只是同情和敬重而已。她丈夫是一個實際的人，在紡織業頗有成就，在她49歲那一年英年早逝，當時他自己還不到55歲。

瑪麗安和她的孩子庫特以及他唯一的兄弟魯迪十分融洽親切，幾乎有如同輩朋友。她和魯迪在一起的時間較多（包括從1944到1966年全部時間），但她對庫特較特別，這從魯迪的記述可以看出來：「母親和他（指哥德爾——譯註）特別融洽，經常為他彈奏他所喜歡的鋼琴曲（輕音樂）。」「母親常常記起他孩提時候的許多細瑣事情，在她看來，這些都是他將要成為世界知名學者的預示；譬如從4歲起他就在熟人中得到了『為甚麼先生』的稱號，因為他總是堅執地追問每件事情的根柢。」戰後，庫特不願回歐洲，所以瑪麗安在生命最後10年間多次由魯迪陪同到普林斯頓探望他。「這些美國旅程對她來說總是像節日一樣。」1966年瑪麗安身體太虛弱了，不能去普林斯頓和庫特共度他的60歲生辰（4月28日），因而感到十分失望。

哥德爾1978年去世後，他的聲望傳揚更廣了。霍夫斯達特（D. Hofstadter）所著的《哥德爾，愛沙，巴赫》這本意外地暢銷的書^⑥恰好在1979年出版，跟着召開了許多討論他生平和成就的會議，他全集的首卷出版了，其他幾卷也行將問世。同時，哥德爾研究社也在維也納成立。無疑他本人和他的工

作越來越受關注，是同計算機的普及和廣泛應用分不開的。譬如，一個紀念他的研討會在宣傳上就以「數碼智能：從哲學到技術」這樣的題目作主題。

哥德爾的工作與計算機的關係可能比愛因斯坦的工作與原子彈的關係更為密切。關於這一點哥德爾在1950年給他母親的信中說：「認為愛因斯坦的發現只是促成原子彈出現，那是錯誤的。當然他對此有間接貢獻，但他研究工作的精義則在於完全不同的方向。」我認為哥德爾這番話對他自己的研究和計算機的關係也是同樣適用的。

所謂「完全不同的方向」指的是基礎理論，那是哥德爾和愛因斯坦生命的中心目標。他們在這方面共同的獻身精神，以及（不同但是互相欣賞的）偉大成就，還有他們深入探索自然奧秘的決心——這種種因素的結合，無疑是他們友好和經常交往的堅定基礎。他們不但感到智力相埒，而且還有共同的文化傳統。由於幸運的巧合，從1933年起他們兩人都進了同一個「俱樂部」，即「高等學術研究所」。

在歷史上很難找到這樣兩個傑出的哲學家兼科學家之間有如此親近關係的例子。牛頓和洛克，萊布尼茨和惠更斯之間的友誼遠沒有這樣親近；法拉弟（Faraday）和麥斯威（Maxwell）互相尊敬，但很少私下接觸。在其他類型學問家之中，倒的確有些著名的例子，像歌德（Goethe）和席勒（Shiller）、黑格爾（Hegel）和荷德爾林（Hölderlin）、馬克思（Marx）和恩格斯（Engels）等。

一般來說哥德爾並不樂意主動同人接觸，大家都知道他只同少數幾個人在一起才會感到愉快，當他在普林斯頓的時候更是如此。無疑有好些人想同他密切相交，但很少有人有信心和機會來發現彼此間真正的共同興趣，以及維持長期討論或其他形式密切交往的興致。就愛因斯坦而言，自然無所謂信心問題，而且機會也多的是。況且以豐富的共同知識為基礎，他們兩人都曾對科學和哲學作過極其深刻和敏銳的思考。很明顯，他倆之間的相處交談是非常愉快的。這樣的關係無疑可以算得上是人生最珍貴的經驗了。

和哥德爾相熟同時也認識愛因斯坦（這可能是由哥德爾介紹）的摩根斯坦（Oskar Morgenstern）在1965年末上書奧地利政府，建議趁哥德爾的60大壽予以褒獎。他說：「愛因斯坦多次告訴我，他在晚年經常找哥德爾見面，以便討論問題。有一次他甚至說，他自己的工作已不再有太大意義，他到研究所來只是『爲了有幸和哥德爾一道散步回家』而已。」

從哥德爾寫給他母親的信看來，顯然他同愛因斯坦一樣，都非常珍惜二人之間的相處。我覺得這種密切的情誼展示了人生價值迷人的一面，它也許可以用來驗證諸如米爾（James Mill）的「偏好原理」那些評判快樂品級的倫理理論。他們二人所追求的，並非實際效果，甚至也不是傾訴衷腸，而可說是基於「無偏之愛」的「無用之用」。從庸俗眼光看來，他們所作的誠然都是無用之事。然而，他們真切的愉悅之情，卻清楚地展示了一種我們往往只能模糊地窺見，或最多有限度地體會到的價值。也許這種基本價值所代表的，應該稱爲以自身

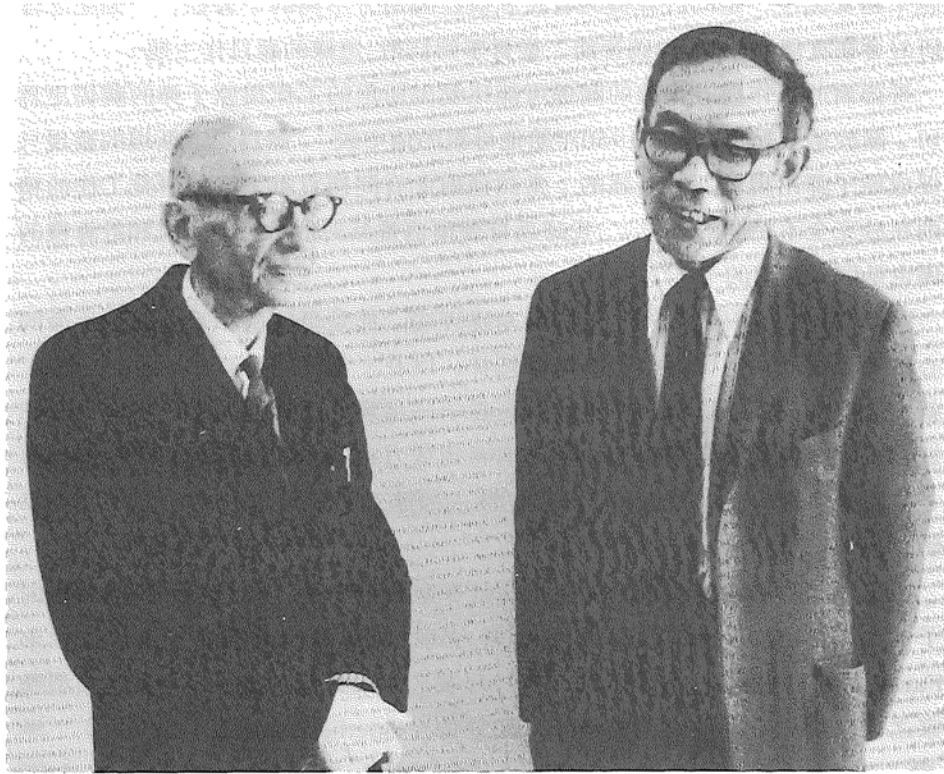


圖 本文作者王浩
(右)與哥德爾。

為目標的純粹自由探索（這通常是極孤獨的事）吧？無疑他們的學術成就和對這種價值的獻身是密切相關的。但正如哥德爾談到他的哲學成果時所說^⑦，假的獻身比諸真的獻身恐怕成效是肯定不如的。

愛因斯坦逝世後，哥德爾曾答澤利希（Carl Seelig）的問話說，他和愛因斯坦的談話所涉及的包括哲學、物理學和政治，也時時涉及愛因斯坦的統一場論，雖然（或者正是因為）愛因斯坦是知道哥德爾對他的理論是抱着懷疑態度加以反對的。但我確信，這講法背後實在有個假定，即是就問題和想法的價值和重要性而言，他們的品味是基本相同的。他們淵博的學識相若，對「知」與「未知」分野的判斷相符，而且都有極高的清晰表達能力。現在我要提到他們相同和相異之處，以把他們的觀點作對比^⑧。

愛因斯坦和哥德爾所關心的主要是（到了晚年更全部是）基本問題，例如，愛因斯坦經常解釋^⑨，他之所以選擇物理而不取數學，部分原因在於他感到數學門類太多，在物理學中他則能分辨那些問題是重要的。但有一次他又對斯特勞斯說：「認識了哥德爾，我現在知道數學也有同樣情形。」換言之，愛因斯坦感興趣的是整個數學或物理學領域中最基本的問題，但起初他只能夠在物理學的領域裏面把這基本問題辨識出來。哥德爾有一次幾乎是抱歉地（這可能

是想解釋為甚麼他認為在最後幾十年裏他所做的大抵都不甚成功)對我說,他一直在追求最基本的東西。

與物理學界主流相反,愛因斯坦和哥德爾都不認為量子理論長期站得住腳。愛因斯坦似乎在探求一個完整的理論,在其中量子理論只是由「基本原理」推導出來的系綜(ensemble)描述。哥德爾則認為,物理學目前的「雙層」理論(即「經典系統」的量子化以及相關的發散級數^⑩)是公認極為令人不滿的^⑪。

哥德爾在給母親的信中經常以同情的口吻解釋愛因斯坦的態度。例如有一篇文章稱愛因斯坦的理論為「了解宇宙的關鍵」。在1950年他評論說,這類嘩眾取寵的報導是「非常違背愛因斯坦自己意願的」。他還說:「(在我看來)即使他的想法日後真箇導致了可以用這種講法形容的結果,現在用這種講法來報導他目前的工作進展也是不對的。在目前,一切都是不確定、未完成的。」這看法我認為愛因斯坦本人也會贊同。

他們之間這類相合之處顯出了一種與流俗或「時代精神」相背的共同觀點,那也就是他們惺惺相惜的原因。所以他們之間的分歧是次要的;事實上,像在許多其他方面一樣,他們觀點的對立通常可以視為從共同態度衍生出來的枝節。

例如他們都重視哲學,但對它的本質和功能卻有不同的看法;他們都熱愛和平,有世界性胸襟,但是和愛因斯坦不同的是,哥德爾不牽涉公眾活動;他們都同情社會主義理想,但哥德爾對一般人認為達到這理想所須採取的途徑表示懷疑,這和愛因斯坦在1949年那篇文章〈為甚麼要社會主義?〉中所提出的有欠斟酌的觀點形成對比。從某種意義上說,他們兩人都信仰宗教,但愛因斯坦說他接受斯賓諾莎的泛神論,哥德爾則自稱是追隨萊布尼茨的一神論者。(在1951年哥德爾說愛因斯坦「從某方面說他無疑是信教的,但這決不是就參加教會的意義而言。」)

他們在學校時都讀過康德(Immanuel Kant)的著作,年輕時都對哲學有強烈愛好。後來愛因斯坦受不了哲學的含糊或武斷,捨之而去,但哥德爾則繼續把大量精力投入哲學研究,致力追求「成為嚴密科學的哲學」。愛因斯坦認為:「和科學沒有關係的知識論只會成為空架子,沒有知識論的科學——假如這是可以想像的話——是原始和混淆的。」^⑫相反地,哥德爾對知識論興趣不大,他認為研究哲學的正確方法是了解自己。對哥德爾來說,科學只是運用概念,哲學則以日常經驗為基礎來分析我們的原始概念。

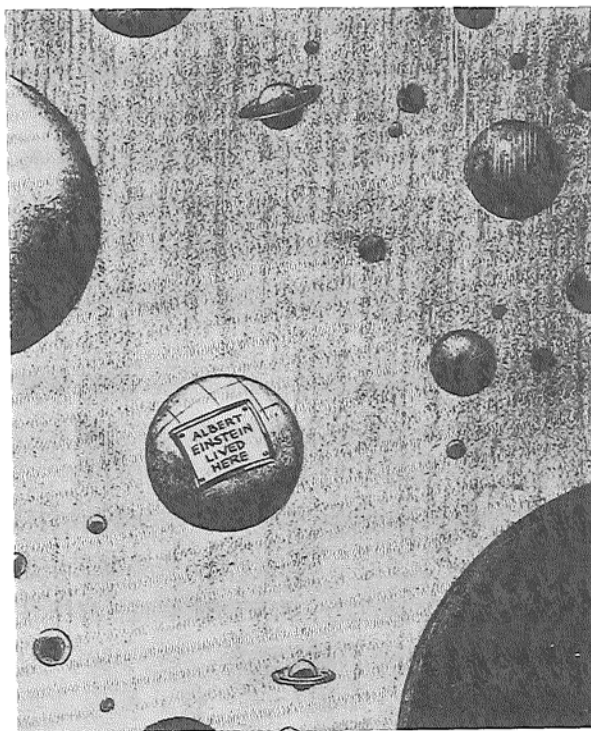
在50年代,像當時大部分知識分子一樣,愛因斯坦支持史蒂芬遜(Stevenson)而不是艾森豪威爾(Eisenhower),但哥德爾則強烈支持艾森豪威爾(另一方面,哥德爾卻極之仰慕羅斯福Franklin D. Roosevelt,在這一點他和他的同事比較接近)。愛因斯坦之喜愛古典音樂是眾所周知的,哥德爾則

對此感到索然無味。(1955年12月他出席一場紀念愛因斯坦的音樂會，事後說：「這是我頭一遭讓巴赫、海頓等等纏繞達兩小時之久。」)另一方面，據說哥德爾愛好現代抽象藝術，這大概是愛因斯坦所無從分享的了。愛因斯坦結過兩次婚，有兩個兒子和兩個繼女，曾鰥居幾乎20年之久；哥德爾只在年紀較大時結過一次婚，他沒有孩子，先於妻子去世。

在給他母親的信中，哥德爾經常提到：「我幾乎天天見到愛因斯坦。」他也常常用樂觀的語句談論愛因斯坦的健康狀況。信裏還有關於愛因斯坦公共活動的解釋以及對有關愛因斯坦的書和文章的評論，也記載了1949年愛因斯坦70歲壽辰時和哥德爾喬遷時他們互相餽贈禮物的事。1947年夏天，哥德爾寫信告訴他母親，愛因斯坦正在療養，他說：「所以我現在覺得相當孤單，私下很少和任何其他人士說話。」到了1955年1月，他又說道：「我並不如你所想的那樣孤單，我經常拜訪愛因斯坦、摩根斯坦，和其他人也有來訪。」

愛因斯坦在1955年4月18日逝世，其後一星期哥德爾在信中說，愛因斯坦的死對他自然是沉重的打擊，因為這完全出乎意料之外。很自然地，在過去一週他健康變壞了，特別是感到寢食不安。兩個月後他說：「我的身體現在好了，過去兩個月裏我的確恢復了精力。」

圖 愛因斯坦逝世後，人們為紀念這位偉人而出版的紀念咭。



就參與（而不是觀望）歷史和理解世界這兩種不同態度的取捨而言，愛因斯坦和哥德爾主要都是着力於理解的工作，從而各自對他們的專門學科作出了決定性貢獻。但愛因斯坦不像哥德爾，他同時也通過其他途徑參與歷史，而且是一位備受注意的公眾人物；哥德爾則和「時代精神」保持更大距離。對一些普通人也會感興趣，而且令多數專家卻步的恆久問題，他不但去猜究，而且還提出新鮮的看法來。例如^③：心智能超過機器嗎？我們的數學知識有多少「窮盡性」和肯定性？時間和變化有多真實？達爾文的理論足以解釋生命和心智的起源嗎？人有另一個具體器官用以處理抽象印象嗎？物理學能有多精確？有來世嗎？對這些問題我相信愛因斯坦是不太用心的。

愛因斯坦把畢生精力都集中在物理學上，哥德爾的興趣則先從理論物理轉移到數學，然後又轉到邏輯學；在邏輯學上取得偉大成就之後，他又埋首於好些哲學問題。雖然愛因斯坦也沒有能完成他的統一場論，哥德爾則一再踏上新旅程，同時在好幾個重要領域進行探究，而都沒有能完成這些工作。可以說，哥德爾沒有能像愛因斯坦那樣好好計劃他的一生，而且愛因斯坦則對於甚麼是可行的這一點看得更清楚。但是，話說回來，其實沒有人能有自信預測他們那些未完成的工作在將來會結出怎麼樣的果實來。而且，正如哥德爾所說，即使目前並非從事哲學工作的好時機，形勢是可能改變的。一般說來，我們總以為主流的大方向是不變的，但事實上歷史卻充滿了消長和變化。也許在不久的將來，就會有許多其他像愛因斯坦和哥德爾那一類型的，才華懾人的思想家出現，——沒有甚麼道理這是不可能發生的吧？

註釋

① G. Holton & Y. Elkana (eds.), *Albert Einstein: Historical and Cultural Perspectives*. Princeton: Princeton University Press, 1982, p.422.

② Wang Hao (王浩), *From Mathematics to Philosophy*. London: Routledge and Kegan Paul, 1974.

③ Wang Hao (王浩), *Reflections on Kurt Gödel*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1987; 原稿部分內容已被抽出，擴充成另一本尚在整理中的書：*Conversations with Gödel*。

④ 即《論〈數學原理〉及其有關系統的形式不可判定命題》，該論文提出了著名的「哥德爾不完全性定理」（譯者註）。

⑤ 維也納城市圖書館藏有哥德爾書信的德文原件，本人承蒙該館惠允引用這些信件，謹此表示謝忱。下文有關瑪麗安的題外話大多取材於哥德爾的哥哥魯迪（Rudolph，在1967年4月為他母親所寫的一篇傳記，這篇傳記在哥德爾去世後於1978年2月曾有增補）。

⑥ D. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid* (Harvester, 1979)。該書已有中譯節本：《GEB，一條永恆的金帶》，樂秀成編譯，成都：四川人民出版社，1983年。（譯者加註）

⑦ 見註②，頁8-11。

- ⑧ 本文其餘部分是註②中第一本書中詳細記述的摘要。
- ⑨ 比較 P.A. Schilpp, ed., *Albert Einstein, Philosopher—Scientist*. La Salle: Open Court, 1949, p.15 和 H. Woolf, ed., *Some Strangeness of Proportion*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1980, p.485。
- ⑩ 指用量子場論通過微擾法計算粒子相互作用的次級和高級效應會產生的發散項，這些項必須經重正化過程處理才能導致有意義的結果（譯者註）。
- ⑪ 見註②，頁13。
- ⑫ 參看註⑨ Schilpp, 頁684。
- ⑬ 哥德爾對這些問題部分的看法記在註②引書頁324、326和385。註③的兩本書則載有他對所有這些問題看法的詳細記述。

（嚴朝旭譯 羅奇校）

王 浩 王浩是當代最卓越的數理邏輯學家，在50年代即開始探究利用電子計算機證明邏輯命題這個嶄新的領域，並作出許多開拓性的貢獻，因此除榮膺英、美兩國國家科學院院士外，復在1983年獲得第一屆「米斯東（Milestone）自動化定理證明獎」的殊榮。王教授1921年在濟南出生，在西南聯大和哈佛大學攻讀數學和哲學，50年代中起先後在牛津大學和哈佛大學擔任數學哲學和數理邏輯學教授，1967年迄今在紐約洛克菲勒大學擔任邏輯學教授。王教授著作等身，除了一百多篇專業論文之外，還著有《邏輯、電算機和集》、《從數學到哲學》、《分析哲學之外》等六本專書。