

## 科學、演化與神創論

美國科學院、美國醫學研究院 著  
(美國科學院出版社 2008 年 1 月出版)

曉實 譯

(2008 年 1 月 6 日動筆，2008 年 1 月 18 日初稿及三稿)

(此稿在翻譯過程中陸續發表於新語絲網站，因此初稿及二三稿同時進行。)

(XYS20080120)

◇◇新語絲

([www.xys.org](http://www.xys.org))([xys.dxiong.com](http://xys.dxiong.com))([xys.dropin.org](http://xys.dropin.org))([xys-reader.org](http://xys-reader.org))◇◇

(中文簡體版載於「新語絲」網站

<http://www.xys.org/xys/ebooks/others/science/misc/evolutionall.txt>

繁體轉換版載於「香港科學教育關注組」網站

<http://sites.google.com/site/hkscienceeducation/Home/articles/science-evolution-and-creationism>)

經方潤校對修正、加入圖片說明的中譯，並按照英文原版頁序排列段落。  
此版本可與英文原版作逐頁對照。

## 目錄

序言 xi

銘謝 (未譯) xiv

第 1 章  
演化及科學的本質 1

第 2 章  
生物演化論的證據 17

第 3 章  
神創論者的觀點 37

第 4 章  
結論 47

常見問題的回答 49

伸延閱讀 (未譯) 55  
委員會成員介紹 (未譯) 60  
索引 (未譯) 67  
圖片來源 (未譯) 70

## 序言

科學技術的進展對人類生活有深遠的影響。在 19 世紀，大多數家庭都可能由於疾病失去一個或更多的孩子。今天，在美國和其它發達國家，兒童死於疾病的事情已經不多見了。我們每天都依賴應用科學的知識和方法創造的技術。我們日常使用的計算機和移動電話，我們旅行乘坐的汽車和飛機，我們服用的藥物，以及我們吃的許多食物都部分是基於科研成果創造出來的。科學改善了我們的生活標準，使人類能夠飛入地球的軌道，登上月球，使我們以新的方式來思考自己和宇宙。

演化生物學一直是，而且將繼續是現代科學的奠基石。這本小冊子記載了演化論的知識為人類福祉做出的一些重要貢獻，包括預防和治療人類疾病、開發新的農業產品和進行工業創新等。廣義說來，演化論是生物學中的基本概念，它既研究過去的生命形態，也探討今天的生物之間的相互關聯和多樣性。目前，生命科學和醫學研究的進展都很迅速，這主要歸功於演化論知識中所蘊含的原則。這些知識不僅通過研究日益增多的化石記錄得到，現代生物學及分子生物學技術也為演化的研究做出了同等重要的貢獻。當然，像所有其他活躍的科學領域一樣，許多饒有興趣的問題仍然有待回答，這本小冊子也簡要概括了針對這些問題的活躍研究領域。

然而，民意調查表明，許多人仍然對生物演化的知識持有疑問。也許有人告訴他們，有關演化的科學知識不完全、有謬誤、或者有疑點。他們也許難以理解，生物演化的自然過程怎麼能夠產生這樣難以想像的精彩紛呈的生物群，從微小的細菌到鯨和紅杉樹，從珊瑚礁上的簡單海綿到能夠思索這個行星上生物史的人類。他們疑惑，如果接受演化論的話，是不是還可以繼續堅持他們的宗教信仰。

這本書針對這些問題而出版。它為那些對演化爭端頗感困惑的人提供一個指南。它指出生物演化在現代生物學中所扮演的角色，闡明為什麼在公立學校的科學課程中，只應該講授以科學證據為基礎的知識。（轉下頁）

(承上頁)可能對這本書感興趣的讀者包括學校董事會成員、科學教師和其他教育界的領導者、決策者、法律學者、以及其他有志於為學生提供優質科學教育的人士。這本小書也是為了更廣泛的讀者群編寫的，包括那些希望更好地瞭解支持演化論的多線索證據，理解為什麼說演化論既是事實，又解釋了地球生物多樣性過程的高品質中小學學生、大學學生、以及成人等。

這本小書還在更廣泛的基礎上討論了演化論的研究。它定義了科學界所理解的“理論”。它顯示演化論反映了科學的本質以及它如何有別於宗教。它說明為什麼科學界的絕大多數都接受演化論，認為它是現代生物學的基石。它陳示了部分科學家和宗教團體的聲明，解釋對於他們來說，演化論和信仰為什麼不相衝突。它還闡明為什麼在全國的公立學校裡，不能用非科學的神創論（包括智慧設計神創論）代替演化論作為科學課程。

《科學、演化及神創論》是美國科學院 1984 年首次發佈的出版物的第三版。美國科學院是一個獨立的科學家團體，其成員由科學家自己根據其在科學領域的傑出貢獻遴選出來。美國科學院自 1863 年起受國會委任，為聯邦政府就科學技術方面的問題提出建議。鑒於演化論對生物學、物理學、醫學和改善衛生保健等日益增加的重要性，新的版本由美國科學院和美國醫學研究院共同主持。美國醫學研究院創立於 1970 年，作為美國科學院的附屬機構，它提出有關生物醫學、醫學和衛生保健方面的科學建議。

自從這本小冊子的前兩個版本發表以後，演化生物學領域又有了顯著的發展，這個新版本加入了這些重要的進展。化石發掘繼續為生物演化史提供新的引人注目的證據。在分子生物學方面，我們得到了生物分子新的資料和知識，包括人類的完整 DNA 序列。DNA 測序法成為確立物種之間遺傳關聯的重要工具。DNA 證據一方面證實了化石證據，另一方面容許演化研究在化石記錄仍然不完整時繼續進行。稱為演化發育生物學的一個全新領域已經出現，在這個科學分支裡，科學家研究歷史進程裡的遺傳變化如何影響生物的形態和功能。生物演化的研究是人類現代科學史上最為活躍，影響深遠的努力之一。

圍繞著演化論的公眾爭端也發生了變化。在 1980 年代，許多反對在公立學校講授演化論的人支持立法，要求生物學教師在課堂裡討論“科學神創論”。這種論調主張，化石記錄和行星的地質學特徵與地球及其生物只是在幾千年以前創造出來的信仰不相矛盾。（轉下頁）

(承上頁)主要的法庭案例——包括 1987 年最高法院的案例——裁決，“創造科學”是宗教信仰，而不是科學研究的產物，不能在公立學校裡講授，因為如果這樣做的話，便會把個別宗教的觀點強加在所有學生的頭上了。

自此以後，演化論的反對者另闢蹊徑。有些人擁戴稱為“智慧設計”的觀點，這是一種新的神創論，主張生物結構過於複雜，不可能由自然機制演化產生。2005 年，賓夕法尼亞州多佛（Dover）的重要法庭案例判決，在課堂裡講授智能設計論違憲，原因與以前一樣，它是基於宗教信仰而非科學。

另一些人爭辯說，科學教師應該教給學生圍繞演化論的各種“爭端”。但在科學界，關於演化是否發生沒有任何爭議。剛好相反，支持“變異的遺傳”（達爾文語）的證據洶湧澎湃，無可阻擋。自達爾文以後的一個半世紀以來，科學家關於生物變異、遺傳和自然選擇的內在機理發現了許多精緻的細節，並且證明這些機理如何在時間的長河中導致生物變化。由於不可勝數的證據，科學家認為演化的發生是具有最堅實基礎的科學事實。生物學家也對於解釋演化如何發生充滿信心。

這本出版物主要包括三個章節。第 1 章簡要描述演化過程、科學的本質、以及科學與宗教的區別。第 2 章更加詳細地考查了許多支持演化論的不同科學證據，包括從各種不同領域得來的證據，例如天文學、古生物學、比較解剖學、分子生物學、遺傳學和人類學等。第 3 章考查了好幾種神創論者的觀點，包括智慧設計論，討論了反對在公立學校的課堂裡講授神創論觀點的科學及法律原因。我們選擇了一些常見問題附在書後。“進一步閱讀材料”包括本書的參考文獻，及其他關於演化、科學的本質和宗教的出版物。

正如《科學、演化及神創論》所清楚闡述的那樣，演化證據與宗教信仰完全相容。科學和宗教以完全不同的方式認知世界。毫無必要地把它們置於對立的兩面，只會是兩敗俱傷，妨礙它們為人類帶來更加美好的未來。

Ralph J. Cicerone

美國科學院院長

Harvey V. Fineberg

美國醫學科學院院長

Francisco J. Ayala

編撰委員會主席

## 第 1 章 演化及科學的本質

### 支持生物演化的科學證據繼續快速 增長

一個半世紀以來，科學家一直在不斷地搜集證據，以加深和拓寬我們對生物演化的事實和過程的瞭解。研究的方面不僅包括演化是怎麼樣發生的，還包括演化怎樣仍然進行著。

2004 年，一組研究人員得到重大發現。在加拿大北部的海島上，他們發現一具四英尺長的動物化石，這個化石所具有的生物學特徵介於魚類和四足動物之間。像我們所熟知的魚一樣，它擁有鰓、鱗、和鰭，它生命中的大部分時光也許是在水裡度過的。但它還有肺、靈活扭動的脖子、以及可以在淺水灘或陸地上支援身體的強硬的鰭骨骼。

迄今為止的植物及動物化石的科學研究，已經就這種動物的生存環境積累了大量的證據。大約 3 億 7 千 5 百萬年以前，今天位於加拿大努那福特 (Nunavut) 地區的埃爾斯米爾島 (Ellesmere)，屬於一片潺潺溪流縱橫蜿蜒的廣袤平原。水域的岸上生長著樹、蕨類、及其它古代植物，從而為細菌、真菌、以及依賴腐敗植被為生的簡單動物創造了良好的生長環境。那時，陸地上還沒有大型動物，但海洋裡擁有各種各樣的魚，有些魚種以生長在淡水淺灘及沼澤裡的動植物為生。

[**物種**：在有性生殖的生物裡，物種是指相互之間能夠交配的個體。]

[古生物學家：通過化石研究瞭解古代生物的科學家。]

**古生物學家**曾經發現過這種淺水魚類的化石。它們的鱗骨比其它的魚種更為結實，也更為複雜。這樣的骨骼也許有助於他們穿越被植物阻塞的通道，而且，他們除了鰓以外，還有簡單的肺。古生物學家還在較為年輕的沉積層裡發現類似魚的動物化石，這種動物的部分時光也許是在陸地上度過的。它們被稱為早期的四足動物，他們的前後鱗都有所變化，類似於原初的四肢，他們還具有其他有助於離開水域而生存的特徵。但是，古生物學家還沒有發現過淺水魚和有肢動物之間的過渡動物化石。

發現這個新化石的研究小組由一本教科書得知，加拿大北部有大約 3 億 7 千 5 百萬年以前積澱的沉積岩，這正是演化生物學預測淺水魚向陸地過渡的時段。因此，這個小組決定將研究重點放在加拿大北部。為了到達研究地點，研究人員必須乘坐幾個小時的飛機和直升機，而且，他們每年只能在降雪前的夏天工作兩個多月。在野外工作的第四個夏天，他們終於找到了預期中的化石。在一個山坡上露出地面的岩層中，他們發掘出被命名為“Tiktaalik”的動物化石。這是用加拿大北部因紐特人的語言命名的，意思是“大淡水魚”。(轉下頁)

圖片說明：

左圖：此河谷位於加拿大北中部，北極圈附近的努那福特，擁有肢體動物在地上生活伊始的沉積岩。古生物學家得悉此事後，便到這裡搜索化石。“大淡水魚”的化石在圖中標示處尋獲。

右圖：“大淡水魚”兩側的鱗各有一塊上骨(圖中底部的大骨)，接著兩塊中骨，類似近代生物的手肘和手腕。

(承上頁) “大淡水魚” 仍然擁有許多魚的特徵，但它也具有早期四足動物的典型特徵。更加重要的是，它的鱗骨骼的構造類似於有肢動物的肢體，可以用來移動和支撐身體。

一個多世紀以來的演化生物學的研究成果預測，兩棲類、爬行類、恐龍、鳥類、以及哺乳類動物的祖先，是大約 3 億 7 千 5 百萬年以前由海洋登陸的早期物種之一。“大淡水魚” 的發現為這一預測提供了強有力的支援。確實，我們自己手臂和腿的主要骨骼的整體構造與“大淡水魚” 的類似。

“大淡水魚” 的發現，對於證實演化論的的預測當然非常重要，但它只不過是每年眾多發現中的一個例子罷了。這些發現不斷地加深和拓寬我們對生物演化論的科學理解。這些發現不僅來自古生物學的研究，他們還來自物理、化學、天文學、以及生物學各個分支的研究。支持演化論的觀察和實驗結果汗牛充棟，絕大多數的科學家對於演化是否發生過，或是否仍然在進行之中不再質疑，而只是積極投身於演化過程的研究工作中。科學家們堅信，新的證據將像過去的 150 年來一樣，一如既往的支持演化論的基本構想。

圖片說明：“大淡水魚” 生存的時期，與人類和其他肢體動物的祖先相仿，期時正值淡水魚類演化出讓四足動物離開水域的所需適應。如圖中的演化系譜所示，主幹伸延出來的短枝，代表“大淡水魚” 可能已經絕種。但牠亦有可能演化成今日的四肢動物。現今的肉鱗魚類(代表物種是胸棘魚)，同樣源自人類和魚類的最後共同祖先同樣是。從本圖起，線段長度代表時間的長短，而圖上方的則為現今生物種的名稱。



## 生物演化論是現代生物學的中心原則

生物演化論的研究改變了我們對地球上生命的理解。地球上為什麼有如此之多不同的生物？地球上所有的生物如何構成一個完整的演化體系？演化論為我們提供了科學的解釋。它告訴我們，為什麼有些外貌迥然的生物實際上有親緣關係，而有些外貌相似的生物卻在演化樹上遙遙相望。它為我們解釋，人類是怎樣在地球上出現的，我們作為人種與其他哪些生物在演化上密切相連。它為我們揭示，不同的人群之間有怎麼樣的關係，我們是如何得到這些不同的**特性**的。它使我們能夠找到新的有效的途徑，保護自己免受演化中的細菌和病毒的不斷侵犯。

生物演化是指生物在多世代繁衍中的特性改變。在本世紀初遺傳學開始發源以前，生物學家對於從親本至後代的特性的遺傳原理一無所知。遺傳學的研究表明，可遺傳的特性來自 **DNA**，而 DNA 從一個世代被傳遞到下一個世代。DNA 含有稱為基因的片段，基因指導**蛋白質**的合成，而蛋白質則為細胞的生長和各種功能所需要。基因還負責調節和控制單細胞的卵子發育成多細胞的生物體。因此，DNA 負責生物的形體和功能延綿不絕地永世繁衍。

然而，後代並不永遠和親本一模一樣。在任何一個物種裡——包括人類——絕大多數生物個體都或多或少有些遺傳特性的變異。在採取有性生殖的物種裡，每個親本為後代提供一半的遺傳信息，在精子細胞和卵子細胞融合後，後代從他的親本得到完整的遺傳信息。兩個親本的 DNA 在後代的生物體內以新的方式結合在一起。而且，無論在有性生殖和無性生殖的生物體（如細菌）中，DNA 世代傳遞時也會出現稱為“**突變**”的變化。

當生物體裡的 DNA 發生突變以後，有幾種可能的情況。突變可能導致對生物體有害的特性變化，使得它和**種群**裡的其他個體相比較，生存機會降低，或者產生後代的機會降低。另一種可能是，突變對個體的生存或生殖沒有任何影響。或者，新的突變可能產生一個有益的特性，它使個體能夠更好的利用環境資源，從而提高生存和產生後代的能力。例如，一條魚的鰭也許會稍有變化，而這種變化有助於它更容易通過淺水灘（就像“大淡水魚”的祖先一樣）；（轉下頁）

[**特性**：生物的物理或行為特徵。]

[**DNA**：去氧核糖核酸。由稱為核苷的分子串連組成的生物大分子鏈。核苷的序列含有細胞為了生長、分裂成子細胞和合成新蛋白質所需要的資訊。]

[**蛋白質**：由稱為氨基酸的小分子鏈構成的大分子。氨基酸的序列及分子的三維結構決定蛋白質在細胞或生物裡的特殊功能。]

[**突變**：DNA 裡核苷序列的變化。這種變化能夠改變蛋白質的結構或蛋白質合成的調節作用。]

[**種群**：一群同種的生物個體，個體之間的物理距離不遠，使它們能夠相互交配。]

(承上頁)一隻昆蟲也許會獲得不同於其他個體的顏色，使其更難於被捕食它的動物發現；或者一隻蒼蠅的翅膀樣式或求偶行為與眾不同，使得它能夠更加成功地吸引配偶。

如果突變提高個體的存活率，那麼，這個個體有可能比群體內的其他個體產生更多的後代。如果其後代繼承了該突變，那麼，具有有益特性的個體數量將一代代地遞增下去。這樣，在時間的長河中，這個有益特性——以及決定此有益特性的遺傳物質 DNA——將在這個生物種群裡日益繁榮。與此相反，擁有不利甚或有害突變的個體不大可能把它們的 DNA 傳遞給未來的世代，而由此突變導致的特性將趨於日益稀少，或最終從種群裡消亡。簡而言之，演化是指在連續繁衍的世代裡，由個體組成的種群裡的可遺傳特性的變化。*演化是指種群的演化，單獨的個體是不會演化的。*

具有有益特性的個體的繁殖優勢被稱為“**自然選擇**”，因為大自然“選擇”提高個體生存繁殖能力的特性。如果個體的突變特性降低它的生存繁殖能力，自然選擇還會降低此特性在種群裡的分佈。人工選擇的過程與此相似，但這個過程裡的選擇主體是人，而不是自然環境。人設法使動物或植物與理想的特性交配，並加以選擇。由於人工選擇，我們才有了今天的各種家養動物，例如不同品種的狗、貓和馬等，以及植物，例如玫瑰花、鬱金香、玉米等。

[**自然選擇**：由於環境特性的結果，生物個體之間不同的生存和繁殖能力。]

### 演化論與醫學：迎擊新傳染病

2002 年下半年，中國境內有數百人感染了一種未知病菌，並因此患急性肺炎而病倒。這種疾病被命名為“嚴重急性呼吸道綜合症”或 SARS。該疾病迅速傳播到越南、香港和加拿大，並導致數百人死亡。2003 年 3 月，加州大學三藩市分校一個研究小組得到一份從 SARS 病人組織分離出來的病毒樣品。他們利用一種稱為 DNA 微陣列的新技術，24 小時之內就得到了鑒定結果。這個病毒屬於一個病毒家族前所未有的新成員。這個鑒定結果由其他研究人員通過不同的技術證實。

血液檢測的工作立即開始，鑒定感染人員以便隔離。同時，關於疾病治療、防止病毒感染的疫苗研究工作也立即展開。對演化的認識在 SARS 病毒的鑒定過程中至關重要。該病毒的遺傳信息與其他病毒相似，因為他們都是從同樣的舊病毒演化而來的。而且，關於 SARS 病毒演化歷程的知識給科學家提供了關於此疾病的重要資訊，例如病毒是如何傳播的。瞭解人類病原體的演化起源對未來亦非常重要，因為現存的病原體將演化成新的、更危險的病原體。

## 演化論與農業：小麥的馴化

如果人類理解了自然界所發生的現象，通常能夠更好地控制它，並用它來服務於新目的。小麥的馴化就是例子之一。

通過從不同的考古地點搜集種子，並分析他們在長期歷史進程中的性狀變化，科學家提出人類在歷史中如何改變小麥的假說。在大約 1 萬 1 千年以前，中東人開始栽種植物以獲取糧食，而不再完全依賴搜集或獵取野生動植物。這些早期農民開始儲存具有優良性狀的植物種子，並在下一個生長季節播種。通過這種“人工選擇”，他們創造了大量特別適宜農業種植的作物。例如，通過許多代人的努力，種植者改變了野生小麥的特性，使得小麥種子成熟後仍然留在植株上，而且很容易把它們和外殼分離開來。在隨後的幾千年間，世界各地的居民用類似的演化變異的方法，把其他許多野生動植物轉化成我們今天所依賴的農作物和家畜。

近年來，植物學家開始用小麥與來自中東及其他地區的野生種雜交。利用這些雜交體，他們培育出更耐旱、耐高溫 and 抗蟲害的小麥品種。最近，分子生物學家從植物 DNA 中鑒別出各種與優良性狀有關的基因，以便把這些基因引入其他作物中。這些進展有賴於對演化的瞭解，以便分析植物之間的關係，尋找能夠用來改善作物的性狀。

## 演化在生物種群裡導致無分鉅細的變化

演化生物學家在物種以內和物種之間都發現某些結構、生化過程和途徑、以及行為具有高度的穩定性。有些物種在數百萬年的時間裡，身體結構很少發生明顯的變化。在 DNA 分子的層次，有些控制對於細胞功能至關重要的生化反應的基因，即使在關係遙遠的物種之間都很少變化。(例如，有兩個不同基因的 DNA 序列，無論在親緣關係較接近的物種和較疏遠的物種都保持一致，見第 30 至 31 頁。)

然而，在不同的時間座標上，自然選擇也能夠產生迥然相異的演化效果。在僅僅幾個世代的區間以內(轉下頁)

(承上頁)(或者,根據某些文獻的記載,甚至在一個世代以內),演化在個體內產生小規模的**微演化**改變。例如,許多致病細菌演化出更好抵抗抗生素的能力。如果一個細菌的遺傳變異提高它忍受抗生素的能力,這個細菌將得以生存,並產生更多自身的複本,而其他無抵抗能力的細菌則被抗生素殺死。而導致肺結核、腦膜炎、葡萄球菌感染、性傳播疾病以及其他疾病的細菌已經對越來越多的抗生素產生抗藥性,則為我們帶來嚴峻的挑戰。

微演化的另一個例子來自生活在千里達島上 Aripo 河中的虹鱗(一種色彩豔麗的胎生小魚)。生活在大河流裡的虹鱗無分大小年齡都被大魚捕食,而生活在河流上游小溪裡的虹鱗只是小魚的捕食對象,小捕食者當然只能吞食年幼的小虹鱗。大河裡的虹鱗成熟更快,個頭更小,比溪裡的虹鱗產生更多的小個頭後代,因為具有這種特性的虹鱗比大個頭虹鱗更易於躲避捕食者。當把大河裡的虹鱗置於原本沒有虹鱗種群存在的小溪以後,它們在大約 20 代以後就演化出了小溪裡虹鱗的特性。

遺傳變化在演化過程中的長期累積能夠產生新型的生物體,包括新的物種。當物種以內的亞群長時期地只在亞群內交配時,一般就會形成新的物種。比如說,物種以內的某個亞群由於地理分隔而與該物種的其他群體分開,或者,某個亞群採用與種內其他個體不同的方式利用資源。當亞群內的個體相互交配時,與種內其餘個體較為不同的遺傳特性就得以積累起來。如果這種生殖分離長期持續下去,(轉下頁)

需要多長的時間產生 1000 個世代? 每 100 萬年可能產生多少代?			
	1 代	1000 代	每 100 萬年的總代數
細菌	1 小時到 1 天	1000 小時 (42 天) 到 2.7 年	87 億到 3 億 7 千零 40 萬代
寵物: 狗/貓	2 年	2000 年	50 萬代
人	22 年	22000 年	45000 代

[**微演化**: 一群生物個體內的特性變化, 但不導致新物種的形成。]

圖片說明: 千里達島孔雀魚的研究, 展示了基本的演化機制。

(承上頁)該亞群內的個體可能不會對原初種群個體的求偶行為或其它信號做出反應。最後，遺傳差異積累到一定程度後，不同亞群之間的個體即使進行交配，也無法產生可存活的後代。通過這種方式，現存物種能夠持續不斷的“萌生”新的物種。

在悠悠的演化長河中，新物種的不斷形成能夠產生與它們的祖先迥然相異的生物體。雖然，每一個新物種都與產生它們的物種相似，但延綿不斷的新物種的形成將使它們與祖先的差異越來越大。當新的演化變異使得一個群體有能力佔領新的棲息地，或者以新的方式利用資源時，這種與祖先的趨異性將會變得異常劇烈。

現在，讓我們來看一下有肢動物登陸以後四足動物繼續演化的例子吧。當新的植物種演化出來並覆蓋地表以後，具有能夠利用這種新的生存環境的特性的四足動物隨之出現。早期的四足動物是兩棲類，它們在陸地上度過部分時光，但它們仍然在水裡或潮濕的環境裡產卵。大約 3 億 4 千萬年以前具有羊膜的卵演化產生，其結構具有堅硬的外殼(轉下頁)

圖片說明：

上圖：四足動物演化出生產硬殼卵的能力後(就像這隻正在沙灘上產卵的海龜)，便不用再回到水中繁殖了。

下圖：現存四足動物的最後共同祖先，既是兩棲動物的始祖，又繁衍了爬行動物。鳥類和哺乳動物則源自不同的古爬行動物。

### 演化論與工業：自然選擇原理的應用

自然選擇的原理在生物學以外的許多領域都得到應用。例如，化學家利用自然選擇的原理開發具有特殊功能的新的化學分子。首先，他們利用化工技術從現有的分子合成一些衍生物。然後測定這些衍生物中，他們所需要的功能。那些具有最佳功能的衍生物被挑選出來，並用來合成新的衍生物。重複這一選擇過程，最終可得到特定功能顯著增強的化學分子。使用這種技術產生的酶，能夠高效率地把玉米稈和其他農業廢物轉化成乙醇。

(承上頁)以及附加的膜，使得胚胎能夠在乾燥的環境下生存。這是爬行類動物演化史上的關鍵步驟之一。

早期的爬行類分裂成好幾個主要的譜系。一個譜系產生爬行動物，包括恐龍，還產生鳥類。另一個譜系產生哺乳動物，那大約是在 2 億到 2 億 5 千萬年以前。

從爬行類到哺乳動物的演化過渡在化石記錄中有非常詳細的記載。相繼出現的化石擁有逐漸增大的大腦，更加專門化的感官，下巴和牙齒更適應於有效地攝食和咀嚼，四肢逐步地由身體的側面移向下面，雌性生殖器官能夠越來越好地支持胎兒的發育和養育幼體。哺乳動物中許多生物學上的新穎發展恐怕都與溫血的演化有關，與冷血的爬行類祖先相比較，這個特性使得哺乳動物能夠在更大的溫度範圍內更積極地活動。

然後，在 6 千萬至 8 千萬年以前，一群稱為靈長類的哺乳動物首次出現在化石記錄中。這些哺乳動物的手腳有抓物的能力，眼睛正視前方，大腦更為發達複雜。這就是演化出古代和現代人類的譜系。

## 科學家根據經驗證據解釋自然現象

過去兩個世紀以來，對演化論日漸加深的理解為科學的工作方式提供了無以比擬的實例。科學知識和理解的積累來自於觀察和解釋的相互作用。科學家通過觀察自然世界和實驗活動來積累資訊。然後，根據實驗和其它觀察所得到的資料，他們對所研究的系統做出解釋，指出該系統大概是如何工作的。他們在不同的條件下做進一步的觀察和實驗，對他們的解釋加以驗證。其他科學家對該觀察結果獨立地驗證，並進行進一步的研究，結果可能產生更加複雜的解釋，並對未來的觀察和實驗做出預測。通過這種途徑，科學家對於自然界的個別現象持續地得到更加精確、更加全面的解釋。

在科學的領域裡，任何解釋都必須基於自然發生的現象。自然成因原則上是可重複的，因此，能夠由其他人加以獨立的驗證。如果解釋是基於某種自然現象以外的主觀意志，科學家就無法證實或推翻這種解釋。任何科學的解釋必須是*可檢驗的*，那就是說，必須有可能支持它亦*可能推翻*它的觀察結果。除非根據一項解釋能夠找到有可能反駁它的觀察證據，不然的話，這項解釋無法進行科學的檢驗。

### 科學的定義

運用證據對自然現象提出可檢驗的解釋和預測，亦包括這個過程產生的知識。

由於觀察和解釋相互依賴，共同成長，因此，科學是一項累積的活動。可以重複的觀察和實驗產生的解釋，日益精確和全面地描述自然現象，而這些解釋又反過來產生新的觀察和實驗，其結果可以用來進一步驗證和擴充解釋。這樣，由於下一代科學家通常利用新技術，對他們前輩的工作結果加以修正、改進、和擴展，科學的解釋隨著時間的推移而日益複雜精確，涉及面也日益寬廣。

## 演化論是理論還是事實？

二者都是。但我們需要更加深入地探討一下“理論”和“事實”的涵義。

在日常生活中，“理論”通常是指直覺或者猜測。當人們說，“我有個理論來解釋這為何會發生。”他們通常從支離破碎或模稜兩可的證據中作結論。

理論的科學定義和這個詞在日常生活中的意思差別很大。它是指對於自然界某一現象的全面解釋，這種解釋由大量的證據所支持。

許多科學理論堅如磐石，不大可能被任何新證據所撼動。例如，不可能有新證據證明地球不是圍繞著太陽轉（日心說）、或者生物不是由細胞組成（細胞學說）、物質不是由原子組成、或者地球表面不是被分割成在地質年代裡緩慢移動的固體板塊（板塊構造理論）等。就像這些基礎科學理論一樣，演化論被無數觀察結果和實驗資料所支持和證實，科學家們堅信新的證據不可能推翻演化論的基本構想。然而，像所有科學理論一樣，隨著新的科學領域出現，新技術使以前不可能進行的觀察和實驗變為現實，演化論也將不斷地加以完善。

科學理論最重要的性質之一，就是它能夠對還沒有觀察到的自然事件或現象作出預測。比如，萬有引力理論預測了物體在月球和其他行星上的表現，很久以後，太空船和宇航員的活動證實了這些預測。發現“大淡水魚”的演化生物學家預測，在3億7千5百萬年古老的沉積岩中，有可能找到介於魚類和有肢陸地動物之間的動物化石。他們的發現證實了基於演化理論的預測。對於預測的證實也反過來提高理論的可信度。

在科學中，“事實”通常是指觀察、測量或其他形式的證據。重要的是，這些證據應當能夠在相似的條件下重複發生。科學家還用“事實”這個詞來指經過千錘百煉的科學解釋，對於這些解釋已經沒有任何必要的理由繼續檢驗，或者尋找新的實例加以反駁。就此而言，過去發生的和正在繼續的演化就是科學事實。由於支持演化論的證據如此強大，科學家們不再質疑演化是否發生過，或是否仍然在繼續之中。與此相反，他們積極開展演化機制的研究，研究演化發生的速率有多快，以及其他有關的問題。

在科學的領域裡，我們不可能絕對肯定地證明某種解釋是完美無缺、無須修正了。有些科學家提出的解釋，後來被進一步的觀察或實驗證明是錯誤的。新的科學儀器可能提供更為精確的觀察資料，以證明現有的解釋是不充分的。新的概念導致的解釋可能指出舊有的解釋並不完全或者有所缺陷。我們過去所接受的許多科學的概念，現在發現不是十分精確，或者只適用於有限的領域。



儘管如此，許多科學的解釋已經被相當徹底地檢驗過了，新的觀察結果或新的實驗分析不大可能對它們做出重大改變。科學家們已經廣為接受這些解釋，認為它們實事求是地說明了自然世界。物質的原子結構、以基因為基礎的遺傳、血液循環、行星運動的引力作用、通過自然選擇的生物演化過程只是浩如煙海的科學解釋中的少數幾例，所有這些科學解釋早就以無可抵抗、無可辯駁的力量所證實了。

科學並不是唯一的認知和理解方式。*但科學的認知方式不同於其它的方式在於，它依賴於經驗證據以及可檢驗的解釋。*由於生物演化論所解釋的自然現象也是宗教界所關注的中心——包括生物多樣性的起源，尤其是人類的起源——因此，自從查理斯·達爾文和阿爾弗雷德·羅素·華萊士在 1858 年首次清楚的表述以後，演化論一直是人類社會爭議的中心。

### **演化證據與宗教信仰並行不悖**

今天，眾多的宗教派別承認生物演化在地球數十億年的歷史進程中，產生了我們所熟知的生物多樣性。許多宗教團體還發表聲明，指出演化論與他們所信仰的教義並行不悖。科學家和神學家都揮筆行文，動情地闡述過他們對宇宙史、對地球上的生命史的敬畏和驚歎，指出他們不認為對於上帝的信仰和演化的證據之間有任何衝突。那些拒絕接受演化論的宗教派別，通常傾向於對宗教教義的文字作嚴格的字面上的解釋。

科學和宗教基於人類經歷的不同方面。在科學領域裡，解釋必須以觀察自然世界得到的證據為基礎。如果科學的觀察和實驗與現存的解釋相衝突，那麼，該解釋最終必須加以修正，甚至完全放棄。與此相反，宗教信仰並不僅僅以經驗的證據為後盾，也不一定會由於相悖的證據而改變，而且通常涉及超自然的力量或實體。由於超自然的實體不屬於自然世界，科學無法對其進行研究。從這個意義上來說，科學與宗教是平行的，他們以不同的方式關注人類對於外部世界的認知。把科學與宗教置於相互衝突的困境中，並因此導致激烈的論戰實在是風馬牛不相及。

## 宗教領袖聲明摘錄 — 他們認為信仰與科學並行不悖

許多宗教派別和宗教領袖個人發表聲明，承認演化的發生，並且指出演化和信仰並不衝突。

“在有關人類起源的演化論與上帝乃造物主的教條之間沒有矛盾。”

——基督教長老會

“學生對演化論的無知將嚴重危害他們對世界和自然法則的理解，用‘科學的’面目給他們介紹其他學說將使他們對科學的方法和標準產生錯誤的概念。”

——美國猶太教教士中心協會

“在他的教宗通諭《Humani Generis》（1950）中，我的前任庇護十二世已經肯定，只要我們不喪失某種固定的信念，在演化論和有關人類及其使命的信仰教條之間沒有衝突……今天，在該通諭發表半個多世紀以後，有些新的發現引導我們承認演化不僅僅是假說。實際上，在不同的科學領域一系列的發現之後，這個理論不可思議地對研究人員的心靈產生愈來愈大的影響。這些獨立研究的結果綜合起來——既不是預先計畫，也不是有意為之——構建了對該理論極為有益的重要論點。”

——教宗若望·保祿二世，給教皇科學院的信，1996年10月22日。

“我們，以下簽名的，來自許多不同傳統的基督教牧師相信，《聖經》的永恆的真理與現代科學的發現可以和睦地共處。我們相信演化論是科學的基本事實，它經受住了嚴格的檢驗，人類許多豐富的知識和成就都建築在這個理論之上。拒絕這個事實，或者認為它只不過是‘許多假說中的一種’，是對科學無知的蓄意容忍，而且將把這種無知傳遞給我們的後代。我們相信，能夠進行批判性思維的大腦就是上帝給予我們的珍貴禮物之一，拒絕充分使用這個禮物就是拒絕造物主的意願……我們敦促學校董事會成員肯定演化論教學是人類知識的重要部分，並因此維護科學課程的完整性。我們要求，把科學作為科學來對待，把宗教作為宗教來對待，這是兩種不同形式的相互補充的真理。”

——“牧師公開信”，由1萬多名基督教牧師簽名。詳情參見  
[http://www.butler.edu/clergyproject/clergy\\_project.htm](http://www.butler.edu/clergyproject/clergy_project.htm)

## 科學家聲明摘錄—他們認為信仰與科學並行不悖

科學家，像其他職業的人員一樣，關於宗教和宇宙超自然力量或實體的作用持有迥然不同的立場。有些人持有稱為科學至上主義的觀點，這種觀點認為，科學方法這一東西就足以揭開宇宙的所有秘密。另一些人持有稱為自然神論的觀點，這種觀點斷定，上帝創造所有的事物並啟動宇宙的運行，但現在不再積極地干預自然現象。許多科學家都信仰上帝或者是原動力的提供者，或者是現宇宙的活躍力量，他們都動情地撰文描述過信仰。

“神創論者不可避免地要在科學還沒有解釋，或者他們斷言科學無法解釋的地方尋找上帝。大多數信仰宗教的科學家在科學已經理解，已經解釋過的地方尋找上帝。”

——肯尼士·米勒，布朗大學生物學教授，  
《尋找達爾文的上帝：一名科學家搜尋上帝與宗教之間的通性》作者。

引言出自訪談錄

<http://www.actionbioscience.org/evolution/miller.html>。

“我認為，作為一名嚴謹的科學家，信仰關注我們每一個人的上帝，這二者之間沒有矛盾。科學的使命是探索自然。上帝的使命在於精神世界，這是一個無法用科學的語言和工具探索的領域。我們必須使用心靈、頭腦和靈魂等。”

——法蘭西斯·柯林斯，人類基因組計畫主任，  
美國國立衛生研究院人類基因組研究所主任。

引言摘自他的書《上帝的語言：一名科學家提供信仰的證據》第6頁。

“我們關於宇宙的科學知識……為信仰上帝的人們提供一個非凡的機會反思他們的信仰。”

——喬治·科因神父，天主教牧師，梵蒂岡天文臺前主任。  
引言摘自在棕櫚灘大西洋大學（Palm Beach Atlantic University）的談話，  
“科學不需要上帝嗎，或者需要？一名天主教科學家看演化論，” 2006年1月  
31日。

參見 <http://chem.tufts.edu/AnswersInScience/Coyne-Evolution.htm>。

## 第 2 章 生物演化論的證據

### 許多科學分支都為演化論提供佐證

各種各樣的證據都為科學地瞭解生物演化論做出了貢獻。有些證據早在 19 世紀或以前就為科學家所熟知，例如早就滅絕的動物的化石和物種的地理分佈等。另外一些證據直到 20 世紀和 21 世紀才可能得到，例如 DNA 序列的比較。

演化論的證據不止是來源於生物學，還來源於歷史上和現代的其他學科的研究，比如說人類學、天體物理學、化學、地質學、物理學、數學、以及其他的科學分支，包括行為和社會科學等。天體物理學和地質學已經證明，地球的年齡足以通過生物演化產生我們今天所見到的物種。物理學和化學測定年代的技術為演化歷史中的關鍵事件打上了時間標記。其他物種的研究揭示，物種之間的延續性不僅以物質形式體現，行為也同樣具有延續性。人類學的研究為人類的起源提供了新的見解，使我們更瞭解生物和文化因素之間的互動如何塑造人類行為及社會體系。

像所有其他活躍的科學領域一樣，許多問題仍然有待於回答。生物學家仍在堅持不竭地繼續研究生物之間的演化關係、（轉下頁）

(承上頁)影響生物形態和功能的遺傳變異、生物對於地球物理環境的影響、智慧和社會行為的演化、以及其他許多引人入勝的課題。但在所有這些研究中，他們就發生過並正在繼續發生的演化的某些問題尋求“如何發生”，而不是“是否發生”的答案。他們通過研究進一步闡明演化過程中變化的機理，以及變化的後果。

科學家在過去的幾個世紀裡不辭辛勞地撰寫了一部引人注目的歷史敘事，生物演化論就是其中的一部分。這個故事始於宇宙、太陽系、和地球的形成，這些事件產生了適於生命演化的條件。毋庸置疑，關於這個行星上的生命起源問題仍然謎團重重，但毫無疑問，生命的出現啓動了生物演化的歷程隆隆向前，直至今天。今天，通過研究控制演化變異的遺傳過程，科學家們正在向這部歷史敘事裡添加新的篇章。

### 宇宙、銀河系、太陽系的起源提供了地球上生命演化必需的條件

地球在宇宙中位置的圖像在 20 世紀變化不小，和它在 16 世紀及 17 世紀所遭遇的命運相差無幾。那時，哥白尼提出太陽——而不是地球——是當時已知宇宙的中心，並就此引起軒然大波。在 1920 年代，架設在洛杉磯郊外威爾遜山天文臺的一架新望遠鏡發現，那些跨越蒼穹的夜空中四處分散的許多微弱的光點，並不是銀河系的星雲。它們都代表不同的星系，每一個星系都包括數以十億計的星球。通過研究這些星球發射的光線，天體物理學家發現另一個令人震驚的結論：這些星系正在向不同的方向四散後退，也就是說，宇宙正在膨脹。

根據這個觀察結果，比利時天文學家、羅馬天主教會牧師喬治·勒梅特首先提出假說，宇宙的起源始於“大爆炸”。根據這個假說，宇宙裡所有的能量和物質最初是被壓縮在一個體積無限小、物質無限密集、溫度無限高的物體裡，這個物體被稱為奇異點 (singularity)，科學家對此所知甚少。然後，宇宙開始膨脹。在膨脹的過程中，宇宙逐漸冷卻下來，一直冷卻到構成現今宇宙物質的基本粒子變得穩定。宇宙大爆炸的發生以及自那以後所經歷的時間，暗示深層空間的物質應該具有一定的溫度，以地面為基地的微波射電望遠鏡證實了這一預測。

(轉下頁)

(承上頁)後來在衛星上的觀察進一步表明，宇宙微波背景輻射的性質與宇宙大爆炸假說所預測的一模一樣。

隨著宇宙的膨脹，其中的物質被引力或其他不太清楚的方式集中起來，形成後來變為星系的巨大結構。在這些結構之內，更細小的物質團塊坍縮在一起，形成氣體和塵埃的螺旋星雲。當單個星雲中心的物質被引力壓縮到足夠的程度以後，星雲中的氫原子開始核聚變形成氦原子，並發射可見光及其它輻射，這就是恒星的起源。

天體物理學家還發現有些恒星的中部形成扁平的旋轉物質盤。這種圓盤中的氣體和塵埃能夠聚集成小顆粒，小顆粒能夠形成稱為小行星體的更大結構。電腦模擬表明，小行星體能夠聚結在一起形成圍繞恒星旋轉的行星和其他物體（例如衛星和小行星）。我們自己的太陽系大概就是這樣形成的。通過仔細的測量，我們還在銀河系的其他部分發現圍繞恒星運轉的大行星。這些結果表明，在我們的銀河系中，數以十億計的行星圍繞著更多的恒星運轉。

天體物理學家和地質學家設計了多種方法測量宇宙、銀河系、太陽系、以及我們的地球的年齡。（轉下頁）

圖片說明：

上圖：連續十天，哈勃太空望遠鏡對準北斗七星附近的一片小空域，拍攝到幾百個前所未見的星系。

下圖：在這幅哈勃太空望遠鏡拍攝到的照片中，黑暗塵盤和氣體把一粒閃爍的恆星劃成兩份。這些塵盤將形成小行星體，小行星體又會合併，形成行星和其他環繞恆星運行的天體。

(承上頁)通過測量星系之間的距離和分離速度，天文學家能夠計算出來宇宙大爆炸是在多久以前發生的。日益精確的測量方法表明，宇宙的年齡大約是 140 億年。另一種估計宇宙年齡的方法，是測量由大爆炸留下的宇宙微波背景輻射，也產生了相似的結果。其他的觀察和計算結果表明，我們的星系在大爆炸的幾億年以後就開始形成了，因此，銀河系的年齡幾乎和宇宙一樣的古老。

我們的太陽系於更近的年代在銀河系裡形成。隕石是形成太陽系的殘餘物質，測量隕石中的放射性元素表明，我們的行星大約於 45 到 46 億年以前形成。地球形成以後受到小行星和彗星的不斷撞擊，使地球的表面融化。(轉下頁)

### 同位素年代測定法

根據現代宇宙論，構成普通物質的粒子（質子、中子和電子）是在宇宙大爆炸後冷卻時形成的。然後，這些粒子結合起來形成氫原子、氦原子和少量在元素周期表中下一個更重的元素，鋰。

宇宙裡所有其他的元素是在像太陽這樣的恆星，和稱為超新星的爆發星球裡面形成的。向輕元素裡面加入中子的核反應產生更重的元素。超新星把這些元素拋向星際空間。這些元素和宇宙大爆炸產生的氫、氦、鋰元素一起形成我們的太陽系。

有些原子具有放射性，也就是說，他們會自然地衰變為其他放射性或非放射性原子，同時放射出亞原子粒子和能量。每一種放射性**核素**都有自己的半衰期，那就是樣品中半數原子發生衰變所需的時間。因此，放射性原子像時鐘一樣記載物質存在的時間。通過比較物質內放射性元素量和衰變產物量，研究人員可以測出來該物質是什麼時候形成的。這種測量方法為地球、月球、隕石和太陽系等測定了年齡。這些測定結果表明，這些物體的年齡都是幾十億年了。

反對講授演化論的人對同位素年代測定法投以懷疑。同位素年代測定法來自於一個多世紀的創意研究，它代表了現代科學中基礎最為穩固的成就之一。

[**核素**：原子核裡有特定數目質子和中子的原子。一種元素是根據原子核裡面的質子數目定義的。具有同樣數目的質子，但不同數目的中子的核素是該元素的同位素。]



(承上頁)最近的計算表明，有一個撞擊地球的物體像火星一樣大，它濺起來的物質在環繞地球的軌道上聚結形成今天的月球。從月球上帶回來的物質中，最古老的岩石經測定年齡為 44 到 45 億年。地球上發現的最古老的固體物質是鋯石晶體，大約於 44 億年以前形成。年齡為 35 億年以上的岩石在地球上的各個大陸均有發現。

## 地球形成十億年以後出現生命

最古老的化石證據表明，地球史的絕大多數時段都伴隨有生命的存在。澳大利亞西部的古生物學家發現，稱為疊層石的沉積岩層可能是由於 34 億年前的細菌活動造成的，藍綠藻的化石已經證明有差不多 35 億年的年齡。其他的化學證據提示，生命的起源可能更早，大概在地球表面冷卻後幾億年就開始了。

弄清楚生命如何開始是既令人興奮，又具有挑戰性的科學難題。迄今為止，所發現的最古老的生命形態化石是 35 億年。試圖模擬早期生物形成的條件非常困難，因為我們不十分清楚早期地球上的化學和物理特點。儘管如此，研究人員還是提出了自我複製生物體如何形成並開始演化的假說，而且，他們在實驗室裡檢驗了這些假說。雖然沒有一個假說得到大家的一致認同，但科學家還是在這些基本問題上取得了進展。

自從 1950 年代以來，數以百計的人工實驗的證據表明，地球上最簡單的化合物，包括水和火山噴發的氣體，能夠通過化學反應形成構建生命的分子材料，包括聚合形成蛋白質、DNA、以及細胞膜的各種生物分子。來自外太空的隕石也含有某些這一類的化學分子，天文學家通過射電望遠鏡在星際空間也發現許多這一類的分子。

生命的起源有三個必要條件。首先，許多能夠自我複製的化學分子聚集在一起。第二，這些分子集合體的複製品必須展示變異，以便有部分集合體能夠更好  
(轉下頁)

圖片說明：現代的疊層石由小圖的單細胞生物組成，非常類似地球上最早出現的生命形態。

(承上頁)的利用環境資源和抵抗環境壓力。第三，這種變異必須能夠繼承下去，這樣的話，有些變異體在合適的環境條件下將佔有數量優勢。

迄今為止，我們還不知道哪些分子的組合首先滿足這些條件，但通過一種稱為 RNA 分子（核糖核酸）的研究，科學家向我們展示了這一過程的可能機制。研究人員最近發現，有些 RNA 分子能夠大大促進某些化學反應的速率，包括其他某些 RNA 分子的複製。如果一種化學分子，比如說 RNA，能夠自我複製（也許借助其他分子），它就能夠形成極簡單生命的基礎。如果這種自我複製體被包裝在化學囊泡或者膜裡面，它們則可能形成“原生細胞”，也就是原始細胞的早期版本。這些分子裡發生的結構變化將導致變異，例如，使其在某一特定環境中複製速率加快。這樣，自然選擇就開始工作了，為具有分子結構優勢的原生細胞創造機會以提高其複雜性。

為生命起源構建一個令人信服的假說，我們首先必須回答許多問題。迄今為止，研究生命起源的科學家仍然不知道哪一組化學物質是自我複製的先驅。即使我們能夠在實驗室裡由簡單的化合物創造生命細胞，也無法證明在幾十億年前的早期地球上，大自然走過同樣的道路。無論如何，像所有其他的自然現象一樣，生命化學起源的基本原則，及其過程中可信的化學細節，都必須通過科學的研究加以闡明。以往的科學史表明，即使貌似堅不可摧的科學難題，比如生命的起源，也可能由於理論的進展、新型儀器的發展、以及新事實的發現等而柳暗花明。

### 化石記錄詳細記載了演化過程

19 世紀初葉，博物學家發現層層疊疊的**沉積岩**中的化石具有一定的排列順序。在沉積岩中，年代更為久遠的物質沉積得更深，更接近沉積岩的底部，而更為近期的沉積物位於上面一些。當然，這也不是絕對的，更古老的岩石有時位於年輕岩石之上，那是由於地殼大規模隆起導致的。

與當代生物密切相似的化石出現於相對年輕的沉積物中，而與當代生物差距較大的化石位於更古老的沉積物中。根據這些觀察，許多博物學家認為生物隨著時間而變化，其中包括查理斯·達爾文的祖父。但是，達爾文和阿爾弗雷德·羅素·華萊士率先(轉下頁)

[RNA：核糖核酸。一種與 DNA 有關的分子，由稱為核苷的分子組成鏈狀。RNA 具有多種細胞功能，包括為蛋白質合成提供範本，而且能夠催化某些生物化學反應。]

[沉積岩：由水、風或冰積澱的顆粒構成的岩石。]

(承上頁)指出自然選擇是推動演化的動力，或者被達爾文稱之為“有變異的遺傳”(descent with modification)。

達爾文於 1859 年發表《物種起源》時，古生物學還是一門新興的科學領域。地質史上許多年代的沉積岩要麼鮮為人知，要麼還沒有充分研究。達爾文公開自己的理論以前，花了近 20 年的時間搜集支持論點的證據，他也仔細考慮了支持論點的證據不充分的問題，比如說那個時代的化石記錄不完全，缺少某些主要生物群體之間的過渡化石等。

從那時起的一個半世紀以來，古生物學家發現了很多達爾文時代所未知的過渡型生物。在不同地點，年齡介乎 5 億 4 千萬到 6 億 3 千 5 百萬年之間的沉積石裡發現了軟體多細胞生物的痕跡。在更早的沉積物裡發現的化石痕跡表明，蠕蟲樣的生物可能早在 10 億年以前就存在了。其中有一些生物很可能是單細胞生物和硬體生物之間的過渡型，前者是地球生命史開始的 20 億年或更長的時間裡唯一的居民，而後者從 5 億 4 千萬年以前開始大量出現於化石記錄中。而且，在此期間出現的許多生物都是過渡型生物，它們連接早期的軟體生物和某些主要的演化譜系，例如一直繁衍到今天的魚類、節肢動物、和軟體動物等。

正如本書開始時所述，“大淡水魚”是魚類和生活在陸地上的早期四足動物之間的重要過渡型。大約 3 億 3 千萬年前的化石記載了早期四足動物至大型兩棲類的演化歷程。從 2 億 3 千萬年前的岩石中發掘出來的保存完好的骨架顯示，恐龍是從爬行類的譜系演化而來。始祖鳥是長期以來眾所周知的過渡類型，這是一個年齡為 1 億 5 千 5 百萬年的化石，它具有小型恐龍的骨架，但同時又有羽毛和翅膀。在中國境內發掘出了更多的類鳥化石，年齡大約為 1 億 1 千萬年，這些化石的尾巴更小，並有帶爪的肢體。更為晚些的化石記錄揭示了很多現代生物的演化軌跡，例如鯨、象、犏狽、馬、和人類等。

圖片說明：2006 年在中國發現似鳥的過渡化石，骨架幾近完整。

## 相同的結構和行爲通常由共同的祖先演化而來

今天，生活在地球上的每一個物種都屬於自己的演化譜系，也就是說，是由原有的物種產生的，而那個原有的物種又是從原有的物種產生的，一直推至遠古。對於今天生存的任意兩個物種來說，它們的演化譜系都能夠回溯到二者的交匯之處。在那個交叉點上，就是這兩個現代物種的最近共同祖先物種。（有時，共同祖先物種又被稱爲共同祖先，但這個名詞有可能意味著一群生物，而不是單一的祖先。）比如說，人類和黑猩猩的共同祖先是生活在大約 600 至 700 萬年以前的一個物種，而人類和河豚的共同祖先是 4 億多年以前生活在海洋裡的一種古代魚。

*因此，人類不是黑猩猩或今天生活的任一種猿類的後裔，而是來自一個已經不再存在的物種。人類也不是今天生活的魚類的後裔，而是來自於轉變爲早期四足動物的魚種。*

如果兩個物種的共同祖先生活在相對較近的地質年代，那麼，和具有更爲遙遠的共同祖先的兩個物種比較，它們會有更多的相同的身體特徵和社會行爲。因此，人類和黑猩猩相比較，比跟魚相比較更爲相似。不過，所有的生物都或多或少地有些共同特性，因爲他們在過去的某個時間點上總是具有共同的祖先。比如，根據越來越多的化石和分子生物學證據，人類、牛、鯨、和蝙蝠等的共同祖先很可能是生活在大約 1 億年以前的小型哺乳動物。該共同祖先的後裔經歷了很多重要的變化，但它們的骨骼仍然非常相似。有人寫道，黃牛漫行於陸地，鯨魚潛游於海洋，蝙蝠翱翔於天空，它們的骨骼構造細節雖然相異，但骨骼的整體構造和骨骼之間的關係何其相似乃爾！

演化生物學家把來自共同祖先的相似結構稱爲“同源性”。比較解剖學家不僅研究骨骼結構的同源性，還研究身體其他部分的同源性，（轉下頁）

圖片說明：現代的黑猩猩、黑猩猩以外的其他大猿，還有人類，均源自同一祖先。該祖先已經絕種。

(承上頁)由它們之間的相似程度決定演化關係。採用同樣的方法，其他生物學家研究不同生物之間的不同器官的功能的相似性、胚胎發育的相似性或行為的相似性等等。這些研究結果為演化途徑提供了證據，把今天的生物同它們的共同祖先聯繫起來。然後，通過觀察化石記錄，我們則能夠檢驗基於這些證據所提出的假說。

有時，不同的演化譜系獨立演化出相似的結構，稱為“同功”結構，它們看起來像同源性，卻是由相同的環境產生，而不是來自共同的祖先。例如，海豚屬於水棲哺乳類，它們是在過去 5 千萬年的歷史進程中，由陸地哺乳類演化產生的。(轉下頁)

圖片說明：

上圖：所有猴類和猿類的最後共同祖先，約在 4 千萬年前生存。原康修爾猴則活在約 1 千 7 百萬年前。人類和黑猩猩最後的共同祖先則存活於約 6 至 7 百萬年前。

下圖：雖然海豚(左)跟人類的關係比跟鯊魚(右)更接近，但海豚演化出適應海洋生活的身體。這是同功結構的例子之一。

(承上頁)從演化意義上來看，海豚距魚之遙遠，與老鼠或人類距魚之遙遠無異。但它們演化出了流線型的身體，與魚、鯊魚、甚至和早已滅絕的稱為魚龍的恐龍的身體極為相似。來自很多生物學分支的這類證據使得演化生物學家能夠辨別，物理結構和行為的相似性究竟是來自共同的祖先，還是對相似的環境壓力獨立做出的同樣反應。

### 許多植物和動物的地理分佈都是演化的結果

地球上生命的多樣性令人眼花繚亂。數以百萬計的物種生活在地上、地下、和空中，每一個物種都在自己的生態環境或小生境內悠然自得。有些物種，像人類、狗、和老鼠等能夠在迥然相異的環境中生存。有些生物卻極端地專門化了。有一種真菌只能在一種甲蟲鞘翅的背面生存，而這個特定的甲蟲物種只存在於法國南部的某些岩洞裡。有一種果蠅幼蟲 (*Drosophila carcinophila*) 只在一種陸地蟹的第三對顎足片下面的特異化的溝槽裡發育，而這種蟹只存在於加勒比海島。

生物演化論的發生不僅能夠解釋多樣性，而且能夠說明它的地理分佈。  
(轉下頁)

圖片說明：

上圖：陸上脊椎動物和某些水中脊椎動物的前肢骨頭非常相似，因為它們都是由同一祖先演化而來。這是同源結構的例子之一。

下圖：位於太平洋的夏威夷群島，由火山活動形成，距離最近的大陸超過 2000 哩。該群島擁有不同的特有環境，讓一隻或少量被風吹到這些島嶼上的果蠅(如圖示)，演化出超過 500 個物種。物種能迅速大量形成，原因之一是這裡大多沒有獵食者，和其他昆蟲的競爭。

(承上頁)比如，讓我們來考慮一下夏威夷島上果蠅類的情況吧。有 500 多個屬於果蠅屬 (*Drosophila*) 和與其密切相關的花果蠅屬 (*Scaptomyza*) 的果蠅種都只為夏威夷所特有。這些夏威夷種占全世界所有果蠅種的大約四分之一，比地球上任何一個同樣面積的地方都要多得多。為什麼這麼多不同種的果蠅獨獨青睞夏威夷這塊寶地呢？

答案就在夏威夷的地質史和生物史之中。夏威夷群島由海洋中的火山頂部形成，從來沒有與任何大陸相連接過。從地球內部噴出的熔岩使地殼加熱，當太平洋構造板塊移過這個“熱點”時則形成群島。最年輕的島嶼最高，更古老的島嶼則被逐漸侵蝕掉，最終沉降於水面之下。這個島嶼鏈中最古老的陸地是庫雷環礁島 (Kure Atoll)，大約 3 千萬年以前從太平洋中升起，而最年輕的島嶼夏威夷“大島”只有 50 萬年的歷史，並且仍然有大量的火山活動在進行中。

夏威夷群島原本一片荒涼貧瘠，島上所有的土生植物和動物——就是那些 1200 年到 1600 年以前人類上島之前就存在的物種——都是通過空氣或水體從周圍的大陸和遙遠的島嶼登島的生物的後裔。就夏威夷的果蠅類而言，不同來源的證據，尤其是來自 DNA 的證據表明，所有的土生果蠅和花果蠅種都是一個祖先物種的後裔，該物種幾百萬年以前就佔據了夏威夷群島。

這些最初的開拓者所遇到的條件對快速的**物種形成**極為有利。隨著成群的果蠅佔領具有不同的海拔、降水量、土壤和植物等的棲息地，單個的物種不斷地作為母種產生很多的新物種。除此以外，小群的果蠅——有的時候也許就一隻受過精的雌蠅——不斷地飛到，或者被攜帶到其它的島上，在那兒產生新的物種。許多新物種能夠在島上佔領的小生境在大陸上早就被其它物種捷足先登了。例如，許多夏威夷果蠅類在地上腐敗的樹葉上產卵，在大陸，這樣的生態環境早就被昆蟲或其他生物佔領了，但在夏威夷群島上，這種小生境幾乎完全是虛位以待。

生活在北美和南美洲的哺乳動物提供了又一個很好的實例，來說明演化對物種分佈的影響。在哺乳動物演化的早期，這兩塊大陸連接在一起形成一個大得多的陸地。大陸的分裂導致北美和南美的分離，在那以後，他們各自的哺乳動物向不同的方向演化。在南美洲演化的哺乳動物根據化石記錄包括現代動物群食蟻類、樹棲類、負鼠類、犰狳類等。在北美洲也演化出許多的物種，其中包括馬、蝙蝠、狼、(轉下頁)

[**物種形成**：由現有物種產生新物種的演化過程。]

(承上頁)以及劍齒虎 (saber-toothed cat) 等。在那以後，大約 300 萬年以前，由於地球構造板塊的移動，北美和南美大陸又重新連接起來。起源於南美洲的哺乳動物向北方遷移，比如犰狳類、豪豬類、以及負鼠類等。同時，很多種北美洲的哺乳動物也最終穿越巴拿馬地峽而落戶南方，包括鹿、浣熊、美洲獅、熊、和狗等。

### 分子生物學證實並擴展了由其他證據得到的結論

儘管對生命的分子基礎幾乎是一無所知，查理斯·達爾文及 19 世紀的其他生物學家仍然得出了演化的結論。在那以後，詳細考查生物分子結構的能力，為我們關於演化的機理和歷史進程提供了全新的證據。新的證據完全證實了由化石記錄、物種的地理分佈、以及其他形式的證據做出的一般結論。除此以外，它還關於物種之間的演化關係和演化機理，提供了豐富的新證據。

在無性生殖的生物裡，DNA 直接從母本至後代一代一代地傳遞下去，而在有性生殖的生物裡，DNA 的傳遞通過攜帶 DNA 的精子和卵子細胞的融合進行。正如前所述，DNA 的核苷序列在世代的傳遞過程中會發生突變；如果這些變異產生有利特性，新的 DNA 序列則有可能在多世代的繁衍中在種群裡擴散。(轉下頁)

圖片說明：南北美洲因版塊移動而連接起來後，演化自南美洲的哺乳動物(如犰狳)便向北遷徙。



## 具有彩色翅膀的果蠅類

夏威夷的果蠅類是“輻射適應”的一個優秀例子，就是說一個祖先物種在相對較短的時間內產生了大量的新物種。演化生物學家的注意力特別集中於大約 100 個果蠅類物種，他們的翅膀大且具有絢麗的彩色斑紋。這組果蠅被稱為彩翅果蠅類（picture-winged drosophilids），它們的遺傳物質裡攜帶著該組果蠅演化史中令人矚目的生物學記錄。

所有果蠅幼蟲的唾腺細胞都含有特殊結構的染色體，稱為多線染色體。這些多線染色體很容易用顯微鏡觀察到，它們展示出上百條深度和大小不一的色帶。通過這些帶型，非常容易檢測到一種稱為倒位的染色體重排。有的時候，DNA 的複製錯誤會導致染色體片段的翻轉。其結果是，染色體中有一段具有特定深淺帶型的片段被翻轉過來。不同果蠅種的不同染色體片段都發生過很多這樣的倒位重排。

夏威夷群島上的單個果蠅種輻射成多物種時都伴隨有帶型變化，研究人員利用染色體裡的帶型變化，重新構建現有的果蠅種從舊島轉移到新島，並產生新物種的順序。例如，作為群島鏈中最年輕的“大島” 夏威夷島，現在共有 26 個具有彩色翅膀的果蠅類。通過仔細檢查這些物種裡特異的染色體倒位，並且與更古老的島上的種相比較，研究人員已經確定大島上的果蠅起源於 19 個不同的種，它們都通過小群果蠅（有時甚至是一隻受精的雌蠅）來自一個更為古老的島嶼。

[染色體：包含一系列特定基因的雙鏈 DNA 分子。在大部分的有性繁殖生物中，染色體都是成對出現的，每一條分別來自雙親其中一位。]

圖片說明：此乃果蠅幼蟲的多線染色體照片。跟其他果蠅種的同一條染色體對比，照片中顯示了兩個斷裂點(以直條顯示)，這兩點之間的染色體是倒位的。

(承上頁)對生物特性沒有影響的中性突變，可能通過 DNA 的世代傳遞在種群裡維持下去。其結果是，DNA 保留著過去遺傳變異的紀錄，包括那些決定演化適應性的變異。

通過比較兩種生物的 DNA 序列，生物學家能夠揭示自它們從共同的祖先分道揚鑣以來所發生的遺傳變異。如果兩個物種擁有較為近期的共同祖先，那麼，與兩個擁有遙遠的共同祖先的物種相比較，它們之間的 DNA 序列更為相似。例如，人類的 DNA 序列在不同的個體和種群之間的差異很小，(轉下頁)

(承上頁)與黑猩猩 DNA 序列的平均差異也只有幾個百分比，表明我們有相對近期的共同祖先。但是，人類 DNA 序列與狒狒、鼠、雞、河豚 DNA 序列的差異越來越大，表明我們和這些生物的演化距離越來越大。比較人類和蒼蠅、蠕蟲、及植物的 DNA 序列時發現甚至更大的差別。但不管從共同祖先分支以後經歷了多長的時間，DNA 序列的相似性在所有的物種裡都存在。(轉下頁)

圖片說明：人類體內，會因為突變而導致囊腫纖維症的基因，與黑猩猩的同一段基因非常相似，但那些與人類沒那麼親近的物種，這一段基因則沒那麼相近。圖中綠色直條的高度，代表這段基因的 1 萬個核苷酸之中，各物種跟人類同一段基因的相近度。

### 早期四足動物的肢體演化

分子生物學家一直在尋找和發現發育過程中控制身體各部分形成的 DNA 區域。在已發現的這些 DNA 區域中，最重要的那些被稱為 Hox 基因組。

人和其他哺乳類共有 39 個 Hox 基因。每個 Hox 基因都控制其他類型基因的功能，而且，同樣的 Hox 基因在身體不同部分，能夠控制不同的基因組。

在種類繁多的無脊椎動物和脊椎動物中，Hox 基因還涉及許多不同解剖學結構的發育，包括肢體、脊骨、消化系統和生殖器官等。如圖所示，在果蠅胚胎中控制身體各部分發育的同一 Hox 基因，也控制鼠胚胎和其他哺乳動物的身體各部分發育。圖中相同的顏色表示相同的 Hox 基因在兩種生物胚胎中的活性。

Hox 基因還指導魚鰭和陸地脊椎動物肢體的形成。它們在肢體動物中以不同的方式表達，結果形成手指和腳趾。這些基因表達的變異很可能與早期四足動物的演化有關，例如“大淡水魚”。

(承上頁)在某些基因裡，甚至人類和細菌的 DNA 序列都具有一定的相似性，這些相似性決定了具有相似功能的分子結構。因此，生物演化告訴我們，為什麼通過其他生物的研究，我們能夠瞭解對於人類生命至關重要的生化過程。實際上，今天大部分的生物醫學研究都是基於所有生物的共同屬性。

分子生物學的貢獻遠遠不止弄清楚生物之間的演化關係。它還能夠揭示在漫長的演化歷程裡，遺傳變異如何在生物裡產生新的特性。比如說，分子生物學家一直在研究一類調節蛋白的功能，這些蛋白在生物受精卵的發育過程中，能夠開啓或關閉細胞裡其它基因的表達。這些蛋白質的結構、這些蛋白與 DNA 結合的區域、最近發現甚至小型 RNA 分子的微小變化，都可能對生物個體的組織和功能發育產生劇烈的影響。這一類的變化可能決定演化歷程中某些主要的創新事件的發生，(轉下頁)

圖片說明：比較人類和黑猩猩的瘦素(負責控制脂肪代謝的激素)基因序列，在 250 個核苷酸中，只有五個不同。其不同處，再加上大猩猩體內對應的基因編碼(綠色直條)比較，可以推論出人類、黑猩猩和大猩猩共同祖先可能擁有的核苷酸。大猩猩的核苷酸，有兩個跟人類吻合；另外三個則跟黑猩猩的相同。因為基因只改變一次的機會高於連續改變兩次，故這三種生物的共同祖先，其核苷酸應該跟其中兩種的相同。

(承上頁)例如早期四足動物鰭到肢體的轉變。更加重要的是，非常相似的調節蛋白組在迥然不同的生物如蒼蠅、鼠、和人類裡都存在，儘管它們與共同祖先的距離已經是數百萬年之遙。DNA 的證據向我們提示，控制生命形態的基本機理在多細胞生物的演化之前或之間早已確立，自那以後高度保守，變化甚少。

### 生物演化解釋了人類發源的歷史

本書中已經討論過的所有證據都指向同樣的結論，人類由靈長類祖先演化而來。在 19 世紀，人類和猿擁有共同的祖先是一個全新的概念，在達爾文時代和以後許多年一直是激烈辯論的主題。(轉上頁)

### 鯨、海豚和小鯨的演化

化石與分子生物學證據相結合，使生物學家能夠建立比過去詳細得多的演化史。例如，最近在亞洲出土的化石發現了一連串的生物，它們始於大約 5 千萬年以前。它們首先由陸上轉移到海中獵食，繼而持續地生活於海洋環境中。這些化石記錄的證據與最近的遺傳學發現一致，也就是說，今天的鯨、海豚和小鯨是一群稱為偶蹄動物類的陸地哺乳動物後裔，偶蹄動物包括今天的綿羊、山羊和長頸鹿等。最近，對現代小鯨 DNA 調節系統的研究，發現了導致這些生物的祖先失去後肢，並發展出更為流線型身體的分子變異。所有這些形式的證據都相互支持，為深刻理解演化論增添了華彩篇章。

圖片說明：在埃及出土的矛齒鯨化石，距今約 4 千萬年，記錄了現代鯨魚演化的重要過渡型。矛齒鯨雖已在水中生活，並以強而有力的長尾游泳，但因演化自一種在陸上生活的哺乳類，故仍保留了後肢、腳和腳趾的退化殘餘，即尾部底的小骨頭。

(承上頁)但是今天，科學界不再懷疑人類和其他所有靈長類之間有密切的演化關係。利用研究其他物種演化時所用過的同樣的科學方法和工具，研究人員積累了大量、並且與日俱增的化石和無可爭辯的分子生物學證據，它們都清楚地表明，驅動地球上所有其他生命演化的動力，也同樣驅動著人類特性的生物演化。

根據 DNA 序列比較的相似程度，人類和黑猩猩的共同祖先生活在大約 600 至 700 萬年前的非洲。從這個祖先物種至現代人類的演化樹上還有一些分支，代表後來已經滅絕的一些種群或物種。在歷史上的不同時期，地球上似乎還生活過好幾種類人物種。

大約 410 萬年以前，非洲出現了一個物種，古生物學家把它命名為南方古猿屬 (Australopithecus)。(該屬的一個物種首先在非洲南部發現，但在非洲東部也發現了其它化石，包括一個 3 歲女性幾乎完整的骨骼化石。)這個屬的成年大腦和現代猿的體積一樣(根據頭蓋骨化石的體積記載)，(轉下頁)

圖片說明：超過 3 百 5 十萬年前，兩隻類人猿在東非直立走過一片被新火山灰覆蓋的原野。他們的足印被隨後落下的火山灰埋沒，古生物學家直到 1978 年才發掘出土。以發現地命名的利托里足印是直立行走非常早期的證據，是研究人類演化歷程的重要發現。

(承上頁)從它的短腿和上肢的特點看來，它生命中的部分時間似乎喜歡爬樹。但南方古猿屬也像人類一樣直立步行。最早的南方古猿屬物種留下的腳印已經被發現，該腳印被凝固的火山灰高度清晰地保留下來。

大約 230 萬年以前，最早的人屬物種在非洲演化出來，所有的現代人種都屬於這個屬。這個最早的種被稱為能人 (*Homo habilis*，或譯巧人)。根據 200 萬年前的頭蓋骨測定，它的平均大腦體積比早些的南方古猿屬要大上約 50%。最早的石器出現於大約 260 萬年以前。

大約 180 萬年以前，一個更加演化的人種直立人 (*Homo erectus*) 出現了。這個人種從非洲蔓延到歐亞大陸。以後的化石記錄包括人屬中其它種的骸骨遺跡。一般說來，更近期的人種的大腦都比早些種的大腦體積更大。

圖片說明：圖右側是露西的骨架，她是典型的成人阿法南猿(深色的骨骼代表已發現的部分)，生於利托里足印形成的同一地質時期。她後面是人類的骨架，以供對照。

現有證據表明，身體和大腦的體積都和我們一樣的解剖學上的現代人智人（Homo sapiens），是由更早的人種在非洲演化產生的。現代人已知的最早化石還不到 20 萬年的歷史。這個組的成員分散於整個非洲，以後，又逐漸蔓延到亞洲、澳洲、歐洲、和美洲，取代了早些時候已經在全球某些地區生活的其他人類的種群。

圖片說明：從黑猩猩、矮黑猩猩(黑猩猩的近親)和人類的共同祖先，到今日的人類，當中的演化歷程有一些物種可作代表，這類只列舉阿法南猿、能人和直立人三種。從化石紀錄，我們可以得知其他與人類密切相關的物種。粗壯傍人和尼安德特人都是已絕種的演化鏈，現在只留下化石而已。

### 第 3 章 神創論者的觀點

#### 神創論者的觀點拒絕科學的發現和方法

那些鼓吹總稱為“神創論”，最近又稱為“智慧設計神創論”的人們實際上持有各種不同的觀念。廣義地說，“神創論者”是指那些拒絕對已知宇宙的自然科學解釋，而相信超自然實體特別創造的人。形形色色的神創論並不等於信仰上帝，正如前所述，許多信仰者以及很多主流的宗教派別都接受科學發現，包括演化論。神創論也不一定就是對《聖經》進行字面釋義的基督教徒。有些非基督教的宗教信仰者同樣企圖用他們超自然的宗教教義取代科學，來解釋自然現象。

在美國，各種面目的神創論通常是由規模不大的政治利益團體所鼓吹的。這些團體通常由政治上活躍的原教旨主義者組成，他們相信，只有超自然的實體能夠解釋宇宙的形體變化，和地球上生命的多樣性。但即使這樣的神創論者，觀點也彼此衝突。有一種稱為“年輕地球說”的神創論者相信聖經對宇宙和地球起源的解釋，它們只是在幾千年以前產生的。這種形式的創論的擁戴者們相信，包括人類在內的所有生物都是在短暫的時間裡創造出來的，創造伊始就基本上具有今天存在的樣子。（轉下頁）



(承上頁)另一批稱為“古老地球說”的神創論者接受地球年齡非常古老的事實，但拒絕接受有關生物演化的其他科學發現。

沒有任何科學證據支持這些觀點。與之相反，如前所述，各種獨立的證據表明地球的年齡是大約 45 億年，宇宙的年齡大約是 140 億年。否定估計這些年齡的證據不僅意味著否定生物演化論，同時也否定了現代物理學、化學、天體物理學、和地質學的基石。

有些神創論者相信，一場漫延全世界的大洪水能夠解釋今天地球的形狀和化石的分佈。但這種主張也與科學的觀察和證據相衝突。如果相信地球的沉積物及其中的化石是在短期內積澱起來的，這與眾所周知的沉積過程不相符合。而且，在那樣短的時間內，也不可能擁有在地球最高峰的頂部積澱沉積物所需要的水量。

神創論者有時指責化石記錄不完整，宣稱這就是表明生命自產生起就具有現代形態的證據。但這種論調完全無視於過去兩個世紀以來，古生物學家和其他生物學家積累了豐富而且極為詳細的演化史記錄，而且，這些記錄還在與日俱增。古生物學家的研究已經填補了查理斯·達爾文時代缺失的許多化石記錄。所謂化石記錄“千瘡百孔”，演化論無所依賴的斷言只不過是一派胡言。實際上，今天的古生物學家關於沉積物年齡的知識已經足以使他們預測，在什麼地方能夠找到特異的重要過渡型化石，就像“大淡水魚”和現代人類祖先的發現一樣。研究人員還利用新的技術，例如 X 射線斷層成像 (CT) 技術，探索脆弱骨骼化石的內部結構和組成。無論是科學文獻還是通俗媒體，常常都有令人激動的新化石發現報導。

化石記錄另一個令人信服的特點就是它們連貫一致。我們知道，恐龍是 6 千 5 百萬年前滅絕的，人類的出現只是過去幾百萬年之間的事情，而地球上從來沒有發現過一例恐龍與人類在一起的化石。在 2 億 2 千多萬年的沉積物中，也從來沒有發現過哺乳類的化石。縱使神創論者指出有些沉積物的關係似乎紊亂甚或顛倒，科學家都已經清楚地證明，這種顛倒是由於地質岩層的折疊使得有些地層折到上面或下面所致。在化石記錄中，只含有單細胞生物化石的沉積物，比既含有單細胞，又含有多細胞生物遺跡的沉積物出現得要早。地球沉積物中化石出現的順序確定無疑地表明演化的發生。

[CT: 通過一個物體“切片式”的一系列二維 X 光圖像的結合，生成該物體三維圖像的醫學成像技術。]

神創論者有時爭辯說，演化的概念只是假說，因為“從來沒有人看見過演化的發生”。這種詭辯只不過清楚地揭示，有些神創論者對科學推理的重要特徵一無所知。科學結論並不局限於直接的觀察，而是通常依賴於推論，也就是對觀察得到的結果進行推理。即使在圍繞地球旋轉的太空船上，科學家也不可能直接看見地球圍繞太陽旋轉。他們依賴大量的獨立證據推斷出來，太陽是太陽系的中心。直到最近開發出極為強大的顯微鏡以前，科學家一直觀察不到原子的結構，但自然物質的表現使物質的原子本質成為無可懷疑的事實。在使用足夠強大的顯微鏡觀察到病毒結構以前很多年，科學家就已經假設了病毒的存在。

因此，在許多科學領域，科學家雖然沒有直接觀察到有些物體（例如基因和原子）或現象（例如地球圍繞太陽旋轉），但它們已經是確立無疑的事實。科學家通過觀察和實驗證據間接地證明這些物質或現象。演化也是如此。實際上，從這本書裡可以看到，演化科學是通過科學推理而深刻理解自然現象的最佳實例之一。

沒有人看見演化發生的這種詭辯，進一步無視無可爭辯的證據都在證明演化已經發生和正在繼續。流感病毒每年發生變化，對抗生素具耐藥性的菌株不斷出現，這些都是演化動力的產物。演化正在繼續的另一個例子是抵抗各種殺蟲劑的蚊子出現，使非洲和世界其他地方的瘧疾有捲土重來之勢。自達爾文時代以來發現的大量過渡型化石，揭示了物種如何地不斷產生新的物種，並因此使身體形狀和功能發生迅速變化。當然，演化中的許多特定過程也可能直接觀察到。科學家也不時用微生物和其他模型生物直接測試有關演化的假說。

神創論者拒絕接受科學的事實，部分是由於他們排斥從自然過程中得到的證據，因為它們與《聖經》發生衝突。但是，科學無法測試超自然的可能性。對於持有年輕地球說的神創論者來說，不管有多少經驗證據表明地球的年齡有幾十億年，都不大可能改變他們的看法，那就是即使上帝使地球看起來似乎很古老，這個世界實際上仍然很年輕。由於這種訴諸超自然力量的說法無法用科學探索的規則和方法來檢驗，它們不屬於科學的範疇。

## “智慧設計” 神創論沒有科學證據的支持

一個新的神創論流派的某些成員暫時放棄了太陽系、銀河系、和宇宙是否有幾十億年還是只有幾千年歷史的問題。但這些神創論者異口同聲地主張，宇宙和生物顯示出“智慧設計”的證據。他們爭辯說，有些生物結構太過複雜，它們不可能通過隨機突變和自然選擇的過程演化出來，並把此條件稱之為“不可簡化的複雜性”。根據演化論被提出之前早已存在的神學論點，他們宣稱生物必須像設計捕鼠器或時鐘一樣被設計出來，也就是說，為了使設備正常地工作，所有零件都必須同時存在。如果有一個零件缺失或者改變，設備則無法正常地工作。支持智慧設計的神創論者認為，由於縱使有如細菌鞭毛般“簡單的”生物結構都如此複雜，通過隨機突變同時產生鞭毛的所有部分的機率乃無窮小。根據這種看法，更為複雜的生物結構（例如脊椎動物的眼睛）或功能（例如免疫系統）不可能通過自然過程來產生，因此必須是由超自然的智慧設計者創造的。

然而，現代生物學的發現駁斥了智慧設計神創論者的觀點。生物學家研究了被斷言為設計產生的各個生物系統，證明它們如何能夠通過自然過程產生。以細菌的鞭毛為例，沒有一種鞭毛普遍存在於所有的鞭毛細菌裡。鞭毛的種類精彩紛呈，有些簡單，有些複雜，很多細菌還沒有鞭毛幫助它們運動。因此，這些細菌細胞膜裡面的其他成分很可能就是各種鞭毛蛋白質的前體。除此以外，有些細菌通過分泌蛋白質對其他細胞注射毒素，這些蛋白質的分子結構與鞭毛上的蛋白質極為相似。這種相似表明演化上的同源性，分泌蛋白質的組織結構的任何變化就可能作為向鞭毛蛋白演化的基礎。（轉下頁）

圖片說明：電子顯微鏡下，這隻細菌擁有像頭髮般的鞭毛。

(承上頁)因此，鞭毛蛋白質並不具有“不可簡化的複雜性”。

演化生物學家還證明，非常複雜的生化機制，比如凝血過程或哺乳類的免疫反應，如何通過較簡單的先驅系統演化出來。就凝血過程而言，通過今天生活的生物（例如魚、爬行動物、和鳥）證實，哺乳類的某些凝血成分存在於較早期的生物裡，是從這些先驅傳遞下來的。哺乳類的凝血系統是在這些早期先驅的基礎上演化構建起來的。

現存的生物系統也能夠獲得新的功能。比如說，某一系統在細胞裡也許負責某種功能，後來，通過演化過程它又被用於不同的目的。Hox 基因(見第 30 頁專欄說明)是現存系統通過演化獲得新功能的最佳實例。分子生物學家發現，基因複製是一種讓生物系統獲得新功能的極重要機制。細胞分裂時頻繁地複製某些 DNA 片段，其結果是細胞的某些基因擁有多個拷貝。如果這些多拷貝基因遺傳給後代，那麼其中一個拷貝能夠為細胞提供本來功能，而另外的拷貝則能夠積累變化，最終形成新的功能。很多細胞過程的生化機理都有明顯的證據表明，它們來自於演化史上某些 DNA 區域的複製。

面目紛呈的典型神創論觀點不僅缺乏科學的內涵，它們還由於以假二分法為基礎而流於謬誤。就算他們否定演化的論據是正確的，那也不會證立了神創論者的斷言。因為可能還有其他不同的解釋存在。打個比方說，就算沒有證據表明外面在下雨，你不能因此得出結論說外面一定陽光燦爛。其他的情況也是可能的。科學要求為假說提出可檢驗的證據，而不僅僅是向對方挑戰。(轉下頁)

圖片說明：現存軟體動物的眼睛。八爪魚的眼睛(最下)相當複雜，結構跟人類的眼睛相仿，有角膜、虹膜、晶狀體和視網膜。其他軟體動物的眼睛就簡單得多。帽貝(最上)的眼睛最簡單，只有少量的色素細胞，由普通的上皮(皮膚)細胞略加修改而成。翁戎螺(上方第二幅)的眼睛較進步，色素細胞凹陷成杯形。鸚鵡螺和骨螺的眼睛越見精密複雜，但仍不及魷魚和八爪魚的眼睛。

(承上頁)智慧設計論無法通過實證來檢驗，因此它不屬於科學概念。

神創論者有時候斷言，由於科學家在生物演化論中的既得利益，他們不願意考慮其他的可能性。但這種宣稱同樣誤解了科學。科學家持續不斷地通過觀察來檢驗他們的概念，在任何聲譽昭著的科學期刊發表研究論文之前，把他們的觀念、證據和結論提交給同行批評審查。任何未能解釋的觀察結果都可能成爲追蹤研究的熱點，因爲那很可能代表重要的新學科，或者表明現有假說或理論露出缺陷。歷史上向現行理論挑戰的科學家比比皆是，他們就某些自然現象提出新的證據，並做出更加全面的解釋。科學家之間雖然有合作，但也是互相競爭的。如果一名科學家無視相反的證據堅持己見，另一名科學家就會迫不及待地重複有關實驗，發表不同的證據。如果生物演化論有嚴重缺陷，許多科學家都會爭先發表更完善、可檢驗的替代理論，以求名垂青史。科學文獻中沒有與演化論相悖的替代理論，並不是因爲什麼既得利益或者言論審查，而是由於演化論一直並繼續得到堅如磐石的證據支持。

科學潛在的實用性也讓我們對新理論保持開放態度。(轉下頁)

圖片說明：經過數百萬年，科羅拉多河的河水沖蝕了科羅拉多高原的岩石，露出超過十億年前形成的沉積岩。

(承上頁)如果把所有沉積岩(石油和天然氣儲藏之地)的形成解釋為一場大洪水導致,能夠讓石油地質學家找到更多石油和天然氣,他們當然會舉雙手歡迎這種解釋,但事實上他們並非如此。與此相反,石油地質學家和其他地質學家的觀點一致,即沉積岩是由幾十億年的地球歷史產生的。事實上,石油地質學家一直是辨別化石沉積的先鋒,這些化石通過數百萬年的歷史在蜿蜒的河流、三角洲、海岸沙灘和珊瑚礁這樣的環境裡形成。

神創論者們的論點逆轉科學方法。他們從一個不可能改變的解釋起步,也就是超自然的力量創造了生物和地球,而拒絕科學的基本要素,也就是假說必須限於可檢驗的、自然的解釋。他們的信仰無法通過科學的手段檢驗、修正或否定,因此與科學毫不相干。

### **在公共教育系統忽視演化論或強調非科學解釋會危及科學教育**

神創論的立場雖然缺乏科學證據,有些鼓吹者仍然堅持不懈地強烈要求,在科學課堂裡各種神創論應與演化論一起講授,或者用神創論取代演化論。許多教師受到來自政策制訂者、學校管理層、家長和學生的巨大壓力,要求貶抑或取消教授演化論。其結果是,許多美國學生喪失了接觸現代科學知識和理論的機會,而這種教育對於他們為自己的人生和我們整體的未來做出明智理性的決定是不可或缺的。

不管他們以後從事何種職業,想在今天科學技術高度發達的社會裡獲得成功,所有的學生都需要打下堅實的科學基礎。今天,許多迅速發展的高薪工作崗位都需要熟悉科學的基本概念、應用和本質。如果想要對公共政策作出精明睿智的決定,人們必須瞭解這些政策是否得到科學證據的支持,和這些證據是否通過顛撲不破的科學方法和原理獲得的。學習演化論就是一種非常有效的途徑,它不僅幫助學生瞭解這一科學知識寶庫中的基石理論,還讓他們理解科學的本質、方法和局限。

由於科學在現代生活的所有方面的重要性,科學課程不應該受到非科學物品的侵蝕。在科學課堂裡講授神創論混淆了科學與非科學之間的界限。它違反了公共教育的基本宗旨,並把優質科學教育的目的束之高閣。

## 法院案例摘錄

1925 年的約翰·斯科普斯 (John Scopes) 案例探討了田納西州一條法律的合法性，這條法律禁止在公立學校講授“任何有悖於《聖經》中關於神創造人的理論”。自此以後，好幾個法庭案例都審查了把神創論觀點引入教學的法律問題。好幾個法院判例都裁決，各種形式的神創論，包括智慧設計神創論，都屬於宗教而非科學，因此把它們引入公立學校的科學課堂是違憲的。這些案例包括 1987 年最高法院的愛德華茲訴阿奎拉德 (Edwards v. Aguillard) 案，以及更近期的 2005 年聯邦地方法院 (賓西法尼亞中部) 的奇茲米勒訴多佛學區 (Kitsmiller v. Dover Area School District) 案。下面的引言摘自 3 個最顯著的案例。

美國最高法院，艾帕孫訴阿肯色州 (Epperson v. Arkansas)，1968 年

“我們的民主政體，州政府的和聯邦政府，必須對宗教的理論、信條及實踐等事情保持中立。它不能對任何宗教或非宗教擁護者表示敵意，它也不能資助、鼓勵或促進某一宗教或宗教理論，因而反對另一種，甚至是針鋒相對的宗教。”

美國最高法院，愛德華茲訴阿奎拉德 (Edwards v. Aguillard)，1987 年

“(要求公立學校把‘神創科學’與演化論一起講授的路易斯安那州‘創造法案’的) 主要目的是改變公立學校的科學課程，為完全拒絕演化論基本事實的特定宗教信條提供宣傳優勢。因此，該法案的提出要麼是為促進包含特定宗教教義的神創科學論，要麼是為禁止某些宗教派別反對的科學理論教學。無論基於上述哪一種原因，該法案都違反了美國憲法第一修正案。”

賓西法尼亞中部聯邦地方法院，奇茲米勒訴多佛學區 (Kitzmiller v. Dover Area School District)，2005 年

“我們認為智慧設計論不屬於科學，由於它沒能在同行審議的期刊裡發表，沒能參與研究和檢驗，沒能得到科學界的認可，因此不能被判定為有效的，廣為接受的科學理論。就我們所知，智慧設計論以神學而不是科學為基礎……進一步，智慧設計論的支持者試圖避免科學的審查，我們認定它經受不了科學的審查，但轉而提倡在科學課堂裡講授演化論的爭端，而非智慧設計論本身。這種策略好聽的話叫「不誠實」，難聽的話叫「造謠」。智慧設計論運動的目的不是鼓勵批判性思維，而是煽動一場旨在以智慧設計論取代演化論的革命。”

美國法律並不禁止公立學校把宗教作為一個學科討論或學習，比如說，神創論可以在一個比較宗教學的課堂裡討論。但是，作為公務員，公立學校的教師必須對宗教保持中立，也就是說，他們既不能促進，也不能阻礙宗教實踐。如果允許在公立學校裡討論智慧設計神創論，那麼，印度教、伊斯蘭教、美洲土著印第安人的宗教以及其他非基督教的神創論觀點，以及那些與科學相容的主流宗教觀點都應該在課堂裡討論。由於美國憲法禁止聯邦政府與宗教的牽涉，利用公帑為所有學生講授單一宗教或者其中一個派系是不合適的。而且，在這樣的課堂裡即使講授這些觀點也是不合適的，因為它們不是科學的觀點。



## 第 4 章 結論

科學及以科學為基礎的技術改變了現代人類的生活。它們卓有成效地改善了我們的生活水平、公共福利、健康狀況和安全條件等。它們改變了我們對宇宙的看法，使我們重新思考自己，以新的目光看待我們周圍的世界。

生物演化論是現代科學中最重要理論之一。許多不同領域的科學研究都為演化論提供了大量的支援證據。它是現代生物學各分支的基礎，包括生物醫學，而且在其他許多科學和工程領域都有廣泛的應用。

就個人和社會而言，我們現在作出的決定將對我們子孫後代有深遠的影響。我們需要保護地球上的植物、動物和自然環境等，但我們怎樣才能維持此需要和其他社會緊迫問題之間的平衡？為了後代的幸福著想，我們應該改變使用礦物燃料和其他自然資源的習慣嗎？我們可以運用分子生物學方面的新知識去改變生物的性狀，但應該改變多少？

不仔細地考慮生物演化，我們無法明智地回答以上任何一個問題。人們需要理解生物演化，瞭解它在廣義的科學範疇裡面所扮演的角色，清楚它在今天某些最為緊迫的社會、文化和政治爭端裡面至關重要的作用。

科學技術廣泛深入現代社會的各個方面，對於科學的基本概念、應用和本質，學生越來越需要得到健全的教育。由於演化論一直並將繼續是生物醫學和生命科學的基石，幫助學生知道和理解演化論方面的科學證據、機制和涵義是優質科學教育必不可少的。

科學與宗教是迥然不同的認識途徑。毫無必要地把它們置於對立的兩面，只會是兩敗俱傷，有損於人類更加美好的未來。

## 常見問題的回答

### 演化論和宗教不是相互對立的嗎？

報紙和電視報導有時候使人覺得演化論和宗教好像水火不相容，但這不是事實。許多科學家和神學家都撰文表述過，一個人既可以擁有信仰，也可以接受生物演化論為正確的理論。許多過往上和現在的科學家既對於理解自然作出了重大貢獻，同時也是虔誠的宗教信徒。同時，許多宗教人士接受演化論的真實性，許多宗教派別發表措辭堅定的聲明以表達這一立場。（參見 [http://www.ncseweb.org/resources/articles/1028\\_statements\\_from\\_religious\\_org\\_12\\_19\\_2002.asp](http://www.ncseweb.org/resources/articles/1028_statements_from_religious_org_12_19_2002.asp)）

毋庸諱言，分歧肯定存在。有些人拒絕所有包括“演化”這個詞的科學；而另一些人則排斥所有形式的宗教。對於科學與宗教的信仰範疇非常廣泛。遺憾的是，正好是那些佔據兩個極端的人為公眾討論定調。但有一點是明確的，演化論是科學，而且只有科學才能在科學課堂裡講授和學習。

請參見本書後面的“伸延閱讀”部分，裡面包括很多書籍和文章，對科學和信仰的交會有深入討論。

### 相信演化論也是一種信仰嗎？

接受演化論和宗教*信仰*有雲泥之別。科學家對演化這一事件的信心，是建立於由自然界各方面搜集得來的大量證據基礎之上。科學知識要想為人們所接受，則必須抵擋住不厭其煩的檢驗、再檢驗和實驗。演化論為科學界所接受，是因為它已經通過了一個多世紀成千上萬科學家的廣泛檢驗。誠如在 2006 年，國際科學院組織（一個國家科學院的國際網路）所發佈的“關於演化論教學的聲明”所言，“地球及此行星上生命的起源和演化這一建立在證據基礎之上的事實，是在多個學科的努力下，通過很多的觀察和獨立的實驗結果所確立。”（參見 <http://www.interacademies.net/Object.File/Master/6/150/Evolution%20statement.pdf>。）

很少有宗教信仰依賴於從自然界搜集得來的證據。與之相反，宗教信仰的重要元素是信仰，也就是說無條件地接受教義，不管有沒有經驗證據支持或反對該教義。科學家不能夠單獨依靠信仰來接受科學結論，因為所有的結論都必須經受觀察結果的檢驗。因此，科學家並不像人們信仰上帝那般“信仰”演化論。

### 生物的隨機變異怎麼能夠導致更適於生存的生物？

與公眾的普遍印象相反，生物演化並不是隨機過程，只不過為演化提供原始材料的生物變異並不是預先決定的，也沒有什麼特定目的。DNA 複製時，複製過程的錯誤產生新的 DNA 序列。這些新序列就像是演化的“實驗品”。絕大多數突變不會改變生物的特性或適應性。但有些突變賦予生物提高生存和繁殖能力的特性，而另一些突變則降低生物的繁殖能力。

具有有益變異的個體在種群裡比其他個體有更好的繁殖能力，這個過程被稱為“自然選擇”。有些生物種群在自然選擇條件下經過多個世代以後可能會發生變化，能夠更好地在一定的環境條件下生存和繁殖。而有些種群則無法適應改變的環境，最終滅絕。

**不是還有許多圍繞著演化論的問題沒有答案嗎？不是有很多著名科學家否定演化論嗎？**

與所有其他活躍的科學領域一樣，演化論當然還有問題需要回答。總會有新的問題提出，新的情況要考慮，以及新的途徑去研究已知現象。但演化論本身已經徹底地檢驗過了，生物學家不再考查演化是否發生或正在繼續發生。而且，生物學家不再辯論或質疑演化過程中的許多機制。與其他的科學領域一樣，科學家繼續研究演化過程如何發生的機制。隨著新技術的發展使以前無法想像的觀察和新型實驗變為可能，科學家不斷地(轉下頁)

(承上頁)審視和檢驗有關演化機制的證據可信度。但這些問題的存在既不會削弱，也不會影響演化已經發生和正在繼續發生的事實。

這類問題也不會損及演化論的可信度。事實上，一個理論的可信度部分依賴於為科學家提供所觀察現象的解釋能力，以及在探索新現象和觀察結果時對未知發現的預測能力。就這一點而言，演化論過去一直是，而且繼續是現代科學裡已知最多產的理論。

在科學領域裡，隨著新資訊和新技术的出現，即使那些基礎穩固的理論也繼續得到檢驗和修繕。比如說，萬有引力理論在地球上為許多觀察結果所證實。但理論科學家們利用他們對宇宙的理解，持續不斷地檢驗萬有引力理論在極端情況下的局限，例如在中子星和黑洞附近的表現如何。有一天，人類可能會發現新的現象，要求我們擴展或修改萬有引力理論，正像在 20 世紀初葉，廣義相對論的出現擴展了我們關於萬有引力的知識一樣。

隨著研究的不斷進行，關於演化論的新見解層出不窮。比如說，使用新的工具和技術，科學家正在深入研究遺傳變異與生物個體的形態功能變化之間的關係。

有些反對演化論教學的人，不顧上文下理地引用著名科學家的話，並宣稱這些科學家不支持演化論。然而，仔細研究這些引言就會發現，這些科學家實際上是在質疑演化如何發生的某些機制問題，而不是演化是否發生過。

### **有什麼證據表明宇宙的年齡有幾十億年了？**

這是一個重要問題，因為地球上現有的生物非常豐富多彩，它們的演化需要一個非常長的歷史時期才能完成。各種不同的年代測定技術獨立地證實，地球的年齡已經是幾十億年了。測量地球、月球和隕石裡面的放射性元素提供了地球和太陽系的年齡。這些測量結果相互吻合，也與放射性的物理過程一致。太陽系和銀河系年齡的其他證據包括行星及其衛星上環形隕石坑形成的記錄、銀河系裡面最古老星球的年齡、以及宇宙膨脹的速率等。測量宇宙大爆炸遺留下來的微波背景輻射也支持宇宙悠遠的年齡估計。

## 演化論教學中引進批判思考和“爭端”有什麼不對嗎？

教授批判思考沒有任何不對。學生們需要學習如何根據觀察結果完善他們的想法，接受科學的概念。科學知識本身，就是許多世代的科學家對自然世界的問題進行批判思考的結果。如果人類的知識寶庫要不斷地豐富下去，我們則必須堅持不懈地重新考查和質疑科學知識。

但是，批判思考並不意味著所有的批評都具有同等的正確性。批判思考必須以推理和證據的原則為基礎。討論批判思考或爭端時，並不是說對於缺乏基本證據的想法也要給予同樣的重視。智慧設計神創論者們提出的想法不是來自科學的推理。在科學課堂裡討論這些想法是不合適的，因為它們缺乏科學證據的支持。

最近有人呼籲在科學課堂裡引進“批判性分析”，貌似漂亮，但偽裝之下另有企圖。爲了在科學裡混入神創論的概念，各種企圖真是花樣百出，所用的表達有“講授爭端”或者“講授贊成和反對演化論的觀點”等等，不一而足。這些呼籲當中有許多直接點名攻擊演化論的教學，或其他某些人認爲有爭議的課題。通過這種途徑，他們企圖將神創論者的觀點引入科學課堂，雖然科學家們已經徹底地駁斥了這些觀點。有趣的是，在科學課程裡應用批判思考，將要求把這些概念排斥在科學課堂以外，因為它們不符合科學的標準。

演化論的基本事實中不存在科學方面的爭議。就此而言，智慧設計論運動所呼籲的“講授爭端”是沒有根據的。當然，演化論中還有許多有趣的問題需要討論，比如說性別的演化起源、物種形成的不同機制等，這些問題的討論有充足的理由在科學課堂裡進行。然而，企圖說演化論有致命的弱點，並以此迷惑學生的觀點純屬無中生有，因為演化論有無可爭議的證據支持。神創論者的觀點不屬於科學的範疇，美國最高法院和其他聯邦法院判決，裁定把這些觀點引入科學課程違反美國憲法。

## 神創論的主要觀點是什麼？

“神創論”是一個廣義的名詞。在最一般的意義上，它拒絕科學對於自然界的某些特徵（不管是生物學、地質學或其他學科）的解釋，而認爲這些特徵是通過某種超自然的實體或力量直接創造的（有時稱爲“特創論”）。有些神創論者相信，宇宙和地球只有（轉下頁）

(承上頁)幾千年的歷史，這種立場被稱為“年輕地球說”神創論。神創論的觀點還包括，生物的複雜特徵不可能由自然過程來解釋，而是需要超自然的“智能設計者”的干預。本書後面的“伸延閱讀”中列出了很多書，它們都介紹了“神創論”這個詞的各種使用方式。

### 把演化論和神創論一起講授不是更“公平”嗎？

科學教育的目的是為了讓學生瞭解科學各分支最優秀的學說。因此，科學課程是幾個世紀以來科學研究的產物。任何概念，首先必須成為廣為接受的科學基礎知識一部分，然後才適合在學校中講授。比如說，解釋大陸運動和形狀的大陸漂移學說在研究和辯論了很多年以後，還未成為基礎科學課程的一部分。隨著資料的累積，地球表面乃由一系列大型板塊構成的概念日益清晰，這些板塊不以大陸的界線為基礎，不斷地相互交錯移動。板塊構造理論（1960年代中期提出）就是從這些資料基礎上成長起來的，它為大陸移動提供了更加完全的解釋。新的理論還預測一些重要現象，例如地震和火山有可能在哪些地方發生。當板塊構造理論積累了足夠的證據以後，它就為科學界廣為接受，並且成為地球科學課程的一部分。

科學家和科學教育工作者認為，我們應該在科學課堂裡講授演化論，因為它是唯一檢驗過的，對今天的生物世界本質的完整科學解釋，而且有無可爭辯的證據的支持，為科學界廣為接受。與之相反，神創論者所堅持的概念沒有證據的支持，因此不為科學界所接受。

關於地球上的物種起源和多樣性，不同宗教持有很不相同的觀點和教義。由於神創論以特定宗教信仰的信條為基礎，在科學課堂裡講授意味著向學生灌輸特定的宗教觀點。根據美國最高法院和聯邦地方法院的好幾個主要判例，這一行為違反美國憲法。

## 科學推翻宗教嗎？

科學既不證實，也不推翻宗教。科學進展對某些宗教信條發出質疑，比如說：地球是在非常近期的年代裡產生的、太陽圍繞著地球旋轉、以及精神病是由於精靈或魔鬼附身所導致等等。但許多宗教信條所涉及的實體或概念，目前與科學的範疇無關。因此，假設所有的宗教信條都受到科學發現的挑戰是無稽之談。

隨著科學的繼續發展，我們對自然現象的理解將更加全面、更加精確，包括對生物演化過程更深刻的理解。如果某一現象目前還沒有科學解釋，就聲稱它必定歸屬於超自然的神，這種斷言對科學和宗教是兩相侵害。神學家已經指出，隨著科學為越來越多原本被視為超自然力量的現象提供解釋，這種“填補缺口”式的信仰方式將危及信仰。而且，為屬於另一範疇的現象提供解釋，亦混淆了科學和宗教的角色。

許多科學家都曾生動地撰文指出，科學研究如何增加了他們對造物者的敬畏和了解（見“伸延閱讀”）。科學研究不見得削弱或危及信仰。