

生活中的天文學

By Marissa Rosenberg, Pedro Russo (EU-UNAWE, Leiden Observatory/Leiden University, The Netherlands), Georgia Bladon, Lars Lindberg Christensen (ESO, Germany)

[前言](#)

[科技轉移](#)

[從天文學到產業](#)

[從天文學到航天領域](#)

[從天文學到能源領域](#)

[天文學和醫學](#)

[日常生活中的天文學](#)

[天文學和國際合作](#)

[總結](#)

[參考文獻](#)

前言

在歷史的長河中，人類靠著仰望星空，能在汪洋導航，能知四時耕作，更能解答我們從何而來又為何在此的問題。這一門學科能讓我們開闊眼界，確立我們在宇宙身處的位置繼而重新塑造對世界的認知。當哥白尼主張地球並非宇宙中心，一場革命已經被啟動。這是一場涉及宗教、科學以及社會面對嶄新世界觀的革命。

天文學常為我們的世界觀帶來巨大衝擊。早期的文化認為天空的星體就如神祇，其於天上的運動就是預言世事的神諭。我們現今會稱這些為占星學，雖則與現代天文學實事求是大相逕庭，亦不能與昂貴的天文儀器相提並論，但占星學依然為現代天文學的發展留下歷史的印記。以星座的名稱為例，仙女座就是出自希臘神話中受困於鐵鏈枷鎖的少女，而英仙座就是拯救了她的半神英雄。

現在，隨著我們持續理解這個世界，我們發現自己以至世界的面貌原來是與星星交織在一起。我們在恆星中發現的基本元素，以及圍繞著它們的氣體和塵埃，竟與構成我們身體的元素相同，這大大加深了我們與宇宙之間的聯繫。這種令人敬畏的聯繫觸及了我們的生活，或許就是為何天文學的美麗圖像會在現今文化中如此受歡迎的原因。

天文學領域中仍有許多未解答的問題。譬如目前的研究仍正在努力理解的問題就有：「我們的宇宙有多老？」，「宇宙的命運會如何？」，而最有趣更可能是：「宇宙有多獨特？一個稍微不同的宇宙又會否能孕育生命？」不過，天文學每天都在刷新記錄：確立最遙遠的距離、質量最大的星體、最高溫的地方、乃至最劇烈的宇宙爆炸事件。

追逐這些問題是作為人類最基本的一部分，然而時至今日，將這份求知加以合理化也成為當務之急。為什麼解釋天文學和一般基礎研究的重要性會如此困難？以下的名言能很好地概括一下：

「保存知識很容易。轉移知識也很容易。但是，在短期內創造新知識既不容易也難以獲益。必須以長遠眼光來看才可知道，基礎研究長期可以獲利，更重要的是，它是一股能以理性原因及基本真理推動任何社會文化達致豐盛的力量。」

- Ahmed Zewali 亞米德 齊威爾，諾貝爾化學獎得主（1999年）。

雖然我們生處在一個面臨飢餓、貧困、能源危機和全球暖化這一連串問題的世界，但我們認為天文學的發展亦非常重要，它能夠為文明社會帶來長遠效益。一些研究（見下文）告訴我們，把資金投放在科學教育、研究和科技上，不僅在經濟，而在文化及對人民來說都直接或間接帶來巨大回報，從而幫助各國面對困難和克服危機。一個國家或地區的科學及技術發展與其「人類發展指數」（即 HDI，以統計數據來衡量預期壽命、教育和收入的指標，聯合國藉此指數衡量一國的社會經濟發展程度，惟指數達最高級者方可列入「已開發國家」）有密切相關（杜魯門，1949年）。

其他還有些文章有助於回答「為何天文學很重要？」的問題。從利克天文台主任羅伯特艾特肯博士(Dr. Robert Aitken)在他題為「天文學的用處」的論文中我們可以知道，原來早在 1933 年時，便已存有辯解科學的必要 (Aitken,1933)。文中的最後一句話總結了他的觀點：「天文學的使命就是為了讓人們進一步了解宇宙並幫助他們『學會謙卑和懂得高舉尊榮』。」最近，天文教授及著名科學作家 C. Renée James 寫了一篇文章概述我們應該感謝天文學為近年科技帶來進步，如全球定位系統 GPS、醫學成像和無線網路 (RenéeJames,2012)。長期擔任射電天文學(台譯：電波天文學)守護者角色的美國國家射電天文台 (NRAO) (台譯：美國國家電波天文臺)新聞官 Dave Finley 說：「總括而言，天文學在歷史上一直是技術進步的基石，而在未來更會造就很多貢獻。宇宙浩瀚，新奇無窮，如何認知這樣的宇宙，天文學為人類提供了一個基本概念。」 (Finley,2013)

天文學以及其相關領域處於科學和科技的最前沿，既解答基本問題，亦推動創新。正是這個原因，國際天文聯合會 (IAU) 2010-2020 策略計劃設立三個主要關注領域：科技和技術、科學與研究、文化與社會。

雖然像天文學這樣「遠在天邊」的研究」（原文：“blue sky research”）很少能在短時間內直接產生實際成果，但是在推行這些研究時所需要的尖端科技和方法，長遠而言將帶來更廣泛的應用繼而改變世界。

天文學的研究透過不斷推動並突破儀器、處理器和軟件的現有功能，為科學技術、經濟和社會帶來貢獻，相關的示例俯拾皆是，以下就是其中一些例子。

天文學發展帶來的科學技術成果，尤其是光學和電子等領域，已經成為我們日常生活的必需品，包括個人電腦、通信衛星、行動電話、全球定位系統、太陽能電池板和磁力共振成像（台譯：磁振造影）（MRI）掃描器的應用等等。

雖然天文學的研究為有形經濟、金融和科技提供了豐富的收益，但天文學最重要的方面或許並不是經濟考量。從過去直到未來，天文學將持續在全世界大規模徹底改變我們的思想。在過去，天文學被用來測量時間、確定四時轉換，並在廣闊的海洋上指引導航。作為最古老的科學之一，天文學是每個文化歷史和根源

的重要部分。它以美麗的圖像啟發著我們並解答那些大問題。它是一扇通往浩瀚而複雜太空的窗口，為地球人找到宇宙觀，促進了全球公民的身份認同及對這個家鄉行星一起感到自豪。美國(國家研究委員會,2010年)和歐洲(Bode et al., 2008)的一些報告表明，天文學的主要貢獻不僅僅是科技和醫學應用(科技轉移，見下文)，而是藉一個獨特的視角去擴展我們的視野，以助我們發現宇宙的偉大和探索地球在其中的角色。而在更迫切的層面上，天文學幫助我們研究如何協助人類後代永續生存。例如，研究太陽對地球氣候的影響以及將如何影響天氣和水位高低變化等議題是至關重要的。只有對太陽和其他恆星的研究才能有助我們全面了解這些過程。此外，追蹤太陽系所有物體的運動，使我們能夠預測太空中對地球潛藏的威脅。這些事件可能會大大地改變我們的世界，如 2013 年俄羅斯車里雅賓斯克的隕石撞擊事件就是最清楚的說明。

在個人層面上，向學童提供天文教育也具有重要價值。事實證明，在小學或中學曾參與天文學相關教育活動的學生，更有可能於日後從事科學或科技的職業，並常常關注科學的最新發現(美國國家研究委員會,1991)。這不僅有利於天文學發展，亦惠及其他的科學領域。

天文學是少數能與社會直接互動的科學領域之一。其研究和發展不僅超越國界，還積極推動全球合作。在以下的文章中，我們具體概述了天文學為各個領域做出貢獻。

科技轉移

從天文學到產業

天文學和工業之間最成功的技術轉移包括成像和通信方面的應用。例如，一種名為 [Kodak Technical Pan](#) 的膠片/菲林片最初為太陽天文學家可以記錄太陽表面結構的變化而製造，及後被醫學、工業光譜師、工業攝影師和藝術家廣泛使用。及後，Technical Pan 應天文學家的要求持續發展，過去數十年(直至停產為止)亦被用於檢測病害作物和森林、牙科和醫學診斷，甚至用以探測揭示偽造的藝術畫作(美國國家研究委員會,1991年)。

2009年，威拉德·波伊爾(Willard S. Boyle)與喬治·史密斯(George E. Smith)被授予諾貝爾物理學獎，以讚揚其開發另一種可廣泛應用於工業的設備 - 電荷耦合元件(CCD)，早於 1976 年已在天文學中首次使用，是為天文圖像而開發的拍攝感應器。幾年之間，CCD 不單取代了用於望遠鏡的膠卷，而且更應用在許多人的個人相機、網絡攝錄鏡頭和手機之內。而 CCD 的改進和普及歸因於 NASA 決定在哈勃太空望遠鏡(台譯：哈伯太空望遠鏡)上使用超靈敏 CCD 技術(Kiger & English, 2011)。

而在通信的領域，射電天文學提供了大量有用的工具、設備和數據處理方法。許多成功的通信公司最初都是由射電天文學家所創立的。程式設計語言 FORTH 最初是由基特峰 12 米望遠鏡所使用的，它及後成為一所高盈利公司(Forth Inc.)的基礎。現在它被全球聯邦快遞應用於貨物跟蹤服務。

下面還列出了其他天文學和產業之間科技轉移的一些例子(美國國家研究委員會，2010年)：

- 通用汽車公司使用天文編程語言交互式數據語言(台譯：交互型資料語言)(IDL)來分析車禍中的數據。

- 一家公司已經獲得了第一項檢測重力輻射（產生於大質量天體加速時）的技術專利，用以幫助他們確定地下油庫的重力穩定性。
- 電信公司 AT&T 使用了在美國國家光學天文台編寫的圖像處理軟體 IRAF，來分析計算機系統和固態物理學圖形。
- 天文學家 Larry Altschuler 在他太陽日冕投影重建工作上，負責開發斷層掃描術，能紀錄穿透波在截面成像的過程。（Schuler, M.D. 1979）

從天文學到航天(台譯：航太)領域

航天的大部分技術都與天文學共通，尤其是在望遠鏡和儀器硬件、成像和圖像處理技術方面。

自從太空望遠鏡發展以來，國防採集資訊的方式已從地面技術轉向太空技術。軍事衛星本質便是指向地球的望遠鏡，其技術和硬體與天文學所應用的並無二致。此外，處理衛星圖像的方法亦與天文圖像使用的軟體和處理方法相同。

以下是一些天文學發展應用於軍事國防的具體例子(美國國家研究委員會,2010年)：

- 源自恆星觀測及恆星大氣模型領域，為區分「火箭捲流」和「宇宙天體」二者之差異而開發的天文觀測技術，現已開始研究用於國防預警系統。
- 用於指向和校準望遠鏡的恆星分佈觀測技術，現在也應用於航空航天工程。
- 天文學家開發的日盲光子探測器，是一種可以在白天測量來自光源光子的裝置，而不會被太陽光所淹沒。現在用於探測來自導彈噴流的紫外(UV)光子，實現幾乎無誤報的紫外導彈預警系統。相同的技術也可用於檢測有毒氣體。
- 全球定位系統(GPS)衛星依靠天體如類星體和遙遠星系，來確定準確的位置。

從天文學到能源領域

天文學研究所使用方法可用於尋找新的化石燃料以及評估新式可再生能源的可能性(美國國家研究委員會，2010年)：

- 兩家石油公司 Texaco 和 BP 使用 IDL 分析油田附近的核樣本，以至一般的石油研究。
- 一家名為 Ingenero 的澳大利亞公司已經開發出太陽輻射收集器，以利用太陽能為地球提供能量。他們利用為發展軌道望遠鏡陣列而開發的石墨合成材料(台譯：複合材料)，創造了直徑達 16 米的收集器。
- 與可見光望遠鏡有所不同的 X 射線望遠鏡，其 X 射線成像技術現在應用於監測等離子體融合。如果這種由兩個輕原子核融合形成一個較重原子的核的技術變得可以控制，這就很可能是安全而清潔能源的答案。

天文學和醫學

一如天文學家不斷努力尋找更加暗淡和遙遠的天體，醫學亦與類似的問題搏鬥：查看人體內隱藏的東西。這兩個學科都需要高分辨率、準確和詳細的圖像。這兩項研究領域中最顯著的知識轉移例子或許就是由射電天文學家和諾貝爾獎獲得者 **Martin Ryle**（瑞典皇家科學院，1974）開發的孔徑合成技術。該技術用於計算機斷層掃描（也稱為 **CT** 或 **CAT** 掃描儀），磁共振成像（**MRI**），正電子發射斷層掃描（**PET**）和許多其他醫學成像工具。

除了這些成像技術，天文學還開發了許多編程語言，使圖像處理更加容易，特別是 **IDL** 和 **IRAF**。這些編程語言已廣泛用於醫療應用（**Shasharina**，2005）。

另一項由天文學研究為醫學界作出貢獻的重要例子是無塵室的發展。製造太空望遠鏡需要極其清潔的環境，以防止灰塵或顆粒可能黏附及遮擋在望遠鏡的鏡片上或儀器上(例如 **NASA** 的 **STEREO** 任務;**Gruman**，2011)。為實現這一目標而開發的無塵室協定、空氣過濾器和無塵服現在也用於醫院和製藥實驗室(**Clark**，2012)。

以下列出了更多在醫學中直接應用的天文學工具：

- 一所藥物公司與劍橋大學合作，利用自動底片測量機 [Cambridge Automatic Plate Measuring Facility](#) 可以更快地分析白血病患者的血液樣本，從而提供更準確的醫療情況（**National Research Council**，1991）。
- 射電天文學家開發了一種方法，現在被用作非入侵性檢測腫瘤的方法。透過這方法與其他傳統方法相結合，乳癌患者的真陽性檢出率可達到 **96%** (**Barret et al.**，1978)。
- 原本開發來用於控制望遠鏡儀器溫度的小型溫度感應器，現在用於照料新生嬰兒的恆溫育嬰箱內（**National Research Council**，1991）。
- 由 **NASA** 開發的低能量 X 射線掃描器目前用於門診手術、運動損傷和第三世界的診所內。它也被美國食品和藥物管理局（**FDA**）用來研究某些藥丸是否被污染(美國國家研究委員會，1991年)。
- 用於處理從太空拍攝衛星圖片的軟體現在正在幫助醫學研究人員建立一種簡單的方法來進行大規模的阿爾茨海默症篩查（**ESA**，2013）。
- 要觀察充滿液體而且不斷移動的眼睛內部情況，與在大氣擾動影響下嘗試觀測天體的情況，兩者似乎沒有太大分別，同樣的應對原則理應都有效。天文學中使用的自適應光學技術可用於拍攝患者的視網膜影像，以研究諸如早期的黃斑病變和視網膜色素病變。（**Boston Micromachines Corporation** 2010）

日常生活中的天文學

人們每天都遇到許多來自天文學技術的東西。也許最常用的天文學衍生發明就是無線區域網路（**WLAN**）。1977年，約翰奧沙利文開發了一種可以銳化射電望遠鏡圖像的方法。同樣的方法通常應用於無線電（台譯：電波）信號，尤其是加強電腦網路的訊號，大量應用於現在的 **WLAN** 設備中（**Hamaker** 等，1977）。

以下列出了其他原本是為了天文學而開發，對於日常生活十分重要的技術（美國國家研究委員會，2010年）：

- 目前常用於機場的 X 射線行李帶是源自 X 射線天文台的技術。
- 專為火星任務而設計的氣相層析儀，是用作分離和分析化合物的儀器，常用於機場檢查行李中的毒品和爆炸物。
- 警方使用手持式化學需氧量（COD）光度計，是由天文學家開發用於測量光強度的儀器，用於檢查車窗的透明度是否合乎法例。
- 最初用於分析月球土壤的伽瑪射線光譜儀，現在用作以非入侵方式來探測已弱化的古蹟建築物結構或者是看到精緻易碎的馬賽克玻璃後方物體，例如威尼斯的聖馬可大教堂。

和科技對照，天文對我們的時間觀帶來的貢獻則更加微妙。人類史上的第一個曆就是基於月球的運動，而現在，我們甚至對一秒的定義也是源於天文學。1955 年開發的原子鐘是使用天文學的曆書時 (IAU 在 1952 年採用的前天文標準時間) 去校準的。國際間一致同意以此重新來定義秒 (Markowitz et al., 1958)。

這些都是天文學非常實際地影響我們日常生活的例子，但天文學在我們的文化中也擔當起重要角色。坊間有很多為非天文學家而寫的天文學書籍和雜誌。史蒂芬霍金的暢銷書《時間簡史》已售出超過一千萬冊 (巴黎，2007 年)，而卡爾薩根的電視劇《卡爾薩根的宇宙》已在超過 60 個國家受到超過 5 億人收看 (美國國家航空太空總署，2009)。

在 2009 年國際天文年 (IYA2009) 期間，許多非天文學家也參與了天文學活動，這是科學界規模最大的教育和公眾傳播活動。IYA2009 在超過 148 個國家和地區，透過數千項活動接觸多達 8 億人以上 (IAU，2010)。

天文學和國際合作

科學與科技的成果為任何國家提供了巨大的競爭優勢。各國以擁有最有效的新技術自豪，並競相獲致新的科學發現。但也許更重要的是，科學將各國連繫在一起，鼓勵了世界性的合作，藉著研究人員在全球各地國際機構中工作，創造出不斷的流動。

天文學是特別適合國際性合作的，因為人們需要到世界各地使用不同的望遠鏡才能看清整個天空。在天文學方面進行的國際合作最早可以追溯到 1887 年，當時來自世界各地的天文學家集合了他們望遠鏡所紀錄的圖像並製作了第一張全天圖。而在 1920 年，國際天文聯合會成立為首個國際科學聯盟。

除了需要從地球上不同的有利位置觀察天空之外，在地面和太空中建造天文台亦是極之昂貴。因此，目前和計劃中的大多數天文台都由數個國家共同所有。到目前為止，所有這些合作都既和平又成功。部分最值得關注的是：

- 阿塔卡瑪大型毫米及次毫米波陣列(ALMA)是歐洲、北美和東亞與地主國智利達成的國際合作計畫，是現存最大型的天文項目。臺灣也參與其中。
- 歐洲南方天文台(ESO)，包括 14 個歐洲國家和巴西，位於智利。
- 大型天文台的合作，如美國和歐洲之間的 NASA / ESA 哈勃太空望遠鏡。

總結

在上文中，我們從有形與無形的原因概述了天文學是社會重要的一部分。雖然我們主要的著眼點在於科技和知識轉移，但也許最重要的貢獻仍然是天文學使我們意識到我們如何融入廣闊的宇宙之中。美國天文學家卡爾薩根在他的著作《蒼藍小點》（英文書名：*A Pale Blue Dot*，繁體字版書名：「預約新宇宙」）中向我們展示出天文學對社會最簡單而又最鼓舞人心的貢獻：

有人說過，天文學可以使人謙虛，陶冶一個人的性格。這張從遙遠太空拍攝，顯得我們的世界如何渺小的照片，不啻亦透露出人類種種自負，是何等的愚蠢。對我來說，這相片強調我們必須友愛，珍惜和保護這蒼藍的小點，因為它是我們所知的，唯一的家。

參考文獻

Aitken, R.G. 1933, *The Use of Astronomy*. Astronomical Society of the Pacific. Leaflet 59, December 1933, 33-36

Bode, Cruz & Molster 2008, *The ASTRONET Infrastructure Roadmap: A Strategic Plan for European Astronomy*, http://www.eso.org/public/archives/books/pdfsm/book_0045.pdf, August 2013

Boston Micromachines

Corporation, http://www2.bostonmicromachines.com/Portals/1703/docs/AO_101_White_Paper.pdf, 2010

Clark, H. 2012, *Modern-day cleanroom invented by Sandia physicist still used 50 years later*, https://share.sandia.gov/news/resources/news_releases/cleanroom_50th, June 2013

ESA 2013, *Identifying Alzheimer's using space software*, http://www.esa.int/Our_Activities/Technology/TTP2/Identifying_Alzheimer's_using_space_software, July 2013

Finley, D., *Value of Radio*

Astronomy, <http://www.nrao.edu/index.php/learn/radioastronomy/radioastronomyvalue>, Retrieved November 2013

Gruman, J. B. 2011, *Image Artifacts-Telescope and Camera Defects*, http://stereo.gsfc.nasa.gov/artifacts/artifacts_camera.shtml, August 2013

Hamaker, J. P., O'Sullivan, J. D. & Noordam J. D. 1977, *Image sharpness, Fourier optics, and redundant-spacing interferometry*, J. Opt. Soc. Am., 67(8), 1122–1123

International Astronomical Union 2010, *International Year of Astronomy 2009 Reached Hundreds of Millions of People: Final Report Released*, <http://www.astronomy2009.org/news/pressreleases/detail/iya1006>, August 2013

International Astronomical Union 2012, *IAU Astronomy for Development Strategic Plan 2010–2012*, https://www.iau.org/static/education/strategicplan_2010-2020.pdf, June 2013

Kiger, P. & English, M. 2011, *Top 10 NASA Inventions*, <http://www.howstuffworks.com/innovation/inventions/top-5-nasa-inventions.htm>, June 2013

Markowitz, W. et al. 1958, *Frequency of cesium in terms of ephemeris time*, Physical Review Letters 1, 105–107

National Research Council 1991, *Working Papers: Astronomy and Astrophysics Panel Reports*, Washington, DC: The National Academies Press

National Research Council 2010, *New Worlds, New Horizons in Astronomy and Astrophysics*. Washington, DC: The National Academies Press

Paris, N. 2007, *Hawking to experience zero gravity*, The Daily Telegraph, <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1549770/Hawking-to-experience-zero-gravity.html>, August 2013

Renée James, C. 2012, *What has astronomy done for you lately?*, www.astronomy.com, May 2012, 30–35

Shasharina, S. G. et al. 2005, *GRIDL: high-performance and distributed interactive data language*, High Performance Distributed Computing, HPDC-14. Proceedings. 14th IEEE International Symposium, 291–292

Schuler, M. D. 1979, in *Image Reconstruction from Projections*, (ed. G. T. Herman, Berlin:Springer), 105

StarChild, *StarChild: Dr. Carl Sagan*, NASA, http://starchild.gsfc.nasa.gov/docs/StarChild/whos_who_level2/sagan.html October 2009

Truman, H. 1949, *Inaugural Presidential Speech*, http://www.trumanlibrary.org/whistlestop/50yr_archive/inaqural20jan1949.htm, June 2013

Wikipedia contributors 2013, *Technical Pan*, http://en.wikipedia.org/wiki/Technical_Pan, April 2013.

原文：https://www.iau.org/public/themes/why_is_astronomy_important/

[繁體字中文]版由「[天文翻譯網](#)」志工群提供，這項翻譯計畫由「國際天文聯合會（IAU）[國際推廣室](#)」於「[日本國立天文臺](#)」發起、組織並運作。



繁體字版翻譯：許浩強 (Hui Ho Keung, kenneith@hokoon.edu.hk)

繁體字版審校：黃珞文

繁體字版科學審校：徐允心

上網日期：2018 年八月
