

科學展望

譯 願 家 易

著 斯 理 哈



NINE ROADS TO TOMORROW

by D. S. HALACY, JR.

NINE ROADS TO TOMORROW by D. S. Halacy, Jr.
Originally published by Macrae Smith Company. Copyright
1964 © by D. S. Halacy, Jr. Chinese edition published by
World Today Press, Hong Kong.

First printing	November 1966
Second printing	March 1968
Third printing	March 1969
Fourth printing	July 1970
Fifth printing	May 1971
Sixth printing	October 1975

科學展望

著者：D. S. 哈理斯

譯者：易家愿

封面設計：辜宜鎬

出版：今日世界出版社

香港九龍尖沙咀郵箱五二一七號

印刷：非中文化出版社

菲律賓賓馬尼拉信箱一五一號

台灣總經銷：新亞出版社有限公司

內政部登記證內版臺業第二〇二號

定價：HK\$3.00 · 新台幣二十元

一九七五年十月第六次印刷

HK\$94/02

**NINE
ROADS
TO
TOMORROW**

by
D. S. HALACY, JR.

目錄

引言·····	一
第一章 雷射光束——明亮的希望之光·····	九
第二章 通訊衛星——聲音傳徧世界·····	二七
第三章 電子計算機——思想的機器·····	四七
第四章 冷凍學——超冷凍的世界·····	六五
第五章 生物電——活東西發出的能·····	七九
第六章 太陽電池——陽光發出的電力·····	八九
第七章 超聲學——聽不見的聲音的世界·····	一〇三
第八章 地面效果機器——輪子以來最偉大的發明？·····	一一七
第九章 仿生學——仿製大自然的科學·····	一二九
提要·····	一三九
科學發現年代表·····	一四五

「偉大的發明和改進，毫無例外地由許多人的心智合作而成。在開闢途徑方面，我或許有功，但着眼於隨後的發展時，我就覺得功勞應歸給別人而不是我自己。」

亞力山大·葛拉漢·貝爾

引言

人是十足好奇的動物，他的永無窮盡的好奇心有助於使他截然不同於別的生物，好奇心的出發點，無疑地純粹是天然的衝動，或求生的意志，後來逐漸演變，人類許多不太重要的行動也由它來推動了。人比貓更好奇，不斷地發明新的事物。這些新發明有時極為重大，使我們得以跨上新的途徑，走向將來。

今日我們一切或幾乎一切的發明，當然都是以別人早先已經做過的研究為基礎。在愛因斯坦以前已有許多男男女女致力於發展原子結構的概念。其中有許多人猜測到原子核裏鎖住極大的能量。但愛因斯坦的研究工作最直接地導致

了原子彈。同樣的，雖然在愛因斯坦之前已經有許多位思想家考慮過「空間——時間」的概念，但是到了愛因斯坦才形成狹義相對論和廣義相對論。這兩項成就都是輝煌的指路標，指出了通向明天的新途徑。

雷達這種發明，可以稱得上是一種「突破」，儘管它是以人的研究為基礎的。半導體也是如此，三位科學家由於發明半導體而共同榮獲諾貝爾獎金。本書不是談這些，而是談別的一些更新近而且極為重要的發明，從太陽電池——這種發明品表面上很簡單，其實大有巧妙——以至於「仿生學」——這是一廣濶的概念，很有資格在科學中自成一支。本書要談的九種發現，已經在塑造我們將來，但在開始討論它們之前，最好考察一下它們的背景。

有一種說法極有道理，說是人類的一切發現之中，最偉大的莫過於發現了科學本身。這件事是遲至十七世紀才發生的，但在此之前雖沒有正式的科學，却並未因此而阻礙人類作出許多發現。例如火的利用，早在人類穴居野處的時候已經知道了。火給人類以熱和光，也替人烹飪食物。火又使人類作出另一宗發明，即金屬物件的製造。

我們有時描敘一宗新的發明為「自從輪子發明以來最偉大的東西」，由此表示我們對於原始人的這宗發明品的崇高敬意。不論人類是因為看到太陽「

滾」過天空才產生了輪子的念頭，還是因爲在地上作過某種實際應用——例如放一段木頭到人所要推動的大石塊底——從而想到輪子這回事，總之，人類發明了輪子。從此以後，咱們的世界就是裝上輪子的了。

人類必須吃飯穿衣，因而要從事耕種，在農業和牧養性畜的過程中，人類也發現了「時間」。人學會了書寫文字，靠着這個工具，把知識保留下來，傳給後代，讓後人在前人已有的成就上從事建設。人既能夠書寫文字，又進而發明了數學。

數學和邏輯在純粹推理的黃金時代中滋榮了千百年。亞里斯多德、柏拉圖和別的人都認爲拿他們用心智發現的東西作實際應用是有失人類尊嚴的。他們認爲知識是心靈幹的工作，只能爲它自己而幹。希臘認爲「演繹」的方法根據假定的通則而作推論，是達到知識的恰當途徑。至於「歸納」的方法發生於對自然的觀察，希臘人認爲這種觀察，最多只能是榮耀的神的不完善的反映，所以他們認爲歸納法是虛假的推理。

這種「爲邏輯而邏輯」的態度更加遠離實際的應用而趨向於以探討道德、真理、論理和諸如此類的哲學上的問題爲樂事。基督教的出現使科學思想越發趨向於精神上的事項。直到文藝復興時代的學者們表明了歸納法的偉大價值

後，真正的科學方法才告誕生。這時候，一類嶄新的科學家開始從哲學的隊伍裏分裂出來。

當然，從古希臘時代到文藝復興時代之間確實有過一些零星星星的發明，其中有船舶用的羅盤、火藥和具有最大重要性的活字板印刷機。但是自從科學革命之後就有了望遠鏡、顯微鏡和藉這兩種透鏡作出的一切發現，還有了蒸汽機、計算機、電、無線電、電話與電報、火車和汽車。這種東西都是加快了的科學進展的典型產物。

新發明品相繼而來，既紛繁又快速，因此，到一八六六年美國有人認為專利局不久便會撤銷，因為每一種東西都必定已經給人想到了，世上不會再有新東西。然而新的主意越來越多。滾動的石頭上或許不會長青苔，但滾動的時間之輪却吸引了越來越多的發明，很像滾雪球一般，越久粘上的雪越多。

新發明品的增長，有人用這種引人注目的方式來描敘：假如我們畫一個統計圖表說明自文化的初始到一九四五年這段期間技術成就的進展，上升的曲綫達到圖表的頂端，整個高度不過四吋；但若把一九四五年到一九六〇年之間的進展畫成圖表，這圖表非有十三層樓高不可！不但如此，還有一個事實，就是從古到今所有的科學家，有百之九十是現在活着的人。

我們知道自一九六〇年以來又有更多的進展；圖表上的曲綫更加朝上直冲。但我們不知道它最後會升到多麼高。

同那些認為美國專利局會關門的人屬於一個類型的人還說，既然人們已經找到了新世界（指美國而言），並往西推進到達這個新世界最遙遠的邊境，就會停步不前，坐下來好好地享受自己勞動的果實。這種判斷也錯了。現在美國人已在進行飛向月亮以及更遠的行星。到明天，目標將是深入我們太陽系以外的太空。同時，我們又在探測我們自己的行星的奧妙，對於它的整個表面，我們所見的還不完全，不像對於月亮的表面看得那麼多。我們一方面進行征服外在的空間，同時又在征服「內在的空間」，即海洋底下的陸地。

美國人對於科學的極大興趣，反映於這樣一樁事實，即美國科學家榮獲物理學、化學或醫學方面的諾貝爾獎金達六十次。今日美國政府對科學的關懷，從下敘事實可明顯看出：它所聘用的科學家人數同美國各大學聘用的科學家人數一般衆多。美國科學基金會設置於一九五〇年，以促進科學的發展。

一九五九年美國國會設置了「全國科學獎章」，這項獎賞於一九六三年首先頒贈給提奧多·范·卡曼博士（Dr. Theodor von Karman）他是一位先鋒人物，有功於使當前的新穎而令人興奮的世界得以出現。范·卡曼博士在接受

這項獎章的時候說，在缺乏現代化技術的新國家中，科學有額外的責任。

同在一九六三年，「聯合國援助欠開發地區實際應用科學和技術」(The United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas)會議」也於日內瓦舉行。這個會議簡稱為UNCAST，出席的代表有兩千人，共同探討適當的方式與方法以履行卡曼博士和別的人所指出的科學應該擔當的義務。大家希望這些年青的國家在西方的知識和經驗的協助下能夠越過千百年的緩慢技術發展時期。

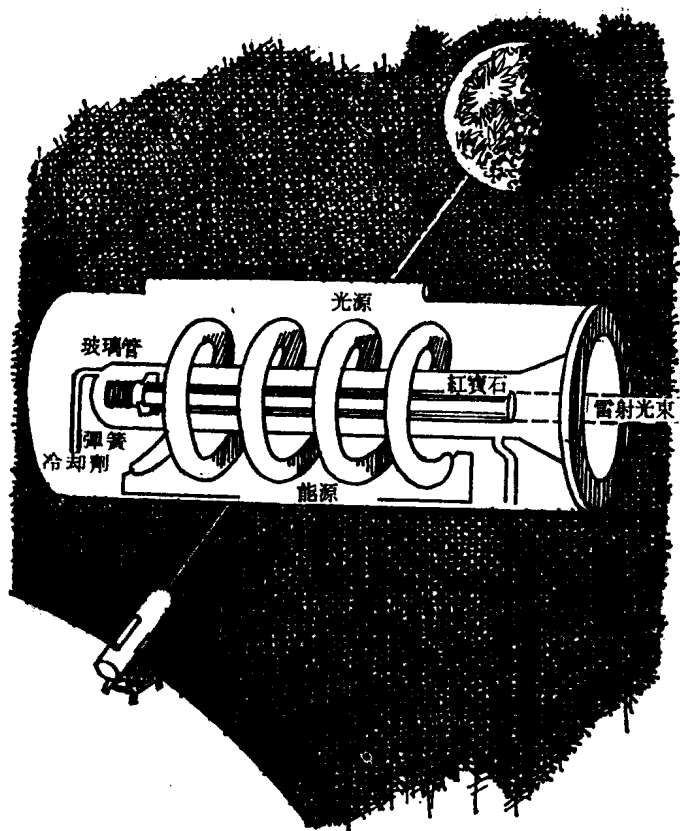
科學一方面幫忙世界統一，另一方面它本身也在經歷着統一的過程。雖然「統一的科學」仍然是個爭論不決的觀念，大家普遍同意：把科學劃分為各門各系是人為的。起初想到要有某一門、某一系的時候，另立門戶是必要的，但主張科學統一的人認為：理想的科學應該是單一的、統合的研究——以整個自然界為研究的範圍。

我們在以下各章裏將看到一些例子，足以說明「統合的科學」這個觀念。現在大家贊譽為一門新科學的「仿生學」，很完美地把生物學、化學、力學、電子學、光學、聲學和別的一些科目統合為一。第一章要談到的「雷射光束」，把光學和電子學統合起來，而超聲波的研究也表明：聲學和光學都可以同電子

學完美地結合。用另外一種方式來看，超低溫學、計算機、太陽電池和別的許多多的「突破」（即科學上的重大進展）都聯合起來發揮效用，使通訊衛星得以製成生效。

兩百年前科學開始改變我們的生活，但那時候人類仍然幾乎完全依賴大自然，同穴居野處的祖先差不多一樣受自然的擺佈。到五十年以前，科學已成爲較重大的因素，但仍有許多人沒有見過汽車或飛機，甚至不知電燈爲何物。到今日，除了某些欠開發地區外，上述幾種東西已是司空見慣了。

現在我們的生計甚至我們的生命都依賴科學，我們不能夠停頓在一個地方拖延時間。我們必須往前進展，否則就必定會倒退。後面各章或可用爲地圖，讓我們看出通向將來的新道路。



光束雷射器是卓越的新發明，歷史雖短，前途無限光明，像雷射光束一般燦爛。現在我們終於能將光擴大並作其他方式的處理，從前只能這樣處理無線電波。雷射光束在通訊、科學研究、工業甚至醫藥方面都有重大用途。它變革了我們的技術，它的地位不亞於真空管。

「這樣的光，老天爺從來沒有放射過。」

阿爾吉農·查爾斯·斯溫般

第一章 雷射光束

——明亮的希望之光

一九六〇年以前，雷射光束不過是科學家眼中一絲閃爍的微光而已。今天它却是比太陽更明亮的現實的光，美國和別的國家有千百個公司正耗費億萬金元進行研究和發展這種光的種種計劃。

雷射光束 (laser) 是英文名稱 light amplification by stimulated emission of radiation 幾個字的頭一字母拼合而成的，這個名稱的意思是「光受激射出而擴大」，大有希望在科學化的測量技術、通訊、兵器和征服太空的行動中發

生重要的效用。它也在工業加工上、計算機、醫學、化學、動力的傳送和別的許多令人目迷心醉的可能性方面，居於重要地位。

雷射光束在鑽石上燒穿洞孔，而鑽石是世人已知的最堅硬物質。雷射光束的光綫射到月球並反射回來，它發送電視影像和別種形式的通訊，它充當旋轉縱舵機，準確驚人，它焊接金屬，它在人眼上進行外科手術，並殺死癌症的腫瘤。

雷射光束極為明亮，比燦爛輝煌的太陽尤有過之。它也極為強烈，科學家預料它具有的電力的密度達到每一平方公分（分米）一萬億瓦特。雷射光束既有這麼多的優點長處，怪不得有人說雷射光束這種發明品的重要性比得上真空管。但它自從給人發明以來，短短的期間裏竟有飛快的進展，真令人驚異。

背景

雷射光束是從別一種發明品變出來的。雷射光束的先驅者在一九五四年才出現，它名叫「雷射微波」，或譯音為「瑪塞」(maser，是由英文名稱 microwave amplification by stimulated emission of radiation 幾個字的頭一字母拼串而成，意思是「微波受激射出而擴大」)。「瑪塞」是查爾斯·H·湯尼

斯博士(Dr. Charles H. Townes)和同事們在哥倫比亞大學研究所得。

頭一個微波雷射器「瑪塞」用阿摩尼亞製成，實際上是一種振蕩器或超精密的鐘。後來，用紅寶石的「瑪塞」在某些電器裏代替了通常的電子擴大器。「瑪塞」的重要性在於它發出的信號清晰而「無噪音」，科學界用它製成射電望遠鏡的接收天綫，探測太空裏由遙遠的恒星發來的無線電信號。「瑪塞」也接收從「回聲一號」人造衛星反射過來的微弱無線電信號。

這種革命性的「瑪塞」祇藉無線電波工作，但湯尼斯和別的科學家認為可以把「瑪塞」的道理伸張到包括可見光綫在內的那部分波譜上。於是許多研究人員着手用「瑪塞」作試驗，目的不在於產生無線電波，而在於產生光波。一九六〇年七月，提奧多·H·邁曼博士(Dr. Theodore H. Maiman)成功了，他進行研究的地方是美國加利福尼亞州侯斯飛機公司的試驗所。

他所製成的第一具光束雷射器「雷塞」，是條紅寶石棒，體積約等於一支香烟，浴在明亮的光裏，光是由螺旋形的玻璃管發出，管中裝着氬氣。「雷塞」的作用同「瑪塞」極為相似，所以早期的「雷塞」都給人叫做「光學上的瑪塞」，後來才用 light (光綫) 這個字代替 Microwave (微波) 這個字，於是確切的名字也由「瑪塞」變為「雷塞」。

邁曼製成的光束雷射器只是個試用的發明品，它發生作用時是脈動性的而不是連續動作的。它是個「脈動的雷塞」，具有固定的「發射率」。但不久之後，連續發射的「雷塞」便給人製成了。這種光束雷射器不用紅寶石或別的固體的物質，而用氦和氖氣。

雷射光束的發展進行得極為迅速。邁曼在一九六〇年首次表演了他的脈動「雷塞」，同一年，別的研究人員便製成並開動了「雷塞」振蕩器。一九六一年有人把一具「雷塞」振蕩器和一具「雷塞」共同使用，產生雷射光束擴大作用，彷彿電子的電路上造成的擴大作用一樣。

雷射光束剛處在試驗階段時，它的地位就牢固地建立了。美國政府倡導了研究和發展雷射光束的工作，工業和科學界也花費大量人力和金錢於雷射光束。有史以來人類第一次能夠以極像是他們所學會的操縱無線電波的方式來操縱光波，這種發明品的重要性極為深遠。

光束雷射器怎樣發生作用

要想瞭解「雷塞」光束雷射器怎樣發生作用，且讓我們先看看第一次可用的雷塞設備所用的紅寶石棒是怎麼回事。紅寶石是氧化鋁，其中有些銻原子代

替了鋁原子。鉻原子越多，紅寶石的顏色越深。邁曼博士用的是淡紅色的紅寶石，含鉻的份量約為二分之一。鉻吸收綠色、黃色和紫外光綫，只讓紅、藍兩色光通過，這就是紅寶石特有的顏色。鉻原子還有更重要的作用：它處於適當的光源照射之下時，會受到刺激，變得「激動」起來了。

第一個雷塞使用的是近乎完美無疵的單晶體紅寶石棒，長四公分（厘米），直徑半公分。它的各邊是平行的，兩端用機械造成光學上的平坦狀態並且平行，還鍍了銀。一端鍍的銀為另一端的兩倍厚，道理何在，下面會講到。

紅寶石的原子構造方式是原子整整齊齊排成行列，好像勻稱的「格子」。紅寶石棒受到刺激之前，棒內的活動是正常的，原子處於通常的能量水準（基態）。但氬管一照耀着紅寶石棒，棒內的鉻原子就吸收了光綫的光子，並跳上了較高的能量水準（高能態）。

然後，鉻原子又由較高的能量水準降落到正常的或「基本」的水準（基態），並發射一個光子，這光子刺激一個相鄰的原子，後者又刺激它的近隣，大家都經歷着吸收和放射光子的過程。這種情形頗像氬管（霓虹燈）或螢光管（日光燈）產生光的過程。

光子向四面八方發射，有許多光子從紅寶石棒的周邊散失掉了。但有些光