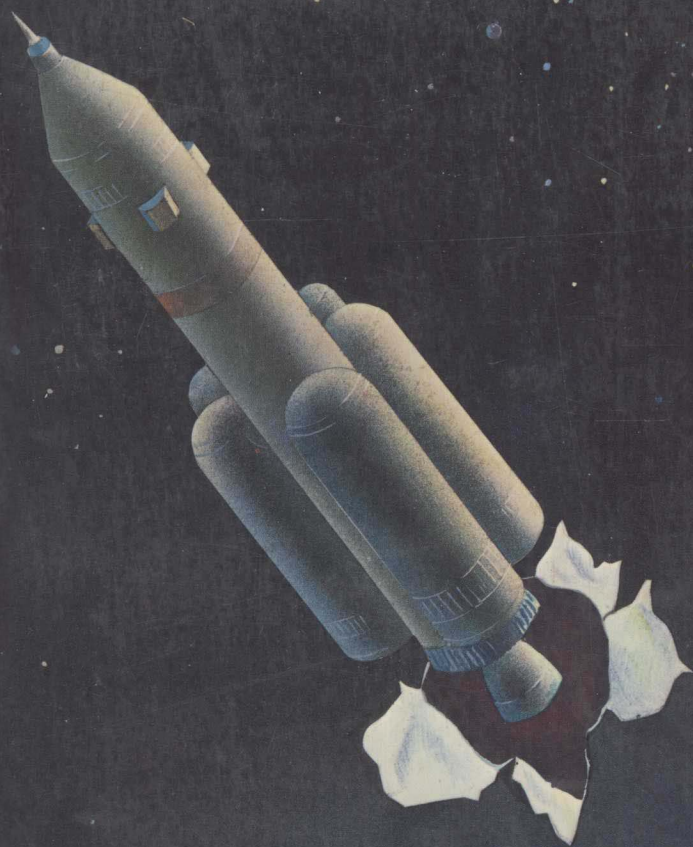
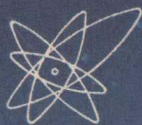
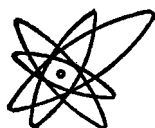




21世紀的科技



科學知識叢書



科學知識叢書

21世紀的科技

范 毅等編譯・商務印書館

21 世紀 的 科 技

范 毅 等 編 譯

出版者 商 務 印 書 館 香 港 分 館
香港皇后大道中三十五號

印刷者 商 務 印 書 館 香 港 印 刷 廠
香港九龍炮仗街七十五號

* 版 權 所 有 *

1978年9月初版

目 錄

科技革新 100 項.....	1
21 世紀科技的預測.....	77
航空展望.....	88
未來的地面交通運輸工具.....	96
公元 2000 年的世界.....	111

科技革新 100 項

本文是根據丹尼斯·加柏 (Dennis Gabor) 所著的《科學、技術和社會方面的革新創造》一書編譯的。

丹尼斯·加柏是英國著名的物理學家，於 1963 年發明了科學技術上有重要影響的全息照相。他參考了許多科學家關於到本世紀末為止的科學技術重大發明創造的預測，加上他本人的判斷，提出了一百項有關技術和生物學方面重大突破的項目，並逐一評述其研究工作的現狀和推測實現的可能性。

一、引 言

1.1 科學與技術

直到文藝復興以前，歐洲的科學和技術是相互分離的。當時，自然科學的發展不但停頓了，而且在歐洲幾乎已完全被人們所遺忘，而技術却在手工匠人的手裏，依靠自己的力量向前邁進。遠在文藝復興前幾個世紀，手工匠人們就作出許多重要的創造發明，比如合用的挽具、鐵犁、眼鏡等。伽利略 (Galileo 1564—1642 年) 可能是兼為科學家和工藝師的第一個人了。在他生活着的那些年代，科學必須同“實用工藝”相結合的思想得到非常迅速的傳播，以致外行的 弗 朗

西斯·培根 (Francis Bacon)——一個律師，也充分認識到這個道理，並成為第一個科學團體——英國皇家學會(1660年)的創辦人。這是一個在思想界中產生進步概念的偉大年代。

但是，科學和技術並不就這樣一下子結合的，而是通過其後三個世紀才逐步結合起來。甚至到十九世紀，科學和技術的結合也還是不完全的。雖然那時電學和磁學的各個定律，大部分已被法拉第 (Faraday) 和麥克斯韋 (Maxwell) 所發現並已充分表達為公式了，但在英國，仍然還沒有出現任何一種電氣機械。別的國家也是一樣。1868年麥克斯韋的方程式已經預言電磁波的存在，1887年德國人赫茲 (H. Hertz) 用實驗證明了電磁波，但還要等到1896年馬可尼 (Marconi) 採用了天線，才開始有了無線電。在十九世紀和二十世紀初期，在科學上的發現及其技術的實現當中，間隔着二十年至四十年的時間，是很平常的事情。只是到了我們這些年代，從科學發現到技術實現的週期才顯著地縮短了。奧托·哈恩 (Otto Hahn) 發現核裂變之後，僅僅經過六年，就爆炸了第一顆原子彈 (1945年)；而且實現這個歷史上第一個大規模科學技術計劃的人，大抵是自然科學工作者們，多數還是理論物理學家。

這並不意味着在我們這個年代，科學發現到技術實現之間不存在間隔。如果發明家們忽視那些幾年以前的自然科學成果，那將是很不明智的。激光的理論，在1917年愛因斯坦的方程式中早已孕育着了，但直到1958年，湯斯和肖洛 (Townes 和 Schawlow) 才提出實現激光的設想，兩年以後，梅曼 (T. H. Maiman) 製成第一台紅寶石激光器，接

着賈文 (A. Javan) 製成第一台氦-氖激光器。

這種較長時間的間隔，往往是由於在發明中的某些關鍵部分條件還不具備。飛機的近代樣機，在十九世紀時的發明者凱利、斯特林費洛和佩諾德 (Cayley, Stringfellow, Pénau) 以及其他人手已經做出來了，但是它不能離地飛翔，因為當時還沒有內燃機。燃氣輪機也是這樣，早期試驗之所以失敗，是由於缺乏合適的壓縮機和耐高溫、高强度的材料。噴氣發動機的成功，是依靠尼莫尼克鎳鉻合金 (Nimonic) 和其他合金材料的及時研製過關。用離心法分離鈾 235 的原理試驗，早在1940年就證實了，但是它的實際使用一直要等到二十五年以後 (1965年)，因為那時才有了兩相的高抗張強度的材料。全息照相，在1948年已經是成功了學院式實驗，但要等到1963年把激光技術用於全息照相後，這項發明才能大功告成。

現代的一些緊迫的大型科學技術任務的計劃，有時能給某些新技術的發明“施加壓力”而促使其出現。比如，開始實行北極星導彈核潛艇的研製計劃之能，為了保證它成功，就促使四個重要發明出現：核驅動力、水下的準確定位、固體火箭和慣性導航。也許還可以再算上第五項發明——PERT圖*，這是一種保證從一萬一千多個製造廠家及時準確地取

* PERT 是 Program Evaluation and Review Technique 的縮寫，可譯為對計劃進度進行檢查和調整的技術圖表。它是1958年由美國人提出並使用的一種檢查工程計劃進度的方法。它用圖表方式把施工進度及與其有關的各種因素的進展情況綜合表示出來，以便於進行調整和改進，以達到有效地使用人力、材料和設備的目的。——譯者注

得幾百萬種部件的供應並將它們裝配起來的計劃管理方法。

如果說北極星導彈核潛艇是一項工程技術上的典型事例的話，那麼，晶體管的發明可以作為科學和技術的界限難以劃分的典型事例。肖克萊、巴丁和布拉頓（Shockley, Bardeen, Brattain）從着手研製固體器件的放大器開始，在十年內發展了各種結型晶體管，而這個技術發明的過程是同對電流在半導體中流動的物理學上的探索研究同時並進的。在這裏，像伽利略一樣，科學家和工藝師就結合在同一個人身上了。

1.2 對以後章節所列發明和技術革新項目的說明

在威斯里揚（Wesleyan）大學的“將來研究所”（Institute for the Future, 簡稱 IFF）裏，發展了一種預測科學和技術發展的方法，叫做 DELPHI。這種方法是提出一個將在未來實現的科學技術發明或革新的項目*，向有關專家作普遍調查，請他們按自己的主觀概率，預測三個可能實現的年代，即10%的可能性、50%可能性和90%的可能性在哪一年實現。然後，根據普查所得的不同的年代的數據，進行統計數

* Theodore J. Gordon, Robert H. Ament, Forecasts of some technological and scientific developments and their societal consequences, IFF R. 6, Sept. 1969. Olaf Helmer, T. J. Gordon, Selwyn Enzer, Raul de Brigard, Richard Rothenberg, Developments of long-range forecasting methods for Connecticut, a summary, IFF, R. 5, Sept. 1969. Olaf Helmer, Political analysis of the future, IFF, R. 1, Aug. 1969.

學的處理，按25%、50%、75%計算，得出四分之一值、平均中值和四分之三值。DELPHI方法的好處是普查結果是無記名的。

這個“將來研究所”的出版物中，曾刊載了七十六項科技發明革新的預測結果。當丹尼斯·加柏這本書裏的項目和他們發表的項目一致時，他就在這個項目的後面注上將來研究所預測的實現年代。例如：（IFF: 1975-1985-1995，專家估計1990年）。這個備注的意思是：第一個四分之一值是1975年，中值是1985年，四分之三值是1995年，而在答覆者中專家們預測的平均數是1990年。在本文中列出100項發明和革新，其中73項是有關技術方面的，27項是有關生物學方面的。

二、有關技術方面的發明和革新*

在發明和重大技術改進之間，本來就沒有明確、截然的界綫。下面所列出的項目，幾乎只包括那些技術上的改進。在講到下列各個項目將來可能成功或還不能成功的時候，本文對有關研究工作的當前狀況作了概略的述評。許多是根據這方面的有關專家們提供的情報而寫的。本文在相應的地方注明了他們的幫助。但是，因為這些發明和革新還處於草創

* 本章原標題為：“‘硬件’的發明和革新”（‘Hardware’ inventions and innovations），‘硬件’是借用電子計算機的名詞。為便於讀者了解，故改為“有關技術方面的發明和革新”。——譯者注

階段，許多工作是在大公司或政府研究機構中進行的，所以很難說出這些技術的發明者，如果歸功於某個個人，不僅是困難的，而且很難不引起異議。因此，這個任務還是留給將來的歷史學者去完成為好。

2.1 材 料

1. 高强度材料

這是一些複合的、兩相的材料，由極纖細的纖維（碳、鈹、石英或其他纖維）模塑而成（通常是用塑料）。已經發現和發展了堅硬的、強度高的碳纖維，它具有非常高的抗張強度和彈性模量，由聚丙烯腈絲製成，這是英國皇家航空研究所在英國原子能管理局和勞斯-萊斯航空公司協助下研製的。這些纖維用於增強塑料。勞斯-萊斯公司已用這種增強塑料製成亞音速運輸機 RB211 發動機上的大型壓縮機的葉片，商品名稱爲“Hyfil”。

這類材料還有許多潛在用途，特別是在航空工業方面。但它的應用進度決定於能否研製出成本低的、大規模生產的設備。英國國會的一個委員會曾建議建立一個碳纖維生產工廠，以便把碳纖維增強塑料成本降到每磅十先令*。

這類材料的最重要的應用之一，可能是用於分離出鈾 235 的離心分離機上。因爲甚至最高強度的金屬材料在這樣

* 以上情況由勞斯-萊斯航空公司首席科學家布雷格 (S. L. Bragg) 和英國原子能管理局加工工藝部主任約翰遜 (K. D. B. Johnson) 提供。

高速的離心力下，都已超過它的屈服點。目前，已知有兩個離心分離鈾 235 的工廠在設計，一個在英國的卡彭赫斯特，一個在荷蘭的阿耳默洛，兩個廠都在 1972 年投入生產。鈾 235 是氫彈的引爆劑，目前只能在大規模的熱擴散法工廠中生產。

（IFF，用晶鬚的複合材料，其價格可與其他材料相競爭，1975-1985-1990，專家估計1975年。）

2. 耐熱、高强度塑料；優良性能的織物

除了一般用途塑料(如聚乙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯等)及其模壓製成品的大量發展外，工程塑料（尼龍、縮醛類及它的後代）將廣泛應用於汽車、船體、耐用家庭用具、辦公室設備、建築工程方面。工程塑料將會更輕，幾乎不會被腐蝕，而且比生產同樣的金屬部件節約大量工時。

像聚酰和碳氟等一類塑料將要獲得一些新的性能，如耐高溫、耐老化、不用滑潤劑而具有低摩擦性等。纖維狀的高分子化合物將加工成穿着用和家用的織物，徹底取消了煩瑣的傳統紡織過程。空間技術研製出的各種“超級織物”，將在工業中得到應用*。

人們企圖用核輻射方法得到交鏈聚合物，以製造耐非常高溫的塑料，這個嘗試到目前為止還不很樂觀。但是，這是一個值得探索的途徑。因為已有實驗表明，經過輻照的有機化合物能獲得非常高的介電強度，這可能使電容器成為“輕

* 以上情況是帝國化學公司塑料部主任 威爾伯恩 (A. E. Willbourn) 提供的。

的蓄電池”。蘇聯物理學家約飛在四十年前就認為這是在不遠的將來就能實現的事情。

3. 精密鑄造、鍛壓和成型工藝

不僅鋁和銅，而且鋼和鐵也能精密鑄造了，這樣可使切削加工減少到最小限度。爆炸成形、冷軋、水壓擠壓等新工藝已能對一些最難加工的稀有金屬進行加工。這是一個很活躍的研製領域，將來有可能使複雜形狀的金屬零部件幾乎同塑料一樣輕而且易於成形。

4. 超高壓過程和瞬時超高溫過程的結合

這種工藝過程已成功地用以生產人造金剛石和巴拉松（borazon，一種超硬材料）。到目前為止，只發現有幾種材料只用超高壓就能經歷一種不可逆的變化，但是，如果超高壓同瞬時超高溫過程結合起來，就有可能產出一類有工業應用價值的“化石”化合物。

石英有兩種有趣的壓縮狀態：coesite 和 stichovite。這兩種狀態都是首先在隕石中發現的（前者是 Loring Coes、後者是 S. M. Stichov 所發現的，所以以他們的名字命名）。在 stichovite 中（已經在16萬大氣壓的高壓和1200°C高溫下把它複製出來），每一個硅原子的周圍是五個等距離的氧原子而不是四個。

5. 稀有金屬的代用材料及其再生

到目前為止，稀有金屬的最成功的代用材料是工程塑料。近期以內，像銅、鉛、錫、鋅等金屬資源還不至於發生

嚴重的枯竭，但到本世紀末，這種情況就有可能發生了。到那時，銅礦石可能需要大量地從海洋的大陸架中開採。而鉛鋅的使用，目前是很不節約的，將來應該加以限制，並研究其再生的方法。原子動力的日趨廉價，將使鋁成為很便宜的金屬，而且再生也很方便。

6. 水

在目前，水也不再是用之不竭的材料了。馬耳他羣島就用船裝運淡水。有些國家，如埃及等，能否有充足的水的供應，成為極嚴重的問題。在工業化的國家裏，河流污染已產生嚴重問題，如在西德，一個工廠的廢水就滅絕了萊茵河中全部的魚類。用需氧細菌或厭氧細菌淨化城市的一般廢水，已經成為有效方法，能使廢水變成肥料（有活性肥效的污泥）。但是，現在已經出現一些新的廢液（如某些洗滌劑），不能用這些方法解決，這就產生了新的問題。

海水的淡化問題，不僅對沙漠國家重要，而且對像美國加利福尼亞州南部這樣的地方也很重要。現在海水淡化幾乎就是廉價動力和低成本的問題了。淡化海水的兩種主要方法：分餾和冷凍，其所需動力將可從核電站中取得，但淡化裝置還太貴，因此只是在某些特殊地區才能採用。但是，隨着人口的增加，這種狀況也許會改變。將首先在乾旱地區用淡化海水灌溉農田，那時田地裏的水將不會任其自然蒸發，而應引入地下不滲透的渠道，在灌溉地面用一層防蒸發的薄膜覆蓋。

到本世紀末，供應純淨、豐足的水，將是比所有材料都重要得多的一個大問題。

(IFF; 成本為每千加侖兩角美金的水, 1973-1980-1985, 專家估計1980年。)

7. 純淨空氣

許多大城市已經成功地解決了煤烟問題; 建立無烟區, 規定工廠烟囪不准冒黑烟等, 但還沒有解決汽車的污染問題。純淨空氣的問題, 與本節的其他問題不同, 因為它既不是要製造純淨空氣, 也不是要淨化空氣, 而是要制止空氣污染。我們將在汽車項下討論這個問題。

另一個有關大氣的熱烈爭論是: 大氣中的二氧化碳 (CO_2) 含量究竟要不要控制。有迹象表明, 到本世紀末, 大氣中 CO_2 含量將增加到足夠使氣候發生相當變化的程度, 這是因為燃燒量是越來越大的, 而綠色植物的面積逐步縮小的趨勢也還不能制止。僅僅看到這個世紀末, 這一過程似乎是有利的, 因為氣候變暖是好事; 但從長遠來看, 如果這個過程繼續下去, 極地冰帶開始融化, 那就會產生一個很難解決的國際性問題了。也許需要在一部分海面, 覆蓋上綠色植物 (即使在現在, 海中植物微生物產生70%的氧, 而陸地植物只產生30%的氧)。

2.2 動 力

工業發展依賴於動力。動力的總消耗量, 一般用煤當量百萬噸作為單位。根據殼牌國際石油公司1969—1970年情報手冊估計, 全世界1968年的動力消耗量為4371百萬噸煤當量 (MMTCE)。根據聯合國《世界動力供應》一書估計則為

6000 MMTCE。這兩個估計數字出入較大。但兩者都認為，電能的消耗量將每年增長8%。根據哈羅德·哈特利(Harold Hartley)的估計(英《新科學家》，1969年11月13日)，到公元2000年，動力需要量為：

固體燃料	液體燃料	氣體燃料	核能和水力	總計
4500	9500	8000	8000	30000 MMTCE

這個數字是很驚人的。

8. 核裂變動力

僅僅經過二十年的研究發展，現在核電站不僅在每度電的發電成本上，而且在每千瓦的建設投資上，已能夠優於一般燃料電站。美國最新建成的核電站，每度電的價格僅0.3美分。在五十年內，核電站的電價還可能為現在價格的五十分之一。

當前，最成熟的反應堆是輕水鍋爐型反應堆。它的設備投資，要比效率稍高的先進氣冷堆便宜。在當前鈾的價格較低的情況下(氧化鈾每公斤15美元左右)，輕水鍋爐型反應堆在本世紀末以前還將佔主要地位。到本世紀末，它將被增殖堆所替代，因為增殖堆能更經濟地利用核燃料，它把部分鈾²³⁸轉變成燃料鈾²³⁵。但是，鑒於低品位鈾礦儲量非常豐富，是否一定要大量採用增殖堆，還是一個有待探討的問題。

許多研究機構對核動力作了估計，大體上都認為到1985年在全世界電力產量中，核電站的比重將佔20—25%，到2000年，將佔40—50%。

9. 開發低品位鈾礦和從海水中提鈾

在瑞典的 **Ranstadt** 所進行的試驗證明：從含鈾0.03%的花崗岩中提取鈾，其價格約為國際價格的兩倍。

英國 原子能管理局的 斯彭斯 (**R. Spence**) 和他的同事提出，海水中每立方米約含鈾 0.3 毫克，如加以利用，其成本不會貴得太多。海洋是鈾的幾乎用之不竭的資源，每年從河流中冲刷幾千噸鈾入海。儘管人類對動力的需要量是很巨大的，但是僅從海水中提鈾一項，就可足供人類幾百萬年之用了。

10. 不能用於製造原子武器的反應堆

這是一項具有高度現實意義的技術革新，可惜是發展機會不大。所有的原子反應堆，包括增殖反應堆在內，都會產生一種副產品——鈾。在第二次世界大戰末期，核子威力的前景開始顯露，當時便有原子科學提出將燃料“污染”，使反應時所產生的鈾不能用於製原子彈，因這種“污染”可停止中子的快速反應。然而，與其他種種值得考慮的建議一樣，這項提議遭到斷然拒絕。雖然建設不能用於製造原子武器的反應堆，此一倡議亦可能遭到那些決心要擁有原子武器的國家之拒絕，但若一旦實行，最低限度可制止或延緩核子國家大量貯存鈾元素。目前，核子國家的軍隊都在利用及貯存此種副產品，而出售鈾元素仍是核電廠不可忽視的利潤來源之一。

11. 可控熱核反應

在講過裂變能的成功故事後，我們來說聚變能遇到的挫

折。在五十年代初期，人們普遍相信，通過海水中含量很大的重氫的聚變而發生的巨量能量，將可供應人類幾百萬年之需，而且這種設想可能很快實現。在美、英、蘇都有大批傑出的科學家們進攻這個問題，並都配備有大型電子計算機和某些最大、最優良的裝備。結果却是科學和技術發展史上最大的失望之一。爲了實現聚變，必須使氘、氚的等離子體置於一個“磁瓶”之內，並使之達到幾百萬度的高溫。“磁瓶”本應要非常密閉，不能讓一個離子逃逸出去。但離子却是成羣成羣地跑了出來。

經過將近十二年的努力，美國和英國這方面的研究費用逐步減少了。但是，在蘇聯，熱核反應仍然作爲佔有高度優先地位的項目。他們宣佈了托克馬克-3 (TOKAMAK-3) 裝置的消息，它相當地超過美、英，實現了約600萬度的高溫，等離子密度約爲幾個 10^{12} /厘米³，持續時間約20毫秒。即令如此，爲了達到自持聚變的程度，還差幾個數量級，即需要達到溫度1億度、密度 10^{15} /厘米³、持續時間約1秒。據說，蘇聯正在設計托克馬克-10，這將是一個大胆的很費錢的技術規劃，它需要大體積的5萬高斯的磁場，其輸入的起動功率需200兆瓦。也有人懷疑，在現時，是否值得對熱核反應投入這麼大的力量，因爲現在還不太需要用聚變能源，裂變燃料在岩石和海水中已經够充足的了。

有報道說，蘇聯科學家用激光束來引爆氘化鋰，達到了自持熱核反應所需參數的三個數量級以內。對於這個報道尚有待證實。

也有人談論，在將來某世紀的銀河系飛船上，可以用可控熱核反應作爲動力；但是起碼在目前，這只是科學幻想小