

| | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|-----|-----------|----|
| 論述 | 大陸透視 | 法令天地 | 工作園地 | 科技新知 | 健康生活 | 生態保育 | 文與藝 | 友善校園、快樂學習 | 其他 |
|----|------|------|------|------|------|------|-----|-----------|----|

球丟出去，千萬別以為球一定會掉在地面！

為什麼衛星會繞著地球跑？

◎張桂祥

人類的太空大夢

回顧人類發展太空科技的歷史，眾所週知蘇聯於1957年10月4日發射史波尼克一號(Sputnik-1) [圖1]，為人類發射的第一枚人造衛星，不僅創造了人類科技發展的里程碑，也震驚了全世界，更喚醒當時蘇聯的宿敵-美國的太空夢；於是美國在1958年，也就是史波尼克一號發射成功的次年，成立了國家航空及太空總署(NASA)，積極投入人力與資金，並於同年發射其第一枚人造衛星探險家一號(Explorer-1)。全世界的太空科技競賽於焉開打，世界列強無不磨拳擦掌、捲起衣袖，相繼爭取成為所謂「太空俱樂部」的成員，追逐無遠弗屆的太空夢想。奈何進入太空俱樂部的門檻極高，基本消費額也驚人。因此，早期仍是美蘇兩強相爭的局面，中期則有法國、德國、日本、印度、中國大陸等的參賽，我國也在太空俱樂部成立42年後，於1999年成功發射福爾摩沙一號衛星，正式拿到會員證。所謂有夢最美、人類因為夢想而偉大，用來形容世界各國追逐太空夢想的歷程，再貼切不過，我們也相信，飛得更高、更遠的太空探索，將持續上演，大家姑且拭目以待。

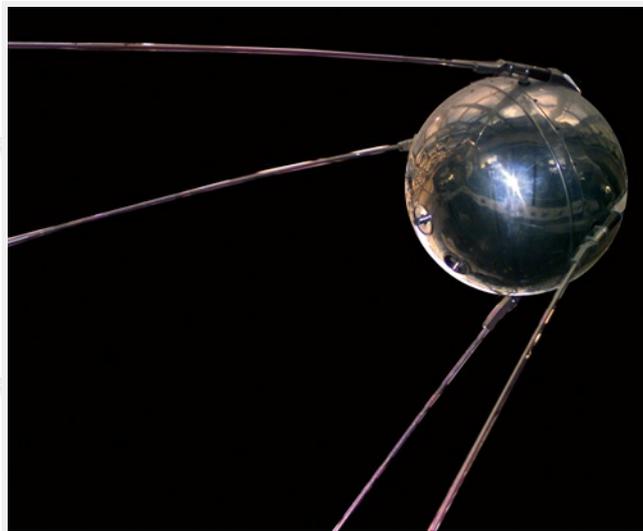


圖1：史波尼克一號(Sputnik-1) 衛星座(http://en.wikipedia.org/wiki/Sputnik_1)

牛頓的小蘋果與大發現

從小我們就耳濡目染，牛頓先生(Isaac Newton, 1642~1727)發現萬有引力的故事，但這項大發現也造就人類300多年來物理力學、天體運動理論的基礎於不墜。當300多年前熟紅的蘋果打到牛頓先生的頭時，他發現萬物兩相物體間存在相互的吸引力，且其大小與兩物體間之距離平方成反比，進而以數學解釋宇宙間為什麼月球會繞著地球運行、太陽系行星會繞著太陽運行的道理，且其軌道必是橢圓形(圓形是橢圓形的特例)。這也證明他的前輩克普勒先生(Kepler, 1571-1630)藉由觀測天體運動所推論的克普勒定理。

我們為什麼要把牛頓先生再搬出來呢？殊不知，人類在歡慶1957年首次成功發射人造衛星之餘，其實在整整300年前，牛頓先生即提出人造衛星的構想，礙於當時並無法將人造衛星置於太空軌道的技術，因此在300年後，藉由火箭技術的成熟，人類終於實現人造衛星的夢想。回顧這些科技發展史，也讓我們深刻體會到，夢想始終是人類科技進步最重要的濫觴及原動力，自古而然且歷久彌新。

高山上的加農砲

什麼是衛星呢？相信大家都有學過，凡是一個天體固定繞著另一個天體運動，這個繞行運動的天體即是被繞行天體的衛星[圖2]；例如月球即是地球的衛星。概因人類製造的機器，送上太空軌道繞行地球運行，所以我們就稱它為「人造衛星」。其實牛頓先生早在17世紀中期即提出相關理論，來解釋衛星為何能繞著地球跑。牛頓先生說：假設我們架設一個加農砲在世界的最高峰，首先我們只填裝少許的火藥，則發射後，彈頭因地心引力的作用，將會以拋物線方式運動並掉落在地球上[圖3(a)]；這與我們向遠處投擲棒球或石頭的原理相同。若是我們填裝加倍的火藥，則彈頭亦會因地心引力的牽引，以自由落體運動方式掉落在更遠的地球表面[圖3(b)]。若是我們有辦法填裝更多的火藥，則因地球是圓的，彈頭將會越過地球的另一端，以橢圓形軌跡運動，理論上會「掉落」到起始點[圖3(c)]；一不小心可能會飛到你的背面打到你的頭。當然，以上情形皆忽略大氣阻力的作用及其他障礙物的阻擋。

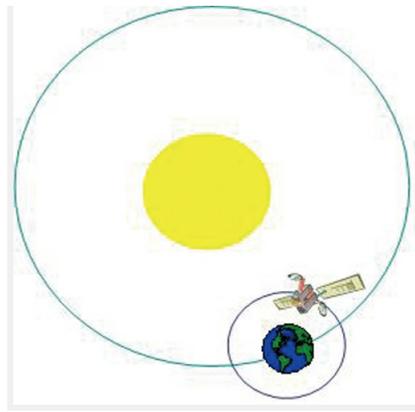


圖2：一個天體固定繞行另一個天體運動稱為衛星

換言之，牛頓告訴了我們一個非常重要的理論，就是人造衛星或天體衛星為什麼能繞著地球或天體運行，其實就是有萬有引力的相互牽引；但有一個先決條件要滿足，就是衛星必須要有一個初始速度，這項初速度必須大到能夠使衛星於重力場中運動而不致墜落天體表面。若以動力學來分析，也就是大家耳熟能詳的向心力等於離心力。但你可能又會問，那我們再填充更多更多的火藥，其結果又會如何呢？當加農砲的初始速度大到等於一定程度時，彈頭則會以拋物線運動方式脫離重力場，也就是它將永遠無法回到起始點而向外部飛去[圖3(d)]，這也就是所謂的脫離重力場的速度。舉例而言，若要將一枚人造衛星打入800公里高的圓形軌道，其入軌速度約為7.452公里/秒，週期約100分鐘，脫離速度則為 $\sqrt{2}$ 倍的入軌速度。



圖3(a)

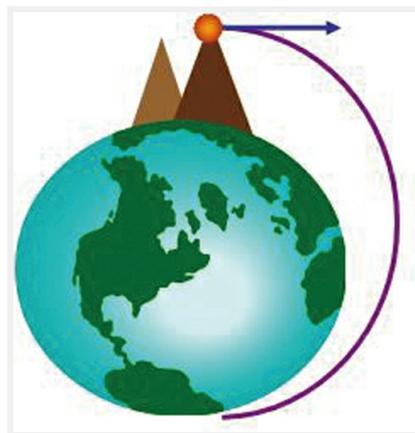
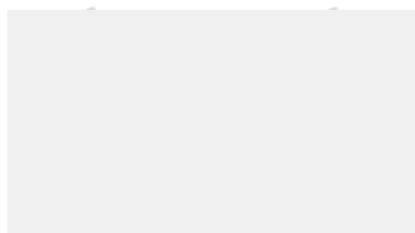


圖3(b)



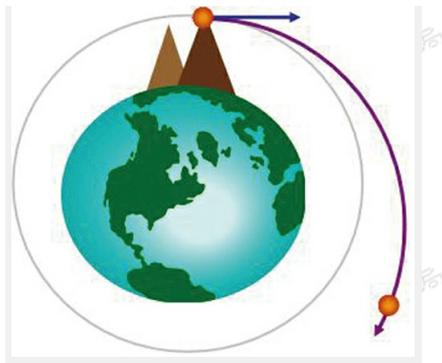


圖3(c)

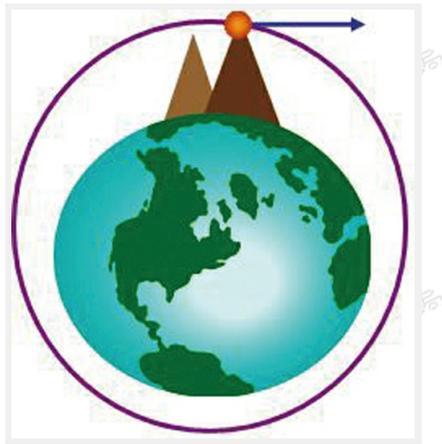


圖3(d)

衛星與自由落體運動

相信大家都有到遊樂場體驗自由落體運動的刺激，享受無重力的快感。如果回顧牛頓高山上的加農砲理論，其實無論填裝火藥的多寡，這些運動皆是自由落體運動。換言之，當其初速度大到足夠回到起始點時之運動，也同樣是自由落體運動，由此我們知悉其實當人造衛星繞著地球運行時，也是行自由落體運動，祇是它沒有掉落到地球表面而已。這又讓我們聯想到為什麼太空站上的太空人會處於失重狀態，想像他們是被拋向太空行自由落體運動，但他們的運行速度大到足夠使他們繞著地球運行，不致掉落地面，也就是太空人此時乃處於失重狀態，這跟我們到遊樂場體驗自由落體的感覺是一樣的。

最後，我們可能要小心，當你想丟球給別人時，如果球沒丟準，千萬別以為球一定會掉到地面，若你臂力驚人，又奮力一擲，球可能永遠不會著陸喔！可能嗎？

(作者任職國家太空中心)

| | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|-----|-----------|----|
| 論述 | 大陸透視 | 法令天地 | 工作園地 | 科技新知 | 健康生活 | 生態保育 | 文與藝 | 友善校園、快樂學習 | 其他 |
|----|------|------|------|------|------|------|-----|-----------|----|

14兆電子伏特的超高能量碰撞之下，或有可能產生比頂夸克更重的基本粒子。

大型強子對撞機— 搜尋基本粒子的終極利器

◎ 李湘楠

莊子天下篇中有句話「一尺之捶，日取其半，萬世不竭」十分貼切地描述了人類探索宇宙基本組成物質的歷程：隨著新實驗技術的開發，科學家似乎能夠不斷地找到更小的組成單位。基本物質為何始終是古今中外的科學家和哲學家最鏗而不舍的問題之一，直至今日，對這問題的研究仍是方興未艾。2008年終或2009年初，位於日內瓦附近，跨瑞、法兩國邊境，地下深約100公尺、周長27公里的大型強子對撞機（Large Hadron Collider），即將以14兆電子伏特的超高能量進行第一次質子和質子的碰撞，這是整個物理學界引頸期盼的一刻，碰撞的結果或許會對基本物質的搜尋提供更深入的解答。

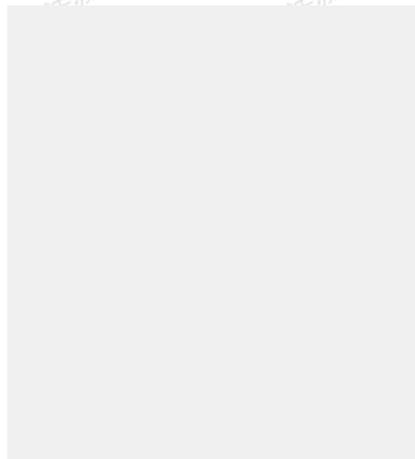
五行（金、木、水、火、土）為構成宇宙萬物的基本元素，曾是我國古代的物质觀，這五個要素的運行和互動決定了自然界的變化；古希臘哲人以為宇宙是由空氣、火、水、泥土所組成，和中國人的看法雷同，也有相異之處，但根本上不脫日常生活中接觸的事物。隨著科學的進展，人類對於基本物質的認知也與日俱進，如果現在隨便請教周遭的親朋好友，大概不會有人回答「金、木、水、火、土」！最可能聽到的答案應該是化學周期表上的元素亦即原子；其實，即使元素或原子也已經是一百多年前的看法了。

1858年，德國的物理學家普立卡(Plucker, 1801~1868)利用高電壓游離稀薄空氣，觀察到被正電極吸引的陰極射線。1899年，英國卡文迪西實驗室的教授湯姆森（J.J. Thomson, 1856~1940）證實陰極射線為帶電粒子流，並將之正式命名為「電子」，這便是電子名稱的由來。因為電子帶負電而原子是電中性的，則原子必定也包含某種帶正電的物質（即今日所稱的「質子」），所以原子至少是由兩種以上的物質構成，也就不再是最基本的。於是科學家對宇宙組成元素的探索持續追根究底：前述帶正電的物質是什麼？它在原子內部如何分布？當時眾說紛紜，莫衷一是，譬如因為發現電子而聲名大噪的湯姆森曾提出所謂的布丁模型，亦即電子像葡萄乾一般分布在帶正電的均勻物質中。現在看來，這個模型當然是錯得離譜，但不能怪湯姆森，因為那時還不知道質子的存在。



陰極射線管

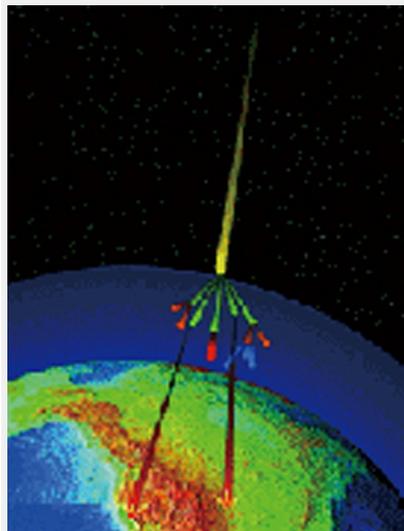
科學的進展常如浪潮，一波接著一波襲來，但在高峰之前卻常是千頭萬緒，如瞎子摸象，拼湊不出完整的圖像。19世紀末，曾有一位物理學家對當時的科學現況做了如下註解：人類的知識已經大致完備，日後的科學家所能做的僅是讓知識變得更精確，唯一令人有些困惑的是X射線，但那只是天邊的一朵烏雲，不久就會散去。X射線是德國的物理學家倫琴（Roentgen, 1845~1923）於1895年發現的，曾用這種特殊光線拍了一張他太太的手的照片，轟動了全世界。沒想到X射線這朵烏雲，非但沒散去，反而顛覆了當時的物理觀與哲學觀，導致20世紀初量子力學的蓬勃發展，也徹底改變了人類日後的生活。今天大家耳熟能詳的半導體和光電產業、奈米科技、生醫技術，都是以量子力學為基礎。





倫琴的X射線照片

簡單的理論分析顯示，湯姆森的布丁模型不可能產生像X射線這樣短波長的光，那麼原子如何放出X射線？這問題困擾了所有的物理學家。來自紐西蘭的拉塞福（Rutherford, 1871~1937）以阿伐粒子撞擊金箔，觀測到反彈的阿伐粒子，布丁模型也無法解釋。根據拉塞福的說法，這結果就如同以大砲轟擊紙張，砲彈竟然反彈般令人不可思議。唯一的可能性是金原子內帶正電的物質並非均勻分布，而是集中在很小的空間範圍內，形成非常重的原子核，反彈的現象即是阿伐粒子擊中子核之故，於是帶正電質子的概念誕生了。拉塞福的散射實驗推翻了湯姆森的布丁模型，奠定了現代電子繞著原子核運轉的原子模型的基礎。後來丹麥物理學家玻爾（Bohr, 1885~1962）根據拉塞福的模型，加上駐波原理，成功地解釋了倫琴的X射線，這便是量子力學的肇始。



源自外太空的宇宙射線

拉塞福實驗所證實的質子、陰極射線管中發現的電子，加上後來找到的中子，取代原子（化學元素）的地位，成為20世紀初的三個基本粒子，是構成原子的要素，亦即電子繞著滿布質子和中子的原子核運動，形成中性的原子，不同數目的質子便對應不同的原子。20世紀中葉，另一朵烏雲出現了：先進的粒子偵測器讓科學家從宇宙射線中搜尋到許多基本粒子，陸續發現了 π 介子、 k 介子、 Δ 重子以及反物質，如反質子、反中子、反 π 介子（以上統稱為強子）。當強子的數目達到上百個時，科學家不禁懷疑為何基本粒子又變得如此之多，他們真的都是「基本」粒子嗎？

回顧化學元素的發現過程，只有少數幾個時，可稱為「元素」，即構成各種化合物的基本要素，但上百個元素的出現便令人困惑。很自然地，化學家嘗試將性質相近的元素歸類，形成鹼金族、鹼土族這便是大家熟知的周期表的由來。當科學家了解原子結構之後，才明白周期表背後的意義：上百個元素可以被分類，意味著這些元素其實是由更基本的物質組成，即前述的質子、中子和電子，於是構成宇宙的要素從上百個元素降為三個基本粒子。

1964年葛曼（Gell-Mann, 1929）將已知的強子根據性質分類，得到和周期表相似的結果：強子或8個、或10個、或27個形成不同的「群」。化學周期表背後的意義是質子、中子和電子等基本物質的存在；同理，葛曼分類表也意指更基本物質的存在，葛曼將之稱為「夸克」，只需三個夸克，即上夸克、下夸克和奇夸克，便可組合出當時已知的所有強子。這結果美妙得令人目眩，但葛曼不解的是，夸克所帶的電荷竟是電子電荷的分數，即 $2/3$ 個電子電荷或 $-1/3$ 個電子電荷，這是前所未見的，因此連葛曼自己都不相信夸克是真實的，只視為某種數學單位。60年代末，史丹佛線性加速中心進行深度非彈性散射的實驗，以高速電子撞擊質子，發現質子內部的確有結構存在，證實質子不再是基本粒子，正如莊子天下篇中的「一尺之捶，日取其半，

萬世不竭」所描述的，歷史重演，基本粒子的數目又由上百個強子降為三個夸克，物理世界再度變得簡單而優雅。

隨著加速器能量的增加，較重的夸克一個接著一個被發現，如1974年的魅夸克，1977年的底夸克，最近的是1996年以費米實驗室高達2兆電子伏特的加速器產生的頂夸克。頂夸克的質量約為上夸克的3萬5千倍，所以需要很高的能量才能碰撞出來。基本粒子的數目似乎又開始增加，物理學家不僅要探索是否存在更多的基本粒子，也必須回答為何夸克質量的差異如此之大。物理學家特別迷戀對稱性，相信夸克原本具有相同的質量，但因為某種特殊機制破壞了對稱性，夸克才顯出不同的質量，這稱為希格斯（Higgs, 1929）機制。

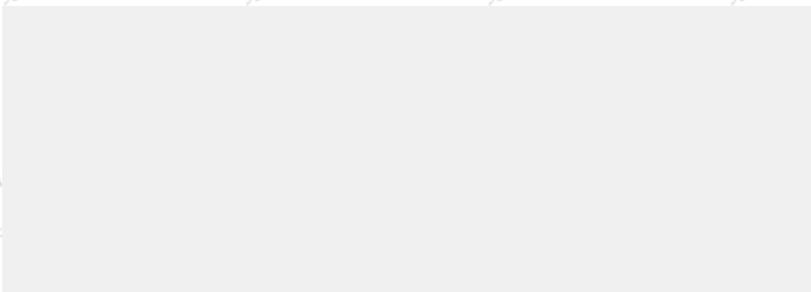


希格斯機制：被記者(著黃衣)包圍的話題人物顯得體重超過於一般人

如何了解希格斯機制？新聞中常見到一個畫面，某極富話題性的人物出現，媒體記者蜂擁而上，將他團團包圍，或遞出麥克風，或七嘴八舌提問，讓該人物舉步維艱，甚至動彈不得，而旁邊不相干的人們則是一派輕鬆地經過。從物理學家的角度來看，那話題人物的體重似乎是正常人的數倍，所以行動遲緩，其實他並不比一般人重，只因為他的話題性或新聞性比較高，亦即他和媒體的互動比較強，因此常被媒體阻擋，以致他的體重顯得超過於一般人。若將希格斯機制和這個常見的畫面類比，無處不在的希格斯粒子就是媒體記者，夸克和希格斯粒子的交互作用便等同於某人的話題性，所以上夸克不具話題性，可像路人般自由行動，頂夸克則像話題人物，總是被希格斯粒子包圍，以致運動緩慢，質量顯得特別大。物理學家利用這種機制來解釋為何不同的基本粒子具有不同的質量。



位於日內瓦附近的大型強子對撞機





大型強子對撞機的加速器



大型強子對撞機的偵測器

要驗證希格斯機制，便必須找到希格斯粒子。為了搜尋希格斯粒子及其他基本粒子，來自34個國家的兩千多位科學家通力合作，耗資三千億臺幣，費時13年，在日內瓦附近的地底下建造了大型強子對撞機。14兆電子伏特的超高能量碰撞之下，或有可能產生比頂夸克更重的基本粒子。在夸克模型提出約半世紀之後，人類終於有機會對科學的進展再做一次革命性的突破，任何新粒子、新作用力、新對稱性的發現，肯定將獲得諾貝爾獎桂冠的榮耀。但另一方面，加速器高昂的造價，連物理學界都難以置信還有建造下一代對撞機的可能性，最後的決定當然繫於大型強子對撞機數年內是否能傳來令人興奮的消息。攸關物理未來的一刻即將到來，且讓我們拭目以待。

（作者是中央研究院物理所研究員）

| | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|-----|-----------|----|
| 論述 | 大陸透視 | 法令天地 | 工作園地 | 科技新知 | 健康生活 | 生態保育 | 文與藝 | 友善校園、快樂學習 | 其他 |
|----|------|------|------|------|------|------|-----|-----------|----|

科學新聞摘要

◎ 林治平

網路捕鯨新招 鎖定企業主管

駭客竊取資料又有新招，一改「網路釣魚」的大舉灑網方式，而是鎖定企業的高級主管，以電子郵件發送假的法院傳票，其中夾帶會自動安裝的惡意軟體，用來竊取密碼或其他敏感資料，這種方式被稱為「網路捕鯨」。這種假電郵往往加上法院印信，而且明列主管的姓名和地址，點入時也能看到逼真的文件，但此時就會下載並安裝惡意軟體，自動竊取資料並透過網路傳送給遠端電腦。

已有數千美國重要企業主管收到這種詐騙電郵，駭客可能是由網路黑社會取得行騙對象的個人資料。而據網路安全業者了解，以此方式行騙的成功率很高，主要是因為看來就像真的法院傳票，往往能取信於收件者。這種鎖定攻擊對象的「網路捕鯨」手法比較容易引人上鉤，可能成為網路詐騙的新趨勢。然而假郵件再逼真還是會有些破綻，例如資訊錯誤或不符法規，小心以對仍可能識破。

網路詐騙猖獗 損失金額可觀

網路詐騙手法不斷推陳出新，儘管網友的警覺性已提高，造成的損失仍然相當可觀。美國聯邦調查局最近公布的資料顯示，去年美國報案遭網路詐騙的人數雖連續第2年減少，降至約20萬人，但受騙金額卻創下72億美元新高，其中以垃圾郵件行騙仍占網路詐騙的大宗，比率高達七成五，因為四處發送詐騙郵件後，只要有1%的人上當回覆，就可能騙到不少錢。

網路詐騙涉及之高價商品銷售、快速致富門路與在家工作機會的案件日增，但也並非全都以利益誘人，有的是動之以情，例如銷售寵物或是利用約會與社交網站誘騙期待愛情的人，再進一步詐騙金錢。分析顯示，網路詐騙案的受害者有七成五是男性，而且他們損失的平均金額高於女性，這不是因為男性比較容易受騙，而是他們比較常透過網路購買高價商品，例如電視機等電器製品。

全球糧價暴漲 生質燃料挨批

風水輪流轉，生質燃料不久前還紅透半邊天，甚至被推崇為對抗全球暖化的利器，如今卻又被指責帶動糧價上漲、影響窮人生計，甚至是破壞生態，而淪為眾矢之的。全球已投入數十億美元資金，研發以甘蔗和穀類提煉乙醇與生質柴油，以減少對石化燃料的依賴。但糧價暴漲使得情勢逆轉，如今因擔心可能造成許多人餓死，已有人將生產生質燃料稱為反人道罪行，認為是真正的道德問題。

生質燃料的發展目前可說還在嬰兒階段，但因成長快速，年產量增長幅度達兩位數，驅使各先進國家陸續投入研發，其中以美國、巴西和加拿大最為積極，計畫以玉米、小麥、黃豆和甘蔗為原料，生產較為乾淨的燃料，歐洲聯盟也有意跟進。據估計，美國去年生產的穀物，就有約兩成用來生產乙醇，數量達8,100萬公噸，今年這個比率將再增至25%，但未來可能朝向改以雜草與木材等副產品為原料的方向發展。

二代生質燃料 避免搶糧問題

生質燃料因影響糧價而受到質疑，已有業者決定捨棄甘蔗和穀物等原料，改採以木材、麥桿和過期乳品，以免耗費人類賴以生存的糧食，目前德國已啟用全球第一座這種所謂「第二代生質燃料」的煉製廠。不過，這種作法立意雖佳，同樣面臨各種問題，例如原料中的木材也很稀有，若增加種植量也會耗用土地，此外建廠成本將會高出數倍，而生產技術也可能要再過5年才會成熟。

第二代生質燃料的目的除了減輕對石化燃料的依賴，以減少廢氣排放量外，也要避免排擠糧食的供應，讓耕地生產的糧食能供應人類日增的需求，因此原料不再以穀物為主，而改以廢棄的木材、麥桿、雜草或過期乳品。根據估計，生產1公升二代生質燃料所耗的土地資源，比起生產生質酒精少了3到4倍，而且這種名為「生物質生成液體燃料」的新產品對現有汽車引擎也比較不會造成問題。

三年價格倍增 糧食危機嚴重

備受關注的糧食問題確實日益嚴重，根據世界銀行的統計，糧食價格3年來已漲了一倍，缺糧現象在許多國家引發暴亂，也造成世人恐慌，致使巴西、印度和越南等國禁止糧食出口，情況更如雪上加霜。鑑於事態嚴重，聯合國6月初在羅馬舉行糧食高峰會，決定採取緊急行動以化解全球糧食危機，包括增加糧產和促進對農業的投資，並定下在2015年前讓世界挨餓人口減半的目標。聯合國秘書長潘基文在這次會議中表示，全球糧食產量必須在2030年前增加50%，才能滿足不斷攀升的糧食需求，同時也必須讓世界貿易組織杜哈回合談判儘速完成，以緩和糧食危機。對於引起爭議的生質燃料問題，由於美國和巴西等大力投入生產的國家態度保留，這次高峰會未正面處理，通過的宣言中只說生質燃料同時帶來挑戰和機會，還需要進行更多研究。

百萬重金鼓勵 研發試管肉類

科技對解決糧食危機相當重要，除了促進農業生產，還可能無中生有，以科學方式培養出肉類。全球有許多研究人員已在實驗室努力研發試管肉，只不過距離能真正送上餐桌估計還要等個幾年。美國的保護動物團體「人道對待動物組織」有意以百萬美元獎金鼓勵加快研發腳步，希望能在2012年量產在外觀和口感上與真正肉類相同的試管肉，以緩和糧食問題，同時也解救動物。

試管肉是以動物幹細胞在培養基中生長和繁殖，成品類似肉類，能夠烹調和食用。該項獎勵計畫的目標是在2012年前量產試管雞肉，並能以具競爭力的價格在美國的至少10個州販售。動物保護組織所以有此構想，是因為單是在美國，每年就要宰殺400億隻牛羊豬和魚類供食用，除了希望能避免再

殘忍殺生，也寄望試管肉問世後，能大幅減少肉品業對環境造成的嚴重破壞。

活物

活物

活物