

方寸中之 原子世紀



從郵票認識核能世界

ALBERT EINSTEIN * NOBEL PRIZE

2

票郵國民華中能
REPUBLIC OF CHINA 廠

編者序

台電公司核能發電處吳心岳先生於公暇之餘，以其在核能方面的專業知識，配合個人的集郵嗜好，按照所蒐藏的各國為紀念核能科技發展而發行之郵票，來描述核能的發展史及科學家個人的小故事，爰有「方寸中之原子世紀」一文產生。本文曾於原子能委員會發行的刊物「核能天地」連載，頗受讀者好評。原子能委員會並發行單行本，企盼通過小小郵票的方寸世界，能夠吸引青年學子的眼神，進而藉由閱讀小故事了解核能與輻射。

目 錄

序.....1

目 錄.....2

第一篇 原子世紀之拓荒時代.....3

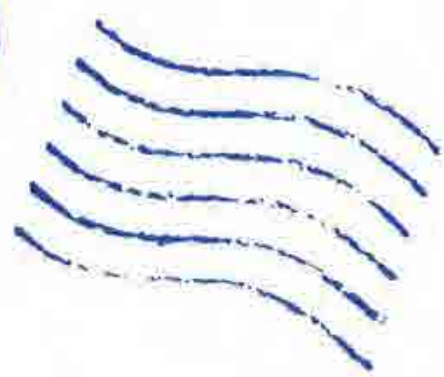
第二篇 原子世紀之核電巡禮.....9

第三篇 原子世紀之海上風雲.....17

第四篇 原子世紀之戰爭與和平.....22

2

郵政國民華中 能
REPUBLIC OF CHINA 勝



第一篇

原子世紀之拓荒時代

從大約一世紀前開始，對原子世界的探索以及其後對原子能的應用，都以驚人的速度飛快進展著，使得整個人類的文明及生存都受到了莫大的衝擊，因此有人將這個世紀稱之為「原子世紀」。

為讓更多的朋友能對這原子世界有多一點的興趣和了解，本篇文章是全方位的角度來介紹核能的點滴，並以與核能有關的郵票為插圖，以增加其趣味性及新鮮感，期望能給冰冷的核能文字換上一副較為可親的面貌。為便行文，本文共分四篇，分別以原子科學的發展、核能發電、核子船艦以及核能的應用等主題，對這個原子世紀的一些故事和發展逐一介紹，其中疏漏錯誤之處尚祈先進給予指正。

人類自有文明以來，許多智者——尤其是希臘的哲學家，面對著花花綠綠千奇百怪的世界，總不禁思索一個問題：宇宙的根本到底是什麼？或許受到舉目所見的宏偉建築都是由石頭、磚塊堆砌而成的影響，他們也推想一切物質都是由「atom」所組成。「atom」我們稱之為原子，在希臘文的解釋是「indisible」，就是不可再分割的意思。而直到約兩千年後，一些拓荒者陸續成功的深入這個未知的細微領域，他（她）們不但發掘出了真相，也打開了一座深藏著的寶庫。這個故事要從第一屆諾貝爾獎得主的「手」說起：

1895年 謎樣的光線

西元1895年間，德國科學家倫琴（W. Roentgen）在一次利用陰極射線管進行的實驗中，察覺到了一種肉眼看不見的光線。這種光線能使螢光物發光，並能穿透許多物質，甚至密

封在黑紙裡的底片也會因而感光，當他把自己的手放在照相板前，竟然留下一張手掌骨骼的詭異影像。這張底片不但震懾了他自己，也使得當時沉寂的物理界，重新又灌注了新的動力，因此當1901年諾貝爾獎創立時，首屆物理獎的榮耀就非他莫屬了。倫琴當時以X光（X-Ray）來稱呼這種不



可知又不可見的光線，而時至今日，雖然這種光線的性質已然熟知，但我們仍一直沿用著X光或X射線的名稱。

瑞典在1961年發行第一屆諾貝爾獎紀念郵票，郵票的圖案就是倫琴與三位其他獎項得主的肖像。另外1967年西班牙為了在巴塞隆納舉行的歐洲放射學會會議所發行的一張紀念郵票，則是以倫琴先生以及其所使用的陰極射線管（現在則稱X光管）做為圖案。



1896年 踏進放射性的領域

X光的發現的確激起許多有心人士的迴響，其中包括了法國科學家貝克（A. Henri Becquerel）。他認為這種射線可能自然界就存在，為了加



以證實，所以準備了些受陽光照射後會發光的「鈾鹽」，如果他的猜想正確，晒過太陽的鈾鹽將會使黑紙包裹的底片感光。不料，接連幾天的陰霾，使得他只能將鈾鹽和底片一直擱在抽屜裡，當底片沖洗後，驚訝的他發現沒晒過太陽的鈾鹽竟然也能在底片上留下清晰的影像。經過反覆的實驗和思考，他終於確認鈾本身就具有放射性，能自動的、不斷的釋出放射線，而且這種現象與外在因素一比如晒太陽，並無關係。這種自發放射性現象的發現，替貝克贏得了1903年第三屆諾貝爾物理獎。

法國爲了紀念這位科學先驅，在



1946年發行一張以貝克先生像爲圖案的郵票，這是本文全篇所提到的郵票中發行最早的一張。

1898年 揭開鐳的面紗

繼貝克之後，一對法國夫妻檔科學家—居禮夫婦（Pierre Curie & Madame Marie Curie）也潛心於另一種含鈾的礦物—瀝青鈾礦。經過不斷的試驗和提煉，他們終於在1898年從數以噸計的瀝青鈾礦殘渣裡，發現了一種具有強烈放射性的元素，居禮夫人將它取名爲鈷（Polonium），以紀念她的祖國波蘭（Poland）。半年後他們又在瀝青鈾礦中找到另一種放射性比鈷更強烈的元素—鐳（Radium）。由於鐳具有的强大放射性，使得對放射線及放射性的研究得以進行，居禮夫婦也因此於1903年與貝克共同獲得第三屆的諾貝爾物理獎。

瑞典在1963年發行的第三屆諾貝爾物理獎紀念郵票，就以貝克及居禮夫婦共同做爲郵票的圖案。法屬新克里多尼亞群島則在1967年發行一枚居禮夫婦一同實驗的郵票。

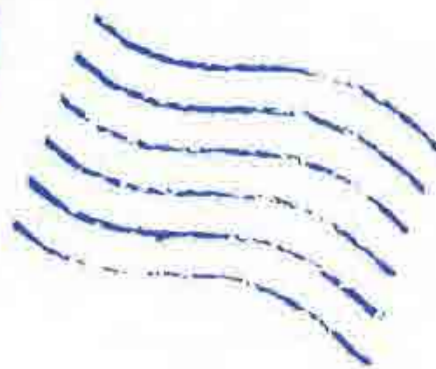
居禮夫人的研究生涯並未因1906年居禮先生車禍過逝而結束，反之更將全部精神投注在所發現的鐳身上，終於在1910年完成放射性元素蛻



變的關聯性，並於1911年再度獲得諾貝爾化學獎，成爲第一位獲得雙料諾貝爾獎的女性。

由於居禮夫人的高知名度，許多國家都發行她的紀念郵票。法國即在1967年發行一枚居禮夫人誕辰百週年紀念郵票，圖案爲居禮夫人以及一只受到鐳照射而發光的碗。





1902年 深入原子核

當一連串有關放射性的消息傳到在英國劍橋大學深造的紐西蘭青年拉塞福（Ernest Rutherford）時，他立刻把研究重心轉向物質放射性的領域，同時他也把這方面的研究從歐洲大陸帶到了應聘任教的加拿大。

經過幾年的努力，對於放射線的種類— α 、 β 、 γ 射線以及放射線性質的逐步瞭解，拉塞福在1902年提出了幾項重大的觀念：1.既然原子還會放出多種放射線及粒子，所以原子不會是最小的物質單位；而且一種原子可藉由釋出放射線而轉變成另一種原子。2.由於放射線都具有高能量，所以一定有巨大的能量蘊藏在原子的內部。拉塞福也在1908年獲得了諾貝爾獎。

1971年加拿大為拉塞福百週年誕辰印行了一枚紀念郵票。郵票是以熾熱的原子釋出放射線粒子的圖案，來傳達拉塞福在放射線領域上的重要觀念。



1905年 質能互換

拉塞福所提出的觀念具有突破性的看法，但這藏在原子中的巨大能量究竟從何而來？卻讓人費解。1905年大名鼎鼎的愛因斯坦（Albert Einstein）發表了他的質能互換理論，認為這些能量是由質量所轉換來的。此一理論奠定了愛因斯坦的地位，也為拉塞福的原子核觀念提供了一項合理的解釋。

以色列於1956年為愛因斯坦發行了一枚紀念郵票，除了愛因斯坦的畫像外，也沒忘了印上愛氏的代表作 $E=mc^2$ 的著名公式。



1911年~1913年 原子的結構

對於一位被尊為原子核之父的人來說，拉塞福的故事仍在繼續發展。他有一個想法，如果拿又重又壯的 α 射線（其實也是一種粒子）來撞擊其他原子的話，說不定可以把原子打碎

，分析破碎的原子殘片對研究一定有很大的助益，所以他就開始用鐳所放出來的 α 射線轟擊各種物質。在1911年從金箔的實驗裡，發現有些 α 粒子踢到鐵板被彈了回來。根據從小在紐西蘭亂槍打鳥的經驗，拉塞福從中領悟出了原子的輪廓：原子的中央是又小又重的原子核，電子則散布在外圍的廣闊空間中。

1971年拉塞福的出生地紐西蘭為他發行了一套兩張百週年誕辰紀念郵票，其中一張繪出拉塞福用 α 粒子撞擊金箔而被撞偏的情形。此外俄國也在同年為拉塞福發行了紀念郵票，更進一步作圖解釋此碰撞的物理關係。





1913年年輕的丹麥物理學者波耳 (Niels Bohr) 以量子物理理論闡釋、描繪了此一原子的結構，並證明在學理上這種結構是可以存在的。此一結構就是現在一般人所知，類似我們太陽系的原子構造模型，波耳並以此理論獲得了1922年諾貝爾物理獎。

1963年丹麥為波耳提出原子理論五十週年發行了一套紀念郵票，除了波耳的圖像以外，還畫了氫的原子模型 (氫的原子核中只有一個質子，核外有一個電子以橢圓形軌道繞行著)，以及波耳所導出的原子能階公式 $h\nu = E_2 - E_1$ 。



1919年 質子的現身

在1919年當拉塞福用 α 粒子轟擊氮原子的時候，又撞出了一個大獎：原子核家族中兩大成員之一的「質子」，被他逼了出來。而且他也發現質子就是氫的原子核，並帶著一單位的正

電荷。

1971年紐西蘭為紀念拉塞福所發行的百週年郵票中，另一張則列出拉塞福於1919年，用 α 粒子撞擊氮原子跑出質子的反應式： ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ ，其中He是 α 粒子，也就是氮的原子核；H是質子，也就是氫的原子核。



1932年 發現了中子

隨著拉塞福用 α 射線打出來的成就，科學界也一窩蜂的開始用 α 粒子來打靶，這其中也包括居禮夫婦的大女兒伊蓮居禮和她的先生朱利歐 (F. Joliot & I. Curie)。

1930年代初期，他們用 α 粒子撞擊鈹 (Be) 之後，發現了一種莫測高深的高能放射線，但是對所產生的現象卻又無法合理解釋。英國人查德威克 (James Chadwick) 重覆了這項試驗後，發現那就是早經拉塞福所預測應該存在於原子核中的另一種粒子——中子。朱利歐夫婦於是把到手的諾

貝爾獎 (1935年) 送給了查德威克。

飛走的熟鴨子還不只這一隻，幾年後 (1938年) 朱利歐夫婦用原本他們所發現的中子去轟鈾原子時，也從試品中分析出鏷及鋇一類的東西出來，差一點就可以根據這個證據推測出鈾原子會分裂的事實。可惜這個結果他們不敢肯定，以致後來又把另一座諾貝爾獎拱手讓給了德國人海恩 (後節介紹)。

1933年 諾貝爾獎家族

幸好皇天不負苦心人，1933年朱利歐夫婦用 α 粒子撞擊鋁箔之後，成功分析出自然界不存在的磷 (P) 同位素，證實放射性元素也可由人工方式得到。因此，自1903年居禮夫婦發現「天然放射性元素」得獎三十年後，朱利歐夫婦也於1935年因「人工放射性元素」得到另一座諾貝爾獎。(可惜，那一年朱利歐夫婦差一點就拿了諾貝爾物理及化學雙料大獎)。

法國在1982年為朱利歐夫婦發行





一枚紀念郵票，是以朱利歐夫婦的合照再加上原子核分裂後產生的一連串放射性元素的衰變圖為主題，以紀念他們在這方面的貢獻。

1934年 中子引起的迷思

當發現中子的消息傳到義大利，觸發了一位科學家費米（Enrico Fermi）的靈感，他想，用中子當子彈可能要比 α 粒子更具殺傷力——因為中子不帶電，可輕易穿破原子核的靜電障礙。但是自然界沒有天然存在的中子源，他必須仿照前人相同的方式，以 α 粒子撞擊鉍原子來得到中子。可是費米沒錢買鉍來當 α 射源，不過他知道鉍衰變後變成的惰性氣體—氡（Rn）也一樣會放出 α 粒子，所以他把實驗室設在一所醫院的旁邊，每天晚上用豬皮袋收集醫院醫療用鉍所放出的氡氣，以供白天實驗使用，在1933到1934一年間就宣布發現了47種人工放射性元素。

當1934年費米用中子轟擊周期表中最後一種元素—鈾時，得到的結果讓人十分迷惑，因為產生了似乎不只一種的放射性元素，但又因為量太少無法分析究竟都是何方神聖。從以往的經驗可知，以中子轟擊某種原子時，通常會產生與原來元素相鄰的元素（就是兩者的質子數目非常接近），

所以費米大膽預測其中必有質子數目為93個的元素（因為鈾的質子數目為92），也就是說費米創造出了新的物質。這個推論在當時引起了科學界一片嘩然。

費米在1938年得到諾貝爾物理獎，得獎的內容是慢速中子對核子反應的影響。當中子速度愈慢就愈容易與原子核發生反應，這個道理可以用棒球的打擊來解釋，即：球速愈慢，就愈容易被打擊中。費米的這個實驗竟然是把中子源和試品偷偷浸在學校中的金魚池裡做成的一因為他要藉助池水中的氫原子將中子速度減慢。

1938年 謎底揭曉了

話說費米製造出第93號元素的消息引起了很大的震撼和爭議，其中就有人猜測那不是93號元素而是第91號元素鏷（Pa），此一猜測引起了鏷的發現者—德籍化學家海恩（Otto Hahn）及奧地利籍女物理學家梅特娜（Lise Meitner）的興趣。他們認為，對他們而言要確認究竟是不是鏷並不困難，於是決定重做費米的實驗

以找出真象。

1938年海恩於實驗時碰上一個難題，就是他覺得試品中好像有鏷的蹤影出現，但卻太少難以確定，所以他在試品中加入與鏷化學性質相近的鋇（Ba），希望在分離鋇的時候把鏷挾帶出來。但一試再試，除了鋇卻始終看不到鏷的影子，最後靈光一現，他恍然大悟—他所在尋找的東西其實根本就是鋇！

但這又引發了另一個疑問，鈾有92個質子，238個單位重，鋇卻只有56個質子，139單位重，說是近親未免太離譜了。這個難題幸好由梅特娜想出了答案。她認為這是因為鈾原子核被中子撞擊以後分裂成兩半，而鋇就是其中的一半。這次發現鈾原子核的分裂情形，讓海恩得到了1944年諾貝爾化學獎。（不知何故，梅特娜卻未得獎）





西德在1979年發行了一套三枚紀念郵票，其中一張就以鈾原子核被中子撞擊後的分裂鏈圖紀念海恩。而奧地利也於1978年發行一枚郵票，紀念梅特娜女士的百週年誕辰。



筆者按：除了分裂以外，的確也產生了93號元素，只是量太少很難檢驗出來罷了。

1939年 暴風雨的來臨

梅特娜在鈾原子核會分裂的想法成形後，馬上趕去告訴前文介紹過的波耳，而波耳就將這第一手的消息於1939年初，趁開會之便帶到了美國。

這個消息引起許多因躲避納粹而逃到美國的歐洲科學家們的嚴重關切。因為這意味著深鎖在原子核裡的可怕力量，將可藉由原子核的分裂而被

釋放出來，而更令人擔心的是，這個發現是由在希特勒統領下的德國人得到的，他們深怕希特勒會據以造出具毀滅性的武器，於是請由愛因斯坦致函美國總統羅斯福，而獲得羅斯福的支持，於是集合當時在美的世界科學精英，進行有關鈾的進一步研究。

整件事中，擔任穿針引線的愛因斯坦並非因質能互換理論或相對論得到諾貝爾獎，而是於1921年因發現光電效應而得獎的。德國於1979年以光電效應為主題，發行郵票以為紀念（與紀念海恩的為同一套）。



1942年 連鎖反應

不知是否為天意，美國政府就在日本偷襲珍珠港的前一天（1941年12月6日），決定全力發展最後讓日本投降的原子彈。其中一項重要的實驗—建造一座核子反應器以確證原子核分裂反應可否在人為控制下自行持續進行（連鎖反應）。這個實驗由費米主持。由於當時義大利受德國影響，興起了法西斯主義，所以費米也於1939年趁著赴瑞典領取諾貝爾獎時，

出走美國避難，因此風雲際會地擔負起這項劃時代的使命。在眾人的努力下，此反應器終於在1942年12月2日圓滿完成連鎖反應的實驗，正式替原子核的拓荒史畫下了圓滿的句點，也開啓了人類使用原子能的大門。

義大利於1967年12月2日發行一枚郵票，做為費米及第一座核子反應器25週年紀念。郵票中前坐的是費米，背景則是CP-1反應器的模型。



從1895到1942年大約五十年間，解開了兩千多年來關於原子的奧密。除了要感佩那些有名、無名、幕前、幕後的拓荒者外，更使我們驚訝於許多的進展與發現，都是在無心中，因緣湊合而得，於是我們不禁要問，是否真有隻無形的手在冥冥中幫助我們揭開了這些個謎底？



第二篇

原子世紀之核電巡禮

電的發現和應用是人類莫大的福祉，而世界上無數日夜不停運轉著的發電廠中，就有可觀的一部份是藉由核能的力量來提供發電的原動力。

核能發電簡介

核能發電就是利用原子核分裂所釋放的能量來產生電力。首先要安排一個適當的場所—核子反應器，使核分裂的反應能在其中進行，其次就要利用所放出來的能量（熱量）將水變成蒸汽，以蒸汽推動汽輪機帶動發電機旋轉，即可發出電力。談到核能發電，重點都放在反應器上面，本篇的介紹也完全以此為主題。



英國在1978年發行一套「能源」郵票，其中一枚的主題即是核能與電力，明白點出了兩者間的密切關係。

核子反應器的型式有好幾種，一般可用核燃料、緩和劑以及冷卻劑來做簡單的區分：

核燃料

到目前為止，已知容易發生原子核分裂，可用來當核燃料的元素共有三種：就是鈾-235、鈾-239和鈾-233。

鈾-235是天然鈾礦（天然鈾）中所含的一種鈾元素，很容易因吸收中子而分裂，可惜在天然鈾中只佔了0.711%，而其他都是很難分裂的鈾-238。由於含量太少，所以要讓它有機會能發生反應的條件相當嚴苛，因此大部份鈾燃料的設計是把鈾-235的含量提高，以增加核分裂的機會（稱為濃縮鈾）。不過要使得鈾濃縮卻要建造規模龐大，且耗費鉅資的濃縮工廠，還要消耗很大的電力，（當年美國為了提煉鈾，供其製造轟炸日本的原子彈，其所消耗的電力約佔用了全美用電的十分之一）。

世界上蘊藏天然鈾礦最多的國家是美國，但是自1983年以後，生產鈾原料最多的國家是加拿大。因為加拿大鈾礦的蘊藏豐富，又有充足的水力

發電供應便宜電力以濃縮鈾原料。加拿大政府於1980年發行一枚郵票，以紀念加拿大發現鈾礦八十年。郵票的圖案據記載是瀝青鈾礦中氧化鈾的分



子結構。此外礦產豐饒的南非也值得一提。南非鈾礦的蘊藏量及產量大概都居世界第三位，佔有相當重要的地位，於1977年也發行一枚郵票紀念南非生產鈾原料二十五周年。



鈾-239是鈾-238吸收中子後轉變成的人工元素，所以可經由一般反應器用過的鈾燃料中提煉出來。有些特別設計的反應器所產生的鈾甚至比消耗掉的還多，在能源日見枯竭的今天，鈾燃料可說是極有潛力。不過由於



鈾的化學性質具有毒性，又可製成原子彈，故受到環保及反戰人士的極力排斥，最近日本以拂曉號運輸船將鈾原料從法國運回日本，欲放進快滋生反應器內使用，曾引起軒然大波。

日本對鈾的生產及使用相當有興趣，並製造了實驗用的反應器「常陽」(Joyo)，以對鈾燃料做深入的研究。此反應器於1977年完成，日本也於同年發行一枚「高速增殖爐常陽臨界紀念」郵票。圖上顯示的是其六角形的爐心和燃料棒，與一般反應器的設計顯著不同。



鈾-233是一種較不為人所熟悉的易分裂元素，它是釷(Th)-232吸收中子後轉變成的人工元素，性質與鈾-235和鈾-239相似。鈾-233是很有潛

力的核子原料，因為釷是比鈾蘊藏更豐富的礦物，甚至在台灣西岸沿海，也發現有含釷的獨居石分佈。不過由於鈾-233不像鈾-235產於天然，也不像鈾-239會由鈾燃料順帶產生，所以很少國家注意到它。

印度是世界上釷藏量最多的國家，自然對釷的興趣甚為濃厚，在Trombay地區就建有研究鈾-233燃料的反應器，並在約1968年發行「Trombay Atomic Reactor」郵票加以宣揚。



緩和劑

緩和劑(Moderator)就是中子減速物，目的在將中子減速，以使鈾-235對中子的反應增強。最常使用的緩和劑是水，因為水中所含的氫原子對減慢中子速度最有效果，而且又便宜易得。只是氫吃中子的胃口卻太大，因此有採用重水為緩和劑者。所謂重水就是「重氫」(學名叫「氘」)和氧合成的水，因為已經多了一個中

子，對中子沒啥興趣，所以是很好的緩和劑，可惜重水取得的成本太昂貴是其缺點。另外還有用石墨當緩和劑者。石墨是固體，可當反應器結構體的一部份，無論純化和製造在技術上也都較容易，因此早期設計的反應器，幾乎清一色都選擇石墨當緩和劑。

冷卻劑

冷卻劑(Coolant)的作用是帶走核燃料所產生的熱量，最常用的是水。水及重水在化學性質上相同，都有很好的移熱效果，而且身兼緩和劑，一舉兩得。若使用石墨當緩和劑，則必須再另外選用冷卻劑一絕大部份是用氣體，如空氣、二氧化碳、氬氣等。對於快滋生反應器，因為不讓中子減速，所以不用緩和劑，冷卻劑也要選用較重的物質，如液態金屬鈉等。

第一座反應器的故事

世界第一座反應器

世界第一座反應器曾於本文第一篇中提及，在費米主持，於1942年12月2日臨界的芝加哥反應堆一號(Chicago Pile - 1, 簡稱CP-1)。這座反應器建造的目的，係用以證實鈾原子核可以在人為控制下自行持續進行

分裂反應。以實用的觀點來看，除非核分裂能發生連鎖反應，否則原子能就沒有利用價值，此一考慮，在當時連被尊為原子核之父的拉塞福都曾視為純屬空想，所以CP-1的實驗成功有其極重大的意義。

CP-1使用天然鈾當燃料，而以石墨來當緩和劑，由於發出的熱量很小，故可用空氣自然對流冷卻。最後建造完成的CP-1就是用一塊塊的石墨磚和鈾塊在芝加哥大學板球場的看台下面「堆（Pile）」起來的，所以就取名叫反應堆，而CP-1就成為歷史上第一座發生連鎖反應的反應器。

意大利在1967年12月2日為紀念費米以及CP-1臨界25週年，即以CP-1剖面圖為背景發行郵票紀念，圖案中可以清楚看到石墨磚堆疊的情形。



我國第一座反應器

我國第一座反應器是建於新竹清華大學的「清華水池式反應器」，反應器早期俗稱原子爐，因此有人稱之為清華原子爐。顧名思義，此原子爐就是一個大水池，鈾燃料就浸在水池裡，由於採用濃縮鈾為燃料，所以允許使用普通水當緩和劑及冷卻劑。

清華水池式反應器於民國50年4月13日達到臨界，開始擔負起訓練、研究和同位素製造的多種功能。而清華大學於民國53年成立核子工程學系，又於民國59年成立核子工程研究所，為我國培育不少核工人才。

我國郵政總局於民國50年12月2日發行一套三枚「原子爐落成」紀念郵票，其中八毛錢的一枚是原子爐的俯視圖，可看到像游泳池般的原子爐

形狀。兩元的一枚是核燃料在水池中發生反應的情形。三元兩角的一枚則是整座原子爐建築物的外貌。



大陸第一座反應器

中國大陸在核能研究上比台灣要早，自1950年成立中國科學院近代物理研究所後，便積極進行相關研究工作。1958年7月1日，在蘇聯的支援下大陸第一座反應器—研究用重水式反應器（大陸是稱「原子反應堆」，相當忠於「Pile」的中文譯名）落成。與清華原子爐不同的是，大陸此座「反應堆」採用重水為緩和劑兼冷卻劑，而非使用一般普通的水（相對的稱為輕水）。

大陸方面於1958年12月30日推出兩枚紀念郵票，其中之一即為宣傳此座「原子反應堆」。另一枚主題則為於同日完成的「迴旋加速器」。





日本第一座反應器

日本在當今世界上是與法國併列於發展核能最力的國家之一，而且早於二次大戰之前，日本在原子物理學方面即已有相當成就，如長岡半太郎的原子模型，和得到諾貝爾獎的湯川秀樹的介子理論等，而且也裝設有迴旋加速器從事鈾原子核分裂的研究。不過給了日本兩顆原子彈的美國，當然不容許戰敗後的日本仍繼續這方面的研究，而且把加速器等設備予以破壞並丟入大阪灣底。直到1951年日本方被同意恢復核能的研究及發展。

由於缺乏自產能源，日本對核能的期望相當殷切，一直就有長期、完整的規劃和推動的決心。第一座研究用反應器（JRR-1）建於東海（Tokai）地區，是由日本核能研究所於1956年8月開始建造，於次年8月達到臨界，也是亞洲第一座反應器。

日本政府於1957年9月推出一張JRR-1之竣工紀念郵票，以宣示日本

在核能研究之重新起步。



韓國第一座反應器

韓國南部由於地形關係，較缺天然水力資源，故對早期的電力供應曾仰賴北部甚深。但在1948年5月電力供應卻突然被北韓切斷，使南韓陷入無電可用的困境，隨之更爆發了韓戰。戰後的南韓政府在痛定思痛之餘，深感電力自主性的重要，因此一直極力發展可靠的電力系統，核能便是重要的選擇。

南韓在第一次五年經濟建設計畫中，於1962年完成第一座研究用核子反應器，並於同年三月臨界。此座反應器為TRIGA Mark II 型式，由韓國原子能研究所負責操作。

南韓政府於1962年3月為慶祝此

反應器之臨界，亦發行紀念郵票。



以色列第一座反應器

以色列自建國以後，備受生存的威脅，發展核武便成為其自保的護身符，因此對於核能的研究發展始終不遺餘力。以色列第一座反應器約在1960年完成，以國並發行郵票一枚以為宣揚。不但如此，以色列更曾將此



座反應器當成五元紙鈔的圖案，可見其對發展核能的重視程度。據最近國外消息指出，以色列目前已有七十餘顆核子彈頭，比英國更多，可謂其來有自。

除了上述國家以外，如巴基斯坦



等國也曾為其第一座反應器發行郵票，本文不予一一介紹。不過有個有趣的現象，就是美、蘇、英、法等核子大國都未發行這個主題的郵票，反倒是中、日、韓、以等後進，把第一座反應器落成這件大事，視為本國科技水準的一項里程碑，而盛大的發行郵票加以慶祝和宣傳。



早期核能發電簡史

世界第一座反應器是芝加哥反應堆一號（CP-1），但是CP-1並不會發電。第一座「有發電」的反應器是位在美國愛達荷州，國立反應器試驗中心的實驗用快滋生式反應器一號（EBR-1, Experimental Breeder Reactor-1）。該反應器曾於1951年12月

20日短暫的發電，點亮了四盞燈泡，開啓核能發電的先河。但事實上EBR-1的主要目的是在生產鈾，發電只是附帶的實驗罷了。

世界第一座真正算是實用階段的核能電廠。是蘇俄的歐卜寧斯克（Obninsk）核能電廠。該廠於1954年5月開始發電，發電量是5000瓩，是蘇俄自行開發的反應器，以濃縮鈾當燃料、石墨為緩和劑、輕水當冷卻劑。這種型式的反應器，正是1986年出事的车諾比爾電廠所使用的RBMK反應器的前身，是一種與眾不同的設計方式，此種設計的主要目的也是在生產鈾。

至於世界上首座具有商業規模的大型核能電廠，是英國於1956年10月開始運轉發電的卡德侯（Calder Hall）電廠。其反應器是以石墨為緩和劑、二氧化碳當冷卻劑、天然鈾做燃料，發電量為五萬瓩。英國在早期的核能發電史上居於領先地位，而其所設計的反應器傳統上都沿襲此種型式。

各種型式核子反應器的介紹

如果依照冷卻劑的種類來區分，當今主要的發電用核子反應器大概可

分成四大類：

- 輕水式反應器（LWR, Light Water Reactor）
- 重水式反應器（HWR, Heavy Water Reactor）
- 氣冷式反應器（GCR, Gas-cooled Reactor）
- 快滋生反應器（FBR, Fast Breed Reactor）

輕水式反應器

輕水式反應器使用普通的水當緩和劑兼冷卻劑，但需配合使用濃度為2~4%之濃縮鈾當燃料。輕水式反應器又分成兩類：

★壓水式反應器（PWR, Pressurized Water Reactor）

壓水式反應器的特性就是在反應爐內施加很高的壓力，使爐內的水無法沸騰，如此可以帶走較高的熱量。此型反應器的發展很早，第一座發電用壓水式反應器建在美國賓州的西賓堡（Shipping Port）核能電廠，此反應器是從核子潛艇所使用的反應器改裝而成，於1957年12月開始運轉。壓水式反應器是目前世界上使用最多的反應器型式。

芬蘭於1977年發行壓水式反應器剖面圖郵票一枚，可以看到反應器的爐心就像一個大鋼筒，燃料就裝在筒



子中央，還有幾條管路讓冷卻水進出。芬蘭的這座PWR是蘇聯設計的VVER型式，與RBMK是蘇聯所設計的反應器兩大主流。

在恆春的台電核三廠則是美國西屋公司設計、製造的壓水式反應器。郵政總局於民國75年4月發行一套「電力建設」郵票，其中核能發電部份



就以核三廠廠區全景為圖案。圖案中像大蛋殼的建築，裡面就裝著前述的大鋼筒—反應器；而其右側深褐色的建築，則容納汽輪機和發電機。另外郵政總局在民國77年發行一套「科技發展」郵票，其中「能源科技」主題



又把核三廠收容在內。

中國大陸新近完成的秦山核能電廠（彼岸稱為核電站），是號稱由大陸自行設計、建造的第一座核能電廠，也是壓水式。大陸「中國郵票總公司」於1990年將此電廠選入「社會主義建設成就」第三輯紀念郵票中。這是全篇文章中發行最晚的一張郵票。



此外核能發電的後起之秀—韓國

，在1971年以「第二期五年經濟發展計畫」為主題的郵票中，也以韓國第一座核能電廠壓水式機組「古里一號（KNU-1）」為代表。目前韓國有九部核能機組在發電，已較我國六部為多。



★沸水式反應器（BWR, Boiling Water Reactor）

沸水式反應器內的壓力較低，所以水在反應爐內就沸騰成蒸汽，可以直接推動汽輪機，壓水式反應器則需要再裝設蒸汽產生器以產生蒸汽。

德國在1964年發行一套「增進科學與技術」郵票，即有一張沸水式反應器爐心俯視圖。周圍三個圓環表示層層的包封和圍阻體，中間則為爐心，可看到十字型的控制棒和燃料組件。

我國最早的核能電廠—台電核一廠，還有鄰近的核二廠各有兩部沸水式機組。郵政總局在民國67年發行一



張「核能發電」專題郵票，是以核一廠反應器及外圍包封容器剖面圖為圖案，看起來頗像個大燈泡。民國69年10月郵政總局發行了一套「十大建設

」專題郵票，核一廠的廠區鳥瞰圖又代表「核能發電廠」登上票面。核一廠及核三廠在我國郵票史上各出現兩次，相形之下核二廠就缺少露臉的機會。



重水式反應器

重水式反應器是以重水當緩和劑兼冷卻劑，使用天然鈾當燃料。此型反應器是以加拿大的CANDU (CANada Deuterium Uranium) 反應器最為有名。加拿大設計此種反應器是因為加拿大富有水力資源，提煉和供應重水並不困難。CANDU基本上也是採用加壓的設計，而且更換燃料時不需要停機，因此營運的績效相當不錯。

加拿大於1966年為其第一座大型CANDU核能電廠—Douglas point電廠 (1966-1984) 啓用發行郵票以示慶祝。郵票右側即為該電廠之外觀，

左側的原子圖形頗具構思，請注意到原子核中有兩個粒子—代表是重氫。這是為了突顯此電廠是使用重水式反應器，而非一般的輕水式電廠。



氣冷式反應器

氣冷式反應器的設計是以氣體為冷卻劑，緩和劑則為石墨。早期的反應器大多選擇此種型式，因為可以使





用天然鈾當燃料，另一個原因是產生的鈾比較多。此時期的型式稱氣冷式反應器（GCR）。法國第一座核能電廠Marcoule G1電廠就是屬於GCR，該電廠於1956年臨界，發電量為2000瓩，是以空氣當冷卻劑。法國於1959年發行一套「法國技術成就」專題郵票，Marcoule電廠就是標榜的成就之一。

爲了能提高發電量以突破GCR的限制，英國於是發展使用濃縮鈾當燃料、二氧化碳爲冷卻劑的進步型氣冷式反應器（AGR, Advanced Gas-cooled Reactor）。AGR的原型機組於1962年在Windscale地區完工，英國於1966年發行的「工業技術」專題郵票中也把此反應器列爲代表作之一。



快滋生反應器

快滋生反應器使用混合的濃縮鈾及鈾-238當燃料，當鈾燃耗時，多餘的中子可將鈾-238又轉成鈾，甚至可產生比消耗掉更多的鈾出來，因此稱

爲「滋生式」。不過此種情形必須在中子保持快速度高能量的條件下才能發生，所以名爲「快」滋生式，反應器中也因此不可有緩和劑，冷卻劑也要選用液態鈉等金屬以免中子被減速。

一般常把快滋生反應器當成新型反應器，但事實上在1951年第一座發出電力點亮四盞燈泡的EBR-1就是屬於快滋生反應器。可惜美國卡特總統在1983年下令停止此型反應器的研究開發，因此目前較有成就的是蘇俄、日本和西歐各國。

雖然美國在1983年終止大型快滋生反應器的計畫，但在1982年爲Knoxville世界博覽會所發行的一套「推動世界的能源」專題郵票中，卻將快滋生反應器列入其中，可見其政策轉向的突兀。該枚郵票圖案則是類似日本常陽反應器的蜂巢狀六角燃料圖形。



順帶一提的是有些反應器之命名，與一般以地名爲主的方式不同。法

國Phenix又譯爲火鳥，象徵浴火重生；日本的常陽（Joyo）英文譯爲「eternal light」，有永恆之光的意思，都是對於快滋生反應器燃料能再生使用的最佳詮釋。另外日本人把其第一座重水式反應器以「普賢」（Fugen）菩薩之名命之；把其第一座商用快滋生反應器以「文殊」（Monju）菩薩之名命之，也展現其不同的文化特質。

法國於1959年爲展示其快滋生反應器Phenix之技術成就，發行專題郵票一枚，這枚郵票是以簡化的原子核放出橘紅色的火焰，表示其無窮盡的能量。



從1942年CP-1之後的五十年間，先後於1979年及1986年，發生美國三哩島及蘇俄車諾比爾核能電廠兩件嚴重核能事故，不論擁核者或反核者都從中學到不少經驗，而核子反應器的技術，目前也朝向更安全的進步型反應器發展。若要核能發電在下一個五十年仍能擔當能源的主要來源，端賴各方人士的繼續戮力、更創新境。

第三篇

原子世紀之海上風雲



自人類首度能駕馭原子核裡的巨大能量後，進而如何應用？便成了各方思索的焦點。除了核能發電外，用於運輸工具的推動力是一個考慮的方向。陸上交通工具由於汽、火車的使用已能滿足需求，並無發展空間。美國曾認真研究過用於航空載具，但萬一飛機失事，將會造成的核子污染及無法控制的危險，所以在兩架原型機發展後，便被甘迺迪總統叫停。至於在航海船艦方面，從軍用艦艇到民用船舶，則先後得到不同的成果和經驗。本篇僅就核子潛艇、核子戰艦及核子民用船舶三個主題加以介紹：

核子潛艇

提到核子潛艇，很多人很快就會聯想到「獵殺紅色十月」中的情景。在核能的應用上，核子潛艇幾乎是最風光的一項。

潛水艇的發展很早，在一、二次大戰時即已上陣作戰，不過由於先天的限制，一直只能擔任游擊戰的角色。其主因乃是由於一般潛艇都以柴油引擎為推進裝置，所以必須要有大量的空氣以供柴油燃燒，因此只有在海面或接近海面通氣管可達的距離內，柴油引擎方可使用，而真正潛航時只能靠蓄電池的電力來推動。所以一般潛艇潛航的速度慢、航距短，而且又

必須常常浮出水面充電或補充燃料。

自從核能這種新的能源被發現後，一切似乎都改觀了。許多人從沒注意到一個事實—核能的產生是一種物理變化，不像一般燃料需要氧氣才能燃燒。所以若以核能做為潛艇的推動力，核子潛艇根本不必為了取得空氣而浮出水面，同時由於核燃料所蘊涵的巨大能量，核子潛艇也可終年悠游不必添加燃料。至於船員需用的飲水、氧氣，都可以用源源不絕發出的電力電解海水而得。若再配備裝有核子彈頭的潛射彈道飛彈（SLBM）或巡弋飛彈（SLCM），核子潛艇就真正成了深藏海底的鮫魚，人們找不到牠，卻得隨時提防牠致命的一擊。

以下將就幾枚這個主題的郵票，簡單的介紹幾則核子潛艇的故事：

美國鸚鵡螺號（Nautilus） 潛艇

繼原子彈發明成功後不久，美國海軍就已注意到以核能做為潛艇推進動力的種種優點，在被譽為美國核潛之父的李可佛上校（Hyman Rickover）的推動之下，美國海軍與美國原子能委員會（AEC），從1947年就開始攜手合作，進行核子潛艇的建造計畫。

第一艘核子潛艇於1951年在康乃

狄克州格羅頓港起造，至1954年1月21日經杜魯門總統夫人命名為「美國海軍鸚鵡螺SSN-571號艦」，正式於泰晤士河下水。

此一「鸚鵡螺號」的艦名，是取自法國作家Jules Verne所著的「海底兩萬哩」小說中神秘潛艇的艦名。看過這本小說的人必定驚訝於此神秘潛艇與核子潛艇是那麼的相像。法國於1955年為Jules Verne和他筆下的鸚鵡螺號發行一張紀念郵票，郵票右側是Jules Verne的畫像，左側則是鸚鵡螺號以及那滿腔復仇之火的艦長。



鸚鵡螺號從1955年開始試航後，就憑其優異的性能頻頻突破潛艇的各項紀錄，但最重大的考驗是要向冰封的北冰洋挑戰，穿越傳統潛艇望之卻步的北極海海底。北極海面經年冰封，潛艇必須潛航才能通過，但傳統潛艇因蓄電池的動力有限，航距不夠遠，一旦電力耗盡，就成了冷凍罐頭。但若能通過，不啻開了一條直通蘇俄



後院的捷徑，因此穿越北極海就成了賦予鸚鵡螺號的首要任務。

1958年8月1日，鸚鵡螺號從珍珠港出發一路潛航北上，於8月3日通過北極點下方，全程96小時，1830海哩的潛航壯舉順利完成。鸚鵡螺號的試航成功，奠定了以後核子潛艇發展的基石，而裝填一次燃料所航行的距離，也遠超過書中所說的「海底兩萬哩」。鸚鵡螺號在1978年正式退役，先在舊金山公開展示一段時間後，終於在試航後的三十年後，即1985年，回到老家康乃狄克州格羅頓港，永遠定居在潛艇博物館中。

美國郵局於1959年發行一張郵票，紀念第一位由陸上（其實是冰上）征服北極的美國人皮亞力（Peary），抵達北極點五十週年。郵票上半部是皮亞力駕馭愛斯基摩狗所拉雪橇的圖案，並標明1909年。下半部則是一艘由水下抵達北極的潛艇雄姿，並標明1959年。筆者初見此郵票時受此1959年的年次誤導，以為這艘潛艇是



於1959年冬天冒險於北極點浮出海面的另一艘核子潛艇缸魚號（Skate）。但缸魚號的編號是578號，郵票上顯示的571號其實是鸚鵡螺號，而時間也是1958年而非1959年。

美國海神號（Triton）潛艇

繼鸚鵡螺號以後，美國海軍又開始計劃更大的試驗活動，以更進一步測試核子潛艇的性能，這次是要跟隨十六世紀麥哲倫的腳步，以潛航方式環繞世界一周。

在1960年美國挑選了當時世界最大的潛艇—核子潛艇海神號（又譯為梭尾螺號），擔任這項任務。自2月16日起出發，在這條36000哩的航程中埋首潛航。當年麥哲倫花了三年時間的探險，海神號在83天內就完成，驗證了核子潛艇的續航力，及船員在長期潛航之適應力都足以擔負長期作戰的使命。



位於西印度群島屬大英國協之小國安提瓜（ANTIGUA BARBUDA）曾為海神號發行郵票，以紀念它在世界船艦紀錄上留下的一席之地。

蘇俄洋基級（Yankee）潛艇

蘇俄和美國在二次大戰後的瘋狂武器競賽，在核子彈道飛彈及核子潛艇上表露無遺。蘇俄除了在一開始落後外，之後無論在質與量上都不遑多讓，尤其是新近完成的颱風級核子潛艇，是「獵殺紅色十月」中的主角，更是核子潛艇中的超級巨星。



蘇俄於1970年發行一套戰艦的紀念郵票，其中包括洋基級（Yankee）戰略核子潛艇「Lenisky Komsomol」號。該艦是蘇俄於1967到1974年間所建造之34艘Y型洋基級核子潛艇中的一艘，此類潛艇目前仍是獨立國協潛艇部隊的主力之一。



法國恐怖級 (Le Redoutable) 潛艇

法國因為民族性的關係，在核子潛艇的船體、核子反應器、及彈道飛彈上都要自行開發，因此遲至1969年第一艘核子潛艇恐怖號才正式服役。恐怖號依照美規載有16枚核子彈道飛彈，而更新的頑強級 (L'Intlexible) 每枚飛彈有6個彈頭，威力更是強大。

法國於1969年為這艘恐怖號核子潛艇發行一枚紀念郵票，郵票上最值得注意的是由艇身中央發射的潛射彈道飛彈 (SLBM)，可使潛艇不必浮出水面而直接在水底發射。



箭」就是其大力宣揚的樣本。



核子戰艦

對於美、蘇兩大超級強權，水面

上作戰船艦是維持海上霸權及對世界諸國影響力的憑藉。為因應平時長年在海上巡弋，以及戰時長時間、長距離之征戰能力，核子動力推進裝置無疑是最佳之選擇。而且在減少龐大的燃油儲存空間及重量後，核子戰艦能裝載更多的彈藥、補給、戰機，對提昇戰力有很大的助益。不過由於核子戰艦的建造和維護成本非常高昂，除了美、蘇大國以外，其他各國都是心餘力絀。

美國最早的水面核子戰艦是於1961年7月下水之核子動力巡洋艦長堤號 (USS Long Beach)，不到四個月後，第一艘核子動力航空母艦企業號 (USS Enterprise, 又稱勇往號) 也首航測試成功，接著第一艘核子動力驅逐艦本橋號 (USS Bainbridge) 也於1962年9月1日完成試航。這些水面



是否擁有潛射彈道飛彈是現今區分戰略核子潛艇，與攻擊型核子潛艇之依據，而SLBM及ICBM (洲際彈道飛彈) 併立長程毀滅性武器，皆代表國力之強盛。中共在1986年發行一套「航天」專題郵票，其中「潛射火



作戰船艦加上核子潛艇，構成了美國海上武力的骨幹，在近年如越戰、波灣戰爭中，都發揮極大的效果。

或許因為軍事機密，或許因為不願耀武揚威，筆者竟然找不到一張有關核子戰艦的郵票，只能以一封本橋號的首航紀念封做為代表。

民用核子船舶

自從核子動力裝置在軍用艦艇上的使用相當成功之後，各國政府就紛紛推展到商用市場上去。本部份所要介紹的，皆是水面上供非軍事使用的船隻。

依建造時間的先後順序，民用核子船舶前四名依序為：蘇俄破冰船列寧號（Lenin）、美國商船薩凡娜號（Savannah）、德國運礦船奧圖海恩號（Otto Hahn）、日本貨船陸奧號（Mutsu）。

蘇俄破冰船列寧號（Lenin）

蘇俄雖然有很長的海岸線，但大部份終年冰封，所以如何保持對外航路的暢通一直是個頭痛問題，破冰船的角色也就相形重要。由於破冰的工作常年進行，惡劣的環境又限制燃油的補給，能全年無休的核能推進裝置，無疑是這個問題的解答，因此蘇俄在這方面的應用就拔得頭籌。第一艘

核子破冰船名為列寧號，在1957年下水，1959年開始破冰任務，從船名上就可以看出蘇俄對這艘船的重視程度。

蘇俄當然不會放棄這個世界第一的宣傳機會，在1958年就發行一枚列寧號的紀念郵票，而在1965年的北極探險郵票中又再次亮像。



或許是因為有其特殊的需要，在所有發展民用核子船舶的國家中，只有俄國的核子破冰船最為成功。列寧號直到1989年才功成身退，但在1974年就有其他更新更大的核子破冰船加入行列，這些新型破冰船充填一次核燃料可航行500~700天，使俄國

北方的航線在大部份時間裡都能暢通無阻。蘇俄在1978年為表彰這些破冰船的功蹟，發行一套五枚紀念郵票，其中包括了列寧號及另一艘核子破冰船「Arctica」號。



不過列寧號的結局並不風光，在拆掉有用的設備後，全船伴隨著所獲得的榮耀一起被沉入海底長眠於斯。



美國商船薩凡娜號 (Savannah)

自1953年美國艾森豪總統推動原子能和平方案（請見本文第四篇）後，美國海軍與原子能委員會也合作，把軍用的核能推進技術應用到商船上。第一艘核子動力商船名為薩凡娜號（Savannah，又稱草原號），原為客貨兩用輪，於1959年由艾森豪夫人擲瓶下水，經過長期測試後，至1962年才正式商業航行。薩凡娜號後來改為貨船，但因每年營運費用要花掉三百萬美金，而且許多港口不准她停靠，在商言商的結果終於在1967年結束其航海生涯，永遠停靠在南卡羅萊那州愛國者岬角海軍暨海事博物館供人憑弔。

阿拉伯半島上的小國沙加（SHARJAH）曾發行一套20枚的郵票，主題為古代與現代科技的對比，其中就有薩凡娜號首航離港的情景。



位於西非的多哥共和國（Togolaise）也在1968年的「船舶」郵票中，將薩凡娜號的英姿收錄於內。



德國運礦船奧圖海恩號（Otto Hahn）

奧圖海恩號的船名是為紀念發現鈾原子核分裂的德國科學家 Otto Hahn（請見本文第一篇）。該船是一艘15,000噸之礦砂運輸船，於1968年底下水，自1970年起開始在德國與摩納哥間建立定期往返之運輸航線。基本上奧圖海恩號的核子反應爐是仿效薩凡娜號的設計，由德國公司從1963年起自行承建。不過奧圖海恩號亦已於1979年停航。

日本貨船陸奧號（Mutsu）

陸奧號是世界第四艘民用核子動力船隻，日本對這艘船相當引以為傲，曾向全國民眾公開徵選船名，在1969年底下水時亦曾發行郵票加以紀



念。只可惜此船多災多難，正碰上國際間第一波反核浪潮，而陸奧號在1973年試航時竟發生輻射外洩事件，引起停泊港附近陸奧灣（Mutsu Bay）漁民的抗議索賠，釀成政治事件，陸奧號因此停航十幾年。目前該事件已告解決，陸奧號也遷至新港口，從1991年起又開始進行海上試驗，不過仍將在最近正式終止其多舛的一生。

以核子動力做為船舶艦艇的推進力，經過多年來的經驗，從經濟角度上來看並不合算，再加上政治、環保等因素，因此在商用上很難經營，惟在軍事或其他特殊用途上，核能推進裝置的表現，確是值得接受肯定及掌聲。



第四篇

原子世紀之戰爭與和平

1939年愛因斯坦致羅斯福總統的信函，是促使核能應用飛速推展的關鍵，而引起羅斯福興趣的是信中提到了原子彈的製造—很不幸的，原子能第一次正式演出的舞台是在日本的廣島和長崎，而爆炸的餘威，使得近五十年後的世界情勢，仍在戰爭與和平的邊緣震盪不已。

核武的發展及禁行

核武的發展

芝加哥反應堆一號（CP-1）實驗成功後，美國即全力開始進行原子彈的製造。他們建了三座神秘的城市：第一座是位在田納西州的橡樹嶺（Oak Ridge），專司濃縮鈾-235；另一座是在華盛頓州的漢佛市（Hanford），建造大型的核子反應器及提煉工廠以生產鈾-239；至於原子彈的設計和製造，則設在最機密的新墨西哥州洛斯阿拉莫斯（Los Alamos），由美國科學家歐本海默（J. Robert Oppenheimer）負責領導。

製造出來的原子彈共有三顆：一顆鈾彈於1945年7月16日在新墨西哥州阿烈默多哥（Alamogordo）沙漠試爆；一顆代號「小男孩」的鈾彈於同年8月5日投擲在廣島；最後一顆代號「胖子」的鈾彈則於8月9日投擲在

長崎，並終結了第二次世界大戰。

或許是沒人願再重提這段歷史，不論美國、日本或其他國家似乎都未發行過有關的郵票。蘇俄在1958年發行的一枚原子能和平使用會議紀念郵票中，最左側是一枚「A」彈，勉強算是相關了。此處A彈就是原子彈（Atomic Bomb）的簡稱，郵票上還包括有蘇俄引以為傲的史潑尼克（Sputniks）人造衛星及列寧號核子破冰船。



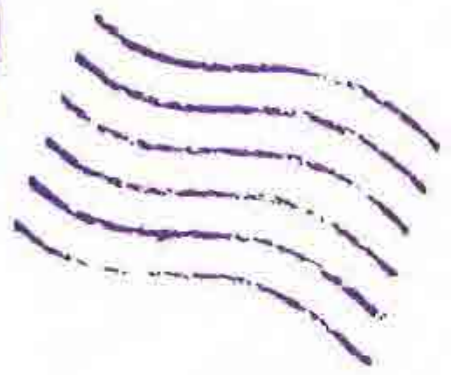
自1945年扔出兩顆原子彈後，在軍力的發展上美國已遙遙領先各國，但美國還認為只要能嚴守原子能的秘密，日後仍將獨操勝券無人能與之匹敵。不料僅僅四年，蘇聯於1949年8月29日就成功試爆其第一顆原子彈，帶給了美國人無休止的軍備競賽。其實蘇聯間諜早已竊得了這些秘密，若非受到大戰的影響國力耗損過鉅，這個競賽還將更早開始。從此之後原子

彈的試爆有如新年的煙火接二連三：1952年10月3日英國在澳洲；1960年2月13日法國在撒哈拉沙漠；1964年10月16日中共在新疆，都成功的試爆了其第一顆原子彈。

除了利用核分裂原理可以製造原子彈外，還有一種更具毀滅性的炸彈也很快被發展出來，那就是利用原子核融合原理製造成的氫彈（H彈，Hydrogen Bomb）。當溫度高到幾百萬度以上時，氫和氘或氚和氚的原子核會融合並放出鉅大的能量，由於需要的溫度非常之高，因此稱為熱核反應（Thermonuclear reactions），太陽的能量就是從這種融合反應而來。前兩年有人宣稱這種融合反應可以在常溫下發生，曾引起世人不小的震撼，因為氫、氘和氚都可從水中取得，可謂取之不盡用之不竭，而且幾乎沒有核污染的問題，只可惜最後不了了之，白高興一場。

美國在1952年10月就在太平洋中的一個珊瑚礁島成功試爆了一顆氫彈，此後，俄國在1953年、英國在1957年、中共在1967年、法國在1968年也都紛紛跟進完成試爆。

雖然沒有人能確實知道，在幾十年東西陣營的對抗下，累積了多少顆原子彈和氫彈，但無庸置疑的，其數量和威力早已足夠將全人類推向萬劫



不復之境地。

核武的禁衍

由於各核子強國不斷的進行核武研試，到了1964年時，美、俄、英、法已做了將近四百次大氣中核子試爆，不但嚴重危害人類生存環境，也加重彼此軍備競賽的負擔，因此美、俄、英三國於1963年簽約（Partial Test Ban Treaty），有限度禁止在大氣、外太空及海底進行試爆。

聯合國於1964年10月中共第一次試爆原子彈後沒幾天，就發行一枚「停止核子試爆」（Cessation of Nuclear Testing）郵票，這張郵票圖案很突出，是一把鎖掛在原子彈爆炸後的蕈狀雲上面，寓意極為明確。



自從1963年的有限度禁核條約後，到了1968年一個全面性的條約—「禁止核子擴散條約」（NPT, Treaty on the Non-Proliferation 或稱「核子禁衍條約」）終告為國際間大部份國家所接受。此條約至1993年5月底止，已有157個國家簽署。

不過對於此條約不平等的責難，也獲得普遍的認同，因為「禁止核子擴散條約」一直為人所詬病的就是只許五個核子大國獨佔核武的權利，而要其他國家放棄核武，但又不保證他們的安全，這種聯合壟斷的行為頗讓其他弱國憤憤不平。

由於核武的魅力太大，沒加入「禁止核子擴散條約」的印度於1974年5月也試爆一組核子裝置，所用的鈾原料是從加拿大贈送的反應器中偷出來的。至於以色列，擁有的核子彈頭數目甚至超過英國。巴基斯坦在中共的扶植下大概也有10枚的核子彈頭。

除了這些未簽約的國家之外，有些簽約國也一樣偷偷在發展，譬如幾個阿拉伯激進國家，最有名的算是伊拉克，只差臨門一腳就讓波灣戰爭應驗了聖經中末世紀的預言。由於伊拉克發展核武對以色列有如芒刺在背，因此以色列在1981年6月7日派機摧毀其核子反應器，伊拉克竟於次年透過發行郵票向國際告狀，此種的做法及



郵票的圖案都相當的富有創意。另外還有在最近不斷嚷著要退出NPT的北韓也被懷疑私製原子彈，卻又拒絕聯合國的檢查而引起東北亞的緊張關係。

由於NPT即將於1995年失效，是否續約？必將成為政治上的籌碼，此



類消息也定會是往後幾年報上的熱門新聞。

聯合國於1972年發行一套「禁止核子擴散條約」的宣傳郵票，就是爲了大力宣揚NPT的精神，圖案是在蕈狀雲上打了一個大叉，跟前述的大鎖郵票有異曲同工之妙。



美國原子能法案及組織

第二次世界大戰結束之後爲了要釐訂今後核能發展的方向，美國國內花了大半年的時間在辯論核能發展是否仍受軍方管轄，或者由人民透過國會來管制，結果是主張民管的一方獲勝。杜魯門總統於1946年8月1日簽署了攸關美國核能政策走向的「原子能法案」（Atomic Energy Act），由於該法案是由康乃狄克州參議員麥克馬宏（Brien McMahon）所草擬，因此又稱爲「麥克馬宏法案」。美國於1962年爲紀念麥氏逝世十週年以及他所推動的原子能法案，印行有麥氏肖

像郵票一枚。



根據這個法案，美國成立了原子能委員會（Atomic Energy Commission, AEC），並授予這個組織推動原子能軍事及商業用途的絕對權力。不過雖然AEC的目的是在推動原子能應用，但對象只侷限於美國本體，其內涵仍在維護國家利益阻止他國跟進，因此對外仍極度嚴守原子能的秘密，舉凡核能物質、設施全屬國有，並嚴禁核能技術、知識的外洩。爲了控管AEC的作業，美國國會也成立了原子能聯席委員會（JCAE, Joint Committee on Atomic Energy），在美國國會史上該委員會曾是長期擁有最大決斷權力的組織。

除了美國外，其他各核能國家也都設有類似AEC的組織，其中法國並於1965年爲慶祝法國AEC成立二十週年發行紀念郵票一枚。

經過八年的時間，一方面核武技術幾乎已是公開的秘密，另一方面

AEC認爲將核能推展到商用的時機已然成熟，因此在AEC的建議之下，美國國會通過了1954年版的原子能法修正案，鼓勵私人及各國從事核能發展。在此之下美國國內也允許建造核能電廠，而AEC除了推展核能應用外，此時也加上了核能管制的任務。

到了1974年美國國會通過改組AEC成爲兩個新組織：專責核能管制業務的是核能管制委員會（NRC, Nuclear Regulatory Commission）；負責推展核能應用的則爲能源研究發展局。不久後能源研究發展局合併了一些其他單位再合組成爲能源部（DOE, the federal Department Of Energy）。NRC及DOE目前仍都是美國與核能運作密切相關的兩個單位。



國際原子能和平運動及組織

或許是經歷了太多的戰爭，艾森豪（Eisenhower）於當選美國總統後，於1953年12月8日在聯合國大會上提出了「原子能和平方案」（Atoms for Peace Plan）。該方案主要內容為建議成立一國際性的組織——國際原子能總署（IAEA, International Atomic Energy Agency），所有核武國家把核分裂物質送交IAEA，再由IAEA轉而提供並協助其他國家使用在農業、醫療、發電等之和平用途上。艾森豪的主張也連帶影響了美國國會通過1954年的原子能法修正案。

1955年7月美國為推揚此Atoms for Peace理念及慶祝第一屆國際和平使用原子能大會，發行一枚郵票並把此方案的目的印在郵票之上。為響應艾森豪的原子能和平方案，聯合國於1955、1958、及1964年分別在日內瓦召開國際和平使用原子能大會。第一



屆舉辦時有1400人從73個國家遠道赴會，可謂盛況空前。第一屆和第二屆召開時美國及瑞士分別都發行有郵票做為紀念。



經過幾年的協商及準備，聯合國大會終於在1957年7月29日通過設立IAEA，總部設在維也納。IAEA主要的工作包括：1.核能研究及技術之協助；2.核能安全之維護；3.核子物質、設施之保防。幾十年來，一些較落後國家在核能科技應用上的發展、核子事故之善後（如車諾比爾事件）、核武之安全檢查（如波灣戰後對伊拉克、近期對北韓）都可看到IAEA的身影在國際舞台上縱橫奔波。

聯合國為慶祝IAEA的成立，於1958年發行一套郵票，圖案是很簡單的原子符號及聯合國的標誌。而IAEA總部所在的奧地利，則於1977年為IAEA成立二十週年發行紀念郵票，郵票中白色部分的圖案，就是IAEA的會徽。



此外俄國也於1987年發行IAEA成立30週年的紀念郵票，圖案則是IAEA總部大廈。

自IAEA成立後，有多個國家為各屆召開的IAEA大會發行紀念郵票





，例如：日本於1965年為第九屆大會印行紀念郵票，圖案是東海核能電廠，右上角則是鈾的結構圖；巴西也於1976年為第二十屆大會印行紀念郵票；印度則於1979年為第二十三屆大會印行紀念郵票。



曾被視為自由世界的頭號敵人—蘇俄，也發行有以原子能和平使用為主題的郵票。除了前面提過的1958年一枚外，在1962年還發行一套兩枚該主題的郵票，一枚是以克里姆林宮為背景，在兩側各有三幅代表原子能應用的圖形；另一枚更是直截了當，中央是蘇聯地圖，兩側則以十種文字寫著「和平」二字。



原子能和平用途

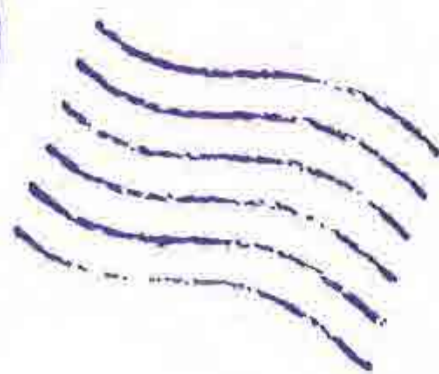
主要的原子能和平用途包括核能發電、醫療、農業及工業等。核能發電部份已在本文第二篇中介紹過，此處不再贅述，其他部份則在此一一簡單介紹。

醫療

雖然放射線曾奪走許多的生命，但它也可以化身成為救人性命的醫療用工具。一般人最常碰到的場合是胸部X光檢查，而最早利用X光檢查出肺結核症狀的是1896年法國人A. Beclere。西元1957年法國即發行一枚郵票來紀念這個事蹟。郵票上除了Beclere先生的肖像，還有所使用的X光設備及常見的胸部X光照像的情景。

放射線在醫事上的用途除了檢驗外還可用於治療。日本於1966年印行一套兩枚防癌加捐郵票，一枚是鈷-





60醫療設備，這是以放射線消滅癌細胞的利器；另一枚是以象徵X光的兩道交叉光芒照在平躺的病人身上，表示以X光早期檢查癌症。除了X光以外，現在還有更新的電腦斷層掃描也屬於這個範疇。



附帶一提的是印尼已於1987年發行一枚防癌加捐郵票，郵票上除了放射儀器外還有劃有一隻螃蟹。說起這隻螃蟹可有來頭，因為英文裡的「



Cancer」（癌症），在希臘文和拉丁文的原意就是「螃蟹」，所以國際上已接受使用螃蟹圖章來代表癌症。

農業

原子能使用在農業上包括以放射線來除蟲殺菌、保存食物等。糧食增產是聯合國援助落後國家的主要工作，而放射性同位素在這方面有很大的貢獻。聯合國於1977年原子能和平使用二十週年郵票上，即以穀物、果樹苗的圖案表示原子能在這方面的用途。



工業

放射線在工業上的使用，比較常

見的是對工業產品做「非破壞性檢測」，可以不需對待測物品做任何破壞就測得其厚薄、位置、瑕疵等物理性質。前陣子我國讓原子能委員會勞師動眾，把地皮翻了幾遍的聯成鋼鐵遺失鉅額輻射源案，該輻射源就是做此用途。羅馬尼亞在1957年發行郵票慶祝第二屆工程師及技術員學會大會，就是以原子符號、直尺和測徑規象徵放射線在工業上的用途。



此外在第三篇中介紹過的核子動力推進裝置，還有在太空探險中供應穩定電力的核能輔助動力裝置（SNAP）或核能電池，甚至核能動力火箭的發展，在明日人類的太空探險史上都將扮演耀眼的角色。