

## 化腐朽為神奇

葉李華



太空梭升空英姿 (NASA/KSC提供)

今年諾貝爾物理獎輪到表彰天體物理學，其中一半獎金頒給「微中子天文學」的兩位先驅——美國賓州大學的戴維斯 (Raymond Davis Jr.) 與日本東京大學的小柴昌俊 (Masatoshi Koshihira)。不過本文並非討論微中子天文學的原理或發展，而只是想借題發揮，用這門學問當作例證，來談談科技趨勢的某個面向。

話說在天文學諸多領域中，微中子天文學算是相當特立獨行。天

文學的其他分支，無論是光學天文學、電波天文學、紅外線天文學、紫外線天文學、X光天文學 (亦是今年諾貝爾物理獎的明星)，都得盡可能讓觀測儀器穿透大氣層、盡可能接近太空，才能獲得較豐富的數據或較清晰的影像。微中子天文學卻恰恰相反，它的偵測器必須埋在地底深處，盡可能隔絕所有的物理訊號。這是因為微中子的作用太過微弱，唯有充分隔絕其他的物理作用，才能準確偵測出微中子事

件。好在微中子幾乎無孔不入，能夠穿透任何的物理屏障，輕輕鬆鬆便能抵達深埋地底的偵測器。

理論上，微中子偵測器當然埋得愈深愈好，可是實際上談何容易？前面說過微中子的作用十分微弱，因此這種偵測器至少得像小游泳池那麼大 (而且裡面的確充滿液體)。然而要在地底深處建一座游泳池，絕對是一件不切實際的事情。

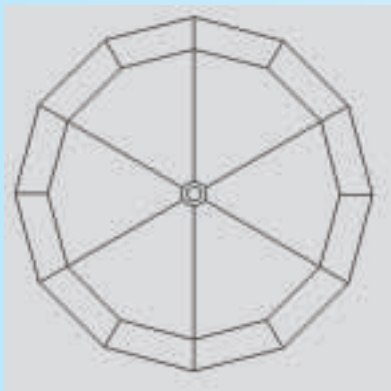
怎麼辦呢？窮則變、變則通，科學家想到一個省錢、省時又省力的辦法，那就是「撿現成」。於是全球各角落的微中子偵測器，一個個都埋在廢棄礦坑的深處。

這個故事帶給我們一個啟示：只要發揮巧思，只要利用得當，舊科技所遺留下的廢墟或廢料，搖身一變就成了新科技的基礎設施 (infrastructure)。在這個例子裡，舊科技是採礦，新科技則是微中子天文學。將廢棄的礦坑當作微中子

的偵測場所，就是化腐朽為神奇的最佳詮釋。

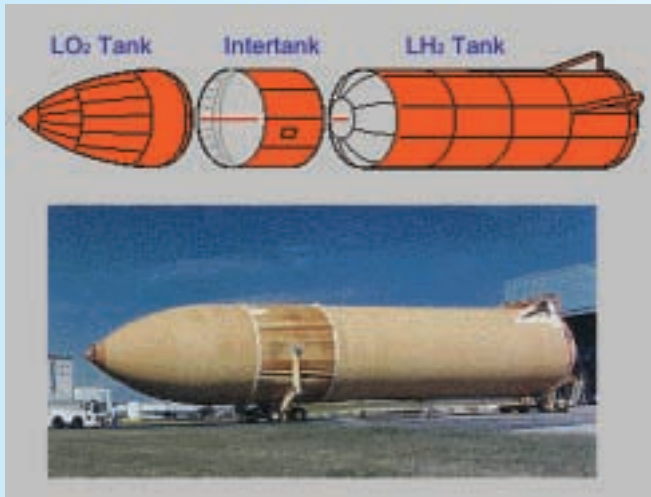
信手拈來，這類例子還真不少。例如冷戰時期，美國在境內建造許多洲際彈道飛彈基地，而為了預防前蘇聯的核武攻擊，這些基地深藏地底，儼然一座地下堡壘。冷戰結束後，大多數核彈頭飛彈遭到拆除，這些基地也就成了歷史陳跡。不過有

人腦筋動得快，他們向美國軍方低價收購這些廢棄基地，改造成最前衛的地底豪宅。除了發揚廢物利用的美德，這項舉動也頗符合《聖經》中「把刀劍打成犁頭，把矛槍打成鐮刀」的教誨。



十二個外燃料筒組裝成太空站的示意圖（郭家均繪）

此外有個醞釀中的計畫，姑且不論最後能否實現，本身絕對符合「化腐朽為神奇」的精神。在歐美與日本，已有許多人嗅到太空中的商機，進而著手各種匪夷所思的企



內裝液態氫與液態氧的外燃料筒（NASA/MSFC提供）

劃，以搶攻這個遙遠的商業處女地。其中有位仁兄（Gene Meyers）很有趣，他計畫建造一座環形的觀光太空站，而主要建材竟然是太空梭的外燃料筒（註一）。為什麼呢？理由如下：

一、外燃料筒只能使用一次，用完就是標準的廢料（註二）。

二、每次太空梭升空後，NASA（美國國家航空暨太空總署）都讓外燃料筒落到印度洋墜毀，從來不做廢料回收。

三、最重要的是，既然外燃料筒好不容易飛到半空，只要再加把勁就能進入太空軌道，讓它平白落到地面就是絕大的浪費！平均而言，每一磅物體飛上太空都要花費上萬美元，因此相較於地表的任何燃料筒，半空中的空筒無形中身價N倍。

根據這位仁兄的說法，只要NASA願意與他簽約，他只需要

六、七年的時間，就能建好人類第一座太空旅館。想上太空度假的朋友，請密切注意吧！

銘謝：感謝交通大學建築研究所施向誠教授提供的靈感，以及NASA總部太空任務科學家李傑信博士提供的專業指導。

註一：這絕非異

想天開，早在一九七〇年代，NASA就曾經做過類似的事。當時前蘇聯在太空站的發展上領先美國，NASA為了急起直追，便將農神五號（Saturn V）火箭匆匆改裝成「天空實驗室」（Skylab 1,2,3,4）。但是由於決策草率，過程倉卒，「天空實驗室」的表現果然不理想。

註二：外燃料筒旁邊的兩具助推（固態）火箭則可多次回收，因此每次都藉著降落傘緩緩落到大西洋，再由海軍拖回美國本土。

## 深度閱讀資料

李傑信著（民88），追尋藍色星球，新新聞出版。

希坎姆著，吳鴻譯（民89），奔月追緝令，天下文化出版。

葉李華

交通大學建築研究所