

# 投影式星象儀發明99年(上)

文·圖—林志隆

許多人到科博館參觀時可能也安排看一場太空劇場的球幕影片，而每一場在播放之前都會先由工作人員提供5-10分鐘的簡短星象教學(圖1)，讓觀眾體驗一下星空之美並認識當季的重要星座。

當劇場人員把燈光逐漸熄掉投射出逼真的星空畫面時，許多人都會為投射出來的星空所震撼，而真正在晴朗的高山野外看到的星空，其實比在劇場中看到的還要更加美麗許多倍。在太空劇場的半圓球形幕內投射模擬星空的機器叫做「星象投影(或模擬)儀」，或簡稱為「星象儀」，這樣的設備發明至今其實還不到100年。

目前中文裡的星象儀(或天象儀)是指由內往外投射模擬星空到一個球型銀幕的設備，它來自英文的planetarium(乾隆時代音譯為不蠟尼大利翁)，但是planetarium這個字在英文中其實有非常重疊的意義，這和它的發展演變歷史有很大的關係，而這個演變又跟西洋的科學觀、宇宙觀演變有密切關係，本文希望用簡潔的方式闡述人類的宇宙觀演變如何改變planetarium的設計，或者planetarium的演變是如何呈現人類宇宙觀的演變。

在英文中planetarium這個字可以指投影星空的星象儀，可以是自外向內看的老式星(天)象球(像科博館水運儀象臺上面那一顆渾象球)；可以指利用這個設備進行教學的場所(星象館，通常有個半球圓頂)；也可以是展示天文知識的展覽館(中文叫天文館，不管裡面有沒有星象投影設備)；也可以是展示太陽系各天體運行的一項展示模型(中文叫做太陽系儀、行星儀或太陽系行星儀)，所以很多人一聽到這些東西就頭昏眼花不知所云了。

簡單的說，planetarium就是一個呈現人類宇宙觀的演示道具。幾千年前人類就開始把天上的東西畫下來，畫在平面的牆或紙上面就是普通的星圖。可是星空看起來是個立體的圓球狀，畫到



圖2 科博館水運儀象臺上方的(渾)象球，它代表把星星都放到一個球殼上的渾天說宇宙觀，只是它只能把星星點在一個圓球上由外往內看。

平面上會變形，所以就有人找了顆球把星星點在上面，這樣隨時間轉動起來最能跟實際天體位置契合。水運儀象臺最上面那顆黑色的「象球」(圖2)，就是古代天文官演示天體運行的立體星圖。

中國史書記載在西元前4世紀的戰國時期，甘德、石申就製作過一種叫做「渾象」的球形設備來演示天體運行，之後歷代的天文學家都喜歡這個概念。而在西元前2世紀的古羅馬馬記載中，也提到古希臘的泰利斯(Thales)做過類似的東西。在現代的教學儀器中也還有這樣的東西叫做「天球儀」(圖3)，只是大多會使用透明壓克力球讓學習者更容易感受到天球的概念。在這樣的天球儀上



圖1 科博館太空劇場目前的數位式星象教學投影

只能畫上固定的恆星，並無法演示日月五行(合稱七曜)的運行，但是古人可以利用渾儀測定七曜每日在恆星間的位置，進而了解其移動規則並進行各種計算和天象預報。

到了歐洲文藝復興時代，日心說漸漸取代了地心說，各行星和太陽的距離、軌道位置、大小比例等漸漸被測定出來，這時候就有人開始製作太陽系的模型(圖4)，這樣的東西也被稱為planetarium，中文則稱為太陽系(行星)儀(所以叫做planet-arium)。1792年英國馬夏爾尼使團進獻給乾隆皇帝的珍寶中有「壹座大架仔」叫「布蠟尼大利翁」，其實就是一座製作非常精美的太陽系儀。根據文獻描述這應該是把太陽放在中心，周圍依照距離和大小比例置放6大行星(含地球)和它們的衛星，以發條為動力經過各種比例的齒輪帶動支撐行星的連桿，可以演示行星公轉的週期比例，甚至可以推演何時會發生日月食(原文中為日失月失)。

筆者推測在最外面可能還有半球頂或環形的框架，上面嵌著一些黃道附近的主要恆星。這在當時大概是世界最先進的科技了，只可惜當時參加使團進獻表演的貴族及官員都是外行人，以致沒人看得懂它的價值而被當成普通的珍寶就隨便擺著了。



圖3 現在常見的教學用天球儀，也是把星星點在一個球上由外觀看的角度。



圖4 座式太陽系儀。1812年由羅伯特·布萊特爾·貝特(Robert Brettell Bate)製作，現存於伯明罕科學博物館。(取材自維基百科，為伯明罕博物館託基金所有)



圖5 現存仍在運作中的最古老懸吊式太陽系儀，位於荷蘭福蘭納克的艾瑟艾卡天文館(Eise Eisinga Planetarium in Franeker)，原型在1774年完成。(取材自維基百科，由Erik Zachte拍攝)。

太陽系儀發展了數百年時間，從最早只是把太陽和6大行星按距離和大小比例擺在一個底座上，後來用齒輪連桿讓它們運轉，再到連衛星也可以按週期運轉(可以推演日月食)。後來越做越大，甚至到19世紀初已經變成把設施吊掛到天花板上，讓太陽和行星、衛星垂掛而下在空中運行，尺寸也越做越大，有的甚至達到直徑十幾公尺，感官上的震撼也更加強勁

(圖5)。

同時，還有一類觀點相反的設施也在快速發展，跳脫前述離開地球由外往內看太陽系儀的方式，這種設施是做一個巨大的薄空心球殼，然後在薄殼上依照恆星位置打各種大小不同的洞，再由外透進光線。位在球內的人會看到漆黑的天空中出現了許多亮暗不一的光點，就像是夜間站在戶外看到的星空一樣逼真。這種球殼裡每個星星的亮暗是由洞的大小來控制，有些甚至還可以轉動這個球殼模擬地球自轉造成的星星東昇西落。

筆者2017年到芝加哥阿德勒天文館(Adler planetarium)參訪時看到了復古1913年的阿特伍德球(Atwood sphere)如圖6和圖7。它是一個直徑大約5米的薄球殼，目前改成觀眾坐在一個臺座上整個往前滑進圓球中，解說員講解時還有兩個小馬達會帶動打了692個小洞的薄球殼轉動，觀眾在裡面看到透光的小洞排列出天上的星象，再由球殼轉動發現有一顆星(北極星)幾乎原地不動(圖7)，是一種非常有趣的觀星學習體驗。這種設計和1947年Spitz發明的針孔投影式星象儀在概念上有密切關係，我們在下篇時將會對此做更多比對說明。

其實類似阿特伍德球這樣的設計在中國很早就出現過，叫做「假天儀」。根據宋代的紀錄，韓公廉和蘇頌合作完成著名的水運儀象臺之後，又和翰林學士許進合作設計了一個「假天儀」。這個設施是一個竹編紙糊的超大燈籠，大約比一個人高一些，紙殼上按照天上星辰的位置戳了許多個洞，坐在裡面的人可以看到彷彿真實的滿空星點。裡面還有樞紐可以扳動後讓燈籠旋轉，以模擬日月星辰的東升西落。

由於這樣的模擬星空效果非常好，因此許多國家都開始競相仿效，圓球的尺寸也越做越大。1905年德意志博物館慕尼黑館的奧斯卡·馮·米勒(Oskar von Miller)委託蔡司光學公司(Carl Zeiss Optics)設計製造一架世界最大，可以同時展現日心和地心觀點的動態機器。這件作品在1924年才完成，結合了懸吊式行星儀與阿特伍德球的概念，它的可動式天花板直徑高達11.25米(土星的位置)，周圍牆面上還嵌了



圖8 蔡司1923年發明的投影式星象儀Mark I歷史照。(取材自維基百科，由國際星象館學會IPS提供)



圖6 芝加哥阿德勒天文館(Adler planetarium)裡面展示的仿1913年復刻版阿特伍德球，直徑約5米。



圖7 球殼外面有小馬達(紅箭指處)可以轉動整個球殼，球內的人就感覺星象在轉動了。

180顆燈泡排出主要亮星的位置(圖8)。

可是真正在歷史上具有突破意義的並不是這個星象儀空間，而是在開發過程中意外被發的副產品：投影式星象儀。由於篇幅所限，投影式星象儀的演變歷史只能留待下篇再做介紹。(未完待續)