

科学史与科学家介绍

中國的天文鐘

李約瑟 王 鈴 D.J. 普拉斯

(英國劍橋大學)

一般人都認為機械鐘的發明是科學和技術史上最重要的轉折點之一。按照直到最近以前為大家所接受的观点，把機輪的轉動變慢，使它連續地保持一個恒定的速度，以和天體每日外表的運動一致的問題是在14世紀初期被歐洲人解決的。他們把几串齒輪和軸葉擒縱器結合起來，并以懸錘發動它。不過最近的研究證明，最初的機械鐘表並不像一般人所設想的是一件十分巨大的革新。事實上，它是由一系列的複雜的天文“鐘”、天象儀模型、用機械轉動的活動星圖和為陳列和表演而制作的這一類設計演變而來的，並不是一開始就是精密的時鐘。雖然這些設計是最有趣味的和最早的科学機械，但至今保留下來的却只有一些零星的遺迹，文字的敘述也是不完整得令人苦惱，缺乏足夠的資料，因而不能使我們明確地了解它所包含的機械原理。通過對於一些中世紀中國書籍的考察（雖然這些書的年代關係還沒有能夠弄清楚），我們已可以確定在7世紀到14世紀之間中國有製造天文鐘的悠長的傳統。

具有關鍵性的一本書是1090年蘇頌著的“新儀象法要”。這本書很詳細地敘述了一個大的天文鐘（圖1和圖2），這鐘不是用懸錘發動，而是用水或水銀沖擊的帶有受水壺的動輪。除用几串齒輪使儀器轉動外，這鐘並具有精巧的報告時辰的木人。這種鐘的擒縱器部分是由下列几种機構組成的：防止在每一受水壺未滿以前下落的杠杆一個、舌一個、和停止輪子轉動的系統一個。還有一個防止輪子倒退的裝置。它所含的基本原

理與其說像軸葉擒縱器，倒不如說更像後來17世紀的錨狀擒縱器，雖然保時作用主要是依靠水流，而不是依靠擒縱器本身的作用。所以這種類型的作用是恒定液體流的保時作用和機械產生擺動的保時作用之間從前沒有被發現的“環節”。蘇頌的書敘述得這樣詳細，他提出了11世紀的一百五十多種機械零件，使得可能詳細地畫出時鐘的圖樣。

對於“新儀象法要”的完全了解可以幫助我們解釋關於其他一些時鐘的敘述文字。這些文字一部分存在於斷代史中，一部分原書已經遺失，但1267年的百科全書“玉海”中還保留着一些資料。一個用水銀轉動的重要的天文鐘是宋代司天監四川人張思訓於公元979年製造的。制鐘的傳統似乎是開始於僧一行和工程師梁令瓚於公元725年所制的一項儀器。若不是研究蘇頌的著作，關於這些儀器的敘述文字是很難以了解的。

早期的文獻說渾儀或渾象是用漏水轉動的，這包括從約公元130年張衡的工作到約590年耿詢的工作之間的時間，但是找不到關於這時期的擒縱器的材料。我們起初認為只是用浸在大漏壺中的一個浮標作為擒縱器。這屬於具有轉動日晷的希臘（Anaphoric）鐘的系統，或者也屬於拜

* 編者按：英國皇家學會會員李約瑟博士等所寫“中國的天文鐘”一文，討論了一個很有趣的科学史問題。關於這個問題，劉仙洲教授的論文“中國在原始動力方面的發明”（機械工程學報第一卷第一期，1953年10月），“中國在傳動機件方面的發明”（機械工程學報第二卷第一期，1954年7月）也曾作過介紹。

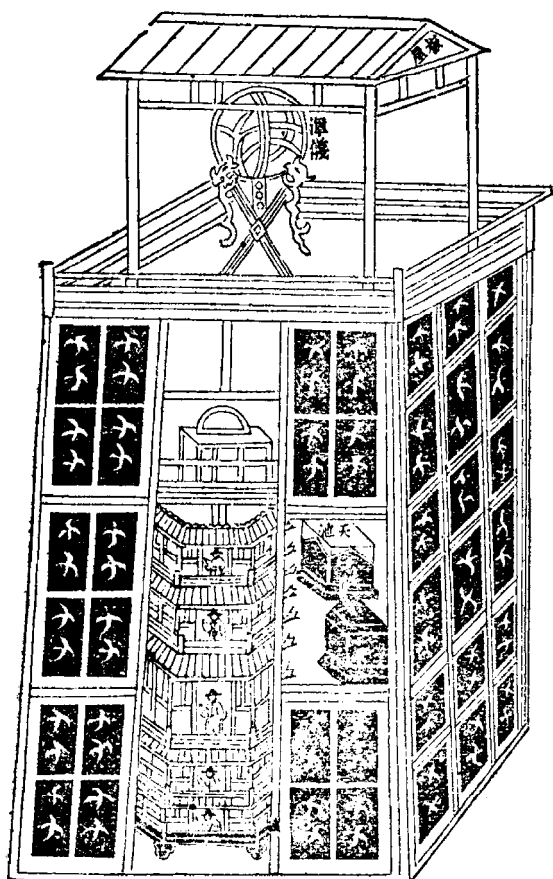


圖1 蘇頌“新儀象法要”卷下中的1088年的天文鐘的外形。渾儀置上層。渾象置台中，台下有五層木閣。五層都有門，門中有木人出入報時，右邊設有幾個水壺引水升降，以轉機輪。儀器總高30尺。

占庭和阿拉伯文化領域內有名的水击鐘範圍。但是文獻的和歷史的考察使我們傾向於下述意見：漏水滴到一個帶有戽斗的動輪，轉動具有絆阻突出物的杆，這杆構成一個擒縱器。它作用在這儀器的一個齒輪上，使它一個齒挨一個齒地移動。

這樣一來，中國天文鐘的傳統似乎很可能是後來歐洲中世紀天文鐘的直接祖先。再者，以前未知的這種水運鐘的詳細敘述使得可能在印度、阿拉伯和西班牙屬的摩爾的文獻中發現敘述不完整的類似的設計（或者由於不完全了解）。到目前為止，我們還不大能說出這設計方法是怎樣傳

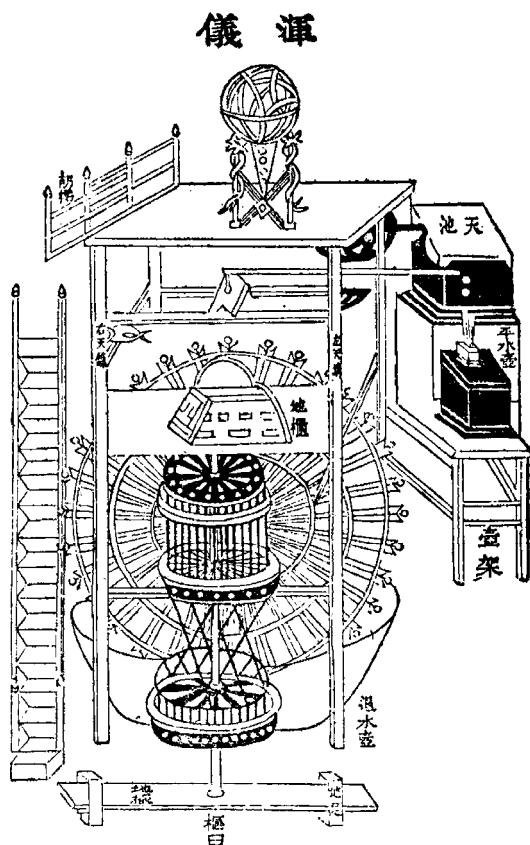


圖2 圖一的內部構造，垂直軸和附有木人的小輪在前面。後面是帶有杓斗的動輪。水壺在右面。防止倒退裝置的一部分在左上角。圖中沒有擒縱器，可是動輪上面的裝置可能有一部分是用來作為擒縱器的。

播的，雖然歐洲人於14世紀初就已經知道了水力推動和機械控制的動輪裝置。我們認為，傳播的時間更像是十字軍東征的時候（和風車一樣），而不是在帕克斯·塔爾塔里卡(Pax Tartarica)和馬哥波羅的時代。

所有這些文件都已譯出，並且附有注釋和討論。希望不久由古代鐘表學會出一專集，來發表這項研究結果。

[席澤宗譯自英國“自然”
1956年3月31日號]