

# 保持母港時間的計時器——

沈建東

## 英國皇家海軍航海鐘Eiffel No.5的介紹

海洋不像陸地有明顯的景觀可以做為辨認位置的參考標的，它的面積廣闊，氣候變化極劇，有時遇著暴風雨，波濤洶湧，有時大霧迷茫，皆足使船隻迷航瀕險，因此長久以來，航海便是一種英雄式的被稱頌的冒險活動。儘管拖勒密體系的經緯度理論發明甚早，企圖將廣闊的洋面加以座標化，船員便能根據海圖座標找到自己船隻的位置，但是如何測定船隻所在精確的經緯度（特別是經度），則是航海時代來臨後長期困擾著航海人的問題。在「探索亞洲：故宮南院首部曲」之「西潮下的文化與藝術」單元中，展出了一具十九世紀初期的航海計時器「Eiffel No.5」，本文即介紹這件有輝煌記錄的計時器。

### 前言

經度的劃分與時間有關，地球自轉一天二十四小時，地球一周為三百六十度，因此一小時分配經度十五度。十八世紀的人知道時差一小時經度相差十五度，因此要知道經度多少，先要知道時間差，即船隻所在時間與母港時間差數，於是時間的準確度又成了迫在眉睫的問題了，因為即使計時器有一秒鐘的誤差，也會造成測量上赤緯數百公尺的偏差。

今日在具備國際化的商業大樓及旅店，櫃臺牆上都可看到數面時鐘，以顯示國際城市當時不同的時間，甚至手錶上也有兩地時間的設定顯示，更不用說電腦上的地方時刻換算功能，甚至於GPS全球衛星定位系統的連結了，但是在十八、九世紀時，上述的情況都是夢想，當時推廣使用的航海天文鐘（Marine Chronometer，俗稱航海鐘），可算是先進的機械計時器。

當船隊從港口出發，在跨洋旅程中不斷做東西南北的航道變化，航海鐘保持著出發母港的時間，在航行中計時機械得承受因天候變化所造成溫度、氣壓急遽的改變，而且在搖晃顛簸的旅途，靠著平衡架的減震設計，目的在於維持計時準確度的能力。船員利用這種航海鐘所顯示的母港時間與當地正午十二時的時間差，可以換算出距離母港的經度差距，同時測量當地太陽正午位置，可由測



圖一 院購藏英國維多利亞時代海軍用航海鐘Eiffe No.5及桃花心木盒全貌

緯儀可得到緯度數據，如此便可從海圖上獲悉所在的經緯位置。

關於航海鐘的研發，Dava Sobel所寫《尋找地球刻度的入》（*Longitude*）一書，詳述英國平民工匠哈里遜（John Harrison, 1693-1776）造航海鐘

的故事，讀者應該不會陌生。哈氏雖不斷受到以月亮軌道測定經度法為宗的學院派的刁難與掣肘，曾被批評無天文理論及觀測經驗，豈能解決經度的測量問題，但他靠著驚人的毅力與匠心獨運的巧思及手藝，創造出極精準且適於航海的

計時鐘，進而解決了歷來航海的測量經度方法的爭議，確立以機械鐘計算時間差來推算經度，而不用月相軌道測定的複雜方式。哈氏鐘經實證明有優越的精準度及克服海上環境變化的優良設計，挾著其實用性與市場需求，終究使得航海鐘能大行於世〔註〕，哈氏也在世界鐘錶發展史上奠定了不朽的地位。

十八世紀後半期英國許多著名的鐘錶匠也投入了機蕊組件及精準度的改良，重要者如約翰·阿諾德（John Arnold, 1736-1799），他的貢獻在於發明螺旋發條及擒縱裝置的改良。托馬斯·厄恩肖（Thomas Earnshaw, 1749-1829）改良為鎖橫式爪式擒縱器組（Spring Detent Escapement），並消除由彈簧支軸產生的振動及潤滑的手續。這段時期特別針對溫度變化造成速率改變方面的改進及對哈氏第四代鐘的簡單化，都有著明顯的進步。經過這些改良，使航海鐘工業制式

AN ACCOUNT OF THE RATE OF THE SEVERAL CHRONOMETERS ON TRIAL  
AT THE ROYAL OBSERVATORY, FOR MARCH 1835.

圖三 一八三五年三月由英國皇家天文台所作的航海鐘精準測試報告，表格欄為Eiffe No.5的測試結果。

By Command Of the  
LORDS COMMISSIONERS OF THE ADMIRALTY.

Each Depositor is to subscribe, in the column below, the distinguishing number of his Chronometer, and opposite thereto in the following Declaration.

1<sup>st</sup> That I am a Chronometer maker, and that I carry on & possess the business of a Chronometer maker.

2<sup>d</sup> That the Chronometer, or Chronometers which I have deposited at the Royal Observatory, and opposite to the distinguishing number of which, I have affixed my name, is, or are, new construction, and that no other maker's name is in any way connected in any part thereof.

3<sup>d</sup> That the Chronometer or Chronometers which I have now deposited, has, or have not been in any former trial at the Royal Observatory.

4<sup>th</sup> That I am ready to make oath (if so required) to the truth of the above Declaration.

Maker's Signature

Royal Observatory 25<sup>th</sup> Feb 1835

Maker's Name	No. of Chronometer	or of Column
John Bullard	122	158
James Barraud	409	501
James Murray	527	595
John Bullard	588	615
Charles Babbage	1524	1525
John Bullard	2011	2012
James Barraud	2013	2014
John Bullard	2015	2016
James Barraud	2017	2018
John Bullard	2019	2020
James Barraud	2021	2022
John Bullard	2023	2024
James Barraud	2025	2026
John Bullard	2027	2028
James Barraud	2029	2030
John Bullard	2031	2032
James Barraud	2033	2034
John Bullard	2035	2036
James Barraud	2037	2038
John Bullard	2039	2040

圖二 由英國海軍部行政長官委託製作航海鐘登記資料，包括製作者簽名及航海鐘的編號，時間為一八三五年二月。

量產成為可行，到了十八世紀尾聲，這種標準流程的製造運作已在英國鄉間工業中進行著。往後倫敦著名的工匠、諸如保羅菲力浦·巴羅（Paul Philip Barraud, 1750-1820）、查爾斯·佛羅德德（Charles Frodsham, 1810-1871）、約翰·普爾（John Poole, 1818-1867）、詹姆士·斯為特曼·艾非（James Sweetman Eiffe, 1800-1880）、帕金森（Messrs Parkinson）等所製作的鐘錶及航海鐘，都是相當著名的。

### Eiffe No.5航海鐘的介紹

本院購藏一只英國維多利亞時代海軍所使用的航海鐘（圖一），即係英國著名鐘錶匠詹姆士·斯為特曼·艾非製造。艾非氏於一八三〇至一八三七年間工作於倫敦百貨街（Store Street）十九號，受英國海軍部行政長官的委託製作了四只航海鐘（Eiffe No.3至6），這些鐘於一八三六年

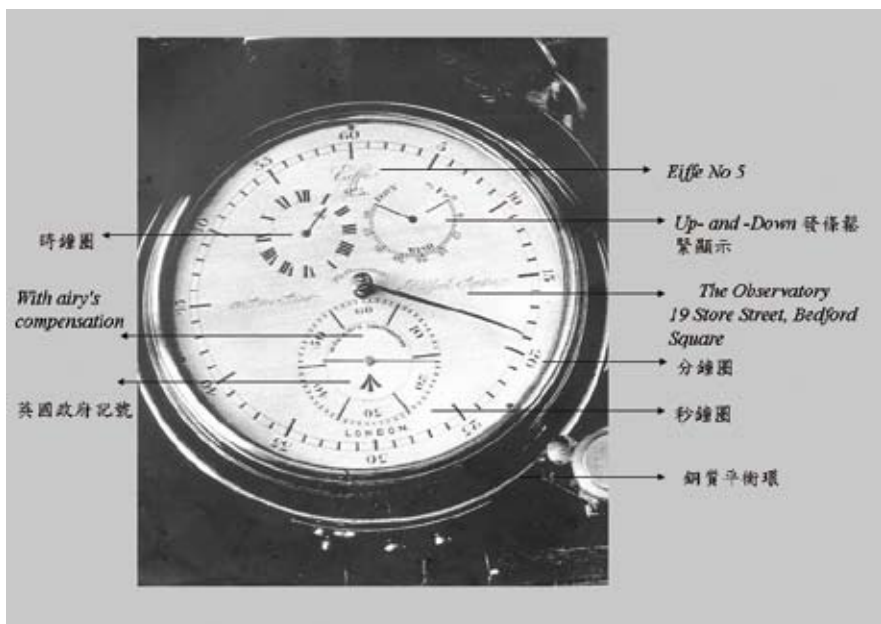
二月移交英國皇家天文台，並於該年三月進行精準度的測試（圖二、三）。

此鐘面盤上端標記Eiffe No.5、中央標記19 Store Street, Bedford Square街址及The Observatory字樣，下記London地名。面盤外圈為分鐘圈，配灰藍色大針。面盤左上羅馬馬數記的小圈則為時圈，時針呈灰藍鸞尾狀。面盤下端秒鐘圈標記airy's compensation字樣及黑色的英政府記號。airy's即auxiliary字的縮寫，是指輔助性的補償措施，利用兩種不同金屬合成擺輪，利用不同的膨脹係數，以抵消溫度變化產生的擺動誤差。標示airy's compensation的航海鐘或懷錶也成為當時先進計時器的表徵，蔚為追逐好錶的時尚。面盤右上阿拉伯數字小圈顯示發條的鬆緊程度，此鐘兩日需上發條一次（圖四）。

機芯內含複雜的擒縱裝置、游絲發條、齒輪組及寶石軸承等。鐘面為突面玻璃，直

保持母港時間的計時器——英國皇家海軍航海鐘Eiffe No.5的介紹

徑約一〇·五公分，鐘體由黃銅平衡環（或稱萬向環）支撐，平衡環的功能在於船隻在海上起伏搖晃時能夠保持良好的水平位置。整個機組裝置



圖四 Eiffe No 5 面盤解說

於桃花心木立方箱內，邊長估約一六·七公分，箱蓋前緣鑲嵌長方珠母貝殼片，片上刻寫Eiffe TWO DAYS No.5及英政府記號，箱側各備黃銅把環一只，箱前安置鎖孔並黃銅鎖匙一副。

Eiffe No.5於一八三六年由船長F. Beaufort攜往皇家海軍硫磺號（H.M.S. SULPHUR）上服役，至一九二九年除役，為英國皇家海軍服務長達九十三年，如表一。

從十八世紀末到二十世紀初，將近一百多年的時間裡，航海鐘扮演航海計時的重要角色，能夠成為一種制式且全球通用的計時器，儼然歸功於它的準確度高及換算經度便利的實用價值。

### 硫磺號與卑屈勒船長

硫磺號是一艘中型作為海測之用的三桅巡航艦（Frigate），一般英國巡航艦約為一千噸左右，載砲約二十多門，甲板一層，所以艦身較

低。從一八三七年至一八四二年這一期間，卑屈勒船長乘著硫磺號繞行了全球一週，從事海測的任務。在中南美洲測量後，計畫橫跨太平洋經亞洲返回英國，一八四〇年正值中英鴉片戰爭，返航途中硫磺號奉命加入，雖未及時投入戰事，但重要的是帶著卑屈勒船長首次登陸香港，並在這海域進行測量及繪製海圖的任務。如今香港仍留有「卑屈勒街」及「卑屈勒灣」的地名，香港島西部的海峽亦以硫磺號來命名，皆以紀念其事。

一八四三年至一八四七年，卑屈勒船長帶領H.M.S. Samarang號於東印度洋及菲律賓海域進行海測的任務。卑屈勒船長使用的航海鐘，其中就有Eiffe No.5，當然船上一般準備了多具航海鐘以為故障時替換使用，其中不乏有Barraud、Parkinson、Arnold製航海鐘及口袋型航海用懷錶，帶著多具航海鐘是當時普遍的航海習慣，比如H.M.S. Samarang號沉

時間	服役記錄
1836-1842	1836由F. Beaufort船長於攜往英國皇家海軍硫磺號 (H.M.S. SULPHUR) 11月轉交給繼任船長卑屈勒 (Edward Belcher)
1843-1846	卑屈勒帶往H.M.S. Samarang號上使用
1851	H.M.S. Phoenix號
1852-1857	隨Henry船長服務於H.M.S. Herald號
1857	H.M.S. Industry號
1857-1875	H.M.S. Defence號
1882	H.M.S. Tenedos號
1883	H.M.S. Opal號
1895-1898	H.M.S. Iyne號
1899-1904	H.M.S. Penguin號
1905	H.M.S. Amphitrite號
1915-1929	由H.M.S. Liverpool號轉到H.M.S. Bamation號移交使用記錄至1929終止

表一 表詳圖五與註二

圖五 由英國皇家格林威治天文台保存的Eiffe No.5移轉記錄 (部分)

身為十九世紀航海船隊的船長，有如卑屈勒者，必須測繪及研判海圖，隨身必備著許多儀器，如羅盤、六分儀、分度計、製圖工具、航海鐘、望遠鏡組、氣壓計等，船長必須清楚這些儀器的用法，如此才能順利的達成這一趟旅途並完成各項任務（註四）。如果這時船隊是科學研究或地質調查的任務，隨船有科學家、地質學家及博物學家，則船上儼然成為一艘實驗船了。大半隨船的外科醫生也對海外物種保持高度興趣，有的加以描繪、研究，甚至於採集，例如科利·亞歷山大 (Collie Alexander, 1793-1835)，任硫磺號外科醫生，曾長期對植物進行研究與採集栽培，又如博物學家安德瑞·辛克萊爾 (Andrew Sinclair,

船時，船上有三十二件航海計時器毀壞而多無法即時修復。一八五二年卑屈勒船長奉命從事極地的冒險活動，尋找遇難失蹤的船長約翰·富蘭克林 (John Franklin, 1786-June 1847) 的下落，這項任務極不成功，五艘船中折損了四艘，

並被批評為不具備在極地冰層航海的能力，雖然他獲判無罪，但也成為他最後一次的航海。一八六七年卑屈勒被封為騎士級司令官 (Knight Commander)，並於一八七二年授海軍上將的勳位。如今在英國倫敦肖像美術館 (the

National Portrait Gallery) 內，可看到卑屈勒船長授封後的畫像。卑屈勒出版數種航海記錄的著作，成為研究航海史的重要資料（註三）。



圖六 一九四三年日本繪製大英帝國殖民歷史地圖，把英國勢力化為具大的多爪章魚，席捲全球。（作者收藏）

1796-1861) 於一八三五年隨卑屈勒船長帶領的硫磺號前往北美、南美的太平洋沿岸海測時，帶回大量加利福尼亞、墨西哥及南美的植物標本。理查德·海恩斯 (Richard B. Hinds, 1812-1847) 任硫磺號上外科醫生，於一八四一年於香港收集了一百多種植物標本，且與另一植物學家喬治·邊沁 (Bentham George, 1800-1884) 合著有 *The botany of the voyage of H.M.S. Sulphur, under the command of Captain Sir Edward Belcher during the years 1836-42*，並負責 *The zoology of the voyage of H.M.S. Sulphur, during the years 1836-42: atlas of plates, mammalia, birds, ichthyology*。該書其中爬蟲類、哺乳類、鳥類及魚類等圖譜部分及魚類學家理查森 (Richardson J., 1787-1865) 所著 *The zoology of the voyage of H.M.S. Sulphur, 1836-1842. Ichthyology*，其中的魚類學部分。因此船隊的科

學活動內容是相當豐富的，在研究這段航海史時，宜別於火炮武力，更是值得深入追究與詮釋的歷史課題。

### 結語

中國古代航海計時以沙漏或香條，辨視船隻航向靠羅盤及牽星術。計算里程的單位是「更」，一晝夜分為十更，一更的里數大致為六十里。測量海水深淺的單位是托，長如兩手分開〔註五〕。測量海水深淺名為打水，猶如取井水一樣稱打水，打水測深淺時，使用繩砣或鉛錘繫繩放下海中測量，如文獻上所記「洋中有大星尖，內過，打水二十五托，外過，打水四十五托」之類，實已具備對海岸航道測量的能力。然而到了十八、九世紀，東西方海運彼消此長，西方海船已大行於經緯線上，國際情勢幡然一變，究其因，其中航海鐘精密的計時，當居西洋近代航海發展的第一功。

英國歷經工業革命及對

法戰爭的勝利之際，已逐漸取得海外殖民的優勢，以政府作後盾的重商主義，帶給英國大量的財富與物資（圖六）。到了維多利亞時代（一八三〇—一九〇二）是英國海權強盛的時期，艦隊的規模不斷的擴大，藉其海上軍事力量防衛殖民地港埠及運輸殖民地駐兵與



圖七 十九世紀英屬印度各邦發行通用的維多利亞女王側像郵票，象徵英國勢力在英印地區四通八達。（作者收藏）

軍事補給，更藉由戰爭來擴大及保衛殖民地及繁榮英國商業。英國的航海法規定殖民地輸出商品必須先到英國，進口商品也必須經過英國，更必須由英國或殖民地的船隻裝運（註六）。殖民統治也進一步深化，維多利亞女王更於一八七六年宣布為「印度女皇」（圖七）。如此殖民地的發達憑藉於海軍的力量，船艦航海的進步，則有賴於精確的航測技術，歷史發展過程的唇齒關係，竟是如此的奧妙！

在「探索亞洲：故宮南院首部曲」之「西潮下的文化與藝術」單元中策畫展出這只Eifite Nos航海鐘，除了因為這只航海鐘曾見證過許多歷史事件之外，更藉此以象徵英人西來與東方相會的時刻，提醒風帆幢幢來去歐亞之際，東西文化的激盪由是加劇的意義。雖然航海鐘的指針已不再運作，猶如過去輝煌冒險的時代已渾然褪去，但其中包含的故事多如鱗毛，欲說之不盡！

#### 注釋：

1. 戴瓦梭貝爾著，范昱峰、劉鐵虎譯，《尋找地球刻度的人》（台北：時報，2005）
2. 圖二、三至圖五，為英國皇家天文台及海事博物館檔案影本，由退休英海軍測量員及航海鐘原擁有人David Harrie先生所提供。
3. 卑屈勒著作如《a Treatise on Nautical Surveying》（1835），《Narrative of a Voyage round the World performed in H.M.S. Sulphur, 1836-1842》（1843），《Narrative of the Voyage of H.M.S. Samarang during 1843-1846》（1848），《the Zoology of the Voyage was separately dealt with by some of his colleagues》（1850）以及《The Last of the Arctic Voyages》（1855）。
4. 加拿大溫哥華海事博物館藏有卑屈勒船長使用的望遠鏡組及分度計。
5. 向達，〈兩種海道針經序言〉（收入《中外交通史籍叢刊》一，北京：中華，2000），頁6。
6. 意·卡洛·M·奇波拉，〈1700-1914年的國家和工業革命〉《歐洲經濟史》（北京：商務，1989），卷三，章五，頁255。