

二編 16

# 中國近代 時間計量探索

(上)

任杰◎著

---

民國歷史與  
文化研究

---



---

花木蘭文化出版社

花木蘭文化出版社

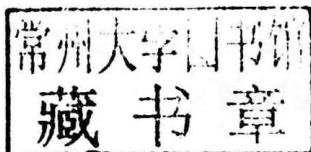
# 民國歷史與文化研究

二 編

第 16 冊

中國近代時間計量探索（上）

任 杰 著



花木蘭文化出版社

國家圖書館出版品預行編目資料

中國近代時間計量探索（上）／任杰 著 -- 初版 -- 新北市：花  
木蘭文化出版社，2015〔民 104〕

目 6+240 面：19×26 公分

（民國歷史與文化研究 二編；第 16 冊）

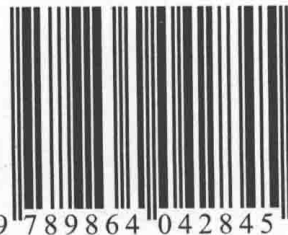
ISBN 978-986-404-284-5（精裝）

1. 計時法 2. 中國

628.08

104012466

ISBN-978-986-404-284-5



民國歷史與文化研究

二 編 第十六冊

ISBN：978-986-404-284-5

---

中國近代時間計量探索（上）

---

作 者 任 杰

總 編 輯 杜潔祥

副總編輯 楊嘉樂

編 輯 許郁翎

出 版 花木蘭文化出版社

社 長 高小娟

聯絡地址 235 新北市中和區中安街七二號十三樓

電話：02-2923-1455 / 傳真：02-2923-1452

網 址 <http://www.huamulan.tw> 信箱 [hml810518@gmail.com](mailto:hml810518@gmail.com)

印 刷 普羅文化出版廣告事業

初 版 2015 年 9 月

全書字數 382078 字

定 價 二編 24 冊（精裝）台幣 45,000 元

版權所有・請勿翻印



# 目次

上 冊	
前 言	1
緒 論	7
一、基本概念和基本認識	7
二、研究意義與研究預期以及前人工作述評	12
三、對本書寫作結構和所用文獻的說明	19
第一章 中國傳統時間計量在近代的延續與衰亡	25
第一節 中西時間單位制度的碰撞與融合	26
一、西方時、分、秒（hms）制的傳入及中西時刻制度的融合	28
二、曆法時間單位制度的演變	33
三、小結	42
第二節 傳統測時的西化	43
一、測時的概念及中國傳統測時的發展軌跡	43
二、明末及清中前期測時的歐化	45
三、舊測時傳統之延續一面	49
四、小結	52
第三節 傳統守時、播時的延續與衰亡	53
一、傳統守時及其在近代的延續與衰亡	54
二、傳統播時及其在近代的延續與衰亡	61
本章結語	74
第二章 機械鐘錶在明清中國	79
第一節 機械鐘錶的傳播、生產與普及	80
一、近代歐美機械鐘錶技術發展概況	80
二、西方機械鐘錶在中國的傳播	85
三、機械鐘錶在中國的生產	93
四、近代中國的鐘錶普及浪潮	98
五、小結	100
第二節 明清機械鐘錶的功用	100
一、鐘錶功用的複雜性	100
二、機械鐘錶功用分類	104
三、機械鐘錶的計時功用	109
四、統一鐘錶時間的追求	116

五、小結	121
本章結語	122
第三章 新興播時方式的崛起	123
第一節 市鎮播時的革新	124
一、播時在近代時間計量中的重要地位	124
二、公共時鐘播時	126
三、午炮播時	151
四、電笛、汽笛播時	162
五、其他市鎮播時方式	169
六、小結	173
第二節 國民政府的標準鐘建設與運行	174
一、子母電鐘介紹	174
二、標準鐘的建設	177
三、標準鐘的維護與使用	195
四、標準鐘背後的政治因素	202
五、小結	206
第三節 遠程播時的革命	207
一、搬運鐘播時的新發展	207
二、前無線電的電信播時	214
三、無線電播時	223
四、小結	237
本章結語	238

## 下 冊

第四章 時間標尺的演變	241
第一節 近代中國標準時制源流	244
一、標準時早期發展簡史	245
二、晚清時期標準時的起步	248
三、北洋政府時期標準時的推廣	251
四、「黃金十年」中的標準時推行情況	256
五、戰爭年代中的標準時	266
六、小結	275
第二節 民國時期夏令時的推行歷史	277

一、夏令時的內涵及實行歷史簡說	278
二、1919年我國的夏令時行用情況及其引發的爭論	281
三、抗戰時期淪陷區實行的夏令時	286
四、國民政府的夏令時推行	296
五、餘論	301
本章結語	304
<b>第五章 建立國家時間計量基準的努力</b>	<b>307</b>
<b>第一節 我國近代的時間計量基準工作概況</b>	<b>308</b>
一、基本說明	308
二、晚清、北洋政府時期的時間計量基準工作	312
三、國民政府時期我國的時間計量基準工作	316
四、小結	323
<b>第二節 中研院天文所 30 年代測時工作探究</b>	<b>324</b>
一、相關機構史概要	326
二、前人研究回顧	329
三、天文所 30 年代中期測時工作狀況的特殊性	333
四、李銘忠其人及其工作報告的性質與寫作背景	338
五、李銘忠的具體工作狀況	344
六、所內關係的影響及所長余青松的責任	350
七、蔡元培等院方高層的責任及中研院人事制度的問題	357
八、餘論	364
本章結語	367
<b>第六章 結論與思考</b>	<b>369</b>
一、三條發展線索	369
二、時間與人類社會	373
<b>參考文獻</b>	<b>375</b>
古籍文獻	375
近代連續出版物	379
檔案材料	383

其他近代文獻	389
當代回憶錄性質著述	392
研究專著	392
當代連續出版物	400
其他資源	405
索引	411
後記	413
圖次	
圖 1：18 世紀卡納萊托所畫威尼斯里亞爾托廣場 （可見龐大的公共時鐘）	71
圖 2：乾隆時期做鐘處製雙童托櫃錶	97
圖 3：乾隆時期廣東製銅鍍金珙琅轉花鹿馱鐘	104
圖 4：18 世紀英國製銅鍍金象拉戰車鐘	105
圖 5：18 世紀英國製銅鍍金少年牽羊鐘	106
圖 6：故宮大自鳴鐘	108
圖 7：1812 年法國製 1416 號金懷錶 （帶真平時雙分針）	110
圖 8：清宮的醒鐘與更鐘	115
圖 9：已標出清宮大自鳴鐘位置的故宮衛星圖 （上南下北）	129
圖 10：已標出慈雲普護鐘樓位置的圓明園原貌圖	130
圖 11：《點石齋畫報》所載法租界公董局大樓圖片	132
圖 12：今日之天津四面鐘，攝於 2012 年	134
圖 13：上海董家渡天主堂正立面，攝於 2012 年	136
圖 14：北京、濟南、香港老火車站鐘樓	142
圖 15：滬、穗、漢三大海關建築及鐘樓	144
圖 16：山西省銀行民國十七年發行的五元券	147
圖 17：馮玉祥在開封主持設置的四面鐘	148
圖 18：香港銅鑼灣怡和午炮（左側臺上之炮）， 攝於 2012 年	153
圖 19：1928 年南京天文研究所購置的電笛	164
圖 20：桂林老城今景（右側佇立者即當年置放電笛 的獨秀峰），攝於 2012 年	166

圖 21：倫敦、上海、香港的報時球	170
圖 22：子母電鐘中子鐘內部結構示意圖	175
圖 23：武昌、寧波、澳門等地標準鐘、馬路鐘照片	187
圖 24：1933 年津浦路的時間量值傳遞方案圖	221
圖 25：《廣西標準時》所描繪的廣西省播時系統 設置情況	222
圖 26：1935 年交通部電信機關時刻校對辦法所反映 的播時系統設置	235
圖 27：1948 年交通部電信機關校準時刻辦法的播時 體系設置	236
圖 28：1847 年英國製地方時、標準時雙分針懷錶	246
圖 29：楊綽庵照片	258
圖 30：1948 年 3 月版中國標準時區圖	273
圖 31：當年國家天文基準點（南京紫金山天文臺子 午儀室）今貌，攝於 2011 年	320
圖 32：李銘忠聘書草稿複印件	340
圖 33：南京紫金山天文臺子午儀室奠基石，攝於 2011 年	358
 表 次	
表 1：明治時期日本鐘錶貿易、生產、普及情況表	93
表 2：1934 年馮文啓巡查所記錄的南京標準鐘子鐘 幾次嚴重故障情況	199
表 3：《廣西標準時》中所列「重要授時電臺一覽」 的內容	230
表 4：天文學會時區方案會員意見反饋表	267
表 5：抗戰時期淪陷區夏令時推行情況簡表	296
表 6：國民政府 40 年代夏令時推行情況簡表	301
表 7：中研院 9 個所 1931 年、1940 年主要工作 人員人數統計表	354



# 前 言

在當代人的生活中，時間計量扮演著一個不可或缺的角色。無論是日常的上下班、上下學，還是出行中乘火車、坐飛機，亦或是休閒時聽廣播、看電視，我們都要依賴時間計量來安排活動。不過這種局面並非自人類誕生後就開始的。例如在著名的「雞鳴狗盜」故事裏，戰國四公子之一的孟嘗君憑藉門客學雞叫就騙過守衛通過了函谷關，可見即便在邊防隘口，當年的時間管理也是十分粗疏的。時間計量從粗到精，從高端到普及的變化是歷經幾千年發展的結果，其中的變化尤以近代以來最為顯著。有不少學者曾指出，近代的時間計量及相應的時間管理觀念很大程度上源自天主教修道院的生活方式。伴隨著地理大發現，中歐海上航路得以開闢，歐洲的時間計量方式逐步傳入中國，中國的時間計量便得以向近代化邁進，歷經約 400 年時間，至 20 世紀中葉，中國的國家時間計量體系已經大致成型，相當數量的國人已被納入到了這一體系之下。

對這約 400 年中時間計量在中華大地上的發展變化進行探究便是本書的主要目的。應該說這一探索有一定的意義，尤其還要考慮到近代包括前近代的時間計量方式在人類近代化歷程中佔據著某種先導性的地位，對商業、工業、科技的近代化均產生了較重要的影響，時間計量的近代化可看作近代史上的一個重要問題。

本書運用時間計量學概念，通過對古籍、檔案、近代連續出版物等多類文獻史料的梳理和辨析，較為全面地描繪了中國近代時間計量的發展歷程，並較深入地研究了一些相關問題。

本書第一章對我國傳統時間計量的各方面及其在近代的延續情況做了梳理和比較。根據時間計量學概念，本章對時間單位制度、測時、守時、播時四個方面均進行了探討，其中尤其花費了較大的篇幅對我國古代的播時傳統做了梳理和闡釋，而對這四方面內容在近代的遭際，本章在系統研究的基礎之上也進行了一定的比較。本章的內容雖然有不少是對前人研究的梳理和評述，但其中也包含著不少較為新穎的內容，比如對時間計量源起狀態的推測、對浮動、固定兩類時制差異的分辨、對水漏發展與氣候因素間關聯的認識、對傳統守時器被機械鐘錶淘汰之原因的分析、對推動傳統時間計量諸社會因素的歸納等等。

第二章先對鐘錶技術發展史做了介紹，之後對明清鐘錶的傳入、國產化、普及趨勢等問題予以了考察，然後重點剖析了明清鐘錶的功用，破除了認為明清鐘錶並非用於計時的歧見，繼而指出，利用自動化的鐘錶進行計時以統一時間從而提升集體行為的效率是鐘錶被推廣的原因所在。一些權勢人物的推動在這一過程中發揮了重要作用。於是，以機械鐘錶為載體的近代時間計量管理系統得以在皇宮、大戶家庭之內初步形成，這是時間量值傳遞系統在日後逐漸發展壯大的基礎。

第三章的主題為新興播時方式的崛起。機械鐘錶雖在近代時間計量發展史上佔據重要地位。然而鐘錶的功能只是守時，也就是保存時間信息，無法單獨使用，使用鐘錶需先獲取時間信息。近代以來，人們越來越多地通過收時來獲取時間信息。這就必然涉及到時間量值信息的播送——播時。本章伊始便分析了播時在近代時間計量中的重要地位。之後，本章系統地梳理了各種新興播時方式在近代中國的發展歷程，包括公共時鐘、午炮、電笛、汽笛、報時球、燈光、信號旗等等及各種電信播時方式，並且對各地的差異進行了比較和分析。由於國民政府建政之後一度對市鎮標準鐘的建設給予充分關注，本章第二節著重研究了相關史實，並探討了公共時鐘建設與政治因素之間的聯繫。

第四章的主題是時間標尺的演變。時間標尺是時間單位制度中最基礎的內容，近代以來，人類所行用的時標經歷了三次變革，即從真太陽時向平太陽時的轉變、地方時向標準時的轉變以及在標準時基礎上推行夏令時。本章對我國近代行用標準時、夏令時的歷史做了較全面的考察，並分析了時制變化的前因後果，且對政府推行相關時制的成敗得失進行了評價。無論標準時，

還是夏令時，它們的確立和發展都與那些在近代萌生、壯大的大型技術系統有關，這一點值得引起注意。

第五章主要關注我國的國家時間計量基準工作。國家時間計量基準在現代國家時間計量體系中居於首腦地位，起著向全國各地播送精準時間量值信息的作用。30年代中研院天文研究所測時工作長期陷於停滯，這使得我國在人民共和國成立前未能建成獨立自主的國家時間計量體系。本書結合書信、檔案、工作報告、前人回憶等多類史料對此事件由內及外逐層考究，指出研究員李銘忠應為此負主要責任，而蔡元培、楊銓等院方高層也應承擔一定的領導責任。當然，中研院建院初期人事制度的不健全是造成這一結果的制度因素。

第六章是結論與思考部分，對全書內容進行了總結，歸納出了中國近代時間計量的三條主要發展線索，並以此為基礎進行了一定的闡發與思考。

本書是由筆者的博士學位論文修改而來，如今距初稿寫成已有約兩年的時間。筆者覺得經由這段時間的沉澱，似已經能夠對這本書的特點做出相對公允的評價。

依筆者一孔之見，本書的優點大致可歸納為三：其一、概念的科學性。本書較多地運用了時間計量學概念對相關史實予以梳理，這使得以往一些較難分析清楚的問題得以明晰。比如，本書將計時明確分為測時、守時兩類，這就使日晷等測時器和漏刻、鐘錶等守時器區分開來，有利於釐清它們的演變和聯繫。同時，時間計量學概念的引入讓本書分別從時間單位制度、測時、守時、播時四個方面著手，這使得全書的整體結構清晰而有條理。一些以往較被忽視的內容，如播時，也在這一結構中得到了充分的關注。

其二、豐富性，包括所依據文獻和所討論內容的豐富性。本書引用古籍、檔案、近代報刊等史料文獻達數百種，尤其是撰寫過程中筆者曾赴全國多個省市十餘家檔案館、圖書館查閱各種稀見史料，這確保了書中內容的豐富。因而本書可以看作一次對中國近代時間計量發展歷程的全面描繪。書中的不少具體內容，例如對標準時、夏令時推行過程中前因後果的分析等等均超出了前人論著所涉及的範圍。

其三、新穎性。本書用一定的篇幅關注了一些較被前人忽視但卻有一定意義的問題，比如對時間計量科技與各種社會因素、生理因素的關聯多有涉及，對鐘錶顯示、傳播信息的功能有所重視，並較多地關照到了時間量值傳

遞體系中中下層的狀況。同時，本書敢於在一些有歧義的問題上思考並發表較為明確的看法，因此有些觀點體現出一定的新意。

當然，本書也存在著不足，最近修改本書書稿時筆者更加深感到這一點。筆者覺得最主要的不足之處也可歸納為三個方面：其一、涉及範圍仍不夠廣。中國幅員遼闊，版圖包括多個區域，各地的情況千差萬別，時間計量的發展也是參差不齊的，然而這些地區各自的特徵和發展狀況在本書中未能得到充分展現。本書名雖為「中國」，但其實所關注的範圍有些名不副實，對華北、華東關注較多，對華中、華南也有一定的涉及，對西南、西北、東北就涉及偏少了，尤其像貴州、青海、黑龍江等等較偏遠省份的情況基本未能觸及。而在所重點關注的區域內，本書也只是主要針對了一些最大的城市，對於中小城市及鄉村涉及偏少。

其二、一些部分不夠細緻、深入。比較明顯的是，本書對一些地方性的史實研究欠深入。在各地查詢資料過程中，有些問題其實應結合不同地方的文獻史料相互印證，並需要帶著具體的問題去查證史料，故而理應更多地拜訪一些檔案館，且應對某些檔案館多次拜訪，以避免史實的遺漏和充實相關的細節，然而由於時間、精力有限，這一點未能完全做到，一些史料未能得到充分挖掘，這限制了本書在某些問題上的深入。

其三、本書的內容較為側重時間計量近代化特徵更為明顯的民國時期，對明末清初天主教傳教士帶來的「西學東漸」浪潮以及晚清時期近代化過程的研究顯得有些粗疏。因此，本書完成質量最高的大概是第四、五章，前三章要相對遜色。

此外，本書對於前人的相關研究成果並未實現完全汲取，也有一些著述未能看到。尤其近幾年來，中國近代時間計量史的研究日益蓬勃發展，最近兩三年出版、發表了一批最新的研究著述，但由於本書初稿撰寫時間較早，故而有不少未能參考。比如，北京師範大學湛曉白女士最近幾年陸續發表了一些關於近代時間計量史的論文，並於 2013 年出版了《時間的社會文化史》一書。又比如，任大猛先生 2013 年曾撰文較系統地介紹了民國時期長沙地區時間計量的發展情況。再有，臺灣李侑儒先生在 2012 年出版了《鐘錶、鐘樓與標準時間》一書對明末至 1949 年的中國時間計量史做了較為全面的研究，這本著作本人目前仍未能夠閱讀到。這些都是讓筆者倍感遺憾的。

除以上幾點外，文中敘述不當、見解偏頗、資料疏漏之處恐怕仍在所難免，懇盼識者予以指正。筆者衷心祈望，本書能為充實學界對中國時間計量史的研究起到些許作用。



# 緒論

在切入正題之前，需要先來界定本書中「近代」所指的時限。按照中國大陸歷史學界慣常的歷史階段劃分方法，中國近代史一般認為從 1840 年鴉片戰爭起算，終點則被劃定在 1919 年的五四運動，與此相應的是，從 1919 年到 1949 年中華人民共和國成立這 30 年則被稱作「現代」。但近些年來，史學界大多也把這 30 年歸入到了中國近代史的範疇之內。在國際上，一個比較得到公認的說法是把從約 1500 年到 1800 年前後的這一時段稱作「近代早期」(early modern period)，大約對應於從地理大發現到拿破侖戰爭的時間段。

由於本書的主要關注對象是時間計量科技，而自明代始，中國在這一方面就開始受到歐洲文明的影響，故此本書將綜合考慮以往學界對世界近代史與中國近代史的劃分，採用一個最寬泛的「近代」定義，取以上各家觀點的並集。「近代」在本書中將指從 16 世紀始至 1949 年的時段。當然，本書所關注史實的重心仍在 1840 年至 1949 年之間的這一時段。

## 一、基本概念和基本認識

在本書中，計量指追求量值準確和統一的一切活動。要注意的是，單位的協調一致是量值統一的前提，故而關於單位的規定也是計量的重要內容。一般來說，計量工作可分計量技術和計量管理兩部。計量技術很大程度上依託於物理學、天文學、數學等基礎學科，計量管理則要涉及多方面的社會因素，其核心目的是確保量值傳遞、溯源系統穩定、高效的運轉。

由於時間計量的歷史演變，尤其是 60 年代時間計量學出現的「革命」，用現行的計量學概念去闡釋近代及更早的時間計量問題往往會遇到一些困

難。同時，這次「革命」的餘波在當下國內學界並未完全消除，不同學科背景的學者在講述時間計量問題時，所用術語仍體現出一定的差異。故下文將先對時間計量中的基本概念和基本認識做一梳理，以使計量學、天文學等學科中的有關術語得以明確。這也將有利於讀者對全書的理解與把握。

在當今計量學中，時間計量的常用方法是對物體周期運動的次數進行記錄，以此表示時間的流逝。能夠產生周期運動的物體，被稱為振蕩器，而我們日常所說的鐘（clock）〔註1〕則是能夠顯示出周期運動的振蕩器。需要指出的是，「周期運動」的概念實際對古代不少時間計量方式並不適用，尤其是對一日以下時間長度的計量而言。對於一日以上時段的計量，古人通過對太陽往復、月相變化等天文現象進行測量來加以實現，有時也可以通過觀察物候現象獲得粗略的結果；對日內時段的計量，古人則主要利用對太陽每日裏的視運動、漏刻中水的流出、香篆的燃燒等等運動的測量來實現。這些運動大都並非嚴格的周期運動，但它們都是古人盡力尋求而得到的近似均勻的物質運動形式〔註2〕。漏刻、香篆等器具也不宜被稱為「鐘」，按照古人的用語，似應將此類物體統稱為「漏」比較合宜，它們的運行並不像周期運動那樣具有循環往復的性質。當古人需要借助它們進行較長時段的時間計量時，往往人為地安排往復性的操作，從而使它們具有與周期運動類似的性質，因此從這個角度說，這些運動與周期運動也可以等同起來。

時標（time scale）是關於基本時間單位量的規定，是時間單位制度中最基礎的內容，也是時間計量的最基本要素。時標的建立需要借助物體的周期運動才能實現。如果要建立通行的時標，需要有良好的振蕩器作為計量標準〔註3〕，其要擁有可靠性（不會壞）、穩定性（運動可預見）等特點〔註4〕。這就涉及到了時間計量與其他計量間的一個重要區別。那就是時間計量存在著天然而公認的一系列計量標準——天文現象，相應地也存在著一系列公認的計

〔註1〕 中文的「鐘」字有兩個比較相近的意思，其一指中空型的金屬響器，通俗點說就是指大型的鈴鐺，此為「鐘」在中文中的本義，相當於英文中的 bell。另一個含義即為此處所指，大概是由「自鳴鐘」簡化而來的，對應於英文中的 clock。

〔註2〕 關增建，中國古代物理思想探索〔M〕，長沙：湖南教育出版社，1991：242。

〔註3〕 羅振之、施昌彥、金華彰等，JJF1001—1998，通用計量術語及定義〔S〕，北京：中國計量出版社，2004。

〔註4〕 （美）傑斯帕森、倫道夫，時間之謎——從日規到原子鐘〔M〕，曾穩盛譯，北京：計量出版社，1984：13~17。



量單位——日、月、年等〔註5〕。這些天文現象中最有影響力者就是地球的自轉運動，對於地球上的人類來說，地球自轉提供給人們公認的自然時間基準〔註6〕，其直觀表現則是太陽等天體的周日視運動。其不但具有可靠性、穩定性，而且還具有普遍性（人人可見），可以廣泛地顯示時間信息。以天文現象作為時間計量基準的方式從遠古肇始，直至20世紀中期才受到挑戰〔註7〕，並最終在1967年被原子鐘取代，這個取代的過程也就是上文所說的那次「革命」。本書研究限於近代，此時期內雖然有著不同時標間的變革，如平太陽時對真太陽時的替代等等，但是天文現象一直作為世界公認的時間計量標準未被動搖。

表徵地球自轉運動的時間單位是日，它在這一系列的自然時間單位中是最小者，故而在時間計量中佔據極重要的地位，古人很早便把日作為最基本的時間單位〔註8〕。可以說，以日為分界點，時間計量分化出了兩類傳統，其一關注對日及一日以下時間間隔的計量，本書將之稱為「日內時間計量」；再一類傳統在本書中稱為「曆法時間計量」，主要針對日及一日以上的月、年等曆法時間單位及其相互關係進行研究和規定，這一傳統是古今曆法都要關注的一個核心內容。這兩個傳統雖各有特徵，但也有不少聯繫。從根本上說，它們所關注的時段雖長短不同，但仍需圍繞著日這個最基本的時間單位量，而且都可看作由「時刻」組成。近代科學中，「時刻」指時間軸上的一個點，是與「時段」（時間間隔）相對應的一個概念。無論是曆法參數的精密測定，還是對日內時段的計量，都需要通過時刻來加以表示，而對時刻的計量則離不開對日這個基本單位量的測量和規定。

有了天文現象這個計量標準，要憑之確立時標，需做兩件事：其一、對時標的起點進行規定；其二、對所選定時間計量標準的周期或頻率進行測量、校準、確定，從而確立一個基本的單位量〔註9〕。在古代，時標常用地方真太陽時。對時標起點的規定則並不一致，但總需一定的社會約定來確定，選擇

〔註5〕 關增建，計量史話〔M〕，北京：中國大百科全書出版社，2000：3～11。

〔註6〕 魯紹曾 主編，現代計量學概論〔M〕，北京：中國計量出版社，1987：170～171。

〔註7〕 這次挑戰的主要緣由在於當時的原子鐘在穩定性方面已經顯著地超過了天文現象，被認為是更優的時間計量標準。

〔註8〕 關增建，計量史話〔M〕，北京：中國大百科全書出版社，2000：12。

〔註9〕（瑞士）P·卡塔肖夫，頻率和時間〔M〕，王鐵男、王堯祖、王克廷譯，北京：科學出版社，1987：103～110。