

THE HISTORY OF SCIENCE NEWSLETTER

2015.09 VOL. 39



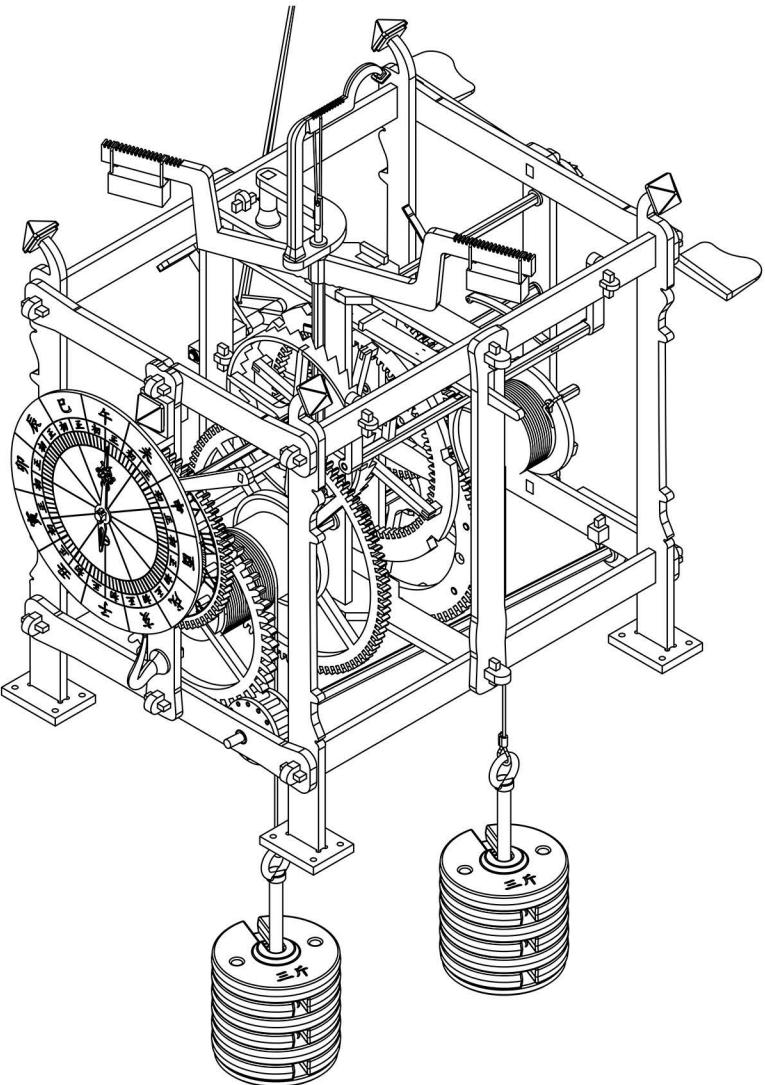
科學史通訊

第三十九期（二〇一五年·九月）

國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會

科學史通訊

中華民國一百四年九月·第三十九期



國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會

IUHPS/DHS, COMMITTEE FOR HISTORY OF SCIENCE OF THE ACADEMIA SINICA, TAIPEI

國際科學史與科學哲學聯合會科學史組
中華民國委員會委員名錄（依姓氏筆畫為序）

本刊稿約

王道還 中央研究院歷史語言研究所
毛傳慧 國立清華大學歷史研究所
江才健 《知識通訊評論》
吳嘉麗 淡江大學化學系
李尚仁 中央研究院歷史語言研究所
李貞德 中央研究院歷史語言研究所
國立清華大學歷史研究所
李學勇 國立臺灣大學植物系退休
李國偉 中央研究院數學研究所
杜正勝 中央研究院歷史語言研究所
中央研究院院士
沈建東 國立故宮博物院登錄保存處
周維強 國立故宮博物院圖書文獻處
兼本會執行秘書
林崇熙 國立雲林科技大學文化資產維護系所
林聰益 南臺科技大學古機械研究中心
兼本會主任委員
城地茂 日本國立大阪教育大學國際中心
洪萬生 國立臺灣師範大學數學系所
英家銘 臺北醫學大學通識教育中心
兼本會會計
徐光台 國立清華大學歷史研究所暨通識教育中心
張 潤 義守大學通識教育中心
張之傑 圓神出版事業機構
張哲嘉 中央研究院近代史研究所
張嘉鳳 國立臺灣大學歷史學系

發行人：林聰益
編輯委員：林聰益、劉廣定、李國偉、洪萬生、張嘉鳳、張潤
執行編輯：周維強、黃宇暘、林彥峯
封面題字：胡進杉
英文審譯：鮑家慶
出版者：國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會

曹亮吉 大學入學考試中心
琅 元 國立清華大學歷史研究所暨通識教育中心
郭文華 國立陽明大學公共衛生學科暨研究所
陳大川 樹火紀念紙博物館顧問
陳光祖 中央研究院歷史語言研究所
陳東和 國立故宮博物院登錄保存處
陳恒安 國立成功大學歷史學系
陳德勤 野柳海洋世界
傅大為 國立陽明大學科技與社會研究所
傅麗玉 國立清華大學師資培育中心
黃一農 國立清華大學歷史研究所
中央研究院院士
楊翠華 中央研究院近代史研究所
楊龢之 漢聲廣播電臺
葉鴻灑 淡江大學歷史學系退休
雷祥麟 中央研究院近代史研究所
熊秉真 中央研究院近代史研究所
劉士永 中央研究院臺灣史研究所
劉君燦 黎明技術學院電子工程科
劉昭民 民航局氣象中心
劉廣定 國立臺灣大學化學系名譽教授
鄧淑蘋 國立故宮博物院器物處
魯經邦 臺灣電力公司
蕭 梅 國立臺北科技大學工業設計系
顏鴻森 國立成功大學機械工程學系
行政院政務委員

出版日期：中華民國一百四年九月一日
聯繫地址：71005臺南市永康區南臺街1號
南臺科技大學古機械研究中心
電話：886-6-253-3131 ext. 3537
傳 真：886-6-242-5092
電子郵件：tylin@mail.stust.edu.tw

一、總論

- (一) 本刊為國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會（簡稱：中央研究院科學史委員會）所屬刊物。其宗旨為提升科學史研究，推廣科學教育和促進科學普及。
- (二) 本刊為年刊，於每年九月刊行。
- (三) 本刊國際標準期刊號（International Standard Serial Number，簡稱ISSN）：2227-1023。
- (四) 編輯委員會：本會主任委員邀請，曾任本會主委或為教授以上之本會委員出任，任期與主委相同。委員會負責協商本刊之發展方向，並執掌監督學術審查制度。
- (五) 編輯部：聯繫編輯出版事務與官方網站之經營。

二、投稿須知

- (一) 本刊公開徵求以下稿件，來稿類別與欄目如下：
1. 學術專論：以刊登兩萬字以內，與各類科學技術及科技相關發展史的學術論文為主。來稿先經編輯部形式初審後，製成初審報告，送交編輯委員會討論。編輯委員檢視稿件及初審報告後，決定是否進行審查。如決定送交審查，則由編輯委員會推薦審查人，進行雙匿名審查。審查後，如獲採用，作者須按編輯委員會意見修改，通過後即予刊登，並致贈當期通訊三冊。獲本刊採用後，會收錄於相關資料庫中。
 2. 學術劄記：五千字之初登稿，由編輯委員會進行審查。
 3. 學界動態：報導海內外科學史界的新聞。報導實際參與學術會議的見聞與評論。主要關注即將召開的學術會議，歡迎各籌備單位主動提供會議訊息。
 4. 出版消息：包含新出版之學術新書和新出博碩士論文摘要。凡欲刊登新書介紹者，請寄該書一冊至本刊編輯部，以供編輯採訪必要資料刊登。
 5. 來稿請自行複製留存，本刊編輯部不退稿，並保留刊登之權利。
- (二) 投稿學術專論、學術劄記和研究史請附中、英文論文題目、摘要（500字以內）、關鍵詞（五個）和作者姓名、服務單位及職稱。其他欄目則請附中、英文論文題目和作者姓名、服務單位及職稱。並請提供聯繫方式。
- (三) 來稿電子檔請以 Microsoft Word 檔投遞，橫向排列，且須附列完整之參考書目並註明頁碼。
- (四) 一稿多投，曾於網路發表之文章與學位論文，本刊不予接受。於研討會宣讀之論文，如該會議有出版論文集或出版計畫，亦不予接受。
- (五) 文責須由作者自負。

三、編輯部權利

- (一) 編輯部得就來稿酌修體例、格式及圖版，並要求作者提供圖像來源及授權。

四、作者權利

- (一) 無稿酬，致贈獲刊載之作者當期刊行本三冊。
- (二) 作者擁有來稿之著作人格權，並同意轉讓本刊著作財產權。

五、文章授權

- (一) 同意授權本刊出版、再刷、翻譯、轉載。
- (二) 同意本刊數位化來稿，並轉授權其他合作資料庫。

六、體例及格式，請參本刊網站附加檔案。

七、編輯聯絡方式

71005臺南市永康區南臺街1號 南臺科技大學古機械研究中心林聰益教授收。
電子郵件：tylin@mail.stust.edu.tw

《科學史通訊》 第三十九期(2015.09)

目次	.....	I
關於本期	.....	林聰益 II
特稿		
第一屆科學史典籍研讀工作坊專題演講：我研究《夢溪筆談》的幾個階段經驗與感想	.....	傅大為 1
李善蘭是如何「刪述」《談天》的？	.....	郭世榮 13
特別報導		
李國偉教授退休感言——公職句點，人生逗點	.....	李國偉 23
學術論著		
葡使來前佛郎機銃輸華諸說商榷	.....	周維強 35
《自鳴鐘表圖法》的圖畫重構與校註	.....	林彥峯 49
《化學初階》實驗教學部分及其底本	.....	張 潞 67
晚清西方水雷知識的輸入與應用——以渤海灣的防禦建設為例	.....	黃宇暘 85
日逐雲霄：高魯與《空中航行術》	.....	吳彥儒 111
學術劄記		
吳稚暉的科普小說《上下古今談》	.....	張之傑 149
曼徹斯特歷史城區和工業與科學博物館	.....	周維強 152
科史典籍		
談「中國科技典籍選刊」的整理實踐與思考——以《王禎農書》為例	.....	孫顯斌 176
智慧的迴響：盤點中國古代重要科技發明創造	.....	張柏春、羅桂環、韓健平
		孫顯斌、徐丁丁 181
會議報導與會議消息		
在巴黎的觀感與期待：參與了第 14 屆國際東亞科學史會議	.....	傅大為 188
第十四屆國際東亞科學史會議報告	.....	張 潞 191
本會活動		
104 年第 2 次會議專題演講：地圖的敘述及中文古地圖的研究	.....	林天人 193
第一屆科學史典籍研讀工作坊紀要	.....	林至昀 195
Contents	.....	204

關於本期

二〇一五年是忙碌的一年，我們才在年初舉行了「第一屆科學史典籍研讀工作坊」，其後又將《第十屆科學史研討會彙刊》出版，接著就來到本期的編輯工作，對於公私兩忙的委員們來說，確實是很辛苦的，在此，我要先感謝他們無私地付出。工作坊的持續推動是本屆委員會服務學術社群的一種新嘗試，雖然前一屆的張澔主委已經舉辦過兩次工作坊，主題分別是「明清水利科技」和「從格物到科學」，成功地吸引了青年學者的參與。但要將工作坊與《科學史通訊》的編輯工作合一，使之相輔相成，將工作坊的研究成果呈現在本會的學術刊物中，是本屆委員會想要達成的目標。



本期的內容十分豐富，首先是由重量級學者撰寫的兩篇特稿。傅大為前主委特別將為「第一屆科學史典籍研讀工作坊」的專題演講稿整理出來，分享他數十年來研究《夢溪筆談》的幾個階段經驗與感想；而應邀來臺參加「第十屆科學史研討會」的內蒙古師範大學科學技術史研究院院長郭世榮教授則撰述〈李善蘭是如何「刪述」《談天》的〉，探究科學典籍的翻譯問題。就我所見，這兩篇特稿對於科學史研究者極有助益，可以體會大師們研究科學典籍的方法。

另一件值得慶賀的事，本會前主委李國偉研究員自中央研究院榮退了。李前主委服務公職四十年，是本會的創建委員。他不但在數學研究上學養精湛，對於臺灣科學史研究和科普教育也貢獻卓著。編輯部特別邀請李前主委分享退休感言〈公職句點，人生逗點〉，並組織整理學經歷和著作目錄，以慶賀榮退。

本期通訊為目前內容最為豐富的一期，共收錄經嚴謹審查的論文五篇，其內容皆涉及明清的科學技術發展。同時，中國科學院自然科學史研究所的研究員們，也將他們在科學典籍近期整理的成果，以及他們對於中國古代重要科技發明創造的評價，為我們做了報導。在「學術劄記」欄目，張之傑委員與我們分享吳稚暉的科普小說《上下古今談》，而周維強委員則發揮博物館的專業，為我們報導曼徹斯特與科學技術發展的歷史連結。

在近期舉辦的國際學術會議中，以七月初在巴黎舉行的「第十四屆國際東亞科學史會議」無疑是重中之重，傅大為和張澔前主委對此都進行了深入的報導。至於本會在四月初舉辦的「第一屆科學史典籍研讀工作坊」，也請林至昀先生整理記錄。對於無法親自與會的學者，分享同沐學風的樂趣。

因應通訊的篇幅增加，也針對本刊封面和體例進行調整，期能給各位耳目一新的感覺。期待與大家在「第二屆科學史典籍研讀工作坊」相見。

林 唯 盈

2015年於臺南

第一屆科學史典籍研讀工作坊專題演講：

我研究《夢溪筆談》的幾個階段經驗與感想*

傅大為**

謄寫者：周維強、尹崇儒 校定者：傅大為

首先謝謝林主委非常客氣的介紹。最初林聰益主委邀請我參加科學史典籍的工作坊，我當時也沒有多想。不過剛剛聽聰益兄這樣子談到，就覺得有點好奇，為什麼想要辦科技史典籍的工作坊？因為以前舉辦的都是科技史的研討會，是不是現在年輕人不太讀典籍了？還是說現在大家突然對典籍有更大的興趣？

今天我講這個題目不成敬意，因為在學校裡面學術行政事情多而煩，所以這也不是一個正式的題目。後來我想今天就用這樣的一個方式來跟大家分享一下。我昨天大概算了一下，前後大概二十年吧，那是關於我做《夢溪筆談》相關研究的歷程。



傅大為 國立陽明大學人文社會學院院長
(行政職已於七月底卸任，目前為陽明大學科技與社會所教授)

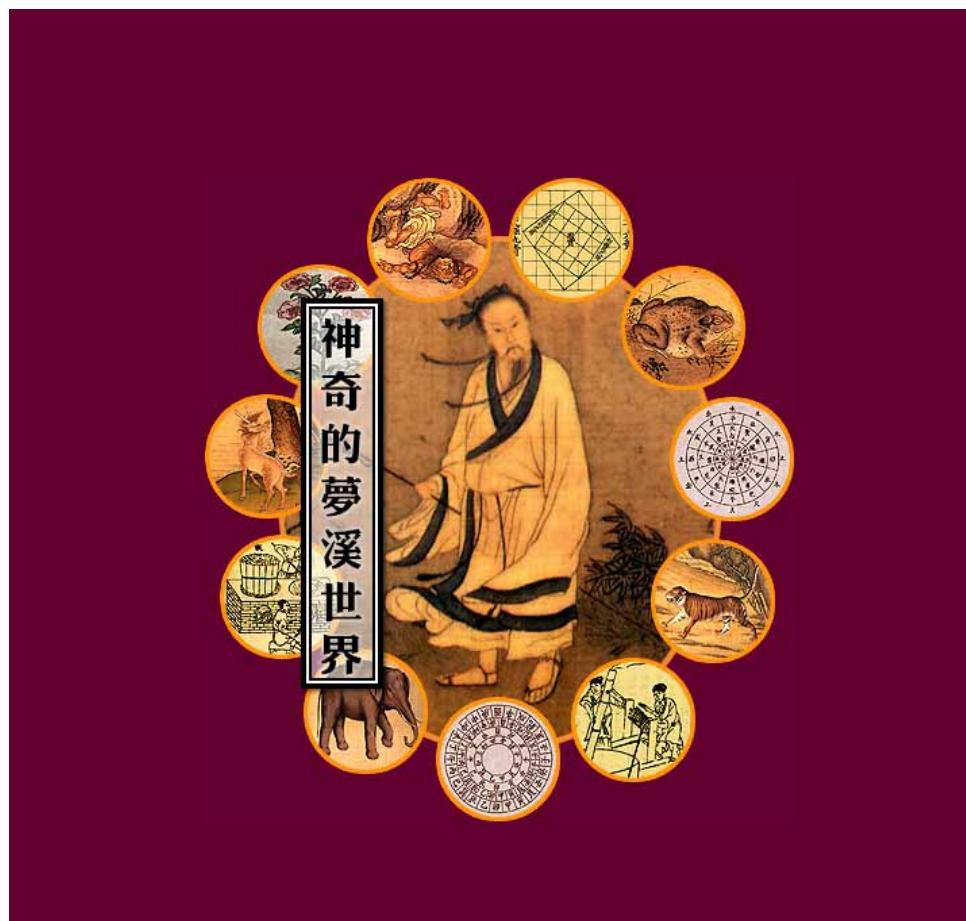
我最近幾年，比較多在意在科技與社會，或者是我們叫做 STS 的研究，所以中國科學史，還有《夢溪筆談》這部分，就比較暫時放下來了。今天是談我過去的研究。我大概再過幾年就退休了，一直希望退休後再重新回來，要做《夢溪筆談》也可以啊，但是這也不是說做就可以做的，或是寫個關於《夢溪筆談》的小說嗎？這也是個可能性。好，我想今天就從這裡開始來談。

把下面這個圖秀給大家看，以前周維強也有參與！因為以前我在新竹清華大學開了幾次《夢溪筆談》的研究所課程，有一次就是說我們來做個網頁，叫做「神奇的夢溪世界」¹，我們把《夢溪筆談》一些獨特的筆記單元寫成小故事，一則一則的，圖文並茂。那些小故事也有特定的科技史基礎在背後，但是用非常簡單的方式，希望中學生可以看。有那麼一個不錯的網頁，請大家多多前往瀏覽觀賞。

* 本文為傅大為教授在本委員會於 2015 年 4 月 11 日舉辦之「第一屆科學史典籍與文化研讀工作坊」的專題演說內容。

** 國立陽明大學人文社會學院院長（行政職已於七月底卸任，目前為陽明大學科技與社會所教授）

¹ <http://thnf-web.vm.nthu.edu.tw/teens/history/shows/show01/mengxi/index.html>



一、早年的《夢溪筆談》研究

我首先開始講一下早年的《夢溪筆談》研究。當然竺可楨先生早年他是氣象學家，中國的名科學家，他也做《夢溪筆談》的研究，在那個時代引起大家的興趣。因為在清代張文虎那個時代他們對於《夢溪筆談》仍然是有些研究，有些看法。但是他們那個看法，事實上比較像傳統考據的研究方法。到竺可楨時，他是科學家，又對中國古代的典籍非常有素養，所以那時候他前前後後開始來做《夢溪筆談》研究。其實我早年開始做《夢溪筆談》研究，也受益於竺可楨那個時候的一些很有趣的看法。

然後當然再來是李約瑟，李約瑟把《夢溪筆談》當作是中國科技史的標竿，從那邊可以來做很多衡量科技史的成就。那麼我一直有個感覺，李約瑟很重要，因為在西方科學史的傳統中，認為只有西方有科學的大傳統，但李約瑟則認為中國也有科學史。所以在歐美的科史界，李約瑟「去中心化」(de-centering)的工作是非常重要的。但是呢，我覺得李約瑟他們做的東西，比如說從經典中去鉤沉古代科學的光輝，這樣的作法有一個基本的問題，我覺得他沒有解決。他沒有解決是，到底怎麼樣算是古代科學的光輝？什麼樣算古代科學？李約瑟的基本作法是，從今天科學的角度來看，古代的某些東西算科學，就是科學。那如果從今天科學的角度來看，古代的那些東西不算科學，可能是迷信，那就不是古代科學的光輝。所以，他雖然避免完全一切從歐洲中心的角度來看中國，但是還是不能避免他作為一個現代的科學家，用現代的科學觀點來檢查中國古代的這些東西。當然，中國科學史被他找出很多非常有意思的東西出來。但是同時，我後來慢慢覺得他找的東西不太對，從我們一般作歷史研究的就不會從這個角度去看。比如說我們做中國思想史，比如說做漢代思想，我

們會從漢代思想脈絡去看漢代，而不會說從二十世紀的思想角度去看漢代思想哪些是有價值的。可是我們做科學史，過去卻常常這樣做。就從二十世紀科學來看中國古代科學哪些算是科學。所以這就有一個不對稱的狀態。我後來就希望盡量從一個歷史的角度，真正回到歷史的脈絡，跟它同一個歷史的文化，回到那個文化裡再去做一些像《夢溪筆談》這樣的東西。

接續其後的就是胡道靜的《夢溪筆談校證》，共有兩大冊。很可惜的是，胡道靜大部分今天可見的工作，我的了解主要是在文革之前，後來文革很多東西就散失掉了，那是一個中國大陸研究《夢溪筆談》非常重要的時刻，可惜後來就延遲很多。可是，胡道靜我覺得他一直有一個優點，比如說沈括談一條什麼東西，他就會找比如說唐代，或者是宋代一些其他筆記或是文本裡面談一些類似的東西，他就一條一條把它列出來。而這個對我很有用，我等一下會進一步解釋。這就是說，胡道靜他雖然在用現代的科學觀點在看過去，但是同時呢，他做了一個很重要的功夫，比如說沈括寫了一個什麼東西，那麼在唐宋那個時候的其他筆記又如何來看這個東西呢？我後來把它用這樣來稱呼，叫「筆記文化」。因為印刷術的發展，士大夫寫筆記，彼此之間也會互相閱讀，或者是後人直接引用前人的。所以我們可以看到沈括的東西在後來的筆記（因為《夢溪筆談》在宋代就很有名），被採納很多，或者是彼此互相辯論，等一下我稍微提一下。所以，胡道靜他就提供一個我們第一步可以入手去看，在其他筆記裡面怎麼樣來看這個《夢溪筆談》筆記，或是其中提到那個時代的一個流行問題。例如說我等一下會提到杜甫的詩，像「家家養烏鬼，頓頓食黃魚」（夢溪條目² 274）。但這個烏鬼是什麼意思呢？一直有很多很多的辯論，在筆記裡面有很多的討論。那胡道靜在他校證的過程中，提供了一個非常好的脈絡。那現在，我知道很多筆記已經數位化，所以如果說要檢索有哪些其他筆記也談到「烏鬼」的話，速度會快很多。但是我們那時候一本一本讀筆記也有他的樂趣，現在雖然找到了，可是那源頭的一本筆記我們讀了多少呢？書中的脈絡又如何等等這些就是個問題。

然後我再來提一下美國的席文(Nathan Sivin)教授，他對《夢溪筆談》也有相當的一些研究，講了一些重要的看法。他說，像李約瑟過去的抗爭、要去歐洲中心化的，把中國古代一些有科學價值的東西鉤沉出來的工作，其實我們不必再做了。他在很早以前就有這樣講過，他說我們已經贏了，李約瑟已經贏了，不必再做了。那現在比較需要做的是什麼呢？就是說，中國古代的知識，究竟是什麼，我們不要以現在的科學觀點看它，而是我們要回到中國古代的文化脈絡去看，中國古代的知識究竟是什麼東西。然後他就提了一些看法，他甚至說中國古代的風水輿地也是一門「中國科學」，不過細節在這裡就不用多講了。所以席文在這個部分，也對於做中國科學史這個社群裏面的朋友，就他的經驗提出一些非常有價值的意見。

二、我投入的第一階段

我從 1986 年開始在臺灣教書，並應同學的需求，開始研究中國科學史。原來我在寫博士論文的時候是做歐洲科學史，所以一開始接觸中國科學史的東西，也許比較直觀一點。我研究一些跟數學相關的題目，像說《周髀算經》像那一類東西。後來，我才慢慢碰到《夢溪筆談》。比如說《夢溪筆談》裡面，從數學史的角度，有個非常有名的叫「隙積術」(301 條)。好，那就是有一堆酒罇，一堆酒罇堆起來，像一個立體的梯形。梯形的上面長方形的長寬知道，下面的長寬也知道，酒罇堆有

² 《夢溪筆談》有五六百條的筆記，現在一般都以胡道靜《校證》的條目編碼為標準編碼，以下均仿此。

多少層，層數也知道，那請問有多少個酒罈？那這個，其實不是一個容易的問題，但沈括很早就給出一個公式。但問題是公式怎麼來的？

像我過去做數學史時，也跟中研院李國偉先生常常交流，他也有一些很有意思的看法。那時我覺得，中國科學史有趣的地方在哪裡呢？有趣的地方是說，尋找古代答案的科學史遊戲規則。就是說，你不能夠用現在的數學，通通都不行。你必須在古代那些數學所允許的規則下，去重構一個古代數學的術、重構它的法是怎麼來的。所以那個時候關於「隙積術」我就覺得很難做，想不出來沈括到底怎麼做出來的。後來我是從中國大陸一些做數學史的朋友得到線索，後來才做出來的。那他們怎麼做出來呢？他們去找一個中國過去對「垛積術」研究傳統中的一些基本的模型（方碁）來入手。解法是用一個碁子，用方碁來替代酒罈，很多方碁彼此之間可以併連起來，方碁跟方碁之間沒有隙縫，不像酒罈有，如此則可以把酒罈堆轉換成體積問題，大約是這樣的解法。所以從傳統的垛積術再加一些斜面或者減一些斜面的體積，那到後來可以算出沈括隙積術的那個結果出來。那剛好跟《夢溪筆談》的數字，那個公式是一樣的。

另外我也做過，古代方位的傳統是什麼，指南針是做什麼用的。等一下我會仔細討論沈括很有名的指南針那一條(437)，他說：「方家以磁石磨針鋒，則能指南」。那方家的傳統怎麼樣，也是我們要了解在唐宋那個時代，他們到底在做些什麼東西。而不能夠說我們讀到這個東西的時候就說，喔！沈括在一千多年前就發現了磁偏角，比哥倫布要早多少多少年。「比西方早」這個做法，還蠻有意思的，會讓我們臺灣或是中國的青少年，一開始會很有興趣。可是有興趣之後呢，就差不多就到那邊了。所以你必須再回去了解，過去為什麼會那樣想？古人的想法跟我們今天是非常不一樣的，跟你在中學的科學課本裡面所講的東西非常不一樣，你須要從這樣的角度去想。我是覺得說，這樣應該能引起更多的興趣，而非只是重複中學的科學。所以，大概這是我的第一階段，重點比較在中國古代的科學成果是怎麼樣得出來的，雖然看到古代科學史的遊戲規則，但基本上還是侷限在古代這個一條一條的法術或者公式，解答它們怎麼得出來的。

三、第二階段：認真待看全本《夢溪筆談》及其分類

第二個階段呢，大概是到九十年代初，我受了後期孔恩(Thomas Kuhn)的影響，就會特別想去了解，一套科學的知識分類究竟是什麼東西。「知識分類怎麼樣作為科學認識的基礎」這個問題，孔恩在《科學革命的結構》之後大概十幾二十年，後來又出了一本進一步的論文集，裡面他一直想談的東西，就是關於知識分類。所以我後來開始認真去了解一套知識的全體面貌，而非只去挑其中被認為是「科學」的條目。大家知道《夢溪筆談》，我們現在一般的通行的，被學者認為其實就是原來是沈括所製的版本，大概是二十六卷，有十七門。大家參閱一下下圖，卷一卷二，就第一門的〈故事〉，第二門的〈辯證〉也有兩卷，第三門的〈樂律〉，第四門的〈象數〉也各有兩卷。有的門卷數比較多，像〈藝文〉呢，有三卷，但也是一門而已。大家知道我們今天講說《夢溪筆談》是科學史的經典，可是《夢溪筆談》這個筆記，在宋代，他這個十七門裡面被大家討論的最多的是哪一門？〈象數〉嗎？不是；〈人事〉？不是；〈器用〉？不是。我們都比較在科學史的一個脈絡去猜。但其實被談的最多的就是〈藝文〉，畢竟詩詞還是士大夫的重點。

夢溪筆談目錄	
卷第一	故事一
卷第二	故事二
卷第三	辨證
卷第四	辨證二
卷第五	辨證三
卷第六	樂律
卷第七	樂律二
卷第八	象數
卷第九	象數二
卷第十	人事
卷第十一	
卷第十二	官政
卷第十三	官政二
卷第十四	權智
卷第十五	藝文一
卷第十六	藝文二
卷第十七	藝文三
卷第十八	書畫
卷第十九	技藝
卷第二十	器用
卷第二十一	人事二
卷第二十二	官政三
卷第二十三	權智二
卷第二十四	藝文二
卷第二十五	雜誌一
卷第二十六	雜誌二
卷第二十七	藥議
卷第二十八	茶陵東山書院刊行
卷第二十九	
卷第三十	
卷第三十一	神奇
卷第三十二	異事
卷第三十三	謬誤
卷第三十四	譏詆
卷第三十五	
卷第三十六	
卷第三十七	
卷第三十八	
卷第三十九	
卷第四十	
卷第四十一	
卷第四十二	
卷第四十三	
卷第四十四	
卷第四十五	
卷第四十六	
卷第四十七	
卷第四十八	
卷第四十九	
卷第五十	

所以我前面講說，「家家養烏鬼」，這個烏鬼是什麼？沈括有一個猜測，一個想法。結果，後來有十本以上的筆記都提到《夢溪筆談》的烏鬼，有的贊成，有的反對。二十六卷：我們現在這個問題就是說，也是我第二階段研究《夢溪筆談》就是希望問說，他這些分類究竟是什麼意思？沈括其實是有意地在做這些分類，他全書有五六百條嘛。五六百條這個筆記，我一直覺得是有次序的，有道理的。他寫了甚麼條目，就會放到某些門裡面去。所以那些放到同一門裡面去的條目，它就互相類似。什麼叫互相類似呢？因為他們都屬於同一個範疇，或就是同一個知識分類裡面的小知識、或者是小條目這樣的東西。那麼所以呢？我就覺得，「互相類似」提供我一個重要的線索，去幫助了解我們在科學史上很有興趣的某些條目，它們到底是什麼意思。我們過去比較不問這個東西，就舉指

南針的第 437 條，例如說按照胡道靜的這個筆記條碼 437 條，一旦問起 437 條在講什麼，我們就直接進去講了，不看旁邊的 436 或 438 條在講些甚麼。但是我後來覺得，中間有個重要的東西我們遺忘掉了，就是我們還要問這 437 條它是屬於哪一門？那我們就要看說那一門中，大部分的條目沈括在講什麼，沈括那一門的興趣是什麼。所以，那個門分類的概念，需要介入到、或者是加入到我們對那一條的了解裡面去。

所以是這個，是我後來做《夢溪筆談》的要點，是我一直希望能夠做到的東西。但是問題並沒有就此而解決，例如說我們剛才講，「故事」是什麼意思？我說我們知道某一條在故事門裡面，那麼故事是什麼意思？這不容易了解。我們說〈人事門〉時，「人事」又是什麼意思？你說席文在講這個《夢溪筆談》的時候他有英文翻譯。〈人事門〉他就把它翻成“human affairs”，但我後來覺得“literati's characters”更好。但是英文要怎麼翻譯呢？那就很重要，除非你了解那一門在講什麼，你才能說「人事」是什麼意思，不然的話你怎麼翻譯？否則那就有點望文生義了，而我們今天大概就是這樣來翻而已。所以話說回來，怎麼看一個門到底是什麼意思的時候，也沒有什麼其他辦法，因為沈括並沒有解釋說，例如人事門他是在談什麼，他的意思是什麼。所以那怎麼做呢？我們就來看沈括那個〈人事門〉裡面這些條，這些條目彼此看來看去——人事門的條目，說有四十條，那麼這四十條彼此之間，在反覆閱讀後，有沒有什麼共通性跟類似性？那麼在沈括，他講的意思就是這樣。所以這是有點像詮釋循環，我們需要從〈人事門〉概念去了解〈人事門〉中間某一條，可是〈人事門〉什麼意思？我們又需要回去看〈人事門〉的四十條彼此之間有什麼類似性。所以這個大概是我後來所用理解方式。

但是，當然這個十七門，每一門的意思是什麼，怎麼樣去學習這個《夢溪筆談》裡面的語言，以及它條目跟條目之間的相似性。這個，就是我後來希望去做的一個方向。但是，沈括學問實在是太大了，他可說是博學鴻儒，席文說他是 *polymath*，即博學者。這個十七門中有很多我根本就（一直到今天我覺得）沒有時間，也覺得，有很大的抗拒。比如說〈樂律〉，他有一門叫〈樂律〉，因為中國古代音樂，你要了解這個東西是非常大的，我過去沒有這個背景，所以就是說一直有一些這樣子的困難。所以我過去做的工作就是說，十七門中我不曉得有沒有到十門，有十門大概慢慢地有進一步去了解。這大概我能夠做的，大概就做到某個程度那個樣子。

好，我現在就談一些例子，跟大家說明一下。因為早年我跟雷祥麟，其實我們在《清華學報》(1993)有一個初步的，對《夢溪筆談》〈神奇門〉的考察。後來，我在 *Chinese Science* (1993-4, no.11) 對於沈括的「神奇」、「異事」的意思，有進一步的了解。這邊就再討論提一下〈異事門〉。373 條，很有名的一條，叫〈近歲延州永寧關大河岸崩〉。我們從過去中國科學史的角度，我們知道，大概就是說這一條，是沈括談化石的一條。當然我們從現代科學的，比如說地質學，生物學角度。我們可以說，喔，那個是化石。但沈括是不是真的發現了化石？還是沈括在 373 條到底談什麼。因為我們如果用現代科學觀點，就是說，沈括所談的對象是化石，那是沒錯的。但是，我後來的結論是，沈括他沒有我們現代科學的「化石」這樣一個觀念，而且沈括其實更有興趣的是另外的東西。所以，那個時候我就去了解，「異事」到底是在講什麼。它條文比較多，前後反覆閱讀的結果，後來我發現，它裡面有兩三個主題，簡單的講，其中一個主題呢，其實他在講變化(Change)。這個主題我們中國古代有很多，沈括之前與之後都有很多很多的文本其實都在談變化。如果我們去看 373 條前後的那些條目，其實它們也都在談變化。從中國古代的一種文化傳統去了解的話，他都在談變化。所以，這一條，應該也是談變化。所以，「悉化為石」，那這個變化，時間到底多長跟多短，其實不是那麼

重要。有的長有的短，而時間長是有另外的原因。所以，我大概就是這樣去了解〈異事門〉那些條目到底在講些什麼。再說，在 373 條這附近，沈括也都在談變化。那麼，這個地方突然來一條這樣的〈近歲延州永寧關大河岸崩〉，其實並沒有突然，他就是座落在 373 條附近的這個脈絡裡，他就是在談變化。

另外我前面提到的，「方家以磁石磨針鋒，則能指南，然常微偏東，不全南也」，這也是很有名的一條(437 條)。李約瑟當年就說這是世界上最早的一個關於磁偏角的一個紀錄。真的是這樣子嗎？我現在做《夢溪筆談》並不是想要說，中國古代其實沒有什麼科學發現。但是，我如果只是想說，比起西方科學史，我們從中國歷史中看到磁偏角的記載，就說喔你看，中國也有，而且更早。如果做中國科學史只是這樣子而已的話，那我是不滿意，或者不滿足。因為那個樣子的話，就只是說，中國科學史告訴我們說中國人古代事實上也有科學精神，也有科學天分。可是其實我們已不需要知道這東西了，也早就知道中國文化過去有很多科學的成分，其實不需要再做這些東西了，前面我提到的席文大致上也如此說。對我來講真正有興趣的是，這條到底在講什麼？同樣的，我也去了解說〈雜誌門〉到底在講什麼。

後來我對〈雜誌門〉的了解(1999)是，其實那個雜誌門，它也不是只是說把所有東西混在一起而已，它還有一個進一步的意義，是講邊緣(marginal)。那麼，他後來把他放在〈雜誌門〉裡面。所以「常微偏東，不全南也」，沈括並不是在告訴我們說，他發現了一條定律，一個律則。因為如果是律則的話，這樣子的一個東西的話，我們比較會傾向說應該放在〈象數門〉，對不對？〈象數〉的話比較有一些關於天文，或是一些術數的律則。可是 437 條這邊呢？它其實是一個邊緣世界的很奇怪的東西，沈括其實是這樣子的一個方式去看它。然後他提到這個方家，方家這個是輿地、或者是地理輿地這樣子的一個文化傳統。那其實是來自於這個風水，墓葬風水的那個羅盤，其中他發現這個指南針，的確會稍微偏某個地方或偏某個方向。這個奇怪的事情，李約瑟他後來也蠻有意思的發現說，其實他發覺在唐代的一些文獻裡面，其實那個時候的指南針，事實上偏西的，不是偏東。那麼這個也涉及到磁偏角在歷史上的一個，我們今天講說在歷史上非常大的變化。而且還有一個很有意思的就是說，磁偏角並不是在中國所有地方，偏的幅度都一樣。

如果我們用今天的知識去了解磁偏角的話，它是一個連續性的，不斷的有一些微差這樣的東西。那沈括其實，東西南北的中國，去過非常多的地方。所以沈括這個「常微偏東」之詞，到底是否是一個統計詞呢？他是不是到各處各個地方他都會看一下。我們不知道。所以，像這個地方它就是有非常多不確定的因素在裡面，他可能看到在某些地方稍微偏東一點點，在某些地方稍微偏的更多一點，或者……也不是說沒有這個可能性。好，反正，「莫可原其理」，這一條的最後一句話。那麼我想，從這個兩句話我們去看沈括，去看他提的那個方家的傳統，還有沈括他一生的活動範圍，逐漸去瞭解沈括他究竟怎麼樣了解這樣的一個東西，然後，在這些條目的前後閱讀裡，我們才能夠慢慢地去了解這一門，或者這一條，他到底在講些什麼東西。過去我對風水的羅盤，花了一些功夫去了解這樣的東西。我對於說唐代的磁偏角，是偏東還是偏西這個問題，那個時候我是非常覺得驚艷。後來去作一些，看一些書這樣，後來有一些小小的成果。後來一直沒有在中文世界發表過，而是發表在英文，或者是義大利出版的科學史百科全書裡面去了(2001a)。這個細節就不說了。

然後我進一步再說一下，範疇跟語言學習的問題，這個我需要在第二階段來講。例如說我現在舉〈辯證門〉的 44 條，「陽燧照物皆倒，中間有礙故也」。這條過去談說，沈括的《夢溪筆談》裡面

有光學的重要的一條。但是呢，大家如果去看一下 44 條，它其實裡面講很多東西，不是只在談光而已。那麼，「中間有礙故也」，沈括把他所謂的「礙」這樣的概念，來看光照物的一些現象，也看船槳、光與影（針孔成相）的一些現象，還有呢，也看做人的一些道理。我們做人有時候，就把事物看顛倒了，是因為你有「礙」。所以，其實蠻有意思的，這是一個〈辯證門〉的條目。那〈辯證門〉的意思，就是把很多相關的，只要是跟主題相關的一些意見、事或物，都可以連接在一起，來進行許多的這種互相的論辯與證實（“Criticism of words and things”）。我們不能夠說，此條後面沈括談到說，我們做人有時後也是顛倒，所以那個部分我們把它看成是，沈括是士大夫，不免有一些道學的氣息，最後講幾句教訓的話而已，而與「真正的」科學史無關。我覺得那樣不對，沈括其實是很認真的，《夢溪筆談》也很少道學氣息，而應該說他覺得人世間的道德，跟光跟影跟船槳等很多東西，事實上，都可以用一個核心的概念彼此把它串起來的。我們要這樣子去了解沈括所感受到的真實性才行。

還有，〈象數門〉「君之道無所不在，不可以方言也。環衛居人之中央，而中虛者也」。¹³⁶這一條，也是一個典型，這也是沈括在做象數的模式(2010a)。因為時間關係，我這一條就不用再細講了。這邊，我想給大家看一下就是說，其實他也是在講說：因為最早以前有帝星嘛，北極星，每天天上諸星都繞著中間的帝星繞一週，帝星與天心重疊。可是後來因為我們地球的自轉軸自己也有如陀螺旋轉的情況，所以中間的帝星後來也不再處於天心的位置，這是中國天文學史上所謂的歲差的問題。那麼，這是個很重要的現象，對中國古代的帝王的思想產生潛在的威脅，因為帝星已經偏離了天心，所以帝星不足以再代表帝王。所以到後來，才會產生帝王與帝星脫勾的作法，進而說道「君之道無所不在，不可以方言也」。那所以沈括在這個問題上面，他很認真的在證成一個「中虛」的天文、醫學、形上與政治的問題。

然後再說，〈神奇門〉有一個〈咸平佛牙〉條，197 條，我過去對佛牙這條也很有興趣。不是只有沈括在談，好幾本同時代的筆記都在談這個神奇的佛牙。當時北宋有好幾個佛牙，其中有一頗有名的叫做咸平佛牙，後來被供到開封。我們要知道，沈括是一個很有觀察力、很重細節描述的一個人。他到底真的看到什麼？而能在那個咸平佛牙調裡，指證歷歷？所以我一直困惑於，他到底看到什麼東西。我們今天的化學知識，能夠解釋這樣的一個東西嗎？因為我相信沈括一定看到了那個神奇。這也因為，《夢溪筆談》其實有一個世俗化的傾向。它不喜歡談鬼神，大家知道唐代大家喜歡談鬼神，談的非常厲害。可是沈括在《夢溪筆談》裡面，唐代的鬼全部消失了，除了一個。他只談到一個鬼。那鬼是誰呢？我有時候這樣講說，那是個背叛鬼的世界，而為人間的帝王效力的一個鬼，大家知道是誰嗎？好，那個鬼也是沈括在《夢溪筆談》先提出來的，過去竟然沒有人寫過他，唐代的吳道子曾畫過他，但那畫後來也找不到了。鍾馗，他只談鍾馗這個鬼，其他唐代的鬼一概不談。那所以我要講，沈括不是一個我們後來講說，熱衷於一些非常稀奇古怪的神奇異事這類的東西，沈括完全不是那樣的人。他其實反而是常常在作除魅、世俗化的工作。可是呢，他卻大談咸平佛牙。所以，如果是一個普通人，或一些唐代的貴族大談這佛牙就算了，可是沈括？所以或許我畢竟是個現代人，這個問題我一直、這個地方不能完全解開。有點過份地坦白說，我不曉得沈括在幹什麼，不曉得他在談什麼。那個東西到底是什麼東西³。

³ 筆者過去曾從另外一種觀點來談「咸平佛牙」，包括此條全文，請參考前面提過的「神奇的夢溪世界」網頁：<http://thnf-web.vm.nthu.edu.tw/teens/history/shows/show01/mengxi/story01.html>

最後，我還談一個例子，就是珠。〈異事門〉369 條，「揚州有一珠，甚大。」這邊我把沈括真正感興趣的重點列下來。它來自〈異事門〉，我前面才講說異事門其實比較多是在談變化。我們來看一下這條〈張殼大珠〉，沈括的重點是珠。「嘉祐中，揚州有一珠，甚大，天晦多見。初出於天長縣陂澤中，後轉入甌社湖，又後乃在新開湖中，凡十餘處，居民行人常常見之。」後來就寫的非常的逼真。「初微開其房，光自吻中出。如橫一金線。俄頃忽張殼，其大如半席，殼中白光如銀，珠大如拳，爛然不可正視。」沈括的興趣就在那個珠了，當時有些其他筆記也有類似的興趣。可是當然，我們現在的人興趣都在另外一邊。然後呢，沈括再說，「十餘里間，林木皆有影，如初日所照；遠處但見天赤如野火；倏然遠去，其行如飛；浮於波中，杳杳如日。古有明月之珠，此珠色不類月，熒熒有芒燄，殆類日光」。這兩段在講什麼呢？我這裡提一件事，那就是說，今天世界上談飛碟學的，你去看他們的書，都會提到《夢溪筆談》369 這一條。所以《夢溪筆談》這一條在世界飛碟學中的名氣，遠大於在中國科學史，在中國科學史我沒有看過有人討論過這一條。但是如果我們把《夢溪筆談》認真的全本去看，一條一條的去瞭解，這一條，是無可避免的，必須要面對這一條。

四、第三階段：從夢溪的分類，擴大到唐宋的類書與筆記文化

最後，我們嘗試站在一個更高的視野，去看《夢溪筆談》的歷史脈絡。這也是我後來第三階段對《夢溪筆談》的研究方式，需要擴大到唐宋的類書和筆記文化去理解。我想去了解唐和宋不同的知識架構，這種知識的大架構是怎麼樣的一個東西？真有這個東西嗎？首先，唐代有一本筆記我非常喜歡：《酉陽雜俎》，而《夢溪筆談》非常批評它，說這裡錯，那裡錯，講了好幾個地方。《酉陽雜俎》最喜歡講鬼，當然還講許多其他東西，比如說世界上第一個灰姑娘的故事就是出自於《酉陽雜俎》。我們知道，中國方面非常推崇這個葉限的故事。可是，《夢溪筆談》與《酉陽雜俎》非常不同。沈括固然是博學，《酉陽雜俎》的作者段成式也是非常有學問的人。但他的學問，那整個知識架構和《夢溪筆談》整個架構是非常不一樣的。所以，我後來就嘗試來說，從唐代的類書和筆記看，它們的大知識分類架構是什麼樣子的。然後跟宋代的這些筆記比較，又是什麼樣子。所以我就有想擴大視野來看這個問題。那麼，比如說唐代，特別是北宋初年有幾個大類書，例如《太平廣記》、《太平御覽》、《冊府元龜》等四大類書。特別是《太平廣記》，其實很多是收自唐代的一些小說神鬼方面的東西。其分類大架構跟比較以官方為中心的《太平御覽》並不相同。

我們再來看北宋筆記與南宋筆記。我這邊也稍微提一下，這邊中間有一個很重要的新技術，就是我們一般講的，北宋的印刷術大興。北宋的印刷術大興，導致筆記開始增加。唐代的筆記並不多，要到宋代筆記才開始增加，而且北宋是士大夫寫的比較多，到了南宋的時候，庶民也開始寫筆記，因為印刷術的普及。同時，大家讀書的方式也開始改變。我們看筆記，你不一定要從第一頁看到最後一頁，跳到中間你可以跳著讀，你對那個門有興趣，你就多看那門中的幾條，沒有問題，前後是可以隨時插入的。所以後來筆記就越來越多，可是有一些新儒家如朱熹，他們就很惋惜，他說現在年輕人讀書都不從第一頁開始好好讀，都從中間貪看有興趣的東西，甚至幾本一起讀這樣。這其實有點像我們今天碰到的情況這樣。好，所以那個讀書的文化，也開始改變了。筆記既然大增，所以我後來就是開始來看說，《夢溪筆談》的條目在後代的筆記社群，或者是「筆記文化」裡面能不能流傳跟討論(2007)。但是後來，因為我沒有機會充分運用到後來的筆記資料庫，只是憑我過去讀一些筆記，來看彼此之間的這些相關條目之間的關係。我也參考胡道靜的筆記條目蒐集，也參考日本的梅原郁，他有三本《夢溪筆談》的解說，同時也參引了一些其他的筆記或其他書。那些筆記它們可以

串成是一種唐宋的文本，其中筆記文本彼此互相引用，進而形成一種知識社群(community)或是一種網絡(network)。所以後來我覺得可以進一步的做，例如前面我們提到的最熱門的一條：〈藝文門〉中間沈括對於烏鬼的討論。

五、《夢溪筆談》與自然 Nature 的關係

最後，我再講一下，《夢溪筆談》跟「自然」nature 的關係。我們過去在德國曾經開過一個科技史工作坊，由一些中國科學史家與德國的東亞歷史學者討論，主題是自然在中國科技史與歐洲科技史中的角色與地位。當時德國的東方學者對東亞有相當的認識，而參與者裡面也不少著名的英美漢學家。當然我問，當沈括碰到了「自然」，他會說甚麼？甚至，《夢溪筆談》真的是一本「關於自然」的書嗎？我們看《夢溪筆談》那個十七門，你可以看到十七門這樣排列（見前面的圖），你覺得沈括是在談 nature 嗎？它們就是我們近代歐洲所了解的自然嗎？其實不是(2010b)。十七門的第一門「故事」，它這個故事，是指朝廷、皇家的過去發生的一些值得記下來的東西或成規。所以在這裡，其實指向了《夢溪筆談》的知識分類。沈括是以天朝為中心來架構他的知識分類，他是一個士大夫，所以他就從這些朝廷有名的「故事」開始記錄。可是有一些像你看唐代的筆記，如《酉陽雜俎》，它一開始是講仙、神、鬼那些東西，而不以皇家開頭。但是《夢溪筆談》是這樣子談的。所以整個十七門，你看到最後一門是〈雜誌門〉，然後還有像是附錄的〈藥議門〉。所以，我最後想講，《夢溪筆談》裡面沒有西方傳統意義的自然。那個自然不構成一個真正的範疇，一個真正的知識分類，沒有。但是我們可以講說，我們用西方的「自然」角度今天去看，《夢溪筆談》裡面有很多小小的片斷在談自然，那是沒錯。但是整體而言，沈括不是用自然事件 vs. 社會事件，這種我們今天所謂「自然 vs. 人文」的大區隔來了解世界的。他不是用那樣的來了解，而大部分中國的知識分類裡面也沒有這種「自然」的大範疇。後來有時候，因為我對西方科學史的了解，我曾經想過拿中國某時代的知識分類與西方近代知識分類來互相比較。

例如說，光學。因為我做十七世紀西方科學史的時候，我是特別做光學史。因為我對西方光學史有一些了解，可是如果我們從西方光學史的角度去了解做中國的。。。所謂光學的話，那就是非常不一樣的東西。而且，我甚至覺得說，可能中國沒有光學史的傳統(1992)。但是說中國沒有光學史的傳統，這是不是個很糟糕的事情？其實不是。我們最後的重點是說，我們不要站在西方的科學知識傳統上來看中國。反而是，中國知識分類真的是非常神奇的。它不必透過一些跟光學有關的西方概念，進而把它們整個湊起來，變成是一個光學史這樣的東西。中國不需要做這個事，不需要，而不是沒有。它有一些另類的對知識、對天地人的安排，而這種知識分類的安排，大部分歷史來說是蠻好的，一直到帝國主義來到中國，那就另外一回事了。當然在十九世紀之前，當然中國帝國仍然有很多宰制、飢荒、殘殺、與殖民，但是就中國歷代士大夫所看到的知識，他們所看到的天地人這種關係與安排方式，或許這樣安排其實也蠻好的，當年的李約瑟也覺得古代中國的知識傳統蠻好的。當然我們如果從今天的角度來看，我們從民主、自由、性別什麼的來說，會覺得古代中國其實也不好（姑且先不談後現代思潮對現代性的批評）。但是呢，你不得不會覺得很驚訝，古代中國能夠用這樣的一個另類的方式，安排出一個另類的世界來，可以供幾乎同樣是充滿著宰制、飢荒、殘殺與殖民的現代世界參考。

好，到這個小結，是最後我想跟大家共享的。謝謝大家！

傅大為研究《夢溪筆談》的相關論文列表

- 1992, Nov., "Problem Domain, Taxonomies, and Comparativity in History of Sciences—with a Case Study in the Comparative History of 'Optics'" in *Philosophy and Conceptual History of Science in Taiwan*, pp. 123-148., (Kluwer Academic Publishers) Vol. 141 of **Boston Studies in the Philosophy of Science**. ed. by R. Cohen. This paper has been read in a special section of the 31st **Boston Colloquium for Philosophy of Science** at 4/ Dec/ 1990.
- 1993, June, [與雷祥麟合寫],〈夢溪裡的語言與相似性——對《夢溪筆談》「人命運之預知」及「神奇」、「異事」二門之研究〉,《清華學報》新23卷,第一期,頁31-60。
- 1993-4, Nov., "A Contextual and Taxonomic Study on the 'Divine Marvels' and 'Strange Occurrences' in *Mengxi Bitan*", ***Chinese Science***, No. 11, pp. 3-35.
- 1999, "On *Mengxi Bitan*'s [夢溪筆談] World of Marginalities and 'South-Pointing Needles': Fragment Translation vs. Contextual Translation" ***De l'Un au Multiple. De la traduction du Chinois dans les langues Européennes***, edited by Viviane Alleton and Michael Lackner, pp.175-201, Editions de la Maison de Sciences de l'Homme. 此文減縮1/3的一版本,刊於 ***Current Perspectives in the History of Science in East Asia***, ed., by Yung Sik Kim and Francesca Bray, Seoul National University Press, 1999, pp. 52-66.
- 2001a, "An Early Geomantic Theory and its Relation to Compass Deviation", Ch.11.2, History of Science in China Volume, ***Encyclopedia for History of Science***, sponsored by Enciclopedia Italiana and Académie internationale d'histoire des sciences. (Italian version: ***Storia Della Scienza***, Vol.II, Sezione I, La Scienza in Cina, ch.11.2, pp. 119-25.)
- 2001b, "*Mengxi Bitan* as an Example of Organization of Knowledge in Song *biji*", Ch.32.2, History of Science in China Volume, ***Encyclopedia for History of Science***, sponsored by Enciclopedia Italiana and Académie internationale d'histoire des sciences. (Italian version: ***Storia Della Scienza***, Vol.II, Sezione I, La Scienza in Cina, ch.32.2, pp.358-366.) 此文後來翻譯回中文,成為〈宋代筆記裡的知識世界：以《夢溪筆談》為例〉,郭文華譯,《法國漢學》,北京：中華書局,第六輯,頁269-289。
- 2006 & 2007, July, "World Knowledge and Administrative Techniques— Literati's *biji* experience in some Song *biji*." In ***International Symposium on the Song State and Science***, Hangzhou, China. 後出版於會議論文集《宋代國家文化中的科學》,孫小淳、曾雄生主編,北京:中國科學技術出版社,2007,頁253-268。
- 2007, "The Flourishing of *Biji* or Pen-Notes Texts and its Relations to History of Knowledge in Song China (960-1279)", in a special issue "What did it mean to write an Encyclopedia in China? ", pp. 103-130, Hors Serie, ***Extrême-Orient, Extrême-Océanide***, 2007, Presses Universitaires de Vincennes.

2010a, March, 〈從文藝復興到新視野—中國宋代的科技與《夢溪筆談》〉，《中國史新論——科技與中國社會分冊》，祝平一編，中研院史語所／聯經出版社，頁 271-297。

2010b, “When Shen Gua Encountered the ‘Natural World’——A Preliminary Discussion on *Mengxi Bitan* and the Concept of Nature”, eds., by Hans Ulrich Vogel and Günter Dux, in ***Concepts of Nature: A Chinese-European Cross-Cultural Perspective***, Brill: Leiden & Boston, 2010, pp. 285-309.
(Originaed from the conference in Germany, 2000)

李善蘭是如何「刪述」《談天》的？*

郭世榮**

摘要

晚清科學譯著的翻譯方法、翻譯理論、技術處理與水準，直接關係到西方科技知識在中國的傳播方式、傳播速度和本土化過程，也關涉到中國科學的近代化歷程。為了對晚清科學著作的翻譯情況有一個整體的理解和認識，首先應該研究和解決的問題是：譯著中表現出來的翻譯方法與理論，對術語的提煉與選擇，對科學概念的表述方式，對原文的取捨與刪補，在翻譯過程中對西方新知識與中國固原有知識的結合，以及翻譯中存在的問題。進而討論這些著作的翻譯水準與品質、譯者的翻譯思想及其在翻譯過程中的技術處理、以及譯者知識結構對翻譯的影響等問題，並且通過比較研究說明這些著作的翻譯方式的異同，譯者群體在當時有什麼樣的交流，不同學科對翻譯的影響，這些著作的翻譯對後續翻譯工作的影響和作用等等。通過這些研究，可能對第二次西學東漸之始的科學翻譯工作有一個全面、系統、深入的理解。

李善蘭(1811-1882)與幾位傳教教士合作翻譯的科學著作，開啟了晚清西學東漸的序幕，對晚清科學發展產生了極為重大的影響，這是學界公認的事實。在十九世紀中期開始的第二次西方科學東傳之初，李善蘭與傳教士共同翻譯的著作佔有主要地位，他們所介紹的科學知識對當時的中國學者來說都是嶄新的。這些著作中的大部分知識比明末清初傳譯的知識艱深，很多科學概念、術語、運算式都是第一次用漢語表達，翻譯十分艱難。李善蘭的工作為後來的翻譯奠定了良好的基礎，成為科技翻譯的樣板，其科學譯著自然是研究晚清科技翻譯的第一個重點。

1852-1859年間，李善蘭在上海墨海書館與傳教士共同翻譯8部科學著作，譯完並出版的7部中有6部分別署名「李善蘭筆受」或「李善蘭筆述」，惟《談天》18卷署名有異與此。《談天》據英國天文學家侯失勒(John F.W. Herschel)的《天文學綱要》(*Outlines of Astronomy*)第4版譯成中文，譯者署「偉烈亞力口譯，李善蘭刪述」。那麼，李善蘭是如何「刪述」的？刪節的原則是什麼？「刪述」有什麼影響？本文試圖通過對比研究英文底本與漢文譯本來回答這些問題。

關鍵詞：李善蘭、科學翻譯、晚清、談天

* 本文係國家社科基金項目成果之一，項目編號10BYY014。並感謝鮑家慶先生代譯英文摘要。

** 內蒙古師範大學科學技術史研究院院長。

一、引言：重視晚清科技翻譯的理論與實證研究

十九世紀50年代，我國開始了譯介西方科技著作的新高潮。晚清科學譯著對重構人們的知識結構和轉變思想觀念產生了重大影響。晚清的科技翻譯，應該是多學科多領域的學者共同關注的問題，因為它對於研究晚清的科技史、社會史、經濟史、文化史、語言史、交流史、宗教史、翻譯史等都具有重要的參考意義。

以往，對晚清科技翻譯已有大量研究。其中微觀和具體的研究涉及：科技文獻翻譯的具體活動；相關翻譯人員的作用與工作；科技譯著的內容及引入的西方科技知識與理論；科技術語的確定與演變等等。宏觀和綜合的研究涉及：晚清翻譯西方科學著作的門類、數量、時間、譯著概況；晚清後期和民國初期的一些機構如益智書會、科學社、國立編譯館等在統一名詞術語方面的工作；科技譯著的出版情況；翻譯的方法、特點、原則與理論；譯著對中國科技近代化的作用與影響等等。相關文獻汗牛充棟，難以勝數，無法一一枚舉。

儘管如此，晚清科技翻譯的理論與實證研究方面還有許多工作有待深入，特別是亟須加強實證研究。已有的研究大多數都屬於泛論，宏觀論述有餘，微觀研究不足，還沒有真正深入到原著和譯著內部，沒有深入地對照原文與譯文，因而人云亦云的現象還較為普遍。必須加強研究，才能對晚清的科技翻譯有深刻的理解和認識。

晚清科學譯著的翻譯方法、理論、技術處理與水準，直接關係到西方科技知識在中國的傳播方式、傳播速度和本土化過程，也關涉到中國科學的近代化歷程。為了對晚清科學著作的翻譯情況有一個整體的理解和認識，首先應該研究和解決的問題是：譯著中表現出來的翻譯方法與理論，對術語的提煉與選擇，對科學概念的表述方式，對原文的取捨與刪補，在翻譯過程中對西方新知識與中國固原有知識的結合，以及翻譯中存在的問題。進而討論這些著作的翻譯水準與品質、譯者的翻譯思想及其在翻譯過程中的技術處理、以及譯者知識結構對翻譯的影響等問題，並且通過比較研究說明這些著作的翻譯方式的異同，譯者群體在當時有什麼樣的交流，不同學科對翻譯的影響，這些著作的翻譯對後續翻譯工作的影響和作用，等等。通過這些研究，可能對第二次西學東漸之始的科學翻譯工作有一個全面、系統、深入的理解。

為此，既需要做深入細緻的個案研究，也需要在個案基礎上進行綜合研究。目前迫切需要深入到原著和譯著內部的實證研究。沒有實證研究，只能停留在表面泛論上。要做好實證研究，必須對譯著的科學內容本身有深刻的理解，對當時的科學背景和科學內史有全面的把握。這需要科技史、中外科技交流史、應用語言學等多領域的學者共同參與，屬於多學科交叉研究。需要等多角度、多方面的力量共同投入，多管齊下。在研究方法上也需要多元手段，比如比較研究、語義分析、功能分析、內容分析等方法，通過全面對比外文底本與譯著的內容，研究上面提出的問題。

這種研究對於全面理解晚清的科學翻譯活動、翻譯水準、翻譯方法與理論是不可或缺的，對於中國科技史與中國翻譯史是不可省略的，對於理解晚清社會史、學術史、思想史、文化史、洋務運動史等都是十分有益的。另外，晚清的科技翻譯對日本產生過重要影響，後來日本又對中國有影響，雙方互動，特別是在名詞術語的使用上相互影響，有不少被固定下來，沿用至今。對中日雙方的翻譯理論與實踐進行比較研究也應該受到重視。

十多年前，筆者在內蒙古師範大學組織一批青年研究者和研究生投入到這項工作中來，對一批譯著進行研究，如《重學》、《化學鑒原》、《談天》、《代數學》、《幾何原本》和《地質淺識》等，已經取得了一些成果。近年來，上海交通大學紀志剛教授了組織力量展開相關的研究，還有一批其它單位的研究者也紛紛以這方面的內容為選題。

二、李善蘭的翻譯應是第一個研究重點

李善蘭(1811-1882)與幾位傳教教士合作翻譯的科學著作開啟了晚清西學東漸的序幕，對晚清科學發展產生了極為重大的影響，這是學界公認的事實。在十九世紀中期開始的第二次西方科學東傳之初，李善蘭與傳教士共同翻譯的著作佔有主要地位，李善蘭是當時翻譯傳播工作的中心人物。¹1852-1859年間，李善蘭在上海墨海書館與傳教士共同翻譯了8部科學著作，即：

《幾何原本》後九卷，偉烈亞力(Alexander Wylie, 1815-1887)口譯，李善蘭筆受；《代數學》13卷，偉烈亞力口譯，李善蘭筆受；《代微積拾級》18卷，偉烈亞力口譯，李善蘭筆述；《重學》17卷，英國艾約瑟(Joseph Edkins, 1823-1905)口譯，李善蘭筆述；《圓錐曲線說》3卷，附《重學》後，英國艾約瑟口譯，李善蘭筆述；《談天》18卷，偉烈亞力口譯，李善蘭刪述；《植物學》8卷，韋廉臣(Alexander Williamson, 1829-1890)輯譯、李善蘭筆述（前七卷，卷八由艾約瑟和李善蘭合譯）；《數理格致》，即牛頓(I. Newton, 1643-1727)《自然哲學的數學原理》，未譯完。²

上述譯著是晚清第一批科學翻譯作品，所介紹的科學知識對當時的中國學者來說都是嶄新的。這些著作中的大部分知識比明末清初傳譯的知識艱深，很多科學概念、術語、運算式都是第一次用漢語表達，翻譯十分艱難。李善蘭的工作為後來的翻譯奠定了良好的基礎，成為科技翻譯的樣板，其科學譯著自然是研究晚清科技翻譯的第一個重點。

本文研究《談天》。在李善蘭的譯著中，《談天》署「李善蘭刪述」，其它均為「李善蘭筆受」或「李善蘭筆述」。可見，在翻譯《談天》時，李善蘭做了刪改。那麼李善蘭是如何「刪述」的？刪節的原則是什麼？這是本文試圖說明的問題。

為此，需要認真對照英文底本和漢文譯本。樊靜的碩士學位論文《晚清天文學譯著〈談天〉的研究》³是目前所知對《談天》做過英漢文對照研究的唯一文獻。該文第3章〈Outlines of Astronomy與《談天》英漢對照比較研究〉中有一節專門討論了《談天》的翻譯方式和翻譯水準⁴，對其翻譯風格做了如下總結：

他們秉持簡潔、幹練的原則。Outlines of Astronomy在英國及歐洲廣受讀者歡迎的一個重要原因是約翰·赫歇爾善於利用語言修辭，使文章引人入勝。如若完全按原文逐句翻譯成漢語，難免顯得繁複庸冗。而《談天》的翻譯意在引進全新的天文知識，所以在翻譯時李、偉二人力求言簡意賅的闡述原書天文學內容，對於一些不必要的解釋、例子、比喻，則進行不同程度的刪述，使譯文保持論述嚴謹，內容緊湊的行文風格。

¹ 王渝生，〈李善蘭研究〉，(南京：江蘇教育出版社，載梅榮照主編，《明清數學史論文集》，1990)，頁334-408。

² 韓琦，〈《數理格致》的發現——兼論18世紀牛頓相關著作在中國的傳播〉，《中國科技史料》，1998年第2期，頁78-85。

³ 樊靜，《晚清天文學譯著〈談天〉的研究》，呼浩特：內蒙古師範大學碩士論文，2007年。

⁴ 見第3章第1節「翻譯風格、翻譯方式評析」，頁35-38。

不過，樊文對於上述論點並沒有做展開論述。對於翻譯方式，樊文總結了李、偉所遵循的 7 個原則：（1）將年、月、日、時、分、秒等時間換算成「中國年號、農曆月日、時、刻、分、秒」。（2）將用時、分、秒表示的赤經換算成中國一貫採用的「度、分、秒」。（3）按《數理精蘊》列出的度量關係把英里、英尺換算成中國里、尺。1 英尺=0.9858 尺，1 英里=2.89168 里。（4）用 10 天干、12 地支和「物、天、地、人」共 26 字和英文字母對應，其中英文小寫字母在圖中直接用天干、地支原字，在正文中加「ˊ」，即「甲ˊ」、「乙ˊ」、「丙ˊ」。英文大字母加「口」字旁組成新字，如「叮」、「味」、「咳」等。（5）用漢字代表阿拉伯數字，小數點用虛點「。」表示。（6）數學公式而是改為漢字述式。使用了：、::、×、÷、=、—（分數線）、+（加號）、—（減號）符號。（7）原本中頁腳的許多注釋，在譯為漢語之後，靈活處理，位置進行重新編排，放到了正文中相應的位置。對於這 7 個原則，樊文給出了具體的譯例。其中前 3 個和第 5 個在《談天》〈凡例〉中已講到，第 4 個和第 6 個與當時其它譯書的作法相同。第 7 個是樊文首先總結出來的。另外，張升也舉 2 例討論過《談天》的翻譯。⁵

因此，關於《談天》的翻譯雖然已有少量的論述，但是還有許多問題需要研究，尤其是以譯文和英文底本進行對照為前提的研究工作。

三、《談天》及其底本

偉烈亞力與李善蘭於 1851 年開始翻譯《談天》十八卷，所據底本是侯失勒的《天文學綱要》(*Outlines of Astronomy*)的第 4 版⁶ (1851 年)^[5]，但補充了 1851-1858 年間歐洲的一些新觀察結果。與此同時他們還在翻譯其它書籍，所以《談天》的翻譯用時很長，前後經歷了 8 年，到 1859 年才由墨海書局初次出版。

1874 年，江南製造局出版了重刊本《談天》。此時李善蘭已赴京在同文館任職，這一版由偉烈亞力與江南製造總局的徐建寅(1845—1901)依據 1871 年出版的侯失勒原著第 10 版做了修訂和增譯，補充了 1859—1871 年間的新觀察結果，增譯的內容都有標記「續」字，並低格排印，以區別于李善蘭與偉烈亞力的譯文。1871 年，侯失勒去世，在與徐建寅修訂增譯過程中，偉烈亞力據英國皇家天文學會年度報告(*Annual Report of the Council of the Royal Astronomical Society*)上發表的「訃告」和《休閒時間》(Leisure Hour)上發表的紀念文章，綜合成一篇《侯失勒約翰傳》，置於《談天》〈凡例〉之後，並附有一張侯失勒畫像。修訂者還將新修訂稿送李善蘭審查和修正。同年，江南製造局又出版了重校活字版，增加了偉烈亞力的英文序言，該序言對修訂和增譯情況做了說明。為了提高印刷品質，偉烈亞力還請 Thomas Jenner 在英國製版。⁷此後，又有很多版本，均以江南製造局刻本為母本。樊靜和馮立昇對《談天》的版本做了研究，說明了《談天》15 個版本的情況。⁸《談天》首次向中國系統介紹了哥白尼日心體系的天文學。

侯失勒的《天文學綱要》是以他為 *Cabinet Cyclopaedia* (1833 年出版) 的天文學部分（該書第 43 部分）撰寫的稿件為基礎，經過擴展和改進，重新撰寫的一部天文學著作，⁹第一版自序於 1849

⁵ 張升，〈晚清中算家李善蘭的學術交流與翻譯工作〉，《山東科技大學學報（社會科學版）》，13 卷 2 期(2011)，頁 30-35。

⁶ 《談天》〈凡例〉第二條：「此書原本咸豐元年刊行」。咸豐元年即 1851 年。

⁷ 偉烈亞力《談天》英文序，題 *Translation of Herschel's Outline of Astronomy*，1874 年 10 月。

⁸ 樊靜、馮立昇，〈晚清天文學譯著《談天》版本考〉，《內蒙古師範大學學報（自然科學版）》，2007 年第 6 期，頁 694-700。

⁹ John F. W. Herschel, Preface, *Outline of Astronomy*, London, 1849.

年 4 月 12 日。該書旨在為大眾提供一個普及天文學的讀本，作者在〈引論〉(Introduction)最後一節(第 10 段)總結說明了該書的目的，偉烈亞力與徐建寅增譯《談天》中相應的譯文如下：

按上言可知，此書之天學，不細論測天諸例，與細論推步之諸法。學者觀此書之用法恐少。本意不過欲明各事各論各法所得之理，免得用多代數與幾何之號，令其書秩繁而難閱，即列易明之實事。天學猶經線一條，可穿多珠也。所以人觀此珠之妙，而不知其內有線之貫之也。此書以示明其經線，即天學之根為主。諸珠即各家推得之理。

侯失勒的這部《天文學綱要》在寫作風格上雖以大眾讀者為對象，但是包括了當時歐洲天文學研究的新成果，內容相當豐富。1849 年出版後立即受到廣泛的歡迎，當年即出版了第 2 版，接著 1850 年和 1851 年又分別出版了第 3 版和第 4 版，每版都有少量修訂和資料更新。在 1858 年出版的第 5 版中作者做了較多的補充，在該版序言對於補充的新內容有所介紹。另外，1867 年的第 9 版又做了一次大的修訂。樊靜總結了該書的版本情況(參考[3]第 19-21 頁)，列出了前 12 個版本的出版資訊，包括頁數、出版年、目前收藏地等，並說明第 1、5、9 版為重要版本，其它各版均在前一版基礎上做少量修訂。《談天》初版所依據的是《天文學綱要》的第四版。該版包括正文共 644 頁，加附錄和引言 16 頁，圖 6 幅，後附參考文獻和索引。《天文學綱要》分為引言和 4 篇(Parts)，每篇又分為若干章，全書共 18 章，包括基礎天文學、天文學的引力理論、恒星天文學與曆法學的主要內容。作者于 1851 年 8 月 5 日給該寫的注記說明了第四版比前三版增加的內容：為了反映天文學發現的新情況，這一版在原在第三版的基礎上又有一些改動和補充。增加了海妖星(Parthenope)、美女星(Egeria)、凱神星(Victoria)、司寧星(Irene)四個小行星的資料，改進和更新了虹神星(Iris)、穎神星(Metis)、韶神星(Hebe)和健神星(Hygeia)等小行星的資料，同時也關注到了關於土星環的新發現和 M. Peters 對天狼星自行的研究。

四、《談天》譯文實例分析

上文已提到，樊靜已總結了一些李善蘭翻譯《談天》的原則。為了進一步理清李善蘭「刪述」《談天》的情況，這裡通過比較《談天》與其底本 *Outline of Astronomy*，再分析幾個翻譯和刪述的實例。

例 1：譯文沒有包括原著中的引言部分。*Outline of Astronomy* 正文前有一篇〈引言〉(Introduction)，共 10 段。¹⁰其內容主要包括：學習天文學的心理準備與方法，關於學習本書應該具備的基礎知識的說明，本書的寫作方法、目標和將要涉及的內容、基本觀點，等等。在偉烈亞力與李善蘭合譯的初版中沒有包括引言，後來偉烈亞力與徐建寅增譯的版本中包括了這部分內容，標題為「例」。那麼，是偉烈亞力本來就沒有翻譯這部分呢，還是李善蘭把它刪去了呢？有待進一步研究。需要說明的是，在《談天》增譯本中，凡增譯的部分，在排版時都在前面加「續」，並且低格排版，但是「例」沒有這些特徵。這似乎說明「例」是由李善蘭刪去的。另外，翻譯《重學》時也將引言部分刪去了，而《重學》底本的引言中包括一些正文中需要引用的基本概念，因而產生了不少問題，¹¹而《談天》的「例」沒有那麼重要。

¹⁰ 原著每一段都有標號，全書各段統一編號，如第 1 章從第 11 段開始，第 2 章從第 81 段開始，等等。

¹¹ 聶馥玲，〈《重學》底本考〉，《自然科學史研究》，2010 年第 2 期，頁 158-165。

例 2：第 11-12 段講述天文學的對象和地球在天文學中的重要性，原文今譯為：

我們看得見的天體的大小、遠近、排列、運動，及其構造和物理條件，它們之間的相互影響，等等，只要通過它們的影響可以探索或通過合理的推理由以獲得的知識，都構成了天文學研究的主體。Astronomy(天文學)這個詞本身就充分說明了它的研究內容和對象，它的字義表示關於天上一切看得見的天體——包括太陽、月球和其它天體要素——的規律的科學。Astrology 這個詞的本來意思是關於星的推理、理論和解釋，但在實際應用中，它的意思已被降級，只剩下其應用了，淪落為限於表示迷信和假裝基於星象變化來預測未來的騙術。(第 11 段)

但是，除了恒星和其它天體外，應該把地球也看成是一個天體，而且是一個天文學家考慮的具有特殊重要意義的天體。它在實踐上和在理論上的重要性表現在，地球不僅與我們人類休戚相關，為我們提供所需要的一切，而且是我們觀測其它天體的唯一觀測站，比如，我們可以在地球上設立觀測點，通過任何的標記和測量來研究其它天體的變化，比較其距離。(第 12 段)

李善蘭刪去了第 11 段中關於天文學詞源和語義的說明和第 12 段中關於地球與人類關係的內容，並且變換了行文的結構、內容和邏輯關係，把地球的重要性放在首位，將這兩段文字刪節改寫成如下譯文：「欲知經緯星之大小、遠近、方位、軌道，及相屬之理，必先於地面測之。不明地之理，則所測得之理俱誤。故以論地居首」。

例 3：原文第 13 段分析把地球視為天體之一與習以為常的表面現象之間的矛盾，指明克服這種錯誤觀念的重要性：

把地球和天體視為同類，對於初涉天文學的讀者來說，可能會感到十分離奇，難以設想表面上如此風馬牛不相關的事物之間會有什麼聯繫。事實上，地球巨大到似乎無法度量其大小，而星星看起來是個小點，似乎根本沒有大小，還有什麼能比地球和星體之間的表面區別更大呢？地球黑暗而不透明，星星則光芒閃耀，我們感覺地球亘古不動，而我們在白天或夜晚的幾個小時內或一年的不同季節內都會觀察到星星位置連續不斷的變化。因此，除了個別先哲之外，古人概不承認地球與其它星體屬於同類，而且僅憑無節制的類比和經驗，以及不完整的推理過程，毫無顧忌地認為天體就存在和運動於它們被看到的區域。在這種認識框架內，作為因果推理想科學的天文學就不存在了，天文學就只能限於對天空中的表面現象的記錄，與任何推理原則都互不相關。這樣的天文學，不論如何成功，也只不過是對天體排列關係的討論而已，且只是對這種排列關係的一些經驗認識。擺脫這種認識態度和偏見，是獲得天文學真知的第一步。當一個學生真正理解了地球隻不過是天體之一而已這個觀念，他就是向獲得天文學的真正知識邁進了一步。這個觀念為什麼是正確的，應該有哪些限制，應該做什麼的修改，下面就討論它。

李善蘭刪節後的譯文變為：

地為球體，乃行星之一。第憑目所見，則地甚大，行星俱只一點；地無光，行星俱有光。地不覺動，行星刻刻移動。悉皆相反。是以人非大智，聞此說，未有不駭異者。然強分地與行星為二類，則推步諸曜，俱扞格不通矣。故天學入門當首明此理。

與原文相比，譯文僅表述了原文的重點內容。原文強調，如果不把地球與其它天體視為同類，則會產生巨大的不利影響。李氏則進行刪節和改寫。譯文雖大體不失本義，但行文不同，風格亦異。

例 4：原文第 15 和 16 段論述地動時，將地球的運動分為兩類：一類是地表的運動，如海洋、大氣、地震、風雨等運動，這是人們可以感知到的。另一類是地球的整體運動，人在地球上無法感

知到，並舉一些例子來比喻說明，對於每一個例子都有較詳細的說明與分析。李氏刪去了地表運動的內容，直接講述地球作為一個行星是運動的，並且刪去了喻例中的細節說明，將譯整理成：

地係行星，故地亦動。地動而所載之物，如山岳河海風雲之類，莫不隨之俱動。故人不能覺。譬如舟不遇風浪、車在坦道以平速行，所載什物與之俱行，人坐其中，如居安宅，初不覺動。其理一也。

例 5：原著第 2 章開始一段(第 81 段)是：

Several of the terms in use among astronomers have been explained in the preceding chapter, and others used anticipatively. But the technical language of every subject requires to be formally stated, both for consistency of usage and definiteness of conception. We shall therefore proceed, in the first place, to define a number of terms in perpetual use, having relation to the globe of the earth and the celestial sphere. (上一章中已經解釋了幾個天文學家使用的術語，還有一些術語也需要做出解釋。為了達到使用的一致性和表述概念的明確性，每一個學科都需要對其技術術語做出正式的解釋。因此，我們將首先定義一批與地球和天球有關的常用術語。)

《談天》與此對應的文字是：

古有諸層玻璃天載星而轉之說，此於恒星環繞之理，未始不可通，而于日月及諸行星之理，則殊不合。然即以恒星天言之，如此大玻璃球，每日自轉一匝，亦大不易。或古人力大，故作此想耳。近已廢此說不用，而以歌白尼地球自轉之說為定論。既除舊法，必立新名，故此卷專主命名。

這裡，李善蘭沒有按原文翻譯，而是加入了「水晶玻璃球理論」的內容，並說明這個理論存在的問題，強調本書主張哥白尼理論。最後纔說明本卷的內容：「既除舊法，必立新名，故此卷專主命名」。「水晶玻璃球理論」是古希臘人提出的，明末傳入中國，為清代中國天文學家所熟悉，李善蘭在這裡刪去英文原著中並不重要的過渡性語句，增補內容，提醒讀者舊理論已經廢而不用。

例 6：原著第 193-196 段講紀限儀及其使用。其中第 193 段講到紀限儀也稱為哈得烈紀限儀，以表彰他「發明」了此儀，但實際上此儀是由牛頓發明的，並介紹了發明此儀的過程及牛頓具有優先權的證據。譯文刪節為：「此器或云哈得烈所造，實則作於柰端。」並把它調整到第 194 段之後。第 194 段先講紀限儀的原理，再講使用。譯文則先講使用，再講原理。

例 7：原著第 5 章開頭幾段（292-295 段）講天球儀的製作原理和方法。接著討論了天體儀或天圖與天體實際運行的關係，其意為：

這裡又產生了一些重要問題：這些天體的位置關係能保持多久？是否這些恒星及亮星，宛如看不見的天空中的固體，永遠保持其位置關係固定不變呢？或者像地球上的地標一樣保持不變的距離關係？如果真是這樣，我們可能形成的最合理的宇宙觀念就會是：地球在宇宙中心，絕對靜止，一個透明水晶球圍繞著地球，帶動太陽、月亮和恒星做周日運動；如果不是這樣，我們就必須拋棄所有上述觀念，探究單個星體的不同歷史，發現其獨特的運動，考察星體之間是否存在其它可能的聯繫。（第 296 段）

這是關於天球儀或天圖所表示的天體關係的討論，李善蘭的譯文將這段全部刪除了。

例 8：第 297 段講述日月及其它天體在天空中位置的變化，先說明月亮的位移，接著講太陽位置變化，原文為：

太陽在星際間的位置變化也是常態的和迅速的。在白天肉眼看不到星，不易覺察到這一點，需要用望遠鏡和方位儀等來測量，或者是經過較長時間的連續觀察，才能發現這個事實。然

而，只要想想夏天的星比冬天更大，或者晚上觀察到的星（這些星因而位於與太陽不同的另外半個天球上，發出其光線）在一年的不同季節中變化，就會認識到太陽相對於其它星的位置在這段時間內發生了極大的變化。

李善蘭的譯文把太陽、月亮和後面講到的行星位移放在一起，縮減為：「天空諸曜有時變其處者，月之變最速，其次為日，其次為諸行星。」

例 9：《談天》卷十〈諸月〉開始一段為：「諸行星除水、金、火及諸小星外，皆有月，少者一，多者至六七，月之繞行星，猶行星之繞日焉。」這是原著第 10 章開始所沒有的，為李善蘭增補的文字。

例 10：原著第 915 段講述了格里高利曆的置閏原理。譯文增加了原文沒有的內容：「用格勒高里年，某節約在某月某日，歲歲相同，故雖婦人孺子，亦能記之，法最便也。」原著此後還有幾段講西方曆法史，譯文刪節較多。

例 11：原著第 8 章討論地球和月亮運行的理論，譯漢章名為〈動理〉，其第二段即第 439 段被刪掉了，這段在後來的版本中由徐建寅補上了，其譯文為：「凡論性理者，用心詳其因緣之相連，而解說自然之恒理。但常人之心內覺其因實有所緣，余自覺用之本力，能使物動，所以余心中定信世上之物若有動，必有使動之故。見物自靜而動，或直動而忽折動，實必有力使之如此。設心中不覺有此力，然而實有之，切物而動，則易信之。但二物中不相連而動，則難信耳。然其本物與力有相連之物，其理相同。人力為人心使之動，不能解，知為實而不能詳論之。」刪去這段大概是因為它所論是關於認知的一般論述，而非對天體運動的具體論述。

五、李善蘭「刪述」《談天》的原則

根據當時翻譯科技著作的特點來判斷，李善蘭與偉烈亞力翻譯此書的過程應該是分為三步，第一步是偉烈亞力口譯，李善蘭「筆受」；第二步是李善蘭刪節並潤色成文，最後再與偉烈亞力討論定稿。李善蘭做了大量的刪節與潤色，在署名時把自己的工作定位為「刪述」，正是對這方面工作的重視。

儘管侯失勒把他的讀者群設定為大眾讀者，但是其著作要反映天文學研究的最新成果，同時他撰寫 *Outline of Astronomy* 時堅持英國學術論證的傳統。因此，全書的行文頗有文采，語言生動流暢，比較注意上下連接與過渡，講究用語豐富多彩，解釋天文現象與原理比較細緻，不厭其詳，用大量人們習常所見的事例進行類比分析，舉例不厭其多。李善蘭和偉烈亞力翻譯該書的目的是向中國讀者介紹新天文學體係和新知識，設定的讀者對象主要是天文學家和知識份子，按照中國科技著作的學術傳統編寫譯文，行文風格講究緊湊，遣詞造句不求華麗，但求言簡意賅，論證與敘述儘量緊扣主題，儘量避免行文枝蔓。兩種學術傳統和寫作風格的不同，決定了《談天》譯文與原著之間的差別。

對照《談天》和它的底本，易知《談天》譯文確實對原文做了較多的刪節。通過上節的比較，可以進一步總結出李善蘭刪述《談天》的一些原則：引導之「述」：李善蘭根據當時中國天文學的知識背景，把每卷的第一段作為全卷的導言，引領和提示全卷的內容，在行文風格上也與原文略異，體現導言的特點，比如卷一「故以論地居首」，卷二「此卷專主命名」，卷四「故此卷詳論測天以定地學之事」，卷七「故卷中詳論之」，卷八「今特推闡其理」，卷十三「此卷論法切二力令橢圓道變狀

及行星橢圓周變速率之理」等等，這些段落結語都起到了引導作用。另一方面，原著個別章的第一段並不完全滿足這樣的要求，於是李善蘭就根據情況補充一些內容，以幫助中國讀者更好地理解原著。上述例 5 和例 9 都屬於這種情況。

突出重點之「刪」：李善蘭刪節原文時，以緊扣主題、突出重點為原則。譯文重視突出天文學的主要內容，而省略一些對於突出主題作用較小的內容，凡對闡述天文學主要內容不是很重要的內容就略譯或不譯。如例 1，原著中的引言所講的內容，是如何學習天文學及作者撰寫該著作的一些想法，不是天文學本身的重要內容，所以略而不譯。再如例 2，第 11 段中關於 *astronomy* 和 *astrology* 兩詞的解釋，對中國讀者來說，毫不重要。第 12 段中地球與人類的關係等內容，基本上不是天文學關心的內容。這些內容被刪掉了。又如例 10 中，西方曆法史對中國讀者不是特別重要，所以點到為止。例 3 和例 6 亦屬此類。例 11 則是講述研究與思維習慣的，可能他認為這段不是直接關於天文學的。

凝煉之「刪」：在論證方面，如果一些問題和論證對於闡述天文學原理不是特別重要，或者是讀者已具備了相關的知識，那麼就是被刪除或略譯的對象。如例 8 中對於太陽位移的論述和分析，譯文就沒有採用，因為中國天文學家對此已不陌生。在行文上，李善蘭刪去一些修辭比喻和過渡性語句，這在許多例子中都可看到。如例 7，原文提出了一些問題和由這些問題產生的可能結果，作為引起下面討論的過渡，因下文有專門討論，這裡只是過渡，所以被刪去。在用日常熟知的事例類比天文現象時，對所舉的例子也基本上點到為止，在多種情況下都刪去了原著中對事例的具體分析與解釋，如例 4。

需要之「增」：李善蘭也在必要時適當增加一些內容，如例 10 中就增加了關於格里高利曆的月日與 24 節氣的固定關係的說明。或者根據行文的需要適當調整原文的次序，如例 6。

李善蘭對《談天》的刪述方法與原則，在當時翻譯的其它著作中也有不同的體現。通過實例分析，可以說明我們更好地理解和認識當時科技翻譯的實踐過程。本文僅僅分析了一些具體譯例，與翻譯相關的還有很多問題值得深入研究，比如，經過李善蘭的刪節，《談天》與其底本的差異究竟有多大，有哪些應該傳達的內容被忽略了，譯文整體上是不是能反映原文的核心思想，等等。這些都有待進一步的研究。

An Investigation to LI Shanlan's "As Told to and Abridged by" for the Book *Tantian*

GUO Shirong*

Abstract

The method, philosophy, treatment, and quality of the translation of scientific works into Chinese during Late Qing period (roughly the turn of the 20th century) determined Western knowledge's means and speed of spreading and degree of localization in China. To form an overall understanding to Late Qing's scientific translation, we must figure out their method and philosophy of translation, determine and selection of terms and jargons, the way to describe concepts, omittance and addition to the original text, the integration of Western knowledge into the Chinese knowledge framework, and other translational problems. Then we may investigate the translated works' quality of translation, translator's idea about translation and used techniques and how the translator's knowledge framework affected his translations. From comparisons of the works, we may learn the different ways of translation, the interactions among translators, translated works' impacts on each academic disciplines and future translations, etc. By answering these questions, can we have a complete, systematic and deep understanding to the translations of the second wave of the introduction of Western knowledge into China.

It is widely accepted that the books translated by LI Shanlan(1811-1822) and several missionaries opened the doors for Western knowledge to enter China and greatly affected the course of Late Qing development of science. LI and missionaries' works played a major role in the early days of the second coming of Western knowledge. Much of the knowledge introduced by them was novel to Chinese scholars. Much of the knowledge introduced was more advanced than the knowledge introduced between the 17th and 18th century. Many of the concepts, jargons and mathematical expressions were translated into Chinese for the first time which was very difficult. LI's works, as guides to future translators, created a solid foundation for future translations. Needless to say, his work was the top choice in the study of Late Qing's technological translations.

From 1852 to 1859, LI worked with missionaries in Shanghai to translate 8 science books. Six among the seven published works were signed "As Told to LI Shanlan" or "Penned by LI Shanlan". However, the signature on the 18 volumes of "*Tantian*" was different from the others. "*Tantian*" was a translation of British astronomer John F. W. Herschel's *Outlines of Astronomy*, 4th edition. The translation was contributed as "As Interpreted by Alexander Wylie and Abridged by LI Shanlan". How did LI abridge the book? How did he determine which part to omit? How did his omittance affect the work? Here we compare the English original and the Chinese translation texts to answer these questions.

Keywords: LI Shanlan, scientific translation, late Qing dynasty, *Tantian*

* Dean and Professor, Institute of Scientific and Technical History, Inner Mongolia Normal University

李國偉教授退休感言——公職句點，人生逗點

李國偉*



李國偉教授與夫人馬昭華女士攝於合歡山

俗語說：「人生有如走馬燈。」但是走馬燈只是轉啊轉的，重複出現相同的花樣。我現在倒覺得，人生好比走入「清明上河圖」，一路往前踽踽而行，四周風景漸次變化，左近人物也不斷更迭。不急不徐穿越繁華熱鬧的街市，信步踱過橫跨水流的虹橋，慢慢便走入枝芽萌動的清明郊野。最近從中央研究院領到一紙特等服務獎章證書，算是給四十年公教歲月畫下了句點。然而退休只是人生的一個逗點，在後續的篇幅裡，仍然希望能寫出一些有意思的章節。

我對中國數學史的興趣起始於偶然，記得在大學時期從臺灣商務印書館購入李儼先生的《中算史論叢》一套，隨便翻閱不甚了了。留學返國後研究主題從數學邏輯改換為組合數學。在 1980 年代中期，因為閱讀《中算史論叢》第三卷〈中算家之縱橫圖(Magic Squares)研究〉一文，突然憬悟到保其壽的一些特殊的縱橫圖，其實可以賦予現代圖論的解釋，不僅能對他的創作給予系統性的理解，更可以產生新的組合數學研究。這個題材開啟了我對數學史研究的興趣，在日後為數不多的研究成果中，我都嘗試從別人探索過的文獻裡，找出相當不同的新鮮觀點，並且最好能與當代研究發生關連或產生相互啟發的作用。

我在 1982 年為中研院物理所林爾康所長推薦至國科會兼任，負責數學學門的規劃與推動業務。不久，自然科學發展處成立，由臺大化學系劉廣定教授擔任處長。我從劉教授處習得許多寶貴的做人做事態度與方法，更有幸劉教授在科學史上學養精深，也鼓舞了我對科學史的熱情。通過劉教授的引導，我加入了中研院科學史委員會，從而結識了多位在科學史上都比我先進的好友。後來，我

* 本會委員，中央研究院數學研究所退休研究員

屢次參加國際科學史大會，以及委員會每三年舉辦的科學史研討會，都使我在數學專業研究之外，大大拓展了人文素養的視野。參與科學史委員會的經驗，是我學術生涯裡極為珍貴的一部分。

我從年幼時期起，就有強烈的好奇心愛好新知。因此涉足的學術與教育活動還算廣泛，但是研究的專注程度就難免受到影響，自付並無特別值得稱道的成就。我在中研院數學所主持定期組合數學討論班前後約三十年，在最後一次聚會時，反省了自己最基本的價值座標，總結為四句：

稟性善良

行事正派

愛好學習

追求多元

最後，我要向科學史委員會致謝，主動蒐集整理了我的經歷與著作目錄。著作目錄中以數學研究論文羅列最全，留學期間還有一些文學評論，以及若干日後發表於期刊以外出版品的文章，都等將來自己再動手補充了。

李國偉教授學經歷

E-Mail: makwlih@sinica.edu.tw;
lihkowei@gmail.com

研究領域

組合數學（亦稱為離散數學）
數學哲學
數學史
科學文化



學歷

博士(1976)	美國杜克大學(Duke University)數學研究所
碩士(1973)	美國杜克大學(Duke University)數學研究所
學士(1970)	國立臺灣大學數學系

經 歷

合聘研究員(1985-1993)	中央研究院資訊科學研究所
研究員(1982)	中央研究院數學研究所
副研究員(1976)	中央研究院數學研究所
處長(1993.12-1996.11)	中央研究院總辦事處
所長(1987.08-1993.07)	中央研究院數學研究所
代理所長(1987.01-1987.07)	中央研究院數學研究所
副所長(1984.01-1987.07)	中央研究院數學研究所
主任(1994.07-1996.06)	國科會數學研究推動中心

客座／兼職／顧問教授

合聘教授	國立中正大學哲學研究所
兼任教職	淡江大學數學系
兼任教職	國立交通大學計算機工程系
兼任教職	國立交通大學應用數學系
兼任教職	國立中央大學數學系
兼任教職	國立陽明大學生命科學系
兼任教職	國立清華大學歷史研究所
兼任教職	國立臺灣大學數學系

獎項榮譽

《科學迎戰文化敵手》獲得第三屆吳大猷科普著作獎翻譯獎佳作獎(2006)

《一條畫不清的界線—李國偉的科文游牧集》、《宇宙的詩篇》、《科學迎戰文化敵手》，中華民國物理學會推薦列入 100 本優良中文物理科普書籍(2005)

中華民國數學會特殊貢獻獎(2004)

與葉李華合譯的《宇宙的詩篇》獲第一屆吳大猷科普寫作翻譯獎推薦獎(2002)

李國鼎通俗科學寫作獎(1995)

國科會優等獎(1994-1995)

國科會傑出研究獎(1986-1988)

學術期刊編輯

《科學文化評論》(中國科學院，2004年起)

《科學發展月刊》(國科會，2001年起)

Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences (真理大學，2000年起)

Graphs and Combinatorics (Springer，1995年至2014年)

Journal of Mathematical Research with Applications (原名 *Journal of Mathematical Research and Exposition*，大連理工大學，1995年起)

學協會委員

計畫審議人(1983.08-1988.08)	國科會自然科學發展處
召集人(2011.04-2014.03)	國科會科學教育處數學教育學門
副理事長(2006.01-2008.12)	中華民國數學會
委員(1994-1996)	行政院教育改革審議委員會
委員(1991-)	國際數學史委員會委員
委員(1984-)	國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會 (中央研究院科學史委員會)
執行秘書(1993-1996)	國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會
主任委員(1987-1990)	國際科學史與科學哲學聯合會科學史組中華民國委員會。 任內使我國於1989年正式加入國際科學史學會。
委員(1978-)	國際科學史與科學哲學學會之邏輯、方法論與科學哲學組 中華民國委員會(中央研究院科學哲學委員會)
執行秘書(1978-1994)	國際科學史與科學哲學學會之邏輯、方法論與科學哲學組 中華民國委員會
主任委員(1994-2007)	國際科學史與科學哲學學會之邏輯、方法論與科學哲學組 中華民國委員會

李國偉教授著作目錄

一、專書

1. 李國偉、鄭毓信，《數學哲學中的革命》，臺北：九章出版社，1999。
2. 李國偉，《一條畫不清的界線——李國偉的科文游牧集》，臺北：新新聞文化事業股份有限公司，1999。
3. 李國偉，《Hilbert 第十問題》，臺北：徐氏基金會，1973。

二、譯著

1. 愛倫伯格(Jordan Ellenberg)撰，李國偉譯，《數學讓你不犯錯》，臺北：天下遠見出版社，2016。
2. 斯傳(Gilbert Strang)撰，李國偉譯，《線性代數的世界》，臺北：天下遠見出版社，2005。
3. 哈雷爾(David Harel)撰，李國偉譯，《電腦也搞不定：從數學看計算機科學的罩門》，臺北：天下遠見出版社，2002。
4. 溫柏格(Steven Weinberg)撰，李國偉譯：《科學迎戰文化敵手》，臺北：天下文化出版社，2003。
5. 德福林(Keith J. Devlin)撰，饒偉立、李國偉譯，《笛卡兒，拜拜！揮別傳統邏輯，重新看待推理、語言與溝通》，臺北：天下文化出版社，2000。
6. 奧瑟曼(Robert Osserman)撰，葉李華、李國偉譯，《宇宙的詩篇：解讀天地間的幾何法則》，臺北：天下文化出版社，1997。
7. K. Baclawski 撰，李國偉譯，〈組合學：趨勢與例證〉，《數學傳播》，10卷1期(1986.02，總號37)，頁28-34。
8. Joseph Needham 撰，李國偉譯，〈金鋼三昧院裏的沉思：一位科學史家的感悟〉，《科學月刊》，13卷3期(1982.03)，頁38-40。
9. Claude Berge 撰，李國偉譯，〈組合學是什麼？〉，《數學傳播》，2卷4期(1978.05)，頁56-63。
10. 李國偉譯，〈塵埃後的世界〉，《科學月刊》，2卷7期(1971.07)，頁34。

三、書刊文章

1. Man Keung SIU and Ko-Wei LIH. Transmission of probability theory into China at the end of the nineteenth century, in D. E. ROWE and W.-S. HORNG eds., *A Delicate Balance: Global Perspectives on Innovation and Tradition in the History of Mathematics, A Festschrift in Honor of Joseph W. Dauben*, Springer International Publishing, Switzerland, 2015, pp. 395-416.
2. Ko-Wei LIH, Hsin-Hao LAI. Chordal graphs are fully orientable, *Ars Combinatoria*, 122(2015), pp. 289-298.
3. Ko-Wei LIH, Fengwei XU, Weifan WANG. Full orientability of the square of a cycle, *Ars Combinatoria*, 122(2015), pp. 227-233.
4. 李國偉，〈布爾—自學成大器的數學家〉，《科學月刊》，46卷11期（2015.11，總號551），頁846-851。
5. 李國偉，〈均勻染色最近的一些發展〉，《中國科學：數學》，45卷9期(2015)，頁1383-1388。
6. 李國偉，〈以藝術展示數學〉，《科學人》，165期(2015.11)，頁32。
7. 李國偉，〈園丁之子，解碼英雄〉，《科學人》，161期(2015.07)，頁30。
8. 李國偉，〈小學數學最有用〉，《科學人》，157期(2015.03)，頁28。
9. 李國偉，〈棋盤上的皇后問題〉，《科學人》，154期(2014.12)，頁68-73。
10. 李國偉，〈誰最早發現鴿籠原理？〉，《科學人》，152期(2014.10)，頁30。
11. 李國偉，〈好難馴服的無窮小〉，《科學人》，149期(2014.07)，頁40-45。

12. 李國偉,〈艾雪藝術的啟示〉,《科學人》,148期(2014.06),頁24。
13. 李國偉,〈穿了衣服的數字〉,《科學人》,144期(2014.02),頁26。
14. Ko-Wei LIH, Kuo-Ching HUANG. Nordhaus-Gaddum type relations of three graph coloring parameters, *Discrete Applied Mathematics*, 162(2014), pp. 404-408.
15. Ko-Wei LIH, Lianzhu ZHANG, Weifan WANG. An improved upper bound on the adjacent vertex distinguishing chromatic index of a graph, *Discrete Applied Mathematics*, 162(2014), pp. 348-354.
16. Ko-Wei LIH, Honglin DING, Jianping LI. Approximation algorithms for solving the constrained arc routing problem in mixed graphs, *European Journal of Operational Research*, pp. 239(2014), 80-88.
17. Ko-Wei LIH, Hsin-Hao LAI, Chen-Ying LIN, and Li-Da TONG. When is the direct product of generalized Mycielskians a cover graph? *Ars Combinatoria*, 117(2014), pp. 65-73.
18. 李國偉,〈質數的缺席〉,《科學人》,140期(2013.10),頁30。
19. 李國偉,〈升學大餐不宜吃PISA〉,《科學人》,136期(2013.06),頁28。
20. 李國偉,〈TIMSS 2011耐人尋味的問題〉,《科學人》,132期(2013.02),頁25。
21. Ko-Wei LIH, Hsin-Hao LAI. Acyclic list edge coloring of graphs, *Journal of Graph Theory*, 72(2013), pp. 247-266.
22. Ko-Wei LIH, Equitable coloring of graphs, in M. Pardalos, D. Z. Du and R. L. Graham eds., *Handbook of Combinatorial Optimization, Second Edition*, Springer, New York, 2013, pp. 1199-1248.
23. Ko-Wei LIH, Bor-Liang CHEN, Chih-Hung YEN. Equivalence of two conjectures on equitable coloring of graphs, *Journal of Combinatorial Optimization*, 25(2013), pp. 501-504.
24. Ko-Wei LIH, Hsin-Hao LAI. The minimum number of dependent arcs and a related parameter of generalized Mycielski graphs, *Utilitas Mathematica*, 91(2013), pp. 305-317.
25. Ko-Wei LIH, Weitian LI, Bor-Liang CHEN, Kuo-Ching HUANG. Intersecting k-uniform families containing all the k -subsets of a given set, *Electronic Journal of Combinatorics*, 20(2013), # 3.
26. Ko-Wei LIH, Daphne Der-Fen LIU. On the strong chromatic index of cubic Halin graphs, *Applied Mathematics Letters*, 25(2012), pp. 898-901.
27. Ko-Wei LIH, Hsin-Hao LAI, Ping-Ying TSAI. The strong chromatic index of Halin graphs, *Discrete Mathematics*, 312(2012), pp. 1536-1541.
28. 李國偉,解讀崔錫鼎《九數略》中的九階方陣,《自然科學史研究》,31卷1期(2012),頁52-63。
29. 李國偉,〈球球kiss有限制〉,《科學人》,128期(2012.10),頁32。
30. 李國偉,〈離散數學走進舞臺中央〉,《科學人》,124期(2012.06),頁28。
31. 李國偉,〈由淡入濃—如是我觀涂靈形象〉,《科學月刊》,43:6(2012.06),頁418-423。
32. 李國偉,〈多項式怎麼染上了顏色?〉,《科學人》,120期(2012.02),頁28。
33. 李國偉,〈選或不選,那才是問題!〉,《科學人》,116期(2011.10),頁26。
34. 李國偉,〈還沒有解決的四色問題〉,《科學人》,112期(2011.06),頁28。
35. 李國偉,〈焦點透視看敦煌〉,《科學人》,108期(2011.02),頁21。

36. Ko-Wei LIH, Yuehua BU, Weifan WANG. Adjacent vertex distinguishing edge-colorings of planar graphs with girth at least six, *Discussiones Mathematicae Graph Theory*, 31(2011), pp. 429-439.
37. Ko-Wei LIH, Fengwei XU, Weifan WANG. The minimum number of dependent arcs in C_{3k}^3 , *Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences*, 27(2011), pp. 397-410.
38. 李國偉，〈陳省身獎—第一個以華人為名的國際數學重要獎項〉，《科學人》，105期(2010.11)，頁28。
39. 李國偉，〈再掂掂你的份量〉，《科學人》，102期(2010.08)，頁28。
40. 李國偉，〈掂掂你的份量〉，《科學人》，99期(2010.05)，頁24。
41. 李國偉，〈就算是排列，也該有些章法〉，《科學人》，96期(2010.02)，頁24。
42. Ko-Wei LIH, A remarkable Euler square before Euler, *Mathematics Magazine*, 83(2010), pp. 163-167.
43. Ko-Wei LIH, Hsin-Hao LAI. On preserving full orientability of graphs, *European Journal of Combinatorics*, 31(2010), pp. 598-607.
44. Ko-Wei LIH, Hsin-Hao LAI. Acyclic list edge coloring of planar graphs, *Bulletin of the Institute of Mathematics, Academia Sinica (New Series)*, 5(2010), pp. 413-436.
45. Ko-Wei LIH, Yusheng LI. Multi-color Ramsey numbers of even cycles, *European Journal of Combinatorics*, 30(2009), pp. 114-118.
46. Ko-Wei LIH, Jun-Yo CHEN, Jiaojiao WU. Coloring the square of the Kneser graph $KG(2k+1, k)$ and the Schrijver graph $SG(2k+2, k)$, *Discrete Applied Mathematics*, 157(2009), pp. 170-176.
47. 李國偉，〈幾何，是 geometry 的音譯嗎？〉，《科學人》，93期(2009.11)，頁25。
48. 李國偉，〈合作研究的貢獻，能算出比例嗎？〉，《科學人》，90期(2009.08)，頁28。
49. 李國偉，〈歐拉之前的歐拉方陣〉，《科學人》，87期(2009.05)，頁33。
50. 李國偉，〈科月四十一逆境中，使命在呼喚〉，《科學月刊》，40卷4期(2009.04，總號472)，頁244。
51. 李國偉，〈有朋自遠方來—專訪 Jaroslav Nešetřil 教授〉，《數學傳播》，33卷1期(2009.03，總號129)，頁3-13。
52. 李國偉，〈鳥、青蛙與猴子〉，《科學人》，84期(2009.02)，頁32。
53. Ko-Wei LIH, CHEN-Ying LIN, and Li-Da TONG. Non-cover generalized Mycielski, Kneser, and Schrijver graphs, *Discrete Mathematics*, 308(2008), pp. 4653-4659.
54. Ko-Wei LIH, Daphne Der-Fen LIU, Weifan WANG. On $(d, 1)$ -total number of graphs, *Discrete Mathematics*, 309(2009), pp. 3767-3773.
55. Ko-Wei LIH, Hsin-Hao LAI, Li-Da TONG. Full orientability of graphs with at most one dependent arc, *Discrete Applied Mathematics*, 157(2009), pp. 2969-2972.
56. Ko-Wei LIH, Lan SHEN, Yingqian WANG, Weifan WANG. On the 9-total-colorability of planar graphs with maximum degree 8 and without intersecting triangles, *Applied Mathematics Letters*, 22(2009), pp. 1369-1373.
57. Ko-Wei LIH, Hsin-Hao LAI, Gerard J. CHANG. On fully orientability of 2-degenerate graphs, *Information Processing Letters*, 105(2008), pp. 177-181.

58. 李國偉，〈摺紙與幾何作圖〉，《科學人》，81期(2008.11)，頁34。
59. 李國偉，〈從圖著色到圖的完全可定向性〉，《自然科學簡訊》，20卷3期(2008.08)，頁88-90。
60. 李國偉，〈用4523659424929個符號定義1〉，《科學人》，78期(2008.08)，頁24。
61. 李國偉，〈520，阿貝爾獎頒獎〉，《科學人》，75期(2008.05)，頁27。
62. 李國偉，〈「不解」之解，是解耶？〉，《科學人》，72期(2008.02)，頁33。
63. Ko-Wei LIH, Wei-Fan WANG. Note on coloring the square of an outerplanar graph, *Ars Combinatoria*, 86(2008), pp. 89-95.
64. Ko-Wei LIH, Wei-Fan WANG. Coupled choosability of plane graphs, *Journal of Graph Theory*, 58(2008), pp. 27-44.
65. Ko-Wei LIH, David Cariolaro. The edge-choosability of the tetrahedron, *Mathematical Gazette*, 92(2008), pp. 543-546.
66. Ko-Wei LIH, Wei-Fan WANG. On the sizes of graphs embeddable in surfaces of nonnegative Euler characteristic and their applications to edge choosability, *European Journal of Combinatorics*, 28(2007), pp. 111-120.
67. 李國偉，〈掙脫數學期刊的緊箍咒〉，《科學人》，69期(2007.11)，頁34。
68. 李國偉，〈英語授課使學習力衰頹？〉，《科學月刊》，38卷11期(2007.11, 總號455)，頁812-813。
69. 李國偉，〈假如徐光啟學通拉丁文〉，《科學人》，66期(2007.08)，頁31。
70. 李國偉，〈數學，跨接純粹與實用的彩虹〉，《科學人》，61期(2007.03)，頁106-107。
71. 李國偉，〈誰來科普？〉，《科學史通訊》，26期(2007.07)，頁21-22。
72. Ko-Wei LIH, CHEN-Ying LIN, and Li-Da TONG. On an interpolation property of outerplanar graphs, *Discrete Applied Mathematics*, 154(2006), pp. 166-172.
73. 李國偉，〈本無邊界，何來極限？〉，《科學人》，50期(2006.04)，頁80-82。
74. 李國偉，〈聆聽行星的天籟——克卜勒：《世界的和諧》〉，收錄於《星空的思索——一幅有待完成的宇宙拼圖》(臺北：大塊文化，2006)，頁69-102。
75. Ko-Wei LIH, Wei-Fan WANG. Coloring the square of an outerplanar graph, *Taiwaneses Journal of Mathematics*, 10(2006), pp. 1015-1023.
76. Ko-Wei LIH, Wei-Fan WANG. List coloring Halin graphs, *Ars Combinatoria*, 77(2005), 53-63.
77. 李國偉，〈站在巨人肩上的近視眼〉，《科學人》，38期(2005.04)，頁118-119。
78. Ko-Wei LIH, Li-Da TONG, and Wei-Fan WANG. The linear 2-arboricity of outerplanar graphs, *Ars Combinatoria*, 73(2004), pp. 13-22.
79. Ko-Wei LIH, Wei-Fan WANG. Light subgraphs and edge choosability of planar graphs without 3-cycles and 4-cycles, *Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences*, 20(2004), pp. 353-376.
80. 李國偉，〈六個人的小世界〉，《科學人》，27期(2004.05)，頁116-117。
81. 李國偉，〈科學迎戰文化敵手〉，《書與人》，15期(2004.02)，頁6。
82. Ko-Wei LIH, Wei-Fan WANG. Equitable list coloring of graphs, *Taiwanese Journal of Mathematics*, 8(2004), pp. 747-759.

83. Ko-Wei LIH, Wei-Fan WANG. The edge-face choosability of plane graphs, *European Journal of Combinatorics*, 25(2004), pp. 935-948.
84. Ko-Wei LIH, Li-Da TONG, and Wei-Fan WANG. The linear 2-arboricity of planar graphs, *Graphs and Combinatorics*, 19(2003), pp. 241-248.
85. Ko-Wei LIH, Wei-Fan WANG, and Xuding ZHU. Coloring the square of a K4-minor free graph, *Discrete Mathematics*, 269(2003), pp. 303-309.
86. Ko-Wei LIH, Wei-Fan WANG. Labeling planar graphs with conditions on girth and distance two, *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, 17(2003), pp. 264-275.
87. Ko-Wei LIH, Zengmin SONG, Weifan WANG, and Kemin ZHANG. Edge-pancyclicity of coupled graphs, *Discrete Applied Mathematics*, 119(2002), pp. 261-266.
88. 李國偉,〈科學旗幟下的另類活動〉,《科學月刊》,33卷9期(2002.09,總號393),頁748-755。
89. 李國偉,〈劉廣定著《中國科學史論集》引介〉,《全國新書資訊月刊》,42期(2002.06),頁32-35。
90. Ko-Wei LIH, Weifan WANG. The Whitney's triangulations of plane graphs, *Bulletin of the Institute of Combinatorics and Its Applications*, 34(2002), pp. 55-57.
91. Ko-Wei LIH, Michel Deza, and Tayuan HUANG. Central circuit coverings of octahedrites and medial polyhedra, *Journal of Mathematical Research and Exposition*, 22(2002), pp. 49-65.
92. Ko-Wei LIH, Weifan WANG. Choosability and edge choosability of planar graphs without five-cycles, *Applied Mathematics Letters*, 15(2002), pp. 561-565.
93. Ko-Wei LIH, Weifan WANG. A new proof of Melnikov's conjecture on the edge-face coloring of plane graphs, *Discrete Mathematics*, 253(2002), pp. 87-95.
94. Ko-Wei LIH, Daphne Der-Fen LIU. Circular chromatic numbers of some reduced Kneser graphs, *Journal of Graph Theory*, 41(2002), pp. 62-68.
95. Ko-Wei LIH, Weifan WANG. Choosability and edge choosability of plane graphs without intersecting triangles, *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, 15(2002), pp. 538-545.
96. Ko-Wei LIH, Wenjie HE, Xiaoling HOU, Jiating SHAO, Weifan WANG, and Xuding ZHU. Edge-partitions of planar graphs and their game coloring numbers, *Journal of Graph Theory*, 41(2002), pp. 307-317.
97. Ko-Wei LIH, Weifan WANG. Choosability, edge choosability, and total choosability of outerplane graphs, *European Journal of Combinatorics*, 22(2001), pp. 71-78.
98. Ko-Wei LIH, Zengmin SONG, Weifan WANG, and Kemin ZHANG. A note on list improper coloring planar graphs, *Applied Mathematics Letters*, 14(2001), pp. 269-273.
99. Ko-Wei LIH, Li-Da TONG, and Jin-Ho YAN. On cycle sequences, *Graphs and Combinatorics*, 17(2001), pp. 129-133.
100. Ko-Wei LIH, Weifan WANG. The 4-choosability of planar graphs without 6-cycles, *Australasian Journal of Combinatorics*, 24(2001), pp. 157-164.
101. Ko-Wei LIH, Szu-En CHENG. An improvement on a spernerity proof of Horrocks, *Theoretical Computer Science*, 263(2001), pp. 355-377.
102. Ko-Wei LIH, Weifan WANG. Structural properties and edge choosability of plane graphs without 6-cycles, *Combinatorics, Probability and Computing*, 10(2001), pp. 267-276.

103. Ko-Wei LIH, Weifan WANG. Light 3-faces of plane graphs without 6-cycles, *Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences*, 16(2000), pp. 205-212.
104. 李國偉,〈分享、責任與欣賞——科普寫作與閱讀的動機〉,《科學月刊》,31卷1期(2000.01,總號361),頁14-17。
105. 李國偉,〈證明的流變——一個數學哲學與數學史的綜合觀察〉,《臺灣哲學研究》,第3期(2000),頁1-22。
106. Ko-Wei LIH, Daphne Der-Fen LIU, and Xuding ZHU. Star-extremal circulant graphs, *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, 12(1999), pp. 491-499.
107. 李國偉,〈謎樣的計算機科學之父[艾倫·麥昔森·涂林(Alan Mathison Turing)]〉,《科學月刊》,30卷11期(1999.11,總號359),頁914-919。
108. 李國偉,〈一條畫不清的界線：從信念的角度看科學〉,《臺灣社會學研究》,3期(1999.07),頁189-211。
109. Ko-Wei LIH. The equitable coloring of graphs, in M. Pardalos and D. Z. DU eds., *The Handbook of Combinatorial Optimization*, Vol. 3, Kluwer, Boston, 1998, pp. 543-566., (1998)
110. Ko-Wei LIH, B. Baca, and I. Hollander. Two classes of super-magic quartic graphs, *Journal of Combinatorial Mathematics and Combinatorial Computing*, 23(1997), pp. 113-120.
111. Ko-Wei LIH, Jing-Ho YAN, David KUO and Gerard J. CHANG. Signed degree sequences of signed graphs, *Journal of Graph Theory*, 26(1997), pp. 111-117.
112. Ko-Wei LIH, Pou-Lin WU. On equitable coloring of bipartite graphs, *Discrete Mathematics*, 151(1996), pp. 155-160.
113. 李國偉,〈淺談〈囚徒困境〉現象的應用〉,《數學傳播》,20卷2期(1996.06,總號78),頁26-30。
114. 李國偉,〈以增加生活常識的眼光閱讀——科普讀物的入門〉,《精湛》,28期(1996.05),頁54-56。
115. 李國偉,〈教育鬆綁原則下的政策建議〉,《教改通訊》,17/18(1996.03),頁2-4。
116. 李國偉,〈教育基本法的理念分析〉,《教改通訊》,17/18(1996.03),頁8-11。
117. Ko-Wei LIH, Bor-Liang CHEN, and Ming-Tat KO. equitable and m-bounded coloring of split graphs, *Lecture Notes in Computer Science (Springer-Verlag.)*, 1120(1996), pp. 1-6.
118. Ko-Wei LIH, William Y. C. CHEN, and Yeong-Nan YEH. Cyclic tableaux and symmetric functions, *Studies in Applied Mathematics*, 94(1995), pp. 327-339.
119. 李國偉,〈教育鬆綁〉,《教改通訊》,4期(1995.01),頁10-13。
120. Should we care if the brain is a computer? in Yu-Houng HOUNG and Jih-Ching HO eds., *Mind and Cognition: Collected Papers from 1993 International Symposium on Mind and Cognition*, Institute of European and American Studies, Academia Sinica, Taipei, 1995, pp. 83-94..
121. Ko-Wei LIH, Bor-Liang CHEN. Equitable coloring of trees, *Journal of Combinatorial Theory Series B*, 61(1994), pp. 83-87.
122. Ko-Wei LIH, Bor-Liang CHEN, and Pou-Lin WU. Equitable coloring and the maximum degree, *European Journal of Combinatorics*, 15(1994), pp. 443-447.
123. 李國偉,〈《九章算術》與不可公度量〉,《自然辯證法通訊》,16卷第2期(1994),頁49-54。

124. 李國偉,〈從單表到雙表——重差術的方法論研究〉,《科學史通訊》,12期(1994.07),頁1-11。又收入《中國科技史論文集》,臺北:聯經出版事業股份有限公司,1995年,頁85-105。
125. 李國偉,〈心、葛德爾[Kurt Gödel]與複雜度〉,《科學月刊》,25卷4期(1994.04,總號292),頁256-263。
126. 李國偉,〈心、葛德爾[Kurt Gödel]與複雜度〉,《科學月刊》,25卷3期(1994.04,總號291),頁189-195。
127. 李國偉,〈基礎研究的演化〉,《科學月刊》,24卷11期(1993.11,總號287),頁833-837。
128. Ko-Wei Lih, Qi-Shou BAO and his polyhedral Yuan Tu HUN, in C.-Y. CHEN ed., *Science and Technology in Chinese Civilization*, World Scientific, Singapore, 1987, 93-108; reprinted in Cheng-Hung Lin and Daiwie Fu eds., *Philosophy and Conceptual History of Science in Taiwan*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993, pp. 209-220.
129. From one gnomon to two gnomons - a methodological study of the method of double differences, in Cheng-hung LIN and Daiwie FU eds., *Philosophy and Conceptual History of Science in Taiwan*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993, pp. 149-166.
130. Ko-Wei LIH, Rank inequalities for chordal graphs, *Discrete Mathematics*, 113(1993), 125-130.
131. Ko-Wei LIH, Bor-Liang CHEN. A note on the m-bounded chromatic number of a tree, *European Journal of Combinatorics*, 14(1993), pp. 311-312.
132. 李國偉,〈中國古代對角度的認識〉,《數學史研究文集》,第二輯,呼和浩特:內蒙古大學出版社及九章出版社,1991年,頁6-14。又收入《科學史通訊》,10期(1992.06),頁18-25。
133. 李國偉,〈科學與民主的關係——為紀念〈五四〉七十周年而作〉,《科學月刊》,21卷5期,(1990.05,總號245),頁393-403。
134. Ko-Wei LIH, Bor-Liang CHEN. Diameters of iterated clique graphs of chordal graphs, *Journal of Graph Theory*, 14(1990), pp. 391-396.
135. 李國偉,〈論《周髀算經》「商高曰數之法出於圓方」章〉,《第二屆科學史研討會彙刊》,臺北:中央研究院,1989年,頁227-234。
136. Ko-Wei LIH, Ranks of chordal graphs, *Bulletin of the Institute of Mathematics, Academia Sinica*, 16(1988), pp. 357-364.
137. Bor-Liang CHEN and Ko-Wei LIH, Hamiltonian uniform subset graphs, *Journal of Combinatorial Theory Series B*, 42(1987), 257-263.
138. 李國偉,〈論保其壽的渾圓圖〉,《第一屆科學史研討會彙刊》,臺北:中央研究院,1986年,頁67-79。
139. 李國偉,〈當代數學發展趨勢〉,《科學月刊》,17卷8期(1986.08,總號200),頁586-588。
140. 李國偉,〈十九世紀中國組合數學的某些貢獻〉,《科學史通訊》,4期(1985.12),頁32。
141. 李國偉,〈初探「重差」的內在理路〉,《科學史通訊》,3期(1984.12),頁3-8。《科學月刊》,16卷,2期(1985.02,總號182),頁121-126。
142. 李國偉,〈科學的哲學性反省〉,《科學月刊》,15卷,11期(1984.11,總號179),頁846-847。
143. 李國偉,〈數學研究中心的回顧與現況〉,《科學發展月刊》,12卷6期(1984.11),頁436-439。
144. 李國偉,〈武士・道士・學士:斯莫理安的邏輯謎題〉,《科學月刊》,15卷4期,(1984.04,總號172),頁290-292。

145. Ko-Wei LIH, F. K. HWANG. Latin squares and superqueens, *Journal of Combinatorial Theory, Series A*, 34(1983), pp. 110-114.
146. Ko-Wei LIH, On magic and consecutive labelings of plane graphs, *Utilitas Mathematica*, 24(1983), pp. 165-197.
147. Ko-Wei LIH, Majorization on finite partially ordered sets, *SIAM Journal on Algebraic and Discrete Methods*, 3(1982), pp. 495-503.
148. Ko-Wei LIH, E. T. H. WANG. A convexity inequality on the permanent of doubly stochastic matrices, *Congressus Numerantium*, 36(1982), pp. 189-198.
149. Ko-Wei LIH, E. T. H. WANG. Permanent affine subspaces of generalized doubly stochastic matrices, *Bulletin of the Institute of Mathematics, Academia Sinica*, 9(1981), pp. 69-74.
150. Ko-Wei LIH, E. T. H. WANG. Monotonicity conjecture of permanents of doubly stochastic matrices, *Proceedings of the American Mathematical Society*, 82(1981), pp. 173-178.
151. Ko-Wei LIH, Connected planar graphs are Sperner posets, *Tamkang Journal of Mathematics*, 12(1981), pp. 209-213.
152. Ko-Wei LIH, Sperner families over a subset, *Journal of Combinatorial Theory, Series A*, 29(1980), pp. 182-185.
153. Ko-Wei LIH, Type two partial degrees, *Journal of Symbolic Logic*, 43(1978), pp. 623-629.
154. 李國偉,〈數學的本質〉,《數學傳播》,2卷3期(1978.02),頁17-21。
155. 李國偉,〈數學本質與數學教育〉,《數學傳播》,2卷2期(1977.10),頁7-9。
156. Ko-Wei LIH, Continuous degrees, *Bulletin of the Institute of Mathematics, Academia Sinica*, 5(1977), pp. 171-180.
157. Ko-Wei LIH, G. J. CHANG, M. C. HU, and T. C. SHIEH. Exact difference triangles, *Bulletin of the Institute of Mathematics, Academia Sinica*, 5(1977), pp. 191-197.
158. Ko-Wei LIH, G. J. CHANG. Polynomial representation of primes, *Tamkang Journal of Mathematics*, 8(1977), pp. 197-198.

葡使來前佛郎機銃輸華諸說商榷*

周維強 **

摘要

佛郎機銃是歐洲大航海時代，航海家必備的後膛火砲之一，學界多主張正德十二年葡使最初來華之後輸入中國，其後在中國獲得了廣大的應用。近二十年來，明代佛郎機銃的輸入和傳播問題受到學者們的廣泛關注，這些研究不斷地挖掘新史料，取得了不少研究成果。同時，推廣和使用佛郎機銃有關的人物如汪鋐、崔文、潘珍和胡璉的相關史實，也逐步被發掘出來。使得我們逐漸了解，明人對於佛郎機銃輸入的反應，及其最初帶給中國的軍事技術衝擊。在這些新研究中，有一部分的研究認為佛郎機銃最初輸華時間可能早於葡使初抵中國。此說大致又可以分為三個觀點：一、明初即有佛郎機銃；二、正德年間魏昇曾使用佛郎機銃；三、寧王反叛前仿製佛郎機銃。本文擬將葡使來前佛郎機銃傳入諸說予以整理，並重行考訂，以重新檢視近二十年來關於佛郎機銃輸華史事中較具爭議性的史論。

關鍵詞：佛郎機銃、葡萄牙、火砲、中西交通史

* 本文感謝匿名審查人的審查意見，及撰寫期間中國科學院自然科學史研究所孫承震研究員提供協助。

** 國立故宮博物院圖書文獻處副研究員。

一、前言

兩洋大航海時代，葡萄牙船上的後膛裝填火砲隨著葡人征戰，散布於世界各地；後膛葡砲也隨著葡人在亞洲勢力的增長而輸入中國，被中國人稱為佛郎機銃(Frankish Breechloader)。這種火砲在中國枝開葉蔓，成為鞏固中華疆域的重要火器，是歐洲輸華技術文明的代表性產物。然而，和許多東傳的歐洲文明產物一樣，其起源難於探究，方豪曾說：「其他言佛郎機傳入淵源者尚有多說，蓋葡人未來華前，必已有閩廣商人販自南洋者，故最初傳入之年不可考也。」¹但佛郎機銃是何時進入中國？其開展傳播於何時？是近數十年來研究中西交通史和火砲史學者極為重視的課題之一。

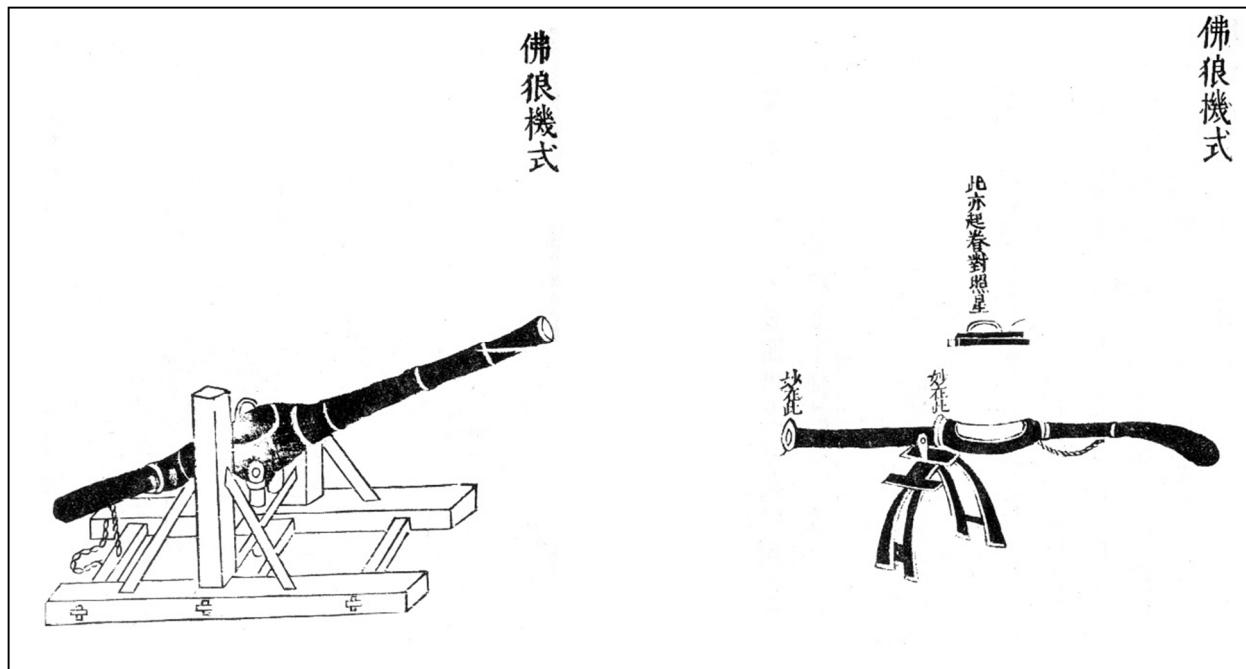


圖1 《籌海圖編》所附的佛郎機銃圖

資料來源：〔明〕鄭若曾輯，《籌海圖編》（北京：解放軍出版社，1990，《中國兵書集成》：15-16），卷13，〈經略〉3，〈兵器〉，〈佛郎機圖說〉，頁1260-1261。

早期學者的研究成果以張維華和梁嘉彬為代表，²他們依據《明史》的記載，較注意正德十二年(1517)葡使初抵廣州時，廣東按察使僉事顧應祥(1483-1565)首見佛郎機銃，和嘉靖二年(1523)何儒利用策反葡萄牙船上的華人工匠楊三、戴明，首次仿造佛郎機銃。³1980年以後，李約瑟(Joseph Needham, 1900-1995)在《中國之科學與文明》增補了正德十四年(1519)寧王反叛時，致仕老臣林俊(1452-1527)

¹ 方豪撰，《中西交通史》（臺北：中國文化大學出版部，1983），頁768。

² 梁嘉彬撰，〈明史佛郎機傳考證〉，《國立中山大學文史學研究所月刊》，2卷3、4期合刊(1934)，頁93-142。張維華，《明史佛郎機呂宋和蘭意大利亞四傳注釋》（臺北：臺灣學生書局，影印1934年北京哈佛燕京學社刊本）。王若昭撰，〈明朝對佛郎機砲的引進與發展〉，載《清華大學學報（哲學社會科學版）》，1卷1期(1986)，頁101-110。

³ [日]有馬成甫撰，《火砲の起原とその傳流》（東京：吉川弘文館，1962），頁522-532。

贈佛郎機銃予南贛巡撫王守仁(1472-1529)平叛史事。⁴自此，關於佛郎機銃早期傳華的歷史，日益受到關注。

佛郎機銃的傳入和仿製問題，在1990年後引起相當多的討論。較早系統分析各種佛郎機銃傳入時間的代表學者有王兆春、林文照、郭永芳和李映發等人，他們從各方史料中歸納出幾種佛郎機銃最初傳入中國時間的觀點，並詳加辯證：一、明初即有佛郎機銃說；二、正德年間魏昇曾使用佛郎機銃；三、正德十二年葡使帶來佛郎機銃；四、何儒策反在葡船上的中國工匠，仿製佛郎機銃。王兆春主張佛郎機銃傳入和仿製的時間較晚，約於嘉靖元年(1522)八月傳入，嘉靖三年(1524)四月仿製成功。⁵而林文照和郭永芳則主張，首次仿造在正德十六年(1521)至嘉靖二年之間，量產則在嘉靖三年。⁶1994年，李斌發現顧應祥文集《靜虛齋惜陰錄》中正德十二年(1517)葡使抵達廣州的紀聞，及顧應祥測試佛郎機銃的結果，此一發現加強了葡使初抵廣州與佛郎機銃傳華史事的聯繫。⁷同時，與《籌海圖編》所輯佛郎機銃史事，又可以相互參照，考察中國人對於佛郎機銃的第一印象。筆者則針對佛郎機銃與正德十四年寧王反叛之間的關係進行考察，特別是寧王和林俊造佛郎機史事的考證，以及從土人詩詞唱和無形中推廣佛郎機銃在華流傳的史事。⁸

與此同時，學者們仍積極發掘葡使來華前輸入佛郎機銃的新史料。如李映發等據〔同治〕《福建通志》記載，認為佛郎機銃的傳入在正德五年(1510)七月，黃琯和魏昇以百餘位佛郎機銃擊退流盜，而正德十四年(1519)六月林俊仿製佛郎機銃，為首次仿製。⁹

這些觀點互異的研究成果，雖然未能在學術界形成共識，但隨著發現史料日益眾多，發現不同的佛郎機銃傳華史事片段，且史事間的連結也日益增多，逐漸深化了學界對於佛郎機銃傳入和仿製問題的新認識。本文即彙整相關研究成果，針對明初和永樂間即有佛郎機銃說、正德年間義民魏昇使用佛郎機砲說、寧王宸濠叛變前於王府中私造佛郎機銃等說再加考證，並試補其史事鏈結，進行分析和研究，期能提供一較具全面性的歷史論述。

⁴ 1986年出版的李約瑟《中國之科學與文明》5卷7冊《軍事技術·火藥時代》，此書指出至少在嘉靖元年(1522)以前，福建和江西地區就已知佛郎機銃這種武器。Needham, Joseph, *Science and Civilisation in China*(Cambridge: Cambridge University Press, 1986), Vol. 5: Chemistry and Chemical technology, Pt. 7: Military Technology: the Gunpowder Epic, pp. 369-372.

⁵ 王兆春撰，《中國火器史》(北京：軍事科學出版社，1991)，頁122-125。王氏在其1998年新作《中國科學技術史·軍事技術卷》中也採取同樣的看法，參王兆春撰，《中國科學技術史·軍事技術卷》(北京：科學出版社，1998)，頁198-199。

⁶ 林文照、郭永芳撰，〈佛郎機火銃最早傳入中國的時間考〉，《自然科學史研究》，3卷4期(1984)，頁372-377。林文照、郭永芳撰，〈明清間西方火炮火槍傳入中國歷史考——我國早期火器專題研究之一〉，收入黃盛璋主編，《亞洲文明》，第1集(1992)，頁167-168。

⁷ 李斌撰，〈關於明朝與佛郎機最初接觸的新史料〉，《九州學刊》，6卷3期(1994)，頁95-100。但楊寶霖隨後以〔康熙〕《新安縣志》中陳文輔所撰〈都憲汪公遺愛祠記〉，認為葡人於正德元年侵入屯門和葵涌，儘管〈都憲汪公遺愛祠記〉中正德改元可能指的是嘉靖朝的開始，楊寶霖此說不能成立，但已可看出學者們持續追求佛郎機銃傳華的更早記載。楊寶霖撰，〈正德年間佛郎機已來中國〉，《文獻》，1996年4期，頁103。

⁸ 周維強撰，〈佛郎機銃與宸濠之叛〉，《東吳歷史學報》，8期(2002)，頁93-127。

⁹ 李映發撰，〈明代佛郎機炮的引進與發展〉，《四川大學學報(哲學社會科學版)》，1990年2期，頁91-97。其後周錚、許青松續主此說，並發現了中國國家圖書館藏的〔清〕侯紹岐纂，《金沙魏公將軍壯烈志》(北京：中國國家圖書館藏，順治十七年[1660]侯紹岐刻本)。參周錚、許青松撰，〈佛郎機銃淺探〉，《中國國家博物館館刊》，1992年第1期，頁50-56。

二、明初即有佛郎機銃說釋疑

明初即有佛郎機銃之說，早經前輩學者反駁，因葡萄牙航海家達·迦瑪(Vasco da Gama, 1460-1524)至 1497 年始抵達印度，先前學者認為佛郎機銃不可能在此之前傳入中國。此說雖在史事之外部考證已然確鑿，但探究此說形成之原因，和文獻記載之流傳等內部考察成因，仍有值得加以辨析者。

明初即有佛郎機銃之說，與沈德符(1578-1642)《萬曆野獲編》有關，其卷十七載：「弘治以後，始有佛郎機砲。其國即古三佛齊，為諸番博易都會。粵中因獲通番海艘，沒入其貨，始並炮收之。」¹⁰沈德符「弘治以後」之說，實源自對《大明會典》內容的錯誤摘引，「弘治以後」並非指佛郎機銃傳入的時間，而是〔弘治〕《大明會典》編成後增補的內容。而同書記載「正德十五年，滿刺加國為佛郎機所併，遣使請救。御史何鼇言佛郎機砲精利，恐為南方之禍，則其器入中國本不久。至嘉靖十二年，廣東巡檢何儒招降佛郎機國，又得其蜈蚣船等法，論功陞上元縣主簿，令於操江衙門督造，以固江防。三年告成，再陞宛平縣丞。中國之佛郎機盛傳自此始」¹¹。則清楚說明，佛郎機銃輸華並未早於正德以前。

沈德符並非唯一錯摘史書者，清初史學家趙翼(1727-1814)所撰《陔餘叢考》中有「明初有火車、火傘、大二三將軍等砲，及碗口銅銃、手把銅銃、佛郎機等品」¹²之說。而清末湖北知府王仁俊(1866-1913)所撰《格致古微》中有「明初有火車、火傘、大二三將軍等砲，及碗口銅銃、手把銅銃、佛郎機等品」¹³的記載。兩者都是後來學者引述明初即有佛郎機銃說的主要史證，從內容一致可知，王仁俊之說應係沿襲趙翼著作而來。

趙翼明初即有佛郎機銃一說，實出於〔萬曆〕《大明會典》卷一九三之誤摘，該卷內容分載弘治以前兵仗局造火車、火傘、大將軍、二將軍、三將軍、碗口銅銃、手把銅銃；而弘治以後續增部分，軍器局造大樣、中樣、小樣佛郎機銅銃、佛郎機鐵銃等。¹⁴

按《大明會典》的修纂，為始於英宗復辟後對洪武年間《諸司職掌》的續編工作，但尚未修成英宗就已去世。其後斷斷續續修纂，最終於弘治年間修成第一部《大明會典》，共計 180 卷，然並未刊刻。又至正德四年十二月，再經校補修訂後才刊行，此即現存之〔正德〕《大明會典》。但在精神上，所謂〔正德〕《大明會典》應作〔弘治〕《大明會典》，因其主要內容確立於弘治朝。〔正德〕《大明會典》之後，雖然明世宗也曾兩次續修，但也未刊行，直至神宗下令仿照〔弘治〕《大明會典》重修，於萬曆十五年(1587)刊行，¹⁵可知〔弘治〕《大明會典》和〔萬曆〕《大明會典》是最具代表性的兩個版本。

¹⁰ [明] 沈德符撰，《萬曆野獲編》(北京：中華書局，1959.2)，卷 17，〈兵部〉，〈火藥〉，頁 433。

¹¹ 《萬曆野獲編》，卷 17，〈兵部〉，〈火藥〉，頁 433。

¹² [清] 趙翼撰，《陔餘叢考》(石家莊：河北人民出版社，1990.11)，卷 30，〈火砲火槍〉，頁 605。

¹³ [清] 王仁俊撰，《格致古微》(早稻田大學藏光緒二十二年[1896]吳縣王氏續刻本)卷 2，〈金史〉，頁 26a。

¹⁴ [明] 李東陽奉敕撰，申時行等奉敕重修，〔萬曆〕《大明會典》(上海：上海古籍出版社，1997)，《續修四庫全書》789-792 冊，景明萬曆內府刻本)，卷 193，〈軍器軍裝〉2，〈火器〉，頁 2a-3a(320-321)。且內容均載明各種佛郎機銃都是嘉靖時所開始製造。

¹⁵ 原瑞琴撰，《《大明會典》研究》(北京：中國社會科學出版社，2009.8)，頁 71-107。

大明會典卷之一百九十三 工部十三	
車器軍裝	
大器	大器
凡大器成造永樂元年奏准銳砲用熟銅或生熟銅相兼鑄造○弘治九年令造銅手銳重五六斤至十斤○又令神鎗神砲在外不許擅造遇邊官奏討工部奏行	凡大器成造永樂元年奏准銳砲用熟銅或生熟銅相兼鑄造○弘治九年令造銅手銳重五六斤至十斤○又令神鎗神砲在外不許擅造遇邊官奏討工部奏行
內府兵仗局照數鑄給○正德十二年頒准藝袋大桶等件南京兵仗局造解錚木箭竹兩廣採辦○嘉靖四十二年題准內局鑄各邊大器演	內府兵仗局照數鑄給○正德十二年頒准藝袋大桶等件南京兵仗局造解錚木箭竹兩廣採辦○嘉靖四十二年題准內局鑄各邊大器演
試炸破者移向陪料改造仍查究經造員役凡大器編號正統十年題准軍器局造椀口銅鏡編勝字號○景泰元年改編天威字○天順元年仍編勝字○成化四年題准手把銅鏡編列字弘治以前定例	試炸破者移向陪料改造仍查究經造員役凡大器編號正統十年題准軍器局造椀口銅鏡編勝字號○景泰元年改編天威字○天順元年仍編勝字○成化四年題准手把銅鏡編列字弘治以前定例
軍器鞍轡二局三年一造 椀口銅銳三千箇 手把銅銳三千把 鏡箭頭九萬箇 信砲三千箇 櫛木馬子三萬箇 檜木梃子三千箇	軍器鞍轡二局三年一造 椀口銅銳三千箇 手把銅銳三千把 鏡箭頭九萬箇 信砲三千箇 櫛木馬子三萬箇 檜木梃子三千箇
車器局造 弘治以後續增	車器局造 弘治以後續增
各號雙頭鐵鎗嘉靖二十五年造	各號雙頭鐵鎗嘉靖二十五年造

圖2 [萬曆]《大明會典》中對於火器的記載

資料來源：〔明〕李東陽奉敕撰，申時行等奉敕重修，〔萬曆〕《大明會典》（上海：上海古籍出版社，1997，《續修四庫全書》789-792冊，景明萬曆內府刻本），卷193，〈軍器軍裝〉2，〈火器〉，頁2a-3a(320-321)。

從〔萬曆〕《大明會典》的內容中，即可窺見常以弘治以前或弘治以後加以分隔。而弘治以後之佛郎機銃下，亦有小字雙行註，說明在嘉靖年間。可知趙翼摘引《大明會典》時頗有不當，未注意有弘治前後乃不同時期修纂之遺跡，而又忽略佛郎機銃下之小字雙行註，因而形成了錯誤。

除明初有佛郎機銃之說，又有永樂時有佛郎機銃之說，見談遷《叢林雜俎》稱：「佛郎機、鳥銃相傳得之番舶，都督戚繼光署登州衛印，發地窖永樂時佛郎機，年月鑄文可考，又庫有鳥銃。」¹⁶按戚繼光於嘉靖三十二年(1553)六月承襲登州衛指揮僉事，督山東備倭事。¹⁷此說或源自萬曆間王圻(15302-1615)《續文獻通考·軍器》：「今人胥言佛郎機、鳥嘴銃傳自番舶，魯閔之參將戚繼光云：『昔嘗發山東地窖，佛郎機乃成祖所蓄，年月鑄文可稽，又於衛庫中見鳥嘴銃，皆倭變未作，中國所故有者。』」¹⁸此說又為清代之《欽定續文獻通考》所延續。¹⁹然而，不但後世記載戚繼光生平翔實的《戚少保年譜》內並未有任何相關記載，求諸於戚繼光所撰寫的《練兵實紀》和《紀效新書》等書，也沒有提到這個說法。此說極可能為齊東野語。

在永樂間輸入者，還有主張佛郎機銃是來自交趾者。此說出自萬曆二十六年(1598)三月趙士楨《神器譜》〈原銃〉稱：「臣自海氛初起，留心訪求神器。知衝鋒陷陣大銃，有國初頒發邊鎮三將軍，征交趾所得佛郎機，下及總理戚繼光改作虎蹲、百子等砲。」²⁰此說從內容並未提及戚繼光與佛郎機銃關係看來，與前說並無關聯。但明朝永樂時期自交趾引進的是神槍，而非佛郎機銃。

明初平安南時，俘獲安南偽大虞國王弟黎澄(1374-1446)，黎澄善神槍，故向明廷進獻神槍法，詔命專督內府兵仗局統箭火藥。自永樂五年至宣德十一年(1407-1446)，長達四十年間，累官至工部尚書，並卒於任上。子黎叔林(1400-1470)繼父職，仍督造軍器，官工部右侍郎；直至明憲宗成化六年(1470)，年七十，亦卒於任上。²¹總計父子兩人督造南京兵仗局造軍器長達六十餘年。成化五年(1469)，為了擔心照顧年老的黎叔林，憲宗特別恩准以其子黎世榮為中書舍人，²²可見其聖眷優隆。²³交趾火器即為神槍，《明史·兵志》載「成祖平交趾，得神機鎗炮法，特置神機營肄習」。²⁴明代京營分為五軍、三千、神機三營，神機營為專習交趾火器的軍事單位，可見其重要。據李斌的研究，交趾火銃的技術特色是發射銃箭、運用木送子和點火裝置的改變。²⁵

¹⁶ [清]談遷撰，《叢林雜俎》(上海：大達圖書供應社，1935)，卷上，頁19。

¹⁷ [清]戚國祚纂，李克、郝教蘇點校，《戚少保年譜》(北京：中華書局，2003.6)，頁14。

¹⁸ [明]王圻纂，《續文獻通考》(上海：上海古籍出版社，1997，景明萬曆三十年[1602]松江府刻本)，卷166，〈軍器〉，頁18b(305)。

¹⁹ [清]嵇璜等奉敕撰，《欽定續文獻通考》(臺北：臺灣商務印書館，1987，景民國二十四二十五年[1935-1936]印本)，卷134，〈軍器〉，頁考3999b。

²⁰ [明]趙士楨撰，《神器譜》(上海：上海社會科學院出版社，2006.3，據日本文化五年[1808]江戶英平吉郎等刊五卷本《神器譜》標點)，卷2，〈原銃〉，頁398。

²¹ 張秀民撰，〈明代交趾人在中國之貢獻〉，收於《中越關係史論文集》(臺北：文史哲出版社，1992，初版)，頁45-74。

²² [明]張懋監修，劉吉等總裁，《明憲宗實錄》(臺北：中央研究院歷史語言研究所，1984，縮景中央研究院歷史語言研究所民國五十一年[1962]黃彰健校勘本)，卷66，頁4a(1329)。成化五年四月甲子日。

²³ 張秀民撰，〈明代交趾人在中國之貢獻〉，收於《中越關係史論文集》(臺北：文史哲出版社，1992)，頁45-74。

²⁴ 《明史》，卷92，〈兵志〉，〈火器〉，頁2264。

²⁵ 李斌撰，〈永樂朝與安南的火器技術交流〉，收於鍾少異編，《中國古代火藥火器史研究》(北京：中國社會科學出版社，1995)，頁147-158。

明初即有佛郎機銃之說出現的原因，與明末小說和民間偽托明初兵書不無關係。明末小說《型世言》²⁶〈第一回：烈士不背君，貞女不辱父〉中，故事講述靖難時，燕王朱棣(1360-1424)率兵包圍濟南城，効忠建文帝的山東參政鐵鉉和參將盛庸利用神機銃、佛狼機，大敗北兵。²⁷但事實上，目前沒有任何官方史料記載濟南之役中，交戰雙方曾使用佛郎機銃。此外，當時燕王尚未即位，如何能提前取得征交趾後才得到的神機銃？

在《三寶太監西洋記通俗演義》，卷四，〈第十八回：金鑾殿大宴百官，三叉河親排鑾駕〉中，描述了鄭和在帥府廳上安排艦隊組織時，每艘戰船器械包含了「大佛狼機四十座」和「鳥嘴銃一百把」²⁸。這些誇張的記載，隨著流傳日廣，逐漸成為歷史記憶中的一個重要部分。²⁹此外，後續的情節中，也講述了鄭和用佛郎機銃防備咬海乾的情節。《型世言》和《三寶太監西洋記通俗演義》都是明萬曆以後流傳廣泛的小說，產生了很大的社會影響，為明初即有佛郎機銃的說法，提供了一個錯誤的歷史意象。

如果說小說是一種讀者眾多，較不易與史實相混淆的出版品，而偽托兵書就令人防不勝防了。明代晚期，偽托兵書大量出版，其中《火攻書》曾被李約瑟、成東和孟乃昌等人，認為撰作時間不晚於明初。³⁰但在近年的研究當中，逐漸被鍾少異、徐新照和李斌等判定是明代晚期的作品。鍾少異在〈關於焦玉火攻書的年代〉一文曾經指出：現存的《火攻書》共有十餘種，大體上主要是三種：即《火龍神器陣法》、《海外火攻神器圖說》和《火龍經》等，這些書現知最早的抄本屬於明末，刻本皆為清代。透過文本分析，可知火攻書的內容多半為明末名物，故可知《火攻書》為偽托之作。³¹而這些火攻書多半載有佛郎機銃，可知讀《火攻書》而不明就裡者，便易誤以為明初即有佛郎機銃了！

從上可知，佛郎機銃在明初輸華之說，主要出於明清學者對於〔萬曆〕《大明會典》的錯誤摘引，部分則為齊東野語，間接受到明代小說情節和明晚期偽托明初兵書《火攻書》內容之影響，今日已可不必採信矣。

²⁶ 《型世言》成於明崇禎四至五年。參陸人龍撰，雷茂齊、王欣校點，《型世言》(成都：巴蜀書社，1993，《明代小說輯刊》，第一輯)，〈前言〉，頁14。

²⁷ 《型世言》，〈第一回：烈士不背君，貞女不辱父〉，頁52。相關史事，可參見〔明〕張輔等監修，楊士奇等總裁，《明太宗實錄》(臺北：中央研究院歷史語言研究所，1984，縮景中央研究院歷史語言研究所民國五十一年[1962]黃彰健校勘本)，卷七，〈奉天靖難事蹟〉，頁75-76。建文二年十二月乙卯日。

²⁸ [明]羅懋登撰，陸樹嵩、竺少華校點，《三寶太監西洋記通俗演義》(上海：上海古籍出版社，1985，《中國古典小說研究資料叢書》)，卷四，〈第十八回：金鑾殿大宴百官，三叉河親排鑾駕〉，頁238-239；卷七，〈第三十五回：大將軍連聲三捷，咬海乾連敗而逃〉，頁458。

²⁹ 鄒振環撰，〈《西洋記》的刊刻與明清海防危機中的「鄭和記憶」〉，載《安徽大學學報（哲學社會科學版）》，2011年3期，頁11-21。

³⁰ 李斌撰，〈火龍經考辨〉，《中國歷史文物》，2002年1期(2000.10)，頁35。

³¹ 鍾少異撰，〈關於焦玉火攻書的年代〉，《自然科學史研究》，18卷2期(1999)，頁147-157。又火攻書之偽托，後續仍有學者發現更多偽托的證據，參徐新照撰，〈焦玉火攻書是元末明初的火器著作嗎？〉，《文獻季刊》，2000年4期(2000.10)，頁209-218；及李斌撰，〈火龍經考辨〉，《中國歷史文物》，2002年1期(2000.10)，頁33-38。

三、義軍首領魏昇用佛郎機銃抗敵探疑

在葡使來華前，運用佛郎機銃的史事中，以義軍首領魏昇用佛郎機銃攻擊叛軍最為奇特。李映發等最早發現〔同治〕《福建通志》中於〈明外紀〉中關於義軍首領魏昇的事蹟：

（正德元年）廣東盜柳芳寇仙遊縣，義民魏昇破之，芳中礮死。

芳，廣東饒平人，與巨盜唐曦、李文、潘璜號四酋長，曦、文、璜相繼被獲，芳竄海島，至是率眾屯於安賢里溪口，昇率鄉兵毒上下諸流，密戒鄉人勿飲，賊眾中毒死者大半，芳勢蹙，議連夜遁去，昇遣子瑞周，同鄉勇雷法英等十數人，埋佛郎機礮數百於樟村、東湖以待之。芳至，中礮死，餘黨突走，煙火中俱為鄉兵所擒。³²

（正德五年九月）汀、漳盜犯仙遊，縣典史黃琯率義民魏昇擊走之。

汀、漳流盜楊崑崙等，突攻縣城，知縣范珪檄昇禦之。時賊初至，營壘未定，伐木為柵，昇同典史黃琯縱火焚其柵，以佛郎機礮百餘攻之。風烈火熾，賊死者枕藉，擒賊黨陳四師等二十餘人，崑崙遁去。³³

由上述記載可知，魏昇及其義軍分別在正德元年和正德五年兩次以佛郎機礮擊敗進犯的盜匪。亦即在葡人抵達廣州前十二年，佛郎機銃就已經輸入中國，並在戰場上實際應用。

按，魏昇生平，亦見〔同治〕《福建通志》卷二一六〈明忠節傳〉。魏昇，字大臨，家金沙里，喜學劍槊技擊，因得總兵沐有威賞識，習兵法。成化年間，在大目溪消滅山賊李道隆，又於松蘿消滅了劉天祐和王廷鶚。其後，倭寇犯南日，郡將檄魏昇抵禦，被署為總捕義長。弘治年間，又消滅漳州盜匪溫文進，岑至曉、葉虎臣、廣業甲、僧烏七、山疊澗、海門倭寇、陳回（四）師、黎敷流、狄宿高、江漢等匪。《福建通志》贊其：「昇以一布衣繫興泉三十年安危，大小二十餘戰，所向披靡，時號魏家軍。」魏昇在正德十二年秋八月汀漳盜鄼獮犯仙遊時戰死，³⁴他是英勇抗擊盜匪的義軍統領。

王兆春最先指出了〔同治〕《福建通志·明外紀》文獻記載的不合理性。他認為〔同治〕《福建通志》的作者把佛郎機銃當作是後來的某種地雷，而非發射彈丸擊殺敵人，可知記事者不知佛郎機銃是一種火砲，故其記載並不可信。同時，從製造火器的能力和明廷的規定看，正德五年以前的仙遊縣，一些義民是不可能製成並擁有百門以上佛郎機銃的能力。³⁵事實上，此時私人仍不得鑄砲，而後來官方的仿製，也經歷了相當時日，才能達到仿製數百門以上。

除此之外，其實較少人注意的是，〔同治〕《福建通志》的文獻記載本身就存在矛盾，如，〔嘉靖〕《仙遊縣志》載：「范珪，江西豐城縣人，字自珍，舉人，正德七年壬申任。」可知范珪係正德七年

³² [清]陳壽祺纂，〔同治〕《福建通志》（臺北：華文書局，1968.10，《中國省志彙編》景同治十年[1871]重刊本），卷267，〈明外紀〉，頁10a(5061)。

³³ 《福建通志》，卷267，〈明外紀〉，頁10b(5061)。

³⁴ 《福建通志》，卷216，〈明忠節傳〉，頁14b-16a(3965-3966)。魏昇的部眾中，林德泰精於火器。其傳參《福建通志》，卷217，〈明忠節傳〉，頁36b(4002)。《福建通志》，卷267，〈明外紀〉，頁11b(5062)。

³⁵ 《中國火器史》，頁121。

始任仙遊知縣。³⁶故正德五年九月時，范珪尚未就任仙遊知縣。〔同治〕《福建通志》關於魏昇的記載確實不能全部視為信史。

儘管如此，關於魏昇的史事仍有進一步的文獻發現。周錚與許青松發現中國國家圖書館藏有魏昇傳記《金沙魏公將軍壯烈志》（下稱《壯烈志》），此書為仙遊知縣侯紹岐於順治十七年（1660）所輯錄。³⁷此書亦為〔同治〕《福建通志》〈魏昇列傳〉的內容來源。侯紹岐在《壯烈志》序指出他刊行此書的背景：「《事蹟》兩卷，邑人鄭公東園、郡人林公貞肅已焚梨棗，兵燹之後散逸無存，予集而修之，修之復梓之，使天下知。」³⁸亦即魏昇死後不久，曾有鄭紀和林俊為之作傳，但原版已經不存，侯紹岐收集後重新刊行，此書兩卷，卷上為年譜事蹟，卷下為死後神跡、祭文、方志記載等。

《壯烈志》中關於佛郎機銃的記載，主要見於事蹟年譜部分，共有兩段，其記載如下：

武宗毅皇帝正德元年丙寅，將軍四十七歲。流賊杜芳原係廣東饒平縣人氏，與巨寇唐曦、李旻、潘璜相善，賊中號稱四酋長。唐曦、李旻、潘璜被廣東官軍相繼捉獲，獨杜芳逃竄海島，至是復率眾八百餘人由永福縣劫掠而來，屯於仙遊縣安賢里溪口後蔡洋浦、郭阪碧溪洋、陶南圳坑後坑、赤石黃洋等處，屠戮人民，雞犬不留。縣檄將軍率兵勦之。將軍謂眾鄉兵曰：「杜芳為廣中官軍捕捉而來，乃窮獸也，特釜中游魚耳，其能久乎？」乃遣鄉兵毒上下溪流，戒令鄉人莫飲至三、四日，賊眾飲溪流，中毒死者大半，只餘三四百人。杜芳自知賊少，恐為官兵所捕，議連夜從海道艤船復逃入海島中。將軍乃遣長子瑞周同鄉兵雷法英等十數人，先攜佛郎機、神銃數百頭，掘地埋於樟村吳重湖、峰東湖平原之地以待之……候賊至時，火炬一燃，忽然神銃齊發，山崩地裂，二、三百人為之火銃彈壓，死者過半。間有一二賊徒焦頭爛額，左沖右突，走煙火中，俱為鄉兵所擒。杜芳亦中銃而死。³⁹

正德七年壬申，將軍五十三歲。九月，汀、漳流寇楊崑崙等突攻仙遊縣城。知縣范公珪檄將軍禦之。將軍率鄉兵連夜至城下，時賊方初至，營壘未定，只住在附城民居矮屋中，外面伐木為柵，以柵出入。將軍同縣尉黃琯令鄉兵各備乾柴乾草，堆在木柵內外，舉火焚之，尚備佛郎機、神銃百餘。時九月風烈火熾，鳥銃炎發，賊眾為銃彈壓死者過半，楊崑崙遁去，生擒賊黨陳四師等二十餘人。⁴⁰

可見〔同治〕《福建通志》誤抄甚多，將杜芳誤為柳芳，又平定楊崑崙是在正德七年九月而非五年九月。

但《壯烈志》的記載並非無可質疑，除了先前學者已指出的文中將佛郎機銃當作某種地雷外，《壯烈志》修纂的時間在順治十七年（1660），距離魏昇活躍的時代，已經有一百四十餘年的差距。且在明

³⁶ [明]林有年纂，《仙遊縣志》八卷，（北京：書目文獻出版社，1992，《日本藏中國罕見地方志叢刊》景日本尊經閣文庫藏明嘉靖十七年[1538]刻本），卷2，頁58下。

³⁷ 周錚、許青松撰，〈佛郎機銃淺探〉，載《中國國家博物館館刊》，1992年1期，頁50-56。

³⁸ 侯紹岐，〈壯烈魏公誌序〉，〔清〕侯紹岐纂，《金沙魏公將軍壯烈志》。感謝孫承晟博士協助取得此一關鍵史料。魏昇死後，為了崇敬表彰其捍衛鄉里，在仙遊縣東街設有廟崇祀。《壯烈志》中附有民國十四年朱紫所撰寫的〈壯烈祠碑記〉，據此記所述，該祠門額有「壯烈祠」三大字，為明代天啟五年張瑞圖所書，後因恐荒煙蔓草，故將之勒石，並記魏昇事蹟和鄉兵姓名，豎於祠前。朱紫所撰，〈壯烈祠碑記〉，〔清〕侯紹岐纂，《金沙魏公將軍壯烈志》。

³⁹ [清]侯紹岐纂，《金沙魏公將軍壯烈志》，卷上，〈年譜〉，頁32a-33a。

⁴⁰ 《金沙魏公將軍壯烈志》，卷上，〈年譜〉，頁41a-41b。

代中葉的福建地方志中，並沒有任何相關的記載，《壯烈志》的事蹟年譜部分又修於清初，不能排除受明末清初其他文獻的影響，故只能當作後出史料，不能全然視之為信史。且在《壯烈志》中，正德七年平定楊崑崙的火器甚至還有鳥銃，這些歐洲兵器的出現，很難令人相信不是後人所添加的。

四、寧王朱宸濠謀反仿造佛郎機銃探析

正德末年，寧王朱宸濠在南昌舉兵反叛，是明中葉規模最大的宗室反叛之一，亂事蔓延東南各省，事在葡使抵達廣東後年餘。由於南贛巡撫王守仁用兵得當，加以周邊官員防禦得法，最後在鄱陽湖一役中，明軍重創叛軍，並生擒朱宸濠，叛變即被弭平。朱宸濠的反叛，不僅是一場宗室之亂，至少牽涉了兩起仿造佛郎機銃史事，其一是《明史紀事本末》載正德十二年三月朱宸濠仿造佛郎機銃，其二即為正德十四年林俊以錫製模型銃贈王守仁平叛。

《明史紀事本末》載：

(正德十二年)三月，宸濠令王春、余欽等招募劇盜凌十一、閔廿四等五百餘人，四集亡命，同楊清等藏丁家山寺，劫掠官軍民財商貨。復厚結廣西土官狼兵，並南贛、汀、漳洞蠻，欲圖為應。遣人往廣東，收買皮帳，製作皮甲，及私制鎗刀盔甲，並佛郎機銃兵器，日夜造作不息。⁴¹

《明史紀事本末》載正德十二年三月朱宸濠仿造佛郎機銃，然而關於朱宸濠佛郎機銃的記載，卻有更早的文獻記載。按，《玄覽堂叢書》中有《刑部問寧夏案》一書，係正德十六年(1521)四月，刑部奉詔將正德十四年(1519)被捕參與謀反者交付三法司(刑部、大理寺、都察院)及錦衣衛查問案牘，⁴²書名宜改作《刑部問寧王案》，似可為宸濠反叛史實提供第一手的證據。⁴³其內容可以補充私人記述上的不足，對於宸濠叛亂的籌備活動記載亦較其他史料為詳。

《刑部問寧王案》中有按問寧王府中官劉吉(1468-?)的口供。劉吉係江西撫州府臨川縣人，自幼私自淨身，投入寧王府。⁴⁴寧王對其十分重用，任其為承奉。劉吉的口供如下：

正德十二年……宸濠復與李士實并吉等相議，圖謀天下必須慣戰賊徒。當令王春、涂欽等招蓄已故賊首凌十一、閔二十四、萬賢一、萬賢二、熊十七，在官閔念八、熊十四等，并手下賊徒各三、五百人，及四外亡命、遊食、強竊、盜賊、脫死、充軍徒犯，與楊清，并未獲原招把勢樂盛等，不計其數，藏踪丁家山等處。……又齎幣厚廣西土官軍、狼兵并南、贛、汀、

⁴¹ [清]古應泰編，《明史紀事本末》(臺灣：三民書局，1969)，卷47，〈宸濠之叛〉，頁482。

⁴² [明]刑部編，《刑部問寧王案》(臺北：正中書局，1981，景國家圖書館藏《玄覽堂叢書》初輯本)，頁18-101。

⁴³ 該書經王重民先生考定：「是書為刑部按問宸濠黨羽案牘，所題書名未善；若依《魯府招》之例，可題為《寧王宸濠招》。北平圖書館別有《楚王案》一卷，若題為《寧王宸濠案》，似更較顯明合格也。」然而，若遷就此書以《刑部問寧夏案》為書名，流傳已逾半世紀，王重民先生在標題上的暫時性建議《刑部問寧王案》似為較佳，以下書名均依《刑部問寧王案》一名。可參見王重民，《冷廬文叢》(上海：上海古籍出版社，1992)，〈讀玄覽堂叢書〉，頁460-461。及《明史》，卷117，〈列傳〉5，〈諸王〉2，〈寧王權〉，頁3593。

⁴⁴ 《刑部問寧王案》，頁18-102。

漳峒蠻，欲圖為應。差人廣東收買皮張，入府造作皮甲，藏四方匠作，打造槍刀、盔甲及佛郎機銃各樣兵器。⁴⁵

可知，朱宸濠在蓄積叛亂武力時，曾私造佛郎機銃。然而，《刑部問寧王案》的劉吉口供並未註明朱宸濠私下打造佛郎機銃的明確月份。只知此事稍晚於寧王府典寶閻順、內官陳宣劉良脫逃赴京具奏朱宸濠不法事，並被懲罰送孝陵衛充軍之後。考《明武宗實錄》可知，此事在正德十二年五月戊寅日（初四）。⁴⁶可見《明史紀事本末》載正德十二年三月之說為誤記。而朱宸濠私造佛郎機銃之時間，亦無法確定。

至於朱宸濠如何取得佛郎機銃，《刑部問寧王案》提供了旁證：

有（劉）吉、涂欽、萬銳、黃瑞、陳賢，已故內官陳學、涂永秀，指揮王信、王麒，在官儀賓李世英，已故張嵩校尉，火信林華等，各思宸濠舉事用費浩大各不合，多方設計，謀為聚財，招納姦人，投獻田產，強佔官湖，倚勢販賣私鹽、胡椒、蘇木等貨，攤放官本稻穀，加倍取利，假代充軍，多收銀兩，重科夫價，軍民遭害百端。⁴⁷

可見宸濠黨羽徵集錢糧十分積極，其中尤以私賣胡椒、蘇木等獲利最令人注意。緣以此兩種貨物原不產於中國，而來自南海，可見得朱宸濠黨羽已經藉由滲透海外貿易，來進行叛亂資本的斂聚。而葡人若熱·阿爾瓦雷斯(Jorge Alvares)早在正德八年(1513)時就已經在廣東屯門一帶進行貿易。⁴⁸海外貿易極有可能為朱宸濠取得佛郎機銃之渠道。至於朱宸濠開始進行海外貿易的時間，據《刑部問寧王案》正德十六年(1521)四月二十二日刑部奏報，則是正德十年(1515)三月。⁴⁹

涂欽等人的不法行為，早為朝廷所悉。正德十二年(1517)五月戊寅日，寧王府典寶副閻順、典膳正陳宣及內使劉良等三位官員，潛逃至北京，參奏寧王親信典寶正涂欽與致仕都尉（御）史李士實等人在王府「鑿池造船，以為水嬉，疑有非常。其掠死良民，逼奪財產，燒燬房屋，諸違法事不可勝數。乞敕三法司官勘治，以救一方民命」。但寧王上奏指責三人背義私逃，三位王府官員各被杖責五十，發孝陵種菜。參奏亦不了了之。⁵⁰閻順等人所舉報的事項多為侵吞魚肉百姓事，叛亂事證並不充分。加以朝廷有意姑息此事，朝廷終對朱宸濠私下仿造佛郎機銃毫無所悉。此事正值葡使來華前後，雖不無可能或早於葡使訪華，惟其輸入之影響，亦相當有限。

五、結論

近二十年來，佛郎機銃的輸入和傳播問題受到學者們的廣泛關注，這些研究不斷的挖掘新史料，並基於不同的定義和主張，取得了不少研究成果，推廣佛郎機銃有關的人物如汪鋐、崔文、潘珍和胡璉的相關史實也逐步被發掘出來。⁵¹雖然不能說這個問題，已有可定於一尊的學術見解，對於佛郎機銃輸華的史實，已經從線的了解，變成面的了解。且求同存異，已不同於二十世紀學者之見解矣。

⁴⁵ 《刑部問寧王案》，頁 18:109-110。

⁴⁶ 《明武宗實錄》，卷 149，頁 2897-2898。正德十二年五月戊寅日（初四）。「寧府典寶副閻順、典膳正陳宣及內使劉良潛走至京奏。」

⁴⁷ 《刑部問寧王案》，頁 18:106；18-107。

⁴⁸ 張天澤撰，姚楠、錢江譯，《中葡早期通商史》（香港：中華書局香港分局，1988），頁 47。

⁴⁹ 《刑部問寧王案》，頁 18:155。拙著《佛郎機銃在中國》將之誤記為十二年。

⁵⁰ [明]徐光祚監修，費宏等總裁，《明武宗實錄》（臺北：中央研究院歷史語言研究所，1984，縮景中央研究院歷史語言研究所民國五十一年[1962]黃彰健校勘本），卷 149，頁 2a-b(7245)。正德十二年五月戊寅日。

⁵¹ 彭全民，〈我國最早向西方「佛朗機」學習的人——汪鋐傳略考〉，《東南文化》，2000 年 9 期（總 137 期），頁 66-69。彭全民，〈明抗葡名臣汪鋐墓志考釋〉，《南方文物》，2000 年 3 期，頁 114-120。崔文和潘珍史事，參見拙作，《佛郎機銃在中國》（北京：社會科學文獻出版社，2013.6），頁 57-58。胡璉史事，參見朱炳旭

本文將葡使來前佛郎機銃傳入諸說重行考訂，其目的在將近二十年來關於佛郎機銃輸華史事中較具爭議性的史事和記載加以討論。這些存在爭議的文獻紀錄，從其背景脈絡，甚或是檢視傳抄和刊行流行的過程，可以逐漸發現部分爭議記載自身的不合理性。明末清初學者的錯誤摘引，事實上影響了我們對於佛郎機銃傳華史實的觀點。而小說等著作對於歷史的影響亦然。從《型世言》和《三寶太監西洋記通俗演義》的劇情，和明末清初文獻中對於佛郎機銃輸華時間的相似性，我們看到了歷史與虛幻是如此的接近。

近二十年對於佛郎機銃輸入的研究，事實上仍未能挑戰最初學者們對於嘉靖初年仿製成功的結論，正德末何儒等人在南京的仿製顯然是佛郎機銃傳華初期最重要的仿製活動，因其運用俘獲的火砲和投降的葡人華匠為仿製的知識基礎，其成果開啟了佛郎機銃大量配發明軍的歷史，對於其後的歷史發展影響甚鉅。而寧王朱宸濠在府邸私造佛郎機銃、林俊造錫製模型贈王守仁，以及何儒在廣東的第一次仿造，與明軍後來大量仿製和裝備的佛郎機銃，並沒有直接的技術關連。然而，這些小規模的仿製，卻能說明了佛郎機銃的後膛裝填的技術特點受到了許多人的注意。

世紀之交的佛郎機銃研究，已是「見山又是山，見水又是水」的風貌。

徵引書目

一、史料

- [日]有馬成甫撰，《火砲の起源とその傳流》，東京：吉川弘文館，1962。
- [明]刑部編，《刑部問寧王案》，臺北：正中書局，1981，景國家圖書館藏《玄覽堂叢書》初輯本。
- [明]徐光祚監修，費宏等總裁，《明武宗實錄》，臺北：中央研究院歷史語言研究所，1984，縮景中央研究院歷史語言研究所民國五十一年[1962]黃彰健校勘本。
- [明]王圻纂，《續文獻通考》，上海：上海古籍出版社，1997，景明萬曆三十年[1602]松江府刻本。
- [明]李東陽奉敕撰，申時行等奉敕重修，[萬曆]《大明會典》，上海：上海古籍出版社，1997，《續修四庫全書》789-792冊，景明萬曆內府刻本。
- [明]沈德符撰，《萬曆野獲編》，北京：中華書局，1959。
- [明]林有年纂，《仙遊縣志》八卷，，北京：書目文獻出版社，1992，《日本藏中國罕見地方志叢刊》景日本尊經閣文庫藏明嘉靖十七年[1538]刻本。
- [明]張懋監修，劉吉等總裁，《明憲宗實錄》，臺北：中央研究院歷史語言研究所，1984，縮景中央研究院歷史語言研究所民國五十一年[1962]黃彰健校勘本。
- [明]趙士楨撰，《神器譜》，上海：上海社會科學院出版社，2006，據日本文化五年[1808]江戶英平吉郎等刊五卷本《神器譜》標點。
- [明]羅懋登撰，陸樹崙、竺少華校點，《三寶太監西洋記通俗演義》，上海：上海古籍出版社，1985，《中國古典小說研究資料叢書》。
- [清]王仁俊撰，《格致古微》，早稻田大學藏光緒二十二年[1896]吳縣王氏籀刻本。
- [清]古應泰編，《明史紀事本末》，臺灣：三民書局，1969。
- [清]侯紹岐纂，《金沙魏公將軍壯烈志》，北京：中國國家圖書館藏，順治十七年[1660]侯紹岐刻本。
- [清]戚國祚纂，李克、郝教蘇點校，《戚少保年譜耆編》，北京：中華書局，2003。
- [清]陳壽祺纂，[同治]《福建通志》，臺北：華文書局，1968，《中國省志彙編》景同治十年[1871]重刊本。
- [清]嵇璜等奉敕撰，《欽定續文獻通考》，臺北：臺灣商務印書館，1987，景民國二十四、二十五年[1935-1936]印本。

撰，〈明代海州兩位與葡萄牙和澳門發生關係的重要人物之史事考略〉，《澳門歷史研究》，第5期(2006.11)，第8-16頁。

[清]趙翼撰，《陔餘叢考》，石家莊：河北人民出版社，1990。

[清]談遷撰，《棗林雜俎》，上海：大達圖書供應社，1935。

二、近人研究

(一) 專書

Needham, Joseph. 1986. *Science and Civilisation in China, Vol. 5: Chemistry and Chemical Technology, Pt. 7: Military Technology: the Gunpowder Epic.* Cambridge: Cambridge University Press.

方豪撰，《中西交通史》，臺北：中國文化大學出版部，1983。

王兆春撰，《中國火器史》，北京：軍事科學出版社，1991。

王兆春撰，《中國科學技術史·軍事技術卷》，北京：科學出版社，1998。

周維強撰，《佛郎機銃在中國》，北京：社會科學文獻出版社，2013.6。

原瑞琴撰，《《大明會典》研究》，北京：中國社會科學出版社，2009.8。

張天澤撰，姚楠、錢江譯，《中葡早期通商史》，香港：中華書局香港分局，1988。

張維華，《明史佛郎機呂宋和蘭意大里亞四傳注釋》，臺北：臺灣學生書局，影印 1934 年北京哈佛燕京學社刊本。

陸人龍撰，雷茂齊、王欣校點，《型世言》，成都：巴蜀書社，1993，《明代小說輯刊》，第一輯。

(二) 期刊論文

王若昭撰，〈明朝對佛郎機砲的引進與發展〉，載《清華大學學報(哲學社會科學版)》，1 卷 1 期(1986)，頁 101-110。

朱炳旭撰，〈明代海州兩位與葡萄牙和澳門發生關係的重要人物之史事考略〉，《澳門歷史研究》，第 5 期(2006.11)，頁 8-16。

李映發撰，〈明代佛郎機炮的引進與發展〉，《四川大學學報（哲學社會科學版）》，1990 年 2 期，頁 91-97。

李斌撰，〈火龍經考辨〉，《中國歷史文物》，2002 年 1 期(2000.10)，頁 35。

李斌撰，〈永樂朝與安南的火器技術交流〉，收於鍾少異編，《中國古代火藥火器史研究》，北京：中國社會科學出版社，1995。

李斌撰，〈關於明朝與佛郎機最初接觸的新史料〉，《九州學刊》，6 卷 3 期(1994)，頁 95-100。

周維強撰，〈佛郎機銃與宸濠之叛〉，《東吳歷史學報》，8 期(2002)，頁 93-127。

周錚、許青松撰，〈佛郎機銃淺探〉，《中國國家博物館館刊》，1992 年第 1 期，頁 50-56。

林文照、郭永芳撰，〈佛郎機火銃最早傳入中國的時間考〉，《自然科學史研究》，3 卷 4 期(1984)，頁 372-377。

林文照、郭永芳撰，〈明清間西方火炮火槍傳入中國歷史考——我國早期火器專題研究之一〉，收入 賴盛璋主編，《亞洲文明》，第 1 集(1992)，頁 167-168。

張秀民撰，〈明代交趾人在中國之貢獻〉，收於《中越關係史論文集》，臺北：文史哲出版社，1992，初版。

梁嘉彬撰，〈明史佛郎機傳考證〉，《國立中山大學文史學研究所月刊》，2 卷 3、4 期合刊(1934)，頁 93-142。

彭全民，〈我國最早向西方「佛朗機」學習的人——汪鋐傳略考〉，《東南文化》，2000 年 9 期（總 137 期），頁 66-69。

彭全民，〈明抗葡名臣汪鋐墓志考釋〉，《南方文物》，2000 年 3 期，頁 114-120。

楊寶霖撰，〈正德年間佛郎機已來中國〉，《文獻》，1996 年 4 期，頁 103。

鄒振環撰，〈《西洋記》的刊刻與明清海防危機中的「鄭和記憶」〉，載《安徽大學學報（哲學社會科學版）》，2011 年 3 期，頁 11-21。

鍾少異撰，〈關於焦玉火攻書的年代〉，《自然科學史研究》，18 卷 2 期(1999)，頁 147-157。

On the Correctness of Theory that the Frankish breechloader was Introduced to China before the First Visit of Portuguese Envoys^{*}

ZHOU Weiqiang^{**}

Abstract

The Frankish breechloader was the weapon of choice for the sailors during Europe's Age of Discovery. It is generally believed that the breechloader, widely used in China, was introduced by first Portuguese envoys to China in 1517 (Zhengde 12). During the past two decades, the academic circles focused on the breechloader's introduction to China during Ming Dynasty (1368-1644). Recent investigations have unearthed much from the historical sources. Previously unnoticed historical facts regarding early-adopters, such as WANG Hong, CUI Wen, Pan Zhen and HU Lian, were also discovered. We learned more and more about the reactions of Ming's reactions to the breechloader and its impacts to China's military technology. Among the new findings, some believed breechloader could have been introduced to China before the arrival of first Portuguese envoys in China. The new theories may roughly fall into one of the following three categories: 1. Theories that proposed the breechloader were already in China during early Ming. 2. Theories that proposed WEI Sheng had used the breechloader during Zhengde reign. 3. Theories that proposed the breechloader had been copied by Prince of Ning (ZHU Chenhao, 1499-1519) before his rebellion (1519). Here, we shall evaluate these theories in order to clarify some disputes resulted from the new theories.

Keywords: Frankish breechloader, Portugal, Firearm, Communications between China and Europe

^{*} We thank the advice provided by the anonymous reviewer during review and the help provided by SUN Chengsheng, Associate Researcher, of the Institute for History of Natural Sciences (IHNS), Chinese Academy of Sciences (CAS).

^{**} Associate Curator, Department of Rare books and Documents, National Palace Museum.

《自鳴鐘表圖法》在擒縱調速器的圖畫重構與校註

林爻峯*

摘要

《自鳴鐘表圖法》為清代徐朝俊所著，收錄於清嘉慶十四年(1809)出版的《高厚蒙求》中，是中國第一部專門為自鳴鐘所撰寫的科學史典籍，亦是研究明清時期機械鐘製造與發展的重要參考資料，其內容包含機械鐘錶的製作、構造、維修與問題排除。本文主要針對《自鳴鐘表圖法》上所提到擒縱調速器的構造圖畫，利用電腦輔助設計軟體(CAD)重新建構3D模型，同時對照近代歐洲機械鐘的資料，重新分類與註解其構造與名稱，並加入現代科學知識的基礎理論，進行構造分析與研究，以利中國機械鐘發展史的研究。

關鍵字：徐朝俊、自鳴鐘、機械鐘錶、擒縱調速器

* 南臺科技大學機械工程系博士生

一、前言

《自鳴鐘表圖法》為清代徐朝俊所著，徐朝俊生卒年不詳，嘉慶(1796-1820)年間人，字冠千，號恕堂，是清代鐘錶大師，松江府華亭人（今上海市）。長期任教於華亭書院，課餘研究自然科學和鐘錶機械，撰寫科技論著多種，《高厚蒙求》是其代表作，包含天文、地理、儀器等。¹清嘉慶十四年(1809)正月寫成的《自鳴鐘表圖法》，在中國鐘錶發展史上起著承前啟後的重大作用，被中國科技史權威李約瑟(Joseph Needham)博士列為清代中晚期五大重要科技著作之一。

十四至十八世紀歐洲鐘錶主要有三種形式：塔鐘、座鐘（含掛鐘）、以及可攜式鐘錶，其構造有：動力系統、擒縱調速器、傳動系統、報時系統、以及其它演示系統，如圖1所示。塔鐘和較大型座鐘的動力系統是用重力驅動，亦即由重錘（砝碼、鐵塊、石塊）、輪軸（轆轤）、棘輪（防止重錘逆轉）和齒輪（傳遞動力）所構成的動力系統。而小型的座鐘和可攜式鐘錶則是以彈力驅動，亦即由發條、均錐輪（維持發條輸出力量穩定）、鏈條（連接發條與均錐輪）、棘輪（防止彈簧逆轉）和齒輪所構成。

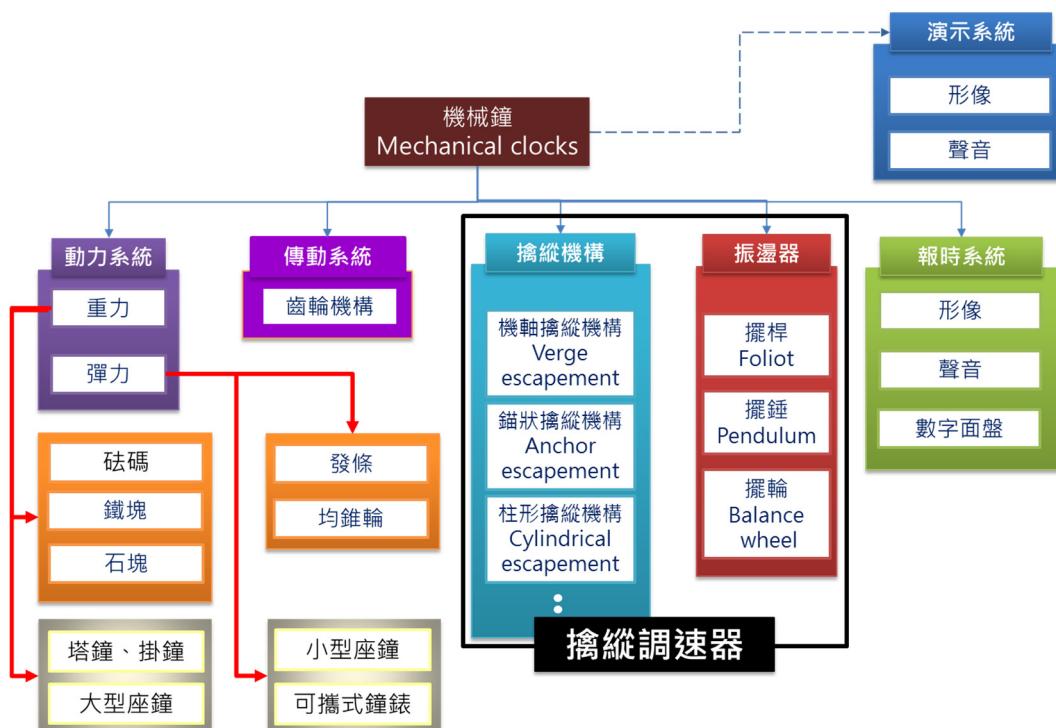


圖1 機械鐘（錶）系統架構圖

十六世紀初，以彈簧驅動之動力源鐘錶成為趨勢，而擺桿機軸擒縱調速器在型式與構造上並沒有太大改變。在精確度上，十六世紀末，雖有明顯的改進，但在天文觀測或精密科學的工作，亦存在相當的誤差；直到十七世紀擺開始運用於時鐘，取代了擺桿，計時的精度才躍升至日誤差約在15秒左右。

¹ [清]徐朝俊, From Wikipedia, 臺灣 Wiki, 2013, <http://www.twwiki.com/wiki/徐朝俊>, 2015/2/8.

明清時期的鐘錶傳入與仿製，在十八世紀以前，中國製造且較具代表性的地區有三處，分別說明如下：

01. 御製鐘（宮廷鐘；造辦處做鐘處）：做鐘處主要製造自鳴鐘、更鐘、時樂座鐘、問鐘等，為突顯出皇家的權威，多用紫檀木等珍貴木料為鐘殼，以亭、臺、樓、閣、塔的形式為造型，烘托出古樸與威嚴。做鐘處製作的座鐘，以乾隆時期的居多，所以在錶盤上大多有「乾隆年制」款。²
02. 廣鐘（廣州）：廣鐘的造型大多是亭、臺、樓、閣、塔，鐘殼大都是色彩鮮艷、裝飾富麗堂皇的銅胎琺瑯，具有鮮明的地方特色。鐘殼的裝飾大多稱頌「天下太平」、「太平盛世」。³
03. 蘇鐘（江南一帶）：蘇州鐘錶的特點是以重錘或發條為動力源，指針為雙針，字盤有子、丑、寅、卯時辰顯示，有的鐘盤用羅馬字，並仿外文商標。清代中後期，蘇州以製造插屏鐘為主。蘇州插屏鐘是以發條搭配以鍵條和塔輪組成其動力系統。⁴

徐朝俊是松江府華亭人，由所在的地點來判斷《自鳴鐘表圖法》所記載的機械鐘類型，會比較接近蘇鐘。《自鳴鐘表圖法》一書目錄包含：鐘表名目、鐘表事件名目、事件圖、配輪齒法、作法、修鐘表停擺法、修打鐘表不准法、裝拆鐘表法、用鐘表法、鐘表瑣畧等 10 項，本文主要針對擒縱調速器，進行圖畫重構與校註。

二、《自鳴鐘表圖法》鐘表事件名目

「鐘表事件名目」用文字與圖畫詳細地紀錄機械鐘錶的機芯構造，包含機械鐘的走時系統與報時系統，原文文字記述如下：

一曰量天尺、一曰走時輪。量天尺俗謂之擺：有掛擺、擔擺、梳擺、圓擺、管擺、蟹螯擺之別。走時輪有火輪、側輪、三輪、二輪、大輪各事件；火輪有圈尖齒、工字齒、平尖齒之別。凡圈尖齒火輪配掛擺、擔擺、梳擺、圓擺，其齒必從單；工字火輪配管擺，平尖齒火輪配蟹螯擺。大輪有二種，凡掛鐘大輪，合以釘輪，旋牢釘輪之上，如兩套各一，鐘者則走時釘輪中亦藏挺簧倒閘，與打鐘大輪同；凡擺鐘大輪，另有旋螺輪，俗名塔輪，內藏挺簧倒閘、螺痕繫鍊或絃下聯腸殼。

曰出刻輪：出時輪，接時刻輪，凡刻輪有從二輪軸上出者，有另立一柱出者，時輪有一晝夜一轉，一晝夜兩轉者，接時刻輪有從大輪軸上出者，有另作橋蓋，因接刻以接時者。曰打鐘輪：有風輪、候時輪、內缺輪，大輪各事件；凡掛鐘，在大輪出軸軸套小輪，上接記數輪、帶轉外缺輪，以定記數；凡擺鐘、可問之鐘，有齒輪閘、割閘、撥閘、記數合十二尖齒輪，各事件；報刻鐘，另有四刻記數輪；樂鐘，有釘管輪，俗名刺毛輪、外缺輪，各事件；問表：有椎報時輪、問時、問刻輪，各事件。曰機：有起閘機、候時機、起內缺機、起外缺機；報

² 陸燕貞主編，《清宮鐘錶珍藏》（北京：紫禁城出版社，1995）。

³ 陸燕貞主編，《清宮鐘錶珍藏》（北京：紫禁城出版社，1995）。

⁴ 陸燕貞主編，《清宮鐘錶珍藏》（北京：紫禁城出版社，1995）。

刻鐘：有讓椎機；樂鐘：有壓大鐘機，椎下有跳機，有挺簧、尖齒跳簧；報刻鐘：有布橋跳樂鐘、有排椎排簧，此外，有墊輪軟簧、墊輪硬簧、煞輪盤，各事件。⁵

擷取原文中，有關機芯走時系統與報時系統的文字，並重新注釋成現代機械鐘的專有名詞，走時系統名詞定義如下：

01. 振盪器與棘爪：一曰量天尺、一曰走時輪。量天尺俗謂之擺：有掛擺、擔擺、梳擺、圓擺、管擺、蟹螯擺之別。
02. 傳動系統：走時輪有火輪、側輪、三輪、二輪、大輪各事件。
03. 擒縱輪：火輪有圈尖齒、工字齒、平尖齒之別
04. 擒縱輪與振盪器配法：凡圈尖齒火輪配掛擺、擔擺、梳擺、圓擺，其齒必從單；工字火輪配管擺，平尖齒火輪配蟹螯擺。
05. 動力系統：大輪有二種，凡掛鐘大輪，合以釘輪，旋牢釘輪之上，如兩套各一，鐘者則走時釘輪中亦藏挺簧倒閘，與打鐘大輪同；凡擺鐘大輪，另有旋螺輪，俗名塔輪，內藏挺簧倒閘、螺痕繫鍊或絃下聯腸殼。
06. 報時系統：曰打鐘輪：有風輪、候時輪、內缺輪，大輪各事件；凡掛鐘，在大輪出軸軸套小輪，上接記數輪、帶轉外缺輪，以定記數。

又根據原文，將機械鐘機芯作動方式整合後以樹狀圖表示，如圖 2 所示，因為走時系統與報時系統各有一獨立的動力源。從動力源將動力輸出，透過齒輪傳動機構(走時輪系)將動力傳遞至擒縱調速器，由擒縱調速器控制走時頻率之後，再透過齒輪傳動機構帶動數字面盤與啟動報時系統。

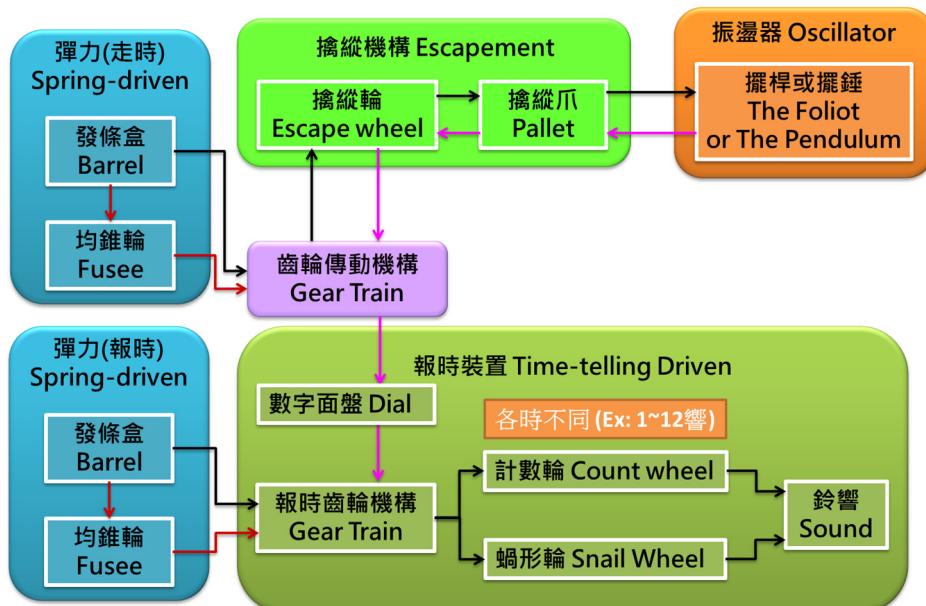


圖 2 以彈力為動力源的機芯作動作流程樹狀圖

⁵ [清]徐朝俊撰，《自鳴鐘表圖法》，收入於《高厚蒙求》清嘉慶丁卯（十二年）雲間徐氏刊本，1807。

三、鐘表事件名目—擺

擺是一種能夠產生固定周期頻率的裝置，運用於機械鐘錶上則是產生一固定周期頻率來達到計時的效果。在「鐘表事件名目」中所提到的擺，意即振盪器，振盪器是具有均勻週期性運動的產生裝置，必須從擒縱機構中接受齒輪傳動裝置的動力傳遞，使在其擺動中永恆的保持動力。在「鐘表事件名目」關於擺的原文敘述如下：「一曰量天尺、一曰走時輪。量天尺俗謂之擺：有掛擺、擔擺、梳擺、圓擺、管擺、蟹螯擺之別」。⁶原文意思為：一種是測量時間的器具，另一種是走時輪系。量天尺的俗謂是擺，擺亦即現代的振盪器，有掛擺、擔擺、梳擺、圓擺、管擺、蟹螯擺的分別，如圖3所示。

先後被發明之各種形式的擺，都是為了讓計時精度更加準確、體積能夠縮小並可放置於桌上或隨身攜帶。從原文的文字描述與圖畫，可發現當時是把振盪器和擒縱棘爪被視為同一單元(構件)，如圖4所示，其圖上的上下摯片就是擒縱棘爪。「鐘表事件名目」所提到各種不同擺的3D圖形重構及現代機械鐘錶專有名稱的注釋，如圖5~10所示。以下，根據擺的不同型式進行分類說明。

固定頻率的擺，如擔擺、圓擺、管擺等三種型式，是屬於固定頻率無法進行擺盪頻率微調的擺，擔擺兩端的權重距離是固定不可調整，如圖5所示，由擺桿的長度來決定擺盪的頻率。如圓擺與管擺，其擺的直徑固定，則擺盪頻率也就固定，如圖6~7所示。

可調整頻率的擺，如掛擺、梳擺、蟹螯擺等三種形式，是具有可調節擺盪頻率的設計，如掛擺，其擺錘末端有一段螺紋，藉由此螺紋調整擺錘重心與擺錘旋轉軸心的距離來控制其擺盪的頻率，如圖8所示。梳擺，其擺桿上的設計具有像梳子一般的齒間距，用以調節擺動頻率；權重越重或距軸心越遠，擺動頻率越慢；反之，則越快，如圖9所示。蟹螯擺所使用的擺與掛擺的擺錘相似，只是改用鉗臂來帶動懸吊的擺錘，如圖10所示。

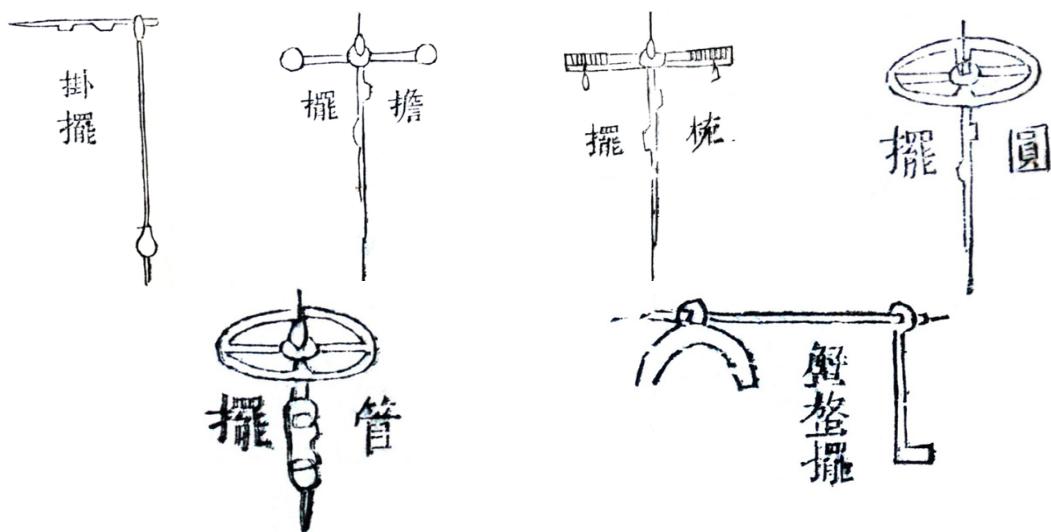


圖3 各種類型的擺⁷

⁶ [清]徐朝俊撰，《自鳴鐘表圖法》，收入於《高厚蒙求》清嘉慶丁卯（十二年）雲間徐氏刊本，1807。

⁷ [清]徐朝俊撰，《自鳴鐘表圖法》，收入於《高厚蒙求》清嘉慶丁卯（十二年）雲間徐氏刊本，1807。

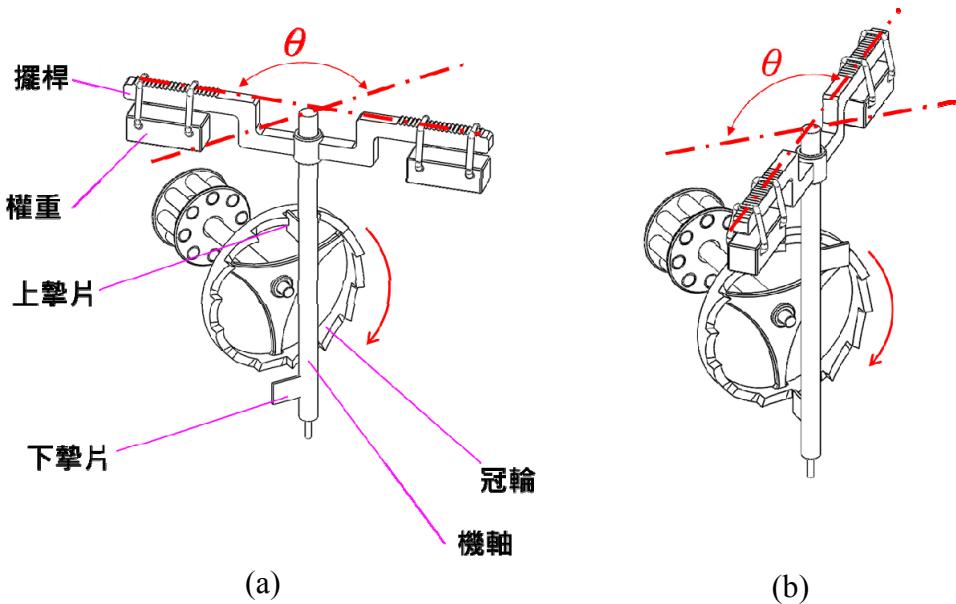


圖 4 擻擺機軸擒縱調速器

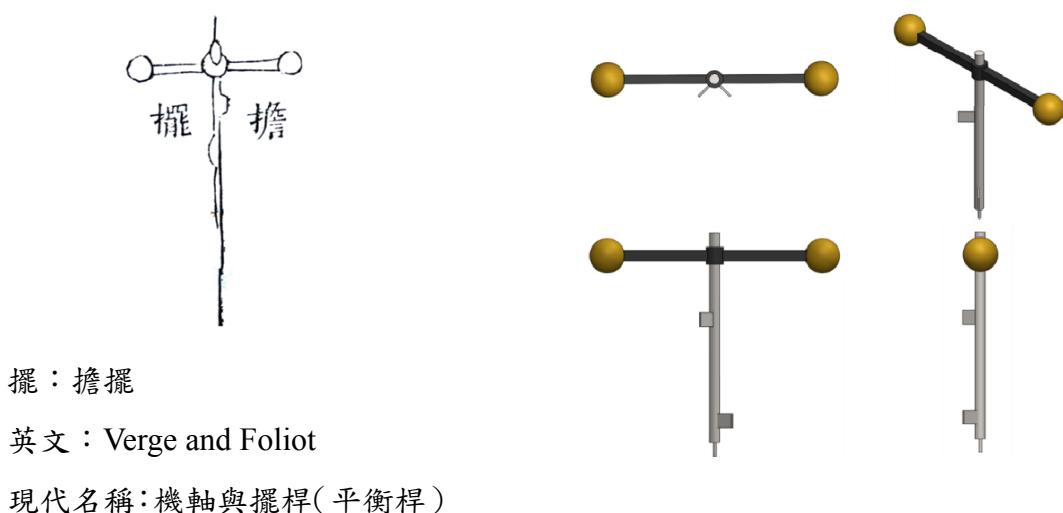


圖 5 擅擺重構之 3D 圖形

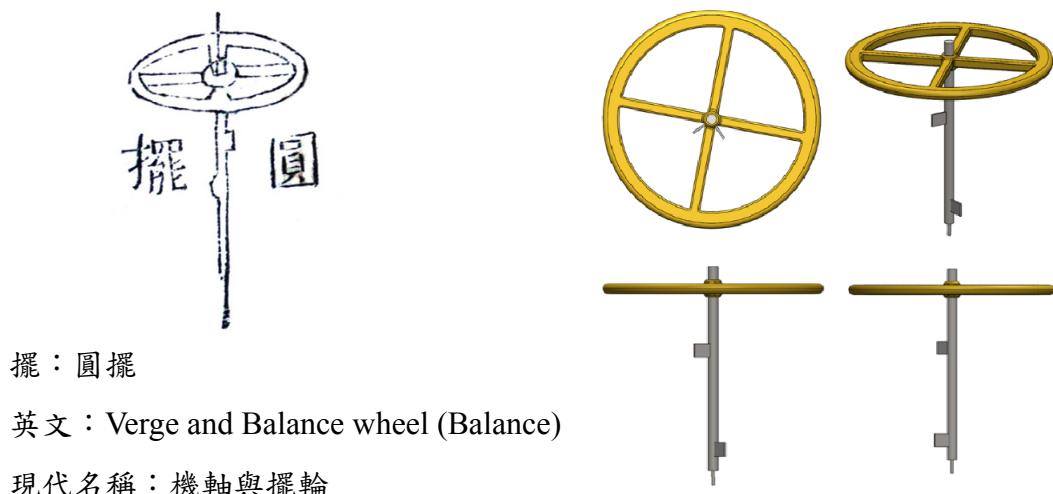


圖 6 圓擺重構之 3D 圖形

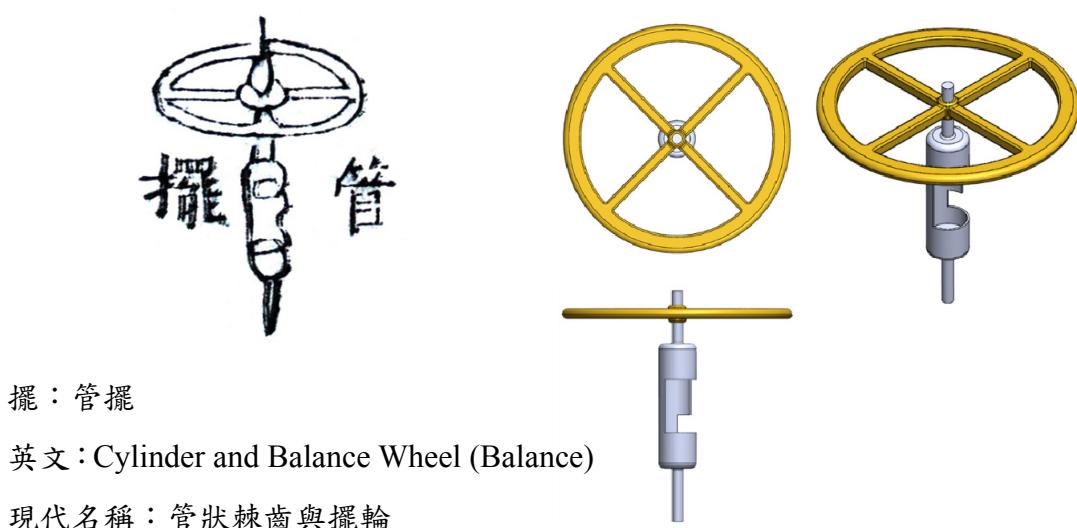


圖 7 管擺重構之 3D 圖形

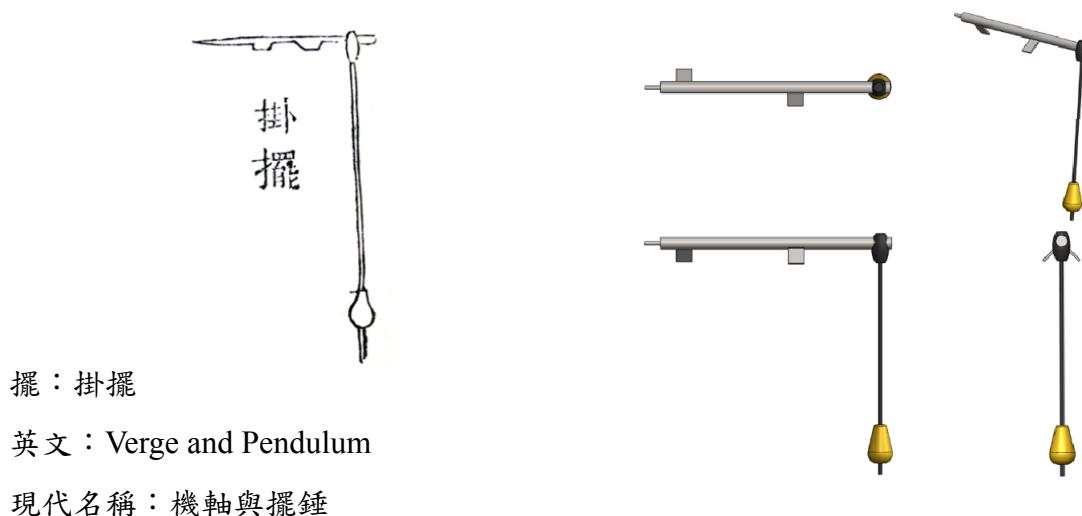


圖 8 掛擺重構之 3D 圖形



圖 9 梳擺重構之 3D 圖形

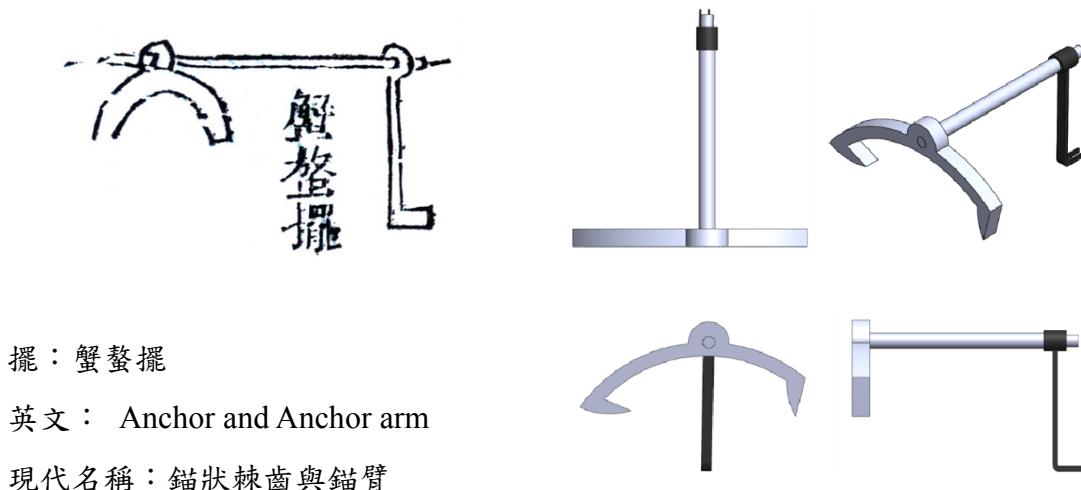


圖 10 蟹螯擺重構之 3D 圖形

四、鐘表事件名目－火輪

擒縱機構是運動的控制機構，主要由擒縱輪與擒縱棘爪所組成，但在本書中，擒縱棘爪與擺視為同一構件，擒縱輪歸類在走時輪系，「鐘表事件名目」中所提到的火輪，意即擒縱輪。有關火輪的原文如下：

走時輪有火輪、側輪、三輪、二輪、大輪各事件；火輪有圈尖齒、工字齒、平尖齒之別。⁸

原文意思為：走時輪系包含火輪（擒縱輪）、側輪（端面齒輪）、三齒輪、二齒輪、大齒輪；火輪（擒縱輪）有圈尖齒、工字齒、平尖齒的分別，如圖 11 所示。

根據現代機械鐘的觀念來解讀整個走時系統，大齒輪可視為第一輪，也就是動力輪，受到動力驅動，帶動二齒輪、三齒輪，三齒輪將動力傳遞給擒縱輪的端面齒輪（側輪），如圖 11 所示，擒縱輪將動力傳遞給振盪器，如圖 4 所示，使振盪器在其擺動中永恆的保持動力，在透過擒縱輪與擒縱棘爪保持精確與規律性的間歇運動，提供給走時輪系一精確且固定的走時速度。「鐘表事件名目」所提到各種不同火輪的 3D 圖形重構及現代機械鐘錶專有名稱的注釋，如圖 12~14 所示。

根據西方史料紀載，直到 1657 年，惠更斯(Christian Huygens)利用單擺運動週期的規律性，製作出以擺錘作為振盪器的擺錘機軸擒縱調速器，改善機械鐘的計時精度。因此，在 1657 年之前搭配不同振盪器所使用的擒縱輪多為「圈尖齒」形式的擒縱輪（冠狀輪），如圖 12 所示。工字齒擒縱輪則必須搭配特殊的擒縱棘爪才能使用，如圖 13 所示。平尖齒擒縱輪僅能搭配錨狀（形）棘齒來使用，其特色就是擺錘的擺幅較小、擺動速度慢。

⁸ [清]徐朝俊撰，《自鳴鐘表圖法》，收入於《高厚蒙求》清嘉慶丁卯（十二年）雲間徐氏刊本，1807。



圖 11 各種類型的擒縱輪⁹

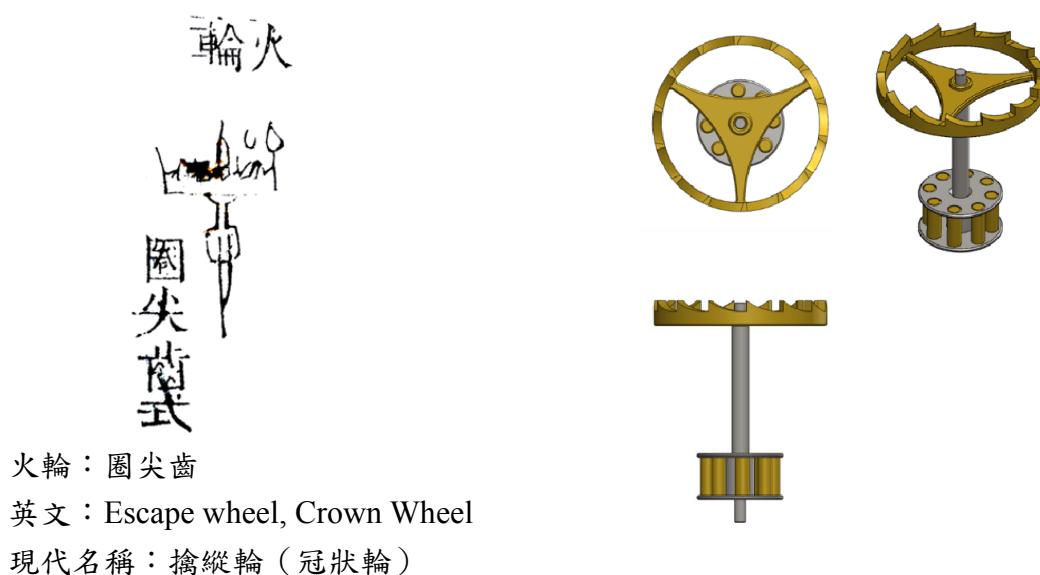


圖 12 圈尖齒—擒縱輪重構之 3D 圖形

⁹ [清]徐朝俊撰，《自鳴鐘表圖法》，收入於《高厚蒙求》清嘉慶丁卯（十二年）雲間徐氏刊本，1807。



火輪：工字齒

英文：Escape wheel (Cylinder)

現代名稱：擒縱輪

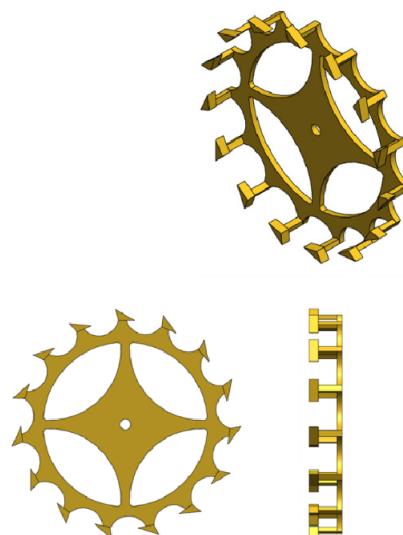


圖 13 工字齒—擒縱輪重構之 3D 圖形



火輪：平尖齒

英文：Escape wheel (Anchor)

現代名稱：擒縱輪

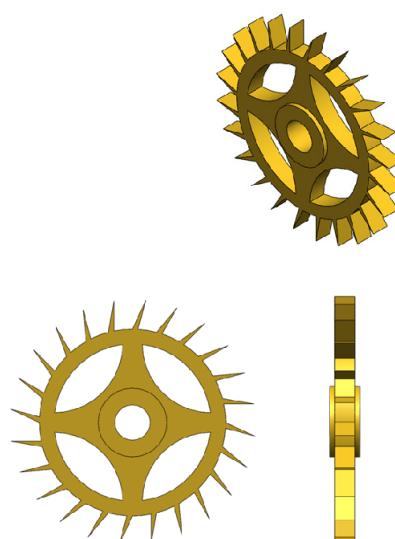


圖 14 平尖齒—擒縱輪重構之 3D 圖形

五、擒縱調速器的配法

擒縱調速器是機械鐘錶計時的核心裝置，包括振盪器(Oscillator)和擒縱機構(Escapement)兩個部分。振盪器是具有均勻週期性運動的產生裝置，擒縱機構則是運動的控制機構。振盪器必須從擒縱機構中接受齒輪傳動裝置的動力傳遞，使在其擺動中永恆的保持動力，故擒縱調速器是靠振盪裝置的週期振動，使擒縱機構保持精確與規律性的間歇運動，從而取得調速作用。在「鐘表事件名目」

的擒縱輪與振盪器配法，原文如下：「凡圈尖齒火輪配掛擺、擔擺、梳擺、圓擺，其齒必從單；工字火輪配管擺，平尖齒火輪配蟹螯擺」。¹⁰原文意思為：圈尖齒火輪，指的是冠狀輪，可搭配掛擺、擔擺、梳擺、圓擺，圈尖齒火輪的棘齒必須是奇數齒，工字擒縱輪搭配的是管擺，平尖齒擒縱輪搭配錨狀擒縱機構。「鐘表事件名目」所提到各種不同擒縱調速器配法的 3D 圖形重構及現代機械鐘錶專有名稱的注釋，如圖 15-20 所示。

以圈尖齒火輪配掛擺、擔擺、梳擺、圓擺的搭配，若以現在機械鐘擒縱機構的分法，振盪器（擺）可視為一獨立單元，冠狀輪（火輪）及擒縱棘爪可視為一個單元，冠狀輪與擒縱棘爪重新定義新名稱為「機軸擒縱機構」，可與「機軸擒縱機構」搭配的振盪器共有掛擺、擔擺、梳擺、圓擺等四種類型，其擒縱輪之齒數設計應為奇數齒，若設計為偶數齒，會造成機軸的中心位置偏左或偏右，如圖 15-18 所示。

擔擺、梳擺與圈尖齒火輪的搭配，現代的名稱為擺桿機軸擒縱調速器。擺桿機軸擒縱調速器是以一擺桿(Foliot balance)作為其振盪器，具有可調節的權重(砝碼)，以調節擺動頻率；權重越重或距軸心越遠，則擺動頻率越慢。擒縱機構是以冠狀輪(Crown Wheel)和機軸(Verge)所組成，機軸上有兩塊擊片，兩塊擊片的夾角通常是 90 度。當上擊片接觸冠狀輪上側尖齒時，沿冠狀輪轉動的切線方向受力，帶動機軸與擺桿作順時針方向轉動，如圖 4(a)所示；當擺桿轉動 θ 角度後，下擊片接觸冠狀輪下側尖齒，使擺桿與機軸往逆時針方向轉動，如圖 4(b)所示。擺桿逆時針方向轉 θ 角度後回到初始位置，上擊片再次接觸冠狀輪上側齒尖，重複上述步驟。¹¹

掛擺與圈尖齒火輪的搭配，現代的名稱為擺錘機軸擒縱調速器；圓擺與圈尖齒火輪的搭配，名稱為擺輪機軸擒縱調速器，這兩種擒縱調速器的作動方式、工作原理與擺桿機軸擒縱調速器完全相同，唯一的差別在於振盪器的使用型式不同，因為，振盪器型式不同，其擺盪的頻率也會有差異。

工字火輪配管擺，現代的名稱為擺輪圓柱式（工字型）擒縱調速器，其擒縱機構的設計較為特殊，僅能與管擺做搭配使用，工字型擒縱輪的齒數並無奇偶齒設計的限制，如圖 19 所示。此一類型的擒縱調速器，較常被使用在可攜帶式鐘錶上。

平尖齒火輪配蟹螯擺，又稱擺錘錨狀擒縱調速器，錨狀棘齒與錨臂連接再一起，由錨臂驅動擺錘進行擺盪，擺錘擺動的速度較慢、擺盪幅度小，走時精度高。由於鐘擺與擺輪的應用，造就了錨狀擒縱機構的發明(1675, William Clement)，其後與鐘擺和擺輪相配合的擒縱機構相繼發明，且型式愈來愈多樣。

鐘錶技術在 18 和 19 世紀有很大的創新，促使擺鐘進行很多的改進。如停擊式擒縱機構(Deadbeat escapement)在 1675 年由 Thomas Tompion 和 Richard Towneley 所發明，目的在於消除如錨狀擒縱機構之反擊式擒縱機構(Recoil escapement)因回彈衝擊(Recoil)所導致計時的不準確，約在 1715 年 George Graham 更完善其設計，如圖 21(a)所示，並推廣而使其逐漸取代錨狀擒縱機構，普遍運用於當代的擺鐘，直到 1927 年石英時鐘的發明。

¹⁰ [清]徐朝俊撰，《自鳴鐘表圖法》，收入於《高厚蒙求》清嘉慶丁卯（十二年）雲間徐氏刊本，1807。

¹¹ 陳羽薰、林聰益、蕭國鴻、顏鴻森，〈具機軸之擒縱調速器的構造分析與比較〉，第 10 屆中國機構與機器科學應用國際會議，2013 年。

再者，振盪器的特性，對於擒縱機構的構造，具有決定性的影響。鐘擺只有極短的振動弧度，因此配合之擒縱機構的有效直達角約為 1.5 至 8 度。而擺輪的振動弧度有 120 至 540 度，其擒縱機構之直達角介於 14 至 15 度。¹²主要型式可分以下三類：

- I. 反擊式擒縱機構(Recoil escapement)，如鉤形擒縱機構(Hook escapement)，如圖 20、21(b)所示。
- II. 停擊式擒縱機構(Dead-beat escapement)，如 Graham 擒縱機構(Graham dead-beat escapement)，如圖 21(a)所示。
- III. 自由式擒縱機構(Free escapement)，如錨狀擒縱機構(Anchor escapement)。

反擊式擒縱機構，鐘擺擺動在補充弧線之間，其擒縱輪的逆轉，對於振盪器自由擺動有不良的影響。而停擊式擒縱機構是針對這項缺點所改良，因此其動力的損失極小，故此類擒縱調速器可將鐘擺擺動之弧度維持在極小的限度；其中，以 Graham 停擊擒縱機構的性能最佳，由於其具有擺幅極小的特性，符合單擺等時性的原理，精度極高，可度量的時間單位為 0.1 秒，多用於天文鐘上。

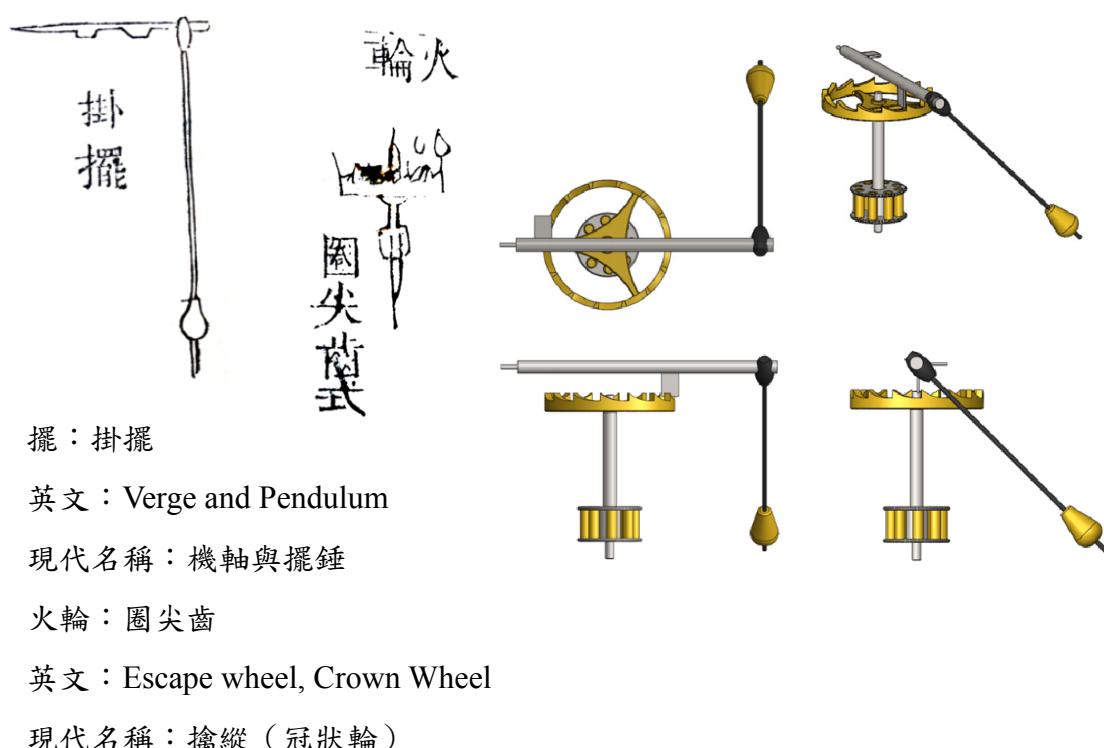


圖 15 摆錘機軸擒縱調速器重構之 3D 圖形

¹² 黃友訓譯，《鐘錶製造及修理》（臺北：徐氏基金會出版社，1970）。

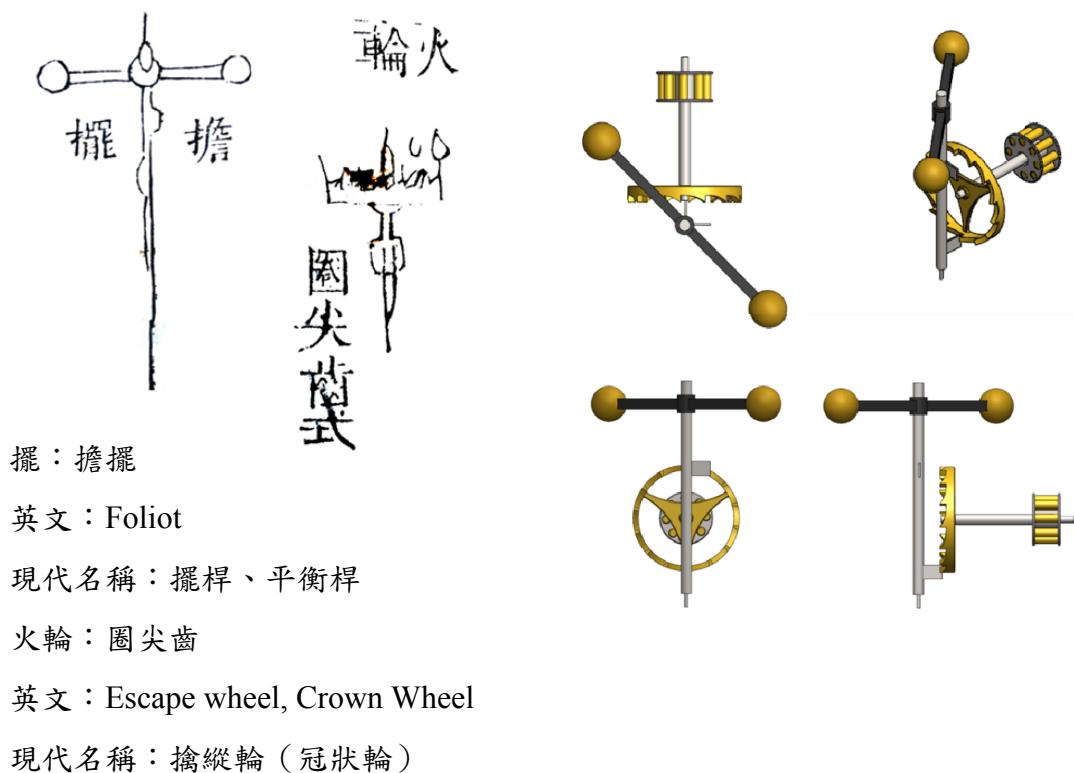


圖 16 擺桿機軸擒縱調速器重構之 3D 圖形

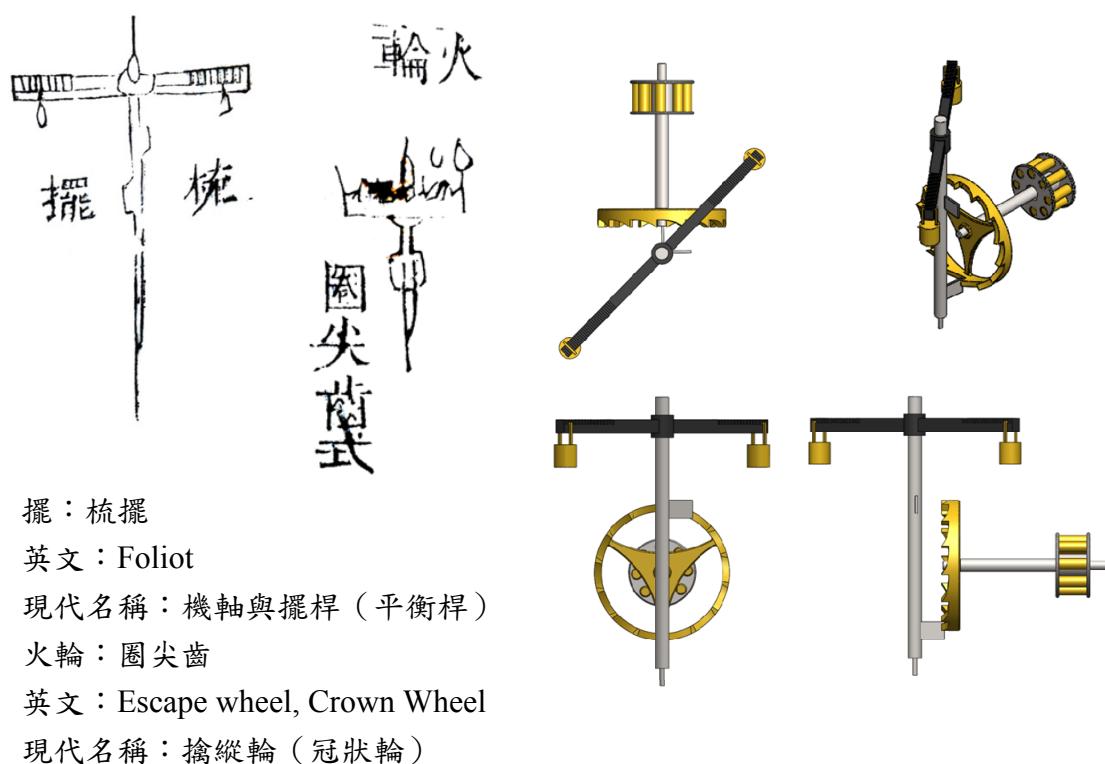


圖 17 擱桿機軸擒縱調速器重構之 3D 圖形

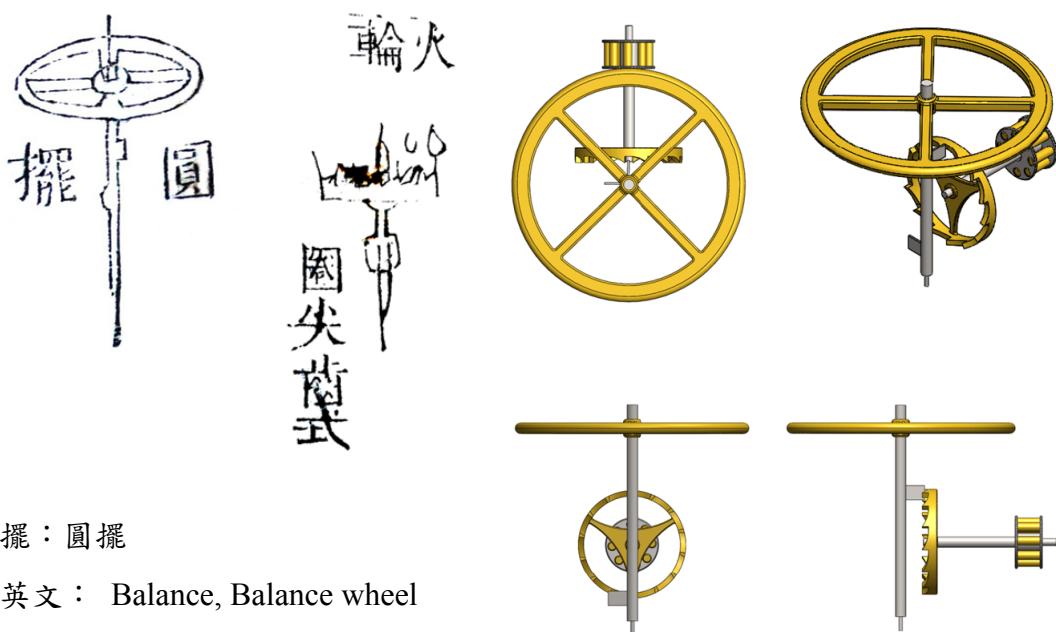


圖 18 摆輪機軸擒縱調速器重構之 3D 圖形

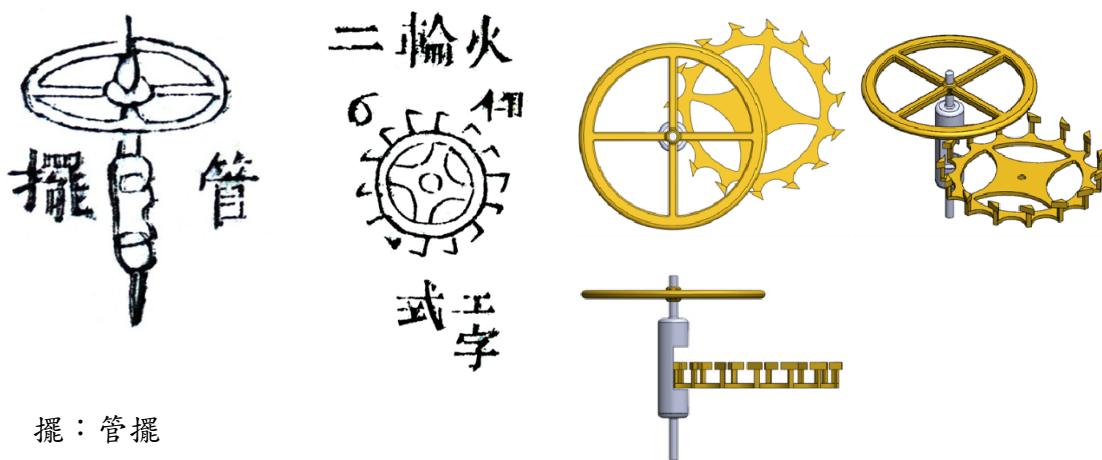


圖 19 摆輪圓柱式（工字型）擒縱調速器重構之 3D 圖形

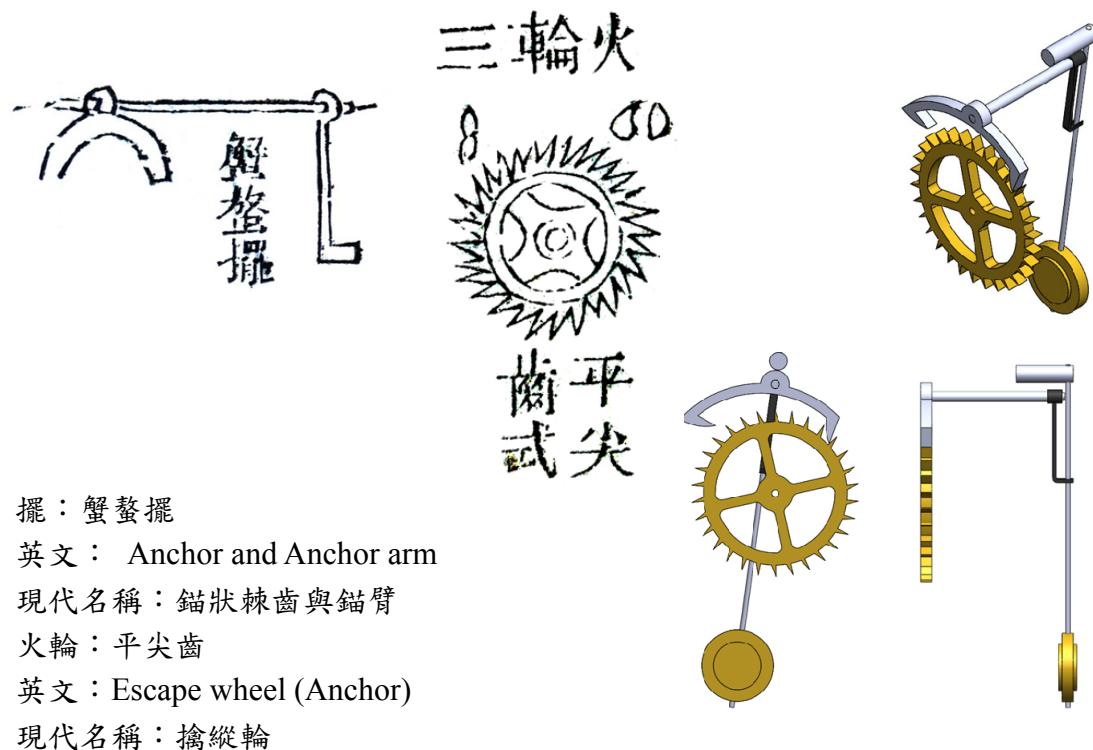


圖 20 擺錨狀擒縱器重構之 3D 圖形

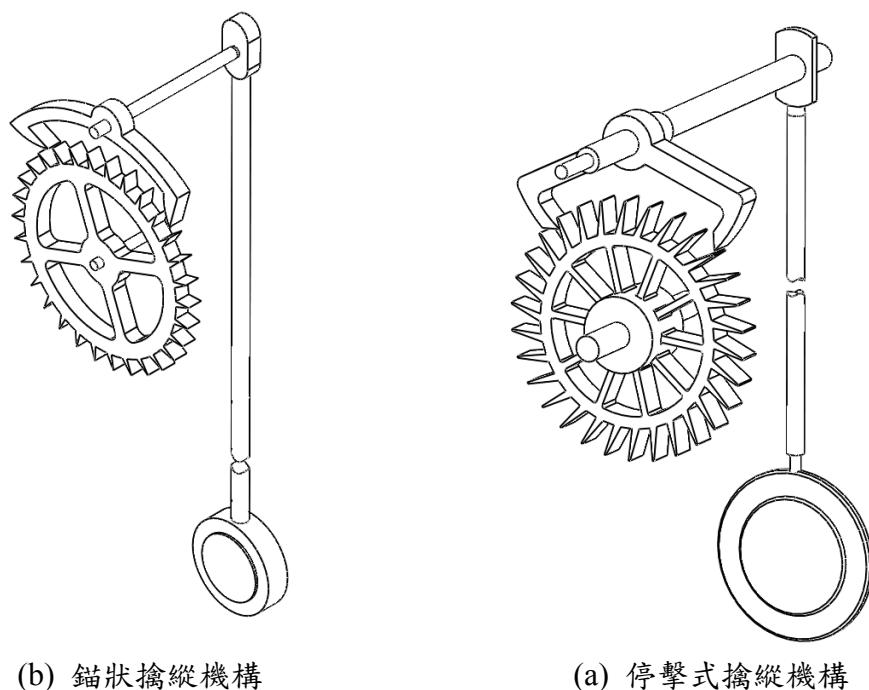


圖 21 較常與擺錨搭配的擒縱機構

六、結論

《自鳴鐘表圖法》將十八世紀前中國能夠製造之機械鐘（錶）作一詳盡的紀載，但是，在書中不論是走時系統獲報時系統，各個組件之間的相關位置僅用文字敘述，缺少組合圖來說明相關位置，不利於了解當時機芯內部各組件的排列方式。而本研究，預計將該書上所有組件完整地重新建構 3D 模型，透過書上文字的描述將機械鐘的機芯重建，資料不足的部分，引用近代歐洲機械鐘的資料來作補充說明。最後進行構造分析與研究，將所包含現代科學知識的基礎理論以圖文說明搭配動畫的方式重新註釋，以利中國機械鐘發展史的研究。

參考文獻

- 〔清〕徐朝俊撰, From Wikipedia, 臺灣 Wiki, 2013, <http://www.twwiki.com/wiki/徐朝俊>, 2015/2/8.
- 〔清〕徐朝俊撰,《自鳴鐘表圖法》,收入於《高厚蒙求》清嘉慶丁卯(十二年)雲間徐氏刊本,1807。陳羽薰、林聰益、蕭國鴻、顏鴻森,〈具機軸之擒縱調速器的構造分析與比較〉,第 10 屆中國機構與機器科學應用國際會議,2013 年。
- 陸燕貞主編,《清宮鐘錶珍藏》,北京:紫禁城出版社,1995。
- 黃友訓譯,《鐘錶製造及修理》,臺北:徐氏基金會出版社,1970。

Picture reconstruction and annotation of Escapement Regulators in *Illustrated Description of Chime Clocks and Watches*

LIN Wenfeng*

Abstract

Written by XU Chaojun, *Illustrated Description of Chime Clocks and Watches*, collected in *Gao Hou Meng Qiu* in 1809, was the first ancient record about the history of science specifically for chime clocks as well as an important reference for the manufacturing and development of mechanical clocks in Ming and Qing Dynasty. It contains the production, structure, maintenance, and problem-solving of mechanical clocks and watches. Aiming at the structural picture of the mechanism mentioned in *Illustrated Description of Chime Clocks and Watches*, the Solidworks software is utilized for reconstructing the 3D model. Meanwhile, the data of modern European mechanical clocks are compared for reclassifying and annotating the structure and its names. Furthermore, the basic theory of current scientific knowledge is included for the structural analysis and study so as to benefit the research on the development of Chinese mechanical clocks.

Keywords: XU Chaojun, chime clock, mechanical clock and watch, escapement regulators

* Doctoral Student, Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University of Science and Technology.

《化學初階》實驗教學部分及其底本

張浩*

摘要

《化學初階》是西方傳教士傳播上帝福音的代表作品之一，作者是來自美國的嘉約翰(John Kerr)。這本被稱為近現代中國的第一本中文化學書籍，它的第一、二卷在 1871 年由廣州博濟醫院發行，第三及第四卷分別在 1872 年及 1875 年出版。《化學初階》前兩卷是無機化學，後二卷則是實驗化學，這兩部分幾乎沒有任何直接關聯。前部分是屬於基礎普通化學，後部分卻是講授動手的實驗課程。

本論文將探討《化學初階》三、四卷的底本，分析其翻譯的動機及目的，並研究它與當時滿清政府引進西方科技的關係。

關鍵詞：《化學初階》、嘉約翰、化學實驗、分析化學

* 義守大學通識教育中心副教授

一、介紹

在十九世紀的時候，經過幾次與西方國家戰役失敗的經驗，滿清政府展開了所謂學習西方科學的洋務運動，在這些被期望可以富國強兵的西方科技中，分析化學成為首要學習的目標，有了這種技術，則可以在中國分析各地的鐵煤礦的質量及藏量，以便來供應中國政府發展軍火工業所需要的原料及燃料，如此便可以不必向外國購買昂貴的鐵煤礦¹，不僅減少國庫的支出，更可以製造更精良的國防武器，抵禦外侮。這是為何江南製造局在翻譯該局第一本化學書籍《化學鑑原》的同時，也翻譯了另外一本分析化學書籍《化學分原》。

在清末時期，西方教會是引進西方化學一個很重要的管道，為了培養中國醫療人員，透過更多的醫療服務，來建立與民眾的關係，以便更容易傳播上帝福音。除了醫學知識外，化學也是醫學人員必備的知識，²1871 年由廣州博濟醫院出版的《化學初階》（簡稱初階）被認為是第一本中文化學書籍，³是傳教士做為培養中國醫療人員的化學教材。⁴

《初階》是由美國長老教會醫學傳教士嘉約翰(John Glasgow Kerr, 1824-1901)口述，何瞭然筆譯而成，共有四卷，前兩卷是無機化學，屬於基礎化學，作為早期中國人的化學教材。而後兩卷則是實驗化學，如此的內容屬於非常特殊的編譯。一般而言，十九世紀中葉基礎西方化學教科書含有無機及有機部分，有時候甚至只有無機化學部分，幾乎沒有前半部是基礎無機化學，而後半部是實驗化學。在翻譯人才缺乏，出版費用昂貴的情況下，如此不尋常的編譯方式，應該蘊藏了當時滿清社會需求西方實驗化學的一種反應。

過去有關《初階》的研究，絕大部分是放在前面兩卷化學元素名詞的探討上。⁵然而《初階》的重要性，應該不僅只是侷限於化學名詞的影響，也不只是象徵傳教士傳播西方科學的成果之一。它當然同時反應當時十九世紀中國知識份子對於西方科學的好奇，甚至反應了當時清廷的需要。若一位傳教士，能夠提供清廷所需要的一些事物，因而建立良好的互動關係，自然有助於傳教工作的擴展，就如同在明末清初的時候，傳教士引進西方天文學，來修正中國曆法，其最終目的無非就是希望更順利推動教會的傳教工作。

考證《初階》第三、四卷的底本，是本文主要探討的重點之一。有了確實的底本後，在此基礎上，則能進一步瞭解其引進的路徑，然後透過《初階》與底本的比較，分析嘉約翰所扮演的編譯角色，以及翻譯此書的動機。另外，期望能夠瞭解，在引進西方化學時，有那一類的化學書籍比較適合做為初學者的中國人來學習。在最後，將探討清末時期引進西方化學所面臨的問題。

¹ 廣隆行商，〈論煤鐵出處及其運行法〉，《中西聞見錄》，號 15（1873 年 10 月），頁 15-20。

² Colin A. Russell, S.A.H. Wilmot, V. Campbell, *Chemistry, Society and Environment: A New History of the British Chemical Industry* (London: Royal Society of Chemistry, 2000), pp. 38-39.

³ 張子高，楊根，〈從化學初階和化學鑑原看我國早期翻譯的化學書籍和化學名詞〉，《自然科學史研究》，1982 年 1 期，頁 349-355。

⁴ 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》（廣州：博濟醫院，1871-1874），卷三，中文序。

⁵ 王揚宗，〈關於化學鑑原和化學初階〉，《中國科技史料》，1990 年 11 期，頁 84-88。

二、底本考證

有關《初階》底本的研究，絕大份是放在它前面兩卷的討論。⁶前面兩卷底本參考了當時很暢銷的美國化學教科書，是由 David Ames Wells(1828-1898) 所著的 *Wells's Principles and Applications of Chemistry* (New York: Ivison & Phinney)，但是確實出版的時間卻難考證，因為此書從 1858 年發行第一版後，十餘年間再版多次，但內容卻無修訂。除了這本主要的原著外，嘉約翰還參考了 George Fownes(1818-1849) 的 *A Manual of Elementary Chemistry, Theoretical and Practical* (London: John Churchill & Sons, 1863)、William James Rolfe and Joseph Anthony Gillet 所著的 *Elements of Chemistry* (Boston and Chicago: Woolworth, Ainsworth, & Co., 1870) 以及當時一些最新的化學書籍。⁷至於在 1872 年出版的第三卷及 1875 年發行的第四卷底本的問題，則幾乎沒有被探討過。

《初階》的第一卷，有 14 章，83 個插圖；第二卷，則是從 15 章到 35 章，有 32 個插圖。這些內容是來自於 *Wells's Principles and Applications of Chemistry* 的無機部分，即從書中的第 5 章到第 15 章。《初階》前兩卷與其底本的編排方式有所不同。首先，底本的插圖是放在文中，《初階》則是集中放在前面。其次，底本共有 131 個插圖，而《初階》前兩卷只有 115 個插圖，比底本少了 16 個。最後，底本只有 11 章，而《初階》有 35 章。

至於《初階》後二卷的編排方式略與前二卷有所不同。其中差異之一，在於章節的名稱，後兩卷不再以「章」，而是以「節」來編排。卷三內容為第 1 到 141 節，然後是中英化學名詞對照表，卷四則是從第 142 到 363 節。至於插圖依然放在最前面的位置，但都集中在卷三，共有 31 個。在插圖之後，便是檢驗分析的流程表格，首先以天干計序符號，甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸等 10 個，接下來再以 12 個地支符號，子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥，然後再以中國傳統五音中的宮、商、角來三個符號來表示，總計有 25 個表格。

從後二卷的圖片及內文看來，底本應該是有關化學實驗或者分析的書籍，但是嘉約翰並沒有提到底本的出處。所以我們先從現有的線索開始，便是《初階》英文序中所提到的那幾本書當作起頭，然後便是這些作者所出版的相關化學書籍。接下來，便是檢閱從 1850 到 1870 年所出版的實驗及分析化學教科書，在這麼廣的範圍內，我們先翻閱傅蘭雅從 1868 年到 1870 年為江南製造局翻譯館所訂購的化學書籍。⁸雖然說，傅蘭雅與嘉約翰在後期兩人關係不佳，但兩人在最初並未交惡，尚有來往。在翻譯人才不足的情況下，也許傅蘭雅會因滿清政府急迫需求化學實驗的情況下，請求嘉約翰來協助翻譯，以便來獲得日後提供更多傳教的資源及支持。最後，便是從傅蘭雅編譯《化學鑑原》所參考過的化學書籍，以及它們作者所出版的化學書籍。⁹如此的過程，反反覆覆幾回，最後才發現到《初階》後兩卷的底本。

由於清末化學名詞與現今有很多不同，若是想透過中西文字的比較，還不如插圖的比較為方便。經過不同化學書籍的考證，我們發現，由英國化學家蒲陸山 (Charles Loudon Bloxam, 1831-1889) 所著的 *Laboratory Teaching, Or, Progressive Exercises in Practical Chemistry* 《實驗室教學，或實用化學

⁶ 請參考張子高，楊根以及王揚宗之論文。

⁷ 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，卷三，英文序。

⁸ Andrin Bennett, *John Fryer: The Introduction of Western Science and Technology into Nineteenth-Century China* (Massachusetts: Cambridge, 1967), pp. 73-81.

⁹ Charles L. Bloxam, *Bloxam's Chemistry: Inorganic and Organic, with Experiments and a Comparison of Equivalent and Molecular Formulas* (London: John Churchill and Sons, 1867).

的漸進練習》(後簡稱實驗室教學)是《初階》三、四卷的底本，由倫敦的 John Churchill & Sons 書局出版。

《實驗室教學》從 1869 出版後，¹⁰陸續在 1871 年、¹¹1874 年¹²及 1879 年¹³出版了 2、3 及 4 版。按照出版的時間，1869 年或者 1871 年其中之一應該為其原著。然而這兩本書的章節數及插圖數目都相同，即都有 364 節，也都有 89 個插圖。

首先，我們整理 1869 年《實驗室教學》放在不同小節的插圖，將它們排列成如《初階》中的位置，並標上原來的編號，以便進行比較，如圖 1¹⁴及圖 2¹⁵。

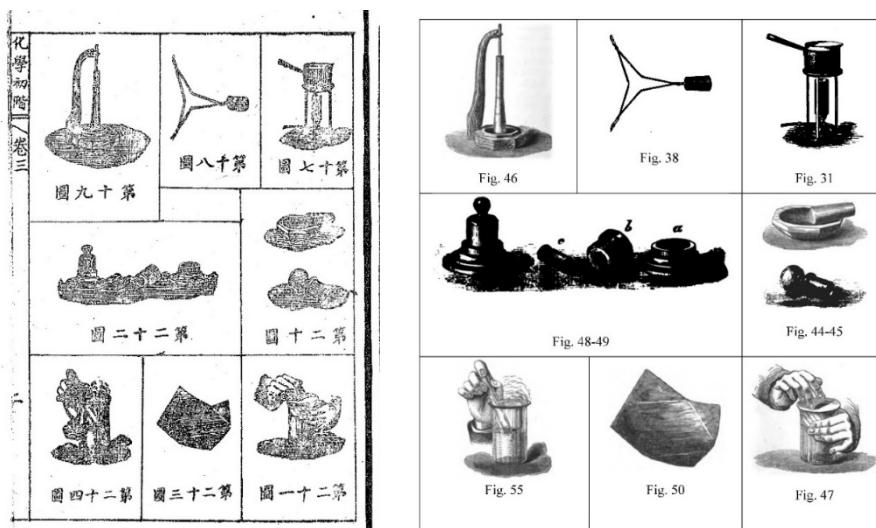


圖 1 《初階》第三頁之插圖

圖 2 由《實驗室教學》各小節內文整理之插圖

在《實驗室教學》中的插圖並無特別說明，在《初階》後兩卷的插圖，也沒有像前兩卷有文字的說明，如卷一第二圖的「罐內焚棉」，或者第六圖的「鐵銅煉氣」。為能讓大家更明瞭圖(1)及圖(2)各器物之功能及目的，我們整理底本的內容，製成表格(1)。在這表格中，我們特別註明了各插圖的單元編號，更重要的一點，除了圖 22 在文中有被註明「圖見第二十二」外，¹⁶在表格 1 中其他的插圖都沒有被註明，換句話說，中國讀者無法瞭解這些插圖的用處。

¹⁰ Charles L. Bloxam, *Laboratory Teaching, Or, Progressive Exercise in Practical Chemistry* (London: John Churchill & Sons, 1869).

¹¹ Charles L. Bloxam, *Laboratory Teaching, Or, Progressive Exercise in Practical Chemistry* (London: John Churchill & Sons, 1871).

¹² Charles L. Bloxam, *Laboratory Teaching, Or, Progressive Exercise in Practical Chemistry* (London: John Churchill & Sons, 1874).

¹³ Charles L. Bloxam, *Laboratory Teaching, Or, Progressive Exercise in Practical Chemistry* (London: John Churchill & Sons, 1879).

¹⁴ 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，卷三，頁 2。

¹⁵ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), pp. 72-130.

¹⁶ 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，卷三，頁 49。

表 1 《初階》插圖 17-24 之說明

初階	實驗室教學	插圖說明
圖 17	Fig. 31	當蒸發即將結束，將磁盤移至金屬鍋上，以便加熱能夠均勻，並直到完全乾燥為止。(第 84 單元)
圖 18	Fig. 38	鐵三角架。(第 123 單元)
圖 19	Fig. 46	磨粉的臼器。(第 124 單元)
圖 20	Fig. 44-45	上圖，瑪瑙材質的杵及臼；下圖：銅製的杵。(第 124 單元)
圖 21	Fig. 47	為讓已經磨好的粉末，達過細小的要求，可將燒杯上綁一層薄紗，以手指細搓粉末。(第 124 單元)
圖 22	Fig. 48-49	左圖 1，鋼製臼器；左圖 2、3、4 為其組合零件。(第 124 單元)
圖 23	Fig. 50	鉑製薄片。(第 125 單元)
圖 24	Fig. 55	在煮含有乙醚的物質，不可以直接接觸火，而是將其放入試管，在熱水中加熱，並用水指壓住試管口，以免蒸氣跑出。(第 200 單元)

為了瞭解《初階》每一個插圖的出處，我們將其與原著比較，如表格 2。從表格 2 中，我們知道，嘉約翰只使用了原著中的 32 個圖，而且是來自於《實驗室教學》前面 78 個插圖，¹⁷換句話說，從第 79 圖之後都沒有被使用。

表 2 《初階》與《實驗室教學》圖碼之比較

初階	實驗室教學		初階	實驗室教學
圖 1	Fig. 2		圖 13	Fig. 27
圖 2	Fig. 5		圖 14	Fig. 28
圖 3	Fig. 8		圖 15	Fig. 29
圖 4	Fig. 9		圖 16	Fig. 30
圖 5	Fig. 12		圖 25	Fig. 60
圖 6	Fig. 13		圖 26	Fig. 64-65
圖 7	Fig. 17		圖 27	Fig. 73
圖 8	Fig. 18		圖 28	Fig. 74
圖 9	Fig. 20		圖 29	Fig. 76
圖 10	Fig. 21		圖 30	Fig. 77
圖 11	Fig. 22		圖 31	Fig. 78
圖 12	Fig. 25			

接下來的考證便是試圖透過與原著內文的比較，來確認哪一年出版的才是真正的底本。在這個過程中，我們發現到，在第三卷有許多地方，出現一些與 1869 年《實驗室教學》內文大小不同的文字，經過比較發現，嘉約翰不僅參考了 1869 年的第一版，也參考了 1871 年的第二版，新版所增加的內容，正是位於上方小字的內容。

¹⁷ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. 163.

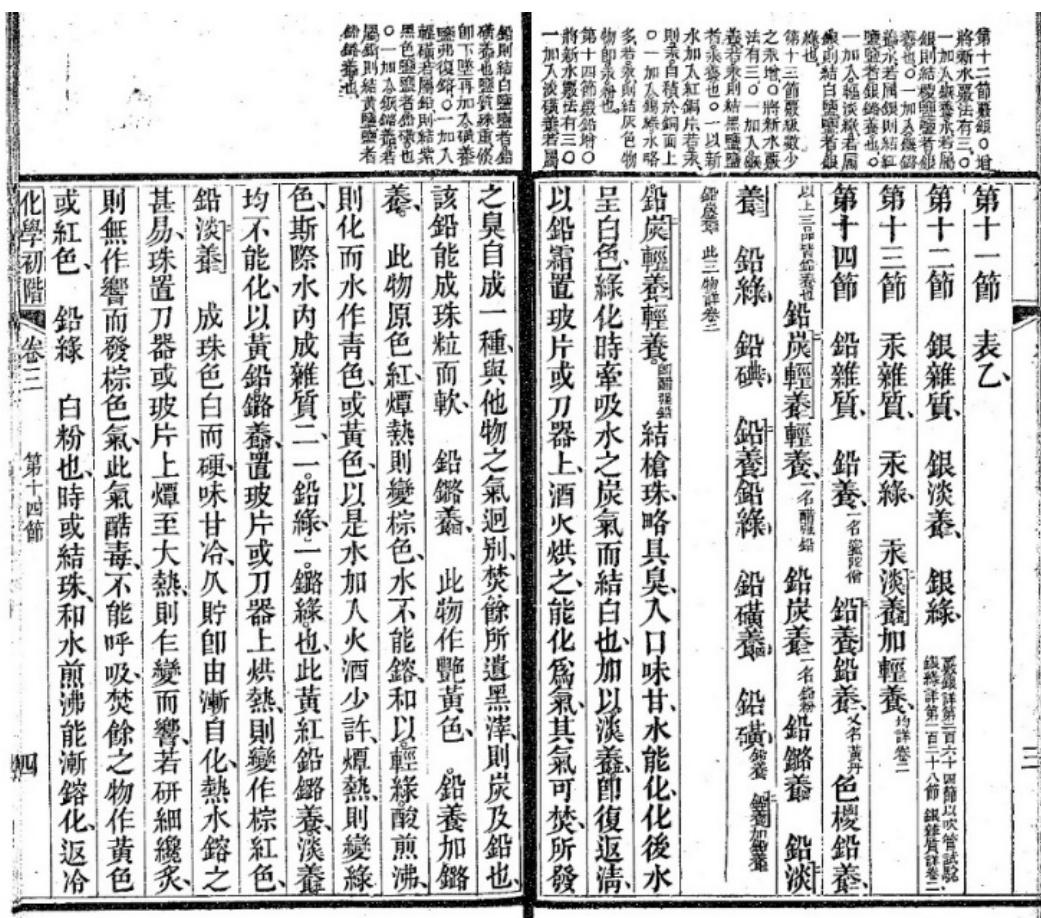


圖 3 《初階》上面小字部分為《實驗室教學》1871 年版新增內容

如在圖 3 中，第 12、13 及 14 小節上面尚有一些小字。¹⁸我們先來看 1869 年《實驗室教學》第 12 小節的內容：

"If the original substance be metallic silver, it will be recognised, partly by its external characters, partly by its refusing to dissolve in hydrochloric acid, but dissolving easily in nitric acid. If greater certainty be desired, it may be examined by the blowpipe (264).

Common Compounds of Silver.

Names.	Composition.
Nitrate of silver, or	Oxide of silver, nitric acid.
Lunar caustic	
Chloride of silver	Silver, chlorine.

Nitrate of Silver is sold either in flat, tabular, transparent crystals, or in opaque cylindrical sticks made by fusing the crystals. It is dissolved very readily by cold water, and if filter-paper be moistened with the solution, and exposed to light, especially to sun-light, it assumes a black metallic appearance.

¹⁸ 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，卷三，頁3。

Chloride of Silver is insoluble in water and in acids, and will therefore not come under consideration at present (128).¹⁹

嘉約翰將上述文字很簡略編譯如下：「第十二節 銀雜質、銀淡養_三（氮_三）銀綠（氯）。覆銀詳第二百六十四節，以吹管試驗。銀綠詳第一百二十八節，銀雜質詳卷二。」²⁰比較起來，中文翻譯的內容遠遠不及原文。除了三個名詞外，銀雜質（氧化銀）、銀淡養_三（硝酸銀）及銀綠（氯化銀），其他內容幾乎沒有被翻譯，原著中提到，銀不會在鹽酸中溶解，但能夠溶解於硝酸中，而且硝酸銀及氯化銀的形狀及性質也沒詳細翻譯，只提要看卷二的內容。而在 1871 年《實驗室教學》第 12 節的內容，除了上述的解釋外，在小節最前面，尚增添了以下的文字：

“12. Confirmatory Tests for Silver, to be applied to the original solution.

Potash produces a brown precipitate of oxide of silver.

Bichromate of Potash produces a red precipitate of chromate of silver.

Chloride of Ammonium produces a white precipitate of chloride of silver.²¹

這正是《初階》小字上的內容，而且文中還特別有一個「增」字：

第十二節覆銀：增，將新水覆法有三，一加入銻養（鉀_三）水。若屬銀則結櫟鹽，鹽者，銀養也。一加入銻鎘養_四（鉀_四鉻_三）水，若屬銀則結紅鹽，鹽者銀鎘養（銀_三鉻_三）也。一加入輕_四淡綠，若屬銀則結白鹽，鹽者銀綠（氯）也。²²

除此之外，我們也比較了 1869 年及 1871 年版《實驗室教學》的第 13 節及第 14 節，1871 年版所增加的內容²³正好是在圖(3)中上面小字的意思。

我們發現到，在《初階》卷三的乙表、辛表、壬表、子表、丑表及角表 6 處，以及單元 12、13、14、26、31、32、35、49、54、58、102 及 106 等 12 處有增刻小字。然而《初階》第四卷並沒有像第三卷有小字的出現。為了確認《初階》卷四的底本，我們將它與 1869 年及 1871 年《實驗室教學》進行比對，我們發現到，《初階》第四卷只參考了 1871 年出版的《實驗室教學》。如在 1869 年《實驗室教學》第 182 單元有關尿素的其中一段內容：“If a solution of urea be acidulated with hydrochloric acid, and carefully evaporated just to dryness, a residue of cyanuric acid is left which is sparingly soluble in water.”²⁴ 上述文字在 1871 年《實驗室教學》被刪除，而改增為以下的描述：“If a solution of urea be mixed with a solution of mercuric nitrate,* a white precipitate is produced.....* Prepared by adding finely powdered red oxide of mercury to hot nitric acid as long as it is dissolved.”，²⁵這段意思被嘉約翰編譯如下：「用紅汞養研細，加入熱淡養_五至不化為度，能結白鹽。」²⁶

《實驗室教學》整本書只有第 361 小節沒有被翻譯，薑黃紙（石蕊試紙）其如下：

“Turmeric Paper may be obtained from the operative chemist. Its yellow colour soon fades in a strong light.

¹⁹ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. 11.

²⁰ 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，卷三，頁 3。

²¹ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1871), p. 11.

²² 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，卷三，頁 3。

²³ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1871), pp. 11-15.

²⁴ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. 125

²⁵ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1871), pp. 130-131.

²⁶ 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，卷四，頁 15。

To prepare turmeric paper, gently heat one drachm of powdered turmeric (the root of Curcuma longa) in six measured drachms of methylated spirit, till the solution has a bright yellow colour. Filter it, and dip white filter-paper or unsized drawing-paper into it. Hang the paper on a string to dry.²⁷

石蕊試紙在化學實驗是如此的重要，為何沒有被翻譯是很難解釋，而且，最有趣的是，為何單單只有這一節沒有被翻譯？另外，從 A 到 Z 應該共有 26 張表格，但是《初階》中只有 25 個，其實因為《實驗室教學》並沒有編號 J 的表格，所以底本實際上只有 25 個表格。

《實驗室教學》的插圖是放在內文中，檢驗流程表格也是散布在各單元，但是嘉約翰特別將插圖及檢驗表格集中放在《初階》卷三的前面。插圖集中是為了出版方便的原因，數量約底本的三分之一而已，但是檢驗表格優先放在內文之前，顯示嘉約翰對它們的重視，而且底本沒有任何一個表格被遺漏。另外，從上面的考證中，我們更清楚知道，《初階》三、四卷的底本。在 1872 年的時候，當《初階》第三卷刻版幾乎或者已經完成之際，但尚未印刷之前，嘉約翰收到了 1871 年《實驗室教學》書本，他很負責地將新版增訂的內容加刻上去，這也是為何在《初階》卷三有 18 處在頁面上方出現比較小字的原因。

三、底本之特色

在初期的時候，當中國人幾乎沒有西方化學知識的時候，如何來挑選比較適合中國人的一些教材，以便中國人能夠有效吸收，至為關鍵。例如，《初階》及《化學鑑原》的原著，*Wells's Principles and Applications of Chemistry* 便是一本算是基礎簡易的化學書籍，而且還有很多插圖。《化學分原》的底本，是 John Eddowes Bowman (1819-1854) 所著的 *An Introduction to Practical Chemistry, Including Analysis*，也有這個特性。《實驗室教學》當然也有適合初學者的特色。如同作者蒲陸山在序中第一句話：「這是為了準備開始學習實用化學學生的所設計的一本書」。而且書有 89 個插圖，也很符合清末讀者的需求。²⁸ 插圖非常有助於每一個步驟實驗操作的解說，特別是形狀、大小以及位置的說明，尤其在漢譯化學名詞尚未成熟之際，圖解更是最有效幫忙中國人理解的方法之一。

以表格方式呈現化學實驗操作流程，也是本書被強調的特色之一。如在表格 D 中，也是第 41 節，有關硫酸銨沈澱的檢驗，會有黑色及不是黑色的處理的狀況；而在有黑色沈澱物的時候，又有兩種狀況，可溶解及不可溶解之狀況，蒲陸山以很簡易的表格來表示，可以讓學生一目瞭然，以便掌握實驗的流程及處理的方法。²⁹ 在表 3 為表格 D 中有黑色沈澱物的檢驗流程表。

²⁷ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. 241.

²⁸ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. v.

²⁹ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. 33.

表 3 《實驗室教學》之部分 D 表

如果是黑色沈澱，表示有硫酸鐵、硫酸鈷及硫酸鎳 以稀釋過的氫氯酸來處理		
若能溶解， 呈現白色，表示有硫（見第 43 小節） 有硫化鐵，有鐵的存在（見 第 44、45 小節）	不能溶解，則以氧化鉀溶液來測試 呈藍色沈澱，則有鈷（見 第 46、47 小節）	
		呈淺綠沈澱，則有鎳（見第 48、49 小節）

談到實驗課程，可以聯想到，便是如何購置實驗儀器，這不僅是當時引進西方化學所面臨的難題，其實也是西方學校常面臨的問題。一般而言，這些設備都所費不貲，但是若有一些有經驗的學者或專家提供一些意見，也能購買一些物美價廉的儀器。「簡單敘述要如何購買、準備這些實驗的器材。這是為了無法使用實驗室的學生所編寫的」，³⁰這是本書的另外一個特色，在書中最後一頁，列有一些基本必須的實驗儀器，價值約 10-12 先令，其如下：

- 玻筒大小十二箇
- 玻筒架一箇
- 火酒燈（酒精燈）一箇，以能載四安士（盎司）或八安士者為度
- 路器（漏斗）三箇，一用載兩安士者，一用載一安士者，一用載半安士者
- 濾藥紙
- 玻片三四塊
- 通心玻條二枝
- 吹火管一條
- 三角錐一把
- 鉑金線數寸，鉑金薄少許
- 磁杯一箇，煎水用，以能載四安士為度
- 石砍（研鉢）一箇宜用西國來的，以能載八安士為度
- 三角鐵線絡一箇
- 三足鐵線架一箇

《初階》所列之儀器共有 14 種，與原著中列的 16 種，少了兩種，其一為試管清洗器(tube-cleaner)，另外一個為玻璃棒 (glass rod)。³¹另外，在原著中，玻片、通心玻條並無註明數量。石砍在原著為“Wedgwood mortar”，即由威治伍德公司所生產的研鉢，所以書中註明「宜用西國來的」。³²

³⁰ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. v.

³¹ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. 209.

學好分析化學的方法，學生首先要學習金屬與非金屬元素的反應及測試，等到真正很熟練的時候，才能進一步去檢驗一些未知的物質，如此才能獲得完整的分析化學知識。而蒲陸山觀察到，由於學生長時間被迫去記憶一些沒有關連的化學知識，也無法將其應用在化學實驗上，因而降低了學生繼續學習實驗的興趣。按蒲陸山擔任二十三年實驗室教師教學經驗而成的著作，並不要求學生已經具備任何化學知識，同時也無須借用任何化學理論。另外，他還強調，這本書並不使用任何昂貴的器材或是化學藥品，書中有單獨的練習或課程，同時也有練習用的範例，這些課程與範例也方便大班教學使用。³³至於如何使用《實驗室教學》？蒲陸山建議：「最好做完書中的每一個關於已知物質的實驗，接著再嘗試去檢驗未知的物質。」³⁴

書中共有 364 小節可以簡述如下：

第 1-81 節：物質含有單一金屬之分析，金屬分類之試驗，每一金屬在各類中之鑑定，對於金屬和其主要氧化物及鹽化物的描述。

第 82-121 節：物質含有單一無機酸或者非金屬之分析，用硫酸和鹽酸來驅趕化合物中的酸。

第 82-141 節 不溶於水及酸之物質分析，主要不溶性物質之描述。

第 142-162 節 物質含有一個金屬及無機酸之分析，主要無機酸和其鹽類之描述。

第 163-171 節：主要植物鹼的偵測，如咖啡因、嗎啡、番木鱉城(brucine)、馬錢子城 (strychnine)、奎寧、諾斯卡賓(noscapine)和金雞寧(cinchonine)之鑑定。

第 172-176 節：以顏色及香味來鑑定更多有機物，如靛藍、苦味酸(picric acid)、石炭酸、水合氯醛(chloral hydrate)。

第 177-205 節：對於沒有確認顏色及香味有機物固體之測試。如甘蔗糖、葡萄糖、乳糖、尿素，水楊昔(salicine)、蛋白、澱粉、糊精(dextrin)、樹膠(gum)、明膠(gelatin)、肥皂、硬脂精(stearine)、硬脂酸(stearic acid)、棕櫚酸、松香、菸、棕櫚鹼(palmatine)，鯨蠟、蠟、與石蠟(paraffine)之鑑定。

第 206-229 節：有獨特香味之液體有機物測試，如酒精、甲基化醇(methylated spirit)、甲醇、丙酮、醛、尼古丁、丁酸、戊酸、苯胺、乙醚、氯仿、苦杏仁油、硝基苯和苯之鑑定。

第 230-234 節：無香味有機物液體之測試，如甘油、乳酸、三油酸甘油酯和油酸之鑑定。

第 235-239 節：對於不同物理狀態的未知有機物進行測試。

第 240-282 節：以吹管來測試金屬。

第 283-307 節：以吹管來測試非金屬或酸類。

第 308-363 節：按字母排序之分析實驗。

第 364 節：分析化學必備之儀器。

值得注意的地方，是第 163 到 234 節相關有機化學物質檢驗部分。既然《初階》前二卷，沒有出現有機化學，若從一般化學書籍編輯的角度而言，其實後二卷的內容，嘉約翰也不應該將有機化學物

³² 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，卷三，頁 64。

³³ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. vi.

³⁴ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. vi.

質的實驗部分編輯在裡面，否則內容看來不連貫。因為中國讀者對於有機物質毫無概念，而且前面也沒有提到，在後兩卷卻出現前面沒有提到的有機物質實驗，這種編譯的安排幾乎無法產生任何學習的效果。

四、知識傳播的問題

如何挑選一本適合中國人的書籍，是每一個翻譯者都很慎重思考的問題。如《實驗室教學》大量的插圖，縱使沒有化學知識，也能做進行化學實驗，廉價的實驗器材，以及簡便的檢驗流程表格，這些都是吸引嘉約翰挑選這本書的原因。挑選完之後，面臨下一個問題，便是如何將這本書的完整知識轉化成中文，以便讓中國讀者理解。在人力及物力不足的狀況下，再加上語言的隔閡，以及基本知識的落差，西方的科學知識，常常會因一個或者幾個小節的疏忽、遺漏或錯誤，導致只有部分理解，或造成理解偏差。例如，在《初階》的 227 小節，是有關如何蒸餾酒精的內容：

第二百二十七節 甑判水酒，法，將欲甑分之物入甑，升之其受熱，應在七十九至八十餘度便合，緣火酒受熱至七八度三即沸，再略熱自能化汽而出，應以寒暑針頻頻探驗，若熱近百度，即應住火。蓋逾百度，則原溷之水，亦化汽，而過於所提得之酒內矣。試法，用玻膽瓶貯未醇之酒，膽瓶之嘴套連大玻管，玻管之未復接以瓶，玻管當中，另設外套，此套橫垂，甲乙二喉，甲喉接水沖令管冷，使甑出之汽冷凝為酒，斜下別瓶，乙喉則放沖管之水使出也。

一法以布搭玻管中段，布上頻淋以水，此水隨由布之垂處流去，一能令玻管使冷，俾汽凝為酒也。³⁵

從上面第一段的譯文，我們可以知道，酒精的沸點是 78.3 度，當加熱到達此溫度的時候，便會有酒精被蒸餾出來，隨後便要注意觀察溫度計，當溫度到達 100 度的時候，即馬上停止加熱，以免超過 100 度時，也會將水一塊蒸餾出來。接下來一段翻譯，便是有關裝置儀器的解說，最後，則是另外一種實驗設備的描述。從譯文似乎看不出太多的問題，除了覺得有關儀器裝置過於簡單之外，而且也沒有看到插圖。

當我們將其與原本比較時，才能確實發現譯文的問題所在：

“227. Separation of alcohol and water by distillation.—

To separate alcohol from water by distillation, the mixture must be maintained for some time at a temperature below 212° F. (100° C.), when the alcohol will rise in vapour much more readily than the water; and if the first portions of vapour be condensed and collected in another vessel, they will be found to contain the chief part of the alcohol.

Distillation.—The best form of apparatus for distillation is that represented in fig. 56, where a represents a Retort, through the tubulus (b) of which a thermometer (c) is fixed by means of a perforated cork (228) so that the bulb of the thermometer nearly touches the bottom of the retort. The neck of the retort is thrust into the inner tube (d) of a Liebig's condenser, through the outer tube (e) of which a constant flow of water is maintained by means of the pipes f (which comes from the tap) and g (which runs into the sink). These pipes are vulcanized india-rubber, and f is slipped on to a piece of gas-pipe or glass tube (h) bent into a hook, so as to hang upon the funnel (i). The joint (k), where the retort neck is fitted into the condensing tube, is secured by a tight bandage made by warming a piece of sheet india-rubber about four inches long and one broad, securing one end of it with the thumb over the joint, and stretching it very considerably whilst binding it

³⁵ 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，卷四，頁 26。

round the tubes (fig. 58). The condensed liquid drops into the bottle (m), which may be changed when necessary without disturbing the apparatus.

Heat is gradually applied to the retort, either by a rose gas-burner (fig. 59), or a plain ring burner (fig. 60), or an Argand burner with a chimney (fig. 32, p. 76).

Since alcohol boils at 173° F. (78°.3 C.), a rough estimate of the proportion of alcohol present may be formed from the quantity of liquid which distils over at a few degrees above that temperature, and the distillation may be stopped when the thermometer approaches 212° F. (100° C), and the taste and smell of the liquid distilling over (distillate) indicate the presence of very little alcohol.

Where such an apparatus as that just described is not to be obtained, some simpler -contrivance must be substituted for it.

A plain retort (a, fig. 60) with a long neck may be employed, and any common bottle (b) will serve for a receiver.

To promote condensation, a long strip of filter-paper (c) may be wetted and wrapped smoothly round the neck, a string of wet tow (d) being passed twice round the neck at the lower edge of the paper, and twisted tightly into a tail to carry off the water, which may either be gently poured from time to time upon the upper part of the paper, or allowed to trickle slowly from a funnel (e), the neck of which is partly stopped with tow. A tube-funnel (fig. 61) is employed for introducing the liquid into the retort without soiling the neck.

A flask with a bent tube (229), tightly fitted into it with a perforated cork (228), may be employed instead of a retort. One limb of this tube may be 20 or 30 inches long, to ensure condensation, or it may be adapted, either by a perforated cork or a caoutchouc bandage, to a wider tube of considerable length (fig. 62). A convenient support for this tube is made by fixing a perforated bung into the ring of a retort-stand turned round into the required position.³⁶

在這三頁多的內容中，共有 7 個插圖，從圖 57 到 62，如圖 4。

³⁶ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), pp. 139-143.

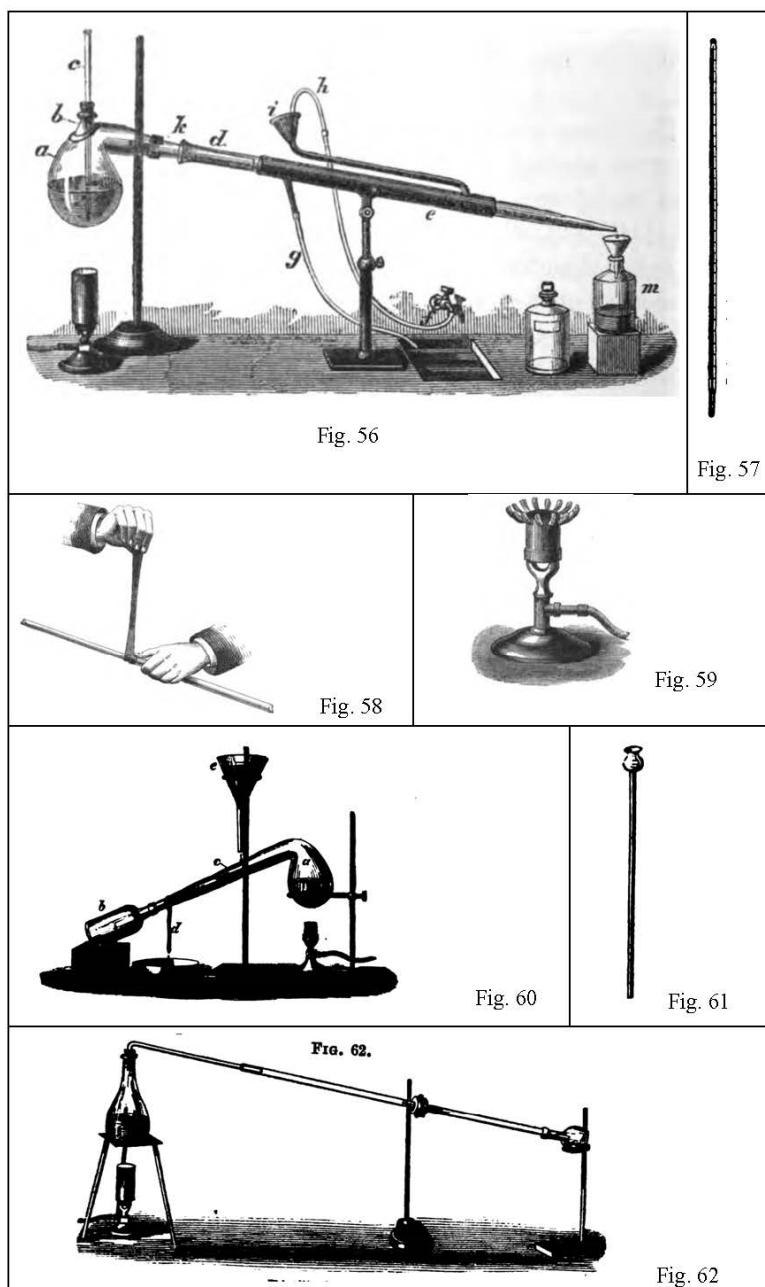


圖 4 《實驗室教學》第 227 節酒精蒸餾儀器裝置的 7 個插圖。

其中圖 56 是最好的蒸餾酒精裝置，圖 57 為溫度計，圖 58 為確保在圖 56 中曲頸蒸餾瓶 K 處連接與冷凝管，不會外溢，所以要用纏繞繩帶，圖 59 為環狀燃燒器 (plain ring burner)。若無法取得如 56 圖之設備，可以用比較簡單蒸餾裝置如圖 60 來取代，圖 61 為管式漏斗(tube funnel)。曲頸蒸餾瓶較貴，可以以燒杯來取代，其裝置如圖 62。簡單而言，圖 56、圖 60 及圖 62 為不同儀器裝置的蒸餾設備。

但是在《初階》中，只出現了其中一個插圖，如圖 5 中的「第二十五圖」，也是原著中的圖 60。

除了酒精沸點的內容外，基本上，嘉約翰幾乎沒有呈現這個小節的重點，第一，有關蒸餾酒精三種不同裝置的解說，《初階》並沒有很清楚的描述，所以中國讀者不知道，原著有三種不同等級的蒸餾設備，其中圖 56 的設備裝置最好，價格也最高，其次是圖 60 的儀器裝置居中，最簡易的則是圖 62 的裝置。上述內容，不僅可以讓讀者知道，若是經費不充裕，可以有其他的選擇，當然最重要的是，實驗儀器的裝置有許多組合的可能性，讓讀者可以依需要來調整組合方式。另外，書中提到一些使用這些實驗組件的技巧與方法，中國讀者也無法獲知。

事實上，我們發現到，在卷三的地方，尚有一些插圖的註明。《初階》的第 23 圖，即第 125 小節是該書的最後一個插圖說明，³⁷到了第四卷的地方，插圖都沒有任何的註明，換句話說，從第 24 圖之後，即第 200 節之後，³⁸插圖的功能幾乎不存在，這點與我們先前所說，嘉約翰用心將最新的內容加在已經刻好書中的狀況，截然不同。

關於此點，我們不得不把責任推給嘉約翰，這些遺漏的譯文應該是他的緣故，只有他才能發現這個問題。在沒有外語的能力下，協助翻譯的中國學者完全無法察覺中文譯本與原著的差異，基本上，中國學者只需要負責譯文這部分，把握文字達意通順，遣詞造句流暢，至於是否有違原意或者遺漏之處，中國學者完全沒有這個能力。造成此種原因，難免令人聯想到是否與嘉約翰漢語造詣有所關係，或者他忙碌不堪也是原因之一。³⁹

然而嘉約翰終究是一位傳教士，他最重要的職責就是傳播上帝福音到中國，並非是要傳播西方科學知識，只是恰巧當時中國人對於西方科學的興趣遠遠超過於教義，傳教士把握此機會，以傳播西方科學當作媒介，來博得中國人對西方傳教士的好感，如此傳教士才更有機會來傳播上帝的教義。

五、翻譯動機與背景

科學從明末之際便是傳教士吸引中國知識份子加入教會的重要工具，如十七世紀初利瑪竇(Matteo Ricci, 1552-1610)製作的《坤輿萬國全圖》，打開人中國人眼中世界圖像的新視野，然後他又與徐光啟(1562-1633)翻譯了《幾何原本》。隨後徐光啟、李之藻(1571-1630)陸續與湯若望(Johann Adam Schall von Bell, 1592-1666)、羅雅各(Giacomo Rho, 1593-1638)、鄧玉函(Jean Terrenz, 1576-1630)和龍

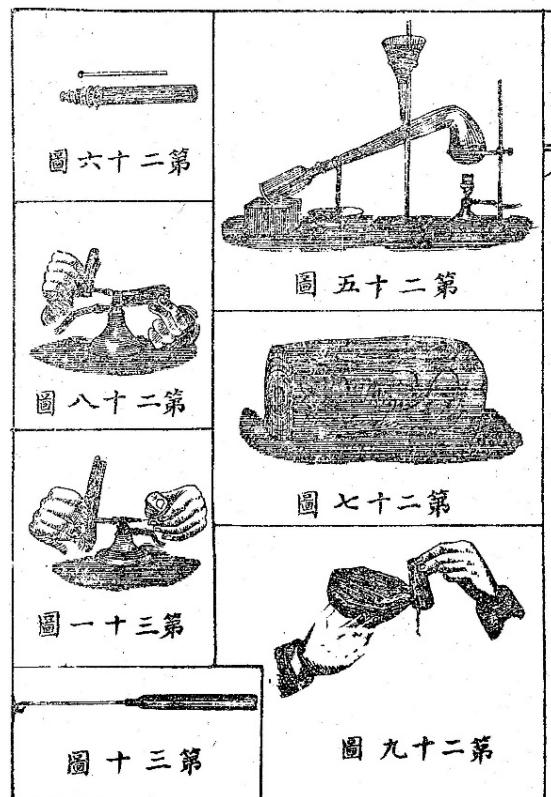


圖 5 《初階》第 4 頁插圖

³⁷ 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，卷三，頁 50。

³⁸ Bloxam, *Laboratory Teaching* (1869), p. 130.

³⁹ 王揚宗，〈清末益智書會統一科技術語工作述評〉，《中國科技史料》，1991 年 12 期，頁 9-19。

華民(Niccolo Longobardi, 1559-1654)等傳教士使用西方天文學來修正中國曆書。最後，徐光啟與李之藻受洗成為天主教徒。

在十九世紀初，當基督教會來華傳播上帝福音，已經知道耶穌會士透過天文、數學及地理與中國高官的建立交流管道，進而達到傳教的目的。⁴⁰在洋務運動時期，在華傳教士是最能提供西方科學知識的人，但是許多中國高官對於西方科學的興趣遠勝於基督教義，傳教士便把握此機會，將科學變成兩者之間交流話題。他們瞭解，在由上而下的儒家社會階層關係中，想要有好的傳教績效，便是先吸收較高階的中國官員，就像戰場致勝的策略一樣：「擒賊不如擒王」(*Just as in a battle, it is more important to kill or capture a major general, than a thousand common soldiers*)。⁴¹

利用科學建立中國官員的交流關係，然後透過他們的影響讓中國的傳教事業更有成效。《初階》便是一個範例。首先，嘉約翰翻譯《實驗室教學》的目的，便是履行宣傳基督教義的天職。事實上，最後我們也在期刊上發現了《實驗室教學》是《初階》三、四卷底本的證明：

*"The efforts made by missionaries in China to extend the Christian religion have for years been ably seconded by the endeavour to disseminate among the Chinese a knowledge of those scientific facts which have already in India largely conduced to demonstrate to educated natives the absurdities of the Hindoo religion. ...We are reminded of this subject by our having the pleasure of seeing a Chinese translation of a portion of Professor Bloxam's "Laboratory Teaching."*⁴²

其次，《初階》一、二卷的序還是由鎮粵將軍長善所做，從這裡我們也可以知道，嘉約翰與廣州的中國官員建立良好的互動關係。至於嘉約翰為何要翻譯《初階》三、四卷，其翻譯的背景與動機值得探討。對於嘉約翰而言，化學著作也算是稀有的，他大部分的著作都是與醫學有關，如《西藥略釋》(1871)、《裹扎新篇》(1872)、《皮膚新篇》(1874)、《內科闡微》(1874)、《花柳指迷》(1875)、《眼科撮要》(1880)、《割症全書》(1881)、《炎症》(1881)與《熱症》(1881)。

另外，對於一位從事醫學的中國學生而言，基本的化學當然是必須具備的知識，有機化學應該是《初階》三、四卷比較好的範圍，而不需要化學實驗的內容。若是想為醫學系學生加強化學實驗技能，應該要與醫學較相關題材較佳，如尿液、血液、畜產品及組織中毒物等相關內容，所以反而是蒲陸山與 Bowman 所著《醫學化學實用手冊》(*A Practical Handbook of Medical Chemistry*)更適合來翻譯。⁴³

我們相信，《初階》三、四卷的編譯，是為了配合引進滿清政府所需要的化學實驗知識。首先，滿清引進分析化學的動作，我們可以從傅蘭雅所訂購的化學書單中發現到這個特性，有關化學分析或者實驗的書籍超過一半，在自強運動期間被翻譯的分析化學書籍，除了《初階》的三、四卷外，尚有《化學分原》、《化學闡原》、《化學考質》及《化學求數》，都超過無機化學及有機化學的數目。⁴⁴而來自法國在同文館擔任化學教席的畢利幹(Anatole Billequin, 1837-1894)受邀來華最要的目的之一，便是來分析中國的礦產，他於 1877 年發表的〈化分中國鐵礦〉被認為是中國化學史上的第一篇

⁴⁰ William Lockhart, *The Medical Missionary in China* (London: Hurst and Blackett, 1861), pp. 348-352.

⁴¹ Calvin W. Mateer, "The Relation of Protestant Missions to Education," *Records of the General Conference of the Protestant Missionaries of China Held at Shanghai, May 10-24, 1877* (Shanghai: Presbyterian Mission Press, 1878), pp. 171-180.

⁴² "Chemistry in China," *The Medical Times and Gazette*, 1 (April 1873), p. 19.

⁴³ John E. Bowman, Charles L. Bloxam, *A Practical Handbook of Medical Chemistry* (London: John Churchill, 1862).

⁴⁴ Andrin Bennett, *John Fryer: The Introduction of Western Science and Technology into Nineteenth-Century China* (Massachusetts: Cambridge, 1967), pp. 73-81.

化學論文，內容便是開平鐵礦含量的分析結果，⁴⁵他在 1882 年所出版的《化學闡原》的目的，便是「專為分求礦類而設。」⁴⁶

其次，在《初階》三、四卷出版之際，西方教會也介紹不少有關煤鐵開採及冶金方法的文章，如 1872 年創刊於北京的《中西聞見錄》，其由美國長老會丁韙良 (William Alexander Parsons Martin, 1827-1916) 及英國倫敦會艾約瑟 (Joseph Edkins, 1823-1905) 擔任主編，「中西聞見錄係仿照西方新聞紙而作，書中雜錄各國新聞近事，並講天文、地理、格物之學」，共發行 36 期，刊載了 361 篇文章，其中科學相關文章高達 166 篇，幾乎佔刊物總數的一半。⁴⁷在這份教會的刊物中，我們幾乎看不到任何有關宣傳基督教義的文章，然而卻出現不少滿清政府所渴望煉鋼及採煤的文章，如〈泰西製鐵之法〉、〈製鋼器新法〉、〈論煤鐵出處及其運行法〉、〈合銅新法〉、〈探尋鐵山記〉及〈中西各國煤鐵論〉。其中的文章與甚至與李鴻章上奏的內容「不謀而合」，如在〈論煤鐵出處及其運行法〉，⁴⁸談到河北省磁縣有值得開採的鐵煤礦，而李鴻章提到：「臣近於直之南境磁州山中議開煤鐵，飭津滬機器局委員購洋器，雇洋匠，以資宣導，因為鑄造軍器要需，亦欲漸開風氣以利民用也。」⁴⁹

最後，我們甚至認為，傅蘭雅是促使嘉約翰翻譯《實驗室教學》動力之一。其一，《實驗室教學》是在英國出版，身為美國人的嘉約翰理應不會到一個人生地不熟的地方找一本書來翻譯，應該有朋友介紹此書。其次，在《初階》三、四卷出版之前，《化學分原》是唯一的分析化學書籍，它是由傅蘭雅和徐建寅共同翻譯而成，《化學分原》的底本 *An Introduction to Practical Chemistry, Including Analysis*，書中其中一位作者便是蒲陸山，而傅蘭雅翻譯《化學鑑原》，除了底本 *Wells's Principles and Applications of Chemistry* 外，傅蘭雅另外參考最多的書本也是由蒲陸山所著的 *Bloxam's Chemistry: Inorganic and Organic, with Experiments and a Comparison of Equivalent and Molecular Formulas*。⁵⁰換句話說，當時在中國對蒲陸山著作最瞭解的人便是傅蘭雅，這讓我們不得不聯想，正是由於傅蘭雅的緣故，嘉約翰才選擇翻譯《實驗室教學》，以便引進更多滿清政府所需求的分析化學知識。

六、結論

若非找到原本，單從《初階》的三、四卷的刻本，我們確實無法來釐清分析，清末中國在引進西方化學時所面臨到問題。透過原本的比較，我們可以更瞭解，《實驗室教學》為何被挑選中的原因，除了讓我們知道原本的特色外，也讓我們更瞭解，何種的分析化學書籍比較適合中國人。

嘉約翰之所以翻譯《實驗室教學》，與其豐富的插圖有關，再加上無須任何化學知識也是誘因之一，而且只需簡單的儀器設備也是吸引力之一，而傅蘭雅的介紹也不無可能。

從分析化學的角度而言，《初階》三卷的表格可以讓人一目了然的，至少引進了一些分析化學的知識，然而《實驗室教學》就是一本實驗操作的說明書，按部就班，從最簡單非金屬及金屬元素的檢驗實驗開始做起，訓練最基本的分析化學知識與技巧，然後再來檢驗未知的物質。這也是為何蒲

⁴⁵ 劉廣定，〈第一篇中文的化學研究報告〉，《化學》，第 47 卷(1989)，頁 221-222。

⁴⁶ 蕙利幹、承霖、王鍾祥，《化學闡原》，(北京：同文館，1882)，卷首，凡例，頁 1。

⁴⁷ 張劍，〈《中西聞見錄》述略—簡評其對西方科技的傳播〉，《復旦大學學報：社會科學版》，1995 年 4 期，頁 57-62。

⁴⁸ 廣隆行商，〈論煤鐵出處及其運行法〉，《中西聞見錄》，號 15(1873 年 10 月)，頁 15-20。

⁴⁹ 吳汝綸編，〈籌議海防摺〉，《李文忠公奏摺稿》，卷 24，同治十三年十一月初二日(1874) (臺北：文海出版社，1962)。

⁵⁰ 張皓，〈在傳統與創新之間：十九世紀的中文化學元素名詞〉，《化學》，59 卷 1 期(2001)，頁 51-59。

陸山強調，縱使沒有化學知識，依然可以照書依樣畫葫蘆學到分析化學技能。所以真正的重點，分析化學就是一門實驗科學，沒有實際操作，就不會真正得到分析化學能力，所以是否購買儀器及藥品來進行實驗，才是決定《初階》在分析化學教科書的價值。

增訂新版內容，可見嘉約翰對於此本書之重視與投入，然而另外一方面，我們也看到其翻譯上的問題，在第四卷中，沒有插圖的指示說明，讓插圖的功能盡失，似乎有違當時挑選這本化學書的初衷之一。然而，我們又必須清楚知道，嘉約翰算是當時翻譯化學書籍最佳人選之一，這可能算是比較好的情況之一。其實翻譯不完整、遺漏及錯誤的問題，反映了當時滿清政府學習西方化學的狀況。簡單而言，那時清末中國並未做好學習西方科學的準備，既沒有聘請外國學者專家，來引進最新科學新知及經驗傳授；又無派遣留學生，建立有效的吸收西學管道；翻譯教科書的機構也沒有設立，無法正確大量傳播新知；無現代化的西方教育制度，確實長期培養人才。

徵引書目

(一) 史料

- “Chemistry in China,” *The Medical Times and Gazette*, 1, April 1873, pp. 19.
- Bennett, Andrin. 1967. *John Fryer: The Introduction of Western Science and Technology into Nineteenth-Century China*. Massachusetts: Cambridge.
- Bloxam, Charles L.. 1867. *Bloxam's Chemistry: Inorganic and Organic, with Experiments and a Comparison of Equivalent and Molecular Formulas*. London: John Churchill and Sons.
- John E Bowman, Charles L. Bloxam, 1862. *A Practical Handbook of Medical Chemistry*. London: John Churchill.
- Lockhart, William. 1861. *The Medical Missionary in China*. London: Hurst and Blackett.
- Mateer, Calvin W.. 1878 “The Relation of Protestant Missions to Education,” Records of the General Conference of the Protestant Missionaries of China Held at Shanghai, May 10-24, 1877. Shanghai: Presbyterian Mission Press.
- Russell, Colin A.. S.A.H. Wilmot, V. Campbell. 2000. *Chemistry, Society and Environment: A New History of the British Chemical Industry*. London: Royal Society of Chemistry.
- 丁鰓良(Milliam Martin)、艾約瑟(Joseph Edkins)主編，《中西聞見錄》，南京：南京古舊書店，1992。
吳汝綸編，《李文忠公奏稿》，臺北：文海出版社，1962。
- 畢利幹、承霖、王鍾祥，《化學鑑原》，北京：同文館，1882。
- 嘉約翰、何瞭然，《化學初階》，廣州：博濟醫院，1871-1874。

(二) 近人研究

- 張子高、楊根，〈從化學初階和化學鑑原看我國早期翻譯的化學書籍和化學名詞〉，《自然科學史研究》，1982年1期，頁349-355。
- 王揚宗，〈關於化學鑑原和化學初階〉，《中國科技史料》，1990年11期，頁84-88。
- 王揚宗，〈清末益智書會統一科技術語工作述評〉，《中國科技史料》，1991年12期，頁9-19。
- 劉廣定，〈第一篇中文的化學研究報告〉，《化學》，第47卷(1989)，頁221-222。
- 張劍，〈《中西聞見錄》述略—兼評其對西方科技的傳播〉，《復旦大學學報：社會科學版》，1995年4期，頁57-62。
- 張浩，〈在傳統與創新之間：十九世紀的中文化學元素名詞〉，《化學》，59卷1期(2001)，頁51-59。

The Part of Laboratory Teaching in *Huaxue Chujie* and Its Original Version

CHANG Hao*

Abstract

Huaxue Chujie, considered by many as the first chemistry textbook in nineteenth century China, also stands as a representative of the type of texts used in the spreading of the Christian gospel at that time. This book, translated over a five-year period (1870-1875) by John Kerr and HE Liaoran, consisted of four volumes: The first two volumes, dealing with inorganic chemistry, were published in 1870. Volumes three and four, published later in 1874, discussed a range of chemistry experiments.

The main purpose of this paper is to study the original version of *Huaxue Chujie* and the motivation(s) that lay behind the translation of the various chemistry experiments.

Keywords: *Huaxue Chujie*, John Kerr, chemistry experiments, analytical chemistry

* Associate Professor, Center for General Education, I-Shou University.

晚清西方水雷知識的輸入與應用——以渤海灣的防禦建設為例*

黃宇暘 **

摘要

自同治末牡丹社事件後，海防成為晚清首要的國防問題之一，其中渤海作為保護京畿的海上前線，更成為北方的防務重心。西方水雷傳入中國後，這種高本益比的防禦利器，切合當時海防的實際需求，逐漸引起清廷主持海防者的注意，後來更被用於渤海的防禦體系。由西方水雷傳入中國的發展史來看，道光年間潘仕成延請美國軍官王雷斯在廣州研發水雷並在天津試演，可視為清季仿製西方水雷的濫觴。至同光年間，為了掌握水雷這種新兵器的製造技術與軍事應用，江南製造局陸續繙譯了《防海新論》與《水雷秘要》等海防與水雷、魚雷相關的兵書，水雷開始被視為岸防必備的利器。同時，水雷在北洋海防建設中日益重要，在教育訓練和人才培育上，天津機器局等陸續開設了水雷局和水雷學堂訓練專才；在防禦建設上，大沽、旅順與威海衛等渤海沿岸的基地先後設置了水雷營；在戰技操演上，水雷營的營官更撰有《水雷問答圖說》用來訓練士卒。本文試以透過這些主政者的檔案、函稿、奏議與兵書，釐清渤海沿岸防禦中水雷知識的根源和水雷的應用，並探討以下主題：晚清西方水雷的知識是如何傳入中國？《防海新論》等兵書中的水雷戰術與渤海防務間的關聯？渤海沿岸使用的水雷是如何佈設？期透過對上述主題的探索，瞭解西方軍事知識對中國海防的實際影響。

關鍵詞：水雷、渤海、潘仕成、李鴻章、史理孟、《防海新論》、《水雷秘要》、《爆藥紀要》、《電學問答》、《水雷問答圖說》

* 本文撰寫期間，感謝國立故宮博物院周維強副研究員及匿名審查人的寶貴修改意見。以及吳彥儒和尹崇儒先生的諸多指正。

** 國立政治大學歷史學系博士生。

一、前言

十九世紀中葉，海軍發展進入鐵甲艦時代(Ironclad Age)，英、法等列強的艦隊主宰了海上戰場。軍艦的防護與火力、是否擁有建造大型鐵殼軍艦的能力等，逐漸成為一國競逐海權的能力指標。但水雷戰術的應運而起，卻成為突破這項指標的重要變因。由海軍戰術的脈絡來看，水雷的製造成本極低且生產技術容易，遠較建造軍艦省便，提供了缺少大型軍艦的國家對抗敵軍艦隊的武器。其透過繫留或海漂，破壞入侵防禦區域的敵艦，不但具有高度的隱蔽性，其攻擊的目標為船艦吃水線以下較為脆弱的部份，足以使巨艦進水沉沒，比靠火砲擊燬敵艦甲板上的設施簡便許多。由戰略的角度出發，水雷可以是進攻方用以封鎖守方港口、阻止外援並扼殺一國經濟的工具；也可以是防守方用來設伏敵艦，防止敵人透過行使海權奪取港口，甚至入侵內陸的兵器。上述水雷的優點，實可提供水面艦隻實力較遜者，在防禦時巨大的不對稱優勢(Asymmetric dominance)。

清季西式水雷傳入中國的時間點，最早可追溯至道光二十二年(1842)廣東在籍候選道潘仕成(1804-1873)延請美國軍官王雷斯，在廣州研發水雷，並於天津試演後撰《水雷圖說》進呈。然而當時受限於技術和操作戰術尚未成熟等因素，並未獲得實際的應用。同光以後，來自海上的威脅日趨嚴峻，渤海沿岸具保護畿輔的戰略意義，其防禦問題逐漸成為北洋海防的核心。而水雷在經歷過南北戰爭與普法戰爭後，其應用業已逐漸成熟，又被適時地引介至北洋的防禦體系之中，其作為海岸防禦中一項低成本高效能的靜置兵器，可於戰時嚇阻數倍的敵船入侵，因此被李鴻章等主持北洋防務者視為岸防利器，李鴻章曾稱：「至水雷一項，轟船破敵最猛」。¹研究近代海軍者多不重視清季之水雷應用，如《水雷秘要》等論及西方水雷的兵書翻譯傳入中國的過程鮮有研究。這些西方水雷的知識是否影響了北洋大臣李鴻章主導下的渤海防務建設？亦缺乏相關探索。

近代海軍史學者王家儉先生即曾指出，李鴻章於接任直隸總督之初，即注意到北京防務重心在於渤海。而渤海則以天津為門戶，天津又以大沽口為外港，因此環繞著渤海灣一帶的諸多基地建設，均與北京的海上防務密切相關。故王氏透過李鴻章、丁汝昌，北洋旅順營務處工程局總辦袁保齡等人，仔細的考察渤海灣一帶所修建的基地設施如旅順、大連和威海等。姜鳴與戚海瑩等學者，亦延續王氏的理路，對旅順、劉公島等北洋海防基地的建設過程做了相當豐富的補充，²惟前述著作均側重在於港口與炮臺的修築，對水雷和水雷營的著墨相對為少。³

如前所述，在北洋海防的建設過程中，學界很早就有學者指出李鴻章在北洋海軍研究中的重要性。⁴但由他個人的海軍知識來源，以及當代的西方兵學傳統來研究晚清海防體系形成的系統論述卻始終不多。同光之際日本侵臺，引發清廷的「海防大籌議」，過往研究雖曾指出過《防海新論》的內容對添購鐵甲艦決策的影響，⁵卻鮮少論及購艦的同時也購置了水雷。以往學界對李鴻章在外購軍艦、

¹ 李鴻章撰，〈附 議覆條陳〉，《李鴻章全集》(合肥：安徽教育出版社，2008，初版)，第6冊，〈奏議〉6，頁162。同治十三年十一月初二日。

² 姜鳴撰，《龍旗飄揚的艦隊：中國近代海軍興衰史》(北京：三聯書店，2002，初版)，頁279-289；戚海瑩，《北洋均與晚清海防建設——丁汝昌與北洋海軍》(濟南：齊魯書社)，2012，頁119-143。

³ 王家儉撰，《李鴻章與北洋艦隊(修訂本)》(北京：三聯書店，2008，初版)，頁229-292。

⁴ 戚其章撰，《北洋艦隊》(濟南：山東人民出版社，1981，初版)，頁30。

⁵ 王宏斌撰，《晚清海防：思想與制度研究》(北京：商務印書館，2005，初版)，頁112-116。

岸防炮臺建設中所扮演的角色著墨較多，卻常忽視水雷這一重要戰具的引進和佈署。事實上，在清季外購西洋軍械強化海防的過程中，水雷在海防上的價值一直是李鴻章關注的重點。與水雷相關兵書的翻譯活動，更在這段時間達到新的高峰。

揆諸史料，在環繞渤海的諸多基地防禦體系中，水雷一直是和炮臺建設、外購軍艦並重的戰具。宗澤亞先生曾引用日方資料，指出甲午戰爭時北洋水師擁有東亞最完整與最強的水上機雷作戰體系，而旅順魚雷局擁有三百餘職工，更是當時頗為先進的西洋魚雷管理體系。⁶這不僅反映了西方水雷在晚清軍事防務上的重要性，也突顯了學界中對西方水雷東傳的知識來源和建置沿革亟待增補。然而，如不釐清水雷傳入中國的途徑和水雷在海防建設中的佈置過程，不免對晚清的海防運動產生疏漏與去脈絡化的敘述與評價。

有鑑於此，本文企圖由西方水雷在中國的初次仿製為引，再由晚清海防運動中最為關鍵的李鴻章著手，釐清水雷在環渤海一帶基地防禦建設的應用過程。並透過《防海新論》、《水雷秘要》、《爆藥紀要》、《電學問答》與《水雷問答圖說》等兵書為途徑，判別西方水雷知識是否為有系統、有目的的引進中國。再輔以國立故宮博物院藏《宮中檔光緒朝奏摺》與《軍機處檔奏摺錄副》中，關於第一線負責建置水雷營的劉含芳、袁保齡等人的資料，如袁氏《閣學公集》中所收公牘，說明其水雷知識來源與清末渤海水雷防禦的建置。藉此補足過往研究對西方水雷東傳歷程的空白，並對渤海一帶的水雷布置的實戰效用重新評價。

二、道光朝潘仕成首次試製水雷的嘗試

道光二十二年(1842)十一月，靖逆將軍奕山(?-1878)與兩廣總督祁墳(1777-1844)奏稱，廣東在籍候選道潘仕成(1804-1873)聘請咪唎哩國（即美國）夷官王雷斯試製水雷，奏摺中稱造成之後如演試有效，要該道道員自行派人齎送進京聽候閱驗。翌年閏七月水雷製造成功，祁墳會同潘仕成於河面演試，入水半刻許水雷即「轟起水面二丈有餘，又於堅重木排之下試加演放，木排亦被轟斷碎，似頗得力」⁷，祁墳與廣東巡撫程矞采(?-1857)上奏，派令潘仕成與曾經學習製造水雷和製配火藥的生員李光鈴、議敘八品職銜潘仕豪與議敘從九品李光業等人，帶同匠役將水雷二十具和火藥四百斤進呈入京，同時附上繪繪的《水雷圖說》一冊。潘仕成亦因此獲賞戴花翎，並加按察使銜。⁸

直隸總督訥爾經額(?-1859)隨即遴派幹員，會同李光鈴等三人將水雷火藥一併帶至天津，交給天津鎮總兵善祿([1787]-1854)、通永鎮總兵向榮(?-1856)等擇水深寬敞之處試演。⁹訥爾經額在實際測試後，在奏摺中寫道：

⁶ 宗澤亞撰，《清日戰爭》（北京：世界圖書出版公司北京公司，2012，初版），頁153。

⁷ 祁墳、程矞采，〈奏為候選道潘仕成製造水雷已成現由該道員派人呈送進京恭摺〉《軍機處檔·月摺檔》，（臺北：國立故宮博物院藏，文獻編號 603000105），頁38。道光二十三年閏七月初二日。感謝吳彥儒賜知此資料。

⁸ 祁墳、程矞采，〈奏為候選道潘仕成製造水雷已成現由該道員派人呈送進京恭摺〉《軍機處檔·月摺檔》，（臺北：國立故宮博物院藏，文獻編號 603000105），頁39。道光二十三年閏七月初二日。

⁹ 文慶等編，齊思和等整理，《籌辦夷務始末·道光朝》，卷六十九，頁23b。道光二十三年九月二十一日（庚寅）。

臣查水雷之法，藉水激火，機括甚巧。惟設伏之器，不患製作不精，患在不能近船近人。平日從容演試，尚能任我所為，若在臨事倉卒之時，難必其得手應心。……臣復詳閱圖說，安置之法，務使水雷恰在船底之中，勿得差錯。……入水愈深，鼓力愈急，發彈必速，施放之人，勢不及避。而海洋波浪洶湧，即善水之人，亦斷難入水二三丈，是其恰在船底之說，係屬空言。第粵省製造此器，頗費經營，遠道齎京，似可暫存天津。或其間尚有可以變通之處，亦當再為推求。¹⁰

按其內容，潘氏所仿照的水雷和其施放方式，需要在戰時始派善水之人入水安放於敵艦底部，而非事先安置。這除了在實戰中難以實行，更極端受海象天候、以及施放之人的訓練素質影響，因此訥爾經額雖認為「或其間尚有可以變通之處，亦當再為推求」，但這些重大缺陷使其對潘氏仿照的水雷做出了「係屬空言」的評價。

儘管十九世紀中國人仿製西方水雷的首次嘗試，並未經過實戰的檢證，亦未獲得訥爾經額的青睞。但西方水雷傳入中國後，民間知識分子與主政者始終對這種高效益比的破船利器抱有興趣，只是戰術與水雷技術尚未成熟，也尚未有具體可信的實戰經驗，同時未產生相對應的需求而已。但到同治十一年(1872)時，水雷的應用已經先後在南北戰爭和普法戰爭中獲得驗證，其技術亦可提前佈署於防禦區域，而非戰時派人下水安放在敵艦底部。因此當年的《申報》中就提到：

普法之戰，法之火輪兵船多於普，普人畏之，置水雷於海底。法人知普之置水雷也，火輪兵船不敢駛行，故普人得以乘機破之，幾滅其國。夫火輪兵船之為用也，有之者收其利，無之者受其害。橫行海國，為禍海濱者，已數十年。茲忽有人制造此水雷以破之，殆所謂不義自斃……而國家從此偃武修文，長治久安……此水雷之功也豈不美哉？¹¹

足見時人對於普法戰爭中，海軍居於劣勢的普魯士是如何利用水雷遏阻法軍船艦，藉著水雷大獲其利，有著一定程度的了解。由這則記述中也可以看到，水雷的技術已經和潘仕成仿照水雷時頗為不同，可以提前佈署於防禦區域，實用性大為提升。然而由文獻上來看，西方水雷的運用被官方主持海防的官員提起，要遲至稍晚的同治十三年(1874)間牡丹社事件爆發後。

三、同光以後海西方水雷的仿製工作與水雷兵書的譯入

牡丹社事件後，巡視臺灣沈葆楨([1820]-1879)即採法籍提督日意格(Prosper Marie Giquel, 1835-1886)的建議，購置水雷並聘雇洋教習四人訓練水陸官弁，¹²專以用來防範日人入侵。日本在明治維新以後逐漸窺伺中國海疆，使海防問題日益嚴峻。列強雖有以海軍入侵海口的紀錄（如鴉片戰爭與兩次英法聯軍），但西方畢竟距離中國遙遠且補給不易，日本則在地緣上近在咫尺，以致於李鴻

¹⁰ 文慶等編，齊思和等整理，《籌辦夷務始末·道光朝》，卷六十九，頁25a-25b。道光二十三年九月二十一日（庚寅）。

¹¹ 〈水雷說〉，《申報》，1版，同治十一年六月十四日(1872.07.19)。

¹² 沈葆楨，〈奏為洋將日意格購置水雷發放事宜請僱洋教習由（摺片）〉，《軍機處檔奏摺錄副》（國立故宮博物院藏，文獻編號115097）。同治十三年五月十一日。

章就曾直言：「日本近在肘腋，永為中土之患。」¹³可以說，日本的對外擴張刺激了中國近代海軍的發展，而魚雷及水雷的引進與應用，也隨著兩國之間海軍的競爭而擴大。

隨著日本的威脅日增，水雷在防務的效用也逐漸獲得重視。同治十三年(1874)日本犯臺後，載生洋行協助沈葆楨聘雇英人柏專敬於臺灣協助布置水雷，事平後，光緒二年(1876)天津機器局即設立水雷局，專以製造海防需要的各種水雷，並培養製造和使用水雷的技術人員。柏專敬即至天津水雷局充當水雷教習，「招集俊秀四十人，令學習水雷電線各西法」。¹⁴《點石齋畫報》中，就載錄有李鴻章閱試水雷局學生演示水雷的〈演放水雷〉圖，該圖紀錄了光緒四年(1878)年間，李鴻章於大沽口試放水雷事（參圖1），此事亦載於《萬國公報》：

直隸總督李爵相親至大沽試驗水雷，是日在局學習水雷生徒各備水雷一個，安排西沽海口一切布置如禦敵然。每放一雷則吹喇叭一次，蓋以喇叭代口號也。雷從海底轟出，激動海水有高致數十丈者，逐一演放……亦無不中的。爵相閱畢大悅。

即可由圖文所描繪的水雷威力，瞭解當時中國人對水雷這種新式兵器的高度興趣。水雷局的建立，也反映著中國對水雷這項戰具已開始展開制度化的學習。西方水雷的傳入不能僅限於引進使用，否則運用與製造將始終受制於外國。完整的移植其製造知識與相關工藝，實為必須同步進行的重要工作，而這項吸收知識的渠道之一，即為翻譯兵書。

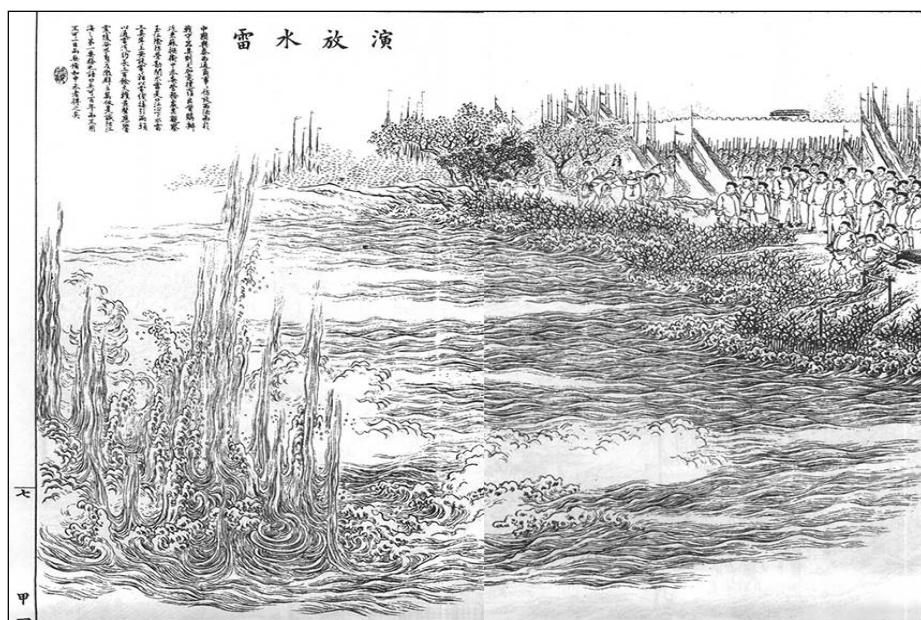


圖1 〈演放水雷〉圖

資料來源：(清)吳友如等繪，張奇明主編，《點石齋畫報：大可堂版》(上海：上海畫報出版社，2001，初版)，甲一，頁7。

(一)《防海新論》的譯介與其所引進的西方水雷戰術和相關知識

晚清中國透過翻譯外國兵書，作為引進西方的軍事技術與戰術及戰略的主要途徑，這對傳統中國的軍事思想及武器技術產生了巨大的影響。其中，在1840-1890年間所引進的兵書裡，《防海新論》(*A Treatise on Coast Defence*)的引介不但介紹了水雷運作的具體方式與寶貴的戰爭實例，更對海防大

¹³ 《李鴻章全集》，第4冊，〈奏議〉4，頁217。同治九年十二月初一日。

¹⁴ 〈考試西法〉，《申報》，3版。光緒三年元月初七日(1877.02.19)。

籌議的政策走向影響深遠。該書由普魯士人希里哈(Viktor Ernst Karl Rudolf von Scheliha, 1826-1899)於 1868 年所撰。希理哈本人參與了 1861-1865 年間的美國南北戰爭，對北軍利用軍艦與水雷封鎖南軍港口的戰略印象深刻，日後即將這段經歷著成與其海防思想撰成《防海新論》。希里哈雖為普人，但揆諸現存史料，該書可能係一開始便以英文出版。現存較為常見的中文版為十八卷本，收於張之洞編纂之《新譯西洋兵書五種》，景光緒二十年三益齋刊本。

《防海新論》是如何引進翻譯？史無明載。長期主持江南製造局翻譯工作的傳教士傅蘭雅(John Fryer, 1839-1928)，其訂書單中亦不見此書。因此，《防海新論》的翻譯原由，似有下列兩種可能。(一)：由主持海防事務的大員（最可能者為李鴻章與丁日昌）直接交辦。江南製造總局的譯書工作，具有高度的任務導向性質，傅氏在與江南製造局訂定的聘僱合同中，也曾寫道「除譯西國格致製器等書之外，局中不可另有他事，以紛譯書之心。傅先生亦不在外另辦新聞紙館即一切別事。」¹⁵江南製造局的譯書工作，早期由傅蘭雅與中國人徐壽(1818-1884)主導，而總局的選譯書籍顯然受當時主管的蘇松太道丁日昌與其上司李鴻章影響甚深，集中於翻譯西方兵書與軍工業書籍。傅蘭雅即說：

中國大憲已數次出諭，令特譯緊要之書，如李中堂（李鴻章）數次諭特譯某書等。又有各憲深悅此館譯書之事，如丁雨生中丞（丁日昌）閱局時，云此譯書為局內所作各要事之一，又曾襲侯（曾國藩）來局數日，云由設館以來甚欣悅此功。¹⁶

由此可見，影響清季海防政策最深的李鴻章、曾國藩與丁日昌等人，不僅相當關注總局的譯書工作，更常直接交辦翻譯特定書籍。這導致總局譯書中關於兵學、兵制、炮械與船艦等兵書佔相當數量，粗估約 60 種，近所有譯書 1/4 之多。¹⁷傅蘭雅在 1880 年出版的《江南製造總局翻譯西書事略》中也寫道：「另有他書雖不甚關格致，然於水陸兵勇武備等事有關，故較他書先為講求」。¹⁸這些材料恰好反映了局內主要翻譯是為了因應中國政府方面強烈的現實需求，而以軍事、工業科技類書籍為最優先。(二) 由普魯士裔的傳教士金楷理(Carl Traugott Kreyer, 1839-1914)將英文版購入，再由傅蘭雅譯出。江南製造局中，金楷理是與傅蘭雅同時期的另一重要的譯者，金氏為普魯士裔，出生於薩克森的小鎮 Groedel (現德國境內)，年輕時隨家人移居美國，後來於 1866 年 5 月被美國浸信傳教差會派到中國傳教，並至遲於 1869 年 12 月 14 日為止，已經開始於江南製造局中擔任新設學校的布文（普魯士語）教學之職，同時進行西文科學書籍的翻譯。金楷理在江南製造局任職期間口譯的書籍數量僅次於傅蘭雅，內容又半為普魯士的火炮操法、海軍戰術等軍事或海軍方面的書籍。¹⁹因此，《防海新論》的引進或許係其購入後轉交傅蘭雅翻譯，也可能是由丁、李等官員直接交辦，或可能是由這些主持海軍事務的大員授意要求金楷理代為購入翻譯。

光緒初年海防大辯論時期，除前述李鴻章曾直接引用該書外，其他如兩江總督李宗義，亦曾提到：「觀西人所著防海新論備言，南北花旗交戰之事，雖有極善之礮臺，極猛極多之大礮只能擊壞一

¹⁵ Ferdinand Dagenais 主編，《傅蘭雅檔案》（桂林：廣西師範大學出版社，2010），頁 475。

¹⁶ 傅蘭雅撰，《江南製造總局繙譯西書事略》，收於張靜廬輯，《中國近現代出版史料》（上海：上海書店出版社，2003.12），頁 14。

¹⁷ 王揚宗撰，〈江南製造局翻譯書目新考〉，載《中國科技史料》第 16 卷第 2 期(1995)，頁 5-16。

¹⁸ 《江南製造總局繙譯西書事略》，頁 17。

¹⁹ 高田時雄，〈金楷理傳略〉，（北京：中華書局，《日本東方學》第一輯，2007），頁 2-6。

二敵船，並不能禁其來去自如」。²⁰可看出中國士人已注意到書中所述防守方在面對新式軍艦來自海上的挑戰時，修築炮臺的傳統防禦策略已不敷使用。亦可看出其透過援引西方戰例，強化政策論證的傾向。可以說《防海新論》所引進的水雷使用方式與海防知識，不僅滿足了當時中國的實際需求，填補了土人在防海技術上的知識匱乏，更為主持海防事務的官員提供了可信的歷史經驗作為政策制定的依據。

希里哈透過實例歸納舉證了傳統岸防策略的落伍，以及同時擁有水雷防禦和機動船艦相互配合的巨大優勢。書中以封鎖方和防守方兩個面向，分別陳述保護本國海岸的策略。最上策便是以船艦將敵封鎖於母港內，不僅封鎖敵人自港口取得外援的可能性，也能控有隨意擇處進攻的主動權，但這種戰術是建立在本國海軍艦隊佔有優勢的前提之下。其次的選擇則為自守，而自守的策略又可分為「定而不動」與「挪移泛應」兩種策略。定而不動係指除傳統的陸地炮臺外，更要搭配水上浮炮臺與水雷等防守設施，組成一個能同時控制海口與內江入口的防禦體系。而挪移泛應則是指海口除水炮臺外，更要有能機動調度的鐵甲艦自由行動，並建構電報線與鐵路。一旦敵人內犯，可以電報隨時示警，再由鐵路迅速調派陸軍至要邑駐守，同時以鐵甲艦趕赴戰區阻擊敵艦。

舉例而言，該書於第一章即揭載作者注意到南北戰爭時期，北軍在史考特(Winfield Scott, 1786-1866)的計劃下對南軍實行海上封鎖，扼殺其對外求援管道，係南軍失敗的主因之一：「南花旗沿海各港口皆被北花旗兵船守住，不容往來，斷不能再有出海之船。故南方不能乞援於他國，亦不能往他處購辦軍需」。²¹該書更直指「專論南花旗防守水路時所悟得之各種新理新法，其所設之理，大半為抵禦當時所謂天下最雄猛之鐵甲兵船」。²²

希里哈認知到傳統的岸防設施已無法抵抗新式鐵甲艦的進犯海口，故言：

總言之，南花旗防守水路甚為失利……一、從此知，防守水路必除去舊時所有之陳（陣）法，而另從格致之學設立新法。一、從此知，凡工匠物料器具大不相若者，必將舊法變通之，或可合數種舊法而成新器。²³

面對來自海上的挑戰，舊有僅仰賴砲臺的作法已無法阻止軍艦入侵，有必要變革傳統的海岸防禦方式。南北戰爭中，北軍利用水雷的輔助成功的將南軍封鎖在港口內，而希里哈則發現了水雷在攻擊和防禦的雙重作用，並從中發展出利用水雷輔助陸上炮臺和軍艦，阻止優勢敵艦侵入河口的新式海防策略。《防海新論》中統籌了興建炮臺、布置水雷，並輔以鐵甲艦機動協防等策略，整合成一套嶄新的防禦模式。

簡言之，《防海新論》提出了透過海陸聯防、彈性集中運用外洋軍艦，利用水雷重點設防等新概念。該書的還點出了海軍弱國為了保護漫長的海岸線而浪費大量人力物力的問題。希里哈透過實際

²⁰ 李宗義，〈奏為遵覆海防事宜由〉，《軍機處檔奏摺錄副》（國立故宮博物院藏，文獻編號 117793）。同治（時間不詳，按內容應為同治十三年）。

²¹ 希里哈撰，傅蘭雅口譯，華蘅芳筆述，《防海新論》（上海：上海製造局，《新譯西洋兵書五種》，景清光緒二十年[1894]望三益齋校刊本），卷一，頁 2a-2b。

²² 《防海新論》，卷一，頁 5a。

²³ 《防海新論》，卷一，頁 5a。

的考察和歷史歸納所得到的經驗，正巧為當時中國面臨的海防問題。由後來外購鐵甲艦、建設旅順船塢、搭設軍用電報線，與建置新式水雷營等發展來看，均與《防海新論》所提海防策略不謀而合。

但必須注意的是，水雷在海防上的價值並非是在《防海新論》傳入後才為中國人所知。至少在同治十年時，李鴻章就已和福建巡撫王凱泰討論過使用水雷在戰術上的限制，惟其仍比傳統防守河面洋面用的木樁、纜繩和沈船阻塞等方法為佳，因此仍具學習使用的價值：

水雷擋江一法傳習已久，臨事能否得力，未敢深信。各省海口為彼此公共之地，彼若深入，斷不能先為堵閉，以自啟衅口；不閉則諸法不得施，迨其深入為亂，肆應不暇，恐無人再於遠處設施。惟此事較之木樁、巨纜、破船、大石少省力耳。西洋新制鐵甲船頗多，實無慮此。

24

水雷作為一種靜止型的浮動兵器，專以對付船艦最脆弱的水線以下部分。但由於需要預先佈置這一特性，在實戰中除非提前設防，否則往往難收實效。一旦陸上負責施放的設施淪陷或敵人已滲透進入內河，則整套防禦體系即失去作用。水雷在實戰中欠缺主動性的問題，在同治六年(1867)英國工程師懷特海德(Robert Whitehead, 1823-1905)發明了懷特海德魚雷(即其姓名 Whitehead，史籍中有時又稱白頭魚雷)，這種新式自走雷本身擁有航行能力，可以裝載於岸邊或船艦上，隨時朝敵人發射)後大致解決。靜置水雷加上岸邊的水雷營遙控引爆，可大幅強化岸防基地對抗鐵殼軍艦的能力。「雷」這種武器在南北戰爭時期嶄露頭角，取得了相當的戰果。水雷不但成功的封鎖了南軍的運補，魚雷(南北戰爭時期所運用魚雷尚是舊式的桿雷而非自走魚雷)亦在水面作戰中留有戰績。這類用來攻擊軍艦以一彈換一船的高本益比爆裂武器，不僅構成了希里哈在《防海新論》中論述的主要防禦手段，在《防海新論》譯入中國後，也成為海防籌議時諸多大員們在奏摺中論述的主要防禦方式。何良棟輯《皇朝經世文四編》中即記載：「沿海之地，聞敵船之至，處處設防未免費多而力分，以水雷層層佈置，可代十萬甲兵」。²⁵對水雷的評價可見一斑。

儘管李鴻章已注意到水雷在實戰運用時，還是有不少限制，但其可以用相對低廉的成本，大幅強化中國的海岸防務體系，對海防貧弱的中國仍有著無可限量的價值。因此在海防大籌議時，李氏仍對《防海新論》中提及岸防水雷可阻敵艦入侵河海交界的說法大力背書：「至水雷一項，轟船破敵最猛。從前南北花旗之戰，南兵獲水雷力居多，德法之戰法國兵艦十倍於德，而波羅的海法艘未敢深入，全仗水雷之功」。²⁶

可以說，《防海新論》為水雷的實戰效果提供了堅實的理論依據，並獲得了其他主持海防事務者的認同。到光緒十年(1884)中法戰爭期間，督辦福建軍務的左宗棠也聘請英國海軍的軍官夏威·富勒、都烈名在江陰設水雷局教練學生，以備攻防之用。²⁷而除了水雷以外，魚雷的價值也日益突出。中法戰後，李鴻章即指中方戰敗主因即為水雷和魚雷的運用不得力：

²⁴ 《李鴻章全集》，第30冊，〈信函〉2，頁229。同治十年五月初五日。

²⁵ 〈論水雷損益〉，何良棟輯，《皇朝經世文四編》，卷三十八，〈兵政戰具〉(永和：文海出版社，1972，《近代中國史料叢刊》)，頁705。

²⁶ 李鴻章撰，《李鴻章全集》(合肥：安徽教育出版社，2008，初版)，第6冊，〈奏議〉6，頁162。同治十三年十一月初二日。

²⁷ 左宗棠，〈奏報延聘洋人設局教習水雷情形〉，《軍機處檔奏摺錄副》(國立故宮博物院藏，文獻編號125703)。光緒十年三月十二日。

敵船雖或受炮擊損，其機器皆在水線下，仍可駛行。《防海新論》書中，述南北花旗戰事，確有明証。水雷用阻河口最得力，長江寬至十餘里、數十里，何能遍設。法艦帶有魚雷艇，較尋常水雷尤猛。其毀閩船不過數刻，實兼魚雷之力。²⁸

直指馬尾海戰的關鍵之一在於水雷與魚雷。福建水師雖然奮勇還擊，屢屢擊中法軍船艦，但因無法摧毀位於水線下的輪機，法艦得以持續維持機動。反之中方雖然佈置水雷，但無法處處防禦，而法國艦隊的小型雷艇，利用桿雷(Spar-Torpedo)對木質船殼的福建水師軍艦突襲得手，輕易擊沉中方船隻。李鴻章在此除了引《防海新論》強調敷設水雷對港口防務的意義，也突出了「魚雷」這樣新兵器相較於水雷的優勢，容日後再專文討論。

（二）關於電學、爆裂物製造等涉及水雷基礎知識的兵書

1. 《電學問答》、《爆藥紀要》與水雷知識傳入中國的關聯性

水雷歷史和戰術的引介，並不等同於能製造或熟悉操作水雷。其觸發引信的製作、外殼的設計製造、填充爆裂物的生產，這些基礎知識的引進，才是密切影響著中國是否能自行生產並操作水雷的關鍵因素。與此相關的翻譯兵書，除前述《防海新論》、《水雷秘要》外尚有數種。請參下表：

表 1：晚清與水雷戰術、製造及操作等密切相關的翻譯兵書

作者／單位	書名	刊印年代	譯者	註記
美國水雷局 U.S. Torpedo Station	《爆藥記要》	光緒五年	舒高第口譯 趙元益筆述 江南製造局鋟刻本	經考本書原書名應為 <i>Notes on Explosives, and Their Application in Torpedo Warfare</i> ，出版於 1875 年，作者為 WALTER N. HILL, S.B.
史理孟 (C.W. Sleeman)	《水雷秘要》	光緒六年	舒高第譯 鄭昌棟筆述	江南製造局翻譯，講述水雷的歷史、結構與戰術
	《電學問答》	光緒六年	傅蘭雅 (John Fryer)	光緒六年天津機器局水雷局刊印。
	《艇雷紀要》	光緒八年	李鳳苞	天津機器局刻本，三卷
史理孟 (C.W. Sleeman)	《水雷圖說》	光緒十年	舒高第譯 鄭昌棟筆述	應即為光緒六年《水雷秘要》的附圖，單獨獨立成卷，由天津機器局在光緒十年出版的鉛印本。
	《魚雷圖解秘本》	光緒十一年		天津機器局鉛印本，著者與譯者均佚。
克虜伯 (Krupp)	《電氣問答》	光緒二十三年		

資料來源：中國國家圖書館藏普通古籍；據王爾敏《清季兵工業的興起》頁 205-222 所整理之〈清季譯著兵工學書目表〉統計，除去疑似重複的書目共計十一種，從西方翻譯過來的兵書即佔七種。

²⁸ 《李鴻章全集》，第 21 冊，〈電報〉1，頁 280。光緒十年七月初十日。

由上表可知，在翻譯水雷相關書籍的歷程中，天津機器局扮演了相當重要的角色，七種譯書中可確定的即佔有四種。天津機器局又稱津局，早期由恭親王奕訢(1833-1898)於同治五年(1866)建議由三口大臣崇厚籌劃辦理，光緒二十一年改名總理北洋機器局，其主要工作即為供應北洋所需火藥、槍子、砲彈和水雷。據王爾敏研究，同治九年直隸總督李鴻章接續督辦後，僅至光緒八年(1882)間，就生產過大小水雷地雷等約三千餘具，王氏並以光緒七年為例，該年便生產了大小沉雷碰雷 299 件，生產量相當驚人。²⁹相較於津局，江南製造總局自開辦至光緒三十年間，製造地雷水雷合計約一千五百具，可知津局在當時實為最大製造水雷地雷等項目的單位。³⁰除水雷地雷外，津局還兼製造輪船，雖然其造船能量不高，但也曾於光緒六年造成兩艘用以天津海口布放水雷的布雷艇。天津機器局不但為製造水雷最為關鍵的機構。晚清翻譯西方兵書的機構除江南製造局外，則以天津機器局翻譯之書目，與水雷的觸發、爆裂物的製造等項目最多。

在《水雷秘要》翻譯進中國的同時，《爆藥紀要》和《電學問答》亦先後被譯介。論其原因，可能即是因為其涉及的爆裂物與電學知識與水雷的製造和操作關係密切。經考《爆藥紀要》原書名應為 *Notes on Explosives, and Their Application in Torpedo Warfare*，由 U.S. Torpedo Station (中譯為美國水雷局，即為 1869 年建於紐波特 Newport 的美國水雷工廠)，該書出版於 1875 年，作者為 WALTER N. HILL, S.B.，中譯本則於光緒五年(1879)出版。該書前身為 1874 年美國海軍部內部印行的教材，惟後來不再重印，故修改增添後再出成新書。序言即稱專講爆藥，並稱：

近時淡養各里司里尼（即硝化甘油，Nitroglycerin）與棉藥（即硝化纖維(Nitrocellulose)），已屬著名，用之亦廣。然而眾人尚未能盡知，故在爆藥總論之後，另論及此書（指前一年美國海軍內部出版的讀物）。內有數處論及水雷局試驗之事，他人之書並不提及此事。如欲詳細考究爆藥，必觀化學書之特意考究此藥者。然論及爆藥之書不多。³¹

全書分六卷，分別講述爆法與爆藥（爆裂物的化學性質與合成方式）、淡養各里司里尼（講其合成與製造方式、儲存與爆炸威力）、棉花火藥（講述硝化纖維的製造與其他爆裂物的爆炸威力比較）、畢克里類與汞震藥、含爆藥類之藥、與淡養各里司里尼與棉藥之功用。該書的內容具體解釋了 1870 年間軍事武器所使用的主要的爆裂物類型，並解釋其合成製造方法。更論及美國水雷局各類試爆數據。因事涉爆裂物合成方法，迄今仍可通用，本文內即不細述。且其用途不僅限於水雷，凡爆裂性兵器均與其相涉，重要性可見一斑。

另一與水雷密切相關的基礎知識書籍，即為《電學問答》。該書由傅蘭雅(John Fryer)翻譯，天津機器局刊印。書中共八十一問，以問答體的方式講述電學的發展史、³²原理、運用於水雷時應以何

²⁹ 王爾敏，《清季兵工業的興起》(臺北：中央研究院近代史研究所，1978)，頁 88。

³⁰ 《清季兵工業的興起》，頁 81。

³¹ 舒高第口譯，趙元益筆述，《爆藥紀要》(上海：江南製造局，光緒五年銅刻本)，〈原序〉，無頁碼。

³² 《電學問答》，頁 94-95。「第二十七問，何人體出天上電光與做成電氣？其性相同，並於何年試出？從何體驗？答曰：美國博士法郎林（富蘭克林）於一千七百五十二年，值雷電之時，用綢緞做一風箏取銅線放於空中，線頭系一鐵鑰匙。見鑰匙被銅線牽引火光躍出。」以及「第二十八問，何人於何年試出濕電？答曰：意大利博士咽哇呢（伽伐尼）於一千七百八十六年，偶剖一田雞掛在鐵鉤上，旁有銅片相近，風吹田雞與銅片相撞，遂見田雞跳躍如生，始悟被電氣引動，此為濕電之祖。以後有人名娃兒德（伏特），復以田雞如法試驗，果然由是愈信之。」此處談到的，是電學發展史上兩則經典故事，第一為富蘭克林(Benjamin Franklin, 1706-1790)施放風箏牽引閃電，藉以驗證閃電性質與電相同的故。另一則是義大利醫生路易吉·阿羅西奧·伽伐尼(Luigi Aloisio Galvani, 1737-1798)在解剖青蛙時偶然發現直流電觸發生物反射動作的故事。而後亞歷

種材料作為電氣觸發材質較佳等。以第二十二問為例，當中提到：「濕電用電瓶注水和五金製成」³³，說明了以電池堆產生直流電的基本型態，以下再列舉數例：

第六十五問，銅引電較鐵引電，其好處加幾倍？答曰銅之好處加六倍。

第六十七問，何以放水雷須用銅線？答曰：因銅線極細，引電極速，份量又輕易於運動故也。

第六十八問，十英里電線比一英里電線，其阻力若干倍？答曰：其阻力有十倍相懸。

第六十九問，買電線何以要立合同，著明須極淨紅銅線？答曰：恐銅內有別金混雜，阻力最多，不便使用且電線易斷。

第七十問，電氣阻力若干，呼為何名？答曰：呼為熬捫，因阻擋力量始由德國博士熬捫悟出，故後遂以名之。³⁴

第六十五與六十七問講述了施放水雷時，所用線纜為何為銅線材質。主因即在於銅除了是電流的良導體外，重量亦較輕便（如以鐵線材質相比）。而第六十八、六十九與七十問，提到了電流傳遞時衰減的問題，即電阻的存在。電阻是由蓋歐格·西蒙·歐姆(Georg Simon Ohm, 1789-1854)所發現，歐姆發現電阻中電流與電壓的正比關係，以及導體的電阻與其長度成正比。這三問除了講述電阻的梗概，也提到購買電線時避免買到混有雜質，影響電氣傳輸的實際問題。

第八十問，何以轟水雷須用白金信子與火星信子？答曰：電線包裹不密，穢水浸入易於阻電，惟白金信子與火星信子無大阻擋，電氣一到即可轟起。

第八十一問，白金信子製法如何？答曰：先用不能引電小空筒，筒內分插雙銅線二條，不使銅線相連，然後用硫礦或橡皮膠盛滿，使銅線不致搖動。銅線頭用白金絲聯絡，外加銅套，盛以白火藥或棉花火藥少許，保護金絲再以粗火藥裝滿，用黃蠟松香封固。電氣行到，金絲自必燒紅，使水雷轟起。³⁵

第八十問則解釋了水雷主要使用的兩種電氣起爆用引信：白金(Platinum)引信與火藥引信。在水雷發展史上，引信的使用免除了傳統機器觸發式容易因海水灌入或侵蝕，導致起爆裝置和爆炸藥浸濕，或鏽蝕故障等無法起爆的問題。而八十一問則是解釋了白金引信的製造方式。先以絕緣體製造空桶，插入銅線兩條，使電流兩端平時不構成迴路，再以硫礦與橡膠作為填充物。銅線頂端裝上白金絲作為起爆器，並以白火藥（即雷汞）或是棉藥作為引信的起爆藥，最後再以粗火藥填充空隙（擴爆藥），最後再以防水的黃蠟松香封閉。一旦通電，水雷便隨之起爆。

山卓·朱塞佩·安東尼奧·安納塔西歐·伏特(Count Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, 1745-1827)重複了該實驗，並據此發明了直流電伏特電池。

³³ 傅蘭雅譯，《電學問答》（南京：南京古舊書店，1992，《格致彙編》，第三冊，景光緒六年[1880]天津機器局鉛印本），頁 94-95。

³⁴ 《電學問答》，頁 126-127。

³⁵ 《電學問答》，頁 127。

光緒七年(1881)四月，出使德國參贊徐建寅³⁶更撰〈水雷外殼造法〉，以下茲舉其中一段：

水雷造法，用上等鐵板厚約半分，剪裁作折扇形。外面鍍鋅圈成圓錐，截形為其旁再剪成大小二圓塊，燒紅熱夾入生鐵模中，在大螺絲壓器內壓之，令成折邊而中亦彎凸，或先置凸模上，以木椎周圍打成折再燒紅，反過入凹模內用木椎打成彎曲……而水雷全殼皆成，次用煤氣空氣相合，由管中噴出成火，噴於雷殼之接縫及釘孔處，令熱稍敷以鹽強水，用錫條焊其縫。因已鍍鋅，故用錫極易焊粘也。³⁷

水雷的基本構型相當多元，有圓形、圓錐形或半圓形等，上述關於水雷的殼體（又稱雷殼）製造方式為圓錐形。當中提到外殼製造時需鍍鋅提高耐腐蝕性，而曲面殼體的製造方式有製造鐵板後利用旋壓器摺邊成型，和放置在凸模上搥打成型兩種。兩片圓錐形殼體密閉後，再用燒焊方式密閉，同時以鹽酸（即鹽強水）清洗接縫處洗去金屬氧化物。

上述內容，分別講述水雷內填充的爆裂物，操作水雷的引信和電氣基本知識，以及水雷殼體的製造等。這些部分均與水雷的製造和操作有關。爾後翻譯進中國的《水雷秘要》，則更為全面的說明了水雷的結構、發展歷史和戰術價值。

2. 《水雷秘要》的引進與其價值

西方新式水雷傳入的過程中，《水雷秘要》具有相當的重要性，惟其傳入過程始終不明。王揚宗先生 1995 年發表於《中國科技史料》的〈江南制造局翻譯書目新考〉中，指《水雷秘要》原書名為 *Torpedoes*，作者為 Sleeman，中文翻譯者為舒高第，筆述為趙元益（〈新考〉應有誤，筆述應為鄭昌模）。³⁸而上海復旦大學閔俊俠 2007 年的博士論文《晚清西方兵學譯著在中國的傳播 1860-1895》則同樣記其原書名為 *Torpedoes*。³⁹

經考《水雷秘要》原書名為 *Torpedoes and Torpedo Warfare*（魚雷與魚雷戰）。副標為 *Containing a Complete and Concise Account of the Rise and Progress of Submarine Warfare, Also a Detailed Description of All Matters Appertaining Thereto, Including the Latest Improvements*（包括完整且簡要的潛艇戰術興起的概況，與其他附屬事項的細節，與包括最新的改進），作者為 Charles William Sleeman，中譯為史理孟，該書在西方應是最早應用測試報告，針對同時代水雷與魚雷進行評論解析的著作之一。

史理孟隸屬英國皇家海軍，也曾以上校階於鄂圖曼帝國海軍中服役。他在 1880-1890 年之間，幾乎是同時期最熱衷於推廣魚雷和水雷戰術，並出版相關著作的海軍界人士，尤為注意當時各國魚雷的新型號、技術發展與試驗報告。

³⁶ 徐建寅，字仲虎，江蘇無錫人，父親為製造第一台國產輪船黃鵠號的徐壽，父子二人皆長期從事於機械製造與翻譯工作，是近代中國有名的工程技師。光緒五年(1879)徐建寅在李鴻章的保薦下，以二等參贊隨駐德公使李鳳苞出使德國，隨後負責考察各工廠與訂製鐵甲艦事務。

³⁷ 徐建寅，〈水雷外殼造法〉（南京：南京古舊書店，1992，《格致彙編》，第三冊，景光緒六年[1880]天津機器局鉛印本），頁 324。光緒七年四月。

³⁸ 〈江南制造局翻譯書目新考〉，頁 14。

³⁹ 閔俊俠撰，《晚清西方兵學譯著在中國的傳播 1860-1895》（上海：復旦大學博士論文，2007），頁 124。

史氏於 1880 年出版了 *Torpedoes and Torpedo Warfare*，並於 1888 年的 *The Naval Annual*（布拉希（Brassey）的海軍年鑑，由 Thomas Brassey, 1st Earl Brassey 創辦於 1886 年，發行超過百年，為海軍學界頗重要的刊物）專門刊載 *Torpedoes* 的欄目；以及在 1889 年出版 *Torpedoes and Torpedo Warfare* 的二版。史理孟對新型魚雷和水雷發展相當注意，這可以由其 *Torpedoes and Torpedo Warfare* 的初版與二版差異看出。如該書第二版的第五章納入了新的 Sims-Edison Torpedoes，這是史理孟在 *The Naval Annual* 中新增的部分。⁴⁰Sims-Edison（由 Winfield Scott Sims 和 Thomas Alva Edison 合作製造，亦以兩人的姓氏為簡稱，後者即為愛迪生）魚雷是一種特殊的線導魚雷，將魚雷繫於浮具之下，並由陸上供電和加以操縱，稱為 Sims-Edison Torpedoes。這在當時是一種既採電力驅動，又能在發射後穩定深度，並由陸上持續操縱的魚雷。

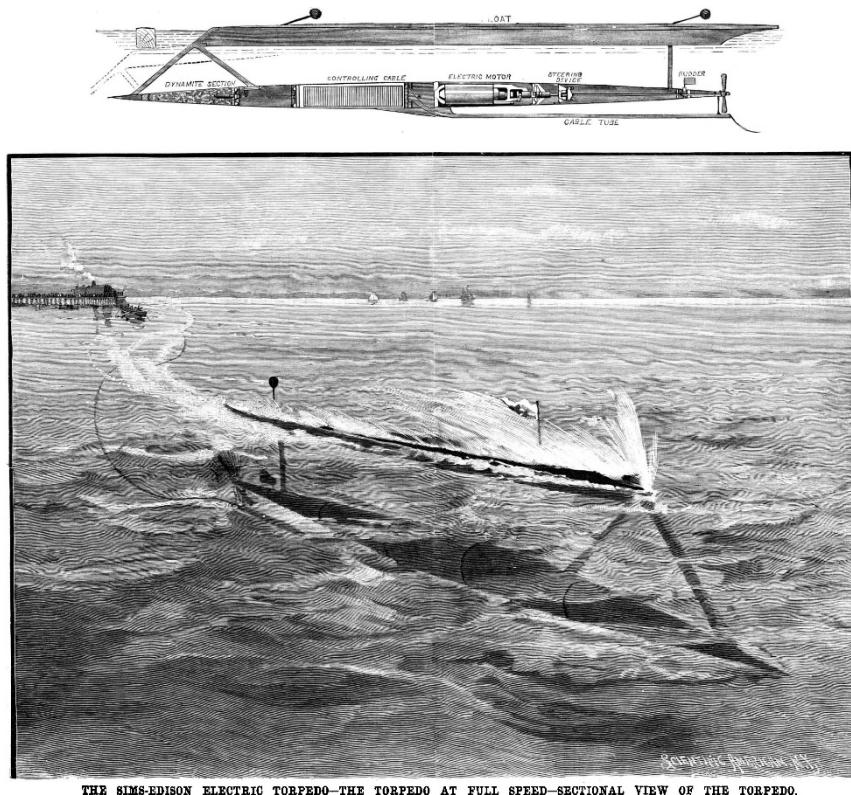


圖 2 Sims-Edison 魚雷

資料來源：*Scientific American* 第 63 期 4 卷，1890 年 7 月 26 日的首頁。

海軍學者 Edwyn Gray 即曾在其著作 *19th Century Torpedoes and Their Inventors* 中考察，這類魚雷直到 1889 年才開始為人所知，而史理孟可能是最早指出 1873 年 Ericsson 公司即已發明這種浮體魚雷，並於 1877 年實驗成功的研究者。他同時也指出了當時這種魚雷速度低下，僅有 6 至 7 節（約為時速 11.1-12.9 公里）的問題，1880 年以後其速度才成功提升到 10 至 11.5 節。⁴¹第二版於 1889 年

⁴⁰ C.W. Sleeman, *Torpedoes and Torpedo Warfare: Containing a Complete and Concise Account of the Rise and Progress of Submarine Warfare, Also a Detailed Description of All Matters Appertaining Thereto, Including the Latest Improvements*, Portsmouth: Griffin&Co., 1880; C.W. Sleeman, "Torpedoes." in T.A. Brassey, ed. *The Naval Annual*, Portsmouth: Griffin&Co., 1888, pp.482-500.

⁴¹ Edwyn Gray, *19th Century Torpedoes and Their Inventors*. (Annapolis: Naval Institute Press, 2004), pp.186-187.

出版的 *Torpedoes and Torpedo Warfare* 很快就納入了這種新型魚雷的介紹和試驗紀錄，可惜的是江南製造局所翻譯的僅有初版，第二版則未曾譯入。

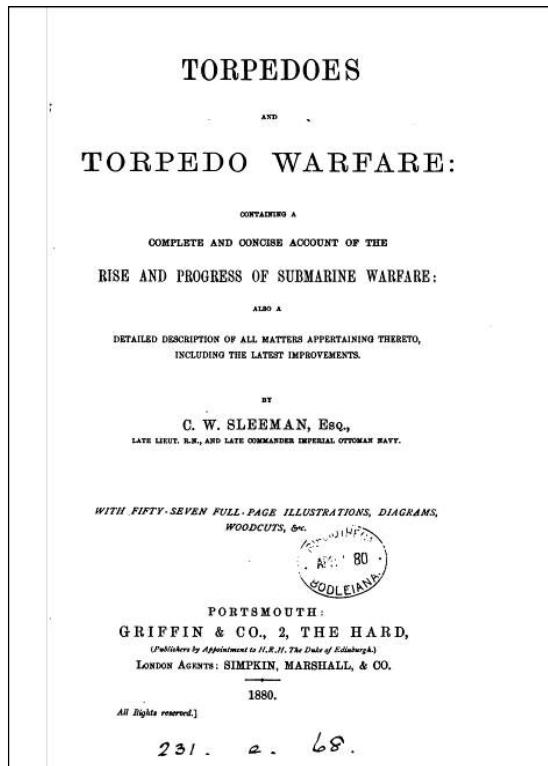


圖3 《水雷秘要》1880年初版原書書影

資料來源：*Torpedoes and Torpedo Warfare: Containing a Complete and Concise Account of the Rise and Progress of Submarine Warfare, Also a Detailed Description of All Matters Appertaining Thereto, Including the Latest Improvements*

故多為音譯。而書中所提水雷有時為 *torpedoes*，與後來翻譯的水雷(Naval Mines)不同，在中文語境亦容易產生混淆。早期的「水雷」本身並無自航能力，在懷特海德發明有自航能力的魚雷後，*torpedoes* 才逐漸專指魚雷。而無自航能力的水雷稱之為「麥恩」(Mine)，係用以「保護海口埠頭，繫住之浮水雷。有繩牽動機捩開放」⁴⁵。現在海軍用語中的沉底雷、錨雷、漂雷等無自航能力的水雷均屬此類。

⁴² 19th Century Torpedoes and Their Inventors, pp.62-63; 81-83.

⁴³ [英] 史理孟撰，舒高第譯，鄭昌棖筆述，《水雷秘要》(上海：江南製造局，光緒六年刊本)。

⁴⁴ 據王揚宗撰，〈江南製造局翻譯書目新考〉，載《中國科技史料》，第16卷第二期(1995)，頁5-16統計，江南製造局翻譯已翻與未刊書目241種中與水雷相關者2種，最早刊行的為《水雷秘要》，次為未刊之《海用水雷法》；又，據劉申寧編，《中國兵書總目》(北京：國防大學出版社，1990)，同光以後譯入的西方水雷書籍，共有《艇雷紀要》、《海用水雷法》與《水雷秘要》3種，仍以《水雷秘要》為最早翻譯刊行介紹西方水雷及魚雷的著作。

⁴⁵ 《水雷秘要》，卷一，頁3b。「有繩牽動機捩開放」的原文為: to be fired by means of levers attached to triggers. 其意為「以控制桿牽動觸發器引爆」。而同書中亦把 mechanical mines (機械式水雷) 翻成機捩水雷。依筆者推斷，舒高第應是將傳統機械式(mechanical)觸發的裝置皆翻為機捩。

而史理孟亦有其錯誤的部分，Edwyn Gray 即提到海軍史中長期以來傳言一任職於 Whitehead 於 Woolwich 的魚雷工廠雇員偶然發明了同軸反轉螺旋槳(Contra-rotating Propellers)，這種配置讓兩具螺旋槳反向旋轉，既能減少因扭矩產生的不穩定，還能提高速度)。Edwyn Gray 花費了相當的篇幅證明此說為誤，且來源正是史理孟的 *Torpedoes and Torpedo Warfare*。儘管此為其錯誤記述之例，但其對水雷發展史的影響之深遠，亦可由這傳說的流傳之廣略知一二。⁴²

無論如何，*Torpedoes and Torpedo Warfare* 的初版於 1880 年刊行後，同年舒高第即於江南製造局翻譯，並由鄭昌棖筆述刊行，題為《水雷秘要》。⁴³全書分十一章節與一附錄。分別講解早期水雷發展史、各式水雷、防禦性水雷戰術、引信製造方式，新式魚雷發展概況等。《水雷秘要》在中國應是最早鉅細靡遺的詳述西方水雷和魚雷構造的兵書，⁴⁴也因此翻譯後許多詞彙與晚近常見的海軍專門用語差異頗大，需比照英文原本才能瞭解原意。如飛乎士(Fuse，引信)、麥恩(Mine，水雷)和叨披毒斯(torpedoes，魚雷)等，在當時缺乏合適的詞彙，

《水雷秘要》一書多引戰例佐證水雷的戰略嚇阻性。如其引 1877 年普法戰爭：

法國水師兵船，較布國水師倍加雄猛，而布國沿海各口置電線水雷、機器水雷、自發火水雷（自發火水雷較為簡便，可免不測）。法兵船聞之，卒不敢近，以知水雷保護真實力量。⁴⁶

即指出普法戰爭期間，弱小的普魯士海軍仰賴水雷嚇阻入侵海口的法軍艦隊，使之不敢輕舉妄動，成功的防守了本國的海岸線。又，該書與《防海新論》相同指出了水雷、炮臺與炮艇聯合作戰的強大威力：

麥恩所以保衛口岸，而炮臺之礮足以保護麥恩。是以緊要海口築炮臺之人，即置水雷之人，以其明曉口岸顯耀，沙水淺深。敵船行至大礮所及之處，水下布置麥恩。若口岸未有礮臺，而先置麥恩，必有雄猛礮船相助。⁴⁷

此即與《防海新論》中提及之「定而不動、挪移泛應」⁴⁸之法，強調水陸砲臺聯防，配合船艦防守的策略相符合。

同時該書也指出用電線施放的水雷優點，有收放自如、施放使用過後可以自由替換、敵人在黑夜或大霧時如欲通過水道，則容易被偵知、可隨時預試、可隨時撈起查驗收儲等優點。

⁴⁹

3.《水雷問答圖說》在中國海軍史上的意義

揆諸現存史料，《水雷問答圖說》⁵⁰一書可能是從《水雷秘要》譯入中國後直至民國之間，唯一一本由海軍人員自行撰寫的水雷教學手冊。《水雷問答圖說》於光緒十九年(1893)由旅順水雷營營官王平、威海營官李榮光、大連營官梁植合撰。全書共四十八條，附圖，以口語與問答體書寫，旨在教習水兵認識水雷、各類引信保養、造法，以及水雷尺寸、進口國家、裝藥方式，與水雷營暗號旗幟等。

《水雷問答圖說》和早期的《水雷秘要》相比，早期音譯難解的詞彙如水雷、魚雷、引信等均已化為意譯。關於水雷的基礎知識、專業術語及操作模式具以口語書寫，目的在於教導各級水兵認識水雷的外型、養護、裝配、各機關作用、爆炸威力以及操作方式。內容共分為新兵水雷問答四十八條、三等雷兵水雷問答四十八條、二等雷兵水雷問答二十四條、頭等雷兵水雷問答二十四條、管旗水雷問答十六條、水衣雷兵水雷問答十四條、雷目水雷問答十六條、隊長水雷問答十條、考查雷陣各雷各線弊病二條，當中又各細分各類問題，合計二百條，這反映了北洋海軍已逐漸建立自己的水雷知識體系。

《水雷問答圖說》中由淺至深，介紹了水雷的基礎知識。介紹的部分包含水雷的類別（沉底雷、碰雷和半浮雷）、起爆形式（碰撞式引爆、電器遙控引爆、定深引爆）、引信的類別，作用和養護方

⁴⁶ 《水雷秘要》，卷二，頁 8a。

⁴⁷ 《水雷秘要》，卷二，頁 9b。

⁴⁸ 李鴻章，〈謹將總理衙門原奏緊要事宜逐條切實辦法等詳細擬議〉，《軍機處檔奏摺錄副》（國立故宮博物院藏，文獻編號 117632）。同治（時間不詳，按內容應為同治十三年）。

⁴⁹ 《水雷秘要》，卷三，頁 18a。

⁵⁰ [清]王平、李榮光、梁植等撰，《水雷問答圖說》（中央研究院傅斯年圖書館藏清光緒戊子十四年[1888]敦厚堂刊袖珍本）。

式（一般引信、鉑金引信）、傳統裝藥與棉藥的差異等等。可藉此窺見新式水雷傳入中國後第一線官兵是如何學習相關知識，以下茲舉數例：

(1)一般常見水雷的類別

第六問，電放雷有幾種，答。有三種，沉雷，碰雷，半浮雷。⁵¹

第十一問，半浮雷有什麼用處。答。半浮雷同碰雷一樣，但雷裡沒有雷膽。專在水過深的地方用。⁵²

這三種類別的水雷分別為沉底式水雷、碰撞式水雷和漂浮式錨雷。沉底式水雷具有雷錨，解除保險後扔於水底定深引爆，一但有觸及其深度吃水的船隻經過，隨即引爆。碰雷則是以簡單的機械結構觸發保險，外觀的特色是有類似觸角的觸發器，一旦碰處便直接引爆。而半浮式水雷並無雷膽，即雷管擊發裝置，完全仰賴陸上觀測站遙控引爆。這種水雷的好處在於可安放在水深的航道，且未解除保險前不必擔心誤擊往來船隻，戰時敵艦入口可擇機隨時由陸上遙控引爆，精準度高。缺點則在於起爆必須仰賴觀測站，一旦敵人探知觀測站所在並率先攻佔，則敷設的水雷便隨之喪失作用。

(2)引信與起爆藥的種類

第十三問，引信有幾種。答，有兩種。一火星引信，二金絲引信。火星引信是用乾電放的。這是從前的老法子。現在放雷都不用他了。金絲引信是用濕電放的，這種引信靈便的狠。並經久不壞。現在放電都用這種引信。⁵³

此處所指為引信的結構。早期使用的火星塞式引信，係採用交流電（乾電）施放，後來採用濕電（直流電）引發的金絲引信，係指白金(Platinum)製造的引信。這種引信採用直流電觸發，結構較交流電系統簡單且不易故障。白金引信加熱時可達到華氏 500 度（攝氏 260 度）以上，引燃爆藥的速度和效率也較火星塞式引信為高。

又第十四問提到：「金絲引信有幾種。答。有兩種，一火藥金絲引信，二白藥金絲引信。火藥金絲引信是用放火藥用的。白藥金絲引信是放棉藥雷用的。」⁵⁴白藥即雷汞，其爆炸性和反應速度較使用硝酸鉀（即硝石）的黑色火藥為高，適合拿來快速點燃大量爆炸物。而棉藥即為硝化纖維(Nitrocellulose)，爆炸威力亦遠高於黑色火藥，故《水雷問答圖說》中即提到：「水雷用幾種炸藥。答。十年前用火藥。現在都用棉藥」。⁵⁵

⁵¹ 《水雷問答圖說》，〈水雷總說〉，頁 5a。

⁵² 《水雷問答圖說》，〈水雷總說〉，頁 5b。

⁵³ 《水雷問答圖說》，〈水雷總說〉，頁 5b-6a。

⁵⁴ 《水雷問答圖說》，〈水雷總說〉，頁 6a。

⁵⁵ 《水雷問答圖說》，〈水雷總說〉，頁 7a。

(3) 北洋海軍所使用水雷的種類

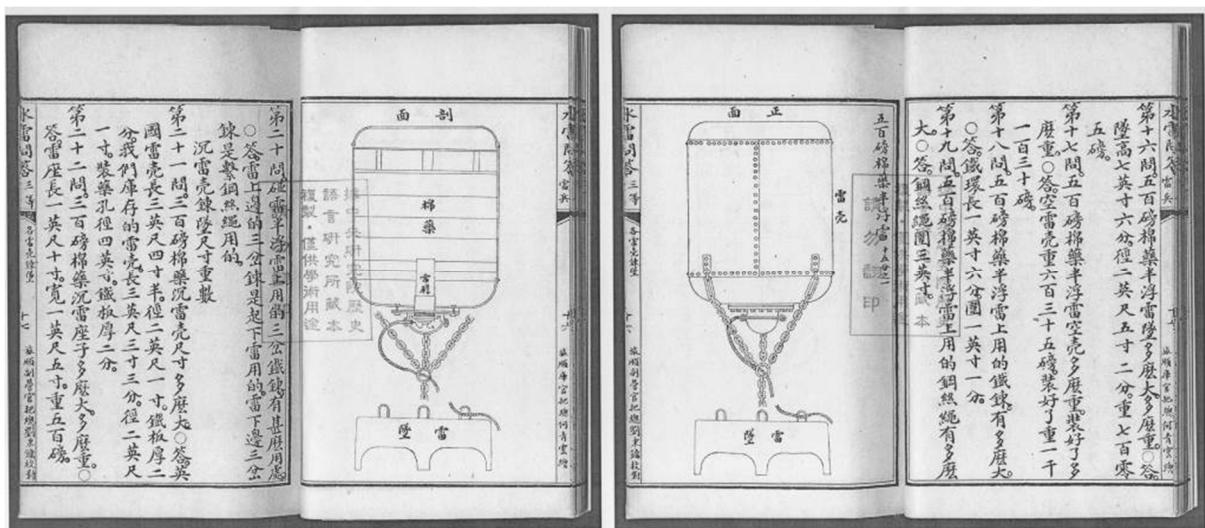


圖 4 《水雷問答圖說》中北洋海軍用半浮雷

資料來源：《水雷問答圖說》，〈沉雷殼鍊墻尺寸重數八條〉，頁 16a-17b。

《水雷問答圖說》中亦載錄了北洋海軍使用的各類水雷，如：

第九問，一百磅棉藥水銀膽碰雷壳尺寸多麼大。答。雷壳鐵質有好歹，力量有大小，法子有新舊不同。按英國雷壳。長三英尺八寸，徑二英呎一寸四分，裝藥孔徑一英尺。鐵板厚一分半。現在我們庫存的雷壳，長三英尺十寸，徑二英尺二寸。裝藥孔徑一英尺，鐵板厚二分。⁵⁶

第十五問，五百磅棉藥半浮雷壳，尺寸多麼大。答。英國雷壳長三英尺五寸二分，徑二英尺八寸。裝藥孔徑九吋，鐵板厚一分半。我們庫存的雷壳長四英尺，徑二英尺八寸。裝藥孔徑十寸。鐵板厚三分⁵⁷

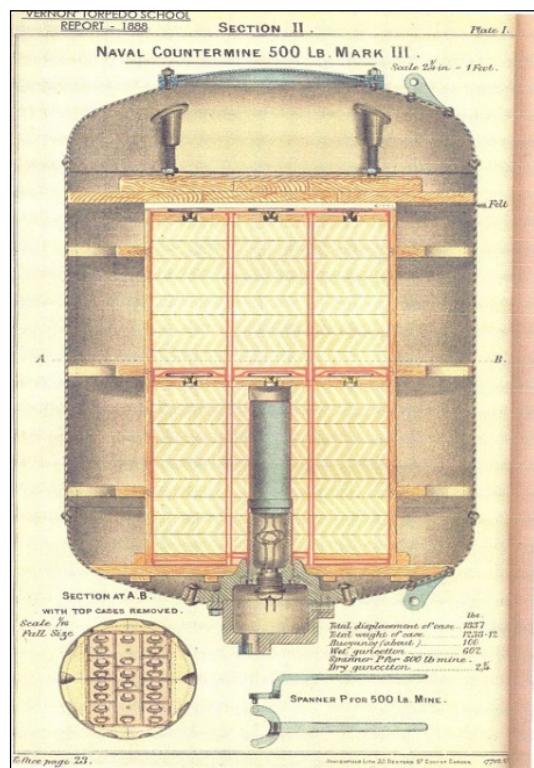


圖 5 英國皇家海軍五百磅 MarkIII 水雷

資料來源：http://www.mcdoa.org.uk/News_Archive_23.htm

⁵⁶ 《水雷問答圖說》，〈各種水雷器具名目〉，頁 13b。

⁵⁷ 《水雷問答圖說》，〈各種水雷器具名目〉，頁 15a。

北洋海軍所使用的標準水雷，主要係由英國引進，而尺寸略大於英國。水雷在裝填爆裂物的容量不變的情況下，雷殼（即水雷的外殼）厚度增加不僅對保持半浮雷的浮力毫無幫助，會反而減少起爆時向外擴散的爆破力。⁵⁸北洋海軍所用水雷鐵板較英製厚1/3至1倍不等，推測可能是因為冶金工藝不及英製水雷，故採增加厚度的方式來彌補殼體強度。至於北洋海軍所使用的水雷與英國皇家海軍所使用的標準水雷，可參圖4及圖5。

由上述內容可知，晚清水雷知識實為有系統地透過翻譯書籍傳入。水雷製造和運用時，必須具備的電學知識、爆裂物製造合成、引信的製作，以至水雷裝藥的份量，水雷製造完成後的養護、儲存、裝配和運用等，均有翻譯書籍先後論及。而中方海軍相關人員實際操作後，更將其消化後再產出成水雷官弁的教學講義，絕非停滯不前。海防主政者要求第一線新培養起來的將領，按照實際操作經驗轉化教授水雷知識給一般的兵丁，正可視為是我國海軍建立過程中，吸收移植西方海軍知識後，加以內化的典型之一，值得做更進一步的比較研究。

四、渤海一帶防禦概況與水雷營的建置

(一) 渤海對於北洋海防建設的戰略意義

渤海一帶係由海上進入京畿的門戶，渤海以天津為門戶，天津則以大沽口為外港，渤海的海防建設實為北京的海上防務重心，而渤海內的諸多要邑如天津、旅順、煙臺與威海等地，則自然成為北洋海防籌建過程中的重點建設地點。光緒元年(1875)山東巡撫丁寶楨(1820-1886)即曾派遣道員張蔭桓(1837-1900)至煙臺與威海考察，並提出在威海：「建一浮鐵炮臺於劉公島之東，而於內面建一砂土炮臺，海外密布水雷，閉此一門，但留島北口門為我船出入」⁵⁹的建議。海軍史研究者王家儉先生，也曾於氏著《李鴻章與北洋艦隊》中引袁保齡《閣學公集》，詳列袁氏在北洋旅順營務處工程局總辦任內，和德人漢納根配合修築旅順口防務。⁶⁰然而正如《防海新論》中所述，「雖有極善之礮臺，極猛極多之大礮只能擊壞一二敵船，並不能禁其來去自如」⁶¹，可知基地基礎設施和炮臺的修築不足以在戰時遏止敵人軍艦的入侵，水雷營的建置遂成為除了修造炮臺外另一最重要的基地防務措施。

(二) 環渤海一帶的主要水雷營概況

光緒七年(1881)大沽口船塢告成後，北洋大臣李鴻章旋於山東創設電氣水雷學堂，命直隸候補道劉含芳主其事並編立水雷營，這是渤海沿岸最早設置的水雷營。隨後，光緒十年(1884)正白旗漢軍都統定安也於營口創設水雷營，埋設電線火藥，興建十間雷庫存儲水雷。至光緒九年，旅順亦設立水雷魚雷營。光緒十七年(1891)，威海衛南北兩岸分設水雷營，至此環渤海地區的水雷建置大致完成。

⁵⁸ 石秀華、許暉、韓鵬、邢天安等編著，《水下武器系統概論》(西安：西北工業大學出版社，2013)，頁161-163。

⁵⁹ 丁寶楨，〈籌議海防摺〉，收於《中國近代史資料叢刊·洋務運動》(上海：上海人民出版社，2000，初版)，第2冊，頁340。光緒元年十月初一日。

⁶⁰ 《李鴻章與北洋艦隊(修訂本)》，頁236-259。

⁶¹ 李宗義，〈奏為遵覆海防事宜由〉，《軍機處檔奏摺錄副》(國立故宮博物院藏，文獻編號117793)。同治。

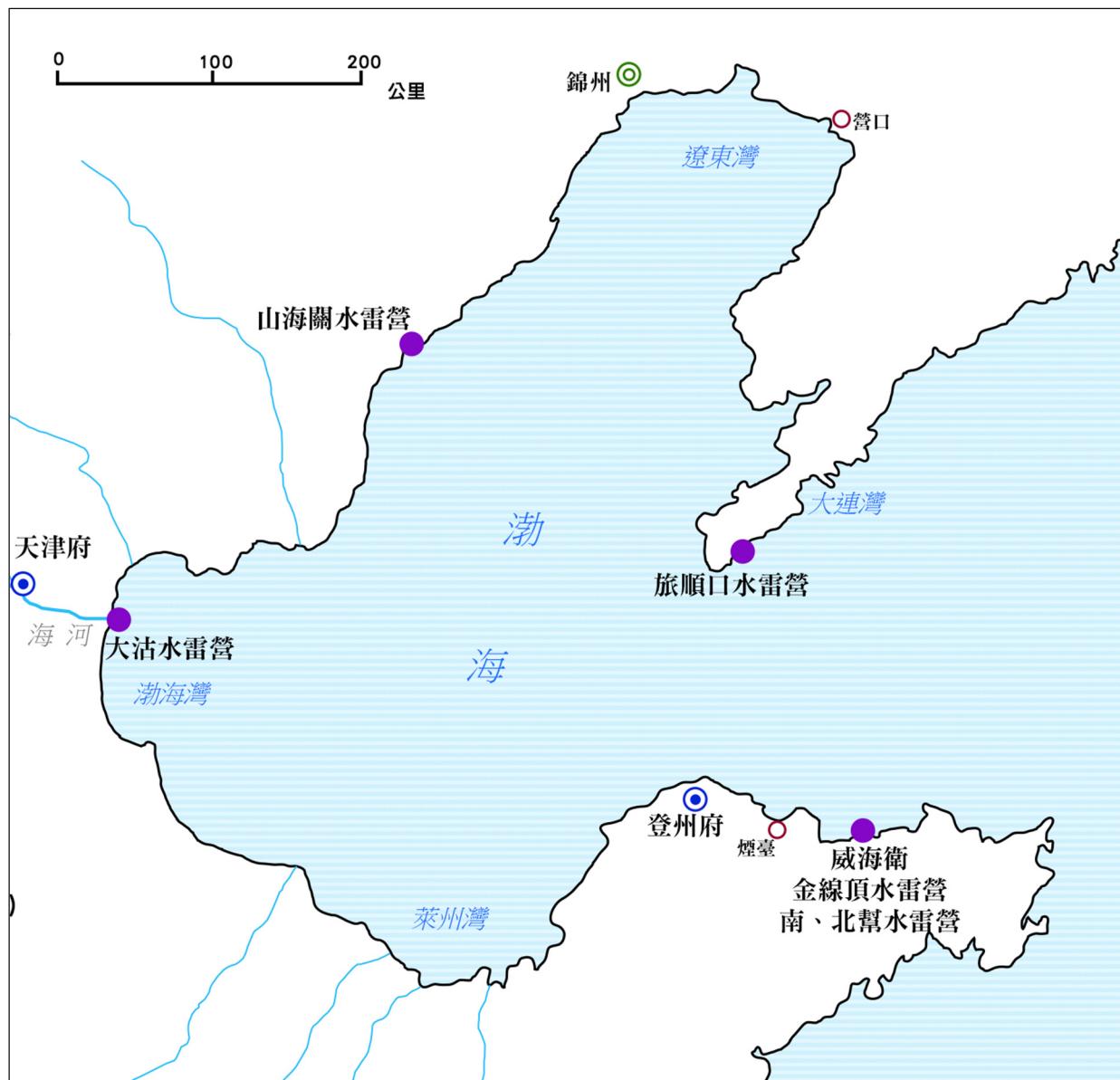


圖 6 環渤海一帶重要水雷營位置示意圖

資料來源：筆者自繪

1.由大沽水雷營至旅順水雷營的建置

最早於同治九年(1870)末，李鴻章即已注意到天津自大沽至北塘等海口的基本建設在屢次戰禍中皆證明不堪一擊，因此在致江南綜理輪船操練事宜的吳大廷時，信中特別提到大沽與北塘的防務事宜：「弟日前巡閱大沽、北塘海口，昨甫旋署，該處炮臺防務尚需逐漸整理。城工相度粗定，選募匠役，購備物料，亦非咄嗟可辦，仍須厚集經費，始能徐議建置耳」。⁶²

由於有建設大沽與北塘水雷營之經驗，後旅順建港之初，李鴻章即遣德人漢納根(Constantin von Hanneken, 1855-1925)赴旅順勘查，初步先修築黃金山炮臺。漢納根為天津海關稅務司德璀琳(Gustav

⁶² 《李鴻章全集》，第 30 冊，〈信函〉2，頁 216。同治十年四月二十日。

von Detring, 1842-1913)女婿，曾於德意志帝國陸軍服役。接著袁保齡(1841-1889)任北洋旅順營務處工程局總辦，接手炮臺興築工程，繼續與漢納根配合，並開始建設旅順水雷營。

袁保齡在北洋旅順營務處工程局總辦，留下相當詳盡的資料，可供考察渤海一帶水雷營建置的歷程。如其於光緒十年正月初八〈調員管理水雷營事務稟〉中提到：

水雷旱雷均屬設防要需，而水雷起落安放理法，更為精細，非專門久習未易窮其竅奧。上年二月間曾經職道等稟請以在旅之艇勇四十名學習水雷，並由大沽水雷營借撥頭目二名，雷兵十名赴旅教習……查有現充大沽水雷營幫帶九品頂戴方鳳鳴，本係閩廠學生，在大沽雷營五年，於雷電事理頗為熟悉……調赴旅順派令暫管水雷營事務。⁶³

由此可知旅順水雷營草創之初，係直接由大沽水雷營抽調營官雷兵作為教習，指導旅順新招募的雷兵施放與保養水雷。同年二月十一日，〈挑募雷兵水勇稟〉中又提到：

海防守口，以水雷為利器……方鳳鳴暫管旅順水雷事務，並仿大沽、北塘、威海各處雷營辦法，趕練成營，以資防禦。……照洋教習滿宜士所擬，布置全圖口內外，安雷三排，需用沉雷、碰雷八十餘具之多。……參酌大沽、北塘兩處水雷營所設兵勇額數，擬募挑雷兵兩隊，設水雷隊長二名，每隊五排，每排雷兵五名，另選頭目一名。……又水勇一隊，設水勇隊長一名，分為四排，每排水勇五名，另選頭目一名。全營設管帶一員，幫帶二員……全營核共一百三員……所有兵勇人數均照大沽酌減一半，惟幫帶二員，與大沽同。⁶⁴

據此推估，大沽水雷營有管帶1人、幫帶2人，其他兵勇人數均較旅順多出一倍，總人數達260餘員。而旅順水雷營的營制則仿效大沽、北塘等水雷營，惟兵勇人數減半，其於旅順口外分三層縱深安放水雷，數量達八十餘具之多。

旅順營制建立後，也訂立了逐年考核以確定水兵技藝符合戰陣所需的規章制度。袁保齡仿大沽上奏〈操雷營規〉，其中規定：「雷兵出港外，操習攻守破法各技，至五箇月考驗。後每年自開河起至封河止，除三、五、七、九，四箇月，由職局轉稟中堂閱考，或派大員前往代考」。⁶⁵要求雷兵必須每年定時受驗。又要求：「凡雷電名目，種類繁多，或譯音於外洋，或命名於中國。音義不同，恐多舛誤。」因此要求幫帶帶同隊長頭目須一一訓講，使官兵知道各類器材用法，並要求於平時畫圖確立名目。⁶⁶袁氏此舉，反映了海防主政者在引進西方水雷知識的同時，也要求第一線的將領按照實際操作經驗加以吸收、轉化，絕非直接移植或囫圇吞棗，爾後再讓這些將領據此教授水雷知識給一般的兵丁。這也應該即為旅順水雷營營官王平、威海營官李榮光與大連營官梁植合撰《水雷問答圖說》一書的直接原因。

⁶³ 袁保齡撰，《閣學公集》(臺北：文海出版社，1967，《項城袁氏三代家集》)，公牘卷三，頁3660-3662。

⁶⁴ 《閣學公集》，公牘卷三，頁3679-3681。

⁶⁵ 《閣學公集》，公牘卷三，頁3689。

⁶⁶ 《閣學公集》，公牘卷三，頁3695-3696。



圖 7 旅順一帶炮臺與水雷營位置圖

資料來源：筆者按王家儉撰，《李鴻章與北洋艦隊（修訂本）》（北京：三聯書店，2008.12，初版一刷），頁236-259，套疊改繪。

2. 威海水雷營的創設至甲午戰爭時環渤海一帶水雷營的覆滅

至於威海衛水雷營，則成軍最晚，共有北幫、南幫與金線頂水雷營。光緒九年(1883)，劉含芳先於金線頂創設水雷營。光緒十三年(1887)威海衛基地的各項工程全面開展後，至光緒十七年(1891)以前南北一共修築了鹿角嘴、龍廟嘴、趙北嘴、北山嘴、祭祀臺與黃泥溝等六座炮臺，光緒十四年(1888)時更於劉公島南方修築日島炮臺，完善了威海衛一帶南北的火炮防禦體系。水雷的防禦設置方面，有鑑於威海與劉公島兩處隔海相望，區分水道為南北二口。光緒十七年(1891)，李鴻章巡閱北洋海防時，有感威海衛南口過於廣闊，日島又將其分為兩條入口，不利防禦，遂囑咐劉含芳與綏軍統領戴宗騫審度形勢，分別於北口與日島以南添設水雷二營以資防守，⁶⁷並在南岸水雷營附近設置水雷學堂一所。⁶⁸

⁶⁷ 《李鴻章與北洋艦隊（修訂本）》，頁286。

⁶⁸ 戚海瑩撰，《北洋海軍與晚清海防建設：丁汝昌與北洋海軍》（山東：齊魯書社，2012，初版），頁143。



圖 8 威海一帶炮臺與水雷營位置圖

資料來源：筆者自繪

至此，環繞渤海一帶的水雷營和負責教習操作水雷的學校建置基本完成。光緒二十年(1894)四月二十七日，朝鮮東學黨之亂正酣，清軍登陸駐屯於牙山，並按《中日天津條約》之規定電告日本。李鴻章在提防日本之餘，即指出「海口設防，全恃水陸相為依輔。岸上則恃臺砲，水中則恃水雷」⁶⁹，而正當他計畫於煙臺與膠澳再各添設一水雷營時，很快的便迎來日本侵略的巨大考驗。

甲午一役，日軍事先偵知清軍佈防情況。光緒二十年十一月的金州旅順戰役中，日軍並沒有如預想的由海上襲擊，而是由第二軍從大連灣登陸後佔領金州，切斷旅順半島與奉天之間的聯繫。至於鴨綠江一線的清軍，則由第一軍負責牽制，使旅順要塞成為孤島。海上既無制海權，路上又被由後方包抄切斷，清軍炮臺率先逐步失陷。日軍更從淪陷的炮臺陣地中搜繳到大連灣內水雷敷設的配置圖，因此得以從容的派遣工兵拆解港內的水雷。⁷⁰光緒二十一年(1895)正月二十九日，日軍於威海

⁶⁹ 李鴻章，〈奏為海口設防全恃水陸相為依輔岸上則恃臺砲水中則恃水雷等由（附片）〉，《軍機處檔奏摺錄副》（國立故宮博物院藏，文獻編號 132158）。光緒二十年四月二十七日。

⁷⁰ 宗澤亞撰，《清日戰爭》，頁 69-75。

登陸戰中，先由南方登陸，並於一日內佔領摩天嶺炮臺後，轉而佔領鹿角嘴與龍廟嘴炮臺，隨後攻陷南岸堡壘群一線陣地，並調轉被佔領炮臺的火炮開始攻擊水雷營、日島炮臺與港內的北洋艦隊。由於水雷營的運作需仰賴陸上屏護，陸上炮臺與觀測站一但失守，則水雷無從發揮遏止敵軍艦艇的作用，至此環繞著渤海一帶的水雷布置完全失效，海陸防務最終無可挽回，以至全軍覆沒。

五、結論

道光年間潘仕成延請美國軍官王雷斯在廣州研發水雷，在中國海軍史上，可視為清季士人仿製西方海軍戰具的一次重要嘗試。可惜的是，水雷這種水下爆裂火器，在西方亦為鐵甲艦時代以後始開始發展的新式兵器，其實戰效果與使用方式，本身仍在發展階段。因此潘仕成本人雖因忠勇報國獲得恩賞，但這次仿製水雷的嘗試相當遺憾的並未獲得重視，結果在中國未能有更進一步的發展。

然而美國南北戰爭後，水雷具有低成本、高隱密性、高本益比的特徵高度的突顯了出來。水雷不但進可攻擊封鎖敵人港口、退可守口設伏防止敵人入侵，更通過了實戰的檢證，成為北軍封鎖南軍的主要成功原因。一時之間，水雷成了海軍弱國對抗海軍強權入侵海口的岸防利器。這段歷史事實透過了希里哈的《防海新論》，對中國海軍主政者產生了莫大的影響。

十九世紀中葉西方列強皆實行工業化，利用重工業與龐大的資本建立起一批批的遠洋艦隊，但此間列強之間的對抗形式主要以砲艦外交和局部衝突為主，大規模的戰爭並不常見。1840-1870年間，世界上最具代表性的海上戰事分別為美國南北戰爭(1861-1865)，與義奧間的利薩海戰(1866)。其中南北戰爭中北軍藉由水雷與戰艦封鎖南方港口，扼殺南軍續戰能力的寶貴經驗，立即為處境雷同且海防貧弱的中國所注意。

相較於購買巨艦，水雷不但在建置成本上相對低廉、便利的多。作為一種靜止型的浮動兵器，它可以用來對入侵海口的鐵殼軍艦設伏，攻擊其最脆弱的水線以下部分，實為海軍弱國得以對擁有巨艦的海軍強權有效攻擊的利器。因此自海防籌議始至甲午戰爭前，水雷的使用屢屢出現於沿海大員與朝廷諭旨之中，如中法戰爭期間，清廷為免法軍毀滅南洋艦隊後北上侵擾吳淞、江陰一帶，還頒布上諭：

吳淞、江陰、為江海要隘。現有之礮臺。未必能禦敵礮。亟宜多伏水雷以阻來船。著李鴻章趕緊選派善放水雷之人。攜帶水雷數十箇。迅往南洋助防。北洋需用水雷。隨時可由局添造。該署督務當不分畛域。速赴戎機。⁷¹

具體指示李鴻章速撥水雷前往南洋助防。在西方水雷傳播入中國的過程中，水雷不僅切合了當時海防的實際需求，並成為海防大籌議以來海防的基礎戰具。

值得注意的是，西方翻譯兵書的引入，成為晚清中國士人與主持海防事務者吸收海軍知識的重要途徑。同光以後，中國的兵學傳統已明顯無法應付近代海上戰爭的實際需求，因此系統化的翻譯歐美列強的軍事典籍，尤以環繞著海防事務相關的兵書，遂成為當政者借鑑的重要途徑之一。從江南製造局將《防海新論》的譯入，到史理孟《水雷秘要》的傳入，吾人可以看到中國在引進西方軍事傳統的過程中，已經開始透過設立機關翻譯自身所需的軍事典籍，從而擺脫了以往仰賴傳教士選

⁷¹ 世續等奉敕纂，《清德宗景皇帝實錄》(北京：中華書局，1985，初版，景北京第一歷史檔案館藏大紅綾本)，卷一八九，頁657a。

譯書籍的現象。而水雷至魚雷的知識傳入，更可視為是晚清海防思想與建設過程的縮影。又如中國方面在1880年即注意到史理孟對於同時期水雷與魚雷的考察和評析，並立刻在其著作出版的同年便翻譯為中文。這正可說明當時江南製造局對西方新出版的軍事書籍，具有高度的敏銳度；而由李鴻章本人後來對魚雷和水雷的重視，也可以看出中國海軍主政者在國防壓力下，對此一新式武器的高度關注。

這些軍事典籍對我國海防事務的實際影響，從光緒初至甲午戰前可以說時時可見。如《防海新論》中所提出的「軍艦」、「炮臺」和「水雷」三者並用的概念，環繞著渤海的北洋要邑如旅順、天津和威海衛等，皆於建置基地炮臺的同時陸續設置了水雷營。此外還建設了如天津水雷電報學堂和大沽水雷學堂等培訓機構，並以第一線將領的實際經驗編成《水雷問答圖說》，反饋給學習操用水雷的兵丁。時至今日，水雷此一兵器在海疆防禦上仍扮演不可或缺的角色，其重要性可見一斑。

然而水雷在防禦海口時並非萬能，如果陸上炮臺和艦隊無法協同防禦，終歸無用。如中法戰爭期間，法軍即預先排除中方佈置的水雷。當年的《申報》中記載：「又云法兵船有一艘船首有巨網一具，可以撈取水雷云」。⁷²甲午戰爭期間，水雷的存在更使日軍為之忌憚，不敢貿然由海上正面強攻旅順以及威海等重要海軍口岸。而是採迂迴策略，事先調查水雷站之布置，改由陸軍登陸後先搶下對海及對陸炮臺，從而使水雷營失去屏護。如由結果論而言，容易使研究者產生水雷無用的錯誤印象。實則不然的是，水雷的存在不僅發揮了強大的嚇阻作用，使日軍不得不採登陸作戰先癱瘓之，方能包圍中方艦隊。即便是10年後的日俄戰爭期間，俄方亦在旅順布置大量水雷，迫使日軍死傷大量人力由後方搶占高地，才得以居高臨下砲擊俄軍艦隊，水雷之重要性與戰略嚇阻力可見一斑。

可以說，晚清西方水雷和魚雷傳入中國後在華發展的歷程，實為國人吸收外國最新的軍事技術和作戰經驗後，後加以內化的典型之一。事實上，遲至抗戰期間，國府海軍在喪失大多作戰艦艇後仍能持續於內河進行漂雷與布雷作戰，擊沉不少日軍艦艇。迄今水雷這項兵器的基本構造與性質仍與十九世紀時相去不遠，而其在作戰上的重要性依舊不減，可見其在海軍防禦的體系中仍佔有相當重要之地位。

徵引書目

(一) 史料

《申報》

《軍機處奏摺錄副》，國立故宮博物院藏。

《軍機處檔·月摺檔》，國立故宮博物院藏。

[英]史理孟撰，舒高第譯，鄭昌棖筆述，《水雷秘要》，上海：江南製造局，光緒六年刊本。

[清]文慶等編，齊思和等整理，《籌辦夷務始末·道光朝》，北京：中華書局，1964，初版。

[清]王平、李榮光、梁植等撰，《水雷問答圖說》，中央研究院傅斯年圖書館藏清光緒戊子十四年（1888）敦厚堂刊袖珍本。

[清]吳友如等繪，張奇明主編，《點石齋畫報：大可堂版》，上海：上海畫報出版社，2001，初版。

[清]奕譞、李鴻章、周馥等撰，《北洋海軍章程》，北京：中華全國圖書館文獻微縮複製中心，1994，初版，《北洋海軍資料彙編》，景天津圖書館藏本。

⁷² 〈福州消息〉，《申報》，1版，光緒十年七月八日(1884.08.28)。

- 〔清〕傅蘭雅撰，《江南製造總局繙譯西書事略》，收於張靜廬輯，《中國近現代出版史料》，上海：上海書店出版社，2003，初版。
- 〔清〕傅蘭雅譯，《電學問答》，南京：南京古舊書店，1992，《格致彙編》，景光緒六年(1880)天津機器局鉛印本。
- 〔清〕舒高第口譯，趙元益筆述，《爆藥紀要》，上海：江南製造局，光緒五年(1879)銅刻本。
- Ferdinand Dagenais 主編，《傅蘭雅檔案》，桂林：廣西師範大學出版社，2010，初版。
- Sleeman, C.W., *Torpedoes and Torpedo Warfare: Containing a Complete and Concise Account of the Rise and Progress of Submarine Warfare, Also a Detailed Description of All Matters Appertaining Thereto, Including the Latest Improvements*, Portsmouth: Griffin & Co., 1880.
- 中國第一歷史檔案館編，《光緒宣統兩朝上諭檔》，桂林：廣西師範大學出版社，1996.10，初版。
- 中國第一歷史檔案館編，《光緒朝硃批奏摺》，北京：中華書局，1995，初版。
- 世續等奉敕纂，《清德宗景皇帝實錄》，北京：中華書局，1985，初版，景北京第一歷史檔案館藏大紅綾本。
- 希里哈撰，傅蘭雅譯，華蘅芳筆述，《防海新論》，上海：江南機器製造總局，1894，三益齋校刊本。
- 李鴻章撰，《李鴻章全集》，合肥：安徽教育出版社，2008，初版。
- 張俠等編，《清末海軍史料》，北京：海洋出版社，1982，初版。
- 趙爾巽、柯劭忞等纂，國史館清史稿校註審查委員會校註，《清史稿校註》，臺北：國史館，1986，初版一刷。

(二) 近人研究

- Gray, Edwyn. *19th Century Torpedoes and Their Inventors*, Annapolis: Naval Institute Press, 2004.
- 王宏斌撰，《晚清海防：思想與制度研究》，北京：商務印書館，2005，初版。
- 王家儉撰，《李鴻章與北洋艦隊（修訂本）》，北京：三聯書店，2008，初版。
- 王揚宗撰，〈江南制造局翻譯書目新考〉，載《中國科技史料》第 16 卷第 2 期(1995)，頁 14。
- 石秀華、許暉、韓鵬、邢天安等編著，《水下武器系統概論》，西安：西北工業大學出版社，2013。
- 宗澤亞撰，《清日戰爭》，北京：世界圖書出版公司北京公司，2012，初版。
- 姜鳴撰，《中國近代海軍史事日志：1860-1911》，北京：三聯書店，1994，初版。
- 姜鳴撰，《龍旗飄揚的艦隊：中國近代海軍興衰史》，北京：三聯書店，2002，初版。
- 高田時雄撰，〈金楷理傳略〉，北京：中華書局，《日本東方學》第一輯，2007。
- 戚其章撰，《北洋艦隊》，濟南：山東人民出版社，1981，初版。
- 戚海瑩撰，《北洋海軍與晚清海防建設：丁汝昌與北洋海軍》，濟南：齊魯書社，2012，初版。
- 閨俊俠撰，《晚清西方兵學譯著在中國的傳播 1860-1895》，上海：復旦大學博士論文，2007。

The Introduction of The Naval Mine to Late Qing China and Its' Application in Bohai

HUANG Yuyang*

Abstract

Ever since the Mudan Incident of 1874, the Qing Empire began to see naval defence as a major national defense issue. The Bohai Bay, seaward entrance to Beijing, became the center of northern China's national defense. Since the introduction of the naval mine into China, this cost-effective defense weapon has attracted the attention of the military. It was later used to protect Bohai Bay from invasion. China has a long tradition of using underwater explosive weapons. During the reign of Daoguang, PAN Shicheng invited U.S. officers to develop the naval mine in Guangzhou and arranged a demonstration in Tianjing. They then authored a book "Shuilei Tushou" (The Underwater Mine with Illustrations). This was the beginning of Qing's imitation of western naval mines. As a highly cost-effective stationary weapon for coastal defense, it can be used to block the invasion of a sizable fleet during war time. Designers of northern China's defense, such as LI Hongzhang, saw it as a coastal defense marvel. Books such as *A Treatise on Coast Defense* and *Torpedoes and Torpedo Warfare* were translated into Chinese to make more people aware of modern naval mines. Under the guidance of LI Hongzhang, the Beiyang Fleet established a naval mine school to train mine specialists. Then the Qing setup naval mine deployment units at Dagu, Lushun (Port Arthur) and Weihaiwei Naval Bases along Bohai's coasts to defend Beijing. Based on their own experiences, these naval mine units authored a copy of *Naval Mine Q&A with Illustrations* (水雷問答圖說) as a training manual. Here we use archives, letters, memoranda, and translated military books by late Qing military officers to learn more about the forming of Qing's knowledge system for naval mine warfare in the Bohai coastline. How did the knowledge of naval mine entered China? How did they deploy naval mines in the Bohai area? We shall see the whole picture about marine mine's introduction and its use in the defense of Bohai.

Keywords: the Naval mine, Bohai, PAN Shicheng, LI Hongzhang, Sleeman, *A Treatise on Coast Defense*, *Torpedoes and Torpedo Warfare*, *Notes on Explosives, and Their Application in Torpedo Warfare*, *Electricity Q&A*, *Naval Mine Q&A with Illustrations*

* Doctoral Student, Department of History, National Chengchi University.

日逐雲霄：高魯與《空中航行術》*

吳彥儒 **

摘要

十九至二十世紀初，航空氣球的發展日益進步，但人們不以此滿足，進而發明能快速飛行的飛機，這不僅出於挑戰天空的雄心，更有高度軍事與商業價值的誘惑。是以世界各國競逐發展航空相關的科學知識與技術，如有機化學、材料科學、流體力學、機械學等。當時中國對西方航空科技的認識，仰賴聘請外籍教員或翻譯書籍，但外籍教員未必盡心，翻譯書籍內容多有簡略、失真、過時的問題，這些二手資訊轉傳使中國學習的速度緩慢。因此，內容即時且充實的航空知識書籍，在當時更顯得彌足珍貴。高魯(1877-1947)是中國近代最知名的天文學家與外交官，他在1905-1909年留學比利時布魯塞爾大學，課餘期間觀看飛行演示、蒐集航空書籍後編作為《空中航行術》，是第一手取得的航空知識。是書不僅收錄歐美各國發展航空的歷史與製作方法，亦收錄當時最新的各式航空器，為中國引介專業的航空科技。每種航空器都附上圖片，並附上中西文對譯表，讓讀者能深入理解相關知識及其來源。然而，或因高魯在天文學與外交工作的耀眼影響，此書鮮少受到航空史研究者的關注，實為航空史研究的遺珠。因此，本文擬運用清代檔案、民初航空書籍與報刊，考述作者的生平，再透過解析書中內容，了解近代中國如何透過科學書籍認識西方航空科技，尤其是航空氣球的運用，希冀藉此增補甲午戰後至民國建立前的中國航空史研究。

關鍵詞：高魯、氣球、飛艇、半硬式飛艇、飛車、飛機、空中航行術、航空史

* 本文初稿曾於中央研究院科學史委員會主辦之「第一屆科學史典籍與文化研讀工作坊」（臺北：2015.4）宣讀，宣讀與撰寫期間，承蒙北京故宮博物院郭福祥研究員、野柳海洋世界陳德勤醫師賜正，投稿後承匿名審查委員諸多指正，特此感謝。

** 國立臺灣師範大學歷史學系博士生

一、《空中航行術》誕生的晚清時代背景

十九至二十世紀初，航空氣球的發展日益進步，但人們不以此滿足，進而發明能快速飛行的飛機，這不僅出於挑戰天空的雄心，更有高度軍事與商業價值的誘惑。1783年，法國蒙哥費爾(Joseph and Étienne Montgolfier)兄弟發明載人氣球以後，人類終於踏上征服天空的第一步。然而，在人們震驚於飛行夢想實現之際，世界各國更關注到飛行科技的高度軍事價值。如時任美國駐法大使班傑明·富蘭克林(Benjamin Franklin, 1706-1790)看到蒙哥費爾的載人氣球後，就預想到未來以氣球執行傘兵空降作戰的概念。¹因此，航空科技的發展高低，象徵一國之國力與科技水平的強弱，歐美各國都競相進入航空科技的研發。

中國對航空科技的認識與發展，雖然相對歐美各國的時程更晚，但是透過與外國人交流和翻譯書籍，逐漸認識到航空科技的存在。目前已知中國最早對西方航空科技的認識，是道光二十三年(1843)出版，魏源《海國圖志》的〈西洋器藝雜述〉：

天船短小，其式如亭，可容十人。內置風櫃，極其巧如渾天儀，用數人極力鼓之，便能飛騰至極高之處。自有天風習習，欲往何處則揚帆用量天尺量之，至其處乃收帆，聽其墜下。相傳曾有被日火燒毀並曝死者，所以不敢頻用。²

可看出描述「天船」的功能如搭載人數、操作方式，以及早期航空器的飛安問題。但內容仍有失實之處，如氣球燒毀並非全部歸因太陽照射、事故率更非高到令人不敢常用，反之歐洲各國運用氣球進行大氣科學研究非常頻繁。³而後同治三年(1864)，英國人合信(Benjamin Hobson, 1816-1873)翻譯的《博物新編》，則敘述氣球運用氫氣飛行的原理，以及製造的方法與操作需知。⁴儘管如此，中國仍無法完全掌握航空氣球的製造方式，更遑論航空科技人才的培養。

然而，中國官方與民間陸續出版航空書籍或新聞報刊，外國航空資訊透過文字與圖像報導、亦或科幻小說等，不斷逐漸進入中國，使國人對於航空科技與其新聞有一定的關注與認識。⁵如同治十二年(1873)，《中西聞見錄》載英國人搭乘氣球飛越英倫海峽至法國，雖然發生墜落事故，顯示飛行的意外風險極高，但美國人並未因此畏懼，更製造意圖飛越大西洋的大型氣艇。⁶光緒十二年(1886)，《申報》報導法國製造的「飛舟」比氣球更輕便快速，運用電線連接水師船隻，成為水面部隊最佳的瞭望情報來源⁷；光緒二十七年(1901)，《知新報》報導外國戰役中運用氣球進行航空拍照，以獲得

¹ 賀本海默(T. A. Heppenheimer)著，曾育慧譯，《飛行簡史：從熱氣球到超越三倍音速》(臺北：商周出版，2003)，頁17-18。

² 魏源，《海國圖志》(上海：上海古籍出版社，2002，《續修四庫全書》，景北京大學圖書館藏清光緒二年[1876]魏光燾平慶涇固道署刻本)，卷94，〈西洋器藝雜述〉，頁2a(552)。

³ 劉昭民，《西洋氣象學史》(臺北：中國文化大學出版部，1981)，頁161-167。

⁴ 如操作人員需了解氫氣特性與使用量，避免遭遇閃電、下雨等天候因素或者人為操作問題，導致失火或爆炸。而升至高空時，人體會有氣壓、耳鳴、低溫與缺氧的等生理問題需要克服。合信撰，《博物新編》(東都：老皂館，1864)，〈一集〉，頁10a-b。

⁵ 姚峻主編，《中國航空史》(鄭州：大象出版社，1998)，頁11-14；姜長英，《中國航空史》(北京：清華大學出版社，2000)，頁59-64、76-84。

⁶ 《中西聞見錄》(坎培拉：澳洲國家圖書館藏清同治十二年[1873]刊本)，15號，同治十二年九月(1873.10)，頁23a-b。

⁷ 〈飛舟駭聞〉，《申報》，第4857期，1版，光緒十二年(1886.10.22)。

優勢情報⁸；光緒三十年(1904)，《東方雜誌》報導日俄戰爭時期，俄軍用氣球觀測日軍動向。⁹但這些歐美航空知識，一方面大多經由外國人轉傳翻譯，或者口耳相傳，一方面撰作者本身不具航空專業知識，致使內容過時已久或多有失真，尤其對運用航空器的國家、科學家、航空器名稱、操作方式的描述十分簡略。相對於此，專業的航空書籍或文章，更顯得彌足珍貴。(見表 1)

表 1 航空知識專門書籍或文章

年代	書名或篇名	譯著者	出處
1855	〈輕氣球〉	(英) 合信	《博物新編》
1876	〈論輕氣球〉	(英) 傅蘭雅	《格致匯編》
1894	〈輕氣球〉	徐建寅編	《格致叢書》
1901	〈飛機考〉	求自強齋主人編	《皇朝經濟文編》
1903	〈氣球考〉	于寶軒編	《皇朝蓄艾文編》
1909	《氣球學》	陸軍大學	
1910	《飛行車船圖說》	唐人杰	
	〈氣球與飛機沿革略〉		《國風報》第一期
	《空中航行術》	高魯	
	《空中經營》	徐有成、唐人杰	
	〈研究飛行報告〉	李寶焌	《東方雜誌》7卷12期
1911	〈空中飛行器之略說〉	杜就田	《東方雜誌》8卷1.2.3期

資料來源：姜長英，《中國航空史》(北京：清華大學出版社，2000)，頁 76。

上表的所列的航空科技著作，分別有翻譯外文著作、軍事教科書與留學生輯錄。宣統二年(1910)出版量增加，或與清廷的新式陸軍建立氣球隊，以及飛機正式商用運行有關。

在眾多航空書籍之中，《空中航行術》究竟有何吸引人之處，實可從序言觀之：

二十世紀之第八年，世人所目注而驚且駭者，莫如飛艇、飛車之進步。歐洲列強製造車艇，日逐逐於雲霄間，以得成功為快事。彼汶汶者流不揣其本，將曰是不過好奇之舉，何足輕重？而稍有所知者，則曰是軍中利器也，國勢強弱、軍事消長，艇與車能左右之……能昇騰歟？

⁸ 〈新製氣球〉，《知新報》，132期(1901)，頁 38-39。

⁹ 〈戰爭雜記〉，《東方雜誌》，6期(1904)，頁 263-264。

曰能；人身不翼，能高飛歟？曰能；人力不足，能持久歟？曰能。何也？有亞箕麥特（阿基米得）之定理也，有氣球也，有生力機也。惟製造家善自配合之斯，不難衝雲漢而舉鵬程焉。¹⁰

高魯指出二十世紀之第八年(1908)是航空科技進步「而驚且駭」的年代，這一年正是他留學比利時，得知萊特兄弟於法國跟美國公開表演飛行，正式宣告載人動力飛機成功發明的年代。只要善用阿基米得原理（浮力原理）、氣球與動力機，飛行絕對不是夢想。此時世界各國競相追逐研發飛行性能更加優越的各型飛艇、飛機，載人飛行器的研發象徵國家科研能力的高低，是掌握戰場優勢的關鍵要角。

高魯自言：「鄙人足旅歐土以來，注意航術，羨慕久之，課餘讀航空之歷史及冊報之專司，考究是術者，揭其精言集成小冊」¹¹可說明《空中航行術》是近代中國留學生對歐洲航空科技的第一手觀察記錄。今日由中國國家圖書館出版社的「民國圖書資料庫」中，可知第二版與第三版的《空中航行術》（見圖1）的樣貌，全書含附錄翻譯對照表，共一百七十頁。其凡例說明此書的修纂目的與使用方法。¹²首先指出歐洲各國的航空書籍，並未依據航空器的特性與飛行原理分類，使得讀者不容易閱讀。為便於讀者理解，將此書所收航空器分為二部，一是「輕於氣者」，即航空氣球、氣艇類；二是「重於氣者」，即動力飛機、滑翔機、直升機。其次，指出外國航空書籍對航空器的製造法與歷史並未一併論述，讀者不易理解製造的背景與因素，故本書將製法與歷史合編。第三，附上中文與外文的對照表，同時依照書中出現順序排列，以便讀者參考。最後，每個航空器都有附圖佐證。¹³

《空中航行術》對航空史的專業、存真與可讀性，是其最大價值所在。該書出版二年就已刷印到第三版，民國七年(1918)刷印到第五版，¹⁴《教育雜誌》的評介「詳其歷史、述其製法，附圖百數十幅，備極明瞭。吾國有欣慕航空事業者，取而讀之，其興趣有涯也，吾故樂為介紹之」¹⁵、《申報》亦有販賣廣告言此書「讀之尤饒興趣」¹⁶，說明市場接受度高，能增加大眾對航空知識的認識。又，清末民初的知名劇作家洪炳文(1848-1918)十分推崇高魯與此書，他在宣統二年(1910)購得《空中航行術》後，大量引其內容撰為《空中飛行原理》，並強調航空科技對國家發展的重要。洪炳文在當年夏五月把《空中飛行原理》書稿送交閩浙總督兼署船政大臣松壽(1849-1911)、浙江巡撫增韞(1860-1921)，稱許高魯是航空技術的人才，希望政府加以獎賞任用，並請求刊印《空中飛行原理》，依是書內容建立球隊學堂等培養航空人才。¹⁷惟松壽未接受洪炳文的請求，且高魯回國後即忙於外交與天文工作，

¹⁰ 高魯，《空中航行術》（上海：商務印書館，1913，三版），〈序〉，頁1。

¹¹ 《空中航行術》，〈序〉，頁1-2。

¹² 二版與三版的不同，在於二版有一頁勘誤表，修正13項別字，翻譯名稱對照僅有飛機名稱與地名；三版則刪除勘誤表，增加一頁意譯、三頁譯名。高魯，《空中航行術》，〈凡例〉，頁1；《空中航行術》，（上海：商務印書館，1910，二版），附錄頁1-2、版權頁。

¹³ 然而，其外文刊刻或校對仍有不完美之處，如書中外文包含法文、德文、英文與拉丁文，經考察後可見缺字與別字的情況，且中文譯法與今日不同。本文將重新考察原書的原文、譯文，將正確的原文與今日慣用的譯文置於其後，校對相關史事的時間軸與內容，以便於讀者閱讀。

¹⁴ 姜長英，《中國航空史》，頁76。

¹⁵ 〈介紹批評—空中航行術〉，《教育雜誌》，2卷5期(1910)，頁3-4。

¹⁶ 〈商務印書館庚戌年春季出版新書廣告〉，《申報》，1版，宣統二年(1910.5.9)。

¹⁷ 洪炳文，浙江人，光緒十六年(1890)入國子監讀書，成為歲貢，後鄉試落榜，轉為餘姚縣學訓導、教諭，對科學技術知識十分有興趣。潘吉星，〈洪炳文及其《空中飛行原理》〉，《中國科技史雜誌》，4期(1983)，頁62-66。武田雅哉著，任鈞華譯，《飛翔吧！大清帝國：近代中國的科學幻想》（臺北：遠流出版社，2008），頁97-102。

此事無疾而終。但此例或可說明《空中航行術》能多次再版、吸引一般讀者目光，讓民眾有興趣更深入了解飛行科技的重要。

表 誤 勘									
文譯	表譯	地	二〇	三〇	九五	八九	七六	七六	一四
			行	六	九	五	五	三	九
			一	以第 下四 字	以第 下八 字	二 五	以第 下八 字	三 五	第 十二 字 以下
法國 下四 改作 四二字	採 捨	精推 理究	易動因 之而平 理有面 變移	自 當 外船 骨有	船 接 在	球體 形成	誤		
	採 捨	近 時 精推	易移常 動因 而平 變面	日 營	骨架 之 爲	架 限 定	合編 繩以 成球 形繩	正	

圖1 《空中航行術》二版勘誤表

資料來源：《空中航行術》（上海：商務印書館，1910，二版）。

二、高魯的知識背景與留學經歷

高魯(KAO Lu, 1877.5.16-1947.6.26)，字曙青、叔欽，福建省長樂縣人，是中國近代最知名的天文學家與外交官，歷任中央觀象臺長、中央研究院天文研究所所長、中華民國駐法國公使等職。著有《空中航行術》、《積分精義》、《圖解天文學》、《日晷通論》、《相對論原理》、《中央觀象臺之過去與未來》、《星象統籤》等書。高魯在天文學與外交工作的耀眼光芒，致使學界對高魯在清末的經歷知悉較淺，鮮少注意其對中國航空發展的重要貢獻。因此本文擬運用清代檔案、民初航空書籍與報刊，考述作者的生平，探查其對清末民初航空技術知識引進與發展的影響。

高魯在福州船政學堂就學到前往比利時留學的期間，今人有不同的說法。¹⁸較為可信的經歷，是光緒二十一年(1895)就學於福州九彩園，光緒二十四年(1898)考入福州船政學堂的後學堂駕駛班。¹⁹而在船政學堂時期則有異說，高魯的孫子高三滬指其於光緒三十年(1904)畢業，再獲派比利時留學。²⁰沈岩指高魯是第十六屆駕駛班肄業；²¹張俠等人輯錄的畢業生名單未見高魯。²²《中國名人錄·第三

¹⁸ 今人的傳記辭典，不僅記載有別，更無史料來源，故以高魯的後人撰述與報刊內容為主。見劉國銘主編，《中國國民黨百年人物全書》（北京：團結出版社，2005），頁1810。張憲文、方慶秋、黃美真主編，《中華民國史大辭典》（南京：江蘇古籍出版社，2001），頁1526。科學家傳記大辭典編輯組編輯，《中國現代科學家傳記·第六集》（北京：科學出版社，1991），頁269。

¹⁹ 高宇彤主編、長樂市地方志編纂委員會編，《長樂市志》（福州：福建人民出版社，2001），卷40，〈人物〉，〈近現代人物傳〉，頁996-998。《江聲報》〈榕市各界公祭高曙青〉，第三版，民國36年8月18日（1947.8.18）。〈我國天文學權威監委高魯病逝福州〉，《氣象通訊》，2卷8期（1947），第三版。

²⁰ 高三滬，〈中國天文學會的創始人—高魯〉，《學會》，4期（1985），頁41-42。

²¹ 沈岩，《船政學堂》（臺北：書林出版有限公司，2012），頁133。

²² 張俠等編，《清末海軍史料》（北京：海洋出版社，2001），頁438。

版》則未載年代，僅錄高魯就讀建築科三年，畢業後轉往修築鐵路三年，再前往比利時布魯塞爾大學留學九年。²³



圖2 高魯(左)、出使比國大臣楊兆鑾(右)

資料來源：高魯，《空中航行術》（上海：商務印書館，1913，三版）、《東方雜誌》，1卷11期（1904），〈圖畫〉，頁2。光緒三十年十一月二十五日。

因史料的缺漏與今人研究歧異，無法確定高魯是否完成福州船政學堂的學業與年份，但可相信他能出國留學與修築鐵路一事有關。光緒三十年（1904），川漢鐵路公司成立後，清廷急需鐵路、礦業相關人才。四月初四日，四川總督錫良（1853-1917）奏示比利時的路礦之學相當發達，且出國游學經費較其他國家低廉，建請派留學生前往學習相關實業獲清廷同意。錫良選募四川官員士子十二名，由江西議敘知縣劉鍾琳為出國監督，再選翻譯員隨行。²⁴這批留學生至上海後，川漢鐵路總辦馮川皋來電，增加通曉法文的五名學生隨行，高魯即為此次川漢鐵路公司提供的公費生之一，一行人於是年六月抵達比利時，由出使比國大臣楊兆鑾（1854-?）接待。²⁵（圖2）

據今人研究成果，高魯不僅擔任翻譯員，本身亦留學比利時布魯塞爾大學（今布魯塞爾自由大學，Université libre de Bruxelles）礦學系，以飛機翼的力學計算獲得工科博士學位。²⁶高魯於留學期間十分關注歐陸航空科技發展，不僅收集相關雜誌與報刊，更親身前往飛行表演場地觀察，將所有見聞撰作為《空中航行術》。²⁷此外，今人說法尚有疑竇，即其所學與畢業論文不是同一門學科領域。今查袁同禮編〈中國留歐大陸學生博士論文目錄〉與布魯塞爾大學圖書館藏並無高魯的學位論文記

²³ 上海密勒氏評論報編，《中國名人錄·第三版》（上海密勒氏評論報，1925），頁408-409。

²⁴ 王慶餘，《留比學生史》（臺北：光啟文化事業，2011），頁34。錫良，《錫清弼制軍奏稿》（《近代中國史料叢刊續編·第十一輯》（永和：文海出版社，1974-1983），卷五，〈請獎派赴比美各員生先行奏明立案片〉402-403。《申報》，13版，〈四川總督錫良奏請出洋肄業官員懇恩俯准飭部立案片〉，1904年6月24日。

²⁵ 《留比學生史》，頁34。梁啟超批評選派學生的過程不公正，與其法文素質低落。飲冰（梁啟超），〈比國留學界報告〉，《新民叢報》，第8號（1904），頁66-69。

²⁶ 陳遵鳩，〈中國近代天文事業創始人—高魯〉，《中國科技史料》，3期（1983），頁66-70。《留比學生史》，頁408。

²⁷ 另，當時亦有留比學生孔慶睿在留歐監督處的資助下，於1910年自製飛行器試演成功。李喜所主編、劉集林等撰，《中國留學通史·晚清卷》（廣州：廣東教育出版社，2010），頁297。

錄。²⁸這或是二次大戰期間，布魯塞爾大學圖書館遭兵火肆虐，損失大量圖書與記錄的關係，以致無從得知。

三、第一部：「輕於氣者」的氣球與飛艇

《空中航行術》第一部分為介紹「輕於氣者」的飛行器，即使用重量比空氣更輕的湯氣（熱氣）、輕氣（氫氣）與煤氣為升力的航空氣球與飛艇。²⁹此部首先介紹最基礎的自由航行氣球製法，說明飛行原理主要依據亞箕麥特之定理（阿基米德原理 Archimedes's principle；浮力原理）：

球之能升，賴其固有之力，謂之升騰力。欲知此力從來，但知全球之重，及空氣被球所占，其重若干足矣。設以球重為天，空氣被占於球者，其重為地，而升騰力為人，當得方程式如下：天+地=人。³⁰

從氣球的重量加上氣球在空氣中占據的重量，就可算出所需的浮力（人）。同時，飛行必須注意空中的氣壓變化，因氣體會隨著飛行高度升高而膨脹，避免氣體快速膨脹而導致氣球炸裂。更需注意導致升力下降的各種因素，如氣球外皮漏氣，或用煤氣時，容易因日照導致煤氣分解成水與空氣，導致升力降低而墜落。

而氣球的操控部分，可運用晴雨表（氣壓計）來測量高度，用驗力器（測力計）檢查升力大小。若需要升高，只要拋棄部分沙袋來減輕重量；要下降或落地，則以纜繩控制宣洩氣體，接近地面時，用錨拋抓地表的樹木，再以人力拉近降落。（這些器材可見圖3）後面，介紹氣球的歷史與今日使用狀況，共分七個段落，分別是氣球之歷史、氣球為科學用者、長久之航行、升高之極度、氣球為戰事用者、附比利時嚮球學堂之試演、百年來之氣艇。

（一）氣球之歷史

本段說明航空氣球發展的歷程，基於氣體化學的進步，人類終於能夠實現飛行於空的夢想。1766年，英國人卡文迪西（Henry Cavendish, 1731-1810）發現氫氣的密度不到空氣十分之一與其漂浮特性。法國人蒙哥費爾兄弟以此為靈感，於1783年運用粗麻布、紙做成總重500英磅（約226公斤）的熱氣球，並試飛成功。他們在巴黎城郊試驗氣球飛行，乘載公雞、白鵝、綿羊各一隻，安全飛行至高度五百公尺後降落，動物皆安然無事，藉此知道五百公尺為安全飛行高度。³¹稍後，法國物理學家薩勒(Charles-Augustin de Coulomb, 1736-1806)改以氫氣球載人飛行，由巴黎起飛，飛行高度最高達到三千三百公尺，最後在距離巴黎二十二公里處的村庄降落。³²

（二）氣球為科學用者

載人氣球成功後，科學家們搭乘氣球來進行科學觀察與研究，加快近代科技發展的速度。如法國人何白生(Robertson)提出地心引力的多寡與離地面距離成正比，離地面越遠則引力越少。何白生的說法令各國科學家懷疑真偽，當他到俄國聖彼得堡後，與俄國科學家共乘氣球，才令俄國科學家

²⁸ 袁同禮編著，〈中國留歐大陸各國博士論文目錄〉，收於《袁同禮著書目匯編·三》（北京：國家圖書館出版社，2010）。

²⁹ 煤氣是乾餾煤炭後的產物，成分有甲烷、氫、乙烯、一氧化碳等。

³⁰ 《空中航行術》，頁3-4。

³¹ 《空中航行術》，頁7-9。

³² 《空中航行術》，頁9-12。

認同其說。³³持相反意見者，如法國的畢窩(Jean Baptise Biot, 1774-1862)、格呂沙(Louis Joseph Gay Lussac, 1778-1850)認為其實驗時指南針不斷旋轉，是因氣球不斷旋轉之故，而不是引力的問題。1804 年，他們搭乘氣球，分別在六千五百公尺與六千六百公尺的高空擷取空氣，分析後發現兩者與地表氣體無甚差距。³⁴

1850 年 6 月 29 日，法國科學家嘗試在颶風時搭乘氣球升空觀察，氣球升空後不到數分鐘卻急速爬升到五千八百公尺，為避免氣球膨脹過快炸裂，緊急於球下刺洞洩氣，最後墜落於葡萄架上。一個月後，又用該氣球再飛行一次，這次他們飛到七千多公尺高空，氣溫已接近攝氏零下三十九度，達到水銀的冰點。經過此次實驗，科學家確定人類能夠飛升的安全高度為七千公尺上下，並知道距離地面每上升一百六十五公尺，氣溫就減低一度。³⁵

1862 年，英國劍橋天文臺助教克勒塞(James Glaisher, 1809-1903)與其助手郭士潘(Henry Tracey Coxwell, 1891-1900)一同搭乘氣球升空，至八千八百三十八公尺後，其隨行的鴿子已死亡，克勒塞因缺氧而昏迷，郭士潘在失去行動力前將汽閥打開使氣球下降。以其飛升的速率來推算，最高應到達海拔一萬一千公尺。³⁶(圖 3)這是人類史上第一次不靠氧氣供應與加壓保護衣，而飛行到的最高高度，是一般大型生物無法存活的平流層，為今日民航客機的飛行高度。

(三) 長久之航行與升高之極度

1875 年三月與四月，在法國科學會的建議下，由法國化學家狄桑地(Gaston Tissandier, 1843-1899)、格洛西(Joseph Crosé Spinelli, 1845-1875)、施文(Théodore Sivel, 1834-1875)等人進行飛行時間長度與高度的實驗。³⁷1875 年 3 月 23 日，施文、狄桑地兄弟、格洛西等五人，搭乘施文製造的三千立方煤氣球，於下午六點二十分起飛，至晚間十點四十分下降。這是載人氣球發明二年以來最久的滯空時間，他們在上面進行光學、溫濕學、氣候學、空中電氣學等實驗，並記錄空氣在不同雲層與月亮光暈的變化。³⁸

1875 年 4 月 15 日上午十一點三十五分，狄桑地、格洛西、施文三人在幾分鐘內升高至三千三百公尺。下午一點二十分，高度七千公尺，呼吸逐漸困難，

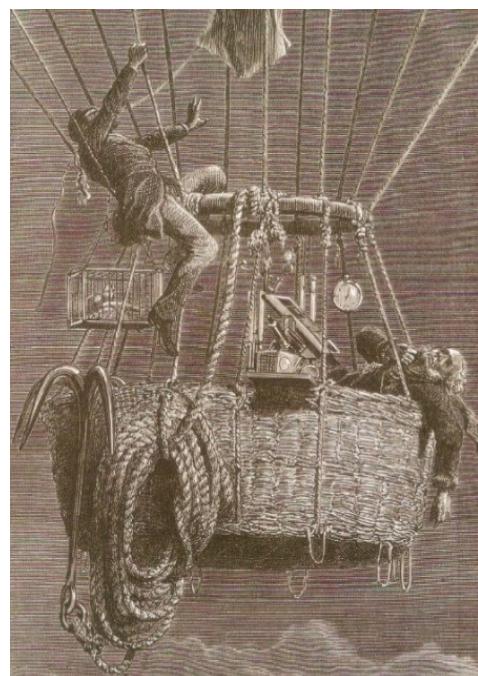


圖 3 Glaisher 與 Coxwell 的氣球飛行記錄
資料來源：Richard Holmes. *Falling Upwards: How We Took to the Air: An Unconventional History of Ballooning.* (New York: Vintage Press, 2014) pp 214.

³³ 《空中航行術》，頁 12。

³⁴ 《空中航行術》，頁 12-13。格呂沙是法國知名的物理學與化學家，於 1801 年發現氣體膨脹及反應定律，有助於近代氣象科學的進步。《西洋氣象學史》，頁 161-162。

³⁵ 《空中航行術》，頁 13-14。

³⁶ 克勒塞是英國氣象學會創始人之一，高魯記克勒塞為劍橋大學教習，應有誤。《空中航行術》，頁 14-15。《西洋氣象學史》，163 頁。

³⁷ 《空中航行術》，頁 15。

³⁸ 《空中航行術》，頁 15-16。

需依靠氧氣支持。稍後，狄桑地記錄自己手部凍傷，同伴仍健在，景色已稍可看見地球邊緣。氣球持續升高至七千五百公尺，三人皆失去意識。下午兩點零三分，狄桑地恢復意識，記飛行高度為八千公尺，氣溫攝氏零下八度，隨後又失去意識，於下午三點三十分落地。從其墓碑與外國研究記載，當時實際飛行至八千六百公尺，由於保暖與氧氣等保護準備不足，也忽略氣壓對人體的影響，狄桑地因氣壓與低溫導致耳聾，另兩人則身亡。法國以二人捨身從事科學研究，製作銅像、立碑紀念之。³⁹（見圖 4、5）當年《申報》翻譯英國《泰晤士報》內容，兩期僅共用 175 字簡略敘述事故人數與經過。⁴⁰



圖 4 狄桑地、格洛西、施文

資料來源：英文維基百科。⁴¹

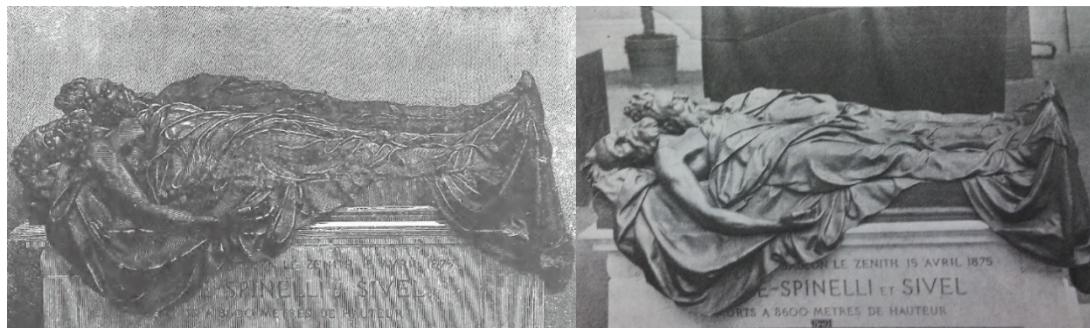


圖 5 格洛西、施文之墓

資料來源：《空中航行術》，頁 22。Richard Holmes. *Falling Upwards: How We Took to the Air: An Unconventional History of Ballooning*. pp 299.

儘管航空氣球有極高的事故風險，仍無法阻止各國科學家投入研究。德皇威廉二世(Wilhelm II)每年捐五萬馬克贊助德國柏林空中航行會，在經費與人力充足的情況下，每年都進行可觀的飛行科學實驗。柏爾生(Arthur Josef Stanislaus Berson, 1859-1942)的高空實驗得此之助，隨即超越狄桑地等人

³⁹ 《空中航行術》，頁 17-23。Richard Holmes. *Falling Upwards: How We Took to the Air: An Unconventional History of Ballooning* (New York: Vintage Press, 2014). pp 298-299.

⁴⁰ 〈雜識二則〉，《申報》，952 期，02 版，光緒元年(1875.6.5)；952 期，02 版，光緒元年(1875.6.11)。

⁴¹ https://en.wikipedia.org/wiki/File:Tissandier,_Gaston,_par_Li%C3%A9bert,_BNF_Gallica.jpg、
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Croce-Spinelli.png>、
https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Th%C3%A9odore_Sivel#/media/File:Sivel.png

的記錄。1894年12月4日，上午十點二十八分，他一人搭乘氣球，十五分鐘內升空至二千公尺，十一點四十九分，達到六千公尺，氣溫零下二十五度。中午十二點整，柏爾生開始用氧氣，高度六千七百五十公尺，氣溫零下二十九度。高度八千二百公尺時，柏爾生想起格洛西、施文二人即在此高度為學術捐軀，至八千五百公尺時，又想起英國人克勒塞曾於1862年達此高度。至十二點四十九分，高度達到九千一百五十公尺，從起飛至今已二小時二十分，氣溫零下四十七度九分。此時，氣球已無法再升高，籃框內僅存六個沙袋，為降落安全著想，停止繼續飛升，並記下這是人類未曾達到的高度。最後花三小時下降，距離起飛地點約三百一十公里。⁴²

而後，法國人笨生(Benson)進行兩次升高極限實驗，第一次升高至九千一百五十公尺，七年後飛達一萬零三百公尺，打破先前記錄。又發明了量空球，即無人的自由氣球，上面裝設溫度、高度、氣壓等測量儀器，藉此在人類無法到達的空域進行氣象研究，最高能飛行至一萬五千公尺，測得氣溫零下七十度，各國每年皆固定施放量空球進行科學研究。⁴³

(四) 氣球為戰事用者

在十八至十九世紀的戰役中，可見許多在戰場上的航空氣球。以法國為例，奧法戰爭期間，法軍於莫不是(Mobeuche)、撒梨花（沙勒羅瓦，Chaleroi）等戰役，靠著航空氣球獲得軍隊移動情資，藉此指揮作戰得勝。1794年，法國政府下令製造氣球以備軍中偵察之用，在車或船艦上以繩索牽引一個觀測氣球，用以觀測與傳達軍情。⁴⁴（圖6）法國歷年的軍事行動皆仰賴隨軍氣球，故在駕里麥登(Calais-Mendon)⁴⁵設立氣球學校，以便製造軍用航空氣球與訓練操作人才。其他如1795年，法國與奧國交戰於馬亦行斯(Mayence)即美因茲戰役(Battle of Mainz)；⁴⁶1814年，法荷的桑埠(Sembre)戰役；1862年，美國南北戰爭；1869年荷奧的惠女墟詞(Flurus)戰役；1870年，普法戰爭期間，普魯士軍包圍巴黎城五個月，期間法軍依靠六十八個氣球對外聯繫；⁴⁷1880年，英法埃及戰役。⁴⁸日俄戰爭的旅順戰役，駐防的俄軍沒有氣球，緊急從滿洲以鐵路運送氣球到旅順。氣球使用不久，墜落至日軍陣地，遂為日軍所用。俄軍則就地購買材料複製氣球。⁴⁹

1885年，中法戰爭，法國也運用氣球攻取安南，戰後以繪圖慶祝勝利。⁵⁰（圖6）據《申報》載述法軍用摩頓處軍器廠絲製氣球九個，不僅可以用以觀測敵軍情形，人員乘載處設計如船，攜帶足夠的糧水，一旦落海能夠正常航數日。⁵¹時任旅長尼格里(François Oscar de Négrier, 1839-1913)曾搭乘氣球觀察清軍佈署位置，藉此攻克諒山。⁵²

⁴² 《空中航行術》，頁23-26。

⁴³ 《空中航行術》，頁26-27。

⁴⁴ 《空中航行術》，頁28-29。

⁴⁵ 應為 Chalais Meudon，在巴黎西南方九公里，為法國航空事業的研發基地。

⁴⁶ 高魯記為德法戰爭，有誤，應為法奧戰爭。《空中航行術》，頁33。

⁴⁷ 《空中航行術》，頁34。

⁴⁸ 《空中航行術》，頁33-34。

⁴⁹ 《空中航行術》，頁35。

⁵⁰ 《空中航行術》，頁34。

⁵¹ 〈氣球到越〉，《申報》，3948期，1版，光緒十年(1884.4.12)。

⁵² 〈法用氣球〉，《申報》，4255期，3版，光緒十一年(1885.2.20)。

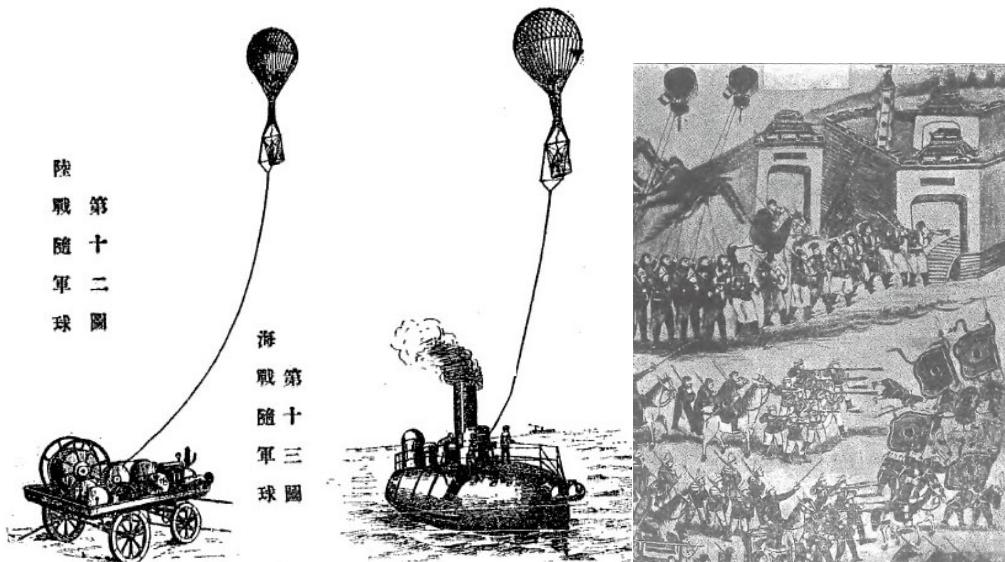


圖 6 陸軍與海軍的觀測氣球、法軍利用氣球攻打安南

資料來源：《空中航行術》，頁 28、35。

(五) 附比利時嚮球學堂之試演

比利時氣球學堂(Ecole de pilotes)成立於 1908 年，是年五月十日舉行飛行試驗，乘載二名教員、二名學生。上午十點四十五分起飛，下午兩點降落，共計航行九十六公里，每秒約移動九公尺。⁵³（見圖 7）氣球在空中航行時，隨著順風或逆風，會遭遇到大小不同的風阻。法軍的氣球多為圓形，風阻較大；因煤氣會隨高度而膨脹外洩，除增加額外的風阻以外，更容易因外皮變薄，容易破裂。⁵⁴經由多次實驗後，得知一千立方的圓形煤氣球僅能用於風力十公尺以內，氣球的大小與煤氣立方數皆可按比例推算。⁵⁵一般觀測氣球的煤氣容量為三百或四百立方，若風力達到三至五公尺，亦無法執行任務。⁵⁶

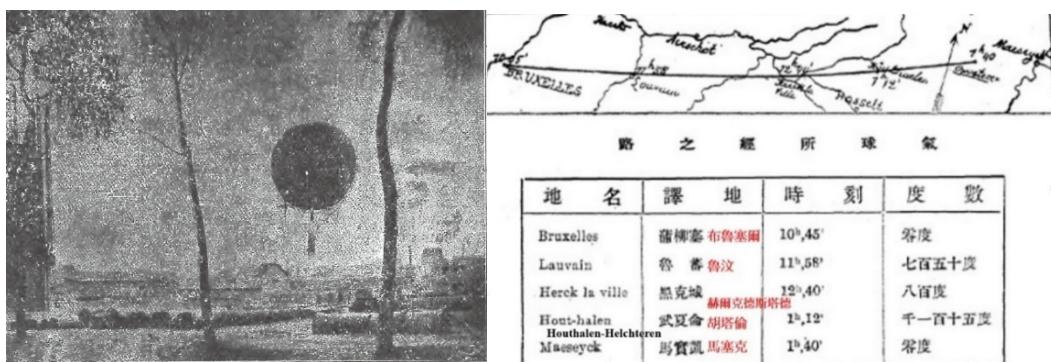


圖 7 比利時氣球學堂飛行實驗與飛行距離數據

資料來源：《空中航行術》，頁 30、31。

⁵³ 《空中航行術》，頁 29-33。⁵⁴ 《空中航行術》，頁 46。⁵⁵ 《空中航行術》，頁 47。⁵⁶ 《空中航行術》，頁 47-48。

而後，德國中尉巴爾士爬(August von Parseval, 1861-1942)，將氣球改製為長條圓柱狀，從1893與1898的德國隨軍氣球，可以承受每秒二十公尺風速。同時將氣球分為上下二半部，上半部填裝煤氣，作為升力來源；下半部為空氣，作為迎風面之區域，讓空氣灌入以平衡球中氣壓。這樣的設計也可以減少氣壓外洩導致氣球破裂的因素，並輔以尾舵、側翼等增加操作敏捷性。⁵⁷（圖8）

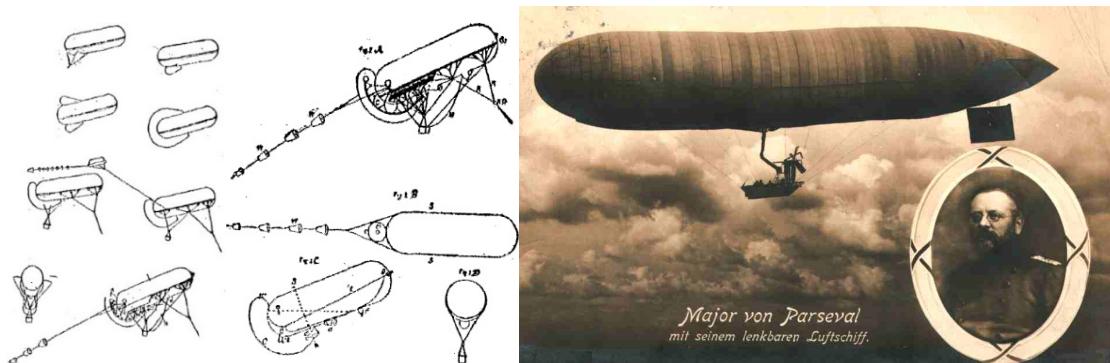


圖8 (左) 1893&1898年德國隨軍氣球；(右) 巴爾士爬飛艇

資料來源：《空中航行術》，頁48。http://www.zeppelinfan.de/images/content/parsev_01.jpg

軍用氣球的戰場價值不斷提升，甚至成為新的致命武力，令歐洲各國開始立約限制彼此的氣球研發，亦影響中國航空科技的發展。1907年，歐洲十五國會議，訂定各國的氣球研發特權，禁止仿製彼此的氣球。而隨軍氣球，大小雖無定例，然亦未可超越常度。如隨軍氣球，多容六百立方至千二百立方不等，而氣象球多在百立方之下，至於通信氣球，則十立方或四十立方即可。歐洲列強立有氣球萬國公會，會有定章，藉資考究，偵各國之進步。會中大事，投票決之，以所用全年灌注氣球煤氣多寡，定投票權之數。每二十五千立方，得一票投票之權。⁵⁸（圖9）

國名	煤氣立方數	投票權	煤氣立方數	投票權	煤氣立方數	投票權
法蘭西	三一〇四七一	十二	四六八九〇五	十二	四九一〇〇〇	十二
德意志	二〇二二〇〇	八	三〇八一九〇	十二	四九六四一九	十二
英吉利	二〇〇〇〇	二	二〇六〇〇〇	八	二三八八五四	十
意大利	三三〇〇〇	一	一四八〇〇〇	六	八九三〇〇	四
西班牙	二〇〇〇〇	一	~~~~~	»	一〇八三四五	五
瑞典	~~~~~	»	一〇〇〇〇	一	九〇〇〇	一
比利時	六七〇〇〇	三	一二九〇〇〇	五	二〇七〇〇〇	九
瑞士	七〇〇〇〇	一	二五九〇〇	一	二三一〇〇	一
奧大利	~~~~~	»	~~~~~	»	一九二二〇	一
美利堅	二〇〇〇〇	一	三三九〇〇	一	七〇四二七	三

圖9 1904-1907年歐洲各國氣球煤氣立方數比較表

資料來源：《空中航行術》，頁51。

⁵⁷ 《空中航行術》，頁48-49。

⁵⁸ 《空中航行術》，頁50。

本表僅記自由氣球的部分，飛艇與軍營實驗之煤氣立方量則不列入考量，但仍可見各國氣球增長的快速，如西班牙與比利時都在三年內成長三倍以上。此外，1899 與 1907 年的海牙公約，嚴禁從氣球或飛艇上投放炸彈，清廷亦參此項軍事限制，起於 1900 年 9 月 4 日，止於 1905 年 4 月 4 日。⁵⁹ 1907 年，比利時希望各國再度簽約禁止用氣球空擲炸彈，但法俄認為此舉阻礙戰術進步、英國認為不須約束，航空軍備限制遂告解除。⁶⁰

(六) 百年來之氣艇

飛艇創製始於 1783 年法國麥士烈的飛艇，至今已有一百二十五年歷史，高魯列舉當時國際之間著名的三十二項飛艇，述說其歷史、優缺點與使用狀況。以下將書中羅列的飛艇，分為設計失敗或未製造與實際飛行操作兩項敘述之。

1. 設計失敗或未製造

(1) 麥士烈(Meusnier)之飛艇遺稿、羅柏之氣艇與士古澤之遺稿

麥士烈博士(Jean Baptiste Marie Charles Meusnier de la Place, 1754-1793)於二十九歲獲得法國梅濟耶爾皇家工程學院(École royale du génie de Mézières)的博士會員資格，其設計的飛艇長八十四公尺寬四十二公尺，以不透水的綾絹製成，能夠容納八十立方的氣體，利用球內煤氣與球外空氣的密度差距保持球型，後來的飛艇製造多以此形制為基本依據。⁶¹

羅柏(Robert)的飛艇設計為球高十八公尺、寬十二公尺，氣球下方為長方形駕駛區，後方配置舵、槳以控制方向。1893 年 7 月 15 日，羅柏兄弟試飛時遭遇狂風，操控升降的氣球機關損壞，所幸同行的貴族友人以旗桿戳破氣球，緩慢洩氣迫降成功。⁶² 1898 年，士古澤(Scott)公布改良自羅柏的飛船設計圖稿，獲得許多資助，惟準備開始製造時，適逢法國大罷工，其事乃止。⁶³

(2) 湯生、白丁之飛艇與孫笙父子之遺稿、于舒里音之飛艇

當時飛艇的氣球設計，不論用幾顆都是同時注入氣體，湯生(Trauson)則設計以兩顆氣球，輪流注入氣體做為升降調節，迥異於他人。白丁(Pétin)依其設計製造，氣球由兩顆增為四顆，附上橫向風帆二具。但白丁並非科學專家，其設計法遭受其他科學家反對，法國政府認為飛行安全堪慮，禁止其試飛。白丁輾轉英、美尋求支持，最後獲美國政府同意試飛，但出航後隨即墜海，飛行失敗。⁶⁴ 孫笙(Samson)的飛艇外觀如魚，前方配圓錐如魚頭，後方尾鰭用於控制方向，左右配有小翅膀協助起落。其起飛與降落不需依靠沙袋與宣洩煤氣，只要調整螺旋機的方向即可。但因無經費，設計上又過於依賴人力，沒有成功製造。⁶⁵ (圖 10)

⁵⁹ 中央研究院近代史研究所檔案館藏外務部檔案，〈知照萬國弭兵會禁用氣球下繫砲彈炸子第一次批准五年為限本年九月初四日止已滿限由〉，光緒三十一年九月二十六日(1905.10.24)。館藏號 02-21-008-02-039。

⁶⁰ 〈空中施戰問題〉，《申報》，12403 期，18 版，光緒三十三年(1907.8.10)。

⁶¹ 《空中航行術》，頁 52-53。

⁶² 《空中航行術》，頁 53-54。

⁶³ 《空中航行術》，頁 55。

⁶⁴ 《空中航行術》，頁 56-58。

⁶⁵ 《空中航行術》，頁 58-59。

1850年冬季，錶匠于舒里音(Jullien)以長圓形的氣球取代常見的球形，製作七公尺的小艇，藉其鐘錶機械技術的轉換，在巴黎試飛時能靈巧的迴轉與升降，即使逆風而行仍能穩住不動。但其並無財力依比例製作更大型的飛艇，遂無後繼。⁶⁶

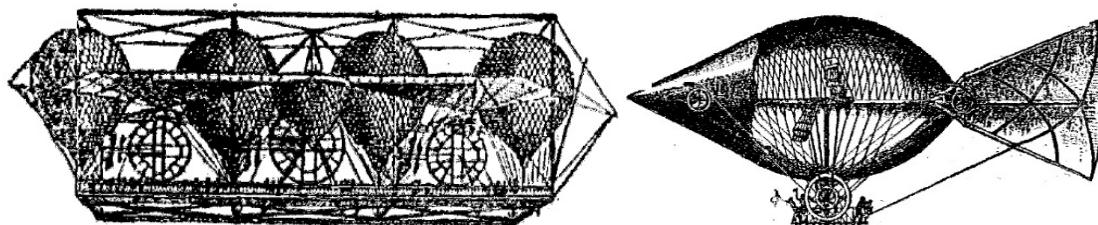


圖 10 湯生(Trauson)、白丁(Pétin)之飛艇（左）與孫笙之飛艇（右）

資料來源：《空中航行術》，頁 57、58。

(3) 义爾子之飛艇

1896年，在德皇的支持下，义爾子(Schwarz, ?-1896)以錐圓及長圓兩種外型結合製作全硬式氣球，長度達四十公尺，配有二十匹馬力的發動機、一具起飛用螺旋槳、三具推進用螺旋槳。但硬式氣球不易填充氫氣，導致試驗多次失敗。1897年，他過世後由妻子繼續推行計畫，終於成功在柏林起飛三百公尺，但最後因操作不當墜毀，所幸無人傷亡。高魯認為硬式氣球有三項缺點，一是球體堅硬沒有伸縮性；二是球體分有多層，灌注氫氣的時間較長；三是無法長時間飛行，雖能飛行但不好用。⁶⁷（圖 11）

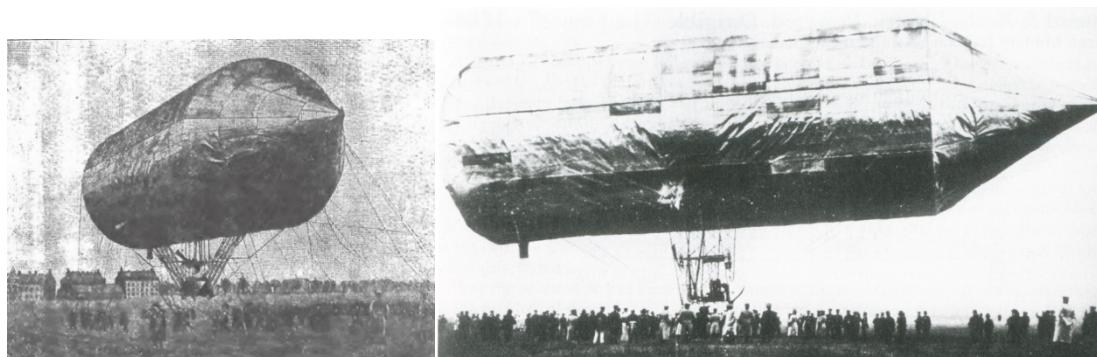


圖 11 义爾子之飛艇

資料來源：(左)《空中航行術》，頁 74。(右) Daniel George Ridley-Kitts MBE. *Military, Naval and Civil Airships Since 1783: The History and the Development of the Dirigible Airship in Peace and War.* (Stroud :The History Press. 2012) pp. 29

2. 實際飛行操作

(1) 勒絡克士、埃迫來奧與著脾特勒姑之飛艇

法國步兵統領勒絡克士(Lennox)與埃迫來奧(Enbriot)設計的「飛鷹」氣艇，以精細綾絹為外皮，能蓄氣十五日不外洩，艇身長二十公尺、氣球長五十公尺，乘載人員十七人，配有舵、槳，於巴黎

⁶⁶ 《空中航行術》，頁 59-60。

⁶⁷ 《空中航行術》，頁 73-75。

公園試圖起飛多次，皆未能成功飛行。⁶⁸著脾特勒姑(Dupuis-Delcourt)的飛艇以一大四小氣球為浮力來源，艇身後方配有螺旋槳做為前進動力，並依靠橫向的風帆當作機翼，控制飛艇上升與下降。然這種設計無法抵禦強烈暴風或氣流，受到其他設計家嘲笑。⁶⁹

(2) 箕法爾之飛艇、狄桑地耶之飛艇

1851年8月2日，箕法爾(Henri Giffard, 1825-1882)獲得飛艇與發動機結合飛行的機械專利，他注重飛艇的三種功能兼具，即球型與前進力、蒸汽動力機、升力，雖然煤氣球氣艇搭載蒸氣鍋爐十分危險，容易引發大火或爆炸，他仍不以為意。(圖12) 1852年冬月24日，他在巴黎賽馬場試飛，成功降落城外，三年後又再製造更大型的飛艇，亦成功起降。但他隨後因病無法繼續研發，便將五十餘萬的財產捐出，提供獎金給研究航空術與飛艇的發明家。⁷⁰ 1881年，箕法爾的學生狄桑地(Tissandier)兄弟，改良其師飛艇的動力，以電動機配合飛艇獲得專利。其師以蒸氣機做為動力有其缺點，因燃料及動力來源的水與木炭會隨著燃燒減少，導致飛艇重量越來越輕，容易上升不易下降，且易有火星造成燃燒或爆炸的風險。狄桑地改用電力機械，除去前述的缺點，提高飛行安全性。

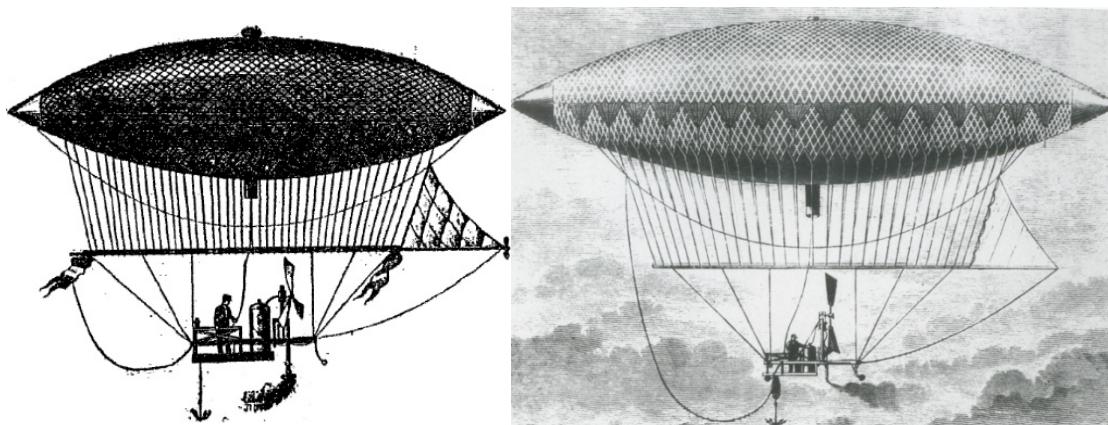


圖12 箕法爾之飛艇

資料來源：(左)《空中航行術》，頁61。(右) Tom D. Crouch. *Lighter Than Air: An Illustrated History of Balloons and Airships*. (Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 2009) pp 71.

1884年巴黎萬國博覽會，狄桑地研製的小飛艇成功試飛，稍後他們購買近百畝的土地作為廠房製作大飛艇，藉此防範他人仿製他們的技術。⁷¹他們製造的氣球外型頭尾尖小，如今日的橄欖球外貌，最寬的部位直徑為九尺二寸，長度為寬的三倍，容積量為一千零六十三立方。駕駛區重七公斤，以木材為主要結構，輔以銅繩、鐵架組成。搭配三馬力的動力機，電池重二百二十五公斤，外分四箱，每箱內有六格，裝白鐵炭片二十四對，加上鹽酸配製而成，反應溫度以攝氏四十度來計算，能持續發電二分半鐘。作為氫氣的來源，利用硫酸、水與細鐵反應成硫酸亞鐵與氫氣，每分鐘可得三百立方氫氣。十月八日，他們進行大飛艇的第一次試飛，先以一半的動力在地上移動五百公尺後起飛，

⁶⁸ 《空中航行術》，頁55-56。

⁶⁹ 《空中航行術》，頁56。

⁷⁰ 《空中航行術》，頁60-62。

⁷¹ 《空中航行術》，頁65。

到達高度五百公尺後，由於風力逐漸增大，達到每秒三公尺，啟動全部動力逆風前進。這次四分半鐘的飛行實驗，讓他們知道氣球的外型能直接反應氣艇的操縱與穩定性。⁷²

(3) 屠白衣澤勞蒙之飛艇

1870年普法戰爭，法國政府命屠白衣澤勞蒙(Dupuy de Lôme)製作軍用飛艇，但普軍於九月包圍巴黎城，飛艇遲至十月十七日才製成，已不及運用於戰場上。隔年二月，巴黎城解圍，此型飛艇第一次試飛，氣球長二十六公尺、容積三千五百立方，螺旋槳寬八公尺，能載十四人，成功上升至一千零二十公尺，最後於木登科(Moudécourt)降落。他從這次試飛得知長條橢圓形氣球配上動力螺旋槳，只要動力高於風力，就能在空中以固定速率移動，使操縱者便於依軍事地圖移動到定點。⁷³

(4) 法蘭西飛艇

1880年前後，法國國防部下令以里麥磴(Calais-Mendon)學堂為研究之地，用國家資本研究飛艇。研發出的氣艇前進速率達每秒六點五公尺，其特色為螺旋槳置於前端，氣球分為兩節，前半節的球身長度是最大半徑的三倍，後半節的球身長度是最大半徑的九倍，且逐漸縮小。⁷⁴（圖13）

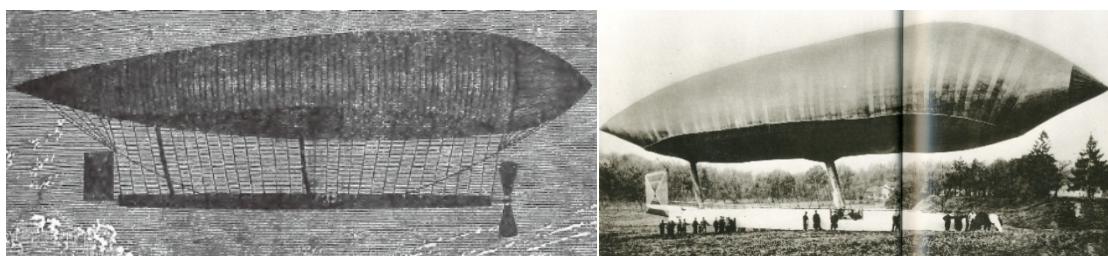


圖13 法蘭西飛艇 *Vive La France*

資料來源：(左)《空中航行術》，頁70。(右) Peter Almond. *Aviation: The Early Years.* (Berlin: H.F.Ullmann Publishing GmbH; Mul edition2011) pp. 30-31.

(5) 楊君價伯炎(Gabriel Yon)之飛艇

價伯炎·楊是空中雷艇的倡議者，設計多款作戰用飛艇，他與屠白衣澤勞蒙、箕法爾不僅熟識，更彼此交換製造方法。其設計的飛艇可載六十名士兵，能以時速一百二十公里持續航行十四小時，但僅存於設計圖稿，並未實現。高魯指出其蒸氣機的設計，能透過水蒸氣循環冷卻為水再利用，故不用補充水，能維持飛艇重量；螺旋槳採取長徑，減少每分鐘旋轉次數，能提供更多的動力。⁷⁵

(6) 植柏林(Zppelin)之飛艇、第四之遇災、第一之獲賞

植柏林即斐迪南·封·齊柏林伯爵(Ferdinand Graf von Zeppelin, 1838-1917)，於1870年普法戰爭期間任中尉軍官，其飛艇的製作方法獨特，尺寸更是超越以往各型飛艇。他的飛艇之所以特別，在於氣球的設計與眾不同，過往的飛艇氣球為一顆，他則由十七顆獨立的小球組成，即使一顆毀損，

⁷² 《空中航行術》，頁65-68。

⁷³ 《空中航行術》，頁63-64。

⁷⁴ 《空中航行術》，頁68-71。

⁷⁵ 高魯指出日後有板白安(Penpéan)繼續研究其飛艇，並著有專書。《空中航行術》，頁71-73。

其他仍能正常運作。船舵與螺旋槳則配置於艇身，與傳統舵槳配置於氣球上不同，提高飛行效率與安全性。高魯認為其飛艇仍有缺點，如鋁製骨架雖經過鑽孔，仍過於笨重，且價格昂貴，起降時最怕遭遇陣風，在迫降時幾乎是重落地，安全性上不如傳統軟式氣球。⁷⁶

其首艘飛艇之氣球以鑿素（Aluminium，鋁）作為骨架，長達一百二十八公尺，容積量一萬一千三百立方，首尾為蛋型圓錐狀，船身分十六部，橫桿連接首尾，共分十七區，兩區段長四公尺，其餘區段長八公尺。每區內置氫氣球，每個氣球有獨立的通氣機關，氣球外皮以不透水密絹製成，內皮則為薄綾。氣球下方配置兩個船艇，以鋁架製成，高一公尺、長七公尺、寬一點八公尺，共重二百二十公斤，前後相距五十公尺，每艇各載一個煤油發動機，馬力十六匹，所載煤油足夠運作五小時。左右各一個螺旋槳，由四片槳葉為一組，每片寬度一點二五公尺，每分鐘一千一百轉。艇首配有縱向舵與橫向舵各一，橫向舵較大，用以操作升降，艇尾置一縱向舵。停泊飛艇的廠房蓋在湖中的漂浮鐵皮廠房中，藉此避免陣風襲擊。⁷⁷

1908年8月5日上午六點十五分，齊柏林飛艇（型號 Zeppelin LZ4）由四堵家（Stuttgart，今斯圖加特市）前往埃特鎮崗(Echterfingen)⁷⁸時，發動機出現異常，八點即於埃特鎮崗湖畔緊急降落成功。發動機的維修並不順利，至下午二點仍未修好，此時突然一陣暴風使固定錨繩鬆脫，導致飛艇前端著地冒煙，繼而引發大火，不到數分鐘即燒成碎片。然而這次事故並未使得齊柏林破產，反而受到德國資產階級集資百萬馬克的捐助，德皇更親自致電鼓勵繼續研製飛艇。⁷⁹（圖14）中國透過電報，得知德國政府先以兩萬五千英鎊負擔失事損失，再撥五十萬馬克給齊柏林繼續研發。⁸⁰

齊柏林飛艇 LZ4 失事後，齊柏林受德皇資助與鼓勵重建飛艇事業，他將 1901 年製造的 LZ1 重修啟動，用於德皇頒獎典禮的表演飛行。⁸¹1908 年 11 月 7 日，齊柏林與威廉王儲(Friedrich Wilhelm Victor August Ernst, 1882-1951)等人搭乘 LZ1 從君士土當湖(Lac Constance)⁸²起飛，下午一點半行至道羅聖崗(Donauschlingen)⁸³，LZ1 降低高度至兩百公尺，他們從艇中揮手、布條向德皇致敬，德皇亦揮白巾答覆，禮畢後飛回起飛點。三日後，德皇親自搭乘 LZ1 飛行三十分鐘，降落後德皇授予齊柏林黑鷹寶勳(Schwarzer Adlerorden)及其二子為參謀官，於隔日詔令軍方以十六萬五千馬克買下該艇。⁸⁴（圖 15）

⁷⁶ 《空中航行術》，頁 78-80。

⁷⁷ 艇之升降不僅依靠舵，也靠裝水的沙袋。《空中航行術》，頁 76-77。

⁷⁸ 即今日德國巴登伍騰堡邦的 Leinfelden-Echterdingen 市。

⁷⁹ 《空中航行術》，頁 80-85。實際捐助金額超過六百萬馬克。Daniel George Ridley-Kitts MBE, *Military, Naval and Civil Airships Since 1783: The History and the Development of the Dirigible Airship in Peace and War* (Stroud :The History Press, 2012), pp 37.

⁸⁰ 〈飛行艇遇災續聞〉，《申報》，12758 期，20 版，光緒三十四年(1908.8.8)。

⁸¹ 此型飛艇改良後，氣球長一百三十五公尺、寬十三公尺，容積一萬五千二百立方公尺，載運量十二人、沙袋與水共計二千公斤。有兩具發動機，每具一百一十匹馬力，螺旋槳每分鐘九百二十轉。《空中航行術》，頁 88。

⁸² 即今日的博登湖（德語 Bodensee），又稱康士坦茲湖（法語 Lac de Constance）。

⁸³ 即今日的多瑙艾辛根（德語 Donaueschingen）。

⁸⁴ 《空中航行術》，頁 85-87。

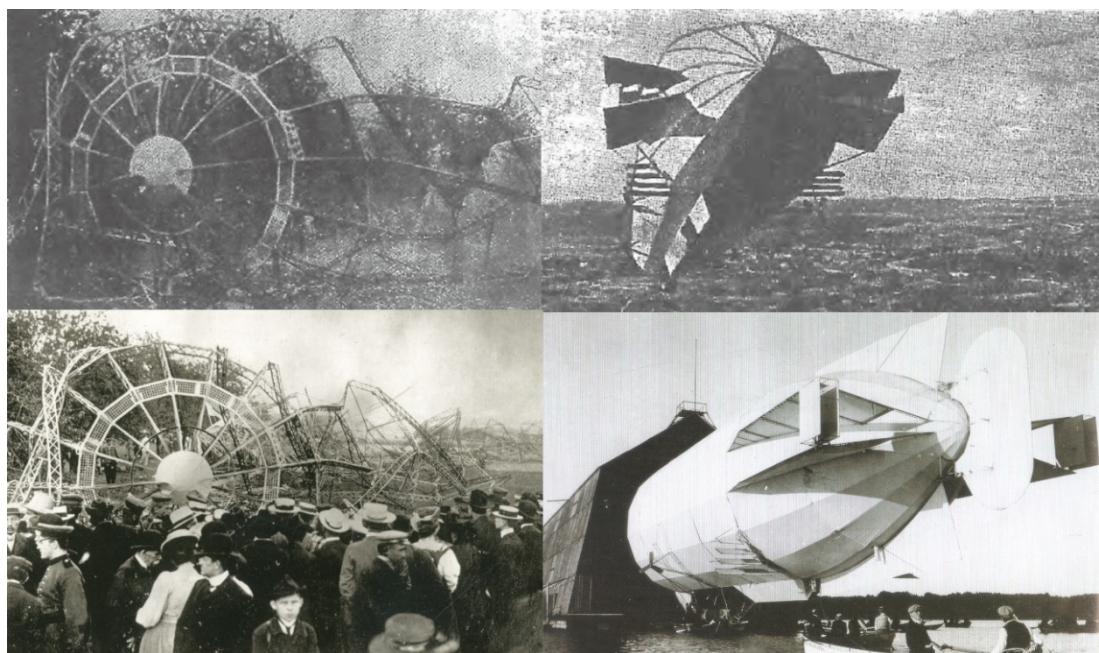


圖 14 植柏林飛艇 LZ4

資料來源：(上)《空中航行術》，頁 83、84。(下) Peter Almond. *Aviation: The Early Years*. pp. 78.

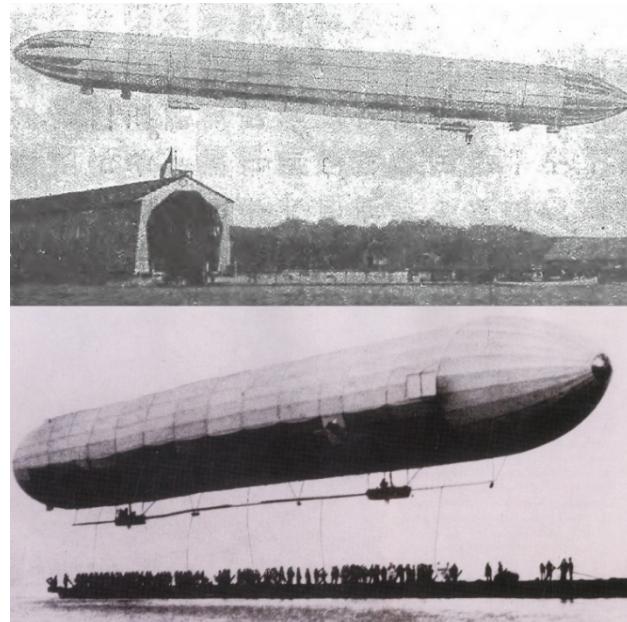


圖 15 植柏林飛艇 LZ1

資料來源：(上)《空中航行術》，頁 78。(下) Tom D. Crouch. *Lighter Than Air: An Illustrated History of Balloons and Airships*. pp 76.

(7)孫多著猛(Sondo-Dumand)之飛艇

孫多著猛(Sondo-Dumand)即巴西航空之父桑托斯·杜蒙(Alberto Santos-Dumont, 1873-1932)，其父靠販賣茄非(咖啡)到歐洲致富，令他可以就學於巴黎大學。由於資本足夠，他研製多款小型飛艇，但多成效不佳，甚至曾經從空中失去浮力直接墜落。1901 年，歐洲油王 Henri Deutsch de la Meurthe (1846-1919) 提供一個飛行競賽獎(Deutsch de la Meurthe prize)，能在三十分鐘內從 Parc Saint Cloud 飛

到艾菲爾鐵塔(Eiffel Tower)並繞塔一圈後回去降落，可以得到十萬法郎。該年 10 月 19 日，他以二十九分半鐘的時間成功達標，之後開始轉向飛機的研發。⁸⁵ (圖 16)



圖 16 杜蒙飛艇

資料來源：Peter Almond. *Aviation: The Early Years.* pp32.

(8) 勒布地(Paul Lebandy)飛艇、共和飛艇、巴黎城飛艇 (圖 17)

1902 年，飛艇由勒布地兄弟集資，由司爾鼓(Sureouf)製造、于舒里窩(Julio)設計，氣球底部呈水平狀，上半部為圓形，前端尖銳，長六十公尺、最寬處九公尺，容積量三千四百立方公尺，三十五匹馬力的發動機、升力兩千六百公斤。1904 年，法國軍方測其性能，包含晝升夜降、連續飛行三日，移動速率每分鐘十一公尺，期間通過雷雨暴風二次，此後三年共航行六十三次。⁸⁶ 1908 年 8 月，于舒里窩亦製作共和飛艇，氣球長六十一公尺，徑寬十公尺，容氣量三千七百立方，六十匹馬力發動機一具，能承載九人。⁸⁷

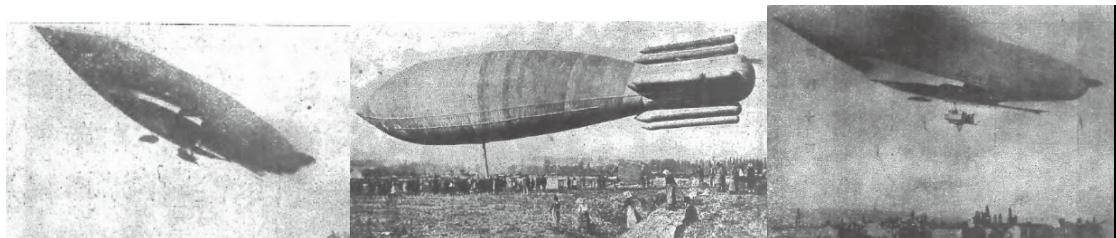


圖 17 勒布地飛艇、巴黎城飛艇、共和飛艇

資料來源：《空中航行術》，頁 92、94、102。

1904 年，巴黎城飛艇由歐洲油王 Meurthe 出資建成，高魯記錄其最後一次的航行記錄。1908 年 1 月 15 日，當天嚴寒、風勢強烈，飛艇製造者與隨行武官趁風勢減緩時，起飛測試性能。上午九點十五分起飛往巴黎，下午兩點停留於薩侖(Chalon)⁸⁸，因雲層過厚無法前進，至晚間七點半才飛抵巴

⁸⁵ 《空中航行術》，頁 88-91。

⁸⁶ 《空中航行術》，頁 91-93。此型飛艇由 Lebaudy Frères 工廠製造，地點位於株桑(Moison)即今日法國穆瓦松(Moisson)。

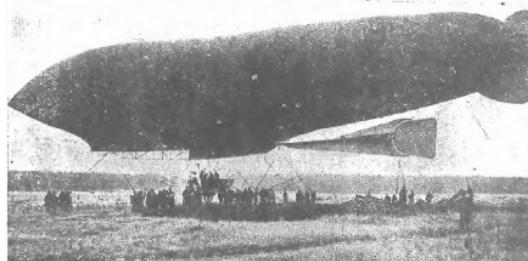
⁸⁷ 《空中航行術》，頁 102-103。

⁸⁸ 即今日法國 Chalon-sur-Saône。

黎。其武官指出飛行期間曾經開燈，地上居民甚至以為是流星，可見飛艇最適合夜間移動，只要距離地面五百公尺，肉眼就難以見得。⁸⁹

(9)巴梯(Patrie)飛艇、是尼佛(Genève)飛艇、路易郭達(Louis Godard)之飛艇

1906 年建成的法軍巴梯飛艇，於 1907 年航行後失蹤，失事原因不明。⁹⁰是尼佛(Genève)⁹¹飛艇由德國人於瑞士製造並定名，其型制與巴梯飛艇略同，擁有一百二十五匹馬力的發動機，氣球容積三千五百立方公尺。⁹²高魯列舉法國商人路易郭達研製的八艘飛艇，並製成一表如下圖。⁹³ (圖 18)



號 號碼	容 氣 立 方	速 率 <small>每密 每密 秒</small>	生 力 機	馬 力	推 前 機	身 長	徑 寬	船內人數		用 法
								御者	坐客	
一	五〇〇	二五	七	—	二〇	一	三〇	六.二五	一	出遊用
二	一〇〇〇	三五	一〇	—	三五	一	三六	七三〇	—	“ ”
三	三八〇〇	五〇	一四	二	一四〇	二	六〇	一〇.六〇	四	軍事用
四	五五〇〇	六〇	一六	二	三〇〇	二	七二	一二.〇〇	四	六
五	六五〇〇	六〇	一六	三	三五〇	三	七八	一三.〇〇	五	轉運用
六	六五〇〇	七〇	一九	四	五五〇	四	七八	一三.〇〇	七	軍事用
七	一〇〇〇〇	六〇	一九	三	四二〇	三	九〇	一四.〇〇	七	轉運用
八	一〇〇〇〇	七五	二一	五	八〇〇	五	九〇	一四.〇〇	八	軍事用

圖 18 巴梯飛艇

資料來源：《空中航行術》，頁 97。

(10)巴爾士爬之飛艇、國土飛艇

巴爾士爬為齊柏林的門生，其飛艇之氣球為長圓條狀，直徑寬九點四公尺，容氣量三千三百立方，擁有一百匹馬力的發動機一具。國士(Grass)飛艇二號以製造者名之，為煤氣球，容氣量五千二百立方，擁有一百匹馬力的發動機二具，德國政府將巴爾士爬一號、二號、齊柏林 ZL1 與國士飛艇二號組成軍用飛艇隊。⁹⁴ (圖 19)

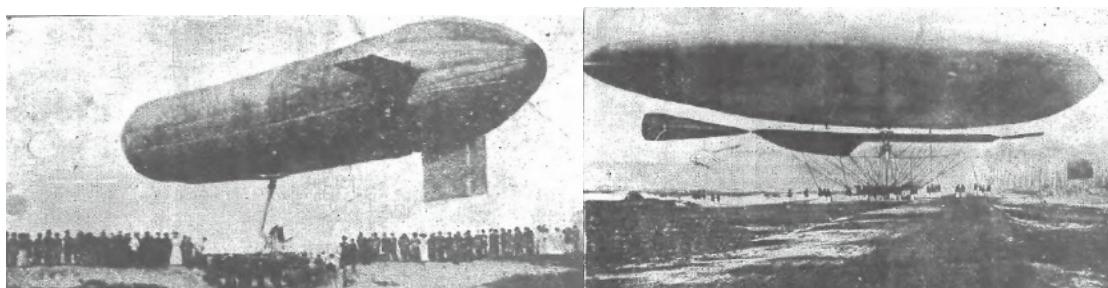


圖 19 巴爾士爬飛艇、國土飛艇

資料來源：《空中航行術》，頁 99、100。

⁸⁹ 《空中航行術》，頁 93-95。

⁹⁰ 《空中航行術》，頁 96-98。

⁹¹ 今瑞士日內瓦。

⁹² 《空中航行術》，頁 96-98。

⁹³ 《空中航行術》，頁 96。

⁹⁴ 《空中航行術》，頁 98-100。

(11)呂里、格來猛

英國以法國製造的發動機配置於呂里(Nulli Secundus)⁹⁵飛艇上，為容積二千四百立方公尺的煤氣球，機上配有無線電作通訊之用。⁹⁶ Nulli Secundus 並非製造者姓名，而是拉丁語「首屈一指」的意思。格來猛(Clément-Beillard)飛艇的艇身以鋼管製成，長二十八公尺，氣球長六十公尺、寬十點五公尺，容氣量三千五百立方公尺，一百二十匹馬力動力機一具，螺旋槳長半徑五公尺，每分鐘一百八十轉。1908 年 10 月 29 日上午八點舉行首次試飛，搭載六人，從廠房飛到巴黎來回，後由俄國人購入轉為軍事用途。⁹⁷ (圖 20)

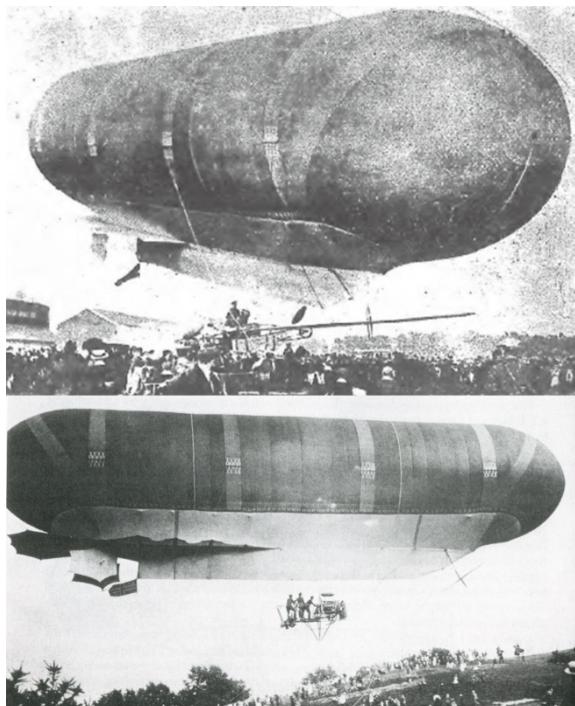


圖 20 呂里飛艇、1908

資料來源：(上)《空中航行術》，頁 101。(下) Daniel George Ridley-Kitts MBE. *Military, Naval and Civil Airships Since 1783: The History and the Development of the Dirigible Airship in Peace and War.* pp46.

(12)意大利亞、勒瑟葡萄、巴物榮、亞美利加飛艇

意大利亞即今日之義大利，其飛艇設計為軟式飛艇，並無堅硬骨架，重量集中於氣球中心，與其他國家研發硬式飛艇、重量平均分配的方式不同。氣球長三十九公尺、寬七公尺，主氣球外附有輔助小氣球用以矯正方位；氣球前方有兩個均力格，面積各二十平方公尺，後方有四個，面積共三十平方公尺。艇長三十六公尺，螺旋槳配置於兩旁各一具，前段配置法國製造七十匹馬力發動機二具，後段二十公尺為人員乘載區。⁹⁸

⁹⁵ Daniel George Ridley-Kitts MBE. *Military, Naval and Civil Airships Since 1783: The History and the Development of the Dirigible Airship in Peace and War.* pp46.

⁹⁶ 《空中航行術》，頁 101。

⁹⁷ 《空中航行術》，頁 103-104。

⁹⁸ 《空中航行術》，頁 104-106。

桃兒·革瑟葡(Torres. Quevedo)曾為西班牙海軍製造魚雷，此飛艇也是作為西班牙軍用。⁹⁹巴物榮(Baldwin)飛艇為美國軍用飛艇，氣球長二十八點五公尺，寬七公尺，容氣量五千九百立方公尺，乘載人員二人。¹⁰⁰亞美利加(América)飛艇為美國人文蔓納(Welmann)製造，氣球非常高大，為探索北極之用，其面對風暴亂流的性能，比瑞典於1896年時探索北極用的氣球更好。¹⁰¹(圖21)《萬國公報》亦載此事，述說挪威、美國人相繼規劃挑戰抵達北極點，只要天氣情況允許，從挪威出發後，可於數日內抵達北極點。雖然挑戰者都知道北極只有水與冰而沒有寶物，仍嚮往未知地帶探索。¹⁰²

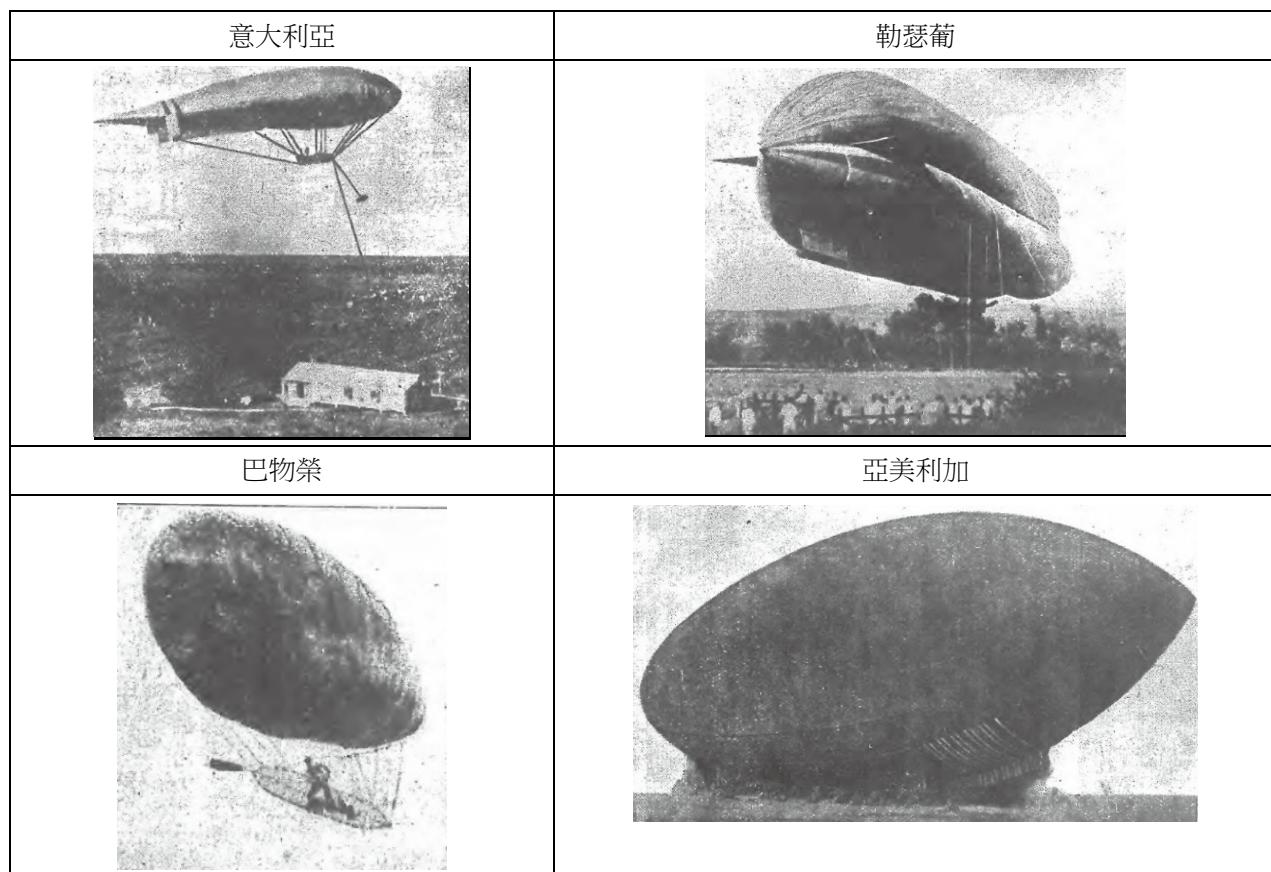


圖21 義大利、西班牙、美國之飛艇

資料來源：由左上至右下，《空中航行術》，頁105、106、107、108。

四、第二部：「重於氣者」的有翼飛機

第二部「重於氣者」，即是不靠氣體提供航空器浮力，而是運用機翼進行滑翔，或是運用動力機製造升力，以進行長時間飛行。¹⁰³從歷史流傳資料與近代實驗的飛行動力來源可以分為兩類，即人力與機械力。以下分別說明：

⁹⁹ 《空中航行術》，頁106-107。

¹⁰⁰ 《空中航行術》，頁107-108。

¹⁰¹ 《空中航行術》，頁108-109。

¹⁰² 〈乘氣球探北極〉，《萬國公報》，208期(1906)，頁76。

¹⁰³ 《空中航行術》，頁109。

(一) 以人力飛者謂之飛人

世界上第一個記載以人力飛行，出於德文西（達文西，Leonardo da Vinci, 1452-1519）的遺稿（圖 22）。¹⁰⁴十六至十七世紀都有人嘗試以此飛行，但試飛者多摔成殘疾。

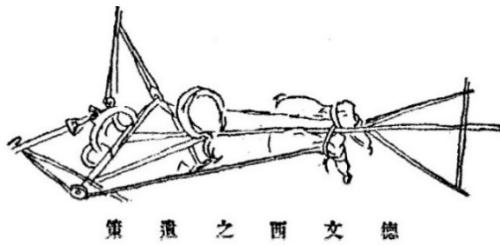


圖 22 德文西之遺策

資料來源：《空中航行術》，頁 110。

十九世紀，德國人李陵達（奧托·李林塔爾，Karl Wilhelm Otto Lilienthal, 1848-1896）用大帆布固定翼製成滑翔機，從小山頂跳下成功滑行兩百五十公尺。其滑翔機歷經多次改良，但於 1896 年飛行時墜機身故（圖 23、24）。高魯指出其因翼展夠大，足夠促成氣流的反作用力而飛行，此操作方式給與後人很大啟發，得以改進製造出平帆機（固定翼飛機）。¹⁰⁵



圖 23 1895 年 10 月 16 日奧托·李林塔爾飛行照

資料來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/File:Otto-lilienthal.jpg>、Peter Almond. Aviation: The Early Years. pp38.

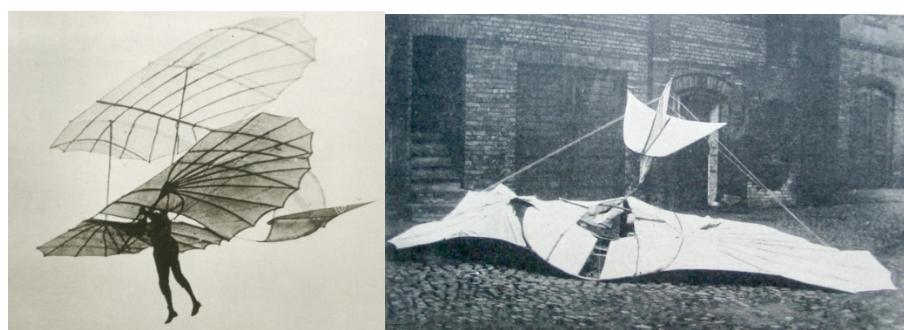


圖 24 1896 年李林塔爾飛行與他的飛機殘骸

資料來源：<https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:LilienthalsTodesflug.jpg>、Peter Almond. Aviation: The Early Years. pp39.

¹⁰⁴ 《空中航行術》，頁 110。

¹⁰⁵ 《空中航行術》，頁 113。

而高魯指出人類之所以無法像鳥類或昆蟲一般飛行，是沒有能夠配合體重的翼翅，以及相應的飛升動力，其分析如下：

考究製翼之法，知人身重大，非有十六方尺，兩長翼不足以載。更考人身固有之力，知每分鐘僅發十啟羅克密達(Kilometres)。以人身重率，合十六方尺兩翼而估計之，奮飛之初，需力一千八百啟羅克密達，其至臨空時，則每分鐘需力三百而已。由此觀之，人之欲飛，當具非常之力，三十倍於其固有者，斯亦難矣。吾恐世界未有斯人。¹⁰⁶

說明正常成人要能飛行，需有十六公尺的翼展長度，而每分鐘更要以時速一千八百公里拍動翼翅，才能起飛，飛行後每分鐘需要時速三百公里拍動。但正常人僅有時速十公里的動力，更無法維持長久，因此不可能有人能以此飛行成功。

(二) 以機力飛者謂之飛車

自十八世紀以來，飛行多以靠機械力而不用人力，當時主要有三種機械力的飛行器。分別是埃里擴伯特爾之飛機 (Hélicoptère)、尼鐸伯特爾之飛機 (Ornithoptère) 與平帆飛車 (Aéroplane)，以當時技術水平，能夠實際成功飛行的僅有平帆飛車，及固定翼飛機。首先，埃里擴伯特爾之飛機 (Hélicoptère)，其意源自法語的「螺旋」，即旋轉翼機。¹⁰⁷以電力或蒸氣機做為動力來源，使兩個螺旋扇以相反方向旋轉而產生升力。十七世紀時，法國羅賓二曾以鯨魚皮做為機翼，但並無法實際飛行(圖)，此類航空器多為玩具性質。

其次是尼鐸伯特爾之飛機 (Ornithoptère)，字義源於希臘文「鳥飛」，即模仿昆蟲或鳥類振動翅膀來飛行的撲翼機。(圖)但人的體型比鳥更大，且無法以人力進行如同鳥類般長時間的動態與飛行，即使改用蒸氣機為動力或加上旋翼、固定翼，仍然無法成功實行。¹⁰⁸

第三，平帆飛車(Aéroplane)即固定翼機，由於能夠成功飛行，故當時研究飛行者多從事此類研究，故發展最為快速。¹⁰⁹在相同的飛行原理下，依照機翼數量、設計方式與動力來源，平帆飛車又可分為九種：埃里擴平帆車(Helicoplane)、奧尼鐸平帆車(Ornithoplane)、埃里奧鐸平帆車(Heliorthoplane)、箕荷平帆車(Jyroplane)、伊拖平帆車(Hydroplane)、多帆飛車(Polyplan)、三帆飛車(Triplan)、雙帆飛車(Biplan)、單帆飛車(Monoplan)。高魯以中國的紙鳶(風箏)為例，說明紙鳶與平帆飛車的飛行動力原理相同，紙鳶以長繩來牽引起飛，猶如以發動機作為平帆飛車的飛行動力一般。¹¹⁰有了飛行動力後，則要說明為何能夠飛行：

飛車航行，衝突空氣，則有抵抗之力。算術家之言曰：「空氣與平面變位之抵抗力，不拘何點，均可計算。」蓋氣之趨移，隨形而變。與短邊遇，則越而過也易，而阻力薄。與長邊遇，則越而過也難，而阻力多。故製車者，恆以平帆之短邊迎風，為減少抵抗力。¹¹¹

高魯所指的抵抗力即是升力，是空氣流經機翼表面所產生的力量。此處所稱的長、短邊即指飛機前進時，機翼迎風面的截面積。而氣體會隨著遭遇物體不同而改變形狀，藉由氣體流經機翼的短邊，

¹⁰⁶ 《空中航行術》，頁 113-114。

¹⁰⁷ 《空中航行術》，頁 114-115。

¹⁰⁸ 《空中航行術》，頁 115-116。

¹⁰⁹ 《空中航行術》，頁 114。

¹¹⁰ 《空中航行術》，頁 116-117。

¹¹¹ 《空中航行術》，頁 117。

造成長邊上下氣流流速不同產生的壓力差。下方為升力，上方為阻力，只要升力超過機體重量就能起飛翱翔。同時，製造飛車需清楚四大要點如下。

1. 抵抗力之變易：高魯以紙片、紙球落地的實驗，進一步解釋物體在空氣中遭受抵抗力（阻力與升力）的不同。他以兩張大小厚薄相同的紙片，一張擠壓成紙球，一張維持不變，於相同高度放下，紙球會先墜落。這是因紙球與紙張接觸空氣的表面積不同，所得到的升力不同所致。因此，如何設計機翼型式，以產生足夠的飛行動力，考驗物理學家與設計者的智慧。機翼迎風面角度、斜面面積、水平角度的不同，是造成抵抗力變化的關鍵。¹¹²高魯的說明即是今日空氣動力學的入門課－白努利定律(Bernoulli's principle)。

2. 飛車前後之平帆：是設置於主翼前、後方的副翼，表面積比主翼略小，用來增加與空氣接觸的面積，獲得額外的升力，並保持機身重量平衡，避免翻覆，有助於提高飛行的穩定性。¹¹³因飛行速度快慢與機翼面積大小所產生的升力成正比，以當時材料與動力機技術層級，增加機翼數量與面積是最有效提升生力的辦法。

3. 飛車前後之縱帆：即垂直尾翼，用來控制飛機左右的橫向移動。¹¹⁴

4. 螺旋之動力：即螺旋槳動力，製作飛機時需注意螺旋槳的體型與其產生的動力大小，螺旋槳產生的氣流必須配合機翼的大小、厚薄做準確調校，裝設位置也必須考量與機翼的距離和機身的配重。¹¹⁵

(三) 九種飛車

1. 埃里擴平帆車(Helicoplane)

埃里擴平帆車(Helicoplane)即是今日所稱的直升機，以蒸汽機為飛行動力，另一個埃里奧鐸平帆車(Heliorthoplane)亦與這款直升機類似。¹¹⁶1903年，法國工程師賴奚(Maurice Léger, 1873-1948)以兩個長度六公尺螺旋翼，裝上機身共約八十公斤來試驗飛行，仍能額外承重一百公斤。(圖 25、26)¹¹⁷

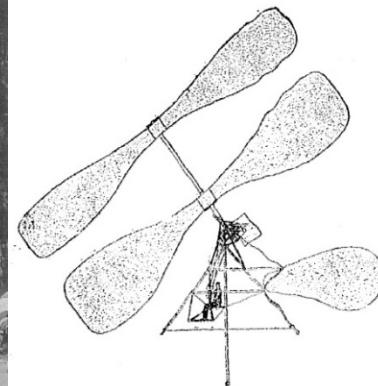
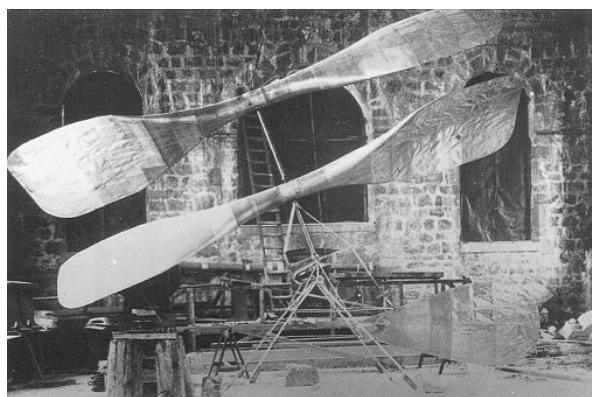


圖 25 1905 年 Léger 設計的直升機照片（左）與高魯收錄的圖像（右）

資料來源：<http://flyingmachines.ru/Images7/Opd/Opd-0/169-3.jpg>；《空中航行術》，頁 130。

¹¹² 《空中航行術》，頁 119-124。

¹¹³ 《空中航行術》，頁 124-127。

¹¹⁴ 《空中航行術》，頁 127-128。

¹¹⁵ 《空中航行術》，頁 129。

¹¹⁶ 《空中航行術》，頁 136-138。

¹¹⁷ 《空中航行術》，頁 129。

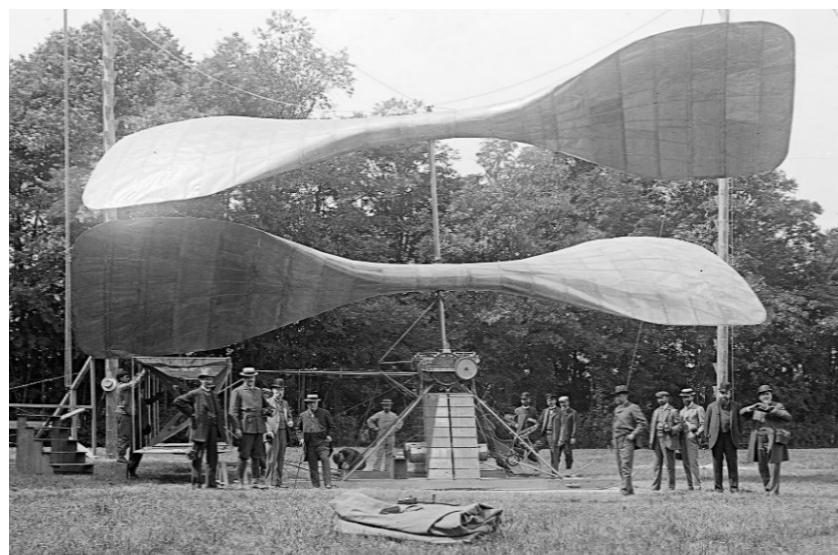


圖 26 1907 年 6 月 13 日 Léger 試飛的直升機

資料來源：https://helicopteros.files.wordpress.com/2012/02/leger_20_6_19061.jpg

隨後，法國人郭呂(Paul Cornu, 1881-1944)改變設計，平置兩個螺旋槳，以十二匹馬力的發動機，達到每分鐘九十轉的速率，能夠起飛。預期起飛達到一定高度後，就能靠螺旋槳的推力往前飛行。然而，實驗並不成功，仍有許多待改進之處。¹¹⁸（圖 27）

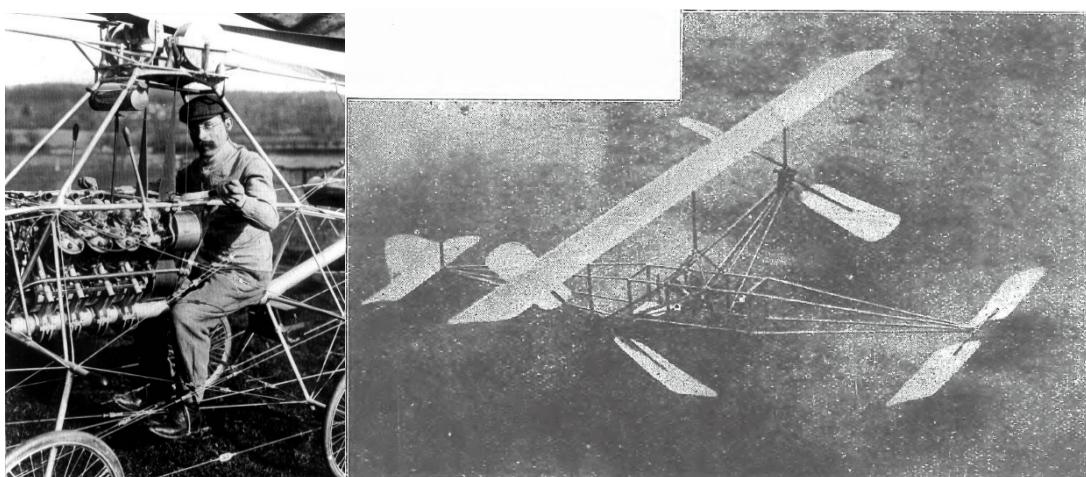


圖 27 1907 年 Paul Cornu 試飛照片

資料來源：(左) <http://aviadejavu.ru/Images6/OS/OS-1/18-1.jpg>；(右)《空中航行術》，頁 131。

2. 奧尼鐸平帆車(Ornithoplane)

奧尼鐸平帆車主要指模仿鳥類外形而製作的飛機，其動力方式有牽引滑翔與引擎推力二種。1853 年，法國人盧柏(Michel Loup)模仿鳥類體型製作飛機，左右兩翼可以稍微斜向旋轉，機身下附有輪胎以供起飛時加速。（圖 28）但此飛機僅存於設計圖上，並未實際製作。¹¹⁹

¹¹⁸ 《空中航行術》，頁 130-132。

¹¹⁹ 《空中航行術》，頁 132-133。

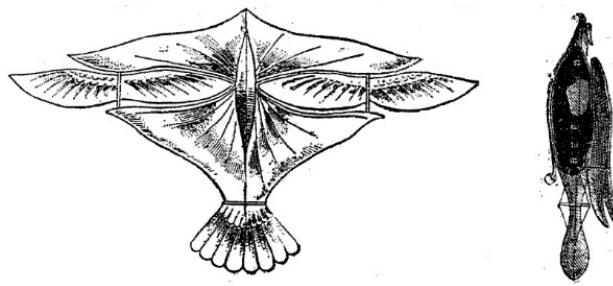


圖 28 盧柏之飛車遺稿

資料來源：《空中航行術》，頁 132。

1876 年，勒迫士(Jean-Marie LeBris, 1817-1872)製造的飛車，其機翼以木頭為材質，結構較柔軟可以變形，並以繩索聯繫。高魯覺得外型像是歐洲的木屐，或是大型的紙鳶，第一次試飛成功，但第二次不幸墜機，製車者傷重成廢人。¹²⁰然事實上此飛機是模仿信天翁的外型，而勒迫士第一次試飛時間為 1857 年，利用馬車牽引起飛，飛行約三百公尺後安全降落。(圖 29)由於經費短缺，直至 1868 年才籌足經費製作二號機，但此次僅飛行兩百多公尺就墜毀，駕駛員受到輕傷。故高魯所記時間應有誤差，並非是 1876 年，且駕駛員並不是勒迫士本人，也未因事故受到重傷。1891 年，托路威(Gustave Trouvé, 1839-1902)的鳥形飛機，在機身內填充氣體以獲得飛行用的升力。¹²¹

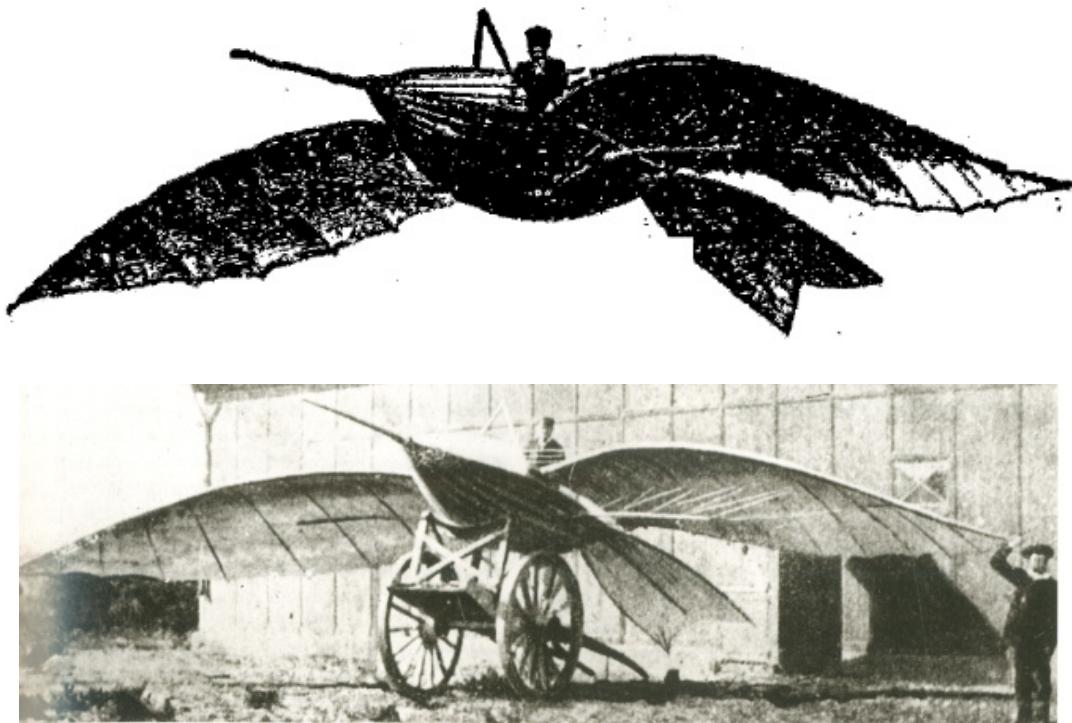


圖 29 1868 年勒迫士之飛車—Albatross II

資料來源：(上)《空中航行術》，頁 133。(下) Peter Almond. *Aviation: The Early Years.* pp. 19.¹²⁰ 《空中航行術》，頁 133。¹²¹ 《空中航行術》，頁 133-135。Peter Almond. *Aviation: The Early Years.* (Berlin: H.F.Ullmann Publishing Gmbh; Mul edition2011) pp. 19

1897 年，法國工程師亞特兒(Clément Ader,1841-1925)的鳥形飛機費時五年製造，造價五十萬法郎。以前置兩個螺旋槳做為動力來源，兩具發動機各有二十匹馬力，鍋爐燃料每三十分鐘需消耗炭跟水共五十二公斤。可惜在起飛不久後遭大風吹襲，最後撞擊地面毀損。¹²²巴黎工藝博物館據其設計圖重新復原 Avion III 飛機，今存於館內。(圖 30)而後，比利時瞿威爾(Schewer)改良鳥形機設計，發動機至於機身中央，螺旋槳則從兩臺並置機首，改為頭尾各一，依靠調整螺旋槳的傾斜角度來進行左右位移。¹²³

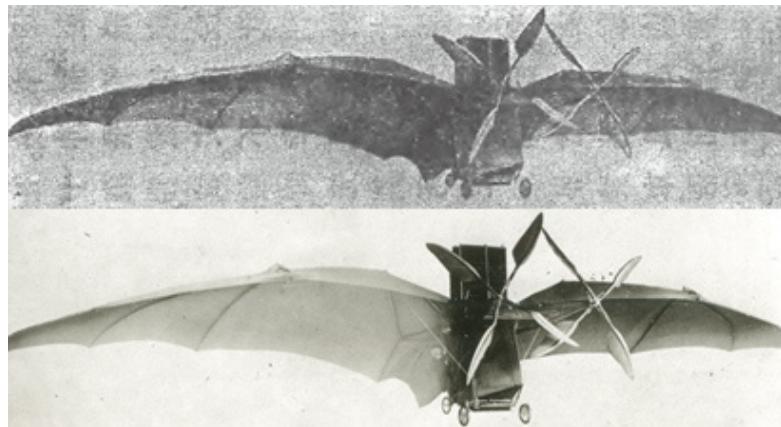


圖 30 Avion III

資料來源：(上)《空中航行術》，頁 135。(下) Peter Almond. Aviation: The Early Years. pp. 36.

3. 箕荷平帆車(Jyroplane)

箕荷平帆車由法國物理學家府擴勒(Foucault)所製造，不僅為飛行，也為證明地球旋轉的實驗之用。1908 年 7 月，排業(Beigné)擔任試飛員，由法國都埃城起飛時，因起飛速度過快，在安全考量下緊急停止，飛機因此損傷。而後那達司特(Nastast)也以此型式製成一飛機，但高魯並未知道後續發展。¹²⁴ (圖 31)

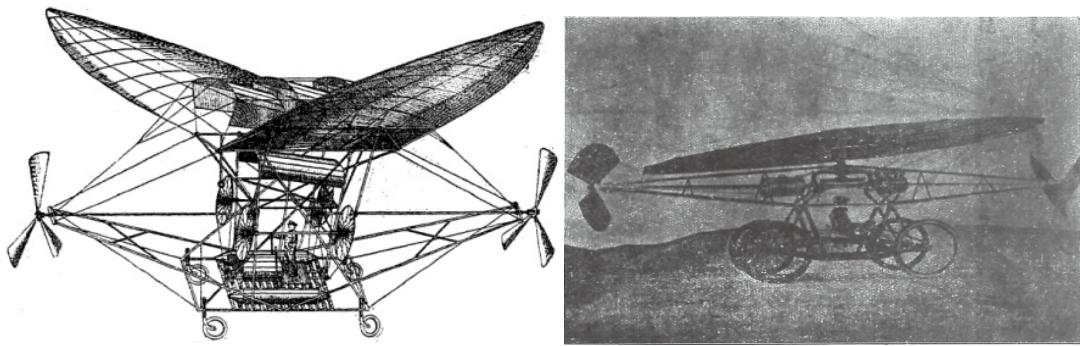


圖 31 瞿威爾之飛車（左）、那達司特平帆車（右）

資料來源：《空中航行術》，頁 137、138。

¹²² 《空中航行術》，頁 135-136。

¹²³ 《空中航行術》，頁 136。

¹²⁴ 《空中航行術》，頁 138-139。

4.伊拖平帆車(Hydroplane)

1901 年奧地利人凱士(Kress)研製的伊拖平帆車，能從水上、冰上與陸上起飛，藉由煤油動力機運作兩具螺旋槳，在湖上試飛時墜落沉沒，試飛者生還。而後杜蒙也設計了一款水上飛機；義大利人夫那尼尼(Foulanini)設計的水上飛機，擁有七十五匹馬力發動機，一小時能移動一百二十五公里。¹²⁵惟此類飛機仍未能成功起飛，僅能於水上滑行。(圖 32)

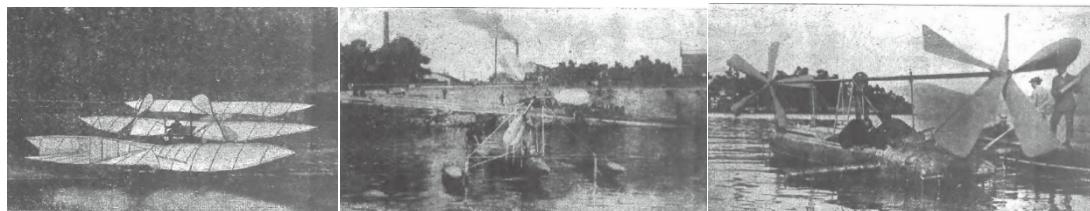


圖 32 凱士、杜蒙、夫那尼尼平帆車（左至右）

資料來源：《空中航行術》，頁 139、140、141。

5.多帆飛車(Polyplan)

馬克士麥(Maxim)是著名的力學專家，專長製造火槍，他於 1889 年製造一款多帆飛車，申請英美兩國之專利，獲得英國政府同意，美國拒絕。此款飛機重二千一百七十一公斤，有五對機翼，合計面積五百二十二平方公尺，能容納駕駛員一名、乘客二名。¹²⁶

6.三帆飛車(Triplan)

顧碑(Goupy)設計的三翼飛機，每片機翼相隔一公尺高，機翼長七呎五寸、寬一尺六寸，翼展面積共四十四平方公尺；機身長九尺八寸，螺旋槳徑寬二尺，全機重四百七十五公斤，每小時能移動五十四公里。¹²⁷華尼濛(Vaniman)以鋼管結構製成飛機，三片機翼各長十一公尺、寬二公尺，動力機為法國赫端櫈(Antoillette)工廠製造。前方二片機翼控制升降，縱帆控制左右。¹²⁸ (圖 33)

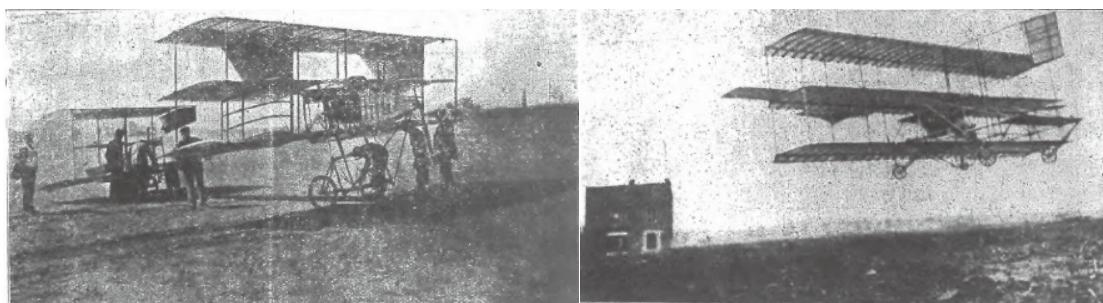


圖 33 顧碑飛車（左）、華尼濛飛車（右）

資料來源：《空中航行術》，頁 143、144。

¹²⁵ 《空中航行術》，頁 139-142。

¹²⁶ 《空中航行術》，頁 142-143。

¹²⁷ 《空中航行術》，頁 143-144。

¹²⁸ 《空中航行術》，頁 144。

7.雙帆飛車(Biplan)

1906 年，杜蒙的飛機重三百公斤，翼展面積十四平方公尺，五十匹馬力的發動機一具，移動二百公尺僅需二十一秒。¹²⁹ 1908 年 7 月，法國軍官菲伯(Ferber)以竹為飛機材料，進行試飛。¹³⁰ 1908 年 8 月 30 日，法孟(Henry Farman, 1874-1958)從巴黎城外飛抵七十二公里外的海蒙城，飛行時間一小時，他是第一個以飛機飛越城市的人。¹³¹ 1908 年 3 月 11 日，騰擎貢史(Delagrange)在三角情的場地進行試飛，成功飛行六圈約八千公尺，但法國政府官員判定前兩圈曾觸及地面，這段距離不能算飛行，僅認定飛行三千九百二十五公尺。¹³² (圖 34) 1908 年 8 月 1 日，魏克著兄弟(萊特兄弟)以雙帆飛機配合二十五匹馬力的發動機，成功飛行一小時五十三分，距離九十九公里，同年 12 月 18 日，更飛行至一百一十法尺，是當時最成功的飛行器。¹³³ (圖 35)

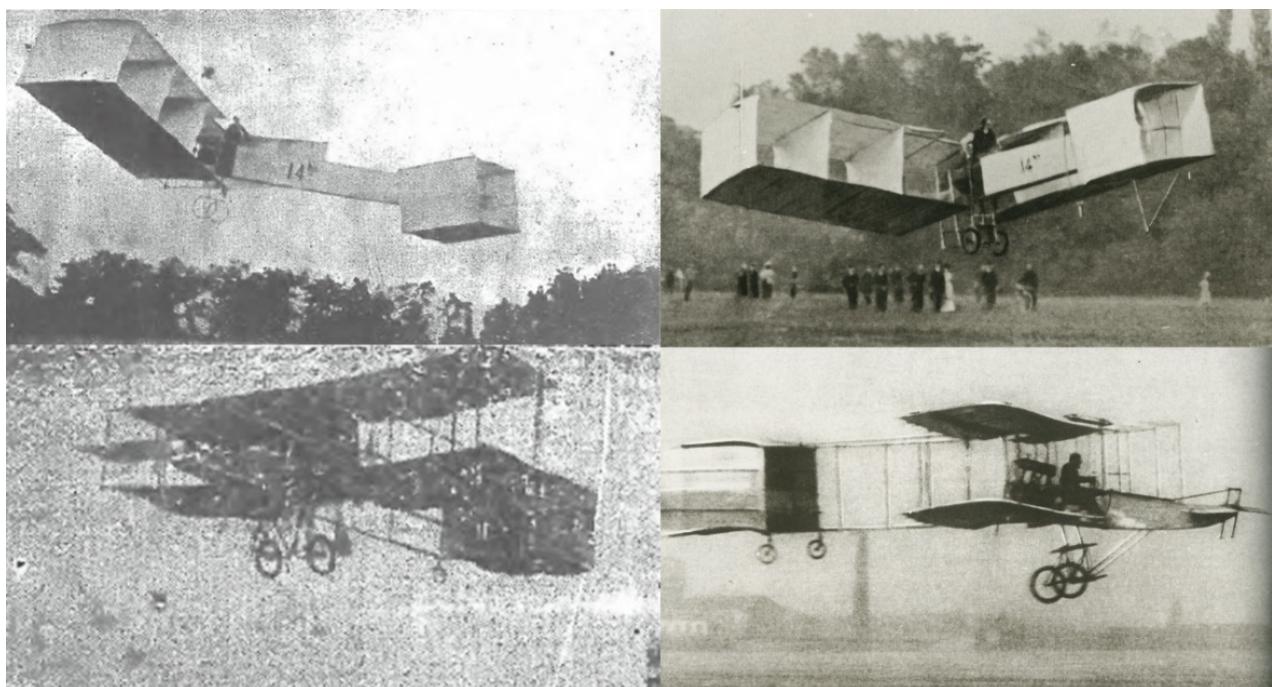


圖 34 (上) 杜蒙飛機、(下) 法孟飛機

資料來源：(左)《空中航行術》，頁 145、147。(右) Peter Almond. *Aviation: The Early Years.* pp63, 70.

¹²⁹ 《空中航行術》，頁 145-146。

¹³⁰ 《空中航行術》，頁 146。

¹³¹ 《空中航行術》，頁 146-148。1908 年 1 月，Farman 的飛機飛行一公里僅用一分二十八秒，是歐洲人發明的飛機中，飛行最久與最長的紀錄。Peter Almond. *Aviation: The Early Years.* pp70.

¹³² 《空中航行術》，頁 148-149。

¹³³ 《空中航行術》，頁 149-151。

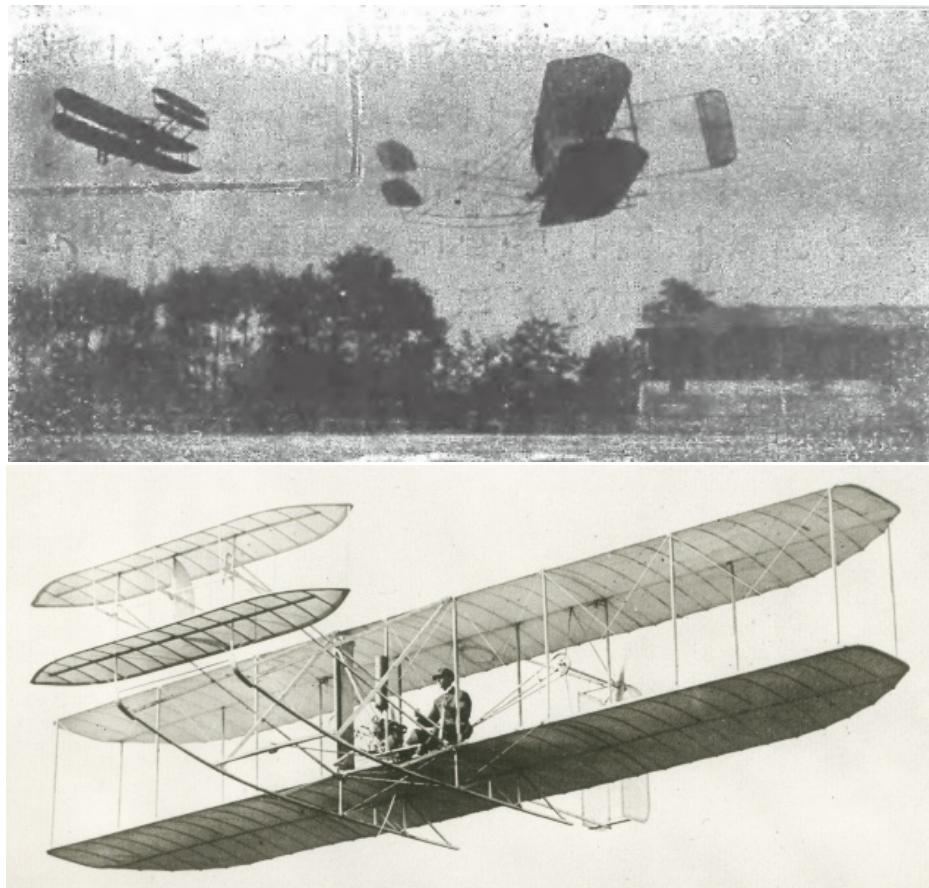


圖 35 萊特兄弟的飛機

資料來源：《空中航行術》，頁 150。Peter Almond. *Aviation: The Early Years.* pp58.

8. 單帆飛車(Monoplane)

1843 年，英國人恨生(Henson)以木質製作單翼飛機，並未飛行成功，其數據無法詳知。1857 年，法國人唐伯勒(Temple)花費二十年研究，仍無法成功飛行；達丁(Tatin)的飛機擁有 50 匹馬力的發動機，但仍試飛失敗墜海。杜蒙除研發飛艇外，也發展水上飛機與雙翼機，單翼飛劑是其製作的第十九臺飛機，高魯稱其為研製飛機不習資本。¹³⁴

五、結論

航空科技的進步與國家發展緊密結合，無論是科學研究或軍事發展上，掌握航空科技就能掌握領導國際的地位。清末時局內外交煎，國家無力全面發展尖端的航空科技，然從國內各種書籍與報刊中，實可見官民渴求外國航空知識的面貌。但這些著作多受限於翻譯、筆法或專業知識不足之困境，對航空器的研發者、國家、操作過程與國際情勢等無法清晰描述，致使對國外航空發展的描述簡略、失實。而《空中航行術》呈現出高魯如何積極認識國外航空科技，並將完整的研發經過與人物史事完整帶入國內，期盼能作為引導，讓更多嚮往認識、學習的國人能夠「日逐雲霄」。

¹³⁴ 《空中航行術》，頁 151-155。

高魯是中國近代知名天文學家與外交官，對北洋、國民政府的外交與天文科學發展貢獻極大，但其早年出身所學與日後在政府中的表現，有著極大差異，尤其是他在中國航空史發展上的貢獻鮮為人知。高魯的《空中航行術》是清末民初之間最有系統的說明各種航空器的歷史與運作方式，為中國本土學習航空知識之人，與嚮往歐美學習航空科技的人才，提供最好的基礎教科書。因此，深入探討高魯在晚清的經歷與其書，有助於我們認識晚清至民國期間，中國航空事業的發展史事。

高魯在船政學堂與前往比利時留學的史料大多亡佚，如《國史館現藏民國人物傳記史料彙編》、中央研究院近代史研究所檔案館藏外交部門檔案、朱家驛先生檔案等皆未載錄或詳述其晚清時期的經歷。今日僅能從早年報刊、後人與學者的研究中，逐步排比可能的求學與留學史事。可以確定的是，高魯在船政學堂接受語文、天文學、機械學等教育，對日後留學幫助極大。甲午戰後，船政學堂已無大量官派留學，但他掌握住清廷亟需法語翻譯人才的機會，透過川漢鐵路公司的考試取得留學比利時。當時，正逢各式航空飛行器在歐陸展演，呈現科學研究與國家力量競爭的成果，高魯利用課餘時間時常親臨飛行現場觀看，更不斷蒐集相關書籍與報刊，記錄下歐美航空器的運作及相片。

要理解《空中航行術》的貢獻，更須認識晚清的航空發展背景。當時中國對航空器並非完全無知，尤其自洋務運動後引進大量西方新知，航空器的新聞與知識，不斷透過報刊或翻譯書籍流入中國。然而，敘述多有失實或簡略，令讀者知其然而不知其所以然。同時，清廷對氣球與航空氣艇的研發也十分緩慢，如光緒十三年(1883)，華衡芳（字若汀，1833-1902）在天津武備學堂演放購自外國的氣球，或因不熟悉操作，氣球失控不知所蹤，懸賞銀十兩搜尋亦無所獲。¹³⁵至光緒十五年(1889)，成功演放中國第一個氫氣球之後，固定每年秋天演放練習數日，然光緒十七、十八年(1891-1892)皆無練習，光緒十九年的演放卻再度損失兩顆氣球。¹³⁶聘請的日籍教員甚至以萬國公法限制為由，刻意避談製造氫氣球的關鍵技術。¹³⁷說明清廷不僅在航空知識上受限於外人，操作技術亦不完善，航空氣球的科技水平皆未達到能載人航行的程度。

在晚清對外戰爭中，航空器在戰場上的身影與日俱增。如光緒十年(1884)的中法戰爭，清軍截獲法軍電報，發現法軍預備徵調四個氣球騷擾中國沿海港口，且可能將用於奪取淡水。¹³⁸光緒二十一年(1895)的甲午戰爭，臺灣巡撫唐景崧（字維卿，？-1903）電報北京，日軍運用氣球載人登陸澎湖，登陸後每人手執鐵板構築砲兵陣地。¹³⁹日軍砲兵陣地造成清軍五人傷亡，被清軍以白刃戰剷除。¹⁴⁰這些實例，都是促使中國官民積極認識、學習航空科技的重要因素。

歷經中法、甲午、日俄戰爭等戰役後，航空氣球在戰場上的作用日益顯著，清廷更加積極於飛艇科技的取得與人才培養。光緒三十一年(1905)，清廷派端方、載澤赴美考察憲政，令隨行的徐焜和

¹³⁵ 〈丁沽雜紀〉，《申報》，5119期，2版，光緒十三年(1887.7.18)。〈演試氣球〉，《申報》，5169期，3版，光緒十三年(1887.9.7)。

¹³⁶ 〈演放氣球〉，《申報》，7386期，2版，光緒十九年(1893.11.11)。

¹³⁷ 〈日教員不授製球奧妙〉，《申報》，13080期，12版，宣統元年(1909.7.5)。

¹³⁸ 洪安全總編輯，《清宮洋務始末臺灣史料》（臺北：國立故宮博物院，1999），〈為基隆已復滬尾仍危亟請飭援以維全局恭摺仰祈聖鑒事〉，頁1609-1613。光緒十年八月三十日。中國第一歷史檔案館、海峽兩岸出版交流中心編，《明清宮藏臺灣檔案匯編》（北京：九州出版社，2009），〈閩口石船阻塞及臺灣益警〉，頁398-399。光緒十年七月初五日。

¹³⁹ 《清宮洋務始末臺灣史料》，〈電寄檔〉，頁2458-2461。光緒二十一年三月初六、初七日。

¹⁴⁰ 王彥威輯編，《清季外交史料》（臺北：文海出版社，1964），〈臺撫唐景崧致軍務處報澎湖失守電〉，頁111。光緒二十一年三月初四日。

拜見美方官員，尋求飛艇製造方法。¹⁴¹光緒三十二年(1906)、三十四年(1908)分別在彰德與太湖操練購自日本的山田式軍用飛艇，宣統元年(1909)頒布《陸軍氣球專隊預備法》，正式將氣球列入正規部隊；宣統二年(1910)，貝勒載濤(1887-1970)不僅進呈飛艇詳圖十餘件給攝政王載灃(1883-1951)，更大力呈請清廷建立氣艇大隊，宣統三年(1911)湖北新軍第八鎮氣球隊在永平進行最後一次秋操。¹⁴²民間於光緒二十五年(1899)，「中國號」飛艇僅止於謝纘泰的圖紙設計，至宣統二年(1910)由余焜在美國自製成功。¹⁴³然而，就在清廷新軍的氣艇隊逐漸成形之際，萊特兄弟發明了飛機，航空科技進入更高一階的領域中。對中國而言，飛機是更為陌生的領域。¹⁴⁴

從清廷建立飛艇隊的經過與國內各報刊的報導內容，可以知悉中國對飛艇、氣球的認識最多，但對其發展歷史、科學家、運作原理、操作方式等細節認識十分淺薄。而《空中航行術》不僅提供完整的氣球、飛艇史事細節，更帶來最先進的飛機發展狀況。是書系統且條理的說明飛行原理、發展脈絡，令讀者能清楚理解如何製造與發現熱氣、氫氣、煤氣等比空氣更輕的氣體，進而研發氣球，而後又有飛機、直升機及其機翼、螺旋槳、蒸汽機、內燃機等知識。羅列眾多研發的科學家以及相關實驗記錄，指出各項飛行器的優缺點，說明科技研發需要大量的時間與經費，更需要國家力量來支持。在講述世界各國交戰時，運用氣球、氣艇所獲得的戰場優勢，以及國際間對航空武力的發展限制條約，都是凸顯航空技術是深刻影響國家戰略的關鍵尖端科技。本書收錄的資訊至 1908 年，距其出版僅差二年，在資訊交流速度緩慢的年代，高魯盡其所能蒐羅到當時最新的資訊。

《空中航行術》對中國航空史的影響力，長期被近代航空史書籍與研究者忽略。如民國二十二年(1933)出版的《航空讀本》序言尚稱：「國內自小學以至大學，從未知有關航空知識之科目，而在書肆中亦未知有是類出版物者」¹⁴⁵或可說明航空領域的知識推廣十分緩慢。因此，《空中航行術》能在出版的八年內印刷到第五版，足以見得市場接受度高，更有民間人士洪炳文大力推崇。透過研究高魯及其《空中航行術》，可以接續清末民初的航空史發展，更可從多個面向深入探討，如海外留學生以及民間出版書籍、報刊、雜誌等著手，有助於說明中國如何透過科學典籍學習航空知識，並從氣球、氣艇發展到飛機，進而捍衛自己的天空，填補這段中國航空發展的歷史空白。

此外，高魯對航空科技與其運用的敏銳觀察，不僅在中國是先驅之一，更與歐美軍事將領的觀念相近。如義大利人杜黑(Gen Giulio Douhet, 1869-1930)、英國人休·特倫查德(Hugh Trenchard, 1st Viscount Trenchard)、與美國人米契爾(Billy Mitchell, 1879-1936)都注意到未來戰場上掌握空中優勢，就是掌握戰爭勝敗的關鍵。杜黑的《空權論》(The Command Of The Air)更直言制空權的重要，指出傳統戰場是有範圍的，軍隊與平民的區隔明顯，如果不突破敵軍防線，是無法侵犯敵國領土。而飛機最大的優點是有主動性，能自由選擇攻擊目標，並能集結最大力量對目標展開攻擊，戰爭中的安

¹⁴¹ 《中國空軍百年史》，頁 10。

¹⁴² 〈濤貝勒奏對述聞〉，《申報》，13476 期，3 版，宣統二年(1910.8.14)、〈軍諮處之新計畫〉，《申報》，13478 期，4 版，宣統二年(1910.8.16)。〈濤貝勒又將組織飛艇隊矣〉，《申報》，13481 期，45 版，宣統二年(1910.8.19)。

¹⁴³ 姜長英，《中國航空史》，頁 59-64、76-84；華強、奚紀榮、孟慶龍，《中國空軍百年史》(上海：上海人民出版社，2006)，頁 6-11。陳存恭，〈中國航空的發軔：民前六年至民國十七年〉，《近代史研究所集刊》，7 期(1978)，頁 371-420。

¹⁴⁴ 光緒二十七年(1901)出版的《皇朝經濟文新編》，雖錄有外國實驗飛機的史事，但完全無法理解研製飛機所需的空氣動力學、升力、機械學等專業知識。宜今室主人輯，《皇朝經濟文新編》(臺北：文海出版社，1987，景清光緒二十七年(1901)上海宜今室石印本)，〈工藝新論〉，卷 1，〈飛機考〉，頁 15a-16a。

¹⁴⁵ 杜若城編，《航空讀本》(上海：勵志書局，1933)，〈序〉，頁 1-2。

全區域已不復存在。¹⁴⁶美國空軍之父米契爾大力推動航空武力的發展，曾多次實驗從空中轟炸船艦，於1921年成功以兩千磅炸彈擊沉德國戰艦Ostfriesland。(圖36)說明軍事作戰從二維平面空間進化到三維立體空間，航空武力是未來戰場的焦點。綜而觀之，探討十九至二十世紀初的航空科學典籍，實有助於更加深入認識中西各國如何「日逐雲霄」。



圖36 米契爾（左上）、德國戰艦Ostfriesland

資料來源：Peter Almond. *Aviation: The Early Years.* pp 340.

徵引書目

(一) 史料

中央研究院近代史研究所檔案館藏，《外交部門檔案》，臺北：中央研究院近代史研究所檔案館，2001。
中國第一歷史檔案館、海峽兩岸出版交流中心編，《明清宮藏臺灣檔案匯編》，北京：九州出版社，2009。

王彥威輯編，《清季外交史料》，臺北：文海出版社，1964。

合信撰，《博物新編》，東都：老皂館，1864。

杜若城編，《航空讀本》，上海：勵志書局，1933。

宜今室主人輯，《皇朝經濟文新編》，臺北：文海出版社，1987，景清光緒二十七年(1901)上海宜今室石印本。

洪安全總編輯，《清宮洋務始末臺灣史料》，臺北：國立故宮博物院，1999。

洪炳文，《洪炳文集》，上海：上海社會科學院，2004。

高宇彤主編、長樂市地方志編纂委員會編，《長樂市志》，福州：福建人民出版社，2001。

高魯，《空中航行術》，上海：商務印書館，1910，二版。

高魯，《空中航行術》，上海：商務印書館，1913，三版。

¹⁴⁶ 杜黑(Giulio Douhet)著，劉清山、孟瑩瑩譯，《空權論》(北京：石油工業出版社，2014)，頁1-25。

張俠等編，《清末海軍史料》，北京：海洋出版社，2001。

錫良，《錫良遺稿》，北京：中華書局，1959。

錫良，《錫清弼制軍奏稿》，《近代中國史料叢刊續編第十一輯》，永和：文海出版社，1974-1983。

魏源撰，《海國圖志》，上海：上海古籍出版社，2002，《續修四庫全書》，景北京大學圖書館藏清光緒二年[1876]魏光燾平慶涇固道署刻本。

(二) 近人研究

1. 專書

Daniel George Ridley-Kitts MBE. 2012. *Military, Naval and Civil Airships Since 1783: The History and the Development of the Dirigible Airship in Peace and War*. Stroud :The History Press.

Peter Almond. 2011. *Aviation: The Early Years*. Berlin: H.F.Ullmann Publishing GmbH; Mul edition.

Richard Holmes. 2014. *Falling Upwards: How We Took to the Air: An Unconventional History of Ballooning*. NewYork: Vintage Press.

Tom D. Crouch. 2009. *Lighter Than Air: An Illustrated History of Balloons and Airships*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

上海密勒氏評論報編，《中國名人錄·第三版》，上海密勒氏評論報，1925。

王慶餘，《留比學生史》，臺北：光啟文化事業，2011。

李喜所主編、劉集林等撰，《中國留學通史·晚清卷》，廣州：廣東教育出版社，2010。

杜黑(Giulio Douhet)著，劉清山、孟瑩瑩譯，《空權論》，北京：石油工業出版社，2014。

沈岩，《船政學堂》，臺北：書林出版有限公司，2012。

林慶元，《福建船政局史稿》，福建：福建人民出版社，1986。

武田雅哉著，任鈞華譯，《飛翔吧！大清帝國：近代中國的科學幻想》，臺北：遠流出版社，2008。

姚峻主編，《中國航空史》，鄭州：大象出版社，1998。

姜長英，《中國航空史》，北京：清華大學出版社，2000。

科學家傳記大辭典編輯組編輯，《中國現代科學家傳記·第六集》，北京：科學出版社，1991。

袁同禮編著，《袁同禮著書目匯編·三》，北京：國家圖書館出版社，2010。

張奇明主編，《點石齋畫報：大可堂版》，上海：上海畫報，2001。

張憲文、方慶秋、黃美真主編，《中華民國史大辭典》，南京：江蘇古籍出版社，2001。

華強、奚紀榮、孟慶龍，《中國空軍百年史》，上海：上海人民出版社，2006。

賀本海默(T. A. Heppenheimer)著，曾育慧譯，《飛行簡史：從熱氣球到超越三倍音速》，臺北：商周出版，2003。

劉昭民，《西洋氣象學史》，臺北：中國文化大學出版部，1981。

劉國銘主編，《中國國民黨百年人物全書》，北京：團結出版社，2005。

2. 期刊論文

高三滬，〈中國天文學會的創始人——高魯〉，《學會》，4期(1985)，頁41-42。

張惠民、姚遠，〈《時務報》的科技報導與科學思想傳播研究〉，《西北大學學報（自然科學版）》，38卷6期（2008），頁1034-1039。

陳存恭，〈中國航空的發軔：民前六年至民國十七年〉，《近代史研究所集刊》，7期(1978)，頁371-420。

陳遵鳩，〈中國近代天文事業創始人—高魯〉，《中國科技史料》，3期(1983)，頁66-70。

潘吉星，〈洪炳文及其《空中飛行原理》〉，《中國科技史料》，4卷4期(1983.12)，頁62-66。

鄭仁佳，〈民國人物小傳·高魯〉，《傳記文學》，51卷6期(1987)，頁140-142。

(三) 報刊、雜誌

〈介紹批評—空中航行術〉，《教育雜誌》，2卷5期(1910)，頁3-4。

〈比國現擬提議重訂前一千八百九十九年內聲明禁阻戰時使用氣球撤落炸藥一節〉，《大公報》，天津版·電報(1907.8.11)，1版。

〈我國天文學權威監委高魯病逝福州〉，《氣象通訊》，2卷8期(1947)，第三版。

〈新製氣球〉，《知新報》，132期(1901)，頁38-39。

〈戰爭雜記〉，《東方雜誌》，6期(1904)，頁263-264。

《中西聞見錄》，15號，同治十二年九月(1873.10)，坎培拉：澳洲國家圖書館藏清同治十二年[1873]刊本。

《申報》

《江聲報》

《萬國公報》

飲冰(梁啟超)，〈比國留學界報告〉，《新民叢報》，第8號(1904)，頁66-69。

(四) 網站

維基百科英文版、德文版、法文版

<https://en.wikipedia.org>

<https://de.wikipedia.org>

<https://fr.wikipedia.org>

奧托·李林塔爾博物館：<http://www.lilienthal-museum.de/olma/home.htm>

巴黎工藝博物館 <http://www.arts-et-metiers.net/>

<http://www.arts-et-metiers.net/musee/aeroplane-dit-avion-ndeg-3>

<http://aviadejavu.ru/>

<https://helicopteros.files.wordpress.com>

附錄：高魯生平年表

時間	經歷
1877.5.16	出生
1902-1904	進入福州船政學堂，後學堂駕駛班或三年建築科、鐵路測繪及建築技士
1904	從福州船政肄業或畢業 1904 年至比利時布魯塞爾大學礦學系 以飛機翼力學計算論文獲工科博士學位
1908	出版《空中航行術》
1909	加入中國同盟會
1911	回國
1912	任南京臨時政府秘書、內務部疆理司司長、北京政府內務部機要科科長。
1913	任中央觀象臺臺長，創辦《氣象月刊》、《觀象叢報》等刊物。
1918	赴法國參加巴黎國際時辰統一會議，旋受命為中國留歐學生監督。
1922	回國任中央觀象臺臺長，同年十月三十日成立中國天文學會。期間任教於國立北京女子高等師範學校、國立北京大學。
1927	任江蘇省政務委員會委員、常務委員、政府委員。
1928	任中央研究院天文研究所第一任所長
1928	任農鑛部參事兼農鑛部祕書處祕書長
1928/10/20	任駐法蘭西國公使
1929/3/2	就職駐法蘭西國公使
1929/8/20	特派國際聯合（盟）會 第十屆大會代表
1930	駐法蘭西國公使
1930/7/14	特派國際聯合（盟）會 第十一屆大會代表
1930/12/4	特任教育部部長
1931/1/8	調駐法蘭西國公使
1931/8/10	教育部部長、調任監察委員
1932	派赴北平查辦國立故宮博物院盜賣古物事
1942	任監察院閩浙區監察使
1943	派為第二次高等考試初試監試委員
1944	續派為第一、二次高等考試初試監試委員、浙江省縣長考試監試委員
1947.6.26	逝世於福州

Triumph in the Skies: KAO Lu's "Aeronautics"

WU Yanru *

Abstract

From the 19th century to early 20th century, aviation balloons were rapidly progressed. People were not satisfied and they wanted to develop even faster airplanes. The desire to fly was not just fueled by people's ambitions to challenge the skies, they also wanted to use the technology for military or commercial purposes. As a result, many countries tried to develop technologies and knowledge for aviation, such as organic chemistry, material science, fluid mechanics, and mechanical engineering. At the time, China depended on foreign teachers or translated books to introduce western aviation knowledge. However, these teachers might not be competent and translated books could be abridges, incorrect, or outdated. Lack of first-hand source of knowledge slowed down China's progress in aviation science. China desperately needed updated and detailed books about aviation. KAO Lu (1877-1947) was one of China's most famous astronomers and diplomats. He studied at Catholic University of Brussels, Belgium from 1905 to 1909. During his off hours, he would see airplane shows and study aviation books. The book *Aeronautics* (*Kongzhong Hangxingshu* 空中航行術) that he authored was full of first-hand aviation knowledge that he had learned. This book introduced the history and steps for the making of airplanes. It also introduced to the Chinese latest airplanes. Each aircraft had its pictures with a bilingual glossary so the readers could go deeper and access the sources of information. However, KAO's brilliant achievements in both astronomy and diplomacy probably eclipsed the book's deserved fame. This paper would review Qing archives and early-Republic aviation books and news coverage to learned more about KAO's life. Then by analyzing the book's contents, we shall know more about modern China's learning of aviation technologies, especially the use of balloon, through books. We hope this could enrich the study of China's aviation history from the end of the First Sino-Japanese War (1894) to the founding of the Republic of China (1912).

Keywords: KAO Lu, Air Balloon, Blimp, Semi-rigid airship, Aeroplane, Aircraft, *Aeronautics* (*Kongzhong hang xing shu* 空中航行術), Aviation history

* Doctoral Student, Department of History, National Taiwan Normal University.

吳稚暉的科普小說《上下古今談》

張之傑*

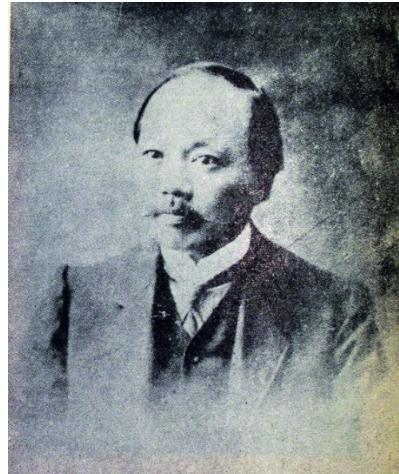
筆者從事科普寫作甚早，1975 年就出版第一本科普書（《生命》，科學月刊社），但研究科普卻始自 2008 年。是年福建科協邀請科學月刊、元智大學主辦「第一屆海峽兩岸科普論壇」，我參與規劃，不能沒有論文。左想右想，想起吳稚暉的《上下古今談》，此書可能是中國第一部科普小說，於是勉力草成論文〈吳稚暉科普小說《上下古今談》淺探〉，蒙好友劉鈍先生青睞，已刊《科學文化評論》第 5 卷第 5 期（2008）。

從 2008 年至今，我的治學方向以科普為主，已發表 11 篇論文，大多兼具科學史意義。今年 4 月間，中華科技史學會（科史會）現任理事長邱韻如教授徵集例會講員，我沒有新作，就談一下從未在例會上講過的吳稚暉的《上下古今談》吧。本委員會委員陳德勤先生看到我提報的題目，寄給我一篇大陸學者的文章（劉濤〈「創世紀」—— 吳稚暉《上下古今談》解〉，《杭州師範大學學報》，2011 年第 4 期），可見大陸學者也開始關注《上下古今談》。適逢《科學史通訊》邀稿，就簡述一下 2008 年那篇論文的內容以應卯吧。

吳稚暉，名敬恆，以字行。江蘇武進人。光緒辛卯（1891）舉人。1903 年因蘇报案遠走英國，實行苦學生活，成為留英學生領袖。1905 年，孫中山往訪，加入同盟會。1906 年，與李石曾、張靜江在巴黎成立無政府主義組織——世界社，成為無政府主義理論家。辛亥革命成功後，積極推動國語運動，並與李石曾等推動留法勤工儉學。吳氏一生奉行無政府主義，雖為國民黨四大元老之一、蔣經國之師，但從未出任任何官職。

吳稚暉（下稱先生）旅英期間，特別是 1908-1911 年，主要靠賣文為生。宣統三年閏六月（1911 年 8 月）更著成《上下古今談》，同年底由上海文明書局出版。根據先生宣統三年日記，這一年至少還編譯過下列書稿：北極、彗星、馬來群島、濠洲（澳洲）、種源（物種原始）、南極、人類根源（人類起源）、天演學圖解、天文、天演小史、化學史、荒古原人史（史前人類）、葡萄革命事、倫敦等。

先生未受正規科學教育，科學非其所長，何以譯著以科學為主？筆者認為，這和先生的無政府主義信仰有關。1908 年，先生在《新世紀》第 65 號發表〈無政府主義以教育為革命說〉，是中國無政府主義的重要文獻。該文提出：「無政府主義者，其主要即喚起人民之公德心，注意於個人與社會之相互，而以捨棄一切權利，謀共同之幸樂。此實講教育也，而非談革命也。」



留英時的吳稚暉先生。取自《吳稚暉先生全集》（中國國民黨中央委員會史料編輯委員會，1969 年）

* 本會委員

因為「以教育為革命」，吳稚暉、李石曾、張靜江、蔡元培等無政府主義者無不熱心教育、文化事業，普及科學乃其課題之一。無政府主義者重視科學，無政府主義巨擘克魯泡特金本身就是一位頗有成就的地理學家。克魯泡特金的名著《互助論》，更以動物學、人類學事例，駁斥達爾文主義者過於強調競爭，認為互助才是進（演）化的動力。《互助論》文筆生動，說理清楚，也可視為一本上乘的科普著作。

因此先生寫作《上下古今談》的動機，除了稻粱謀，尚需置於無政府主義者重視科學的脈絡下才能理解：一位舊式文人何以汲汲於科普工作的內在原因。《上下古今談》之前，國人已有自撰的科幻小說，如荒江釣叟《月球殖民地小說》(1904-05)、包天笑《世界末日記》(1908)等等。科幻小說著重幻想，作者不必了解科學。科幻小說雖可增加人們對科學的親和力，但不能傳播正確科學知識。科普小說著重科學，作者必須具備科學素養，因而具有傳播科學知識的功能。就筆者所經眼，《上下古今談》可能是中國最早的科普小說。

民國三十三年，《上下古今談》重印，先生在〈重印上下古今談序〉中說：

此書之作，則在巴黎作革命急劇談之《新世紀》週刊，不能繼續出版，東京《民報》亦停刊。革命高潮，至此一頓挫，將待黃花岡而重振。余之眷屬，從上海西遷，余亦由巴黎挈家退隱倫敦西郊。其時生活則無著，居宅相近，有藏書較富之圖書館，故日往借書，如進化學說、天文學、地理學、人種學、博物學以及物理、化學之類之最新圖書雜誌，每借挾而歸，閱讀訖，又為子女講解。一面作演稿，寄文明書局出版，稍得津貼。…凡成《天演圖解》、《荒古原人史》及此《上下古今談》。而十月十號武昌起義，從此輟筆，遂在大觀園中充劉老老（余非姥姥故作老）以生活。

光緒三十二年（1906），在李石曾、張靜江的邀請下，先生於是年冬自倫敦至巴黎，旋與李、張發起成立無政府主義組織「世界社」，這是國人最早成立的無政府主義組織之一。1907年6月22日，世界社發行機關刊物《新世紀》週刊由張靜江出資，由先生負責編務及印務，作者群包括吳稚暉、李石曾、蔡元培、汪精衛、褚民誼等，以先生寫得最多，所用筆名有：燃、夷、真、敬恆、留英一客等，不下五十個。1910年5月，《新世紀》停刊，先生的供稿對象改以國內為主。《上下古今談》就是《新世紀》停刊後開始寫作的。

《上下古今談》序文原稿。取自《吳稚暉先生全集》（中國國民黨中央委員會史料編輯委員會，1969年）

《上下古今談》共二十回，第一回引出書中主要人物和場景。吏部主事王曼卿，夫人亡故，帶著獨生女兒繼英，及老僕鄺亞四在京供職。王英為女兒延聘秀才馮伯始為西席。王曼卿學貫中西，馮秀才「將老東家揀選的書本，且教且學…有了只（這）數年的教讀經驗，也變成一個透新的人物。」在父親、老師教導下，年僅十二歲的繼英小姐成為「萬事通」。

適逢拳亂，王曼卿遇害，幸老僕鄺亞四報信，繼英師生得以逃到籍隸福建的范素行翰林家避難。范翰林看出京城已不可居，決定逃往南方，順便將繼英交給其居住上海的外祖母。在馮秀才表兄張掌櫃的協助下，搭小船逃到天津。范翰林勸馮秀才一同南下，張掌櫃與小船船主賈老二也想見見世

面，於是一行人擠上招商局的海晏輪。「不但沒有房間，連統艙也擠不進去，只好在艙面上搭起了帆布的天篷，橫七豎八，安排了一百多人。」故事就在甲板上展開。

《上下古今談》除了第一回前半部，自始至終沒離開甲板上的一座帳篷。作者充當「觀察」和「記錄」的角色，將帳篷內眾人的言談，「忠實」地加以記錄。雖然小說的基本元素——主題、人物和情節俱備，但缺乏起伏和高潮，這樣一部通篇直敘，視角從沒移開一座帳篷，有如獨幕舞臺劇的長篇小說，讀來竟不覺得沉悶，不能不佩服作者的文字功力。

《上下古今談》所討論的科學知識，包含天文、物理、化學、地理、地質、氣象、生物等等，內容涵蓋之廣，論述之精，即使是受過完整學校教育、修習科學科系的今人，也難以有此廣度和深度。民國三十五年先生在「重印上下古今談序」說：「成書至今，已過三十五年……似乎上下古今談現有之四卷，猶未十分落伍，可以續向無量數之小國民，大談而特談。」這是自負之言，也是感慨之言，時至今日，《上下古今談》般水準的中文科普小說，似乎仍未出現。

《上下古今談》之寫作技巧，及先生寫作此書時的科學素養，應各有專文，筆者不敏，以俟來者。

《上下古今談》的若干人物，竟是先生已故親友。「重印上下古今談序」說：「且上下古今談中有所謂王曼卿、范素行、馮伯始等，皆有傷心史，託小說以顯露其姓名，將為他日作舊游錄一一詳言之，今亦且不贅述。」以故人姓名入小說，除了「託小說以顯露其姓名」，亦寄寓深沉的思念之情。

書中的主角繼英小姐，可能是先生已夭亡的次女。在海晏輪這艘「幽靈船」上談天說地的男男女女，竟是作者已故的親朋好友！藉著與故人對話，聊慰流亡異國的孤寂心情，意外地營造出一種特有的藝術張力！

曼徹斯特歷史城區和工業與科學博物館

周維強*

二〇一三年七月間，因出席第二十四屆國際科學史大會，前往英國曼徹斯特市（以下稱曼城）。該會議之盛況、臺灣學者出席之概況及國際科學史學會之改組情形，已於本刊三十七期報導，並於三十八期增述參訪帝國戰爭博物館北館。因曼城歷史與科學史密切相關，會間特與科學史同好結伴查探曼城史地，參訪舉世聞名之科學與工業博物館。現將耳聞目見編整成文，與科學史同好共享。

曼城歷史散步

第二十四屆國際科學史大會主要舉辦的地點，是曼徹斯特大學的主樓附近的各建築物，會議地點與曼城中心十分接近，穿過主樓北側橫跨路面的鐵路陸橋，就接近曼徹斯特的傳統市中心區。我們最初的目標是探訪市中心區的三個廣場，分別為 Piccadilly Gardens、Cathedral Gardens 和 St. Ann Square，這三個廣場皆位於曼城市中心的商業區。行進中，遇到了跨過馬路的鐵路大橋，此橋新舊建材混搭，橋墩為紅磚造，是歷史建築的一部份，然而跨越路面的部分，卻是新式混凝土建築，是兼顧懷舊與安全的妥協設計。稍往北，在相距不遠的兩棟建築物間發現了運河，河水流速平穩，河岸十分整潔。繼續北行，又經過了宮殿大飯店，聽說此飯店只有外觀像宮殿，其實內部的裝置和空間與期待有落差。

穿過街道，繼續向北前進，見到了 Whitworth street 交口的 Palace Theatre 戲院，戲院門口雖然沒有人潮，但是幾幅海報說明著這裡的檔期挺為熱絡，其中也有演出天鵝湖的海報。英國喜劇學社在此掛上藍色圓形的牌子，認證此地為英國喜劇之家，顯示曼城的藝術文化的發達。接著，又經過了一家保存貴重物品的公司 St. James' Deposit，其門口招牌，用簡體中文寫著：「提供機密服務，無需承擔義務，歡迎垂詢。」令人無限遐想。



新舊夾雜的高架鐵路橋樑



整理的煥然一新的運河河道

* 本會執行秘書，國立故宮博物院圖書文獻處副研究員。



宮殿大飯店(Palace Hotel)，據說只有外觀像宮殿。



Whitworth street 交口的 Palace Theatre 戲院



英國喜劇學社認證 Palace Theatre 為英國喜劇之家，下方是演出天鵝湖的海報



St. James' Deposit 的招牌，用簡體中文寫著：「提供機密服務，無需承擔義務，歡迎垂詢。」

步行到了位在 Mosley street 和 Oxford road 交口的 St. Peter Square 紀念廣場，此一廣場設有許多紀念碑，是紀念歷次戰爭中曼城捐軀的人們，仔細看了以後發現，還有為了紀念在一次大戰，二次大戰，韓戰，以及 1945 年以後的各種衝突中捐軀的人們的小型紀念碑，在此稍做憑弔。廣場北方則是曼徹斯特中央圖書館，收藏曼城當地的歷史檔案，這個廣場集結了曼城最重要的歷史記憶。此一廣場也是交通要道，輕軌 Metrolink 在此東西穿越。



位在 Mosley street 和 Oxford road 交口的 St. Peter Square 紀念廣場是紀念歷次戰爭中曼徹斯特捐軀的士兵們



踏破鐵鞋的張浩教授



St. Peter Square 的北側是曼徹斯特中央圖書館



St. Peter Square 同時也是輕軌的一站

Piccadilly Gardens 是曼城城內的另一個交通中心，此地是公車和 Metrolink（輕軌電車）的發車總站，較 St. Peter Square 更為重要，是往來曼城各城區的交通要道。同時，這個地區也是曼城的市中心區，有許多城市發展的遺跡，也有新式高樓大廈，顯示出新舊雜陳的獨特樣貌。而在其附近尚有許多遺跡值得造訪。

Piccadilly Gardens 是一個集聚政治和歷史的紀念公園，在公園中設有噴泉，並設有許多人物銅像紀念碑，如維多利亞女王(Queen Victoria)、皮爾首相(Sir Robert Peel, 2nd Baronet, 1788-1850)、威靈頓公爵(Duke of Wellington)等重要政治人物，但也有與科學和產業發展密切相關的蒸汽機之父瓦特(James Watt)的銅像，每一座都超過 150 年以上。皮爾首相紀念碑設立於 1853 年；馬修·諾貝爾(Matthew Noble)所製作的威靈頓公爵紀念碑則設立於 1856；威廉·希德(William Theed)製作的道耳頓紀念碑(此像 1966 年移往曼城都會大學內的道耳頓大樓外) 設立於 1855 年；1857 年，又設立了希德的瓦特紀念碑。最後是愛德華福特(Edward Onslow Ford)所製作，身著華麗長袍的維多利亞女王紀念碑。這個廣場後經知名日籍建築師安藤忠雄(Tadao Ando)於 2002 年重新規劃。

皮爾首相的銅像是廣場上的第一個銅像，雕像最初是設置於曼城皇家療養院(Manchester Royal Infirmary)的前方，之後移來此處。皮爾的銅像手持卷軸，做演說狀，底座由花崗石構成，並配合兩個預言式銅雕人像來呈現歷史人物的主題。面對銅像時，左側的預言人物頭戴王冠，對皮爾作出欽佩之貌，左手握紡錘，右手下方放有一包棉花，顯示皮爾家族的獲益來自於棉紡織貿易。在左手下方，有一個曼城紋章(Manchester's coat of arms)的盾牌放在一束穀物之上，盾牌之上還有海船，象徵著曼城的活絡的海上貿易。皮爾右側的預言人物，右手持花圈，左手拿著書本，封面刻有拉丁文“ARS ET SCIENTIA”(藝術和科學)，象徵著學習藝術和科學。右腳旁放著藝術家的調色盤和雕刻家鎚子。

皮爾出身於大曼徹斯特區域的 Bury，他極度受到此地民眾的擁戴，其原因與 1846 年所頒訂的廢除穀物法有關。且皮爾是因為在海德公園騎馬發生意外而死，因事發突然，消息震動全國，自然也是曼城禮敬的對象。

廣場上另一個與科學史有關的人物紀念碑，是因發明有效率的蒸汽機而啟動了歐洲工業革命的瓦特(James Watt, 1736-1819)，瓦特是蘇格蘭人，英格蘭皇家學會院士和愛丁堡皇家學會院士，他改良了紐科門蒸汽機(Newcomen atmospheric engine)，成為穩定可靠的瓦特蒸汽機(Watt steam engine)，由於這個發明使得曼城奠定了工業中心的基礎，他的名字後來也成為「功率」的國際標準單位。



Sir Robert Peel 銅像



在滑鐵盧大敗拿破崙的威靈頓公爵銅像



與 James Watt 的銅像合影



廣場中彷彿獨坐的維多利亞女王的銅像



Piccadilly Gardens 的另一個特色是噴泉



Manchester Arndale Shopping centre

曼徹斯特座堂(The Cathedral and Collegiate Church of St Mary, St. Denys and St. George in Manchester)是英國聖公會曼徹斯特教區的主教座堂，位於曼城中心的維多利亞街，是曼城的信仰中心。曼城座堂在維多利亞時代進行了擴建，二戰時曾遭德軍轟炸，隨後進行了修復。主體仍為中世紀建築，屬垂直哥德式風格。目前該教堂仍在持續的整修中。1996年6月15日，由北愛爾蘭共和

軍所策動的曼城爆炸案，摧毀了市中心許多建築。雖然因為有電話警告而沒有人死亡，但仍有超過212人在襲擊中受傷，財產損失超過4億英鎊，教堂的玻璃花窗也因此被破壞。

曼徹斯特座堂是曼城的代表性歷史建築物，也是曼城的歷史中心，很自然的教堂附近，形成一個教堂花園(Cathedral Gardens)。附近除了有一些歷史建築外，在廣場的核心區域，興建了足球博物館，而且是免票入場。這棟建築從不同角度看起來，造型差異很大，有時像鞋子，有時像一個大滑水道。同時，也有其他的古蹟和中古時代風格的酒店。



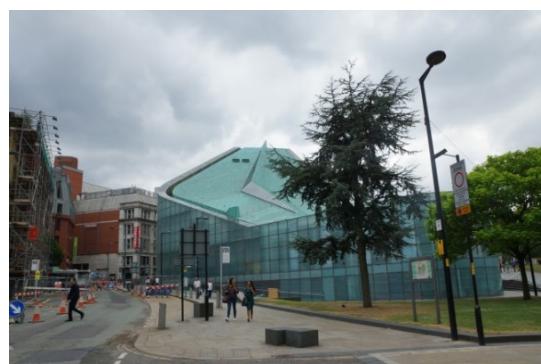
正在進行整修維護的曼徹斯特大教堂
(Manchester Cathedral)



充滿中世紀風情的酒店



像一雙鞋子的足球博物館



足球博物館的另一個角度



另外一個廣場也與教堂有關，是位於 Piccadilly Gardens 西方的 St. Ann square。此廣場原名 Acresfield，後來因新建教堂才改名，得名於廣場中的聖安教堂(St. Ann church)。聖安教堂，1712 年奉獻，是為了向致敬布蘭德夫人安(Ann, Lady Bland)致敬而得名，現為曼城的重要歷史建築。

1693 年時，莫斯里家族(Mosley)原為曼城一帶的領主，後來被愛德華·莫斯里爵士(Sir Edward Mosley)的女兒布蘭德夫人所繼承。1695 年，布蘭德夫人決定興建自己的教堂，加上曼城人口快速增加，1708 年議會也提出希望准許興建教堂的請求。1709 年 5 月 18 日，布蘭德夫人在 Acres Field 的一端安放新教堂的墊基石，1712 年 7 月 17 日，由切斯特(Chester)主教祝聖，獻給聖母瑪麗亞的母親聖安妮(St. Anne)，這同時也是個雙重恭維，同時也紀念了布蘭德夫人。布蘭德夫人後來葬於迪斯伯里(Didsbury)的聖詹姆斯教堂(the Church of St James)。

至十七世紀末，聖安區的街道越來越多，至 1720 年聖安廣場已被規劃出來，並植樹，以仿效倫敦和巴斯所流行的廣場意象，並與曼城教堂形成新舊教堂的對比。十八世紀初期，曼城還在草創階段，這是棟新主典主義風格的建築，主要的建材是來自於當地的紅色砂岩，其後由於質地太軟，逐漸改為其他地方的石材。至 19 世紀，隨著工業革命的興起，出現越來越多的教堂，但聖安廣場因為棉花交易而持續繁榮了二百年。十九世紀末至二十世紀初，人口開始往郊區擴散，老舊的教堂被廢棄或是拆毀，但難能可貴地，聖安教堂還是被保留下來。1975 年，聖安教堂之友會成立(the Friends of St Ann's Church)，該組織成立之宗旨係為保存此一歷史建築，2011 年，聖安教堂因進行翻新工程而關閉。

作為流行的指標，這個廣場目前還是充斥著各種流行精品名店，屬於高消費的商圈。特別的是，在廣場中央豎立了一座紀念波耳戰爭(Boer War)銅像。此一雕像係由克羅夫特爵士(Sir W. Hamo Thornycroft)於 1908 年製作，雕像是由兩個人物銅像立於一個岩石青銅座，前方飾以圓環式花圈所構成。花崗岩的基座有三塊牌匾紀錄著陣亡軍人的姓名，也提及了無法追認的無名英雄。這個實戰情境的紀念碑描述兩位曼城軍團的士兵，在激烈戰鬥中栩栩如生的狀態。一位受傷的士兵將彈藥傳給另為一位戰友(站立者)，以便繼續防衛他們的據點。提醒過往的旅人，百餘年前曼城人在非洲最南端的一場激烈的戰事。



新舊建築交替的 St. Ann Square



St. Ann Square 的一戰紀念碑

在曼城歷史散步時，無意間也發現了曼城的魚貨批發市場舊址，落成於1872年，雖然附近已經沒有任何的潮濕或魚腥味，但從建築物的高大，牆面雕刻的精緻，及其佔地的規模，可以想見當日曼城魚類交易繁榮的光景。繼續往東走，我們還看見十九世紀 Smith Field Market Hall 市場大廳的舊址，1858年落成，原來附近商場都是以此為中心，比魚貨批發市場還要早，目前正待整修中。



魚貨批發市場



魚貨批發市場



十九世紀 Smith Field Market Hall 市場大廳的舊址，目前正待整修中



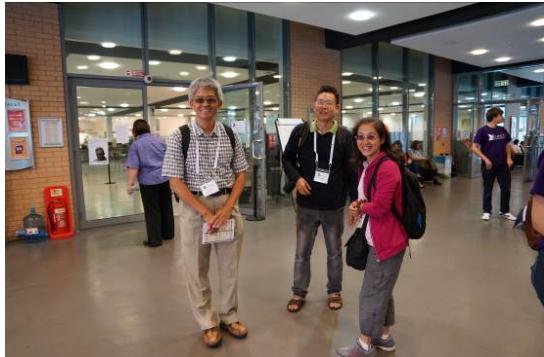
隔沒多遠，就有這麼具有現代風格的大樓，實在令人吃驚。

運河，羅馬遺跡

曼徹斯特是個因水運便捷所發展的歷史古城，雖然羅馬時期此地為交通樞紐，羅馬人曾興建過城堡，但並未形成固定大型聚落。中世紀後，畜牧和毛紡業興起，棉織業也隨之加入產業的序列。工業革命後，經濟的水運帶動了曼城的經濟發展，隨著利物浦與曼城間的鐵路築成，水陸運輸發達，使得曼城成為了英格蘭北部城市政經地位的首席。曼城現為英國第二大城，人口約50萬，但大曼徹斯特郡的人口約為224萬，約與臺北市相當。

二十世紀初，全球經濟蕭條，曼城的工業也隨之衰退，加上二次大戰期間重工業設施因受納粹德國轟炸而嚴重破壞，其工業也走向式微。不過，高度的工業發展，也為曼城留下了一項歷史遺產，即密集的運河網。我們在會場巧遇了大業大學的賴伯琦教授伉儷，和中國科學院的韓琦和孫承晟兩位研究員，於是臨時起意和其他學者一起走訪舊城區，尋訪十九世紀末二十世紀初，曼城的歷史風華。

1746年興築的世界第一條工業運河 Bridge water Canal 在曼大的北方，以東西向通過曼城市中心，我們沿著 Oxford 北行，過了宮殿戲院，就到了運河交錯處，我們繼續拾級而下，往西漫步。運河沿岸都設有不少人力閘門，閘門旁的岸上，都有鐵製弧道，後來經過實際觀察，才知道是人坐在柵門桿上，用雙腳抵住鐵製弧道上的突出物，就可以輕易的打開閘門。



他鄉遇故知，在會場遇見了賴伯琦教授夫婦

東西向的鐵路原為高架，從結構上可以判斷這些高架鐵路的年紀至少有百年以上。



一起前往曼城的運河



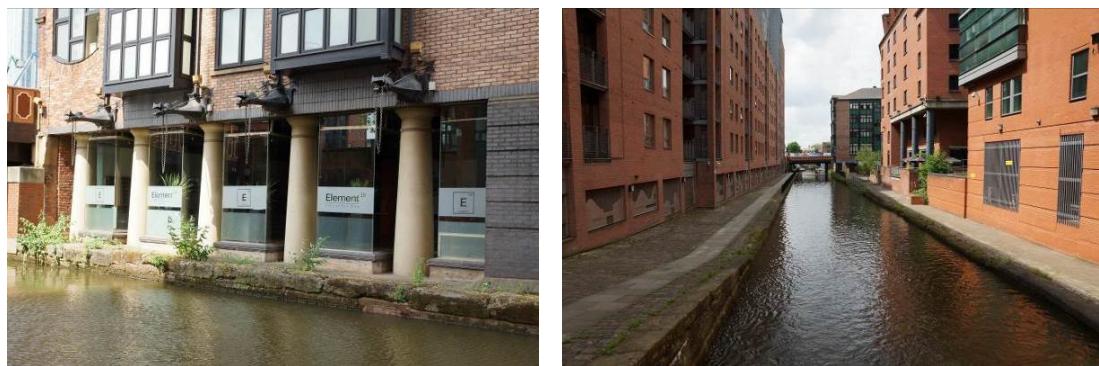
1746 年興築的工業運河 Bridge water Canal 運河旁幽靜的小路



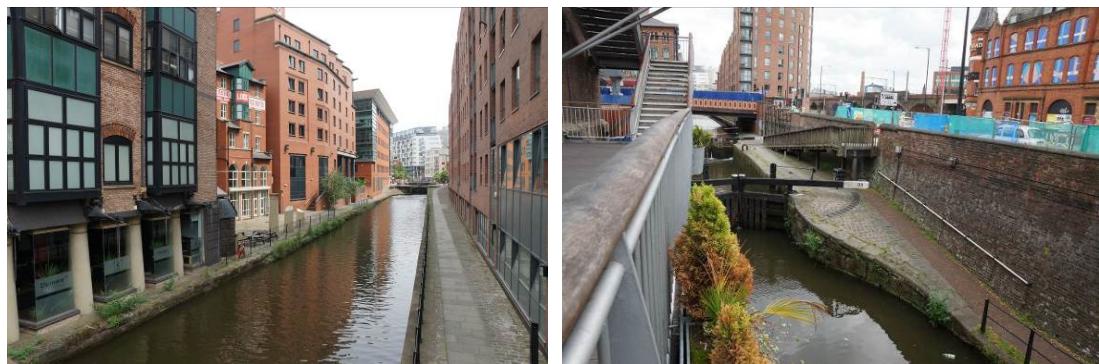
弧形的鐵片，是推閘門者施力的支點



運河人力閘門



乾淨的運河



Whitworth W. Rd 旁的運河

才走沒有多久，就發現了運河與旁邊的鐵路磚石橋相鄰，在磚石橋的門洞中，有許多餐廳開設其間，沒幾步路，運河沒入了牆面中，原來這是 Gaythorne Tunnel，一個給船隻通過的隧道。我們因此又拾階而上，原來磚石橋面上已是簡易的 Metrolink 輕軌車站，在車站附近向西走，可以看見曼城高聳的希爾頓飯店大樓，和周邊的歷史建築相互輝映。同時，運河離開隧道後，就來到的運河的分叉點，有許多河船在此暫泊，加上交錯的輕軌磚石橋、新舊鐵路橋、公路橋在此穿越，我們也俯視無遺，真是令人目不暇給，我們在此拼命的拍攝美景。



City Road Inn 飯店



看見火車穿越鐵橋



以舊高架鐵路磚石橋洞的空間經營的餐廳。



Gaythorne Tunnel



1902 年所興建的 Gaythorne Tunnel 鐵牌



橫跨 Castle st.的鐵橋結構具有幾何美感，反映出英國人在科學和美學上的造詣。



公路鐵橋跨越運河上方



運河交口的美景



新舊鐵路橋下，就是運河交叉之處。



爬到磚石橋上，看見曼城的希爾頓飯店大樓，交錯著百年前的磚石橋，令人時空錯亂。大家忍不住在此駐足拍攝。

我們無意間在 Beauford St.附近，發現了考古學家所整理的羅馬遺址 Castlefield 公園，Castlefield 是曼城城區內的保留區，在 1982 年被改為公園。保留區的範圍是由 River Irwell, Quay St. Deansgate Rd. 和 Chester Rd. 所包圍的區域。此一地區是羅馬時代，大約西元 79 年，由總督阿吉利可拉(Gnaeus Julius Agricola)下令設立了稱做 Mamucium 或 Mancunium(此即曼城的古地名)的堡壘，是控制 River Irwell 和 River Medlock 的樞紐。最古老的堡壘是木製的，至西元 200 年才改為石造，以增強防禦力，曾駐守 500 名士兵。



韓琦從橋上俯視羅馬遺址公園



公園內復原的城樓和城牆，壕塹。



俯瞰羅馬遺址



與韓琦老師合影



快樂的師徒二人組



Castlefield 說明牌



鐵橋和磚石橋交錯



城堡前的壕塹



羅馬建築物遺址



羅馬建築物遺址

由於 Castlefield 公園鄰近曼城著名的科學與工業博物館，我們即轉往該館參觀，而沒有繼續西行，但事實上前幾日我們曾經跨過 Irwell River 上的王子橋(Prince's Bridge)，走到 Ordsall Ln，途經 Ordsall Park，再到 Trafford Rd.接近 Ontario Basin 然後抵達 Manchester Ship Canal，一路步行到帝國戰爭博物館北館參觀，由於路程十分遙遠，我們全部步行，中途只能席地休息，我們就在一個賣場外的停車場席地而坐，無味的啃著三明治。這一段的水面寬闊，能夠通行大型船隻，目前雖然只有旅遊休閒用途，但沿著運河周邊的都市計畫，已經可以看出曼城的文化創意。



橋面上鋪設柏油，不過此橋很少人使用。



王子橋，1905 年興建的鐵橋鐵牌



逐漸開闊的 Manchester Ship Canal 運河



Ontario Basin 旁的林蔭道



十分開闊的 Manchester Ship Canal 運河區

科學與工業博物館

曼城的科學與工業博物館是該地區的代表性博物館。該館區遼闊，一共有五個館區，分為十個展廳：航天廳(Air & Space Gallery)、連接曼徹斯特(Connecting Manchester Gallery)、電力廳(Electricity Gallery)、瓦斯廳(Gas Gallery)、利物浦到曼城鐵路(Liverpool & Manchester Railway)、打造曼徹斯特(The Making of Manchester)、動力大廳(Power Hall)、革命的曼徹斯特展廳(Revolution Manchester Gallery)、紡織品廳(Textiles Gallery)、地下曼徹斯特展廳(Underground Manchester Gallery)等。我們前往參訪時在路口還巧遇了研究中國冶金史的華道安(Donald B. Wagner)教授，還看見了其他的與會者，可見得此館是科學史學者必然參觀之地。



科學與工業博物館的入口



入口前的巨大機器

航天廳

航天館的所在是英國的 Alliott Verdon Roe 所創立的 A. V. Roe & Co. Ltd 廠房，Roe 製造了英國第一架使用英國引擎的飛機。這架飛機是三翼結構，目前館方所擁有的是一架 1954 年的複製品。同時，由於英國的航空業與陸地交通工具製造業關係密切，因此航天館內也展示了相當多的車輛、機車和自行車。

在此廳中最醒目的展品，是一架 Avro 沙克頓 Shackleton 巡邏機，Avro 沙克頓是一種配屬於英國皇家空軍和南非空軍的英製螺旋槳動力長程海上巡邏機，得名於英國極地探險家沙克頓爵士(Sir Ernest Shackleton)。本機係由 Avro 的林肯轟炸機(Avro Lincoln)所發展而來，由查兌克(Roy Chadwick)

所設計，代號為 Avro Type 696。最初用於反潛作戰和海洋巡邏，稍後轉變為空中早期預警的角色，在 1951-1990 年間服役，見證了英國皇家空軍在航空領域的領先角色。然而，對照起今日英國沒有自產的預警機和海上巡邏機的窘境，實在是不勝歎嘆。



曼徹斯特工業與科學博物館的航天館入口



Avro 沙克頓 Shackleton 巡邏機



老爺車



別有新意的捐獻箱



機車



第一架全英國製的飛機



氣球下的吊籃



噴火戰鬥機



早期的民航機



水上競賽快艇



電動車



直昇機



早期的噴氣式戰鬥機



各種機車



各種自行車



各種機車競賽的獎盃

連接曼徹斯特

此一展廳位於 1830 倉庫(1830 Warehouse)，原為火車站月臺對面的貨棧。展廳中展示著各種通訊媒材展品，呈現出人類通訊傳播科技的巨大變革，如印刷和造紙機械、照相器材、電話和電報設備、收音機、電視機、電腦和其他數位設備。



印刷裁紙等機具



各種通訊裝置



電傳打字機，交換機等設備



1830 倉庫入口

電力廳

城市的運作仰賴能源的供給，其中穩定而持續的電力供給，已經是現代大城市中不可或缺的基礎設施。在此一展廳中，展示了 1930 年代和 1950 年代的英國客廳和廚房，顯示出人類對於電力的依賴逐漸加深。展廳中並有一具來自 1923 年的渦輪發電機。除此之外，也介紹了核能和其他新能源的優劣比較。

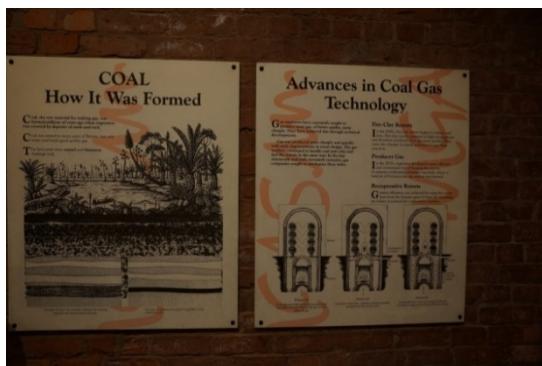


渦輪室是展示 1923 年的發電廠和發電機設備的地方



煤氣廳(Gas Gallery)

煤氣指的是煤炭經過乾餾後得到的氣體，早在 1817 年，曼城就已經有煤氣廠了，煤氣燈由於較油燈明亮而且安全，因此很快的取代了油燈，曼城的道路也使用煤氣燈當作路燈，此外也做為室內的供暖之用，煤氣為曼城帶來了光明和溫暖。直到 1960 年代，在北海發現天然氣，提供了更清潔和便宜的燃料，煤氣才被完全取代。在展廳中，除了介紹乾餾煤炭得到煤氣的原理，現場也製作了煤氣廠的一比一模型。同時也陳列許多路燈實物，使我們對於這種已經退役的能源有更深的認識。



製造煤氣的理論說明版



製造煤氣的實景模型



煤氣路燈



點煤氣路燈

利物浦到曼城鐵路

博物館所在的位置原為火車站，是利物浦和曼城間的鐵路的端點，這條鐵路是世界第一條鐵路，因此這裡也可以說是人類史上火車的起點之一。博物館保留了車站外的建築和設施，甚至是煤堆都保留了。同時，還有特別的觀眾服務，可以利用這些古董火車拍婚紗或舉行婚禮，這個點子似乎值得臺鐵和臺灣的相關博物館參考。



畫面中的建築物就是 1830 倉庫，右方鐵道旁有
煤堆



從車站月臺看科學與工業博物館的其他建築



從科學與工業博物館西倉庫看車站月臺



火車整修用吊車



1830 倉庫中展示的利曼老火車模型



打造曼徹斯特

此廳位於車站大樓(Station Building)，介紹自羅馬時代迄今曼城的都市建設發展史，尤其是十九世紀曼城崛起後，逐漸發展出自身的公共建設特色，並形成了國際都會的發展格局。展覽除了介紹運河等公共設施外，也特別陳列了一個特殊展品。1996 年，因為北愛爾蘭共和軍(IRA)在曼城引爆大

型汽車炸彈，使得曼城的市中心幾乎被夷平。在爆炸點的附近，留存了一個被破壞的交通號誌。從交通號誌的破壞程度，顯示出爆炸威力的巨大。

動力大廳

蒸氣力是曼徹斯特工業發展的基礎，這一大樓收藏了全世界最多的蒸汽引擎。其中包括了各種能源的動力機械，如天然氣、汽油、熱空氣和柴油所推動者，這些動力機械都是由曼城當地的克羅斯里兄弟公司(Crossley Brothers Co. Ltd)和國家天然氣公司(National Gas Engine Co. Ltd)所打造的。這裡還收藏有大量的火車頭。



動力機械大樓



早期火車



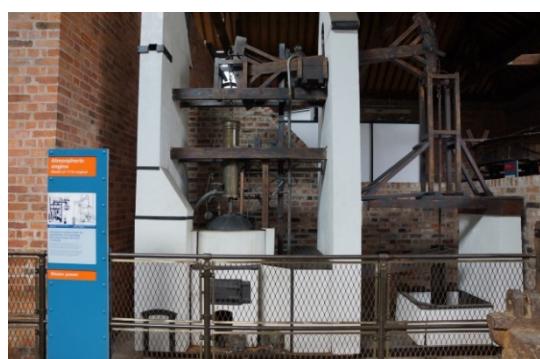
精美



火車整個側面解剖示意



Ferranti 往復式引擎，1900 年製造，是渦輪引擎出現前的主要商業交流電發電機形式。



1712 年的蒸汽機，這就是大名鼎鼎的 Newcomen 蒸汽機。



煤氣引擎



煤氣引擎



液壓幫浦，此引擎原為蒸氣動力，後於 1927 年改為電力。



飛機引擎



各種工業產品

革命的曼徹斯特展廳

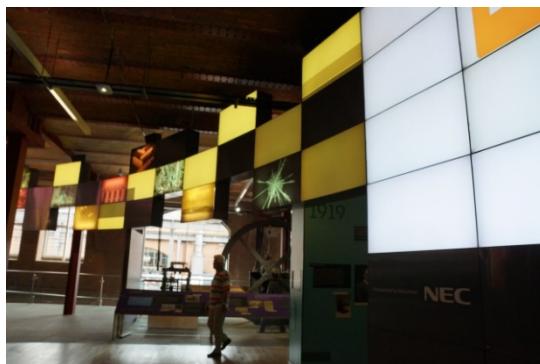
其設定是科學與工業博物館中的導覽區，在此倉庫中最引人注意的是一個數位雕塑(digital sculpture)，只要利用條碼卡感應，就可以讓自己的照片在這個數位雕塑中與曼徹斯特獨特的歷史產生連結。此一倉庫分為六個區域，分別為運輸革命、電腦世紀、工程、能源、棉花之都和物質的結構等。是目前本館最新的展覽，開放於 2011 年一月。



西倉庫大樓



數位雕塑



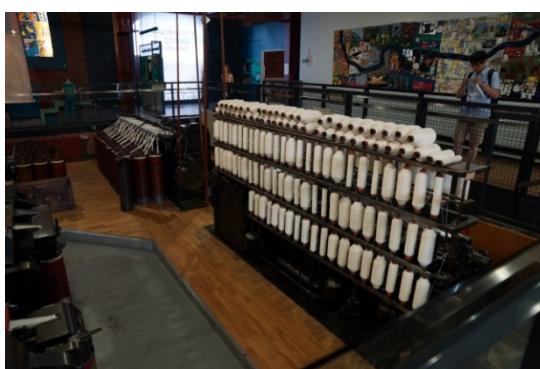
NEC 所捐贈的電子展板



發電機模型

紡織品廳

曼城別稱棉都，是工業革命中崛起的紡織業中心。因此，此地所保留的產業文物也十分齊全，在科學與工業博物館中，就保留了大量與紡織機，同時也有博物館人員實際操作，啟動紡織機，讓觀眾瞭解機械製造的原理。



備用的棉線



各種商標印

地下曼徹斯特展廳

此展廳位於車站大廳地下室，用於展示曼城對於乾淨水源和污水的處理方式。現在曼城的水源來自於 Thirlmere 水庫，但要說曼城的供水和排水系統，可以從羅馬時代講起。展廳中復原了羅馬時代的廁所和水管，同時也將曼城各個時期的供排水設施文物和技術展示出來，是了解曼城基礎公共建設發展史的必看展覽。



曼城不同時期的排水管

曼城的種種公共建設經驗，後來成為現代都會發展的雛形，曼城的科學與工業博物館是從曼城的工業和科學文物，呈現出現代都市文明的歷史進程。透過觀看這些曼城歷史經驗，也看見現代世界工業與科學發展的縮影。

歷史、城市特色與博物館的結合

不論就工業革命或是科學發展觀點言，曼城都是重要的歷史名城。雖然過往的輝煌，已經成為歷史的痕跡，但曼城仍不懈的凸顯其歷史地位的重要性，以發展其城市文化特色。除用工業與科學博物館來證明自己在工業革命的歷史地位，用帝國戰爭博物館來紀念戰爭對曼城的影響，透過運河設施的活化利用，促進城市景觀和旅遊經濟，都是值得借鏡的。

談「中國科技典籍選刊」的整理實踐與思考— 以《王禎農書》為例

孫顯斌*

摘要

選刊由中國科學院自然科學史研究所策劃組織，是科技史、古典文獻、圖書館與出版界的通力合作，採取圖文對照的版式，將書影與錄文、校釋文字對照排版，同時附帶學術導言，說明作者、學術成就、版本源流及整理情況等內容。《王禎農書》的版本系統並不複雜，且早有整理本問世，研究者多所憑藉。但這次圖文對照重新整理發現原整理本限於當時條件所根據的版本情況與聲稱不符，產生了誤導。圖文對照的方式則最大限度的保留了典籍原貌，又提供了點校整理成果，方便研究和閱讀使用和檢驗。

關鍵詞：古籍整理、王禎農書、版本、校勘

* 中國科學院自然科學史研究所副研究館員

大陸科技典籍整理出版的背景

作為一個擁有數千年悠久文明的古老文明，中華文明曾經為人類創造了輝煌燦爛的文化，其中古代科學技術成就舉世矚目。又因中國印刷術的早熟與發達，前人留存記錄與傳承古代科技文明的典籍卷帙浩繁、蔚為大觀，使得後人有充分的資源去了解與認識這些神奇創製，同時也是世界認識理解中華文明傑出智慧的重要途徑。

近年出版的《中國古籍總目》終於揭示出這一典籍寶藏的數量，《總目》前言稱現存 1912 年以前出版的古籍約 20 萬種。我們按圖索驥，對《總目》中與科技相關的典籍數量做了粗略估算，這些典籍主要分佈於如下幾個類屬：史部地理類總志之屬（444 種）、政書類考工之屬（81 種）以及水利之屬（314 種），子部農家類（467 種）、譜錄類花木鳥獸之屬（339 種）、醫家類（6684 種）、天算類（1656 種）、新學類（884 種），合計 10869 種。西學東漸典籍除此處「新學類」，又據《近代漢譯西學書目提要（明末至 1919）》推算，合計 1678 種，其中心理學 25 種，地理 272 種，自然科學 1381 種。當然，「漢譯西學」和「新學類」有部分重合，由此估計現今留存古代科技典籍數量在 1.2 萬種左右，約佔古籍總量的 6%左右。

從上個世紀「新文化運動」以來，「科學」地「整理國故」便成為傳統學術向現代學術轉型的一部分。胡適在 1919 年 12 月《新青年》第 7 卷第 1 號《「新思潮」的意義》一文中提出「研究問題、輸入學理、整理國故、再造文明」的口號，拉開了「整理國故運動」，同年，北京大學國文系下設語言文字、文學、整理國故三科。1958 年 2 月，大陸全國古籍整理出版規劃領導小組成立；1983 年 1 月，大陸衛生部成立全國中醫古籍整理出版辦公室；1983 年 9 月，大陸教育部批准成立全國高等院校古籍整理研究工作委員會，秘書處設在北京大學中文系；1984 年 9 月，大陸國家民委成立全國少數民族古籍整理出版規劃小組。1959 年，北京大學中文系開設了第一個古典文獻專業，系統培養古籍整理專業人才。1983 年以後，杭州大學（現浙江大學）、南京師範大學、上海師範大學等高校也增設了古典文獻專業。1983 年後全國高校古籍整理研究工作委員會負責組織、協調全國高校的古籍整理研究和人才培養工作，各高校的八十多個古籍研究所共有專兼職人員近兩千人，培養了大批古籍整理人才。中國出版協會古籍出版工作委員會於 2008 年 9 月 22 日由大陸民政部正式批准成立，為中國出版協會下屬的二級組織，現有理事單位 28 家，編輯近千人，每年出版整理古籍近千種。一個世紀以來，尤其是 1949 年以後，古籍整理事業得到較快的發展，據《新中國古籍整理圖書總目錄》估算，民國以來整理古籍近 2 萬種，約佔存世總量的十分之一。然而，科技典籍與文史領域的整理出版成績相比，無論整體規模與系統性，還是整理方式的多樣性，都存在這一定的差距，有關問題在張柏春《中國科技典籍選刊序》有較詳細的論述。科技典籍中醫學類典籍因為涉及應用，整理數量最多，估計超過存世數量 10%，農學次之，其他科技典籍整理十分有限，估計不超過 2%，所以對於科技史研究來說，基礎文獻的整理出版是亟待解決的瓶頸問題。

一、《中國科技典籍選刊》的策劃與組織

《中國科技典籍選刊》（以下稱《選刊》）是由中國科學院自然科學史研究所與湖南科學技術出版社合作策劃組織，目前已被列入大陸「2011-2020 年國家古籍整理出版規劃」，第一、二、三輯共 11 種已獲得 2013-15 年度資助，第一輯三種已經面世了。《選刊》策劃的宗旨是傳承中華科技文明悠久而燦爛的文化傳統，提供高質量、可靠的文獻整理成果，為學術研究和利用提供方便。這次整理在方式上參照了張柏春等國內外同行合作整理的《傳播與會通——《奇器圖說》研究與校注》，採取圖文對照的版式，將書影與錄文、校釋文字對照排版，這樣既最大限度的保留了典籍原貌，同時又提供了點校整理成果，方便研究和閱讀。眾所周知，圖像影印可以最大程度的保留典籍的原貌，但是既不方便閱讀，也不方便展示校勘成果。而做過點校整理的同仁都有體會，百密一疏，再仔細認真也難免出現漏校等情況，以致形成對讀者的誤導。更不用說整理時使用底本的不規範問題了，章

培恒在《關於古籍整理工作的規範化問題——以底本問題為中心》¹中指出至少有底本選擇不善，點校失誤；不說明所用的底本；不忠實的以其交代的底本為底本；改動底本文字不說明等幾方面的問題。

我們的選目要考慮覆蓋的廣泛性、代表性、研究閱讀需求的前瞻性，當然是否有合適的整理者是最關鍵的問題，既要熟悉所整理典籍的內容又要有古籍整理的訓練和經驗，最重要的是有從事整理工作的熱情和一絲不苟的學術態度，這在當今浮躁的學術氛圍中才是最難能可貴的。圖書館界同仁的大力支持更使我們幹勁倍增，在此基礎上，我們計畫以每年三至五種的進度整理出版。

二、以《王禎農書》為例談典籍整理的幾點看法

《王禎農書》在上個世紀八十年代就出版過王毓瑚的整理本²，學者們多所憑藉。實際上此書的版本系統並不複雜，經過我們的初步考察，確認嘉靖本是該書的一個非常重要的祖本，但是一直沒有影印出版，非常遺憾，於是決定以嘉靖本為底本進行新整理。在整理過程中發現王氏的整理本限於當時條件，問題不少。³按王氏所說文字以四庫本作底本，插圖以嘉靖本作底本。很遺憾王氏沒有指出他用的四庫本具體是哪個本子，在王氏整理時，藏在臺北故宮博物院的文淵閣本還沒有出版，文溯閣本恐怕也難看到，他最可能見到的就是藏在國家圖書館的文津閣本，但是經過我們將這兩個四庫本與王本比對，發現其與兩個四庫本都有大量文字差異，而這些差異往往與聚珍本系統相合，這說明王氏起初的工作底本不是某個四庫本，而是某個聚珍本系統的本子，進一步核對發現應該是農報本或以農報本為直接祖本的萬有本。王氏後期雖然用文津閣本做了比對，但做得很不徹底。王本甚至還有一些異文不同於所有四庫本系統，而與嘉靖本系統相同的情況。另外，王氏所用嘉靖本最初的工作底本恐怕也是其他嘉靖本系統的版本，而非祖本。

實際上，無論是文字還是圖像，嘉靖本都優於四庫本系統，嘉靖本的缺點在於有不少明顯的訛誤，所以初判之下，容易得出「舛訛漏落，疑誤宏多」的結論，但是這些訛誤多為形近音近而訛，校正並不困難。相比之下，四庫本系統經過嚴格的校改，這種低級失誤很少。如《穀譜·粟》「早田淨而易治，晚者蕪蒿難出」，「出」四庫本作「治」，此段雖是《齊民要術》文字，但從《農桑輯要·種穀》轉引，嘉靖本與元刻《農桑輯要》同，並且《齊民要術》金澤抄本亦作「出」。⁴通過考察，發現在四庫本問世之前，《王禎農書》已多有流傳，影響廣泛，但是這些引用全都依據嘉靖本系統，四庫本所謂依據的永樂大典本幾乎毫無影響。例如《農器圖譜·田制門》「區田」：「又參考《氾勝之書》及《務本書》」為《農政全書》所引，石聲漢《農政全書校注》校記稱王禎引文作「務本新書」，「諸山陵、傾阪及田丘城上」，石校稱王禎引文「丘城」上無「田」字，「則地利自饒，雖遇災」，石校稱王禎原書「災」字上有「天」字。⁵實際上石聲漢依據的是四庫本系統，嘉靖本系統與《農政全書》引文全同，這種例子不勝枚舉。

從校勘的任務而言，如果能夠幸運的看到作者的手稿，雖然我們仍然要憑藉手稿對文本的形成進行分析，但畢竟這是文本的原貌。現實中我們往往只能獲得經過歷史流傳形成的文本，這就需要文本還原。傳統學術中應對這項工作的是版本學和校勘學，版本分析的目的是建立起文本流傳的譜系即版本源流，為此要依據文獻的載體、刻印、序跋、文本異文等諸多因素共同分析，其中文本異文對勘是校勘學的內容，版本源流不僅揭示了文獻流變形成的複雜過程，也為進一步校勘還原文本奠定選擇底本和參校本的基礎。類似的，西方學術亦先後形成「折衷法」、「譜系法」和「底本法」

¹ 章培恒，〈關於古籍整理工作的規範化問題——以底本問題為中心〉（北京：北京大學出版社，《中國典籍文化論叢（第七輯）》，2012），頁50-59。

² 王毓瑚點校《王禎農書》（北京：農業出版社，1981年）。

³ 詳細參考孫顯斌、攸興超點校，《王禎農書》，〈導言〉（長沙：湖南科學技術出版社，2014）。

⁴ 繆啟愉，《元刻農桑輯要校釋》（北京：農業出版社，1988），頁59。

⁵ 石聲漢，《農政全書校注》（上海：上海古籍出版社，1979），頁126。

等文本還原方法，值得一提的是西方學術中校勘學對應的英文術語為“*textual criticism*”，《大英百科全書》的釋義為「將文本盡可能接近地恢復其原始形式的一門技藝」。⁶這一定義將校勘學的文本還原原理講得非常清晰明瞭。由於掌握的材料有限，大多數情況下我們只是「盡可能」的恢復文本的原貌而已。同時，不能忽略的問題是文本形成與流變的過程，而文本形成的層層疊加情況卻比較複雜，它既包含文本的流傳訛變，也包括不少的故意篡改，那些故作高明的校勘就是篡改的一種，雖然看起來像「善意的」。從這個意義上，西方學術使用“*textual criticism*”這一術語顯然更貼切，既包括文本原貌的還原，也包括文本發生過程的解析。大多數的古籍整理都是立足於還原文本原貌的「定本」式方法，而缺乏文本發生過程的全面解析，這樣我們在使用其他文獻的引用情況討論文本的歷史影響時，就像上文所舉《王禎農書》的例子有時容易指鹿為馬，這是因為往往一些常見的通行本影響更大。那麼作為補充，提供各種版本的異文匯校情況也亟需納入到學術整理典籍的程式中來。

雖然前人整理的《王禎農書》有不少問題，畢竟它在科技典籍中已經算是不錯的整理成果了，這說明典籍整理真是任重道遠。

⁶ 蘇傑，《西方校勘學論著選》(上海：上海人民出版社，2009.05)，〈編譯前言〉，頁3、12。

A Review on Editing the Series of Chinese Classics of Sciences and Technologies

SUN Xianbin*

Abstract

The Series are schemed by the Institute for the History of Natural Sciences, CAS, and are the results of concerted efforts by historians, classical literature researchers, librarians and publishers. The Series provide facsimiles and corresponding texts with punctuations, annotations and notes of collation. Also attached is an academic preamble including the introduction of the author and academic achievements thereof, the origin and development of editions, and the explanation of editing, etc. The editions of Agricultural Books of Wang Zhen are not complicated, and edited version that many researchers rely on was published a few years ago, but we found that the editions that the last editor claimed to use differed from the real text, which caused much confusion. Editions with both facsimiles and corresponding texts could keep the original look while being easy to read or examine.

Keywords: Classics editing, *Agricultural Books of Wang Zhen*, edition, Textual Criticism

* Associate professor, Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences

智慧的迴響：盤點中國古代重要科技發明創造

張柏春^{*}、羅桂環^{**}、韓健平^{***}、孫顯斌^{****}、徐丁丁^{*****}

摘要

中華民族創造了燦爛的古代文明，眾多科技成就同樣熠熠生輝。然而在很長的一段時間裡，「四大發明」的概念一直主導著大多數人對中國古代科技的認知。有鑑於此，中國科學院自然科學史研究所於2013年8月啟動「中國古代重要科技發明創造評選」項目。經由條目推選、意見諮詢、調研審核、海外評議等環節，歷時一年半，至2015年1月，提出「中國古代重要科技發明創造評選」85項清單，分為科學發現與創造、技術發明、工程成就三類。希望藉此給學者大眾提供有價值的參考。

關鍵詞：中國古代科技史、發明創造

^{*} 中國科學院自然科學史研究所所長

^{**} 中國科學院自然科學史研究所研究員

^{***} 中國科學院自然科學史研究所副研究員

^{****} 中國科學院自然科學史研究所副研究館員

^{*****} 中國科學院自然科學史研究所助理研究員

早在文藝復興時期，義大利人卡丹就認為中國人的磁羅盤、印刷術和火藥是「整個古代無法與之相比的三大發明」。這一說法又因培根和馬克思的強調而影響深遠。其後，伏爾泰對中國人發明造紙術、雕版印刷術、火藥、羅盤等做過更細緻的評論，這已經囊括我們耳熟能詳的「四大發明」。然而，「四大發明」之說還是難以全面概括我國古代先民的偉大科技成就。

經過近百年的努力，科技史研究取得了累累碩果，突破「四大發明」說之侷限的學術條件早已具備，我們理應對我國古代重要科技發明創造進行新的盤點。多年來，特別是在當今這樣一個追求創新的時代，學界與公眾對瞭解中國人究竟取得了哪些獨創的科技成就，期望尤切。李約瑟、坦普爾、華覺明等專家學者先後開列過中國發明創造的清單，引發諸多討論。學者們一直希望在整個人類文明史的視野下，梳理中外科技史、考古學等學科的研究成果，對古代發明創造做出審慎的學術評估。

事實上，中華民族的科技創造力至今尚未得到大眾的充分瞭解。例如，我們的祖先最先栽培最重要的糧食作物——水稻；最重要的豆類作物——大豆；最重要的果樹作物之一——柑橘；三大飲料作物之一——茶。這些作物的栽培技術的傳播，對人類生存和發展的貢獻並不遜色於「四大發明」。

為了傳播科技史知識、弘揚創新精神，中國科學院自然科學史研究所在2013年8月成立「重要發明創造」研究組，啟動「中國古代重要科技發明創造評選」活動。

經過持續的集體調研，我們推選出「中國古代重要科技發明創造」85項，並將它們大致分為科學發現與創造、技術發明、工程成就三類。其中，工程成就特色鮮明，展現出古人創造和利用先進技術的非凡能力，反映出冶鑄、土木、水利、建築、園林、航海等技術門類的發明創造。當然，中國人的發明創造不止這85項。比如，僅在機械與儀器方面，就還有琢玉輪、犁鏡、記裡鼓車、磨車、秤漏、走馬燈等，以及技術特色鮮明的赤道渾儀、立軸式大風車等。還有些重大發明衍生出新的創造，比如在大豆的利用方面，中國人發明了豆腐和醬油。

古代科學與技術門類發展不均衡，參比的因素就更複雜。因此，遴選出數十項乃至上百項「重要發明創造」並非輕而易舉。在選擇標準上，我們重點考慮三個方面：一是突出原創性；二是反映古代科技發展的先進水準；三是對世界文明有重要影響。評估某項成就的原創性，要有可靠的考古證據或文獻記載證明它是迄今世界上發現最早的，或者屬於最早之一且特色突出。

在證據充分可信的情況下，我們容易準確地為都江堰、方程術、製圖六體、提花機、造紙術、瓷器、水運儀象臺、活塞式風箱、火銃等作嚴謹的分類定名。但是，對有些科學發現與創造、技術發明，需要作適當的概括。例如，中國古代擅長天文測算，積累了長期較系統的觀測記錄，其中的新星和超新星觀測記錄還為現代科學家研究超新星、射電源、脈衝星、中子星等高能天體作出了重要貢獻。我們將「天象記錄」列為重要創造，以概括地反映中國古代天文觀測的成就。

有的發明創造很可能未曾持續地發展，或實用功能有限，卻在一定程度上體現出高超的科技智慧，如秦陵銅車馬、指南車和水運儀象臺等。銅車馬不是實用的車輛，但凝聚著精湛的銅器製造工藝，能讓我們瞭解到秦代的車制和系駕方法。指南車反映了古人設計特殊功能傳動機構的才智。水運儀象臺集成了計時、天象演示以及天文觀測的功能，創制者發明了巧妙的「擒縱機構」，並以成套的繪圖表達機械構造，展現出中國人設計複雜機械系統的傑出水準。

有些發明創造在技術的複雜性方面不甚突出，卻對文明進程產生過不小的影響。構造比較簡單的馬鑑，作為一項騎乘技術發明，顯著提升了騎兵的戰鬥力。馬鑑由中國傳播到其他國度，一直影響到歐洲。風扇車至晚在18世紀傳入歐洲，填補了歐洲將穀粒與糠秕分離機械的空白。

我們未推薦那些因為史料不足，而不易判斷其科技內涵及原創性的發明。有些發明創造已成長期難解之謎。比較典型的例子如三國時期的「木牛流馬」。

不同的古代文明對科技發展都作出了貢獻。例如，兩河流域發明了車輛，古埃及建造了金字塔，古希臘人構建了幾何學體系，阿拉伯人發展了三角學，等等。我們須將中國與兩河流域、古埃及、

古希臘、古羅馬、古印度等文明進行比較，審慎地判斷哪些發明創造是中國人做出的。隨著研究的深入，學者們會不斷有新的發現和心得，並在此基礎上進一步完善我國古代重要科技發明創造的清單，使之更加精准。

中華民族成就了不少發明創造，為人類文明作出了不可或缺的貢獻。顯然，中國古代科學技術創造的時間分佈並不均衡。我們通常認為盛唐時代的科技創造不甚突出，反倒是長期被認為偏安積弱的宋代卻做出輝煌的創造發明。到了明清時期，陷入五百多年的科技發展緩慢期，鮮有重大發明創造。這些都值得我們深思。

縱觀古代歷史，有些技術和科學知識可能是多地起源的。不過，許多比較複雜的技術和知識很可能通過傳播而被不同的古文明分享。比如，中國人通過多種途徑向世界貢獻了水稻、大豆和茶等作物栽培方法，以及絲織、瓷器、造紙、印刷、火藥、指南針等方面的技術，也引種了小麥、棉花、玉米、馬鈴薯和番茄等作物。同時，有些發明創造是在傳播基礎上的二次創新，但其達到的成就依然堪稱傑出。眾所周知的「絲綢之路」就不僅是中國與世界貿易交流的通道，同時也是技術與科學知識的傳送帶，更可謂人類文明交流的大動脈。

2011 年以來，中國科學院自然科學史研究所正在開展「科技知識的創造與傳播」系列專題研究，嘗試用新的研究視角與方法，探討科學概念與理論的創造、技術的發明與創新、理論與經驗的關係，探討思維方式與知識表達、知識的傳播與會通、知識的全球化以及科學技術與經濟社會的互動等問題，以期對科學技術的發展作出新的闡釋。同時，我們還將通過不同的形式，向社會傳播科技史研究的新成果。我們期待先賢發明創造的智慧能夠成為激勵當代國人創新的持續動力！

附表

中國古代重要發明創造及其年代		
科學發現與創造		年代
1	干支	商代有干支紀日，春秋以後有干支紀年，漢代以後有干支紀月
2	陰陽合曆	商代後期
3	圭表	不晚於西周
4	十進位值制與算籌記數法	不晚於春秋
5	小孔成像	西元前四世紀
6	雜種優勢利用	不晚於東周
7	盈不足術	不晚於戰國
8	二十四節氣	起源于戰國，成熟於西漢初期
9	經脈學說	不晚於西元前三世紀末
10	四診法	不晚於西元前三世紀末
11	馬王堆地圖	不晚於西元前二世紀
12	勾股容圓	不晚於西漢
13	線性方程組及解法	不晚於西漢
14	本草學	東漢初期
15	天象記錄	漢代已較為系統

16	方劑學	漢代
17	製圖六體	不晚於西元三世紀
18	律管管口校正	西元三世紀
19	敦煌星圖	西元八世紀初
20	潮汐表	始見於西元八世紀後半葉
21	增乘開方法	不晚於十一世紀初
22	垛積術	不晚於十一世紀末
23	天元術	不晚於十三世紀初
24	一次同餘方程組解法	不晚於 1247 年
25	法醫學體系	西元 1247 年
26	四元術	不晚於 1303 年
27	等程律 (十二平均律)	西元 1581 年
28	《本草綱目》分類體系	西元 1578 年
29	系統的岩溶地貌考察	西元 1613—1639 年
技術發明 (43 項)		年代
30	水稻栽培	距今不少於 10000 年
31	豬的馴化	距今約 8500 年
32	粟的栽培	距今約 8000 年
33	含酒精飲料的釀造	距今約 8000 年
34	髹漆	距今約 8000 年
35	養蠶	距今 5000 多年
36	繅絲	距今 5000 多年
37	大豆栽培	距今約 4000~5000 年
38	塊範法	約西元前十七世紀
39	竹子栽培	不晚於商代
40	茶樹栽培	周代
41	柑橘栽培	不晚於東周
42	以生鐵為本的鋼鐵冶煉技術	春秋早期
43	分行栽培 (壘作法)	春秋時期
44	青銅弩機	不晚於戰國初期
45	疊鑄法	戰國時期
46	多熟種植	戰國晚期

47	針灸	不晚於西元前 3 世紀末
48	造紙術	西漢初期
49	胸帶式系駕法	西漢時期
50	溫室栽培	不晚於西元前 1 世紀
51	提花機	不晚於西元前 1 世紀
52	指南車	西漢時期
53	水碓	西漢時期
54	新莽銅卡尺	西元 9 年
55	風扇車	不晚於西元 1 世紀
56	地動儀	西元 132 年
57	翻車（龍骨車）	西元二世紀
58	水排	東漢時期
59	瓷器	成熟於東漢晚期
60	馬鑑	不晚於四世紀初
61	雕版印刷術	西元七世紀
62	轉軸舵	不晚於西元八世紀
63	水密船壁	不晚於唐代
64	火藥	約西元九世紀
65	羅盤（指南針）	不晚於西元十世紀
66	頓鑽（井鹽深鑽汲制技藝）	不晚於西元十一世紀
67	活字印刷術	西元十一世紀
68	水運儀象臺	建成於 1092 年
69	活塞式風箱	不晚於宋代
70	火箭	不晚於南宋時期
71	火銃（管形火器）	不晚於西元 13 世紀末
72	人痘接種術	不晚於西元 16 世紀
工程成就		建造年代
73	曾侯乙編鐘	戰國早期
74	都江堰	西元前 256—前 251 年
75	長城	始建於戰國後期，秦代形成「萬里長城」
76	靈渠	西元前 221 年—前 214 年之間
77	秦陵銅車馬	秦代

78	安濟橋（敞肩式石拱橋）	西元七世紀初期
79	大運河	隋唐大運河於西元七世紀初貫通；京杭大運河於 1293 年貫通
80	布達拉宮	始建於西元 631 年，重修於十七世紀中葉
81	蘇州園林	四大名園之滄浪亭始建於西元 910 年前後
82	滄州鐵獅	西元 953 年
83	應縣木塔	西元 1056 年
84	紫禁城	建成於西元 1420 年
85	鄭和航海	西元 1405-1433 年

The Echo of Intelligence: the program of The Great Inventions of Technology and Science in Ancient China

ZHANG Baichun*, LUO Guihuan**, HAN Jianping***,
SUN Xianbin****, XU Dingding*****

Abstract

China, as one of the oldest civilization, created splendid culture and brilliant scientific and technological achievements in the world. For a long time, the term of Si Da Fa Ming (the four great inventions), as a dominant and concentrated concept, used to be delegated the great creations of science and technology in ancient China. The Great Inventions of Technology and Science in Ancient China is a program promoted by the Institute for the History of Natural Sciences, CAS, started in August 2013. Through systemic procedure of recommending, consulting, investigating and discussion, the group made a result list of The Great Inventions of Technology and Science in Ancient China. Including 85 items, the list is consisted three parts of scientific discovery and creations, technological inventions, and engineering achievements. The list of results, published in January 2015, hope to appraise those Great Inventions and provide a reference for scholars and the public.

Keyword: History of science and technology in ancient China, Inventions and Creations

* Curator, Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences

** Professor, Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences

*** Associate Professor, Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences

**** Associate Professor, Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences

***** Assistant Professor, Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences

在巴黎的觀感與期待： 參與了第 14 屆國際東亞科學史會議*

傅大為 **

會議日期：2015.07.06-10

2015 年七月上旬，我去巴黎參加了這個已經睽違多年的第 14 屆的國際東亞科學史會議 (International Conference on the History of Science in East Asia)。上一次我有很多回憶的，是金永植在首爾所主辦的那次會議（或是後來在新加坡的那一次），總之都是多年前了。

這次的會議，據大會主席 Jami 說，本來預估是兩百人參加，結果有將近四百人報名。而且來自臺灣的參與者相當多，超過 30 人（包括兩位藝術史的學者），在各國的參與人數中佔第四。另外一個有趣的現象是，根據統計，以當代科技史(after 2000)為主題的報告佔有相當的份量，頗超過過去的 after WWII 到世紀末的所謂「老當代」。我猜在這些當代科技史的主題報告中，有許多在東亞 STS 的會議中一樣是可以報告的，在這一點上，東亞科技史與東亞 STS 是大略重疊的，我會再回到這個問題來。

這次會議我看到的一些 highlights，例如既然在巴黎開會，法蘭西學院的中國科學史團隊就作了成果報告，由四位已退休的資深學者分別就《春秋繁露》的術數、《齊民要術》、麵麩的世界史、還有西方植物學進入東亞的歷史。作數學史的主席 Jami 當然也鼓勵東亞數學史在這次會議中有許多施展的機會。還有從幾個區域與角度來紀念中山茂在東亞科學史研究上的影響與意義。孫小淳團隊的中國古代天文學的度量技術、還有 Togo 團隊的日本帝國的技術史（包括帝國軍人的新泡菜食品 Takuan）。另外還有東亞 STM 歷史在今天跨領域交流學界的地位與角色這樣的圓桌討論，熱烈討論了東亞科技史與歐美主流科技史、東亞歷史研究、還有與東亞 STS 的各種可能關係。我之後也會再回到這點來。另外還有一些小而美的議題，例如中國與臺灣海域的歷史知識，東亞十七世紀的自然知識以及有關神奇與異事的討論（這次我也被邀來評論這些東亞科技史研究，見下），還有如東亞的女性醫療照顧者與病患等。

當然我這樣的描述是掛一漏萬的，會場常有七八個場子同時進行，而我只能選擇一個，但有時甚至一個時段跳兩場。不過我感到，傳統東亞科技史的主流，天文與數學史，在這個會議中仍然相當的興盛，而且對儀器與技術問題更加重視。同樣的，日本帝國的科學與技術問題在會議中也十分熱，技術史的問題從滿州國的水壩建造到為何臺灣民眾特別喜歡帝國軍人的漬菜 Takuan 等都給大家留下印象。其實食品的技術與各處流動的歷史（如麵麩等），在本次會議中引起不少的注意。另外荷蘭人與中國人／臺灣人在東亞海域的航海技術研究也很有趣。所以不似好些年前我聽到的，說當時有很多人開始熱中於作東亞醫學史（一些朋友這次也仍然活躍），這次我的印象反而是廣義的技術史

* 這篇「觀感與期待」，本來是寫給臺灣的 STS 社群的，同時也是科技部出國開會的報告，但後來經劉廣定先生向周維強提及我寫了這篇觀感，所以維強就要我把這篇也刊登於《科技史通訊》上。為了更符合我們通訊的性質，我在此篇中又加上了點細節，特別是我主持「奇異的自然、奇異的技術」專題與評論四篇專題報告的介紹，請科技史委員會的同仁們參考。

** 國立陽明大學科技與社會研究所教授

還有技術與社會的議題，逐漸成為東亞科技史的一個新熱點。以下我先比較仔細的談談兩個我參與的場次，然後再回到整體的印象。

我受邀主持與評論的是四篇介於古典與近代東亞的「奇異的自然、奇異的技術」的專題。大概因為我過去對《夢溪筆談》中的神奇、異事門的研究，這個專題的規劃者(Siebert & 張瓊)特別找我來評論，何況這四篇也使用了相當多近代東亞的筆記與類書資料，與我過去重視宋代的筆記文化，頗有點文類的關係。第一篇由在美國 Wake Forest 大學任教的張瓊對晚明謝肇淛的《五雜俎》中的神異(exotica)論述做了有趣的討論，她也別具心思的把這個神異論述與過去 Daston 討論英國十七世紀的“Monsters”關連起來，有個從晚明走向現代的意思。不過，《五雜俎》筆記的內部分類，還有謝肇淛及其前後朋友師生所形成的筆記文化，還有待張瓊做進一步的發展。邁向現代的腳步其實要謹慎為之。再來是在 Max Planck 做研究的 Martina Siebert 討論“Things outside of the Box”，她想尋求一種中國的文類，從漢到清上下千餘年，以筆記條列的方式來記載神奇異事的事物。雖然她討論了很多有趣的事物，類似今天的日常科技，但又截然不同，我比較懷疑這樣的文類的意義。從我過去的瞭解，從唐到宋神奇異事的意義就很不同，遑論上下千餘年的文類。總之，我對這幾篇論文的評論，重點之一是強調研究筆記文類、還有對待神奇異事記載的方法論問題，這都涉及要如何看待科學史的史學史。

第三篇是首爾大學的博士生 Jeon Hyeri 討論十七世紀初年朝鮮儒家學者李睟光的《芝峰類說》，這是一篇對類書中神奇與災異的研究，應該特別注意到該類書的分類秩序。她特別提到李睟光嘗試以「理外之理」的觀點去瞭解那些災異，後來一同參與討論的哈佛學者栗山茂久也覺得這是個很有趣的概念。最後是日本大阪大學的 Tomoko Onabe 來報告日本十九世紀的一本報導神奇的《仙境異聞》，是關於「天狗」(Tengu)隱者的技術、還有「天狗小僧」Torakichi 與當時日本科學家 Kunitomo 對話的故事。這是我第一次仔細地理解到天狗神隱的神奇技術，但是說這是技術，其實與歐美傳統的技術意義相差何止千里。因為報導者有意將之看成日本民族獨特的技術傳統，與忍術的地位類似，很值得從東亞技術史史學史的角度再去思考。總之，四篇報告從相似但又不同的傳統來分析近代初年東亞的神異與科技互動的情境，很有意思。雖然這個專題在科技史的傳統或許比較邊緣，但它也吸引了不少世界各地的學者來參與討論。不過，各個主題雖然精彩，基本上仍然比較是點到為止的初步研究，而且在方法論與史識的意識上都值得加強。

再來談一下我參加的另一個場次，是關於「東亞的女性醫療照顧者與病患」。首先有卜麗萍來報告中國學習西醫的女性先驅們、還有她們的國際教育與工作生涯。卜教授談了好幾個很有趣的案例，但是後來在二次大戰之後，有些在美國受教育的女醫師就面臨了是否能夠適應共產中國新社會的問題，有的就選擇回到美國，雖然我們知道有一些美國受教育的中國科學家反而在二戰後選擇回到共產中國。同時這也令我想起蔡阿信在二戰之後也從臺灣遠赴美國求生活的故事。所以，女科學家或女醫師，除了在平時需要知道如何在以男性為主的專業中的生存之道，當時代劇烈改變時，或許受到最大影響的也是這些社會資本不足的女性專業者吧。後來，以寫中國赤腳醫師出名的南洋理工的方小平，報告在五零年代的中國，地方政府如何在傳統農村產婆之中建立規訓與促成產婆的社群感。在這裡，或許方小平尚未充分把問題放在一個性別、專業與醫療的框架中來看問題，我總是感到他太站在現代化醫療的角度，而多少忽略了傳統產婆的另類技術與性別傳統。同一個專題的第二個場次，則是由臺灣陽明大學的盧孳豔報告臺灣 HRT 治療實作中各種行動者彼此混雜(hybridized)的狀況，另外一篇則由中研院的吳燕秋來報告戰後臺灣家庭女性「煮酒」(cooking alcohol)的傳統如何促進家庭保健與照顧。除了此專題之外，也值得一提的是，有六篇論文形成另一專題，討論到照顧與近代

護理在中國、臺灣、香港等地的誕生與發展，臺灣長庚的張淑卿也在其中報告美援與護理專業國際化的關係。

在這次的會議中，下一屆 History of Science in East Asia 的主席 Marta Manson，幾次提到與東亞 STS 合作的重要性，例如在這幾個團隊的期刊上，如 EASTM, EASTS 等，都面對著身處歐美主流的邊緣情境。所以 EASTS 在會議中的聚會時（倒來了一些老朋友還有年輕的面孔），Marta 也提到應該合作的情況需求。另外，前面提到的東亞科技史在十字路口上與其他姊妹學門交流的議題，韓國的 Lin Jongtae 也特別提到，因為傳統的科學史與科學哲學主流(HPS)、所謂的 big picture of science 的式微，以致於東亞科技史不必再依賴於傳統的 HPS，反而可以在更多元的學界裡尋求新的結盟關係，例如殖民科學史、STS、科學文化史等學科，甚至前近代的東亞科技史也可以多利用 STS 的工具等。但是，雖然可能的新結盟建議，在本次會議中被提到好幾次，但是真有精彩的整合研究、或是 STS 的工具被東亞科技史如何巧妙的使用，我個人倒是沒有看到。不過，在新時代的東亞科技史，面對其他姊妹學界，我在會議中倒感覺一股樂觀又有信心的氣氛。但這種樂觀的信心哪裡來呢？後來我想，的確，我們有好幾位中生代的女性東亞科技史家，如 Francesca Bray 目前是 SHOT 的會長，又如 Dagmar Schafer 目前是 Max Planck 科學史研究所中新單位（東亞科技史）的領導人，除了自己的研究與社群外，她們還有世界級的有力機構支持。

最後，從我自己狹義的觀點，來說一點這次我看到臺灣參與學者的情況。臺灣參與的學者雖然多，但不像韓國、日本或中國的學者，休息、吃飯或組成 panels，常形成一個個小團隊的感覺，韓國學者群甚至在會議某個場所建立一個「地盤」。反之，包括我在內，我不得不感到臺灣學者有點像一盤散沙。在會議中我曾和好些臺灣科技史界的朋友打招呼、聊天。甚至幾年不見，反而在會議休息或晚上 party 時聊天較多，EASTS gathering 算是臺灣與日本學者聯合組成的一個小小會中會，但臺灣學者來者也不多，甚至有人想來還去錯時間地點，不過再怎麼說，在本會中 EASTS 不是一個正式的科技史學術團體。雖然臺灣參與本會者不少，但在目前還有下一屆的東亞科技史學會幹部中，臺灣學者大致上都不在其中。東亞科技史學會最重要的學術獎，竺可楨獎，每三年一次有個正獎，並不容易獲得，可喜的是我們過去至少兩屆的正獎得主都是臺灣的學者，但有趣的是，臺灣的得獎者似乎倒很少再參加這個學會的國際會議。所以，如果我的零星觀察有點意義，或許我們可以問，臺灣今天的科技史學者們在國際東亞科技史社群中的狀態與位置究竟是如何呢？

就東亞醫學史而言，臺灣的學者的確比較有個社群，而在東亞科技史學會之外，常常另有重要的會議參加，但是東亞科技史呢？今天我們很習慣於說，STS 或科技史，都應該多多與對方交流，但是東亞科技史在臺灣，總也需要有個認真研究並有國際觀的學術社群存在才行，或許從中研院科技史委員會作為基礎之一也是個辦法，這樣才能夠一方面與東亞 STS 社群交流（而非只是個人朋友式的交流），另方面吸引有志的年輕人加入，並與國內或東亞 STS 之外的姊妹學術社群交流，如科學哲學、技術哲學、科技社會學等。當然，今天臺灣作東亞科技醫療史的優秀中生代或青壯一代，活躍於國內外學界者，都大有人在。所以，對於如何在臺灣形成一個更有自我意識的東亞科技史社群，希望大家能多多致意啊。

2015.07.31 初稿，2015.09.08 二稿

第十四屆國際東亞科學史會議報告

張浩*

第十四屆國際東亞科學史會議(14th International Conference on the History of Science in East Asia)於2015年7月6-10日在巴黎舉行，此次會議由法國社會科學高等學院（Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales，簡稱 EHESS）來主辦。

本次大會所設定的主題為資源、地方以及全球歷史(Sources, locality and global history)，期望能透過不同的研究材料、視野、方法及語言，創造出與長期由「西式」科學史所主導不同的研究框架、思維與成果。

此次出席會議的人數為385人，較上屆的200人，幾乎成長了一倍，可見本屆籌委會的成功，及東亞科學史之日益受到重視。本次會議發表超過317篇論文，其中200篇論文是出自於45個不同議題，這是歷年來最盛大的一次的東亞科學史會議。出席此次國際會議的臺灣學者、專家及學生共計31人，相較於歷年，非常踴躍，也可能是歷年最多的。



圖1 7月6日開幕典禮

在此次會議中所頒發的竺可楨科學史研究獎分別是來自韓國的Jung LEE，中國大陸的Longfei CHU以及捷克的Michael STANLEY-BAKER。除此之外，在本次會議中，也特別頒發了特殊貢獻獎，其中包括了大陸學者劉鈞教授，英國教授古克禮(Christopher Cullen)以及德國教授文樹德教授(Paul Unschuld)等人。

在此會議同時也選舉了下一屆的主席，由在美國約翰霍普金斯的韓嵩(Marta Hanson)教授來擔任，本屆東亞科學、技術和醫學史學會的主席為梅建軍，他是知名的英國李約瑟研究所現任所長。

* 義守大學通識教育中心副教授



圖 2 7 月 10 日畢幕典禮，新任主席致詞

此次法國高等社會科學院來主辦在巴黎，當人想到巴黎，就會想到會議的內容，就如其名「法國」，美食與浪漫，如同 Marta Hanson 在交接典禮上所說，這不像是一個會議，這是一場美好的宴會。

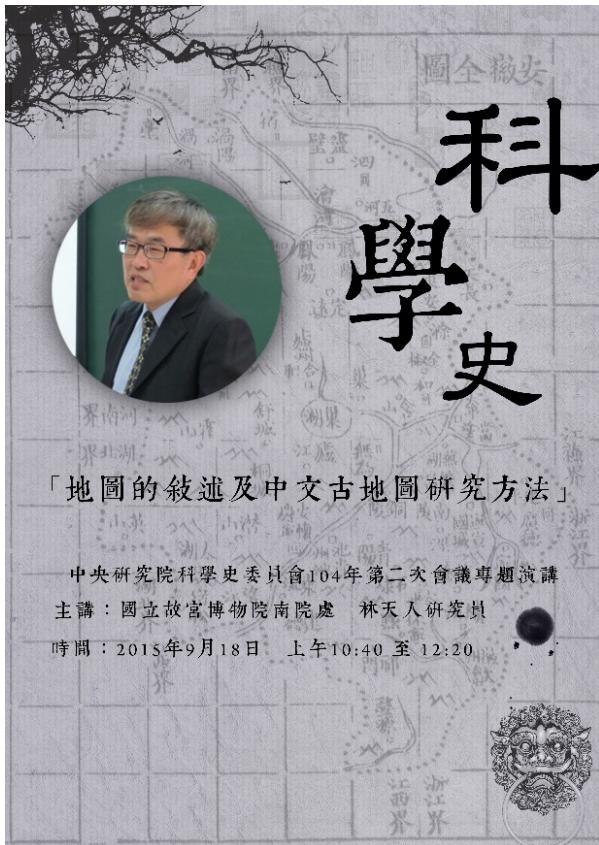
如同每一次的國際會議，除了能夠與一些國際的學者教授交流外，分享各自的研究成果及想法，及可能合作的機會外，也能得知近年來一些國際科學史研究趨勢及動態，吸收到不同領域的科學史新知，另外，也有機會認識一些新秀。

在本次的會議中，每人都有 30 分鐘，其中報告 20 分鐘，提問 10 分鐘。在本人的報告結束後，來自 University of Exeter 的郭婷，首先發表對於本人的報告的肯定及感謝，她相信，若是將其寫成論文，將是一篇非常有趣的論文。補充說明，她之所以會如此表達，因為在之前論文報告中，她詢問來自內蒙古師範大學的聶老師，清末中國人為何要學化學的問題，但並沒有獲得很滿意的答案，當然這個問題，並非是聶老師的報告重點所在，然而這個問題，卻是本人切入主題的重點之一。中國人為何要來西方化學，簡單而言，就是希望透過分析化學的知識及技術，能夠在中國境內開採鐵礦及煤礦，以便能夠發展國防工業，但是，當時這些原料都必須從國外進口，費用昂貴，若能在中國境內開採這些原料，自然可以大幅降低進口費用。另外一個問題，則是由法國社會科學高等學院林力娜教授所提的問題，她問，為何在江南製造局所訂購的書籍中，有一本書，即 Griffin 的 *Chemical Recreations, a Popular Manual of Experimental Chemistry*, 她問為何是一本娛樂(*Recreations*)的書，我解釋，這是一本化學實驗的書，其實傅蘭雅在事先可能完全不知道，哪一本比較好，所以他便從書後面，出版社的書目來訂購，至於哪一本比較適合中國人，他可能事先也不知道，所以傅蘭雅需要訂購更多元的化學實驗的書籍來參考，這可能是他訂購這本書的原因，當然這本書並沒有被翻譯，其中一個很重要的原因，便是書中沒有插圖，這是決定是否要翻譯一個非常重要的原因。

有兩三位中國大陸好友，詢問臺灣至今沒有承辦過東亞科學史會議，是否有在臺灣舉辦的可能性？這是一個很好的問題與建議，期望將來有一天，在臺灣能舉辦一場國際的科學史會議。第 15 屆東亞科學史會議將在韓國舉行。

104年第2次會議專題演講： 地圖的敘述及中文古地圖的研究

林天人*



林天人副處長演講海報



會議演講實況

摘要

歷史地圖是研究歷史空間最重要的材料，同時也是研究歷史時期人們對於所處環境與空間的了解，最主要的憑藉。

地圖逐漸擺脫歷史學的依附，而作為主體的研究是近年學界發展的趨勢；同時這股趨勢有一日千里、蓬勃發展的態勢，這歸功於一批學者銳意投身，將地圖研究作為終身職志。當地圖的研究逐漸匯成一門學科後，地圖研究的方法及方法論運應而生；研究人員從不同角度進入地圖的世界，或將地圖研究的成果直接與史學研究相結合，由此得出閱讀地圖新的視野。這對地圖的研究起了加深、推廣的作用。

* 國立故宮博物院南院處副處長

面對一幅地圖，首先該解決的繪圖年代的判定，因為地圖既是反應現實的產物，就當還原它應處的歷史位置，如此才能清楚掌握該圖所表達的訊息。將地圖繪製時代不甚精確地定在清前期或清後期，雖是不易出錯的判定，但對地圖的解釋實無多大的意義；同時時代的分期以前期、後期的區分，也不是嚴謹的學術分期。

前述地圖內容既是反應現實的材料，因此任何一幅地圖必定留下若干繪製時代的訊息，在判定時代的分期一定有線索可尋；因為繪圖者根據現實的改變而繪製了地圖，改變的訊息自然留在圖中。或者因為改變的訊息不明顯，而無法遽斷年代，但時代風格或個人繪製技巧，還是會不經意的留在圖中。因此，時代的風格基本上是判斷繪圖時代一個大方向；但時代的風格畢竟是繪圖外部的技法，研究人員仍需檢視圖繪的內容再下斷語，無法望「圖」生義。

地圖研究雖講究方法，但「方法有時而窮」；換句話說，研究方法的適用需根據不同的狀況而定。研究地圖不能有墨守成規的心態，一味地恪守某些約定俗成的見解，偶爾不免出現年代錯置的窘境。例如，圖中避諱字體固然是一項年代判斷參考的標準，但中文字體的書寫，除正楷工筆正體外，尚有缺筆、避諱或簡體、異體並行使用；並非所有異於正體的中文字都避諱字，研究者須先判定其中的差異，因此需要全面地參考圖面上相關資訊再下結論。其次，地方區域圖所反應的訊息過於瑣碎，正史或官書的記錄無法一一詳記，特別是州、縣轄下鄉邑村里地名、橋樑、堰堤、社學的記載，而這些沿革或變化則賴於私家筆記或地方志書的求証；這也是傳統中文地圖研究非常明顯的一項特色。

另外，地區圖中的政區圖與軍事轄區圖，研究者不察而混為一談，則政區與營區所轄範圍可能判斷錯誤。其實，歷代各地方的行政區域與軍事轄區管轄的範圍，或許重疊但不盡然完全一致；換言之，軍事管轄範圍與行政區的行省的轄區常因實際情況而不盡相同，特別是遷就於地形、地勢的關係。在大英圖書館所藏中文軍事歷史地圖中，部分藏圖明顯反應出清代綠營營省與行政管轄的行省，轄區範圍不同的事實。

圖面上的訊息固然是解開繪圖年代的關鍵，但也可能圖面的資訊隱晦不彰，難以提供判斷年代的訊息；或圖中資訊與繪圖年代明顯相差甚遠，這時需透過不同輿圖與更多文獻的類比研究，而不能祇根據單一圖面的訊息遽下判斷。綜覽博引是讀圖與閱讀經驗累積的知識，在輿圖之間或圖與文獻類比推敲的過程中，地圖的資訊自然源源不斷地湧出。因此，地圖的研究實是綜合許多相關的學問，如歷史文獻的釋讀、方志學的知識、地理學、地名學的學術背景、年代學的基礎、文物時代風格的判斷；同時結合地圖本身外部、內部的考証，這是將地圖繪製時代的環境背景、風格相近及個人繪製慣用技巧，全盤納入考慮。因此，將地圖學及地圖的研究視為一門綜合的學問，稱「一幅地圖，一堆史料」並不為過；這種將豐富的史料高度概括在一張圖面上，或許是地圖令人著迷的地方。

第一屆「科學史典籍與文化研讀工作坊」紀要

林至昀*

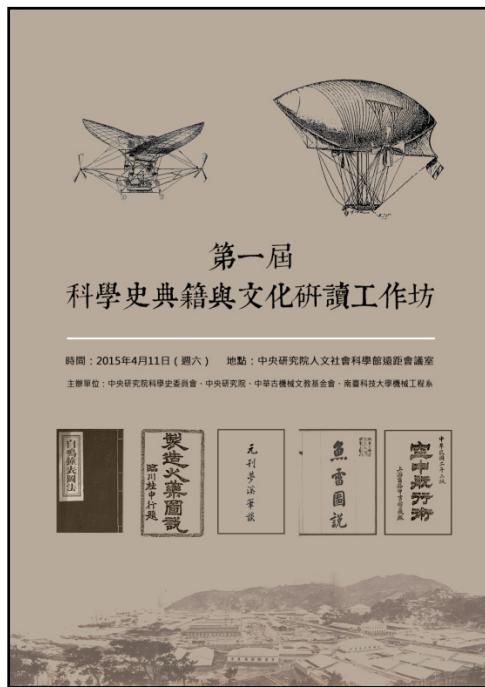


圖 1 第一屆「科學史典籍與文化研讀工作坊」會議海報

本次工作坊於民國 104 年 4 月 11 日星期六，於中央研究院人文社會科學館遠距會議室舉辦。會議伊始，科學史委員會主委林聰益教授進行開幕致詞。他指出近二十年來，大量的科學史典籍印行，推展了科學史研究的廣度，也促進了文化史和其他專史領域中對於科學典籍的理解與利用。例如西方科學典籍的東傳，促進了日常生活科技的發展，以及科學社會史等議題的探究。而科學史與傳統史學的研究差異，主要在於科學史很重視輔助學科的協助。林教授也提出他對這次工作坊的期許，希望透過校讀科學史典籍，培養青年學者對科學典籍的樂趣和解讀能力，以促進科學史的基礎研究，並藉由研究典籍與其他文獻的比對分析，深化科學史的研究發展。

開幕致詞後為專題演講，主講人是傅大為教授（國立陽明大學人社院院長），題目為〈我研究《夢溪筆談》的幾個階段經驗與感想〉。傅教授首先提到李約瑟相當重視《夢溪筆談》，從中可見其對中國科技史研究的關注；他也有去歐洲中心論的觀點，認為要從現代科學的角度去看過去的科學，如此過去的科學才有價值。接著提到胡道靜教授的工作貢獻，他的早年工作主要著重在中國古代的數學史，提出科學史研究應該要如思想史研究一樣，從當時的脈絡中著手；他整理了宋代以後士人分析《夢溪筆談》的筆記，注意到《夢溪筆談》分門的問題，沈括的分門應該有他的用意，要從各門下的條目去找其共通性。最後，傅教授認為《夢溪筆談》中的「自然」與西方傳統的“natural”意

* 天主教輔仁大學歷史學系碩士生

思不同，沈括使用「自然」一詞時並非將其視為嚴格的分類，由於東西方對於知識的分類相當不同，在研究時不必以西方的分類看之。



圖2 傅大為院長專題演講

在專題演講後便進行第一場報告，主持人為劉廣定教授（國立臺灣大學化學系名譽教授）。第一位報告人為張之傑教授，題目是〈六十七兩采風圖之關聯試探〉，探討清人六十七在任巡臺御史期間，所繪製之《臺海采風圖》與《番社采風圖》之間的關聯，以及其另外兩篇著作《臺海采風圖考》與《番社采風圖考》的考察。他指出，《番社采風圖》及《臺海采風圖》臺灣皆有藏本，但均非善本，而國內學者對《番社采風圖考》並不陌生，但《臺海采風圖考》，從日據至今沒有一位國內學者看過。張教授自中國科學院自然科學史研究所取得一份抄本掃描件，經繕打、註釋與校勘後引進臺灣。張教授接著指出，常有學者以《重修臺灣府志》引述《臺海采風圖》番俗二十一條，認為《臺海采風圖》應該也包含番俗，但他在考證《臺海采風圖考》後，始知此書其實並無番俗。劉教授在考察兩采風圖之後，得出《臺海采風圖》曾經包含番俗，其後將番俗部份析出，歸入《番社采風圖》的結論。



圖3 左為報告人陳德勤委員，右為主持人劉廣定教授

第二位報告人為陳德勤醫師（野柳海洋世界獸醫室主任），題目為〈西方科技資訊進入中國——研讀《中西聞見錄》心得〉。陳醫師主要分享他在閱讀《中西聞見錄》過程中的心得與研究方法。陳

醫師認為，《中西聞見錄》對洋務運動有推波助瀾的功效，促進了中國近代科學觀念的產生和發展，繼而成為西學東漸的一座橋樑。他提出了他的考證方式，包括對照報導的原書以求證其正確性、使用中研院計算機中心的中西曆轉換工具、比對國外資料庫如美國國會圖書館館藏的電子原文、考察當時所用詞彙的不同涵意，並將總計三十六冊的檔案按期刊號、西元、中國年號、頁數、題目等進行分類。本場次的兩位報告人皆非常熟悉各自使用的史料，對這些史料也進行了嚴格的考證，特別是張教授，對兩采風圖的版本差異瞭若指掌，可見其用功之深。

接著進行第二場報告，主持人為洪萬生教授（國立臺灣師範大學數學系名譽教授）。第一位報告人為孫顯斌教授（中國科學院自然科學史研究所助理研究員），題目為〈談「中國科技典籍選刊」的整理實踐與思考——以《王禎農書》為例〉。孫教授首先介紹「中國科技典籍選刊」。「選刊」採取圖文對照的方式，將影像與字稿、校釋文字對照排版，同時附帶學術導言，說明作者、學術成就、版本源流及整理情況等內容。孫教授指出，《王禎農書》的版本系統並不複雜，且早有整理本問世，但在經過圖文對照重新整理後，發現《王禎農書》早先的整理本所根據的版本情況與聲稱不符，導致了諸多錯誤。「選刊」採用的圖文對照方式則最大限度的保留了典籍原貌，又提供了點校整理成果，方便閱讀與研究使用。最後孫教授指出，異文的判斷取捨一直是校勘最大的理論挑戰，「義理之是非」與「底本之是非」殊難分辨，只有細緻考察刊刻流程，才能不斷推進完善校勘學的理論和實踐。



圖 4 左起為報告人孫顯斌博士、主持人洪萬生委員與報告人徐丁丁博士

第二位報告人為徐丁丁教授（中國科學院自然科學史研究所助理研究員），題目是〈「中國古代重要科技發明創造」的整理與介紹〉。徐教授認為，要從當時的需要來看中國古代的發明，如此才能理解這些發明的意義，這也是「中國古代重要科技發明創造評選」的出發點。經由條目推選、意見諮詢、調研審核、海外評議等環節，「評選」將古代科技發明分為「科學發現與創造」、「技術發明」與「工程成就」三類，希望藉此給學者與大眾提供有價值的參考。他認為由於古代科學與技術的發展不均、參比因素複雜，遴選工作並非易事，並解釋評選的標準：一為突出原創性；二為反映古代科技發展的先進水準；三為對世界文明有重要影響。史料不足、爭議較大者，則未予選入。最後，徐教授特別指出，希望「評選」不僅能讓更多人瞭解古代中國的發明，還能吸引青年學者投入科技史的研究。兩位中國大陸來的學者為我們帶來了中國科學院自然科學史研究所最新的研究概況，是非常寶貴的經驗，特別是孫教授對校勘學經驗與方法的分享，對筆者的啟發尤大。



圖5 徐丁丁博士回應傳院長

中午休息過後便進行第三場報告，主持人為陳東和教授（國立故宮博物院助理研究員）。首先報告的是林聰益教授（南臺科技大學機械工程學系教授）與林彥峯博士（南臺科技大學機械工程學系博士生），他們的題目為〈《自鳴鐘表圖法》的圖畫重構與校註〉。《自鳴鐘表圖法》為清代徐朝俊所著，收於清嘉慶十四年（1809）出版的《高厚蒙求》中，是中國第一部專門為自鳴鐘所撰寫的科學史書籍，亦是研究明清時期機械鐘製造與發展的重要參考史料，其內容包含機械鐘錶的製作、構造、維修與問題排除。兩位的報告主要探討《自鳴鐘表圖法》上所提到的機芯內部構造圖畫，並利用Solidworks軟體重新建構3D模型，同時對照近代歐洲機械鐘的資料，重新分類與註解其構造與名稱，加入現在的科學知識的基礎理論進行構造分析與研究。



圖6 左起為報告人蕭國鴻助理研究員、主持人陳東和助理研究員與報告人林彥峯博士

接著上台報告的是蕭國鴻博士（國立科學工藝博物館助理研究員），題目為〈探討古中國典籍之機構插圖〉。蕭博士首先說明插圖在中國古代專書中的重要性。中國流傳許多記載各種產業之生產知識、經驗及技術的專書，這類書中除了以文字說明各種機械裝置的功能、構造、及使用方法，通常還會搭配插圖來表達。這些技術類的代表性典籍，有出版於元朝皇慶二年(1313)的王禎《農書》、明朝天啟元年(1621)的茅元儀《武備志》、明朝崇禎十年(1637)的宋應星《天工開物》、明朝崇禎十二年(1639)的徐光啟《農政全書》、以及清朝乾隆七年(1742)的《欽定授時通考》等。這五本專書不僅詳細收集古中國機械裝置的使用情形，更記載各種機件的製造及其組裝方法，對於了解當時工藝與技

術的發展，有很高的研究與參考價值。然而，有些插圖由於繪製不明確或錯誤，難以清楚了解實際機械的傳動關係。蕭博士便根據這些插圖，將古代器械分為農田整地裝置、收穫與運輸裝置、穀物加工裝置、戰爭武器、手工業裝置、礦業裝置、提水裝置、鼓風冶金裝置、及紡織裝置等九類，並就當中不明確、謬誤、或疏漏的部分進行研究與探討。兩位報告人都具有工科背景，他們比較關注的地方是還原或實現典籍中所記載的機械與裝置，透過這種方式可以更加理解這些機械的真實功能與用途。



圖 7 蕭國鴻博士發表中

第四場報告的主持人為孫顯斌教授。首先報告的是周維強博士（國立故宮博物院副研究員），題目為〈有志自強：吳鶚及其《製造火藥圖說》〉。周博士首先闡述安徽設立火藥局的經過。起因為十九世紀下半的中國因武備落後，清廷開始向列強購買軍火，包括昂貴的槍枝與彈藥，其品質與威力都勝過清軍既有的裝備。但為了使軍備不受制於洋人，遂於同治三年（1864），淮軍裝備洋槍後，在上海設立了機器局，開始製造洋槍與彈藥。至光緒二年（1876），因安徽皖軍洋鎗隊的火藥均依賴外購，巡撫裕祿遂於安慶籌辦火藥局，期望能自行研製火藥。他先命萬賢書，不久改命吳鶚負責此事。吳鶚一方面負責生產，一方面詳細地記載製造火藥的過程。吳鶚最後完成《製造火藥圖說》十六篇，包含黑火藥和白藥雷酸汞的製造方法等。周博士認為，以往學者並未提及安徽設立火藥局史事，對於光緒初年製造火藥相關史實亦較少關注，他透過探析吳鶚的《製造火藥圖說》，考察清末地方火藥製造技術水平，並說明清末官方力圖擺脫依賴西方軍事技術的努力以及吳鶚在其中所扮演的角色。



圖 8 左起為周維強博士，主持人孫顯斌博士，張澔副教授

第二位報告人為張澔教授（義守大學通識教育中心），題目為〈《化學初階》實驗教學部分之考證〉。《化學初階》是西方傳教士傳播上帝福音的書籍之一，作者是來自美國的嘉約翰（John Kerr），

這本書被稱為近現代中國的第一本中文化學書籍，在1870年出版了第一、二卷，然後又在1874年出版了第三、四卷。前一二卷是化學無機部分，屬於普通化學，後面二卷的內容則是實驗教學，這兩部分幾乎沒有任何直接的關連。張教授預計要根據《化學初階》三、四卷的原本，分析該部分翻譯的動機及目的，以及研究它與當時清政府引進西方科技的關係。本場次的周博士的報告補足了正史中所缺乏的有關安徽火藥局成立的經過，張浩教授則確定了《化學初階》的原書是哪一本，兩位教授在講述各自的研究過程時，都特別提到有使用網際網路的搜索功能。



圖9 張浩副教授演講中

接著進行最後一場報告，主持人為英家銘教授（臺北醫學大學通識教育中心）。第一位報告人為東吳大學歷史學系碩士生陳思宇，題目為〈范景文《戰守全書》火器知識傳承初探〉。陳思宇首先闡述《戰守全書》的成書背景。崇禎年間，流寇問題日益嚴重，威脅到江南地區的安寧。時任南京兵部尚書的范景文，為使江南的明軍能夠有效的運用武器和戰術以抵抗流寇，他整合了重要的兵書內容，編輯成《戰守全書》一書發給將士們參閱。《戰守全書》內容包括多個領域的兵學知識，不但是一部反應當代兵學知識整理和發展的軍事百科全書，更是研究明代對抗流寇策略與兵書發展的重要史料。該書除了收錄自宋代以來便長期使用的烟球、引火球等燃燒爆裂物，還包括明軍當時使用的各種火器，同時也刊載由歐洲傳教士引入的西洋守銃、西洋飛彪銃等新式火器。陳思宇認為，分析這些火器知識之來源，可以更了解明季軍隊運用火器的概況，並探究火器知識傳承的歷史脈絡。



圖10 左起為報告人吳彥儒、主持人英家銘助理教授、報告人黃宇暘與報告人陳思宇

第二位報告人為黃宇暘（國立政治大學歷史學系博士生），題目為〈魚形雷力：黎晉賢與其《魚雷圖說問答》〉。黃博士首先介紹魚雷在近代海軍史上的地位。魚雷可以對船艦最脆弱的地方，也就是吃水線以下的外殼造成有效的傷害，是小型海軍對抗海軍強權的重要利器。魚雷於晚清傳入中國

後，隨即引起李鴻章等主持海軍事務官員們的注意。黃博士接著提到黎晉賢，福建船政學堂出身的黎晉賢，曾充福星兵船管輪，並由福建船政大臣黎兆棠選派到德國監造北洋海軍定遠、鎮遠鐵甲艦，後赴德國魚雷廠學習。中法戰爭爆發後，黎氏受李鴻章電飭回國，總管新創辦的旅順魚雷營，統理各魚雷船以及旅順東西南北四岸炮臺機器事務。黎氏在其任內撰寫的《魚雷圖說問答》一書，對魚雷的各部構造分別以剖面圖逐一描繪，是中國近代對西方海軍技術考察與引入的重要典籍。黃博士認為，分析作者與該書，以及晚清官方檔案與主持海軍事務者的信函、奏議等，可以了解黎晉賢對西方魚雷的考察內容與成果，以及西方魚雷在中國近代海軍史上所扮演的角色。



圖 11 英家銘老師向陳思宇同學提問

最後一位報告人為吳彥儒（國立臺灣師範大學歷史學系博士生），題目為〈日逐雲霄：高魯與《空中航行術》〉。吳博士首先指出，在西方發展出飛行技術後，其軍事和商業價值很快就受到重視，使得飛行機具的性能日益進步。高魯是當時清廷派遣出國的留學生之一，在比利時布魯塞爾大學獲得工科博士學位。他的《空中航行術》為中國帶來當時最新的西方航空知識，如氣球、飛機的造型與演變緣由，與飛行的力學計算程式等，是培育中國航空人才的重要基礎。吳博士擬運用清代檔案、民初航空書籍與《申報》、《述報》、《大公報》等報刊，考述作者的生平、交遊網絡與航空知識淵源，以呈現清末民初之際中國知識分子對西方航空科技的學習過程。三位報告人挑選的典籍以往都較少有人關注，透過他們這次的分享，使我們瞭解到這些典籍的重要性。



圖 12 與會學者合影

本次的「科學史典籍與文化研讀工作坊」就在熱烈的討論聲中告一段落，與會學者們均充分地展現了科學史研究者所具備的典籍分析與跨學科的整合能力。他們所分享的研究方法與研究工具，例如孫博士對於校勘學的經驗分享、林彭峯以及蕭國鴻博士對於輔助軟體的運用，都讓筆者大開眼界。筆者有幸全程參與活動，遂將本次科學史工作坊的討論作一紀要，與讀者分享。

附錄：議程

中央研究院人文社會科學館遠距會議室 4月11日（星期六）	
09:00-09:20	報到
09:20-09:40	開幕、致歡迎詞
專題演講	
09:40-10:20	傅大為：我研究《夢溪筆談》的幾個階段經驗與感想
10:20-10:40	茶敘
第一場 主持人：劉廣定	
10:40-11:10	張之傑：六十七兩采風圖之關聯試探 陳德勤：西方科技資訊進入中國——研讀《中西聞見錄》心得
11:10-11:20	綜合討論
第二場 主持人：洪萬生	
11:20-11:50	孫顯斌：談「中國科技典籍選刊」的整理實踐與思考——以《王禎農書》為例 徐丁丁：「中國古代重要科技發明創造」的整理與介紹
11:50-12:00	綜合討論
12:00-13:30	午宴
第三場 主持人：陳東和	
13:30-14:00	林聰益、林彥峯：《自鳴鐘表圖法》的圖畫重構與校註 蕭國鴻：探討古中國典籍之機構插圖
14:00-14:10	綜合討論
14:10-14:20	休息
第四場 主持人：孫顯斌	
14:20-14:50	周維強：有志自強：吳鶴及其《製造火藥圖說》 張 潤：化學初階實驗教學部分之考證
14:50-15:00	綜合討論
15:00-15:20	茶敘
第五場 主持人：英家銘	
15:20-16:05	陳思宇：范景文《戰守全書》火器知識傳承初探 黃宇暘：魚形雷力：黎晉賢與其《魚雷圖說問答》 吳彥儒：日逐雲霄：高魯與《空中航行術》
16:05-16:20	綜合討論
16:20-16:35	閉幕致詞
16:35	賦歸

Appendix: Agenda

Media Conference Room, Humanities and Social Science, Academia Sinica. 4/11 (Saturday)	
09:00-09:20	Check in
09:20-09:40	Opening and Welcome Speech
Keynote Speech	
09:40-10:20	FU Dawei: The Several Stages of Experiences and Reflections Regarding My Study of <i>Mengxi Bitan</i>
10:20-10:40	Tea Break
Session 1. Host: LIU Kwangting	
10:40-11:10	ZHANG Zhijie: The Relation between Liu Shi Qi's Two Panorama Prints Richard T.C. CHEN: Open Doors for Western Technology and Information into China Review on The study of <i>The Beijing Magazine</i>
11:10-11:20	Discussion
Session 2. Host: HUNG Wansheng	
11:20-11:50	SUN Xianbin: A Review on Editing <i>the Series of Chinese Classics of Sciences and Technologies</i> XU Dingding: The Great Inventions of Technology and Science in Ancient China
11:50-12:00	Discussion
12:00-13:30	Lunch
Session 3. Host: CHEN Tunghue	
13:30-14:00	LIN Tsungyi, LIN Wenfeng: Picture reconstruction and annotation of <i>Illustrated Description of Chime Clocks and Watches</i> HSIAO Kuohung: On the Study of Mechanism Illustrations in Ancient Chinese Books
14:00-14:10	Discussion
14:10-14:20	Rest Time
Session 4. Host: SUN Xianbin	
14:20-14:50	ZHOU Weiqiang: The Ambitions to Make Ammunitions: A Story about WU E and His <i>The Making of Gunpowder with Illustrations</i> CHANG Hao: The Original Version of the Part of Laboratory Teaching in <i>Huaxue Chujie</i>
14:50-15:00	Discussion
15:00-15:20	Tea Break
Session 5. Host: YING Jiaming	
15:20-16:05	CHEN Szuyu: Firearm and Knowledge Inheritance: The story of FAN Jingwen and His <i>Zhan Shou Quanshu</i> HUANG Yuyang: The Fish that Kills: A Story about LI Jinxian and His <i>Torpedo Question and Answer with Illustrations</i> WU Yanru: Triumph in the Skies: KAO Lu's <i>Air navigation technique</i>
16:05-16:20	Discussion
16:20-16:35	Closing Remarks
16:35	Farewell

The History of Science Newsletter Vol. 39(2015.09) Contents

Index	I	
Foreword.....	LIN Tsungyi II	
Special Features		
Keynote to the First Workshop on the Study of Historical Scientific Texts and Culture:		
What I Learned from Mengxi Bian in Several Stages.....	FU Daiwie 1	
An Investigation to LI Shanlan's "As Told to and Abridged by" for the Book <i>Tantian</i>	GUO Shirong 13	
Special Reports		
Professor LI Guowei on His Retirement: The End as a Public Servant and a Fresh Start for Myself	LIH Kowei 23	
Articles		
On the Correctness of Theory that the Frankish breechloader was Introduced to China before the First Visit of Portuguese Envoys.....		ZHOU Weiqiang 35
Picture reconstruction and annotation of Escapement Regulators in <i>Illustrated Description of Chime Clocks and Watches</i>		LIN Wenfeng 49
The Part of Laboratory Teaching in <i>Huaxue Chujie</i> and Its Original Version		CHANG Hao 67
The Introduction of The Naval Mine to Late Qing China and Its' Application in Bohai.....		HUANG Yuyang 85
Triumph in the Skies : KAO Lu's "Aeronautics"		WU Yanru 111
Academic Quick Notes		
The Whole Universe and the Whole History, on a Science Popularization Novel Authored by WU Zihui (1865-1953)		CHANG Tzachieh 149
An Introduction to Manchester, UK's Old Town and the Museum of Science and Industry		ZHOU Weiqiang 152
Great Works on the History of Science		
A Review on Editing the Series of Chinese Classics of Sciences and Technologies		SUN Xianbin 176
The Echo of Intelligence: the program of The Great Inventions of Technology and Science in Ancient China.....ZHANG Baichun, LUO Guihuan, HAN Jianping, SUN Xianbin, XU Dingding		181
Conferences and Academic Visits		
Impressions and Expectations in Paris: About the 14th International Conference on the History of Science in East Asia		FU Daiwie 188
The 14th International Conference on the History of Science in East Asia.....		CHNAG Hao 191
Our Activities		
Speech: The Descriptions of the Mapsand How to Study Antique Chinese Maps		LIN Tienjen 193
On the First Workshop on the Study of Historical Scientific Texts and Culture		LIN Zhiyun 195
Contents	204	