

中國科技史研究的新挑戰*

黃一農**

中國科技史的研究迄今已有近百年的歷史，並逐漸形成一獨立的學門，甚至出現不少以科技史為專業的教育或研究機構。然而，此一領域已開始面臨一些發展瓶頸。筆者在此文中即嘗試從個人的研究涉獵以及主觀角度出發，建議除應深化傳統的研究領域外，未來或應多考慮研究跨學科、題材跨國界、關懷跨時空、訴求跨社會等幾大面向，文中並舉例加以說明。

關鍵字：中國科技史 天文史 曆法史 文明交流史 火器

*本文曾於2003年3月在美國普林斯頓(Princeton)所舉行的「中國文化與社會研究的新視野」(New Perspectives on the Study of Chinese Culture and Society)國際研討會上宣讀，此研究有部份內容乃為國科會計畫「清初三順王研究」(NSC91-2411-H007-002)成果之一，並受教育部國家講座以及傑出人才講座支持，特此誌謝。文中所引筆者先前已出版之論文，均可從本人網站(<http://vm.rdb.nthu.edu.tw/ylh/>)全文下載。

**國立清華大學歷史研究所教授

中國科技史的研究迄今已有百年左右的歷史，並逐漸形成一獨立的學門，甚至出現不少以科技史為專業的教育或研究機構。然而，不可否認的，各國研究中國科技史的學界開始面臨一些發展瓶頸，比如說難以吸引優秀年輕學者投入，欠缺足夠研究資源，且成果不易獲得其它學界或社會大眾的認同等等。

在面對二十一世紀的新挑戰時，此一領域究竟該如何因應？相信學界先進都有許多想法，這裡，筆者僅從個人的研究涉獵以及主觀角度發表一些淺見，希望能激起大家的關心與思考。筆者建議除應強化傳統的研究領域外，未來的發展或可以多考慮下列幾個面向：

一、研究跨學科

內史的析探是大多數科技史研究不可逃避的步驟，也因此吸引了許多科技史工作者投入較大的時間與精力。然而，如果題材合適的話，我們應該多嘗試走出個別學科史的拘限，甚至應該結合其它人文社會學科的研究方法與關懷，使研究成果能有較大的生命力，並對學術界產生更大的影響。

如以天文學史為例，曾有一段時期學界努力爬梳並分析古代的天象紀錄，¹此因天文科學的突飛猛進只在過去的三、四百年間發生，然而，這段期間天文家即使擁有較先進的儀具，卻有可能很少遭逢一

¹如見 Xi Ze-zong & Po Shu-jen, "Ancient Oriental Records of Novae and Supernovae," *Science*, 154 (1966), 597-603; David H. Clark & F. Richard Stephenson, *The Historical Supernovae* (Oxford: Pergamon Press, 1979); F. Richard Stephenson, *Applications of Early Astronomical Records* (Oxford: Oxford University Press, 1979); 黃一農, 〈中平客星新釋〉, 《漢學研究》7.1(1989): 283-305。

些特殊的天象（如本銀河內的新星或超新星爆炸等），故古代的紀錄雖然簡略，但仍有機會幫助我們對此種罕見天象多一些了解。再者，有些需要較長時間才得以觀察的現象（如地球自轉速度的變慢或太陽黑子的出現週期等），也必須借助於古代紀錄。而中國近兩千年來所累積的大量天象紀錄，就成為突出於其它各國的瑰寶。

隨著各特殊天象紀錄次第被解析，內史的研究已愈來愈難有重大突破。筆者即曾揭舉「社會天文學史」(Social History of Astronomy)的新方向，嘗試探討天文與古代政治、社會的互動關係，許多相當有意思的個案研究的確賦予天文學史新的生命力，²並進一步帶動類似的研究取向。³此一領域應仍屬開創初期，頗待學界深入耕耘。信手舉例，如道教儀式中的天文意涵或民間術家的天文傳統等等題目，均應是相當不錯的切入點。⁴

至於曆法學史的研究，在過去的數十年間亦已達到一成熟的階

²如見張嘉鳳、黃一農，〈天文對中國古代政治的影響——以漢相翟方進自殺為例〉，《清華學報》20.2(1990): 361-378；黃一農，〈星占、事應與偽造天象——以「熒惑守心」為例〉，《自然科學史研究》10.2(1991): 120-132；黃一農，〈清前期對觜、參兩宿先後次序的爭執——社會天文學史之一個案研究〉，收入楊翠華、黃一農主編，《近代中國科技史論集》（臺北：中央研究院近代史研究所，1991），頁71-94；黃一農，〈清前期對「四餘」定義及存廢的爭執——社會天文學史個案研究〉，《自然科學史研究》12.3(1993): 201-210及12.4(1993): 344-354；黃一農，〈通書——中國傳統天文與社會的交融〉，《漢學研究》14.2(1996): 159-186；姜志翰、黃一農，〈星占對中國古代戰爭的影響——以北魏後秦之柴壁戰役為例〉，《自然科學史研究》18.4(1999): 307-316。

³如見江曉原，《天學真原》（瀋陽：遼寧教育出版社，1991）。

⁴如見黃一農，〈通書——中國傳統天文與社會的交融〉，頁159-186；姜生、湯偉俠主編，《中國道教科學技術史——漢魏兩晉卷》（北京：科學出版社，2002）。

段，許多推步的細節次第被解析還原。⁵現在也或許是將相關研究成果應用到考古年代學的良好時機，此因曆表或曆譜乃查閱朔閏干支最基本的工具書，其內容的準確與否，對史學或考古研究工作而言攸關匪淺，然而，關於秦漢時期行用的曆法，雖然千餘年來有許多學者曾根據古六曆（黃帝、顓頊、夏、殷、周及魯曆）而衍生出各式假說，但由於《史記》和《漢書》中的紀日資料相當零星，且其中頗不乏因累次傳抄而造成「魯魚豕亥」的情形，⁶以致曆家們一直是各說各話，眾說紛紜。

近年因考古文獻的大量湧現，替此一爭論久遠的課題開啓了一個新的局面。學界人士赫然發現先前通行的陳垣(1880-1971)《二十史朔閏表》或董作賓(1895-1963)《中國年曆簡譜》等書，對查考秦漢兩代的朔閏而言頗不適用，如在太初元年(104 B.C.)之前的朔日干支屢與簡牘有差，至於東漢期間的閏月，亦偶與簡文不合。

在這些新出土簡牘的基礎下，現代學者擁有一前所未有的條件，足以揭開此一千古之謎。許多科學史工作者遂根據古曆或其變體，嘗試重新還原秦漢曆表。目前學界在處理秦漢時期的朔閏時，即主要參考的是張培瑜或陳久金和陳美東之說，⁷但二說在漢代太初改曆之前

⁵如見曲安京、紀志剛、王榮彬，《中國古代數理天文學探析》（西安：西北大學出版社，1994）；陳美東，《古曆新探》（瀋陽：遼寧教育出版社，1995）；王應偉，《中國古曆通解》（瀋陽：遼寧教育出版社，1998）。

⁶透過出土漢簡的驗證，我們已較能掌握漢初前百年實際行用的朔閏，故筆者曾利用此一結果檢閱《史記》和《漢書》中共約千餘條的干支記述，發現其中介於漢高祖元年至武帝太初元年的紀日，共有約 160 則錯誤。經逐一交叉考訂史事後，許多亦能考證出傳抄誤讀的緣由。參見黃一農，〈漢初百年朔閏析究——兼訂《史記》和《漢書》紀日干支訛誤〉，《中央研究院歷史語言研究所集刊》72.4(2001): 753-800。

⁷陳久金、陳美東，〈臨沂出土漢初古曆初探〉、陳久金、陳美東，〈從元

的一百零二年期間，共有二十一個月的朔日干支相差一日。其中張氏因出版有《中國先秦史曆表》及《三千五百年曆日天象》兩書，⁸其說尤其通行。但仍未臻理想，如兩說與周家台 30 號墓以及張家山 247 號墓所出土的秦漢曆譜均無法完全契合。⁹至於這兩年新發現的三萬多枚湘西龍山縣里耶秦簡，¹⁰更擁有秦王政與秦二世時期大量的紀年與月朔記載（細節尚待公開），確定將改寫目前學界對秦曆的了解。亦即，治曆法學史的學者很有機會做出前人無法企及的貢獻，提供漢學或考古學界一個較切合實際情形的秦漢曆譜。

此外，漢代以後的曆表雖然通常均認為相當可靠，但仍有可能出現問題。如筆者曾以唐代碑刻上的紀日資料比對現通行各曆表上所記麟德曆行用期間(666-728)的朔閏，發現竟然有幾十個月的朔日干支不合，其中儀鳳三年(678)甚至連置閏亦相差一月。目前中國天算史界對曆法的研究大都放在推步過程的還原或推步方法的演進上，而未能充分將其應用至歷史年代學。若我們能將碑刻等文獻中保存的大量紀日資料與理論推步的結果相互參詳，則不僅有機會驗證與理清中國歷代編製曆日時所用的術法，更有可能重塑出一較接近真實情形的曆表。¹¹

光曆譜及馬王堆帛書《五星占》的出土再探顛項曆問題)、張培瑜〈漢初曆法討論〉，分別收入《中國天文學史文集》(北京：科學出版社，1978)，頁 66-81、82-94、95-117。

⁸張培瑜，《中國先秦史曆表》(濟南：齊魯書社，1987)；張培瑜，《三千五百年曆日天象》(鄭州：河南教育出版社，1990)。

⁹黃一農，〈秦漢之際(前 220-前 202 年)朔閏考〉，《文物》2001.5: 59-64；黃一農，〈秦王政時期曆法新考〉，《華學》5(2001): 143-149；黃一農，〈周家台 30 號秦墓曆譜新探〉，《文物》2002.10: 89-92；黃一農，〈江陵張家山出土漢初曆譜考〉，《考古》2002.1: 64-67。

¹⁰〈湖南龍山里耶戰國——秦代古城一號井發掘簡報〉，《文物》2003.1: 4-35。

¹¹黃一農，〈中國史曆表朔閏訂正舉隅——以唐《麟德曆》行用時期為例〉，《漢學研究》10.2(1992): 305-332。

同樣地，我們也很需要重建一個唐末至宋初敦煌地區實際行用的曆表（朔閏常與中原不同），做為敦煌學斷定年代時的基礎工具。¹²

近年來已有愈來愈多的學者嘗試將中國科技史的研究跨界至其它領域，其題材以醫療文化、性別研究等問題居多，¹³此一發展趨勢當然是我們所樂見，但我們也必須相互提醒，一個好的科技史研究，不僅需要好的問題意識，並回歸人文社會的思考範疇，也必須紮根於堅實的內史研究，才有可能歷久彌新。

二、題材跨國界

雖然科技的發展很容易隨著人類社會的往來而傳播開來，然而，在語文學習和文獻流通的限制之下，中國科技史的研究一直未能積極跨出現有的人為疆界。事實上，隨著上個世紀各文明或各國家科技史研究的開展，現在我們應該已具備有一些條件來加強研究歐洲、阿拉伯、印度、波斯、東亞等地與中國的科技交流。

對跨文明的科技交流史研究而言，探險史應是一絕佳的合作領域，此因近代世界的形成與西方國家的異域探險有密切關係，而海權或陸權的擴張常以科技的發展做為後盾，此外，科技的交流又往往是異文明接觸時的重要媒介與結果。尤其，近一、二十年來，水底打撈的技術突飛猛進，大量沉船開始重見天日，而每艘船幾乎就是一個突然被凍結的「時間膠囊」(time capsule)，提供我們極為難得的研究素材。而散見在各圖書館的相關珍本檔案，又因重製技術的進步，而得以用

¹²黃一農，〈敦煌本具注曆日新探〉，《新史學》3.4(1992/12): 1-56。

¹³如李建民，《方術·醫學·歷史》（臺北：南天書局，2000）；Francesca Bray, *Technology and Gender: Fabrics of Power in Late Imperial China* (Berkeley: University of California Press, 1997)。

微捲、微片甚至數位化的方式較方便地流通。

有關探險史或中西交通史的文獻十分龐雜，雖然原典的購藏相當昂貴且困難，但其中有許多均已製成微片，如由 Chadwyck-Healey 所出版的《十九世紀與中國相關書籍》(*The Nineteenth Century Books on China*)，即包括七百三十三種以英文出版的書籍；而 IDC Publishers 所出版的《與中國相關之西方書籍》(*Western Books on China*)，¹⁴亦收入六百五十四種書籍；此外 Adam Matthew Publications 所出版的《東方遇見西方——1852 年以前由西方商人、旅行家、傳教士和外交人員所寫的原典》(*East Meets West: Original Records of Western Traders, Travellers, Missionaries and Diplomats to 1852*)及《西方人眼中的中國——1792-1942 年間由商人、旅行家、傳教士和外交人員所撰寫的紀錄》(*China through Western Eyes: Manuscript Records of Traders, Travellers, Missionaries and Diplomats, 1792-1942*)兩系列，也涵括大量的文件與檔案。這些幾乎都很少被仔細研究，而其中有些更擁有豐富的物質文明史的內容，同時亦包含許多珍貴的圖像，這些都是先前中國或西方科技史界較少運用到的材料。

以明未來華的耶穌會士卜彌格(Michael Boym, 1612-1659)為例，他的《中國植物志》是歐人所發表的第一部介紹遠東和東南亞生物的著作，書中圖文並茂地介紹了胡椒、茯苓、枇杷、芭蕉、荔枝、松鼠、蟒蛇和綠毛龜等有趣的動植物。卜彌格也很可能是第一個向西方世界介紹中國醫藥奧秘的歐洲人，他撰有多部相關著作，講述了中醫如何透過觀察舌苔的外表和形狀來診斷疾病，也介紹了有關診脈和針灸的方法，甚至繪有多幅人體穴位圖。此外，他還介紹了一些藥用的動植

¹⁴John Lust, *Western Books on China Published up to 1850 in the Library of the School of Oriental and African Studies, University of London: A Descriptive Catalogue* (London: Bamboo Publications, 1987).

物，如稱中國人用蠟子治腦溢血、槐花治痔瘡、毛地黃治心臟病，並稱鹿角可增強男性的性功能、枇杷汁可去痰止咳，至於當時在歐洲已被用來治療淋病的珍貴藥材茯苓，則被他稱作「中國根」。現今在中國南方被稱作吳茱萸的喬木，就曾因紀念卜彌格而被學界命名為卜氏茱萸(*Boymia rutaecarpa*)。¹⁵但有關卜彌格在科學史的地位、對東西科技交流史的影響等等課題，均有待學界做更進一步的探索。

再以一七九二年奉英王喬治三世(George III, r. 1760-1820)之命使華的馬戛爾尼(George Macartney, 1737-1806)為例，¹⁶他的使節團不僅揭開近代中英兩大帝國相互接觸、認識乃至於衝突的序幕，也特地攜帶了相當多的先進儀器和武器，希望能突顯其在物質文明上的優越。當時在科學家登維德(James Dinwiddie, 1746-1815)等人的安排之下，帶來了熱汽球、潛水鐘、氣壓計等科技裝置，但都苦無機會演示。登維德在當時歐洲的科學界相當活躍，他除了曾在廣州進行科學講演外，也對中國的科技和自然進行深入的觀察，並採集許多動植物標本帶返歐洲。在加拿大的達爾豪西(Dalhousie)大學尚留有他極為豐富的原始檔案，但均尚未被詳細研究過。

此一使節團的畫家額勒桑德(William Alexander, 1767-1816)也有近千幅相關畫作存世，具體呈現出乾隆末期中國社會的形形色色，是研究當代中國物質文明極為珍貴的材料，但亦還不曾為人所充分運用。額勒桑德的少部分作品曾被馬戛爾尼使團中人在其著作中選用，這些出版物大多很快被歐美各國翻譯或重印，且常應市場需求而多次再版，深

¹⁵ 參見 E. Kajdański 著，張振輝譯，《中國的使臣卜彌格》(*Michał Boym. Ambasador Państwa Środka*) (鄭州：大象出版社，2001)，原書乃於1999年由 Książka i Wiedza 在波蘭的 Warszawa 出版。

¹⁶ Alain Peyrefitte, *The Immobile Empire: The First Great Collision of the East and West*, trans. Jon Rothschild (New York: Alfred A. Knopf, 1992).

刻影響到此後至少半個世紀西方人心目中的中國印象。而部分圖文所呈現的社會落後與政治腐敗，或也激勵了鴉片戰爭以來西方列強的侵華動機。¹⁷

從科技史的角度來看馬戛爾尼的使團，除可探討中西科技交流的歷史之外，亦可比較中西科技文明發展的背景與模式，甚至追索近代世界為何是由歐西文明所主導等重要課題。並可將中國科技史的觸角延伸至探險史、世界史和圖像史等範疇。

如前所論，我們不僅要嘗試在選題上跨國界，更應積極讓以中國科技史為主軸的各種專門學術會議能邁出國界的侷限，主動邀請研究各國科技史的學者進行交流，並協助大家打開彼此視野的盲點，以開創更大的學術發展空間。

三、關懷跨時空

先前許多科技史的研究，多局限在古代的時空，我們或許也應嘗試延展歷史視野，將其學術意義以及研究關懷跟現實社會做適當的結合（但不應勉強或流於附會）。如此，我們的研究才能有機會與本土的社會文化做廣泛且深入的交融，而不是只侷限在學院與研究機構當中。且使社會大眾對科技與醫學的理解，能從單純的「知識學習」提昇到具有歷史的縱深，並培養出反省批判的能力。

此外，近現代科技史的研究亦應加強，尤其應切入科技政策、科學教育、科學社群等課題，並應整合社會科學的研究方法。事實上，成立跨界的 STS(Science, Technology and Society)中心或將是一絕佳的策

¹⁷參見黃一農，〈龍與獅對望的世界——以馬戛爾尼使團訪華後的出版物為例〉，《故宮學術季刊》21.2（出版中）。

略。STS 研究的重點之一在探討科學發展、技術變遷與政府政策之間的關連性，並對其所衍生的社會或環境問題進行深刻的反省，讓科學史界也能在政府部門制訂科技政策、評估科技表現、規劃永續發展時，扮演一更積極主動的角色。亦即，它不但具有學術思想上的意義，更帶有深遠的公共政策意涵(policy implications)。

四、訴求跨社會

為提昇社會大眾對科學史的興趣，並尋求社會的認同與支持，科技史界也應加強教育和普及的工作，透過網際網路以及傳統媒體，將最新且最有意思的研究成果，以通俗有趣的文字、圖片和動畫，直接面對社會大眾。甚至應該訓練專門人員從事此一工作，以充分發揮學術研究的社會影響力，並促使更多的研究資源能持續投入此一領域。

下文再以十六、七世紀的火器史研究為例，對前述的各個發展方向略作發揮。當時歐洲各海權國家積極向亞洲擴張，而朝鮮、明朝、後金和日本彼此間亦因戰爭的關係產生許多接觸，武器的運用與發展因此互受很大的影響。

一五四四年，葡萄牙商人首先將鳥銃傳入東亞的日本，旋被改造，並成為倭寇劫掠中國閩、浙沿海的利器。一五五八年，明朝政府開始大規模引進此一武器，曾一次製造了一萬把鳥銃裝備軍隊。由於鳥銃的身徑比約達 50-70，故射程遠大於手銃和弓矢，有效殺傷距離大概在 50 公尺左右，最大射程約 250 公尺，且因其加裝了準星和照門，改手點發火為槍機發火，又安裝了彎形銃托，大幅增加了瞄準精度。但因鳥銃的製作成本較高，一時仍未能全面替代快鎗和三眼銃等

武器。¹⁸

至於朝鮮，初見鳥銃是在宣祖二十四年（萬曆 18 年，1590），乃為日本使臣義智(1565-1615)所獻。日軍在一五九二年的壬辰之役中即是以鳥銃為主要火器，對明朝和朝鮮的軍隊造成甚大威脅，一五九三年，朝鮮大臣柳成龍(1542-1607)遂募兵數百人習放鳥銃，數月之後，其射擊術與日軍或中國南方士兵相較，「無不及而或過之」。¹⁹

十六世紀東亞各國所使用的鳥銃屬火繩銃(matchlock)。十五世紀初葉，歐洲人發現將合股線浸於硝石溶液中再晾乾，即可產生慢燃火繩，遂將之應用於火器的發射上，並在十五世紀下半葉發展出相當成熟的火繩銃。其主要構件是槍機，形狀為一簡單的金屬彎鉤，一端固連在銃身上，另一端則為夾鉗火繩的龍頭形機軌，使用時先將慢燃火繩插入龍頭口，當扣動扳機時，龍頭會被簧片牽動，而將火繩的前端插入藥池中，在點燃其中的引火藥後，龍頭會自起。²⁰

火繩銃的點火裝置雖然方便，但有時亦會失靈，此因龍頭被彈向藥池時，偶會因速度太快而導致火繩熄滅。再者，點燃的火繩亦容易和隨身攜帶的火藥觸碰而產生嚴重危險，夜間且甚易暴露位置。此故，歐洲工匠在製造鐘錶的工藝基礎上，旋又於十六世紀中葉發展出

¹⁸何汝賓，《兵錄》，景印明末刊本，收入華覺明主編，《中國科學技術典籍通彙·技術卷》（鄭州：河南教育出版社，1994），卷 13，頁 11；王兆春，《中國科學技術史·軍事技術卷》（北京：科學出版社，1998），頁 204-205。

¹⁹柳成龍，《懲毖錄》（北京：全國圖書館文獻縮微複製中心景印日本元祿八年[1695]刊本，1990），卷 1，頁 3、15；卷 2，頁 10；卷 3，頁 4-5、19；卷 4，頁 4、14-15、20-21。

²⁰此段參見王兆春，《中國科學技術史·軍事技術卷》，頁 204；Ian V. Hogg, *The Complete Handgun, 1300 to the Present* (London: Peerage Books, 1984), pp. 10-11。

使用燧石槍機(flintlock)的鳥鎗，當扣動扳機後，槍機龍頭上所啣的燧石會藉壓簧之力下擊打火鏢，並摩擦生火，點燃藥室中的火藥。²¹

此種燧發銃即使在風吹雨打的惡劣氣候下亦能發射，且可提高射速，但因其較複雜的機械裝置對一般的東方工匠而言並不熟稔，而未能在東亞各國普及，再加上長期的承平狀態，致使政府和民間均輕忽武備，²²此故，如在鴉片戰爭之前清人所製造的近五十種鳥鎗中，幾乎全屬火繩銃，只有三種是燧發銃，且僅供皇帝御用。²³相對地，由於火繩銃的機械構造並不複雜，以明季中國的技術水準而言，很容易就可仿造，甚至自行開發出子母銃、掣電銃、鷹揚銃、迅雷銃等功能更強的火器。²⁴

燧發銃在歐洲各國的流行始於十七世紀初葉，但如英軍直到一六六〇年左右才以之為制式裝備。²⁵而在中國的兵書中，此器最早見於崇禎三年(1630)由何汝賓編輯的《兵錄》，該書卷十三的〈西洋火攻神器說〉中論及鳥銃的點火裝置有二：「用火索者，有披水撥珠；用火石者，有鋼機相擊」，²⁶即分別指的是火繩銃和燧發銃。由於火繩銃扣動扳機時，龍頭的動作似龍飲水，故前引文中的「披水」，或指龍

²¹Hogg, *The Complete Handgun*, pp. 12-19.

²²如從康熙末年至嘉慶朝，幾乎有 150 多年的期間，竟然未見任何討論火砲的專門書籍出版。參見黃一農，〈紅夷大砲與明清戰爭——以火砲測準技術之演變為例〉，《清華學報》26.1(1996): 31-70。

²³韋鎮福等，《中國軍事史·兵器卷》（北京：解放軍出版社，1994），頁 246-248。

²⁴王兆春，《中國科學技術史·軍事技術卷》，頁 206-211。

²⁵Stuart Asquith & Chris Warner, *New Model Army 1645-60* (London: Reed Consumer Books, 1981), pp. 15-16.

²⁶何汝賓，《兵錄》，卷 13，頁 11。先前學者多稱燧發銃在中國最早見於崇禎 8 年(1635)由畢懋康所撰的《軍器圖說》；如見韋鎮福等，《中國軍事史·兵器卷》，頁 246。

頭前端插置火繩的部分，其功用乃將火珠撥向藥室。

崇禎四年(1631)，朝鮮派鄭斗源(1581-?)出使北京，他從耶穌會士陸若漢(João Rodrigues, 1561-1633)處獲贈可「覘敵於百里之外」的千里鏡、「煮硝之鹼土」的焰硝花、以及「不用火繩，以石擊之而火自發」的西砲。²⁷由於當時朝鮮習以砲稱銃，如鳥銃手即稱作砲手，故鄭斗源所攜回的「西砲」，應即不用火繩的燧發銃。朝鮮國王李倧（在位於1649-1659）因此器「精巧無比，實合戰用」，而欲特加鄭斗源一資，但此舉遭承政院強烈反對，稱：

其所上進之物，徒為巧異，無所實用者多，而盛有所稱引，其不識事理甚矣！此誠可罰而不可賞。而一小砲竟來之故，至加資級，物情皆以為非，請還收加資之命。

李倧對曰：「鄭斗源竟來火器，制度精妙，我人學習，則必賴其力。數之多少，不足論也。海行艱苦，且有其功，一番酬慰，似無不可矣」，然而，承政院官員仍不死心，在此後半個月內九度請李倧收回成命，惟均未獲允。²⁸但在此一保守心態的影響之下，朝鮮喪失了一次大幅提昇其武器性能的絕佳機會。

前述之耶穌會士陸若漢早先一直在日本德川幕府中擔任通譯，協助處理當時頻繁的海外關係，由於他在政壇中頗具影響力，致使耶穌會得以因其協助，而從長崎和澳門間的海上貿易中賺取巨額利潤，且

²⁷《朝鮮仁祖大王實錄》（漢城：探求堂，1984），卷25，頁5。其中焰硝花或指秋冬旱季出現在老屋牆根或陶磚上的霜狀結晶物，河南地區土名為「硝」，唐《開寶本草》則稱之為「地霜」；參見袁成業、松全才，〈中國古代火藥史芻議〉，收入鍾少異編，《中國古代火藥火器史研究》（北京：中國社會科學出版社，1995），頁64-67。

²⁸國史編纂委員會編纂，《承政院日記》，第33冊（肅蘭：國史編纂委員會，1961-1977），頁548-552。

護持其宣教活動。惟因他在處理傳教和通商事宜時，得罪了一些異教和天主教其他傳教會的人士，也與幕府中的權貴發生利益衝突，加以荷蘭和西班牙等國的商船，從一六一〇年起相繼進入日本，打破了葡萄牙在日本海外貿易上的長期壟斷局面，陸若漢終在對手持續且激烈的抨擊之下，於一六一二年被放逐至澳門。稍後，因後金的崛起與侵擾，在徐光啓(1562-1633)、李之藻(1565-1630)和楊廷筠(1557-1628)等奉天主教士人的推動之下，明廷嘗試引進西方火器。²⁹而陸若漢就是在此一情形下，滿懷憧憬地率葡兵和火炮北上，並在登州協助孫元化和王徵等天主教官員訓練部隊。³⁰

至於製造火藥所必須的焰硝（硝酸鉀， KNO_3 ），³¹一直是明朝政府的管制品，民間雖可買賣，且市價亦不高，³²但嚴禁輸出，此故在鄰近國家索價甚高，如海盜汪直於嘉靖十九年(1540)起收違禁之硝黃抵日本和暹羅等國互市，五、六年間即成鉅富。³³

萬曆二十年(1592)起，為對抗日本的入侵，朝鮮獲允可在每年派遣冬至使至中國時質換三千斤，但此數僅差堪練習之用。朝鮮因此自光海君十三年（泰昌元年，1620）起開始嘗試煮取焰硝，惟因不得其法，卻

²⁹有關早期引進西洋大砲的史事，請參見黃一農，〈歐洲沉船與明末傳華的西洋大砲〉，《中央研究院歷史語言研究所集刊》，出版中。

³⁰此段參見黃一農，〈天主教徒孫元化與明末傳華的西洋火砲〉，《中央研究院歷史語言研究所集刊》67.4(1996): 911-966；Michael Cooper, *Rodrigues the Interpreter, an Early Jesuit in Japan and China* (New York: Weatherhill, 1974)。

³¹提煉純度高的焰硝，對火藥威力的影響甚大；參見趙匡華、周嘉華，《中國科學技術史·化學卷》（北京：科學出版社，1998），頁504-506。

³²如在天啟年間，焰硝每斤約值銀一分六釐；沈演，《止止齋集》（日本尊經閣藏崇禎六年[1633]刊本），卷20，頁8。

³³戚祚國等編，《戚少保年譜》（北京：北京圖書館出版社景印道光刊本，1997），卷1，頁21。

費功多而收效寡，國王李倧乃於天啓四年(1624)下令以重賞向逃難出來的遼民募求通解製法者。³⁴在天啓七年(1627)的「丁卯之變」前後，朝鮮全國雖號稱存有鳥銃一萬七千餘柄，卻連試射的火藥都嚴重缺乏。³⁵而毛文龍做爲明朝邊鎮的大將，則能獲得大量硝磺，如在天啓最初的五年間，毛軍所領即達二十八萬六千餘斤。³⁶

由於對焰硝的需求孔殷，朝鮮遂利用派員出使中國的機會多方設法。崇禎四年(1631)，朝鮮譯官韓彥博因在登州偷買焰硝而被都督黃龍告發，明廷爲嚴懲此一違禁行爲，且擔心「姦商私販利器，接濟逆奴」，遂將原由內庫撥給的當年焰硝收還。³⁷但因鄭斗源於同年奉使北京時，私自學得煮硝之法，並從耶穌會士陸若漢處獲贈作爲「煮硝之鹼土」的焰硝花，朝鮮因此增設軍器別造廳，專責製造火器和煉取火藥，並命鄭斗源將煮硝新法傳習各道和各營，但其中多虛應故事，即使最先習學且表現最佳的嶺南右兵營的官兵，至崇禎七年(1634)時，亦不過煮得焰硝五百餘斤，只能稍解明廷禁止朝鮮買換焰硝所引發的火藥欠

³⁴《承政院日記》，第21冊，頁984；第26冊，頁200；國史編纂委員會，《備邊司謄錄》，第3冊（漢城：東國文化社，1960-1961），頁180、183、214-215、225；趙慶男，《亂中雜錄》，收入於李鴻彬等編，《清入關前史料選輯》，第3輯（北京：中國人民大學出版社，1991），頁359；《光海君日記》（漢城：探求堂，1984），卷169，頁14；李光濤，《明清檔案存真選輯三集》（臺北：中央研究院歷史語言研究所，1975），頁152。

³⁵《承政院日記》，第18冊，頁842、第25冊，頁125。欠缺火藥的敘事雖見於崇禎2年(1632)，但天啓7年(1627)的情形或不致較佳。

³⁶如在天啓間，固原、延綏和寧夏三鎮每年合計獲供焰硝三萬八千餘斤、硫黃一萬二千斤。參見沈演，《止止齋集》，卷20，頁8；毛承斗，《東江疏揭塘報節抄》（杭州：浙江古籍出版社標點崇禎間刊本，1986），頁63。

³⁷李光濤，《明清檔案存真選輯三集》，頁151-157。

缺之苦。³⁸

而金人至遲在崇禎五年(1632)已有量產焰硝的能力，遼陽即雇有專門從事淋硝的硝丁(很可能多為投降的漢人)，且設兩藥局負責配製火藥，雖然數量仍有限，但加上在旅順等地擄獲的大量硝磺，尚能因應需求。³⁹

崇禎九年(1636)，皇太極(1597-1643)建國號為清，改天聰十年為崇德元年。十二月，為了解決芒背之患，皇太極率大軍親攻朝鮮，尤其在孔有德(1602-1652)等投降漢兵所操作紅夷大砲的助力之下，清軍的聲勢更勝於先前的「丁卯胡變」。而孔有德等漢軍是在陸若漢所率領之澳門軍事顧問的訓練之下，學會了紅夷大砲的操作和瞄準技術。當時西方除在鑄砲的設計上較為進步外，更已將操砲所需的數學和物理知識，化約成簡明實用的儀具或計算尺(如矩度、銃規、銃尺、星斗等)，如此即可迅速估算不同仰角下的射程，並判斷如何能用最恰當的火藥，將不同材質的砲彈較準確地擊向目標。這種透過數學以提昇機具操作精密度的方式，可說是西方近代技術革命中一項十分重要的特色，此與中國全憑經驗以發射火砲的傳統方式，形成強烈對比。⁴⁰

清軍在崇禎九年(1636)進攻朝鮮時所配備的紅夷大砲口徑或超過10公分，管長約2至3公分，才得以造成「連中城堞，一隅幾盡破壞，女牆則已無所蔽」或「砲丸越江渡陸數里，聲震天地，莫不摧爛」的效

³⁸《朝鮮仁祖大王實錄》，卷25，頁5；卷25，頁10；卷28，頁46。《承政院日記》，第41冊，頁878；第42冊，頁902。

³⁹《朝鮮仁祖大王實錄》，卷27，頁31；羅振玉輯，《天聰朝臣工奏議》(臺北：藝文印書館景印《史料叢刊初編》刊本，1971)，卷中，頁30。

⁴⁰黃一農，〈紅夷大砲與明清戰爭——以火砲測準技術之演變為例〉；黃一農，〈天主教徒孫元化與明末傳華的西洋火砲〉；黃一農，〈比例規在火砲學上的應用〉，《科學史通訊》15(1996): 4-11。

果。⁴¹這些大砲應亦多為孔有德軍在攻陷登州時所俘獲的，其射程、威力和準確度均遠勝於朝鮮所用的天字砲。

經查閱現存文物，知朝鮮在壬辰倭亂(1592-1598)前後所使用的較大口徑的火器，乃以天字、地字、玄字、黃字各銃筒為主，這些原本均為配置在戰船上的武器，管身有節箍，並附可上下左右旋轉的砲架，其中最大的天字銃筒口徑約為 11 至 13 公分，管長(不含尾部)90 至 110 公分，重量 300 至 400 公斤；最小的黃字銃筒口徑為 3 公分，管長 30 公分，重量僅數十公斤。⁴²各字銃筒頭尾之外徑大致相同，均無瞄準裝置，其特色是以霰彈的方式在近距離傷敵，如天字銃每次裝填火藥三十兩及中型鉛子百枚，以土用力送實，未入合口大鉛子或生鐵子、大石子一枚；黃字銃則每次裝填火藥三兩及小型鉛子二十枚。⁴³

孔有德的投降，令後金以漢人為主體的砲兵部隊，戰力激增且戰技精進。而皇太極從先前寧遠、錦州、灤州和麻線館等幾次戰役的失利，更早已深刻體認到紅夷大砲的威力，遂積極起用漢人工匠鑄砲。崇德年間，清軍在關外每一場戰役中所動員的紅夷大砲數目均已超過明軍，而其在入關前夕所鑄成的三十五門鐵心銅體的「神威大將軍」砲，品質甚至達到世界最高水平。尤其，皇太極所創漢人砲兵與滿蒙步騎兵協同作戰的戰術，更令清軍成爲一支幾乎無堅不摧的勁旅，促使清朝得以在短期間內征服大明江山。⁴⁴

⁴¹李肯翊編，金教獻訂，《燃藜室記述》（漢城：景文社據朝鮮古書刊本行會排印本影印，1976），卷 25，頁 479；卷 26，頁 494。

⁴²趙仁福，《韓國古火器圖鑑》（漢城：大韓公論社，1975），頁 22-31、182-187。

⁴³韓孝純，《神器秘訣》（漢城：漢城大學奎章閣藏萬曆三十一年[1603]刊本），頁 2-4。

⁴⁴黃一農，〈紅夷大砲與大清帝國的肇建〉，審稿中。

前述有關十六、七世紀軍事史的課題，除了有必要參考更多的文獻和實物外，還有許多內史的細節有待釐清，如其中涉及簧片、銃管、焰硝、紅夷大砲等製造技術的深入探討，以及各國製造方法的異同和優劣比較。此外，武器製造成本對其演進之影響，亦頗待進一步的討論。

再者，國家的統一與封閉，究竟對火砲發展的影響程度如何，亦有待詳細的析論。我們已經發現從康熙末年至嘉慶朝，中國幾乎有一百五十多年的期間，竟然未見任何討論火砲的專門書籍出版。類似的情形也發生在日本，傳入日本的西洋火器於十六至十七世紀因戰爭的頻繁而普及，但隨著戰國時代的結束和鎖國政策的施行，火器和砲術的發展很快就出現衰退，甚至連明末何汝賓在《兵錄》一書中所收的〈西洋火攻神器說〉一章，也還於寬政十一年(1799)被譯成日文，為該國的砲術家所取法。

此一有關十六、七世紀東亞各國火器發展的研究課題，不僅是技術史的範疇，更涉及化學史、冶金史、數學史、東西交流史、軍事史、經濟史、社會史、出版史、考古學等領域。事實上，它應亦可以成為思索近代科技發展或研究科學社會史的一個極佳典範。

在促進學界與社會的互動方面，筆者在一九九七年五月成立了清蔚園網際網路知識園區(<http://vm.nthu.edu.tw>)，其中包含虛擬的科學館、歷史館、藝文館、書院、自然保護區等單位，目前已有近兩千萬頁次的內容被閱覽，而其中所設置的歷史館就包含許多與軍事史相關的內容，如「固若金湯——揭開宋代城池攻防戰的面紗」展覽，就開展了利用網路科技普及軍事史研究的先河。宋代在一般的印象中，一直是重文輕武、積弱不振的朝代。事實上，宋代的軍事技術可以說是總結前代而頗富新意的。無論在城防設施、攻防戰術以及各種兵器，都有長足的發展。此一展覽即參考多種宋代兵書及史籍撰成此一網頁，除

對宋代攻守城武器作全面性之介紹外，並進行必要之復原與重繪。

此外，我們也在清蔚園中利用插圖和動畫在網路上編寫歷史劇，嘗試透過故事的型態生動地述說明末天主教徒引進紅夷大砲的過程及影響，並還原明清之際紅夷大砲的操作方式。學術界很可以透過類似的努力跨出象牙塔，讓社會大眾認同科技史研究的意義，並在整個社會的終身學習中扮演一重要的角色。

綜前所述，筆者從個人的知識經驗出發，對中國科技史的研究提出了一些粗淺且主觀的看法，相信在其它範疇內，應也有許多值得發揮的取向。雖然內外兼修、跨領域、跨國界的要求，對任何個人而言都或許是陳義過高的，但這應是我們在研究過程中必須時時寄懷在心的，並應是學界幾代人共同努力的大方向，大家可以分別依據各自的能力和興趣努力耕耘，並不斷在前人的基礎上披荆奮進。

而中國科技史目前雖已逐漸發展成熟為一獨立的學門，但如我們無法將觸角和影響力外延，並具體呈現其它學科所沒有條件深入探究的面向，將有可能被其它較大的學門邊緣化。反之，則很可以充分發揮此一領域的特點，在科技與人文的對話或學術與社會的互動中扮演一主導的角色。

New Challenges to Research in the History of Chinese Science

Yi-long Huang

Institute of History, National Tsing-hua University

The field of the history of Chinese science has developed over nearly a century and has been gradually recognized as an independent discipline. More and more institutes or research centers are founded in universities. However, this field is facing some bottlenecks in further development. The author tries to suggest in this article some possible perspectives for future research under the limits of personal knowledge and subjective opinion. In addition to deepening traditional research topics, the author proposes through some examples to pursue studies that can cross the frontiers of disciplines and countries. To gain more recognition and support from society, we also need to encourage studies on STS (Science, Technology and Society).

Keywords: History of Chinese Science, History of Astronomy, History of Calendar, History of Cultural Interaction, Firearms