

紅夷大砲與明清戰爭 ——以火砲測準技術之演變為例*

黃一農

國立清華大學歷史研究所

摘 要

明季傳入中國的紅夷大砲，曾在明清鼎革的戰爭中扮演重要角色，此可說是眾所週知之事，然而這些火砲何以能發揮強大威力，先前學界並不甚了然。

筆者在此文中，則嘗試說明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。

筆者希望透過此一研究，能對明末清初西方火砲所以在戰爭中扮演重要角色的原因，有一確切的了解。文中亦將透過火砲測準技術在清代的發展狀況，嘗試理解清廷何以在鴉片戰爭之際無力面對列強堅船利砲的挑戰。

關鍵詞：紅夷大砲、技術史、數學史、明清史、耶穌會士

* 筆者感謝林力娜（Karine Chemla）、范發迪、徐光台、苑舉正、劉廣定、舒理廣、汪前進、李斌、周維強和 Peter Engelfriet 諸位先生在撰寫過程中所提供的協助，並感謝匿名評審所給與的寶貴建議與批評，同時亦謝謝義大利佛羅倫斯（Florence）科學史博物館慨贈所藏銃規之照片，此外，網路上技術史討論群（rete@maillist.ox.ac.uk）一群素昧平生的同好，也提供了許多有價值的意見。本文的部分內容曾發表於 1996 年 8 月在韓國漢城舉行之「第八屆國際東亞科學、技術、醫學史會議」上。此研究受國科會計劃「明末清初西洋火砲傳華史研究」（NSC 86-2411-H-007-006）之支持，特此誌謝。

一、前 言

後金的崛起和流寇的猖獗，使得明末許多有識之士相當重視兵學。^(註1)而在軍事的考量以及天主教士大夫的提倡之下，西方當時較先進的火砲製造和操作技術更成為關注的焦點。透過徐光啓（1562-1633）和李之藻（1565-1630）等奉教人士的努力，明朝政府不僅屢次自澳門購求紅夷大砲（圖一），^(註2)甚且引進葡萄牙軍士教導用砲和製砲的方法。^(註3)西洋火砲一時成為眾所矚目的戰爭利器，李之藻即稱此器「真所謂不餉之兵，不秣之馬，無敵於天下之神物」，^(註4)湯若望（Adam Schall von Bell, 1591-1666）和焦勗亦嘗稱許西洋大砲「精工堅利、命中致遠、猛烈無敵」，勝過中國傳統火器「百千萬倍」，並可「恃為天下後世鎮國之奇技」。^(註5)

其實，西方當時的鑄造技術並不特別優越，中國自戰國時期發明生鐵之後，即逐漸掌握了煉製熟鐵、可鍛鑄鐵和灌鋼等技術，十七世紀，中國煉鐵技術與世界先進水平間的差距並不明顯。^(註6)然而西洋火砲在設計上，則具有管壁較厚、砲管由前至後漸粗、且倍徑（指火門至砲口之距離與內徑的比例）較大等特點，^(註7)故射程提高、殺傷力增強且較不易膛炸。此外，西洋火砲的砲身多安有準星

1. 如徐光啓的門生韓霖，即因其在築臺用砲上的才能，而受到飽遭流寇之苦的山西地方官員的重視。參見拙文〈明清天主教在山西絳州的發展及其反彈〉，《中央研究院近代史研究所集刊》，第26期（1996），出版中。
2. 由於西洋大砲首先是由荷蘭人傳入的，而其時中國稱荷蘭人為紅夷，故名之為紅夷大砲。清初因諱「夷」字，改稱紅衣大砲。
3. 張小青，〈明清之際西洋火炮的輸入及其影響〉，收入《清史研究集》，第4輯（成都：四川人民出版社，1986），頁48-106；馬楚堅，〈西洋大炮對明金態勢的改變〉，收入《明末清初華南地區歷史人物功業研討會論文集》（香港：香港中文大學歷史學系，1993），頁11-30。
4. 轉引自王重民輯校，《徐光啓集》（上海：上海古籍出版社，1984），頁180。
5. 湯若望授，焦勗述，《火攻擊要》（臺北：藝文印書館，《百部叢書集成·海上仙館叢書》本，原撰於崇禎十六年），卷上頁1。
6. 陳良佐，〈我國傳統的煉鋼法〉，收入《屈萬里先生七秩榮慶論文集》（臺北：聯經出版公司，1978），頁189-212。
7. 明清之際，中國所見紅夷大砲的砲口管厚通常約為內徑之1/2-2/3，而砲管的倍徑，多在17-35之間，且相當注重砲身各部分的比例，至於明代所鑄的傳統火砲，其倍徑則大多在5-15之間。參見劉旭，《中國古代火炮史》（上海：上海人民出版社，1989），頁284-304；成東、鍾少異，《中國古代兵器圖錄》（北京：解放軍出版社，1990），頁237-241及261-262。有關歐洲火砲在設計上改進的歷程，可參見Boyd L. Dastrup, *The Field Artillery* (Connecticut: Greenwood Press, 1994), pp. 3-20.

和照門，以爲瞄準之用，兩旁並鑄有砲耳，便於架設在砲車或砲架之上，以調整射擊角度，操作相當方便。反之，中國傳統的火砲雖與歐洲同屬前裝（Muzzle-loaders）滑膛（Smooth-bore）型，^{（註8）}但卻被批評爲：「受藥不多，放彈不遠，且無炤準，而難中的。銃塘外寬內窄，不圓不淨，兼以彈不合口，發彈不迅不直，且無猛力。頭重無耳，則轉動不活，尾薄體輕，裝藥太緊，即顛倒炸裂」。^{（註9）}

尤其關鍵的是，當時西方的軍事學已與數學密切結合，如在利瑪竇（Matteo Ricci, 1552-1610）於萬曆三十五年（1607）所撰的〈譯《幾何原本》引〉中，即有云：

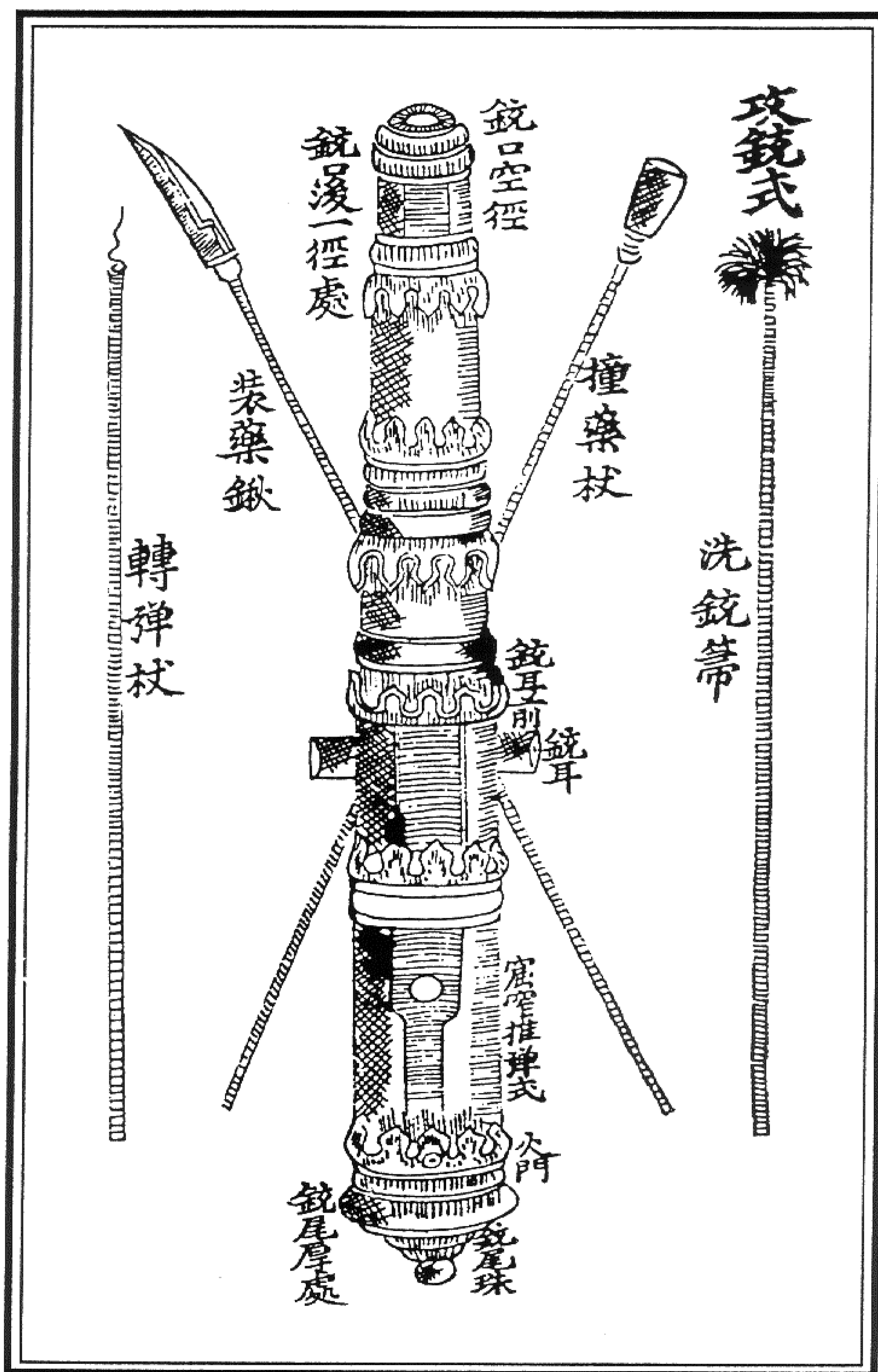
借幾何之術者，惟兵法一家，國之大事，安危之本，所須此道尤最亟焉！故智勇之將，必先幾何之學，不然者，雖智勇無所用之……吾西國千六百年前，天主教未大行，列國多相并兼，其間英士有能以贏少之卒，當十倍之師，守孤危之城，禦水陸之攻，如中夏所稱公輸、墨翟九攻九拒者，時時有之。彼操何術以然？熟於幾何之學而已。可見此道所關世用至廣至急也。^{（註10）}

強調幾何知識乃爲精通兵學所必需。而李之藻在天啓元年（1621）所上的〈爲制勝務須西銃，乞敕速取疏〉中，亦稱西國放銃之人均「明理識算」。^{（註11）}

如以精習西洋火器聞名的奉天主教官員孫元化（1581-1632）爲例，在其所著的火砲專書《西法神機》（參見附錄）中，即包含許多應用數學的計算實例，此外，孫氏還協助其師徐光啓刪定《句股義》，並撰有《幾何用法》、《幾何體論》和《泰西算要》等數學書，^{（註12）}這些數學知識許多都是他在以西法築臺用砲時所不可或缺的。再者，徐光啓等天主教學者奉旨所編纂的《崇禎曆書》百餘卷，雖號稱爲

-
8. 歐洲在十六世紀雖曾流行後裝填式的火砲（Breech-loaders：如傳華的佛朗機即屬此類），利用多門事先填裝好彈藥的子銃，以增快發射的速度，但因當時的機械製造技術尚無法配合，導致火藥的爆炸氣體常從子銃與母砲的接縫處泄出，因此漸遭淘汰。參見 Boyd L. Dastrup, *The Field Artillery*, p. 6; Geoffrey Parker, *The Military Revolution, Military Innovation and the Rise of the West 1500-1800* (Cambridge: Cambridge University Press, 1996, 2nd ed.), p. 86.
 9. 湯若望授，焦勗述，《火攻擊要》，卷上頁4。
 10. 轉引自徐宗澤，《明清耶穌會士譯著提要》（臺北：中華書局，1949），頁259-262。
 11. 轉引自《徐光啓集》，頁179-180。
 12. 拙文〈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》，第67本第4分（1996），頁911-966。

圖一：何汝賓《兵錄》（1630）一書中所繪之紅夷大砲及其附件。



治曆之用，其實當中有些幾何和代數學的內容，在軍事上的應用要較曆法為多且直接。(註13)

中國雖早在十三世紀中葉即已發明火砲，並於明代成為軍隊作戰的「長技」，但在幾乎所有明以前的兵學著述中，均不曾定性或定量地論及火砲的瞄準技術。(註14)相對地，西方的自然哲學家則一直嘗試尋找一個正確的數學表達方式，以描述砲彈的運動。塔爾塔利亞(Niccolò Tartaglia, c. 1499-1557)於1537年所出版的《新科學》(*La Nova Scientia*)，(註15)可說是近代彈道學和砲術的重要奠基著作，其中除介紹銃規(Squadra, 又譯作量銃規)和矩度(Geometric Square)等測量仰角和距離的儀具外，還首度析論彈道的特性(如指出火砲在仰角為45°時的射程最遠)。雖然塔爾塔利亞所了解的彈道學仍十分粗糙，但其影響幾乎長逾一個世紀。

在塔爾塔利亞之後，十七世紀許多一流的科學家亦投入彈道的研究，其中尤以伽利略(Galileo Galilei, 1564-1642)的貢獻最為突出，伽利略於1592-1610年間，即將相當大的精力放在軍事工程之上，他嘗雇請工匠製造發賣一種可供幾何和軍事學用的多用途比例規(Sector or Compass)，此器除可測量火砲的用藥量外，還可方便地解決當時幾乎所有常見的代數和幾何問題。(註16)

有關彈道學的研究，在伽利略於1638年出版《兩種新科學的論述》(*Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*)之後，更出現重大突破。他在該書中提出投射物之軌跡為拋物線的主張，並列有一表可幫助砲手計算在不同仰角下砲彈的射程，此一射程值與 $\sin 2\alpha$ 成正比，其中 α 乃砲管的仰

13. 如所收錄的《測量全義》、《圖容較義》等書，與天文曆法的直接關係並不多，然而其中許多涉及幾何製圖和計算的內容，則為軍事上設計堡壘、量度彈重和測量高遠時所必需。前引之書可參見徐光啓等撰，《新法算書》(臺北：臺灣商務印書館，景印文淵閣《四庫全書》本)。

14. 如見《中國兵書集成》(北京：解放軍出版社；瀋陽：遼瀋書社，1987-1992)所收之古代兵書。又，中國古代的弩機上雖有名為望山的瞄準器，但一直未萌生較量化的彈道學，也不曾將其概念移植到管形火器之上；參見李斌，〈中國古代文獻中的彈道學問題〉，《自然辯證法通訊》，1994年第3期，頁53-58。

15. 此書英譯本參見Stillman Drake & I. E. Drabkin, translated and annotated, *Mechanics in Sixteenth-Century Italy, Selections from Tartaglia, Benedetti, Guido Ubaldo, and Galileo* (Madison: The University of Wisconsin Press, 1969), pp. 61-143.

16. 比例規雖於崇禎三年左右傳華，但其在砲學上的應用，則一直不曾被介紹。參見拙文〈比例規在火砲學上的應用〉，《科學史通訊》，第15期(1996)，頁4-11；Stillman Drake, "Tartaglia's Squadra and Galileo's Compasso," *Annali dell'istituto e museo di storia della scienza di Firenze*, 2 (1977), pp. 35-54.

查看完整版

付费下载



【百万古籍库】

<https://www.fozhu920.com/list/>

【易】【医】【道】【武】【文】【奇】【画】【书】

1000000+ 高清古书籍

打包下载





【风水】风水命理资料合集_9500 本

阴宅阳宅、风水堪舆、八字命理、手相面相、符咒卦象、奇门遁甲、紫微斗数.....



【中医】中华传统医学资料大全_15000 本

针灸、推拿、正骨术、汉医、苗医、民间秘方偏方、药洒药方、祖传医术、珍本...



【道术】道家法术\茅山术\符咒术\气术_3000 套

修真秘籍、丹道、道家秘术、胎息功、内丹术、茅山法术、道家符咒、巫术、...



【武术】传统武术与现代搏击术_6200 册

少林、武当、太极拳、形意拳、八极拳、咏春拳、气功、散打、格斗、拳击、...



【集藏】经史子集库_13300 卷

【经史子集】楚辞、汉赋、诗集、词集、宝卷、正史、编年、别史、纪事本末、地理志...



【国画】传世名画 _ 6100 卷

唐、金、辽、宋、元、明、清 800 多位画家近 6000 多幅传世...



【县志】方志\地方县志\乡志\地理志_8100 册

府志、区志、乡志、地理志..... 此合集为全国范围地方县志\府志古籍影印电子版， ...



【国学】中华古籍库—32 万册古籍书

32 万册《中华古籍库》 【32 万册影印古籍 + 20 多亿字，带检索器和阅读工具】 包括各地方志、日本内...

【更多】 >> <https://www.fozhu920.com/list/>