

鴉片戰爭時期中英鐵砲材質的優劣比較研究*

劉鴻亮**

北京科技大學冶金與生態工程學院
河南科技大學政治與社會學院

孫淑雲***

北京科技大學冶金與生態工程學院

摘 要

鴉片戰爭時期，中英鐵砲砲身均為鑄鐵組織，不同的是，清軍鐵砲以白口鑄鐵為主，英軍鐵砲則以灰口鑄鐵為主。在灰口鑄鐵組織中的石墨形態上，清軍鐵砲皆為片狀石墨；英軍鐵砲除片狀石墨外，還有菊花狀石墨，其占灰口鑄鐵總數的 25%。由於菊花狀石墨組織的灰口鑄鐵性能比片狀或粗大的石墨構成的灰口鑄鐵要好，故英軍鐵砲材質優於清軍。此外，英軍鐵砲的鑄造及加工技術亦優於清軍鐵砲。由於鐵砲的材質、製造和加工技術直接關係鐵砲的質量，而鐵砲質量則是影響鐵砲性能的最重要因素，故中英鐵砲性能上的差異是影響鴉片戰爭勝負的關鍵因素之一。

關鍵詞：鴉片戰爭，前膛裝滑膛砲，材質，金相組織

一、前言

鴉片戰爭時期，中英軍隊作戰方式主要是海陸砲戰，火砲是最主要的武器。因此，火砲的技術和性能以及與社會的關係是研究鴉片戰爭歷史和科學技術史的重要問題。此時期的中英雙方主導型火砲樣式及機制原理基本相同，都是前膛裝滑膛砲（muzzle-loading cannon），仍舊屬於以黑火藥做為發射藥的前膛裝滑膛

* 本論文研究得到中國“十一五國家科技支撐專案課題——文化遺產保護關鍵技術研究”的專項資助，項目編號：2006BAK20B03。

** 劉鴻亮，北京科技大學冶金與生態工程學院冶金與材料史研究所博士、河南科技大學政治與社會學院副教授、浙江大學寧波理工學院博士後，電子郵件信箱：liuhongliang1970@sohu.com。

*** 孫淑雲，北京科技大學冶金與生態工程學院冶金與材料史研究所教授。

時代，其砲形呈圓錐體，砲膛呈圓柱體，有砲耳和尾紐等附件組成。清軍火砲的形制設計仍然沿用西方 16—19 世紀中葉創立的「比例」思想（注：16 世紀以來的東西方主導型火砲——加農砲，其各部直徑是以口內圓球直徑為標準而設計的，如口內徑為 a ，口壁厚 $= 0.5a$ ，口外徑 $= 2a$ ，砲耳處壁厚 $= 0.75a$ ，底徑 $= 3a$ ），但尺寸偏離較大，分類向來較多和雜亂，不利於士兵的熟練掌握及遲滯發射速度（全是火繩點火），影響威力的發揮。其膛壁通常較英軍鐵砲厚，主要是明末清初重型紅夷砲的延續，但稍有改進。現根據火砲彈道特性來劃分，大致可分成以下幾種類型：重型紅夷砲（red-barbarian cannon）、輕型火砲、沖天砲（chongtian mortar）、抬砲（wall gun）等。每種類型中又有類別，如紅夷砲中分單層體、雙層體和三層體結構；輕型砲中分紅夷砲型和子母砲型（子母砲也有單層體和雙層體結構）。英軍火砲在形制構造上已標準化，火門的燧發機點火裝置、瞄準的立表裝置和尾紐的圓環裝置改進很大，砲手不但容易操作，亦可使發射速度增快，因此殺傷力增強。不同甲板上的艦砲重量不相同，發射與之匹配的不同口內徑的砲彈。其分為砲管較長而彈道低伸的加農砲（cannon）、砲管適中而彈道較彎曲的榴彈砲（howitzer）、砲管較短而彈道彎曲的臼砲（mortar）、卡龍砲（carronade）等，（註 1）其類型適合了陸戰、海戰、攻城戰、山地戰等戰術需要，水準明顯高於

1. 沖天砲，此類砲銅質稱做「威遠大將軍」，鐵質稱做「沖天砲」，口徑大，身管短，帶有直徑小於彈膛的藥室，以固定的高角度發射空心爆炸彈，保證最大的曲射角度，以達到殺傷城堡、寨牆後面的敵人。加農砲，它是軍艦上的標準裝備。恩格斯的著作《砲兵》（見《馬克思恩格斯全集》卷 14。北京：人民出版社，1964，頁 212）中云：1815 年以後的歐洲野砲，即「在拿破崙垮臺後的和平時期內，……用生鐵鑄造的長 9 英尺、重 50 英擔的新式 32 磅長管砲，是不列顛海軍最好的火砲之一，它的長度為口徑的 16.5 倍。有一種可旋轉的、重 112 英擔的 68 磅長管砲（Pivot-gun），裝備在全部的有 131 門火砲的螺旋推進器大型軍艦上，它的長度是 10 英尺 10 英寸，即略大於口徑的 16 倍。……68 磅和 56 磅長管砲，既可發射實心彈，也可發射爆炸彈」（注：英國 1 英尺 = 12 英寸，合今 0.305 米，英國 1 英擔合今 50.8 千克，英國 1 磅合今 0.454 千克）。榴彈砲，清人稱之為闊口短輕砲。它是一種彈藥固定而發射角度可以調整，發射球形爆炸彈的火砲。它的砲管比加農砲短，比迫擊砲長，長約為口內徑的 4-10 倍、口內徑較大、管壁較薄、帶有直徑小於彈膛的藥室、裝在兩輪砲車上。初速較小、射角較大、彈道較彎曲。17 世紀末期以來，榴彈砲成爲了歐洲各國軍隊標準化的砲兵武器。卡倫砲，清人稱之為短薄單耳鐵砲，粵俗呼爲瓦筒口。它本質上是臼砲的變種，由蘇格蘭士兵 R. Melville 在 1750 年左右發明，英國鑄砲匠 John Wilkinson（1728-1808）於 1774 年申請了用鑽孔機在鏗床上鑽砲膛的專利。英國蘇格蘭卡龍（Carron）公司爲抵抗海盜、護衛商船，大規模製造用機器鑽膛的卡龍砲。此類砲沒有耳軸，依靠砲腹下方的卡箍安於砲架上，比一般輪式艦砲摩擦力大。由 2 個砲手操縱，在艦首的軌道上旋轉發射，由長砲配搭而用。1779 年在英國皇家海軍中使用。它的特點是管身短、口內徑大、砲壁薄、重量輕、裝藥量少（小的藥量意味著後座力小，否則反衝力太大，木製結構無法忍受）、初速低、射程近，殺傷力大。它發射箭霰彈、葡萄彈和球形爆炸彈，有 68 磅、42 磅、32 磅、24 磅、18 磅、12 磅彈等類型。

清軍火砲。

鐵砲品質高低對其射程、射速、火砲機動性、射擊精度及砲彈殺傷力等諸方面性能皆會產生重要影響。中英鐵砲性能的差距是影響戰爭勝負的重要因素之一，但鐵砲性能的差距是由什麼原因造成的？以往的研究者^(註 2)從火器發展的文獻和實物資料中對中英火砲的材質、技術做了不少研究，但是限於當時的一些客觀條件，此前的研究對鴉片戰爭的史料，特別是原始外文文獻挖掘不足，對材質的金相組織研究尤其欠缺。隨著新史料的發現和新出土實物的增加，為火砲的研究提供了廣闊的空間，故本文在深入查閱史料文獻的基礎上，進行了中英火砲實地調查和鐵砲材質的金相檢測分析（注：鴉片戰爭時期的中英火砲壓倒優勢都為鐵砲，銅砲比例不大，所起的作用有限，故本文僅談及鐵砲），在此基礎上，從科學技術史的角度對中英鐵砲技術優劣的原因進行了研究，找出此時期中英鐵砲在材質、鑄造、加工技術等方面的差距，探討鐵砲品質、性能和作戰效用之間的辯證關係，為深入研究鴉片戰爭時期的火器史、軍事史以及技術社會史打下堅實的基礎。

2. 劉旭研究員探討了中國古代各類火藥、火器的產生時間、研製工藝、使用狀況、理論著述，以及火藥火器技術的西傳東漸和興盛衰落等重大問題。撰寫的著作有《中國古代火砲史》（上海：上海人民出版社，1989）；《中國古代火藥火器史》（鄭州：大象出版社，2004）。

王兆春研究員利用史料和實地調研的方法對東西方火砲技術如設計理論、製造技術、火砲射程和中國火器盛衰原因做了研究。撰寫的著作《中國火器史》（北京：軍事科學出版社，1991）；《世界火器史》（北京：軍事科學出版社，2006）；《中國古代軍事工程技術史》（宋元明清）（太原：山西教育出版社，2007）。皮明勇先生 1991 年撰文〈清朝兵器研製管理制度與鴉片戰爭〉中認為中英火砲性能存在著懸殊差距。在大砲質料方面：中國冶鐵術方面落後於英國，使用傳統的土爐，燃料為木炭，鼓風設備簡陋，結果爐溫低，脫碳慢，清軍大砲用生鐵鑄成，每多蜂窩澀體。英國鑄砲所用之鐵皆百煉熔淨，含碳低。在砲腹光潔度方面：清軍只知道舊式泥模鑄砲法，加上鐵質差，鑄法有問題，所以不能光滑，難於鏟磨。英軍除了泥模外又發明瞭鐵模，並且已經開始採用了整體鑄砲法，即先鑄成圓形金屬件，然後在鏟床上用鑽孔機鑽出砲管。詳見皮明勇編，《關注與超越—中國近代軍事變革論》（石家莊：河北人民出版社，1999）。潘向明先生撰文〈鴉片戰爭前的中西火砲技術比較研究〉，見《清史研究》，3（北京：1993），他認為：至 19 世紀前期，歐洲因發生了工業革命，熟鐵產量大增，利用機械工具鍛造口徑很大的砲管，繼而對砲管內壁進行鏟、磨、削加工，砲管較為精密的測量與計算，故而其口徑與膛口的尺寸之間可以有一個合理的比例關係。而清朝因無工業革命，熟鐵產量低，且缺少機械加工工具，砲管只好使用生鐵鑄造，而生鐵砲管是不易鏟、磨、削的。為了防止身管炸裂，只好將生鐵砲管鑄造得厚實一些，遂使用來容納彈丸和裝藥的剩餘空間即膛口變得很小。

黃一農先生對明清之際的中國火砲技術研究甚深，他認為：明末清初，中國火砲鑄造為防止炸膛和耐用的問題，經常採用鐵芯銅體的複合結構。此種火砲管壁較薄、重量較輕、花費較少，且較耐用。其論文見黃一農，〈紅夷大砲與皇太極創立的八旗漢軍〉，《歷史研究》，4（北京：2004.8），頁 74-105。

尹曉冬的博士論文中對東西方火砲 1620-1690 年間的泥模鑄銅砲技術研究較深入，並有許多附圖和自己繪製的工藝圖片。詳見尹曉冬，《十六、十七世紀傳入中國的火器製造技術及彈道知識》（北京：中國科學院研究生院博士論文，2007）。

二、中英鐵砲材質在史料記載中的種類

(一) 清軍鐵砲的材質

清朝火器製造制度在《光緒大清會典》卷 59《工部》中載：分中央和地方製造兩種，不過，從嘉慶朝以後，中央製造的火器越來越少，各省份製造的火器逐步增多。如在造砲方面，清道光朝以後，中央造砲機構已不能左右當時火砲技術的發展，地方政府遂自行組織製造火砲。鴉片戰爭時期，清朝廣東沿海地區（尤其珠江兩岸）地處與西方殖民勢力對敵的最前沿，當地官吏大都注意火砲技術的改良，廣東佛山鑄造的生鐵砲是清軍最佳火砲的縮影，反映了當時海岸砲臺所用火砲的基本狀況。《鴉片戰爭檔案史料》（注：以下統簡稱為《史料》，冊數和頁碼附後）中記載，在清朝沿海及內陸的一些省份，舊式火砲多為泥模鑄造法製成，新造的火砲少部分是用英軍所沒有的鐵模鑄砲法或複合層火砲的造砲工藝製造，仿製夷砲的方法應是泥模鑄造法或鐵模鑄砲法。^(註 3) 依據表一所列文獻記載，1839-1843 年間清朝各省份鐵砲的材質主要有生鐵 (pig iron)、熟鐵 (wrought iron)、青口鐵，還有新舊黑麻鐵、洋麻鐵、紫板鐵、南板並臭板生鐵等。

表一：文獻記載的 1839-1843 年間清朝各省份造砲的材質

省份	火砲原料	史料記載的火砲材質、斤兩及門數	史料出處
廣東	荒山鐵及新舊黑麻鐵，又有自外洋而來之洋麻鐵之數種、生鐵熟鐵、青銅、黃銅	虎門南山砲台安生鐵砲 18 位，熟鐵小砲 2 門；虎門之戰，英軍繳獲清軍 761 門銅鐵砲，其中黃銅砲 8 門（含幾門 1839 年購買的 68 磅彈葡萄牙式黃銅砲）	《演砲圖說輯要》（註 4）（卷 3，頁 11）、《籌海初集》（註 5）（卷 1，頁 100、101）；《英軍在華作戰記》（卷 II，頁 444、157）（註 6）
福建	青銅、毛紅銅、生鐵	毛紅銅 21.5 萬斤鑄數百門砲	《史料》（冊 IV，頁 570）

3. 中國第一歷史檔案館編，《鴉片戰爭檔案史料》（天津：天津古籍出版社，1992）。

4. 丁拱辰，《演砲圖說輯要》（道光 23 年（1843）刊本，中國國家圖書館藏書），卷 3，頁 11。

5. 關天培，《籌海初集》（臺北：文海出版社，1969）。

6. J. E. Bingham, *Narrative of the Expedition to China from the Commencement of the War to its Termination in 1842; with Sketches of the Manners and Customs of that Singular and hither almost Unknown Country 1843 (Vol. II)* (London: Henry Colburn, 1842), p. 444, 157.

浙江	紫板鐵、滇銅、青銅黃銅	安慶營守備孫貴製成 10 尊熟鐵虎蹲砲；600 多擔紫板鐵造砲，至湖北漢口鎮另購紫板鐵斤，並於蘇省購買別項板鐵造砲；滇銅 100 多萬斤造砲；鎮海鑄砲廠存 200 噸銅鑄砲；中英乍浦之戰，英軍損壞清軍 11 門黃銅大砲	《史料》(冊 V，頁 6)； 《史料》(冊 II，頁 760)； 《英軍在華作戰記》(卷 II，頁 281、330)
江蘇	熟鐵、洋銅、紫板鐵	安慶營守備孫貴赴浙督造 200 多尊熟鐵砲；蘇州省局撥解洋銅 12 萬斤造砲；省局製成熟鐵小砲 2 位，赴湖北採買紫板鐵片造砲；寶蘇局官民二商辦存洋銅撥 10 萬斤造砲	《史料》(冊 V，頁 142)； 《史料》(冊 II，頁 349)； 《史料》(冊 III，頁 283、545)； 《史料》(冊 IV，頁 374)
山東	生鐵、青銅、熟鐵	濟南府新造 700、800 斤熟鐵砲 9 位，共計新舊銅鐵大小各砲 100 餘位	《史料》(冊 V，頁 6)
盛京	熟鐵、生鐵	進關購買熟鐵，鑄神機砲 100 位；採辦鐵料 26 萬斤，造 8000 斤大砲 20 尊，所餘鐵料鑄造砲子	《史料》(冊 VII，頁 180)； 《史料》(冊 II，頁 361)
湖北	紫花板鐵、川板、碁江紫板、青口生鐵、湖南之南板並臭板生鐵	除福建之尤溪、大田等縣紫花板鐵之外，惟川板、碁江紫板為上，次則青口生鐵亦尚可用，然性燥易裂，其餘湖南之南板並臭板生鐵	《史料》(冊 II，頁 370)

對於表中所列材質的名稱，有一些與現代稱呼相同，如生鐵、熟鐵、白口鑄鐵 (white cast iron 或 chill cast iron)。一些則必須通過對文獻的解讀才能得到解釋，如紫口鐵、紫板鐵、青口鐵等。《史料》(冊 IV，頁 377) 中載，道光 21 年 (1841) 10 月 17 日，浙江巡撫劉歆珂奏：「惟鐵斤有紫口、青口、白口之分，鑄砲以紫口鐵為上，青口鐵次之，白口鐵則性脆質粗，易致炸裂，不適於用」。成書於 1862 年的《火器說略》(頁 22) 中說：「(清朝) 歷來營局所造大砲，俱用生鐵，性質堅剛，鑄成之後，不得打磨，不可鑽銼，其砲體既已粗糙，而藥膛又不光滑。……若生鐵性剛，鑽銼無所施，且多蜂窩，必致炸裂」。(註 7) 從記載對三種鐵的性能描述可以推斷「白口」即白口鐵；「青口」可能是灰口鑄鐵 (grey cast iron)，因灰口鑄鐵斷口顏色青灰、性能優於白口鑄鐵；「紫口」性能又優於灰口鑄鐵，解釋為展性鑄鐵比較可信，本文對鐵砲材質鑑定中，確有展性鑄鐵 (malleable cast iron) 存在。從兩則史料的敘述中還可以推出清軍鐵砲材質以白口鑄鐵為

7. 黃達權譯，王韜撰，《火器說略》，見《中國叢書集成》(北京：解放軍出版社，1993)，卷 48，頁 22。