

近代上海的空氣汙染及其原因探析 ——以煤煙為中心的考察*

裴廣強**

摘 要

空氣汙染問題是中國環境史研究的重要組成部份和難點問題之一。借鑒空氣汙染氣象學研究方法，對近代（1840-1949）上海以煤煙問題為典型案例的分析充分證明：大規模的空氣汙染問題絕非是1949年之後才出現的新產物，而是一個至晚可以追溯至晚清民國年間的「老問題」。無論是對空氣汙染源地理體系的考察，還是對煙塵和二氧化硫排放量的估測，都顯示近代上海的空氣汙染問題已經相當嚴重。巨量礦物能源的消耗是產生空氣汙染的根本原因，而一些人為因素的不合理安排則弱化了吸收、轉化和擴散、稀釋空氣汙染物的能力，使得空氣汙染真正演化為嚴重的區域性環境問題。對近代上海空氣汙染問題進行研究，不但有助於從實證角度揭示某些長期被遮蔽的史實，追溯當今空氣汙染問題的歷史根源，而且對於在學理層面拓展和豐富中國近代環境史的研究內涵及研究方法，同樣具有重要的意義。

關鍵詞：近代上海、空氣汙染、煤煙、環境史、能源

* 在本文的寫作過程中，受陳穎軍、夏明方、趙珍教授，李德楠、胡其柱、趙九洲、梁志平副教授的助益良多，兩位匿名評審專家亦曾提出寶貴的修改意見，在此一併致以誠摯的謝意！當然，對於文中可能存在的謬誤，本人負全責。

收稿日期：2017年7月17日，通過刊登日期：2017年11月29日。

** 西安交通大學近現代歷史研究所講師、中國人民大學與（日本）九州大學聯合培養博士

一、引言

中國近代（1840-1949）是由傳統農業社會向近代工業社會艱難蛻變的時代，也是近代城市化快速發展的時期。作為在一定地域空間內集中人口、經濟諸要素的城市及其近代工業化過程，由於存在著人口的快速增長和經濟規模的持續擴大，對於環境的破壞愈益明顯。就中國近代城市化發展水準最高的城市上海而言，因工業化、城市化導致的環境問題最先形成，相關史料記載甚為豐富，無疑可以看作是中國近代環境史研究中最為典型的城市之一。正是基於此一共識，學界以往在近代上海環境史研究領域已做了大量的工作，主要表現在採用技術、政治或者文化視角，通過三方面問題，即氣候變化、自然災害及其社會影響；公共衛生（包括疾病傳播、公廁變遷、糞溺清潔、垃圾治理等）與社會近代化；水環境變化與社會變遷關係的分析，對上海區域環境在近代的發展與演變歷程進行考察。¹

不過，近代上海因工業化和城市化引起的環境問題，絕不僅僅局限在上述三個方面，至少還應該包括影響範圍涵蓋整個城市乃至周邊地區、影響城市之內所有居民的空氣汙染問題在內。當前，空氣汙染問題已成為中國社會的焦點

¹ 相關研究成果主要參見朱德明，〈20世紀30年代上海公共租界環境衛生治理概況〉，《中華醫史雜誌》，卷30期4（2000年10月），頁231-233；余新忠，《清代江南的瘟疫與社會——一項醫療社會史的研究》（北京：中國人民大學出版社，2003）；劉岸冰，〈近代上海城市環境衛生管理初探〉，《史林》，2006年第2期，頁85-92；李伯重，〈「道光蕭條」與「癸未大水」——經濟衰退、氣候劇變及19世紀的危機在松江〉，《社會科學》，2007年第6期，頁173-178；李玉尚，〈上海城區霍亂病史研究——以「地方病」和「外來病」的認識為中心〉，收入曹樹基主編，《田祖有神——明清以來的自然災害及其社會應對機制》（上海：上海交通大學出版社，2007），頁361-392；彭善民，《公共衛生與上海都市文明（1898-1949）》（上海：上海人民出版社，2007）；吳俊範，〈城市空間擴展視野下的近代上海河濱資源利用與環境問題〉，《中國歷史地理論叢》，卷22期3（2007年7月），頁67-77；廖大偉、羅紅，〈從華界垃圾治理看上海城市的近代化（1927-1937）〉，《史林》，2010年第2期，頁24-33；福士由紀，〈近代上海と公眾衛生：防疫の都市社會史〉（東京：御茶の水書房，2010）；徐峰，〈1943年上海浦東區清潔糾紛研究〉（上海：華東師範大學博士論文，2010）；閔芳芳、滿志敏、潘威，〈從小圩到園田：近百年來上海地區河網密度變化〉，《地理環境學報》，卷5期6（2014年12月），頁425-433。

之一，用「舉國關注」一詞來形容，並不為過。實際上，這一問題並非當今經濟發展過程中，特定國家或地區產生的個別現象，而是在工業化階段逐漸凸顯出來的共性問題。²與此形成鮮明對照的是，學界長期以來抱持一種否認近代上海存在嚴重空氣汙染問題的傳統觀點。比如《上海環境保護志》的編著者即認為近代上海空氣汙染現象並不明顯，「汙染範圍比較小」。一直到 1950 年代，煙塵、廢氣的汙染問題仍不嚴重。晚至 1958 年「大躍進」運動後，空氣汙染問題才漸趨突出。³由於受到這種「既然問題不嚴重，也就沒有研究必要」觀點的直接影響，迄今國內外學界關於近代上海空氣汙染問題的研究基礎顯得相當薄弱，尚不存在專門性論文或著作。即便是就近代中國同一問題而言，也僅有胡勇的相關概要性述評，難覓研究性力作。⁴

空氣汙染氣象學是近代大氣科學研究的一個新的分支學科，主要研究空氣汙染物的排放、擴散、轉化、遷移和清除的規律，模擬並預測空氣汙染物的濃度分布及其對環境空氣品質的影響。⁵鑒於空氣汙染氣象學揭示空氣汙染問題

² 像英國、美國、德國、日本、比利時、俄國在工業化過程中都存在著空氣汙染問題，在一些特定城市（如倫敦、匹茲堡、大阪等）內尤其嚴重。參見 Martin Melosi, *Pollution and Reform in American Cities, 1870-1930* (Austin: University of Texas Press, 1980); Joel A. Tarr, *The Search for the Ultimate Sink: Urban Pollution in Historical Perspective* (Akron: the University of Akron Press, 1996), pp. 219-283; David Stradling, *Smokestacks and Progressive: Environmentalists, Engineers, and Air Quality in America, 1881-1951* (Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 1999); Frank Uekötter, *The Age of Smoke Environmental Policy in Germany and the United States, 1880-1970* (Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2009); 傅喆、寺西俊一，〈日本大氣汙染問題的演變及其教訓——對固定汙染發生源治理的歷史省察〉，《學術研究》，2010 年第 6 期，頁 105-114；布雷恩·威廉·克拉普 (B. W. Clapp) 著，王黎譯，《工業革命以來的英國環境史》（北京：中國環境科學出版社，2011），頁 13-43；J.R. 麥克尼爾 (J. R. McNeill) 著，韓莉、韓曉雯譯，《陽光下的新事物：20 世紀世界環境史》（北京：商務印書館，2013），頁 57-58；彼得·索爾謝姆 (Peter Thorsheim) 著，啓蒙編譯所譯，《發明汙染：工業革命以來的煤、煙與文化》（上海：上海社會科學院出版社，2016）；彼得·布林布爾科姆 (Peter Brimblecombe) 著，啓蒙編譯所譯，《大霧霾：中世紀以來的倫敦空氣汙染史》（上海：上海社會科學院出版社，2016）等等。

³ 《上海環境保護志》編纂委員會編，《上海環境保護志》（上海：上海社會科學院出版社，1998），頁 192-193。

⁴ 胡勇，〈中國近代城市大氣汙染及其治理〉，《光明日報（理論版）》，2013 年 3 月 8 日，第 15 版。

⁵ 蔣維楣等編著，《空氣汙染氣象學教程（第 2 版）》（北京：氣象出版社，2004），頁 1。

的一般性分析方法及規律，將其引入環境史研究領域中分析近代空氣污染問題，具備理論上的可行性。因此，本文嘗試借鑒空氣污染氣象學的研究方法，通過相關中外文史料，就近代上海以煤煙為代表的空氣污染問題進行深入剖析。首先，根據污染物排放口形式上的不同，考察近代上海空氣污染源地理體系的形成過程及其具體表現。其次，依據《申報》所載上海氣象臺發布的1946-1948年上海天氣預報資料，定量統計同時段內上海霧天和霾天數，並結合近代上海礦物能源消耗量情況，借鑒空氣污染學計算污染物排放量的相關方法，對以煙塵和二氧化硫為代表的污染物排放量進行估算，在定量層面上掌握近代上海空氣污染的總體程度。最後，圍繞對空氣污染物的吸收與轉化、擴散與稀釋兩種能力為中心，進一步深入探討導致近代上海空氣污染問題產生的原因。希望通過對該問題的研究，從實證意義上追溯當今空氣污染問題的歷史根源，從學理上拓展和豐富中國近代環境史的研究內涵及研究方法。

二、空氣污染源地理體系的形成及表現

空氣污染源的形成，是污染問題顯現的前提。開埠之前，上海的經濟結構以農業為主，社會生產力相對較低。儘管當時豬鬃業、水產品加工業、染布業、製革業、醬油釀造業等行業排放的臭氣和垃圾灘地、汗水溝、糞穢池（桶）等傳統型空氣污染源大量存在，但是人類生產和生活中排放的空氣污染物尚能被自然環境淨化，整體空氣品質保持良好。即使在開埠初期，上海的空氣品質也沒有明顯惡化。1861年，抵達上海的普魯士外交特使團曾在報告中稱租界被「散發著春天清香的田野」所圍繞。⁶隨著1860年代後上海城市人口增多和工業化進展，在傳統型污染源繼續存在且擴張數量的同時，近代型污染源也開始出現。兩者同時並存，使得近代上海的空氣污染呈現多類型污染源、多種類污染物、多途徑排放方式等特點。兩相比較，近代型污染源對於環境的破壞程度

⁶ 王維江、呂澍輯譯，《另眼相看：晚清德語文獻中的上海》（上海：上海辭書出版社，2009），頁23。

逐漸超過傳統型汙染源，並最終促使上海整體空氣品質趨於惡化。概括而言，近代型汙染物主要包括工業燃煤鍋爐和生活燃煤爐具排放的煤煙、火車和汽車排放的煙氣和廢氣，以及工業生產過程中排放的廢氣和粉塵，而其中的「罪魁惡首，當推煤煙」。⁷值得注意的是，史料中所載煤煙並非僅指煤炭燃燒後的排放物，有時候還包括煤油燃燒和汽車行駛過程中產生的黑煙在內。空氣汙染氣象學根據不同的情況和研究目的，從不同角度對空氣汙染源進行分類。其中，根據汙染物排放口形式上的不同，可將空氣汙染源劃分為點汙染源、線汙染源、面汙染源和體汙染源四大類。⁸根據此一劃分標準，在此對近代上海不同種類空氣汙染源的形成過程及其具體表現進行分析。

（一）點汙染源

嚴格地說，不論是線汙染源還是面汙染源，最初都是由單個移動或固定的點汙染源為基礎。任何一輛配備原動機的輪船、火車或汽車，任何一座安設蒸汽鍋爐的工廠，乃至任何一家（棟）炊飯取暖、燃點煤油燈的居戶或辦公大樓，都可以看作為一個點汙染源。不過，對近代上海如此眾多的點汙染源進行逐一分析是不可能的，因此有必要引申出一個狹義的點汙染源概念：即指空間位置上固定集中在一點，或可當作一點的小範圍內排放汙染物的發生源。由於近代以來，列強乘蒸汽船隻於內河往來交通的活動早於工廠開設，因此上海點汙染源的出現要稍晚於線汙染源，自 1860 年代開始零星散布於特定地段內部。在工業化大規模興起之後，則主要表現為一些獨立於面汙染源之外的強點汙染源。

上海開埠初期，近代工廠主要限於船舶修造等少數行業，且數量有限。「洋務運動」之際，清政府興建了以江南製造局、機器織布局為代表的近代工廠；與此同時，外商和民族資本家也紛紛在上海開設繅絲廠、印刷廠、軋花廠、機

⁷ 毅賢，〈摧殘都會健康的煤煙——及其預防法〉，《科學的中國》，卷 9 期 1（1937 年 1 月），頁 479。

⁸ 蔣維楣等編著，《空氣汙染氣象學教程（第 2 版）》，頁 4。

器廠等近代企業。當時，工廠中已經普遍配置了鍋爐、蒸汽機和煙囪，具備了成爲汙染源的基本條件。⁹如江南製造局在鑄木、絞螺旋、鑽鑿刮磨、熔鐵、鑄炮、鑄造機器等工作環節，「皆縮於汽爐」。¹⁰紛紛拔地而起的織布廠都「高豎大煙囪」，縲絲廠亦「煙囪高豎出煤煙」。¹¹這些工廠零星分布在蘇州河、浦東沿江地區以及滬南高昌廟一帶，彼此與周邊地區之間尚沒有聯接成爲工業區，故而總體來看，由其形成的汙染源呈點狀分布。

自電氣事業興起之後，上海的很多工廠開始向外購電，不再通過自設鍋爐生產動力。至 1930 年代初，上海已形成上海電力公司（前身爲工部局電氣處）、法商電燈公司、閘北水電公司、華商電氣公司、浦東電氣公司和翔華電氣公司 6 大發電廠並立的局面。據劉大鈞的研究，當時上海工廠所耗動力中，租用電力已約占總動力消耗量的 60% 左右。¹²在此背景下，獨立於工業區和生活區以外的發電廠逐漸演化爲強點汙染源。實際上，從 1879 年上海第一台蒸汽發電機投入運行起，由發電廠引起的煙塵汙染事件便時有發生，¹³尤其表現在上海電力公司的煤煙汙染問題上。據統計，自 1898-1948 年，上海電力公司斐倫路電廠和楊樹浦電廠的煤耗量從 3,158 噸增長到 904,876 噸，¹⁴內中絕大部份又爲楊樹浦電廠所耗。爲解決排煙問題，上海電力公司的煙囪越建越高。斐倫路電廠 1896 年所建的混凝土與磚砌混合結構煙囪高 39 公尺，¹⁵而楊樹浦電廠 1938 年擴建時添設的鐵質煙囪更高達 110 公尺，爲當時國內最高建築物。¹⁶但由於電廠之內大部份鍋爐直到 1949 年之前都沒有安裝除塵設備，故而導致電

⁹ 徐新吾、黃漢民主編，《上海近代工業史》（上海：上海社會科學院出版社，1998），頁 12。

¹⁰ [清]李鴻章，〈致總理衙門〉（同治三年），顧廷龍、戴逸主編，《李鴻章全集》（合肥：安徽教育出版社，2008），冊 29，頁 312。

¹¹ 潘超等主編，《中華竹枝詞全編》（北京：北京出版社，2007），卷 2，頁 275。

¹² 劉大鈞，《上海工業化研究》（北京：商務印書館，2015），頁 75-76。

¹³ 《上海環境保護志》編纂委員會編，《上海環境保護志》，頁 3。

¹⁴ 上海市電力工業局史志編纂委員會，《上海電力工業志》（上海：上海社會科學院出版社，1994），頁 91。

¹⁵ 薛士全，〈閒話工部局中、早期建築活動〉，收入上海建築施工志編委會編寫辦公室，《東方「巴黎」——近代上海建築史話》（上海：上海文化出版社，1991），頁 50。

¹⁶ 潘谷西主編，《中國建築史（第 4 版）》（北京：中國建築工業出版社，2001），頁 346。

廠附近煤灰遍地，對周圍環境和鄰近居民生活帶來嚴重影響。¹⁷因此，儘管上海存在著多種類型的空氣汙染源，但是當工部局一位官員觀察到發電廠的煤煙能夠借助風勢飄到市內任何一個角落的時候，他就認定上海電力公司排放的煤煙才是「整個上海煤煙問題的根源」。¹⁸此一觀點雖太過絕對化，卻清晰地反映出以發電廠為代表的強點汙染源，與其對近代上海空氣環境品質的顯著影響。

（二）線汙染源

所謂線汙染源，主要是指由移動源構成線狀排放的汙染源。近代上海的線汙染源伴隨著輪船、火車、汽車等新式交通工具的引進而出現，主要集中於蘇州河、黃浦江等內河沿線以及鐵路、公路等陸路沿線一帶。

開埠之前，上海的航運業俱用沙船。1842年夏，英輪「美達薩」號駛入上海港，是為上海最早出現的蒸汽輪船。¹⁹從1850年代起，輪船就以「取費既廉，行駛亦捷」，且不受季風限制等優點，開始被中外商人採用，「以期貨運妥速」。²⁰到十九世紀末，受蘇杭開埠和內地貨物外運興盛的刺激，內河輪運業興起，外國輪船進入吳淞江水域或借由此路駛入運河，再前往蘇南、浙北者日益增多，蘇州河下游兩岸內河港區正式形成。當時，「往來申、蘇、杭小輪公司碼頭均設滬北」。²¹黃浦江上各國輪船競駛，「帆檣如織，煙突如林」。²²至二十世紀初，上海形成了內河、長江、沿海和外洋四大航線，出現了浦東和沿黃浦江一帶來往大輪船，內河穿梭小輪船的局面。當時，船用發動機以燃煤蒸汽機為主，因其燃燒效率較低，煤煙噴薄而出，故而「遙望蘇州河一帶氣管鳴雷，煤煙聚墨，蓋無一不在谷滿谷，在坑滿坑焉」。²³黃浦江上怡和、太

¹⁷ 上海市電力工業局史誌編纂委員會，《上海電力工業志》，頁95。

¹⁸ “Soft Coal Smoke Shrouds City in Unhealthful Sooty Blanket,” *The China Press*, 1935.8.17.

¹⁹ 王榮華主編，《上海大辭典（上）》（上海：上海辭書出版社，2007），頁582。

²⁰ 丁日初主編，《上海近代經濟史》（上海：上海人民出版社，1994），卷1，頁214-215。

²¹ 〈各省航路彙誌〉，《東方雜誌》，卷4期3（1907年3月），頁66。

²² 〔清〕李維清編纂，吳健熙標點，《上海鄉土志》（上海：上海古籍出版社，1989），頁101。

²³ 〈防內河小輪船失事說〉，《申報》，1899年8月4日，第1版。

古、招商三大輪船公司的大輪船也都「煤煙層出上沖天」。²⁴煤煙對當時空氣品質的影響顯而易見，原本「乾冷的、晴朗的天」，一遇到「蒸汽船上煙囪裡排放的黑煙」，頓時不復存在。²⁵終年嗚咽奔流著的黃浦江，因此被煤煙罩上了一層黑色的面紗，直到抗戰之後都沒有摘去。²⁶內河沿線居民長期遭受煤煙之害，苦不堪言。早在 1889 年時，即有民眾向工部局投訴，停泊在蘇州河河南路橋下的蒸汽火輪排放的煙塵，對沿岸商戶和居民正常生活產生負面影響。²⁷到 1920 年代，一些外國記者認為此類問題已「非常嚴重」，呼籲加強報導力度。²⁸

鐵路的修建與通行，構成近代上海另一大線污染源。1876 年 7 月，中國第一條鐵路——吳淞鐵路正式通車。不過，因該條鐵路係英商怡和洋行私自修建，故在次年即被清政府拆除。1897 年，清政府以官帑再建淞滬鐵路，第二年通車。1908-1909 年間，滬寧、滬杭鐵路相繼通車，1916 年又建成上海北站至新龍華間的鐵路，銜接滬寧、滬杭兩條鐵路。至此，上海建立起聯結內地的鐵路交通網。鐵路建成和火車運行，使得近代上海的煙霧問題更趨嚴重。首先，火車站因列車往來聚集，引致的塵土、煤煙、惡氣問題，「妨害人民衛生」，實非淺鮮，²⁹「漸漸地引起公憤或損及鐵路主顧的善意」。³⁰其次，火車蒸汽鍋爐燃煤時常有煙灰飛入客車內部，³¹在有限的空間內引起乘客諸多不適。再次，火車站周邊以及鐵路沿線地區受煤煙之害頗重。如位於滬南、靠近滬杭車站的大同大學，每當西南風起之時，「烏雲似的煤煙一陣陣地飛舞而來了，空

²⁴ 顧炳權編著，《上海洋場竹枝詞》（上海：上海書店出版社，1996），頁 111。

²⁵ “Smoke for Shanghai Landers,” *The China Press*, 1935.9.20.

²⁶ 聶平，〈黃浦江〉，《申報》，1947 年 6 月 3 日，第 9 版。

²⁷ 《上海環境保護志》編纂委員會編，《上海環境保護志》，頁 194。

²⁸ “Shanghai Smoke Screen,” *The North-China Herald*, 1925.8.28.

²⁹ 董修甲，〈城市交通上之計畫〉，《申報》，1923 年 4 月 9 日，第 11 版。

³⁰ 爲他，〈機車的煤煙是個可嫌的東西〉，《崇實》，卷 4 期 5（1934 年 5 月），頁 1。

³¹ 趙世瑄，〈鐵路以電代氣又以水生電應否試辦〉，交通研究會編，《研究報告》，1918 年第 6 期，頁 13。

氣中常日滿充著炭的成分」。³²淞滬鐵路沿線居戶也常受煙燻之苦，主張消弭煤煙之患的呼聲因此不絕於耳。³³

1901年，中國最早的兩輛汽車由匈牙利商人運至上海，標誌著近代上海公路交通的濫觴和陸上線污染源的初現。此後三十餘年間，隨著上海公路交通網絡密度提高，汽車保有量逐漸增加，汽車客、貨運輸業出現發展高潮。1914年，上海僅有汽車517輛。20年後，據《上海市年鑒》統計，上海汽車數量（除長途汽車以外）已接近3.2萬輛。³⁴抗戰勝利後，上海繼續大量進口外國汽車，僅汽車修理行（廠）就有144家，汽車保有量亦不在少數。汽車通行引起的空氣污染問題，主要是由於隨意排放廢氣造成的。1920年代起，租界內經營公車運營的英商中國公共汽車公司的汽車任意排放廢氣，幾分鐘內一輛汽車排放的「濃密的有害氣體，就要比幾根大煙囪排放幾個小時更嚴重」。³⁵不管是誰，「只要是在這種汽車後面，就會被濃厚的、有毒的尾氣所窒息」。³⁶租界居民曾多次向上海市政委員會、工部局衛生處等機構和《大陸報》（*The China Press*）、《北華捷報》（*The North-China Herald*）、《中國每週評論》（*The China Weekly Review*）等媒體投訴。³⁷但是由於牽扯到多方利益，加之還需兼顧公共汽車運行的經濟成本和實現能源替代所面臨的技術困難，在這些投訴持續了十餘年之後，汽車廢氣公害問題遲遲沒有得到解決。³⁸到1948年時，上海仍有大量汽車肆意排放黑煙，常使公路沿線區域的空氣「混濁不堪」。³⁹

³² 〈大同校景之改進〉，《申報》，1929年5月18日，第30版。

³³ 〈滬市府諮請鐵部，淞滬鐵路讓歸市辦〉，《申報》，1932年7月15日，第14版。

³⁴ 上海通志館年鑒委員會編，《上海市年鑒（1934）》（上海：中華書局，1936），M，頁23-24。

³⁵ “Statistics for Advocates of Clean air,” *The North-China Herald*, 1936.8.5.

³⁶ “Just a Little Matter of Smoke,” *The China Weekly Review*, 1932.11.5.

³⁷ Calvin S. White, “Smoke Nuisance in Shanghai Said Going from Bad to Worse,” *The China Press*, 1937.7.24.

³⁸ “Leading Article Criticized,” *The North-China Herald*, 1938.12.14.

³⁹ 〈請警局制止汽車放黑煙〉，《大公報》（上海），1948年7月22日，第6版。

（三）面汙染源

面汙染源係指時空上無法定點監測的，以面狀形式排放汙染物的汙染源，主要出現在上海工業區形成和居民普遍使用煤球和煤油之後，典型排放源有煙囪、煤爐和煤油燈具等。

甲午戰後，在帝國主義全球資本輸出的背景下，日本、歐美等外商紛紛赴滬投資設廠，上海的近代工業進入快速成長時期。最初，這些工廠集中在楊樹浦沿岸的滬東工業區和蘇州河沿岸、租界以西曹家渡一帶的滬西工業區之內，由此導致滬東和滬西工業區最先演變成面汙染源。當時，「任何人只要參觀蘇州河或者虹口的工廠區，就會注意到這裡有大量的、持續不斷噴出煙霧的煙囪」。⁴⁰1904年，由德國至上海的多夫蘭博士從吳淞江上眺望兩岸，即看到工廠的煙囪「森林般地聳立在上方，冒出的濃煙飄散在整片地區裡」⁴¹。不過，由於租界空間有限，地價增值較快，隨著工廠數量的增多和產業升級的需要，工業區逐漸以租界為中心向閘北、滬南以及浦東地區擴散。到1920、1930年代，在黃浦江和蘇州河沿岸已經基本形成滬東、滬西、滬南、閘北、浦東五大工業區同時並存的局面。⁴²一座座拔地而起的廠房，一根根噴吐著煤煙的煙囪，一支支鳴叫著的汽笛，一群群蜂擁著趕往工廠的工人，正是各工業區內日常景觀的真實寫照。郭沫若在創作於1920年6月的〈筆立山頭展望〉一詩中，把工廠煙囪比喻為「黑色的牡丹」，⁴³而那一朵朵綻放的「黑牡丹」，正形象鮮明地反映出上海面汙染源的外在形態和特徵。1935年，有人從南京西路上海國際飯店284英尺的樓頂上俯瞰上海全景，看到閘北工業區內「大量的工廠在排放著數噸的煙霧」。⁴⁴1937年，滬南斜橋一帶矗立著「無數深灰色的工廠煙囪」，它們「噴吐出濃黑得很的黑煙，被風吹弄得像烏雲似的在空中播騰」，

⁴⁰ “The Smoke Nuisance in Shanghai,” *The North-China Herald*, 1896.8.14.

⁴¹ 王維江、呂澍輯譯，《另眼相看：晚清德語文獻中的上海》，頁228-229。

⁴² 戴鞍綱，《中國近代經濟地理》（上海：華東師範大學出版社，2014），卷2，頁111。

⁴³ 郭沫若，〈筆立山頭展望〉，《郭沫若詩選》（杭州：浙江文藝出版社，2001），頁59。

⁴⁴ “Bird’s Eye View of Shanghai Free to All from Park Hotel,” *The China Press*, 1935.1.23.

使得當地滿街飛揚著灰塵，「像漫天黃沙的北國」。⁴⁵工業區內的大量煤煙排入空中，勢必對室外空氣造成嚴重汙染。比如滬東楊樹浦和閘北工業區內每天的煤灰沉積量是「令人吃驚的多」，以致在一間敞開的房間裡，桌子上的煤灰越來越厚。⁴⁶

在導致近代上海空氣汙染的諸多因素之中，家用燃煤同樣充當著重要角色。上海雖然早在 1865 年時即已使用煤氣，但因其售價高昂，並沒有普及。⁴⁷煤炭的使用也很少，一般居民家庭仍以柴薪等有機植物型燃料為主。如 1921 年時，上海家用燃煤火爐數量尚「可以忽略不計」。⁴⁸據上海市社會局 1929 年 4 月至 1930 年 3 月對 305 戶工人家庭生活程度的調查，發現工人所用燃料主要包括煤油、柴片、木柴、煤球、煤炭等，平均每家煤炭和煤球消費值為 6.68 元，在總燃料消費值中尚不足 12%。⁴⁹這一現象引起了由北平社會調查所派往上海進行社會調查的楊西孟的注意，使其得出了「北平工人用煤球，與上海工人用柴薪不同」的結論。⁵⁰不過，自「煤炭大王」劉鴻生於 1926 年創辦中華煤球公司之後，煤球在上海逐漸得到推廣使用。1930 年之後，上海居民咸感用煤球燒菜和煮飯較之柴薪方便，取費又廉，於是煤球銷路漸好，逐漸成為「市民日常最普遍之燃料」。⁵¹至 1932 年，上海已有 12 家機製煤球廠，年產煤球接近 12 萬噸，其中絕大部份（10 萬噸左右）銷於城區，⁵²以致於盧漢

⁴⁵ 維鈞，〈斜橋雜寫〉，《大公報》（上海），1937 年 2 月 2 日，第 15 版。

⁴⁶ “Smoke Nuisance Brings New Problem to City as Soot Particles Fly,” *The China Press*, 1934.4.8.

⁴⁷ 截止 1949 年，只有 2.1% 的上海家庭使用煤氣灶。參見上海市統計局編，《上海統計年鑒（1983 年）》（上海：上海人民出版社，1984），頁 320。

⁴⁸ “The Smoke Nuisance,” *The North-China Herald*, 1921.8.27.

⁴⁹ 上海市政府社會局編，《上海市工人生活程度》（上海：中華書局，1934），頁 71。

⁵⁰ 楊西孟，〈上海工人生活程度的一個研究〉，李文海主編，《民國時期社會調查叢編（城市勞工生活卷·上）》（福州：福建教育出版社，2005），頁 289。

⁵¹ 〈煤球廠業損失慘重〉，《大公報》（上海），1937 年 12 月 2 日，第 4 版。

⁵² 姚鶴年，〈上海煤球（煤餅）史話〉，《上海地方誌》，1997 年第 4 期，頁 156，上海市地方誌辦公室，<http://www.shtong.gov.cn/node2/node70393/node70403/node72518/node72594/userobject1ai81582.html>（2017 年 12 月 28 日檢索）。

超認為從 1930 年代中期始，煤球已是 98% 的上海居民做飯取暖的唯一能源。⁵³ 值得注意的是，除了居民生活所用以外，各類辦公機關、學校、商貿大樓、職工食堂、飯店等公私部門也逐漸以煤球為主要燃料。煤球燃燒之時，青煙嫋嫋，冉冉升起，在天空中形成淡灰色的紋樣，致使原本「清新的空氣一下子就染得惡濁了」。⁵⁴ 由於使用人數多，涵蓋範圍廣，造成的煤煙汙染問題漸趨明顯，成為導致空氣汙染的一大面汙染源。

在考察近代上海面汙染源的形成過程之時，不應忽略室內燈具和爐具應用過程中產生的空氣汙染問題。近代以前，江南城鄉居民普遍使用植物油燈照明，其以「菜油為膏，燈草為芯，熒熒如豆之火，令人對之懨懨欲睡」。⁵⁵ 開埠之後，上海傳統的光能利用結構發生根本改變，煤油燈、煤氣燈和電氣燈等新式照明燈具相繼出現，滬地開始成為「不夜之城」。不過，煤氣燈和電氣燈因綜合利用成本較高之故，使用者以城市中上層階級以及一些商戶和工廠為主，普通民眾少有利用。⁵⁶ 相比而言，煤油燈雖然在亮度上不及煤氣燈和電氣燈，但是尚比植物油燈為高，而且售價較低。於是，自煤油及煤油燈輸入上海後，「人皆樂其利便，爭相購用」⁵⁷，很快成為平民階層最普遍的室內照明燈具。據上海市社會局 1930 年前後的調查，發現使用煤氣燈者為 0；使用電燈者有 38 家，占總數的 11.2%；購買煤油照明者有 302 家，占總戶數的 88.8%，⁵⁸ 可見煤油燈普及程度之高。煤油燈倘缺少燈罩，則燃燒之時「煤灰飛揚」，⁵⁹ 即便安裝燈罩，也會產生大量的微細煤灰。此外，冬季之時，很多上海居民都將缺乏煙囪裝置的煤球爐和風爐、腳爐、火爐安放於室內，炊爨之餘，兼作取

⁵³ 盧漢超著，段煉等譯，《霓虹燈外——20 世紀初日常生活中的上海》（上海：上海古籍出版社，2004），頁 228。

⁵⁴ 李輝英，〈母子之間〉，《申報》，1936 年 9 月 18 日，第 17 版。

⁵⁵ 〈煤油燈用法〉，《萬國商業月報》，期 3（1908 年 5 月），頁 40。

⁵⁶ 裴廣強，〈「能源革命」與近代江南社會經濟（1865-1937）〉（北京：中國人民大學博士論文，2016），頁 156-161。

⁵⁷ 〈慎用火油說〉，《申報》，1891 年 8 月 31 日，第 1 版。

⁵⁸ 上海市政府社會局編，《上海市工人生活程度》，頁 71。

⁵⁹ 嚴偉修、秦錫田等纂，《南匯縣續志》（臺北：成文出版社，1983），卷十八，《風俗志一·風俗》，頁 867。

暖之用。居民鑒於室外天氣嚴寒，多將門窗緊閉。倘在室內攪動燃煤，則易致灰塵四布，⁶⁰有礙環境衛生。從部份與整體關係的角度來看，上海市內單戶住家室內空氣的汙染是住宅區空氣汙染問題的重要組成部份，而住宅區空氣面汙染源的形成，則必然會對城市總體空氣品質產生負面影響。

總而言之，至 1920 年代左右，上海已經形成了點、線、面三位一體的空氣汙染源地理體系。從總體上來看，上海已然演變成爲一個龐大的、「全部浸在煤煙塵灰之中」⁶¹的城市體汙染源。當時，居住在上海的「任何人都可以證明上海過於灰暗、烏黑和多塵」，⁶²以致於上海居民雖然有很多種向外國參觀者引以爲豪的東西，但是當他們談到上海被嚴重汙染的空氣時，「最好選擇沉默」。⁶³到 1930 年時，「煤煙多」已經與「銅臭厚」一樣，⁶⁴成爲上海的城市招牌，「聞名」於全國。相較而言，上海城郊的空氣倒是沒有受到太大汙染，因此當有人從瀰漫著煤煙味的上海搬到半鄉村式的徐家匯一帶時，頓時感到陽光充足，在寒冷的冬日仿佛給人增加了「一層沒有重量的棉被」，更仿佛是和罹患了憂鬱病的上海「隔絕了一樣」。⁶⁵一些房產公司也利用市民追求清新空氣的願望，在《申報》上刊布租房廣告，招徠租客至滬西居住。⁶⁶這也是法租界愚園路、馬斯南路（今思南路）等路段在當時能夠形成花園洋房錯落有致的高級住宅區，社會名流齊聚於此的一個重要原因。

⁶⁰ 李希賢，〈用爐禦寒之要點〉，《申報》，1923 年 2 月 8 日，第 11 版；東耳，〈煤氣中毒〉，《婦女界》，卷 2 期 5（1941 年 1 月），頁 13。

⁶¹ 楊劍花，〈上海之夜〉，《珊瑚》，卷 2 期 5（1933 年 3 月），頁 1。

⁶² “Soft Coal Smoke Shrouds City in Unhealthful Sooty Blanket,” *The China Press*, 1935.8.17.

⁶³ “Smoke Nuisance Brings New Problem to City as Soot Particles Fly,” *The China Press*, 1934.4.8.

⁶⁴ 萍子，〈關於白鵝〉，《大公報》（天津），1930 年 4 月 3 日，第 13 版。

⁶⁵ 羅雲華，〈冬天的晚上〉，《申報》，1936 年 12 月 12 日，第 21 版。

⁶⁶ 美華地產公司就曾以空氣清新爲由，向上海市民推銷法租界善鐘路（今常熟路）西首、巨潑來斯路（今安福路）附近第 287 號住處。參見〈房屋召租〉，《申報》，1931 年 6 月 4 日，第 18 版。

三、空氣汙染程度的定量估測

空氣汙染氣象學將汙染物排放量超過環境自淨能力，作為判定一地產生空氣汙染問題的重要參照標準之一。現代空氣汙染氣象學以實驗方法為主，以現場觀測、數學類比和室內流體物理類比為基本手段，側重通過對相關資料的系統搜集和分析，推進對空氣汙染問題的研究。⁶⁷由於 1949 年之前上海並不存在系統的空氣品質監測資料，⁶⁸故而上述方法均不可行。那麼，可否採用其他途徑來對近代上海的空氣汙染程度進行定量估測？實際上，歷史資料中有關近代上海空氣汙染問題的大量記載，在一定程度上可以彌補系統性監測資料的不足。本節通過對相關歷史資料的整合和梳理，嘗試對近代上海特定年份內空氣環境品質以及煙塵、二氧化硫排放量作初步定量估測。

（一）汙染時間長

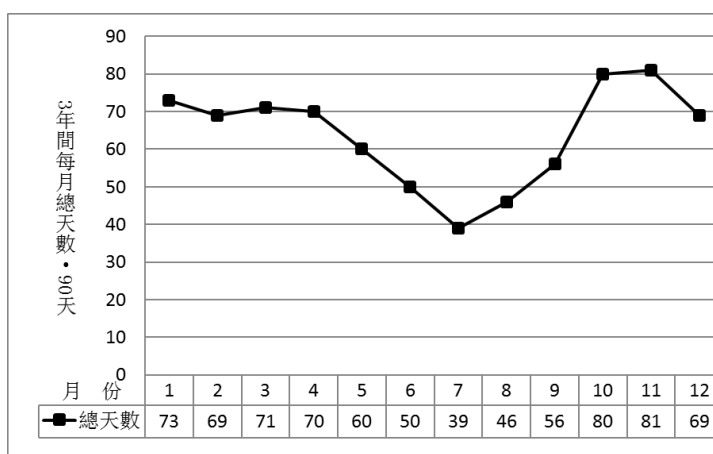
保留至今的近代上海天氣預報資料，提供了藉以瞭解當時氣象狀況和空氣品質的可能。上海開展天氣預報業務歷史甚早，光緒五年（1879）徐家匯觀象臺就通過對沿海一些燈塔氣象記錄的分析，作出颱風預報。光緒七年十一月十二日（1882 年 1 月 1 日）起，上海報紙上開始刊登中國沿海天氣預報，分散在以「氣候報告」、「天氣報告」、「天氣預報」、「天氣預告」、「氣象預測」為標題或一些專題性氣象新聞報導等欄目中。不過，在抗戰勝利之前，上述預報多是針對東亞海域、揚子江流域及東部沿海地區進行大範圍預測，針對上海的天氣預報，很長時間內限定在簡單的氣溫預測和氣象預報方面，且難以形成系統連貫的氣象資料。自上海氣象臺於 1945 年 12 月成立後，氣象部門開始側重對包括上海在內的東亞地面天氣情況進行針對性預測，並將預測結果發

⁶⁷ 蔣維楣等編著，《空氣汙染氣象學教程（第 2 版）》，頁 1、15-16。

⁶⁸ 直到 1956 年時，上海市大氣衛生防護組才開始進行大氣品質檢測的實驗，而對全市大氣環境進行常規性監測則晚至 1972 年始。參見《上海環境保護志》編纂委員會編，《上海環境保護志》，頁 268。

布於《申報》等報紙之上，俾眾周知。⁶⁹待 1949 年 5 月之後，《申報》上有關此種預報的報導基本消失。由於儀器設備、通訊條件和預報水準有限，天氣預報的分析精度和準確率難免會受到一定影響，但 1946-1948 年間的天氣預報資料畢竟是當時有關上海相對完整的、可以自然年為統計單位的天氣預報資料，大致能夠反映出該時段內上海的整體天氣狀況。

圖 1 1946-1948 年間《申報》所載上海霧天和霾天數統計



注：(1) 1946年共9天不明（1、3月各1天；8、10月各2天；5月3天）；(2) 1947年共28天不明（1月6天；6月1天；7月、11月各2天；12月3天；10月4天；8月、9月各5天）；(3) 1948年共17天不明（3、5、6、10、11月各1天；9月3天；1月4天；2月5天）。

資料來源：《申報》1946年-1948年各期。

圖 1 根據《申報》所載上海氣象臺發布的天氣預報資料，統計 1946-1948 年間上海霧天和霾天數，並描繪出每月總的霧天和霾天數量變化趨勢。在排除掉天氣狀況不明的 54 天外，可以發現此三年內上海的天氣狀況具有兩個顯著特徵。一是霧天和霾天總日數多（764 天），占三年總日數的 70% 左右。這與外國記者所觀察到的「除非在一些個別的晴天」，上海「經常瀰漫著一層煙霧」⁷⁰

⁶⁹ 《上海氣象志》編輯委員會，《上海氣象志》（上海：上海社會科學院出版社，1997），頁 228-230。

⁷⁰ “Smoke Nuisance Brings New Problem to City as Soot Particles Fly,” *The China Press*, 1934.4.8.

的現象保持高度一致。二是春末至秋初（5-9 月份）的霧天和霾天日數（251 天）明顯少於其他季節（513 天）。其中，以 7 月份最少（39 天），僅占當月總日數的 43% 左右；11 月份最多（81 天），占當月總日數的 90%。年老體弱者由於對空氣品質要求相對較高，因此喜歡夏天，厭惡冬天者不在少數。正如一位王姓老太所言：「一到夏天，我就復活了，到冬天，我就病怏怏的不舒服」。⁷¹ 這恰恰從側面反映出近代上海空氣汙染程度存在著的季節性差別。

霧的形成須以空氣中的浮塵或者煤屑、煤灰為凝結核，若無此中心則不能結霧。⁷² 近代西方主要國家工業化過程中工廠集聚的城市往往多霧，倫敦更被冠以「霧都」的稱號，其原因與當地巨量的煤炭消耗以及煤煙排放量有關。⁷³ 因為煤煙不但能夠為霧的形成提供大量凝結核，而且能降低空氣的流動性，使霧更為濃密，延長霧天持續時間。⁷⁴ 關於霾的記載，早在我國三千多年前就已存在，⁷⁵ 大致指塵土飛揚的天氣現象。民國年間氣象專家認為霧和霾雖在相對濕度、顏色以及成分方面有一定區別，但是都指大氣中混雜有懸浮顆粒物而致使天氣晦暗不明，能見度不足 1 公里的天氣現象。⁷⁶ 可見，不管是霧還是霾的形成，都與煤煙中蘊含的顆粒物存在密切關係。步入二十一世紀之後，上海的空氣品質仍遲遲沒有得到改善。據上海市氣象局報導，2012 年前後，上海出現霧霾的天數明顯增加，約占全年的 61%。⁷⁷ 因此，圖 1 關於霧天和霾天數量的統計，清晰地揭示出上海在 1946-1948 年間空氣品質已趨於整體性惡化的一面。實際上，抗戰之後，受內戰和惡性通貨膨脹的影響，上海的工業生產能力

⁷¹ 李輝英，〈母子之間〉，《申報》，1936 年 9 月 18 日，第 17 版。

⁷² 稻葉良太郎、小泉親彥著，程瀚章譯，《實用工業衛生學》（上海：商務印書館，1927），頁 110。

⁷³ 彼得·索爾謝姆（Peter Thorsheim）著，啓蒙編譯所譯，《發明汙染：工業革命以來的煤、煙與文化》，頁 32-33。

⁷⁴ 呵柯訥（J. O'Conner Jr）著，趙元任譯，〈煤煙之四害〉，《科學》，卷 2 期 8（1916 年 8 月），頁 885。

⁷⁵ 自從葉玉森、孫海波、李孝定、郭沫若等學者釋讀出甲骨文中的「𩇛」字為「霾」後，古代關於霾的記錄便被上溯到殷商時期。參見夏炎，〈「霾」考：古代天氣現象認知體系建構中的矛盾與曲折〉，《學術研究》，2014 年第 3 期，頁 93。

⁷⁶ 盧鑄編著，《中國氣候總論》（南京：正中書局，1947），頁 177。

⁷⁷ 沈漱莎，〈城市佈局不當亦易產生霧霾〉，《文匯報》，2013 年 3 月 15 日，第 14 版。

已全然不同戰前，⁷⁸煤炭消耗量以及煤煙排放量不超過戰前水平。如果考慮到這一點，就更有理由相信在經濟相對繁盛的 1920、1930 年代，上海的空氣品質令人擔憂。

（二）汙染程度深

一定時段單位面積內煙塵和二氧化硫的排放量，可以作為判定一地空氣汙染程度的重要參考指標。職是之故，本文結合近代上海的礦物能源消耗情況，採用空氣汙染學中的煙塵經驗公式計算法，就燃煤和燃油產生的煙塵以及二氧化硫排放量進行初步估測。需要說明的是，估測的結果雖為理論上的排放量，但其中絕大部份當降落於上海轄區之內，基本反映沉降量數值的大小。

關於近代上海的能源消耗量問題，目前學界尚無專文進行探討。《中國舊海關史料》載有近代上海煤炭進出口系列資料，已有學者指出，海關貿易資料因只記載輪船運輸部份，沒有包含民船、鐵路、公路等運輸部份，⁷⁹故未能完全反映煤炭進出口的真實規模。如果考慮到上海對於煤炭的需求量遠大於供給外地部份，那麼可推測上海經由輪船以外方式輸入內部的煤炭數量，應高於利用同一方式輸出至其他地區的數量。姑且假定此兩部份相互抵消，則可將海關資料所載煤炭淨輸入量⁸⁰作為上海的最低煤耗量。由於 1931 年釐金取消，導致海關統計準確性下降，本文對《中國舊海關史料》的利用時段下限定在 1930 年，1931-1937 年數據補自其他相關資料。此外，從用途上而言，近代上海所消耗的煤炭可分為工業（航運）用煙煤和生活用無煙煤兩大類。關於其相對比例，王寵佑曾於 1925 年進行估算，認為城市家用只占 10%。⁸¹有人亦估

⁷⁸ 以麵粉廠為例，1948 年上海市各廠的開工率僅約為當年生產能力的 37.5%。捲煙廠、毛紡織廠、機器廠的情況亦與此類似。參見戴鞍鋼、閻建寧，〈中國近代工業地理分佈、變化及其影響〉，《中國歷史地理論叢》，2000 年第 1 期，頁 156。

⁷⁹ 吳松弟、方書生，〈一座尚未充分利用的近代史資料寶庫——中國舊海關系列出版物評述〉，《史學月刊》，2005 年第 3 期，頁 91。

⁸⁰ 所謂淨輸入量，是指江南輸入國際能源和國內能源之和，減去復出口至國外和轉口至本國其他口岸後的剩餘部份，用公式表示即淨進口量 =（進口自國外 + 國內其他口岸的數量） -（復出口至國外 + 復轉口至國內其他口岸的數量）。

⁸¹ 謝家榮，《中國鑛業紀要》（北京：農商部地質調查所，1926），頁 99-100。

算 1920 年代上海煤炭銷售量中 90% 是供給工廠和航運業之用，零星住戶和舖家用戶只占 10%。⁸²再據 1933-1937 年間上海全市煤耗情況，白煤和柴煤占總量的 13%，其餘 87% 為煙煤。⁸³可見，將工業（航運）用煙煤與生活用無煙煤的比例定為 9:1 較為合適。由於無煙煤基本上全被製作為煤球使用，故還需分別計算煙煤和無煙煤的煙塵排放量。除了耗煤量之外，下表所列煙塵和二氧化硫排放量理論計算公式中的煤炭灰分含量、煙氣中灰分占燃煤灰分比例、煙氣中可燃物比例、燃煤中全硫分等相關參數，本文傾向於選擇各自參數範圍的中間值，以此來估測燃煤產生的煙塵和二氧化硫的可能排放量。

與煤炭相比，近代上海在燃油（煤油、柴油、汽油）淨輸入量及其利用過程中的煙塵和二氧化硫排放量情況均存在明顯差別。首先，由於近代國產石油資源出產很少，「即對於供給一省需要，尚感不足」，⁸⁴因此江南進口的燃油基本全為外國所產，其中尤以美孚、亞細亞、德士古三大石油公司產品為主。燃油運輸主要依靠輪船，而輪船貿易被納入海關貿易統計範圍之中，故而《中國舊海關史料》中所載上海淨輸入燃油數量，能夠基本反映上海本地的實際消耗情況。其次，燃油產生的煙塵很少，每噸燃油只有 0.1 公斤，灰分比例僅為 0.01%，⁸⁵因此表 1 不再對燃油的煙塵排放量做單獨計算。再次，燃油中所含硫分比例較之煤炭為高，一般在 0.05%-5% 之間。本文參照計算燃煤煙塵及二氧化硫排放量的方式，亦取相關值域的中間值，即 2.75%。此外，燃油所含硫成分在燃燒過程中幾乎被完全燃燒，經氧化反應後形成的二氧化硫同樣被完全排入空氣之中，由此決定燃油中可燃硫占全硫分的比例較之煤炭為高，接近 100%。在將燃煤的煙塵排放量和燃煤、燃油的二氧化硫排放量作匯總之後，

⁸² 〈煤業工會電請援例減稅〉，《申報》，1927 年 9 月 23 日，第 9 版。

⁸³ 金芝軒，〈上海之煤炭供給〉，《申報》，1939 年 1 月 8 日，第 9 版。

⁸⁴ 劉安常，〈煤油在中國之產銷概況〉，《國防論壇》，卷 3 期 10（1935 年 4 月），頁 13。

⁸⁵ 北京市環境保護科學研究所《國外城市公害及其防治》編譯組，《國外城市公害及其防治》（北京：石油化學工業出版社，1977），頁 95。

分別將兩者每一年的排放量除以當年上海市區面積，⁸⁶計算出上海每年每平方公里內煙塵和二氧化硫的排放量，以此從整體上把握近代上海空氣汙染的程度。

表 1 近代上海煙塵、二氧化硫排放量計算公式及相關參數

煙塵排放量		二氧化硫排放量	
理論計算公式	燃煤煙塵排放量=耗煤量×煤中灰分含量×煙氣中灰分占燃煤灰分比例×(1-除塵率) / (1-煙氣中可燃物比例)	理論計算公式	燃煤二氧化硫排放量=2×可燃硫占全硫分的比率×燃煤中的全硫分×耗煤量×(1-脫硫率) 燃油二氧化硫排放量=2×燃油量×燃油中的全硫分含量×(1-脫硫率)
燃煤含灰量	煙煤10%-30% 無煙煤(加工為煤球後) 18%-28%	燃煤可燃硫占全硫分比例	一般為80%
燃煤煙氣中灰分占燃煤灰分比例	煙煤30%-60% 無煙煤15%-25%	全硫分比例	燃煤1% 燃油2.75%
除塵率	0	脫硫率	0
燃煤煙氣中可燃物比例	15%-45%	—	—
燃煤煙塵實際排放量	煙煤煙塵排放量=耗煤量×20%×45%×1 / (1-0.3) 無煙煤煙塵排放量=(耗煤量/0.8)×23%×20%×1 / (1-0.3)	二氧化硫實際排放量	燃煤二氧化硫排放量=2×80%×1%×耗煤量×1 燃油二氧化硫排放量=2×燃油量×2.75%×1

注：(1) 關於燃煤煙塵和二氧化硫排放量理論計算公式、無煙煤燃燒產生煙氣中灰分占燃煤灰分比例、煙氣中可燃物比例、可燃硫占全硫分比例等參數的詳細說明，參見陳劍虹、楊保華編著，《環境統計應用(二版)》(北京：化學工業出版社，2010)，頁100-101。

(2) 燃油二氧化硫排放量的理論計算公式，參見劉清等主編，《大氣污染防治》(北京：冶金工業出版社，2012)，頁31-32。

⁸⁶ 上海市區面積 1843-1927 年為 557.85 平方公里，1927-1937 年為 527.5 平方公里。參見鄒依仁，《舊上海人口變遷的研究》(上海：上海人民出版社，1980)，附表 3「上海地區面積分布統計(1843-1950 年)」，頁 92。

(3) 1950年代初期，上海工業用煤以煙煤占絕大比例，含灰量一般在10%-30%之間（《上海環境保護志》編纂委員會編，《上海環境保護志》，頁194）；無煙煤基本上都被製作為煤球，內中煤屑和黃泥的比例一般為8:2（實業部國際貿易局編印，《中國實業誌·浙江省》，1933，第8編，頁973）。煤灰含量少者如電力煤球為18%（〈電力煤球新貢獻〉，《申報》，1938年12月4日，第12版），多者如以大冶煤製成的煤球為28%（軼，〈上海之柴煤戰〉，《鑛業週報》，期289，1934年6月7日，頁774）。

(4) 1949年之前，上海生產用煤（煙煤）燃燒產生煙氣中灰分占燃煤灰分的30%-60%（《上海環境保護志》編纂委員會編，《上海環境保護志》，頁194）。

(5) 直到1950年代初期，上海仍沒有治理、回收爐灰的設備，可以認定除塵率基本為0（《上海環境保護志》編纂委員會編，《上海環境保護志》，頁193）。脫硫率亦當如此。

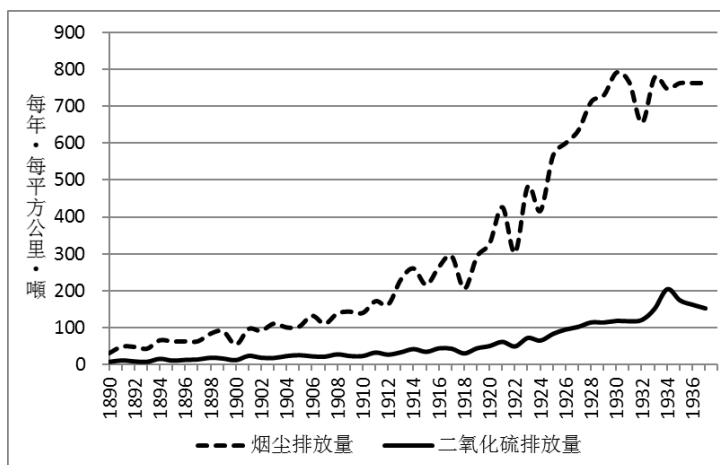
(6) 燃煤中所含硫分比例因煤炭種類的不同而存在差別，但即便是「上等之焦煤，尚含有約1%的硫磺」（稻葉良太郎、小泉親彥著，程瀚章譯，《實用工業衛生學》，頁109-110）。

(7) 燃油中所含硫分比例在0.05%-5%之間。參見北京市環境保護科學研究所《國外城市公害及其防治》編譯組，《國外城市公害及其防治》，頁95。

(8) 在計算燃油二氧化硫排放量時，將《中國舊海關史料》中所載上海淨輸入燃油量，按照1噸等於308美加侖的標準統一折算為噸。參見楊金華、徐建山主編，《石油商務大全》（北京：石油工業出版社，2002），頁539。

據圖 2 可知，1890-1937 年間，上海每年每平方公里的煙塵排放量雖然狀態起伏，增長並不穩定，但總體趨勢上升。煙塵排放量由最初的 30 餘噸漲至 1930 年的峰值 800 噸左右，漲幅接近 27 倍。尤其自一戰前後開始，排放量呈加速增長態勢。抗戰前十年內（除 1932 年外），幾乎每年每平方公里的排放量都在 700 噸以上，這與上海整體經濟走勢良好密切相關。同一時段內，二氧化硫排放量增長趨勢相比煙塵平緩得多，從最初的不足 10 噸漲至 1934 年的峰值 200 餘噸，漲幅也超過 20 倍。不過，與煤炭不同，燃油的二氧化硫排放量自 1920 年代中期之後才開始加速增長，與該時段上海燃油，尤其是柴油和汽油消耗量的增長有密切關聯。需要注意的是，圖 2 所示煙塵及二氧化硫排放量，是上海市區平均數值，不能夠反映市區內部不同地段之間的差別。倘若能通過現場取樣方法計算兩者的排放量，很可能會發現上海城區（尤其是五大工業區）內的煙塵及二氧化硫排放量要遠遠大於圖 2 所示平均數值。

圖 2 1890-1937 年上海每年每平方公里煙塵及二氧化硫排放量趨勢



資料來源：（1）1890-1930年煤炭和燃油（煤油、柴油、汽油）淨輸入量，據《中國舊海關史料》第16-109冊相關部份整合統計；（2）1931-1934年煤炭消費量，參見侯德封，《中國鑛業紀要》（北平：實業部地質調查所、國立北平研究院地質學研究所印，1935），頁120-121；（3）1933-1937年上海平均耗煤量為325萬噸左右，參見金芝軒，〈上海之煤炭供給〉，《申報》，1939年1月8日，第9版。

與同時段國外一些重要的工業城市相比，近代上海的空氣汙染物排放量處於何種水平？1890年，上海的二氧化硫排放總量為3,500噸左右，僅及倫敦十年前排放量（3.4萬噸左右）的十分之一。⁸⁷1909年，格拉斯哥首席公共衛生督察彼得·法伊夫（Peter Fyfe）估計市內每平方公里的煙塵降量為317噸，⁸⁸同年上海的排放量為144噸，約為前者的45%。再據美國「煙霧之都」匹茲堡的情況，該市1912年很多地區的煤煙沉降量每平方英里接近2,000噸，折合每平方公里770餘噸之多。同年上海的排放量為160噸左右，僅及前者的21%

⁸⁷ S.D.S Galton, *On Some Preventable Causes of Impurity in London Air* (London: W. Trousseau, 1880) p. 68.

⁸⁸ 彼得·索爾謝姆（Peter Thorsheim）著，啓蒙編譯所譯，《發明汙染：工業革命以來的煤、煙與文化》，頁138。

左右。⁸⁹不過，十九世紀末，一些外國記者已根據租界周邊工廠的高速建設，推斷「不久之後，上海可以與謝菲爾德或者倫敦在煙氣汙染方面的表現相提並論」。⁹⁰尤其是一戰前後，西方主要資本主義國家開始了一次能源⁹¹結構的轉型過程，石油在總能耗結構的比例不斷上升，⁹²由燃煤產生的煙塵降量呈下降趨勢。相較之下，上海卻不斷鞏固以煤炭為主的一次能源結構，對煤炭的需求與消耗量不降反增，煙塵排放量的同步增加自在情理之中。因此，不用多久，上海的煙塵排放量就凌駕於西方一些主要工業城市之上。據相關學者估計，1920年代早期，每年降落在伯明罕的煙塵和道路揚塵量達到每平方公里 154 噸，⁹³同時段上海煙塵排放量已超過 300 噸，個別年份則超過 400 噸。1934 年左右，大阪每平方公里煙塵降量下降至 306 噸，倫敦為 266 噸，⁹⁴而上海的排放量則上升到 700 噸以上，比大阪與倫敦兩大工業城市的總和還要多。抗戰之前，上海的煙氣汙染問題持續惡化，「幾乎比任何一個歐洲的和美國的城市都要嚴重」。⁹⁵即使與最近二十餘年上海的煙塵與二氧化硫排放量相比，近代上海也保持了絕對性「優勢」。據統計，上海 1995-2012 年每年每平方公里的煙

⁸⁹ David Stradling, *Smokestacks and Progressive: Environmentalists, Engineers, and Air Quality in America, 1881-1951*, p. 23. 又據大阪煤煙防治研究會的測算，1913 年大阪市內五區平均每平方公里煙塵降量為 488.96 噸，折合每平方公里高達 1,956 噸〔中條義守著，田和卿譯，〈煤之燃燒與煤煙防止〉，《工業安全》，卷 4 期 2（1936 年 4 月），頁 138〕，似不可能，錄而存疑。

⁹⁰ “The Smoke Nuisance in Shanghai,” *The North-China Herald*, 1896.8.14.

⁹¹ 一次能源是指在自然界中未經加工即可直接利用的能源，主要包括煤炭、石油、天然氣等不可再生能源和太陽能、風能、水能、生物質能等可再生能源。參見鄒廣嚴主編，《能源大辭典》（成都：四川科學技術出版社，1997），頁 4。

⁹² 依照能源史專家瓦茨拉夫·斯米爾（Vaclav Smil）的看法，一國在由一種能源系統向另一種新能源系統轉型的過程中，如果新能源在能源消費總量中的比例達到 5%，則可認為是能源系統開始轉型的標誌（*Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*, Santa Barbara: Praeger, 2010, p. 63）。據此，美國、英國、荷蘭等西方發達國家至遲在 1926 年都已開始了由煤炭系統向石油系統的轉型，而全球同一進程的轉型則始自 1920 年左右（裴廣強，〈近代以來西方主要國家能源轉型的歷程考察——以英荷美德四國為中心〉，《史學集刊》，2017 年第 4 期，頁 36）。

⁹³ A.K. Chalmers, *The Health of Glasgow, 1818-1925: An Outline* (Glasgow: Printed by authority of the Corporation, 1930), p. 168.

⁹⁴ 東北人民政府衛生部教育處編，《工廠衛生》（瀋陽：東北人民政府衛生部教育處出版科，1950），頁 30。

⁹⁵ Calvin S.White, “Smoke Nuisance in Shanghai Said Going from Bad to Worse,” *The China Press*, 1937.7.24.

塵排放量由 32.8 噸左右降至 13.8 噸，二氧化硫由 84 噸降至 36 噸，⁹⁶分別僅及本文研究時段內各自峰值的 4%-2%和 42%-18%左右。鑒於當前上海仍十分嚴重的空氣汙染問題，⁹⁷推斷近代上海的空氣汙染程度已遠超區域內自然環境的自淨能力，想必沒有問題。

四、空氣汙染問題與居家環境

既然近代上海的空氣汙染問題已如此嚴重，那麼深入分析這一問題產生的原因，也就成為理之必然。正如上文所言，因煤炭、燃油等礦物能源的消耗而排放的煤煙，是導致空氣汙染問題的根本原因。不過，這並不等於說存在煤煙排放，就必然會產生空氣汙染問題。實際上，煤煙排出之後，可以通過兩種途徑解決：一是將煤煙吸收、轉化為清潔氣體，這是一種根本性措施；二是儘快將煤煙擴散和稀釋，這是一種相對消極性舉措。假如兩種途徑均能通暢無阻，就可以儘量減少煤煙與人類社會接觸的空間和時機，將空氣汙染帶來的危害降至最低，甚至消解於無形。倘若如此，那麼煤煙的排放也就不能被視作環境問題的肇因。事與願違的是，上述兩種解決途徑在近代上海並未發揮足夠效力，因而在相當程度上加重了空氣汙染的程度和影響，並最終使得煤煙問題演化為嚴重的區域性環境問題。⁹⁸

⁹⁶ 上海 1995-2012 年煙塵及二氧化硫排放總量，參見上海市統計局、國家統計局上海調查總隊編，《上海統計年鑒（2013）》（北京：中國統計出版社，2013），頁 103。上海全市面積為 6,340.5 平方公里，參見《長江三角洲年鑒》編輯部編，《長江三角洲年鑒（2005）》（北京：線裝書局，2006），頁 52。

⁹⁷ 陳靈撼，〈霧霾「圍城」那 216 小時〉，《解放日報》，2013 年 12 月 17 日，第 T02 版。

⁹⁸ 諸多因素可以被看作空氣汙染問題的肇因：民眾的「環境」觀或「汙染」觀、政府應對空氣汙染的舉措、治汙技術的發展水平、成本—收益層面的限制等等。鑒於篇幅所限以及空氣汙染的複雜性，很難斷定哪一因素為主導性肇因，本文不採取對上述因素進行逐一或者對比性分析，而是選擇直接考察各種因素相互融合和彼此影響後的實效，即對導致煤煙「吸收與轉化能力不足」、「擴散和稀釋能力有限」兩方面現象的考述及其具體原因的探析。

（一）吸收與轉化能力不足

煤煙成分較為複雜，包含的固體成分主要有炭、煤焦油、灰分、硫磺、氮等，氣體成分主要有碳氫化合物、硝酸、二氧化硫、氯化氫、二氧化碳、氨等。⁹⁹嚴格來說，人工除塵設備和自然植物是吸收和轉化煤煙污染物的兩個主要中介載體。然而，近代上海工廠和家庭所用爐具絕少安裝除塵設備，因此對於污染物的吸收和轉化主要依賴於自然植物。植物可以在大面積範圍內長時間、連續性地淨化空氣，吸收煤煙中所含有的多種空氣污染物，並將其轉化為清潔氣體和營養物質。比如植物葉子體內形成 1 克葡萄糖，需要 2,500 升空氣中所含有的二氧化碳，而一公頃闊葉林每天則能吸收 1,000 公斤二氧化碳，釋放 730 公斤氧氣。在含有二氧化硫較多的污染區，植物能夠在葉中含硫量超過正常葉子 5-10 倍的情況下，將吸收的二氧化硫轉化為亞硫酸鹽，然後再氧化為對生長有益的硫酸鹽。與此同時，植物還能夠有效吸收和轉化氯化氫、氯氣、二氧化氮等其他有毒成分，表現出強勁的空氣淨化能力。此外，植物葉子上的絨毛能夠分泌黏液，攔截、吸附和過濾粉塵。據統計，一公頃森林的葉面積總是森林占地面積的 75 倍。一公頃松樹林一年可滯留灰塵 34 噸，雲杉林為 32 噸。闊葉林滯灰能力更強，一公頃水青岡林可達 68 噸。¹⁰⁰因而，在空氣污染濃度高、影響範圍廣且自然環境適宜闊葉林生長的上海城區之內廣栽樹木，培育綠植，是淨化空氣和阻礙污染物擴散行之有效的辦法。

近代中國的一些知識份子已經認識到植被與衛生之間的關聯，認為在煤煙四溢，炭氣彌漫的大上海，「若無樹木為之調劑，則居民於衛生方面，恐將受極大之打擊」。¹⁰¹有人因此在《申報》上鼓勵種植樹木，期望供給建築材料及燃料的同時，發揮植物調節空氣、抑制塵沙、增加城市美觀和裨益人民衛生的目的。¹⁰²總體來看，近代上海的城市綠地主要由四部份組成：（1）利用江河

⁹⁹ 東北人民政府衛生部教育處編，《工廠衛生》，頁 30。

¹⁰⁰ 黃真池、張保恩編著，《茂綠的草木》（廣州：廣州出版社，1997），頁 84-86。

¹⁰¹ 駿，〈道旁之樹木〉，《申報》，1925 年 9 月 23 日，第 19 版。

¹⁰² 洋洋，〈行人道上種樹之必要〉，《申報》，1934 年 11 月 6 日，第 21 版。

漲灘、河道濕地等公共土地設置的花園和綠地；（2）單位內部綠化，如領事館、工部局、巡警房等政府部門內部庭院綠地和教堂、學校、公墓園地等公共部門綠地；（3）道路行道樹綠地；（4）里弄內的零星綠地。然而，遺憾的是，無論就哪一類型來看，綠化情況都不見樂觀。截止 1929 年，上海市內公園稀少，樹木缺乏，被時人認為是導致城市內空氣汙濁，傳染病叢生的一個重要原因。¹⁰³一般來說，學校為代表的教育單位綠化狀況普遍優於工廠企業為代表的生產單位。但是，在截至 1948 年建校歷史已有半個世紀之久的交通大學校園裡，竟然「沒有綠叢，所呈現的是一片光濯濯的景象」，以致當時的交大師生感歎學校「徒有悠久的歷史，卻是至今還沒有綠化」，因而發出「綠化交大」的口號。¹⁰⁴行道樹栽於公路、鐵路往來穿梭的線汙染源兩側，接觸煤煙等不潔空氣的機會最多，也是潛在最有力的空氣淨化者。不過，近代上海道路兩旁的行道樹卻是鮮見。直到 1925 年下半年，在上海交通最為繁盛，路面較為開闊的南京路兩旁，竟然難覓行道樹的影子。¹⁰⁵街巷里弄內部的綠化面積同樣少得可憐，如在早期的老式石庫門里弄住宅中就很難見到綠化的痕跡，在新式里弄中僅可見零散分布的綠化植物。以徐匯、靜安、盧灣三區為例，直到花園式里弄出現之後，才有面積有限、集中式綠地出現。¹⁰⁶綠色植物的稀少，使得上海市民體驗不到春夏秋冬季節的變化，因為從始至終每天都是「馬路上見不到一株青草，天空裡老是佈滿煤灰，烏烏汽笛代替了小鳥的啁啾」。有人認為如果非要尋找上海的春天，那麼只能體現在商店窗廚裡女性服裝的應季變化上。¹⁰⁷此言雖有誇張成分，但卻直白地反映出近代上海城市綠化率的嚴重不足。據萬勇的估算，1940 年代上海中區綠化總面積約為 26 公頃，僅占中區總用地的 2%

¹⁰³ 梁希，〈植樹與人生〉，《申報》，1929 年 3 月 12 日，第 21 版。

¹⁰⁴ 謝蘊貞，〈一個建議：綠化交大〉，《交大週刊》，1948 年 9 月 24 日，第 4 版。

¹⁰⁵ 駿，〈道旁之樹木〉，《申報》，1925 年 9 月 23 日，第 19 版。

¹⁰⁶ 臧西瑜、王雲，〈上海近代里弄住宅綠化現狀調查研究——以靜安、徐匯和盧灣區為例〉，《上海交通大學學報（農業科學版）》，卷 28 期 3（2010 年 6 月），頁 223。

¹⁰⁷ 毓，〈春天在上海〉，《大公報》（上海），1937 年 3 月 2 日，第 13 版。

左右。¹⁰⁸1949年5月，上海市20個區中，除普陀區情況不明外，僅有北四川區、楊樹浦區綠化率高於10%，而老閘區、邑廟區、虹口區、提籃橋區綠化率均不足1%，全市人均公共綠地面積僅為0.16平方公尺。¹⁰⁹上海綠化率低的問題，到1949年後相當長一段時間內都沒有改善。有人計算1980年上海人均綠化面積只有0.47平方公尺，位居全國倒數第一。¹¹⁰既然連綠色植物自身的培育和生長都問題重重，那麼幻想「城市之肺」在吸收和轉化不潔空氣方面能夠充分發揮功用，顯然是不切實際的。

（二）擴散與稀釋能力有限

空氣污染物的擴散與稀釋，需要以一定的地理空間為前提。空氣污染氣象學認為近地面結構、風力和湍流強弱、氣溫和大氣穩定度等因素，都會對一定空間內空氣污染物的擴散和稀釋產生重要影響，¹¹¹而這些因素影響力，又與城市近地面建築物的空間布局存在直接或間接關係。在考察近代上海空氣污染問題的過程中，可以清晰地發現正是某些人為的安排，限定了污染物擴散與稀釋所需要的空間，加重了空氣污染之於人類社會的影響。

1. 工業區與住宅區混雜，煤煙影響範圍廣

開埠之後，上海城區面積不斷擴大。不過，城市人口增長的速度還要超過城區面積擴展的速度，人口密度與城市空間的矛盾愈發加劇。1810年，上海縣人口接近53萬人，平均每平方公里人口密度超過626人。¹¹²1865年左右，上海華界每平方公里人口密度為980人，至1941年左右增至接近3,000人。同時段內公共租界人口密度由3.8萬人左右增至7萬人左右，法租界人口則由

¹⁰⁸ 萬勇，《近代上海都市之心：近代上海公共租界中區的功能與形態演進》（上海：上海人民出版社，2014），頁245。

¹⁰⁹ 《上海園林志》編纂委員會編，《上海園林志》（上海：上海社會科學院出版社，2000），頁383-384。

¹¹⁰ 沈峻坡，〈十個第一和五個倒數第一說明了什麼——關於上海發展方向的探討〉，《解放日報》，1980年10月3日，第1版。

¹¹¹ 蔣維楣等編著，《空氣污染氣象學教程（第2版）》，頁5-12。

¹¹² 胡煥庸、張善餘，《中國人口地理》（上海：華東師範大學出版社，1984），上冊，頁56。

7.3 萬左右增至 8.3 萬餘人。¹¹³在如此高人口密度的地理空間範圍內，倘若建築布局不合理，空氣污染物就很難得到有效擴散和稀釋，繼而會對人類社會帶來負面影響。實際上，在近代上海紊亂的城市功能分區安排下，大中小型工廠、手工工廠以及作坊長期與住家混雜在一起，正是導致區域內空氣污染問題加劇的主要原因之一。

近代上海工業廠房和居民住宅的混雜模式主要有兩種，一種是在住宅區內興建工業廠房。上海雖為近代中國的工業中心，但擁有先進生產設備的中型以上企業究屬少數，數量更多、占比更大的仍是小企業。據劉大鈞的研究，僅就上海民族資本工廠中不符合工廠法規定（須用機器動力，且雇傭工人在 30 人以上）的小工廠而言，1931 年共有 960 餘家，1933-1934 年共約有 2,800 家左右，均占當年全部工廠數的 60% 左右。¹¹⁴至 1947 年小工廠總數達到 5,793 家，占全部工廠數的 74.9%。¹¹⁵這類小工廠普遍由於資本不足，依靠廉價勞動力從事生產，加之開工停業帶有很大盲目性和不確定性，無法像大企業一樣形成穩定聚集區，因此很多傾向於將廠房安置於租金廉價，勞動力資源豐富的里弄住宅區內。¹¹⁶除了高級花園里弄和新式里弄外，近代上海幾乎每弄數廠，小如手工業作坊，大如修配、加工廠、機器廠也都分布在弄堂裡。¹¹⁷從地域上來看，里弄工廠主要集中在公共租界邊緣地帶以及閘北地區。據上海市社會局 1933-1935 年的調查，全市手工業工廠共計 5,874 家，工人數為 28,676 人，平均每廠不足 5 人，集中於上述兩區域者占總數的 73% 左右。¹¹⁸此外，滬南小規模工廠同樣很多，亦當遍布弄堂和街巷。¹¹⁹為節省建造成本，弄堂工廠的煙囪大多較為低矮，如 1923 年位於通庵路源源里、滋德里之間中華玻璃廠的

¹¹³ 鄒依仁，《舊上海人口變遷的研究》，頁 97。

¹¹⁴ 劉大鈞，《上海工業化研究》，頁 73。

¹¹⁵ 譚熙鴻、吳宗汾主編，《全國主要都市工業調查初步報告提要》（上海：中華書局，1948），頁 76。

¹¹⁶ 左琰、安延清，《上海弄堂工廠的死與生》（上海：上海科學技術出版社，2012），頁 22-23。

¹¹⁷ 張濟順，《遠去的都市：1950 年代的上海》（北京：社會科學文獻出版社，2015），頁 372。

¹¹⁸ 實業部統計處編印，《農村副業與手工業》（南京：文心印刷社，1937），頁 200-210。

¹¹⁹ 羣，〈上海的煤煙問題〉，《大公報》（上海），1937 年 7 月 9 日，第 13 版。

煙囪「高度僅出屋面」。¹²⁰由此，煙囪中排放的煤煙對於鄰近住戶衛生影響甚大，導致里弄空氣汙染問題層出不斷。1937年7月，拉都路（今襄陽南路）、霞飛路（今淮海中路）交界處明霞村弄堂內的一家洗衣作坊每天排放出黑色濃煙，「實在是妨害了全弄堂的公共衛生」，致使「全弄堂的人對此都非常不滿」。¹²¹抗戰之後，益利汽水廠和香煙廠進駐武定路里弄，因日夜開工，不但致使煤灰四散，附近居民室內「全是顆顆黑煤灰」，而且迫使居民「日夜呼吸於一絲絲尼古丁散發之煙毒及酸溜溜之碳酸氣中」，「直令人窒息欲死」。¹²²直至1949年之前，里弄工廠產生的煤煙問題，都沒有根除。

工業廠房和居民住宅相混雜的另一種模式，是在工業區內部興建住宅用房。近代上海各大工業區形成之後，以工人為主的低收入家庭傾向於在工廠周邊地區租賃房屋，「大抵皆欲居家近於工廠，以謀往返之便」。¹²³據1926年上海青年協會職工部朱懋澄的調查，上海工人住房可分為上等住宅、二等住宅、工廠自建住房、客棧及寄宿所、草棚等五大類型。¹²⁴除上等及二等住宅因租費較高，一般少有工人居住其間，其餘三種住宅均有大量工人租賃或居住，且基本全都集中在工廠周邊地區。以工廠自建住房為例，近代上海有不少華資紗廠在工廠附近建造工房，如統益紗廠所建統益各里，溥益紗廠所建溥益各里，厚生紗廠所建厚生坊、厚生里、厚生巷等。¹²⁵工人因住處離工廠較近，上下班甚為方便，「自己兩隻腿跑跑」，¹²⁶便可免去坐車的麻煩及額外開銷。上海市社會局曾於1940年代中期對上海工人住宿情況展開調查，發現在總計各行業240家工廠中，除13家情況不明者外，全部供給工人住宿的有128家之

¹²⁰ 〈玻璃廠煙囪限期築高〉，《申報》，1923年12月12日，第15版。

¹²¹ 〈明霞村的新鮮空氣被煤煙污濁了〉，《大公報》（上海），1937年7月9日，第13版。

¹²² 〈小弄堂內開設工廠〉，《大公報》（上海），1946年8月6日，第5版。

¹²³ 泰芬，〈住居附近工廠之害〉，《申報》，1923年2月9日，第11版。

¹²⁴ 朱懋澄，《調查上海工人住屋及社會情形記略》（上海：中華基督教青年會全國協會職工部，1926），頁4-10。

¹²⁵ 羅蘇文，《女性與近代中國社會》（上海：上海人民出版社，1996），頁311。

¹²⁶ 朱邦興、胡林閣、徐聲合編，《上海產業與上海職工》（上海：上海人民出版社，1984），頁92。

多，部份供給的也有 32 家，合計占總廠數的 67%。¹²⁷可見，自建住房安置工人，已成為大半工廠的選擇。此外，散布於工廠附近的草棚，同樣也吸納了大量貧苦工人。以 1949 年之前上海普陀區為例，來自江蘇、浙江、安徽等地的破產農民和戰爭難民擁擠於此，依靠向附近工廠出賣勞動力維持生計。因無力租賃住房，只得在工廠附近的河灣灘地搭棚棲身，由此形成小沙渡一帶、吳淞江兩岸著名的「三灣一弄（朱家灣、潘家灣、潭子灣、藥水弄）」棚戶區。¹²⁸住宅靠近工廠，使得工廠煙囪排放的煤煙尚未經有效擴散和稀釋，就影響居戶的衛生與健康。因此，工業區內的住家也就難免像位於車來船往的交通線路旁或者鄰近里弄工廠的居戶一樣，終日受著煤煙汙染的煩困。

2. 住房空間局促，室內外空氣流通不暢

室內燃油燈具和燃煤爐具利用過程中排放的煤煙，是近代上海室內空氣汙染問題之一，而住宅空間的開闊以及室內外空氣流通與否，則直接決定著室內煤煙問題嚴重的程度。當時，有人已認為若想呼吸到新鮮的空氣，「就非得有寬大的空間不可」，只有如此，「方能維持空氣清潔，而免呼吸障礙，致患疾病之弊」。¹²⁹國外學者甚至還對能夠保證人體生理健康所需住宅空間的大小進行了估算，認為參照一位成年男子每小時呼吸 16-18 立方英尺新鮮空氣，呼出約 0.5-0.7 立方英尺碳酸氣以及空氣中碳酸氣不得超過 0.6% 的標準，得出若滿足生理需要，每一成年人至少需要 1,000 立方英尺（約 28 立方公尺）住房空間的結論。¹³⁰

不過，近代上海人煙稠密，多數之人「既未擁有土地，又無力租地造屋」，¹³¹只能租房居住。而房租快速增長的殘酷現實，更是粉碎一般平民所懷高屋廣庭的夢想。據胡祥翰的觀察，上海交通稍便之處的房租昔時只「每幢一二金」，

¹²⁷ 上海市社會局編印，《上海工廠勞工統計》（上海：上海市社會局，1946），頁 119。

¹²⁸ 上海市普陀區志編纂委員會編，《普陀區志》（上海：上海社會科學院出版社，1994），頁 3。

¹²⁹ 顧不問，〈住與健康的關係〉，《申報》，1939 年 5 月 4 日，第 14 版。

¹³⁰ Kokichi Morimoto, "The Standard of Living in Japan," (Ph.D. Dissertation, John Hopkins University, 1918), pp. 122-123.

¹³¹ 劉大鈞，《上海工業化研究》，頁 131-132。

尚不為高，但迨至清末民初已「增至數十金或百金」，¹³²增長幅度不可謂不鉅。房租因此逐漸成為居民主要支出款項之一，「房奴」問題初現。上海市總工會曾於 1920 年代中期對市內工人生活開支情況進行統計，發現無論是單身工人還是已婚工人家庭，房租均為除食品消費外的最大宗開支。¹³³因收入有限，房租高昂，普通平民的住房情況大多不容樂觀，狹窄異常，「每幢房屋居住十數家者，比比甚多」。¹³⁴1927 年 11 月至 1928 年 10 月，楊西孟對上海西區曹家渡 230 戶棉紡織工人的調查發現，居處僅有 1 個房間的工人家庭多達 144 戶，占總數的 62.6%；有 2 間者為 77 戶，占總數的 33.5%；僅有 9 戶住 3 間及以上，占總數的 3.9%。平均而言，每戶居住人口數為 4.67 人，平均每間房間住 3.29 人。如以房間住 1 人以上者即視為擁擠，則 230 戶家庭中有 99.1% 不合標準。如果考慮到此次調查中工人所住房屋 90% 為工廠自建，平均每間每月租金只有 1.47 元，遠較一般房租為低，¹³⁵那麼可以設想沒有此種待遇的其他各業工人家庭居住情況當更為惡劣。另據 1930 年鐵道部業務司勞工科的調查，上海工人除非有父母或者旁系家屬同住，其餘包括夫妻及孩子共四五十口人之家庭，出於經濟原因，多數只租住一個房間。平均而言，每間房間僅長 1.27 丈，寬 1 丈，高 1.1 丈，容積 1.397 立方丈（合 4.66 立方公尺）。¹³⁶假設內中居住 4 人，則平均每人所占空間不足 1.2 立方公尺。參照每成年人至少需 28 立方公尺的居住滿意標準，則此次調查的上海工人居住滿意度僅在 16% 左右，遠遠談不上舒適可言。

在近代上海普通居民住房空間本已異常局促，擁擠不堪的前提之下，住宅內部還普遍因窗戶數量少和面積小，產生室內外通風不足問題。據 1930 年代初上海市社會局對工人生活程度的調查，上海普通一樓一底的樓房，往往要被

¹³² 胡祥翰著，吳健熙標點，《上海小志》（上海：上海古籍出版社，1989），頁 25。

¹³³ 濟君，〈上海之工人生活統計〉，《生活》，卷 1 期 50（1926 年 10 月），頁 303。

¹³⁴ 李春南編，《上海生活》（上海：建業廣告公司社，1930），頁 20。

¹³⁵ 楊西孟，〈上海工人生活程度的一個研究〉，李文海主編，《民國時期社會調查叢編（城市勞工生活卷·上）》，頁 286-287、289。

¹³⁶ 中華民國鐵道部業務司勞工科，〈調查工人家庭生活及教育程度統計〉，李文海主編，《民國時期社會調查叢編（城市勞工生活卷·下）》，頁 709。

房主隔成五、六個單位出租，以收取較多的租費。在調查的 305 戶工人家庭住房中，內部沒有窗的有 66 家，占總數的 21.6%。若以平均每家庭住房 1.65 間計算，則每家只有窗 0.75 扇，面積不到 0.1 平方公尺。¹³⁷如此小的窗戶面積，當然不能保證空氣的充分流通。除此之外，上海還有大量房屋和棚戶亦沒有窗戶，通氣情況甚為糟糕。如據上海某煙廠工人回憶，其在 1949 年之前租住的後客堂就沒有窗戶，內中陰暗潮濕，煤煙充斥，關閉房門後一點空氣也不透，「好像是關在大木頭箱子裡面一樣」。¹³⁸直到 1960 年代初，楊樹浦紡織印染廠有工人家庭大小 4 口仍居住在無法通風的 6 平方公尺油毛氈棚戶內。¹³⁹如果住宅的功用只是一席之地以供睡眠的話，那麼室內外即便通氣不暢，想必也不會產生嚴重的空氣汙染。但是，上海居民住宅的實際功用遠比陶氏所言複雜得多，往往是工作、睡眠、便溺、烹飪、育兒、會客等事均納於一室之中。因室內面積有限，烹飪、取暖和燃油照明產生的煤煙很快會充滿全屋，而室內外通風能力的不足，又使得煤煙在短時間內很難及時排至戶外，最後結果便是極易引起室內長時性的空氣汙染問題（冬季尤其如此）。居住於此種「如蜂房雞棲」般、「氣悶、狹小、昏黑」的房屋之內，上海很多居民「絕無回旋之餘地」，難怪會以此為題來訴說在上海生活的「不自由」。¹⁴⁰

五、餘 論

本文借鑒空氣汙染氣象學的研究方法，分析近代上海以煤煙問題為典型的空氣汙染案例，證明近代中國最先開埠並且在相當長一段時間內充當工業化「先頭堡壘」角色的「魔都」上海，不但自近代以來就存在著大規模的空氣汙

¹³⁷ 上海市政府社會局，《上海市工人生活程度》，頁 59。

¹³⁸ 朱邦興、胡林閣、徐聲合編，《上海產業與上海職工》，頁 590。

¹³⁹ 工會綜合類檔案，上海第三十一棉紡織廠所藏，檔案號 62-2-35，轉引自羅蘇文，《高郎橋紀事：近代上海一個棉紡織工業區的興起與終結（1700-2000）》（上海：上海人民出版社，2011），頁 323。

¹⁴⁰ 鰥漁，〈上海人之不自由〉，《申報》，1921 年 1 月 13 日，第 14 版；徐訏，〈住的問題〉，余之、程新國編，《舊上海風情錄》（上海：文匯出版社，1998），上冊，頁 193。

染問題，而且在特定時段內還呈現相當嚴重的態勢。從污染源來看，至 1920 年代左右，上海已經形成了點——線——面三位一體的空氣污染源地理體系，整座城市演化為一個巨大的體污染源。從污染程度上來看，1946-1948 年間，上海霧天數和霾天數總計高達三年總天數的 70% 左右。1890-1937 年間上海每年每平方公里因燃煤和燃油產生的煙塵及二氧化硫排放量呈整體上升趨勢，最高年份分別接近 800 噸和 200 噸左右，超過同時段西方一些主要工業城市。若從長時段來看，近代上海的空氣污染程度變化趨勢具有明顯的階段性：自鴉片戰爭之後至抗戰爆發，除個別年份以外，空氣污染程度近乎呈直線上升趨勢，並在 1930 年代初達至最高峰；抗戰爆發之後以迄 1949 年之前，空氣污染程度呈下降趨勢，雖低於 1930 年代初的水準，但在抗戰結束後仍維持在一個較高的水準。污染源以及污染程度兩方面特徵的同時並存，集中反映出近代上海空氣污染問題之嚴重。這一新的發現，值得引起學界重視和對既有傳統觀點的重新審視。近代上海之所以會產生嚴重的空氣污染問題，一方面歸因於礦物能源的巨量消耗，另一方面與對空氣污染物的吸收、轉化能力和擴散、稀釋能力的不足有關。很大程度上可以說，污染物的排放為上海空氣污染問題的出現提供了前提和可能，而基於近代上海低城市綠化率，以及基於紊亂的城市功能分區、局促的住房空間，而導致擴散、稀釋空氣污染物的能力有限，最終使得因煤煙為主的空氣污染真正演變為嚴重的區域性環境問題。

近代上海的煤煙問題為我們提供了一塊學術意義上的「試驗田」，通過對此塊「試驗田」的耕耘和觀察，可以清晰地看到一個以商貿為主、以工業為骨架、瀕江臨海的新型工商業城市發展中，人與自然關係逐漸尖銳化的問題。除了上海以外，1949 年之前中國大陸其他一些城市同樣存在著較為明顯的空氣污染，甚至在形成時間上還有較上海為早者。如在自元明清時期就長期以煤炭為主要生活燃料的北京城內，由於煙囪的低矮密集性排放，空氣污染問題早已存在。¹⁴¹再如抗戰之前，鞍山的工業發展突發猛進，由此產生的空氣污染問題

¹⁴¹ 王偉傑等編著，《北京環境史話》（北京：地質出版社，1989），頁 120-123。

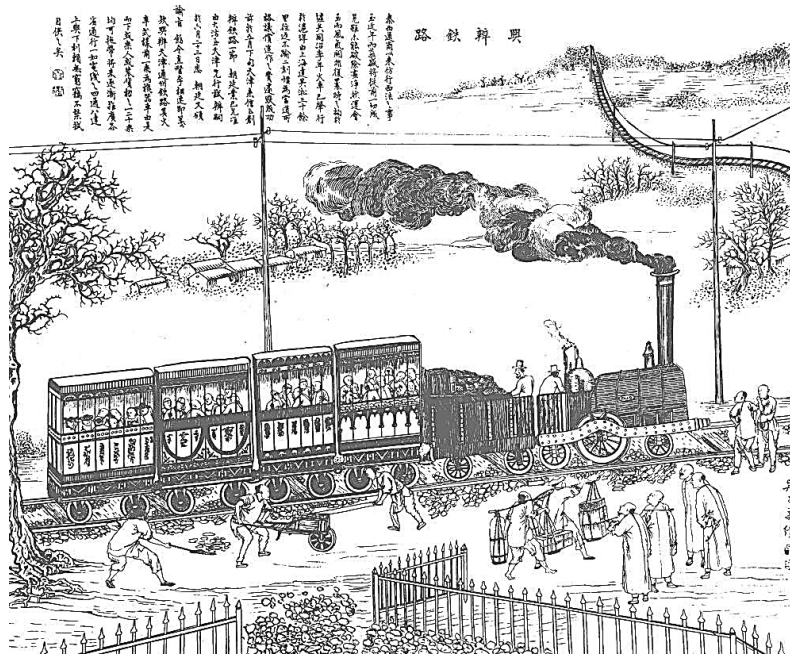
也日益明顯。時人記載煤煙遮蓋住了鞍山的一切，「既看不見藍天，也從沒有飛鳥，地上更不生一些紫花碧草」。¹⁴²又如抗戰開始後，隨著工業的內遷，重慶迅速成爲大後方的工業中心，嚴重的空氣汙染問題相伴而生，使人感到「生活在霧霾的海裡，桎梏在霧霾的籠裡，我們是看不見一絲陽光，聽不到一句人的呼聲，呼吸不到一口新鮮空氣」。¹⁴³除此之外，天津、廣州、瀋陽、長春、本溪、大連等地，也曾於特定時段存在著程度不等的空氣汙染。¹⁴⁴考慮到不同城市在產業結構、經濟職能以及地理區位等方面的差異，近代中國城市空氣汙染問題的表現形式和產生原因可能呈現多樣性和複雜性，汙染的程度也可能具有非劃一性。倘若在借鑒空氣汙染氣象學研究方法以及對相關史料深入分析的基礎上，對這些城市的空氣汙染問題進行類型學意義上的劃分，對圍繞空氣汙染的表現、程度、原因等問題進行深入考察，區別彼此之間的特殊性，並總結彼此之間超越地域甚至時代限制的共性特徵，無疑有助於拓展和勾勒近代中國空氣汙染問題的研究空間以及研究路徑，一部中國近代城市空氣汙染史亦將庶幾可待。而只有建立在牢固的歷史智識之上，我們對於當今仍肆虐無常的同類問題的認識，也才會更加全面和深入。

¹⁴² 成聚，〈黑煙籠罩下的鞍山〉，《廣播週報》，期 100（1936 年 8 月），頁 19。

¹⁴³ 秋田，〈霧霾〉，《宇宙風》，期 140（1945 年 8 月 1 日），頁 90。

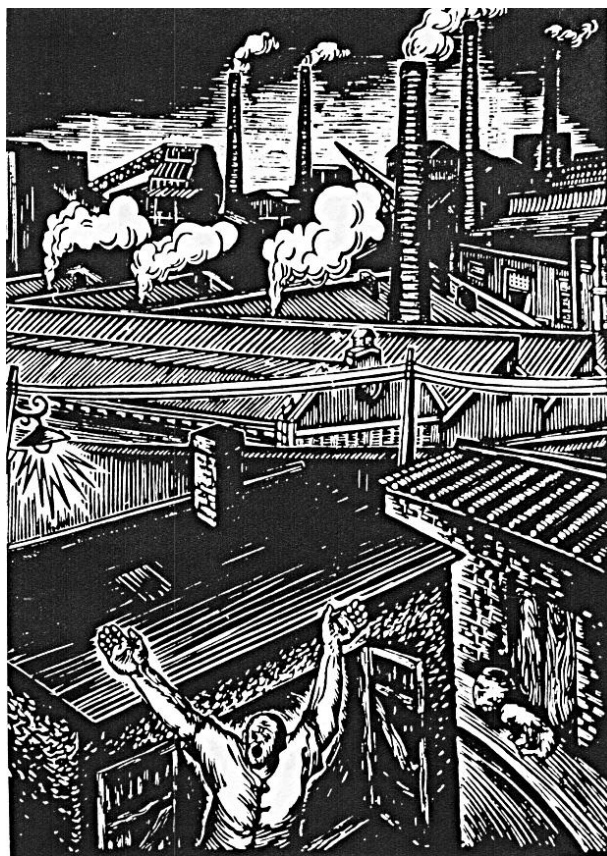
¹⁴⁴ 鄧遠澄，〈大都會的煤煙防止問題〉，《科學的中國》，卷 5 期 10（1935 年 5 月 15 日），頁 426；東北人民政府衛生部教育處編，《工廠衛生》，頁 30。

附圖 1 同治年間吳淞鐵路行車圖



資料來源：吳友如等繪，《點石齋畫報》（上海：上海畫報出版社，2001），冊1，頁103。

附圖 2 臨近工廠的工人住宅區



資料來源：陳超南、陳偉南編，《陳煙橋木刻選集》（上海：上海人民美術出版社，1988），頁10。

附圖 3 1945 年外灘混濁的空氣



資料來源：《上海1945年老照片（下）》，360doc個人圖書館，http://www.360doc.com/content/17/10/05/20/178233_692460699.shtml#（2017年10月28日檢索）。

徵引書目

一、史料

- 〔清〕李維清編纂，吳健熙標點，《上海鄉土志》，上海：上海古籍出版社，1989。
- 中國第二歷史檔案館、中國海關總署辦公廳編，《中國舊海關史料》，冊 16-109，北京：京華出版社，2001。
- 胡祥翰，吳健熙標點，《上海小志》，上海：上海古籍出版社，1989。
- 潘超等主編，《中華竹枝詞全編》，北京：北京出版社，2007。
- 嚴偉修、秦錫田等纂，《南匯縣續志》，臺北：成文出版社，1983。
- 顧炳權編著，《上海洋場竹枝詞》，上海：上海書店出版社，1996。
- 顧廷龍、戴逸主編，《李鴻章全集》，合肥：安徽教育出版社，2008。

二、報紙、期刊

- 《大公報》（上海），1937、1946、1948。
- 《大公報》（天津），1930。
- 《工業安全》，卷 4 期 2，1936。
- 《生活》，卷 1 期 50，1926。
- 《申報》，1891-1947。
- 《交大週刊》，1948。
- 《光明日報（理論版）》，2013。
- 《宇宙風》，期 140，1945。
- 《東方雜誌》，卷 4 期 3，1907。
- 《珊瑚》，卷 2 期 5，1933。
- 《科學》，卷 2 期 8，1916。
- 《科學的中國》，卷 5 期 10，1935；卷 9 期 1，1937。
- 《國防論壇》，卷 3 期 10，1935。
- 《婦女界》，卷 2 期 5，1941。
- 《崇實》，卷 4 期 5，1934。
- 《萬國商業月報》，期 3，1908。
- 《解放日報》，1980 年、2013。
- 《廣播週報》，期 100，1936。
- 《鑛業週報》，期 289，1934。
- The China Press*, 1896, 1934, 1935, 1937, 1938.
- The China Weekly Review*, 1932.

The North-China Herald, 1896, 1921, 1925.

三、專著

- 《上海氣象志》編輯委員會編，《上海氣象志》，上海：上海社會科學院出版社，1997。
- 《上海園林志》編纂委員會編，《上海園林志》，上海：上海社會科學院出版社，2000。
- 《上海環境保護志》編纂委員會編，《上海環境保護志》，上海：上海社會科學院出版社，1998。
- 《長江三角洲年鑒》編輯部編，《長江三角洲年鑒（2005）》，北京：線裝書局，2006。
- J.R. 麥克尼爾（J. R. Mc Neill）著，韓莉、韓曉雯譯，《陽光下的新事物：20世紀世界環境史》，北京：商務印書館，2013。
- 丁日初主編，《上海近代經濟史》，卷1，上海：上海人民出版社，1994。
- 上海市統計局、國家統計局上海調查總隊編，《上海統計年鑒（2013）》，北京：中國統計出版社，2013。
- 上海市統計局編，《上海統計年鑒（1983年）》，上海：上海人民出版社，1984。
- 上海市普陀區志編纂委員會編，《普陀區志》，上海：上海社會科學院出版社，1994。
- 上海市電力工業局史志編纂委員會編，《上海電力工業志》，上海：上海社會科學院出版社，1994。
- 上海建築施工志編委會編寫辦公室編，《東方「巴黎」——近代上海建築史話》，上海：上海文化出版社，1991。
- 上海通志館年鑒委員會編，《上海市年鑒（1934）》，上海：中華書局，1936。
- 王偉傑等編著，《北京環境史話》，北京：地質出版社，1989。
- 王榮華主編，《上海大辭典》，上海：上海辭書出版社，2007。
- 王維江、呂澍輯譯，《另眼相看：晚清德語文獻中的上海》，上海：上海辭書出版社，2009。
- 北京市環境保護科學研究所《國外城市公害及其防治》編譯組，《國外城市公害及其防治》，北京：石油化學工業出版社，1977。
- 左琰、安延清，《上海弄堂工廠的死與生》，上海：上海科學技術出版社，2012。
- 布雷恩·威廉·克拉普（B. W. Clapp）著，王黎譯，《工業革命以來的英國環境史》，北京：中國環境科學出版社，2011。
- 朱邦興、胡林閣、徐聲合編，《上海產業與上海職工》，上海：上海人民出版社，1984。
- 余之、程新國，《舊上海風情錄》，上海：文匯出版社，1998。
- 余新忠，《清代江南的瘟疫與社會——一項醫療社會史的研究》，北京：中國人民大學出版社，2003。
- 李春南編，《上海生活》，上海：建業廣告公司社，1930。
- 彼得·布林布爾科姆（Peter Brimblecombe）著，啓蒙編譯所譯，《大霧霾：中世紀以來的倫敦空氣污染史》，上海：上海社會科學院出版社，2016。
- 彼得·索爾謝姆（Peter Thorsheim）著，啓蒙編譯所譯，《發明污染：工業革命以來的煤、煙與文化》，上海：上海社會科學院出版社，2016。
- 東北人民政府衛生部教育處編，《工廠衛生》，東北人民政府衛生部教育處出版科，1950。

- 姜世中主編，《氣象學與氣候學》，北京：科學出版社，2010。
- 胡煥庸、張善餘，《中國人口地理》，上冊，上海：華東師範大學出版社，1984。
- 徐新吾、黃漢民主編，《上海近代工業史》，上海：上海社會科學院出版社，1998。
- 張濟順，《遠去的都市：1950年代的上海》，北京：社會科學文獻出版社，2015。
- 郭沫若，《郭沫若詩選》，杭州：浙江文藝出版社，2001。
- 陳劍虹、楊保華編著，《環境統計應用（二版）》，北京：化學工業出版社，2010。
- 彭善民，《公共衛生與上海都市文明（1898-1949）》，上海：上海人民出版社，2007。
- 黃真池、張保恩編著，《茂綠的草木》，廣州：廣州出版社，1997。
- 福士由紀，《近代上海と公衆衛生防疫の都市社會史》，東京：御茶の水書房，2010。
- 楊金華、徐建山主編，《石油商務大全》，北京：石油工業出版社，2002。
- 萬勇，《近代上海都市之心：近代上海公共租界中區的功能與形態演進》，上海：上海人民出版社，2014。
- 鄒依仁，《舊上海人口變遷的研究》，上海：上海人民出版社，1980。
- 鄒廣嚴主編，《能源大辭典》，成都：四川科學技術出版社，1997。
- 實業部國際貿易局編印，《中國實業誌·浙江省》，1933。
- 劉大鈞，《上海工業化研究》，北京：商務印書館，2015。
- 劉清等主編，《大氣污染防治》，北京：冶金工業出版社，2012。
- 潘谷西主編，《中國建築史（第4版）》，北京：中國建築工業出版社，2001。
- 稻葉良太郎、小泉親彥著，程瀚章譯，《實用工業衛生學》，上海：商務印書館，1927。
- 蔣維楣等編著，《空氣污染氣象學教程（第2版）》，北京：氣象出版社，2004。
- 盧漢超著，段煉等譯，《霓虹燈外——20世紀初日常生活中的上海》，上海：上海古籍出版社，2004。
- 盧逵編著，《中國氣候總論》，南京：正中書局，1947。
- 戴鞍鋼，《中國近代經濟地理》，卷2，上海：華東師範大學出版社，2014。
- 羅蘇文，《女性與近代中國社會》，上海：上海人民出版社，1996。
- 羅蘇文，《高郎橋紀事：近代上海一個棉紡織工業區的興起與終結（1700-2000）》，上海：上海人民出版社，2011。
- 譚熙鴻、吳宗汾主編，《全國主要都市工業調查初步報告提要》，上海：中華書局，1948。
- Chalmers, A. K. *The Health of Glasgow, 1818-1925: An Outline*. Glasgow: Printed by authority of the Corporation, 1930.
- Galton, S.D.S. *On Some Preventable Causes of Impurity in London Air*. London: W. Tronnce, 1880.
- Melosi, Martin. *Pollution and Reform in American Cities, 1870-1930*. Austin: University of Texas Press, 1980.
- Stradling, David. *Smokestacks and Progressive: Environmentalists, Engineers, and Air Quality in America, 1881-1951*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 1999.

Tarr, Joel A. *The Search for the Ultimate Sink: Urban Pollution in Historical Perspective*. Akron: The University of Akron Press, 1996.

Uekötter, Frank. *The Age of Smoke Environmental Policy in Germany and the United States, 1880-1970*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2009.

Vaclav, Smil. *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*. Santa Barbara: Praeger, 2010.

四、論文

朱德明，〈20世紀30年代上海公共租界環境衛生治理概況〉，《中華醫史雜誌》，卷30期4，2000年10月，頁231-233。

吳松弟、方書生，〈一座尚未充分利用的近代史資料寶庫——中國舊海關系列出版物評述〉，《史學月刊》，2005年第3期，頁83-92。

吳俊範，〈城市空間擴展視野下的近代上海河濱資源利用與環境問題〉，《中國歷史地理論叢》，卷22期3，2007年7月，頁67-77。

李玉尚，〈上海城區霍亂病史研究——以「地方病」和「外來病」的認識為中心〉，收入曹樹基主編，《田祖有神——明清以來的自然災害及其社會應對機制》，上海：上海交通大學出版社，2007年，頁361-392。

李伯重，〈「道光蕭條」與「癸未大水」——經濟衰退、氣候劇變及19世紀的危機在松江〉，《社會科學》，2007年第6期，頁173-178。

姚鶴年，〈上海煤球（煤餅）史話〉，《上海地方誌》，1997年第4期，上海市地方誌辦公室，<http://www.shtong.gov.cn/node2/node70393/node70403/node72518/node72594/userobject1ai81582.html>（2017年12月28日檢索）。

夏炎，〈「霾」考：古代天氣現象認知體系建構中的矛盾與曲折〉，《學術研究》，2014年第3期，頁92-99。

徐峰，〈1943年上海浦東區清潔糾紛研究〉，上海：華東師範大學博士論文，2010。

閔芳芳、滿志敏、潘威，〈從小圩到園田：近百年來上海地區河網密度變化〉，《地理環境學報》，卷5期6，2014年12月，頁425-433。

傅喆、寺西俊一，〈日本大氣污染問題的演變及其教訓——對固定污染發生源治理的歷史省察〉，《學術研究》，2010年第6期，頁105-114。

廖大偉、羅紅，〈從華界垃圾治理看上海城市的近代化（1927-1937）〉，《史林》，2010年第2期，頁24-33。

臧西瑜、王雲，〈上海近代里弄住宅綠化現狀調查研究——以靜安、徐匯和盧灣區為例〉，《上海交通大學學報（農業科學版）》，卷28期3，2010年6月，頁218-224。

裴廣強，〈「能源革命」與近代江南社會經濟（1865-1937）〉，北京：中國人民大學博士論文，2016。

裴廣強，〈近代以來西方主要國家能源轉型的歷程考察——以英荷美德四國為中心〉，《史學集刊》，2017年第4期，頁75-88。

劉岸冰，〈近代上海城市環境衛生管理初探〉，《史林》，2006年第2期，頁85-92。

戴鞍鋼、閻建寧，〈中國近代工業地理分佈、變化及其影響〉，《中國歷史地理論叢》，2000年第1期，頁139-161。

Kokichi, Morimoto, "The Standard of Living in Japan." Ph.D. Dissertation, John Hopkins University, 1918.

五、調查

上海市社會局編印，《上海工廠勞工統計》，上海：上海市社會局，1946。

上海市政府社會局，《上海市工人生活程度》，上海：中華書局，1934。

朱懋澄，《調查上海工人住屋及社會情形記略》，上海：中華基督教青年會全國協會職工部，1926。

李文海主編，《民國時期社會調查叢編（城市勞工生活卷）》，福州：福建教育出版社，2005。

侯德封，《中國鑛業紀要》，北平：實業部地質調查所、國立北平研究院地質學研究所，1935。

實業部統計處編印，《農村副業與手工業》，南京：文心印刷社，1937。

謝家榮，《中國鑛業紀要》，北京：農商部地質調查所，1926。

An Analysis of Air Pollution in Modern Shanghai and Its Causes: The Case of Soot

Pei Guangqiang^{*}

Abstract

The history of air pollution is an important and difficult problem in China's environmental history research. An analysis of typical cases in modern Shanghai (1840-1949) demonstrates that large-scale air pollution is not a new phenomenon that emerged after 1949, but rather an “old problem” that dates back to the late Qing and the Republican eras. Whether one reviews the geographical system of air pollution sources or estimates soot and sulfur dioxide emissions, the air pollution problem in modern Shanghai has long been very serious. The consumption of large amounts of mineral energy is the root cause of air pollution, and certain irrational arrangements of natural and human factors weaken the ability to absorb, transform, diffuse, and dilute air pollutants, and ultimately make air pollution truly evolve into a severe environmental issue. The study of air pollution in modern Shanghai will not only help to reveal some long obscured historical facts from an empirical point of view, but also help to trace the historical roots of today's air pollution problems. At the same time, it is also of great significance to deepen the research impact of modern Chinese environmental history at the academic level.

Keywords: modern Shanghai, air pollution, soot, environmental history, energy

* Institute of Modern History, Xi'an Jiao Tong University, Xi'an, Shanxi.