从阴霾到明媚——“雾都”伦敦治理雾霾进程研究

From Gloomy to Sunny, the Process of Eliminating the Haze of the “Foggy City”, London

赵欣
Zhao Xin

摘要: 从 17 世纪开始, 伦敦就以“雾都”之称名扬海内外。实际上, “雾都”之雾的主要成份是雾霾。经历了持续数世纪的雾霾侵害, 伦敦政府和人民用惨痛的代价换来了对雾霾的理性认知和积极应对。伦敦对雾霾的治理经历了从无到有, 从点到面, 由被动到自觉的递进式历程。经过一个多世纪的艰苦努力, “雾都”终见蓝天。

Abstract: London is the famous “Foggy City” in the world since the 17th Century. In fact, the fog of London is what we called “haze” today, which had lasted for several centuries, devastating Londoners’ life and wealth. Being experienced these disasters, London Government and Londoners recognized the haze and its nature scientifically and began to eliminate it in reasonable ways. Generally speaking, the process of treating the haze by Londoners developed from nothing to existence, expanded from the sample to the whole, from passive to self-consciousness, and got great success after more than one century’s endeavors.

关键词: “雾都”; 伦敦; 雾霾; 治理

Keywords: Foggy City; London; Haze; Treatment

伦敦原是举世闻名的“雾都”, 特别是 19 世纪英国文学家狄更斯的名著“*Oliver Twist*”被国人译成了《雾都孤儿》后, 伦敦的大雾形象更是深入人心。实际上, 伦敦“雾都”之雾主要是人为因素导致的雾霾^①, 而不是由水蒸汽蒸发而形成的湿雾。根据历史气象观测资料显示, 湿雾在伦敦是非常稀少的, 且不会增加城市空气的污染指数^{[1]1473-1475}。伦敦政府和人民在付出了惨痛的代价之后才形成了对雾霾的理性认识和积极态度, 学界和相关部门经过多次探索找到了治理雾霾的有效方法, 而这个过程经历了漫长的数个世纪。

伦敦位于英格兰南部低地, 距离海洋较近, 属于温带海洋性气候。冬季时空气对流减弱, 冷空气被地面上升起的暖空气所包围, 气压较低, 天气阴冷潮湿。古代伦敦居民只能依靠燃烧木料和煤炭取暖, 因而冬季的城市上空经常笼罩着烟雾, “雾都”之名遂广为流传。早在 16 世纪时, 伦敦市民就经常抱怨烟雾太大, 伊丽莎白一世听到过无数次有关烟雾的汇报, 以至于“她本人也对海运煤的味道及其产生的烟雾极其懊恼”^{[2]373}。然而, 家庭取暖生成的烟雾因浓度不高并未对人们的生产生活造成直接的危害, 所以未能引起各界的充分重视。英国是工业革命的发源地, 从 18 世纪末期开始, 大量依靠内燃机为动力的工厂代替了传统的手工业作坊, 机器化大生产使伦敦的经济开始腾飞, 大批的剩余产品推动了英国贸易的国际化进程。作为政治、经济中心的伦敦工业突飞猛进, 工厂林立, 提供了大量的就业机会, 越来越多周边地区的农民移入伦敦, 转变为从事工业生产的工人。伦敦城不断向外围拓展, 城市人口急剧增加, 城市各个系统迅速增容。从 1850 年代开始, 更多的人选择居住在伦敦而不是居住在利物浦、曼彻斯特和格拉斯哥等中型城市里。据《泰晤士报》1854 年 1 月 13 日的统计报告, 当时约有 127 869 人移居伦敦, 伦敦人口迅速增加了 3 倍, 全国每 6 人中就有 1 人住在伦敦^[3]。追求瞬时经济效应的伦敦政府对迅速增容的民居非但没有规划, 还不加限制, “兽窝、死胡同、死角、背光屋, 急转弯等遍布伦敦街区, 烟灰和垃圾随处可见,

作者: 赵欣, 史学博士 (浙江大学), 伦敦大学亚非学院博士后, 长春市城乡规划设计研究院博士后, 吉林省社会科学院研究员。Zhaoxin316@163.com

① 现在所通称的雾霾实指霾, 英文为 “haze”, 其主要成分是二氧化硫、氮氧化物和可吸入颗粒物 (英文缩写为 PM, 人体可吸入直径小于 10 微米大于 2.5 微米的颗粒)。前两者为气态污染物, 而可吸收的颗粒物是加重雾霾污染的罪魁祸首。PM2.5 与烟雾 (smog) 结合在一起, 天空瞬间变灰。可视度降低是由于光被黑烟、硫酸盐和硝酸气溶胶等颗粒状物质分散, 在城市地区主要被二氧化氮分散。二氧化氮主要由汽车尾气形成, 是光的最重要的气质吸收体。雾霾的浓度不仅取决于单位区域内生成的烟雾量和挥发量, 还取决于特定的大气条件。当大气层中向上的对流和风的运动停止, 使不断生成的烟停止挥发时才能形成雾霾。有毒的气体和悬浮颗粒对人类身心健康造成了极大的潜在危害。

地面空气质量变得极差。过度密集的街区导致疾病和死亡横行”^{[4]433}。毫无疑问，所有的工厂都是以燃烧原煤为动力的。到了冬季，气压变低，工厂燃煤排出的大量烟尘混杂着不断增加的市民家居取暖释放出的未经充分燃烧的煤烟而形成了浓浓的黑雾，给伦敦的大气环境造成了严重的污染。伦敦人为的烟雾和特殊的地理、气候条件使城市上空经常处于雾霾笼罩的状态。然而，专注于经济发展和海外扩张的英国政府和人民并未对此有所重视，更谈不上对其进行有效治理了。

直到接连发生了数次严重的雾霾污染事件，英国政府和人民才开始觉醒。19世纪后期，伦敦市区面积扩展到了300平方英里（约777 km²）。据统计，市区内至少有400万座壁炉，冬季约有150万座壁炉全天候运作，每天约有3万吨煤被烧掉，每年约有1300万吨煤运抵伦敦。由于使用老式壁炉，不科学的燃烧方式致使大量的碳氢化合物被浪费掉。如果按燃烧比例来算，十分之一粒煤炭燃烧时从烟筒产生一立方英尺的烟，那么每天可能有60吨未完全燃烧的煤碳悬浮在伦敦上空^{[5]6}。伦敦每天约有200吨硫化物或是硫酸混合物进入空中，造成大量燃料浪费的同时也产生了致命的毒雾。伦敦的烟雾在工业愈来愈发达的同时变得更加令人难以忍受，雾霾发生的几率更加频繁。“不幸的居民被迫经常在黑暗的街道中摸索，全然不知风和日丽的滋味，太阳完全无法穿透迷雾”^{[5]6}。1879—1880年间的冬季，从11月份到2月份中间的6周内浓雾迟迟不散，死亡人数比平时增加了两倍，哮喘病增加了220%，支气管炎增加了331%。1880年1月份伦敦每周约有3376人死亡，超出过去10年内周死亡人数的2倍，死亡率从24.6%上升至48.1%^{[6]254}。至1882年2月13日止，死亡率从27.1%增到35.3%，平均每周呼吸系统疾病患者增加994例，而正常值每周仅约430例左右。同时，抢劫、强奸、盗窃等罪恶行径在浓雾的掩盖下不分昼夜地发生，给市民的生命财产造成了前所未有的威胁^{[2]376}。

最严重的雾霾事件发生在1952年12月5日早至9日晚。整整5天浓雾锁住伦敦，24小时内空气中的二氧化硫含量和烟雾浓度分别是1.34 ppm和4.46 mg/m³^{[7]35-42}，12月7日市中心部分地区的能见度只有9~11 m^{[8]1040}。据统计，烟雾量相当于210万吨煤燃烧时发出的烟^[9]。这次大雾导致了前所未有的发病率和死亡率，超出上年同期80%。高峰时期伦敦周死亡人数约4500人，直到1952年12月13日才有所下降。而1953年2月至3月死亡率仍比上年同期高出40%~50%^[10]。从1952年12月至1953年3月，共有13500人死于非命^[10]。这种状况持续至1955年仍未有大的改观，“1月16日下午，雾霾完全遮住了阳光，恍如深夜，亲历者描述说感到世界末日来临了”^{[2]381}。甚至到1962年12月，伦敦大气层中依然保持着与1952年雾霾事件中同样的污

染度，特别是泰晤士河谷地区，二氧化硫的含量接近1952年的同期水平^{[11]489,490}。经过此次灾难，伦敦人对雾霾有了深刻的认识，“1952年伦敦烟雾事件是历史上最严重的空气污染事件，其余波影响是长久的，远远超出了当时报告的4000余人的死亡量。1952—1956年间，伦敦交通线上的员工共有近6万人得了支气管炎。调查充分证实，雾霾与人类健康有直接的因果关系”^{[12]24-32}。

综上所述，伦敦雾霾的历史是漫长且惨痛的，雾霾的浓度和频率随着工业发展和城市的增容不断递增，而人们对雾霾的认识、研究和治理同样也经历了漫长的曲折历程。

1 雾霾的早期治理

19世纪中期至20世纪初，虽然发生了一些严重的雾霾事件，但伦敦市政府仍专注于发展以工业为依托的外向型经济，不断拓展海外市场，再加上学界和民众对雾霾的危害认识不足，导致政府对雾霾亦不够重视。另一个原因是，雾霾的治理需要投入大量的人力和物力，需要工业、商业、市政交通、城市规划及个体居民等方方面面的协作，如此一来必然会使英国飞速发展的经济陷入低靡，因而政府迟迟未敢行动。随着雾霾发生的频率和浓度的增加，公众对雾霾越来越难以忍受，他们不断向政府请愿要求治理雾霾。迫于舆论的压力，伦敦政府不得不先在意识形态领域里承认了治理雾霾的重要性。1844年，英国国会首次宣称：“对人类来说，清新的空气比新鲜的食物更重要”^[13]。

但民众对这样的应付并不买账，他们迫切要求政府能有实质性的动作。在民众的呼吁下，伦敦政府试验性地出台了一些治理措施，企图通过立法来限制工厂、私有企业和个人对煤炭的消耗量，以此来控制雾霾的发生。1853年，伦敦出台了《烟雾损害法案》，这是英国首部治理空气污染的法案。法案制定了一些针对排放黑烟的工厂的罚款措施，然而却因批准罚款的手续太过繁琐而实施不力^[14]。强制法案没有奏效。政府于是采用招标的办法鼓励学界和民间团体寻找治理雾霾的有效方法。1880年代，弗兰克兰（Dr. Frankland）等学者提出了“由堵改输”、从技术角度改变燃料性质的治理方案，并为政府所采纳。他们建议使用无烟炭，倡导用两层以上的隔栅燃烧沥青煤以达到无烟效果，并指出无烟煤可以在威尔士和其他地方生产，以供大城市所需，而沥青煤则专供蒸汽船使用^{[15]10}。为此，他们还成立了烟雾委员会，通过定期召开会议、举行展览等方式加强对雾霾的研究和宣传力度。然而，无烟炭因技术不成熟，导致生产成本太高，且运输不便而未得到广泛的推广和应用。1890年，豪威尔·威廉姆斯（Howell Williams）提出了生产燃气并通过特定管道向城市民居输送以实现集中供暖和照明的方案。该方案的提

出标志着伦敦产生了现代化城市的意识,即从单纯限制个体煤炭燃烧以减少毒雾的模式转向了以加快集约型城市基础设施建设来改善城市总体环境的层面上。但该方案因多方阻力而未能付诸实践。至20世纪初,伦敦以燃煤为动力的工厂和取暖的烟囱随着市区的扩展仍在不断增加。特别是一战后,伦敦的工业技术发生了激进式的变革。X光技术首次应用,汽车开始普及,塑料制品被广泛使用。伦敦的雾霾又增添了新的来源,空气污染指数处于逐年迅速递增的状态。接连发生的雾霾事件令公众不断向政府部门投诉和抗议。为了安抚民心,伦敦政府避重就轻,开始以改造城市基础设施等方式部分性地满足民众的诉求,其举措如下:

第一,扩建城市公共交通基础设施,减少汽车使用量。为了改善地面交通的拥堵状况,伦敦市政府于1891年实施了《伦敦中央铁路法案》。在世界上第一条地铁、1863年建成的大都会地铁线路的基础上在城市中心带全面建设地下铁路网。1892年又通过了“铁路延长法案”,使铁路线从泰晤士河岸(Bank)一直延伸到利物浦街。法案明示伦敦市中心铁路的主要功能之一就是消除地面交通令人难以忍受的有害气体^{[16]10}。在市内马路建设方面,主要采取打通和拓展街区道路的方式使区区相通,户户临街。终极目标是使主干街道开阔且绿化,辅路方便而整洁,消灭原来市镇街道狭窄、曲折的普遍特征。同时,增加道路网络的繁复性以减少过境交通量,降低交通污染^{[4]433}。1897年,伦敦开始使用公共汽车,成为世界上最早拥有公共汽车服务的城市。改造后四通八达的伦敦地下交通网以及复杂的地面马路系统一段时间内降低了汽车的使用率。然而随着汽车的流行和人们对马路系统的熟悉,利用良好的路面交通的私家汽车仍呈不断增长态势。

第二,设置专门监测站点,实时监测城市空气污染,加强研究力度。1923年,伦敦城市的制高点基本都设立了空气监测点^{[17]871}。1932年3月前,伦敦共有60个市政部门,3个工业部门以及1个农业机构参与了大气环境污染调查。截止1932年3月31日,伦敦共有90个降尘测定器在运转。降尘测定器是由一个经过特殊设计的瓶子制成的,用来收集经过雨水冲刷的大气中沉积的杂质。监测所得数据每月统计分析一次,以沉积物的多少来确定该地区的污染度^{[18]576,577}。1931—1932年,伦敦增设了多个雾霾监测点用于监测冬季(10月—3月)大气污染度,24小时内实时监测^{[18]576,577}。这些监测点所收集的数据对研究部门分析污染物成分,政府调整及改变污染的监管力度等方面都有着积极的指导意义。据监测部门统计,1933年,伦敦9个车站附近,3个站点的焦油含量持续走高,3个没有变化,3个略呈下降趋势^{[18]576,577}。烟灰、动植物灰尘等炭质沉积物在33个监测点都有所下降,即每平方英里137.16吨。马

路表面产生的矿尘和来自烟囱的灰尘有36个站点下降,12个站点增加^{[18]576,577}。这表明,城市基础设施的改善对空气质量的影响并不明显。

第三,重新规划、建设城市街区,改善市内空气循环状况。19世纪中叶以前,伦敦市民居住条件很差,特别是1830年代投机性的建筑热使开发商们甚至抛弃了房屋绕开街道的规则,阻断了阳光、空气和车道。根据1846年健康城市联合会的建议,伦敦市政府采用如下措施进行改造:其一,建立地下排污系统。采取铺砌面、建下水道、定时清扫等手段以打通地下管道交通和排污设施。下水道系统的诞生标志着伦敦开始向现代化都市迈进。其二,重新规划街区。采取拆除、搬迁等方式重置居民房屋,让出交通干线和辅线,留出街路的绿化用地,让清新空气能在市内自由流通。其三,积极推广现代城市理论,发挥民间城市学术团体的作用。1898年,霍华德(Ebenezer Howard)在其《城市花园宣言》中提出了花园城市的规划理论,指出花园城市规划的轴心是低密度,城市建筑要建在路旁草坪的后面以防止共振和噪音。密斯伯爵(The Earl of Meath)是19世纪末期城市公共花园联合会主席,他积极倡导以提高绿地面积来使城市“乡村化”。这些理论后来都为政府部门所采纳。可以说,伦敦早期的雾霾治理与城市现代化是相伴相生的。其推进的方式是由下而上,再由上及下,政府从被动性的应付逐渐走向主动性的补救。这一时期,伦敦城的环境卫生有了很大的改观,公众的环保意识在城区重建和媒体宣传中开始形成。截至1914年,多数市民都已住进由地方管理委员会审批规划后的房子,居住条件达到了当时世界公共医疗与卫生水准的最高级别。这说明,环境治理的主体是政府,而民众的广泛参与和支持是基础和动力。但是,通过上述的政府举措可以看出,伦敦政府的主要目标是改善住房条件和交通条件,并未从根本上触动工业发展的根基,遏制住关键的污染源,即禁燃沥青煤。进入20世纪后,随着工业化进程的加速和汽车行业的异军突起,新的大气污染源与沥青煤的污染源混合在一起,大气污染度有增无减,人们对雾霾的认识也愈发清晰^{[18]576,577}。“1932年的报告指出,伦敦的烟雾在大气条件不良状况下产生了比以往更长时间的雾霾……过去10年里,伦敦空气的纯度几乎没有任何改进。事实上,1921—1922年的污染沉积量没有多少改变。另一方面,大气中的硫酸盐却在增加。空气中的硫酸盐是引起雾霾的罪魁祸首之一。”^{[18]576,577}。

2 雾霾的中期治理

1952年的烟雾事件将伦敦政府推向了浪尖风口,研究者明确证实雾霾事件的罪魁祸首是工业和家庭燃用的未充分燃烧的原煤所产生的大量有害气体^[9]。民众再度强烈呼吁政

府通过严格执法来禁止原煤的使用，“除了强制性的法律外，没有别的办法能保证公众受到照顾和关注，免遭公害之苦，保证工厂本身能节约巨大的燃料开支，国家资源免于每年烧掉上百万吨燃料的过度浪费”^[19]。至此，英国政府才不得不痛下决心切断雾霾污染源，把治理大气污染提到了行政工作的首位，其主要举措有：

第一，通过专门立法和严格执法掐断污染源。1952年雾霾事件后不久，英国政府立即出台紧急法令：“每户居民立即储存100英担焦炭在烟雾期燃用，能使用无烟燃料的家庭要限制使用其他燃料；禁止焚烧垃圾；人流密集区禁止机动车驶入，车辆停止时应立即关掉发动机”^[9]。同时勒令工厂安装排烟监测器，禁止排放黑烟^[9]。1956年，英国政府颁布了《清洁空气法案》，旨在减少煤炭的使用量和推广原煤的替代品，冬季时对人口密集的大型公寓和公共空间（学校、教堂、医院、商场等）采取集中供暖办法，限制家庭壁炉的使用，通过媒体的强势宣传推广无烟煤、燃气和电等新型能源。同时将烧煤大户发电厂和汽车制造等重工业迁往郊区。为了保持地面空气的清洁度，空气清洁法案根据二氧化硫的排放量特别规定了工厂烟囱的最低高度，热电厂等大型工厂被强制使用脱硫装置。使用该设备后，90%的二氧化硫可在排入空中前被移除，且是一个不可逆的过程，硫化物不会再以吸收的方式重新生成。“1968年再次通过了修改后的空气清洁法案，规定在无烟区销售原煤也是违法的”^[9]。

这两部法案都特别强调了限制“黑烟”的问题。实际上，1956年实施的《空气清洁法案》与上世纪末一些学者提出的治理空气污染的方案相比并未增添多少新的内容，只是加大了具体实施力度。“1855年英国健康总会致伦敦政府的有关空气污染的一份报告所得的结论与现在的法案大同小异”^[14]。这说明，治理大气污染的关键是有效执法，而非重复性的立法。空气清洁法案的严格推行使伦敦千万个家庭在最短的时间内完成了传统燃料的更替，而工厂的迁出和工业用煤的充分燃烧对城市雾霾的减少起到了关键作用。1960年代以后，伦敦的烟雾已经减少了80%^{[20]108}。特别是1960年代中期英国北海发现油气田，为英国燃料结构的彻底改变提供了可持续的新能源。至1980年代，英国煤矿已关闭殆尽，煤炭基本退出了伦敦的历史。

第二，增设研究、监测城市空气质量的机构，实现研究成果与政府部门的直接对接。1953年初，英国在圣·巴索罗缪（St. Bartholomew）医院设立了空气污染的专项研究机构，以此为起点，不断完善和细化空气污染的研究和监测体系。此后共设置了22个空气可见度的观测点。与医院紧邻的伦敦气象办公室负责测录温度、湿度、可见度等数据。因此每天空气指数的参数波动可以与空气中总的气溶胶酸度

相比较。1961年，国家空气污染调查局（National Survey of Air Pollution）正式成立，负责测量每天的烟雾浓度，制定了标准刻度来检测空气中的悬浮颗粒、二氧化硫和酸性物质的浓度。起初，该局在伦敦设置了500个观测点，至1966年已增至1200多个，遍布周边500多个村庄和开阔地带^[21]。1970年2月，皇家专门调查委员会（Royal Commission）成立，其职责就是“关注环境污染，以该领域的充分研究成果对政府独立谏言”^[14]。1963—1971年冬天，研究者做了专项比较研究。他们分别从伦敦市中心和较偏远的位置取样监测，发现大量的二氧化硫来自于商业建筑的中央供热系统和汽车尾气，硫酸或三氧化硫可能源自上两个地点，且这三种污染物指数反向影响了气象条件，如温度逆转等（表1）。

表1数据显示，1960年代—1970年代，影响伦敦可见度的污染物指数不断下降，二氧化硫的排放量相应减少，硫酸盐形成几率降低^{[20]108}，空气质量呈上升状态。

经过科研人员数十年的努力，英国学界对雾霾的研究更加系统和深入，为政府部门科学有效地治理大气污染起到了重要的指导作用^{[4]433}。1973年，伦敦市中心地区的冬季阳光天气已增加了50%，鸟的种类也呈双倍增长态势^{[15]10}。“圣保罗大教堂洗去了1960年代沉积的厚达三英寸的灰尘，被染黑的鸽子露出了洁白的羽毛”^{[15]10}。这标志着伦敦雾霾的治理已成就斐然。中期治理之所以能在短时间内取得显著的成效，主要在于政府部门的严格执法，遏制了造成雾霾的关键污染源“原煤”。其次得益于科研人员的科学指导和民众的呼吁、配合。但是，中期治理采取的是应急性的非常手段，而伦敦工业的重建、排污措施等全方位的落实需要长期的过程，且由于工业脱硫等设备的安装和运转需要大量资金，导致一些企业隐匿躲避甚至破产，伦敦政府面临着产业调整、经济重振等多种严峻问题。

3 雾霾的近期治理和远景目标

经过艰苦卓绝的努力，1980年代以后伦敦市内的原煤已被燃气、油和电等新能源取代，煤炭燃烧引发的雾霾几乎尽绝。然而，随着人民生活水平的提高和城区的拓展，汽车的普及率越来越高，汽车尾气成为雾霾的元凶，制造新能源

表1 伦敦主要城区的二氧化硫与烟雾排放量（密度单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

年份	二氧化硫	烟雾
1960—1961	158	150
1965—1966	116	96
1970—1971	100	55
1975—1976	71	32
1977—1978	60	25

资料来源：作者根据参考文献[22]273绘制

的工业同样加重了大气污染。调查显示,城市大气的新污染源主要来自马达和热能电站及工业烟囱排放出的二氧化硫,“1985—1995年间,来自工业、商业和居民部分的CO₂排放量因使用天然气而大大降低,而产自交通系统中的CO₂增加了20%”^{[23]339}。面对新的挑战,伦敦政府采用了“强制和导引相结合”的办法,策略性地限制汽车尾气,加快传统重工业和新能源工业的改造和对接,同时拓展新的城市经济支撑点。其主要举措有:

(1) 继续拓展城市轨道交通网,鼓励非机动车出行。为了减少汽车尾气,伦敦市政府进一步扩建和改建公共交通设施,延长了地铁和铁路线,形成了四通八达的便捷的轨道交通网。目前,伦敦主城区共有纵横交错的13条铁路线,其中11条穿过市中心所在的一区,8个大型火车站的火车准时地以最高频率发往全国各地。市政部门以年票、月票、日票、学生票等多种优惠方式刺激市民采用更加经济、迅捷的轨道交通,而对私家车征收高额的进城税和停车费。同时改进技术,降低汽油中的硫含量,大力推广新能源汽车的研发和应用,强制汽车生产厂家在汽车上安装催化转化器以减少氮氧化合物的排放量。此外,政府鼓励市民使用非机动车,特别倡导自行车出行。市政部门在伦敦的各个街区都设有自行车自助租赁点,市民只要输入相关信息就可免费使用。伦敦高密度的城区结构使其能够维持独一无二的便捷的公共交通系统,市民对汽车的依赖度在综合治理中逐步降低。

(2) 调整产业结构,加强工业排污治理。为了从长远上根治雾霾,伦敦市政府继续推行强制措施,责令市区内所有的工厂关闭或外迁,且外迁工厂必须改变燃料结构,使用油气或电能,对继续使用煤炭的工厂强制安装除尘设备。导引手段是大力发展旅游业和金融业,鼓励传统工业转产和改制,提高废物利用率,向大工厂提供除尘补助。研究发现,电站是二氧化硫的主源地,伦敦市区内2/3以上的二氧化硫是由热电厂产生的。在政府的支持下,各大电站都引进了静电除尘器,锅炉气体中99%的灰在释放之前被收集起来,而大约有1/4的煤炭从锅炉架上掉落成为底灰。这些底灰也被进行了有效利用,制作砖和轻骨料,用以建筑路堤等民用工程^{[22]273}。大型工厂也引进静电除尘器,小型工厂则使用旋风分离器、多级旋风分离器或其他单一的惯性气旋设备进行除尘。这些设备对移除较粗糙的微粒很有效,因而特别适合用机械加煤的锅炉使用。据统计,使用这些设备的大多数工厂的烟尘发出量仅占1968年《空气清洁法案》规定的1/3或1/2(燃料燃烧时小型锅炉[230 kg/h coal]可释放出燃料总额1%的废气,大锅炉减至0.5%[2 300 kg/h coal])^{[22]273}。

(3) 加大科技创新力度,持续推进新能源技术的研发与应用。英国工业脱硫设备和运转成本十分高昂。1958—1968

年间,英格兰和威尔士主要的工厂,包括电厂、水泥厂、汽油、燃气厂、焦炭厂、汽车厂、瓷厂、钢铁厂和化工厂等投入的排污资金只有3 905.6万英镑^[14]。而国家无烟燃料公司的1个工厂引进和使用特制除尘设备就花费170万英镑,1981年前排污花费约220万英镑(表2)^[14]。

英国政府意识到要从长远上保证空气质量和工业利润的双赢,完全依靠强制手段是不会奏效的,只有加大科技创新力度,寻找新的治污技术才能实现。经过长期摸索和实践,科研人员发明了两种新技术,使工厂在根除烟雾的同时又能进行新能源的转化。一种是通过蒸汽和氧气将废气气化,使之转化成天然气(由英国天然气公司开发)。另一种是将原煤转化为液态燃料和化学原料(由英国国家煤炭委员会开发),气化燃烧可以彻底除去燃烧过程中产生的硫和氮。这两种技术已被英国企业所采纳。1980—1995年间,安装了除尘设备,并采用新技术的英国大工厂二氧化硫的排放量减少了50%还多^{[23]339}。

(4) 拓展城区和郊区的绿化面积,实现跨地域合作。二氧化硫是一种跨国性的污染物,主要以酸雨的形式对周边环境进行破坏,引起土壤和水资源的酸化,在动植物身上产生反向健康问题,对自然地质和建筑物形成腐蚀。而氮氧化物则是引起跨国大气污染的主源。对此,英国政府首先以增加城郊和周围农村的大面积绿地来增加本国空气中的氧含量,减少酸雨的形成几率。1980年代以前,英国森林覆盖率只有10%左右,城市土地使用面积占国土资源的10%,农业用地占75%,而欧洲平均覆盖率是34%^{[23]339}。1985—1995年间,英国加大了植树造林面积,减少了城市建筑用地,实施退耕还林、还草等办法增加空气中的负氧离子。经过治理,森林覆盖率增加了8%,耕地面积减少了2%,农村土地有20%被保护起来^{[23]339}。目前,伦敦城市绿化带已是市区建筑用地的3倍,有大大小小100多座公园。英国力争在21世纪中叶前绿地面积再增加两倍。其次,为了减少其他城市和邻国产生的空气中酸性沉积物的危害,伦敦加强了城际、国际之间的合作。英国主动退出了对欧洲诸多环境资源的竞争,该弃权行为使之在国际上赢得了更多信誉和支持,欧洲其他国家的环境立法和治污策略逐渐向英国看齐。在全球范围内,英国签署了许多不同程度的基于国际法基础上的环保条约和

表2 悬浮微粒移出设备的价值与有效率

设备种类	有效率 %	成本(千英镑)	经营成本(一便士/吨煤)
高效旋风分离器	84.00	68	18.8
静电除尘器	98.30	327	46.6
反向风布袋收尘器	99.95	323	85.2
冲板式除尘器	86.00	132	35.4

资料来源:作者根据参考文献[14]绘制

协议。1987年,英国通过了《国家空气质量战略决议》,同年签署了欧洲的《空气质量框架性指令》。1992年,颁布了义务使用非矿物燃料的法案。世界卫生组织限定:保证公众健康的烟雾指数的年平均量限量是 $40\sim 60\mu\text{g}/\text{m}^3$,24小时内的平均量限量是 $100\sim 150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。目前,英国全国范围内的烟雾指数已远远低于世卫的限量。英国牢记1952年雾霾事件的惨痛教训,在发展经济的同时始终坚持把空气治理放在首位,并制定了长期的防范目标:限制可能导致全球变暖和气候改变的温室气体的排放量;禁止引起平流层臭氧减少的气体排放;限制酸性物质的排放;控制空气污染以减少对生态系统、人类的不良影响^{[23][339]}。

4 结论

伦敦的经历表明,雾霾的形成和治理是一个长期的动态进程,需要政府和民众长期不懈的坚持和努力。毫无疑问,伦敦雾霾的历史、治理经验及其长远的防范措施对于今天深受雾霾之苦的发展中国家和地区而言具有积极的借鉴意义和指导作用。

第一,治理雾霾的宏观调控者只能是政府部门,政府的强制性手段是短期内遏制严重大气污染的关键。对发展中国家而言,雾霾的来源主要是工业、电力及取暖所使用的原煤和汽车尾气,而强制性的燃料更替、排污装置的使用及汽车工业的限制和转型必然会在短期内拉低国民经济增长指数,很可能使国家经济形势在一段时间内陷于低靡。因此在扭转雾霾严重污染状况期间,国家、地方的经济发展导向需要中央到地方各级政府部门形成统一认识并重新定位。而长期的治理则需要政府在推行强制性措施的同时必须逐步落实工业排污装置和运转的补偿机制,积极引导产业结构调整,调动各个部门协作的积极性。

第二,治理雾霾的微观参与者是民众。雾霾的危害是没有社会阶级划分的,因而在政府和媒体的积极宣传下,治理雾霾能够凝聚起社会各阶层的力量。民众的广泛参与和密切配合是有效治理雾霾的关键点和动力源。民众首先要在意识上对雾霾的成因、危害形成深刻的认知和记忆,进而成为雾霾治理的参与者和监督者,从而使饱受雾霾危害的城市能形成一个自下而上的舆论宣传和反馈体系,使政府部门的强制性措施逐渐演变成自觉行为。

第三,雾霾治理过程成本高昂,且持续周期十分漫长,但并不与经济发展完全相悖。伦敦经验表明,雾霾与社会经济发展基本同步,片面地追求短期内的经济效益必然会导致雾霾指数的攀升,而早期治理受地方经济保护主义和人为因素干扰过多,虽然国民经济在短时间内腾飞,但偿还的代价却是惨痛且巨大的。好在最终,英国政府在大力推进强制性

措施的同时加大了科技创新,不断采纳、引入新技术以协调工业生产与空气污染之间的矛盾,变废为宝,逐渐实现了第二产业的弱化和第三产业的繁荣。UPI

参考文献

- [1] Robert E Waller, Patrick J Lawther. Further Observations on London Fogs[J]. The British Medical Journal, 1957, 2(5059): 1473-1475.
- [2] Peter Ackroyd. London[M]. Vintage, 2012.
- [3] Garrett Ziegler. The City of London, Real and Unreal[J]. Victorian Studies, 2007, 49(3).
- [4] Hebbert Michael. A City in Good Shape: Town Planning and Public Health[J]. Town Planning Review, 1999, 70(4): 41-43.
- [5] Howell Williams. The Heating and Lighting of London by Pipe Lines: An Open Letter to Walter Wren on the Abolition of London Fog[M]. Bristol Selected Pamphlets, 1890.
- [6] BMJ Publishing Group. Fog Fatality in London[J]. The British Medical Journal, 1880,1(998).
- [7] Kazuhiko Ito, George D Thurston. Characterization and Reconstruction of Historical London, England, Acidic Aerosol Concentrations[J]. Environmental Health Perspectives, 1989, 79(1): 35-42.
- [8] Black J. Intussusception and the Great Smog of London, December 1952[J]. Archives of Disease in Childhood, ProQuest Education Journals, 2003, 88(12): 1040-1042.
- [9] David Maxwell Fyfe. Air Pollution[B]. CAB129/64/33, National Archives.
- [10] Michelle L Bell, Devra L Davis, Tony Fletcher. A Retrospective Assessment of Mortality from the London Smog Episode of 1952: The Role of Influenza and Pollution[J]. Environmental Health Perspectives, 2004, 112(1).
- [11] The Latest London Fog[J]. The British Medical Journal, 1963,1(5329).
- [12] C J Cornwall, P A B Raffle. Bronchitis: Sickness Absence in London Transport[J]. British Journal of Industrial Medicine, 1961, 18(1).
- [13] Parliamentary Papers[P]. 1844, 68; 1845, 651.
- [14] Charles Anthony R Crosland. The Protection of the Environment: The Fight Against Pollution[B]. CAB 129/149/27, National Archives.
- [15] Ranlett John. The Smoke Abatement Exhibition of 1881[J]. History Today, 1981, 31:10-13.
- [16] Central London Railway Company. The Central London Railway[M]. LSE Library, 1892.
- [17] Atmospheric Pollution and Fog Prevention[J]. The British Medical Journal, 1923, 1(3255): 871.
- [18] BMJ. Atmospheric Pollution: Cause of Fog and Smoke Haze[J]. The British Medical Journal, 1933, 1(3769): 576-577.
- [19] Helen M Davis. Hazard of Smog[J]. Public Health, Science News Letter for May 7, 1955, 67(19).
- [20] Derek Lee. Regional Variations Long-Term Visibility Trends in the UK, 1962-1990[J]. Geography, 1994, 79(2).
- [21] Elsom D M. Drastic Reduction in the United Kingdom Air Pollution[J]. Monitoring Network, Geography, 1982, 67(2):134-137.
- [22] Gibson J. The Future for Coal and the Environment[J]. Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce Journal, 1981, 129(5297): 273-288.
- [23] Stead Dominic. Environmental Resources and Energy in the United Kingdom: the Potential Role of a National Spatial Planning Framework[J]. Town Planning Review, 1999, 70(3): 19-44.

(本文编辑:许政)