

洛杉矶治理大气污染的经验与启示

Los Angeles' experience in controlling atmospheric pollution and its enlightenment

■文/ 林岩 朱怡芳

洛杉矶治理光化学烟雾的历史进程

自2011年起,中国的雾霾频发,屡次成为公众焦点。其实美国加利福尼亚州的洛杉矶在70多年前也经历过类似的情形。

洛杉矶最早的光化学烟雾发生在二战时期,当地居民们甚至以为这些烟雾是日本投放的化学武器。事实上,洛杉矶光化学烟雾的真正“元凶”是机动车排放,但是当时人们没有很快地意识到这一点,因为光化学烟雾是淡棕红色的,而机动车尾气是无色的。光化学烟雾的主要成分是臭氧(O₃),它主要是机动车排放的氮氧化物(NO_x)和挥发性有机物(VOC)通过光化学反应形成的。洛杉矶在1940年的机动车保有量已经超过了100万辆并且持续快速增长,机动车排放的大量NO_x和VOC为臭氧的生成提供了反应原料,而当地干旱的气候和强烈的阳光更是促进了光化学反应的进行,同时洛杉矶三面环山的地形限制了污染物的扩散,最终导致了光化学烟雾污染。

治理洛杉矶空气污染的关键是控制机动车的排

放,政府最初的对策是改良汽车,其主要手段是提高发动机的燃烧效率并为汽车加装催化转化器。其中,后者效果更为显著。催化转化器通常安装于汽车的尾气排放系统,其主要作用是将尾气中的NO_x等有害气体转化为无害物质,从而达到减排的效果。尽管催化转化器从一定程度上减轻了污染,但是空气中臭氧等污染物的浓度依然很高,这时,人们开始将目光转向油品。

上世纪70年代,全球的石油危机促进了新能源的研发,这时人们发现使用天然气或者乙醇作为燃料可以降低污染物排放。于是政府开始鼓励使用天然气和乙醇,并且提高了汽油的油品标准。与此同时,政府加强了监管力度,对于不达标的汽油施以重罚,并面向社会公开,以儆效尤。洛杉矶的“车油共管”措施成功地将洛杉矶地区的臭氧浓度在四十年内降低了60%以上(图1)。

今天的洛杉矶,虽然已经重新拥有了蓝天白云,但依然是全美污染最严重的城市之一。在2016年,洛

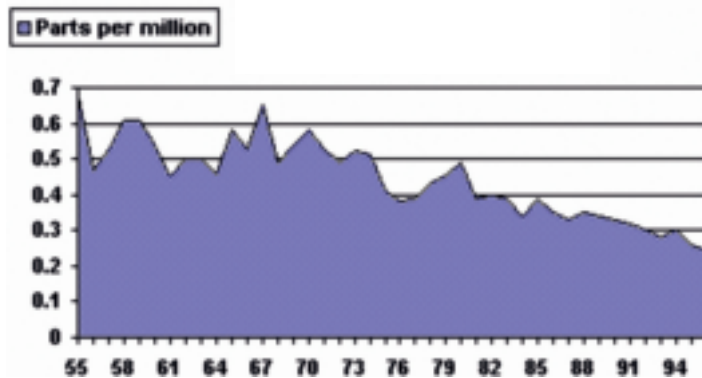


图1 洛杉矶市1955-1994年大气中臭氧浓度



图2 洛杉矶的光化学烟雾早在1943年就已出现,但是直到1952年之后,污染才有所好转。

杉矶大气中的一氧化碳(CO)和PM10已经达标,但是臭氧和PM2.5依旧超标,这很大程度上是由于新的环境标准对这两种污染物的要求更为严格。严格的标准也为洛杉矶政府继续治理大气污染提供了动力。通过政府,科研机构与企业的合作,洛杉矶依然在消除大气污染的道路上继续前行着。

对我国当前治理雾霾的启示

阐明污染发生的机制可以大大提升治理的效率。

机理的阐明可以帮助我们找到并控制污染形成过程中的“关键物种”,从而完成污染的“靶向治疗”。洛杉矶的光化学烟雾早在1943年就已出现,但是早期洛杉矶政府采取的大量措施,包括控制露天焚烧等,并没有有效地降低污染。直到加州理工大学的Haagen-Smit教授发现NO_x是O₃形成的关键物种,洛杉矶政府才采取了一系列针对性措施来控制机动车的NO_x排放,并最终成功消除了光化学烟雾。与历史上由单一污染源导致的伦敦烟雾(燃煤)和洛杉矶烟雾(机动车排放)不同,近期发生在中国的雾霾是由燃煤,机动车排放,生物质燃烧等多种污染源共同导致,这种复合

污染在世界范围内并没有先例可循。复合污染最大的问题是,多种污染物会在大气中发生复杂的化学反应,当雾霾发生的时候,这些反应“净生成”的细颗粒物(PM2.5)甚至远大于直接排放。目前我们尚未阐明这些化学反应是如何进行的,因此,现阶段我们只能通过降低全部污染源的排放来控制空气污染,但是这样的措施是一把“双刃剑”,它一方面可以改善环境,但是同时也会对经济和居民生活带来一定的影响,这也是为什么北京只在迎接“APEC”和“阅兵”等重大活动时才采取这样的措施。与全面减排相比,找到雾霾形成关键物种并控制是一种“性价比”更高的方法,但这依赖于污染机制的阐明。目前在国内外科学家的努力下,雾霾的神秘面纱正在逐步被揭开,但依然任重道远。

严格的环境标准是“倒逼”技术升级的重要手段。

大气污染会损害公众健康。对污染的治理其实可以认为是对公众健康做出的一种“医疗投资”,应该为其“买单”的,是排放污染物的企业。政府在这桩“交易”中的角色应该是监督并引导企业,通过技术升级等手段降低排放,以保护公众健康。针对这一目的,美国政

府采取的主要手段是设立严格的环境标准。与中国的空气质量标准略有不同,洛杉矶目前实施的空气质量标准,只从保护人群的健康出发,完全不考虑企业的经济成本。这种标准的制定方法有时可能会产生对企业过于严苛,甚至标准超过现有技术的情况,但是标准的制定者清楚地知道这些情况,其目的就是为了“倒逼”企业的技术升级。例如,1990年加州空气资源局推出的“零排放”机动车项目法案,该法案要求零排放车在车企的总销量占据一定比例。事实上,该法案过于激进,当时的电动车技术无法达到,从而导致了该法案在车企与空气资源局的博弈中不断被修改,但是,在这一次次的博弈中,电动车技术在加州得到了迅速发展,同时美国其它州也纷纷开始效仿。

地方标准在必要时需要严于国家标准。这主要是针对排放标准。在洛杉矶的光化学烟雾中,尽管单位汽车的排放满足国家标准,但是由于洛杉矶巨大的机动车密度,导致污染物排放的总量居高不下,不利的气候与地形更加剧了污染的加重。为了控制区域内污染物的总量,洛杉矶必须制定比国家更加严格的排放标准以防止污染的发生。目前,加州是美国唯一有权利制定自己排放标准的州,其标准通常比美国环保局(EPA)更加严格。由于加州人口众多,经济发达,车企不愿意放弃加州市场,与其制造两条生产线来满足两个标准,不如都制造成加州标准。于是更加严格的加州标准,客观上推动了整个美国机动车排放设备的升级。中国的雾霾主要发生在东部,特别是经济发达,人口稠密的地区。这些地区的排放源密度更大,因此更加严格的排放标准对污染物的总量控制就尤为重要。

严格但是“人性化”的环境执法。环境执法的好坏直接关系到污染治理的效果。过于宽松的执法会降低政策的效果,而过于严格的执法会打击企业的积极性。在执法的尺度上,洛杉矶采取了“高罚单,人性化”的策略达到了两者的平衡。在加州,空气资源局(ARB)的执法人员权利很大,他们不仅可以进行油品检测,还可以在路上叫停车辆,检测尾气,他们甚至还负责汽车零配件市场的监管。由于加州人口众多,执法人员无法做到一一检查,所以采取抽查,高罚单的策略。如果违法者拒不合作,结局就是法庭上见。罚单的目的并不是简单的惩罚,而是为了督促企业达标,因此加州的环境执法除了严格,还有人性化的一面。一方面,罚单的数额往往是综合考量对公众健康和安

全的损害程度,过往的违法记录,合作态度,经济负担等因素综合决定的;另一方面,高额罚款的一部分可以返还给公司,用于其环保相关的项目。以最近发生的“大众”汽车丑闻事件为例,“大众”因为作假导致过量排放NO_x而被处以了147亿美元的巨额罚单,但是“大众”被允许将这些罚款用于环境补偿,投资清洁能源技术研发等项目。

结语

从1943年光化学烟雾第一次出现算起,洛杉矶与大气污染的战斗已经持续了超过70年。尽管今日的洛杉矶污染已经远低于从前,但是它们依然在损害着人们的健康,治理大气污染依然任重而道远。从洛杉矶的经历中我们可以看出,污染的治理需要对污染成因的研究,需要政策的制定和实施,需要技术的进步,这些环节没有哪个是可以一蹴而就的。相比较洛杉矶的光化学烟雾,中国的雾霾成因更为复杂,涉及的排放源也更多,对其的治理,也需要更多的努力和耐心。☞

作者单位:加州大学洛杉矶分校(UCLA)公共卫生学院环境健康科学系

