

近五年城市PM2.5浓度变化趋势与分析

王丽梅

内蒙古乌海市生态环境监控监测中心，内蒙古乌海，016040；

摘要：PM2.5作为影响城市空气质量与人类健康的核心污染物，其浓度变化直接反映城市大气污染治理成效与环境质量动态。本文梳理近五年城市PM2.5浓度的整体变化态势与结构性特征，剖析驱动浓度变化的核心因素，进而提出巩固治理成效、推动浓度持续下降的优化方向，为城市空气质量精准改善提供支撑。

关键词：城市PM2.5；浓度变化；污染治理；趋势分析；协同控制

DOI：10.64216/3080-1508.26.01.100

1 近五年城市PM2.5浓度变化趋势

1.1 整体变化态势

从五年的长期来看，城市PM2.5浓度一直在下降，污染治理取得了明显效果。全国所有地级及以上城市，PM2.5年均浓度连续达到国家标准，达标的的城市数量超过了七成，重污染天气比以前少了很多。这说明污染治理措施起到了系统性的作用。背后原因是，各地一直在推进能源结构调整、工厂升级改造、控制汽车尾气等治理工作，从源头减少了PM2.5和它的前体物的排放总量，让城市空气质量有了历史性的改善。

1.2 结构性波动特征

在整体下降的大趋势下，PM2.5浓度的波动不是随机的，主要集中在季节和区域两个方面，不同方面的波动规律不一样。季节方面，PM2.5浓度呈现“秋冬高、夏春低”的规律。秋冬季节，空气流动慢，污染物不容易扩散，加上有些地方焚烧秸秆，会在短期内产生大量PM2.5，导致浓度快速上升。夏春季节，降水多，雨水能把空气中的PM2.5冲到地面，空气流动也强，污染物容易扩散，浓度大多是全年最低。不过，部分南方城市在夏春的某些时候，浓度也会反弹。区域方面，不同地方的PM2.5浓度波动差别很大。长三角等重点治理区域，因为治理力度大、各地配合好，PM2.5浓度下降幅度比全国平均水平高，波动也小，整体下降稳定。西北地区的城市，容易受到沙尘天气影响，沙尘会带来大量颗粒，让PM2.5浓度突然升高，污染阶段性加重。西南地区的城市，在夏秋季没下雨的间隙，有些地方焚烧秸秆，加上当地多山、多盆地，空气不容易流通，秸秆焚烧产生的PM2.5散不出去，局部时段污染风险会升高。

2 城市PM2.5浓度变化的核心驱动因素

2.1 政策调控与治理措施的主导作用

政策推动的全面治理，是PM2.5浓度整体下降的主要力量，作用长期、稳定，也是近五年治理见效的关键原因。这些治理措施覆盖了四个主要领域，每个领域都有针对性的办法控制污染。工厂生产方面，一方面，淘汰污染重、效率低的落后产能，从数量上减少污染排放；另一方面，对焦化、钢铁等污染多的重点行业，推进超低排放改造，要求工厂装高效的除尘、脱硫、脱硝设备，把工业粉尘和废气的排放控制在很低的标准。能源使用方面，减少煤、石油、天然气等化石能源的使用，加大风电、光伏、水电等清洁能源的推广，从能源供给端减少PM2.5的产生。交通出行方面，不断提高汽车尾气排放标准，严查超标排放的汽车，同时加快推广新能源汽车，逐步替换传统燃油车，减少汽车尾气中的PM2.5。城市管理方面，加强施工扬尘控制，要求施工单位盖防尘网、洒水降尘、装扬尘监测设备；推进餐饮油烟治理，要求餐馆装油烟净化器，定期检查，确保油烟达标排放。另外，针对PM2.5会跨区域扩散的特点，各地建立了跨区域协同治理机制，互相共享污染监测信息，一起实施减排措施，减少了区域间污染叠加的情况。

2.2 自然条件的阶段性影响

和政策的长期影响不同，自然条件对PM2.5浓度的影响是阶段性、突发性的，它不直接减少或增加污染物排放，而是影响污染物的扩散，导致浓度短期波动，这也是近五年局部波动的重要原因，主要体现在气象和地形两个方面。气象方面，风速、风向、温度、湿度、降水直接影响污染物扩散速度。空气不流动或上层空气温

度比下层高时，会形成“空气墙”，挡住PM2.5向上扩散，导致浓度快速升高。沙尘天气会把大量沙尘颗粒带到空气中，直接增加PM2.5浓度，对西北地区城市影响最大。下雨时，雨水能吸附PM2.5，让浓度下降；天气干燥、风小时，浓度容易保持在高位。地形方面，盆地、山谷等封闭地形的城市，空气不容易流通，PM2.5排出去后散不出去，就算长期治理，浓度下降也慢，波动也大。平原、沿海城市，地形平坦，空气流动顺畅，PM2.5容易扩散，浓度下降快，波动也平缓，治理效果更明显。

2.3 污染特性的新型挑战

近五年污染治理推进后，PM2.5污染的特点变了，从单一污染变成复合污染，生成过程也更复杂，这给浓度管控带来了新难题，也是部分城市浓度波动、治理见效变慢的原因，主要有两个方面。一方面，PM2.5和臭氧污染一起增长，相互影响。夏季气温高、光照足，臭氧容易增多，而臭氧会加快大气中某些物质的化学反应，让这些物质变成新的PM2.5（二次PM2.5），导致浓度反弹，打破了“夏春浓度低”的规律，增加了管控难度。另一方面，PM2.5前体物的管控变难了。PM2.5的来源有两个：一个是污染源直接排放（一次排放），比如施工扬尘、汽车尾气直接排出的颗粒；另一个是前体物通过化学反应生成（二次转化）。现在一次排放的PM2.5得到了控制，但二次转化的PM2.5占比越来越高。这些前体物包括二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物，来自工厂生产、交通出行、居民生活等很多领域，不同领域排放特点不一样，很难精准管控，只要一个领域没管好，就会让二次PM2.5增多，影响整体浓度下降。

3 推动城市PM2.5浓度持续改善的优化方向

3.1 升级标准体系，强化引领作用

现在的环境空气质量标准，对已经达标的市，引导作用越来越弱。要以科学为依据，逐步修改标准，用更严的要求，推动PM2.5浓度继续下降。修改标准时，要参考PM2.5对人体健康影响的研究结果，合理设定更严的PM2.5浓度上限。还要制定分阶段、分区域的达标计划，形成“先进地区先做、重点区域集中攻坚、全国按步骤推进”的格局。先进地区已经达标，要先按新标准要求自己；重点区域污染重，要集中力量减排；其他城市跟着节奏走，一步步实现目标。修改标准要兼顾科学和可行，不能两个极端。一方面，不盲目追求国际上

最严的标准，要考虑我国不同地区发展不一样、治理能力有差别，标准太高，很多城市做不到，最后就成了空要求。另一方面，也不能把标准定得太松，不然城市就没动力再去治理，没法推动浓度继续下降。要定一个“跳一跳就能够到”的目标，让城市知道，多努力一点就能达标，这样才能引导城市不断加大治理力度，让标准真正起到引领作用。

3.2 聚焦精准防控，深化协同治理

现在PM2.5污染有两个难题：一是和其他污染（比如臭氧）叠加，二是前体物不好管控。以前“到处都治、平均用力”的办法不管用了，要建“精准找问题、精准想办法”的防控体系，还要一起管控多种污染、多个区域，用“精准+协同”的办法解决难题。一方面，不同区域要按自己的污染特点来管控，不搞“全国一个方案”。每个区域要先弄清楚，自己的PM2.5主要来自哪里、什么时候污染最重、是什么原因导致的，再制定专门的治理方案。比如京津冀、长三角地区，秋冬季节空气流动慢，污染物散不出去，而且工厂多，工业污染是主要来源。这些地方就要在空气不好的时段，重点管控工厂，定好减排比例，明确哪些工厂要停产，精准减少工业污染。西南地区，夏秋季没下雨的时候，很多人烧秸秆，加上当地多山、多盆地，烧秸秆产生的PM2.5散不出去。这些地方就要盯着没下雨的时段，多宣传、多巡查，还用卫星盯着看，不让人随便烧秸秆，减少短期污染。另一方面，要一起管控PM2.5和臭氧，不能分开治。PM2.5和臭氧会互相影响，一起变多，它们有共同的“源头”——挥发性有机物、氮氧化物这些前体物。所以要同时管控这些前体物，一方面继续减少施工扬尘、工业粉尘这些直接排放的PM2.5，另一方面重点管前体物的排放，从源头减少二次PM2.5和臭氧的产生，一次解决两个污染问题。另外，还要完善跨区域一起治理的办法，解决PM2.5跨区域飘导致浓度反弹的问题。一是各地要实时共享污染信息，建一个大的信息平台，把每个地方的PM2.5浓度、前体物排放、天气预测、污染飘向等数据都放上去，让大家随时知道污染从哪来、要飘到哪去，清楚本地污染里，自己排的和外面飘来的各占多少。二是要建跨区域预警联动机制，看到污染要飘过来了，提前告诉下游城市，上下游一起做减排措施。比如上游城市提前让工厂少排一点，下游城市提前加强扬尘管控，提前挡住污染，不让浓度反弹。

3.3 健全长效机制，巩固治理成效

有些城市还在靠“应急治理”改善空气质量，比如污染重了就临时让工厂停产、汽车限行。这种办法能短期降浓度，但应急一过，浓度容易反弹，没法保住长期治理的效果。所以要摆脱应急治理，建“平时就好好治”的长效体系，从四个方面入手，让PM2.5浓度稳定下降，保住之前的治理成果。第一，完善PM2.5监测和预警体系，从“污染来了再治”变成“提前预防”。要把环境监测数据和天气预报数据合起来，建一个专门的模型，用来预测污染趋势。通过这个模型，结合未来2到3天的天气（比如风大不大、刮什么风、湿不潮湿），精准判断PM2.5浓度会不会升高、会不会到预警标准。要是预测到浓度要升高，不等浓度超标再启动应急，就提前做减排措施，比如让工厂提前降负荷、施工工地提前加强扬尘管控。提前干预，不让污染形成，少用应急措施，让治理变成平时的常态。第二，加强监管和考核，用“硬要求”逼着城市和企业一直做好治理。监管方面，要建一个覆盖工厂、交通、生活、建设全领域的监管网络，装在线监测设备、用卫星看、执法人员带着设备巡查，24小时盯着各领域的排放情况。不管是工厂废气超标、汽车尾气不达标，还是施工扬尘太多，都要严格处罚，不搞特殊情况、不讲人情，逼着大家规范排放，少排污染。考核方面，要把PM2.5浓度改善情况，当成城市发展核心考核指标，不能只看经济增长。给每个城市定好阶段目标，比如今年浓度要降多少、达标天数要多多少，把目标分到具体的部门和企业。完成目标的，给政策、给资金、给表扬；没完成的，就不让批新项目，还要追究负责人的责任，让治理变成城市必须做的事，不是可做可不做的事。第三，多宣传教育，提高企业和大家的环保意识，让所有人都参与治理。对企业来说，要多组织环保培训，让达标企业分享经验，还要曝光超标企业的违法案例，让企业知道，治PM2.5不是额外花钱，还能帮企业长期发展、减少被罚的风险，引导企业主动花钱升级环保设备、改进生产工艺，从“别人让我治”变成“我自己要治”。对普通人来说，要在社区贴海报、

开讲座，在学校开环保课、组织环保活动，还在电视、短视频平台上发公益广告和环保小知识，告诉大家PM2.5的危害，以及少开车、做好垃圾分类、不烧垃圾这些小事，对改善空气质量的意义。引导大家养成低碳、环保的习惯，主动参与治污染，形成“企业好好治、大家都参与、全社会一起管”的氛围。第四，推动产业和能源结构深度调整，从“根源”上减少PM2.5排放，既保护环境，又不影响经济发展。产业方面，继续关掉污染重、耗能多、效率低的工厂，多发展高科技产业、绿色环保产业，让高污染行业在产业里占比越来越小，从产业布局上减少污染来源。能源方面，继续少用煤、石油、天然气这些化石能源，尤其是煤，多推广风电、光伏、水电、氢能这些清洁能源，让能源使用从“高碳又污染”变成“低碳又清洁”。这样既减少PM2.5和前体物的排放，又能帮着减少碳排放，让治污染和发展经济、实现碳达峰碳中和目标结合起来，既保护环境，又能发展经济，为PM2.5浓度稳定下降、保住治理成果打下坚实基础。

4 结语

近五年城市PM2.5浓度在政策治理驱动下实现整体持续下降，达标城市范围不断扩大，重污染天气显著减少，但季节性、区域性波动特征仍较明显，复合污染与前体物管控成为新的治理挑战。政策调控的系统性、自然条件的波动性与污染特性的复杂性，共同塑造了这一时期的浓度变化态势。通过升级标准引领、深化精准防控、健全长效机制，可进一步破解治理瓶颈，推动PM2.5浓度从“达标”向“优质”跨越，为城市生态环境持续改善与公众健康保障筑牢基础。

参考文献

- [1] 李琰. 城市大气环境中PM_{2.5}污染控制研究[J]. 中国资源综合利用, 2024, 42(01): 123-125.
- [2] 王晨升. 杭州湾地区典型城市大气中多环芳烃和PM_{2.5}的污染特征研究[D]. 浙江工商大学, 2017.
- [3] 颜芬. 综述城市大气中PM_{2.5}的污染[J]. 广东科技, 2008, (03): 212-213.