

我国大气灰霾污染现状、治理 对策建议与未来展望

——王跃思研究员访谈



1 灰霾污染物来源及其变化

《院刊》：您的研究组多年来一直进行大气污染物的监测，包括承担“863”和“973”相关项目，对大气灰霾研究积累深厚，公众熟知的2008年北京“奥运蓝”、2014年北京“APEC蓝”的工作您都有参与，此间还多次通过《院刊》展示研究结果、提出治理政策建议。2016年底与2017年初，我国京津冀地区再次遭遇严重的灰霾污染，而科学认识大气污染物来源是对其进行治理的前提和关键，根据您的源解析相关研究，此次污染物来源情况如何？与此前有何异同？

王跃思：我们研究组多年来一直进行大气污染物的监测和预警，并开展其源解析研究，尤其是针对京津冀地区。通过《院刊》平台也多次发声，有效及时地满足了公众和决策层的需求。“奥运蓝”和“APEC蓝”我们做了大量的工作，也受到了民众的欢迎，但长期来看，京津冀地区灰霾污染依然存在。

我仅以北京、天津和石家庄为例，说明这3个城市的大气细颗粒物（ $PM_{2.5}$ ）的来源。根据源解析结果，3个城市2014—2015年的大气 $PM_{2.5}$ 主要来源状况如下（表1）。

表1 2014—2015年度北京、天津、石家庄的大气 $PM_{2.5}$ 主要来源占比情况

城市	机动车	燃煤	工业	扬尘	区域输送	其他
北京	29%	16%	14%	8%	24%	9%
天津	16%	22%	20%	10%	23%	9%
石家庄	13%	30%	18%	8%	23%	8%

显而易见，北京以本地的机动车对大气 $PM_{2.5}$ 的贡献最大，占到了29%；天津则是区域输送的污染物占比最大，但比此前已经有明显下降；石家庄则是燃煤占到了30%的高比例，若再将其与工业加在一起，则二者之和达48%，已接近1/2，且二者的占比还在进一步上升。

再讲到上述污染物来源构成与往年的差别及其原因，近些年来，京津冀地区大气污染

*修改稿收到日期：2017年3月3日

物的结构有变化,但形势依然严峻,我们仍以京、津、石3个城市为例。

(1) 北京。北京各种污染物来源对 $PM_{2.5}$ 贡献的占比较此前变化不大,燃煤略有增长,而机动车自2012年起一直在“稳步上升”,现已升至29%,且该比例还将继续上升。在北京占比下降的是来源于扬尘的污染物,不仅北京,我们的研究显示,天津、河北乃至全国的扬尘污染都有下降,这归功于政府提倡和实施的道路洒水、建筑工地及裸地覆盖等措施。但扬尘属于一次排放中容易控制的部分,对 PM_{10} 指标下降作用更加明显,对重霾期间 $PM_{2.5}$ 的下降作用十分有限。在此不作赘述。

(2) 天津。天津市机动车的贡献占比基本与往年持平,当然这些年来其市内机动车数量肯定是增加的,而其占比却没有增加,这主要是因为天津市工业和燃煤贡献的污染量也在同步增加,所以仅从表观上来看,其机动车贡献的占比没有变化。另外两种来源的污染物,扬尘和区域输送在天津市都下降了。扬尘污染物下降的原因诚如上述,而区域输送污染物的下降则源于气候变化,即气象条件更不利于污染物扩散了,这也是3个城市的共性。

(3) 石家庄。石家庄地区与天津相似,也是源于机动车和燃煤的污染物比例上升了,燃煤污染物与炼钢、炼铁、水泥、平板玻璃等产业是直接相关的。

整体上来讲,北京、天津、石家庄的扬尘、区域输送污染物都在下降,因此治霾进一步采取的措施归根结底还是需要从本地做起,将来源于本地的机动车、燃煤和工业污染降下来,典型的如北京要有针对性地降低源于机动车的污染,石家庄要降低源于燃煤和工业的污染。

《院刊》:2017年1月9日,北京市卫计委在其官网发布《灰霾防护常识十三问》,其中第12条提到的“灰霾天气时家庭如何合理烹饪?”,指出煎、炒、炸等烹饪方式可瞬间产生较高的 $PM_{2.5}$,引发了网友的热议。餐饮是不是灰霾污染源之一,您怎么看灰霾与老百姓做饭

的问题?

王跃思:我想针对每一个网络热议话题,我们要从正面理解,从解决问题的方面出发。从一个科学家的角度来讲,我们在 $PM_{2.5}$ 源解析中有一个源正是餐饮。在所有灰霾污染源中,餐饮源的贡献率是5%—15%。

站在北京的居民楼楼顶能看到一个个公共烟道,且在排放污染物。这是各家各户油烟机的公共出口,如果市政能够定期清理公共烟道,并加装过滤装置,我们认为这一项是可以降下来的。

据我所知,从技术上降低餐饮源是可以做到的。餐馆后厨都有烟道,烟道连接油烟处理装置。家里的抽油烟机首先是油和烟气的分离,油留下来,烟气跑出去。餐馆要做进一步的烟气处理,油烟一步一步过滤,油滤掉,颗粒物滤掉,再用金属网、耐热纤维等制成的各种滤材分级过滤,并经常更换这些过滤材料,最后还要用活性炭去除有害气体。所以,技术上是没问题的。

从管理上讲,在我国,环保部门会检查核定,油烟排放合格餐馆才可以开业,营业后主要由餐馆自己管理油烟。在国外,往往是餐馆根据油烟排放量交钱,这部分钱专门用于请专业的油烟处理公司帮餐馆处理油烟,环保局只管检查是否合格。美国、德国、日本,都是这样分开管理的。

所以,关于这个问题,我通过《院刊》向公众提3点建议:(1)保证自家的油烟不直接排出,至少使用抽油烟机将油烟排进公共烟道;(2)路边烧烤肯定是污染环境的,每个人应从自己做起,拒绝吃路边烧烤;(3)培养监督意识,看到哪个餐馆直排烟气就打环保电话举报,至少做到不上“大众点评”说它好。

我想每个人做到这3点,责任和义务就尽到了,5%—15%的餐饮污染源就有希望降下去。

2 全球变暖、气象条件变化对灰霾的影响

《院刊》:满满正能量的建议!您讲到治霾已取得的两项“成果”,扬尘和区域输送的污染物有所下降。

扬尘有赖于政府的治理，而区域输送您提到归因于气象条件的变化，这是否跟近年来全球变暖的大背景密切相关？老百姓常说的“西伯利亚寒流”近些年很少听到了，它与区域输送或京津冀地区灰霾污染有关系吗？

王跃思：我们研究所做的长期气候分析发现，从气象条件上看，近十几年来，尤其是近5年，整个气象条件更加不利于污染物的扩散了，即刮风的天数和风速逐渐减少、冬季寒潮减少，也就是您说的西伯利亚寒流减少了，暖冬频繁出现。比如今冬，截至2017年1月16日“三九”已经过完，到今天（2017年1月20日）“四九”已经过半，但颐和园的昆明湖迄今尚未完全结冰，这是民众直观感受到的“暖冬现象”。

“暖冬现象”与全球变暖的大背景是有关的。我们科普地解释就是，全球变暖导致：第一，高纬度地区温度升高得快，也就是说北极、俄罗斯境内和我国北方的温度升高的快；第二，冬季温度升高比其他季节更显著。而中纬度地区，也正是我国大部分地区之所在，随全球变暖其温度也会升高，但较之高纬度升高的慢。所以，高纬度地区与中低纬度地区的温差越来越小，温差小空气密度差就小，压力差就小，进而导致水平风速减小。风就是空气流，空气流与水流类似：高度差大，水流则快，高度差小，水流则缓；相应地，温度相差大，空气就流动的快，温度相差小，则空气就流动的慢。

《院刊》：气象条件的变化在降低污染物区域输送效应的同时，其对整体的灰霾污染来讲影响如何？

王跃思：好的气象条件可将区域输送除去，污染物浓度降低；但坏的气象条件变化却对灰霾无“疗效”，反而能“助纣为虐”。为什么今年冬天，尤其是2016年12月份，污染会那么严重，仅从气象条件变化来讲，根据我们的研究，将原因具体归纳为3点。

（1）南风增多。2016年秋冬季我国华北地区整体上显示出“南风异常”，即今冬的南风与过去30年的平均

值相比增多了，相应的西北风一定是变少了。具体到京津冀区域的2016年10、11、12月份，3个月南风主导的天数，分别是17、14和13天。仅以最少的12月份计，也已在一个月天数的1/3以上，而最多的17天则超过了一个月天数的1/2。您提到的“西伯利亚寒流”现在的确是很少出现了，是因为全球变暖背景下，西伯利亚高压下不来，都堵塞在贝加尔湖畔，往我们这边吹不动。

（2）风速降低。更加重要的一点是，今冬无论南风还是北风，其强度都减弱了。我们的研究显示，近几十年来风速在持续降低，近30年冬季每年大约降低0.05米/秒，而历史累计降低量将非常可怕，比如10年将降低0.5米/秒，30年将降低1.5米/秒。

显而易见，风速减弱将会导致大气经常出现非常稳定的状态，这无疑将增加灰霾产生的概率。在第1个问题中我们提到区域输送的污染物量在广域范围内都降低了，就是跟全球变暖导致的风速降低有关。

以上是在大尺度上而言，那么在小尺度上，风速变小产生的小风正是“促进污染物化学反应的搅拌棒”。也就是说原来都是刮大风，刮大风可使污染物消散；现在则是刮1米/秒以下的小风，小风就像搅拌棒一样，使污染物充分混聚在一起，助推污染升级反应，从而更容易暴发污染，形成严重灰霾。

（3）温度与湿度增加。2016年秋冬，无论温度还是湿度都是历史上非常高的时期。干冷的冬季西北季风减少，代之以湿润的南风，所以表现出温度高、湿度大的气象条件。温度高、湿度大，使颗粒物更容易在空气中长大，容易发生化学反应，从而造成霾污染爆发式增长；另外，湿度本身就是影响能见度的重要因子之一。

《院刊》：这是不是意味着以后冬天可能很难出现有利于污染物消散的气象条件了？这种情况是2016年才出现还是之前就有了？以后还会加重吗？

王跃思：气象条件变化是一个长期渐变的过程，我们正在经历的全球变暖是从工业革命前后开始的，2016

年不是终点也不是临界点，总的来说是在继续向着严峻的方向转化。即使我们现在所有温室气体都不排放了，全球变暖也会持续一段时间。预计2030年我国可达到国家碳排放（碳排放主要是温室气体CO₂的排放）的最大峰值，也就是拐点。

从污染物的扩散来讲，2013—2016年间的冬季气象条件是特别不利的。但气象条件影响灰霾的程度到底有多呢？我们的污染源解析结果表明，虽然污染物比例在变化，且整个污染物的排放总量是减少的，但由于不利的气象条件，使得污染下降那部分的效果被抵消了，大约抵消到30%—40%。

我们来直观地解释抵消30%—40%的概念，比如2016年全年，整体上减排等措施应该使污染物浓度下降10微克/立方米，但实际上综合起来才下降了7.5微克/立方米，甚至才7微克/立方米，这正是风的原因造成了30%—40%的反弹。根据我们的观测研究结果，2016年北京PM_{2.5}浓度是73微克/立方米，2015年的是78微克/立方米，下降的非常有限。所以从老百姓的切身体会来讲，这一点儿变化很难感觉到治霾的效果。

《院刊》：看来气象条件是目前重度污染天气形成的重要原因，这是“天灾”还是“人祸”？

王跃思：是“天灾”也是“人祸”。西伯利亚冷空气过不来，直观来讲显然是“天灾”。但是“过不来”是因为工业革命以来，发达资本主义国家肆无忌惮地排放温室气体造成的，这是“人祸”。所以说，早期的“人祸”，变成了我们这一代的“天灾”。

但我们治理污染还是要清楚内因和外因，内因是污染物的排放，外因是气象条件。如果排放量保持在高位上，那么天气稍微不好就会发生灰霾污染。从长期来讲，解决霾污染的关键还是源头治理，掐掉源头一切问题都解决了。但希望民众理解的是，国家需要在现有工业体系保持发展的情况下谋求治理，我们中国人一定有智慧可以做到，我相信2030年就可以实现。

3 灰霾的区域性特征和成因

《院刊》：原来我国灰霾虽有发生但保持在小范围内，而现在逐渐扩大，大范围灰霾时有发生。2016年12月22日，华北24个城市遭受严重污染，1/7国土笼罩在灰霾中。京津冀、长三角、华中地区时有大面积灰霾暴发，甚至连成一片。您对此现象有什么看法？

王跃思：的确如此，近几年整个中国中东部地区污染经常连片。不禁要想，整个中东部地区的污染，是从哪里最先发起的呢？从我们研究组的观测事实和研究都可以看到，这个源是河北南部、山西东部、河南北部以及山东西部这一区域。也就是污染是从华北南部这一区域开始形成的，而这一区域的排放量目前在全国来讲也是最大的。

这一初始污染团形成后，逐渐向北、向南扩展，向南一直到整个长江三角洲，向北就是华北，华北与长江三角洲连起来后，包括华东、华中这一带半个中国就连成一片而被灰霾笼罩了。所以，您所说的民众的这种感觉跟我们监测的结果是一致的。

再具体来讲，初始污染团的范围是：从北京往南，从郑州往北，从山东济南往西，从山西太原往东。这一区域污染最为严重，根据源解析结果这一区域的燃煤量也是最大的，同时钢铁产量最大，水泥产量最大，平板玻璃产量最大。以上4个全国第一！而全国第一往往又是全世界第一！

我们国家倡导发展经济不能以破坏环境为代价，受污染的这一大片区域，除了北京以机动车排放为主之外，河北和天津都是燃煤及工业加起来最大的。而燃煤工业里面，钢铁是第一大户，接下来是水泥和平板玻璃。我们可以发展工业，但关键是在这一过程中，公众也好，政府部门也好，业务部门也好，一定要记得不能肆意污染环境、破坏环境。

在这里多补充一点，我们国家几代人努力建立起来的工业体系是非常珍贵的。对比俄罗斯，苏联解体之后

其国家工业体系遭到破坏，至今没有再完整恢复起来，所以经济还未能复苏；再对比美国，特朗普上台后要着力恢复美国国家工业体系，这是真真切切地看到了中国工业体系的红利。大国博弈不仅仅是看谁灰霾治得快，也要看谁工业体系发展的好，所以中国一定要珍惜自己已经建立起来的工业体系。

有人说这两者矛盾，很难做到发展经济与保护环境两者兼得。我说不矛盾，可以做到，仅举一个简单的例子：众所周知，我国煤电行业是响当当的用煤大户，而且这些年发展也很快，但污染物排放却连年下降，这是因为这一行业的污染物控制的非常好。所以钢铁和其他工业应该有信心“工业不减产，污染不加重”。

4 治理灰霾的建议

《院刊》：感谢您用非常通俗易懂的语言为我们介绍了我国，尤其是京津冀地区、中东部地区的灰霾污染现状和成因，那么从技术和管理等方面来讲，治理灰霾应该进一步采取哪些措施？

王跃思：进一步的治霾建议，我想确实是可以总结为两方面：第一，技术；第二，管理。

（1）技术方面。技术方面的工作就是从核心技术入手，优化生产流程，降低污染物产生量，优化产业结构、淘汰落后产能。比如燃煤、燃气设备是不是具有脱硫、脱硝、除尘等功能，已经具有这些功能的是不是能够达标，这些问题，随着科技的发展，我们能够做到。所以说，技术上已经没有大的问题了，那么关键在管理。

（2）管理方面。既然是重点，我想再从3个方面分开来讲。

①“说清楚”。我想，用这3个字来形容推进管理最为恰当。我们再拿煤电行业做例子，要加入环保技术上要求的脱硫、脱硝、除尘3道工序，那成本一定会升高；成本升高后可以向国家申请涨价，比如，原来一毛多一度电，现在要涨到两毛多，因为要用清洁能源了，

因为环保减排需要加入上述3道工序，所以要付出涨价的代价。我想只要“说清楚”公众是可以理解的，只要“说清楚”国家是允许涨价的。

同样的，生产钢铁、水泥、平板玻璃的行业，也要把环境治理成本加到产品成本里面，而且把上涨的价钱都用在环保上，给公众一个“清楚账”，大家就会理解。整个产业链利润分配，要包含环保治理这一块。为什么要一直强调这几个行业，因为看看我们自家的房子，看看路上跑的汽车、飞驰的高铁，看看公路、铁路，甚至航空母舰、飞机、火箭等等，这些民用或者军用的机械设备都是什么做的？答案很简单，钢铁、水泥、玻璃。所以这几个非常大量产出的行业一定要加强管理，这是非常重要的。

我们要杜绝的是，一方面涨价另一方面又不按环保要求的工业流程改进。收了这部分钱，却还昧着良心继续排污，这是不应该的。

再从我们民众个人的角度来看，将来我们的电费、房钱、汽油钱、车票钱等等，每一项花费都有一部分是用作环保的，比如减排技术研究、大气污染治理等。这部分花费，一方面要对公众明确，明确公众多花的钱是用于做什么环保工作了；另一方面在管理层面明确，明确地制定管理规程，规定公众多花的这部分钱必须用于相应的环境改善，并要接受监督。

②“落实好”。2013年，我在《院刊》发表的文章中就指出了，在这里再次强调：我们有很多好的技术，国家制定了很多好的政策和规章制度，我们得落实到位、将这些都用上，如果不到位、用不上，那么污染就会降的很缓慢；如果都可以“落实好”，100%做到，那么现在的污染物就可以降一半。

再举一个例子，我们国家现在已经开始投资研究燃油国6标准。国6标准好不好？好。该不该推？该推。但是国4标准已经100%做到了吗？国5标准已经100%做到了吗？答案是，没有。相同的问题问日本：你们为什么不制定国6、国5？日本人说：欧4（相当于国4）的

标准就已经使空气达标了，不用花更多的钱推行更高标准。所以，我们不能把精力放在制定“新”的指标上，首先要把已经制定的指标落实到位。

③ “一长一短，长短结合”。我已经在媒体上提倡过，我国的污染治理要实行“一长一短”的政策，“长短结合”来治理。

“短”是指面对短期严重污染，要采取非常手段、严厉措施，比如在空气污染红色预警期间实行机动车限行、中小学生放假、职工弹性工作制等。因为紧急情况必须采取紧急措施，首先保证人的健康，以及迅速把污染物降下来，然后再图长期发展。另一方面，这些措施仅是权宜之计，对于长期的污染治理效果甚微，不能作为长期治理措施推广使用。

“长”是指长期的污染治理规划和长远的效果，使空气质量长期达标。这就需要工业流程优化、产业结构调整升级等，并在落实管理上狠下功夫。这又涉及到我们上边已经提到的，要注意在这个过程中跟老百姓“说清楚”。

所以治理污染，我提出来“一长一短，长短结合”。短期利用一些强制措施，使污染物排放降下来，使污染浓度降下来，使重污染暴发频次降下来，首先保证人民群众的健康。长期则要瞄准空气质量长期达标，推动清洁能源，推动煤转电，推动油品质量升级，推动公共交通等的发展。我们希望，并且有信心在10—20年的时间把我国灰霾污染彻底治好。

5 灰霾的预警预报如何协调管理？

《院刊》：2017年1月17日，中国气象局下发通知，要求各省市气象部门不再对霾进行预报预警。您对此有什么看法？

王跃思：气象局暂停霾预报是因为要与环保部制定统一的发布工作机制和业务流程。看到国家灰霾这么严重，两部门都想多做一些贡献，所以争相开展灰霾预警预报，这是值得肯定的。

但是如果同一个时间、地点，两部门给出两个不同的预报结果，民众就会疑惑，这是不应该的。怎么解决这个问题，我认为应该先停下来一家的预报业务，协商好，由谁报、如何报，是否联合报，而后尽快重启。国家也是做出了由气象局发文，要求其所辖省级、市级气象部门暂停霾预报预警工作的决定。

那么霾到底应该由谁来预警预报，我想我们《院刊》和中科院的科学家，作为“科技国家队”和这一事件的第三方，有责任、有义务向民众做些解释。作为中科院的科学家，我认为应在两部门会商的基础上，霾事件预报由气象部门主导，霾强度预警由环保部门主导，两家协商，成立一个空气污染预报预警中心，各自发挥特长，向公众发布一个准确的预报预警结果。

（1）霾预报。首先，气象局对灰霾进行预报是有理论依据的，“霾”是气象名词，环保部门早期没有“霾”这个词。其次，在目前污染源和排放强度基本不变的情况下，霾是由气象条件决定的，举个简单的例子：某一地点的排放强度已经摆在那里，那么如果今天没有风就会出现霾，如果今天有风，霾就会消散。在这种情况下，环保部门与气象部门谁能报的准？答案很显然是气象部门。

我们此前已经谈到了治霾的“一长一短”策略，在这里可以再次借用“一长一短”的说法来做一解释。长期来讲，使霾消散是要靠环保部门主抓，减少排放源，降低污染；短期来讲，这一污染区域今天会不会有霾，要靠气象部门依据有没有风、有没有雨雪等来向民众预报。

那么环保部门在哪个领域预报更具权威性呢？PM_{2.5}浓度水平预报。环保部门在全国有几百个PM_{2.5}观测点，正如气象局在全国遍布气象站一样。所以各有各的优势，协同起来，本着为人民服务的精神，共同做好污染预报工作。

（2）霾预警。环境污染的红色、黄色、橙色预警，我认为应该由环保部门主导发布。当然，气象条件的影

响情况如何,需要气象部门的支持。所以,建议环保部门与气象部门成立会商中心,通过会商,联动起来,形成全国统一的两部门会商与发布机制。如此,则可避免两部门各报各的,避免时而出现两个数字,避免造成误解与误导。北京以及京津冀地区,在这方面已经做得非常好,可以推广到全国。

“相关部门会商,主导部门出口”这将是未来管理的趋势。环保部与气象局,加上第三方科学家,大家合作起来,本着对公众负责任的态度,对国家负责任的态度,多担当,少指责,联动会商,我相信一定可以把霾预报预警做到国家放心、群众满意。

最后,关于最终的呈现形式,鉴于民众习惯,所以最好还是以《天气预报》的形式播出,当然有环保部或者中科院的参与和贡献,都可以在节目中讲出来吗,比如说明“气象局、环保部、中科院等单位联合发布”。

6 对灰霾未来发展趋势的预判

《院刊》:1943年美国洛杉矶、1952年英国伦敦,都经历了严重的空气污染事件,均用了30—50年才治理好。您讲到我国遭受霾污染地区的治理可能需要10—20年时间治理好,民众总希望有个盼头,有了盼头至少可以减少灰霾来袭时的坏情绪。所以希望您能从科学的角度对我国今后的治霾时间表,再做一些解释。

王跃思:我们如果做得好,2030年是可以解决的,至少京津冀、长三角地区是可以解决的。今年是2017年,还有13年。

2030年是我国碳排放管理和污染治理的拐点,预计到2030年中国中东部地区的污染将达到公众可接受的水平。“可接受的水平”是什么概念呢?将接近于当前欧美的状况。 $PM_{2.5}$ 将保持在30—40微克/立方米的水平,不会再有300—400甚至500以上爆表的情况发生。

中国要想可持续发展,要想实现世界领先,要想实现全面小康,实现中国梦,那么工业发展是不能止步的。老百姓也不会同意通过明显降低自身的生活水平来

消除灰霾,所以必须在发展中谋求治理,而不是要停下脚步来治理。我们屡次提到的钢铁、水泥、玻璃行业,将需要3—5年,甚至8—10年的时间进行技术和管理方面的升级。那么以当前的步伐在发展中治理,我们预计2030年可以实现消除灰霾的目标。

7 污染的季节变化与全年污染天数

《院刊》:2016年春、夏,北京的蓝天频繁出现,但是到了秋冬开始代之以灰霾,尤其是2016年12月份以来,已经连续一周灰霾,不见天日。灰霾是否与季节有关?北京2016年全年的蓝天天数比之前年份有没有增加?

王跃思:您说的非常对,2016年夏天的确是有一段时间北京天气非常好,朋友圈里都在高兴地“晒蓝天”,但是好像一到灰霾大家怎么都把那段时间“忘记”了,所以环保部门也出来“喊冤”。我们从灰霾的季节性变化和全年灰霾天数两方面分别来做些科学解读。

(1)灰霾的季节性差异。灰霾的确是要分季节来看,不同季节灰霾变化不同,而且各个城市亦有差异。我们最新的一项研究结果表明,2013—2017年的4年中,北京和太原的冬季 $PM_{2.5}$ 下降最显著;石家庄、济南、郑州、太原、呼和浩特的夏季 $PM_{2.5}$ 下降最快。

再从单个季节来看,与其他季节相比,秋季 $PM_{2.5}$ 状况是北京有下降但很缓慢,4年平均下降值只有0.7%/年;而石家庄和太原秋季 $PM_{2.5}$ 出现不降反升,石家庄4年间秋季 $PM_{2.5}$ 值上升了4%,太原上升了7%。

蓝天或者灰霾与季节的关系,是与排放和气象条件季节变化紧密相关的。总的来说各个城市都表现为:夏季污染下降,秋季上升,冬季缓慢下降。所以民众在秋冬季重污染时候的感觉是非常契合实际的,但环保部门确实也没有“说假话”,环保部门讲 $PM_{2.5}$ 浓度下降,是讲全年平均值,全年平均值的确下降了。

秋冬季重污染会将全年灰霾污染天数拉高,究其原因

因,除了秋冬季节天气和气象条件更加不利于污染物扩散外,冬季取暖燃煤和秋季生物质(如秸秆)燃烧是秋冬季节两个额外的污染源。

中国古代大禹治水,讲究“堵”和“疏”,即堵塞决口和疏通水源。今天我们治理大气污染,仍然可以借鉴古人的智慧,“管理”即“管”和“理”,“管”是一方面,“理”则更重要,理顺关系才能管理得当。冬季取暖要多烧全年煤量的30%,这是很大的污染源,尤其是农村散煤燃烧。取缔冬季取暖老百姓不答应,秋季焚烧秸秆之于农业亦有增肥治虫之效,所以降低这两种污染应找到科学的替代途径而不能简单地禁止。比如冬季取暖煤改电、大规模农场冬季生产(蔬菜大棚)集中供暖管理等,都是很好的方法。理顺关系,管理得当,一定可以将秋冬季污染降下来。

(2) 全年灰霾天数。灰霾天数是民众最为关心和直接有感觉的。 $PM_{2.5}$ 浓度每年下降了多少,感觉不大,但是要说今年灰霾天数减少了多少,民众就很关心。当然,如果减少的少,比如今年是73天比去年81天减少了,实际上民众还是一点儿感觉也没有。

比对2016年全年污染天数与2013—2015年的平均值,我们发现,北京下降了9天,天津下降了21天,石家庄下降了19天,郑州下降了20天,太原下降了9天,呼和浩特下降了3天,济南增加了3天。

济南是上述几个城市中,唯一一个增加的,所以民众感觉到济南污染重了,污染天数是契合人们直观感觉的。

北京在京津冀地区灰霾下降的最慢,仅有9天,这与北京人居密度大、供暖压力大,全年灰霾天数会被冬季拉高是有关系的。

天津和石家庄与北京同处京津冀地区,比北京下降的天数多很多,均为北京的2倍以上。所以民众觉得石家庄、天津降得快,治理的好;北京慢,治理要努力。

但同时,我们还要看到基数的不同,比如从绝对量上来讲,石家庄整体污染水平比北京高很多,即使下降了19天,污染天数还是比北京高。

8 科学研究和科学家在灰霾治理中的责任和作用

《院刊》:您认为灰霾治理中的科学问题,是否已经解决?是否足够应用于指导今天的灰霾治理?

王跃思:科学无止境,总有新问题出现,科学在一个不断解决新问题的过程中。关于灰霾成因、治霾原则,现在科学界是有共识的,基本能够指导当前的灰霾治理。

比如从机理上认知之后,科学家会提出灰霾治理的步骤,首先需要哪些减排,当然做任何事过程中都会出现新问题、新情况,科学家还会做针对性的研究和提出解决方案,这也是科学家的价值所在。但要指出的是,目前环保科学家对灰霾的认知从理论上和技术上,都不会对我国治理灰霾进程造成障碍,目前的科学认知已经对灰霾治理说得清、讲的明了。所以,民众要理解,目前灰霾治理工作的路线是科学可行的,也是有积极成效的,但彻底控制达标是需要一个过程。

另外,科学家不能仅仅“两耳不闻窗外事”,只顾搞科研。一方面要“钻进去”搞研究,另一方面,还应“站出来”做科普。我认为遇到社会问题,科学家应当站出来以“第三方”的身份,以科学研究作为基础,用通俗易懂的科普语言为民众解疑答惑。这是科学家的社会责任,也是“为人民服务”的义务。

经过上述这些问题的解释,我想民众已经发现了,无论是科学家的理论指导,还是技术工作者的实操层面,亦或是管理者的推进,我们都是有信心的,相信我们会在发展中治理、在治理中发展,不久的将来蓝天终会常在。

王跃思 中科院大气物理所研究员，博士生导师。1961年出生于北京，理学博士，大气化学专业。国家杰出青年基金和政府特殊津贴获得者。《Atmospheric Research》杂志副主编，最高人民法院环境资源审判咨询专家，北京市人民政府专家咨询委员会委员。主要从事大气化学与环境研究工作，发表学术论文350篇，创建实验观测技术系统获国家专利16项，获得国家科技进步奖二等奖3项。研究团队2010年获“中央国家机关五一劳动奖状先进集体”，2015年获“首都环境保护奖”。E-mail: wys@mail.iap.ac.cn

Wang Yuesi Professor of Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences (IAP-CAS), was born in 1961 in Beijing. Awarded as the outstanding young scholarship of NSFC, and the special government subsidy from the State Council. Associate editor of the journal *Atmospheric Research* and Expert consultant of Supreme People's Court for environmental resources. He is mainly engaged in atmospheric chemistry and environment sciences. He has published more than 350 articles and authorized 16 patents, and won three awards of second class prize of National Science and Technology Progress of China. His research group has been awarded "Advanced group for Labor Award of China's State organs" in 2010 and "Environmental protection certificate for the capital" in 2015. E-mail: wys@mail.iap.ac.cn