

北京及其周边地区的沙尘暴研究

■ 邹受益 高科 邹晓峰 / 内蒙古农业大学

编者按 应用气象站1954—2001年地面观测资料,对北京及其周边地区的沙尘暴研究得出,北京地区的沙尘暴年均2.08日,1.79小时。20世纪五六十年代最为严重,七八十年代逐渐减少,90年代以来更少。多方研究表明,北京地区的沙尘暴源于当地的土壤大面积风蚀,并非外来,而且沙尘暴和扬沙年均日数,北京地区均高于其大多数周边近邻地区。在河北、河南、山西、山东、内蒙、辽宁等北京周边远邻地区中,内蒙古沙尘暴最严重,其次是河北、山西。但这些邻近省区也不是北京地区的沙尘暴来源之地。而北京冬春季节的裸露农田,才是北京地区沙尘暴、扬沙的主要发生地,因此应全面规划,综合治理。

沙尘暴是一项既古老又年轻的课题,3000多年前就有它的文字记载,但研究工作的历史只有几十年。20世纪20年代初,Hankin首先对印度的“*Andhi*”型沙尘暴进行了研究。我国早在公元前1150年便有“雨土”的记载,但研究工作直到1979年才开始。

沙尘暴也是一项既普通又深奥的课题,沙尘暴现象人人看得见,但它的起、止、升、降,运行高低、远近、宽窄、影响范围大小、深浅、轻重等无一不是神秘难测。从而引起大气、土壤、气象、地理、生态、环境、沙漠、植物、林业、农业等众多学者的兴趣和工作,其中贡献最大的可说是气象工作者,他们将其列为天气现象,并划出扬沙、沙尘暴、浮尘三种类型,在各气象台(站)及时观测记载,积累了大量地面实况资料,为各学科深入研究奠定了基础。

北京的沙尘暴是我国研究最早最多,也是争论最多的地区。1979年3月2日《光明日报》发表了《风沙紧逼北京城》的文章,提出由于内蒙古草原被破坏,风刮沙移,流沙越来越逼近北京。同年该报又

发表了《为什么北京的风沙日益严重?》的文章,认为内蒙古的流沙不可能吹到北京,从而掀起了北京风沙来源问题的讨论。我们对北京等地气象站历年来的观测记录进行了分析研究后得出了一些值得寻味的结果,在这里提出,以供参考。

北京地区的沙尘暴

这里要研究的是气象学中规定的沙尘暴,即指强风将地面大量沙尘卷入空中,使空气特别混浊,水平能见度低于1公里的现象,而非广义的沙尘天气。根据国家气象中心提供的,从1954—1991年全国基本气象站地面观测资料,北京近48年来,平均每年有沙尘暴2.08日1.79小时。其中1966年最为严重,沙尘暴多达20日,累计持续约30小时。其次是1965年,沙尘暴12日,持续14个多小时。有人认为,到目前为止尚无迹象表明,北京的沙尘暴活动是趋于加强还是减弱。但气象站历年观测记录显示,沙尘暴的年度变化,50年代较严重,年均3.83日1.96小时,其

间2年未发生沙尘暴；60年代最严重，年均5.3日6.6小时，其间1年未发生沙尘暴；七八十年代逐渐减少，70年代年均1.1日1.61小时，有3年未发生沙尘暴，80年代0.9日0.72小时，有5年未发生沙尘暴；90年代以来更少，12年中沙尘暴年均0.42日0.62小时，有7年未发生沙尘暴。各年沙尘暴日数见图1。

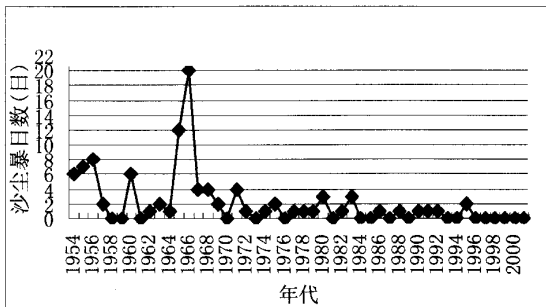


图1 北京沙尘暴日数各年分布图

北京沙尘暴的这种年变化趋势，与陈广庭等人的研究是一致的，也和全国沙尘暴年变化相符。国外如土库曼等中亚一些地区，1980年之后，沙尘暴频率亦明显减少。澳大利亚沙尘暴频率同60年代比较，七八十年代也是明显减少。其原因有的用全球大气循环的定期变解释。

北京沙尘暴日数和持续期在各月分布中以4月最高，其次1月，也就是说，北京的沙尘暴主要发生在春季和冬季，夏季较少，秋季更少（图2）。

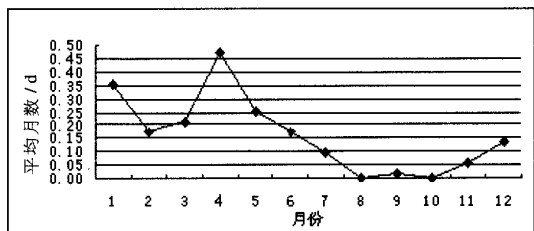


图2 北京沙尘暴各月分布图

北京沙尘暴各月分布的一个最大特点是，1月较严重，日数和持续期仅次于4月，而高于3月和5月。而全国各地沙尘暴通常是3月、5月高于1月。为什么北京1月沙尘暴比较严重呢？我们对11个气象因子通过相关分析得出，1月份的沙尘暴日数，与当月

的平均气温、最低相对湿度、大风风速、水面蒸发量，大风日数5个因子有相关关系。也就是说，北京1月份沙尘暴日数的多少，为上述5因子所制约。但上述因子组合，对全年沙尘暴日数的影响却很小，可见沙尘暴问题的复杂性。

北京地区沙尘暴的来源

北京地区沙尘暴来源问题已争论几十年，有的认为由内蒙古和河北坝上地区吹刮而来，有的认为就地起沙（尘），近年来学者们多认同前者，并指示了传输途径。如刘晓春、张志刚等提出，向北京地区传输的沙尘暴路径主要有两条，即西路传输和北路传输。北路：从内蒙古盟和锡盟→阿巴嘎旗→浑善达克沙地→张家口→北京。西路：从新疆哈密→阿拉善盟→河西走廊→贺兰山南北两侧→毛乌素沙地和从乌兰布和沙漠→呼市→张家口→北京。

陈广庭认为，新疆东部戈壁、阿拉善高原以及蒙古国的杭爱戈壁（过去称之为翰海盆地）是影响北京沙尘暴强大风力的形成区域，经常沿阴山北坡运行，在化德、康保一带分为两支，南支在张北一带下坝进入洋河谷地东进，从关沟和永定河谷进入北京。北支沿阴山余脉北坡进入浑善达克沙地，从丰宁围场一带下坝进入北京。即北京沙尘暴的主要沙尘来源为翰海盆地、阴山北坡、浑善达克沙地、坝上高原。

经分析研究后本文却得出：北京地区的沙尘暴（而非浮尘）主要是就地起沙，其依据有三。

扬沙情况

所谓扬沙，也就是较大风力作用下的土壤大面积风蚀，而沙尘暴则是更大风力作用下的土壤大面积强度风蚀。扬沙通常认为是就地起沙，因它风力不大，沙尘不可能被长距离搬运，而发生沙尘暴时风力强劲，沙尘便有可能搬运较长距离。因此，出现沙尘暴的地区，或就地起沙，或外地吹刮而来。一般而言，如某地土壤覆盖良好，裸地极少，很少出现土壤风蚀即扬沙现象，当该地突发沙尘暴时，沙尘暴多为外地吹刮而来。相反，如该地裸地面积大，土壤易风蚀则扬沙频繁，发生沙尘暴时多为就地起沙。因为该地

在较大风力下,土壤便大面积风蚀(即扬沙),那么,在更大风力下土壤必然发生更严重的风蚀(即沙尘暴),即使强风携有外来沙尘,也会是以当地为主。

再看看北京的扬沙情况。北京地区扬沙频繁,1951—2001年的51年中,就有49年发生扬沙,平均每年约23.9日,每年扬沙10天以上的有39年,最严重的1954年扬沙日数竟高达90日。可见,北京当地的土壤风蚀历年来一直比较严重。

陈广庭最近研究也得出,北京沙尘天气70%以上是扬沙,即就地起沙。因此,扬沙频繁是北京地区,在强风作用下,当地土壤必然发生大面积强度风蚀而形成沙尘暴。

顺便提一下,2008年8月北京奥运会期间,不可能发生沙尘暴和浮尘,因为它们从未在近51年的8月份出现过。但发生扬沙却有可能,不过概率很小,51年中仅出现5次。

沙尘暴分布实况对比

综合上述传输途径,如有外来沙尘暴进入北京,首先必须经过西北面的怀来,或北面的丰宁,因为这两地紧邻北京,可说是两路沙尘入京的外大门。我们将北京沙尘暴日数历年(或各月)的分布情况,与这两地对比(图1、图3、图4)。结果表明,沙尘暴的分布三地区不符,如1966年,北京沙尘暴日数20日,西北面的怀来只有10日,北面的丰宁更少仅5日,即便两地沙尘暴全都进入北京,也只有15日,其他5日从那儿来呢?同样,1965年北京沙尘暴12日,怀来8日,丰宁1日。1983年,北京有沙尘暴3日,同年,怀来、丰宁没有沙尘暴。1995年北京有沙尘暴2日,怀来、丰宁同年均无沙尘暴。而当丰宁2000年有2日,2001年有4日发生沙尘暴时,北京这两年却没有沙尘暴。可见,北京地区的沙尘暴,并非由上风区经怀来、丰宁搬运而来。

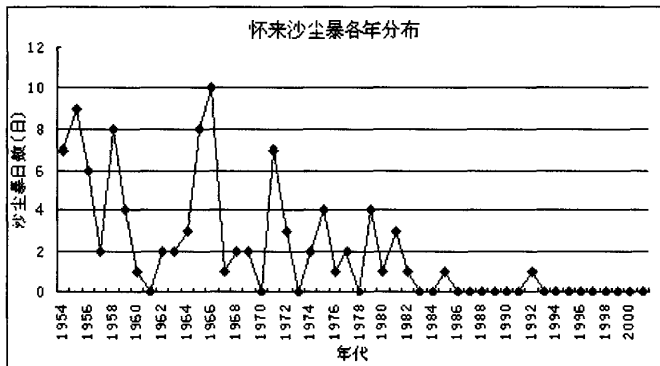


图3 怀来沙尘暴各年日数分布图

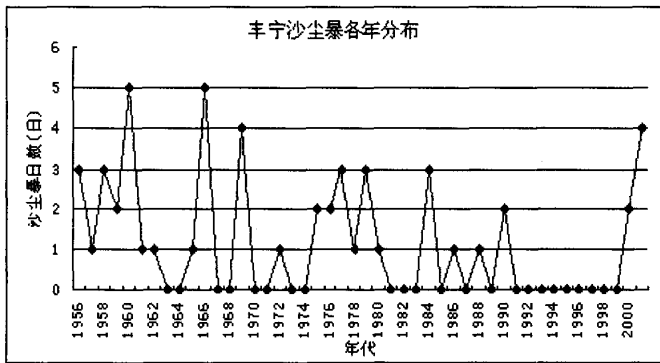


图4 丰宁沙尘暴各年日数分布图

北京沙尘暴各月分布情况,与怀来,丰宁也不吻合,如6月份,北京多年累计有沙尘暴9日,丰宁多年累计仅1日,而怀来6月份从未发生过沙尘暴等等。三地沙尘暴出现的不同情况充分说明,北京的沙尘暴来自本地,而非外来。

沙尘暴发生当天的实况核查

对北京地区发生沙尘暴的每一天,核查有无怀来、丰宁两地出现,以及起止时间。如20世纪90年代的十几年间,北京共有5日发生沙尘暴(表1)。表1顺序排列了各日沙尘暴当天发生的开始、结束时间。1990年4月25日上午9时39分,张北开始起沙尘暴,以后是集宁、张家口等地,当天北京是15时30分开始沙尘暴的,从时间看应是来自张家口,因为张家口自13时15分至15时01分一直在刮沙尘暴。但张家口的沙尘暴要吹到北京应该经过怀来,而怀来县并没有出现沙尘暴。可见,北京这天的沙尘暴,既不是来自内蒙,也非张家口。1991年4月30日北京发生的沙尘暴(13时15分至9时)似乎来自张北(11

时 17 分至 15 时 38 分),但张北的沙尘暴吹至北京应经过张家口和怀来,而这两地当日并无沙尘暴。可见,当天北京的沙尘暴亦非来自张北或内蒙。1992 年 4 月 17 日起于内蒙达茂旗满都拉的沙尘暴,从起止时间看,抵达北京的沙尘暴(18 时 28 分至 19 时 20 分)有可能是来自怀来(17 时 45 分至 18 时 23 分)。1995 年 3 月 11 日,当天的沙尘暴由北京始(6 时 40 分至 7 时 25 分),不可能来自其他地区。1995 年 4 月 6 日北京的沙尘暴,10 时 46 分开始至 10 时 58 分结束,与北京接邻的怀来,丰宁均无沙尘暴。可见北京的沙尘暴亦非来自外地。

为验证上述现象,又核查了 20 世纪 80 年代,北京有沙尘暴 9 日,发生的每一天均未同时出现在怀来、丰宁两地。因此由以上资料分析表明,北京的沙尘暴来自外地的可能性很少,应该说主要是当地的土壤大面积强度风蚀而引起。

北京周边近邻地区的沙尘暴

北京周边近邻地区,即周边最靠近北京的基本气象站所在地区的沙尘暴情况见图 5。
上图指出,近 48 年来北京沙尘暴年均 2.08 日,多

表 1 20 世纪 90 年代北京所发生的 5 次沙尘暴当天实时记录

年.月.日	开始时间	结束时间	地 点	年.月.日	开始时间	结束时间	地 点
1990.4.25	09: 39	18: 28	张 北	1992.4.17	11: 24	12: 41	满都拉
	12: 56	15: 32	集 宁		12: 53	13: 59	百灵庙
	13: 15	15: 01	张家口		13: 49	14: 30	呼市
	13: 20	14: 43	四子王		14: 44	17: 10	集 宁
	13: 42	17: 20	苏尼特左		15: 36	16: 19	陶 乐
	14: 19	——	茶 卡		16: 03	17: 25	张 北
	15: 30	17: 40	北 京		17: 45	18: 23	怀 来
	16: 20	——	兴 海		18: 10	18: 17	刚 察
	17: 09	17: 11	狮泉河		18: 28	19: 20	北 京
	17: 12	17: 20	乌 丹		21: 30	23: 35	海力素
	18: 06	20: 00	天 津	1995.3.11	06: 40	07: 25	北 京
	20: 00	20: 12	朱日河		09: 53	12: 25	张 北
	21: 02	22: 30	化 德		20: 00	20: 07	高 台
	22: 36	23: 24	多 伦		20: 00	20: 27	海力素
1991.4.30	01: 09	01: 41	鄂托克		20: 00	20: 41	民 勤
	06: 45	——	哈 密		20: 00	21: 52	满都拉
	08: 57	01: 42	多 伦		20: 00	02: 18	朱日河
	09: 37	——	安 西	1995.4.6	08: 35	08: 42	赤 峰
	09: 43	——	化 德		09: 15	10: 49	朱日河
	11: 17	15: 38	张 北		09: 20	12: 10	化 德
	13: 10	——	饶 阳		10: 46	10: 58	北 京
	13: 22	13: 31	阿拉尔		12: 18	16: 32	张 北
	13: 35	19: 00	北 京		19: 43	20: 00	皮 山
	20: 18	20: 32	焉 春				

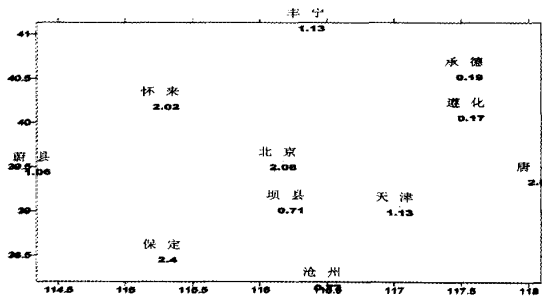


图5 北京及周边近邻地区沙尘暴

于承德、遵化、坝县、蔚县、怀来、丰宁等大多数周边近邻地区。北京不仅沙尘暴年均日数多，而且扬沙更是如此。北京扬沙年均23.9天，远多于围场(3.38)、承德(2.4)、遵化(4.78)、坝县(12.2)、蔚县(12.56)、怀来(14.77)、丰宁(5.87)、天津(23.42)、唐山(10.6)等大多数周边近邻地区。众所周知，扬沙和沙尘暴是土壤大面积风蚀、搬运的结果，不仅大大降低了当地的土壤肥力，而且会形成浮尘，弥漫高空长途搬运，影响更多更远地区。由于北京的沙尘暴和扬沙比周边近邻地区多，因此，形成浮尘的频次也较多，故北京对其他地区沙尘的影响，也就大于周边近邻对其它地区的影响。

不仅北京，我国还有一些大城市亦有类似情况。如山西省太原市的沙尘暴和扬沙，尤其扬沙，年均日数都大于大多数周边近邻地区。陕西省西安市与太原市的情况相符。此外，哈尔滨、长春、沈阳、包头、拉萨、济南等城市情况亦类似。

北京周边远邻地区的沙尘暴

北京周边远邻地区即河北、河南、山西、内蒙、辽宁、山东等省(区)，这些地区沙尘暴情况见表2(表

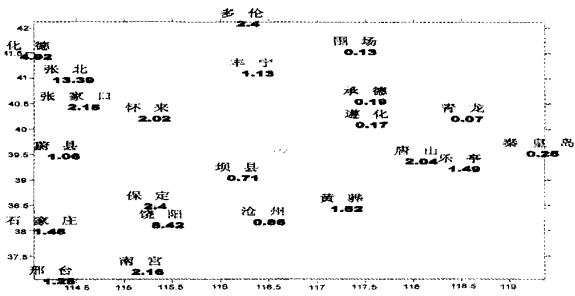


图6 河北省沙尘暴年均日数

内资料均为各省基本气象站地区近48年汇总)。

表2指出，在这些省(区)中，内蒙古沙尘暴最严重，年均6.35日，大于5日的占46.93%；扬沙也最严重，年均22.21日，大于5日的占85.71%。其次是河北、山西、河南三省，山东、辽宁两省比较轻，但扬沙每年平均也都在5日以上，沙尘暴则时有发生。

这些紧靠内蒙古的省份也都认为，他们地区的沙尘暴来自内蒙古。当然，内蒙古的沙尘暴如能吹到北京，为什么不能吹到他们那里呢。显然，这是一个值得重视、需要认真解决的问题。因为它涉及全国沙尘暴防治、生态环境建设的大政方针和战略战术。

事实上这些省发生的沙尘暴大都来自本地。以河北、山西为例(图6)，河北省沙尘暴最严重的地区是张北，其次是河北省中南部的饶阳和保定。张北县西北紧靠内蒙的化德县，其沙尘暴理应来自化德，然而，张北县的沙尘暴年均13.3日远多于化德(年均4.92日)，而且，远离内蒙古的饶阳，年均沙尘暴8.42日，为仅次于张北的河北省第二个沙尘暴严重地区。再次是保定，所以很难设想内蒙古的沙尘暴，会经常撇开其他地区直奔饶阳和保定。而山西，其沙尘暴最多的地区亦非紧靠内蒙古的右玉、河曲，而是五寨。可见，这些地区的沙尘暴来自内蒙古之说与事

表2 北京周边远邻各省(区)沙尘暴、扬沙情况比较

地区	沙1~5日	沙>5日	沙<1日	沙年均日	扬1~5日	扬>5日	扬<1日	扬年均日
河北	55%	10%	35%	2.14	20%	80%		13.12
山西	47.37%	5.26%	47.37%	1.43	10.53%	84.21%	5.26%	11.77
河南	27.18%	5.56%	66.67%	1.12	16.67%	77.78%	5.56%	13.18
山东	13.79%		86.21%	0.35	31.03%	37.93%	31.03%	5.43
辽宁	11.54%		88.46%	0.47	34.62%	46.15%	19.23%	8.25
内蒙古	38.78%	46.93%	14.29%	6.35	2.04%	85.71%	12.24%	22.21

实不符。当然,还可按扬沙情况、沙尘暴分布情况、沙尘暴当天的实际情况去进一步分析证明这些地区的沙尘暴不是来自内蒙古。内蒙古是沙尘暴严重地区,全区 118 万平方公里的土地上大都会发生沙尘暴,但说邻省各地的沙尘暴都来自内蒙古显然是不正确的。

沙尘暴,是土壤大面积强度风蚀的结果,是该地生态环境优劣的反应,只有立足本地,合理利用土地,大大减少裸地面积,保护和增加土壤植被,消除或减轻土壤风蚀,才是防治沙尘暴、改善当地生态环境的正确途径。

北京地区沙尘暴的防治

北京地区的沙尘暴能防治吗?如若来自内蒙古,沙尘暴像浮尘一样能长途搬运,防治将会是遥遥无期。因为内蒙古沙尘暴最多地区在阿拉善高原,那里有巴丹吉林、腾格里、乌兰布和三大沙漠,而要根治这些沙漠并非几年、几十年能见成效。

北京为暖温带半湿润地区,年降水量 600 毫米之多,完全可以满足乔、灌、草多种植物植被类型的生长、发育和自然更新。这里发生的沙尘暴显然是土地利用不合理的结果,是完全可以预防和治理的。为此,首先必须把握当地土壤风蚀规律和风蚀土壤类型。值得注意的是这样一种误解,似乎有沙尘暴必有沙源,治理沙尘暴即治沙。这或许是北京地区多年治理未获显著成效的一个重要原因。其实很多裸露土壤都会风蚀,都能产生沙尘暴,沙漠、沙土只是比一般的农田土壤更易风蚀、更多沙尘而已。

土壤大面积风蚀的测定异常困难,80 年代以来美、澳等国应用尘暴资料进行分析取得一定成效。如澳大利亚将土壤风蚀现象分为四级,能见度小于 200 米的特强沙尘暴为严重风蚀等。北京地区土壤大面积风蚀,主要表现为扬沙和沙尘暴,其中扬沙频率占 90% 以上,沙尘暴不到 10%,显然,扬沙对北京地区土壤和环境的危害是主要的。而沙尘暴只是扬沙的扩大和强化,两者间亦有一定的数量关系。为此,我们

可通过扬沙,把握北京地区土壤大面积风蚀规律。

北京的扬沙全年各季、各月皆会发生,尤以春季频率最高,约占全年的 50.39%,其次冬季约占全年的 31.47%,夏季约占全年的 9.42%,秋季约占全年的 8.72%。各月中 4 月最高,约占全年的 21.88%,5 月占 15.17%,频率最低的 8 月仅为全年的 0.44%。这就是说,北京地区土壤大面积风蚀,主要发生在秋冬二季(即 12 月至 5 月约占全年的 81.86%)。

北京地区扬沙日数历年分布情况指出,在近 51 年中,出现扬沙现象的有 49 年,仅 1997、1998 两年没有。其余年份每年扬沙均在 2 日以上,最多的 1954 年高达 90 日。扬沙历年不同,它受那些因素影响呢?为此,我们收集了气温、降水、地表温等 22 个气象因子,研究它们与扬沙日数之间的关系。通过分析得出,当年的年均气温、年均最低相对湿度、年均最大风速、年均地表温等 10 个因子,与扬沙日数之间有相关关系。由此可求出数学模型,以预测来年扬沙和沙尘暴发生情况,便于有效地减轻扬沙、沙尘暴的危害。

北京地区哪类土壤冬春季节会遭受大面积风蚀,而成为扬沙、沙尘暴的沙源呢?多年来人们按裸沙的分布,划出永定河、潮白河等河岸沙地为北京地区就地起沙沙源。显然,这是必要的但非唯一的。以后又提出建筑工地,亦是必然仍非主要。最近,北京大学陈效逯等人,利用 2000 年冬和 2001 年夏两时相卫片计算出,北京冬季裸地总面积 25.5 万公顷(为夏季的 5.5 倍),占全市总面积的 15.5%,其中裸露农田 21.8 万公顷,建筑工地 0.76 万公顷,沙荒地 0.3 万公顷,其他裸地 2.68 万公顷。由此可知裸露农田是北京冬春季节沙尘污染最重要沙源。这项研究很有价值,它较全面、较真实地揭示了北京地区的沙尘源地。

北京地区沙尘暴的防治,主要应针对冬春季的裸露农田。如建立农田林网,改进耕作技术,实行免耕,退耕还林还草等等,需要农、林、水、牧等多方协作,深入研究,全面规划,综合治理,以彻底解决北京地区的扬沙、沙尘暴问题。^[1]

参考文献(略)