

沙尘暴——一种跨区域的大气环境污染

巩英洲 (白银市委党校,甘肃 白银 730900)

摘要:文章对十多年来发生在我国西北地区的较大沙尘暴,沙尘暴的沉降量、沉降范围、化学组分、粒径分布、对大气环境降尘背景值的影响等问题进行了调查、分析,综述了这方面的一些研究成果。

关键词:沙尘暴;大气环境降尘背景值;沉降量

中图分类号:X511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-6002(2005)06-0079-04

The Sand-dust storm—a span sectional of atmospheric environment pollution

GONG Ying-zhou (Chinese Communist Party's School of Baiyin City, Baiyin 730900, China)

Abstract: This paper through decade Sand-dust storm in China west come, in research of the Sand-dust storm deposition the quantity of deposition and distribute range and chemical element and granulometric distribution and air background deposition value impact. The research outcome in text parrative debate.

Key words: sand-dust storm; air background deposition value; quantity of deposition

据对甘肃省河西地区16个县市区调查^[1],由于风沙线的不断南移。自建国以来,河西走廊已有4600km²的绿洲面积沙漠化,相当于目前河西绿洲面积的1/3以上。现在河西走廊北部风沙线每年仍以平均3~5m的速度向南推进。民勤、玉门等地的风沙线向南推进的最高速度为每年20m以上。

张宁等人曾对近年来发生在我国西北地区的十多次较大沙尘暴,就沙尘暴沉降物对大气环境背景值的影响状况、沉降量、沉降范围、化学组分、粒径分布以及应用卫星遥感技术对沙尘暴监测等问题,进行了研究。同时还对自1986年以来甘肃大气环境背景降尘受沙尘暴影响的状况进行了研究,并对有关沙尘暴个例做了分析^[2,3]。

1 沙尘暴沉降物对大气环境的影响

沙尘暴虽然可以传输到很远的地方,但造成危害程度最大和最直接的仍是在源地和源地周围地区。它对异地的危害和影响将是潜在的和长期的。

1.1 沙尘暴对大气降尘背景值的影响

近几十年来,在我国西北地区有详细记录的较大沙尘暴有70多次^[4,5]。每当沙尘暴发生后,甘肃省各背景点的自然降尘沉降量都会有不同程

度的增加^[3,6]。随着强冷锋向东南移动和逐渐减弱,一部分沙尘(或粉尘)靠自身的重力在这些地区自然沉降下来。另一部分未能自然沉降的更小粒径微粒尘则会被传输到更远的地方,或长期飘浮在大气中。这些微粒可作为凝结核经碰撞、湍流扩散、静电吸引和互相作用等形成粗粒子而沉降,或以湿沉降的形式返回地表。

1.2 沙尘暴的沉降量

要形成沙尘暴特别是强沙尘暴必须具备强风、充足的沙源和不稳定的大气三个条件。我国的西北部尤其是甘肃的河西走廊区域,不但具备这几个条件,而且由于来自新疆的季风在通过这一狭长的河西走廊时产生的狭管效应,都会对沙尘暴的发生、发展起到推波助澜的作用。

张宁曾对1986~1996年发生沙尘暴期间的沉降量进行了统计,沙尘暴在甘肃全省总的沉降量为 $3758.37 \times 10^4 \text{t}$,其中在河西走廊沉降 $3064.69 \times 10^4 \text{t}$,占全省总量的81.54%。金昌为全区域和高省的高值区,其沙尘暴总量达到 $1284.83 \times 10^4 \text{t}$,占区域总量的41.92%,占全省总量的34.18%。陇西黄土高原沉降沙尘暴 $433.20 \times 10^4 \text{t}$,占全省总量的11.53%。陇东黄土高原为 $187.30 \times 10^4 \text{t}$,占全省总量的4.98%。陇南山地为 $73.18 \times 10^4 \text{t}$,占全省总量的1.95%^[3]。

收稿日期:2004-10-11; 修订日期:2005-05-30

作者简介:巩英洲(1962-),男,甘肃正宁人,哲学研究生,副教授。

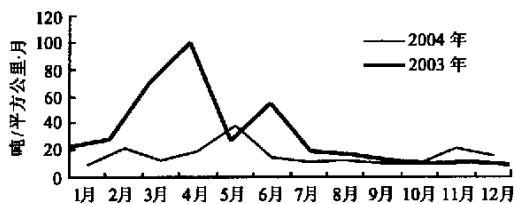
1993年5月5日发生甘肃河西走廊震惊中外的特大沙尘暴(有资料称其为黑风暴)期间,甘肃各大气降尘背景点单位面积的总沉降量较多年同期平均值上升了0.14~11.78倍,沙尘暴造成单位面积降尘量,累计达到909.45t/km²[2]。

由于目前尚未得到甘肃邻近省、区的有关资料还不能确定近年沙尘暴在这些地区的沉降状况。但有一点可以确定,就是我国西部发生沙尘暴时的沙尘暴尘,有相当一部分是通过狭长的河西走廊运输通道输送沉降在了河西走廊东部、陇西黄土高原和陇东黄土高原一带。另外,造成甘肃境内西北部与东南部降尘量较大差别的原因是,随海拔高度的下降和搬运距离的增加,气流对沙尘的搬运能力会逐渐减弱,致使不同颗粒的物质由粗至细的次序沉降。

近年来发生的多次较大沙尘暴的源地均位于中国西北地区的新疆、甘肃和内蒙的干燥沙漠或沙地带。这些地区充足的沙(土)尘源和河西走廊的特殊地形对增大沙尘暴的危害程度起了积极作用。刘树华等人[7]通过对沙尘暴天气成因的分析,确认我国沙尘暴的源地主要在新疆、甘肃、宁夏和内蒙的干燥沙漠地带。沙尘暴在甘肃的分布区域是以河西走廊的东部为中心,向大气环流下游的地域扩散。沙尘暴对源地沙(土)尘的搬运能力是巨大的。但要准确地测定沙尘暴发生时在大范围内的沉降量是比较困难的。据估算,每年约有1.0~3.0Gt的沙尘粒子被注入大气[8]。

1.3 河西走廊的大气自然降尘背景值

位于甘肃河西走廊西端的敦煌市海拔约1700m,山南有砾石戈壁和流动沙丘分布,北部为已成为准平原化的基岩戈壁地形,在古老的基岩基础上覆盖了一层砾石戈壁,地形较平坦。由于敦煌周围戈壁与沙丘分布较广,且年降水量少,蒸发量大,使该地的沙尘天气发生次数高于周边地区。图1是敦煌市2003年和2004年大气自然降



甘肃敦煌自然降尘背景值月变化趋势

甘肃敦煌自然降尘背景值月变化趋势

尘背景值的月变化曲线图。

2 沙尘暴在甘肃境内的输送迁移以及黄土堆积问题

2.1 沙尘暴的输送和迁移

村山等人[9]用二维传输模式研究认为粒径大于150μm者不能飞到高空。而粒径小于40μm者可以上升到4000m高空,并在离源地数百公里的下风向地区沉降。另外,粒径12μm±者可被输送到3000km以外的地区。粒径小于12μm的微粒可传输到7000km,7μm者传输到10000km以外。

张宁等人根据统计资料,认为发生沙尘暴时其输送距离约为430~2500km。例如1991年3月25~30日发生在青海茫崖地区大范围的强沙尘暴和1993年6月23~24日发生在新疆和田大范围的特强沙尘暴,都影响到了甘肃的陇西黄土高原、陇东黄土高原和陇南山地一带,使这一带当月的自然降尘量大幅上升。由沙尘暴源地至甘肃境内最远测点的距离分别达到了1500km~2500km。由于被收集到的沙尘暴尘,只是以自身重力自然沉降的颗粒物,而那些PM₁₀或更小的颗粒物,依靠自身的重力较难沉降,在无湿沉降的机会时,它会被输送到更远的地方,所影响和污染的区域也会更大[3]。

2.2 沙尘暴对区域环境的污染和影响

沙尘暴发生时所形成的沙暴壁可以高达300~500m,例如1993年5月5日发生在金昌沙尘暴的沙暴壁就高达300m±。而沙暴影响到的高度就更高。郑新江[10]等人根据探空资料,利用温度对数压力图制作出压高曲线,再根据沙暴顶温度反标出高度的方法,得出1993年5月5日沙暴影响高度在2100m±。同时用NOAA图象做云顶反照率分析认为,沙尘密度分布是不均匀的,在中间存在着一条带状分布的沙尘高浓度区。由此推算出的沙尘暴影响面积约为63773km²。1993年6月23日源自新疆塔克拉玛干大沙漠南侧边缘和田的沙尘暴沉降物,使甘肃陇西黄土高原的部分地区和陇东黄土高原、陇南山地区域,当月的大气自然降尘量,明显高于当地当月10年均值的11.0%~159.4%。其沙尘的输送距离最远已达2500km。沙尘暴的沉降物对远地大气环境的影响和危害,往往是在人们不知不觉中进行的,而不像沙尘暴发生地和周围地区的地面气象特征那样明显,不易引起人们的注意。沙尘暴源地随上升气

流被输送的沙(土)尘,由于逐渐进入下沉气流区,而在几乎静风的条件下大量的尘粒被自然沉降。这种“无风降尘”^[11]对沉降地大气环境的污染可能更大。因此,应该引起我们的足够重视。

每当沙尘暴发生时,不光是通过西风急流向下游输送沙尘,同时还会向下游地区输送一些有毒有害物质,它不仅会危害人体健康,也会危害土壤和农作物,并对其造成潜在和长期的影响。例如,1993年5月5日发生特大沙尘暴期间,位于沙尘暴源区附近的甘肃金川公司尾矿坝(选矿排泄区),面积约30km²沉积厚达数米的大量含有硫、铬、镍、铜、钴等有害金属矿物粉末,在沙尘暴中风蚀深度平均达10cm。也就是说沙尘暴期间它向大气中输入了有害金属矿末约30万立方米^[12]。

2.3 沙尘暴与黄土堆积

由沙尘暴尘量的地域分布看,甘肃河西走廊位于高值区。随着冷锋气流对沙(土)尘在搬运中能量的逐渐减弱,致使不同粒径的沙(土)尘物质按由粗至细的次序沉降,与沙尘暴降尘量自西北向东南部逐渐下降的分布趋势相吻合。张宁对沙尘暴尘分布状况的研究结果发现,沙尘暴尘与黄土高原西、东部的黄土堆积区域和厚度分布区域的状况非常相近。这也是许多科学家认为的黄土高原是“风成黄土”,是在地质历史时期由西北部输送来的沙尘形成的^[3]。

黄河中游的黄土高原是中国黄土分布最广、厚度最大的地区。其面积达27.5×104km²,约占全国黄土总面积的43.7%。黄土高原西部的兰州一带,是世界上罕见的黄土堆积最深厚区域,黄土层厚度达200~300m。六盘山以东及吕梁山以西黄土厚度在100~200m。王永焱^[13]在对我国黄土粒度组分的调查研究中,认为黄土粒度的分布总的情况是自西北向东南逐渐变细。这一现状与张宁等人的研究结论,沙尘暴降尘在搬运、扩散和沉积的地域分布状况很相近。对沙尘暴沉降尘在甘肃陇中黄土高原的沉降量统计结果,只是反映了短短11年间十多次沙尘暴的沉降状况。而黄土的堆积形成却历经几万乃至百万年。对我国降尘现象的记载可远溯至公元前1150年,史书中对我们现在所称的降尘常被记为“雨土”、“黄土”、“黄沙”、“雨尘土”、“黄霾”等。张德二^[11]认为历史时期雨土地点分布与现代浮尘日数分布及黄土分布三者颇近似,意味着昔日黄土堆积也有类似的风力传送过程。全浩^[14]认为中国西北的沙尘

土向东部搬运和沉积不只限于沙尘暴一种形式,也不限于春季。扬尘、风沙、浮尘降水对沙尘土的移动或输送都有相当大的贡献。在我国第四纪沉积物——黄土的风成学中,大气降尘是一种重要的沉积过程。多年来许多的地质、冰川工作者也都在研究这一现象。刘东生^[15]和卢演传等^[16]较早地提出了黄土堆积源于中国沙漠贡献的论点。张小曳^[17]通过对“近源”中国沙漠和“远源”高空西风粉尘的元素示踪分析,证明第四纪以来输入黄土高原的粉尘其源地主要是中国沙漠。

2.4 沙尘暴与西部生态环境

近百年来,我国人口的增长,尤其是西部人口的增加和工业的发展,以及滥垦、滥牧、滥伐、滥采等现象,使本已脆弱的西部生态环境变得更加脆弱。人类的活动使得地表植被大面积减少和退化。再加上全球的变暖引起的中西部的气候干旱,致使沙尘暴频繁发生。由此可见,人类的生产和生活活动已成为沙尘暴形成和演变的重要驱动因子。对此,我们应该认真地对待和保护脆弱的西部生态环境。

2002年中国科学院发起了一个国际沙尘暴科学研究计划,并在北京召开了国际沙尘暴研讨会,来自中国、日本、韩国、蒙古、俄罗斯、美国、法国等国家的科学家参加,并在会上讨论通过了国际沙尘暴科学研究计划(DUST),发表了北京宣言^[18]。我们也期待着这一宏伟的计划能够得到实施。

3 甘肃沙尘暴尘的化学组分和粒径分布特征

沙尘暴发生后,沙尘中的较大粒径的颗粒一般都会在源地及周围地区,依靠颗粒自身的重力作用很快沉降。而较小粒径的颗粒物则会被送到几百乃至几千或上万公里远的地方。张宁对兰州市采集到的沙尘暴降尘样品,使用中子活化分析法和X射线吸收-沉降法,对沙尘暴沉积物中Al、As、Au、Br、Ca、Ce、Co、Cr、Cs、Cl、Dy、Eu、Fe、Hf、In、Ir、K、La、Mg、Mn、Na、Nd、Ni、Rb、Sb、Se、Sm、Ta、Tb、Th、Ti、Tm、U、V、W、Yb、Zn等38种化学元素和粒径分布状况进行了全面测定,研究分析认为:

(1)兰州市大气降尘沉积物的质量中值直径范围为6.39~12.64μm,年平均为8.93μm。几何平均直径为1.37~8.21μm,年平均为3.78μm。两

者的月、季度变化不十分明显^[21,22]。

(2)降尘粒径最集中的范围为 $30 \sim 5\mu\text{m}$,并在 $10\mu\text{m}$ 和 $5\mu\text{m}$ 处各出现一个峰值区。由各季度的频率分布看,一、二、四季度的曲线比较相近,而三季度各月的离散性较大。降尘粒径的相对频率分布也相应出现变化。

(3)兰州市大气自然降尘的粒子有 84.55% 集中在 $30 \sim 5\mu\text{m}$ 的粒径段内。

(4)1994 年 4 月 5 日至 11 日,在新疆、甘肃和内蒙先后出现了大范围长时间的沙尘暴和浮尘天气。全过程维持时间长达 168h,为甘肃气象史上罕见。对采集到这期间的浮尘沉积物样品分析结果,当月降尘的质量浓度为 $36.659\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{month}$,为全年之冠。兰州背景点当月降尘的测定结果为 $26.6\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{month}$,尘量高于该测点同期多年月均值的 $22.6\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{month}$,超出 117.44%。降尘粒径分析结果、质量中值直径 MMD 和几何平均直径 D 分别为 $7.83\mu\text{m}$ 和 $3.85\mu\text{m}$ 。与无沙尘暴、浮尘月相比,粒径无明显变化。只是质量中值直径略低于年均值。沙尘暴通过远距离的输送进入兰州后,可使当地降尘的质量浓度值明显上升,而降尘的粒径分布范围仍以 $30 \sim 5\mu\text{m}$ 粒径段为主。粒子相对频率累积值在 $30 \sim 5\mu\text{m}$ 粒径段范围内累计占总量的 91.4%,略高于年均值的 84.55%。

参考文献:

- [1] 朱震达.中国土地沙漠化的现状趋势及其治理[M].北京:中国环境科学出版社,北京,1989.
- [2] 张宁,倾继组等.930505特大沙尘暴沙尘在甘肃沉降状况研究[J].高原气象,2001,20(1):44-50.
- [3] 张宁,黄维等.沙尘暴降尘在甘肃的沉降状况研究[J].中国沙漠,1998,18(1):32-37.
- [4] 夏训诚,杨根生.中国西北地区沙尘暴灾害及防治[M].北京:中国环境科学出版社,1996.
- [5] 钱正安,陈敏连等.我国西北地区沙尘暴的分级标准个例谱及其统计特征.中国沙尘暴研究[M].北京:气象出版社,1996.
- [6] 张宁,康颖琦等.甘肃省大气自然降尘背景值的调查和研究[J].甘肃环境研究与监测,1999,12(2):69-73.
- [7] 刘树华,刘新民等.沙尘暴天气成因的初步分析[J].北京大学学报(自然科学版),1994,30(5):589-596.
- [8] penner,J.E.,M.Andreae,H.Annegarn et al.,Aerosols,teir Direct and Indirect Effects, in IPCC 2001: Climate change,the scientific basis, contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the intergovernmental panel on climate change [Houghton,J.T.,et al.,(eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2001.
- [9] 村山信彦,根元修.输送される黄砂エアロソルの粒径について.见:日本气象学会秋季讲演予稿集,1984.
- [10] 郑新江,刘诚,赵亚民等.“5.5”沙尘暴天气的云图特征[J].甘肃气象,1993,11(3):32-34.
- [11] 张德二.我国历史时期以来降尘的天气气候学初步分析[J].中国科学(B辑),1984(3):278-288.
- [12] 杨根生,王一谋等.我国西北地区“5.5”强沙尘暴的危害状况与对策[J].甘肃气象,1993,11(3):43-48.
- [13] 王永焱,崔嶋贞雄.中国黄土及其地层层序.中国黄土研究的新进展.
- [14] 全浩.关于黄沙研究与进展[J].环境科学研究,1994,7(6):1-10.
- [15] 刘东生.中国的黄土堆积[M].北京:科学出版社,1965.
- [16] 卢演传.中国黄土物质来源的初步探讨——石粉英砂颗粒表面结构的电子显微镜研究[J].地球化学,1974,(1):47-53.
- [17] Zhang X Y. Shen Z. Zhang G. et al. Remote mineral aerosol in Westerlies and their contributions to the Chinese loess. Science in China (Series D). 1996. 39(1):67-76.
- [18] Cyranoski, D., China plans clean sweep on dust storms, Nature, 2003, 421, 9 jan. 2003, p101.
- [19] 张宁,黄维等.沙尘暴对甘肃大气降尘背景值的影响研究[J].中国沙漠,1998,18(增1):95-98.
- [20] 张宁,陆荫等.沙尘暴降尘的化学组份和粒度分布特征[J].甘肃环境研究与监测,1998,11(1):3-7.
- [21] 李春生,张宁等.兰州城区某地自然降尘特性及其变化规律[J].核技术,1997,20(12):739-743.
- [22] 张宁,牛耘等.兰州市大气降尘沉积物的粒度分布特征研究[J].干旱环境监测,1998,12(1):15-19.