

我国沙尘暴灾害及其治理对策初步研究

张庆阳, 张 沅, 李 莉

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

摘 要: 分析研究了沙尘暴的成因、时空分布、发展趋势及造成的灾害, 结合国外经验提出了我国治理的对策建议。

关键词: 中国; 沙尘暴; 对策

中图分类号: X43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-1504(2001)04-0199-05

Study on Sand-storm and Dust-Storm in China and Prevention and Control

ZHANG Qing-yang, ZHANG Yuan, LI Li (China Meteorological Science Research Institute, Beijing 100081, China)

Abstract: The formation causes, development tendency, its disasters and space distribution of time are studied. The control counter-measures are pointed out combined with overseas experience.

Key words: China; sand-storm and dust-storm; countermeasure

近两年,我国西北、华北地区沙尘暴频率之高、强度之大均为历史同期所罕见,已波及北京等十几个省市、自治区,面积接近大半个中国。沙尘暴是中国21世纪面临的重大环境问题之一,已引起各界的广泛关注。

1 沙尘暴的基本特征及危害

1.1 沙尘暴及等级划分

沙尘暴是沙尘和尘暴二者兼有的总称,是指强风把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 km的天气现象。其中沙暴是指大风把大量沙粒吹入近地面气层所形成的携带沙风暴;尘暴则是大风把大量尘埃及其它细颗粒物卷入高空所形成的风暴。

在气象学中,将沙尘暴天气分为浮尘、扬尘、沙尘暴3个等级。浮尘指在无风或风力较小的情况下,尘土、细沙均匀地浮游在空中,使水平能见度小于10 km;浮游的尘土和细沙多为远地沙尘经上层气流传播而来,或为沙尘暴、扬尘出现后尚未下沉的沙尘。扬尘指由于风力较大,将地面沙尘吹起,使空气相当混浊,水平能见度低于1~10 km。沙尘暴指强风把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 km。强沙尘

暴(瞬时风速大于25 m/s,风力10级以上)可使地面水平能见度低于50 m,破坏力极大^[1,2]。

1.2 我国沙尘暴的时空分布和影响路径

沙尘暴主要出现在沙漠地区及其相邻近的干旱、半干旱地区。世界上有中亚、北美、中非和澳大利亚四大沙尘暴多发区。我国的沙尘暴属于中亚沙尘暴多发区的一部分。我国有四大沙尘暴源区,即甘肃河西走廊和内蒙古阿拉善盟地区;陕、蒙、宁、晋西北长城沿线的沙地、沙荒地旱作农业区;位于北京北部、东部的浑善达克、呼伦贝尔、科尔沁沙地及新疆塔里木盆地边缘地区。判断一个地区是不是沙尘暴源区,主要以该地区每年发生沙尘暴的日数、强度及地表物质含尘量的多少、源区生态恶化的情况为依据。上述四大源区50年来发生沙尘暴次数均在15次以上,其中至少有一次强沙尘暴,且地表沙尘物质十分丰富。

我国扬沙天气出现范围比沙尘暴要广,除西北、华北、东北外,还从青藏高原一直延伸到四川盆地和南岭北侧。

根据卫星遥感图分析,初步推断出影响我国的沙尘暴路径主要有3条:第一条偏西路径是翻越帕米尔高原后进入新疆南部,然后向东移动继

收稿日期:2001-07-16

作者简介:张庆阳(1945-),男,吉林长春人,研究员,主要从事气象软科学研究方面的工作。

万方数据

续影响青海和甘肃;第二条西北路径是经新疆北部和蒙古国西部进入我国,影响新疆、青海、甘肃、宁夏、内蒙古以及陕西等地区;第三条偏北路径是由贝加尔湖或蒙古国中部、东部进入我国,主要影响内蒙古、甘肃、宁夏、陕西以及华北地区。影响北京地区的沙尘暴主要来自内蒙古的阿拉善盟、巴彦淖尔盟、乌兰察布盟、锡林郭勒盟以及河北北部和黄土高原等地,其影响路径有 3 条,分别是内蒙古浑善达克沙地→河北黑河河谷→北京地区;内蒙古朱日和→河北洋河河谷→北京地区;从山西东部进入北京地区^[3]。

沙尘暴古来就有,据对深海岩芯研究,早在第三纪,即距今 2 500~3 000 万年前就有沙尘暴存在。我国有关沙尘暴的最早记载为纪元前 1 150 年。据统计,我国西部地区沙尘暴天气有明显加重之势。10 个世纪以前平均 100 年出现一次,50 年代发生 5 次,60 年代发生 8 次,70 年代发生 13 次,80 年代发生 19 次,90 年代发生 23 次,2000 年仅一年就发生 12 次。

我国沙尘暴的季节变化特征是春季最多,占全年总数的二分之一,夏季次之,秋季最少。按月份来看,4 月发生率最高,3 月和 5 月次之,9 月最低。我国西北地区沙尘暴日变化特征为午后和傍晚占总数的 65.4%,清晨到中午占 34.6%^[4-6]。

1.3 沙尘暴的危害

沙尘暴特别是强沙尘暴是一种危害极大的灾害性天气。我国是受沙尘暴危害最严重的国家之一,全国每年因沙漠化、沙尘暴造成的直接损失达 540 亿元。仅西部地区 1993 年 5 月 5 日一次强沙尘暴就造成直接损失 7.25 亿元,造成 85 人死亡、31 人失踪、12 万头牲畜死亡,农作物受灾面积达 37.33 hm²。至于造成的土地退化等生态和社会影响则难以评估。

沙尘暴的危害方式大体可归纳为沙埋、风蚀、大风袭击和污染大气 4 种。

沙埋:沙尘暴以排山倒海的势头向前移动,下层的沙粒在狂风驱动下滚滚向前。遇到障碍物或风力减弱时,沙粒落下来,就会埋压农田、村庄、工矿、铁路、公路、水源等。

风蚀:强大的风力对地表物质吹蚀,就像是用刀子刮东西似的。风蚀土壤不仅把土壤里细腻的粘土矿物和宝贵的有机物质刮跑了,而且还把带来的细沙堆积在土壤表层,使原来比较肥沃的

土壤变贫瘠。

大风袭击:伴随着沙尘暴的大风,所到之处狂风怒吼,能把大树连根拔起,刮倒墙壁,毁坏房屋,刮翻火车,推倒电杆,造成人、畜伤亡。

污染大气:由于风沙作用,全球每年散发到空中的尘土达 2~200 t/km²。沙尘暴尘埃中含有许多有毒矿物质,会对人体、牲畜、农作物、林木等产生危害^[2,4,6-8]。

2 沙尘暴的成因

沙尘暴形成的基本条件:一是强风,二是地面上裸露的干燥、疏松沙尘物质,三是不稳定的空气,三者加在一起,方能产生沙尘暴。3 个因素中强风是卷扬沙尘的动力,丰富的沙尘源是形成沙尘暴的物质基础。而不稳定空气,即气压差造成空气上下对流,将沙尘卷入高空是形成沙尘暴重要的热力条件。因此,可以说沙尘暴是特定的气象和地理条件相结合的产物。

青藏高原北部特有的大气环流给我国西部地区带来的频繁强风是形成沙尘暴的动力条件。当风速达到 30 m/s,则直径 0.5~1.0 mm 的粗沙会飞离地面几十厘米,直径 0.125~0.25 mm 的细沙会飞起 2 m 高,直径 0.05~0.005 mm 的粘粒则可飞到很高高度。

沙源是形成沙尘暴的物质基础。近年来,在全球气候变化的影响下,我国北方地区干旱和暖冬现象日益加剧,加之不合理的人为活动干扰(滥垦、滥伐、滥樵、滥牧、滥用水资源等),造成了大面积植被被破坏,加剧了土地沙化,使得沙尘暴途经地带的壤质和沙质土壤比例相当高,共占 93.5%。当春季回暖解冻、狂风乍起时,大面积沙化土地上裸露的干燥疏松沙土极易被强风扬起,为沙尘暴的形成提供了丰富的沙源。

不稳定的空气是形成沙尘暴的热力条件。我们在生活中会遇到这样的实例,当炉火烧的正旺时捅火炉,会使炉灰飞满屋子。这是因为当火炉燃烧很旺时,火炉上方近炉面的空气热,离火炉远的空气则凉,而热空气比冷空气轻,容易上升,所以火炉上面的空气是不稳定的。在捅火炉时,被捅动的炉灰很容易随着热空气上升,飘飞满屋。沙尘暴的起沙道理也是一样的,若低层和高层的空气温度接近,则比较稳定,风吹动的沙尘不会被卷扬很高,如果低层和高层的空气温度相

差较大则不稳定,容易向上运动,风吹动沙尘将会卷扬很高,形成沙尘暴。

除上述三大因素外,工矿、交通建设、大规模施工等产生的扬尘也为沙尘暴的发生、发展提供了细沙和尘土。

某些地区在土地资源利用上的政策失误、管理混乱、地方保护主义、协调失控和运转机制失效则是导致沙尘暴的社会原因^[1,2,6-11]。

3 未来变化趋势

多个全球气候模式以及区域模式的分析结果表明,未来几十年内,在全球变暖的影响下,北半球中纬度内陆地区,降水量变化不大,但温度显著升高,地表蒸发加大,土壤变干。这是有利于沙尘暴发生的不良气候背景,再加上土地资源利用不合理的局面短期内难以根本扭转,草地资源退化和减少的状况难以根本改变,以及水资源短缺的矛盾日趋严重等原因,都将导致未来近期内沙尘暴的继续活跃。

另据国家环境保护总局和中国科学院联合“探索沙尘暴”科学考察队的考察结果表明:综合考虑近期生态环境和气候状况的变化,以及近年沙尘暴的活跃势头,也认为在未来的几年,中国的沙尘暴仍将会增加。因此,防治沙尘暴刻不容缓^[1]。

4 国外沙尘暴的危害及其防治经验

人类不合理的开发活动加剧了沙尘暴的发生。震惊世界的美国西部、前苏联哈萨克、西伯利亚、乌拉尔等地区的沙尘暴灾害均是由盲目垦荒造成的。

美国的西部地区原本是一片辽阔的大草原,肥美的绿草,美丽的自然风光,使印第安土著人世世代代过着平静的放牧生活。然而,1860年至1890年这种平静被打破了。随着美国开发西部的潮流,大量移民涌入西部,焚烧草原,盲目垦荒9 000 km²,使土壤大面积裸露、沙化,再加上美国西部干燥、多大风的气候特征,导致1934年震惊世界的美国西部沙尘暴灾害。这场沙尘暴从植被破坏严重的西部刮起来,很快就发展成一条东西长2 400 km、南北宽1 500 km、高3 km的一个巨大黄色尘土带,连续3天横扫了美国三分之二国土。当时大气含尘量高达40 t/km³,把3亿多

吨土壤卷进大西洋。因沙尘暴灾害,这一年美国毁掉耕地4 500 km²,16万农民倾家荡产,逃离了西部大平原。

前苏联自1954年起在哈萨克、西伯利亚、乌拉尔、伏尔加河沿岸和高加索的部分地区,盲目大量开垦荒地,到1963年共10年中垦荒面积达6 000 hm²。由于耕作制度混乱,又缺乏防护林带,加之气候干旱,造成新垦荒地风蚀严重。每年春季疏松的表土被大风刮起,形成沙尘暴。1960年3月和4月的沙尘暴席卷了俄罗斯南部平原广大地区,使垦荒地区春季作物受灾面积达400 hm²以上。1963年的沙尘暴比1960年更为严重,在哈萨克被开垦的土地上,受灾面积达2 000 hm²,占垦区总面积的80%。

至于非洲撒哈拉大沙漠,那里的沙尘暴也非常厉害。1805年,一支由2 000人和1 800匹骆驼组成的商队被沙尘暴全部吞没。

上述国外沙尘暴灾害实例说明,人类不合理的开发活动不但影响环境,而且会给国家和人民生命财产造成巨大损失。我们要牢记这些惨痛教训,不能只顾眼前利益无限度地向大自然索取,而不给自然“休养生息”的机会,否则将会受到大自然的惩罚。

美国西部特大沙尘暴发生后,美国国会通过决议,长期投资治理西部地区沙尘暴,治理手段是严禁垦荒,退耕还草并作为国家公园保护起来;在大风来临之前,干燥、疏松的耕地进行喷灌,以免扬尘;依靠间作、套作、作物留茬、增加冬春季田间覆盖和改革农具等措施,大力减少沙尘暴的发生率。

前苏联治理哈萨克等地区沙尘暴的主要手段是退耕还草和营造农田防护林,经过艰苦努力已基本解决沙尘暴灾害,使之不再猖狂。

总结国外治理沙尘暴的经验主要为:一是“封堵”,保护好沙漠周边的草原带,阻止新沙漠区的扩展;二是退耕还草,退耕还牧;三是推广土壤保持耕作法(如少耕、免耕及轮作);四是营造防风林^[2,12]。

5 治理对策

多年来,我国防沙治沙取得了很大的成绩,但总体上是治理速度赶不上沙化速度。全国土地沙化面积达262万 km²,并以2 460 km²/a的速

度扩大,相当于一年吃掉一个中等县。要加大力度,依法治理沙化、沙尘暴。进一步完善《草原法》、《森林法》、《水土保持法》、《防沙治沙法》,加强管理,强化领导、建立、健全专门的治理机构和精干高效的管理队伍,约束和改变人们不适的发展模式和行为模式,制止人为的生态破坏,协调人与自然的关系。

治理沙尘暴是一项基础性建设任务,因此要长期坚持不懈。既要有阶段性攻坚目标,又要有持久的奋斗目标;既要有重点突破的具体任务,又要有全面的推进规划。目前阶段把治理北京沙尘暴源区作为重中之重,治理重点地区为内蒙古浑善达克沙地、北京北部沙化草原、阴山北京风蚀沙化土地、山西雁北沙化土地和华北平原北部河流冲积沙化土地。加速构筑京津绿色生态屏障,阻挡沙尘暴侵入京津地区。

切实处理好防沙治沙的关系,转变重治理、轻预防的认识,以防为主,积极防治。京津地区近期防治沙尘暴的关键在于治理其相邻沙化草原地区和农牧交错区的沙化土地,要改变过去以沙漠、戈壁为目标的治理思路。除抑制内蒙古中部和河北北部沙尘暴源区外,加强京津地区周边和城乡结合部的绿化,同时严格控制市区建筑工地等的扬尘。

我国西部生态环境十分脆弱,实施西部开发战略应把保护和改善生态环境放在首要位置,作为西部大开发的切入点。建议治理西部地区沙尘暴要注意生态效益、经济效益和社会效益的有机结合。

沙尘暴是一种自然现象,目前人类尚不能控制它们的生消,但可以减少和降低其出现的频数和强度。沙尘暴是恶劣生态环境的直接产物,沙尘暴防灾、减灾的根本出路是遏制沙尘暴形成的物质基础——沙源,在于改善生态环境,在保护好沙源地区现有植被的同时,退耕还草、退耕还林,大面积恢复自然植被。在沙源的周围地区,人工种草、种树、营造防风林,因地制宜、宜乔则乔、宜灌则灌、宜草则草,建立乔、灌、草相结合的防风固沙体系。封山、封草、严禁超载放牧,以固泥沙。推广土壤保持耕作法等。根据内蒙古多年实地研究的数据,按成本效益分析法分析,治理沙尘暴效果最佳的是退耕还草,其次是推广土壤保持耕作法及营造防风林。本项治理对策不但会遏

制沙源,还会增加地面粗糙度,削弱强风风速。若地表植被覆盖率为 70%,则可使近地面风速减弱 62.8%,遏制沙尘暴的启动能力。

治理沙尘暴应强调地球科学、环境科学等多学科的有机交叉综合,从地球各圈相互作用过程来揭示沙尘暴运动规律和成灾机理,加强人口、资源、环境、灾害之间互馈的关系研究,通过土地沙化与沙尘暴间的相互耦合关系以及强风时空特征,分层次地摸清极限气候条件下生态环境的改良对沙尘暴天气防灾减灾的调节功能,突破传统、被动的气象灾害“预防—救灾”体制,形成更适合可持续发展的、高效、动态的“生态治理—灾害控制”的沙尘暴调控体系。在现阶段,研究重点是源区环境与沙尘暴迁移规律。沙尘暴是我国北方重大灾害性天气,但过去重视不足,投入不够,研究不深入。应大力开展沙尘暴分布、形成、机制、监测、预报及防御技术的研究;开展气候变化对沙尘暴演进的影响等研究,为国家防治科学决策提供科学依据。

治理沙尘暴是一项系统工程,涉及环境、农业、气象、草原、生态、林业、水利等方方面面,各有关方面应依靠科技进步,通力合作。就气象部门而言,进一步完善包括地面观测、高空观测、天气雷达观测、气象卫星观测、全天候通讯网、沙尘暴预报等沙尘暴天气的动态监测、预报系统,及时、准确地发布沙尘暴信息,以利各有关方面提前安排好生产、交通及生活,使沙尘暴灾害造成的损失降低到最小程度。建议通过人工影响天气手段合理开发利用空中水资源,调节和增加大气降水量,在一定程度上弥补沙尘暴源区地表和地下水资源的不足,改善其生态环境。

建议大力加强对治理沙尘暴的宣传、教育,充分调动各方面的积极性,才能从根本上遏制土地沙化扩展势头,治服沙尘暴,确保我们赖以生存的环境并可持续发展^[2,3,6,13,14]。

参考文献:

- [1] 叶笃正,丑纪范,刘纪远. 关于我国华北沙尘暴天气的成因与治理对策[J]. 地理学报, 2000, (5): 513—520.
- [2] 张庆阳. 国外沙尘暴[N]. 中国气象报, 2000-05-01(3).
- [3] 王涛. 西部大开发中的沙漠化研究及其灾害防治[J]. 中国沙漠, 2000, (4): 345—348.
- [4] 钱正安, 胡隐德, 龚乃虎, 等. 关于甘宁部分地区“5.5”特强沙尘暴灾害的调查报告[J]. 大气情报, 1993, (4): 1—9.

- [5] 李国章. 全国四分之一土地沙化[N]. 经济日报, 2000-04-20(4).
- [6] 郑新江, 罗敬宁, 潘锡元, 等. 浅谈沙尘暴[J]. 大自然, 2001, (3): 22-24.
- [7] 瞿章, 许宝玉, 贺慧霞. “930505”沙尘暴的若干启示[J]. 大气情报, 1993, (4): 10-13.
- [8] 方宗义, 朱福康, 江吉喜, 等. 中国沙尘暴研究[M]. 北京: 气象出版社, 1997. 155-158.
- [9] 夏川诚, 杨根生. 关于西北地区沙尘的几个问题[J]. 中国科学院院刊, 1994, (4): 346-350.
- [10] 瞿章, 许宝玉, 贺慧霞, 等. 我国沙尘暴灾害的概况和对策[J]. 中国减灾, 1996, (1): 155-158.
- [11] 贺哲, 韩雪英, 孔海江, 等. 沙尘暴天气的成因及其天气形势分析[J]. 河南气象, 2000, (4): 3-4.
- [12] 张庆阳, 张云荣, 胡英. 沙尘暴缘起和自然“休养生息”[J]. 中国人口、资源与环境, 2000, (3): 115-116.
- [13] 赵光平, 王连喜, 杨淑萍. 宁夏强沙尘暴生态调控对策的初步研究[J]. 中国沙漠, 2000, (4): 447-450.
- [14] 陈广庭. 北京沙尘暴史及治理对策[J]. 科学对社会的影响, 2000, (4): 6-8.

(上接第194页)

由摩尔比法和等摩尔连续变化法可测得络合物中 Ni^{2+} 与 QADEABA 的摩尔比为 1:2。

3 样品分析及结果

水样除去油污及悬浮物后取 500 ml, 加 1 ml 10% 硝酸酸化, 浓缩后定容至 100 ml, 过滤, 取 5 ml 滤液, 加 1 ml 5% 柠檬酸, 1 ml 2% 硫氰酸铵, 1 ml 2% 硫脲, 按实验方法测定, 结果见表 1。

表 1 样品分析及结果

试 样	测定值 $/\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	AAS 法 $/\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	RSD /% ($n=5$)	标准回收率/% (加 $\text{Ni}^{2+} 2 \mu\text{g}$)
昆明自来水	0.165	0.162	2.2	94~102
滇池水	0.243	0.248	2.5	98~105
矿泉水	0.170	0.166	3.2	95~104

参考文献:

- [1] GB 11910-89, 水质 镍的测定 丁二酮肟分光光度法[S].
- [2] 夏玉宇. 化验员实用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1999. 732.
- [3] 赵建为, 徐其亨. 8-氨基喹啉类有机试剂研究进展[J]. 化学试剂, 1992, 14(6): 34.
- [4] 夏心泉, 赵书林, 汪冬英. 5-(6-溴苯并噻唑偶氮)-8-氨基喹啉与镍高灵敏显色反应及应用[J]. 化学试剂, 1998, 20(4): 200.
- [5] 何巧红, 朱有瑞, 毛雪琴. $\text{Ni}(\text{I})$ -MODTAMB-Triton-X-100 体系析相光度法测定痕量镍[J]. 理化检验(化学分册), 1998, 34(3): 109.
- [6] 王学会, 王文钦, 艾兵. 二阶导数光度法同时测定微量镍和铜的研究[J]. 理化检验(化学分册), 1998, 34(12): 553.
- [7] 曾云鹏, 张华山, 陈震华. 现代化学试剂手册(四分册)[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989. 255.

(上接第198页)

酸碱滴定法用萃取原理测定麻黄碱含量, 只适用于常量分析, 对于微量麻黄碱分析误差较大。酸性染料比色法适用于微量分析, 最低检出量可达 $1.00 \times 10^{-5} \text{ kg/L}$, 平均回收率为 99.48%, RSD 为 1.27%, 说明酸性染料比色法更适用于微常量盐酸麻黄碱的含量测定。

参考文献:

- [1] 安登魁, 张正行, 盛龙生. 药物分析[M]. 济南: 济南出版社, 1992. 1142-1328.
- [2] 李光秀, 郑荣庆. 麻黄及麻黄碱制剂中心化学成分测定方法进展[J]. 中草药, 1993, 23(6): 324.
- [3] 徐礼泉, 沙世炎. 中草药有效成分分析法[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1979. 332-335.
- [4] 王美珠, 韩金枝, 唐定智. 麻黄碱 PVC 膜电极的研制与麻黄碱含量的直接电位法测定[J]. 中草药, 1993, 24(7): 345-347.