文章编号:1003—7578(2000)03—0011—04

# 中国的沙暴、尘暴及其防治*

申元村 杨勤业 景 可 许炯心
(中国科学院地理科学与资源研究所,北京,100101)

**提要**:沙尘暴在进入90年代以来有进一步加剧趋势,其原因在于此期我国西北地区气候干暖化态势明显,人类超负荷开发资源加剧,从而导致沙尘暴的频繁发生,但总体上仍属于正常的灾害现象。我国沙暴只能发生于干旱半干旱区,尘暴则可波及半湿润与湿润区,由此而论,北京的沙尘暴属于尘暴范畴,北京不会形成沙漠区。防治沙尘暴必须采取水、土、植被综合防治措施,基本对策是:1. 搞好流域为单元的水土资源合理利用规划,进行水土保持综合防治;2. 增加地表植被复盖,搞好防护林体系建设;3. 减轻土地利用强度,恢复提高土地抗蚀能力;4. 加强管理体系建设,依法建设生态环境。建议国家设立水土保持为主要职能的生态环境建设委员会,统一协调布署我国的生态环境建设工作。

**关键词**:沙暴 尘暴 干旱 半干旱地区 防治措施
**中图分类号**:X43 **文献标识码**:A

我国是沙尘暴容易发生的国家,进入90年代以来,沙尘暴的发生有发展的趋势,特点是频率增加,强度加大,范围扩展,危害程度加剧。据统计,我国发生强沙尘暴的次数,50年代为5次,60年代为8次,70年代为13次,80年代为14次[1],90年代为23次[2],呈明显上升趋势。沙尘暴的强度及造成的损失,以90年代最为突出,发生于1993年5月5日(5.5沙尘暴)和1998年4月16日(4.16沙尘暴)的特强大沙尘暴,是我国近100年来所罕见,损失极其惨重。5.5沙尘暴锋面前移速度14—17m/s,最大19.5m/s,瞬时最大风速34m/s,黑墙墙高度300—400m,最高700m,能见度0—100m,横扫甘肃河西走廊,宁夏,陕西,内蒙古4省区72个县110多$km^2$,造成85人死亡,31人失踪,200多人受伤,70万人受灾,丢失伤亡牲畜6万多头(只),500多万亩农作物受灾,严重的河西走廊局部农田风蚀深度10—50Cm,吹蚀土量平均近2100$m^3$/亩,16万亩林果严重遭灾,11万株防护林及用材林连根拔起或折断,造成的直接经济损失达2.36亿元人民币。沙尘暴的发生危害范畴亦逐渐从西北干旱经济落后区扩展到经济发达的北京、天津及华北平原区,仅2000年3—5月里,北京地区便发生浮尘天气12次,给生产生活造成巨大损失。因此,及时研究沙尘暴发生原因及制定相应防治对策,是摆在我们面前的紧迫任务。

## 1. 沙尘暴发生的区域

广义的沙尘暴是气象学中浮尘、扬沙和沙尘暴的合称。浮尘系指颗粒(0.001mm的尘埃,浮游于空中,能见度小于10km。扬沙则指风力较大,能将粉沙(颗粒0.001—0.05mm)吹扬于空中,能见度1—10km。沙尘暴则指风力强大,能将砂粒(颗粒>0.05mm)吹拂于低空,能见度<1km的天气现象。狭义的沙尘暴则仅分为沙暴和尘暴。沙暴以细沙和粉沙的飞扬为特征,尘暴以尘埃的飞扬为特色。它们在发

* 收稿日期:2000—5—20
作者简介:申元村(1941.10~)男,广东省兴宁市人,中国科学院地理科学与资源研究所研究员。研究方向为区域地理与土地资源。
* 本文承黄秉维院士审阅,特表谢意。

万方数据

生机制和扩展方向上具有相同性，但在运移形式和影响范围上又有差异，因而其危害方式、程度和防治对策亦有所不同。

我国的沙暴主要发生在北方干旱、半干旱区，尘暴可波及半湿润、湿润区；发生时间多在3—5月份，其中4月份出现的频率最高，此时，西伯利亚强冷空气吹向东南，途径我国西北。该区高亢坦荡的地势结构，质地轻粗的地表构成，干旱缺水的气候特征，植被稀疏的生态环境，便形成沙粒和尘埃容易吹扬的条件。当风速超过起沙风速时，便容易引发沙尘暴。由此可见，沙尘暴的发生是综合因素叠加的结果。

沙暴的起沙风速是5m/s，尘暴风速则更小。在风力超过起沙风速时，当地表过于干旱又无植被复盖保护时，沙粒便能被风吹起。沙粒在空旷平地上的运移方式是跳跃式和滚动式的，高度常在1m之内，沿风力方向前移，障碍物高于1m时，沙粒常被阻滞，更无法翻越高大的山体。因此，沙暴发生区域一般在东北三省西部，燕山以北，晋北、陕西黄龙山、宁夏南部山区、西秦岭以北半干旱、干旱地区。北京城因北有燕山阻隔又是半湿润区域，除局部有就地扬沙外，不会形成沙暴和沙漠，北京城不会被沙埋没。

尘暴与沙暴起因相同，只是由于颗粒细小，可随风吹扬翻山越岭而到达我国北方半湿润甚至湿润区，影响区域可以从黄土高原南部，华北平原，东北平原直达我国东部沿海。常说的北京沙尘暴，确切地说应该是尘暴。北京局部扬沙，如大兴沿永定河的沙，是就地起沙，不应称为沙漠。

## 2 沙尘暴的发生条件和近期发展的原因

沙尘暴所以能发生并在近10年来不断发展，是自然因素和人为因素综合作用的结果。

### 2.1 沙尘暴发生和发展的自然因素

沙尘暴的发生必须有产生沙尘的基质因子和吹拂沙尘的动力因子。基质因子是沙尘暴发生的物质条件：包括地势状况，物质构成，气候情况。我国沙尘暴产生区域在地势第二阶梯，海拔多在500—1000m以上，内蒙古高原、塔里木盆地、准噶尔盆地以及柴达木盆地、河西走廊、鄂尔多斯高原等，均是坦荡高亢的高原岔地，容易形成风蚀环境。受干旱气候与地表营力影响，地表物质以物理风化为主，质地轻粗松散，沙源丰富，为沙尘暴的发生提供了丰富的物质基础。降水量稀少，年降水量通常不足400mm，大部分少于300mm，使地表物质干旱，土壤凝聚力低，植物难于生长，植被复盖度低，土体缺乏有效保护，沙尘容易吹拂扬起。80年代以来，北方增温明显，更加速了干旱的发展，由此而造成易于沙尘飞扬的基础条件及发展的态势格局。

光有沙尘的基础条件而无动力吹扬条件，沙尘暴亦难于形成，还必须具有能将沙尘吹扬起来的动力因素，这因素便是风力。我国北方干旱半干旱区，受大气环流场和季风气候类型影响，冬、春盛吹西北风，强劲而干燥，大风日数，多者几十天，少者也有几天。发生沙尘暴的天数与大风日数和地面热力稳定程度相关，3—5月我国西北内陆地表增温大，是风力场和热力场极不稳定季节，地表气候容易发生蠕动，沙尘暴便由此而得到启动和易于发生。

我国沙尘暴自第三纪干旱区形成以来便一直存在，无论是地质时期（第四纪），历史时期（近5000年），还是器测时期（本世纪50年代至今），沙尘暴一直是干旱半干旱区域的自然灾害之一。3000多年前，我国史书便有记载西北地区发生“黄砂”，“雨尘”、“雨尘土”、“黄霾”等记述，近代沙尘暴的记述则更多，因而可以说沙尘暴的存在是干旱、半干旱区的一种正常天气现象。但在发生频率上，则具有脉动现象，不同时期会有变化，从自然因素分析，沙尘暴的发展动态主要受冷暖波动和干湿变化影响，冷湿期，沙尘暴发生频率小，规模亦小，暖干期，发生频率多，规模亦大。进入本世纪以来，我国西北干旱区的气候有脉状波动，大致表现为50年代前为偏暖期，50年代至80年代中期为偏凉期，近10多年又进入偏暖期，90年代的气温较多年平均高出1℃左右，1998年成为气温最高的一年。气温增高，则蒸发加强，干旱化愈益明显，造成湖泊萎缩，冰川后退，沙尘暴增加。因此可以说我国沙尘暴的形成主要是由自然因素决定的，近10年沙尘暴的发展亦与气候干暖化趋势有关，总体上讲仍属于正常的自然灾害现象。

### 2.2 人类不合理的生产活动，加速了沙尘暴的发展

在不稳定的基质和风力吹扬活跃背景下，人类的社会经济及生产活动对沙尘暴的发生发展起着驱动或衰减的作用。作用的对象主要是自然基质因子。在相同风力条件下，如果不合理利用水资源，例如上中下游水量不合理调配，便会引起水量供求平衡失调，打破原有的“平衡”状况，引起中下游大面积荒漠化的发展，强化沙尘暴的形成规模。以塔里木河流域为例，由于上游大面积开荒，大量引灌水资源，致

万方数据

使流往中下游的水量大减，如以上游段阿拉尔站为例，50－60年代为51.08亿$m^3$，至90年代减至38.37亿$m^3$，下游水量则从15.6亿$m^3$，减至3.1亿$m^3$，致使中下游胡杨林面积从5.4万$hm^2$减至1.6万$hm^2$，下游阿拉干的流沙面积比50年代末增加48.8%[3]。河西走廊石羊河流域水资源总量为15.9亿$m^3$，由于上游武威绿洲的扩展和大量引用水资源，下游民勤绿洲的地表水来水量已由50年代的4.3亿$m^3$减至90年代的2.2亿$m^3$。为维系绿洲的生存不得不大量引用地下水资源，致使民勤绿洲地下水位从50年代小于1米降至90年代的6米甚至8－9米，土地旱化严重，植被退化率达到2/3，成为沙尘暴的重要沙尘源。黑河、疏勒河，艾比湖等河流上游用水量的加剧，均已造成上下游水量供需平衡失调，破坏流域的生态安全；又例如土壤条件，如果人类不合理开垦，不合理采樵，过量挖药材（甘草、麻黄等），过度放牧和不加保护的进行交通、工矿、城市与居民点"建设，便会破坏地表结皮，使地表裸露，降低土壤的稳定度和抗蚀能力，为风力侵蚀和沙尘暴的发生创造条件。根据80年代中国科学院兰州沙漠所的调查，我国北方现代沙漠化扩大的成因中，94.5%为人为因素所致[4]，由此可见，在人类还没有能力控制大气环流和改变大气候的当前条件下，通过调控人类的生产、生活行为，增强基础物质的抗风蚀能力，进行水、土资源合理配置，增加植被固沙能力，减轻人为破坏土地资源行为，为土壤的稳定创造良好条件便成为当前防治沙尘暴的基本途径。

## 3　防治沙尘暴发展的对策与建议

沙尘暴虽然是发生于干旱半干旱区的自然现象和自然灾害，人类目前还无法根治，但人类可以调控自身行为，应用现代科学技术和现代管理方法进行防治。

### 3.1　搞好流域水土资源合理利用规划，进行水土保持综合防治

在降水稀少，蒸发大于降水的干旱区域，水资源成为区域开发和生态环境建设最紧缺的资源，许多问题的症结都集中在水源短缺上。保护土地资源，尤其是防止土壤被侵蚀，也是维系生产和防治沙尘暴的基本任务。

沙尘暴的发生和发展，根本问题是缺水干旱和土壤稳定性差所致，因此，进行水土资源合理利用规划，解决水资源短缺和维护土壤稳定是防止沙尘暴发生发展的基本途径。我国干旱区的水土资源在空间匹配上具有良好的以流域为特征的正相关关系。便于按流域进行合理利用水土资源的利用规划，也便于开展以流域为单元的水土保持综合防治。因此我国沙尘暴的防治，首先应该在全局观点指导下，按大流域，如黄河、塔里木河，疏勒河、黑河、石羊河等进行全流域系统的水资源合理统筹利用和开展上中下游生态稳定建设规划，布局好农业的、工业的、生态的用水调度，合理安排农、林、牧业用地结构，建立起符合流域系统结构的生态经济格局，方能从全局上稳定生态环境，降低沙尘暴的发生机率。

### 3.2　增加地表植被复盖，搞好防护林体系建设

大量实践证明，当植被复盖度达到30%时，沙丘便可基本固定，当植被复盖度达到60%时，风蚀可以基本避免，因此提高植被复盖，便可提高防治沙尘暴的有效程度。然而，在干旱缺水条件下，并不是所有地段都能植树造林种草的。因而不应该简单追求上述复盖指标，而应该搞好重点区域的防护体系建设。从减轻沙尘暴对国民经济损失考虑，重点要突出对京津和华北平原构成威胁的农牧交错带的防沙治沙工程，包括浑善达克沙地，河北坝上，乌盟后山和草原区的防护林体系建设，植树造林种草；其次要搞好西北内陆绿洲防护林体系建设，要在绿洲外围建立起以封育为主要途径的灌草防风阻砂隔离带，及在绿洲内部搞好乔灌草结合的农田防护林体系林网建设。当绿洲林网密度达到10－18%时，便可实现绿洲稳定和防止绿洲的沙尘的侵蚀。林灌植被具有防蚀保土，调节小气候，改善生态环境的功能，但同时又具有加大蒸腾，增加水资源消耗，减少地下水资源的负面作用，因此，植树造林种草，亦要依据水土资源的区域特点和地段匹配状况进行设计，围绕水土保持综合防治总体目标来布局，方能实现整体与局部效益的耦合，以达到造林种草成活率高又与区域水土资源协调共进的目的。

### 3.3　减轻土地利用强度，恢复提高土地抗蚀能力

水土资源的良好匹配和植被复盖的良好保护，是防治沙尘暴最有效的保证，然而，在人类急功近利的驱动和科学技术水平尚低的情况下，往往会打破水土植被的有效耦合体系，引发沙尘暴的发生。减轻土地利用强度，则会恢复水土植被的耦合，提高土地抗蚀能力，减轻沙尘暴的危害。我国近10多年来沙

万方数据

尘暴加剧的原因之一，与人类利用水、土、植被资源强度加大，盲目扩大耕地面积，超载过牧天然草场，过量砍伐森林资源，无节制地挖采甘草、麻黄等中草药材，破坏草场植被等行为有关，实例十分普遍，不胜枚举。结果是荒漠化规模不断扩大，90年代中期我国风蚀荒漠化土地已占160.7万$km^2$，水蚀荒漠化面积20.5万$km^2$，土壤盐渍化面积23.3万$km^2$，冻融荒漠化面积36.3万$km^2$，其他原因如城建、交通、采矿等原因引起的荒漠化面积21.4万$km^2$，占干旱、半干旱、亚湿润干旱区面积的79%[5]。减轻土地利用强度，恢复提高土地抗御风蚀能力，已成为防治沙尘暴的主要措施，应引起高度重视。

### 3.4 加强管理体系建设，依法建设生态环境

生态环境改善将减少沙尘暴的发生，因此，沙尘暴的防治应纳入生态环境建设的范畴。生态环境是一个包含全部自然地理要素在内的，也包含自然与人类相互作用形成的环境实体，具有综合、整体效应，人类在进行农耕业、畜牧业、林业、工矿业、城建业建设中，均会对生态环境发生关系，均可能造成生态环境的恶化。只有从高层综合整体角度，调控各行业的人类行为，才能防止生态环境的破坏。我国的大量事实证明，单靠各行业本身的行为文明来维护生态环境的稳定是困难的，单靠某一行业的建设举措，也难于实现全局建设目标。因此，有必要建立能协调农、林、牧、水各行业生态行为的决策机构，设立水土保持为主要职能的生态建设委员会，加强管理体系的建设，才能实现有效和强有力的管理。在人类进入21世纪的高度文明的新形势下，制定相应的政策法规依法管理，则是强化管理体系的关键，似应及早制定。

## 参考文献

〔1〕 黄维等，西北地区沙尘暴的危害及对策〔J〕. 干旱区资源与环境，V01.12，N0.3，1998。
〔2〕 王涛，国外治沙经验值得借鉴〔N〕. 科学时报，总1890期，2000年5月18日，3版。
〔3〕 樊自立主编，塔里木河流域资源环境与可持续发展〔M〕. 科学出版社，1998。
〔4〕 朱震达，刘恕，中国北方沙区沙漠化过程及其区划研究〔M〕. 中国林业出版社，1981。
〔5〕 中国防治荒漠化协调小组办公室，《中国荒漠化报告》〔M〕. 中国林业出版社，1997。

# Sand—storm and Dust—Storm in China and Prevention and Control

SHEN Yuan—cun YANG Qin—ye JING Ke XU Jiong—xin
(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources. Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

## Abstract

Sand—storm and dust—storm in China have shown a tendeney towards increase since the 1990's, mainly because the climate in northwest China tends to become drier and warmer, and human activities for development of natural resources are intensified. However, the occurrence of sand—storm and duststorm are still natural disasters in normal sense. Sand—storm occurs in arid and semi—arid areas only, while dust—storm may influence sub—humid and humid areas. The sand—storm and ust—storms occurred in Beijing are dust—storms in strict sense, and sand desert can not form near Beijing. To prevent and comtrol sand—storm and dust—storm, integrated measures should be adopted, including(1) reasonable basin—based planning for utilization of water and land resources and water and soil consevation,(2) construction of shelterbelt and increasing vegetation cover, (3)reducting intensity of land use and restoring the land resistance to erosion, (4)strengthening the management system for eco—environment construction according to law. It is suggested in this paper that a national commission be established in order to deploy and coordinate eco—environm ent construction in China.

**Key words**: Sand—storm, dust—storm, arid and semiarid area, measurement.

万方数据