

# 春天漫话沙尘暴

中国科学院寒区旱区环境与工程研究所 钱正安

沙尘暴最常发生在春天。气象学上,它被定义为强风吹起地面大量沙尘,使地面能见度小于1Km的强沙尘天气。依据地面风速和能见度的大小,由弱到强,沙尘天气又依次区分为浮尘、扬沙、沙尘暴及强沙尘暴几种。沙尘暴在各地常有不同的俗称,在我国西北及蒙古国称强沙尘暴为“黑风”,称弱沙尘暴为“黄风”;在中亚的哈萨克斯坦称“白风”,因强风吹起当地大量的白色盐碱土;在日本称“黄沙”,因沙尘东输到日本,已是明显减弱的浮尘了。这些俗称形象地道出了沙尘暴与强风和当地土壤的关系。

沙尘暴的破坏性风力和恶劣的能见度危害很大。它常直接造成万顷良田被毁,建筑物破坏,交通中断,甚至人员及牲畜的伤亡。同时,大量悬浮沙尘向下游地区传输并沉降,也严重恶化了人类生存的大气、水体和土壤环境,间接地影响了人体健康(特别是呼吸道疾病),沙尘的辐射效应对其后的气候也产生深远的影响。如据近日报道,4月6-7日在蒙古国东戈壁等三省出现的强沙尘暴造成8人死,4人失踪,500多只羊失散;4月9日晚由新疆进京的T70次列车,在都善至哈密段,遇强沙尘暴袭击,12级以上的强风卷夹起沙石,使列车行进方向左侧全部车窗的双层钢化玻璃被击碎,使T70次等9趟列车晚点。

我国古籍中对沙尘暴早有记载。如“疾风卷溟海,万里扬沙尘”的唐诗句。但在既无“千里眼”,也无“顺风耳”等现代观测和通讯手段的过去,除当地人先看到那黑云翻滚的风沙墙,排山倒海般压过来(图1),然后被其吞噬达几小时之久外,再就因“风沙障目”,“天空状况不

明”,而对它所知甚少。真正地认识它还是近几十年的事。



图1 楔形向前推进,令人生畏的,黑云翻滚的风沙墙,墙高数百米。

有了现代通讯手段后,人们知道中蒙地区的沙尘暴多数是向东移动的。有了气象卫星从空中“鸟瞰”后,人们可随时跟踪大片沙尘区的移行。知道发生在甘肃河西走廊地区的沙尘暴,随气流漂移的沙尘,一般1-2天后即到北京,2-

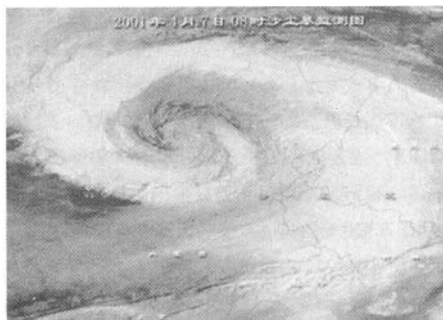


图2 气象卫星鸟瞰的沙尘暴之一  
深黄色的沙尘暴区覆盖着黑龙江南部和吉林中西部

3天后即到韩国、日本及台湾地区(图2)。1998年4月17日发生在我国南疆盆地的沙尘暴,其沙尘10天后居然漂过太平洋,传输到美国中西部。由卫星“鸟瞰”,强沙尘暴时在西北内陆干旱区还第一次观测到干暖线强对流系统,这是由多个雷暴云单体组成的狭长的雷暴带。大家记忆犹新的“1993.5.5”甘肃金昌特强沙尘暴就首先是由强干暖线触发的(见图3

中狭长的SS白亮云带)。

人们总难理解,为什么称强沙尘暴为“黑风”呢?大家会注意到今年4月4日白天,合肥市上空因被巨大的雷雨云笼罩,天空突然昏黑,持续了15分钟之久的报道。强沙尘暴时大量粒径为 $100\mu\text{m}$ 以下(80%为 $20\mu\text{m}$ 以下)的地面沙尘主要被卷挟到3.5km以下的大气层中,其沙尘浓度可达 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 以上,这与合肥市上空强雷雨云中水滴的浓度相当,或还更浓密些。如前述金昌特强沙尘暴时,地面沙尘浓度竟达 $1016\text{mg}/\text{m}^3$ 。而且,该浓密沙尘层相当深厚。像合肥市雷雨云过境时,云中大量的水滴会极大地减弱太阳辐射,天空昏黑一样,强沙尘暴中如此深厚浓密的沙尘,对太阳辐射亦有强烈的吸收、散射和衰减作用,因而随沙尘暴风沙墙过境,几分钟之内太阳辐射强度即减为0,据金昌特强沙尘暴的经历者们回忆,当时天空确实黑得“伸手不见五指”。笔者1971年在甘肃民勤沙尘暴

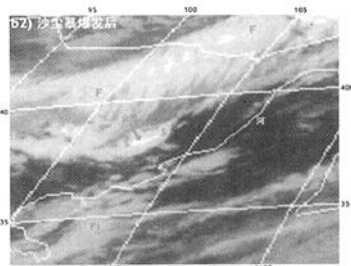


图3 气象卫星鸟瞰的沙尘暴之二  
图中狭长的白亮云带SS是首先引发1993.5.5金昌强沙尘暴的干暖线

时也曾有类似的经历。

根据我们的统计,中蒙地区的沙尘暴主要发生在以下七地区:即我国北方的南疆盆地、甘肃河西走廊、内蒙古阿拉善高原、鄂尔多斯高原、朱日和地区、以及蒙古国南戈壁省和东戈壁省(图4)南疆盆地最多那里每年平均有65天出现沙

尘暴,其他地区也在20-30天。为什么这

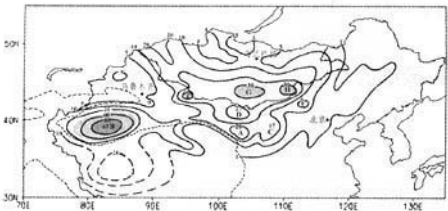


图4 中蒙地区平均沙尘暴日数分布  
粉红-深红色区分别表示20-60天以上的分布区

些地区春季最常出现沙尘暴呢?因为这些地区春季(尤其是午后)最容易同时满足产生沙尘暴的三个条件:靠近沙漠戈壁,多沙尘;位于冷空气路径上,多强风;地面受热强,空气最不稳定。要指出即使南疆盆地的年平均沙尘暴日数还不是世界上最多的。哈萨克斯坦及伊朗最多的年平均沙尘暴日数分别达108天及81天。也根据估算,全球有一半以上的大气沙尘是从北非撒哈拉沙漠排放的,我国北方的沙尘排放量还仅占全球沙尘总量的一小部分。

沙尘暴常是大范围冷空气入侵的结果。中蒙地区幅员辽阔,产生沙尘暴的情况也不完全相同。主要按沙尘源地、直接诱发沙尘暴的天气系统、冷空气路径及其主要危害区划分,中蒙地区的沙尘暴活动至少可分为中蒙东、中及西区三个区系(见表一)。如表一所示,以中蒙中区为例,它的沙尘源地在中蒙交界区,直接诱发系统是蒙古低压和河西冷锋;它常

北疆、河西走廊、内蒙古中、西部、以及蒙古国西部和南部地区。这是过去50年中影响我国北方沙尘活动的最重要区系。如上述今年4月9-10日袭击新疆、内蒙古中西部及河西走廊的强沙尘暴就属这一区系。而前述4月6-7日主要为害蒙古国东部及华北区的强沙尘暴属中蒙东区类。

在历史时期及近50年来,我国北方的沙尘活动一直在波动变化。根据我们的统计,从上世纪50-90年代,中国北方每个年代的强沙尘暴次数依次是48、68、89、67及36次。即从50-70年代,沙尘活动在增强,于70年代达到最强期;80年代后则开始减弱;但是2000-2002年突然加强(且仅出现在中蒙

实况,却难以解释80-90年代末减弱及2000-2002年的突然加强和2003-2005年又突然减弱。再说荒漠化是慢变过程,它对沙尘活动的影响也是滞后的。这些启示荒漠化环境是影响沙尘活动变化的重要因子,但还不是主要因子。相反,大气环流的变化是快变过程,其影响也更直接。我们的分析表明,50-70年代春季,因分别诱发中蒙中、西区沙尘暴的蒙古低压和南疆低压在加强,故该两区的沙尘活动随之加强。这可能与全球变暖加剧,中蒙南边界处又是变暖最明显的地区有关。80年代-2005年春季则反之,所以该两区的沙尘活动一直在减弱中。而2000-2002年春季,因常有东北低压和日本海低压发展,常带来北路(特别是东路)冷空气,于是蒙古国东部及我国华北多沙尘暴;而2003-2005年春季则反之。我们认为,大气环流的变化能更好地解释各年代及各区系沙尘活动的变化,因而也是影响中蒙地区沙尘活动变化的主要因子。

从截止目前的情况看,今年3月及4月上半月的沙尘活动强于近3年。考虑到中蒙南边界处仍在变暖的趋势,未来蒙古低压及南疆低压仍较弱,中蒙中区及西区的沙尘活动可能仍较弱,但是,要注意中蒙东区沙尘活动增强的可能性。

如上所述,沙尘暴是干旱荒漠化环境与特定气象条件下的产物。鉴于目前人们还不能完全解决荒漠化问题,也难以控制低气压的发展,要完全消除沙尘暴灾害还不现实。但是,只要我们持之以恒,因地制宜地抓好北方重点荒漠化地区生态环境的治理,并进一步加强沙尘暴的监测和预测工作,最大限度地减轻沙尘暴的危害又是完全能办得到的。上世纪30年代美国曾深受干旱和沙尘暴之害,但在采取以水土保持为主的一系列综合治理措施后,沙尘灾害已大为减轻就是明证。■

表1 中蒙地区沙尘暴分区总结

三个分区	沙尘暴诱发系统	主要沙尘源区	冷空气入侵路径	主要影响地区
东区	日本海或东北低压(或槽)	蒙古东部	北成东北路	蒙古国东部,华北区北部,冀鲁东北、朝鲜、日本及台湾
中区	蒙古低压(或槽)	中蒙边界西段附近	西北或北路	内蒙古中、西部,河西走廊及北疆等地区
西区	南疆热低压(或槽)	南疆盆地	西路	南疆盆地、河西走廊西部、柴达木盆地及其他地区

东区,图5);2003-2005年又减弱了。人们关心沙尘活动变化的原因,常从大气环流及荒漠环境变化来解释。荒漠化环境显然是形成沙尘暴的物质基础。我所沙漠专家们的统计表明,过去50年来我国荒漠化速度一直在增长,

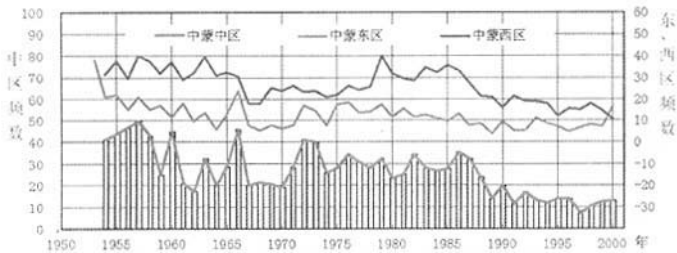


图5 1954-2000年春季中蒙东、中及西区三区沙尘暴日数变化

是来自北疆的西北路冷空气或蒙古国西北部的北路冷空气入侵的结果;它常影响

近年才初步得到遏止。这一事实能较好地解释50-70年代沙尘活动不断增强的