

我国北方沙尘暴的时空分布特征及成因分析

廉丽妹 (曲阜师范大学地理系)

关键词 沙尘暴 时空分布特征 成因 气候背景

沙尘天气是干旱及半干旱区特有的一种灾害性天气,我国西北和华北是沙尘天气的高发区之一。近年来,随着强沙尘暴活动的日趋频繁及其危害的日益严重,对我国沙尘暴活动特点及形成原因的研究具有十分重要的意义。本文从我国北方沙尘暴的时空分布特征、形成原因及危害和防治几方面,对沙尘暴这一灾害性天气的最新研究进展进行了较全面的论述。

沙尘天气分为浮尘、扬沙和沙尘暴三个等级。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;扬沙是指由于风力较大,将地面沙尘吹起,使空气相当浑浊,水平能见度在1~10 km;沙尘暴指强风把地面大量尘土卷入空中,使空气特别混浊,水平能见度低于1 km的恶劣天气。这种恶劣天气出现时,天昏地暗、空气呛人、伴着狂风,危害极大。当局部区域能见度小于200 m,大于等于50 m时称强沙尘暴;当能见度小于50 m时称特强沙尘暴。特别是有些特强的沙尘暴天气,使能见度接近0 m,瞬时风力超过12级,往往会造成极大的危害。如1993年5月5日的特强沙尘暴天气,造成了甘肃、宁夏回族自治区部分地区数百人死伤,直接经济损失达5亿多元。

沙尘天气是干旱及半干旱区特有的灾害性天气,中亚、北美、中非及澳大利亚是世界四大沙尘天气高发区。而我国的西北和华北地区就是中亚沙尘天气高发区的重要组成部分。

在我国,沙尘天气虽一直存在,但直至20世纪70年代才开始对沙尘天气,特别是沙尘暴天气进行研究。到1993年5月5日的特强沙尘暴天气发生后,引起气象及沙漠工作者的关注。同年首次召开了全国沙尘暴天气讨论会,至此我国沙尘天气的研究进入了一个新的阶段。

一、我国沙尘暴天气的活动特点

1. 沙尘暴的地理分布特征

根据《中国地面气象记录月报》中全国各地地面气象站的逐日地面气象要素和天气现象资料,收集整理各气象站逐日发生的沙尘暴天气,1971~1996年(缺1993、

1994年)24年间共计9 117个沙尘暴记录总次数的空间分布发现,我国沙尘暴存在两个多发区:一是河西走廊、巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、毛乌素沙地及其周边地区;其次是塔克拉玛干大沙漠和柴达木盆地及其周边地区^[1]。

2. 沙尘暴的时间分布特征

沙尘暴的日变化:沙尘暴的发生时间大多集中在中午至傍晚,夜间至午前相对较少^[2]。这与近地层大气层结稳定性状况有关。

沙尘暴的季节变化:统计全国1971~1996年各月沙尘暴记录情况,一年中3、4和5月沙尘暴发生次数偏高,尤其以4月份沙尘暴发生次数为全年最高。5月份以后沙尘暴发生次数急剧下降,9月和10月为最低^[2]。春季沙尘暴发生频率高,一方面与一年之中春季风速较大有关;另一方面还与此时地面开冻融化、气温上升、降水稀少,使得裸露的沙土结构逐渐变得松散,一旦有较强的天气系统活动就很容易产生沙尘暴有关。夏季降水较多,植被覆盖率高,沙尘发生的机率也随之减少。秋季沙尘暴发生的频率为全年最低。冬季地面冻结,即使风速较大,但一般而言大风难以将冻结成块的沙土吹离地面而形成沙尘暴,故沙尘暴发生的次数也较少。

3. 沙尘暴的年际变化

根据对我国1954~2000年沙尘暴日数及1971~1996年我国沙尘暴发生次数的多年变化研究表明^[1~3],近47年来,我国北方大部分地区的沙尘暴出现日数在减少,只有青海、内蒙古和新疆的小部分地区的沙尘暴日数呈增长趋势;1971~1996年我国沙尘暴发生次数也总体呈下降趋势,尤其是在1984年之后,沙尘暴此时明

显减少.但据气象部门近 50 年的资料统计,强沙尘暴天气却在我国呈急剧上升趋势(见表 1)^[4~6].

表 1 近 50 年强沙尘暴出现次数统计表

年代	50	60	70	80	90
次 数	5	8	13	14	23

总之,近 50 年来我国沙尘暴发生的日数及次数均有较明显的下降趋势,但强沙尘暴发生的次数呈现较明显的上升趋势.

二、沙尘暴天气的形成、维持及发展

1. 沙尘天气形成的条件

沙尘暴的发生一般需要强劲的风力、丰富的沙尘源和不稳定的空气层结三个条件.裸露地表富有松散、干燥的沙尘是沙尘暴形成的物质基础,足够强劲持久的风力和不稳定的空气层结是沙尘暴形成的必要气象动力和热力条件.

(1) 足够强劲持久的风力

强冷空气是形成沙尘天气的动力因素,是沙尘天气形成的触发条件.只有足够强的冷空气,才有可能形成强的气压梯度,使冷空气能够推动暖空气作加速运动,从而形成地面大风.特别是春季,下层空气剧烈增温,空气层结不稳定,引起风速增大,常常出现 8 级以上的大风,尤其是西伯利亚的冷空气频频南下,带来了大风天气.但沙尘天气不同于大风天气的是大风只要有足够强的冷空气,在任何季节和地区都可能产生,而沙尘天气的形成还需有充足的沙尘来源.

(2) 充足的沙尘来源

在强大气流的驱动下,地面缺少植被覆盖时,气流携带大量地表粉尘,悬浮在空中,形成沙尘天气.卷入空中的沙尘按其质粒大小和来源可分为两种:一种是悬浮于高空、可被强风长距离搬运的细粒径粉尘,它来源于强冷空气源地及沿途地面.我国西北、华北的部分地区属干旱和半干旱气候区,地表植被稀少,多为沙地、草地和旱作耕地.由于土地退化,草地植被稀疏、沙化严重,旱作耕地水资源短缺,表土裸露,多细沙尘土,为沙尘天气提供了物质基础.根据沙尘暴发生频率、强度、沙尘物质组成与分布、生态现状、土壤水分含量、水土利用方式和强度,结合区域环境背景将中国北方划分出四个主要沙尘暴中心和源区:①甘肃河西走廊及内蒙阿拉善盟;

②新疆塔克拉玛干沙漠周边地区;③内蒙阴山北坡及浑善达克沙地毗邻地区;④蒙陕宁长城沿线^[6].

沙尘的另一来源为城市市区周边大面积城建扩建区内绿化较差,疏松裸土分布较广,加之大量建筑工地沙土遍地,缺少防护措施,致使在强风作用下粗粒径沙尘就地扬起,与长距离搬运的细粒径粉尘相互混合,加大了沙尘天气的强度.

2. 易于形成沙尘天气的气候背景

前期冬季寒冷干燥,春季回暖迅速,干旱少雨是有利沙尘天气出现的气候背景.

沙尘天气最易发生在前期长期干旱少雨、植被差、沙化极为严重和地表疏松的春季.前期冬季寒冷,造成较深的土壤层冻裂,结构破坏;来年春季若回暖迅速、干旱少雨、蒸发旺盛,使土壤表层浮松,加之地表缺少植被保护,一旦冷空气过境,紧贴地面产生大风,非常容易引起沙尘.如 2000 年春季我国西北和华北地区沙尘暴及扬沙天气的频频出现就是与 1999 年末至 2000 年初的特殊气候背景分不开的.首先是冬季一反前几年的“暖冬”现象,寒冷的冬季造成较大厚度的土壤结构破坏.入春以来,我国北方大部分地区降水稀少,温度偏高.晴暖天气使得土壤解冻后失墒较快,土质疏松,加上冷暖气流活动频繁,大风到来之前均没有可控制沙尘天气的明显降水,北方大部分地区多次出现大风扬沙或沙尘暴天气.

3. 生态环境的恶化及气候变化是我国北方沙尘暴增多的主要原因

(1) 全球温室效应加剧,是沙尘暴频繁发生的宏观气候背景之一.据有关专家估计,近 100 年来,全球平均气温升高了 $0.3^{\circ}\text{C} \sim 0.6^{\circ}\text{C}$.这是由于石油、煤等矿物燃料的大量使用和滥伐森林使大气中 CO_2 的增加,导致了温室效应加剧,使全球生态环境不断恶化.在我国表现为气温上升,降水减少,北方地区的干旱和暖冬现象日益加剧.20 世纪 90 年代我国沙尘暴发生次数最多,正是全球气候最暖的时期.

另外,厄尔尼诺及拉尼娜等异常事件的出现,使气候变化异常,也成为沙尘暴天气增多的重要原因之一.

(2) 生态环境恶化是导致沙尘暴多发性的主要原因.河西走廊和阿拉善高原生态环境严重恶化.建国 50 年来,干枯的湖泊超过 500 km^2 .1982 年东居延海水深 18 m,天鹅湖 15 m.现已干枯,湖心及周围已被流沙覆盖.干枯湖泊周围湿地已形成半裸露灌丛沙堆. $6\,000 \text{ km}^2$ 干旱湖盆周围的沙地梭梭林,因地下水位下降,已大片死亡.

如拐子湖、古日乃湖附近,1982 年时梭梭林存活率为 12%~17%,现已濒临全部死亡。黑河流域下游额济纳三角洲 1982 年尚存大片湿地,现因河流断流干枯,胡杨、红柳成片死亡^[3]。

东部农牧交错带的生态恶化。内蒙古高原在历史上为草原牧区,一个世纪以来人口剧增,草原开垦面积不断扩大,遂变成农牧交错区。滥垦、过牧、滥樵,大面积剥掉了草原植被。坦荡的高原具有冬春季干旱与大风同期,地表物质疏松等潜在沙漠化自然因素,在人为的不合理经济活动诱发下加重了土地沙漠化。土壤风蚀使表土有机质被连续吹失,造成土壤肥力严重下降。阴山北坡内蒙古乌盟 7 旗县旱作耕地每年吹蚀表土 1 cm 的土地达 $3.2 \times 10^5 \text{ hm}^2$,吹失有机质 840.48 t、氮素 54.096 t,物理性粘粒 $8.3 \times 10^6 \text{ t}$ ^[3]。由于连续严重风蚀,开垦 50 年左右的耕地已呈现砾石遍地、片状流沙堆积、灌丛沙堆密布的严重沙漠化耕地。

综上所述,人类不合理的生产活动是导致土地荒漠化的主要原因,而荒漠化的土地又为沙尘暴提供了足够的沙源,这是导致沙尘暴多发性的主要原因。

三、沙尘天气的危害及防治

1. 沙尘天气的危害

沙尘天气的危害主要表现在以下几方面:

(1) 以大风形式摧毁建筑物、公用设施、树木,伤害人畜。特别是强及特强沙尘暴的大风多在 10 级以上,危害极大。据报道,2000 年 3 月 26~28 日的风沙天气使北京市区发生多起人员受伤和财产损失事故,一些广告牌、灯箱和烟囱等设施被刮倒,有 7 名建筑工人被狂风从楼顶卷下,其中 3 人死亡;4 月 9 日山东省的沙尘天气使 $4.7 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 农作物受灾,15 万余个大棚被刮倒,2.8 $\times 10^3 \text{ hm}^2$ 果树受灾,受灾人口 32.2 万人,成灾 21.2 万人,毁坏渔船 11 条,并有人员伤亡和失踪,直接经济损失 6 亿多元。

(2) 以沙流的方式造成农田、灌溉用渠道、村舍、铁路、草场等大量被流沙淹没。

(3) 空中浮尘的危害。空中的浮沉污染环境,以 1993 年“5·5”特强沙尘暴天气为例。据金昌当时测定的空气含沙量为 1016 mg/m^3 ,室内为 80 mg/m^3 ,均超过国家规定生活区内含沙量标准的 40 倍;强沙尘暴造成的恶劣能见度可使人或牲畜迷路、失踪,造成飞机停飞以及各种交通事故的发生。

(4) 风蚀危害严重。每次沙尘天气形成和所经地区都会受到程度不同的风蚀侵害,轻者刮走农田表层沃土,重者可风蚀土壤深度达 1~10 cm,使农作物根系露出或连根拔起。

由上可见,沙尘天气的危害程度并不亚于台风、暴雨等造成的危害。据统计,每次大范围的强或特强沙尘暴天气所造成的直接经济损失都超过亿元,沙尘天气问题应引起各界的关注。

2. 沙尘天气的防治

至今人类对形成沙尘天气的大风或大气层结不稳定方面仍是无能为力,只能对下垫面进行改造来遏制沙尘天气的沙尘源。沙漠、戈壁是主要的沙尘源,退化的草场、耕地及人类活动的堆积物如各种矿山、矿场的挖掘物等也均是沙尘天气的物质来源。因此,沙尘天气危害的防治应着眼于环境治理,遏制沙尘源。另外,及时地预防、警报也是减小沙尘天气危害的重要措施。

(1) 地表环境的治理。首先,以遏制沙尘源为主要措施。因此,应在荒漠半荒漠等沙尘丰富的地区周围采用林业、农业、生物等工程措施,增加地表植被覆盖率;另一方面,做好半干旱草原的保护工作,防止过度放牧及乱开垦现象,以防沙漠化面积增大。其次,建设防护林网,增加地面粗糙度,以削弱地面大风的风速,减少沙尘的扬起,也是一项重要措施。

(2) 建立和完善沙尘天气的动态监测和预警系统。由于沙尘天气具有较强的局地性或局域性特征,其生命史和空间水平尺度属中尺度范畴,用常规气象观测资料分析和预报这种天气过程本来就十分困难,加上我国西北和华北北部地区的常规气象观测站又比较稀少,使对沙尘天气的预报仍不是很准确。为此,须针对我国沙尘天气的特点,研究沙尘天气的动态监测方法,利用卫星、雷达手段对沙尘天气进行跟踪,建立一个沙尘天气的监测预警系统以补充常规预报的不足,及时发布信息,以利提前做好安排,减轻沙尘天气所带来的损失。

近几年,沙尘天气的频频发生已经给我们提出严重的警告,人类应当从各方面关心自己生活的自然环境。我们的首要任务是研究沙尘天气产生的气候背景、天气过程及活动规律,探讨人类活动和全球变化对沙尘天气的影响,为我们进一步的行动提供科学依据。

(2002 年 7 月 10 日收到)

廉丽姝 副教授,山东省曲阜师范大学地理系,山东曲阜
273165

(下转第 338 页)

华北沉降带形成与陨击作用关系的初步探讨*

王祖伟 李兆江 徐利森 (天津师范大学城市与环境科学学院)

* 天津市高等学校科技发展基金资助项目(No. 2001205)

关键词 华北沉降带 陨击作用 形成机理

在分析华北沉降带形成机理的研究现状和最新进展的基础上,针对该地区存在的令人深思的问题,结合天文地质学对火星和月球表面陨击作用的研究成果,彗星撞击木星的观察结果,国内外对天体撞击地球的撞击构造研究的成果,提出了华北沉降带的形成机理与陨击作用相关的论点,并提出了已有的相关线索和今后的工作方向。

一、前言

我国大陆东部的黄淮海平原及相邻的渤海和黄海地区自中生代晚期燕山运动以来,一改传统的地壳活动模式,长期大幅度沉降,在地质学界被称为华北沉降带。华北沉降带的地理位置位于东经 $114.5^{\circ} \sim 126^{\circ}$ 、北纬 $31^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的范围,构造位置位于伏牛山—大别山构造带以北、燕山构造带以南、太行山构造带以东和朝鲜半岛以西。从华北沉降带形成开始,华北地区的地质环境发生重大转折,从稳定转向活动,而且华北沉降带蕴藏有丰富的石油、天然气等资源,华北沉降带所在的华北地区又是我国工农业发达、人口密集分布的地区之一,因而这里一直是人们关注的重点区域,对华北沉降带形成机理的研究,具有重大的理论和实际意义。

二、华北沉降带形成机理研究进展

关于华北沉降带的形成机制探讨,历来就是各个大地构造学派争论的焦点之一,众说纷纭,具代表性的有

板块构造学说、地洼学说和地质力学学说等^[1-3]。各种学派提出了各自独特的见解,但也遇到许多无法解释的地质现象,如板块构造学说认为该沉降带属于欧亚板块与太平洋板块碰撞的前缘地带,遭受到区域挤压应力场的作用,但无法解释沉降盆地发育支离破碎的、同心式环状分布的、具同生性质的正断层,且无明显区域性挤压或扭动作用形成的褶皱等构造现象;地洼学说系统地论述了该地区的地洼活动模式,但未能对地洼活动的动力来源做更完善的解释等。

近年来,许多专家学者对华北沉降带进行了相关研究,提出了许多新的有关沉降带成因的观点。如孙加鹏等^[4]通过分析中国东部地区中新生代盆地在时间空间上的分布特征、地质构造特征、盆地区岩石圈特征和重力特征,认为华北沉降带中的中新生代盆地形成与岩石圈底界、地壳底界的拆离作用有关。郝天珧等^[5]在分析中国东部及邻域的地球物理场后,认为东部地区由东北、华北、扬子、华南几大块体不同时代碰撞拼合在一起,这些块体在拼合过程中,控制了盆地的形成。解习农^[6]发现中国东部中新生代沉积盆地充填形态大多与盆地深部软流圈的隆升呈镜像对应关系,提出华北沉降

(上接第 337 页)

- 1 邱新法等.地理学报,2001;56(3):316-322
- 2 周自江等.应用气象学报,2002;13(2):193-200
- 3 王涛等.中国沙漠,2001;21(4):322-327
- 4 杨民等.中国沙漠,2001;21(增刊):6-11
- 5 王智阳等.黄河水利职业技术学院学报,2001;13(4):34-37
- 6 庄国顺等.科学通报,2001;46(3):191-197
- 7 马生林,王明礼.青海社会科学,2001:119

Temporal and Spatial Distribution Characteristics and Analysis of Causes of Sand-Dust Storms in the North of China

Lian Li-shu

Associate Professor, Department of Geography, Qufu Normal University, Qufu, Shandong 273165

Key words sand-dust storm, temporal and spatial distribution characteristics, formation causes, climate background