

文章编号:1003-7578(2002)03-064-07

# 塔克拉玛干沙漠西部和南部沙尘暴的形成及危害

高卫东 姜巍

(中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

**摘要:** 沙尘暴是发生在干旱半干旱地区的一种气象灾害, 我国的西北地区是我国沙尘暴多发区, 新疆又以塔里木盆地西部和南部频次最多, 灾害造成的损失最大。盆地南缘的和田地区沙尘暴天气主要发生在3—6月, 西缘沙尘暴天气主要发生在4—6月, 多年发生频次一般为每年10—30次, 多则达到每年35次。塔里木盆地沙尘暴发生的频率如此之高, 主要该地区有沙尘暴形成的气象条件, 下垫面条件和环流条件。在新疆沙尘暴的危害是巨大的, 如何减少其危害, 改善塔里木盆地地区的生存环境, 是我们关注的主要问题之一。

**关键词:** 塔克拉玛干沙漠; 沙尘暴; 气溶胶; 生态环境

中图分类号:P445<sup>+</sup>.4

文献标识码:A

## 1 沙尘天气概述

沙尘<sup>[1]</sup>天气一般指发生在干旱半干旱地区的以下几种天气现象:(1)浮尘 沙粒粒径很小的细沙均匀地浮游在空中, 能见度不超过10公里。(2)扬沙 指强风将地面上大量的风沙吹起, 使空气混浊, 水平能见度1~10公里。(3)沙尘暴 现象同扬沙, 但水平能见度在1公里以内。沙尘暴是沙暴和尘暴两者兼有的总称, 沙暴指的是强风把地面大量沙粒吹入近地面气层所形成的携沙风暴; 尘暴则是大风把大量尘埃及其他细粒物质卷入高空所形成的风暴。如果风力大到8~9级, 被刮起的沙尘增多, 天气变得越来越混浊, 昏暗, 能见度小于200米, 称强沙尘暴; 如果风力再大到10级, 能见度进一步减小, 以至小于50米, 称特强沙尘暴。强沙尘暴和特强沙尘暴又称黑风暴, 由于黑风暴发生时天昏地暗, 甚至伸手不见五指, 所以西北的老乡依据其昏暗程度称之为“黄风”和“黑风”。<sup>[2]</sup>

沙尘天气都会给人类生产生活带来一定的危害, 特别是沙尘暴给人类带来的危害更为严重。

## 2 塔克拉玛干沙漠及其周围地区沙尘暴的时空分布

### 2.1 空间分布

沙尘暴的发生与土地沙漠化区域紧密相关。世界四大沙尘暴多发区<sup>[3]</sup>分别位于中亚, 北美, 中非, 澳大利亚, 我国属于中亚沙尘暴区的一部分, 主要发生在北部地区, 北部地区又以西北地区最为严重。新疆塔克拉玛干沙漠的西部, 和南部地区是新疆的沙尘暴多发区, 沙漠南部、西南部(喀什、和田、若羌、于田等地)沙暴发生频率明显高于北部地区(阿克苏、库车、轮台、库尔勒一线), 天山南麓年平均沙尘暴日数约15天, 昆仑山北麓一带20~30天, 塔里木盆地中央的塔克拉玛干沙漠达到50~60天, 最多年份75天。新疆沙尘暴多发区有两个中心, 主要分布在塔克拉玛干沙漠的西部南部及其边缘地区, 从麦盖提经巴楚至柯坪为一中心, 平均沙尘暴日数为20.0~38.8天; 从莎车经和田到且末为另一中心, 平均沙尘暴日数为25~35

\* 收稿日期: 2001-12-28

基金项目: 中日沙尘暴合作项目(亚洲沙尘形成、输送机制及其对我国气候与环境影响的研究)。

作者简介: 高卫东, 山东济宁人, 在读硕士研究生, 研究方向: 环境科学。

天<sup>[4][5]</sup>。(图1)

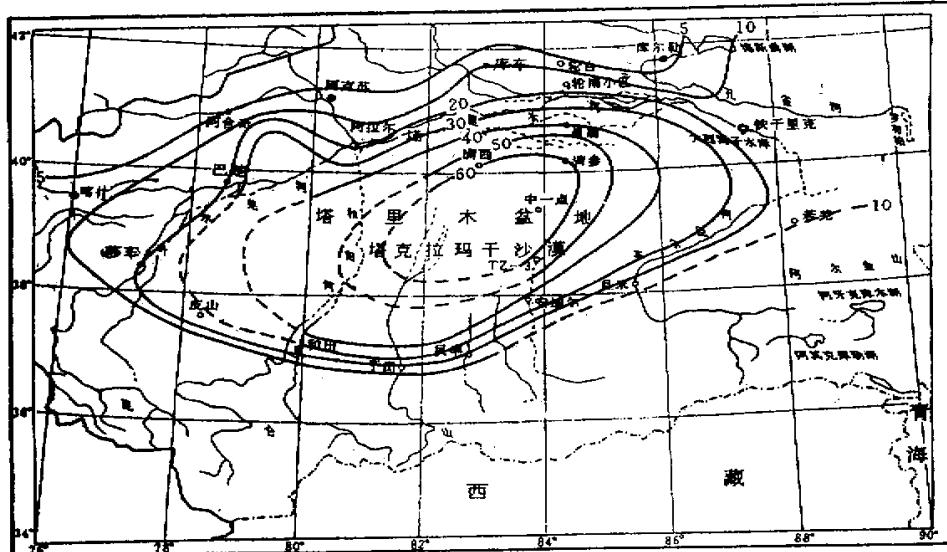


图1 塔里木盆地沙尘暴年平均日数分布等值线图<sup>[5]</sup>

Fig. 1 Isogram of annual average days of sand storm occurrences

## 2.2 时间分布

2.2.1 历史记载 地质历史资料,早在白垩纪末就有沙尘暴出现,漫长的地质历史中沙尘暴显示出周期性变化,气候暖湿时期,沙尘暴发生频率低,冷干气候时期,沙尘暴发生频率高。

关于新疆沙尘暴的记载,古代、近代有不少,1827年(道光七年)2月,“距喀什城十余里,夜二鼓,西南风起,撼木扬沙。”1895年(光绪二十一年)新疆麦盖提,四月二十三日从东刮来的暴风携带着飞沙;二十五日东北风携带着飞沙;二十八日中午比黄昏还黑暗;五月六日有黑风暴上卷;整个地方笼罩在尘雾中<sup>[3]</sup>。

2.2.2 年际变化 新中国成立以后,各地气象台站对沙尘暴均有较准确的记录,近半个世纪以来我国西北地区的沙尘暴有以下特点<sup>[1][4]</sup>:20世纪50年代沙尘暴发生日数最多;60年代发生日数逐渐减少,1967和1968年最少,70年略有增加,80年代又有逐渐减少的趋势,90年代有明显的增加,特别是和田地区,尤其在1999年与2000年,沙尘暴频数急剧增加。从20世纪90年代以来,新疆特强沙尘暴天气发生率提高45个百分点,沙尘暴已成为新疆的主要自然灾害。

何清<sup>[5]</sup>对50年来大风沙尘暴重大灾情资料的分析,发现50年来造成塔里木盆地重大灾害的大风。沙尘暴出现频数逐年呈显著增加趋势,特别是80年代到90年代增加尤为明显,50年代至70年代共出现了15次,而80年代10年出现了18次,超过前30年的总和,进入90年代的10年又有明显增加,累计出现了25次,占50年总出现次数的43%,表明80年代以来特别是90年代塔里木盆地风沙灾害的强度及损失具有明显增大的趋势。

2.2.3 月际变化 新疆沙尘暴多发生在暖季(3~10月),冬季较为少见,以春季最多,约占全年总数的1/2,夏季次之,冬季最少;其中4~6月发生频率最高,约占全年的70%,其次为7,8月份。根据对新疆近40年强和特强沙尘暴个例统计,塔里木盆地南缘一带,几乎全部集中在3~6月份。又据Anderson气溶胶采样仪<sup>[6]</sup>对阿克苏地区不同高度大气气溶胶采集的结果分析,在4~6月份该地区TSP明显偏高(如图2)。

2.2.4 日变化 沙尘暴主要发生在午后到傍晚时段内,占总数的2/3;清晨到中午时段内,仅占1/3。太阳辐射使沙漠地区升温快,绿洲地区升温慢,特别是午后,沙漠地区和绿洲气压差异达到最大,有利于风和风沙天气的形成。

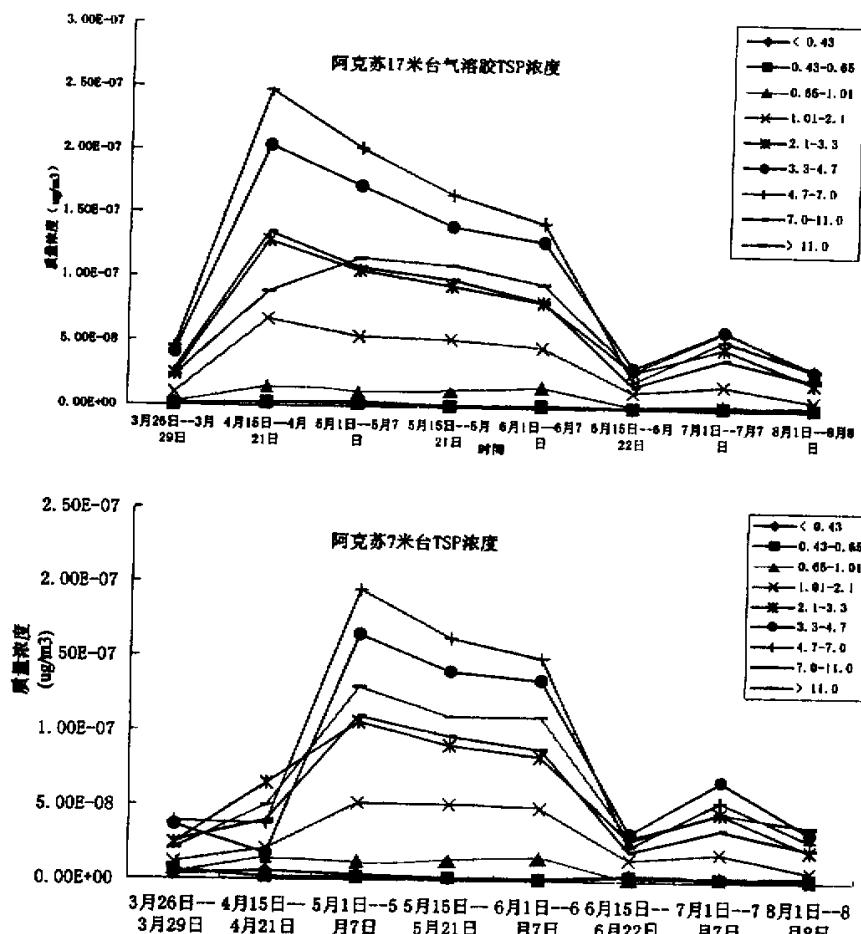


图 2 阿克苏水平衡站 7 米和 17 米气溶胶 TSP 浓度

Fig. 2 Aerosol concentrations at 7m and 17m height in Akesu Station

### 3 塔克拉玛干沙漠西部和南部沙尘暴发生的原因

#### 3.1 气象条件

3.1.1 大风是沙尘暴形成的必要条件<sup>[7]</sup> 根据观测,如果风速为 30 米/秒(11 级风力),那么粒径为 0.5~1 毫米的粗沙会飞离地面几十厘米,粒径为 0.125~0.25 毫米的细沙会飞离地面 2 米高,粒径为 0.05~0.005 毫米的粉沙可达到 1.5 公里的高度,粒径为小于 0.005 毫米的则可飞到 1.2 万公里的高空。有关风洞实验表明,不同地表的沙尘颗粒需要不同的风速才能吹动。冲积沙土和流动沙丘起动风速为 3.8m/s,流动沙丘的起沙风速为 5m/s,半固定沙地 7~10m/s,沙砾戈壁 11~17m/s 才能起沙起尘。当风速达 30m/s 时,地面粗沙可以达到地面以上数厘米高度,细沙可达 2.0m 高度,粉沙可带到 1.5km 高度,粉粒悬浮与整个对流层可搬运到 1.2km 之外。而塔克拉玛干大沙漠以流动性沙丘为主,现代风积沙以粒径 0.25~0.063 毫米的细沙和

表 1 塔克拉玛干地区沙漠沙粒度组成(%)<sup>[8]</sup>

Tab. 1 Size components and their percentages of sand grains in Taklamagan(%)

	粗沙	中沙	细沙	极细沙	粉沙
平均值	0.02	4.54	34.15	41.97	19.32
极大值	0.4	43.1	77.9	67.7	49.1
极小值	—	—	4.9	5.9	3.3

极细沙占 85% 以上(表 1), 塔克拉玛干沙漠边缘细粒物( $<0.063\text{mm}$ )含量达 6.18%, 土壤及冲积物达 82.36%, 喀什地区沙漠沙以细沙为主, 大风日数平均每年达 20 天, 和田地区沙漠沙以极细沙为主, 大风日数平均每年达 7.3 天, 细小的沙粒在大风的作用下极易形成沙尘暴。

3.1.2 不稳定的大气是沙尘暴形成的动力 沙尘暴多发的季节, 塔里木盆地地区植物稀少, 地表植被覆盖状况差, 土层疏松, 沙漠和几乎没有覆盖的地表温度升高很快, 春季是全年冷暖空气最活跃的季节, 特别是在春季的午后至傍晚时刻, 如果遇到强冷空气过境, 大气就变的极不稳定, 易产生沙尘暴。另外, 荒漠地区与绿洲, 山区的气象要素差异较大, 特别是在暖季的午后差异达到最大, 在边缘地带梯度值最大, 极易形成大风天气。

3.1.3 干旱少雨, 植被稀少 塔里木盆地深处亚欧大陆的内部, 远离海洋, 加上天山, 昆仑山的阻隔, 地形风闭, 海洋上的水汽很难到达盆地内部, 盆地内部绝大部分地区年降水量在 50 毫米以下, 由于降水稀少, 植被稀疏, 生态环境十分脆弱, 极易受到破坏, 产生沙源。沙尘暴是干旱气候的产物, 其发生强度及频率与降水量有关, 降水量少; 干旱的年份, 沙尘暴发生的次数呈增加的趋势(如图 3), 50 年代降水偏少, 沙尘暴频数较高, 90 年代降水偏多, 沙尘暴发生频数减少。春季降水少的年份, 沙尘暴发生频数高(图 4)。

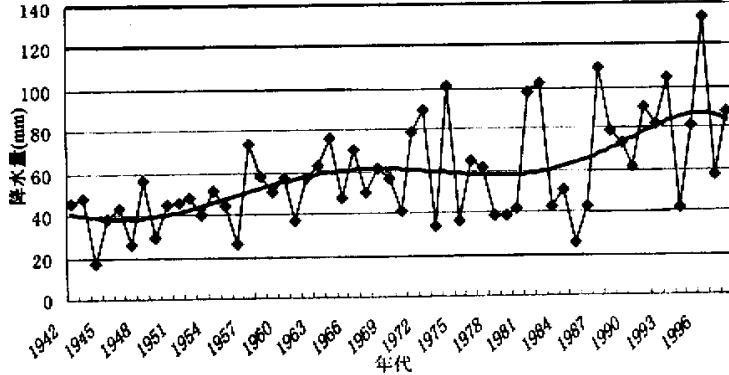


图 3 塔里木盆地南缘西缘 1942—1998 年平均年降水量

Fig. 3 Annual average precipitation of south edge and west edge of Tarim in 1942—1998

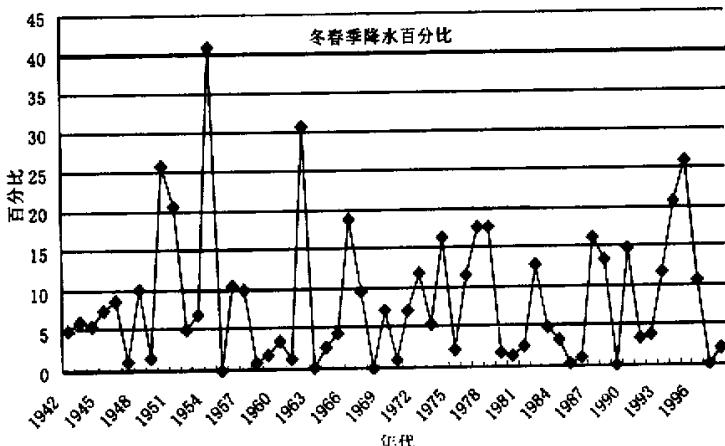


图 4 1942—1998 年和田冬季和春季降水百分比

Fig. 4 Precipitations in winter and spring of Hetian in 1942—1998

3.1.4 大气环流的影响 赵兵科等<sup>[9]</sup>总结出新疆特别是南疆产生沙尘暴的 5 种天气类型, 即冷空气翻山下沉型、冷空气东灌型、冷空气西方入侵型、翻山和东灌结合型以及抽气筒效应型。塔克拉玛干沙尘暴主要

是由冷空气东灌造成的,占总次数的 45.8%。从全球环流系统来看,70 年代末期后,冬季东亚大气环流出现突变,高空东亚大槽偏东偏弱,致使沙尘暴源区冬春风速减小,再加上 80 年代中期后厄尔尼诺事件盛行,所以 80~90 年代沙尘暴次数偏少;以后因东亚大槽逐渐回复到它的正常偏强状态,使风速加强,同时 1999~2000 年已转为拉尼娜年,因此 2000 年沙尘暴急剧增加,与塔里木盆地地区沙尘年代际频数的增减和雨量减增也有较好联系。新疆处于北半球西风环流区,西风环流的上风向,新疆的沙尘通过高空环流,跋涉成千上万公里可以到中国华北等地<sup>[10]</sup>。据气象资料记载,一九四九年以来,影响到全国大范围的较强沙尘暴共有十次,其中七次源于新疆,而新疆的主要沙源地又在塔里木盆地。

### 3.2 丰富的沙源为沙尘暴的形成提供了物质来源

新疆是沙漠的集中地,中国 60% 的沙漠分布在新疆,新疆 1/4 的土地被沙漠覆盖,87 个县市中有 53 个县市有沙漠分布,塔里木盆地绝大部分地区沙土和沙壤土占地比率>60%,塔克拉玛干大沙漠面积达 33.7 万 km<sup>2</sup>,整个沙漠为流动性沙漠,流沙面积占 27.7 万 hm<sup>2</sup>,沙漠沙以细沙为主,为沙尘暴的形成提供了丰富的沙源,是中国最大的沙尘源。此外塔里木盆地地区,还有 2.5 万平方公里的荒漠化土地,少有植被保护,也是主要起沙地。另外,春季由于大片土地还没有作物生长,土质疏松,在大风的作用下,也成为春季的沙源之一。

### 3.3 地形作用

塔里木盆地南、西、北三面环山,地势西高东低,呈东面开口形,加上塔里木盆地的下垫面是植被稀少、干燥高温的塔克拉玛干沙漠。在此地理环境中,4—5 级风就能把沙尘吹得很高,并造成局部地区的沙尘暴。新疆的地形对沙尘暴的形成起到了很大的促发作用,帕米尔高原和天山山脉阻挡了冷空气进入塔里木盆地,若冷空气比较强,冷空气就会翻过帕米尔高原和天山山脉进入塔里木盆地,并形成大风,进而形成沙尘暴天气,特别是在山口地区,风力更大,则更易形成沙尘暴天气。

### 3.4 人为因素

沙尘暴的形成与人类生产活动有密切的关系<sup>[11]</sup>。塔里木盆地地区人为地破坏沙生植被,大面积地开荒、撂荒,不合理地利用水资源,使塔克拉玛干沙漠边缘地区沙漠边缘隔离带缩小,土地沙漠化十分严重,据统计,塔里木盆地地区沙漠化土地每年以 1.34% 的速度增加,大面积的裸露沙地为沙尘暴的产生提供了丰富的沙源。地表裸露面积扩大,罗布泊完全干涸和许多内陆湖泊干涸,水位下降,塔里木等内陆河断流,地下水位明显下降,这些与 60 及 70 年代塔里木地区沙尘暴频数呈波动上升的事实相符。由于塔里木河下游三百二十公里河道多年断流,造成沿河而生的胡杨大面积死亡,胡杨土有可能成为沙尘暴的新尘源。胡杨土颗粒细小,直径比流沙还要小十多倍,极易在空中飘浮,被风刮得很远很高,只要有八级西北风,已干燥的胡杨土就能轻易飘到长江中下游。目前,塔里木河流域胡杨死亡七十万亩,形成的胡杨土有数亿立方米,如不尽快采取措施,新的尘源将会很快形成。

## 4 塔里木盆地地区的沙尘暴危害及其防治

### 4.1 沙尘暴是塔里木盆地西部和南部地区的主要气象灾害

沙尘暴,特别是强沙尘暴是一种危害极大的灾害性天气,往往携带大量沙粒的强大气流所经之处,使大片农田被沙埋,或沃土被刮走,致使有的农作物大幅度减产,乃至绝收。沙尘暴能加剧土地沙漠化,对生态环境造成巨大破坏,对交通和供电线路等行业产生重要影响,给人民生命财产造成严重损失。据 1949~1990 年新疆各类灾害统计<sup>[12]</sup>,大风和沙尘暴是新疆主要灾害之一(表 2)。特别是 3~6 月份,大风和沙尘暴天气已成为新疆的最严重的自然灾害(表 3)。

### 4.2 减少沙尘暴危害的根本出路在于生态环境的改善<sup>[13][14]</sup>

保护生态平衡,增加春季植被覆盖率,健全生态调控体系,可以从根本上减少沙尘暴灾害的发生频数和危害程度。据统计,近年来南疆绿洲地区沙尘暴的发生频率有所降低,这和绿洲面积的增大,生态防护林的进一步完善<sup>完善</sup>不可分割的关系。但是,我们还应该看到,加强荒漠植被的保护,合理调配有限的水资源,使塔里木盆地地区的生态环境得到较好的改善还需要我们不懈的努力。

表2 新疆主要灾害及其造成的损失

Tab. 2 Major disasters and their damages in Xinjiang

损 失 情 况 灾 害 类 型	发生次数	损 失		受 损 房 屋 (千间)	灾 害 损 失 (百万美元)
		人 员	生 畜(千头)		
地 震	32	125	101	41	24.5
旱 灾	58	0	156	0	12.3
洪 水	498	1,523	255	98	63.3
大风和沙尘暴	195	108	46	4	24.9
雹 灾	403	56	76	6	40.3
寒潮(霜冻)	217	212	7,773	2	6.1
雷 暴	19	15	0	0	0
虫害与疾病	80	4	0	0	5.6
火 灾	24	12	0	1	0.8
Total	1,526	2,055	8,407	152	177.8

表3 塔里木盆地地区几次沙尘暴及其危害和损失

Tab. 3 Situations of several sand storms and their damages

时 间	地 点	风力(级)	损 失
1961年 5月15日	新 和	8~9	受灾农田 1559.7 亩,作物死 30~50%,刮倒树木 999 株,房屋 3 间,畜棚 2 间,伤畜 1 头,沙埋渠道 6 公里,挂断电线 20 处。
1984年 11月4日	阿克陶		刮坏塑料大棚价值 2 万元,1530 亩农田被沙埋,刮失棉花 25 吨,水稻 9 吨。
1986年5月 18~19日	和 田		小麦减产 2.5 万吨,棉花减产 12~15 万担,死亡 10 人,失踪 9 人,丢失、死亡牲畜 4128 头,房屋倒塌 218 间,棚圈 125 个,刮倒电线杆 736 根,直接经济损失 5000 万元以上。
1989年4月 19~20日	喀 什		3.8 万亩棉花,3500 亩油料作物,1000 余亩蔬菜受灾,疏附县 2 万亩冬麦被沙埋,刮倒树木 3 万多株,供电通讯线路多处被刮断。
2000年4月	阿克苏地区八县一市	8~12 级	大面积出现停电、停水、部分电杆、房屋倒塌,大量广告牌、路牌、树木等城市设施遭到毁坏;温室大棚和保护地不同程度受损,已播棉花的地膜被掀起,已开花果树花被吹落;气温下降对山区畜牧业生产和牧民生活造成巨大威胁;由大风造成电线短路引发数起火灾。据不完全统计,强风暴给该地区造成直接经济损失近 3 亿元人民币,间接损失更是无法估计。

## 参考文献

- [1]王式功,董光荣等.沙尘暴研究进展[J].中国沙漠,2000,20(4):349—356
- [2]夏训诚,杨根生等.黑风暴[M].科学出版社,1995
- [3]卢琦,杨有林.全球沙尘暴警世录[M].北京:中国环境科学出版社,2001
- [4]钱正安,宋敏红.近五十年来中国沙尘暴的分布、变化及预测[N].中国环境报,2001年8月15日
- [5]何清.塔里木盆地沙尘暴灾害分布及防御对策[R].沙尘暴气象服务工作研讨会交流材料
- [6]张澄昌,周文贤.《大气气溶胶教程》[M].北京:气象出版社,1995
- [7]耿宽宏.我国沙区起沙风气候学研究[J].中国沙漠,1985,5(1):16—26
- [8]董玉祥,刘玉璋,刘毅华.《沙漠化若干问题研究》[M].西安:西安地图出版社,1995
- [9]徐希慧,赵兵科.塔里木盆地沙尘暴的卫星云图特征[J].新疆气象,1998,4(1):20—24
- [10]李江风.新疆气候[M].北京:气象出版社,1991
- [11]夏训诚,杨根生.中国西北地区沙尘暴灾害及其防治[M].北京:中国环境科学出版社,1996:26—58
- [12]朱令人,听风者徐源等.新疆减灾四十年[M].北京:地震出版社,1993:231—312
- [13]陈志清,朱震达.从沙尘暴看西部大开发中环境保护的重要性[J].地理科学进展,2000,19(3):259—264

[14]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,2000,20(4):447—450

# The Form and Hazard of Sand—dust Storm in Western and Southern of Taklamagan Desert

GAO Wei-dong JIANG Wei

(Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences Urmuqi 830011)

## Abstract

Sand—dust storm is a kind of weather disaster that takes place in arid and semi—arid region. The frequency of sand—dust storm was high in the Northwest of China. There were many sand—dust storms in Southern and Western of Tarim Basin than other places of Xinjiang, and the damages were serious. Most of sand—dust storms occurred during March to June in Hetian; In the western of Tarim Basin, the sand—dust storms mainly occurred during April to June. The frequency was about 10—30<sup>time</sup>/year, the maximum frequency was about 35<sup>time</sup>/year, because the conditions of weather, ground and circumfluence were favorable for the occurrence of sand—dust storm. The losses of sand—dust storms were serious, we must pay more attention to the issues of how to decrease the loss and ameliorate the living conditions of Tarim Basin.

**Key Words:** Taklamagan Desert, sand—dust storm, aerosol, ecological environment