

柴达木盆地沙尘暴气候特征及其预报

苟日多杰

(青海省海西州气象台, 德令哈 817000)

摘要 利用 1961~2000 年柴达木盆地 11 个气象站的沙尘暴观测资料, 分析了柴达木盆地沙尘暴天气的时空分布特征。根据 1980~2000 年 3 月至 5 月的 40 次沙尘暴天气个例, 从高空环流形势、地面冷空气路径、影响因子及其预报指标 4 个方面进行分析, 总结出柴达木盆地春季沙尘暴天气的预报方法。

关键词 沙尘暴 气候特征 环流形势 预报指标

引言

沙尘暴天气是指强风把地面大量沙尘卷入空中, 使空气相当混浊、水平能见度低于 1 km 的天气现象。沙尘暴不仅影响农牧业生产, 损毁建筑物、通信、交通等设施, 还会污染环境, 损害人体健康, 直接影响人类的生存环境。特别是近年来沙尘暴天气频繁发生, 且强度大, 影响范围广, 对社会经济发展和人们的生活环境造成了很大的危害, 已引起人们的广泛关注。地处柴达木盆地的海西州属于干旱半干旱地区, 也是青海省沙尘暴天气的主要发生区, 在建立大风沙尘暴天气个例档案的同时, 对柴达木盆地沙尘暴的时空分布特征、天气形势、影响系统进行分析, 总结出柴达木盆地沙尘暴天气的预报指标, 有利于提高沙尘暴的预测能力和服务水平。

1 柴达木盆地沙尘暴的时空分布特征

1.1 沙尘暴天气的时间分布特征

1.1.1 沙尘暴天气的年内变化

1961~2000 年 40 年间柴达木盆地沙尘暴天气出现次数的年内变化(图 1)表明, 春季(3~5 月)是沙尘暴天气出现次数最多的季节, 累计次数达 1388 次, 占年总次数的 54% 以上, 其中 4 月份为出现次数最多的月份, 累计次数达 529 次, 占年总次数的 21%; 其次是冬季(12~2 月), 共发生 490 次, 夏季(6~8 月)为 484 次; 而秋季(9~11 月)出现次数最

少, 为 206 次, 不足年总量的 1%, 其中 9 月份为最少, 累计次数为 51 次。沙尘暴天气的出现次数具有十分明显的月际变化和季节变化特征, 这与柴达木盆地季节性气候变化有着十分密切的关系。

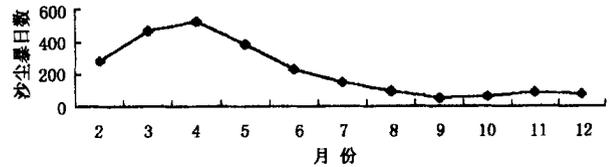


图 1 1961~2000 年柴达木盆地沙尘暴日数年内分布

1.1.2 沙尘暴天气年际变化

通过对柴达木盆地 11 个气象站 40 年的沙尘暴资料分析发现, 柴达木盆地沙尘暴日数总的变化呈下降趋势, 但各个时期沙尘暴发生次数各不相同, 20 世纪 70 年代后期至 80 年代末沙尘暴增多, 形成沙尘暴高峰期, 之后呈明显的减少趋势, 但 1998 年以来沙尘暴日数有所增加。然而, 分析强沙尘暴的年际变化与上述情况有所不同(表 1), 40 年来强沙尘暴的出现次数呈增加趋势, 特别是近 3 年强沙尘暴明显增多。

表 1 柴达木盆地近 40 年强沙尘暴出现日数

	1961~1970	1971~1980	1981~1990	1991~2000
强沙尘暴日数	5	9	12	16

1.1.3 沙尘暴天气空间分布特征

柴达木盆地沙尘暴天气的空间分布是西南和东北多,北部和东南少,呈鞍型场,有 2 个明显的相对高值区(图 2),分别是以格尔木至茫崖为中心的荒漠化地区和天峻为中心的环青海湖地区,其中格尔木是柴达木盆地沙尘暴天气出现次数最多的地区,40 年间累计出现 505 次,平均每年出现 12 次以上。以这两个高值区为中心,向其余地区逐渐递减,两者的递减趋势在大柴旦、德令哈、乌兰和都兰等地区相遇,在这一带出现西北-东南向的低值区,其中大柴旦、乌兰两地是全盆地沙尘暴天气出现次数最少的地区,40 年间累计出现次数分别为 77 和 61 次。

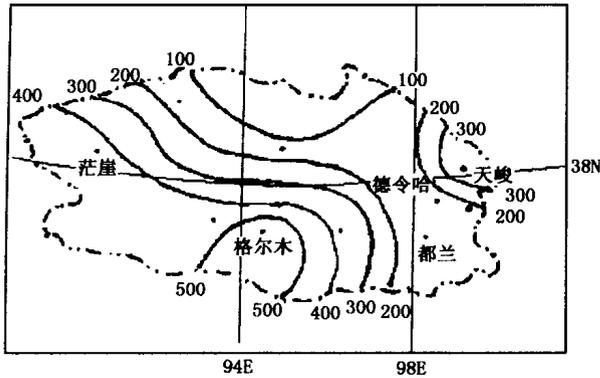


图 2 1961~2000 年柴达木盆地沙尘暴天气出现次数空间分布

2 沙尘暴天气主要环流特征

根据柴达木盆地 11 个气象站的沙尘暴观测资料,当某日有 4 站或 4 站以上出现沙尘暴天气时便定该次为一个天气个例,依此标准 1980~1999 年 3~5 月共选出 40 个个例。根据所选的 40 个个例,从前一日 08 时 500hPa 高空图上对造成柴达木盆地沙尘暴天气的主要影响系统出发,将沙尘暴天气的环流形势分为西风急流型(31%)、蒙古冷槽型(20%)、巴尔喀什湖低槽型(23%)、西北气流型(26%)。

2.1 西风急流型

前一日 08 时 500hPa 高空图上,乌拉尔山地区为高压脊,西伯利亚-巴尔喀什湖为低值系统活动,并配有横槽或东北-西南向的高空槽,黑海-里海附近为低压槽控制,咸海以东为较强的西风带急流区,急流位于 $37^{\circ} \sim 45^{\circ} \text{N}$, $75^{\circ} \sim 100^{\circ} \text{E}$ 之间,并伴有 $T \leq -28^{\circ} \text{C}$ 的冷中心,对应 14 时西北区地面图上祁连山

以北有弱冷空气活动。这是造成柴达木盆地春季沙尘暴的主要环流形势。

2.2 蒙古冷槽型

前一日 08 时 500hPa 高空图上,乌拉尔山以东地区为较强的暖高压脊控制,脊前为强盛的偏西北气流,贝加尔湖至巴尔喀什湖地区为深厚的低压槽区,并有 $T \leq -40^{\circ} \text{C}$ 的冷中心相配合,槽底不断分裂小槽东南下。对应 14 时西北区地面图上祁连山到南疆有强冷锋存在。

2.3 巴尔喀什湖低槽型

在前一日 08 时 500hPa 高空图上,乌拉尔山到里海和咸海为高压脊区,巴尔喀什湖附近为低压槽;脊前偏北气流不断引导北方冷空气补充到巴尔喀什湖槽中,新疆到青海省大部地区处于该槽前偏西气流中。对应 14 时西北区地面图上无冷锋或天山附近有弱冷锋存在。此形势一般维持两天以上,会造成持续的沙尘暴天气。

2.4 西北气流型

在前一日 08 时 500hPa 高空图上,乌拉尔山以东到新疆上空为暖高压脊控制,里海附近为低压槽区,蒙古到柴达木盆地为低槽,槽后偏北气流较强,风速大,且温度槽落后于高度槽。14 时西北区地面图上祁连山到南疆有弱冷空气活动。

3 影响柴达木盆地沙尘暴的主要冷空气路径

根据对 40 个个例在 14 时西北区地面图上分析,造成柴达木盆地沙尘暴的主要冷空气路径分为西北方路径和偏西路径。

西北方路径:冷空气首先进入北疆,在天山以北堆积后扩散南下,主体沿河西走廊东南下;一部分倒灌侵入南疆盆地,当冷空气填塞南疆盆地后,再翻越阿尔金山进入柴达木盆地影响海西地区,这是造成柴达木盆地沙尘暴天气的主要冷空气路径。

偏西路径:冷空气从帕米尔高原进入南疆盆地,再翻越阿尔金山进入柴达木盆地影响海西地区。

4 影响沙尘暴天气的主要因子

强风、沙源和热力不稳定是沙尘暴天气发生的主要因子^[2]。

4.1 沙源因子

根据柴达木盆地所在的地理位置,其西部、北部有丰富的沙源地,西部的南疆盆地、北部的河西走廊

及柴达木盆地,有大面积的固定和半固定沙丘或戈壁滩;盆地东部农业区秋收后翻茬,土壤变得疏松,翌年春季解冻后成为沙源地;冬春季柴达木盆地降水稀少,土质干燥松散,为沙尘暴天气的发生提供了物质条件。

4.2 大风因子

柴达木盆地地处高原,平均海拔 3000 m 左右,春季正值季节转换,冷暖空气交绥频繁。加上柴达木盆地特殊的地形作用,不但对风有狭管加速效应,而且冷空气下滑势能转变为动能,使地面风速大于高空 500hPa 的风速^[3]。大风频繁是春季柴达木盆地的主要气候特点。

4.3 热力不稳定因子

春季高原大陆回暖快,使稳定度降低,有利于高空动量下传,而里查逊数 Ri 是判断某层热力不稳定的一个重要判据。通过对 15 个个例沙尘暴出现前一日 08 时茫崖站 700 ~ 500hPa, 500 ~ 400hPa 两层的 Ri 计算得到:当 $Ri > 1$ 时,不易出现沙尘暴;当 $Ri < 1$ 时,对流发展,有利于沙尘暴的产生。若两层中有一层 $Ri \leq 0.8$ 时,柴达木盆地出现区域性沙尘暴的概率为 75%。

5 沙尘暴天气的预报指标

5.1 西风急流型

在当日 08 时 500hPa 高空图上 51777、51656、51644、51463、52418、52203、51886 共 7 个站中至少有 5 站偏西风 $V \geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,且冷温槽中心气温 $T \leq -28 \text{ }^\circ\text{C}$,则预报柴达木盆地次日有沙尘暴。

在当日 08 时 500hPa 高空图上西风带有气温 $T \leq -32 \text{ }^\circ\text{C}$ 的冷中心,且 51886、52818、52836 与 52463 站的位势高度差 $\Delta H \geq 8 \text{ hPa}$,预报柴达木盆地次日有沙尘暴。

5.2 蒙古冷槽型

在当日 08 时 500hPa 高空图上蒙古冷中心气温 $T \leq -32 \text{ }^\circ\text{C}$,槽底位于 51886 与 52818 站之间,51777、51886、52418 共 3 站中至少两站的风速 $V \geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,且西北区地面图上当日 08 时南疆东部的 24h 正变压中心与德令哈 24h 变压之差 $\Delta p \geq 14 \text{ hPa}$,预报柴达木盆地当日自西向东有沙尘暴。

在当日 08 时 500hPa 高空图和 14 时地面图上,同时满足以下 3 个条件时,预报柴达木盆地次日有沙尘暴。

(1) 51886、51777、52418 共 3 站吹西北风,且风速 $V \geq 16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(2) 52818 与 52463、52656 站之间的气温差 $\Delta T \geq 8 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

(3) 当日 14 时地面图上南疆盆地有较强冷锋存在,且冷锋后部 24h 正变压 $\Delta p \geq 10 \text{ hPa}$ 。

5.3 巴尔喀什湖低槽型

在当日 08 时 500hPa 高空图上 51886、51777、52418、51656、51644、52203、51463 共 7 个站中至少有 5 个站偏西风 $V \geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,51886、51777 与 51463 站之间的温度差 $\Delta T \geq 8 \text{ }^\circ\text{C}$,预报柴达木盆地次日有沙尘暴。

在当日 08 时 500hPa 高空图上 51886、51777、52418、52818、52836 共 5 站中至少有 4 站风速 $V \geq 24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,并有 $T \leq -24 \text{ }^\circ\text{C}$ 的冷中心配合,预报柴达木盆地当日有沙尘暴。

5.4 西北气流型

在当日 08 时 500hPa 高空图上 51463、52203、52323、52418、51777、51886 共 6 个站中至少有 4 站吹西北风,且风速 $V \geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,预报柴达木盆地次日有沙尘暴。

在当日 08 时 500hPa 高空图上 51463、52203、52323、52418、51777、51886 共 6 个站中至少有 4 站吹西北风,风速 $V \geq 24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,并伴有 $T \leq -24 \text{ }^\circ\text{C}$ 的冷中心配合,预报柴达木盆地当日有沙尘暴。

6 回代检验与试报

6.1 回代检验

利用 1980 ~ 1999 年 3 月至 5 月的历史资料对上述预报指标进行了回代,结果拟合率达 85%,表明预报指标是可用的。

6.2 试报

根据上述天气形势和预报指标,在 2002 年 3 ~ 5 月对柴达木盆地的沙尘暴天气进行试报。2002 年 3 月 18 日 500hPa 高空图上,乌拉尔山地区为高压脊,西伯利亚——巴尔喀什湖为低槽控制,槽底位于 36 区附近,威海以东为较强的西风带急流区,急流位于 $37^\circ \sim 45^\circ \text{ N}$ 、东经 $75^\circ \sim 100^\circ \text{ E}$ 之间,并伴有 $-36 \text{ }^\circ\text{C}$ 的冷中心,急流区内高空风速 $V \geq 16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,最大风速达 $32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。此形势为西风气流型,满足预报指标在西风带中有 $T \leq -32 \text{ }^\circ\text{C}$ 的冷中心,且 51886、52818、52836 与 52463 站的位势高度差 ΔH

≥ 8 hPa,可预报柴达木盆地19日有沙尘暴天气,实况是柴达木盆地8个站出现了沙尘暴。至19日08时,满足预报指标51777、51656、51644、51463、52418、52203、51886共7个站中至少有5站偏西风 $V \geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,且冷温槽中心 $T \leq -28 \text{ }^\circ\text{C}$,预报柴达木盆地20日有沙尘暴,与实况相符。

2002年4月5日500hPa高空图上,乌拉尔山以东为暖高压脊控制,脊前为强盛的偏西北气流,蒙古至新疆东部为深厚的低压槽区,并有 $T \leq -40 \text{ }^\circ\text{C}$ 的冷中心相配合,对应14时西北区地面图上南疆至河西走廊有较强冷锋存在,此形势为蒙古冷槽型,并且满足以下预报指标:51886、51777、52418共3站吹西北风,且风速 $V \geq 16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;52818与52463、52656站之间的温度差 $\Delta T \geq 8 \text{ }^\circ\text{C}$;5日14时地面图上南疆盆地有较强冷锋存在,且冷锋后部24h正变压为12hPa。根据以上指标预报柴达木盆地6日有沙尘暴天气,实况是柴达木盆地6个站出现了沙尘暴,预报正确。

7 小结

(1)1961~2000年柴达木盆地的沙尘暴天气出

现次数呈明显下降趋势,但强沙尘暴天气出现次数呈增加趋势。

(2)柴达木盆地沙尘暴天气的空间分布是西南和东北多,北部和东南少,其中格尔木地区出现次数最多。

(3)沙尘暴天气的预报重点应考虑强风和热力不稳定因子,而热力作用的强弱决定了沙尘暴天气的强度。

(4)柴达木盆地沙尘暴天气的主要环流形势有4种,通过总结沙尘暴天气的预报指标,无论从历史拟合率还是试报结果看,预报指标是可用的。

参考文献

- 1 李林,赵强.青海沙尘暴天气研究.气象科技,2002,30(4):218-221
- 2 李锡福.青海省沙尘暴天气气候特征及成因分析.青海气象,2001,(2):14-19
- 3 苟日多杰.柴达木盆地“2000.4.12”沙尘暴天气分析.青海气象,2001,(3):5-6
- 4 保广裕,高顺年,戴升,等.西宁地区沙尘暴天气的环流特征和预报着眼点分析.青海气象,2001,(4):2-6

THE SANDSTORM WEATHER CHARACTERISTICS IN CHAIDAMU BASIN AND ITS FORECASTING

Gouriduojie

(Haixizhou Meteorological Bureau of Qinghai Province, Delingha 817000, China)

Abstract: Based on the 1961 - 2000 observational data of 11 weather stations in Chaidamu Basin, the time-space distribution characteristics of sandstorm weather in Chaidamu Basin are analyzed. Considering the high circulation situation, ground cold air, affect-factors and the forecast index of forty sandstorm events during 1980 - 2000 Spring, the forecasting method of Spring sandstorm weather is established.

Key words: sandstorm, climatic characteristic, circulation situation