

高原沙尘天气成因与预报初探

杨丽敏 格央

(西藏自治区气象台,西藏 拉萨 850000)

摘要:文章利用 1971 年至 2010 年发生在西藏的浮尘、扬沙和沙尘暴资料的高空资料和地面资料,初步分析了西藏沙尘天气的成因。结果表明:西藏沙尘天气冬、春季最多,秋季较少,夏季很少发生;近 40 年来,浮尘、扬沙和沙尘暴呈减少趋势。高原上存在大片的流动沙丘和大片荒漠化土地为西藏沙尘天气的发生提供了充足的沙源。利用沙尘天气个例分析了西藏沙尘天气的地面气象要素和高空环流特征,发现 200 hPa 副热带西风急流、500 hPa 强锋区、地面温度、气压、湿度是沙尘天气过程形成的重要影响因素。

关键词:沙尘天气 沙源 影响因素

引言

沙尘天气是西藏的主要灾害性天气之一,沙尘天气作为一种灾害性天气现象,划分为浮尘、扬沙、沙尘暴、强沙尘暴 4 个等级三者的差异在于能见度标准不同。(1)浮尘:是悬浮在大气中的沙或土壤粒子,使水平能见度 $<10\text{km}$ 的天气现象。(2)扬沙:风将沙尘吹起,使空气相当浑浊,水平能见度在 $1\sim 10\text{km}$ 以内的天气现象。(3)沙尘暴:强风将地面沙尘吹起,使空气很浑浊,水平能见度 $<1\text{km}$ 的天气现象。(4)强沙尘暴:大风将地面沙尘吹起,使空气很混浊,水平能见度小于 500 米的天气现象。沙尘天气与荒漠化有密切关系,相互影响并有反馈作用。沙尘天气发生后,会对所经之地的社会生产和人民生命财产造成巨大损失,也对风沙地貌的形成有重要的影响。西藏平均海拔在 4000 米以上,属中纬度干旱和半干旱地区,地理环境造成气候干燥、降水量稀少、蒸发量巨大的、大风日数最多、风力最强的特点,是典型的大陆性气候。地面多为稀疏草地和旱作耕地,植被稀少,加上人为破坏,当春季地面回暖解冻,地表裸露,狂风起时,沙尘弥漫,在本地及狂风经过的地带易形成沙尘天气。近年来,人们对青藏高原沙尘天气的时空分布、变化趋势及成因做了大量研究分析工作,但对西藏沙尘天气预报的研究工作较少。本文利用 1971 年至 2010 年发生在西藏的沙尘天气过程进行分析,试图找出沙尘暴预报着

眼点。

1 资料和方法

本文利用 1971 年至 2010 年西藏 39 个站点的浮尘、扬沙和沙尘暴的逐日高空资料和地面资料,采取统计分析的方法,初步分析了西藏沙尘天气的成因,并试图找出沙尘暴预报着眼点。

2 西藏沙尘天气的年际变化

就西藏沙尘天气年际变化来看(图 1),近 40 年来,西藏地区沙尘天气过程呈现出先增加后波动减少的趋势,这一点在扬沙天气年际变化和沙尘暴天气年际变化上表现得尤为明显。1971 年至 1990 年期间,西藏沙尘天气频发,从 70 年代开始,沙尘天气日益增多,尤其是在 80 年代中期,沙尘天气发生频数达到峰值。进入 90 年代之后,沙尘天气发生频数明显下降,尤其是扬沙和沙尘暴这类高影响天气过程,较之前明显减少。

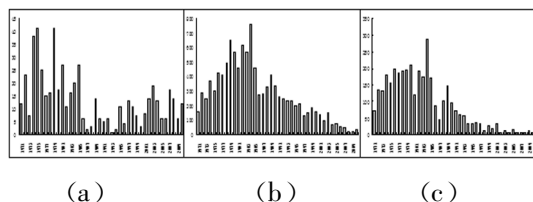
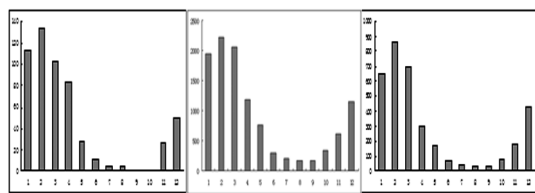


图 1 1971 年至 2010 年西藏沙尘天气年际变化,其中

(a)为西藏浮尘天气年际变化(b)为西藏扬沙天气年际变化(c)为西藏沙尘暴天气年际变化

3 西藏沙尘天气的月际变化

就西藏沙尘月际变化来看(图 2),西藏由于平均海拔在 4000 米以上,属中纬度干旱和半干旱地区,特殊的地理环境使得一年四季均有可能出现沙尘天气过程,但总体而言,西藏的沙尘天气主要集中在每年的 12 月份至次年的 4 月份,这期间沙尘的发生频数达到全年的 70% 以上,其中又以 2 月份的发生频数最多。每年的 6 月份至 10 月份很少发生沙尘天气,由此可以看出,沙尘天气过程具有明显的季节性,多发于冬春季,尤其以冬春交接之时更为明显。



(a) (b) (c)

图 2 1971 年至 2010 年西藏沙尘天气月际变化,其中

(a)为西藏浮尘天气月际变化(b)为西藏

扬尘天气月际变化(c)为西藏沙尘

暴天气月际变化

4 沙尘天气的成因

沙尘天气是一种中尺度的天气现象,其形成有 3 个基本条件:是沙源、大风(动力条件)和垂直上升运动。

4.1 沙尘源地

青藏高原上的地面多为稀疏草地和旱作耕地,植被稀少,流动沙丘遍布,其中位于喜马拉雅山脉和冈底斯山脉之间的雅鲁藏布江及其支流河谷,海拔约 3600m,河谷冬季有大量的流动沙丘分布,风沙活动区域面积约 2000km²。位于冈底斯山和昆仑山之间的广大藏北高原,其上分布有许多大大小小的湖泊和风蚀地貌与流动沙丘,各类风沙化土地面积约 400 km²,以流动沙丘占绝对优势,在狂风大作的冬季,风沙活动十分强烈。同时高原目前沙漠化的面积也在剧增,据调查目前仅西藏自治区就有沙漠化土地 2047.41 × 10⁴ hm²,占全区土地总面积的 17.03%,沙漠化土地广泛分布于全区各个县市内。高原上存在大片的流动沙丘和大片荒漠化土地为西藏沙尘天气的发生提供了充足的沙源。

4.2 200 hPa 副热带西风急流 万方数据

对 1971 年至 2010 年期间发生的典型沙尘个例进行分析后发现,大风沙尘天气出现前,均有 200 hPa 高空急流轴与之配合,在 200 hPa 天气图上,强西风带急流位于 28°N~33°N、80°E~100°E 之间的高原腹地,强西风带急流中心值可达 50~70 m/s。由于大气低层热力增温造成大气层结不稳定,使高层动量下传。风力明显加大,沙尘天气更强。

4.3 500 hPa 强锋区

随着中纬度欧洲槽的加深东移,高空锋区南压,使得西藏高原处于槽前平直西风环流区。冷空气在咸里海堆积。随后咸里海冷空气东移。副热带高压呈带状或块状分布维持在高原南侧。西藏高原降压升温降湿明显,等高线和等温线非常密集,沙尘天气出现在 500 hPa 强高空锋区下。沙尘天气出现时,各站的日平均风速均达到了 6 m/s 以上,伴随着大风沙尘天气的出现,高原上基本盛行上升运动,垂直速度中心值可达 -0.1~-1.0 hPa/s,沙尘天气主要出现在垂直速度大值区域,在 80~95 的西藏高原主体上升运动最高可伸展到 250 hPa(10.5 km)。

4.4 地面温度、气压、湿度变化特征

沙尘天气过程爆发前期,气候背景增温显著,从地面到对流层中层持续增温大于 10℃,有时 24 h 增温达 7~8℃,当有冷空气影响时,形成大气层结不稳定,进而激发沙尘暴。与此同时,从地面气压资料可以看出,气压在过程前一天除个别站点降压,大部分站点气压均略有上升。过程期间开始连续升压,西藏西部、北部以及雅江河谷等地 24 小时升压甚至达到 2~4hpa,而过程结束之后,气压明显下降。而沙尘天气过程出现前,水平温度梯度、气压梯度、变压梯度越大,沙尘过程就越强。在沙尘暴发生前期,相对湿度常常在逐渐降低,一般高原上的相对湿度都在 20% 以下,最小小时甚至不足 10%。在天气发展的过程中,地表相对湿度一直都维持在一个较低的范围内,但是到了沙尘天气过程的后期,相对湿度将会逐渐增大。

5 西藏沙尘天气的预报着眼点

5.1 沙尘天气过程的形成及其强弱程度,与风力等级、气温梯度、湿度条件、冷空气活动及与其相关的土壤表层状况有密切关系。

5.2 强风是产生沙尘暴的动力,地面上裸露的疏松沙

土是产生沙尘天气的物质基础,当高原腹地各站的日平均风速均达到了 6 m/s 以上,沙尘天气随之出现,风力越强,沙尘天气越明显。而北部冷空气活动越频繁,越会导致风力增大,沙尘天气加强。

5.3 伴随着大风沙尘天气的出现,高原上基本盛行上升运动,垂直速度中心值可达 $-0.1\sim-1.0\text{ hPa/s}$,沙尘天气主要出现在垂直速度大值区域,在 $80^\circ\sim95^\circ\text{E}$ 的青藏高原主体上升运动最高可伸展到 250 hPa (10.5 km)。

5.4 沙尘天气爆发前期的高原气候背景增温显著,受北部冷空气影响时,易使大气层结不稳定,使得水平温度梯度、气压梯度、变压梯度增大,配合较低的湿度条件,极易产生沙尘天气。

5.5 大风沙尘天气出现前,均有 200 hPa 高空急流轴与之配合,在 200 hPa 天气图上,强西风带急流位于 $28^\circ\text{N}\sim33^\circ\text{N}$ 、 $80^\circ\text{E}\sim100^\circ\text{E}$ 之间的高原腹地,强西风带急流中心值风力越大,沙尘天气越强。

参考文献

(上接 56 页)对降水量及的大小有较好的指示意义,强的雷达发射率因子能又有效判断对流行天气的发展程度,对强对流天气的发生有较好的预警意义。

7.6 从雷达图上表现出的列车效应,有效地增加了降水时间,非常有利于降水量级的加大。

7.7 此次降水发生前,回波顶高有明显的增高,降水结束后随之降低,从而回波顶高也可以作为对流行天气发生的盘据。

7.8 通过此次降水过程的分析发现,我地区雷达观测资料对强对流天气的发生有较好的表现,即雷达资料对强对流天气预报、预警有极为重要的作用。

参考文献

[1] 朱乾根,林景瑞.天气学原理和方法(第四版).气象出版社,2007.

[1] 方小敏.青藏高原沙尘特征与高原黄土堆积:以 2003—03—04 拉萨沙尘天气过程为例.科学通报,2004,6,11:1084—1090.

[2] 王式功,董光荣,杨德保,等.中国北方地区沙尘暴变化趋势初探.自然灾害学报,1996,5(2):86—94.

[3] 徐启运,胡敬松.我国西北地区沙尘暴天气时空分布特征.应用气象学报,1996,7(4):479—482.

[4] 任余龙,王劲松.影响中国西北及青藏高原沙尘天气变化因子分析.中国沙漠,2009,7(4):734—743.

[5] 张核真,唐小萍.西藏沙尘天气发生趋势及时空分布规律.西藏科技,2003,2:52—54.

[6] 白虎志,马振峰,董文杰,等.青藏高原沙尘暴气候特征及成因研究.中国沙漠,2006,3(2):249—253.

编校 洛桑次仁

[2] 陈渭民.卫星气象学(第二版).气象出版社.

[3] 张培昌.雷达气象学(第二版).气象出版社.

[4] 巴旦卓玛.申扎县 2012 年 9 月 17 日强降水天气过程分析.西藏科技,2013 年 2 期.

[5] 柯文华,俞小鼎.一次由“列车效应”造成的致洪暴雨分析研究.气象,2012,38(5):552—560.

[6] 魏东,孙继松.三种探空资料在各类强对流天气中的应用对比分析.气象,2011 年 4 月,第 37 卷第 4 期.

[7] 王振海,贾红莉,张青梅,等.青南地区两次强对流天气过程中物理量诊断分析.青海气象 2014 年第 1 期.

编校 洛桑次仁