

# 鄂尔多斯盆地夜暴雨多

贺 勤 邱东平 刘正奇 白月波

(内蒙古伊克昭盟气象台 017000)

## 提 要

该文用鄂尔多斯盆地及周围干旱、半干旱及沙漠地区 34 个气象台站 37—44 年夜暴雨资料进行了研究,分析了鄂尔多斯盆地及周围地区暴雨的昼夜分布,给出了暴雨昼夜强度极值,重点讨论了地形对夜暴雨的作用。

**关键词:** 鄂尔多斯盆地 夜暴雨 地形

## 引 言

降水系统对任何一个地区,白天和夜间影响的机会是均等的。但由于地形的作用,使鄂尔多斯盆地夜间降水量级加大,夜暴雨次数及强度增加。

鄂尔多斯盆地位于  $34^{\circ}-41^{\circ}21'N$ ,  $105^{\circ}30'-111^{\circ}30'E$  的广阔区域。盆地的东界是南北走向的吕梁山和芦芽山(海拔高度最高为 2831m),西界为南北走向的贺兰山和西卓子山(海拔高度最高为 3556m);南为东西走向的秦岭山脉北坡(海拔高度在 2500—3760m);北缘有东西走向并呈弯月型的阴山山脉(海拔高度最高为 2838m),见图 1,跨越陕、甘、宁、蒙、晋五省区,包括边缘地区面积约为  $40 \times 10^4 km^2$ 。盆地内大部地区海拔高度在 900—1500m 之间,故习惯上亦称鄂尔多斯高原。在这一广阔区域内,北有库布其沙漠,南有毛乌素沙漠,气候十分干燥,降水亦稀少,且分布不均,东西(准旗、伊克乌素)降水量相差约 200mm,南北(乌审旗、达旗)雨量也差 50mm 左右。而暴雨、大暴雨却时有发生,且暴雨、大暴雨多发生在夜间。本文在研究内蒙古中、西部暴雨的基础上,根据

1951—1995 年(多数从 1959—1995 年)37—44 年的降水资料,分析了这一地区夜间暴雨的时空分布特点。给出了夜间暴雨强度极值,讨论了地理因素、地形条件对暴雨,特别是夜暴雨的影响,旨在为夜暴雨的预报、水文气象学和气候学的研究提供必要的依据。

文中所用降水资料,取自内蒙古伊克昭盟及内蒙古中、西部的阿拉善盟,巴彦淖尔盟、包头市、呼和浩特市、乌兰察布盟 6 盟市及陕西、宁夏、山西等 4 省区 34 个气象台站。为便于分析比较并使极值资料时序更长,夜间暴雨强度极值均取自从建站到 1995 年的 37—44 年之间;而夜暴雨的其它特征统一取自 1959—1995 年共 37 年的降水资料。定义: 20—08 时或 08—20 时即 12 小时雨量  $\geq 30.0mm$  为一个暴雨日,对这 37 年的所有个例及其昼夜分布进行统计分析,并规定如果 20—08 时和 08—20 时在一日降水过程中降水量均  $\geq 30.0mm$ ,则夜间、白天两个时段各算一个暴雨日。同理,如果 20—08 时或 08—20 时两时段内的降水量均  $\leq 30.0mm$ ,即使日雨量  $\geq 50.0mm$ ,亦不算作暴雨日。

## 1 鄂尔多斯盆地夜暴雨时空分布特征

依据地理学上所给予的“鄂尔多斯盆地”的范围,为将盆地内外暴雨昼夜分布情况进行比较,我们分析的范围是  $36^{\circ}-42^{\circ}\text{N}$ ,  $105^{\circ}30'-112^{\circ}30'\text{E}$ , 统计分析得出:夜暴雨多的地区是内蒙古伊克昭盟、呼和浩特市、巴彦淖尔盟南部(即阴山山脉以南地区),南侧到陕北地区,即  $36^{\circ}-41^{\circ}\text{N}$ ,  $105^{\circ}30'-111^{\circ}30'\text{E}$  的范围内。这一结论是用鄂尔多斯盆地内外 34 个台站,分为 20—08 时(夜间)和 08—20 时(白天)两个时段,进行暴雨统计分析得出的。图 1 为鄂尔多斯盆地及周围地区暴雨昼夜分布图。

明显偏多,一般降水也很突出,如神木县 1995 年 8 月 2—5 日 4 天中,昼夜都下雨,夜间共降 70mm,而 4 个白天只下了 3.7mm。

盆地以外地区,如  $41^{\circ}\text{N}$  以北(即阴山山脉以北地区)和  $36^{\circ}30'\text{N}$  以南,  $105^{\circ}30'\text{E}$  以西和  $112^{\circ}\text{E}$  以东地区(详见图 1)白天降暴雨的几率比夜间多 10%—78%,暴雨昼夜分布的分界线基本是沿延安、府谷以东,凉城、托县、武川、包头、大余太以北,杭锦后旗、乌海、阿左旗、银川以西,南侧是宁夏同心到固原一线。可以看出,鄂尔多斯盆地内外夜暴雨发生的几率是有明显差异的。

由于大气环流的季节变动,本区年内的暴雨分配极不均匀,暴雨的出现时间一年中从 4 月到 9 月均有发生,但主要是集中在 7—8 月,而且夜暴雨在 6—8 月这 3 个月中各旬的分布也极不均匀,参加统计的有 24 个站 6 月份 3 个旬均无夜暴雨,占统计站数的 71%,只有 10 个站(占 29%) 在 6 月份的某一个旬出现了夜暴雨,所以,6 月份 3 个旬出现夜暴雨的可能性  $< 7\%$ 。

夜暴雨主要集中在 7—8 月,在这两个月的 6 个旬中,盆地北就的伊克昭盟及呼和浩特市、包头市地区,夜暴雨集中在 7 月下旬到 8 月上旬,这两个旬发生的夜暴雨占总夜暴雨次数的 50%—80%。上述地区就是内蒙古中,西部半干旱及沙漠地区里的“多暴雨区”。这些地区有一个共同的特点是 7 月中旬和 8 月中旬是夜暴雨的少雨旬,7 月中旬普遍比 7 月上旬少,8 月中旬普遍比 8 月上旬少,这两个旬出现夜暴雨的百分率大都在 10% 或以下。图 2 为夜暴雨在各旬所占百分率。

盆地内 37 年平均夜暴雨日为 12—14 天,最多为 30 天(如 1961 年),但有的年份(如 1965 年)一次夜暴雨也没出现,1980 年、

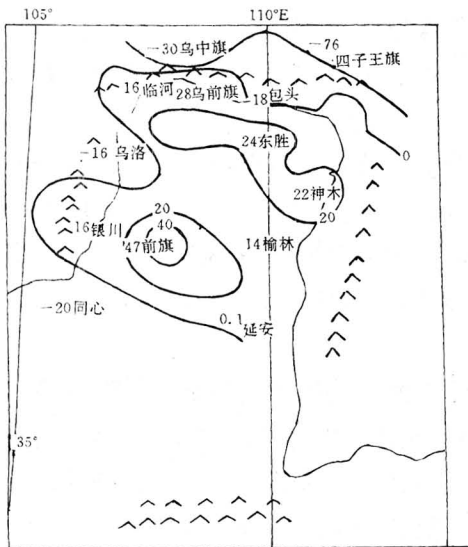


图 1 盆地暴雨分布(%)

正值为夜间暴雨多于白天,负值则反之

从图 1 可以看出,夜暴雨的分布和地理学上的“鄂尔多斯盆地”范围基本一致,即夜暴雨多的范围是  $36^{\circ}30'-41^{\circ}\text{N}$ ,  $106^{\circ}-111^{\circ}50'\text{E}$ 。这个范围里,参加统计的 20 个代表站,夜间发生的暴雨比白天发生的暴雨多 11%—47%,其中 10 个站夜间暴雨比白天多 20%—47%。盆地内不但夜暴雨比白天暴雨

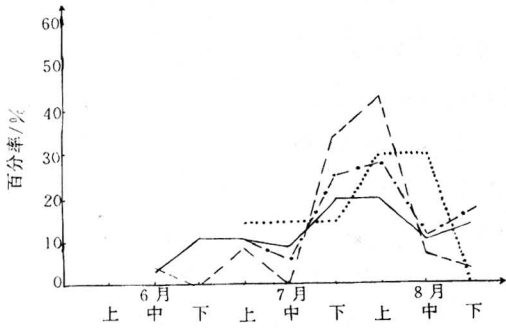


图2 夜暴雨在6—8月各旬所占百分率

实线:延安;点划线:京胜;间断线:府谷;虚线:银川

1986年盆地内20个代表站也仅出现两次。可见,夜暴雨年际变化大是干旱半干旱及沙漠地区气候的一大特色。

## 2 夜暴雨强度极值

盆地内夜暴雨另一个特点是强度大、降水时间集中。参加统计的24个站中,有32个站(次)日降水量 $\geq 100.0\text{mm}$ 。在这32个站(次)中,有23站(次)降水量主要集中在夜间(20—08时),占72%。其中有20个站(次)夜间降水量 $\geq 100.0\text{mm}$ (表略)。如发生在1959.7.26夜间呼和浩特市210.1mm,发生在1989.7.20夜间东胜市的129.3mm,发生在1995.7.28夜间陕北府谷的170.9mm等,主要降水量均是在3—6个小时内倾泻而下的,时间之集中、强度之大,又是发生在夜深人静的后半夜,其危害程度是不言而喻的。

为进一步摸清盆地内自建站到1995年夜间12小时、6小时、1小时及10分钟4个时段的最大降水强度,特进行上述4个时段的统计(表略)。除20—08时为实测值外,其余均摘自气象自记记录,可跨日界。

2.1 夜间最大降水量分布极不均匀,夜间最大降水量 $\geq 100.0\text{mm}$ 的个例多发生在伊盟、呼市及陕西的北部地区。伊盟乌审召所降的243.5mm为盆地夜暴雨之冠,呼市的

210.1mm为次大值,其余地区的夜暴雨也均在50—160mm之间。

2.2 6小时最大降水强度,由统计可知盆地内有记录的20个站中,6小时降水量 $\geq 50.0\text{mm}$ 的有14个站,占70%,其中5个站超过100.0mm,夜暴雨强度之大可见一般。

2.3 1小时最大降水强度,除盆地西部的乌海市和鄂前旗外,盆地内大部地区1小时最大降水量在30—67mm之间,其中呼和浩特市、石拐、清水河等站1小时最大降水量超过60mm,东胜市、托县、鄂旗、固原等站1小时最大降水量在50—60mm,由此可见,盆地内夜暴雨强度大、历时短、分布不均匀,这是鄂尔多斯盆地的又一气候特征。

2.4 10分钟最大降水强度,极值出现在包头市,为44.8mm(1958.8.7.19:34—19:44),次大值出现在伊金霍洛旗,为30.6mm(1970.7.14.23:14—23:24),强度大于20.0mm的有伊盟境内的东胜市、乌审旗、鄂旗及石拐、乌前旗。其它站均在20.0mm以下。

由于内蒙古中、西部及陕北一带,地域辽阔,特别是内蒙古地区,测站稀少,盆地内有许多大暴雨和特大暴雨没有被准确的观测到,据调查证实,有些暴雨强度远大于气象站的实测纪录,如1974.7.5呼和浩特市郊区二道凹水库日雨量约达600.0mm,1977.8.1夜间毛乌素沙漠腹地的木多柴当,10小时降水量达1400.0mm左右等。

综上所述,盆地内夜间12小时最大强度的降水,基本上是该站建站以来的日最大降水量或次大值。夜间降水占日总量的百分比均很大(表略)这更进一步反映出鄂尔多斯盆地夜雨强度大这一特点。

## 3 鄂尔多斯盆地夜暴雨多的成因分析

鄂尔多斯盆地因其特殊的地形影响低层流场,形成了对盆地降水有利的影响系统,以及对降水的几种增幅作用都是十分显著的。

### 3.1 盆地是水汽的“聚集库”

鄂尔多斯盆地四面环山,只在吕梁山和秦岭之间有一条 300—400km 宽的“南北通道”。盛夏季节,西太平洋副热带高压第三次季节性北跳,西伸北抬,来自副热带高压底部的偏东气流和来自孟加拉湾的偏南气流,同时或二者之一通过“南北通道”向盆地内输送着暖湿空气。因四面环山且山脉较高,暖湿空气在盆地内聚集,为暴雨准备着较充足的水汽条件,分析得出:水汽输送的层次主要是 850—700hPa 及以下各层,占水汽总输送量的 80%或以上。

### 3.2 地形对低空气流的影响

经过分析得出,约 75%—80%的暴雨和低空急流有对应关系,低空急流是鄂尔多斯盆地乃至内蒙古中、西部暴雨的水汽和不稳定能量的输送带。当暖湿气流从秦岭和吕梁山这个喇叭口吹来时,地势由低变高,由平坦变陡,气流被迫辐合抬升,当副热带高压脊西伸到对此地有利降水的位置时,通道东侧南北走向的吕梁山脉使本来就盛行的偏南气流,入夜后因扰动减少而更为加强,形成低空偏南急流,从盆地内日降水量 $\geq 100.0\text{mm}$ 的昼夜分配可以说明因地形作用引起超地转偏南风气流的加强对夜暴雨的贡献。

### 3.3 地形对低层流场的影响及低空横切变的形成

鄂尔多斯及周围的特殊地形,使低层流场发生改变,在盛夏季节易生成横切变(其中以暖湿切变为主)。这是因为盆地内除横卧于中部的鄂尔多斯高原外,大部地区相对而言比较平坦,海拔高度在 900—1500m,周围山

脉海拔高度多在 2500—3700m 之间。盆地内的海拔高度与 850hPa 标准高度之差小于 600m,盆地内测站观测记录,实际上是反映了大气边界层内的状态。当副热带高压外围或台风作用所形成的暖湿气流从东南喇叭口向北输送时,受阴山山脉的阻挡而折向偏西,沿阴山山脉西端和贺兰山北端之间流出,与西伸北抬的副热带高压或者与位于  $38^{\circ}$ — $45^{\circ}$  N,  $95^{\circ}$ — $105^{\circ}$  E 范围内的西北地形小高压在东移中迭置,形成“倒 L”型高压。形成“倒 L”型高压的过程,也就是形成横切变的过程。横切变多以偏南风 and 偏东风的暖湿切变为主,它是盆地内盛夏季节暴雨和大暴雨最主要的影响系统,多数大暴雨天气均系上述形势下形成的暖湿切变造成的。

因地形作用明显,故横切变系对流层低层的浅薄系统,在 850—700hPa 等压面上表现明显。横切变的形成,使低空辐合加强,气流的气旋性曲率增加,从而增加了气旋性涡度,通过计算证明在切变线北侧是一个正涡度集中区,同时“倒 L”型高压南侧,使大量水汽、不稳定潜热得到聚集,并形成强位势不稳定层。“倒 L”型高压限制了能量零散的提前释放,当中空有扰动或低空急流增强的激发作用或短波冷槽与暖湿切变迭置时,使蓄存的能量得以大量的集中释放,从而产生突发性高强度的暴雨,入夜后,特别是后半夜到凌晨,低空偏南急流的加强,向暴雨区源源不断的输送着暖湿气流和能量,使暴雨得以维持和加强。

### 3.4 迎风坡的强迫抬升作用

日降水量 $\geq 100.0\text{mm}$ 的台站,特别是夜间降水量 $\geq 100.0\text{mm}$ 的个例,多发生在鄂尔多斯盆地偏北部即阴山山脉以南地区,因该地区处于吕梁山与阴山相交的角形“7”山脉

地带,极有利于偏南气流的强迫抬升及横切变低涡的辐合加强,有利于锋区、切变线的坡度增大,从而有利暴雨增强。当强烈潮湿不稳定气团遇到这种有利地形条件,一旦有触发机制,就可以大量释放潜能,使气层增暖、空气浮力加大,上升运动加强。在这种地形作用下,最有利于雨团的合并和雷暴向这一带汇集,使这里中、小尺度系统发展活跃。这是在进行1989年7月20日夜间东胜、达旗大暴雨中尺度分析中得出的。

### 3.5 峰谷的热力作用

对于山谷风作用,笔者在“89.7.21”特大暴雨的中尺度分析中已作过论述。这是由于在山岭高处,入夜地面辐射冷却,高处较冷而密度较大的冷空气沿坡下沉,并将盆地低处较暖湿的空气抬升而形成夜间的明显降水。此外,日间在山区已形成的雨云,夜晚受山区

高处降冷的作用,可以促进并加强盆地上空云层的上、下对流,从而加强了夜间暴雨的强度。盆地内夜暴雨比白天多的特点一直维持到延安一带,而在陕南已是日雨比夜雨多了。

分析强对流云团时发现,强对流云团多形成于伊克昭盟西部,这与沙漠区受日射的增热显著,使大气不稳定增强的作用有关。总之,鄂尔多斯盆地内面积为 $7.33 \times 10^4 \text{km}^2$ 的世界沙漠暴雨中心—毛乌素沙漠的暴雨也多发生在夜间。鄂尔多斯盆地集四面环山、地势北高南低、向东南开口的大喇叭口地形,迎风坡的强迫抬升,山风作用及山谷的狭管效应等,多种地形综合作用于一地,使该盆地夜间暴雨明显多于白天,而且时间集中、强度特大、危害严重,故进一步研究该地区的夜暴雨,有着重要的实际意义。

## Nocturnal Torrential Rain in the Eerduosi Basin

He Qin Qiu Dongping Liu Zhengqi Bai Yuebo

(Yikezhao Meteorological Observatory, Inner Mongolia Autonomous Region, 017000)

### Abstract

The nearly 40 years data of nocturnal torrential rain was studied for 34 weather stations located in the Eerduosi Basin and its surrounding area with characteristics of arid and semi-arid zone, and desert region. The daytime and nighttime distribution of torrential rain in the basin and surroundings was analysed. The extremes of torrential rain during daytime or nighttime was given. The orographic influence on the nocturnal torrential rain was discussed.

**key Words:** eerduosi basin nocturnal torrential rain orographic influence