

# 乌海市一次降水漏报过程分析

康晟炜, 杨红子 (内蒙古乌海市气象局, 内蒙古乌海 016000)

**摘要** 通过对2014年6月5日乌海市的一次降水漏报过程进行综合分析,着重分析此次对流性降水天气过程漏报的原因,提出未来在预报类似对流性降水须注意的几个预报着眼点。结果表明,对天气系统移动和演变判断是否正确是预报成败的核心,对阵性降水的预报要充分考虑到近地层水汽条件、垂直运动和不稳定能量等因素,对天气过程的物理过程要多加分析。

**关键词** 天气学;漏报;原因;阵性降水

**中图分类号** S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)08-155-02

随着数值预报的逐步发展,预报员对于系统性天气过程的预报准确率均较好,但对于局地短时阵性的小量级的降水过程还缺乏有效预报方法,有待进一步研究。2014年6月5日19:00~6日02:00,乌海发生局地阵性降水过程,降水量为8.2 mm,最大小时雨量为2.9 mm。全市范围内降水过程呈现南北多、中间少的分布情况。此次降水过程没有得到有效预报,在气象信息广受关注的时代,此次降水的漏报产生了较为恶劣的影响<sup>[1]</sup>。笔者在此着重分析了这次对流性降水天气过程的漏报原因,以期今后在类似天气过程的预报提供启示。

## 1 环流形势分析

**1.1 500 hPa 环流形势** 6月5日08:00 500 hPa 东亚地区为一槽一脊型,中亚地区的深槽延伸至东亚地区,并在朝鲜半岛进一步加深,涡的底部发展至30°N以南地区;在乌海市上游,新疆东部以及甘肃中部有2个浅槽;贝湖北部存在一个弱的高压脊,乌海市北部沿40°N存在高空急流。大气斜压性不明显,温度场与高度场交角较小,对于新疆东部和甘肃中部的浅槽温度场落后于高度场,有利于浅槽的进一步发展,乌海市上游有弱的冷平流。20:00(图1),系统东移南压,甘肃中部浅槽向南发展,新疆东部浅槽东移至内蒙古自治区西部地区,沿40°N高空急流维持。6日08:00,甘肃中部的浅槽减弱消失,新疆东部浅槽加深东移出乌海市。总的来说高空呈多波动槽形式,发源于新疆东部的浅槽东移是造成乌海市降水的主要系统。

**1.2 700 hPa 环流形势** 6月5日08:00 700 hPa 乌海市处于高压后部受暖脊控制,高空切变不明显且风速较小,大气斜压性较弱;20:00高空切变位于乌海市,但切变宽且浅(图2)。温度场上,乌海市位于槽前,温度即将下降。切变和降温共同作用造成水汽聚集凝结是此次降水发生的原因之一。6日08:00 700 hPa 切变移出乌海市,降水基本结束。

**1.3 海平面气压场形势** 6月5日08:00在贝湖南部有一个1 015.0 hPa的高压中心,在内蒙古自治区西部和甘肃中部有一个1 005.0 hPa的低压中心,且有地面倒槽生成,在内

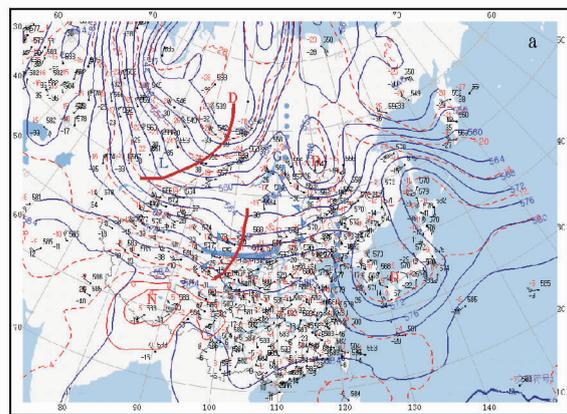


图1 2014年6月5日20:00 500 hPa 综合图

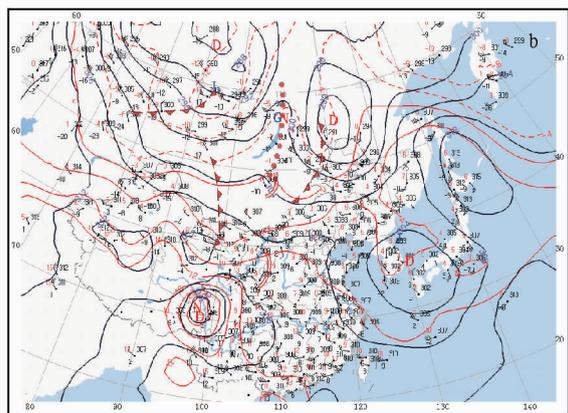


图2 2014年6月5日20:00 700 hPa 综合图

蒙古自治区中部和山西大部有一个1 007.5 hPa的小高压活动,这样就形成了堵塞形式,2个高压阻挡在地面倒槽的北部和东部,使地面倒槽在大体上在内蒙古自治区西部维持并向东南方向发展,自4日20:00~5日14:00均维持这样的形势。5日17:00内蒙古自治区东部山西大部的高压分裂减弱,其中心值为1 002.5 hPa。开放了地面倒槽的东移通道,内蒙古自治区西部、新疆东部又有一个中心为1 010.0 hPa的高压生成加强,促使地面倒槽东移。地面上,于5日20:00在内蒙古自治区西部直到青海东部的广大地区形成地面锋区,锋区东移是造成此次降水的另一个原因。伴随锋区东移,乌海市于6日05:00处于锋后偏西气流控制,降水过程基本结束。

**作者简介** 康晟炜(1990-),男,内蒙古乌海人,助理工程师,从事短期天气预报工作。

**收稿日期** 2015-02-03

## 2 物理量场分析

### 2.1 水汽条件

**2.1.1 相对湿度和比湿。**6月5日08:00 500 hPa相对湿度为30%~40%,700 hPa相对湿度为30%~40%,850 hPa相对湿度为40%~50%;500 hPa比湿 $\leq 2$  g/kg,700 hPa比湿 $\leq 4$  g/kg,850 hPa $\geq 6$  g/kg。5日20:00水汽条件有所改善,但改善幅度不大,各模式预报水汽条件也没有达到预报指标,整体来说整层水汽不够充沛,但相对于高层大气,近地层水汽条件较好,有可能产生局地中小尺度的阵性降水。整个过程中,没有高空急流造成湿舌,水汽条件不够充分。但从整层的水汽剖面图中发现,在750 hPa附近出现了干侵入,有利于对流的发展。

**2.1.2 水汽通量散度。**6月5日08:00 500 hPa,700 hPa水汽通量散度均为水汽通量辐散状态,但850 hPa为水汽通量弱辐合区,反映了低层大气水汽较为充分,对降水提供有力的水汽条件,水汽辐合中心值为 $-10$  g/( $\text{cm}^2 \cdot \text{hPa} \cdot \text{s}$ ),低层湿、高层干的层结结构也有利于对流的发展,造成局地阵性降水过程,重点关注近地层的水汽变化对局地降水有着重要意义。

### 2.2 动力抬升条件

**2.2.1 垂直速度。**6月5日20:00整层大气为上升运动,上升运动中心位于600 hPa。强烈的上升运动是产生降水的必要条件,降水中心往往位于垂直运动中心区或中心区附近的等值线密集区;到6日08:00,垂直运动中心数值下降,形势开始转为下沉运动,降水停止。

**2.2.2 涡度场。**5日08:00正涡度中心位于乌海市上游地区,700 hPa以下各层均为正涡度,至5日20:00正涡度持续向上发展,同时正涡度中心也逐渐向乌海市移动,乌海市处于正涡度底前部的西南风控制下,这也是形势场扰动的中心区域,这里的环流形势将近地层湿润的空气裹挟卷入,在近地层辐合上升,形成对流并释放潜热,致使大气的温度升高,空气受热上升聚集,并在高层向外辐散,最终导致近地层气压下降,加强上升运动,正涡度继续加强,气旋性扰动得到发展。6日08:00正涡度减弱,环流形势已不适应降水的继续,降水停止。

### 2.3 稳定度条件分析

**2.3.1 稳定条件分析。**分析4、5日K指数、SI指数发现,4~5日各物理指数均大体维持,5日08:00~20:00 K指数有一个上升趋势,模式预报也如实反应了这一变化,但考虑到20:00观测温度较08:00高,致使忽略了这一个变化。5日20:00 K指数 $\geq 32$  °C,达到极值。SI指数4、5日持续位于0 °C附近,显示出局地阵雨的预报指标,但由于前期长期介于这一区间,导致实际业务过程中对这一预报指标不敏感。6日08:00 K指数和SI指数预报指标均下降,表明层结转为稳定区,降水过程结束。

**2.3.2 能量条件分析。**分析5日08:00、20:00和6日08:00的TlogP图发现,对流不稳定能量(CAPE)始终存在且数值较大,区别在于5日20:00的抑制对流不稳定能量(CIN)较小,

有利于能量的释放;但6日08:00的CAPE值仍较大,表明阵性降水过程并没有释放过多的不稳定能量。整层没有逆温层聚集能量,阵性降水的预报指标不明显。

## 3 降水漏报成因分析

**3.1 欧洲中心数值预报产品分析** 4日20:00起报的欧洲细网格资料显示在5日20:00于乌海市上游地区有弱切变生成,但23:00切变消失,乌海市受西北气流控制。考虑系统移动速度快且减弱速度快,故未考虑降水。通过与实况资料对比,发现欧洲细网格资料对于峰后西北气流控制区域预报准确率较高,但对于银川、东胜站风向预报偏差较大,在做形势预报时没有对数值预报产品作出有效订正,致使弱切变没有得到有效预报,这是导致此次降水过程漏报的原因之一。

**3.2 T639数值预报产品分析** 5日08:00起报的T639模式预报产品显示20:00乌海市上空出现切变,切变较宽且较弱。通过与实况资料对比发现,T639模式预报对于风向预报的准确率较高,对于银川、东胜站的风向预报准确率较好。较成功地预报出乌海市上空的弱切变,虽然对于临河站的风向预报偏差较大,导致预报切变偏北。但总体来说显示了很强的预报能力,这需要在实际预报过程中对其进行订正分析。在这次过程中,更多地参考了欧洲细网格的预报产品,对于T639预报产品有所忽视,这是导致此次漏报的另一个原因。

**3.3 上级指导预报** 6月5日15:00区台指导预报,全区中东部有小雨或雷阵雨。10:00发布的中尺度分析也重点考虑了高空槽对于中东部地区降水的影响,未考虑西部地区弱切变的影响;早晨天气会商的焦点也集中在中东部地区降水过程,没有充分考虑西部地区气象要素的变化,造成了此次降水过程的漏报。

## 4 结论

(1) 此次过程中,上游高压形成,气压梯度力增强,加速系统东移,下游高压中心消散,开放系统东移通道,是整个降水过程发生的前提条件,在以后预报过程中,关注下游系统变化是避免漏报的有效手段之一。

(2) 在预报过程中要重点考虑整层系统配置,对于层结资料除了关注重点层资料及演变<sup>[2]</sup>规律外,还要着重关注近地层各物理量场的配置情况。此次过程中,近地层的水汽辐合就是产生降水的有利条件。

(3) 在预报过程中,要综合分析各模式预报产品,防止片面。各模式预报产品对于形势预报的预报能力已经非常强<sup>[3]</sup>,对其准确性进行订正分析时判断系统移动的重要依据。

(4) 对于降水预报,除了对各形势场和物理量场加强预报订正能力外,还要对物理过程多加分析<sup>[4]</sup>,在大的环流形势有利于降水的情况下,要大胆预报,这样才能提高准确率,才能收到较好的服务效果。

## 参考文献

[1] 蒋静,黄莹,李新华. 桂西南一次强降水漏报的原因分析[J]. 广西气象,2006(S1):35-37.

(下转第159页)

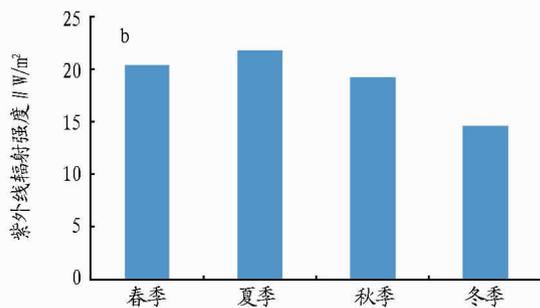
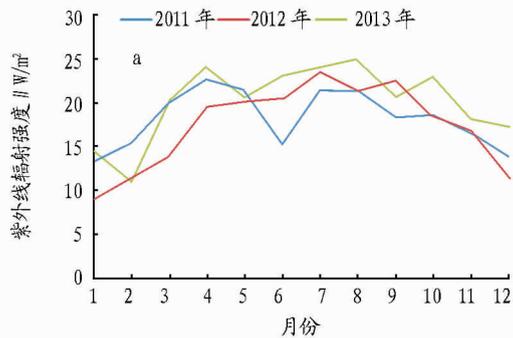


图3 2011~2013年武汉市紫外线辐射强度月变化(a)和季变化(b)

练样本用来建立模型,2013年数据作为测试样本用于检验测试预报效果,得到预测模型为: $Y = 10.139 + 0.577X_1 + 0.270X_2 - 0.164X_3 - 0.669X_4$ ,式中, $Y$ 为紫外线辐射强度( $W/m^2$ ), $X_1$ 为昼夜温差( $^{\circ}C$ ), $X_2$ 为正午太阳高度角( $^{\circ}$ ), $X_3$ 为日最小相对湿度(%), $X_4$ 为总云量(成)。

$X_2$  太阳高度角计算公式为  $h = 90^{\circ} - |30.37 - ED|$ ,  $ED = 0.3723 + 23.2567\sin\theta + 0.1149\sin2\theta - 0.1712\sin3\theta - 0.7580\cos\theta + 0.3656\cos2\theta + 0.0201\cos3\theta$ ,其中 $\theta$ 称日角,即 $\theta = 2\pi t/365.2422$ ;这里 $t$ 又由两部分组成,即 $t = N - N_0$ ,其中 $N$ 为积日,所谓积日就是日期在年内的顺序号,如1月1日其积日为1,平年12月31日的积日为365,闰年则为366; $N_0 = 79.6764 + 0.2422 \times (\text{年份} - 1985) - \text{INT}[(\text{年份} - 1985)/4]$ ,式中,INT表示取整数部分,如 $\text{INT}(3.25) = 3$ 。将测试样本代入相应的预报方程得到统计方法预测值,并按照中国气象规定的紫外线等级划分指数(表3)对预测结果进行等级预报检验。若检验标准为拟合值与实测值两者处于同一级算对,否则算错,则预报准确率为83.56%;若检验标

表3 紫外线指数分级

紫外线指数	紫外线等级	紫外线辐射量 $W/m^2$	紫外线照射强度	对人体可能影响	建议采取的防护措施
0~2	1	<5	最弱	安全	可以不采取措施
3~4	2	[5,10)	弱	正常	外出戴防护帽或太阳镜
5~6	3	[10,15)	中等	注意	除戴防护帽和太阳镜外,涂擦防晒霜(防晒霜SPF指数应不低于15)
7~9	4	[15,30)	强	较强	在10:00~16:00时段避免外出活动,外出时应尽可能在避荫处
$\geq 10$	5	$\geq 30$	很强	有害	尽量不外出,必须外出时,要采取一定的防护措施

准为拟合值与实测值两者处于同一级或差一级算对,否则算错,则预报准确率为96.16%。

### 3 小结与讨论

(1)在没有其他因素的影响下,紫外线辐射强度日变化曲线与太阳高度角变化保持一致,基本呈现正态分布的特征。

(2)1~2月和11~12月紫外线辐射强度最小,3~10月较大,7~8月最大。

(3)近3年来武汉市年紫外线辐射强度值基本持平,无明显年际增减变化;其季节变化特征为紫外线辐射强度夏季>春季>秋季>冬季;3年里紫外线辐射强度等级出现最少的为5级,仅69d;出现最多的为4级,共667d。

(4)紫外线辐射强度的变化与天气条件联系密切,对紫外线辐射强度与大气环境因子进行了相关分析,得出影响武汉市紫外线辐射强度的主要气象因子是气温、云量、太阳高度角、云量和相对湿度等,武汉市紫外线辐射强度与城市空气质量要素相关性并不极其显著。同时文中得出了等级预测模型,预报效果较为满意。

(5)由于资料时间序列长度问题,未能反映出紫外线辐射的年际变化特征,未能探讨紫外线辐射强度年际变化与大气臭氧含量、平流层臭氧含量间的关系。下一步统计分析紫外线辐射强度的年际变化特征以及其与太阳总辐射的关系。

### 参考文献

[1] 刘敏,康邵钧,徐凤梅,等. 商丘紫外线指数变化规律及气象因子影响分析[J]. 气象科技,2007(6):845-847.  
 [2] 王继鹏,魏敏,张冉. 鲁中山区紫外线指数强度分布特征研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(36):16034-16035.  
 [3] 沈元芳,况石. 紫外线模式预报方法的研究和试验[J]. 应用气象学报,2002(13):223-230.  
 [4] 祝青林,于贵瑞,蔡福,等. 中国紫外辐射的空间分布特征[J]. 资源科学,2005,27(1):113-116.

(上接第156页)

[2] 旦增,德吉白玛. 一次强降水漏报的预报失误过程分析[J]. 西藏科技,2006(8):48-49.  
 [3] 梁利. 一次较强降水过程预报失误的原因分析[J]. 资源与环境科学,

2010(19):266-270.

[4] 陶林科,杨侃,瞿学勇,等. 一次预报强降水过程的失误分析[J]. 宁夏工程技术,2009(4):313-316.