

文章编号:1673-8411 (2016) 01-0025-05

# 2014 年河南汛期久旱转雨过程分析及模式预报检验

崔丽曼

(河南省气象台, 郑州 450003)

**摘要:**利用常规气象观测资料、土壤相对湿度监测资料以及数值模式预报产品对 2014 年汛期的久旱转雨过程进行了分析和检验。结果表明:环流调整是久旱转雨过程的必要条件;500hPa 高空槽东移配合中低层切变线和低空急流东伸加强及地面倒槽发展形成了此次天气过程;低空急流发展为此次暴雨提供充沛的水汽,暴雨落区与水汽通量和水汽通量散度以及垂直速度大值区位置相吻合,另外 850~700hPa 大于  $64^{\circ}\text{C}$  是此次暴雨预报的指标之一。对 T639 和 ECMWF 模式产品检验分析表明,两个模式都对稳定性降水预报有优势,ECMWF-THIN 模式对降水预报有 48 小时提前量。

**关键词:**久旱转雨;影响系统;物理量诊断;数值模式检验

中图分类号:P45

文献标识码:A

## Diagnostic Analysis and Numerical Predication Model Verification of the Process from Drought to Rain During the rainy season in Henan of 2014

Cui Li-man

(Henan Provincial Meteorological Observatory, Zhengzhou Henan 450003, China)

**Abstract:** Based on the meteorological observation data, soil humidity data and numerical model forecast products, the weather characteristics of the drought turning to rain process in 2014 were analyzed and verified. The results show that the adjustment of circulation is a necessary condition for this turning process; and the cooperation between moving eastward 500hPa upper trough and strengthening eastward low-level shear line and low-level jet as well as the development of inverted trough led to this weather process; furthermore, the development of low-level jet provided abundant moisture for the rainstorm, the rainstorm area corresponded to the large value area of vapor flux and its divergence and the vertical velocity. In addition,  $>64^{\circ}\text{C}$  of 850~700hPa is one of the indicators of the storm forecast. Both T639 and ECMWF forecast have advantages about stable precipitation; and ECMWF-THIN model can predicted 48 hours in advance.

**Key words:** long drought turning to raining; influencing system; physical diagnosis; verification of numerical predication model

### 引言

2014 年入汛后,河南省遭遇了历史罕见的特大干旱,其中河南省西南部地区自 6 月 1 日至 8 月 28 日的连续近 90 天内未出现有效降水过程。此次严重

干旱导致农作物受旱,部分地块秋作物因旱绝收,特别是平顶山出现了 61 年来的严重干旱。直到 8 月 29 日,河南才出现入汛以来的第一次区域性暴雨过程,这场透雨明显缓解了旱情。这次入汛以后的区域降水过程出现的时间之晚,导致的农业损失之重

收稿日期:2015-12-11

作者简介:崔丽曼(1982 -),女,满族,硕士,工程师,从事天气预报工作。

均创历史极值,因此进行系统分析研究,总结其发生、发展特点,将为久旱转雨的预报提供重要的参考依据。

有关河南干旱和久旱转雨过程方面,一些学者已做了大量的研究工作<sup>[1]</sup>。古秀杰<sup>[2]</sup>对河南省一次久旱转雨过程进行分析,结果表明干旱期间 500 hPa 高度场长期维持“西高东低”的环流形势,暴雨时段环流则迅速调整为“东高西低”。司瑶冰<sup>[3]</sup>等对蒙古干旱转雨大气环流进行了分析,黄荣辉等<sup>[4]</sup>对我国西南地区干旱进行了研究后发现高原东部为槽后西北气流和下沉气流所控制,造成了孟加拉湾水汽很难到达云贵高原而导致干旱天气出现,赵世发<sup>[5]</sup>等、马艳<sup>[6]</sup>等对久旱转雨过程进行了研究表明:当发生干旱时,大气环流通常呈现相对稳定、长期少变的形势,这种稳定的环流形势一旦崩溃或进行调整就是一次久旱转雨的天气过程,且低槽对转折性降水主要体现为动力作用。黄远盼等<sup>[7]</sup>、许霖等<sup>[8]</sup>、黄翠银等<sup>[9]</sup>分析了夏季暴雨,结果显示中低空切变的出现为降雨提供了水汽辐合和上升动力条件,切变线的位置决定降雨的落区,中低空急流的出现和维持为降雨提供水汽条件,急流的强度和维持时间决定降雨量的大小。另外,很多学者<sup>[10-13]</sup>对数值模式预报进行了检验分析,提高了模式产品在天气预报业务中的释用水平。

本文利用地面和高空气象观测资料、T639 和 ECMWF-THIN(欧洲中心细网格)模式资料,探讨了河南入汛后首次区域性暴雨过程的降水机制,对比分析 ECMWF-THIN 和 T639 两种模式对此次久旱转雨过程的预报能力,将进一步提高防灾减灾能力。

## 1 2014 年 6-8 月天气实况

### 1.1 2014 年汛期持续干旱天气实况

入汛直至 8 月 28 日,河南西南部一直无有效降水并且出现了极端、持续的高温天气使河南旱情不断发展加重。7 月到 8 月上旬,河南有 24 天出现大范围 35 度以上高温天气,其中 7 月 21-22 日,588dagpm 线明显西伸北抬控制河南,850hPa 为 24°C 暖舌发展并控制河南南部地区,对应地面西南暖倒槽发展强烈,造成河南西南部地区连续 2 天出现 39°C 以上高温天气,平顶山两天最高温度达到 40°C;8 月 3-4 日,584dagpm 线西伸北抬控制河南,850hPa 为 22°C 暖舌控制河南大部分地区,对应地面同样出现了西南暖倒槽发展强烈,造成平顶山 4 日

最高温度达到 41°C,超过同期历史极值。

由 6 月 1 日-8 月 28 日的河南省降水距平显示,黄淮之间大部分地区降水总体偏少 50% 以上,尤其是西南部、中部一带降水距平为 -70%~-80%,降水严重偏少,从土壤相对湿度来看,8 月 28 日 14 时西南部土壤相对湿度仅 30%~40%,表明干旱程度非常严重,在汛期内发生如此严重的长达 90 天的干旱天气比较罕见。

### 1.2 大气环流形势的演变分析

2014 年入汛到 8 月中旬,河南省长期处于“西高东低”的环流形势下,导致汛期出现严重干旱。500hPa 平均高度场演变显示,6 月东北地区明显有一低涡存在,副高位置较常年偏南,河南处于强盛的西北气流控制下,导致旱情发展较快;7 月副高北抬到我国华南地区,位于 25°N 附近,但是副热带高压主体位置仍偏东,贝加尔湖到我国河套西部一带高压脊稳定存在,河南仍受高压脊前西西北气流控制,不利于河南省产生和维持大范围持续性的降水天气。进入 8 月中旬以后中高纬度大气环流出现了调整,降水发生前期,8 月 20~27 日 500hPa 环流形势出现了明显的改变:东北冷涡强度减弱,贝加尔湖地区的冷空气南下,影响到河南地区,副热带高压继续发展加强,来自南海的水汽输送同时增强,冷暖空气交汇于河南地区,有利于河南地区出现降水天气。

### 1.3 入汛以来首场暴雨实况

8 月 29 日 17 时~9 月 1 日 07 时,河南省出现了大范围的降水天气,其中东南部达到了区域性暴雨标准。此次降水过程的雨量分布不均,全省平均雨量为 38mm,除东北部降水不足 10mm 外,其它大部分地区降水量 30~80mm;14 个地市平均降雨量在 20mm 以上,其中平均降水量在 50mm 以上的地市有信阳市 70mm、驻马店 65mm、漯河 59mm、三门峡 54mm、周口 53mm、洛阳 52mm;平顶山全区平均降水量为 40mm。此次降水过后,河南全省大部分地区农业旱情基本解除,9 月 1 日 14 时,河南全省大部分地区土壤相对湿度在 50% 以上,大部分区域墒情适宜,甚至偏湿。

## 2 入汛以来首场暴雨的影响系统

此次久旱转雨过程主要是由 29 日 20 时~31 日 20 时 500hPa 高空槽东移、中低层切变线影响同时配合地面上有西南倒槽东伸发展所致。30 日 08 时低槽东移至河套西部,588 线明显东退至南阳到信

阳地区(图 1a), 中低层切变线分别位于陕西和湖北, 700hPa 低空急流伸向河南西南部(图 1b)。30 日 20 时 588 线东退至湖北中部, 同时中纬度低槽快速东移至河南西部, 700hPa 切变线东移, 位于湖北的 850hPa 切变线北抬到河南中部, 700hPa 低空急流自重庆、湖北伸向河南东南部, 急流加强为此次暴雨提供了充足的水汽条件和辐合上升运动条件, 从实况降水落区来看, 东南部暴雨区基本位于急流出口的左侧。

30 日 14 时西南倒槽发展并伸展到安徽中部一带, 河南东南部地区处于倒槽顶部的偏东气流里, 17~20 时倒槽持续发展, 23 时地面倒槽发展到山东省中西部一带, 信阳南部出现了低压中心, 黄河以南地区的东北气流加强明显。从地面倒槽和风场发展演变来看, 从 30 日 14 时开始, 随着倒槽强烈发展西南暖湿空气与来自渤海的东北冷空气交汇于河南省

南部、东南部一带, 与东南部暴雨落区位置基本吻合。随着天气系统东移, 31 日 20 时河南降水过程基本结束。

### 3 物理量诊断分析

#### 3.1 低空急流与水汽条件

低空急流为暴雨提供水汽条件, 分析表明: 8 月 29 日 20 时 700hPa 的切变线位于湖北北部一带, 30 日 08~20 时河南南部地区受切变线南侧偏南风影响, 700hPa 上东南急流达到  $18\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (图略); 低空南风急流的建立和发展使高湿区向北扩展, 从孟加拉湾和南海向北输送的水汽在河南中南部地区形成相对湿度  $>90\%$  的高湿区。低空南风急流把热带洋面的水汽向北输送, 和北方冷空气在青岛地区交汇, 造成了 30~31 日河南南部暴雨过程。

为了解此次暴雨过程的水汽输送和水汽的辐

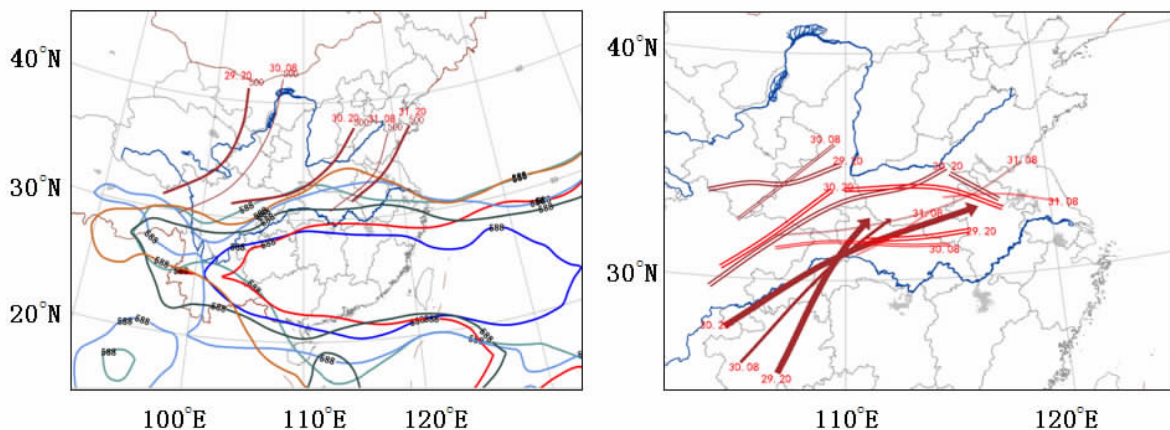


图 1 2014 年 8 月 29 日 08 时~8 月 31 日 20 时 500hPa 高空槽和 588dagpm 动态图(a)和 2014 年 8 月 29 日 08 时~8 月 31 日 20 时 700、850hPa 切变线和急流演变(b)

(图 a 中棕色线-500hPa 高空槽, 彩色线-588dagpm, 其中: 29 日 08 时, 29 日 20 时, 30 日 08 时, 30 日 20 时, 31 日 08 时, 31 日 20 时; 图 b 中棕色-700hPa 切变线, 红色-850hPa 切变线)

合辐散情况, 特别分析了水汽通量和水汽通量散度的变化。河南南部 29 日 20 时~30 日 08 时仅 700hPa 处于水汽通量和水汽通量辐合高值区内, 数值中心分别为  $8\text{gcm}^{-1}\text{hPa}^{-1}\text{s}^{-1}$ 、 $-12\text{gcm}^{-2}\text{hPa}^{-1}\text{s}^{-1}$ ; 30 日 20 时 700~925hPa 河南南部均处于水汽通量和水汽通量的辐合区的高值区, 由孟加拉湾经高原东部、四川盆地东部到河南南部为水汽输送大值带, 其中 850~925hPa 河南南部上空水汽通量约为  $10\sim12\text{gcm}^{-1}\text{hPa}^{-1}\text{s}^{-1}$ , 700hPa 水汽通量中心为  $14\text{gcm}^{-1}\text{hPa}^{-1}\text{s}^{-1}$ , 河南东南部地区是一个水汽通量散度大值区, 最大值分别达到了  $-20$ 、 $-16\text{gcm}^{-2}\text{hPa}^{-1}\text{s}^{-1}$ , 此水汽通量散度

大值区与暴雨落区较吻合。

#### 3.2 动力条件

2014 年 8 月 30 日 08 时, 500hPa 河南东部处于弱上升运动区内, 但是 700hPa 以下河南大部分地区处于下沉运动区里。30 日 20 时, 随着西风槽的移动和低层切变线影响, 500hPa 和 700hPa(图 2)河南上空大部分地区是辐合的, 上升运动大值区均位于河南东南部地区, 中心值分别为  $-2.8\text{Pas}^{-1}$ 、 $-1.6\text{Pas}^{-1}$ 。31 日 08 时 500hPa 上升运动中心位于河南南部地区, 中心速度达到  $-3.9\text{Pas}^{-1}$ 。上升运动不仅为气流输送和高低空能量交换提供了条件, 也是降水形成的



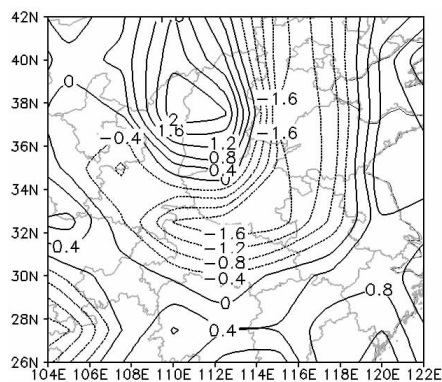


图2 2014年8月30日20时700hPa垂直速度(单位: $\text{Pas}^{-1}$ )

重要动力因子。

### 3.3 热力条件分析

水汽条件的分析表明,这次降水过程中河南都处于850hPa相对湿度 $>80\%$ 的区域,水汽还是比较充沛的。而假相当位温是气压、水汽压和温度的函数,表征着大气的暖湿能量特征。许多学者的研究表

明,850hPa的高值区对暴雨预报有一定的指示意义。29日20时西南部大于 $60^\circ\text{C}$ ,其它地区低于 $60^\circ\text{C}$ ,但是30日河南南部均处于相对高值区。30日08时700hPa高能舌向北伸,河南大部分地区大于 $60^\circ\text{C}$ ,河南南部地区为 $64\sim 68^\circ\text{C}$ ,但是850hPa变化不大;30日20时850hPa高能舌也向北伸,河南大部分地区700~850hPa均大于 $60^\circ\text{C}$ ,河南南部均大于 $64^\circ\text{C}$ (图3a),河南南部850hPa达到 $68\sim 72^\circ\text{C}$ (图3b);31日08时,河南全省700~850hPa均小于 $64^\circ\text{C}$ 。

陶诗言认为,对于我国东部地区暴雨发生的条件为850hPa临界值为 $64^\circ\text{C}$ 。对于此次降水过程来说,河南南部地区700~850hPa在30日20时均大于 $64^\circ\text{C}$ ,且暴雨就发生在这一区域内,说明这一指标具有一定的预报意义。

## 4 数值模式预报产品检验分析

### 4.1 588线位置和850hPa风场预报检验

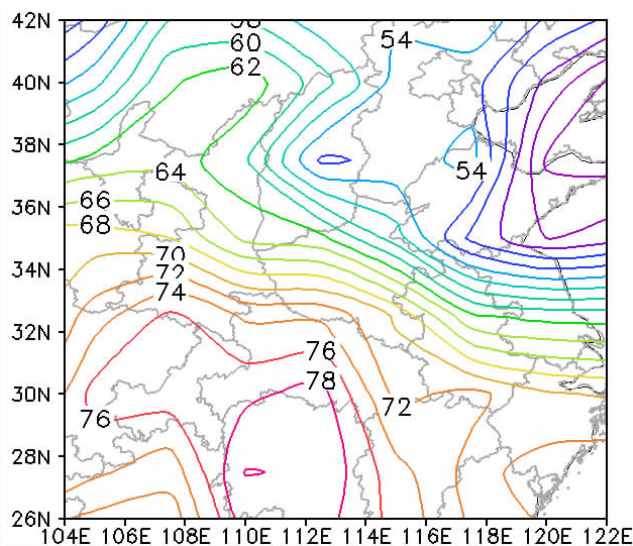
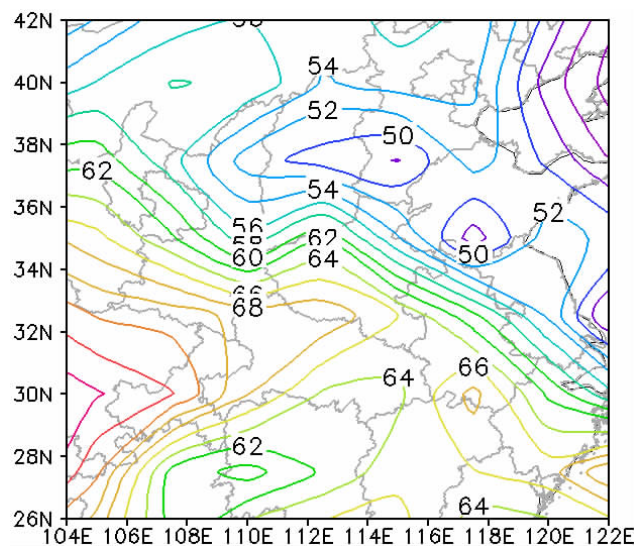


图3 2014年8月30日20时700hPa(a)和850hPa(b)假相当位温场(单位: $^\circ\text{C}$ )

实况显示,从29日20时开始,588dagpm线逐渐南压东退,副高边沿西南暖湿气流与低槽携带的冷空气交汇于河南地区,河南省南部出现了区域暴雨天气。T639和ECMWF-THIN两种模式对29~31日副高东退南压的趋势均提前10天。

ECMWF-THIN模式27日~29日逐日20时预报30日20时850hPa风场与T639模式相比更接近实况。27日20时预报河南南部有弱切变线存在但位置与实况相比明显偏南,29日20时河南南部

切变线位置预报与28日相比调整不大,仅切变线北侧风速预报比28日偏强,但是根据切变线预报结果,可以提前72小时预报河南南部出现的降水天气。

### 4.2 降水预报检验

对30日08时~31日08时24小时降水落区预报检验来看,T639模式预报的调整较大,27日20时预报强降水在陕西东部到河南西部一带,降水量级达到大暴雨,28日20时降水量级调整为大雨,29

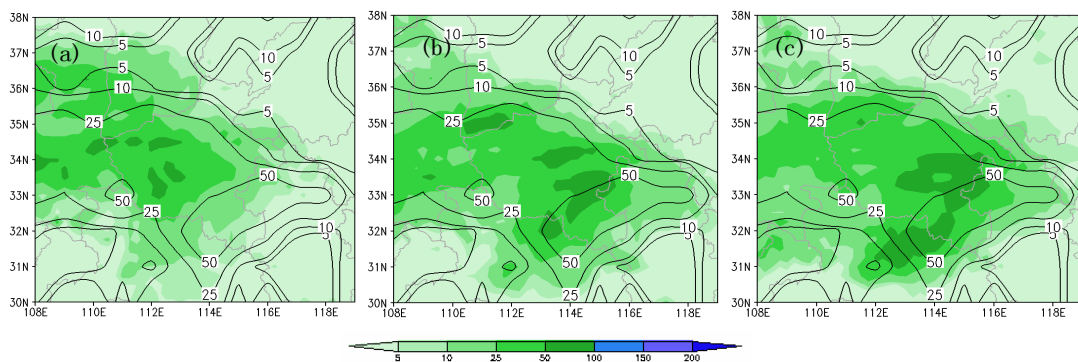


图 4 30 日 08~31 日 08 时降水实况降水与 ECMWF-THIN 模式预报(黑线为实况场,阴影为预报场)(单位:mm)

其中:27 日 20 时(a),28 日 20 时(b),29 日 20 时(c)

日 20 时降水落区调整到河南东南部,量级暴雨,降水落区预报为信阳地区,与实况降水落区较一致,预报提前 24 小时。ECMWF-THIN 模式(图 4)对量级预报均为暴雨、落区逐渐向南调整,且 28 日 20 时预报出河南南部的暴雨落区,预报有 48 小时的提前量。

## 5 结论

(1)7 月中旬到 8 月上旬持续高温天气是河南旱情持久的一个原因。8 月环流调整是久旱转雨的必要条件。

(2)此次河南久旱转雨过程是由高空槽自河套西部东移、副热带高压东退、配合中低层切变线和低空急流影响同时地面西南暖倒槽强烈发展影响所致。

(3)物理量场的分析可知,暴雨落区与水汽通量、水汽通量散度和垂直上升运动大值区相吻合;850~700hPa 大于  $64^{\circ}\text{C}$ 是此次暴雨预报的指标之一。

(4)对 ECMWF-THIN 模式和 T639 模式产品检验显示,两个模式都提前 10 天预报 588dagpm 东退南压的趋势;两种模式都对稳定性的降水预报表现出优越性,ECMWF-THIN 模式降水预报能力更优。

### 参考文献:

[1] 竹磊磊,常军,张善强.河南夏季干旱气候特征分析[J].气象与环境科学,2012,35(1):49-55.  
[2] 谷秀杰,王友贺,孔海江.2011 年春季河南久旱转暴雨的环流特征及成因分析[J].气象与环境科学,2012,35(3):26-32.

[3] 司瑶冰,高涛,胡英华,等.内蒙古春季久旱转雨大气环流系统特征[J].高原气象,2013,32(4):1095-1105.  
[4] 黄荣辉,刘永,王林,等.2009 年秋至 2010 年春我国西南地区严重干旱的成因分析[J].大气科学,2012,36(3):443-457.  
[5] 赵世发,王景红,姚永胜,等.一次久旱转暴雨天气过程诊断分析[J].高原气象,2005,24(2):255-260.  
[6] 马艳,于进付,黄容,等.青岛地区冬季一次久旱转雨天气过程的诊断[J].高原气象,2012,30(3):437-450.  
[7] 黄远盼,宁玉梅,莫家尧,等.广西前汛期两次暴雨天气过程对比分析[J].气象研究与应用,2014,35(1):12-16.  
[8] 许霖,姚蓉,陈斗,等.湖南两次流域性暴雨异同点分析[J].气象研究与应用,2014,35(3):27-31.  
[9] 黄翠银,陈见飞.2013 年 12 月广西一次暴雨落区变化原因分析[J].气象研究与应用,2014,35(1):29-35.  
[10] 郑婧,丁治英,刘波,等.江西暴雨期间 T639 模式的短期预报效果检验[J].气象与减灾研究,2011,34(1):40-46.  
[11] 李睿,张艺丹,徐文婷.成都地区 T639 数值预报产品本地化预报性能检验[J].高原山地气象研究,2011,31(2):63-66.  
[12] 郭金强,王肖娟,张治雄.T639 数值预报产品在天山中部一次强降水过程的应用分析[J].高原山地气象研究,2011,29(2):236-239.  
[13] 宗志平,陈涛,徐珺等.2012 年初秋四川盆地两次西南涡暴雨过程的对比分析和预报检验[J].气象,2013,39(5):567-576.