

# 云南绥江 2024 年“7·25”大暴雨天气气象预报服务的分析与思考

刘柯毕 袁文英 董炎 黄家琦 田琦 陈瑶

云南省绥江县气象局, 云南省昭通市, 657700;

**摘要:** 2024年7月24日夜间至25日凌晨, 云南绥江出现一次历史罕见的局地大暴雨过程, 降雨突发性强、时空分布不均, 引发山洪、滑坡等灾害, 造成直接经济损失656.68万元。本文利用昭通新一代天气雷达、常规观测及ERA5再分析资料, 分析表明: 该过程是在高空槽东移、青藏高原南压、低涡北抬的环流背景下, 受台风“格美”外围东南气流输送充沛水汽, 配合地面辐合线触发不稳定能量释放所致。雷达回波显示小尺度对流合并发展为中- $\alpha$ 尺度系统, 强回波持续约9小时, 与强降水落区对应良好。预报服务中, 绥江县气象局严格执行“1262”精细化预报与响应联动机制, 提前发布预警, 开展“叫应”服务, 实现人员零伤亡。此外, 本文结合永善溪洛渡水电站区域与绥江相似的地形与环流特征, 指出该区域在类似天气系统影响下同样具备强降雨发生条件, 可为跨区域联防与水电工程气象服务提供参考。

**关键词:** 大暴雨; 西南急流; 数值模式; “1262”预报服务

**DOI:** 10.69979/3041-0673.26.05.095

## 引言

绥江县地处云贵高原向川西南山地过渡带, 地形复杂, 气候雨热同季, 强降雨易引发山洪、滑坡等灾害。近年来极端天气频发, 暴雨预报难度大, 尤其是在金沙江河谷地区, 需综合考虑多系统相互作用与地形影响。长期以来已经开展了大量的研究工作, 包括在云南特殊的地形和气候特征下应用数值模拟 (Zhang et al., 2012; 谌芸等, 2019)、天气形势分析及诊断 (崔强等, 2023; )、天气过程中的动力机理方程 (Li et al., 2014; 赵思雄和孙建华, 2019)、高原低涡切变下环流模式 (黄慧君等, 2023) 等方法进行统计分析和预测, 为后续的研究提供了大量很有参考价值的资料。本文通过对“7·25”大暴雨过程的诊断, 旨在提升对突发性强降雨的预报预警

能力。

## 1 降雨实况及影响

### 1.1 降雨实况

在2024年7月24日15时至25日06时, 绥江县全县出现区域性大暴雨天气, 全县30个区域自动气象站中, 总计降雨量达到大暴雨级别 (标准50.0mm~99.9mm) 的有6站、暴雨11站、大雨10站、中雨2站, 其中最大累计降雨量出现在中城镇中城站188.1mm, 降雨主要集中在25日凌晨, 1小时最大降雨量出现在会议镇三渡站, 25日00时到01时降雨量为56mm。本次降雨过程局地性突发性特征明显, 降雨时空分布不均匀, 夜雨特征明显。

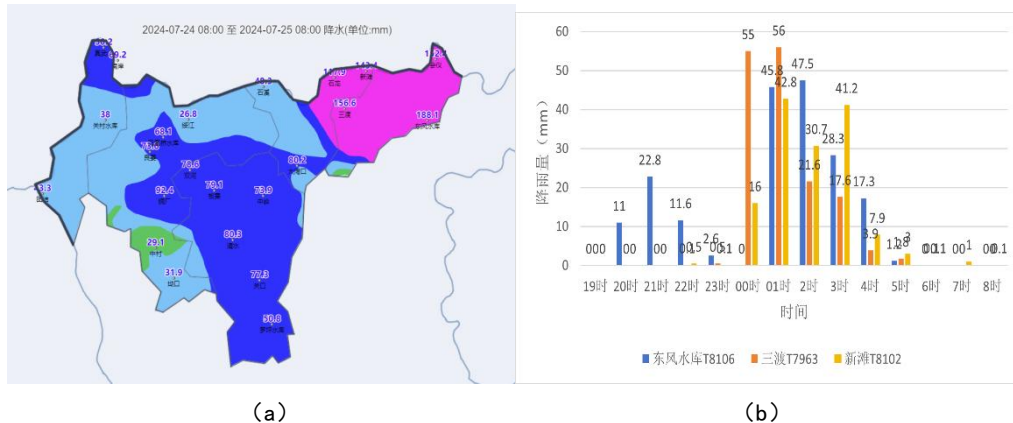


图1 绥江县“7.25”降水实况图 (a) 代表站小时降水时序图 (b)

## 2 预报服务情况、主客观预报检验评估

### 2.1 预报服务情况

针对此次强降雨天气过程，绥江县气象局提前一周预测到将会出现强降雨天气过程，在7月24日发布重要天气预报并启动应急响应，提前12小时预判绥江县为强降水落区，提前2小时将强降水落区精准预报到乡



图3 绥江县“7.25”预警信号发布情况 (a) 叫应情况 (b)

### 2.2 主客观预报检验评估

7月24日昭通市大暴雨区域位于绥江和水富一带。EC模式预报、CMA-GFS对绥江北部降雨区域预报以及降雨量级预报都有一定程度的偏差，相比较而言EC模

式预报降雨量级与实际降雨量较接近，而CMA-GFS模式预报降雨落区与实际降雨区域耦合程度较高，昭通市气象台预报整体预报区域比较符合实际降雨情况，降雨量级较小。

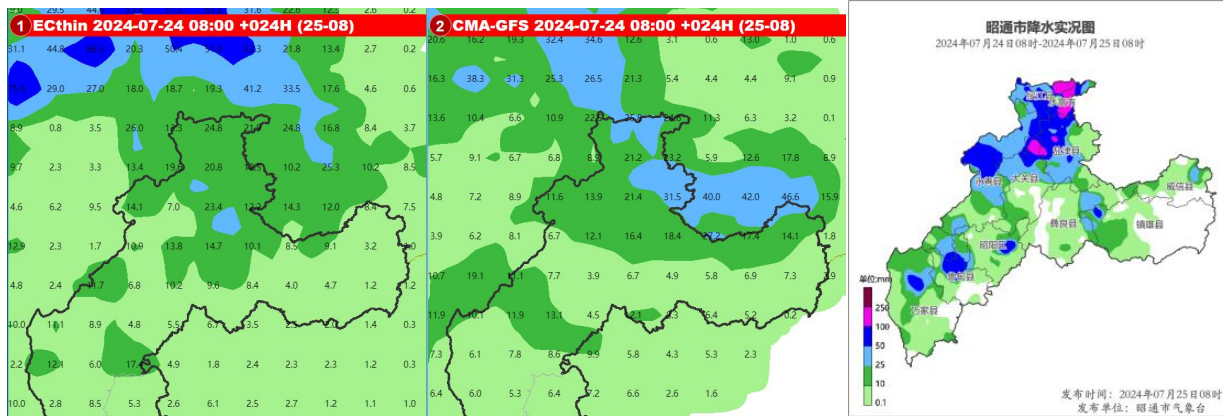


图2 7月24日EC模式预报、CMA-GFS预报、昭通市台主观预报、实况降水（单位：毫米）

## 3 大气环流形势分析

由高空形势演变可见，7月24日500 hPa上，台风“格美”北抬迫使副高退出东亚大陆，东亚大槽自西西伯利亚延伸至陕南一川东北，利于冷空气南下；昭通北部受青藏高原外围偏南气流影响，甘肃至滇西北有短波槽东移减弱。700 hPa上，东南亚低压北移，其外围东南气流构成南海至四川盆地的水汽输送带；随着“格美”登陆，其外围引导气流与低压倒槽前东南气流在湘桂一带形成切变，水汽在贵州、重庆以西汇集，与北路冷空

气在渝黔一带交汇。至25日08时，500 hPa上东亚大槽北移，青藏高压位于盆地北部一青海一带，台风外围偏东气流控制云贵高原，在昭通北部一宜宾一带受高压阻挡形成弱切变。700 hPa上昭通受东南亚低压倒槽控制，随着台风登陆减弱，主要影响区东移至贵州东部，湿层仍厚但层结趋于稳定，绥江后续无明显强降水。

综上，本次过程主要由台风登陆引发，东南亚低压倒槽、东亚大槽及青藏高原相继西移，在重庆至昭通一带形成明显切变，中低层系统耦合，台风气流输送的暖湿空气与槽前冷空气交汇抬升，为暴雨提供了充沛的动

力与水汽条件。

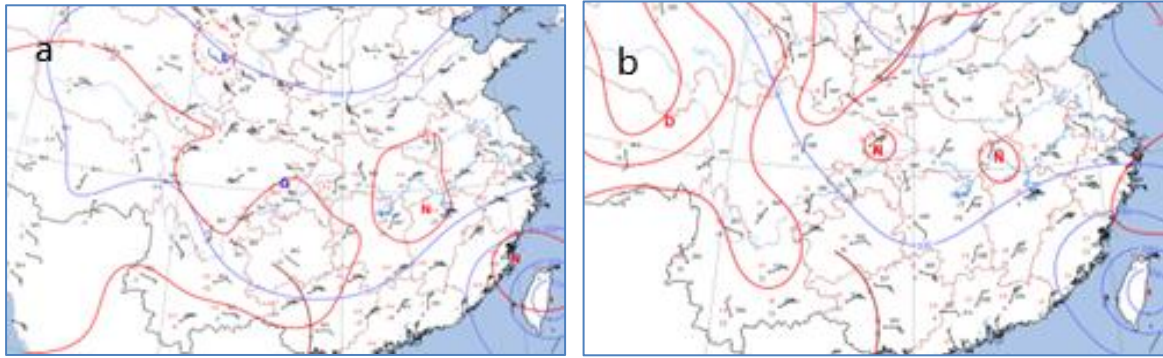


图4 2024年7月24日20时500hPa (a)、700hPa (b) 形势场

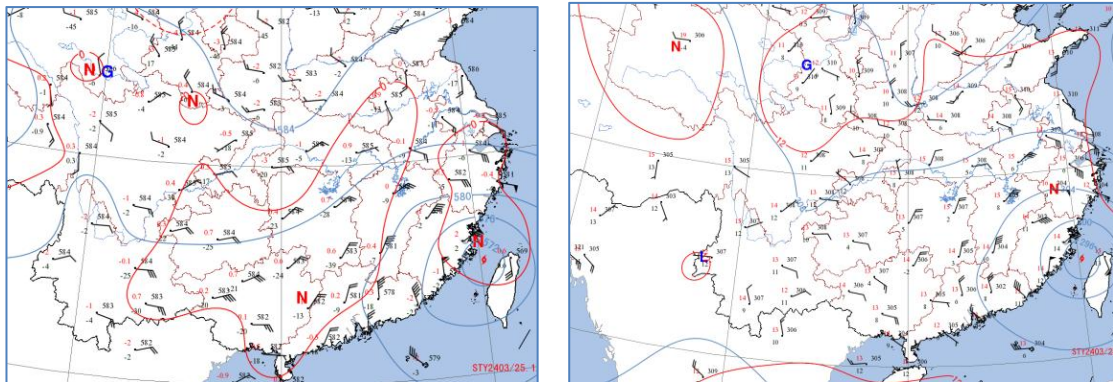
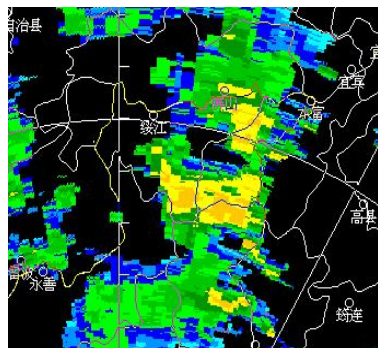
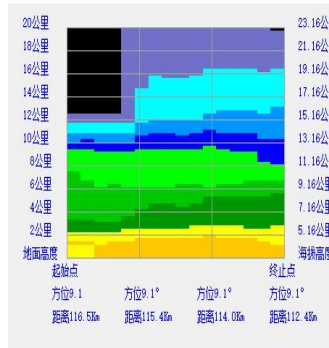


图5 2024年7月25日05时500hPa (a)、700hPa (b) 形势场

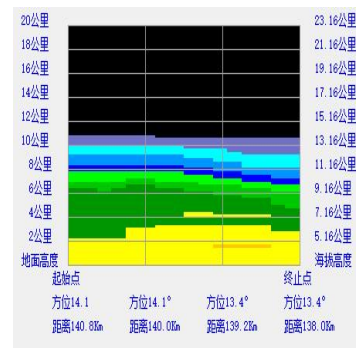
### 4 雷达回波分析



(a)



(b)



(c)

图6 7月25日00时26分1°仰角昭通雷达反射率因子 (a) (单位: dBZ)、中城垂直剖面 (b)、三渡垂直剖面 (c)

7月24日19时至25日02时, 绥江、盐津及四川宜宾境内先后有回波生成并发展。绥江回波发展较缓并逐渐南移, 与盐津回波碰撞合并为块状回波; 盐津回波在合并后范围增大并维持; 宜宾回波则快速增强南移, 于绥江新滩一带并入合并加强。25日00时26分, 绥江中城回波中心强度37.5 dBZ, 强中心高度约6 km, 回波顶高9 km; 三渡回波中心达40.5 dBZ, 结构类似。01时, 宜宾强回波南移与绥江回波合并, 盐津回波南移减弱并逐渐消散; 此时中城回波增强至41.1 dBZ, 顶高升至10 km, 新滩回波减弱至35.5 dBZ。02时后, 回波

整体减弱, 东风站回波强度降至28.5 dBZ。至04时23分, 回波在中城至板栗镇一带维持, 强度约30 dBZ, 强中心高度5 km左右, 顶高约9 km, 持续约3小时。05时起, 绥江境内回波明显减弱至消散。

从1°速度图来看, 宜宾至绥江一带有明显辐合区域 (图15a-d), 01时至02时, 绥江中城、板栗、新滩均为辐合区 (图11a,b), 且在中城速度达5.1m.s<sup>-1</sup>; 03时至04时, 绥江中城中心速度达4.6m.s<sup>-1</sup> (图11c,d), 且低层为东北风, 中层为西南风, 风向随高度逆转有冷平流; 04时至05时 绥江县境内回波风速逐渐下降, 风

向转为东北风为主。

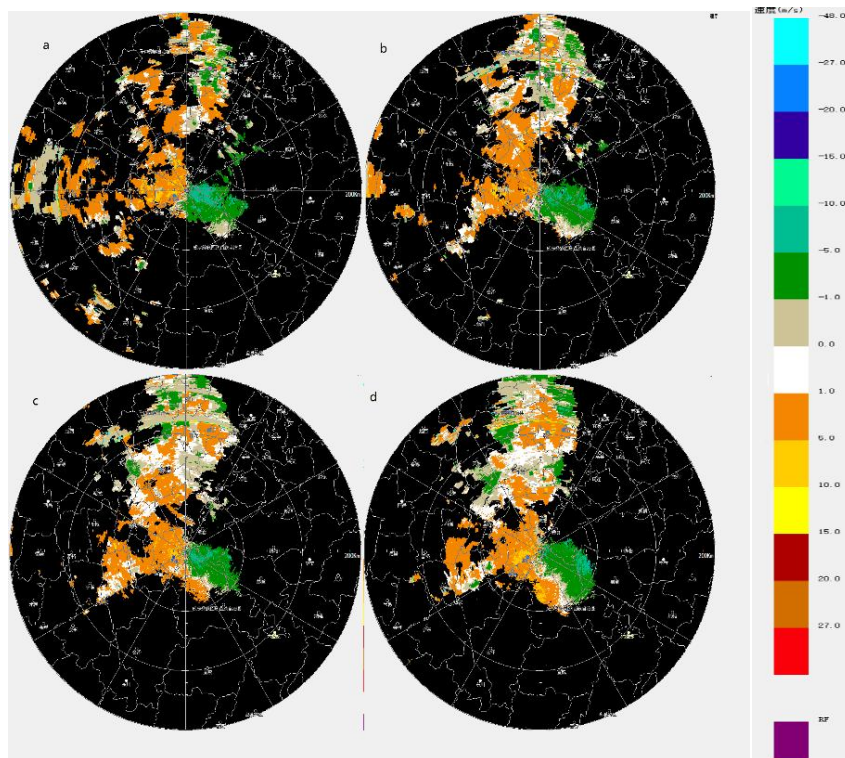


图7 7月25日01时(a)、02时(b)、03时(c)、04时(d) 1°仰角昭通雷达速度图(单位: m·s<sup>-1</sup>)

综上所述,根据昭通市新一代双偏振雷达1°仰角组合反射率分析,此次昭通绥江强降水过程的雷达回波表现为多个小尺度降水回波出现并发展增强碰撞合并形成中-β尺度再发展为中-α尺度系统,中尺度扰动直接影响系统形成对流性降水,块状回波水平尺度约60km,最大回波强度达55dBZ,与垂直液态含水量增长同步,强回波中心高度维持在5km左右,回波顶高维持在9公里左右,总持续时间达9小时,强回波区与降水强度和范围有较好对应关系。

### 5 预报服务改进思路

本次过程主要是高空槽、切变线、低空急流和地面辐合线共同作用引发的,此类过程预报分析中需要关注三个方面。一是高低空环流的配置耦合,多个系统互相影响在局地形成大量低层切变,与中低层暖湿气流建立不稳定大气层结,地面辐合线作为触发条件,切变辐合为降水提供有利的动力条件;二是加强对卫星和新一代双偏振雷达资料的使用,通过实时监测,对这类水汽源地明显,水汽汇集可以预测的情况及时提前研判预报,依托云南智能预报业务平台,加强对强对流天气的监测预报预警,严格按照“1262”递进式预报预警服务机制,做好临近时段气象预报服务工作;三是需要注意“列车

效应”影响下上风口形成的强对流对本地生成强对流的加强作用放大了降水因子带来的影响,应时刻关注,及时展开服务。

### 6 区域联防联控机制探讨

永善县作为绥江县在气象防灾联防体系中的重要关联区域,其强降雨天气成因与绥江具有高度的系统相似性和机理关联性。从天气系统配置来看,永善县与绥江县同处金沙江下游河谷复杂地形区,共享相似的大气环流背景。本次绥江“7·25”大暴雨过程中起关键作用的高空槽东移、青藏高原南压、低涡北抬以及台风“格美”外围东南气流输送的充沛水汽,这一系列系统配置同样直接影响永善县。当低层暖湿气流沿金沙江河谷输送时,受地形强迫抬升,更容易在永善溪洛渡及其周边地区触发中尺度对流系统,形成类似绥江的强降雨过程。雷达回波分析表明,此次过程中小尺度对流单体碰撞合并发展为中-α尺度系统的特征明显,这种“列车效应”在河谷地形作用下具有显著的局地重复性和持续性。从探空条件分析,宜宾站的探空资料对永善县具有直接指示意义。

### 7 总结与讨论

(1) 此次局地大暴雨天气是在高低空“后倾”结构

配置下产生的,主要表现为高空槽受迫西移,青藏高原南压西移,低涡的维持北抬,台风引导气流带来充沛的暖湿空气,加强层结的不稳定,地面辐合线的动力抬升,触发不稳定能量。

(2) 雷达卫星产品分析来看,此次过程以小尺度对流云团碰撞合并发展为中- $\beta$ 尺度再发展为中- $\alpha$ 尺度系统,中尺度扰动是强暴雨的直接影响系统;强回波持续发展维持达9小时,强回波区与降水强度和范围有较好对应关系。

(3) 各家模式预报量级均有不同程度的偏差,均未预报有大暴雨,但昭通市气象台主观预报暴雨落区基本与降雨落区一致,临近监测预报市县两级严格按照“1262”精细化预报与响应联动机制开展气象服务工作,最大程度的降低了灾害损失。

### 参考文献

- [1] 谌芸, 陈涛, 汪玲瑶等, 2019. 中国暖区暴雨的研究进展[J]. 暴雨灾害, 38(5): 483-493.
- [2] 赵思雄, 孙建华 2019. 我国暴雨机理与预报研究进展及其相关问题思考 [J]. 暴雨灾害, 38(5): 422-430.
- [3] 崔强, 向福均, 蒋印祺等, 2023. 四川地区一次特大暴雨天气过程分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 17(1):

90-95.

- [4] 黄慧君, 郑建萌, 马涛等. 夏季高原低涡切变影响下云南大雨暴雨的分布及成因研究[J]. 高原气象, 2023, 42(02): 403-416.
- [5] 许美玲, 段旭, 杞明辉, 等, 2011. 云南省天气预报员手册[M]. 北京: 气象出版社: 37-39.
- [6] ZHANG R H, NI Y Q, LIU L P, et al, 2011. South china heavy rainfall experiments (SCHEREX) [J]. Journal of the Meteorological Society of Japan, 89A:153-166.
- [7] LI C H, LIN A L, GU D J, et al, 2014. The downscaling forecasting of seasonal precipitation in Guangdong based on climate forecast systems products[J]. Journal of Tropical Meteorology, 20(2): 143-153.

作者简介: 刘柯毕, 2000.12, 性别: 男, 民族: 汉族, 籍贯: 云南曲靖, 学历: 本科, 职称: 助理工程师, 研究方向: 短临气象预报及相关研究。

通讯作者: 袁文英, 主要从事天气预报及其灾害性天气相关技术研究

基金项目: 云南省基层台站气象科技创新与能力提升计划项目 (STIAP202406)