

徐舒扬, 周德丽, 苗绍慧, 等. 台风“威马逊”造成云南强降水灾害天气分析[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 229–234. [XU Shuyang, ZHOU Deli, MIAO Shaohui et al. An Analysis about the Disastrous Weather of Heavy Precipitation Resulted from the Typhoon Rammasun in Yunnan Province[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(4): 229–234. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2016.04.041.]

台风“威马逊”造成云南强降水灾害天气分析*

徐舒扬¹, 周德丽², 苗绍慧^{1,2}, 徐八林², 马芳²

(1. 南京信息工程大学, 江苏 南京 210044; 2. 云南省气象局, 云南 昆明 650034)

摘要: 利用云南7部新一代天气雷达观测数据和Micaps常规资料, 对台风“威马逊”登陆后减弱生成的热带低压引发强降水进行分析, 揭示了台风“威马逊”造成的强降水成因及对云南的影响情况。结果表明: “威马逊”的外围云系于2014年7月19日下午开始影响云南, 19日17时滇东南地区出现降雨, 其中20–22日, 云南省连续3d出现暴雨天气过程, 滇中以西以南大部地区出现大暴雨、暴雨天气(其中屏边站和宁洱站日降水突破了历史极值), 23日降雨过程结束。这次台风低压天气过程是近5年来影响云南造成降水最强的一次, 热带低压西移与西南气流汇合, 低压倒槽造成的强降水对云南西部造成持续影响。热带低压带来了强降水, 造成了37人死亡、9人失踪的重大灾害。以文山新一代天气雷达观测资料分析, 发现使用雷达对远距离低层云系的探测, 能较好地判断“威马逊”台风外围云系的结构及演变情况, 对改进强降水的短时临近预警有较好的价值; 在现行体扫模式下增加超低仰角探测, 应有助于更好预测风暴影响的强度和发展趋势, 进一步改进预警能力, 从而对短时临近预报有一定的帮助。就台风“威马逊”而言, 发现较好的应用雷达资料, 在一定的条件下对改进短时临近预警业务有一些帮助, 因此提出重视雷达探测可能对提高强天气监测预警水平和防灾减灾应具有一定的价值。

关键词: “威马逊”台风; 雷达观测; 强降水; 灾害天气; 云南

中图分类号: X43; P458.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2016)04–0229–06

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.04.041

台风是一种破坏力很强的灾害性天气系统, 常造成较大自然灾害, 也一直是气象工作者研究的一个重点。国内外学者对此做过许多研究, 范永祥^[1]综述了我国一些研究成果, 主要是在1991–1996年间的国家科技攻关(85–906–07)台风科学、业务试验和天气动力学理论的研究课题, 并于1993–1994两年夏季开展代号为“CATEX(China Abnormal Typhoon Experiment)”的国内热带气旋科学试验, 把靠近沿海即将登陆的8个台风选为目标试验台风, 取得了大量地面加密资料和雷达、卫星等资料。陈联寿^[2]基于现代卫星、雷达等大气探测技术的发展, 分析国内外科学家实施的一系列外场科学试验, 认为如果能从卫星遥感和雷达回波精细化资料中“解读”出台风结构的主要特征, 则对台风运动路径的预报能力将会有显著提高。陈联寿等^[3]介绍了90年代初在西北太平洋开展的一系列台风外场科学试验, 如代号为TCM、TY-PHOON、CATEX、SPECTRUM等试验的加密观测

情况, 取得了台风内部、环境、大气、海洋的详细加密观测资料。魏章进^[4]归纳了学术界对台风影响的损失进行了探讨, 阐述了国内外已有的台风灾害经济损失评估方法。随着我国新一代天气雷达网的不断建设完善, 使我们具有更进一步的探测手段来加强台风监测, 减轻台风灾害的损失。

尹东屏等^[5]对“凤凰”台风减弱的低气压在江苏滁河造成的特大暴雨灾害进行了较深入的个例分析, 这一过程与台风“威马逊”登陆减弱情况有一些相似。曹诗嘉^[6]对台风“威马逊”及“海鸥”次生海岸洪水灾害进行了损失分析。赵放^[7]根据台风主体回波螺旋带形状的结构, 利用交叉相关法、矩心跟踪法对基于雷达的台风临近预报技术进行了探索。郑礼新等^[8]利用雷达资料在时间与空间的高分变率特点, 采用物理量诊断分析方法对0601号台风“珍珠”暴雨落区预报进行分析探讨。以上成果使人们对台风影响的认识和减轻台风造成的灾害起到了较好的作用。

* 收稿日期: 2016–05–17 修回日期: 2016–07–04

基金项目: 国家自然科学基金项目(U1133603, 41440034)

第一作者简介: 徐舒扬(1995–), 女, 江苏南京人, 本科生, 主要从事大气科学的学习研究. E-mail: 304348579@qq.com

通讯作者: 徐八林(1968–), 男, 云南昆明人, 教授级高级工程师, 主要从事雷达探测及应用研究. E-mail: ynxbl@sina.com

云南地处我国大陆的西南端,虽然不受台风直接的正面影响,但太平洋登陆台风西行对云南降水的影响十分显著,是引发云南强降水过程的主要系统之一。影响云南的台风一般分为两种,一种是孟加拉湾热带风暴,另一种则是西北太平洋西行热带气旋。其中,孟加拉湾热带风暴影响云南一般发生在每年的4-6月和10-11月,影响的地区主要为滇西南地区的保山、德宏、临沧、普洱、西双版纳和红河等州市;而西北太平洋西行热带气旋则主要发生在6-10月,在登陆我国的两广地区后不断向西移动对滇东南和滇南地区造成影响,强降雨区主要集中在普洱、文山和红河。两者相较而言,后者对云南南部地区影响最大,常能导致强降水过程的发生。秦剑等^[9]研究发现,西太平洋台风西行进入南海,在北部湾登陆后,再西行经广西西部和越南北部深入到低纬高原后,常造成云南南部地区的强降水天气;郭荣芬等^[10-11]分析西行热带低压影响云南降水的特征指出,影响云南的热带气旋(TC)常发生在6-10月,其中,7月上旬—7月下旬为TC的高频活动期,以西北行和西行路径为主。鲁亚斌等^[12]、尤红等^[13]指出,强热带风暴“碧利斯”长久维持不消造成云南暴雨的主要原因是其登陆后长时间和一支深厚的西南急流保持联接;周泓等^[14]对台风“灿都”造成云南暴雨过程的螺旋度进行了分析;吴星霖等^[15]指出湿Q矢量在台风暴雨过程中有重要的指示作用。这些研究工作,提高了对西行台风结构及影响云南强降水的形成机理的认识。统计研究发现,云南日降水量150 mm以上的大暴雨,与台风或热带低压有直接关系,占53%。这次的“威马逊”台风西行带来的降雨影响范围广,波及全省16个州市,其中滇南的文山、红河、普洱、西双版纳影响较大,降水较多的地区为滇东南红河州的河口县,其次是文山州。以上研究表明通常在两广登陆的台风西行对云南影响最大,常能导致全省性强降水过程,造成文山州、红河州、玉溪市、普洱市、西双版纳州、临沧市等州市暴雨,局部大暴雨天气。本文在前人研究基础上,主要利用新一代天气雷达的精细化资料,采用定

量降水估测和四维变分风场反演技术,对台风“威马逊”进行分析,从提前预报预警和面定量降水估测进行防灾减灾方面的探讨。

1 台风概况及灾情

1.1 台风概况

2014年第9号强台风“威马逊”登陆前的云图和雷达回波图(如图1所示),登陆后大量云系于7月20日凌晨进入云南省境内,并减弱为热带低压。20日5时其中心位于云南省西畴县境内(23.3°N、104.6°E),最大风力有7级(16 m/s),中心附近最低气压为998百帕。“威马逊”登陆后减弱的热带低压继续向西偏北方向移动,与西南气流汇合,形成的强降水对云南西部造成持续影响,23日降雨过程结束。其中20-22日,云南省连续3 d出现暴雨天气过程,滇中以西以南大部地区出现大暴雨、暴雨天气(其中屏边站和宁洱站日降水突破了历史极值),是近5年来影响云南造成降水最强的一次台风低压。

1.2 灾情

热带低压带来了强降水,造成了较大的气象灾害。这次过程的灾害主要是强降水引发的城镇内涝、农田渍涝、山洪、地质灾害,其次是冰雹、大风、雷电等局地强对流天气引发的灾害。据云南省民政厅救灾处统计,灾害共造成普洱、曲靖、临沧、红河、文山、玉溪、德宏、版纳、保山9个州市54个县170.4万人受灾、37人死亡、9人失踪、28 883人紧急转移安置。农作物受灾100.2 kkm²、绝收18.6 kkm²,房屋倒塌892户2 705间、严重损坏3 568户11 004间,一般损坏9 018户24 959间。直接经济损失26.6亿元。

造成的死亡失踪人员分布为:德宏州19人死亡、3人失踪;普洱市2人死亡;文山州1人死亡、2人失踪;红河州6人死亡、2人失踪;曲靖市3人死亡、1人失踪;玉溪市5人死亡;临沧市1人死亡、1人失踪(详见表1)。

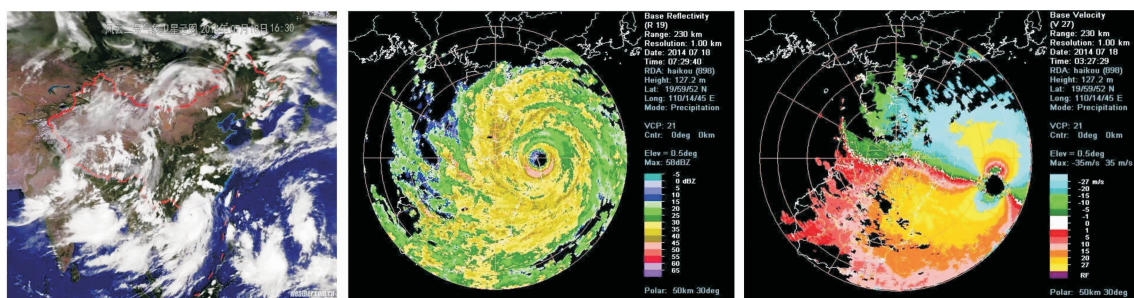


图1 台风“威马逊”登陆前的云图和雷达回波图

表 1 强台风“威马逊”对云南造成的灾害影响数据

	受灾县区 市数/个	受灾 人口/人	因灾死亡 人口/人	因灾失踪 人口/人	紧急转移 安置人口/人	需紧急生活 救助人口/人	农作物受灾 面积/km ²	严重损坏房屋 间数/间	直接经济 损失/万元
云南省	54	1704405	37	9	28883	3995	100.207	11004	265583.9
普洱市	9	608906	2	0	9959	871	31.534	3615	79341.1
西双版纳州	1	3737	0	0	0	0	1.015	28	736
保山市	2	14050	0	0	128	0	0.5	0	854.05
曲靖市	4	73075	3	1	37	0	5.909	959	5007.0
临沧市	8	250657	1	1	4611	1730	20.007	2889	44740.8
红河州	13	96670	6	2	4883	924	6.999	130	20674.6
玉溪市	4	101570	5	0	952	470	2.436	145	8687.4
德宏州	5	118583	19	3	5865	0	7.725	2592	74317.1
文山州	8	437157	1	2	2448	0	24.082	646	31226.1

注: 表中资料来源于云南省民政厅救灾处

其中 7 月 21 日 6 时, 暴雨导致德宏州芒市芒海镇吕英村委会户那村民小组发生泥石流灾害, 造成芒市芒海镇 1 659 人受灾、17 人死亡、3 人失踪、7 人受伤、紧急转移安置 115 人, 倒塌房屋 16 户 48 间、严重损坏 6 户 18 间、一般损坏 15 户 45 间, 道路损毁 2 条。

2 资料介绍

文山雷达是我国气象业务布点的 C 波段新一代多普勒天气雷达(型号: 3830), 天线海拔高度 1 798.5 m。对该次天气过程最低使用 0.5°仰角探测, 资料采用业务模式 VCP11, 资料库长为 150 m, 扫描一周 512 条径向线, 取样时间间隔为 6 min 的连续体扫, 共分析统计 196 次体扫资料。雷达反演降水方法用固定 Z-I 关系, 并对回波资料进行了简单的质量控制, 反演降水时体扫资料中强度值大于 53dBZ 和小于 5dBZ 的数据剔除, 中值滤波进行平滑处理。

自动站资料来自云南的 126 个国家级气象站和云南省气象局建设完成的区域高密度自动雨量站, 目前已建立高密度自动雨量观测站约两千多个, 地域的平均间距约 15 km。该雨量站网实现每小时一次的资料收集, 每条资料信息包含该时次内每分钟的降雨量。

3 降水实况

3.1 降雨持续时间长, 累计雨量大

7 月 19 日 17 时至 23 日 08 时, 据云南省 125 个国家站监测, 有 2 个站累计雨量超过 250 mm(江城 304.2 mm、屏边 280.9 mm), 100~250 mm 的有 25 站, 50~100 mm 的有 40 站, 25~50 mm 的有 34 站, 10~25 mm 的有 17 站。据乡镇自动站监测, 有 42 个站累计雨量超过 250 mm, 最大为沧源县新芽村 400.5 mm, 100~250 mm 的有 630 站,

50~100 mm 的有 730 站, 25~50 mm 的有 672 站, 10~25 mm 的有 427 站。

强降水区主要出现在云南中南部地区, 累计雨量 100 mm 以上的落区分布在德宏南部、保山南部、临沧、普洱、西双版纳北部、红河南部、文山南部(图 2)。

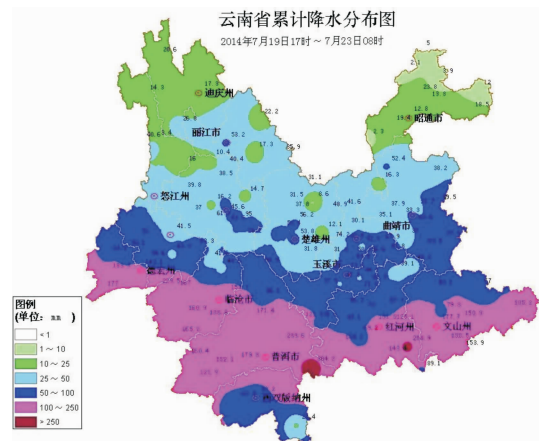


图 2 云南省 2014 年 7 月 19 日 17 时至 23 日 08 时降水量分布

19 日 20 时至 22 日 20 时, 已造成云南省连续 3d 出现暴雨天气过程, 20 日云南出现大暴雨 2 站、暴雨 8 站、大雨 25 站, 21 日出现大暴雨 5 站、暴雨 16 站、大雨 24 站, 22 日出现大暴雨 1 站、暴雨 10 站、大雨 13 站。滇中以西以南大部地区连续出现大暴雨、暴雨天气, 其中 21 日屏边站(107.2 mm)和宁洱站(183.4 mm)日降水突破了历史极值, 是近 5 年来影响云南造成降水最强的一次台风低压。

3.2 各主要州市降雨量特征

普洱市: 7 月 19 日 20 时 - 22 日 08 时, 普洱市出现大范围强降水过程, 315 个县、乡、村级气象观测站中, 过程累积降水量大于 200 mm 的有 31 站, 100~199.9 mm 的有 143 站, 50~99.9 mm 的有 83 站。宁洱站 21 日降水量 183.4 mm, 为建站以来历史最大值。

曲靖市：2014 年 7 月 19–21 日曲靖南部降了大雨或暴雨，其余县(市)区降了小到中雨局部大雨。其中罗平、师宗、富源多数乡镇累计降雨量都在 50 mm 以上。19 日 08 时到 21 日 08 时全市共出现暴雨 7 站次，大雨 47 站次，中雨 71 站次。

临沧市：2014 年 7 月 21 日至 22 日临沧市持续出现暴雨到大暴雨强降水天气过程，200 个乡、村级气象观测站过程累积降水量大于 250 mm 的有 11 站，100~249.9 mm 的有 113 站，50~99.9 mm 的有 41 站，过程累积最大降水量 380.6 mm，出现在沧源县勐角乡新芽；日最大降水量 220.0 mm，21 日出现在永德县班卡乡。此次过程，是历史上西行台风低压影响临沧降雨最强的一次。

红河州：7 月 19 日夜间至 22 日红河州出现一次大范围持续性强降水天气过程。19 日 20 时至 23 日 08 时过程累积降水情况：全州 285 个监测站中，大于 250 mm 的有 6 站，100~249.9 mm 的有 116 站，50~99.9 mm 的有 70 站。全州平均过程雨量 99.6 mm。

文山州：19 日 08 时至 22 日 20 时，文山州有 9 站累积雨量超过 200 mm，城子上(280.2 mm)、下金厂(263.7 mm)、兴发(230.8 mm)、夹寒箐(224.5 mm)、八宝(222.6 mm)、猛硐(217.2 mm)、天保(213.7 mm)、金厂(212.1 mm)、柳井

(208.3 mm)。

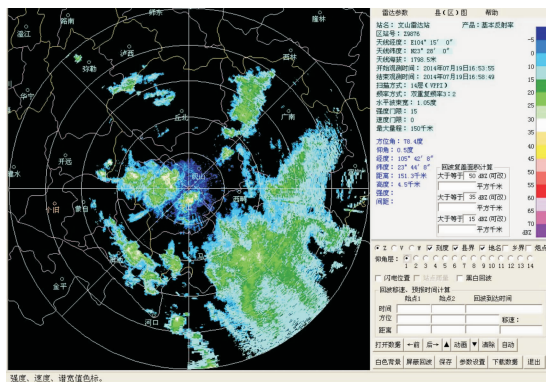
保山市：2014 年 7 月 19 日 20 时–22 日 20 时，保山市的东部、南部相继出现了大到暴雨，141 个县、乡、村级气象观测站中，过程累积降水量大于 100 mm 的有 9 站，50~99.9 mm 的有 44 站，过程累积最大降水量出现在昌宁县湾甸乡芒回村 184.2 mm。

德宏州：7 月 20–24 日，德宏州普降大雨、暴雨，局地大暴雨。19 日 08 时–24 日 08 时全州区域站 24h 降水大雨 115 站次、暴雨 103 站次、大暴雨 13 站次，最大日降雨量芒市平河乡 209.7 mm。

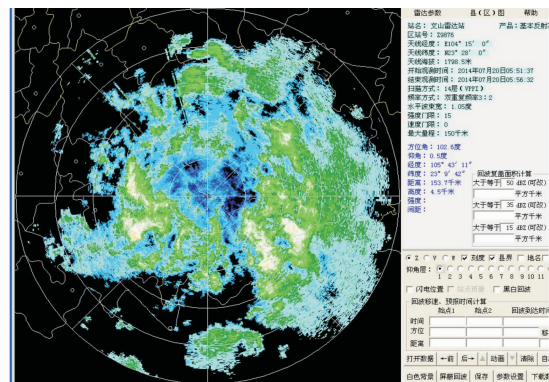
4 雷达资料分析

4.1 天气系统影响过程的雷达资料分析

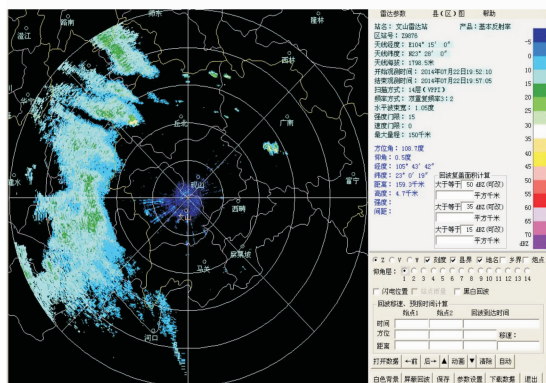
文山州位于台风“威马逊”进入云南后影响的最前沿，7 月 19 日 17 时文山雷达首先观测到降雨云系(图 3)，在 7 月 19 日 17:50 常规 0.5°仰角探测情况如图 3a，可看出台风“威马逊”登陆后减弱的热带低压已经进入文山雷达观测范围，探测到前期回波的面积已较多；可发出临近预警。随即发布了暴雨黄色预警。



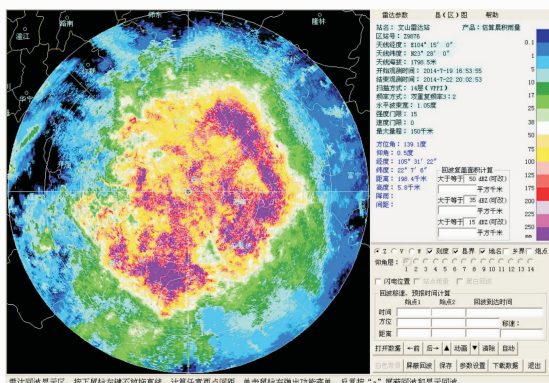
(a) 7月19日17时雷达回波图



(b) 7月20日05时雷达回波图



(c) 7月22日20时雷达回波图



(d) 过程雷达估测累积降水量

图 3 雷达回波图及反演的累积降水量分布图

7月20日05时文山雷达已观测到降雨云系基本覆盖较大范围,正如文献[16-18]研究结果一样,存在远距离探测能力偏弱情况。在17点50分常规0.50°仰角探测情况如图3b所示,可看出台风“威马逊”登陆后减弱的热带低压云系已经很多,探测到回波的面积较多,在图3b可看出约有5处强回波中心,强回波中心必然对应强降水中心,根据回波移动移速,可推测区域降水量的分布和变化情况。同时在对各时次体扫资料,根据探测到回波的以上特性,可向重点影响区域发出强降水落区预警,结合雷达估测雨量情况,也能发出降水量估测情况,对防灾减灾应能有所帮助。

7月22日20时文山雷达已观测到降雨云系基本移出探测范围(图3c),图3c中也看出存在远距离探测能力偏弱情况。此时可解除强降水预警,结合雷达估测雨量情况,能进行过程总降水量分析。

4.2 雷达估测雨量反映出的降水特征

雷达资料质量控制是雷达资料应用的关键。只有质量控制好的雷达资料才有进一步的应用价值,否则可能导致错误的信息,甚至产生不可预测的后果。将极坐标雷达数据转换到笛卡尔坐标,再经去噪声、地物消除、九点中值滤波、四点平滑等预处理后得到平均反射率因子场,再采用国内外经验推崇的 $Z-I$ 关系进行反演。由于雷达反演是一个比较复杂的问题,因此,在初步研究中,使用相对简单的反演方法,可以看出用0°仰角的雷达资料经计算后估计的降水强度在80 km以上距离有明显的改善。云南另外几个雷达站的类似试验也得出同样结果。Groisman等^[19]研究表明由于雨量计周围风以及蒸发的影响,能造成雨量计测值比实际降水量低5%~15%。而在山区,由于风比平原地区的相对较大,而影响较强,雨量计对降水测量的误差应更为严重,在结果对比时应注意。

针对该次天气过程。采用文山雷达体扫资料,根据流程,采用我们编制的软件,采用Palmer^[20]推荐的 $Z-I$ 关系,使用固定系数的 $Z-I$ 关系(取 $a=200$, $b=1.6$)转换成雨强,经积分时间叠加直接得到的雷达反演的三维空中降水场,图3d给出了雷达估测的雨强值累加的4 km高度的水平截面。图3d中可看到最大值在250~300 mm的降水强中心大致有3处,水平宽度基本在50 km左右,降水强中心外围也基本在100~200 mm之间。也有多处区域在200 mm以下,甚至没有降水回波的情况。尽管雷达测估降水存在较大不确定因素,仍然可以从图3d中看出相距约20 km就多次发现小时雨强从20~40 mm的分布;在其它个例分析发现,在1 h里降水分布的变化是复杂的,在15×22 km的范围内,超过6 mm的强降水中心就有三处,也可发现相距约2 km的小时雨量相差有多次3 mm

的情况。可见山区的降水分布是极其不均匀的。

另外,图3d能看出高山雷达对低层回波探测的不足,远距离约80 km以外在图3d外围基本没探测到较强的降水回波,这是因为在远距离雷达波束过高,没有探测到较低层强降水回波造成,这同文献[17]结果相近。高山雷达站特点是海拔高,一般具有净空条件好的优点。雷达探测降水的体扫模式是相对固定的,沿袭了美国WSR-88D的设计模式,高山雷达由于高海拔,探测到的远距离气象目标高度也较高,对识别中远距离段低层回波的难度较大,存在探测能力偏弱的问题,增加超低仰角探测应会有所改进。

4.3 雷达预报预警情况

这次利用新一代天气雷达为主开展强降水过程预报的效果较好,降水影响开始结束时间、强降水落区、降水强度与实况基本相吻合,预报结果较准确。云南省气象台在7月14发布的专题气象服务中对“威马逊”将对云南影响作了中期展望;省气象台利用雷达预报19日下午“威马逊”外围云系开始影响文山东南部地区;立即发布暴雨黄色预警。并启动重大气象灾害(暴雨)Ⅲ级响应命令20-21日,“威马逊”对云南南部影响最强,文山、红河、玉溪南部、普洱、西双版纳、临沧阴有大到暴雨局地大暴雨,过程累计雨量80~120 mm,局地150~200 mm;22-23日,台风减弱为倒槽,哀牢山及其以西地区阴有中到大雨局地暴雨。从19日开始,云南省气象台就利用雷达密切监视台风演变移动情况,及时与滇南州(市)会商,指导下级台站发布暴雨预警。

5 小结

本文利用常规资料,以文山新一代天气雷达探测资料为主,结合其它几部雷达,跟踪分析了台风“威马逊”登陆后对云南造成重灾害的影响情况,得到了以下初步分析结果。

(1)“威马逊”台风登陆西移减弱为热带低压后,偏南气流引导南海的水汽进入云南东南及以南地区,形成了一条强水汽输送通道,为暴雨区提供了丰富的水汽,为这次台风低压影响的云南的强降水区。加之云南较广东广西地形更为陡峭,这样的强降水引发了较大的气象灾害。

(2)利用文山雷达的全程跟踪观测资料分析可以看出:在这类天气的防灾减灾过程中,雷达在强降水预警、降水量估测、降水落区等方面均有较好的应用价值。云南地形复杂,各地的承灾能力参差不齐,强降水尤其是局地和单点的强降水很难预报,准确及时的预报是取得服务成功的关键,加强预报服务技术总结,进一步提高预报质量和服务效果非常必要,此次以雷达为主的预报

预警取得了较好效果。

(3)虽然雷达反演降水场存在较多方面的不确定因素,但也可以从个例中看出云南低纬高原地区降水分布较不均匀,对降雨量和降水落区预报有一定的指示作用。

(4)高山雷达远距离低层降水回波探测能力较弱,利用雷达超低仰角可一定程度上弥补这一不足。更加全面、细致地分析降水云体的低层情况,从而对雷达估计降水有所帮助。这一结果对于雷达观测模式的优化应有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 范永祥. 台风现场科学业务试验综述[M]//台风科学业务试验和天气动力学理论研究(一). 北京: 气象出版社, 1996: 1-4.
- [2] 陈联寿, 罗哲贤, 李英. 登陆热带气旋研究的进展[J]. 气象学报, 2004, 62(5): 541-549.
- [3] Chen. An Overview on Tropical Disasters Preliminary on SPEC-TRUM-90, Tropical Cyclone Disasters, Proceedings of ICSU/WMO International Symposium, 12-16 Oct. 1992[R]. Beijing: China University Press, 1992: 31-44.
- [4] 魏章进, 马华铃. 台风灾害间接经济损失评估方法综述[J]. 灾害学, 2016, 31(1): 157-161.
- [5] 尹东屏, 张备, 吴海英. 登陆台风低压再度发展引发特大暴雨诊断分析[J]. 灾害学, 2010, 26(2): 13-17.
- [6] 曹诗嘉, 方伟华, 谭骏. 基于海南省“威马逊”及“海鸥”台风次生海岸洪水灾后问卷调查的室内财产脆弱性研究[J]. 灾害学, 2016, 31(2): 188-195.
- [7] 赵放, 冀春晓, 任鸿翔, 等. 应用多普勒雷达制作近海台风临近预报技术研究[J]. 气象, 2008, 34(5): 64-73.
- [8] 郑礼新, 张少. 雷达产品在台风“珍珠”暴雨落区预报中的应用[C]//中国气象学会雷达气象学与气象雷达委员会第二届学术年会, 2006.
- [9] 秦剑, 踞建华, 解明恩, 等. 低纬高原天气气候[M]. 北京: 气象出版社, 1997.
- [10] 郭荣芬, 肖子牛, 李英. 西行热带气旋影响云南降水的统计特征[J]. 热带气象学报, 2010, 26(6): 680-686.
- [11] 郭荣芬, 肖子牛, 陈小华, 等. 两次西行热带气旋影响云南降水对比分析[J]. 应用气象学报, 2010, 21(3): 317-328.
- [12] 鲁亚斌, 普贵明, 解明恩, 等. 0604号强热带风暴“碧利斯”对云南的影响及维持机制[J]. 气象, 2007, 33(11): 49-57.
- [13] 尤红, 王曼, 曹中和, 等. 0604号台风“碧利斯”持久不消及造成云南暴雨成因分析[J]. 台湾海峡, 2008, 27(2): 256-261.
- [14] 周泓, 金少华, 尤红. 台风“灿都”造成云南强降水过程的水汽螺旋度诊断分析[J]. 气象科学, 2012, 32(3): 339-346.
- [15] 吴星霖, 张云瑾, 郭荣芬, 等. 湿Q矢量分析法在台风“圣帕”暴雨过程的应用[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2008, 30(S2): 311-317.
- [16] 徐八林, 刘黎平, 吴昌叨, 等. 超低仰角扫描改进雷达观测台风探讨[J]. 高原气象, 2012, 31(1): 251-257.
- [17] 徐八林, 刘黎平, 王改利. 超低仰角扫描改进高山雷达降水估测[J]. 高原气象, 2011, 30(5): 1337-1345.
- [18] 徐八林, 刘黎平, 徐文君, 等. 利用低仰角扫描改进高山雷达低层回波探测能力[J]. 气象, 2008, 34(9): 28-33.
- [19] Groisman P V, Legates D R. The accuracy of United States precipitation data [J]. Bull Amer Meteor Soc, 1994, 75: 215-227.
- [20] Marshall J S, Palmer W. The distribution of raindrops with size [J]. Meteor, 1948 (5): 165-166.

An Analysis about the Disastrous Weather of Heavy Precipitation Resulted from the Typhoon Rammasun in Yunnan Province

XU Shuyang¹, ZHOU Deli², MIAO Shaohui^{1,2}, XU Balin² and MA Fang²

(1. Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China;

2. Yunnan Meteorological Observatory, Kunming 650034, China)

Abstract: Based on the observational data of the new generation of weather radar and Micaps conventional data, the tropical depression generating after the decay of typhoon Rammasun landing triggered off the heavy precipitation was analyzed to reveal the affecting situation for Yunnan province. The results showed that the typhoon periphery nephysystem had an effect on Yunnan province in the afternoon, on July 19, 2014 and the precipitation occurred at 5 PM, July 19 in the southeast of Yunnan. Heavy rain weather process for three days during 20-22, July occurred in Yunnan. The rainstorm and the heavy rain weather process burst out in most parts of the west and the south of Yunnan, of which the precipitation broke through the historical extreme in Pingbian and Ning'er meteorological station. The precipitation process ended in July 23. The precipitation process was the strongest typhoon depression which resulted in precipitation in Yunnan province for recent five years. Tropical depression moved westward and joined the southwest airflow. The heavy precipitation which resulted from the tropical depression reverse trough continued to affect the west of Yunnan. The tropical depression brought strong rainfall and resulted in major meteorological disasters. The structure and evolution of the typhoon periphery nephysystem could be better identified according to the detection of remote low cloud systems with the observational data of Wenshan new generation weather radar, and there had a better value for improving the short-term warning of heavy precipitation. Increasing the detection of ultra-low elevation under the current body scanning mode contributed to predicting the intensity and developing trend of the windstorm and further improved the warning ability and helped the short-term nowcasting. As soon as the typhoon Rammasun, short-term nowcasting warning operation could be improved under a certain condition by using better radar data. Therefore, there had a certain value for improving the monitoring and early warning level and disaster prevention and reduction with attaching great importance to radar detection.

Key words: Typhoon Rammasun; radar detection; heavy rainfall; severe weather; Yunnan