

文章编号: 2096-1618(2022)03-0351-05

# 2015–2021 年成都终端管制区闪电时空分布特征

刘辉权, 褚芸欣, 王凌云

(民航西南空管局气象中心, 四川 成都 610202)

**摘要:**通过分析成都终端管制区的闪电活动情况,了解管制区闪电时空分布特征,提升雷暴天气预报服务能力。利用 2015–2021 年四川省 ADTD 闪电数据,统计分析成都终端管制区的闪电季节变化、月变化、日变化和空间分布特征。结果表明:成都终端管制区夏季闪电最多,集中在 7 月与 8 月,7 月集中在管制区东部与东南部,8 月集中在管制区南部与西南部,管制区东部闪电比西部多,持续时间更长;闪电具有明显的日变化,夜间集中在后半夜,白天集中在午后;天府机场闪电比双流机场多,天府机场主要集中在 7 月,且四周均有闪电,南部五边略少,双流机场集中在 8 月,西南部五边及三边较多;天府机场比双流机场早一月出现雷暴天气,大多发生在 3 月,比双流机场晚一月结束雷暴天气,于 10 月结束。成都终端管制区闪电时空分布特征为流量、管制服务提供了一定的支持作用。

**关键词:**闪电;季节变化;时空分布;机场

**中图分类号:**P427.3

**文献标志码:**A

**doi:**10.16836/j.cnki.jcuit.2022.03.016

## 0 引言

雷暴是目前航空活动中严重威胁飞行安全的重要因素,雷暴不仅对航空飞行器的空中飞行有很大危害,对地面设备也有很大的破坏性,能造成机场导航、通信等系统瘫痪,导致航班延误、旅客出行受阻、航班准点率下降,带来重大经济损失与严重的社会影响。雷暴不仅伴有闪电、大风、强降水,有时还有冰雹、风切变、下击暴流等危险天气。航空飞行器在雷暴区飞行时云中强烈的扰动气流使飞机发生严重的颠簸,飞机甚至处于无法操纵状态,增加了飞行员操纵航空飞行器的难度,使飞行的危险系数大大增加。闪电和强烈的雷暴电场能严重地干扰或损坏飞机上无线电通信或其他飞行电子仪器。云中大量过冷却水滴的存在,使飞机产生积冰,从而改变飞机的空气动力学特性,甚至使机翼无法产生足够的升力,导致不可弥补的空难。因此,研究雷暴天气的时空分布特征十分重要。

随着中国西南地区经济的快速增长,天府机场顺利投入运行,为满足流量扩容需求,优化飞行扇区,成都终端管制区由原来的双流机场管制区,增为天府机场、双流机场、绵阳机场 3 个机场管制区,从而带来新的气象服务挑战,尤其是夏季的雷暴天气服务。为更好地提供航空气象服务,利用闪电定位资料,闪电时空分布特征来了解成都终端管制区内雷暴天气的分布特

征。通过了解雷暴天气的时空分布特征,不仅能在一定程度上提高航空气象预报员对雷暴天气的预报能力,还可以为流量部门规划航班流量提供支持,为管制部门指挥飞机避开雷暴区提供依据,为航空气象预报员发布机场警报与终端区预警提供参考,为管制员与航空气象预报员在运行中建立共同的情景意识提供帮助。

## 1 资料与方法

闪电资料来自四川省气象局的 ADTD 闪电定位系统,数据文件为每天一个文本文件,字段包括:时间、纬度、经度、强度、陡度、误差、定位方式、省、市、县。选取 2015–2021 年的闪电数据来研究成都终端管制区闪电时空分布特征。为让管制员与航空气象预报员建立共同的情景意识,更好地提供航空气象服务,成都终端管制区分为 6 个管制区,2 个机场气象分区,如图 1 所示。

选取成都终端管制区( $28.4^{\circ}\text{N} \sim 32.4^{\circ}\text{N}$ 和 $101.7^{\circ}\text{E} \sim 106.2^{\circ}\text{E}$ )的矩形区域闪电数据,利用克里金插值法和数理统计方法,以 $0.05^{\circ} \times 0.05^{\circ}$ 经纬网格(约 $5\text{ km} \times 5\text{ km}$ )为计量标准对成都终端管制区闪电数据进行网格划分,统计各网格内闪电发生次数来分析成都终端管制区闪电分布特征。为排除非天气原因产生的闪电影响分析结果,采取滤掉网格内闪电次数小于 5 次的的数据。本文数据图表所采用的时间均为北京时。

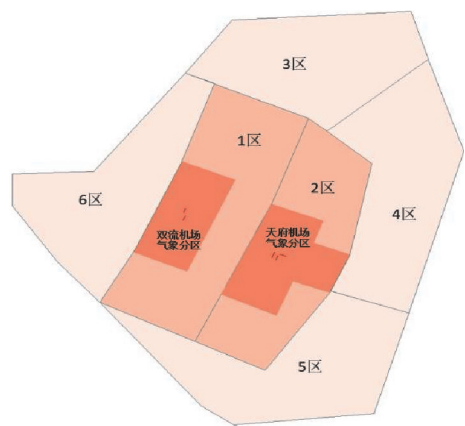


图 1 成都终端管制区

2 成都终端管制区闪电时间分布特征

2.1 季节变化特征

图 2 为 2015–2021 年成都终端管制区闪电季节分布统计图。由图 2 可知,闪电主要集中在夏季,其次是春季,再次是秋季,冬季最少。由于夏季水汽充沛,温度较高,能量充足,大气常处于不稳定状态,雷暴发生条件充足,不仅容易受天气系统激发产生雷暴天气,午后至傍晚还容易产生热力性雷暴天气,故闪电最多;春秋季气温、水汽比夏季略低,能量通常没有夏季充足,午后对流天气较少,多为天气系统激发产生的雷暴天气;冬季干燥、气温偏低、能量不足,不具备雷暴发生条件,所以冬季雷暴最少。从终端管制各区闪电季节分布结果来看,夏季 5 区闪电最活跃,闪电最多,其次是 2 区,再依次为 1 区、4 区、3 区、6 区;春季 4 区闪电最多,其次是 2 区,再依次为 5 区、1 区、3 区、6 区;秋季 1 区闪电最多,其次是 2 区,其余分区较少。对比双流机场与天府机场气象分区闪电季节分布统计数据可知,春夏季天府机场闪电次数明显高于双流机场,秋季双流机场闪电次数高于天府机场。

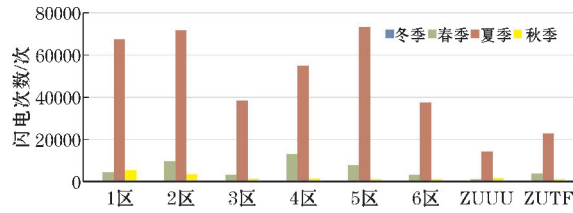


图 2 2015–2021 年成都终端管制区闪电季节分布

2.2 月变化特征

图 3 为 2015–2021 年成都终端管制区闪电逐月分布统计图。由图 3 可知,成都终端管制区闪电主要出

现在 3–10 月,集中出现在 6–9 月,7 月出现最多,8 月次之。终端管制区闪电逐月分布呈现双峰型特点,4 月和 7 月为波峰。4 月气温开始回升,冷暖空气活跃,秋冬季积累的能量集中释放,初雷开始,4 月闪电达到小高峰;经过 4 月闪电集中释放,大气能量减少,5 月闪电活跃程度降低;6 月之后气温升高,降水增加,水汽充沛,能量充足,对流天气开始增多,闪电再度活跃,7 月达到峰值。

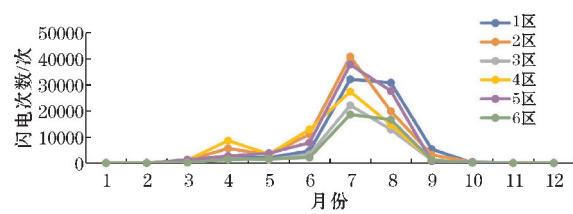


图 3 2015–2021 年成都终端管制区闪电逐月分布

据 3–10 月终端管制各区闪电分布统计,3 月,5 区闪电最多,其次是 4 区,再依次为 2 区、1 区、3 区、6 区;4 月,4 区闪电最多,其次是 2 区,再依次为 5 区、1 区、3 区、6 区;5 月,5 区闪电最多,其次为 4 区,再依次为 2 区、1 区、6 区、3 区;6 月,4 区闪电最多,其次为 2 区,再依次为 5 区、1 区、3 区、6 区;7 月,2 区闪电最多,其次是 5 区,再依次为 1 区、4 区、3 区、6 区;8 月,1 区闪电最多,其次为 5 区,再依次为 2 区、6 区、4 区、3 区;9 月,1 区闪电最多,其次为 2 区,再依次为 4 区、3 区、6 区、5 区;10 月,5 区闪电最多,其次为 2 区,再依次为 3 区、4 区、1 区、6 区。通过分析 3–10 月成都终端管制各区闪电分布特征发现,雷暴天气呈现先西进再东退的特点,终端管制区东部雷暴天气比西部多。

据图 4 双流机场与天府机场气象分区的闪电逐月分布可知,天府机场闪电比双流机场更多,天府机场闪电主要集中在 7 月,双流机场闪电主要集中在 8 月。天府机场的初雷天气较双流机场早一月出现,多在 3 月出现初雷,而双流机场多在 4 月出现初雷。天府机场雷暴天气比双流机场偏晚一月结束,大多在 10 月结束,而双流机场大多在 9 月结束。

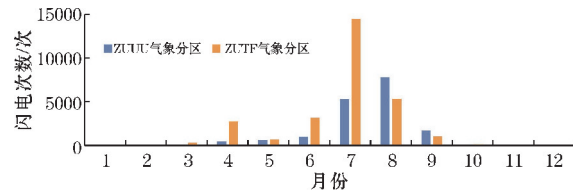


图 4 2015–2021 年双流机场与天府机场气象分区闪电逐月分布

2.3 日变化特征

据 2015–2021 年成都终端管制区闪电逐时分布

(图5)可知,终端区各区闪电具有明显的日变化,夜间闪电多于白天,夜间多发生在后半夜,白天多发生在午后。白天雷暴天气主要是由于午后温度升高,对流加强,热力性对流激发产生雷暴天气,这种雷暴天气持续时间较短。夜间的雷暴天气主要由于夜间较好的动力条件与热力条件,易受天气系统自西向东移动激发产生雷暴天气,这种雷暴天气持续时间较长。

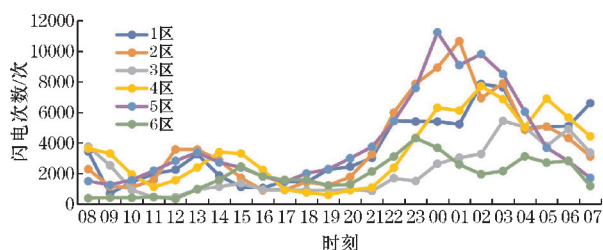


图5 2015–2021年成都终端管制区闪电逐时分布

据终端管制各区闪电逐时分布统计:1区夜间闪电多出现在22–08时,03时最活跃,白天闪电多出现在12–14时,13时闪电次数最多;2区夜间闪电多出现在21–07时,01时闪电最活跃,白天闪电多出现在11–15时,12时闪电次数最多;3区夜间闪电多出现在00–09时,03时最活跃,白天闪电出现较少;4区夜间闪电多出现在23–08时,02时最活跃,白天多出现在12–16时,14时闪电次数最多;5区夜间闪电多出现在21–05时,00时最活跃,白天多出现在11–15时,13时闪电次数最多;6区夜间闪电多出现在21–06时,23时最活跃,白天闪电多出现在14–18时,15时闪电最多。

据图6天府机场与双流机场气象分区闪电逐时分布可知,两场闪电均呈现午后与夜间活跃的特点,天府机场比双流机场闪电更多,持续时间更长。天府机场夜间闪电多出现在21–07时,其中03时最活跃,白天多出现在12–14时,13时闪电最多。双流机场的闪电呈现多时段分布特点,夜间多出现在21–24时,02–04时,其中03时最活跃,白天多出现在06–08时,12–15时,其中13时闪电最多。

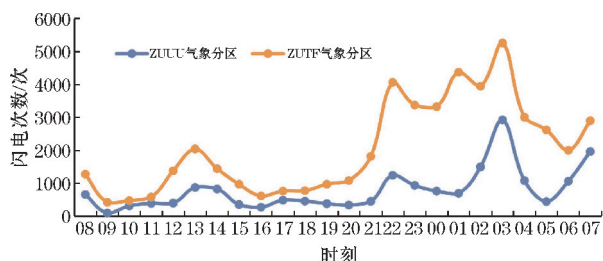


图6 2015–2021年双流机场与天府机场气象分区闪电逐时分布

### 3 成都终端管制区闪电空间分布特征

据2015–2021年成都终端管制区的闪电空间分布(图7)可知,闪电主要分布在成都终端区的1区南部、2区、4区和5区大部,6区和3区闪电较少。双流机场的闪电主要分布在机场西南部五边及三边,北部一边闪电较少,而天府机场的闪电分布较广,四周均有闪电,南部五边闪电相对较少,东北部一边和三边的闪电较活跃。主要原因是成都终端管制区包含四川盆地平原腹地,包含龙门山脉与龙泉山脉,整个地势呈现自西北向东南倾斜,终端管制区的2区、4区和5区处于盆地东南部,处于太平洋副热带高压的西南边缘,加之管制区东部河流纵横、水汽充沛,受青藏高原大地形和盆地气候特征的影响,容易在近地面形成较强的垂直风切变及气流辐合线、低涡等中小尺度天气系统,从而触发强对流天气,所以2区、4区和5区雷暴天气较多。

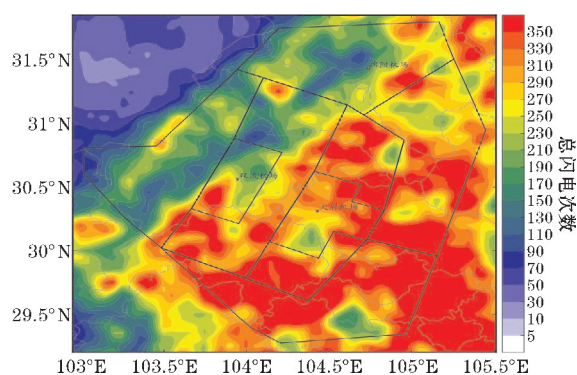


图7 2015–2021年成都终端管制区闪电分布图

据2015–2021年6–9月成都终端区闪电分布(图8)可知,6月管制区东部2区、4区和5区闪电开始增多;7月闪电活动最频繁,天府机场北部和西部闪电活跃;8月,雷暴区域西进,终端管制区的东部闪电次数减少,西部开始增多,主要集中在1区、2区南部和5区西部地区,双流机场南部闪电明显增多,天府机场闪电次数减少;9月,雷暴区域东退,主要集中在4区东部地区、5区、1区和2区中部沿山地区。

6–9月闪电呈现先西进再东退的特点,主要与副高的位置有关,7月副高常位于管制区东部地区,2区、4区和5区处于副高边缘,容易产生雷暴天气;8月副高西进,雷暴天气自然也随之西移,影响1区南部、2区南部和5区西部地区;9月副高减弱东退,雷暴区退回管制区东部地区和中部分沿山地区,但是由于雷暴条件没有7月和8月充足,故闪电相对较少。



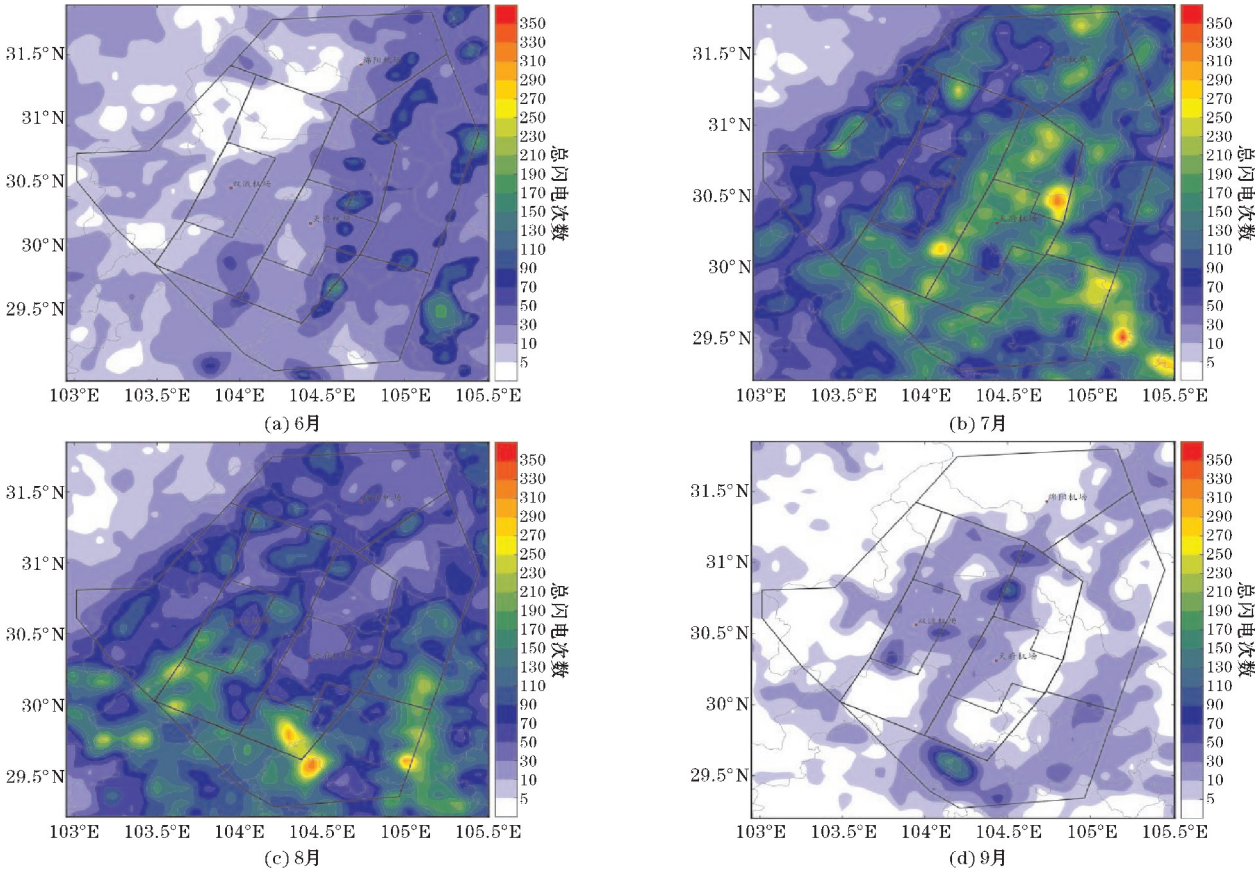


图 8 2015–2021 年 6–9 月成都终端管制区闪电分布图

4 结论

(1)成都终端管制区夏季闪电最多,其次是春季,再次是秋季,冬季最少;夏季,5 区闪电最多,其次是 2 区;春季,4 区闪电最多,其次是 2 区;秋季,1 区闪电最多,其次是 2 区;所有季节 6 区闪电均最少。春夏季,天府机场气象分区闪电次数高于双流机场气象分区;秋季,双流机场气象分区闪电次数高于天府机场气象分区。

(2)成都终端管制区闪电主要出现在 3–10 月,集中出现在 6–9 月,7 月出现最多,8 月次之。3 月与 5 月,5 区闪电最多,其次是 4 区;4 月与 6 月,4 区闪电最多,其次是 2 区;7 月,2 区闪电最多,其次是 5 区;8 月,1 区闪电最多,其次为 5 区;9 月,1 区闪电最多,其次为 2 区;10 月,5 区闪电最多,其次为 2 区。天府机场闪电主要集中在 7 月,双流机场闪电主要集中在 8 月;天府机场比双流机场早一月出现雷暴天气,大多发生在 3 月,比双流机场晚一月结束雷暴天气,大多在 10 月结束。

(3)成都终端管制各区闪电具有明显的日变化,夜间闪电多于白天,夜间多发生在后半夜,白天多发生在午后,管制区东部比西部闪电持续时间更长,闪电次

数更多。1 区,闪电多出现在 22–08 时,12–14 时;2 区,闪电多出现在 21–07 时,11–15 时;3 区,闪电多出现在 00–09 时;4 区,闪电多出现在 23–08 时,12–16 时;5 区,闪电多出现在 21–05 时,11–15 时;6 区,闪电多出现在 21–06 时,14–18 时;天府机场比双流机场闪电更多,持续时间更长;天府机场闪电多出现在 21–07 时,12–14 时;双流机场的闪电呈现时段分布的特点,多发生在 21–24 时,02–04 时,06–08 时,12–15 时。

(4)成都终端区的闪电主要分布在 1 区南部,2 区、4 区和 5 区大部,6 区和 3 区闪电较少。7 月管制区东部 2 区、4 区和 5 区闪电活动最频繁;8 月雷暴区域西进,1 区南部、2 区南部和 5 区西部地区闪电增多;9 月雷暴区域东退,影响管制区东部和中部沿山地区,闪电次数明显较 8 月减少。双流机场的闪电多出现在 8 月,在机场西南部的五边及三边闪电较多,机场北部一边闪电较少;天府机场的闪电多出现在 7 月,空间分布较广,四周均有闪电,在机场南部五边闪电相对较少,而机场东北部一边和三边的闪电较为活跃。

参考文献:

[1] 成鹏伟,周筠璐,赵鹏国,等. 北京与成都城市下

- 垫面闪电时空分布特征分布对比研究[J]. 成都信息工程大学学报,2018,33(3):326–334.
- [2] 多吉次仁,旦增伦珠. 2010–2019年西藏地区地闪时空分布特征及强度分析[J]. 西藏科技,2020,332(11):37–39.
- [3] 晏军. 塔城地区闪电时空分布特征分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2010,4(4):45–47.
- [4] 李京校,宋海岩,肖稳安,等. 北京及其周边地区闪电活动时空特征[J]. 大气科学学报,2013,36(2):235–245.
- [5] 姜勇. 基于ADTD检测网络2012年云南省地闪特征分析[J]. 云南大学学报,2013,35(S2):315–322.
- [6] 崔雪东,张卫斌. 2007–2017年浙江省雷暴路径时空特征分析[J]. 气象与环境科学报,2021,37(1):59–66.
- [7] 张淑霞,吴安坤,李迪,等. 2019年贵州省雷电活动特征分析[J]. 科技创新与应用,2020,25:53–55.
- [8] 王娟,湛芸. 2009–2012年中国闪电分布特征分析[J]. 气象,2015,41(2):160–170.

## Characteristics of Spatio-temporal Distribution of Lightning in Chengdu Terminal Control Zone from 2015 to 2021

LIU Huiquan, CHU Yunxin, WANG Lingyun

(The Southwest of Air Traffic Management Bureau Meteorological Center, Chengdu 610202, China)

**Abstract:** Through the analysis of the lightning activities in the Chengdu terminal control area, we can understand the temporal and spatial distribution characteristics of lightning in the control area and improve the service ability of thunderstorm weather forecast. Based on the ADTD lightning data of Sichuan Province from 2015 to 2021, the seasonal, monthly, diurnal and spatial distribution characteristics of lightning in Chengdu terminal control area are statistically analyzed. The results show that Chengdu terminal control area has the most lightning in summer, which is mostly concentrated in July and August, mainly in the east and southeast of the control area, and in the south and southwest of the control area in August. There are more lightning in the east of the control area than in the west, and the duration is longer. Lightning has obvious diurnal variation, which is more concentrated in the latter part of the night and in the afternoon during the day. Tianfu Airport has more lightning than Shuangliu Airport. Tianfu Airport is mainly concentrated in July, and there is less lightning on all sides in the south. Shuangliu Airport is mostly concentrated in August, and there are more five and three sides in the southwest. Tianfu Airport had thunderstorms in January earlier than Shuangliu Airport, mostly in March, and ended thunderstorms in January later than Shuangliu Airport, more than in October. The temporal and spatial distribution characteristics of lightning in Chengdu terminal control area provide some support for traffic flow and control services.

**Keywords:** lightning; seasonal variation; spatio-temporal distribution; airport