

张林梅,庄晓翠,苏亚乔. 新疆北部短时强降水过程的闪电特征统计分析[J]. 陕西气象,2023(3):41-48.

文章编号:1006-4354(2023)03-0048-08

新疆北部短时强降水过程的闪电特征统计分析

张林梅¹,苏亚乔¹,庄晓翠²

(1. 新疆气象台,乌鲁木齐 830002;2. 阿勒泰地区气象局,新疆阿勒泰 836500)

摘要:利用2014—2019年5—9月(暖季)新疆北部19部ADTD型闪电定位仪资料及642个国家站和区域加密自动站逐小时降水资料,统计分析新疆北部短时强降水过程的闪电特征,并对初夏与盛夏闪电特征进行对比。结果表明:新疆北部暖季短时强降水过程的负闪频数明显多于正闪,前者是后者的5.1倍;各区域存在较大差异,阿勒泰地区负闪频数最多,博州最少。各区域初夏、盛夏短时强降水过程的负闪频数也明显多于正闪,但相同区域因时节的不同,正负闪比例有所不同。新疆北部短时强降水过程出现闪电的个例占74.4%,各区域出现闪电比例为63.3%~85.3%,其中阿勒泰地区、塔城北部较高,博州、伊犁较低。值得注意的是短时强降水过程的闪电比例与天气系统有关,其中西西伯利亚低槽(涡)型比例最高,西北气流型最低,闪电主要出现在短时强降水过程前1~6 h。

关键词:新疆北部;短时强降水;闪电;统计关系

中图分类号:P427.323

文献标识码:A

短时强降水是较为常见和频发的强对流天气,其发生频率较冰雹、龙卷以及大风天气偏高,造成的损失日趋严重^[1-2]。发生在暖季的短时强降水,往往伴有明显的闪电活动。闪电信息对强对流天气的发生、发展和消亡具有较好的指示意义^[3-7]。关于短时强降水与闪电关系的研究,已取得不少成果。中国中东部闪电密度的高值中心与短时强降水的分布相对应^[8-10];山东短时强降水与地闪频数峰值也有较好的对应关系^[11];甘肃中部正闪比例与短时强降水强度存在正相关,闪电密度的时空分布与强降水时空分布具有较好的一致性^[12];冀东地区的短时强降水天气过程均以负闪为主,并且小时闪电频数峰值超前降水峰值1 h或同相^[13];天山北坡短时强降水前正负闪在一定范围内呈波动性变化,以负闪为主^[14]。这些研究表明,闪电与短时强降水存在一定的对应关系,闪电频数可为短时强降水的预报预警提供一定的

参考依据。

近年来,随着闪电定位观测网的不断完善,通过闪电数据的积累以及对典型个例的研究,发现不同天气系统触发强对流天气后,地闪与强降水的关系有所不同^[11,15-16]。由于新疆闪电定位观测网建设相对滞后,对该地区短时强降水与闪电的关系研究较少。本文采用2014—2019年5—9月新疆北部闪电定位资料及气象观测站(含国家气象观测站和区域自动气象观测站)逐小时降水资料,结合不同的天气系统,分区域研究短时强降水过程的闪电特征,归纳总结不同区域闪电预报预警的着眼点,以期新疆北部防灾减灾救灾及社会经济发展提供决策依据。

1 研究区域、资料及方法

1.1 研究区域概况

天山、阿尔泰、沙吾尔等山脉使新疆北部形成两山夹一盆的特殊地形。该区域境内地形复杂,

收稿日期:2022-05-06

作者简介:张林梅(1983—),女,云南曲靖人,硕士,高级工程师,主要从事灾害性天气机理研究。

通信作者:庄晓翠(1964—),女,重庆合川人,本科,正研级高级工程师,主要从事天气预报及灾害性天气机理研究。

基金项目:中国气象局创新发展专项(CXFZ2022J024);中亚大气科学研究基金(CAAS201921)

除山脉和准噶尔盆地地形外,还有向西开口的伊犁河谷、塔额盆地,向东开口的博尔塔拉蒙古自治州(简称博州),向南开口的阿勒泰地区,以及向北开口的乌鲁木齐市等特殊地形(图1);另外还有博州境内赛里木湖、艾比湖及阿勒泰地区境内的乌伦古湖等(图略)。新疆北部地形地貌复杂多样,因此将天山北坡(包括塔城南部的乌苏市和沙湾县、石河子市、昌吉回族自治区及乌鲁木齐市)、伊犁哈萨克自治州(下文简称伊犁)、博州、塔城北部(包括塔额盆地、和布克赛尔蒙古自治县及克拉玛依市北部)、阿勒泰地区作为主要研究区域。

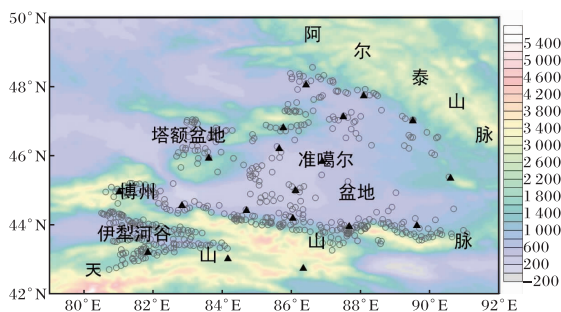


图1 新疆北部气象观测站(空心圆)、闪电定位仪(黑三角)及地形(填色,单位:m)分布

1.2 资料及方法

中国目前尚无统一的短时强降水定义标准。中央气象台和中国中东部地区气象部门均将1 h降水量 ≥ 20 mm的降水记为短时强降水。根据天气尺度分析,雨强 ≥ 10 mm $\cdot$ h $^{-1}$ 的降水一般是由中小尺度天气系统造成,而 ≥ 50 mm $\cdot$ h $^{-1}$ 的降水主要是由小尺度天气系统导致^[17]。根据多年天气预报服务经验,暴雨洪水成灾事实和干旱半干旱地区暴雨特点,结合天气预报业务实际,新疆气象部门将短时强降水定义为1 h降水量 ≥ 10 mm^[18-20]。本文将短时强降水过程定义为:(1)1 h内相邻(200 km以内)2个或以上观测站雨强均 ≥ 10 mm $\cdot$ h $^{-1}$;(2)同一测站连续2 h以上雨强 ≥ 10 mm $\cdot$ h $^{-1}$ 。满足上述任意1条定义为一次短时强降水过程。

采用经过新疆气象信息中心严格实现数据质量控制的新疆北部(范围是79~92°E,42~50°N)50个国家气象观测站和592个区域自动气象观

测站2014—2019年5—9月(简称暖季)逐时降水资料,按上述标准筛选出新疆北部短时强降水事件203次。将新疆北部及周边共19部ADTD型闪电定位仪资料,按0.5° $\times$ 0.5°网格内逐时正地闪(简称“正闪”)和负地闪(简称“负闪”)频数总数定义为单位网格地闪密度(简称地闪密度),统计短时强降水过程的闪电特征,含过程前和过程中出现的闪电。其中,过程前的闪电是指短时强降水发生前6 h(包含前4~6 h、1~3 h)出现的闪电;过程中的闪电是指短时强降水发生时和发生后1 h出现的闪电。

根据文献^[18,20]可知,影响新疆北部短时强降水的天气系统主要有西西伯利亚低槽(涡)型、中亚低槽型、中亚低涡型、西北气流型,因此本文根据此分型分析不同区域不同天气系统短时强降水过程闪电特征。

2 结果分析

2.1 暖季短时强降水过程的闪电平均频数特征

由表1可知,新疆北部各区域短时强降水过程的总闪频数(正闪与负闪频数之和)存在一定差异;阿勒泰地区的总闪频数最多,其次是天山北坡,伊犁与博州地区的总闪频数相对较少。这可能与地形有密切的关系。由于阿尔泰山、天山山脉的地形作用,气流沿山脉急剧抬升,易产生对流云团,从而导致该区域总闪频数偏多。从闪电极性来看,各区域短时强降水过程的正闪、负闪比例均有所不同:阿勒泰地区负闪比例为91.2%,正闪为8.8%,负闪较正闪的比例高82.4%;天山北坡负闪的比例为86.1%,正闪为13.9%,负闪比正闪高72.2%;塔城北部负闪比例为79.6%,正闪为20.4%,负闪比正闪的高59.2%;伊犁负闪比例为65.0%,正闪为35.0%,负闪比正闪高30.0%;博州负闪比例为52.4%,正闪为47.6%,负闪比正闪高4.8%。总体来说,除博州正、负闪的比例相当外,其他区域短时强降水过程的负闪均明显高于正闪,尤其是阿勒泰地区和天山北坡。短时强降水过程负闪频数明显多于正闪,是正闪的5.1倍,这与江西闪电特征一致^[15],也与新疆北部的闪电频数研究结论一致^[21]。

表 1 2014—2019 年暖季新疆北部各区域短时强降水过程的正/负闪平均频数 单位:次

天气系统	阿勒泰	塔城北部	博州	伊犁	天山北坡	合计
西西伯利亚低槽(涡)	2/58	0/0	3/5	1/4	2/6	9/73
中亚低槽	1/45	9/27	2/1	3/7	2/6	16/86
中亚低涡	9/21	1/12	5/5	3/2	3/12	21/51
西北气流	0/0	0/0	0/0	0/0	4/45	4/45
合计	12/124	10/39	10/11	7/13	11/68	50/255

受不同天气系统影响,不同区域短时强降水过程的正负闪频数明显不同。由表 1 可知,阿勒泰地区中亚低槽型短时强降水过程的正负闪频数相差最大,负闪频数为 45 次,正闪仅发生 1 次;西西伯利亚低槽(涡)型相差次之,负闪频数为 58 次,正闪发生 2 次;中亚低涡型相差最小,负闪频数为 21 次,正闪 9 次。塔城北部中亚低涡型短时强降水过程的正负闪频数相差最大,负闪频数为 12 次,正闪频数为 1 次;中亚低槽型负闪频数是正闪的 3 倍。博州西西伯利亚低槽(涡)型短时强降水过程的负闪频数略多于正闪,中亚低涡型正负闪频数基本一致,而中亚低槽型正闪频数略多于负闪。伊犁与博州类似,西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽型短时强降水过程的负闪频数略多于正闪,而中亚低涡型正闪频数略多于负闪。天山北坡西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡型短时强降水过程的负闪频数略多于正闪,西北气流型负闪频数明显多于正闪。

综上可知,新疆北部短时强降水过程的负闪

频数明显多于正闪,各区域正负闪频数存在较大的差异,尤其是负闪,阿勒泰地区的负闪频数最多,其次是天山北坡;博州负闪频数最少,其次是伊犁。就各天气系统类型而言,中亚低槽型短时强降水过程的负闪频数最多,西北气流型最少;中亚低涡型正闪频数最多,西北气流最少。各区域短时强降水过程的正负闪频数因天气系统不同,存在一定的差异,中亚低槽型造成阿勒泰地区短时强降水过程的正负闪频数相差最大,中亚低涡型相差最小;中亚低涡型造成塔城北部地区正负闪频数相差最大,中亚低槽型相差最小;西西伯利亚低槽(涡)型和 中亚低槽型造成博州与伊犁负闪频数略多于正闪,而中亚低涡型正闪频数略多于负闪;西北气流型造成天山北坡正负闪频数相差最大。

2.2 初夏(5—6 月)与盛夏(7—8 月)短时强降水过程的闪电平均频数特征

由表 2 可知,各区域初夏、盛夏短时强降水过程的总闪频数存在异同之处。相同之处:阿勒泰

表 2 2014—2019 年初夏及盛夏新疆北部各区域短时强降水过程的正/负闪平均频数 单位:次

时间	天气系统	阿勒泰	塔城北部	博州	伊犁	天山北坡	合计
初夏	西西伯利亚低槽(涡)	0/0	0/0	4/7	1/6	3/5	8/18
	中亚低槽	3/60	1/41	1/3	2/10	1/10	8/124
	中亚低涡	11/26	1/6	1/5	2/2	2/11	17/50
	西北气流	0/0	0/0	0/0	0/0	4/45	4/45
	合计	14/86	2/47	6/15	5/18	10/71	37/237
盛夏	西西伯利亚低槽(涡)	2/58	0/0	2/3	1/3	1/9	6/73
	中亚低槽	0/39	11/14	5/1	3/5	2/5	21/64
	中亚低涡	6/11	1/21	6/10	4/2	6/15	23/59
	西北气流	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	合计	8/108	12/35	13/14	8/10	9/29	50/196

地区总闪频数最多,其次是天山北坡,伊犁与博州地区总闪频数相对较少,各区域负闪频数明显多于正闪的频数,这与暖季(5—9月)短时强降水过程的闪电平均频数特征是一致的。不同之处:同一区域因时节的不同,正负闪比例有所不同,塔城北部、天山北坡、阿勒泰地区、伊犁、博州初夏负闪的比例分别为96%、88%、86%、78%、71%,而盛夏时节,上述区域负闪比例分别为74%、76%、93%、56%、52%。阿勒泰地区盛夏负闪比例高于初夏时节,塔城北部、天山北坡、伊犁、博州则相反,盛夏时节负闪比例低于初夏。

不同时节,不同天气系统造成不同区域短时强降水过程的正负闪频数明显不同。由表2可知,西西伯利亚低槽(涡)型只在盛夏时节造成阿勒泰地区短时强降水过程的闪电;西北气流只在初夏时节造成天山北坡短时强降水过程的闪电。初夏时节,造成阿勒泰地区、塔城北部、博州、伊犁、天山北坡短时强降水过程的总闪频数最多的天气系统分别是中亚低槽、中亚低槽、西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、西北气流型。造成阿勒泰地区、塔城正负闪频数相差最大的天气系统为中亚低槽型,如阿勒泰地区的正闪频数为3次,负闪频数为60次,相差57次;造成天山北坡正负闪频数相差最大的天气系统为西北气流型,正闪频数4次,负闪频数45次,两者相差41次;其他区域正负闪受不同天气系统影响,负闪频数与正闪频数相差不超过10次。盛夏时节,导致阿勒泰地区、塔城北部、博州、伊犁、天山北坡总闪频数最多的天气系统分别是西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡、中亚低槽、中亚低涡型。造成阿勒泰地区正负闪频数相差较大的天气系统为西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽型,受上述两种天气系统影响,阿勒泰地区正负闪频数相差分别为56、39次;造成塔城正负闪频数相差最大的天气系统为中亚低涡型,负闪频数21次,正闪频数1次;其他区域受不同天气系统影响,正负闪频数相差不大。

综上可知,各区域初夏、盛夏短时强降水过程的负闪频数明显多于正闪。相同区域因时节的不同,正负闪比例也有所不同,阿勒泰地区盛夏负闪比例高于初夏,其他区域则相反。西西伯利亚低

槽(涡)型主要在盛夏时节造成阿勒泰地区短时强降水过程的闪电;西北气流主要在初夏时节造成天山北坡强降水过程的闪电。初夏与盛夏时节,造成塔城北部、伊犁总闪频数最多的天气系统是中亚低槽型,其他区域因地域差异,由其他不同的天气系统造成总闪频数最多。

2.3 各区域短时强降水过程的不同时段闪电特征

新疆北部地区短时强降水过程出现闪电的频数占总个例的74.4%,过程前出现闪电的频数为103次,占50.7%,其中前1~3h出现闪电的频数为79次,占38.9%;过程中出现闪电为48次,占23.6%;无闪电出现的频数有52次,占25.6%。西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡、西北气流型短时强降水过程的闪电频数分别为52次、49次、44次、6次,分别占总个例的25.6%、24.1%、21.7%、3%,过程前出现闪电的频数分别为38次、35次、25次、5次,分别占总个例的18.7%、17.2%、12.3%、2.5%。闪电主要出现在短时强降水过程前,尤其是过程前1~3h。西西伯利亚低槽(涡)型短时强降水出现闪电的比例最高为15.8%(32次),其次是中亚低槽为13.3%(27次),西北气流型最少,主要出现于天山北坡,占1.5%(3次)。

2.3.1 阿勒泰地区 阿勒泰地区29例短时强降水过程出现闪电,占该区域总个例的85.3%。该区域短时强降水过程前出现闪电的频数为21次,占61.8%,其中前1~3h发生闪电的频数为17次,占50%;过程中有闪电的频数为8次,占23.5%;有5例无闪电发生,占14.7%。

由表3可知,造成阿勒泰地区短时强降水的天气系统主要有中亚低槽型、中亚低涡型,个例各12例,各占35.3%;西西伯利亚低槽(涡)型10例,占29.4%。西西伯利亚低槽(涡)型短时强降水过程出现闪电的频数为9次,占该类天气系统个例的90%;中亚低槽型短时强降水过程出现闪电的频数为12次,占该类天气系统的100%;中亚低涡型出现闪电的频数为8次,占比相对较少,占该类天气系统的66.7%。西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡型短时强降水过程前出现闪电的频数分别为7、9、5次,分别占该区域相

应各类天气系统的 70%、75%、41.7%，其中过程前 1~3 h 出现闪电的频数分别为 7、8、2 次，分别占的 70%、66.7%、16.7%；过程中出现闪电的频数分别为 2、3、3 次，分别占 20%、25%、25%；过程无闪电出现的频数分别为 1、0、4 次，分别占 10%、0%、30.8%。

由此可知，造成阿勒泰地区短时强降水的主要天气系统是中亚低槽、中亚低涡、西西伯利亚低槽(涡)型。短时强降水过程出现闪电比例最高的

是中亚低槽型，其次是西西伯利亚低槽(涡)型，而中亚低涡型相对最低。短时强降水过程前出现闪电比例最高的也是中亚低槽型，出现比例最低的是中亚低涡型；过程中出现闪电比例较高的是中亚低槽、中亚低涡型，出现闪电相对较低的是西西伯利亚低槽(涡)型；过程无闪电出现比例最高的是中亚低涡型，最低的是中亚低槽型。因此，在实际预报业务中要密切关注闪电发生频数及其天气系统，有利于提高短时强降水预警水平。

表 3 2014—2019 年暖季新疆北部各区域短时强降水过程不同时段闪电频数统计 单位:次

地区	天气系统	有闪电			无闪电	合计
		前 4~6 h	前 1~3 h	过程中		
阿勒泰地区	西西伯利亚低槽(涡)	0	7	2	1	10
	中亚低槽	1	8	3	0	12
	中亚低涡	3	2	3	4	12
	合计	4	17	8	5	34
塔城北部	西西伯利亚低槽(涡)	0	0	0	1	1
	中亚低槽	1	6	2	1	10
	中亚低涡	0	3	5	0	8
	西北气流	0	0	0	1	1
	合计	1	9	7	3	20
博州	西西伯利亚低槽(涡)	1	8	4	7	20
	中亚低槽	0	1	2	2	5
	中亚低涡	1	2	3	2	8
	合计	2	11	9	11	33
伊犁	西西伯利亚低槽(涡)	1	13	5	8	27
	中亚低槽	3	5	3	10	21
	中亚低涡	1	5	2	4	12
	合计	5	23	10	22	60
天山北坡	西西伯利亚低槽(涡)	4	4	3	3	14
	中亚低槽	3	7	4	7	21
	中亚低涡	3	5	6	1	15
	西北气流	2	3	1	0	6
	合计	12	19	14	11	56

注:无闪电是指过程前和过程中均无闪电出现。

2.3.2 塔城北部 塔城北部 17 例短时强降水过程出现闪电，占该区域总个例的 85.0%，与阿勒泰地区接近。该区域过程前出现闪电的频数为

10 次，占 50%，其中 1~3 h 为 9 次，占 45%；过程中出现闪电的频数为 7 次，占 35%；有 3 例无闪电出现，占 15.0%。

由表3可知,造成塔城北部短时强降水的天气系统主要是中亚低槽型,共10例,占该区域总个例的50.0%;中亚低涡型8例,占40.0%;西西伯利亚低槽(涡)型和西北气流型最少,研究时段内各发生了1次。中亚低涡和中亚低槽型短时强降水过程出现闪电频数分别为8、9次,在该区域分别占相应天气系统个例的100%、90%,而西西伯利亚低槽(涡)型和西北气流型短时强降水过程均无闪电出现。中亚低槽、中亚低涡型短时强降水过程前出现闪电的频数分别为7、3次,分别占70%、37.5%,其中前1~3 h出现闪电的频数分别为6、3次,分别占60%、37.5%;过程中出现闪电的频数分别为2、5次,分别占20%、62.5%。西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡、西北气流型短时强降水过程无闪电出现的频数分别为1、1、0、1次,分别占该区域相应各类天气系统的100%、10%、0%、100%。

由此可知,造成塔城北部短时强降水的主要天气系统是中亚低槽和中亚低涡型。短时强降水过程出现闪电比例最高的是中亚低涡型,中亚低槽型次之,与阿勒泰地区有些差别。短时强降水过程前出现闪电比例最高的也是中亚低槽型,其次是中亚低涡型;过程中出现闪电比例较高的是中亚低涡型,其次是中亚低槽型;西西伯利亚低槽(涡)、西北气流型短时强降水过程前及过程中出现闪电的频数均为0次。短时强降水过程无闪电比例最高的是西西伯利亚低槽(涡)、西北气流型,最低的是中亚低涡型。

2.3.3 博州 博州有22例短时强降水过程出现闪电,占该区域总个例的66.7%。该区域短时强降水过程前出现闪电频数为13次,占39.4%,其中前1~3 h为11次,占33.3%;过程中出现闪电的频数为9次,占27.3%;有11例无闪电发生,占33.3%。

由表3可知,造成博州短时强降水的天气系统主要有西西伯利亚低槽(涡)型,共20例,占该区域总个例的60.6%;中亚低涡型8例,占24.2%;中亚低槽型5例,占15.2%。中亚低涡型短时强降水过程出现闪电的频数为6次,占该区域该类天气系统个例的75%,西西伯利亚低槽

(涡)型、中亚低槽型短时强降水过程出现闪电的频数分别为13、3次,分别占该区域相应各天气系统个例的65.0%、60%。西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡型短时强降水过程前出现闪电的频数分别9、1、3次,分别占45%、20%、37.5%,其中1~3 h出现闪电的频数分别为8、1、2次,分别占40%、20%、25%;过程中出现闪电的频数分别为4、2、3次,分别占20%、40%、37.5%;过程无闪电出现的频数分别为7、2、2次,分别占35%、40%、25%。

由此可见,造成博州短时强降水的主要天气系统是西西伯利亚低槽(涡)型。短时降水过程出现闪电比例最高的是中亚低涡型,其次是西西伯利亚低槽(涡)型,中亚低槽型相对最低,闪电出现的比例明显低于阿勒泰地区和塔城北部。短时强降水过程前出现闪电比例最高的也是西西伯利亚低槽(涡)型,最低的是中亚低槽型;过程中出现闪电比例最高的是中亚低槽型,最低的是西西伯利亚低槽(涡)型;过程无闪电比例最高的是中亚低槽型,最低的是西西伯利亚低槽(涡)型。

2.3.4 伊犁 伊犁38例短时强降水过程出现闪电,占该区域总个例的63.3%,略低于博州,明显低于阿勒泰地区和塔城北部。该区域短时强降水过程前出现闪电的频数为28次,占该区域总个例的46.7%,其中前1~3 h为23次,占38.3%;过程中出现闪电的频数为10次,占16.7%;有22例短时强降水过程无闪电发生,占36.7%。

由表3可知,造成伊犁的短时强降水的天气系统主要有西西伯利亚低槽(涡)型,共27例,占45.0%;中亚低涡型12例,占20.0%;中亚低槽型21例,占35.0%。西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡型短时强降水过程出现闪电的频数分别为19、11、8次,分别占该区域相应各类天气系统个例的70.4%、52.3%、66.7%。西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡型短时强降水过程前出现闪电的频数为14、8、6次,分别占51.9%、38.1%、50%,其中前1~3 h出现闪电的频数分别为13、5、5次,分别占48.1%、23.8%、41.7%;过程中出现闪电的频数为5、3、2次,分别占18.5%、14.3%、16.7%;过程无闪电出现的频

数分别为 8、10、4 次,分别占 29.6%、47.6%、33.3%。

由此可见,造成伊犁短时强降水的主要天气系统是西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡型。该区域短时强降水过程出现闪电的比例较高,略高于博州,明显低于阿勒泰地区和塔城北部。短时强降水过程前及过程中均是西西伯利亚低槽(涡)型出现闪电的比例最高,其次是中亚低涡型,中亚低槽型相对最低;过程无闪电比例最高的是中亚低槽型,最低的是西西伯利亚低槽(涡)型。

2.3.5 天山北坡 天山北坡 45 例短时强降水过程出现闪电,占该区域总个例的 80.4%。天山北坡短时强降水过程前出现闪电的频数为 31 次,占该区域总个例的 55.4%,其中前 1~3 h 为 19 次,占 33.9%;过程中现闪电 14 次,占 25.0%;有 11 例无闪电发生,占 19.6%。

由表 3 可知,造成天山北坡短时强降水的天气系统主要有西西伯利亚低槽(涡)型,共 14 例,占该区域总个例 25.0%;中亚低涡型 15 例,占 26.8%;中亚低槽型 21 例,占 37.5%;西北气流型 6 例,占 10.7%。西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡、西北气流型短时强降水过程出现闪电的频数分别为 11、14、14、6 次,分别占该区域相应各类天气系统个例的 78.6%、66.7%、93.3%、100%。西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡、西北气流型短时强降水过程前出现闪电的频数分别 8、10、8、5 次,分别占 57.1%、47.6%、53.3%、83.3%,其中前 1~3 h 出现闪电的频数分别为 4、7、5、3 次,分别占 28.6%、33.3%、33.3%、50%;过程中出现闪电的频数分别为 3、4、6、1 次,分别占 21.4%、19.0%、40%、16.7%;过程无闪电出现的频数分别为 3、7、1、0 次,分别占 21.4%、33.3%、6.7%、0%。

由此可见,造成天山北坡短时强降水的主要天气系统是中亚低槽、中亚低涡、西伯利亚低槽(涡)型,西北气流型最少。该区域短时强降水过程出现闪电比例较高,明显高于博州和伊犁,略低于阿勒泰地区和塔城北部,其中,西北气流、中亚低涡型短时强降水过程出现闪电的比例较高,中

亚低槽型相对最低。短时强降水过程前出现闪电比例最高的是西北气流型,最低的是中亚低槽型;过程中出现闪电比例最高的是中亚低涡型,最少的是西北气流型;过程无闪电比例最高的是中亚低槽型,最低的是西北气流型。

3 结论与讨论

本文统计分析 2014—2019 年暖季新疆北部 203 次短时强降水过程与闪电的关系,初步得到以下结论。

(1)新疆北部各区域短时强降水过程的总闪频数存在一定差异,阿勒泰地区的总闪频数最多,其次是天山北坡,伊犁与博州总闪频数相对较少。就闪电极性而言,除博州正负闪比例相当外,其他区域的负闪比例明显高于正闪,尤其是阿勒泰地区和天山北坡。

(2)阿勒泰地区中亚低槽型短时强降水过程的正负闪频数相差最大,中亚低涡型相差最小;塔城北部与阿勒泰地区相反;博州、伊犁西西伯利亚低槽(涡)型和中亚低槽型负闪频数略多于正闪,中亚低涡型则相反;天山北坡西北气流型正负闪频数相差最大,其他 3 型负闪略多于正闪。

(3)各区域初夏、盛夏时节负闪比例明显高于正闪。西西伯利亚低槽(涡)型主要在盛夏时节造成阿勒泰地区短时强降水过程的闪电,西北气流型主要在初夏时节造成天山北坡强降水过程的闪电。

(4)新疆北部短时强降水过程西西伯利亚低槽(涡)、中亚低槽、中亚低涡型出现闪电的频数较多,西北气流型较少。闪电主要出现在短时强降水过程前 1~6 h,尤其是过程前 1~3 h。各区域暖季短时强降水过程的闪电比例为 63.3%~85.3%,其中阿勒泰地区、塔城北部较高,博州、伊犁较低。

(5)受不同天气系统影响,新疆北部各区域短时强降水过程不同时段出现的闪电存在一定的差异。在阿勒泰地区需关注中亚低槽、西西伯利亚低槽(涡);在伊犁、博州地区需关注西西伯利亚低槽(涡);在塔城北部、天山北坡需关注中亚低槽等天气系统,受上述天气系统影响时,相应区域短时强降水过程前出现闪电的可能性较大。

本文仅对新疆北部短时强降水与闪电的特征进行了统计分析,未考地形、海拔高度等因素在短时强降水过程中对闪电的影响,未来还需开展更深入的研究,以提升短时强降水及闪电的预警水平。

参考文献:

- [1] 郑永光,林隐静,朱文剑,等. 强对流天气综合监测业务系统建设[J]. 气象,2013,39(2):234-240.
- [2] 徐耕,白铎,焦美玲,等. 庆阳市闪电活动与雷电灾害特征分析[J]. 陕西气象,2020(4):40-44.
- [3] 陈渭民. 雷电学原理[M]. 北京:气象出版社,2006:1-2.
- [4] 郅秀书. 全球闪电活动与气候变化[J]. 干旱气象,2003,21(3):69-73.
- [5] 冯桂力,陈文选,刘诗军,等. 山东地区闪电的特征分析[J]. 应用气象学报,2002,13(3):347-355.
- [6] 薛秋芳,孟青,葛润生. 北京地区闪电活动及其与强对流天气的关系[J]. 气象,1999,25(11):15-19.
- [7] 周筠君,郅秀书,张义军,等. 地闪与对流性天气系统中降水关系的分析[J]. 气象学报,1999,57(1):103-110.
- [8] 马明,吕伟涛,张义军,等. 中国雷电活动特征分析[J]. 气象科技,2007,35(2):1-7.
- [9] 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.
- [10] 郑栋,但建茹,张义军,等. 我国地闪活动和降水关系的区域差异[J]. 热带气象学报,2012,28(4):569-576.
- [11] 周成,杨学斌,吕伟琦,等. 不同天气类型短时强降水与地闪特征分析[J]. 海洋气象学报,2019,39(2):143-150.
- [12] 杨晓军,刘维成,宋强,等. 甘肃中部地区短时强降水与闪电关系初步分析[J]. 干旱气象,2015,33(5):802-807.
- [13] 王秀玲,曹晓霞,朱靖民. 汛期短历时强降水过程的闪电特征[J]. 气象科技,2014,42(1):140-144.
- [14] 马超,周雅蔓,李伟. 闪电定位资料在天山北坡强对流天气短临预警中的分析及应用[J]. 沙漠与绿洲气象,2020,14(1):49-55.
- [15] 支树林,李婕,陈娟. 江西不同类型强对流天气的地闪统计特征及与雷达回波特征对比分析[J]. 气象,2018,44(2):222-232.
- [16] 苟阿宁,赵玉春,黄延刚,等. 一次西南涡引发暴雨的地闪特征[J]. 气象与环境学报,2013,29(4):59-63.
- [17] 陈炯,郑永光,张小玲,等. 中国暖季短时强降水分布和日变化特征及其与中尺度对流系统日变化关系分析[J]. 气象学报,2013,71(3):367-382.
- [18] 庄晓翠,赵江伟,李健丽,等. 新疆阿勒泰地区短时强降水流程型及环境参数特征[J]. 高原气象,2018,37(3):675-685.
- [19] 黄艳,俞小鼎,陈天宇,等. 南疆短时强降水概念模型及环境参数分析[J]. 气象,2018,44(8):1033-1041.
- [20] 杨莲梅,张云惠,黄艳,等. 新疆短时强降水诊断分析暨预报手册[M]. 北京:气象出版社,2020.
- [21] 李博渊,赵江伟,庄晓翠. 新疆不同区域闪电频数的时间变化特征[J]. 陕西气象,2022(5):58-64.