

杨霞,于晓晶,赵雅蕾,等. 2011—2015年乌鲁木齐冬季降雪的日变化特征[J]. 干旱气象, 2018, 36(4): 603-609, [YANG Xia, YU Xiaojing, ZHAO Yalei, et al. Diurnal Variation of Winter Snowfall in Urumqi of Xinjiang from 2011 to 2015[J]. Journal of Arid Meteorology, 2018, 36(4): 603-609], DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2018)-04-0603

2011—2015年乌鲁木齐冬季降雪的日变化特征

杨霞¹, 于晓晶², 赵雅蕾¹, 伊尔潘江·亚森¹

(1. 新疆维吾尔自治区气象台, 新疆 乌鲁木齐 830002;

2. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:基于2011—2015年乌鲁木齐市城区、郊区和山区3个国家观测站称重式固态降水逐时观测资料,分析了乌鲁木齐市不同区域冬季降雪的日变化特征。结果表明:近5a冬季乌鲁木齐市城区累计降雪量、累计降雪频次和各量级降雪频次均大于郊区和山区。小时最大降雪量城区最大、郊区次之、山区最小。小雪平均持续时间各区差异不大,中雪郊区最短、城区和山区略长;大雪郊区最短、城区其次、山区最长;暴雪城区最短、郊区其次、山区最长。各区降雪强度白天波动振幅均大于夜间,山区累计降雪量和降雪频次在傍晚前后(17:00—21:00)的单峰特征明显。除21:00外,城区逐时降雪量和降雪频次均大于郊区和山区;降雪强度在傍晚至凌晨时段强于郊区,在上午时段强于山区。城区和郊区短历时降雪(1~6h)的最大降雪易出现在夜间和清晨;长历时降雪(超过6h)易出现在上午和傍晚;山区短历时和长历时降雪的最大降雪均易出现在下午至傍晚。城区降雪过程多在清晨和午后开始,中午结束;郊区降雪过程多在前半夜开始,上午结束;山区降雪多为午后开始,傍晚至前半夜结束。

关键词:降雪;小时降水;日变化;乌鲁木齐

文章编号:1006-7639(2018)04-0603-07 DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2018)-04-0603

中图分类号:P468.0⁺24

文献标志码:A

引言

降水日变化是地球气候系统中大气热力和动力过程对水循环过程综合影响的结果,降水日变化过程对地球系统的水循环、能量循环、生态环境以及人类活动都有重要影响^[1]。研究降水日变化不仅可以更加深刻地理解区域天气气候的发展规律,也有助于理解降水的形成机制和数值模式模拟结果的不确定性^[2]。20世纪初,降水日变化开始得到国内外气象学家的关注,KINCER^[3]指出美国中部大多站点的降水峰值多出现在夜间,而东南部站点降水峰值出现在下午。吕炯^[4]指出我国“巴山夜雨”的日变化气候特征。近年来,气象观测站网的日益完善和气象观测资料的更加精细,为开展全面系统的降水日变化特征研究奠定了基础。研究表明,中国夏季降水日变化特征显著且存在鲜明的区域特征,不

同区域的降水日位相可能存在一定的关联,华南和东北地区的日降水峰值出现在傍晚^[5];华北地区出现在中午和下午^[6];长江流域中部主要出现在清晨^[7];青藏高原东部地区则主要出现在午夜^[8]。年平均的降水日峰值在我国西南和东南地区分别出现在午夜或凌晨和傍晚^[9]。中国东部暖季总降水主要来自持续时间大于6h的降水,这些降水在凌晨达到最大,而持续时间小于3h的降水一般在傍晚达到最大^[10]。

新疆地处我国西北部,是典型的干旱半干旱区域,降水稀少^[11]。目前对新疆地区降水的研究主要集中在年、季和月的时间尺度上^[12-21],而针对新疆区域降水日变化的研究还相对较少^[22-24]。研究表明,新疆小时降雨频数呈西北多、东南少的特征;逐时降水频率的日变化表现出明显的区域差异,北疆北部地区为双峰型,北疆其余地区为单峰型,南疆地

收稿日期:2018-04-10;改回日期:2018-05-07

基金项目:新疆维吾尔自治区气象局面上项目(MS201801)、国家自然科学基金项目(41505025)和新疆维吾尔自治区气象局面上项目(MS201706)共同资助

作者简介:杨霞(1980—)女,甘肃武威人,高级工程师,气象学硕士,现从事灾害性天气机理研究. E-mail:Yangxia921@163.com。

区以双峰型居多^[24]。乌鲁木齐是新疆的首府,地处亚欧大陆腹地的中纬度地区,属温带大陆性气候,昼夜温差大,冬季寒冷而漫长。近年来,随着中国气象局国家气象信息中心整理完成国家级气象观测站网的部分小时观测资料,乌鲁木齐降雨日变化特征逐渐被揭示。乌鲁木齐夏季持续1~3 h的短时性降水主要集中在前半夜,持续4~6 h和7~9 h降水多集中在前半夜到后半夜,持续10~12 h及以上的降水多发生在下午至后半夜^[25-26]。目前针对降水日变化的研究主要集中在暖季,而对于冷季降雪の日变化特征基本没有涉及。本文使用乌鲁木齐地区3个称重式固态降水自动站逐小时降水资料,对比分析乌鲁木齐地区不同区域冬季降雪の日变化特征,以期进一步加深对乌鲁木齐降水日变化特征的全理解,从而为发展和改进数值模式提出有益参考。

1 研究区域概况

乌鲁木齐市位于中国西北、新疆中部、亚欧大陆腹地,地处北天山北麓、准噶尔盆地南部,是世界上离海洋最远的城市,属中温带大陆性干旱气候。乌鲁木齐市三面环山,北部平原开阔;东部有博达山、喀拉塔格山、东山;西部有喀拉扎山、西山;南部有伊连哈比尕山东段(天格尔山)、土格达坂塔格等。乌鲁木齐市包括七区一县,城区平均海拔为800 m。该地冬季漫长,可达150 d以上,最冷月是1月,平均气温-15℃,最热月是7、8月,平均气温26℃,年平均降水量300 mm左右,山区可达400~500 mm。

用乌鲁木齐、米东和小渠子3个国家气象观测站分别代表乌鲁木齐市城区、郊区和山区进行对比研究(表1)。

表1 研究区域站点信息

Tab.1 The information of meteorological stations in the study area

区域	站名	经度/°E	纬度/°N	海拔/m
城区	乌鲁木齐	87.30	43.47	918.7
郊区	米东	87.39	44.58	601.2
山区	小渠子	87.06	43.34	2161.0

2 资料和方法

研究所用资料为2011—2015年冬季(当年12月至翌年2月)乌鲁木齐市3个国家气象站称重式固态降水逐小时观测数据。首先对称重式固态降水自动站数据进行质量控制,剔除异常值和不完整的

资料。在分析和统计过程中,小时降水量大于等于0.1 mm的时次判定为有降水发生,并分时次对降水量进行累加,得到逐小时累计降水序列。当某一次降水发生时次后连续2 h没有降水发生定义为一次降水过程的结束,并将一次降水开始时刻至降水结束时刻的小时数定义为一次降水持续时间。降水频次为统计时间内发生降水的总次数,降水强度为统计时间内累计降水量与降水频次的比值。

新疆降水等级行业标准^[25]中规定:0.1 mm ≤ R_{24h} ≤ 3.0 mm 为小雪,3.1 mm ≤ R_{24h} ≤ 6.0 mm 为中雪,6.1 mm ≤ R_{24h} ≤ 12.0 mm 为大雪,12.1 mm ≤ R_{24h} ≤ 24.0 mm 为暴雪,24.1 mm ≤ R_{24h} ≤ 48.0 mm 为暴雪, R_{24h} ≥ 48.1 mm 为特大暴雪, R_{24h} 为24 h降水量。

3 结果分析

3.1 乌鲁木齐冬季降雪基本特征

2011—2015年冬季,乌鲁木齐市城区、郊区和山区的累计降雪量分别为248.5 mm、162.3 mm和151.1 mm;累计降雪频次分别为100次、72次和54次。可以看出,累计降雪量和降雪频次都呈现出城区最多、郊区次之、山区最少的特征。从各量级降雪频次和平均持续时间(图1)可以看出,除中雪外,其他各量级降雪频次均表现为城区最多、郊区其次、山区最少。小雪的平均持续时间城区、郊区和山区差异不大,平均在3 h左右;中雪的平均持续时间郊区最短为8.1 h,城区和山区略长,分别为9.8 h和9.3 h;大雪的平均持续时间郊区最短为10.5 h,城区为12.0 h,山区最长为17.0 h;暴雪的平均持续时间城区最短为15.7 h,郊区其次为18.5 h,山区最长为

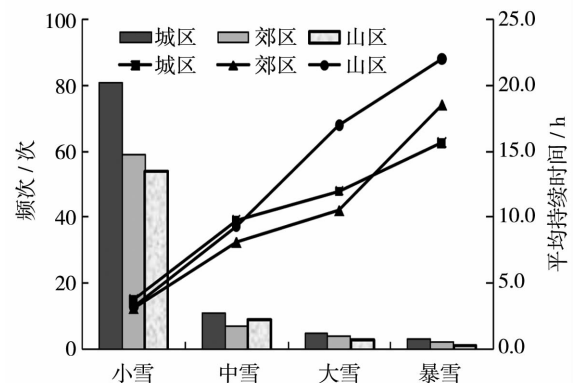


图1 2011—2015年冬季乌鲁木齐市不同量级降雪频次(柱图)和持续时间(折线)分布
Fig.1 The frequencies (bar chart) and duration time (broken line) of snowfall with different intensity in different regions of Urumqi in winters of 2011-2015

22.0 h。城区、郊区和山区的小时最大降雪量分别为 4.0、3.1 和 2.5 $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 。综上所述,2011—2015 年间,乌鲁木齐市城区的强降雪出现频次均大于郊区和山区,降雪的极端性特征更加明显。对比乌鲁木齐市夏季降雨特征^[11],可以看出,冬季降雪和夏季降雨的区域差异显著,夏季强降雨多发于山区,而冬季强降雪更易出现在城区。这可能与夏季山区多对流系统发展、冬季城区热岛效应突出等因素有关。

3.2 累计降雪量、降雪频次及降雪强度的日变化特征

图 2 为 2011—2015 年冬季乌鲁木齐市城区、郊区和山区累计降雪量、降雪频次及降雪强度日变化曲线。可以看出,乌鲁木齐市城区夜间各时次降雪强度差异不大,白天自清晨到午后降雪强度逐渐加

强,13:00(北京时,下同)和 15:00 是两个相对峰值,午后至傍晚时段降雪强度逐渐减弱;累计降雪量波动较大,07:00 和 18:00 为两个相对峰值,23:00 为谷值;降雪频次的分布特征与累计降雪量基本一致,清晨和下午存在两个相对高值区,13:00—16:00 为相对低值区。郊区降雪强度的变化幅度比城区和山区都明显,13:00 和 18:00 是两个峰值,且峰值强度值均大于城区和山区;累计降雪量和降雪频次基本呈同位相变化,但 13:00 和 18:00 二者呈反位相分布,特别是 13:00 降水频次为最低值,而累计降雪量却处于这一时段的峰值,因此该时次的降雪强度值在各时次中表现为最大。山区的累计降雪量和降雪频次都呈现出显著的单峰特征,17:00—21:00 为峰值区,其他时次相对较少;降雪强度 11:00—17:00

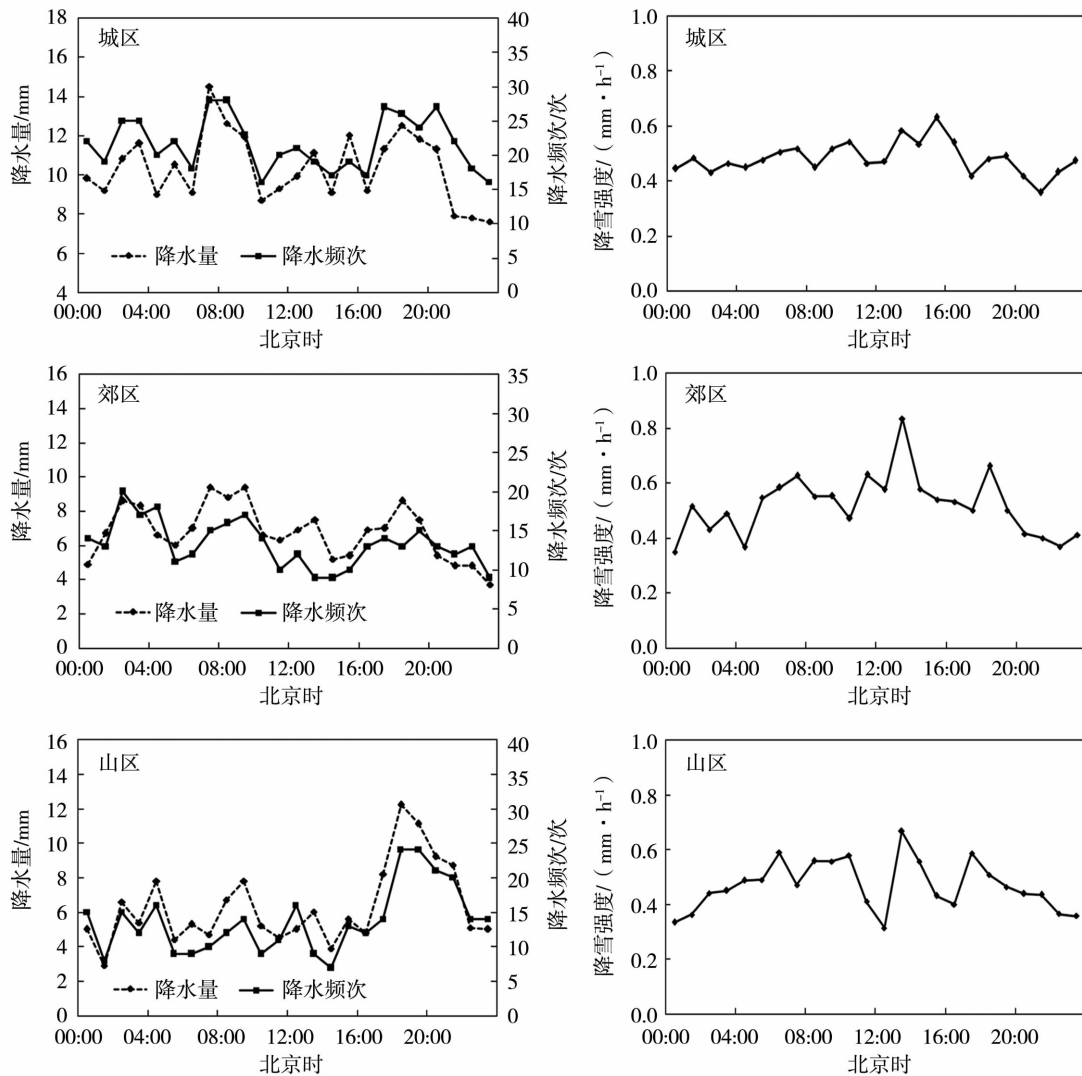


图 2 2011—2015 年冬季乌鲁木齐市不同区域累计降水量、平均降水频次及平均降水强度的日变化

Fig. 2 Diurnal variation of accumulated precipitation amount, mean snowfall frequency and intensity in different regions of Urumqi in winters of 2011 - 2015

变化幅度较大,18:00 到午夜逐渐减弱,前半夜到早晨逐渐加强。乌鲁木齐市城区、郊区和山区的降雪强度均表现出白天波动振幅大于夜间的特征,城区、郊区的累计降雪量和降雪频次分布较为相似,山区在傍晚前后的单峰特征明显。

图 3 为乌鲁木齐城区、郊区和山区 2011—2015 年冬季降雪量、降雪频次和降雪强度的差值分布。从图 3(a)可以看出,城区降雪量在一天的任意时刻都多于郊区;除 21:00 外的其他时刻城区的降雪量也均多于山区。城区在全天的所有时刻降雪频次均多于郊区和山区[图 3(b)]。城区降雪强度傍晚至凌晨时段强于郊区,上午时段强于山区,其他时段均比郊区和山区偏弱[图 3(c)]。

3.3 不同持续时间降雪的日变化特征

已有针对乌鲁木齐夏季降雨的研究表明降雨的日变化特征与降雨的持续性之间存在密切关系。乌鲁木齐夏季持续 1~3 h 的短时性降雨主要集中在前半夜,持续 4~6 h 和 7~9 h 降雨多集中在前半夜到后半夜,持续 10~12 h 及以上的降雨多发生在下午至后半夜^[26-27]。冬季降雪的日变化特征与降雪的持续性之间存在何种联系?不同区域冬季降雪峰值时间与持续时间存在怎样的差异?为解决上述问题,对不同持续时间降雪进行统计分析,讨论不同持

续降雪事件的日变化特征。

图 4 为乌鲁木齐市城区、郊区和山区不同持续性降雪事件的累计降雪量和降雪频次的日变化分布。就城区而言,持续 1~6 h 降雪量在清晨到上午易出现极大值,持续 6~14 h 降雪量在 12:00—16:00 易出现极大值,持续时间超过 14 h 的降雪量易在中午和傍晚出现极大值。持续 1~2 h 的降雪频次在凌晨到前半夜和下午到傍晚较多,2~6 h 的降雪频次在清晨较多,6 h 以上的降雪频次主要集中在下午到傍晚。从郊区的分布特征可以看出,持续 1~6 h 的降雪量在前半夜和清晨易出现极大值,持续时间超过 6 h 的降雪量主要在中午出现极大值;持续时间 1~6 h 的降雪频次在凌晨较多,超过 6 h 的降雪频次日变化特征不明显。持续 1~6 h 的降雪量在下午到傍晚易出现极大值,持续时间超过 6 h 的降雪量主要在中午到傍晚出现极大值;持续时间 1~6 h 的降雪频次在下午到傍晚较多,超过 6 h 的降雪频次也在下午到傍晚较多。

综上所述,乌鲁木齐市城区和郊区短历时降雪(1~6 h)的最大降雪易出现在夜间和清晨;长历时降雪(超过 6 h)的最大降雪出现在上午和傍晚;山区不论短历时降雪还是长历时降雪,其最大降雪均易出现在下午至傍晚。

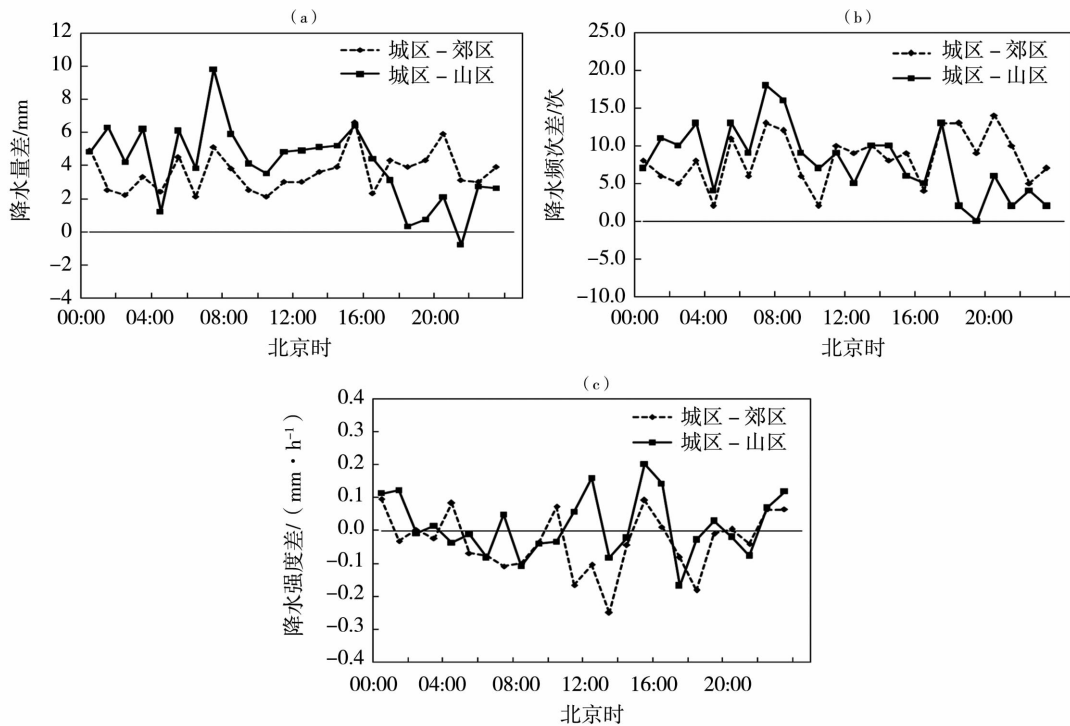


图 3 2011—2015 年冬季乌鲁木齐市城区降水量(a)、降水频次(b)、降水强度(c)与郊区、山区的差值
 Fig. 3 The differences of precipitation (a), precipitation frequency (b) and precipitation intensity (c) between the urban and the suburb, mountain area of Urumqi in winters of 2011 - 2015

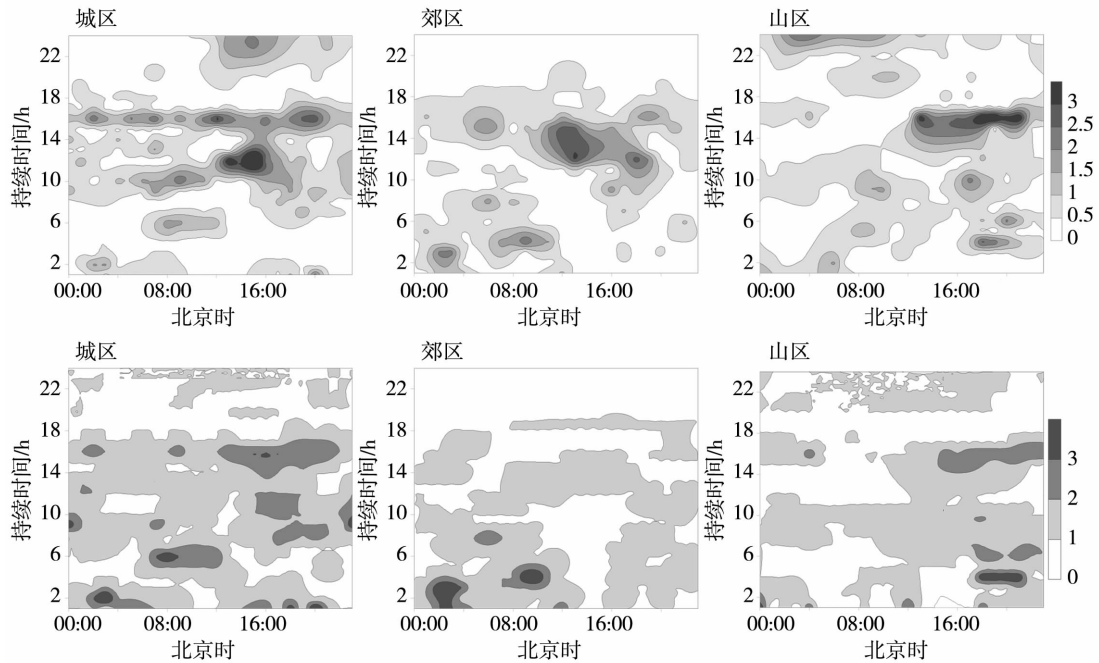


图4 2011—2015年冬季乌鲁木齐市不同区域不同持续时间降雪事件的累计降水量(上,单位:mm)及降雪频次(下,单位:次)的日变化

Fig. 4 Diurnal variation of the accumulative precipitation (the top, Unit:mm) and frequency (the bottom, Unit:times) for different duration time in different regions of Urumqi in winters of 2011 - 2015

3.4 降雪过程开始和结束特征

图5为乌鲁木齐市城区、郊区和山区降雪过程开始和结束时间的逐时频数分布特征。可以看出,城区降雪过程多开始于清晨07:00—08:00和下午17:00,所占比例分别为27.5%和9.8%,结束时间多发生在11:00—13:00,所占比例为19.6%。郊区

降雪过程多开始于前半夜23:00至次日02:00、凌晨06:00—07:00和午后14:00—16:00,所占比例分别为31.0%、14.3%和21.4%,结束时间多发生在前半夜02:00—04:00和上午09:00—12:00,所占比例分别为28.6%和26.2%。山区降雪过程的开始时间集中在14:00—17:00,所占比例达44.5%,结

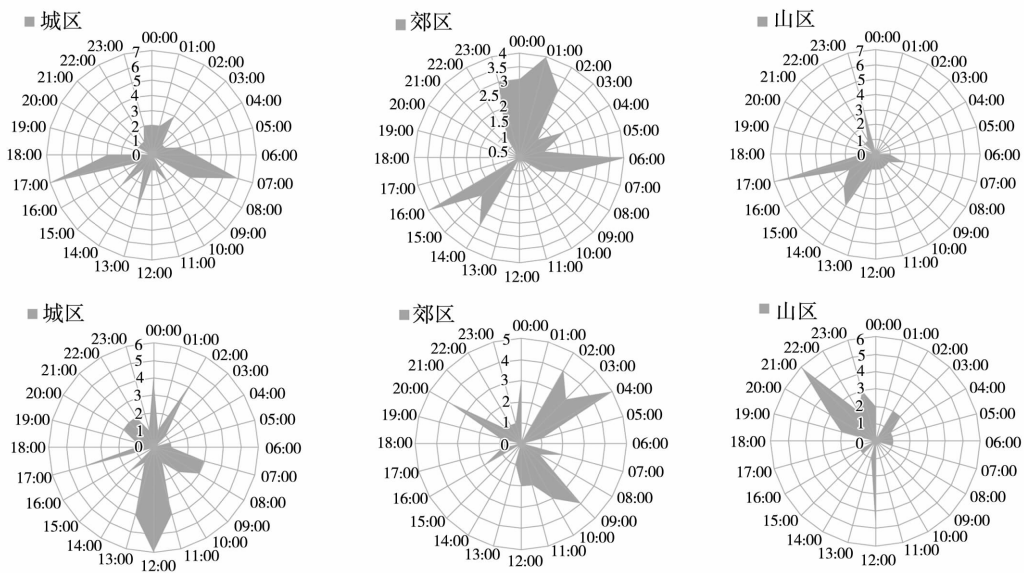


图5 2011—2015年冬季乌鲁木齐市降雪过程开始(上)和结束(下)时间的逐时频数(单位:次)
Fig. 5 The hourly frequency distribution of snowfall starting (the top) and ending (the bottom) time in winters of 2011 - 2015 in different regions of Urumqi (Unit:times)

束时间集中在 19:00—24:00,所占比例达 50.0%。对比城区、郊区和山区降雪过程开始和结束时间分布可以看出,山区降雪开始和结束时间较为集中,多为午后开始,傍晚至前半夜结束;城区和郊区相对分散,城区降雪过程多在清晨和午后开始,中午结束;郊区降雪过程多在前半夜开始,上午结束。

4 结论和讨论

(1)2011—2015 年冬季,乌鲁木齐市城区累计降雪量、累计降雪频次和各量级降雪频次均大于郊区和山区。城区、郊区和山区的小雪平均持续时间差异不大,中雪的平均持续时间郊区最短,城区和山区略长;大雪的平均持续时间郊区最短、城区其次、山区最长;暴雪的平均持续时间城区最短、郊区其次、山区最长。小时最大降雪量城区最大、郊区次之、山区最小。对比可见冬季降雪和夏季降雨的区域差异显著,夏季强降雨多发于山区,而冬季强降雪更易出现在城区,可能与夏季山区多对流系统发展、冬季城区热岛效应突出等因素有关。

(2)乌鲁木齐市城区、郊区和山区的降雪强度均表现出白天波动振幅大于夜间的特征,城区、郊区的累计降雪量和降雪频次分布较为相似,山区在傍晚前后(17:00—21:00)的单峰特征明显。除 21:00 外,城区逐时降雪均大于郊区和山区;城区逐时降雪频次大于郊区和山区;城区降雪强度在傍晚至凌晨时段强于郊区,在上午时段强于山区,其他时段均比郊区和山区偏弱。

(3)乌鲁木齐市城区和郊区短历时降雪(1~6 h)的最大降雪易出现在夜间和清晨;长历时降雪(超过 6 h)的最大降雪易出现在上午和傍晚;山区不论短历时还是长历时降雪的最大降雪均易出现在下午至傍晚。

(4)山区降雪开始和结束时间较为集中,多为午后开始,傍晚至前半夜结束;城区和郊区相对分散,城区降雪过程多在清晨和午后开始,中午结束;郊区降雪过程多在前半夜开始,上午结束。

本文从统计的角度揭示了乌鲁木齐市不同区域冬季降雪的日变化特征,但对造成乌鲁木齐市不同区域降雪量、降雪频次和降雪强度日变化特征差异的物理机制以及上述区域冬季降雪和夏季降雨的日变化特征差异的物理机制尚未涉及,这将是下一步研究的方向。

参考文献:

[1] 宇如聪,李建,陈昊明,等. 中国大陆降水日变化研究进展[J].

气象学报,2014,72(5):948-968.

- [2] 李建,宇如聪,王建捷. 北京市夏季降水的日变化特征[J]. 科学通报,2008,53(7):829-832.
- [3] KINCER J B. Daytime and nighttime precipitation and their economic significance[J]. Mon Wea Rev,1916,44(11):628-633.
- [4] 吕炯. 巴山夜雨[J]. 气象学报,1942,16(1/2):36-53.
- [5] 张运福,王颖,赵春雨. 辽宁省降水日数的气候变化特征[J]. 自然灾害学报,2008,17(5):75-81.
- [6] 李明才,段丽瑶,杨艳娟,等. 天津市夏季降水日变化特征[J]. 气象与环境报,2009,25(6):11-14.
- [7] 赵玉春,徐明,王叶红,等. 2010 年汛期长江中游对流降水日变化特征分析[J]. 气象,2010,38(10):1196-1206.
- [8] 胡亮,杨松,李耀东. 青藏高原及其下游地区降水厚度季、日变化的气候特征分析[J]. 大气科学,2010,34(2):387-398.
- [9] LI J, YU R C, ZHOU T J. Seasonal variation of the diurnal cycle of rainfall in southern contiguous China[J]. Journal of Climate, 2008, 21:6036-6043.
- [10] YU R C, XU Y P, ZHOU T J, et al. Relation between rainfall duration and diurnal variation in the warm season precipitation over central eastern China[J]. Geophysical Research Letters, 2007, DOI:10.1029/2007GL030315.
- [11] 张家宝. 新疆降水概论[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1987:229-232.
- [12] 沙比提,买买提,欢乐希,等. 1961—2014 年乌鲁木齐地区气候特征及干湿区变化[J]. 干旱气象,2016,34(3):448-455.
- [13] 曾勇,杨莲梅,张迎新. 中亚低涡背景下新疆阿克苏地区一次强对流天气形成的干侵入机制[J]. 干旱气象,2018,36(1):34-43.
- [14] 苗云玲,张云惠,卓世新,等. 东疆地区汛期降水集中期的时空变化特征[J]. 干旱气象,2017,35(6):948-956.
- [15] 马建勇,潘婕,姜江,等. 北疆地区 1955—2009 年气温、降水变化特征的时间序列分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2012,6(2):18-24.
- [16] 姚楚平,刘妮娜,井立红,等. 1954—2010 年和布克赛尔县降水变化特征及其影响事实分析[J]. 沙漠与绿洲气象,2012,6(4):27-31.
- [17] 周雪英,段均泽,李晓川,等. 1960—2011 年巴音布鲁克山区降水变化趋势与突变特征[J]. 沙漠与绿洲气象,2013,7(5):19-24.
- [18] 王新萍,杨青,刘志辉,等. 模糊 C 均值聚类法在新疆年降水气候分区中的应用[J]. 沙漠与绿洲气象,2013,7(6):30-35.
- [19] 刘琳,陈静. 新疆 1961—2011 年极端降水事件年内非均匀性特征[J]. 沙漠与绿洲气象,2013,7(1):53-59.
- [20] 刘天虎,刘天龙. 集合经验模态分解下中国新疆降水变化趋势的区域特征[J]. 沙漠与绿洲气象,2015,9(4):17-24.
- [21] 黄俊利,魏文寿,杨青,等. 塔克拉玛干沙漠南缘极端降水变化趋势与突变特征[J]. 沙漠与绿洲气象,2012,6(2):30-34.
- [22] 黄秋霞,赵勇,何清. 新疆伊犁河谷夏季降水日变化特征[J]. 冰川冻土,2015,37(2):369-375.
- [23] 李博渊,马宏君,庄晓翠,等. 2010—2016 年新疆阿勒泰地区暖季降水日变化特征[J]. 干旱气象,2017,35(5):797-850.
- [24] 陈春艳,赵克明,阿不力米提江·阿不力克木,等. 暖湿背景下新疆逐时降水变化特征研究[J]. 干旱区地理,2015,38(4):

692-702.

- [25] 肖开提·多莱特. 新疆降水量级标准的划分[J]. 沙漠与绿洲气象, 2005, 28(3): 7-8.
- [26] 刘惠云, 王晓梅, 肖书君, 等. 乌鲁木齐市近40多年降水演变特征[J]. 干旱区研究, 2007, 24(6): 785-789.
- [27] 王世杰, 杨莲梅, 史玉光. 乌鲁木齐1991—2010年降雨特征[J]. 中国沙漠, 2012, 32(2): 509-516.

Diurnal Variation of Winter Snowfall in Urumqi of Xinjiang from 2011 to 2015

YANG Xia¹, YU Xiaojing², ZHAO Yalei¹, YIERPANJIANG · Yasen¹

(1. *Xinjiang Meteorological Observatory, Urumqi 830002, China;*
2. *Institute of Desert Meteorology, China Meteorological Administration, Urumqi 830002, China*)

Abstract: Based on the hourly snowfall data from 3 automatic weather stations in Urumqi during the period of 2011–2015, the diurnal variation characteristics of snowfall in different regions of Urumqi were analyzed. The results show that during 2011–2015, the accumulated snowfall, accumulated frequency and the frequency of snowfall with different grades in the urban area of Urumqi were greater than those in the suburb and mountainous areas in winter. The intensity of hourly snowfall was the largest in urban area, followed by suburb area and the smallest in mountainous area. The average duration of light snow in urban, suburban and mountainous areas was not obvious. The average duration of moderate snow in the suburb was the shortest. The average duration of moderate snow in the urban and mountain area was longer. The average duration of heavy snow was the shortest in suburb, followed by urban area and longest in mountain area. The average duration of snowstorm was the shortest in urban area, the second shortest in suburb, and the longest in mountain area. The amplitude of snowfall intensity in daytime was larger than that in night. The snowfall and frequency in mountain area were characterized by a single peak from afternoon to the evening. Except for 21:00, the hourly snowfall and snowfall frequency in the urban area were more than those in suburb and mountainous areas. The intensity of snowfall in the urban area was stronger than that in suburb from evening to early morning. The intensity of snowfall in the urban area was stronger than that in mountain area in the morning. The short duration snow (1–6 h) in urban and suburban areas was prone to occurring at night and in the morning, the long duration snowfall (more than 6 h) was easy to appear in the morning and evening. The short duration and long duration snow in the mountain area was easy to appear in the afternoon and evening. The snowfall in urban area began in the early morning or early afternoon and ended at noon. The snowfall in the suburb area began at midnight and ended in the morning. The snowfall in the mountain area started in the afternoon and ended in the late evening.

Key words: snow; hourly snowfall; diurnal variations; Urumqi