

2010~2019年张家口地区降雪天气分型

周彦丽^{1,2*}, 赵海江²

¹张家口市气象局, 河北 张家口

²河北省气象与生态环境重点实验室, 河北 石家庄

Email: 23892059@qq.com

收稿日期: 2021年7月27日; 录用日期: 2021年8月31日; 发布日期: 2021年9月7日

摘要

基于张家口市14个地面气象观测站2010~2019年气象观测资料、张家口市气象台存储天气个例资料、河北省气象台灾害性天气个例库暴雪资料, 结合NCEP再分析资料, 对近年张家口地区共79次降雪天气过程做个例分型, 结果表明: 1) 该地区降雪天气过程主要出现在当年11月至次年3月, 11月最多为2.2次/年, 12月最少只有0.9次/年; 2) 该地降雪过程大致可分为四个类型: 西风槽东移型、北涡南槽型、横槽型和回流型; 3) 西风槽东移型出现次数最多, 北涡南槽型次之, 横槽型最少; 4) 回流型降雪过程降雪量级明显要大于其它降雪类型。

关键词

张家口地区, 降雪, 天气分型

Classification of Snowfall Weather in Zhangjiakou from 2010 to 2019

Yanli Zhou^{1,2*}, Haijiang Zhao²

¹Zhangjiakou Meteorological Bureau, Zhangjiakou Hebei

²Key Laboratory of Meteorology and Ecological Environment of Hebei Province, Shijiazhuang Hebei

Email: 23892059@qq.com

Received: Jul. 27th, 2021; accepted: Aug. 31st, 2021; published: Sep. 7th, 2021

Abstract

Based on the meteorological observation data of 14 surface meteorological stations in Zhangjia-

*第一作者。

文章引用: 周彦丽, 赵海江. 2010~2019年张家口地区降雪天气分型[J]. 自然科学, 2021, 9(5): 656-661.

DOI: 10.12677/ojns.2021.95071

kou from 2010 to 2019, the weather case data stored in Zhangjiakou meteorological station, and the blizzard data stored in the disastrous weather case database of Hebei meteorological station, combined with NCEP reanalysis data, 79 snowfall weather processes in Zhangjiakou area in recent years were classified. The results show that: 1) the snowfall process mainly occurs from November of the current year to March of the next year, with the maximum of 2.2 snowfalls per year in November and the minimum of 0.9 snowfalls per year in December. 2) The snowfall process can be divided into four types: westerly trough eastward moving type, North vortex South trough type, transverse trough type and reflux type. 3) The westerly trough eastward type appears most frequently, followed by the North vortex South trough type and the transverse trough type. 4) The snowfall magnitude of return snowfall is obviously larger than that of other snowfall types.

Keywords

Zhangjiakou, Snowfall, Weather Classification

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2015年7月31日,北京获得2022年冬奥会举办权,北京主办冰上项目,张家口主办雪上项目。作为冬奥城市和京津冀协同发展的重要节点城市,近年来,张家口致力于把“冷资源”变成“热经济”,全面放大冬奥效应,深度开发零度以下资源,推动冰雪运动,壮大冰雪产业。冰雪运动和冰雪产业的发展对当地的冰雪气候资源具有较高的依赖性,而冰雪气候资源则带有明显的季节性与区域性特征。影响冰雪运动和冰雪产业的主要气象因素有温度、降雪和风,特别是降雪,对其影响尤为显著。

近年来,众多学者从不同研究领域出发,对冬奥赛区的冰雪资源做了多方分析研究。徐庆喆等从张家口崇礼区初终雪日、雪季长短、降雪量级等方面着手分析了冬奥赛区降雪资源[1];肖王星等利用2002~2014年MODIS遥感积雪产品,结合1966~2013年台站积雪、气温和降水资料和DEM数据,分析了北京-张家口地区积雪的时空分布特征,并对冬奥会场地进行了积雪资源评价[2];段雯瑜和姬雪帅等分别通过对2012年和2015年的一次暴雪过程中物理量场的诊断分析,研究了张家口地区暴雪天气产生时的水汽条件与动力条件变化特征[3][4];黄山江等利用国家站降水数据、NCEP再分析等资料,分析了2018~2019年冬奥滑雪赛区降雪特征和成因[5]。以上研究主要从对该地单个或多个气象要素着手、或通过对单一降雪过程中物理量场的诊断,分析了冬奥赛区冰雪资源现状,本文拟从长时间序列入手,通过对该地降雪天气类型的分型来分析研究当地冰雪气候资源。

国内部分学者在长时间序列的降雪天气个例分型方面开展了一些研究工作。于莉丽等分析了2000年以来的24次大雪、暴雪(纯雪)过程,把锡林郭勒盟的降雪天气系统分为5类——蒙古冷涡(低槽)型、西来槽型、贝湖低槽(涡)型、东北冷涡(低槽)型、北槽南涡型[6]。吕志红等通过对抚顺2001~2010年近10年的15个暴雪个例的短期天气学分型研究,将抚顺暴雪按500 hPa位势高度场分为横槽型暴雪和小槽东移发展型暴雪[7]。余燕群等利用1988~2018年藏北各站逐日降水资料、逐日天气现象和逐日积雪资料,用气候诊断和小波分析等方法分析了藏北暴雪天气的气候特征,得出藏北区域性暴雪的环流形式可分为4型,即印度低压型、北脊南槽型、阶梯槽型和巴尔喀什湖低槽型;南支槽、热带低压、低涡-切变和高原槽为藏北暴雪天气的主要影响系统[8]。周斌等分析了塔城地区南部暴雪天气的时间变化及环流特征,

以 500 hPa 环流为依据将暴雪天气划分为西西伯利低槽东移南下型、南北 2 支锋区结合型、乌拉尔山低槽东移型 3 种类型[9]。徐建国等利用 1951~2013 年 63a 的地面观测、MICAPS、NCEP、历史天气图等资料, 将发生在内蒙古东南部的 150 次大到暴雪过程的 700 hPa 影响系统分为 7 种类型, 即贝加尔湖低槽型、蒙古低槽型、北槽南涡型、西来斜压槽型、横槽型、低槽型、东北冷涡型[10]。马振升通过对河南省 70 个暴雪个例的分析, 建立了横槽型和两槽一脊型的暴雪天气学模型[11]。阎访等通过普查近 58 年期间出现的 22 次暴雪天气过程, 归纳出石家庄暴雪天气概念模型, 并将其分为高压-倒槽型、高压底部型、低涡冷锋型 3 种[12]。

可见, 目前国内对于降雪天气的分型工作, 均集中在对暴雪天气个例的研究方面, 而对一般降雪天气个例的分型极其少见。本文以张家口地区降雪天气过程中高低空气象场的变化特征为依据, 对 2010~2019 年近张家口地区绝大部分降雪天气过程做了简要分型, 以期为张家口地区冰雪运动和冰雪产业的发展及冰雪气候资源的开发利用提供决策支撑。

2. 研究区域概况

张家口市地处河北省西北部京、冀、晋、蒙四省市交界处。该市地势西北高、东南低, 阴山山脉横贯中部, 将张家口市划分为坝上、坝下两大部分。坝上地区(包括康保、沽源、张北和尚义县)是蒙古高原的一部分, 海拔高度一般在 1400~1600 米; 坝下地区河谷盆地相间, 山峦起伏, 地形复杂, 包括市区、宣化、怀来、万全、怀安、崇礼、赤城、涿鹿、阳原、蔚县, 海拔高度一般在 500~900 米。张家口位于 114~116E°、40~42N°之间, 处于东亚大陆季风气候区内, 冬季盛行西北风, 寒冷干燥。

3. 数据来源

本研究以张家口市 14 个地面气象观测站 2010~2019 年冬季日降水量、地面气温、积雪深度及天气现象等常规气象观测资料为依据, 当 14 个观测站中有 10 个以上站点出现降雪天气且各站日降雪量大于 0.1 mm 时, 记为一次降雪天气过程。利用 2010 年以来张家口市气象台存储天气个例资料、河北省气象台灾害性天气个例库暴雪资料, 结合 NCEP 再分析资料, 选取了张家口地区共 79 次降雪天气过程做本次降雪天气个例分型, 其中小雪过程 59 次, 中雪过程 9 次, 大到暴雪过程 11 次。

4. 结果与分析

4.1. 降雪日数月分布

研究表明, 张家口市的降雪日主要集中在 11 月至次年 3 月之间[13], 雪资源丰富区位于崇礼以北县区[14]。本文所选 79 次降雪过程均处于 11 月至次年 3 月间, 月平均降雪过程为 1.52 次/年, 11 月最多为 2.2 次/年, 其次为 2 月和 3 月, 1 月最少只有 0.9 次/年。

4.2. 降雪天气气象场分型

通过对这些降雪天气过程气象场的形势演变及高低空配置的分析, 大致将它们分为四个类型: 西风槽东移型、北涡南槽型、横槽型和回流型(见表 1)。

4.2.1. 西风槽东移型

每年 10 月中旬以后, 东亚高空西风急流分为南北两支。整个中国大陆都在西风环流控制之下, 西风带平均大槽位于 140E°附近。我国上空基本气流是西北风, 蒙古冷高压强度达全年最强, 中心平均位于 100~105E°、45~55N°附近[15]。

受东亚地区冬季环流特征及张家口地区地形和地理位置影响, 该地区降雪天气以西风槽东移型居多,

2010年以来共出现38次(占全部降雪过程的48%),其中小雪过程33次,中雪过程3次,大雪过程2次。该类型降雪天气发生时,110E°、40N°以西的中高层常有偏西或西北路径低槽东移,大部分过程中低层配合有切变或急流,有时候也会出现横槽或较浅薄的低涡;在36次西风槽东移降雪过程中,有9次地面配合有倒槽。

Table 1. Classification of 79 snowfall cases in Zhangjiakou area from 2010 to 2019

表 1. 2010~2019 年张家口地区 79 次降雪天气个例分型

| 天气类型 | 出现次数 | 占比 | 降雪量级 | 出现次数 | 占比 |
|--------|------|-------|------|------|-------|
| 西风槽东移型 | 38 | 48.1% | 小 | 33 | 86.8% |
| | | | 中 | 3 | 7.9% |
| | | | 大到暴雪 | 2 | 5.3% |
| 北涡南槽型 | 18 | 22.8% | 小 | 11 | 61.1% |
| | | | 中 | 4 | 22.2% |
| | | | 大到暴雪 | 3 | 16.7% |
| 横槽型 | 10 | 12.7% | 小 | 8 | 80.0% |
| | | | 中 | 0 | // |
| | | | 大到暴雪 | 2 | 20.0% |
| 回流型 | 13 | 16.5% | 小 | 7 | 53.8% |
| | | | 中 | 2 | 15.4% |
| | | | 大到暴雪 | 4 | 30.8% |

4.2.2. 北涡南槽型

北涡南槽型降雪过程发生时,通常东亚中高纬度贝加尔湖以西会出现低槽,并在东移的过程中逐渐加深形成闭合系统;同时,原本位于短波槽南部河套一带较为平直的南支槽也逐渐东移加深,与北部的闭合系统耦合后形成北涡南槽的形势。2010年以来,该市共出现北涡南槽型降雪过程18次,其中大雪过程3次,中雪过程4次,小雪过程11次。当高层环流场为北涡南槽型时,绝大部分情况下中低层均会存在切变或急流,当整个系统较为深厚时,地面也可能出现气旋。

4.2.3. 横槽型

横槽型降雪过程共出现10次,其中暴雪过程1次,大雪1次,小雪8次。横槽型降雪天气发生时,影响张家口地区的冷空气主力往往盘横在120E°附近50~60°N之间,冷空气底部向西伸出一个东-西走向横槽,槽前后是偏北风与偏西风的切变。随着冷空气主力的东移减弱,横槽底部冷空气会随之南下影响该市,大部分天气过程中低层会出现切变或急流,有3次过程地面出现了倒槽。

4.2.4. 回流型

回流型降雪过程是一种特殊的天气类型。一般来讲,回流型降雪发生时,冷空气会从东北平原南下,经过渤海以偏东路径侵入华北平原形成降雪天气[16]。

2015年11月5~7日天气过程为一次典型的回流型降雪。2015年11月4日20时,冷空气主力位于120E°附近60~70N°之间,东北平原位于冷空气南部偏西气流控制之下,张家口上空500 hPa为偏西气流控制,底层850 hPa则处于偏北气流控制之下(图1左),而地面则处于西北东南向的冷高压轴前部,地面

盛行偏北风。随着冷空气主力的东移, 逐渐有冷空气南下侵入东北平原, 东北平原转为偏北气流控制, 同时冷空气进入东北平原后, 在 42°N 附近由偏北风转为东北路径侵入张家口(图 1 右), 500 hPa 高度场张家口上空转为低压槽前西南气流控制; 而地面图上, 从河套南部逐渐有一低压倒槽生成, 并沿着东北方向发展加深。2015 年 11 月 5 日 11 时, 张家口南部地区开始出现降雨, 至 20 时中北部地区也逐渐出现降雪; 6 日 02 时, 全市均转为降雪, 并持续到 6 日夜间。

回流型降雪过程的降雪量级明显要大于其它降雪类型, 本次分析 79 次过程中, 共出现 13 次回流型降雪天气过程, 其中暴雪过程 2 次, 大雪过程 2 次, 中雪过程 2 次, 小雪过程 7 次, 中雪及以上过程占比达到 46%, 明显高于其它类型。

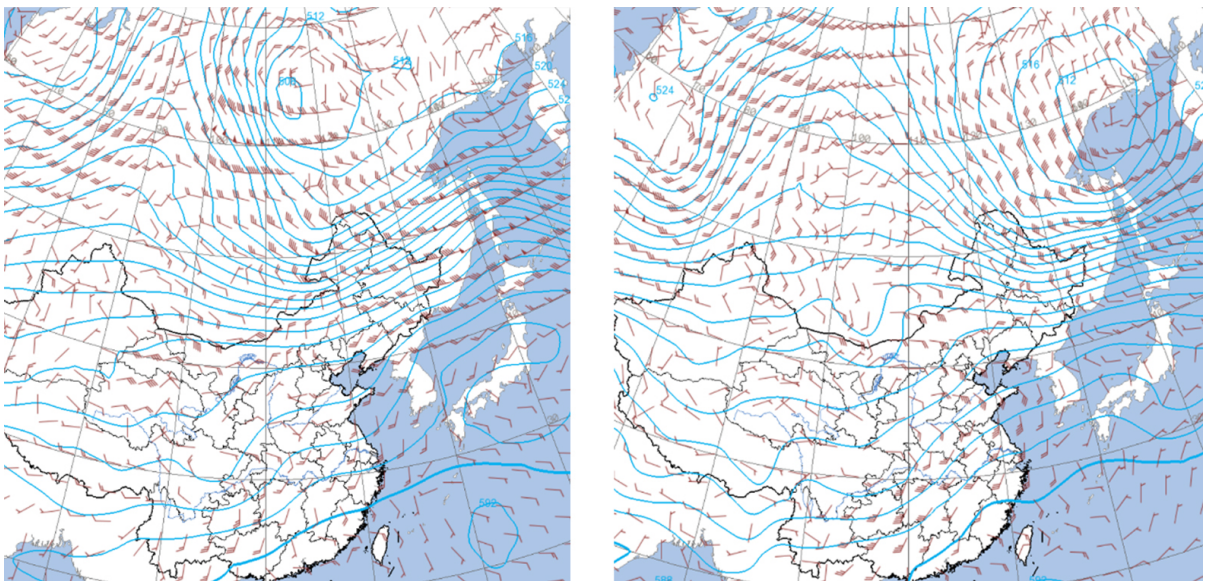


Figure 1. 500 hPa height field and 850 hPa wind field at 20:00 on November 4, 2015 (left) and 500 hPa height field and 850 hPa wind field at 08:00 on November 6, 2015 (right)

图 1. 2015 年 11 月 4 日 20 时 500 hPa 高度场和 850 hPa 风场(左)和 2015 年 11 月 6 日 08 时 500 hPa 高度场和 850 hPa 风场(右)

5. 结论

通过对 2010 年以来张家口地区 79 次降雪天气个例天气形势演变过程的分析, 得出以下结论:

1) 该地区降雪天气过程主要出现在当年 11 月至次年 3 月, 从降雪过程的月分布来看, 11 月最多为 2.2 次/年, 其次为 2 月和 3 月, 12 月最少只有 0.9 次/年。

2) 79 次降雪过程大致可分为四个类型: 西风槽东移型、北涡南槽型、横槽型和回流型。

3) 四个降雪天气类型中, 西风槽东移型出现次数最多, 2010 年以来共出现 38 次(占全部降雪过程的 48%); 北涡南槽型次之, 共出现了 18 次(23%); 第三为回流型, 共出现 13 次(17%); 横槽型最少, 只出现了 10 次(13%)。与张家口毗邻的锡林郭勒盟及内蒙古东南部大到暴雪过程分析结果[6]、[10]相比, 除西风槽东移型降雪过程在上述地区均较多见外, 北槽南涡型降雪过程在上述地区也较为多见, 而回流型降雪过程在上述地区很少发生, 这与张家口地区降雪环流系统差异较大有关。

4) 回流型降雪过程降雪量级明显要大于其它降雪类型, 13 次回流型降雪天气过程, 出现暴雪过程 2 次, 大雪过程 2 次, 中雪过程 2 次, 小雪过程 7 次, 中雪及以上过程占比达到 46%, 明显高于其它类型。这与阎访等对石家庄暴雪天气的分型结果相一致[12]。

基金项目

本文由河北省省级科技计划(21567624H)资助。

参考文献

- [1] 徐庆喆, 郑景云, 张学珍, 等. 张家口市崇礼的雪季与冬奥会赛期的降雪特征分析[J]. 气候变化研究进展, 2017, 13(3): 223-230.
- [2] 肖王星, 效存德, 郭晓寅, 等. 北京 - 张家口地区冬春季积雪特征分析[J]. 冰川冻土, 2016, 38(3): 584-595.
- [3] 段雯瑜. 张家口市一次暴雪寒潮天气过程分析[C]. 第 31 届中国气象学会年会. 北京, 2014: 966-970.
- [4] 姬雪帅, 王淼, 黄若男, 等. 2015 年张家口一次暴雪成因分析[J]. 农业灾害研究, 2017, 7(Z3): 25-27.
- [5] 黄山江, 张云霞, 段雯瑜, 等. 2018-2019 年冬奥滑雪赛区降雪特征和成因分析[J]. 农业灾害研究, 2020, 10(7): 75-77.
- [6] 于莉丽, 钟珊珊, 魏雪, 等. 锡林郭勒盟大雪、暴雪天气气候特征及分型[J]. 内蒙古气象, 2014(2): 3-7.
- [7] 吕志红, 全美兰, 葛全哲. 抚顺近 10 年暴雪的短期天气学分型研究[J]. 农学学报, 2013, 3(11): 20-24.
- [8] 余燕群, 熊秋芬, 卓玛. 近 31 年藏北暴雪天气的气候特征和环流分型[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(17): 31-37.
- [9] 周斌, 毛荣, 郭翔, 等. 塔城地区南部暴雪天气特征及环流分型[J]. 农业与技术, 2019, 39(14): 145-147.
- [10] 徐建国, 赵立清, 姜凤友, 等. 内蒙古东南部大到暴雪过程影响系统及物理量场特征分析[J]. 气象科技, 2018, 46(5): 919-931.
- [11] 马振升. 河南省区域暴雪的天气学分型及应用[J]. 气象与环境科学, 2013, 36(1): 54-60.
- [12] 阎访, 周顺武, 王传辉. 石家庄暴雪的天气学分型[J]. 中国科技论文, 2015, 10(21): 2555-2562.
- [13] 韩丽娟. 张家口市近 53 年降雪气候特征分析[J]. 环球人文地理, 2014(8): 52.
- [14] 赵海江, 王秀荣, 王立声. 张家口地区雪资源时空特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(5): 63-70.
- [15] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理与方法[M]. 北京: 气象出版社, 2000: 200.
- [16] 李青春, 程丛兰, 高华, 等. 北京一次冬季回流暴雪天气过程的数值分析[J]. 气象, 2011, 37(11): 1380-1388.