

朔州市积雪深度影响条件分析及预报

刘瑞兰 徐卫丽 朱彩芬 梁艳 王文娟
朔州市气象局 山西朔州 036002

【摘要】选取朔州市6个国家站2001—2022年22年间10-4月份共960次(其中纯雪765次、雨雪混合195次)降雪天气过程,统计日新增积雪深度。并利用降水量、气温等常规地面观测资料,研究了不同月份、不同降水性质、不同气象要素条件下降水量与积雪深度的关系,计算不同气象条件下的雪深系数 P ,并对 P 值的变化及其与气象条件的关系进行分析,探讨气象要素对积雪深度的作用及其影响程度,寻找定量关系及预报指标。

【关键词】朔州市;积雪深度;影响条件;预报

Analysis and forecast of the influencing conditions of snow depth in shuozhou city

Liu Ruilan Xu Weili Zhu Caifen Liang Yan Wang Wenjuan

Shuozhou Meteorological Bureau 036002

【Abstract】Selecting 6 national stations in Shuozhou from 2001 to 2022 for 22 years, a total of 960 snowfall weather processes (765 pure snow and 195 rain-snow mixed) in the months of October to April were selected, and the daily increase in snow depth was statistically analyzed. Using conventional ground observation data on precipitation, temperature, etc., the relationship between precipitation and snow depth was studied for different months, different precipitation types, and different meteorological conditions. The snow depth coefficient P was calculated under different meteorological conditions, and the changes in P value and its relationship with meteorological conditions were analyzed to explore the role and influence of meteorological elements on snow depth and to find the quantitative relationship and forecasting indicators.

【Key words】Shuozhou city; snow depth; influencing conditions; forecast

前言

朔州市位于山西省北部,冬季比较寒冷。冬季降雪量和积雪深度的预报是朔州市气象预报预警服务的关键。强降雪发生时,如果再配合雨雪相态转换,常造成路面湿滑、道路结冰和积雪,不仅给大家出行、交通安全和工农业生产带来不利影响,严重时还会造成雪灾。

为了做好有针对性的专项气象服务,为城市规划、交通等部门提供准确及时的降雪量和积雪深度决策服务信息,提前做好除雪各项准备工作,合理安排除雪人力、物力、财力,满足快速发展的经和社会需求。众多学者针对积雪深度从

气候特征、密度变化特征、影响条件、预报方法等许多方面开展了一些有针对性的研究。谢静芳等^[1]从降雪量、风、气温等气象要素入手,对吉林省积雪深度的影响条件进行了分析。陈铁等^[2]对南通地区1951年以来共19次区域性暴雪过程从影响系统、大气层结、动力和水汽条件等方面进行分析总结,然后对相似过程实况进行缩放来推断降雪量和积雪深度。王秋香^[3]等选取北疆20个站1961—2006年积雪及稳定积雪日数、最大积雪深度资料,分析了46年来北疆积雪的变化趋势。王一颀等^[4]对山西冬半年雨转雪过程进行归类和分析,探讨地面气温在降水相态转换中的作用,统计分析

降雪量和积雪深度增量的关系，总结提炼积雪深度预报指标。杨琨等^[9]利用 2009—2011 年冬季加密降雪资料，并采用线性拟合方法，分析得出我国冬季积雪深度变化值和相应降雪量的比值。上述研究成果为进一步开展积雪深度的研究奠定了基础。本文拟通过对积雪深度的影响条件分析，总结出其规律，并根据不同降水性质、不同月份、不同降雪量级和不同气象要素进行分类分析研究，建立降雪量和积雪深度的定量关系，为积雪深度的预报预警提供客观依据。

1 资料和方法

积雪是降雪积聚在地表面所形成的一层固体覆盖物，从积雪表面到地面的垂直深度即为积雪深度。降雪量的多少是影响积雪深度的主要因素，其次是降水性质，还有气象要素（包括气温、风）的变化与积雪深度关系也很明显。由于朔州市加密自动站没有积雪深度资料，因此，选取朔州市 6 个国家站 2001—2022 年共 22a 间 10—4 月份 960（其中纯雪 765 次、雨雪转换 195 次）次积雪深度资料进行分析。为了了解朔州市积雪深度和气象要素的关系，利用降水量、气温、积雪深度等常规地面观测资料，统计日新增积雪深度。为了精细化的研究降水量和积雪深度的关系，按照不同降水性质、不同气象要素分别分析统计。假定： R （mm）是一次降雪天气过程中产生的降雪量， H （cm）是在地面上形成的积雪深度， P （ H/R ）是雪深系数， P （雪深系数）值的大小及其变化代表的是不同降水性质、不同气象条件下降雪量与积雪深度的关系。如果在某一气象条件下， i 代表降雪样本总数， R_i 代表第 i 个样本降雪量， H_i 代表 R_i 形成的积雪深度，则有

$$P = (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_i) / (H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_i)$$

利用上式计算不同气象条件下的雪深系数 P ，并对 P 值的变化及其与气象条件的关系进行分析，探讨气象要素对积雪深度的作用及其影响程度，寻找定量关系及预报指标。

按照降雪量级将样本分成 6 个等级， $0.3\text{mm} \leq R \leq 0.6\text{mm}$ 、 $0.7\text{mm} \leq R \leq 2.4\text{mm}$ 、 $2.5\text{mm} \leq R \leq 4.9\text{mm}$ 、 $5\text{mm} \leq R \leq 9.9\text{mm}$ 、 $10\text{mm} \leq R \leq 19.9\text{mm}$ 、 $R \geq 20\text{mm}$ ，分析每次降雪天气过程降水量与积雪深度的关系。在分析降雪量和积雪深度关系的基础上，研究不同月份、不同降水性质、不同气象要素条件下降水量与积雪深度的关系。

2 降雪量、气温和积雪深度的关系

2.1 降雪量对积雪深度的影响

形成积雪深度的决定性因素是降雪量。根据对 765 次纯雪样本的统计结果来看，雪深系数 P 值为 0.77。即每 1mm 的降雪量在平地表面形成的积雪深度大约为 0.8cm。对 195 次雨雪混合样本统计结果来看， P 值为 0.46，即 1mm 降雪量在平地表面形成的积雪深度大约为 0.5cm。

2.1.1 降水相态为纯雪

通过对表 1 雪深系数和月份的变化对比发现，雪深系数 P 值 1 月份为 0.67，2 月份为 0.81，3 月份为 0.75，4 月份为 0.85，10 月份为 0.78，11 月份为 0.97，12 月份为 0.63。也就是说，雪深系数 P 值 11 月份最大，2 月份和 4 月份次之，3 月份和 10 月份又有所减小，1 月份和 12 月份最小。说明雪深系数具有明显的季节性差异，秋季和春季较大，冬季最小。

表 1 降水相态为纯雪时雪深系数（ P ）和月份的变化关系

月份	1	2	3	4	10	11	12
雪深系数	0.67	0.81	0.75	0.85	0.78	0.97	0.63

通过对雪深系数和降雪量的变化对比发现，雪深系数 P 值当 $0.3\text{mm} \leq R \leq 0.6\text{mm}$ （小雪）时为 0.53，当 $0.7\text{mm} \leq R \leq 2.4\text{mm}$ （小雪）时为 0.68，当 $2.5\text{mm} \leq R \leq 4.9\text{mm}$

（中雪）时为 0.94，当 $5\text{mm} \leq R \leq 9.9\text{mm}$ （大雪）时为 0.91，当 $R \geq 10\text{mm}$ （暴雪）时为 1.26。说明雪深系数和降雪量呈正比关系，随着降雪量的增加，雪深系数越大。

表2 降水相态为雨雪混合时雪深系数(P)和月份的变化关系

月份	2	3	4	10	11	12
雪深系数	0.56	0.43	0.45	0.45	0.49	0.91

注: 1 月份未出现雨雪转换现象

2.1.2 降水相态为雨雪混合

通过对表2雪深系数和月份的变化对比发现,雪深系数P值12月份最大,2月份和11月份次之,4月份和10月份又有所减小,3月份最小,说明雪深系数季节性差异明显。通过对雪深系数和降水量的变化对比发现,雪深系数P值当 $0.3\text{mm} \leq R \leq 0.6\text{mm}$ 时为3.33,当 $0.7\text{mm} \leq R \leq 2.4\text{mm}$ 时为0.8,当 $2.5\text{mm} \leq R \leq 4.9\text{mm}$ 时为0.5,当 $5\text{mm} \leq R \leq 9.9\text{mm}$ 时0.46,当 $10 \leq R \leq 19.9\text{mm}$ 时为0.44,当 $R \geq 20\text{mm}$ 时为0.44。说明雪深系数和降水量呈反比关系,随着降水量的增加,雪深系数反而减小。

2.2 气温对积雪深度的影响

降水相态为纯雪时通过对雪深系数和气温的变化对比发现,雪深系数P值当 $T > 0.1^\circ\text{C}$ 时为0.53,当 $-4.9^\circ\text{C} \leq T \leq 0^\circ\text{C}$ 时为0.71,当 $-9.9^\circ\text{C} \leq T \leq -5^\circ\text{C}$ 时为0.84,当 $-14.9^\circ\text{C} \leq T \leq -10^\circ\text{C}$ 时为0.98,当 $T \leq -15^\circ\text{C}$ 时为1.13。说明雪深系数和气温呈反比关系,随着气温的增加,雪深系数逐渐减小。降水相态为雨雪混合时通过对雪深系数和气温的变化对比发现,雪深系数P值当 $T > 0.1^\circ\text{C}$

时为0.42,当 $-4.9^\circ\text{C} \leq T \leq 0^\circ\text{C}$ 时为0.57。气温低于 -5°C 时,基本上都是纯雪相态。说明雪深系数和气温呈反比关系,随着降水量的增加,雪深系数反而减小。

3 结论

(1) 当降水相态分别为纯雪和雨雪混合的情况下,每1mm的降雪量在平地表面形成的积雪深度大约分别为0.8cm和0.5cm。

(2) 雪深系数具有明显的季节性差异,在降水相态为纯雪时,春、秋季较大,冬季最小;在降水相态为雨雪混合情况下,冬季最大,春、秋季节较小。

(3) 当降水相态为纯雪时,雪深系数和降水量呈正比关系,降水相态为雨雪混合时,雪深系数和降水量呈反比关系。

(4) 雪深系数和气温呈反比关系,随着气温的增加,雪深系数逐渐减小。

参考文献

- [1]谢静芳,章娜,冯瑶.吉林省积雪深度的影响条件分析及预报[A]城市气象服务科学讨论会学术论文集[C],2001:49.
- [2]陈铁,陈爱玉,张树民,等.南通地区强降雪和积雪深度预报研究[J].中国农学通报,2019,35(14):1059-1064.
- [3]王秋香,张春良,刘静,等.北疆积雪深度和积雪日数的变化趋势[J].气候变化进展,2009,5(1):39-43.
- [4]王一韵,赵贵香,马严枝.降水相态转换机制及积雪深度预报技术研究[J].干旱气象,2019,37(6):964-971.
- [5]杨琨,薛建军.使用加密降雪资料分析降雪量和积雪深度关系[J].应用气象学报,2013,24(3):349-354.