

融雪性降水量资料实时处理技术

黄思源¹ 庄科昊¹ 吴京生²

(1 浙江省宁波市气象网络与装备保障中心, 宁波 315012; 2 浙江省气象信息网络中心, 杭州 310017)

摘要 介绍区域自动站冬季融雪产生的雨量记录的识别和自动处理的方法。将融雪性降水量的识别分为降雪和融雪两个过程。在满足降雪的前提下, 测站有雨量记录, 且当时符合融雪条件, 则该雨量记录作为融雪产生的记录处理。据实际使用自动识别的准确率可达 90% 以上。降雪和融雪的条件以区域自动站的气温作为主要依据, 结合临近的国家气象观测站资料进行综合判别。为提高对天气状况和降水性质的识别还加入了雷达估测降水和冬季降水相态判别等产品, 弥补用单一参考站降水资料的缺陷, 对融雪雨量记录识别效果有显著作用。

关键词 雪; 融化; 雨量; 自动观测

中图分类号: P413 DOI: 10.19517/j.1671-6345.20160014 文献标识码: A

引言

近年来地面区域自动气象观测站建设密度越来越高, 国家气象观测站将Ⅱ型自动观测站升级到新型自动观测站, 地面观测自动化程度上了一个台阶, 观测的时间和空间密度成倍增加, 观测时效显著提高, 监测预警能力大大提升。在观测自动化的过程中, 如何提高观测质量, 确保观测资料具有代表性、准确性和比较性方面做了大量的研究和基础工作^[1-4]。从目前降水观测仪器设计上的固有特性和运行情况来看, 区域自动站标配的翻斗式雨量计对于冬季固态降水测量存在很大问题。翻斗式雨量计只适合测量液态降水, 不能测量冬季降雪。对于降雪后雨量计中积雪融化所产生的雨量记录, 导致晴天大面积出现雨量。严重影响气象观测资料的客观性、完整性和准确性, 资料的应用服务受到限制。

目前常规的地面观测数据质量控制主要利用气候学界限检查、气候极值检查、时间空间一致性检查等方法对自动站资料进行质量控制^[5-6], 但对冬季融雪性降水量质量控制没有现成的方法。因此, 对冬季积雪融化期非实时降水量的识别、数据处理和质量控制技术的研究非常迫切, 对提高自动化观测数据质量具有重要意义。

1 资料选取

本文所使用的资料包括 2008—2014 年间浙江省区域自动站和国家气象站的地面气象观测资料。选取了 52 个降雪过程, 13159 个国家气象站的日降雪观测样本。筛选出同期区域自动气象站出现融雪性日降水量(翻斗式雨量传感器记录的雨量)样本 55823 个。

2 处理方法

我国南方地区每年降雪次数不多, 但降雪后一旦回温, 在雨量计内的积雪产生融化就会有雨量记录。通过对历史资料的降雪个例分析, 发现海拔较高的区域自动站出现融雪性记录比平原要多, 有些降雪过程在平原地区只出现雨或雨夹雪, 未形成积雪, 但高山上温度较平原低, 已形成积雪。因此, 首先要确定区域自动站的降雪和积雪条件, 然后根据后期的天气条件以及气温回升的情况判断融雪性降水量。前期有降雪并形成积雪的天气过程作为预选入围的样本个例; 雪后天晴气温回升, 达到 0 ℃以上作为后期融雪雨量的判断条件。

2.1 降雪条件

冬季降雪的基本条件是气温接近 0 ℃, 且天气条件符合降水要求。

2.1.1 气温条件

由于区域自动站没有积雪的记录,因此从国家气象观测站的降雪观测记录以及当天的气温条件作为主要的筛选因子,寻找降雪的判据。2008—2014

年浙江省国家气象观测站有降雪现象的 10012 个样本。表 1 统计了当天日平均气温和最低气温不同情况下的降雪日出现次数。

表 1 2008—2014 年浙江省降雪次数和气温关系统计

日均气温 ℃	最低气温/℃									
	<5		<4		<3		<2		<1	
	次数	%	次数	%	次数	%	次数	%	次数	%
< 8	9924	99.1	9789	97.8	9678	96.7	9486	94.7	8953	89.4
< 7	9899	98.9	9771	97.6	9663	96.5	9475	94.6	8950	89.4
< 6	9812	98.0	9715	97.0	9623	96.1	9446	94.3	8934	89.2
< 5	9577	95.7	9562	95.5	9502	94.9	9357	93.5	8872	88.6
< 4	9163	91.5	9163	91.5	9160	91.5	9067	90.6	8641	86.3

统计结果表明出现降雪的当天日平均气温小于 8 ℃,且日最低气温小于 5 ℃的条件包含了 99% 的样本个例。考虑部分雨夹雪天气过程比较短暂,不会形成积雪。因此,选择包含 93.5% 的样本的气温条件作为可能降雪的判据,即日平均气温小于 5 ℃,且日最低气温小于 2 ℃。

2.1.2 降水条件

区域自动站的翻斗式雨量计无法测量固体降水,要确定降水的天气条件有两个途径,一是参考临近的国家气象观测站的降雨或降雪记录,二是通过测站上空的雷达回波强度作为是否降水的判据。

国家气象观测站有人工观测和值守,观测资料质量高,观测要素种类齐全。因此,将国家气象观测站作为区域自动站的降水参考站(以下简称参考站)。选取原则是以测站为中心,半径在 50 km 以内的国家气象观测站。如果有多个参考站可选择,则选位于西北或偏北方向的。为了减少海拔高度差引起的气温差异,兼顾测站的海拔高度。把所有区域自动站按海拔高度分为 0~400 m、400~700 m、700~1000 m、1000~1300 m、1300 m 以上 5 个等级,在一定范围内尽量挑选海拔高度相近的国家气象观测站作为参考站。

2.1.3 雷达资料应用

对雷达探测资料做网格化处理。将全省的地图做等距离的 1 km×1 km 网格划分,把雷达探测资料叠加到网格上,以区域自动站为中心的 3×3 网格内的雷达组合反射率回波强度的最大值对应到该区

域自动站。将回波强度超过 20 dBz 作为可能降水的条件。特别是对国家气象观测站分布稀疏的地区,雷达遥感资料作为天气状况的辅助判据具有显著的效果,有利于提高区域自动站降雪过程判断的可靠性^[7-8]。

2.2 融雪条件

积雪融化要满足气温和天气状况的条件。将气温大于 0 ℃,且天气晴朗或多云(或阴天无降水)作为融雪的条件。融雪判据中的气温为区域自动站的实测资料,天气条件用参考站资料。

3 综合判别和检验

3.1 融雪性降水量综合判别

考虑到降雪和融雪通常相隔一天或几天以上,因此,对融雪性降水量的判断分为降雪条件和融雪条件进行两次判断。

降雪条件:区域自动站的日平均气温小于 5 ℃、日最低气温小于 2 ℃,且参考站有降水(包括雨、雪、雨夹雪)。

融雪条件:当前气温大于 0 ℃,且 6 h 内(夜间取 12 h 内)参考站无降水。

前 5 天内有满足降雪条件的情况下,当天又符合融雪条件,且区域自动站有雨量记录,则将该雨量作为融雪性降水量处理。

3.2 其他科研成果应用

当区域自动站与参考站之间的距离较远时,用参考站来代表区域自动站的降水存在一定误差。为

提高对降雪判断的准确性,引入浙江省气象台研发的两个实时科研成果产品:一是雷达回波估测降水;二是利用探空和地面观测资料等做出的浙江省冬季降水相态判别结果。

“浙江省冬季降水相态判别指标研究”^[9]项目是通过近地面1.5 m和1000 hPa上气温、0 ℃层高度、850~1000 hPa高度差作为因子做出的降水相态预测,预判雨、雪的TS评分可达0.8以上。

将以上两种科研产品作为辅助条件引入到区域自动站降雪判断中,弥补用单一的参考站降水资料的缺陷,提高了降雪和融雪判断的可靠性。

3.3 检验

用融雪性降水量综合判别条件对2009—2013年浙江省区域自动站雨量进行统计,得到融雪性日降水量记录51761条。结合融雪期间的区域自动站气温、湿度以及同期参考站的雨量、湿度、日照、雷达回波等资料对计算结果进行检验,符合融雪性日降水量记录48893条,拟合率达到94.5%(表2)。

表2 2009—2013年浙江省区域自动站

融雪性降水量检验结果

	2009	2010	2011	2012	2013	合计
判断融雪记录	1810	14148	12245	8122	15436	51761
检验拟合记录	1667	13485	11317	7408	15016	48893
拟合率/%	92.1	95.3	92.4	91.2	97.3	94.5

2013年完成融雪性降水量自动处理软件的开发,并部署在省级探测信息平台上投入业务试运行。共捕捉到12次降雪过程。2014年1—3月4次,73个基本站有降雪;11月1次,37个基本站有降雪。2015年1—3月5次,60个基本站有降雪,11—12月有2次,54个站有降雪。融雪处理的结果如表3所示。

表3 融雪性降水量处理业务试运行的正确率

	2014	2015	合计
融雪性降水量记录数	7575	12583	20158
检验正确记录数	7322	11937	19295
正确率/%	96.7	94.9	95.5

从实际试用来看,还有4.5%的融雪处理错判。经分析这些错判个例大多属浙中南一带的测站,通常位于雪线附近。当区域自动站有真实降水,但参考站没有出现降水,前期有降雪标记,所以将雨量误

删。为解决这个问题,在融雪判别条件中增加雷达估测降水资料^[10],即当区域自动站的雷达估测有降水时,不管前期是否有降雪标记,均不作为融雪雨量处理。

4 实时处理

为满足区域自动站的雨量质量控制实时处理的要求,软件采用效率较高的Client/Server架构。

4.1 融雪性降水量自动处理模块

融雪性降水量自动处理模块以多线程方式在后台运行,实时监控浙江省区域自动站数据库,每5 min检索一次数据接收服务器上的区域自动站数据库。当某站符合融雪性降水量条件时,一方面向质量控制系统发送一条删除雨量指令,通过观测质量控制系统删除区域自动站应用数据库中该测站的雨量;另一方面将该雨量值写入融雪性降水量记录数据库,用于系统误判时还原雨量。保存融雪性降水量的另一个目的是统计气候资料累积雨量,将雪量(固体降水量)加入到月的合计总量。

融雪性降水量自动处理有两个线程。一个线程负责处理降雪条件的检查和判别。每天01:00计算区域自动站前一日的降雪可能性。根据降雪条件和浙江省冬季降水相态判别输出结果对所有区域自动站轮巡检查,当有符合降雪条件或者降水相态产品里有降雪或雨夹雪,判为有降雪,将结果保存到降雪标志数据库。另外,在每天20:00建立清降雪标志的机制。如前一天某测站有融雪雨量处理,且当天没有融雪雨量,就将该测站的降雪标志清除。另一个线程进行融雪雨量检查和处理。按照观测资料5 min间隔的频率,搜索雨量记录。当查询到某测站有雨量出现,前期又有降雪标志,且当时符合融雪条件,雷达估测本站无降水,则对该站做融雪雨量处理。具体的处理流程如图1所示。

4.2 资料查询模块

资料查询模块实现查询任意时段的区域自动站融雪性降水量、降雪、降雨记录,并显示在地图上。具有显示、隐藏任意图层,拖曳、放大、缩小地图等功能。

4.3 人工订正模块

在自动处理出现异常或需要人工干预融雪雨量处理时,软件提供了人工订正的功能。主要解决人工删除雨量和还原错删的雨量记录功能。可在查询

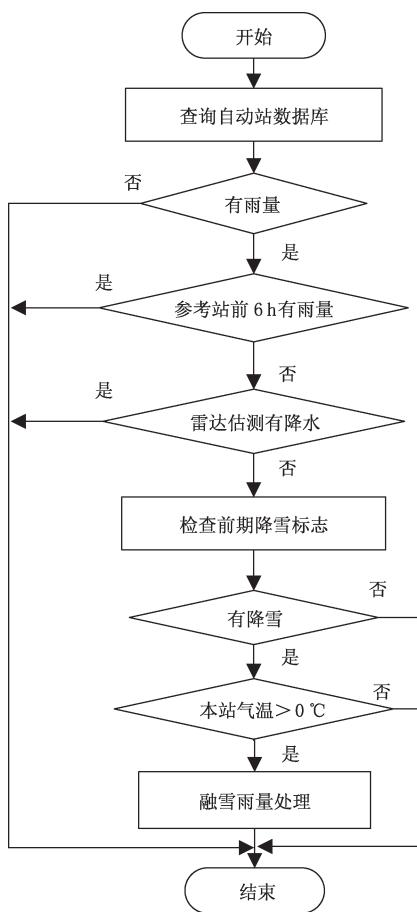


图 1 融雪性降水量处理流程图

降水记录的基础上,直接在地图上把选中的站点雨量作为融雪性降水量删除。当自动融雪性处理出现偏差误删雨量时,可通过还原功能恢复原始记录。

5 结语

(1)区域自动站的融雪性降水量自动处理是通过二次判别(前期降雪标记和后期融雪条件)的机制进行质量控制,能较好地消除融雪造成的晴天出现雨量的现象。

(2)降雪和融雪的条件以区域自动站的气温作为主要依据,结合国家气象观测站资料和雷达估测降水、冬季降水相态判别等产品作为天气状况和降水性质进行综合判别。本方法在近两年降雪天气过程中排除融雪降水量的正确率可达 95% 左右。实

时融雪降水量处理软件提供了人工干预的功能,以弥补误判的现象。

(3)本方法设置的降雪条件相对比较宽,尽可能不漏降雪过程。当符合降雪条件建立降雪标志后,一旦融雪雨量处理结束,自动将降雪标志复位。防止降雪过程后接着出现降雨过程时,可能会将真正的降水量当做融雪降水量处理。

(4)本文处理的方法对解决可能存在的融雪性降水仍有不全面的地方。譬如降雪以后气温回升快,连续产生降水,对这种过程就会产生错判。对于冬季弱降水过程中的融雪性降水量判断难度较大。因为雷达降水产品对于弱回波的降水估测误差较大,而如果弱降水天气系统下参考站距离区域自动站较远,则有可能降水出现不同步或天气完全相反。目前浙江省在部分区域自动站已安装了测量固体降水的称重式雨量计,以后可将这些测站作为参考站,有助于对降雪天气的正确判断。经逐步改进后融雪雨量的处理将更加合理,对于提高探测资料质量和预报服务产生显著的作用。

参 考 文 献

- [1] 周青,张乐坚,李峰,等. 自动站实时数据质量分析及质控算法改进[J]. 气象科技, 2015, 43(5):814-822.
- [2] 刘小宁,任芝花. 地面气象资料质量控制方法研究概述[J]. 气象科技, 2005, 33(3):199-203.
- [3] 任芝花,张志富,孙超,等. 全国自动气象站实时观测资料三级质量控制系统研制[J]. 气象, 2015, 41(10):1268-1277.
- [4] 史静,党岳,张永欣,等. 自动站数据质量控制中关联规则挖掘的应用[J]. 气象科技, 2014, 42(4):612-616.
- [5] 周青,张乐坚,李峰,等. 自动站实时数据质量分析及质控算法改进[J]. 气象科技, 2015, 43(5):814-822.
- [6] 熊安元. 北欧气象观测资料的质量控制[J]. 气象科技, 2003, 31(5): 314-320.
- [7] 吴海英,曾明剑,蒋义芳,等. 多普勒天气雷达资料在一次雨雪天气过程中的应用分析[J]. 气象科学, 2007, 27(2):208-213.
- [8] 王秀玲. 多普勒天气雷达在人工增雪中的应用[J]. 气象科技, 2008, 36(5):631-633.
- [9] 彭霞云,孔照林,张子涵,等. 浙江省冬季降水相态判别指标研究[J]. 浙江气象, 2015, 36(3):8-13.
- [10] 吴书成,魏爽,吴京生. 雷达估测降水在区域站降水平控中的应用[J]. 气象科技, 2015, 43(1):49-52.

Real-Time Processing Technology of Snow Melting Rainfall Data

Huang Siyuan¹ Zhuang Kemin¹ Wu Jingsheng²

(1 Ningbo Meteorological Network and Equipment Support Center, Zhejiang, Ningbo 315012; 2 Zhejiang Provincial Meteorological information and Network Center, Hangzhou 310017)

Abstract: A method for recognizing and automatically processing rainfall records resulted from snow melting from regional automatic observation stations in winter is introduced in detail. The recognition is divided into two processes: snowfall and snowmelt. Under the premise of snowfall, the selected station has a record of rainfall, and it is in accordance with the condition of melting snow. According to the inspection, the automatic recognition accuracy rate is as high as 90%. The temperature of regional automatic observation stations is used as the main condition of snowfall and snow melting, combined with the data of national meteorological observation stations and the comprehensive judgment. In order to improve the recognition of weather conditions and the nature of precipitation, the radar-estimated precipitation, winter precipitation phase discrimination, and other products are also added to make up for the defects of a single reference station for precipitation data, which is of significance to the recognition of snowmelt and rainfall records.

Keywords: snow; snowmelt; rainfall; automatic observation