

地面雨量计结合卫星水汽通道资料估算面降水量

潘永地¹ 姚益平²

(1. 南京气象学院大气科学系, 210044; 2. 浙江省金华市气象局)

提 要

通过降水过程中空间相邻区域在气象卫星水汽通道的亮温数据相对差来描述水汽相对差, 近似为降水量的相对差, 使降水量的分布趋势得到了较为细致的体现。利用它对插值算法进行修正, 提高点降水量的估算准确度, 从而使估算的面降水量更加接近实际面降水量。

关键词: 水汽通道 亮温 面降水量

引 言

面降水量是一个区域的平均降水量, 它代表该区域的实际降水量, 比传统的单点降水量能更加客观地描述该区域的降水量。面降水量也是所有洪水预报系统的输入场, 所以对它的估算成为近几年的一个研究热点。目前, 面降水量的估算方法有多种, 其中较常用的方法是首先用各雨量站的降水资料插值得到其它未设测站的格点的降水量资料, 再用泰森多边形法求得某区域的面降水量。其中的关键是插值得到的降水量是否接近该点的实际降水量。即: 如果插值出来的格点降水量误差小, 那么就能得出较精确的面降水量; 否则, 面降水量就不准确。

本文利用气象卫星水汽通道资料来修正插值, 使得插值的结果更加接近实际降水量, 从而提高面降水量估算值的准确度。

1 原 理

传统的插值方法见图 1, 设 A、B 两站点分布在 O 点两侧, O 点的降水量为 R。

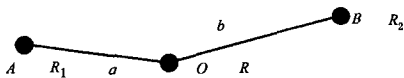


图 1 插值原理

$$\text{则: } R = \frac{b}{a+b}R_1 + \frac{a}{a+b}R_2 \quad (1)$$

a 为 A 点到 O 点的距离; b 为 B 点到 O 点的距离; R_1 为 A 点的降水量; R_2 为 B 点的降水量; R 为 O 点的插值降水量。

插值方法的出发点是基于从 A 点到 B 点的降水量分布均匀变化, 计算得到的降水量 R 在 $\min(R_1, R_2) \sim \max(R_1, R_2)$ 的范围当中。从以上可以看出, 单纯的插值方法由于将 A 到 B 的降水量分布视作均匀, 不能正确反映当 O 点的降水量 $R < \min(R_1, R_2)$ 或 $R > \max(R_1, R_2)$ 的情形, 所以在这种情况下就会产生较大的误差。如果用降水量变化的趋势去修正插值的结果可以解决插值方法的不足, 大大改进插值的准确度。

相同的温度廓线下, 气象卫星水汽通道的亮温分布反映了水汽的分布情况。亮温绝对值越大, 水汽越充沛; 亮温绝对值越小, 水汽越缺乏。相邻区域的温度廓线相似, 亮温的差别主要由水汽差别引起。由于相邻区域的亮温差值相对于亮温值较小, 其相对差可以近似为水汽的相对差。在同一天中(或同一次降水过程的同一时期内), 距离相近的点

处于相同的系统控制之下,在同一时期中,水汽的分布趋势就反映这些点的降水分布趋势。这里所说的点在一定的分辨率下实际上是对应一块区域。所以,我们可以用气象卫星水汽通道的亮温分布趋势来反映降水量的分布趋势对插值进行修正。

由式(1)插值的误差主要来源于降水分布变化的非均匀性,利用亮温分布趋势描述出来的降水分布趋势修正插值使之更趋近于实际情况。

O点与A、B点的降水量差值是:

$$\Delta R_{T1} = \frac{T - T_1}{T_1} R_1$$

$$\Delta R_{T2} = \frac{T - T_2}{T_2} R_2$$

T为O点的亮温绝对值, T₁为A点的亮温绝对值, T₂为B点的亮温绝对值。

在由式(1)所得的R中已经包含了O点与A、B点的部分降水量差:

$$\Delta R_{10} = R - R_1 \quad \Delta R_{20} = R - R_2$$

我们要修正的值就应当除去这部分

$$\text{即: } \Delta R_1 = \Delta R_{T1} - \Delta R_{10}$$

$$\Delta R_2 = \Delta R_{T2} - \Delta R_{20}$$

$$\Delta R_{\text{修正}} = \frac{b}{a+b} \Delta R_1 + \frac{a}{a+b} \Delta R_2$$

修正后的降水量即 R_{修正}为:

$$R_{\text{修正}} = R + \Delta R_{\text{修正}}$$

由于温度廓线的变化及卫星探测器的误差等原因,亮温值的微小波动不一定反映实际的水汽分布波动。另外,考虑到雨量计的误差当亮温绝对值相差在5%以上才对插值进行修正。

2 实例验证

对温州市2003年3~4月份明显的降水过程分别采用单纯的插值法和利用水汽通道修正的方法计算得到温州、平阳、瑞安三站的降水量,与实测值作对比来检验上述思路的正确性。

2.1 资料

风云2号卫星的图像有时会产生飘移,所以采用以前保留的日本GMS卫星水汽通道数据来验证上面的修正技术。

验证的降水过程是2003年2、3、4月浙江省温州市比较明显的降水过程:2月15日20时至2月16日08时、3月4日20时至3月5日08时、4月10日08~20时、4月12日08~20时、4月29日20时至4月30日08时。资料有温州市各测站在相应过程中的降水量(见表1)、由华云气象云图处理系统处理的各时段开始之前半小时到结束之后半小时中每隔一小时一张的VPA GMS水汽通道图。

表1 各站点在各相应时段中的降水量(单位:mm)

日期	时间	温州	永嘉	文成	洞头	平阳	瑞安	乐清
2月16日	20~08	29.5	22.6	30.3	29.9	22.2	25.0	28.8
3月5日	20~08	19.6	18.9	12.5	16.6	15.5	14.5	18.5
4月10日	08~20	39.0	43.8	31.6	41.6	44.1	34.5	38.3
4月12日	08~20	27.8	52.9	20.7	12.6	18.2	28.7	24.2
4月30日	20~08	42.5	17.6	5.7	25.2	24.9	45.5	36.5

2.2 资料处理及运算结果

将各时段内每隔一小时一张的水汽通道图进行平均,得到各时段内的水汽通道平均数据。考虑GMS卫星在中纬度地区的分辨率及测站空间代表性,用站点经、纬度0.02度的范围内的亮温平均值来代表该站点的亮温值。所求各站点在各时段中的亮温绝对值如表2。

表2 各测站代表区域在各时段中的平均亮温绝对值(单位:℃)

日期	时间	温州	永嘉	文成	洞头	平阳	瑞安	乐清
2月16日	20~08	34.80	36.85	35.97	34.25	35.03	34.69	35.60
3月5日	20~08	24.12	24.28	22.88	24.29	22.96	23.54	24.61
4月10日	08~20	41.81	43.35	36.38	39.08	38.14	38.90	41.71
4月12日	08~20	39.58	43.62	39.20	37.33	38.73	38.68	41.25
4月30日	20~08	36.46	36.38	32.48	35.80	34.10	35.16	36.75

根据有资料的站点的分布特征,我们以温州、平阳、瑞安为验证站点。温州点由乐清和瑞安插值,瑞安点由平阳和温州插值,平阳

点由文成和洞头插值。由单纯插值得到的各站在各时段中的降水量见表3;经过水汽通道亮温数据修正后的各站在各时段中的降水量见表4。将表4、表3与表1进行比较就很容易发现经过水汽通道数据修正后运算得到的降水量比单纯插值得到的降水量值更加接近实测值。表4中未划线的是亮温相对差 $< 5\%$,未进行水汽通道的修正,划线的表示利用水汽通道亮温进行了修正。

表3 插值得到的温州、平阳、瑞安
3站在各时段中的降水量

日期	时间	温州	平阳	瑞安
2月16日	20~08	26.7	30.1	24.6
3月5日	20~08	16.3	14.4	16.8
4月10日	08~20	36.2	36.1	42.4
4月12日	08~20	26.6	17.0	21.4
4月30日	20~08	41.4	14.6	30.7

表4 插值中加入水汽通道亮温修正
后在各时段中的降水量

日期	时间	温州	平阳	瑞安
2月16日	20~08	26.7	30.1	24.6
3月5日	20~08	16.3	<u>15.0</u>	16.8
4月10日	08~20	<u>36.7</u>	36.1	<u>40.4</u>
4月12日	08~20	26.6	17.0	21.4
4月30日	20~08	41.4	14.6	30.7

3 结果讨论

由以上结果的比较:修正后的数据更接近实测值,证明加入水汽通道亮温数据修正是合理的,可以用于改善对未设测站处的降水量估算。它从一定程度上补充了单纯插值所忽略了降水分布不均匀信息,提高了单点降水量估算准确度。从而将使面降水量的估算更接近实际情况。

相邻点温度廓线的不一致性是本方法误差的主要来源,所以应当忽略亮温的微小波动。

本文用的是市、县级气象站的降水资料,如果用水文站的资料(密度是气象站的10多倍)将使相邻点的温度廓线更接近,使修正后的降水量更加接近实况。

参考文献

- 1 陈渭民,夏浣青,陈光宗. 卫星气象学. 北京:气象出版社,1989:120~125;128~130.
- 2 葛守西. 现代洪水预报技术. 北京:中国水利出版社,1999.
- 3 熊秋芬,胡江林. 神经网络方法在静止卫星多通道资料估算中的作用. 气象,2002,28(9):17~21.

Simulating Area Rainfall by Ground Gauge Observation and Water Vapor Channel Data of Meteorological Satellite

Pan Yongdi¹ Yao Yiping²

(1. Atmospheric Science Department, Nanjing Meteorological Institute, 210044; 2. Jinhua Meteorological Office, Zhejiang Province)

Abstract

The relative difference of vapor TBB in the nearby area reveals the distribution of vapor, it can be treated as the approximation of rainfall's distribution of the area at the same time. With this distribution, the simulation of area rainfall can be modified. The simulating result is quite close to the actual rainfall than that without modified. As a result, the accuracy of the rainfall simulation was improved greatly by this method.

Key Words: vapor TBB channel interpolation modify area rainfall