

# 利用微波做短时强降水估计

季良达，张凤英，李小龙

(国家卫星气象中心，北京 100081)

摘 要：本文主要是利用 NOAA-16 气象卫星的 AMSU-B 微波仪器(5 个通道)所接收到的 2002 年 8 月 6 日 03 时(北京时)的图像做短时的强降水估计。通过对微波图像和红外云图以及 6h 降雨量的分析，我们可清楚的看到，利用 AMSU-B 的微波图像可较为准确分析出中小尺度微波图所在的位置，和在各层次的强弱以及该系统水汽含量的垂直结构等。另外，通过分析也可看出，利用微波图像做短时的强降水估计，除看微波图像外，还应利用红外云图分析云团生命史和各个阶段及其移向、移速等才可较为近似估计出强降水量的大小。

关键词：微波；强降水；云量；估计

中图分类号：P731 文献标识码：A 文章编号：1003 - 0239 (2004) 01 - 0070 - 05

## 1 引言

国家正在运行的极轨气象卫星系列 NOAA-KLM 携带有先进的微波湿度探测装置(AMSU-B)。AMSU-B 有 5 个通道，星下点的空间分辨率为 15KM。表 1 给出了 AMSU-B 通道的光谱特征及其主要探测目的。

表 1 AMSU-B 光谱通道特征及其主要探测目的

通道序号	中心频率 (MHz)	通道宽度 (MHz)	主要吸收成分	峰值能量 贡献高度	主要探测目的
16	89,000+/-900	1000	窗区	地表	地表特征、可降水等
17	150,000+/-900	1000	H <sub>2</sub> O	1000hPa	可降水等
18	183,310+/-1000	500	H <sub>2</sub> O	400hPa	大气湿度
19	183,310+/-3000	1000	H <sub>2</sub> O	600hPa	大气湿度
20	183,310+/-7000	2000	H <sub>2</sub> O	800hPa	大气湿度

利用 NOAA-16 气象卫星的 AMSU-B 5 个通道所接收到的微波遥感图像可以做短时的强降水量估计。从 2002 年 8 月 6 日 03 时(北京时)所接收到的图像和它所对应的 6h 降雨量看，有较好的相关性。现以四川阆中和重庆梁平等地 6h 降雨量图与微波图像做一对比分析。根据 AMSU-B 通道的权重函数图可知：第 1 通道和第 2 通道反应的是 1000m 以下的微波信息；第 3 通道主要反应的是 8000 m 高度的微波信息；第 4 通道主要反应

的是 5000 m 的微波信息;第 5 通道主要反应的是 3000 m 的微波信息(图略)。

又根据微波对大多数云体具有穿透的性能,AMSU-B 不仅可获取晴空和部分有云情况下的湿度廓线,而且还能获取有云的天空状况下的湿度廓线,但对密度极大的云(如:积云等)微波不能穿透的特性,我们做如下分析。

## 2 图像信息分析

利用 NOAA-16 的 AMSU-B 微波图像对 2002 年 8 月 6 日 02 时至 08 时 6h 四川阆中和重庆梁平的降雨量估计。图 1~5 给出了 2002 年 8 月 6 日 03 时(北京时)四川阆中和重庆梁平地区 NOAA-16 AMSU-B 通道 1~5 的图象。由图可见,四川阆中和重庆梁平各为一个中尺度强对流云团覆盖,两个云团强弱由内向外,各有所不同,由图下标的比色表可见分布一圈一圈的。命阆中上空云团为 A 云团,梁平上空云团为 B 云团。现将图 1~5, 5 个通道上的微波遥感可降水云的强度、范围大小做一比较,首先做同一云团在不同通道上的微波做比较。由图 1 和图 3 可见,A 云团的微波较弱,由云团内向外只有两个层次,即灰色和淡灰色,图 2、4、5 却有三个层次,即黑色、灰色、淡灰色,由此可见,在第 2、4、5 通道上可降水云的回波强度明显强于第 1、3 通道上的微波,其范围也比 1、3 通道上的大一些。利用同样方法,对 B 云团做比较,也是在中层,即第 2、4、5 通道上的可降水云的回波最强,而在高层、近地面层较弱。

另外,就 A 云团和 B 云团相比较,B 云团无论是可降水云的微波强度和范围均比 A 云团强,范围大。由此可见,如果将 5 个通道的图像都连起来成为一个立体图,我们可看出,A 云团和 B 云团均在 2、4、5 通道上相当于中层的微波为最强,可降水云体最大,高层和近地面层相对较弱,且范围小。

此外,通过对 A、B 云团并结合 6 h 降雨量分析,我们可清楚的看到 B 云团比 A 云团强,云体范围大,云顶高度高,但其降雨量小,仅只有 A 云团的  $2/5$ ,这就说明可降水云量估计还要与云团生命史各阶段情况和移向、移速等诸多因素有关。只有将诸多的因子都考虑进去,才有可能准确地做出短时的可降雨量估计。

我们可设计利用微波资料做短时的可降水估计流程图:校正微波地理数据—利用过去的降水量和微波强度计算出单位时间相应的降水指数—降水系统(降水云团)的生命期—预测降水系统移向、移速—确定降水时间(季节)和地形的降水修正指数—计算出短时的强降水量估计。

## 3 图像与降雨图分析

由 2002 年 8 月 6 日 08 时 6 h 降雨量图可见(图略),四川阆中出现了大暴雨,6h 降雨量达 108 mm,其北边广元、平武也出现了较大的降雨量。由此可见,A 云团的强降水中心位于阆中,可降水的云体比较大;B 云团对应的强降水区在重庆梁平的降雨量为 38 mm,相当于 A 云团在阆中降雨量的  $2/5$ ,梁平附近地区降雨量更小,其降雨量较大

的地区位于该云团中心的灰色区域中。可见, A 云团与 B 云团表面上看起来一样, B 云团比 A 云团云体大, 中心强。这可能是与 A、B 云团在生命史的不同阶段和移向移速在某地停留时间的长短有关。

#### 4 微波图与红外云图上云团的表示

由 2002 年 8 月 6 日 03 时(北京时)红外云图可见(见图 6), 前面所提到的 A、B 云团, 在此图上两云团已开始相连接, 即 A 云团的东南部与 B 云团的西北部相连接。就两个云团大小而言均属于中尺度暴雨云团, 其大小 A 和 B 相当, 但形状不一。B 云团为近圆形, A 云团为锥形(东部大、西部小)。就两云团云顶温度 $-70$  的范围而言, B 为 A 的三倍。就两云团云的种类而言, 均属积雨云, 其云顶呈辐散状高云, 在高云(密卷云)的覆盖下, 看不清积雨云体。但 B 云团的上风方边缘清晰, 其下风方呈辐散状。可见, B 云团还处在发展之中。而 A 云团却上下风方的边界均模糊, 这说明 A 云团已处在消散阶段。由此可见, 在红外云图所表现的暴雨云团和在微波图上所表现出来的云团强度及大小与该云团所产生的雨量有很大差别。这也说明, 在一张图上云团强的不一定就比弱的降雨量大, 还要考虑该云团在某地上空停留时间和强弱等因素。

A 云团此时虽比 B 云团弱, 但生命史长、移动慢、B 云团虽强, 但生命史短。

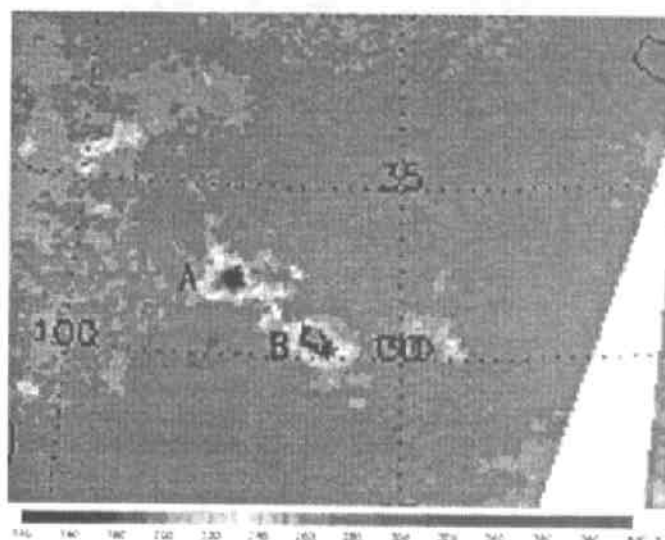
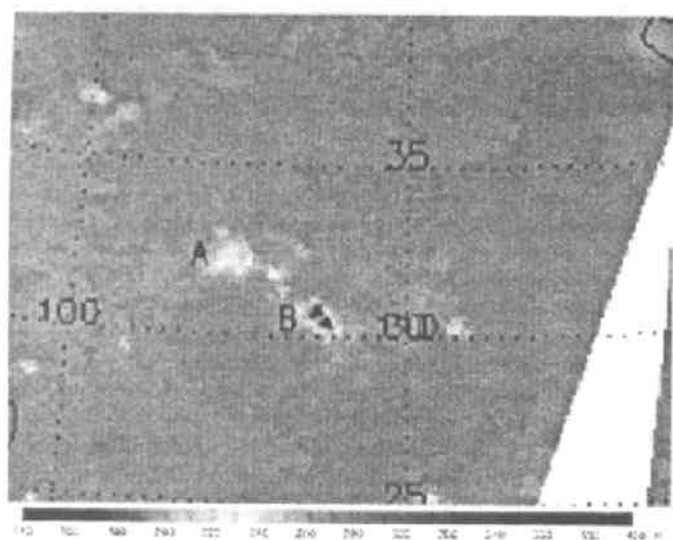


图 1 2002 年 8 月 6 日 03 时(北京时) CH1 图 2 2002 年 8 月 6 日 03 时(北京时) CH2

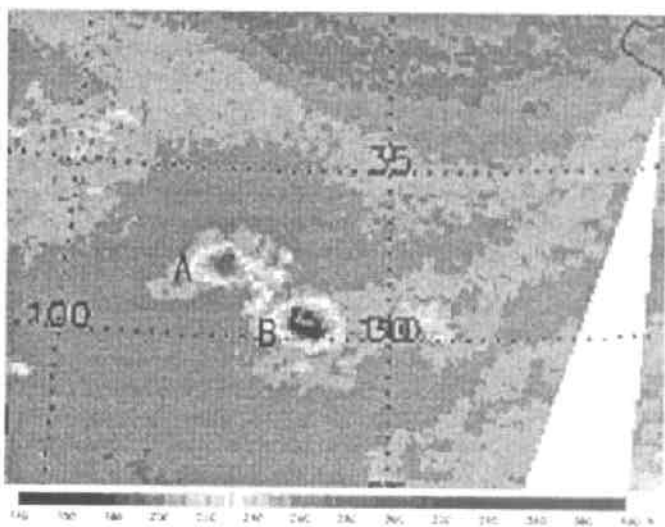
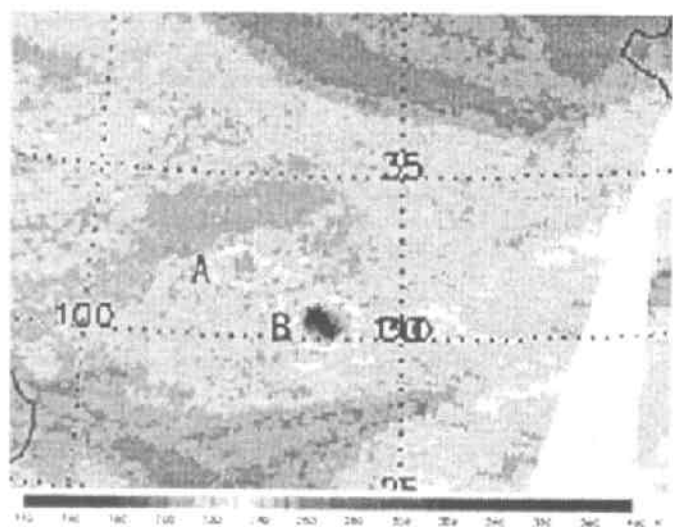


图 3 2002 年 8 月 6 日 03 时(北京时) CH3 图 4 2002 年 8 月 6 日 03 时(北京时) CH4

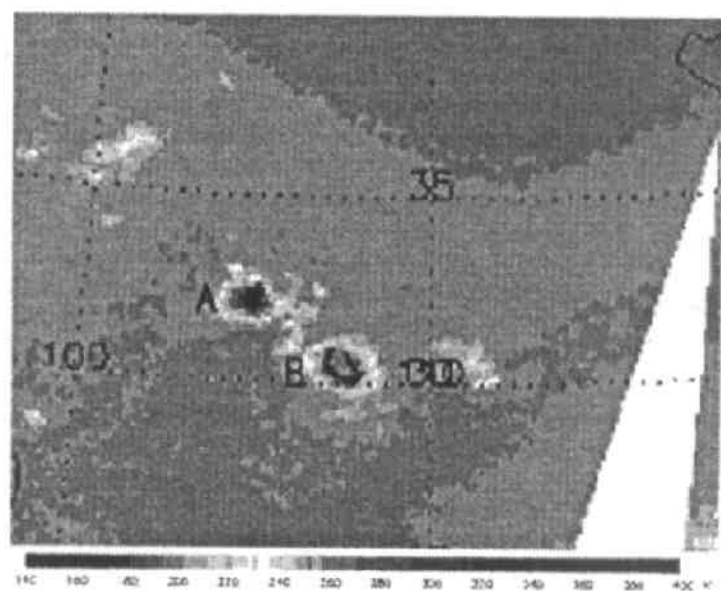
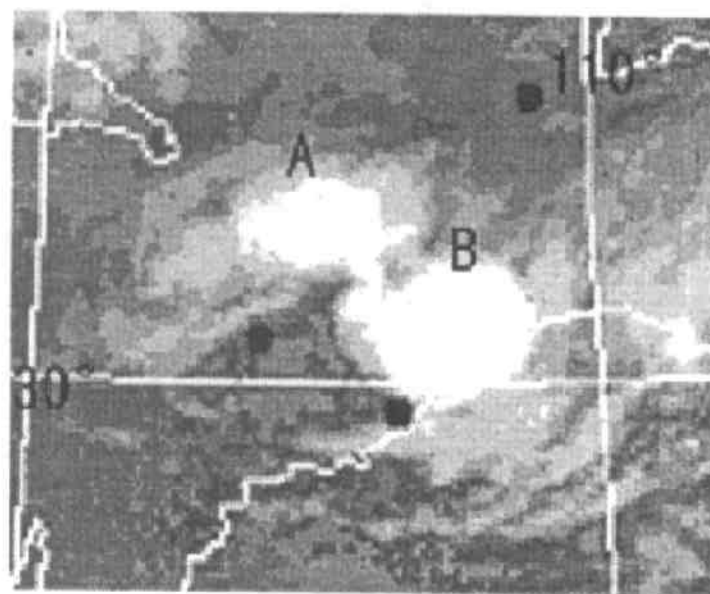


图 5 2002 年 8 月 6 日 03 时(北京时)CH5

图 6 2002 年 8 月 6 日 03 时(北京时)  
红外四川地区局部放大云图

## 5 微波图与红外云图结合作强降水估计

用微波图估计短时降雨量是目前最好方法。但就目前情况而言也存在诸多不足之处,如卫星观测频率少,一天只有 1~2 次。同时各条轨道在拼图中还存在有两条轨道之间的盲区。如 2002 年 8 月 17 时和 19 时两条轨道拼图中(图略),在广东珠江口附近地区是盲区。此盲区,正是今年第 12 号热带风暴登陆地区,如将微波仪器装在静止卫星上则可克服此缺点。另外,微波图像对中小尺度降水云团做强降水估计效果好,而对大尺度云系(层云、卷云等)效果差。所以,目前对大尺度云系分析还是利用静止卫星云图为好。这样可相互弥补其不足之处。

用 8 月 5 日 15:32~23:32 时每 1h 一张云图共 10 张图(图略)的连续对红外云图分析可见,图上 A 云团在 5 日 15:32~23:32 时期间一直维持在四川阆中上空,而 B 云团在 5 日 18:32 时后才开始发展,这也是 A 云团和 B 云团所产生降水量差距的原因之一。

## 6 结论

(1) AMSU-B 微波探测最适于对中小尺度的对流云体,做短时降雨量估计。其灵敏性强,图像清晰,可看出强降水云团在各层次强弱的立体结构;

(2) AMSU-B 微波探测对大尺度云系(层云、卷云)有强穿透作用,不利于做强降水估计;

(3) 用微波做强降水量估计,要考虑其云团的生命及各个阶段的移向、移速等许多因素。

(4) 微波探测目前存在有时次(资料)频率低和两轨之间拼接的盲区问题,为了弥补其缺点最好是增加卫星观测时次,并和多种图像(资料)综合分析应用。

## ESTIMATE SHORT TIME RAINFULL BY USING MICROWAVE DATA

Ji Liang-da, ZHANG Feng-ying, LI xiao-long

*(National Satellite Meteorology Center, beijing 100081, China)*

**Abstract :** In this paper, the short time rainfull estimated by using microwave data from NOAA-16 satellite 5 channel advanced microwave sounding unit model B (called AMSU-B) at 03 h (Beijing time) of Aug. 6, 2002 is described. According to analysis of microwave and IR images compared with 6h rainfull observations, it can be seen that the position of middle or small scale rainfull can be identified more correctly, and so do different intensity at different level (channel), and the vertical distribution of water vapor content from the synoptic system on by using AMSU-B image data. Also, it can be seen through analysis that to estimate short time rain-full with AMSU-B image data, the IR image should be used to identify cloud mass life and moving direction and speed at different stage, and then the rainfull may be estimated more correctly.

**Key world :** microwave ; rainfall ; cloudiness ; estimate