

· 技术方法 ·

# 利用被动微波数据 AMSR-E 对 2008 年中国南方雪灾监测分析\*

毛克彪<sup>1,2</sup>, 唐华俊<sup>1</sup>, 周清波<sup>1</sup>, 王建明<sup>2</sup>, 马柱国<sup>3</sup>

(1. 农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室/呼伦贝尔草原生态系统国家野外科学观测研究站/中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081; 2. 北京卫星信息工程研究所, 北京 100086; 3. 中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

**摘 要** 2008年中国南方地区遭遇50年不遇的低温、雨雪、冰冻天气, 电力、交通、通信、房屋、农田等受到严重破坏, 迫切需要利用卫星遥感影像对灾情进行监测、分析评估, 指导抗灾救灾。光学和热红外遥感受云和大气的影 响比较大, 此次实时监测主要利用微波数据进行分析。由于受灾范围面积广、强度大, 被动微波数据 AMSR-E 是很好的选择。该文主要介绍对在雪灾发生期间利用 AMSR-E 数据监测雪灾面积变化和厚度(强度)分布, 应用分析表明被动微波数据能够很好地用来监测雪覆盖面积变化和强度分布, 但在沿海(湖泊)地区需要进一步加强研究。

**关键词** 南方雪灾 亮度温度 AMSR-E 2008年

2008年1月中旬到2月初, 我国南方遭遇50年来历史罕见的特大低温雪凝灾害。黄河以南大半个中国20余天出现连续4次高强度降雨降雪, 整个国家经济社会发展和人民生命安全损失大大超过了我们的预计范围, 道路、电网、铁路因此无法正常工作。现代经济社会赖以平稳运行的能源交通通信在自然灾害面前显得非常脆弱。世界上很多科研单位已经针对积雪展开了大量的研究工作: 美国宇航局(NASA)在2001~2004年开展了寒区过程实验(Cold Land Processes)、世界气候研究计划(World Climate Research Programme)发起气候与冰冻圈项目(Climatology and Cryosphere)、全球能量和水循环实验(Global Energy and Water Cycle Experiment)等, 但人类社会至今仍然没有足够的力量改变自然, 影响自然灾害发生的时间、地点和规模。目前, 最主要的是依靠现代科学技术的力量掌握一些自然灾害发生发展的规律, 预测一些自然灾害变化的趋势。近几年, 我国天气气候的监测、预测和评估能力有了很大的提升, 但极端天气预报与气候预测仍然是国际性的科学研究难题。

积雪参数(特别是雪水当量)是预测洪涝灾害和水资源管理(例如水库管理和农业生产活动等)的一个重要变量。通常积雪的监测, 主要来自于传统气象站的观测资料, 这些气象站以点的形式分布在广大的区域内。一些地区偏僻、遥远, 使气象站的观测只能涉及有限的地区。遥感技术作为新兴的技术手段能够快速、有效、大面积地监测雪盖面积、雪深等积雪参数。遥感技术监测大尺度范围的季节性积雪已有近30年历史。利用可见光和近红外传感器比如MODIS估算雪盖面积的方法已日趋成熟, 但估算全球范围内的积雪总量的参数(包括雪深和雪水当量)还处于发展阶段。被动微波遥感已被证明是非常有效的监测和获取积雪参数的技术<sup>[1-4]</sup>。除具有全天候, 观测范围广, 时间分辨率高, 不受昼夜变化影响等优点外, 更主要的是它能直接获取光学传感器所不能提供的雪面积、雪深, 雪水当量的信息<sup>[5]</sup>。

农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室、北京师范大学、国家遥感中心等单位长期以来一直注重

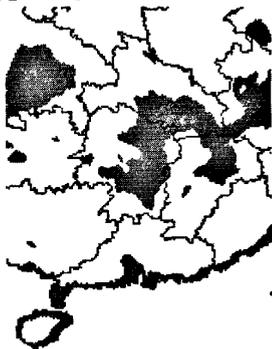
收稿日期: 2008-11-10 毛克彪为助理研究员、博士 唐华俊为研究员、副院长 周清波为研究员 王建明为副研究员 马柱国为研究员  
\* 国家高技术研究发展计划(863计划)课题: GNSS反射信号接受与应用技术研究(编号: SQ2007AA12Z339565)、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金、中国科学院东亚区域气候-环境重点实验室开放基金的资助、农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室开放基金的资助。

空间技术在减灾救灾领域的应用。进入雪灾高发季以来,利用遥感数据持续进行常规全国积雪监测及积雪影响分析。对灾害进行应急监测和评估,为国务院信息办公室、农业部和国家遥感中心提供了一系列灾害监测和影响分析产品。包括:积雪范围监测和影响评价产品、农作物低温冻害评估产品。由于南方冰雪天气,并且云层非常厚,可见光和热红外遥感很难获得地表信息,而微波具有穿透云层和受大气影响比较小的特点,这使得微波在灾害监测中具有独特的优势。在灾害应急阶段制作的产品,主要是利用美国 NASA 提供的被动微波数据 AMSR-E 对我国积雪分布和厚度进行了持续监测分析,AMSR 是改进型多频率、双极化的被动微波辐射计。AMSR-E 微波辐射计是在 AMSR 传感器的基础上改进设计的,它搭载在 NASA 对地观测卫星 Aqua 于 2002 年发射升空。AMSR 和 AMSR-E 这两个传感器的仪器参数基本一致。AMSR-E 辐射计在 6.9—89GHz 范围内的 6 个频率,以双极化方式 12 个通道的微波辐射计<sup>[6]</sup>。该研究主要利用 AMSR-E 数据进行监测分析。对灾区进行大范围监测,及时掌握灾情发展趋势,为救灾工作提供决策支持。

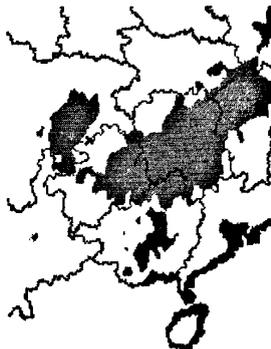
## 1 被动微波 AMSR-E 数据在 2008 年中国南方雪灾监测分析

被动微波识别积雪原理是根据微波信号在不同频率的散射特性差异。通常,在雪覆盖的表面,低频的亮温大于高频的亮温<sup>[7-8]</sup>。对于 AMSR-E 数据,  $TB_{18.7V} > TB_{36.5V}$  或者  $TB_{23.8V} > TB_{89V}$ , 对于积雪的厚度通常是利用不同频率的 H 极化亮温和积雪的厚度建立经验关系<sup>[1]</sup>, 例如对于 AMSR-E 数据,  $SD = 1.59 (TB_{18.7H} - TB_{36.5H})$ 。

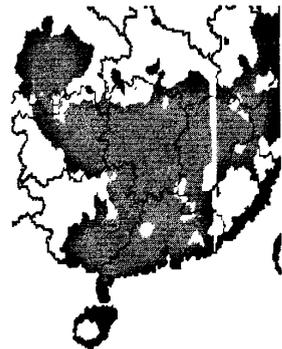
AMSR-E 的雪水当量产品不是实时提供的,而且根据民政部的工作人员分析,美国对不经常下雪的地区不做雪水当量产品。他们掩模分析美国 NASA 数据表明,湖北,湖南,江西,广东等地没有做雪水当量产品。我们从美国 NASA 网站下载了 12 景 AMSR-E1B 数据,选择 2008 年 1 月 14 日,1 月 22 日,1 月 26 日,1 月 28 日,1 月 30 日,2 月 1 日,2 月 3 日,2 月 5 日和 2 月 7 日的数据。利用被动微波识别积雪的原理来识别积雪。由于沙漠,阵雨和冻土与积雪在微波信号上反映上有些相识。因此,要完整地区分积雪,需要将沙漠、阵雨和冻土分开。这个阈值的选取在不同的地区是不一样的,而且受各种天气的影响。通过分析发现,上面的条件并不是非常适合中国南方的雪灾地区,因为南方天气和地表植被比较复杂,在已知湖南是雪灾的情况下,经过综合分析受灾地区 and 不受灾地区的情况,针对不同的条件平均选取适当的阈值,从图 1 可以看出,湖南和贵州大部分,四川东部,广东,广西,江西等地区受灾是非常严重。从图 1 可以看出,受灾面积从 1 月 28 日和 2 月 1 日之间达到最大值,而后慢慢减小,雪的融化也比较快。由于天气比较复杂,部分地区受灾的面积需要根据实地调查进行校正。图 1 中图像范围有些不一致,下面标记的面积仅供参考。另外,从图 1 和图 2 中可以看出,在有大湖泊(江)和海边的误差比较大,在实际应用中需要把沿海地区去掉,这主要是由于水的辐射机制和陆地差别比较大,这个需要进一步加强研究<sup>[9-10]</sup>。



1 月 14 号 (约 32.18 万 km<sup>2</sup>)



1 月 22 号 (约 40.05 万 km<sup>2</sup>)



1 月 26 与 27 号合成 (约 105.37 万 km<sup>2</sup>)

图 1 雪灾的面积分布 (一)

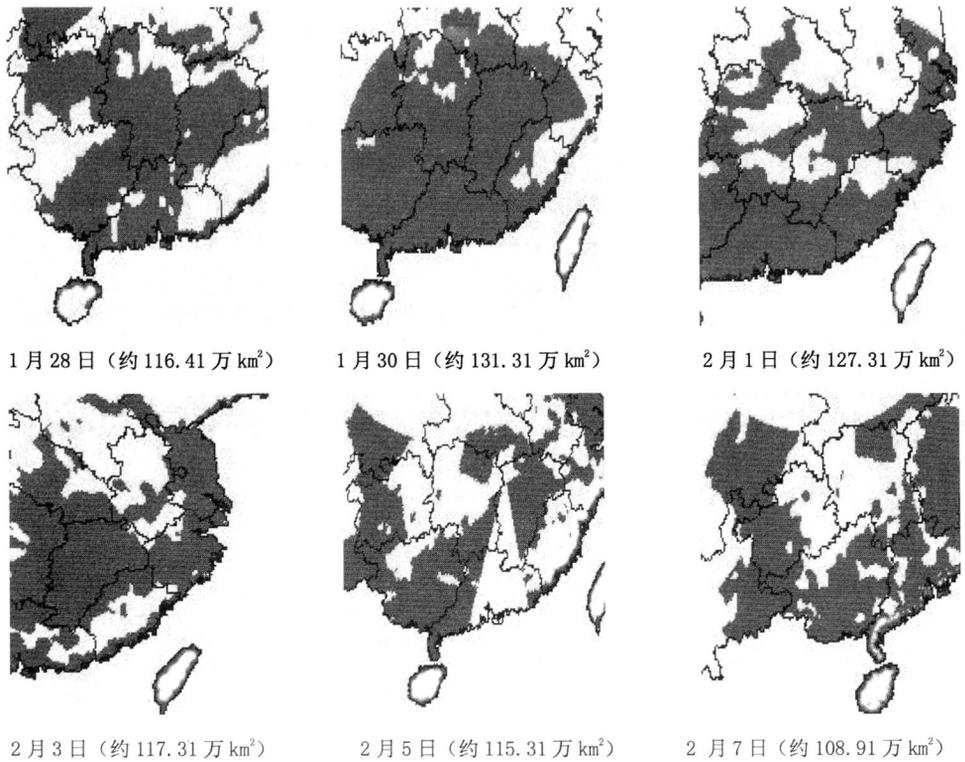


图1 雪灾的面积分布(二)

为了了解不同地区的受灾强度情况,继续利用  $TB_{18.7H}$  和  $TB_{36.5H}$  的亮度温度来计算积雪的深度分布,利用经验方法  $SD=2.0 \times (TB_{18.7H} - TB_{36.5H}) - 8.0$  计算了雪的深度分布信息。由于不同的地区受云和其它条件的影响(地形,植被等),另外 AMSR-E 的分辨率是 40km 左右,混合像元的影响很大。深度的信息只表示大致分布趋势,反演的结果两端值差别还是很大的,绝对的精度很难说,尤其对于积雪深度,影响的因素比较多。需要根据不同地区通过实地数据进行校正。另外就是因为水的辐射机制和陆地差别比较大,在有大大湖泊(江)和海边的误差比较大,所以沿海的边沿不予考虑(去掉)。受灾强度分布的信息如图 2 所示。由于使用的是经验算法,在不同的地方需要根据当地的实测数据进行校正,图 2 强度分布只表示整体趋势。

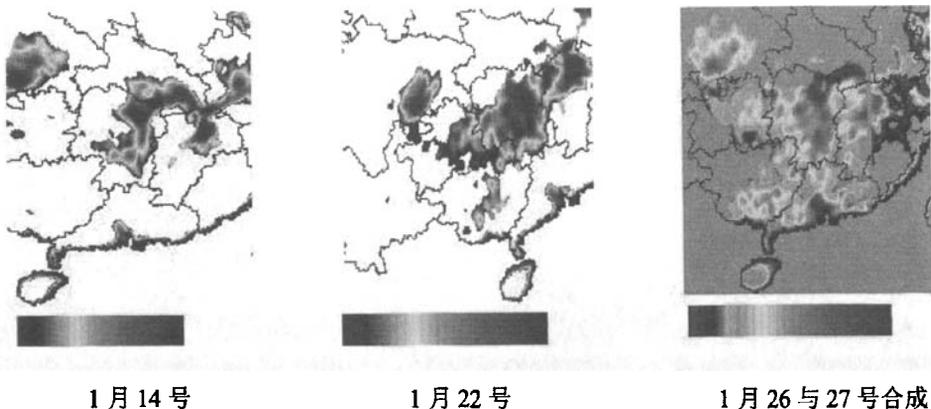


图2 雪灾强度分布范围(一)

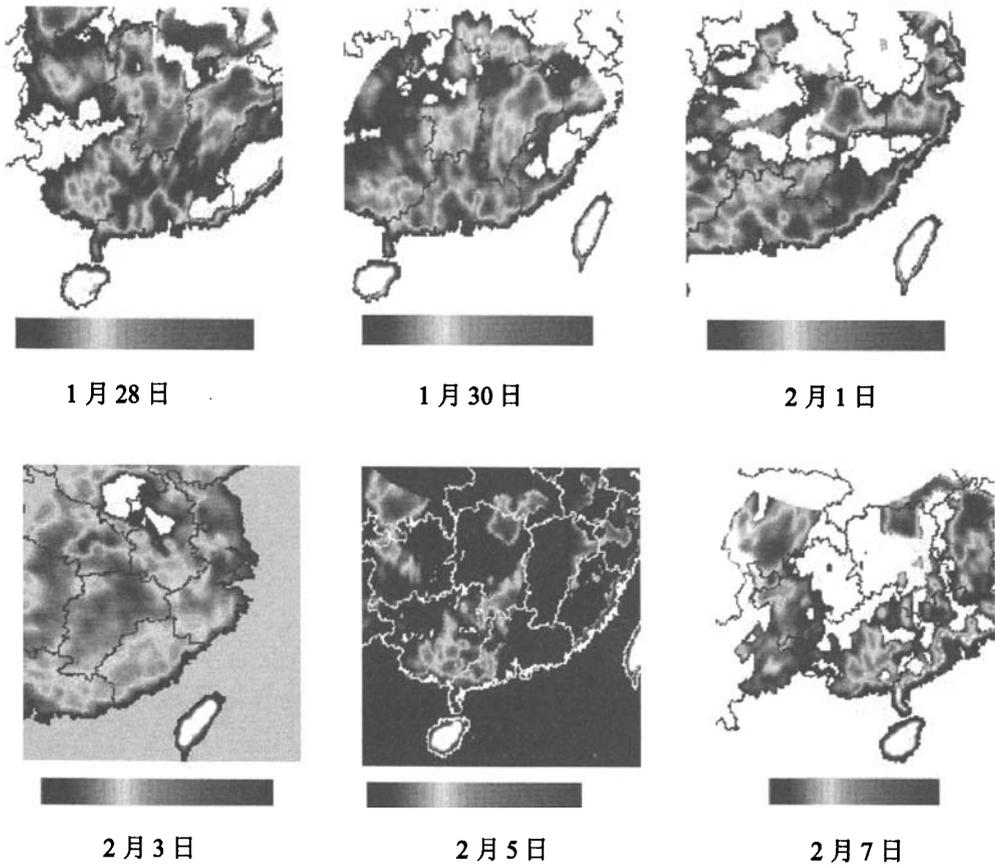


图 2 雪灾强度分布范围 (二)

## 2 结语

2008 年南方雪灾冰害覆盖面广, 历时长, 由于南方缺乏防御意识, 人们付出了惨重的代价。因此, 需要提高人们对雪灾的正确认识水平、自觉约束不当行为和保护环境系统功能平衡的基础上, 通过强化防灾意识, 并依靠科学技术抗御雪灾, 由被动防御转为主动防御, 提高防灾减灾能力, 逐步从根本上缓解乃至消除雪灾影响。另外, 要加强科学基础研究, 依靠科技防灾减灾, 雪灾研究是防灾减灾的一项基础性工作, 只有加强科学研究, 才能正确地预测、合理的防御和最大限度地减轻损失。为此, 需要加强下面 3 个方面的工作:

(1) 建立专门的雪灾科研机构, 设立防灾减灾的科学基金, 倡导对雪灾开展深层次、多方位的研究工作, 促进雪灾研究超前化, 做好雪灾综合预报研究工作, 建立和完善雪灾专家预报系统和预报方法, 建立长中短期预报相互补充、相互结合的无缝隙预报制度, 提高雪灾预报准确率。

(2) 开展雪灾的区划研究工作, 深入了解不同地区雪灾的风险及抗灾能力, 为制定切实可行的减灾规划和经济计划提供可靠的科学依据, 建立雪灾信息系统, 设置并优化雪灾监测网络, 努力提高雪灾监测预测系统、通信系统及信息系统的技术水平, 为雪灾的预报、防御和救灾工作提供科学、合理的基础信息, 为各级政府和农牧业生产部门服务。

(3) 搞好雪灾灾情的评估工作, 为了解和掌握雪灾可能带来的损失和承灾能力提供依据, 为制定减灾对策奠定理论基础。

## 参考文献

- 1 Chang, A. T. C., Foster, J. L., Hall, D. K. NIMBUS-7 SMMR derived snow cover parameters. *Annals of Glaciology*, 1987, 9, 39~44
- 2 Tait A. Estimation of snow water equivalent using passive microwave radiation data. *Remote Sensing of Environment*, 1998, 64, 286~291
- 3 R. J. Kelly, Chang, A. T., Tsang, L., Foster, J. L. A prototype AMSR-E global snow area and snow depth algorithm, *IEEE Transaction of Geoscience and Remote Sensing*. 2003, 41(2):1~13
- 4 周清波. 国内外农情遥感现状与发展趋势. *中国农业资源与区划*, 2004, 25(5):9~14
- 5 Foster, J. L., Hall, D. K., Chang, A. T. C., and Rango, A. 1984. An overview of passive microwave snow research and results. *Rev. Geophys. Space Phys.*, 22(2), 195~208
- 6 毛克彪, 覃志豪, 李满春, 等. AMSR 被动微波数据介绍及主要应用研究领域分析, 遥感信息. 2005, 3:63~66
- 7 Grody N. C., Basist A., Global identification of snow cover using SSM/I measurements, *IEEE Transaction of Geoscience and Remote Sensing*, 1996, 34, 237~249
- 8 Grody N. C., Basist A., Interpretation of SSM/I measurements over Greenland, *IEEE Transaction of Geoscience and Remote Sensing*, 1997, 35, 360~366
- 9 毛克彪, 施建成, 李召良, 等. 一个针对被动微波数据 AMSRE 数据反演地表温度的物理统计算法, *中国科学 D 辑*, 2006, 36(12):1170~1176
- 10 Kebiao Mao, Jiancheng Shi, Zhaoliang Li, Zhihao Qin, Manchun Li, Bin Xu, A physics-based statistical algorithm for retrieving land surface temperature from AMSR-E passive microwave data, *Science in China (Series D)*, 2007, 7, 1115~1120

## SUPERVISION AND ANALYSIS ON SOUTHERN CHINA'S SNOW DISASTER IN 2008 BY USING PASSIVE MICROWAVE DATA AMSR-E

Mao Kebiao<sup>1, 2, 3</sup>, Tang Huajun<sup>1</sup>, Zhou Qingbo<sup>1</sup>, Wang Jianming<sup>2</sup>, Ma Zhuguo<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory of Resources Remote Sensing and Digital Agriculture, MOA, Hulunber Grassland Ecosystem Observation and Research Station, Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; 2. College of Global Change and Earth System, Beijing Normal University, Beijing 100875; 3. Key Laboratory of Regional Climate-Environment Research for Temperate East Asia (RCE-TEA), Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

**Abstract** In 2008, Southern China Regions suffered severely from the weather of low temperature, rain and snow, and frost, which never occurred during the past 50 years. Electric power, transportation, communication, buildings, farm fields were havoc. Supervision, analysis and evaluation for the situation of disasters and guidance for fighting and rescuing those disasters were urgently needed by utilizing secondary plant remote sensing video. Optics and remote sensing by heat red outer ray were heavily influenced by clouds and weather. This real time supervision carried analyzes mainly by utilizing microwave data. Owing to the vast areas and big intensity hit by natural disasters, passive microwave data AMSR-E was a very good choice. This paper mainly introduces how AMSR-E data was utilized during snow occurrence to test and analyze the changes of areas suffered from snow and the distribution of snow thickness (intensity). Results indicate passive microwave data could be commendably utilized to supervise changes of snow covering areas and intensity distribution, but further studies need to be carried on coastal (lake) regions.

**Keywords** southern snow disaster; brightness temperature; AMSR-E; the year of 2008