



中国雪深长时间序列数据集介绍 (1978 – 2005)

中国西部环境与生态科学数据中心

<http://westdc.westgis.ac.cn>

2006.8



目 录

1、 数据集名称	2
2、 概况	2
3、 数据集介绍及使用说明	2
3.1. 数据集制作者	2
3.2. 项目支持	3
3.3. 制备背景	3
3.4. 资料准备	3
3.5. 制备过程	4
3.6. 数据集属性	6
3.7. 数据读取	6
3.8. 数据应用	7
3.9. 数据限制	9
3.10. 数据引用	9
参考文献	9
中国西部环境与生态数据中心	11

图表目录

图 1 基于被动微波遥感 SSM/I 数据的积雪分类树.....	6
图 2 利用 SMMR 和 SSM/I 数据获取的近 28 年来我国积雪储量年际波动	7
图 3 利用 SMMR 和 SSM/I 数据获取的近 28 年来我国平均积雪深度图	8
图 4 利用 SMMR 和 SSM/I 数据获取的近 28 年来我国积雪日数图	8
图 5 利用 SMMR 和 SSM/I 数据获取的近 28 年来中国逐月最大积雪深度图	8
表 1 被动微波传感器 SMMR 和 SSM/I 的主要特征	4



1、数据集名称

中国雪深长时间序列数据集（1978-2005）

Long-term snow depth dataset of China (1978-2005)

2、概况

中国雪深长时间序列数据集（1978-2005）是利用被动微波遥感 SMMR(1978-1987 年)和 SSM/I (1987-2005 年)亮度温度资料反演得到。

该数据集采用 25km 空间分辨率和 EASE-GRID 投影方式，提供逐日的全国范围的积雪厚度分布数据，数据集由 9,930 个 ASCII 码文件组成，从 1978298f.txt 到 2005365f.txt，每一个 ASCII 码文件代表每一天我国雪深数据，文件的名称“yyyydddff.txt”，其中 yyyy 代表年，ddd 代表 Julian 日期，f 说明雪深是以 float 格式存储，雪深单位为厘米（cm）。数据集中的 ASCII 码文件可以直接用文本程序打开察看，可以用 ArcView + 3D 或 Spatial Analyst 扩展模块来读取，需要批处理时可用 arcinfo 的 asciigrid 命令。

1 Nimbus-7 Scanning Multichannel Microwave Radiometer

2 Defense Meteorological Satellites Program (DMSP) Special Sensor

Microwave/Image

3、数据集介绍及使用说明

3.1. 数据集制作者

姓 名：车涛

单 位：中国科学院

寒区旱区环境与工程研究所

遥感与地理信息科学研究室

电 话：0086-931-4967298

电子邮箱：chetao@lzb.ac.cn

通讯地址：甘肃省兰州市东岗西路320号，730000



3.2. 项目支持

本数据的生产得到自然科学基金项目：中国西部环境与生态科学数据中心（90502010）和中国西部地区陆面数据同化系统研究（90202014）的支持。

3.3. 制备背景

冰冻圈是全球气候系统中的有机组成部分，冰冻圈表面的水量平衡和能量平衡对气候系统产生非常重要的反馈机制。冰冻圈中分布最为广阔的就是积雪，北半球1月份平均雪盖面积大约有4,650 万平方公里。积雪表面的高反照率，内部冰/水相变产生的潜热，以及积雪层的绝热效应显著地影响着全球气候，而季节性积雪的积累和消融，对全球能量和水分循环也有存储、再释放的滞后效应。通过这些影响因素和相应的反馈机制，积雪在全球气候和全球水能循环中扮演着极其重要的角色。也正因为积雪对水文和气候的显著影响，美国NASA 启动的寒区过程实验（CLPX），世界气象研究计划（WCRP）发起的气候与冰冻圈项目（CliC）、全球能量和水循环实验（GEWEX）、协作加强观测期计划（CEOP），以及即将启动的国际极地年（IPY，2007-2008）计划等都将积雪研究作为重点。

我国有丰富的积雪资源，尤其是大江大河的发源地，融雪径流是稳定可靠的补给水源，准确地掌握雪水当量的时空分布信息可以显著提高水资源利用效率。我国青藏高原地区的积雪变化更是关注的焦点，作为全球气候变化的“指示器”，积雪的气候意义更为突出。

因此，无论从科学研究的角度，还是水资源管理，均需要以高质量的、高时空分辨率的、长时间序列的积雪数据集作为依据。

3.4. 资料准备

中国雪深长时间序列数据集所采用的原始数据是：被动微波遥感SMMR（1978-1987年）和SSM/I（1987-2005年）。被动微波遥感的优势有以下3个方面：（1）微波可以穿透积雪层，同时获取雪层和地表信息；（2）被动微波可以全天候的，不受云层影响地接收积雪信息，这恰恰是可见光、近红外遥感所不能做到的；（3）被动微波遥感数据的时间分辨率高，周期一般在3-5天，具体周期根据研究区的纬度而定。

用于积雪遥感的被动微波传感器主要是Nimbus-7 的SMMR和DMSP 系列的SSM/I，其主要参数见下表1。



表 1 被动微波传感器 SMMR 和 SSM/I 的主要特征

	SMMR	SSM/I
卫星平台	Nimbus-7	DMSP F-8, 11, 13
运行期	1978-1987	1987 至今
数据采集频率	每隔一天	每天
扫描带宽度(km)	780	1400
频率 (GHz)	18.0 37.0	19.35 37.0
空间分辨率(km)	60×40 30×20	69×43 37×29
极化方式	H 和 V	H 和 V
降交点当地时间	午夜	6:00 am
观测角 (°)	51	53

用于反演积雪的原始数据来源于由美国国家雪冰数据中心(NSIDC)处理的1978年以来的逐日被动微波数据，数据集采用EASE-Grid（等面积可扩充地球网格）作为标准格式。EASE-Grid 在南极和北极地区使用等积地方位投影，全球采用等积圆柱投影，图像分辨率在6-37GHz 为25km，85GHz为12.5km。SMMR、SSM/I 和 AMSR-E 的轨道扫描数据全部被重新采样为EASE-Grid，以保证数据之间最大的一致性。由于我国处于中低纬度地区，北半球的EASE-Grid 投影在我国变形较大，因此，这些数据和由这些数据产生的中间数据以及最终雪深数据一律采用全球的等积圆柱投影。

3.5. 制备过程

本数据集的制备过程包括：

1) 确定被动微波遥感雪深反演算法系数

以 Chang 算法为基础，利用我国地面台站的观测雪深对该算法的系数进行拟合订正。算法订正之前，先考虑地面台站雪深观测误差、雪层中液态水含量和地表水体对算式系数的可能影响，将有上述影响的观测数据剔除后，再进行拟合订正。

利用我国地面台站观测的积雪深度实测数据，对 18/19 和 37GHz 亮度温度差进行回归分析，获取雪深的反演算式。

1978-1987 年被动微波遥感 SMMR 数据在 18 和 37GHz 的水平极化亮温差采用的反演算式为：

$$SD = 0.78(T_{b,18} - T_{b,37})$$



1987-2005 年被动微波遥感 SSM/I 数据在 19 和 37GHz 的水平极化亮温差采用的反演算式为：

$$SD = 0.66(T_{b,19} - T_{b,37})$$

利用不同年份的地面观测数据进行验证，制备本数据集过程中 SMMR 反演雪深的标准差为 6.22 cm，SSM/I 反演雪深的标准误差为 5.99cm。

2) 识别积雪地表的被动微波遥感分类树算法

虽然利用 SSM/I 数据反演积雪深度的算法已经确定，但是还不足以描述全国范围内的积雪信息。事实上，被动微波反演积雪深度的算法在某些地表特征下并不适应，包括降雨、沙地、冻土、寒漠。这是因为积雪深度的反演算法利用了积雪层的散射特性，如前所述，积雪越厚，散射效率越高，表现在 19GHz 和 37GHz 频率上的亮度温度差越大，而降雨、沙地、冻土、寒漠等地表特征同样会产生类似于积雪层的散射特征。如果不把这些地表从微波像元中剔除掉，计算的积雪结果将必然高估积雪面积和雪深。通过研究不同地表特征的微波亮度温度特征，利用 SSM/I 数据识别积雪的分类树算法，剔除地表的非积雪像元，可以大大提高积雪深度反演算法的精度。

方法如下图 1 所示，首先通过 SSM/I 亮度温度与已知地表特征进行分类统计，确定分类标准，建立分类树实现无积雪像元的剔除。

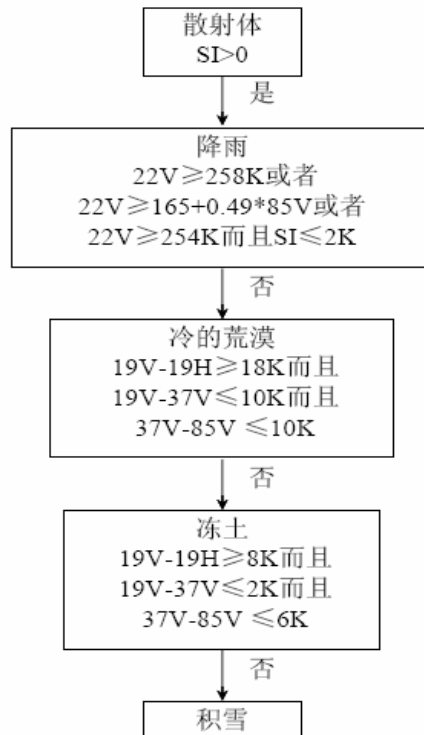




图 1 基于被动微波遥感 SSM/I 数据的积雪分类树

3) 积雪反演

将用分类树进行识别后的被动微波遥感数据逐一代入反演式子中进行计算得到全国范围的 1978-2005 年的雪深数据集。

SSM/I 的采样周期为逐日，因此雪深估计结果也是逐日的，数据缺失的像元点采用当前时刻之前最近的数据补齐。SMR 数据的采样周期为 2 天，为了得到统一时间分辨率的数据，也使用同样的时间插值方法补齐了逐日雪深数据。

3.6. 数据集属性

中国雪深长时间序列数据集（1978-2005）属性由该数据集的时空分辨率、投影信息、数据格式组成。

时空分辨率：正如对准备数据所描述的那样，获得的1978—2005 年中国雪深数据集是逐日的，空间分辨率为25km，经度范围为60~140E，纬度为15~55N。

投影信息：全球的等积圆柱EASE-GRID投影，关于EASE-GRID投影的详细信息见数据准备中关于这种投影的说明。

数据格式：数据集由9,930个ASCII码文件组成，从1978298f.txt到2005365f.txt，每一个ASCII码文件代表每一天我国雪深数据，文件的名称“yyyyddd.f.txt”，其中yyyy代表年，ddd代表Julian日期，f说明雪深是以float格式存储，比如2005001f.txt就代表这个ASCII文件描述2005年第一天我国的积雪覆盖状况。该数据集的ASCII码文件是由头文件和主体内容构成，头文件包括行数、列数、x-轴中心点坐标、y-轴中心点坐标、栅格大小、无数据区标值等6行描述信息组成，主体内容就是根据行数列数组成的二维数组，雪深单位为厘米（cm）。因为该数据集中的所有ASCII码文件所描述的空间为我国全国范围，所以这些文件的头文件是不变的，现将头文件摘录如下（其中xllcenter, yllcenter, cellsize单位为米）：

```
ncols 250
nrows 150
xllcenter 277818.75
yllcenter 2293598
cellsize 25067.5
nodata_value -1
```

3.7. 数据读取

该数据集中的所有ASCII码文件可以直接用文本程序（如记事本）打开，除了



头文件，主体内容为数值表征积雪深度，如果要用图示来显示的话，我们推荐用 ArcView + 3D或 Spatial Analysis 扩展模块来读取，在读取过程中会生成grid格式的文件，所显示的grid文件就是该ASCII码文件的图形表达。读取方法：

1) 在 ArcView 软件中添加 3D 或 Spatial 扩展模块，然后新建一个 View；

2) 将 View 激活，点击 File 菜单，选择 Import Data Source 选项，弹出 Import Data Source 选择框，在此框中的 Select import file type:中选择 ASCII Raster，自动弹出选择源 ASCII 文件的对话框，点击寻找该数据集中的任一个 ASCII 文件，然后按 OK 键；

3) 在 Output Grid 对话框中键入的 Grid 文件名字（建议使用有意义的文件名，以便以后自己查看）和点击存放此 Grid 文件的路径，再次按 Ok 键，然后按 No（要选择非整型数据），Yes（把生成 grid 文件调入到当前的 view 中）。生成的文件可以按照 Grid 文件标准进行属性编辑。这样就完成了显示将 ASCII 文件显示成 Grid 文件的过程。

4) 批处理时，可以使用 ARCINFO 的 ASCIIGRID 命令，编写成 AML 文件，再用 Run 命令在 Grid 模块中完成：

Usage: ASCIIGRID <in_ascii_file> <out_grid> {INT | FLOAT}

3.8. 数据应用

利用被动微波遥感 SMMR (1978-1987年)和 SSM/I (1987-2005年)亮度温度资料反演得到的长时间序列的积雪数据集，可用于大尺度长时间序列的气候分析、水文模拟和水资源管理。利用此数据集得到的系列图如下：

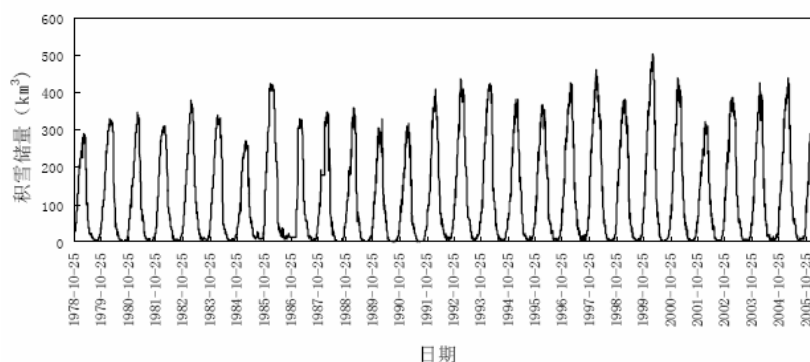


图 2 利用 SMMR 和 SSM/I 数据获取的近 28 年来我国积雪储量年际波动

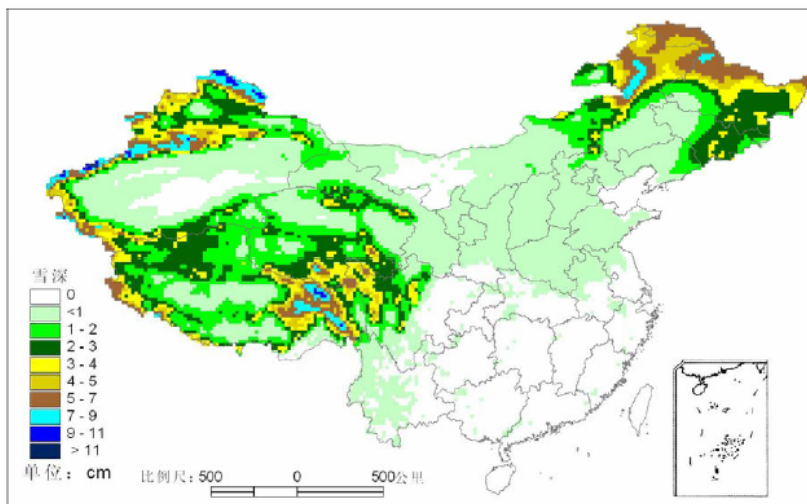


图 3 利用 SMMR 和 SSM/I 数据获取的近 28 年来我国平均积雪深度图

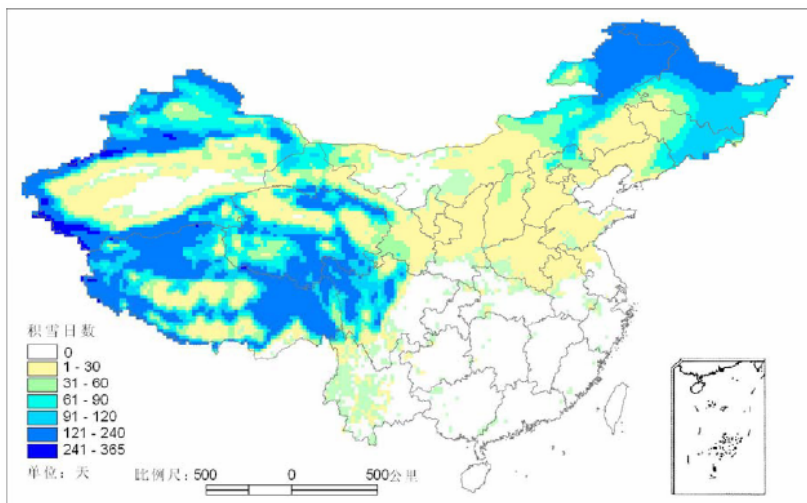


图 4 利用 SMMR 和 SSM/I 数据获取的近 28 年来我国积雪日数图

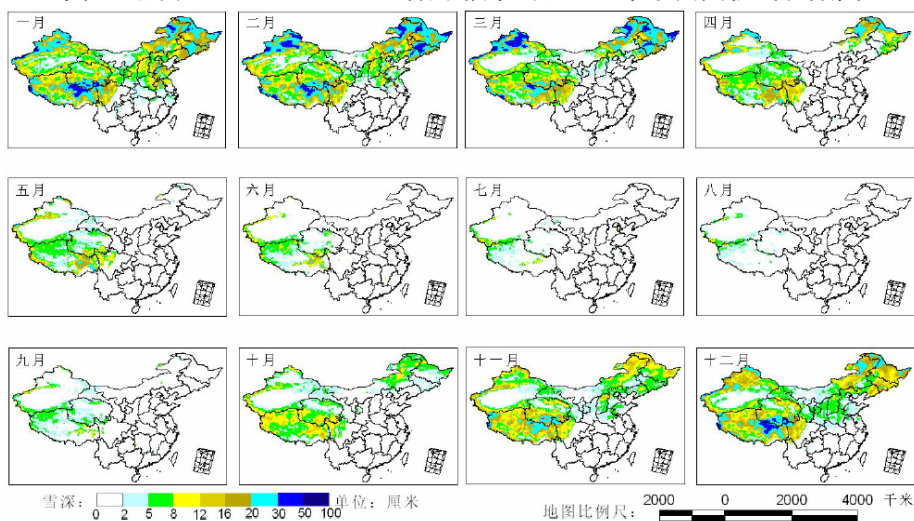


图 5 利用 SMMR 和 SSM/I 数据获取的近 28 年来中国逐月最大积雪深度图



目前已经有这些领域的研究者使用该数据集，并用于新疆塔里木河流域的融雪径流预报研究，博斯腾湖流域和阿克苏河上游气候变化与水资源量和分配的关系研究，青藏高原积雪与长江鄱阳湖地区洪水关联的研究，以及三江源地区的相关研究中。

3.9. 数据限制

目前可用的被动微波卫星遥感资料空间分辨率较粗，大约在25km，所以它反演的积雪深度是整个大约625km² 面积内的积雪总体信息。积雪的空间异质性问题难以依靠被动微波遥感来解决，如积雪密度变化、液态水含量、积雪的层结等等。

3.10. 数据引用

用户在使用此数据集时，须在相关成果的显著位置上明确注明数据来源：

中文成果：数据来源于国家自然科学基金委员“中国西部环境与生态科学数据中心”
(<http://westdc.westgis.ac.cn>)

英文成果：This data set is provided by “Environmental & Ecological Science Data Center for West China, National Natural Science Foundation of China”
(<http://westdc.westgis.ac.cn>)

参考文献

- [1] Armstrong R L, Brodzik M J. 1995. An earth-gridded SSM/I data set for cryospheric studies and global change monitoring. *Advances in Space Research*, 16(10): 155-163
- [2] 车涛, 李新. 2004. 被动微波遥感估算雪水当量研究进展与展望. *地球科学进展*, 19(2):204-210
- [3] 车涛, 李新, 高峰.2004. 青藏高原积雪深度和雪水当量的被动微波遥感反演. *冰川冻土*, 26(3): 363-368
- [4] 车涛, 李新.2004. 利用被动微波遥感数据反演我国积雪深度及其精度评价. *遥感技术与应用*, 19(5):301-306
- [5] 车涛, 李新.2005.1993-2002 年中国积雪水资源时空分布与变化特征研究. *冰川冻土*, 27(1):64-67
- [6] Che, T., Li, X., and Armstrong, R. L., 2003. Estimation of snow water equivalent from passive microwave remote sensing data (SSM/I) in Tibetan Plateau.



Microwave Remote Sensing of the Atmosphere and Environment III, Vol. 4894: 405-412

- [7] Che, T., Li, X., Gao F., Armstrong, R. L., 2004. Study of snow water resources by passive microwave satellite data in China. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium Proceedings, Vol. 1: 3674-3676
- [8] 车涛, 2006. 积雪被动微波遥感反演与积雪数据同化方法研究. 博士论文, 中国科学院, 兰州寒区旱区工程与环境研究所



中国西部环境与生态数据中心

中国西部环境与生态科学数据中心受中国自然科学基金委资助，以中国西部环境与生态科学研究计划（“西部计划”）重点项目的形式立项（编号：90502010），旨在收集和整理“西部计划”各项目执行期间产出数据集，为中国西部环境与生态科学研究，乃至更广泛意义上的地表表层科学研究服务。本中心以中国科学院寒区旱区环境与工程研究所为承担单位，由遥感与地理信息科学研究所组织实施。参与单位包括中国科学院地理科学与资源研究所。其中“知识积累平台”依托中国科学院资源环境科学信息中心实现项目中的文献收集和管理。

西部数据中心致力于构建西部环境和生态重大领域的数据共享平台，汇交汇总西部项目产生的数据，为环境和生态科学领域重大研究计划提供数据积累，并促进项目间的合作与交叉。

联系方式

中国西部环境与生态科学数据中心

兰州市东岗西路 320 号，730000

E-mail: westdc@lzb.ac.cn

中心网站: <http://westdc.westgis.ac.cn>

电话: +86-931-4967741（梁继）

项目负责人: 丁永建(dyj@lzb.ac.cn)

李新(lixin@lzb.ac.cn)

数据服务负责人: 王建(wjian@lzb.ac.cn)