



# 中国长序列地表冻融数据集介绍

## (1994 - 2004)

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.....	2
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.....	7
3.7. 数据读取.....	8
3.8. 数据应用.....	8
3.9. 数据限制.....	8
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.....	10

## 图表目录

图 1 冻土、融土、沙漠和积雪样本的空间分布.....	5
图 2 决策树流程图.....	5
图 3 中国地表冻结天数图（2002年10月1日~2003年9月31日）.....	6
图 4 误分情况地温直方图（A）及误分情况时间直方图（B）.....	7
表 1 SSM/I 的主要特征.....	3
表 2 决策树验证结果.....	6



# 1、数据集名称

中国长序列地表冻融数据集（1994-2004）  
Long-term frozen/ thawed soil dataset of China (1994-2004)

## 2、概况

中国长序列地表冻融数据集（1994-2004）是利用被动微波遥感 SSM/I 亮度温度资料通过决策树分类提取得到。

该数据集采用 25km 空间分辨率和 EASE-GRID 投影方式，提供逐日的中国大陆主体部分的地表冻融状态数据，数据集由 11 个文件夹组成，从 SSMI\_result1994 到 SSMI\_result2004，代表的含义就是从 1994 年到 2004 年的地表冻融数据文件夹。每个文件夹里包含当年每天的代表地表冻融的 ASCII 码文件，名称为：SSMI-frozenYYYY\*\*\*，其中 YYYY 代表年，\*\*\*，代表儒略日。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。

## 3、数据集介绍及使用说明

### 3.1. 数据集制作者

姓 名：晋锐  
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：[jinrui@lzb.ac.cn](mailto:jinrui@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

大约 75% 的北半球陆地表层土壤每年都要历经冻融转换这一过程。地表土壤的冻结/融化状态对地气能量交换、地表径流、作物生长和碳循环等均具有重要的影响。地表冻融作为环境温度背景下形成的土壤状态，对温度变化非常敏感，因此地表冻结/融化的开始/结束时间以及持续日数均可作为气候变化的灵敏指示器；同时地表的冻融状态数据，也可为冰冻圈与气候变化关系研究，区域和全球碳循环模型、水文模型、陆面过程模型乃至一般环流模式提供必要的土壤信息。

### 3.4. 资料准备

中国长时间序列的地表冻融数据集所采用的原始数据是：EASE-Grid SSM/亮温（1994-2004年）。微波受大气影响相对较小，可全天候，全天时工作；而且波长较长，对地表具有一定穿透深度，可获得地下一定深度范围内的信息，为我们提供了完全不同于可见近红外和热红外波段的视角来俯视地球。SSM/I 的主要参数见下表 1。

表 1 SSM/I 的主要特征

卫星平台	运行期	采集频率	扫描带宽度	频率(GHz)
DMSP F-8, 11, 13	1987至今	每天	1400km	19 22 37 85
空间分辨率km	极化方式	升交点当地时间	降交点当地时间	观测角(°)
69*34, 37*29	H 和 V	6:00pm	6:00am	53

提取地表冻融的原始数据来源于由美国国家雪冰数据中心(NSIDC)处理的1994年以来的逐日被动微波数据，这一数据集采用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，全球采用等积割圆柱投影，图像分辨率在6-37GHz 为25km，85GHz为12.5km<sup>[1]</sup>（Armstrong and Brodzik, 1995）。SSM/I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地表数据一律采用全球的等积割圆柱投影，其参数等详情见[http://nsidc.org/data/ease/ease\\_grid.html](http://nsidc.org/data/ease/ease_grid.html)。如果需要将EASE-Grid投影方式转换成Geographic投影方式，请参照ease2geo.prj文件，内容如下：

**Input**



```
projection cylindrical
units meters
parameters
1 /* Enter projection type (1, 2, or 3)
0 00 00 /* Longitude of central meridian
30 00 00 /* Latitude of standard parallel
Output
Projection GEOGRAPHIC
Spheroid KRASovsky
Units dd
parameters
end
```

### 3.5. 制备过程

20世纪80~90年代开展的利用被动微波传感器SMMR和SSM/I进行地表冻融状态分类，多采用双指标算法，即37GHz亮温阈值，18/19GHz和37 GHz的亮温谱梯度SG (Spectral Gradient) 阈值<sup>[2]</sup> (Zuerndorfer B.等，1990) 阈值由样本统计分析确定。地表冻融数据集制备基于上述理论，采用SSM/I亮温为基础数据，通过样本统计分析，先验知识积累，同时考虑排除沙漠、积雪和降水等散射体的干扰，发展了适用于业务化运行的地表冻融状态决策树算法，根据该决策树获得长时间序列的地表冻融状态数据集。

#### 1) 建立冻融分类决策树<sup>[3]</sup> (晋锐，李新等，2007)

决策树算法建立在各目标类型样本的统计特征和先验信息及理论模型计算基础之上，即通过分析各类地物不同频率、不同极化亮温的组合方式所表现出的分布特征，确定决策树各结点判别条件以实现最终分类。因此决策树的分类精度主要取决于样本的纯度和代表性，以及先验信息的积累。

根据各地表类型/状态的样本及其亮温特征，依据三个关键指标进行聚类分析，并计算得到各指标的均值和标准差 (图 1)。

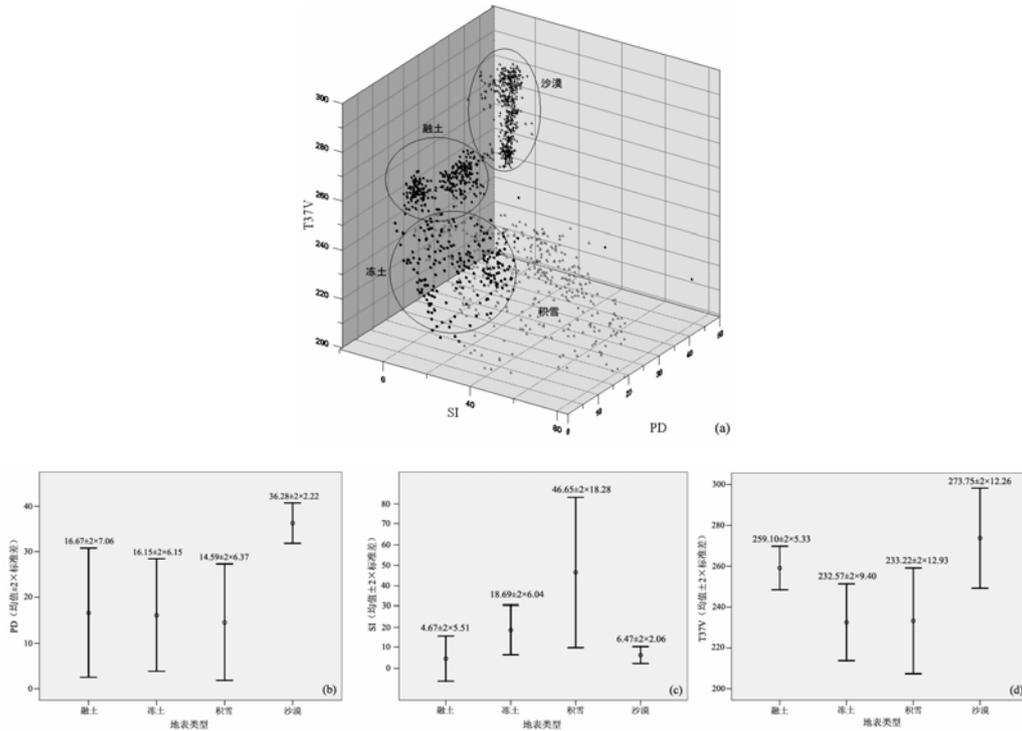


图 1 冻土、融土、沙漠和积雪样本的空间分布

(冻土、融土、沙漠和积雪样本的空间分布 (a) 及 PD (b)、SI (c) 和 T37V (d) 指标的分布范围)

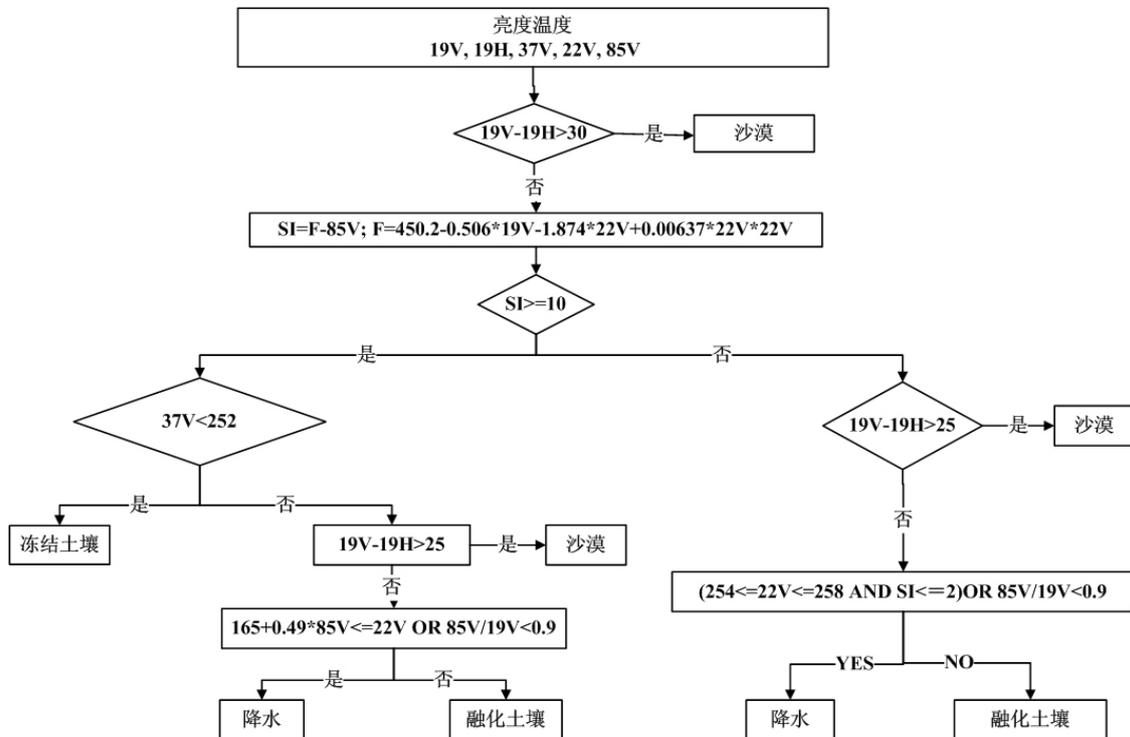


图 2 决策树流程图

## 2) 地表冻融信息提取与验证

利用以上建立的分类树对2002年10月1日~2003年9月31日间的逐日SSM/I数据进行地表冻融状态识别。74%的国土面积发生冻融，冻结最长区域分布青藏高原西北部，较寒冷的东北由于植被覆盖较多，遮蔽了冠层下土壤发射信息，因此SSM/I获得的是植被冠层的信息。图3为中国地表冻结天数图，为5天合成的结果<sup>[4]</sup>（晋锐，李新，2002）；并用同期国际协同加强观测期CEOP（Coordinated Enhanced Observing Period）- EOP3的土壤温度和湿度观测系统（SMTMS）数据进行验证，其中土壤温度和湿度数据分别由白金地温探头和时域反射仪（TDR）测得，并由数采仪每一小时自动记录一次数据。

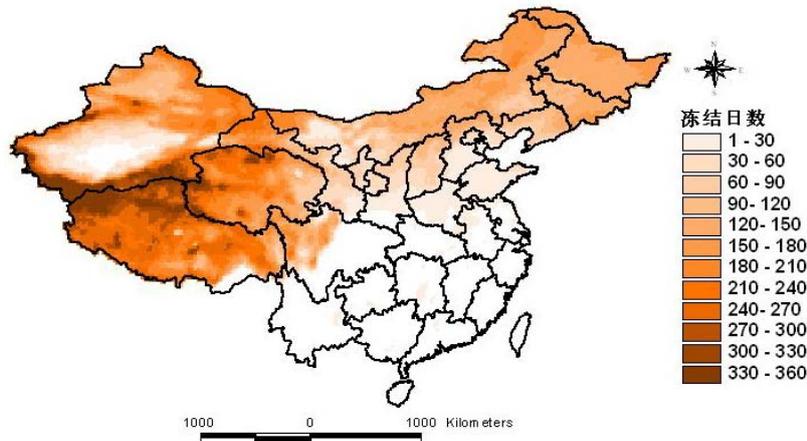


图3 中国地表冻结天数图（2002年10月1日~2003年9月31日）

本数据集使用的是SSM/I早6时过境的降轨数据，因此选择各站点UTM24时的4cm土壤温度代表浅层土壤的真实冻融状态；由于SSM/I不是每天均覆盖同一地区，剔除无值像元。经统计，有效验证数据共1695个，误分219个，准确率可达87%（表2）。

表2 决策树验证结果

站点	有效验证数据	误分	准确性 (%)
MDO A	219	25	88.58
MS3608	207	24	88.41
MS3637	209	27	87.08
D66	217	15	93.09
D105	209	39	81.34
D110	211	41	80.57
BJ	207	19	90.82
TTH	216	29	86.57
Total	1695	219	87.08

误分象元中有 18 个被误分为沙漠, 此类情况多发生在地表平坦、较干燥的区域, 且多发生在地表温度较高的 6~9 月份。可以通过分类前先进行沙漠掩膜处理进一步提高分类精度和效率。对剩余的 201 个误分像元进行分析后发现近 40% 的误分发生在  $-0.5^{\circ}\text{C}\sim 0.5^{\circ}\text{C}$  间, 即冻结点附近 (图 4a); 另外从时间序列来看, 误分主要发生在冷暖季节过渡时期, 即 4 月和 10 月 (图 4b)。

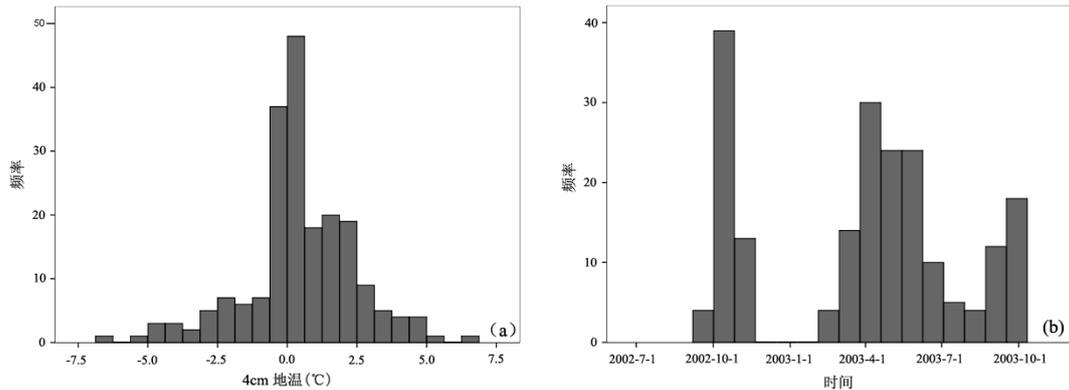


图 4 误分情况地温直方图 (a) 及误分情况时间直方图 (b)

### 3.6. 数据集属性

中国地表冻融长时间序列数据集 (1994-2004) 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 1994—2004 年中国地表冻融数据集是逐日的, 空间分辨率为 25km, 经度范围为  $60^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{E}$ , 纬度为  $15^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$ 。

**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 SSMI\_result1994 到 SSMI\_result2004 的 11 个文件夹组成, 每个文件夹里包括大约 365 个 ASCII 码的文本文件组成, 每一个 ASCII 码文件代表每一天我国地表冻融状况, 文件的名称代表哪一年的第几天, 比如 SMI-frozen1994001.txt 就代表这个 ASCII 文件描述 1994 年第一天我国的地表冻融状况。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-轴左下点坐标、y-轴左下点坐标、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列数组成的二维数组, 以列为优先进行排列, 数值为整数型, 从 1 到 4, 1 代表冻结, 2 代表融化, 3 代表沙漠, 4 代表降水。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 308**  
**nrows 166**  
**xllcorner 5778060**  
**yllcorner 1880060**  
**cellsize 25067.525**  
**nodata\_value 0**

### 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地表冻融的状态：1代表冻结，2代表融化，3代表沙漠，4代表降水。如果要用图示来显示的话，我们推荐用ArcView + 3D 或 Spatial Analyst 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 Analyst 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 Yes（要选择整型数据），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

### 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很粗，大约在25km，所以它反演的地表冻融是整个大约625km<sup>2</sup> 面积内的地表冻融总体信息。由于SSM/I的被动微波遥感数据采用条带扫描，所以每日的分析遥感数据不是连续的，体现在反演出来的



全国地表冻融数据也是不连续的，用5天连续的数据进行合成，能够反映全国地区的冻融情况，但是由于冻土对气温日变化也很敏感，所以晋锐博士就沿袭原始数据的非连续性，没有进行全国地表冻融数据插值分析。同时，在不同的年份缺失个别的数据，现将个别缺失的数据记录如下：1994年第201, 324, 325天数据；1996年第366天数据；1998年第70天数据；2000年第366天数据。

### 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] Zuerndorfer B, England A W, Dobson M C et al. Mapping Freezing/Thaw Boundary With SMMR Data. *Agricultural and Meteorology*, 1990, Vol. 52: 199-225
- [3] 晋锐, 李新, 车涛. SSM/I 监测地表冻融状态的决策树算法. *遥感学报*. 2007, 已投稿
- [4] 晋锐, 李新. 被动微波遥感监测土壤冻融界限的研究综述. *遥感技术与应用*, 2002, 17(6): 370-375



## 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](mailto: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)