

# 近15a新疆逐日无云积雪覆盖 产品生产及精度验证

新疆维吾尔自治区气候中心  
(新疆生态环境遥感中心)

2017年4月



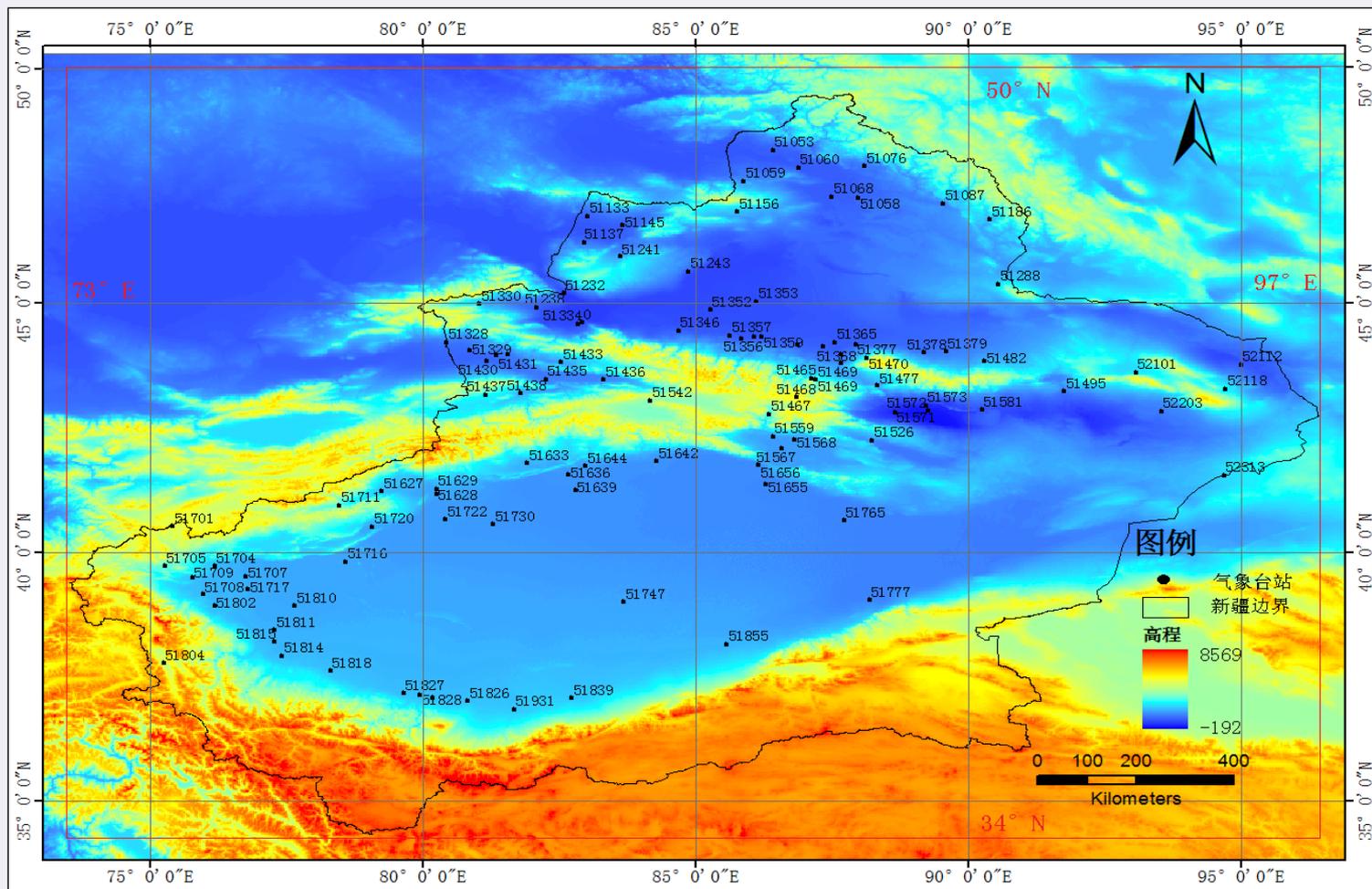
# 目 录 Contents

- 1 数据来源
- 2 研究方法
- 3 结果验证
- 4 结语



# 1 数据来源

- **MODIS日积雪产品数据 (MOD10A1和MYD10A1)**：空间分辨率为500m×500m，时间分辨率为1d，文件为hdf4格式，投影方式为Inergrized Sinosoida GRID，轨道编号为h23v04、h23v05、h24v04、h24v05、h25v04、h25v05和h23v04的6块数据覆盖了整个新疆。
- **IMS(the interactive multisensor snow and ice mapping system)冰雪产品**：通过NSIDC网站免费获取，时间分辨率为1 d，空间分辨率为4KM（2004—今）的投影方式为经纬度投影，数据格式为hdf4。
- **数字高程模型 (DEM: Digital Elevation Model)**：选取的是USGS EROS数据中心发布的分辨率为90m的SRTM DEM数据。为了与积雪产品匹配，将其空间分辨率重采样为500m。
- **实测雪深数据**：采用新疆气象局提供的新疆109个常规气象站2002年至2016年日值数据。
- **野外实测数据**：近5年来在研究区积雪期野外积雪观察实验所测积雪信息数据，主要包括观察时间、观察地点经纬度、天气、SnowFork数据、积雪光谱数据、雪深(cm)、雪压(g/cm<sup>2</sup>)、雪层温度(°C)、雪粒径大小、雪层情况、雪层底地表特性、积雪覆盖度、地形、环境照片等信息。野外观察作为随机数据，与气象站数据一同作为精度验证数据。

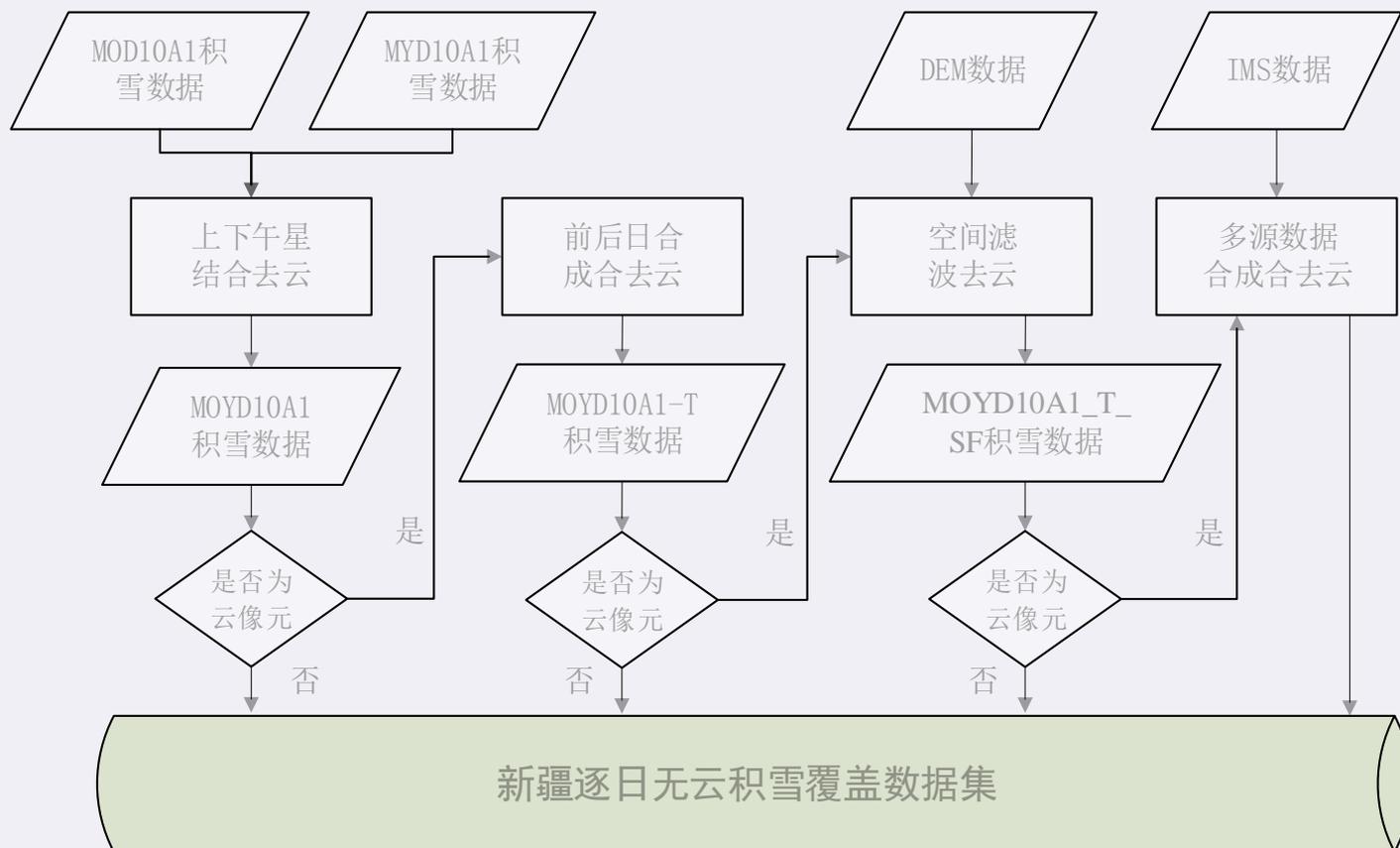


研究区及气象台站位置



## 2

## 研究方法



技术路线图

## 2

## 研究方法

### 2.1 上下午星结合去云

同一天的MODIS/Terra卫星与MODIS/Aqua卫星在新疆区域成像时间相差4h左右，这段时间云会产生变化和发生移动，而云下积雪相对变化较小，利用这一过程，可以将原来被云遮挡的积雪信息识别出来。

### 2.2 前后日合成去云

前后日合成去云是通过考虑云体在不同时相的位置差异和在这一时段降融雪过程，获取当日积雪信息。考虑到结果数据应用的时效性及研究区积雪存在机理，本文采用前一日（d-1日）与后一天（d+1日）探测当日（d日）MOYD10A1产品中被云遮挡的的积雪信息。前后日合成去云合成去云最终结果产品记做MOYD10A1\_T。

## 2 研究方法

### 2.3 空间滤波法去云

空间滤波法去云就是依据积雪在局部区域的空间分布相似性原理，消除由于IMS数据分辨率相比MOYD10A1\_T较低而引起的对大面积云体边缘及零星云体云下信息的误判。具体判识如下：本文选择窗口大小为 $9 \times 9$ 空间滤波器，能够判识的大面积云体边缘及零星云体像元类别如图3所示共3类（C表示云像元、S表示积雪像元、L表示陆地和水体等其他晴空非雪像元），空间滤波法去云最终结果产品记做MOYD10A1\_T\_SF。

C	C	C
C	C	L
C	L	L

(1)

C	C	C
C	C	S
C	S	S

(2)

C	C	C
C	C	S
C	S	L

(3)

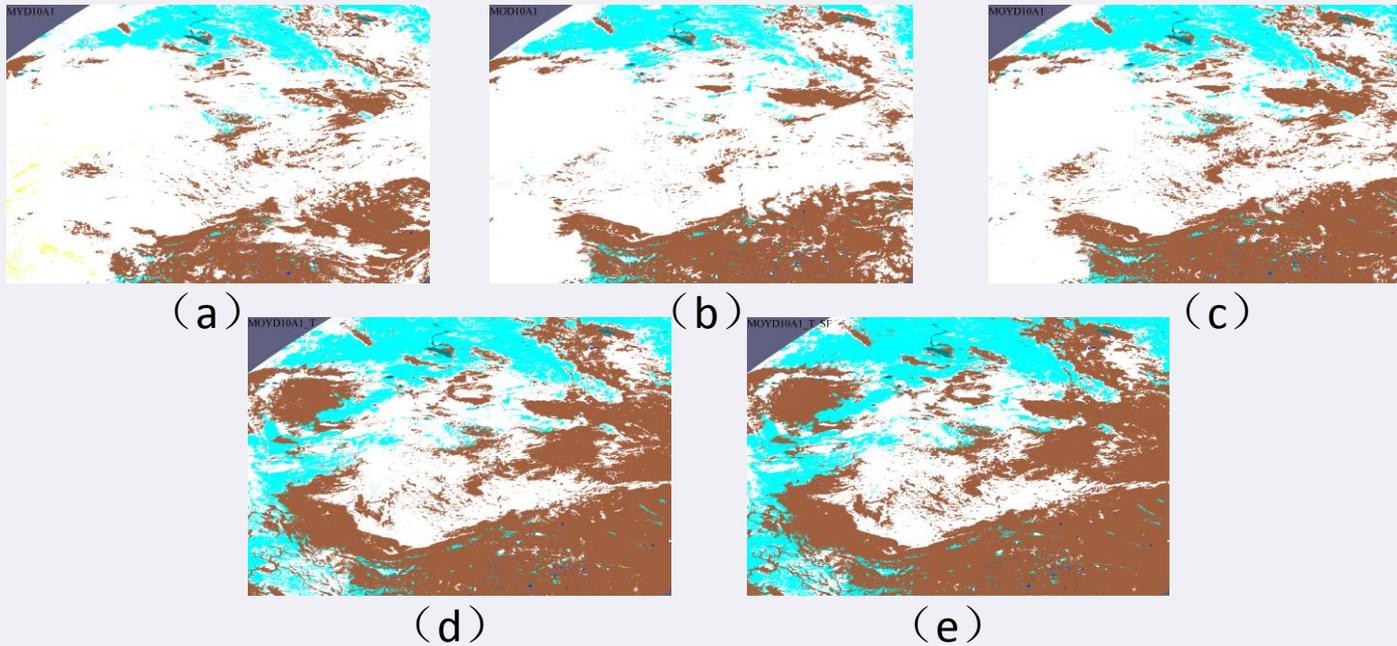
滤波窗口像元类别

### 2.4 多源数据合成去云

虽然通过上述步骤可以消除大部分云量，但是对时间滤波窗口期内没有明显变化的大面积云量还是无法去除，所以本文引入不受云影响的IMS数据，对MOYD10A1\_T\_SF数据进行最终去云处理，最终得到无云的积雪产品MOYD10A1\_T\_SF\_IMS。

## 去云过程影像

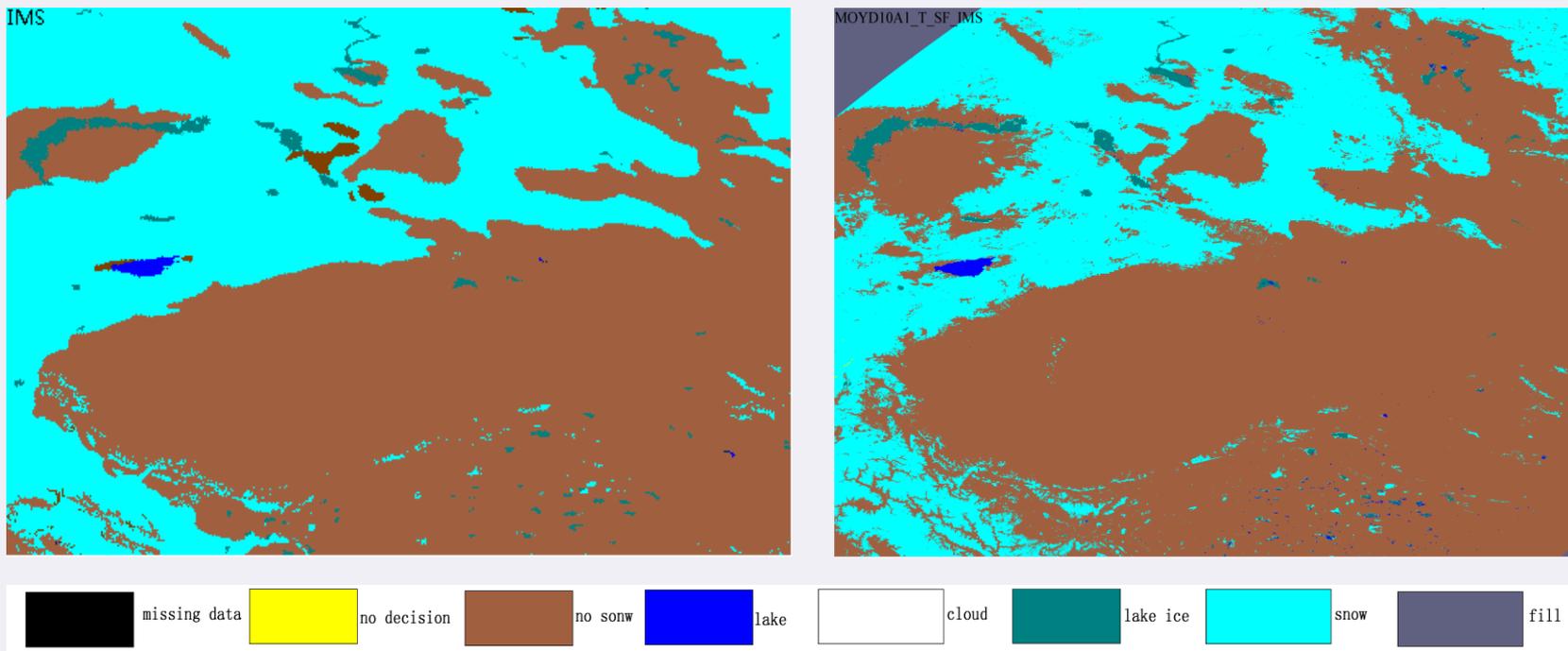
对研究在积雪季（11月至次年3月份），大部分时区近15a的MOD10A1和MYD10A1数据进行逐日云像元统计分析，发现研究区全年大部分时间的Pc占比在50%左右，尤其间逐日云覆盖占研究区高达60%左右



a为MOD, b为MYD, c为上下午星合成数据, d为前后日合成, e为空间滤波。  
如图(a)所示, MYD10A1d的Pc达68.35%, 如图(b)所示, Ps为3.96%。

2013年3月9日研究区MODIS积雪产品去云过程影像图

# 去云过程影像

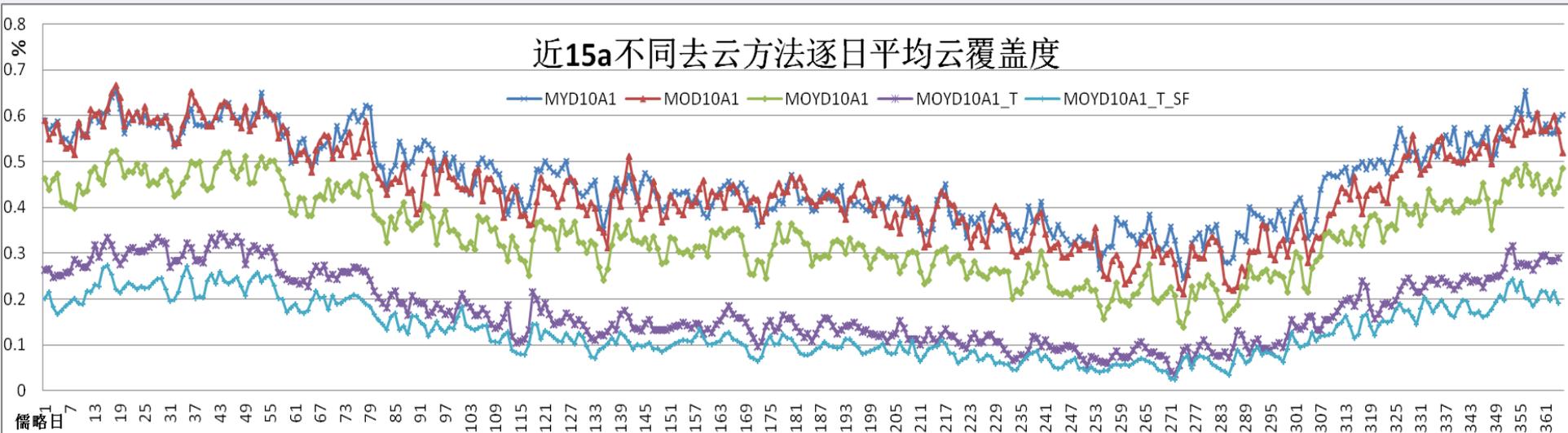


研究区晴空积雪覆盖空间分布图





## 去云结果云量统计



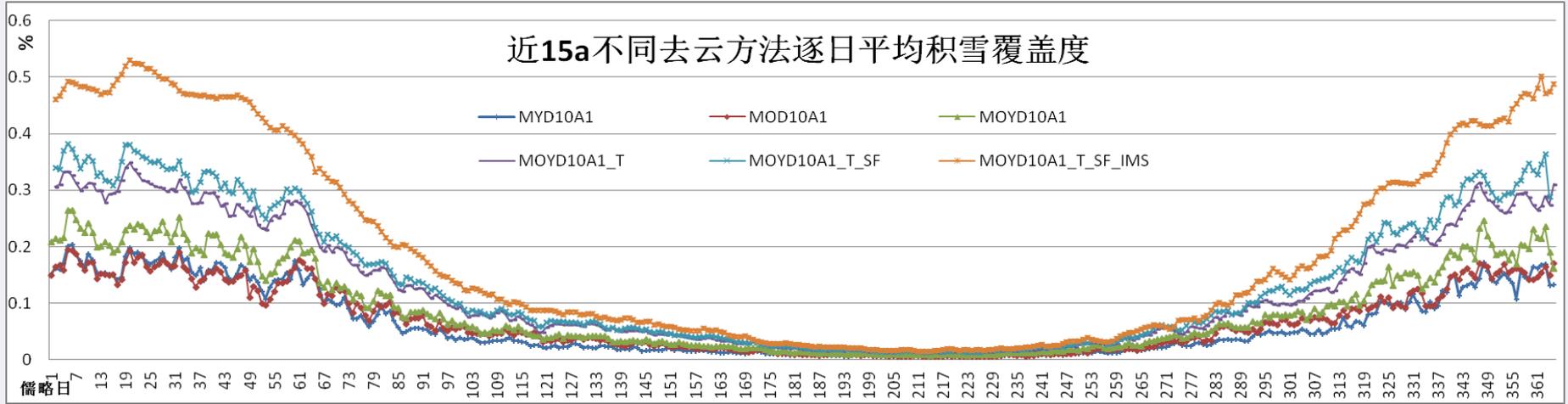
以2013年3月9日数据为例，MOD10A1的Pc达65.15%，Ps为4.03%，

显然云覆盖已成为影响MODIS数据在研究区进行积雪监测的最大制约因素，通过本文去云算法，最终解决了研究区MODIS积雪产品中的云覆盖问题。



## 去云结果积雪面积统计

统计近15a各去云方法逐日平均Ps



去云前，MYD10A1和MOD10A1的逐日年平均Ps为6.39%和6.99%，通过各去云方法依次去云后得到的各产品数据MOYD10A1、MOYD10A1\_T、MOYD10A1\_T\_SF、MOYD10A1\_T\_SF\_IMS的逐日年平均Ps分别为8.97%、12.54%、13.94%、19.31%，随着云量的减少，积雪覆盖逐渐增加，直至接近真实。

## 3

## 结果验证

## ◆ 3.1 基于统计分析去云效果评价

云、雪覆盖度 $P_c$ 也 $P_s$ 可以反映不同融合方法的去云效果，其表达式如下：

$$P_c = \frac{N_c}{N} \quad (1)$$

$$P_s = \frac{N_s}{N} \quad (2)$$

式中 $N_c$ 表示影像中的云像元， $N_s$ 代表影像中的雪像元， $N$ 为像元总数。

### 3.2 基于实测数据去云精度评价

MODIS积雪产品精度是指在晴空状态下进行的精度验证，对于云覆盖的区域，应用本文算法去云后，相比去云前晴空状态数据，原来为云覆盖的区域在MOYD10A1\_T\_SF\_IMS数据中表现为新增晴空状态数据，选择研究区109个常规气象站近15a日值数据分别对近15a去云前MODIS晴空状态下积雪产品数据和去云后新增晴空状态下积雪产品数据进行精度验证。

表1 去云前MODIS数据与气象站点积雪观察误差矩阵

	遥感—积雪	遥感—陆地	合计
站点—积雪	52767(91.5%)	4902(8.5%)	57669
站点—陆地	11303(4.9%)	219376(95.1%)	230679
合计	64070	224278	288348

从分析结果也可以看出MODIS积雪产品对研究区积雪覆盖存在着11.1%高估现象。

表2 去云后MODIS数据与气象站点积雪观察误差矩阵

	遥感—积雪	遥感—陆地	合计
站点—积雪	41436(88.12%)	5586(11.88%)	47022
站点—陆地	12959(6.89%)	175129(93.11%)	188089
合计	54395	180716	235111

从分析结果也可以看出，去云后生成的积雪产品对研究区积雪覆盖存在着15.62%高估现象。说明原来被云覆盖的区域经过本文算法去云后，生成的研究区逐日无云积雪产品MOYD10A1\_T\_SF\_IMS其精度基本接近MODIS晴空积雪产品数据在研究区积雪监测精度，验证了本算法对研究区MODIS数据积雪产品去云的有效性。

## 4 结语

●MODIS每日积雪产品在研究存在着严重的云覆盖，极大影响了其在研究区积雪覆盖的实时监测及应用，通过本文去云算法之后，在保证产品时空分辨率不变的前提下，解决了MODIS积雪产品在研究区云覆盖问题。通过对去云后产品的进行精度验证，得出去云后产品总体精度为**89.13%**，其精度接近MODIS原始数据在研究区晴空积雪总体精度**93.3%**，说明通过本文算法进行去云的逐日无云积雪产品可以用于研究区积雪监测。通过建立2002—2016年近16a研究区逐日无云数据集，为后续新疆积雪研究提供了较高分辨率逐日积雪覆盖产品数据。

●云覆盖是影响高时空分辨率光学积雪遥感产品应用的瓶颈，利用高时间分辨率和积雪存在特点，并结合多源积雪产品数据，可以达到去云效果，通过改进本文算法也可适应于其他高时间分辨率光学积雪遥感产品的去云。但去云算法只是一种手段，如何利用高时空分辨率且不受云影响的遥感资料直接进行积雪监测是将来发展趋势。

Thank  
you

End

