

风云四号地表类产品介绍

刘诚

国家卫星气象中心遥感应用室

2016年11月7日

主要内容

- 一、风云四号通道特性
- 二、积雪产品（郑照军）
- 三、洋面温度产品（王素娟、崔鹏）
- 四、地表温度产品（董立新）
- 五、反照率产品（陈爱军、王圆香）
- 六、火点产品（刘诚、郑伟、闫华）

一、风云四号通道特性

风云四号多通道扫描成像辐射计基本技术指标

波段	带宽 (μm)	空间分辨率 (Km)	波段	主要用途
1	0.45~0.49	1	可见光	云
2	0.55~0.75	0.5~1	可见光	植被、水体、积雪、云等
3	0.75~0.90	1	近红外	植被, 水体、云
4	1.36~1.39	2	短波红外	卷云
5	1.58~1.64	2	短波红外	低云/雪识别, 水云/冰云 判识
6	2.1~2.35	2~4	短波红外	卷云、气溶胶, 粒子大小
7	3.5~4.0 (high)	2	中红外	洋面温度、高温目标
8	3.5~4.0 (low)	4	中红外	洋面温度、高温目标
9	5.8~6.7	4	中红外	高层水汽
10	6.9~7.3	4	中红外	中层水汽
11	8.0~9.0**	4	远红外	总水汽、云
12	10.3~11.3**	4	远红外	地表温度、洋面温度
13	11.5~12.5**	4	远红外	地表温度、洋面温度
14	13.2~13.8	4	0.9K (240K)	云、水汽

Himavari 8 观测通道特性

风云四号产品 替代数据

通道	中心波长 (μm)	分辨率 (km)	主要用途
1	0.46	1	海洋水色、大气环境等
2	0.51		
3	0.64	0.5	陆地、云等
4	0.86	1	海洋水色、浮游植物等
5	1.6	2	陆地、云、积雪
6	2.3		云
7	3.9		地球表面和云顶温度
8	6.2		卷云和水汽
9	7.0		海洋水色、浮游植物等
10	7.3		
11	8.6		地球表面和云顶温度
12	9.6		
13	10.4		
14	11.2		地球表面和云顶温度
15	12.3		
16	13.3	云顶高度	

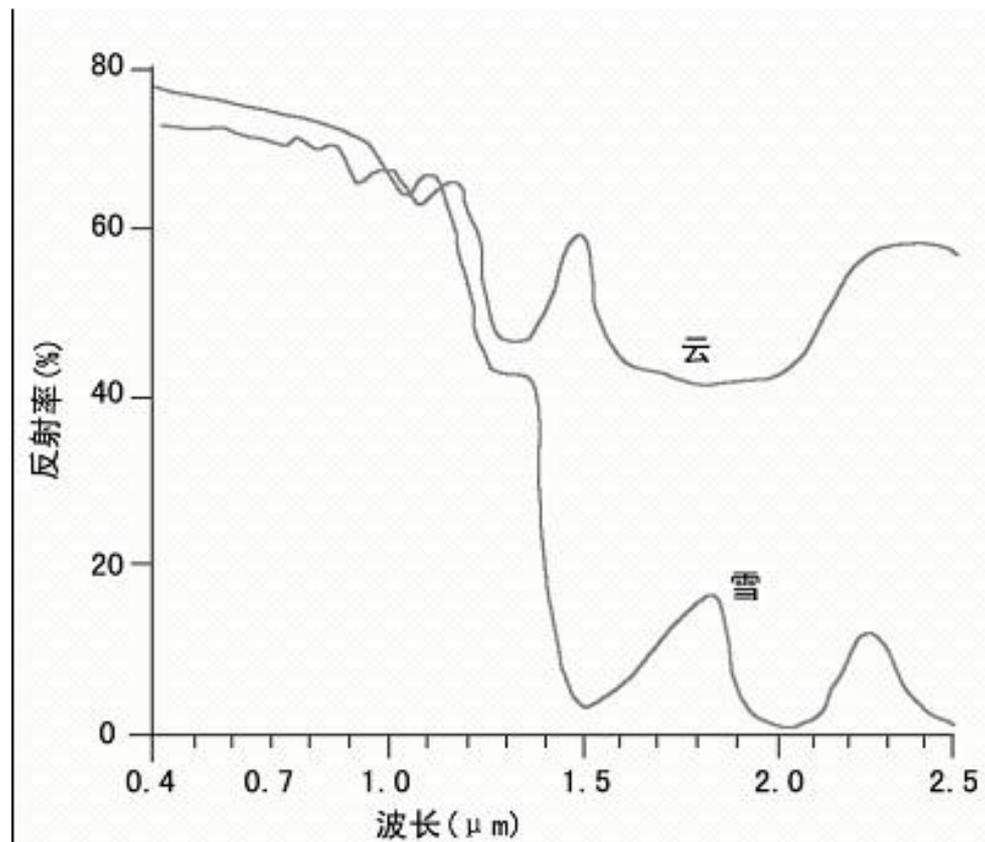
一、风云四号积雪覆盖产品

郑照军

1、积雪覆盖监测原理

雪在可见光波段（0.4-0.7 μm ）和近红外波段（0.8-1.1 μm ）的反射率较高，和云的反射率相近。

雪在短波红外波段1.6 μm 和2.0 μm 波长处的反射率最低，而云（尤其是中低云）在该波段反射率仍很高，这一特点可用于区分积雪和中低云。

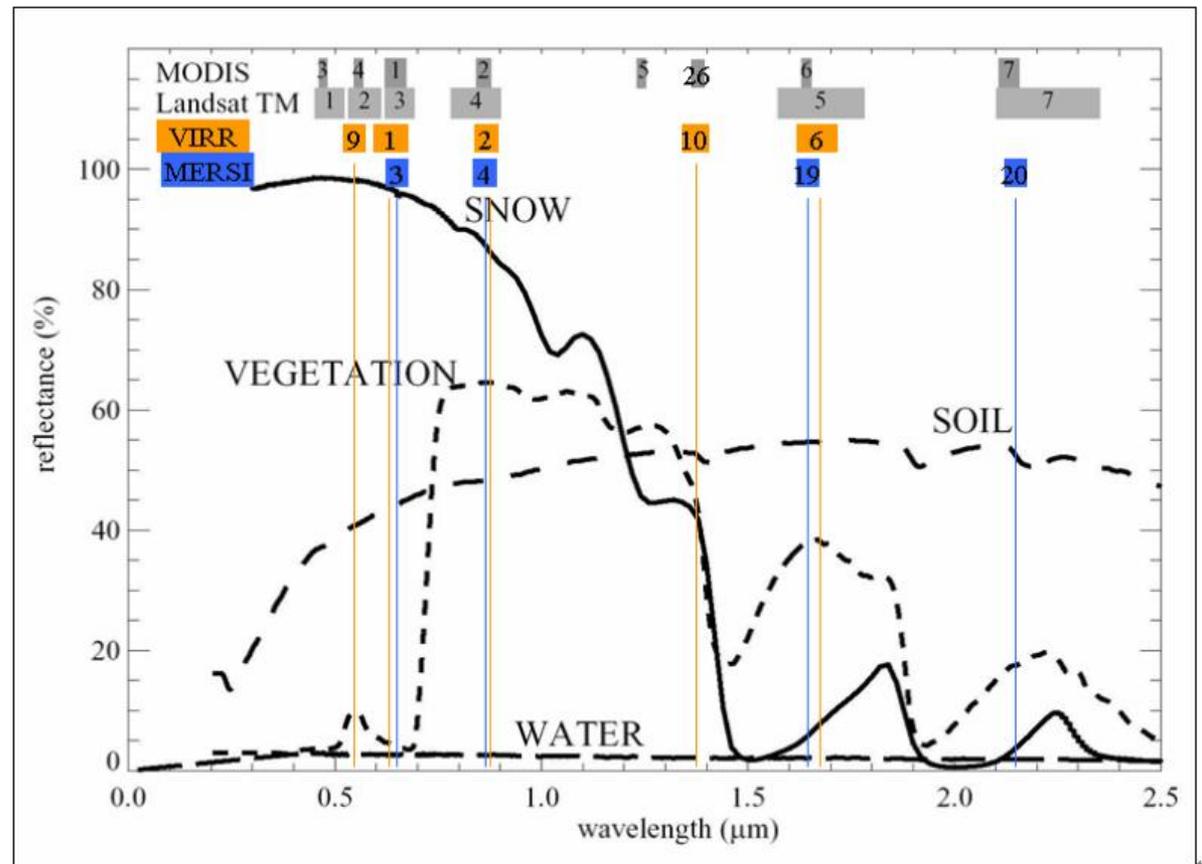


雪和云的反射光谱曲线

1、积雪覆盖监测原理(续)

积雪与其他地物目标光谱反射特有较大差异。在可见光波段，积雪反射率远高于植被、裸地和水体，在近红外波段，积雪仍远高于裸地和水体，也在相当程度上高于植被。而在短波红外通道，积雪明显低于裸地和植被，与水体相近。

EOS/MODIS,
FY3/VIRR,
FY3/MERSI,
Landsat TM
NOAA -17, 19
Have short
infrared band.



1) 积雪覆盖监测原理(续)

在远红外波段（**10.3-11.3um**），积雪区和无雪区的温度有一定差异，但在严冬期间积雪和陆地表面温度相近时，利用远红外通道难以反映积雪与陆地之间的差异。而当积雪融化时，雪的表面温度总是低于邻近的无雪区，因而此时可用远红外通道区分积雪和无雪区。

积雪与云的温度差异随云的类型而异。积雪的温度有时与中低云相近，一般高于高云温度。因此用远红外通道资料可以有效地区别雪和高云，但有时难以区分雪和中低云。

2、积雪监测方法

SNOW 算法（郑照军）

概率结合阈值法

- 根据中高云、中低云、积雪以及晴空地表在中红外、短红外、水汽以及可见光波段的光谱特性差异;
- 结合土地覆盖类型、高程等反映下垫面特征的辅助数据，考虑季节、纬度等差异，并参考前12天温度场和历史同期积雪覆盖情况;
- 利用0.65 μm 、1.64 μm 、7.3 μm 、10.8 μm 、12.0 μm 等5个通道观测数据，采用多光谱阈值与概率判识相结合的积雪判识方法，进行积雪信息提取，生成日积雪覆盖产品。

2、积雪监测方法（续）

积雪产品利用的风云四号多通道扫描成像辐射计主要通道

波段	带宽 (μm)	空间分辨率 (Km)	波段	主要用途
1	0.45~0.49	1	可见光	云
2	0.55~0.75 \checkmark	0.5~1	可见光	植被、水体、积雪、云等
3	0.75~0.90	1	近红外	植被, 水体、云
4	1.36~1.39	2	短波红外	卷云
5	1.58~1.64 \checkmark	2	短波红外	低云/雪识别, 水云/冰云 判识
6	2.1~2.35	2~4	短波红外	卷云、气溶胶, 粒子大小
7	3.5~4.0 (high)	2	中红外	洋面温度、高温目标
8	3.5~4.0 (low)	4	中红外	洋面温度、高温目标
9	5.8~6.7	4	中红外	高层水汽
10	6.9~7.3 \checkmark	4	中红外	中层水汽
11	8.0~9.0	4	远红外	总水汽、云
12	10.3~11.3 \checkmark	4	远红外	地表温度、洋面温度
13	11.5~12.5 \checkmark	4	远红外	地表温度、洋面温度
14	13.2~13.8	4	0.9K (240K)	云、水汽

Himavari 8 观测通道特性

风云四号产品
替代数据

通道	中心波长 (μm)	分辨率 (km)	主要用途
1	0.46	1	海洋水色、大气环境等
2	0.51		
3 \checkmark	0.64	0.5	陆地、云等
4	0.86	1	海洋水色、浮游植物等
5 \checkmark	1.6	2	陆地、云、积雪
6	2.3		云
7	3.9		地球表面和云顶温度
8	6.2		卷云和水汽
9 \checkmark	7.0		海洋水色、浮游植物等
10	7.3		
11	8.6		大气水汽
12	9.6		
13	10.4		地球表面和云顶温度
14 \checkmark	11.2		
15 \checkmark	12.3	云顶高度	
16	13.3		

3、FY-4/AGRI 积雪覆盖预研产品

FY-4积雪覆盖检测利用多通道扫描成像仪AGRI白天多时次观测资料，结合高程、地理信息等辅助数据，判识某像元在该观测时次是否曾被雪覆盖。

在多时次观测结果基础上，合成日最大积雪覆盖；在日最大积雪覆盖基础上，合成旬最大积雪覆盖。

积雪覆盖产品特点

区域	水平分辨率	生成频次	产品准确率	产品类型
圆盘区域	4km	半小时	88%（冬季）	单时次积雪范围
	4km	日合成	92%（冬季）	日最大积雪范围
	4km	旬合成	92%（冬季）	旬最大积雪范围
中尺度	4km	半小时	88%（冬季）	单时次积雪范围
	4km	日合成	92%（冬季）	日最大积雪范围
	4km	旬合成	92%（冬季）	旬最大积雪范围

西伯利亚积雪

青藏高原积雪

东北亚林区积雪

FY-4算法
日雪盖产品

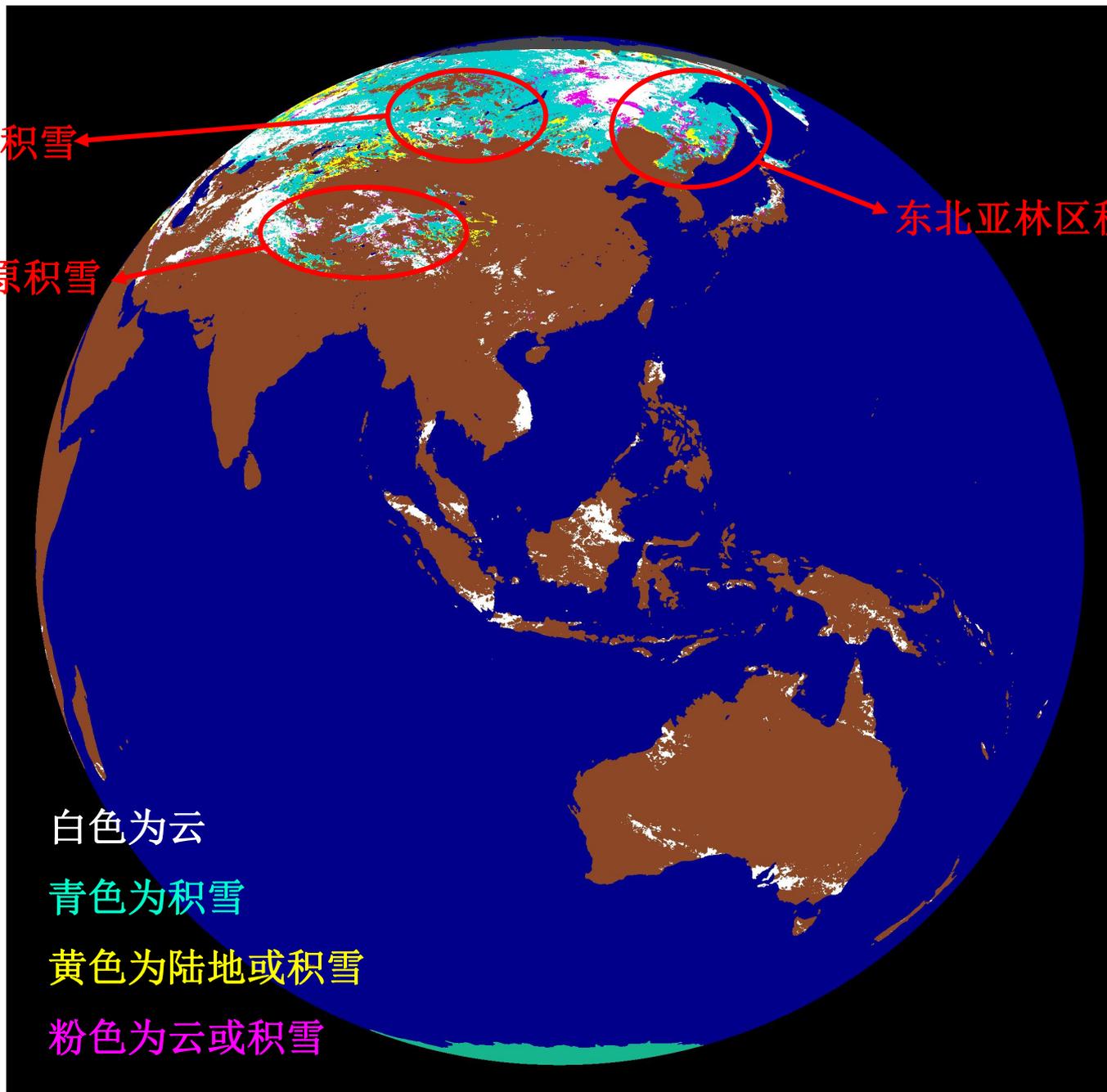
FY2G 替代数据
2013年12月1日

白色为云

青色为积雪

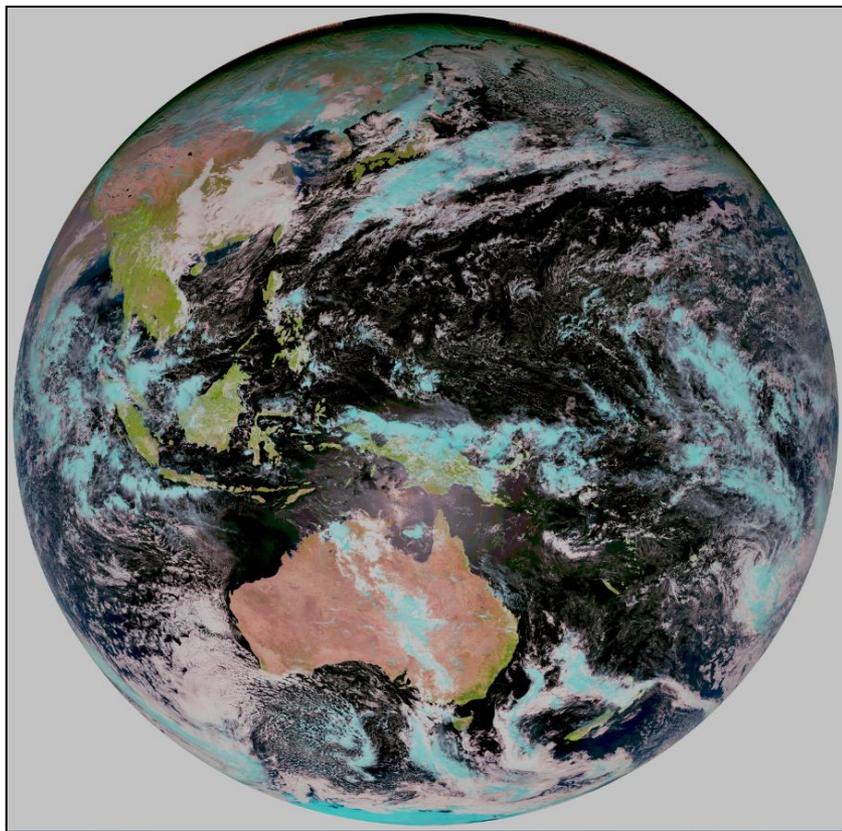
黄色为陆地或积雪

粉色为云或积雪



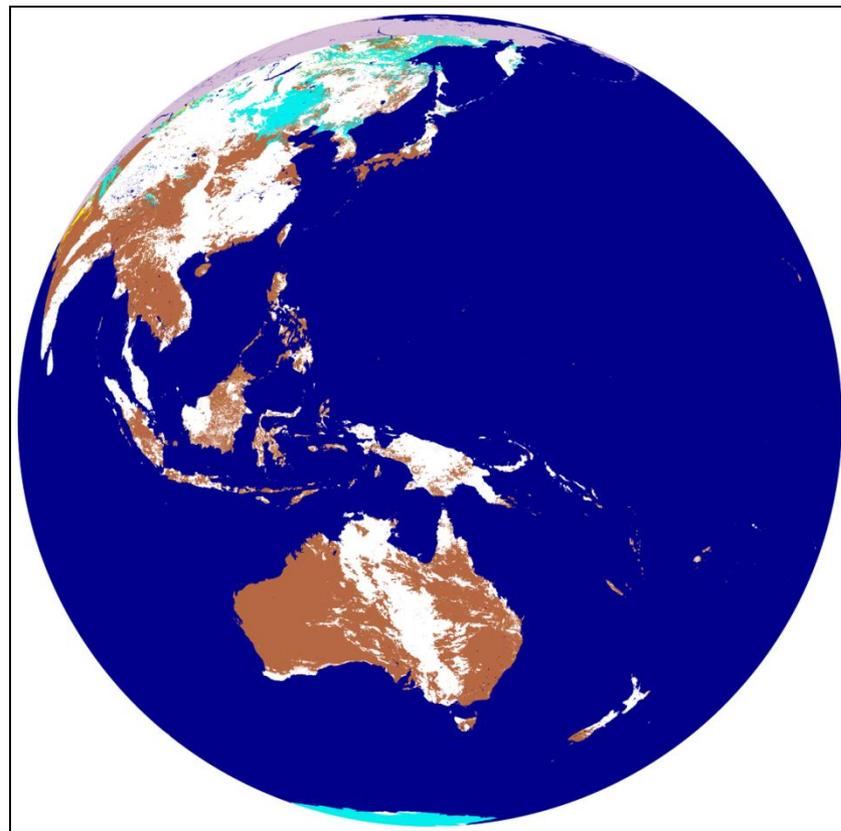
3、FY-4/AGRI 积雪覆盖预研产品（续）

替代数据H8:AH1-**RGB**
(2015/11/30/0230)



H8: CH5、4、3, RGB
(短波红外、近红外、可见光合成)

FY4积雪覆盖
AH1-SE (2015/11/30/0230)

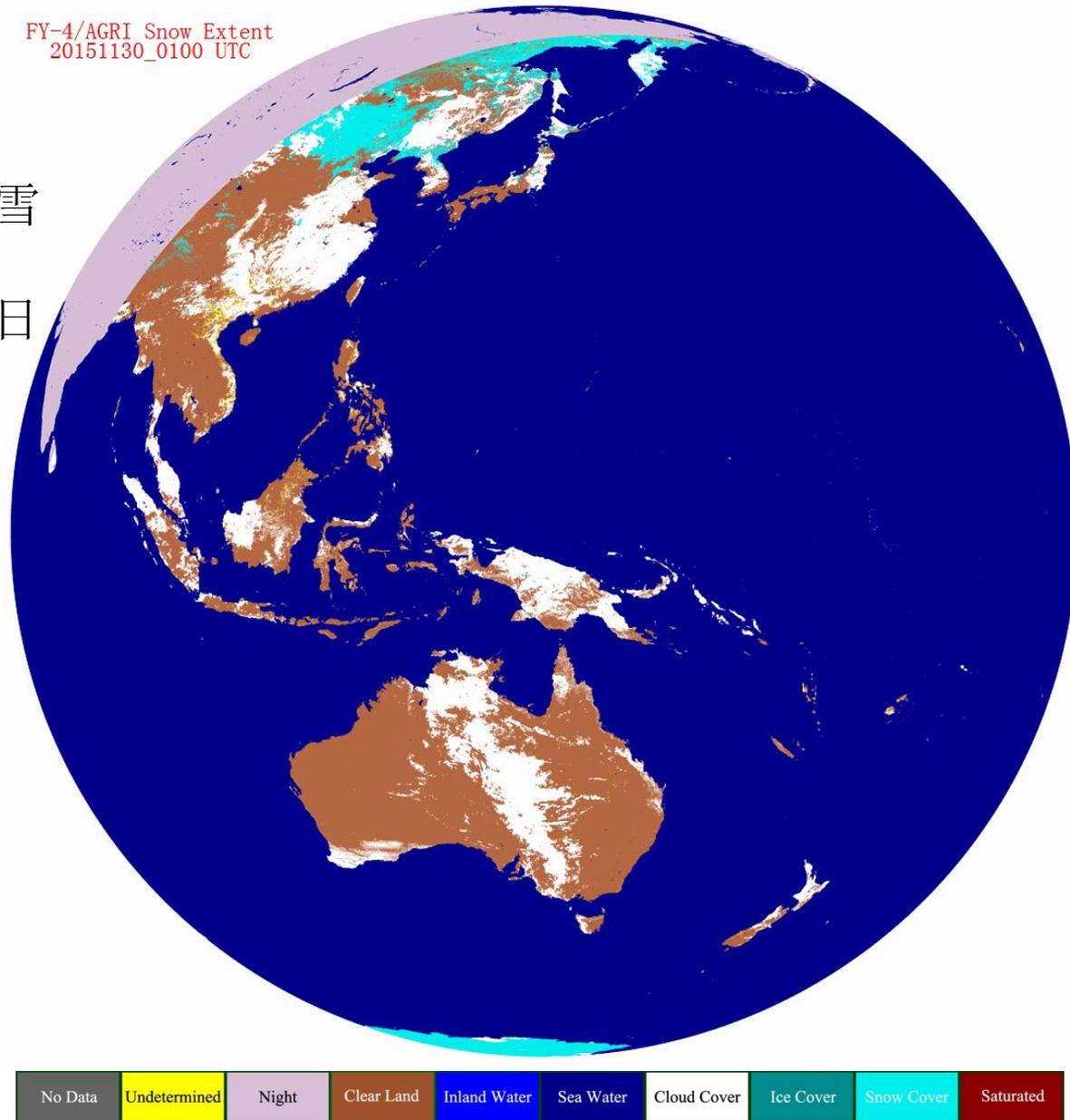


夜间 白天晴空 云 积雪

3、FY-4/AGRI 积雪覆盖预研产品（续）

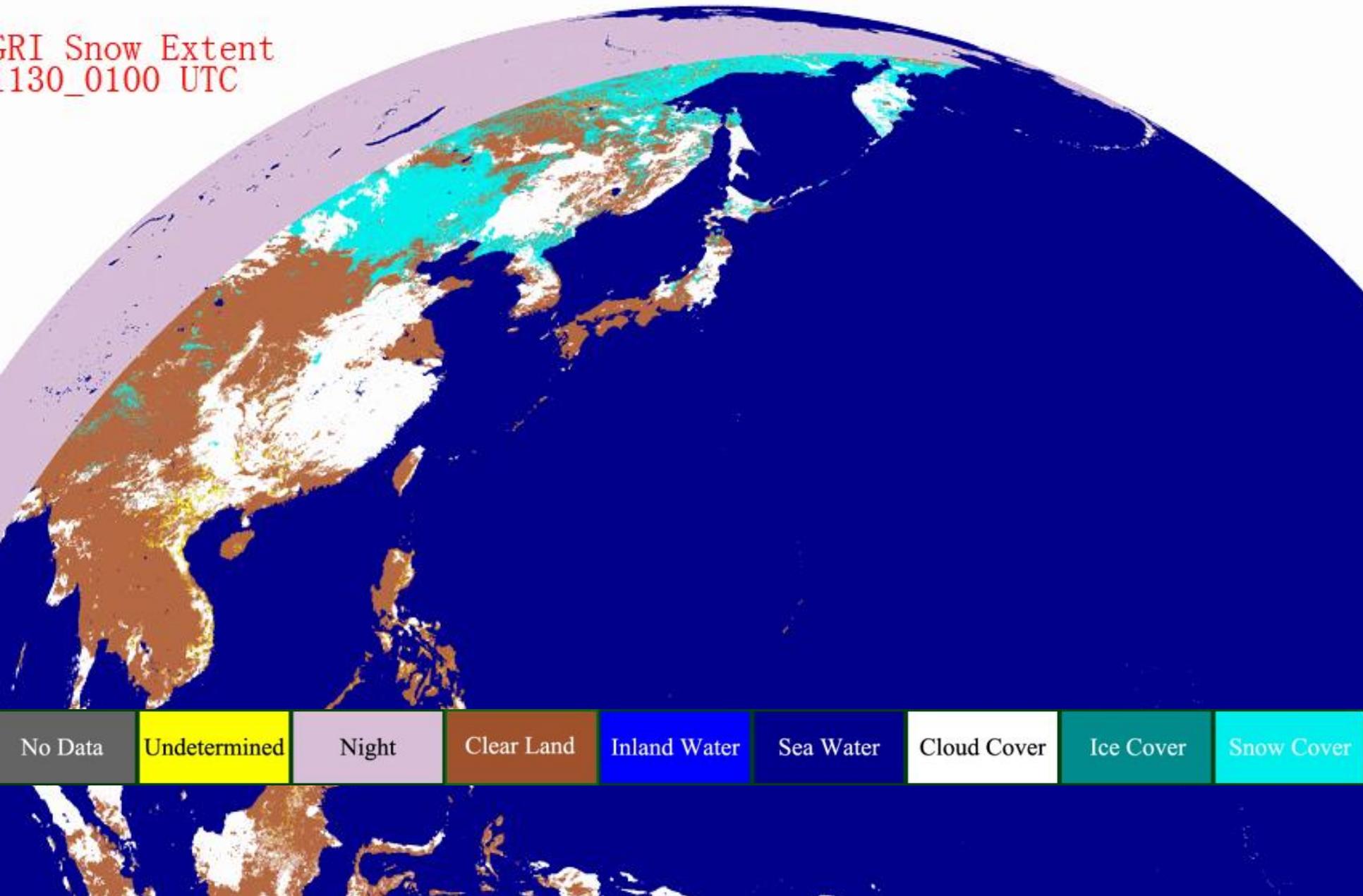
FY-4/AGRI Snow Extent
20151130_0100 UTC

H8替代数据积雪
产品动画
2015年11月30日
09时至16时
10分钟一次



3、FY-4/AGRI 积雪覆盖预研产品（续）

AGRI Snow Extent
130_0100 UTC



4、积雪监测应用

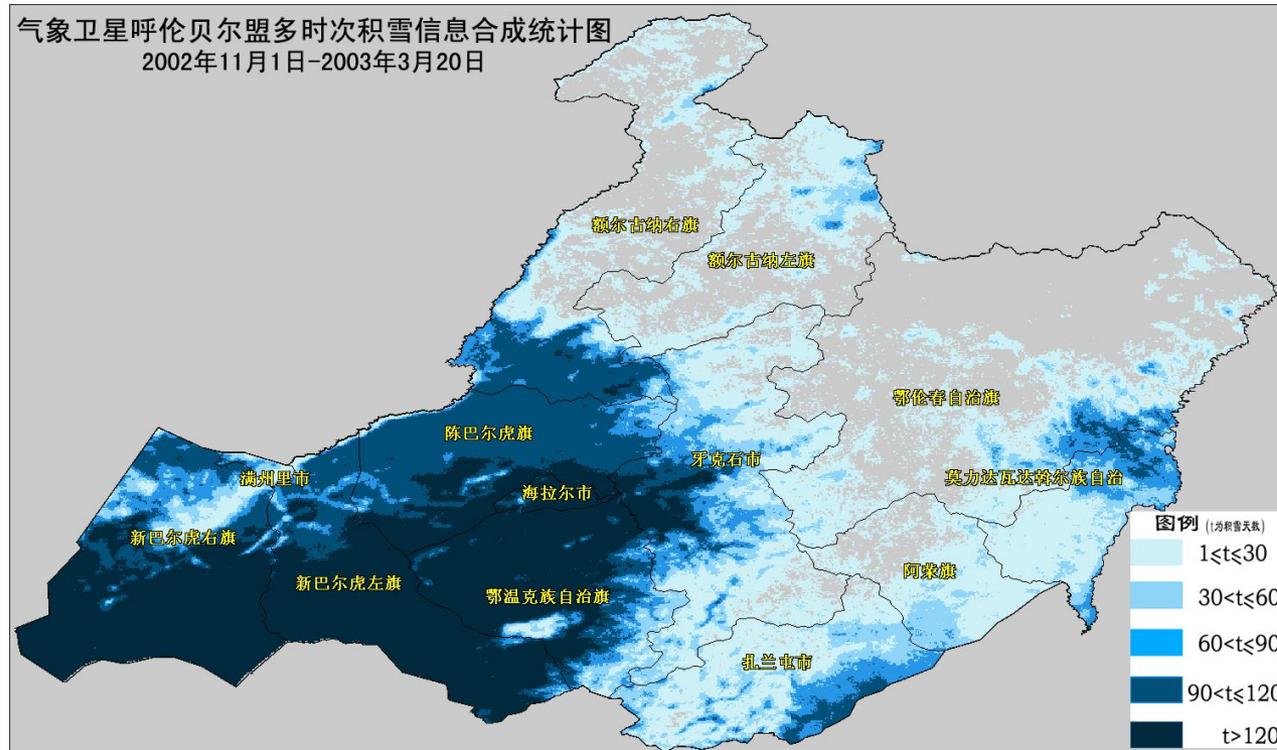
雪灾监测与分析：牧区、农业雪灾、城市(交通)等；

气候变化分析应用：短期气候预测；

其他产品算法辅助：部分大气产品的陆面冰雪状态。

4、积雪监测应用（续）

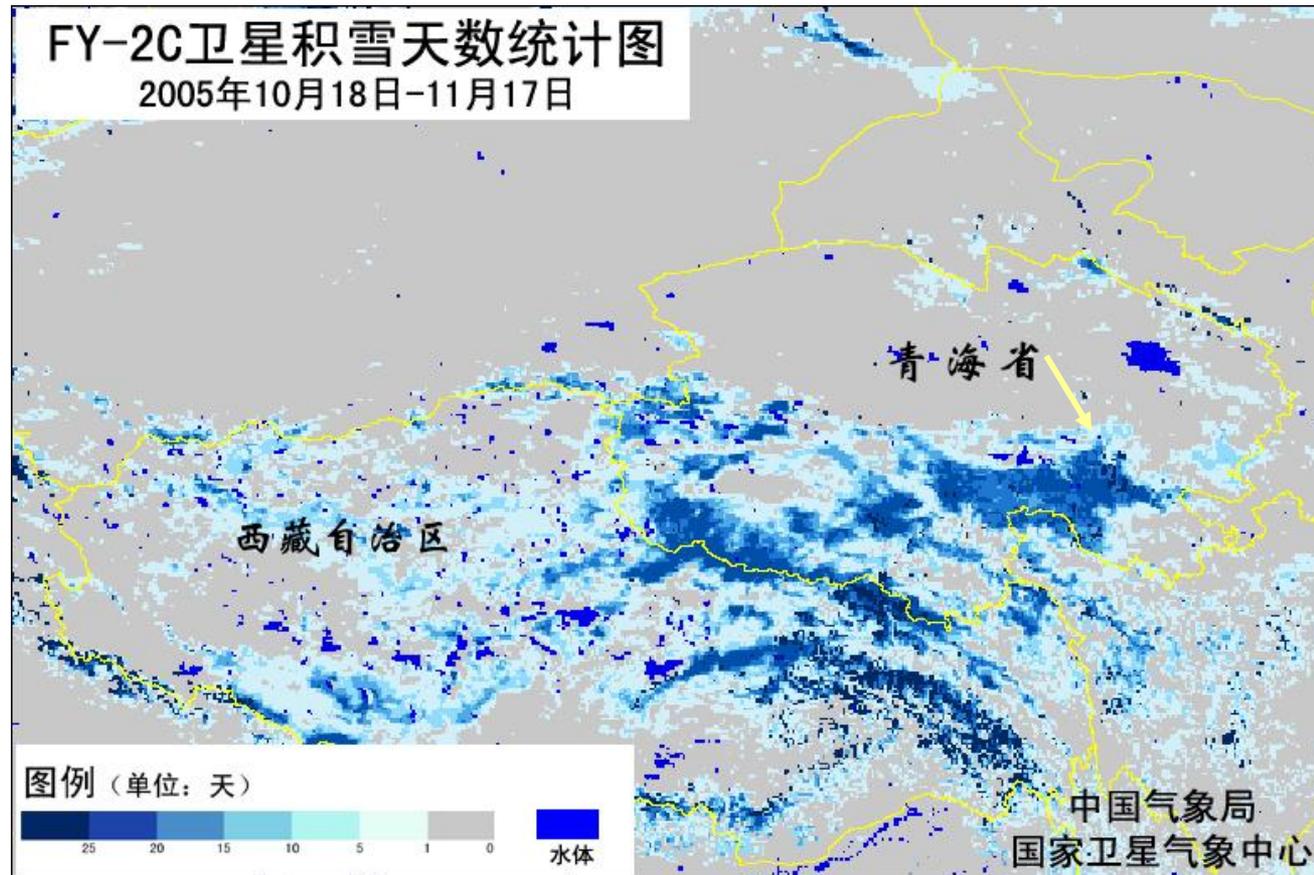
气象卫星内蒙古自治区呼伦贝尔盟多时次积雪信息合成图
2002年11月1日-2003年3月20日



利用卫星2002年冬季11月以来共四个多月的积雪信息进行合成处理分析，发现该地区西部草场绝大部分地区积雪天数在90天以上，其中相当部分地区超过120天，造成该地区发生牧区雪灾。

4、积雪监测应用（续）

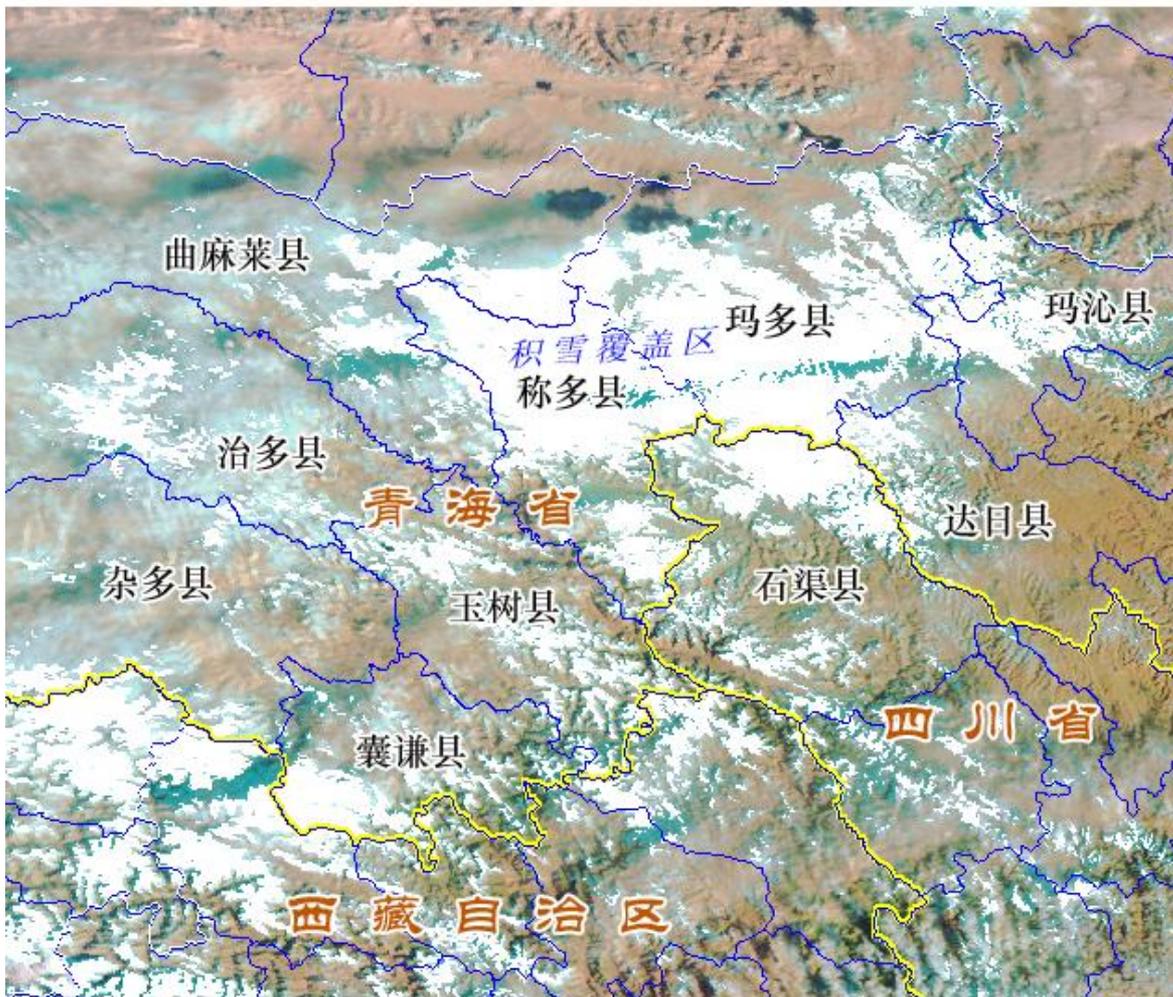
FY2C积雪日数图显示监测青藏高原东部雪灾
(2005年10月-11月)



FY2C积雪日数统计图显示青藏高原东部部分雪灾地区积雪日数达30日以上

4、积雪监测应用（续）

FY-1D气象卫星青海省南部积雪监测图
(2005年11月14日09时)



FY1D监测青藏高原东部雪灾
(2005年11月14日)

FY-1D 积雪监测图
显示受灾严重的青海省
称多县、至多
县和玛多县大部分
被积雪覆盖。

4、积雪监测应用（续）

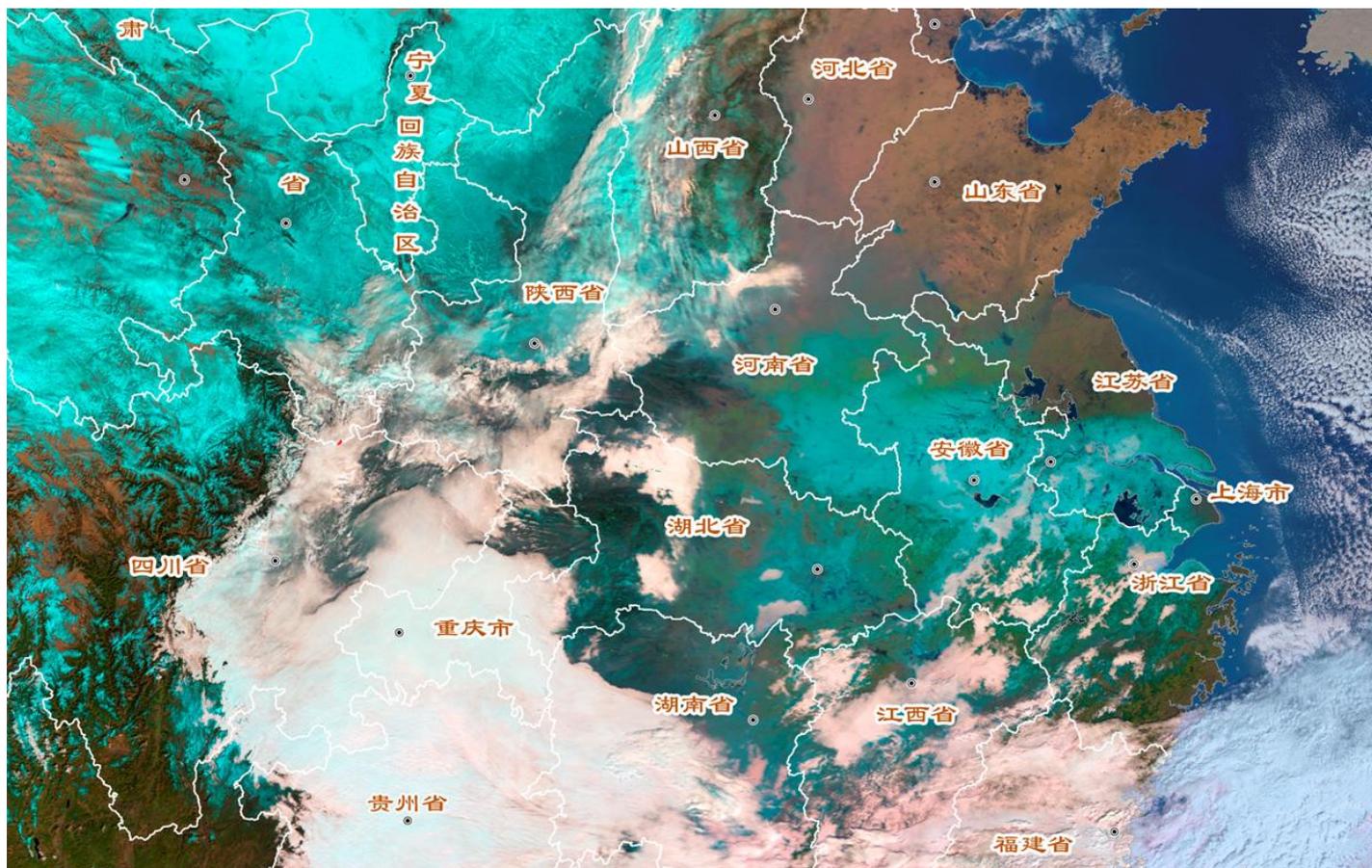
FY1D监测青藏高原东部雪灾地区积雪覆盖面积统计
(2005年11月14日)

行政名称	积雪面积 (km ²)	积雪覆盖草场 面积(km ²)	积雪覆盖县土地 比例 (%)
青海省玉树藏族自治州称多县	10249	9514	70
青海省玉树藏族自治州玉树县	2918	2435	19.2
青海省玉树藏族自治州曲麻莱 县	2446	2076	6.3
青海省玉树藏族自治州囊谦县	1610	732	13.2
青海省果洛藏族自治州玛多县	11320	10580	43
青海省果洛藏族自治州达日县	3532	3149	24.1
青海省果洛藏族自治州玛沁县	3934	2974	29
四川省甘孜自治州石渠县	8931	7101	42.8

4、积雪监测应用（续）

气象卫星积雪监测图 2008年2月4日

2008年初南方冰冻雨雪监测

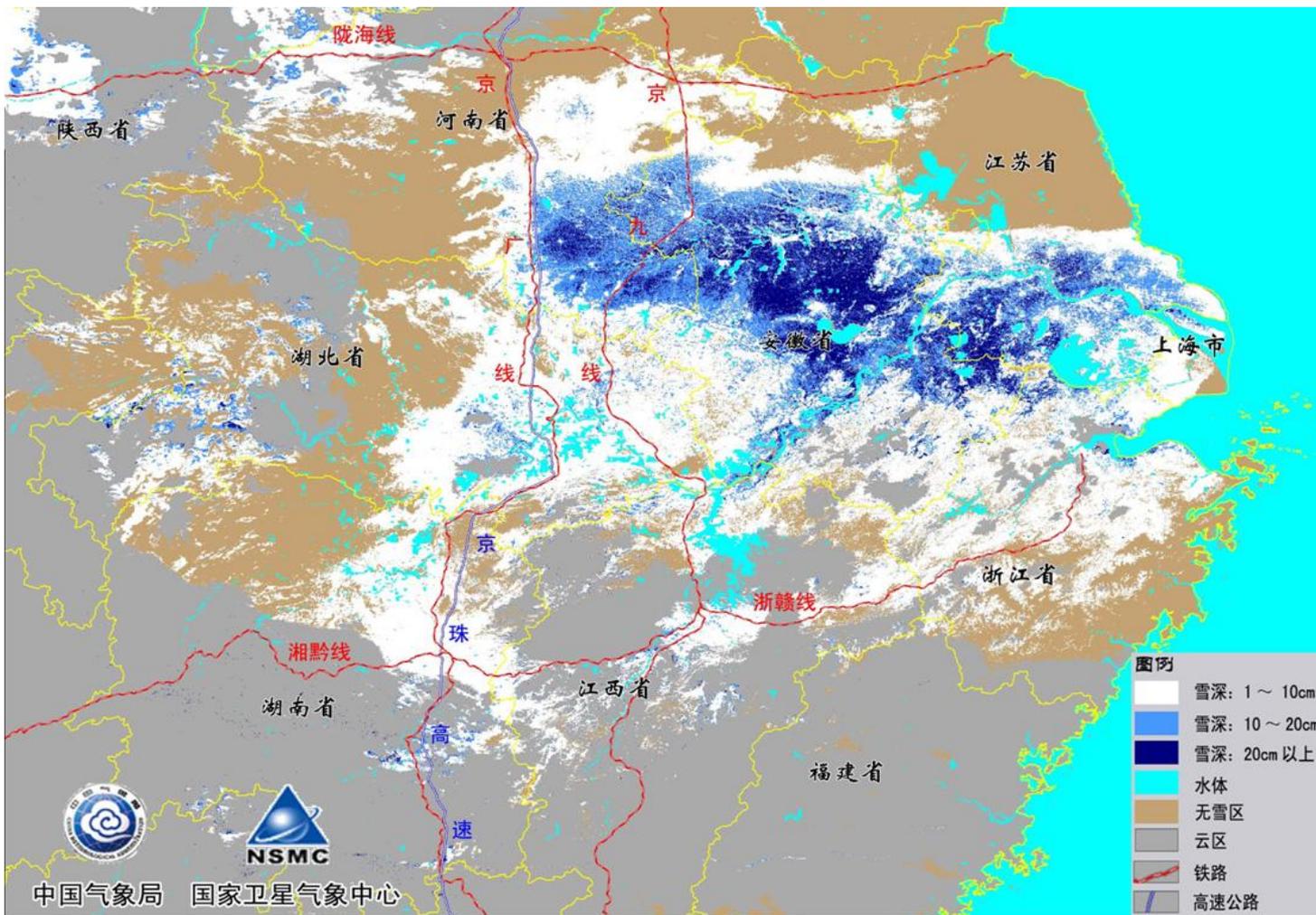


2008年初，南方大部地区出现低温冰冻雨雪灾害，利用气象卫星连续监测到南方降雪区在地面的积雪覆盖范围，为了解此次雨雪冰冻灾害期间各省的受影响程度和范围提供了信息。图中可见，2月4日，黄淮、江淮、江南地区大部均有积雪。

4、积雪监测应用（续）

气象卫星积雪深度估算图 2008年2月4日

2008年初南方冰冻雨雪监测



气象卫星积雪深度估算图反映出各地积雪覆盖的影响程度。图中显示出，京九线、京广线穿过积雪区。

4、积雪监测应用（续）

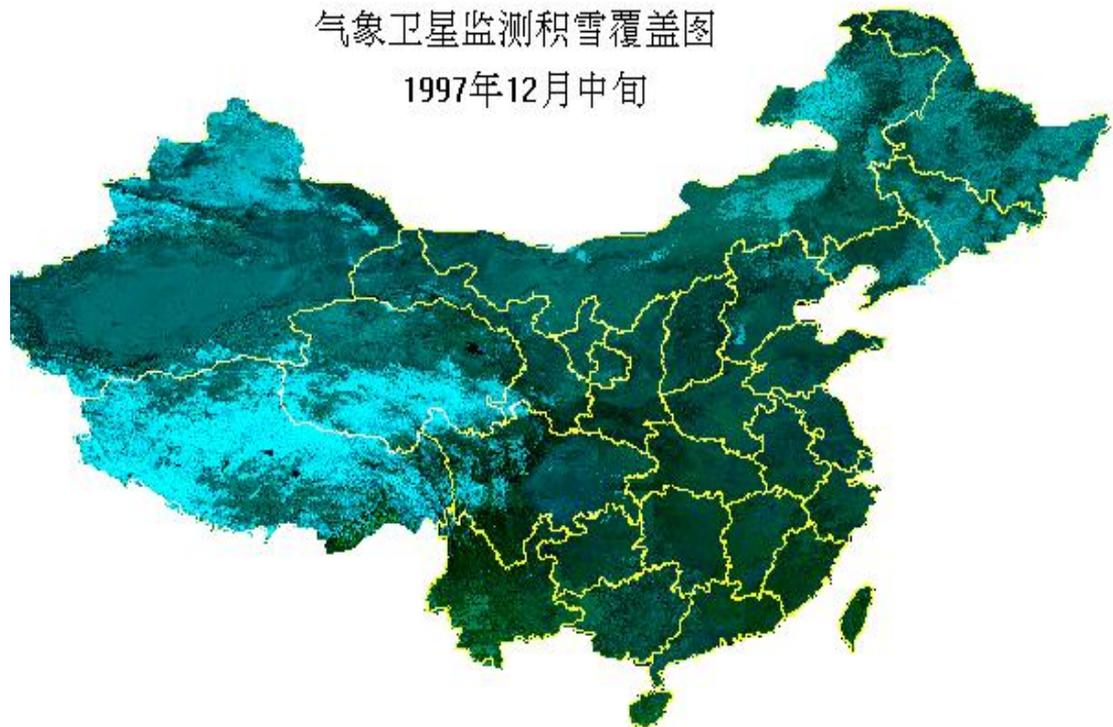
气象应用情况/短期气候预测

青藏高原冬季积雪覆盖范围对当年夏季长江中下游降水趋势有较好的相关性。利用气象卫星积雪覆盖信息可以为汛期长江中下游降水趋势预测提供重要依据。

1997-1998年度冬季气象卫星监测到青藏高原出现异常的大范围、长时间积雪覆盖现象，这一信息为气候部门成功预测当年（1998年）长江中下游降水异常偏多提供了重要依据。

气象卫星监测积雪覆盖图

1997年12月中旬



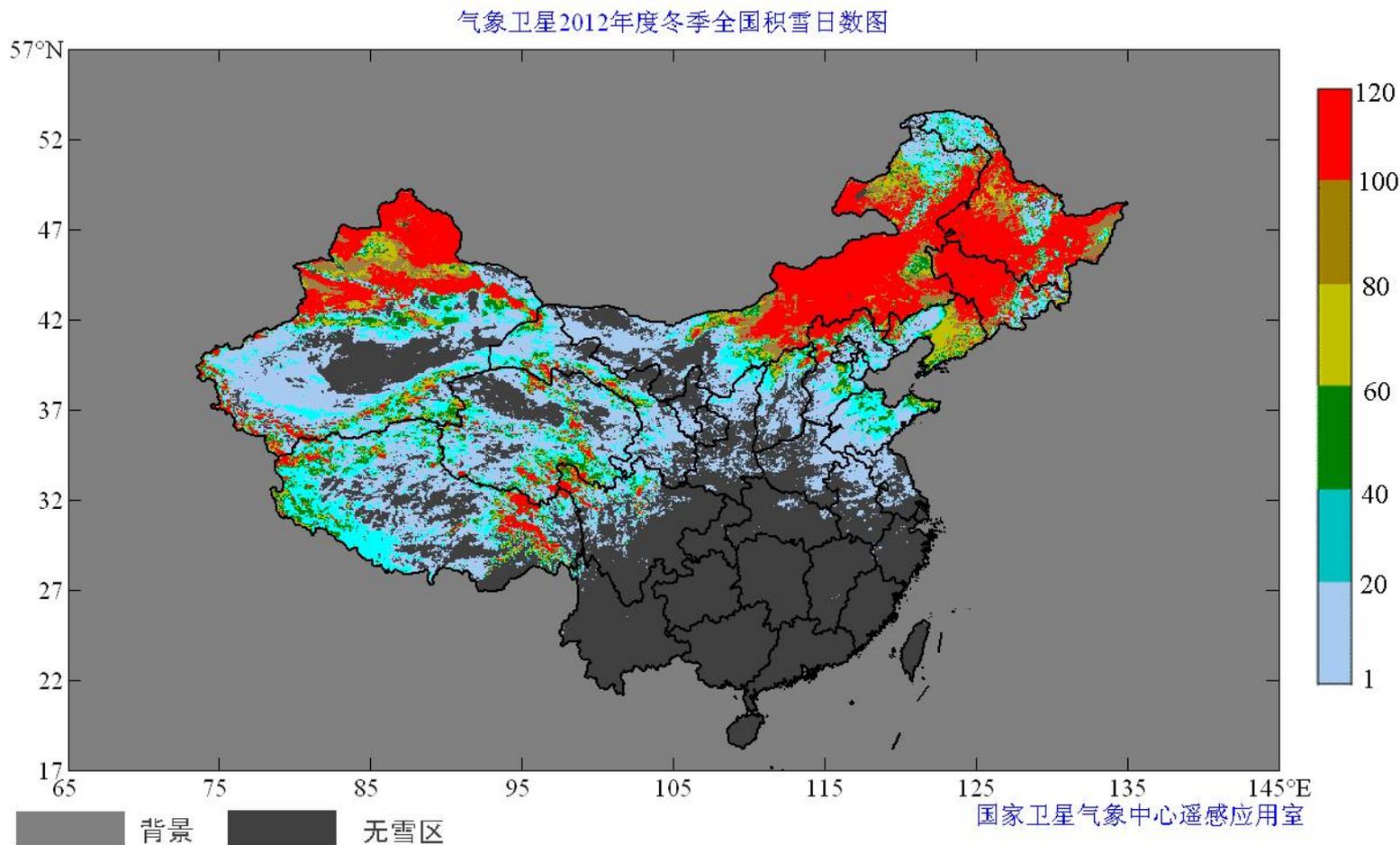
积雪



陆地

4、积雪监测应用（续）

气象卫星2012年度冬季全国积雪累计日数图 (2012年11月至2013年2月)



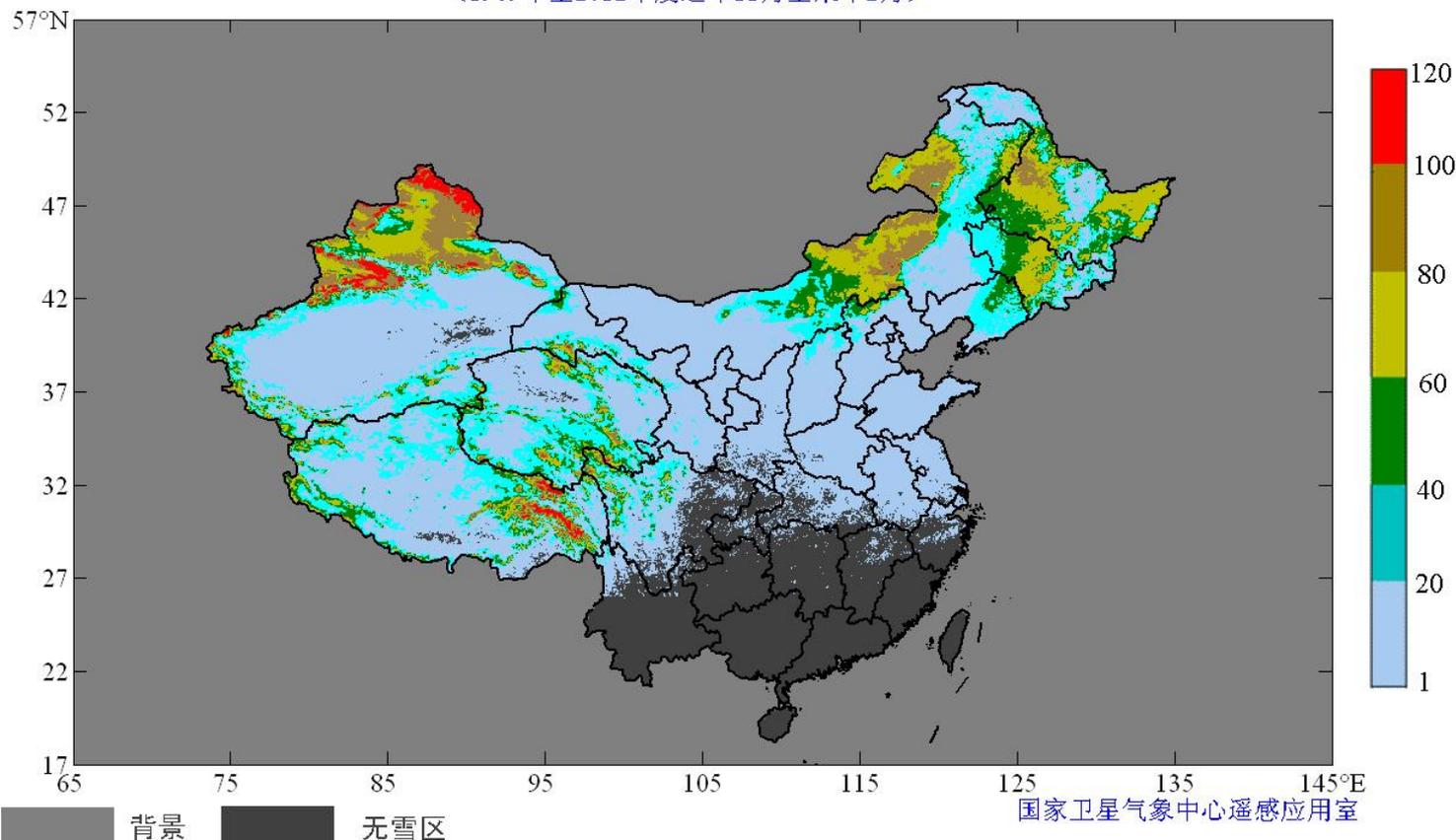
2012年冬季积雪累计日数60天以上的区域主要分布在东北大部，内蒙古东部和东北部，新疆北部，青藏高原东南部以及西北东部等地；40-60天的区域出现在青藏高原西部，西北地区东部、华北、黄淮的局部地区；20-40天的区域多出现在青藏高原偏西和偏南地区，新疆南部，西北地区中东部以及华北、黄淮等地。

4、积雪监测应用（续）

气象卫星遥感近24年冬季年平均积雪累计日数图

1989年-2012年度冬季

气象卫星全国近24年积雪平均日数图
(1989年至2012年度逐年11月至来年2月)

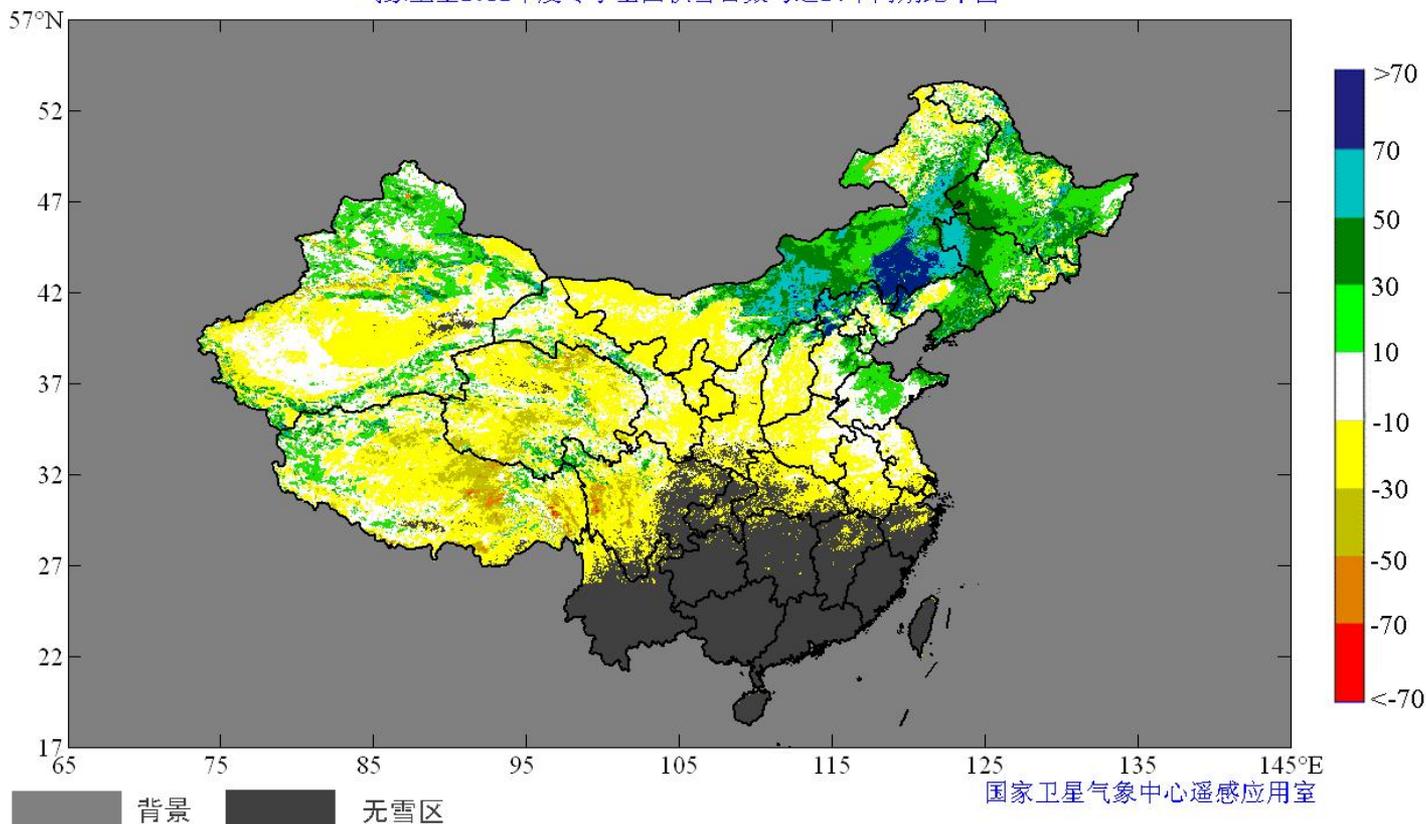


近24年冬季积雪累计年平均日数超过60天的区域主要在东北大部、内蒙古中东部和东北部、青藏高原东部、新疆北部以及西北地区中东部；40-60天的区域主要在东北中部、内蒙古中部等地；20-40天的区域主要在东北南部、内蒙古中部、青藏高原北部、新疆南部以及西北地区中部和西南地区北部等地。其他地区冬季平均累计积雪日数多不足20天（图中灰色部分）。

4、积雪监测应用（续）

气象卫星2012年度冬季全国积雪累计日数距平图 (与1989年以来同期平均值相比)

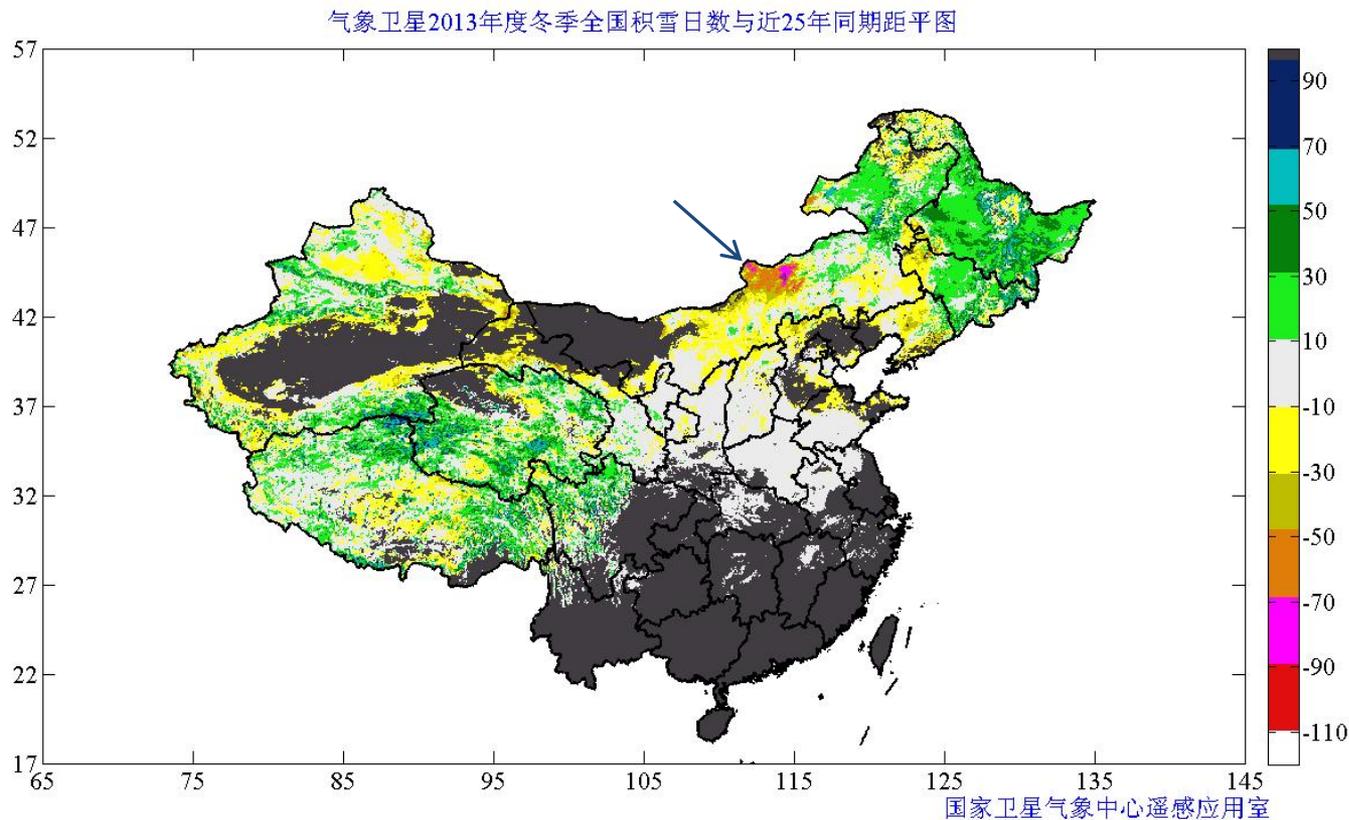
气象卫星2012年度冬季全国积雪日数与近24年同期距平图



2012年度冬季积雪日数正距平30天以上的区域主要位于东北西部、内蒙古中东部等地；正距平10-30天区域位于东北大部、内蒙古中东部、新疆北部、青藏高原西北部、华北和黄淮局部等地；负距平为-30至-50天区域主要在青藏高原中北部部分地区、西北地区中部局部等地。其他地区与近年同期相近，或在±10天距平值内。

4、积雪监测应用（续）

气象卫星2013年度冬季全国积雪累计日数距平图
(与1989年以来同期平均值相比)



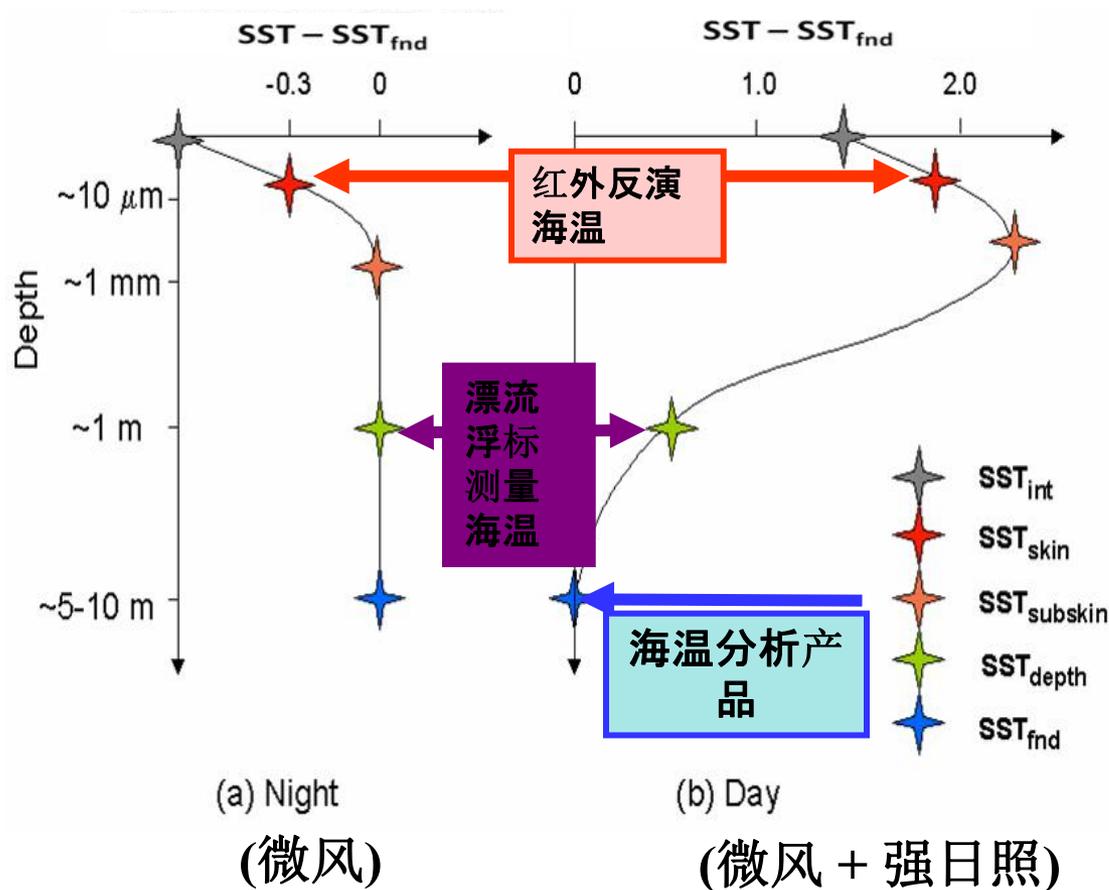
2013年度冬季积雪日数正距平30天以上的区域主要位于东北中部及西部、内蒙古中东部、青藏高原北部等地；负距平为-30至-50天区域主要在内蒙古中部部分地区。

三、洋面温度产品 (SST)

王素娟、崔鹏

1、SST产品描述

海表温度 SST_{skin} ($\sim 10\text{-}20\ \mu\text{m}$)，是利用多通道扫描成像仪（波长在 $3.7\text{-}12\ \mu\text{m}$ 的波段）对地球海洋地区进行探测时获得的红外光谱通道辐射率，通过一系列的计算得到的海表温度。



2、SST算法概述

- 匹配算法：利用FY4A成像仪L1数据和高精度现场海温资料，通过时空匹配，生成匹配数据集（MDB）。
- 回归算法：FY4A SST算法将以NLSST为主业务算法，在MDB的基础上建立回归模型，得到SST回归系数

$$\text{NLSST(D/N)} \quad T_s = a_0 + a_1 T_{11} + a_2 T_{FG} (T_{11} - T_{12}) + a_3 (T_{11} - T_{12}) (\sec \theta - 1)$$

T_s : 反演海温 T_{FG} : 第一猜测海温(分析场SST) θ : 卫星天顶角 $a_0 \sim a_5$: 回归系数
 T_{11} , T_{12} : 分别为通道11 μm 、12 μm 的亮温

2、SST算法概述（续）

- **海温反演**：利用FY4A成像仪L1数据和SST回归系数，反演得到FY4A SST
- **质量控制**：通过阈值检验、空间一致性检验等质量控制策略，逐像元赋予相应的质量标识

质量标识	质量等级
0	优
1	良
2	差
3	未进行质量控制

- **数据融合**：对若干个时间序列的SST数据进行融合，得到日、旬、月融合SST产品

3、FY4 SST产品

- FY4 SST 产品内容

产品名称	范围	投影方式	分辨率	测量范围	产品精度
SST	全圆盘	全圆盘标称投影，等经纬度投影	4Km	270~313K	1.5K

- FY4 SST产品频次

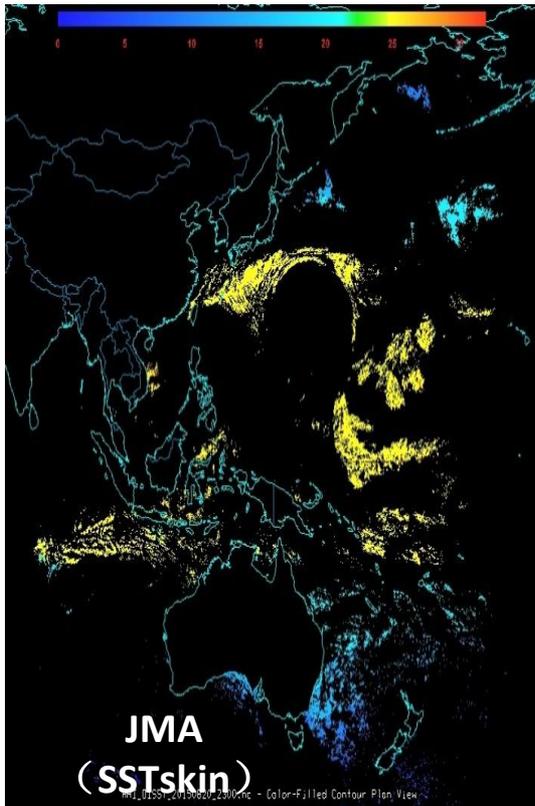
- 海表温度实时产品，准实时生成
- 海表温度日平均产品，生产个数： 1个/天
- 海表温度旬平均产品，生产个数： 1个/10天
- 海表温度月平均产品，生产个数： 1个/月

3、FY4 SST产品（续）

以Himawari 8为代理数据的FY4A SST

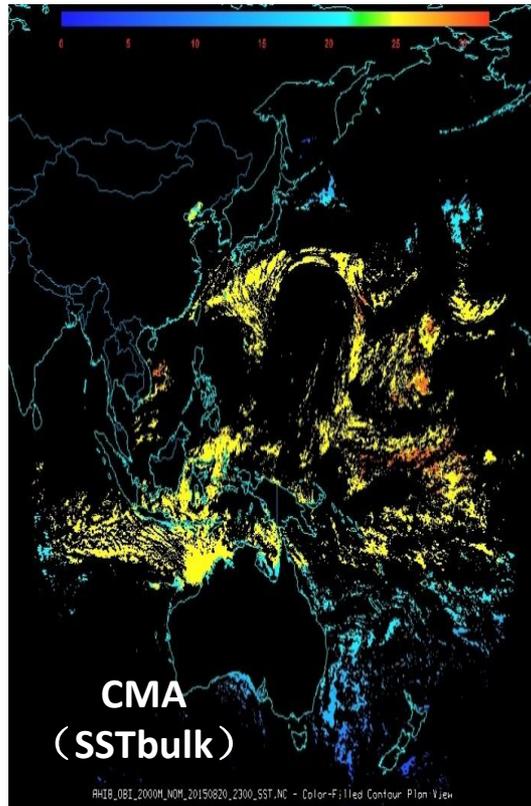
NLSST(D/N)Himawari8_20150820_2300

OISST_20150820



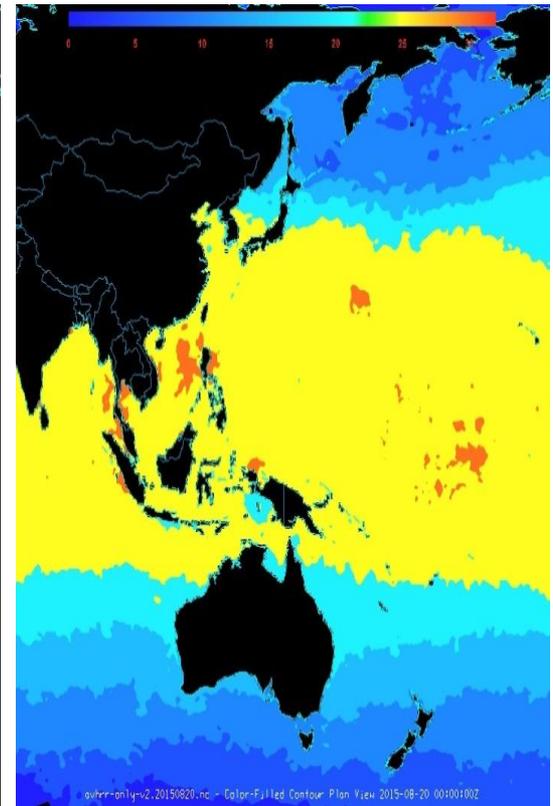
$-0.42 \pm 0.71^{\circ} C$ (N:2141032)

日本生成的SST产品



$-0.04 \pm 0.56^{\circ} C$ (N:2235628)

以H8-AHI为代理数据，利用
FY4A 算法得到的SST产品



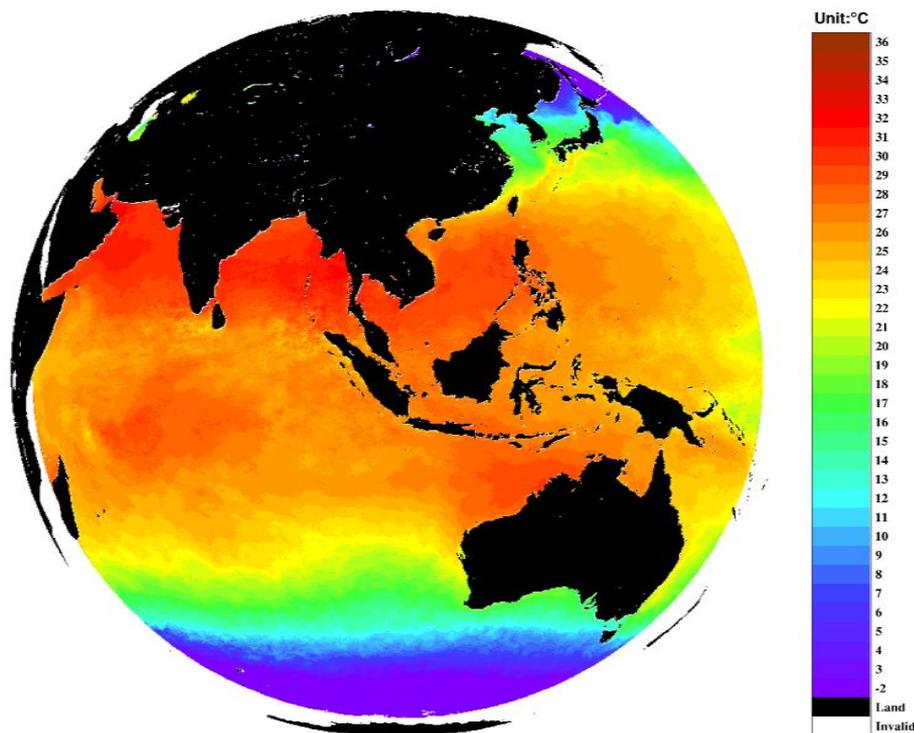
分析场海温OISST

✓ 白天: $SZA < 80^{\circ}$ 夜间: $SZA > 90^{\circ}$ 昼夜交界处: $80^{\circ} \leq SZA \leq 90^{\circ}$ 加权平均

FY2G-SST产品

FY2G_SST_201605_NOM

Max: 33.34°C Min: -2.00°C



中国气象局国家卫星气象中心

2016年05月FY2G全圆盘标称投影SST产品

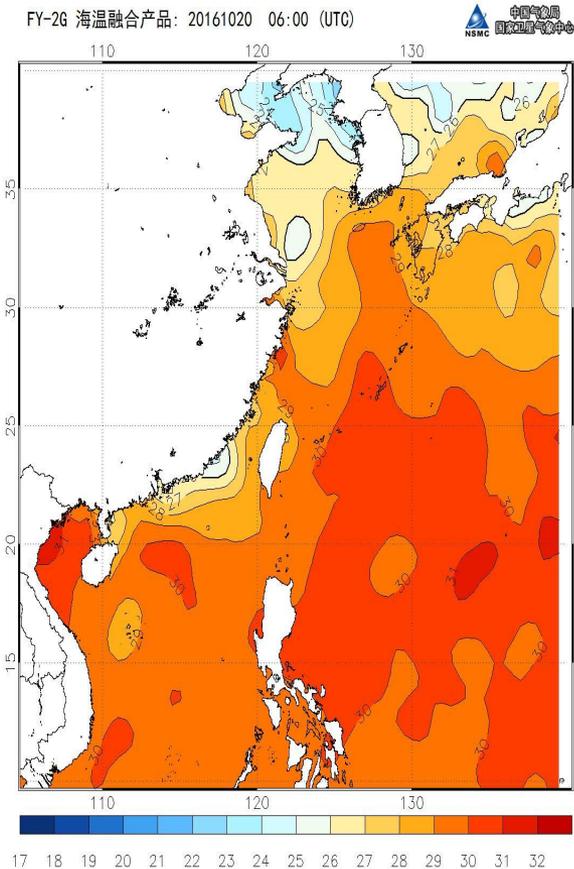
4、SST应用

SST产品应用领域

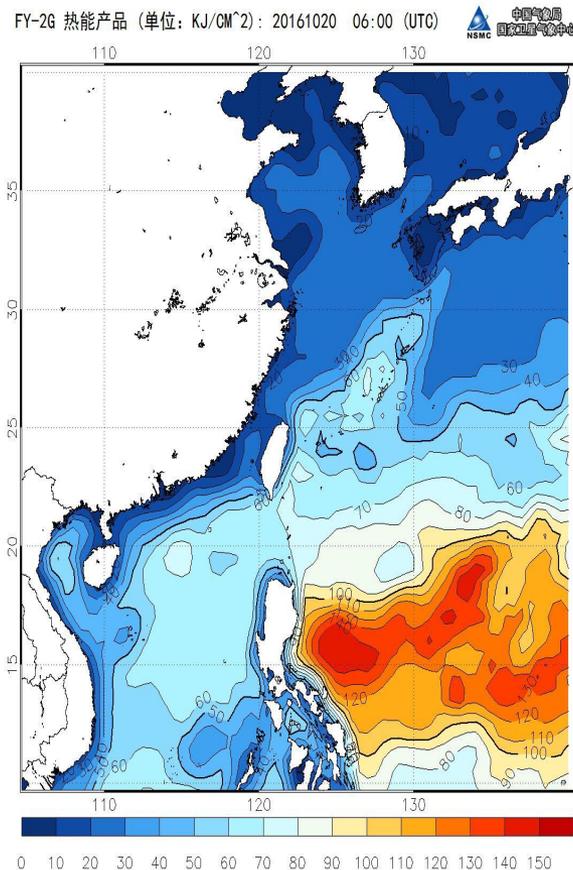
- 数值天气
- 业务天气预报和海洋预报
- 气候监测/建模
- 海洋渔业

4、SST应用（续）

FY2G-SST应用



FY-2G海温融合产品海表温度



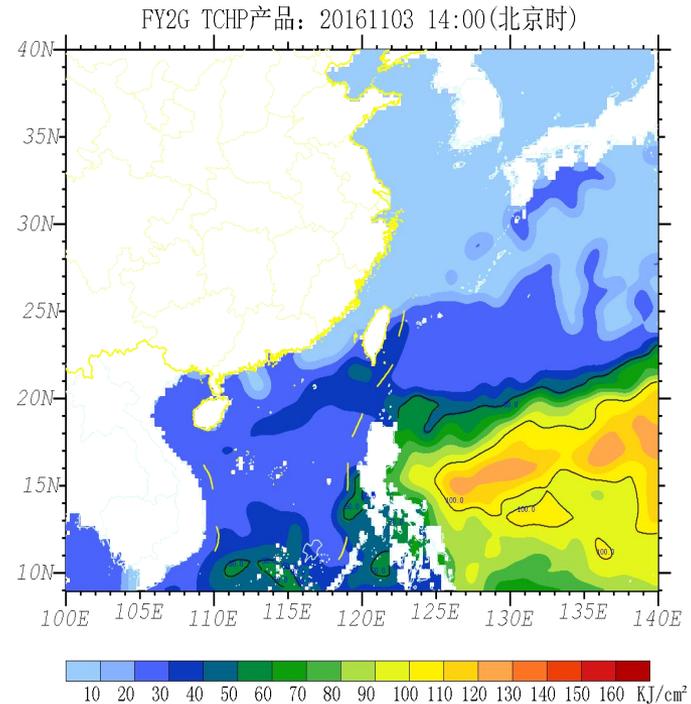
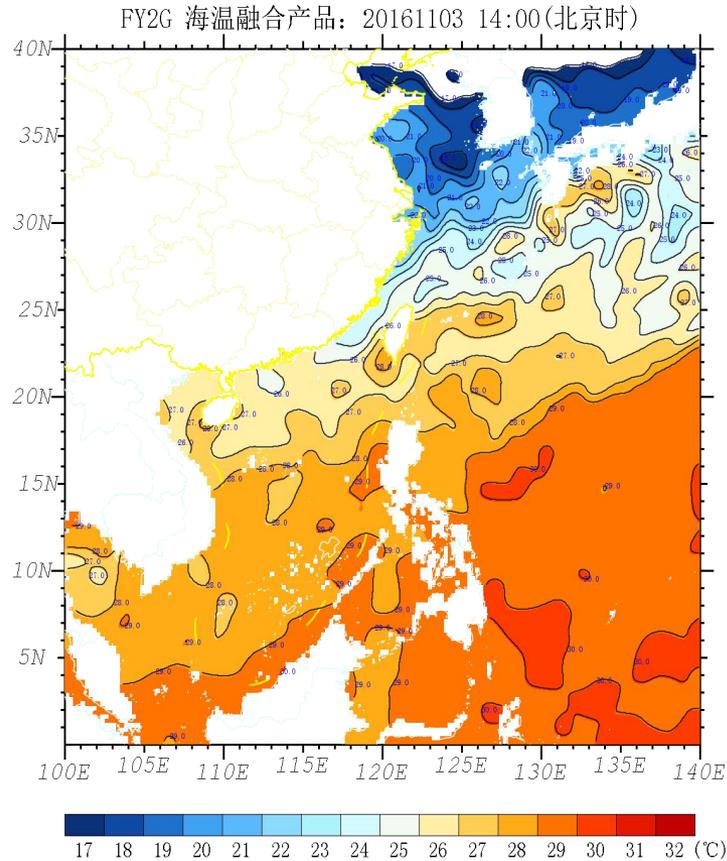
FY-2G海温融合产品海温热容量

以美国最优插值海温OISST（Optimum Interpolation Sea Surface Temperature）为背景场，对FY-2G SST进行融合处理，得到西北太平洋海域6小时海温和海洋热容产品。

4、SST应用（续）

FY2G-SST应用

FY2G 海温与热容量产品2016年11月03日14:00时（北京时间）



今年第23号台风“米雷”于今天上午08时（北京时间）在西北太平洋洋面上生成，即北纬13.0度、东经137.1度，距离菲律宾马尼拉东偏南约1750公里的洋面上。从海温和热容量监测来看：“米雷”所处海域的海温条件和热容量条件均有利于其强度的发展。

四、地表温度产品 (LST)

董立新

1、算法概要

LST 算法

$$T_s = C + A_1 T_{11} + A_2 (T_{11} - T_{12}) + A_3 \varepsilon + D (T_{11} - T_{12}) (\sec \theta - 1)$$

Ulivieri & Cannizzaro (1985).

T_s : 反演的LST; :

T_{11}, T_{12} : 远红外通道, 分别为FY4多通道扫描成像辐射计通道12和通道13;

ε : 平均比辐射率;

θ : 卫星天顶角;

C, A_1, A_2, A_3, D : 均为常数。

2、FY4 LST 产品

内容: 地表温度 (LST)

格式: HDF

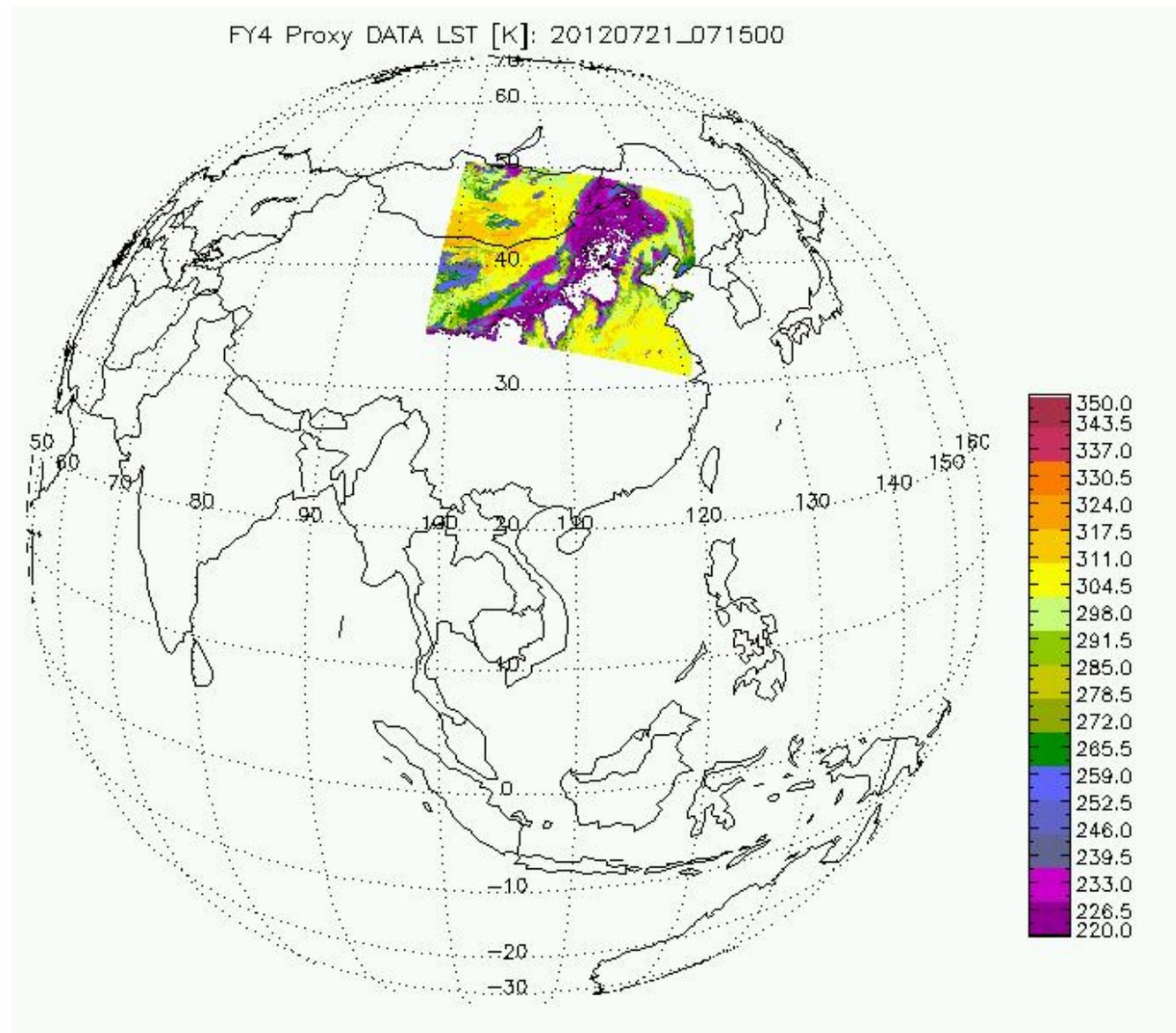
精度: <2.5K

频次: 15分钟一次;

时效: 可达到实时更新

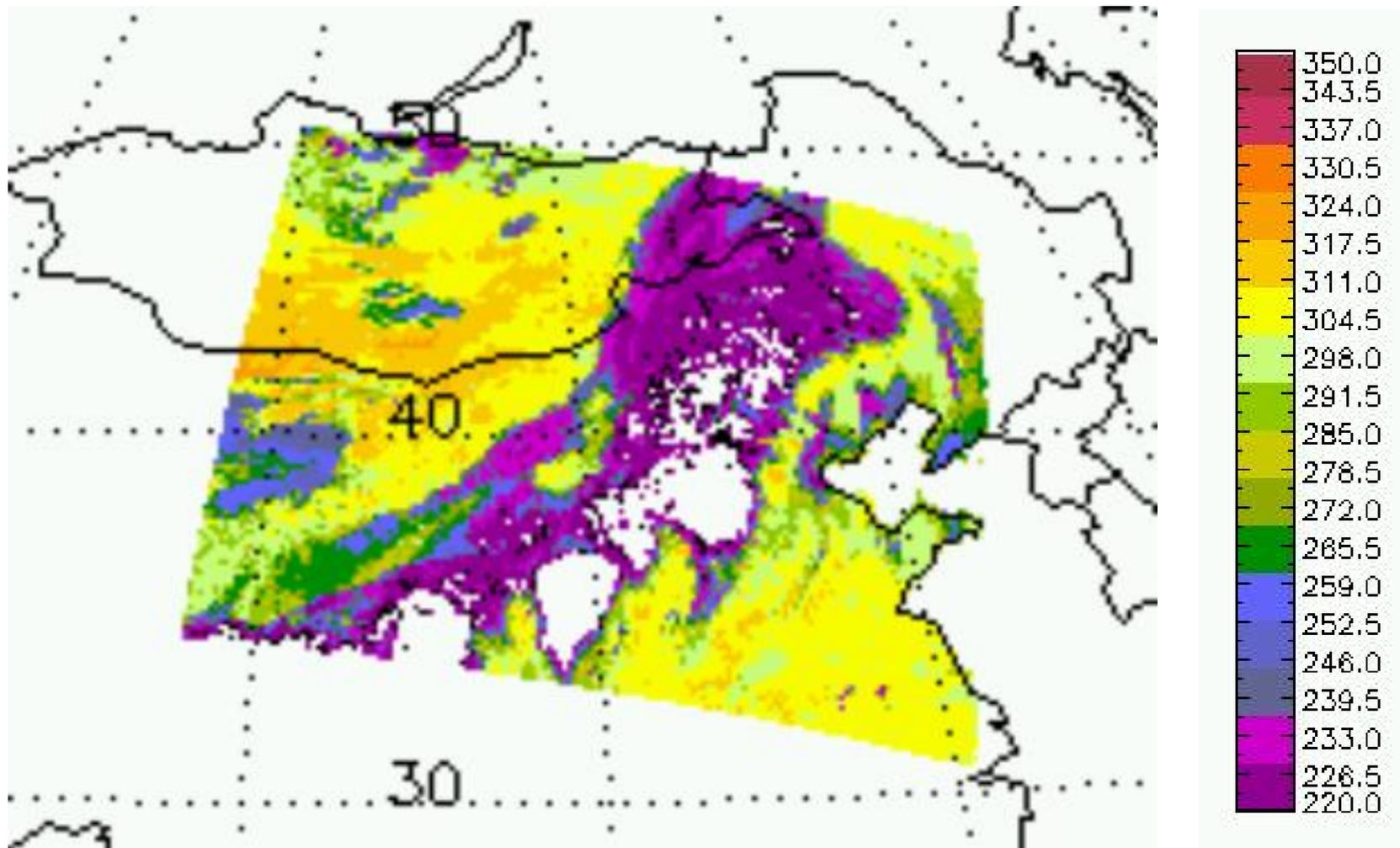
2.FY4 LST产品（续）

FY-4 LST算法
产品
(MODIS 替
代数据)



FY-4 LST产品 (MODIS 替代数据)

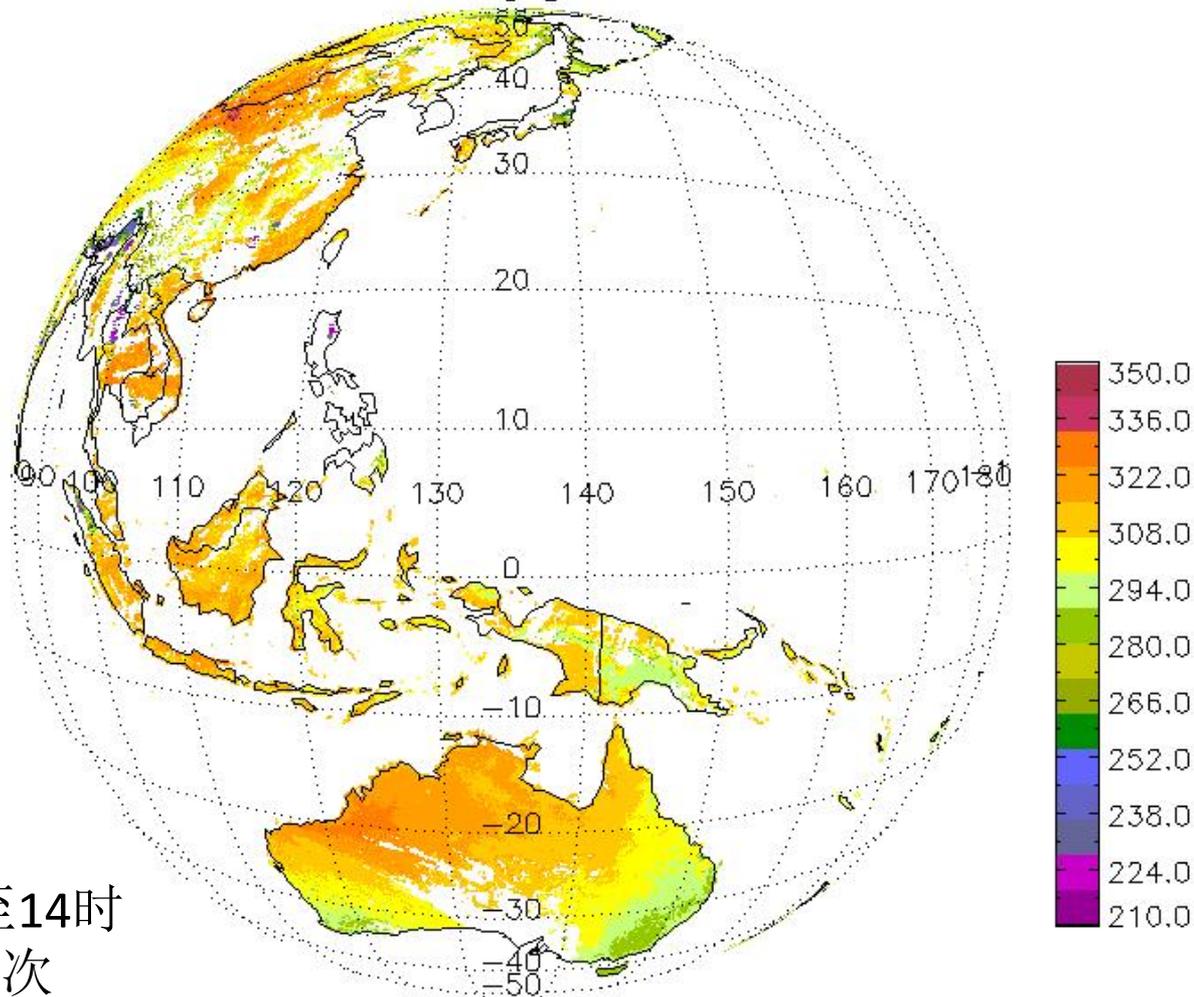
2012/07/21/07:15(GT)



2.FY4 LST产品（续）

HIMAWARI DATA LST [K]: 20150820_0800

FY-4 LST算法
产品（H8 替代数据）

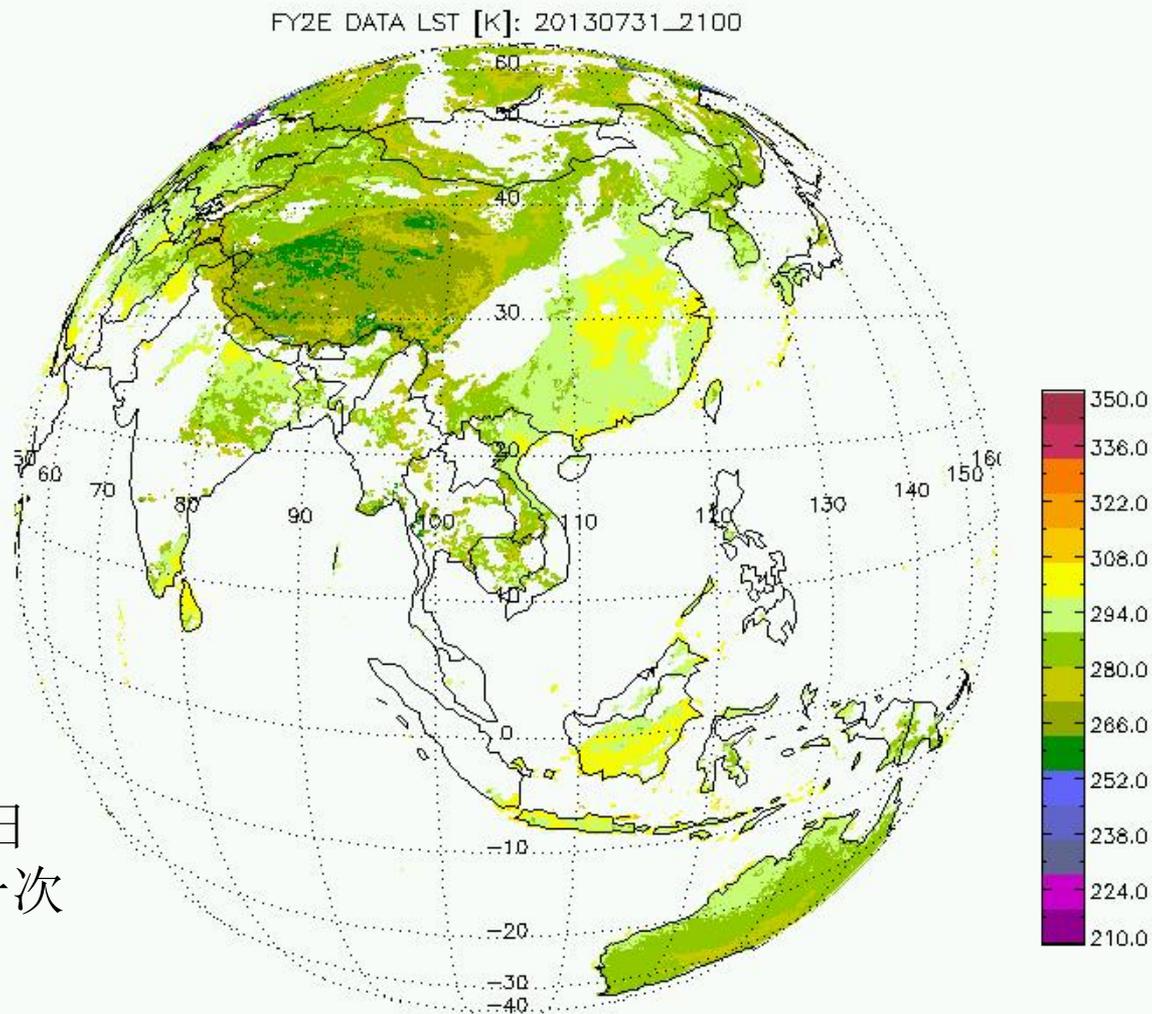


2015年8月20日08时至14时
观测频次：10分钟一次

2.FY4 LST产品 (续)

FY-4 LST算法
产品 (FY2E
替代数据)

2013年7月20日至31日
观测频次: 一小时一次

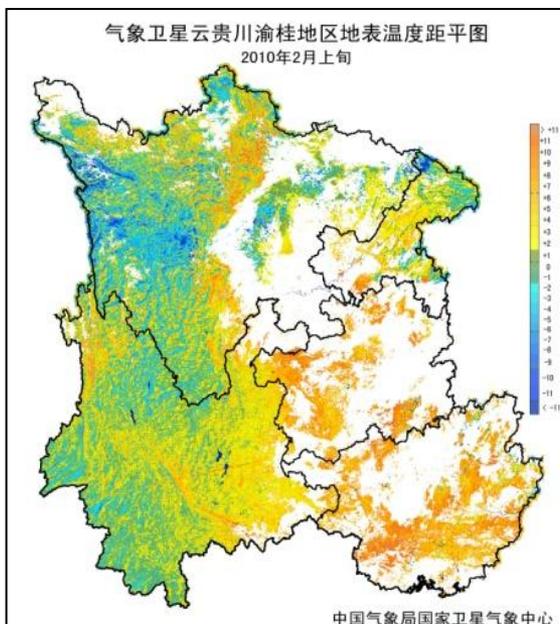


3、LST 应用

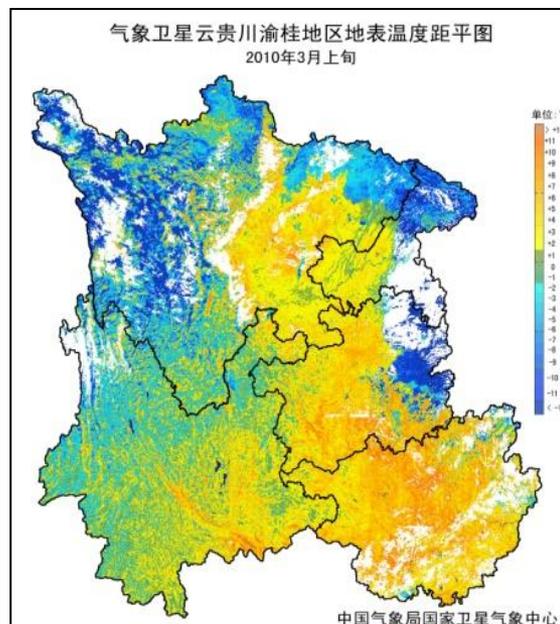
干旱监测应用。

2009入秋至2010年春，西南地区持续高温少雨，发生严重干旱。

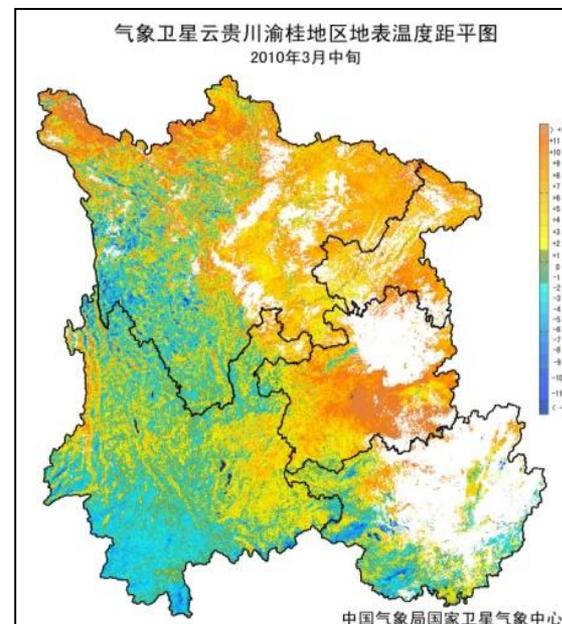
利用气象卫星LST产品制作的地表温度距平图反映出，2010年2月上旬至3月中旬，西南大部分地区的地表温度较常年持续偏高。。



2010年2月上旬



2010年3月上旬

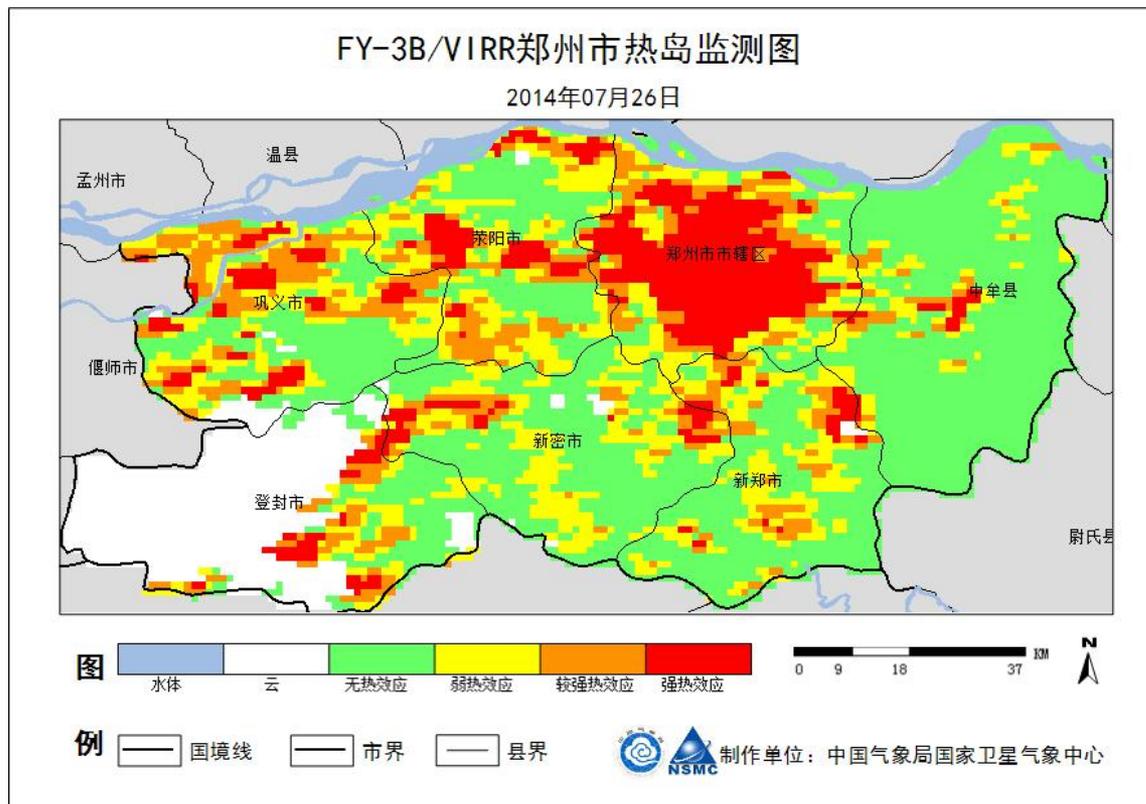


2010年3月中旬

地表温度距平

3、LST 应用（续）

2014年年入伏以来中国东部高温天气频繁出现，利用风云三号气象卫星LST产品制作的城市热岛监测图反映出，高温天气加剧了城市热岛效应。



五、反照率产品 (ALBEDO)

陈爱军、王圆香

1、算法概要

ALBEDO 算法

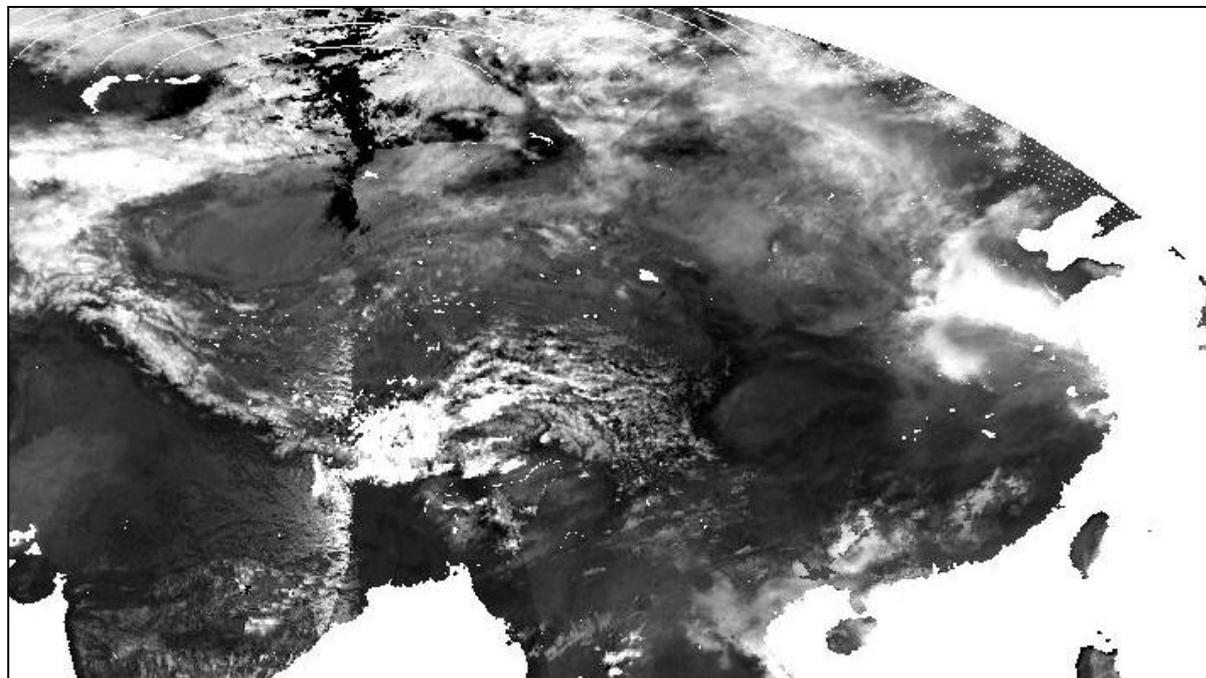
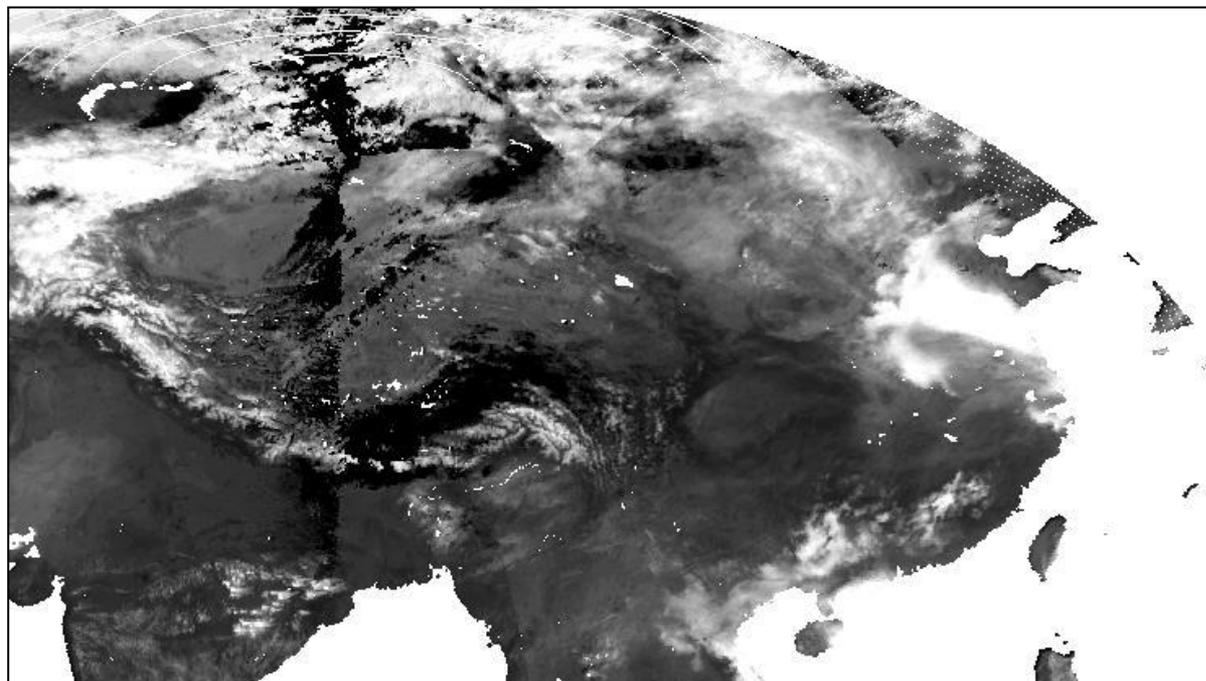
- 使用FY-4A可见光通道晴空观测数据，通过一天之内太阳-地表-卫星相对位置的变化获得多角度对地观测数据；
- 采用RossThick-LiSparse-R核驱动BRDF模型进行地表BRDF参数和反照率的反演；
- 每5天为一个反演周期；

2、FY-4 ALBEDO 预研产品

BSA
(2010年3月18日)

FY-4 ALBEDO 预研产品研究
区域为中国及其周边区域
($15-55^{\circ}$ N, $70-135^{\circ}$ E)。

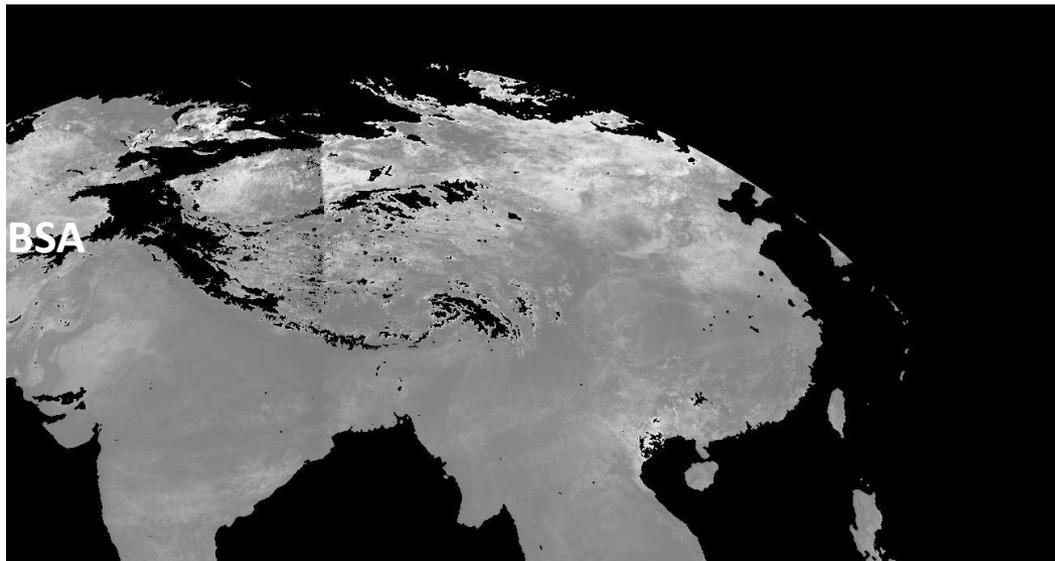
WSA
(2010年3月18日)



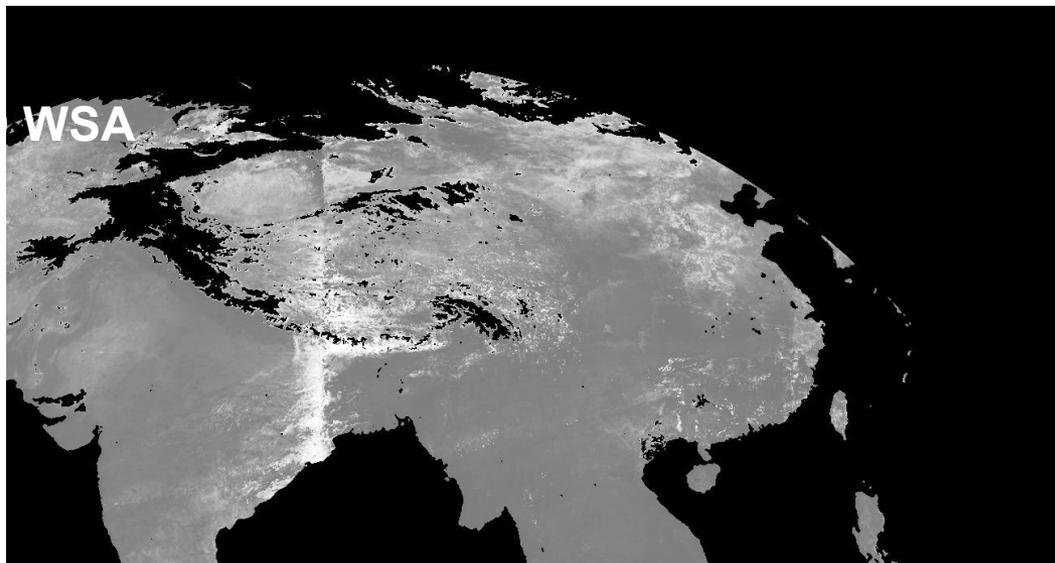
2、FY-4 ALBEDO 预研产品

BSA

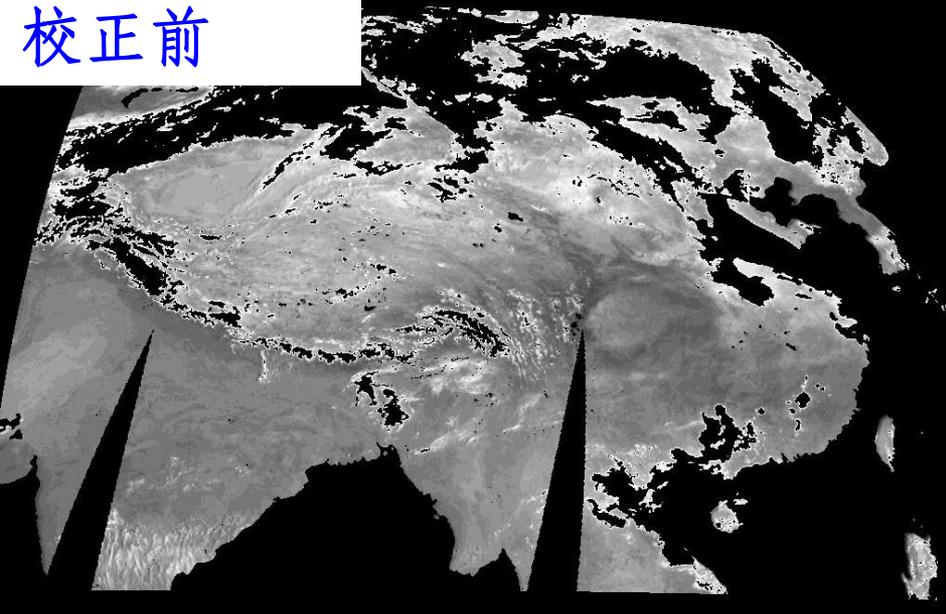
利用FY-4 ALBEDO 算法，
使用FY2D数据生成的
ALBEDO 产品
2010年第73-80天平均。



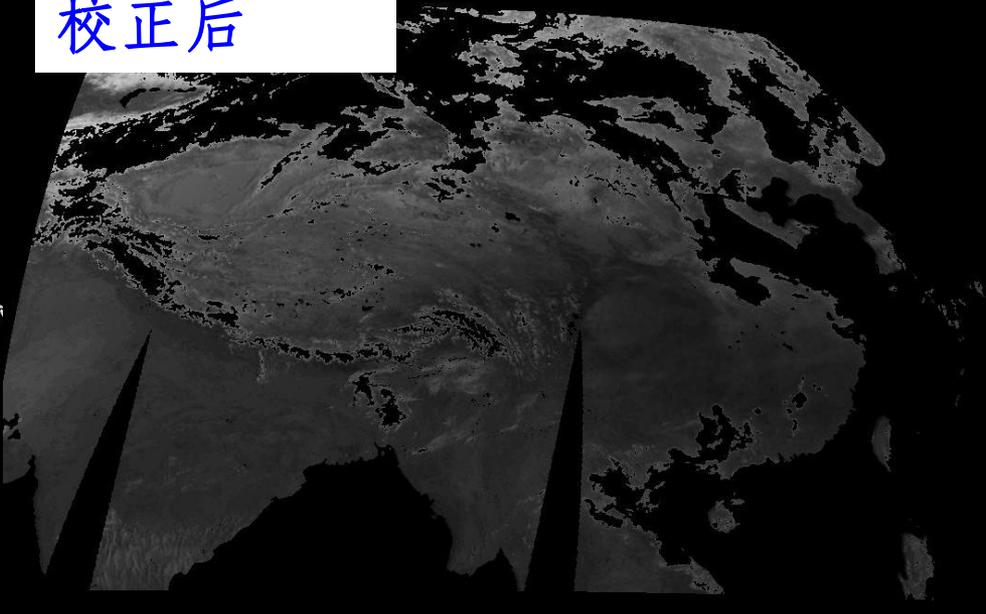
WSA



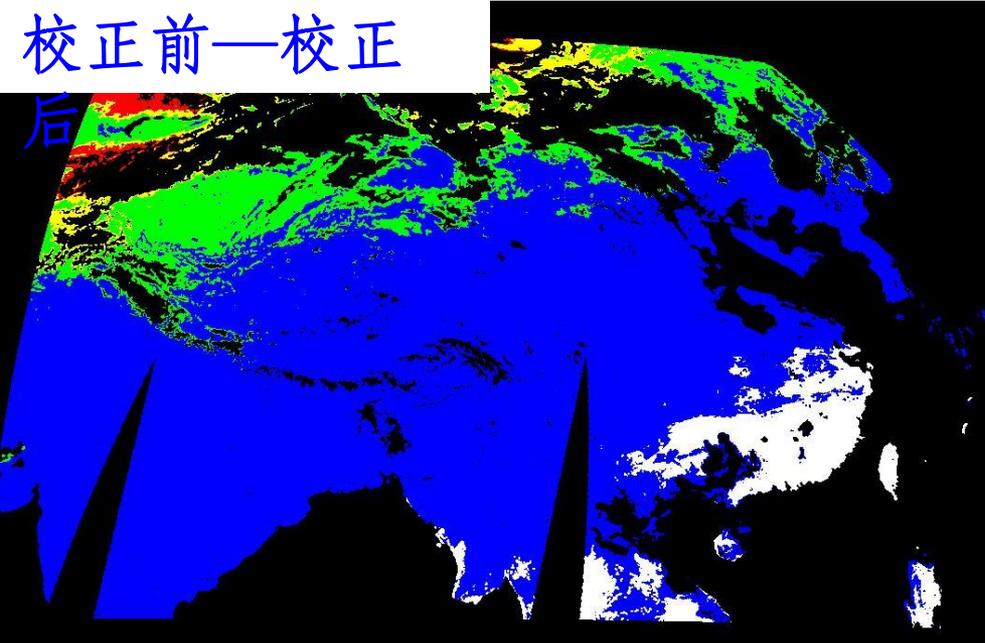
校正前



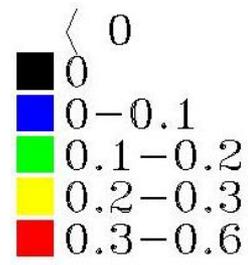
校正后



校正前一校正
后



FY-2D数据大气校正前后的结果。



大气校正前后的差异。

六、火点产品 (FIRE SPOT)

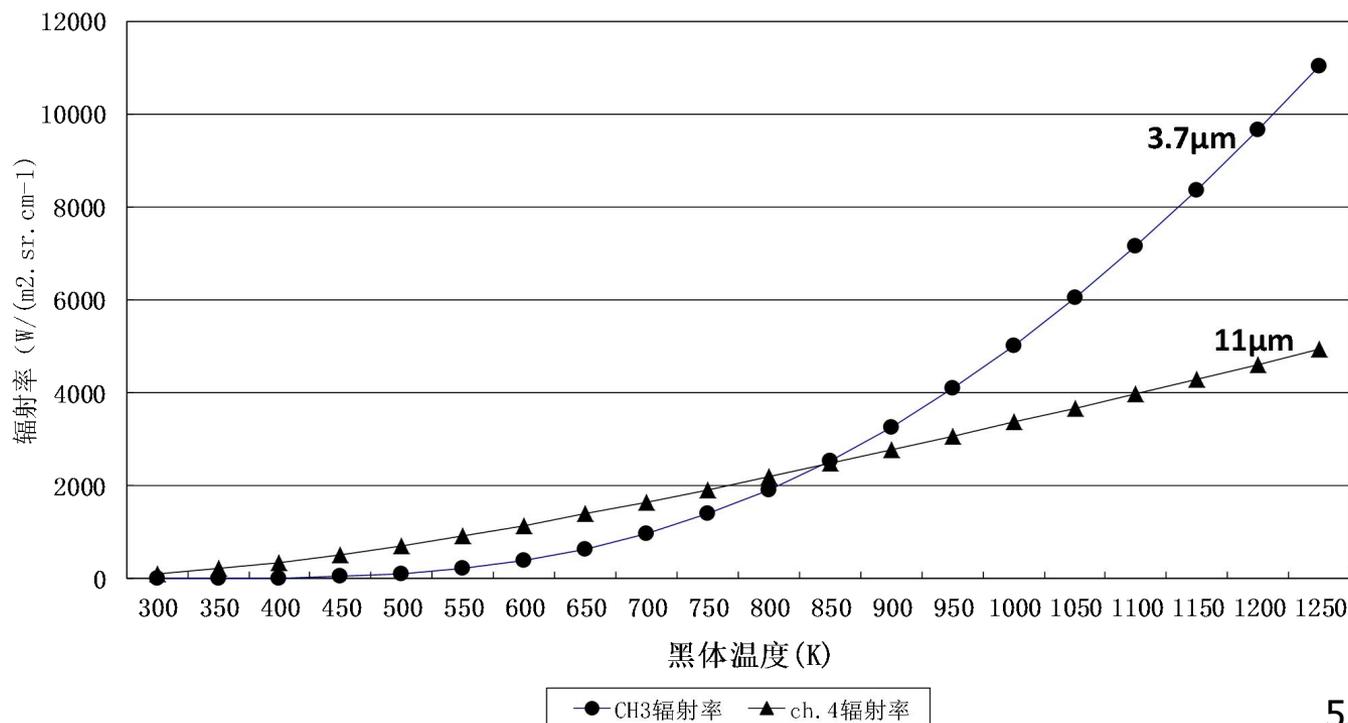
刘诚、郑伟、闫华

1、气象卫星火点探测原理

根据维恩位移定律： $T * \lambda_{max} = 2897.8$ (K, μm)

黑体温度 T 和辐射峰值波长 λ_{max} 成反比，即温度愈高，辐射峰值波长愈小。常温（约300K）地表辐射峰值波长在10 μm 左右，靠近风云四号通道12（远红外波段），林火燃烧温度一般在600K以上，其热辐射峰值波长靠近风云四号通道7（4 μm ，中红外波段）。

利用普朗克公式计算的中红外和远红外通道黑体辐射率

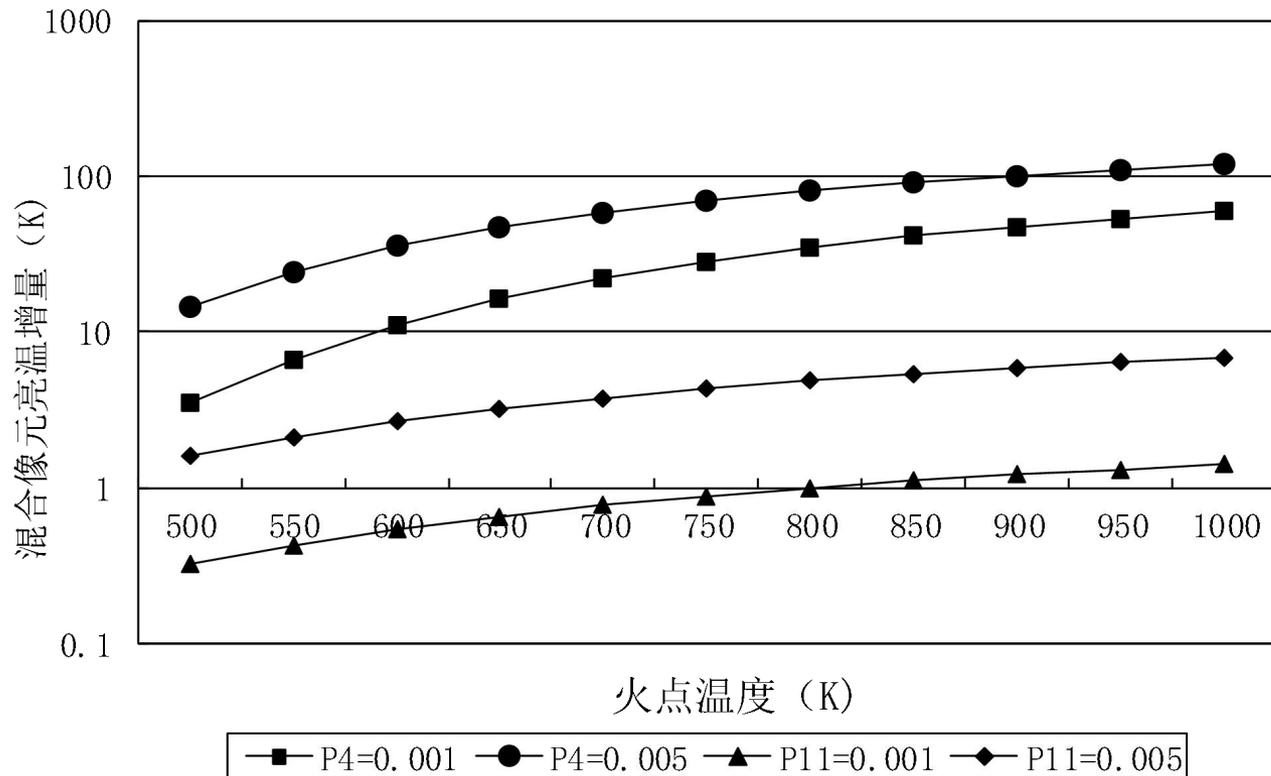


当黑体温度从300K变化到800K时，中红外通道（CH3）的辐射率增大大约2000倍，而远红外通道（CH4）仅增加了十多倍。

1、 气象卫星火点探测原理（续）

当火点面积比例分别为像元面积的0.1%和0.5%，温度从500K变化到1000K时，中红外通道混合像元（含有火点的像元）的亮温增长率明显高于远红外通道。

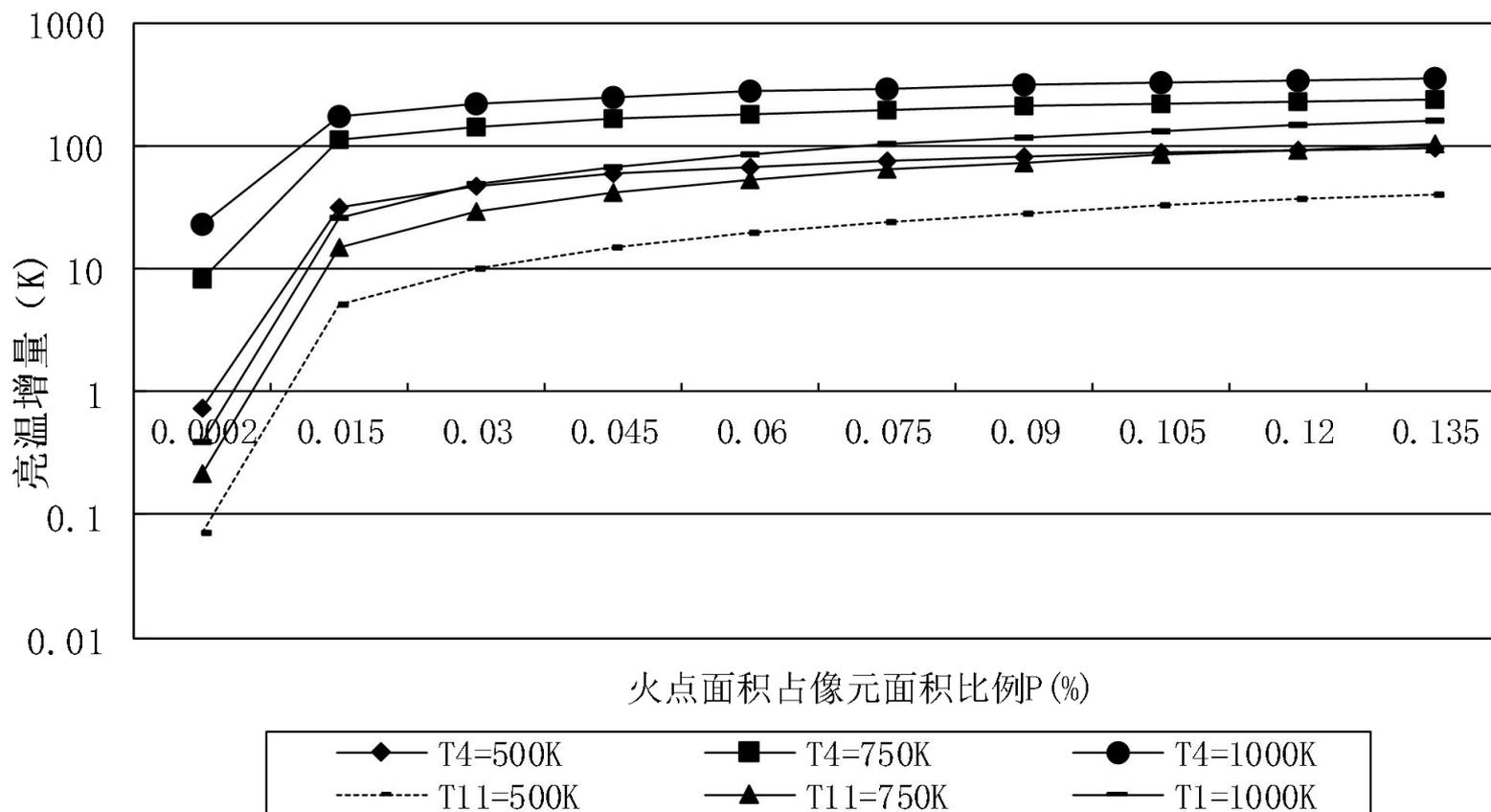
中红外和远红外混合像元亮温增量 随火点温度变化曲线



1、气象卫星火点探测原理（续）

当火点温度分别为500K，750K，1000K，面积比例P从0.02%变化到13.5%时，中红外通道混合像元的亮温迅速增加，远红外通道增量明显低于中红外。

中红外通道和远红外通道混合像元亮温增量随火点面积变化曲线



2、火点监测方法

1) 火点判识方法

根据火点在中红外波段引起辐射率和亮温急剧增大这一特点，可将中红外亮温与周围背景像元亮温差异，以及中红外与远红外亮温增量差异作为计算机火点自动判识的主要参数。

$$T_4 > T_{4bg} + \Delta T_{4th} \quad \text{且} \quad T_{4_11} > T_{4_11bg} + \Delta T_{4_11th}$$

$$T_{4bg} = \left(\sum_{i=1}^n T_{4_i} \right) / n \quad T_{4_11bg} = \left(\sum_{i=1}^n T_{4_11_i} \right) / n$$

$$\Delta T_{4th} = 4\delta T_{4bg}, \quad \Delta T_{4_11th} = 4\delta T_{4_11bg}$$

T_{4bg} 为中红外通道背景亮温，即周边同类像元的中红外亮温平均值；
 T_{4_11bg} 为中红外与远红外通道差异的背景值，即周边同类像元的中红外与远红外通道亮温差异的平均值。背景亮温计算时需要将邻域中的云区、水体及疑似火点像元排除，仅用晴空条件下的像元计算。 ΔT_{4th} 为中红外判识阈值， ΔT_{4_11th} 为中红外与远红外差异的判识阈值。 δT_{4bg} 为中红外背景标准差， δT_{4_11bg} 为中红外与远红外差异背景的标准差。

2、火点监测方法（续）

1) 亚像元火点面积和温度估算

● 双通道估算方法

建立由中红外和远红外混合像元表达式组成的二元方程组，求解其中的亚像元火点面积比例 P 和火点温度 T_f 。

$$\begin{cases} L_4(T_{4mix}) = PL_4(T_f) + (1 - P)L_4(T_{4bg}) \\ L_{11}(T_{11mix}) = PL_{11}(T_f) + (1 - P)L_{11}(T_{11bg}) \end{cases}$$

$L_4(T_{4mix})$ 和 $L_{11}(T_{11mix})$ 为中红外和远红外通道混合像元辐亮度， $L_i(T_{bg})$ 为背景辐亮度，可通过周围像元温度估算。在非线性方程组中的两个未知数 P 和 T_f 可用牛顿迭代法得到近似解。

● 单通道估算方法

利用单个中红外或远红外通道混合像元估算亚像元火点面积比例 P 。

$$P = (N_i(T_{imix}) - N_i(T_{bg})) / (N_i(T_f) - N_i(T_{bg}))$$

式中的未知数为火点温度 T_f ，根据实验统计，火区温度设为750K。
如果中红外通道饱和，可用远红外通道估算亚像元火点面积比例 P 。

2、火点监测方法（续）

根据亚像元火点面积划分建立的卫星遥感火点强度分级

火点强度等级	亚像元火点面积单位(m ²)
1	< 300
2	300-1000
3	1000-2500
4	2500-5000
5	5000-8000
6	8000-13000
7	13000-20000
8	20000-40000
9	40000-70000
10	> 70000

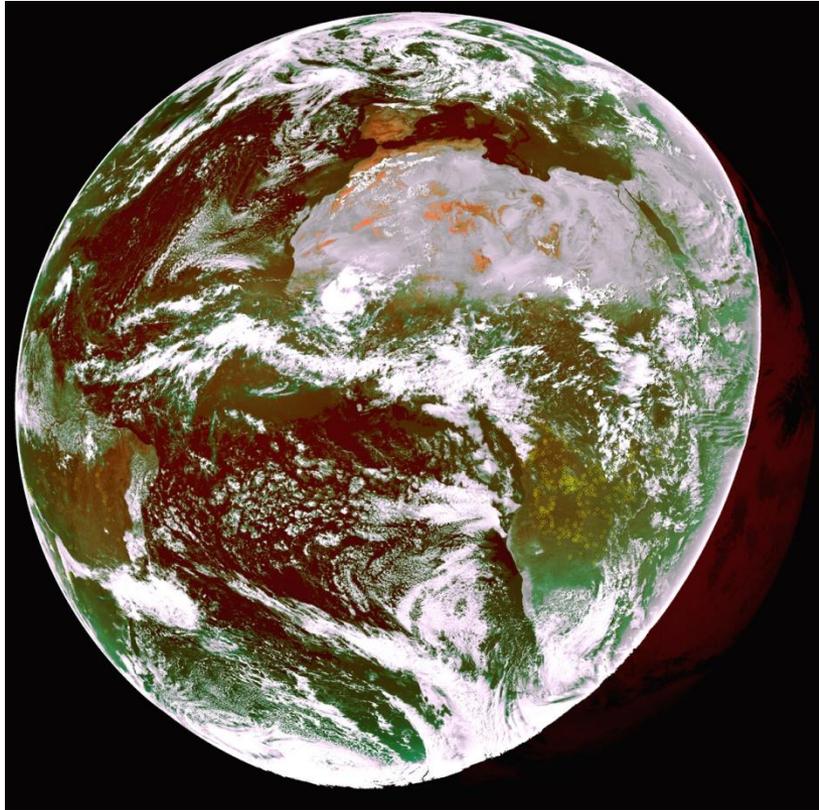
3、风云四号火点产品

产品形式	火情监测图像、火点信息列表。
图像产品内容	多通道火情监测合成图、火点专题图、火点强度图。
信息列表内容	卫星观测时间、火点位置（经纬度和行政区划）、火点影响范围、明火区大小、火点强度、土地利用类型等。
频次	每15分钟1次
观测范围	全圆盘或北半球

3、风云四号火点产品

利用风云四号火点监测方法，使用SEVIRI代理数据监测火点
(2006年08月01日10时10分(世界时))

SEVIRI火点像元与多通道合成图的叠加。



(黄色圆圈内为判识火点像元)

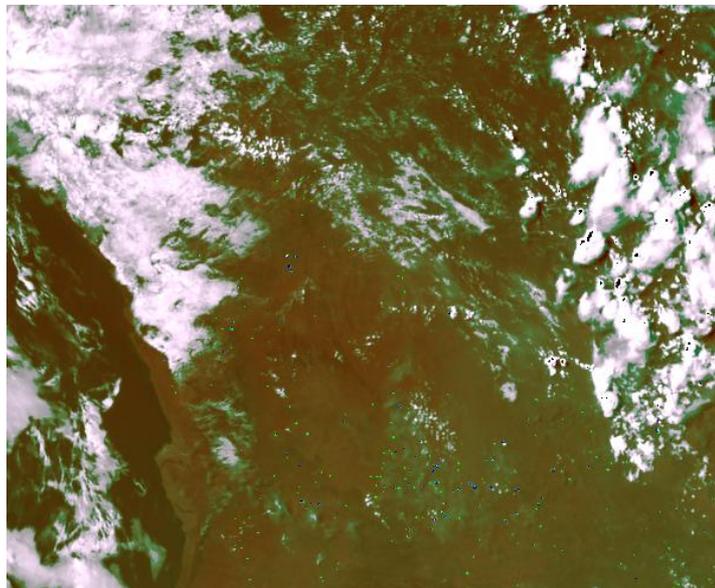
SEVIRI 火点判识处理标记图



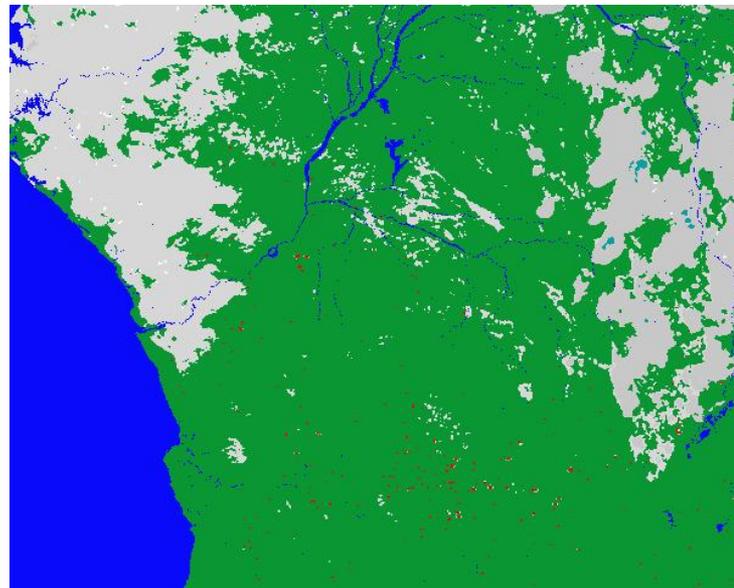
.红色为火点,绿色为晴空植被区,黄色为荒漠地带,白色或灰色为云.

3、风云四号火点产品（续）

使用SEVIRI代理数据火点监测产品



火点像元辐射强度叠加



火点判识标记图

SEVIRI气象卫星火点像元信息表

观测时间（北京时）：2006-08-01 09:00

中国气象局国家卫星气象中心制作

火点编号	可信度	纬度	经度	火点面积(公顷)	FRP	强度等级	土地类型	省地县
1	1	43.56	27.63	0.66	120.90	4	其他	无值
2	1	43.51	27.60	1.40	119.74	4	衣地	无值
3	1	40.99	9.40	0.85	224.65	4	其他	无值
4	1	40.99	9.44	1.20	232.92	4	其他	无值
5	2	40.94	9.39	0.35	63.59	2	其他	无值
6	1	40.94	9.43	1.31	99.82	2	其他	无值
7	1	36.95	-5.17	1.85	190.24	4	其他	无值
8	2	36.95	-5.14	0.68	122.68	4	其他	无值
9	1	36.91	-5.17	4.61	295.80	4	其他	无值
10	2	36.91	-5.14	0.82	147.73	4	其他	无值

4、火情监测应用

森林草原火情监测

森林草原火灾影响评估

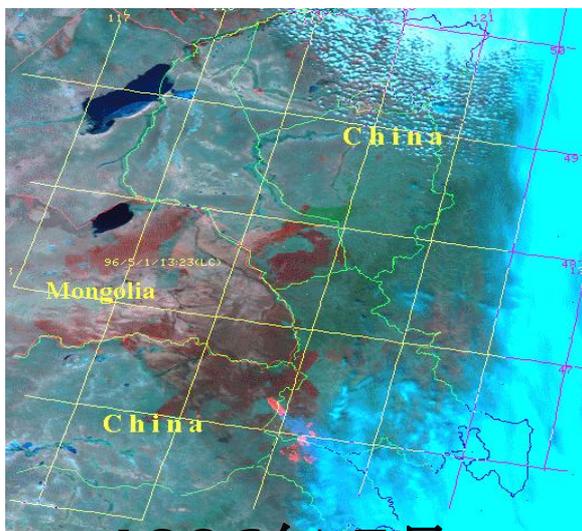
森林草原火险预报

干旱影响

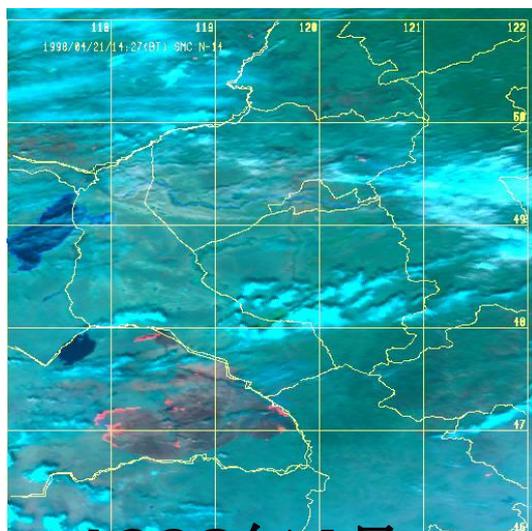
作物秸秆焚烧监测

4、火情监测应用（续）

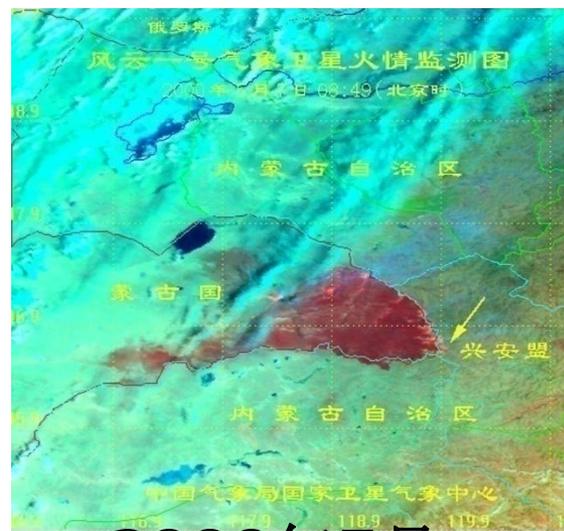
上世纪九十年代以来影响我国的部分境外草原火监测



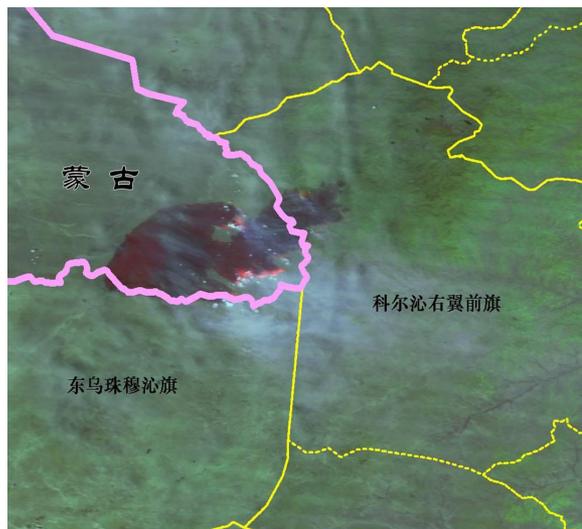
1996年 5月



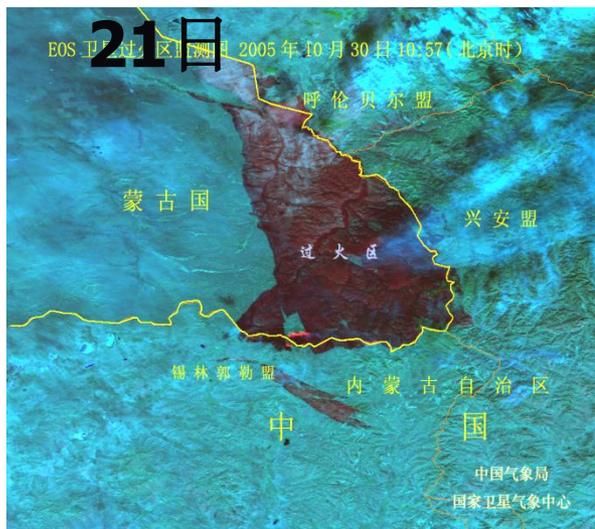
1998年4月



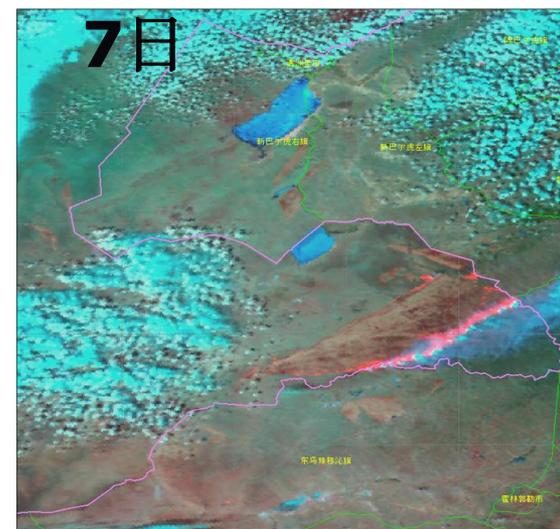
2000年5月



2003年 5月22日



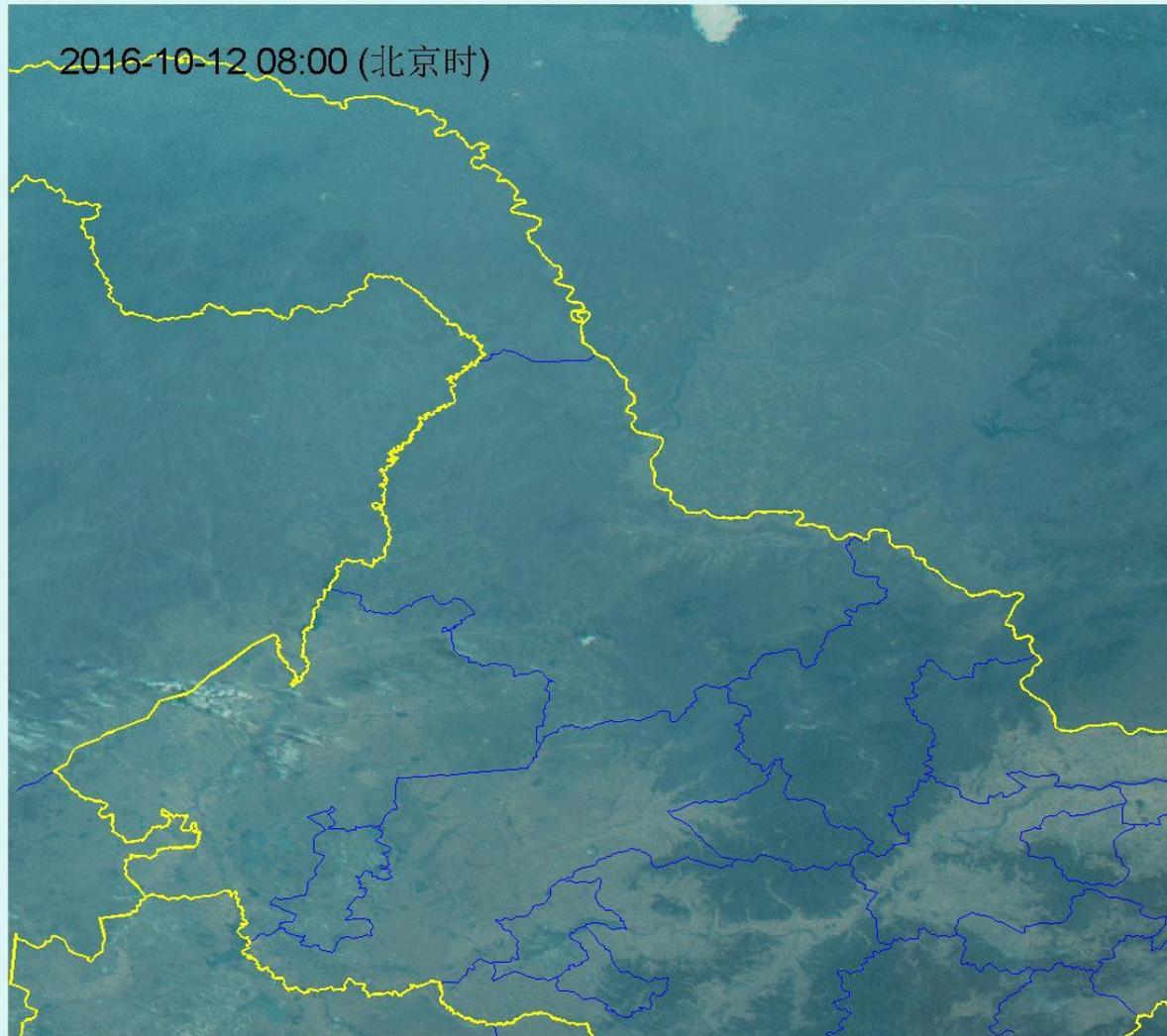
2005年10月30日



2012年4月20日

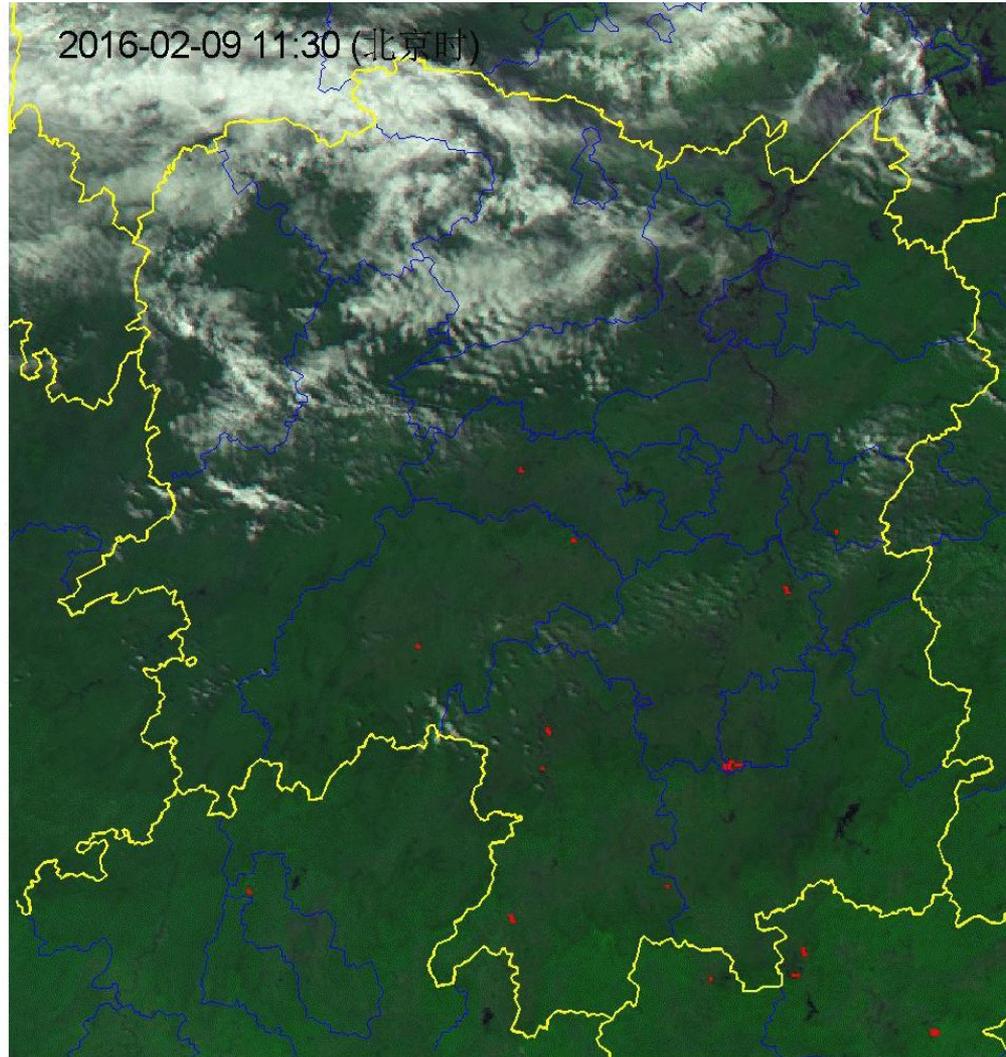
4、火情监测应用（续）

H8火点监测动画：2016年10月12日08:00~17:00（北京时）



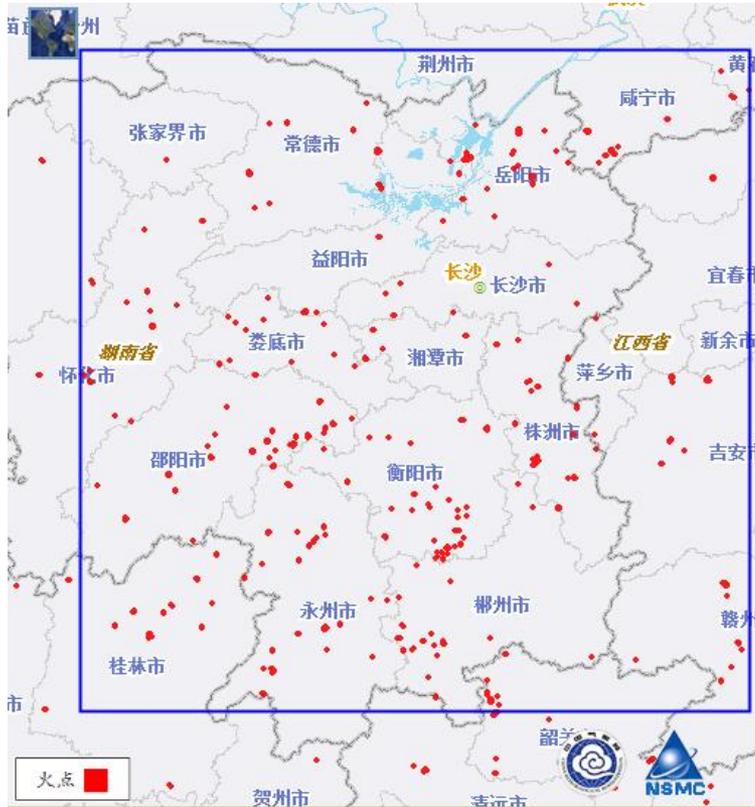
4、火情监测应用（续）

H8火点监测动画：2016年2月9日11:30~14:40（北京时）
观测间隔：10分钟

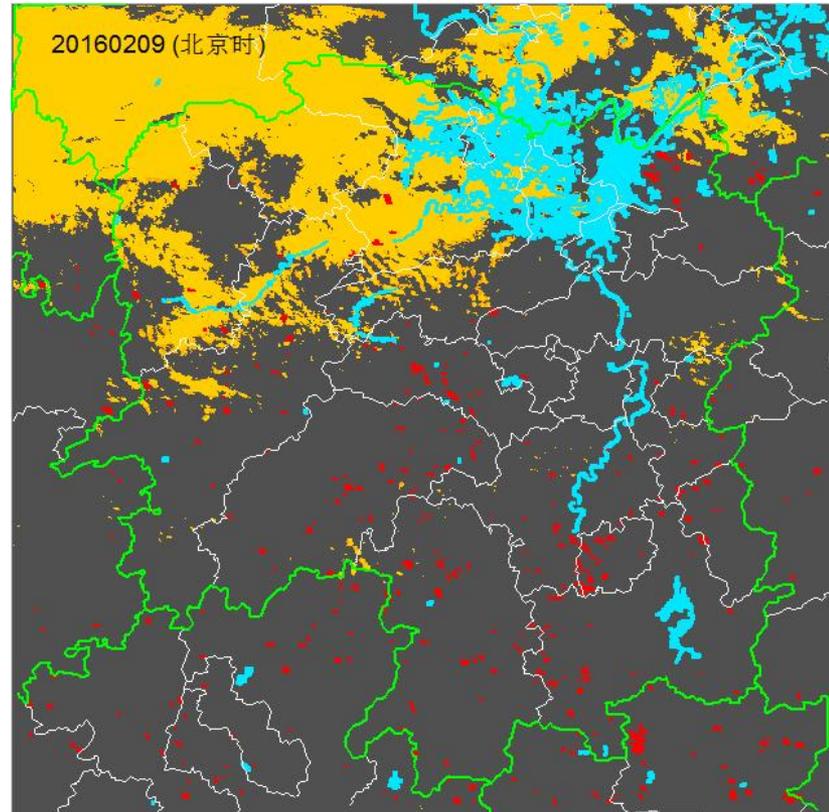


4、火情监测应用（续）

H8火点监测与极轨气象卫星火点监测对比。



2016年2月9日 14:35 FY3C/VIRR 人机交互结果

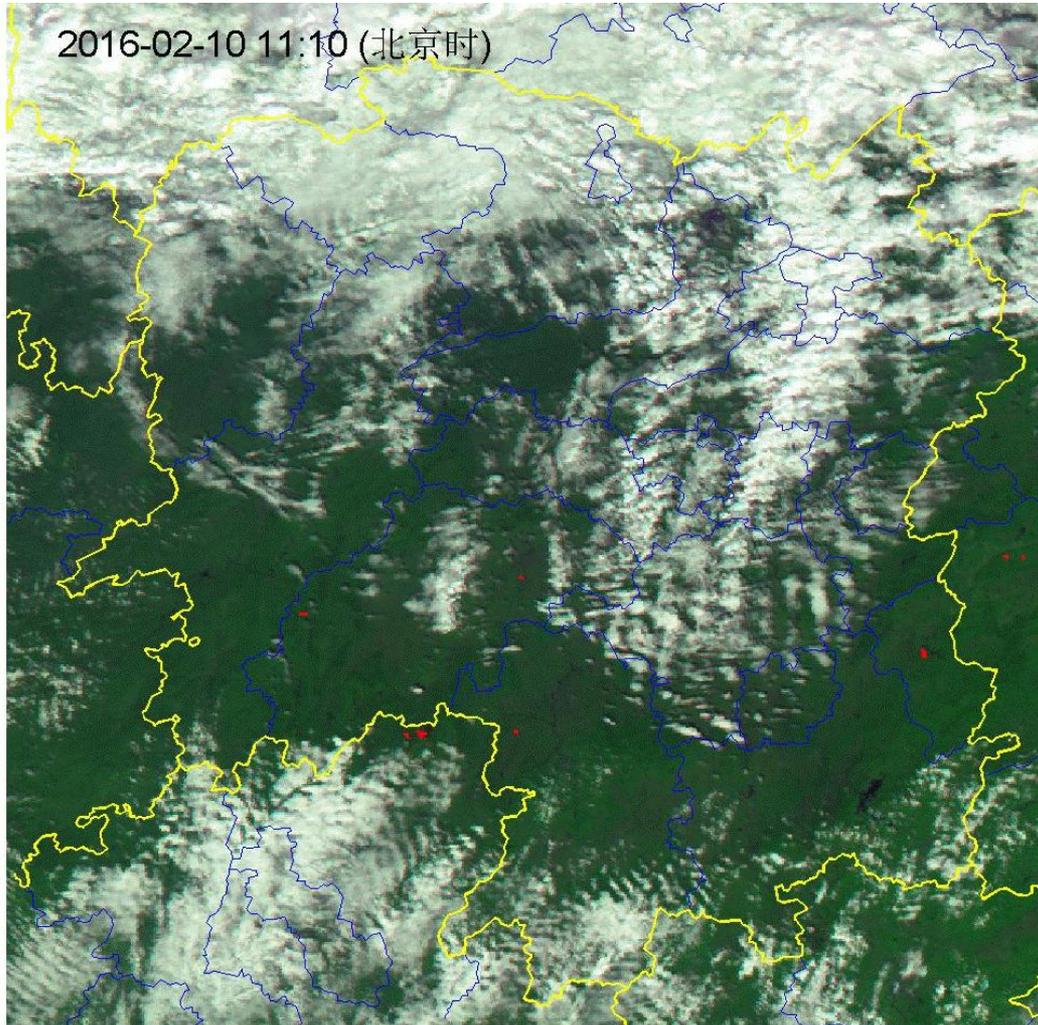


2016年2月9日 11:30~14:40 H8监测结果（多时次叠加）

监测时间大部分处于晴空状态（自动监测难度稍低）

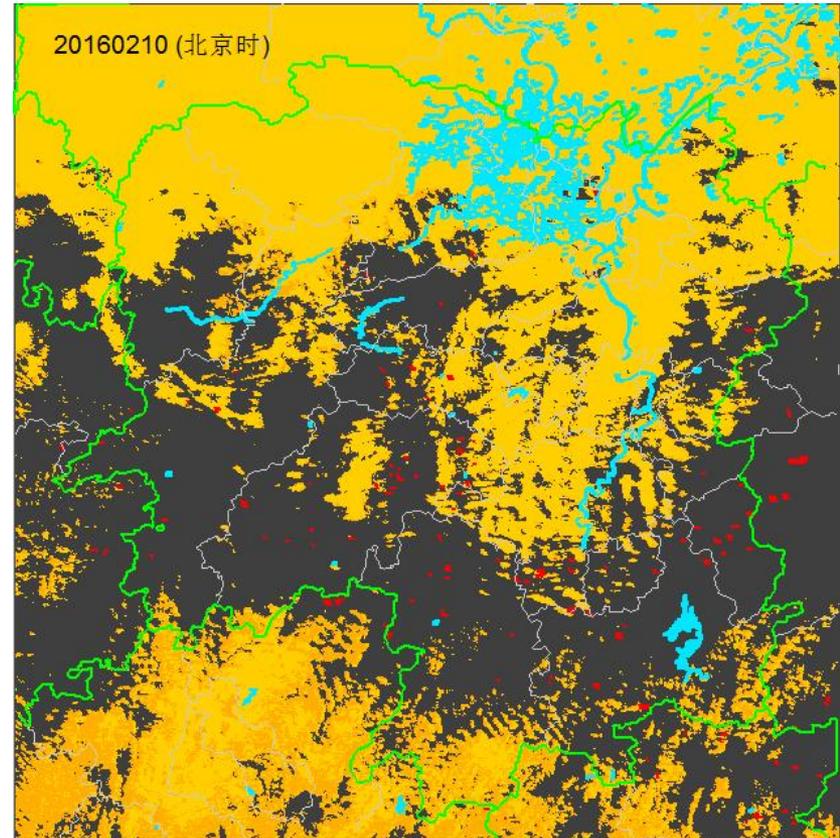
4、火情监测应用（续）

H8火点监测动画：2016年2月10日11:10~14:20（北京时）
观测间隔：10分钟



4、火情监测应用（续）

H8火点监测与极轨气象卫星火点监测对比。



2016年2月10日 14:20 FY3C/VIRR 人机交互结果（单时次叠） 2016年2月10日 11:10~14:20 Himawari-8自动监测结果（多时次叠）

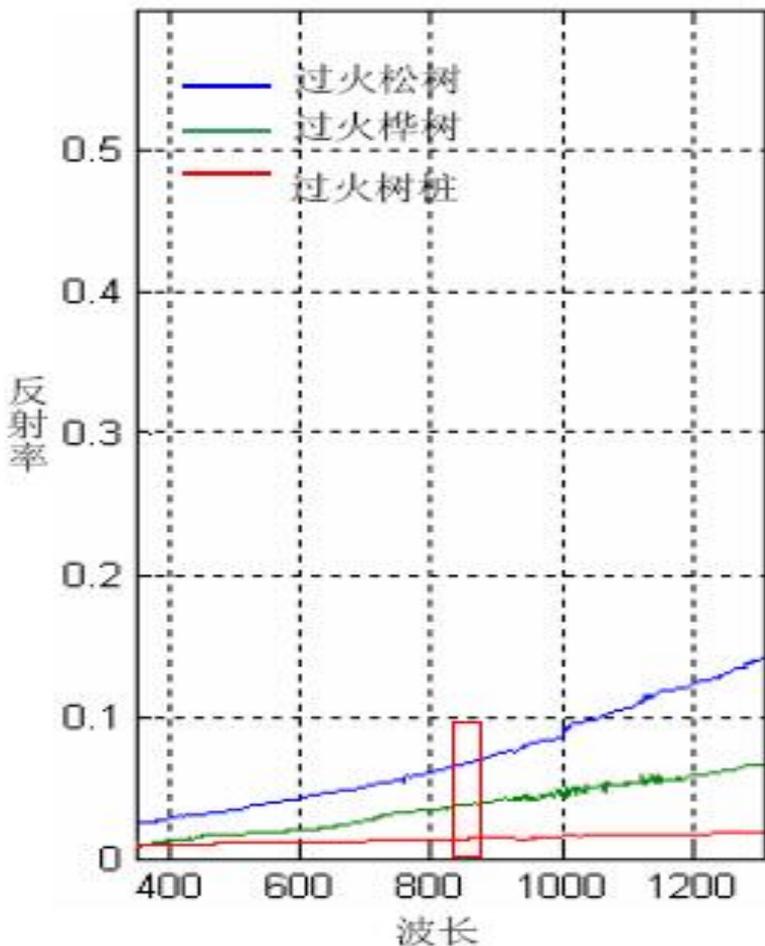
监测时间大部分处于云覆盖状态（自动监测难度较大）

4、火情监测应用（续）

森林草原过火区监测

过火区林地光谱数据

森林、草原过火后，在近红外通道的反射率将明显下降，同时植被指数也将明显下降。



过火区松树干



过火区桦树干



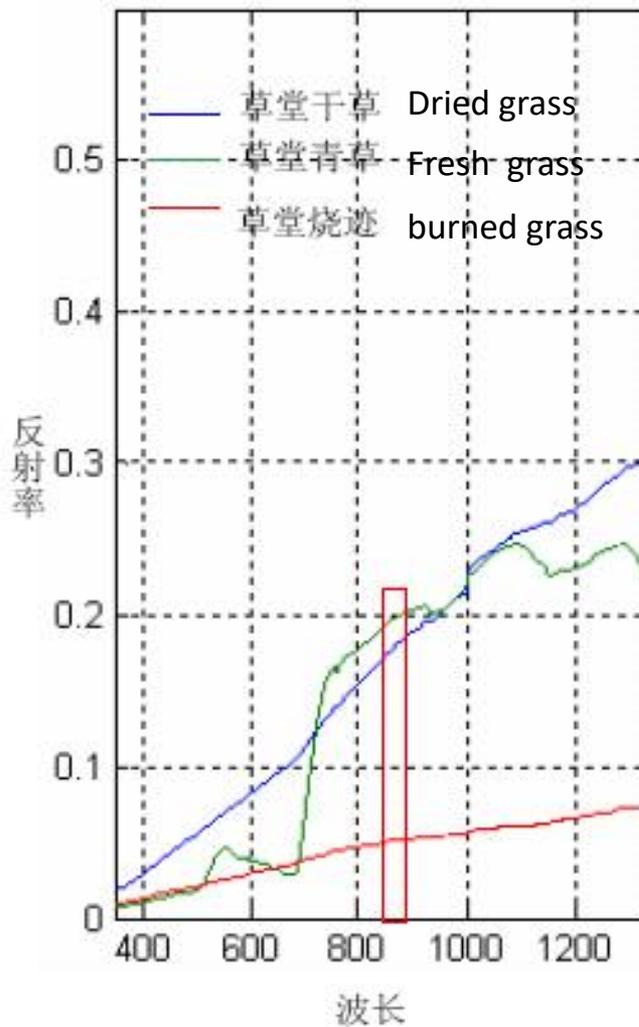
过火树桩

过火区林地可见光、近红外通道的反射率将明显下降。

过火区树桩

4、火情监测应用（续）

过火区草塘光谱数据



过火区草塘可见光、近红外通道反射率明显下降。



草塘青草

Fresh grass



草塘干草

Dried grass



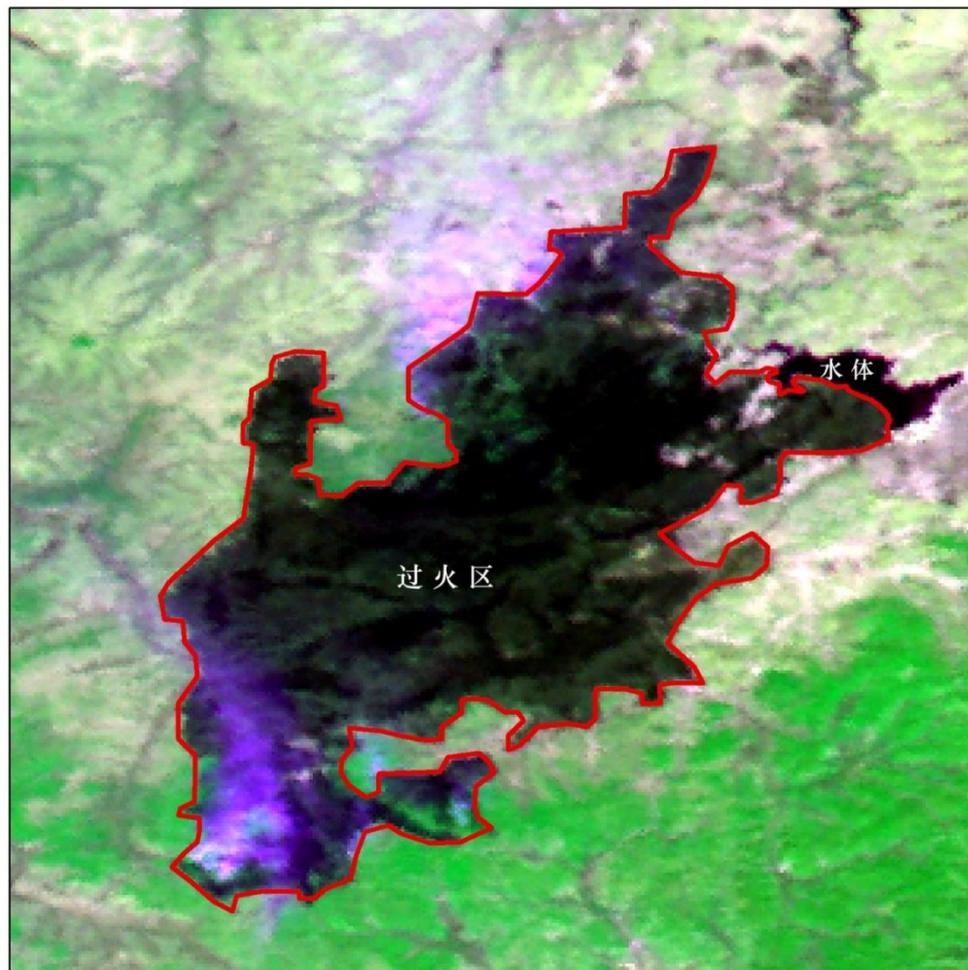
过火草塘

burned grass

4、火情监测应用（续）

风云三号A星黑龙江省逊克县火场过火区监测图像

2009年5月5日10时（北京时）

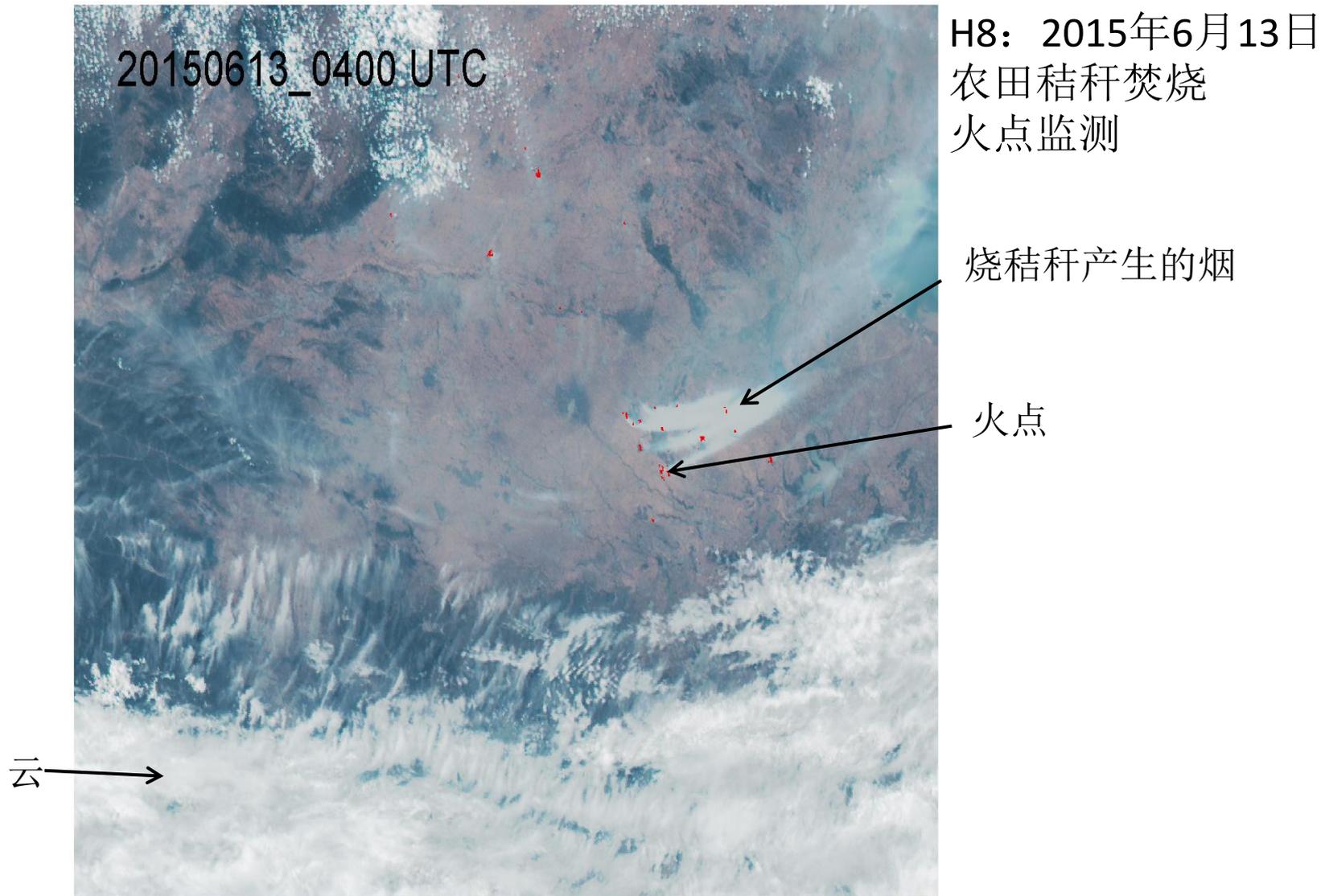


红线 过火区边界

风云三号气象卫星黑龙江省逊克县火场过火区监测评估，过火区影响范围约1100 km².

2009年5月5日10时

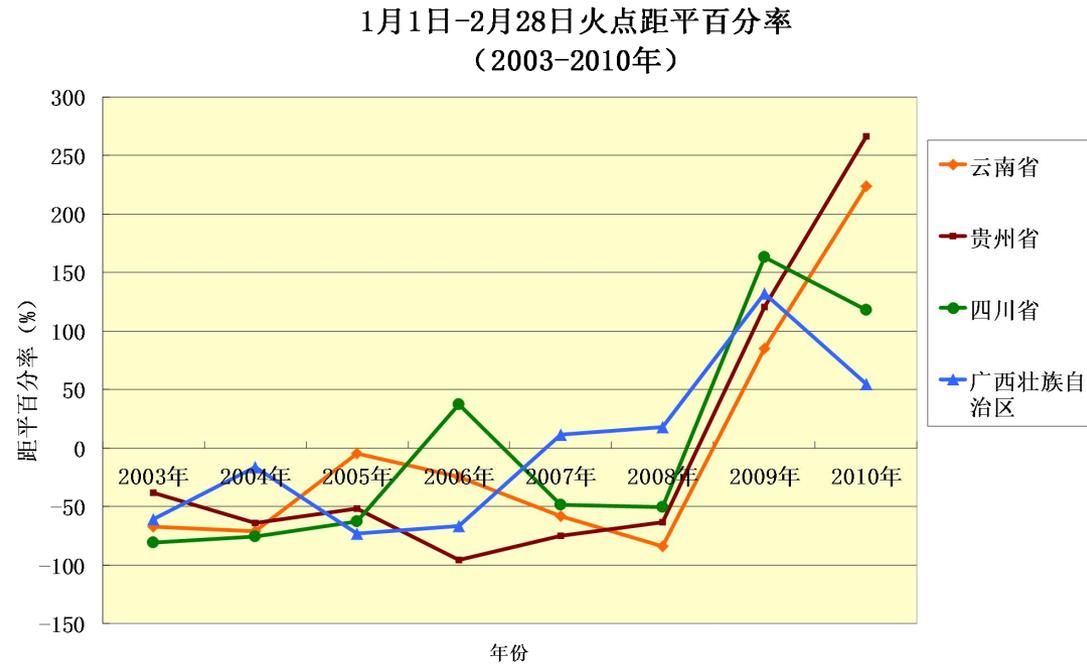
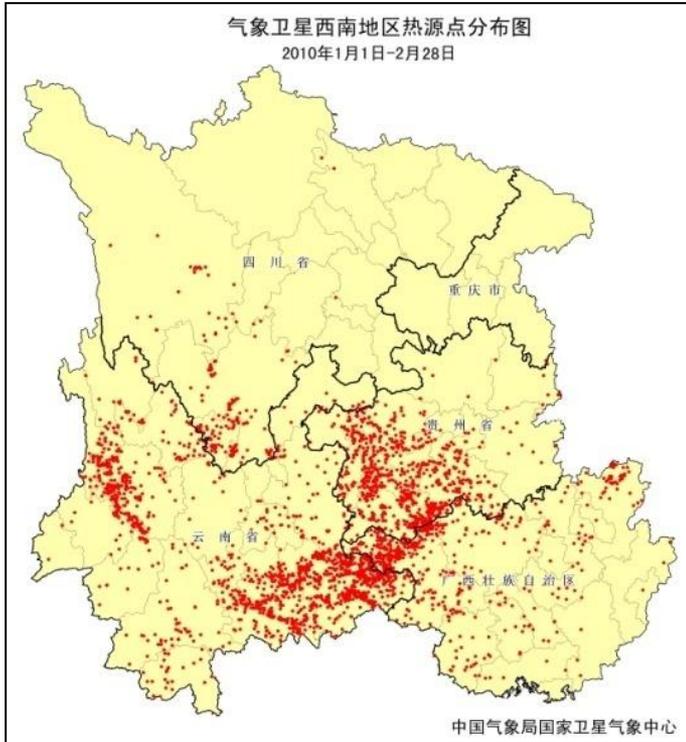
4、火情监测应用（续）



H8: 2015年6月13日北京时间中午12点，由红、绿、蓝真彩色合成，叠加火点。

4、火情监测应用（续）

利用多时次火点信息为干旱影响评估提供参考。



2010年西南地区冬春连旱，造成火险等级升高，卫星火点统计结果显示西南各省干旱导致火点数较近年同期偏多

谢谢！
欢迎各位专家
批评指正！