



风云四号数据 环境灾害监测应用思路

国家卫星气象中心

张晔萍

2016年11月7日



主要内容

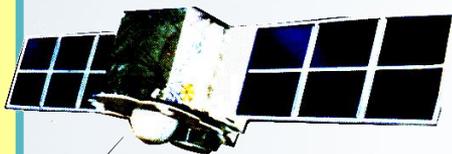
- ▶ 气象卫星灾害与环境监测业务概况
- ▶ 静止气象卫星数据在环境灾害监测应用现状
- ▶ FY-4地表灾害分系统结构设计

气象卫星灾害与环境监测业务概况

极轨气象卫星系列

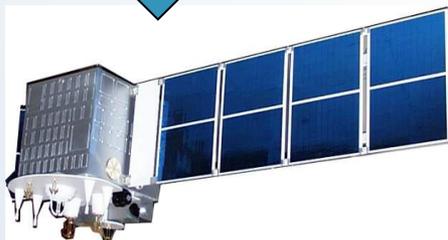
静止气象卫星系列

FY
|
1A
1B
1C
1D



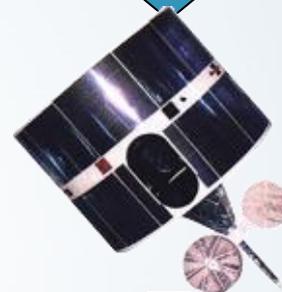
第一代

FY
|
3A
3B
3C
...
3F

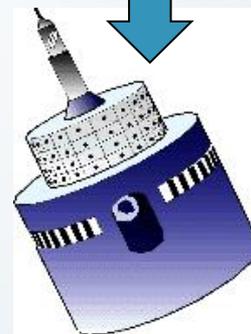


第二代

FY
|
2A
2B
2C
...
2G



FY
|
4A
4B
4C
...
4F



气象卫星观测数据特点

高观测频次

- (1) 极轨气象卫星：
 - 风云三号A,B, C, NOAA-17,18,19, EOS/TERRA,AQUA等；单星白天/夜间各1次；
- (2) 静止气象卫星：
 - 每小时1次（非汛期）：风云二号C, D, E, F星
 - 每30分钟1次（汛期）：风云二号C, D, E, F

宽广观测范围

- 极轨气象卫星：轨道宽度：2600km,全球观测
- 静止气象卫星：包括中国、亚洲大部分、大洋洲及非洲东海岸

多种观测仪器

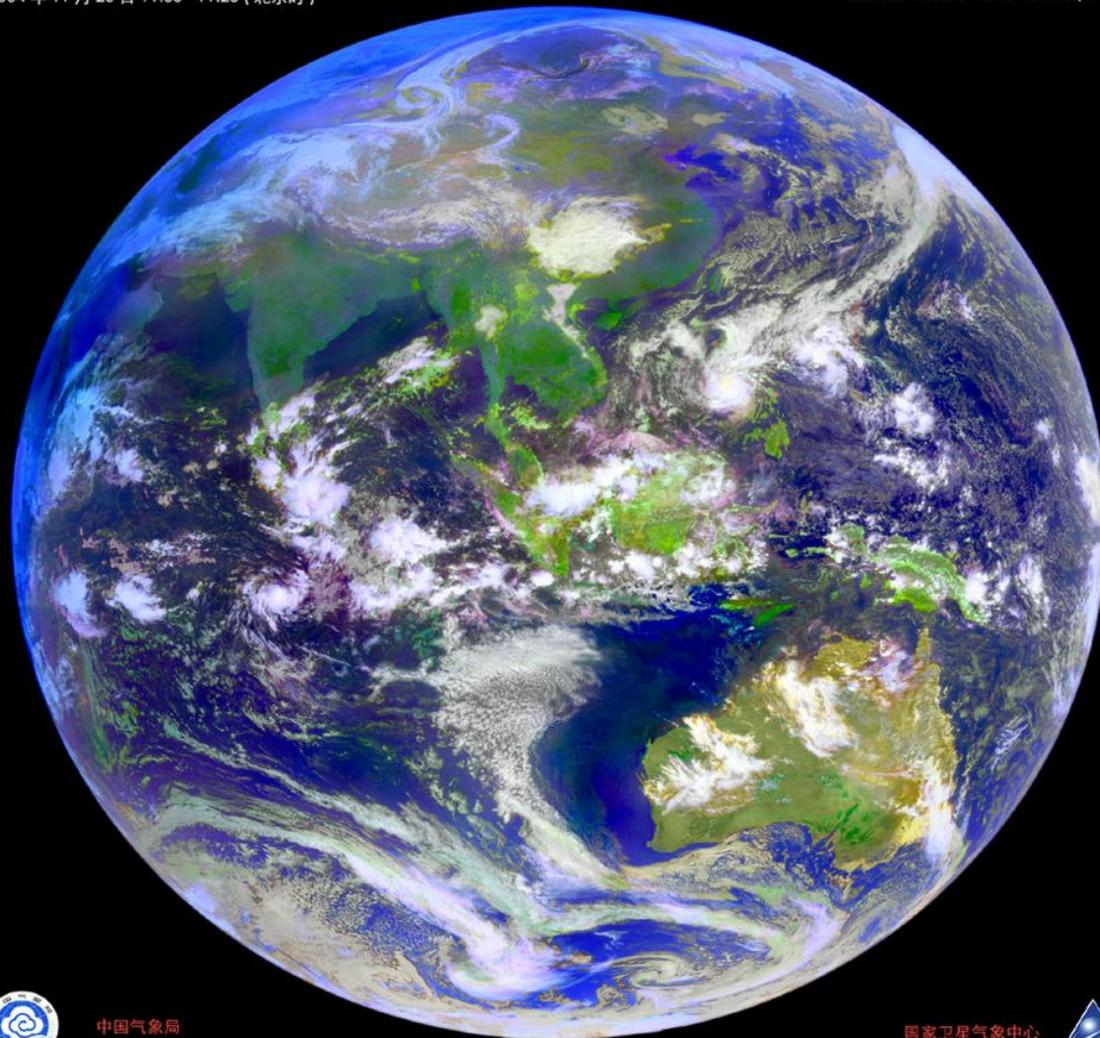
- 极轨气象卫星：可见光、近红外、短波红外、中红外、远红外、微波等
- 静止气象卫星：可见光、中红外、远红外等

风云二号 C 星第一幅彩色合成图像

THE FIRST COLOR COMPOSITE IMAGE OF FY-2C

2004 年 11 月 20 日 11:00 - 11:25 (北京时间)

20 Nov. 2004, 03:00 - 03:25 (UTC)



中国气象局
China Meteorological Administration

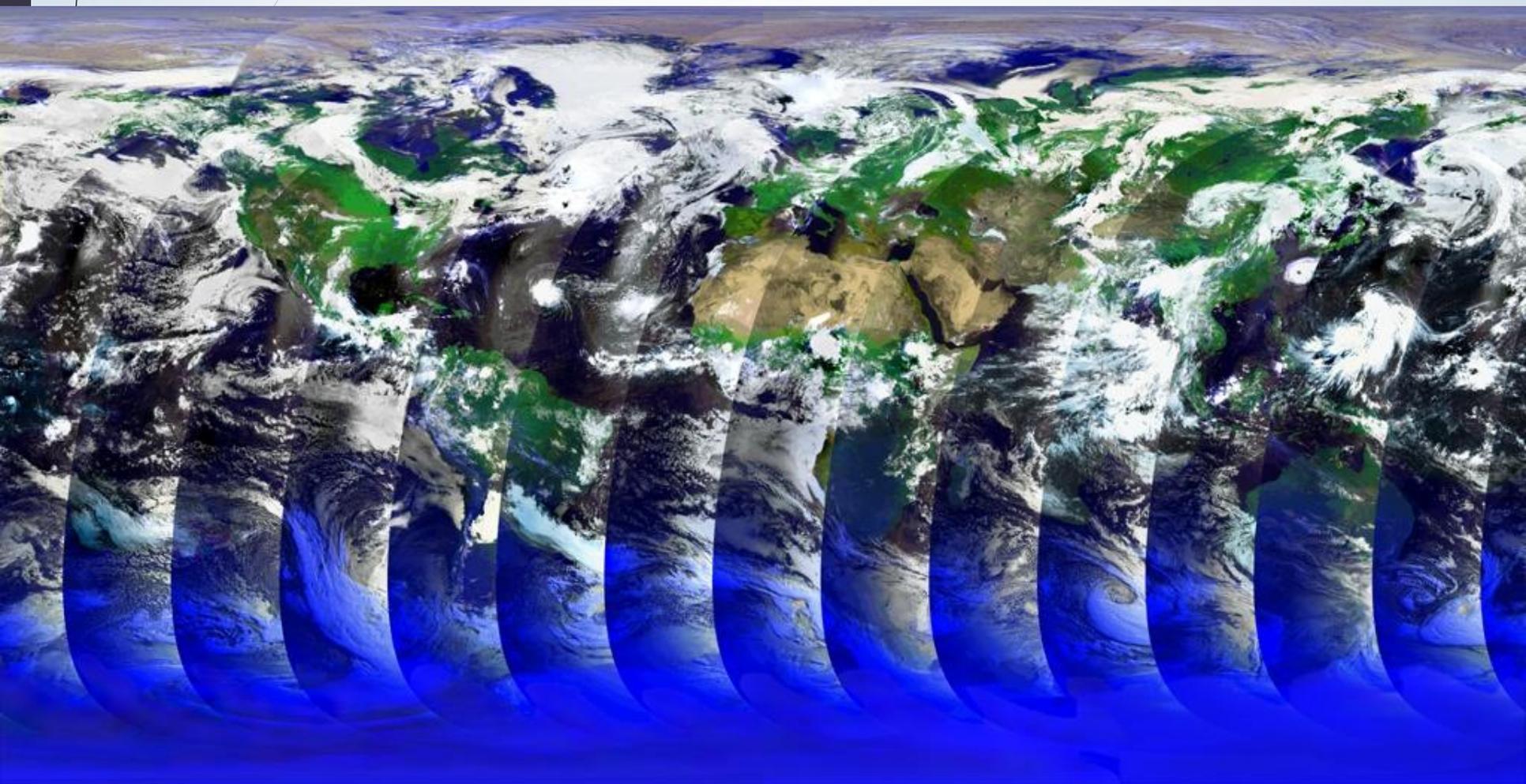
国家卫星气象中心
National Satellite Meteorological Center



FY-2C/D/E/F/G 静止气象卫星 VISSR (扫描辐射计) 通道参数表

通道	波长 (μm)	波段	星下点分辨率 (k m)
1	0.50-0.75	可见光	1.25
2	10.3-11.3	远红外	5
3	11.5-12.5	远红外	5
4	3.5-4.0	中波红外	5
5	6.3-7.6	中波红外 (水汽通道)	5

FY-3 全球轨道拼图



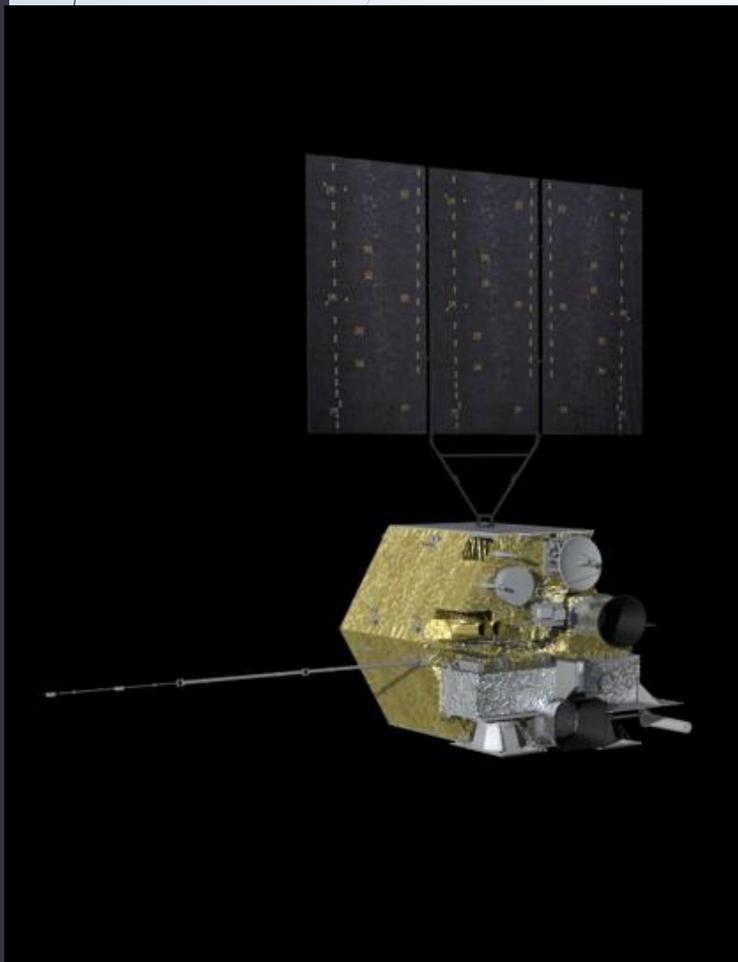
FY-3A极轨气象卫星可见光红外扫描辐射计 (VIRR) 通道参数表

通道	波长 (μm)	波段	星下点分辨率 (km)
1	0.58-0.68	可见光 (Visible)	1.1
2	0.84-0.89	近红外 (Near infrared)	1.1
3	3.55-3.95	中波红外 (middle infrared)	1.1
4	10.3-11.3	远红外 (far infrared)	1.1
5	11.5-12.5	远红外 (far infrared)	1.1
6	1.58-1.64	短波红外 (Short infrared)	1.1
7	0.43-0.48	可见光 (Visible)	1.1
8	0.48-0.53	可见光 (Visible)	1.1
9	0.53-0.58	可见光 (Visible)	1.1
10	1.325-1.395	近红外 (Near infrared)	1.1

FY-3A极轨气象卫星中分辨率光谱成像仪 (MERSI) 通道参数表

通道	中心波数 (μm)	光谱带宽 (μm)	波段	星下点分辨率(m)
1	0.470	0.05	可见光 (Visible)	250
2	0.550	0.05	可见光 (Visible)	250
3	0.650	0.05	可见光 (Visible)	250
4	0.865	0.05	近红外 (Near infrared)	250
5	11.25	2.5	远红外 (Far infrared)	250
6	0.412	0.02	可见光 (Visible)	1000
7	0.443	0.02	可见光 (Visible)	1000
8	0.490	0.02	可见光 (Visible)	1000
9	0.520	0.02	可见光 (Visible)	1000
10	0.565	0.02	可见光 (Visible)	1000
11	0.650	0.02	可见光 (Visible)	1000
12	0.685	0.02	可见光 (Visible)	1000
13	0.765	0.02	可见光 (Visible)	1000
14	0.865	0.02	近红外 (Near infrared)	1000
15	0.905	0.02	近红外 (Near infrared)	1000
16	0.940	0.02	近红外 (Near infrared)	1000
17	0.980	0.02	近红外 (Near infrared)	1000
18	1.030	0.02	近红外 (Near infrared)	1000
19	1.640	0.05	短波红外 (Short infrared)	1000
20	2.130	0.05	短波红外 (Short infrared)	1000

FY-4A卫星简介



Spacecraft:

1. Launch Weight: approx. 5300kg
2. Stabilization: Three-axis
3. Attitude accuracy: 3"
4. Bus: 1553B+Spacewire
5. Raw data transmission : X band
6. Output power: $\geq 3200W$
7. Design life: over 7 years

FY-4A 仪器:

AGRI: Advanced Geosynchronous Radiation Imager

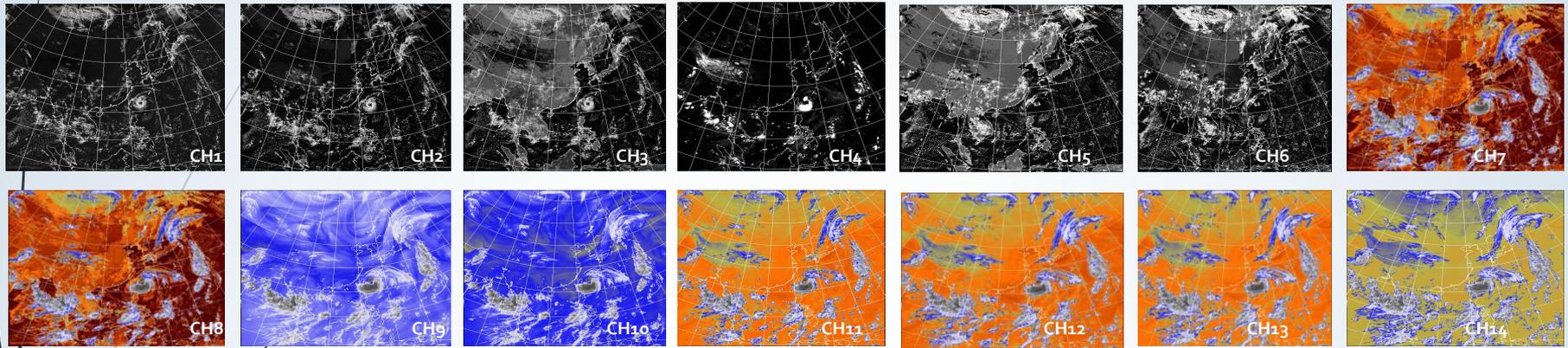
GIIRS: Geo. Interferometric Infrared Sounder

LMI: Lightning Mapping Imager

SEP: Space Environment Package

1	0.45~0.49	1	S/N≥90(非考核指标) (ρ=100%)		小粒子气溶胶, 真彩色合成
2	0.55~0.75	0.5~1	S/N≥150 (ρ=100%) @0.5km	S/N≥3 (ρ=1%) @1km	植被, 恒星观测, 图像定位配准 恒星观测,
3	0.75~0.90	1	S/N≥200 (ρ=100%)	S/N≥3 (ρ=1%)	植被, 水面上空气溶胶
4	1.36~1.39	2	S/N≥150 (ρ=100%)	S/N≥3 (ρ=1%)	卷云
5	1.58~1.64	2	S/N≥200 (ρ=100%)	S/N≥3 (ρ=1%)	低云/雪识别, 水云/冰云判识
6	2.1~2.35	2~4	S/N≥200 (ρ=100%)	S/N≥3 (ρ=1%)	卷云、气溶胶, 粒子大小
7	3.5~4.0 (high)	2	≤0.7K (300K)		高反照率高温目标
8	3.5~4.0 (low) **	4	0.2K (300K)	2K (240K)	低反照率目标, 地表
9	5.8~6.7	4	0.2K (300K)	0.9K (240K)	高层水汽
10	6.9~7.3	4	0.25K (300K)	0.9K (240K)	中层水汽
11	8.0~9.0**	4	0.2K (300K)	0.4K (240K)	总水汽、云
12	10.3~11.3**	4	0.2K (300K)	0.4K (240K)	地表温度
13	11.5~12.5**	4	0.2K (300K)	0.4K (240K)	总水汽量,, 地表温度
14	13.2~13.8	4	0.5K (300K)	0.9K (240K)	云、水汽

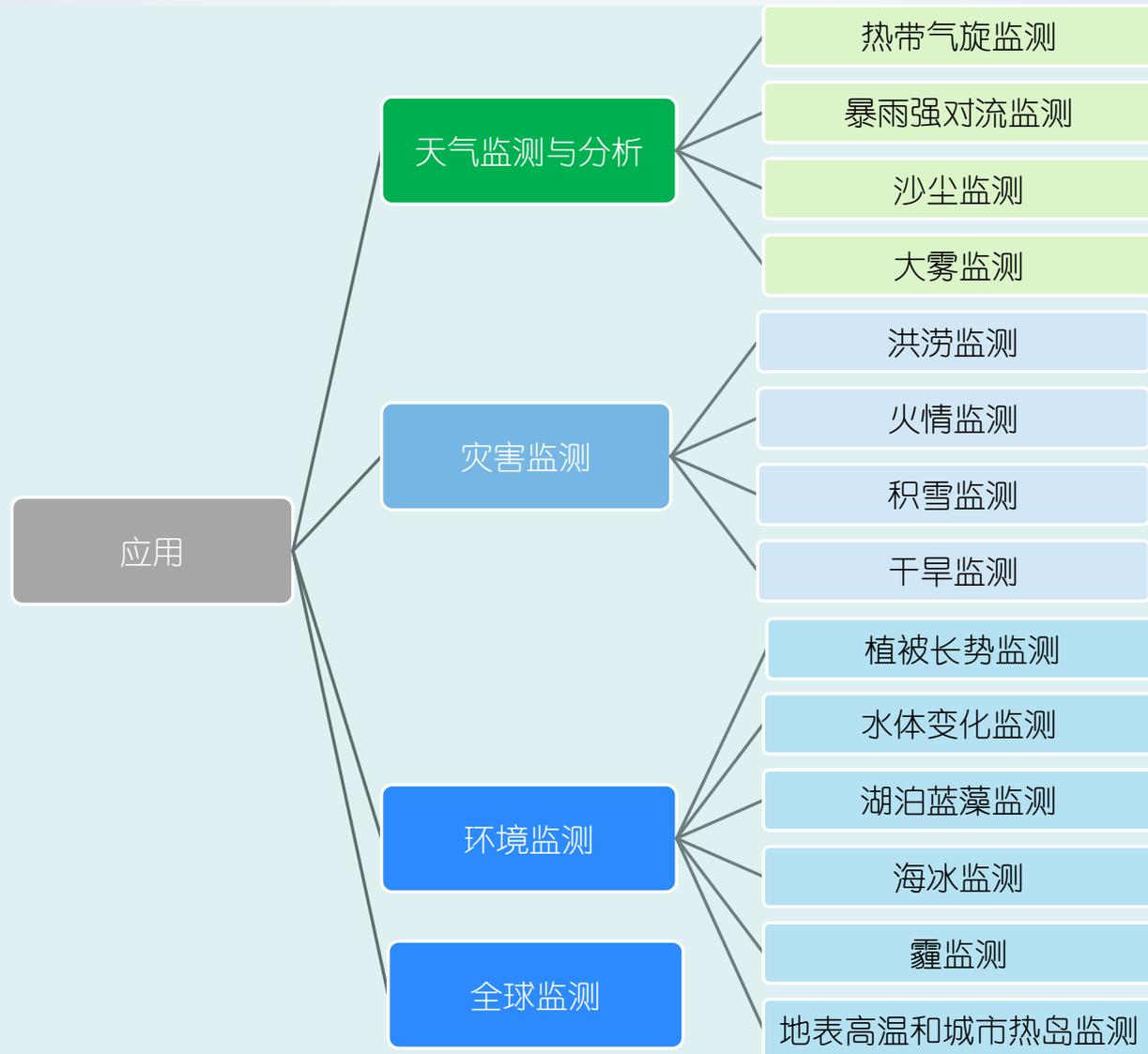
AGRI: Advance Geo. Radiation Imager



与FY-2 VISSR相比:

- 空间分辨率: 可见光 1.25km -> 0.5/1km; IR 5km->2/4km
- 波段: 4 -> 14
- 观测频次: 30 min. -> 15 min. (Full Disc)/ 10min.
- 区域扫描: 6min. -> 2.5/5 min.
- 定标: VIS 5%->3%; IR 1k->0.5K

气象卫星监测与应用业务框架



火情监测

气象卫星全国火点监测分布图
(2014年11月10日至2014年11月11日期间)



Daily hot spot distribution map 2014.11.01

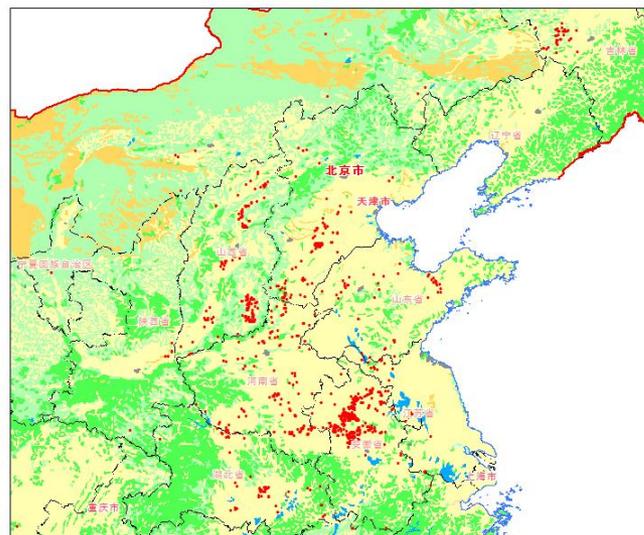
重点区域火点个数统计



Sep. 2014 vs. 2013

气象卫星秋粮收获期火情监测信息图

2013年 (10月07日-10月13日)



附加土地利用类型

图例

• 火点位置

土地利用类型

草地

城镇建设用地

耕地

荒地

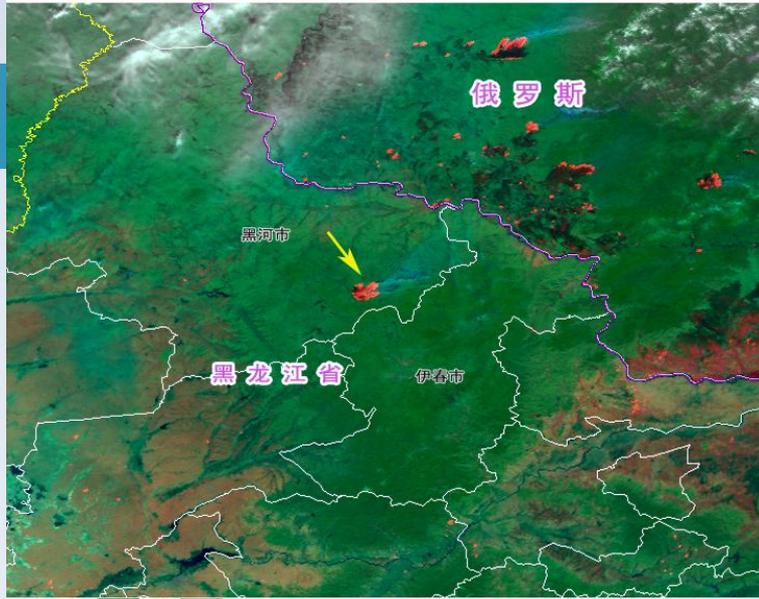
林地

水体

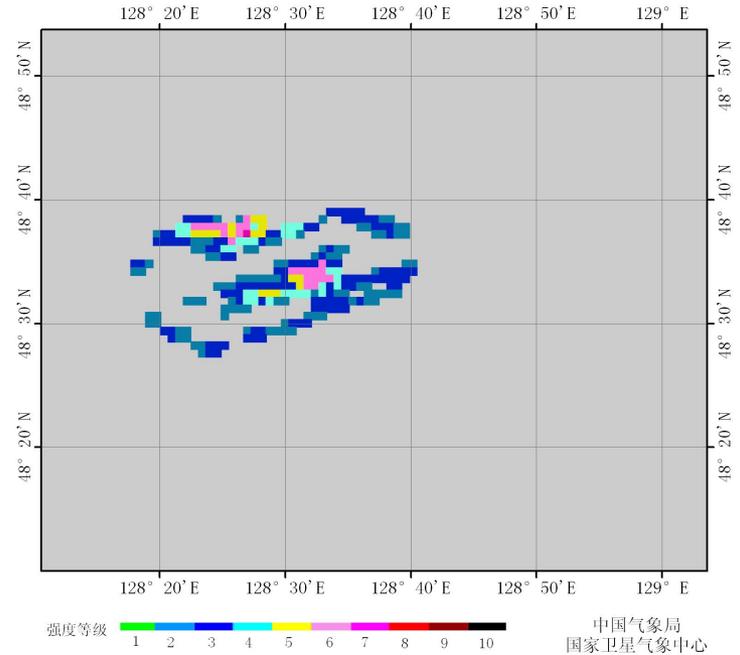
火点信息列表2014.11.6

time	longitude	latitude	pixel number	smoke or not	administrative area	Grass land	Forest	others	area	stellite
2014-11-06 12:25:00	47.47	131.09	2	0	黑龙江省鹤岗市萝北县	0	0	1	1.67	FY3B
2014-11-06 12:25:00	47.19	131.18	2	0	黑龙江省佳木斯市桦川县	0	0	1	1.68	FY3B
2014-11-06 12:25:00	47.19	132.43	1	0	黑龙江省佳木斯市富锦市	0	0	1	0.84	FY3B
2014-11-06 12:25:00	47.17	132.4	17	0	黑龙江省佳木斯市富锦市	0	0	1	14.27	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.81	130.93	1	0	黑龙江省双鸭山市集贤县	0	0	0	0.84	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.74	130.49	2	0	黑龙江省佳木斯市桦川县	0	0	0	1.69	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.72	130.59	1	0	黑龙江省佳木斯市桦川县	0	0	0	0.85	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.59	131.99	1	0	黑龙江省佳木斯市宝清县	0	0	0	0.85	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.48	132.15	2	0	黑龙江省佳木斯市宝清县	0	0	0	1.7	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.42	133.6	8	0	黑龙江省牡丹江市虎林县	0	1	0	6.81	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.36	133.62	4	0	黑龙江省牡丹江市虎林县	0	1	0	3.41	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.31	133.81	5	0	黑龙江省牡丹江市虎林县	0	0	1	4.26	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.29	133.78	4	0	黑龙江省牡丹江市虎林县	1	0	0	3.41	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.27	130.18	1	0	黑龙江省佳木斯市桦南县	0	0	0	0.85	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.58	129.65	3	0	黑龙江省佳木斯市汤原县	0	0	0	2.55	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.42	126.53	2	0	黑龙江省绥化地区绥化市	0	0	0	1.7	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.26	126.93	3	0	黑龙江省哈尔滨市呼兰县	0	0	0	2.56	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.23	126.67	2	0	黑龙江省哈尔滨市呼兰县	0	0	0	1.71	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.23	129.28	2	0	黑龙江省松花江地区通河县	0	0	1	1.71	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.21	126.82	2	0	黑龙江省哈尔滨市呼兰县	0	0	0	1.71	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.17	126.49	1	0	黑龙江省哈尔滨市呼兰县	0	0	0	0.86	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.14	127.34	1	0	黑龙江省松花江地区巴彦县	0	0	0	0.86	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.12	129.25	2	0	黑龙江省松花江地区通河县	0	0	1	1.71	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.07	126.08	3	0	黑龙江省绥化地区肇东市	0	0	0	2.57	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.07	126.65	3	0	黑龙江省哈尔滨市呼兰县	0	0	0	2.57	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46.05	126.17	3	0	黑龙江省绥化地区兰西县	0	0	0	2.57	FY3B
2014-11-06 12:25:00	46	127.44	4	0	黑龙江省松花江地区巴彦县	0	0	0	3.43	FY3B

FY3A气象卫星黑龙江省黑河市伊南河林场火灾监测图像
2009年04月29日 10:15(北京时间)

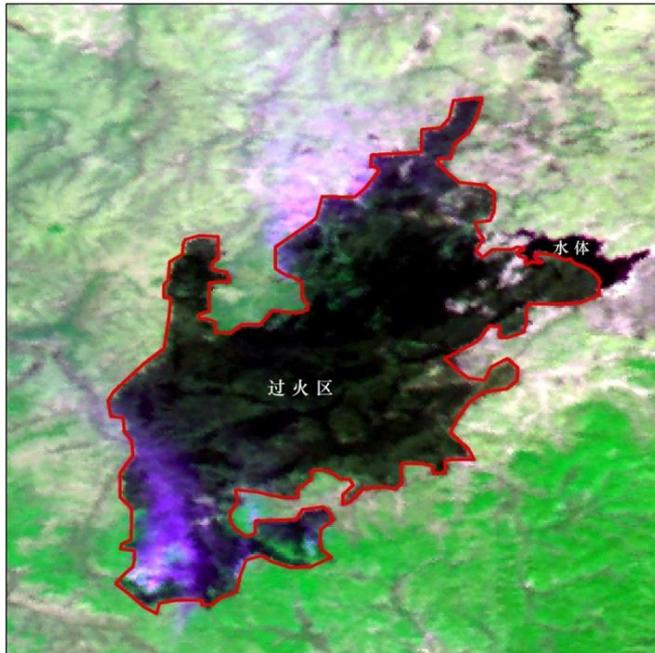


卫星遥感火强度等级图 2009年4月29日12时47分

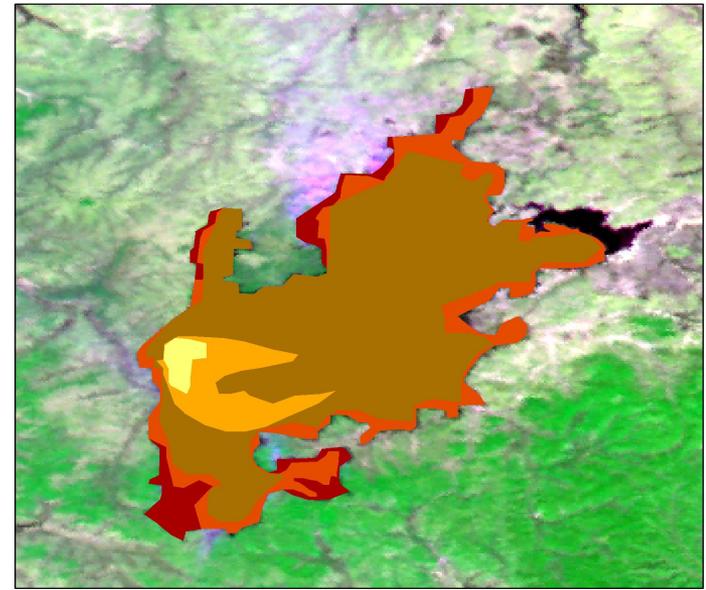


风云三号A星黑龙江省逊克县火场过火区监测图像

2009年5月5日10时(北京时间)



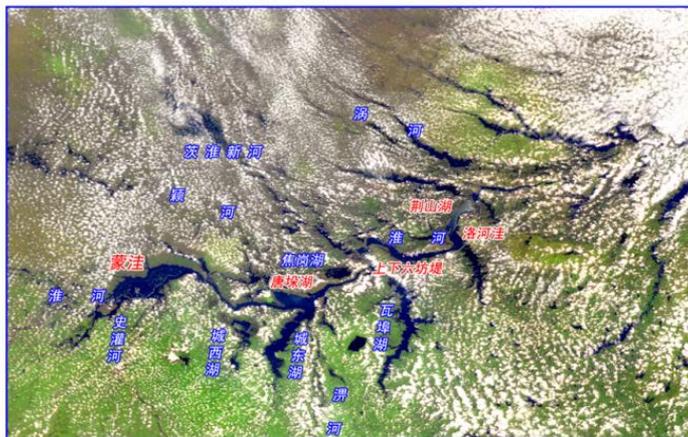
FY-3A/MERSI黑龙江省逊克县过火区监测图



洪涝监测

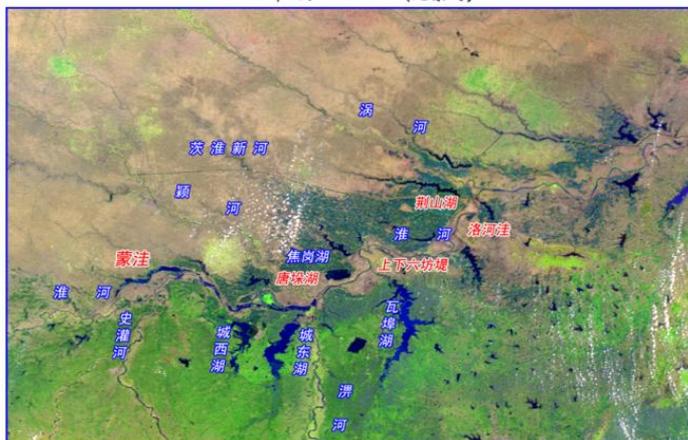
卫星监测淮河流域水情图（行洪后）

2003年7月7日10:46(北京时)



卫星监测淮河流域水情图（行洪前）

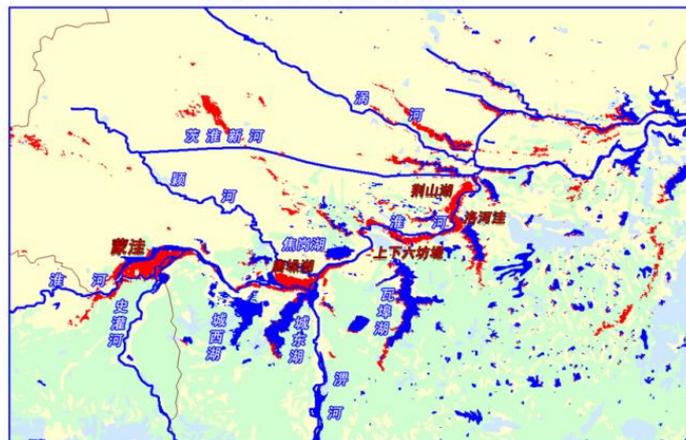
2003年6月28日10:52(北京时)



波段621（红绿蓝） 等经纬度投影 像元分辨率250米

卫星监测淮河流域水情专题图（行洪后）

2003年7月7日10:46(北京时)



图例 ■ 背景水体 ■ 淹没及内涝水体 ■ 旱地 ■ 水田 ■ 其它用地

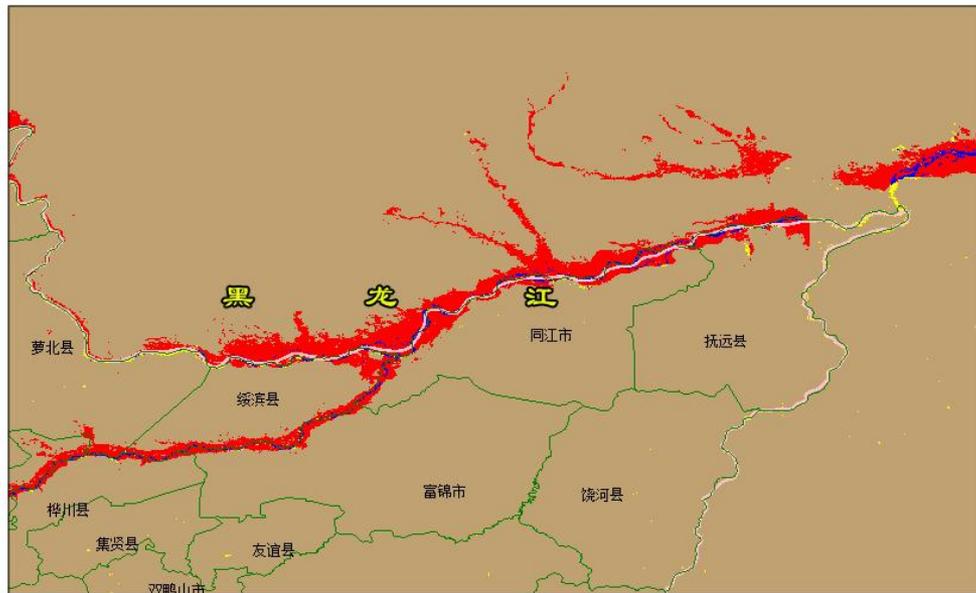
比较分析7月7日与6月28日淮河流域的水情监测图后，提取的王家坝、唐垛湖、上下六坊堤、荆山湖和洛河洼等行洪区的淹没水体范围，以及淮河流域其它地区的内涝水体。经估算王家坝等行洪蓄洪区的淹没水体面积如下：

- 蒙 洼：147平方公里；
- 唐垛湖：66平方公里；
- 上下六坊堤：87平方公里；
- 洛河洼：27平方公里；
- 荆山湖：46平方公里

中国气象局国家卫星气象中心

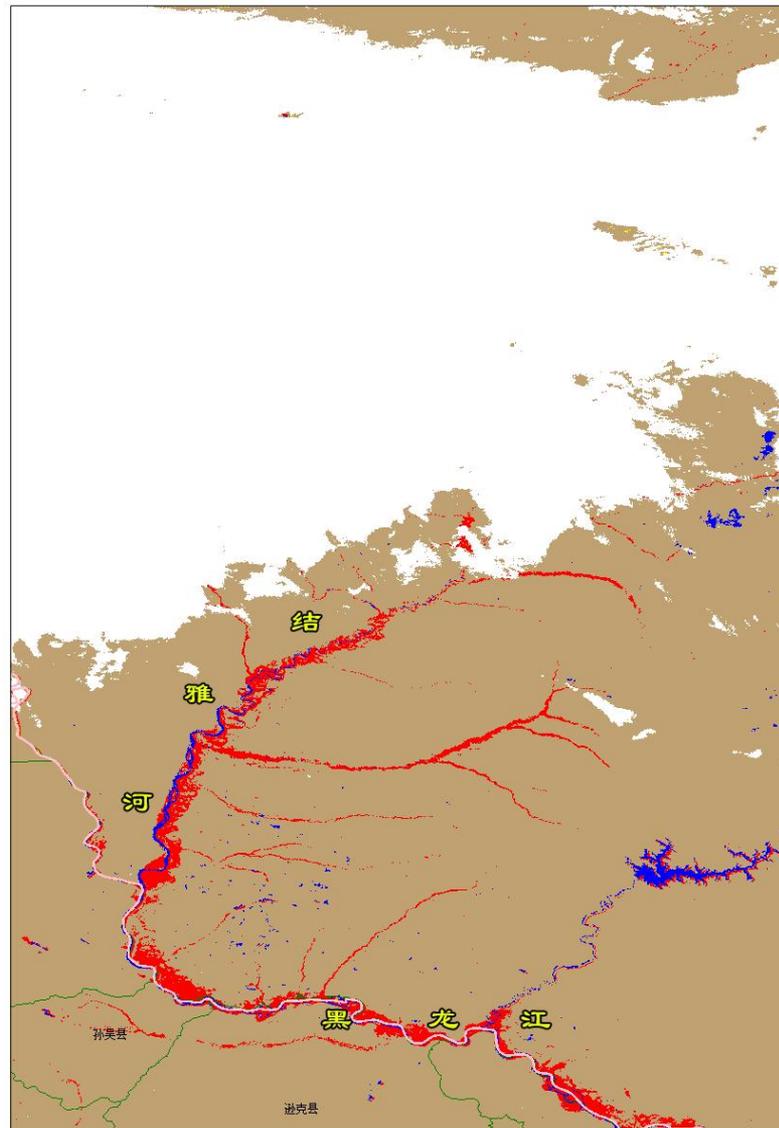
气象卫星黑龙江及松花江下游水体变化监测图

2013年8月20日 vs 2012年8月16日



FY3A/MERSI黑龙江、结雅河水体变化监测专题图

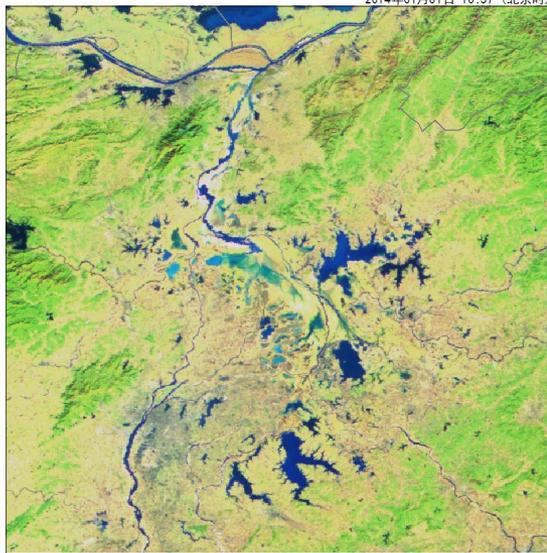
2013年8月20日 vs 2012年8月16日



主要湖泊/水库水体变化监测

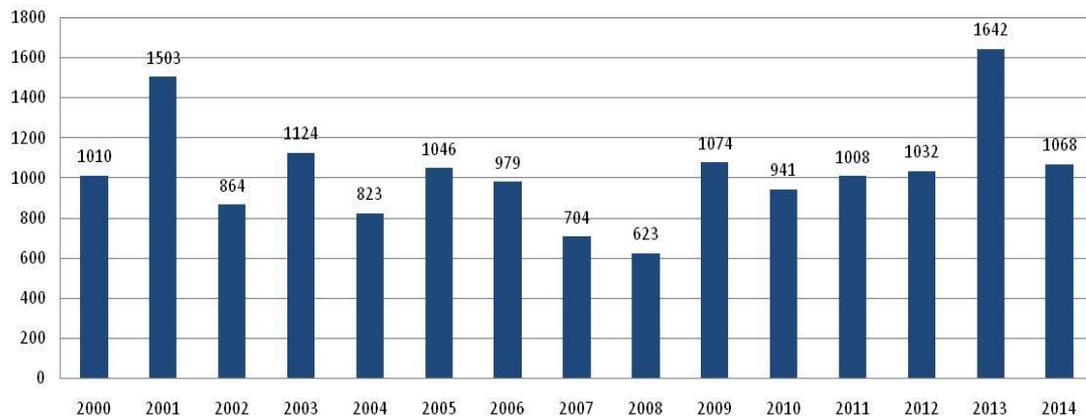
气象卫星鄱阳湖水体监测图

2014年01月01日 10:57 (北京时间)



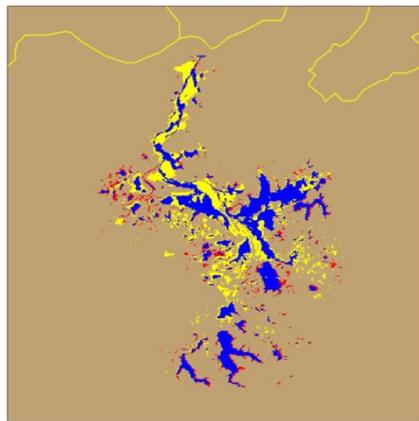
图例：国界线、省界、地区界、县界
 卫星/仪器：EOS1/MODIS
 合成通道：3, 2, 1
 空间分辨率：0.0025
 投影方式：等经纬度
 制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

气象卫星近13年1月鄱阳湖水体面积统计
 2000年至2014年逐年1月份



气象卫星鄱阳湖水体年际变化示意图

2012年 3月 VS 2013年3月

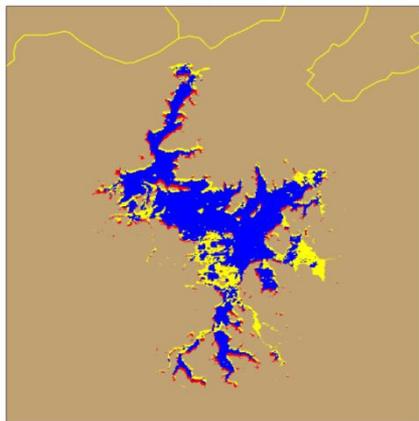


图例：国界线、省界、地区界、县界
 未变化水体 扩大水体 缩小水体
 制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

Mar. (2012 vs 2013)

气象卫星鄱阳湖水体年际变化示意图

2012年 6月 VS 2013年6月

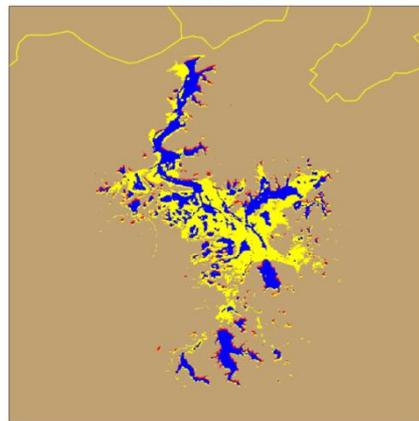


图例：国界线、省界、地区界、县界
 未变化水体 扩大水体 缩小水体
 制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

Jul. (2012 vs 2013)

气象卫星鄱阳湖水体年际变化示意图

2012年 9月 VS 2013年9月

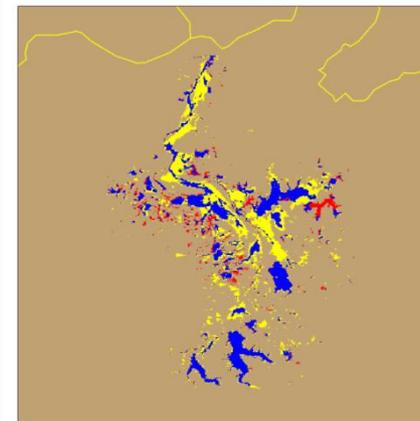


图例：国界线、省界、地区界、县界
 未变化水体 扩大水体 缩小水体
 制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

Sep. (2012 vs 2013)

气象卫星鄱阳湖水体年际变化示意图

2012年 12月 VS 2013年12月



图例：国界线、省界、地区界、县界
 未变化水体 扩大水体 缩小水体
 制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

Dec. (2012 vs 2013)

积雪监测

FY-3C/VIRR西藏自治区日喀则市积雪监测多通道合成图

2013年10月16日 12:00 (北京时间)

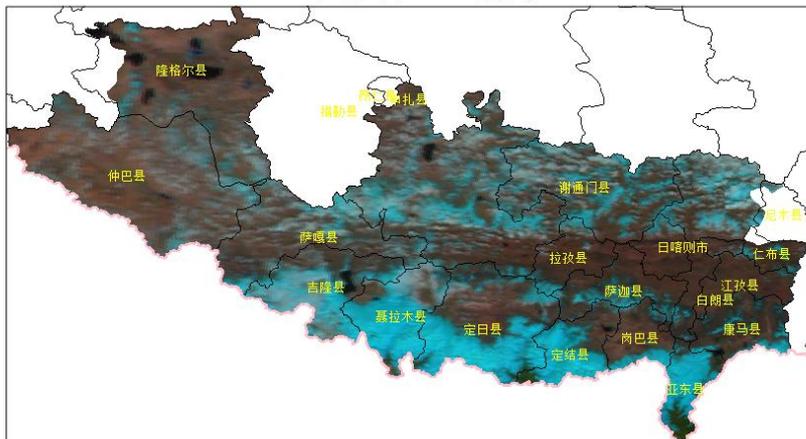


图 国境线 省界 卫星/仪器: FY-3C/VIRR 合成通道: 6, 2, 1
 例 地区界 县界 空间分辨率: 0.01 投影方式: 等经纬度
 制作单位: 中国气象局国家卫星气象中心

FY-3C/VIRR西藏自治区日喀则市积雪监测专题图

2013年10月16日 12:00 (北京时间)

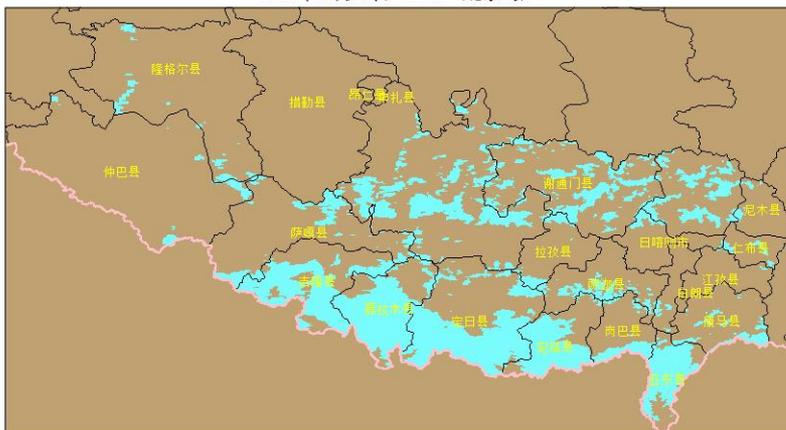


图 国境线 省界 地区界
 例 县界 积雪 云 制作单位: 中国气象局国家卫星气象中心

FY-3C/MERSI西藏自治区日喀则市积雪监测多通道合成图

2013年10月16日 12:00 (北京时间)

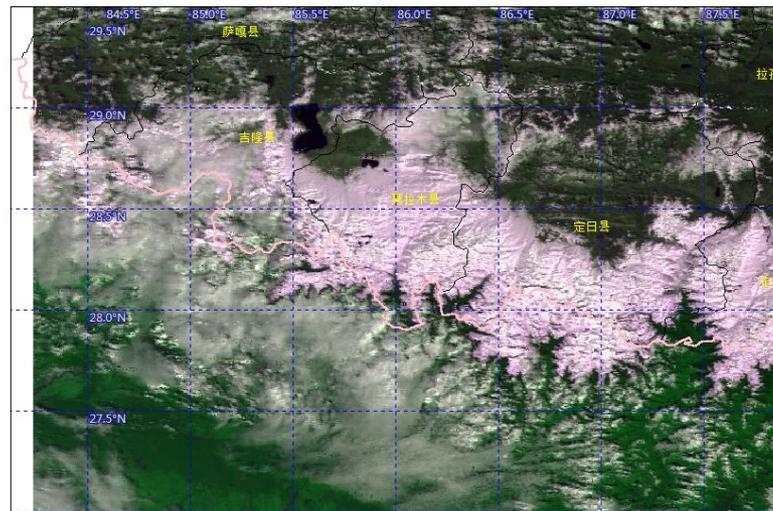
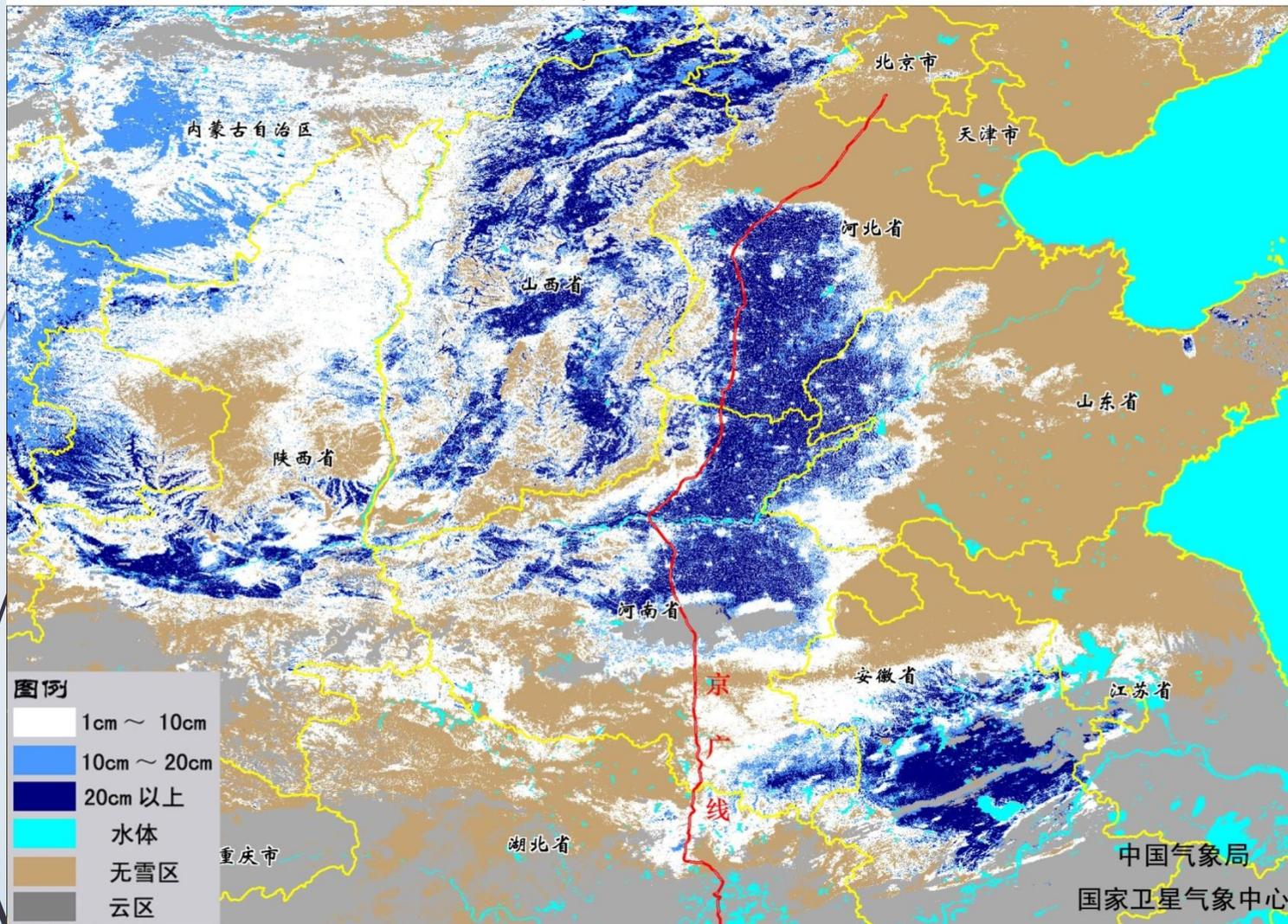


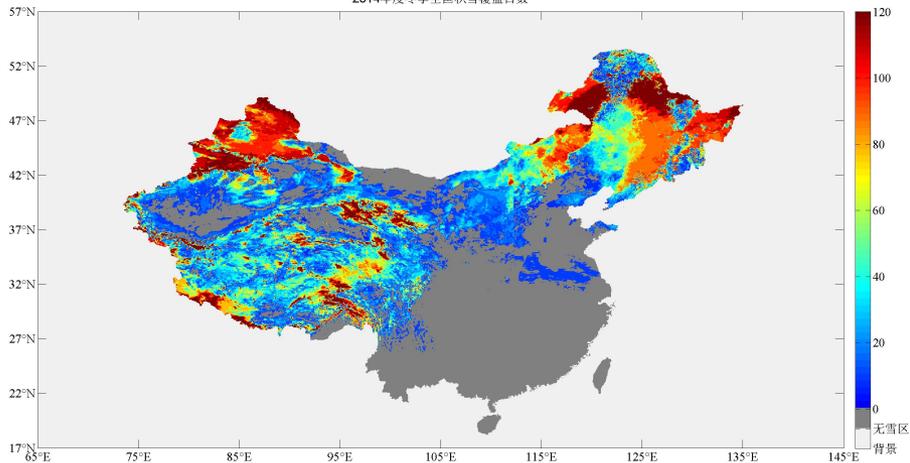
图 国境线 省界 卫星/仪器: FY-3C/MERSI 合成通道: 3, 4, 2
 例 地区界 县界 空间分辨率: 0.0025 投影方式: 等经纬度
 制作单位: 中国气象局国家卫星气象中心

卫星遥感积雪深度估算图

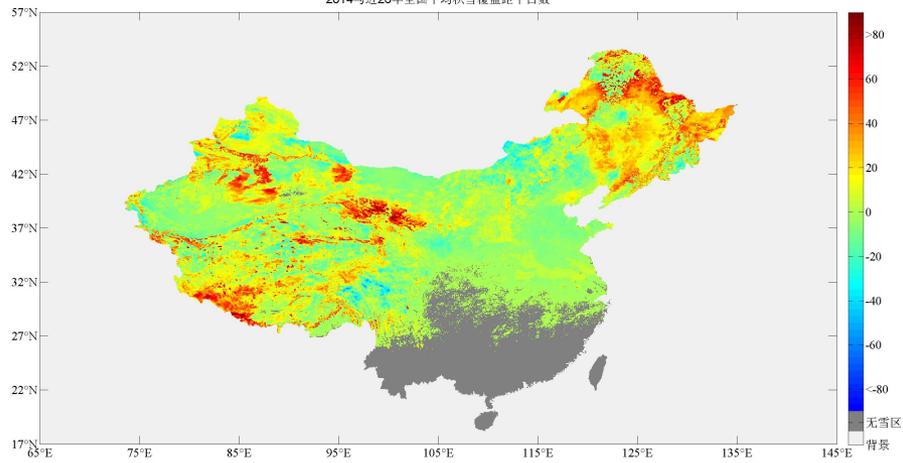
2009年11月17日



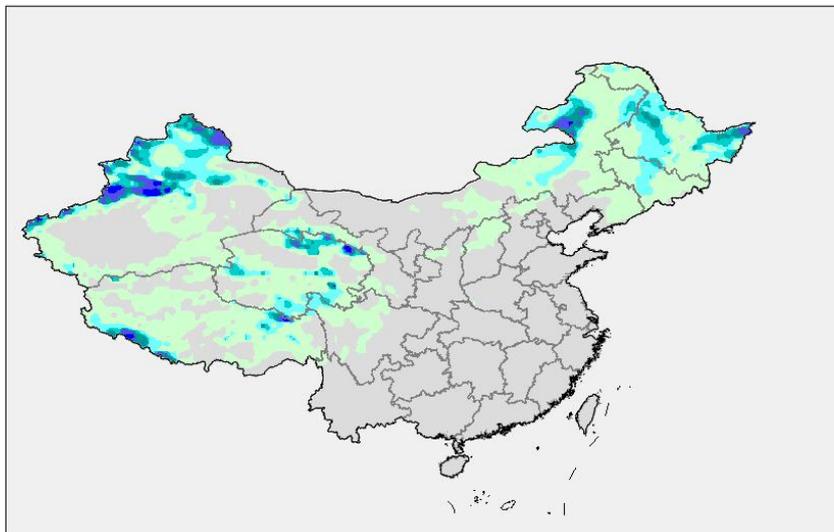
2014年度冬季全国积雪覆盖日数



2014与近26年全国平均积雪覆盖距平日数



2014-2015雪季雪水当量均值分布图

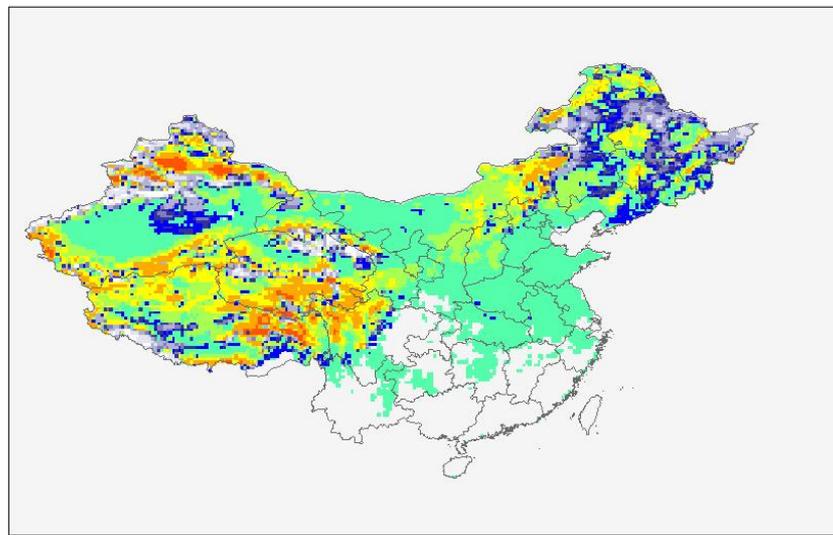


图例 (单位: 毫米)
5 10 20 30 40 50



制作单位: 中国气象局国家卫星气象中心

历史同期距平分析专题图

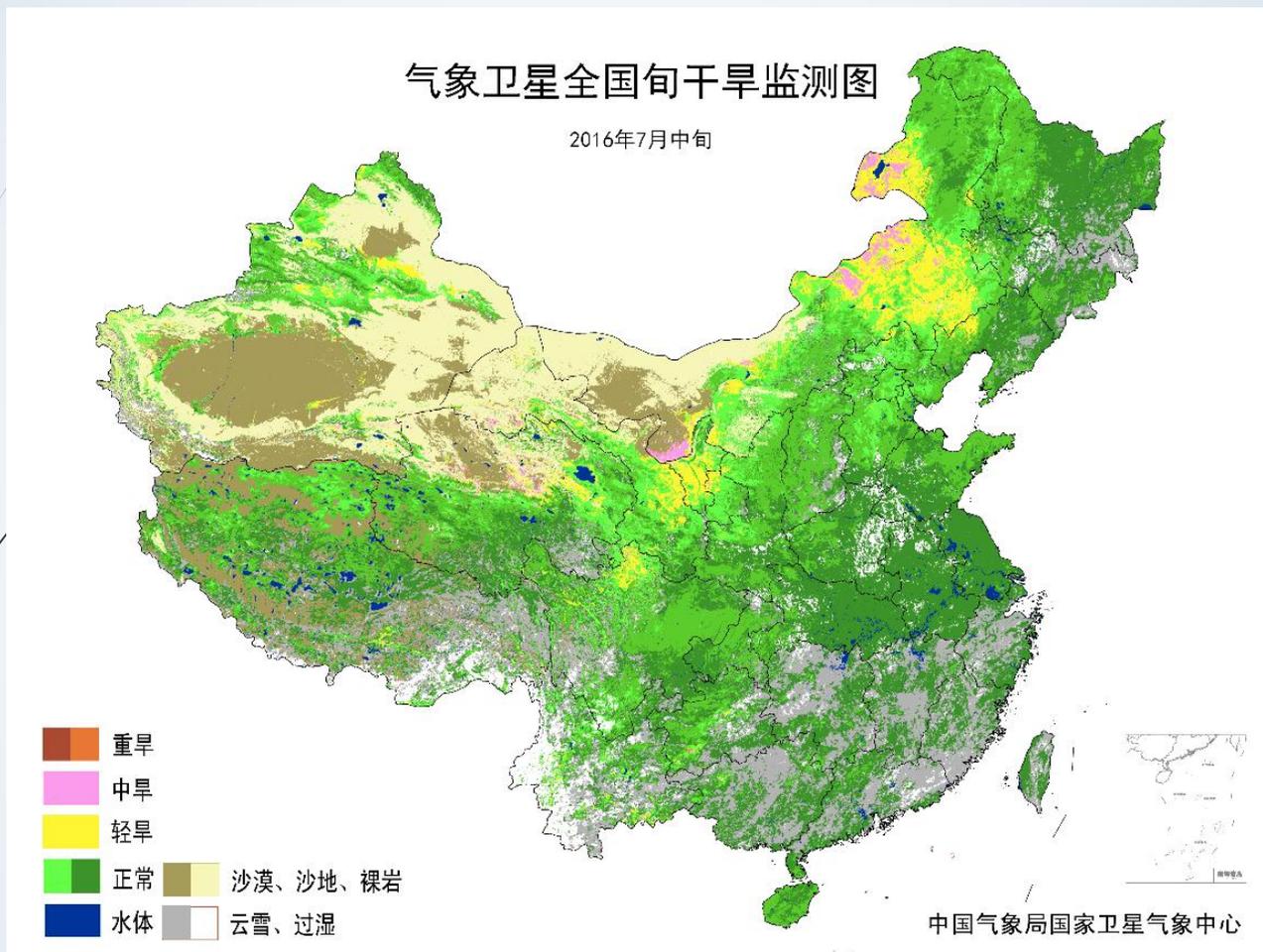


图例 (单位: 厘米)
-30 -15 -6 -3 -1 0 1 3 6 15 30



制作单位: 中国气象局国家卫星气象中心

旬干旱监测



- ▶ 内蒙古中东部和北部局部、宁夏南部、甘肃中部等地有轻至中度干旱。
- ▶ 与7月上旬相比，内蒙古中东部和西北地区东北部的旱区范围减小，旱情有所减轻。

干旱监测，2015年6月7日-15日

FY-3B/MERSI干旱监测专题图

2015年06月07日-2015年6月15日

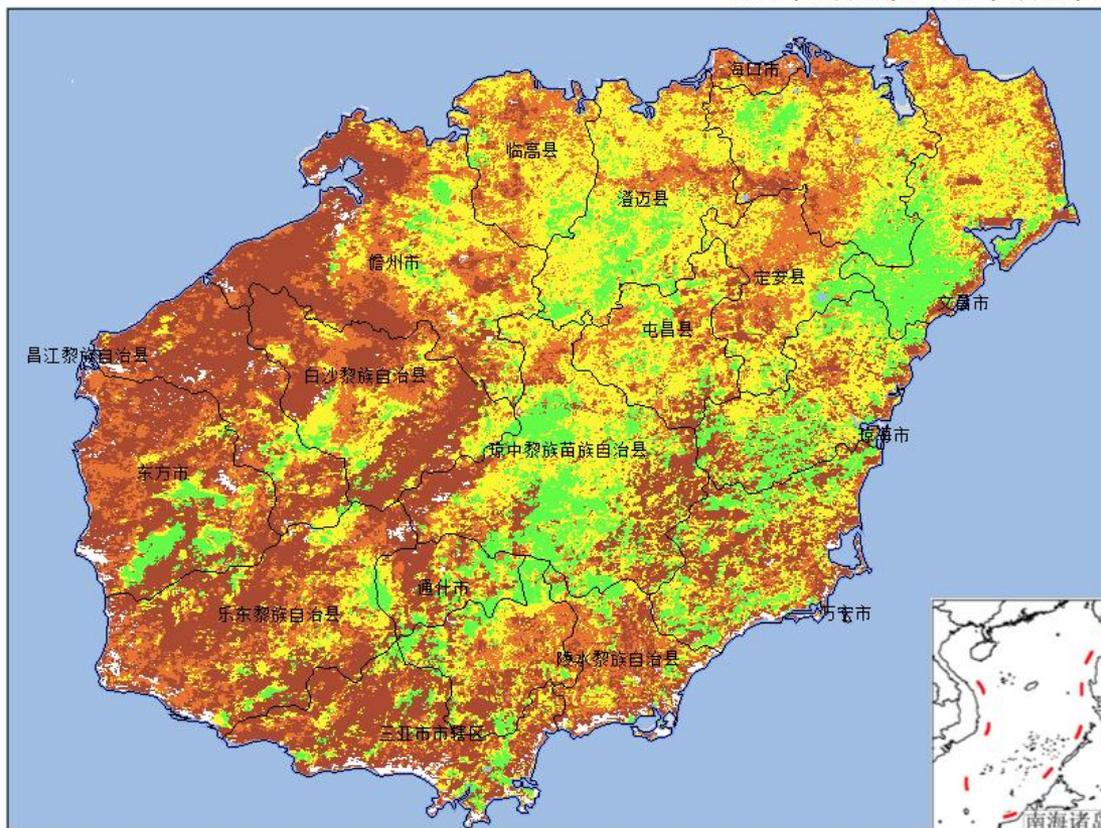


图 省界 陆地 湖泊



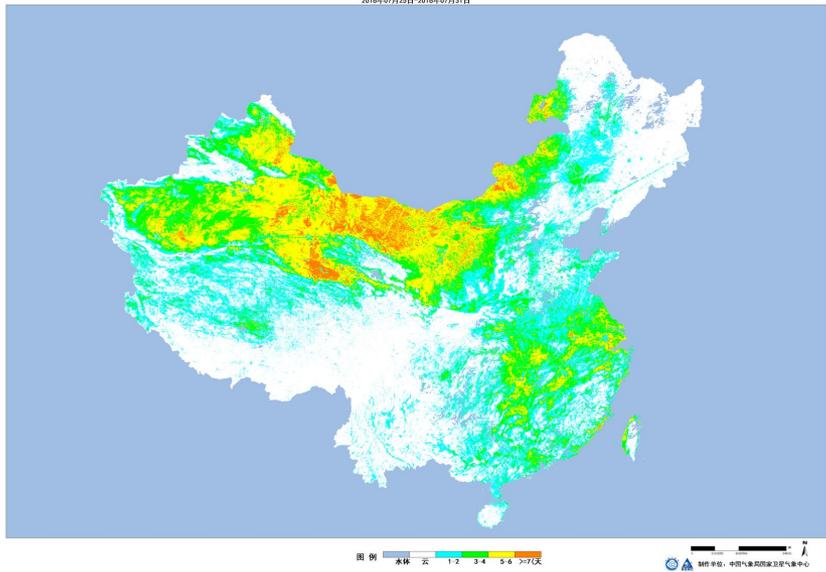
例 水体 云 正常 轻旱 中旱 重旱



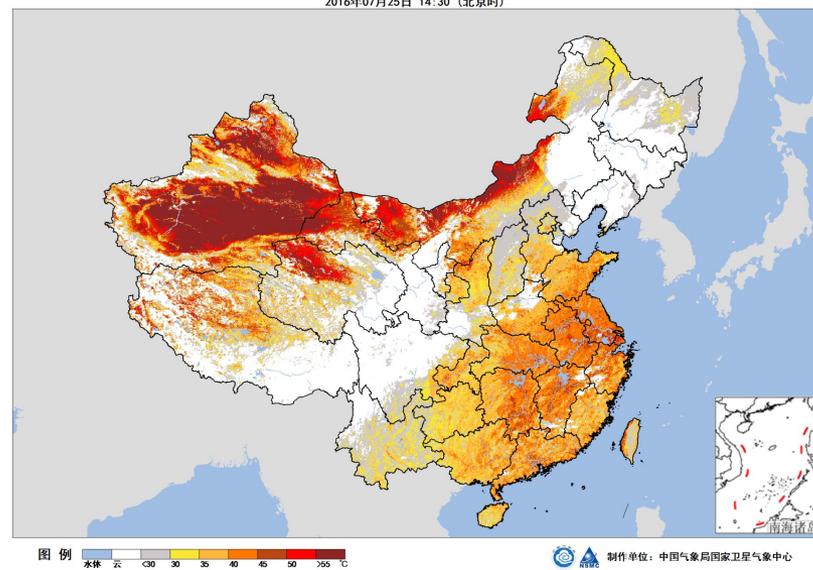
制作单位: 中国气象局国家卫星气象中心

FY-3B/VIRR 地表高温监测

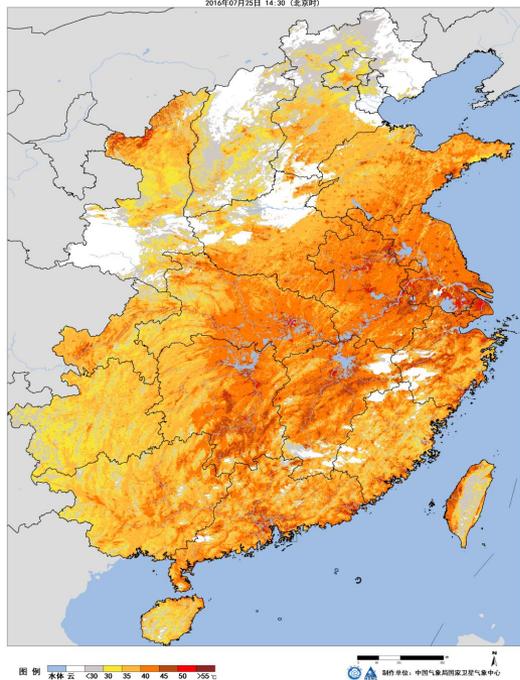
FY-3B/VIRR地表高温日数统计图
2016年07月25日-2016年07月31日



FY-3B/VIRR地表高温监测图
2016年07月25日 14:30 (北京时间)

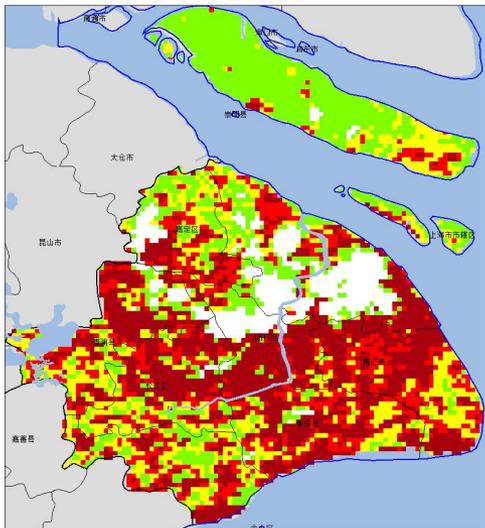


FY-3B/VIRR地表高温监测图
2016年07月25日 14:30 (北京时间)



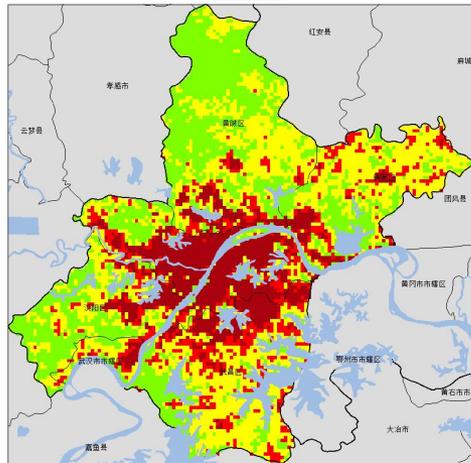
城市热岛监测

气象卫星上海市热效应监测图
2013年08月09日



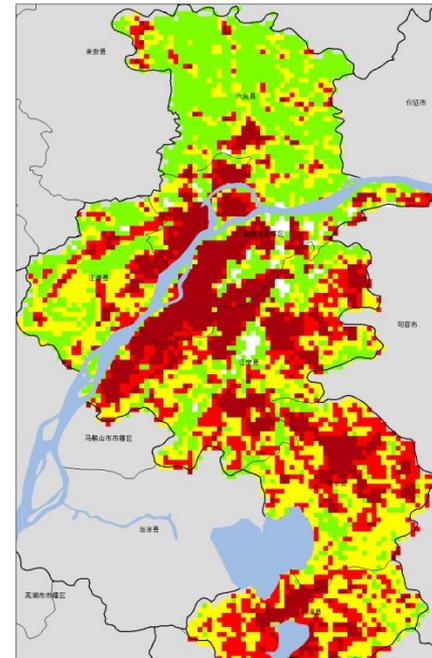
图例：国界线、市界、县界
制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

气象卫星武汉市热效应监测图
2013年08月09日



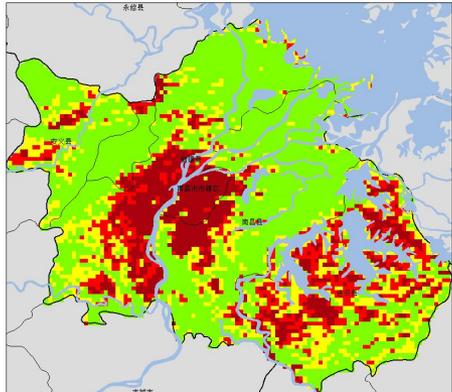
图例：国界线、市界、县界
制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

气象卫星南京市热效应监测图
2013年08月09日



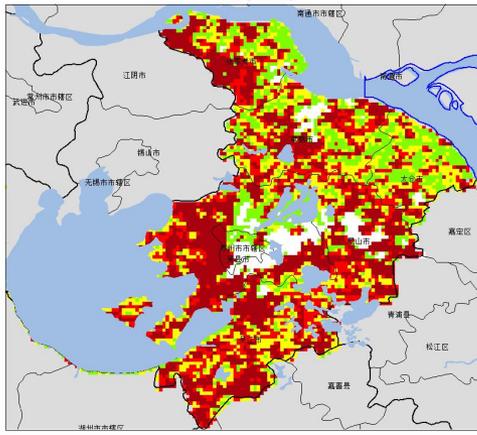
图例：国界线、市界、县界
制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

气象卫星南昌市热效应监测图
2013年08月09日



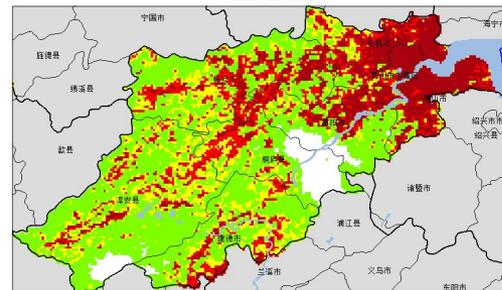
图例：国界线、市界、县界
制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

气象卫星苏州市热效应监测图
2013年08月09日



图例：国界线、市界、县界
制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

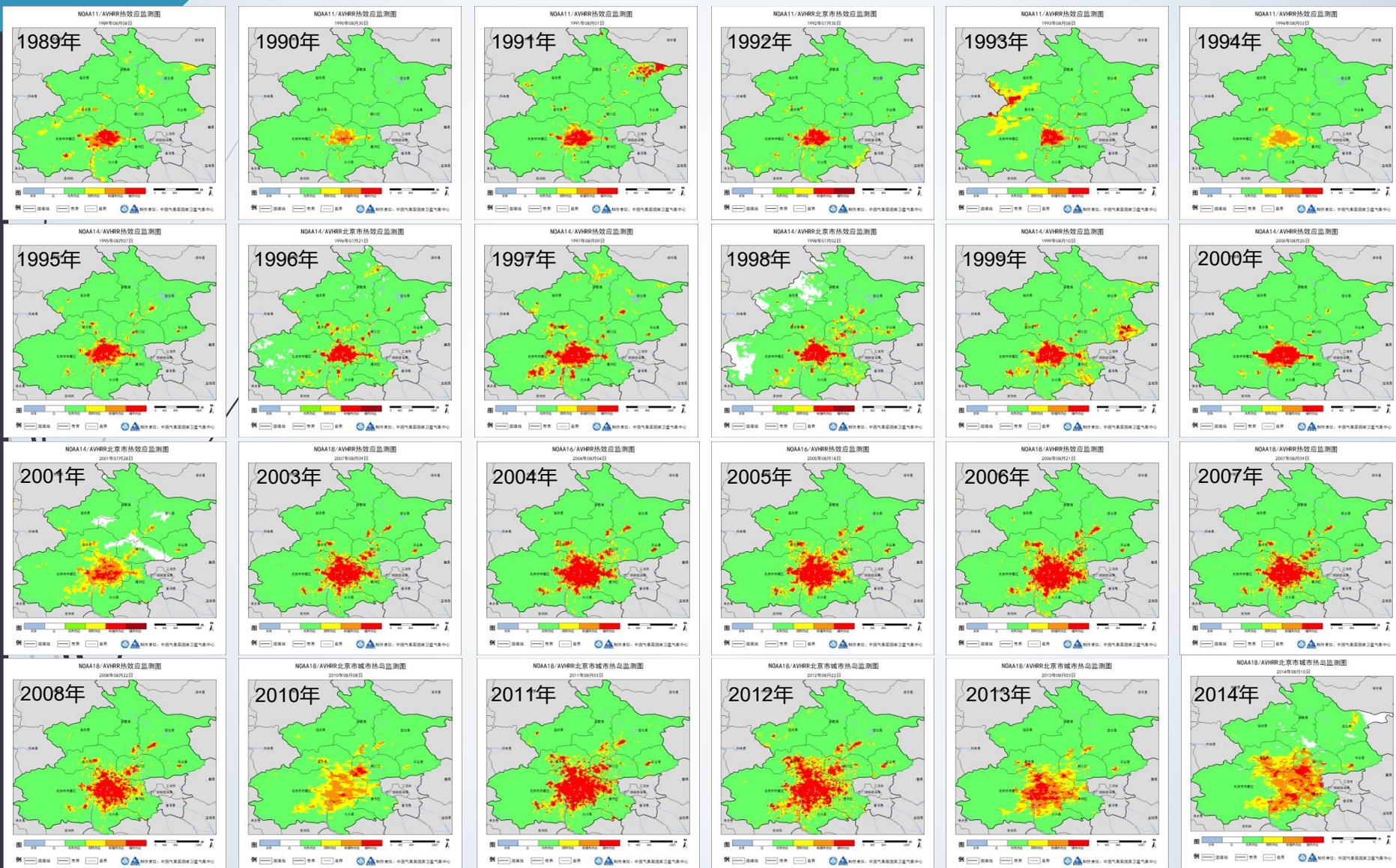
气象卫星杭州市热效应监测图
2013年08月09日



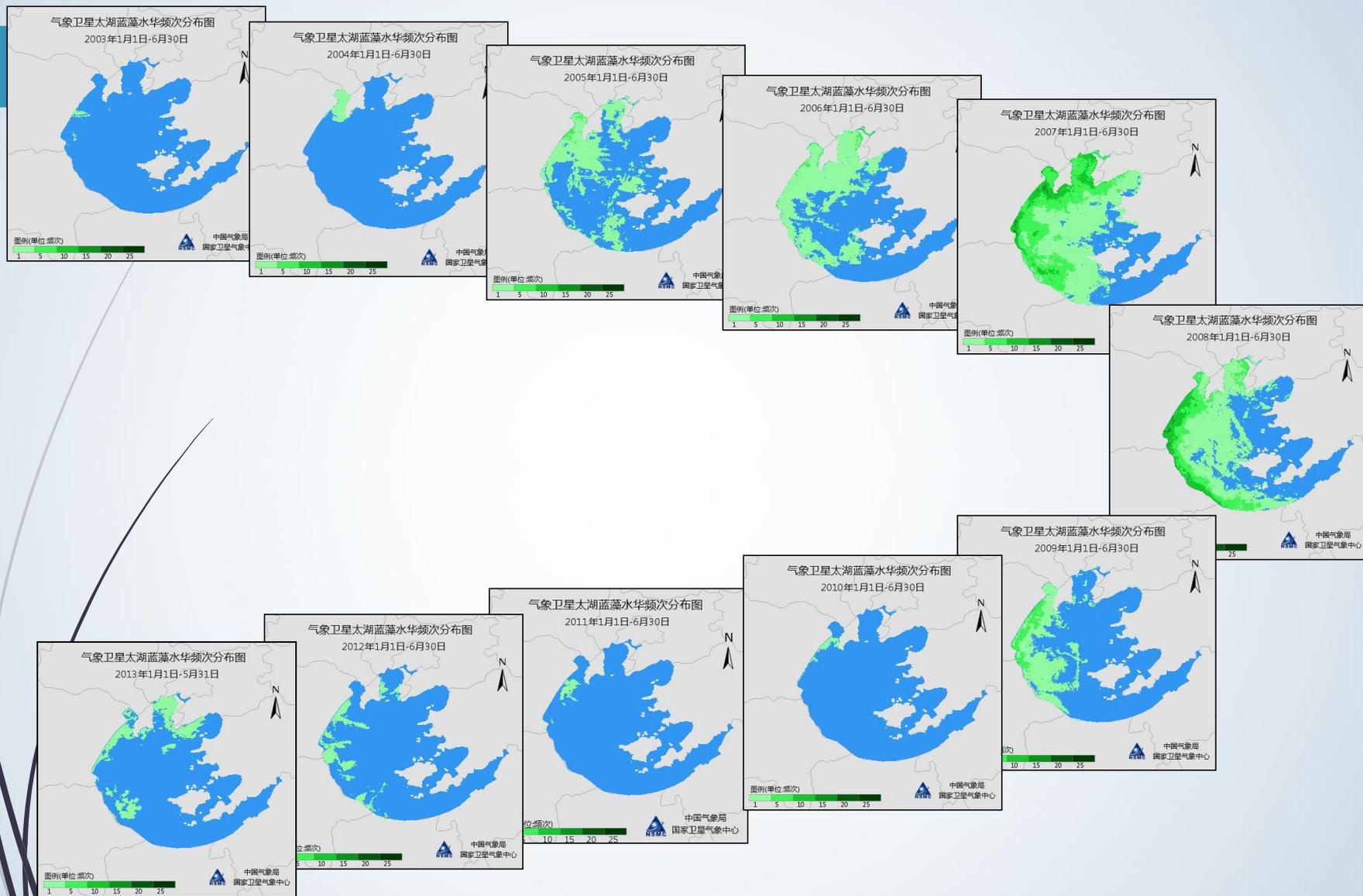
图例：国界线、市界、县界
制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

8月9日，上海大部、杭州东北部、武汉中部、南京中部及南部局部、苏州大部、南昌中部及东南部局部地区有强热效应。

城市热岛监测(1989~2014)



湖泊蓝藻监测



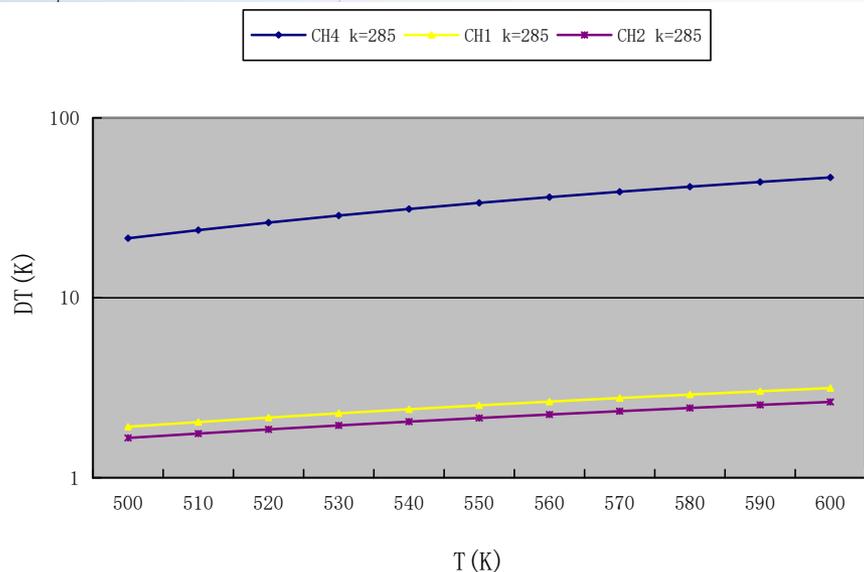
Blue green alga frequency images of the first half year from 2003 to 2013

FY-2静止气象卫星在地表灾害与环境方面的应用现状

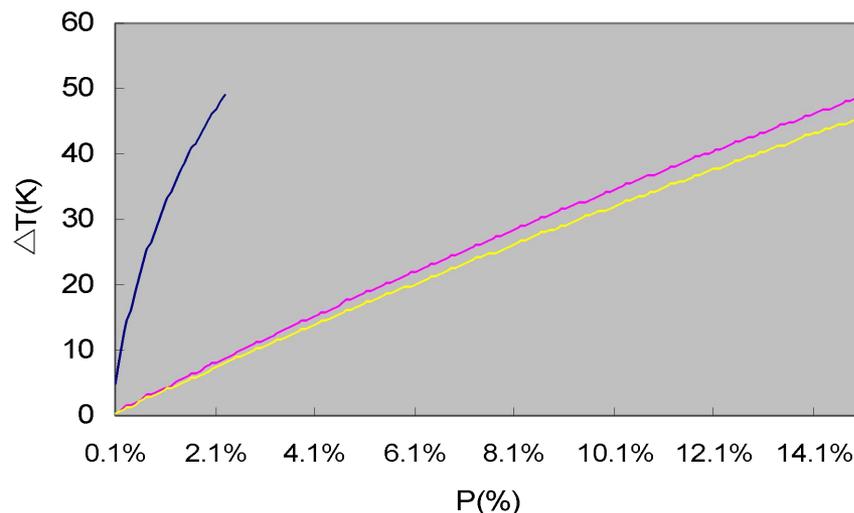
- ▶ FY-2 ASC
 - 火情
 - 积雪
 - 水情
 - 土壤湿度
 - 海冰
- ▶ FY-2 相对蒸散
- ▶ FY-2 地表高温监测
- ▶ 静止气象卫星霾监测 (H8)
- ▶ FY-2火山灰监测
- ▶ 静止气象卫星湖泊蓝藻监测 (H8)

FY-2 中红外通道对高温热源敏感分析

FY-2通道4, 1, 2混合像元亮温增量随明火点温度变化



FY-2通道4 (3.5), 1 (10.5), 2 (11.5) 混合像元亮温随明火点子像元面积变化



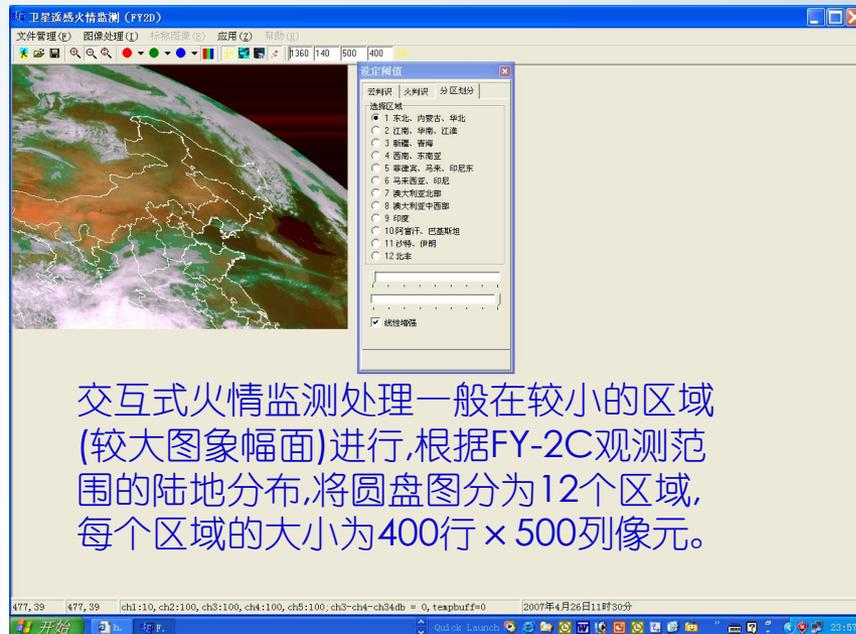
当火点子像元面积为像元面积0.5% (P=0.005), 背景温度为285K时, 混合像元通道4, 2, 1亮温增量随火点温度变化关系曲线。

背景温度为290K、火点温度为500K时, 通道4、通道1和通道2资料含火点像元 (混合像元) 亮温增量随明火点面积 (占像元面积百分比P) 变化关系曲线。

以上分析表明: 当地面出现火点并达到一定程度时, 将引起含FY-2火点像元中红外和远红外通道亮温差异明显增大, 利用这一特点可判识火点。

FY-2火点信息判识提取方法

(1) 交互式火点判识



交互式火情监测处理一般在较小的区域(较大图象幅面)进行,根据FY-2C观测范围的陆地分布,将圆盘图分为12个区域,每个区域的大小为400行×500列像元。

(2) FY-2 火点自动判识

火点判识条件:

- A. $CH4_{mix} > CH4_h$ (4μ 通道亮温需达到一定程度)
- B. $CH4_{mix} - CH1_{mix} - CH41_{bg} > TH41$ (4μ 通道与 11μ 通道的亮温差异需达到一定程度, $CH41_{bg} = CH4_{bg} - CH1_{bg}$, 表示周围背景像元 $CH4$ 、 $CH1$ 亮温差异, 用以消除太阳辐射在地面反射对 $CH4$ 的干扰。
- C. $CH4_{mix} - CH4_{bg} > TH4$ (4μ 通道亮温与背景差异需达到一定程度)
- D. $CH5_{mix} < CH5_c$, $CH1_{mix} > CH1_c$ (可见光和 $CH2$ 用于云区粗判识)

火点像元判识的主要条件是该像元亮温与背景亮温的差异。背景亮温来自周围小区域像元的平均值。小区域范围取 7×7 个像元, 同时需去掉云区和可疑点。

火点自动判识方法的改进

对消除云边缘和水体边缘误判进行了改进

以前火点自动判识中背景温度的估算主要取自被检测像元邻域晴空区的平均值，邻域大小一般为7*7个像元。

- 当被检测像元处于云边缘，而且像元内因云量较少未被作为云像元检测出，但中红外太阳辐射的反射仍会引起一定的增温，并且有可能和邻域晴空像元的亮温差异达到判识阈值，造成误判。
- 水体边缘的像元有时也会因邻域中的水体温度较低，使得邻域的温度平均值也降低，有可能和被检测像元的亮温差异达到阈值，造成误判。

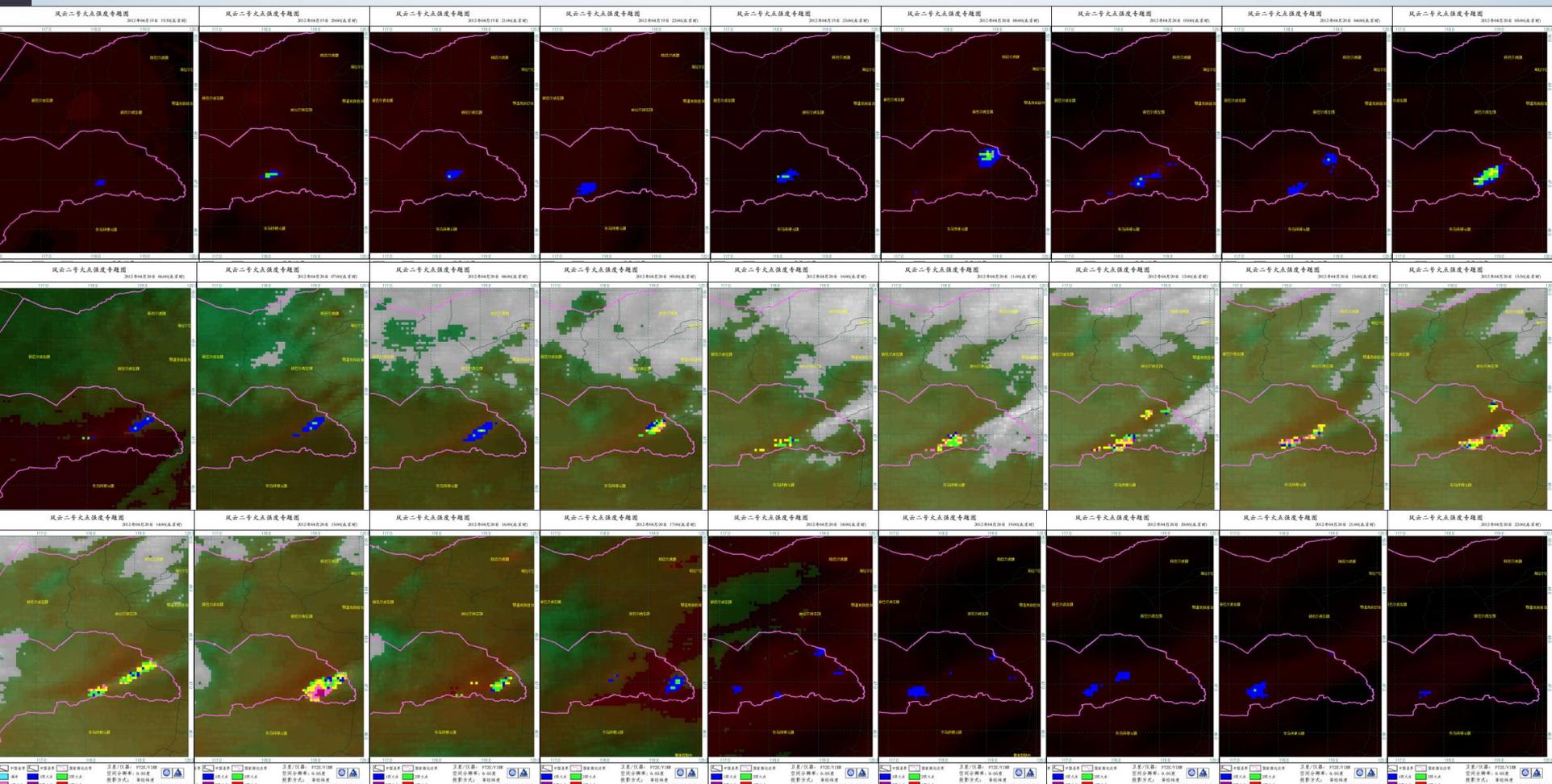
采取的改进方法：

在达到原来的火点判识条件后（主要是邻域的亮温平均值），再判断该像元是否与邻域内部分像元的亮温接近，如果满足这一条件，认为该像元不是火点。但为避免对大火场（多个火点像元相连，温度接近）火点像元的漏判，设置了一个高温阈值，满足高温条件的像元仍认为是火点像元。

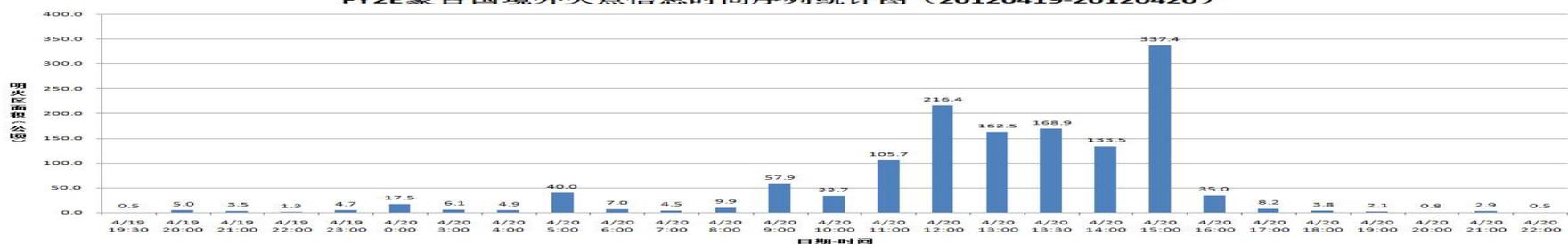
经改进后，明显减少了对云边缘和水体边缘的误判。

FY-2红外通道星下点分辨率为5公里，在我国东北地区像元覆盖面积达40平方公里以上，相当于20个以上的极轨气象卫星像元覆盖面积。一般极轨气象卫星探测到20个以上像元的火点才有可能在FY-2图像上有反映。

FY-2E 卫星监测蒙古国境外草原火(2012年4月19日-20日)

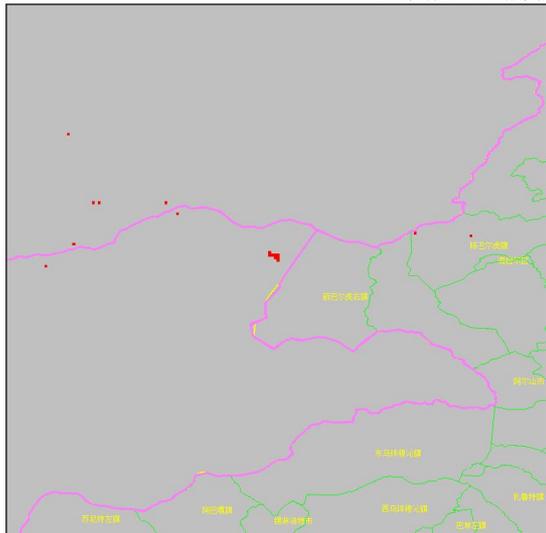


FY2E蒙古国境外火点信息时间序列统计图 (20120419-20120420)



气象卫星火情监测专题图

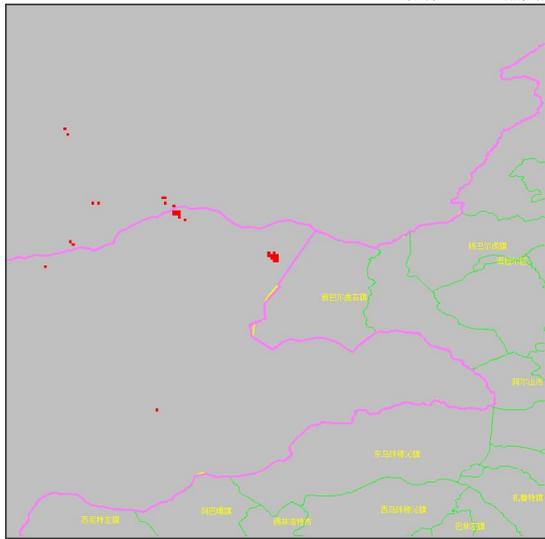
2015年04月21日 09:32(北京时间)



图例 卫星/仪器: MTSAT/JAMI
空间分辨率: 0.05度
投影方式: 等经纬度
合成通道: 4, 5, 5
中国气象局国家卫星气象中心

气象卫星火情监测专题图

2015年04月21日 10:01(北京时间)



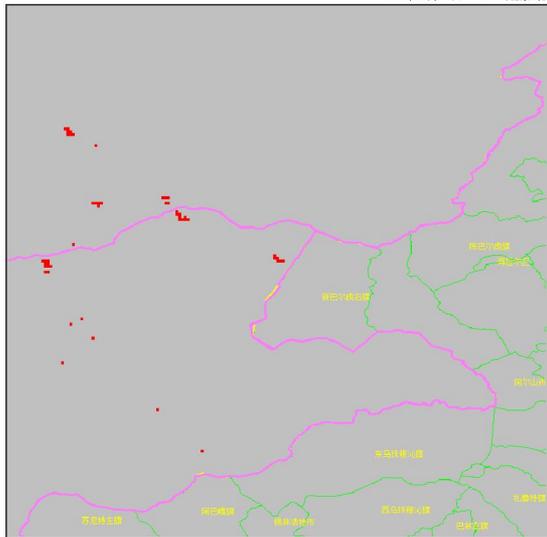
图例 卫星/仪器: MTSAT/JAMI
空间分辨率: 0.05度
投影方式: 等经纬度
合成通道: 4, 5, 5
中国气象局国家卫星气象中心

静止气象卫星火点分布图
(2015.4.21, 9:30-11:01)

9:30, 距离边境线18km, 至
11:00, 火场蔓延至边境线
12km处, 然后消失。

气象卫星火情监测专题图

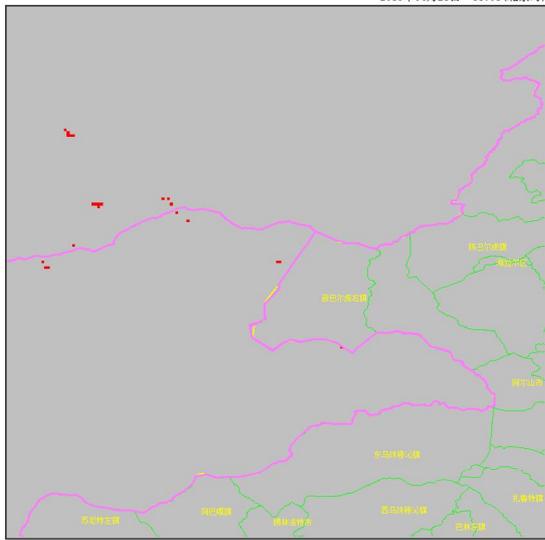
2015年04月21日 10:32(北京时间)



图例 卫星/仪器: MTSAT/JAMI
空间分辨率: 0.05度
投影方式: 等经纬度
合成通道: 4, 5, 5
中国气象局国家卫星气象中心

气象卫星火情监测专题图

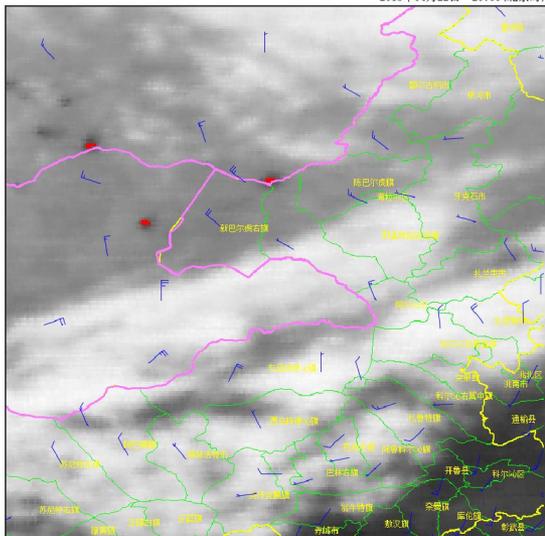
2015年04月21日 11:01(北京时间)



图例 卫星/仪器: MTSAT/JAMI
空间分辨率: 0.05度
投影方式: 等经纬度
合成通道: 4, 5, 5
中国气象局国家卫星气象中心

FY-2E气象卫星火情监测专题图

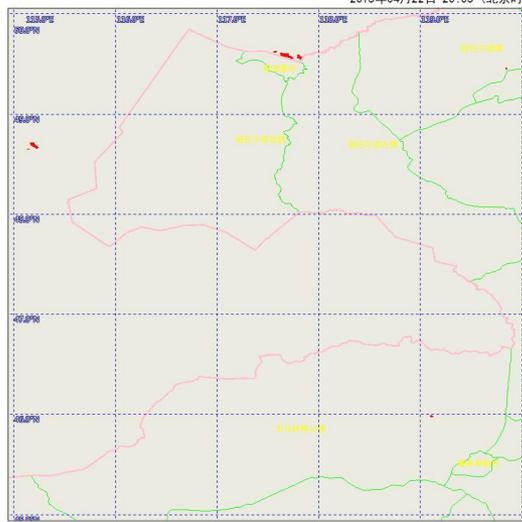
2015年04月22日 20:00(北京时间)



图例：国界线、省界、县界
 卫星/仪器：FY2E/VIRR
 空间分辨率：0.05度
 投影方式：等经纬度
 合成通道：4,5,5
 中国气象局国家卫星气象中心

FY-3A/VIRR火情监测专题图

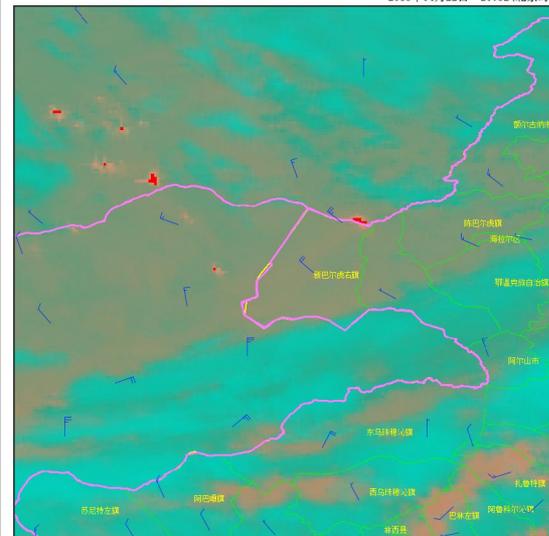
2015年04月22日 20:05(北京时间)



图例：国界线、省界、地区界、县界
 例：火点、过火区、烟、云
 制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

气象卫星火情监测多通道合成图

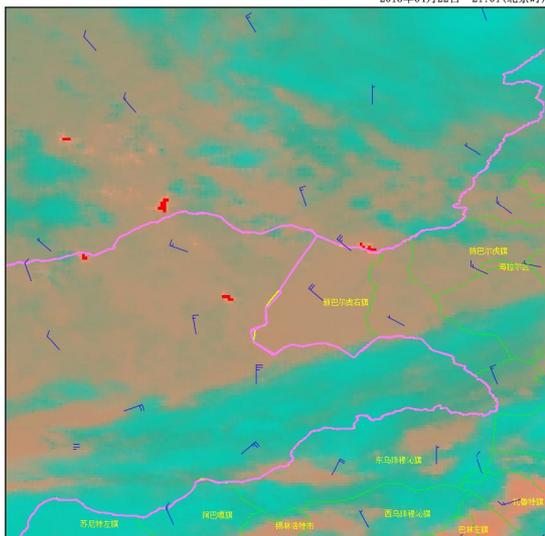
2015年04月22日 20:32(北京时间)



图例：国界线、省界、县界
 卫星/仪器：MTSAT/JAMI
 空间分辨率：0.05度
 投影方式：等经纬度
 合成通道：4,5,5
 中国气象局国家卫星气象中心

气象卫星火情监测多通道合成图

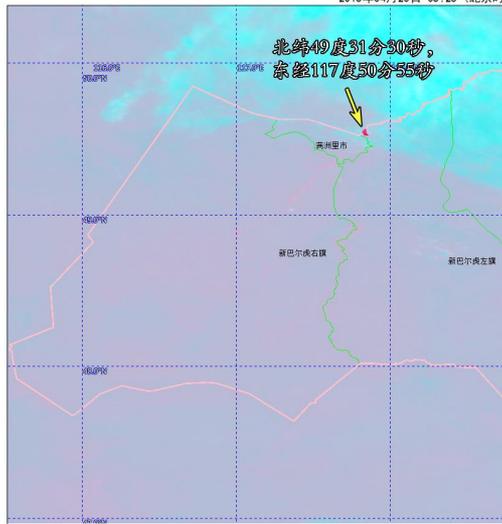
2015年04月22日 21:01(北京时间)



图例：国界线、省界、县界
 卫星/仪器：MTSAT/JAMI
 空间分辨率：0.05度
 投影方式：等经纬度
 合成通道：4,5,5
 中国气象局国家卫星气象中心

NOAA18/AVHRR火情监测多通道合成图

2015年04月23日 05:25(北京时间)



图例：国界线、省界
 例：地区界、县界
 卫星/仪器：NOAA18/AVHRR
 空间分辨率：0.01度
 合成通道：3,4,5
 投影方式：等经纬度
 制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

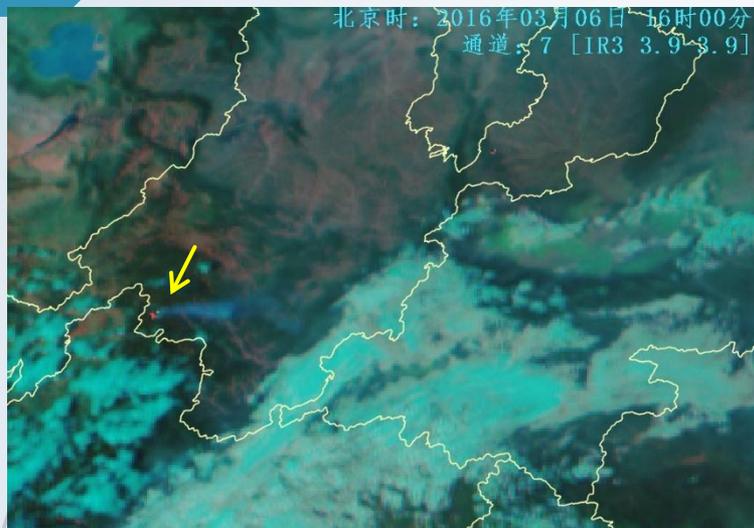
NOAA18/AVHRR火情监测专题图

2015年04月23日 05:25(北京时间)

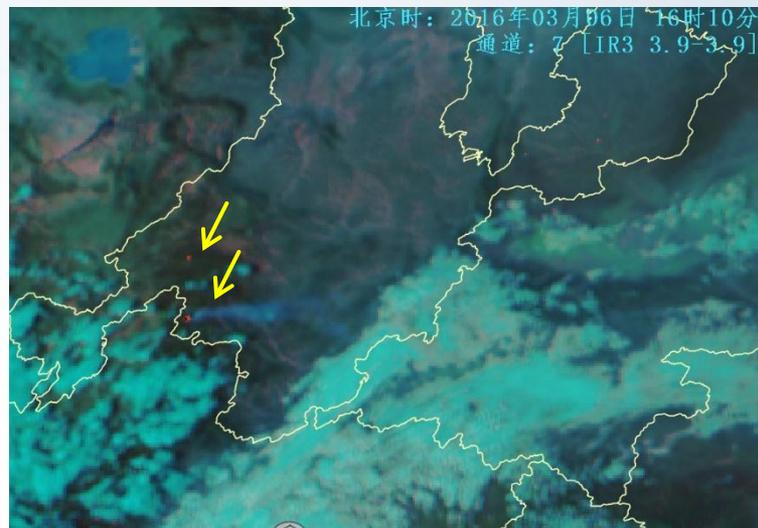


图例：国界线、省界、地区界、县界
 例：火点、过火区、烟、云
 制作单位：中国气象局国家卫星气象中心

甘肃省迭部县森林火灾监测 (H8, 2016年3月6日)



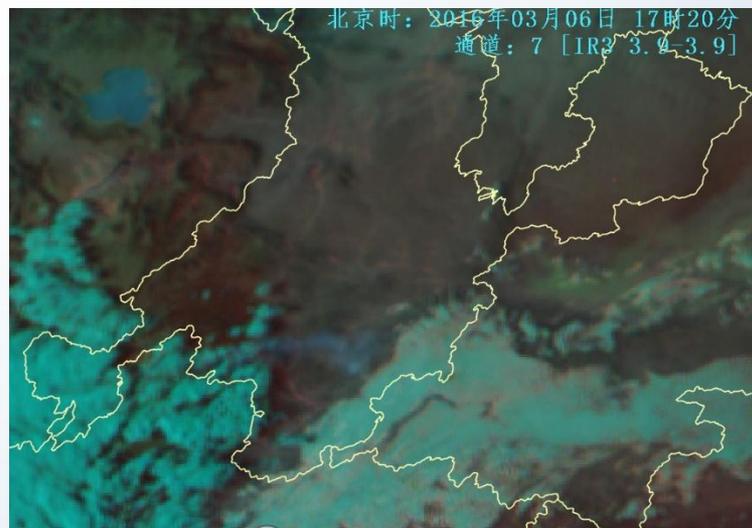
Mar.6 16:00 (BJT)



Mar.6 16:10 (BJT)

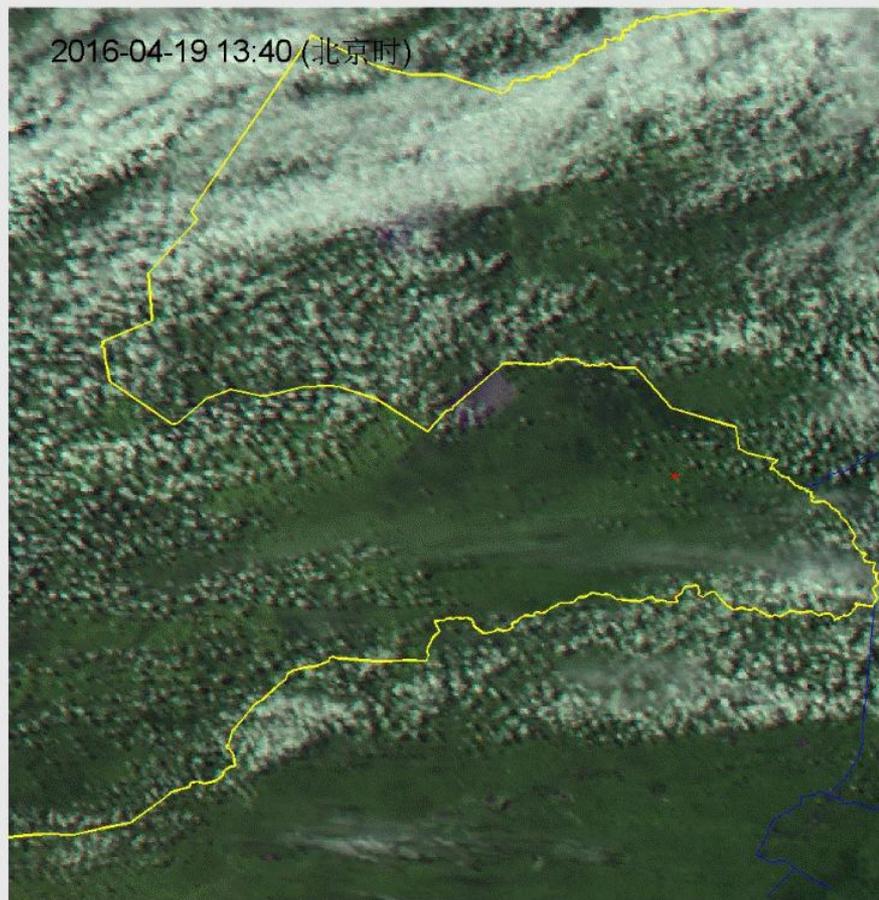


Mar.6 17:10 (BJT)



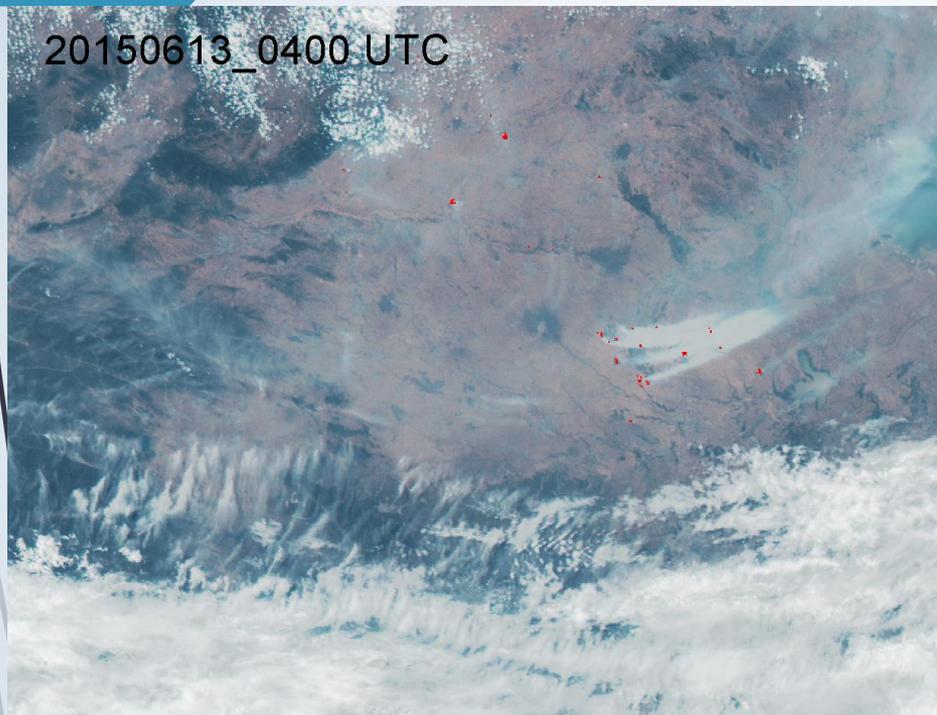
Mar.6 17:20 (BJT)

中蒙边境草原火监测 (H8, 2016年4月19日)

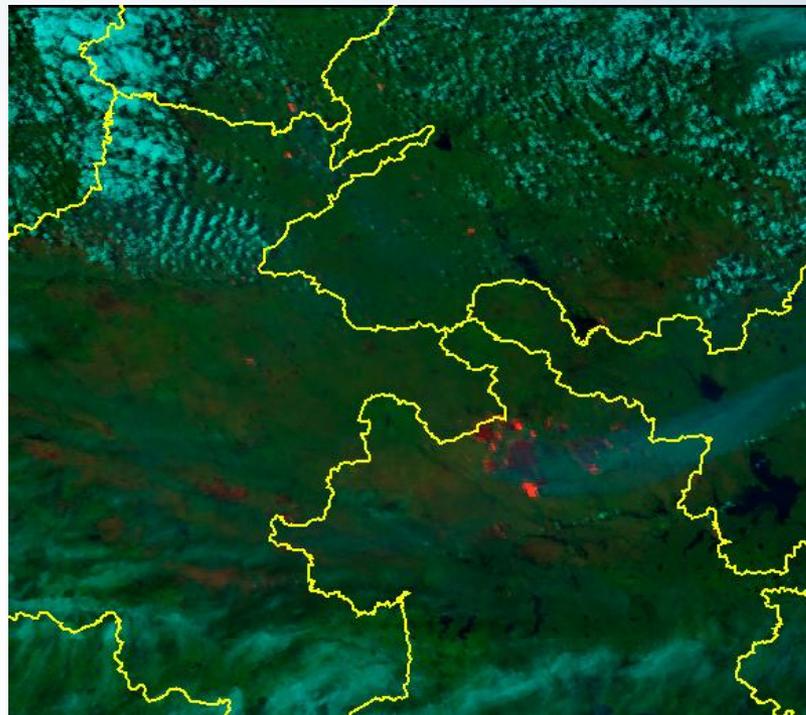


作物秸秆焚烧监测 (H8,2015年6月13日)

38



火点监测 H8 04:00 2015.6.13 (UTC)



多通道合成图H8 07:00 2015.6.13 (UTC)



日火点分布图
NOAA and FY-3B,
2015.6.13

FY-2积雪判识的基本原理

积雪与晴空陆表或海洋的区分主要依赖于积雪在可见光通道 ($0.5-0.8\ \mu\text{m}$) 反射率要远高于陆表或海洋，并且在 $10.3-11.3\ \mu\text{m}$ 波段的辐射亮温略低于晴空陆表或海洋。

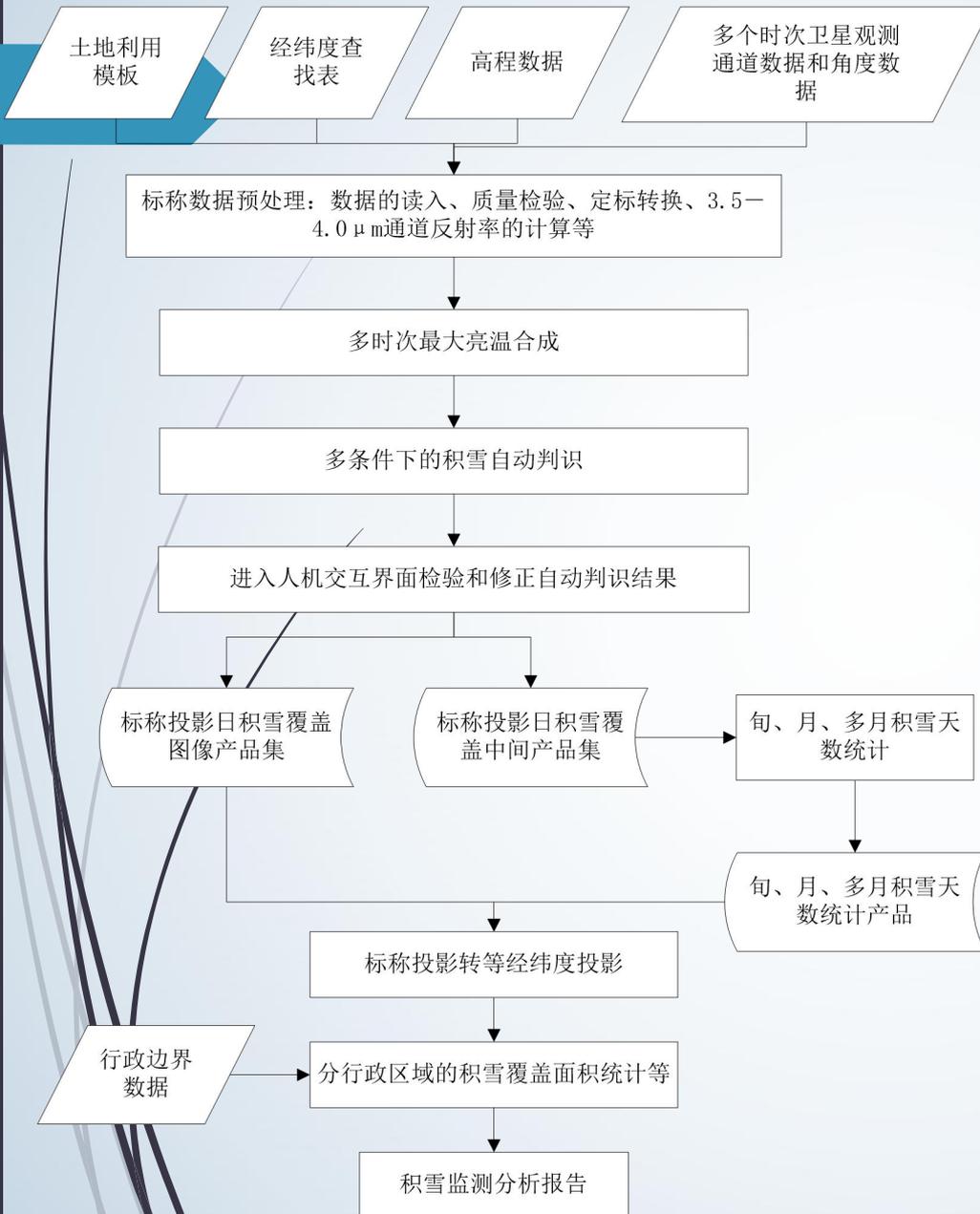
积雪与中高云的区分主要依赖于中高云在 $10.3-11.3\ \mu\text{m}$ 波段辐射亮温要远低于积雪，并且卷云或半透明云在分裂窗的辐射亮温差高于积雪，同时，中高云的红外水汽亮温差较小，而低云和积雪以及晴空地面由于光学路径上的水汽吸收作用使得红外水汽亮温差较大，这一条件可作为区分中高云和积雪的重要依据之一。

在短红外波段，积雪的反射率较低，而低云的反射率较高，FY-2短红外通道 ($3.5-4.0\ \mu\text{m}$) 的白天总辐射包含了反射辐射和发射辐射两部分，当太阳高度角一定时，其反射辐射可以作为判识积雪和低云的重要依据。

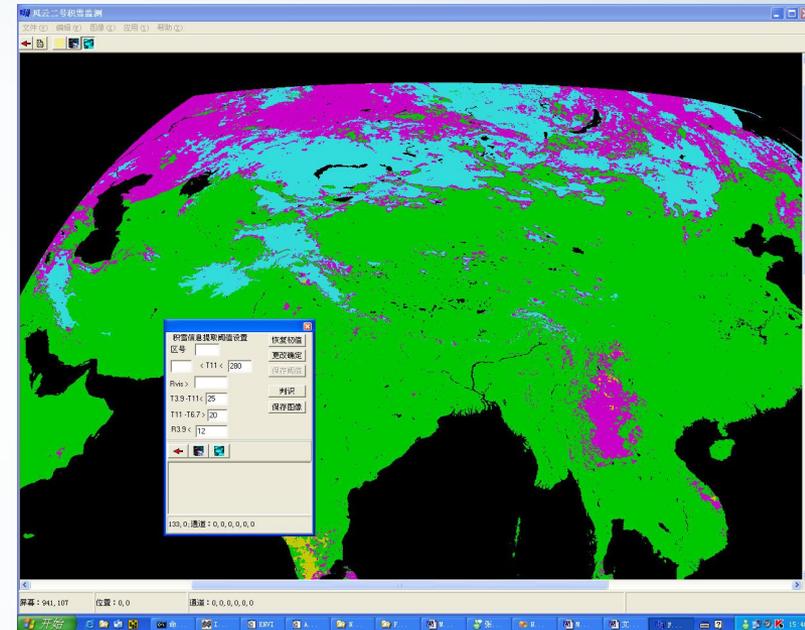
对于静止气象卫星的高频观测而言，还可以根据“云动雪不动”的规律辅助进行积雪监测。

基于上述基本理论，考虑到季节、地域的不同，积雪判识主要综合采用阈值函数法，综合季节、土地覆盖类型、海拔高度、地理纬度的差异，分别建立各判识变量的阈值判别函数，自动实现积雪的判识。

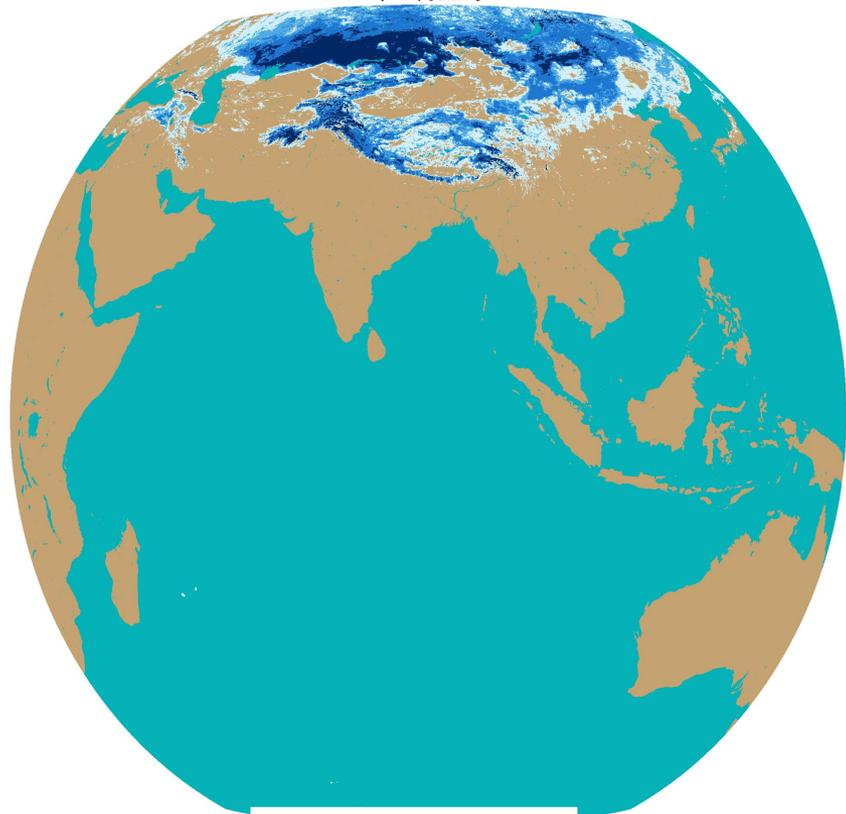
产品处理信息流程图



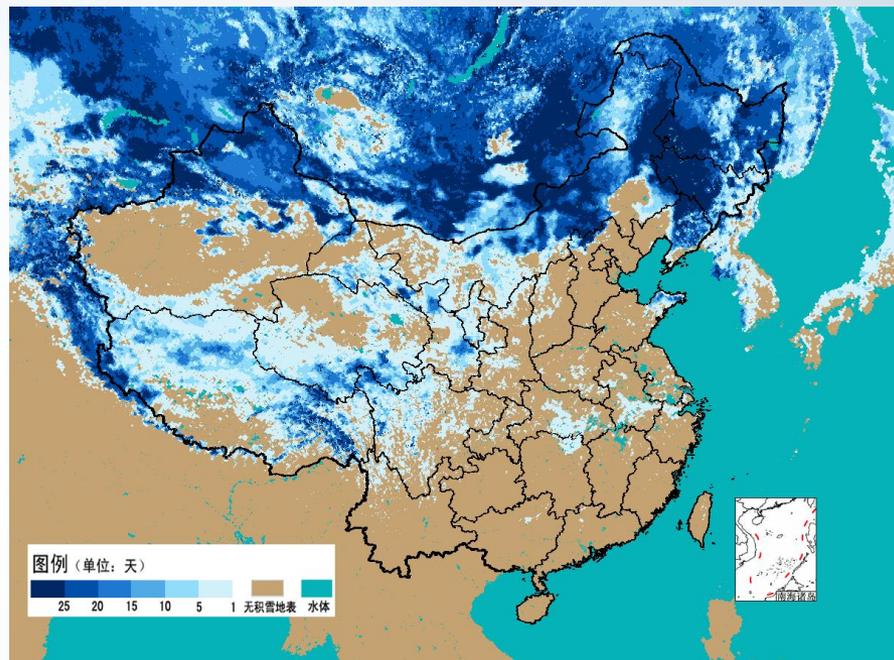
人机交互修正和验证界面



FY-2D 旬积雪天数统计图
2007 年 3 月上旬



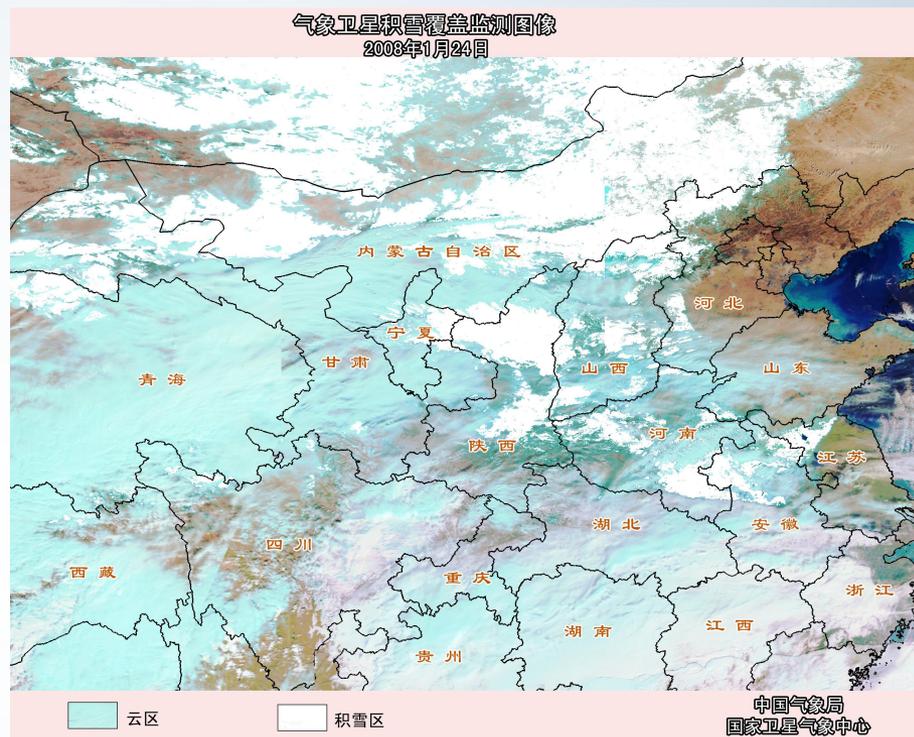
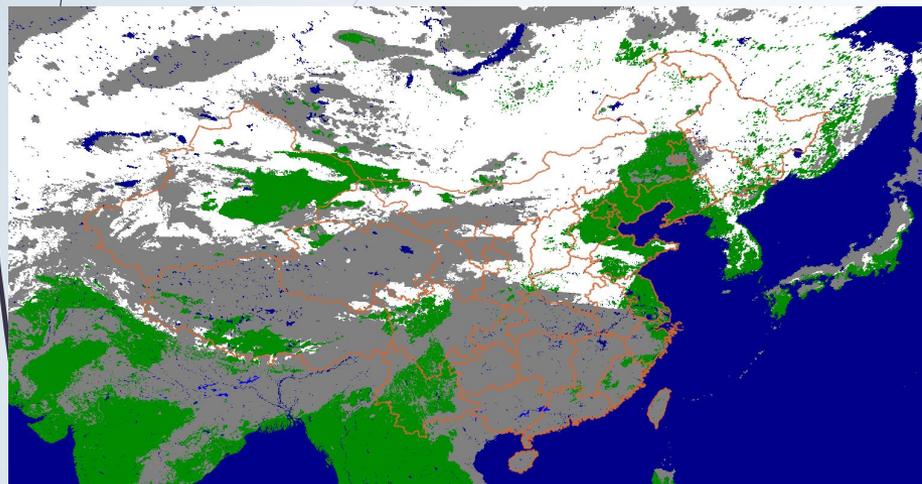
图例 (单位: 天)
常年积雪 10 8 5 3 1 无积雪地表 水体



图例 (单位: 天)
25 20 15 10 5 1 无积雪地表 水体

20110101_20110131 积雪持续日数

FY-2C 全国积雪监测图 2008年1月24日



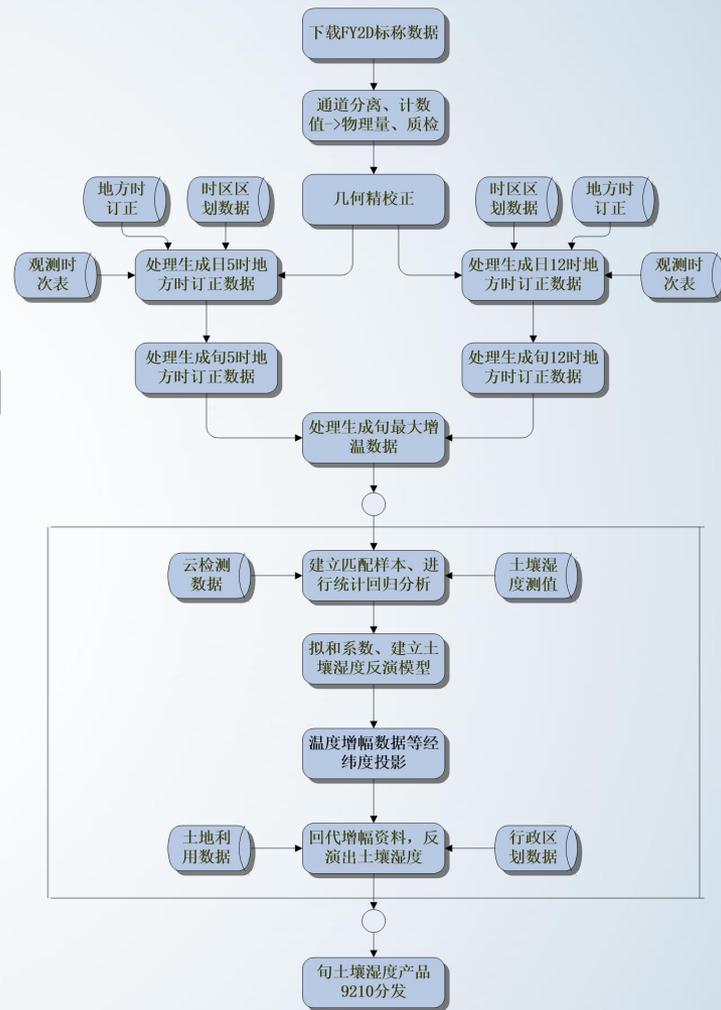
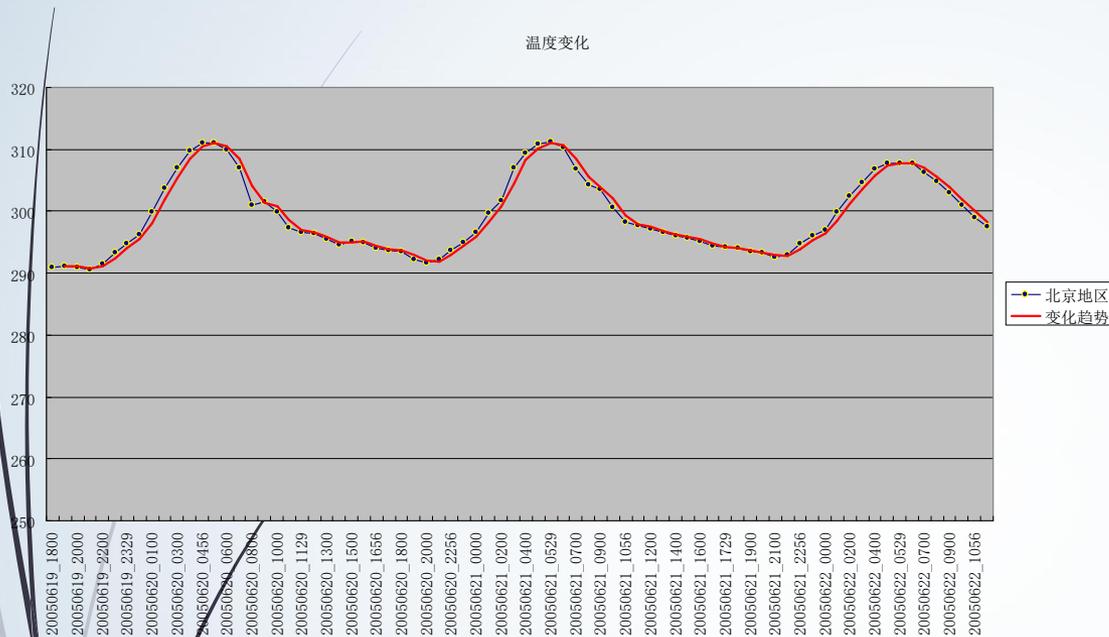
云区

2008年1月24日积雪监测图中，内蒙古大部、甘肃西部、河北西部及北部局部、山西大部、陕西大部、河南大部、安徽北部、江苏西北部等地有积雪覆盖，其他地区为云区覆盖。

FY-2土壤湿度监测

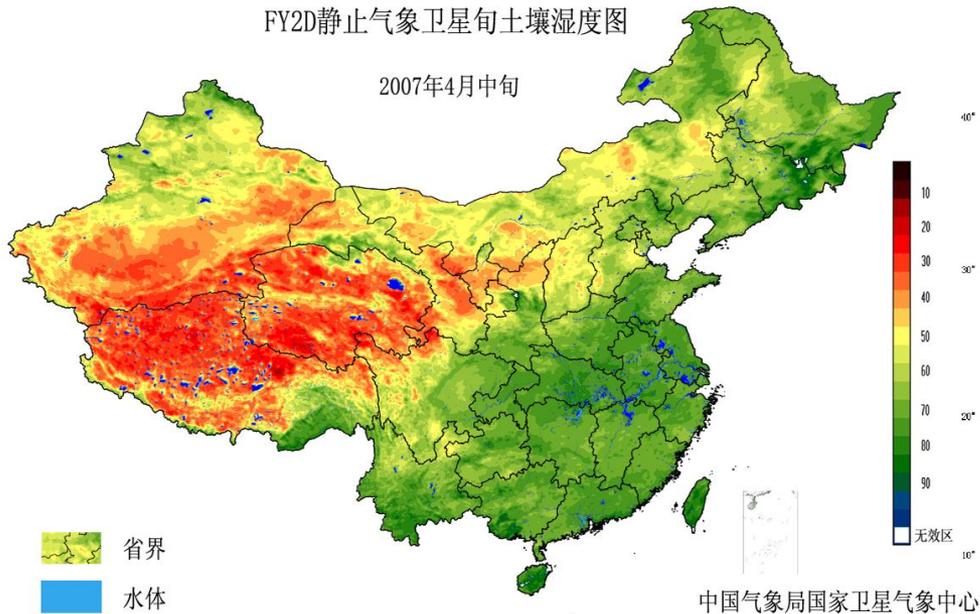
- ▶ 晴空状态下，地表增温幅度大小与表层土壤的含水量密切相关。当土壤干燥时，土壤的热容量小，表现为表层土壤昼夜温差大，而土壤含水量高时，土壤的热容量大，表现为表层土壤昼夜温差小。
- ▶ 以“热红外”为基础的“热惯量”反演土壤湿度的方法广泛用于极轨气象卫星资料。由静止气象卫星数据推导获取的地方时卫星遥感数据，根据热红外遥感土壤湿度原理，可以获得比极轨气象卫星更精确的陆地表面温度日较差。

温度变化

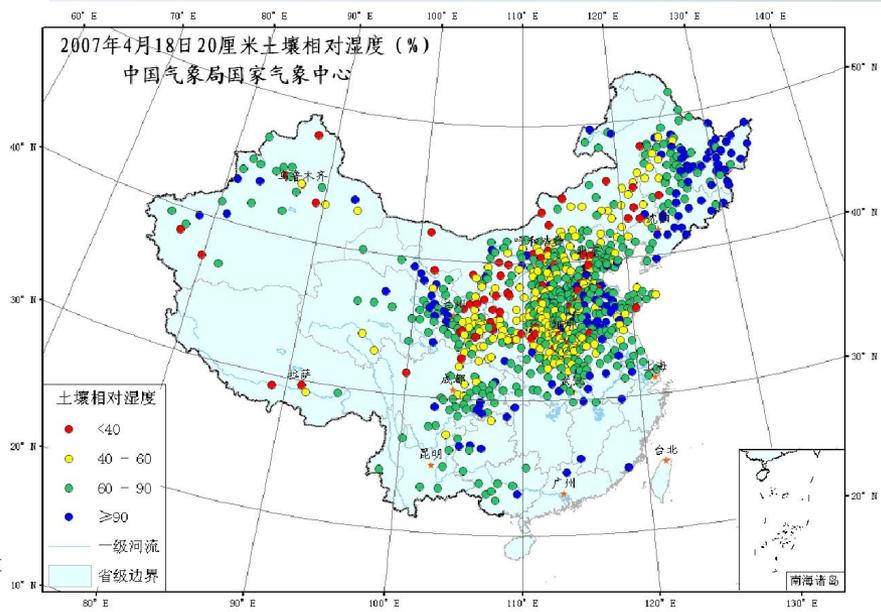


FY2D静止气象卫星旬土壤湿度图

2007年4月中旬

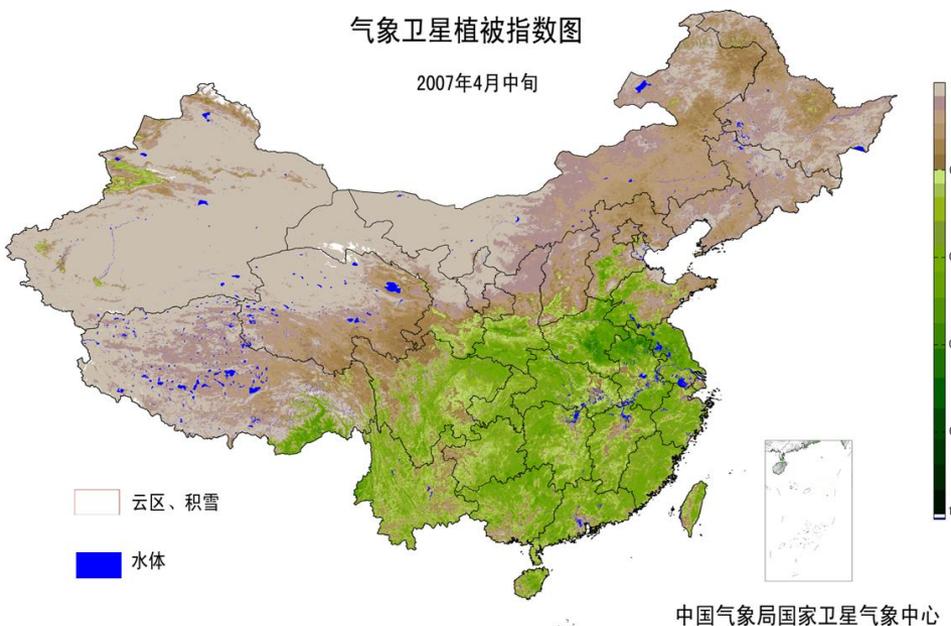


2007年4月18日20厘米土壤相对湿度(%)
中国气象局国家气象中心



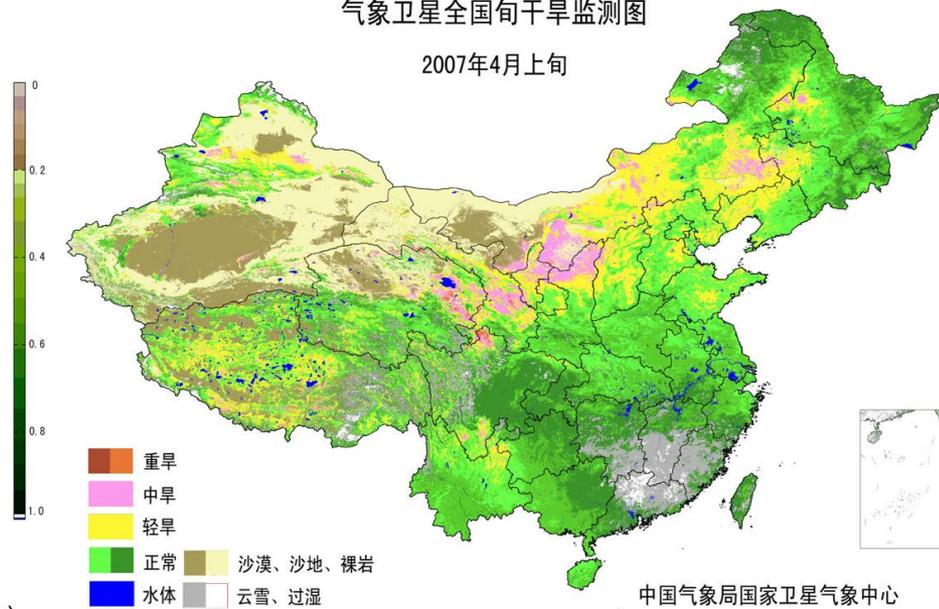
气象卫星植被指数图

2007年4月中旬



气象卫星全国旬干旱监测图

2007年4月上旬



FY-2海冰判识原理

在FY2观测范围内的海冰分布主要在北半球的渤海、鄂霍茨克海、日本海等海域及南半球的南极洲近海海域。

FY-2的可见光通道波长范围在 $0.5-0.75\ \mu\text{m}$ ，冰在可见光通道的反射率明显高于海水。

在热红外波段（ $3-14\ \mu\text{m}$ ）海冰与海水的红外辐射能量有明显差别。可以通过FY-2红外通道冰面与水面间的温差来判识海冰，确定冰缘线。

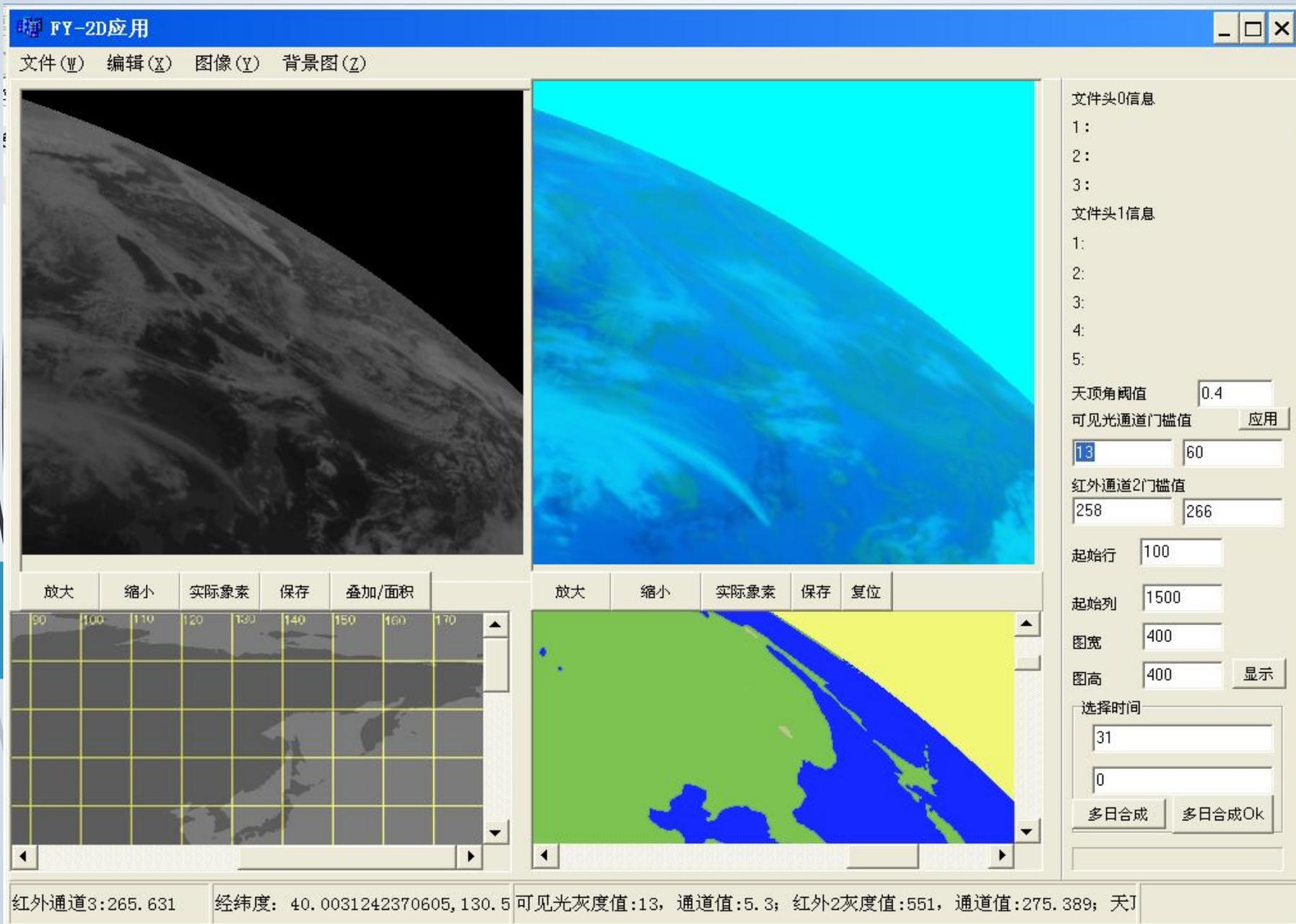
低云的反射率和温度都可能与海冰相近，利用可见光和远红外通道信息难以区分冰和低云。而冰雪在短波红外及中波红外有较强的吸收，其反射率低于云（水云）。FY-2的通道4为中红外通道，冰雪在该通道的反射低于云。可以利用中红外通道与远红外通道的亮温差异区分冰雪和低云。

高云（冰云），在中红外通道也有较强的吸收，但高云的温度明显低于陆地和海表，因此可利用远红外通道亮温确定高云。

FY-2海冰监测处理软件（海冰信息判识提取）

FY-2D应用

文件(F) 编辑(E) 图像(I) 背景图(B)



The interface displays four main panels: a grayscale satellite image of the Earth's surface, a false-color image of the same area, a grid-based map with a yellow grid, and a false-color map with green and blue areas. The right panel contains various input fields and buttons for processing parameters.

文件头0信息

1:
2:
3:

文件头1信息

1:
2:
3:
4:
5:

天顶角阈值

可见光通道门限值

红外通道2门限值

起始行

起始列

图宽

图高

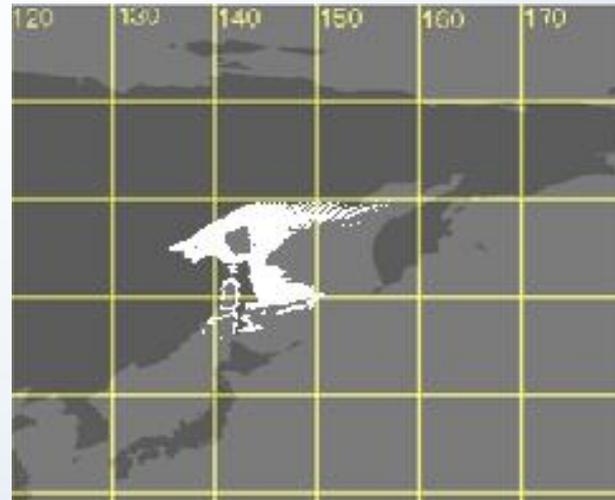
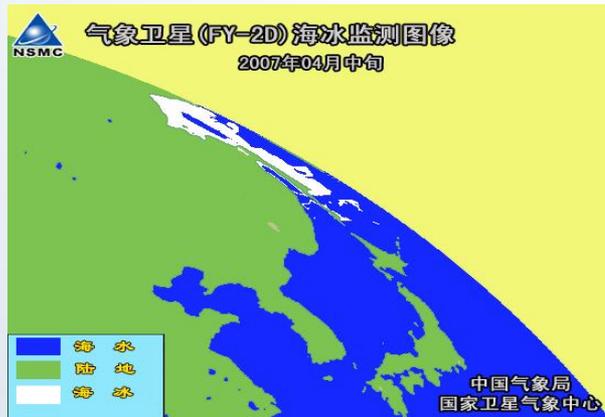
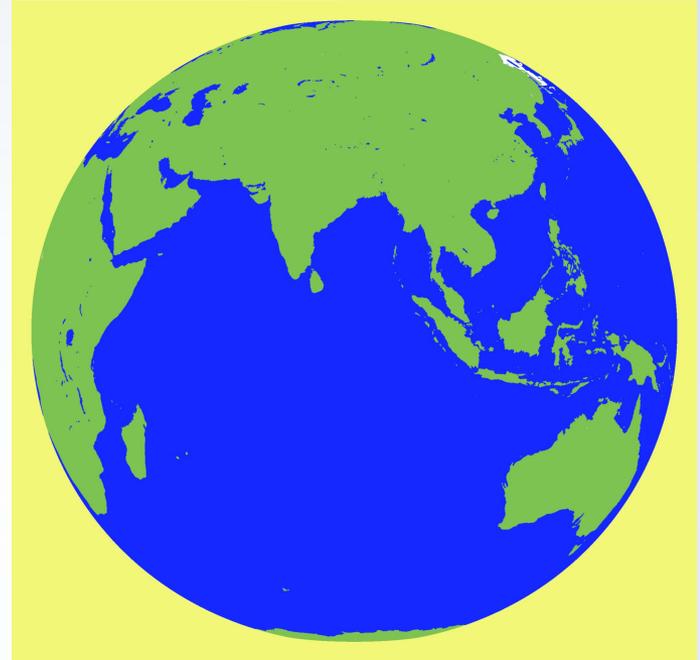
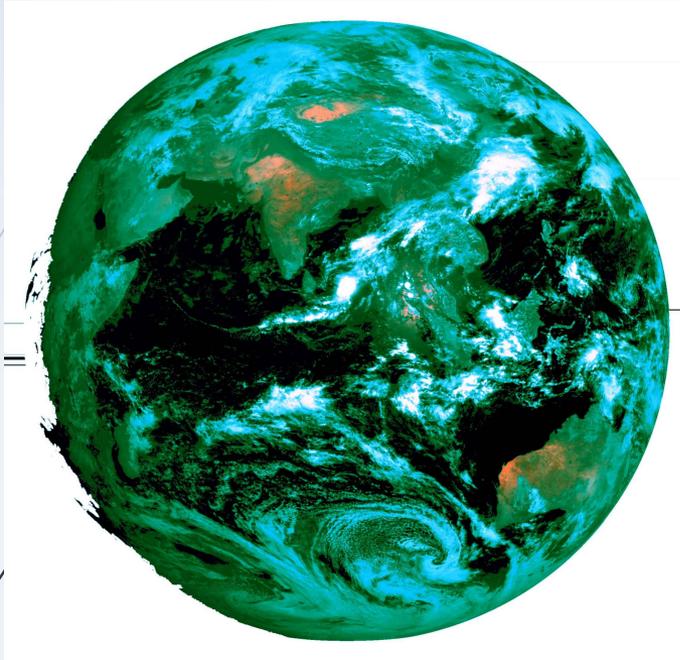
选择时间

放大 缩小 实际象素 保存 叠加/面积

放大 缩小 实际象素 保存 复位

红外通道3:265.631 经纬度: 40.0031242370605, 130.5 可见光灰度值:13, 通道值:5.3; 红外2灰度值:551, 通道值:275.389; 天

FY-2海冰监测产品内容



FY-2水情监测原理

FY-2第一通道波长为 $0.55\text{--}0.90\ \mu\text{m}$ ，能够探测地面及云层表面对太阳辐射的反射信息，植被、土壤、水体及云系的识别效果较好。由光谱曲线可见，它们在这一波长范围的反射光谱特性存在较大差异：

- 1、在 $0.55\text{--}0.90\ \mu\text{m}$ 之间，土壤反射率 $>$ 水体反射率；
- 2、 $0.55\text{--}0.70\ \mu\text{m}$ ，植被反射率 $<$ 水体反射率，但 $0.70\text{--}0.90\ \mu\text{m}$ ，植被反射率 $>$ 水体反射率，因此，第一通道的波长范围内，总体表现为植被反射率高于水体反射率。

在可见光通道，陆地（植被和土壤）反射率高于水体反射率

二、FY-2D水情监测方法

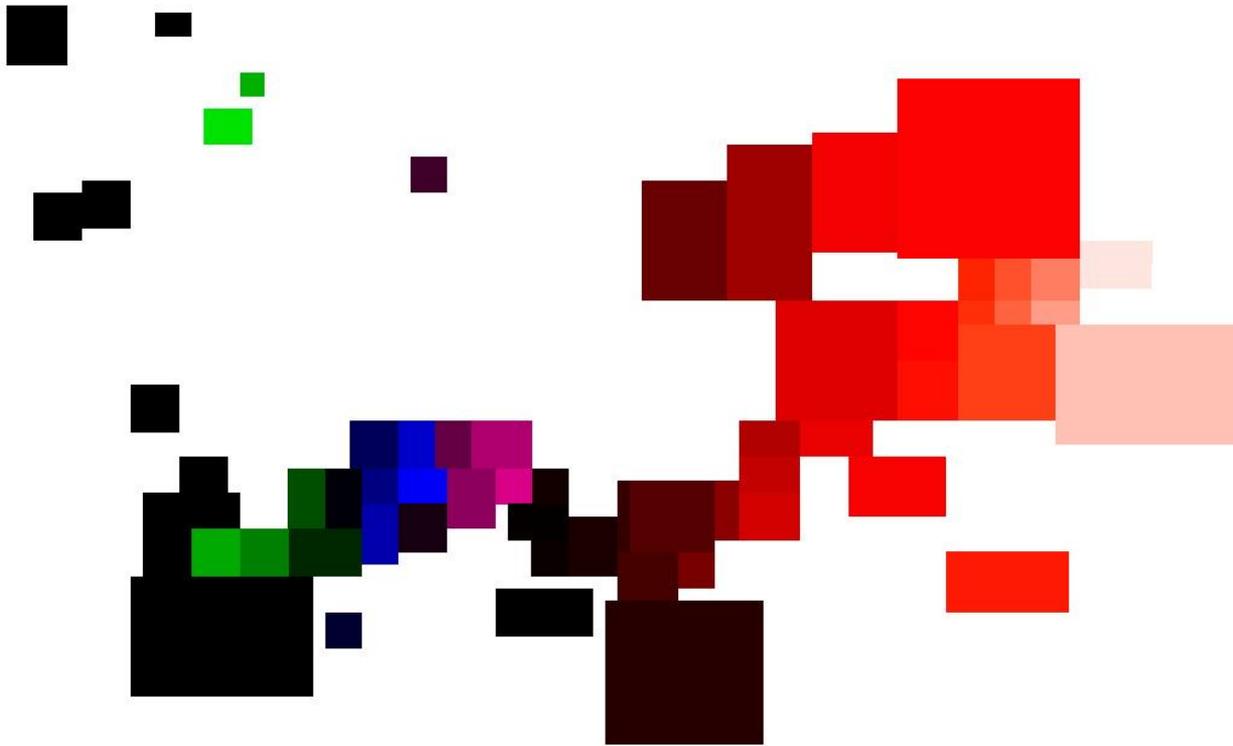
FY-2D判识水体信息主要方法是可见光通道的反射率阈值法。不同地区水体反照率也有较大差异。所以，在保证湖泊几何形态的完整性前提下，将特定监测区域划分为多个大小不等的子区域。

1、直方图法自动判识水体信息

使用直方图平滑的方法自动获得阈值，对于水体范围较大的区域（水体和陆地反射率反差相对较大）可以自动获得区分水体和陆地的阈值，

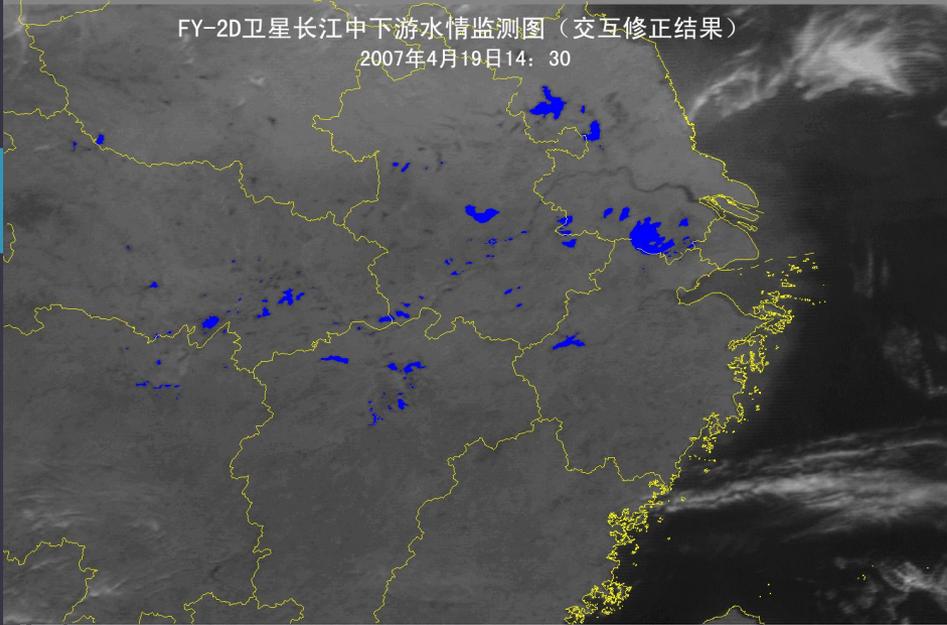
2、交互方式修正自动判识结果

利用人机交互方式，对自动判识的结果进行修正。积累各子区的阈值，为最终实现水体的自动提取积累经验阈值。

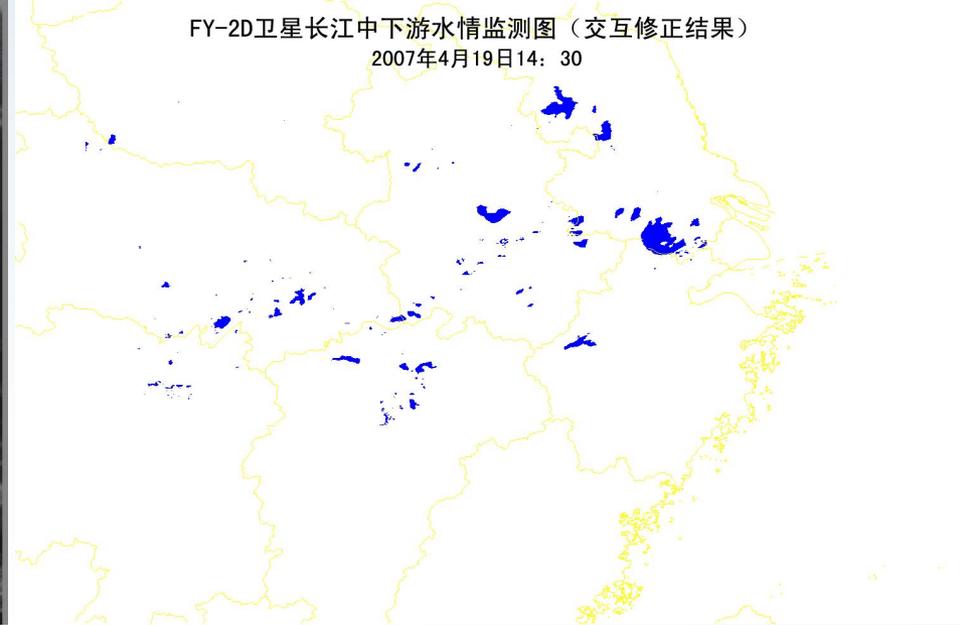


分区示意图

FY-2D卫星长江中下游水情监测图（交互修正结果）
2007年4月19日14:30



FY-2D卫星长江中下游水情监测图（交互修正结果）
2007年4月19日14:30



NOAA-16, 2007/4/19, 7:44 (UTC)



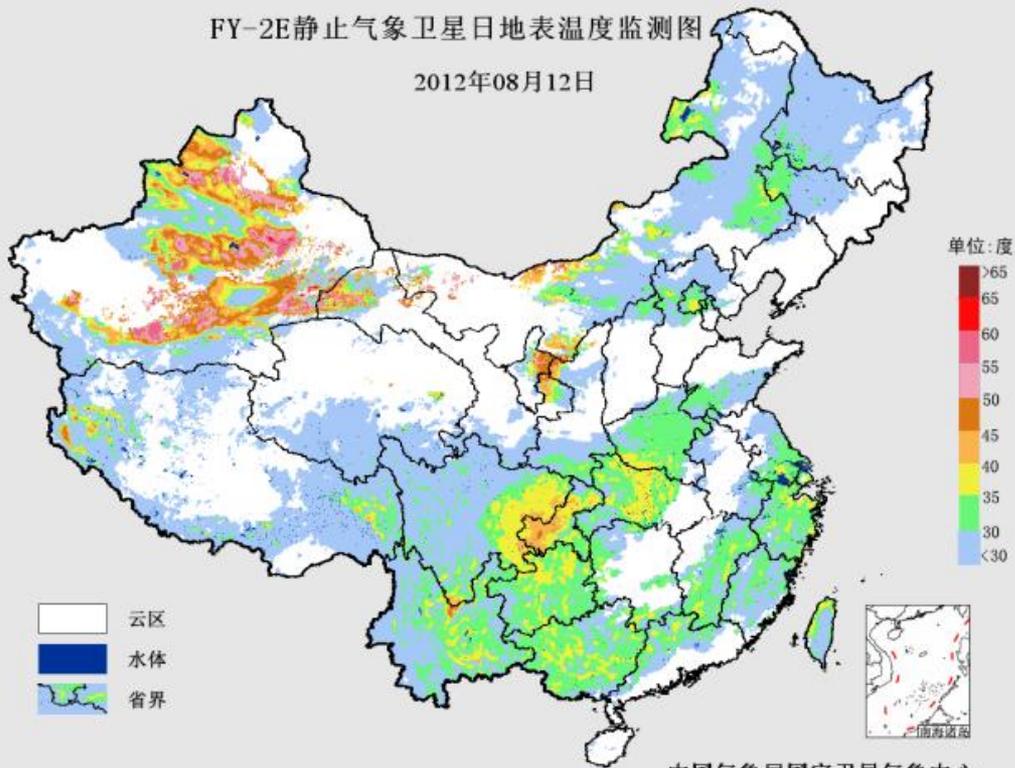
水体	FY-2D 2007-4- 19 14:30	NOAA-16 2007-4- 19 15:44
洪泽湖 + 高邮 湖	1861	2027
巢湖	925	751
太湖	3219	2769
鄱阳湖	765	1094

NOAA-16卫星2007年4月19日15:44时水情监测图

■ 水体

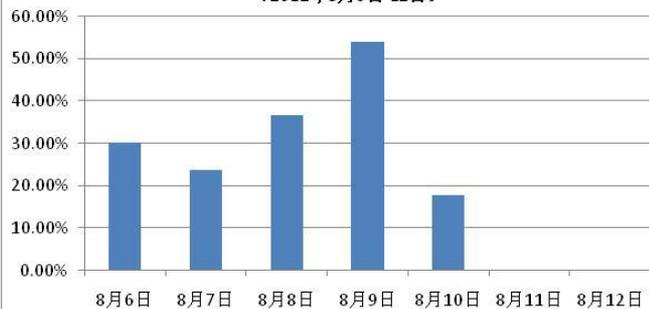
FY-2E静止气象卫星日地表温度监测图

2012年08月12日

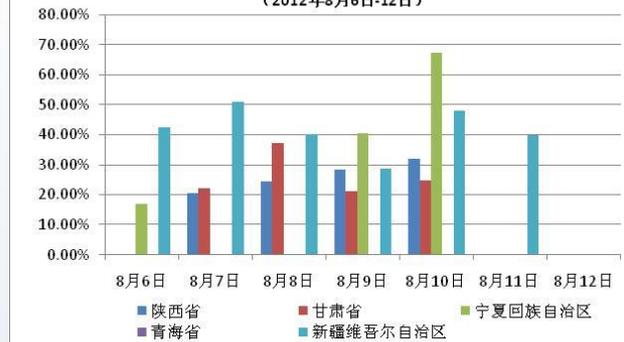


川东渝西、内蒙古中西部、新疆等地维持着较大范围的地表高温区，南方地表高温区较小大部分在35 °C-45 °C之间，新疆北部的高温可达65 °C以上。

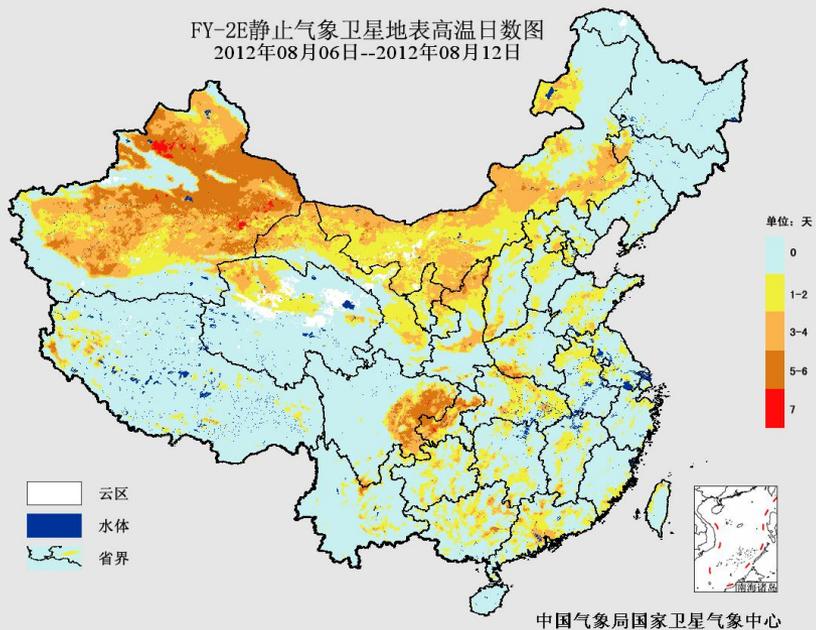
内蒙古地区高温面积百分比统计
(2012年8月6日-12日)



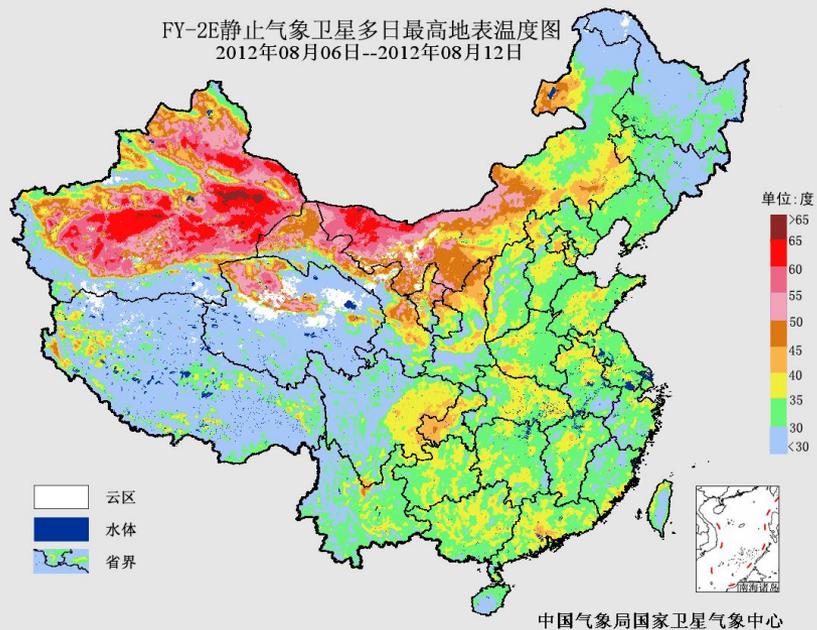
西北地区高温面积百分比统计
(2012年8月6日-12日)



FY-2E静止气象卫星地表高温日数图
2012年08月06日--2012年08月12日

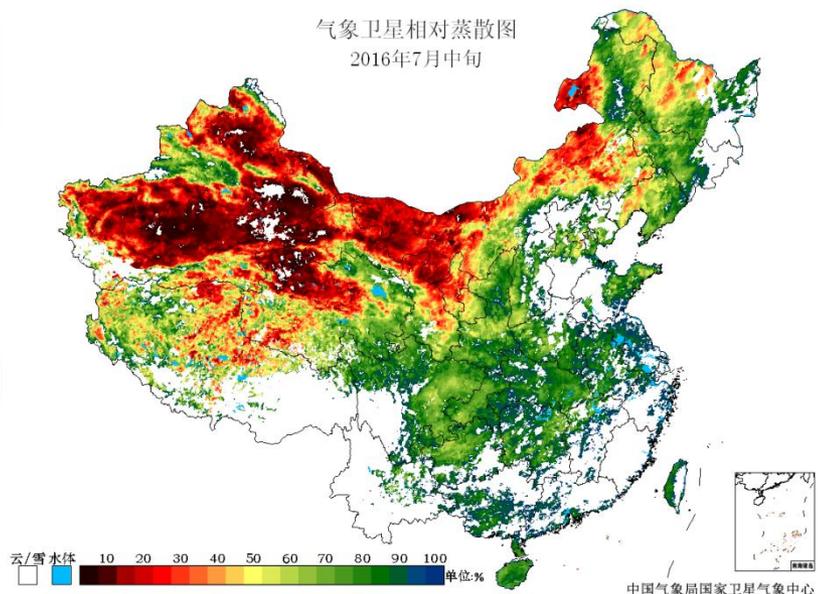


FY-2E静止气象卫星多日最高地表温度图
2012年08月06日--2012年08月12日



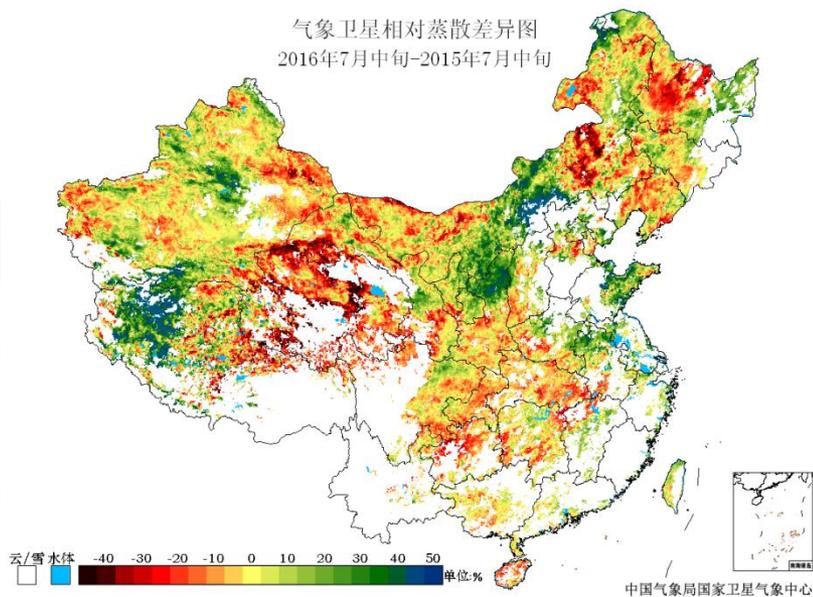
旬相对蒸散监测

气象卫星相对蒸散图
2016年7月中旬

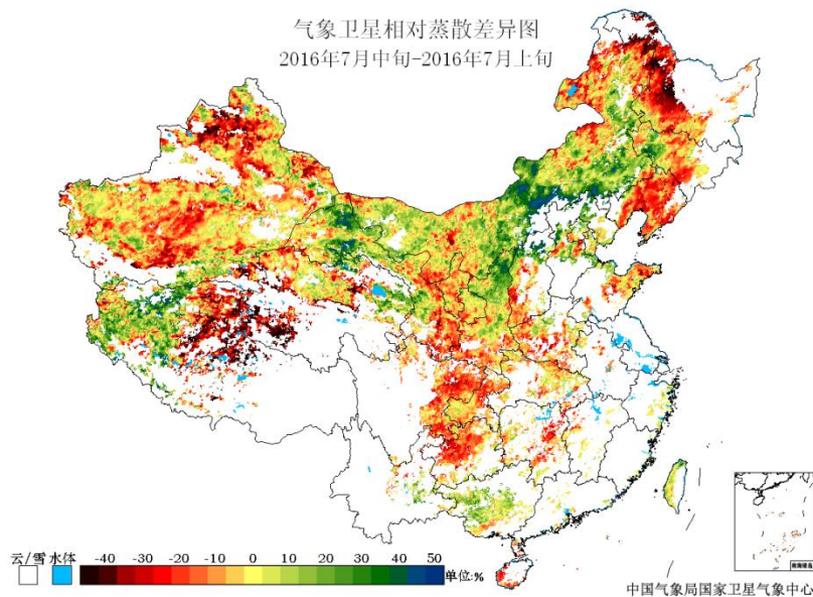


与去年同期相比，东北东部和北部局部、内蒙古中部、西北地区北部和东部局部、黄淮东部局部、青藏高原西部相对蒸散值偏高；东北大部、内蒙古大部、西北地区大部、西南地区东部、华北中部局部、黄淮南部局部、江汉大部、江南西部、华南南部局部、青藏高原东北部相对蒸散值明显偏低，表明上述地区土壤水分供应状况偏差。

气象卫星相对蒸散差异图
2016年7月中旬-2015年7月中旬

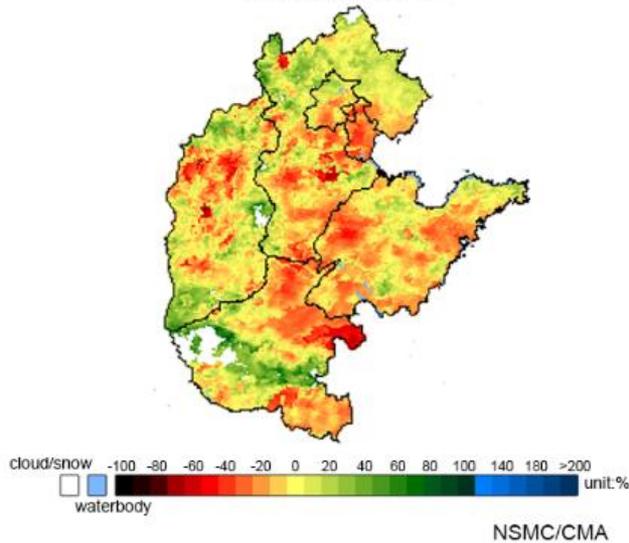


气象卫星相对蒸散差异图
2016年7月中旬-2016年7月上旬

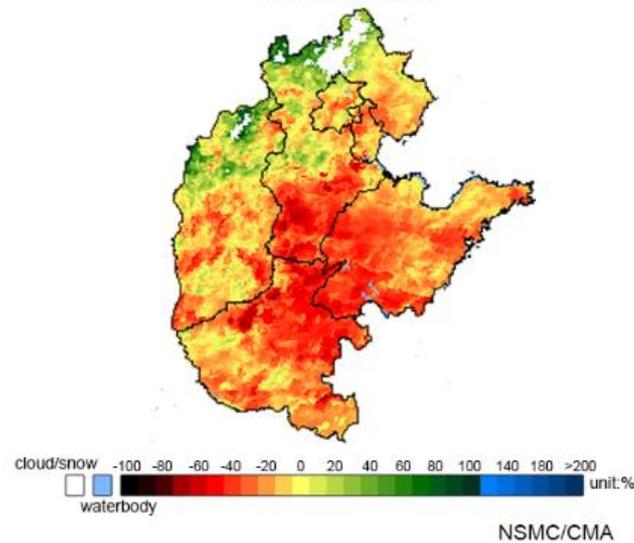


FY-2地表蒸散产品监测华北黄淮干旱

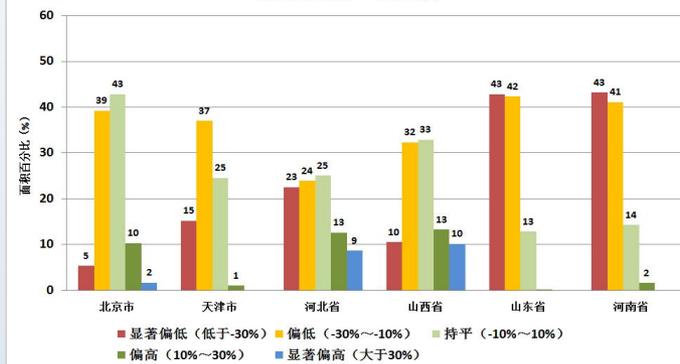
FY-2D percentage of evapotranspiration anomaly
in North of China and HuanghuaiRegion
Jun.15-Jun.24,2015



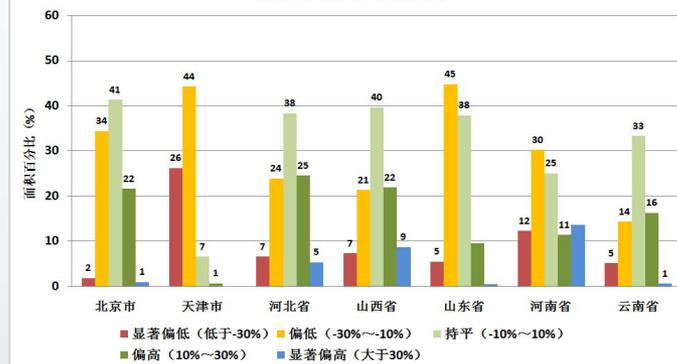
FY-2D percentage of evapotranspiration anomaly
in North of China and HuanghuaiRegion
Jun.7-Jun.16,2015



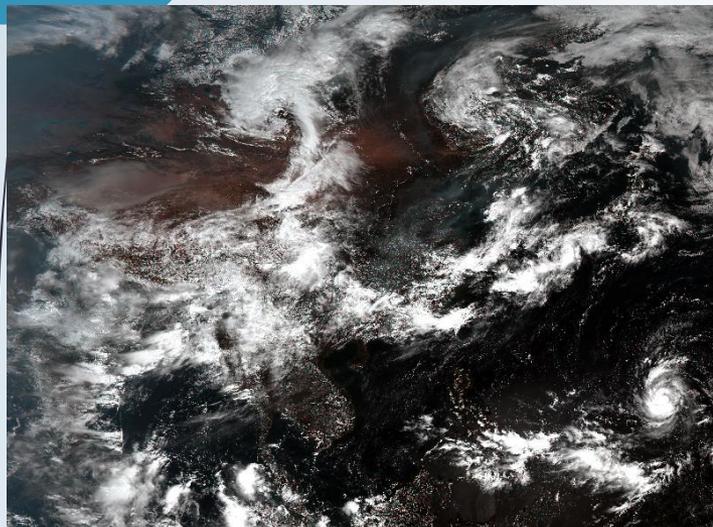
地表相对蒸散距平百分率面积统计
2015年6月7~6月16日



地表相对蒸散距平百分率面积统计
2015年6月15~6月24日

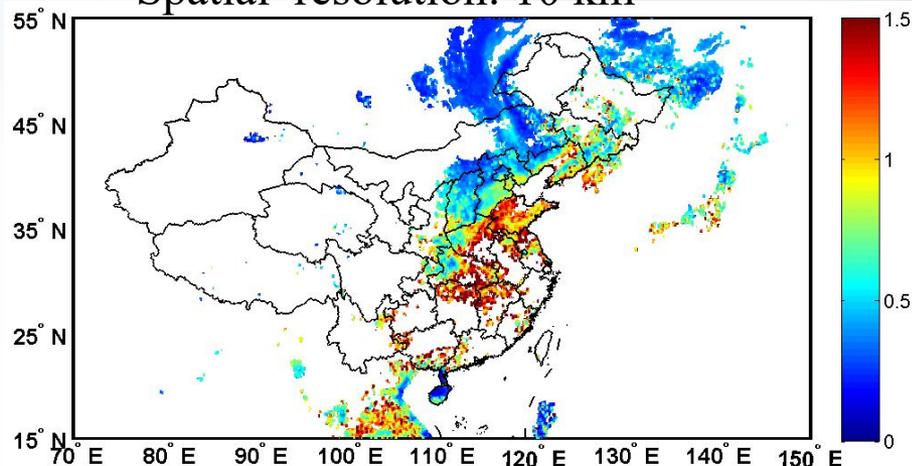


AOD 反演 (H8代理数据, NSMC/CMA算法)

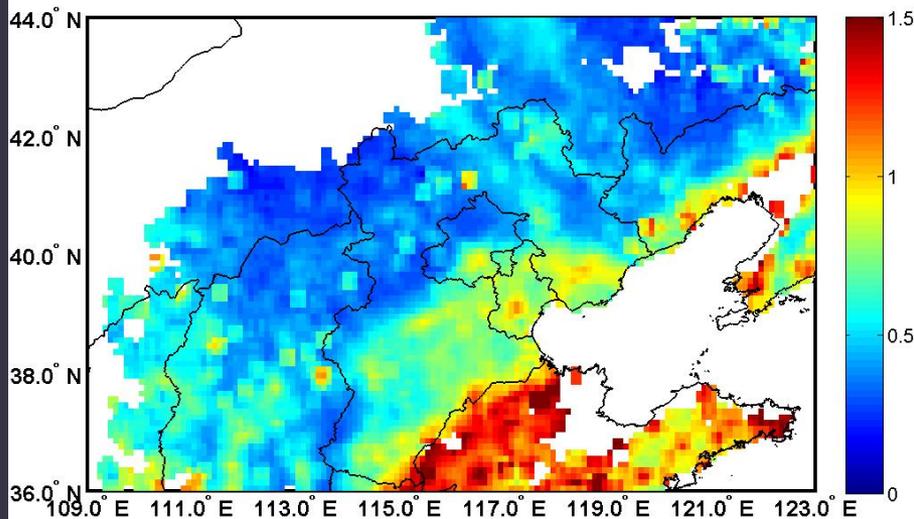


RGB image at 04:30 UTC in 2015.08.16

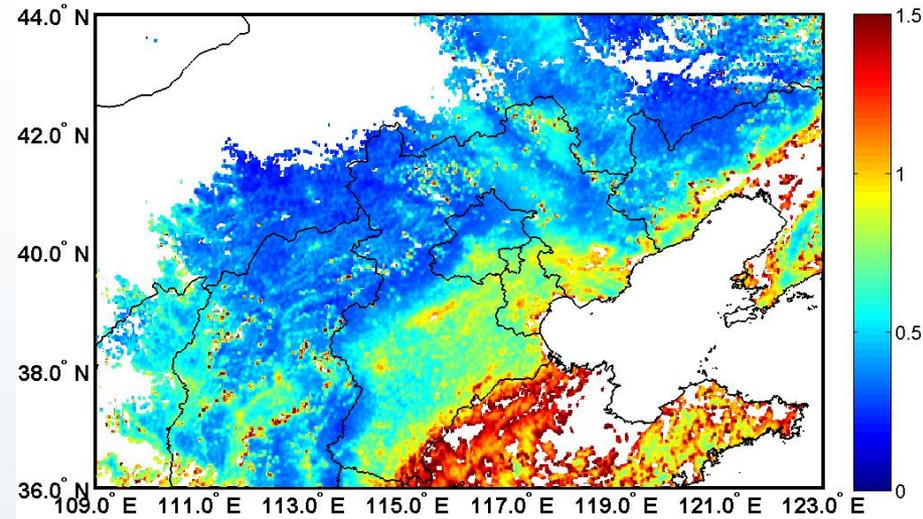
Spatial resolution: 10 km



AOD (550nm) distribution of China at 04:30 UTC in 2015.08.16



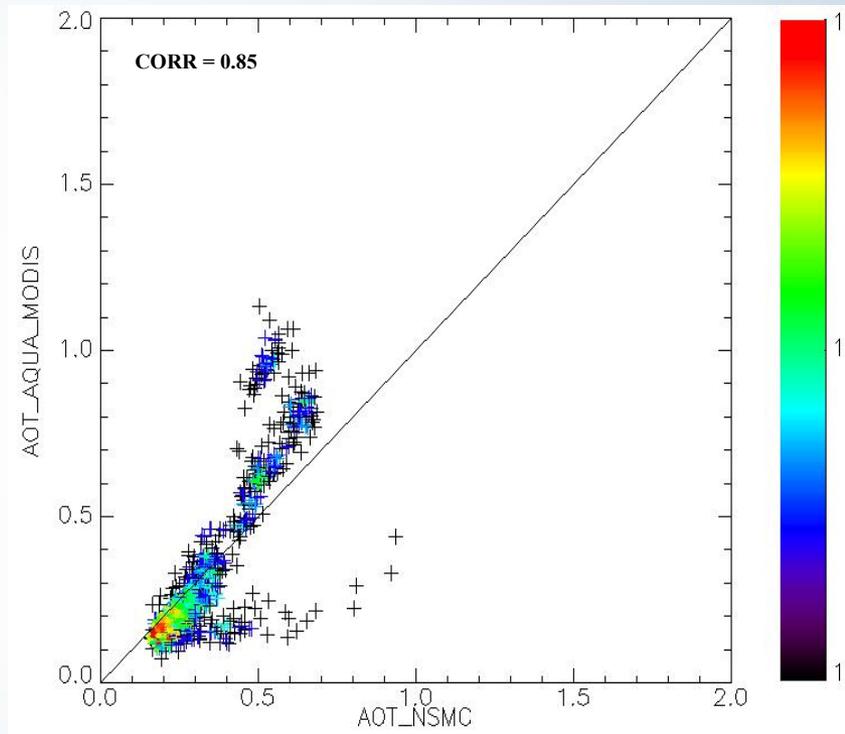
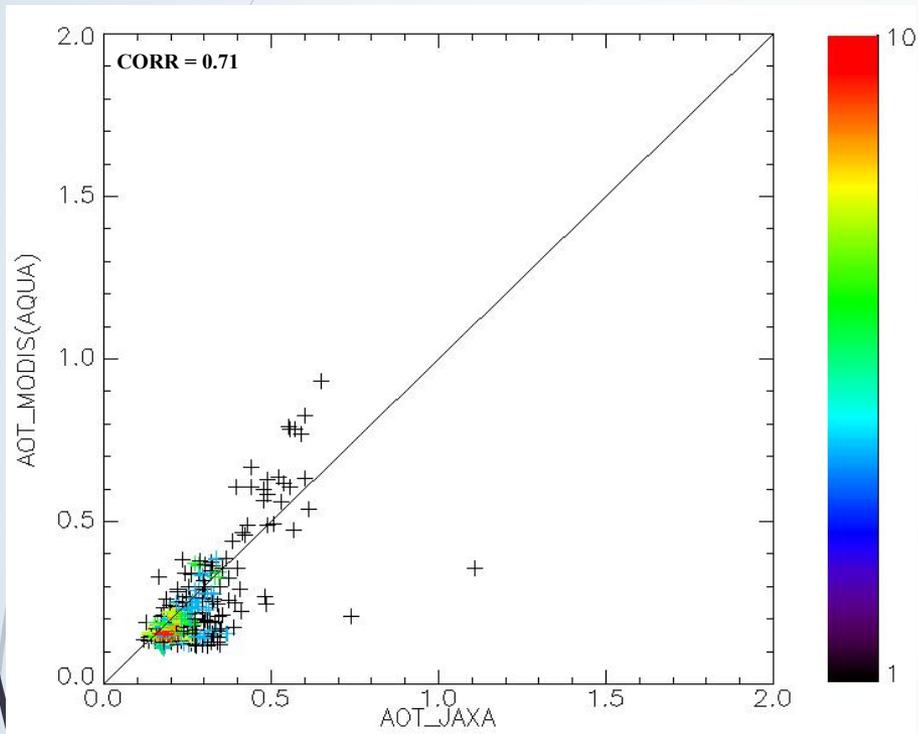
AOD (550nm) distribution of JingJinJi region at 04:30 UTC in 2015.08.16 (spatial resolution: 10 km)



AOD (550nm) distribution of JingJinJi region at 04:30 UTC in 2015.08.16 (spatial resolution: 2 km)

产品精度分析 (与MODIS产品比较)

58



- 与MODIS/AOD相比, 一致性较好
- 与JAXA/AOD (相关系数0.71) 相比, CMA的相关系数为0.85

A heavy pollution case in Northern China

59

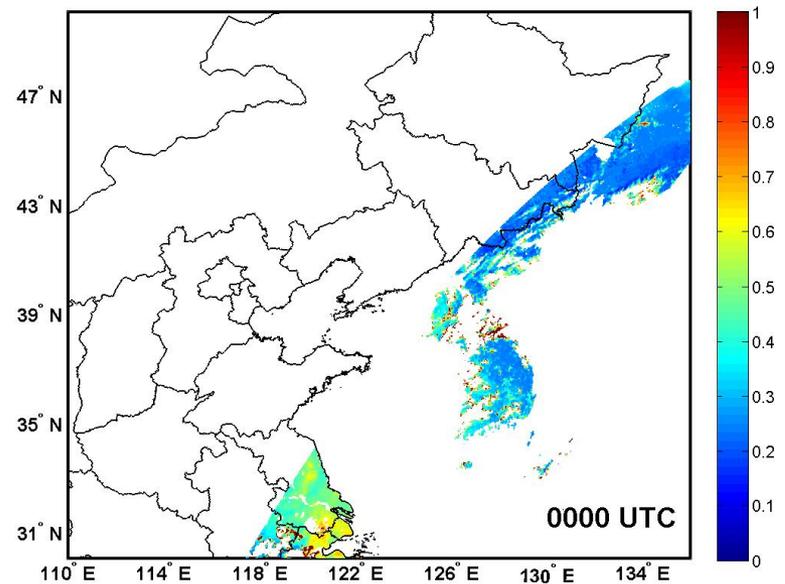
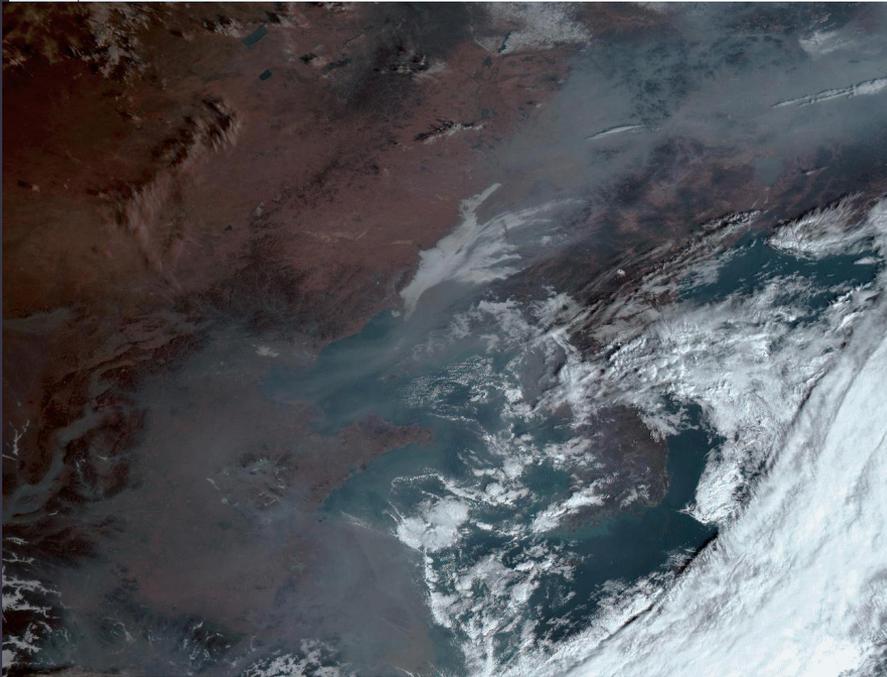
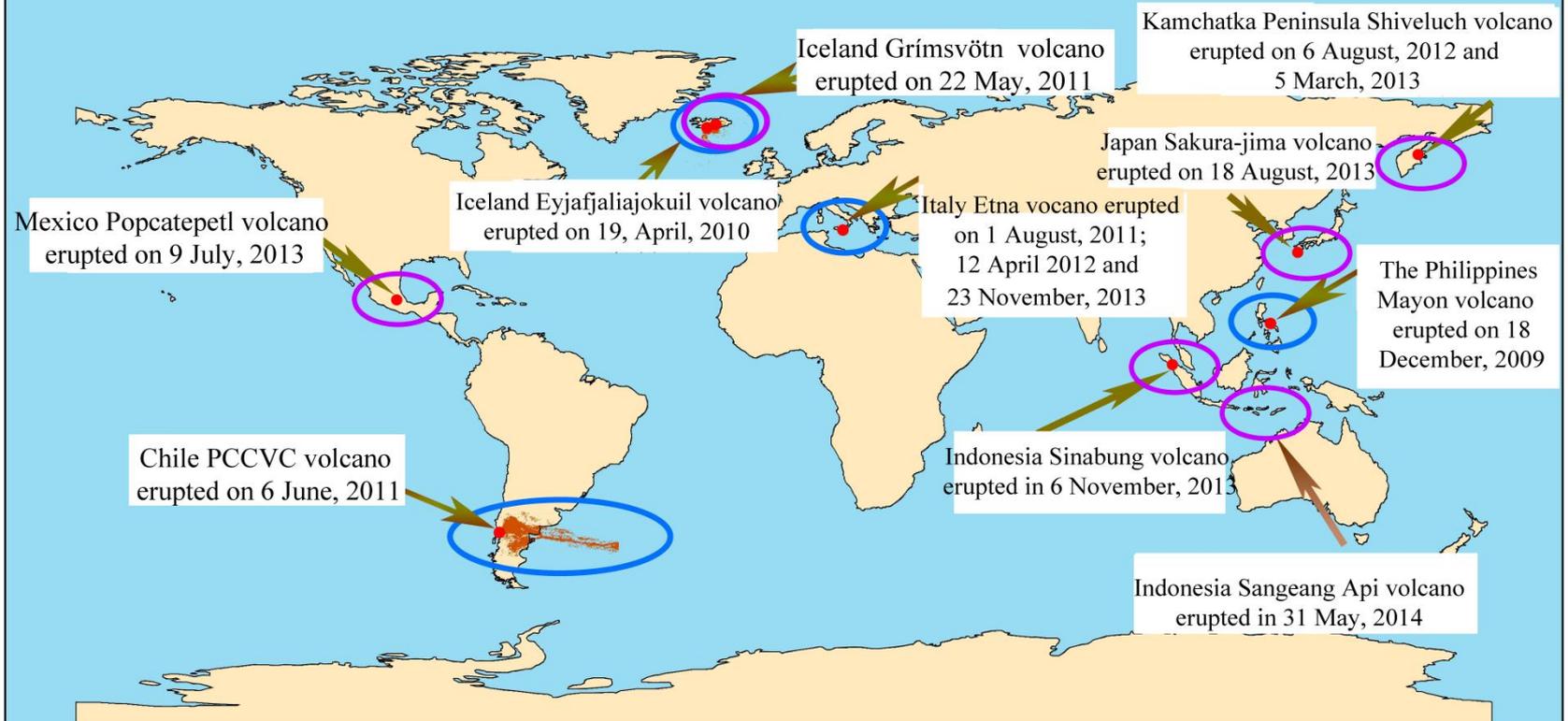


Fig. AOD distribution map of H8 from 00:00 UTC to 07:30 UTC in Dec 20, 2015

Himawari-8 can catch the distribution of the haze very well.

Monitoring of global volcanic eruption using China's FengYun (FY) series satellites



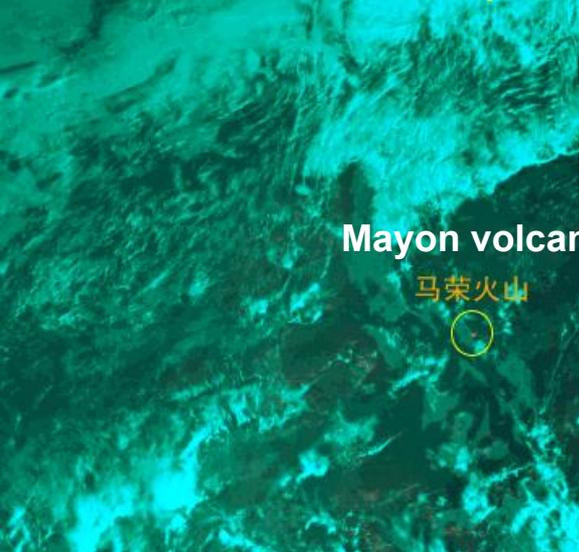
National Satellite Meteorological Center
China Meteorological Administration

 Volcanic Ash
 Location of Volcano

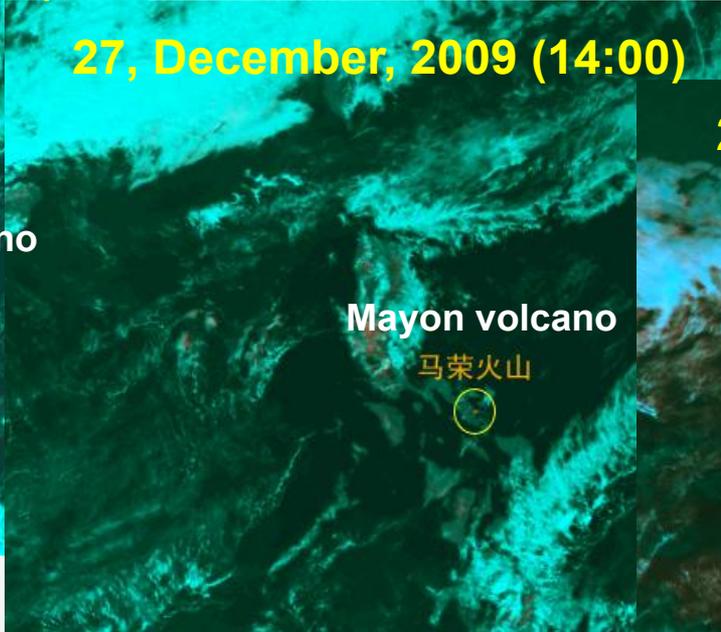
FY-2E 菲律宾马荣火山喷发（2009年12月18-28日）

5 km resolution

18, December, 2009 (08:00)



27, December, 2009 (14:00)



28, December, 2009 (14:00)

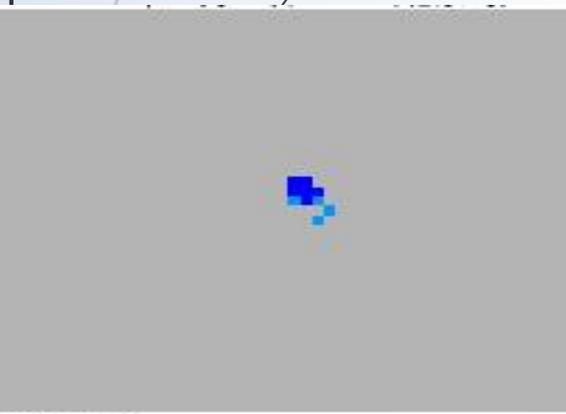


FY-3A/VIRR 马荣火山喷发

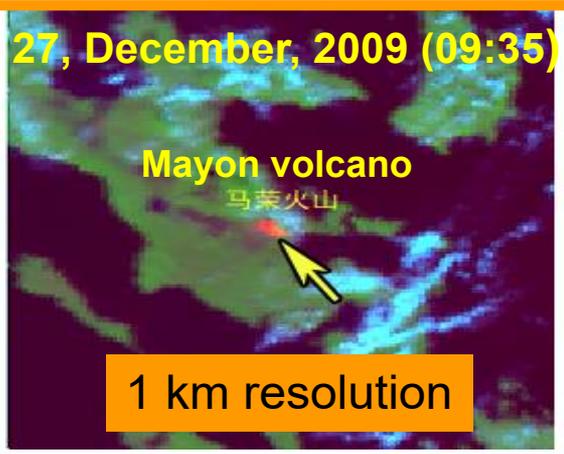
26, December, 2009 (09:55)



Hotspot intensity



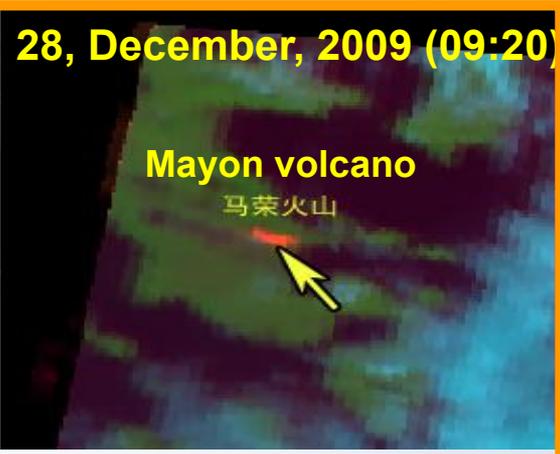
27, December, 2009 (09:35)



Hotspot intensity



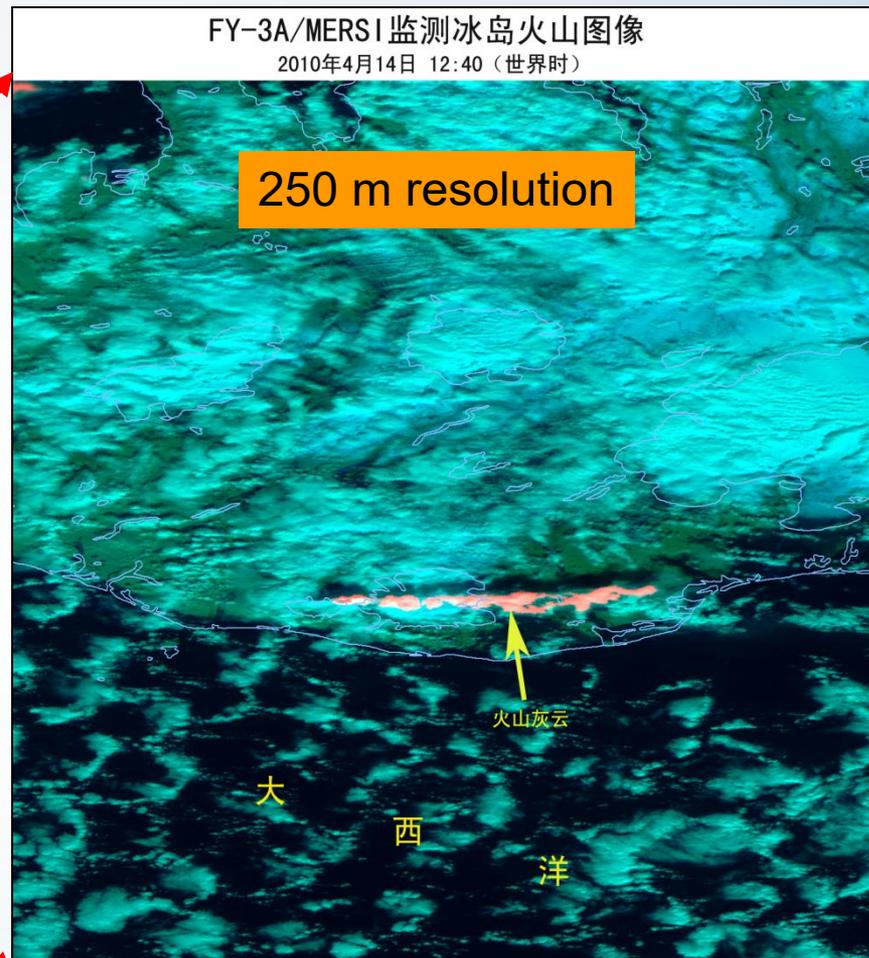
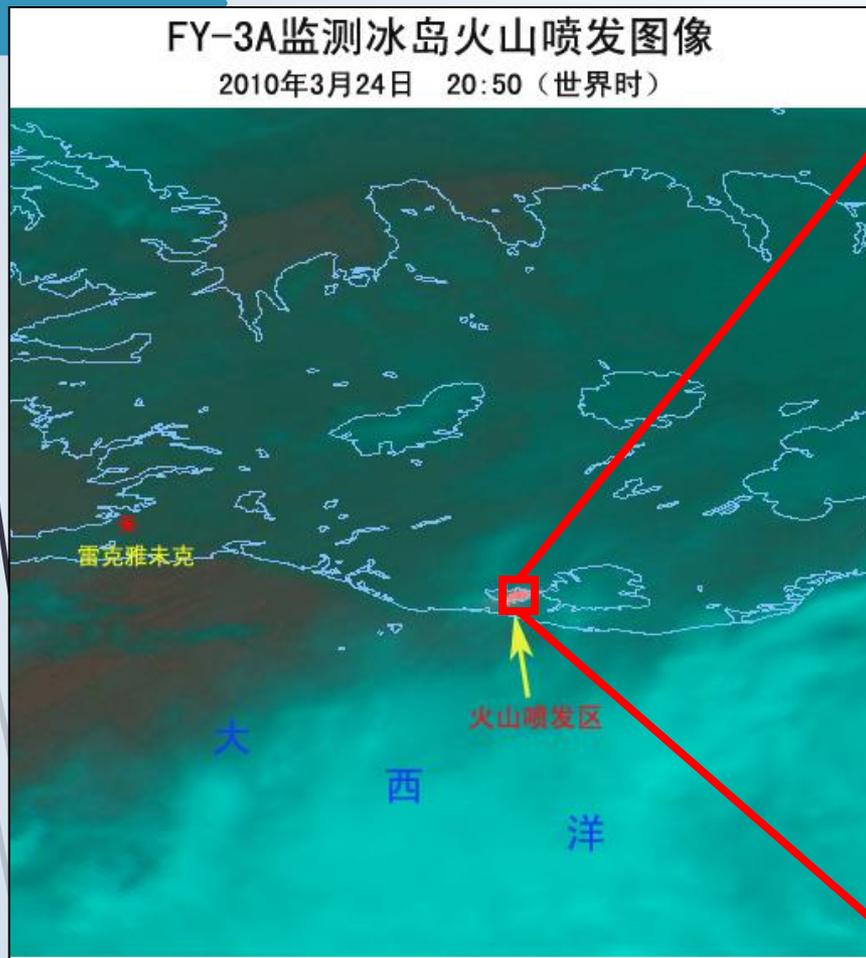
28, December, 2009 (09:20)



Hotspot intensity

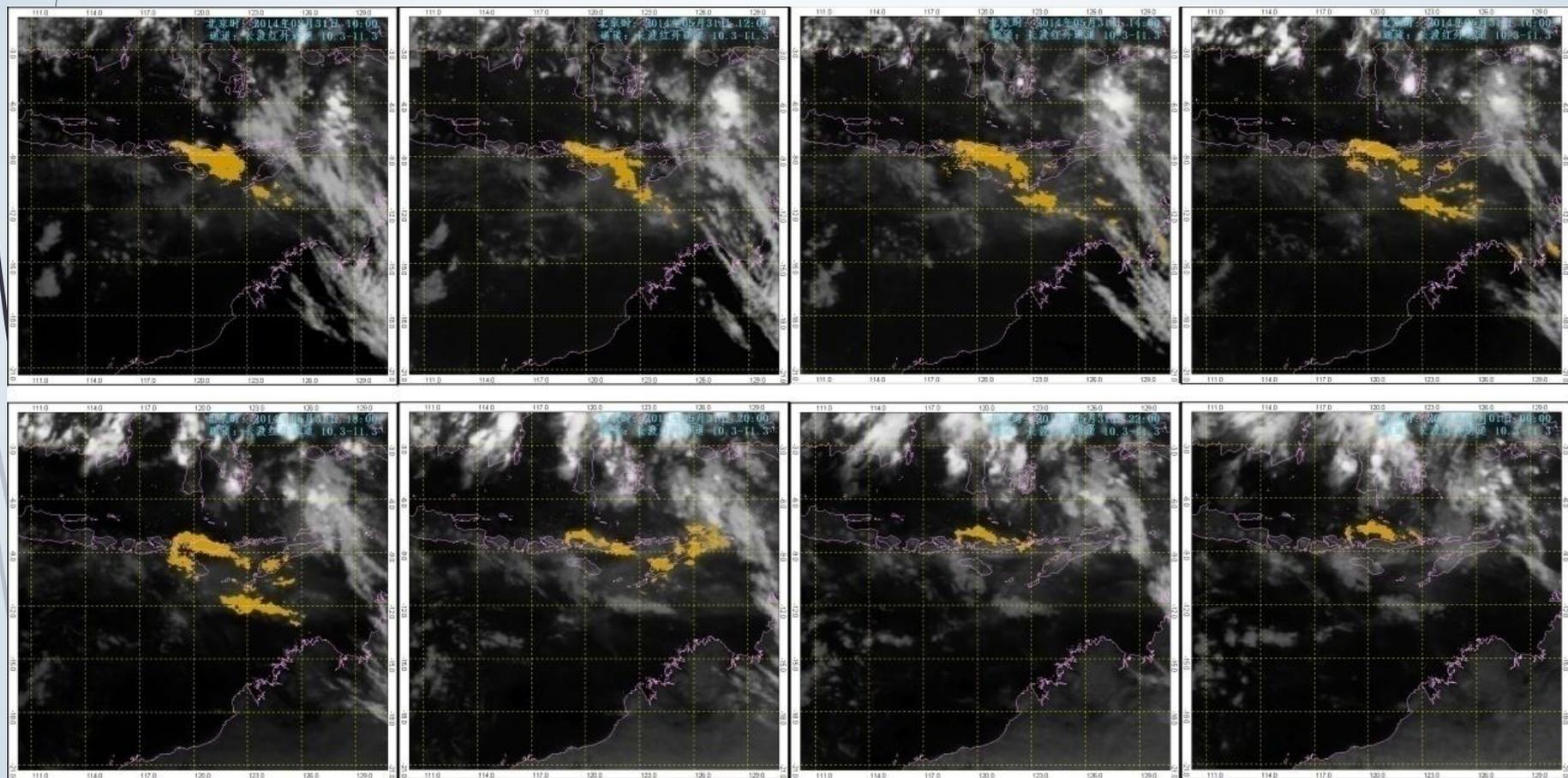


FY-3A detection of Iceland Eyjafjallajokull volcano eruption



This two images are FY-3A/VIRR and MERSI scenes showing hotspots and their intensity on Iceland Eyjafjallajokull volcano eruption acquired on 24 March, 2010 and 14 April, 2010. Pixels represents areas of approximately 250m in the right scene.

基于FY-2的分裂窗温差法监测印尼桑吉昂火山喷发2014年5月31日 (Split Window Temperature Difference method (SWTD))



Sangeang Api volcano in Indonesia



图 国境线 省界
 例 地区界 县界

卫星/仪器: FY-3C/MERSI 合成通道: 6, 4, 3
 空间分辨率: 0.0025 投影方式: 等经纬度

制作单位: 中国气象局国家卫星气象中心



图 火山灰

例

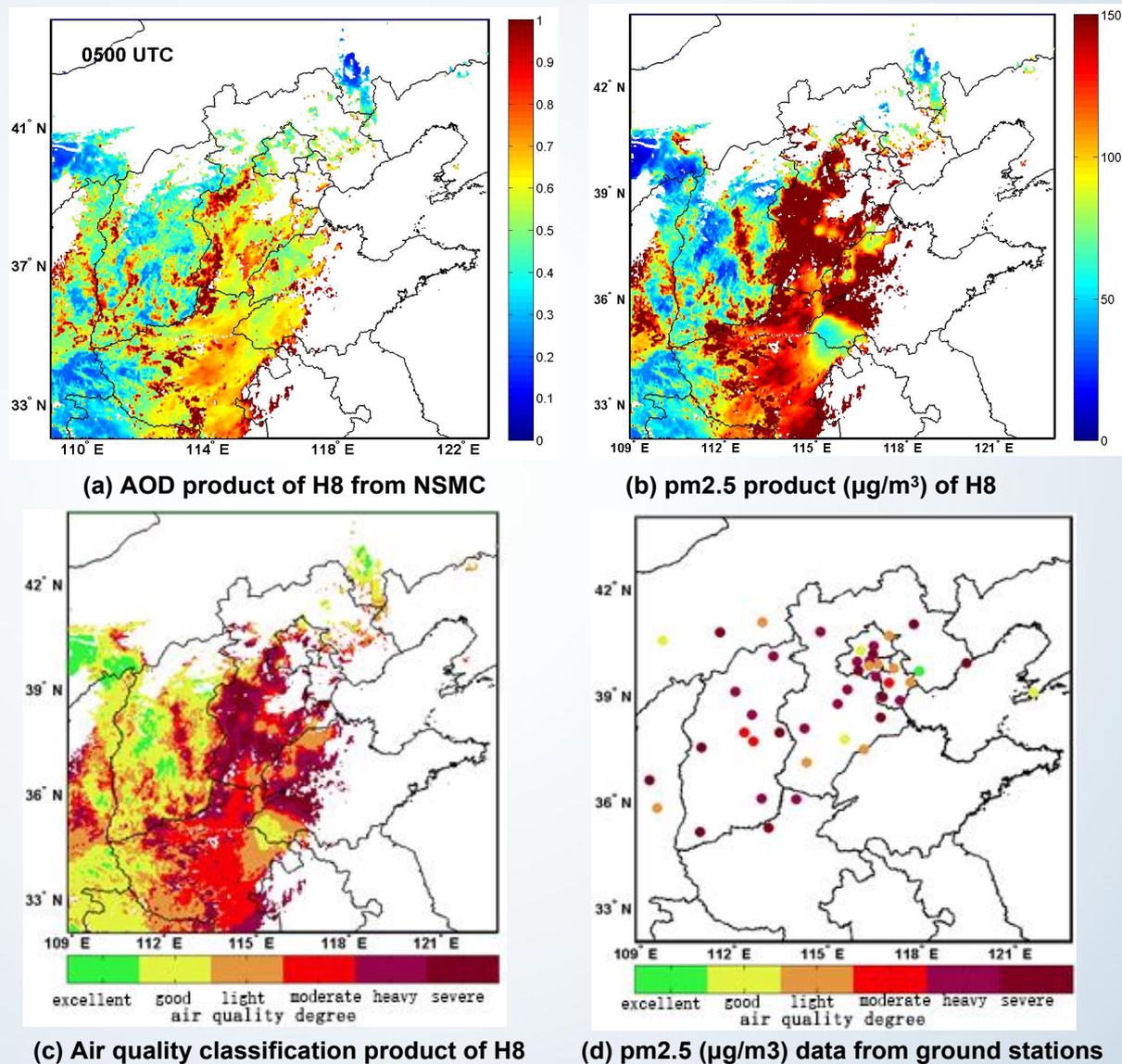
0 33 66 133 km

制作单位: 中国气象局国家卫星气象中心

Multi-channel synthesize color map based on FY-3C/MERSI (on May 31, 2014 at 02: 05 UTC, wavelength in centre channel: 1.64 μm 、0.865 μm 、0.650 μm).

■ Volcanic ash detected using SWTD method (as the write color shows).

利用卫星反演AOD，估算地面的PM2.5

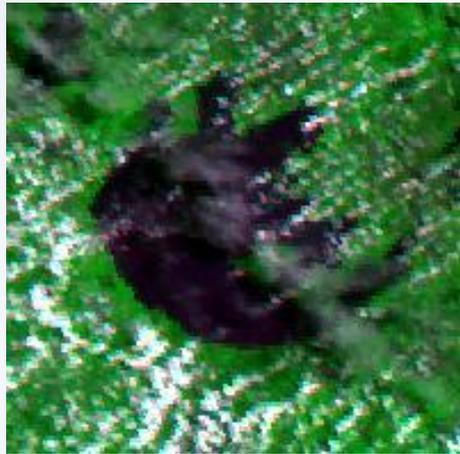


The spatial distribution in (c) and (d) are well accordance!

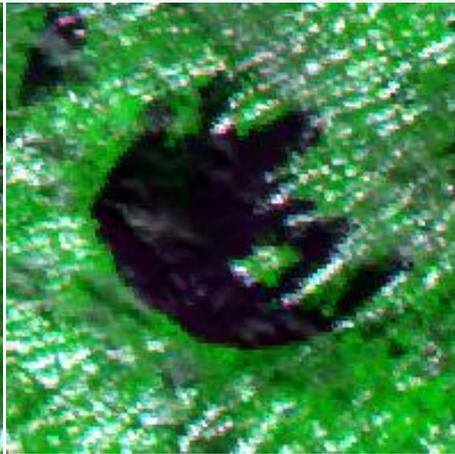
太湖蓝藻监测 (H8, 2015年9月8日)



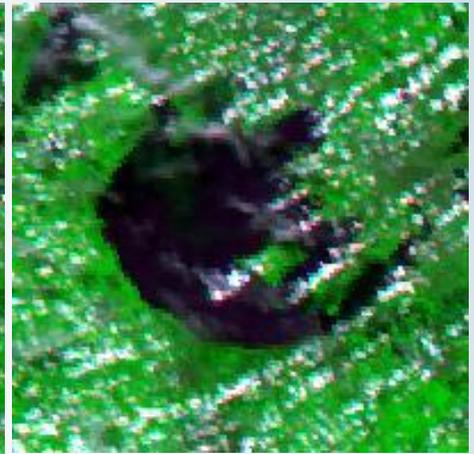
08:00(BJT)



09:00(BJT)



10:00(BJT)



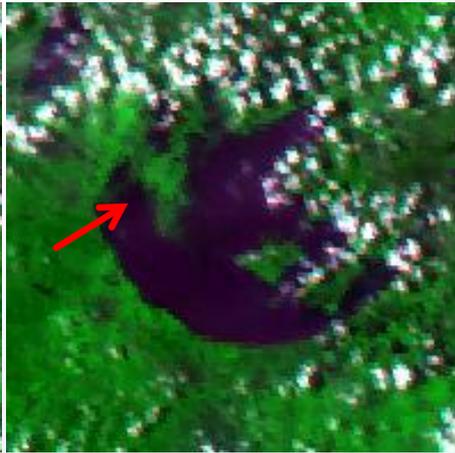
11:00(BJT)



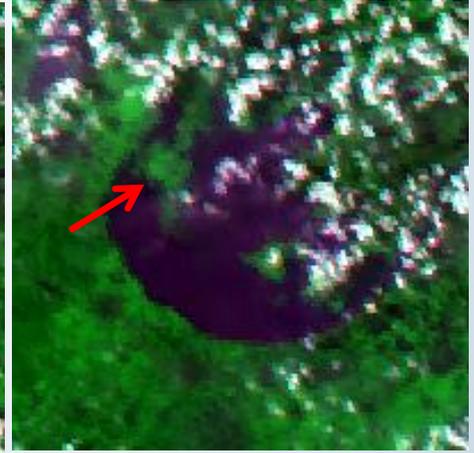
12:00(BJT)



13:00(BJT)

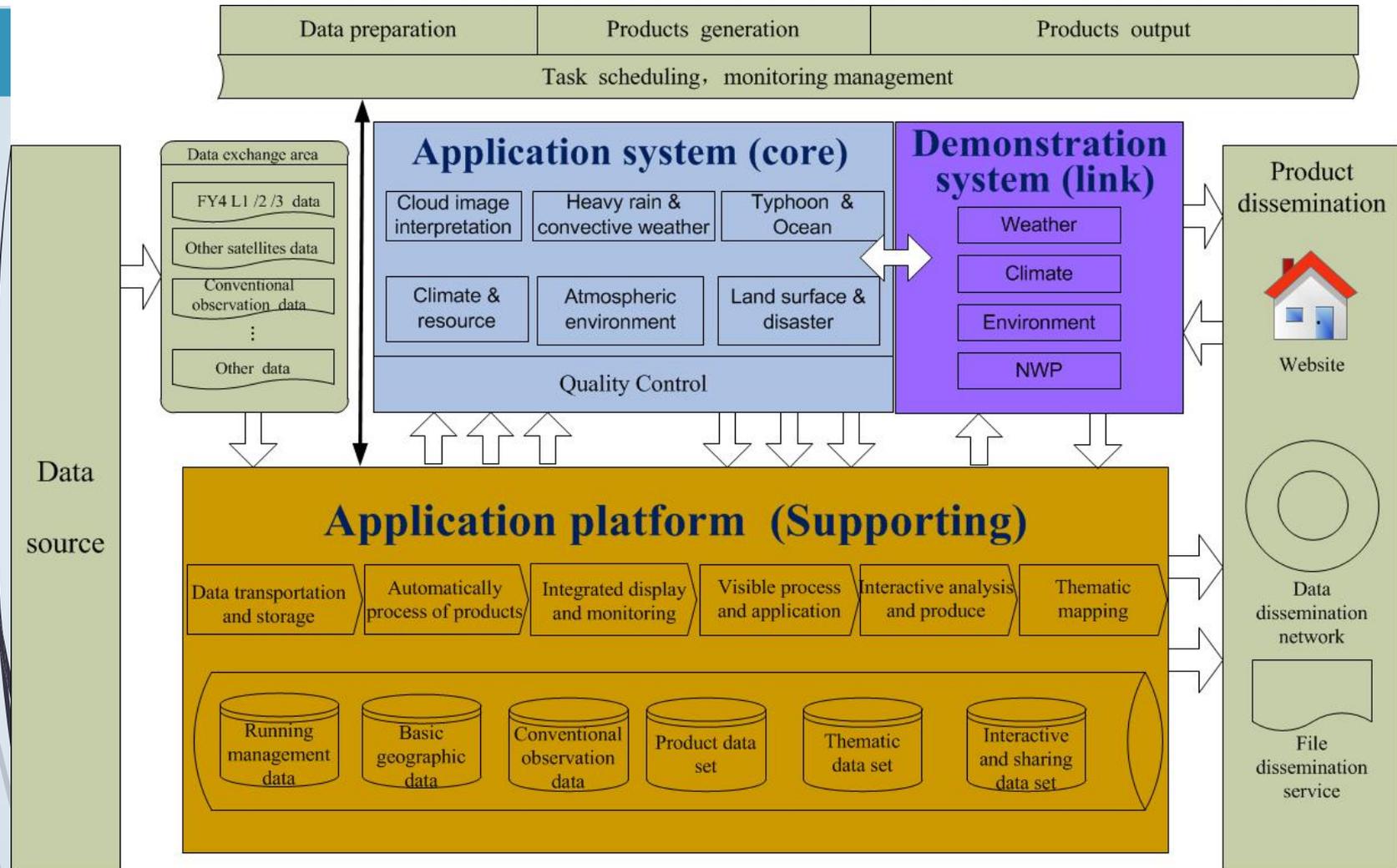


14:00(BJT)



15:00(BJT)

Overview of ADS—Structure & flowchart



Application system (core): Develop a series of application methods and products.

Application platform (support): Integrate the algorithm and offer the analysis toolkits for users

Demonstration system (link): Set up some demonstration projects for users to promote the operational application of FY-4 data in weather, climate and NWP fields.

FY-4地表灾害分系统结构



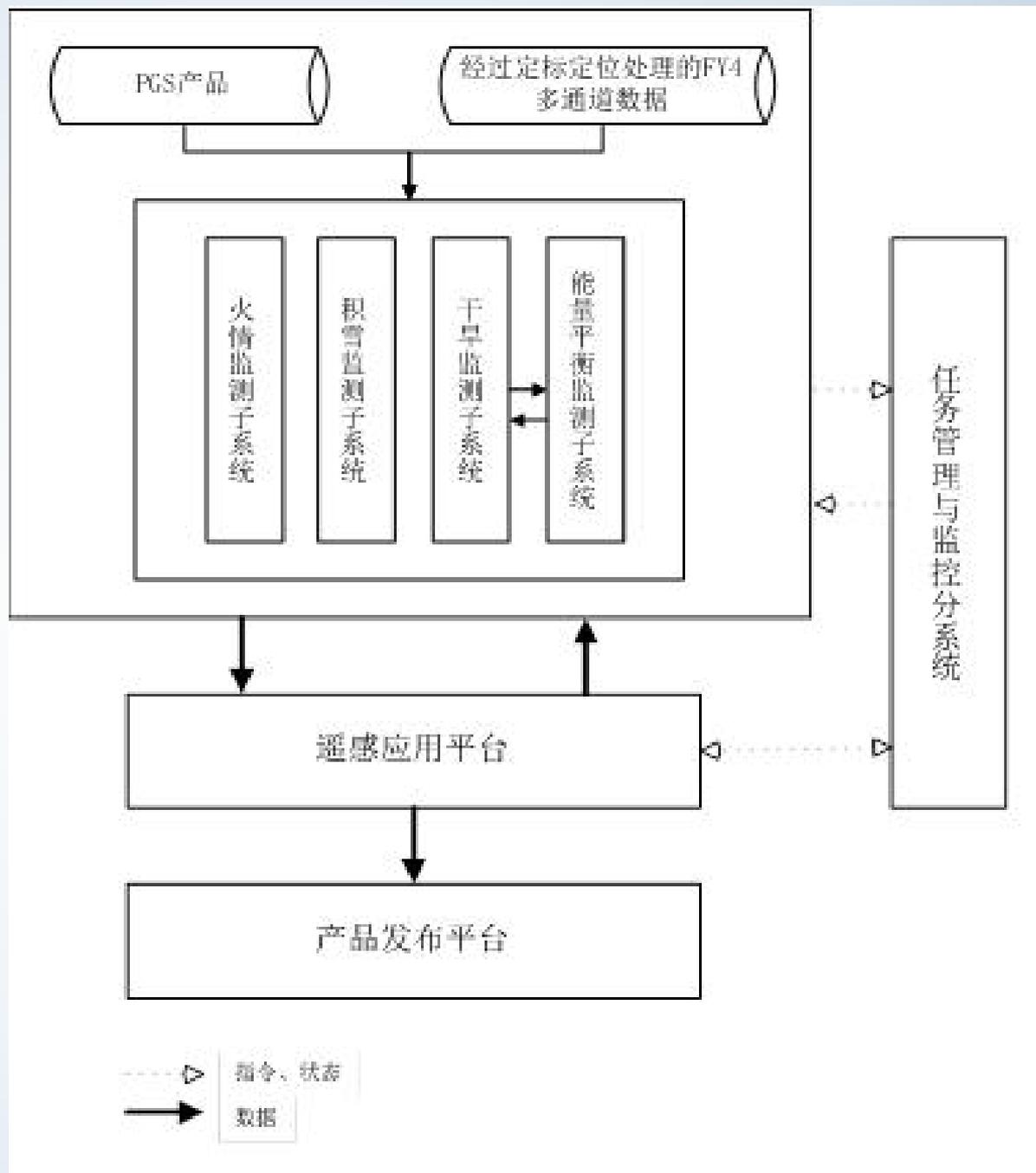
The diagram illustrates the structure of the FY-4 Earth Surface Disaster Subsystem. It features a vertical stack of four blue, arrow-shaped boxes pointing to the right. Each box is preceded by a light blue circle. The text inside the boxes, from top to bottom, is: '火情监测子系统', '积雪监测子系统', '干旱监测子系统', and '能量平衡监测子系统'. The background is light blue with a dark blue arrow pointing right at the top left and some abstract black lines on the left side.

火情监测子系统

积雪监测子系统

干旱监测子系统

能量平衡监测子系统



分系统非功能要求

- 软件应具备方便、流畅的操作界面；
- 界面工具、操作流程符合台风值班业务人员的专业使用习惯；
- 满足各子系统、多功能的并行运转，并能简单、灵活、快速切换；
- 采用参数化设计，建立完善的系统配置参数表以支持数据类型、属性结构的扩充；
- 支持插件式扩展，便于功能扩充升级；

火情监测子系统--功能要求

研制静止气象卫星自动火点判识模型，完善火点自动判识功能；改进亚像元估算方法，提供火点亚像元估算功能，提高火点面积和温度估算的精度，输出火点监测专题图、火点像元二值图、火点像元信息列表、火区信息列表。

- ▶ 火点判识
- ▶ 火点判识人工验证和修正
- ▶ 烟雾判识
- ▶ 亚像元火点面积估算
- ▶ 火点监测产品制作
- ▶ 火场动态变化分析
- ▶ 秸秆焚烧火点统计
- ▶ 火点多发区背景数据库

火点判识

- 利用FY-4扫描辐射计的中红外和远红外等波段数据，自动提取指定区域的火点信息。

火点判识人工验证和修正

- 由于不同时间太阳高度角不同，可见光反射率、中红外通道亮温都有不同，使用固定判识阈值有可能造成误判或漏判，为达到较高的火点判识精度，需要对火点判识结果进行人工验证和修正，去除误判，补充漏判，生成更精确的火点判识结果。

烟雾判识

- 本模块通过人机交互方式提取烟雾信息，估算烟雾区域面积和长度，生成烟雾区域二值图产品。

亚像元火点面积估算

- 利用火点判识功能模块生成的火点像元二值图、火点像元判识信息列表等数据，估算亚像元火点面积和温度，生成亚像元火点估算信息列表。

火点监测产品制作

- 利用多通道合成图、火点像元信息列表、亚像元火点信息列表、土地利用分类数据、行政边界数据等，制作生成各类火情监测产品，包括火情监测多通道合成图，火情监测专题图，火点强度图，火情监测信息列表等

火场动态变化分析

- 利用连续多时次火点像元监测信息，分析火场动态变化，包括火点的持续时间、日变化范围、蔓延方向、距离等，生成反映火点持续时间的图像、图形产品和信息列表产品。

秸秆焚烧火点统计

- 利用多时次火点像元信息列表和火点像元标记图，参考土地利用分类图和行政区划边界数据，按行政区划统计秸秆焚烧火点频次，制作日、旬、月、季等不同时间段的秸秆焚烧火点统计信息列表，生成秸秆焚烧火点分布图。

火点多发区背景数据库

- 利用风云三号极轨气象卫星、环境减灾星等较静止卫星分辨率高的卫星数据，提取东北、内蒙古、新疆北部、云南等火情高分区的植被覆盖度信息，建立具有风云四号图像格式火情高发区植被信息背景数据库，提高风云四号火情监测信息的精度。

火情监测子系统统一指标要求

- ▶ 火点信息提取自动处理时效为获取标称图数据后5分钟内完成；
- ▶ 火点信息自动提取精度在60%以上；
- ▶ 产品定位精度在1个像元以内；

火情监测子系统—产品规格

名称	描述	时效	频次	区域	空间分辨率	数据格式	备注
火点监测专题图产品	以不同颜色表示火点、过火区、烟雾等信息的图像。	获得L1数据60分钟内。	15分钟	中国区域为主，需要时包括境外	4km	图像	有火情事件时制作
火点像元二值图	表示火点像元的二值图栅格数据	获得L1数据60分钟内。	15分钟	中国区域为主，需要时包括境外	4km	图像	有火情事件时制作
火点像元信息列表	含火点像元经纬度、行政区划、火点强度、植被类型等信息	获得L1数据60分钟内。	15分钟	中国区域为主，需要时包括境外		文本	有火情事件时制作
火区信息列表	含火区中心经纬度、行政区划、明火区面积、植被比例等信息	获得L1数据60分钟内。	15分钟	中国区域为主，需要时包括境外		文本	有火情事件时制作

积雪监测子系统--功能要求

利用FY-4多通道数据，在日最大积雪指数合成基础上，建立积雪自动判识方法，通过人机交互检验和修正，生成日积雪覆盖产品以及积雪覆盖动态变化产品。利用某一时段内（旬、月或多月）日积雪覆盖产品集，统计指定时间段内像元出现积雪覆盖的天数或概率，生成积雪天数统计产品。

- 积雪信息自动提取
- 积雪信息人机交互修正
- 积雪覆盖动态变化监测
- 积雪天数统计
- 积雪监测产品制作

积雪监测子系统—指标要求

- 积雪自动提取精度在90%以上

积雪监测子系统—产品规格

名称	描述	时效	频次	区域	空间分辨率	数据格式	备注
单时次积雪覆盖	单次监测的积雪覆盖产品	15min	15min	全圆盘	4km	数据	10月-次年4月
日合成积雪覆盖	日积雪覆盖综合产品	15min	15min	全圆盘	4km	数据	10月-次年4月
积雪覆盖动态变化产品	积雪覆盖动态变化结果文件	15min	15min	全圆盘	4km	数据	10月-次年4月
积雪天数统计产品	积雪天数统计结果文件	15min	1次/旬（月、多月）	全圆盘	4km	数据	10月-次年4月
积雪监测多通道合成图	赋予行政边界、注释信息的多通道合成图	15min	15min	全圆盘	4km	图像	10月-次年4月
单时次积雪监测专题图	赋予行政边界、注释信息的积雪监测专题图	15min	15min	全圆盘	4km	图像	10月-次年4月
日合成积雪监测专题图	赋予行政边界、注释信息的积雪监测专题图	30min	日	全圆盘	4km	图像	10月-次年4月
多日积雪覆盖统计专题图	赋予行政边界、注释信息的积雪专题图	2小时	多日（用户指定）	全圆盘	4km	图像	10月-次年4月
积雪覆盖面积	像元积雪覆盖总面积	30min	15min/日/旬/月/冬季			数据	10月-次年4月

干旱监测子系统--功能要求

利用FY-4多通道L1级、L2级云检测产品、常规观测的土壤湿度数据、高程数据、土地利用数据等数据，生成地表增温幅度数据，与常规观测的土壤湿度数据建立匹配样本，通过统计回归分析方法建立统计模型，反演中国范围的土壤相对湿度。

- ▶ 常规观测资料处理：建立反演所用的地基土壤湿度观测数据集
- ▶ 基础数据处理：通道提取、丢线及噪声信号判识、几何校正等
- ▶ 增幅数据生成
- ▶ 土壤湿度反演
- ▶ 干旱监测产品处理生成

干旱监测子系统统一指标要求

- ▶ 干旱监测子系统产品生成处理过程的响应时间小于10分钟；
- ▶ 反演土壤湿度精度应与极轨卫星同类产品精度相当，约70%。

干旱监测子系统—产品规格

名称	描述	时效	频次	区域	空间分辨率	数据格式	备注
日土壤湿度反演数据	日土壤湿度反演数据	60min	1次/天	中国区域	4km	数据	
侯土壤湿度反演数据	侯土壤湿度反演数据	60min	1次/侯	中国区域	4km	数据	
旬土壤湿度反演数据	旬土壤湿度反演数据	60min	1次/旬	中国区域	4km	数据	
旬干旱监测图像	旬干旱监测	15min	1次/旬	中国区域	4km	图像	

能量平衡监测子系统--功能要求

采用FY-4卫星L1级数据、L2级云检测、L2级地表比辐射率、L2级地表温度、L2级地表上行长波辐射和地表下行长波辐射、L2级地表入射太阳辐射和地表反照率以及其它辅助资料如拖曳系数、高程数据和常规观测数据，基于局地能量平衡的原理，生成地表（日/旬）净辐射、显热通量、实际蒸散、相对蒸散等产品。

- ▶ 地方时合成
- ▶ 空气温度和平均风速计算
- ▶ 地表显热通量计算
- ▶ 地表蒸散计算

能量平衡监测子系统统一指标要求

- ▶ 地表蒸散产品精度：与同时段的卫星数据利用商用软件生成能量平衡产品相比，趋势达到一致，数值接近。

能量平衡监测子系统—产品规格

名称	描述	时效	频次	区域	空间分辨率	数据格式	备注
空气温度产品	空气温度	60min	1次/天	中国区域	4km	数据	
地表显热通量	地表显然通量	60min	1次/天	中国区域	4km	数据	
地表蒸散	地表蒸散数据	60min	1次/天	中国区域	4km	数据	
地表相对蒸散	地表相对蒸散数据	60min	1次/天	中国区域	4km	数据	



谢

谢!

