

风云卫星资料在 多维实况分析与再分析中的应用

国家气象信息中心

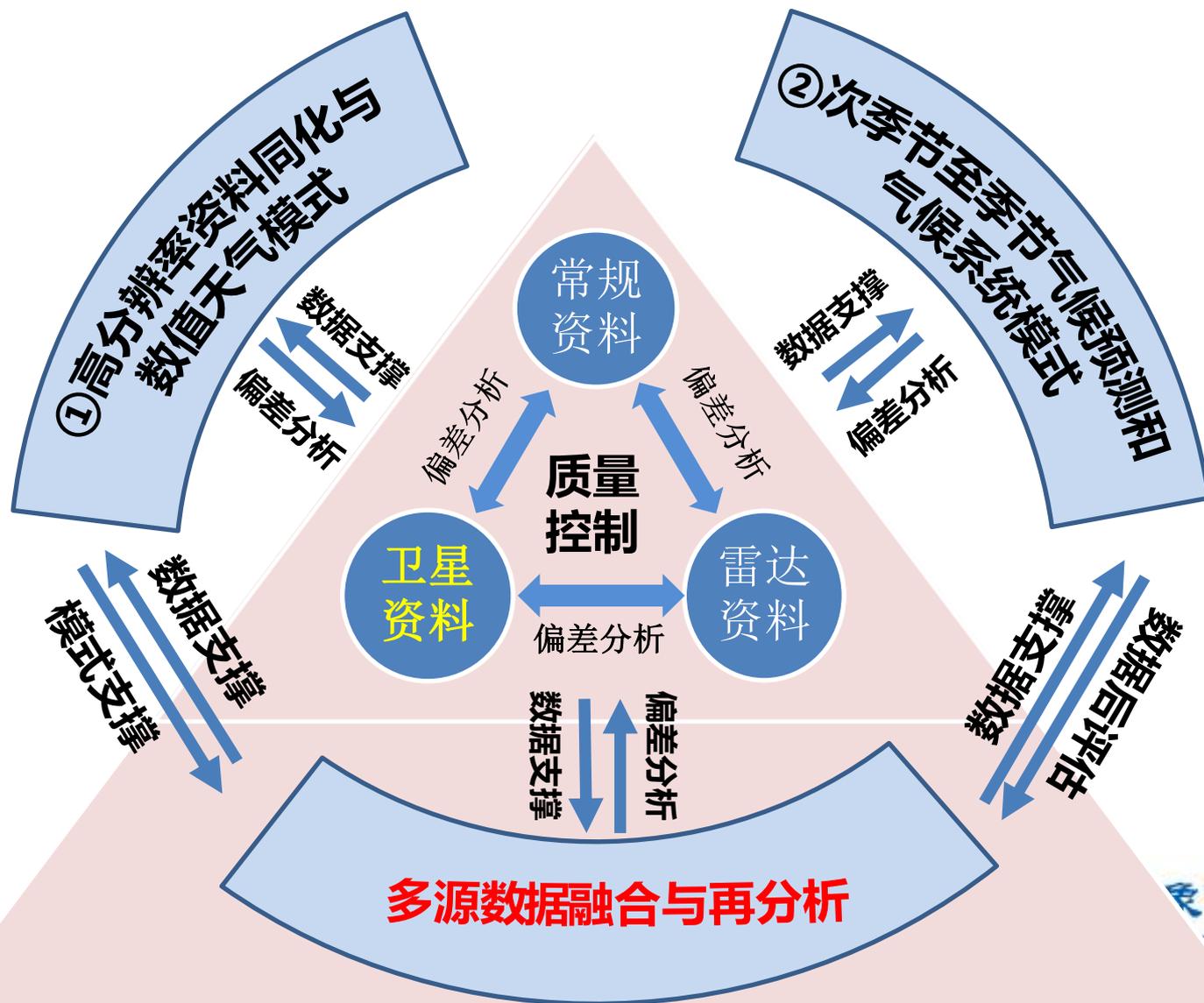
2018年11月13日



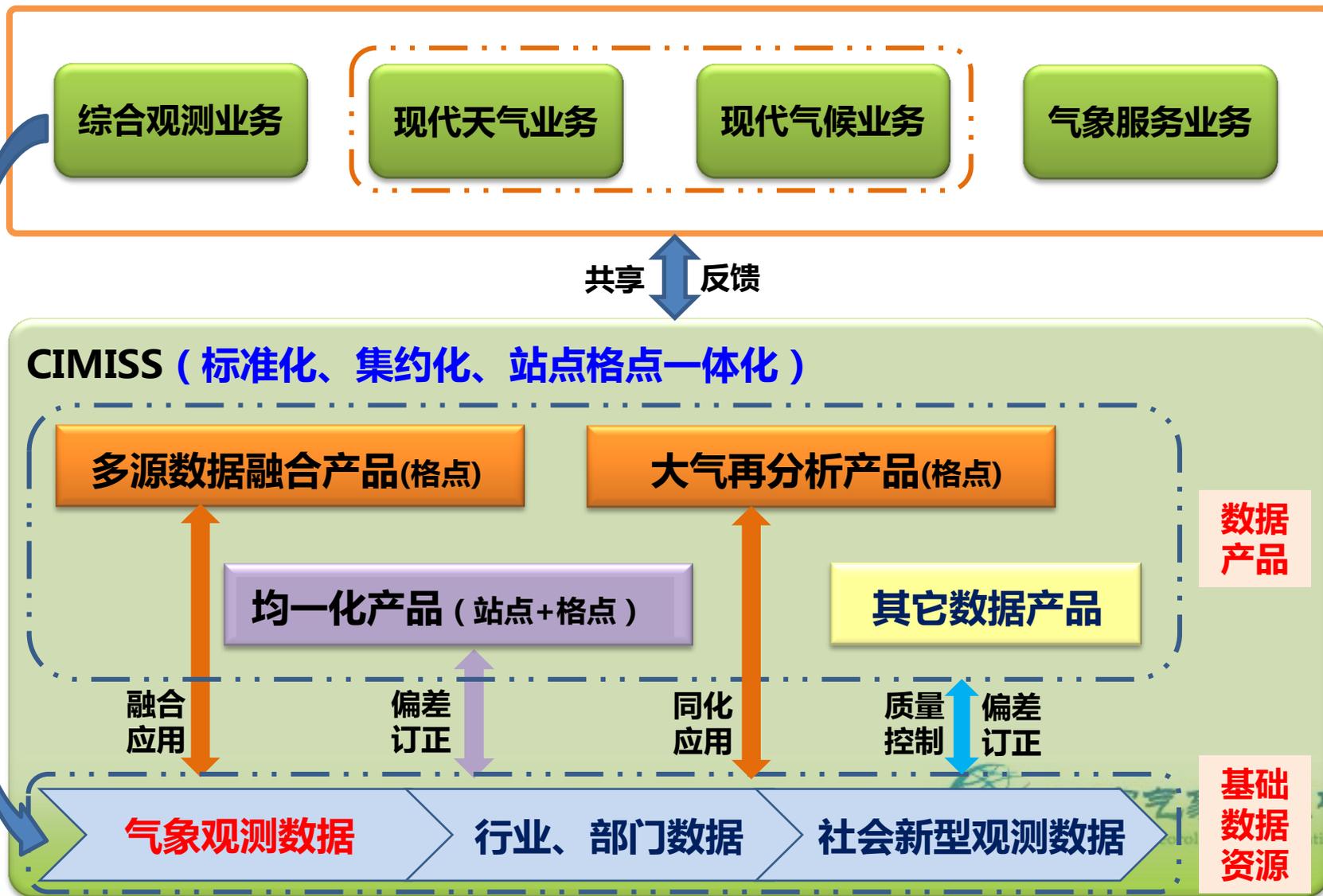
国家气象信息中心

National Meteorological Information Center

CMA三大核心攻关任务及相互关系



智慧气象对资料业务的新要求



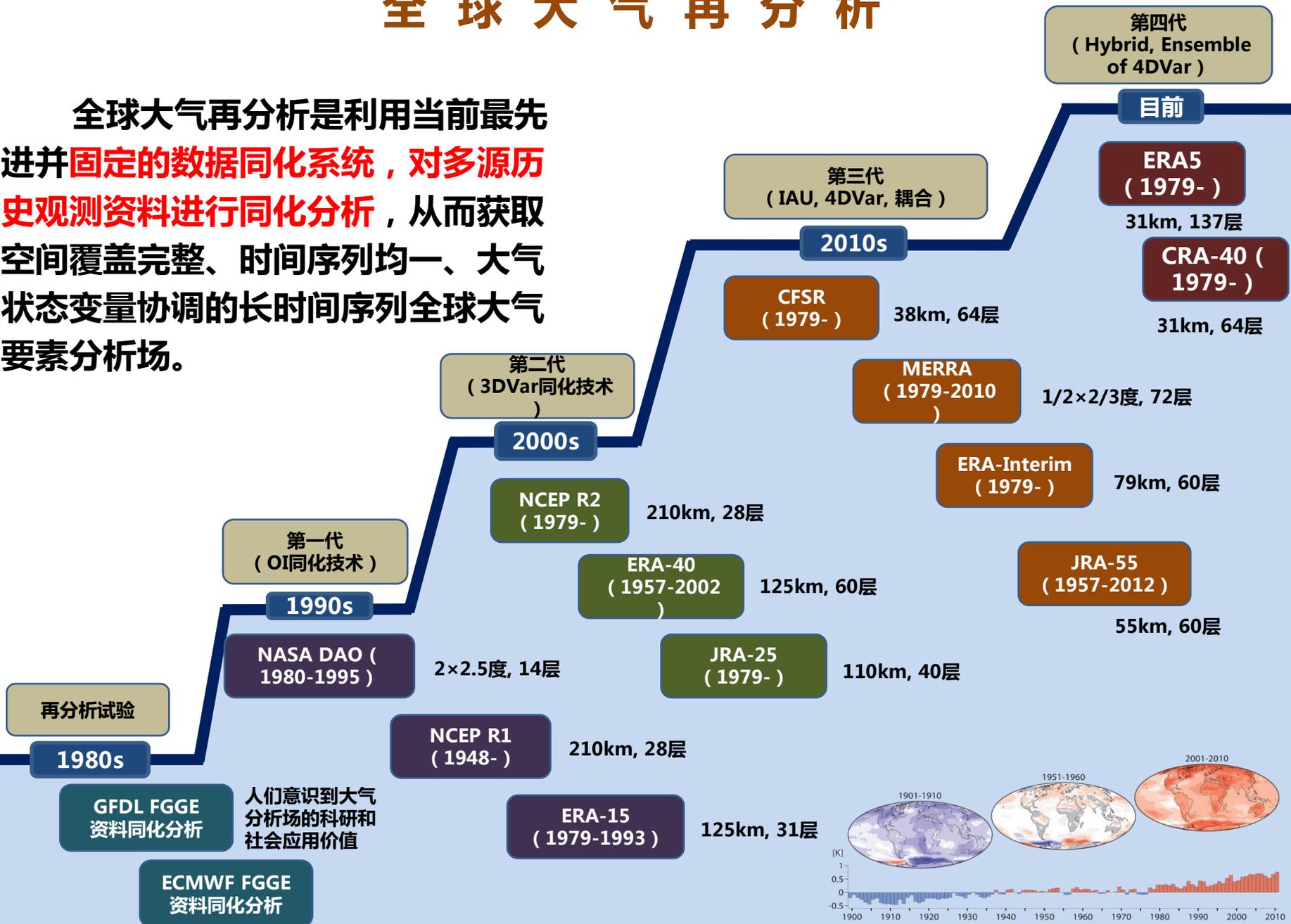
报告提纲

- 一、风云卫星资料在全球大气再分析中的应用
- 二、风云卫星资料在多维实况分析中的应用
- 三、下一步工作



全球大气再分析

全球大气再分析是利用当前最先进并**固定的数据同化系统**，对**多源历史观测资料进行同化分析**，从而获取空间覆盖完整、时间序列均一、大气状态变量协调的长时间序列全球大气要素分析场。



全球大气再分析任务与目标

40年 (1979 - 2018) 历史数据集

- 观测数据集 (常规 , 卫星 , 等等)
- 再分析数据集: CMA Reanalysis (CRA-40) , ~ 30km分辨率
- 再分析不确定性数据集 : 集合成员 (代表分析的概率密度函数)

质量水平 :

- 总体超过国际上第二代 (如ERA-40,NCEP-DOE R2)
- 中国区域接近国际第三代水平 (如ERA-Interim, 美国CFSR/MERRA , 日本JRA-55)

业务系统 : 建立大气再分析业务系统

- CRA-40建成后 , 再分析系统能够准实时连续运行
- 形成可持续发展的能力 , 为下一代再分析做准备



全球大气再分析发展思路

基本思路：

- 升级GSI-3DVar到NCEP最新GSI_Hybrid+EnKF同化系统
- 加强常规资料质量控制，**同化更多卫星资料**
- **用好中国特有的气象资料**

- 准备阶段（2014~2016）
T639/GFS+GSI_Hybrid系统；观测资料
- 实施阶段（2016~2019）
CRA-Interim（试制）；产品评估；
CRA-40（批量）



研制出10年全球大气再分析中间产品

基于GFS/GSI三维变分同化系统，研制完成10年全球大气再分析中间产品。

□ 主要指标：

➤ 序列长度

2007.01 ~ 2016.12

➤ 时空分辨率

水平分辨率：T574 (~ 34km)

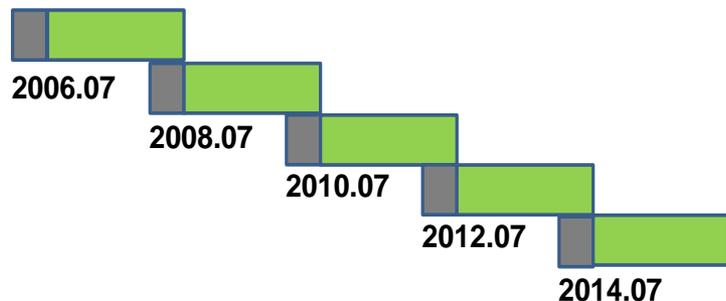
垂直层次：64层，模式层顶0.27hPa

时间分辨率：逐6小时

➤ 模式与同化系统

GFS/GSI-3DVar

➤ 采用5段并行生产策略



□ 同化的观测资料

-探空与地面: CFSR + 更多中国资料

-对全球探空温度进行了偏差订正 (EC)

-飞机报: CFSR + Met Office + 中国实时库, 飞机报温度用了变分偏差订正

-同化重处理的云导风、GPS-RO、卫星反演洋面风

-卫星亮温资料来自 CFSR (2014年之前) 和 GDAS (2015之后)

同化的卫星亮温资料

AMSU-A

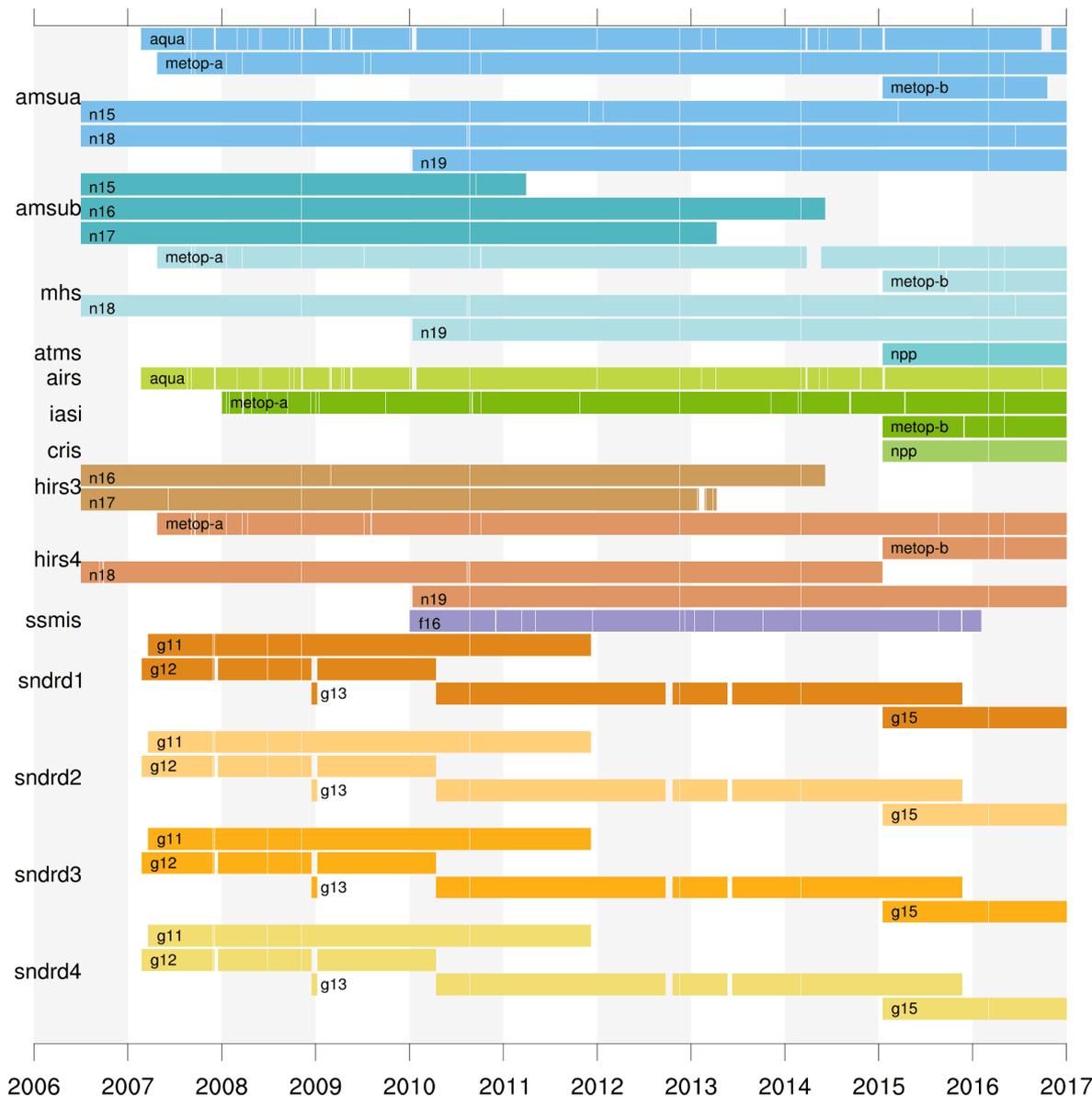
AMSU-B

MHS

AIRS

IASI

.....



同化的常规资料和卫星反演产品

云导风

洋面风

GNSS掩星

O₃

•••••



完成10年全球大气再分析中间产品

中国气象局预报与网络司

气预函（2018）23号

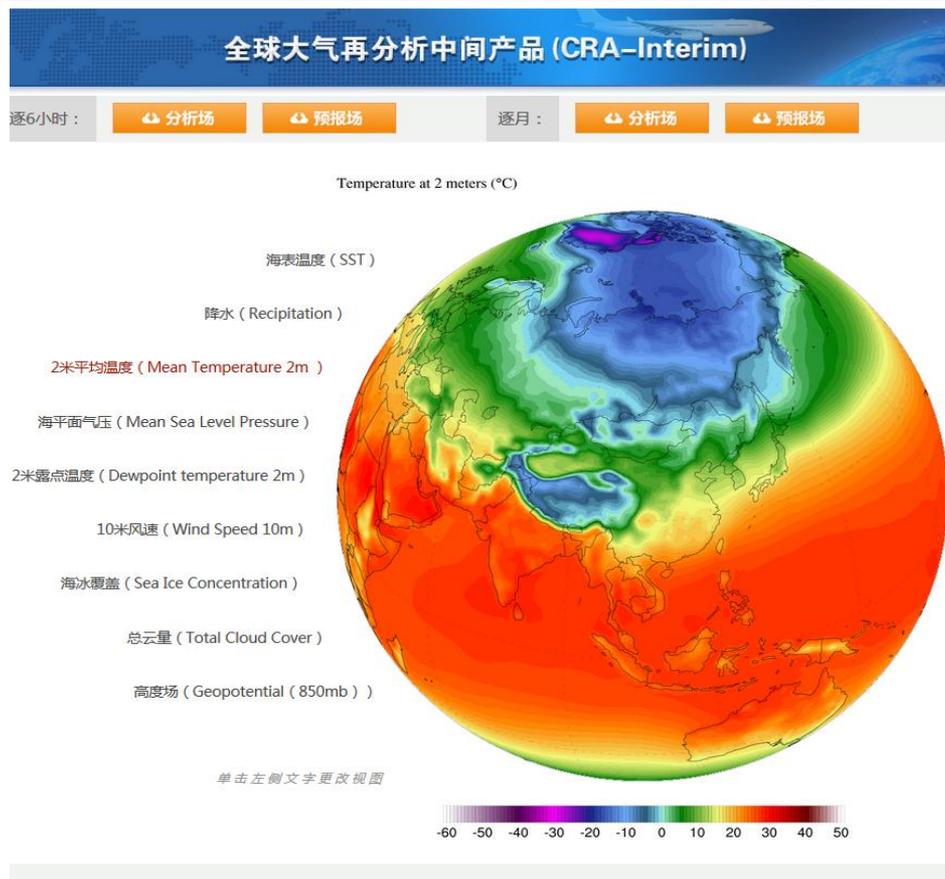
预报司关于中国全球大气再分析产品 （CRA-Interim）业务准入的通知

各省（区、市）气象局，各直属业务单位：

由国家气象信息中心牵头，多部门、多单位共同研制开发的“中国全球大气再分析中间产品（CRA-Interim, 2007-2016年）”，已通过我司组织的业务准入评审。根据《气象数据产品业务化管理办法（试行）》（气预函〔2016〕66号）规定，经研究，同意CRA-Interim产品向各省（区、市）气象局、各直属单位提供应用。

专家评估意见：

CRA-Interim与国际主流全球大气再分析产品（CFSR、JRA-55、ERA-Interim）具有很好的可比性，且总体上优于CFSR。



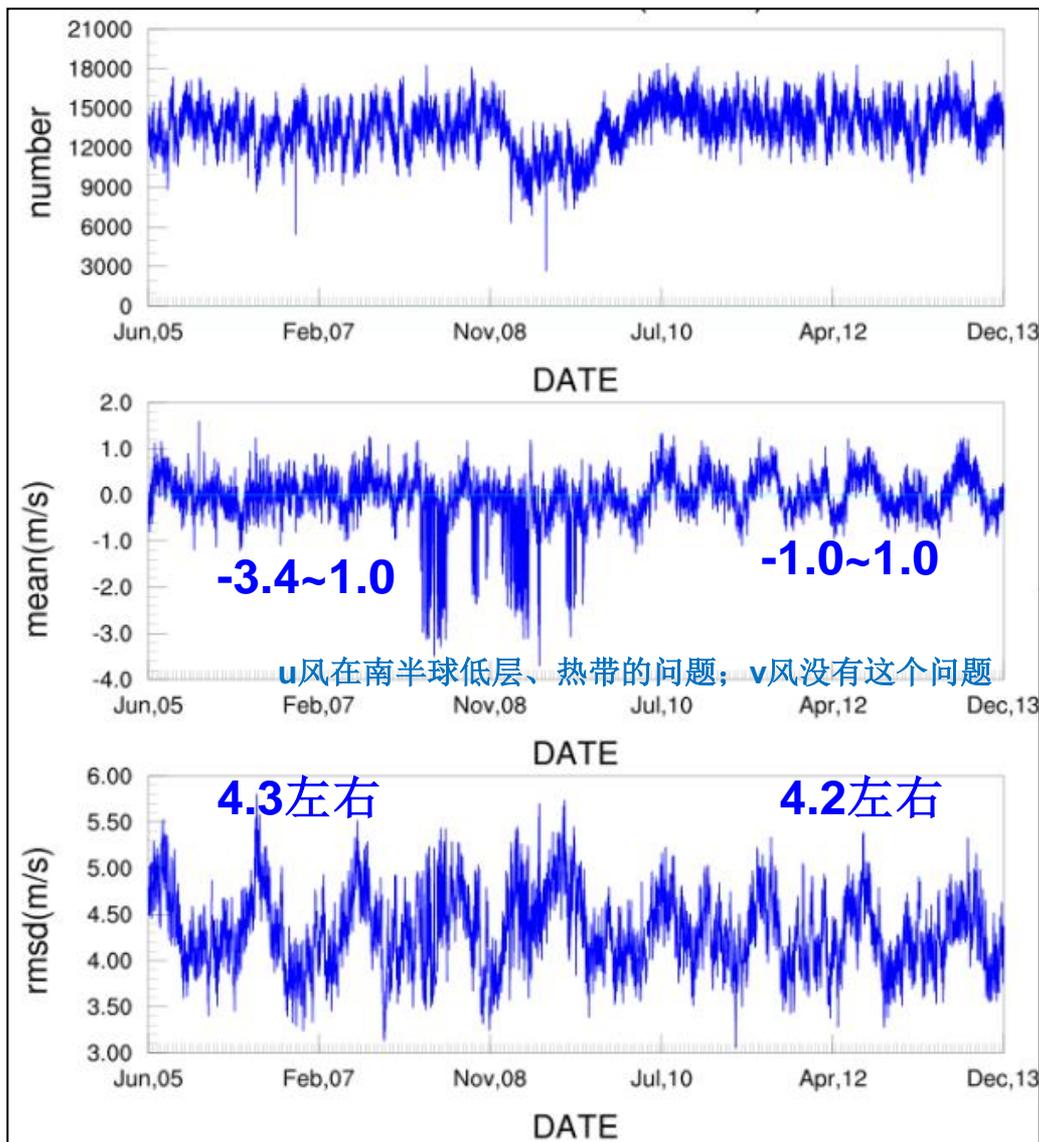
- 提供气科院、气象中心、气候中心、卫星中心等单位评估试用。
- 通过业务内网提供气象部门内部使用。

CRA-40将同化的卫星资料

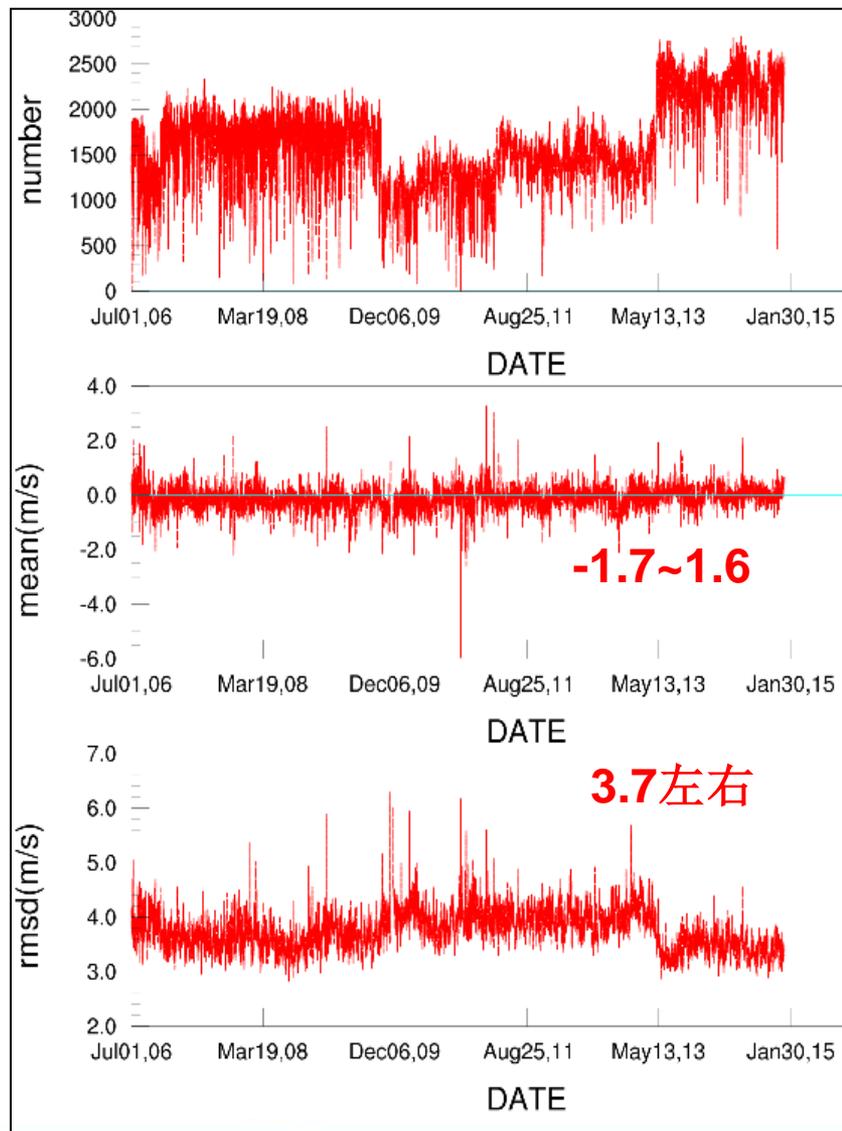
类型	子类型	CRA-Interim	CRA-40
TOVS/ ATOVS	SSU/MSU	无	NOAA 6-8 , NOAA 9-14
	AMSUA/ AMSUB/MHS	NOAA 15-19 , AQUA , MetOp A/B	NOAA 6-8 , NOAA 9-14 , NOAA 15-19 , AQUA , MetOp A/B , FY-3C
	HIRS2/HIRS3 /HIRS4	NOAA 15-19 , AQUA , MetOp A/B	NOAA 6-19 , AQUA , MetOp A/B
	ATMS	NPP	NPP
高光谱	AIRS	AQUA	AQUA
	IASI	MetOP	MetOP
	CRIS	NPP	NPP
GPS-RO	GPS-RO	CFSR	COSMIC重处理产品、FY-3C
反演产品	AMV	国际重处理产品、CFSR	国际重处理产品、CFSR、 FY-2C、FY-2E
	洋面风	ASCAT、WindSAT、 QuikSCAT	ASCAT、WindSAT、QuikSCAT、 ERS-1&2、OSCAT

FY-2红外通道AMV质量评估（以ERA-Interim再分析场为参照）

FY-2C/E AMV (IR, u)



MTSAT-1R/2 AMV (IR, u)

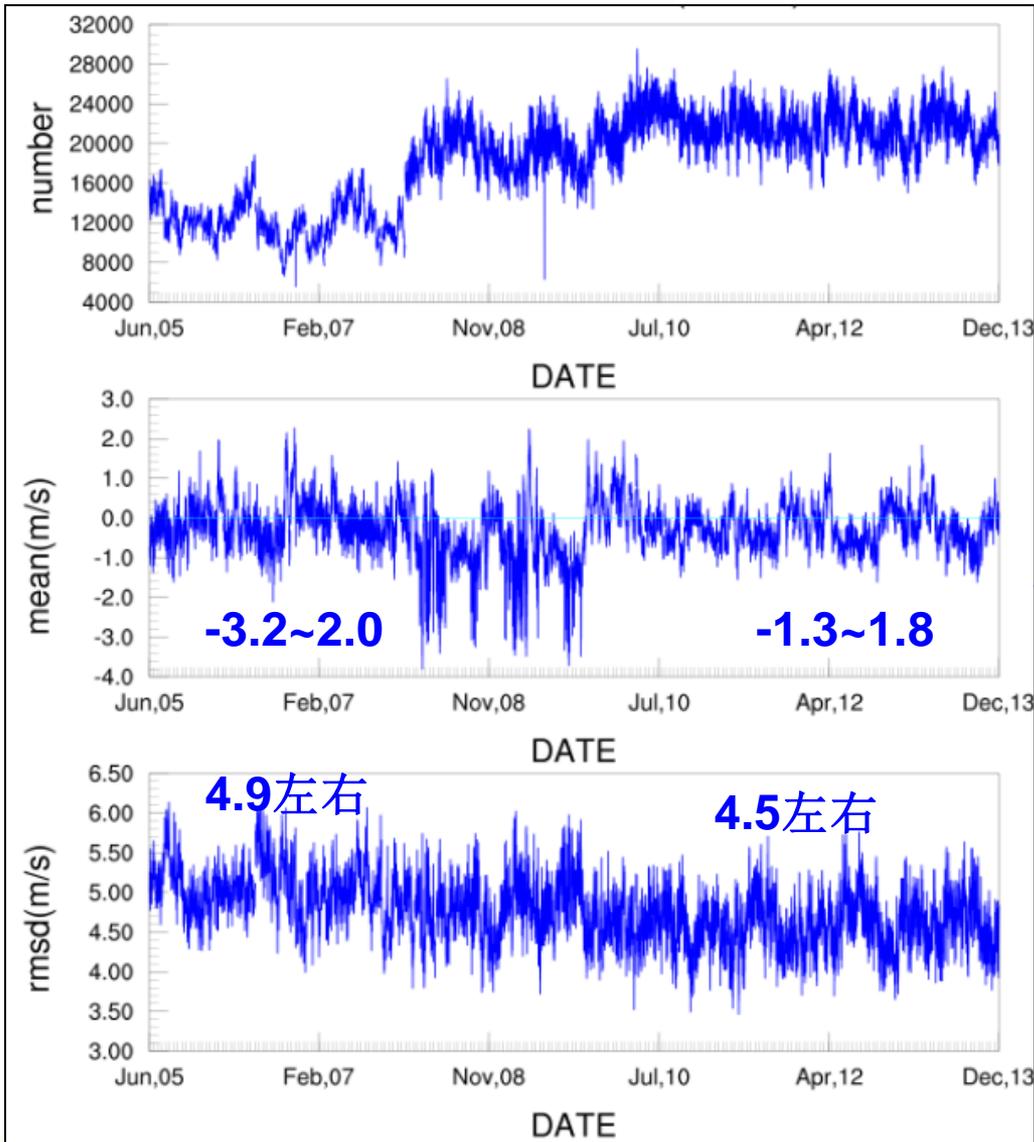


200506-201312

200607-201412

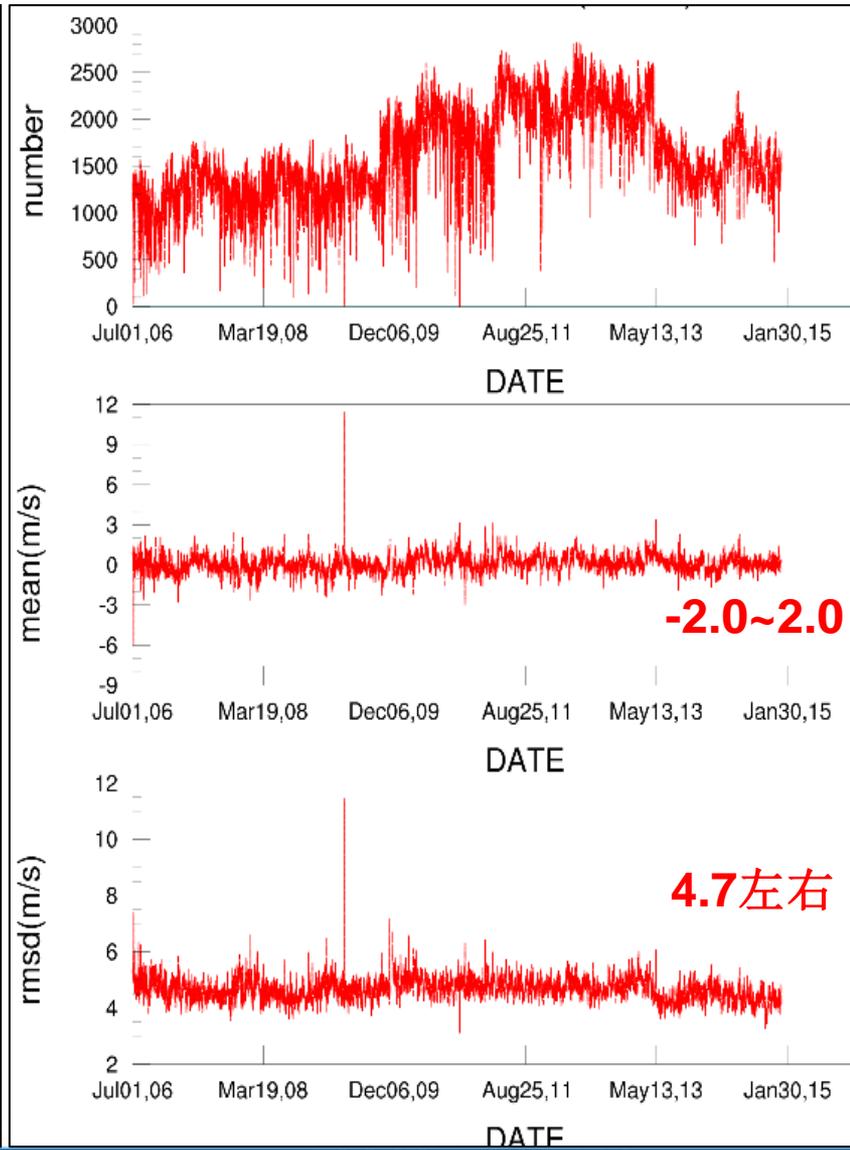
FY-2水汽通道AMV质量评估 (以ERA-Interim再分析场为参照)

FY-2C/E AMV (WV, u)



200506-201312

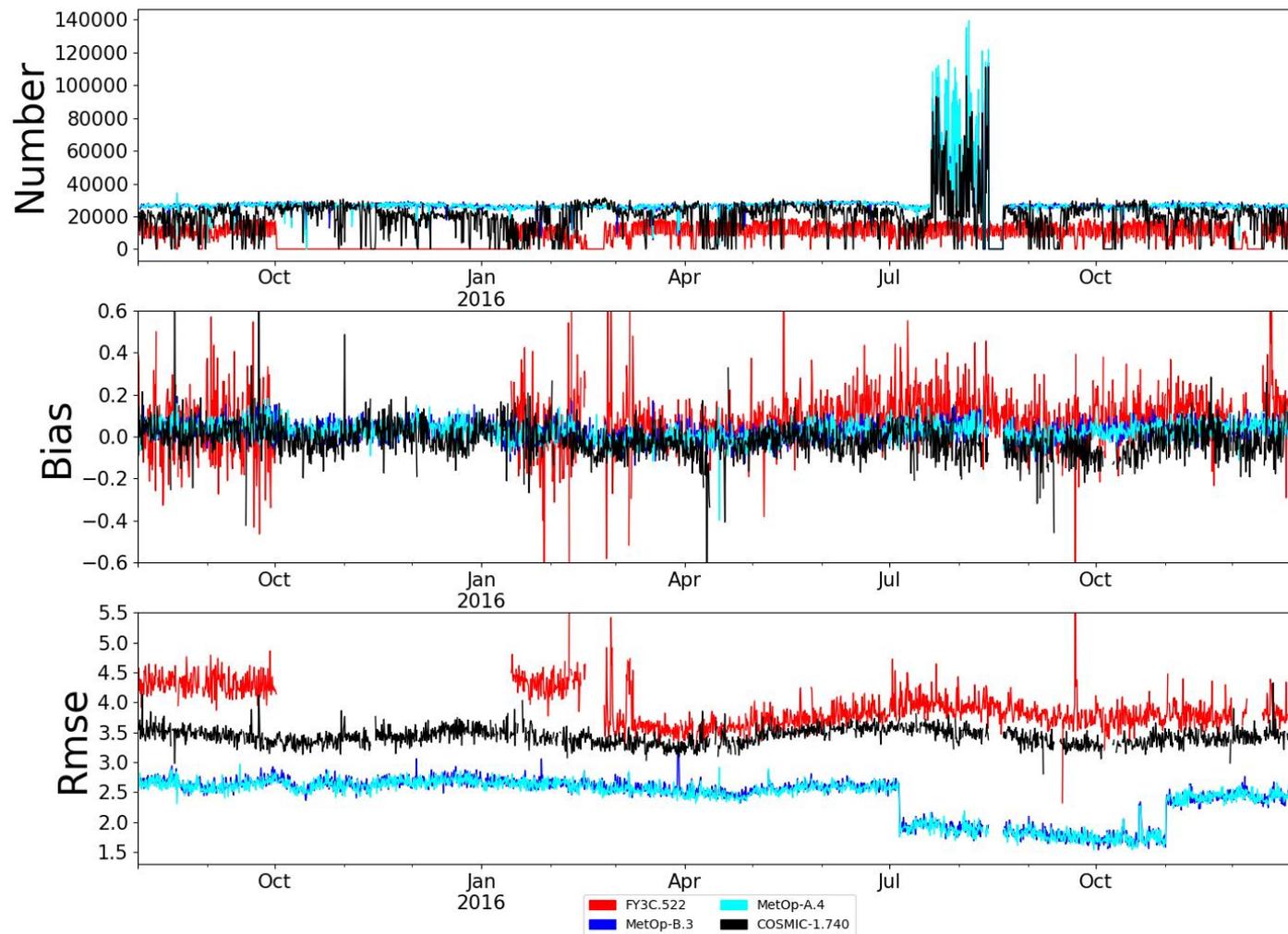
MTSAT-1R/2 AMV (WV, u)



200607-201412

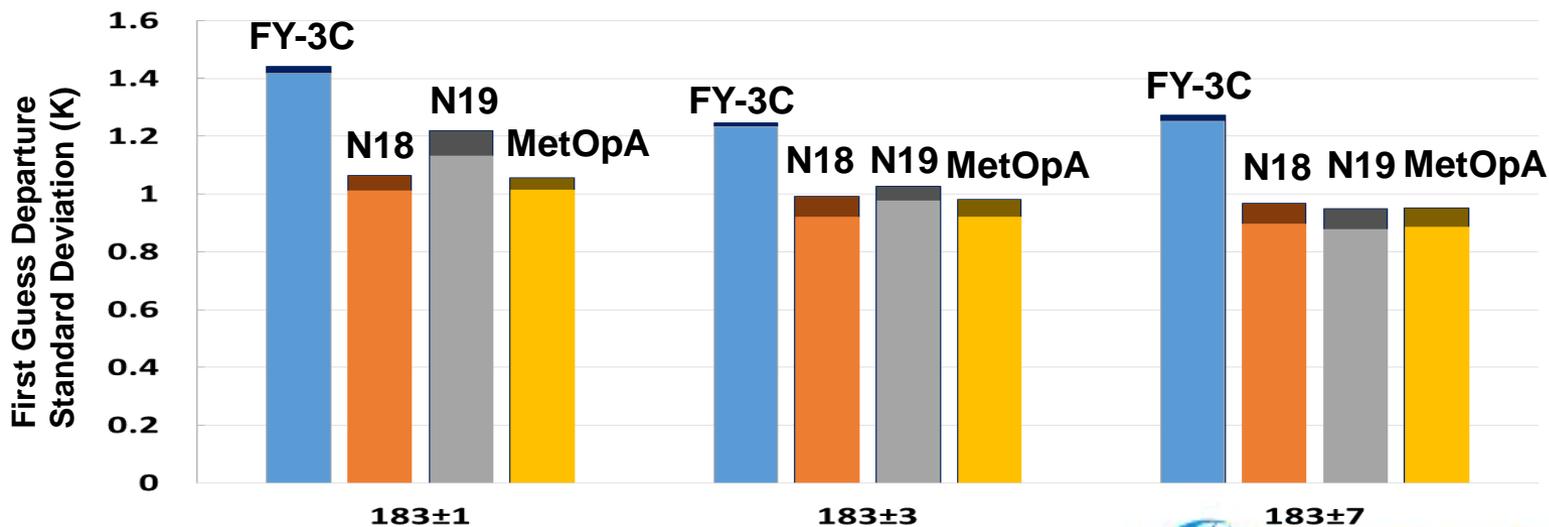
FY-3C GNSS掩星折射角质量评估

2015080100-2016123118
FY3C GNSS RO vs GDAS GPS RO



FY-3C MWHTS质量评估

中心频率(GHz)	MWHTS	MHS	主要用途
183.31 ± 1	CH11	CH3	450hPa湿度
183.31 ± 1.8	CH12	/	500hPa湿度
183.31 ± 3	CH13	CH4	600hPa湿度
183.31 ± 4.5	CH14	/	700hPa湿度
183.31 ± 7	CH15	CH5/190.311	800hPa湿度



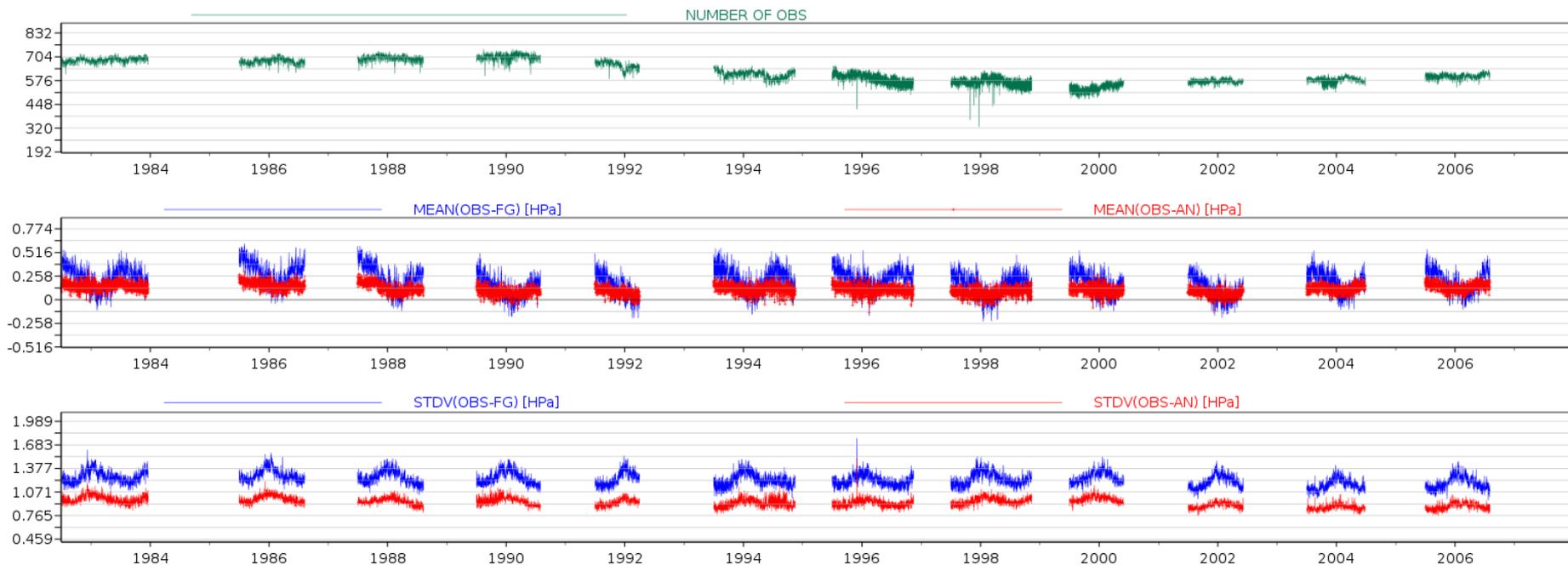
201401-201406



国家气象信息中心
National Meteorological Information Center

正在生产40年全球大气再分析产品 (CRA-40)

TIME SERIES OF AREA AVERAGES : PRESSURE (AREA = GLOBAL)
FROM RAWINSONDE(120)
LEVEL = ALL LEVELS TIMES = Every 00 12



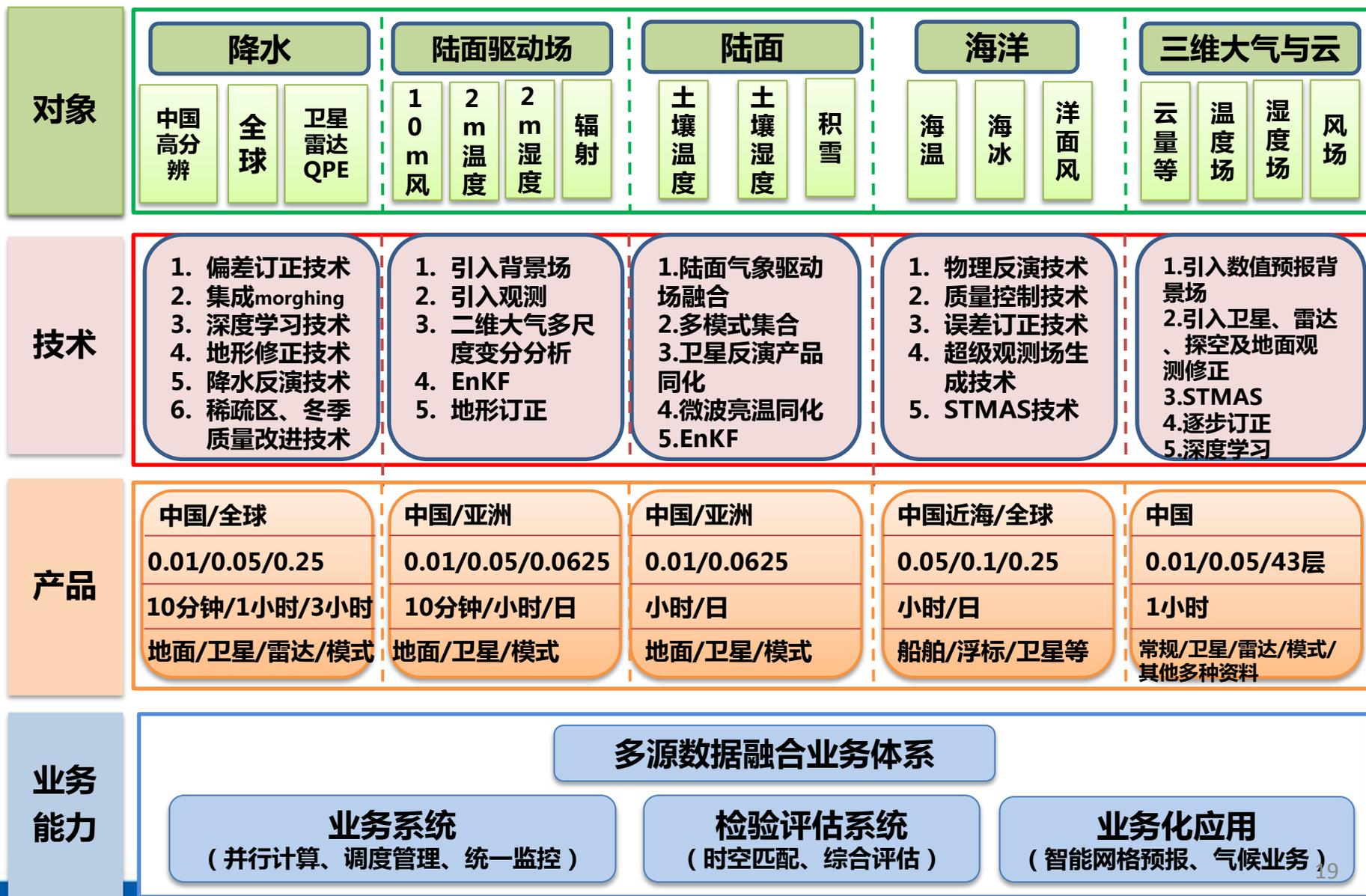
国家气象信息中心
National Meteorological Information Center

报告提纲

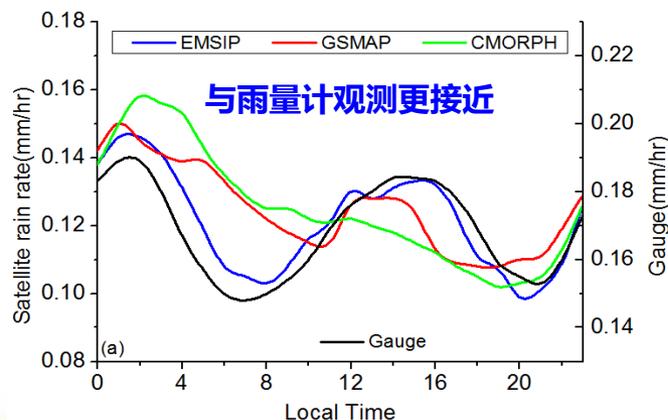
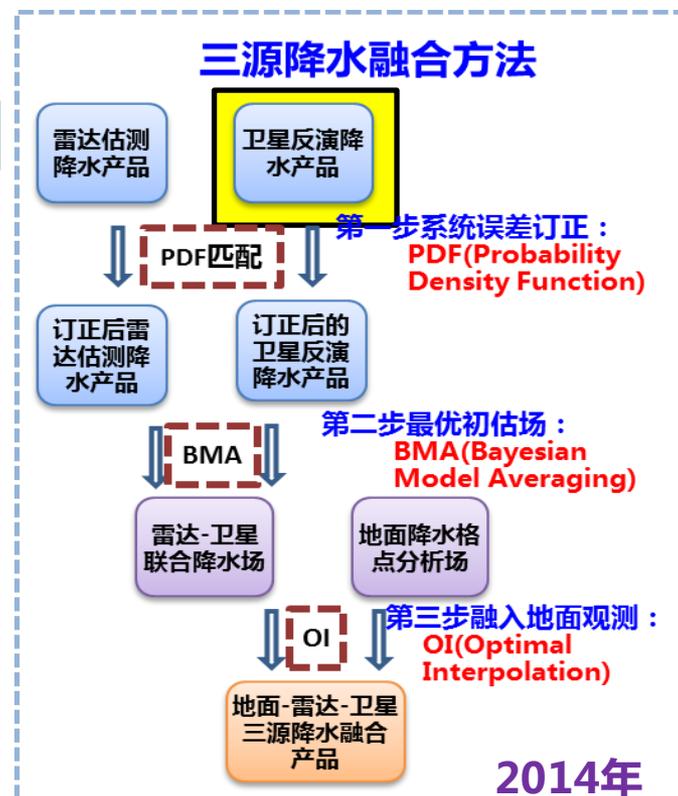
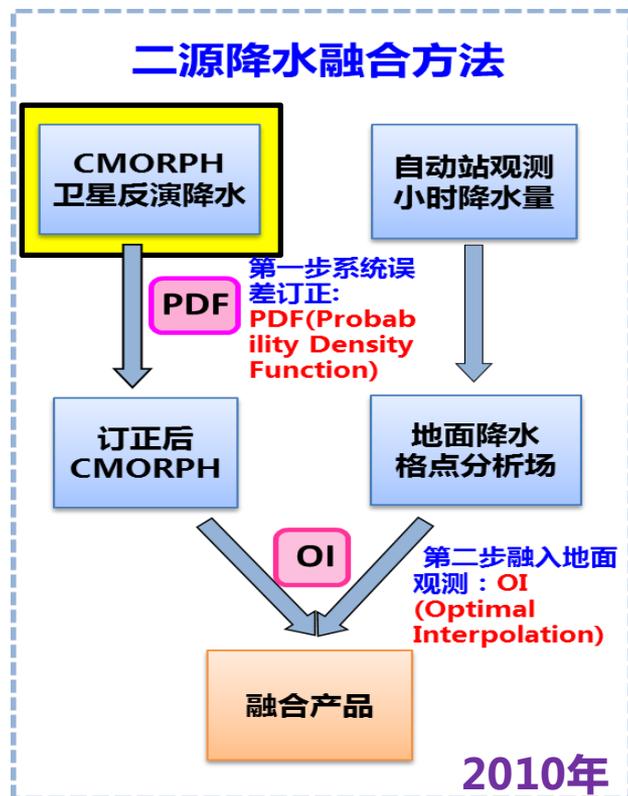
- 一、风云卫星资料在全球大气再分析中的应用
- 二、风云卫星资料在多维实况分析中的应用
- 三、下一步工作



多维实况分析总体设计

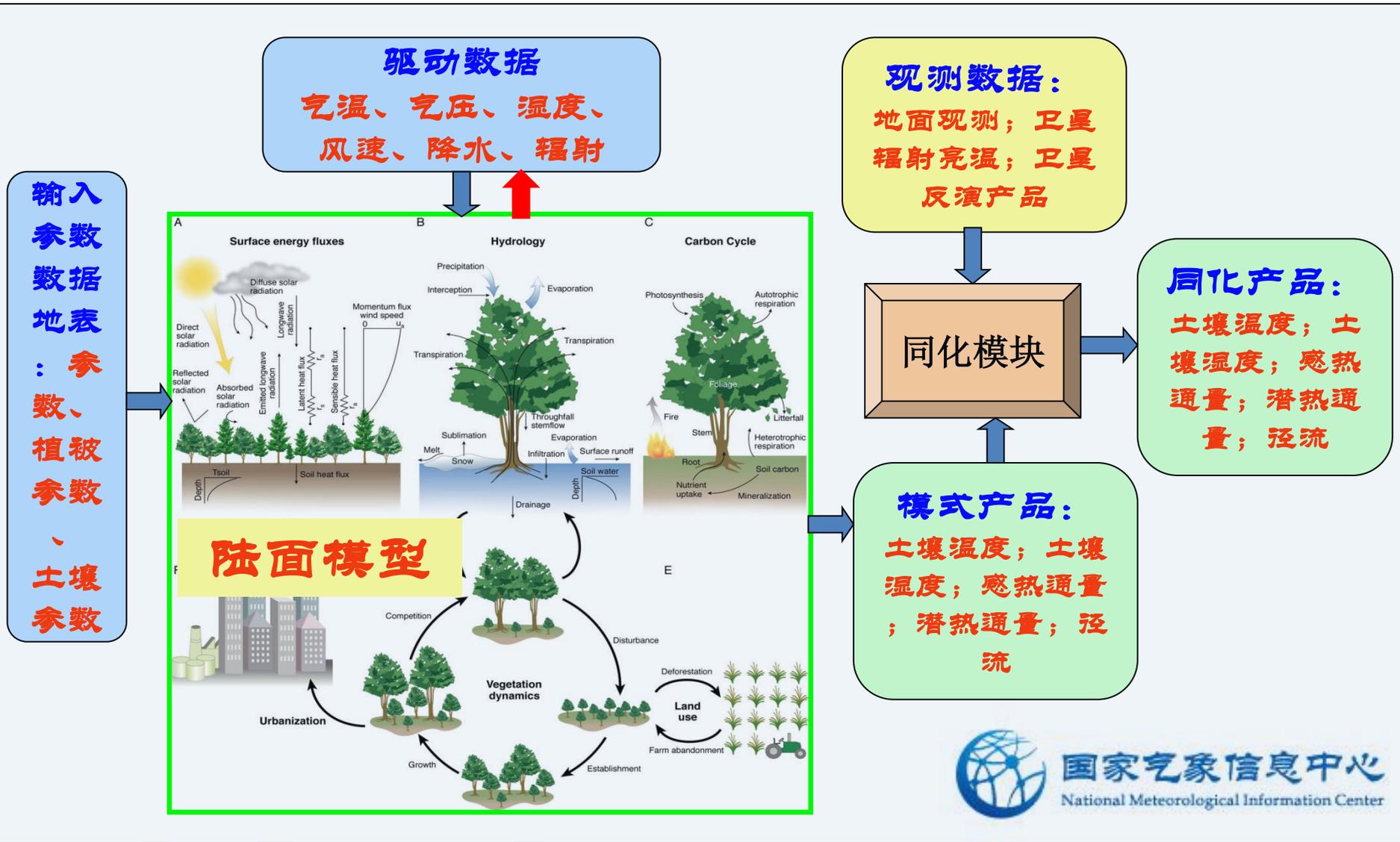


风云卫星资料是多源降水融合分析的重要数据源



国家气象信息中心
National Meteorological Information Center

风云卫星资料在陆面分析中的应用



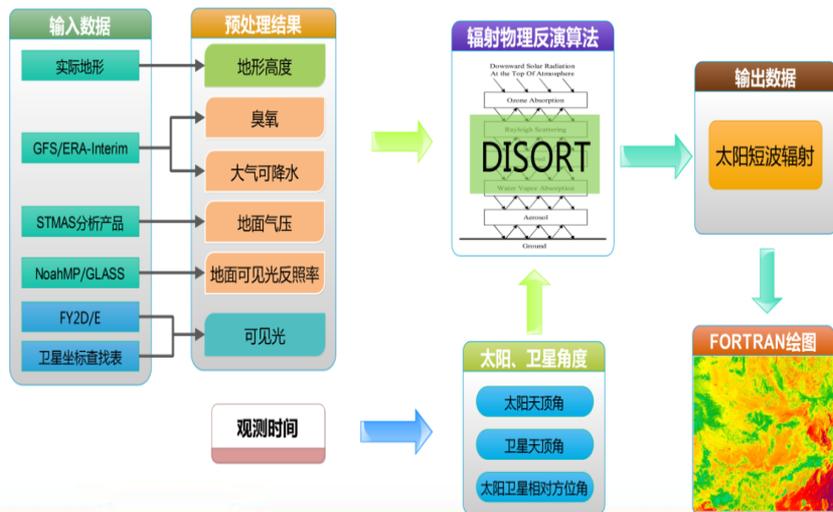
陆面分析：短波辐射产品

地面入射短波辐射驱动数据遥感反演实现

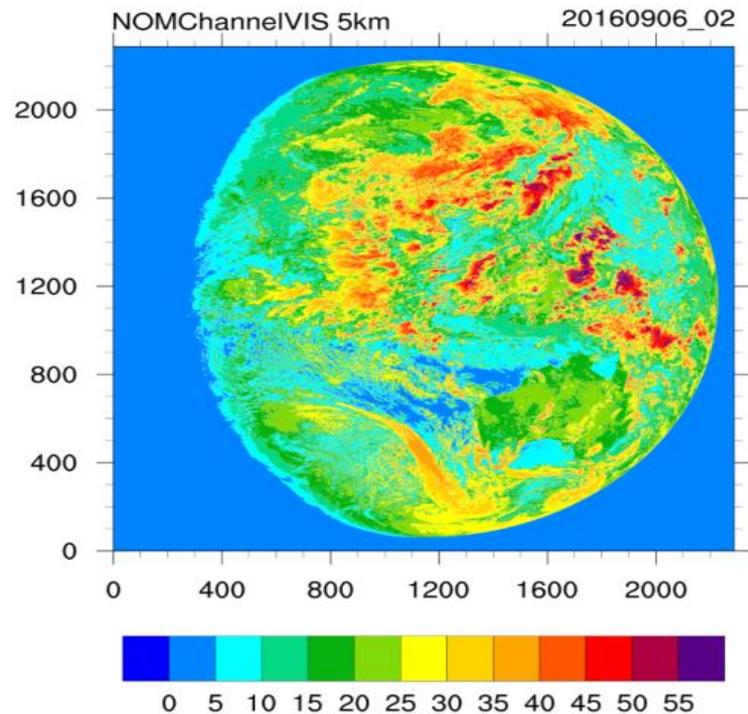
关键过程

数据与方法

- ① 辐射传输模型参数获取
读取GFS数值分析产品中的臭氧、大气可降水、地面气压、地面可见光反射率等参数
- ② VIS通道遥感数据获取
读取FY2G卫星全圆盘标称图5km VIS通道数据
- ③ 地面入射短波辐射反演
采用离散纵坐标法，并行计算地表入射短波辐射
- ④ 反演结果输出
以NetCDF格式输出反演结果



FY2G/VIS全圆盘标称图



陆面同化：FY3C土壤湿度的同化——前处理

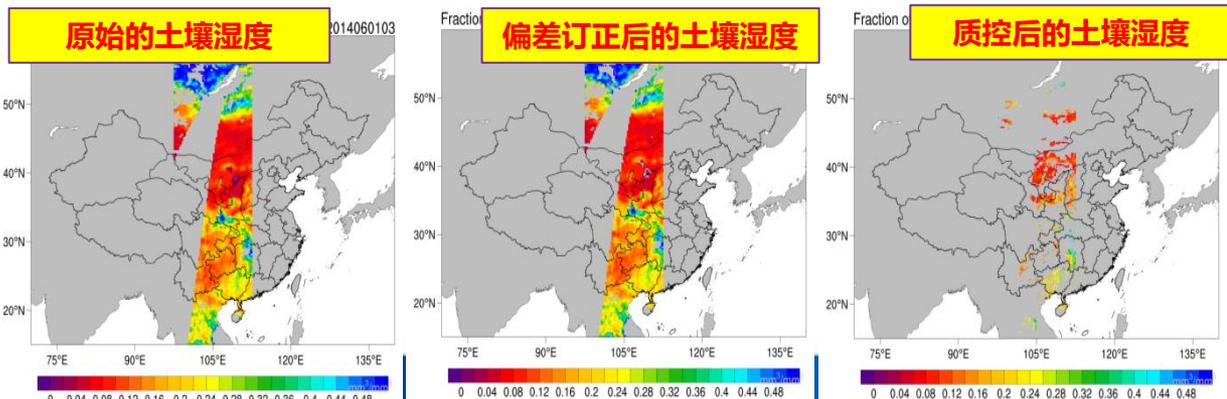
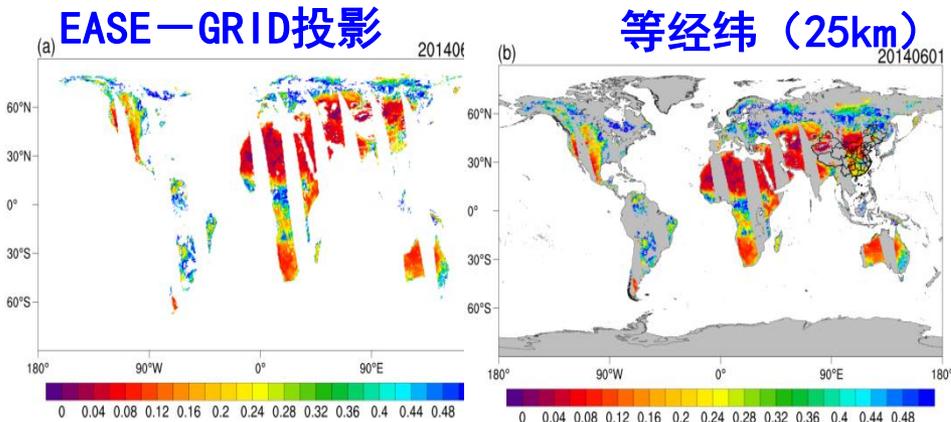
FY3C土壤湿度的前处理：

- 1、投影转换；
- 2、偏差订正，采用累积概率密度匹配CDF： $cdf_m(x') = cdf_s(x)$
- 3、质量控制，对降水、冻土、积雪、植被较为茂盛等区域以及O-B进行严格质控；

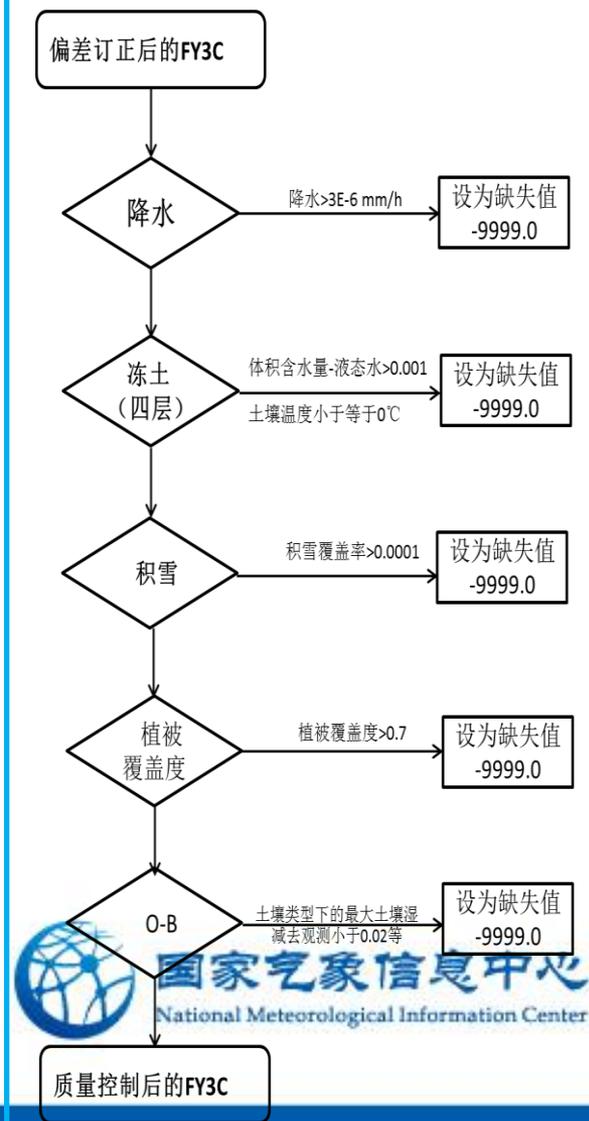
土壤湿度：投影转换

FY-3C Soil Moisture Ascending

FY-3C Soil Moisture Ascending



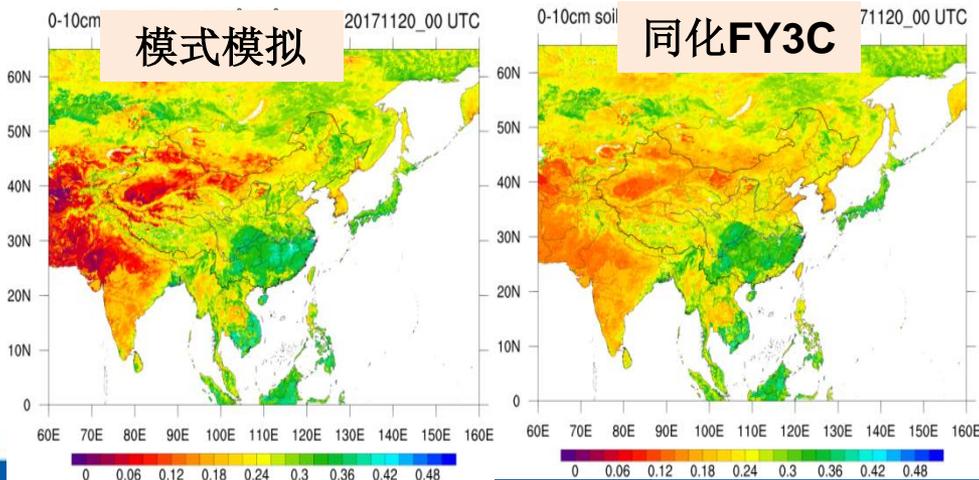
质量控制流程



陆面同化：FY3C土壤湿度的同化——评估

同化方法：EnKF 陆面模式：Noah-MP

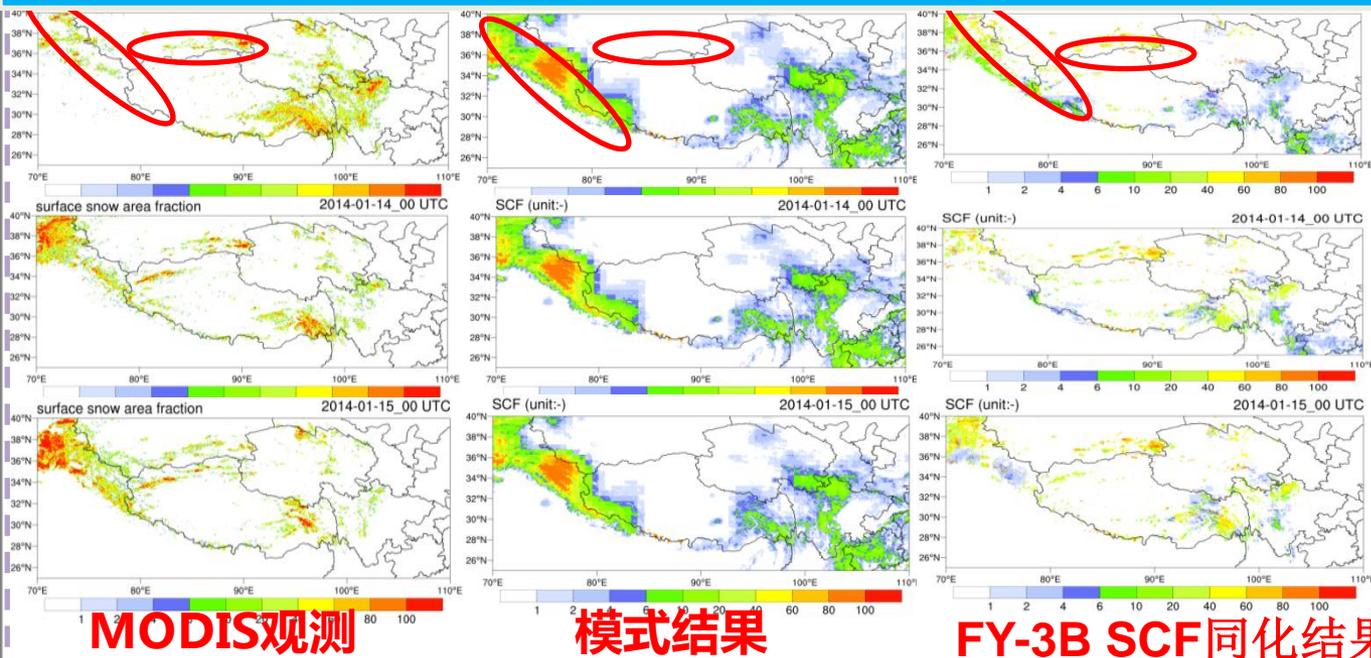
	偏差 ($m^3 m^{-3}$)	均方根 误差 ($m^3 m^{-3}$)	相对 偏差
Openlo op	0.0105	0.0545	9.7%
同化	0.0038	0.0524	8.5%



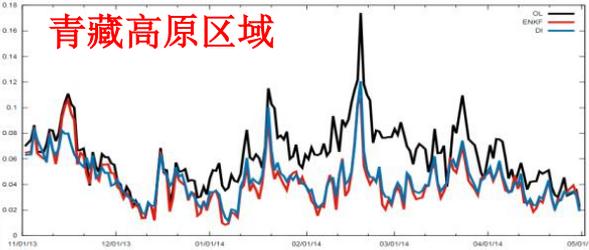
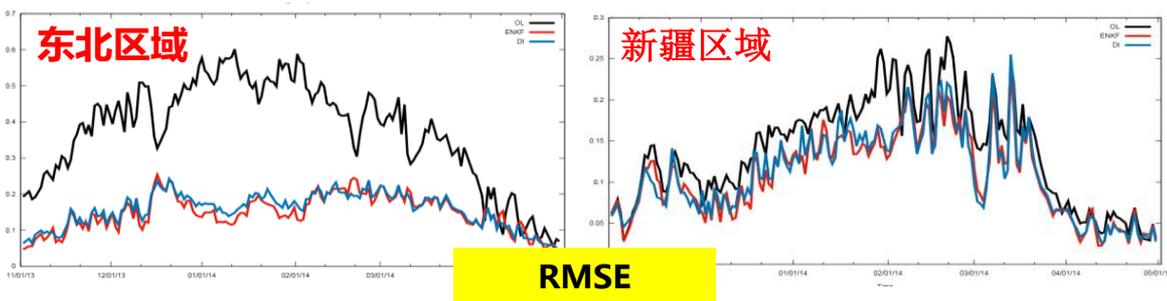
	偏差 ($m^3 m^{-3}$)		均方根 误差 ($m^3 m^{-3}$)		相对 误差	
	Open loop	同化	Open loop	同化	Open loop	同化
东北	0.029	0.024	0.054	0.054	21.3%	19.6%
华北	0.024	0.025	0.055	0.053	22.0%	23.0%
江淮	-0.009	-0.013	0.054	0.052	-0.4%	-0.9%
东南	0.023	0.0018	0.052	0.049	10.9%	3.8%
西北东部	0.026	0.020	0.055	0.054	22.1%	19.1%
西南	0.015	0.001	0.054	0.052	8.3%	3.8%
西北西部	-0.020	-0.020	0.057	0.051	-1.2%	-1.2%
青藏高原	0.033	0.033	0.063	0.063	23.6%	23.6%

陆面同化：FY3B积雪覆盖率的同化与评估

2014年1月13-15日在青藏高原喜马拉雅山脉发生降雪
(左图：积雪覆盖率)



2013年11月至2014年4月有雪期主要积雪区RMSE的时间序列图
(右图：积雪覆盖率)



红线：集合卡尔曼滤波EnKF
黑线：模式模拟 Openloop
蓝线：直接插值同化方法 DI

风云卫星资料在SST融合分析中的应用

(1) 基本属性：

要素：海表温度

空间分辨率/范围：

25km：全球

时间分辨率：逐日

输入数据：浮标、船舶观测海表温度

FY-3C/VIRR海温反演产品

METOP-B/AVHRR 海温反演产品

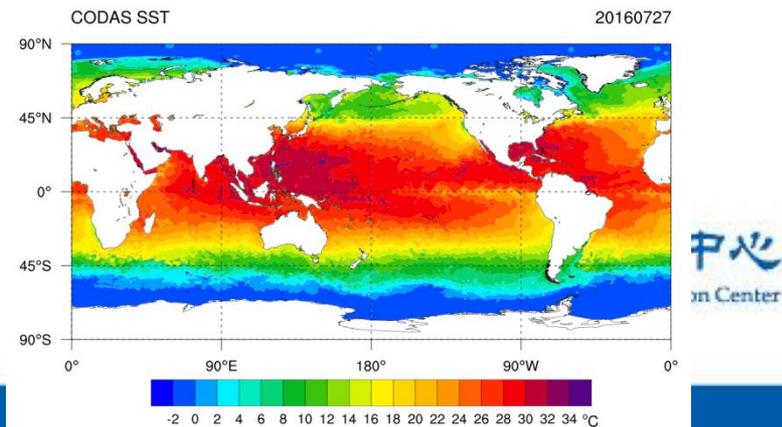
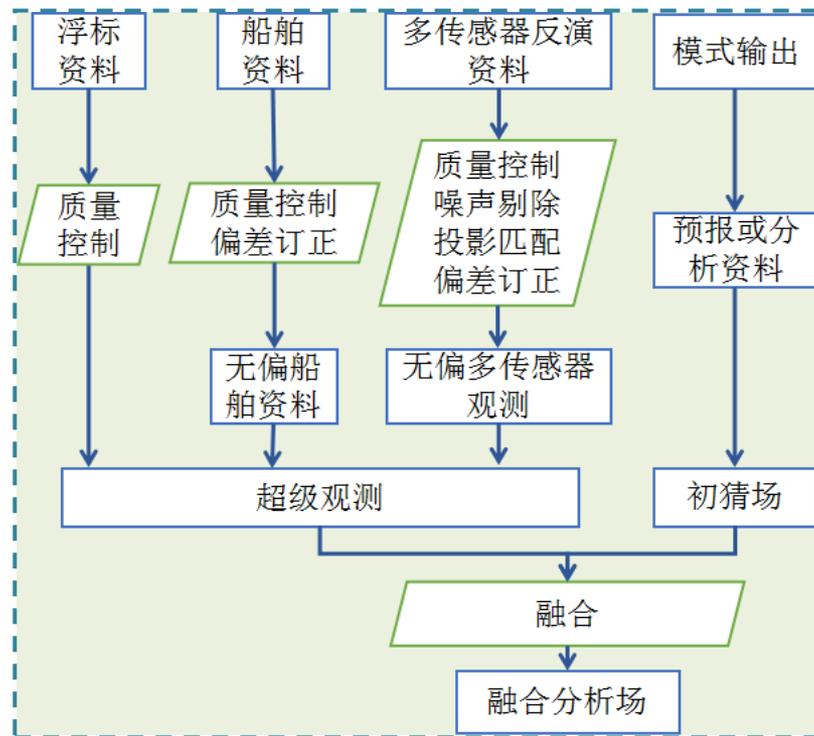
GCOM-W1/AMSR-2海温反演产品

EC海温预报场

(2) 评估结果：

	样本量	CC	RMSE(K)	Bias(K)
融合产品	249219	0.9896	1.3232	-0.0542
OISST	249219	0.9893	1.3391	-0.0387

(3) 技术流程：超级观测场+STMAS



台风“尼伯特”路径上的海表温度变化

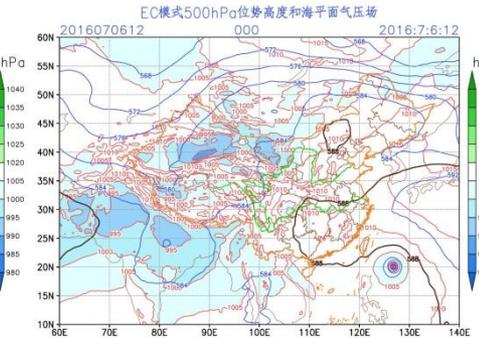
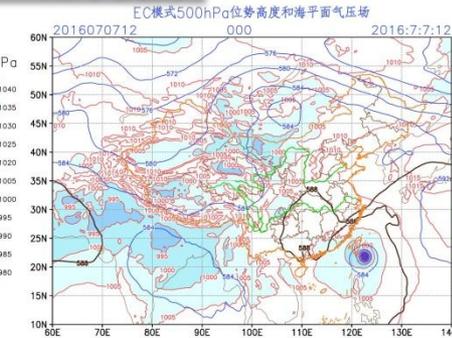
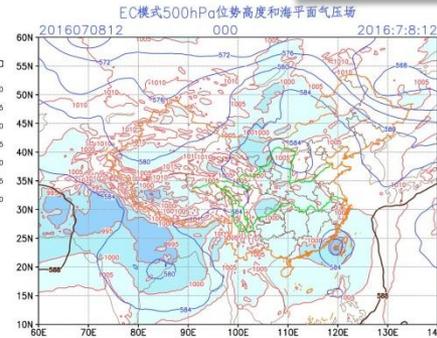
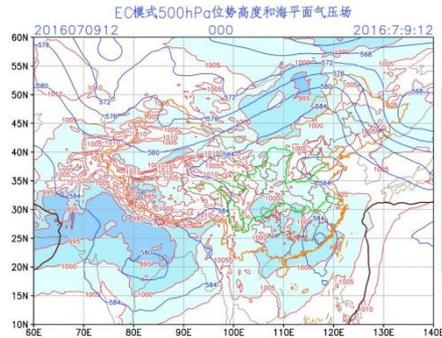
2016-07-10

2016-07-08

2016-07-07

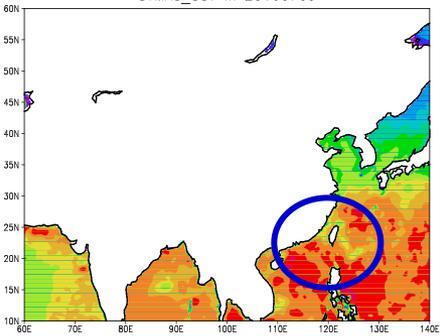
2016-07-06

500hPa形势图

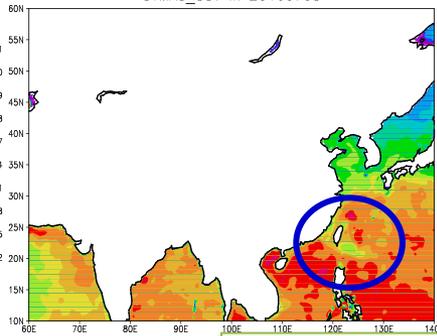


NMIC融合SST产品

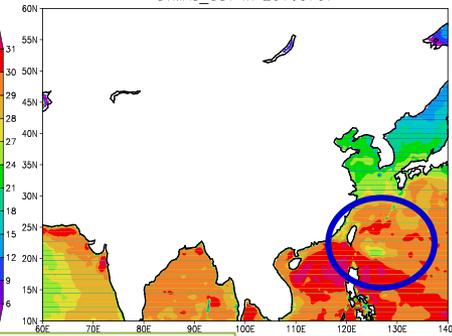
STMAS_SST in 20160709



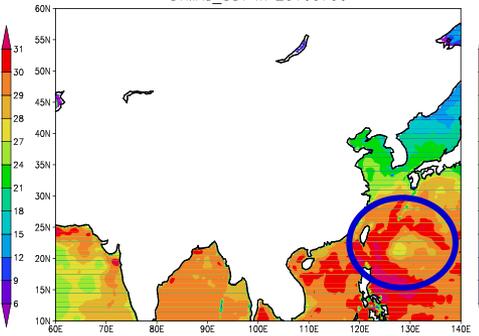
STMAS_SST in 20160708



STMAS_SST in 20160707

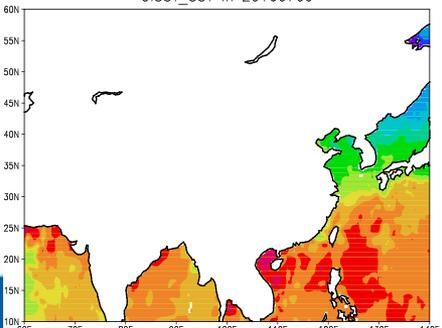


STMAS_SST in 20160706

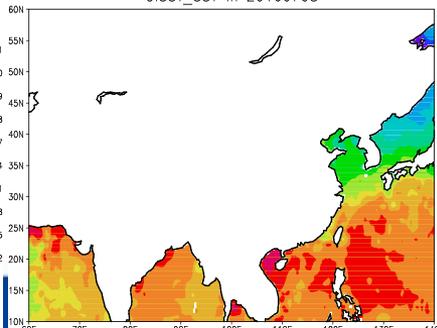


美国OISST_V2产品

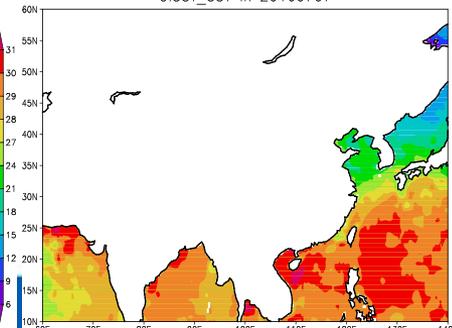
OISST_SST in 20160709



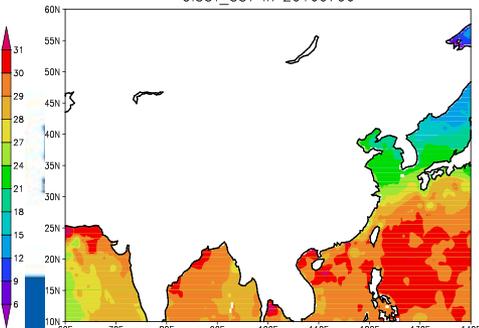
OISST_SST in 20160708



OISST_SST in 20160707



OISST_SST in 20160706



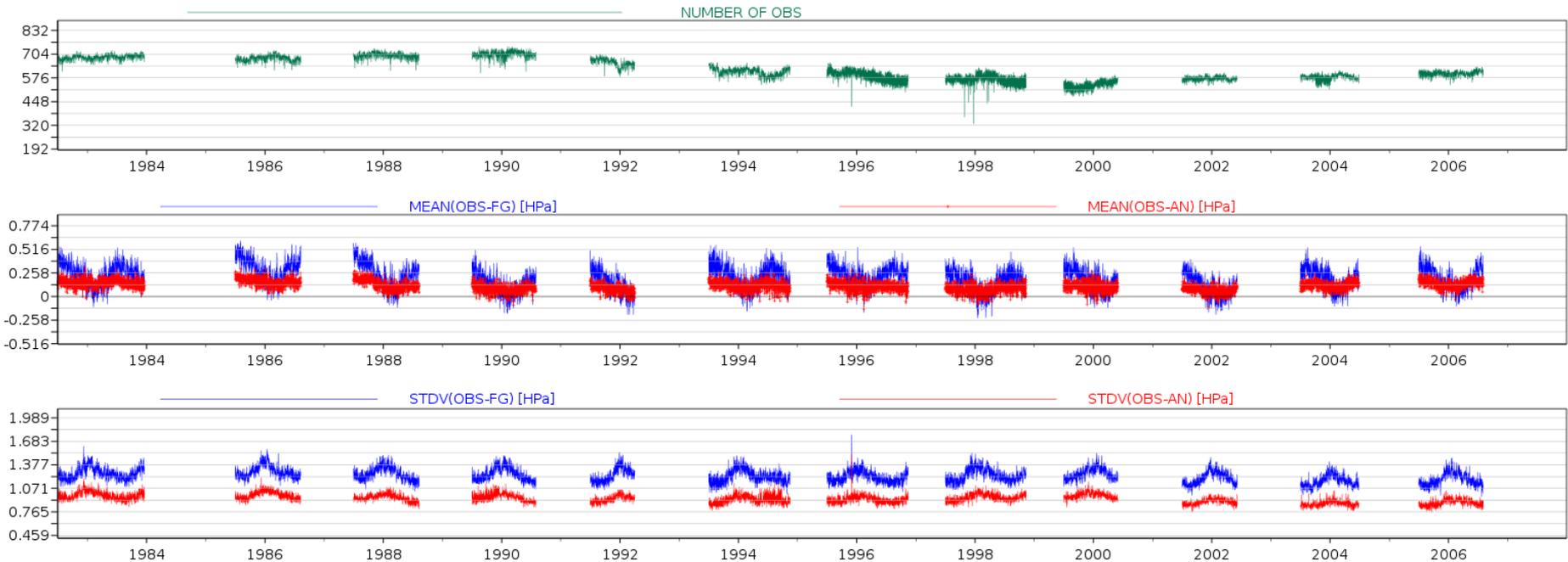
报告提纲

- 一、风云卫星资料在全球大气再分析中的应用
- 二、风云卫星资料在多维实况分析中的应用
- 三、下一步工作



完成40年全球大气再分析产品研制

TIME SERIES OF AREA AVERAGES : PRESSURE (AREA = GLOBAL)
FROM RAWINSONDE(120)
LEVEL = ALL LEVELS TIMES = Every 00 12



国家气象信息中心
National Meteorological Information Center

多维气象实况数据分析业务产品谱

高时效

多要素

多圈层

多时空分辨率

高精度

高质量

①

全球实况观测数据

高时效、多级质控、数据完整

常规观测

雷达资料

卫星资料

其他资料

根据分级递进的质量控制和偏差订正技术，形成全球实况观测数据，对历史资料处理后形成数据集。（**时效：3分钟~24小时**）

②

融合实况分析产品

1-5km/10min~1h

多时效、高分辨率、多圈层

中国
地面要素
三维大气
天气现象

全球
10km/3h
气温
降水

责任海区
海温
洋面风

发展多源数据融合分析技术，生成分钟至小时时效的质量逐步提升多圈层多要素协调一致、多时空分辨率嵌套的融合实况分析产品。（**时效：8分钟~6小时**）

③

大气再分析实况产品

34km/6h

高质量、高精度、全球

三维大气

近地面要素

海表要素

实现全球大气再分析系统准实时运行，提供高质量高精度的全球和东亚三维大气、近地面基本气象要素和海表要素产品。（**时效：6小时**）



敬请批评指正！



国家气象信息中心

National Meteorological Information Center