

东亚区域高分辨率大气再分析历史数据

(East Asia Reanalysis System, EARS)

尹金方¹ 梁旭东¹ 谢衍新¹ 李丰¹ 胡开喜² 曹丽娟²
陈锋³ 邹海波⁴ 朱峰⁵ 孙鑫⁵ 徐建军⁶ 王革丽⁷ 赵颖⁸ 刘娟娟⁷ 等

1. 中国气象科学研究院
3. 浙江省气科所
5. 内蒙古气象台
7. 中国科学院大气物理研究所

2. 国家气象信息中心
4. 江西师范大学
6. 广东海洋大学
8. 南京航空航天大学

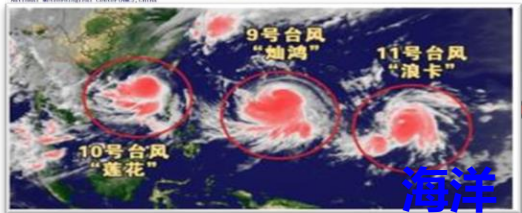
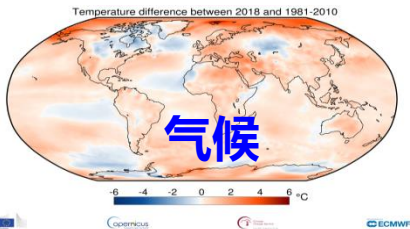
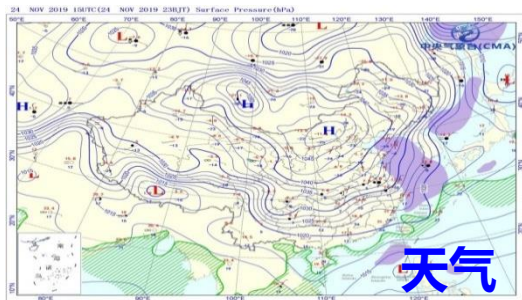


汇报内容

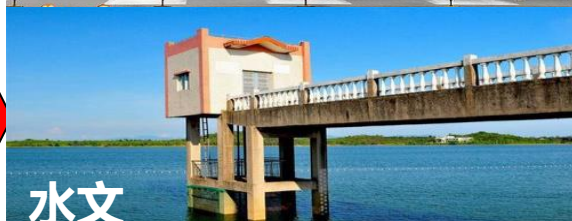
- 研究背景
- 系统概况
- 产品及性能

研究背景

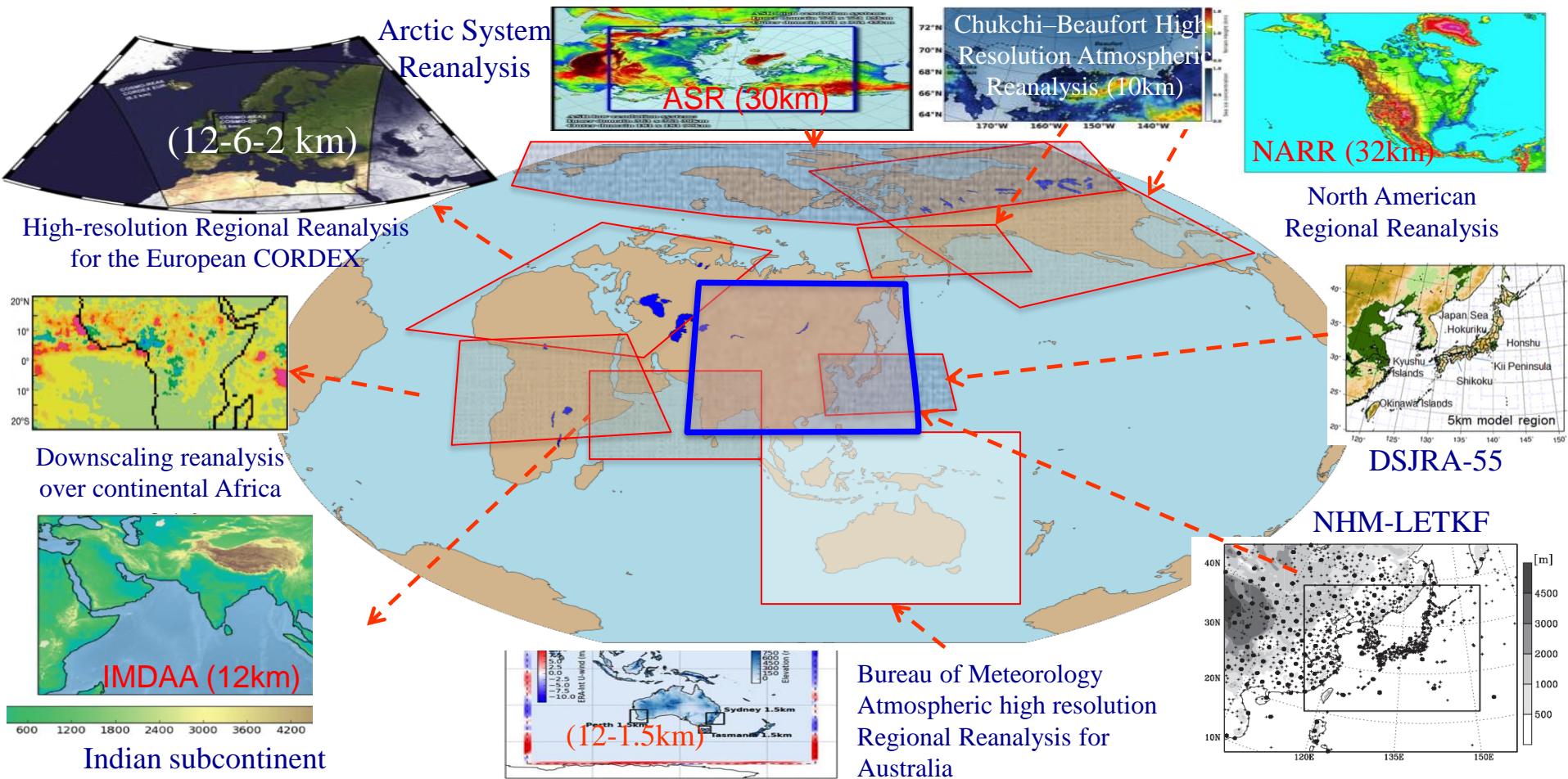
大气再分析资料已广泛用于多个领域



大气再分析 数据



东亚区域缺乏长时间系列高分辨率再分析数据



■ 《中国气象局关于印发〈国家气象科技创新工程(2014-2020)实施方案的通知〉 (气发〔2014〕98号)

“气象资料质量控制及多源数据融合与再分析”

发展有效同化多源观测资料的东亚区域再分析关键技术，建成我国第一代东亚区域大气再分析系统，制作10年（2008—2018）的较高分辨率（10-15km）的东亚区域再分析数据产品，整体质量水平接近ERA-Interim，在中国区域高于主要全球再分析资料。

■ 国家重点研发计划指南（2017）“3.5 东亚区域气象资料融合技术研发及大气再分析资料集建立”

优化区域数值预报模式，发展再分析技术，建立适合东亚区域的高分辨率再分析系统；建立长时间序列高分辨率再分析资料集并完成检验评估。

目 标

- **研究有效同化多源观测资料技术，发展区域大气再分析技术**
- **建成区域大气再分析系统，研制长时期区域大气再分析数据**
- **关键区公高分辨率大气再分析数据集**

汇报内容

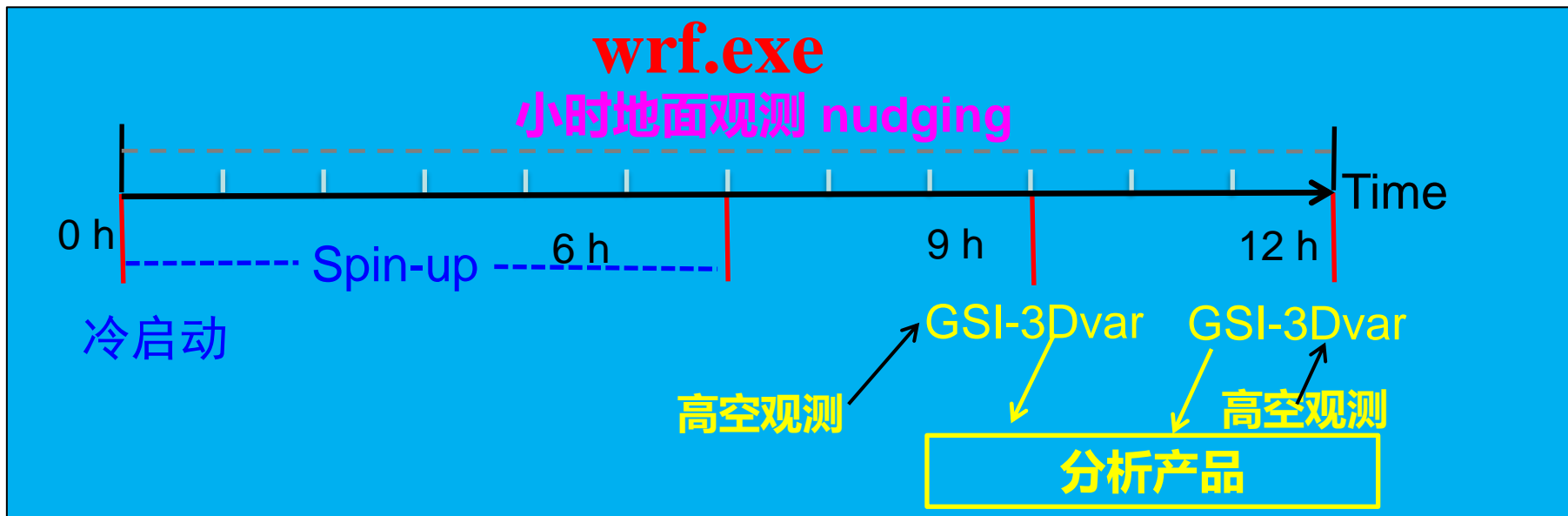
- 研究背景
- 系统概况
- 产品及性能

系统概况

WRF 模式

GSI 同化系统

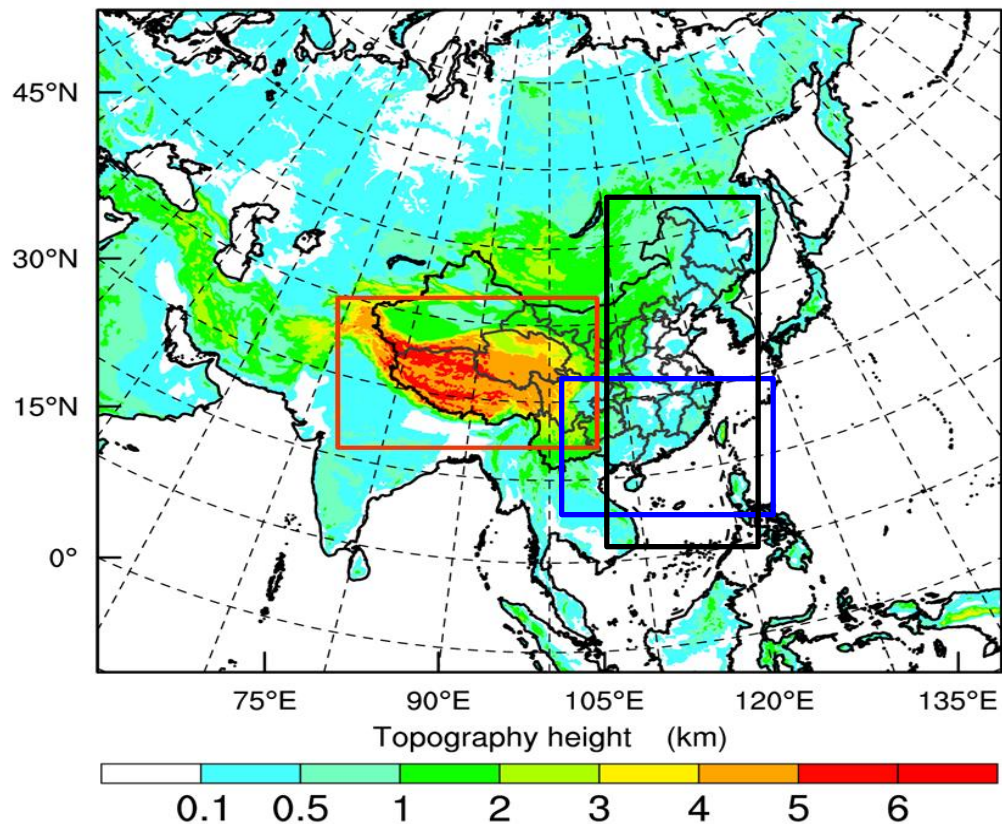
后处理及数据管理



东亚区域大气再分析系统流程

东亚区域大气再分析系统

1. **WRF模式设置及优化**
2. **观测资料的预处理及质量控制**
3. **GSI同化系统参数配置及优化**
4. **同化方案及诊断分析**

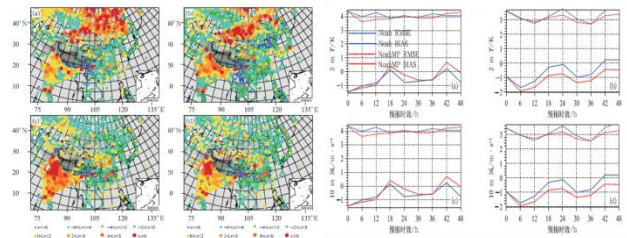
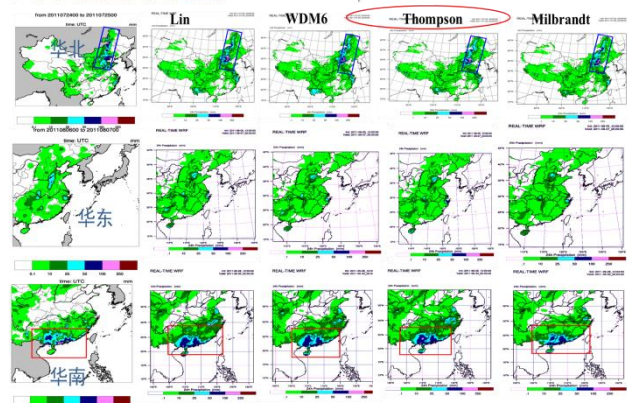
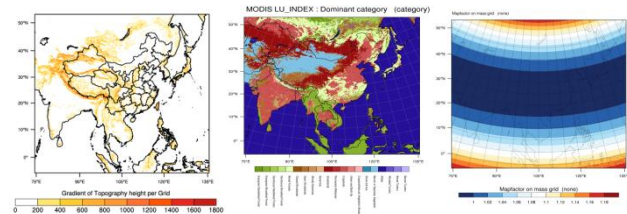
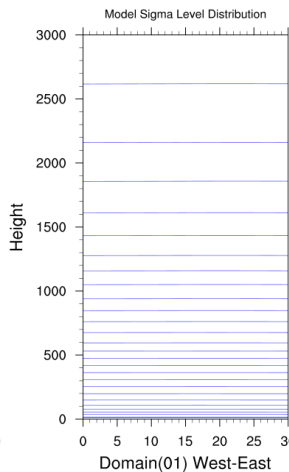
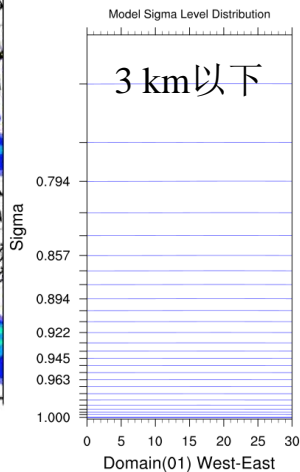
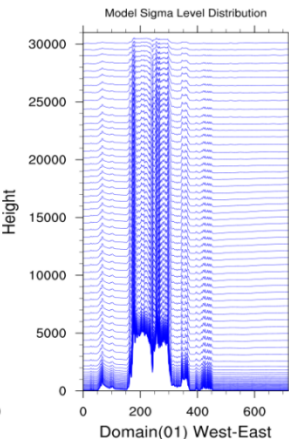
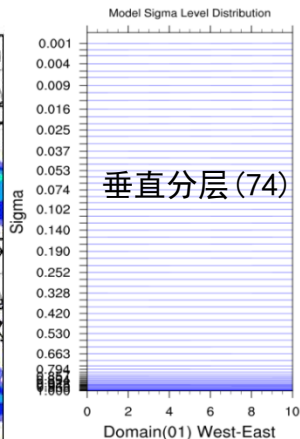
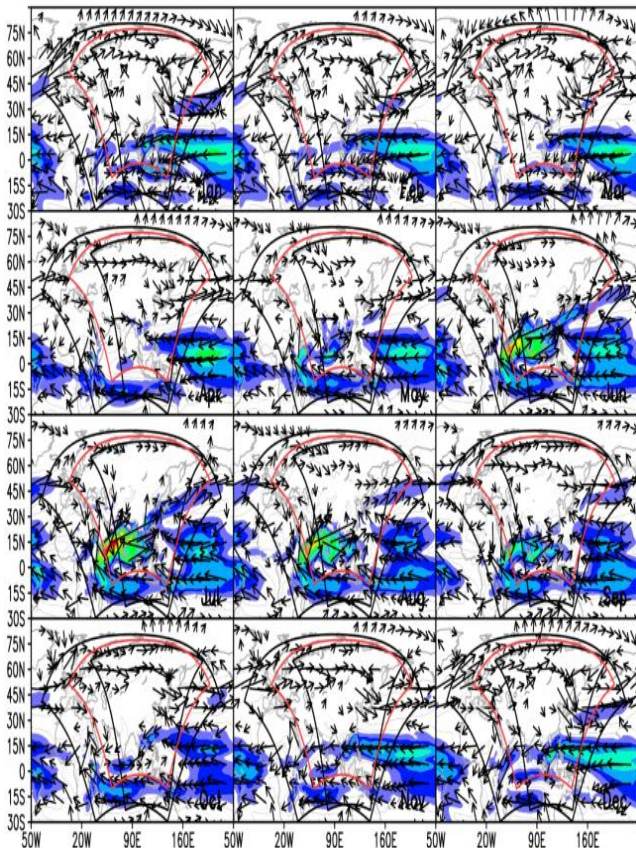


模式区域设置及地形分布

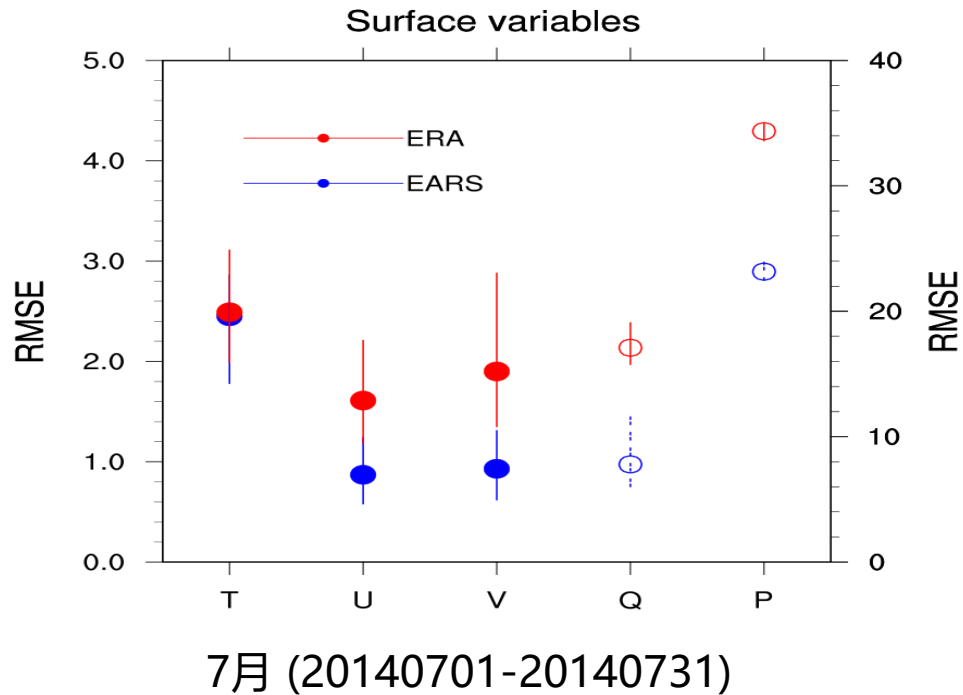
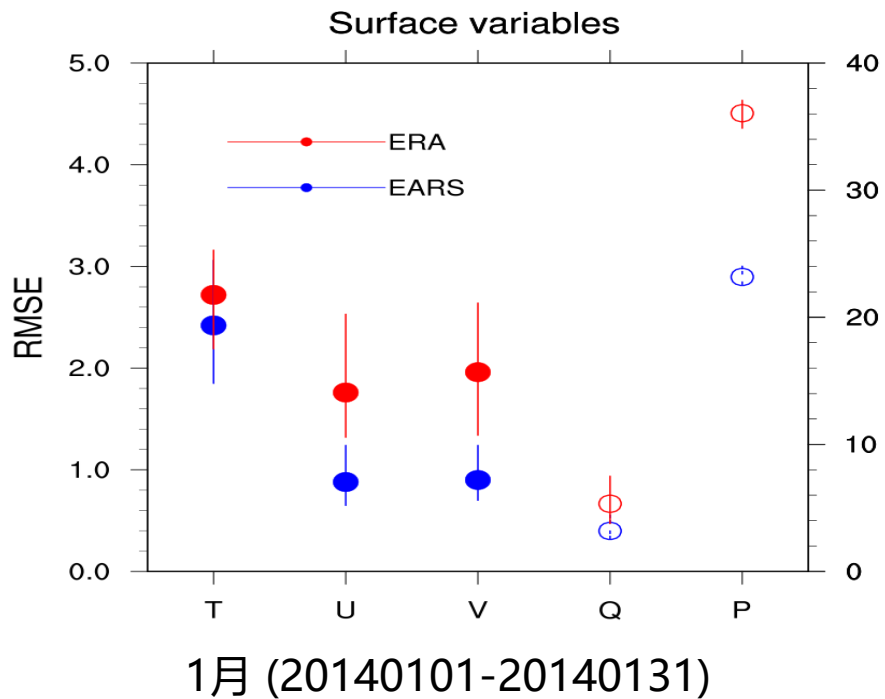
East Asia Reanalysis System (EARS)

- WRF(v3.9.1) + GSI(v3.5)
- 3Dvar ± 0.5 h
- nx (900) \times ny(760) \times 74 nlev
- dx 12 km
- 模式顶高10 hPa
- 背景场ERA-Interim (Model level)
- 时间分辨率3h
- 微物理方案Thompson scheme
- 积云方案Kain-Fritsch (new Eta) scheme
- 边界层方案Yonsei University PBL scheme
- 辐射方案Rapid radiative transfer model
- 陆面方案NOAH-MP land-surface scheme
- 近地层方案MM5 M-O surface layer scheme
- 地表植被分类21-class MODIS land use
- 地形USGS GMTED2010 terrain
- 小时观测nudging

WRF模式配置及优化

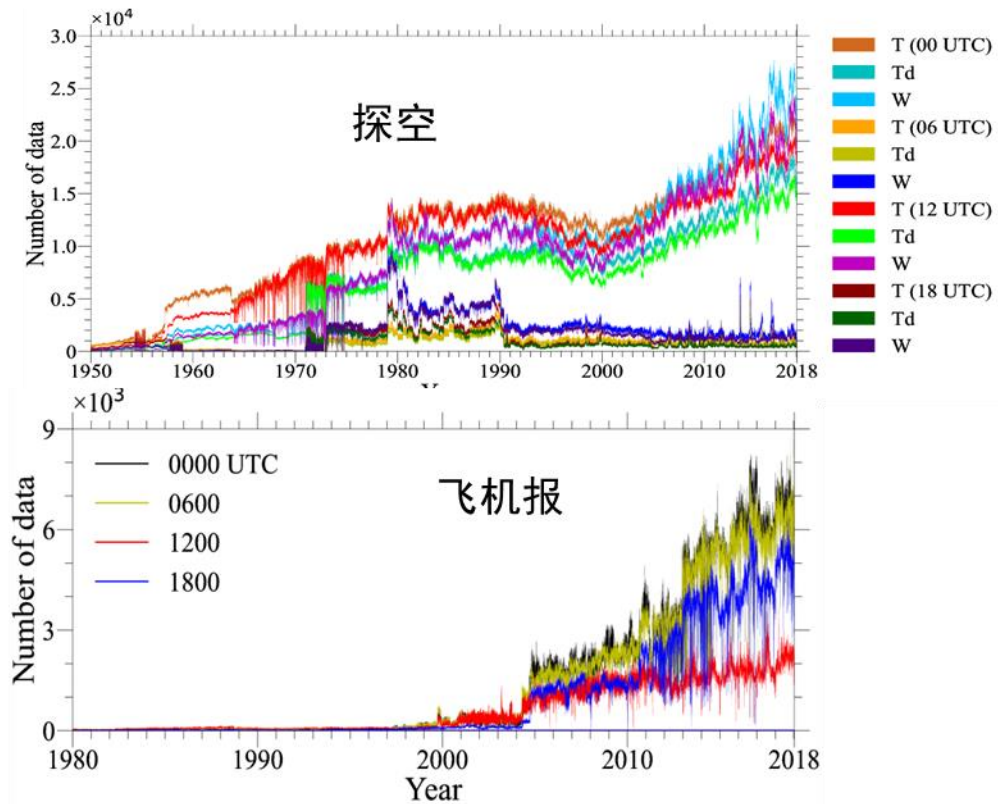
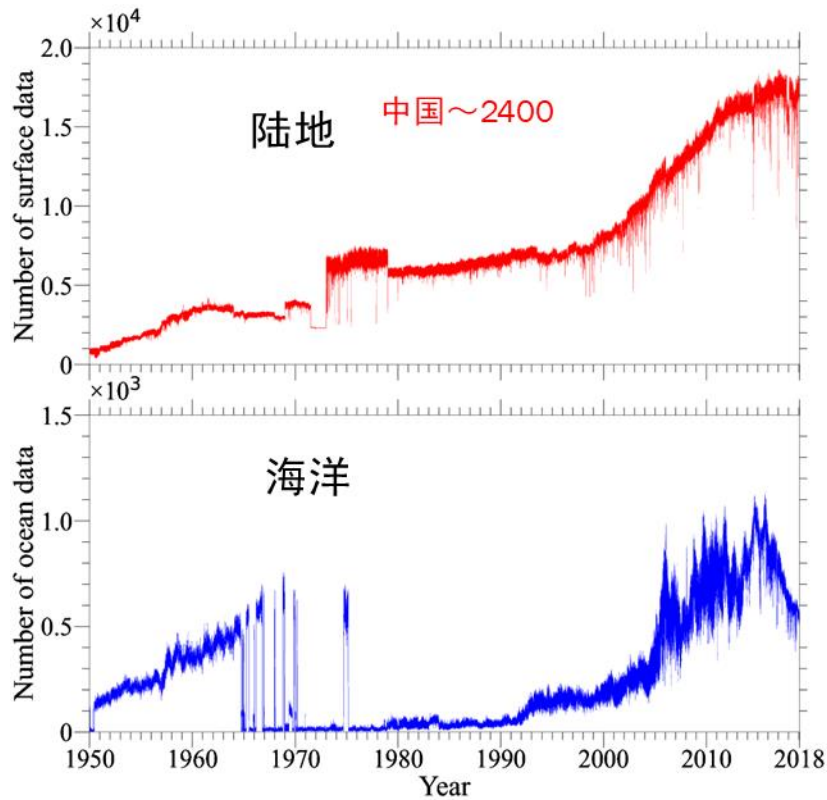


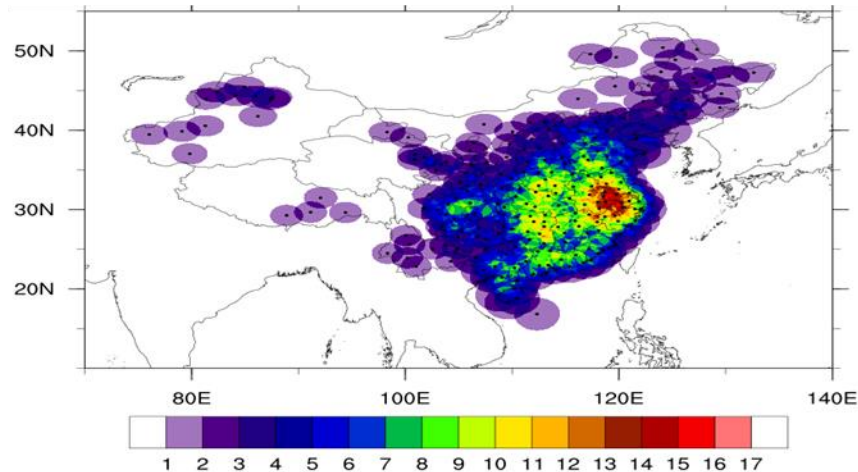
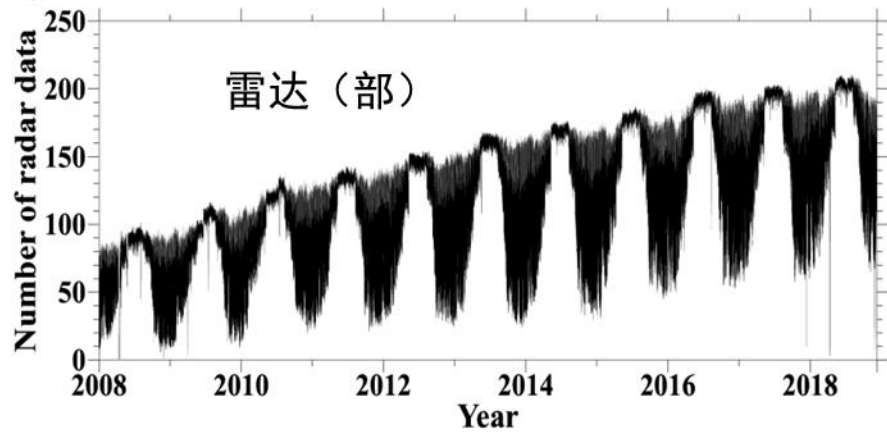
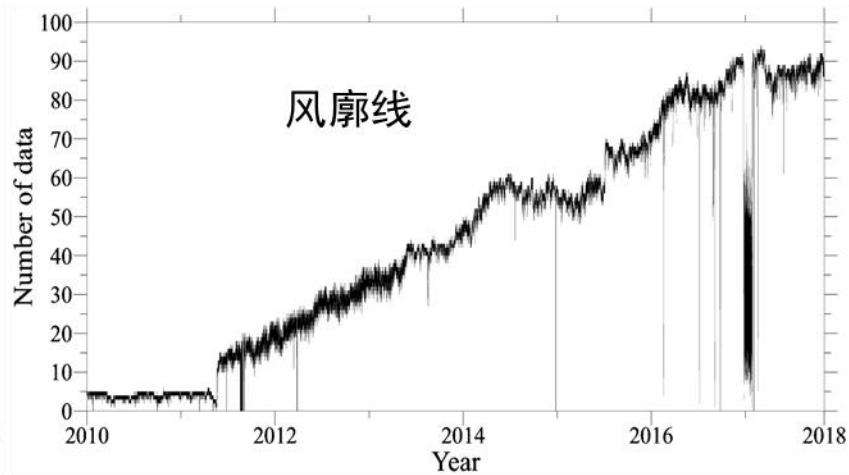
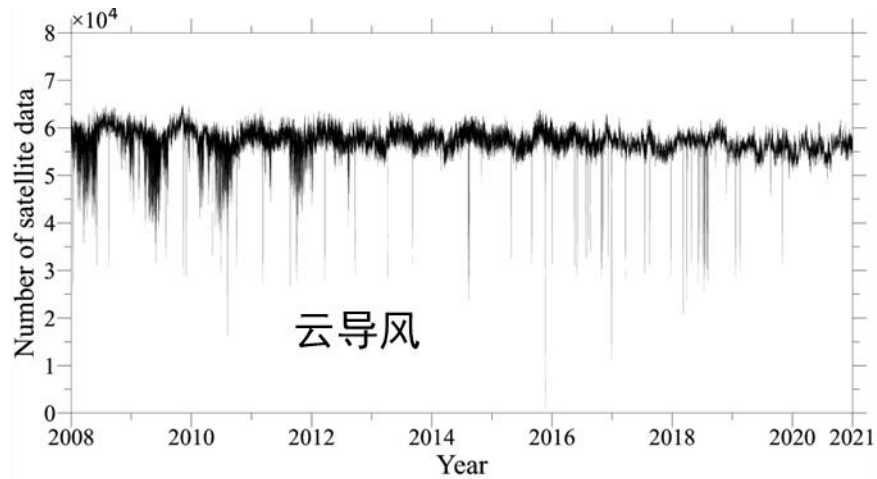
动力降尺度性能检验

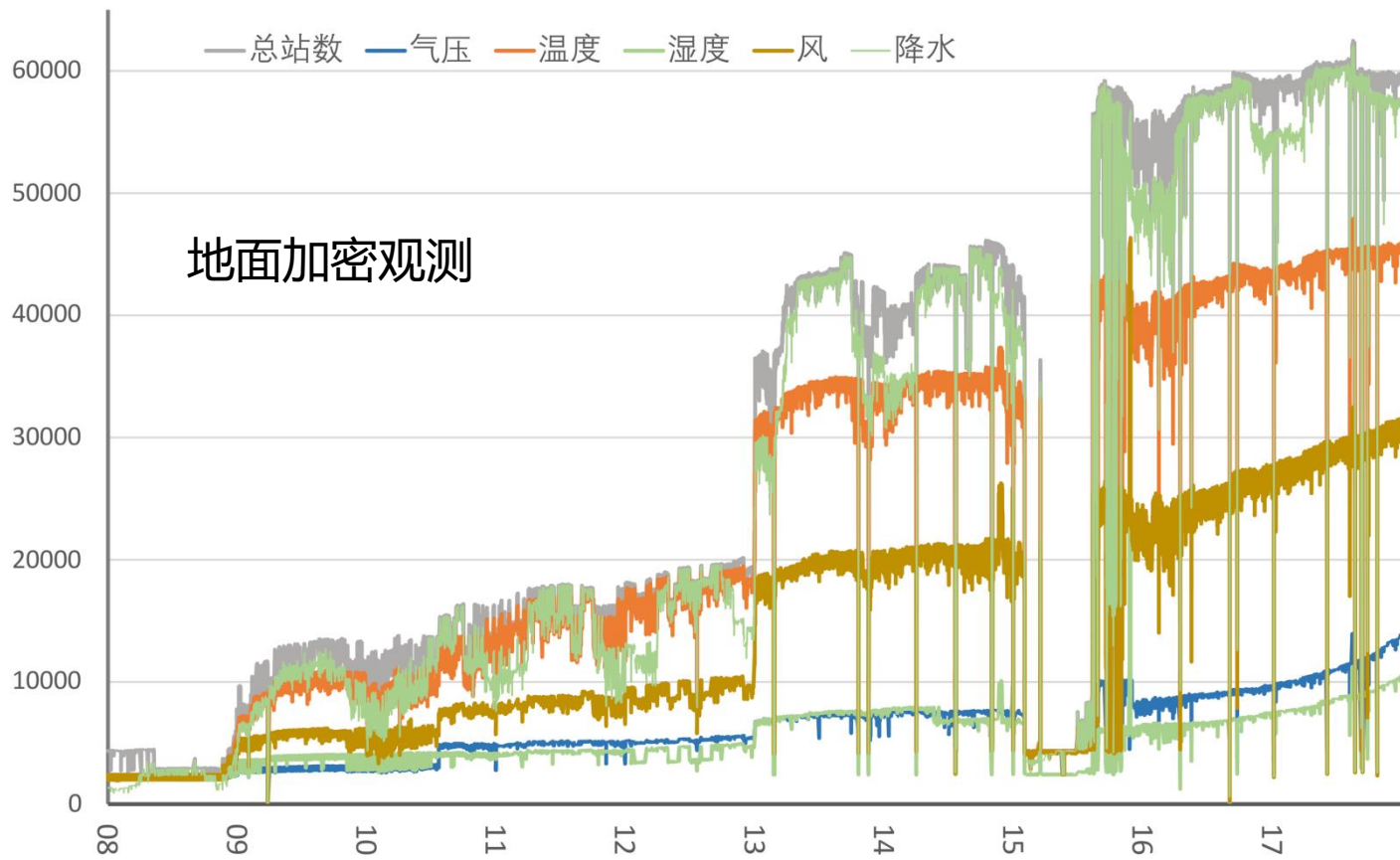


东亚区域大气再分析系统

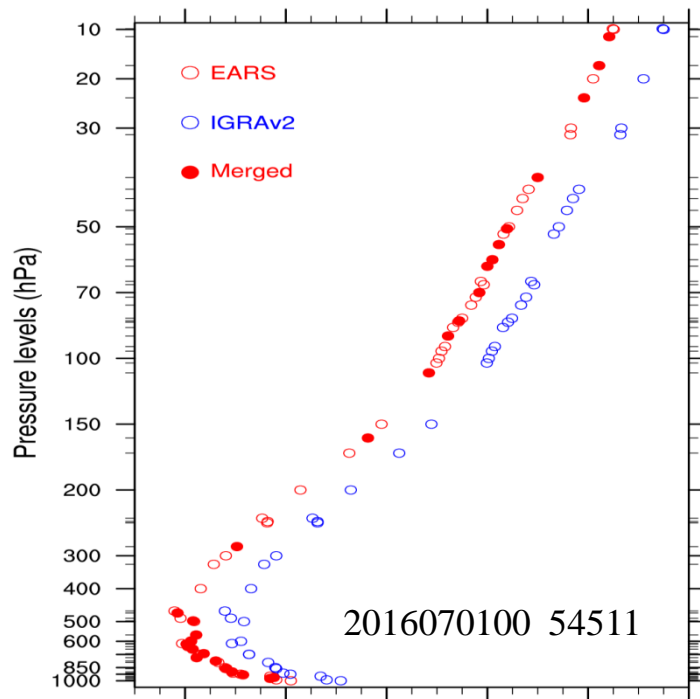
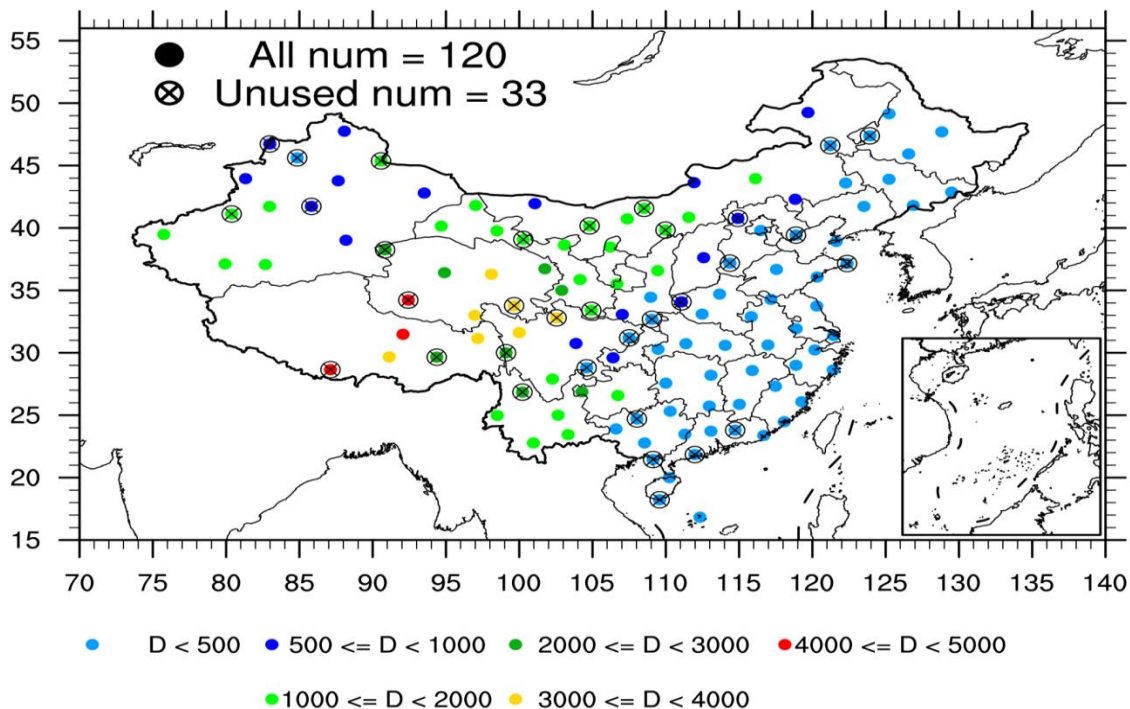
1. WRF模式参数配置及优化
2. 观测资料的预处理及质量控制
3. GSI同化系统参数配置及优化
4. 同化方案及诊断分析





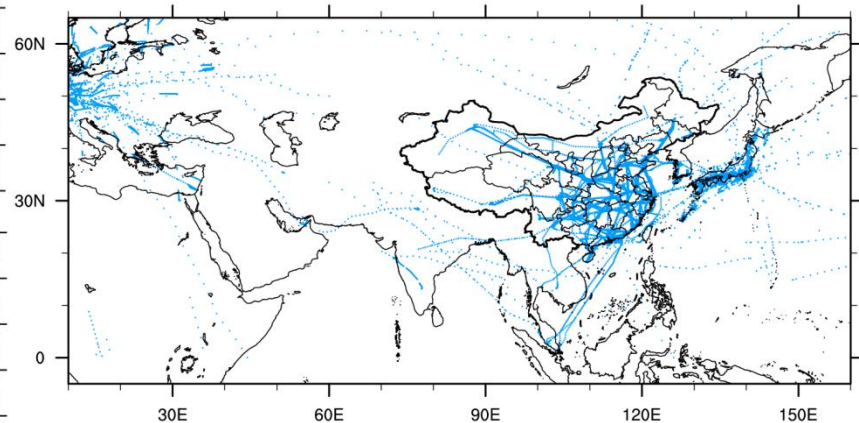
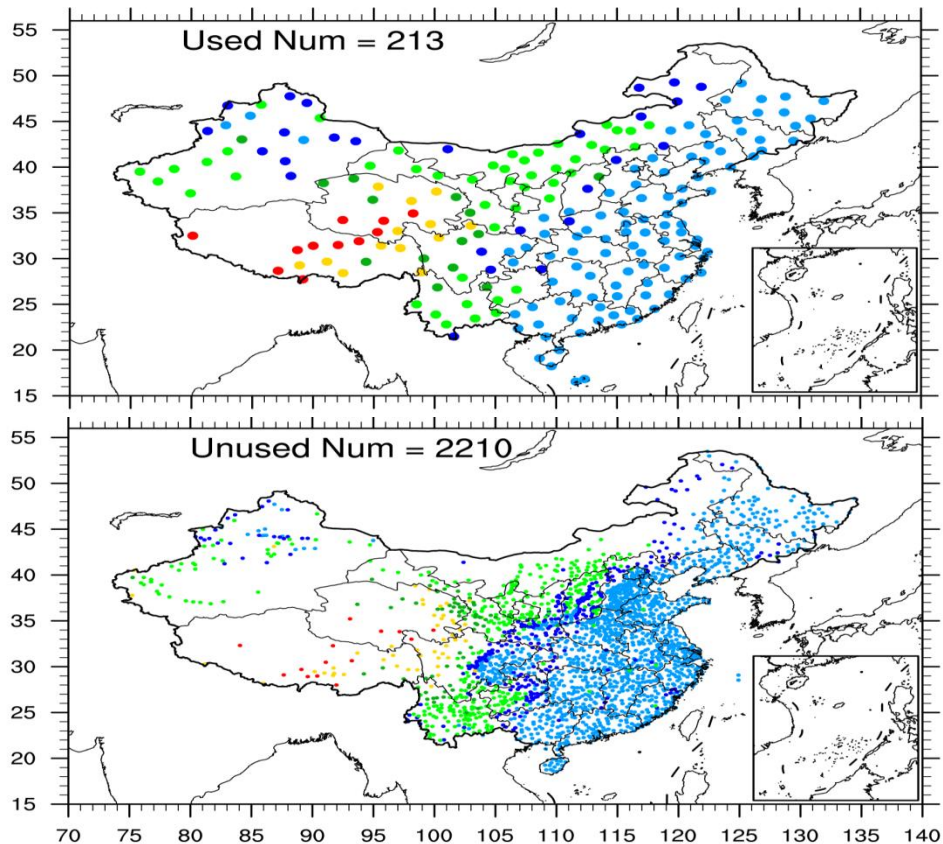


探空观测资料数量和质量明显改善

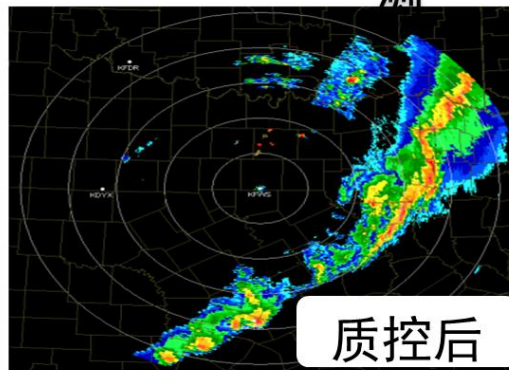
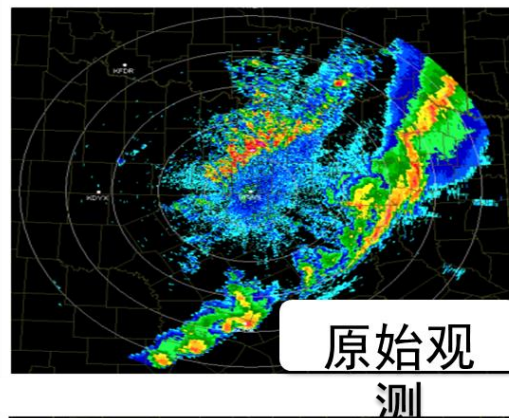
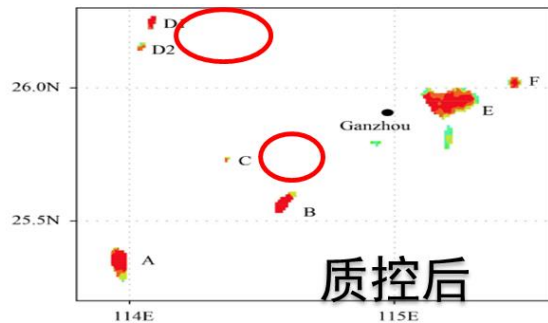
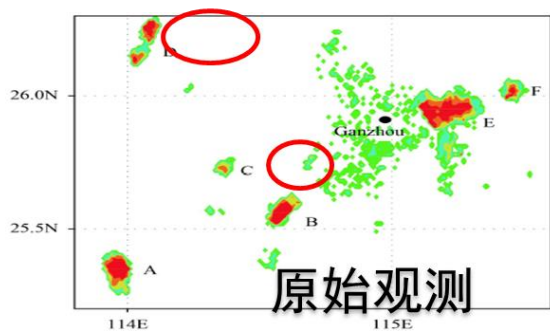


与Integrated Global Radiosonde Archive (IGRA)数据集比较, 至少在东亚地区多33个探空站观测, 且垂直层次显著增加。

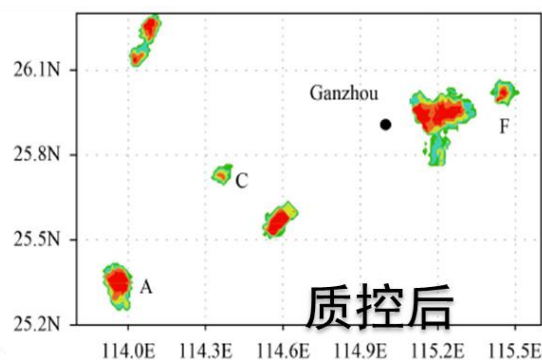
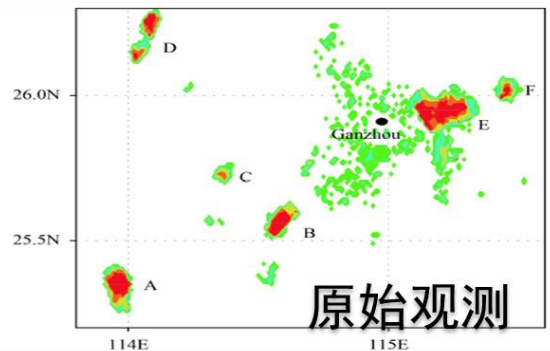
观测资料数量显著增加



雷达观测的应用是重点和特色之一



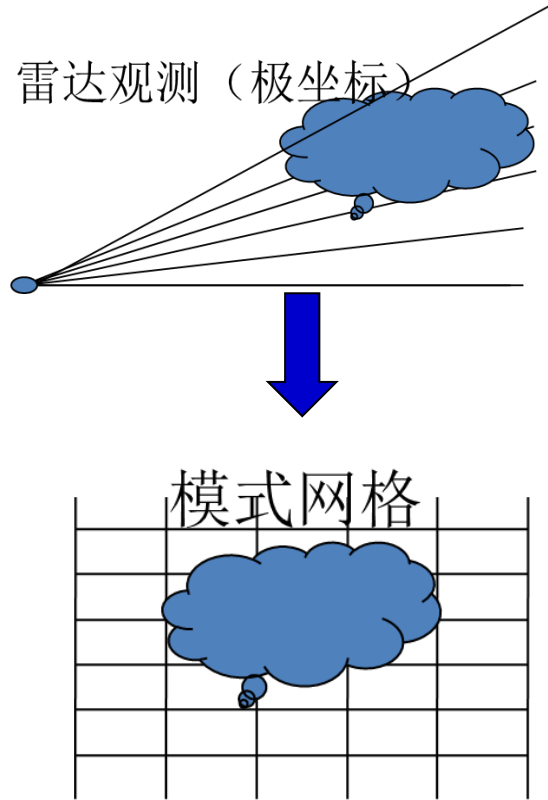
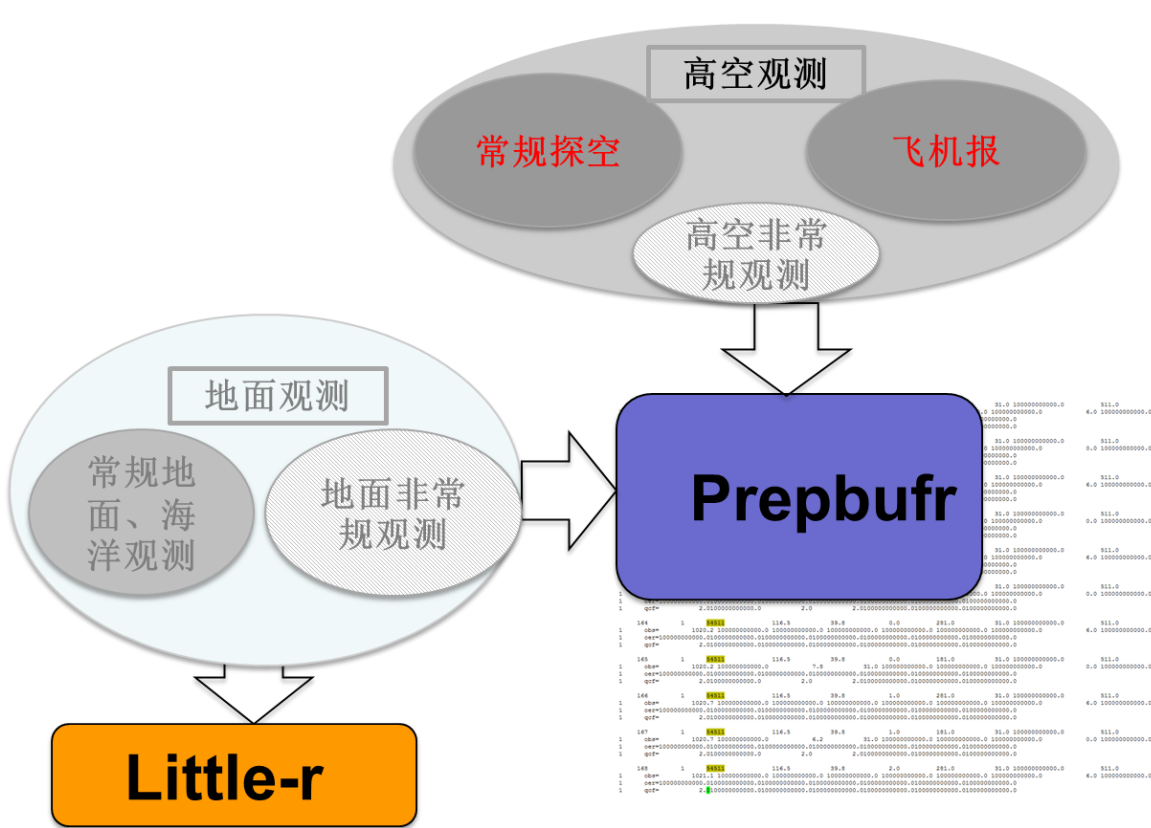
资料质控—孤立/虚假回波剔除法的改进



回波孤立性的几何学识别

构建新的回波垂直变化参数

观测数据归档

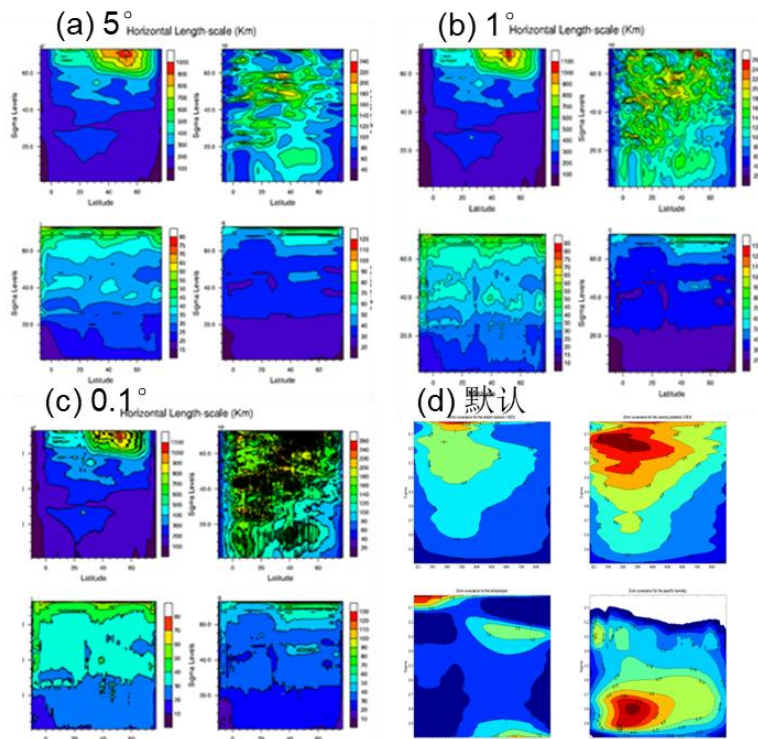


东亚区域大气再分析系统

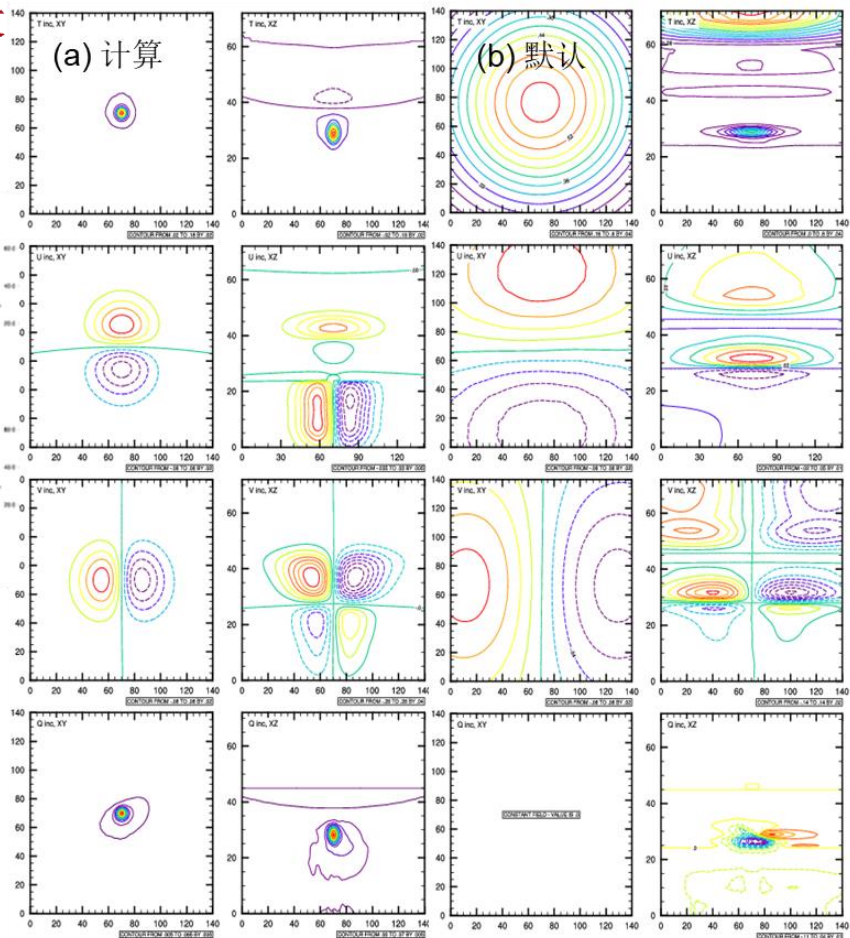
1. WRF模式参数配置及优化
2. 观测资料的预处理及质量控制
3. **GSI同化系统参数配置及优化**
4. 同化方案及诊断分析

按季节计算了背景协方差矩阵，并与默认的B文件比较。

春 (03.15-05.15) 夏 (06.15-08.15)
秋 (09.15-11.15) 冬 (12.15-02.15)



不同BIN统计值对B矩阵统计结果(a) 5°, (b) 1°, (c) 0.1°和默认B(d)比较



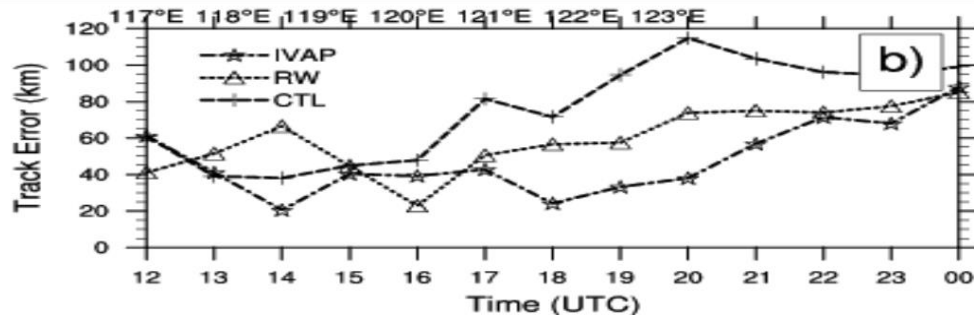
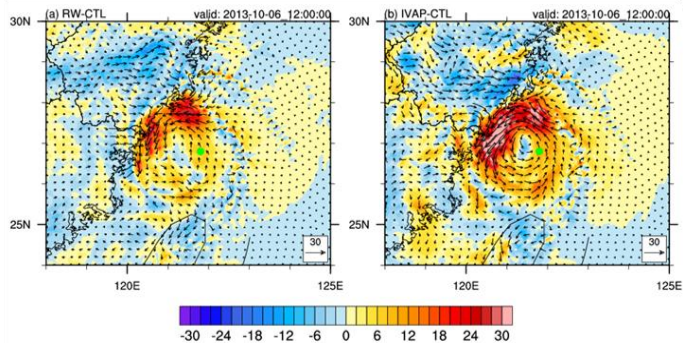
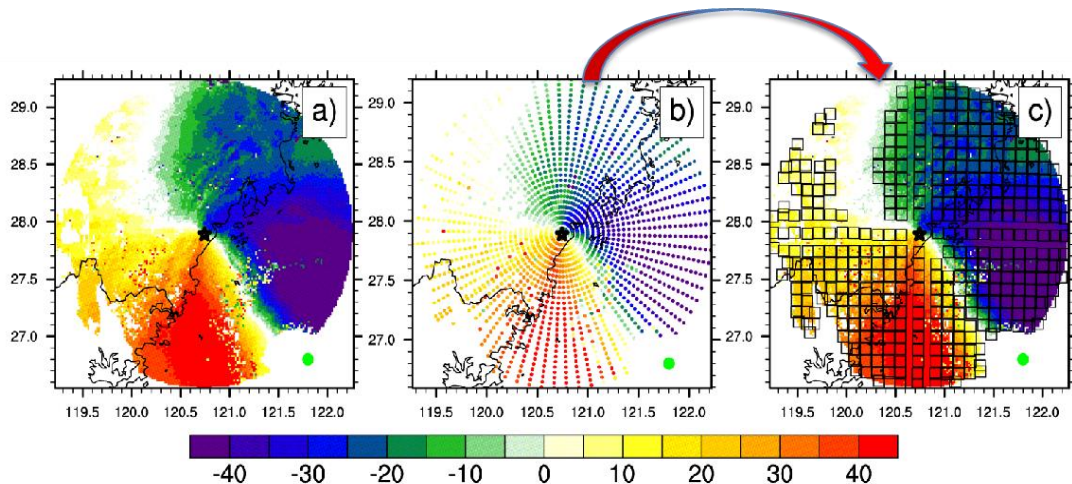
相同影响尺度因子新B(a)和默认B(b)产生的增量

➤ 改进GSI雷达径向风同化算子

OLD: $V_r^* = u \cos \theta \cos \phi + v \sin \theta \cos \phi + w \sin \phi$

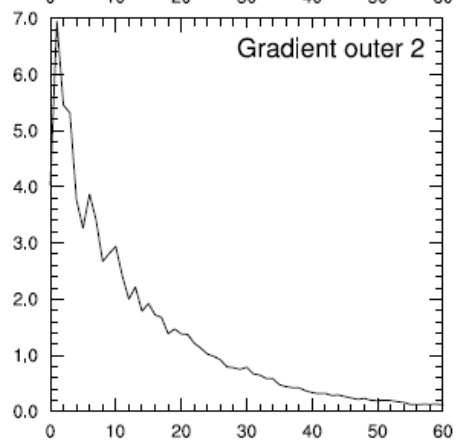
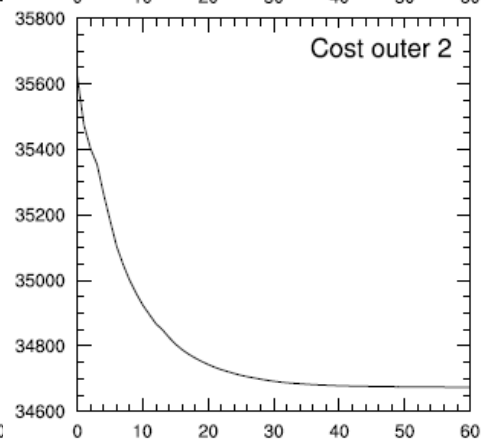
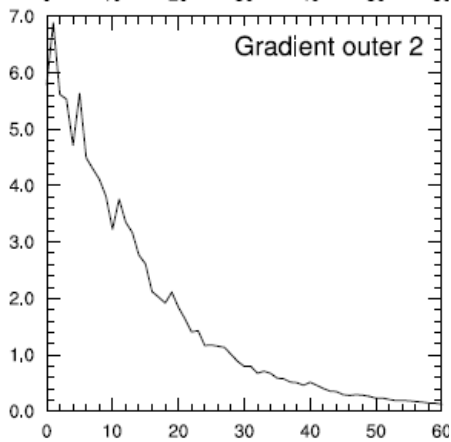
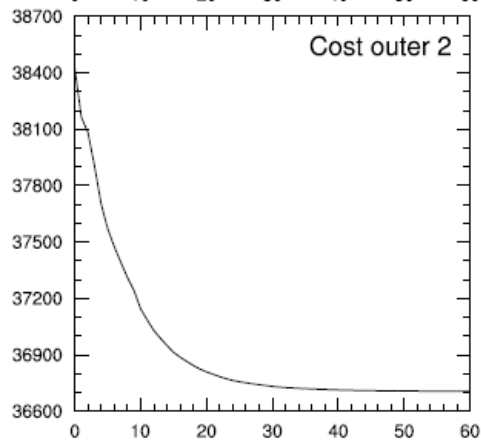
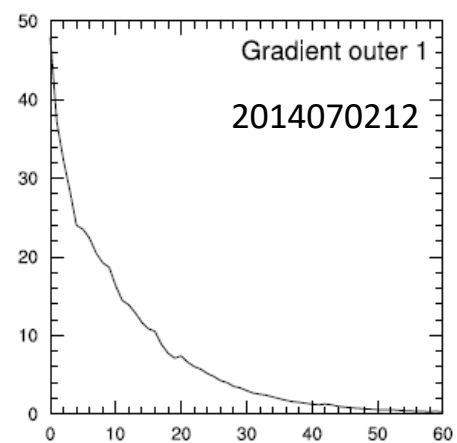
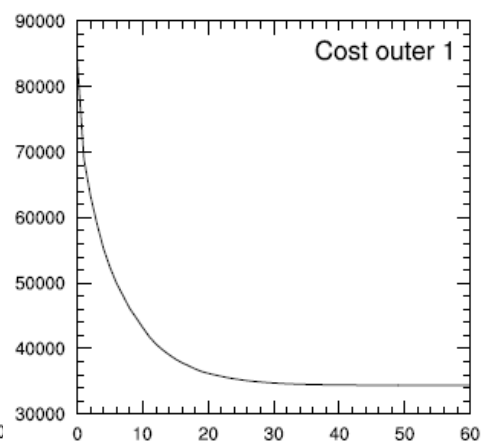
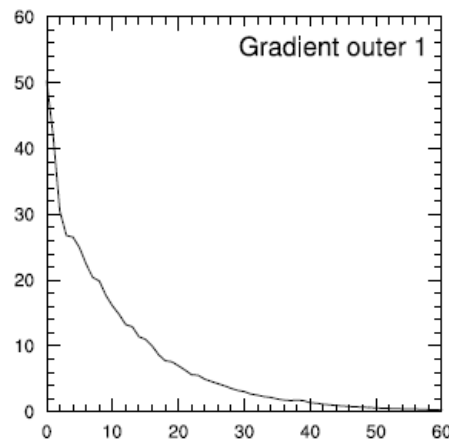
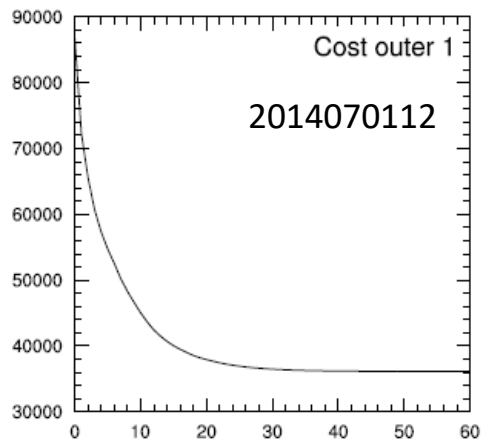


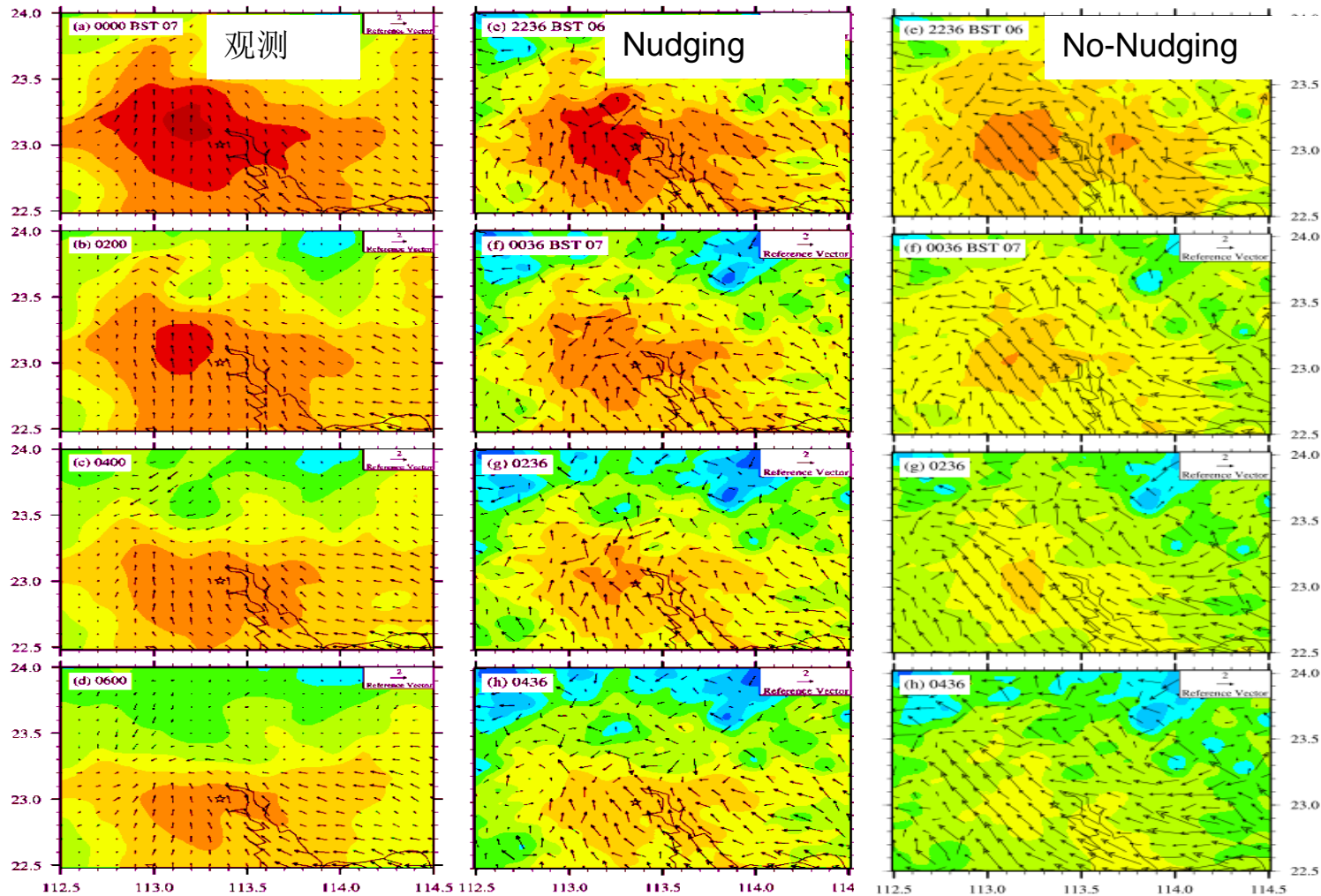
NEW:
$$\begin{cases} \frac{\sum_{\Omega} V_r \cos \theta}{\sum_{\Omega} \cos^2 \theta} = \bar{u} \frac{\sum_{\Omega} \sin \theta \cos \theta}{\sum_{\Omega} \cos^2 \theta} + \bar{v} \\ \frac{\sum_{\Omega} V_r \sin \theta}{\sum_{\Omega} \sin^2 \theta} = \bar{u} + \bar{v} \frac{\sum_{\Omega} \sin \theta \cos \theta}{\sum_{\Omega} \sin^2 \theta} \end{cases}$$



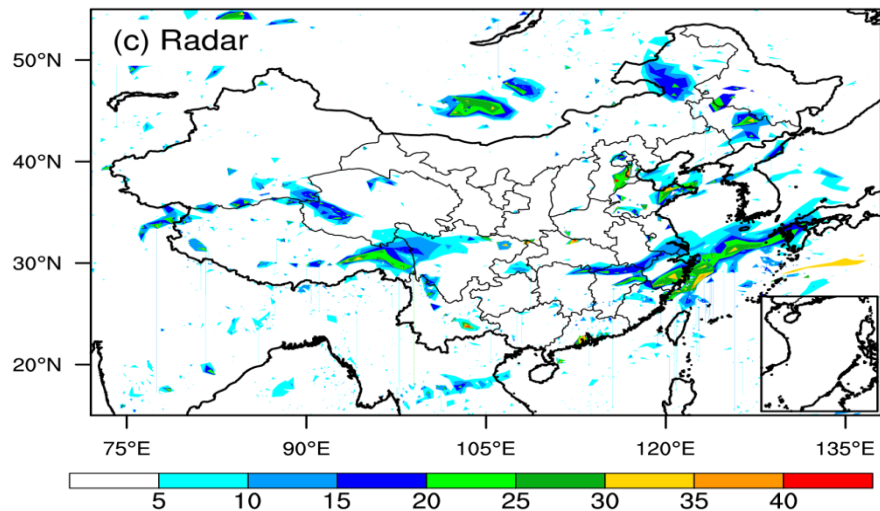
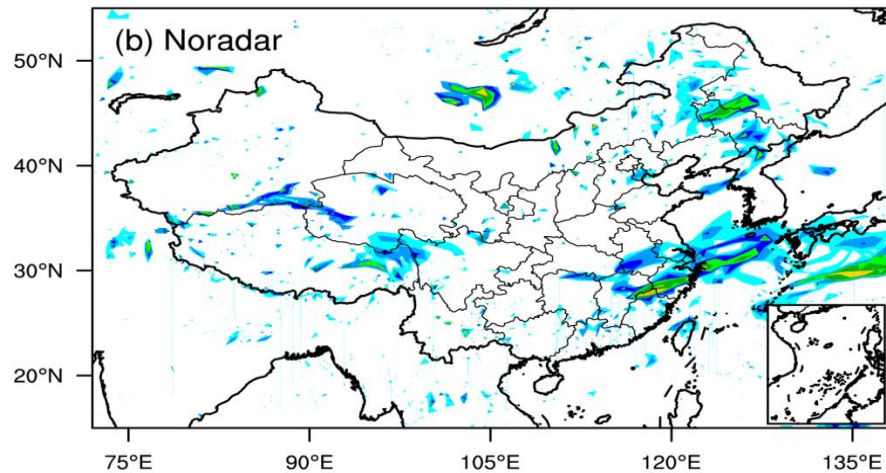
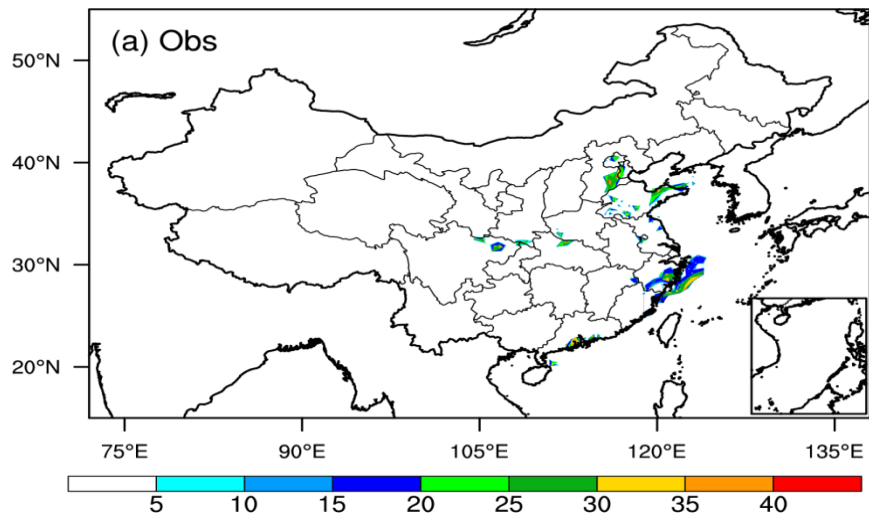
东亚区域大气再分析系统

1. WRF模式参数配置及优化
2. 观测资料的预处理及质量控制
3. GSI同化系统参数配置及优化
4. 同化方案及诊断分析





雷达云分析试验



汇报内容

- 研究背景
- 系统概况
- 产品及性能

1950-2018东亚区域大气再分析数据

序号	资料类型	格式	说明
1	1 小时间隔预报场	Netcdf	模式预报结果
2	3 小时间隔再分析场	Netcdf	再分析产品
3	3 小时间隔雷达拼图	PrepBuf	GSI 同化输入 再分析产品
4	3 小时间隔雷达反演风场	—	再分析产品
5	1 小时间隔地面观测	Little-R PrepBuf	Obsgrid 输入 GSI 输入
6	1 小时间隔飞机报	PrepBuf	GSI 同化输入
7	6 小时间隔探空观测	PrepBuf	GSI 同化输入

1. 研制报告
2. 评估报告
3. 应用报告
4. 使用手册



国家气象业务内网

高价值气象数据产品管理平台

欢迎您: 尹金方(复审专家) 进入后台

部门: 气科院-灾害天气国家重点实验室

首页

研制指南

已准入产品

准入申请

产品准入流程

需求征集

产品准入流程

材料审查

公示

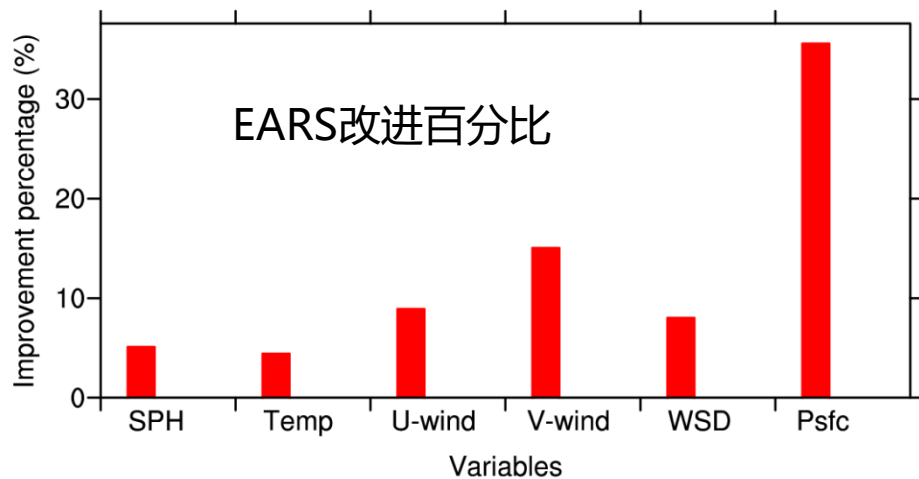
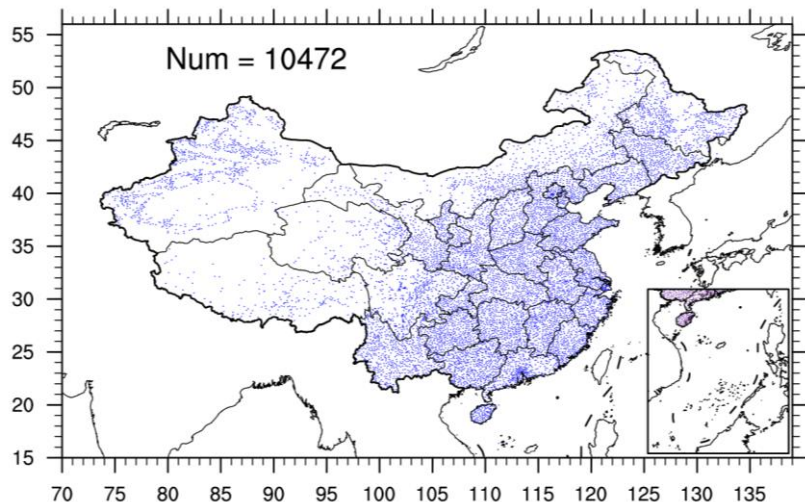
待论证

序号	产品名称	研制单位	主要贡献者
1	东亚区域大气再分析数据	中国气象科学研究院 国家气象信息中心	尹金方,梁旭东,谢衍新,李丰,胡开喜

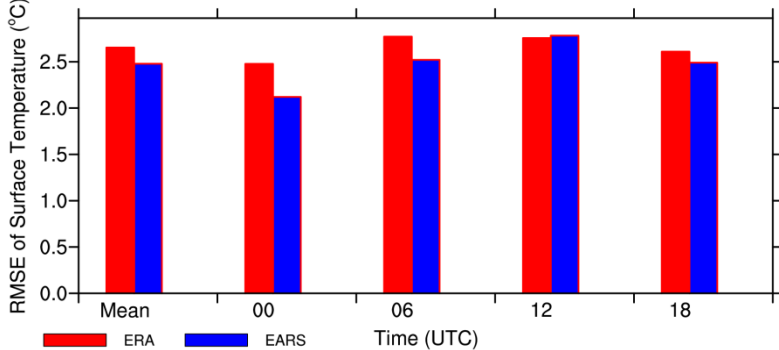
共 1 条 < 1 > 前往 1 页

自动站观测：全国范围自动观测站资料，共计10472站

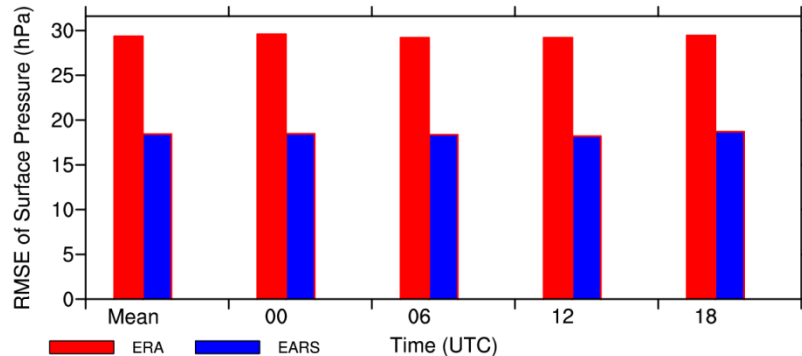
$$\text{改进百分比 (\%)} = \frac{RMSE(ERA-I) - RMSE(EARS)}{RMSE(ERA-I)} \times 100\%$$



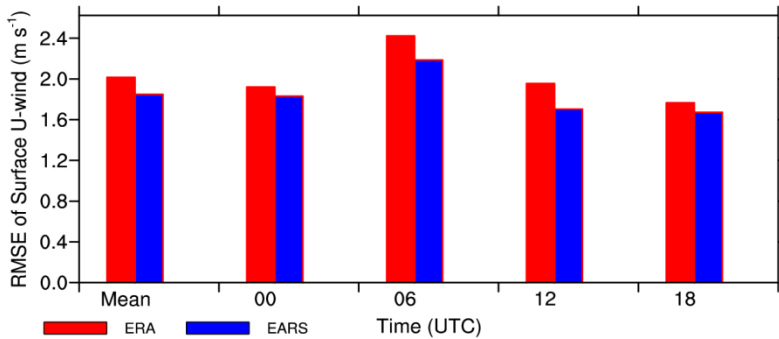
温度



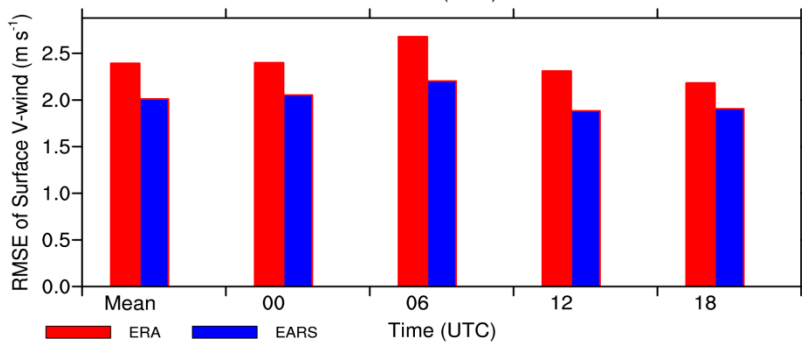
气压



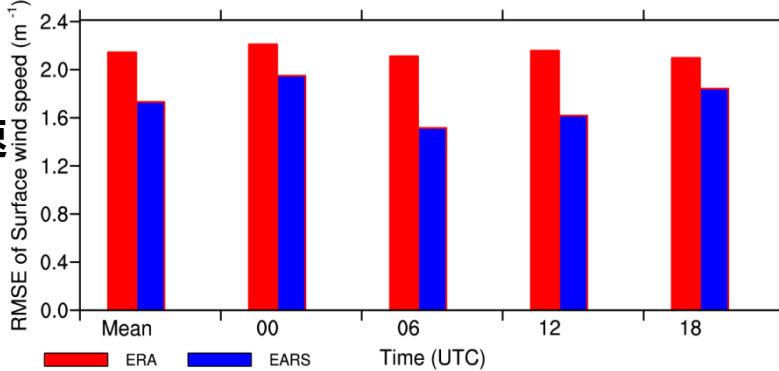
U风



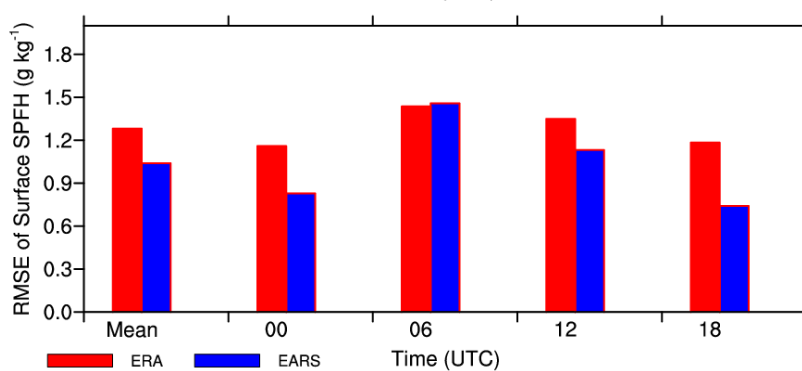
V风

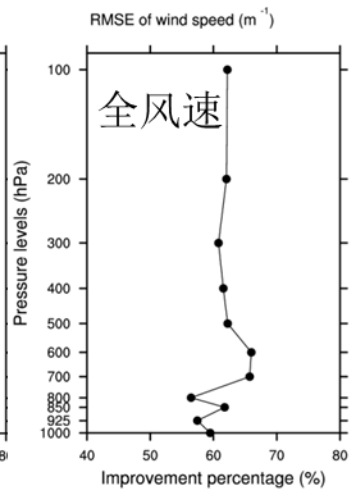
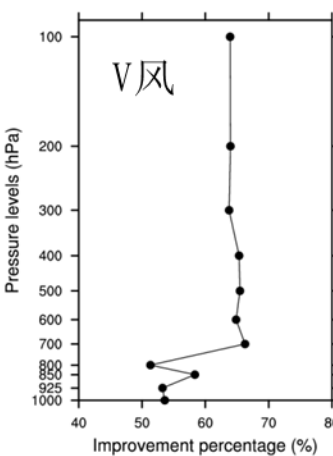
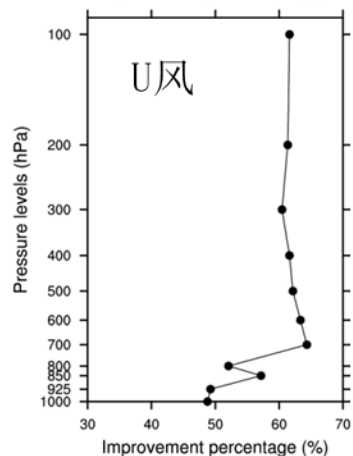
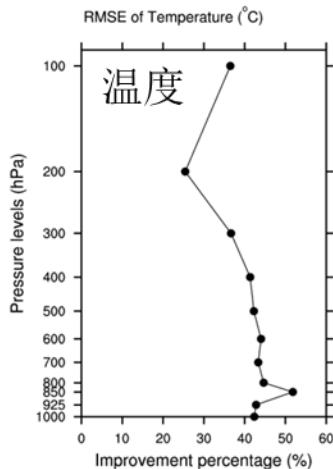
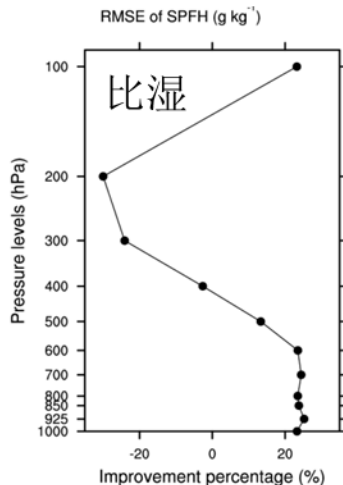
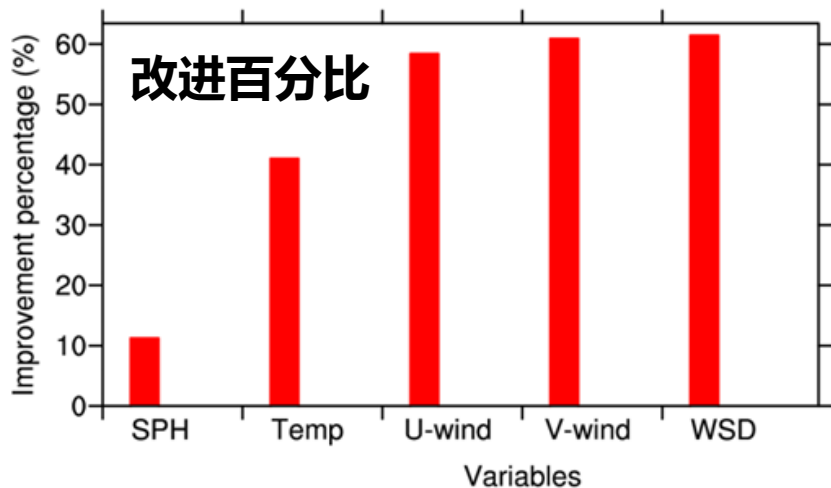


全风速

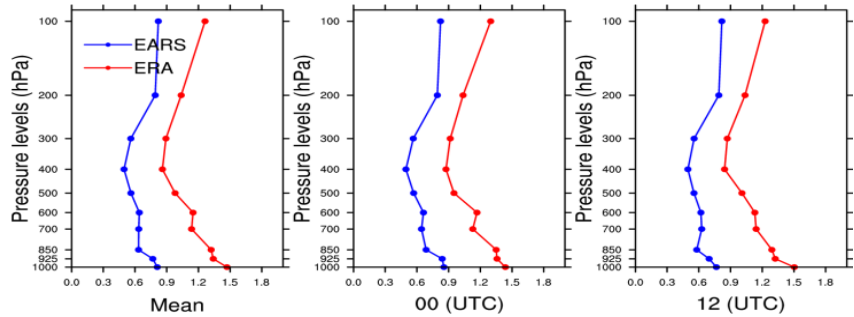
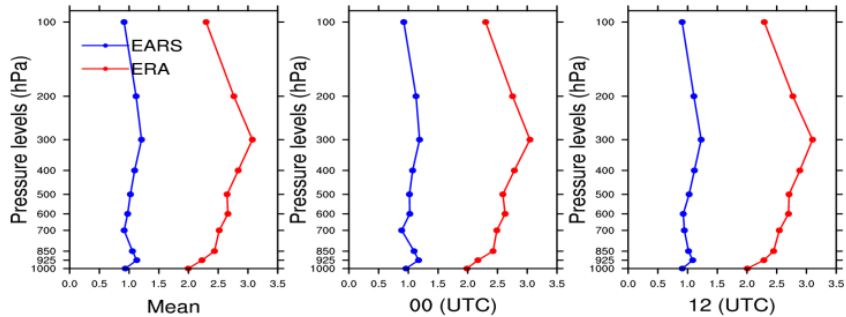
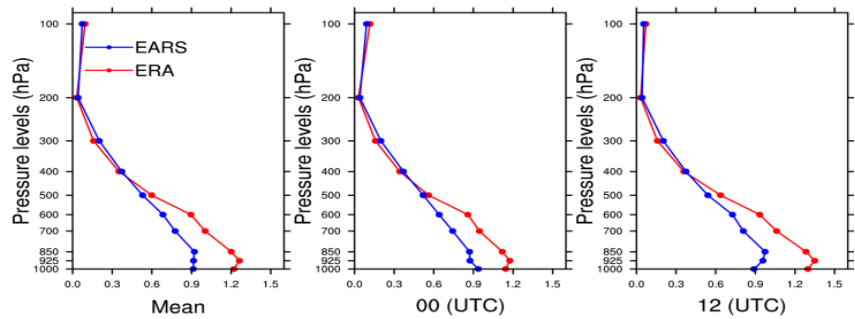
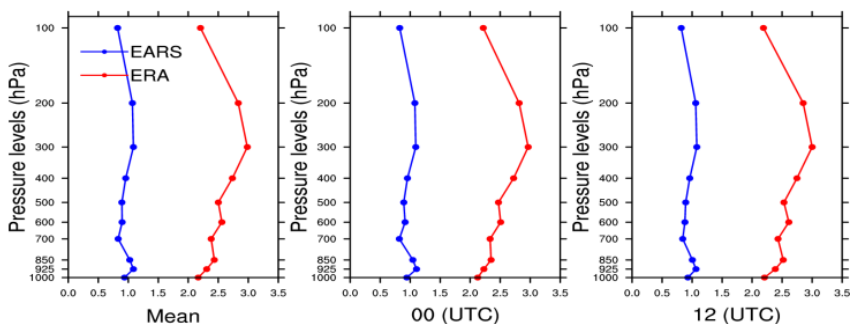


比湿

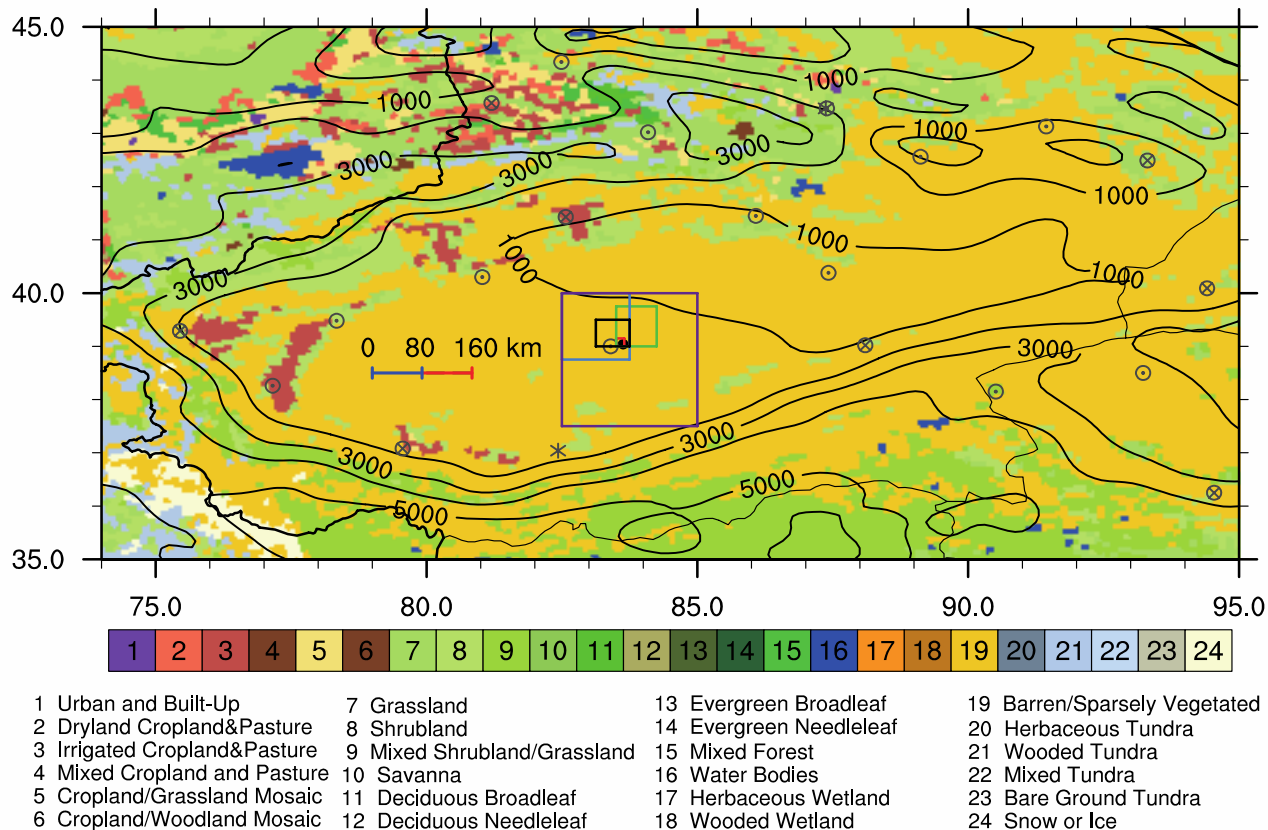




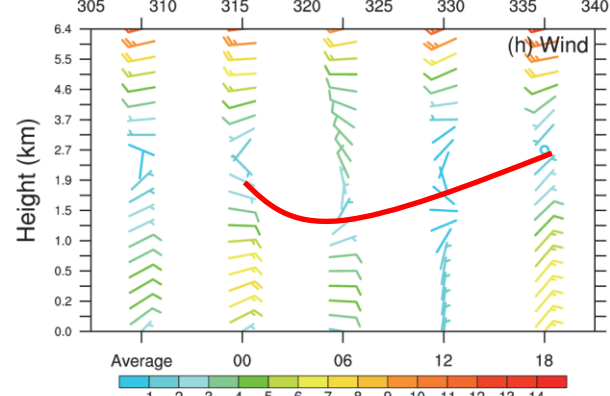
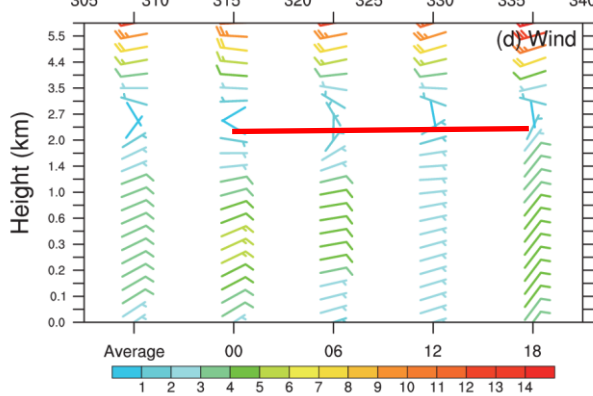
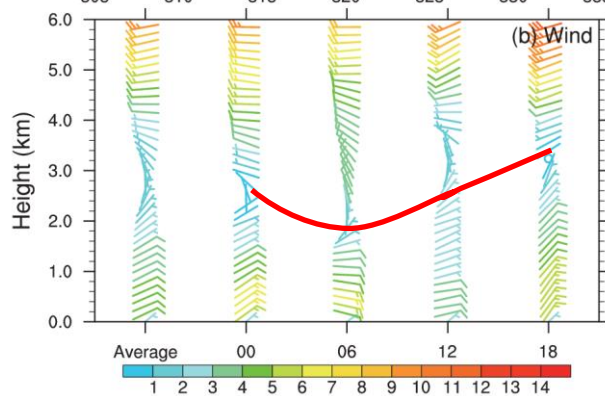
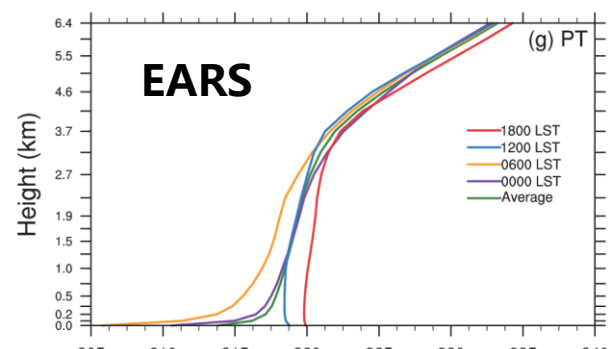
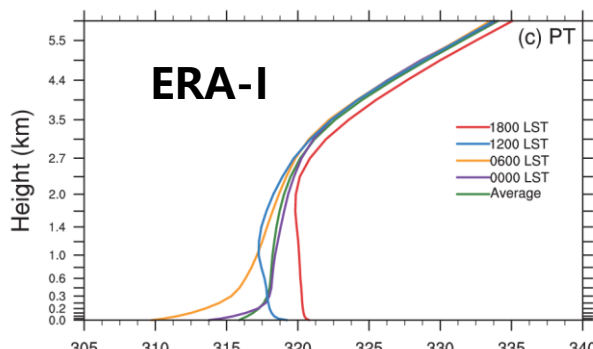
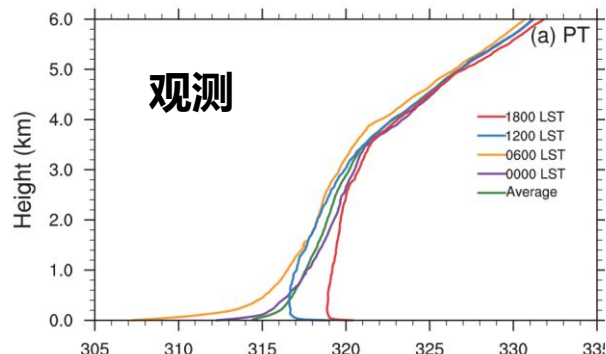
- 高空比湿、温度、U风、V风、全风速改进率分别为11.2%、41.0%、58.4%、60.9%、61.4%。

T**U****Q****V**

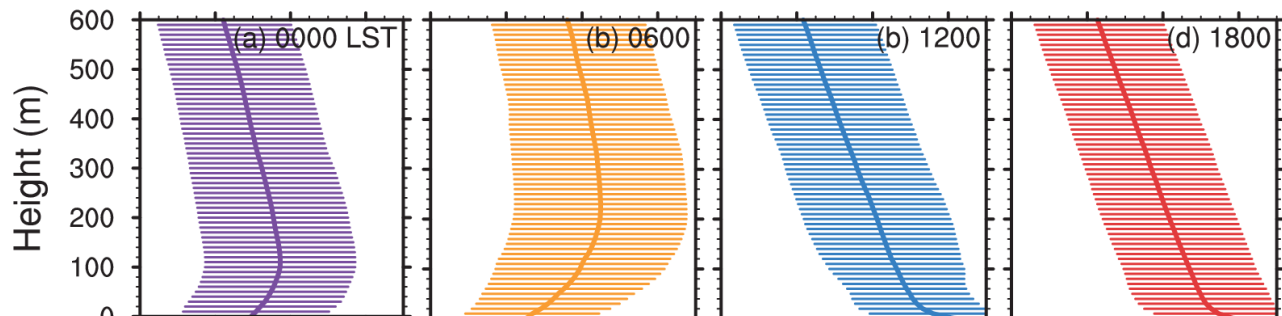
资料：2015年6月25日至2015年7月3日和2016年7月，观测点位于塔克拉玛干沙漠腹地（83.63°E，39.04°N）。秒级探空垂直分辨率为10米，间隔6小时观测一次（即02，08，14，20北京时），观测要素包括气压、温度、相对湿度、风速、风向。



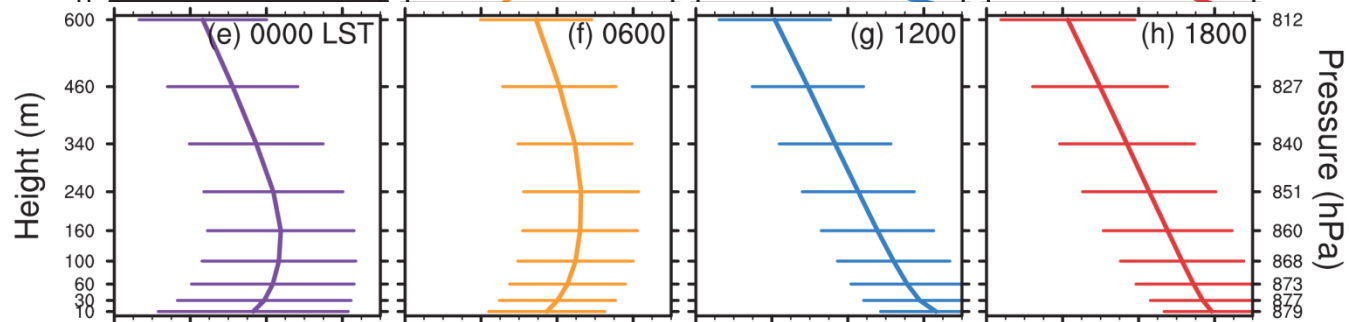
EARS能够合理的再现出风切变层高度的日变化



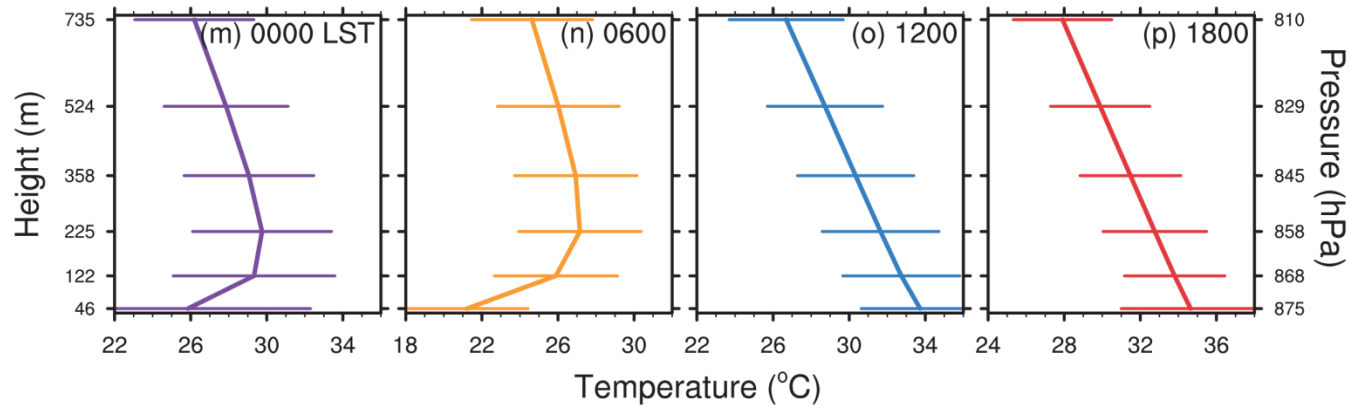
观测



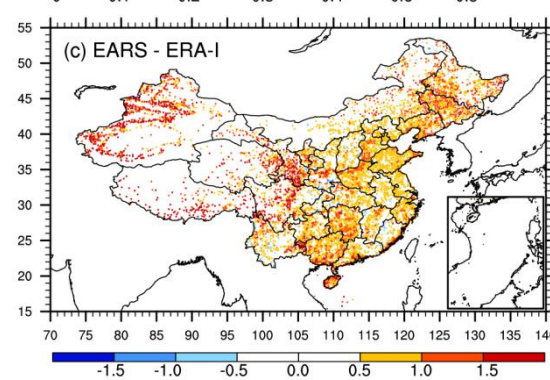
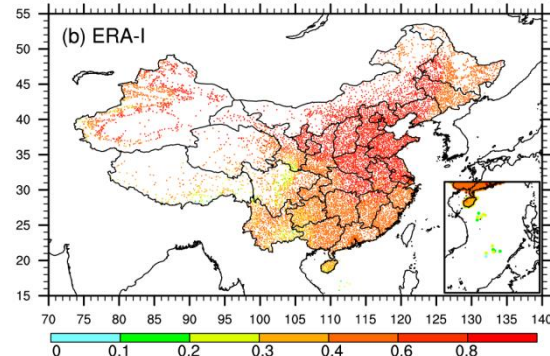
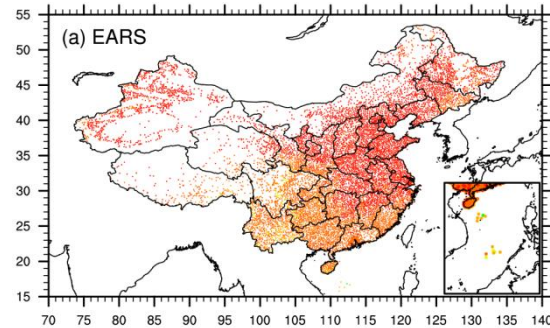
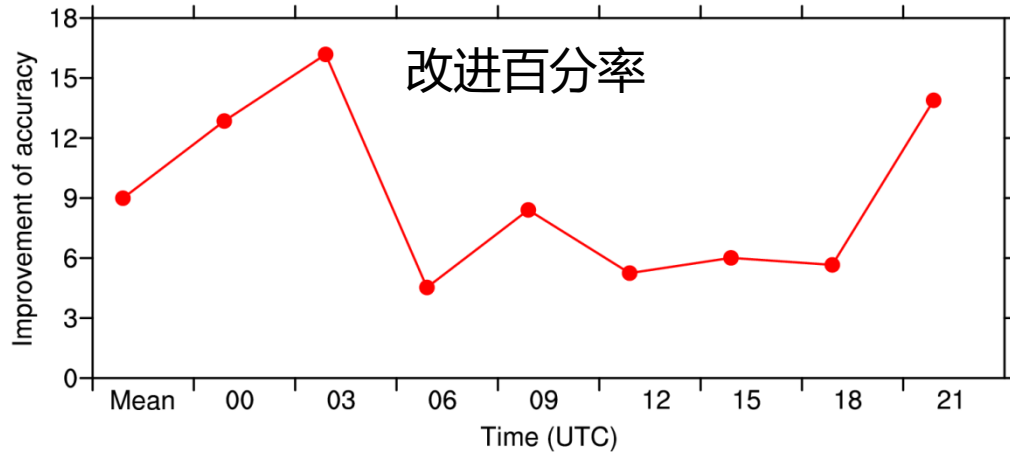
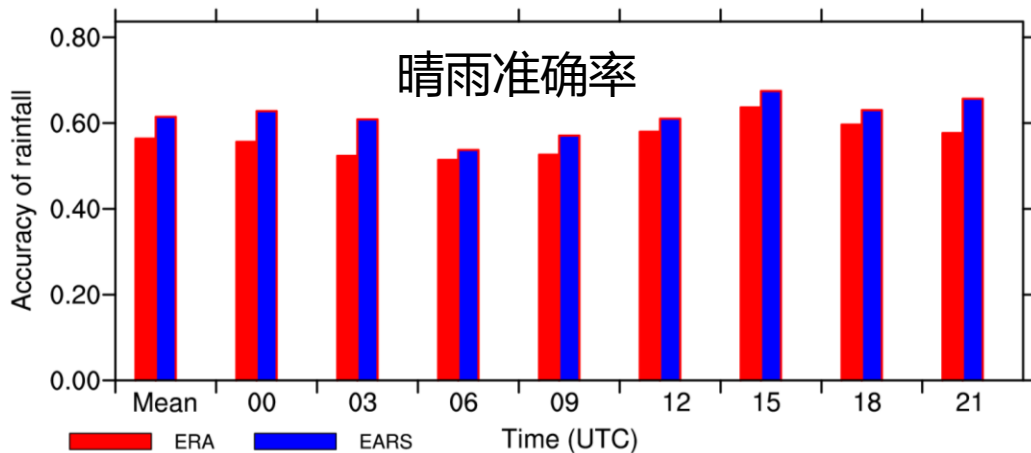
ERA-I



EARS

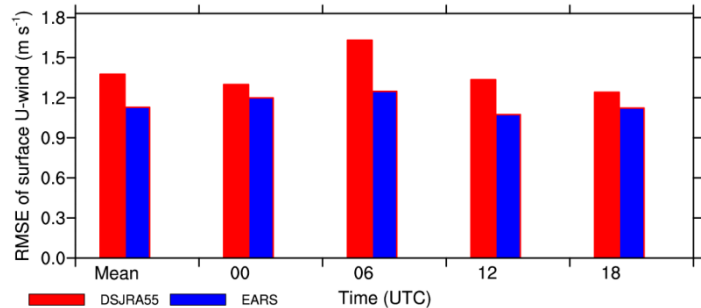


降水性能明显改善

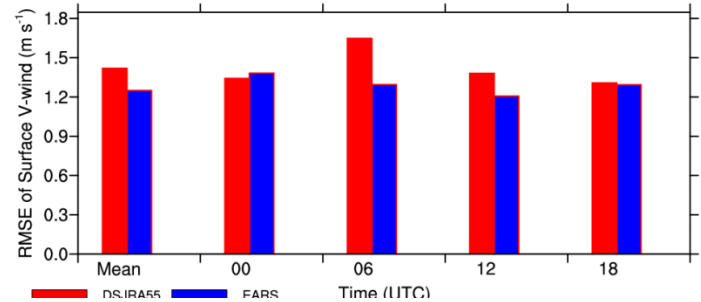


与日本区域再分析比较

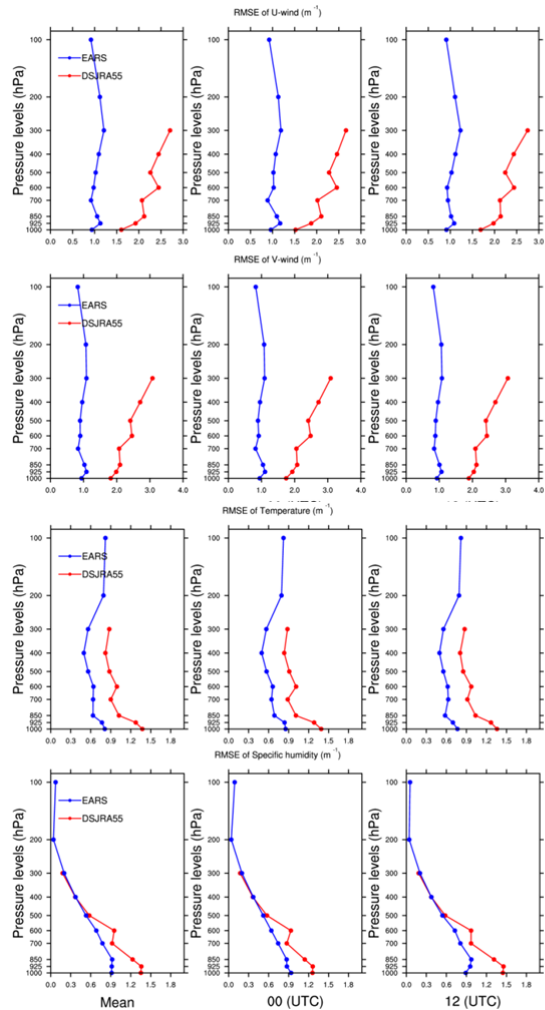
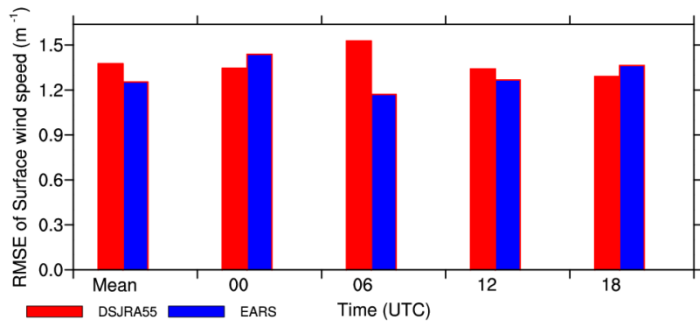
18.0%



11.9%



8.9%

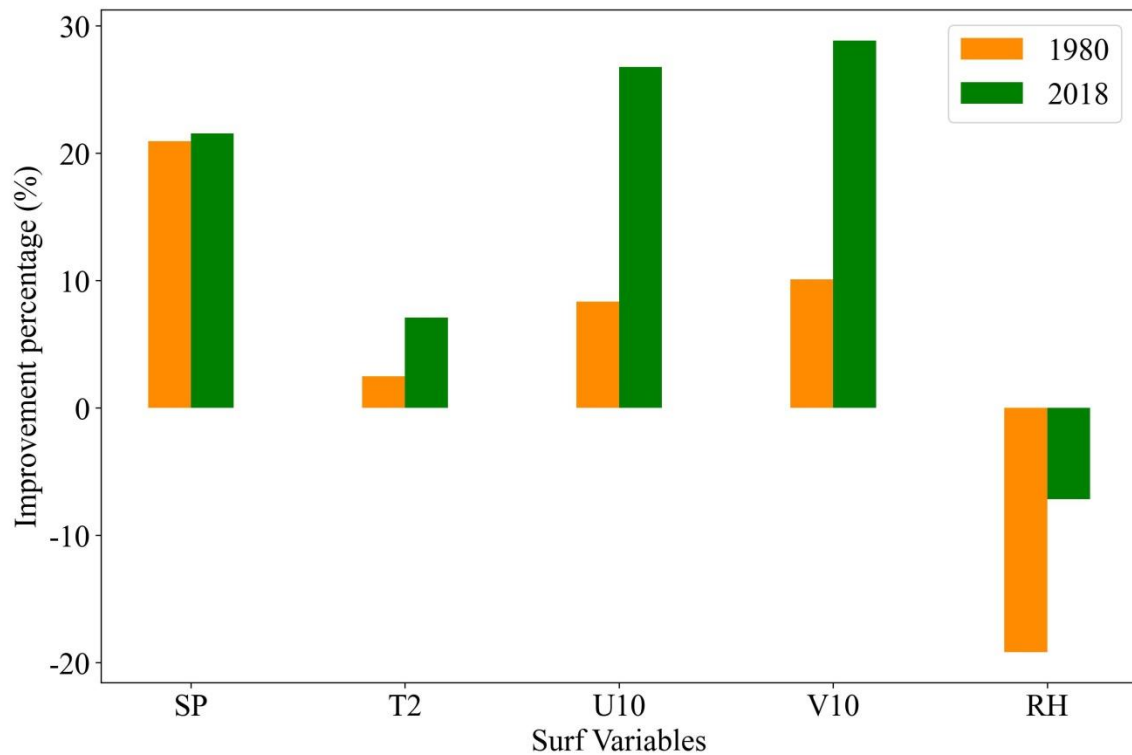


U

V

T

Q



$$\begin{aligned}
 & \text{Improvement percentage (\%)} \\
 & = \frac{RMSE(ERA5) - RMSE(EARS)}{RMSE(EARS)} \times 100 \quad \%
 \end{aligned}$$

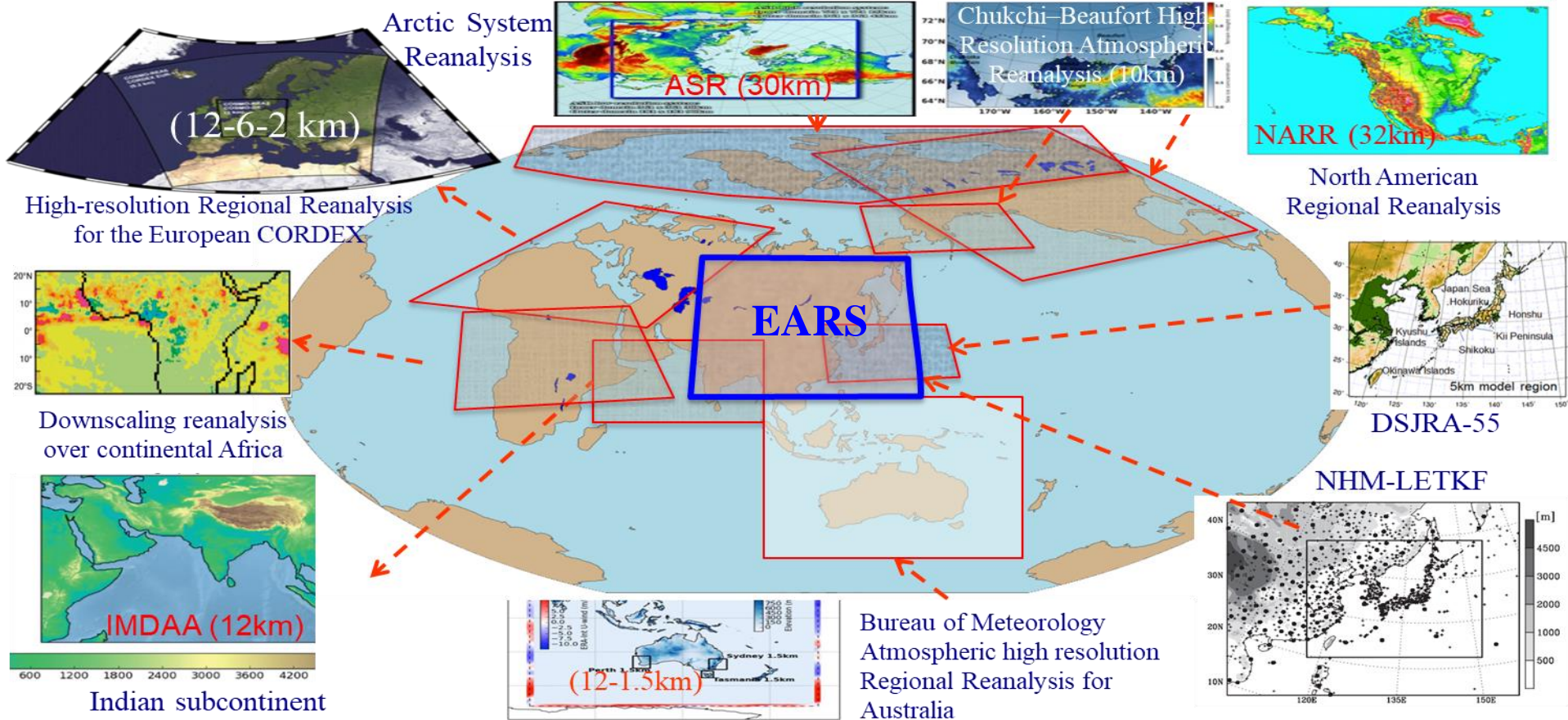
总结

- ✓ 基于WRF模式及GSI同化系统，在地面资料同化、雷达资料同化等方案解决了系列关键技术问题，建成了东亚区域大气再分析系统。
- ✓ 研制了长时间系列观测资料集和东亚区域大气再分析数据产品，在中国区域性能优于全球主要全球再分析资料。
- ✓ 经过本任务的实施，培养和锻炼了一批以青年骨干为主的数值预报系统发展和应用队伍，为再分析资料的发展储备了人才。
- ✓ 进一步推广再分析数据应用，扩大应用范围，进一步完善和改进。

1. Yin, J., X. Liang, Y. Xie, F. Li, K. Hu, L. Cao, F. Chen, H. Zou, F. Zhu, X. Sun, J. Xu, G. Wang, Y. Zhao, and J. Liu, 2023: East Asia Reanalysis System (EARS). *Earth System Science Data*, 15, 2329-2346, doi:10.5194/essd-15-2329-2023.

2. Yang, L., X. Liang, J. Yin, Y. Xie, and H. Fan, 2023: Evaluation of the precipitation of the East Asia regional reanalysis system mainly over mainland China. *International Journal of Climatology*, 43, 1676-1692, doi:10.1002/joc.7940.

3. Yang, L., X. Liang, J. Yin, Y. Xie, and H. Fan, 2023: The Extreme Precipitation and Added Value of East Asia regional reanalysis system. *International Journal of Climatology*. (Accepted)



敬请批评指正!