

天文选址视宁度计算与预测

国家天文台西部选址组

王 红 帅

目 录

视宁度实测方法

视宁度模型计算方法

视宁度模型计算方法回顾

兴隆站视宁度计算实例

视宁度计算方法的关键问题

视宁度实测方法

测量塔测量近地面湍流

微温探测
超声探测



探空气球

能够直接测量高空
的光学湍流强度
时间跨度长
可能不是同一地点



地基探测（DIMM，MASS，SCIDAR等）



视宁度计算方法

利用气象参数计算大气光学湍流强度

该方法分为两个部分

1、计算气象参数

通过中尺度气象模式，计算目标台址的气象要素 P 、 U 、 V 、 T 、 H 等的时间和空间分布

2、由气象参数计算光学湍流强度

通过找出大气光学湍流强度和气象参数之间的关系，这个过程称为光学湍流强度的参量化，用气象参数来计算大气光学湍流强度分布与变化。可以计算得到大气相干长度、大气相干时间、等晕角、闪烁指数、空间相干外尺度

Masciadri的工作

使用中尺度非静力（**MNH**）模型
对Paranal进行了数值模拟

初始化数据由探空雷达和**ECMWF**
（European Center for Medium
Weather Forecast）提供

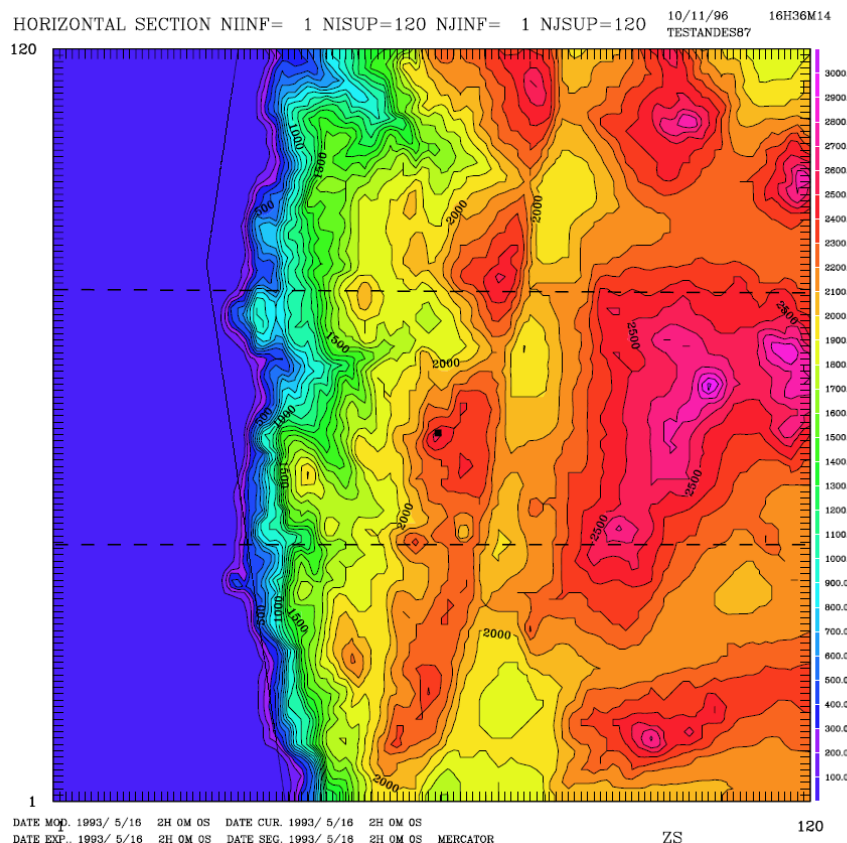
水平分辨率：500m

垂直分辨率：第一层50米

0-3km

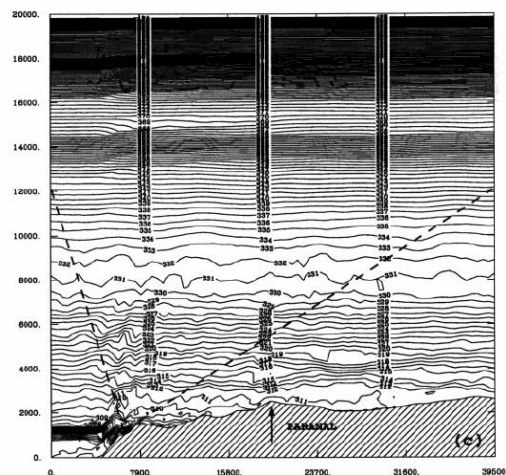
3-20km : 600m

共约40层

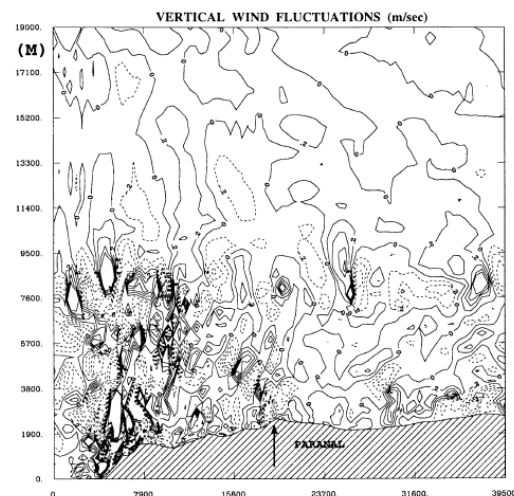


Paranal周围地形图

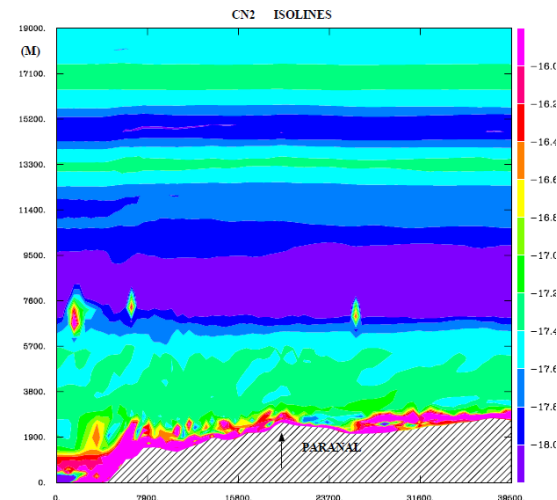
Masciadri计算结果



温度剖面

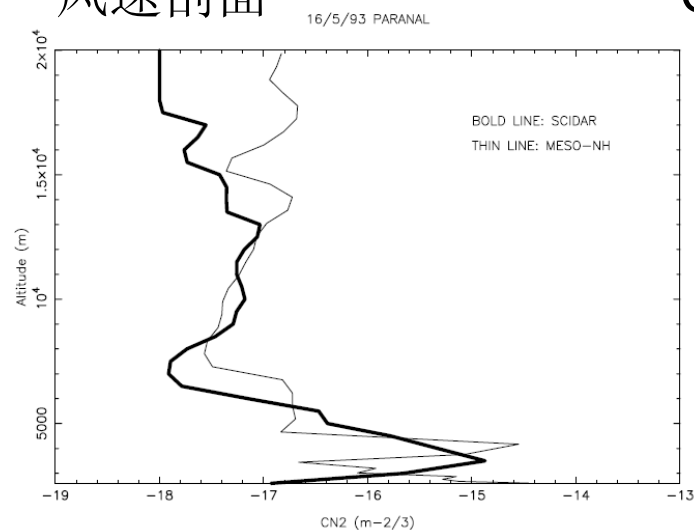


风速剖面



Cn2剖面

和实测结果对比



file above Paranal mountain simulated by Meso-Nh after 4 hours simulation time (thin between 01:00 and 02:00 U.T. the 16/5/93 night

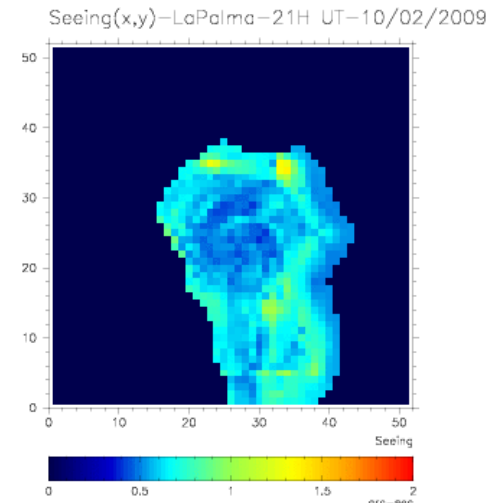
vernin2009年在Canary (spie news)

气象参数的求解过程

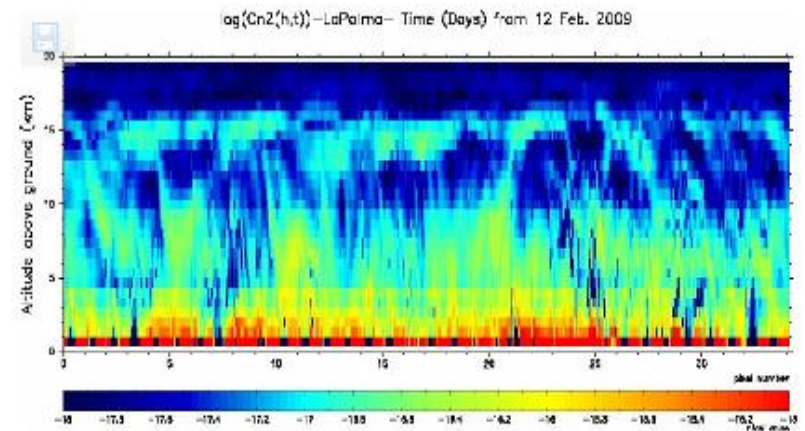
利用WRF (Weather Research and Forecasting Model) 对 La Palma (Canary Islands)进行了数值模拟

数字地形图包含在软件中，水平分辨率1km，垂直方向超过30层

初始化数据由Global Forecast System提供

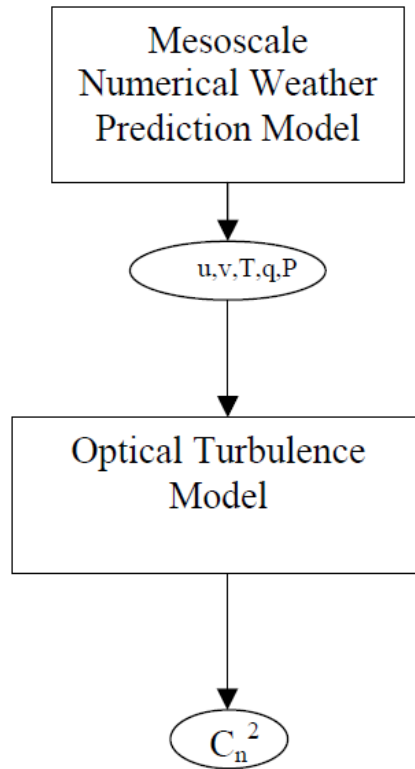


La Palma视宁度在24小时之内的变化

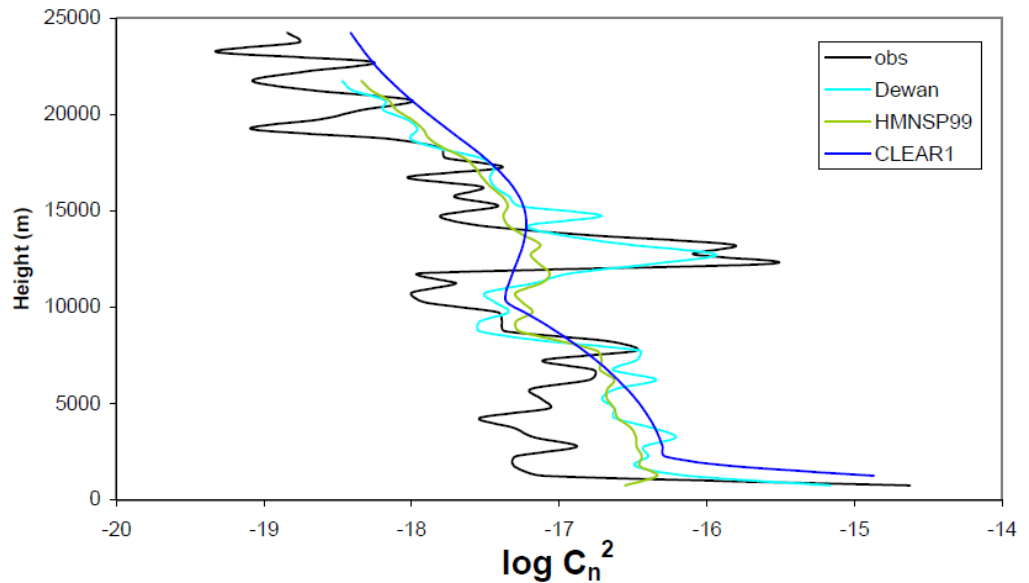


La Palma一个月内 $\log(C_N^2)$ 廓线的变化

美国空军研究实验室视宁度计算方法



运算流程



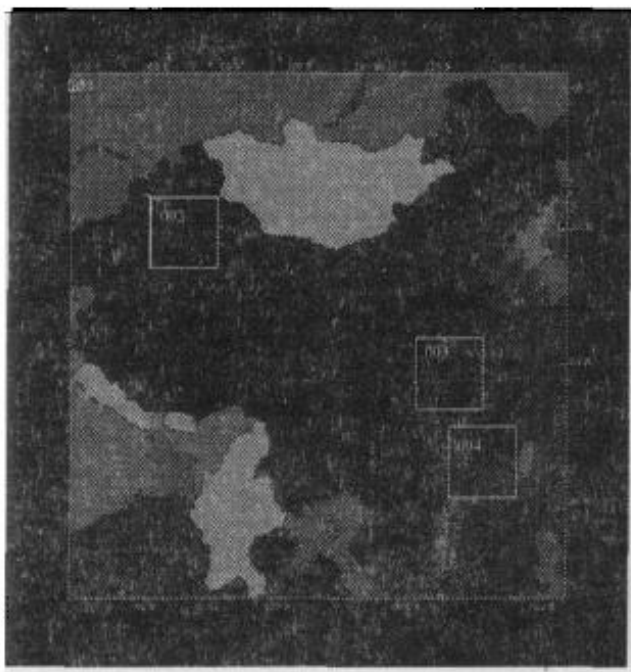
计算结果和实测对比

气象模型：MM5

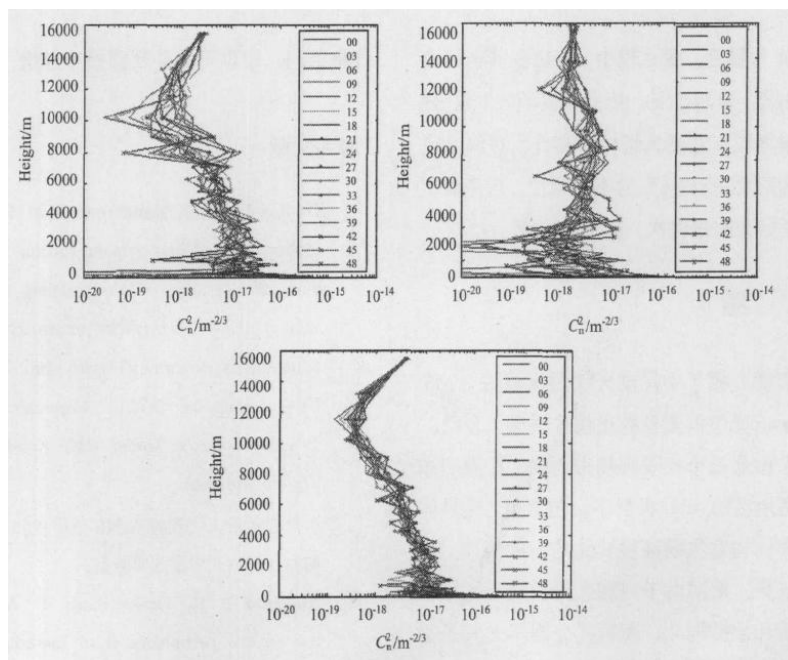
数据：NCEP 再分析资料

安光所许利明，吴晓庆的工作

主要采用美国空军研究实验室的方法，利用MM5模型，在合肥，库尔勒，东山进行了实验工作



模拟计算的区域



计算得到的湍流廓线

兴隆站视宁度计算实例

中尺度气象模式：WRF

气象数据：NCEP FNL

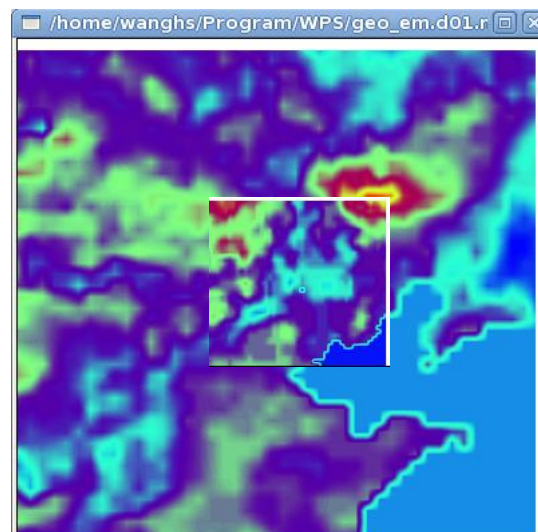
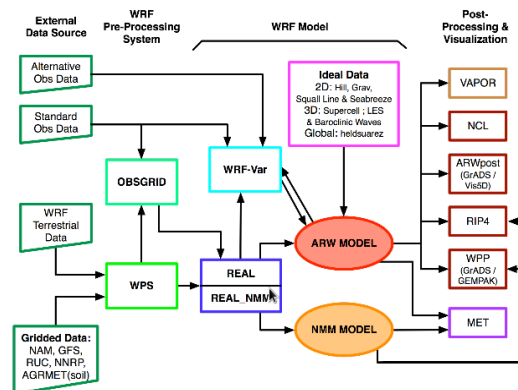
双重嵌套，分辨率分别为30km，10km，

输出结果时间间隔30分钟

2007年3月24日0时

至2007年3月26日0时

CN2参量化模型是采用Dewan模型



模拟覆盖的区域

$$C_n^2 = 2.8 \left(\frac{(79 \times 10^{-6} P)}{T^2} \right)^2 L_o^{4/3} \left(\frac{\partial T}{\partial z} + \gamma \right)^2$$

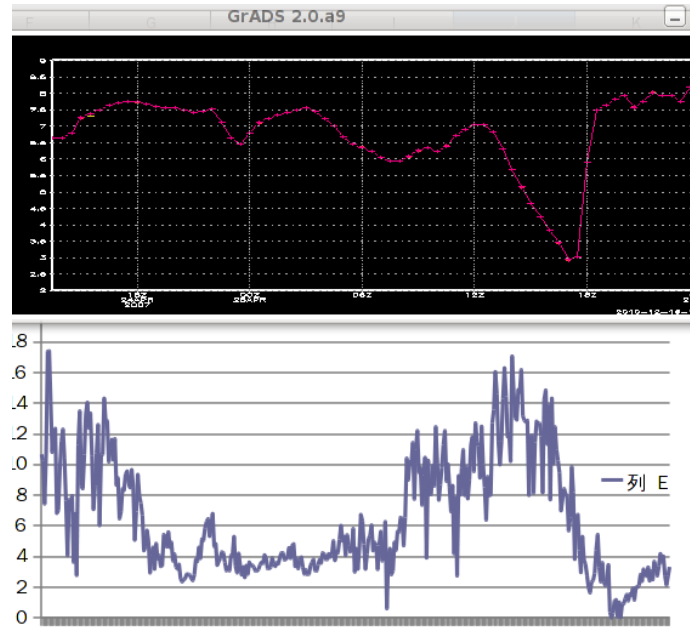
$$L_o^{4/3} = 0.1^{4/3} \times 10^{(1.64 + 42.0z)} \quad (\text{对流层})$$

$$L_o^{4/3} = 0.1^{4/3} \times 10^{(0.506 + 50.0z)} \quad (\text{平流层})$$

兴隆站计算结果

风速对比

气象站位置在Lamost旁边，一方被圆顶阻挡，对测量精度会有影响



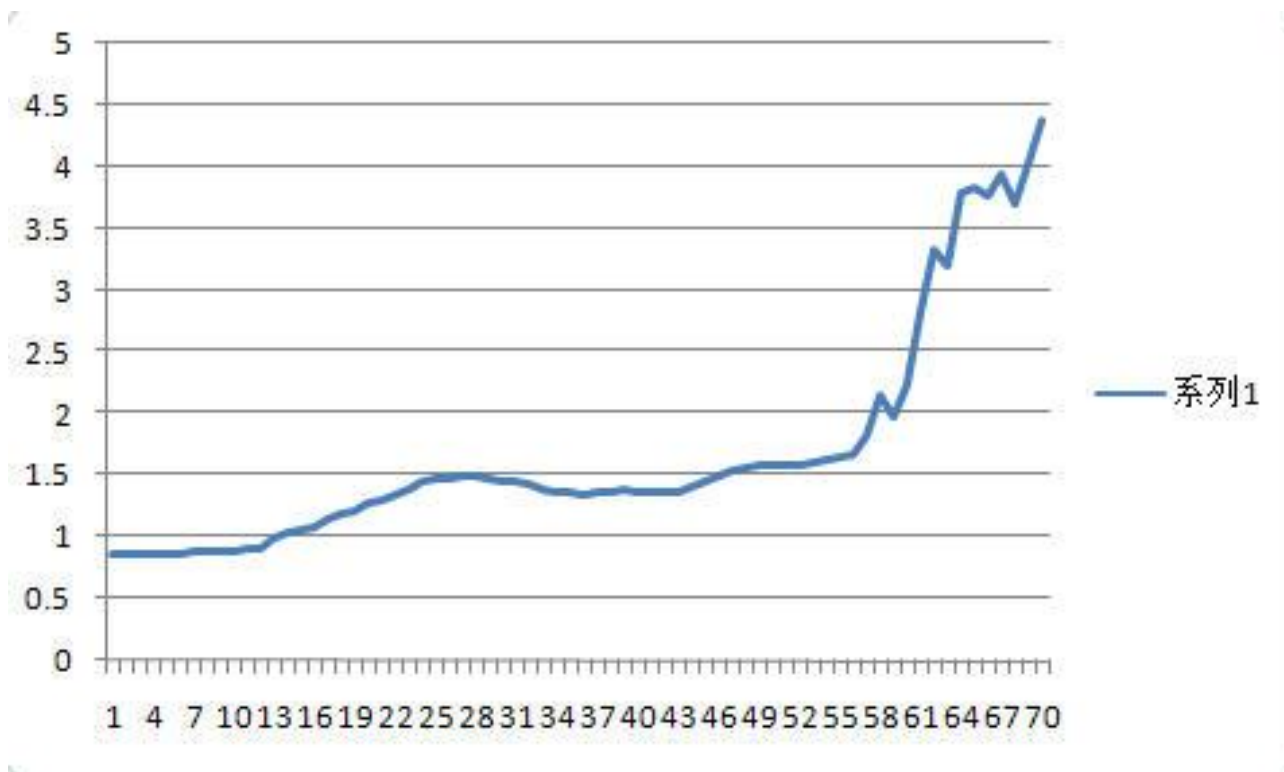
兴隆站计算结果

右图为24-26日的视宁度变化，
可以看出25日晚上视宁度开始
变差，达到3-4个角秒

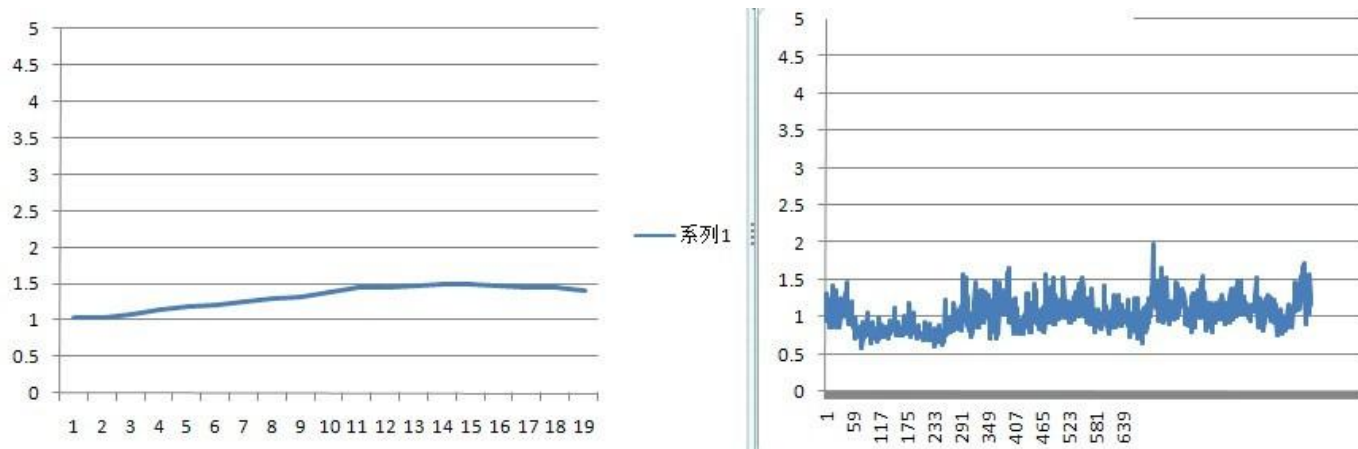
实测值

24日晚中值
0.91角秒

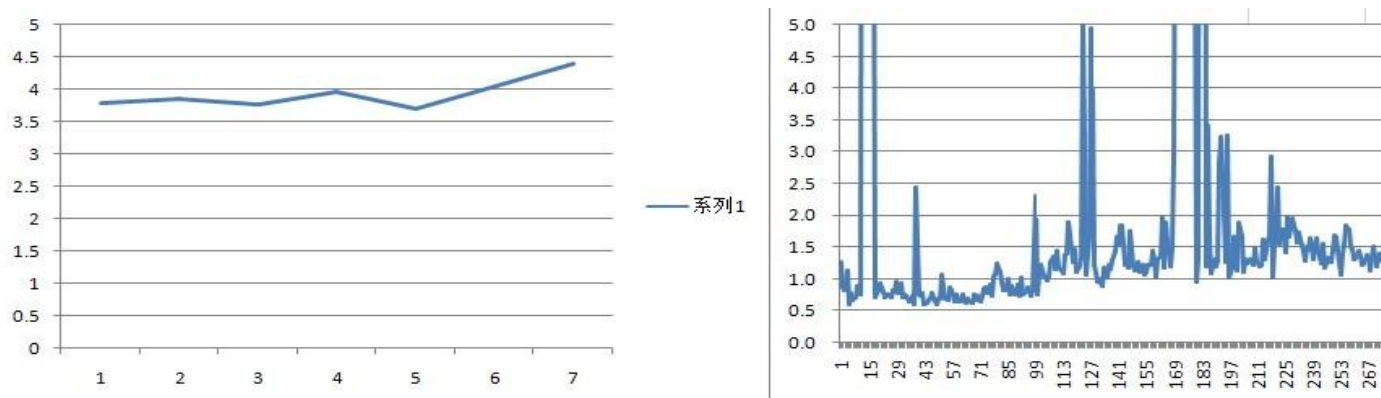
25日晚
1.39角秒



兴隆站计算结果

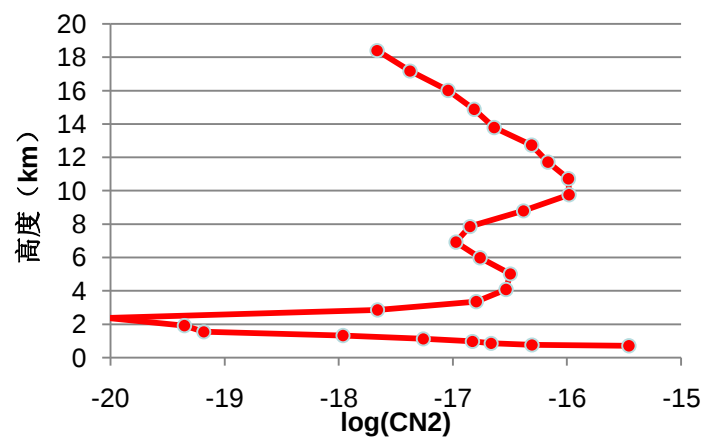


视宁度对比4月24日晚8点至25日早5点

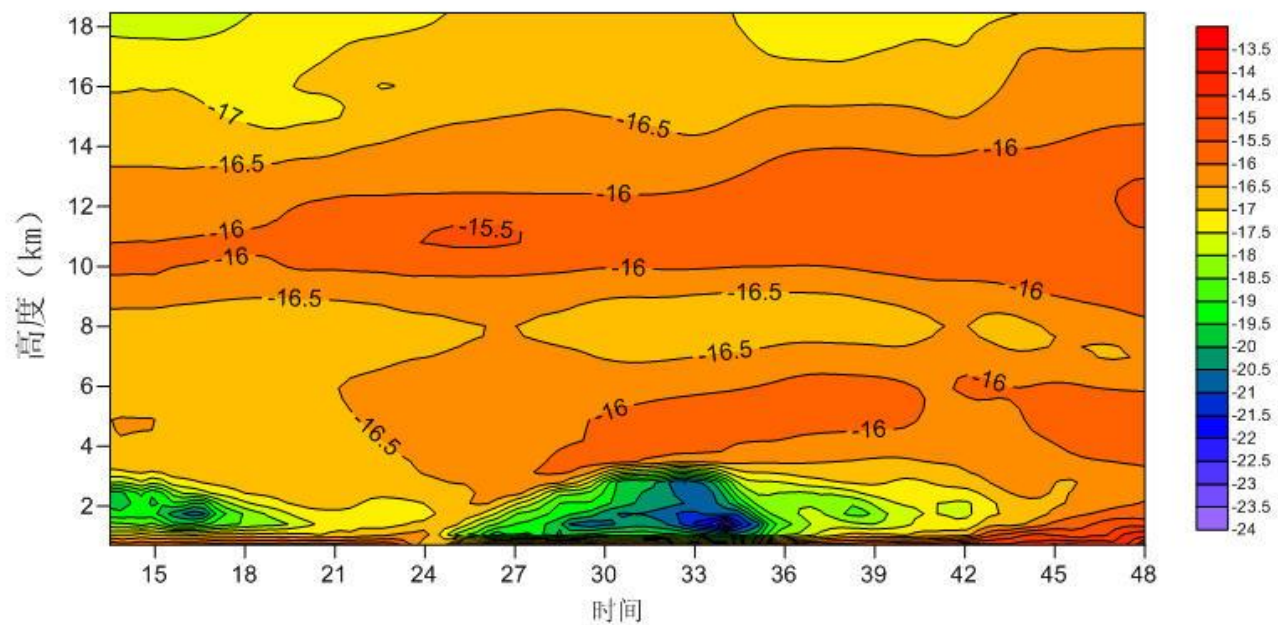


视宁度对比4月25日晚9点至26日0点

兴隆站CN2廓线



兴隆站 $\log(\text{CN2})$ 廓线随时间变化图



视宁度计算方法的几个关键问题

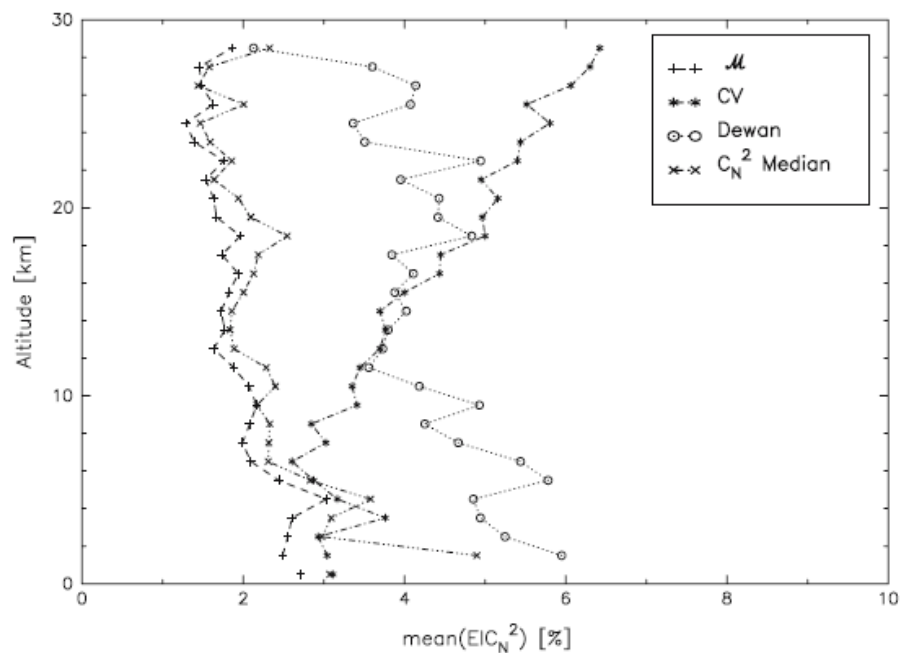
提高气象参数的计算精度

- 1、采用更高的网格分辨率，更短的时间步长和更精确的初始，边界条件
- 2、在模拟计算区域进行增加地面气象站，将测量结果通过数据同化，加入到模式计算中，从而提高计算精度
- 3、整个运算流程成熟后，考虑采用高性能计算机来进行处理

视宁度计算方法的几个关键问题

大气光学湍流的参量化模型研究

对比已经存在的近10种模型，结合实测数据，找到最适合某个台址的模型



Vernin统计模型和其他几种模型之间的对比

视宁度计算方法的几个关键问题

视宁度预报

之前提到的都是利用归档的气象数据，来进行计算，得到某个台址当时的气象数据和视宁度数据，利用现在的气象参数预报未来24小时或者48内的视宁度是一个更具挑战性的工作。

感谢您的关注！

问题？