

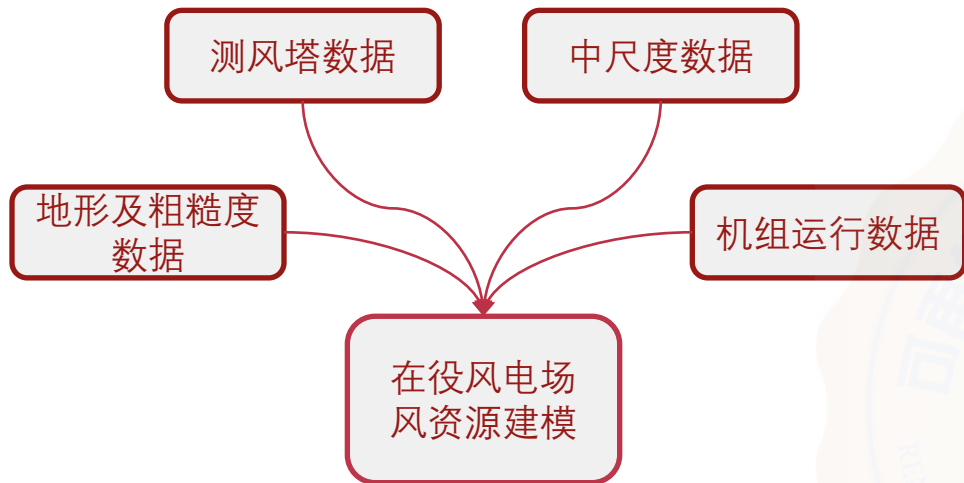


首期可再生能源专家技术委员会技术沙龙

《在役风电场风资源评估方法》解读会

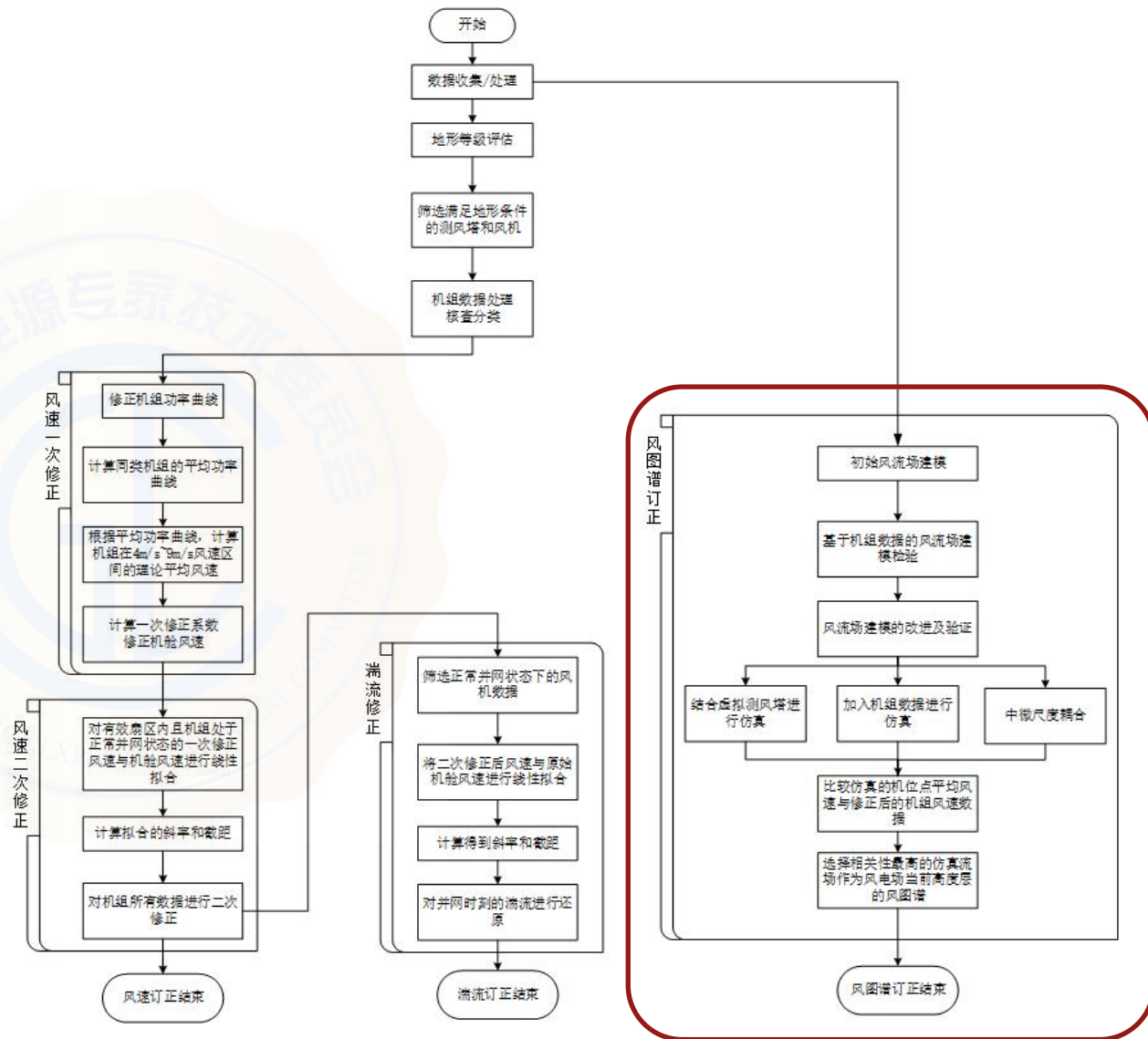
模型仿真及订正—美迪蒋紫琥

2022年11月24日



在利用现有微尺度流场建模技术的基础上，合理利用中尺度数据，充分利用机组运行数据，**降低风资源评估的不确定度。**

为风电场技改、扩容等应用场景提供更准确的风资源建模，形成可遵循的流程方法。



初始建模



建模应用流程

初始建模

初始建模检验



建模应用流程

初始建模

初始建模检验

中微尺度结合建模



初始建模

初始建模检验

中微尺度结合建模

中微尺度结合建模检验及修正



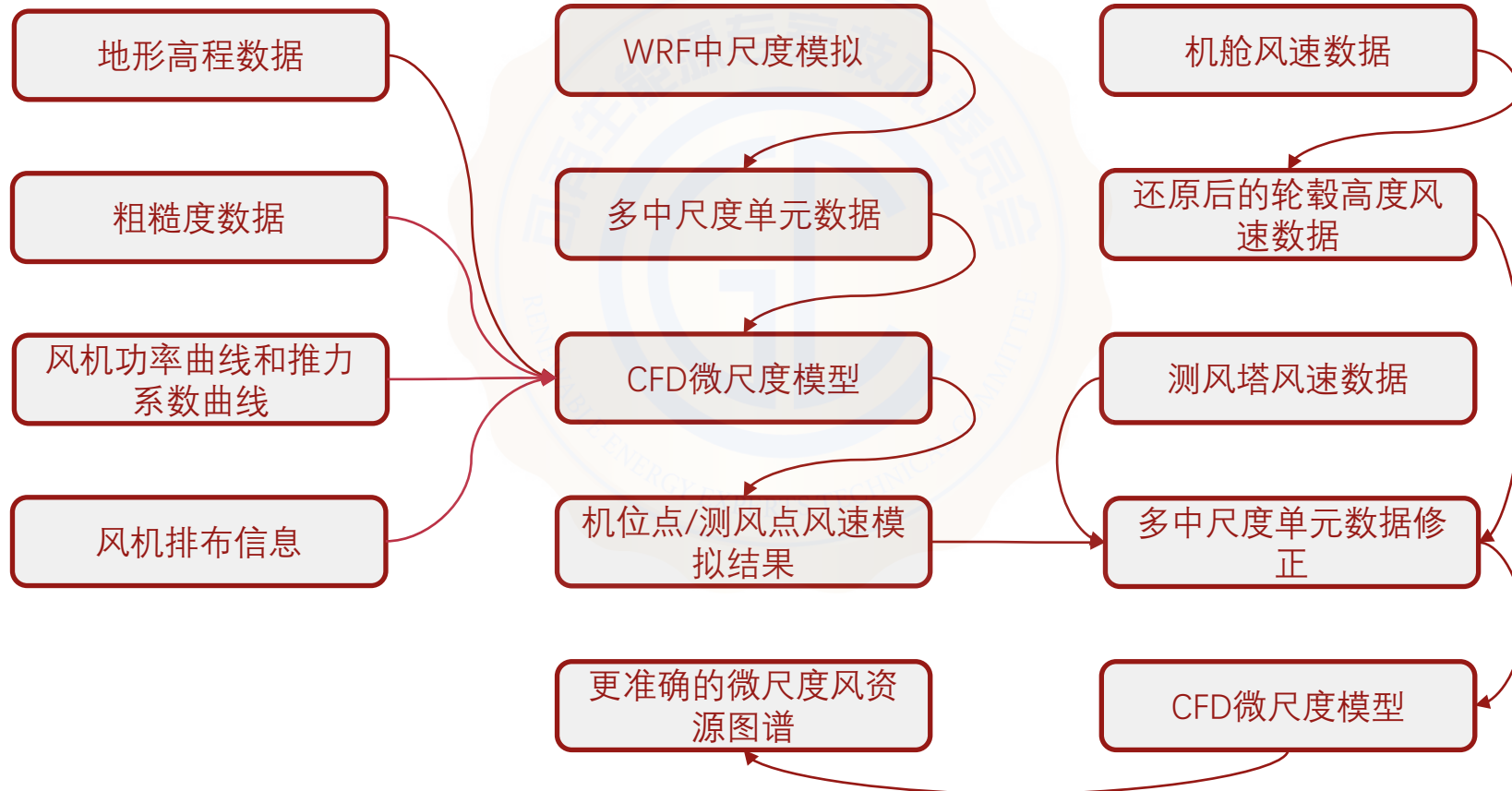
初始建模

初始建模检验

中微尺度结合建模

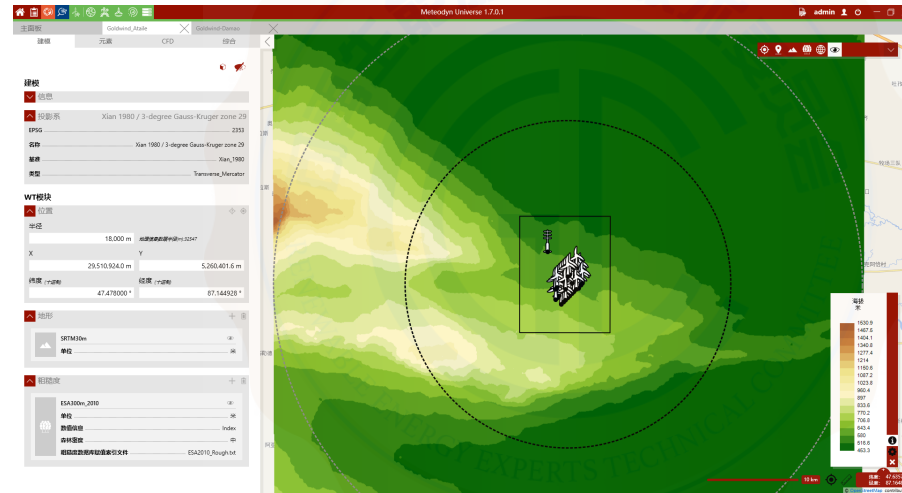
中微尺度结合建模检验及修正

最终风资源评估成果



微尺度模型

- 地形数据: SRTM30m
- 粗糙度数据: ESA300m



- 建模半径18km
- 海拔变化范围:
450-1500m (计算区域)
600-700m (机位点)
- 风机轮毂高度: 70m

微尺度模型

- 网格分辨率：25m x 4m
- 大气稳定度：中性
- 16个扇区

The screenshot displays the CFD software interface. The main window shows a table of simulation results for 16 sectors. The table columns are: 热稳定度 (Thermal Stability), 风f (Wind), 网格数量 (Grid Count), and 收敛 (Convergence). The right panel shows the configuration for the simulation, including attributes, forest canopy model, grid settings, and calculation parameters.

热稳定度	风f	网格数量	收敛
2 - 中性	22°	17811900 points	99.6 %
已用时间: 91分 10秒			
2 - 中性	45°	22467600 points	99.8 %
已用时间: 117分 12秒			
2 - 中性	67°	18517760 points	99.8 %
已用时间: 97分 7秒			
2 - 中性	90°	8287272 points	99.7 %
已用时间: 43分 40秒			
2 - 中性	112°	17811900 points	99.8 %
已用时间: 92分 36秒			
2 - 中性	135°	22496040 points	99.7 %
已用时间: 121分 27秒			
2 - 中性	157°	18517760 points	99.8 %
已用时间: 93分 58秒			
2 - 中性	180°	8271396 points	100.0 %
已用时间: 38分 36秒			
2 - 中性	202°	17811900 points	100.0 %
已用时间: 87分 35秒			
2 - 中性	225°	22496040 points	99.2 %
已用时间: 116分 20秒			
2 - 中性	247°	18517760 points	99.4 %
已用时间: 96分 35秒			
2 - 中性	270°	8252640 points	99.4 %
已用时间: 41分 57秒			
2 - 中性	292°	17811900 points	99.8 %
已用时间: 74分 39秒			
2 - 中性	315°	22467600 points	99.7 %
已用时间: 102分 8秒			
2 - 中性	337°	18517760 points	99.8 %
已用时间: 86分 46秒			
2 - 中性	360°	8268480 points	99.7 %
已用时间: 49分 6秒			

属性

风向: 45
热稳定度等级: 2
创建日期: 15/04/2022
总时间: 126mn 12sec
处理器核数: 2
X方向上子区数: 1
Y方向上子区数: 1

森林冠层模型

森林冠层模型: 飘逸模型
过渡层高度: 15
森林冠层高度与粗糙度长度比值: 20

网格

最小水平分辨率: 25
最小垂直分辨率: 4
水平扩展系数: 1.1
垂直扩展系数: 1.2
Lidar-最小水平分辨率(米): 8
Lidar-水平扩展系数: 1.1
垂直参数: 0.5
平滑 - 整个计算区域平滑: 1
平滑 - 区域边缘平滑: Yes
网格: 22467600 points
790 * 790 * 36

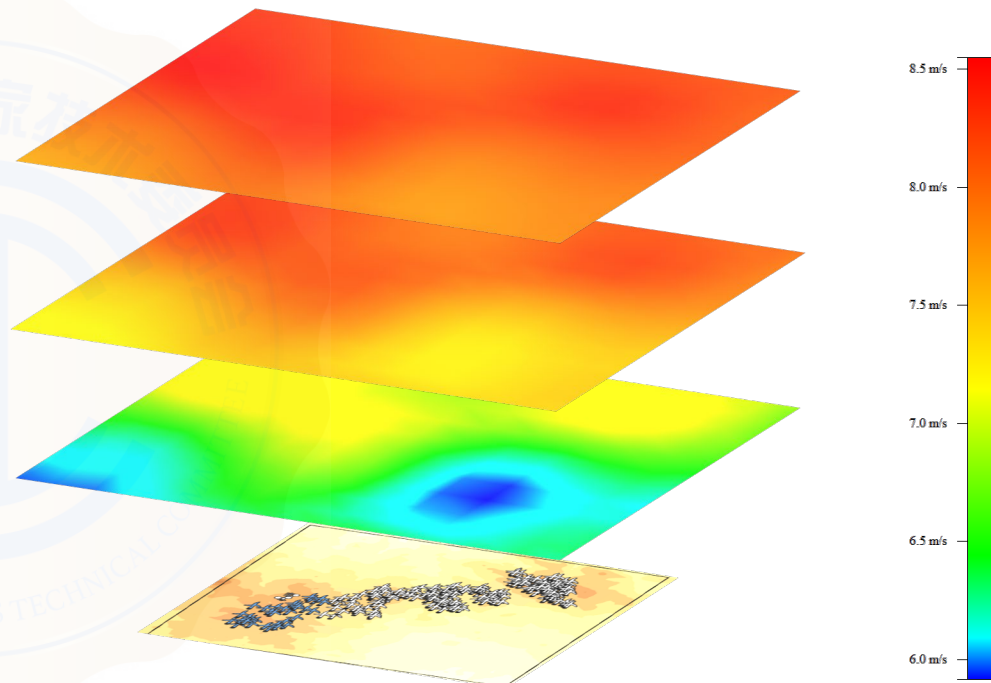
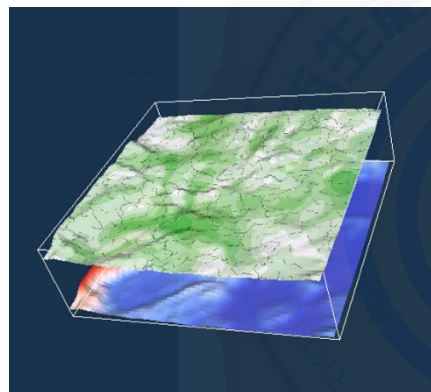
计算

为增加的迭代结果保留3维网格: No
最大迭代次数: 25
收敛: 99.8 %
强制使用统一的迭代次数: 否

Post CFD 本地计算 Post CFD HPC 输出

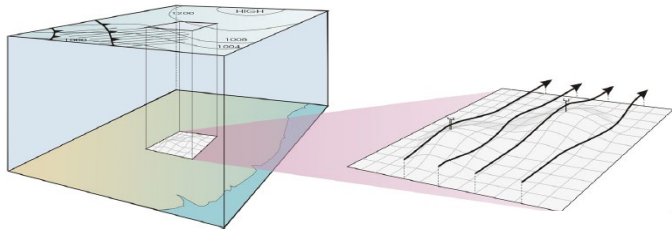
中尺度模型

- 求解器: WRF-ARW
- 再分析数据源: FNL
- 空间分辨率: 3km
- 时间步长: 1h
- 模拟时间段: 1年

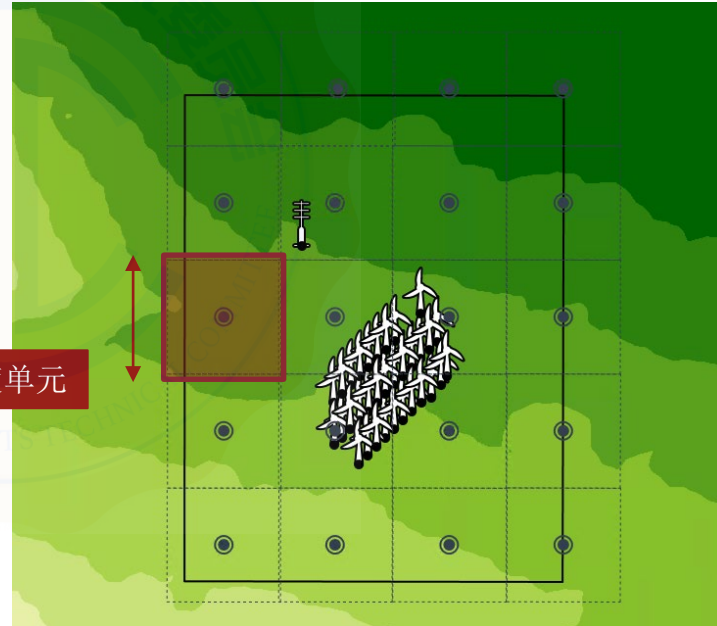


中微尺度结合

- 使用200m高度中尺度模拟风速、风向数据
- 基于3km中尺度单元进行降尺度计算
- 基于规则网格的多中尺度单元分布

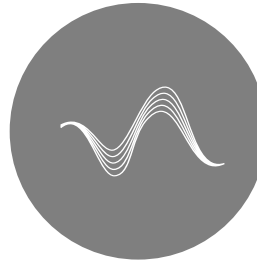


中尺度单元





多中尺度单元数据格式



多个中尺度数据

时间序列或TAB格式

一次导入的所有文件格式应保持一致

时间	风速	风向	...
1	10.00	135	...
2	10.00	135	...
...
10	10.00	135	...
11	10.00	135	...
12	10.00	135	...



Index索引文件

定义中尺度单元的位置、大小、高度
经纬度或大地坐标

X center ; Y center ; Height ; X length ; Y length ; filename

442135;5752140;80;500;500;x442135y5752140h110.tab
442635;5752140;80;100;100;x442635y5752140h110.tab
440635;5753640;80;500;500;x440635y5753640h110.tab
441135;5753640;80;500;500;x441135y5753640h110.tab
440635;5754140;80;500;500;x440635y5754140h110.tab



Multimeso

一次定义，永久使用
自动匹配风场位置并创建中尺度单元

气象数据

测风数据 中尺度数据 多中尺度数据

气象对象 风数据高度 (米)

Amultimeso 80 ; 100 ; 200 ; 220

空气密度 1.225 kg/m³

按扇区输出 22.5 °



多中尺度单元数据格式



Multimeso_200m

- index.txt
- Meso11_200.csv
- Meso12_200.csv
- Meso13_200.csv
- Meso14_200.csv
- Meso21_200.csv
- Meso22_200.csv
- Meso23_200.csv
- Meso24_200.csv
- Meso31_200.csv
- Meso32_200.csv
- Meso33_200.csv
- Meso34_200.csv
- Meso41_200.csv
- Meso42_200.csv
- Meso43_200.csv
- Meso44_200.csv

```
37371809;4624856;200;3000;3000;Meso11_200.csv  
37374809;4624856;200;3000;3000;Meso12_200.csv  
37377809;4624856;200;3000;3000;Meso13_200.csv  
37380809;4624856;200;3000;3000;Meso14_200.csv  
37371809;4621856;200;3000;3000;Meso21_200.csv  
37374809;4621856;200;3000;3000;Meso22_200.csv  
37377809;4621856;200;3000;3000;Meso23_200.csv  
37380809;4621856;200;3000;3000;Meso24_200.csv  
37371809;4618856;200;3000;3000;Meso31_200.csv  
37374809;4618856;200;3000;3000;Meso32_200.csv  
37377809;4618856;200;3000;3000;Meso33_200.csv  
37380809;4618856;200;3000;3000;Meso34_200.csv  
37371809;4615856;200;3000;3000;Meso41_200.csv  
37374809;4615856;200;3000;3000;Meso42_200.csv  
37377809;4615856;200;3000;3000;Meso43_200.csv  
37380809;4615856;200;3000;3000;Meso44_200.csv
```

将多中尺度单元数据文件导入WT



创建一个新的气象对象

Mast Meso Lidar MultiMeso

名称 NewMultiMeso

纬度 (十进制) 44.000000 ° 经度 (十进制) 111.000000 °

确定 取消

新建一个MultiMeso类型的气象数据对象

一般信息

名称 NewMultiMeso

描述

创建 2022/9/18 13:10

最后一次保存 2022/9/18 13:10

位置

纬度 (十进制) 44.000000 ° 经度 (十进制) 111.000000 °

米制坐标 (米)

如果index文件中的坐标是经纬度，则不勾选
如果index文件中的坐标是大地坐标，则勾选



将多中尺度单元数据文件导入WT

位置

纬度 (十进制) 经度 (十进制)

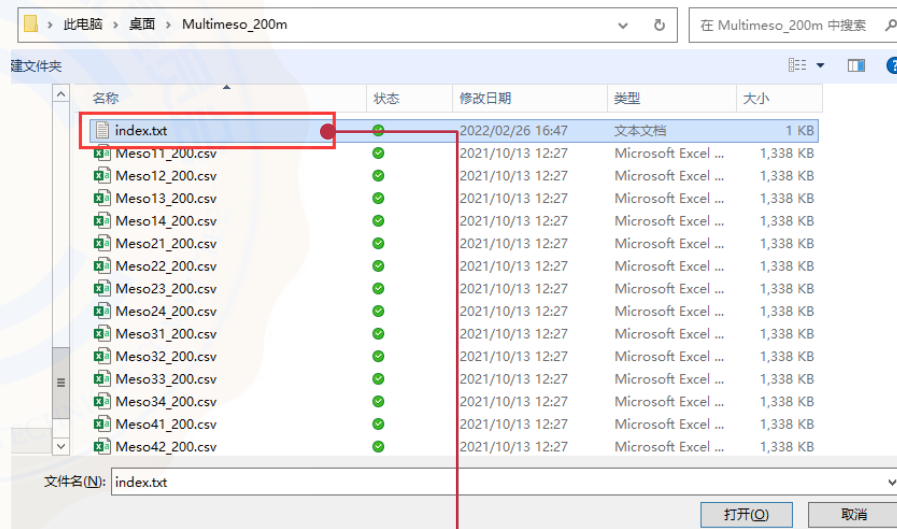
米制坐标 (米)

高度

高度 热稳定度等级 统计 时间序列 湍流 相对湍

时间序列数据

载入时间序列



选择index文件



将多中尺度单元数据文件导入WT

为多中尺度单元导入时间序列文件

向导

分隔符: Comma ,

文件头起始行数: 1

数据起始行数: 2

编码: Arabic (864)

默认高度 (米): 0

日期和时间属于同一列么?

语言: Invariant Language (Invariant Cou...)

日期格式: yyyy-MM-dd_HH:mm:ss
例如: 2022-09-17_13:07:06

单位

温度: °C

气压: Pa

遇到第一个错误时停止检验

启动全部文件的验证

进度: 0%

有效文件数量: 0

失败文件数量: 0

文件

多中尺度单元目录文件: D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\index.txt

选中的文件: D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso11_200.csv

标题	#	TimeInfo	Temperature	RH	pressure	direction	speed	airdensity	windpower	windshear	GHI
变量		日期时间				风向	平均风速				
高度(米)						200	200				

标题	#	TimeInfo	Temperature	RH	pressure	direction	speed	airdensity	windpower	windshear	GHI
1	#	TimeInfo	Temperature	RH	pressure	direction	speed	airdensity	windpower	windshear	GHI
2	2016-10-31_00:00:00	-13.774	32.019	818.640	298.945	2.470	1.099	8.287	0.959	0.000	0.000
3	2016-10-31_01:00:00	-13.219	31.060	818.269	274.757	2.169	1.097	5.596	0.481	296.456	0.000
4	2016-10-31_02:00:00	-12.210	31.070	817.981	258.410	2.304	1.092	6.682	0.176	463.727	0.000
5	2016-10-31_03:00:00	-11.019	29.626	817.698	264.010	2.667	1.087	10.309	0.188	581.840	0.000
6	2016-10-31_04:00:00	-10.112	28.965	817.368	265.564	3.082	1.083	15.847	0.189	638.223	0.000
7	2016-10-31_05:00:00	-9.392	28.305	817.030	266.007	3.372	1.079	20.679	0.186	694.229	0.000
8	2016-10-31_06:00:00	-8.853	27.995	816.722	252.217	3.587	1.077	24.836	0.165	565.369	0.000
9	2016-10-31_07:00:00	-8.492	27.549	816.667	242.577	4.070	1.075	36.240	0.165	437.964	0.000
10	2016-10-31_08:00:00	-8.434	26.689	816.573	239.085	4.516	1.075	49.486	0.200	274.515	0.000
11	2016-10-31_09:00:00	-8.659	26.490	816.492	235.378	4.677	1.075	54.995	0.363	78.632	0.000
12	2016-10-31_10:00:00	-9.139	26.956	816.351	229.588	5.576	1.077	93.386	0.803	0.000	0.000
13	2016-10-31_11:00:00	-9.483	25.838	816.151	224.283	6.267	1.078	132.691	1.035	0.000	0.000
14	2016-10-31_12:00:00	-9.347	22.198	815.950	224.472	7.015	1.078	186.002	1.307	0.000	0.000
15	2016-10-31_13:00:00	-9.056	22.323	815.557	227.916	7.644	1.076	240.234	1.421	0.000	0.000
16	2016-10-31_14:00:00	-8.607	20.748	815.518	229.981	8.189	1.074	294.924	1.622	0.000	0.000
17	2016-10-31_15:00:00	-8.358	18.574	815.408	232.341	8.567	1.073	337.291	1.776	0.000	0.000
18	2016-10-31_16:00:00	-7.986	18.669	815.298	237.010	9.088	1.071	401.992	1.976	0.000	0.000
19	2016-10-31_17:00:00	-7.762	21.763	815.216	237.553	9.548	1.070	465.759	2.289	0.000	0.000
20	2016-10-31_18:00:00	-7.627	26.098	815.125	236.846	10.078	1.069	547.271	2.882	0.000	0.000
21	2016-10-31_19:00:00	-7.481	29.416	814.941	238.580	10.501	1.069	618.731	3.601	0.000	0.000
22	2016-10-31_20:00:00	-7.297	32.560	814.832	240.350	10.972	1.068	705.145	3.940	0.000	0.000
23	2016-10-31_21:00:00	-7.287	35.357	814.778	242.175	10.935	1.068	607.004	3.880	0.000	0.000

设置分隔符及时间日期格式

指定数据列含义

进行格式检验



将多中尺度单元数据文件导入WT

为多中尺度单元导入时间序列文件

向导

分隔符: Comma ,

文件头起始行数: 1

数据起始行数: 2

编码: Arabic (864)

默认高度 (米): 0

日期

日期和时间属于同一列表?

语言: Invariant Language (Invariant Count)

日期格式: yyyy-MM-dd_HH:mm:ss
例如: 2022-09-17_13:07:06

单位

温度: °C

气压: Pa

遇到第一个错误时停止检验

启动全部文件的验证

进度: 100 %
有效文件数量: 16
失败文件数量: 0

文件

多中尺度单元目录文件: D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\index.txt

选中的文件: D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso11_200.csv

向导

标题	#	TimeInfo	Temperature	RH	pressure	direction	speed	airdensity	windpower	windshear	GHI
变量	日期时间					风向	平均风速				
高度(米)						200	200				

选中的文件	预览	错误	文件						
经度(°)	纬度(°)	X (m)	Y (m)	高度 (米)	X方向长度 (米)	Y方向长度 (米)	文件名称	状态	错误
37371809	4624856	4624856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso11_200.csv	●	
37374809	4624856	4624856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso12_200.csv	●	
37377809	4624856	4624856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso13_200.csv	●	
37380809	4624856	4624856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso14_200.csv	●	
37371809	4621856	4621856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso21_200.csv	●	
37374809	4621856	4621856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso22_200.csv	●	
37377809	4621856	4621856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso23_200.csv	●	
37380809	4621856	4621856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso24_200.csv	●	
37371809	4618856	4618856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso31_200.csv	●	
37374809	4618856	4618856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso32_200.csv	●	
37377809	4618856	4618856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso33_200.csv	●	
37380809	4618856	4618856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso34_200.csv	●	
37371809	4615856	4615856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso41_200.csv	●	
37374809	4615856	4615856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso42_200.csv	●	
37377809	4615856	4615856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso43_200.csv	●	
37380809	4615856	4615856	200	3000	3000	3000	D:\OneDrive\桌面\Multimeso_200m\Meso44_200.csv	●	

添加到数据 取消

添加数据

成功
多中尺度单元文件导入成功



将多中尺度单元数据文件导入WT

Meteodyn Universe 1.7.0.1 admin

NewMultiMeso

一般信息

名称: NewMultiMeso

描述:

创建: 2022/9/18 13:10

最后一次保存: 2022/9/18 13:10

位置

纬度 (十进制): 44.000000°

经度 (十进制): 111.000000°

米制坐标 (米):

高度

高度	热稳定度等级	统计	时间序列	湍流	相对湍流强度标准偏差
200	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

数据

多中尺度单元文件

X (米)	Y (米)	X方向长度 (米)	Y方向长度 (米)	文件名称
37371809.0	4624856.0	3000.0	3000.0	Meso11_200.tim
37374809.0	4624856.0	3000.0	3000.0	Meso12_200.tim
37377809.0	4624856.0	3000.0	3000.0	Meso13_200.tim
37380809.0	4624856.0	3000.0	3000.0	Meso14_200.tim
37371809.0	4621856.0	3000.0	3000.0	Meso21_200.tim
37374809.0	4621856.0	3000.0	3000.0	Meso22_200.tim
37377809.0	4621856.0	3000.0	3000.0	Meso23_200.tim
37380809.0	4621856.0	3000.0	3000.0	Meso24_200.tim
37371809.0	4618856.0	3000.0	3000.0	Meso31_200.tim
37374809.0	4618856.0	3000.0	3000.0	Meso32_200.tim
37377809.0	4618856.0	3000.0	3000.0	Meso33_200.tim
37380809.0	4618856.0	3000.0	3000.0	Meso34_200.tim
37371809.0	4615856.0	3000.0	3000.0	Meso41_200.tim
37374809.0	4615856.0	3000.0	3000.0	Meso42_200.tim
37377809.0	4615856.0	3000.0	3000.0	Meso43_200.tim
37380809.0	4615856.0	3000.0	3000.0	Meso44_200.tim

保存

保存

成功

气象数据已保存

在综合配置页面选择多中尺度单元数据



综合配置页面截图，显示气象数据配置和单元列表。

综合配置页面顶部显示“综合”、“综合28”和“结果”。

左侧配置区域“气象数据”包含以下设置：

- 参考点: M7001-70 - 70m
- 气象参考: 用户自定义选择
- 高度: [输入框]
- 使用湍流数据:
- 空气密度: 1.225 kg/m3 在 0.00 米 (海平面以上)
- 分扇区输出: 22.5°

右侧显示“距建模中心点的距离”输入框，下方为单元列表：

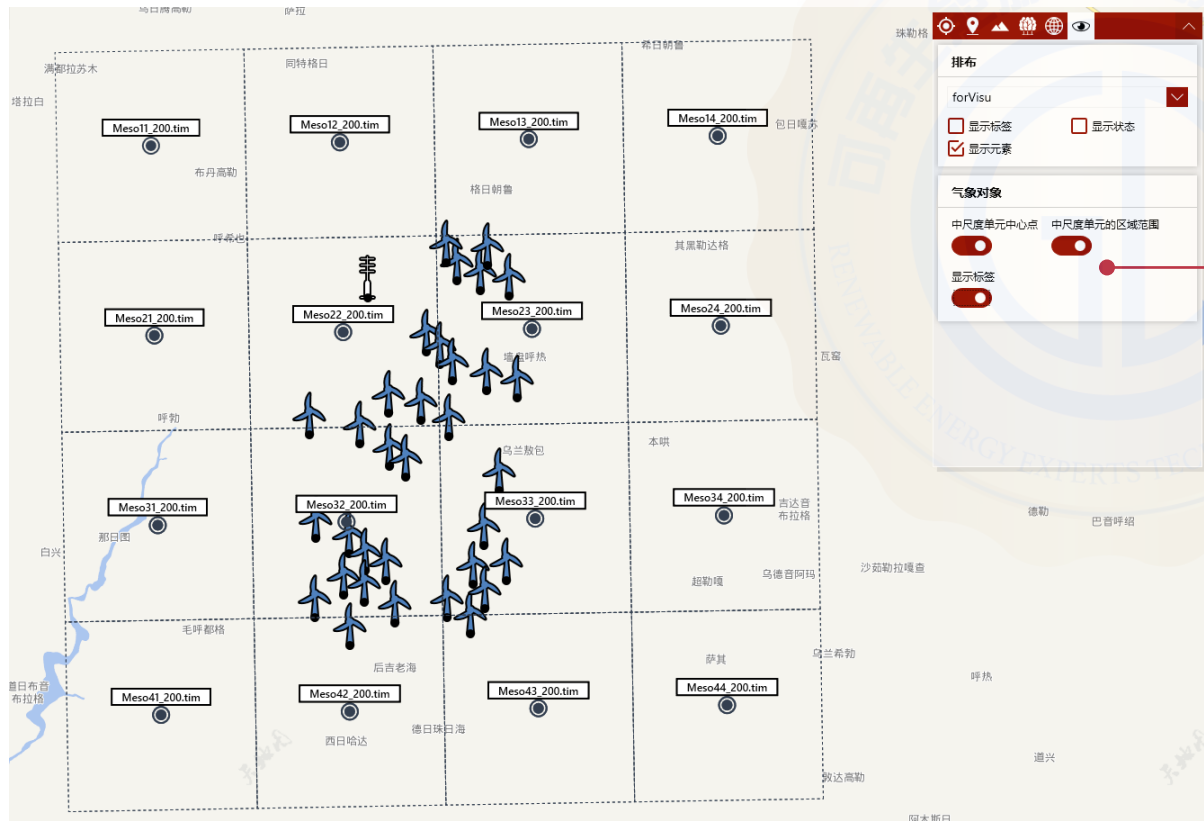
名称	类型	高度
NewMultiMeso	MultiMeso	200

选择多中尺度单元数据对象

在综合配置页面选择多中尺度单元数据



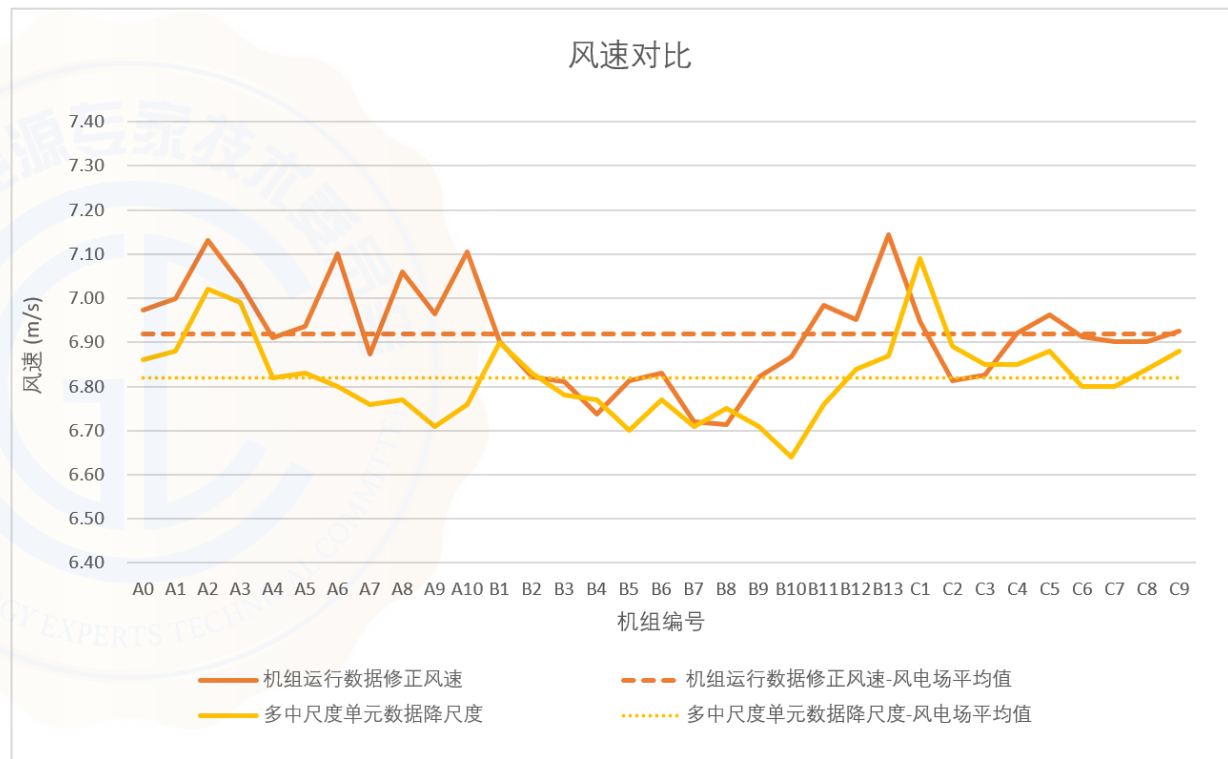
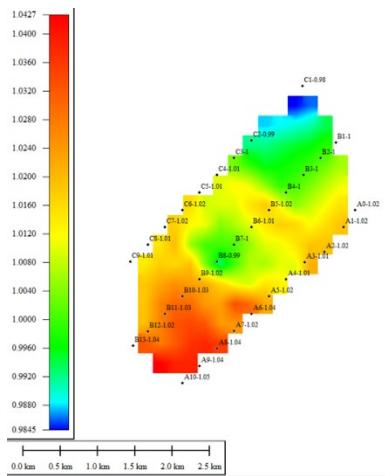
METEODYN
WT
WT Microscale Simulation



在地图工具中选择展示当前综合使用的多中尺度单元信息

中尺度数据修正

- 比较模拟风速和机位点实测还原风速
- 以合理方式评估修正系数

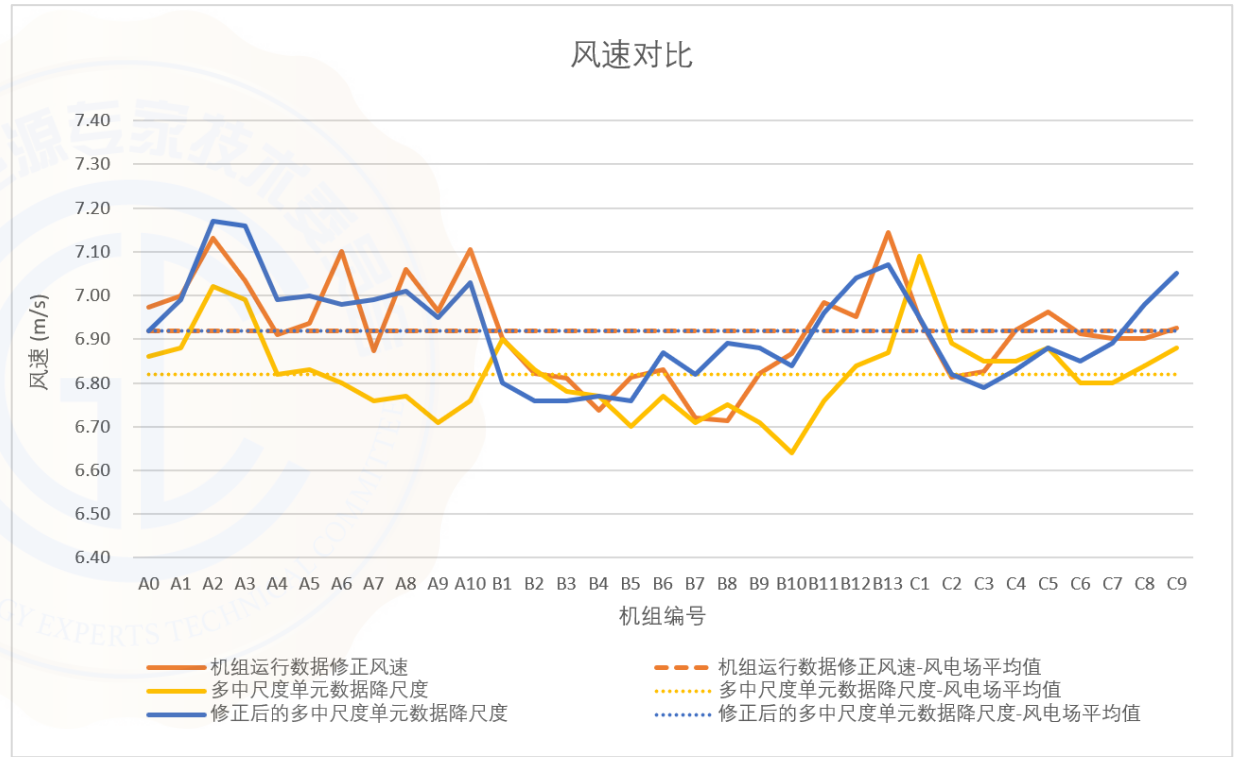


- 机组运行数据修正风速：将实测机舱风速还原到叶轮前方，包含可能存在的上游机组尾流影响
- 所有模拟结果均为WT软件给出的“考虑尾流效应的平均风速”

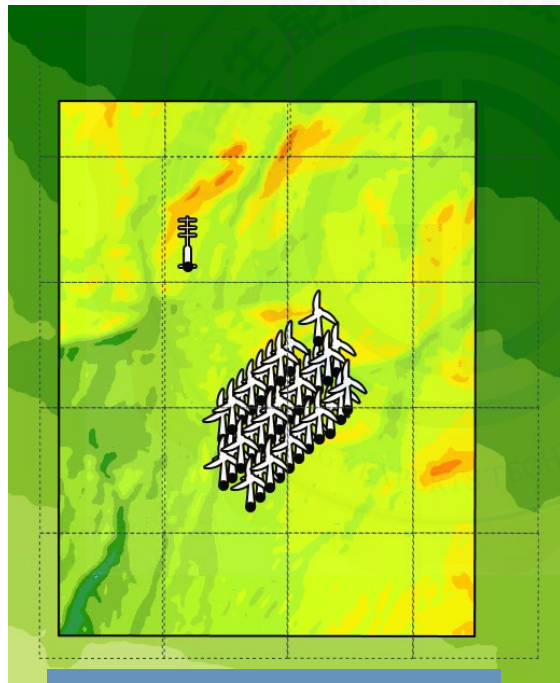
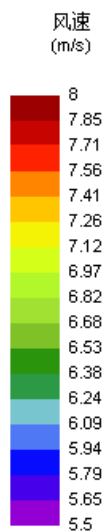
修正后再次计算

- 将修正系数应用于中尺度数据，重新进行中微尺度结合计算

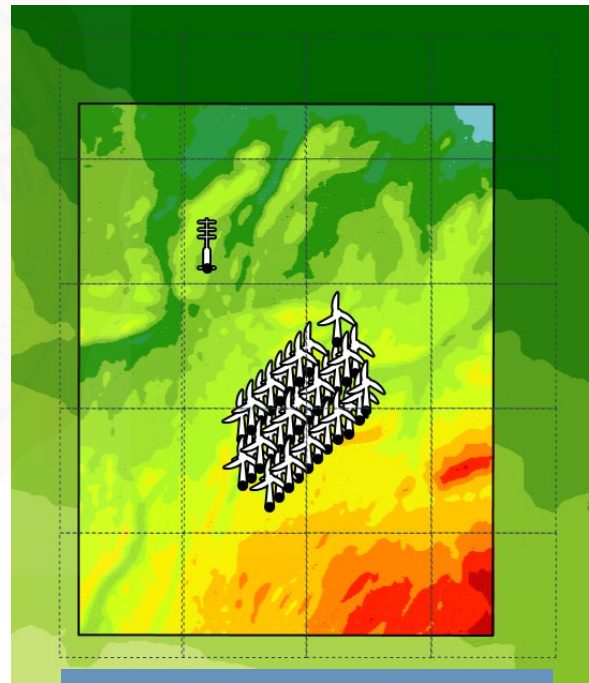
风速误差	原始中尺度数据降尺度	修正后的中尺度数据降尺度
均方根误差(m/s)	0.15	0.07
平均误差(m/s)	-0.10	~0



风资源图谱比较



原始多中尺度单元降尺度



修正后多中尺度单元降尺度