

CFD 风流数值模拟在东北山地林区项目的应用及确认

北京天润新能投资有限公司

摘要:

目前在中国东北地区开发的风电场多处于山地林区，森林植被茂密，地形复杂多变，以往进行风流测算及风资源评估难度较大，尤其在粗糙度定义以及风流计算方面没有更准确的方法，也没有相关的确认试验。本案例中，风电场规划区域位于山地林区，具有两个测风塔，分别均积累了较长时间测风数据，数据质量合乎标准。在该研究中，采用基于 CFD 技术的美迪 WT 软件，进行风场的风流模拟计算及风资源评估；并借此检验 WT 森林冠层模型与湍流模型在山地林区环境下的适用性和可靠性。数值模拟计算后，将两个测风塔风速及湍流的计算值与实际测量值进行比对分析，WT 软件的计算性能及可靠性得到确认，为该种环境条件下的风场前期评估等工作提供解决方法及思路。

关键词：美迪 WT，森林，湍流

项目背景信息

该项目位于黑龙江省，项目区域面积约 100 平方公里左右。山脉东北西南走向，属长白山系，中低山地貌，可利用区域海拔在 700m~970m。该区域是典型的山地林区，植被以高大茂密林地为主，有些林木高度达 15m。



图 1 该项目山地林区的地表植被情况

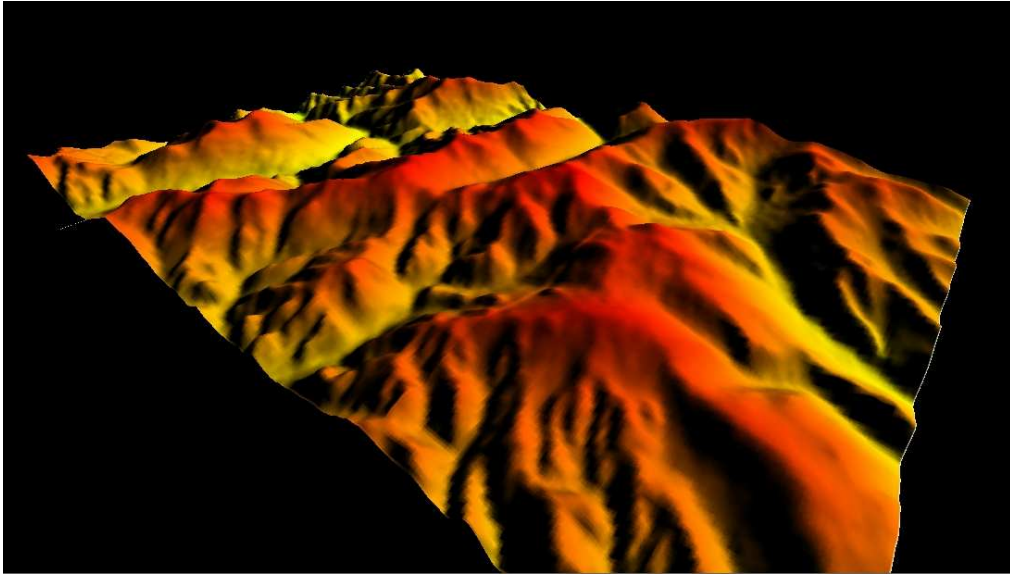


图 2 该项目山地林区的地形三维效果图

该风电场区域有两个测风塔，距离约为 9.8 公里，在该报告中分别定义为 1 号塔与 2 号塔，2 号塔在北侧，1 号塔在南侧。

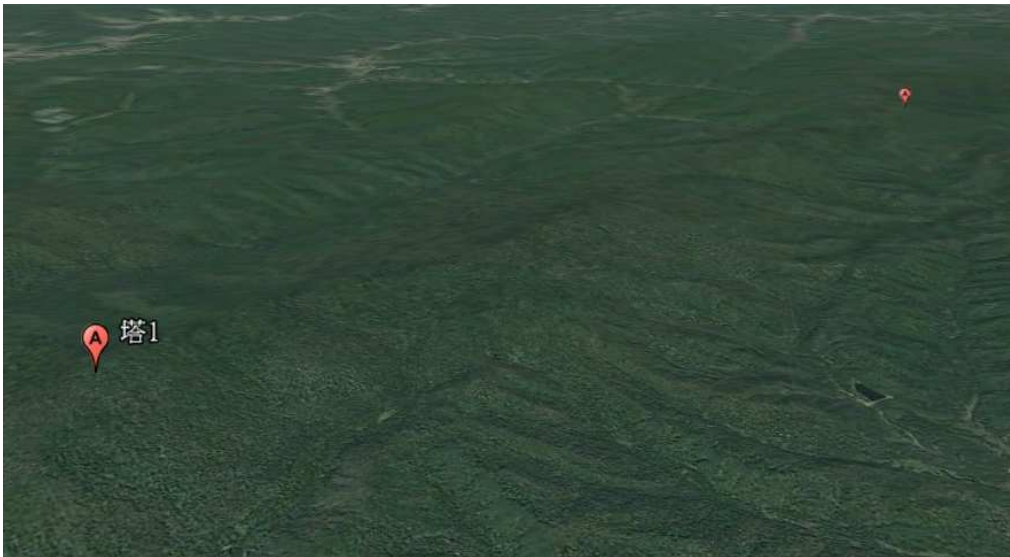


图 3 该项目风电场区域两个测风塔的相对位置

1 号塔与 2 号塔最高测风仪安装在 70 米，并分别在 60 米、40 米以及 30 米处安装了测风仪；风向仪最高安装在 70 米，并在 30 米处安装了风向仪。1 号测风塔测风数据从 2008 年 1 月 21 日 13: 50 至 2008 年 12 月 21 日 23: 50；2 号塔测风数据从 2008 年 3 月 7 日 11: 50 至 2008 年 12 月 24 日 13: 50。通过现场考察及相关的数据分析，风速仪、风向标的安装不存在问题，并且当地盛行西北偏西风，两塔数据分布基本符合 Weibull 分布。

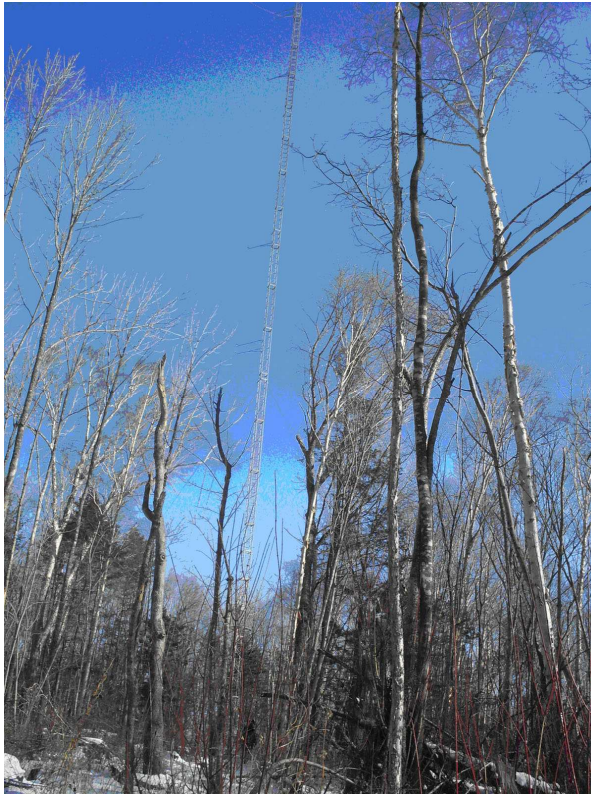


图 4 测风塔周围环境情况

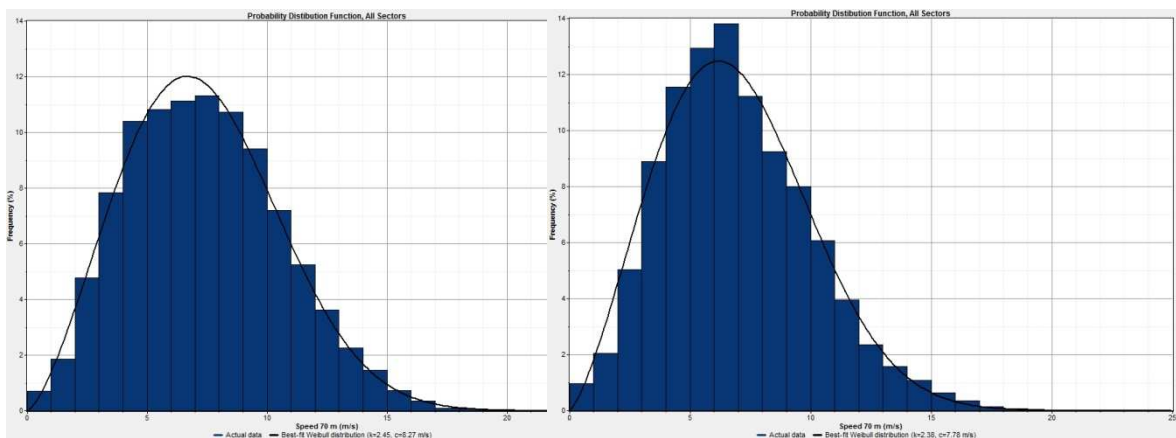


图 5 1号测风塔与2号测风塔处70米高度处的Weibull分布情况

WT 定向模拟计算参数设置

在该项目研究中采用的地形数据文件来源于 SRTM 数据库，分辨率为 90 米，由于该地区均为林区，采用同一粗糙度值，在最初的模拟计算中，采用的粗糙度为 0.4 或 0.3，通过模拟计算的风廓线与强风状态下的实际风廓线进行比较，最终模拟计算中确定的粗糙度为 0.25，热稳定度采取中性稳定度 2，森林密度设置为中等水平。

模拟计算最小水平分辨率为 100 米，最小垂直分辨率设置为 6 米，定向计算按照 22.5 度步长进行不同方向的模拟。

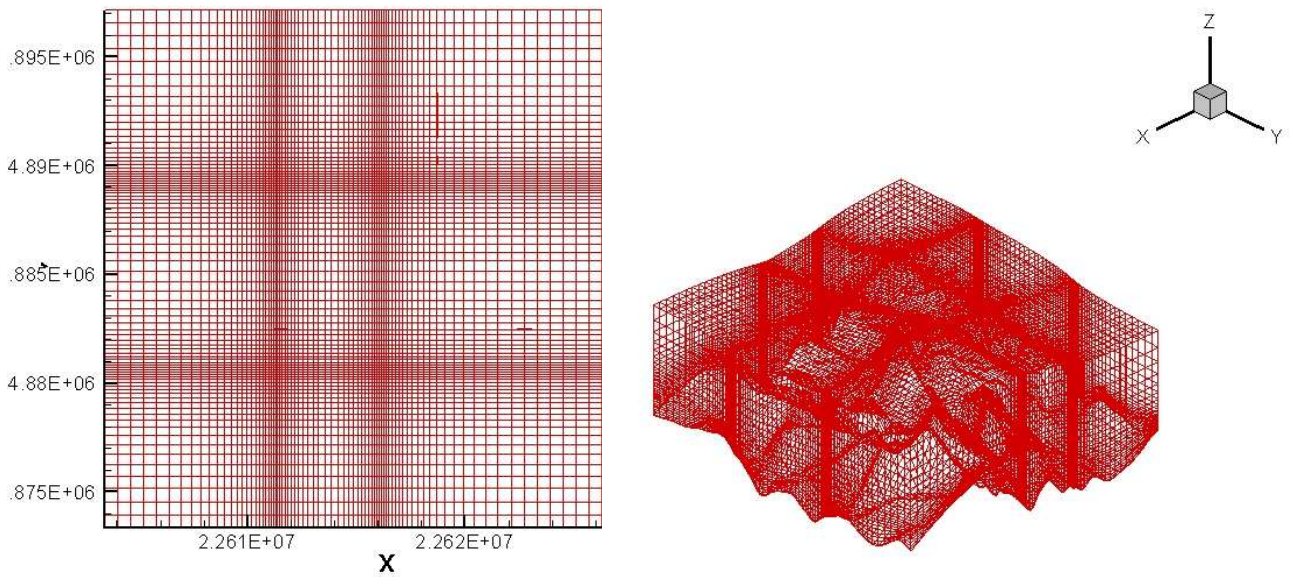


图 6 WT 软件中对整个区域网格生成的示意图（二维与三维）

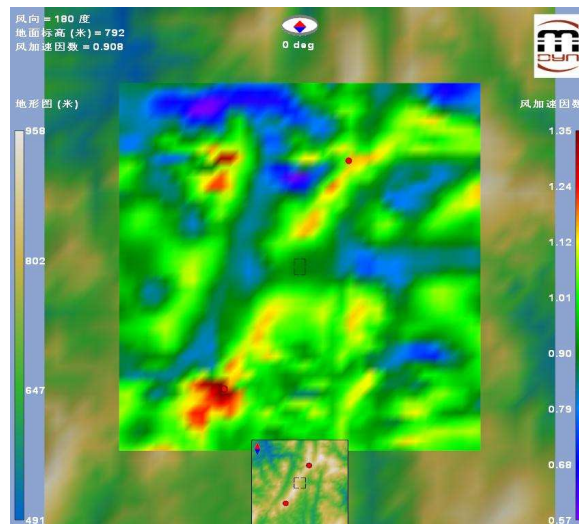


图 7 WT 软件中 180 度方向模拟计算结果

WT 计算结果分析比对

在该研究报告中的综合是两个测风塔都采用同期数据，即从 3 月份至 12 月份，在综合中，分别采用 1 号塔与 2 号塔 70 米高度处的风流时间序列数据进行互相外推，并与实际测量值进行比对，以验证在山地林区情况下 WT 软件森林冠层模型的适用性及可靠性，因为在实际工程中，经常遇到风流数据不完整的情况，在 WT 中可以载入不同时间段的风流时间序列数据。同时在综合时分别载入两个测风塔 70 米处的湍流校正文件，以期得到更好的湍流强度计算结果，以验证湍流模型及校正方法等。

70 米高处风速测量值与实际值比较（采用同期数据 3 月-12 月）			
	实际测量平均风速	由 2 号塔外推计算得到的平均风速	误差
1 号塔	7.03	7.39	5.12%
	实际测量平均风速	由 1 号塔外推计算得到的风速	误差
2 号塔	6.82	6.43	5.72%

70 米高处强风条件下 (>10m/s) 湍流强度值与实际值比较 (采用同期数据 3 月-12 月)			
	强风条件下实际测量的平均湍流强度	由 2 号塔外推计算得到的强风状态下的平均湍流强度	误差
1 号塔	0.116	0.114	1.72%
	强风条件下实际测量的平均湍流强度	由 1 号塔外推计算得到的强风状态下的平均湍流强度	误差
2 号塔	0.127	0.124	2.36%

结论

通过对该东北林区项目的分析,基于 CFD 技术的 WT 软件的计算结果与实际测量之间的误差均较小,其软件森林冠层模型与湍流模型的适用性及可靠性得到验证。

同时需要指出,本项目中两测风塔之间的距离较远,将近 10 公里,并且测风塔周围环境较为复杂,在将来的项目中,如果在时间较为充裕的情况下,可以根据项目内不同的区域进行粗糙度以及森林密度等参数的设定,应尽量做好相关的实地调研工作,以期得到更好的结果。同时在此类环境条件下尽量得到更为精细的地形数据(在本项目中采用 90 米分辨率的数据)并将计算分辨率适当放小,这也是未来研究及工程实践中需要注意的问题。只有对风场计算及风资源进行准确的评估,才能对后期风力发电机的微观选址等实际工作带来指导意义。