

响水风电场的微观选址

吕鹏远

(长江新能源公司 ,上海 200065)

摘要 :介绍响水风电场的风能资源情况、微观选址的技术路线 ,以及选址涉及因素(如地面粗糙度、障碍物、山地地形、风力发电机安装距离等)对微观选址的影响。给出了测风塔安装测风装置的相关技术。

关键词 :响水风电场 ;微观选址 ;测风塔 ;风速 ;风电功率

中图分类号 :TK89 ;TM621.1 文献标识码 :B 文章编号 :1006-764X(2010)S2-0004-02

我国的风电场正处于蓬勃发展的阶段 ,给节能减排做出了重要贡献。江苏电网当前缺电严重 ,且缺乏可供开发的煤炭和水力资源 ,一次能源主要由省外供给。响水风电场位于江苏省响水县沿海滩涂地区 ,该区风能资源丰富 ,具有较高的开发价值 ,风电场投产后 ,对改善和缓解县网的供电压力将起到积极的作用。响水风电场共安装了 134 台装机容量 1.5 MW 的风力发电机 ,总装机容量为 201 MW。该风电场所有风力发电机组均由东方电气集团东方汽轮机有限公司制造 ,机型为 FD77A ,单机装机容量为 1.5 MW ,转轮直径为 77 m ,轮毂高度为 61.5 m。风电场升高电压采用二级升压方式 ,风力发电机出口电压为 690 V ,经箱变升压至 35 kV 后接入 220 kV 升压站 ,经升压站主变升压后以一回 220 kV 的线路接入系统。

本文以响水风电场为背景 ,分析风电场微观选址所涉及的技术 ,旨在为其他风电场的微观选址提供參考。

1 风能资源概况

响水县位于江苏省苏北平原盐城市的沿海地区 ,受冬夏季风影响 ,风速较大 ,风速分布从内陆向沿海逐渐增大 ,因而在沿海区和近海区风能资源相当丰富 ,由于受地表粗糙度的影响较小 ,具备了建立大型风电场的天然条件。

2 区域气象

响水气象站现地址位于响水县外向型农业综合

开发区响水港社区 3 组的农村 ,北纬 34°12′ ,东经 119°34′ ,观测场海拔高度为 3.7 m ,位于风电场场址西南约 30 km 处。气象站设于 1965 年 5 月 ,1999 年搬迁至现址。2003 年之前 ,气象站测风仪器采用 EL 型电接风向风速仪 ,2003—2004 年测风仪器采用 EL 型电接风向风速仪和 EC9-1 高动态性能测风仪并轨运行 ,2005 年起采用 EC9-1 高动态性能测风仪观测。

3 风力发电机组微观选址要则

在已确定开发建设的风电场址之后 ,便可根据风能资源勘测分析结果分析地形、地貌特点 ,充分利用有利于加大风速的地形来确定风力发电机组的微观位置。

3.1 微观选址的技术路线

世界气象组织在风能资源利用方面的气象问题中给出了风力发电机组微观选址技术路线框图 ,见图 1。

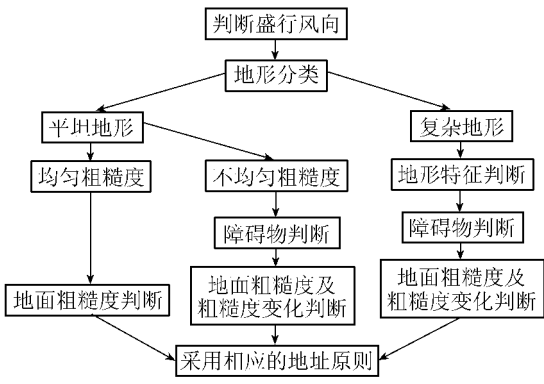


图 1 风力发电机组微观选址技术路线

作者简介 :吕鹏远(1970—) ,男 ,高级工程师 ,硕士 ,从事机械设计及制造工作。E-mail :zhaopin_xny@ctgpc.com.cn

由图 1 可见 :首先确定盛行风向 ;其次地形归类 ,可以分为平坦地形和复杂地形。在平坦地形中主要是地面粗糙度的影响 ;复杂地形除了地面粗糙度外还要考虑地形特征。

3.2 地面粗糙度对风速的影响

在近地层中风速随高度有显著变化 ,但由于地面粗糙度不同 ,风速随高度的变化也就不同。风速随高度的增大是风速受地面粗糙度影响而引起的 ,大气低层常用指数公式表示风速和高度的变化关系 :

Vn / V1 = (Zn / Z1)^a (1)

式中 :Vn 为在高度 Zn 处的风速 ;V1 为在高度 Z1 处的已知风速 ;a 为指数。

我国常用的 a 值分为 3 类 ,分别为 0.12 ,0.16 和 0.20。按公式 (1) 计算得不同高度的相对风速见表 1。

表 1 不同高度的相对风速 m/s

离地面高度/m	相对风速			离地面高度/m	相对风速		
	a = 0.12	a = 0.16	a = 0.20		a = 0.12	a = 0.16	a = 0.20
5	0.78	0.72	0.66	50	1.78	2.17	2.63
10	1.00	1.00	1.00	60	1.91	2.36	2.93
15	1.16	1.21	1.28	70	2.01	2.54	3.21
20	1.28	1.39	1.57	80	2.11	2.71	3.84
30	1.49	1.69	1.93	90	2.21	2.87	3.74
40	1.65	1.95	2.30	100	2.29	3.02	3.98

3.3 障碍物影响

气流流过障碍物会在流场下游处形成扰动区 ,扰动区的风速不但会降低而且还有强的湍流对风力发电机组运行十分不利 ,因此在选择风力发电机组的安装位置时必须避开障碍物下气流的扰动区。从理论上讲 ,扰动区的长度约为 17H(H 为障碍物高度) ,所以在选址时应尽量避开障碍物 ,场址宜距障碍物 10H 以上。

3.4 山地影响

山地对风速影响的水平距离一般在向风面为山高的 5 ~ 10 倍 ,背风面为山高的 15 倍。山脊越高 ,坡度越缓 ,在背风面影响的距离越远。根据经验 ,在背风面对风速影响的水平距离 L 与山高 h 和山的坡度 α 半角余切的乘积成比例 ,即

L = h cot α / 2 (2)

3.5 风力发电机组安装间距的影响

建设风电场 ,风力发电机组之间必然会产生相互干扰的问题 ,受风力发电机组尾流中产生气动干扰的影响 ,下游风轮所在位置的风能平均量及时间量将会减少 ,从而造成电量下降 ,又由于尾流中附加

的风剪切和湍流作用使风轮受到附加的脉动气动载荷 ,风轮结构产生振动 ,增加了疲劳损伤度。

实际上将各风力发电机组的安装间距扩展到没有尾流的距离是不现实的 ,因此 ,在进行多个风力发电机组安装间距选择之前必须参考风向及风速分布数据 ,同时也要考虑风电场长远发展的整体规划 ,征地、设备引进、运输安装投资费用 ,风力发电机组尾流作用、环境影响等综合因素。现实的选择是 :安装间距要满足风电场总体效益最大化的目标 ,同时满足适当的条件限制。通过对国内外风电场多年建设经验分析 ,风力发电机组安装间距在盛行风向上选择为 5 ~ 7 倍风轮直径 ,在垂直盛行风向上选择为 3 ~ 5 倍的风轮直径较为合适。

另外 ,机群布局方式可根据场址的具体地形条件进行规划 :假如场址是沿山脊 ,布局就顺着山脊的走势排列 ;场址是平坦的 ,就可采用较有几何规则的形式排列。

4 测风塔安装

为进行精确的风力发电机组微观选址 ,现场所安装测风塔的数量一般不能少于 2 座。若条件许可 ,对于地形相对复杂的地区应增至 4 ~ 8 座。测风塔应尽量设立在最能代表并反映风电场风能资源的位置。测风应在空旷地进行 ,尽量远离高大树木和建筑物。在选择位置时应充分考虑地形和障碍物影响。如果测风塔必须位于障碍物附近 ,则在盛行风向的下风向与障碍物的水平距离不应少于该障碍物高度的 10 倍处安置 ;如果测风塔必须设立在树木密集的地方 ,则至少应高出树木顶端 10 m。

为确定风速随高度的变化(风剪切效应) ,得到不同高度确切的风速值 ,1 座测风塔上应安装多层测风仪。一般测风塔上测风仪数量可根据上述目的及地形确定。为测气压和温度 ,每个风电场场址只需安装 1 套气压传感器和温度传感器 ,其塔上安装高度为 2 ~ 3 m。一般地 ,测风方案依选址的目的而不同 ,若是要求在选定区域内确定风电场场址 ,则可以采用临时方案 ,安装 1 个或几个单层安装测风仪的临时塔。该塔可以是固定的 ,也可以是移动的 ,测风仪应安装在 10 m 高度或大约风力发电机组轮毂高度处 (30 ~ 70 m) ;若测风的目的是要对风电场进行长期风况测量及对风电场风力发电机组进行产量测算 ,则应采用设立多层测风塔长期测量有关数据 ,测风仪应安装在 10 m ,30 m ,50 m ,70 m 高度甚至更高处。

测风设备的安装和管理应严格按气象测量标准进行。测量内容为风速(m/s) ,风向(°) ,气压(hPa) ,温度(°C)

(下转第 8 页)

4.5 对水环境的影响

响水风电场对水资源的影响主要体现在施工期和运营期的污废水处理问题。施工期主要包括生活污水和生产废水,其中生产废水主要由混凝土运输车、搅拌机和施工机械的冲洗等产生。运营期主要为生活污水。响水风电场采用了在施工现场内修建化粪池、建立污水处理系统等措施收集污废水。设立了雨水排放系统,可作明沟分别排入风电场场址及附近河流。变压器发生事故或检修时的变压器油排入事故池,含油废水不在风电场场区处理,对水环境影响较小。

4.6 电磁辐射影响

电气设备在运行时会产生电磁辐射,这种辐射叫做人工工频型辐射,辐射源包括发电机、电动机、输电线路、变电所等。就风力发电机而言,辐射源有发电机、变电所、输电线路等。就风力发电机而言,设计时就考虑了防磁、防辐射等要求,在选材时已经将辐射降至最小。同时在输电线路设计选线、定位

时,调查线路经过区域的居民点、通信线及主要电子设备布置,明确区域内的电磁环境敏感点和敏感区,并根据实际需要设立防护带,尽量使民房远离电磁场污染源,注意在输电线路经过的居民点周围种植高大的乔木,以有效屏蔽电磁辐射。

参考文献:

[1] 郑有飞,白雪,许遐祯.风力发电对江苏省的环境影响及对策初探[J].能源环境保护,2008(3):40-43.
[2] 魏庆勇,刘巧梅,刘来胜.风电场开发的环境效益及环境影响[J].环境与可持续发展,2009(1):11-13.
[3] 孙靖,钱谊,许伟,等.江苏大丰风电场对鸟类的影响[J].安徽农业科学,2007(31):9920-9922.
[4] 陆亚中,曹磊.江苏省风电发展的环境效应分析[J].能源研究与利用,2009(2):5-7.
[5] 张培玉,李桂芝.丹顶鹤的越冬地特点与保护研究[J].生物学杂志,2001(2):9-10.

(收稿日期 2010-09-06 编辑 高建群)

(上接第 5 页)

5 风电场风力发电机组微观选址

场址选定后,根据地形地质情况、外部因素和现场实测风能资源分析结果,在场区内对风力发电机组进行定位排布。

目前,国内微观选址通常采用国际上较为流行的风电场设计软件 WASP 及 WindFarmer 进行风况建模,建模过程如下:

根据风电场各测站订正后的测风资料、地形图、粗糙度,利用轮毂高度的风资源栅格文件满足精度及高度要求的 WindFarmer 软件的 3 个输入文件,包括:轮毂高度的风资源栅格文件、测风高度的风资源栅格文件及测风高度的风资源风频表文件。

采用关联的方法在 WindFarmer 软件中输入 WASP 软件形成的 3 个文件,输入三维的数字化地形图(1:10 000 或 1:5 000),地形复杂的山地风电场应采用 1:5 000 地形图,输入风电场空气密度下的风力发电机功率曲线及推力曲线,设定风力发电机的布置范围及风力发电机数量,设定粗糙度、湍流强度、风力发电机最小间距、坡度、噪声等,考虑风电场发电量的各种折减系数,采用修正 PARK 尾流模型进行风力发电机优化排布。根据优化结果的坐标,利用 GPS 到现场踏勘定点,根据现场地形地貌条件和施工安装条件进行了机位微调,并利用 GPS 测得新的坐标,然后将现场的定点坐标输入 WindFarmer

中,采用黏性涡漩尾流模型对风电场每台风力发电机发电量及尾流损失进行精确计算。

6 结 语

风电场微观选址十分复杂,须多方面考虑各种因素,因此在选址中务必按照程序和技术规则有序进行,其目的是使建设后的风电场达到最好的经济效益。本文介绍了风电场微观选址的思路、遵循的规则,测风塔测风设备安装的规则,以及一些商业软件微观选址的建模过程等相关技术。这些均为风电场的微观选址提供了技术保障。

参考文献:

[1] GB/T18709—2002 风电场风能资源测量方法[S].
[2] GB/T18710—2002 风电场风资源评估方法[S].
[3] GH WindFarmer 风电场设计及优化软件用户手册[K]. Garrad Hassan and Partners Ltd 2005.

(收稿日期 2010-09-06 编辑 高建群)

