

响水风电场的宏观选址

吕鹏远

(长江新能源公司, 上海 200065)

摘要 介绍位于江苏省响水县东北部沿海滩涂地区地势平坦、风资源丰富的响水风电场工程宏观选址的意义, 给出了选场地址的技术程序, 以及风电场选址的主要技术参数, 包括风能资源指标、容量系数指标、自然灾害指标和风向稳定性指标等。按照选场的要求, 给出了响水风电场的气象条件和实测风速数据, 并对风速的完整性进行分析, 结果表明响水风电场选址合理可行。

关键词 响水风电场; 风电建设; 宏观选址; 选址规则

中图分类号: TK89; TM621.1

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2010)S2-0001-03

国家发改委发改办能源[2006]339号《国家发改委办公厅关于加快江苏沿海风电建设有关要求的通知》中指出: 江苏省沿海地区风能资源丰富, 经济发达, 电力需求旺盛, 电网结构较强, 具有建设大型风电场的资源条件和市场优势, 为了促进江苏风电的更快发展, 加快我国风电设备制造国产化步伐, 同意在响水风电工程所在地响水县的地区经济发展状况及电力等其他产业的发展规划, 结合风电场的自然条件、资源特征、建设条件等, 以及风能资源开发建设的要求和国家发改委及业主的意向, 响水风电场工程的开发任务以发电为主。

江苏省其他常规能源短缺, 沿海滩涂有丰富的风力资源可供开发, 风电场建成后作为可再生电源点为江苏电网供电, 有助于改善江苏电网的电源结构, 推动当地经济发展。2003年夏秋以来, 华东地区面临严重缺电的局面, 电力紧缺已经影响到了工业企业的正常生产和居民的生活, 虽然经过几年的建设, 电力紧缺的局面得到了一定的缓解, 但后期需求空间仍然很大, 响水风电场的建设可以在一定程度上缓解苏北地区电力紧缺的局面。

响水风电场位于江苏省响水县沿海滩涂地区, 共安装 134 台装机容量 1.5 MW 的风力发电机, 总装机容量为 201 MW。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 1.5 MW, 转轮直径 77 m, 轮毂高度 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 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 线路接入系统。

本文着重介绍了响水风电场宏观选址的依据和遵循的规则, 为其他风电场的建设提供参考。

1 宏观选址的意义

风力发电可节省常规能源, 减少环境污染。风电场址宏观选择的优劣对项目经济可行性起主要影响作用。而控制一个场址经济潜力的主要因素之一是风能资源的特性。在近地层, 风的特性十分复杂, 在空间分布上具有分散性, 在时间分布上具有不稳定性 and 不连续性。风速除对当地气候十分敏感外, 还受到风场地形、地貌特征的影响。所以要选择风能资源丰富的有利地形来建风电场, 必须对该地区的地貌特征、气候条件进行分析, 加以筛选。此外, 还要结合征地价格、工程投资、交通、通讯、接网条件、环保要求等因素进行经济和社会效益的综合评价。最后, 综合上述因素确定最佳场址。

风力发电机组具体安装位置的选择称为微观选址。作为风电场选址工作的组成部分, 需要充分了解和评价特定的场址地形、地貌及风况特征后, 再匹配于风力发电机组性能进行发电经济效益和载荷分析计算。

2 风电场选址技术程序

风电场宏观选址程序可以分为 3 个阶段:

第 1 阶段: 参照国家风能资源分布区划, 在风资

源丰富的地区内选择风能资源区,每个候选区除应具备丰富的风能资源外,在经济上也要有开发利用的可行性,有足够面积,可以安装一定规模的风力发电机组,具备良好的场地形、地貌,风况品位高。

第2阶段:将候选风能资源区再进行筛选,以确认有开发前景的场址。在这个阶段,非气象学因素,比如交通、通讯、联网、土地投资等因素对该场址的取舍起着关键作用。以上筛选工作需搜集当地气象台站的有关气象资料,灾害性气候频发的地区应该重点分析其建厂的可行性。

第3阶段:对准备开发建设的场址进行具体分析,做好以下工作:①进行现场测风,取得足够的精确数据。一般来说,至少取得1年的完整测风资料,以便对风力发电机组的发电量做出精确的估算。②确保风能资源特性与待选风力发电机组设计的运行特性相匹配。③进行场址的初步工程设计,确定开发建设费用。④确定风力发电机组输出对电网系统的影响。⑤评价场址建设、运行的经济效益。⑥对社会效益进行评价。

3 选址的主要技术条件

一些技术条件的优劣对于场址的取舍意义重大,比如施工难度、送出成本、运输条件。

3.1 风能资源

反映风能资源丰富与否的主要技术指标有年平均风速、有效风能功率密度、有效风能利用小时数等。根据我国的风能资源实际情况,将风能丰富区指标定为10 m高年平均风速在6 m/s以上,年平均风功率密度大于200 W/m²,超过3 m/s风速小时数在5000 h以上。在风能资源的计算分析时,应以现场长周期(至少1年)测风数据为准。

3.2 容量系数

容量系数 C_f 指风电机组的年度电能净输出,也就是在真实负荷条件下的年度电能输出,除以风电机组额定容量与全年运行8760 h的乘积。即

$$C_f = \frac{W_{\text{cta}}}{P_n \times 8760} \times 100\%$$

风电场选址于容量系数大于0.3的地区将会有明显的经济效益。

3.3 风向稳定

风向稳定情况可以利用实测风玫瑰图表示,主导风向占30%以上可以认为是比较稳定的。

3.4 气象灾害

在选址工作中,应对风力发电机组有影响的某些气象情况予以考虑,在此称之为“气象灾害”,其中有些现象可能对风力发电机组的寿命造成灾害性的

威胁。比如,在海边场址,严重的飓风、龙卷风都可能在短时间内摧毁风力发电机。在我国北方地区,气温低于零下30℃时风力发电机将切出运行,低于零下40℃时将对风力发电机组造成损坏。还有一些气象因素可能减少设备运行时间。一是冰淞。冰淞在几个方面影响风力发电机组,严重冰淞会增加风力发电机组静态和动态的载荷,并对风力发电机组输出功率、输电线路造成影响。另外,当叶片结冰时,为了防止叶片系统运转超负荷,可能需要停止运行。当风速仪冰淞时,由于控制系统信息中断,也将导致风力发电机组停止运行。二是紊流。紊流与阵风有关,在紊流中,流体每一点的速度在大小和方向上随机地波动,风力发电机组结构的振动多由此产生,严重的会损害风力发电机组的寿命或导致维修费用增加。紊流一般由复杂的地形(如断层、山地)引起,因此在选址中推荐以简单平坦的地形为好。此外,还要考虑如空气腐蚀和风沙磨损等因素。

4 响水地区的风资源

4.1 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,权限的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,而且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。

4.2 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。

根据响水气象观测站1966—2004年观测资料统计,主要气象要素特征值如下:①气温。多年平均气温为13.9℃,多年极端最高气温为38.7℃(出现于1967年),多年极端最低气温为-17.0℃(出现于1969年)。②气压。多年平均大气压为1016.9 hPa,多年平均水气压为14.4 hPa。③降水及蒸发量。多年平均降水量为912.0 mm,多年平均蒸发量为1532.1 mm。④极端风速。多年最大风速为20.3 m/s(出现于2001年3月14日)。⑤灾害性天气。平均雷暴时间为27.0 d,最大冻土深度为20 cm(出现于1969年),最大积雪深度为15 cm(出现于1969年和1990年)。

响水气象站 1966—2005 年多年平均风速为 2.9 m/s ,从历史风速变化情况看 ,20 世纪 60 年代设站后风速变化较平稳 ,70 年代开始有所下降 ,八九十年代明显下降 ,直到 1999 年迁址后风速才有所恢复。从风速年内变化直方图可以看出 ,春季风速较大 ,4 月为大风月 ,秋季风速较小 ,8—10 月为小风月。气象观测站历年逐月平均风速统计成果见表 1。

表 1 响水气象观测站历年逐月平均风速统计成果 m/s					
月份	1966— 1970 年	1971— 1980 年	1981— 1999 年	2000— 2005 年	1966— 2005 年
1	4.4	3.3	2.2	3.0	2.9
2	4.6	3.8	2.4	3.0	3.1
3	4.9	4.0	2.8	3.5	3.5
4	5.1	4.4	2.8	3.6	3.6
5	4.7	3.7	2.6	3.1	3.2
6	4.4	3.4	2.5	3.0	3.0
7	3.5	3.2	2.3	2.5	2.7
8	3.1	3.0	2.2	2.4	2.5
9	3.6	2.7	2.1	2.6	2.5
10	3.3	2.8	2.0	2.6	2.5
11	4.0	3.1	2.2	2.9	2.8
12	4.0	3.1	2.2	3.2	2.8
年平均	4.1	3.4	2.4	2.9	2.9

4.3 场址实测数据检验

为保证风资源分析的可靠性和合理性 ,按照 GB/T 18710—2002《风电场风能资源评估方法》的要求 ,对测风塔的实测数据进行验证 ,对不合理和缺测数据进行相应的处理。

4.3.1 数据完整性检验

已收集测风塔实测数据刚满 1 年 ,海上测风塔实测数据 10 个月左右 ,其中滩涂测风塔实测数据为 52 992 个 ,应测数据为 53 424 个 ,实测时段为 2008 年 1 月至 2009 年 1 月 ,实测数据的完整率为 99%。

4.3.2 数据合理性检验

根据《风电场风能资源测量和评估技术规定》,对测风塔数据进行合理性检验。2 个测风塔各高度平均风速介于 0~40 m/s 之间 ,逐时风向均介于 0~360°之间 ,满足合理范围要求 ,检验成果见表 2。

表 2 检验成果		
主要参数合理参考值	不合理次数	比例/%
0<平均风速<40 m/s	0	0
0<风向平均值<360℃	0	0
1 h 内平均风速变化小于 6.0 m/s	4	0.05
1 h 内平均风速变化小于 5.0℃	0	0
1 h 内平均气压变化小于 1.0 kPa	23	0.26
70 m/60 m 小时平均风速变化小于 1.0 m/s	696	7.88
60 m/50 m 小时内平均风速变化小于 6.0 m/s	88	0.99
50 m/40 m 小时内平均风速变化小于 6.0 m/s	26	0.29
40 m/25 m 小时内平均风速变化小于 6.0 m/s	244	2.76
25 m/10 m 小时内平均风速变化小于 6.0 m/s	203	2.30
70 m/50 m 小时内平均气温变化小于 22.5℃	465	5.26
70 m/50 m 小时内平均气温变化小于 45℃	75	0.85
50 m/10 m 小时内平均气温变化小于 22.5℃	3 431	3.88

5 选 址

根据以上测量数据 ,响水风电场工程建场地址为响水县东北部沿海滩涂地区 ,位于新中河与灌河之间 ,南北长约 26 km ,海堤公路内约 2 km ,地势平坦 ,高程在 2.20~2.60 m 之间(黄河高程) ,海堤公路贯穿而过 ,高程约在 5.00~7.00 m 之间。根据规划 ,灌河口规划建设响水火电厂 ,需预留一定范围作为其建设场地。本次预留灌河以东 1.3 km 范围作为其今后建设场地 ;在风电场中部有三汙闸 ,为了保证海鸟等动物的下海通道 ,在其左右 700 m 的范围内不考虑布置风机。

6 结 语

风电场选址比较复杂 ,考虑的因素是多方面的 ,因此在选址中务必按照程序和技术规则有序进行 ,使建设后的风电场达到最好的经济效益。目前风电厂微观选址的软件有 WasP ,WindFarmer ,WindPro 等 ,大幅度地解决了选址的效率问题 ,实际上这些软件的工作程序与笔者的大致思路一致。但是在风电场选址过程中的人为参与 ,尤其是在得到软件输出结果后落实地点过程中的机位微调是必不可少的环节。所以熟悉风电场宏观和微观选址的一些方法论对于风电工作者是不可或缺的一门技术。

参考文献 :

[1] 刘全根.国家能源结构调整的战略选择——加强可再生能源开发利用[J].地球科学进展 2000 ,15(2):154-164.

[2] 罗勇 杨振斌 陈显扬 ,等.中国风能资源评估工作现状分析及发展计划咨询报告[R].北京 :中国气象局 2005.

[3] 连捷.风电场风能资源评估及微观选址[J].电力勘探设计 2007 ,1(2):71-73.

[4] 吴培华.风电场宏观和微观选址技术分析[J].科技情报开发与经济 2006 ,16(15):154-155.

[5] 胡卫红 王鸿元 王伟.风电场建设与运行中若干关键问题的探讨[J].华北电力技术 2007 ,9:46-50.

[6] 白绍桐 胡晓春.风电场微观选址工作的探讨[J].华电技术 2008 ,30(3):73-76.

[7] 杨振斌 薛桁 王茂新 ,等.卫星遥感地理信息与数值模拟应用于风能资源综合评估新尝试[M].北京 :气象出版社 2008 :170-174.

[8] 朱瑞兆 薛桁.中国风能资源[J].太阳能学报 ,1981 ,2(2):117-124.

(收稿日期 2010-09-06 编辑 高建群)