

响水风电场发电机组基础环水平度偏差产生的原因及处理方法

余 林 周 猛

(中国水电七局有限公司 机电安装分局 四川 彭山 620860)

摘要 :以响水风电场 102 号风力发电机组为例 ,分析风力发电机组基础环水平度偏差的产生原因及处理方法。引起风力发电机组基础环水平度偏差的主要原因是建设安装过程中的地基不均匀沉降、基础环安装及基础混凝土浇筑工艺不当所致。安装过程中如果发现混凝土浇筑后产生的基础环水平度偏差超标 ,建议采用在塔筒加工厂打磨切割底段塔筒最下节法兰面的方法进行处理。

关键词 响水风电场 ;风力发电机组 ;安装技术 ;基础环 ;水平度偏差

中图分类号 :TK83 ;TV52 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-764X(2010)S2-0041-02

响水风电场位于江苏省响水县沿海滩涂地区 ,共安装 134 台风力发电机 ,总装机容量 201 MW。风电场所有风力发电机组均由我国东方电气集团东方汽轮机有限公司制造 ,机型为 FD77A ,单机容量 1.5 MW ,转轮直径 77 m ,轮毂高度 61.5 m ,基础环直径 4 m。由于响水风电场场址区属黄海潮间带滩涂地貌单元 ,场内沟渠发育 ,地势低洼 ,因此在风机基础内布置 3 圈高强预应力管桩(PHC 桩)共 38 根 ,其中内圈 4 根 ,分别预埋基础钢板以放置基础环的 4 个支撑腿。根据 FD77A 风机参数 ,可计算出塔筒顶部的水平偏心距约为基础环水平度偏差的 15 倍之多。因此风机基础水平度直接关系到风机吊装及运行过程中的安全。

1 基础环水平度偏差原因分析

1.1 地基不均匀沉降

响水风电场所处沿海滩涂地区 ,地层中饱和软黏土深度大、渗透性弱、含水量高、抗剪强度低 ,有很强的结构性。导致地基不均匀沉降的主要原因是 :
①在局部施加载荷时来不及排水 ,基土受剪切变形(产生侧向膨胀)立即产生沉降 ;
②在有效荷载应力作用下 ,基土的空隙体积减少而产生沉降 ;
③在空隙水压完全消散后 ,部分弱结合水转化成自由水 ,土颗粒骨架蠕变引起空隙体积减少而引起后续沉降 ;
④基坑中管桩在风机承台内布置相对比较密集 ,打桩过程中周围土体受到管桩挤压 ,引起土体上拱 ,桩周

围的已打管桩也可能随土体的上拱而上拱 ,进而使管桩端头的土体强度降低 ;
⑤风电场位于沿海滩涂 ,有 49 台风机位于海堤内侧 ,海堤内侧的地下土层相对密实 ,而海堤外侧靠鱼塘河流的地下土层含水量很高 ,流动性大 ,其上部土层与管桩的相互作用力大大小于海堤侧的作用力 ,在受到相同压力作用下 ,其沉降就大。地基不均匀沉降会直接影响基础环水平度 ,因此造成基础环水平度偏差。

1.2 基础环安装工艺不当

响水风电场基础环直径为 4 m ,重 9 t ,基础环下有 4 个连接高强度螺栓的可调支撑腿。在安装基础环时 ,先要把基础环支撑腿固定死 ,包括接触的预埋基础钢板和与支撑腿上部用螺栓连接的基础环都必须焊死 ,然后在水准仪的指引下用可调螺栓把基础环调平 ,再把调平后的可调螺栓固定死。注意 ,此时的水准仪一定要维护好 ,安装时最好用 2 台水准仪测量。如果安装工艺失当 ,也会产生基础环水平度偏差。

1.3 基础混凝土浇筑工艺不当

在敷设基础钢筋时幅度不能太大 ,浇筑基础混凝土时要由内向外 ,四周均匀浇筑 ,以防止局部压力过大引起沉降 ,进而产生基础环水平度偏差。

2 基础环水平度偏差处理及预防

2.1 按施工要求准确测量

a. 在安装基础环时确保基础环调平(偏差不起

过 1 mm) ,浇筑混凝土前复测确保基础环安装后仍然水平 ,浇筑完混凝土 7 d 后复测观察(偏差不得超过 2 mm) ,吊装风机塔筒前再次复测观察(偏差不得超过 3 mm) 统计观察数据。

b. 安排合理的打桩顺序 ,适当控制打桩的速度 ,打完桩须静置一周后才能进行后续工作 ,以减小挤土效应引起的不均匀沉降。

c. 保证安装工艺的正确 ,防止因施工不当和一些偶然因素造成偏差。

2.2 基础环水平度检查处理

在安装基础环后浇筑基坑前如发现基础环水平度偏差超过 1 mm ,必须进行处理。如响水风电场 119 号风机基础曾因水准仪故障导致浇筑前复测的水平度偏差达到 12 mm。复测时先分别测量 4 个基础环支撑腿上方基础环相对水平高度 ,用 3 台千斤顶分别支撑在 3 个水平高度低的 3 个支撑腿处 ,然后松开这 3 处支撑腿上的可调节螺栓 ,在水准仪的指引下用千斤顶把基础环调到先前测量最高水平值处 ,再用钢板把调节后的支撑腿重新与预埋基础板固定死。

2.3 基础环水平度复测处理

在浇筑完基础混凝土 7 d 后 ,必须复测基础环水平度。此时沉降已趋于稳定 ,但若出现 2 mm 以上的水平度偏差 ,表明浇筑后 7 d 内发生了不均匀沉降。根据响水风电场的实际情况 ,施工时可采用切削塔筒下法兰使塔筒中心轴线与水平面保持垂直。以响水风电场 102 号风机为例 ,先在基础法兰上均匀选取 36 个测量点 ,并以西北方向的测量点为基准点(1 号点) ,测量计算各测量点的相对高差 ,从而得到基础环法兰平面的相对水平偏差值。经测量计算 ,102 号风机基础环相对水平高差相差 17.63 mm ,测量结果见表 1。

根据表 1 计算出底段塔筒最下节法兰面相应点的切割量 ,对底段塔筒最下节的法兰面进行平稳弧表 1 响水风电场 102 号风机基础环相对水平高差测量结果

测量点号	相对高差/mm	测量点号	相对高差/mm	测量点号	相对高差/mm
1	0	13	4.04	25	14.18
2	- 1.01	14	5.59	26	13.51
3	- 1.66	15	7.42	27	12.90
4	- 2.01	16	9.49	28	12.03
5	- 2.39	17	10.65	29	11.01
6	- 2.45	18	12.39	30	10.47
7	- 1.91	19	13.89	31	8.73
8	- 1.09	20	14.35	32	7.70
9	- 0.19	21	15.18	33	6.31
10	0.71	22	15.10	34	4.40
11	1.80	23	14.88	35	2.63
12	3.38	24	14.82	36	1.00

度打磨切割(在塔筒加工厂进行) ,切割量见表 2。

表 2 响水风电场 102 号风机底段塔筒最下节法兰面切割量

点号	切割量/mm	点号	切割量/mm	点号	切割量/mm
1	- 15.18	13	- 11.14	25	- 1.00
2	- 16.19	14	- 9.59	26	- 1.67
3	- 16.84	15	- 7.76	27	- 2.28
4	- 17.19	16	- 5.69	28	- 3.15
5	- 17.57	17	- 4.53	29	- 4.17
6	- 17.63	18	- 2.79	30	- 4.71
7	- 17.09	19	- 1.29	31	- 6.45
8	- 16.27	20	- 0.83	32	- 7.48
9	- 15.37	21	0	33	- 8.87
10	- 14.47	22	- 0.08	34	- 10.78
11	- 13.38	23	- 0.30	35	- 12.55
12	- 11.80	24	- 0.36	36	- 14.18

3 结 语

风电机组是风力发电的重要设备 ,具有水平荷载大、弯矩大、动力特性复杂的特点。为了保证风电机组的安全稳定运行 ,机组的基础环水平度必须满足设计要求。风电机组基础环水平度微小的偏差都将引起塔筒顶端机舱较大的偏差 ,从而直接影响风机的吊装和运行安全 ,因此吊装塔筒前应及时、反复、准确测量基础环水平度。如果发现混凝土浇筑后产生的基础环水平度偏差超标 ,可采用在塔筒加工厂打磨切割底段塔筒最下节法兰面的方法进行处理。采用这种方法能使塔筒中心轴线保持垂直 ,从而保证风力发电机组的安全。

(收稿日期 2010-09-10 编辑 :马敏峰)

· 简讯 ·

国家能源委员会将牵头制定国家能源战略规划

新设立的国家能源委员会将牵头制定国家能源战略规划。国家能源战略规划将指导能源中长期开发建设 ,覆盖时间预计超 20 年。国家能源战略规划将突出的内容包括 ,调整能源结构 ,鼓励能源多元化发展 ,提高可再生能源所占比重 ,推动节能以提高能源利用效率 ,更好地整合国内资源开发利用 ,倡导环境保护 ,鼓励能源领域的国际合作等。

(本刊编辑部供稿)

