

风力发电站环境噪声特性与评价

咸爱清

(恩缇艾音频设备技术(苏州)有限公司, 苏州, 215168)

摘要: 风力发电机组由于旋转的风机叶片和空气的摩擦声所产生的噪声污染对一定范围内的敏感区群众的生理与心理都将产生不利的影响, 因此我们需要对风力发电站噪声环境进行研究与评估。本文通过对对澳大利亚堪培拉附近的风电站附近的居民区进行详细的噪声评估: 使用了专业的环境噪声自动监测系统, 基于 IEC 61400-11:2002 风力涡轮发电系统—第 11 部分: 噪声测量技术标准 (对应 GB/T 22516-2008), 最终得到了详实的测量数据, 并对风电站的环境噪声测量数据进行了较为详实的技术分析。这不仅有助于保障人民群众的健康需求, 对企业完善风电机组的噪声控制更具有重要的现实意义。

关键字: 风力发电站; 型式认证声级计; 环境噪声; 监测; 远程控制

EVALUATION OF THE WIND TURBINE GENERATORS SYSTEMS NOISE

Xian Aiqing

(NTi China Co. Ltd., Suzhou, 215168)

Abstract: Wind turbines produce noise caused by the turning fan blades in the air. Residents within a certain range may call this a noise pollution and complain. Therefore we study and evaluate the environmental noise of wind power station. This paper investigates about the noise assessment of a wind farm in Australia near Canberra near to the residential area: Based on the standard IEC 61400-11:2002 wind turbine generator system (corresponding to the GB/T 22516-2008), used professional environment noise monitoring system, and got the detailed measurements report. Not only helps to safeguard people's health requirements, but also has more important practical significance in improving the wind turbine noise control to the enterprise.

Key words: Wind turbine ; Type approval; Environment noise; Monitoring; Remote control

风力资源是取之不尽用之不绝的, 利用风力发电可以减少环境污染, 节省煤炭、石油等常规能源。正是由于风能具有这些巨大的优势, 它成为目前国内外都在大力推广的能源项目。在国外, 这样的风力发电站被形象的称为风力农场 (Wind Farms), 往往陆地绵延数十公里, 有些甚至直接建造于近海海域。

凡事有利必有弊, 尽管风能具有如此多的优势, 但是, 目前风力发电技术还存在很多问题, 并不是十全十美。比如大型风扇的转动会对周围鸟类造成威胁, 其本身的维修也比较复杂, 以及产生的噪音对周边居民日常生活造成影响。而在产生噪音这一点上, 风力农场的问题十分突出。噪音正成为风力发电最糟糕的敌人或者是最不利的影响, 过量的噪音是仅次于空气污染的造成健康问题的环境诱因。近年来, 随着国内风电站的建设, 随之而来的噪音投诉也频频见诸网络: 如潍坊诸城、江苏启东、福清沙埔、山东东平以及

莱芜项目……

1 风力发电站噪声研究的重要性

由于旋转的风机叶片和空气的噪声频率主要分布较低频率范围, 从等响曲线我们可以得知, 人耳对此频带范围较敏感, 并且由于风机一般都设立在离地面较高的空中, 周围无法进行有效隔音措施, 因此噪声波及范围较大。有噪声意味着其必定还伴随着振动产生, 因为声音本身就是由于物体振动产生的。长时间的低频噪声会导致一系列健康问题, 包括心脑血管疾病, 失眠和抑郁症。为了保障人民群众的健康需求, 体现以人为本的诉求, 我们需要对风力发电站噪声环境进行研究与评估。

2 环境噪声自动监测系统

本项目采用的是瑞士 NTi Audio 的环境噪声自动监测系统, 包含测量仪器模块、无线数据传

输模块、全天候户外保护模块以及供电模块等几大部分组成,如图1所示。

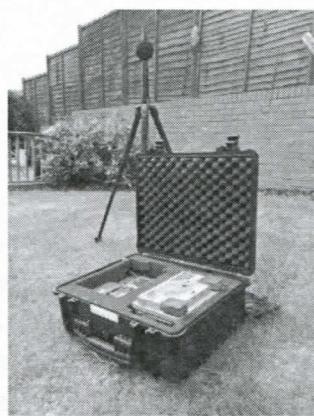


图1 环境噪声自动监测系统

测量仪器采用的是XL2-TA音频与声学分析仪加上M2230-WP量测麦克风组成的专业用于认证测量的声级计。XL2-TA与1/2英寸的M2230量测麦克风和ASD缆线组成型式认证声级计,满足IEC61672, IEC61260级别1和ANSI S1.4 I型要求,满足并超过IEC或GB标准所需精度。M2230采集环境噪声信号,经ASD缆线输入XL2-TA分析仪中,并进行实时分析、录音以及后处理工作。

无线数据传输模块支持有线和无线解决方案。多个XL2分析仪通过USB设备服务器组成在线噪声监测网络。用户可以在控制电脑上监控与控制所有网络内的XL2,网络拓扑图如图2所示。



图2 多测试点环境噪声监测网络拓扑图

全天候户外保护模块以及供电模块包含了户外保护箱以及电源模块,户外保护箱的根据执行任务时间要求不同可以选择固定类型、移动类型。固定式主要适用于需要长期固定监测的需求,户

外防水级别最高可达IP66标准,支持市电供电。移动式主要适用于需要定期移动测量位置的任务,户外防水级别最高可达IP65标准,支持铅酸蓄电池供电。

3 噪声测量与分析

本次测量主要涉及澳大利亚堪培拉附近的三座风电站,它们分别是Cullerin Range风电站(运行15台瑞能MM82和MM92风机),Woodlawn风电站(运行23台苏司兰S88风机)和首都风电站(运行67台苏司兰S88风机)。使用了基于NTi Audio公司的XL2声级计的风力发电站监测专用配置:XL2声级计被安置在Pelican保护箱中,XL2前置放大器延长线穿过一个顶部带有气象罩的铝管,这样可以保护并密闭前置放大器的连接。XL2电池足够其连续进行两周的噪声记录。直径200毫米的特制防风罩用于降低风声对麦克风的影响。

主要测试环境以及仪器布置图如图3所示:

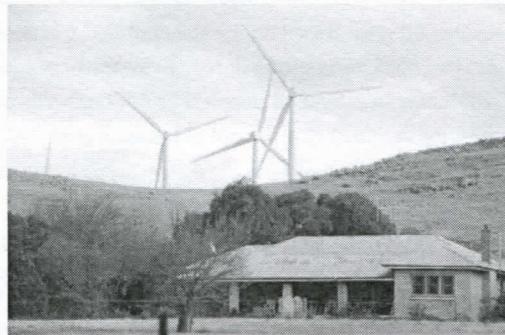


图3 风电机组与居民区

4 测量数据记录以及分析

这个项目由于有超过100台风电机组,每台风电机组根据其对周边影响的不同都需要测量数个不同位置,每个测量位置连续进行两周的噪声记录,因此完整地评估报告数据量非常大。本文着重点在于介绍测试方法,因此只选取Lokoona MW 2.1位置处的测量数据进行分析说明。测量日期为2012/7/17,测量位置处没有昆虫、动物等其他声源的干扰。

测量完成后,通过XL2数据与分析软件处理数据,我们可以直接得到所需的测量数据。

下左图显示了 L_{MAX} 与 L_{AEQ} 声压级随时间变化的曲线,(我们也可以将其他不同声压级都显示在图谱中,如 L_A 、 L_{A10} 、 L_{A90} 、 L_{min} 等,此处为方便观看,

只显示两种需要的声压级)。图4则显示了整个量测期间 L_{AEQ} 、 L_{AMAX} 与 L_{A90} 频谱的平均值。

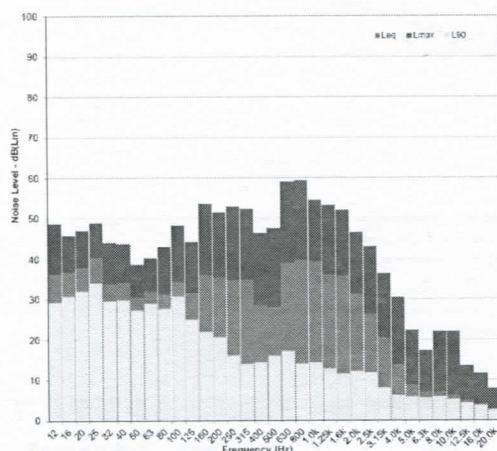


图4 风电机噪声频谱

全频带声压级测量结果：

$L_{AMAX}=61.2$ dB, 在整个测量周期里的最大的环

境噪声。

$L_{A1}=56.9$ dB, 表示测量周期内声压级超过 1% 的声压级。

$L_{A10}=49.6$ dB, 表示测量周期内声压级超过 10% 的声压级。

$L_{AEQ}=45.3$ dB, 频率计权为 A, 整个测量周期内声压级的平均值。

$L_{A90}=25.6$ dB, 表示测量周期内声压级超过 90% 的声压级, 用来衡量背景噪声声压级评价 (RBL)

我们还可以将测量得到的声压级数据与对应时间的风速数据结合在一起分析, 即可生成如下图所示的图谱: 从图中我们可以很清楚的得到不同风速(含风向, 红色标注的风速为在麦克风高度处当地风速)下声压级的变化。

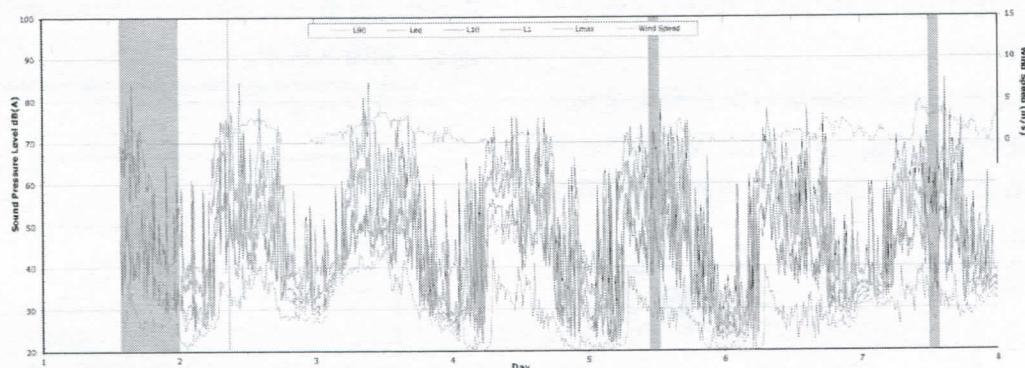


图5 声压级、风速相对于时间图

对风电机组来说风速(蓝色标注的风速为风机所在的 10m 高度位置处的风速)是影响发电功

率的主要因素, 因此, 我们还可以将风电机组的输出功率与风速数据一起分析。

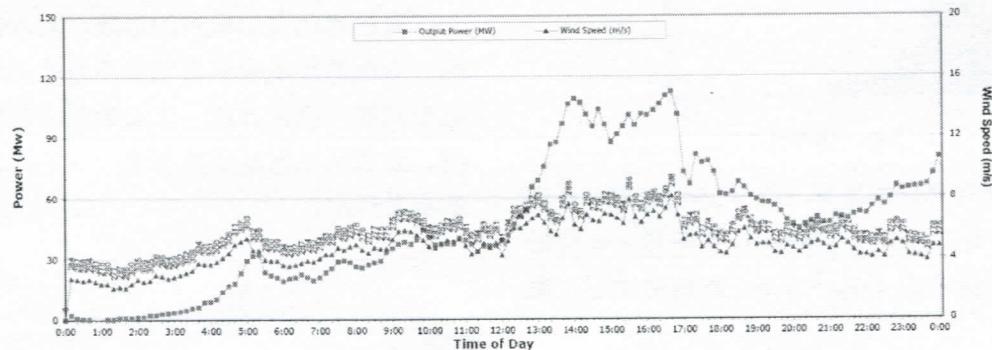


图6 机组输出功率、风速数据与时间图

记录的数据可以依据和风电站有关的标准进行后处理。例如, 下图就显示了 $LA90$ 声压级,

它表示在整个测量期间统计的 90% 超标噪声, X 轴是风速。

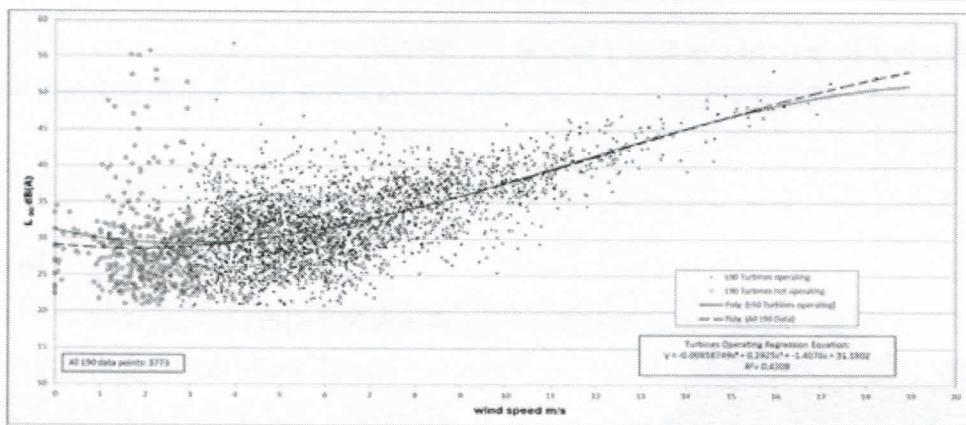


图 7 LA90 数据点

这种分析方法被许多风电站相关的标准采用，其中一个就是在英国广泛使用的 ETSU-R-97 标准。

由于低频噪声的存在，因此我们还可以使用 XL2 的数据分析处理器软件对最终保存的测量进行处理，其具有的一系列专业工具以便详细分析低频噪声（LFN）。

1) 图形化的显示频率随时间的变化是确认 LFN 的存在和具体声压级的高效手段。此外，关联的高品质录音能更好的协助分析测量的客观数据，如图 8 所示。

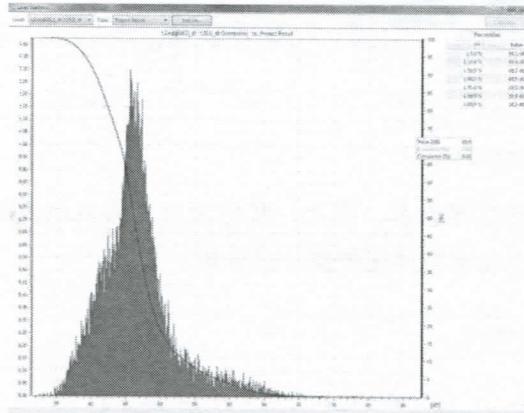


图 8 声压级统计

2) 宽频带声压级差异 LCEq-LAeq 计算：在现场测量时，XL2 声级计已经能计算并显示实时的宽频带声压级差异 LCEq-LAeq。测量完成后，数

据分析处理器在整个测量区间同步图形化显示该差异。超出预定义 dB 限值的差异将被明确标示，说明频谱的低频部分能量超限。还可以进一步详细分析独立的 1/3 倍频程频谱。

3) 1/3 倍频程各频带声压级统计：选择一个或多个，甚至一系列的 1/3 倍频程频带按时间轴显示，如图 9 所示。

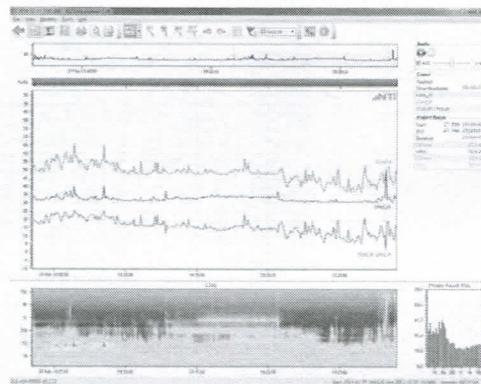


图 9 低频噪声以及宽频带声压级差异 LCEq-LAeq

5 结语

通过对风电站噪声的形成、对周围环境的影响、专业的环境噪声自动监测系统的选用、基于标准的噪声测量方法、以及数据分析等内容的介绍，希望可以对从事此领域的其他同仁具有一定参考作用。

2015-04-13 收稿