

风机叶片监测简报

—北京物声科技有限公司



用 户 名 称 : 新疆立新能源股份有限公司
哈密新风恒远发电有限公司

风 机 编 号 : F001

报 告 日 期 : 2024-7-16

报 告 编 写 : 北京物声科技有限公司

目 录

1. 监测情况介绍 3

2. 监测技术介绍 3

3. 设备安装情况 4

4. 数据分析 6

5. 小结 9

1. 监测情况介绍

被监测的风力发电机隶属于新疆立新能源股份有限公司哈密新风恒远发电有限公司。

风机编号：F01 风机；风机生产商：新疆金风科技股份有限公司。

安装时间：2024 年 7 月 8 日。截止到本简报编写时间，共计监测 7 天。

2. 监测技术介绍

本次监测采用声发射监测技术，设备型号：BMS。声发射是一种先进的监测技术，其独特的技术特性使得它能更早的发现叶片结构的问题，对可能发生的重大损伤提前预警，为技术人员提供更充足的处理问题时间。

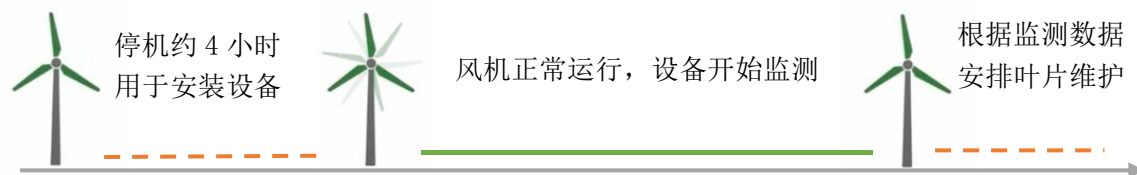
简单的讲，声发射现象就是：当被测对象，受到应力作用下，其具有的缺陷在发展变化过程中就会发出“瞬态弹性波”，这个信号会被声发射传感器接收到，经过信号处理提取有价值的高频信号就可以得到缺陷的相关信息了。

在风机叶片上安装声发射传感器，叶片的损伤处在风机转动过程中发出弹性波，被传感器捕捉到，再经过数据分析和处理，就可以实现对整个风机的叶片进行监测。具体方案详见后面章节内容。



图 2.1. 监测技术原理

叶片监测流程：



和其它传统监测技术原理相比较，声发射监测技术优势：

- 1) 监测设备安装过程中，对风机的正常工作影响小。仅需在安装和拆卸传感器时短暂停机，安装完成后，风机即可恢复正常工作。
- 2) 既可监测叶片外表面的损伤（雷击、冰冻、前缘损伤等），也可对叶片内部损伤监测（例如大尺寸分层、大尺寸裂纹等）。
- 3) 随着风机的不断运行，监测损伤的活动性。

3. 设备安装情况

监测设备于 2024 年 7 月 8 日完成安装并调试完毕。

本次安装共计安装了 1 台监测主机，3 个监测传感器。监测主机安装于轮毂内，传感器安装于叶根部，每个叶片一个传感器。

现场照片如下：



图 3.1 风机照片



图 3.2 风机主机安装照片



图 3.3 风机传感器安装照片



图 3.4 其它照片

4. 数据分析

对于风机叶片在线监测来说，声发射有多种独特的信号分析处理方式，包括声发射实时多维特征提取，如时域幅值与能量相关特征，冲击信号持续时间相关特征，频域能量与频率分布相关特征，瞬态信号与趋势性发展相关特征，波形流全域特征提取等。在本报告中，信号分析主要为如下两个层面。

- 趋势性信号发展变化分析。除了捕捉瞬态大动能事件外，声发射还可监测跟踪叶片工作状态的趋势性发展变化。叶片经年使用后，其表面将受到长期的风蚀，不仅是风力本身对叶片的侵蚀，而且空气中的微尘和颗粒更是对叶片表面产生缓变的伤害。这种伤害会导致叶片转动阻力增大，降低风机发电效率。监测缓变发展的特征由声发射信号水平来表征。该特征可以反映风机长期的运行状态，信号水平通常将在一定的范围内波动。从长期的监测过程中，如数月或一年以上，一般可以观察到信号水平整体的增长趋势，当某一个叶片风蚀损伤明显大于另外两个叶片时，或某个叶片内部结构受到实质性损伤时，该叶片的信号水平特征将可能显著大于另外两个叶片。当一个叶片的信

号水平数值长期趋势大于其它叶片 6 分贝时可以认为 ASL 信号发生了显著变化。

- 高频信号特征分析。声发射有别于声纹技术的另一个特点是声纹往往是在低频的可听声范围内，这个范围内的信号为风机迎风转动风噪本身为主导，风噪的分贝数可以大到风机表面结构损伤产生的声纹完全被淹没。与此相反，声发射则着重于远高于可听声频率的信号。在高频段风噪的影响极小，而由风机叶片内部结构和表面损伤，如裂纹，玻璃钢纤维分层，纤维断裂，结构件脱粘，表面破损，叶片前缘与后缘大面积侵蚀，材料开裂，断裂等产生的声信号在高频段则相对较大，由此大大提高了被监测信号的信噪比，增加了信号分析的可靠性。本监测采用了高频信号特征。该参数的取值范围为 0 – 1，数值越接近于 1，声发射信号的高频成分越多；越接近于 0，高频成分越少，低频成分越多。当某一叶片的该特征显著大于其它叶片的相应值时，则表明叶片内部结构或表面具有某种程度的，能够以大概率判定的损伤。

4.1 趋势性信号发展变化分析

趋势性信号常常会受到各种外界因素的影响，如刮风，下雨，下雪，下冰雹，风向，风速，变桨，偏航，停机，启动等。每个叶片的制造质量控制不一致，叶片中的粘接物，悬挂物的剥落等都会对趋势性信号发展产生影响。从下图可以看出三个叶片的信号水平都在一定的范围内波动。尽管叶片 3 的 ASL 信号看起来偏高一点，但其基准信号也偏高，总体来说这三个叶片的信号水平都在同一个水平范围内。。

(a) 风速变化图

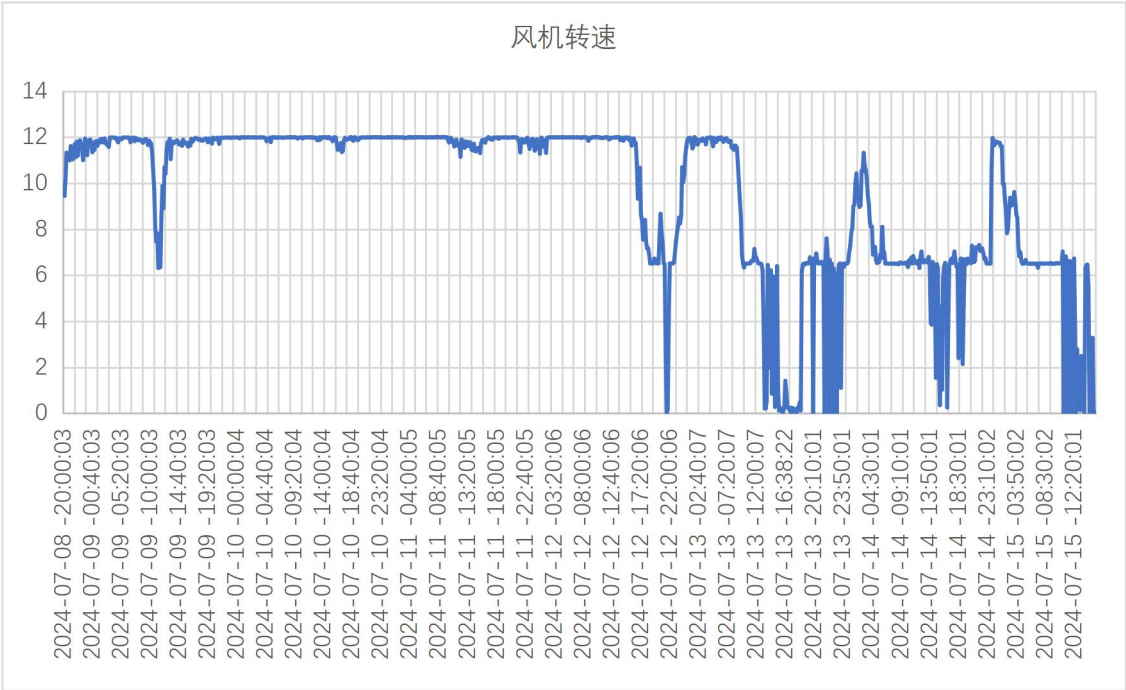


图 4.1 2024 年 7 月 8 日至 7 月 16 日风机转速

(b) 信号水平变化趋势图

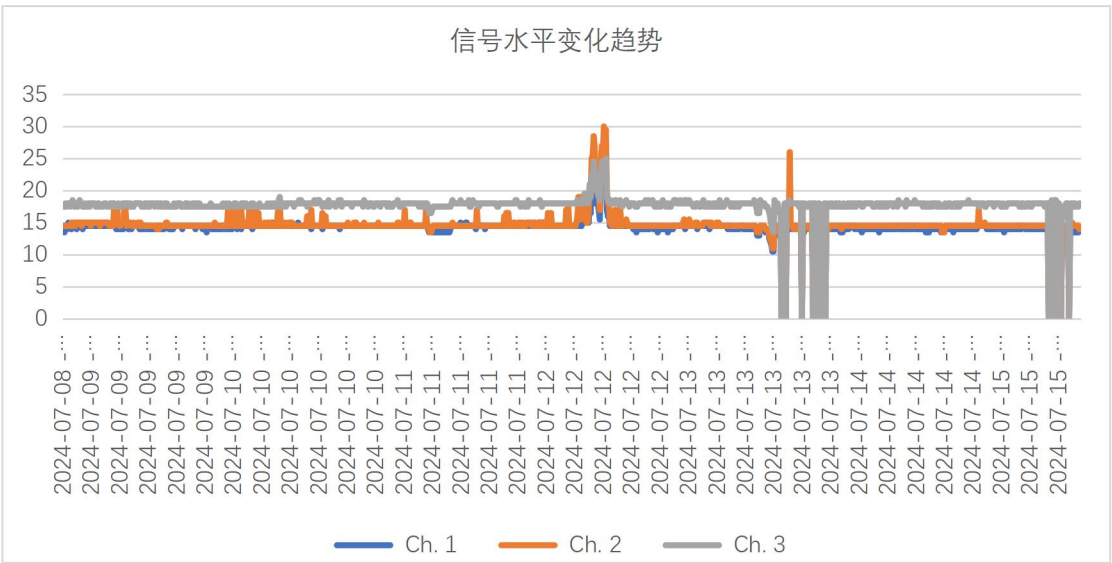


图 4.2 2024 年 7 月 8 日至 7 月 16 日风机转速与信号水平 ASL 变化图

4.2 高频信号特征分析

在趋势性信号水平不出现大的变化的情况下，叶片的更细致状态变化也可由高频信号特征来判别。下图是高频信号特征，从图中可以看出数据无明显异常。

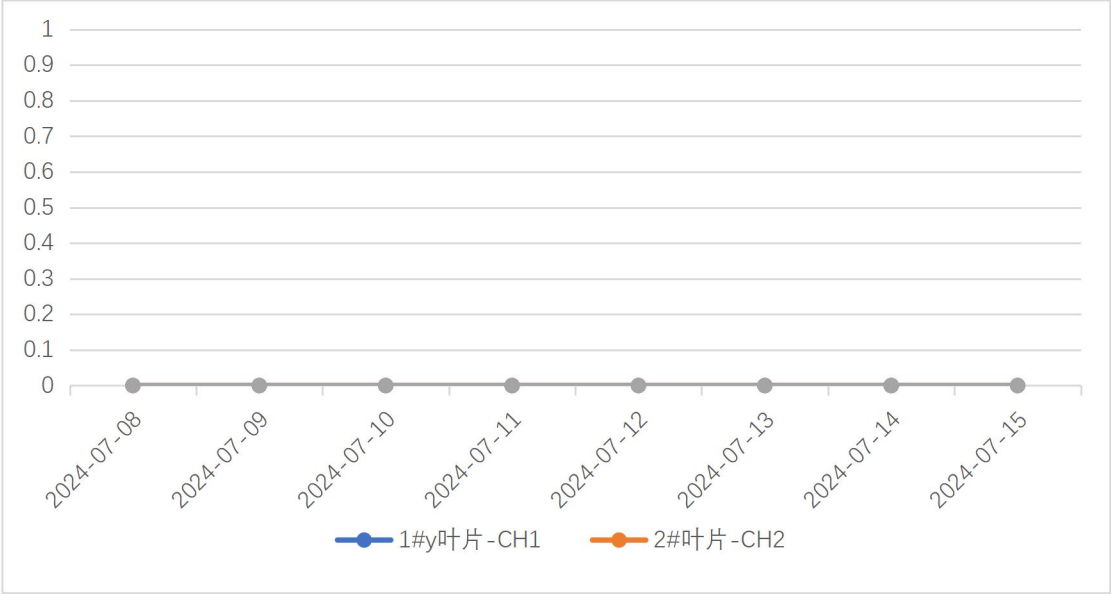


图 4.3 高频信号特征

5. 小结

基于目前 7 天的监测，可以暂时得出如下结论：

- 1. 监测主机和传感器工作正常。
- 2. 在监测过程中叶片运行平稳，三个叶片的信号水平都比较接近并保持在一个相对稳定的范围内，除了下面所述的个别现象外，叶片总体没有出现明显的变化。
- 3. 通道 3 所对应的叶片信号水平略高于其他两个叶片，需进一步观察。
- 4. 通过对声发射信号的高频特征分析，未发现异常信号。
- 5. 考虑到截止到目前，监测时间只有短短 7 天，暂时无法给出更多的信息，还需要持续观察。