

大唐山西利民风电场
113 号风机叶片在线状态监测系统
实施方案

陕西建达网络科技有限公司

2020 年 8 月

目录

章节一 方案编制	3
1. 编制依据简述.....	3
2. 系统方案结构.....	3
3. IMS 现场服务器技术参数	5
4. WINDMON 160 硬件特点	5
5. WINDMON 160 软件特点	6
6. 系统图谱功能介绍（部分）	8
7. 部分图谱展示.....	9
章节二 叶片在线监测系统实施方案	10
1. 系统概述.....	10
2. 测点布置.....	10
3. 技术参数.....	10
4. 光纤监测方案的必要性.....	12
5. 系统安装.....	12
6. 叶片监测系统图谱模型	13

章节一 方案编制

1. 编制依据简述

- 1) 依据【大唐山西利民风电场风机智能监测项目】风机叶片状态监测系统设备机组的类型，每套机组配置 1 套 IMS 在线状态监测系统设备，目前安装一套监测系统验证，**安装位置 113 号风机。**
- 2) IMS 智能监测系统是基于陆上/海上的风力发电机这一特殊的应用领域开发设计的，具有领先可靠的技术来满足监测陆上/海上风机、升压站整体运行状态。

2. 系统方案结构

IMS 系统由传感器、现场数据采集单元（DAU）、光纤网络及设备、现场服务器、辅助设备等组成，其结构图如下：

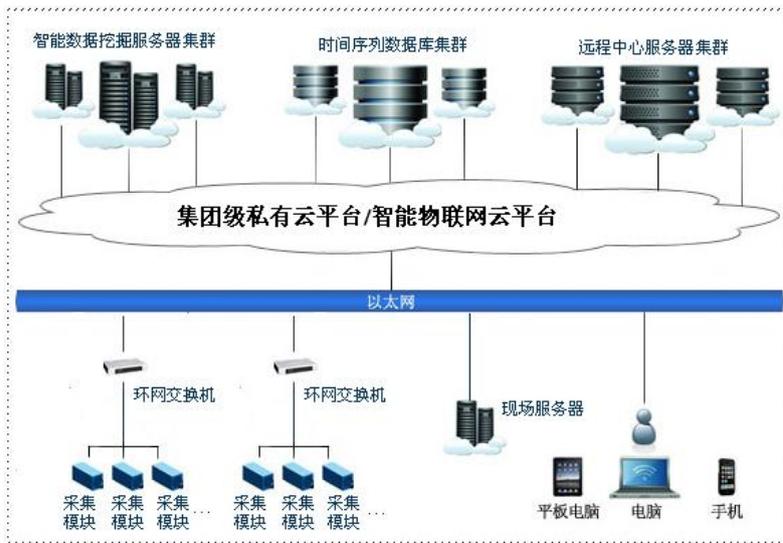


图 1-2-1 : IMS 系统智慧云平台架构图

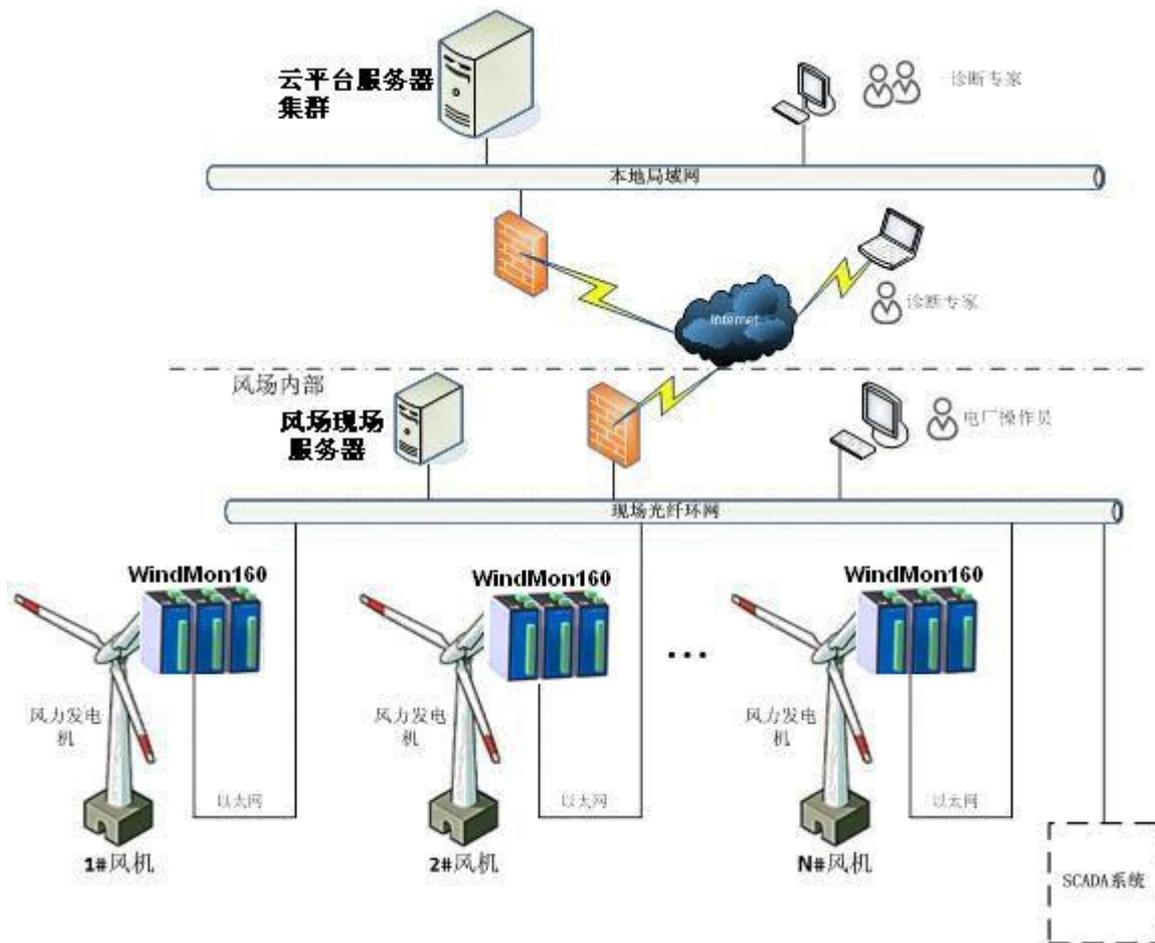


图 1-2-2 : IMS 系统拓扑图

系统说明：

- 1) **架构：** IMS 系统是以**物联网云平台为架构**实现。基于军工、航天平台，具有极强的可用性、可靠性、高性能性、可扩展性。
- 2) **传感器：** 每台风机需要安装专用光纤光栅传感器监测叶片振动开裂、载荷等机组参数。
- 3) **数据采集监测站（DAU）：** 采用**独有的模块化设计**，使安装和维护更加灵活便捷，单台采集站**最大可支持 255 个模块级联**，每个模块含 4 路信号通道（可选接光纤光栅振动/温度/载荷、加速度、速度、位移传感器模块、过程(20Vpp 或 4-20mA)/键相/数字量监测模块等）；模块可自由组合，任意搭配。采集站通过 TCP/IP 方式与服务器进行数据通讯。
- 4) **现场服务器：** 具备监测系统的所有图谱分析功能，并可以对每台 DAU 进行设置及数据存储，并具备通过网络将数据上传至远程中心服务器功能。
- 5) **通讯接口：** 每台风力发电机组机舱内，买方提供 RJ45 的网络接口，利用其风场环网网络使每套风机监测设备与控制室内的 IMS 现场服务器进行数据通讯。

3. IMS 现场服务器技术参数

- 品牌：DELL-T430
- CPU：E5；
- 内存：8GB；
- 硬盘：4*1T；RAID 5；
- 光驱：DVD +/-RW 刻录；
- MS111 光电鼠标，KB212-B 商务键盘；
- 操作系统软件：Linux / Windows Server；
- 数据库软件：NOSQL / SQL 数据库；
- 理论可存储长达 10 年的风场数据；
- 配备 22 寸 DELL 液晶显示器；
- 以上配置可以根据客户需求进行修改，不建议低于此配置。



3.1 IMS 远程监测中心

根据现场需求，选配 IMS 远程监测中心，远程监测中心由多台 IMS 远程服务器组成，可根据需求无限扩容。每台服务器无特殊配置要求，配置与 IMS 现场服务器一样。

3.2 IMS 监测分析软件

- 1) 采用独有技术，所有软件具有**跨平台特性**，可以运行在 Linux 系统或者 Windows Server 等操作系统之上，有利于用户的平台整合以及远程中心统一管理。
- 2) 采用**专业针对 IMS 系统数据存储的 NOSQL 数据库**，有别于市场常见的 SQL 数据库格式。
IMS 系统数据的特点是以时间先后存储，NOSQL 数据库具备非常便捷的数据检索、分析、聚合以及复杂的数据发掘能力，因此避免了传统 SQL 数据库针对监测数据的存储、检索效率低下等问题，NOSQL 数据库使得历史数据的存储、修改更加可靠，对于 IMS 系统典型的海量数据管理比常见 SQL 有着巨大的优势。
- 3) NOSQL 数据库具有优秀的兼容性，可便捷的进行导入、导出、查询、搜索操作，并可与市面上大部分主流数据库进行数据转换。

4. WindMon 160 硬件特点

- IMS 服务器支持 100M/1000M Ethernet 网路以及 TCP/IP 方案；
- IMS 服务器进行数据通讯时可使用多种网络资源，包括广域网 INTERNET、微波虚拟网 INTERNAT；

- 工程施工：现场接线方便，系统设置简单，可根据数采站的状态指示灯进行有针对性的维护和故障排查；
- WindMon 160 支持 RS485 方式快速设置，当 IP 地址丢失或遗忘的情况下，可以快速的获取、设置和修改 DAU 的 IP 地址；
- 系统方案的扩展性：能方便地进行系统扩展，最大可扩展至 255 个模块，供新增传感器信号或其他类型信号接入。

5. WindMon 160 软件特点

WindMon160 软件安装在 IMS 服务器 WEB 上，IMS 服务器 WEB 由专业服务器和相应操作软件组成，放置在控制室。系统全部采用中文显示，操作系统为 Linux 中文版，其功能特点如下：

- WindMon 160 采用独创的软件界面平台，基于 HTML5 架构，实现了跨平台的交互界面，可以在电脑、平板、手机等任何支持浏览器的设备上访问；
- WindMon 160 支持数据压缩功能，可以大幅降低网络通讯量，占用环网带宽可调；
- 可视化数据展示界面。

6.1 实时在线监测

- 多通道同步整周期实时在线采样数据；具有完备可靠的现场信号拾取功能；系统实时显示机组的运行状态，通过机组主监测画面用户能够了解机组的实际运行状态，系统能提供多种方式进行的画面组态。

6.2 趋势分析

- 可分析任一个或多个参量相对某个参量的变化趋势，其中横轴和纵轴可任意选定，时间段可任意设定。

6.3 数据存储与分析

- 完成机组运行数据存储和管理；可以根据存储数据情况，自动进行数据库的调整；
- 支持智能存储，不同工况下，存储密度可变（如停机状态下，可设定为不保存数据）；
- 冗余热备份，保障数据存储安全；
- 设备信息的低成本 Internet 接入和网络信息共享技术；
- 操作简单方便：各种不同图谱能很方便地进行切换；
- 基于 B/S 网络结构：

- a) 不需要专用的工程师站，任何连接 Internet 的计算机均可实现浏览功能，不需安装任何软件或客户端，用户即可通过 IE 浏览进行远程数据访问、诊断及管理；
- b) 全部功能采用基于 Internet 的远程浏览方式，使用人员可以身处世界任何角落远程浏览机组运行信息。

6.4 网络安全及远程维护

■ 网络安全措施

- a) 系统具有不同的权限设置。不同权限人员需不同的授权密码，才能进行相关的数据浏览、系统设置与维护；
- b) 服务器安装有专业的防病毒软件，在具备网络条件的情况下，能够自动定期升级；
- c) 在具备网络条件的情况下，诊断中心的服务工程师可以定期通过远程访问现场监测系统，及时更新系统，方便消除可能产生系统缺陷的地方。

■ 远程升级维护技术

- a) 售后服务支持：在具备网络条件的情况下，提供定期、主动的售后服务，软件个性化定制服务，机组的诊断分析服务；
- b) 本方案提供的系统具有远程维护功能，在具备网络条件的情况下，95%以上的系统修复、软件升级等工作，都可以通过远程登录方式实现。

6.5 报表打印

- 可打印运行报表、打印操作记录、屏幕拷贝、导出 Excel 数据，各种分析图形、图谱的打印输出等，信号数据可自由的导入和导出，方便查看。
- 日记功能：机组监测门限的急剧增加带来监测工作量，采用日记功能可快速解决这一问题。在每次监测结果的日记中，系统将所有监测中的门限比较形成一个门限是否超出的结果表，用户只需关心门限监测结果变红的通道，即可快速完成机组状态的监测。

6.6 分工况预警、报警技术

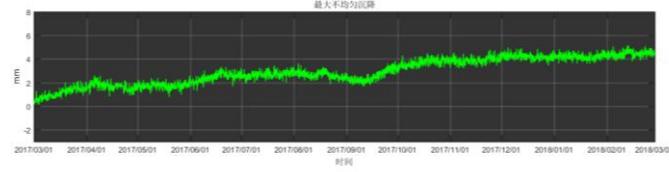
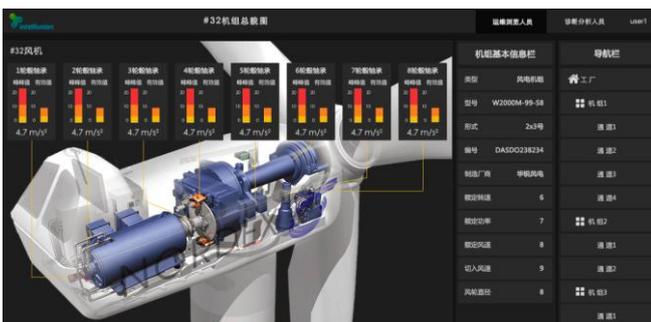
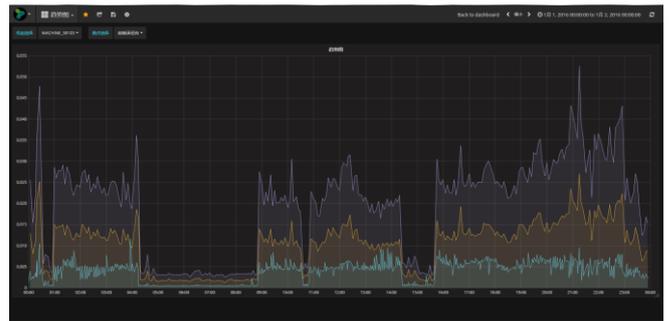
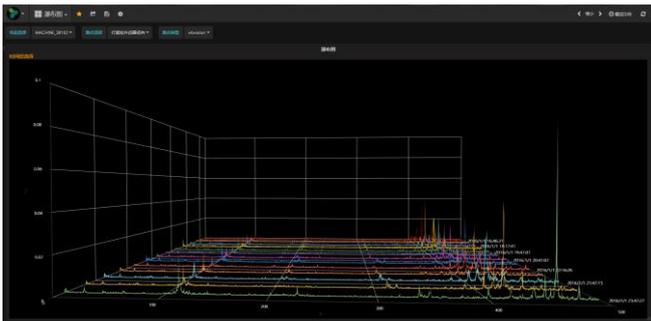
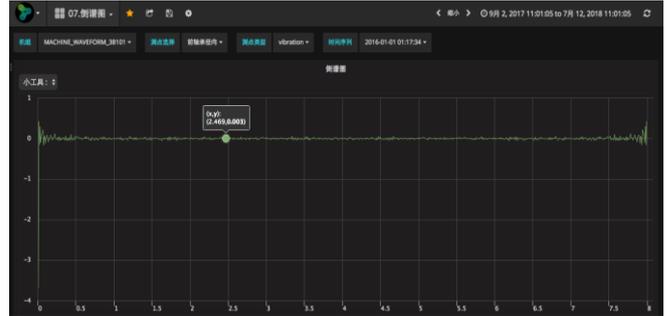
- WindMon 160 监测模块不但可以分频监测风机振动，还可以对不同工况下风机的运行状态进行分段监测。

- **分工况技术**：WindMon 160 可自动识别风机运行状态，并根据风机的实际运行工况，根据其有功或风速将机组的运行工况可分成多段，并分别在每段区间内设置适应该工况的机组报警和预警门限。当机组停机时，可以立即触发不再存储数据，节省了服务器硬盘空间，以保障服务器长期稳定运行。

6. 系统图谱功能介绍（部分）

WindMon 160 图谱（部分）		
常规图谱：	机组叶片监测总貌图	多值棒图
	单值棒图	频谱瀑布图
	趋势图	波形频谱图
	倒谱图	载荷图谱
组合图谱：	总貌图+趋势图	总貌图+频谱图
	趋势图+频谱图+波形图	智能图谱
统计报表及日记：	特征值列表	信号统计表
	实时报警列表	历史报警列表
	系统报警列表	维护记录列表
	实时叶片预警报表	系统日记
设置管理功能：	DAU 设置	报警设置
	总貌图设置	轴承数据库管理
	机组部件组态	用户管理
	专家诊断助手	工厂设置

7. 部分图谱展示



章节二 叶片在线监测系统实施方案

1. 系统概述

系统能够检测叶片覆冰厚度，指导风机启停，避免甩冰造成的机械冲击、不平衡动负载；检测叶片早期内部结构损伤和表面，检测断裂失效、雷击损伤局部表面磨蚀纹断裂失效。保障机组安全，杜绝因叶片失效造成的事故扩大。

2. 测点布置

测量位置	传感器类型	数量
叶片（单支叶片）	光纤叶片形变传感器	4
	光纤振动传感器	1
	光纤温度传感器	1

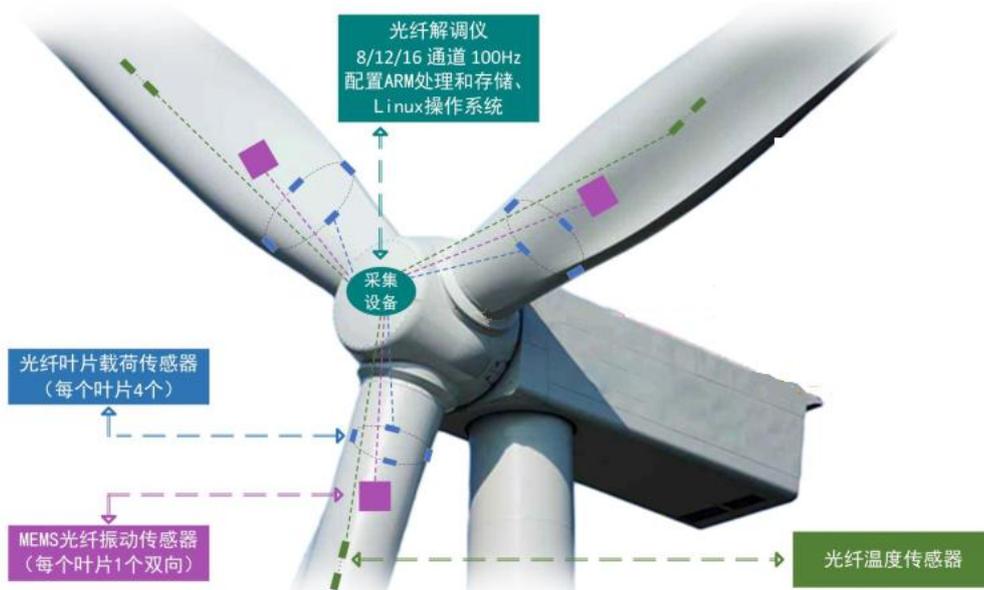


图 2-2-1 测点布置示意图

3. 技术参数

光纤形变传感器参数:

- 型号:HL-FXB-2000
- 量程:±2000μ
- 分辨率:0.2μ
- 工作温度:-45~85°C



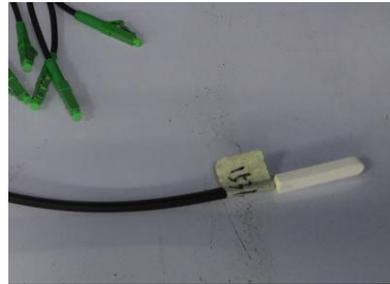
光纤振动传感器参数:

- 型号:HL-FV-5
- 量程:±5g
- 分辨率:0.5mg
- 频响范围:0~200Hz(1dB)
- 工作温度:-45~85°C



光纤温度传感器参数:

- 型号:HL-FT-110
- 量程:-45~110°C
- 精度:0.5°C



光纤型数据采集分析器参数:

- 工作电压:24V
- 安装在轮毂内防水箱中
- 通道数量:16
- 通道量程:1525~1565nm
- 分辨率:0.1
- 传输距离:50km
- 通讯接口:RJ45
- 工作温度:-45~85°C



4. 光纤监测方案的必要性

	慧联产品	其他产品
技术方案	光纤应力、振动、温度监测	非光纤普通振动、温度监测
技术优势	避免雷击，从原理（全纤维材质，无供电）上 100%防雷击，本质上防雷，本质安全	极易被雷击，从原理（需要供电，电阻电容等）上无法防雷击，甚至吸引雷击（哪怕加装防雷器也无法避免），导致叶片雷击事故发生
	叶根应力监测，可测量叶片形变	无法准确测量叶片形变
	光纤类传感器低频响应好，有利于准确测量固有频率	低频响应较差，测量固有频率误差大
	采集器结构简单，可靠性高	结构复杂，可靠性低

风机常安装在空旷且高度较高位置，在风机运转过程中，叶片为易雷击部件，所以叶片常采用纤维复合材料制成，采用电阻电容 MEMS 等非光纤类普通传感器方案监测，基于设计原理，传感器必要的供电电缆以及传感器本身都极易被雷击或引雷，由于叶片位置决定，加装防雷器并不能有效降低雷击概率，从而容易引起叶片雷击重大事故。（如四川美姑风电场叶片传感器导致雷击断裂事故）

光纤式传感器从本质上防雷，本质安全！是风机叶片监测方案的最佳选择！

5. 系统安装

➤ 传感器安装

- 1) 顺桨并转动轮毂，使叶片一水平向右，刹车，锁死轮毂插销，打开人孔盖板进入叶尖；
- 2) 传感器安装位置定位(距离人孔盖板的距离为 0.1m-0.5m)；
- 3) 打磨传感器安装位置，先粗磨后细磨，清扫及清洁传感器安装位置；
- 4) 初步固定传感器，并加注胶水粘贴固定传感器；
- 5) 光纤传感器尾纤走线及固定，叶根挡板(非人孔盖板)打孔，穿出跳线；
- 6) 人孔盖板正中心固定绳一端，另一端拉至叶片与轮毂的连接处并固定；
- 7) 跳线依附于固定绳走线并固定，进入轮毂直至数据采集仪机箱处。
- 8) 打开数据采集分析仪机箱，跳线头从机箱上的通道一孔进入机箱插在连接法兰上



图 2-5-1 传感器安装图

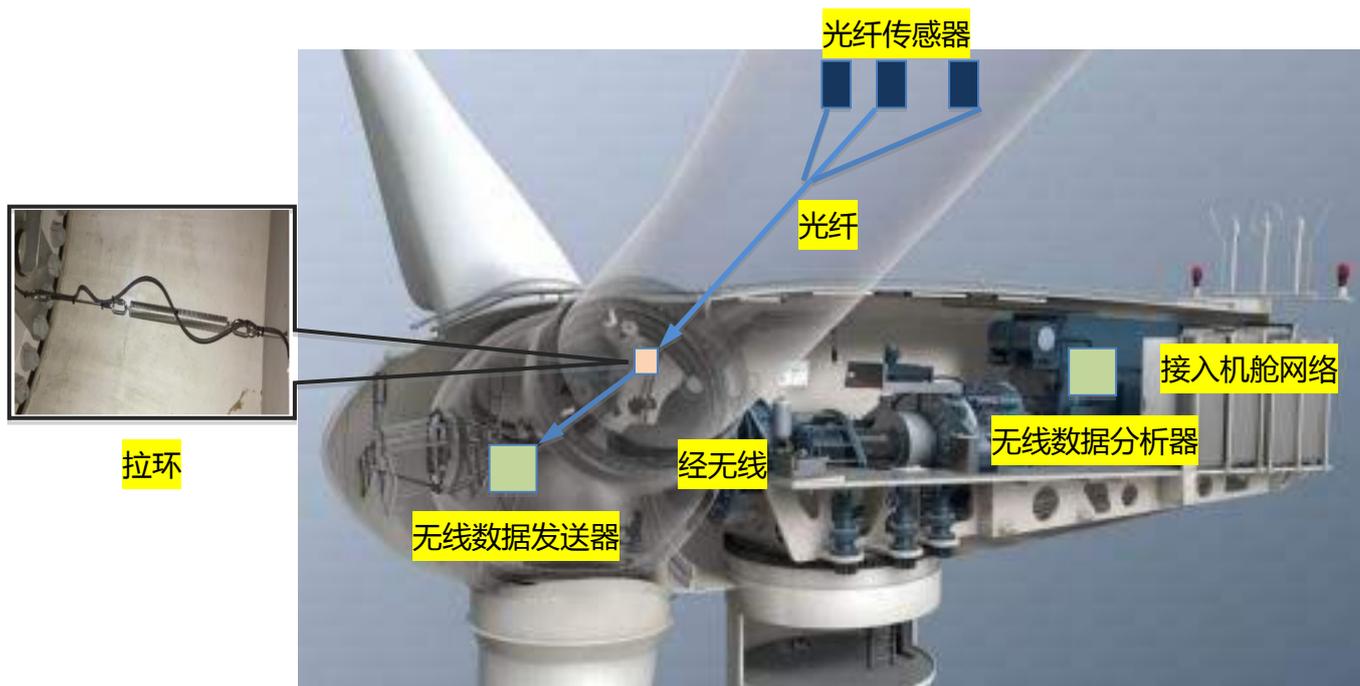


图 2-5-2 系统安装走线示意图

➤ 服务器安装

此次项目为试验 1 台风机，安装位置为利民风电场 113 号风机，考虑成本及安装便捷性，我公司计划将叶片监测软件安装于目前既有的振动监测系统服务器内，待试验结束后从振动监测系统服务器内清除，叶片监测系统试验计划运行时间为三个月。

注：振动监测系统为独立系统，不参与风机控制，我公司叶片监测软件同样是独立运行不会对服务器安装的既有系统产生不良影响。

6. 叶片监测系统图谱模型

1) 叶片振动幅频特性及振动固有频率

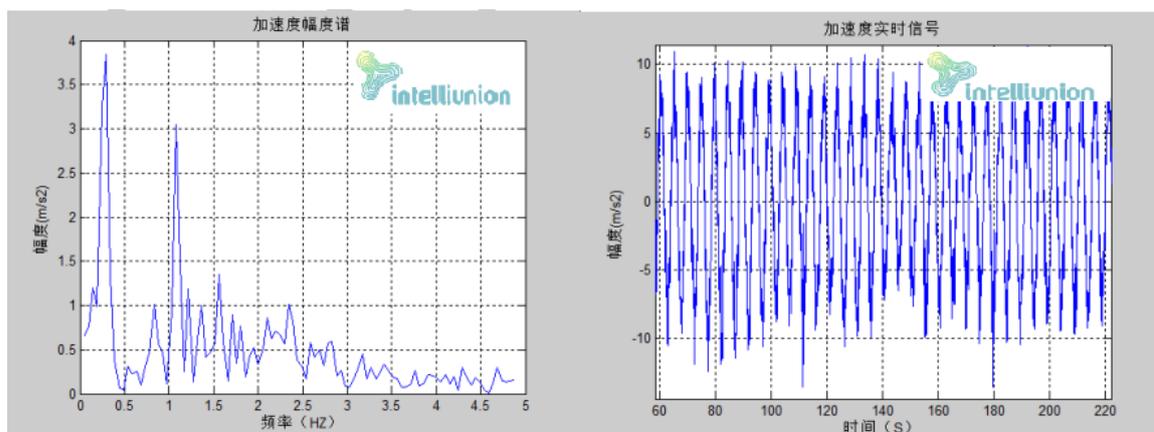


图 2-6-1 叶片振动幅频特性图及振动固有频率图

2) 叶片雷击失效

如下图所示，为叶片振动监测系统记录的一个机组的叶片受雷击损伤的事件；

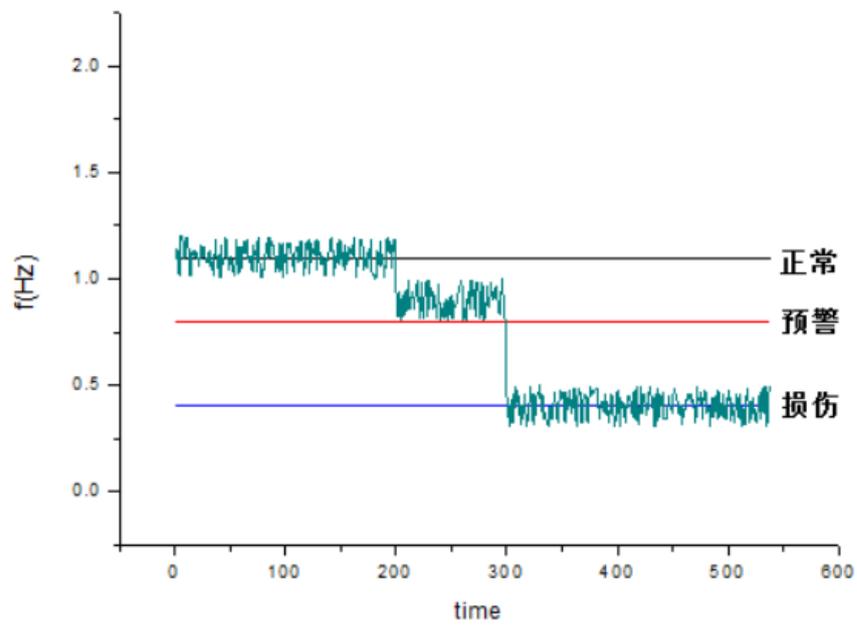


图 2-6-2 叶片雷击失效

3) 叶片的结冰失效

如下图所示，为叶片监测系统记录的叶片结冰情况，通过频率分析以及叶片的质量分布，可以计算出结冰质量的大小。

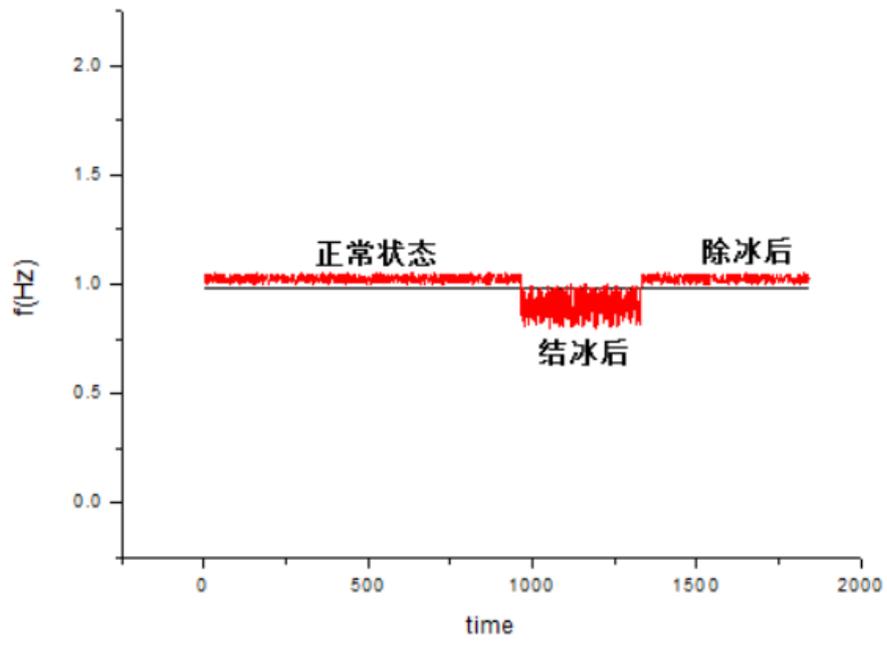


图 2-6-3 叶片结冰情况判断