

水泥行业设备运维在线状态监测技术方案

一. 行业概述

水泥行业企业常用设备有水泥磨(立磨), 入库/入窑提升机, 斜拉链提升机, 回转窑(双驱动), 破碎机, 生料磨, 水泥磨(管磨)等。

设备的正常运行是企业保证生产效率的重要保证。工厂企业在生产过程中, 常见设备故障及分析如下表：

表 1 常见设备故障分析

故障大类	故障部位	故障描述
工频故障	基础故障	电机、齿轮箱地脚螺栓松动、基础刚性不足
	不平衡	电机转子、风机叶轮不平衡
	不对中	轴系轴心线不重合
	共振	设备运行故障频率与零部件固有频率接近引起的共振
电气故障	定子绕组	定子叠片或铁芯松动、定子偏心、定子绕组松动等
	转子绕组	转子笼条松动、断裂、转子偏心、转子热态变形等
机械部件	电机	电机轴承内、外圈剥落；滚动体剥落；保持架刮擦、断裂；轴承动静磨碰；内外圈旋转松动、配合松动、轴电流等
	齿轮箱、液力耦合器	齿轮箱轴承内、外圈剥落；滚动体剥落；保持架刮擦、断裂；轴承动静磨碰；内外圈跑圈；旋转松动、配合松动等
		齿轮箱啮合不良、断齿、偏磨、窜动等故障

	轴系	轴承内、外圈剥落；滚动体剥落；保持架刮擦、断裂；轴承动静磨碰；内外圈跑圈；旋转松动、配合松动等
		轴弯曲
		联轴器磨损、转轴窜动

二. 方案设计

1. 设计内容

针对水泥行业关键设备，优先采用在线式状态监测系统，通过采集关键设备的振动、温度等参数，可有效监测设备的运行情况，并根据相关参数及精密图谱，可对故障进行预判，尤其利用无线方式部署，可大大节省部署施工难度及周期、费用，提升工厂针对关键设备的预防性维修水平，为水泥生产线的安全、长周期、高效运行提供有力保障。

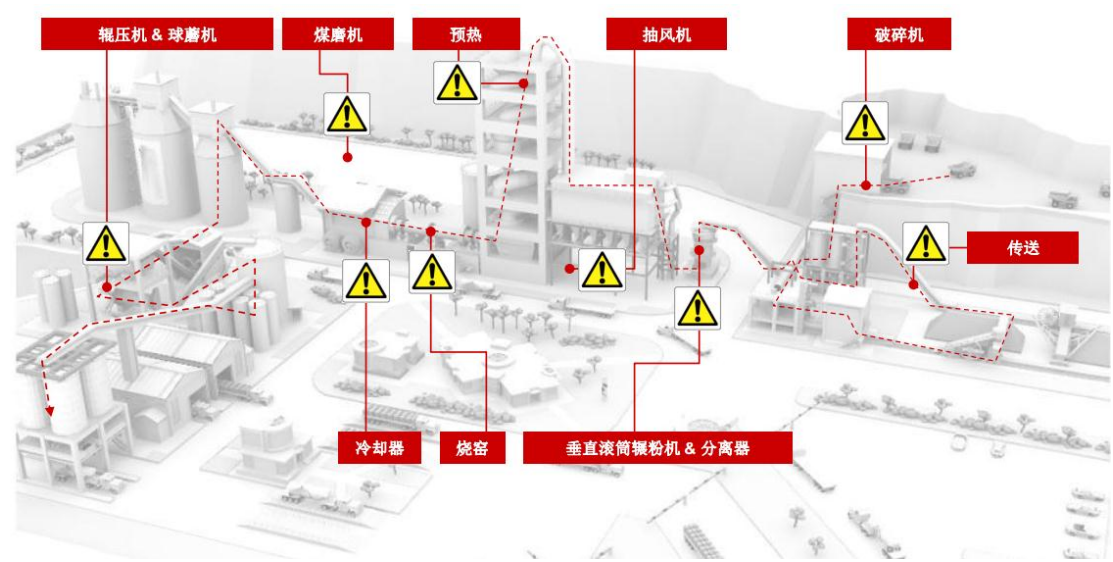


图 1 水泥行业关键设备

2. 方案架构

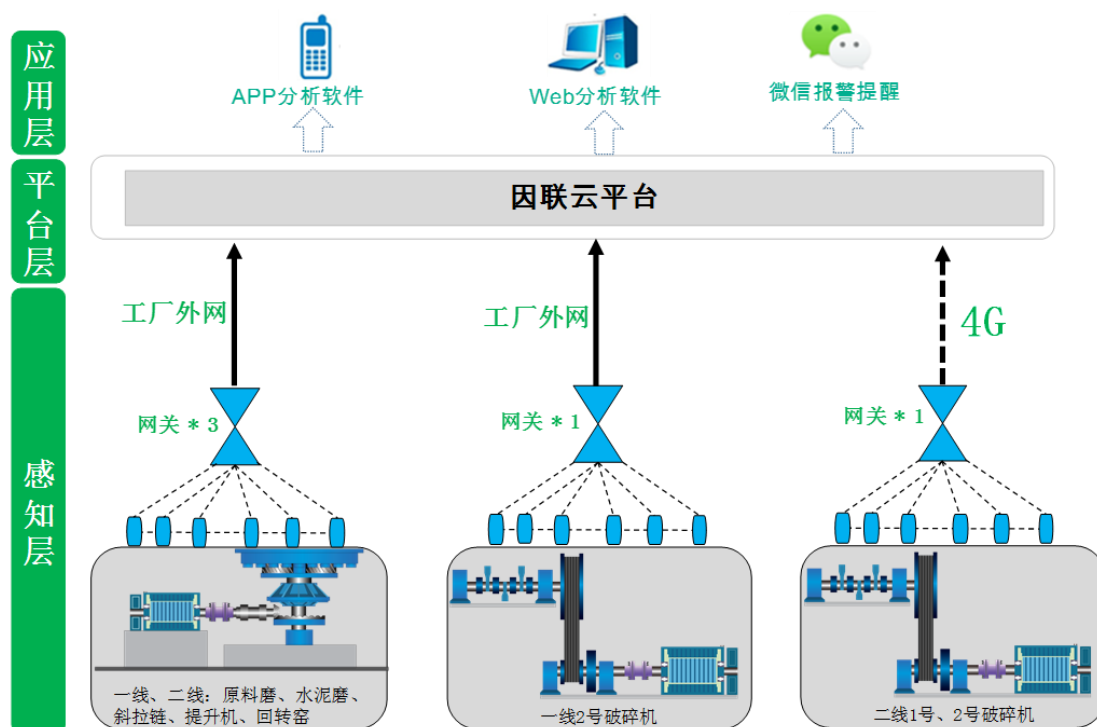


图 2 系统架构

在现场设备表面安装无线振动、温度传感器，传感器采集设备运行过程中的振动、温度数据，并且将数据传输至现场安装的无线网关，无线网关通过工厂外网和 4G 将数据直接发送至因联云平台，用户通过微信、手机 APP 和 Web 浏览器的形式查看现场数据，以实现

对现场设备进行 24 小时远程监控和诊断分析。

(1) 无线智能传感器

无线智能传感器可同时采集振动速度、加速度、位移及包络幅值在内的多个振动参数以及壳体的表面温度，并通过先进的数字信号处理算法，将其转换为可反映机组健康状况的特征数据并上传至无线网关。



图 3 无线智能传感器

表 2 无线智能传感器详细参数

产品名称	无线智能传感器
数据类型	振动、温度
频响范围	0.4~10kHz
测振范围	±50g
最高采样率	25.6kSPS
采样精度	24 位
工作温度	-40℃~75℃
电池寿命	3 年（ 1 组波形/12h,1 组特征值/0.5h ）
波形类型	加速度、速度、位移、包络、温度、滚动轴承状态
特征值类型	峰值、峰峰值、有效值、地毯值、均值、高频能量值、中频能量值、低频能量值、轴承状态值、启停机状态值
防护等级	IP67
电池容量	8000mAh
认证	防爆：本安型 Exia IIC T4 Ga 安全：CE 认证

（2）无线网关

无线网关主要负责无线传感器网络的组建和管理,并搭建起无线网络与现场服务器之间信息通道,提供网络数据上行和下行链路。数据汇总到无线网关之后,再通过光纤或以太网的方式,传输至本地服务器。



图 4 无线网关

（3）数据及信息获取

① 微信报警推送

现场设备发生报警之后,会通过微信的方式将报警信息发送给相关人员,确保随时掌控设备的运行状态。



图 6 微信报警推送

② APP 软件分析

可通过手机 APP 查看现场设备运行状态以及进行图谱分析。



图 7 APP 图谱分析

③ Web 浏览器分析

监测系统为 B/S 架构 现场车间内网环境下和非现场公网环境下都可以使用分析软件，不受制于操作系统的限制，也无需安装客户端和下载插件。分析软件主要包括以下功能：

第一，设备状态统计，方便现场了解所有运行状态。

每个车间正常、中级报警以及高级报警设备的数量；

每个工艺段不同报警状态设备的数量。

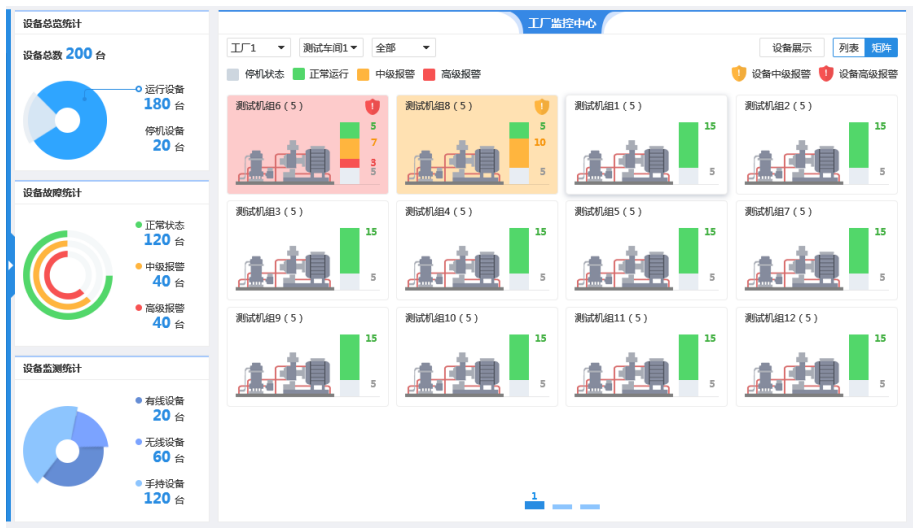


图 8 设备状态统计

第二，机组运行状态展示。

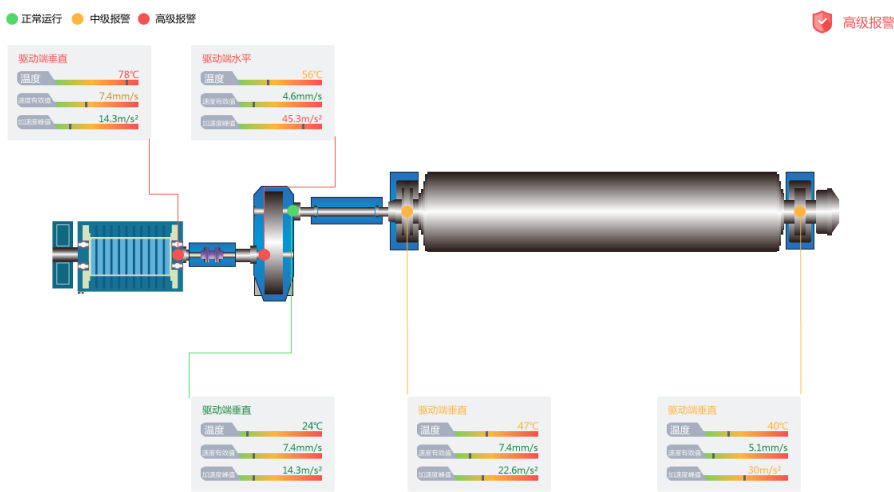


图 9 单机状态展示

第三，振动趋势图。

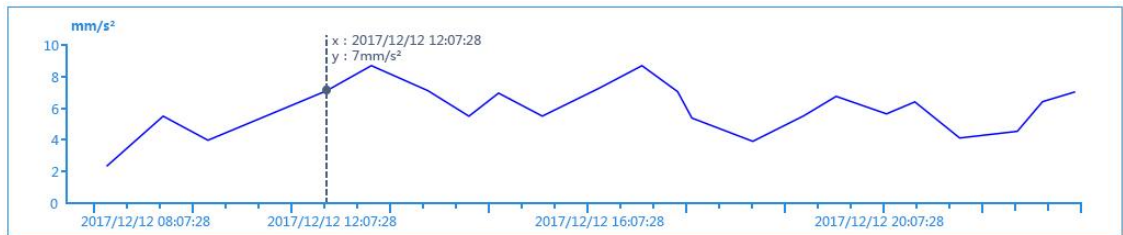


图 10 振动趋势图

第四，振动时域波形图。

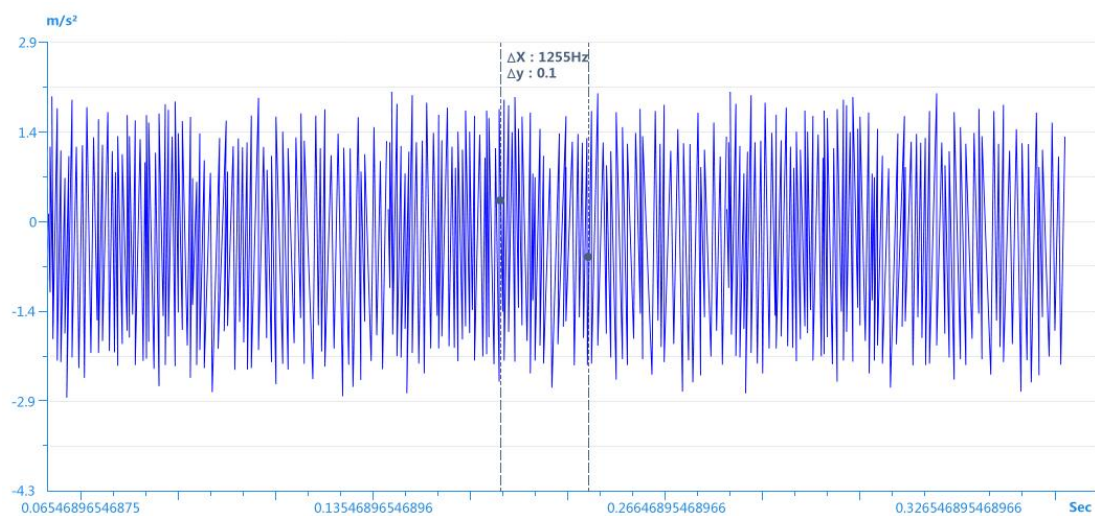


图 11 振动时域波形

第五，振动频谱图。

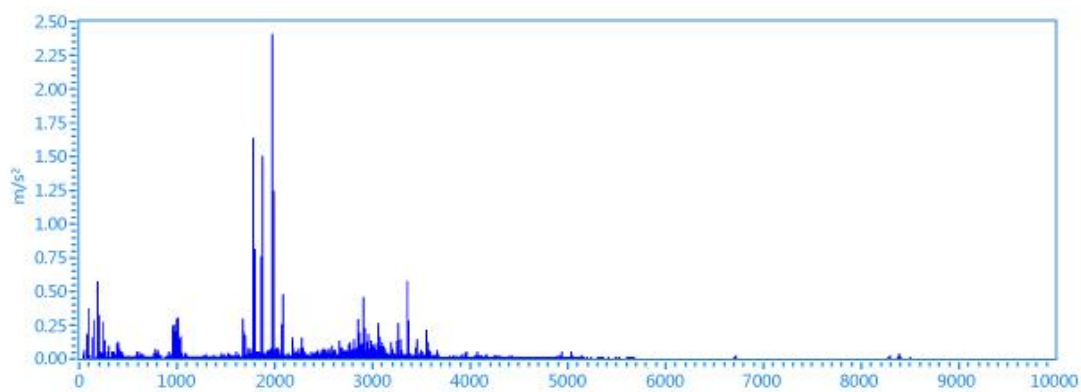


图 12 振动频谱图

第六，振动瀑布图。

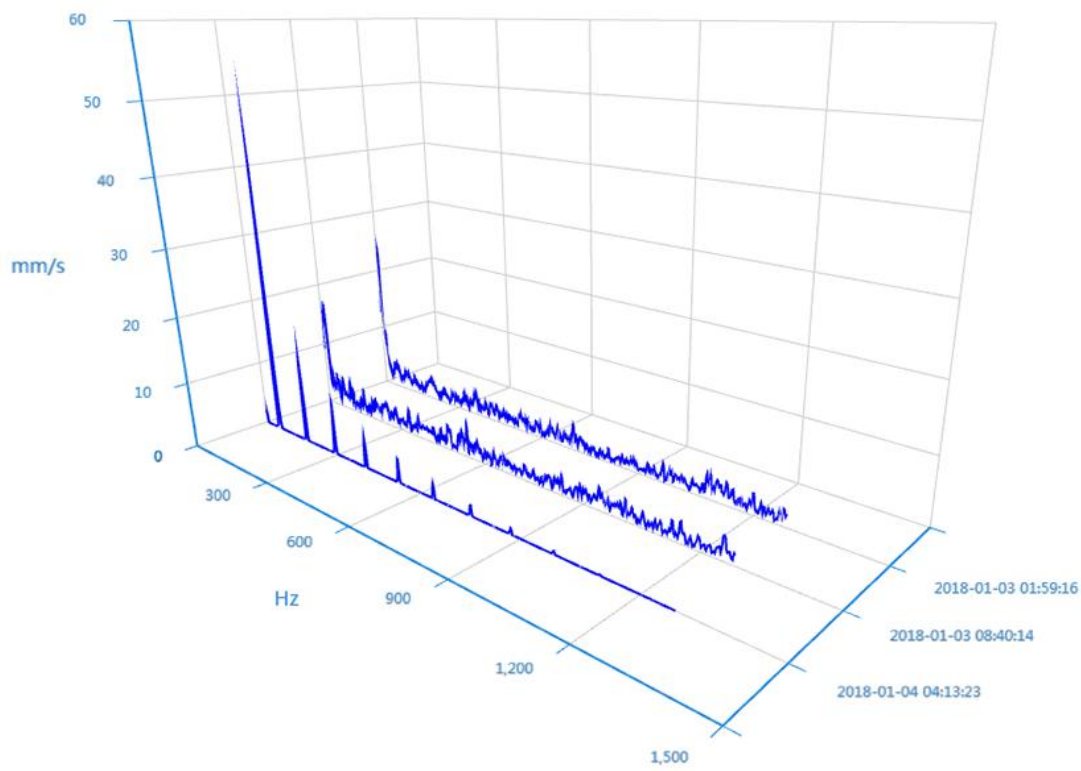


图 13 瀑布图

第七，温度趋势图。

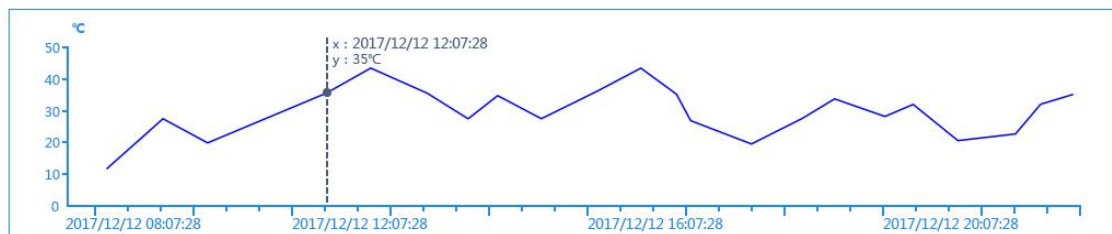


图 14 温度趋势图

三. 方案特性

(1) 安装部署的便捷性

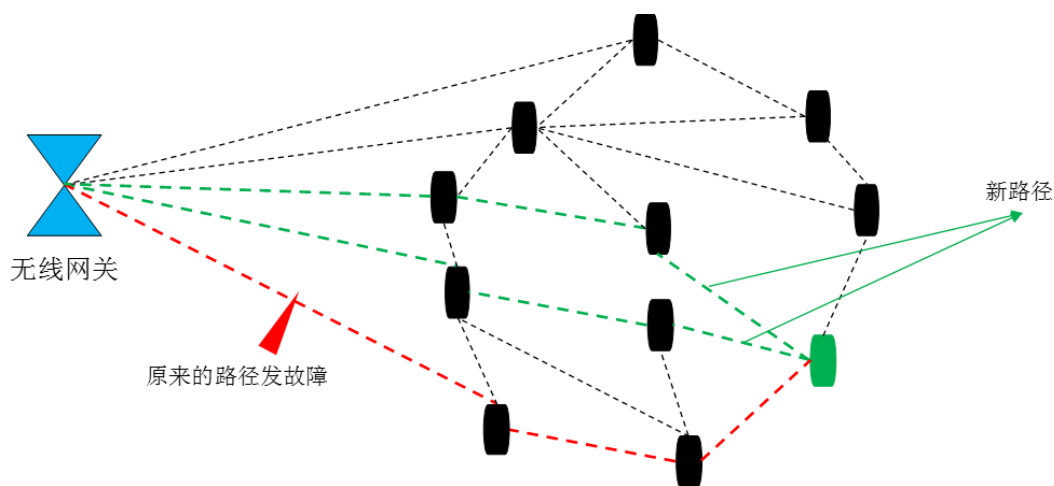
传感器与网关之间采用无线通讯方式，不涉及线缆铺设；传感器安装采用焊接底座的方式，无需打孔，所以可实现不停机安装部署。

(2) 底层数据采集的准确性

振动传感器采用压电式加速度传感器，频率响应范围为 0.4~10k (Hz)，可以有效覆盖所有设备早、中、后期故障。

（3）无线系统的高可靠性

区别于点对点连接的 Zigbee 无线协议，传感器与网关采用非常适用于复杂工业现场的网格型协议，传感器不仅可以直接与网关连接，每个传感器也可以作为中继承担数据转发作用，所以当网络中有多个传感器时，会形成一个类似于“蜘蛛网”形式的网格型网络，保证每个传感器与网关之间有 3 条以上有效路径。当原来的传输路径发生故障时，传感器会自动选择其他有效路径传输数据。如下图所示：



（4）上层数据及信息获取的灵活性

可通过移动端和 PC 端同时获取现场设备运行状态，确保现场设备随时处于监控范围内。

（5）托管式专家诊断服务

因联诊断专家 7*24 小时关注现场设备运行状态，并定期出具设备故障诊断报告和运维建议，企业无需再安排专业人员分析数据。

（6）后期良好的扩容性

因联可提供完整的工业大数据解决方案，系统软硬件投入和积累的数据资产后期可无缝接入大数据系统。

四. 因联团队介绍

因联科技是一家致力于机械设备的在线状态监测，智能预警、诊断及运维、机器健康云服务服务和工业大数据平台的平台型高新技术企业。

我们自主研发的智能感知传感器系列、机器健康大数据平台、SAAS 工业服务平台已成功应用于石油、炼化、钢铁、水泥、汽车等 11 个行业领域，重点行业规模以上企业数量约 12 万家。

我们的感知算法和工业 AI 算法研发等核心技术通过在十几万台机器上的成功应用，已创造出具有国际竞争力的算法模型和知识系统。

因联科技诊断中心 20 余人，均来自国内知名院校和大型流程化企业，平均从业年限 5 年以上。对水泥、石油石化、钢铁冶金、汽车制造、造纸等多行业具备丰富的诊断经验。

表 4 部分振动分析师及相关认证

序号	人员	振动分析师等级
1	高健	美国振动协会（VI）振动分析师（CAT III）三级
2	田秦	美国振动协会（VI）振动分析师（CAT II）二级
3	李忠山	美国振动协会（VI）振动分析师（CAT II）二级
4	刘同军	美国振动协会（VI）振动分析师（CAT II）二级
5	王春雨	美国振动协会（VI）振动分析师（CAT II）二级
6	卢小波	美国振动协会（VI）振动分析师（CAT II）二级