

LinanScience

——专心、专注、专业服务于全球客户和合作伙伴

振动监测及预测性维护解决方案

——制药及汽车行业

南京利南智能科技有限公司
Nanjing Linan Intelligent Technology Co., Ltd

南京利南@智能科技有限公司

——专心、专注、专业服务于全球客户和合作伙伴

数字化智能化方案：利南智能为工业企业提供数字化、智能化转型解决方案。

行业的关注与应用：系统辨识、模型预测控制、预测性维护、能源管理等解决方案，其融合AI的算法贴近实际使用场景，得到制药、汽车行业关注，并获得规模化应用。

汽车制造业的突破：预测性维护解决方案在东风汽车、长安汽车的涂装车间获得规模化应用。

科技改变生活！

科技的发展目标是认知世界、遵循世界、改变世界！

最终的发展目标是提高生产效率、提高人类生活的幸福指数！

针对工业企业发展中存在的生产产能和设备维护二者间的交联影响，在不影响生产的前提下对设备进行预防性维护的客观需求愈加急迫；为避免重复检修、无效检修等额外劳动的产生、降低生产效率、改善维保人员的工作环境，预防性维护需要具备以下功能：

在设备不拆卸的情况下甚至设备运行中，通过各种技术手段，分时段离线或在线监测并采集设备运行数据；在故障发生前、后实现以下功能：

1、在故障发生前根据设备当前的运行状态数据、统计、分析掌握设备当前运行情况，评估设备当前的运行状态；

2、根据设备当前运行状态和历史运行状态数据，评估、预测设备未来的状态，按预先设定进行设备维保信息提醒，减少和防止突发故障等导致的计划外停机。

3、设备出现故障时，判定产生故障的可能部位和原因，帮助设备检修人员快速定位设备故障点，快速恢复生产。

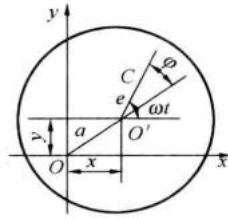
基于各工业企业生产的客观需求，【利南@智能】推出的数字化、智能化预测性维护解决方案应运而生。

【利南@智能】预测性维护解决方案是由数据采集、特征提取、模式识别、故障预测等子系统组成。

通过采集现场机械设备的振动及温度数据，由服务器端汇总数据后，通过提取数据的频率特征，由算法系统【MtLiNan@】再进行故障预测及诊断。

更加值得一提的是，【利南@智能】创新性地提出了报警阈值的自适应功能，实现了报警阈值的自适应调整，提高了报警的准确率。

一、原理简介



图一：转子不平衡（例）

偏心距 e ，转子质量 M ，轴刚度 k ，阻尼系数 c ，转速 $n(r/min)$ ，角速度 $\omega=2\pi n/60$ ，离心力 $F=M\omega^2 e$ ，分解为两方向的力为：

$$\begin{aligned} F_x(t) &= F \cos \omega t = M\omega^2 e \cos \omega t \\ F_y(t) &= F \sin \omega t = M\omega^2 e \sin \omega t \end{aligned}$$

两力相差 90° ， y 方向的振动方程为：

$$M\ddot{y} + c\dot{y} + ky = M\omega^2 e \sin \omega t$$

归一化后：

$$\ddot{y} + 2\zeta\omega_n\dot{y} + \omega_n^2 y = e\omega^2 \sin \omega t ; \zeta = \frac{c}{2M\omega_n} \quad 0 \leq \zeta \leq 1, \quad \omega_n = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

通解为：

$$y(t) = (De^{-\zeta\omega_n t} \sin[\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n t + \varphi] + Y \sin \omega t) - \varphi$$

$$Y = e^{H(\omega)} = e^{\frac{(\frac{\omega}{\omega_n})^2}{\sqrt{[1-(\frac{\omega}{\omega_n})^2]^2 + [2\zeta\frac{\omega}{\omega_n}]^2}}}$$

$H(\omega)$ ——幅频响应函数，表示振幅 Y 随频率比 ω/ω_n 的变化而变化的放大系数，当 $\omega/\omega_n \approx 1$ 时出现共振峰。

频谱图中，以 $1\times$ 频为主！

当然，除了频域分析以外，算法还引入如下特征指标参与分析：

有效值：反应了振动信号的能量强度（大小）和稳定性。

峰峰值：反应了振动波形最大值和最小值的变化范围。

脉冲指标：反应了振动数据整体的波动程度。

裕度指标：体现了信号的一种冲击特性，如果这个值过大，则说明信号中有很强的冲击性。

峭度指标：反应了振动信号的冲击特性，峭度比裕度更加敏感。

歪度指标：反应了振动信号的非对称性，通常情况下振动信号是关于 x 轴对称的，这时候歪度应该趋近于0。

冲击能量比：计算某个信号（高频加速度）在一定窗长内，高冲击值和某固定阈值的比例，比峭度要稳定。

峭度密度：计算一段时间内峭度超过阈值的次数占这段时间的比例，是反映一段时间内峭度变化的指标。

二、传感器选型

频率与振动：首先要保证响应频率范围能够覆盖现场设备的最大振动范围及频域分析需要。

环境与温度：传感器温度能够适应安装环境温度和安装点温度（考虑部分轴温偏高）。

体积与质量：从安装便利的角度来讲，传感器的需求更加倾向于体积小、质量轻的产品。

抗干扰能力：最后是要抗干扰能力强。

工业企业中除了部分特殊行业（振动测试、振动筛选、破碎机等）外，（包括汽车厂在内的）大部分行业生产车间的风机、水泵、输送等机械设备，其旋转部件转速 $<4000\text{rpm}$ ，温度小于 70°C ；部分转速较高的设备由于可能存在24小时连续运转的情况，其轴温度可达到 70°C ，甚至由于环境温度高，不利于散热，轴温甚至可能达到 120°C 。

同时，由于现场工况复杂，设备线路长等情况的存在，现场可能存在电磁场及接地回路干扰。

针对以上情况，【利南@智能】专门开发出**AEVT01**单轴振温一体加速度传感器，满足工业现场使用需求，其具有以下特点（具体参数参见后续产品参数表）：

- 1、使用定制高覆盖率编织屏蔽层的传感器线缆。
- 2、**AEVT01**的频率响应： $(\pm 3\text{dB})0.4\ldots 12\text{KHz}$ ，
- 3、工作温度： $-40^\circ\text{C} \ldots 120^\circ\text{C}$ ，能够应对现场不同使用需求。

三、采集器选型

采集器有4通道、8通道、16通道规格。

其中，振动通道的采样速率最大可达 256KSPS ；分辨率: 24 bit ，实现数据采样精度和数据的不混叠。

采集器同时兼顾具备部分数据功能的计算和存储能力，实现数据的短时分布式计算存储，避免服务器故障时数据缺失；服务器端分时同步指标和原始数据。

四、服务器端

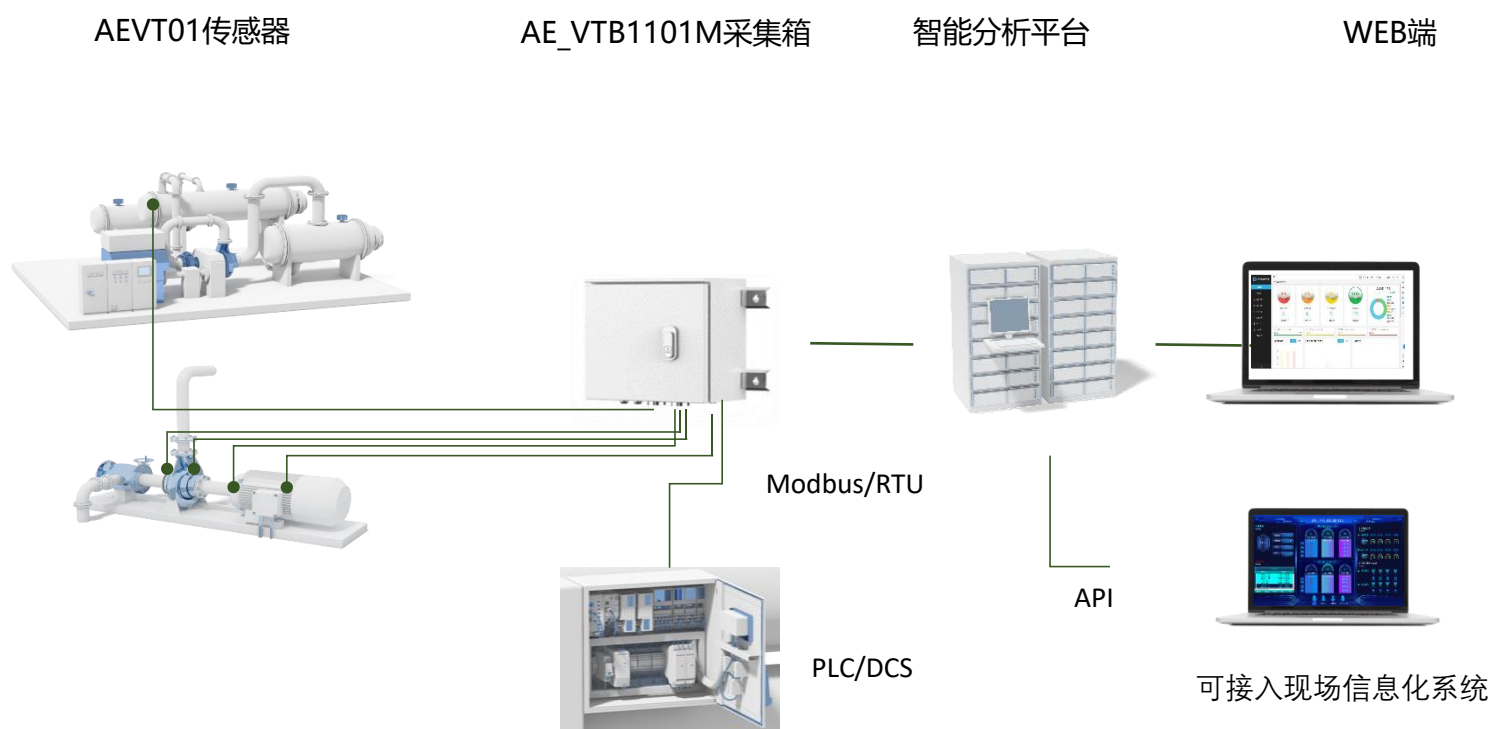
服务器端页面可按客户需求深度定制。

标准版本包含：设备总览、设备管理、频谱分析、报警及处理、智能诊断等；上传设备照片到监控平台；

设备的现场照片可以上传平台；可定制设备的3D爆炸视图、智慧大屏。

五、典型应用一：

AEVT01搭配**AE_VTB1101M**系列采集箱，完成振动加速度原始波形采集和振动特征提取，融合机理和AI算法实现故障智能诊断。





优势：

☒

频率响应范围
0.4...12KHz

☒

工作温度-40...120℃

☒

小尺寸设计

☒

适用于各种类型工业
设备状态监测

AEVT01 全新一代振温一体单轴通频振动传感器
采用不锈钢壳体，内置IEPE电路、低噪声、高频响、抗干扰能力强。
-40℃...120℃工作温度范围轻松应对现场的各种挑战。

AEVT01传感器参数：

频率响应	(±3dB)0.4...12KHz
灵敏度	100mv/g
最大横向灵敏度	默认±50g
冲击极限(峰值)	2000g
噪声(rms)	<50μV
输出阻抗	<100Ω
敏感材料	压电陶瓷
温度灵敏度	10mV/℃
通道数目	2 (1振动/1温度)
工作电流	2...10mA
供电电源(恒流源)	DC 18...28V
工作温度	-40 °C ... 120 °C
外壳材料	304 不锈钢
连接方式	默认C5015
传输长度	<40米(建议)
保护等级	IP68
尺寸	Φ22*52
安装方式	M6螺栓、磁吸、胶粘



- 优势：
- ☒

高精度24bit
- ☒

通道数可灵活配置
- ☒

可选配模拟量通道

AE_VTB1101M 系列采集箱

支持振动、温度、转速等信号采集。振动通道同步采集，同步误差<5μs。

支持本地服务器和云端部署。提供以太网、4G、RS485接口。支持与PLC/DCS的Modbus协议通讯。

AE_VTB1101M 系列采集箱

振动采集	
通道数量	4/8/16可选
采样方式	同步采集
分辨率	24bit
采样速率	每通道速率 128SPS~256KSPS/CH，可设置； 总采样速率≤2M时，实时连续传输数据，> 2M时产品分段传输数据
输入范围	±10V
IEPE调理	工作电流：4ma，供电电压：24V，调理带宽：1Hz~1MHz（默认）
温度采集	
输入	4/8/16 路热电阻（PT100/PT1000）/热电偶传感器输入
测量范围	随接入传感器变化，PT100：-200—850℃（分辨率 0.1）
测量精度	热电阻：±0.2℃
转速采集	
通道数量	4 路转速接入
输入	+8V~+14V
触发电平	3.3V
测量范围	0rpm-60000rpm
脉冲精度	1/(100M)s
兼容传感器	12-24V 接近开关
通用参数	
供电	AC 220V/DC 10~18V
电流	500~1000mA
与平台通讯	以太网/WIFI/4G(选配)
工作温度（环境）	-20℃~70℃
工作湿度	5%~95% RH
IP等级	IP 65

选型表:

示例: AE_VTB1101M_F_4_RS485_7/8				
【汽车工业】AE	AE: 汽车工业/PI: 制药行业			
【采集箱版本】 VTB1101M	VTB1101M: 振温 一体采集器			
【振V温T通道数】F:	4: 4个	8: 8个	F: 16个	
【转速R通道数】4	1: 1通道	2: 2通道	3: 3通道	4: 4通道
【RS485接口】RS485	空: 无RS485	RS485: 1路RS485		
【电源接口类型】7/8	空: 预留端子接线	7/8: 预留3芯7/8接口		

示例 AE_VTB1101M_F_4_RS485_7/8:

F: 16路振温一体通道

4: 4路转速通道

RS485: 1路RS485接口

7/8: 供电接口，一进一出均为A编码3芯7/8接口，其中进线为针座，出线为孔座。

智能分析平台

创新的把机理模型和AI算法结合。重新定义报警逻辑，保证准确率的同时也反应了设备劣化程度。
平台提供智能诊断并保留高级频谱分析工具。

优势：

- ☑ 丰富的诊断工具
- ☑ 创新的报警算法
- ☑ 故障智能诊断



设备总览
智能报警；智能诊断。

设备管理
平台管理所有采集器和传感器。

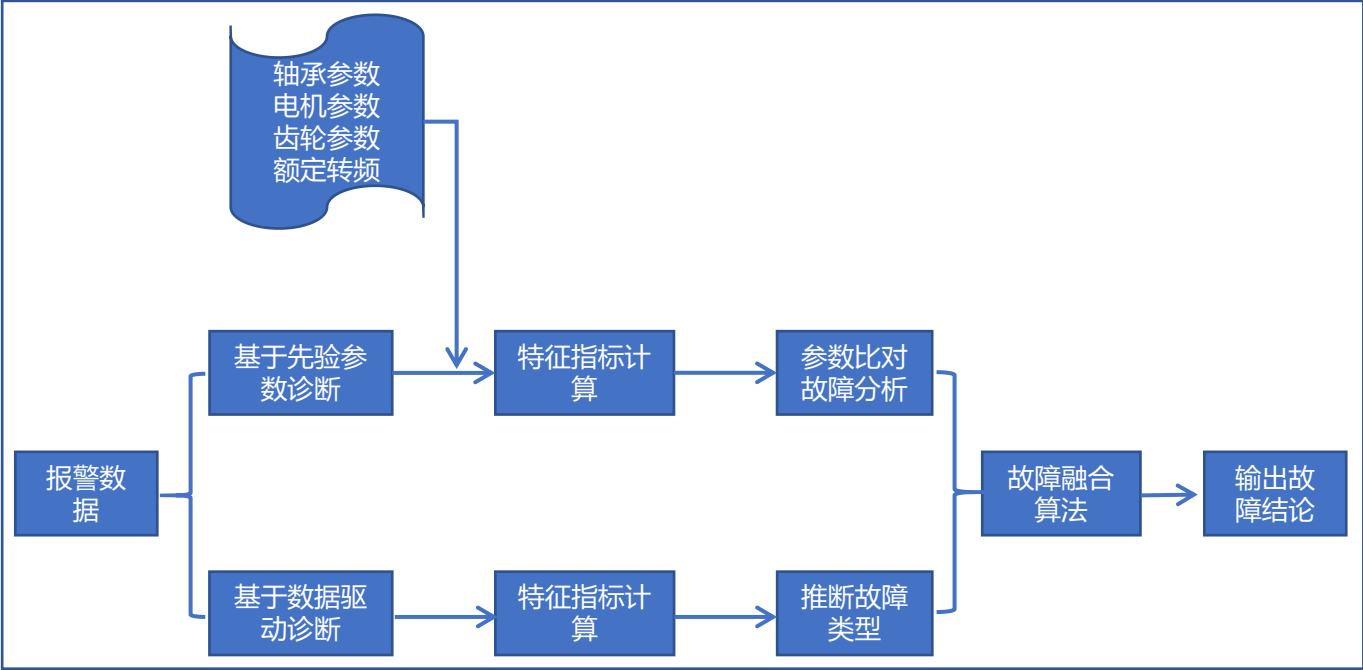


高级分析
高级频谱、分析工具。

系统管理
系统设备自诊断和异常报警。

智能诊断

平台会对报警的数据，采取两种诊断算法进行故障诊断分析。分别是基于先验参数的诊断方法以及基于数据驱动的诊断方法，最终通过故障融合算法输出最终的故障诊断结论。



【利南@智能】创新地将有效值报警、综合指标阈值低报引入到【MtLinan】智能诊断算法模块中。当触发报警后，智能诊断模块同步产生该报警对应的诊断记录。根据诊断算法的输出结果，将设备状态划分为：健康、亚健康、故障、危险。

报警等级	状态描述
健康	设备运行状态良好，可正常运行；
亚健康	设备存在早中期损伤，但运行状态相对稳定，可继续监测运行；可择机检查和维护；
故障	设备存在中晚期损伤，货损失劣化速度较快，影响设备正常运行，建议尽快停机检查和维护；
危险	设备存在严重损失，继续运行可能有事故风险；建议立即停机检查和维护。

六、一般监控场景解决方案

若现场只需测量设备振动量，并将测量值转换成模拟量信号接入PLC/DCS。

【利南@智能】开发了**AEV02**振动变送器，**AEV02**一体化振动变送器是一款用于在线实施监测旋转机械轴承振动的就地变送器，采用两线制输出4-20mA等模拟量信号。可接入现场DCS、PLC、记录仪等监控设备。如有因轴承磨损、开裂、动平衡不良、不对中等因素引起的机器故障，可通过监控设备的报警阈值报警，防止设备在不良工况下持续运行，造成经济损失。



针对现场的转速测量需求，【利南@智能】开发了 **AE70-P-18** 光电转速传感器和 **AE72-P-16** 磁敏转速传感器。**AE70-P-18** 光电转速传感器利用反射原理完成转速测量，发射不可见光需搭配反光条使用。**AE72-P-16** 磁敏转速传感器利用霍尔效应，当金属齿经过霍尔传感器前端引起磁场变化，霍尔元件生成转速信号。（具体参数参见后续产品参数表）

**特点:**

- ☑ 频率响应范围5...1KHz
- ☑ 工作温度-35...120℃
- ☑ 模拟量输出
- ☑ 适用于各种类型工业设备状态监测

AEV02一体化振动变送器 是一款用于在线实施监测旋转机械轴承振动的就地变送器，采用两线制输出4-20mA等模拟量信号。可接入现场DCS、PLC、记录仪等监控设备。如有因轴承磨损、开裂、动平衡不良、不对中等因素引起的机器故障，可通过监控设备的报警阈值报警，防止设备在不良工况下持续运行，造成经济损失。

数据:

频率响应	5~1000Hz
测量范围	位移量：默认0-200um
速度量	默认0-20mm/s
输出	默认4-20mA
工作电压	DC 12~24V±10%
工作温度	-35℃~120℃
尺寸	Φ29*70
IP等级	IP67

选型表:

【汽车工业】AE	AE: 汽车工业/PI: 制药行业	
【传感器类型】V02	V02: 振动变送器	
【数据类型】AI	模拟量信号	
【信号类型】420mA	010V: 0-10V	420mA; 4-20mA
【传感器量程】W01	S01: 速度量0-10mm/S	W01: 位移量0-100μm
	S02: 速度量0-20mm/S	W01: 位移量0-200μm
【接口形式】1X	1X:M12	2X:定制接口
【安装方向】T	S水平 / C垂直 / T水平或垂直	
【电缆长度】L30	L001:1m / L002:2m / L00X:Xm	
【固定方式】F01	F01: 螺孔 / F02: 胶粘 / F03: 磁吸底座	

示例2: AEV02-AI-420mA-W01-1X-T-L040-F01: 4-20mA输出, M12接口、40米线, 量程0-100μm, 螺纹固定

**AE70-P-18 光电转速传感器**

利用光的反射原理测量转子转速，产品分辨率高、距离远、适用范围广，内置放大整形电路，输出为幅值稳定的方波信号，光源不可见。

AE72-P-16 磁敏转速传感器

利用霍尔效应，当金属齿经过霍尔传感器前端引起磁场变化，霍尔元件生成交变信号，内置电路进行信号放大、整形输出良好的矩形脉冲信号。不惧油、水，测量精确稳定。

AE70-P-18 光电转速传感器

工作电压	DC 10~36V
响应频率	0.1Hz~1000Hz
输出信号	PNP
输出电流	<30mA
接口	M12
工作温度	-35℃~85℃
触发形式	反光条(光斑不可见)
应用距离	30mm~500mm
尺寸	Φ18*70

AE72-P-16 磁敏转速传感器

工作电压	DC 10~24V
响应频率	0Hz~15KHz
输出	PNP，方波信号
接口	M12
工作温度	-30℃~90℃
应用距离	0.5mm~2mm
外形尺寸	Φ16*95

七、现场安装集锦



常见故障类型	故障部位	故障描述
工频故障	基础故障	电机、齿轮箱基础地脚松动、结构松动、结构共振
	不平衡	电机转子不平衡；齿轮箱高速轴齿轮不平衡
	不对中	轴系轴心线不重合
	共振故障	电机、齿轮箱运行频率与部件共振频率一致引发
机械部件损伤	电机、 齿轮箱、轴系	内圈剥落
		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
	轴系	轴弯曲
	电机	定、转子绕组松动偏心、松动、损伤等等
	齿轮箱	齿轮箱啮合不良、断齿、偏磨等故障
	轴系	联轴器磨损、撕裂

振动监测及预测性维护解决方案

——制药及汽车行业

南京利南智能科技有限公司

Nanjing Linan Intelligent Technology Co., Ltd

公司网址: <https://www.linanscience.com>

公司地址: 江苏省南京市江宁区利源中路166号

文件版本号: V1.02-20250630



移动端网站



微信公众号