

刀具磨损监测

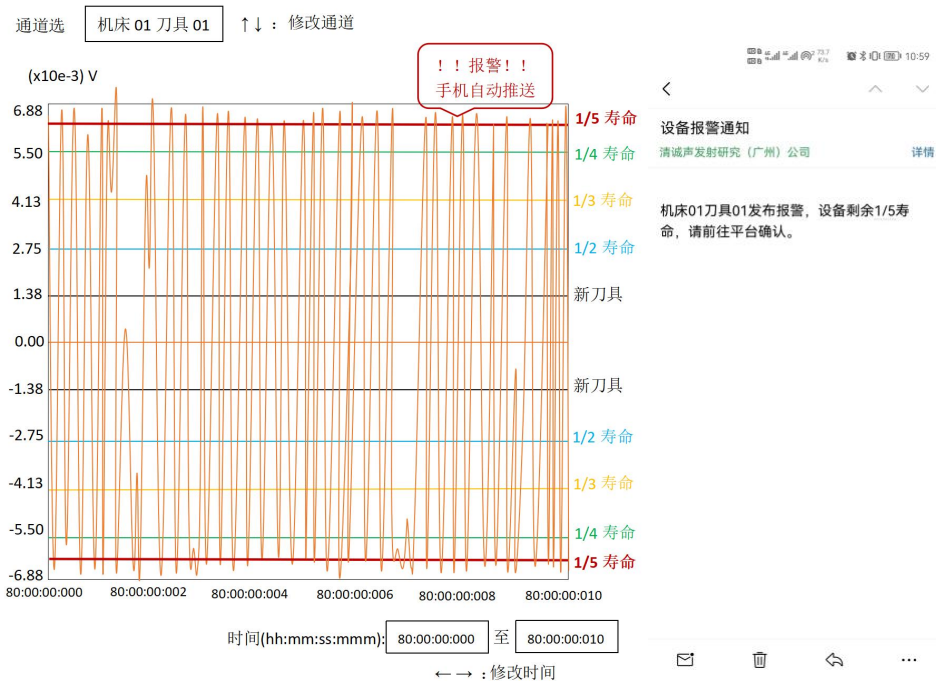
1、简介

原理：

刀具加工过程发出的声音映射刀具磨损状态，传感器接收声音分析给出刀具磨损的状态。

应用结果：

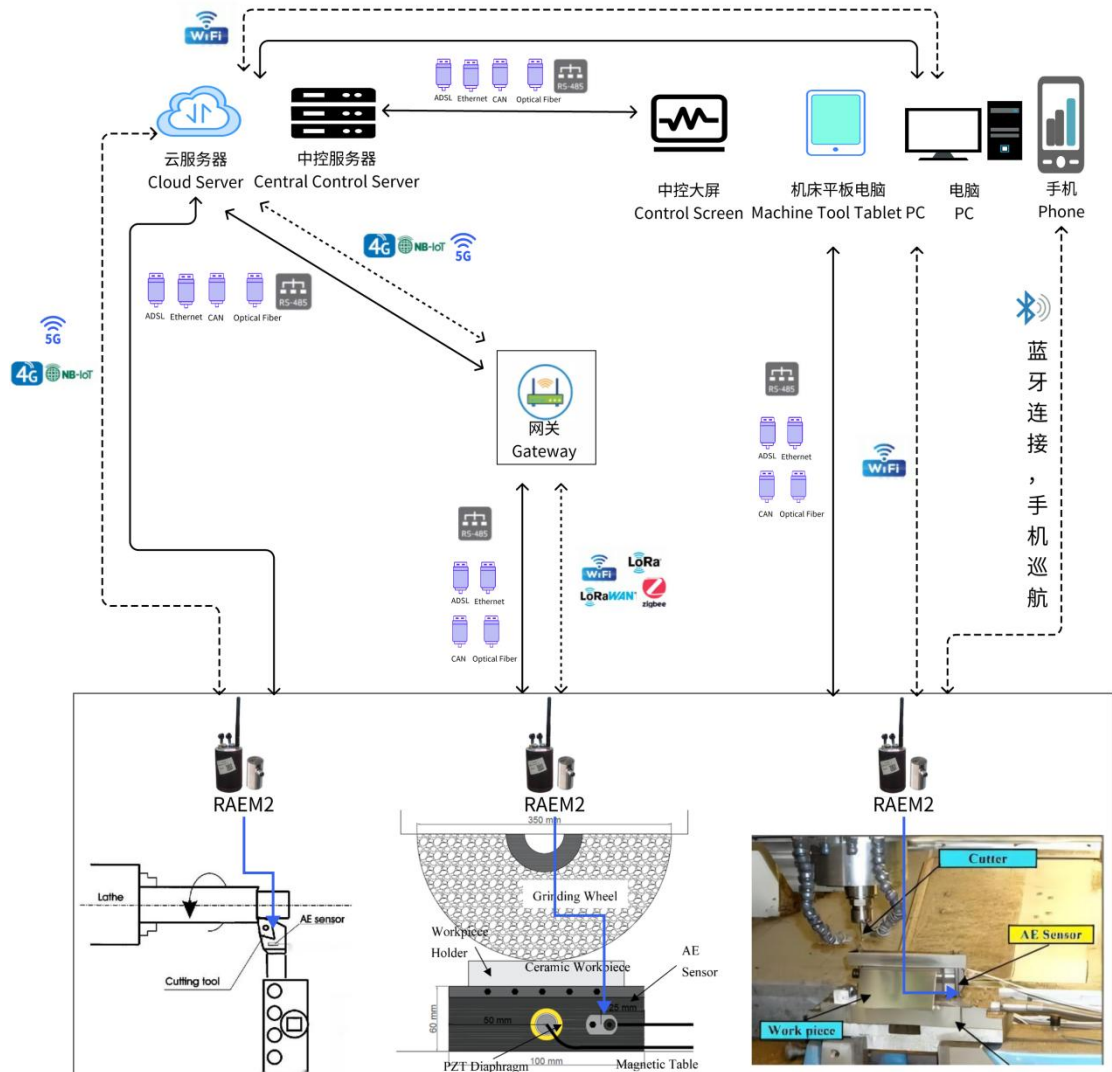
365天**在线**监测检测，全过程**自动**分析结果，物联网**远程**操作使用，手机**报警**推送。



- 在线和历史数据屏幕显示
- 自动给出监测诊断结果
- 在线手机报警推送

2、解决方案 - RAEM2 系列远程声波（声发射）监测系统

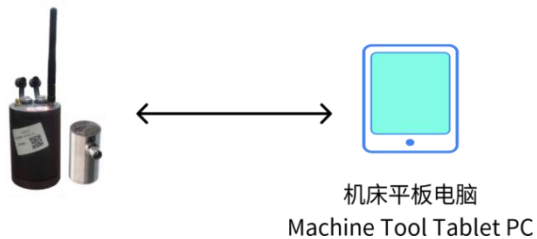
实线(Solid line): 有线连接(wired connection)
虚线(Dotted line): 无线连接(wireless connection)



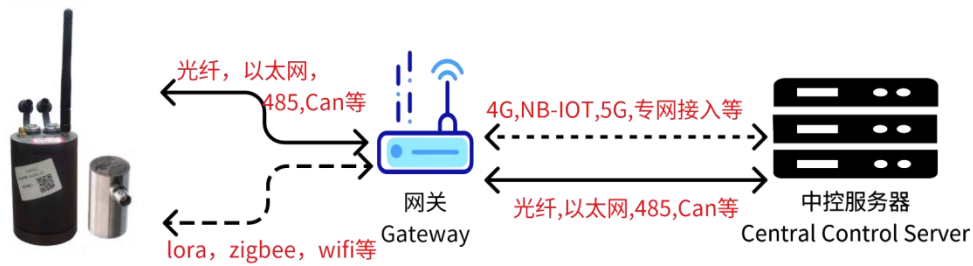
系统示意图

4 种系统及通讯方式:

1) 现场操作与显示:

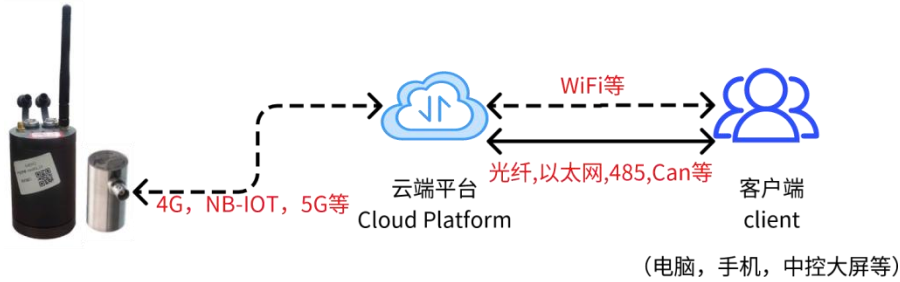


2) 车间厂区中控室操作与显示:



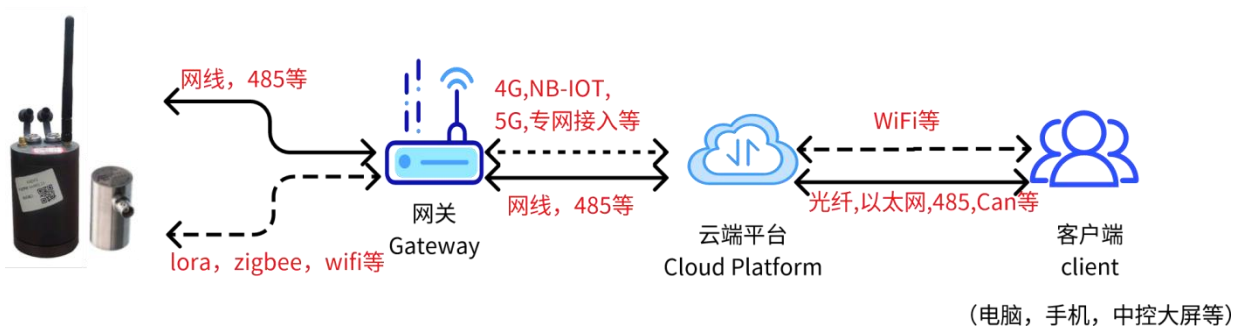
(选择因地适宜的通讯方式)

3) 远程网络直连通讯系统:



(电脑, 手机, 中控大屏等)

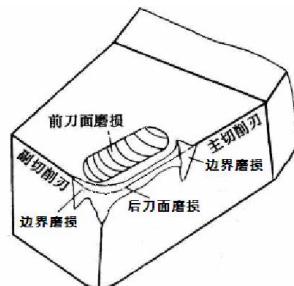
4) 远程网络组网通讯系统:



(电脑, 手机, 中控大屏等)

注: 上述系统都有手机 app 蓝牙通讯巡检和现场调试设置功能。

- 适用于各种刀具状态监测（车、铣、磨、冲、钻等机过程中的磨损，接触到位进刀量状态，冲头钻头损伤等的在线状态监测与自动报警）。



刀具磨损模型图

3、主要软硬件介绍

RAEM2 系列远程声波（声发射）监测系统：

系统组成：RAEM2 采集器，平台，客户终端

（可多个采集器组成多通道监测系统，对大型设备实时监测）



1) 配置表

传感器		W800 宽带传感器	
		GI40 窄频带内置前放一体化	
		GI150 窄频带内置前放一体化	
采集器	名称		RAEM2 采集器
	通讯方式	有线	RS-485
			CAN
			LAN
	无线	4G(流量计费参考运营商套餐)	
		WIFI	
		蓝牙(手机蓝牙巡检)	
LORA(组网)			
终端输出	手机	APP	
		小程序	
		短信	
		邮件	
	云平台	清诚物联网云平台	
		阿里云平台	
		亚马逊云平台	
	电脑软件	SWAE 软件	
		RAEM1 软件	

2) RAEM2 采集器

集传感器、采集卡、数据通讯(蓝牙等)、电池供电为一体的 RAEM2 智能声波（声发射）采集器。

3) 传感器

W800 或 GI40 或 GI150 系列传感器，将机械信号转化为电信号输入声波（声发射）采集分析系统

W800宽带传感器

谐振频率600kHz 频率范围50kHz-300kHz



W800宽带传感器，其宽频特性覆盖了大部分声发射应用的频率范围。

GI40窄频带内置前放一体化传感器

谐振频率40kHz 频率范围15kHz-70kHz

内置40dB28v放大器



GI40窄带一体化传感器，内置40dB28v放大器，广泛应用于常压储罐罐底板的腐蚀、局放等的检测、监测领域。

GI150窄频带内置前放一体化传感器

谐振频率150kHz 频率范围30kHz-400kHz

内置40dB28v放大器



GI150窄带一体化传感器，内置40dB28v放大器，广泛应用于工程、压力容器、局放检测、监测等领域。

4) 硬件技术参数

通道	单通道 AE 输入	采样精度	16 位
采集方式	时间触发采集	系统噪声	优于 30dB
采样频率	2M 点/秒	动态范围	70dB
防护等级	IP65	输入带宽	10kHz-400kHz
时间参数输出	RMS、ASL、能量、幅度		
可选择数据输出端口	4G、wifi、网口、RS485、CAN、lora、蓝牙等		
电池供电	电池供电、外部电源供电（直流 12V）		
使用温度范围	-20℃~60℃		
尺寸	圆筒直径φ62mm，高度 50mm-120mm，取决于内置模块内容		
安装	底部自带磁性，可吸附于被测物体表面		

5) 云平台

清诚物联网云平台、阿里云平台、亚马逊云平台等。



清诚物联网 阿里云平台 亚马逊AWS平台

4、方案案例

案例：对某台机床设备某个刀具实施声波（声发射）在线监测

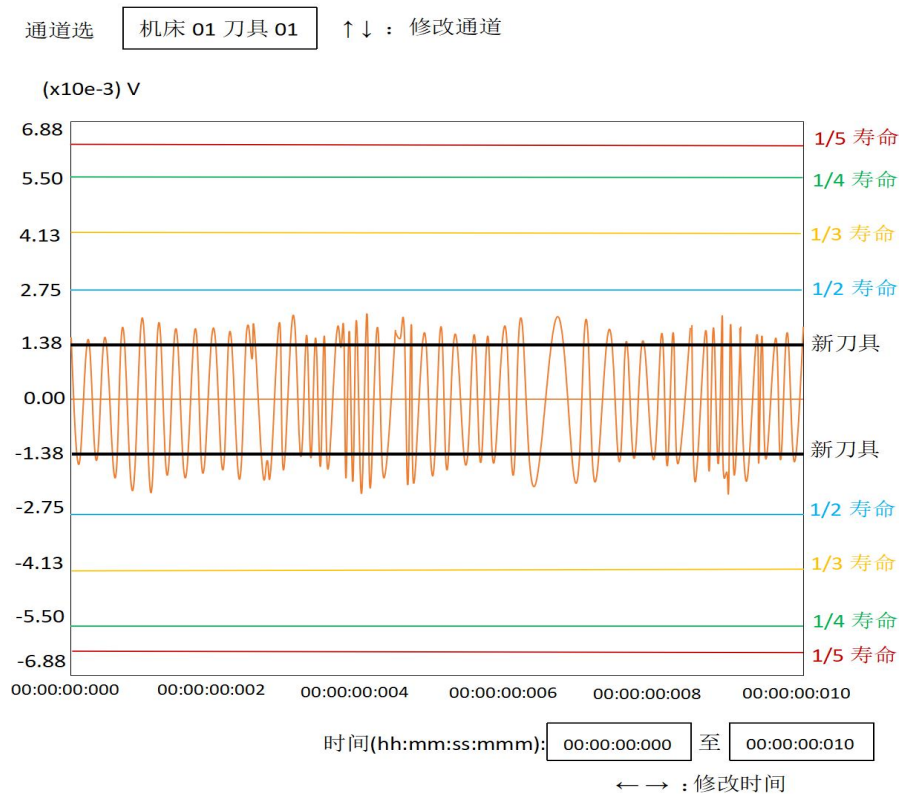
分别在监测开始的 0 小时，50 小时，66 小时，75 小时，80 小时查看刀具波形数据。

注：

X 轴：时间；Y 轴：刀具磨损波形信号电压值

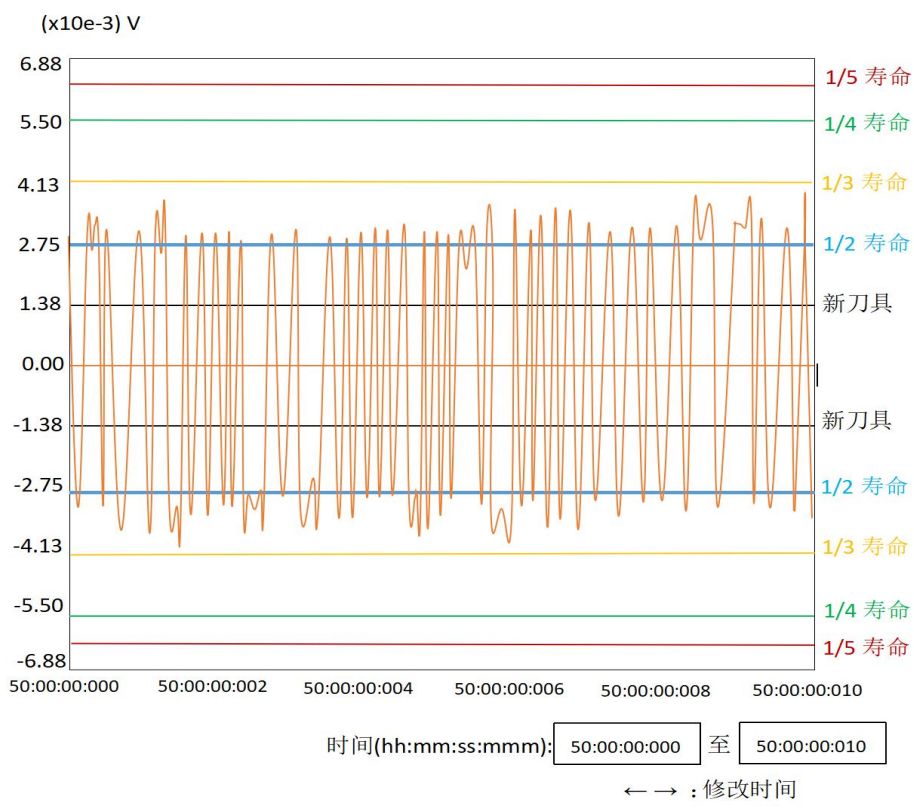
等级(5 个)：新刀具，剩余 1/2 寿命，剩余 1/3 寿命，剩余 1/4 寿命，剩余 1/5 寿命

1) 开始测量时刀具状态：新刀具(第 0 小时)。



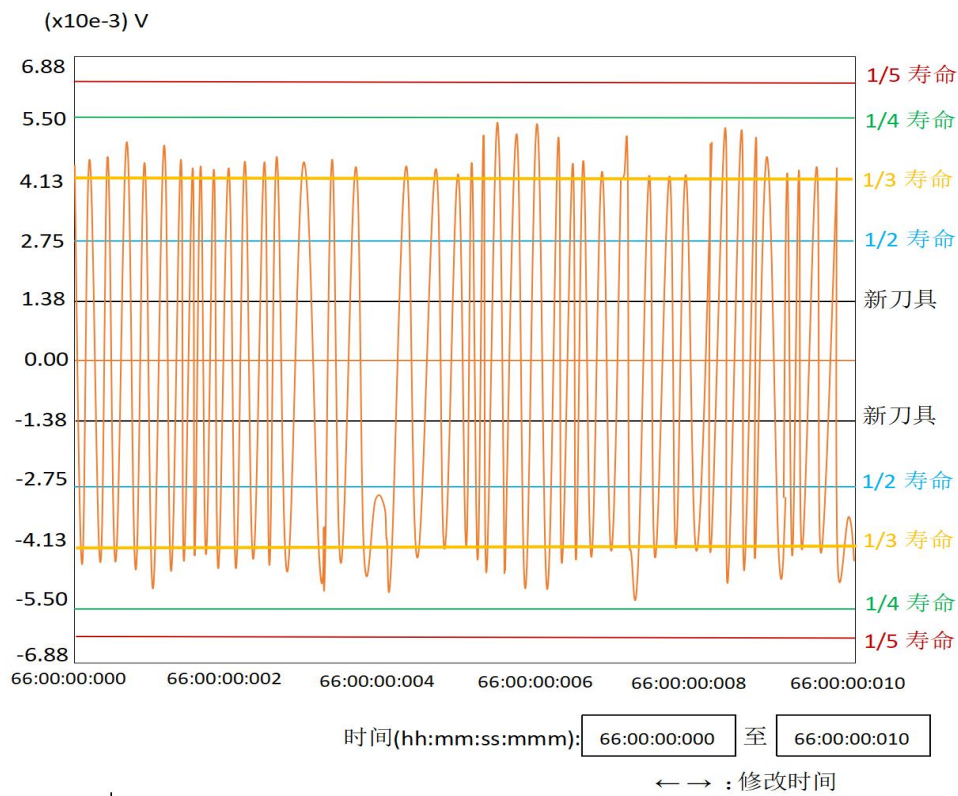
2) 50 个小时后刀具状态：剩余 1/2 寿命。

通道选 ↑↓ : 修改通道



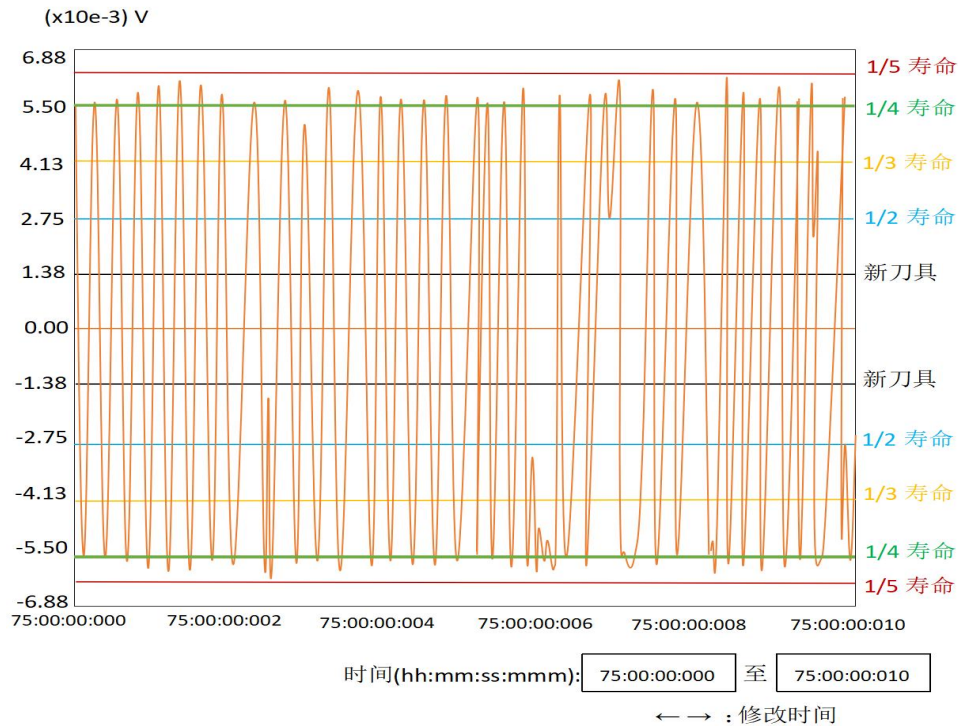
3) 66 个小时后刀具状态: 剩余 1/3 寿命。

通道选 ↑↓ : 修改通道



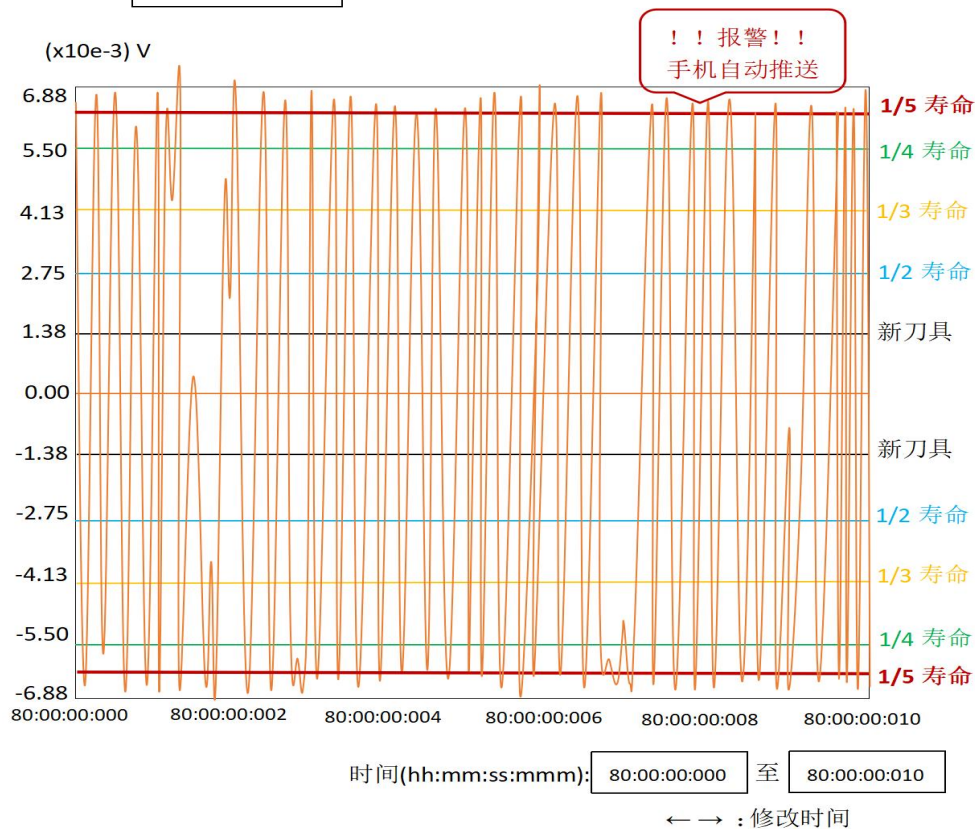
4) 75 个小时后刀具状态：剩余 1/4 寿命。

通道选 ↑↓ : 修改通道



5) 80 个小时后刀具状态：剩余 1/5 寿命（达预设推送报警界限）。

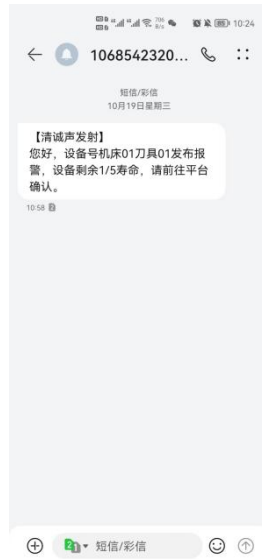
通道选 ↑↓ : 修改通道



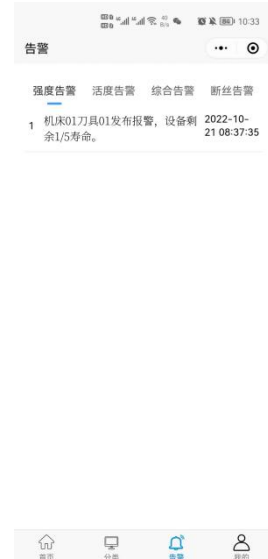
同时，由于到达报警界限，手机推送报警信息，报警方式：小程序、邮箱、短信、APP。



邮箱报警推送



短信推送



小程序(APP)报警推送界面

另外，用户还可通过云平台进行远程配置、远程监控，把数据上传到云平台进行显示分析。云平台上，机床刀具当前数据和损坏前的基准数据：

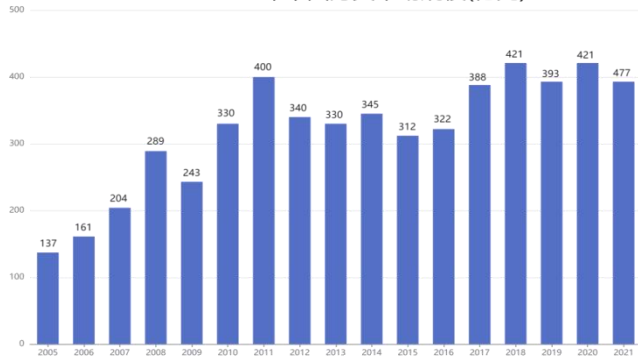


注：客户端的平台、大屏等可同时显示，大屏可同时显示多个刀具结果。

5、实际案例

随着我国制造业的发展和复苏，我国刀具市场规模有望持续增长。

2005-2021年中国刀具市场规模(亿元)

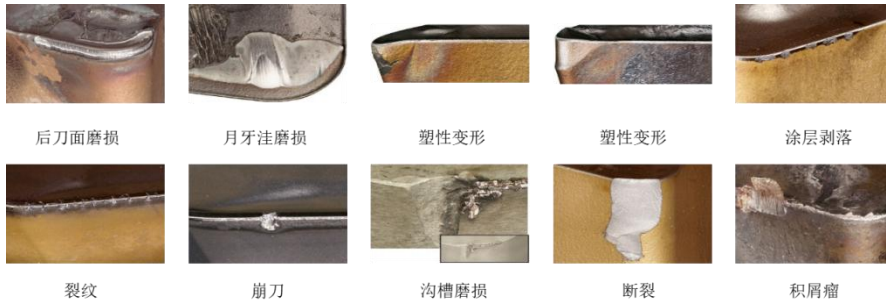


刀具行业痛点:

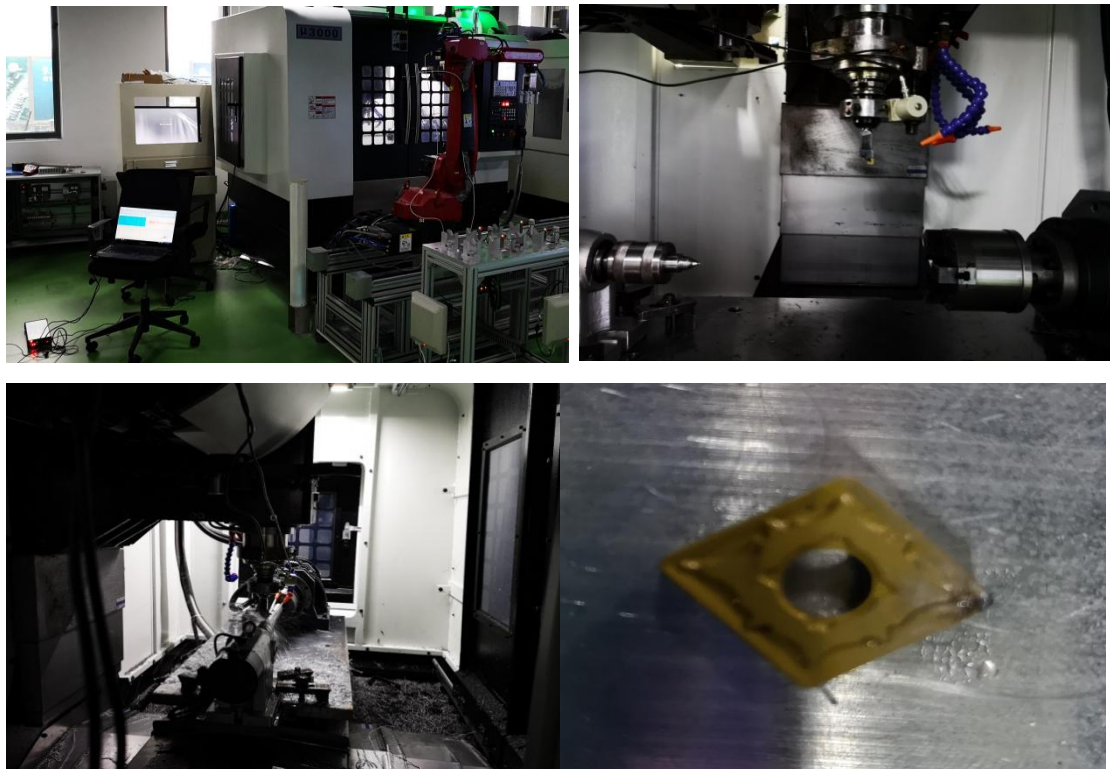
刀具磨损是刀具失效的根本原因,

刀具故障引起的维护费用占生产货物成本的 15%~40%

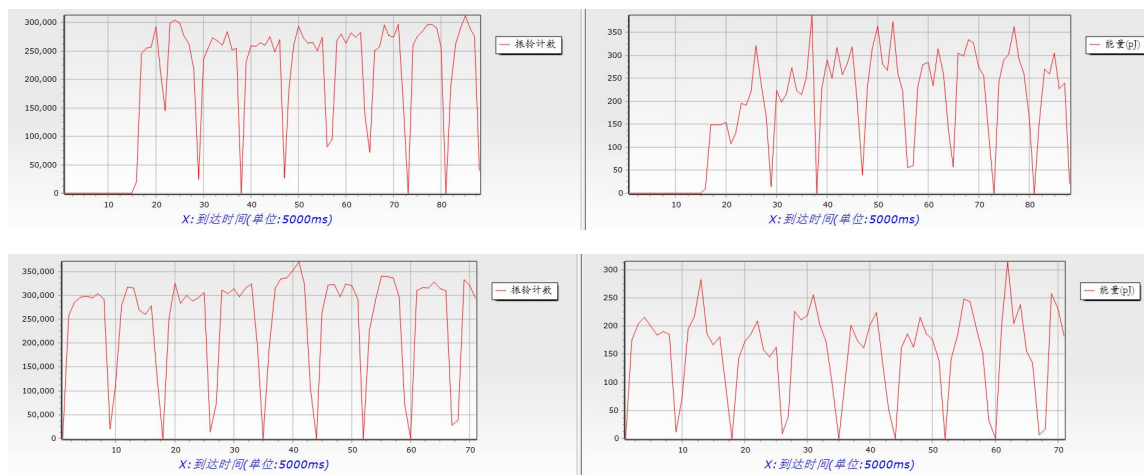
造成刀具磨损的机理主要是以下几种:



1) 车刀加工过程中的磨损检测



车刀加工过程磨损声波（声发射）监测现场

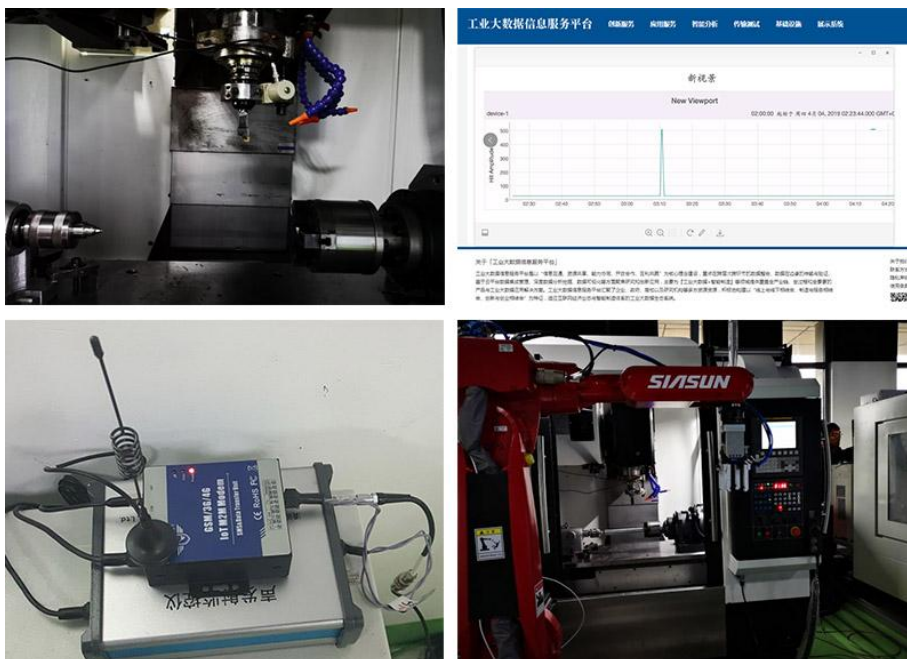


基于振铃计数及能量的声波（声发射）特征参数曲线

- 1、使用合适的传感器和滤波器可有效排除现场噪声干扰，加工过程中主要产生的声发射信号为工件材料开裂和刀具与工件摩擦信号；
- 2、因原始数据涵盖了多种类型的声发射信号，单一的声发射特征参数前后对比并不容易明显区分；
- 3、结合多种组合的声发射特征参数对比，通过组合识别如能量和振铃计数综合判断法，可有效提前识别出刀具磨损前期信号；

2) 机加工刀具磨损声波（声发射）监测

采集模块布置刀具上，采集到的数据上传到云端，通过一定的算法判断出是否出现故障或磨损，报警消息推送到客户端。避免了刀具失效、设备损坏，减少了停机率，提高生产效率。

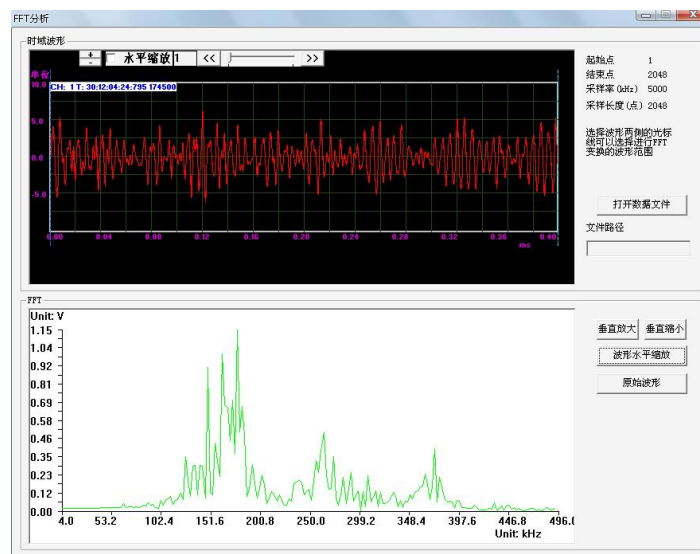
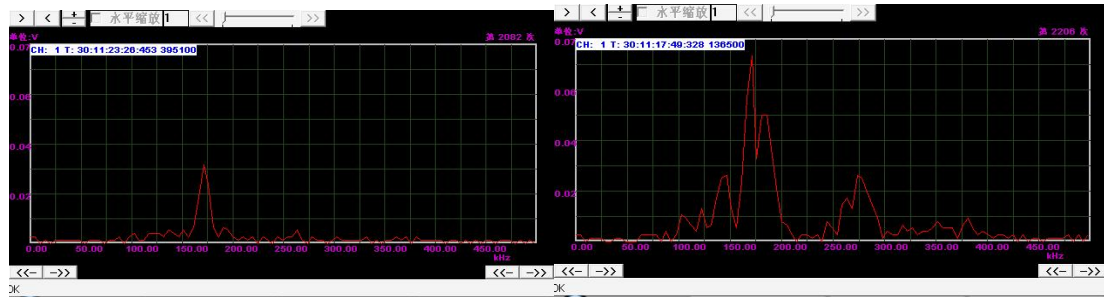


现场操作示意图

3) 轴校直机的声波（声发射）监测



轴校直过程声波（声发射）监测现场



轴校直过程裂纹信号频谱

要点:

- 1、在无裂纹试样的信号频谱图上主要为 150k 附近的谐振峰这是因为在无裂纹产生的情况下，轴的变形是在微观屈服以下的塑性变形，此时只有少量的位错线滑移，还没有形成裂纹的形核，此时的声发射信号以低幅低频为主。
- 2、当裂纹产生及扩展时，声发射信号的高频成分大大增加，在 250khz 和 360khz 左右均出现明显的波峰，材料内部位错塞积和应力集中处屈服并开裂形成微观裂纹，释放弹性能的速度快速增加，反应在声发射信号上就是高频成分大量增加。
- 3、使用高频区间的局部功率谱参数和能量累积参数，可有效识别出轴裂纹出现的声发射信号。

4) 锻造过程的声波（声发射）监测

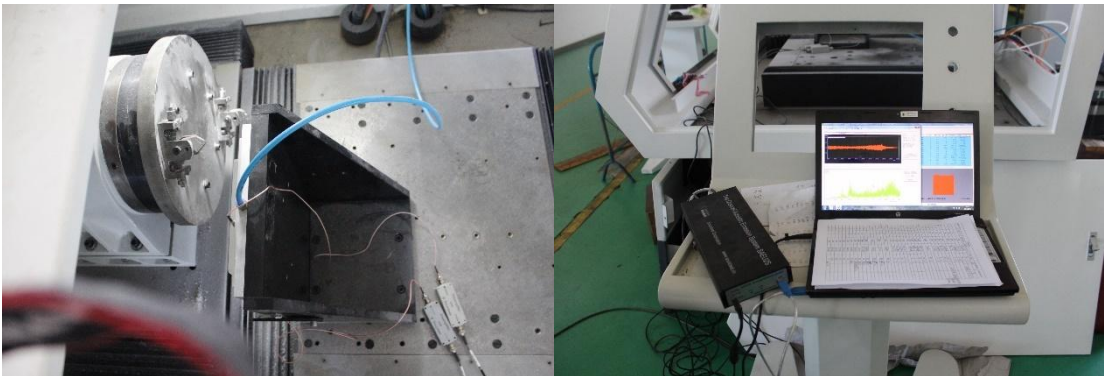


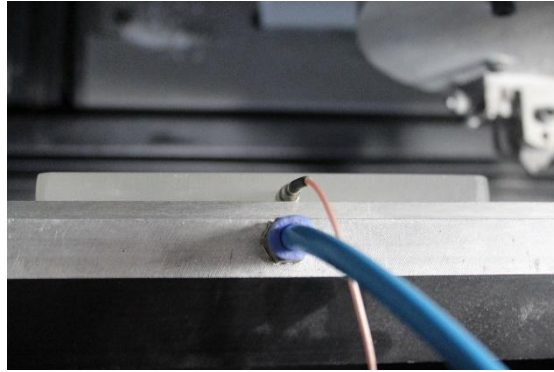
锻造冲压过程声波（声发射）监测现场

模具在工件冲压锻造时。经长期循环受力会产生塑性变形及裂纹，导致失效，利用声发射技术监测裂纹产生的时间点，为失效判断提供依据。

信号的干扰主要来自于冲压过程的冲击噪声，工件摩擦，机械噪声，主要是冲击和摩擦信号对裂纹信号产生主要的干扰。利用模态声发射理论，根据各种不同模态的声发射信号在频率上的分布不同，提取感兴趣的频率区间，并通过其在频域上的分布变化，可有效分辨出冲击裂纹产生的信号，并与冲击噪声和摩擦区分开来。

5) 晶体铣过程的声波（声发射）检测





在精密加工过程中，因为动态过程、工况复杂，对于加工过程难以用常规方法进行观测；利用加工过程中接触性这个特点，引入声发射技术，根据加工过程中工件与刀具产生的声发射信号的变化，来评价整个加工过程中的状态变化及对加工过程进行故障诊断。

6) 金刚石合成过程钉锤开裂的声波（声发射）诊断



人工合成金刚石过程中，呈现正方体的芯料由六个钉锤施力加载，在某一个钉锤加载面收到破裂时，如不能及时停机，则六个钉锤会发生互相顶撞并全部报废的状况；之前由全人工进行人耳巡检，听到异响再跑过去停机，效率低且漏检率高，因此引入声波（声发射）在线监控技术，对压机合成过程实时监控对开裂信号发出报警，且引发合成压力机停机机制。针对现场大幅值的噪声干扰，使用模拟和数字滤波器针对性的去噪，可有效提高检测动态范围；利用声发射独有的事件生成机制，利用空间滤波，可准确识别声源发生位置，并判断钉锤开裂信号。

6、总结

应用：

声发射技术应用刀具状态监测，延长刀具寿命，杜绝刀具磨损导致的工件损伤。



车、铣、磨、冲、钻等机加工过程中，可能会工件的塑性变形、刀具与工件或切屑摩擦造成的磨损、切屑断裂和刀具断裂等。

优点：

- 在线----声波（声发射）采集器安装在被监测诊断的对象上，实现全时段全天候状态监测故障诊断。
- 智能----自动给出监测诊断结果，不需要人工分析处理数据，不需要人工操作，数据采集分析报告展示整个监测诊断全过程自动进行。
- 远程----借助物联网系统，用户可以在任何位置得到任意不限距离位置的监测诊断点的监测诊断结果，在线即时结果和历史过程结果。