

储罐底板声波（声发射）监测检测

1、简介

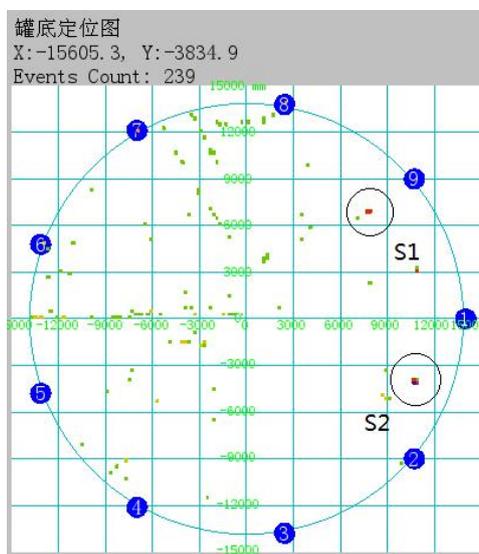
原理：

储罐底板受载条件下腐蚀导致的泄漏渗漏减薄等现象会产生微弱声波，接收分析这个声波得到储罐底板的腐蚀状态。

本文所述的监测检测符合标准 JB/T 10764—2007 无损检测 常压金属储罐声发射检测及评价方法。

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。



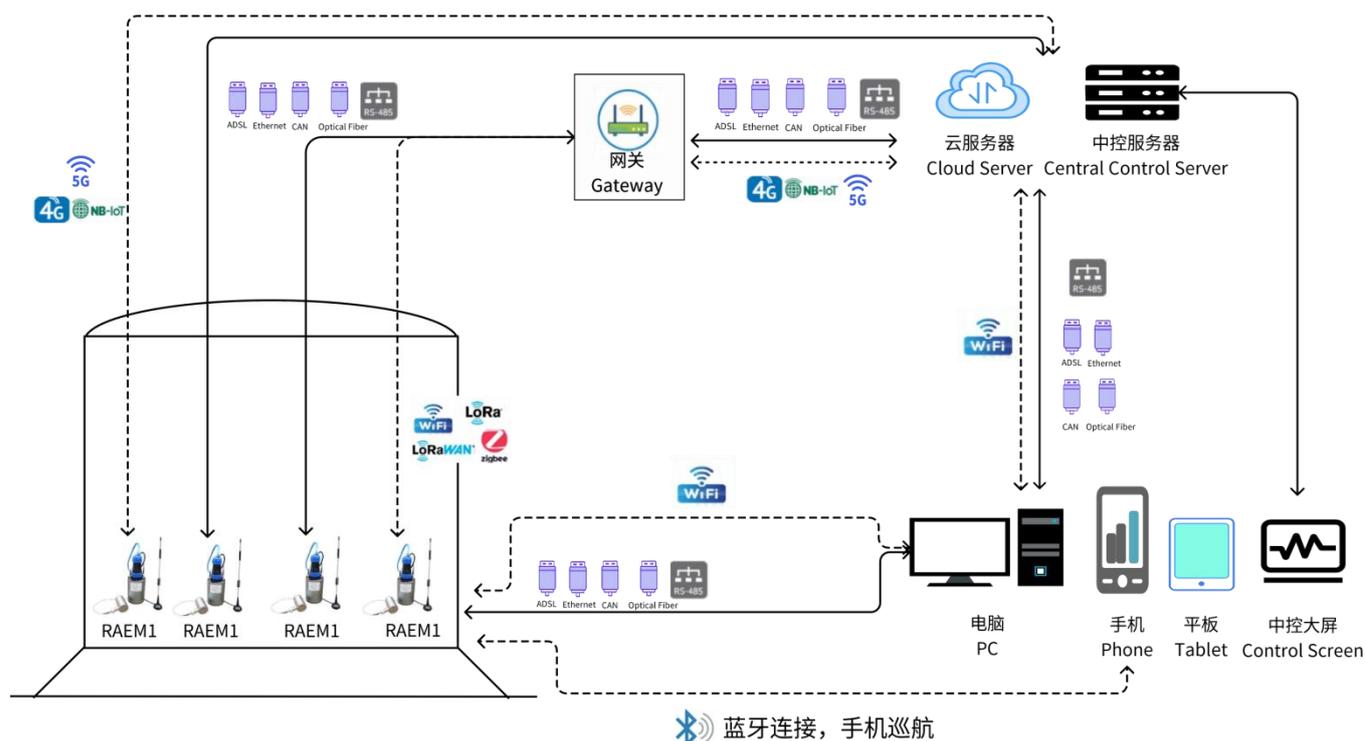
- 自动给出监测诊断结果
- 在线和历史数据屏幕显示
- 在线手机报警推送

2、解决方案 - RAEM1 系列远程声波（声发射）监测系统

多种数据输出通讯方式（WiFi、4G、以太网、RS485 等），可根据用户需求配置，实现定期检测/本地长期监测检测/远程长期监测检测等多种应用方式。

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

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。

• 储罐底板的远程在线智能声波（声发射）监测系统

适用于工作介质为气体或液体、工作压力为常压或小于 0.1MPa 的低压的新制造和在用地上立式储罐罐底板的声波（声发射）检测与评价。

3、主要软硬件介绍

RAEM1 系列远程声波（声发射）监测系统：

系统组成	RAEM1 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		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	RAEM1 采集器
	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
RAME 软件		

2) RAEM1 采集器

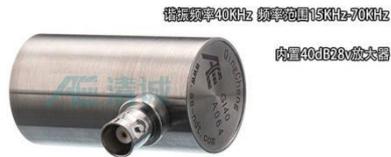
集传感器、采集卡、数据通讯(蓝牙等)、电池供电、无线时钟同步为一体的 RAEM1 智能声波(声发射)采集器。



3) 传感器

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

GI40窄频带内置前放一体化传感器



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



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。

GI40 或 GI150 系列

4) 平台

云端服务器、局域网、PC、手机等。



应用服务器 WEB服务器 数据库服务器



清诚物联网 阿里云平台 亚马逊AWS平台

5) 参数指标

通道组合	单通道或多通道组合使用	采样精度	16 位
采集方式	门限触发/时间触发	系统噪声	优于 30dB
采样频率	单个通道最大采样率 2M 点/秒	动态范围	70dB

防护等级	IP65	输入带宽	10kHz-1000kHz
供电	12VDC	重量	220g
模拟滤波器	30kHz、125kHz 两个高通滤波器，80kHz、175kHz 两个低通滤波器组合，默认 30kHz~80kHz，125kHz~175kHz 两种带通滤波器组合，出厂固定		
数字滤波器	256 阶的 FIR 滤波器，0kHz~1000kHz 频率范围内任意数值设置直通、高通、低通、带通		
传感器	内置前放系列传感器，三种内置前放可选 28V40dB，12V34dB，5V26dB		
数据输出	波形、参数、参数评级		
AE 特征参数参数	到达时间，幅度，振铃计数，能量，上升时间，持续时间，RMS，ASL		
内置 SD 卡容量	64G（可拓展至 512G）		
通讯方式	4G、网口、WiFi、RS485（可根据用户要求定制其他通讯方式，如 NB-IOT、Lora 等）		
使用温度范围	-20℃~60℃。（WiFi 版本为 0℃~60℃）		
尺寸	圆筒直径 ϕ 62mm，高度 100mm		
安装	底部自带磁性，可吸附于被测物体表面		

4、方案案例

多台储罐数据腐蚀状态分析评级

①6 台同尺寸同介质使用条件储罐，保压 1 小时的检测数据结果如表：

	1 号储罐	2 号储罐	3 号储罐	4 号储罐	5 号储罐	6 号储罐
总撞击数	20348	868	9617	203876	8984	968
总定位事件	2340	178	239	25600	268	180
最大撞击数	7834	360	3000	68876	3400	420
最小撞击数	456	378	333	321	487	365
腐蚀状态等级	III	I	II	IV	II	I
腐蚀状态评价	存在明显局部腐蚀迹象	无局部腐蚀迹象	存在轻微局部腐蚀迹象	存在较严重局部腐蚀迹象	存在轻微局部腐蚀迹象	无局部腐蚀迹象
维修建议	考虑维修	不需维修	近期不需考虑维修	最优先考虑维修	近期不需考虑维修	不需维修

按标准 JB/T 10764—2007 无损检测 常压金属储罐声发射检测及评价方法条款 10 检测结果及评价中的表 3 罐底板基于区域定位分析的声发射源的分级，确定 K=500（撞击数区域定位）。得到各个储罐的详细级别如上表。

根据储罐资料历史运行记录等资料审查，判断出 2 号和 6 号储罐是完好储罐（I 级），不需维修；4 号储罐是有严重罐底板腐蚀的储罐（大于 III 级），需最优先考虑维修。同样方法可以对储罐加载全过程以及具体升压保压各个过程进行同样的储罐级别分析获得。例如上表案例，总撞击数 K=1000，总定位事件 E=200，可以得到同样评级结果。

②某台储罐，每 3 个月检测的保压 1 小时的检测数据结果如表：

（4 号储罐新建储罐建成使用 1 年又 3 个月第一次声发射检测，以后每 3 个月检测一次）

4 号储罐	3 个月	6 个月	9 个月	12 个月	15 个月	18 个月
-------	------	------	------	-------	-------	-------

总撞击数	868	968	8984	9617	20348	203876
总定位事件	178	180	268	239	2340	25600
最大撞击数	360	420	3400	3000	7834	68876
最小撞击数	378	365	487	333	456	321
腐蚀状态等级	I	I	II	II	III	IV
腐蚀状态评价	无局部腐蚀迹象	无局部腐蚀迹象	存在轻微局部腐蚀迹象	存在轻微局部腐蚀迹象	存在明显局部腐蚀迹象	存在较严重局部腐蚀迹象
维修建议	不需维修	不需维修	近期不需考虑维修	近期不需考虑维修	考虑维修	最优先考虑维修

按标准 JB/T 10764—2007 无损检测 常压金属储罐声发射检测及评价方法条款 10 检测结果及评价中的表 3 罐底板基于区域定位分析的声发射源的分级，确定 K=500（撞击数区域定位）。得到各次检测的级别如上表。

第 1 次和第 2 次检测结果对应 I 级，是完好储罐，还没有腐蚀等罐底板损伤；第 3 次和第 4 次结果是 3400 和 3000，为 II 级，存在轻微局部腐蚀；第 5 次监测出现明显腐蚀（III 级），需要考虑维修；到第 6 次监测，出现了严重罐底板腐蚀的储罐（IV 级），需最优先考虑维修。

同样方法可以对储罐加载全过程以及具体升压保压各个过程进行同样的储罐级别分析获得。例如上表案例，总撞击数 K=1000，总定位事件 E=200，可以得到同样评级结果。

(1) 云平台显示：

用户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。

图 1：4 号储罐 1 号通道（RAEM1_TJSH_001），在第 3、6、9、12、15、18 个月对应级别分别为：I，I，II，II，III，IV

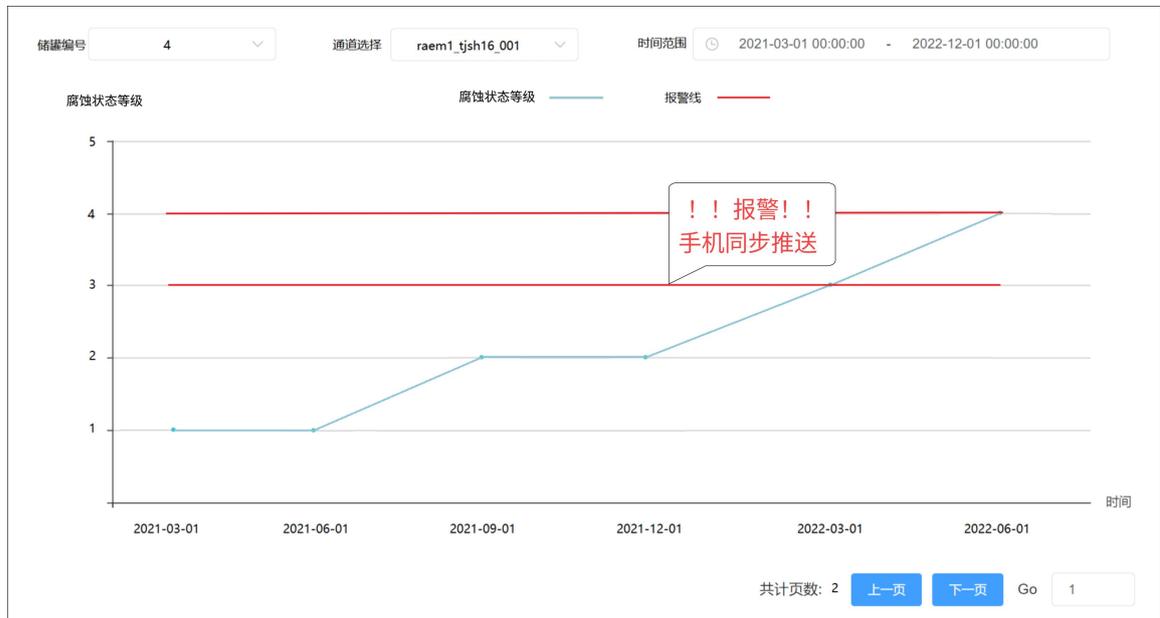
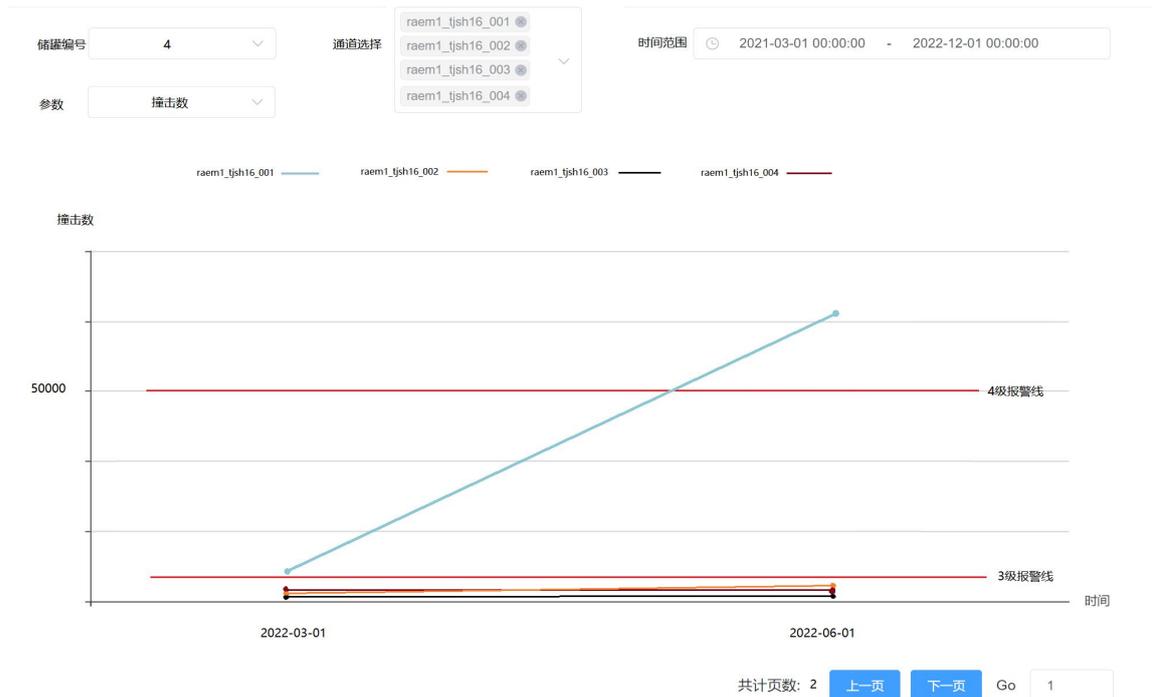


图 2：4 号储罐所有通道所有参数值显示：



(2) 手机推送

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。

据云平台 4 号储罐数据可知，第 5 次监测出现明显腐蚀（III 级），第 6 次监测出现严重罐底板腐蚀（IV 级）。手机同步收到报警推送，包括储罐等级、状态和维修建议等信息。



邮箱报警推送



短信推送



小程序(APP)报警推送界面

(3) SWAEU3H 软件

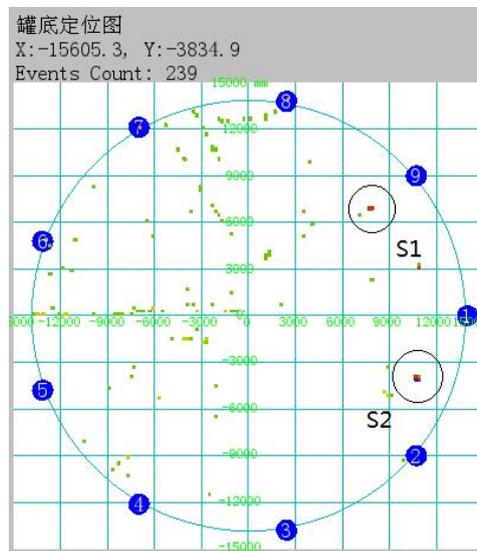
可云端数据下载后使用清诚的 SWAEU3H 软件进行深度分析，也可以直接发送到 SWAEU3H

软件进行实时分析处理。

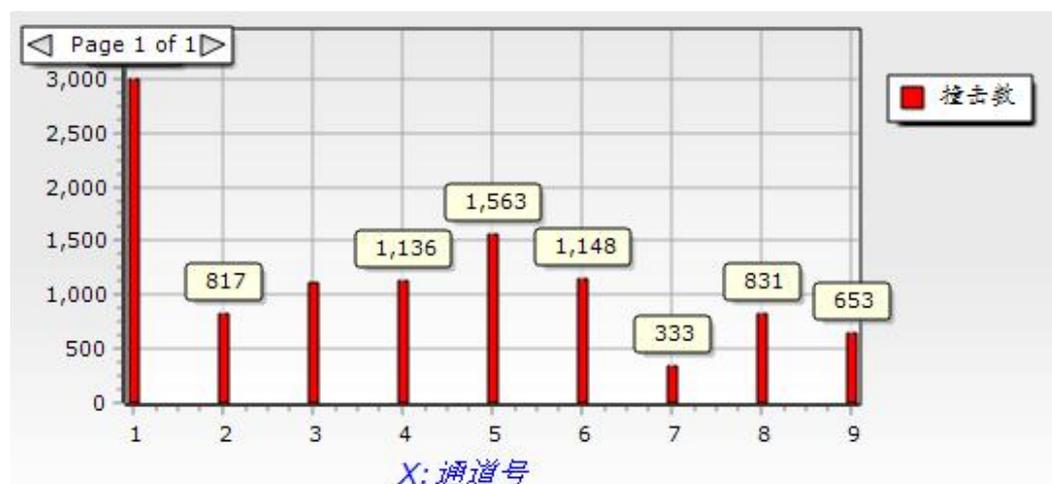
案例：保压 1 小时数据。

总撞击数：10617，最大 3000（1 号通道），最小 333（7 号通道），总定位数：239。

存在轻微局部腐蚀。通过清诚的 SWAEU3H 软件，可查看数据并定位腐蚀部位。



罐底板定位图（时差定位）



通道号-撞击数相关图（区域定位）

自动检测与评级，远程查看，主动推送报警，符合标准：

- 按设置的时间自动检测获得数据。按标准内容设置 K 值后，K 值可作为自动评级判据自动数据处理，自动分析得到每个储罐按标准内容要求的储罐腐蚀状态等级。
- 储罐的腐蚀状态等级，和具体数据，都可以在任何地点用电脑和手机客户端联网访问云端物联网平台随时查看。
- 设置报警级别，例如 IV 级报警，就会在上面案例 18 个月后的检测自动完成后主动推送报警信息给指定的手机号，提醒需要采取立即开罐检查等措施。

5、实际案例

储罐因腐蚀导致底板减薄和穿孔泄漏的事故时有发生。据统计，由于腐蚀而引起的储罐失效占全部储罐失效的 60%以上。

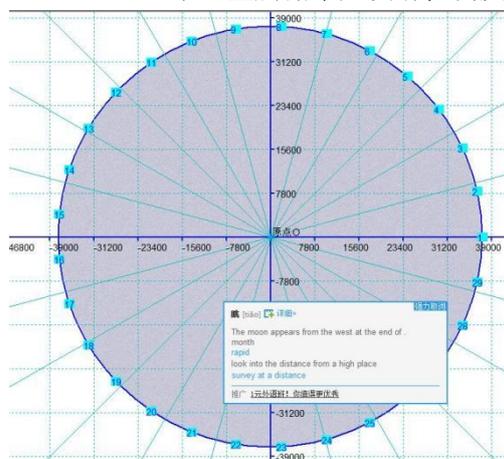
采取有效的储罐检测方法，对安全生产、节约资源和保护环境都具有重大意义。



1) 声发射检测在古巴国家石油公司（CUPET）罐底检测培训应用案例



2017年3月6日至3月12日，在古巴马坦萨斯港口油库罐区，依照中国机械工业标准《JB/T 10764—2007 常压金属储罐声发射检测及评价方法》进行检测。



罐号 TK-56（2012 年投入使用），直径 74 米，设计液面高度 10.8 米，材质 A516-Gr70

近一个月加载历史显示，最高液面达到过 10.6 米，计划本次检测液面升至 10.8 米。根据周长设计探头位置，实际使用通道数量为 29 个通道，传感器间距为约 8 米。
最后，针对古巴国家石油公司储罐群情况，进行了全面检测。根据撞击数分布情况，确定了开罐复验的具体执行方案，并依据开罐结果，制定出后续年度检验的合格标准。



2) 中原油田储罐声波（声发射）检测



待检测常压储罐外观

受中原油田油气储运管理处委托，我司于 2006 年 8 月对中原油田 20000m³ 储罐进行声波（声发射）检验。



3) 江西特检所-九江石化储罐罐底检测



储罐外观



传感器安装



前置放大器



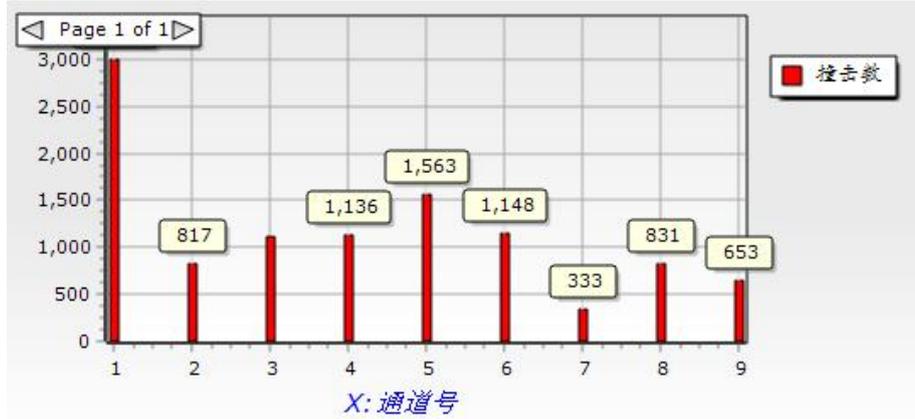
4) 特油公司特一联合站储罐声波（声发射）在线检测



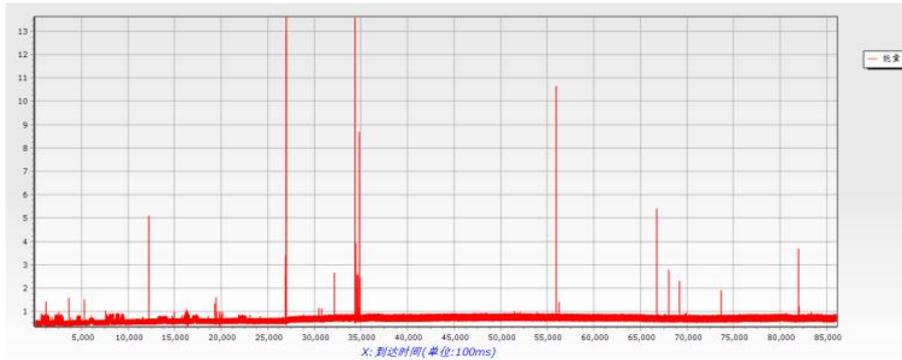
储罐类型为外拱顶储罐，储罐容积为 10000 立方米，直径 27.75 米，有效高度 14.8 米，存储介质为原油，安全液位 12.5 米，检测初始液位 17.8 米，罐壁外涂有防腐漆，有保温板及金属铁皮护板。



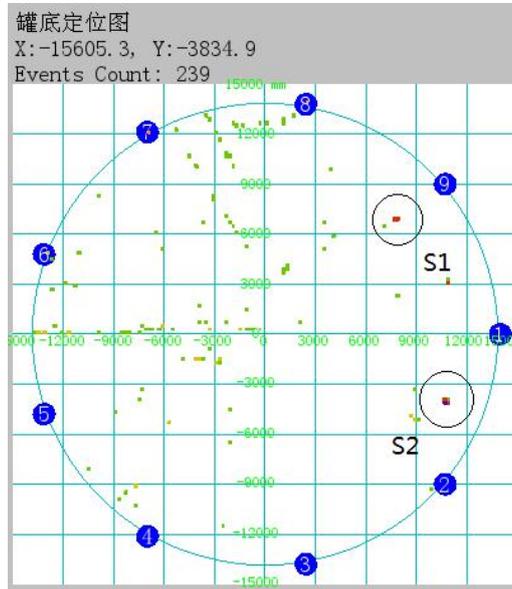
现场传感器部分安装图



数据分析图 1



时间-能量统计图



时差定位图

6、总结

实现了按标准（JB/T 10764—2007 无损检测 常压金属储罐声发射检测及评价方法）对储罐罐底板进行声发射监测检测并按标准给出储罐底板腐蚀状态等级。用户可根据标准内容进行维修安排，及时维修避免事故损失，减少不必要的开罐检修降低运行成本。

优点:

- 完全免布线
- 内置电池供电，连续工作 4 小时以上，适合定期检测
- 也可电缆供电，这样就可以长期自动监测检测
- 内置传感器，中心频率 40kHz，频率范围 15kHz~70kHz，满足储罐检测，传感器也可更换。
- 内置高精度无线同步时钟，同步时钟优于 10us，可以做时差定位评级
- 小巧，底部带磁铁，现场安装方便。
- 数据既可传输到电脑做深入分析，又可上传到云平台自动评级。