

落实数字化转型 助力智能化发展



阀门状态监测系统

- 照亮运营盲点，重塑阀门管理
- 将手动阀门从“黑暗资产”转变为数字化验证资产



1. 您运营中的“黑暗资产”，潜藏着多大的风险与成本？

手动阀门因其坚固耐用、成本效益高，在严苛环境中表现出高可靠性，是流程隔离和紧急操作不可或缺的组件。然而，其核心局限在于它们是“离线”资产，不与中控系统连接，导致其状态成为运营中的“黑暗资产”和“单点人为风险”源。



手动阀门：流程工业中普遍存在的“运营盲点”
手动阀门是“离线”资产，状态未知，形成“黑暗资产”

2. 传统阀门管理：高成本、高风险、低效率

传统的依赖，隐性的负债



缺乏反馈机制

状态未知，无法接入
中控系统。



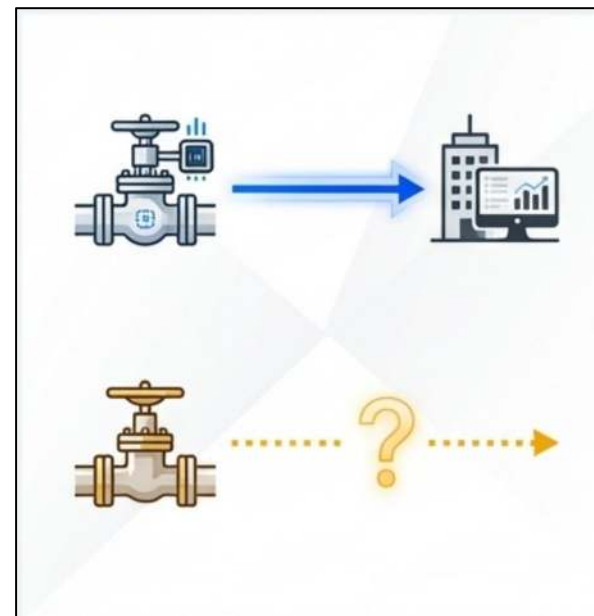
依赖人工巡检

成本高昂，效率低下
易于出错。



数据孤岛

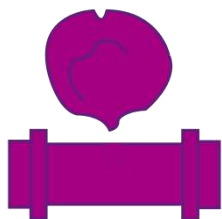
无法追溯，审计困难
形成“黑暗资产”



2. 传统阀门管理：高成本、高风险、低效率

错误阀位：代价高昂的“隐性风险负债”

错误的阀门位置是流程工业中最常见的事故诱因之一，直接导致泄漏、超压、流程中断和环境事故。



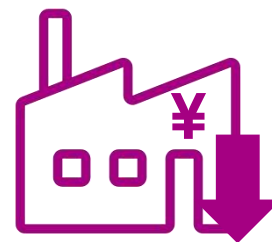
安全事故 (Safety Incidents)

在高压、高温或危险化学品环境中，设备失效、爆炸或人员伤亡的风险被急剧放大。



生产损失 (Production Loss)

一次因阀门错位导致的非计划停机，其损失可能远超预防措施的成本。



环境合规 (Environmental Compliance)

高压系统故障可能导致泄漏，对生态系统造成毁灭性后果，并引发监管处罚。

核心概念：隐性风险负债

在维护或流程切换后，被遗忘复位的阀门会成为系统中的安全漏洞，这种“隐性风险负债”在正常运营中难以察觉，直至事故发生

3. 解决方案：HB-VCM-03阀门状态监测系统

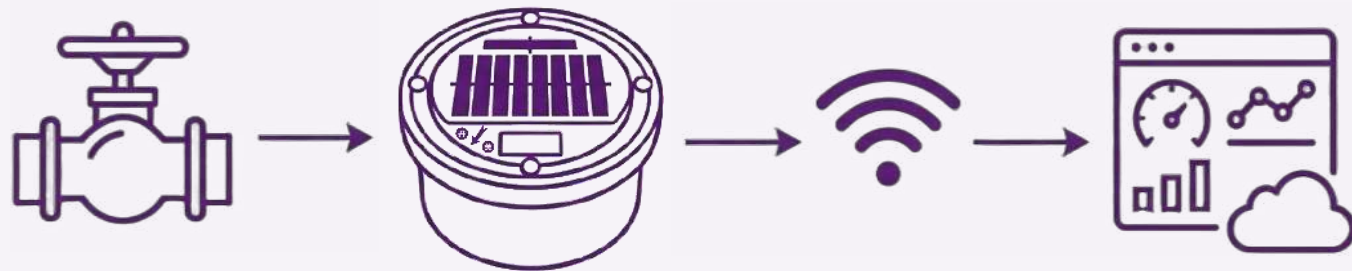
核心产品：阀门状态监测仪

我们提供一种非侵入式、无线、基于工业物联网 (IoT) 的解决方案, 为成千上万的“离线”手动阀门提供实时状态监控。



- ❑ 从不可见到全可视;
- ❑ 从人工巡检到自动监控;
- ❑ 从被动响应到主动预测;

将手动阀门从风险源转变为数字化验证资产



系统三大支柱

1.先进传感

采用高精度晶体陀螺仪, 非接触式安装, 可适配 DN50-DN300的各类管道阀门。

2.可靠通信

支持LoRaWAN/4G/WiFi多模通信, 具备边缘计算和断网续传能力, 确保数据在严苛环境下稳定传输。

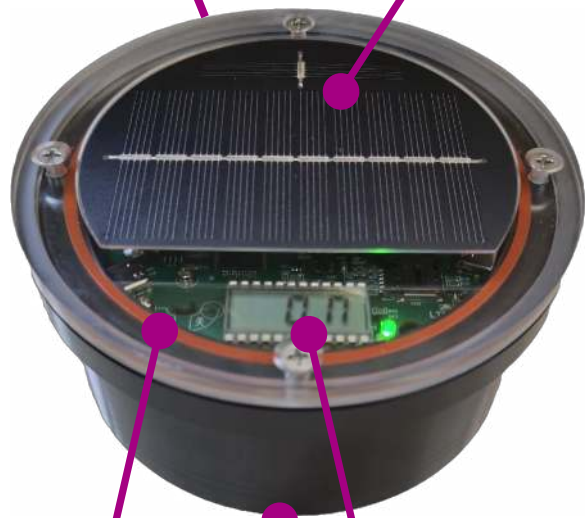
3.直观洞察

围形化组态界面实时显示阀门开度、圈数、电量等 关键数据, 并可与气体监测等系统无缝集成。

4. 技术核心：非侵入式、高精度的MEMS传感技术

高精度晶体陀螺仪

小型光伏板



电磁指针
开关状态
显示

LCD反射式
显示屏幕

非接触式安装



高度集成

集成供电、充电、传感器、解算单元、通信模块及低功耗管理单元。



超低功耗

系统的稳定持续感知能力建立在超低功耗基础上，休眠电流 $8\sim 12\mu A$ ，支持震动唤醒。



多场景适用性

非接触式安装，支持多种口径阀门。耐低温锂电池（ $-40^{\circ}C\sim 60^{\circ}C$ ），支持光伏/USB-TypeC 快充。



通信融合化

感知数据可以因地制宜灵活选择多种通讯方式，支持 LoRaWAN/4G/WiFi 等多种传输方式。



高精度与稳定性

静态姿态测量精度 0.05° ，动态 0.1° 。
卡尔曼滤波算法和数字滤波技术降低噪声



非接触式安装

普适适配/极速部署、系统的改造、部署、组网、通讯、维护工作简单便捷。



成本性价比高

系统监测点造价、维护和扩容成本性价比高。

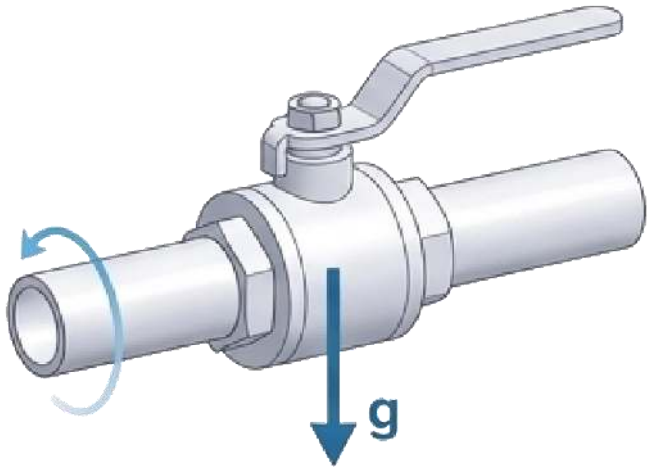


数据标准化

采用MQTT标准数据传输协议，将传感数据进行标准化封装。

4. 技术核心：全场景自适应算法，精准应对不同安装方式的物理难题

场景A：水平轴安装



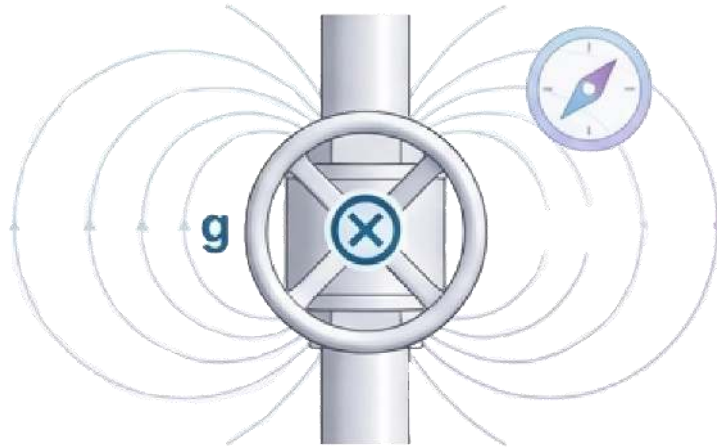
物理难题

旋转轴与重力垂直。如何有效融合加速度计(静态准)与陀螺仪(动态快)，修正长期漂移？

核心算法：互补滤波

动态融合加速度计提供的绝对重力参考和陀螺仪的瞬时角速度，实现动静两全的精准角度输出。

场景B：垂直轴安装



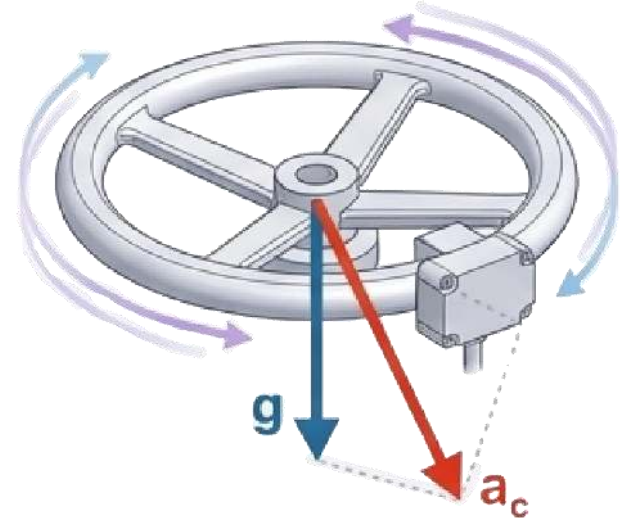
物理难题

施转轴与重力平行，加速度计的重力参考完全失效(“重力盲区”)。如何寻找新的绝对基准？

核心算法：磁力罗盘逻辑

启用磁力计，利用地磁场作为新的“指北针”基准，并结合加速度计进行倾斜补偿，持续修正陀螺仪漂移。

场景C：边缘安装



物理难题

在高速旋转的大手轮上，离心力会“污染”重力数据，导致加速度计提供错误的倾角信息。

核心算法：动态权重调整

实时监测角速度。高速旋转时，算法完全信任陀螺仪；当阀门静止时，才引入纯净重力矢量对陀螺仪进行校准。

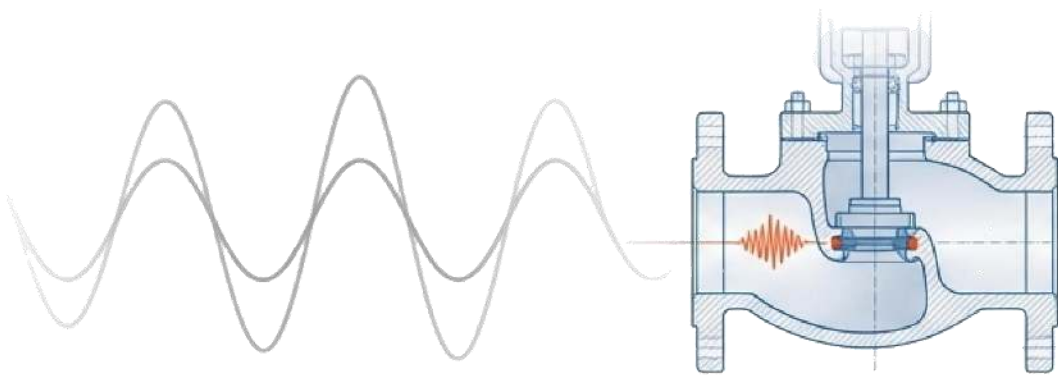
4. 技术核心：状态触发声学分析、精准识别阀门“无声”内漏

挑战：致命的“无声”风险

最大的安全和成本风险，发生在阀门被认为已“完全关闭”时。

介质冲刷或杂质造成的微小内漏，会产生人耳无法听见、且易被现场低频音淹没的高频 (20-40kHz) “嘶嘶”声。

7x24小时的声学监听会迅速耗尽电池，并不可行。



关键问题

如何在正确的时间，用正确的频率，听正确的声音？

解决方案：三步“精准聆听”



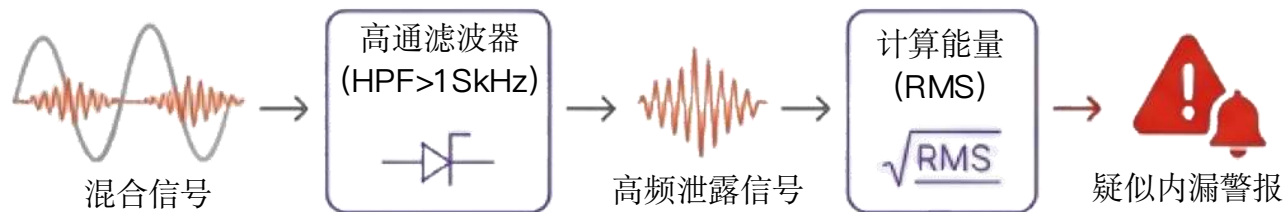
严格的触发条件

仅在阀门“全关”(开度 < 2%)且系统处于休眠状态时，才触发检测。



周期性瞬时检测

每小时(或可配置)唤醒，仅采集100ms高频声音样本，完成后立即休眠，功耗影响很低。

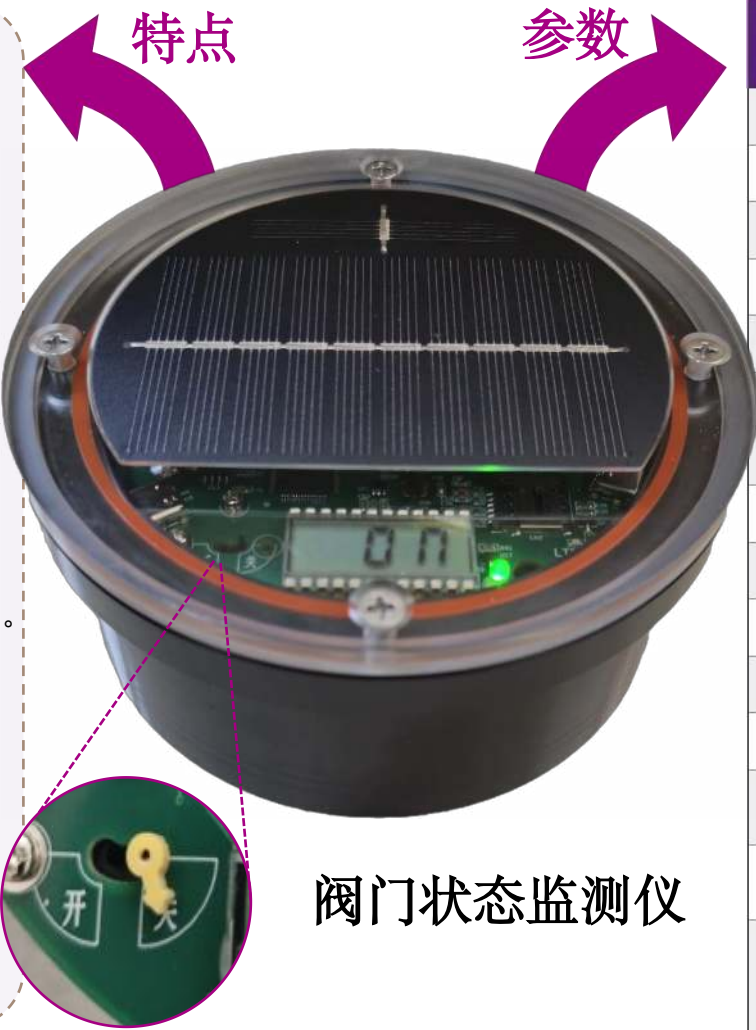


声学特征分析

采用高通滤波器(HPF > 15kHz)剥离所有低频机械及环境噪音，仅计算高频段的能量(RMS)。若能量值超过预设阈值，则上报“疑似内漏”警报。

4. 技术核心：高集成智能监测终端特性与参数详解

- **高度集成**：监测仪集成供电单元，充电单元，高精度的陀螺仪，姿态解算单元，物联网传输单元，低功耗管理与控制单元等功能于一体，高度集成。
- **高精度传感器**：监测仪采用低功耗微处理器和先进的动力学解算与卡尔曼动态滤波算法，能够快速求解出模块当前的实时运动姿态。
- **领先算法**：采用先进的数字滤波技术，能有效降低测量噪声，提高测量精度。
- **安装方便**：采用非接触式的传感器，现场使用固定螺钉快速安装，可适用于各种口径 的管道阀门。
- **多模通信**：LoRaWAN/WIFI/4G/蓝牙等传输方式。
- **低功耗设计**：采用了耐低温锂电池，集成快充功能。具备掉电、休眠、上电等多种电源管理模式，最大限度降低功耗。
- **开关状态显示**：采用指针盘显示，既能满足低功耗要求，又能清晰明了显示开关实际状态。



阀门状态监测仪

阀门状态监测仪设备参数	
参数项	配置说明
型号	HB-VCM-03/阀门状态监测仪
工作电压	4.2V（单节或多节锂电池）
充电方式	USB-TypeC 快充 / 光伏供电
待机电流	8~12 μ A
工作电流	30~40mA（旋塞阀监测仪）
工作温度	-20℃~60℃
通信方式	LoRaWAN/4G/WiFi/LoRa
测量维度	角度（Z轴）、角速度（Z轴）
姿态精度	静态0.05°，动态0.1°
屏幕尺寸	2.13英寸（反射式LCD液晶屏）
体积	12×12×10cm
数据上报	实时数据（圈数、开度、电量）、历史数据（带时间戳）
下行控制	支持远程配置最大圈数、控制指令响应（基于MQTT协议）
安装方式	非接触式固定（M8螺钉），支持卡板式/卡箍式安装，支持强力磁吸安装（临时监测）和胶粘安装

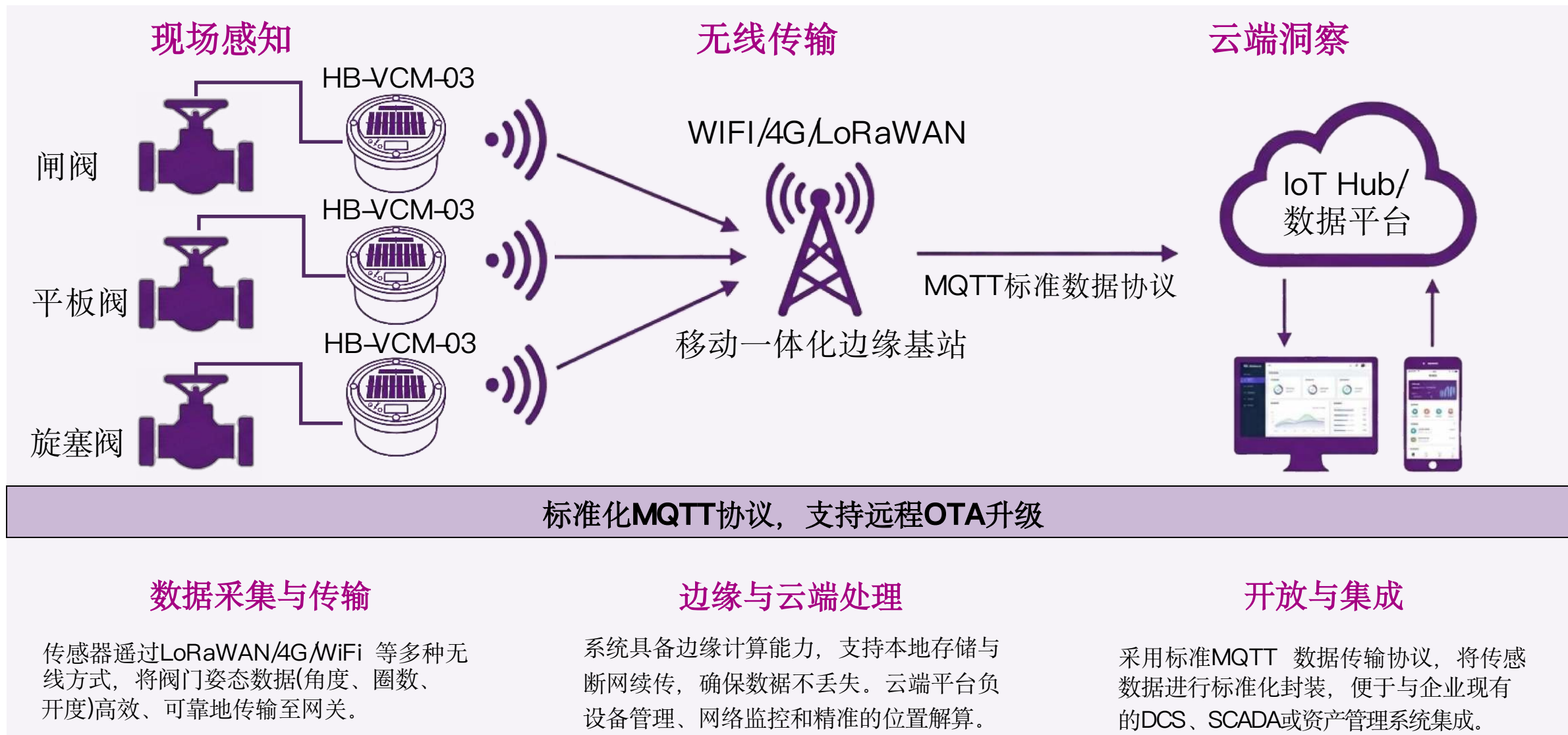
4. 技术核心：产品持续迭代与智能化演进历程

支持远程OTA升级，满足工业4.0智能化需求。

持续
迭代
引领
行业
革新



5. 系统架构：端到端—从现场感知端到云端洞察决策



5. 系统架构：端到端—从现场感知端到云端洞察决策

组态页面，作业数据状态直观掌握，全面提升现场安全与运营效率



6. 应用场景：压裂现场与石化流程的安全保障

【风险】压裂现场：瞬时安全验证的缺失



【挑战】应对压裂现场极端高压与临时管汇的挑战：

➤ 超高压压力

流体以超过10,000psi的极高压泵入井下，任何设备故障都可能导致灾难性后果。

➤ 高度临时性

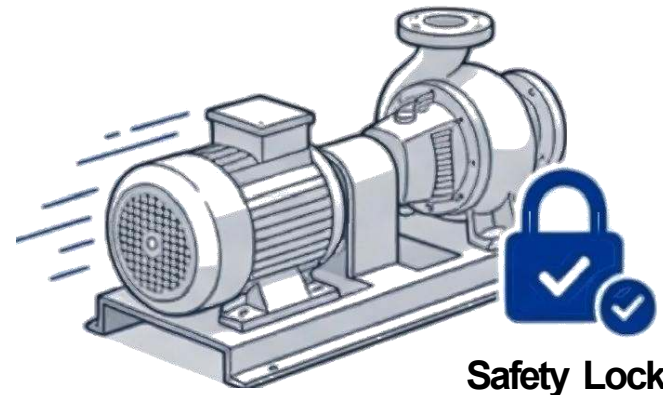
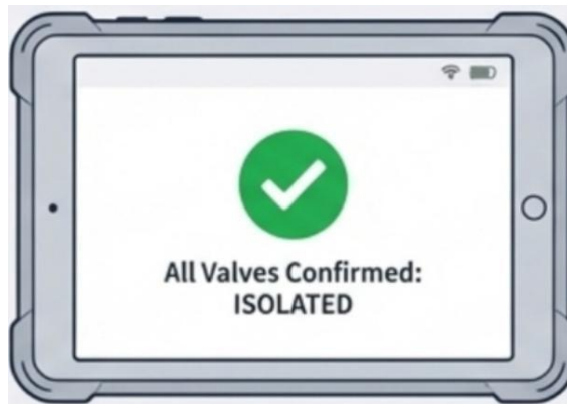
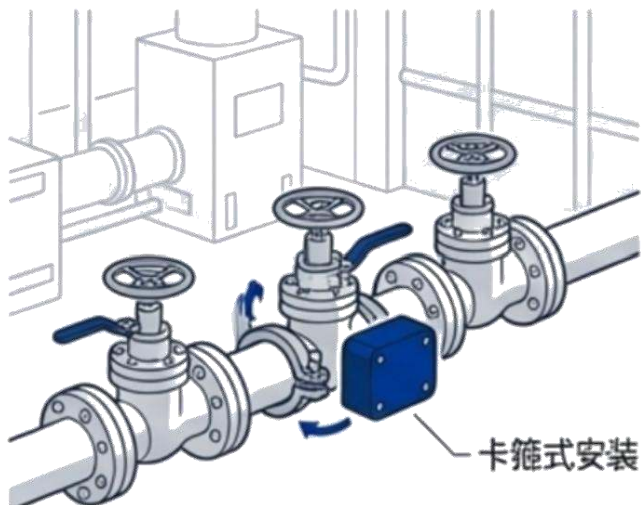
作业涉及频繁的设备现场交付、连接和拆卸临时管汇的大量使用增加了误操作风险。

➤ 安全关键点

泄压阀 (PRV) 和隔离阀是关键安全屏障，但其有效性依赖于周围手动阀门的正确状态。

6. 应用场景：压裂现场与石化流程的安全保障

【对策】为临时高压资产提供瞬时安全验证



系统实时验证通过

核心价值：保证临时资产的完整性和瞬时安全验证

在每次高压泵送或泄压操作前，我们的系统能实时验证所有关键手动隔离阀和排空阀的状态，从根本上消除人为错误。

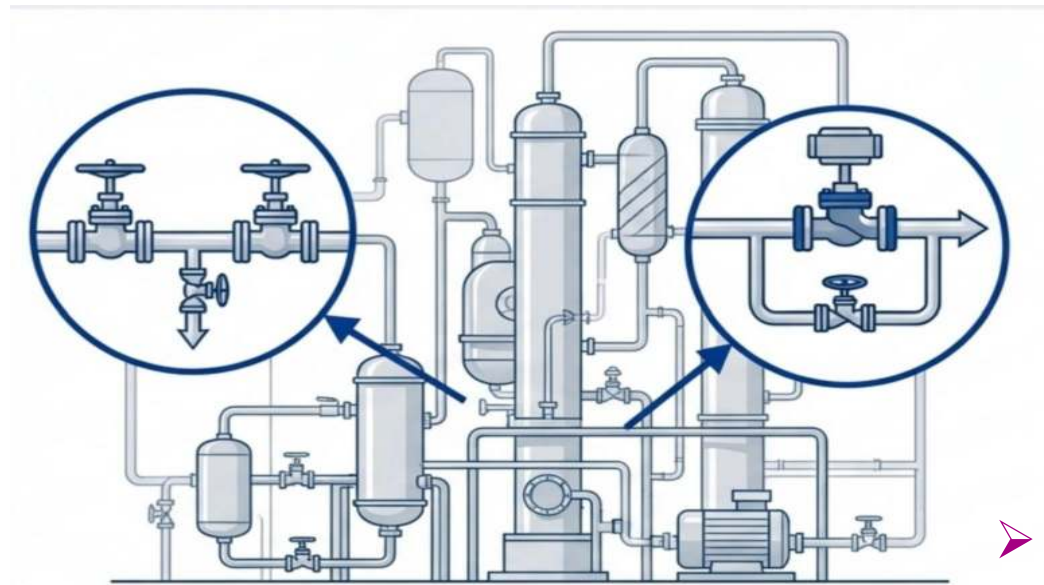
技术优势：专为现场环境设计

快速部署 (Rapid Deployment)：非接触式、卡箍式/卡板式安装，无需对阀门或管道进行任何改造，完美契合压裂现场的临时性和高流动性需求。

无线覆盖 (Wireless Coverage)：低功耗无线网络 (LoRaWAN/4G) 覆盖广阔、分散的作业区域，实现真正的远程监控和自动化验证。

6. 应用场景：压裂现场与石化流程的安全保障

【风险】石化化工：维护期间，错误的旁路阀门状态，意味着关键安全联锁系统(SIS)的保护功能可能已悄然失效。



【挑战】流程安全管理 (PSM) 的核心挑战：

➤ 关键隔离点的完整性：

双截止和排放(DBB) 系统是实现高危介质完全隔离的基石，但其有效性完全依赖于手动阀门的正确操作。

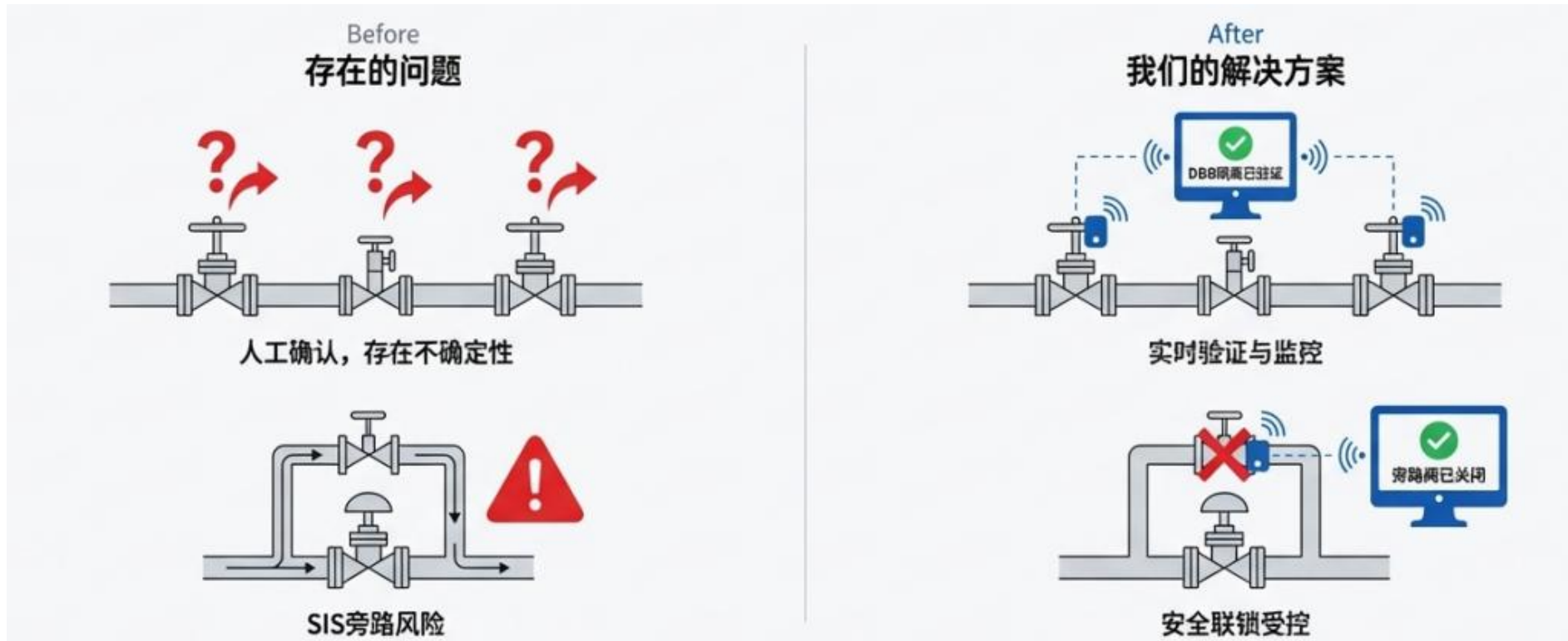
➤ 维护过程中的隐形风险：

仪表或设备维护时，手动旁路阀的使用会暂时绕过安全联锁系统(SIS)。维护后若忘记复位，将导致系统带着安全漏洞运行。



6. 应用场景：压裂现场与石化流程的安全保障

【对策】实现隔离完整性保证与安全联锁持续监控



1. 隔离完整性保证

实时、持续地监控DBB系统中所有手动阀门的位置，即时验证维护或应急隔离的有效性，防止泄漏与交叉污染。

2. 关键安全联锁 (SIS) 完整性监控

为关键手动旁路阀提供实时状态反馈，确保维护完成后旁路及时解除，防止因人为遗忘导致的安全漏洞。

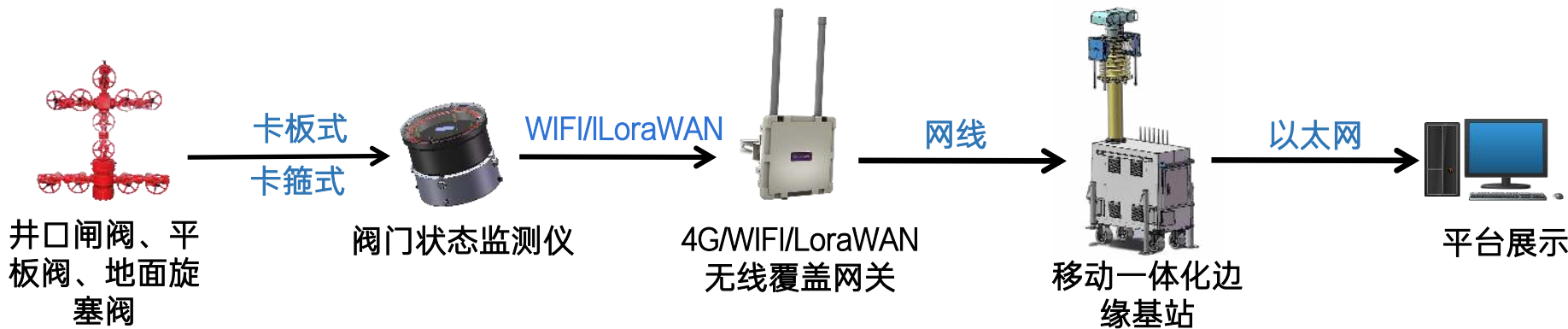
3. 合规与审计

系统自动生成隔离和阀门的数字化记录，为PSM审计提供准确、可追溯的证据。

7. 客户实证: XX井下技术作业公司案例

XX井下技术作业公司案例: 压裂施工现场配备阀门状态监测系统, 每套系统由12个阀门状态监测仪, 内置电池, 有太阳能充电、显示屏具备开关状态指示, 采用Lora、WiFi、4G等通信方式, 对设备安装方式为卡板式或卡箍式, 适应井口闸阀、平板阀以及地面旋塞阀等多种阀门应用方式具备低功耗, 耐低温, 低漂移等特点。

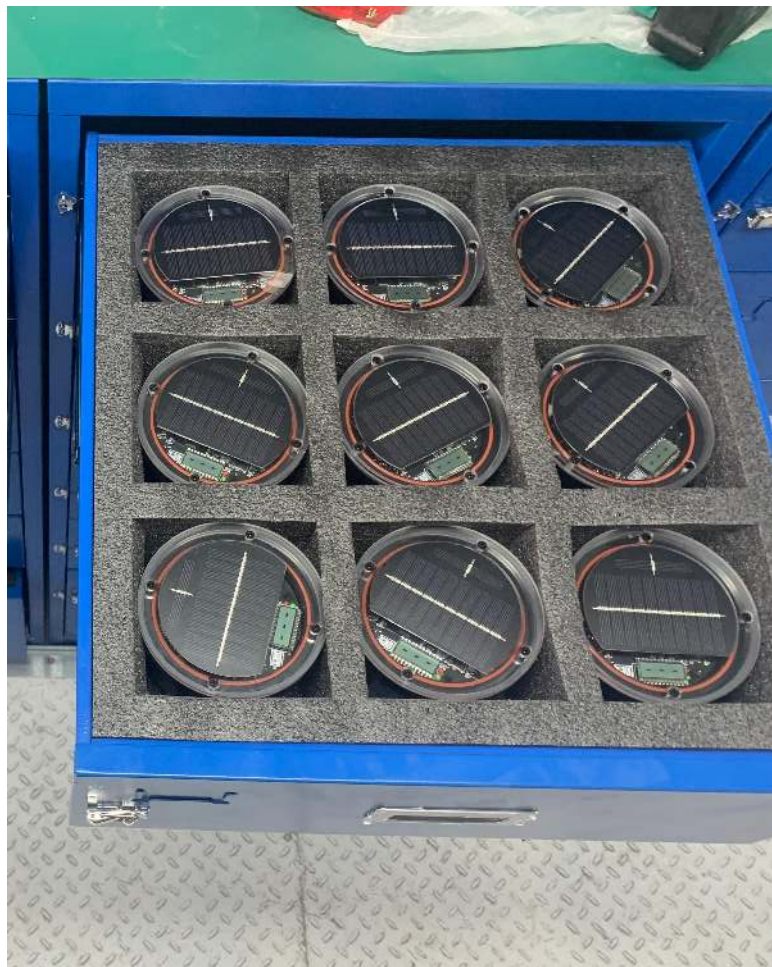
阀门状态监测系统组态界面内容包括: 阀门编号、阀门圈数、最大圈数、阀门开度及阀门状态
监测仪的电量, 同时在平台展示时, 将气体监测报警系统的可燃气体、硫化氢、氧气、一氧化碳等数据进行组态设计整合, 统一展示在一张组态界面中, 让操作人员更方便和直观的掌握当前作业数据和状态。



7. 客户实证: XX井下技术作业公司案例

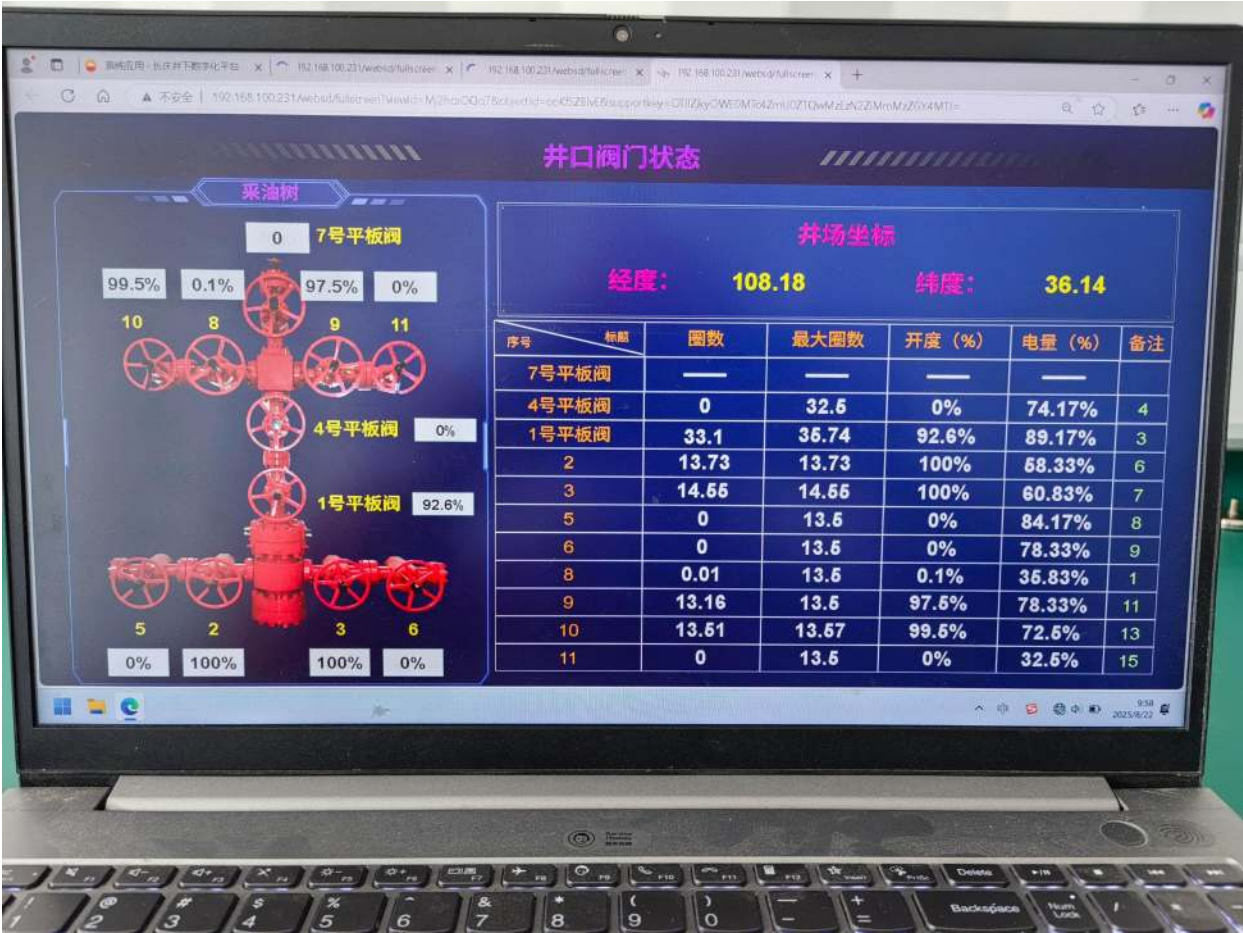


7. 客户实证: XX井下技术作业公司案例



7. 客户实证：XX井下技术作业公司案例

统一态势感知：一目了然的阀门与环境数据



直观的图形化界面

操作人员可以在单一界面上直观掌握阀门的关键状态参数，包括阀门编号、当前圈数、最大圈数、开度百分比及传感器电量。

强大的系统联动能力

系统可与气体监测报警系统无缝集成，将可燃气体、硫化氢 (H₂S)、氧气 (O₂) 等环境数据整合展示，实现阀门状态与环境风险的联动预警。

让操作人员更方便、直观地掌握当前作业数据和状态，做出更快的安全决策。

8. 投资回报：降低维修成本、延长资产寿命、提升安全与效率

➤ 从被动维修到预测性管理：可量化的投资回报



降低 30-50 %

紧急维修成本

延长 2-3 倍

关键资产使用寿命

加快 80 %

故障根因分析速度

8. 投资回报：降低维修成本、延长资产寿命、提升安全与效率

➤ 实现全面总支出优化 (TOTEX)：可量化的财务回报

部署手动阀门状态监测不仅是一项安全投资，更是驱动硬性财务收益的战略决策。

硬性财务收益指标：



30%-50%

降低紧急维修成本

通过早期故障检测和预测性维护，避免代价高昂的紧急抢修和生产中断。



2x-3x

延长关键资产寿命

通过避免不必要的应力并主动处理磨损，延迟资本支出 (CapEx) 投入，提升资产利用率。



80%

缩短故障诊断时间

自动化的数据日志取代了复杂的人工排查，能快速定位问题根源，最大限度减少停机时间。

8. 投资回报：降低维修成本、延长资产寿命、提升安全与效率

➤ 全面风险缓解与合规保障

运营安全价值

·降低人员风险：

远程监控能力极大减少了人员进入高压、有毒等危险区域的频率，从源头保障人员安全。

·增强应急响应：

实时数据确保在紧急情况下，操作人员能即时确认关键隔离阀的位置，实现更快速、有效的风险控制。



合规与审计价值

·自动化的可追溯记录：

系统自动生成精确、不可篡改的阀门操作日志，为流程安全管理 (PSM)、安全联锁系统 (SIS) 和环境报告提供强有力的审计证据。

·预防性环境合规：

通过识别可能导致泄漏的阀门磨损或未完全关闭状态，实现泄漏排放的早期检测与预防。

9. 战略价值：从被动巡检到主动预见，推动数字化转型

➤ 从被动巡检到主动预见：一场运营模式的变革

数字化监测与传统人工巡检对比分析

评估标准 (Evaluation Criteria)	人工巡检 (Manual Inspection)	数字化监测 (Digital Monitoring)	战略价值增益 (Strategic Value Gain)
监测频率(Frequency)	定期(数小时/天/周)	连续(实时)	实时发现状态异常， 预防事故于未然
数据准确性(Accuracy)	易受人为错误影响	自动化，传感器驱动	保证流程控制的高度可靠性
人员安全(Personnel Safety)	高风险(需进入危险区)	低风险(远程访问)	从根本上降低人员暴露 于危险环境的风险
响应时间(Response Time)	被动(发现问题后)	预测性/即时响应	预防非计划停机， 将损失降至最低
运营成本(Operating Cost)	高(持续的人工成本)	低(远程诊断与维护)	显著降低运营支出(OPEX)

9. 战略价值：从被动巡检到主动预见，推动数字化转型

➤ 超越阀门监控：构建卓越运营的新标准



手动阀门状态监测不仅是技术升级，更是一场管理理念的变革。它意味着：

- 从‘不可见’到‘全可视’的转变：赋予每一个关键节点数字生命，消除运营盲区。
- 从‘被动响应’到‘主动预测’的转变：利用数据洞察预见风险，优化维护策略，最大化资产价值。
- 从‘依赖经验’到‘数据驱动’的转变：为每一次关键操作提供客观、实时的决策支持。

我们提供的不是一个产品，而是与您共同迈向工业4.0,实现更安全、更高效、更智能运营未来的合作伙伴。

谢谢观看

Hanmber

西安汉柏电子科技有限公司

XI'AN HANMBER LLC.

029-89181236

www.hanmber.com

huangkun@hanmber.com

陕西省西安市雁塔区天谷七路国家数字出版基地B座 1704室