超声波智能传感器

克莱彭DSP-06
水下粒子监控器

数字信号处理

CLAMPON

超声波智能传感器

为什么选择克莱彭（ClampOn）DSP-06水下粒子监控器？

油井和气井出砂是运营者在生产期间面对的最具挑战性的因素之一。在水下，安全问题与需要每口井尽可能多生产结合在一起，使得水下监控系统的选择变得更加重要。

克莱彭水下传感器的设计目的在于满足这些需求：

- 超过25年的使用寿命的设计
- 独立冗余的电子器件
- 独立的高压舱和气压舱
- 对抗外部压力的舱的电子束（EB）焊接（无橡胶或机械密封）
- 作为高压舱和气压舱之间的屏障的玻璃金属穿透器
- 源于数字信号处理（DSP-06）的杰出的敏感度、可重复性、精确度和信噪比

克莱彭水下系统的历史开始于1996年与休斯敦的壳体深水开发公司和挪威的FMC技术公司的紧密合作。该项目的成果是水下砂粒监控系统，其结合了超长的工作寿命和优越的声学特性，提供了在高压深水环境下的可靠性。从那时候起，克莱彭就向全球市场提供了将近90%的声学水下传感器，并且其产品被认为是这个领域的行业标准。多年以来，产品开发是一个持续的过程，我们一直在努力增强我们的水下系统的性能，以满足新的需求和给市场提供最好的技术。

集成在我们的系统中的最新的进展是DSP-06过滤技术，其代表着技术上领先于替代方案的巨大飞跃。

如果您关心安全问题、生产效益、使用寿命和系统性能的话，那么克莱彭DSP-06水下粒子监控器是您自然的选择。

图片示出了克莱彭深水和紧凑型传感器。

工作原理

克莱彭DSP-06水下粒子监控器基于克莱彭“超声波智能传感器”技术。该传感器安装在弯头之后的2倍的管道直径的地方，在这里，粒子/固体冲击管道壁的内部，产生超声波脉冲。超声波信号通过管壁传输，并且被声学水下传感器拾取。在拥有专利的智能克莱彭传感器中，该信号在内部被DSP引擎处理，并且在被数字地和/或模拟地发送到上部的计算机或者控制系统之前被滤波（无需计算接口单元）。这里，用户可以实时地监控和评估该数据，并能做出高效生产所需的决定。

DSP-06有何优势？

油井和气井出砂是油气生产者面对的一个严重问题。挑战不仅仅是避免出砂，而且是增加商业井产量，因为即使是井流中有少量的粒子也可能造成重大损失。作为运营者，不论您使用什么技术，您的兴趣在于您的井的产量和效益最大化。世界各地的运营者已经把克莱彭当作了他们的砂粒监控系统的优选供应商，因为拥有专利的技术让他们的井成为了利润生成器。

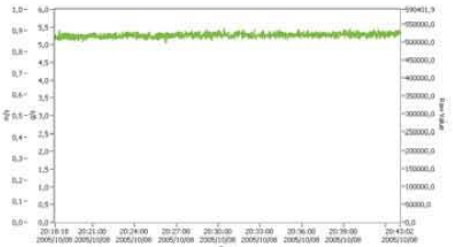


图1：使用传统的/替代的没有DSP-06的滤波技术的滤波器，来自高流速和高压气井上的传感器的信号。

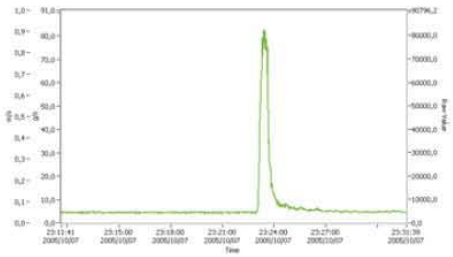


图2：同一井上的传感器信号，现在用的是新的克莱彭DSP-06滤波器。这显示了传感器已经如何完全地去除了流体噪声，让运营者能够监控出砂的真实特性。

克莱彭DSP-06模型集成了一种新的滤波技术，其使得粒子监控器成为了非常有用的工具，可以用于分析出砂的真实特性、帮助控制出砂并最终增加井的效益。这种滤波技术集成了我们在数千油井的经验，我们分析数据并利用结果以加强在我们的DSP-06模型中所使用的技术。

DSP传感器（在市场上是唯一的）的超强能力使得可以每秒128次扫描1MHz的频率范围。这就说明了我们的技术能力和滤波技术的能力，其是获取和处理砂粒数据的核心。

图1所示的是安装在以高压和高速运行的气井上的节流阀附近的传感器。这些图说明了，与使用新的DSP-06的滤波技术相比，当使用传统的/替代的系统的时候，信号看起来什么样。比较于替代方案，新的DSP-06滤波器（参考图2）在这种情况下能将不需要的噪声减少到500分之一。

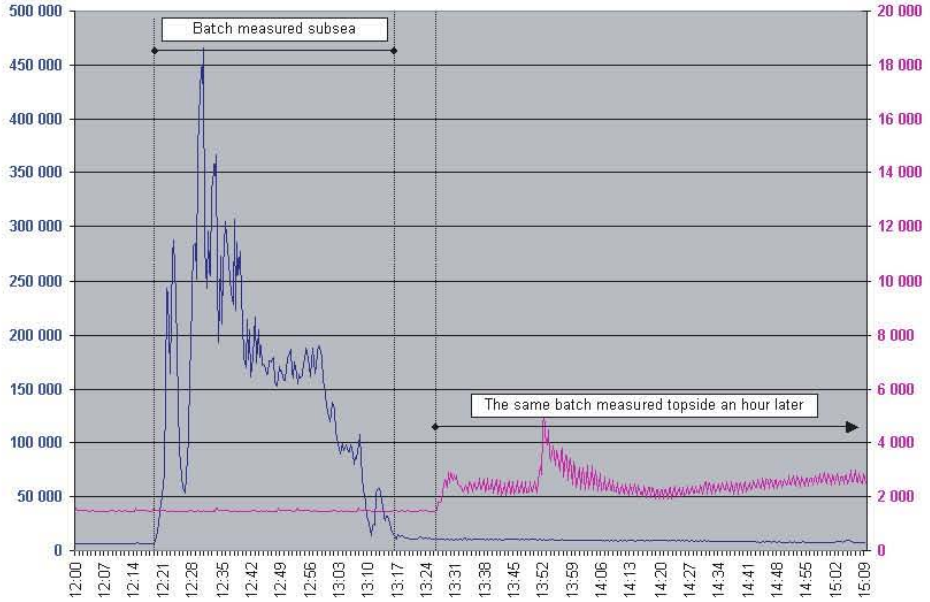
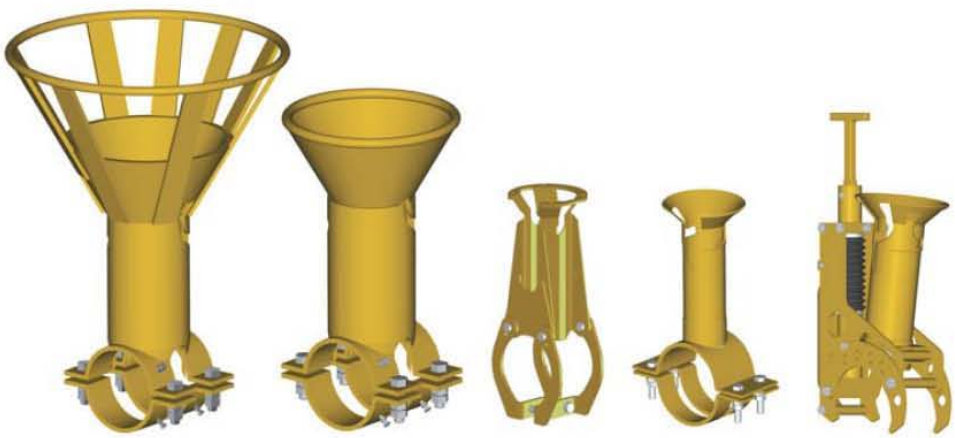


图3阐明了来自水下传感器和上部传感器的原始数值信号之间的不同。

为什么要去水下？

一个常常被问的问题是：为什么不把砂粒监控系统安装在地面上，因为这样的方案看起来更便宜并且运营者更容易操作传感器。在水下井，克莱彭一直以来推荐让传感器在水下，因为比起上部传感器，砂粒信号会更早更强地被拾取。图3所示的就是这样的一个例子。当砂粒穿行很长距离的时候（例如到FPSO），砂粒将会分散在整个流动线路上。如果砂粒探测器位于水下，运营者将会在砂粒通过水下采油树之后立刻获得出砂信息。如果运营者把砂粒探测器定位于同一水下井的上部，在被警告出现砂粒之前，他将不得不等待——一直等到砂粒到达上部设施。由于分散在水下线路中，这个信号将较低，并且如果好几个井正在供应同一线路，在不关闭单个井的情况下，运营者将不知道哪一个井正在出砂。当运营者不能获得他需要知道的井中出砂的实时信息的时候，有一个更大的危险——砂粒将会充满处理装备。



克莱彭提供的几种可选的护管

克莱彭砂粒管理

当砂粒从储油层产生的时候，降低了生产率，增加了维护成本；它也会给周围的环境带来严重的危害。绝不能忽视所产生的砂粒，任何产自砂石油层的油井都需要安装某种砂粒监控系统，最好是实时砂粒监控系统。

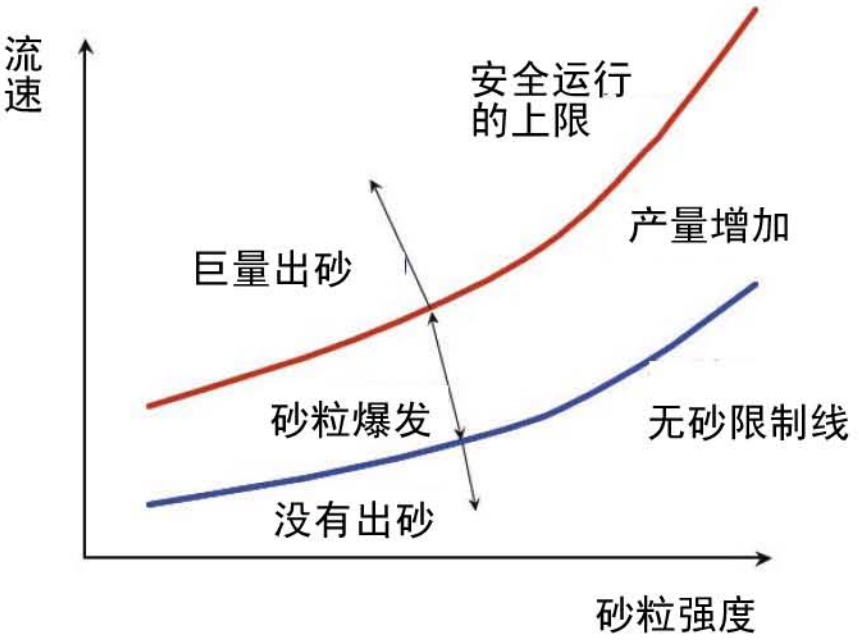


图4示出了什么是砂粒管理。红线是运营者可以安全生产的上限，越接近红线，该井变得效益越好。

在许多情况下，油井以一种保守的方式生产，在蓝线之下有一段安全距离，以试图保证绝不会产生砂粒。这是一种安全但是昂贵的管理砂粒的方式。更主动的砂粒管理计划能明显提高您的产量统计。在红线上方，可能连续出砂，这是应该避免的。安全增产和提高收入的潜力在蓝线和红线之间的区域。

执行砂粒管理时，有三个主要因素——其关键词是：预测、应对和测量。

• 预测帮助运营者理解油井如何生产和如何管理砂粒问题。在设计设备以保证为出砂做好准备的时候，和在计划砂粒管理策略的时候，砂粒预测工具（基于例如地理学和油层数据）是很有用的。

• 砂粒应对：所产生的砂粒将进入处理系统，运营者需要保证其有能力安全地处理砂粒。砂粒管理的一个重要方面是检查侵蚀率和去除问题。

• 测量是砂石管理系统的基石。当预计和应对问题（包括理解侵蚀风险和砂粒去除挑战）已经被仔细考虑的时候，需要一个可靠的测量方法以保证设计标准被满足且未被超过。这就是克莱彭DSP-06粒子监控器介入的地方。传感器超强的灵敏度、滤波机制和实时监控的专利方案相结合，使其成为维持有效益和安全的砂粒管理程序的最好的可用工具。

十多年以来，克莱彭一直专注于出砂问题，帮助来自世界各地的客户测量和预测出砂。我们在成千上万的油井的经验已经带给克莱彭独一无二的实践知识：出砂将会怎样出现和怎样测量和处理它。多年以来，克莱彭非常高兴地与砂粒管理方面最好的服务和研究公司一起工作。

通过结合我们用克莱彭DSP-06粒子监控器从现场经验中得到的知识和我们的合作伙伴的高水平能力，我们有能力提供独一无二的产品。即使对于有高水平专家技能的组织来讲，从砂粒管理的世界领先者那里通过打电话获得帮助的机会也是极其宝贵的。

克莱彭--解决粒子监控的挑战的领先方案

砂粒监控中的一个普遍的问题是来自由非粒子源产生的信号的干扰，比如来自液体/气体混合物的噪声、高流速气井中的液滴、机械/结构噪声、节流噪声和电干扰。

好的信号—噪声（s/n）比对高质量的测量是极其重要的，克莱彭DSP-06模型的引进提供给运营者市场上有的绝对是最好的s/n比。图5清楚地阐明了传统的/替代的系统和克莱彭系统之间的差异。红线代表的是被背景噪声所限制且s/n比不足的传感器。在最糟糕的情况下，砂粒信号甚至可能淹没在背景噪声中，从使用者的观点来看，这是一种毫无希望的情形。在高流速的气井之中，液滴高速碰撞管壁，红色图案常常在流量敏感的系统中出现。其后果可能是：运营者减少

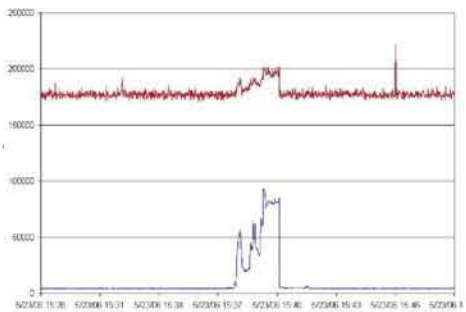


图5：信号比较

产量且损害了自己的利润目标——甚至在没有出砂的情况下。

现在需要的是克莱彭传感器，它能清楚地从其他噪声源中把砂粒区分出来，如蓝线所示。克莱彭DSP-06技术能使传感器分辨背景噪声，以至于砂粒生成的声音的模式被清楚地图示在运营者的电脑屏幕上。自从克莱彭于1995年进入市场以来，在与其他系统的竞争中，我们的系统已经赢得了所有的现场测试。DSP-06模型的引进代表着一种对背景噪声的更不敏感和在数量上更精确的技术方案。克莱彭系统的s/n比对于高效现场安装也非常重要，因为其校准成本低。

好的信噪（s/n）比对于这种类型的品质测量是至关重要的，克莱彭传感器在这个领域是最好的——我们决心在未来保持这一地位。

如何确定油井或气井的最大的无砂产量水平？

我们经常能遇到这样的运营者：他们因为不能完全感知出砂的性质而担忧，因此他们不必要地减少产量。在20%~75%的范围内缩减产量在油井和气井中是相当普遍的事情。DSP-06的卓越的质量和可靠性是提高产量的合理方法，这要感谢传感器给运营者提供了重要的数据。如果我们考虑到出砂限制所意味着的价值，评价克莱彭砂粒监控系统是很值得的。为了改进砂粒检测，有一个反应迅速且精确的系统是至关重要的。当砂粒出现的时候（或者当运营者相信有砂粒出现的时候），运营者通常立即抑制生产。图6所示的是出砂正在减少的一口正在生产的井。该曲线代表着我们称之为“良好”的模式。如图所示，因为产量的增加（打开节流阀门），砂粒正在产生。但是通过使用可靠的砂粒监控系统，运营者能监控出砂的发展。图中示出了由于生产油层的稳定，出砂是如何随时间减少的。这个模式告诉运营者，油和气的生产能在该水平上继续，因为他很快将会有一个无砂井。当该井最后在一段时间没有出砂的时候，运营者可以再次打开节流阀增加产量。这将可能再一次导致出砂，像图示的一样；但是运营者应该让生产继续以观测出砂的趋势。我们在寻找这里图示的“良好”模式。当该曲线在一定时间之后出现时，运营者就有了稳定的油层。

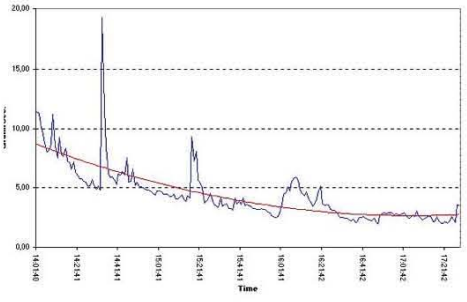


图6：良好模式

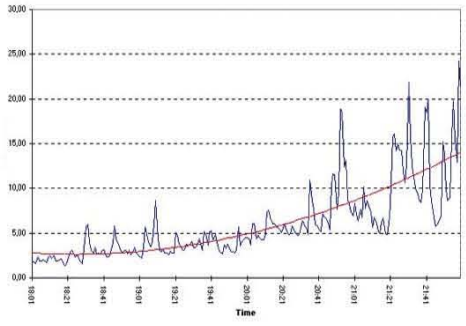


图7：糟糕模式

这种增加产量的方法需要一段时间（通常几天），直到运营者看到相反的“糟糕”模式，其表明出砂正在增加。当“糟糕”模式出现在屏幕上的时候，运营者通过返回到节流阀的先前设置以抑制产量。这告诉他该井的最大的无砂水平。然后，该井生产一个周期至少24个小时，以确定其构造是稳固的。为实现有效的和安全的无砂率（或可容许的），运营者需要可得到的最好的监控装备。克莱彭提供了这样的解决方案和我们来自数千口井的经验！

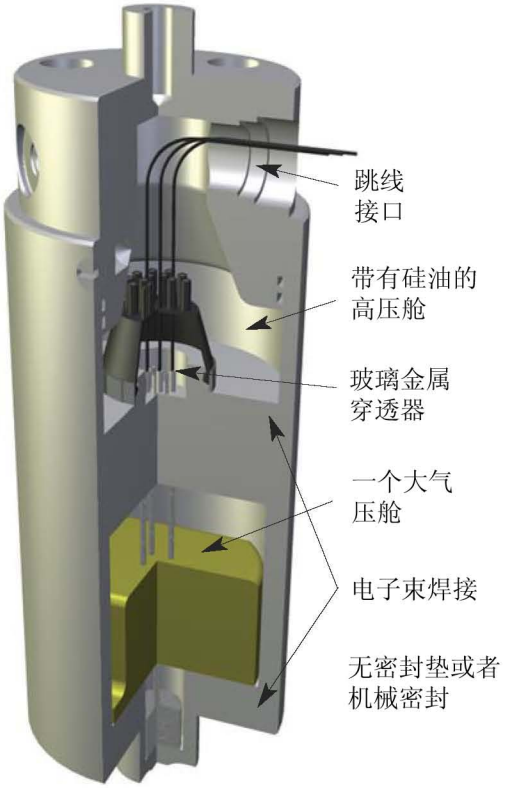
克莱彭的水下哲学

水下运行状况，尤其是深水环境，要求技术方案把灵活性和高性能与极长使用寿命结合在一起。在我们看来，必须把例如安全、对生产效益的要求、使用寿命和系统性能这样的问题和在现场可行的和安全的运行结合起来。水下仪器应该：

- 提供非常长的使用寿命，意味着使用EB焊接以去掉泄漏密封垫/密封的高/低压舱。
- 包括独立的冗余的电子器件
- 能够被改型和能够由ROV安装和回收
- 执行实时监控
- 利用DSP-06（数字信号处理）技术
- 集成双向通信
- 允许从使用者的系统下载新的软件
- 包括传感元件的自我测试/健康核查

（下一页继续）

图片是紧凑型传感器和护套



水下传感器的截面图，示出了两个舱和玻璃金属穿透器。

这些规范能确保您的砂粒监控系统有长的使用寿命。通过选择我们的独一无二的设计和质量，我们的一些顾客已经节省了上亿美元——而没有这样做的所遭受的损失很不幸地也像这个数字一样巨大。

传感器外壳

深水监控器包括一个由FMC技术公司设计的外壳，其能承受4500米（14，759英尺）深度而没有密封垫。该单元被密封（焊接），在一个大气压的舱内带有独立的冗余的电子器件。一个大气压的舱通过一个玻璃金属穿透器被连接到高压舱（充满硅油）。充满油的高压舱在传感单元内包括一个空腔，其也是气压补偿的，意味着在海水和充满油的体积之间没有压差。这就减小了泄漏的可能性。硅油是电介质，不能短路信号/功率电缆，在材料腐蚀方面也不像海水那么厉害。气压舱已经被电子束焊接以避免泄漏密封垫。该系统代表了工业标准，其已经在震动、振动、温度和气压、不透水性、水下可操作性等方面经受了非常严格的资格测试，并且取得了巨大成功。紧凑型水下监控器是根据同样严格的标准设计的一个较轻的模型，工作的深度可达水下2500米（8，759英尺）。ROV版包括一个改型方案，用于在现有的油田上安装。钛已经被选择用于两个版本以避免阴极保护的必要性，其对于ROV安装的传感器本来实现起来是有困难的。钛的使用也减少了传感器的重量和成本。

护管

传感器需要被安置在一个护管里，其保证了安装和在运行期间传感器的性能。这里有一个至关重要的问题是在安装传感器的地方有热损失的风险。克莱彭的护管的设计使得容易接入并且隔热好，将热量损失减小到绝对的最小值。

电子器件

克莱彭提供了两种类型的水下传感器：深水和紧凑型水下。两种传感器都提供有100%的冗余，意味着完全独立的两套电子器件，以保证在介入即使不是不可能也非常昂贵的状况下的长的使用寿命。该设计允许传感器和使用者之间的双向通信，用于数据传递、故障检测/功能测试，以及从在地面上的顾客的控制模块上下载新的传感器软件版本的可能性。

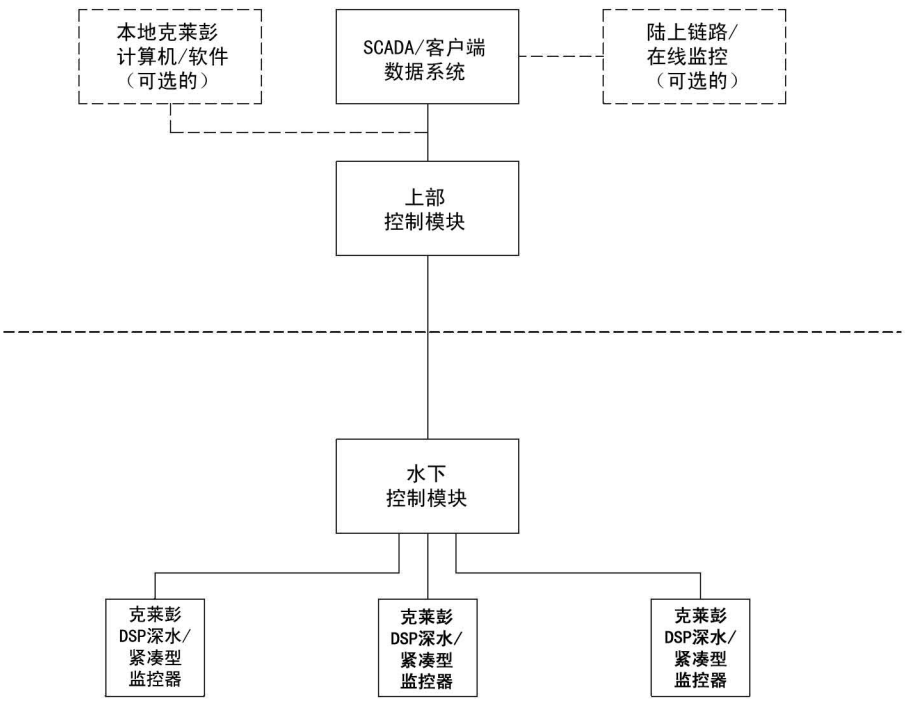
智能传感器

传感器中的智能意味着信号处理能在传感器自身内执行，并且传感器和管道表面之间的接触点的质量能被测量。这允许运营者测试从上部的控制模块到传感器自身的整个回路。可选择的功能还有测量振动以及管道表面上与传感器电子器件的内部的温度。克莱彭DSP技术包括以下参数的自检：输入电平、RAM、内部电压、内部温度、所有内部总线和传感器元件。系统提供给使用者下载新发布软件到传感器中的可能性。随着时间的推移，更智能的和被改进的软件版本将被开发和发布。这些能被下载以升级现有的设备。

您有什么样选择？

克莱彭有砂粒探测器的最大组合，有几种不同模型，用于上部和水下安装的。对于它的水下系统，克莱彭使两个主要的版本有多种选择，取决于深度和功能需求。克莱彭系统的灵活性给市场提供了技术和经济的最好的可能组合。

配置



产品规格

粒子监控器

工作原理	无源声学、智能传感器
最小粒子尺寸	取决于流速和工况。典型尺寸是：
	油/水： 25 微米/1PPM
	空气/气体： 15 微米/1PPM
最小砂率	0.01g/s
不确定性	上部：±5%（通过砂粒注入的方式校准）
重复性	好于 1%
安装方式	夹在管的表面，非侵入式
传感器电子器件	带有信号处理的智能 DSP 电子器件
接口选项	所有传感器可以被提供：数字 RS485（ASCII，二元，ModBus RTU），4-20mA（有源/无源）。
	选项：CANBus、Profibus
双向通信	是
软件升级	是
管道表面温度	-40 到 225℃（-40 到 437℉）
流体范围	油、气、水、多相
诊断性特征	电子硬件的智能健康测试

水下粒子

	紧凑型	深水
水深	2500m	4500m
最大运行压力 barA	250（3625psi）	450（6526psi）
最大测试压力 barA	300（4351psi）	675（9790psi）
壳体材料	钛	钛
尺寸（不包括 ROV 把手）	Ø90×324mm（Ø3.5″×12.8″）	Ø150×359mm（Ø5.9″×14.1″）
净重,kg(lbs)	5.2（11.5）	15.0（33.1）
软管/跳线接口	Bennex 或者 ODI	Bennex 或者 ODI
独立冗余电子器件/单个电子器件	是	是
密封垫片/密封	无	无
EB 焊接	是	是
玻璃金属穿透器	是	是
低压/高压舱	是	是
ROV 安装/回收	是	是
改型夹具/护管	是	是
供电电源	12-28VDC	12-28VDC
电流	大约 56mA@24VDC	大约 56mA@24VDC
设计寿命（MTBF）	220000 小时（25 年）	220000 小时（25 年）
附加功能/振动/温度测量	可选	可选

计算机（可选）

最低硬件	拥有 512MB RAM 的奔腾 III（或者同等的）
克莱彭的软件对软件的要求	Windows™2000/2003/XP/NT4
输入	串行、Modbus、以太网、OPC
信号输出	串行、Modbus、以太网、4-20mA、继电器、客户服务器

克莱彭——砂粒、清管器和腐蚀侵蚀监控领域的领导者

自从1994年以来，克莱彭已经成长为国际油气部门的用于砂粒/颗粒监控的无源超声波系统的最大供应商。克莱彭提供的所有产品，粒子监控器、清管器探测器、腐蚀侵蚀监控器和泄漏监控器，基于相同的、已经被很好地证明的技术平台。上部和水下的仪器集成了数字信号处理器（DSP），完全数字化无需模拟滤波器、电路和放大器。

克莱彭超声波智能传感器在传感器自身内部处理所有数据（专利原理），因此能使该仪器辨别砂粒产生的和流体产生的噪声。这对于使用者是非常重要的，因为流速和油/气比率的变化将不会影响系统的性能。

好的信号-噪声（s/n）比率对于这种质量测量来讲是至关重要的，而克莱彭的传感器在这方面是最好的。用新的版本，外部噪声已经被完全消除。

该传感器有存储多达60天的数据的储存容量，甚至能在粒子监控器、清管器探测器或腐蚀侵蚀监控器（用于监控壁厚的变化）之间被重新编程。

克莱彭DSP-06粒子监控器

所有的传感器都非常相似且是可以互换的。这对于传感器要被移动/重新定位或在服务的情况之下是一个优势。

DSP在处理能力上的增加使得传感器在分析流量的时候能够结合来自几个频率范围的信号。克莱彭传感器是多用的，并且是市场上仅有的在传感器和控制系统之间提供双向通信的仪器。这种方案能使传感器通过简单的下载新软件的方式在未来升级。当使用来自传感器的数字输出的时候，他们能被安装在“多站”系统中。该传感器被安装在弯曲之后，在该传感器被安装的地方，粒子（石灰石或者砂粒）被迫到流体之外并且冲击管壁的内侧，产生超声波脉冲。该超声波信号通过管壁被传输，并且被声波传感器自己所拾取。

克莱彭DSP清管器探测器

克莱彭DSP清管器探测器是非侵入式的清管器检测系统，其被设计成用于清管器探测的第一级报警系统，其提供了清管器经过的时刻的精确的和可靠的纪录，并把信号传输给运营者。该检测器也能标示出在清洁操作期间跟随清管器的残渣的量。

克莱彭腐蚀侵蚀监控器（CEM）

CEM监控管壁厚度的任何变化。2个到8个变换器被粘在管（或者是其他金属板结构）的表面，并且被连接到夹在上面的控制单元。该控制单元将连续不断地在变换器之间发送和接收导波，得到覆盖了所选择区域的测量路径网络。

该仪器的工作原理基于通过管的材料传播的超声波信号的传输。所传输的信号被传感器接收，并且使用先进的数据处理方案来分析。

ISO 9001 CERTIFIED COMPANY

CLAMPON®

超声波智能传感器

INMETRO

NORWAY: ClampOn AS, Damsgaardsvn. 131, N-5162 Laksevaag, Bergen, Norway, Phone: +47 5594 8850, Fax: +47 5594 8855, e-mail: mail@clampon.com - **USA:** ClampOn, Inc., 15720 Park Row, Ste. 300 (77084), PO Box 219206 (77218-9206), Houston, TX, USA, Phone: +1 281 492 9805, Fax: +1 281 492 9810, e-mail: info@clamponinc.com – WEB: www.clampon.com