KISTLER

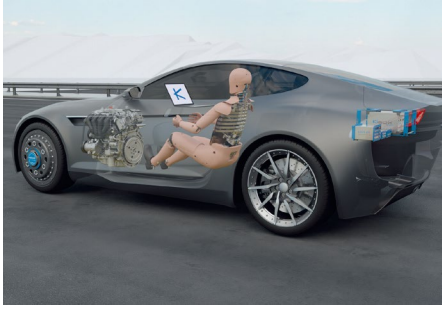
measure. analyze. innovate.

# 船机和发电机组监控

依靠奇石乐传感器技术对大型发动机燃烧
监测与控制实现可靠的效率提升

**绝对关注未来世界**

奇石乐开发解决方案，以应对测量技术中的挑战，产品组合包括传感器、电子组件、系统和服务。我们在减排、质量控制、移动和车辆安全等领域推动物理学的前沿：我们的产品具备行业顶尖的性能，以比肩未来世界的标准，为工业 4.0 的进程提供了理想的基础。这就是我们为创新和增长铺平道路的方式——为我们客户着想，与我们客户并肩。



奇石乐：发动机监测、车辆安全和车辆动力学的高端代名词。我们的产品提供的数据，在为未来世界开发高效车辆方面，发挥着关键的作用。

奇石乐的测量技术确保了在运动诊断、交通数据采集、切削力分析和许多其它应用中的最高性能。在这些应用中，即使在极端条件下也需要绝对可靠的测量。

通过支持全阶段的网络化、数字化生产，奇石乐的系统最大限度地提高了下一代智能工厂的生产效率和成本效益。

# 编者按

**世界正面临着前所未有的挑战。阻止气候变化要求迅速过渡到碳中和的能源生产，而大型内燃机（ICE）在这方面发挥着至关重要的作用。奇石乐正与行业领先的发动机原始设备制造商密切合作，以提供有助于实现转型的传感器和解决方案。**

多年来，当可再生太阳能和风能无法满足需求时，由双燃料发动机驱动的调峰发电厂已经被用于稳定电网。展望未来，由于引入了碳中和的替代燃料，如利用过剩的可再生能源生产的“绿色氢”，这些电网稳定的 ICE 发电厂将变得更加环保。

国际海事组织的温室气体战略要求到 2050 年将国际航运的年温室气体排放总量至少减少 50%。一些主要航运公司制定了更雄心勃勃的目标，最早在 2040 年实现温室气体净零排放。如果要实现这些具有挑战性的目标，航运部门必须迅速引进碳中和的替代燃料，如“绿色氨”或“绿色甲醇”。

在过去的十年里，奇石乐已经交付了数千个缸压传感器，用于持续监测由燃油和天然气驱动的大型发电厂和船舶发动机。我们的 OEM 客户将这些传感器得到的可靠和准确的测量数据，作为对其发动机进行闭环燃烧控制（CLCC）的基础。闭环燃烧控制不仅有助于减少最大 2% 的燃油消耗量，还有助于控制 NOx 的排放，并实现预测性维护。

奇石乐的缸压传感器不仅准确，而且非常坚固可靠。多年应用于最先进发动机的实践经验证明，我们的传感器性能非常稳定，长期跟踪记录显示能够以非常低的总体拥有成本（TCO）提供可靠的测量数据。

未来，测试和验证用于使用替代燃料的发动机的传感器是奇石乐与顶尖发动机原始设备制造商持续密切合作的关键要素。我们与客户携手合作，随时准备迎接碳中和带来的诸多挑战和机遇。

Miika Jussila
OEM 传感器解决方案
业务部门总监

# 目录


**简介**

传感器和系统专业技术 — 一站式供应商 4

**应用**

连续监测 6

离线发动机诊断 8

**产品目录**

为您提供最合适的传感器 10

**服务**

奇石乐 — 您的创新合作伙伴 14

为客户提供全球服务 15

配备奇石乐闭环燃烧控制系统的船机高效运行中

# 传感器和系统专业技术 — 一站式供应商

**如果您需要监测、控制大型发动机，奇石乐是您的不二选择：我们提供高质量的缸压传感器，并以您需要的所有专业技术服务和系统为支持，因此我们有能力根据每个客户的具体需求定制开发高成本效益的解决方案。**

**无忧运行，燃料消耗更低**

大型船机和发电机组高效、安全、可靠的运行依赖于一个关键因素：监测并控制缸压。在连续运行中优化调整并精确地监测燃烧情况让您受益匪浅：节省大笔的燃料消耗开支，同时降低出现故障和过早磨损的风险。为达到这些目标，来自奇石乐的传感器技术为您提供了可靠的解决方案。

**提高效率意味着长期回报**

在奇石乐，我们有为全球大型发动机制造商开发定制解决方案的长期经验为借鉴。我们的专业知识得到众多造船商、航运公司和发电厂运营商的认可。凭借我们专业的传感器技术及全面的系统专业知识，我们可以帮助提升大型船机和发电机组的效率。相关各方的通力合作是我们的基础，开发更具成本效益的解决方案是我们的目标。

**优点**

**出色的运行可靠性**

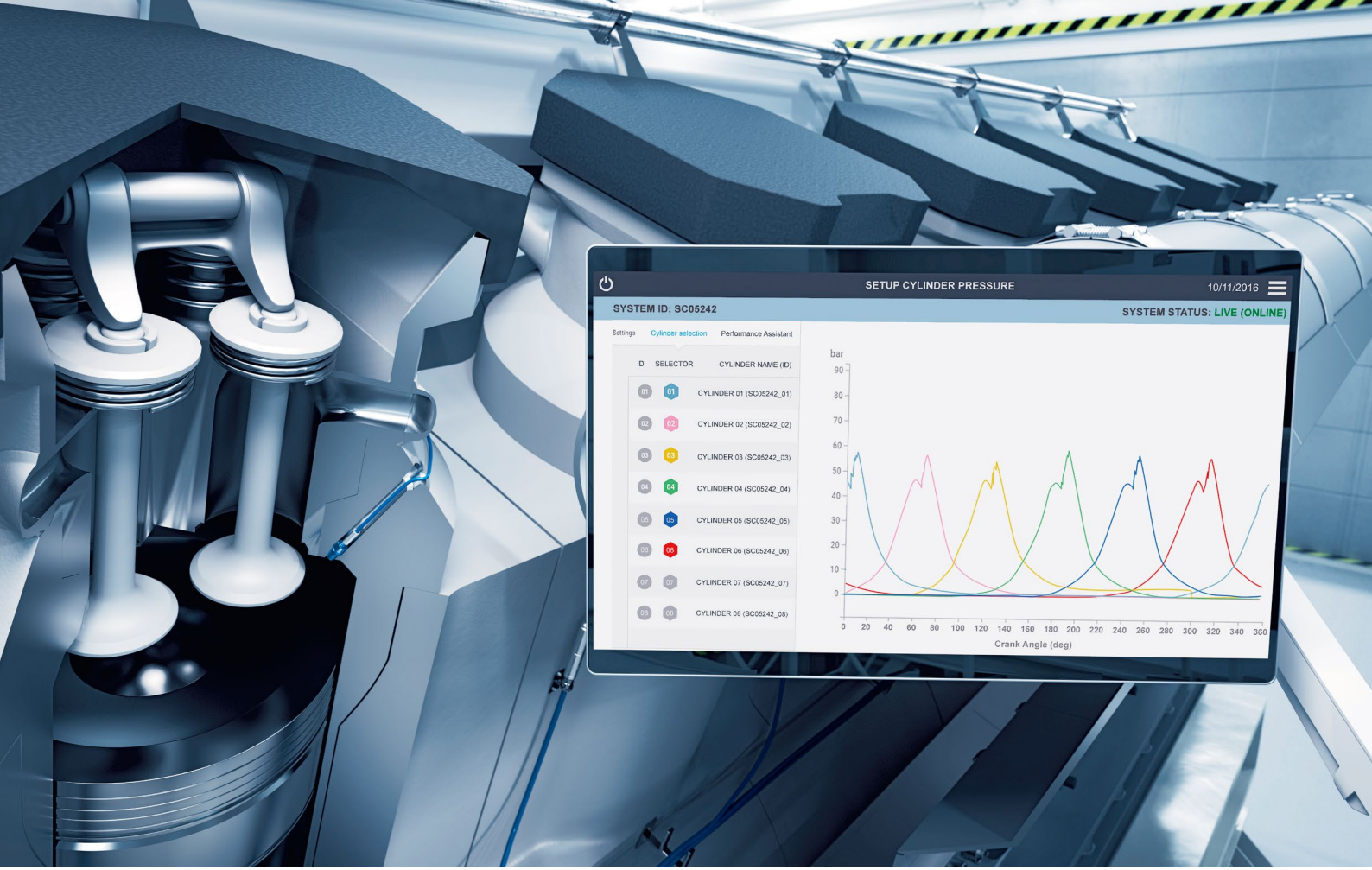
- 久经考验的高质量产品为无忧且持续的运行提供保障

**卓越的技术**

- 重复性、高精度的缸压数据
- 优化燃烧的精准反馈
- 适用于任何应用方案的定制传感器
- 燃料备选灵活/多样化的发动机的理想选择

**资源优化**

- 燃料消耗减少
- 排放量更低
- 服务需求减少
- 传感器使用年限长，资金回报率高




操作简便，效果一流：使用奇石乐压力传感器进行可靠的在线监测

# 连续监测

**来自奇石乐的压电式缸压传感器坚固耐用，可为内燃机 (IC) 的缸压提供多年连续监测服务。**

### 闭环燃烧控制 (CLCC) 提高效率

气缸压力的连续监测为优化任何内燃机的燃烧效率提供了关键因素——实际燃烧过程的反馈控制。通过实现反馈控制，发动机运营者不仅优化了燃料消耗量和排放量，同时减少了发动机磨损，并获得了关键数据获取工具，从而可以进行预防性维护。

### 应用领域

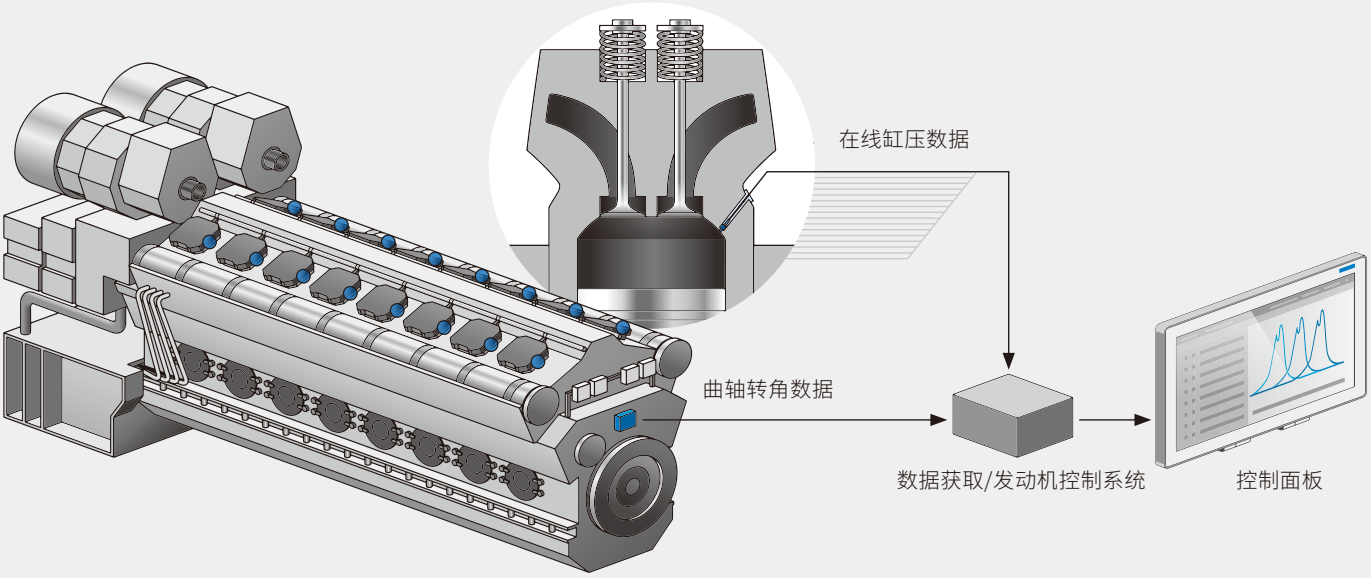
如今许多产业面临着更高的商业期待和越来越严格的发动机监管要求。为应对这种挑战，更广泛地运用尖端发动机技术，以使发动机效率最大化 — 运用受到高度重视的 CLCC 办法提升使用内燃发动机的所有产业的效率。主要的例外情况是，使用双燃料或多种燃料的发动机需要连续监测，不仅是为了提升效率，也是为了在其可以运行的极度多变的燃烧系统内，确保发动机处于健康状态。这方面的特殊情况是，使用替代燃料或可变燃料的发动机需要持续监测，不仅是为了提高燃烧效率，也是确保其在高度可变的燃烧状态下运行时处于健康状态。奇石乐传感器可应用于二冲程或四冲程的使用柴油、汽油或替代燃料的中低速发动机。

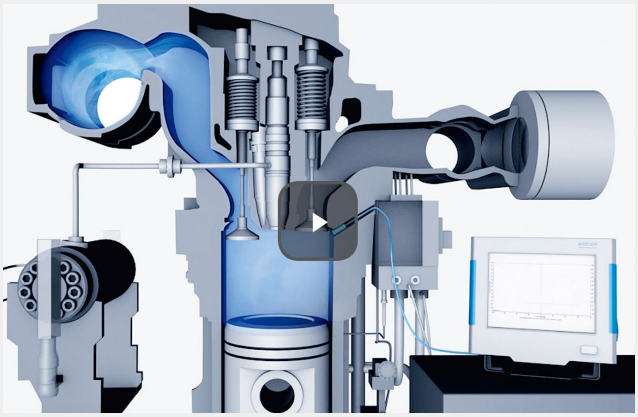
**优点**

- 节省燃料
- 最小化排放量
- 减少磨损
- 优化保养周期

### 认证

# 闭环燃烧控制过程



**闭环缸压控制 — 已上线**
播放动画，通过我们的短片来体验奇石乐可靠、高端的解决方案 — 实现发动最大机效率的可靠方式：

**www.kistler.com/continuous-monitoring**

便捷精确：该奇石乐诊断仪器在最短时间内即可提供离线诊断所必要的数据

# 离线发动机诊断

**缸压是监测中低速发动机的关键因素。该参数是具有重要意义的发动机运行信息，因此定期测量缸压是一项标准步骤 — 且该数据为优化燃料消耗提供了基本依据。**

**来自奇石乐的压力传感器和诊断设备**

奇石乐诊断设备是用于定期记录、评估大型发动机峰值压力的解决方案。这些坚固耐用的仪器被安装在示功阀上，即快捷又简便，并通过长期稳定的传感器提供精确可靠的测量数据，因此奇石乐的测量技术也是其他诊断工具设备制造商的优先选择。

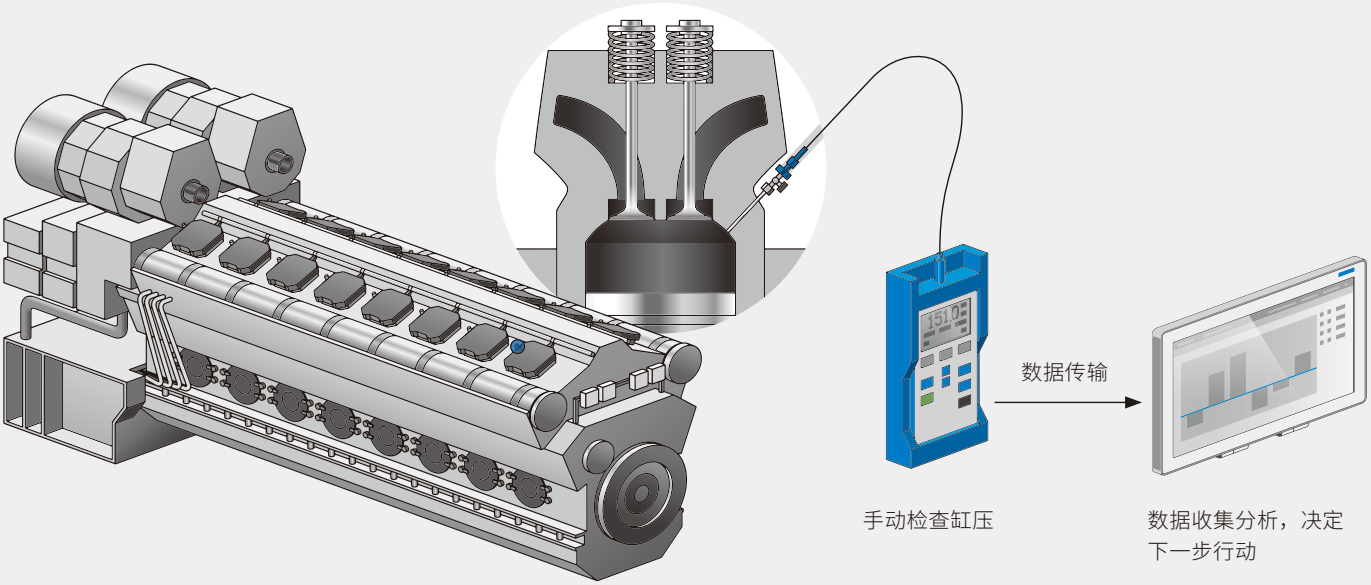
**奇石乐的现场服务**

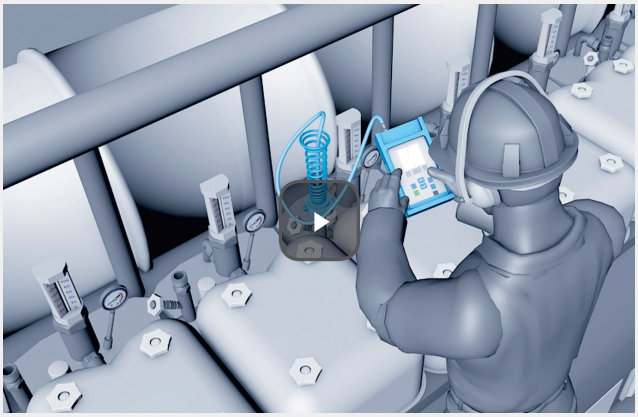
安全可靠的运行对于大型发动机而言是重中之重，因此我们的技术专家时刻准备着在全球范围内随时随地为您提供建议和实践方面的帮助。

**优点**

- 在早期阶段发现损坏
- 优化保养周期
- 符合排放限值
- 气缸平衡便捷
- 优化燃料消耗

# 闭环燃烧控制过程



**离线发动机诊断 — 已上线**
播放动画，通过我们的短片来体验奇石乐可靠、高端的解决方案 — 实现发动最大机效率的可靠方式：

**https://www.kistler.com/INT/en/offline-engine-diagnostics/C00000046**

# 适合您应用的传感器

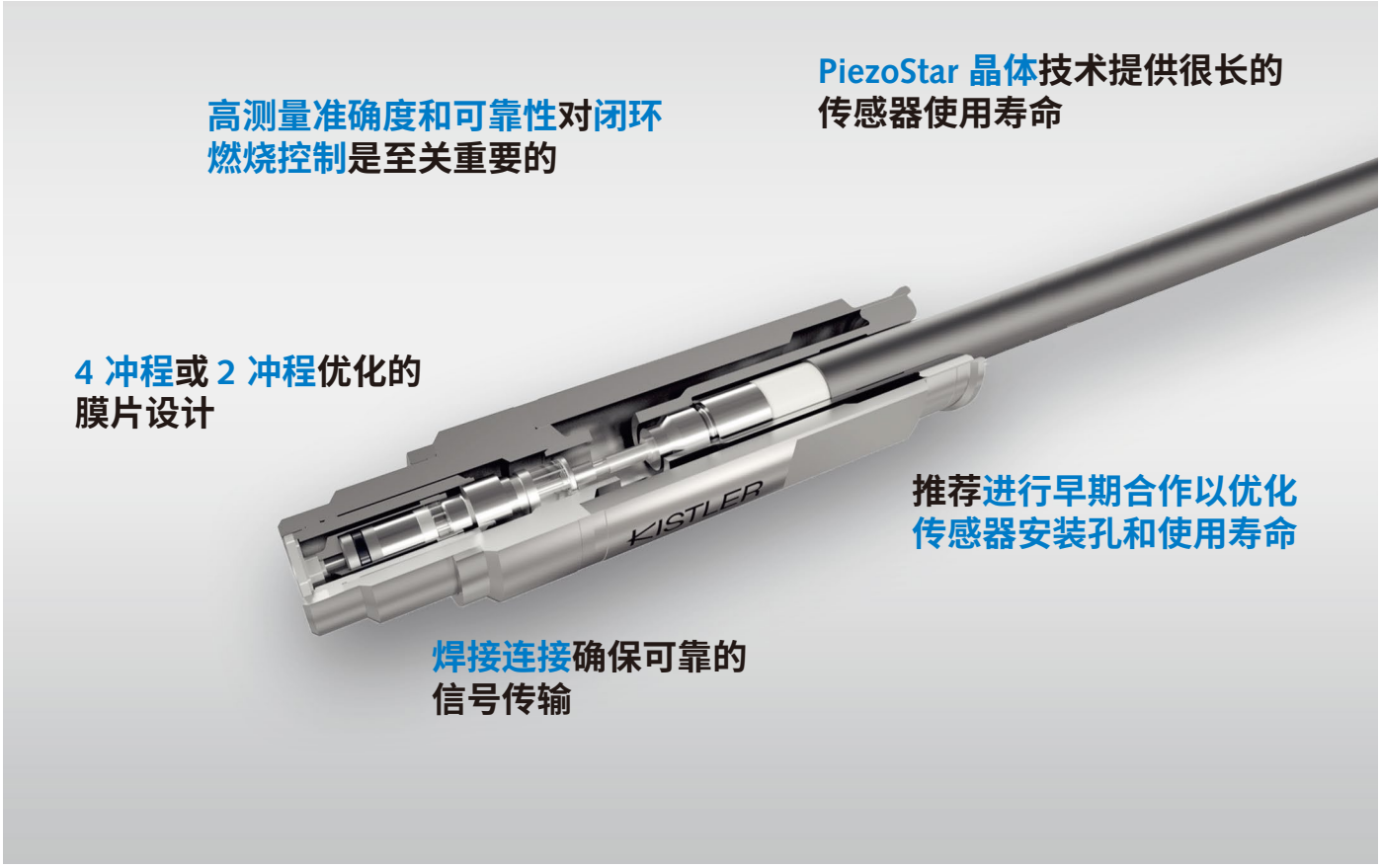
**只有能够实现精确测量的可靠传感器才可以获得准确、可复制的压力测量数值。奇石乐的压电式传感器不仅坚固耐用，而且易于维护。**

**精准且可靠**
奇石乐缸压传感器的核心是一种特别开发的压电式敏感元件。这使得传感器在整个使用寿命期间内，即便在苛刻环境下，也能提供精准、稳定的测量结果。奇石乐缸压传感器可在最大压力值 350 bar 及/或最高温度 350°C 的范围内进行高精确度的测量。

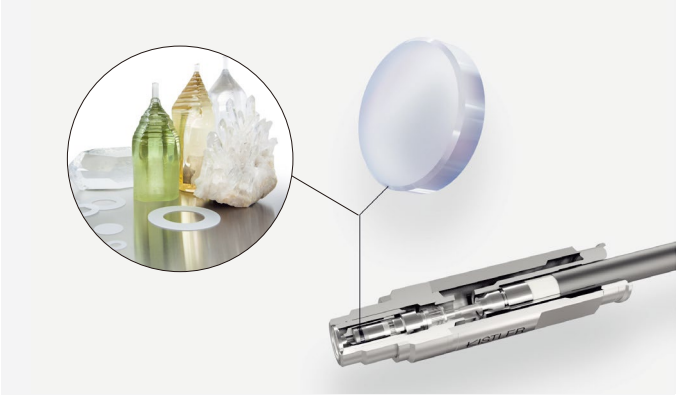
**适应您的独特环境**
奇石乐的“antistrain”专利设计降低了测量部件对不同安装条件的敏感度，这种强化的灵活性保证传感器能够轻松融入各种环境。

**传感器的工作寿命**
由于具备灵活的燃料适应性，各型号缸压传感器可应用于使用柴油、天然气或替代燃料的大型二冲程和四冲程发动机。传感器的设计使用寿命为数千个工作小时；然而，单个传感器的使用寿命也很大程度上取决于具体的应用。

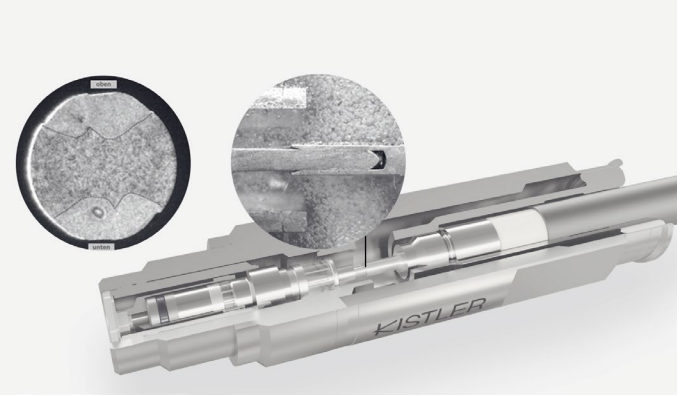
**Kistler PiezoStar 晶体**
- 高灵敏度
- 使用寿命内高稳定性
- 工业化生产
- 多年的实践经验




奇石乐传感器 6635A1 型用于闭环缸压控制



奇石乐 PiezoStar 晶体的灵敏度最大是石英晶体的 5 倍：它提供极佳的测量稳定度，并且几乎不受温度的影响。




焊接连接确保在大振动和机械冲击的恶劣环境中实现可靠、无损的信号传输。

# 4 冲程发动机闭环燃烧控制传感器

| 技术指标 | | 6635A1 型 | 6634A1 型 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| 压力范围 | bar | 0 ... 350 | 0 ... 250 |
| 灵敏度 | μA/bar / mV/bar | 50 μA/bar | 10 mV/bar |
| 线性度 | %FSO | <±0.5 | ≤±0.5 |
| 工作温度范围 | °C | –40 ... 350 | –40 ... 350 |
| 频率范围 | Hz | 0.016 ... 10 000 | 0.02 ... 10 000 |
| 信号输出 | | 4 ... 20 mA/3 线制电隔离 | 0 ... 5 V/3 线制电隔离 |
| 特点 | | • 优异的使用寿命<br>• 适合爆震检测 | • 优异的使用寿命<br>• 适合爆震检测 |

# 2 冲程发动机闭环燃烧控制传感器

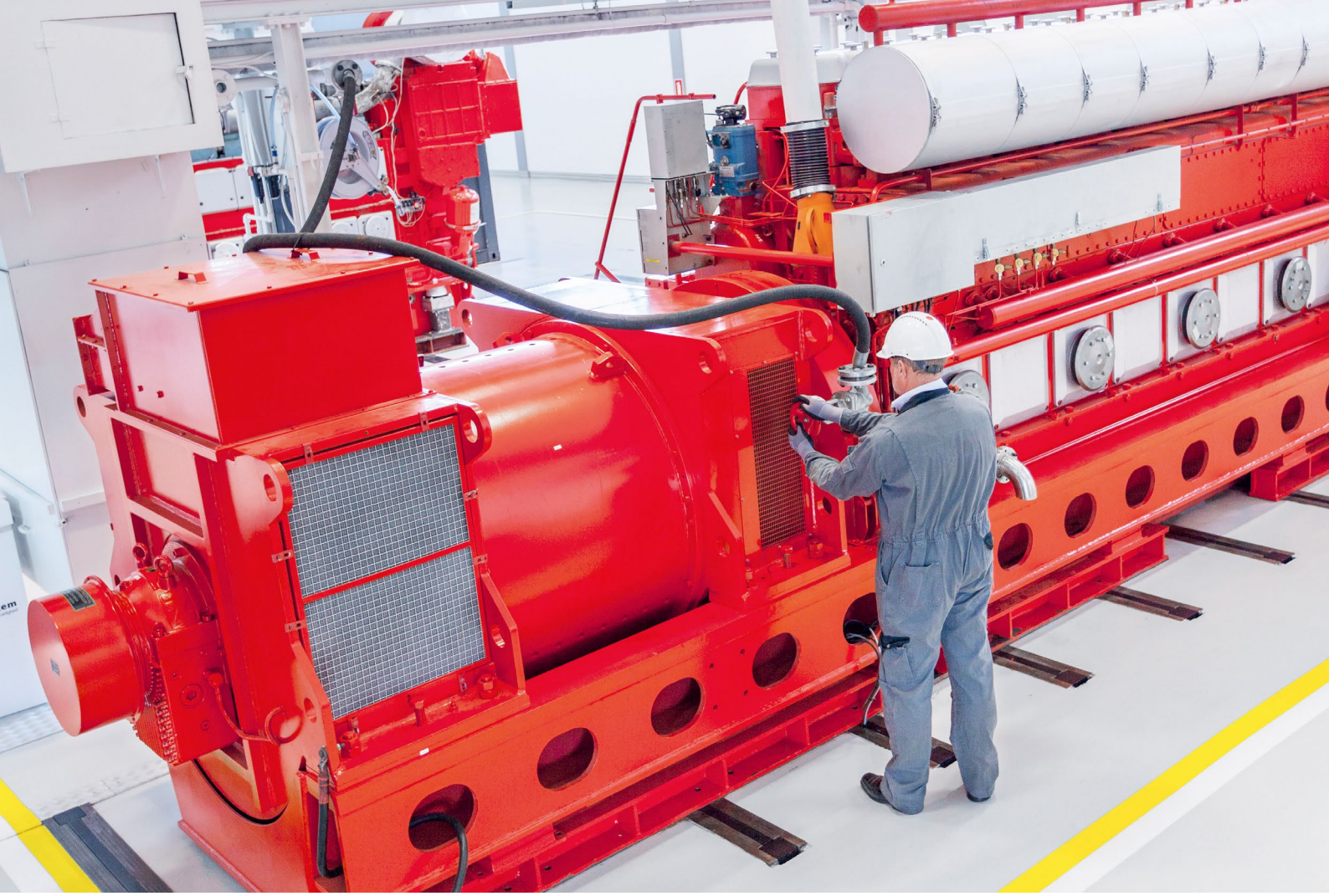
| 技术指标 | | 7636A2 型 | 6636A2 型 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| 压力范围 | bar | 0 … 250 | 0 … 250 |
| 灵敏度 | μA/bar | 50 μA/bar | 50 μA/bar |
| 线性度 | %FSO | <±0.5 | <±0.5 |
| 工作温度范围 | °C | –40 ... 350 | –40 ... 350 |
| 频率范围 | Hz | 0.016 ... 10 000 | 0.016 ... 10 000 |
| 信号输出 | | 4 … 20 mA/3 线制电隔离 | 4 … 20 mA/3 线制电隔离 |
| 特点 | | • 前端密封或肩部密封<br>• 优异的使用寿命<br>• 适合爆震检测<br>• 安装螺纹 M14x1.25 | • 优异的使用寿命<br>• 适合爆震检测<br>• 配用奇石乐专利适配器 7523B…可减少燃烧积碳的形成<br>• 安装螺纹 M10x1 |

# 机械维护工具

| 技术指标 | 2516B12 型 |
|---|---|
| | |
| | **2516B 型发动机峰值仪**<br>2516B 型支持监测速度最高至 4 000 rpm 的发动机。与峰值仪一并提供的配件所包含的数据评估软件提供图形化视图，并记录下列参数： |
| 特点 | • 最大峰值压力 (pmax)<br>• 最小峰值压力 (pmin)<br>• 平均峰值压力 (pav)<br>• 峰值压力的标准偏差 (Sdev)<br>• 最大压力曲线梯度 (dp/ca)<br>• 速度 (r/min)<br>• 当前峰值压力；测量功能不受时间限制 (ppeak) |

| 技术指标 | 6513AK 型 |
|---|---|
| | |
| | **汤姆逊适配器**<br>汤姆逊适配器是适用于大多数发动机上几乎所有的指示阀的标准工具。它仅适用于短期压力测量。建议将传感器与 6513AK 型适配器一起使用，该适配器可提供额外的冷却功能，以降低传感器的温度并最大限度地延长使用寿命。 |

| 技术指标 | | 6019A110 型 | 6619AP25 型 | 6619AP35 型 |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| 压力范围 | bar | 0 ... 350 | 0 ... 250 | 0 … 350 |
| 线性度 | %FSO | <±0.3 | <±0.3 | <±0.3 |
| 工作温度范围 | °C | –40 ... 350<br>(最大允许温度 400°C，连续工作不超 10 分钟) | –40 ... 350<br>(最大允许温度 400°C，连续工作不超 10 分钟) | –40 ... 350<br>(最大允许温度 400°C，连续工作不超 10 分钟) |
| 灵敏度 | | 30 pC/bar | 20 mV/bar (Piezotron) | 13mV/ bar (Piezotron) |
| 特点 | | • 优异热稳定性的高准确度传感器<br>• 扩展的温度范围 400°C<br>• 安装螺纹 M10x1<br>• 电荷输出 | • 优异热稳定性的高准确度传感器<br>• 扩展的温度范围 400°C<br>• 安装螺纹 M10x1<br>• 6619AP25AK: 传感器安装在汤姆逊适配器6513AK 中 | • 优异热稳定性的高准确度传感器<br>• 扩展的温度范围 400°C<br>• 安装螺纹 M10x1<br>• 6619AP35AK: 传感器安装在汤姆逊适配器 6513AK 中 |
| 应用 | | 一般与奇石乐的电荷放大器结合使用。 | 替代 7613C 使用，具有相同的量程、灵敏度和接头。<br>注意：不同的安装螺纹，需要安装在示功阀上时，请订购 6619AP25AK | 250bar 以上压力测量的最新型号<br><br>与奇石乐新型峰值仪 2516B12 结合使用 |



# 奇石乐 — 您的创新合作伙伴

我们通过奇石乐的全球服务网络，向客户提供支持以及定制服务。奇石乐将根据每个客户的具体情况，确定提供服务的最佳地点，以最大程度地满足客户的时间要求。

**PMI 校准盒：**
MAN ME - 发动机装配的 PMI 自动调校系统以在线传感器测量缸压。奇石乐 PMI 校准盒（由一个手持仪器和一个高精准度的参考传感器组成）用于调试和定期校准。为确保正常发挥功能，奇石乐建议每 5 年对仪器和传感器进行一次再校准。由此确保发动机高效运行。我们建议在全面检修时进行再校准。奇石乐将负责运输并按时返还仪器。

**现场测量：**
除基本数据检索或自动校准程序外，分析解读缸压的测量数据也需要具备一定程度的专业技术。奇石乐通过经验丰富的专业人士及额外的租赁设备 ( 例如我们的便携式燃烧分析系统 — 奇石乐 KiBox) 为您解决具体的测量问题，或对任何发动机进行更为详细的技术分析。

**改造与适配：**
我们可通过对现有的大型柴油/汽油/混合燃料发动机进行燃烧控制技术改造，使其具备缸压监测优势。我们的专家愿意就任何特定的发动机应用与您共同讨论制定最佳的技术解决方案。

**咨询与工程：**
从特定技术问题的定制解决方案到压力测量或燃烧控制方面的内部培训，经验丰富的奇石乐专家愿意随时为您提供指导和建议。奇石乐有能力凭借其技术知识帮助我们的客户及时找到解决方案。

- 销售中心
- 技术中心
- 生产中心

# 为客户提供全球服务

奇石乐拥有全球化的销售和服务网络，使我们能和客户紧密合作，分布于 60 个地区的 2000 多名员工致力于发展最新的测量解决方案，并根据客户需求提供各个应用领域的现场支持。

960-712c-04.23 ©2023, Kistler Group

**瑞士奇石乐集团**
Eulachstrasse 22
8408 Winterthur Switzerland
电话：+41 52 224 11 11

奇石乐集团产品受不同知识产权保护。如需了解相关信息，
则请访问网站：**www.kistler.com**。
奇石乐集团包括 Kistler Holding AG 及其所有在欧洲、亚洲、
美洲及大洋洲的分部。

**中国总部**
地址：上海市闵行区申长路 1588 弄 15 号楼， 201107
电话：021-2351 6000
邮箱：marketing.cn@kistler.com
**www.kistler.com**

KISTLER
measure. analyze. innovate.