

5265MG 机械式静胶凝强度测量模块

自 90 年代初期开始，全球固井行业开始大规模用超声波测量水泥静胶凝强度技术替代机械法测量静胶凝强度技术，但是对于注气水泥/部分胶乳/少量低密度水泥等特殊水泥浆体系，由于水泥浆中的存在气体界面或者物质分层等因素对超声波信号存在反射与干扰，造成超声波对这类特殊水泥浆体系测量存在较大误差，而传统的机械剪切法测量静胶凝强度又存在重复性低/误差大的弊病。

为了解决这个问题，美国千德乐工业仪器公司集合全球 200 多家合作单位的实验数据并与斯伦贝谢、雪佛龙、康菲、沙特阿美等公司合作，开发了新型 5265MG 机械式静胶凝强度测量模块，作为超声波仪器的补充模块，可直接安放在超声波仪器上。通过添加这个模块可使千德乐超声波仪器不但具有超声波测量静胶凝功能，还具有机械法测量水泥静胶凝强度功能，针对不同水泥浆体系，用户可选择最适合的测量方式。

新型机械静胶凝强度测量模块采用特别低的转速叶片剪切水泥，类似“静”态测量，大大减少了传统机械剪切法测量静胶凝对水泥静胶凝结构的破坏，在测量静胶凝强度的同时也可尽量维持水泥浆的胶凝结构不被破坏。

千德乐 5265MG 机械式静胶凝强度测量模块有两种可选测量方法（API 10 推荐方法）：

- 方法一：按照启动/停止周期转动叶片剪切水泥，测量剪切应力，从而得到静胶凝强度
- 方法二：以很低的转速叶片连续剪切水泥，测量剪切应力，从而得到静胶凝强度

机械旋转方法测量水泥静胶凝强度是一个很“古老”的方法，但准确测量却十分困难，机械法要准确测量静胶凝强度，以下四点是关键因素：

- 1) 叶片形状
- 2) 叶片转速与剪切应力测量
- 3) 压力控制精度
- 4) 软件算法

千德乐 5265MG 机械式静胶凝强度测量模块的叶片设计采用了有限元模拟剪切流体，为一种平板带孔叶片结构，这种形状经过石油行业众多油服公司使用验证与认可，测量时能维持水泥胶凝结构，大大减少对于水泥胶凝结构的破坏，同时又很耐用，充分考虑了多次实验，水泥闪凝与凝固对于叶片以及测量精度的影响。千德乐 5265MG 机械式静胶凝强度测量模块也可以挂接其它几何尺寸的叶片。

当水泥浆倒入后，叶片按照 150RPM 搅拌水泥浆，升温升压，到设定温度压力后搅拌预制水泥浆（比如 20 分钟），然后开始测量，测量时叶片会反转以极低转速剪切水泥浆，通过精密压力传感器测量叶片上的剪切应力，经过软件特殊算法，可以得到水泥浆的静胶凝强度，这样水泥预制和测量在同一个釜体内完成。可编程马达系统可连续剪切测量也可以间歇剪切测量，符合 API 10B-6 和 ISO 10426-6。

千德乐 5265MG 机械式静胶凝强度测量模块采用特别精确的步进马达，叶片转速：0.2 度/分钟 - 150 RPM 的转速旋转，马达采用磁力耦合驱动旋转叶片，扭矩测量传感器放置在外部的，远离高温高压，避免高温高压对扭矩测量的影响，扭矩测量范围为 10-1500 lbf/100 ft²。



机械式静胶凝强度测量模块
安装在超声波主机上

对于高温对剪切应力传感器测量精度的影响，千德乐采用了自己独有的外置磁力耦合旋转编码器测量剪切应力，磁力耦合旋转编码器放置在样品釜外部，远离高温高压，避免了高温高压、样品颗粒对剪切应力测量的影响。

千德乐 5265MG 机械式静胶凝强度测量模块本身不带温度与压力部分，压力釜外径与千德乐 UCA or SGSA 一样，测量时可直接把压力釜安装在千德乐超声波仪器上即可测量，压力控制采用借用超声波仪器的外置精密计量泵（柱塞泵）控制压力，温度控制借用超声波仪器的温度控制器控制实验温度。

压力控制精度是机械法测量水泥静胶凝强度很关键的指标之一，为了减少压力波动对数据重复性、可靠性的影响，千德乐采用了外置精密计量泵（柱塞泵）控制压力，这种泵是一种马达驱动柱塞泵，最大压力 138MPa，可以无脉动的精密控制压力，确保压力控制精度在 25PSI 以内，这种泵没有任何震动，避免了压力波动或者震动对测量数据的影响，操作十分简单，配有 PumpWorks™ 计算机操作软件，可以通过软件控制泵，操作软件也可实时显示泵的状态，比如每个泵筒的位置，活塞移动方向，流速、压力、泵筒体积、总泵送体积、压力传感器信息等等参数。



机械法测量静胶凝强度的灵魂是软件算法，千德乐搜集全球超过 200 家油田服务公司、研究单位、油井水泥生产企业提供的合作实验测试数据，经过与斯伦贝谢、雪佛龙、康菲、沙特阿美等油服公司通力合作，经过多次升级和完善，最终形成自己独有的千德乐机械式静胶凝强度算法并在行业内得到广泛认可与验证。

千德乐 5265MG 机械式静胶凝强度测量模块配备的软件是 5270 计算机数据采集与控制软件，通过软件可执行全自动操作，可按程序控制实验温度/压力/马达转速并实时采集实验曲线，软件内置了移动平均/boxcar 等处理工具，可以对胶凝强度曲线进行平滑处理，也可以对于 SGS 测量进行校准（砝码校准）。

5265MG 机械式静胶凝强度模块主要技术指标：

最高压力：138MPa，压力控制精度+25PSI 或者 0.2MPa

最高温度：400°F (204°C)，温度控制采用可编程 PID 控制器控制

测量转速：0.2 度/分钟或者启动 / 停止间歇

水泥浆预制转速：150RPM

剪切应力测量范围：10 - 1500 lbs/100ft²

扭剪切应力测量精度：±1% of F.S. 或者好于

平板叶片设计，也可以挂接其它几何尺寸叶片

利用 5270 数据采集软件采集与计算静胶凝强度，包括马达控制，标定功能

静胶凝强度算法经过了斯伦贝谢、雪佛龙、康菲、沙特阿美等石油公司的验证与认可。

压力釜设计符合 ASME, CE/PED and NRTL 认证，符合 API RP10B-6

压力釜外径与千德乐 UCA or SGSA 一样

CHANDLER ENGINEERING

在中国的业务请联系下面公司：

成都千德乐科技有限责任公司

公司地址：成都市高新区吉泰五路 118 号天合凯旋广场 2 栋 9 楼 2 号 · 邮政编码：610041

电话：028-86162896；86162897

传真：028-86162892

网站：www.Qiandele.com