

Análisis rápido de gas de pozo del control geológico de lodos con el sistema micro-GC Agilent 990

Autor

Jie Zhang
Agilent Technologies, Inc.

Introducción

El control geológico de lodos es un proceso para obtener información sobre la litología y el contenido de fluidos de un área de perforación. La monitorización de gas, tanto de tipo como de cantidad, es una de las tareas más críticas en el control geológico de lodos. Los datos precisos de gas registrados durante la perforación son de gran valor en la evaluación adecuada de la reserva, y pueden identificar zonas productoras potencialmente pasadas por alto. La cromatografía de gases (GC) es la técnica utilizada principalmente para la identificación y medición de gases durante el proceso del control geológico de lodos. El componente más común en el gas en los pozos de control geológico de lodos es el metano; hidrocarburos más pesados como el etano (C_2), propano (C_3), y butano (C_4) puede indicar una zona de petróleo o gas húmedo. También es necesario monitorizar moléculas más pesadas, hasta C_7 .

La velocidad de análisis es importante en el proceso de control geológico de lodos, porque cuanto más detallada sea la información generada para la profundidad de perforación de la unidad, más precisa será la evaluación de la reserva. El sistema micro-GC Agilent es un cromatógrafo ideal para el análisis rápido y fiable del gas de pozo. El sistema micro-GC Agilent 990 ha heredado las características de la generación anterior.¹: compacto, ahorro de energía y elevada velocidad de análisis. Además de las características enumeradas, el sistema micro-GC Agilent 990 puede ofrecer una mejor experiencia de usuario. La instalación del canal analítico es mucho más fácil. Se puede hacer en tres pasos en varios minutos. Se utiliza una pantalla táctil a color para mostrar el estado del instrumento y las configuraciones clave, como la configuración de red, la licencia del instrumento disponible y la versión del firmware. La versión de cabina estándar puede albergar dos canales analíticos. La versión de cabina ampliada se puede conseguir fácilmente integrando dos módulos principales de versión estándar con una placa principal y una pantalla táctil LCD. Se pueden albergar hasta cuatro canales en la versión ampliada. El módulo de control electrónico dinámico de gas (DEGC) se ha desarrollado para proporcionar control de presión con mayor precisión, exactitud y estabilidad.

Este estudio demuestra el análisis de hidrocarburos en el proceso de control geológico de lodos en la plataforma micro-GC 990. Se usó una versión estándar equipada con dos canales analíticos para el análisis de hidrocarburos C_1 to C_5 . Se usó una versión ampliada, configurada con tres canales, para el análisis extendido de gases de control geológico de lodos de componentes más pesados (hasta C_8).

Las Tablas 1 y 2 muestran las condiciones de prueba para cada canal. Se usó gas de un pozo de control geológico de lodos simulado para la verificación de la configuración. La Tabla 3 enumera información de muestra detallada.

Análisis estándar de control geológico de lodos

Se analizaron hidrocarburos desde C_1 hasta C_5 . El canal CP-PoraPLOT Q de 4 m (opción DEGC recto, sin retroflujo de la precolumna) se usó para el análisis de propano, butano, isobutano, pentano e isopentano. Se utilizó el canal CP-PoraPLOT Q de 10 m con opción de retroflujo para el análisis de C_1 y C_2 . Se implantó la opción de retroflujo para eliminar los componentes más pesados de la precolumna antes de que entraran en la columna analítica. Esto ayudó a reducir el tiempo de análisis, de lo contrario el análisis habría durado más debido a la elución tardía de los componentes más pesados en la columna PPQ de 10 m.

Análisis ampliado de control geológico de lodos

Se analizaron hidrocarburos tan altos como C_8 . El canal CP-PoraPLOT Q de 10 m (opción de retroflujo DEGC) fue para el análisis de hidrocarburos de C_1 hasta C_2 y CO_2 ; la columna CP-Sil 5CB de 4 m con opción de retroflujo fue para el análisis de hidrocarburos de C_3 hasta C_5 . En este canal, a los analitos son más pesados que C_5 se aplicó un retroflujo antes de entrar a la columna analítica, lo que ayudó a garantizar un tiempo de análisis corto y una línea base limpia para el próximo análisis. Se utilizó el canal CP-Sil 5CB de 4 m (opción DEGC recto) para el análisis de los hidrocarburos C_6 y C_8 .

Instrumentos

| Control geológico de lodos estándar | | Control geológico de lodos ampliado | |
|--|------------------------------|--|------------------------------|
| Tipo de canal | Componentes para el análisis | Tipo de canal | Componentes para el análisis |
| Canal con retroflujo CP-PoraPLOT Q de 10 m | C_1 , C_2 , y CO_2 | Canal con retroflujo CP-PoraPLOT Q de 10 m | C_1 , C_2 , y CO_2 |
| Canal recto CP-PoraPLOT Q de 4 m | De C_3 hasta C_5 | Canal con retroflujo CP-Sil 5CB de 4 m | De C_3 hasta C_5 |
| | | Canal recto CP-Sil 5CB de 4 m | De C_6 hasta C_8 |

Tabla 1. Condiciones de prueba para el análisis estándar de gases de pozo de control geológico de lodos.

| | Tipo de canal | |
|---------------------------------|--|----------------------------------|
| | Canal con retroflujo CP-PoraPLOT Q de 10 m | Canal recto CP-PoraPLOT Q de 4 m |
| Gas portador | Helio | Helio |
| Temperatura del inyector | 110 °C | 110 °C |
| Tiempo de inyección | 40 ms | 40 ms |
| Presión en la cabeza de columna | 240 kPa | 200 kPa |
| Temperatura de la columna | 60 °C | 150 °C |
| Tiempo de retroflujo | 5,5 segundos | NA |

Tabla 2. Condiciones de prueba para el análisis ampliado de gases de pozo de control geológico de lodos.

| | Tipo de canal | | |
|---------------------------------|--|---|--------------------------------|
| | Canal con retroflujo CP-PoraPLOT Q de 10 m | Canal con retroflujo CP-Sil 5CB, de 4 m | Canal recto CP-Sil 5CB, de 4 m |
| Gas portador | Helio | Helio | Helio |
| Temperatura del inyector | 110 °C | 110 °C | 110 °C |
| Tiempo de inyección | 40 ms | 80 ms | 40 ms |
| Presión en la cabeza de columna | 240 kPa | 150 kPa | 200 kPa |
| Temperatura de la columna | 60 °C | 60 °C | 120 °C |
| Tiempo de retroflujo | 5,5 segundos | 13 segundos | NA |

Tabla 3. Gas de pozo de control geológico de lodos simulado.

| Compuesto n.º | Nombre del compuesto | Concentración (mol/mol) |
|---------------|----------------------|-------------------------|
| 1 | Metano | 2,02 % |
| 2 | Etano | 0,251% |
| 3 | Propano | 997 ppm |
| 4 | Isobutano | 495 ppm |
| 5 | Butano | 300 ppm |
| 6 | Isopentano | 173 ppm |
| 7 | Pentano | 204 ppm |
| 8 | Hexano | 52,6 ppm |
| 9 | Metilciclopentano | 50,1 ppm |
| 10 | Benceno | 49,1 ppm |
| 11 | Ciclohexano | 47,7 ppm |
| 12 | Heptano | 49,0 ppm |
| 13 | Metilciclohexano | 49,2 ppm |
| 14 | Tolueno | 49,3 ppm |
| 15 | Octano | 50,4 ppm |
| 16 | Nitrógeno | Equilibrio |

Resultados y comentarios

La Figura 1 muestra el cromatograma para la separación del metano y etano en el canal de retroflujo CP-PoraPLOT Q de 10 m. No hay CO_2 en el gas de pozo del control geológico de lodos simulado. Se inyectó un estándar de gas natural con metano, CO_2 y etano para encontrar la posición del pico CO_2 . El cromatograma de la Figura 1B puede usarse como referencia, si la muestra de control geológico de lodos real contiene CO_2 . La figura 2 muestra el cromatograma de los compuestos de C_3 hasta C_5 en el canal CP-PoraPLOT Q de 4 m. En el proceso de control geológico de lodos, la velocidad de separación es un desafío para el análisis por GC. El sistema micro-GC Agilent 990 aborda la separación de toda la muestra mediante el análisis de subconjuntos de muestra en diferentes canales. El tipo de fase estacionaria, la presión en la cabeza de la columna y la temperatura de columna se seleccionan y optimizan de acuerdo con el subconjunto específico de analitos. Este planteamiento de análisis puede ayudar a acelerar la velocidad de análisis total. El tiempo de análisis está determinado por el canal en el que la separación lleva más tiempo. En el análisis estándar de control geológico de lodos, la separación en cada canal se puede completar en 30 segundos. La combinación de los resultados del análisis en diferentes canales proporciona información cualitativa y cuantitativa completa sobre toda la muestra.

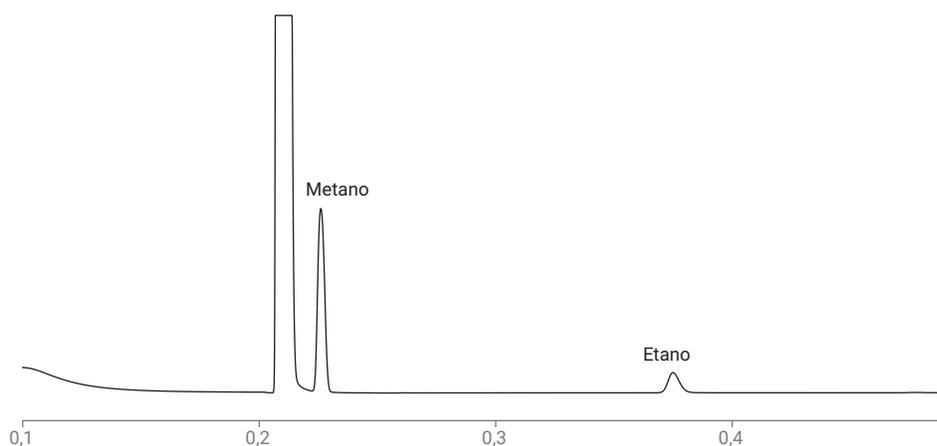


Figura 1A. Análisis estándar de control geológico de lodos, canal 1: análisis de metano y etano en canal con retroflujo CP-PoraPLOT Q de 10 m.

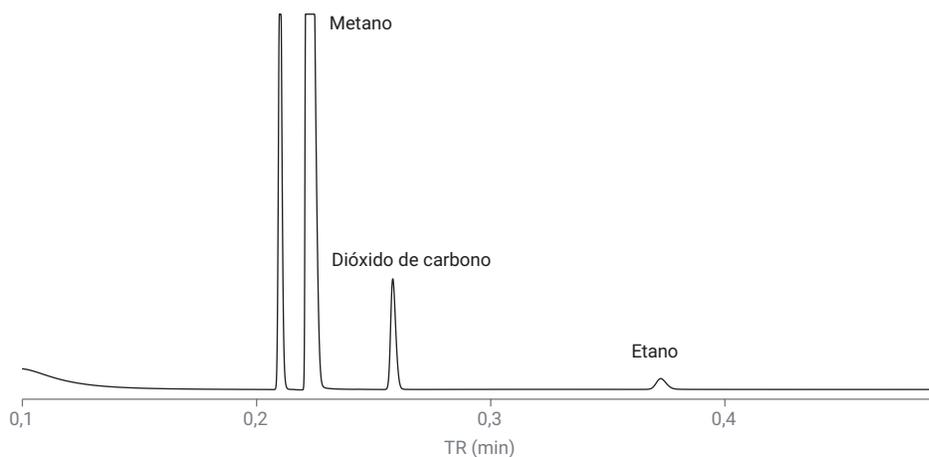


Figura 1B. Análisis estándar de control geológico de lodos, canal 1: Determinación de picos de CO_2 mediante análisis estándar de gas natural en canal con retroflujo CP-PoraPLOT Q de 10 m.

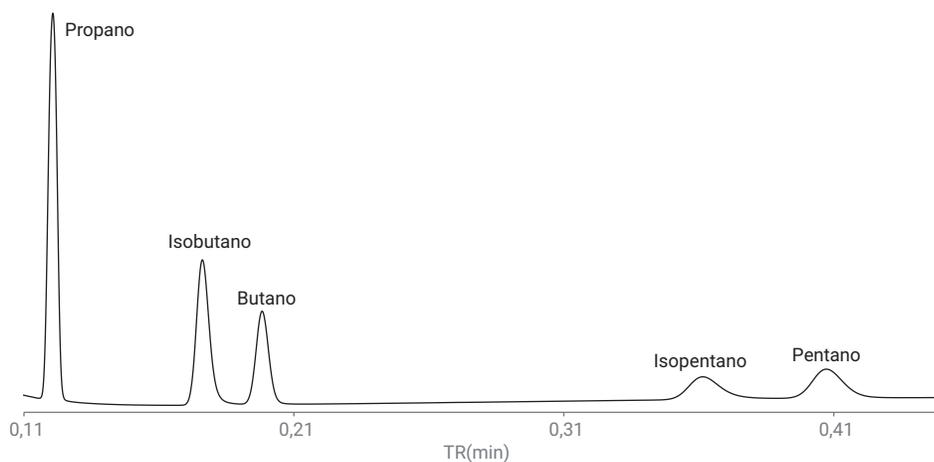


Figura 2. Análisis estándar de control geológico de lodos, canal 2: Análisis de los componentes de C_3 hasta C_5 en canal recto CP-PoraPLOT Q de 4 m.

Las Tablas 4A y 4B muestran el tiempo de retención (TR) y la reproducibilidad del área para 10 inyecciones. El % RSD del área está por debajo del 0,2 % y el % RSD del TR está en el rango de 0,003 % a 0,02 %, lo que demuestra el excelente rendimiento del sistema micro-GC Agilent 990 y garantiza resultados cualitativos y cuantitativos con un alto nivel de confianza.

Tabla 4A. Precisión de área de pico de 10 inyecciones consecutivas en los canales CP-PoraPLOT Q de 10 m y CP-PoraPLOT Q de 4 m.

| Compuesto | Metano | Etano | Propano | Isobutano | Butano | Isopentano | Pentano |
|------------------|--------|-------|---------|-----------|--------|------------|---------|
| Área (mv × s) | 8,568 | 1,585 | 1,429 | 0,806 | 0,512 | 0,312 | 0,386 |
| | 8,567 | 1,585 | 1,429 | 0,806 | 0,511 | 0,312 | 0,386 |
| | 8,566 | 1,586 | 1,429 | 0,806 | 0,511 | 0,311 | 0,386 |
| | 8,574 | 1,586 | 1,429 | 0,806 | 0,512 | 0,313 | 0,385 |
| | 8,576 | 1,588 | 1,430 | 0,805 | 0,511 | 0,312 | 0,386 |
| | 8,576 | 1,588 | 1,430 | 0,806 | 0,512 | 0,311 | 0,386 |
| | 8,565 | 1,587 | 1,429 | 0,805 | 0,511 | 0,311 | 0,386 |
| | 8,566 | 1,585 | 1,430 | 0,805 | 0,511 | 0,312 | 0,386 |
| | 8,581 | 1,588 | 1,430 | 0,805 | 0,512 | 0,312 | 0,386 |
| | 8,568 | 1,587 | 1,430 | 0,806 | 0,511 | 0,312 | 0,386 |
| % RSD del área | 0,065 | 0,080 | 0,037 | 0,064 | 0,101 | 0,203 | 0,082 |

Tabla 4B. El TR y la reproducibilidad de 10 inyecciones en los canales CP-PoraPLOT Q de 10 m y CP-PoraPLOT Q de 4 m.

| Compuesto | Metano | Etano | Propano | Isobutano | Butano | Isopentano | Pentano |
|--------------|--------|-------|---------|-----------|--------|------------|---------|
| TR (min) | 0,224 | 0,373 | 0,121 | 0,176 | 0,198 | 0,362 | 0,407 |
| % RSD del TR | 0,003 | 0,004 | 0,011 | 0,033 | 0,006 | 0,003 | 0,003 |

Para el análisis ampliado de control geológico de lodos, el canal 1 es el mismo que la versión estándar: canal de retroflujo CP-PoraPLOT Q de 10 m para el análisis de metano, CO₂ y etano. La Figura 3 muestra el cromatograma de los componentes de C₃ hasta C₅ en el canal 2, el canal de retroflujo CP-Sil 5CB de 4 m.

La figura 4 muestra el cromatograma de los componentes C₆ to C₈ en el canal 3, el canal recto CP-Sil 5CB de 4 m. El último pico, el octano, eluyó en 35 segundos. La Tabla 5 muestra el % RSD del TR y el área para los componentes de C₃ hasta C₈ analizados en la configuración ampliada de control geológico de lodos. Los % RSD del TR para los componentes de C₃ hasta C₈ son mejores que el 0,02 %, y los % RSD del área son inferiores al 1 %, lo que prueba la presión estable y el control de temperatura de la columna y la respuesta repetible del TCD 990.

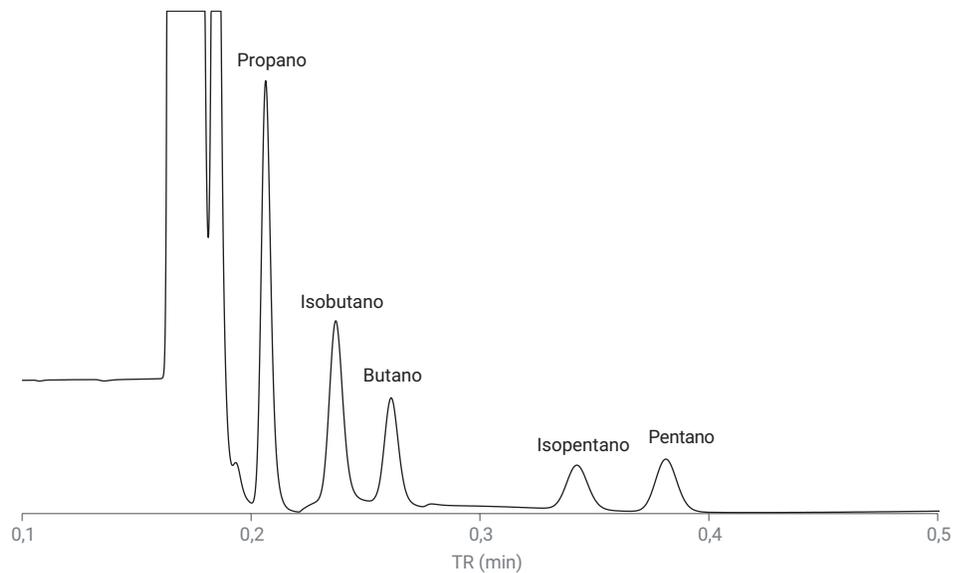


Figura 3. Análisis ampliado de control geológico de lodos, canal 2: Componentes de C₃ hasta C₅ en canal con retroflujo CP-Sil 5CB de 4 m.

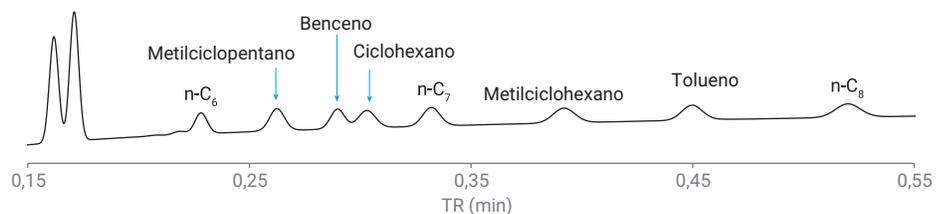


Figura 4. Análisis ampliado de control geológico de lodos, canal 3: Componentes de C₆ hasta C₈ en canal recto CP-Sil 5CB de 4 m.

Tabla 5. El TR y la reproducibilidad de área para análisis ampliado de control geológico de lodos, de C₃ hasta C₅ en el canal con retroflujo CP-Sil 5CB de 4 m y de C₆ hasta C₈ en el canal recto CP-Sil 5CB de 4 m.

| Compuesto | TR/min | % RSD del TR | Área (mv × s) | % RSD del área |
|-------------------|--------|--------------|---------------|----------------|
| Propano | 0,206 | 0,02 | 0,446 | 0,144 |
| Isobutano | 0,237 | 0,018 | 0,294 | 0,184 |
| Butano | 0,261 | 0,011 | 0,162 | 0,060 |
| Isopentano | 0,342 | 0,007 | 0,104 | 0,169 |
| Pentano | 0,381 | 0,008 | 0,125 | 0,082 |
| Hexano | 0,228 | 0,004 | 0,051 | 0,33 |
| Metilciclopentano | 0,262 | 0,006 | 0,077 | 0,571 |
| Benceno | 0,290 | 0,006 | 0,065 | 0,219 |
| Ciclohexano | 0,303 | 0,006 | 0,068 | 0,221 |
| Heptano | 0,332 | 0,006 | 0,074 | 0,547 |
| Metilciclohexano | 0,392 | 0,009 | 0,075 | 0,290 |
| Tolueno | 0,450 | 0,007 | 0,071 | 1,024 |

Conclusión

Este estudio demuestra un análisis rápido del gas de pozo de control geológico de lodos utilizando un sistema micro-GC Agilent 990. Se utilizó una configuración estándar de dos canales y una configuración extendida de tres canales para analizar hidrocarburos de C₁ hasta C₅ e hidrocarburos de C₁ hasta C₈, respectivamente. La velocidad de análisis en cada canal se optimizó para terminar en 35 segundos. El TR y la reproducibilidad del área fueron excelentes, lo que demuestra que el sistema micro-GC Agilent 990 es una plataforma ideal para el análisis rápido y fiable de los gases de pozo de pozo de control geológico de lodos.

Referencia

1. Van Loon, R. Mud Logging – Rapid Analyses of Well Gases with an Agilent Micro GC, *Agilent Technologies Application Note*, publication number 5991-2699EN, **2013**.

www.agilent.com/chem

Esta información está sujeta a cambios sin previo aviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2019
Impreso en EE.UU., 7 de agosto de 2019
5994-1039ES