

Analisi rapida del gas di pozzo da mud logging con il Micro GC Agilent 990

Autore

Jie Zhang
Agilent Technologies, Inc.

Introduzione

La registrazione dei parametri di perforazione è il processo di ottenimento di informazioni relative alla litologia e ai contenuti fluidi di una zona perforata. Il monitoraggio dei gas, sia per tipo che per quantità, è una delle attività più importanti della registrazione dei parametri di perforazione. Dati accurati relativi ai gas ottenuti durante la perforazione sono di fondamentale importanza per la valutazione delle riserve e potrebbero evidenziare zone di produzione potenzialmente trascurate. La gascromatografia (GC) è la principale tecnica utilizzata per l'identificazione e la misurazione dei gas durante il processo di registrazione dei parametri di perforazione. Il composto più comune nel gas di pozzo nella registrazione dei parametri di perforazione è il metano; idrocarburi più pesanti come etano (C_2), propano (C_3) e butano (C_4) possono indicare una zona di gas umidi o di petrolio. Anche le molecole più pesanti, fino a C_7 , devono essere monitorate.

La velocità di analisi è importante durante il processo di registrazione dei parametri di perforazione, perché più sono dettagliate le informazioni generate per la profondità di perforazione dell'unità, più sarà accurata la valutazione delle riserve. Il sistema Micro GC Agilent è un cromatografo perfetto per l'analisi rapida e affidabile dei gas di pozzo. Il Micro GC 990 ha ereditato le caratteristiche della generazione precedente¹: compattezza, ecocompatibilità e velocità di analisi. Oltre alle caratteristiche elencate, il Micro GC 990 offre una migliore esperienza di utilizzo. L'installazione del canale analitico è molto più semplice. Sono sufficienti tre passaggi e pochi minuti. Uno schermo touch screen a colori mostra lo stato dello strumento e le impostazioni di base come la configurazione di rete, la licenza dello strumento disponibile e la versione del firmware. La versione del comparto standard può accomodare due canali analitici. La versione del comparto estesa è facilmente realizzabile integrando due mainframe della versione standard con una scheda madre e uno schermo touch screen LCD. È possibile includere fino a quattro canali nella versione estesa. Il modulo per il controllo elettronico del gas dinamico (DEGC) è stato sviluppato per offrire un controllo della pressione preciso, accurato e stabile.

Questo studio descrive l'analisi degli idrocarburi durante il processo di registrazione dei parametri di perforazione con la piattaforma Micro GC 990. Per l'analisi da C_1 a C_5 , è stata utilizzata una versione standard attrezzata con due canali analitici. Per l'analisi estesa dei gas, nella registrazione dei parametri di perforazione di composti più pesanti (fino a C_8), è stata utilizzata la versione estesa attrezzata con tre canali.

Le tabelle 1 e 2 mostrano le condizioni del test per ciascun canale. Per la verifica della configurazione è stata utilizzata la registrazione dei parametri di perforazione relativa a gas di pozzo simulato. La tabella 3 elenca le informazioni dettagliate sul campione.

Analisi standard per la registrazione dei parametri di perforazione

Sono stati analizzati gli idrocarburi da C₁ a C₅. Il canale CP-PoraPLOT Q da 4 m (opzione DEGC diritto, nessun backflush da precolonna) è stato utilizzato per l'analisi di propano, butano, isobutano, pentano e isopentano. Il canale CP-PoraPLOT Q da 10 m con opzione backflush è stato utilizzato per l'analisi di C₁ e C₂. L'opzione backflush è stata implementata per fluire i composti più pesanti fuori dalla precolonna prima che entrassero nella colonna analitica. In questo modo il tempo di analisi è stato ridotto; senza questa operazione l'analisi avrebbe richiesto più tempo a causa dell'eluzione dei composti più pesanti nella colonna PPQ da 10 m.

Analisi estesa per la registrazione dei parametri di perforazione

Sono stati analizzati idrocarburi fino a C₈. Il canale CP-PoraPLOT Q da 10 m (con opzione DEGC backflush) è stato assegnato all'analisi di idrocarburi da C₁ a C₂ e di CO₂; la colonna CP-Sil 5CB da 4 m con opzione backflush è stata assegnata all'analisi degli idrocarburi da C₃ a C₅. In questo canale, gli analiti più pesanti di C₅ sono stati sottoposti a backflush prima di entrare nella colonna analitica, opzione che ha contribuito a garantire un breve tempo di analisi e una linea di base chiara per l'analisi successiva. Il canale CP-Sil 5CB da 4 m (opzione DEGC diritto) è stato assegnato all'analisi degli idrocarburi da C₆ a C₈.

Strumentazione

Registrazione dei parametri di perforazione standard		Registrazione dei parametri di perforazione estesa	
Tipo di canale	Composti per le analisi	Tipo di canale	Composti per le analisi
10 m, CP-PoraPLOT Q, backflush	C ₁ , C ₂ e CO ₂	10 m, CP-PoraPLOT Q, backflush	C ₁ , C ₂ e CO ₂
4 m, CP-PoraPLOT Q, diretto	Da C ₃ a C ₅	4 m CP-Sil 5CB, backflush	Da C ₃ a C ₅
		4 m CP-Sil 5CB, diretto	Da C ₆ a C ₈

Tabella 1. Condizioni del test per l'analisi dei gas di pozzo nella registrazione dei parametri di perforazione standard.

	Tipo di canale	
	10 m, CP-PoraPLOT Q, backflush	4 m, CP-PoraPLOT Q, diretto
Gas carrier	Elio	Elio
Temperatura dell'iniettore	110 °C	110 °C
Tempo di iniezione	40 ms	40 ms
Pressione in testa alla colonna	240 kPa	200 kPa
Temperatura della colonna	60 °C	150 °C
Tempo di backflush	5,5 secondi	NA

Tabella 2. Condizioni del test per l'analisi dei gas di pozzo nella registrazione dei parametri di perforazione estesa.

	Tipo di canale		
	10 m, CP-PoraPLOT Q, backflush	4 m, CP-Sil 5CB, backflush	4 m, CP-Sil 5CB, diretto
Gas carrier	Elio	Elio	Elio
Temperatura dell'iniettore	110 °C	110 °C	110 °C
Tempo di iniezione	40 ms	80 ms	40 ms
Pressione in testa alla colonna	240 kPa	150 kPa	200 kPa
Temperatura della colonna	60 °C	60 °C	120 °C
Tempo di backflush	5,5 secondi	13 secondi	NA

Tabella 3. Simulazione gas di pozzo nella registrazione dei parametri di perforazione.

Composto n.	Nome composto	Concentrazione (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	Esano	52,6 ppm
9	Metilciclopentano	50,1 ppm
10	Benzene	49,1 ppm
11	Cicloesano	47,7 ppm
12	Eptano	49,0 ppm
13	Metilcicloesano	49,2 ppm
14	Toluene	49,3 ppm
15	Ottano	50,4 ppm
16	Azoto	Bilancio

Risultati e discussione

La figura 1 mostra il cromatogramma per la separazione del metano e dell'etano sul canale CP-PoraPLOT Q da 10 m con opzione di backflush. Nella registrazione dei parametri di perforazione relativa a gas di pozzo simulato non è presente la CO_2 , uno standard di gas naturale con metano, CO_2 ed etano. Il cromatogramma nella figura 1B può essere utilizzato come riferimento se il campione reale della registrazione dei parametri di perforazione contiene CO_2 . La figura 2 mostra il cromatogramma dei composti da C_3 a C_5 nel canale CP-PoraPLOT Q da 4 m. Durante il processo di registrazione dei parametri di perforazione, la velocità di separazione è una vera sfida per l'analisi GC. Il Micro GC 990 effettua la separazione dell'intero campione analizzando frazioni del campione su canali diversi. Il tipo di fase stazionaria, la pressione in testa alla colonna e la temperatura della colonna sono selezionati e ottimizzati secondo lo specifico sottogruppo di analiti. Questo approccio analitico può aiutare ad accelerare la velocità di analisi complessiva. Il tempo di analisi è determinato dal canale in cui la separazione richiede più tempo. Durante l'analisi standard per la registrazione dei parametri di perforazione, la separazione su ogni canale può essere completata entro 30 secondi. La combinazione dei risultati delle analisi sui diversi canali offre informazioni qualitativamente e quantitativamente complete sull'intero campione.

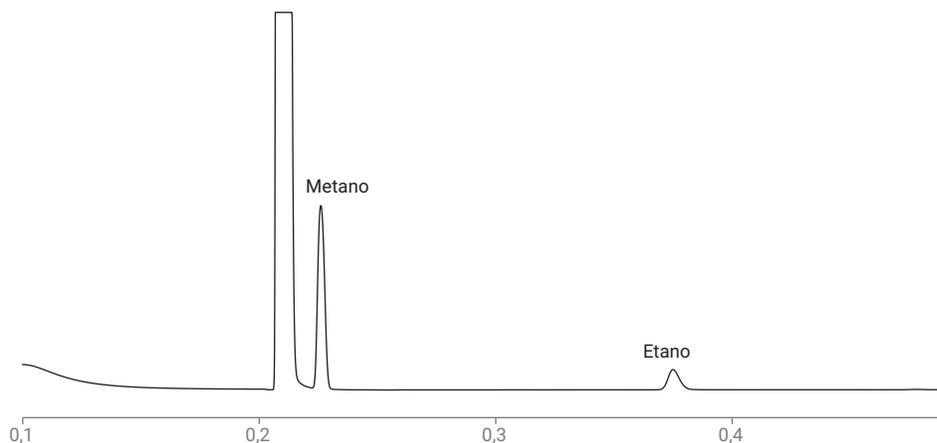


Figura 1A. Analisi standard per la registrazione dei parametri di perforazione, canale 1, analisi metano ed etano su 10 m, CP-PoraPLOT Q, backflush.

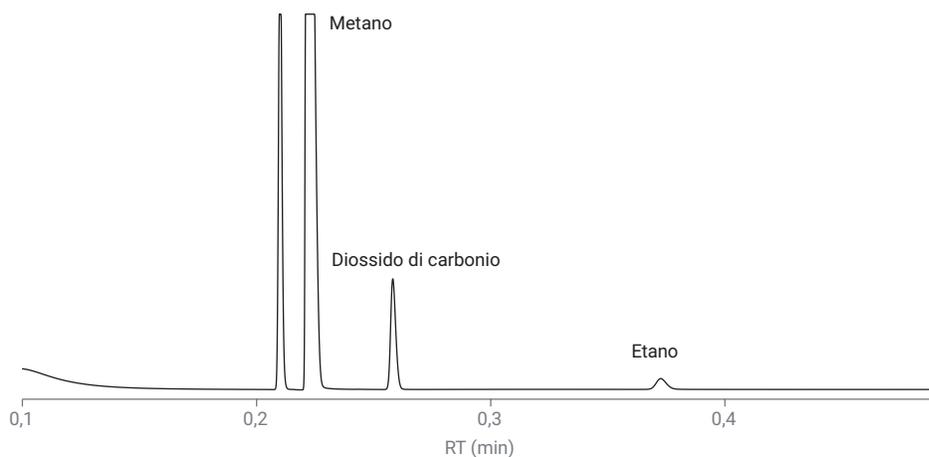


Figura 1B. Analisi standard per la registrazione dei parametri di perforazione, canale 1: Determinazione del picco della CO_2 tramite analisi standard del gas naturale su 10 m, CP-PoraPLOT Q, backflush.

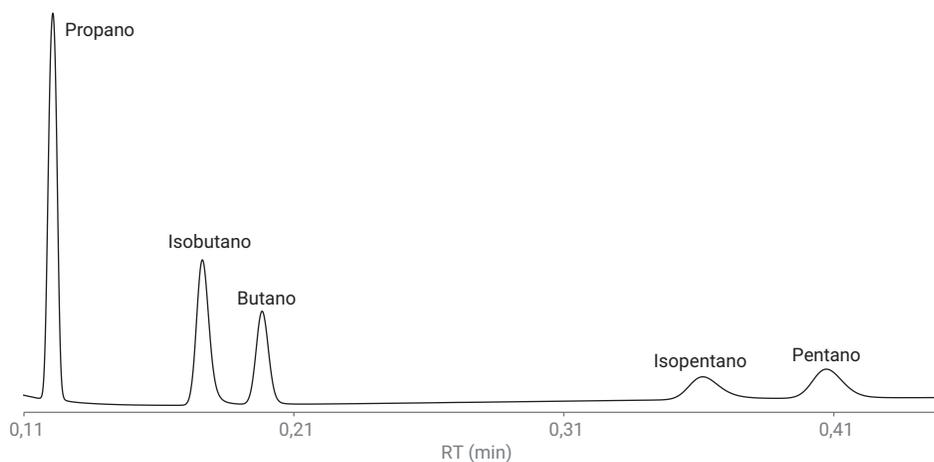


Figura 2. Analisi standard per la registrazione dei parametri di perforazione, canale 2: Analisi dei composti da C_3 a C_5 su 4 m, CP-PoraPLOT Q, diretto.

Le tabelle 4A e 4B mostrano il tempo di ritenzione (Retention Time, RT) e la ripetibilità dell'area su 10 iniezioni. La RSD% dell'area è inferiore allo 0,2% e la RSD% del tempo di ritenzione è tra lo 0,003% e lo 0,02%, il che dimostra le eccellenti prestazioni del Micro GC 990 e garantisce risultati affidabili quantitativamente e qualitativamente di alto livello.

Tabella 4A. Precisione dell'area del picco su 10 iniezioni consecutive sui canali da 10 m, CP-PoraPLOT Q e da 4 m, CP-PoraPLOT Q.

Composto	Metano	Etano	Propano	Isobutano	Butano	Isopentano	Pentano
Area (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% area	0,065	0,080	0,037	0,064	0,101	0,203	0,082

Tabella 4B. RT e ripetibilità del tempo di ritenzione su 10 iniezioni sui canali da 10 m, CP-PoraPLOT Q e da 4 m, CP-PoraPLOT Q.

Composto	Metano	Etano	Propano	Isobutano	Butano	Isopentano	Pentano
RT (min)	0,224	0,373	0,121	0,176	0,198	0,362	0,407
RSD% RT	0,003	0,004	0,011	0,033	0,006	0,003	0,003

Nell'analisi estesa, per la registrazione dei parametri di perforazione, il canale 1 è lo stesso della versione standard: CP-PoraPLOT Q da 10 m, con backflush per analisi di metano, CO₂ ed etano. La figura 3 mostra il cromatogramma dei composti da C₃ a C₅ sul canale 2, il canale CP-Sil 5CB da 4 m con backflush.

La figura 4 mostra il cromatogramma dei composti da C₆ a C₈ sul canale 3, il canale diretto CP-Sil 5CB da 4 m. L'ultimo picco, l'ottano, è eluito entro 35 secondi. La tabella 5 mostra il tempo di ritenzione e la RSD% dell'area per i composti da C₃ a C₈ analizzati con la configurazione di analisi estesa per la registrazione dei parametri di perforazione. La RSD% del tempo di ritenzione per i composti da C₃ a C₈ va oltre lo 0,02% e la RSD% dell'area è sotto l'1%, il che dimostra la stabilità della pressione, il controllo della temperatura della colonna e la risposta ripetibile del TCD del sistema 990.

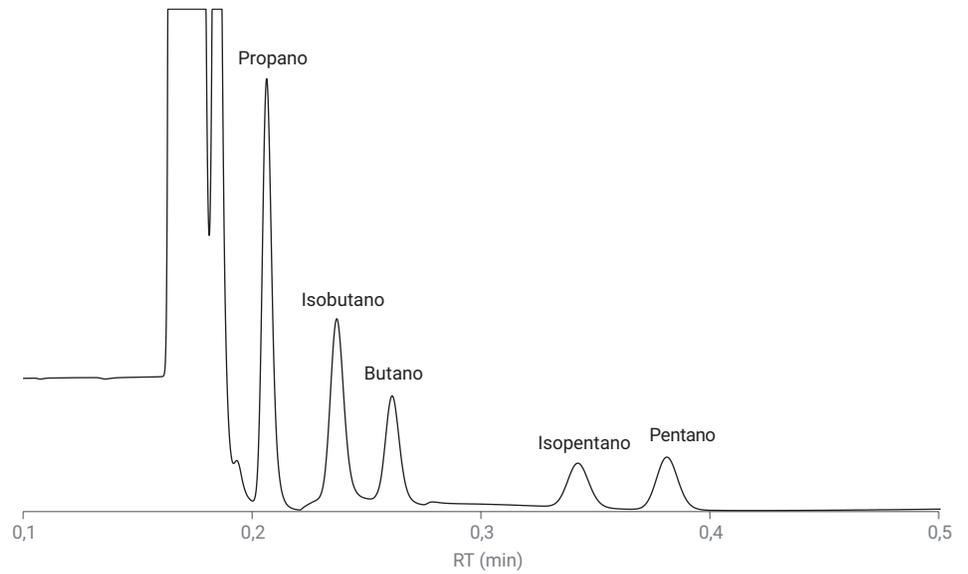


Figura 3. Analisi estesa per la registrazione dei parametri di perforazione, canale 2: Composti da C₃ a C₅ su 4 m, CP-Sil 5CB, backflush.

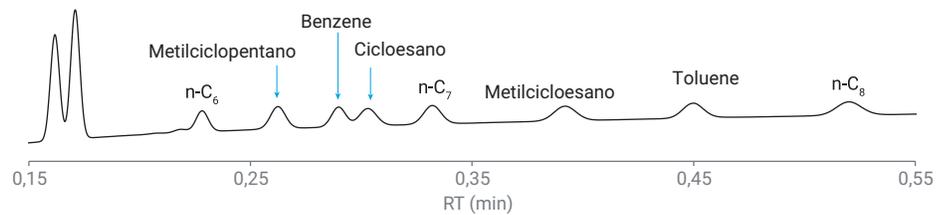


Figura 4. Analisi estesa per la registrazione dei parametri di perforazione, canale 3: Composti da C₆ a C₈ su 4 m, CP-Sil 5CB, diretto.

Tabella 5. Ripetibilità dell'area e del tempo di ritenzione dell'analisi estesa per la registrazione dei parametri di perforazione, da C₃ a C₅ sul canale da 4 m, CP-Sil 5CB con backflush e da C₆ a C₈ sul canale diretto da 4 m, CP-Sil 5CB.

Composto	RT/min	RSD% RT	Area (mv × s)	RSD% area
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
Esano	0,228	0,004	0,051	0,33
Metilciclopentano	0,262	0,006	0,077	0,571
Benzene	0,290	0,006	0,065	0,219
Cicloesano	0,303	0,006	0,068	0,221
Eptano	0,332	0,006	0,074	0,547
Metilcicloesano	0,392	0,009	0,075	0,290
Toluene	0,450	0,007	0,071	1,024
Ottano	0,520	0,008	0,078	0,768

Conclusione

Lo studio descrive l'analisi rapida del gas di pozzo nella registrazione dei parametri di perforazione utilizzando il Micro GC Agilent 990. Per analizzare gli idrocarburi da C₁ a C₅ e da C₁ a C₈ sono state utilizzate rispettivamente una configurazione standard di due canali e una configurazione estesa di tre canali. La velocità di analisi di ciascun canale è stata ottimizzata per terminare il processo entro 35 secondi. La ripetibilità del tempo di ritenzione e dell'area è stata eccellente, dimostrando che il Micro GC 990 è una piattaforma perfetta per l'analisi rapida e affidabile di gas di pozzo nella registrazione dei parametri di perforazione.

Bibliografia

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

Le informazioni fornite possono variare senza preavviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2019
Stampato negli Stati Uniti, 7 agosto 2019
5994-10391TE