

# 天然气分析 ASTM D1945

• GC Application



## 摘要

天然气由甲烷（主要成分）和其他碳氢化合物和氢、氧、氮以及二氧化碳等永久性气体。它们被用作主要的能源，在众多行业中，准确确定是非常关键的，因为它们的价值取决于化学成分和每种成分的浓度。

在各种天然气分析方法中，ASTM D1945采用气相色谱仪（GC）配置5个色谱柱和3个检测器，带有4个阀，可以在单次注入中分析复杂的天然气。（图1）

ChroZen气相色谱柱开关阀系统通过精确控制阀门开关时间，有效地分析天然气，并且可以根据气体成分轻松修改气体流量。

在本研究中，根据ASTM D1945，ChroZen气相色谱有效地测定了天然气的每种成分，验证了其可靠性。

## Instruments and Software

Item	Description	Part No.	Unit
Oven	ChroZen GC Mainframe Assembly with UPC Detector Board Unit	6701012502	1
Inlet	Capillary Inlet Assembly for ChroZen GC (毛细管)	6701012550	1
	Packed Inlet Assembly for ChroZen GC (填充柱)	6701012510	2
Detector	FID Assembly for ChroZen GC	6701012590	1
	TCD (Thermal Conductivity Detector) Assembly for ChroZen GC	6701012570	2
CDS	YL-Clarity software for single instrument of YCM GC	5301011020	1
Column	GS-gaspro 60 m 0.32 mm	-	1
	2m 1/8 2mm MOLECULAR SIEVE 5A 60/80	-	2
	6Ft Porapak Q 60/80 SS	-	2
Install. Option	Start-up kit	1601011110	1
Valve	Automatic Gas Valve, 2 pos/6 port, Valcon E/Max: 225°C for ChroZen GC Micro-electric actuator type with 250 ul sample loop	6501011250	2
	Automatic Gas Valve, 2 pos/10 port, Valcon E/Max: 225°C for ChroZen GC Micro-electric actuator type with 250 ul sample loop	6501011280	2



Fig 1. ChroZen GC with Column Switching Valve System

## Analytical Condition

GC condition				
Oven	50°C (4 min) -> 30°C / min -> 90°C (3 min) -> 15°C / min -> 150°C(8.0 min)			
Inlet 1 - Capillary	200°C			
	GS-gaspro 60 m 0.32 mm / Flow : 5 mL/min (Helium) / split 1:10			
Inlet 2 - Packed	150°C			
	2m 1/8 2mm MOLECULAR SIEVE 5A 60/80 6Ft Porapak Q 60/80 SS		Flow : 20 mL/min (Helium)	
Inlet 3 - Packed	150°C			
	2m 1/8 2mm MOLECULAR SIEVE 5A 60/80 6Ft Porapak Q 60/80 SS		Flow : 20 mL/min (Argon)	
Detector 1 - FID	250°C Air – 300 mL/min Makeup – 20 mL/min Hydrogen – 30 mL/min			
Detector 2 - TCD 1	150°C Reference – 30 mL/min			
Detector 3 - TCD 2	150°C Reference – 30 mL/min Makeup – 20 mL/min			
Valve program				
Time(min)	Valve1 (*EV / 10 port)	Valve2 (EV / 10 port)	Valve3 (EV / 6 port)	Valve4 (EV / 6 port)
0.1	On	On	Off	Off
0.9	Off	-	-	-
1.8	-	-	-	On
6.5	-	-	On	-
10.1	-	-	-	Off
Valve temperature	100°C			

\*  $\mu$ -Electric Actuator Valve

## 试验方法总结

按照天然气分析（NGA）标准方法，ASTM D1945，分析由ChroZen气相色谱进行，有3个检测器（1个FID和2个tcd），5个色谱柱（Molsieve5A/PorapakQ/Gaspro）和开关阀系统。（图2）

### 阀1

阀1分别连接Molsieve 5A和Porapak Q柱。装载的气体样品通过载气（Ar）转移到porapak Q柱，初始洗脱的轻化合物如He、H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>进入Molsieve 5A柱进行分离。其余气体样品通过切换柱流排出。

### 阀2

阀2上安装有2个样品环，样品环装入的气体样品进入Gaspro柱。包括CH<sub>4</sub>在内的碳氢化合物在其中被分离出来，这些被FID检测到。样品环2装入的气体样品分别进入装有Porapak Q柱的阀3和装有Molsieve 5A柱的阀4进行TCD检测。

### 阀3

阀门3用于反冲洗检测乙烷（C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>）和H<sub>2</sub>S，效果更高。从Porapak Q柱中洗脱C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>和H<sub>2</sub>S需要较高的烘箱温度，但此温度可能导致连接阀4的Molsieve 5A柱中O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和CO共洗脱。因此，C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>和H<sub>2</sub>S需要在相对较低的温度下反冲。

### 阀4

阀4将在Molsieve 5A色谱柱中捕获O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和CO，而剩余的碳氢化合物则从Porapak Q柱中回冲。分子筛5A柱按顺序分离O<sub>2</sub>，N<sub>2</sub>,CH<sub>4</sub>，CO，但比CO重的化合物很容易被吸附在柱上而不被洗脱，重要的是不要让这些化合物流入柱内。

从5A柱中洗脱CO后再切换流量就太晚了，因为这些化合物已经在柱中被吸附了。因此，最好在洗脱后立即切换流量（阀门4关闭），捕获O<sub>2</sub>，N<sub>2</sub>，CH<sub>4</sub>和CO，直到从Porapak Q中反冲C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>和H<sub>2</sub>S，然后将阀门4打开，从Molsieve 5A柱中洗脱O<sub>2</sub>，N<sub>2</sub>，CH<sub>4</sub>和CO，进行TCD检测。

Initial

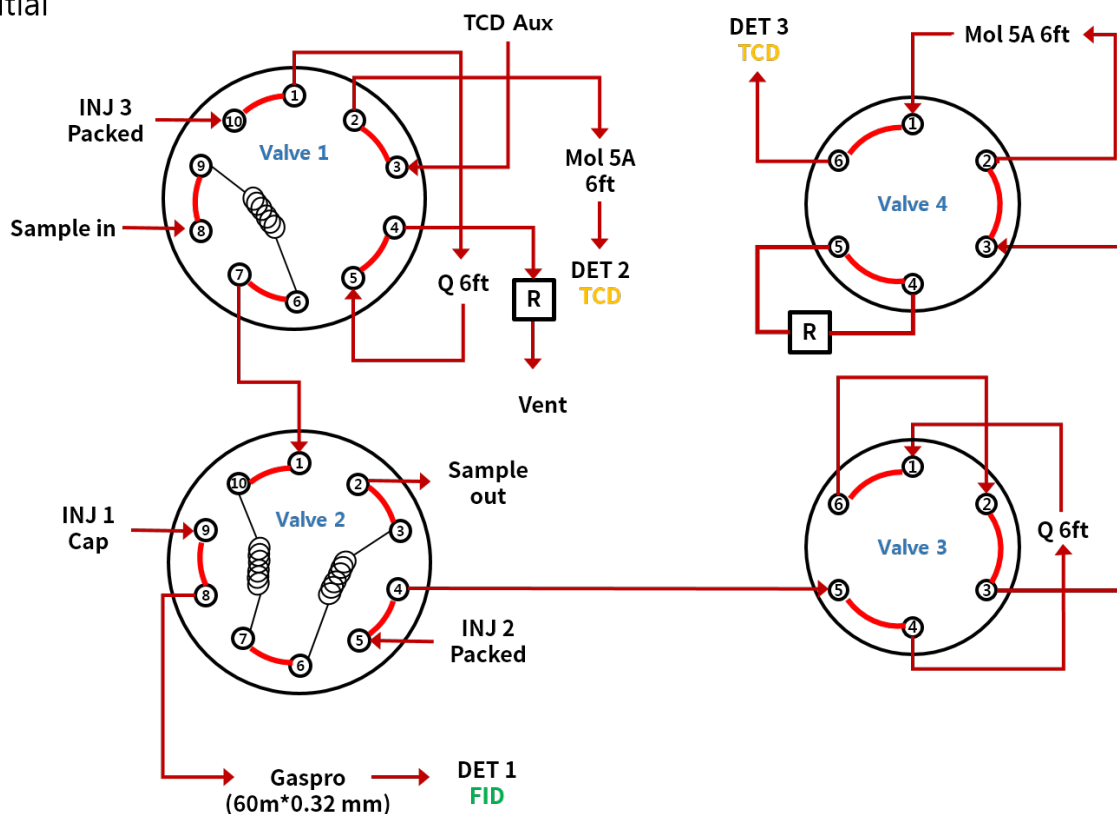
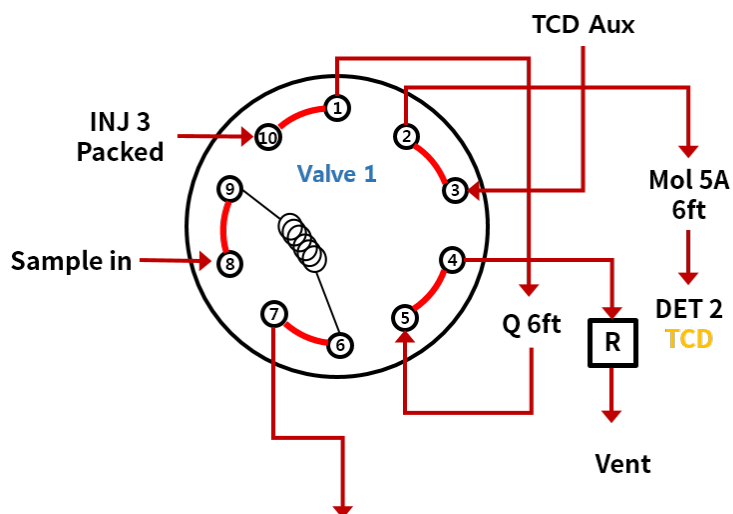
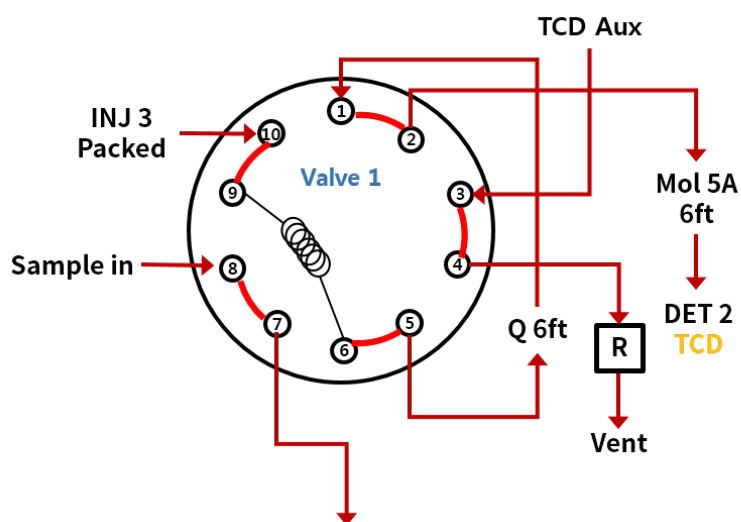


Fig 2. Valve Diagram of Natural Gas Analysis

## 阀 1 切换时间设置

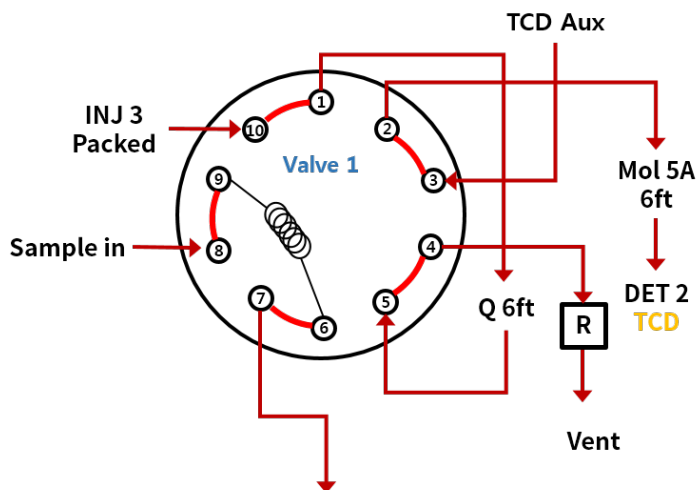


样品进入到安装在阀门1上的样品环中。(阀1-Off)



分析运行后0.1 min，将阀1转到on位，将样品环中装入的样品转移到Porapak Q柱，然后将Molsieve 5A柱进行TCD检测。阀门(1)-ON

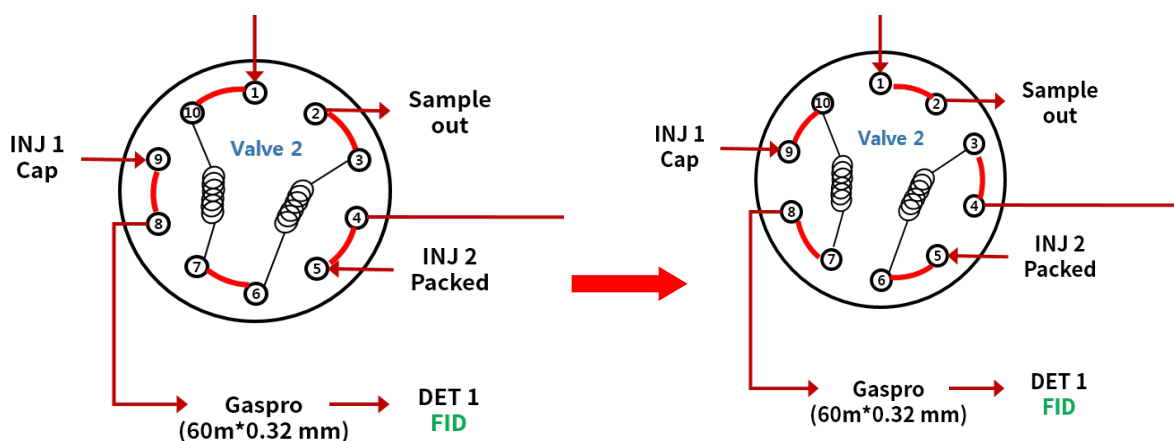
Time(min)	Valve1 (EV / 10 port / 250 μL)	Valve2 (EV / 10 port / 250 μL)	Valve3 (EV / 6 port)	Valve4 (EV / 6 port)
0.1	On	On	Off	Off



待H<sub>2</sub>化合物从5A柱中完全洗脱后，将阀1置于关闭位置，排出残留在Porapak Q柱中未被排出的烃基转移到Molsieve 5A柱中。(阀1-Off)

Time(min)	Valve1 (EV / 10 port / 250 μL)	Valve2 (EV / 10 port / 250 μL)	Valve3 (EV / 6 port)	Valve4 (EV / 6 port)
0.1	On	On	Off	Off
0.9	Off	-	-	-

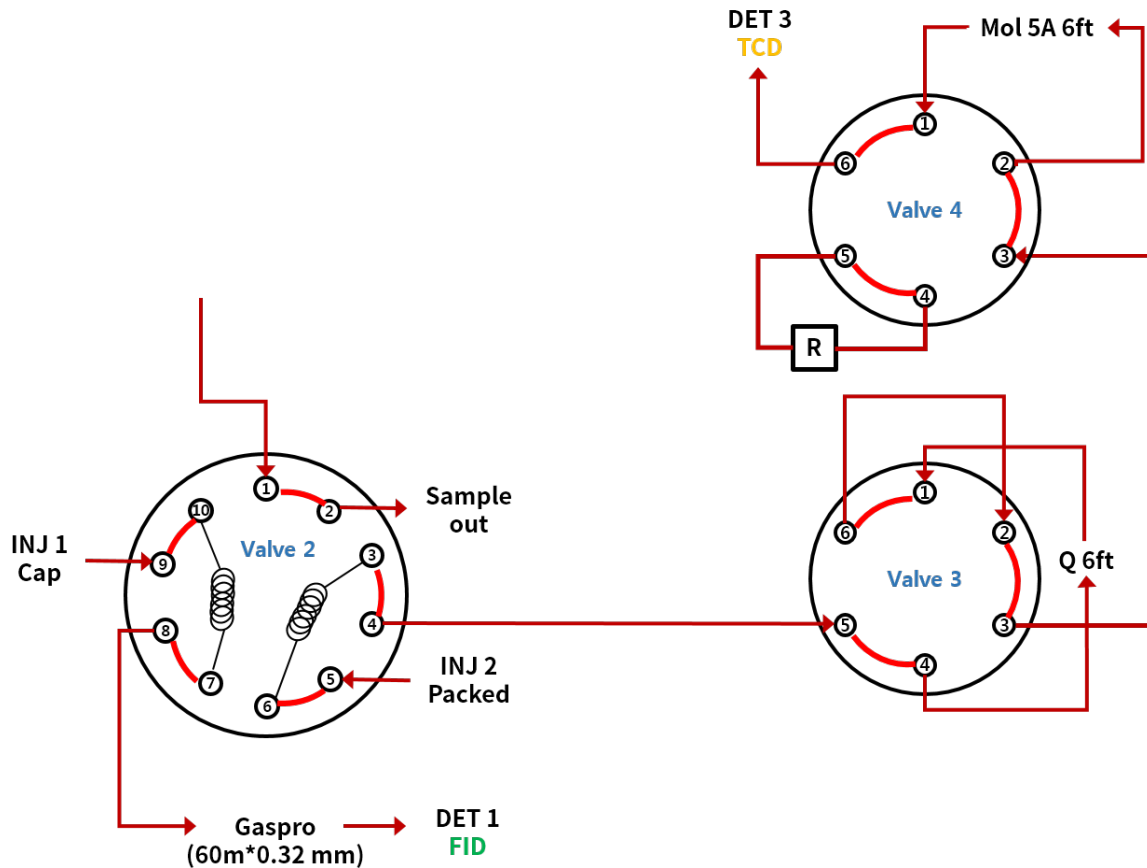
### 阀 2切换时间设置



在阀门2中安装了2个样品环，每个样品环中装入相同的样品。将阀门开关时间设定在0.1min至On位置。阀门(2)-ON

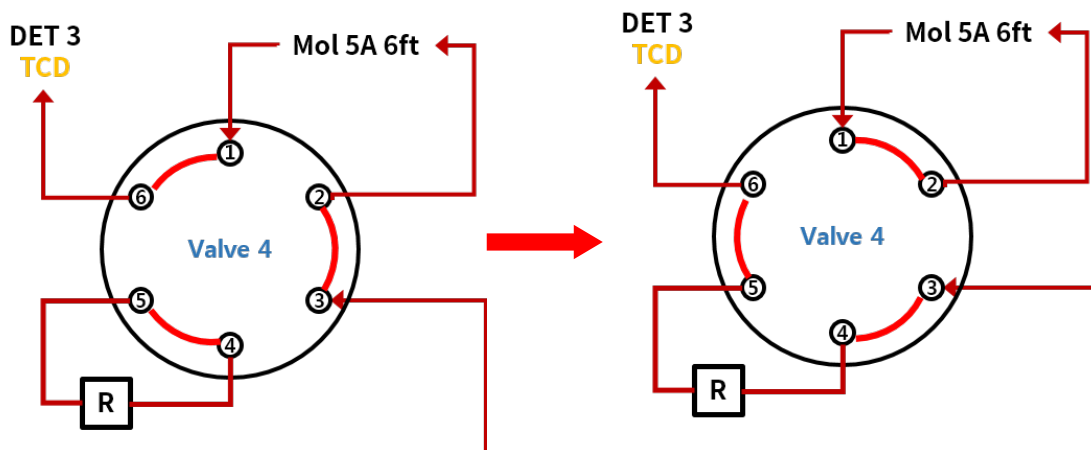
Time(min)	Valve1 (EV / 10 port / 250 $\mu$ L)	Valve2 (EV / 10 port / 250 $\mu$ L)	Valve3 (EV / 6 port)	Valve4 (EV / 6 port)
0.1	On	On	Off	Off

### 阀 3,4切换时间设置



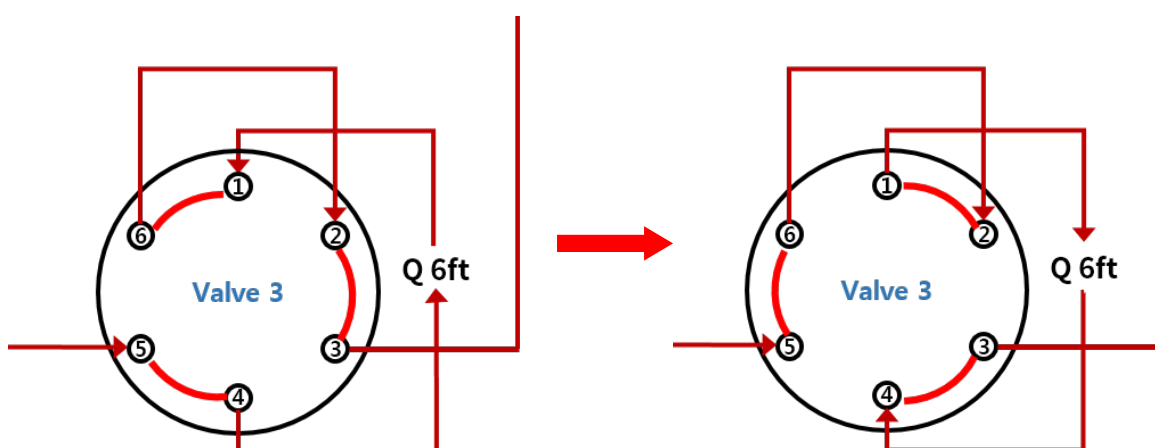
在分析运行0.1 min后，将装在阀2上样品环中的样品进样，转移到与阀3相连的Porapak Q柱。(阀3-Off)

CO<sub>2</sub>洗脱后的化合物保留在Porapak Q柱中，而He、H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和CO等化合物则被提前洗脱。



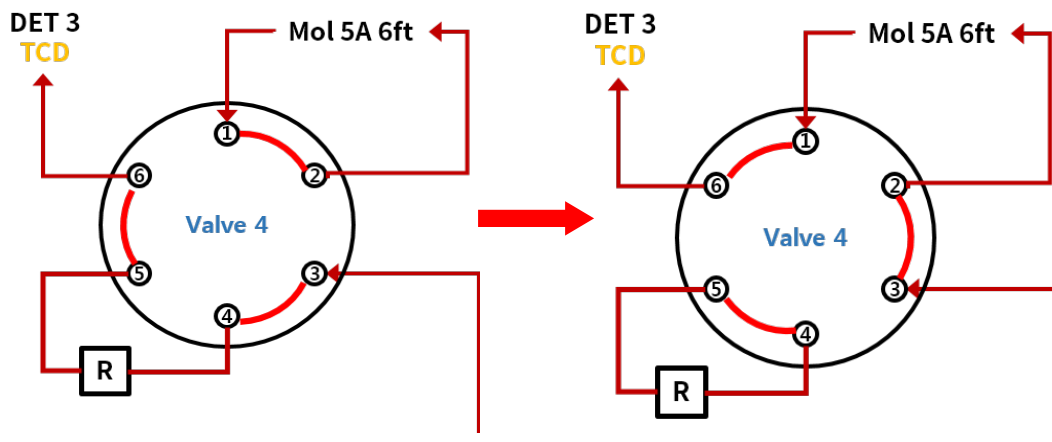
He, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>和CO通过阀4转移到Molsieve 5A柱中分离。重要的是在H<sub>2</sub>洗脱后需立即切换流量，并在Molsieve 5A柱中截留O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和CO。（阀门4-On）如果没有，从Molsieve 5A柱中洗脱CO后再切换流量就太晚了，因为这些重化合物已经被吸附在柱中了。

Time(min)	Valve1 (EV / 10 port / 250 μL)	Valve2 (EV / 10 port / 250 μL)	Valve3 (EV / 6port)	Valve4 (EV / 6port)
0.1	On	On	Off	Off
0.9	Off	-	-	-
1.8	-	-	-	On



从Porapak Q柱中洗脱C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>等重碳氢化合物需要较高的炉温，但这种高温可能导致连接阀4的Molsieve 5A柱中O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和CO共洗脱。因此，C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>和H<sub>2</sub>S需要在相对较低的温度下反冲洗。（阀3)-ON

Time(min)	Valve1 (EV / 10 port / 250 μL)	Valve2 (EV / 10 port / 250 μL)	Valve3 (EV / 6 port)	Valve4 (EV / 6 port)
0.1	On	On	Off	Off
0.9	Off	-	-	-
1.8	-	-	-	On
6.5	-	-	On	-



关闭阀4，分离Molsieve 5A柱中的O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和CO，待TCD检测。

Time(min)	Valve1 (EV / 10 port / 250 μL)	Valve2 (EV / 10 port / 250 μL)	Valve3 (EV / 6 port)	Valve4 (EV / 6 port)
0.1	On	On	Off	Off
0.9	Off	-	-	-
1.8	-	-	-	On
6.5	-	-	On	-
10.1	-	-	-	Off

## Gas mixture analysis

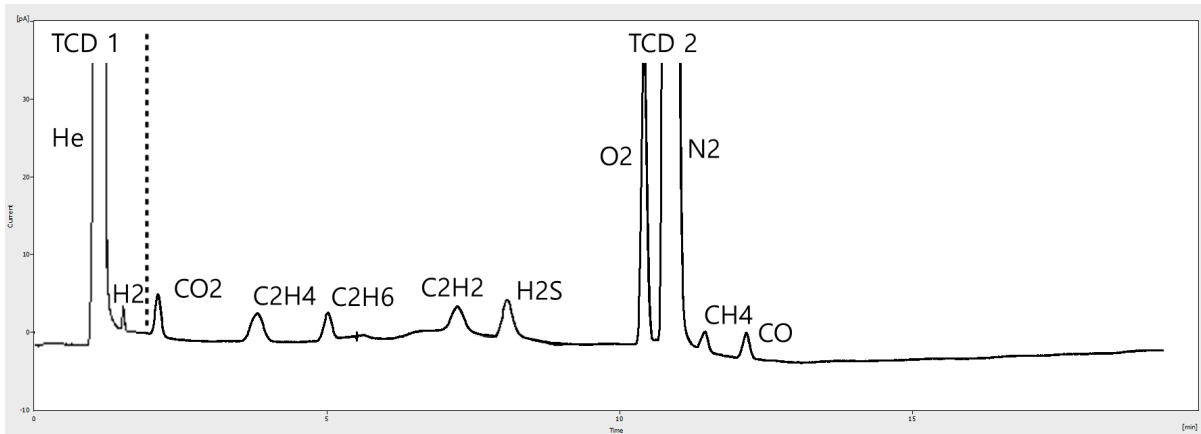
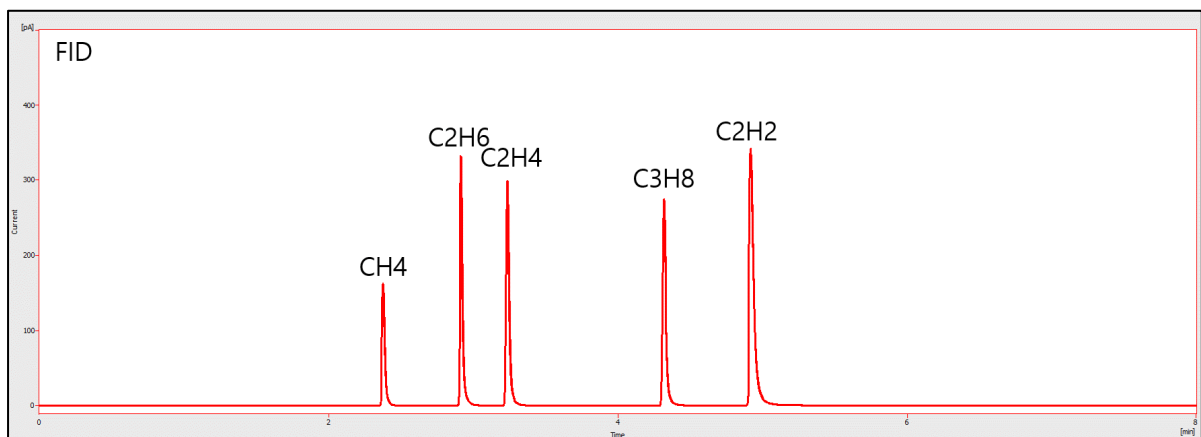
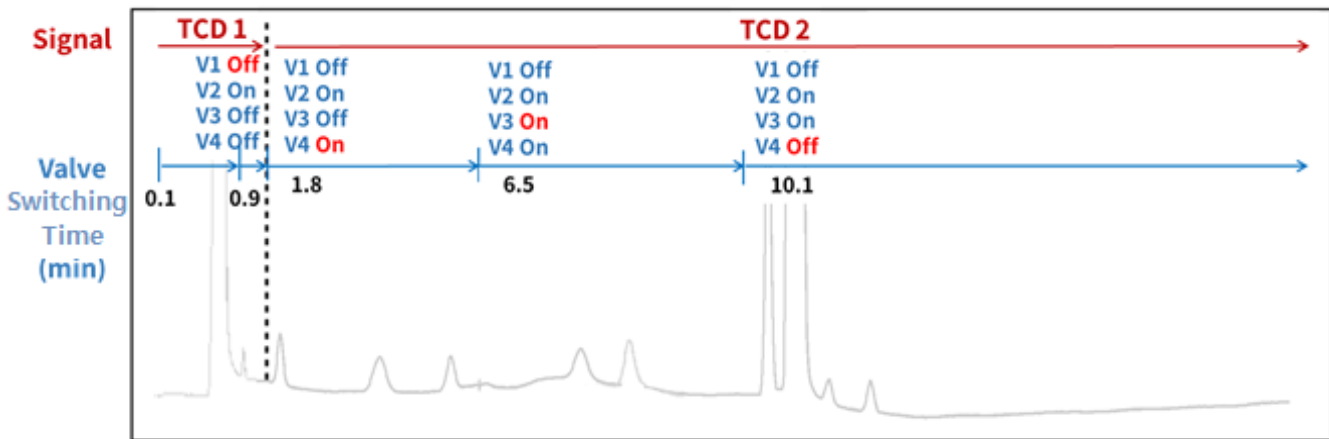


Fig 3. Chromatogram of Natural Gas Mixture



结果表明，采用5个色谱柱、3个检测器、4个阀的ChroZen气相色谱仪，可以完全分离和检测天然气混合物中的每种化合物。

## Conclusion

In this study, the determination of the chemical composition of natural gas mixture was conducted by ChroZen GC configuring 5 columns and 3 detectors with 4 valves according to ASTM D1945.

Also, it's easy to modify the valve configuration depending on the target gaseous sample and figure out the optimized valve switching time.

As the results, ChroZen GC verifies the right solution for superior resolution and sensitivity of components in natural gases within the range of composition shown in ASTM D1945.

## Reference

- ASTM D1945 Standard Test Method for Analysis of Natural Gas by Gas Chromatography



60, Anyangcheondong-ro, Dongan-gu,  
Anyang-si, Gyeonggi-do, 14042, Korea

TEL: +82-31-428-8700

FAX: +82-31-428-8787

E-mail: [export@youngincm.com](mailto:export@youngincm.com)

Homepage: [www.youngincm.com](http://www.youngincm.com)