

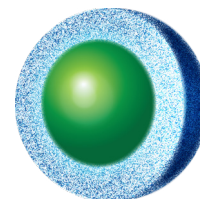
HALO® PFAS 解决方案

引言

全氟烷基和多氟烷基物质（PFAS）是含有碳氟键的人造氟化物。由于具有耐热、耐污和耐水等理想性能，它们过去以及将来都用于消费品，如食品包装、不粘厨具、食品加工设备、清洁产品、消防泡沫、涂料、耐污和耐水织物和地毯。由于存在强碳氟键，这些化合物不易分解，这为它们赢得了“永久化学物”的绰号。因为一些化合物被禁止使用，而另一些化合物被创造出来取代它们，目前有近5000种PFAS化合物。PFAS的部分问题在于它们无处不在，并且已经进入了供水系统。PFAS的另一个问题是，只有某些化合物对人类健康的影响得到广泛研究。PFAS在环境中的存在引起了全世界的关注。在美国，环境保护署(EPA)开发了饮用水分析方法（533和537.1）和另一种分析地下水、地表水和废水样品的方法（8327）。EPA对全氟辛酸（PFOA）和全氟辛烷磺酸（PFOS）的混合物或单独化合物的建议限值为70ppt，但它是不可执行和不可监管的，这使各个国家自行决定最高限度。在欧洲，《化学品注册、评估、授权和限制条例》（REACH）限制了全氟辛烷磺酸及其前体，而《欧盟持久性有机污染物条例》（POPs）则限制了全氟辛烷磺酸。欧盟目前正在制定更全面的法规。

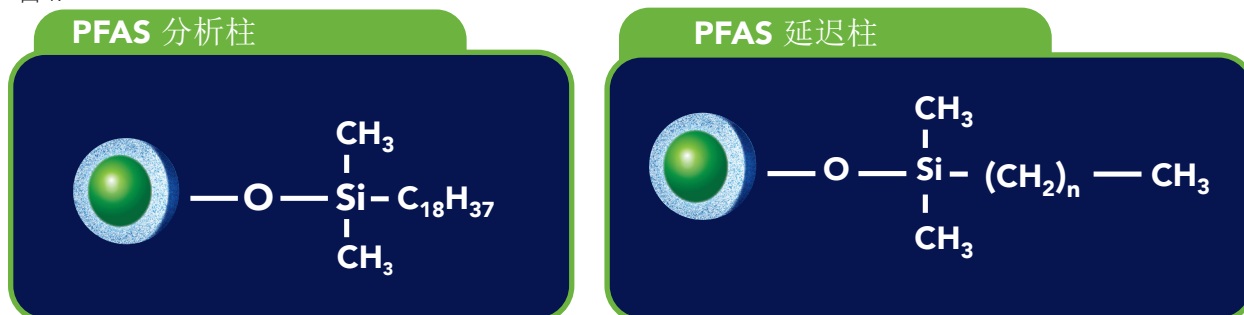
人们通过多种方式接触到PFAS，其中一种方式是食用被PFAS污染的食物。食品可能会通过种植食物的土壤和水、包装或被PFAS污染的食品加工设备而受到污染。人们接触的另一种方式是通过含有全氟辛烷磺酸的产品，如不粘厨具、地毯、衣服和食品包装。当水被PFAS污染时，饮用水会使人们接触到PFAS，这些地点通常靠近PFAS生产工厂或生产含PFAS产品的设备。其他典型的地点是在炼油厂、机场或军事基地附近，在那里，水成膜泡沫（AFFF）主要用于在训练演习期间灭火。

由于PFAS在体内积聚，随着时间的推移，这些化合物的增加可能会对健康产生影响。接触PFOA 和 PFOS可导致胆固醇升高、低出生体重、免疫系统影响、癌症（PFOA）和甲状腺激素紊乱（PFOS）。虽然已经研究了PFOA 和PFOS 对健康的影响，但并非全部 1000多种 PFAS 化合物都是如此。因此，PFAS对人类健康的影响需继续研究。最近有报道称，6:2 氟调聚物醇（6:2 FTOH）比全氟己酸（PFHxA）毒性更大，全氟己酸曾用于评估 6:2 FTOH的毒性。这促使含有6:2 FTOH的食品包装制造商从2021年1月开始，在三年时间内自愿停止在美国销售这些产品。



HALO® PFAS分析柱 和HALO® PFAS 延迟柱是专门为分析PFAS而开发的。HALO® PFAS分析柱是紧密键合和广泛封端的ODS键合相，为PFAS 的分析提供了一种稳定的解决方案。高保留和封端的HALO® PFAS 延迟柱，使得PFAS化合物能够在各种流动相中得到保留，并减少仪器被PFAS样品的污染。图1展示了HALO® PFAS分析柱 和 HALO® PFAS 延迟柱的颗粒和结构。

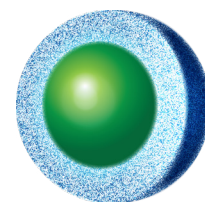
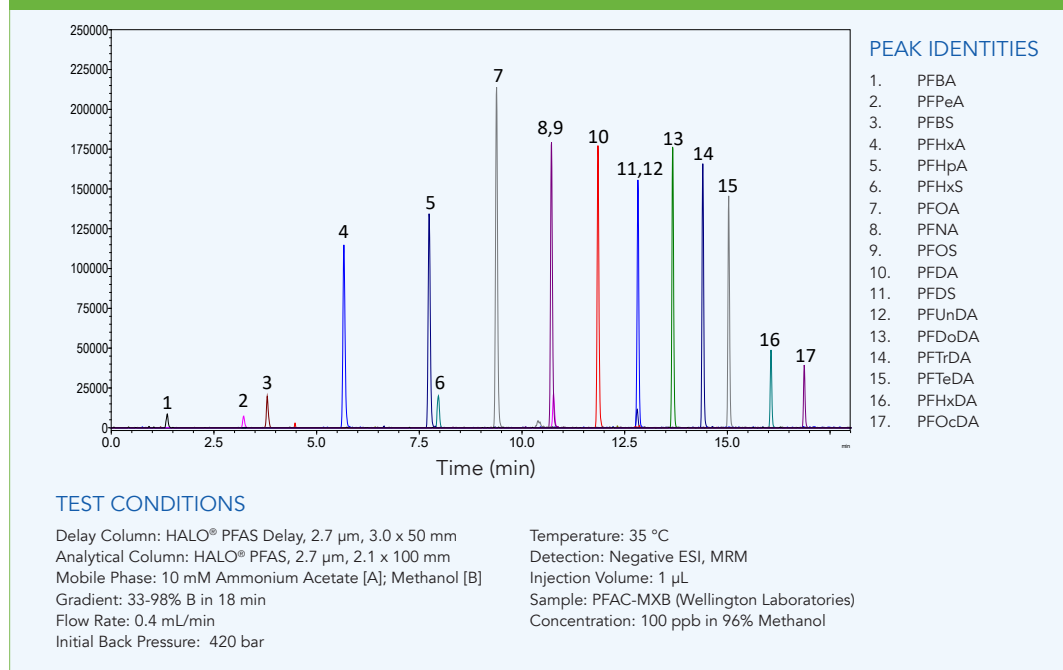
图 1.



应用

每个批次的HALO® PFAS色谱柱都通过LC-MS/MS分析17种PFAS混合物的质量保证测试，其中包括不同碳链长度的短链和长链化合物。设置的规格能够确保多个批次的结果可重复。图2展示了一个LC-MS/MS MRM QA 分离的案例。

图 2. HALO® PFAS 分析17种PFAS混合物的典型图谱



对于刚刚开始进行PFAS分析的人来说，延迟柱的概念可能是陌生的。在用于实验的HPLC仪器中，PFAS的污染是常见的。这种污染来自溶剂瓶盖、PTFE管路、过滤器、样品制备耗材、溶剂，甚至实验室环境本身。尽管存在无氟碳替代品，但仍可能存在系统污染，不利于痕量分析。HALO® PFAS延迟柱旨在捕获和延迟任何与样品无关的PFAS。图3展示了一个空针运行（梯度运行，但没有样品注入），系统中的PFOA清晰可见。PFOA是仪器材料中普遍存在的一种污染物。

图 3. HALO® PFAS 延迟柱和 HALO® PFAS分析柱的空针运行中发现PFOA。(测试条件见图2)

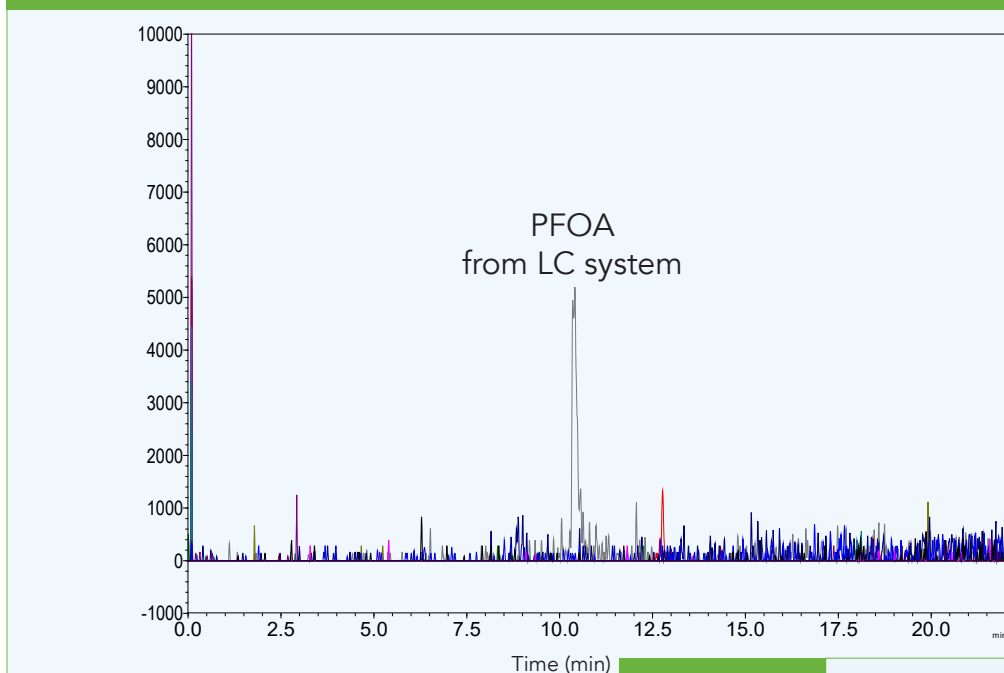
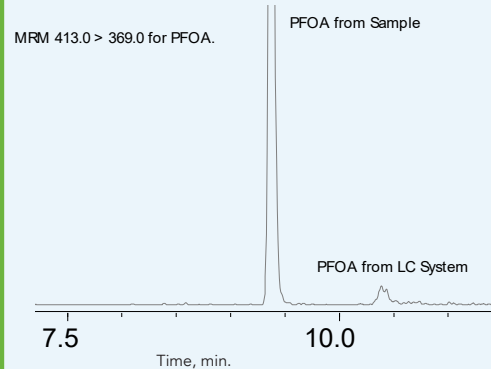
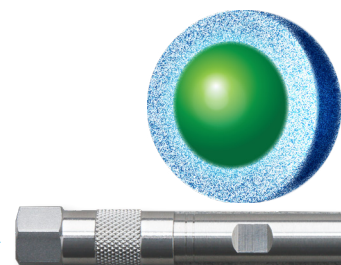


图 4. HALO® PFAS 延迟柱和HALO® PFAS分析柱上运行的来自样品和LC系统中的PFOA.

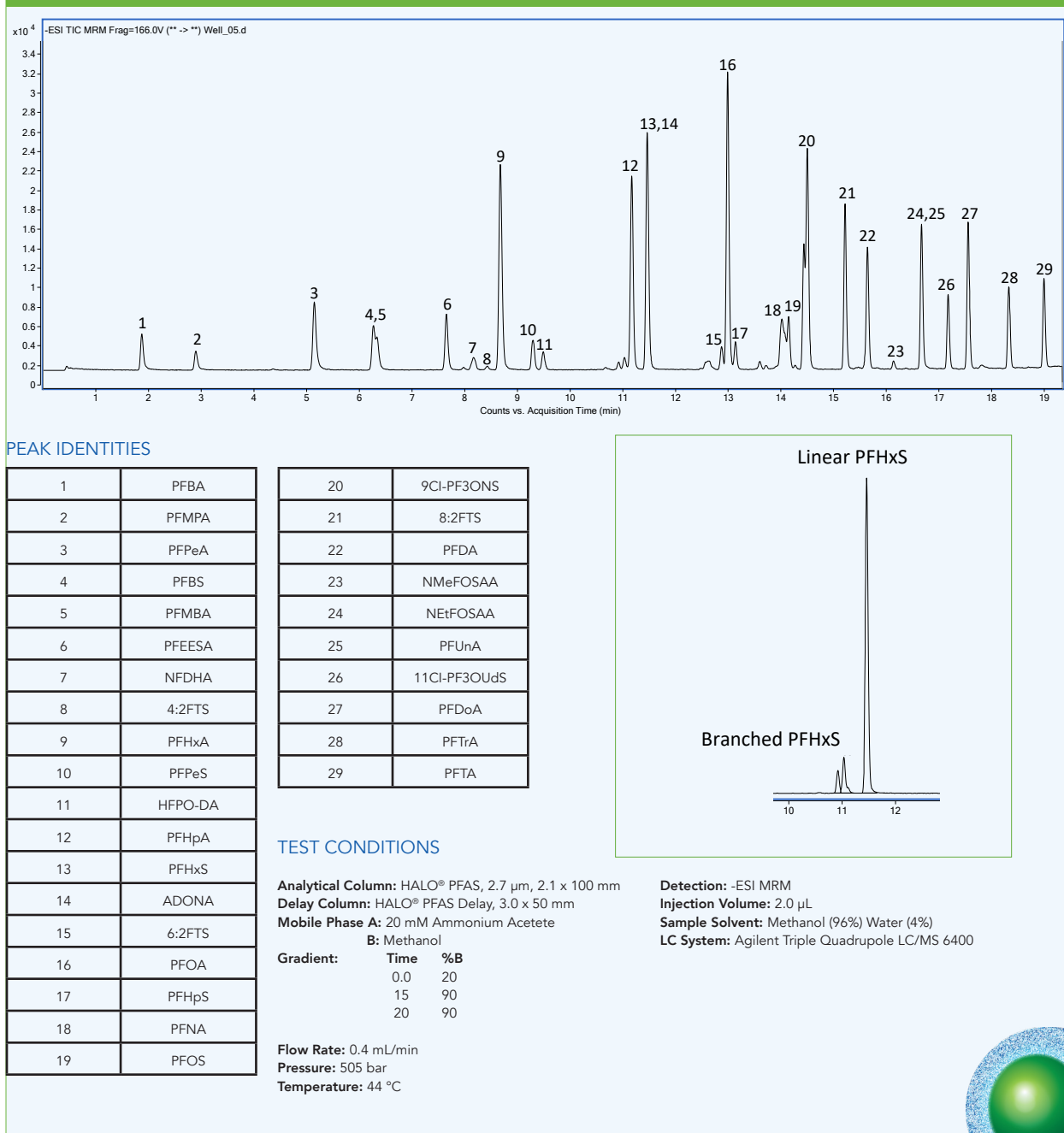


当样品运行时，LC仪器中的PFOA与样品中的PFOA相比，洗脱时间延后。见图 4。



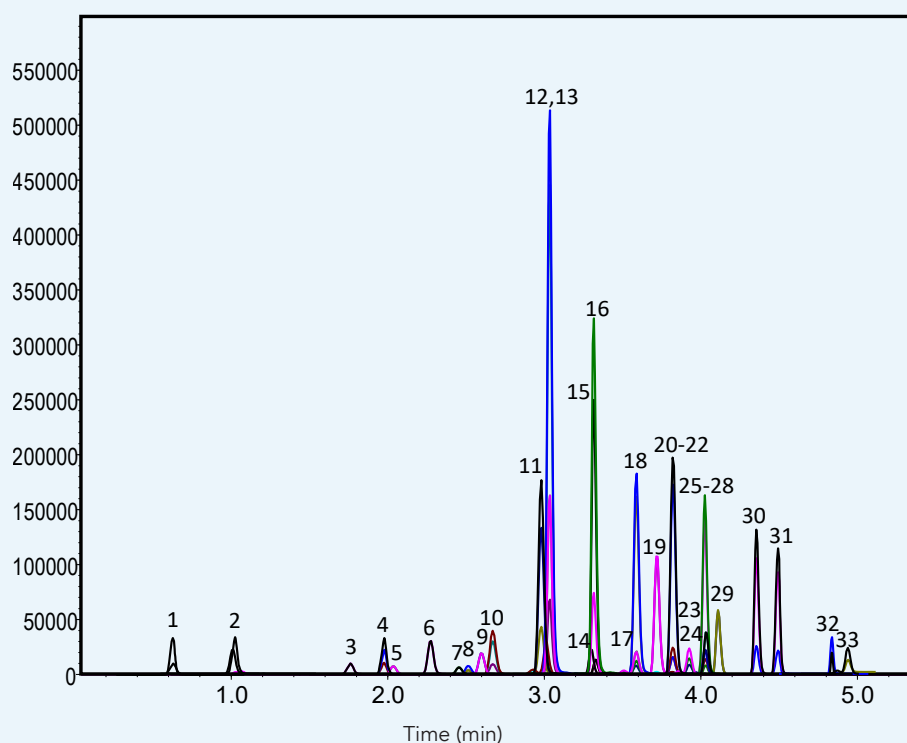
PFAS分析的一个具有挑战性的方面是直链和支链异构体的存在。支链异构体是用于制造PFAS的电化学氟化（ECF）过程的副产品。相反，当使用调节聚合反应时，只产生直链异构体。与直链的PFAS异构体相比，支链的PFAS异构体的极性更强，保留更低。这就解释了为什么支链异构体存在于水中，而直链异构体存在于土壤和沉积物中。图5中，在HALO® PFAS 色谱柱上运行井水样品，PFHxS的支链和直链异构体能够很好的分离。

图 5. HALO® PFAS 分离井水中PFHxS支链和直链异构体



所有PFAS的研究，一个高通量的方法对于节省时间和溶剂是必不可少的。HALO® PFAS 色谱柱采用Fused-Core® 技术，非常适合PFAS的快速分析。图 6 展示了33种PFAS在5分钟内的分离。这些化合物包括EPA方法533、537.1和8327中所有的目标分析物。

图 6. HALO® PFAS 色谱柱在5分钟内高效分离33种PFAS



PEAK IDENTITIES

1	PFBA
2	4:2FTS
3	PFPeA
4	PFBS
5	PFHpS
6	PFPeS
7	PFMPA
8	PFHxA
9	PFEESA
10	HFPO-DA
11	PFHxS
12	NaDONA
13	ADONA
14	FOSA
15	PFOA
16	PFMBA
17	PFHpA
18	PFOS
19	9Cl-PF3ONS
20	8:2FTS
21	PFNS
22	PFDA
23	N-MeFOSAA
24	PFNA
25	NFDHA
26	PFUnA
27	N-EtFOSAA
28	6:2FTS
29	11Cl-PF3OUdS
30	PFTDA
31	PFDoA
32	PFTeDA
33	PFDS

TEST CONDITIONS

Analytical Column: HALO® PFAS, 2.7 µm, 2.1 x 100 mm

Delay Column: HALO® PFAS Delay, 3.0 x 50 mm

Mobile Phase A: 10 mM Ammonium Acetate

B: Methanol

Gradient:	Time	%B
	0.0	33
	4.0	98
	4.10	100
	6.00	100
	6.10	33
	7.50	End

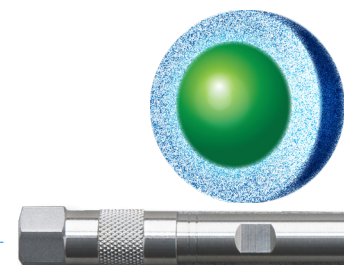
Flow Rate: 0.4 mL/min

Pressure: 479 bar

Temperature: 35 °C

Injection Volume: 2.0 µL

Sample Solvent: Methanol (96%) Water (4%)



总结

HALO® PFAS延迟柱和HALO® PFAS分析柱的组合为PFAS分析提供了一套完整的解决方案。HALO® PFAS的不同批次专门用17种PFAS化合物进行质量保证测试。HALO® PFAS延迟柱能有效地捕获和延迟来自LC系统的PFAS。无论目标是高分离还是高速度，HALO® PFAS 色谱柱都能为最具挑战性的环境样品提供稳健的、可重现的性能。

订购须知:

产品规格

Column	Particle Size (µm)	Surface Area (m²/g)	Low pH/T Limit	High pH/T Limit	Endcapped
PFAS Analytical	2.7	135	9/40 °C	2/60 °C	Yes
PFAS Delay	2.7	90	9/40 °C	2/60 °C	Yes

ANALYTICAL COLUMNS

Dimensions: ID x Length (in mm)	PN
2.1 x 50	92812-413
2.1 x 100	92812-613
2.1 x 150	92812-713
2.1 x 250	92812-913
3.0 x 50	92813-413
3.0 x 100	92813-613
3.0 x 150	92813-713
3.0 x 250	92813-913

DELAY COLUMNS

Dimensions: ID x Length (in mm)	PN
3.0 x 50	92113-415
4.6 x 50	92114-415