

全新的HALO 1.5

HALO[®]

A BETTER PATH TO SEPARATIONS



NEW DIMENSION • INCREASED SENSITIVITY • SOLVENT SAVINGS

TAKING SEPARATIONS TO A NEW DIMENSION

“我想要在现有的UHPLC仪器上面获得更高的
灵敏度...”

“我需要易于微流转换...”

“如何从我们现有的LC或者LCMS系统获得更
高性能?”

“我们的目标是减少溶剂消耗...”

INNOVATION YOU CAN TRUST - PERFORMANCE YOU CAN RELY ON

HALO® 1.5 – 色谱分离中的一个新维度

UHPLC仪器的使用将LC分离的速度和分离度推到了一个新的高度。在那以后的几年里，为应对生产效率提升的需求，色谱工作者不断地推动分离的极限。我怎么才能在更短的时间内获得更好的分离，或者更少的溶剂消耗，或者更高的灵敏度，或者前面几个都能达到？不同操作者可能要求不同，但总目标一样-‘我需要更多，但不能牺牲任何东西’。

2006年，Advanced Materials Technology(简称AMT公司)打破常规，将Fused-Core®颗粒技术引入市场。这些HALO®颗粒提供了快速、高效的分离，而且没有高背压的问题，这使得色谱柱工作者可以调整HPLC系统，以达到UHPLC的效果。

现在，2022年，AMT以1.5mm内径的HALO®色谱柱拓宽了UHPLC系统的边界，再次实现突破。基于Fused-Core®颗粒的所有优点，HALO® 1.5提供了更高的灵敏度，并减少了溶剂消耗，使得色谱工作者无需使用专门的微流系统就能体验到毛细柱的优点。



提供更多的性能

- ✓ 在现有的UHPLC系统上获得更高的灵敏度
- ✓ LCMS系统上获得更高的离子化效应
- ✓ 与2.1mm色谱柱相比，减少溶剂消耗
- ✓ 易于实现微流解决方案

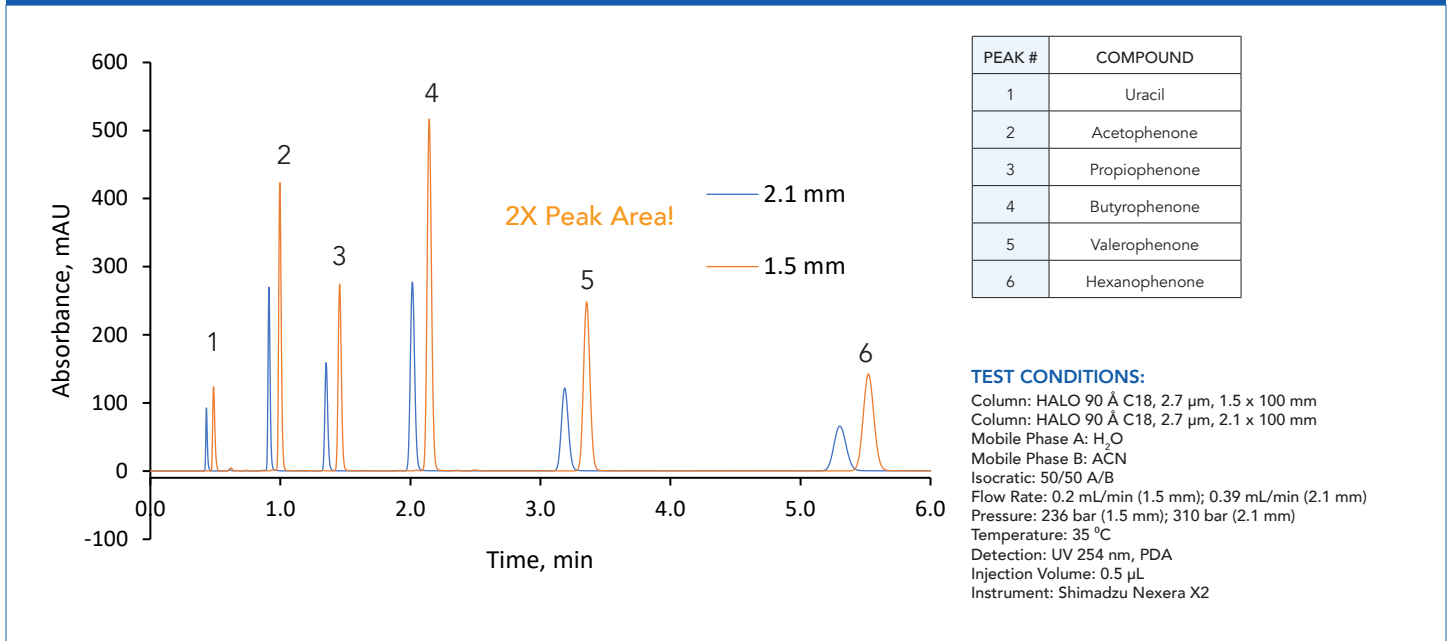
更高的灵敏度

“我想要在现有的UHPLC仪器上面获得更高的灵敏度”

通过特殊的硬件设计，在优化过的UHPLC系统中，HALO® 1.5mm色谱柱与2.1mm色谱柱相比，能够提供更高的响应；与1mm色谱柱相比，具有更高的效率。

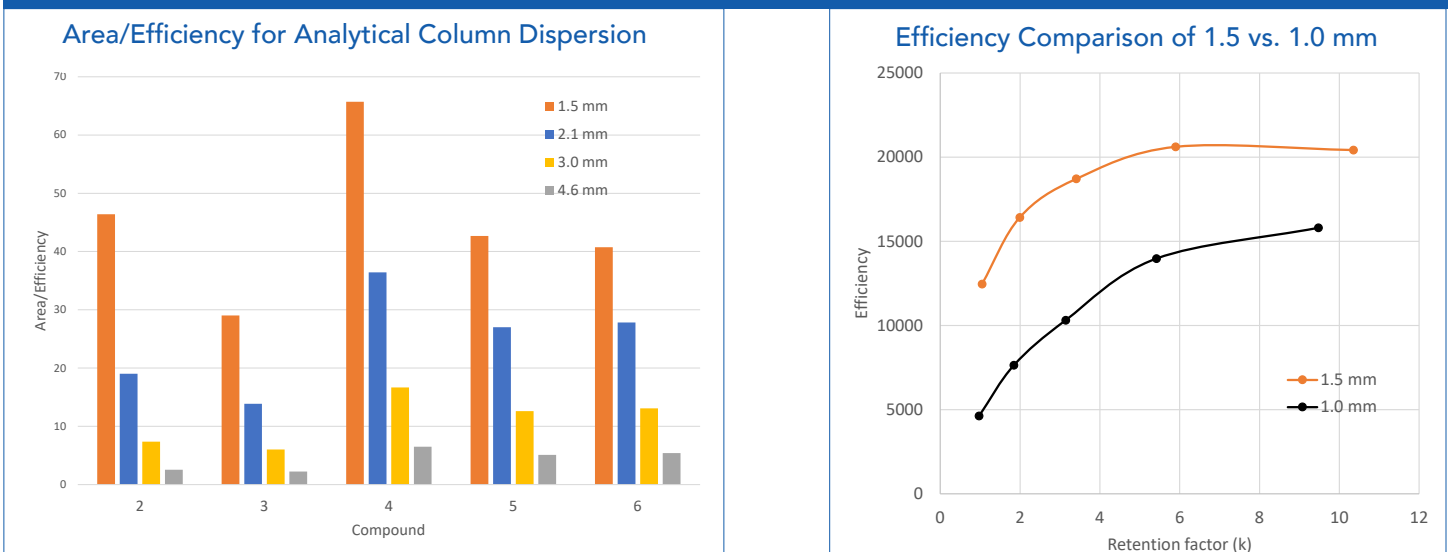
使用1.5mm色谱柱，等度分离烷基类化合物，峰面积平均增大2倍

在相同的进样体积下，1.5mm色谱柱与2.1mm相比，峰面积增大了2倍，且灵敏度更高。



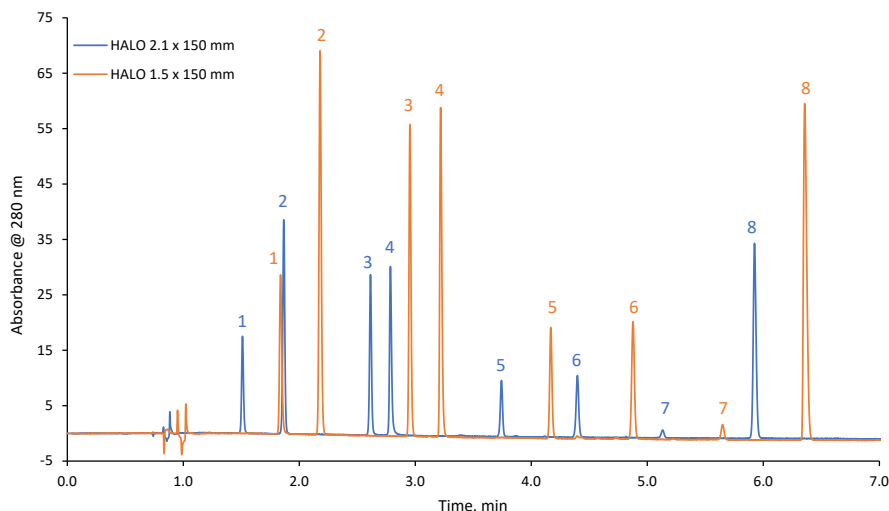
使用HALO® 1.5mm色谱柱提高柱效

烷基类化合物分别在1.0, 1.5, 2.1, 3.0和4.6mm色谱柱上运行。1.5mm色谱柱的面积/柱效优于所有内径的色谱柱。尽管1.0mm色谱柱性能优于1.5mm，但即使在优化的UHPLC系统中，1.0mm色谱柱的扩散还是太大，因此导致柱效降低。



咳嗽、感冒药的梯度分离

在柱外扩散最小的情况下，与2.1mm色谱柱相比，1.5mm色谱柱的峰高更高，更益于微量组分的分析。



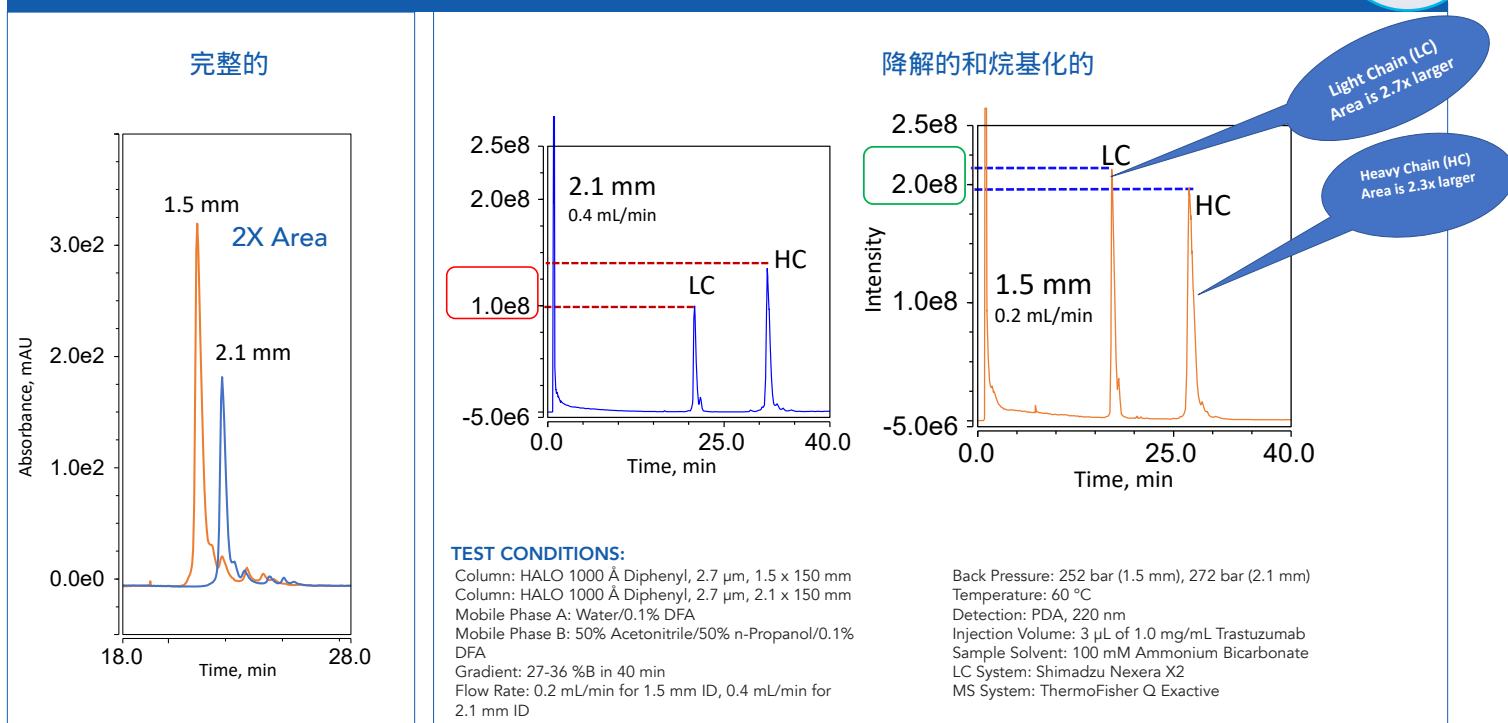
| PEAK # | COMPOUND |
|--------|------------------|
| 1 | Phenylephrine |
| 2 | Acetaminophen |
| 3 | Caffeine |
| 4 | Doxylamine |
| 5 | Guafenesin |
| 6 | Aspirin |
| 7 | Salicylic Acid |
| 8 | Dextromethorphan |

TEST CONDITIONS:

Mobile Phase A: Water/0.15% TFA
 Mobile Phase B: ACN/0.1% TFA
 Gradient: 5-50 %B in 8 min
 Flow Rate: 0.2 mL/min for 1.5 mm
 0.4 mL/min for 2.1 mm
 Pressure: 425 bar/1.5 mm
 470 bar/2.1 mm
 Temperature: 35 °C
 Injection Volume: 0.5 µL
 Detection: UV 280 nm, PDA
 Instrument: Shimadzu Nexera X2

1.5MM色谱柱用于完整的和降解的烷基化单抗的表征

使用HALO 1000Å Diphenyl分离完整的曲妥珠单抗，1.5mm色谱柱的峰面积比2.1mm色谱柱增大2倍。当使用MS来分离降解的和烷基化的曲妥珠单抗时，1.5mm色谱柱的峰面积比2.1mm色谱柱增大2倍以上。



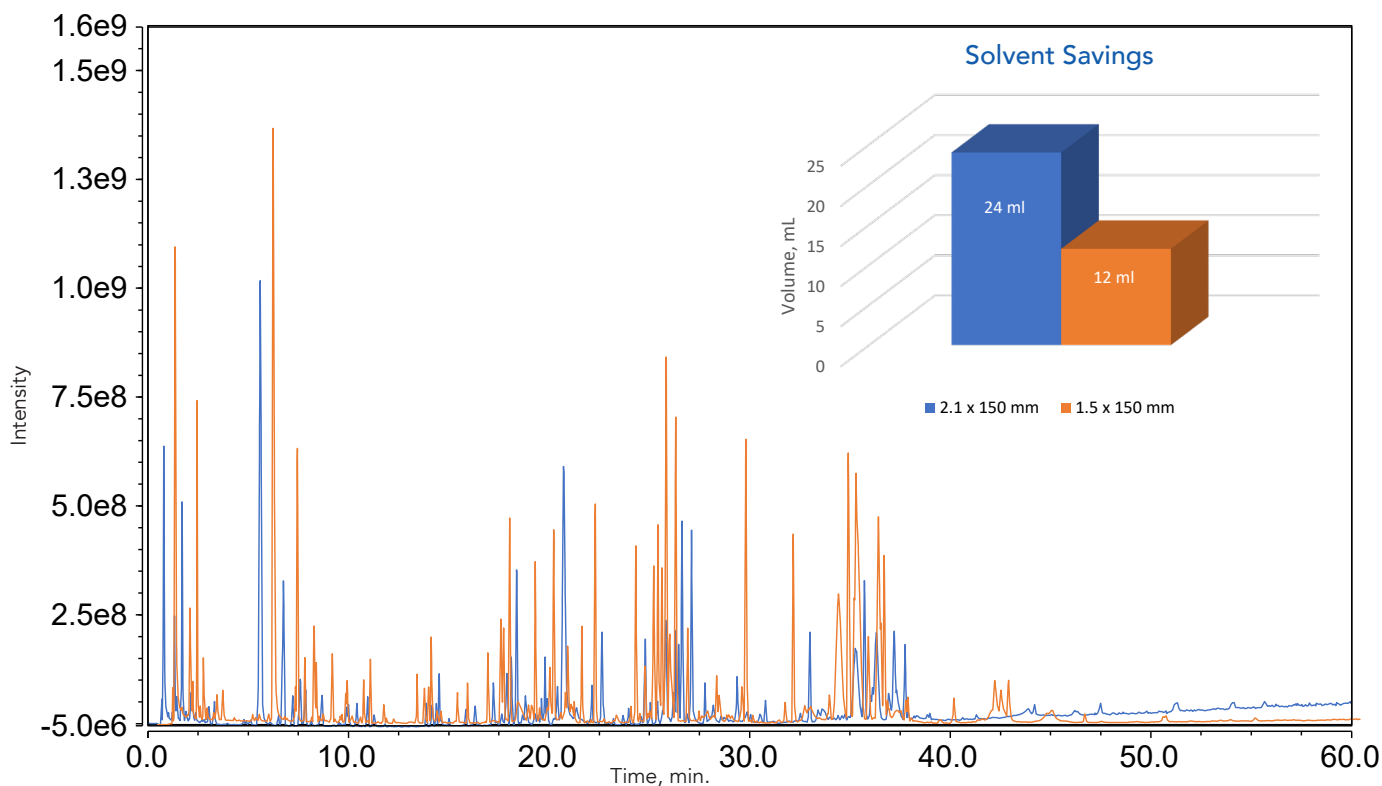
减少溶剂消耗

从购买价格和废液处理的角度来看，与溶剂相关的成本越来越高。为了减少有害化学物质对环境的影响，企业也在不断寻求更环保的解决方案。色谱柱内径减小，使得流速降低，从而减少溶剂消耗。

使用1.5MM HALO 160Å ES-C18色谱柱节约溶剂



当使用1.5mm色谱柱与2.1mm色谱柱比较曲妥珠单抗肽图时，由于1.5mm色谱柱以0.2mL/min运行，而2.1mm色谱柱以0.4 mL/min运行，因此节省了50%的溶剂。对于60分钟的分析，1.5mm色谱柱仅使用12mL溶剂，而2.1mm色谱柱使用24mL溶剂。这不仅节省了溶剂，也降低了废液处理的成本。



TEST CONDITIONS:

Column: HALO 160 Å ES-C18, 2.7 μm, 1.5 x 150 mm
Column: HALO 160 Å ES-C18, 2.7 μm, 2.1 x 150 mm

Mobile Phase A: Water/0.1% DFA
B: Acetonitrile/0.1% DFA

Gradient: 2-50 %B in 60 min

Flow Rate: 0.2 mL/min for 1.5 mm ID
0.4 mL/min for 2.1 mm ID

Back Pressure: 310 bar (1.5 mm)
444 bar (2.1 mm)

Temperature: 60 °C

Detection: ESI +

Injection Volume: 2 μL of 1.25 mg/mL Trastuzumab tryptic digest

Sample Solvent: 1.5 M Guanidine HCl/0.5% Formic Acid

LC System: Shimadzu Nexera X2

MS System: ThermoFisher Q Exactive

MS CONDITIONS:

Spray Voltage (kV): 3.8

Capillary temperature: 320 °C

Sheath gas: 35

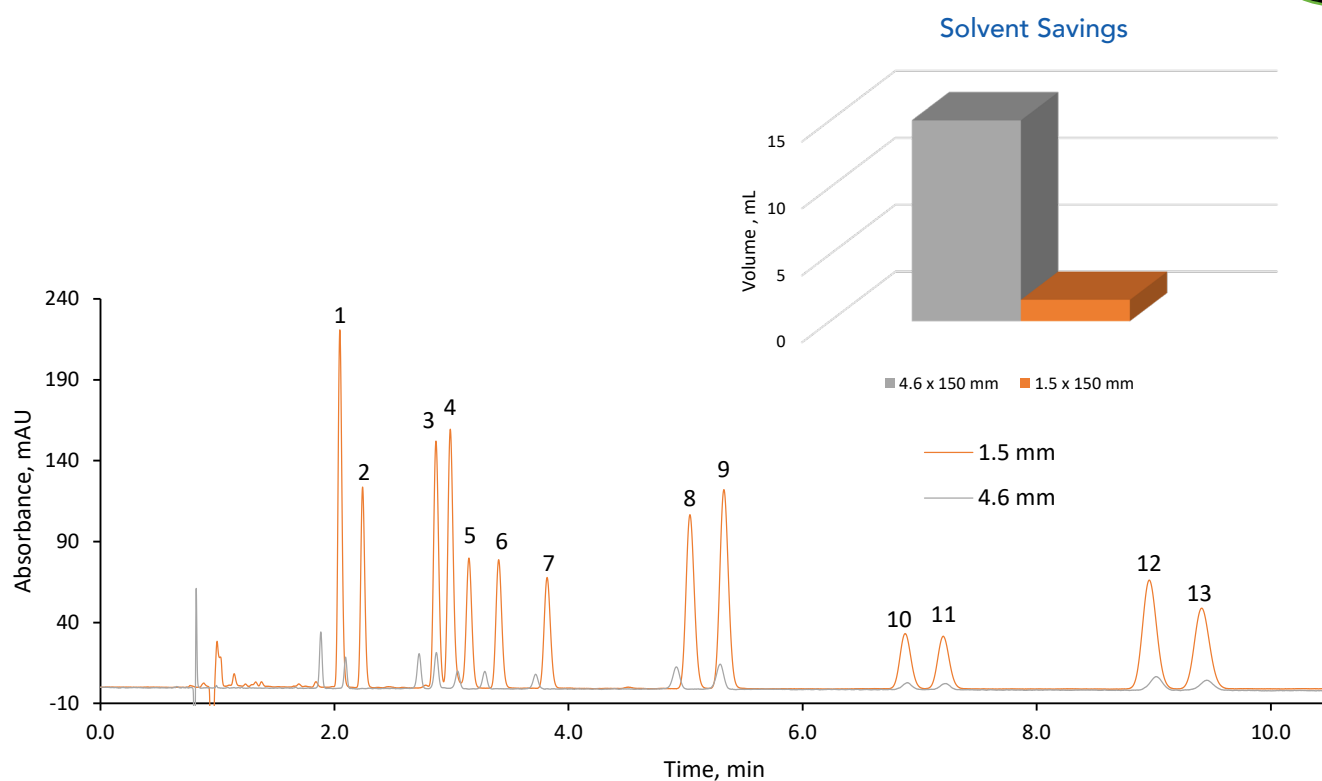
Aux gas: 10

RF lens: 50

使用HALO®1.5mm色谱柱可以帮助色谱工作者和公司减少溶剂的消耗。使用HALO® 1.5的另一个好处是在不牺牲分析速度的情况下，提高灵敏度！

>从4.6MM色谱柱到1.5MM色谱柱，溶剂减少了9倍

当分析方法从4.6mm色谱柱转移到1.5mm色谱柱时，节约了更多的溶剂。在以下13种大麻素的等度分离中，请注意1.5mm色谱柱比4.6mm色谱柱的灵敏度增加。



TEST CONDITIONS:

Column: HALO 90 Å C18, 2.7 µm
 Mobile Phase A: Water/ 0.1% Formic Acid
 Mobile Phase B: Acetonitrile/ 0.1% Formic Acid
 Isocratic: 75 %B
 Temperature: 30 °C
 Detection: UV 228 nm, PDA

Injection Volume: 0.5 µL
 Sample Solvent: 75/25 ACN/ Water
 Data Rate: 100 Hz
 Response Time: 0.025 sec.
 Flow Cell: 1 µL
 LC System: Shimadzu Nexera X2

PEAK IDENTITIES:

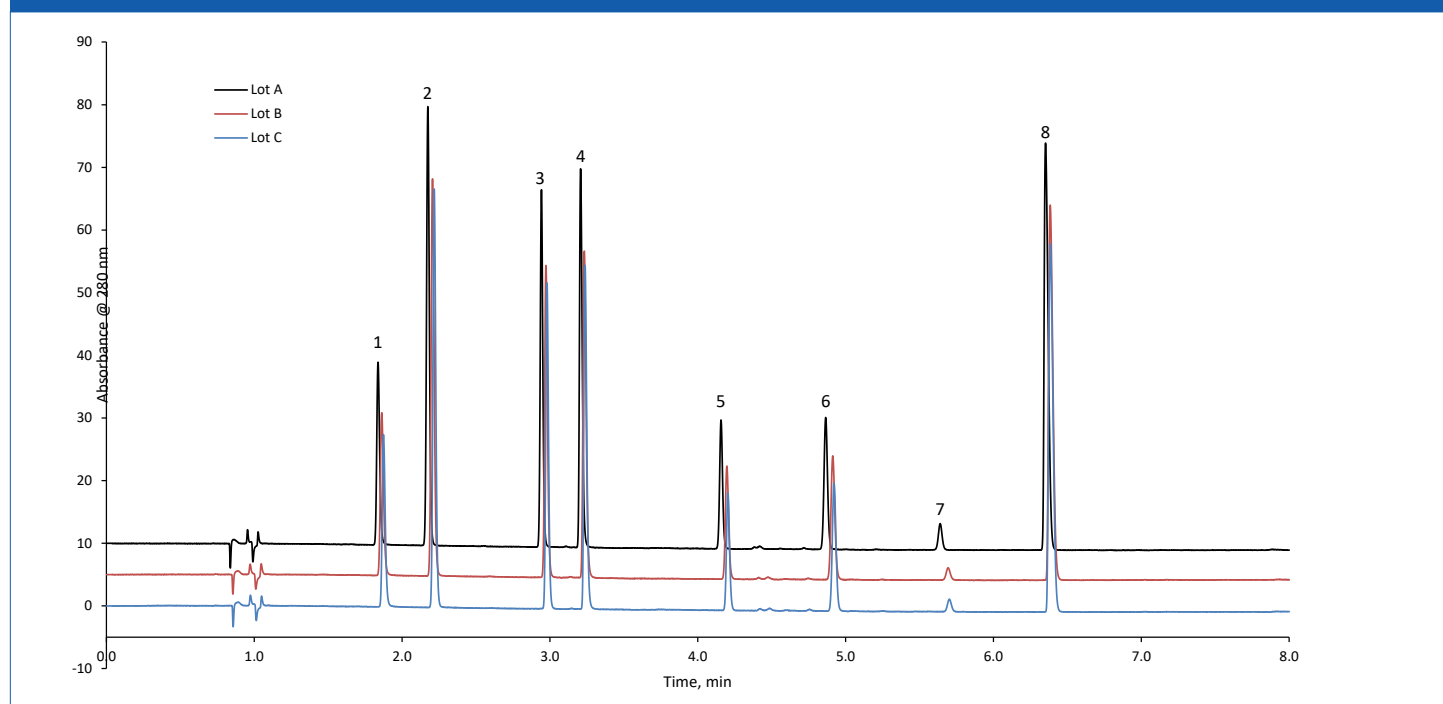
1. CBDVA
2. CBDV
3. CBDA
4. CBGA
5. CBG
6. CBD
7. THCV
8. THCVa
9. CBN
10. 9-THC
11. 8-THC
12. CBC
13. THCA

稳定性

全新的HALO® 1.5mm色谱柱采用所有HALO®产品同样严格的质量标准。多批次的测试和由我们经过ISO认证的设施生产的每根色谱柱都含有出厂QA报告，这确保柱与柱之间、分析方法之间的重现性。

1.5MM色谱柱优秀的批间重现性

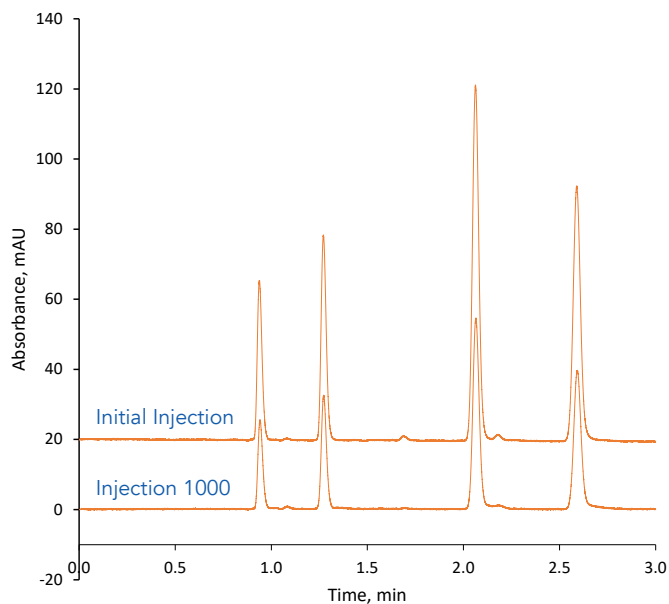
使用3个不同批次的1.5mm色谱柱分离非处方咳嗽和感冒药



上述色谱图的测试条件与p.3上图相同。

HALO 1000Å DIPHENYL色谱柱稳定性展示

使用1.5mm HALO 1000Å Diphenyl色谱柱，在600bar压力下连续进样1000针。在实验过程中没有观察到柱效降低或保留损失。

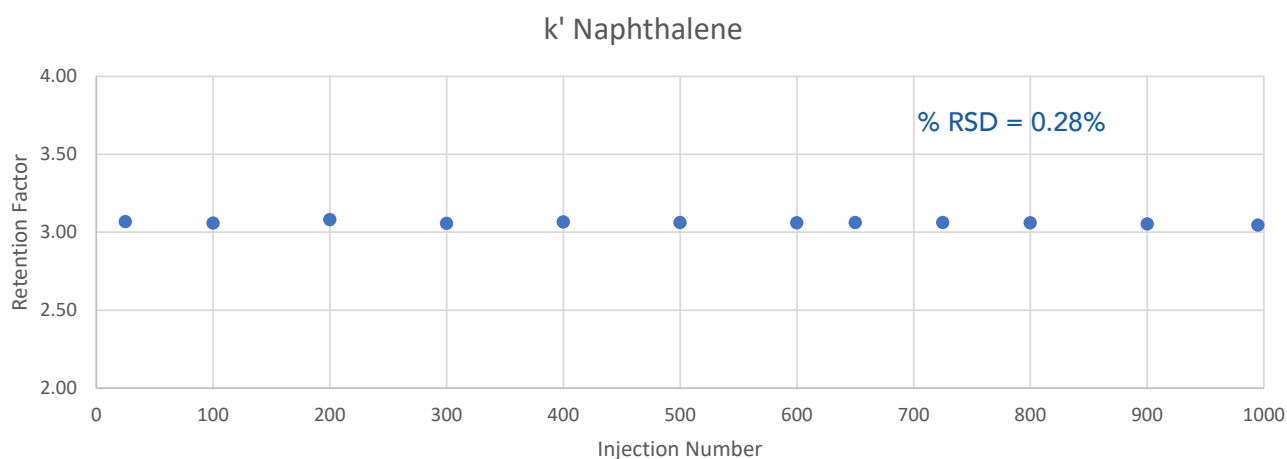


TEST CONDITIONS:

Column: HALO 1000 Å Diphenyl, 2.7 μm, 1.5 x 150 mm
Mobile Phase A: Water
B: Acetonitrile
Isocratic: 25 %B
Flow Rate: 0.4 mL/min
Back Pressure: 600 bar
Temperature: 30 °C
Detection: 254 nm, PDA
Injection Volume: 0.2 μL
Sample Solvent: 60/40 ACN/ Water
Data Rate: 200 Hz
Response Time: 0.005 sec.
Flow Cell: 1 μL
LC System: Shimadzu Nexera X2

HALO 90Å C18色谱柱600BAR压力下的稳定性测试

使用1.5mm HALO 90Å C18色谱柱，在600bar压力下连续进样1000针。萘的保留因子在所有图谱中都是稳定的。



TEST CONDITIONS:

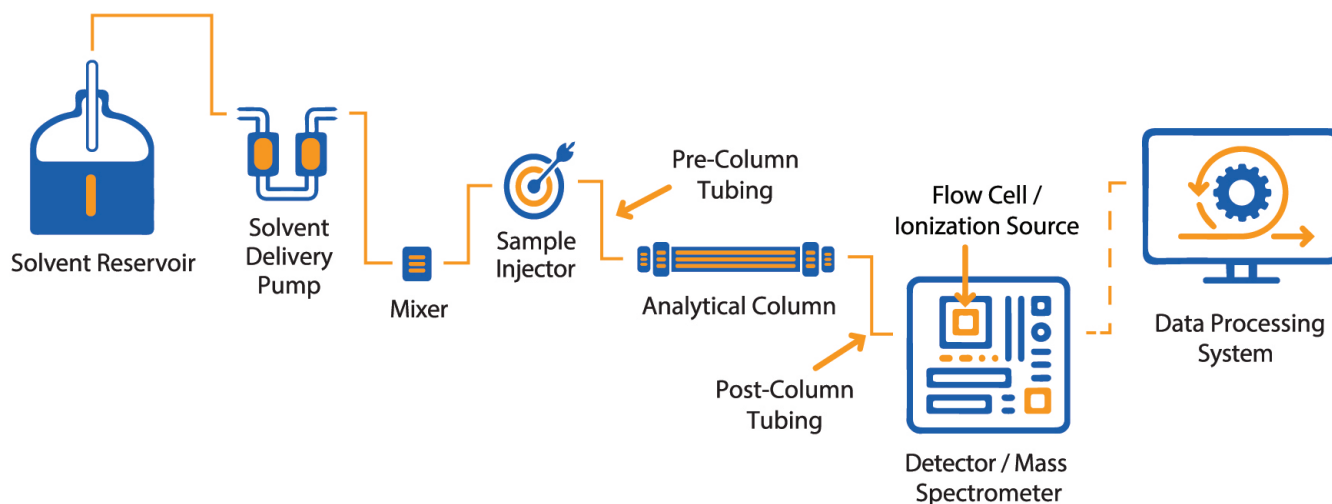
Column: HALO 90 Å C18, 2.7 μm, 1.5 x 150 mm
Mobile Phase A: Water
B: Acetonitrile
Isocratic: 60 %B
Flow Rate: 0.6 mL/min
Back Pressure: ~600 bar
Temperature: 30 °C
Detection: 254 nm, PDA

Injection Volume: 0.2 μL
Sample Solvent: 60/40 ACN/ Water
Data Rate: 200 Hz
Response Time: 0.005 sec.
Flow Cell: 1 μL
LC System: Shimadzu Nexera X2

系统优化

要想成功使用较小内径的色谱柱，需要优化LC系统以获得最佳性能。虽然UHPLC系统的制造商通常已经减少了系统体积，但仍需要考虑像管路和流通池这些会导致额外柱外扩散的部件。

当将梯度方法从现有的色谱柱改为全新的1.5mm色谱柱时，最关键的是系统死体积和额外的柱外扩散，扩散发生在连接检测器的柱后管路以及检测器本身。在等度条件下，扩散来自于柱前和柱后管路，以及进样体积和检测器。

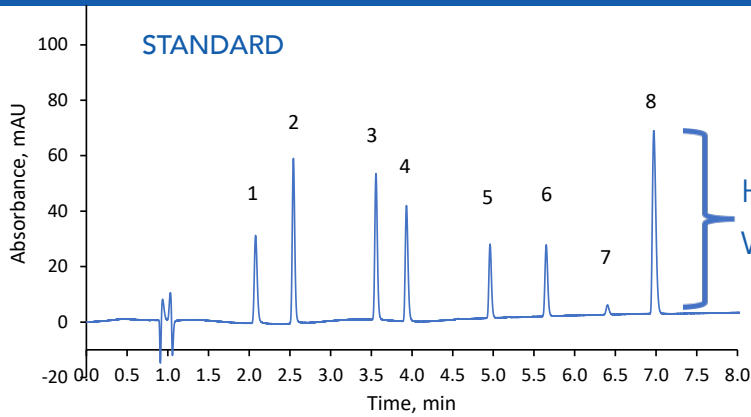


UHPLC优化示例

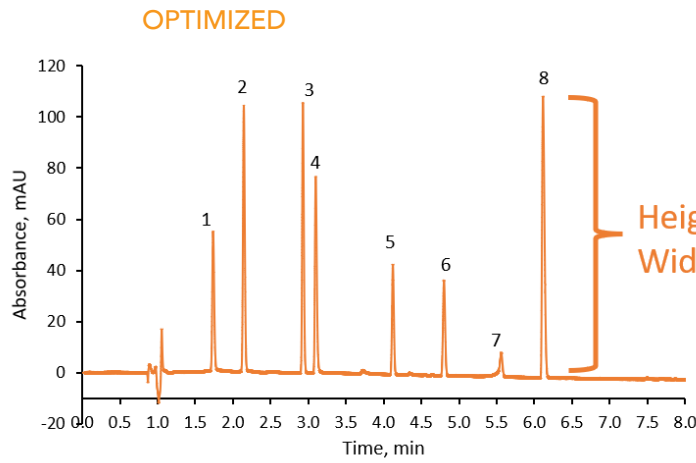
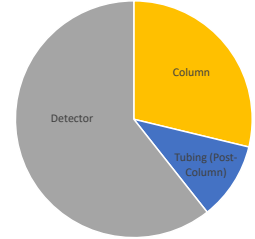
| 部件 | 标准的UHPLC系统 | 优化的UHPLC系统 |
|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 混合器(μL) | 100 | 20 |
| 柱前管路体积(μL) | 0.1 mm x 800 mm 6.3 | 75 μm x 350 mm 1.5 |
| 柱后管路体积 (μL) | 0.1 mm x 509 mm 4 | 60 μm x 707 mm 2 |
| 流通池(PDA)体积(μL) | 1 | 1 |
| 柱外扩散(μL ²) | 14 | 2 |

非处方止咳、感冒药标准与系统优化后的比较

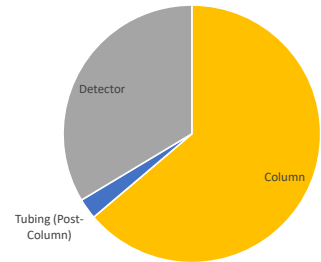
当UHPLC系统优化后，峰高更高，峰宽更小，从而提高了灵敏度。请注意，代表柱后管路和检测器的扇形是如何缩小的。



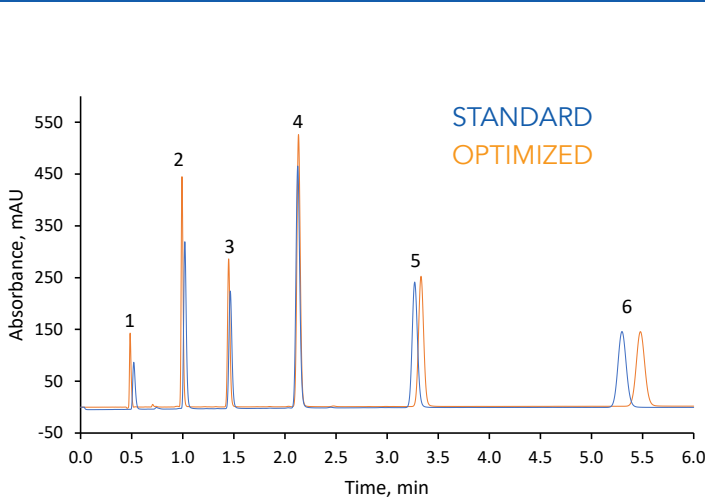
Standard Plumbing - Gradient $k^* = 2$



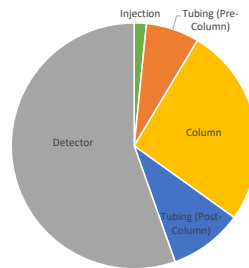
Optimized Plumbing - Gradient $k^* = 2$



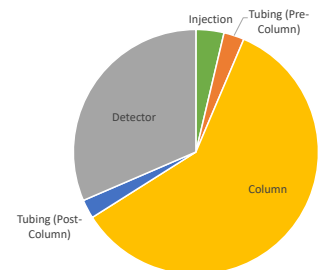
在等度条件下，柱外扩散来自于柱前和柱后管路、进样体积和检测器。在这个比较中，优化的UHPLC系统中，峰高和效率更高



Standard Plumbing - Isocratic $k = 2$



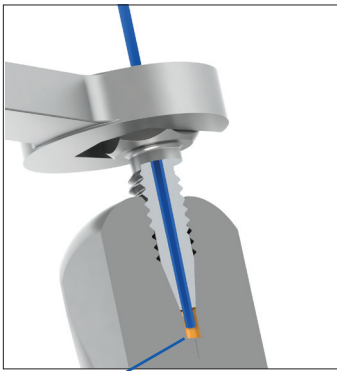
Optimized Plumbing - Isocratic $k = 2$



使用MarvelXACT™确保完美的连接

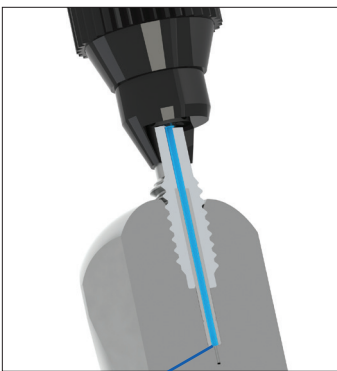
MarvelXACT™ 连接系统采用专利扭矩限制装置，可消除过松或过紧的风险。当达到最佳扭矩时，这一独特的功能会发出“咔哒”的反馈，确保每次都能完美的连接。MarvelXACT™ 采用先进的MarvelX™ 密封技术，实现精确的端面密封(端口底部密封)，消除了额外的系统体积，并将峰的位移风险、峰拖尾以及峰宽降到最低。

MarvelXACT™ VS. 传统的接头



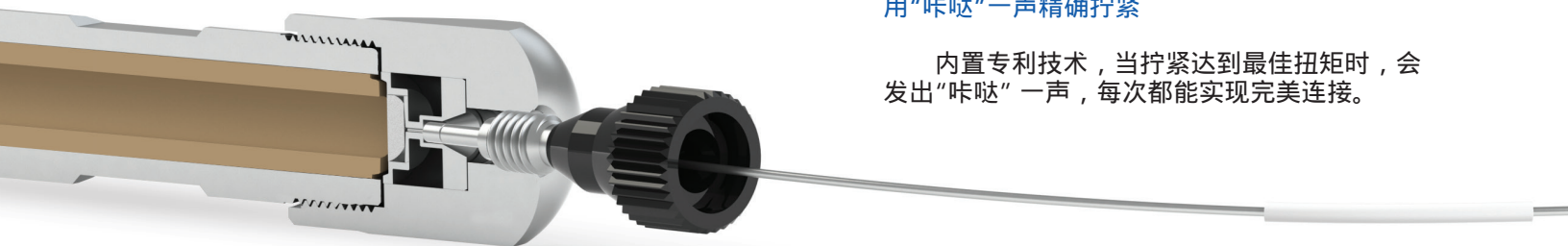
额外的系统体积

传统的接头需要一个与管路连接的套管，以实现恰当的密封。需要使用工具来改善密封性能，这大大增加了系统体积和色谱结果不佳的可能性。机械拧紧增加磨损，导致更高的更换成本。



零死体积

MarvelXACT™接头不需要套管。底部用手紧密封，更容易连接和断开，减少磨损，提高产品寿命。专利的尖端设计也确保零死体积(ZDV)和更好的色谱结果。



用“咔哒”一声精确拧紧

内置专利技术，当拧紧达到最佳扭矩时，会发出“咔哒”一声，每次都能实现完美连接。

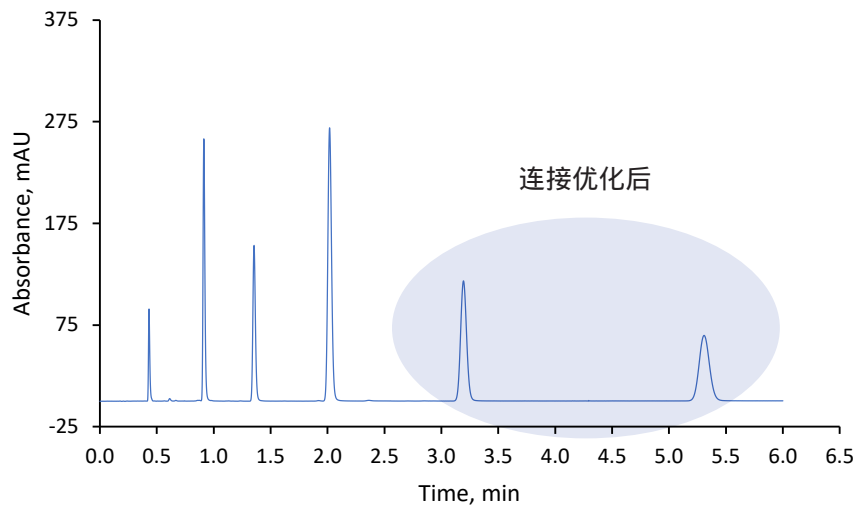
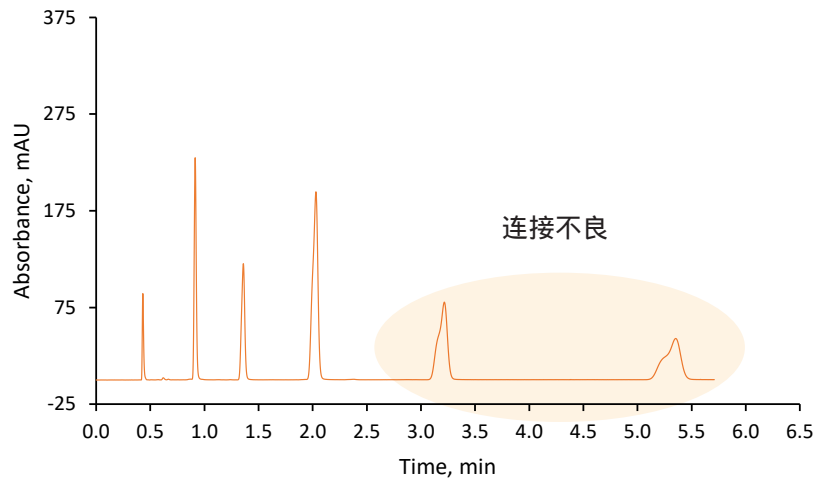


灵活性管路

1/32" 外径的管路可以防止打结，并确保整个仪器的管路都是灵活的。

连接的结果

当与进样器连接不良时，可能会出现峰型不佳和泄漏。在本例中，连接管路没有完全插入进样器，导致缓慢泄露，峰型不佳，尤其是后洗脱的峰。



UHPLC手紧

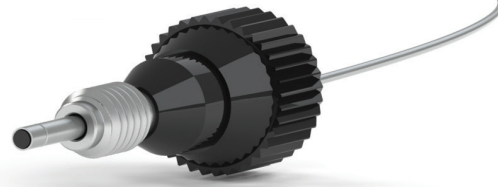
MarvelXACT™是真正的手紧连接，具有专利扭矩限制装置，每次都能精确拧紧，常规使用时可以耐受19000psi(~1310bar)。

小巧&使用方便

配件足够小，适用于紧凑的空间，且能够在UHPLC的压力下使用手紧拧紧。

稳固的接头

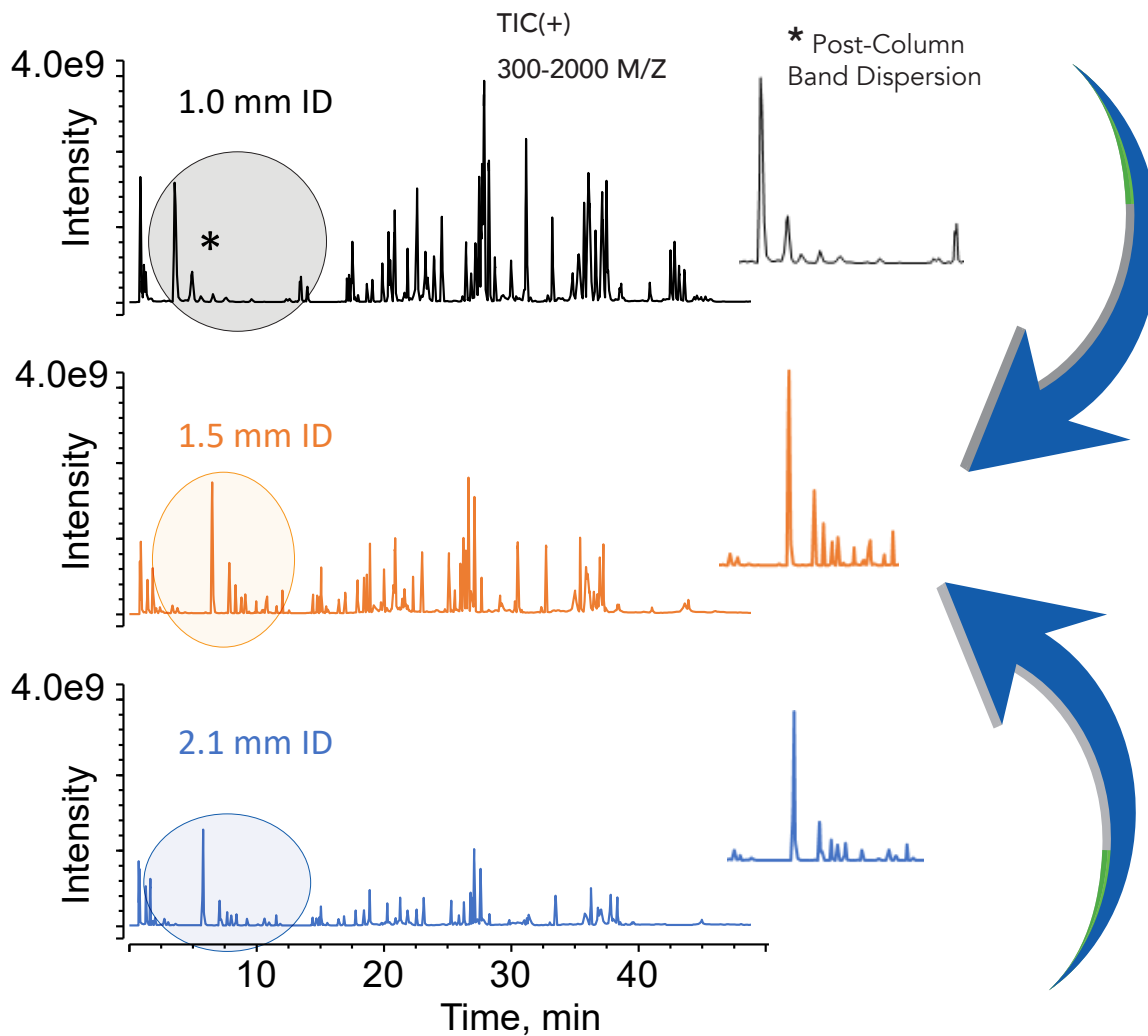
坚固的结构，卓越的可重用性，并最大限度地减少接头连接和断开的损坏。



柱外扩散

柱外扩散对不同内径色谱柱的影响

1.0mm内径色谱柱的峰形较宽，这是由于从色谱柱到质谱源有大量柱外扩散。1.5mm色谱柱的性能优于2.1mm色谱柱(峰高)和1.0mm色谱柱(峰宽)。



TEST CONDITIONS:

Column: HALO 160 Å ES-C18, 2.7 μm , 1.5 x 150 mm
Column: HALO 160 Å ES-C18, 2.7 μm , 2.1 x 150 mm
Column: HALO 160 Å ES-C18, 2.7 μm , 1.0 x 150 mm
Mobile Phase A: Water/0.1% DFA
B: Acetonitrile/0.1% DFA
Gradient: 2-50 %B in 60 min
Flow Rate: 0.1 mL/min for 1.5 mm ID
0.2 mL/min for 1.5 mm ID
0.4 mL/min for 2.1 mm ID

Back Pressure: 265 bar (1.0 mm)
310 bar (1.5 mm)
444 bar (2.1 mm)

Temperature: 60 °C
Detection: ESI +
Injection Volume: 2 μL of 1.25 mg/mL Trastuzumab tryptic digest
Sample Solvent: 1.5 M Guanidine HCl/0.5% Formic Acid
LC System: Shimadzu Nexera X2
MS System: ThermoFisher Q Exactive

MS TEST CONDITIONS:

Spray Voltage (kV): 3.8
Capillary temperature: 320 °C
Sheath gas: 35
Aux gas: 10
RF lens: 50

转换到全新的1.5MM色谱柱

为什么我们要关注柱外扩散？

在UHPLC系统中，分析物谱带或峰在通过连接管时会自然展宽。色谱柱内径越小，扩散对结果的影响越大。如果目标是柱效，那么减少柱外扩散是必须的。柱外扩散来自于进样器、柱前管路、热交换器、柱后管路和检测器。对于等度分离，这些都能影响柱效。对于梯度分离，只有柱后管路和检测器会影响柱效。为了最大限度地提高柱效，需要使用更短长度、更小内径的管路，尽可能地减少柱外扩散。然而，使用更小内径的管路会增加系统的压力，因此，为了在能够获取最佳色谱柱性能的流速下运行，需要作出妥协。

标准流速方程

$$F_2 = F_1 \times \frac{(\pi R_2)^2}{(\pi R_1)^2} = F_1 \times \frac{(R_2)^2}{(R_1)^2} = F_1 \times \frac{(D_2)^2}{(D_1)^2}$$

此处 F = 流速
R = 半径
D = 直径
1 = 初始色谱柱
2 = 变换之后色谱柱

| | | COLUMN IDS | | | | |
|------------------------|------|------------|------|------|-------|-----|
| | | 4.6 | 3.0 | 2.1 | 1.5 | 1.0 |
| FLOW RATES (mL/min) | 0.96 | 0.41 | 0.20 | 0.10 | 0.045 | |
| | 1.44 | 0.61 | 0.30 | 0.15 | 0.068 | |
| | 1.92 | 0.82 | 0.40 | 0.20 | 0.091 | |
| | 2.40 | 1.02 | 0.50 | 0.26 | 0.113 | |
| | 2.88 | 1.22 | 0.60 | 0.31 | 0.136 | |

柱外扩散参考文献

1. D.R. Stoll, K. Broeckhoven, LCGC North America. 39, Issue 4 (2021) 159–166.
2. G. Desmet, K. Broeckhoven, TrAC Trends Anal. Chem. 119 (2019) 115619.
3. K. Broeckhoven, J. De Vos, and G. Desmet, LCGC Europe 30 (2017) 618– 625.

如何选择最佳的连接管路以使1.5MM色谱柱达到最佳的性能

- 一般来说，使用长度最短、内径最小的管路
- 等度运行还是梯度运行？
 - 如果是等度运行，那么**调整**柱前管路是最有效的，可以减少柱前管路的长度和内径
 - 如果是梯度运行，那么**调整**柱后管路是最有效的，可以减少柱后管路的长度和内径
- 您的系统是否有热交换器？
 - 如果有，只要您的方法能够在没有热交换器的情况下运行，那么建议您可以考虑不要使用
- 您的系统是否有更小体积的流通池？
 - 如果有，建议您使用更小体积的流通池

选择连接管路的步骤

1. 测量从进样器到色谱柱，从色谱柱到检测器或质谱源的长度（mm）
2. 根据下表选择合适的管路内径和长度，并注意系统的背压限制:

| L(mm) | ID (μm) | volume (uL) | |
|-------|---------|-------------|--------|
| 150 | 25 | 0.07 | Red |
| | 50 | 0.29 | Orange |
| | 75 | 0.66 | Green |
| | 100 | 1.18 | Green |

| L(mm) | ID (μm) | volume (uL) | |
|-------|---------|-------------|-------|
| 350 | 25 | 0.17 | Red |
| | 50 | 0.69 | Red |
| | 75 | 1.55 | Green |
| | 100 | 2.75 | Green |

| L(mm) | ID (μm) | volume (uL) | |
|-------|---------|-------------|--------|
| 600 | 25 | 0.29 | Red |
| | 50 | 1.18 | Red |
| | 75 | 2.65 | Orange |
| | 100 | 4.71 | Green |

绿色 = 最小的系统背压 (<15 bar)
橙色 = 可能会产生太多的背压(>40 bar)
红色 = 不推荐 (>100 bar)



ISO 9001:2015 certified QMS

HALO® 1.5 产品供应

1.5 MM COLUMN SIZES AND PHASES

ANALYTICAL COLUMNS

| 键合相 | 孔径 | 描述 | 货号 |
|----------|--------|--|-----------|
| C18 | 90 Å | HALO 90 A C18, 2.7 µm, 1.5 x 50 mm | 9281X-402 |
| | | HALO 90 A C18, 2.7 µm, 1.5 x 100 mm | 9281X-602 |
| | | HALO 90 A C18, 2.7 µm, 1.5 x 150 mm | 9281X-702 |
| ES-C18 | 160 Å | HALO 160 A ES-C18, 2.7 µm, 1.5 x 50 mm | 9212X-402 |
| | | HALO 160 A ES-C18, 2.7 µm, 1.5 x 100 mm | 9212X-602 |
| | | HALO 160 A ES-C18, 2.7 µm, 1.5 x 150 mm | 9212X-702 |
| C4 | 1000 Å | HALO 1000 A C4, 2.7 µm, 1.5 x 50 mm | 9271X-414 |
| | | HALO 1000 A C4, 2.7 µm, 1.5 x 100 mm | 9271X-614 |
| | | HALO 1000 A C4, 2.7 µm, 1.5 x 150 mm | 9271X-714 |
| Diphenyl | 1000 Å | HALO 1000 A Diphenyl, 2.7 µm, 1.5 x 50 mm | 9271X-426 |
| | | HALO 1000 A Diphenyl, 2.7 µm, 1.5 x 100 mm | 9271X-626 |
| | | HALO 1000 A Diphenyl, 2.7 µm, 1.5 x 150 mm | 9271X-726 |

CONNECTION TUBING OPTIONS

| 描述 | 体积 | 货号 |
|---------------------------------------|---------|-----------|
| MarvelXACT™ PLS 25µm x 150mm | 75 nl | PL7025150 |
| MarvelXACT™ PLS 25µm x 350mm | 170 nl | PL7025350 |
| MarvelXACT™ PLS 25µm x 600mm | 295 nl | PL7025600 |
| MarvelXACT™ PLS 50µm x 150mm | 295 nl | PL7050150 |
| MarvelXACT™ PLS 50µm x 350mm | 685 nl | PL7050350 |
| MarvelXACT™ PLS 50µm x 600mm | 1178 nl | PL7050600 |
| MarvelXACT™ PLS 75µm x 150mm | 665 nl | PL7075150 |
| MarvelXACT™ PLS 75µm x 350mm | 1545 nl | PL7075350 |
| MarvelXACT™ PLS 75µm x 600mm | 2650 nl | PL7075600 |
| MarvelXACT™ PLS 100µm x 150mm | 1178 nl | PL7100150 |
| MarvelXACT™ PLS 100µm x 350mm | 2750 nl | PL7100350 |
| MarvelXACT™ PLS 100µm x 600mm | 4710 nl | PL7100600 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 25µm ID x 150mm | 75 nl | PS7025150 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 25µm ID x 350mm | 170 nl | PS7025350 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 25µm ID x 600mm | 295 nl | PS7025600 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 50µm ID x 150mm | 295 nl | PS7050150 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 50µm ID x 350mm | 685 nl | PS7050350 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 50µm ID x 600mm | 1178 nl | PS7050600 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 75µm ID x 150mm | 665 nl | PS7075150 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 75µm ID x 350mm | 1545 nl | PS7075350 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 75µm ID x 600mm | 2650 nl | PS7075600 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 100µm ID x 150mm | 1178 nl | PS7100150 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 100µm ID x 350mm | 2750 nl | PS7100350 |
| MarvelXACT™ PEEKsil™ 100µm ID x 600mm | 4710 nl | PS7100600 |

HALO®

Manufactured by:



3521 Silverside Road, Suite 1-K
Quillen Building
Wilmington, DE 19810

Made in the USA

INNOVATION YOU CAN TRUST - PERFORMANCE YOU CAN RELY ON

halocolumns.com