

# 新一代 UHPLC 连接 系统的可靠性验证

IDEX Health & Science 研发部

# 前言

本文中，IDEX Health & Science 的流体连接专家分析了现代超高压液相色谱（UHPLC）用户常遇到的有关连接的问题。展示了新的连接技术 MarvelX™ 和 MarvelXACT™ 如何使用户在高达 19,000 psi 的超高系统压力下，依然能够获得可靠的、可重复的、一致的色谱性能，并且可以反复拆装 100 次以上，从而降低了 UHPLC 系统的连接复杂性以及维护成本。

## 性能

新一代连接系统，例如 IDEX 的 MarvelX and MarvelXACT，其最大的特点是密封方式改为接收孔底部密封。这减少并且重新定义了需要耐受 UHPLC 压力的密封区域，显著地降低了安装接头所需要的力矩。安装力矩的降低相应的提高了接头寿命，也减少了接收孔被磨损的几率，同时能够通过手拧紧固以保持高性能。

如图1所示，当接收孔底部密封时，安装力矩限制为约 2 in-lbs，同时仍然可以保持极为恒定的安全压力 19,000 psi。2 in-lbs 的力矩是大多数 UHPLC 用户在不借助工具情况下可以轻松安装的力矩。对于 MarvelX，其设计使得绝大多数用户手拧一般不会过力拧紧。而对于 MarvelXACT，其接头本身自带扭矩限制功能，可以确保每次连接时使用合适的安装力度（如图2 所示）。这两种类型的接头都依赖于相同的管路和端部密封，以保持一致的液流处理性能，用户可以根据需求选

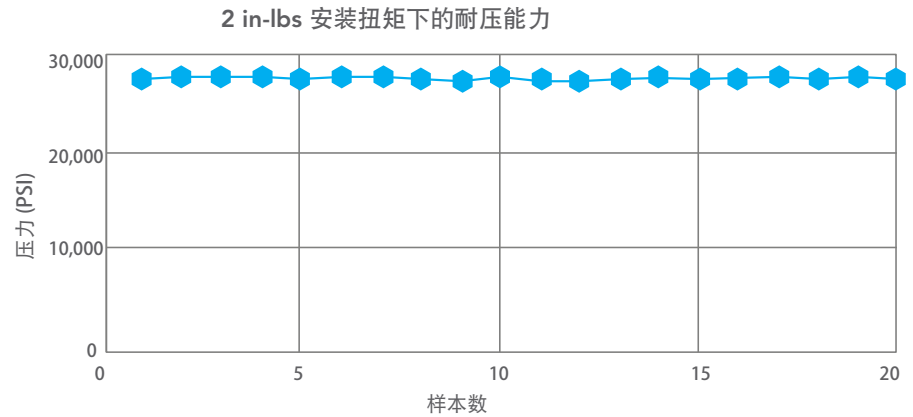


图 1. MarvelX 不锈钢 100µm 内径 x 350mm 长

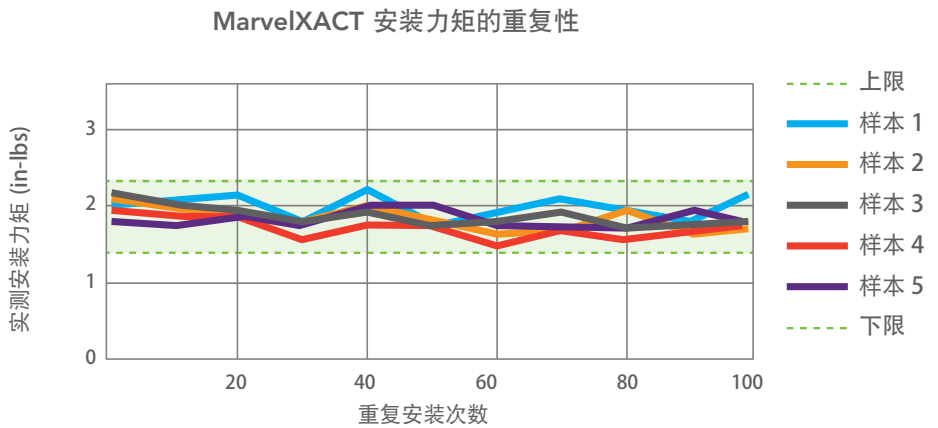


图 2. MarvelXACT 不锈钢系统力矩重复性测试

择最适合的类型。这种组合的便利性和性能是常规接头或将这种新型连接系统分拆使用所无法实现的。

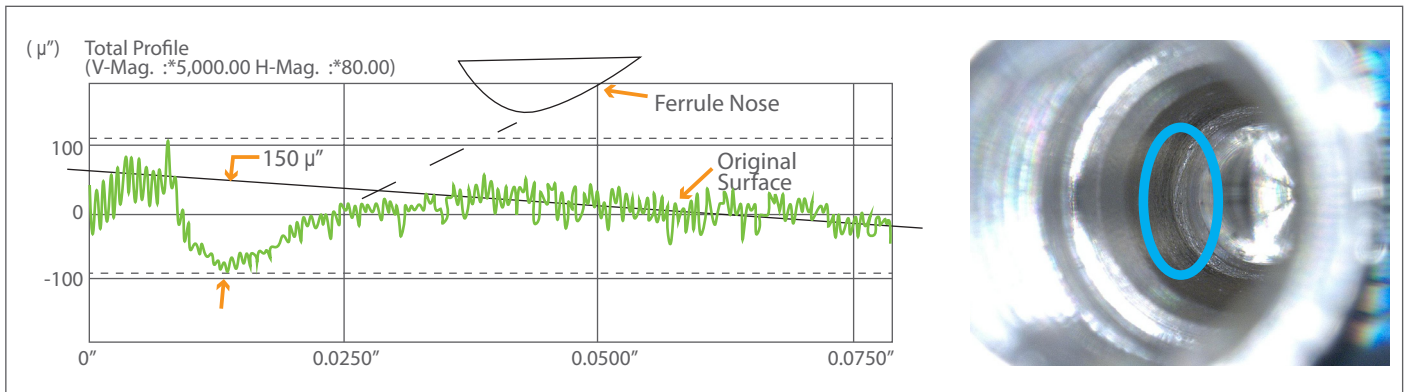


图 3. 常规锥形接头损伤图表

这一新的密封机制对配合部件或者接收孔也是有利的。当连接所需要的力越小时，与其配合的部件损坏的可能性也越小，例如常见的不锈钢配合部件可能会出现物理变形，极端情况下或发生拉毛磨损。传统接头在日常的高力矩安装情况下，金属锥形卡箍可对金属接收孔产生深达 150  $\mu$ -inches 的压痕（如图3所示）。当接收孔的密封表面已经产生磨损后，后续每一次安装时漏液的可能性都相应增加，并且可能导致必须更换系统部件。

通过改变密封机制并显著降低安装所需的力矩，我们消除了磨损系统关键部件的隐患。当使用合适的 UHPLC 接收端口时，MarvelX 和MarvelXACT 可以反复拆装 100 次以上，同时保持一致的耐压和安装扭矩。为了证明这一点，我们测量了 5 个 MarvelXACT 样本在 100 次拆装循

### 管路耐用性实验

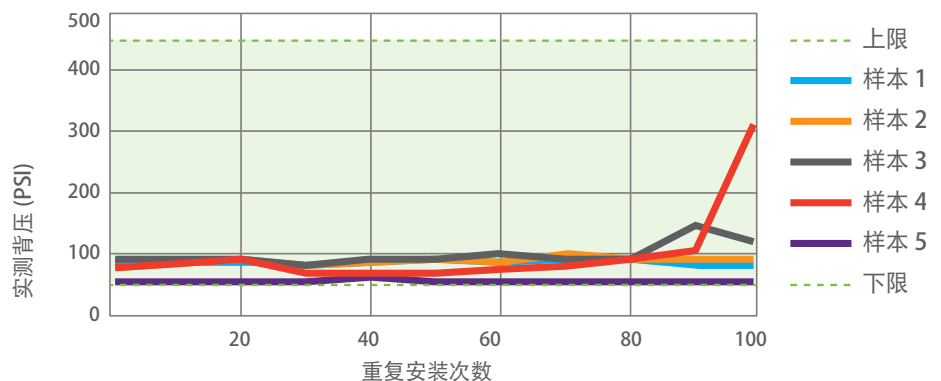


图 4. MarvelX 不锈钢 100  $\mu$ m 内径 x 150 mm 长, 背压实验

背压性能的测量基于某一段标准管路（经计算）内的重现性，每 10 次重复拆装后测试一次，直至 100 次拆装。

- 目标测试压力：19,000 PSI
- 测试流速：1.0 mL/min
- 测试液体：水，室温
- 安装扭力：约 2 in-lbs
- 允许最大背压计算值：430 PSI
- 目标背压计算值：134 PSI

环中的流体数据（图4）。样本测试表明，在该连接系统的寿命期内，能够保持目标压力，流路无不良退化，无内径受阻或背压上升超出范围。

## 易用性

除了在苛刻的 UHPLC 应用中实现可靠的性能外，我们还评估了连接的易用性，包括安装简易性和在仪器中布线集成的灵活性。

MarvelX 和 MarvelXACT 的管路设计可自适应各种孔深度（图5）。这使其能够配一系列接收端口，包括不同制造商生产的不同型号的阀和色谱柱。该设计使其成为标准 10-32 锥形接收孔的通用连接，当连接到对应端口时不需要特别考虑是否匹配。我们的测试数据表明单个配件可以在不同深度的不同接收孔中重复使用多次，且仍然可以实现高性能、可靠的 UHPLC 密封。而大多数常规接头，如果更换新的接收孔，例如更换了色谱柱，同时也需要更换新的接头。

常规 UHPLC 管路通常是刚性不锈钢管，弯曲和布线比较困难。MarvelX 的管路中间部分是 1/32 英寸的。这种比较软的管道使其在整个仪器中布线有相当大的余地，而接头可从管路上拆卸的特性使布线更加灵活方便。管路与接头可分离，从而可以单独更换管路，相比其它管路接头不能分离的产品降低了费用。布线简便、且无需工具安装简易，将大大减少每次连接所需时间。

MarvelXACT 的接头不能与管子分离拆卸，其 1/32 英寸的管路与 MarvelX 是一样的。尽管该接头不可拆卸，但其增加了专利的扭矩限制设计，以实现一致的安装并且消除猜测。MarvelXACT 系统在不锈钢的螺纹上面有一个

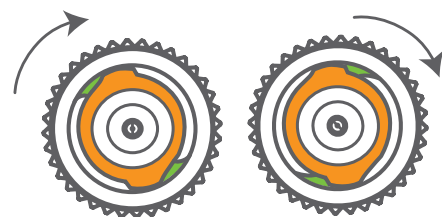


图 6. MarvelXACT 扭矩限制机制

左图中，黄色斜面被啮合。右图中，斜面已经被越过，接头无法拧得更紧。

PEEK 头，其内置斜面结构（图6）用以限制用户在拧紧接头时施加的力。当接头拧紧到最佳水平时，PEEK 头将发出“咔”一下的触觉反馈，之后将不会被过度拧紧。经专有的制造工艺，该力矩限制机制受到严格控制，可确保多次重复安装一致性。

当我们考虑使用重复性高、通用于多种接收孔的高性能连接时，新的连接技术的真正经济价值才被发现。

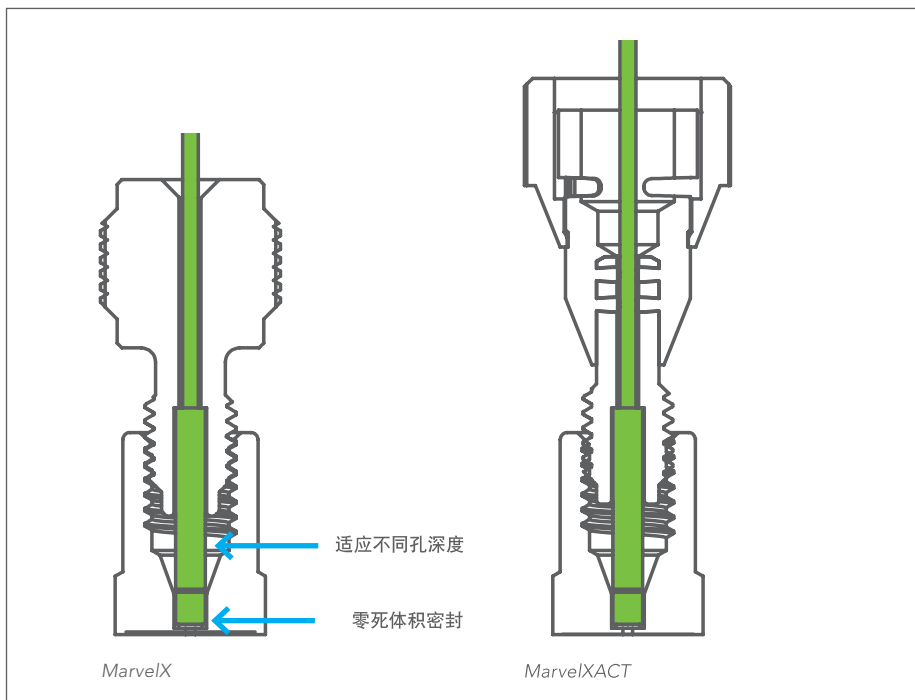


图 5. 部件结构图

## 经济价值

让我们来看看 UHPLC 连接的常见应用案例，从而分析性能和易用性如何提高流路连接的经济价值。在这个应用案例中使用普通接头系统和 100  $\mu\text{m}$  内径 350 mm 长的不锈钢管，与相同内径和长度的不锈钢版本的 MarvelX 或 MarvelXACT 连接系统进行对比。接头被连接至每四天更换一次的色谱柱上。

	常规接头系统	MarvelX MarvelXACT
仪器数量	3	3
每台仪器中的连接数量	1	1
每天连接 / 断开次数	0.25	0.25
每次连接所需时间 (min)	3	1
每组连接的标价	\$24	\$135
安装接头的人工成本 (美元/每小时)	\$60	\$60
更换前可连接 / 断开的次数	1	100
<b>全年连接费用总计</b>	<b>\$4,860</b>	<b>\$450</b>
材料费	\$4,320	\$270
人工费	\$540	\$180

上述数字基于:

- 全年工作 240 天
- 本文发表时的美金标价
- 行业标准应用中正确安装的连接系统
- 每次更换色谱柱时都要更换常规接头, 以防产生死体积

## 结论

可靠的、高性能的流体连接系统对于最大化 UHPLC 仪器的整体价值至关重要。

MarvelX 系列产品 (包括新推出的 MarvelXACT) 的设计考虑到了可靠性和易用性。接头可手拧紧固, 在不会牺牲高性能情况下, 简化并加快安装。此外, 任何用户无需任何培训和经验即可使用 MarvelX / MarvelXACT 进行完

美的连接。每次连接时, 该连接系统都可自适应孔深度, 在接收孔底部进行面密封, 最小化系统中的死体积。该连接系统可以在不同接收孔中重复使用 100 次以上, 因此在更换配合硬件时无需更换连接系统。

连接系统的耐用性和安装简便性可以为 UHPLC 实验室在一年内节省数千美元经费。

如需进一步了解 MarvelXACT 如何为 UHPLC 应用增加价值, 请访问: [www.idex-hs.com/MarvelXACT](http://www.idex-hs.com/MarvelXACT)

或直接致电我们的专业工程师:  
010-65669090

有关订购和技术支持，访问 [www.idex-hs.com](http://www.idex-hs.com) 或联系：

北美 [CustomerService.hs@idexcorp.com](mailto:CustomerService.hs@idexcorp.com) | +1 800 426 0191 | +1 360 679 2528

欧洲 [CustomerService.hsEurope@idexcorp.com](mailto:CustomerService.hsEurope@idexcorp.com) | +49 1801 808 800

亚洲 [CustomerService.hsAsia@idexcorp.com](mailto:CustomerService.hsAsia@idexcorp.com) | 北亚 +86 10 6566 9090 | +86 21 5241 5599

南美 +91 22 66 43 55 50 | 东南亚 & 大洋洲 +65 6763 6633 | 日本 +81 48 240 5750

更多信息，请浏览  
[idex-hs.com](http://idex-hs.com)



©2017 IDEX Health & Science LLC. IDX2577

Intelligent Solutions for Life™  
Fluidics | Optics | Consumables | Assemblies