

MultiValve®

微电驱动阀学术白皮书

高精度 · 高稳定 · 零死体积 · 可重复

本白皮书系统阐述了 MultiValve® 微电驱动阀的核心控制机理及其在微流控、高精度分析仪器中的应用优势与实验验证。



微秒级切换
 $\Delta t_{\text{switch}} \rightarrow 0$



零死体积
层流流路设计



100°C恒温
热动力学管理



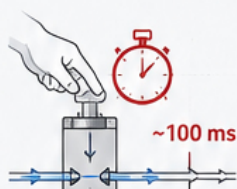
压力平衡算法
 $\Delta P_{\text{column}} \rightarrow 0$



传统驱动模式的痛点（为什么漂移？）

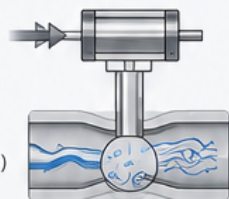
手动切换阀

· 人工操作带来百毫秒 (ms) 级的随机时间延迟，且剪切速率不恒定，极易导致流路在中间状态停留，造成系统瞬时断流或短路。



气动驱动阀

· 极度依赖外部气源压力的恒定性，非线性机械延迟大；由于体积较重，阀体流道难以做到微流控级的完全平滑过渡，内部死体积 (Dead Volume) 易导致组分产生涡流、滞留和吸附记忆效应。

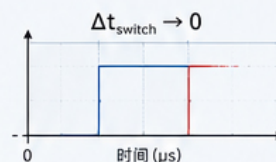


死体积 & 湍流滞留

微电驱动阀的核心控制机理（为什么稳定？）

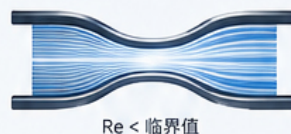
1 时间轴协同（消除了时间起点误差）

· 采用高分辨率电机结合闭环编码器，使阀流路的切换延迟稳定在微秒 (μs) 级别 ($\Delta t_{\text{switch}} \rightarrow 0$)，确保每一次进样起始点高度可重复。



2 空间轴保真（零死体积与层流设计）

阀体几何学经精密微流控结构优化，内径高度匹配，将流动雷诺数 (Re) 降至临界值以下，阻断紊流，使痕量组分能够以“柱塞式”无损传输。



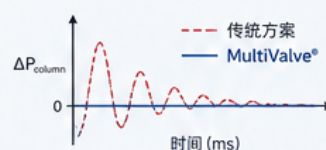
3 热动力学管理（恒温流路）

将阀头整体温度硬性设定为 100°C 恒温，使气体分子的密度、扩散系数及粘度保持恒定，避免因环境温度差引发的局部冷凝和时间离散。



4 系统级压力平衡算法

与电子流量控制 (EFC/MFC) 紧密联动，在阀切换的瞬间通过算法进行瞬态阻抗补偿，使柱前压切换前后的扰动趋近于零 ($\Delta P_{\text{column}} \rightarrow 0$)。



实验数据对比（以 MultiValve® 为例）

在行业通用标准（保留时间 %RSD $\leq 0.5\%$ ）的背景下，微电驱动阀将非极性组分（乙烯）的相对标准偏差压缩至 0.013%，极性组分（三氯乙烯）控制在 0.042%，性能相较传统方案实现了一个数量级的跨越。

性能提升
1 个数量级



满足行业标准
%RSD $\leq 0.5\%$

更低的 %RSD
意味着更高的分析精度
与更强的方法可靠性

应用领域



气相色谱
(GC)



质谱联用
(GC-MS)



过程分析
(PAT)



生命科学
与生物分析



科研与
高校实验室

MALTI VALVE®

以微秒级精度，定义流体控制新标准
更稳定 · 更精准 · 更智能



阅读全文