

根据该公式，优化对象是阻力系数 f

流体的摩擦系数，可根据试验得到的流体沿微通道内流动的压力损失 Δp 和平均流速 U_m 计算：

$$f = \frac{\Delta p}{l_{ch}} \cdot \frac{2D_h}{\rho U_m^2} \tag{14}$$

$$U_m = \frac{m}{N_{ch}\rho A_{ch}} \tag{15}$$

Δp — —管道出入口压差（压降）

D_h — —管道直径

l_{ch} — —管道长度

U_m — —平均流速

m — —质量流量

ρ — —流体密度

N_{ch} — —微管通道个数

A_{ch} — —微管横截面积

重要参数	获取方式
长径比	几何设置 L/D
压差	通过仿真实验获取
平均流速	管道截面上的平均速度 $\frac{4m}{\rho\pi D^2}$

公式变形

$$\begin{aligned}
 f &= \Delta p \frac{2D}{L\rho U_m^2} \\
 &= \Delta p \frac{2D}{L} * \frac{D}{\mu} \frac{\mu}{\rho D U_m} * \frac{1}{U_m} \\
 &= \Delta p \frac{2D^2}{L\mu} \frac{1}{Re U_m} \\
 &= \frac{2}{U_m \mu} \Delta p \frac{1}{Re} \frac{D^2}{L}
 \end{aligned}$$

D — 微管直径
 L — 微管长度

可以对管道流动中阻力系数 f 进行仿真优化

研究预期结果

1. 得到压差与长径比的关系 $\Delta p = \Delta p(\frac{L}{D})$
2. 得到阻力系数 f 与长径比的关系
3. 通过对比得到压差合适，阻力系数最小的长径比管道组合

几何条件

1 长度


管道长度不限制，

本实验中满足以下条件即可

$$10^{-2} < D/L < 10^{-1}$$

2 直径

根据微尺度标准划分管道直径

 image-20220408195754705

可选取直径范围 0.05 ~ 0.1 mm

3 管道组数

初步设置为八组

网格划分

选择四面体方法

网格大小设置 elements sizing = $2\mu m$

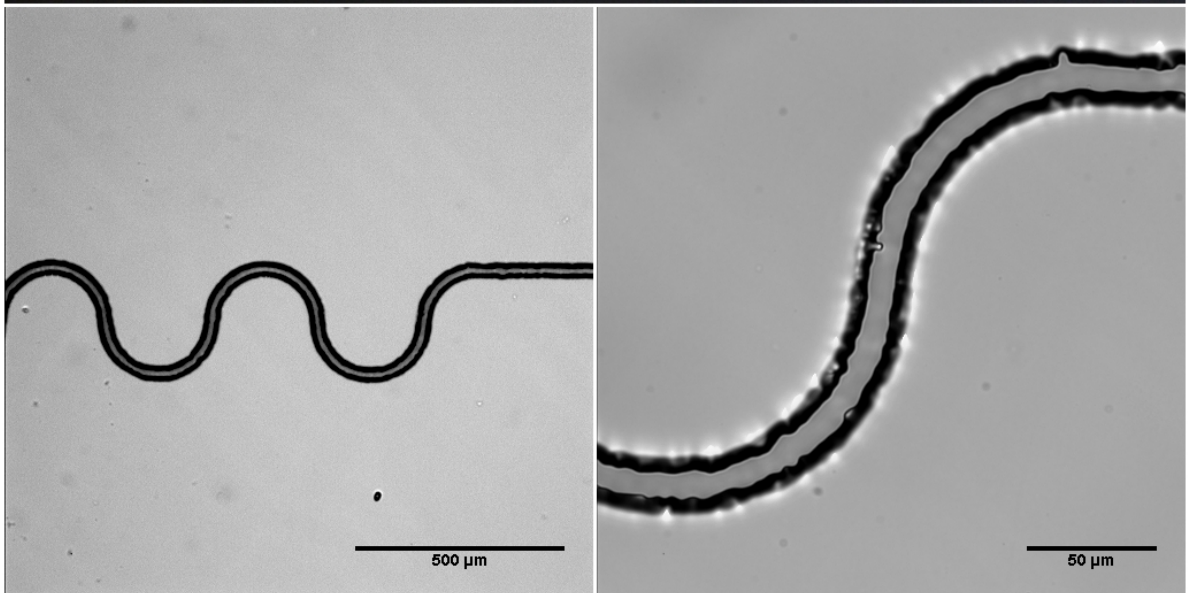
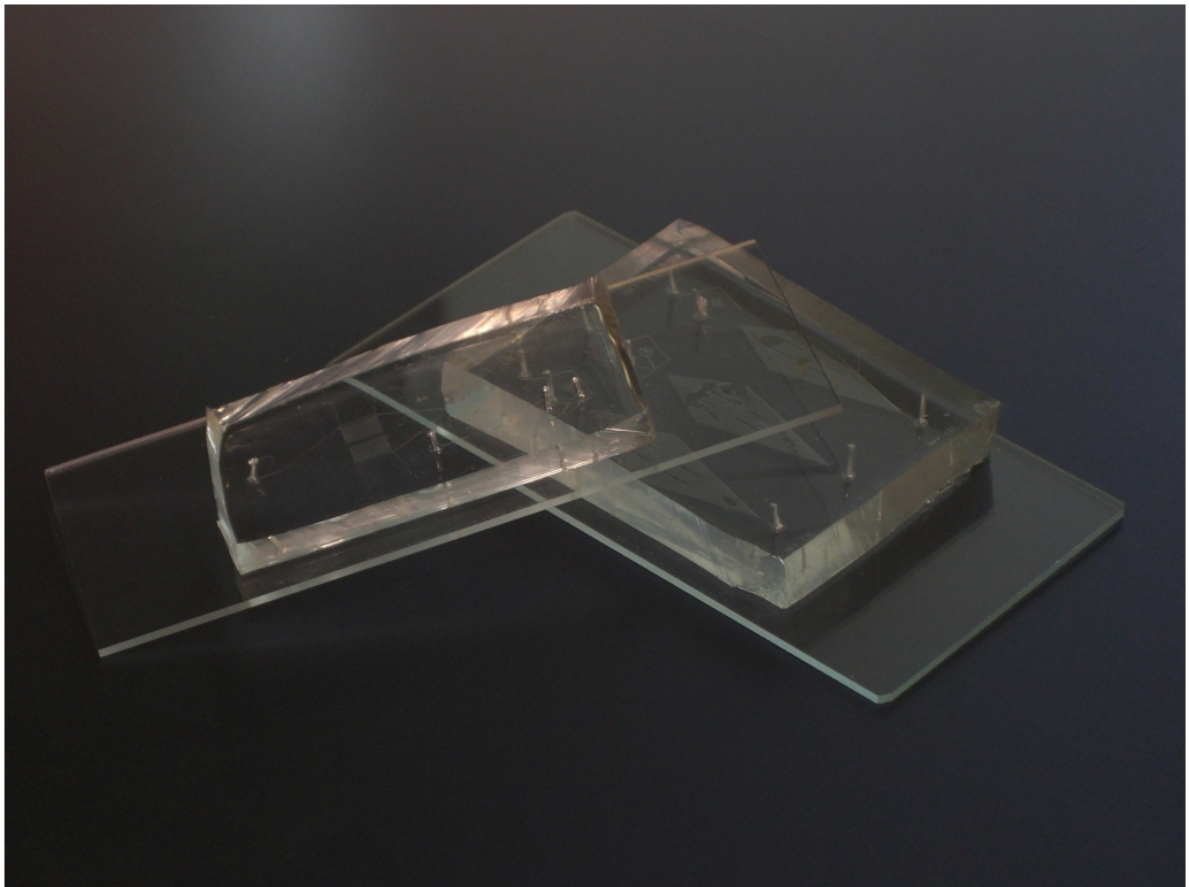
边界条件

0 应用场景

微流控芯片 -- 微管流动

[微流控-百度百科](#)

[微流控-维基百科](#)



上图为 **硅橡胶和玻璃微流控装置**

1 inlet

由于微型管道需要选择不同的微型泵，故可选择一或两种微型泵

[微量注射泵-百度百科](#)




如图为一种微量注射泵

微泵的进量速度以每小时**毫升**数计算，最大的99.9ml/h，最小的0.1ml/h，如果是普通用药，每小时进液100ml是完全没有问题的

—— 百度百科《微量注射泵》

故给定量为**质量流量**

而边界条件选择需要根据不同的流动方式进行选择

image-20220408194400804

而流动工质为水，一般考虑为**不可压缩流动**

故 入口处的边界条件可选择 `inlet-velocity`

通过选择微型泵的一种工作状态（流量恒定）

并根据不同管径按照 $u_m = 4m / D^2 \rho \pi$ 公式输入

2. outlet

根据上述边界条件可选择**自由流出(outflow)**

或者选择压力出口，可选择outlet-pressure 并设置gauge pressure 为0

注：边界条件仅选用一种组合，同一种实验中不能选用不同边界条件组合

3 wall

选择无滑移 no slip 和静止壁面

剩下的工作就是

- 仿真实验；
- 计算统计压差值
- 绘制图象
 - 压差-长径比曲线
 - （控制管道长度相同情况下）摩擦系数-长径比关系曲线
- 绘制拟合曲线
- 通过曲线函数图象观察
 - 合适的压差值
 - 对比最小的阻力系数
- 选取满足上步条件的长径比管道组