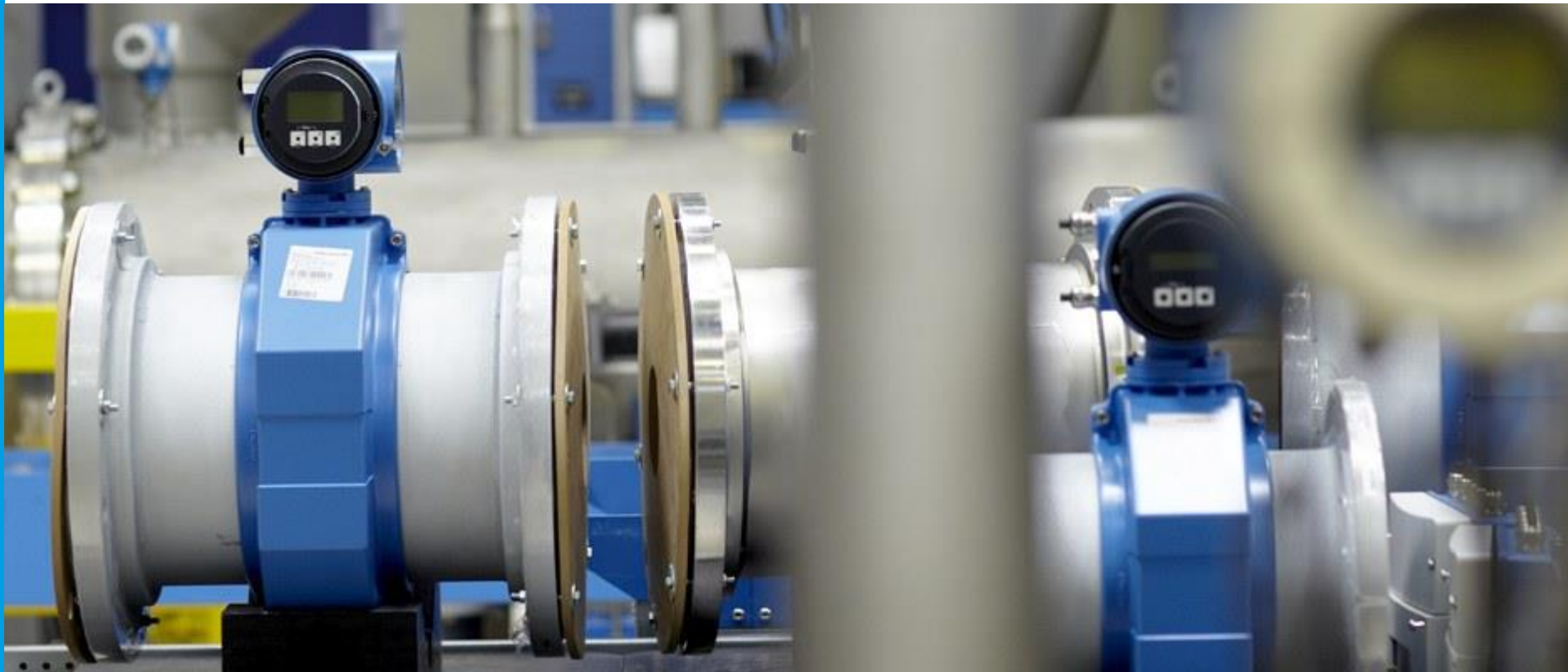


电磁流量计

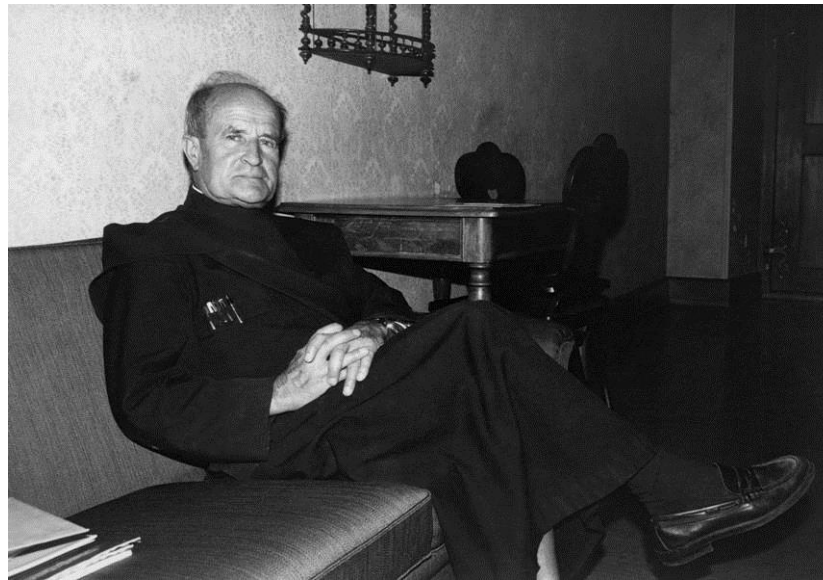
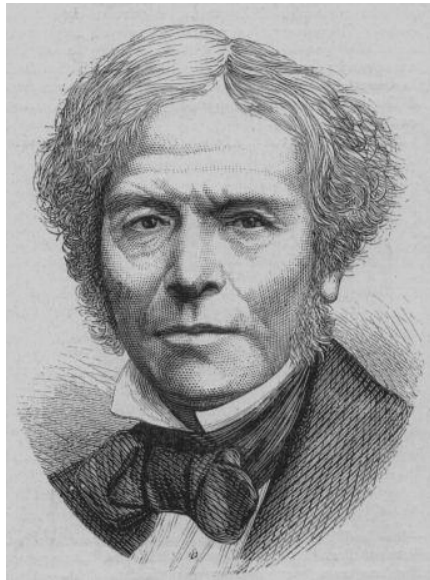


测量原理



电磁流量计发展

- 1980 - 世界上第一台一体化电磁流量计
- 1981 - 世界上第一台具有自动零点校正的高精度的电磁流量计
- 1986 - 世界上专用于灌装的最快的电磁流量计
- 1987 - 世界上第一台两线制的电磁流量计



Endress+Hauser 电磁流量计发展

- 1984 - Endress+Hauser Flowtec 引进第一台用于商业的微处理器电磁流量计
- 1993 - Promag33, 世界上第一台用光敏键“Touch Control”的电磁流量计诞生
- 2005 - Endress+Hauser Flowtec 共生产了超过10万台的电磁流量计（总计40万台）
- 2008 - Endress+Hauser 累计生产销售电磁流量计达1百万台

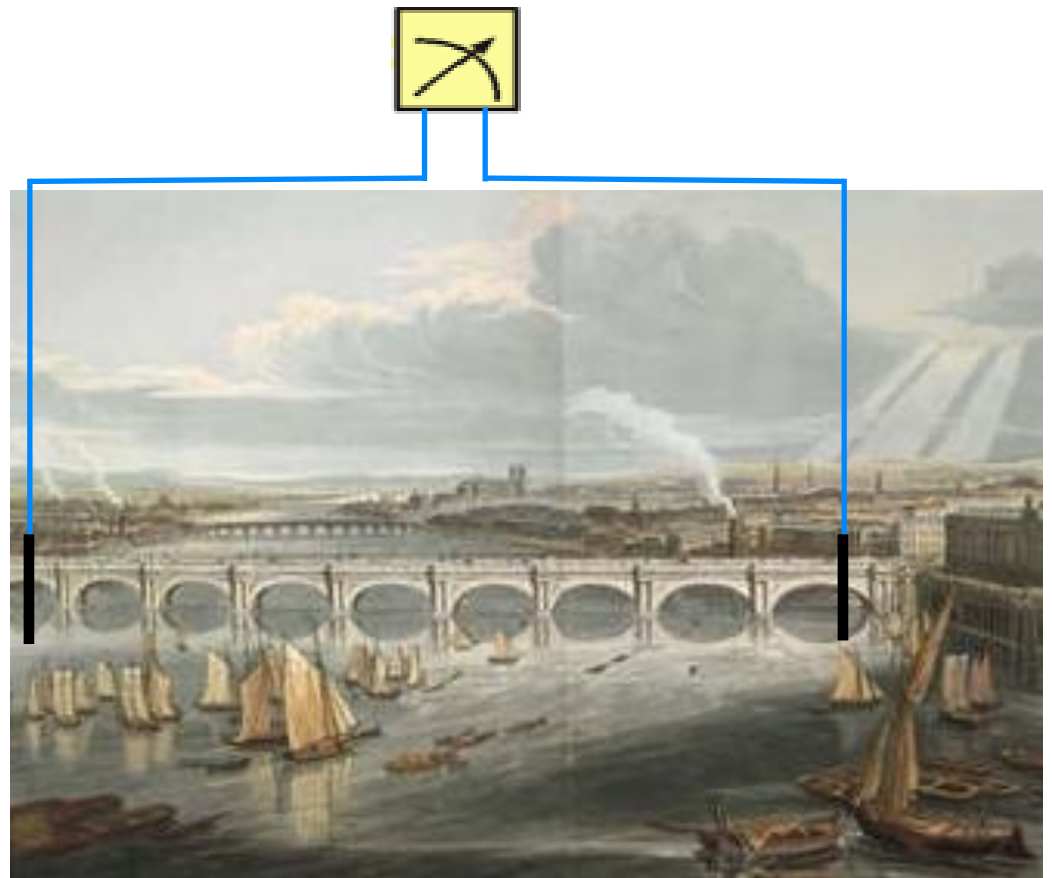
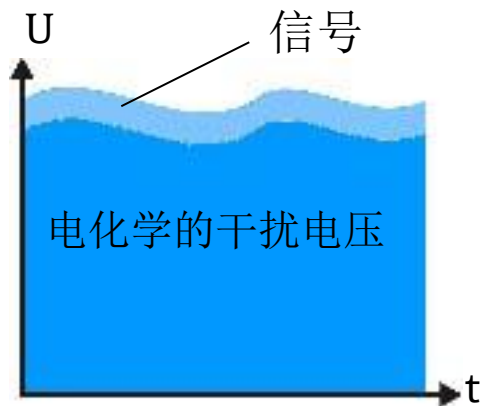
市场信息

- 电磁流量计在整个流量市场占据了最大的市场份额（数量及销售额）
- Endress + Hauser Flowtec生产的电磁流量计台数比其它流量计多得多，大约2/3 是电磁流量计
- 电磁流量计是工业生产上用得最多的流量计

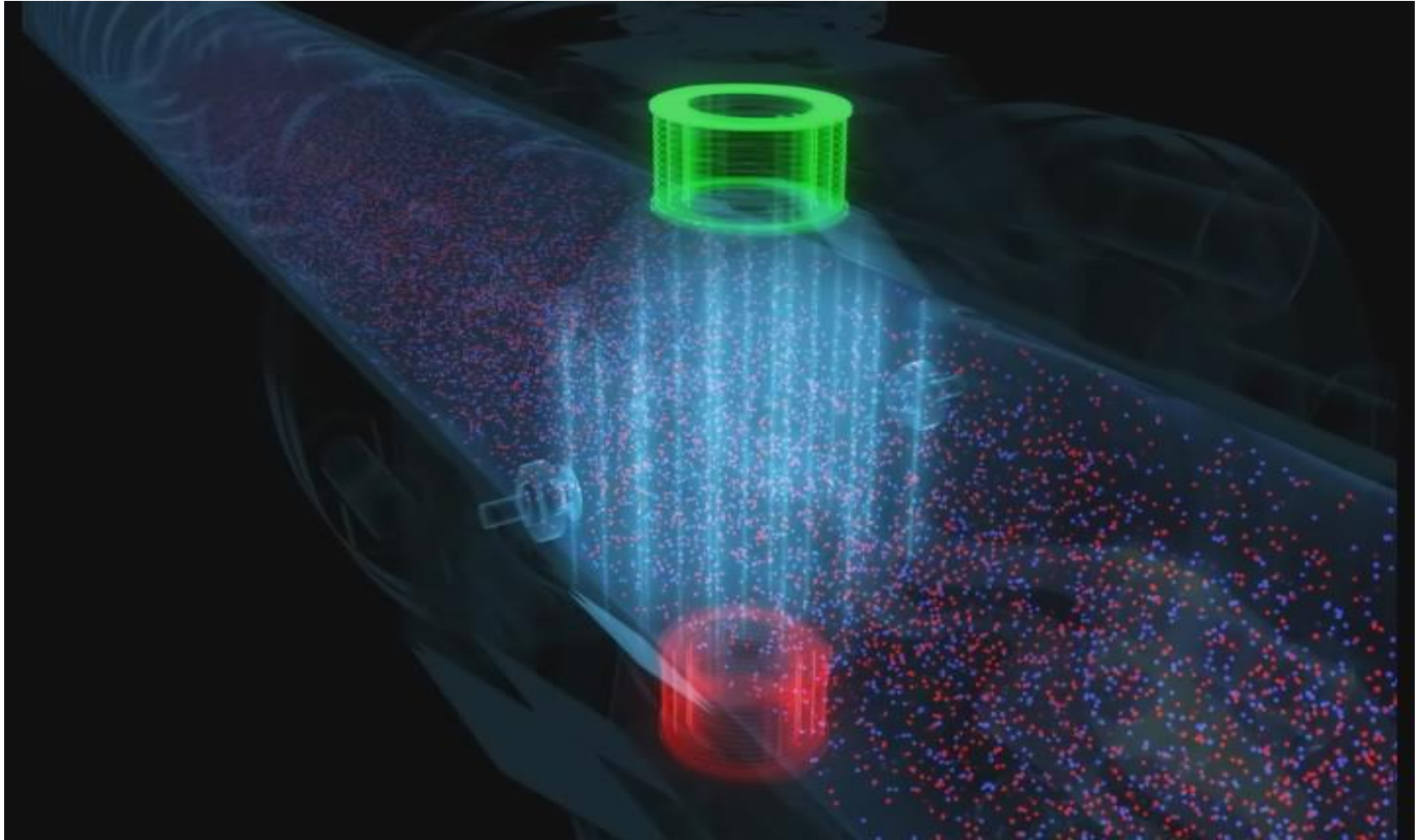
法拉第现场实验

伦敦滑铁卢桥

- 磁场：地球磁场
- 导体：泰晤士河水



电磁流量计工作原理

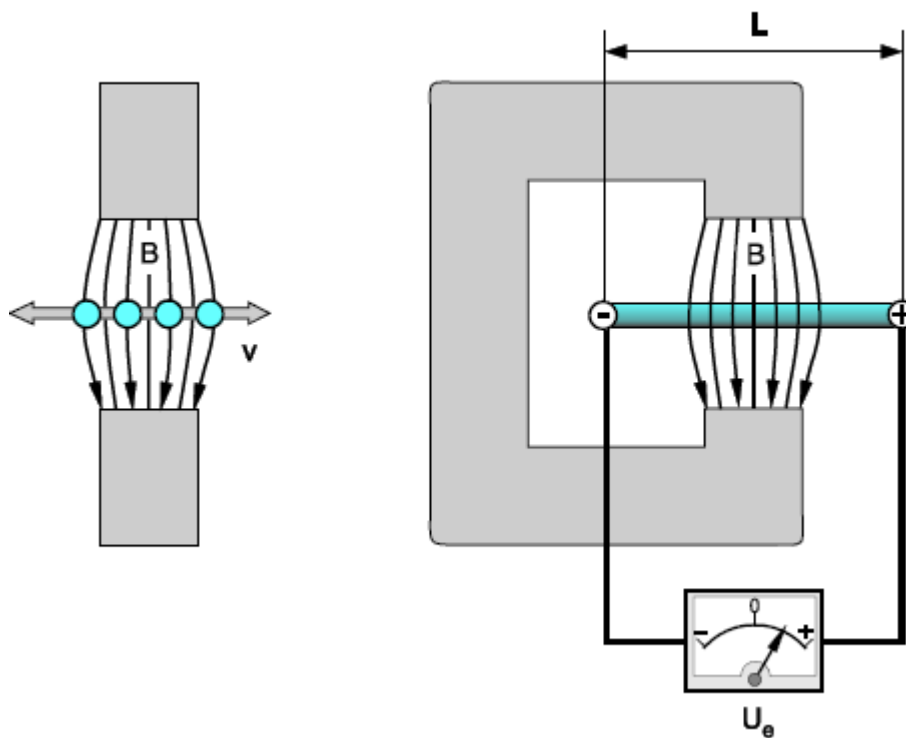


法拉第电磁感应定律

- 当导电物体经过磁场并以一定速度切割磁感线，其两端就会产生感应电动势。

$$U = B \times L \times v$$

- B: 磁场强度
- L: 导体长度
- v: 运动速度



电磁流量计测量原理

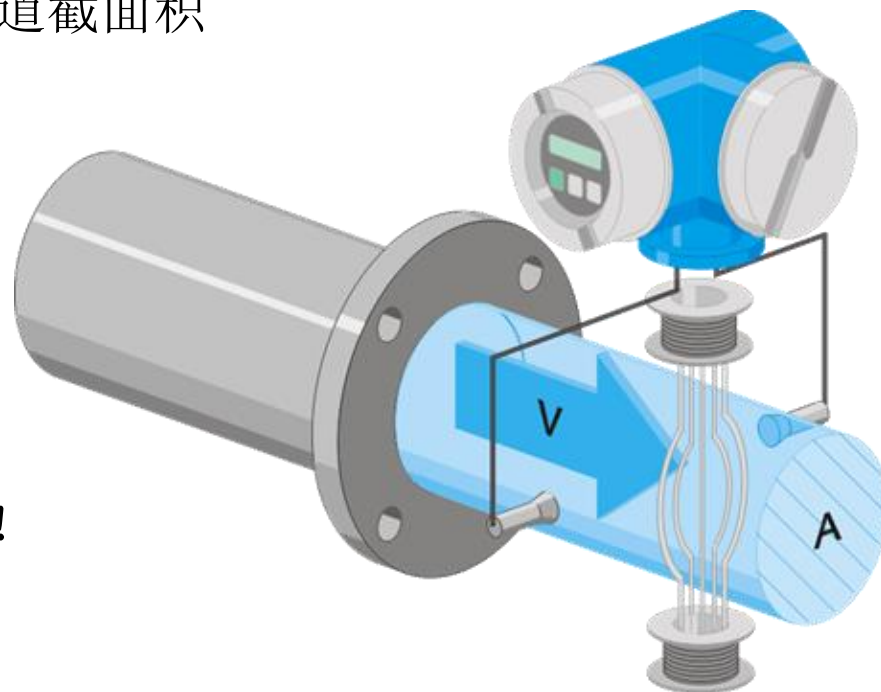
$$U = B \times L \times v$$

$$U \sim v$$

- B: 磁场强度
- L: 导体长度
- v: 运动速度
- A: 管道截面积

➡ $Q = v \times A$

- 电磁流量计直接测得的是流速！



最小电导率要求

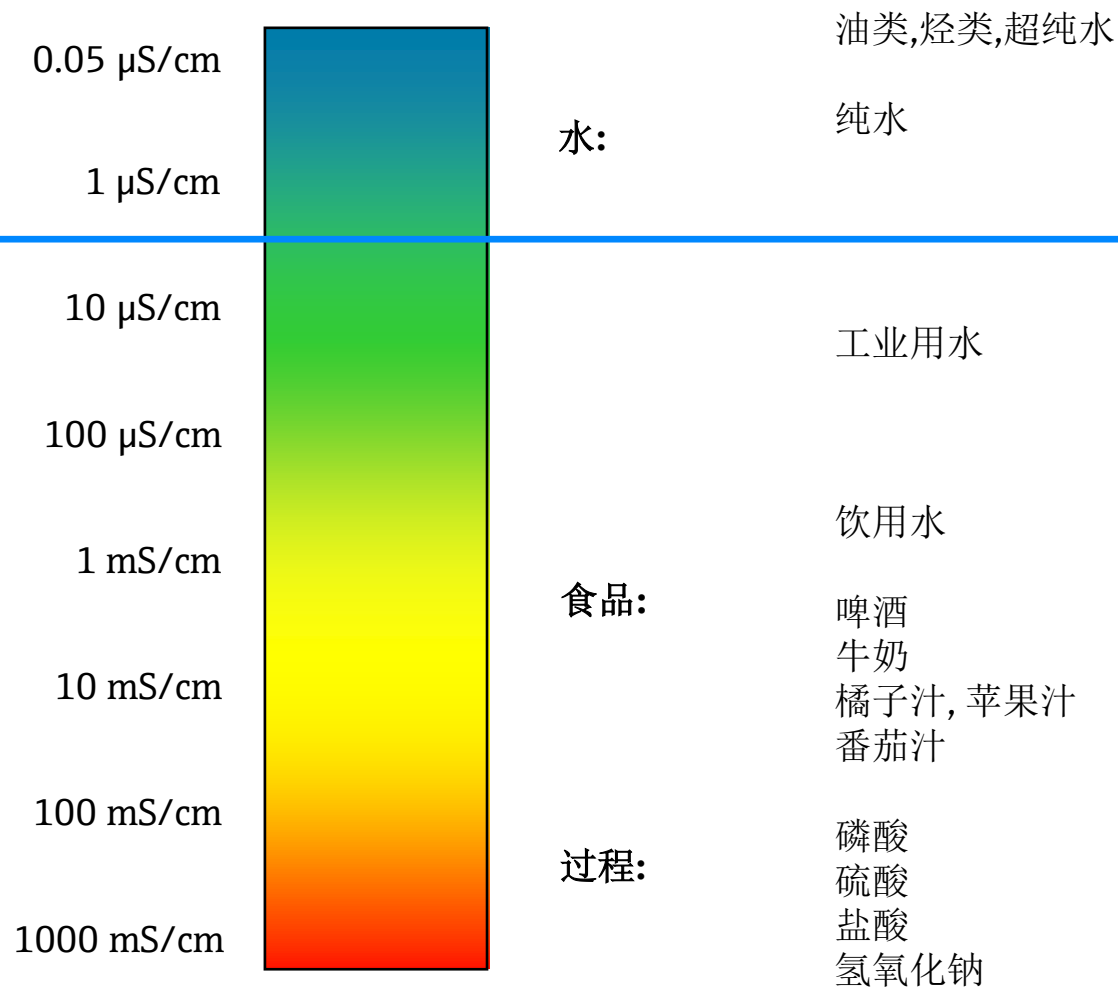
为了确保电磁流量计正常运行，所测量的介质需要满足**最小电导率要求**：

- 常规液体 $\geq 5\mu\text{S}/\text{cm}$
- 去离子水 $\geq 20\mu\text{S}/\text{cm}$

电磁流量计只能测量液体！

常见物质的电导率

电磁流量计
最小电导率要求
5 μ S/cm



低电导率介质

对于电磁流量计而言，电导率过低的常见流体可分为以下三组：

- 软化或超纯水
- 纯油和碳氢化合物
 - 矿物油或有机油
 - 汽油、溶剂、机动润滑油等
- 液化气体

噪声的来源

在应用中，我们把电磁流量计受到的干扰称为噪声

噪声的来源:

- 天然磁场
- 测量管里的静电荷
- 介质中的固体含量或电导率的变化
- 液体中的气泡

噪声对测量的局限

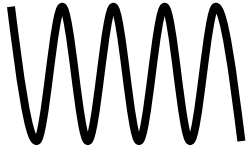
固体含量是最为主要的信号噪声源

普通的电磁流量计可以测量以下含固液体：

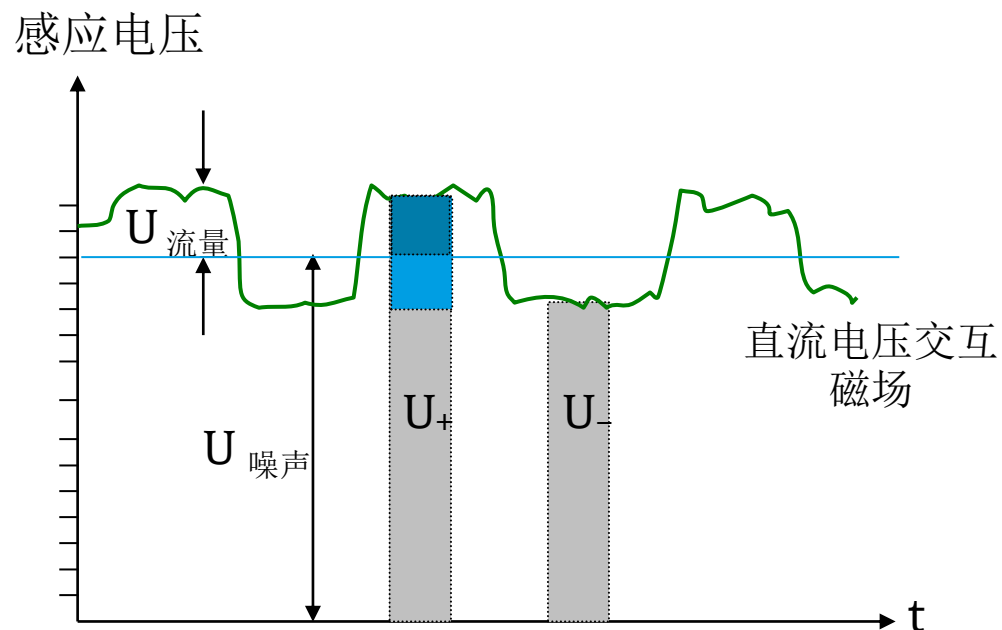
- 淤泥含量约 7%
- 纸浆纤维含量约 3%
- 细悬浮矿浆含量约 20...60 %

仪表性能急剧下降前的临界点就是电磁流量计所能容忍的最大固体含量

各种电磁流量计的设计

设计原理	种类	优点	应用
交变 DC 	励磁线圈产生脉冲 DC. 交变的极性能消除背景噪音	设计紧凑, 功率消耗低, 经济	Promag 50/53 etc 85% 以上的应用
AC 	励磁线圈产生高频 AC. 变化的磁场产生涡电流而保持零点稳定.	又高频又高振幅的感应电压使得放大电路足以克服过程噪声	典型的应用 造纸原料, 矿浆, 高固含量的食品, 高固含量的废水
高功率 DC 	励磁线圈产生比标准 DC 仪表更强的功率	感应电压的振幅相当高 足以处理相当的过程噪声	Promag 55 造纸原料, 矿浆, 高固含量的食品, 高固含量的废水
高频 DC 	励磁线圈产生低功率但高频优异的信号处理滤去杂乱的噪声	体积小, 设计紧凑, 无零点漂移	Dosimag 脉动流和快速的灌装

Endress+Hauser 直流电压交互磁场



$$U_{\text{流量}} = \frac{U_+ - U_-}{2}$$

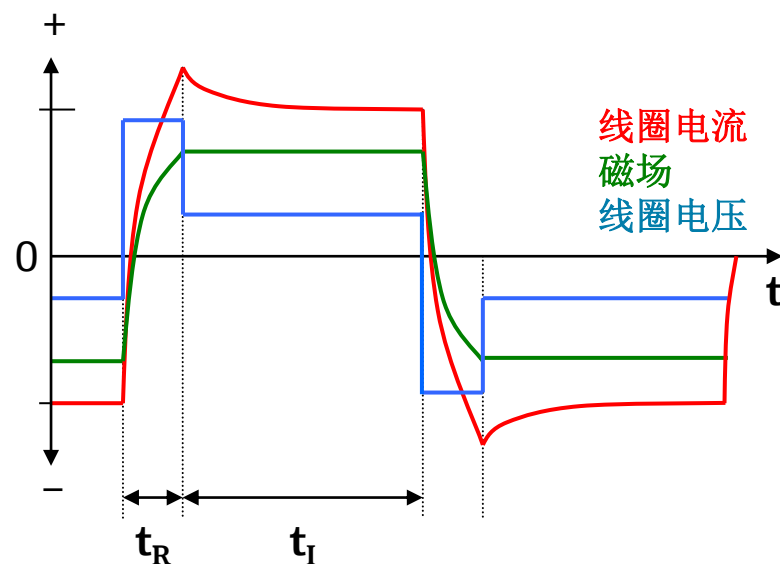
通过简单的计算方法利用感应电压信号去除噪声

Endress+Hauser专利的过电压励磁技术

过电压技术的优点:

- 缩短上升时间 t_R
- 延长的整合时间 t_I ，比原来提高3倍

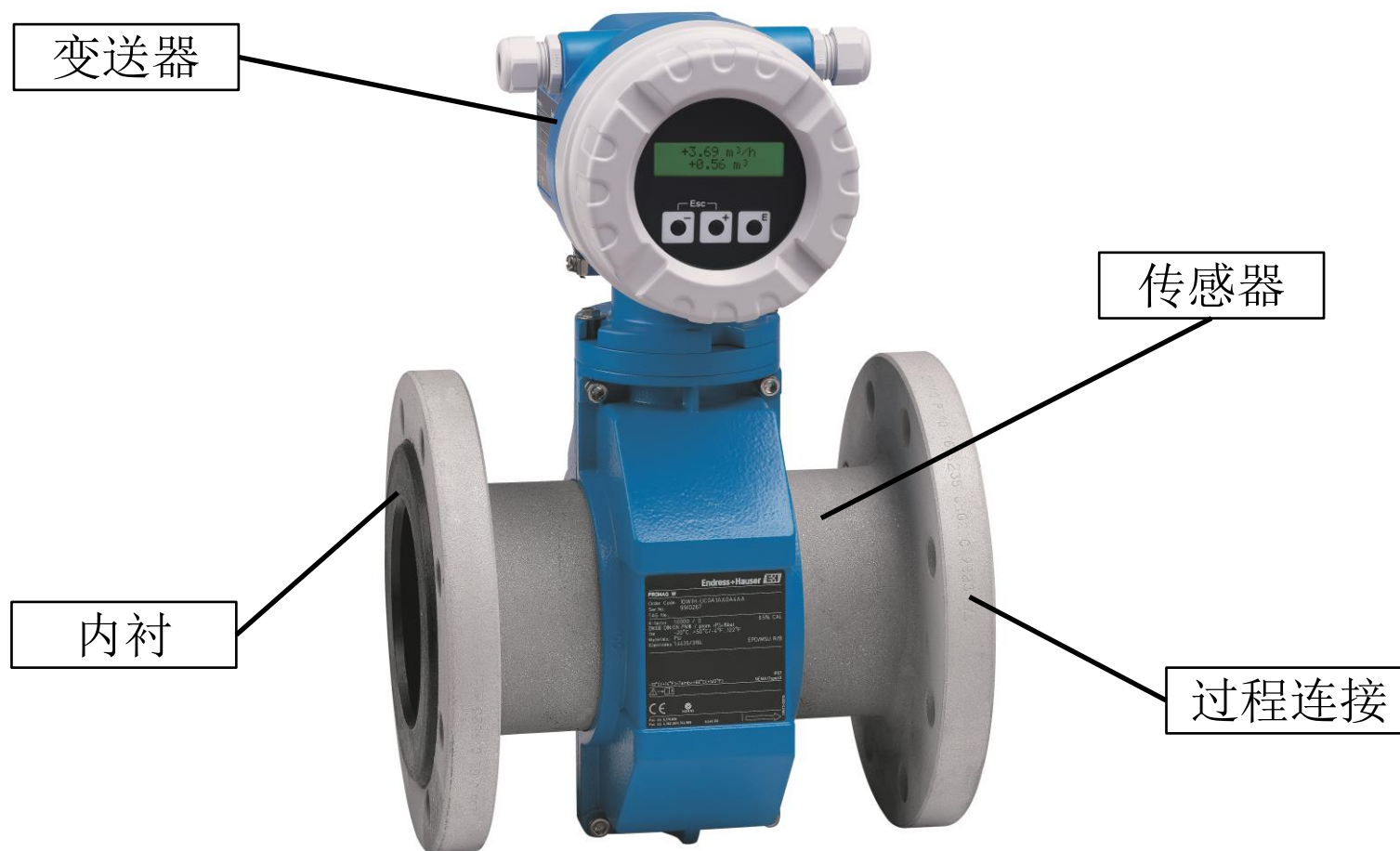
磁场能够快速形成
有效应对波动以及噪声场合
确保整个测量过程更加稳定可靠！



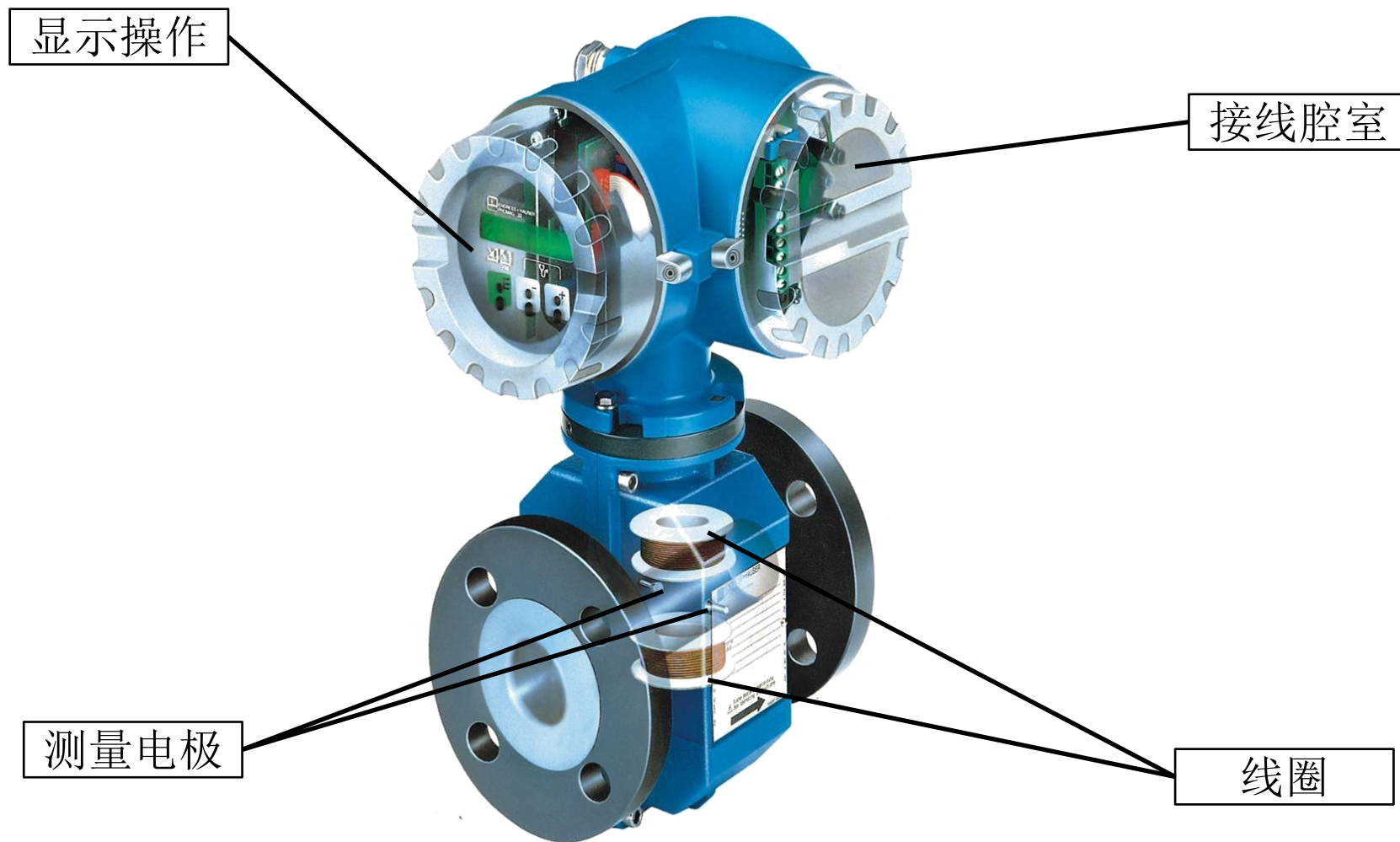
结构



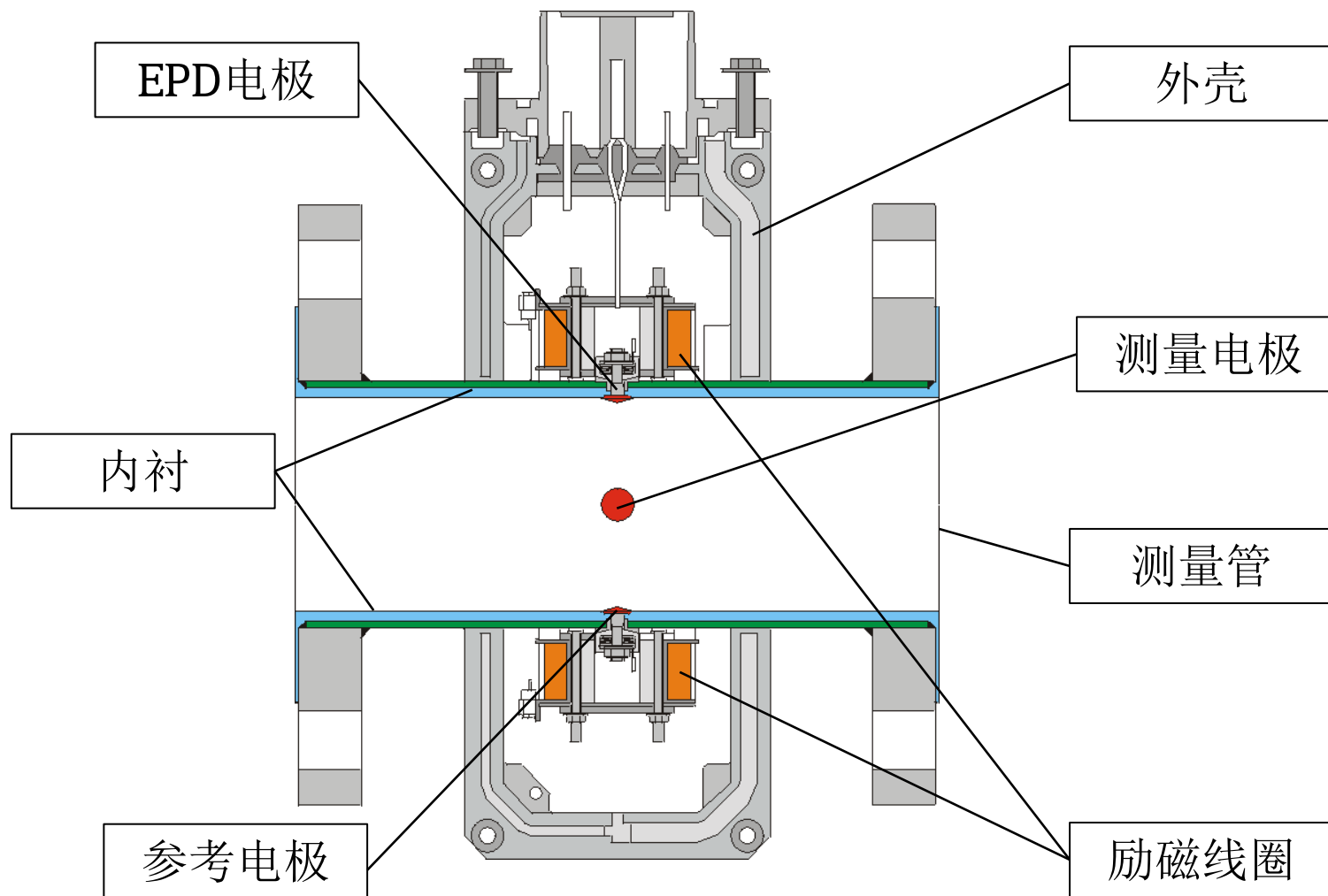
电磁流量计结构



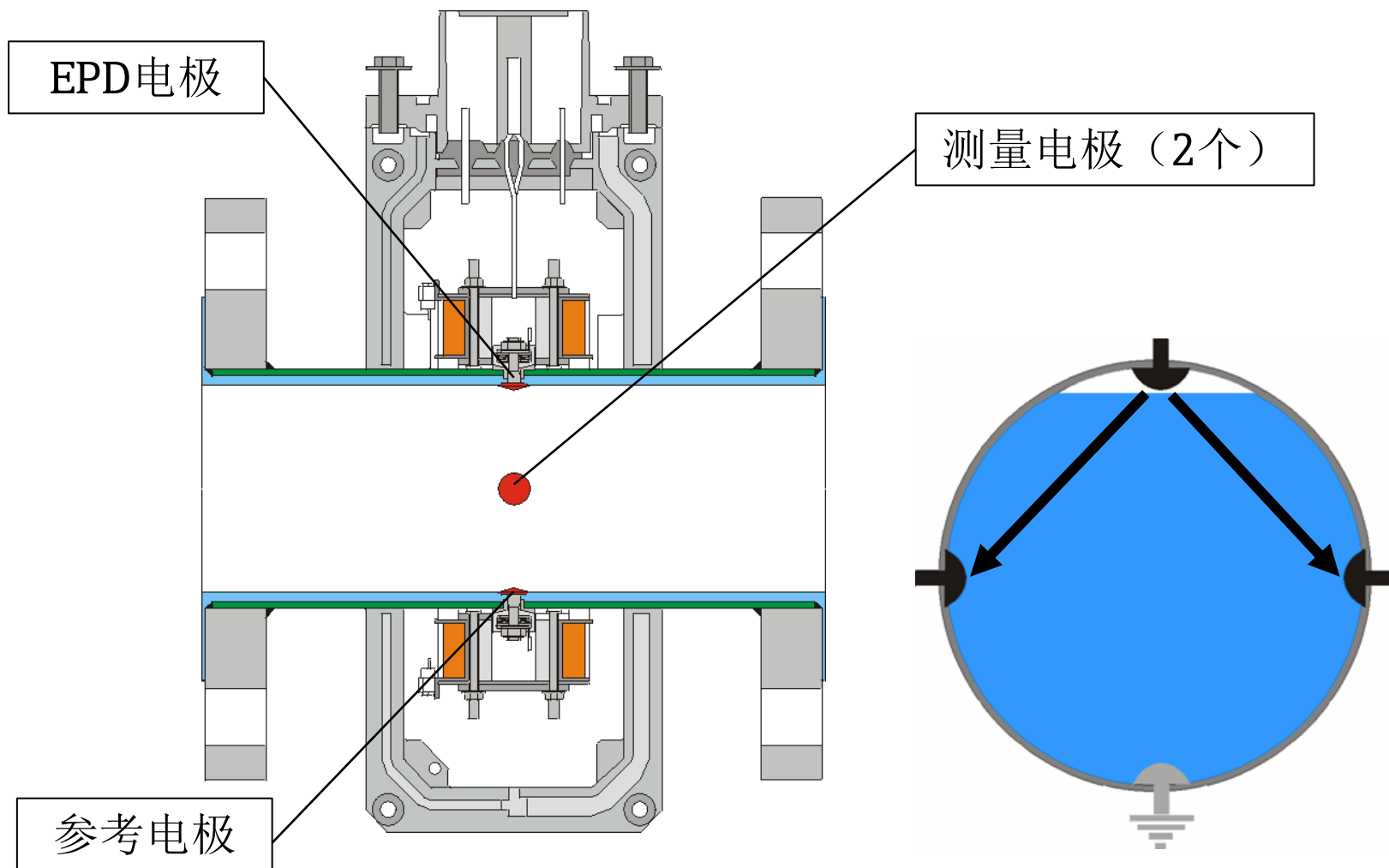
电磁流量计结构



传感器结构



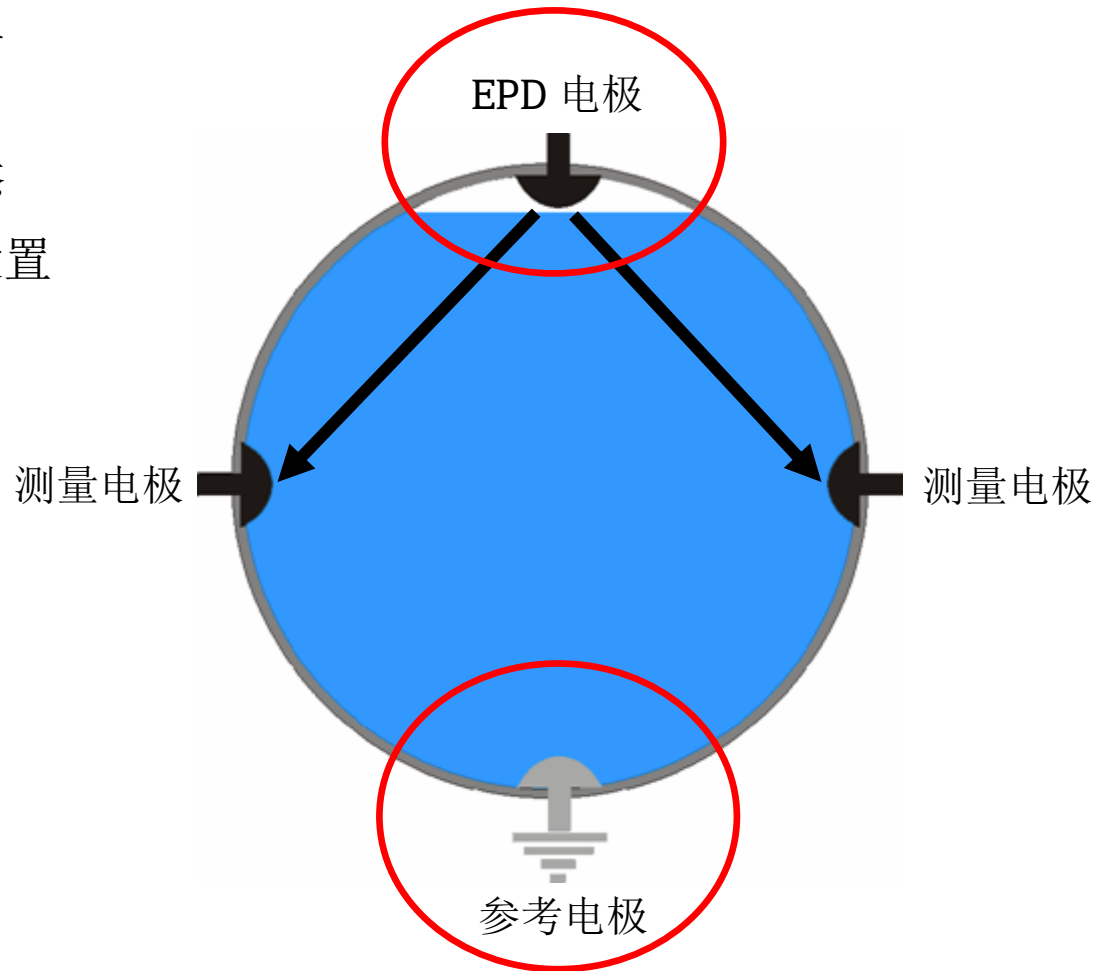
四电极结构



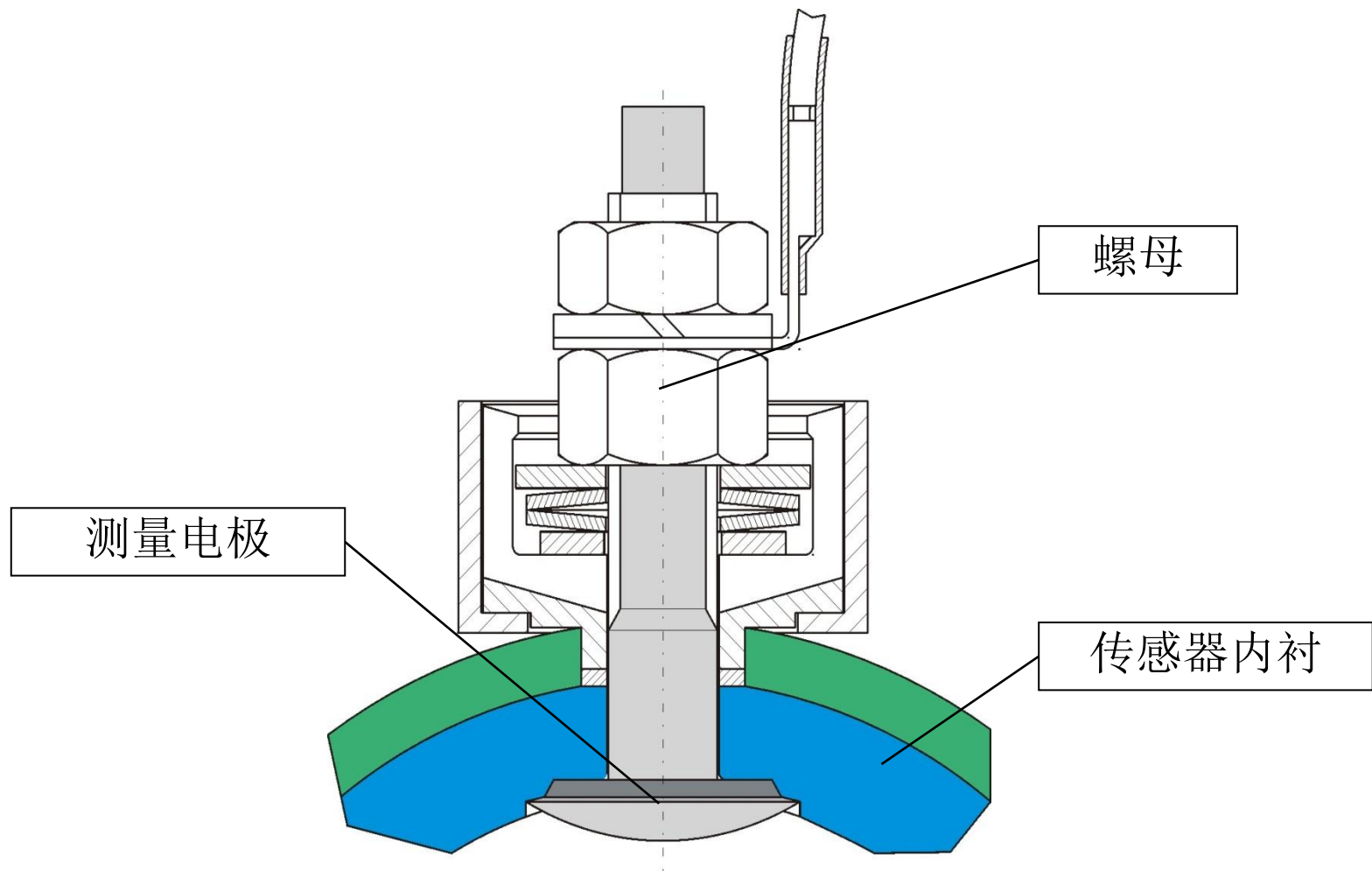
空管检测 (EPD)

EPD: Empty Pipe Detection

- 用于检测测量管满管状态
- 状态输出报警 / 继电器设置

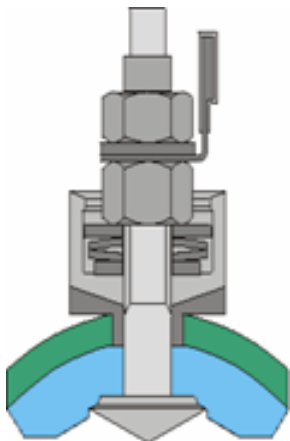


标准电极详图



常见电极应用

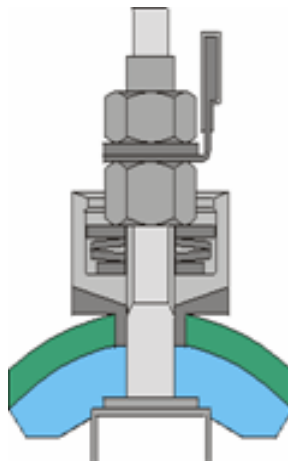
子弹头电极



应用：污水行业
特点：抗黏附，自清洗



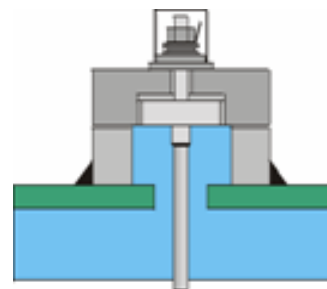
弓形电极



应用：水果碎浆
特点：有效抵挡气泡



刷子电极



应用：高固含量的流体
特点：适合恶劣状况



测量电极



标准电极



子弹头电极



涂层电极



弓形电极



刷子电极

传感器内衬

内衬的作用：

- 隔绝传感器测量管与介质
- 达到抗腐蚀等效果



常见内衬材质



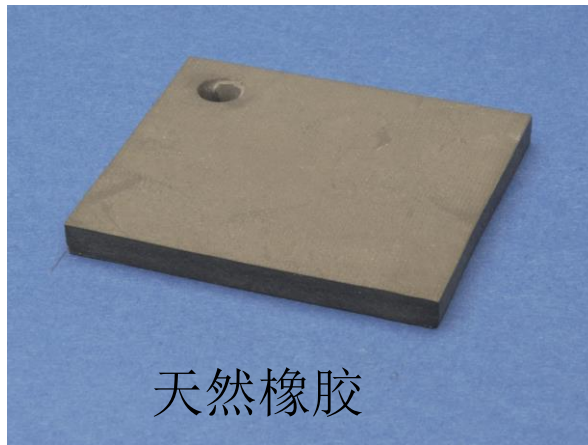
PU聚氨酯



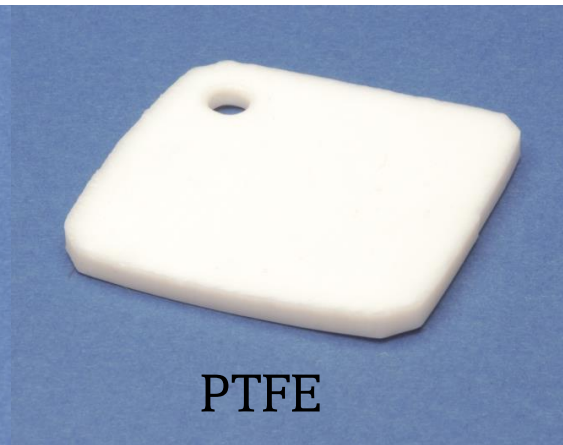
PFA



硬橡胶



天然橡胶

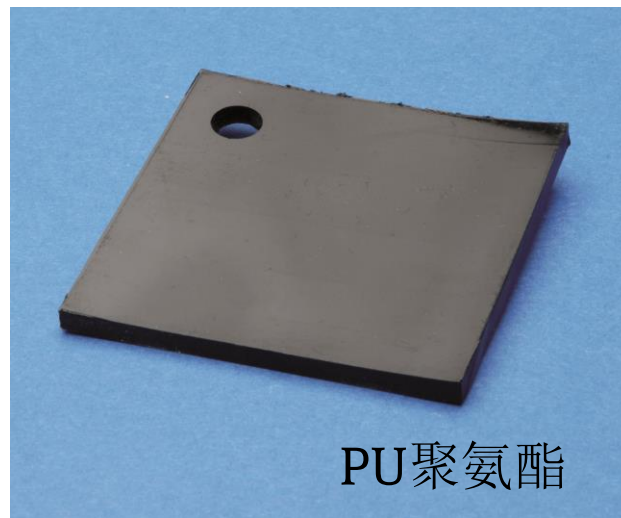


PTFE

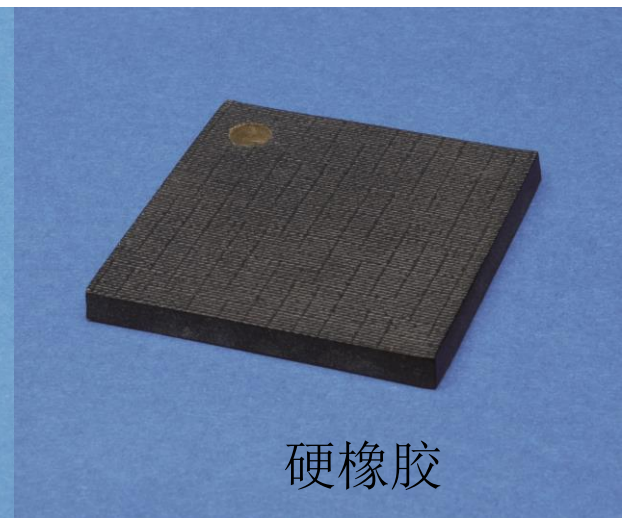
内衬应用

- 硬橡胶: 0...+80°C (DN 65...2000)
- 聚氨酯: -20...+70°C (DN 25...2000)

耐磨性好，制作工艺满足大口径



PU聚氨酯

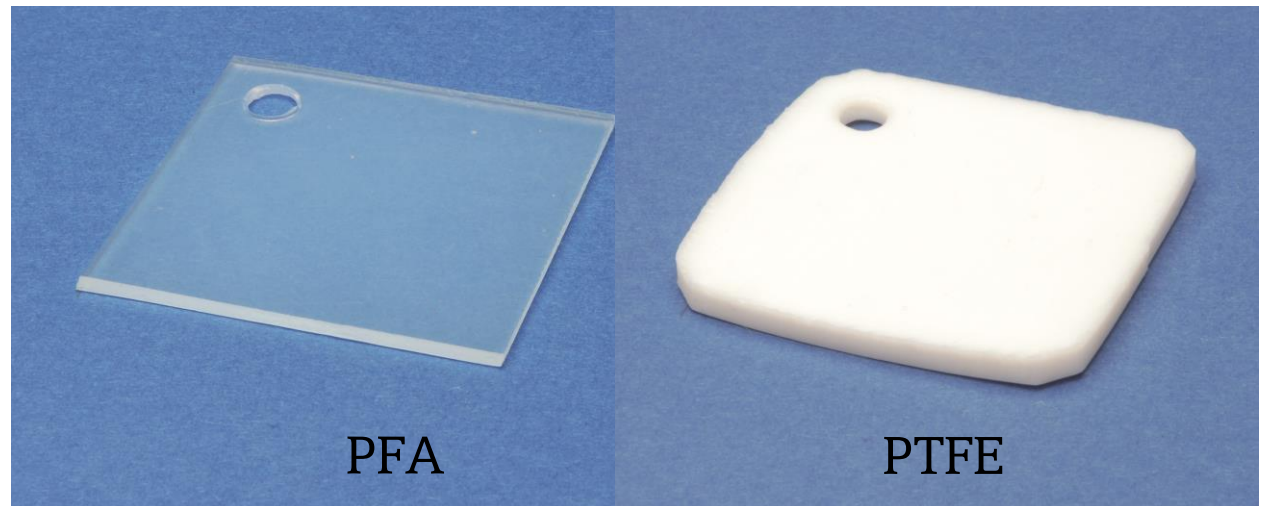


硬橡胶

内衬应用

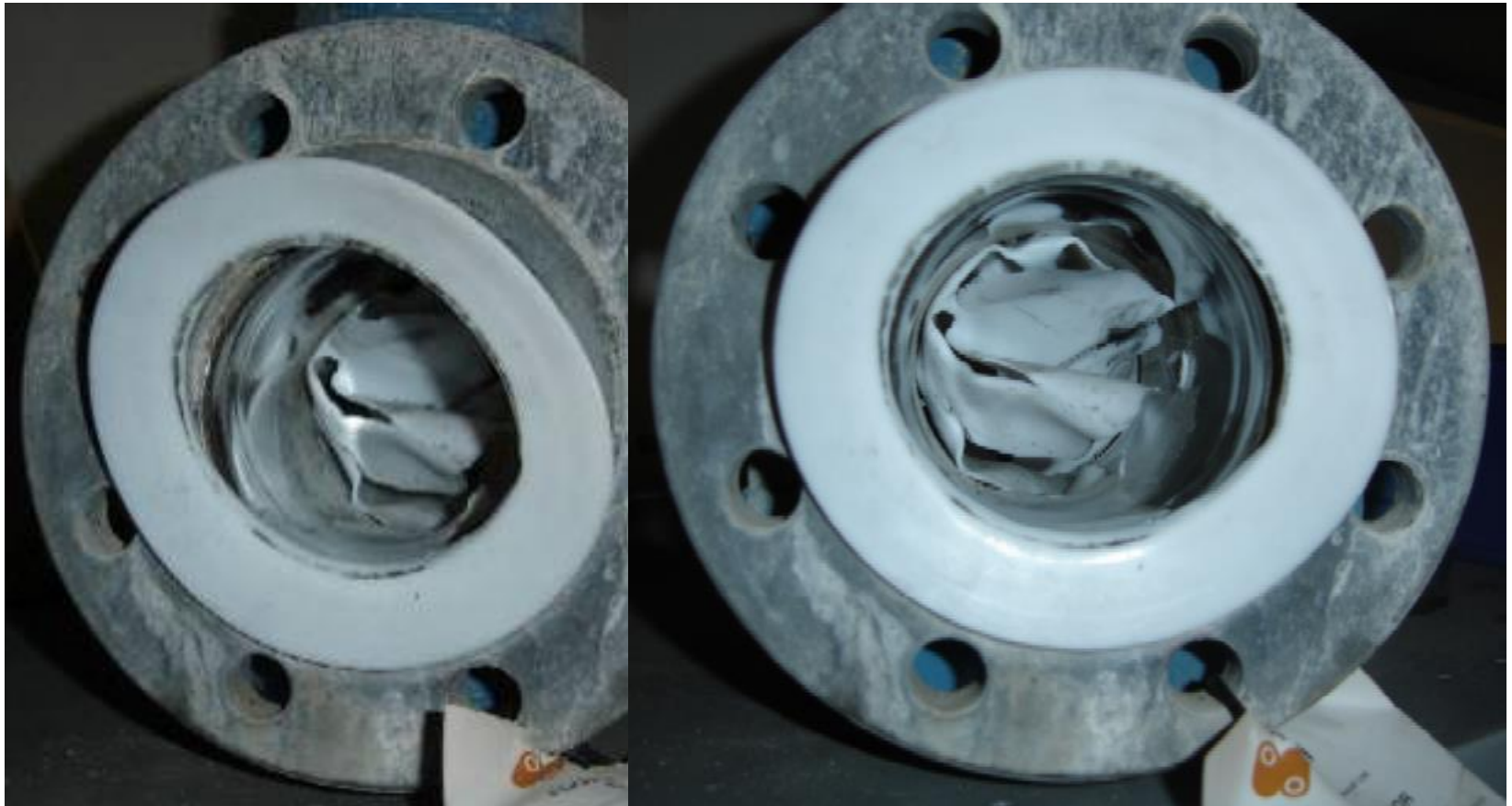
- PTFE: $-40\ldots+130^{\circ}\text{C}$ (DN 15...600)
- PFA: $-20\ldots+180^{\circ}\text{C}$ (DN 25...200)

耐腐蚀以及高温（如食品行业CIP/SIP清洗）



PTFE内衬@120℃真空

PTFE内衬禁止用于会出现真空的应用！

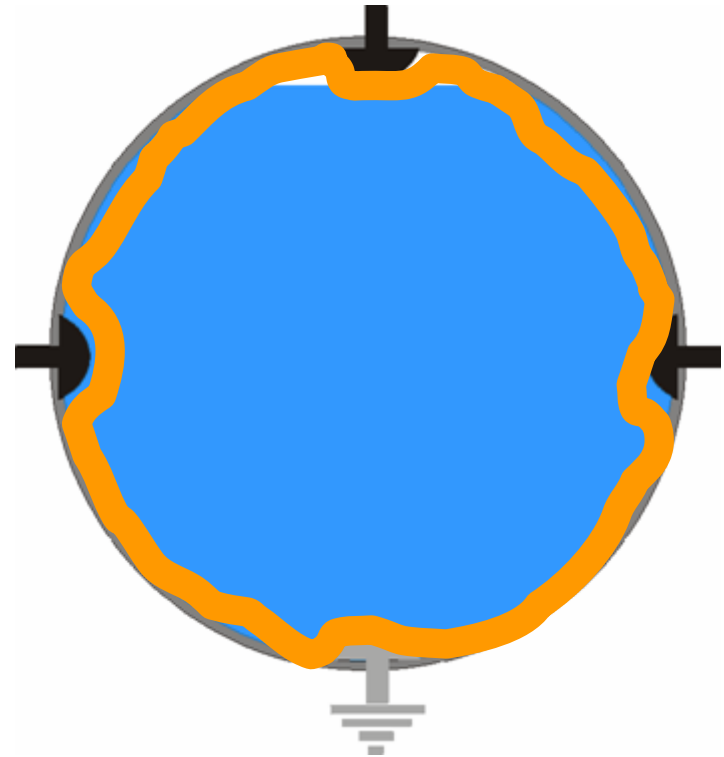


测量电极的结垢

测量电极发生黏附会降低其工作性能甚至导致测量系统失效

- 导电黏附会引起短路
- 非导电黏附会隔绝信号

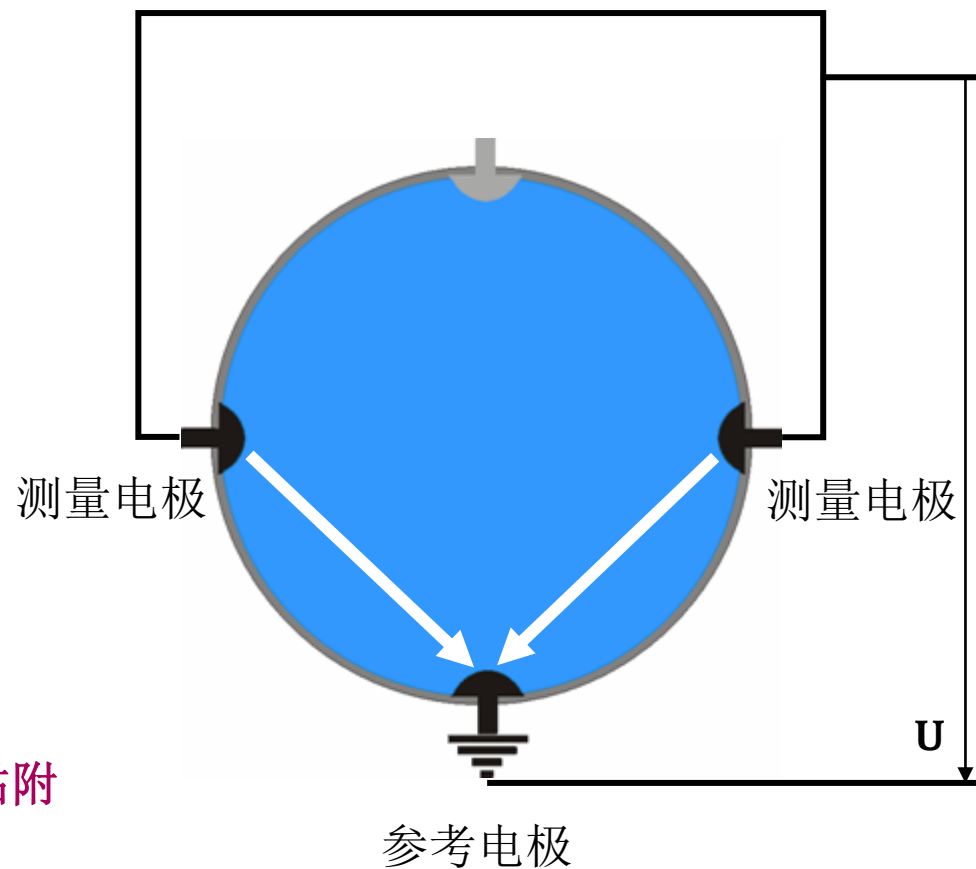
两种情况都会使测量读数变小甚至无信号
通过清洗便能够解决上述情况



电极清洗电路 (ECC)

功能设置:

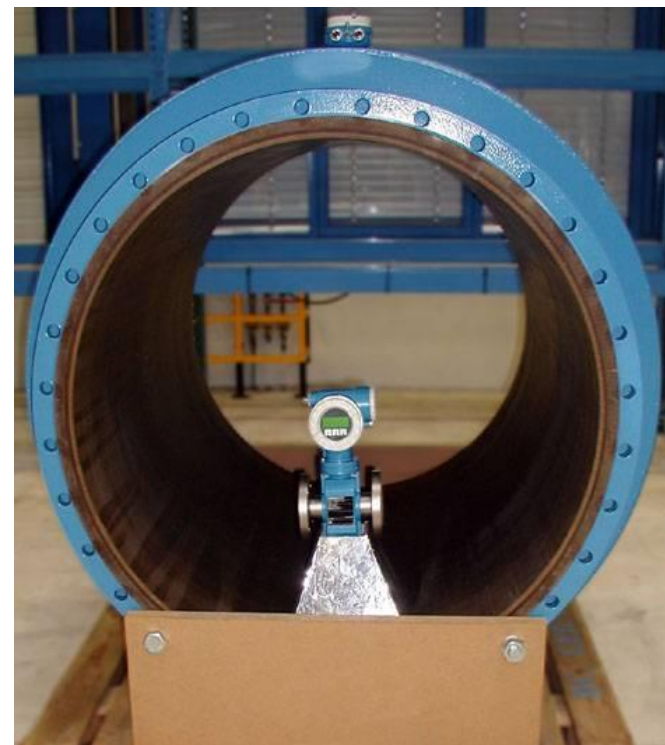
- 清洗时间
- 衰减时间
- 循环时间



预防导电性物质在电极上产生黏附

电磁流量计的优点

- 无可移动部件，**无压力损失**
- 能够进行双向测量
- 口径范围广（**DN2~2000**）
- 适用于CIP / SIP 清洗 (+ 3A, EHEDG)
- 可测干净流体甚至泥浆



电磁流量计的局限性

- 仅能测量导电液体
- 最大过程温度 180 °C（内衬材料）
- 测量性能会受黏附影响

