

# 新一代的音叉限位开关

FTL41/51B



## 个人介绍

# 陶明



**Endress+Hauser 中国销售中心**

市场部

物位产品经理

电话: **18121272377**

邮箱: **ming.tao@endress.com**

## 主要内容

---



### 01 - 音叉限位开关的测量原理

### 02 - 新一代的智能音叉限位开关

### 03 - 应用案例

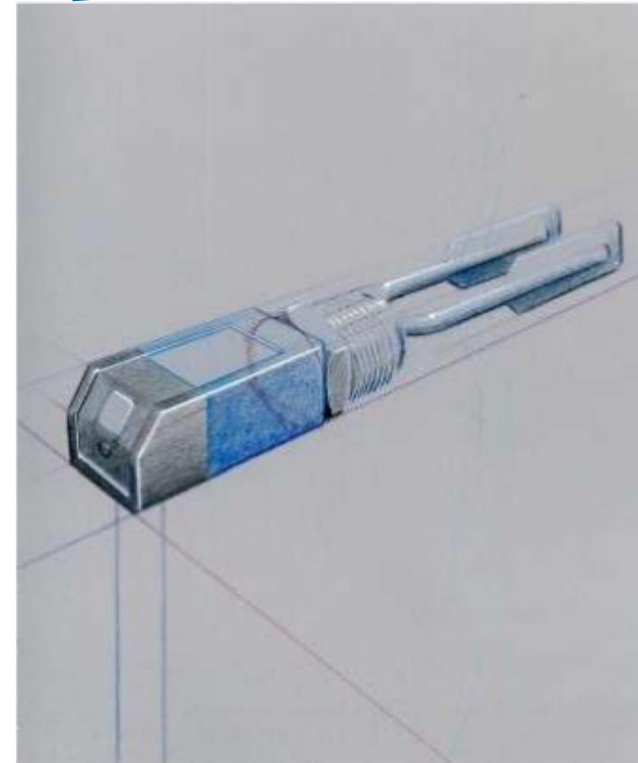
# 音叉限位开关的测量原理



## 1983年发明音叉液位开关测量原理



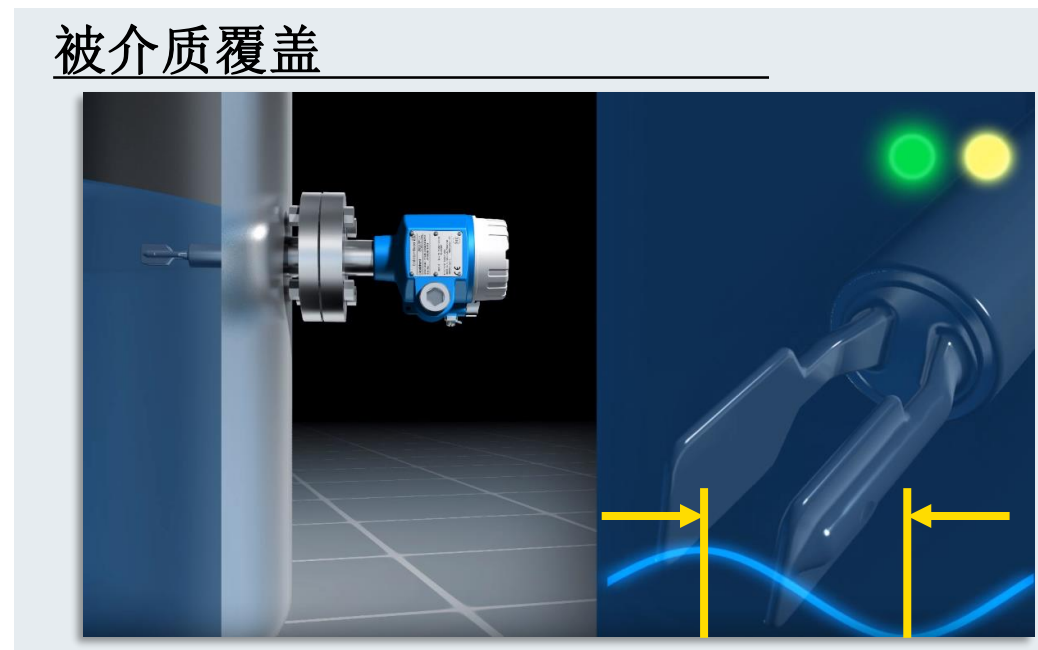
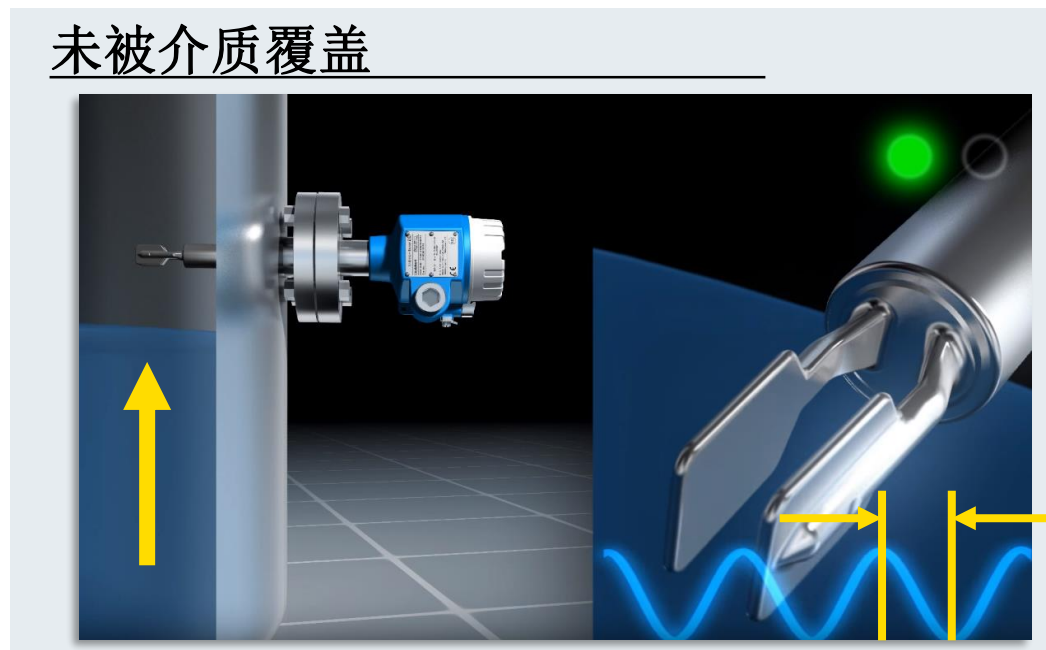
专注于创新的团队



1980年音叉液位开关最初的设计草稿

## 音叉测量技术

- 传感器由被压电晶体驱动产生共振频率的音叉组成。
- 当介质覆盖音叉则频率发生变化. 这个变化的频率被分析并转换成一个开关输出信号



# 压电晶体效应- 双压电晶片驱动

接收

通用电极

发射

每个晶体有着固定的排列方式

Force

Voltage applied like poles reject - crystals compress -

force

force

Alternating voltage causes the piezo to expand and contract

## 音叉液体限位开关-适用范围广，稳定，可靠

### 众多液体限位开关应用的首选:

- **免维护**: 没有可移动部件, 不受介质腐蚀, 变化以及黏附限制
- **适用范围广**: 不受介质属性变化, 安装位置, 过程温度压力变化的影响



黏附



悬浊物, 气泡, 泡沫



黏度, 介电常数,  
电导率



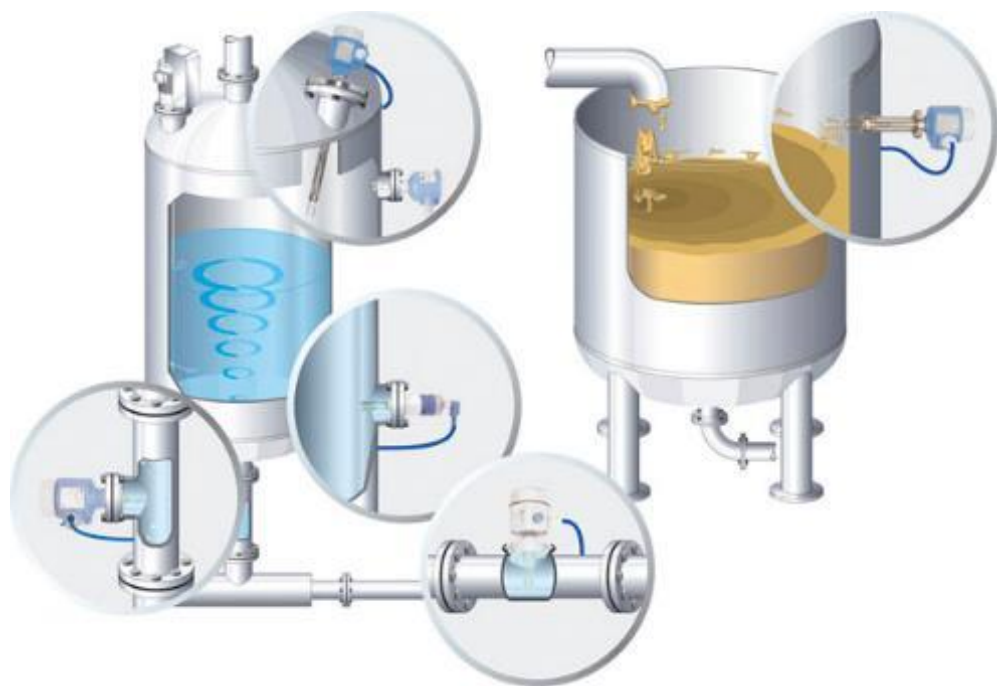
外部震动



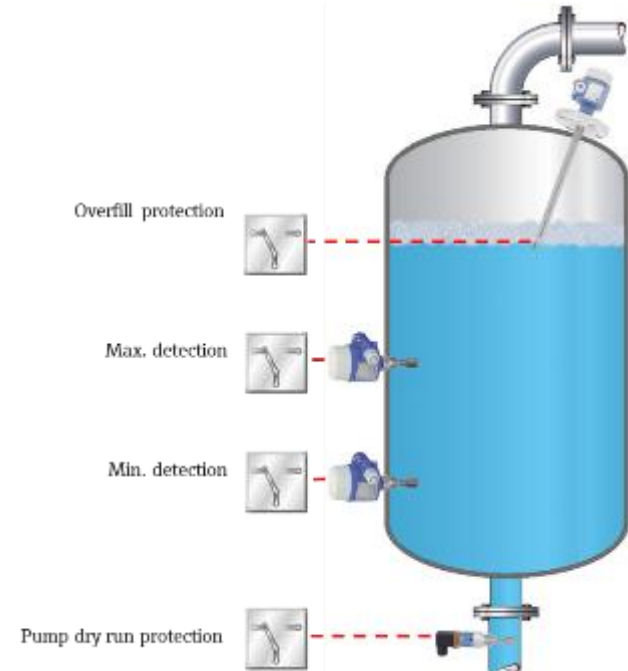
介质变化



## 多种多样的安装方式



- **顶部安装:**  
一般用于高限位检测
- **底部安装:**  
一般用于低限位检测

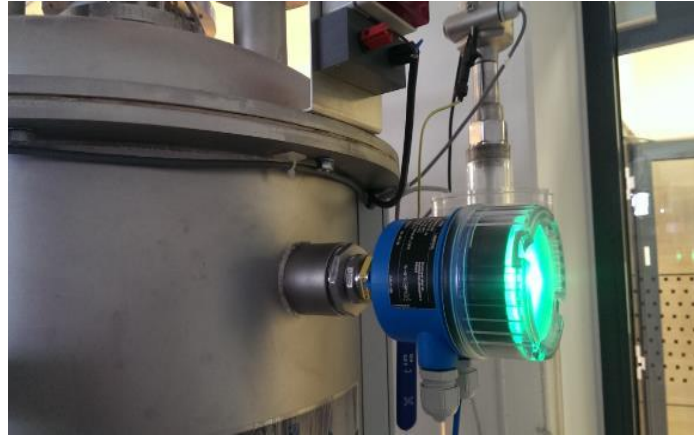


- **侧面安装:**  
可用于高限位也可用于低限位
- **管线安装:**  
一般用于空管检测或泵保护

## 应用极为广泛

- 高限位测量
- 溢出保护
- 低限位测量
- 泵保护
- 空管检测
- 防泄漏检测

.....



# 新一代智能音叉限位开关



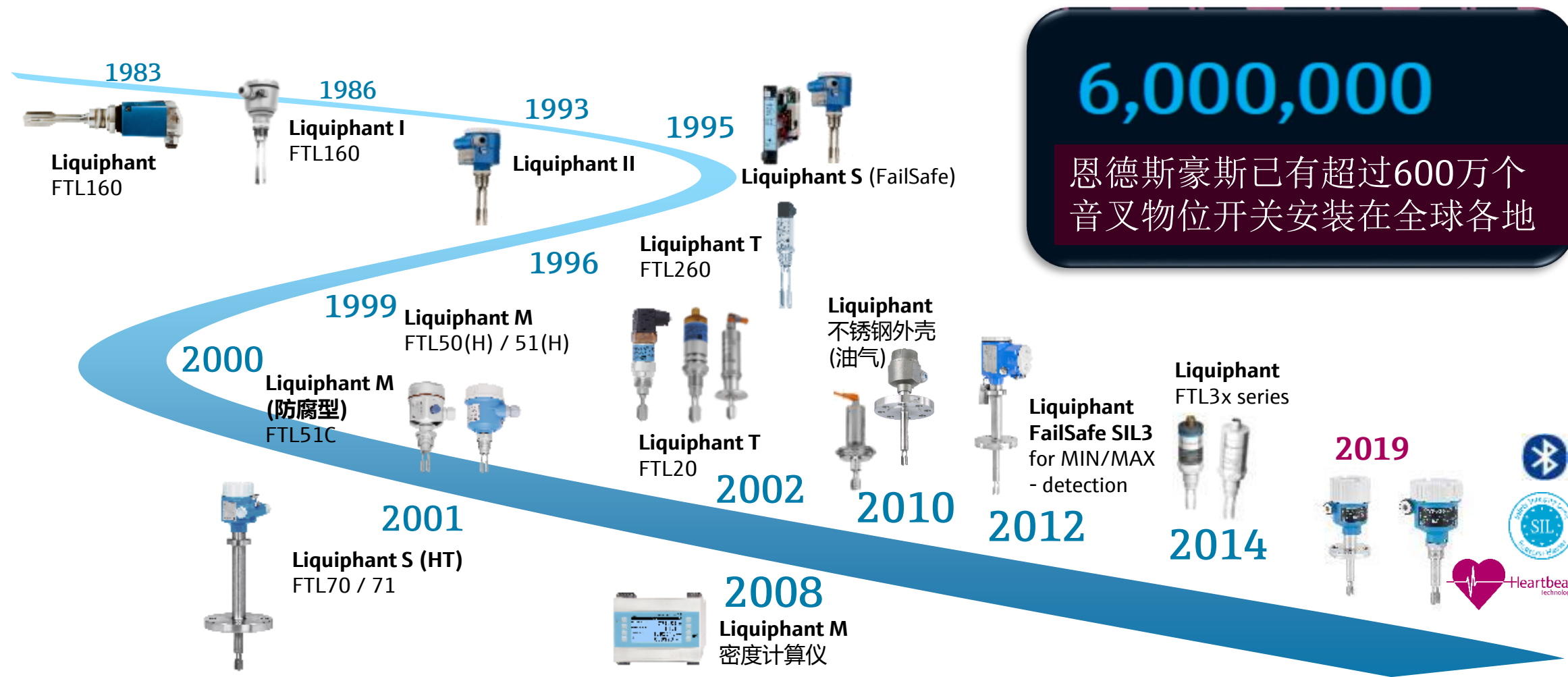
# 第一代音叉FTL160仍在现场服役



超过35年



# 恩德斯豪斯音叉物位开关发展史



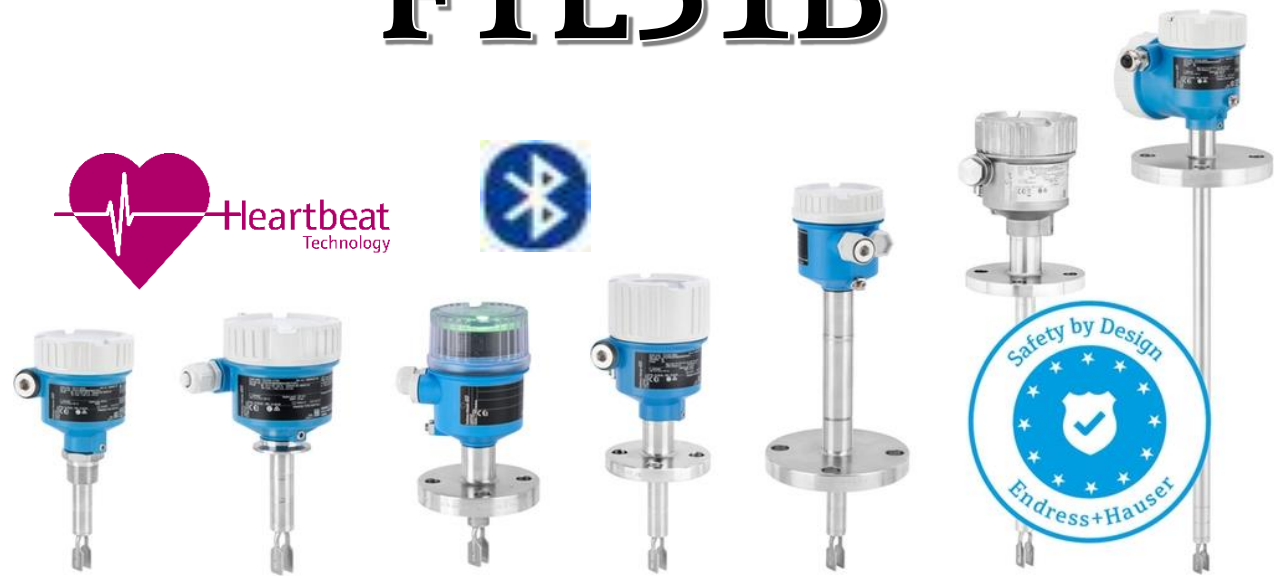
# 新一代音叉限位开关发布

## FTL41



满足基本应用需求

## FTL51B



提供附加价值

## Liquiphant FTL41

FTL41 基础型产品，能够满足客户一般应用需求



WHG



### FTL41 – 基础型限位开关

- 限位开关
- 一体式传感器和带延长杆型传感器
- 过程温度：-40...+150°C/-40...+300°F
- 过程压力：-1...**40bar**/-14.5...+580psi
- 过程连接：3/4" / 1"thread, EN-ASME-JIS-HG flange
- Relay, DC PNP and NAMUR output
- 塑料和铝外壳
- 符合国际标准的本安和隔爆等防爆认证
- 3.1 材质证书：316L/1.4404
- 高性价比

## FTL41 亮点

FTL41 - 我们为客户的基础应用提供了一款简单可靠的限位开关



成熟的测量原理



适用于绝大多数牛顿流体



即插即用，使用简单



无可动部件，使用寿命长





## Liquiphant FTL51B

FTL51B 智能型限位开关，增加了一些能够为客户提供附加价值的新功能。

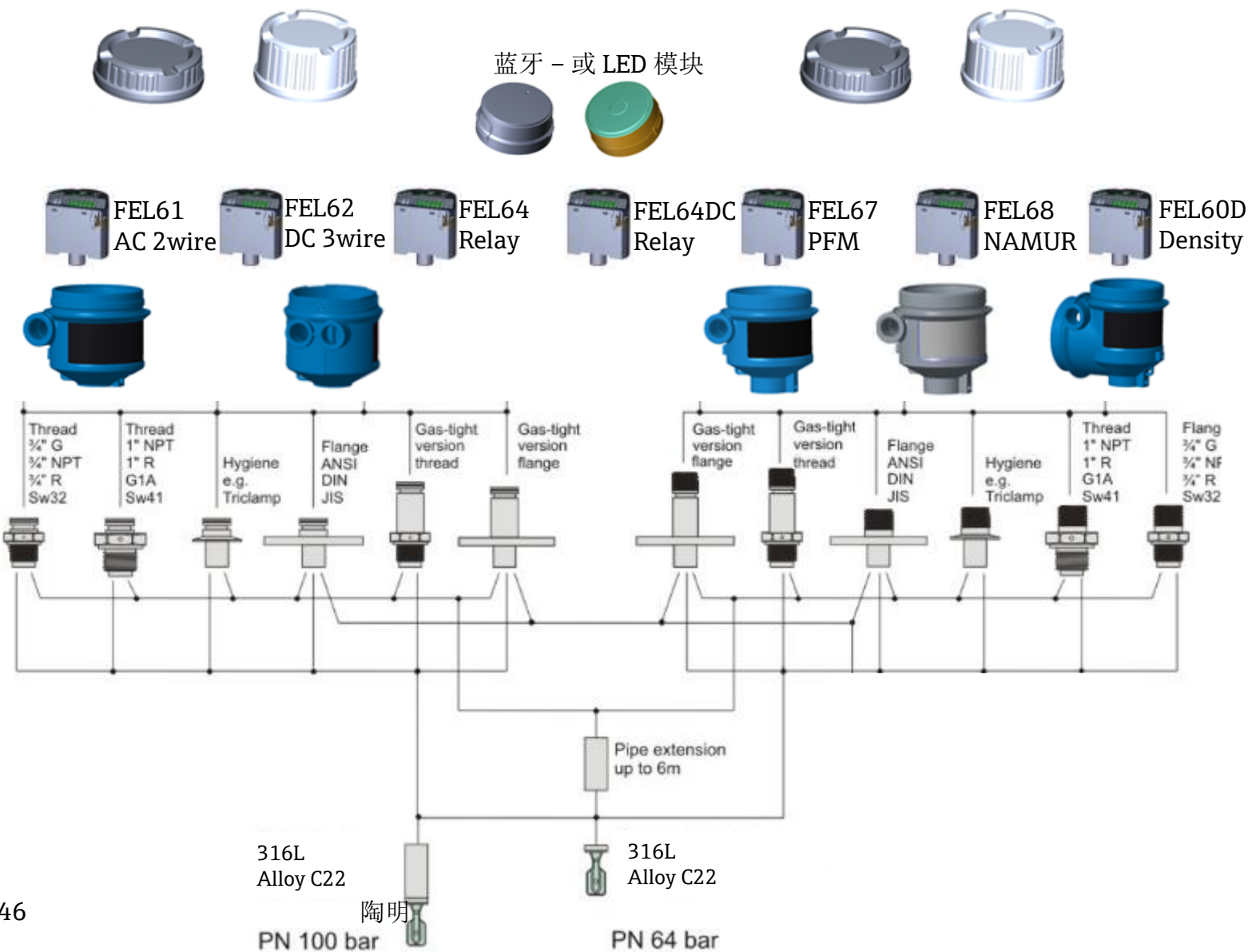


### FTL51B – 智能型限位开关

- 限位开关和**密度测量**（配合FML621密度计算机）
- 根据**IEC 61508**开发，达 **SIL2 and SIL3**（冗余结构）
- 可通过外部按钮来进行 **Proof Test**(可以通过 **磁铁** 或 **E+H App**执行**Proof test** 向导)
- 通过**E+H SmartBlue App** (蓝牙技术)进行 **heartbeat technology** 的诊断, 验证和监控功能
- **Heartbeat** 监控可以进行**趋势分析** (比如音叉振动频率趋势)
- 一体化传感器和延长杆式传感器
- 符合国际标准的本安和隔爆等防爆的认证
- **可视的状态指示**(可选 **LED灯**)
- 过程条件 **-60°C/-76°F...150°C/300°F**      **100bar/928psi**
- 环境温度 **-60°C/-76°F...70°C/158°F**
- 材质: Nace MR0103/ MR0175/AD2000 conform
- 符合ASME B31.3 的安全设计



# Liquiphant 51B 模块化设计



## 附加值 - LED 灯模块

LED 灯模块是可选项，通过LED灯的亮闪来显示开关状态，帮助工厂提升安全。



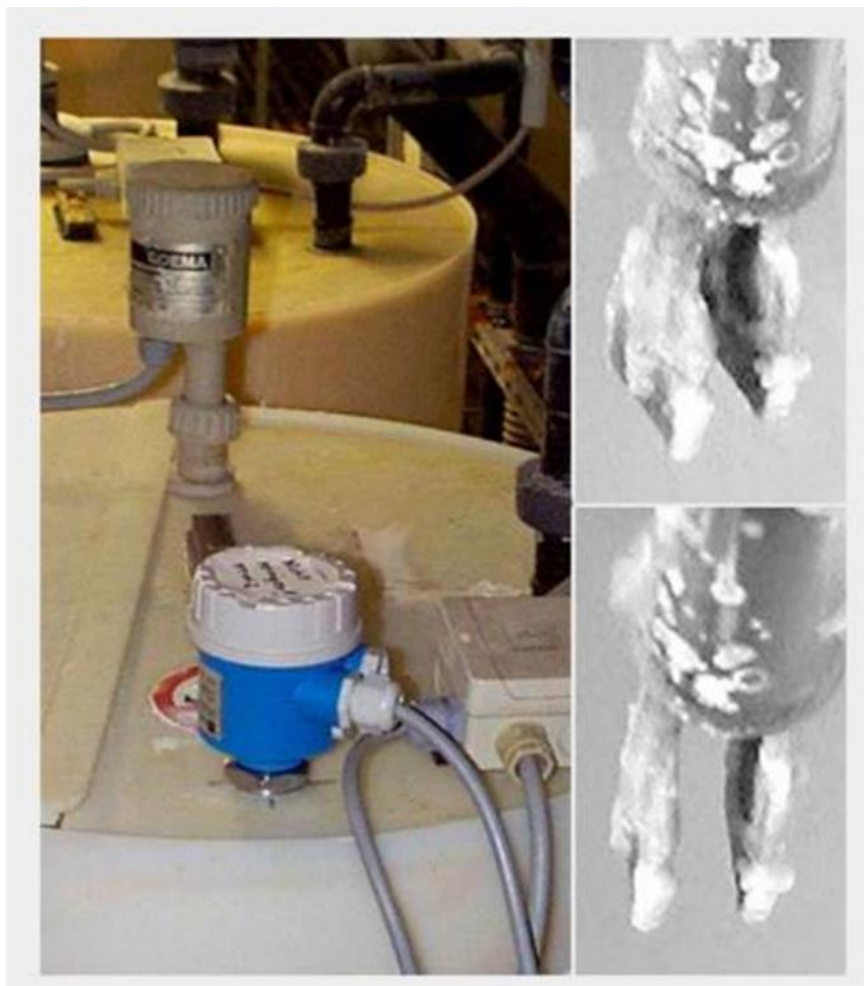
## 附加值 - 无线蓝牙连接技术



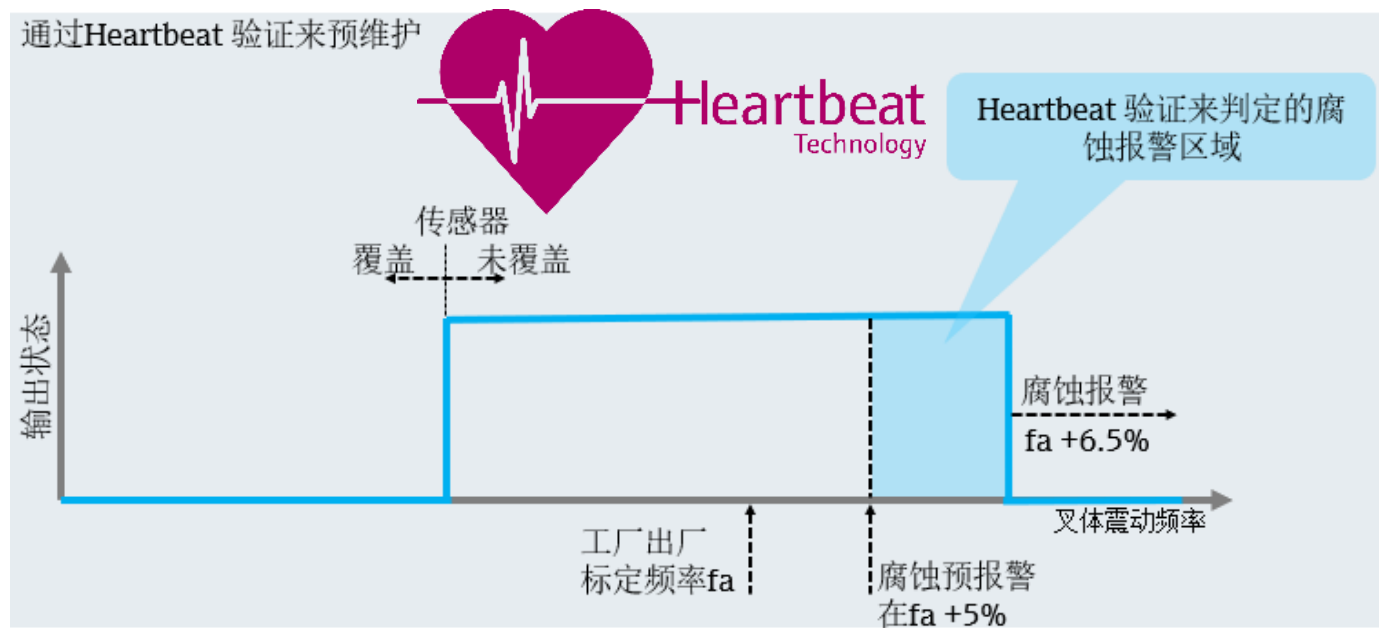
- 更加便捷的帮助检修和维护音叉限位开关



## 附加值 - Heartbeat Technology 心跳技术



- 跟踪并检测传感器状态，当腐蚀或黏附发生的时候提前报警并给出预维护建议



## 附加值 – 根据IEC 61508，满足全生命周期提供功能安全要求

**Liquiphant FTL51B**从一开始就提供符合功能安全要求的SIL等级  
延长了功能测试周期，提高了工厂装置的可用性



### 价值体现:

- 避免系统性硬件和软件故障
- 可证明的SIL相关参数: SFF, PFD,  $\lambda$
- 在线的功能安全测试

**所有的SIL 2等级认证，都有第三方TUV签发的证书！**

## SIL等级一览



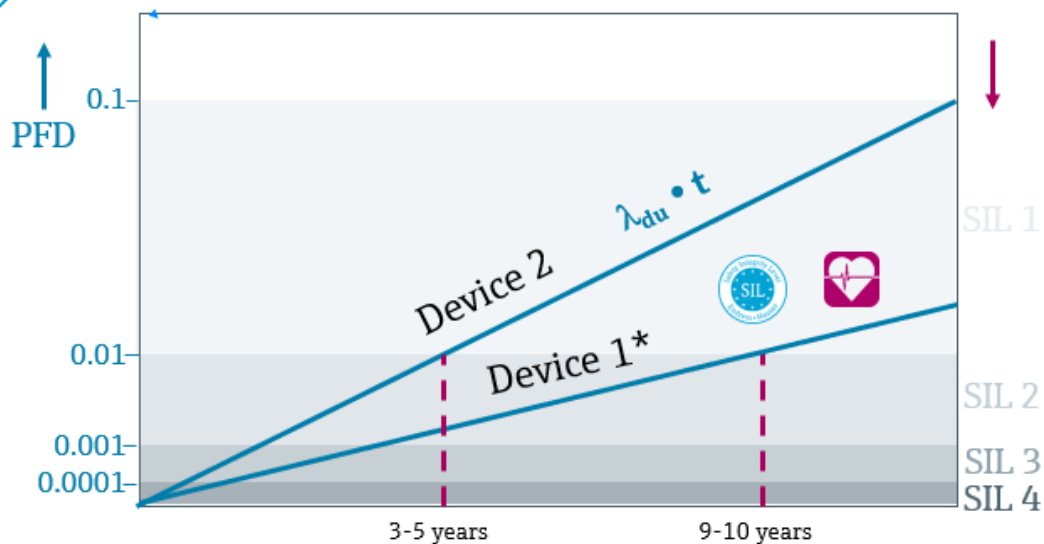
	SIL MAX (H-Alarm)	Safe failure fraction SFF	Lamda DU	PTC by test button	Explosion proof
FEL61 2-wire AC	SIL2	94%	19	44%	Ex d/XP
FEL62 DC PNP	SIL2	95%	15	29%	Ex d/XP
FEL64 Relay	SIL2	93%	38	71%	Ex d/XP
FEL68 NAMUR	SIL2	94%	19	38%	Ex d/XP or Ex ia/IS
FEL67 PFM	SIL2	96%	13	17%	Ex d/XP or Ex ia/IS
FEL60D density	N/A	N/A	N/A	N/A	Ex d/XP or Ex ia/IS

SIL2 也同时适用于低限位的应用

## 附加值 - Heartbeat Technology 心跳技术



- 溢出保护
- 功能安全





# 简化流程，在线实现



Proof test report

Endress+Hauser

Serial: 780010000000

---

Device and verification information

Device tag	EH FL61B 00260 100
Serial number	P002701 100
Date of last production	08.03.2019 08:00:00
Device information	FL61B 00260 100

---

Device information

Device tag	EH FL61B 00260 100
Device name	Uspidant
Serial number	P002701 100
Extended device code 1	FL61B AAAAAA00000000
Extended device code 2	1001 0000000000
Extended device code 3	

---

Proof test result

Summary	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Decision of inspector	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Location	Manufact
Inspector	Manuel Nink
Date of last production	08.03.2019 08:00:00

---

Notes

---

Date	Operator's signature	Inspector's signature
------	----------------------	-----------------------

---

08/03/2019 Page 1 of 3

## FTL51B 亮点

FTL51B - 为客户提供全方位的工厂安全优化，提高生产力和效率



可通过向导非常方便的进行 proof test 功能



根据IEC 61508设计，提供SIL安全功能



Heartbeat Technology



无线蓝牙连接技术

*“FTL51B 是对原有的FTL51和 FTL50的提升. 它能够提供1:1的替换.”*



## 替换浮球或超声波液位开关

### 浮球的技术GAP

- 浮子有很高的卡住或掉落的可能性
- 由于有可动部件，所以就有磨损 (生命周期变小，经常需要维护)
- 只能用在罐子或容器上，不能用于管线
- 没有什么安全功能
- 如果浮子损坏，卡死或者被腐蚀了，它就不能工作了 (不能为这些问题提供报警或诊断)
- 不能进行远程功能测试
- 没有自监控功能 (无源系统)
- 固定的安装位置: 侧装或顶装，没有延长杆型
- Proof test过程中容易损坏，有4%的损坏率



### 超声波开关的GAP

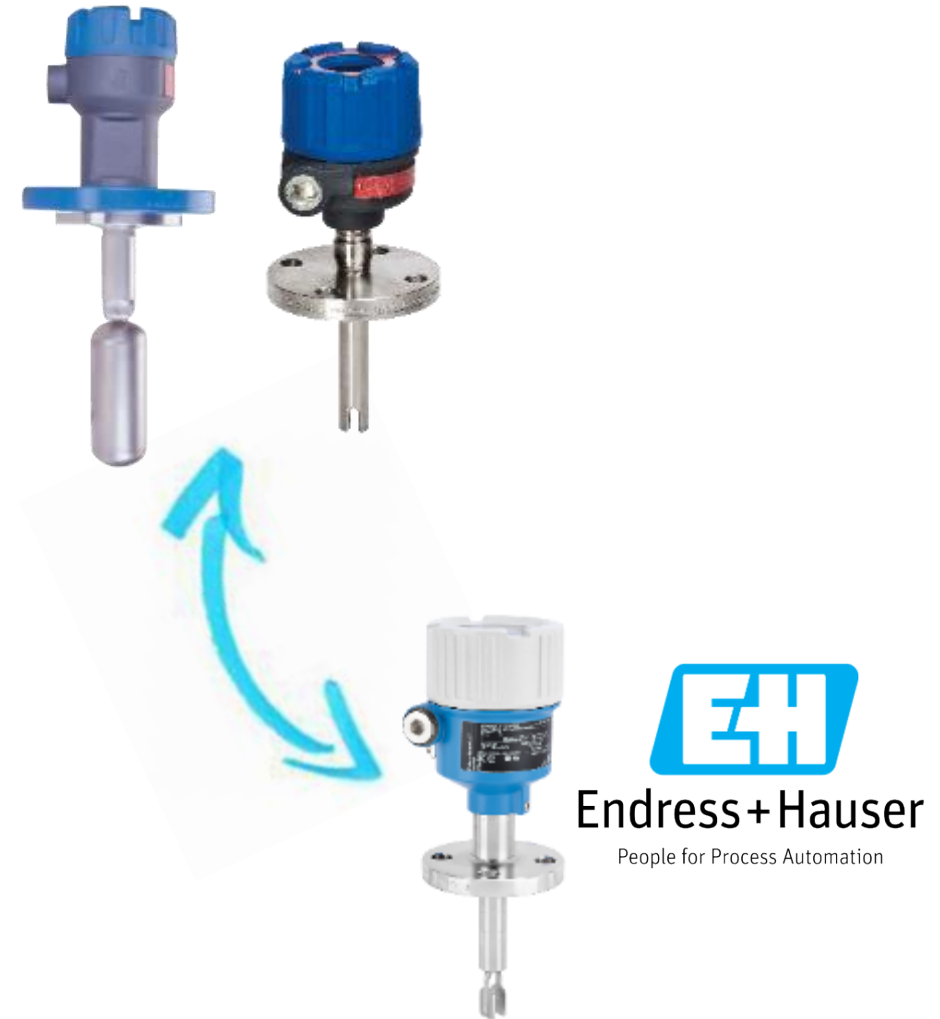
- 对气泡敏感
- 不适用粘性介质
- 传感器长度最长 0.33m
- 重复性只有  $\pm 2\text{mm}$
- 传感器抛光度: Ra 0.5 $\mu\text{m}$



## 音叉的优势

### Liquiphant的优势

- 无机械可动部件: 不需要维护, 不存在卡死等问题, 生命周期很长
- 可以用于安全系统, 安全功能可达 SIL2/3, 以及各种防爆区使用
- 应用范围广 (罐子容器, 管线...), 安装位置选择多样 (顶装, 侧装, 底装...)
- 耐腐蚀性好, 有涂层版本
- 可以远程功能安全测试/ proof test (例如通过按钮)
- 拥有传感器自检测功能, 并可以提供预维护功能
- 可靠安全的产品, 已经实际应用安装超过600百万台了



## FTL51B 密度测量

FTL51B可以在线进行密度测量和浓度测量，其组成包括：

- FEL60D电子插件的FTL51B音叉
- 密度计算机FML621
- 温度传感器或变送器



### 技术参数

过程温度	0...+80°C / +32...+176°F
过程压力	-1...+25bar / -14.5...+363psi
精度	0.002g/cm <sup>3</sup>
单位	°Plato, °Brix, °Baumé, etc.
应用限制	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 气泡或黏附搭桥的传感器</li><li>■ 管线流速要求&lt;2m/s</li><li>■ 高粘性液体，黏度要求&lt;350 mPa*s</li></ul>

## 一套密度测量系统包括哪些东西

- 密度计算机FML621
- Liquiphant FTL51B 音叉  
带上密度电子插件：FEL60D
- 可选温度变送器和压力变送器  
压力要求：4...20 mA；温度可选 → PT100或4...20 mA
- 什么时候需要温度补偿  
要求精度优于1.2% ( $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ ) → 温度补偿必须存在
- 什么时候需要压力补偿  
过程压力变化大于6 bar



## 安装与限制条件



气泡



黏附



挂料



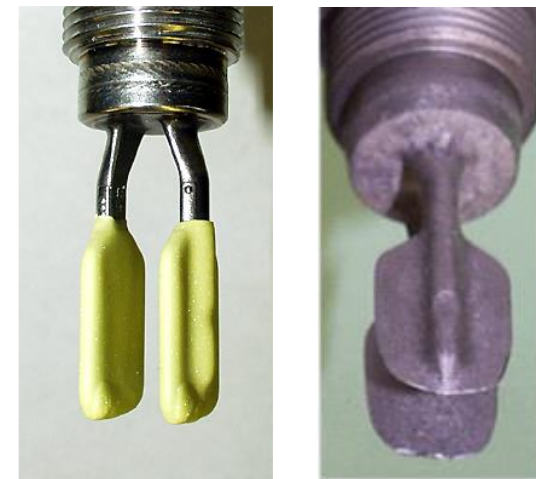
振动  
流速



介质波动  
压力变化(无压力补偿)

## 安装与限制条件

- ❑ 音叉的振动频率取决于叉体的质量。
- ❑ 叉体接触到与介质不同源的物质，比如气泡，会影响到输出精度。
- ❑ 挂料和腐蚀会影响到叉体的质量，从而改变输出频率。



测量黏附性介质时，请经常擦洗叉体，才能保证输出精确。  
容器中的搅拌和管道中介质的流动会减少气泡的产生。

测量腐蚀性介质时，请考虑使用带涂层的叉体，或者选用哈氏合金叉体，同时请开启Heartbeat心跳技术

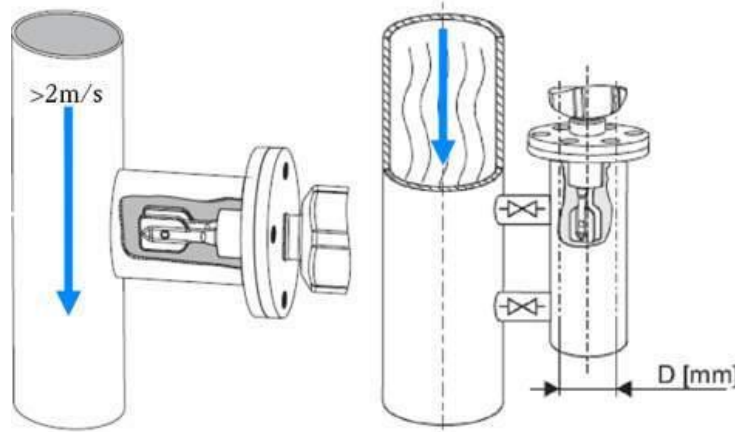
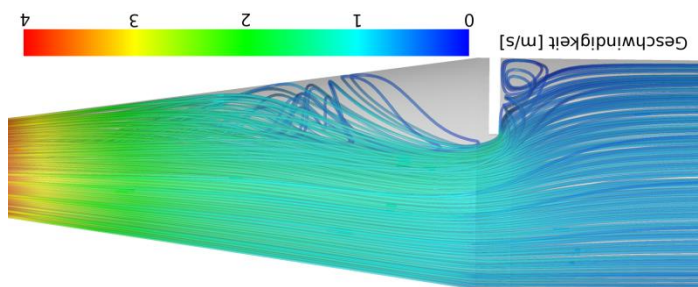
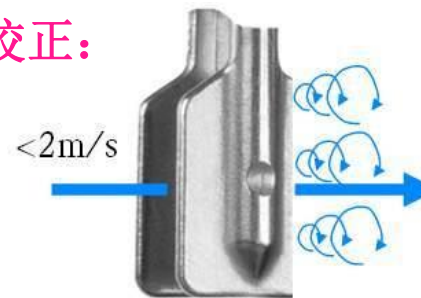


## 安装与限制条件 — 介质流速

### 管路中流速的影响

如果管道中的流速大于 $2\text{m/s}$ ,我们推荐用以下的方式进行校正:

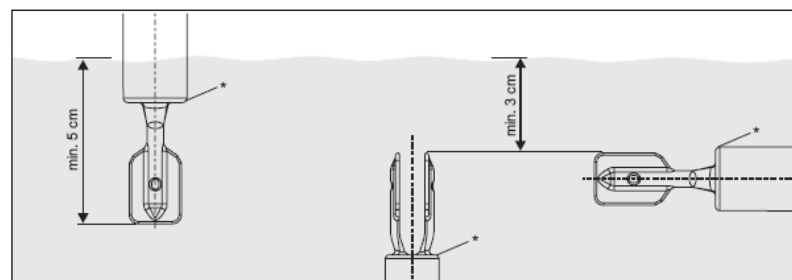
- 调节泵, 减小流速
- 大管道直径, 减小流速
- 在旁通管中安装, 安装直径  $> \text{DN}50$



## 安装与限制条件 — 安装距离

### 叉体安装是否合适？

- ❑ 叉体需要足够的空间振动，保证测量值的正确
- ❑ 如果要保证一定的精度，必须考虑安装的正确性（如下图）



The fork tines and the diaphragm (\*) must be completely covered by medium.

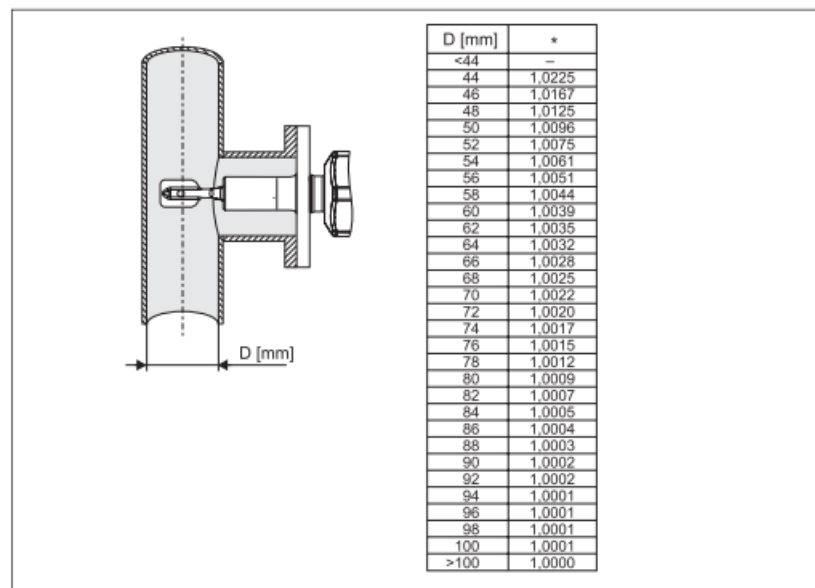
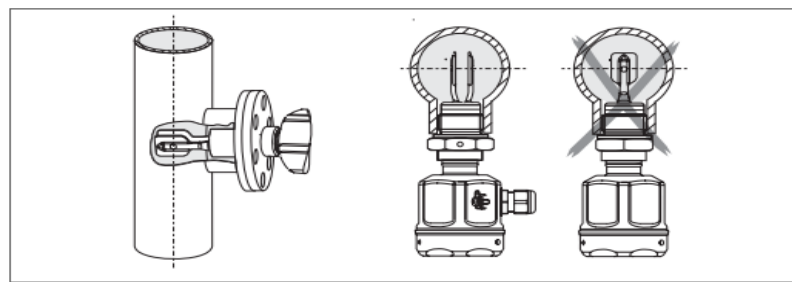
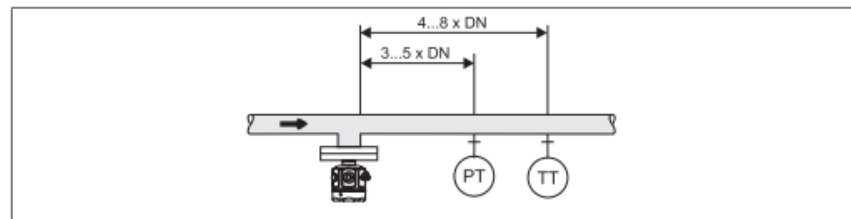


Fig. 9: \* Correction factor (Correction r) with sensor immersed laterally. The mark on the fork should match the pipe axis.

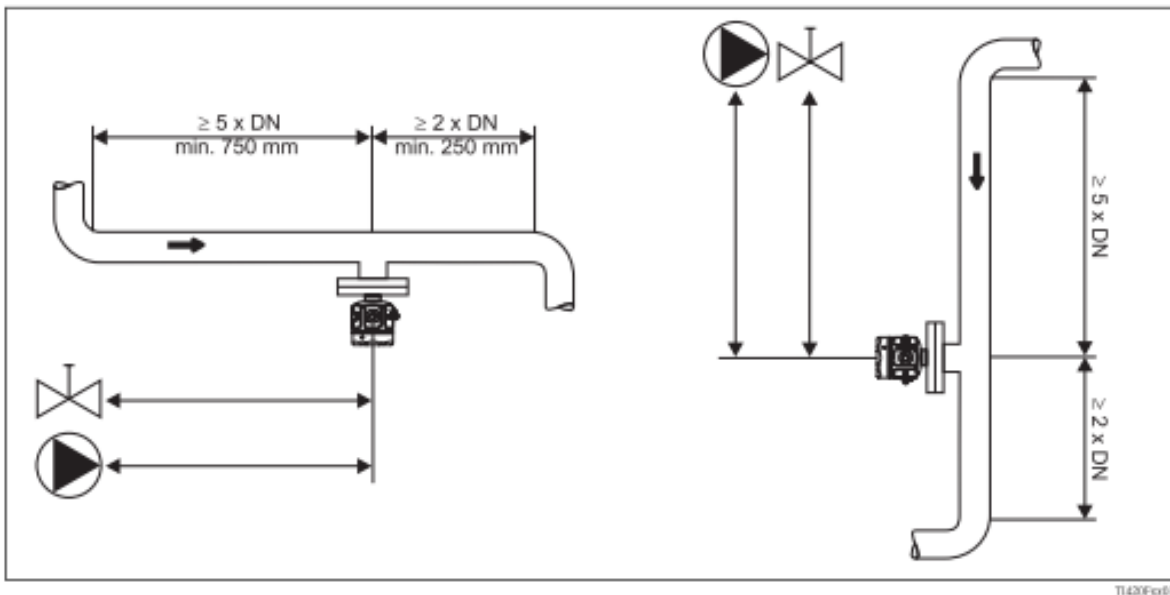
## 安装与限制条件 — 安装位置

### 叉体安装是否合适？

- ❑ 叉体前后和弯管处要有一定距离
- ❑ 温度 / 压力传感器在音叉下游安装



离进口最小距离750 mm / 出口进口距离最小250 mm

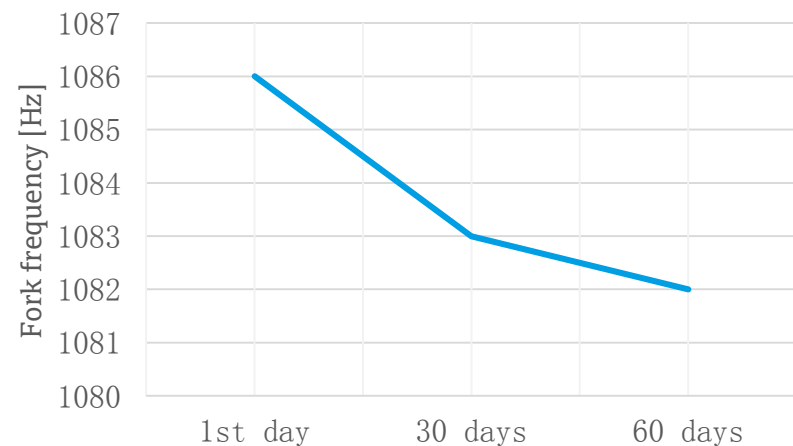


# 应用案例



## 嘉吉 - 食品行业

- 特点:FTL51B的 Heartbeat 功能，能够检测漂白剂的黏附状况
- 旧设备: FTL31

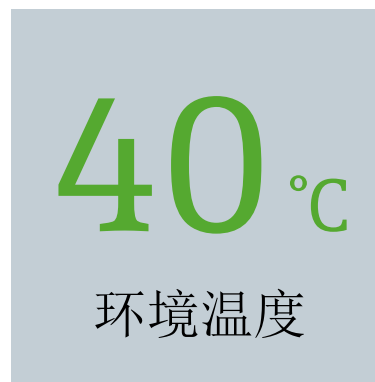
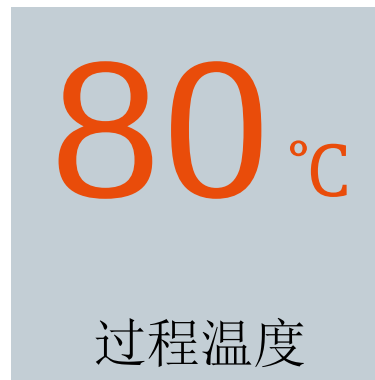
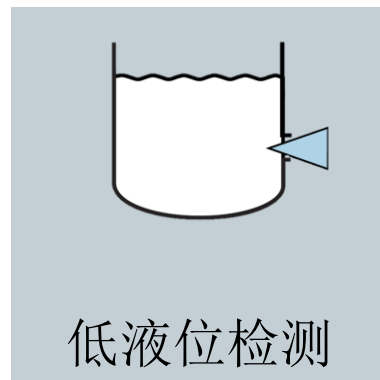


Current frequency	Hz	1083.9982
-------------------	----	-----------

Max. electronics temperature	°C	37
------------------------------	----	----

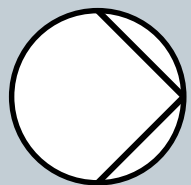
Frequency at delivery status	Hz	1086.9500
------------------------------	----	-----------

Upper warning frequency	Hz	1141.2975
-------------------------	----	-----------



## 德国啤酒厂 - 食品行业

- 特点: CIP 清洗管线的空管检测, LED 灯明亮显示
- 旧设备: FTL360



空管保护

80 °C

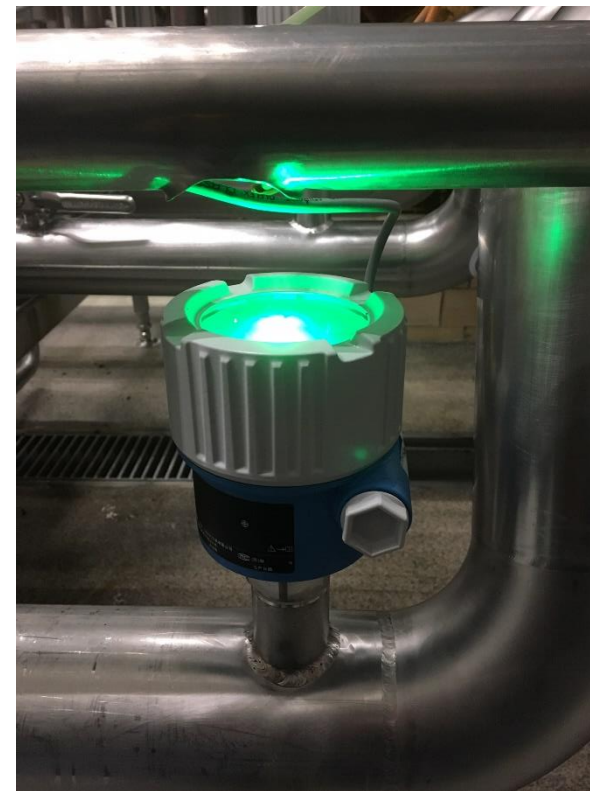
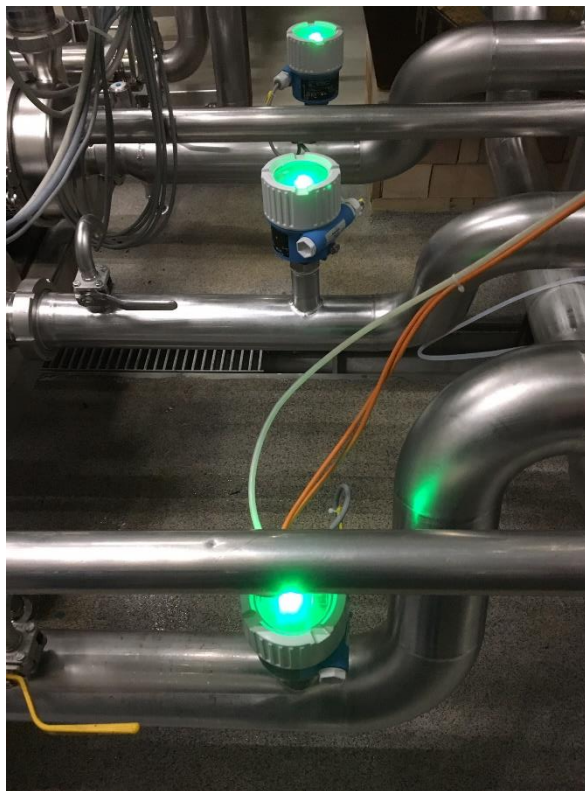
过程温度

4 bar

过程压力

CIP

清洗



## 石灰厂 - 建材行业

- 特点: FTL51B有LED 灯明亮显示, 随时了解开关状态
- 旧设备: FTL260 / FTL31



水处理

8 bar

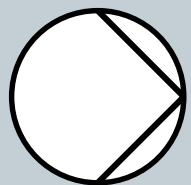
过程压力



## 杭州普罗星淀粉 - 食品行业



- FTL41
- 特点: 测量有一定粘性的介质



空管保护

25 °C

过程温度

3 bar

过程压力

介质:  
淀粉溶液





## LPG罐溢出保护 - 油气行业

### 介质:

- LPG

### 应用需求:

- 防爆区域限位开关.
- SIL2功能要求, 每年进行功能测试

### 挑战:

- 安装位置比较难以够及, 维护比较困难
- 介质密度比较小:  $0.4\text{g/cm}^3$

### 我们提供的方案:

- FTL51B具备无线蓝牙连接功能, 可以远距离操作维护, 并能生成校验报告, 具备Heartbeat心跳技术可以在线进行安全功能测试工作
- 标准选型具备可以测量 $0.4\text{g/cm}^3$ 介质的选项



## 油漆生产线应用 - 一般过程行业

### 介质:

- 不同颜色种类的油漆

### 挑战:

- 限位开关传感器要经常清理
- 介质粘性很大

### 我们提供的方案:

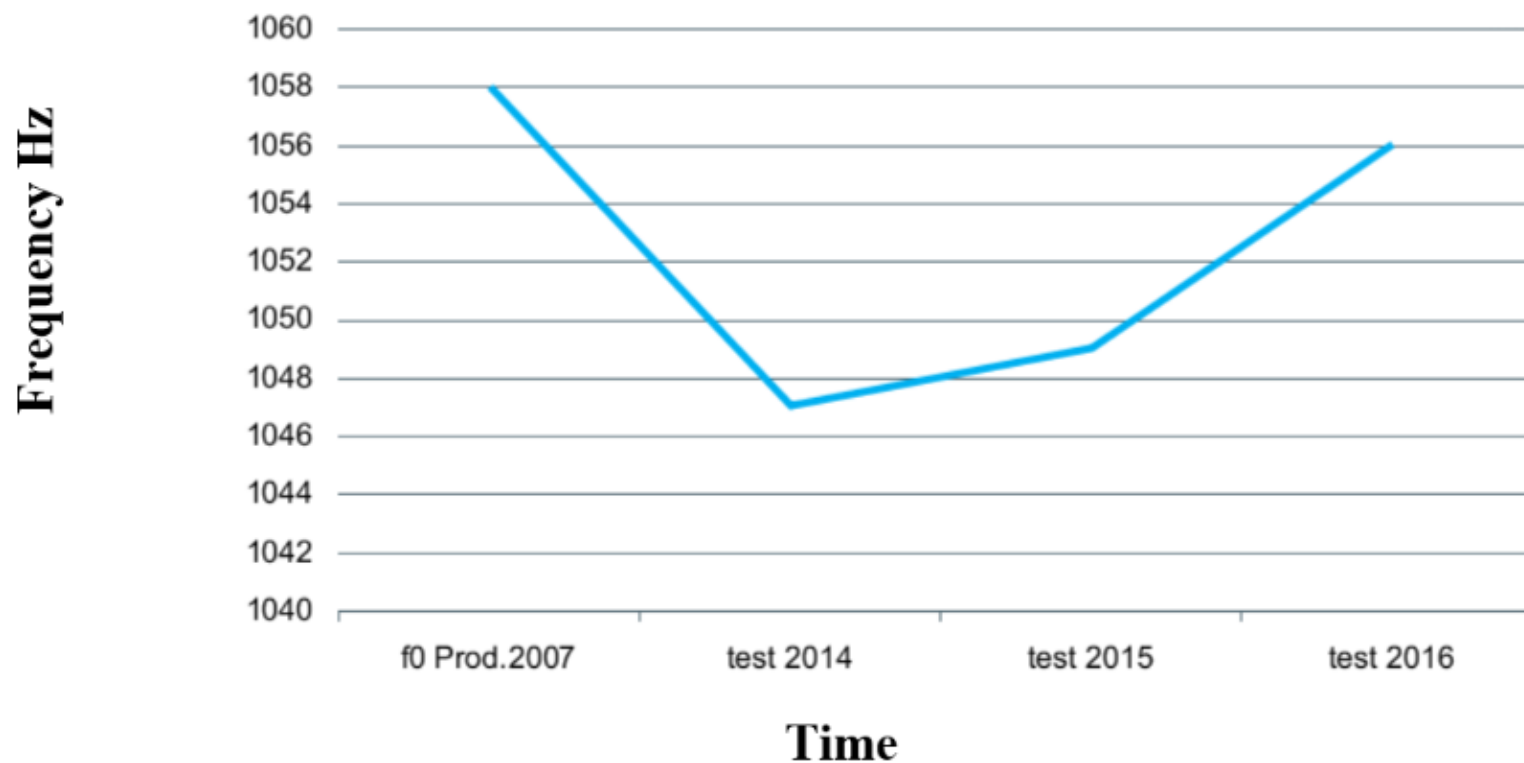
- FTL51B 具备蓝牙无线连接及 Heartbeat心跳技术, 可以监控传感器频率



## 油漆生产线应用 - 一般过程行业

给客户带来什么：

- 客户可以根据音叉的频率变化趋势制定一个清理传感器的流程。



## 河道的溢流保护功能- 地表水行业

### 目标:

- 一条河道的溢流保护

### 介质:

河流水和排放废水

### 挑战:

- 要能屋外安装
- 帮助客户提供预维护建议

### 我们提供的方案:

- FTL51B 具备蓝牙无线连接及Heartbeat心跳技术，帮助客户修订河道的安全预防
- .



## 腐蚀性介质的限位检测 - 化工行业

### Application:

- 过程罐的溢出保护

### 介质:

- 腐蚀性液体或含固液体

### 挑战:

- 需要随时了解传感器的腐蚀情况

### Solution:

- FTL51B 的Heartbeat心跳技术，帮助客户分析传感器腐蚀状况并给出预维护建议，生产检测报告

### Heartbeat Technology verification report Endress+Hauser

People for Process Automation

#### Device and verification information

Device tag	FTL51B
Serial number	NC000001000
Operating time	00y000d07h48m32s



#### Mainboard module

Controller test	✔ Passed
Memory test	✔ Passed

#### Sensor module

Frequency test	✘ Failed
Sensor test	✔ Passed

#### Verification results-values

Unit	Actual	Min.	Max.
------	--------	------	------

#### Additional monitoring parameters

Current frequency	Hz	1159.3412		
Date of last proof test		01.01.2018 09:00:00		
Operating time		00y000d07h48m38s		
Number of system starts		78		
Temperature	°C	23		
Min. electronics temperature	°C	20		
Max. electronics temperature	°C	29		
Frequency at delivery status	Hz	1055.2230		
Upper warning frequency	Hz	1107.9842		

感谢您的关注!

