

◆ ◆ ◆ ◆ ◆
◆ ◆ ◆ ◆ ◆
使用说明书
◆ ◆ ◆ ◆ ◆
◆ ◆ ◆ ◆ ◆

EL-FLOW *Base* 系列
质量流量控制器

文档号：9.17.061Q 日期：2022 年 7 月 25 日

◆ ◆ ◆ ◆ ◆
◆ ◆ ◆ ◆ ◆
◆ ◆ ◆ ◆ ◆
◆ ◆ ◆ ◆ ◆
◆ ◆ ◆ ◆ ◆
◆ ◆ ◆ ◆ ◆
◆ ◆ ◆ ◆ ◆
◆ ◆ ◆ ◆ ◆
◆ ◆ ◆ ◆ ◆

安装使用仪器前，请仔细阅读操作手册。如未按照操作手册操作，很可能造成人身伤害和/或设备损坏。



本手册编制与出版期间，我司谨慎、严谨，尽管如此，我司仍不对于本手册存在的任何不准确、错误、不当陈述或任何其他性质错误承担法律或其他责任。本手册仅供参考，今后可能发生更改。如有更改，恕不另行通知。

目录

目录

1	一般产品信息	5
1.1	引言	5
1.2	预期用途	5
1.3	符号	5
1.4	产品支持参考文档	5
1.5	保修条款	7
1.6	产品描述	7
1.6.1	情况概述	7
1.6.2	型号编码	8
1.6.3	密封	8
1.6.4	校准	9
1.6.5	特点	9
1.7	工作原理	10
1.7.1	热式气体流量传感器原理	10
1.7.2	旁路原理	10
1.7.3	电磁阀原理	11
1.8	维护	11
2	安装操作指南	12
2.1	引言	12
2.2	开箱及检查	12
2.3	额定压力测试检验	12
2.4	仪表安装	12
2.5	流体连接	13
2.6	串联过滤器的使用	13
2.7	管道要求	13
2.8	电气连接件	14
2.8.1	接口	14
2.8.2	电源	14
2.9	电源和预热	14
2.10	压力供应/启动	14
2.11	系统吹扫	15
2.12	校零	15
3	基本操作	16
3.1	一般规定	16
3.2	模拟操作	16
3.3	数字通信协议检测（FLOW-BUS RS232 或 MODBUS RS485）	17
3.4	RS232 Flowbus 基本操作	18
3.5	Modbus RS485 操作	19
3.5.1	Modbus 终端	19

3.5.2	从机地址、波特率和奇偶校验设置	20
3.5.3	实现类	24
3.5.4	响应时间	24
3.5.5	支持的 Modbus 功能	24
3.5.6	可用参数	26
3.6	按钮操作	31
3.7	用于读取/改变控制模式的按钮	32
3.7.1	读取控制模式	32
3.7.2	更改控制模式:	32
3.8	LED 指示灯指示信息	33
3.9	基本参数和属性	34
3.9.1	引言	34
3.9.2	基本参数	35
4	高级操作	36
4.1	读取和更改仪器参数	36
4.1.1	引言	36
4.1.2	识别	36
4.1.3	流体信息	37
4.1.4	自动校零	37
4.1.5	控制器响应调整	39
4.1.6	更改默认控制模式	41
4.1.7	显示筛选程序	43
4.1.8	禁用按钮	43
4.2	使用规定以外其他气体	44
4.2.1	换算系数计算软件	44
4.2.2	最大压降	44
5	故障排除	45
5.1	一般规定	45
5.2	目视诊断	45
5.3	故障排除常见情况	45
6	拆除和退货说明	47
7	服务	48

1 一般产品信息

1.1 引言

本用户指南介绍了 EL-FLOW Base 系列气体质量流量控制器，如下图所示。还介绍了产品信息、安装说明、操作、维护、故障排除和技术规格。



F-201CB
8 ml_n/min - 20 l_n/min



F-201AB
20 l_n/min - 70 l_n/min



F-202BB
70 l_n/min - 200 l_n/min

1.2 预期用途

EL-FLOW Base 仪器的预期用途为控制仪器标签所列气体的气体流量。气体必须是干净的。
该仪器可用于实现（快速）恒定流量的切换与控制。

1.3 符号



重要信息。忽略该信息很可能导致人身伤害、设备损坏或安装损坏。



有用信息。该信息可帮助用户使用设备。



可通过网络或从当地销售代表处获得的其他信息。

1.4 产品支持参考文档

操作手册：

数字仪器操作手册，文档号：9.17.023。

支持 FLOW-BUS 协议的 RS232 接口，文档号：9.17.027。

技术图纸：

EL-FLOW Base 连接图，文档号：9.16.091

F-201AB 尺寸图，文档号：7.15.1

F-201CB 尺寸图，文档号：7.15.166

F-202BB 尺寸图，文档号：7.15.170



如需获取相应文档，请访问：

<http://www.bronkhorst.com/en/downloads>

1.5 保修条款

Bronkhorst® 承诺，自产品交付之日起三年内，产品不存在任何材料和工艺缺陷，但前提是产品使用须符合相应产品参数，产品操作须符合手册相应操作说明，且不存在产品滥用、物理损坏或污染的情形。

若产品在保修期内出现无法正常运转的情况，我司可提供免费维修或更换服务。通常情况下，可在一年内保修或原始保修期限剩余时间内保修，以较长的时间为准。

具体参见销售条件第 9 款。

保修范围为所有初始缺陷和潜在缺陷、随机故障和无法确定的内部原因。

因客户造成的各类故障与损坏，如污染、电气连接不当、物理撞击等，均无法提供保修服务。

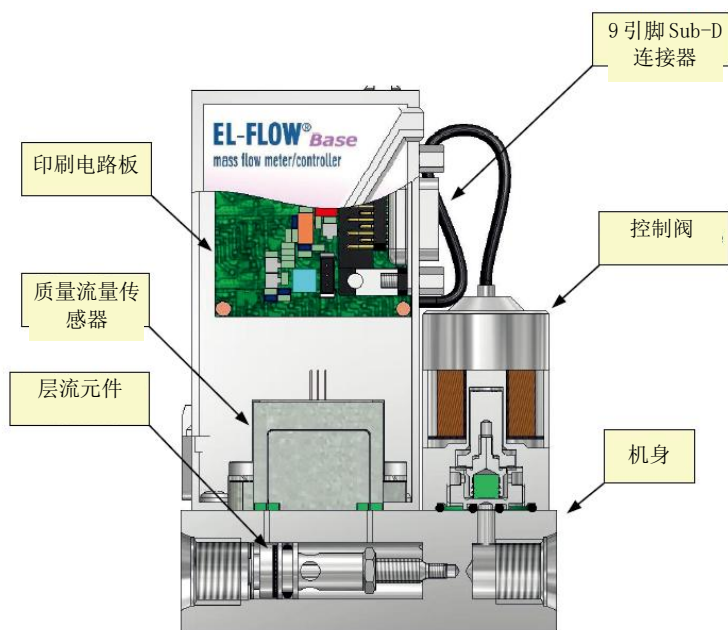
若经过认定，返回工厂产品相关维修项目部分或全部超出保修范围，则可能会收取相应维修费用。

除非事先另有约定，否则任何一方在保修范围内履行相应义务时，Bronkhorst High-Tech B.V. 均须预付运费，但若产品已退回至 Bronkhorst High-Tech B.V.，则该等费用应记入维修发票。进口和/或出口费用，以及国外运输时，须向承运商支付的各项费用由客户支付。

1.6 产品描述

1.6.1 情况概述

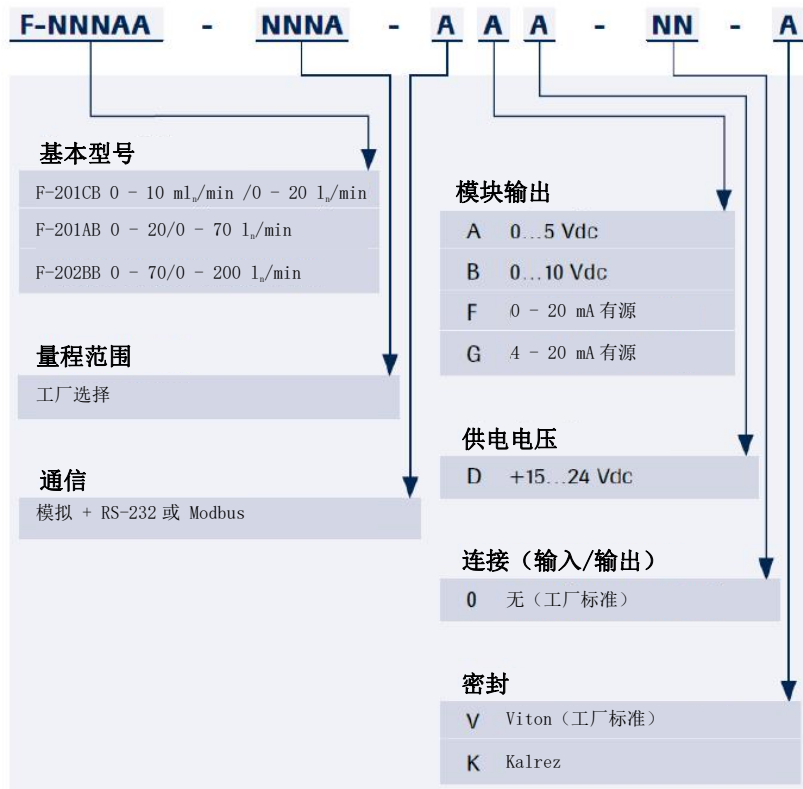
EL-FLOW Base 质量流量控制器由一个热式质量流量传感器、一个旁路层流元件、一个电磁比例控制阀和一个进行 PID 控制与通信的数字电子印刷电路板组成。



根据不同流量，共推出了三种不同的基本型号（F-201CB、F-201AB 和 F-202BB）。

型号不同，层流元件尺寸、孔口尺寸以及密封材料也相应有所不同。根据客户的气体与工艺条件，对这些变量进行了优化。

1.6.2 型号编码



示例: F-201CB-200-ABD-00-V

范围: 200 ml/min
 模拟输出: 0 - 10 Vdc
 密封件: Viton

1.6.3 密封

该仪器采用 Viton 或 Kalrez 密封件。使用的具体密封材料信息见型号编码最后一个字符。

Bronkhorst®从诸多可靠信息源收集了大量数据，编制了一份材料兼容表。但该表也只可作为一个通用指南。操作条件不同，本指南的准确性也会相应受到影响。因此，Bronkhorst 不对任何人士因使用本指南所造成的损害承担责任。

为获得最佳可靠性，客户使用时也需实施自己的具体设计和测试评估。



检查毛细管 O 型密封圈、柱塞以及填料压盖等密封件是否适合工艺要求。

1.6.4 校准

EL-FLOW Base 仪器采用空气或 N2 校准。Bronkhorst® 承诺，旗下各种仪器均达到额定精度。且仪器已根据可追溯至荷兰国家计量院（VSL）的测量标准进行校准。

通过详细的转换模型，根据客户指定气体与条件进行校准。但该转换方法也会导致校准的不准确度增加。

比较典型的计算不准确度的方法为拇指法则：

不确定度 $< 2\% \times CF$ 对于 $CF > 1$

不确定度 $< 2\% / CF$ 对于 $CF < 1$

CF 定义为近似换算系数，可通过以下方式计算：

$$CF = \frac{C_{p1} \cdot \rho_1}{C_{p2} \cdot \rho_2}$$

其中：

C_{pn}	比热
ρ_n	基准状态下的密度
(1)	校准流体（空气或 N2）
(2)	客户流体



访问 <http://www.fluidat.com>，检查 FLUIDAT®

FLUIDAT® 是一个计算气体与液体物理性质的例程集。这些例程可通过 Net 网站的 FLUIDAT® 获取。

EL-FLOW Base 仪器采用标准交付，无校准证书。订购仪器时，可同时选购校准证书。如需了解更多信息，请联系当地销售代表。

1.6.5 特点

每台仪器配备一个模拟接口、一个数字 RS-232 接口和一个数字 ModBus/RS 485 接口。模拟和数字接口可同时使用。

根据引脚名称，RS232 和 Modbus/RS485 分配相同引脚。引脚连接接口后，仪器会自动检测使用哪种协议。

通过数字操作，仪器可新增很多其他功能（与模拟操作相比）。

包括：

- 设定斜率（平滑控制所需的设定点斜率功能）
- 在读数/控制模块或计算机主机直接读取
- 几种控制/设定点模式（如吹扫/关闭阀门）
- 标识（序列号、型号、设备类型、用户标签）
- 自定义控制器响应的可调控制器设置

1.7 工作原理

1.7.1 热式气体流量传感器原理

气体流量传感器根据热导原理工作，可感测毛细管受热部分温度差。总流量中一部分会通过主流层流元件，被迫通过毛细管，产生压力差。

由于层流装置设计独特，毛细管和层流装置流动条件相当，通过流量计的流量存在比例关系。毛细管上下游的温度传感器感测的 δT 值取决于气流吸收的热量。

气体质量流量与信号间的传递函数关系可通过如下函数表示：

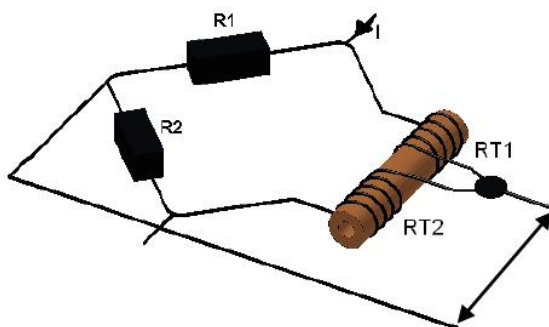
$$V_{\text{信号}} = K \cdot c_p \cdot \Phi_m$$

$V_{\text{信号}}$ = 输出信号

c_p = 比热

K = 常数因子

Φ_m = 质量流量



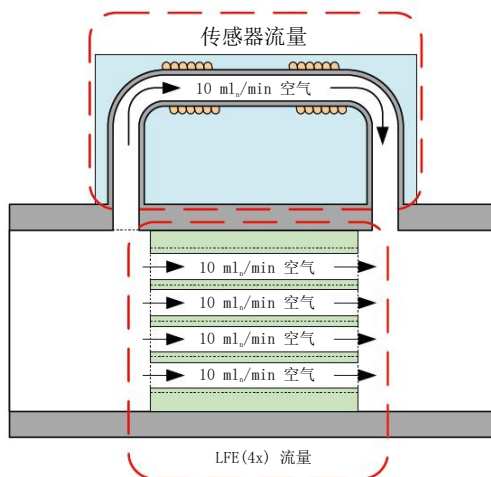
桥式配置热敏传感器

温度传感器是桥式电路的一部分。电桥的不平衡性会线性化并放大成需要的信号水平。

1.7.2 旁路原理

EL-FLOW Base 测量部分由一个热敏传感器和一个层流元件（LFE）组成。层流元件由一系列带精密蚀刻流道的圆盘组成。各通道流量与传感器流量间存在一定的比例关系。因此可通过增加层流盘，实现在使用相同流率传感器的同时，调节仪器总流量。

低压情况下，装有这些传感器的仪器可水平安装，也可垂直安装。



50 ml/min 测量部件示例

1.7.3 电磁阀原理

EL-FLOW *Base* 系列使用的控制阀是一种可直接操作的标准操作控制阀。也是一个常闭电磁阀。阀塞会在线圈磁场力的作用下提升。根据客户应用需求，柱塞下方的孔口直径已进行了相应优化。



控制阀的设计目的并非进行正向截流。建议为管线加装一个单独的关断阀（如需）。此外，还必须避免系统在加压过程中出现压力波动。

1.8 维护

当和清洁气体一起使用时，无需对控制器进行日常维护。

可采用清洁、干燥的惰性气体吹扫相应装置。

若污染严重，可能需对仪器内部进行吹扫。吹扫完成后，需重新进行校准。Bronkhorst®服务团队均接受了严格的维修培训。吹扫与重新校准选项更多相关信息，请联系本地供应商。



若维修不当，很可能造成严重的人身伤害和/或设备损坏。因此，须由接受专业培训的合格维修人员进行维修。

2 安装操作指南

2.1 引言

本章将介绍如何准备系统，安装 EL-FLOW Base 质量流量控制器相关内容。

2.2 开箱及检查

检查外包装，确定运输期间是否造成损坏。若外包装受损，请立即通知当地承运人承担相应责任（如需）。同时应向经销商出具相应报告。

请小心拆开包装箱。确认运输期间是否出现产品损坏。若仪器损坏，请立即通知当地承运人承担相应责任（如需）。同时应向经销商出具相应报告。

退货运输相关事宜，参见第 6 章拆除和退货说明。



安装 EL-FLOW Base 前，务必阅读所附标签并检查：

- 流量
- 待测流体
- 上下游压力
- 输入/输出信号
- 温度

请妥善保存相应备件或替换零件，丢弃包材时，请务必仔细检查，确认包材中未混有任何受损或遗漏零件。

2.3 额定压力测试检验

每台 EL-FLOW Base 均进行了压力测试，测试压力至少应为客户要求工艺条件下工作压力的 1.5 倍，最小压力为 8bar。



压力测试标签

所有仪器均进行了氦泄漏测试，氦含量至少为 $2 \cdot 10^{-9}$ mbar·l/s。



流量控制器已用红色标签标明测试压力。在管线中安装前，检查测试压力。若标签缺失或测试压力不正确，**不得**在工艺线路中安装仪器，应返回工厂。

2.4 仪表安装

EL-FLOW Base 底部有两个安装孔，用于进行仪器机械紧固，确保仪器稳定。安装孔准确位置可参考以下文档。

F-201AB 尺寸图，文档号：7.15.165。

F-201CB 尺寸图，文档号：7.15.166。

F-202BB 尺寸图，文档号：7.15.170。

EL-FLOW Base 质量流量控制器首选为水平安装。其他安装方式可能导致零偏或在信号值为零的情况下，仍有较小气体或压力值。若采用水平安装以外的其他方式，建议重新进行校零操作。校零操作参见第 2.12 章相关内容。

请勿将设备安装在机械振动和/或热源附近。

2.5 流体连接

EL-FLOW Base 仪器流体连接方式采用 1/4 英寸尺寸的 BSPP 内螺纹连接。连接螺纹对世伟洛克 RS 型转接头进行了优化，并与 AS 013 (70°Sh) O 型密封圈结合使用。



Bronkhorst®强烈建议使用世伟洛克 RS 型不锈钢适配器，例如零件号：SS-400-1-4 RS。

仪器适配器可另行单独采购。更多相关信息，请联系当地经销商。



施加流体压力前，请检查系统是否存在泄漏。尤其是在使用有毒、爆炸性或其他危险性流体的情况下，更应进行相应检查。

2.6 串联过滤器的使用

待测流体应不含任何灰尘、油污、水分以及其他颗粒物。若待测流体严重污染或含有颗粒物，很可能影响仪器精度。若传感器室进液，很可能损坏传感器和质量流量控制器功能。

建议在流量控制器上游安装一个串联过滤器或液体分离器，若可能发生回流，也建议在下游安装一个过滤器。请注意，安装过滤器可能导致压降。

如需了解更多信息，请联系经销商。

2.7 管道要求

确保管道绝对干净！



高流率情况下，**请勿**采用小直径管道，因为产生的入口射流会影响仪器精度。

请勿直接在入口和出口处安装大角度管道，特别是在高流率情况下。*我们建议*，大角度管道安装位置至少与仪器间保持 10 倍管径的长度。

请勿直接在气体流量计/控制器入口处安装压力调节器，应留出相应管道长度（至少 25 倍管道直径）。

2.8 电气连接件

2.8.1 接口

EL-FLOW Base 仪器可通过以下方式进行操作：

1. 模拟接口（0 - 5 Vdc 或 0 - 10 Vdc 或 0 - 20 mA 或 4 - 20 mA）
2. 支持 FLOW-BUS 协议的 RS232 接口
3. 支持 Modbus 协议的 RS485 接口

上述所有操作选项为 EL-FLOW Base 仪器的标准配置。

根据引脚名称，RS232 和 RS485 分配相同引脚。引脚连接接口后，仪器会自动检测使用哪种协议。向仪器频繁发送请求时，仪器可识别出该协议，检测到该协议后，仪器会发出应答信息。

只要是在仪器通电情况下，仪器就会保存该协议。该自动检测功能无法关闭或通过旁路进行。

电气连接图参见文档号 9.16.091，“EL-FLOW Base 连接图”



如需获取本文档，可访问：

<http://www.bronkhorst.com/en/downloads>

2.8.2 电源

EL-FLOW Base 采用+15V - +24V 直流电源供电。

若选用其他电源，请确保该电源的电压及电流额定值与仪器规格保持一致，此外，该电源还应能为仪器提供充足电能。如需了解更多信息，参见文档号：9.16.091，EL-FLOW Base 连接图。

Bronkhorst®建议采用原厂标准电缆。原厂标准电缆配有正确的连接器，且即使出现端部松线情形，相应标记也可避免错误连接情况发生。

使用其他电缆时，电缆直径应可承载电源电流，电压损耗越低越好。如有任何疑问，请联系经销商。

EL-FLOW Base 仪器均贴有 CE 标识。因此，须符合这些仪器适用的电磁兼容性（EMC）要求。但若未采用合适的电缆和连接器/压盖组件，很可能无法达到电磁兼容性（EMC）要求。



系统连接其他设备（如 PLC）时，应确保屏蔽完整性不受影响。请勿使用非屏蔽电线端子。

2.9 电源和预热

接通电源前，请检查是否已根据连接图完成所有连接。我们建议，先接通电源，再施加压力，停止施压后，关闭电源。检查流体连接，确保不存在泄漏现象。如有需要，可用适当流体吹扫系统。只能使用气体吹扫。打开电源，预热至少 30 分钟，确保仪器可稳定运行。预热期间，流体压力可处于打开状态也可处于关闭状态。

2.10 压力供应/启动

系统加压时，应注意避免系统压力冲击，应逐渐将压力增加至实际操作条件。

2.11 系统吹扫

如需使用爆炸性气体，请用氮气、氩气等惰性干燥气体至少吹扫 30 分钟。

若系统含有腐蚀性或反应性流体，务必用惰性气体进行吹扫，否则通入的流体会与氧气或潮湿空气产生化学反应，导致系统堵塞或腐蚀。

将系统暴露在空气中前，还需进行完全吹扫，清除系统中的残留流体。使用腐蚀性流体时，最好不要将系统暴露在空气中。

2.12 校零

每台仪器出厂前均会校零。但受温度、压力、气体类型和安装位置影响，零点位置可能出现轻微偏移。如有需要，可重新对仪器进行校零。

可通过 RS232 FLOW BUS、RS 485 ModBus 或使用按钮进行校零操作。本手册介绍了使用按钮校零的方法。

- 根据工艺条件，进行仪器预热、系统加压和注入流体。
- 关闭仪器附近阀门，确保无任何流体流过仪器。
- 设定值必须为零。
- 长按按钮。短时间后，红色指示灯亮起，熄灭，然后绿色指示灯亮起。松开按钮。
- 校零程序开始，绿色 LED 指示灯快速闪烁。等待校零程序信号稳定，保存新零点。若信号不稳定，校零所需时间相对较长，取最接近零点的数值为新零点。校零程序约需 10 秒钟。
- 若信号输出为 0%，绿色 LED 指示灯再次持续点亮，则校零效果良好。

关于如何通过 RS 232 Flowbus 或 RS 485 ModBus 开始校零操作相关的更多信息，参见第 4.1.4 章“自动调零”

3 基本操作

3.1 一般规定

EL-FLOW *Base* 仪器可通过以下方式进行操作：

- 模拟接口（0 - 5 Vdc/0 - 10 Vdc/0 - 20 mA/4 - 20 mA）
- 数字 RS232 Flowbus 接口（通过专用电缆连接至 COM 端口（波特率：38400 Baud）
- 数字 RS485 Modbus 接口。

可通过模拟或数字接口，同时进行操作。“控制模式”的一个特殊参数决定控制器会响应哪个设定值。

3.2 模拟操作

模拟操作时，以下信号可用：

- 测量值（模拟输出）
- 设定值（模拟输入）

如需了解连接的模拟接口类型（0 - 5V、0 - 10V、0 - 20mA 或 4 - 20mA），可通过仪器型号编码进行确定。参见段落 1.6.2。

若设定值低于满量程的 2%，则设定值解译为 0%。

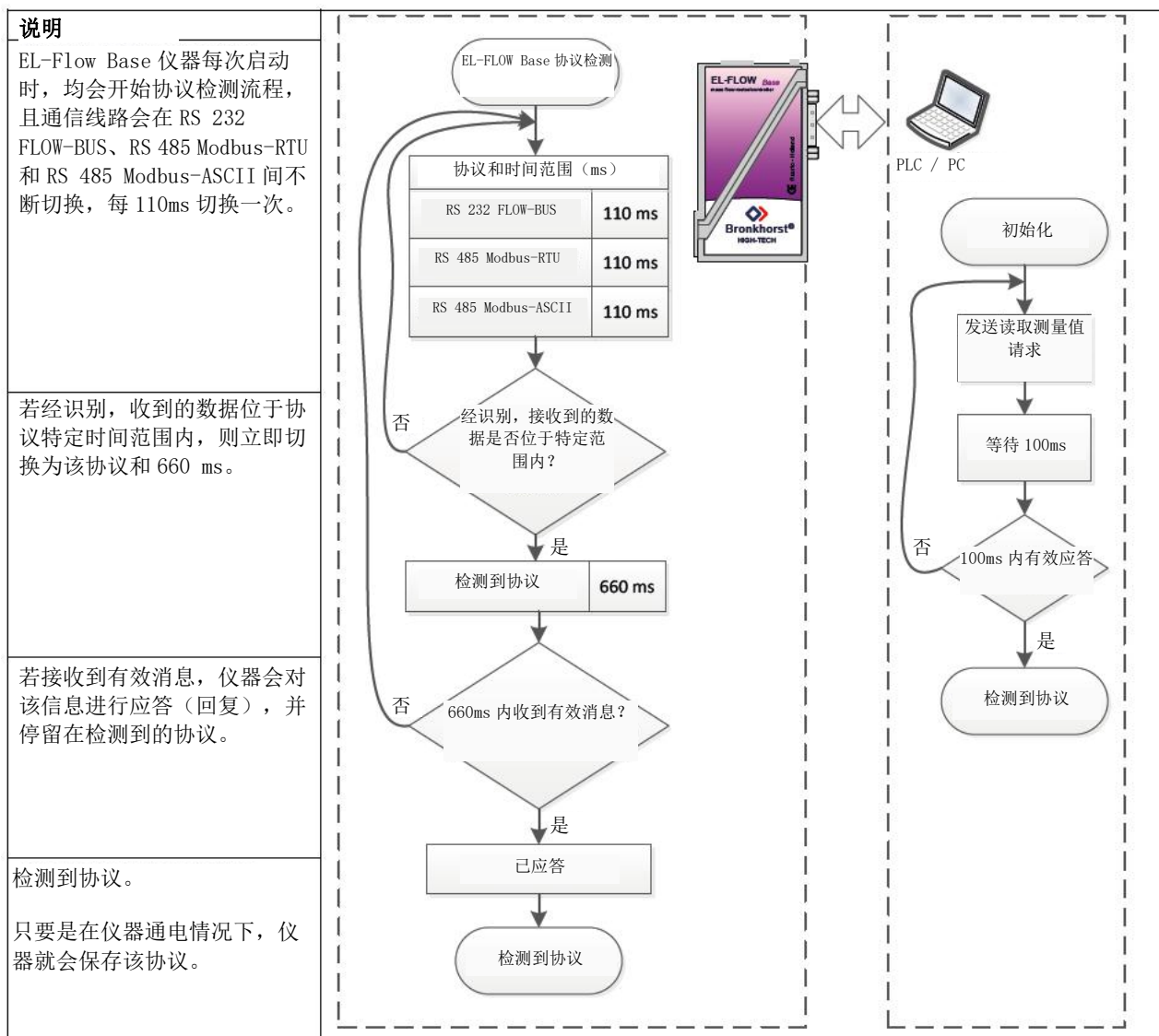


通过模拟接口操作仪器时，可将仪器同时连接 RS232 或 Modbus/RS 485，读取/更改相应参数（如：控制器响应或其他流体选择）。

3.3 数字通信协议检测（FLOW-BUS RS232 或 MODBUS RS485）

根据引脚名称，RS232 和 RS485 分配相同引脚。

EL-Flow Base 仪器每次启动时，均须检测主机（PLC/PC）数字通信协议。该自动检测功能无法关闭或通过旁路进行。



3.4 RS232 Flowbus 基本操作

通过 Bronkhorst® FLOWDDE 服务器应用程序，可使用 RS232 FLOW BUS 通信进行仪器操作。

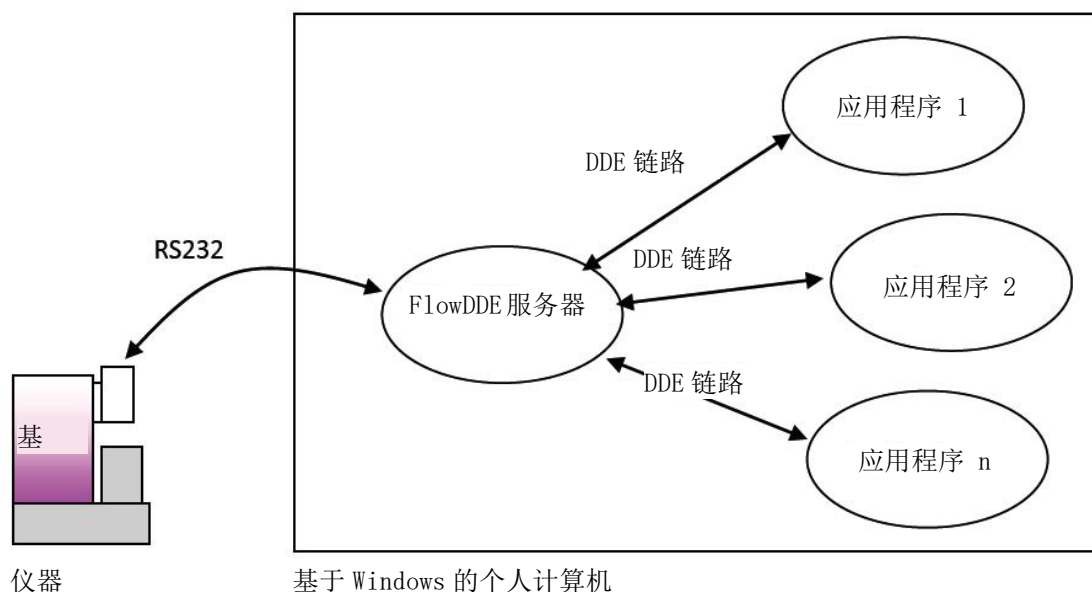


接收消息时，自动检测物理层和通信协议。这些消息须通过正确的物理层与通信协议发送。每次启动后，通信检测模式均处于活动状态。

通过动态数据交换，用户可实现微软 Windows 应用程序间基本的进程间通信。

FlowDDE 是一个 DDE 服务器应用程序。与自有或第三方 SCADA 程序的客户端应用程序结合后，可在流量控制器和 Windows 应用程序间建立一种简单的数据交换方式。

例如可将 Microsoft Excel 电子表格单元格链接流量控制器测量值，且测量值如有更改，Excel 电子表格就会自动更新单元格内容。



DDE 客户端应用程序示例：FlowPlot、FlowView、MS-Office、LabView、Intouch、Wizcon。

FlowDDE 服务器还提供了很多测试工具和用户可调的设置，以便与连接的流量控制器进行有效通信。

通过 FlowDDE 设置 DDE 链路方法相关的更多信息参见 FlowDDE 应用程序帮助文档。可进行应用程序开发的编程软件示例：Visual Basic、LabView 和 Excel。

FlowDDE 参数号：

通过 FlowDDE 读取/更改参数值，用户可使用仪器不同接口。除服务器名称“FlowDDE”外，仅需：

- 主题，用于频道号：“C(X)”
- 项目，用于参数编号：“P(Y)”

DDE 参数号是特殊 FlowDDE 仪器/参数数据库中的唯一编号，与仪器进程参数号不同。

FlowDDE 会将节点地址和进程号转换为通道号。



如需获取 FlowDDE 以及其他 Bronkhorst® 应用程序，可访问：<http://www.bronkhorst.com/en/downloads>



特殊 RS232 电缆 (7.03.366) 可单独选购。该电路由一个 T 型配件组成, 仪器一侧为 1 个公头和 1 个母头的 sub-D9 连接器, 计算机一侧为一个普通母头的 sub-D9 连接器。通过这种电缆, 可在进行 RS232 通信的同时, 通过 (模拟) sub-D9 连接器连接电源和模拟接口。

3.5 Modbus RS485 操作

本章仅介绍了 Modbus 质量流量控制器与主设备间的接口。介绍了如何在 Modbus 系统中安装 EL-FLOW Base 仪器的相关信息。仅列出了最需要了解的部分。

Modbus 接口实现基于以下标准:

- [1] MODBUS 应用协议规范 版本号: 1.1b, 2006 年 12 月 28 日
- [2] MODBUS 串行线路规范与实施指南, 版本号: 1.02

从机仅与主机进行通信, 不与其他 Modbus 从机进行通信。

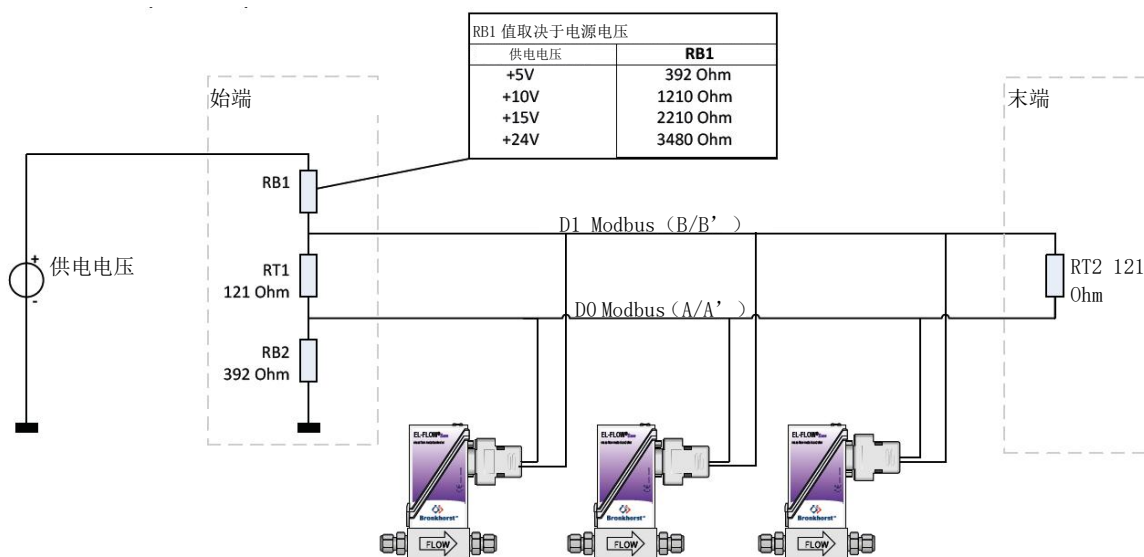


Modbus 更多详细信息, 请访问: www.modbus.org, 也可访问用户所在国 (当地) Modbus 组织相应网页 (如有)。

接收消息时, 自动检测物理层和通信协议。这些消息须通过正确的物理层与通信协议发送。每次启动后, 通信检测模式均处于活动状态。

3.5.1 Modbus 终端

Modbus 须使用终端电阻 (RT1、RT2) 和偏置电阻 (RB1、RB2) 正确端接。



备注: 详见连接图

Bronkhorst®建议以下电压下接入以下电阻值:

电源电压端接	偏置上拉电阻 RB1	终端电阻 RT1 和 RT2	偏置下拉电阻 RB2
+5V	392Ohm	121Ohm	392Ohm
+10 伏	1210Ohm	121Ohm	392Ohm
+15V	2210 Ohm	121Ohm	392Ohm
+24V	3480 Ohm	121Ohm	392Ohm

终端电阻：RT1 和 RT2

终端电阻 RT1 和 RT2 只能放置在数据线最末端（参见上面原理图）。电阻值应等于特征电缆阻抗。若采用普通布线，则应：

$$RT1 = 121 \text{ Ohm}$$

$$RT2 = 121 \text{ Ohm}$$

备注：RT1 和 RT2 应大于 90Ohm。

偏置电阻：RB1 和 RB2

须增加偏置电阻 RB1（上拉）和 RB2（下拉）。

RB1 须连接在电源电压（Us）和 D1 Modbus（B/B'）之间。RB1 电阻值取决于电源电压，为：

$$RB1 (U_s = +24 \text{ V}) = 3480 \text{ Ohm}$$

$$RB1 (U_s = +15 \text{ V}) = 2210 \text{ Ohm}$$

$$RB1 (U_s = +10 \text{ V}) = 1210 \text{ Ohm}$$

$$RB1 (U_s = +5 \text{ V}) = 392 \text{ Ohm}$$

RB2 须连接在 D0 Modbus（A/A'）和大地之间。RB2 电阻值为：

$$RB2 = 392 \text{ Ohm}$$

3.5.2 从机地址、波特率和奇偶校验设置

默认向客户交付时，仪器配置为：地址 1，波特率为 19200 baud，奇偶校验为偶数。

为适应 Modbus 网络现有仪器，Bronkhorst® 仪表/控制器 Modbus 从机的从机地址、波特率和奇偶校验均可更改。可通过以下方式，更改从机地址、波特率和奇偶校验。

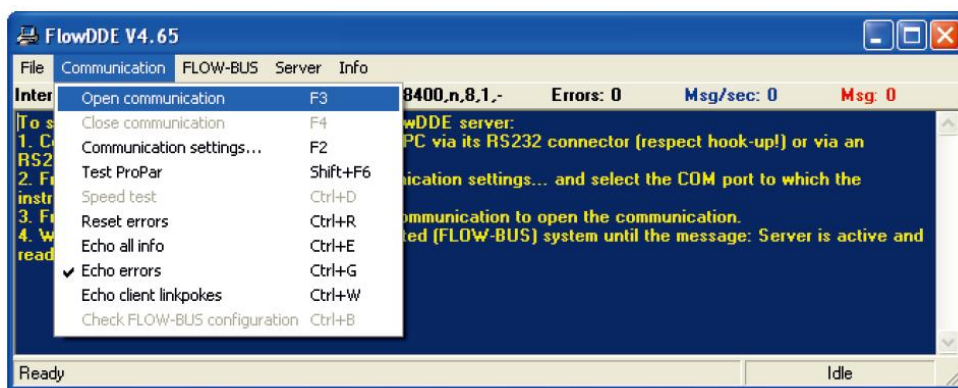
使用 RS232：FlowDDE

通过 FlowDDE 进行 RS232 通信的端口为“离线”。可通过该程序，读取/更改参数，包括从机地址、波特率和奇偶校验。

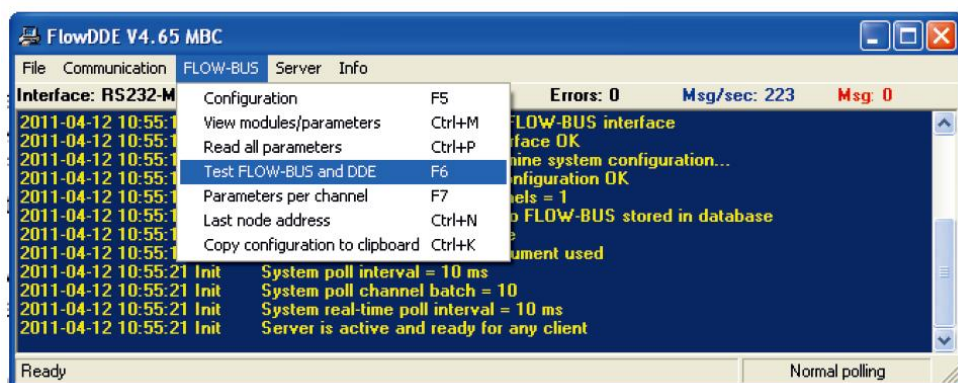
连接 Bronkhorst®

仪表/控制器 Modbus 从仪器，通过专用 T 型电缆连接 COM 端口，电缆一侧为带 1 个公头和 1 个母头的 sub-D9 连接器，另一侧为一个母头的 sub-D9 连接器（零件号：7.03.366）。单 sub-D9 连接器一端连接 COM 端口，带 1 个公头 sub-D9 连接器和 1 个母头 sub-D9 连接器一端连接仪器。标准电缆约为 3 米。计算机与仪器间的最大距离为 10 米。

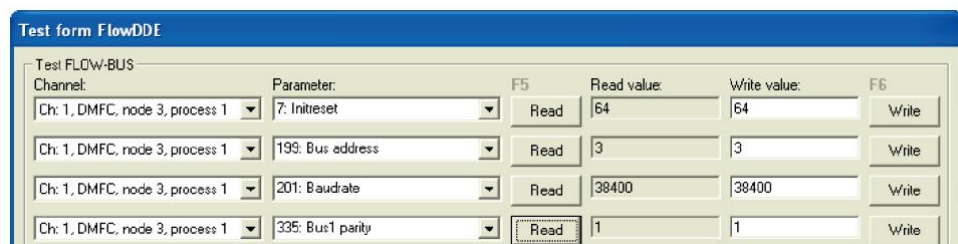
启动 FlowDDE，通过菜单（如下所示）或按<F3>键，打开通信。



DDE 服务器激活后，通过菜单（如下所示）或按<F 6>键，打开 FlowDDE 测试表单。



会显示下列屏幕：

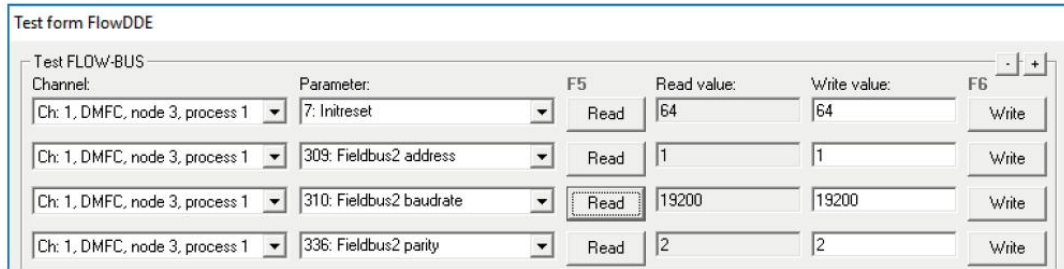


如读取/更改从机地址，须选择参数 199：总线地址。如读取/更改波特率，须选择参数 201：波特率。如读取/更改奇偶校验，须选择参数 335：总线 1 奇偶校验。如需更改这些参数，须先将参数 7：初始化重置设置为“64”。

从机地址有效值为 1 - 247，波特率的有效值为 9600、19200 和 38400，奇偶校验的有效值为 0（=无）、1（=奇数）和 2（=偶数）。更改完成后，更改值立即生效。

如为 OEMD 2 硬件版本（读取“326 硬件平台编号”参数。若该参数可用且值为 251，则为 OEMD 2）：

如读取/更改从机地址，须选择参数“309：现场总线 2 地址”。如读取/更改波特率，须选择参数“310：现场总线 2 波特率”。如读取/更改奇偶校验参数，须选择参数“336：现场总线 2 奇偶校验”。如需更改这些参数，须先将参数“7：初始化重置”设置为“64”。



从机地址有效值为 1 - 247，波特率的有效值为 9600、19200 和 38400，奇偶校验的有效值为 0 (=无)、1 (=奇数) 和 2 (=偶数)。更改完成后，更改值立即生效。

通过仪器顶部的按钮和 LED 指示灯

读出总线地址/MAC-ID 和波特率:

仪器正常运行/操作模式下，连接开关键 3 次，按键间隔不超过 1 秒，仪器“显示”总线地址/MAC-ID 和波特率。

总线地址/MAC-ID 通过 LED 指示灯闪烁进行输出，绿色 LED 指示灯表示十位数字，红色 LED 指示灯表示个位数字。输出波特率设置时，两个 LED 指示灯均会闪烁。

这种闪烁也称“计数闪烁”，模式为点亮 0.5 秒，熄灭 0.5 秒。

表格：总线地址与波特率的 LED 指示灯信息指示模式

绿色指示灯	红色 LED 指示灯	时间	指示信息
计数闪烁次数 (0 - 12)	关闭	0 ...12 秒 最大值	仪器总线地址的十位数字
关闭	计数闪烁次数 (0 - 9)	0 ...9 秒 最大值	仪器总线地址的个位数字
计数闪烁次数 (1 - 3)	计数闪烁次数 (1 - 3)	1 ...3 秒 最大值	仪器波特率设置 1= 9600 Baud 2= 19200 Baud 3= 38400 Baud

注：值 0 为熄灭 1 秒（熄灭 0.5 秒 + 熄灭 0.5 秒）。

示例：

- 总线地址为 35/9600 波特时，绿色 LED 指示灯点亮 3 次，红色 LED 指示灯点亮 5 次，两个 LED 点亮 1 次。
- 总线地址为 20/19200 波特时，绿色 LED 指示灯点亮 2 次，红色 LED 指示灯点亮 0 次，两个 LED 点亮 2 次。
- 总线地址为 3/38400 波特时，绿色 LED 指示灯点亮 0 次，红色 LED 指示灯点亮 3 次，两个 LED 点亮 3 次。

更改总线地址/MAC-ID 和波特率:

正常运行/操作模式下，连接开关键 5 次，按键间隔不超过 1 秒，仪器进入总线配置模式。

60 秒超时时间内，可开始更改仪器总线地址/MAC-ID（见下表）。

表格 7：更改总线地址和波特率步骤

步骤	操作	指示信息	时间	操作
1	仪器设置为“总线配置模式”	两个 LED 指示灯熄灭		连接开关键 5 次
2	设置总线地址的十位数字	绿色 LED 指示灯点亮 0.1 秒， 熄灭 0.1 秒 按住开关键，计数闪烁开始： 点亮 0.5 秒，熄灭 0.5 秒	超时：60 秒	长按开关键，数出设置总线地址十位数字所需的绿色 LED 指示灯点亮次数。 达到所需点亮次数后，松开开关键。 最大计数为 12，到达最大计数后，从 0 开始重新计数。 计数失败后，长按开关键，重新开始计数。
3	设置总线地址个位数字	红色 LED 指示灯点亮 0.1 秒， 熄灭 0.1 秒 按住开关键，计数闪烁开始： 点亮 0.5 秒， 熄灭 0.5 秒	超时：60 秒	按住开关键，数出设置总线地址/MAC-ID 个位数字所需的红色 LED 指示灯点亮次数。 达到所需点亮次数后，松开开关键。 最大计数为 9，到达最大计数后，从 0 开始重新计数。 计数失败后，长按开关键，重新开始计数。
4	设置现场总线通信波特率。 1 = 9600 Baud 2 = 19200 Baud 3 = 38400 Baud	红色和绿色 LED 指示灯同时点亮 点亮 0.1 秒， 熄灭 0.1 秒 按住开关键，计数闪烁开始： 点亮 0.5 秒， 熄灭 0.5 秒	超时：60 秒	按住开关键，数出设置波特率所需的绿色和红色 LED 指示灯点亮次数。 达到所需点亮次数后，松开开关键。 最大计数为 3，到达最大计数后，从 0 开始重新计数。 计数失败后，长按开关键，重新开始计数。 注：选择 0 表示不更改

仪器返回正常运行/操作模式。

若未超出超时时间，更改有效。

可连接开关键 3 次，按键间隔不超过 1 秒，读取总线地址/MAC-ID 和波特率，以便检查当前的实际设置。

注 1:

熄灭 0.1 秒（熄灭 0.5 秒 + 熄灭 0.5 秒）表示值 0。

如需将值设置为 0，短按开关，1 秒内再次松开。

注 2:

每次点亮计数前，计数用的 LED 指示灯会快速闪烁。（模式：点亮 0.1 秒，熄灭 0.1 秒）。按下开关后，LED 指示灯（或两个 LED 指示灯）熄灭，开始计数序列。

注 3：不能通过按钮读取或更改奇偶校验设置。

3.5.3 实现类

物理层与数据链路层实施事宜符合文档[2] MODBUS 串行线路规范与实施指南，版本号：1.02”所述的“基础从机”实施类别。已实施以下选项：

参数	选项	备注
编址	地址可设置范围：1 - 247（默认为 1）	参见第 3.5.1 节
广播支持	是	
波特率	9600、19200（默认）、38400	参见第 3.5.1 节
奇偶校验	无、奇数、偶数（默认）	参见第 3.5.1 节
传输模式	RTU/ASCII	自动检测
数据位	RTU=8、ASCII=7	不可配置
电气接口	RS485 2 W-电缆	参见文档： 9.16.091 - EL-FLOW 连接图 <i>基</i>
连接器类型	DB9 阳接头	参见文档： 9.16.091 - EL-FLOW 连接图 <i>基</i>



Modbus 更多详细信息, 请访问: <http://www.modbus.org>, 也可访问用户所在国(当地)Modbus 组织相应网页 (如有)。

3.5.4 响应时间

从设备会在 100ms 内，对主设备全部有效请求进行响应。也就是说，主机响应超时设置应大于或等于 100ms。

3.5.5 支持的 Modbus 功能

本节介绍了支持的 Modbus 功能代码。更多详细信息，参见文档[1]“MODBUS 应用协议规范版本号：V1.1b，2006 年 12 月 28 日”。



Modbus 更多详细信息, 请访问: <http://www.modbus.org>, 也可访问用户所在国(当地)Modbus 组织相应网页 (如有)。

读取保持寄存器 (03)

可能出现的异常响应：

- 02，非法数据地址，读取不存在的地址或读取多寄存器参数（浮点型、长型等）的一部分地址时
- 03，非法数据值，读取少于 1 个或多个寄存器时
- 04，从机设备故障，读取只写寄存器时



波特率为 9600 波特时, 读取的保持寄存器功能的最大消息大小为 100 字节(19200 波特时为 200 字节, 38400 波特时为 400 字节)。超过该大小时, 可能会收到已损坏的响应。

写入单个寄存器 (06)

可能出现的异常响应：

- 02，非法数据地址，写入不存在的地址或写入多寄存器参数（浮点型、长型等）的一部分地

址时

- 04, 从机设备故障, 写入只读寄存器时
- 04, 从机设备故障, 向寄存器写入非法值时

写入多个寄存器 (16)

可能出现的异常响应:

- 02, 非法数据地址, 写入不存在的地址或写入多寄存器参数 (浮点型、长型等) 的一部分地址时

- 03, 非法数据值, 非法数据值, 读取少于 1 个或多个多于 123 个寄存器时
- 04, 从机设备故障, 写入只读寄存器时
- 04, 从机设备故障, 向寄存器写入非法值时

其中一个写入寄存器操作发生异常后, 写入所有后续寄存器的值均被丢弃 (忽略)。

诊断 (08)

支持以下子功能:

子功能代码 (dec)	名称
00	返回轮询数据
10	清空计数器和诊断寄存器
11	返回总线消息计数器
12	返回总线通信错误计数器
13	返回总线异常错误计数器
14	返回从机消息计数器
15	返回从机无响应计数器
16	返回从属 NAK 计数器 (始终为 0)
17	返回从机正忙计数器 (始终为 0)
18	返回总线字符溢出计数器



波特率为 9600 波特时, 读取轮询数据子功能的最大消息大小为 100 字节 (19200 波特时为 200 字节, 38400 波特时为 400 字节)。超过该大小时, 可能会收到已损坏的响应。

可能出现的异常响应:

- 01, 非法函数, 若子函数不支持
- 03, 非法数据值, 若数据字段的值不正确

报表从机编号 (17)

响应的从机编号字段是一个字符串, 内容与 FlowDDE 参数 1 相同 (铭牌号 + 版本号 / 序列号)。若设备处于“正常操作模式 (FB_NORMAL)”, 则该消息中的运行指示器状态字段指示为“启用”。

可能出现的异常响应:

- 04, 从机设备故障, 若出现内部错误

3.5.6 可用参数

Modbus 寄存器 (数据模型中) 编号范围: 1 - 65536。Modbus PDU (协议数据单元) 的寄存器寻址范围为: 0 - 65535。

常用参数如下表所列。

参数名称	MODBUS 寄存器						备注
	参数类型	访问	PDU 地址		寄存器编号		
			十六进制	十进制	十六进制	十进制	
闪烁	无符号字符型	写	0x0000	0	0x0001	1	值 14592
初始化重置	无符号字符型	读/写	0x000A	10	0x000B	11	
阀输出	无符号整型	读/写	0x001F	31	0x0020	32	0..32767
测度	无符号整型	读	0x0020	32	0x0021	33	
设定值	无符号整型	读/写	0x0021	33	0x0022	34	
设定值斜率	无符号整型	读/写	0x0022	34	0x0023	35	
模拟输入	无符号整型	读	0x0023	35	0x0024	36	

控制方式	无符号字符型	读/写	0x0024	36	0x0025	37	
传感器类型	无符号字符型	读/写 [Ⓟ]	0x002E	46	0x002F	47	
容量单位索引	无符号字符型	读/写 [Ⓟ]	0x002F	47	0x0030	48	
流体编号	无符号字符型	读/写	0x0030	48	0x0031	49	
报警信息	无符号字符型	读	0x0034	52	0x0035	53	
温度	无符号整型	读	0x0427	1063	0x0428	1064	参见 addr0xA138
识别号	无符号字符型	读/写 [Ⓟ]	0x0E2C	3628	0x0E2D	3629	
正常步骤 c. resp.	无符号字符型	读/写 [Ⓟ]	0x0E45	3653	0x0E46	3654	

MODBUS 寄存器							
参数名称	参数类型	访问	PDU 地址		寄存器编号		备注
			十六进制	十进制	十六进制	十进制	
稳定情况 c. resp.	无符号字符型	读 / 写	0x0E51	3665	0x0E52	3666	
从零到打开 c. resp.	无符号字符型	读 / 写	0x0E52	3666	0x0E53	3667	
校准模式	无符号字符型	读 / 写	0x0E61	3681	0x0E62	3682	
监视模式	无符号字符型	读 / 写	0x0E62	3682	0x0E63	3683	
复位	无符号字符型	写	0x0E68	3688	0x0E69	3689	
现场总线 2 地址	无符号字符型	读 / 写	0x0F8A	3978	0x0F8B	3979	Modbus 地址 OEMD 2
现场总线 2 奇偶校验	无符号字符型	读 / 写	0x0F8C	3980	0x0F8D	3981	Modbus 奇偶校验 OEMD 2
现场总线 1 地址	无符号字符型	读 / 写	0x0FAA	4010	0x0FAB	4011	Modbus 地址
现场总线 1 奇偶校验	无符号字符型	读 / 写	0x0FAC	4012	0x0FAD	4013	Modbus 奇偶校验
传感器差分器下降	浮点型	读 / 写	0x8158..0x8159	33112..33113	0x8159..0x815A	33113..33114	
传感器差分器上升	浮点型	读 / 写	0x8160..0x8161	33120..33121	0x8161..0x8162	33121..33122	
容量 100%	浮点型	读 / 写	0x8168..0x8169	33128..33129	0x8169..0x816A	33129..33130	
流体名称	字符串 (10 字节)	读 / 写	0x8188..0x818C	33160..33164	0x8189..0x818D	33161..33165	

产能单位	字符串 (7字节)	读/写	0x81F8..0x81FB	33272..33275	0x81F9..0x81FC	33273..33276	
F值测度	浮点型	读	0xA100..0xA101	41216..41217	0xA101..0xA102	41217..41218	
F值设定值	浮点型	读/写	0xA118..0xA119	41240..41241	0xA119..0xA11A	41241..41242	
温度	浮点型	读	0xA138..0xA139	41272..41273	0xA139..0xA13A	41273..41274	参见 addr 0x0427
容量 0%	浮点型	读/写	0xA1B0..0xA1B1	41392..41393	0xA1B1..0xA1B2	41393..41394	
设备类型	字符串 (6字节)	读	0xF108..0xF10A	61704..61706	0xF109..0xF10B	61705..61707	
BHT 型号编号	字符串 (14字节)	读/写	0xF110..0xF116	61712..61718	0xF111..0xF117	61713..61719	
系列号	字符串 (16字节)	读/写	0xFU8..0xFUF	61720..61727	0xF119..0xF120	61721..61728	
客户型号	字符串 (16字节)	读/写	0xF120..0xF127	61728..61735	0xF121..0xF128	61729..61736	
固件版本	字符串 (5字节)	读	0xF128..0xF12A	61736..61738	0xF129..0xF12B	61737..61739	
用户标记	字符串 (13字节)	读/写	0xF130..0xF136	61744..61750	0xF131..0xF137	61745..61751	
阀输出	无符号 长整型	读/写	0xF208..0xF209	61960..61961	0xF209..0xF20A	61961..61962	
PID-Kp	浮点型	读/写	0xF2A8..0xF2A9	62120..62121	0xF2A9..0xF2AA	62121..62122	
PID-Ti	浮点型	读/写	0xF2B0..0xF2B1	62128..62129	0xF2B1..0xF2B2	62129..62130	
PID-Td	浮点型	读/写	0xF2B8..0xF2B9	62136..62137	0xF2B9..0xF2BA	62137..62138	
实际密度	浮点型	读	0xF478..0xF479	62584..62585	0xF479..0xF47A	62585..62586	
动态显示因子	浮点型	读/写	0xF508..0xF509	62728..62729	0xF509..0xF50A	62729..62730	

		读 / 写					
静态显示因子	浮点型	读 / 写	0xF510..0xF511	62736..62737	0xF511..0xF512	62737..62738	
指数平滑	浮点型	读 / 写	0xF520..0xF521	62752..62753	0xF521..0xF522	62753..62754	
现场总线 2 波特率	长整数	读 / 写	0xFD48..0xFD49	64584..64585	0xFC49..0xFC4A	64585..64586	Modbus 波特率 OEMD 2
现场总线 1 波特率	长整数	读 / 写	0xFD48..0xFD49	64840..64841	0xFD49..0xFD4A	64841..64842	Modbus 波特率

注意事项:

- 访问指示参数是否可读取和/或写入。
- 读取字节参数时，Modbus 寄存器的高 8 位为 0。写入字节参数时，高 8 位须设置为 0。
- 长整型参数的长度为 4 字节，映射两个连续的 Modbus 寄存器。第一个寄存器包含 32-16 位，第二个寄存器包含 15-0 位。
- 浮点型参数的长度为 4 字节，映射两个连续的 Modbus 寄存器。浮点型采用单精度 IEEE 格式（1 位符号位，8 位指数位，23 位尾数）。第一个寄存器包含 32-16 位，第二个寄存器包含 15-0 位。
- 字符串参数的最大长度可以是 16 个字节，最多可占用 8 个 Modbus 寄存器，其中每个寄存器包含两个字符（字节）。第一个寄存器的高位字节包含字符串第一个字符。写入字符串时，写入操作应始终从第一个寄存器开始，作为一个完整的块（不可能写入字符串一部分）。若字符串短于指定的最大长度，则字符串以 0 结尾。



详细信息和含义参见文档 9.17.023 数字仪器操作手册。

如需获取本文档，可访问:

<http://www.bronkhorst.com/en/downloads/instruction manuals/>

3.6 按钮操作

通过手动操作按压式按钮，可选中/启动仪器部分重要功能。在模拟或数字操作模式下，这些选项均可用。

LED 指示灯		按键时间	指示信息
● 绿色	● 红色		
关闭	关闭	0 - 1 秒	不小心按到开关，随后马上松开，仪器不会出现非必要反应。连接开关键 3 次，按键间隔不超过 1 秒，仪器会显示总线地址/MAC-ID 和波特率。更多详细信息参见第 3.55 章，“Modbus RS485 操作”。
关闭	关闭	1 - 4 秒	
关闭	点亮	4 - 8 秒	重置仪器 仪器程序重新启动，所有警报与错误信息全部清除（再次）启动时，仪器会（再次）进行自检
点亮	关闭	8 - 12 秒	自动校零 将重新调整仪表，测量零流量（压力计/控制器不适用） 注：首先，确保没有任何流量，其次，仪器接通电源时间至少已有 30 分钟！
点亮	点亮	12 - 16 秒	准备进入仪器点亮模式，进行固件更新：仪器关闭，两个 LED 指示灯熄灭 下次启动时，再次激活仪器。

仪器正常运行模式下，长按按钮后的 LED 指示灯指示信息

LED 指示灯		按键时间	指示信息
● 绿色	● 红色		
熄灭	关闭	0 - 4 秒	无操作 不小心按到开关，随后马上松开，仪器不会出现非必要反应
熄灭	正常点亮	4 - 8 秒	恢复参数 所有参数设置（现场总线设置除外）均会恢复为 BHT 生产交付测试时系统备份的参数值
正常点亮	关闭	8 - 12 秒	无操作
正常点亮	正常点亮	12 - 16 秒	手动安装。可通过按钮和 LED 指示灯来更改总线地址和波特率。相应步骤（更改总线地址/MAC-ID 和波特率）参见 3.5.1。

仪器正常启动情况下，长按按钮后的 LED 指示灯指示信息

3.7 用于读取/改变控制模式的按钮

3.7.1 读取控制模式

可通过以下几种模式，在数字仪表或控制器不同功能间切换。可用控制模式更多信息，请参见参数“控制模式”。

正常运行/操作模式下，连按开关键 2 次，按键间隔不超过 1 秒，仪器“显示”控制模式。如需指示控制模式编号，绿色 LED 指示灯表示十位数字，红色 LED 指示灯表示个位数字。这种闪烁也称“计数闪烁”，模式为点亮 0.5 秒，熄灭 0.5 秒。控制模式编号可通过参数“控制模式”查看

查看当前控制模式（快速按开关键 2 次）			
LED 指示灯		时间	指示信息
● 绿色	● 红色		
计数闪烁次数（0 - 2）	熄灭	0.2 秒 最大值	控制模式编号十位数字
熄灭	计数闪烁次数（0 - 9）	0.9 秒 最大值	控制模式编号个位数字



熄灭 0.1 秒（熄灭 0.5 秒 + 熄灭 0.5 秒）表示值 0。

3.7.2 更改控制模式：

可通过以下几种模式，在数字仪表或控制器不同功能间切换。可用控制模式更多信息，请参见参数“控制模式”。

正常运行/操作模式下，连按开关键 4 次，按键间隔不超过 1 秒，仪器“更改”控制模式。

更改当前控制模式（快速按开关键 4 次）				
步骤	操作	指示信息	时间	操作
1	设置设定值/控制模式编号的十位数字	<ul style="list-style-type: none"> ● 绿色 LED 指示灯点亮 点亮 0.1 秒 熄灭 0.1 秒 按住开关键，计数闪烁开始： 点亮 0.5 秒 熄灭 0.5 秒 	超时：60 秒	按住开关键，数出设置控制模式编号十位数字所需绿色 LED 指示灯点亮次数。达到所需点亮次数后，松开开关键。 最大计数为 2，到达最大计数后，从 0 开始重新计数。计数失败后，长按开关键，重新开始计数。
2	设置设定值/控制模式编号的个位数字	<ul style="list-style-type: none"> ● 红色 LED 指示灯点亮 点亮 0.1 秒 熄灭 0.1 秒 按住开关键，计数闪烁开始： 点亮 0.5 秒 熄灭 0.5 秒 	超时：60 秒	按住开关键，数出设置控制模式编号个位数字所需红色 LED 指示灯点亮次数。达到所需点亮次数后，松开开关键。 最大计数为 9，到达最大计数后，从 0 开始重新计数。计数失败后，长按开关键，重新开始计数。

仪器返回正常运行/操作模式。

若未超出超时时间，更改有效。

仪器启动相关行为，请参见参数“控制模式”。



熄灭 0.1 秒（熄灭 0.5 秒 + 熄灭 0.5 秒）表示值 0。如需将值设置为 0，短按开关，1 秒内再次松开。

每次闪光计数前，计数用的 LED 指示灯会快速闪烁。（模式：点亮 0.1 秒，熄灭 0.1 秒）。按下开关后，该 LED 指示灯（或两个 LED 指示灯）熄灭，开始计数序列。

3.8 LED 指示灯指示信息

LED 指示灯		时间	指示信息
● 绿色	● 红色		
慢速闪烁		点亮 0.2 秒， 熄灭 0.2 秒	闪烁模式 通过向仪器发送的指令。
快速闪烁		点亮 0.1 秒， 熄灭 0.1 秒	松开开关键，开始选择操作。

绿色和红色 LED 指示灯交替指示模式（不使用开关）

● 绿色 LED 指示灯	时间	指示信息
关闭	连续	处于关机状态或程序未运行
点亮	连续	正常运行/操作模式
点亮	点亮 0.2 秒，熄 灭 0.2 秒	特殊功能模式 仪器正在执行特殊功能。例如：自动校零或自检


绿色 LED 指示灯指示模式（不使用开关）

● 红色 LED 指示灯	时间	指示信息
关闭	连续	"没有错误"
点亮	变量	Modbus 接口总线活动
点亮	连续	出现重大错误消息。仪器出现重大错误。进一步使用前，需先对仪器进行维修

3.9 基本参数和属性

3.9.1 引言


每个参数都有相应属性。参数属性如下表所示：

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus
[类型]	读/写 	[x]...[y]	[FB]	[Pro]/[Par]	[地址]/[索引]

类型

无符号字符型	1 字节字符
无符号字符型[x]	x 字节数组（字符串）
无符号整型	2 字节无符号整型
浮点型	4 字节浮点型

访问

读	该参数为只读参数
读/写	参数可读取也可写入
读/写 	仅当初始化重置参数设置为 64 时，才可写入该参数。更多详细信息，参见第 4.1.1 章“一般产品信息”。

范围

部分参数仅接受特定范围的值：

[x]	范围内最小值。
[y]	范围内最大值。

FlowDDE

FlowDDE 参数号。检查章节 **错误！未找到引用源。4**，“**错误！未找到引用源。**”，了解详细信息。

Flowbus

使用 Flowbus 协议，寻址参数进程和参数号。

[Pro] Flowbus 进程号

[Par] Flowbus 参数号

更多详细信息，参见文档 9.17.027“支持 FLOW-BUS 协议的 RS232 接口”。

ModBus

使用 ModBus 协议，寻址参数的 PDU 地址和寄存器号。

【地址】 十六进制 PDU 地址。

[索引] 十进制寄存器号。

ModBus 协议每 2 个字节单独寻址。更多详细信息，参见第 3.55 章“Modbus RS485 操作”。

3.9.2 基本参数

测度

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus
无符号整型	读	0...41942	8	1/0	0x0020/33

测量值表示仪器测得的质量流量数值。

信号强度为 0 - 100%，数值范围：0 -32000。预期最大信号为 131.07%，数值为：41942。

设定值

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus
无符号整型	读/写	0.32000	9	1/1	0x0021/34

设定值用于设置所需质量流量。

信号和测量值的取值范围相同，仅设定值限制在 0 - 100%之间。

控制方式

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus
无符号整型	读/写	0...18	12	1/4	0x0024/37

控制器模式用于选择仪器不同功能。可使用以下模式：

值	模式	仪表操作	设定值源
0	数字_输入	控制	RS232/RS485
1	模拟_输入	控制	模拟输入
3	阀_关闭	阀门关闭	
4	控制器_空闲	空闲	
5	测试_模式	测试模式已启用	
7	设定值_100	控制@100%	固定 100%
8	阀_打开	阀全开	
9	校准_模式	校准模式已启用	
12	设定值_0	控制@0%	固定 0%
18	RS232_输入	控制	RS232 Flowbus

仪器启动后，控制模式始终设置为数字_输入或模拟_输入，具体取决于客户要求。检查第 4.1.6 章，更改默认控制模式，以便更改启动模式。

4 高级操作

4.1 读取和更改仪器参数

4.1.1 引言



本章所述全部参数均会影响质量流量计性能。注：若设置错误，很可能扰乱输出和控制响应。为避免不小心更改这些参数，这些参数为锁定状态。如需解锁这些参数，请将“初始化重置”参数设置为“解锁”

初始化重置

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus
无符号字符型	读/写	82/64	7	0/10	0x000A/11

初始化重置参数用于“解锁”需执行写操作的高级参数。参数各值含义如下：

Value	Mode	Instrument action
82	锁定	高级参数为只读参数
64	解锁	高级参数为只写参数。

仪器启动后，该参数始终设置为“锁定”状态。

4.1.2 识别

系列号

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus
无符号字符型[20]	读	-	92	113/3	0xF118..0xF11F/61721..61728

该参数由一个不超过 20 字节的字符串组成，其中也包括了参数识别所需的仪器序列号。示例：“M0202123A”

BHT 型号

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号字符型[14]	读	-	91	113/2	0xF111..0xF117/61713..61719

Bronkhorst®仪器型号信息字符串。

固件版本

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号字符型[5]	读	-	105	113/5	0xF128..0xF12A/61737..61739

固件版本号。示例“版本：1.12”

用户标记

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号字符型[13]	读/写	-	115	113/6	0xF130..0xF136/61745..61751

用户可定义的别名字符串。最多 13 个字符，用户可用于为仪器添加标记名称。

客户型号

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号 字符型 [16]	读/写	-	93	113/4	0xF120..0xF127/61729..61736

数字仪器制造配置信息字符串。

Bronkhorst®可通过该字符串，添加其他型号编号的相关信息。

4.1.3 流体信息

接下来的参数给出仪器流体范围信息。

流体名称

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号 字符型 [10]	读/写	-	25	1/17	0x8188..0x818C/33161..33165

流体名称为流体的名称。存储时，名称最多不超过 10 个字符。

流体单位

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号 字符型 [7]	读	-	129	1/31	0x81F8..0x81FB/33273..33276

流体单位可通过“容量单位”参数读取。该参数包含最多 7 个字符的单位。

容量 100%

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
浮点型	读	$\pm 1E-10$.. $\pm 1E+10$	21	1/13	0x8168..0x8169/33129..33130

容量是传感器基本单位 100%时直接读取的最大值（区间）。

容量 0%

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
浮点型	读	$\pm 1E-10$.. $\pm 1E+10$	183	33/22	0xA1B0..0xA1B1/41393..41394

这是传感器单位直接读取的零点容量（偏移）。

4.1.4 自动校零


开始自动校零程序时，应写入两个参数：

控制方式

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus
无符号 整型	读/写	0...18	12	1/4	0x0024/37

可用控制模式更多详细信息，参见第 3.9.2 章“基本参数”。

校准模式

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus
无符号整型	读/写 	9	58	115/1	0x0E61/3682

Value	Mode	Instrument action
0	空闲	空闲
9	自动_校零	自动校零
255	错误	空闲

步骤:

步骤 1: 将控制模式设置为校正_模式 (9)

步骤 2: 将校准模式设置为自动_校零 (9)

步骤 3: 检查校准模式,

空闲	自动校零成功
自动_校零	自动校零激活
错误	自动校零失败

4.1.5 控制器响应调整

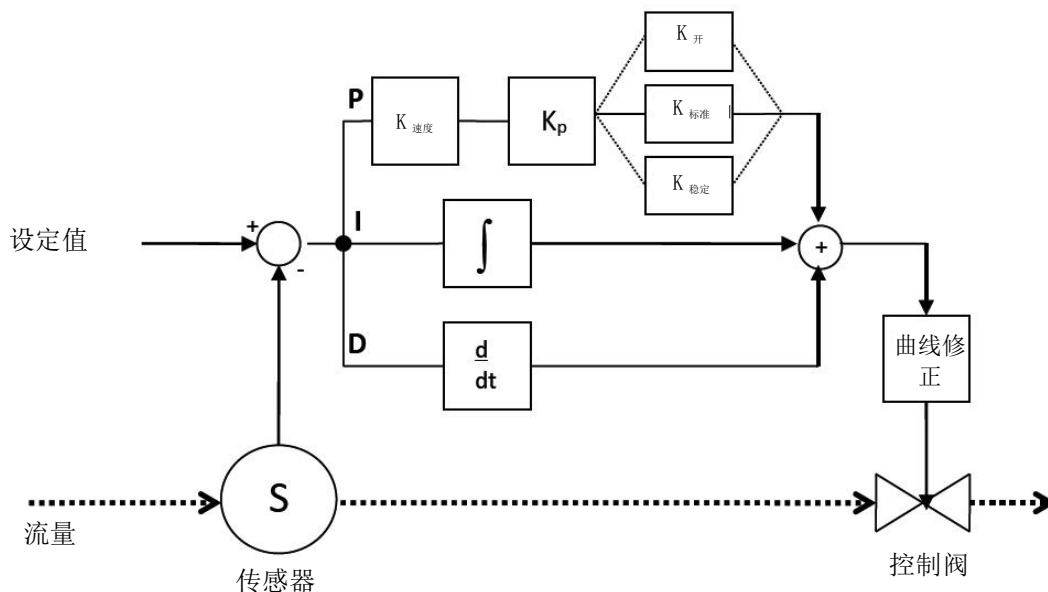
EL-FLOW Base 仪器的控制器响应时间出厂时设置为：大约 1 秒（客户工艺条件下）。

若实际进程条件与所提供的数据不同，或需要加快或减慢控制器响应时，可重新进行调整。



响应时间定义为到达（并保持不变）设定值（与初始设定值误差不超过±2%）所需时间

EL-FLOW Base 控制器基本原理图如下图所示。该仪器由一个标准 PID 控制器和很多个插件组成。



通常来说，若需要加快或减慢控制器响应速度，只需修改控制器增益 $K_{速度}$ 或 K_p 即可。

K_p (PID- K_p)

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
浮点型	读/写	0...1E+10	167	114/21	0xF2A8..0xF2A9/62121..62122

PID 控制器比例动作。

$K_{速度}$

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
浮点型	读/写	0...1E+10	254	114/1	0xF2F0..0xF2F1/62193..62194

T_i (PID- T_i)

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
浮点型	读/写	0...1E+10	168	114/22	0xF2B0..0xF2B1/62129..62130

PID 控制器几秒钟内完成积分操作。不应更改该值。

T_d (PID- T_d)

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
浮点型	读/写	0...1E+10	169	114/23	0xF2B8..0xF2B9/62137..62138

PID 控制器几秒钟内完成差分操作。

默认值: 0.0

此值不能更改。

K 打开（从零到打开 c. resp.）

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号字符型	读/写	0...255	165	114/18	0x0E52/3667

从 0%启动时的控制器响应（阀打开时）。

值 128 为默认值，表示：不调整。

否则，按照如下公式调整控制器速度：

$$\text{响应}_\text{新} = \text{响应}_\text{老} \cdot \frac{(128 - \text{响应}_0)}{1.05}$$

K 正常（正常步骤 c. resp.）

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号字符型	读/写	0.255	72	114/5	0x0E45/3654

正常控制期间的控制器响应（设定点步进）

值 128 为默认值，表示：不调整。

否则，按照如下公式调整控制器速度：

$$\text{响应}_\text{新} = \text{响应}_\text{老} \cdot \frac{(128 - \text{对照})}{1.05}$$

K 稳定（稳定状态 c. resp.）

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号字符型	读/写	0.255	141	114/17	0x0E51/3666

控制器稳定时的控制器响应（设定值 2%范围内）

值 128 为默认值，表示：不调整。

否则，按照如下公式调整控制器速度：

$$\text{响应}_\text{新} = \text{响应}_\text{老} \cdot \frac{(128 - \text{可响应})}{1.05}$$

4.1.6 更改默认控制模式

根据客户要求，仪器提供模拟或数字信号默认设定值。

每次（通电）复位后，仪器返回默认控制模式。

可通过以下参数，更改默认控制模式：

IOStatus

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号字符型	读/写	0.255	86	114/11	0xF258/62041

6 位[7..0]表示前一个模拟跳线。

1 = 默认控制模式为模拟

0 = 默认控制模式为数字

将默认数字操作更改为默认模拟操作的步骤：

- 读取 IO 状态
- 读值加 64 (或[0 x 40])
- 写入 IO 状态

将默认模拟操作更改为默认数字操作的步骤:

- 读取 IO 状态
- 读取值减 64 (和[0 x 40])

- 写入 IO 状态

4.1.7 显示筛选程序

对 EL-FLOW Base 仪器输出信号（测量值）进行滤波处理。该滤波器可动态变化：当检测到传感器信号变化时，测量值滤波程度会低于传感器信号恒定且稳定时。

有两个滤波常数：静态显示因子和动态显示因子。

通过以下公式，可将这两个因子转换为时间常数：

$$\tau = \text{循环时间} \cdot \frac{1 - \text{因子}}{\text{因子}}$$

测量值采用一阶低通滤波器滤波，滤波器时间常数位于两个 t 值之间。

动态显示因子

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
浮点型	读/写 ^①	0...1.0	56	117/1	0xF508..0xF509/62729..62730

静态显示因子

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
浮点型	读/写 ^①	0...1.0	57	117/2	0xF511..0xF512/62737..62738

循环时间

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号字符型	读	0...255	52	114/12	0x0E4C/3661

注：循环时间的单位为 10ms。示例：值 0.2 表示 2ms

4.1.8 禁用按钮

可禁用仪器顶部微型开关。这样，可以避免因非必要触碰导致的重大影响。

可使用以下参数，禁用按钮：

IO 状态

类型	访问	范围	FlowDDE	Flowbus	ModBus PDU
无符号字符型	读/写 ^①	0.255	86	114/11	0xF258/62041

3 位[7..0]表示禁用按钮。

0 = 禁用按钮

1 = 启用按钮

启用按钮的步骤：

- 读取 IO 状态
- 读取值加 8
- 写入 IO 状态

禁用按钮的步骤：

- 读取 IO 状态
- 读取值减 8
- 写入 IO 状态

4.2 使用规定以外其他气体

为适应客户工艺条件，所有仪器均须校准与调整。

若工艺条件变化幅度过大，受阀门孔口限制，控制器或阀门很可能无法正常使用。

若流体物理特性（如热容和粘度）随工艺条件变化而变化，则会对流量计的性能和精度产生非常大的影响。

传感器原理相关详细信息，参见第 1.7 章“工作原理”。

4.2.1 换算系数计算软件

Bronkhorst®从 FLUIDAT 数据库收集了 600 多种流体物理性质的数据。用户通过流量校准等应用软件，不但可精确计算 20°C/1 个大气压下的换算系数，还可计算出任何温度/压力组合下的换算系数，无论是气体还是液体，均可适用。

向经销商申请，要求提供更多与该软件相关的详细信息。



FLUIDAT® 更多相关信息，请访问: <http://www.fluidat.com>

FLUIDAT® 是一个计算气体与液体物理性质的例程集。这些例程可通过 Net 网站的 FLUIDAT® 获取。

4.2.2 最大压降

对于带小孔的（先导）电磁控制阀，气体最大容许压降见下表。

直径[mm]	K v	常闭 Δp 最大值 [巴]	常开 Δp 最大值 [巴]
0,05	4.33 x 10 ⁻⁵	40	30
0,07	8.48 x 10 ⁻⁵	30	20
0,10	1.73 x 10 ⁻⁴	30	20
0,14	3.39 x 10 ⁻⁴	30	20
0,20	6.93 x 10 ⁻⁴	30	20
0,30	1.56 x 10 ⁻³	30	20
0,37	2.37 x 10 ⁻³	30	20
0,50	4.33 x 10 ⁻³	30	20
0,70	8.48 x 10 ⁻³	24	15
1,00	1.73 x 10 ⁻²	12	8
1,30	2.93 x 10 ⁻²	8	5
1,50	3.90 x 10 ⁻²	6	不适用
1,70	5.00 x 10 ⁻²	5	不适用
2,00	6.63 x 10 ⁻²	3,6	不适用
4,50	3.50 x 10 ⁻¹	5	不适用

先导阀最大压降不超过 20bar。若启动时压降较大，最好加装旁通阀。启动期间，该阀应为打开状态。当然，也要限制最小压降。如需准确数据，请咨询工厂，或根据销售办事处或部门提供的技术数据和/或附加说明操作。

5 故障排除

5.1 一般规定

为了准确分析流量/压力计或控制器是否正常运行，建议在未施加流体供应压力情况下，将该装置从生产线拆下后进行检查。若装置污损，可松开卡套式接头，或者入口处适配的法兰，以快速检查。

对仪表进行通电或断电操作，确认是否存在电器故障。

随后，施加流体压力，检查仪表读数变化。

若怀疑气体装置存在泄漏，请勿在外壳下用检漏液检查气泡，否则可能导致传感器或电路板短路。

5.2 目视诊断

仪器两个 LED 指示灯可指示仪器状态信息。更多详细信息，参见“LED 指示灯指示信息”一章。

5.3 故障排除常见情况

故障征兆	可能原因	操作
无输出信号	未接通电源	1a) 检查电源
		1b) 检查电缆连接
	由于长时间短路和/或高电压峰值导致输出	1c) 返回工厂
	供应压力过高，或仪表压差过大	1d) 降低压力过低
	阀门堵塞/污染	1e) 阀门连接 0 - 15Vdc 电源，打开供应压力，缓缓加压。阀门应在 7 伏±3 伏时开启；如未打开，请吹扫部件并调整阀门(仅限接受过培训的人员)
	入口接管滤网堵塞	1f) 清洁滤网
输出信号最大	输出	1g) 返回工厂
	传感器/毛细管故障	2a) 返回工厂
输出信号远低于设定信号或期望流量	传感器/毛细管故障	2b) 返回工厂
	滤网堵塞/污染	3a) 清洁滤网
	LFD 堵塞/污染和/或仪表进液	3b) 拆下 LFD 并清洁；用空气或氮气干燥仪表
	阀门堵塞/污染	3c) 吹扫阀门
	阀门内部损坏（柱塞阀座膨胀）	3d) 更换柱塞总成，调整阀门或回流阀
流量逐渐减少	气体类型和/或压力/压差不对	3e) 在设计条件下测试仪表
	与 C ₃ H ₈ 、C ₄ H ₁₀ 等碳氢化合物以及 NH ₃ 发生缩合反应。	4a) 降低供应压力和/或加热待测气体
振荡	控制器调整发生变化	4b) 参见“1e”
	供应压力/压差过高	5a) 降低压力
	压力调节器与 MFC 间管道太短	5b) 增加上游管道长度或直径
	压力调节器振荡	5c) 更换压力调节器或尝试“5b”操作
	阀套或内部损坏	5d) 更换损坏零件，调整阀门，参见“1e”或返回工厂
	控制器调整出错	5e) 调节控制器

故障征兆	可能原因	操作
零点小流量	柱塞损坏或孔口内污物导致阀门泄漏	6a) 孔口清洁和/或柱塞总成更换事宜参见“1e”
	压力过高或过低	6b) 施加正确压力
零点大流量	隔膜损坏 (仅适用于带隔膜的阀门)	7a) 更换隔膜密封件

6 拆除和退货说明

仪器操作：

- 吹扫气体管路
- 从管路拆下仪表
- 将仪器装入塑料包装袋，并进行密封处理
- 将该包装袋装入适当运输包装内

添加文档：

- 退回原因
- 故障症状
- 污染状况
- 故障单：9.17.032

退回时，请务必随附一份故障单，说明设备当前问题，并列明所需维修事项（如有可能）。

若仪器曾用于计量有毒或危险流体，请务必告知工厂！

这样，工厂就可采取相应防护措施，确保维修部员工的安全。请妥善包装需退回设备，如有可能，请将设备置于原包装内退回；对仪器进行塑封处理等。

请务必完整填写“污染声明表”，并随设备一并退回。如未提供该声明，退回设备一律不予接收。

注：

若设备曾和有毒或危险流体一起使用，退回前，请对仪器进行吹扫。

重要事项：

请在包装上方清晰注明 Bronkhorst High-Tech B.V. 客户报关编号，即：

NL801989978B01


也可联系经销商，安排本地维修（如适用）。




如需获取污染声明表，可访问 Bronkhorst 网站并下载：<http://www.bronkhorst.com/en/downloads/>

7 服务

如需了解 Bronkhorst®和服务地址的最新信息，请访问我司网站：

 <http://www.bronkhorst.com>

对于我司产品，您有什么疑问吗？我司销售部非常乐意为您提供帮助，助您选购可适用您的具体应用场景的正确产品。如需联系我司销售部，可发邮件至：

 sales@bronkhorst.com

如有任何售后问题，我司客户服务部会为您提供耐心帮助，给出相应指导建议。如需联系我司客户服务部，可发邮件至：

 support@bronkhorst.com

无论您在世界哪个时区，我司售后支持团队专家均可针对您的特定需求作出响应，或确保会采取适当后续行动。如需联系我司专家团队，请拨打：

 **+31 859 02 18 66**

使用说明书如中英文版本内容存在差异，皆以英文版本为准。