



# FLEXI-FLOW™ Compact

气体质量流量和压力计/控制器



## › Bronkhorst小流量测控

Bronkhorst开发和制造智能、可持续和客户定制的小流量测控仪表和解决方案。准确可靠的气体和液体质量流量计和控制器适用于实验室、测试台、设备和各种行业。通过不断改进和应用新技术，Bronkhorst成功开发新产品线FLEXI-FLOW Compact。



### › TCS 技术

Bronkhorst质量流量测量新概念：TCS（旁路式芯片传感器）技术结合快速稳定的芯片流量传感器和可靠精准的旁路结构。

基于TCS技术，建立准确的质量流量测量，不受温度和管路压力变化影响。通过测量实际工艺条件(温度和压力)，对测量值进行实时校正。集成气体数据，可准确转换成其他气体。

## › FLEXI-FLOW Compact 特性



### 快速响应

传感器可对气体流量变化立刻做出反应，从而实现快速流量测量。结合直接式作用控制阀，设定时间小于150ms。



### 多参数

除了质量流量测量，仪表集成温度传感器和两个压力传感器(仪表入口和出口压力)。测量参数提供仪表信息和工艺条件信息。



### 集成FLUIDAT®气体数据库

集成22种气体，轻松切换到另一种气体或混合物。此外，集成气体数据库用于实时校准基于实际工艺条件(温度和压力)的流量测量。



### Namur NE107 状态指示

仪表通过彩色LED显示自我监测和诊断状态。操作人员可轻松识别信号。可用诊断参数获取更多详细信息。



### 紧凑型设计

较同类高达20 l<sub>n</sub>/min仪表，可减少35%尺寸。紧凑型尺寸适用于台式设备或空间有限的地方使用。



### 独立USB-C通信接口

可使用USB-C接口，轻松实现设置。可使用Bronkhorst FlowSuite软件建立通信，无需额外电源。

操作过程中，该端口也可用于监测仪表，无需断开电源和数据连接。



### 蓝牙通信

为了增加用户灵活性，无线连接允许在不断开常规电源和数据连接的情况下监测仪表。如不需要蓝牙，可禁用此功能。



### 可持续发展和环境友好

由于转换准确，不再需要使用价值昂贵或稀有气体进行校准。Bronkhorst产品以低功耗著称，仪表体积和重量的减少有效降低对环境的影响。



### 预测性维护

通过多参数(可用于预测性仪表的健康状况和工艺条件)的数据记录，为预测性维护和诊断功能做好准备。通过多个可配置报警，信息可传输给用户。



状态指示  
NAMUR



快速响应  
TCS 技术



连通性  
USB-C和蓝牙



紧凑型设计  
尺寸减少 35%

集成气体数据库  
实时转换

多参数  
流量、压力、温度

## 新型质量流量/压力测量和控制

- ◆ 一款紧凑型仪表集成3种控制类型
  - ◆ 质量流量
  - ◆ 上游压力
  - ◆ 下游压力
- ◆ 多参数输出
  - ◆ 实际质量流量
  - ◆ 上游压力
  - ◆ 下游压力
  - ◆ 温度 (仪表)
- ◆ 通过蓝牙或USB-C实现简单安全的连接
- ◆ 高级诊断功能
- ◆ 通过集成气体数据库和实时转换实现高精度
- ◆ 易于配置
- ◆ MTBF 145 年

## 型号和量程

FLEXI-FLOW™ Compact系列包含3种类型:

- ◆ 'Built-to-Order (BtO)'质量流量计(MFM)和控制器(MFC), 量程范围 0...5 ml<sub>n</sub>/min 到 0...500 l<sub>n</sub>/min, 量程比1:1000, 包含多达8通道的多通道版本。
- ◆ 'Preconfigured Advanced (PA)' MFCs 11种量程范围 (FS): 5/20/50/200 ml<sub>n</sub>/min 和 0.5/2/5/20/50/200/500 l<sub>n</sub>/min (N<sub>2</sub> 当量), 量程比 1:500, 流量 + 温度 + 压力
- ◆ 'Preconfigured Standard (PS)' MFCs 4种量程范围(FS): 0.5/2/5/20 l<sub>n</sub>/min (N<sub>2</sub> 当量), 量程比 1:50, 流量 + 温度

备注: 本手册中的技术参数仅适用于*Built-to-Order*类型。

### 质量流量和压力计

版本	型号	满量程
标准	FF-M0x	5/20/50/200 ml <sub>n</sub> /min
标准	FF-M1x	0.5/2/5/20 l <sub>n</sub> /min
大流量	FF-M2x	50/200/500 l <sub>n</sub> /min
底部连接	FF-M1xD	0.5/2/5/20 l <sub>n</sub> /min

### 质量流量和压力控制器

版本	型号	满量程
标准	FF-C0x	5/20/50/200 ml <sub>n</sub> /min
标准	FF-C1x	0.5/2/5/20 l <sub>n</sub> /min
大流量	FF-C2x	50/200/500 l <sub>n</sub> /min
底部连接	FF-C1xD	0.5/2/5/20 l <sub>n</sub> /min
带截止阀	FF-C1xS	0.5/2/5/20 l <sub>n</sub> /min



质量流量控制器(标准)



质量流量计(底部连接)



质量流量控制器 带截止阀



质量流量控制器 (大流量)



质量流量控制器, 带EtherNet接口

## › 技术参数

### 测量/控制系统

#### 流量

精度 (N <sub>2</sub> , Air, O <sub>2</sub> ) 其他气体见多气体表格	up to ±0.5% Rd plus ±0.1% FS
重复性	< ± 0.2% Rd
控制中的典型设定时间 (T <sub>98</sub> )	<150 ms typical; <1 sec for 50/200/500 l <sub>v</sub> /min models
响应时间 (T <sub>63</sub> )	<30 ms
长期稳定性	<0.5% FS over period of 3 years, then <0.2% FS per year
控制稳定性	< ± 0.1% FS (typical for 1 l <sub>v</sub> /min N <sub>2</sub> )
控制范围/测量范围	up to 1:1000; models ≤ 20 ml <sub>v</sub> /min: up to 1:500
多气体多量程	embedded gas data for 22 unique gases plus any mixture of these gases
温度敏感性	zero 0.015 % FS/°C span 0.05 % Rd/°C
压力敏感性	standard: < 0.15% Rd/bar typical N <sub>2</sub> ; with pressure correction: typical factor 5 improved

#### 温度

温度传感器精度	±2 °C (instrument body temperature)
压力	
压力传感器精度 (包括线性和滞后)	±0.5% FS
压力传感器重复性	<0.2% FS
温度敏感性	zero: 0.16 mbar/°C span: 0.05% Rd/°C

#### 常规

操作压力	0.8...17 bar(a)
操作温度	0...50 °C (32°F - 122°F)
储存/运输条件	-20...50 °C
安装方位	any position, attitude sensitivity negligible

### 机械部件

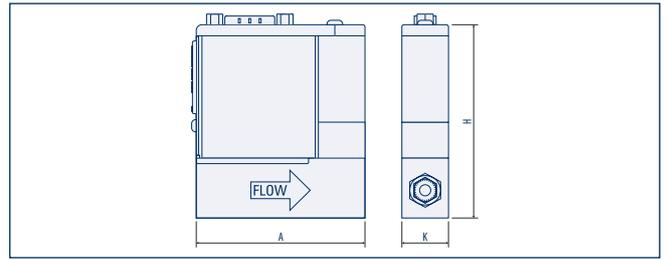
材质 (接液部件)	aluminium, stainless steel, silicon nitride, epoxy, aluminiumoxide, glass
工艺接头	models ≤20 l <sub>v</sub> /min: 1/8" BSPP (ISO 1179-1 cavities); models ≥50 l <sub>v</sub> /min: 1/2" BSPP (ISO 1179-1 cavities); optional compression type, push-in or face seal couplings
密封圈	default: FKM 51415 For other materials contact factory
压力等级	16 bar(g) / 250 psi(g)
接口泄漏率 (在通过密封件泄漏之前)	tested < 2·10 <sup>-9</sup> mbar.l/s He
阀门关闭泄漏率	typical: <1.10 <sup>-4</sup> mbar.l/s He; <50 ml <sub>v</sub> /min: <5.10 <sup>-5</sup> mbar.l/s He; >50 l <sub>v</sub> /min: <0.1% FS @ 1 bar; shut-off valve: 2.10 <sup>-8</sup> mbar.l/s He  Note: 50/200/500 l <sub>v</sub> /min models require a minimum ΔP of 1 bard to ensure max. 0.1% FS leak-by rate.
主体表面光洁度 (接液部件)	<1.6 μm Ra (<0.8 μm Ra for stainless steel body)
防护等级 (外壳)	IP40

### 电气性能

电源	24 Vdc ± 10%
电气连接	9-pin D-sub male
功耗	meter: 0.5 Watt controller: 2.5 Watt EtherNet: add +0.9 Watt Shut-off: add +2.4 Watt
数字通信	Modbus-RTU, FLOW-BUS, EtherCAT®, EtherNet/IP, Modbus-TCP, POWERLINK, PROFINET
证书	CE / RoHS

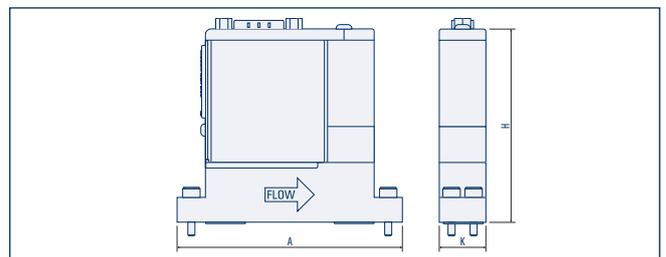
技术参数如有变更, 恕不另行通知。

## › 尺寸 (mm) 和重量 (kg)



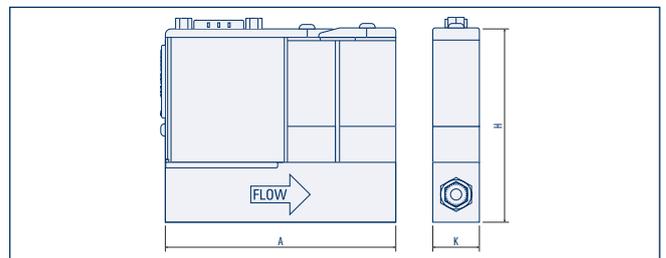
### 标准 MFM / MFC

型号	A	H	K	重量 (铝)	重量 (SS316)
FF-M0x	60	68	20	0.250	0.350
FF-M1x	60	68	20	0.225	0.325
FF-M2x	89	106	40	0.650	1.175
FF-C0x	60	68	20	0.225	0.325
FF-C1x	60	68	20	0.200	0.300
FF-C2x	89	106	40	0.625	1.150



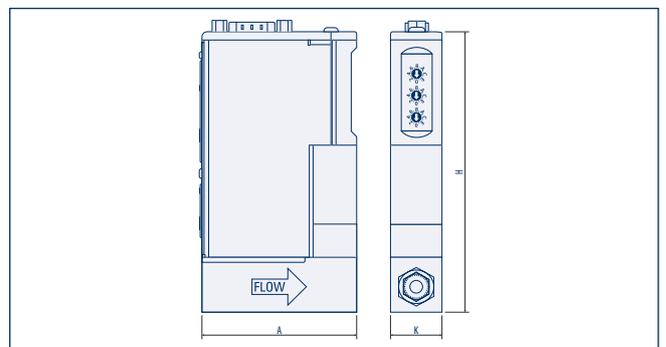
### 底部连接 MFM / MFC

型号	A	H	K	重量 (铝)	重量 (SS316)
FF-M1xD	80	71	20	0.275	0.375
FF-C1xD	80	71	20	0.250	0.350



### MFC带截止阀

型号	A	H	K	重量 (铝)	重量 (SS316)
FF-C1xS	81	69	20	0.350	0.450

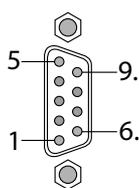


### 标准 MFM / MFC 带 Ethernet 接口

型号	A	H	K	重量 (铝)	重量 (SS316)
FF-M0x	60	109	20	0.300	0.400
FF-M1x	60	109	20	0.275	0.375
FF-M2x	89	147	40	0.700	1.225
FF-C0x	60	109	20	0.275	0.375
FF-C1x	60	109	20	0.250	0.350
FF-C2x	89	147	40	0.675	1.200

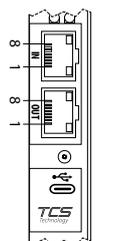
## 电气连接

### 9-pin D-sub male



1	RS-485 D0 (A/A')
2	Not connected
3	Not connected / +Us shut-off 24Vdc
4	0Vs
5	Not connected / +Us shut-off 24Vdc
6	RS-485 D1 (B/B')
7	+Us
8	0Vs
9	Shield

### RJ45 modular jack connectors



2x RJ45 modular jack chassis part female

1	TxD+
2	TxD-
3	RxD+
4	Not connected
5	Not connected
6	RxD-
7	Not connected
8	Not connected

## 多气体表格

作为除N<sub>2</sub>以外工业气体是否适用型号的判断参考，如下满量程须乘以下述所提“流量系数”。

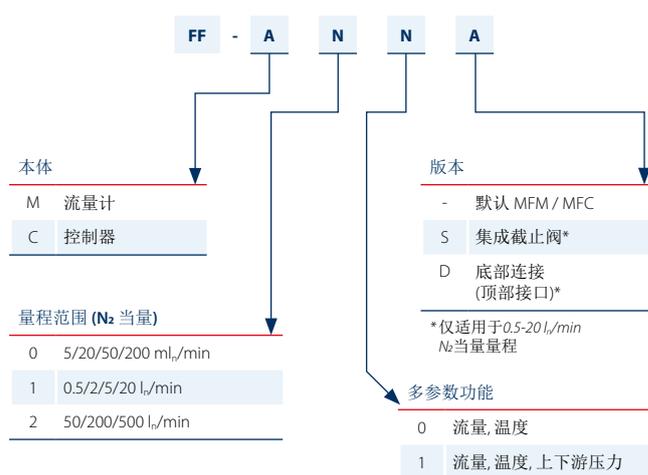
注：对于流量计(MFM)和流量控制器(MFC)，该系数可能不同。

高精度集成Fluidat气体数据库确保从N<sub>2</sub>到客户气体的转换。当一种气体转换为另一种气体时，会有一些微小的不确定性。虽然气体物性和转换模型很准确，但机械公差可能会导致与理论转换值的轻微偏差。

当需要优化精度性能时，可对实际工艺气体进行校准。

名称	化学式	满量程因子 (MFM)	满量程因子 (MFC)	备注
Acetylene	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0.6	0.6	pure gas only
Air	Air	1	1	
Allene	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> #1	0.4	0.4	
Argon	Ar	1.3	0.8	
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	0.7	0.7	Max. 10 bar
Carbon monoxide	CO	1	1	
Cyclopropane	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> #1	0.4	0.4	
Deuterium	D <sub>2</sub> #1	1	1	
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0.5	0.5	
Ethylene	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.6	0.6	Max. 10 bar
Helium	He	1.4	1.4	
Propyne	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> #2	0.4	0.4	
Hydrogen	H <sub>2</sub>	1	1	
Krypton	Kr	1	0.6	
Methane	CH <sub>4</sub>	0.8	0.8	
Neon	Ne	1.4	1.2	
Nitrogen	N <sub>2</sub>	1	1	
Oxygen	O <sub>2</sub>	1	0.9	
Propylene	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> #2	0.4	0.4	Max. 10 bar
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.3	0.3	
Perfluoropropane	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	0.15	0.15	Max. 10 bar
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O	0.7	0.7	

## 选型表



## 多通道系统

FLEXI-FLOW Compact仪表可以组合在一起，构建紧凑型系统-随即可用。通过配置软件可轻松创建多达8通道的多通道系统。

在入口使用分配腔或在出口使用混合腔确保系统结构紧凑、小巧。可通过配置网关建立从多通道系统到PLC的通信。

系统在Bronkhorst完成组装和测试，调试所需的工作量保持最小化。



3通道版本

## 典型市场



### 生物反应器

通过空气、N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>增强仪表集成性能-单一仪表多气体多量程功能的可能性。

紧凑型适用台式设备。



### 反应溅射

快速跟踪层厚度和透明度控制的设定值。

量程宽，灵活性强。



### 燃料电池

H<sub>2</sub>、空气、O<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>流量测量和控制准确度高，短期和长期重复性强。随时快速响应准确流量测量和控制。

宽量程高精度流量测量和控制。紧凑型，适用于空间受限的移动应用。



### 分析设备

微量元素分析 (TEA)  
气相色谱法 (GC)  
光发射光谱法 (ICP-OES)  
质谱法 (MS, ICP-MS)  
原子吸收光谱法 (AAS)

良好的重复性和长期稳定性。

分析级：低排放量。快速流量控制，包括小流量。紧凑型适用台式设备。

### 更多应用

高端燃烧器、等离子喷涂、泄漏测试、ALD等。

Bronkhorst High-Tech 研制用于小流量测量和控制的仪表和子系统，广泛应用于实验室、设备和工业，秉持可持续发展理念，专注小流量测控领域，产品涵盖基于热式、科里奥利和超声波测量原理的气体 and 液体 (质量) 流量计和控制器，销售服务网络覆盖全球。

