



LOW- Δ P-FLOW

质量流量计/控制器 | 应用于低差压或腐蚀性气体



简介

Bronkhorst High-Tech B.V. 是专注于热式和科里奥利质量流量计/控制器的欧洲制造商，研发和制造精准可靠的测量和控制仪表。

Bronkhorst 仪表产品范围宽广，可为各种市场的各种应用提供创新解决方案。可根据客户要求定制，适用于实验室、工业场合、危险区域以及半导体和分析装置等各种应用。

LOW- Δ P-FLOW 系列 | 应用于低差压或腐蚀性气体

在许多气体流量测量和控制应用领域，只存在或者容许很小的差压。Bronkhorst LOW- Δ P-FLOW 系列适用于此类应用，其原理是通过使用大口径毛细管(热式旁路传感器)结合圆柱分流器(层流元件)达到流动阻力最小化。质量流量计的测量范围从 0...10 ml_n/min 到 0...1000 m³_n/h。当流量高达 2 l_n/min 时压降不超过 1 mbar。

较大的流体通路会降低 LOW- Δ P-FLOW 仪表堵塞风险，有助于仪表清洁和清洗，大大延长仪表在腐蚀性气体应用方面的使用寿命。接液部件采用不锈钢抛光材质。流量计基座、传感器和层流元件可选用哈氏合金或蒙乃尔合金。

用于实验室或工业环境

LOW- Δ P-FLOW 系列是从实验室 EL-FLOW 系列衍生出来的产品，仍可选用坚固的 IP65 防尘防水 IN-FLOW 外壳，以适用于工业环境。后者通过 ATEX 防爆 3 类，2 区认证。

除了标准的模拟量输入/输出信号和 RS232 连接方式，还可选 DeviceNet™, CANopen®, PROFIBUS® DP, Modbus RTU/ASCII, FLOW-BUS, EtherCAT®, PROFINET, Modbus-TCP, EtherNet/IP 或 POWERLINK 协议。

低差压质量流量控制

低差压质量流量的控制包含紧凑型 LOW- Δ P-FLOW 质量流量控制器(型号 F-200/201/202 系列)。质量流量控制器的集成式比例电磁控制阀拥有平稳快速控制特性。仪表最大流量达到 1...50 l_n/min 的等量空气。

为了在非常低的差压下控制更大的流量，Bronkhorst High-Tech 采用带有压力补偿波纹管(F-004 系列)的控制阀。此类控制阀门与流量计紧密相连，电动控制功能也是流量计的组成部分。F-004 阀可替代大型、慢速、昂贵的伺服驱动阀。

LOW- Δ P-FLOW 特点

- ◆ 低差压
- ◆ 适用于腐蚀性气体
- ◆ 更大的流道，大大降低堵塞风险，便于清洁和吹扫
- ◆ 可选 IP65 外壳，ATEX 认证 Cat.3, Zone 2
- ◆ 报警和计数器功能
- ◆ 现场总线接口:
 - ◆ DeviceNet™, CANopen®
 - ◆ PROFIBUS DP, Modbus RTU/ASCII, FLOW-BUS
 - ◆ EtherCAT®, PROFINET, Modbus-TCP, EtherNet/IP, POWERLINK



F-004BI和F-004AC分体式波纹管控制阀

› 技术参数

测量/控制系统

精度 (基于实际校准)	± 1% FS (of Full Scale)
量程比	1 : 50 (2...100%)
重复性	< 0.2% Rd (of Reading)
设定时间 (控制器)	standard: 2...3 seconds
控制稳定性	< ±0.1% FS (typical for 1 l _v /min N ₂)
操作温度	-10...+70°C for ATEX Cat. 3 0... 50°C
最高操作压力	10 bar
温度敏感性	0.1% FS/°C
压力敏感性	0.1% Rd/bar typical N ₂
泄漏率	tested < 2 x 10 ⁻⁹ mbar l/s He
安装方位	horizontal
预热时间	30 min. for optimum accuracy; 2 min for accuracy ± 2% FS

机械部件

材质 (接液部件)	stainless steel, other on request
连接类型	compression type or face seal couplings; wafer type on series F-106; DIN or ANSI flanges on series F-107
密封件	standard: Viton® options: EPDM, Kalrez® (FFKM)
防护等级 (外壳)	IP40 or IP65

电气特性

电源	+15...24 Vdc		
最大功耗	Supply	at voltage I/O	at current I/O
	流量计	15 V 95 mA	125 mA
	24 V	65 mA	85 mA
控制器	15 V	290 mA	320 mA
	24 V	200 mA	215 mA
现场总线可选	15 V < 75 mA 24 V < 50 mA		
模拟量输出/指令	0...5 (10) Vdc or 0 (4)...20 mA (sourcing output)		
数字通讯	standard: RS232 options: DeviceNet™, CANopen®, PROFIBUS®DP, Modbus RTU/ASCII, FLOW-BUS, EtherCAT®, PROFINET, Modbus-TCP, EtherNet/IP, POWERLINK		

电气连接IP40配置

Analog, RS232	9-pin D-connector (male)
PROFIBUS®DP	bus: 9-pin D-connector (female) power: 9-pin D-connector (male)
DeviceNet™, CANopen®	5-pin M12-connector (male)
FLOW-BUS, Modbus-RTU/ASCII	RJ45 modular jack
Modbus-TCP, EtherNet/IP, POWERLINK	2 x RJ45 modular jack (in/out)
EtherCAT®, PROFINET	2 x RJ45 modular jack (in/out)

电气连接IP65配置

Analog, RS232	8 DIN (male);
PROFIBUS®DP	bus: 5-pin M12 (female); power: 8 DIN (male)
Modbus-TCP, EtherNet/IP, POWERLINK, EtherCAT®, PROFINET	bus: 2 x 5-pin M12 (female) (in/out); power: 8 DIN (male)
DeviceNet™, CANopen®	5-pin M12 (male)
Modbus-RTU/ASCII, FLOW-BUS	5-pin M12 (male)

技术规格和尺寸变更, 恕不另行通知。

› 型号及流量范围 (空气当量)

质量流量计 (MFM)

型号	最小流量	最大流量
F-100D/F-100DI	0.2...10 ml _v /min	0.44...22 ml _v /min
F-101D/F-101DI	0.42...21 ml _v /min	0.042...2.1 l _v /min
F-101E/F-101EI	0.028...1.4 l _v /min	0.24...12 l _v /min
F-102D/F-102DI	0.28...14 l _v /min	0.5...25 l _v /min
F-102E/F-102EI	0.17...8.5 l _v /min	1...50 l _v /min
F-103E/F-103EI	0.9...45 l _v /min	4...200 l _v /min
F-106xD/F-106xD	0.2...10 m ³ /h	20...1000 m ³ /h

质量流量控制器 (MFC)

型号	最小流量	最大流量
F-200DV/F-200DI ¹⁾	0.2...10 ml _v /min	0.44...22 ml _v /min
F-201DV/F-201DI ¹⁾	0.42...21 ml _v /min	0.042...2.1 l _v /min
F-201EV/F-201EI ¹⁾	0.028...1.4 l _v /min	0.24...12 l _v /min
F-202D/F-202DI	0.28...14 l _v /min	0.5...25 l _v /min
F-202EV/F-202EI ¹⁾	0.17...8.5 l _v /min	1...50 l _v /min

¹⁾ $Kv-max = 6,6 \times 10^{-2}$

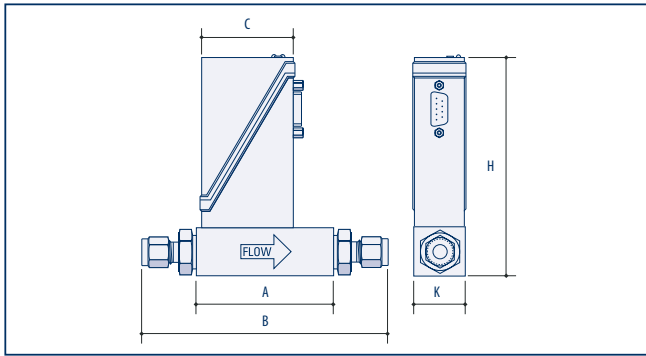
控制阀 F-004 系列

	F-004AC/F-004AI	F-004BI
Kv-value	0.3	1.0
Max. operating pressure	10 bara	10 bara
Min. ΔP (approx.)	1 mbard	1 mbard
Max. ΔP	5 bard	5 bard
Max. power (at 15 Vdc)	3.5 Watt	3.5 Watt
Protection class	F-004AC: IP40 F-004AI: IP65	IP65



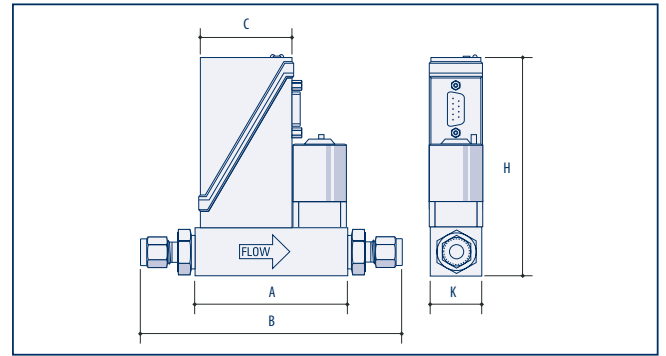
LOW-ΔP-FLOW F-202EI 质量流量控制器, IP65配置

› 尺寸 (mm) 和重量 (kg)



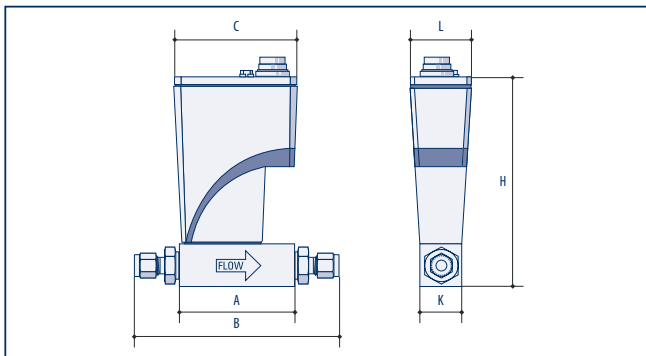
IP40 质量流量计

型号	A	B	C	H	K	重量 (kg)
F-100D (1/8" OD)	47	98	47	111	25	0.4
F-101D/F-101E (1/4" OD)	69	126	47	111	25	0.5
F-102D/F-102E (1/2" OD)	69	134	47	123	26	0.6
F-103E (1/2" OD)	110	77	47	168	89	4.0



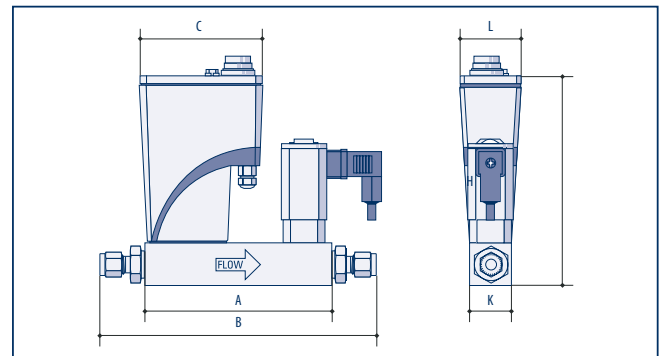
IP40 质量流量控制器

型号	A	B	C	H	K	重量 (kg)
F-200DV (1/8" OD)	77	128	47	111	25	0.6
F-201DV/F-201EV (1/4" OD)	77	134	47	111	25	0.6
F-202DV/F-202EV (1/2" OD)	78	143	47	123	26	0.8



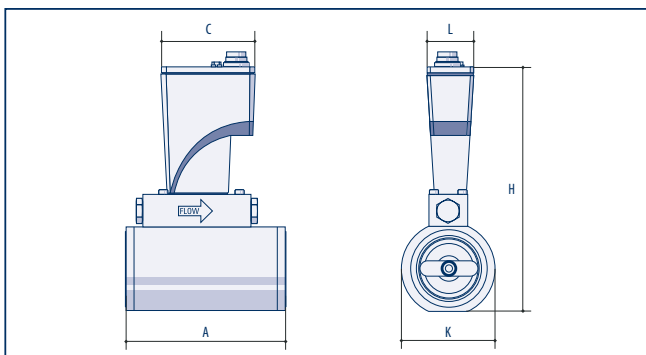
IP65 质量流量计, 小/中流量

型号	A	B	C	H	K	重量 (kg)
F-100DI (1/8" OD)	47	98	74	125	25	0.8
F-101DI/F-101EI (1/4" OD)	69	126	74	125	25	0.9
F-102DI/F-102EI (1/2" OD)	69	134	74	137	26	1.0
F-103EI (1/2" OD)	110	177	74	182	89	4.4



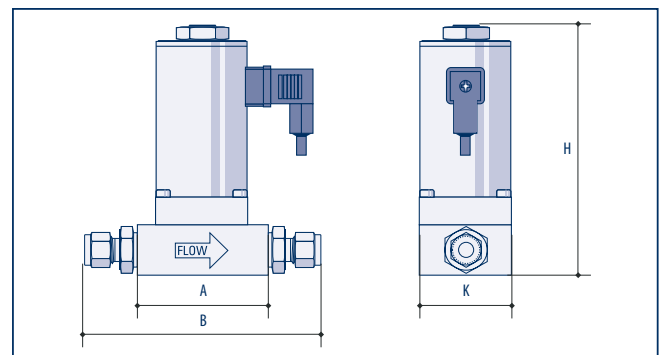
IP65 质量流量控制器

型号	A	B	C	H	K	L	重量 (kg)
F-200DI (1/8" OD)	112	164	74	125	25	36	1.3
F-201DI/F-201EI (1/4" OD)	112	169	74	125	25	36	1.3
F-202DI/F-202EI (1/2" OD)	112	169	74	139	59	36	1.5



IP65 质量流量计, 大流量、对夹式

型号	A	B	C	H	K	重量 (kg)
F-106AD	125	74	192	75	36	4.0
F-106BD	125	74	205	85	36	4.6
F-106CD	125	74	234	115	36	6.8
F-106DD	125	74	264	145	36	9.5
F-106ED	125	74	319	198	36	13.3



F-004 系列控制阀

型号	A	B	H	K	重量 (kg)
F-004AC/AI (1/4" OD)	64	121	122	45	1.2
F-004BI (1/2" OD)	85	152	174	65	3.4

Dimensions subject to change without notice. For certified drawings and for dimensions of F-107Z series flanged type mass flow meters please contact factory.

› 用于选型的转换系数换算

为空气之外的气体选型时，我们必须进行两次计算：

$$1. \quad \varnothing_{vn} \text{ Air} = \frac{\varnothing_{vn} \text{ gas}}{\text{转换系数}}$$

$$2. \quad \varnothing_{vn} \text{ Air} = \frac{\varnothing_{vn} \text{ gas}}{\text{粘度系数}}$$

流量范围取决于最大的流量。

示例: Freon-22.1 l_r/min

转换系数 = 0.49 (见下表)

粘度系数 = 0.34 (见下表)

$$1. \quad \varnothing_{vn} \text{ Air} = 1/0.49 = 2.04 \text{ l}_r/\text{min}$$

$$2. \quad \varnothing_{vn} \text{ Air} = 1/0.34 = 2.94 \text{ l}_r/\text{min}$$

最大流量 = 2.94 l_r/min 我们可选择型号

F-101E 或 F-101EI MFM resp. F-201EV 或 F-201EI MFC.

› 转换系数和粘度系数

Name	A	B	C	Name	A	B	C	Name	A	B	C
Acetylene (ethyne)	C ₂ H ₂	0.62	0.61	Ethylchloride	C ₂ H ₅ Cl	0.44	0.31	Molybdenum hexafluoride	MoF ₆	0.23	0.16
Air	Air	1.00	1.00	Fluorine	F ₂	0.93	0.96	Mono-ethylamine	C ₂ H ₅ N	0.38	0.32
Allene (Propadiene)	C ₃ H ₄	0.46	0.38	Freon-11	CCl ₃ F	0.36	0.22	Monomethylamine	CH ₃ N	0.55	0.46
Ammonia	NH ₃	0.79	0.87	Freon-113	C ₂ Cl ₃ F ₃	0.22	0.14	Neon	Ne	1.40	1.86
Argon	Ar	1.40	1.12	Freon-1132A	C ₂ H ₂ F ₂	0.47	0.39	Nitric oxide	NO	0.97	0.98
Arsine	AsH ₃	0.72	0.48	Freon-114	C ₂ Cl ₂ F ₄	0.24	0.16	Nitrogen	N ₂	1.00	1.00
Boron trichloride	BCl ₃	0.45	0.27	Freon-115	C ₂ ClF ₅	0.25	0.18	Nitrogen dioxide	NO ₂	0.75	0.57
Boron trifluoride	BF ₃	0.56	0.47	Freon-116	C ₂ F ₆	0.26	0.21	Nitrogen trifluoride	NF ₃	0.53	0.47
Bromine pentafluoride	BrF ₅	0.28	0.20	Freon-12	CCl ₂ F ₂	0.38	0.25	Nitrosyl chloride	NOCl	0.62	0.42
Butadiene (1,3-)	C ₄ H ₆	0.33	0.27	Freon-13	CClF ₃	0.42	0.30	Nitrous oxide	N ₂ O	0.73	0.62
Butane	C ₄ H ₁₀	0.27	0.23	Freon-13B1	CBrF ₃	0.40	0.26	Oxygen	O ₂	0.99	1.00
Butene (1-)	C ₄ H ₈	0.38	0.30	Freon-14	CF ₄	0.46	0.39	Oxygen difluoride	OF ₂	0.66	0.62
Butene (2-) (cis)	C ₄ H ₈	0.31	0.26	Freon-21	CHCl ₂ F	0.46	0.28	Ozone	O ₃	0.72	0.59
Butene (2-) (trans)	C ₄ H ₈	0.35	0.27	Freon-22	CHClF ₂	0.49	0.34	Pentane	C ₅ H ₁₂	0.23	0.19
Carbonylfluoride	COF ₂	0.58	0.40	Freon-23	CHF ₃	0.54	0.42	Perchloryl fluoride	ClO ₃ F	0.42	0.33
Carbonylsulfide	COS	0.67	0.46	Freon-C318	C ₄ F ₈	0.16	0.12	Perfluoropropane	C ₃ F ₈	0.18	0.14
Carbon dioxide	CO ₂	0.76	0.63	Germane	GeH ₄	0.61	0.44	Performa-ethylene	C ₂ F ₄	0.35	0.27
Carbon disulfide	CS ₂	0.63	0.36	Helium	He	1.40	3.35	Phosgene	COCl ₂	0.48	0.30
Carbon monoxide	CO	1.00	0.97	Helium (3-)	3He	1.41	3.55	Phosphine	PH ₃	0.76	0.65
Chlorine	Cl ₂	0.82	0.50	Hydrogen	H ₂	1.01	2.66	Phosphorous pentafluoride	PF ₅	0.32	0.25
Chlorine trifluoride	ClF ₃	0.44	0.33	Hydrogen bromide	HBr	0.98	0.59	Propane	C ₃ H ₈	0.37	0.32
Cyanogen	C ₂ N ₂	0.49	0.40	Hydrogen chloride	HCl	0.99	0.80	Propylene (Propene)	C ₃ H ₆	0.43	0.37
Cyanogen chloride	ClCN	0.64	0.37	Hydrogen cyanide	HCN	0.75	0.22	Silane	SiH ₄	0.65	0.61
Cyclopropane	C ₃ H ₆	0.48	0.39	Hydrogen fluoride	HF	0.95	0.95	Silicon tetrafluoride	SiF ₄	0.38	0.30
Deuterium	D ₂	1.00	2.14	Hydrogen iodide	HI	0.97	0.46	Sulfuryl fluoride	SO ₂ F ₂	0.41	0.31
Diborane	B ₂ H ₆	0.47	0.46	Hydrogen selenide	H ₂ Se	0.81	0.50	Sulfur dioxide	SO ₂	0.69	0.46
Dibromo difluoromethane	CBr ₂ F ₂	0.21	0.14	Hydrogen sulfide	H ₂ S	0.83	0.67	Sulfur hexafluoride	SF ₆	0.28	0.22
Dichlorosilane	SiH ₂ Cl ₂	0.44	0.28	Isobutane	C ₄ H ₁₀	0.27	0.23	Sulfur tetrafluoride	SF ₄	0.36	0.29
Dimethylamine	C ₂ H ₇ N	0.40	0.33	Isobutylene (Isobutene)	C ₄ H ₈	0.30	0.25	Trichlorosilane	SiHCl ₃	0.36	0.22
Dimethylpropane (2,2-)	C ₅ H ₁₂	0.23	0.19	Krypton	Kr	1.42	0.83	Trimethylamine	C ₃ H ₉ N	0.30	0.24
Dimethylether	C ₂ H ₆ O	0.41	0.35	Methane	CH ₄	0.80	0.93	Tungsten hexafluoride	WF ₆	0.28	0.16
Disilane	Si ₂ H ₆	0.33	0.28	Methylacetylene	C ₃ H ₄	0.45	0.38	Vinylbromide	C ₂ H ₃ Br	0.50	0.30
Ethane	C ₂ H ₆	0.53	0.50	Methylbromide	CH ₃ Br	0.64	0.37	Vinylchloride	C ₂ H ₃ Cl	0.50	0.36
Ethylene (Ethene)	C ₂ H ₄	0.64	0.60	Methylchloride	CH ₃ Cl	0.67	0.48	Vinylfluoride	C ₂ H ₃ F	0.53	0.46
Ethylene oxide	C ₂ H ₄ O	0.56	0.44	Methylfluoride	CH ₃ F	0.74	0.70	Xenon	Xe	1.38	0.63
Ethylacetylene (1-Butyne)	C ₄ H ₆	0.34	0.28	Methylmercaptan	CH ₃ S	0.56	0.42				

A = Symbol - B = conversion factor @ 20°C, 1 atm. - C = viscosity factor @ 20°C, 1 atm.

› 质量流量计测量范围和差压

型号	流量		ΔP (mbar) at atm.	
	$l_n/\text{min Air}$	$\frac{1}{8}$ " tube	$\frac{1}{4}$ " tube	$\frac{1}{2}$ " tube
F-100D/F-100DI	10	0.8	0.8	
F-100D/F-100DI	15	0.8	0.8	
F-101D/F-101DI	20	0.8	0.8	
F-101D/F-101DI	50	0.8	0.8	
F-101D/F-101DI	100	0.8	0.8	
F-101D/F-101DI	200	0.8	0.8	
F-101D/F-101DI	500	0.8	0.8	
F-101D/F-101DI	1000	0.8	0.8	
F-101D/F-101DI	2000	-	0.8	

型号	流量		ΔP (mbar) at atm.	
	$l_n/\text{min Air}$	$\frac{1}{4}$ " tube	$\frac{1}{2}$ " tube	$\frac{3}{4}$ " tube
F-101E/F-101EI	5	5.5	5	
F-101E/F-101EI	10	6	5.5	
F-102D/F-102DI	20	4	2	
F-102E/F-102EI	20	8.5	6.5	
F-102E/F-102EI	50	-	15	

型号	流量		ΔP (mbar) at atm.	
	$l_n/\text{min Air}$	$\frac{1}{2}$ " tube	$\frac{3}{4}$ " tube	1" tube
F-103E/F-103EI	100	-	8	
F-103E/F-103EI	200	-	15	

型号	尺寸		流量		ΔP (mbar)
	DIN	ANSI	m^3_n/h Air	at atm.	
F-106AD/F-107AD	DN40	1½"	10	7	
F-106AD/F-107AD	DN40	1½"	20	13	
F-106AD/F-107AD	DN40	1½"	50	35	
F-106BD/F-107BD	DN50	2"	20	7	
F-106BD/F-107BD	DN50	2"	50	18	
F-106BD/F-107BD	DN50	2"	100	39	
F-106CD/F-107CD	DN80	3"	50	7	
F-106CD/F-107CD	DN80	3"	100	15	
F-106CD/F-107CD	DN80	3"	200	32	
F-106DD/F-107DD	DN100	4"	100	9	
F-106DD/F-107DD	DN100	4"	200	17	
F-106DD/F-107DD	DN100	4"	500	48	
F-106ED/F-107ED	DN150	6"	200	7	
F-106ED/F-107ED	DN150	6"	500	19	
F-106ED/F-107ED	DN150	6"	1000	41	

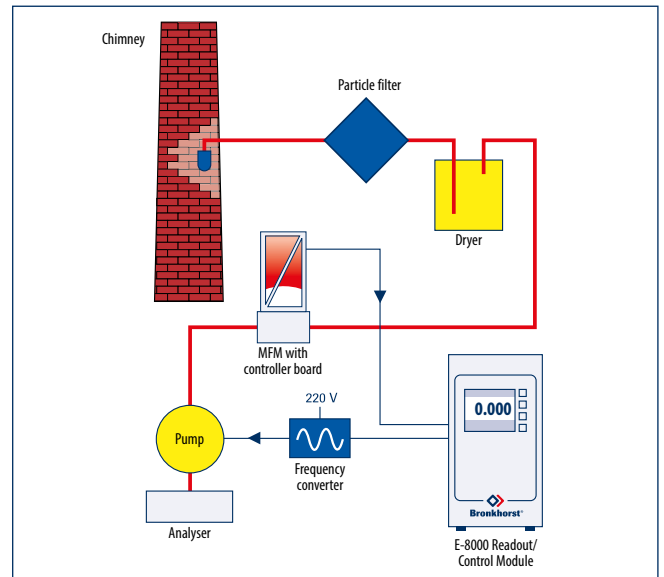
› 现场应用

LOW- ΔP -FLOW 广泛应用于各种实验室和OEM应用:

- ◆ 大气环境中空气采样
- ◆ 泄漏率和渗透率测量
- ◆ 燃烧器气体控制
- ◆ 气体消耗测量，例如低压气体分配系统中的天然气

› 空气采样

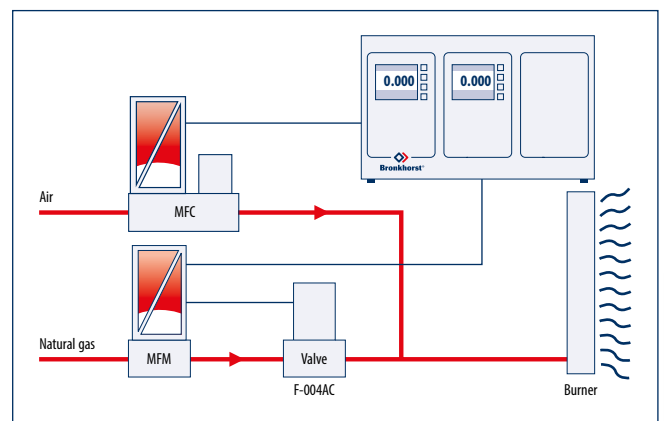
将LOW- ΔP -FLOW质量流量计与采样泵组合在一起。该配置通过设定值



控制泵的速度，从而控制所需流量。

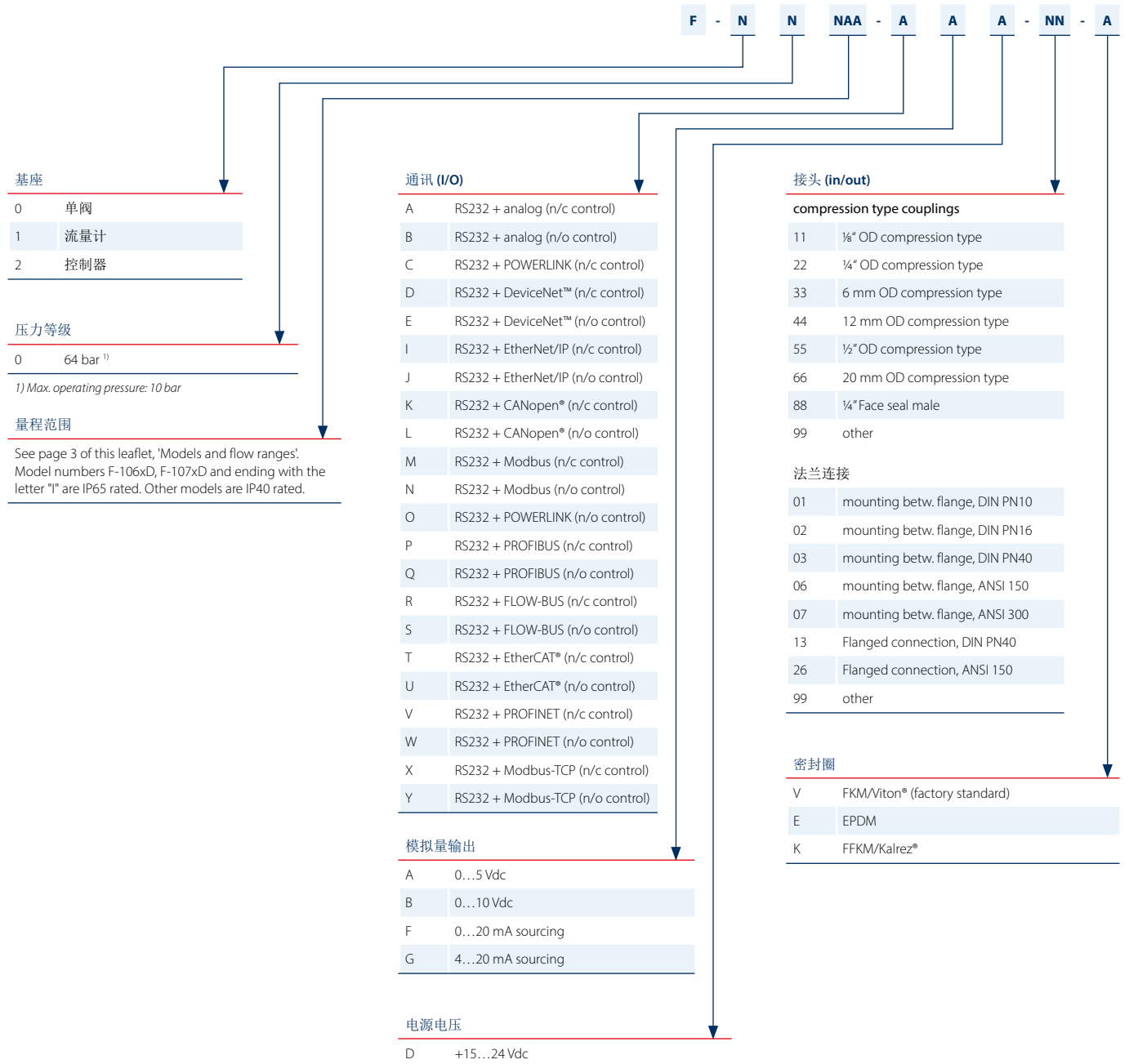
› 燃烧器气体控制

较常规燃烧器系统，使用质量流量控制器为燃烧器带来很多优势，该系统可通过针阀控制流量。当喷嘴堵塞或者供气的压力变化时，质量



流量控制器会自动调节以适应变化了的条件。对于低差压下的较大流量控制，典型的有天然气或者CH₄，LOW- ΔP -FLOW质量流量计结合具有压力补偿的波纹管阀F-004是成功的解决方案。

选型



F-101DI 质量流量计, IP65配置



F-102E 质量流量计, IP40配置

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。



 Factory



Bronkhorst High-Tech B.V.
Nijverheidsstraat 1a
NL-7261 AK Ruurlo
The Netherlands
E info@bronkhorst.com
I www.bronkhorst.com

 **Bronkhorst® in China**



Bronkhorst中国全资子公司
布琅轲锶特(上海)测量设备贸易有限公司
地址: 上海市徐汇区田州路99号新安大厦10楼

电话: +86 21 6090 7259
热线: 400 110 7259
邮箱: sales@bronkhorst.cn
网址: www.bronkhorst-china.com