

LOW- Δ P-FLOW

应用于低差压或腐蚀性气体的质量流量计/控制器

> 简介

Bronkhorst High-Tech BV, 是热式质量流量计与控制器及电子压力控制器制造的欧洲市场领导者, 拥有超过35年研发和生产高精度可靠测量和控制设备的经验。Bronkhorst拥有范围广泛的产品, 可为不同市场的不同应用领域提供创新的解决方案。

Bronkhorst根据客户需求供应不同类型的仪器, 可适用于实验室、工业和危险环境、以及各种半导体和分析设备上的应用。

> 应用于低差压或腐蚀性气体的LOW- Δ P-FLOW系列

在许多气体流量测量和控制应用领域, 只存在/容许很小的差压。Bronkhorst所开发的LOW- Δ P-FLOW系列就是适用于此类应用, 其原理是通过使用大口径毛细管(热式旁路传感器)结合一个圆柱分流器(层流元件)达到流动阻力的最小化。基于这个理念, 质量流量计的测量范围可以从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。

此外, 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。所有接液部件都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

虽然LOW- Δ P-FLOW系列是从实验室EL-FLOW系列衍生出来的产品, 但它们仍然可以选用坚固的IP65防尘防水IN-FLOW外壳, 以适用于工业环境。通过ATEX防爆3类, 2区认证。除了标准的模拟输入/输出信号和RS232连接方式, 还可选

DeviceNet™, PROFIBUS DP, EtherCAT®, PROFINET, Modbus 或者Flow Bus总线协议。



> 低差压质量流量控制器

低差压质量流量的控制包含结构紧凑型(型号F-200/201/202系列)LOW- Δ P-FLOW质量流量控制器。这些质量流量控制器的集成式比例电磁控制阀拥有非常平稳快速控制的特点。基于这些操作性能, 这些仪表的最大流量达到1...50 l_n/min的等量空气。

针对极低差压下的高流量控制, Bronkhorst High-Tech发明了特殊的带有压力补偿波纹管(F-004系列)的控制阀。这些控制阀门与流量计是紧密耦合在一起的, 电动控制功能也是流量计不可分割的一部分。F-004阀被证明是可替代大型、慢速、昂贵的伺服驱动阀的优良产品。

> LOW- Δ P-FLOW 特点

- ◆ 极低的差压
- ◆ 适用于腐蚀性气体
- ◆ 接液部分: 抛光不锈钢; 其他可按客户要求
- ◆ 可选IP65防护等级外壳, 防爆ATEX3类, 2区认证
- ◆ 模拟及数字信号(总线)通信
- ◆ 报警和计数器功能

> 技术参数

测量/控制系统

Accuracy (incl. linearity) (based on actual calibration)	: ± 1% FS (of Full Scale)
Turndown	: 1 : 50 (2 ... 100%)
Repeatability	: < 0,2% Rd (of Reading)
Settling time (controller)	: standard: 2...3 seconds
Control stability	: < ±0,1% FS (typical for 1 l _v /min N2)
Operating temperature	: -10...+70°C for ATEX Cat.3 0... 50°C
Max. operating pressure	: 10 bar
Temperature sensitivity	: 0,1% FS/°C;
Pressure sensitivity	: 0,1%Rd/bar typical N2
Leak integrity	: tested < 2 x 10 ⁻⁹ mbar l/s He
Mounting position	: horizontal
Warm-up time	: 30 min. for optimum accuracy; 2 min for accuracy ± 2% FS

机械部件

Material (wetted parts)	: stainless steel, other on request
Process connections	: compression type or face seal couplings; wafer type on series F-106; DIN or ANSI flanges on series F-107
Seals	: standard: Viton® options: EPDM, Kalrez® (FFKM)
Ingress protection (housing)	: IP40 or IP65

电气性能

Power supply	: +15...24 Vdc
Max. power consumption	: Supply at voltage I/O at current I/O
	Meter: 15 V 95 mA 125 mA
	24 V 65 mA 85 mA
	Controller: 15 V 290 mA 320 mA
	24 V 200 mA 215 mA
Extra for fieldbus: (if applicable)	PROFIBUS DP: add 53 mA (at 15 V) or 30 mA (at 24 V) EtherCAT®: add 66 mA (at 15 V) or 41 mA (at 24 V) PROFINET: add 77 mA (15 V supply) or 48 mA (24 V supply) DeviceNet™: add 48 mA (at 24 V)
Analog output/command	: 0...5 (10) Vdc or 0 (4)...20 mA (sourcing output)
Digital communication	: standard: RS232 options: PROFIBUS DP, DeviceNet™, EtherCAT®, Modbus-RTU/ASCII, PROFINET, FLOW-BUS
Electrical connection IP40 configuration	
Analog/RS232	: 9-pin D-connector (male);
PROFIBUS DP	: bus: 9-pin D-connector (female); power: 9-pin D-connector (male);
DeviceNet™	: 5-pin M12-connector (male);
Modbus/FLOW-BUS	: RJ45 modular jack
EtherCAT®/PROFINET	: 2 x RJ45 modular jack (in/out)
Electrical connection IP65 configuration	
Analog/RS232	: 8 DIN (male);
PROFIBUS DP	: bus: 5-pin M12 (female); power: 8 DIN (male)
DeviceNet™	: 5-pin M12 (male)
Modbus/FLOW-BUS	: 5-pin M12 (male)

Technical specifications subject to change without notice.

> 型号和流量范围（基于空气）

质量流量计 (MFM)

Model	min. flow	max. flow
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-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-106Z/F-107Z	0,2...10 m ³ /h	20...1000 m ³ /h

质量流量控制器 (MFC)

Model	min. flow	max. flow
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-202EV/F-202EI ¹⁾	0,17...8,5 l _v /min	1...50 l _v /min

¹⁾ Kv-max = 6,6 x 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



F-004BI和F-004AC分体式波纹管控制阀

> 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。

$$1. \quad \dot{V}_{\text{m Air}} = \frac{\dot{V}_{\text{m gas}}}{\text{conversion factor}}$$

$$2. \quad \dot{V}_{\text{m Air}} = \frac{\dot{V}_{\text{m gas}}}{\text{viscosity factor}}$$

流量范围取决于最高的流量。

Example: Freon-22, 1 l_n/min

Conversion factor = 0,49 (see table below)

Viscosity factor = 0,34 (see table below)

1. $\dot{V}_{\text{m Air}} = 1/0,49 = 2,04 \text{ l}_n/\text{min}$

2. $\dot{V}_{\text{m Air}} = 1/0,34 = 2,94 \text{ l}_n/\text{min}$

Highest flow rate = 2,94 l_n/min so we can select model

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



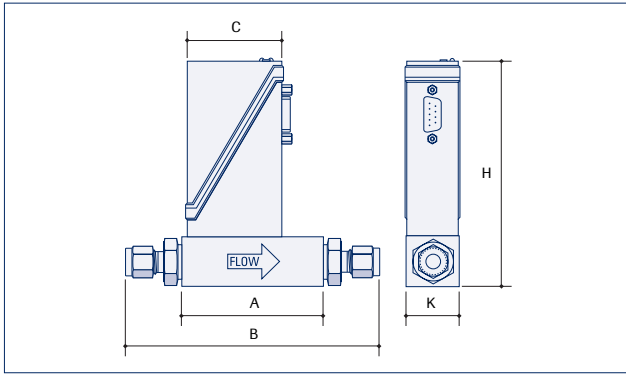
F-201EI LOW-ΔP-FLOW质量流量控制器，IP65配置

> 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 ₇ 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 ₅ 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	Perchlorylfluoride	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	CICN	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	Sulfurylfluoride	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				

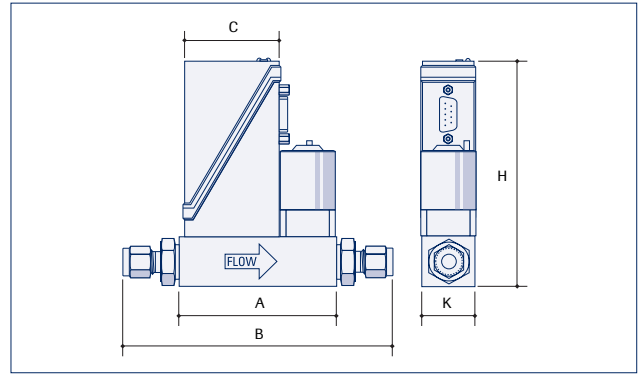
A = Symbol - B = conversion factor @ 20°C. 1 atm. - C = viscosity factor @ 20°C. 1 atm.

> 尺寸 (毫米)



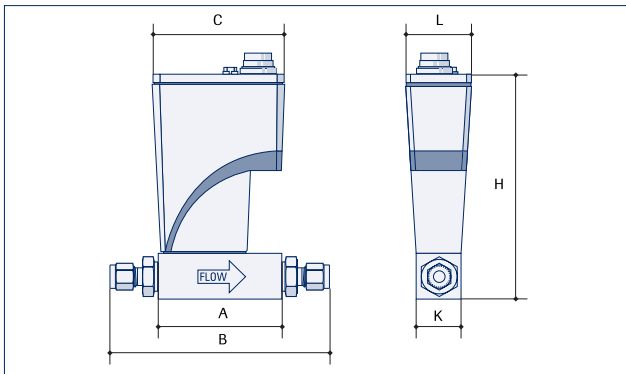
IP40质量流量计

Model	A	B	C	H	K	Weight (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-102E (1/2" OD)	69	134	47	123	26	0,6
F-103E (1/2" OD)	110	177	47	168	89	4,0



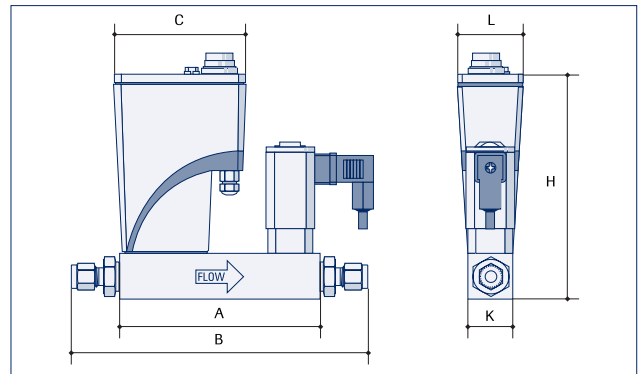
IP40质量流量控制器

Model	A	B	C	H	K	Weight (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-202EV (1/2" OD)	78	143	47	123	26	0,8



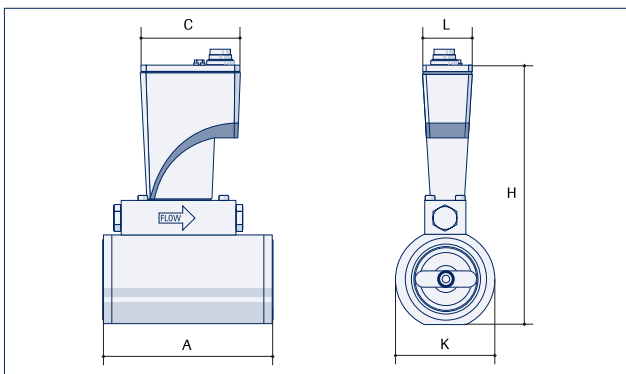
IP65质量流量计, 低/中流量

Model	A	B	C	H	K	L	Weight (kg)
F-100DI (1/8" OD)	47	98	74	125	25	36	0,8
F-101DI/F-101EI (1/4" OD)	69	126	74	125	25	36	0,9
F-102EI (1/2" OD)	69	134	74	137	26	36	1,0
F-103EI (1/2" OD)	110	177	74	182	89	36	4,4



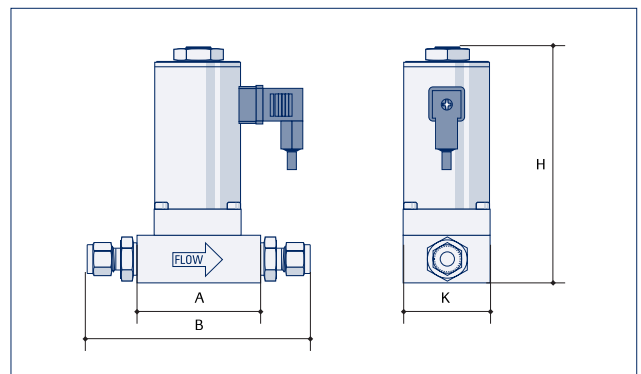
IP65质量流量控制器

Model	A	B	C	H	K	L	Weight (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-202EI (1/2" OD)	112	169	74	139	59	36	1,5



IP65质量流量计, 高流量、对夹式

Model	A	C	H	K	L	Weight (kg)
F-106AZ	125	74	192	75	36	4,0
F-106BZ	125	74	205	85	36	4,6
F-106CZ	125	74	234	115	36	6,8
F-106DZ	125	74	264	145	36	9,5
F-106EZ	125	74	319	198	36	13,3



F-004系列控制阀

Model	A	B	H	K	Weight (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.

> 质量流量计测量范围和压差

Model	Flow ml _n /min Air	ΔP (mbar) at atm.	
		1/8" tube	1/4" 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

Model	Flow l _n /min Air	ΔP (mbar) at atm.	
		1/4" tube	1/2" tube
F-101E/F-101EI	5	5,5	5
F-101E/F-101EI	10	6	5,5
F-102E/F-102EI	20	8,5	6,5
F-102E/F-102EI	50	-	15

Model	Flow In/min Air	ΔP (mbar) at atm.	
		1/2" tube	3/4" tube
F-103E/F-103EI	100	-	8
F-103E/F-103EI	200	-	15

Model	Size		Flow m ³ _n /h Air	ΔP(mbar) at atm.
	DIN	ANSI		
F-106AZ/F-107AZ	DN40	1 1/2"	10	7
F-106AZ/F-107AZ	DN40	1 1/2"	20	13
F-106AZ/F-107AZ	DN40	1 1/2"	50	35
F-106BZ/F-107BZ	DN50	2"	20	7
F-106BZ/F-107BZ	DN50	2"	50	18
F-106BZ/F-107BZ	DN50	2"	100	39
F-106CZ/F-107CZ	DN80	3"	50	7
F-106CZ/F-107CZ	DN80	3"	100	15
F-106CZ/F-107CZ	DN80	3"	200	32
F-106DZ/F-107DZ	DN100	4"	100	9
F-106DZ/F-107DZ	DN100	4"	200	17
F-106DZ/F-107DZ	DN100	4"	500	48
F-106EZ/F-107EZ	DN150	6"	200	7
F-106EZ/F-107EZ	DN150	6"	500	19
F-106EZ/F-107EZ	DN150	6"	1000	41



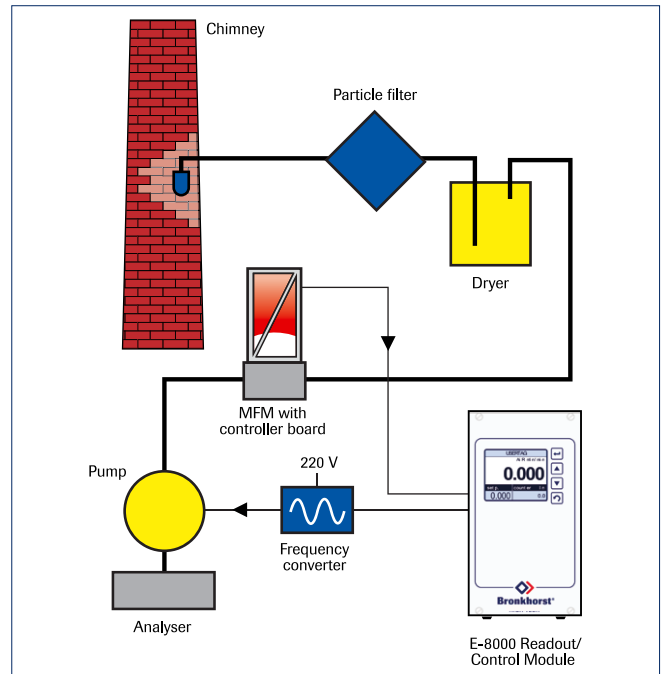
F-106CZ质量流量计

> 现场应用

LOW-ΔP-FLOW 已经广泛应用于各种实验室和OEM，例如：

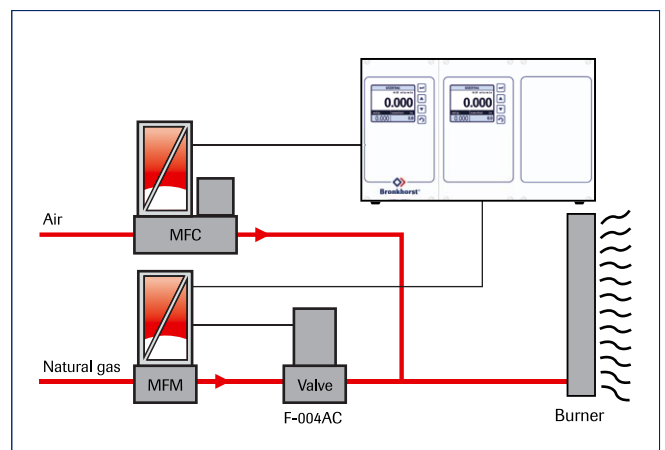
- ◆ 大气环境中空气采样
- ◆ 泄漏率和渗透率测量
- ◆ 燃烧器气体控制
- ◆ 气体消耗测量，例如低压气体分配系统中的天然气

> 空气采样



上述例子是，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转速，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给燃烧器带来很多的优势，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。对于低压差下的较大流量介质控制，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已被证明是一个成功的解决方案。

Base

0	Valve only
1	Meter
2	Controller

Pressure rating

0	64 bar
---	--------

Ranges

See page 2 of this leaflet,
"Models and flow ranges"

Communication (I/O)

A	RS232 + analog (n/c control)
B	RS232 + analog (n/o control)
D	RS232 + DeviceNet™ (n/c control)
E	RS232 + DeviceNet™ (n/o control)
M	RS232 + Modbus (n/c control)
N	RS232 + Modbus (n/o control)
P	RS232 + PROFIBUS DP (n/c control)
Q	RS232 + PROFIBUS DP (n/o control)
R	RS232 + FLOW-BUS (n/c control)
S	RS232 + FLOW-BUS (n/o control)
T	RS232 + EtherCAT® (n/c control)
U	RS232 + EtherCAT® (n/o control)
V	RS232 + PROFINET (n/c control)
W	RS232 + PROFINET (n/o control)

Analog output

A	0...5 Vdc
B	0...10 Vdc
F	0...20 mA sourcing
G	4...20 mA sourcing

Supply voltage

D	+15...24 Vdc
---	--------------

Connections (in/out)

compression type couplings

11	1/8"	OD compression type
22	1/4"	OD compression type
33	6 mm	OD compression type
44	12 mm	OD compression type
55	1/2"	OD compression type
66	20 mm	OD compression type
88	1/4"	Face seal male
99	other	

mounting between flanges

01	mounting betw. flange, DIN PN10
02	mounting betw. flange, DIN PN16
03	mounting betw. flange, DIN PN40
06	mounting betw. flange, ANSI 150
07	mounting betw. flange, ANSI 300
13	Flanged connection, DIN PN40
26	Flanged connection, ANSI 150
99	other

Internal seals

V	Viton® (factory standard)
E	EPDM
K	Kalrez® (FFKM)



F-101DI质量流量计, IP65配置



F-102E质量流量计, IP40配置

Factory

Bronkhorst® in China



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

Bronkhorst中国全资子公司
布琅轲德特(上海)测量设备贸易有限公司
地址: 上海徐汇区田州路99号新安大厦1001室
电话: +86 21 6090 7259 热线: 400 110 7259
邮箱: sales@bronkhorst.cn
网址: www.bronkhorst.cn
致力于国际客户的Bronkhorst产品销售及服务工作

Bronkhorst中国授权经销商
北京阿蒂姆控制设备有限公司
地址: 北京市朝阳区融科望京中心A座309~310室
电话: +86 10 6471 9268/9269/9293
邮箱: info@atm-china.com
网址: www.atm-china.com
致力于本土客户的Bronkhorst产品销售及服务工作