



# Q/XXCD

矽翔微机电系统（上海）有限公司成都分公司企业标准

Q/SI 00018—2020

## MFFD 系列热式气体质量流量计

2021-08-28 发布

2021-09-28 实施

矽翔微机电系统（上海）有限公司成都分公司 发布



## 目 次

|                     |   |
|---------------------|---|
| 前 言 .....           | 1 |
| 1 范围 .....          | 2 |
| 2 规范性引用文件 .....     | 2 |
| 3 型号 .....          | 2 |
| 4 要求 .....          | 3 |
| 5 试验方法 .....        | 5 |
| 6 检验规则 .....        | 7 |
| 7 标志、标签、使用说明书 ..... | 8 |
| 8 包装、运输、贮存 .....    | 9 |

企业标准信息公共服务平台  
公开  
2022年03月03日 14点56分

企业标准信息公共服务平台  
公开  
2022年03月03日 14点56分



## 前 言

本标准的主要技术指标和试验方法参照 GB/T 20727-2006《封闭管道中流体流量的测量热式质量流量计》、ISO 7066-2-1988“Assessment of uncertainty in the calibration and use of flow measurement devices”、JJG 1132-2017《热式气体质量流量计检定规程》、GB 3836《爆炸性气体环境用电器设备》、GB/T 2423《电工电子产品环境试验》、GB/T 17626《电磁兼容 试验和测量技术系列标准》，并结合本产品特点而确定。

本标准按 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》进行编写。

本标准由矽翔微机电系统（上海）有限公司成都分公司提出。

本标准由矽翔微机电系统（上海）有限公司成都分公司起草。

本标准主要起草人：黄学明、冯勇、阮继亮。

本标准于 2020 年 8 月首次发布。

企业标准信息公共服务平台  
公开  
2022年03月03日 14点56分



# MFFD 系列热式气体质量流量计

## 1 范围

本标准规定了MFFD系列微电子机械热式气体质量流量计（以下简称流量计）的型号编制、要求、试验方法、检验规则、标志、标签、使用说明书、包装、运输、贮存。

本标准适用于由微电子机械气体质量流量传感器及其二次仪表组成的MFFD系列热式气体质量流量计。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191-2008《包装储运图示标志》

GB/T 2423.1-2008《电工电子产品环境试验》第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2-2008《电工电子产品环境试验》第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.3-2006《电工电子产品环境试验》第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.10-2019《电工电子产品环境试验》第2部分：试验方法 试验Fc和导则：振动（正弦）

GB 3836.1-2010《爆炸性环境》第1部分：设备 通用要求

GB 3836.2-2010《爆炸性环境》第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备

GB/T 4208-2017《外壳防护等级（IP代码）》

GB/T 15479《工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法》

GB/T 17626.2-2018《电磁兼容 试验和测量技术》静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3-2016《电磁兼容 试验与测量技术》射频电磁场辐射抗扰度试验

JJF 1015-2014《计量器具型式评价和型式批准通用规范》

JJF 1623-2017《热式气体质量流量计型式评价大纲》

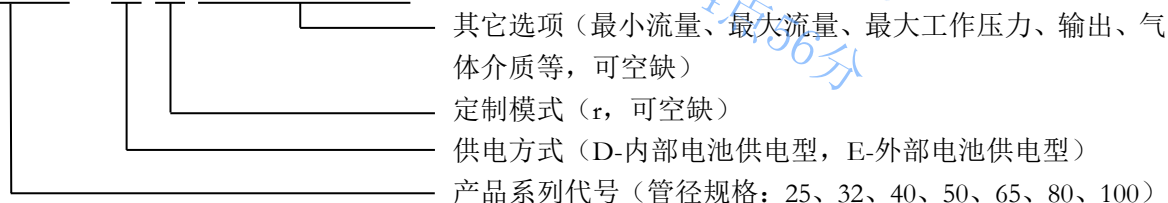
JJG 1132-2017《热式气体质量流量计检定规程》

GB/T 1.1-2009《标准化工作导则》第1部分：标准的结构和编写

## 3 型号

### 3.1 型号编制

MF□FD (□□□□□□□)



（注：括号内内容可空缺）

### 3.2 型号示例

MF50FD(-E-4-400-15-D-A)表示规格为50mm管径、流量范围(4.0-400)m<sup>3</sup>/h、最大工作压力1.5MPa、输出信号为脉冲、测量空气的热式气体质量流量计。



## 4 要求

### 4.1 流量范围

流量计的最大流量值和最小流量上限值，均应符合表1的规定：

表1 流量范围

| 型号规格    | 最小流量 $q_{\min}$ (m <sup>3</sup> /h) | 最大流量 $q_{\max}$ (m <sup>3</sup> /h) |
|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| MF25FD  | 1.0                                 | 100                                 |
| MF32FD  | 1.6                                 | 160                                 |
| MF40FD  | 2.5                                 | 250                                 |
| MF50FD  | 4.0                                 | 400                                 |
| MF65FD  | 6.5                                 | 650                                 |
| MF80FD  | 10                                  | 1000                                |
| MF100FD | 15                                  | 1500                                |

### 4.2 正常工作条件

- 环境温度：(-20~60)℃；
- 相对湿度：≤95%（无结冰、无凝露）；
- 最大工作压力：≤1.5MPa；
- 电源：内置 DC 3.6V 锂电池或外部电源 DC (12~24) V。本安防爆型为 DC 12V；非防爆型为 DC (12~24) V。

### 4.3 外观

流量计的整机面板应均匀整洁、字迹清晰，不得有划痕、裂纹等缺陷；流体的流向在壳体上有明显标志，并应清晰、正确、可靠。

用于贸易计量的流量计应有保护标志或不经破坏就不能拆开的封印。

### 4.4 性能

#### 4.4.1 准确度等级、最大允许误差和重复性

流量计的准确度等级、最大允许误差应符合表2要求：

表2 流量计的准确度和最大允许误差（相对示值误差）

| 准确度等级  |                            | 1.5   |
|--------|----------------------------|-------|
| 最大允许误差 | $q_t \leq q \leq q_{\max}$ | ±1.5% |
|        | $q_{\min} \leq q < q_t$    | ±3.0% |

说明：分界流量  $q_t$  对应的流量为  $0.1q_{\max}$ 。

流量计的重复性不得超过相应准确度等级规定的最大允许误差绝对值的1/3。

#### 4.4.2 引用误差

采用引用误差的流量计应给出相对流量上限的最大允许误差，例：±(1.5+0.5FS)%。

#### 4.4.3 零点稳定度

绝对值≤0.1%。

### 4.5 安全

#### 4.5.1 密封性

流量计应能承受最大工作压力、历时5min的气压试验，应不漏气。

#### 4.5.2 耐压强度

流量计应能承受静压力为1.5倍最大工作压力的密封性试验，历时5min，无泄漏或损坏。



## 绝缘电阻

流量计的电源端子与接线端子、输出端子与接地端子之间的绝缘电阻，其值应不小于表3要求。

表3 绝缘电阻要求

| 额定电压或者标称电压        | 直流试验电压 | 绝缘电阻 |
|-------------------|--------|------|
| 交流（130~250）V、50Hz | 500V   | 20MΩ |
| 直流≤60V            | 100V   | 7MΩ  |

### 4.5.3 绝缘强度

流量计的电源端子与接地端子、输出端子与接地端子之间应能承受表4试验电压和频率，历时1min，无击穿或飞弧现象产生。

表4 绝缘强度要求

| 额定电压或者标称电压        | 试验电压（正弦交流电） |
|-------------------|-------------|
| 交流（130~250）V、50Hz | 1.5kV       |
| 直流≤60V            | 0.5kV       |

### 4.5.4 防爆性能

该产品应能满足GB 3836.1-2010和GB 3836.4-2010标准的相关要求，其防爆标志为：Ex ia IIC T4 Ga。

### 4.5.5 外壳防护性能

流量计应符合GB 4208-2017中IP65等级要求。

## 4.6 环境适应性（贮存环境）

流量计在包装条件下进行以下规定的贮存环境试验后，对流量计复测 $0.2q_{max}$ 流量点下的示值误差，仍应符合4.4.1的要求。

### 4.6.1 低温

按GB/T 2423.1“试验 Ad”相关要求进行，低温-20℃，持续2h。

### 4.6.2 高温

按GB/T 2423.2“试验 Bd”相关要求进行，高温55℃，持续2h。

### 4.6.3 恒定湿热

按GB/T 2423.3“试验 Cab”相关要求进行，温度40℃，相对湿度93%，持续48h。

### 4.6.4 振动

按GB/T 2423.10“试验 Fc”相关要求进行，在互相垂直的三个轴向正弦波振动，频率范围为（1~100）Hz、振动幅度0.75mm，每个轴向1h。

## 4.7 电磁兼容性

电磁环境试验在规定的试验条件下，实验过程中和试验完成后，流量计都应该工作正常，并保持正常的功能，不允许下列与正常工作有关的功能降低。

- 器件故障或非预期的动作；
- 已存储数据的改变或丢失；
- 工厂默认值的复位；
- 运行模式的改变；
- 数据显示的混乱或错误；
- 键盘操作失效。

### 4.7.1 静电放电抗扰度

静电放电抗扰度试验等级应符合GB/T 17626.2-2018规定中的3级要求。

### 4.7.2 射频电磁场辐射抗扰度



射频电磁场辐射抗扰度试验等级应符合GB/T 17626.3-2016规定中的3级要求。

#### 4.7.3 电源中断

电源中断试验等级应符合GB/T 17626.11-2008中的0% UT要求。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验条件

- 环境温度：(15~25)℃；
- 相对湿度：(40~75)%；
- 大气压力：(86~106)kPa；
- 检定介质：气体介质应清洁、无游离水或油等杂质存在，且组分或性状与实际测量介质相近。气体介质的温度变化在完成每个流量点的每一次试验过程中应不超过±1℃，在完成全部检定点的过程中应不超过5℃。

#### 5.2 外观

用目测法和手感法检查。

#### 5.3 性能

##### 5.3.1 准确度等级、最大允许误差和重复性

按(5.3.1.e)、(5.3.1.f)、(5.3.1.g)条进行试验，计算流量计各流量点示值误差，示值误差不超过最大允许误差，按(5.3.1.h)条进行试验，计算流量计各流量点重复性。

试验步骤与计算方法：

- 安装：流量计应该按照气体流向指示标志正确安装在圆直的、内表面平滑的直管段上，上游所需直管段长度为10D，下游所需直管段长度为5D。流量计与标准装置管道连接部分应不渗漏，流量计管段的轴线应与标准装置管道轴线一致，连接处的密封垫不应突入管道内。流量计内部温度、检定介质温度和环境温度相差不应超过1℃。
- 接通流量计和标准装置的电源，按流量计使用说明书中的方法检查样机参数设置。
- 密封性检查：流量计及检定系统中的测温、测压仪器，各连接管路在检定压力下应具有良好的气密性，密封性检查应严格按检定装置的操作规程，确认系统无泄漏后方可进行检定。
- 预运行：在试验开始之前，被检流量计应通气预运行，应在 $0.7q_{\max} \sim q_{\max}$ 流量范围通流5min。
- 检定流量：示值误差流量试验点至少应包含 $q_{\max}$ 、 $0.5q_{\max}$ 、 $q_t$ 、 $q_{\min}$ ，除 $q_{\min}$ 、 $0.1q_{\max}$ 和 $q_{\max}$ 应分别控制在 $(1 \sim 1.1)q_{\min}$ 、 $(1 \sim 1.1)q_t$ 、 $(0.9 \sim 1)q_{\max}$ 外，其他点均应在设定流量的±5%以内。流量点的误差由多次独立测量的误差平均值确定，每个流量点的试验次数应不少于3次。
- 示值误差测量：将标准装置流量设置或调整至所试验流量点，控制标准装置和流量计同时开始流量测量，经一段时间后，控制标准装置和流量计同时停止测量，记录标准装置流量、流量计输出值、标准装置处和流量计处的气体温度 $T_s$ 、 $T_m$ 和气体压力 $p_s$ 、 $p_m$ ，计算第*i*流量点第*j*次的示值误差。

流量计各流量点单次测量的相对示值误差按式(1)计算：

$$E_{ij} = \frac{Q_{ij} - (Q_s)_{ij}}{(Q_s)_{ij}} \times 100\% \quad \text{或} \quad E_{ij} = \frac{q_{ij} - (q_s)_{ij}}{(q_s)_{ij}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $E_{ij}$ ——第*i*流量点第*j*次试验流量计相对示值误差，%；
- $Q_{ij}$ ——第*i*流量点第*j*次试验流量计累积流量；
- $(Q_s)_{ij}$ ——第*i*流量点第*j*次试验标准装置累积流量；
- $q_{ij}$ ——第*i*流量点第*j*次试验流量计瞬时流量；
- $(q_s)_{ij}$ ——第*i*流量点第*j*次试验标准装置瞬时流量。



第  $i$  流量点流量计相对示值误差按式 (2) 计算:

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^n E_{ij}}{n} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$E_{ij}$ ——第  $i$  流量点第  $j$  次试验流量计相对示值误差, %;

$n$ ——第  $i$  流量点的试验次数。

流量计相对示值误差确定:

分别取  $q_t \leq q \leq q_{max}$  和  $q_{min} \leq q < q_t$  内流量点相对示值误差绝对值的最大值。

流量计相对示值误差计算结果应符合4.4.1要求。

g) 流量计引用误差计算

第  $i$  流量点第  $j$  次试验流量计引用误差按式 (3) 计算。

$$E_{ij} = \frac{q_{ij} - (q_s)_{ij}}{q_{max}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$q_{max}$ ——流量计流量范围上限。

第  $i$  流量点流量计引用误差按式 (2) 计算。

流量计引用误差取流量点中引用误差绝对值的最大值。

h) 重复性计算: 根据检定流量计的示值误差, 其重复性按式 (4)、式 (5) 计算:

$$(E_r)_i = \left[ \frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (E_{ij} - E_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$(E_r)_i$ ——第  $i$  流量点  $n$  次试验流量计重复性, %;

$$E_r = [(E_r)_i]_{max} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$E_r$ ——流量计重复性, %;

$[(E_r)_i]_{max}$ ——对给出准确度等级的流量计分别取  $q_t \leq q \leq q_{max}$  和  $q_{min} \leq q < q_t$  内流量点重复性最大值; 对给出引用误差的流量计取流量点中重复性最大值。

### 5.3.2 零点稳定度

启动流量计校零程序, 流量计工作在最大流量下, 维持5min后关断气流, 在确信流量计内无气体流动的情况下, 读取静态输出流量示值。重复试验三次, 将测试数据作算术平均后按式 (6) 计算。

$$r = \left| \frac{q_0}{q_{max}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$r$ ——零点稳定度, %;

$q_0$ ——静态输出流量示值平均值,  $m^3/h$ 或 $L/min$ ;

$q_{max}$ ——流量计最大流量,  $m^3/h$ 或 $L/min$ 。





## 5.4 安全

### 5.4.1 密封性

将流量计安装在密封性试验台上,用空气或水为介质对流量计加压,至流量计最大工作压力,持续时间不少于5min,流量计无渗漏。

### 5.4.2 耐压强度

将流量计安装在耐压强度试验台上,用水作介质对流量计加压,至1.5倍流量计的最大工作压力,持续时间不少于5min,流量计无渗漏和损坏。

### 5.4.3 绝缘电阻

按试验设备使用方法,测量流量计电源端子与接地端子之间、输出端子与接地端子之间的绝缘电阻,各端子之间的绝缘电阻测量结果应符合4.5.3中表3的要求。

### 5.4.4 绝缘强度

用绝缘强度测量仪对流量计的电源端子与接地端子、输出端子与接地端子施加4.5.4中表4要求的正弦试验电压,持续1min,无击穿或飞弧现象。

### 5.4.5 防爆性能

按GB 3836-2010规定的要求进行试验并取得国家指定防爆部门的防爆合格证。

### 5.4.6 外壳防护性能

按GB 4208规定的方法进行相应等级的防水与防尘试验,达到IP66等级要求。

## 5.5 环境适应性(贮存环境)

### 5.5.1 低温

按GB/T 2423.1“试验 Ad”相关要求进行试验后,流量计显示和检测功能正常,计量性能符合要求。

### 5.5.2 高温

按GB/T 2423.2“试验 Bd”相关要求进行试验后,流量计显示和检测功能正常,计量性能符合要求。

### 5.5.3 恒定湿热

按GB/T 2423.3“试验 Cab”相关要求进行试验后,流量计显示和检测功能正常,计量性能符合要求。

### 5.5.4 振动

按GB/T 2423.10“试验 Fc”相关要求进行试验后,流量计显示和检测功能正常,计量性能符合要求。

## 5.6 电磁兼容性

### 5.6.1 静电放电抗扰度

按GB/T 17626.2-2018规定的方法进行试验,达到3级要求。

### 5.6.2 工频磁场抗扰度

按GB/T 17626.8-2016规定的方法进行试验,达到3级要求。

### 5.6.3 电源中断

按GB/T 17626.11-2008规定的方法进行试验,达到0% UT要求。

## 6 检验规则

检验分出厂检验和型式检验。

### 6.1 出厂检验

6.1.1 产品经公司质检部门逐台检验,检验合格附上合格证后,方能出厂。

6.1.2 检验项目:4.3、4.4.1、4.5.1、4.5.2。



6.1.3 判定规则：所检项目全部合格，判该产品合格。若出现不合格项，允许返工后复检，若仍有不合格项，则判该产品不合格。

## 6.2 型式检验

### 6.2.1 试验条件

- a) 环境温度：(20±5)℃；
- b) 相对湿度：(40~75)%；
- c) 大气压力：(86~106)kPa；

6.2.2 产品正常生产三年时，应进行一次型式检验；若有下列情况之一时，亦应进行型式检验：

- a) 产品定型时；
- b) 当材料来源或工艺条件有较大改变，可能影响产品质量时；
- c) 产品停产一年以上，重新恢复生产时；
- d) 国家质量监督部门提出要求时。

6.2.3 抽样：从出厂检验合格产品中随机抽取3台。

6.2.4 判定规则：型式检验判定按 JJF 1015-2014 中 5.5 条的相关要求进行。

## 7 标志、标签、使用说明书

### 7.1 标志

7.1.1 产品铭牌上应有下列内容：

- a) 产品名称、规格及型号；
- b) 精度（准确度等级或最大允许误差）；
- c) 出厂编号；
- d) 出厂日期；
- e) 公司名称；
- f) 测量范围；
- g) 环境温度；
- h) 防爆标志；
- i) 防爆合格证号；
- j) 型式评价许可证标志及编号。

7.1.2 产品包装上应有以下内容：

- a) 公司名称和地址；
- b) 产品名称、型号；
- c) “向上”、“易碎物品”、“怕雨”、“堆码层数极限”等储运图示标志（应符合 GB/T 191-2008 的规定）。

### 7.2 标签

产品合格证标签上应有以下内容：

- a) 检验员代号；
- b) 检验合格印章；
- c) 检验日期。

### 7.3 使用说明书

使用说明书中应有以下内容：

- a) 产品用途；
- b) 性能简介；



- c) 使用方法;
- d) 安装要求;
- e) 注意事项;
- f) 产品执行标准编号。

## 8 包装、运输、贮存

### 8.1 包装

产品包装好后与合格证、使用说明书等随机文件一起放入包装箱。

### 8.2 运输

产品采用一般交通工具运输，在运输过程中不得剧烈振动、摔撞，避免与腐蚀物质混存混运。

### 8.3 贮存

产品应存放于阴凉、通风、干燥无腐蚀性物质的仓库内。

---

企业标准信息公共服务平台  
公开  
2022年03月03日 14点56分