



# BT702 型流量积算仪使用说明

**Version Number : 3.0**



## 目 录

第一章 技术指标-----	3
1.1 输入-----	3
1.2 输出-----	3
1.3 精度-----	3
1.4 通讯-----	3
1.5 显示-----	3
1.6 供电-----	3
1.7 保存条件-----	3
1.8 工作条件-----	3
1.9 选型说明-----	4
第二章 安装与接线-----	5
2.1 外形尺寸-----	5
2.2 端子接线-----	5
第三章 操作及参数说明-----	6
一、面板说明-----	6
二、画面说明-----	6
A 主测控画面-----	6
B 设置画面-----	6
C 日、月累积报表-----	7
D 停电记录-----	7
E 实时曲线及历史记录、报警记录查询画面-----	7
三、主菜单设定-----	8
3.1 一级参数设定-----	8
3.2 二级参数设定-----	9
3.3 补偿参数设定-----	10
3.4 记录设定-----	10
3.5 权限设定-----	11
3.6 系统设定-----	11
第四章 报警说明-----	12
4.1 上限报警及上限报警回差-----	12
4.2 下限报警及下限报警回差-----	12
4.3 定量报警及提前值-----	12
4.4 定量报警显示画面-----	13
第五章 流量算法说明-----	14
一、质量瞬时流量算法-----	14
二、从质量流量转换到标准体积流量算法-----	15
三、单位换算-----	16
四、常用气体密度表-----	16
五、计算流量系数 K 的应用举例-----	17

## 第一章 技术指标

### 1.1 输入

支持流量及温、压补偿信号输入。

支持多种信号类型，只需通过仪表组态即可选择以下信号的输入：

流量：0~10mA、4~20mA、0~20mA、0~5V、1~5V；脉冲频率，PNP、NPN 开关信号（1Hz~8kHz）；

压力：0~5V、1~5V、0~10mA、0~20mA、4~20mA；

温度：K、S、B、E、N、J、T、Pt100、Cu50、0~20mV、0~60mV、0~100mV、0~5V、1~5V、0~10mA、0~20mA、4~20mA。

可扩展外部清零控制接口。

### 1.2 输出

瞬时流量变送，负载能力 1000Ω（最大）；

上、下限和批量及增量报警；

支持最多三路隔离的 24VDC/30mA 馈电输出；

### 1.3 精度

流量：±0.2% F.S.；

温度：±0.2% F.S.；

压力：±0.2 F.S.；

### 1.4 通讯

支持 RS485、RS232 通讯接口。

2.5 记录间隔：1 秒~5 个小时可设定。

2.6 记录容量：32MB

2.7 记录时间

$$T(h) = \{[(\text{存储器容量(MBit)} \times 131072) / (\text{通道总数} \times 3 + 6)] \times \text{记录间隔(S)}\} / 3600$$

### 2.8 查询方式

单点查询

翻页查询

按时间查询

### 2.9 显示：

分辨率 128×64；刷新频率：1Hz

5 位瞬时流量，10 位累积流量；同时显示流量、压力、温度、总累积值和本次累积值

### 2.10 电源：

85~265VAC、DC

### 2.11 尺寸

A 外型尺寸：96mm×96mm×100mm      开孔尺寸： $92^{+1}_{-0}$ mm× $92^{+1}_{-0}$ mm

F 外型尺寸：160mm×80mm×115mm      开孔尺寸： $152^{+1}_{-0}$ mm× $76^{+1}_{-0}$ mm

### 2.12 存放条件

温度：-20~65℃，避免日光直晒      湿度：<85%RH（无凝结）

### 2.13 工作条件

温度：-10~55℃

湿度：10%~85%RH（无凝结）

### 1.9 选型说明

BT	□	□	□	□	□	□	□	□	说明
系列号	基本型号	外形	温度补偿	压力补偿	输出一	输出二	输出三	输出四	
	700								数码管显示流量积算仪
	702								液晶显示流量积算记录仪
		A							96×96×100mm:
		F							160×80×100mm 横式:
		E							80×160×100mm 竖式:
			N						无温度补偿
			Y						有温度补偿
				N					无压力补偿
				Y					有压力补偿
					N				无
					L2				瞬时流量变送模块; 负载力: 0~10mA<2.2kΩ; 4~20mA<1kΩ
					J1				报警继电器模块; 常开+常闭, 8A/220V
					V2				24V/30mA 馈电模块
					V21				自隔离 24V 或 ±12V 馈电模块, 30mA
						N			无
						J1			报警继电器模块; 常开+常闭, 8A/220V
						V2			24V/30mA 馈电模块
						V21			自隔离 24V 或 ±12V 馈电模块, 30mA
							N		无
							W1		外接复位或清零控制模块
							J1		报警继电器模块; 常开+常闭, 8A/220V
							V2		24V/30mA 馈电模块
							V21		自隔离 24V 或 ±12V 馈电模块, 30mA
								N	无
								R	RS232 通信模块
								S	RS485 通信模块
								V2	24V/30mA 馈电模块
								V21	自隔离 24V 或 ±12V 馈电模块, 30mA

## 第二章 安装与接线

### 2.1 外形尺寸

2.1.1 A形面板：96×96mm，安装开孔：92×92<sup>+0.5</sup>

2.1.2 F形面板：160×80mm横式,安装开孔：152×76<sup>+0.5</sup>



图 2.1 A 外形尺寸图



图 2.2 F 外形尺寸图

### 2.2 接线端子

2.2.1 A外形接线（图 2.3）

2.2.2 F外形接线--图 2.3 顺时针旋转 90°

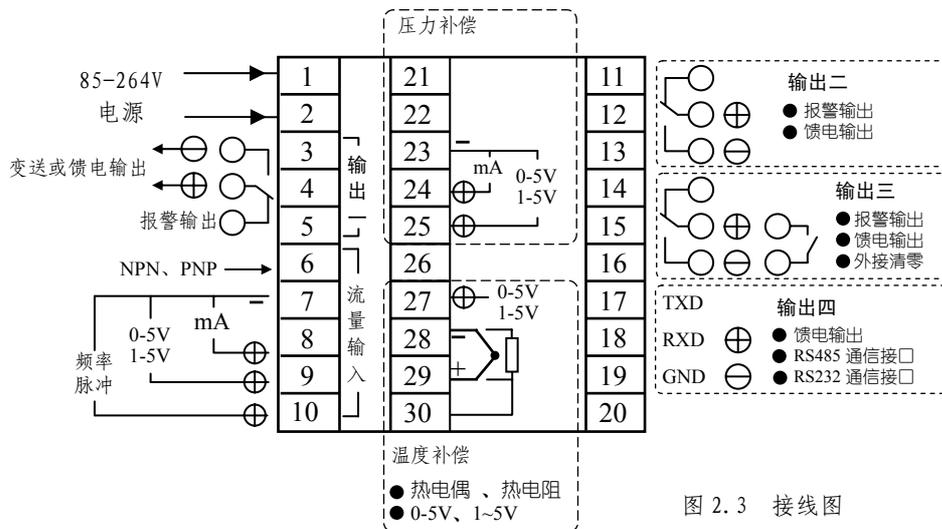


图 2.3 接线图

说明：

- 流量信号：7 端是流量输入信号的公共负端。0-20mA、4-20mA 从 7、8 端直接输入。如果是 0-10mA 请并联 500Ω精密电阻从 7、9 端输入。如果配 PNP、NPN 类开关信号，须要加装一个 24V 馈电模块。接线时请在外部将 24V 的负端和信号输入的负端（7）连接。
- 压力信号：23 端是压力输入信号的公共负端。0-20mA、4-20mA 从 23、24 端直接输入。如果是 0-10mA 请并联 500Ω精密电阻从 23、25 端输入。
- 温度信号：28 端是温度输入信号的公共负端。热电偶从 28、29 端输入，热电阻从 28、29、30 端输入（两线制接 28、29，将 29、30 短接）。温度变送器信号接 27、28。如果是 0-10mA 须并联 500Ω精密电阻，4-20mA 并联 250Ω精密电阻。
- 如果报警 2 位置安装了 W1 模块，可在 15、16 端接入开关实现外部或远程清零。

### 第三章 操作及参数说明

#### 一. 面板说明



图 3.1 面板说明

- ① 液晶显示窗
- ② “**Q**” 确认键。当光标移动到设定项目，设定项反白显示，点按则进入该设定项的设置，设定完成后，再按该键则退出设定。
- ③ “**<**” 按键：在正常显示状态下用于切换显示主测控画面（图 3.2）、菜单设置画面（图 3.3）、日月累计报表记录（图 3.4）、停电记录（图 3.5）、定量累计画面（图 3.6）、实时曲线及历史记录、报警记录查询画面（图 3.6A）。在数值设定状态下用于移动选择设定的数位；在设定项反白显示时用于快速返回；

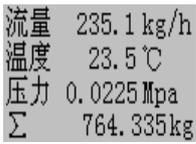


图 3.2



图 3.3



图 3.4

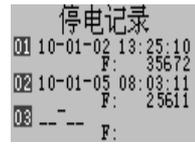


图 3.5

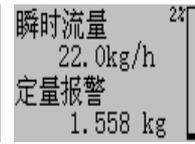


图 3.6

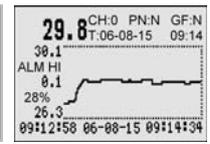


图 3.6A

- ④ “**^**” 按键：在设定项反白显示时用于向上选择设定项；在进入设定数值状态，数值反白显示时用于增加数值；
- ⑤ “**v**” 按键：在设定项反白显示时用于向下选择设定项；在进入设定数值状态，数值反白显示时用于减小数值；

#### 二. 画面说明

##### A 主测控画面（图 3.7）

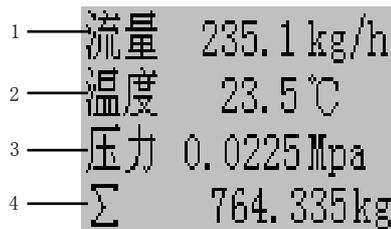


图 3.7

- 1 瞬时流量测量值(单位可在系统参数内修改)
- 2 温度补偿值(无温度补偿显示“NONE”)
- 3 压力补偿值 (无压力补偿显示“NONE”)
- 4 当前总累积值

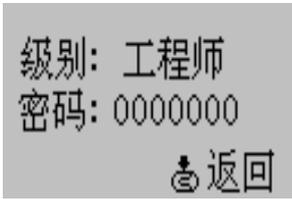
##### B 设置画面



图 3.8

菜单设定项“MENU”（图 3.8）：进入设定主菜单。当光标停留在该项时，按“

解锁说明（图 3.9）



先将光标移至“级别”项，按“   

系统初始密码：00000000，用户可以在设定主菜单中的“级别”选项中修改操作权限密码。

图 3.9

C 日、月累积报表（图 3.10）



图 3.10

用“  

D 停电记录图（3.11）

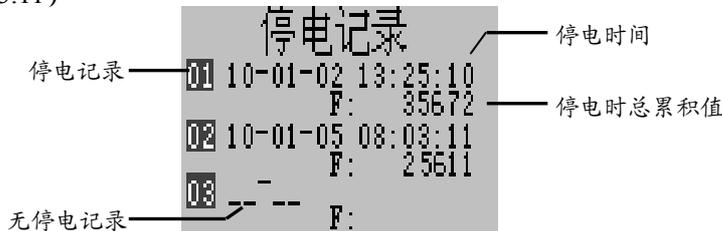


图 3.11

在此画面下按“ 

E 实时曲线及历史记录、报警记录查询画面（图 3.11A 不具备记录的仪表无此画面）

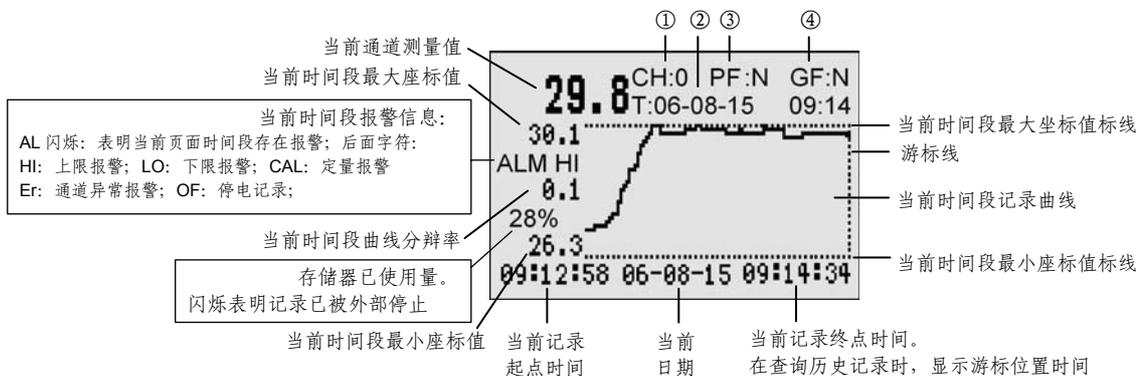


图 3.11A

### 三、主菜单设定 (图 3.12)

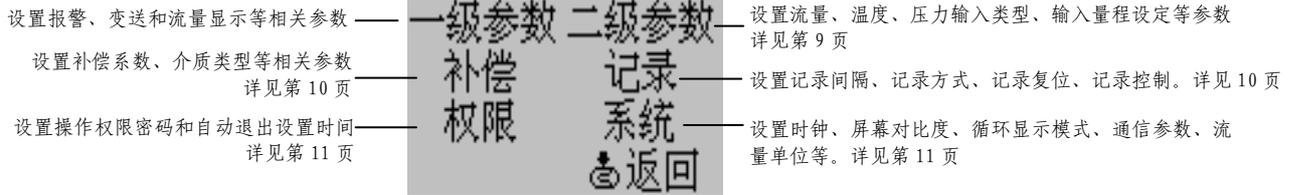


图 3.12

#### 3.1 一级参数设定

将光标移至“一级参数”设定项，按“ $\square$ ”键进入一级参数设定菜单 (图 3.13~图 3.19):

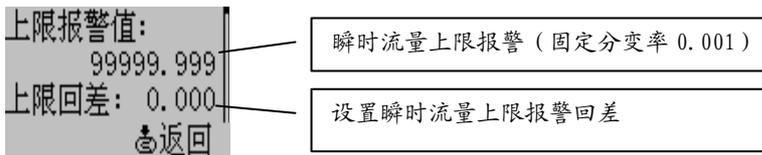


图 3.13

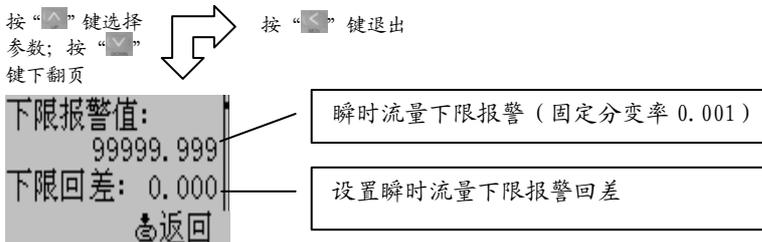


图 3.14



图 3.15

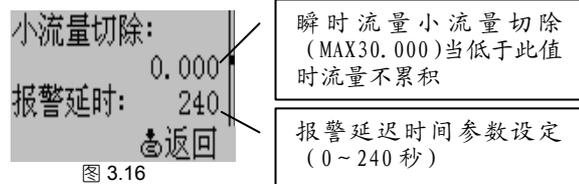


图 3.16

报警输出: 0000  
系统功能: 00000  
小数点分辨率: 31  
返回

报警输出定义参数, 按下式计算:  
 $AL-OUT=A \times 1000+B \times 100+C \times 10+D$   
 A=0: 上限报警不输出  
 A=1: 上限报警从输出一位置输出  
 A=2: 上限报警从输出二位置输出  
 A=3: 上限报警从输出三位置输出  
 B=0: 下限报警不输出  
 B=1: 下限报警从输出一位置输出  
 B=2: 下限报警从输出二位置输出  
 B=3: 下限报警从输出三位置输出  
 C=0: 定量报警不输出 (本次累积显示自动关闭)  
 C=1: 定量报警从输出一位置输出 (本次累积显示自动打开)  
 C=2: 定量报警从输出二位置输出 (本次累积显示自动打开)  
 C=3: 定量报警从输出三位置输出 (本次累积显示自动打开)  
 D=1: 定量报警正作用;

系统功能选择参数, 按下式计算:  
 $Func=A \times 10000+B \times 1000+C \times 100+D \times 10+E$   
 式中:  
 A=0: 瞬时流量显示时间单位为小时;  
 A=1: 瞬时流量显示时间单位为分;  
 A=2: 瞬时流量显示时间单位为秒;  
 B=0: 关闭定量报警;  
 B=1: 开启定量报警;  
 C=0: 定量报警自动清零;  
 C=1: 定量报警手动清零;  
 D=0: 允许按组合键将累积值清零。适用一般计量场合;  
 D=1: 禁止按组合键将累积值清零。适用重要计量场合;  
 E=0: 禁止外接开关清零本次累积值;  
 E=1: 允许外接开关清零本次累积值 (报警 2 位置必须安装 W1 模块)

瞬时流量和累积流量显示分辨率选择参数, 按下式计算:  
 $DP= A \times 10+B$   
 式中:  
 A=0: 瞬时流量分辨率为 1;  
 A=1: 瞬时流量显示分辨率为 0.1, 显示满程自动右移一位;  
 A=2: 瞬时流量显示分辨率为 0.01, 显示满程自动右移一位;  
 A=3: 瞬时流量显示分辨率为 0.001, 显示满程自动右移一位;  
 B=0: 累积流量显示分辨率为 1;  
 B=1: 累积流量显示分辨率为 0.1, 显示满程自动右移一位;  
 B=2: 累积流量显示分辨率为 0.01, 显示满程自动右移一位;  
 B=3: 累积流量显示分辨率为 0.001, 显示满程自动右移一位;

图 3.17

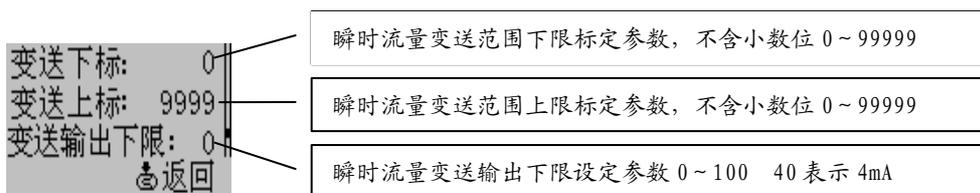


图 3.18

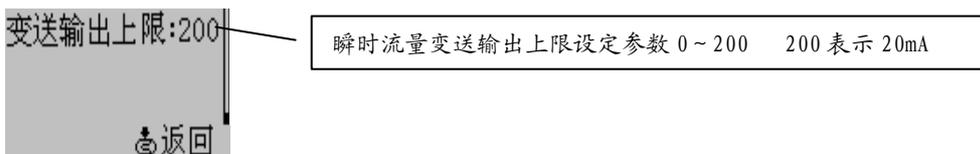


图 3.19

### 3.2 二级参数设定

将光标移至“二级参数”设定项，按“”键进入二级参数设定菜单（图 3.20~图 3.25）

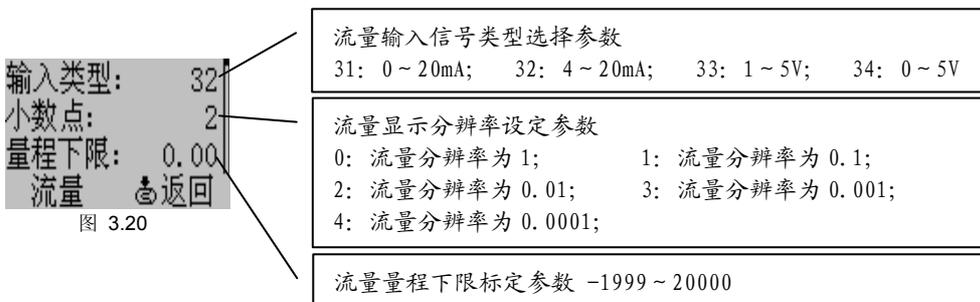


图 3.20

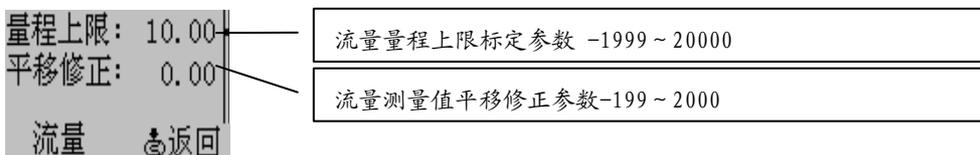


图 3.21

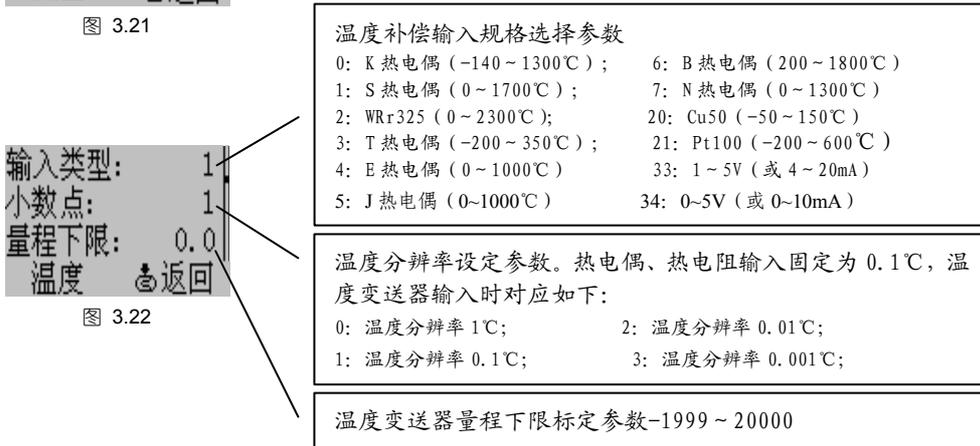


图 3.22

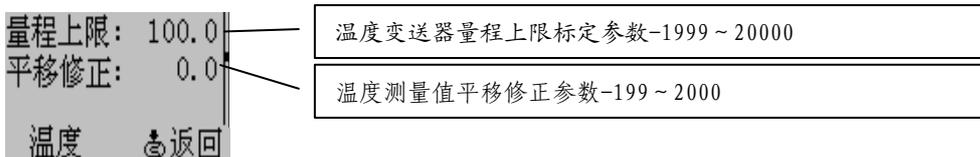


图 3.23

输入类型: 32 小数点: 4 量程下限: 0.0000 压力(Mpa) 返回	压力输入信号类型选择参数 27: 0-400Ω 远传压力表输入 31: 0~20mA; 32: 4~20mA; 33: 1~5V; 34: 0~5V
量程上限: 0.1000 平移修正: 0.0000 压力(Mpa) 返回	压力分辨率设定参数 0: 压力分辨率为 1; 3: 压力分辨率为 0.001; 1: 压力分辨率为 0.1; 4: 压力分辨率为 0.0001; 2: 压力分辨率为 0.01;
	压力变送器量程下限标定参数-1999~20000
	压力变送器量程上限标定参数-1999~20000
	压力测量值平移修正参数-199~2000

图 3.24

图 3.25

### 3.3 补偿参数设置

将光标移至“补偿”设定项，按“”键进入补偿设定菜单，按住键不放，同时点按键可以改变小数点位置

介质类型: 2 信号类型: 0 流量系数: 100.0 补偿 返回	介质类型 0: 被测介质为饱和蒸汽; 1: 被测介质为过热蒸汽; 2: 被测介质为其他类型;
P-A1: 1.000 P-A2: 1.000 P(kg/m³) 1.000 补偿 返回	输入流量信号类型 0: 流量输入为线性流量(G) 1: 流量输入为压差(ΔP)未开方 2: 流量输入为压差(ΔP)已开方 3: 流量输入为频率信号(f)
	流量系数(K) 0~99999
	密度补偿系数1 (-99999~99999)
	密度补偿系数2 (-99999~99999)
	工况密度 被测量介质工作状态下的密度值 0~99999 单位 Kg/m³
P <sub>20</sub> (kg/m³): 1.000 PA(Mpa): 0.1013 补偿 返回	标况密度 被测量介质在标准状态(1个标准大气压力、20℃)的密度值 0~99999 单位 Kg/m³
	仪表工作点大气压力 -99999~99999 Mpa

图 3.26

图 3.27

图 3.28

### 3.4 记录设定 (无记录功能的仪表此项操作无效)

将光标移至主菜单“记录”设定项 (图 3.12)，按“”键进入记录设定菜单 (图 3.29、图 3.30):

记录间隔: 0:00:00 记录方式: 存满停止 记录复位: 关 记录 返回	记录间隔设定 时间格式: 时: 分: 秒
	记录方式选择。 记录方式: 存储器存满后仪表自动擦除最早的数据继续记录。此模式下最新数据优先; 存满停止: 存储器存满后仪表停止记录并在信息栏提示“存储器满”, 须要用户干预执 擦除操作。此模式下原有数据优先。 注意: 如果在使用中途转换记录方式, 请先备份数据, 避免重要数据被覆盖!
	记录清除选择。 如果设定为“ON”, 将清除所有记录。数据擦除后不能恢复, 执行此操作要特别慎重!
记录控制: 内部控制 记录 返回	记录控制设定。 当选择“外部控制”时, 允许外部开关量启动或关闭仪表记录 (须要仪表辅助输出 3 位置加装 W1 模块)。 定义为: 开关断开-开始记录; 开关闭合-停止记录。

图 3.29

图 3.30

### 3.5 权限设定 (图 3.31)

将光标移至主菜单“权限”项 (图 3.12), 按“”键进入权限修改菜单 (图 3.31)。该项可以“工程师”身份登录修改:

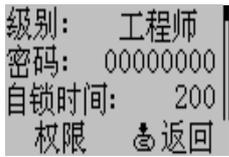


图 3.31

- 3.5.1 从“级别”选项选定操作级别“工程师”或“操作员”;  
“工程师”级别可以进行所有的项目修改和设定;  
“操作员”级别仅可拷贝数据到 U 盘;

3.5.2 将光标移至“新密码”选项, 输入新的密码, 按“”键确认退出后生效。

注: 仪表出厂时初始密码为八位“00000000”。修改密码后要切记, 否则将无法进行所有需要权限的项目操作。

3.5.3 “自锁时间”选项用于选择仪表在设定或修改参数后是否自动退出并锁定, 单位: 秒。例如: 若该项设定为 60, 在没有按键操作 60 秒后, 仪表自动退出并锁定, 进入设定须要重新输入密码; 将该项数值设定为 0 时, 仪表自动锁定功能取消, 在设定状态必须按“”键退出。

### 3.6 系统设定 (图 3.32~图 3.35)

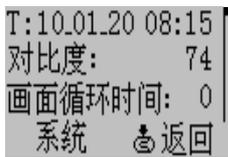


图 3.32

将光标移至主菜单的“系统”设定项 (图 3.12), 按“”键进入系统修改菜单 (图 3.32)。该项仅可以“工程师”身份登录修改:

光标移至“T”项, 按“”键进入, 按“ ”键修改日期和时间;

光标移至“对比度”项, 按“”键确认后, 按“ ”键调整对比度 (图 3.32)。新出厂的仪表已调校在最佳状态, 建议用户在仪表使用较长时间后, 如果显示亮度出现明显衰减时再调整该项。

光标移至“画面循环时间”项, 仪表支持总累积界面, 日累计, 停电记录三个画面自动循环显示。该项用于设定三个画面循环显示的时间间隔。0 为取消循环;

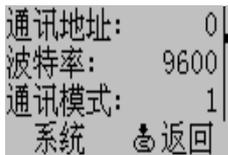


图 3.33

**通讯地址:** 仪表与其它智能设备或上位工控机通信时的地址; 通信地址的含义与通信模式有关。

1. 采用 BTBUS 通信协议。通信地址表示的是本台仪表的起始地址, 实际占用地址与温压补偿有关。例如: 地址为 1 的仪表带温度压力补偿, 那么这台仪表实际占用地址 1、2、3, 若仪表只带温度补偿则仪表实际占用地址 1、2, 依次类推;

2. 采用 MODBUS 通信协议。通信地址即本机实际地址, 与通道数无关。

**波特率:** 通信波特率。设置必须与连接的其它通信设备相同;

**通讯模式:** 有两种通信协议模式可选择。

模式 1: BTBUS 协议。采用该协议可以直接支持 BTDCS3000 组态软件以及现有的国内主流组态软件;

模式 2: MODBUS 协议。可以直接和采用该协议的设备通信, 也便于了解和熟悉该协议的工程技术人员自行编程, 还可以通过支持 MODBUS/TCP 的网关接入以太网络。

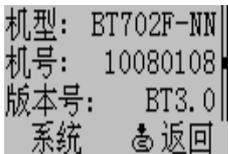


图 3.34

**机型:** 本机基本型号; 非用户参数

**机号:** 本机出厂编号 (ID); 非用户参数;

**版本号:** 软件版本号; 非用户参数

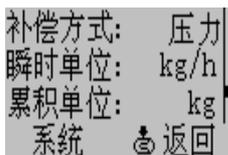


图 3.35

**补偿方式:** 补偿方式选择, 非用户参数 (出厂时已经设置)

无: 表示无温压补偿;

温度补偿: 表示带温度补偿;

压力补偿: 表示压力补偿

温压补偿: 表示带温度和压力补偿;

**瞬时单位:** 设置瞬时流量单位

**累积单位:** 设置累积流量单位

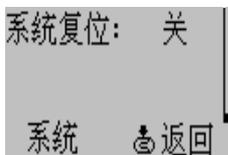


图 3.36

**系统复位:** 清除总累积

关: 表示关闭状态

开: 启动复位

### 第四章 报警说明

#### 4.1 上限报警及上限报警回差

当瞬时流量值达到上限报警值时，报警动作。小于上限报警值与上限报警回差之差时报警解除。

例：上限报警=10000，上限报警回差=50，则瞬时流量 $\geq 10000$ 报警动作， $\leq 9950$ 报警解除；

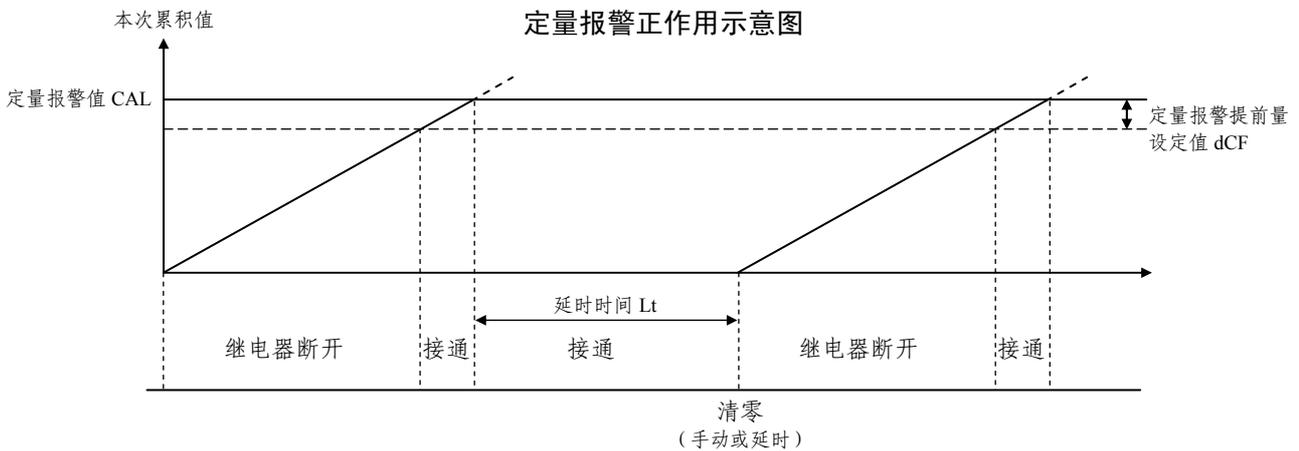
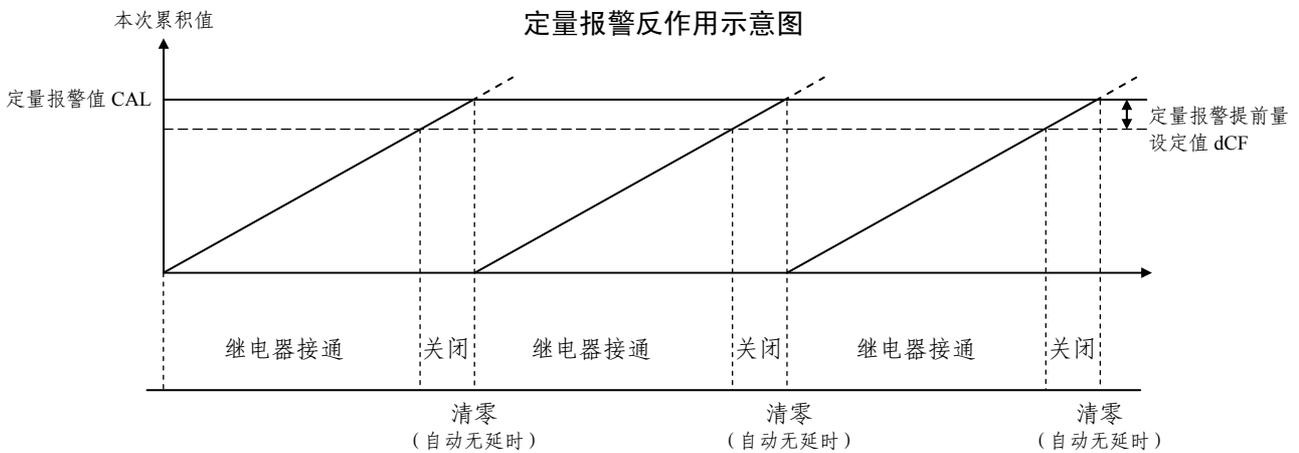
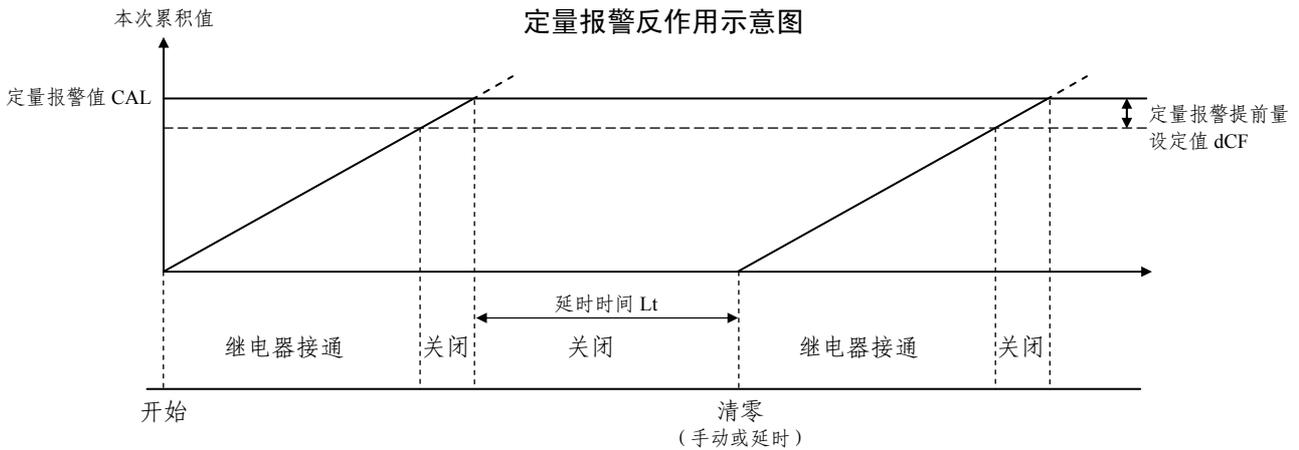
#### 4.2 下限报警及下限报警回差

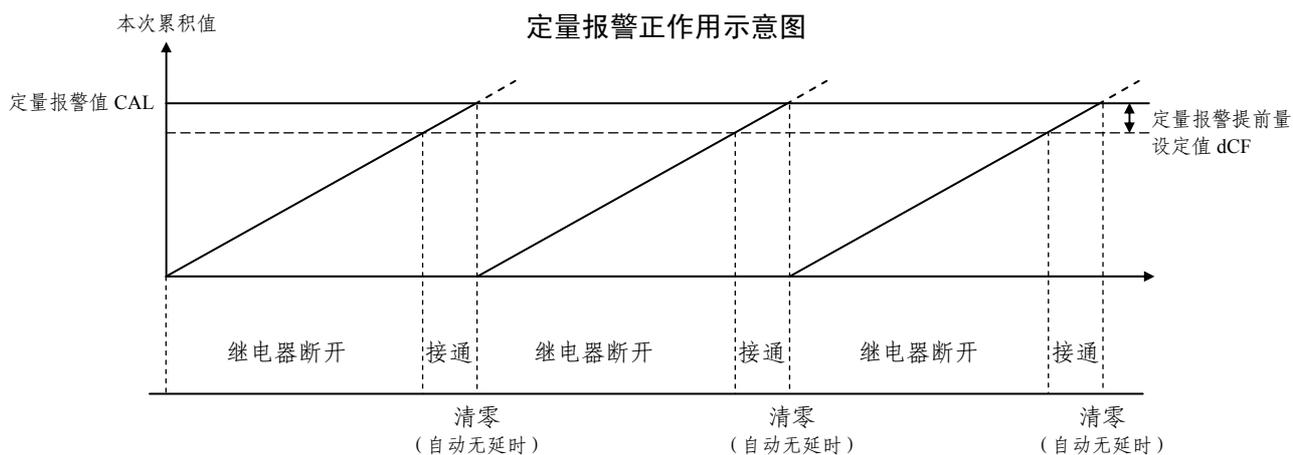
当瞬时流量值小于下限报警值时，报警动作。大于下限报警值与下限报警回差之和时报警解除。

例：下限报警=500，下限报警回差=5，则瞬时流量 $\leq 500$ 报警动作， $\geq 505$ 报警解除；

#### 4.3 定量报警及提前值

当定量报警功能打开（一级菜单参数 ALMOUT 中的 C 项不为零），定量报警设定值有效。其动作关系如下图所示：





#### 4.4 定量报警显示画面



## 第五章 流量算法说明

### 一、质量瞬时流量算法。

1. 输入信号为差压变送器 ( $\Delta P$ , 未开方)

$$M=K \times \sqrt{\rho \times \Delta P}$$

需要设定的参数: 流量系数K、介质工况密度  $\rho$  ( $\text{Kg/m}^3$ )。式中M: 仪表显示的质量流量;

2. 输入信号为差压变送器 ( $\Delta P$ , 未开方), 补偿温度(T)

$$M=K \times \sqrt{(A+B \times T) \times \Delta P}$$

需要设定的参数: 流量系数 K、补偿常数 A、补偿系数 B

3. 输入信号为差压变送器 ( $\Delta P$ , 未开方), 补偿压力(P)即表压

$$M=K \times \sqrt{(A+B \times P) \times \Delta P}$$

4. 输入信号为差压变送器 ( $\Delta P$ , 未开方), 补偿温度(T)、补偿压力(P)

$$M=K \times \sqrt{\rho_{20} \frac{(293.15^\circ\text{C}) \times (P + P_A)}{0.10133\text{MPa} \times (T + 273.15^\circ\text{C})} \times \Delta P}$$

需要设定的参数: 流量系数K、介质标况密度  $\rho_{20}$  (大气压力 0.10133MPa, 温度 20°C)  
仪表工作点大气压力  $P_A$  (MPa)

5. 输入信号为差压变送器 ( $\Delta P$ , 已开方)

$$M=K \times \sqrt{\rho} \times \Delta P$$

需要设定的参数: 流量系数K、介质工况密度  $\rho$  ( $\text{Kg/m}^3$ )

6. 输入信号为差压变送器 ( $\Delta P$ , 未开方), 补偿温度(T)

$$M=K \times \sqrt{(A+B \times T) \times \Delta P}$$

需要设定的参数: 流量系数 K、补偿常数 A、补偿系数 B

7. 输入信号为差压变送器 ( $\Delta P$ , 未开方), 补偿压力(P)

$$M=K \times \sqrt{(A+B \times P) \times \Delta P}$$

需要设定的参数: 流量系数 K、补偿常数 A、补偿系数 B

8. 输入信号为差压变送器 ( $\Delta P$ , 未开方), 补偿温度(T)、补偿压力(P)

$$M=K \times \sqrt{\rho_{20} \frac{(293.15^\circ\text{C}) \times (P + P_A)}{0.10133\text{MPa} \times (T + 273.15^\circ\text{C})} \times \Delta P}$$

需要设定的参数: 流量系数K、介质标况密度  $\rho_{20}$

9. 输入信号为流量 (G)

$$M=K \times G \times \rho$$

需要设定的参数: K、 $\rho$

10. 输入信号为流量 (G)、补偿温度 (T)

$$M=K \times (A+B \times T) \times G$$

需要设定的参数: K、A、B

11. 输入信号为流量 (G)、补偿压力 (P)

$$M=K \times (A+B \times P) \times G$$

需要设定的参数: K、A、B

12. 输入信号为流量 (G), 补偿温度 (T)、补偿压力 (P)

$$M=K \times \rho_{20} \times \frac{(293.15^{\circ}\text{C}) \times (P+P_A)}{0.10133\text{MPa} \times (T+273.15^{\circ}\text{C})} \times G$$

需要设定的参数: K、 $\rho_{20}$

13. 输入信号为频率 (f)

$$M=\frac{3.6}{K} \times \rho \times f$$

需要设定的参数: K、 $\rho$

14. 输入信号为频率 (f), 补偿温度 (T)

$$M=\frac{3.6}{K} \times (A+B \times T) \times f$$

需要设定的参数: K、A、B

15. 输入信号为频率 (f), 补偿压力 (P)

$$M=\frac{3.6}{K} \times (A+B \times P) \times f$$

需要设定的参数: K、A、B

16. 输入信号为频率 (f), 补偿温度 (T)、补偿压力 (P)

$$M=\frac{3.6}{K} \times \rho_{20} \times \frac{(293.15^{\circ}\text{C}) \times (P+P_A)}{0.10133\text{MPa} \times (T+273.15^{\circ}\text{C})} \times f$$

需要设定的参数: K、 $\rho_{20}$

17. 过热蒸汽测量, 输入信号为流量 (G)、补偿温度 (T)、补偿压力 (P)

$$M=K \times \rho_{\text{表}} \times G \quad \rho: \text{kg/m}^3; P: \text{MPa}; T: ^{\circ}\text{C}; \rho_{\text{表}}: \text{过热蒸汽密度表}$$

18. 过热蒸汽测量, 输入信号为差压 ( $\Delta P$ , 未开方)、补偿温度 (T)、补偿压力 (P)

$$M=K \times \sqrt{\rho_{\text{表}} \times \Delta P}$$

19. 过热蒸汽测量, 输入信号为差压 ( $\Delta P$ , 已开方)、补偿温度 (T)、补偿压力 (P)

$$M=K \times \sqrt{\rho_{\text{表}}} \times \Delta P$$

20. 过热蒸汽测量, 输入信号为频率 (f)、补偿温度 (T)、补偿压力 (P)

$$M=(3.6 \times \rho_{\text{表}} \times f)/K$$

21. 饱和蒸汽测量, 输入信号为流量 (G)、补偿温度 (T)、补偿压力 (P)

$$M=K \times \rho_{\text{表}} \times G \quad \rho: \text{kg/m}^3; P: \text{Mpa}; T: ^{\circ}\text{C}; \rho_{\text{表}}: \text{饱和蒸汽密度表}$$

22. 饱和蒸汽测量, 输入信号为差压 ( $\Delta P$ , 未开方)、补偿温度 (T)、补偿压力 (P)

$$M=K \times \sqrt{\rho_{\text{表}} \times \Delta P}$$

23. 饱和蒸汽测量, 输入信号为差压 ( $\Delta P$ , 已开方)、补偿温度 (T)、补偿压力 (P)

$$M=K \times \sqrt{\rho_{\text{表}}} \times \Delta P$$

24. 饱和蒸汽测量, 输入信号为频率 (f)、补偿温度 (T)、补偿压力 (P)

$$M=(3.6 \times \rho_{\text{表}} \times f)/K$$

二、从质量流量转换到标准体积流量算法

$$V_{\text{standard}}=\frac{M}{\rho_{20}} \quad \text{式中: } M\text{-质量流量; } V_{\text{standard}}\text{-标况体积流量}$$

## 三、单位换算：

1.  $m^3/h \rightarrow kg/h$

$$kg/h = V \times \rho$$

式中：V-体积流量( $m^3/h$ )； $\rho$ -密度( $kg/m^3$ )

2.  $kg/h \rightarrow m^3/h$

$$m^3/h = M / \rho$$

式中：M-质量流量 ( $kg/h$ )； $\rho$ -密度( $kg/m^3$ )

3.  $Nm^3/h \rightarrow$ 实际 $m^3/h$

$$V_{actual} = \frac{V_{as\ tan\ dard} (Nm^3/h) 273.15K \times P_{actual}(barabs)}{T_{actual}(K) \times 1.013(bar)}$$

式中： $V_{actual}$ -实际体积流量 ( $m^3/h$ )； $V_{a\ standard}$ -标况下体积流量 ( $Nm^3/h$ )； $P_{actual}$ -绝对压力 (bar)； $T_{actual}$ -实际温度 (K)

4. 实际 $m^3/h \rightarrow Nm^3/h$

$$V_{a\ standard} = \frac{V_{actual} (m^3/h) \times 273.15K \times P_{actual}(barabs)}{T_{actual}(K) \times 1.013(bar)}$$

5. 标准密度 $\rightarrow$ 实际密度

$$\rho_{actual}(kg/m^3) = \frac{\rho_{as\ tan\ dard}(kg/Nm^3) \times P_{actual}(barabs) \times 273.15K}{T_{actual}(K)}$$

式中： $\rho_{actual}$ -实际密度； $\rho_{a\ standard}$ -标准密度

6. 实际密度 $\rightarrow$ 标准密度

$$\rho = \rho_{20} \frac{(293.15^\circ C) \times (P + P_A)}{0.10133MPa \times (T + 273.15^\circ C)}$$

7.  $MPa \rightarrow Kgf/cm^2$

$$1MPa = 10.19745Kgf/cm^2$$

## 四、常用气体密度表：

气体名称	0℃760mmHg (Kg/m3)	20℃760mmHg (Kg/m3)	气体名称	0℃760mmHg (Kg/m3)	20℃760mmHg (Kg/m3)
干空气	1.2928	1.205	乙炔	1.1717	1.091
氮	1.02506	1.0165	甲烷	0.7167	0.668
氢	0.08988	0.084	乙烷	1.3567	1.263
痒	1.4289	1.331	丙烷	2.005	1.867
氯	3.214	3.00	乙烯	1.2604	1.174
氨	0.771	0.719	丙烯	1.914	1.784
一氧化碳	1.2504	1.165	天然气	根据成分定	根据成分定
二氧化碳	1.977	1.842	煤气	根据成分定	根据成分定

## 五、计算流量系数 K 的应用举例

例 1: 孔板测量某气体, 流量信号 (4~20mA) (已开方) 对应差压值 0~10.000KPa, 最大流量 (G) 为 2000Nm<sup>3</sup>/h, 该气体在工作温度为 150℃, 工作绝对压力为 0.8MPa 时, 密度是 5.092kg/m<sup>3</sup>  
测温传感器为 Pt100, 测压变送器 (4~20mA), 0~1.6MPa(表压)

公式:

$$M = K \times \sqrt{\rho_{20} \frac{(293.15^\circ C) \times (P + P_A)}{0.10133 \text{ MPa} \times (T + 273.15^\circ C)}} \times \Delta P$$

根据密度转换公式:

$$\rho = \rho_{20} \frac{(293.15^\circ C) \times (P + P_A)}{0.10133 \text{ MPa} \times (T + 273.15^\circ C)}$$

$$5.092 = \rho_{20} \frac{293.15^\circ C \times 0.8}{0.10133 \text{ MPa} \times (150 + 273.15^\circ C)}$$

得:  $\rho_{20} = 0.931$

根据公式:  $M = \rho_{20} \times G = 0.931 \times 2000 = 1862$

$$K = \frac{M}{\sqrt{\rho_{20} \frac{(293.15^\circ C) \times (P + P_A)}{0.10133 \text{ MPa} \times (T + 273.15^\circ C)}} \times \Delta P} = \frac{1862}{\sqrt{5.092 \times 10}} = 82.535$$

例 2: 孔板测量某气体, 线性输入, 带温度, 压力补偿。相关数据如下:

流量变送器: (4~20mA), 0~200t/h(线性)

压力变送器: (4~20mA), 0~2.0MPa(表压)

温度传感器: Pt100, 0~400℃

工作点大气压 ( $P_A$ ): 0.10133MPa

标况密度:  $\rho_{20} = 2.8 \text{ Kg/m}^3$ ;

当表压为 2MPa, 温度为 400℃ 时, 气体的最大瞬时流量 (M) = 200t/h

$$M = K \times \rho_{20} \frac{(293.15^\circ C) \times (P + P_A)}{0.10133 \text{ MPa} \times (T + 273.15^\circ C)} \times G$$

$$K = \frac{M}{\rho_{20} \frac{(293.15^\circ C) \times (P + P_A)}{0.10133 \text{ MPa} \times (T + 273.15^\circ C)} \times G} = \frac{200}{2.8 \times \frac{(273.15 + 20) \times (2.0 + 0.10133)}{0.10133 \times (400 + 273.15)}} \times 200 = 0.0395$$

例 3: 涡街流量测量过热蒸汽, 线性输入, 带温度, 压力补偿。相关数据如下:

流量变送器: (4~20mA), 量程: 0~100t/h(线性)

压力变送器: (1~5V), 量程: 0~4.0 MPa(表压)

温度变送器: (4~20mA), 量程: 0~400℃

工作点大气压 ( $P_A$ ): 0.10133MPa

当补偿压力  $P = 2.9 \text{ MPa}$ , 补偿  $T = 370^\circ \text{C}$  时, 最大瞬时流量  $M = 100 \text{ t/h}$ ;

根据公式:  $P_{\text{绝压}} = P_{\text{表压}} + P_A = 2.9 + 0.10133 \text{ MPa} = 3.00133 \text{ MPa}$

当压力 $P=3.0$ ，温度 $T=370^{\circ}\text{C}$ 时，查过热蒸汽表得： $\rho=10.6308\text{Kg}/\text{m}^3$

根据公式： $M=K \times \rho \times G$

$$\text{得： } K = \frac{M}{\rho \times G} = \frac{100}{10.6308 \times 100} = 0.0941$$

例 4：孔板测量线性输入，带温度，压力补偿。相关数据如下；

流量变送器：（4~20mA），量程：0~100KPa(未开方)

压力变送器：（1~5V），量程：0~5MPa(表压)

温度变送器：（4~20mA），量程：0~400℃

工作点大气压（ $P_A$ ）：0.10133MPa

当补偿压力  $P=2.9\text{MPa}$ ，补偿  $T=370^{\circ}\text{C}$ 时，最大瞬时流量  $M=100\text{t}/\text{h}$ ；

根据公式： $P_{\text{绝压}}=P_{\text{表压}}+P_A=2.9\text{MPa}+0.10133\text{MPa}=3.00133\text{MPa}$

当压力 $P=3\text{MPa}$ ，温度 $T=370^{\circ}\text{C}$ 时，查过热蒸汽表得： $\rho=10.6308\text{Kg}/\text{m}^3$

根据公式： $M=K \times \sqrt{\rho \times \Delta P}$

$$\text{得： } K = \frac{M}{\sqrt{\rho \times \Delta P}} = \frac{100}{\sqrt{10.6308 \times 100}} = 3.067$$

例 5：电磁流量变送器测量某液体。线性输入，带温度补偿，系统有关数据如下；

流量变送器：（4~20mA），量程：0~100t/h(线性)

温度变送器：（4~20mA），量程：0~300℃

温度与密度关系如下：

工作温度 $T(^{\circ}\text{C})$	100	200
密度 $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	25.46	50.03

当补偿温度  $T=150^{\circ}\text{C}$ 时，最大瞬时流量  $M=100\text{t}/\text{h}$

根据公式： $\rho=A_1+A_2 \times T$

$$\text{得： } \begin{cases} A_1 + A_2 \times 100 = 25.46 \\ A_1 + A_2 \times 200 = 50.03 \end{cases} \quad \text{解出： } A_1=0.89, A_2=0.2457$$

根据公式： $M=K \times (A_1+A_2 \times T) \times G$

$$\text{得： } K = \frac{M}{(A_1 + A_2 \times T) \times G} = \frac{100}{(0.89 + 0.2457 \times 150) \times 100} = 0.0264$$