

WSAT-LK

智能流量积算控制仪

全自动温度压力补偿

高精度表格温压补偿

全电脑数字自动调校

全开放内部参数设定

多种分度号输入选择

方便的网络通讯功能



2007（新版本）

操作手册

红器自控（江苏）有限公司
Hongqi Automation (Jiangsu) Co., LTD.



LK 系列智能流量积算控制仪外形尺寸

	LK80（横式）	
仪 表 形 式		
外 形 尺 寸	宽×高×深 160×80×90mm	
	LK80S（竖式）	
仪 表 形 式		
外 形 尺 寸	宽 × 高 × 深 80×160×90mm	

目 录

一、概述	1
二、功能	1
三、技术指标	3
四、仪表安装与外形尺寸	4
五、仪表工作原理	4
六、数学模型	4
七、操作说明	9
八、累积流量清零的方法	16
九、二级参数设定	16
十、流量系数自动演算功能	20
十一、输入信号的切换方式	21
十二、故障显示校正措施	21
十三、显示切换方式	21
十四、时间设定和显示	22
十五、仪表通讯组成	23
十六、接线图	24
十七、智能流量积算控制仪系列型谱表	25
十八、输入类型表	26
十九、型号举例	26
二十、订货注意	26
二十一、饱和蒸汽密度表	27
二十二、过热蒸汽密度表	29
二十三、常用气体密度表	32
二十四、换算公式	32
二十五、编程举例	32
二十六、系统典型应用接线举例	48

一、概述

LK 系列可编程自动补偿流量积算控制仪，适用于各种液体、蒸汽、天然气、一般气体等的测量。已广泛的应用于生物、石油、化工、冶金、电力、医药、食品、能源管理、航空航天、机械制造等行业的流量积算控制。

采用单片微处理器控制，使仪表的系统稳定性、可靠性及安全性等都大为提高。

具有多种输入信号功能，可配接各种差压流量传感器、压力流量传感器以及各种频率式流量传感器等（如涡轮、涡轮、孔板等）。

采用先进的微机技术，可满足各种不同的一次仪表要求的补偿方式。

编程简单，容易掌握，功能齐全，通用性好，能进行压力、温度的自动补偿。

各通道输入信号类型可通过内部参数设定自由更改。

支持多机通讯，具有多种标准串行输出，通讯波特率300~9600bps仪表内部参数自由设定，可与各种带串行输入输出的设备（如电脑、可编程控制器、PLC等）进行通讯，构成能源计量管理系统。配用WSAT系列数据采集器和组态王工控组态软件，可方便的扩充至多台本仪表与上位机进行联网管理。

可直接配接串行微型打印机，以实现瞬时流量测量值、累积流量值、流量（差压、频率）输入值、压力补偿输入值、温度补偿输入值的即时打印和定时打印。

具有极宽的显示范围，可显示整四位瞬时流量测量值（0~9999字），可显示整八位流量累积测量值（0~99999999字），可精确到小数点后三位（0.001）进行累积。

采用计算机全数字自动调校功能，整机无可动部件，保证系统可靠、安全运行。

采用查表法进行计算，可全自动对过热蒸汽、饱和蒸汽等进行精度极高的积算控制。

二、功能

可对质量流量自动进行计算和累积

可对标准体积流量自动进行计算和累积

可同时显示瞬时流量测量值及流量累积值

可切换显示瞬时流量测量值、流量（差压、频率）测量值、差压测量值、压力补偿测量值、温度补偿测量值及频率测量值。

可设定流量小信号切除功能（瞬时流量小于设定值时流量不累积）

可设定流量定量控制功能（流量累积值大于（或小于）设定值时输出控制信号）

可自动进行温度、压力补偿

可编程选择以下几种传感器形式：

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1、 ΔP | 输入为差压式流量传感器 |
| 2、 ΔP 、 T | 输入为差压式流量传感器和温度传感器 |
| 3、 ΔP 、 P | 输入为差压式流量传感器、压力传感器 |
| 4、 f | 输入为频率式流量传感器 |
| 5、 f 、 T | 输入为频率式流量传感器和温度传感器 |
| 6、 f 、 P | 输入为频率式流量传感器、压力传感器 |
| 7、 f 、 P 、 T | 输入为频率式流量传感器、压力传感器和温度传感器 |
| 8、 G | 输入为流量传感器（线性流量信号） |
| 9、 G 、 T | 输入流量传感器和温度传感器 |
| 10、 G 、 P | 输入为流量传感器和压力传感器 |
| 11、 G 、 T 、 P | 输入为流量传感器、温度传感器和压力传感器 |

具有三种补偿功能	温度自动补偿 压力自动补偿 温度和压力自动补偿
多种类型信号输入	电流：0~10mA或4~20mA 电压：0~5V、1~5V或mV 电阻：热电阻PT100 电偶：K、E 频率：0~5KHz
输入信号切换	温度补偿信号：PT100、K、E、0~10mA（0~5V）、4~20mA（1~5V）通过内部参数设定可自动切换 压力补偿信号：0~10mA（0~5V）、4~20mA（1~5V）通过内部参数设定可自动切换 流量输入信号：0~10mA（0~5V）、4~20mA（1~5V）通过内部参数设定可自动切换
显示功能	可选择高亮度LED数码管显示 可同时显示通道的瞬时流量测量值、累积值、差压测量值、压力补偿测量值、温度补偿测量值及频率测量值等 显示瞬时流量值为整四位（0~9999字） PV显示累积流量值为整八位（0~99999999字） 当前日期、当前时间显示为整十二位 累积量满量程（满整八位）时自动清零
报警功能	瞬时流量上限、下限报警功能
模拟量输出	直流电流0~10mA或4~20mA输出，负载0~500 Ω 直流电压0~5V或1~5V输出（负载 $\leq 250 \Omega$ ）
输出信号切换	输出信号0~10mA（0~5V）或4~20mA（1~5V）
联机通讯	通讯协议为二线制、三线制或四线制（如RS-485、RS-323、RS-422等），亦可由用户特殊要求，波特率 300~9600bps 可由仪表内部参数自由设定。接口和主机采用光电隔离，提高系统的可靠性及数据的安全性。通讯距离可达1公里，上位机可采集各种信号与数据，构成能源管理和控制系统。配用WSAT数据采集器和WSAT工控组态软件，可实现 多台WSAT仪表与一台或多台微机进行联机通讯，系统采用主—从通讯方式，能方便的构成各种能源管理和控制系统。整个控制回路只需一根二（三、四）芯电缆，即可实现与上位机通讯，上位微机可呼叫用户设定的设备号，随时调用各台仪表的现场数据，并可进行仪表内部参数设定
打印输出	联接微型打印机以实现打印数据功能
数据保持及加锁	断电后设定数据永久保存 断电后流量累积值永久保存 设定参数禁锁功能，可对设定值进行加密保护

三、技术指标

输入信号	模拟量输入：电阻-PT100 电压-0~5V、1~5V或mV 电流-0~10mA、4~20mA或0~20mA 电偶-K, E 脉冲量输入：波形-矩形、正弦或三角波 幅度-大于4V（或根据用户要求任意） 范围-0~5KHz 开关量输入：启动、停止、清零 幅度-光电隔离输入，大于4V（或根据用户要求任意）
输出信号	模拟量输出：. 0~10mA（ $\leq 750\Omega$ ）. 4~20mA（ $\leq 500\Omega$ ） . 0~5V（ $\leq 250\Omega$ ）. 1~5V（ $\leq 250\Omega$ ） 开关量输出：. 继电器控制输出（AC220V/3A . DC24V/5A . 阻性负载） . SCR（可控硅）输出400V/0.5A 馈电输出：. DC24V/30mA 通讯：二、三、四线制，波特率可变
精 度	测量显示精度：0.2%FS $\pm$ 1字或0.5%FS $\pm$ 1字 频率转换精度： $\pm$ 1脉冲（LMS）一般优于0.2%
显示方式：	. 0~9999瞬时流量测量值显示 . 0~999999999累积值显示 . -1999~9999温度补偿测量值显示 . -1999~9999压力补偿测量值显示 . -1999~9999流量（差压、频率）测量值显示 . 当前时间显示 . 发光管工作状态显示，高亮度LED数字显示
控制方式	ON/OFF带回差
打印精度	同仪表测量精度
报警方式	可选择继电器上、下限报警输出，LED报警指示
报警精度	$\pm$ 1字
通讯方式	双向串行通讯，如RS-232、RS-422、RS-485等 波特率300~9600bps内部参数自由更改 采用主—从通讯方式实现多台仪表与PC机之间的通讯
设定方式	面板轻触式按键数字设定、设定值断电永久保持、参数设定值密码锁定等
保护方式	欠压程序自动复位、工作异常程序自动复位（Watch Dog） 断电流量累积值保持时间大于两年，设定参数永久性保持
使用环境	环境温度：0~50℃ 相对湿度： $\leq 85RH$
电源电压：	. AC220V $\pm$ 10~15%，50Hz $\pm$ 2Hz . AC90V~260V----开关电源供电 . DC24V $\pm$ 2V ----开关电源供电 避免强腐蚀气体
功 耗	. $\leq 6W$ （AC220V供电） . $\leq 6W$ （AC90~260V----开关电源供电） . $\leq 6W$ （DC24V供电）

结 构 标准卡入式

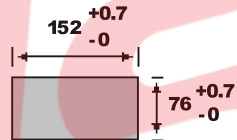
重 量 .300g (AC220V供电) .200g (开关电源供电)

四、仪表安装与外形尺寸

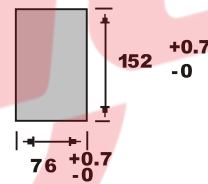
本积算控制仪采用国际标准的卡入式结构，请将仪表轻轻推入表盘即可。

表盘开孔尺寸如下：

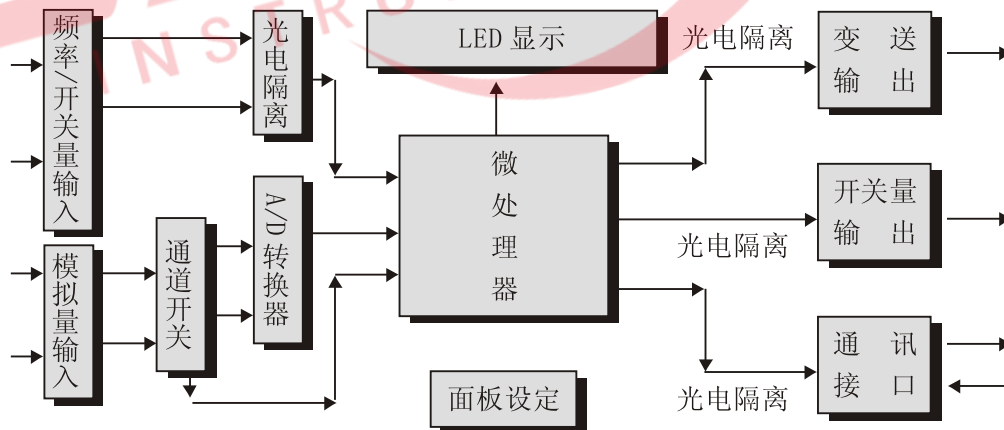
LK80（横式）：



LK80（竖式）：



五、仪表工作原理



本仪表原理方框图如上，本积算控制仪以单片微处理器为基础，通过输入信号电路把各种模拟信号经A/D转换器转换成数字信号（频率信号直接由微处理器进行计数），微处理器根据采样的结果和数字设定内容进行计算比较后显示及控制输出。

六、数学模型

（一）、质量流量（M）计算公式

1. 输入信号为差压（ ΔP ，未开方）

二级参数设定： $b1=0$ ， $b2=1$ ， $b3=0$ ， $5t=0$ ， $5P=0$ ， $5F \neq 0$

一级参数设定： $K \rho$

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

2. 输入信号为差压（ ΔP ，未开方）、温度补偿（T）

二级参数设定： $b1=0$ ， $b2=1$ ， $b3=0$ ， $5t \neq 0$ ， $5P=0$ ， $5F \neq 0$

一级参数设定： $K A1 A2$

$$M = K \times \sqrt{(A1 + A2 \times T) \times \Delta P}$$

3. 输入信号为差压 (ΔP , 未开方)、压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=0, b2=1, b3=0, 5t=0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定: $K \quad A1 \quad A2$

$$M = K \times \sqrt{(A1 + A2 \times P) \times \Delta P}$$

4. 输入信号为差压 (ΔP , 未开方)、压力补偿 (P)、温度补偿 (T)

二级参数设定: $b1=0, b2=1, b3=0, 5t \neq 0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定: $K \quad \rho_{20} \quad P_A$

$$M = K \times \sqrt{\rho_{20} \times \frac{(T_0 + 20^\circ\text{C}) \times (P + P_A)}{P_0 \times (T + T_0)}} \times \Delta P$$

5. 输入信号为差压 (ΔP , 已开方)

二级参数设定: $b1=0, b2=2, b3=0, 5t=0, 5P=0, 5F \neq 0$

一级参数设定: $K \quad \rho$

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

6. 输入信号为差压 (ΔP , 已开方)、温度补偿 (T)

二级参数设定: $b1=0, b2=2, b3=0, 5t \neq 0, 5P=0, 5F \neq 0$

一级参数设定: $K \quad A1 \quad A2$

$$M = K \times \sqrt{(A1 + A2 \times T) \times \Delta P}$$

7. 输入信号为差压 (ΔP , 已开方)、压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=0, b2=2, b3=0, 5t=0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定: $K \quad A1 \quad A2$

$$M = K \times \sqrt{(A1 + A2 \times P) \times \Delta P}$$

8. 输入信号为差压 (ΔP , 已开方)、压力补偿 (P)、温度补偿 (T)

二级参数设定: $b1=0, b2=2, b3=0, 5t \neq 0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定: $K \quad \rho_{20} \quad P_A$

$$M = K \times \sqrt{\rho_{20} \times \frac{(T_0 + 20^\circ\text{C}) \times (P + P_A)}{P_0 \times (T + T_0)}} \times \Delta P$$

9. 输入信号为流量 (G)

二级参数设定: $b1=0, b2=0, b3=0, 5t=0, 5P=0, 5F \neq 0$

一级参数设定: $K \quad \rho$

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

10. 输入信号为流量 (G)、温度补偿 (T)

二级参数设定: $b1=0, b2=0, b3=0, 5t \neq 0, 5P=0, 5F \neq 0$

一级参数设定: $K \quad A1 \quad A2$

$$M = K \times (A1 + A2 \times T) \times G$$

11. 输入信号为流量 (G)、压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=0, b2=0, b3=0, 5t=0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定: $K \quad A1 \quad A2$

$$M = K \times (A1 + A2 \times P) \times G$$

12. 输入信号为流量 (G)、压力补偿 (P) 温度补偿 (T)

二级参数设定: $b1=0, b2=0, b3=0, 5t \neq 0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定: $K \quad \rho_{20} \quad P_A$

$$M = K \times \rho_{20} \times \frac{(T_0 + 20^\circ\text{C}) \times (P + P_A)}{P_0 \times (T + T_0)} \times G$$

13. 输入信号为频率 (f)

二级参数设定: $b1=0, b2=3, b3=0, 5t=0, 5P=0, 5F=0$

一级参数设定: $K \quad \rho$

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

14. 输入信号为频率 (f)、温度补偿 (T)

二级参数设定: $b1=0, b2=3, b3=0, 5t \neq 0, 5P=0, 5F=0$

一级参数设定: $K \quad A1 \quad A2$

$$M = \frac{3.6}{K} \times (A1 + A2 \times T) \times f$$

15. 输入信号为频率 (f)、压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=0, b2=3, b3=0, 5t=0, 5P \neq 0, 5F=0$

一级参数设定: $K \quad A1 \quad A2$

$$M = \frac{3.6}{K} \times (A1 + A2 \times P) \times f$$

16. 输入信号为频率 (f)、温度补偿 (T) 压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=0, b2=3, b3=0, 5t \neq 0, 5P \neq 0, 5F=0$

一级参数设定: $K \quad \rho_{20} \quad P_A$

$$M = \frac{3.6}{K} \times \rho_{20} \times \frac{(T_0 + 20^\circ\text{C}) \times (P + P_A)}{P_0 \times (T + T_0)} \times f$$

17. 过热蒸汽测量, 输入信号为线性 (G)、温度补偿 (T)、压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=2, b2=0, b3=0, 5t \neq 0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定: K

$$M = K \times \rho_{\text{表}} \times G$$

18. 过热蒸汽测量, 输入信号为差压 (ΔP , 未开方)、温度补偿 (T)、压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=2, b2=1, b3=0, 5t \neq 0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定: K

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

19. 过热蒸汽测量, 输入信号为差压 (ΔP , 已开方)、温度补偿 (T)、压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=2, b2=2, b3=0, 5t \neq 0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定: K

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

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

二级参数设定: $b1=2, b2=3, b3=0, 5t \neq 0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定: K

$$M = \frac{3.6}{K} \times \rho_{\text{表}} \times f$$

21. 饱和蒸汽测量, 输入信号为线性 (G)、温度补偿 (T) 或压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=1, b2=0, b3=0, 5t \neq 0, 5P=0, 5F \neq 0$ (温度补偿时)

或 $b1=1, b2=0, b3=0, 5t=0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$ (压力补偿时)

一级参数设定: K

$$M = K \times \rho_{\text{表}} \times G$$

22. 饱和蒸汽测量, 输入信号为差压 (ΔR , 未开方)、温度补偿 (T) 或压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=1, b2=1, b3=0, 5t \neq 0, 5P=0, 5F \neq 0$ (温度补偿时)

或 $b1=1, b2=1, b3=0, 5t=0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$ (压力补偿时)

一级参数设定: K

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

23. 饱和蒸汽测量, 输入信号为差压 (ΔP , 已开方)、温度补偿 (T) 或压力补偿 (P)

二级参数设定: $b1=1, b2=2, b3=0, 5t \neq 0, 5P=0, 5F \neq 0$ (温度补偿时)

或 $b1=1, b2=2, b3=0, 5t=0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$ (压力补偿时)

一级参数设定: K

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

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

二级参数设定: $b1=1, b2=3, b3=0, 5t \neq 0, 5P=0, 5F \neq 0$ (温度补偿时)

或 $b1=1, b2=3, b3=0, 5t=0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$ (压力补偿时)

一级参数设定: K

$$M = \frac{3.6}{K} \times \rho_{\text{表}} \times f$$

(二)、标准体积流量 (Q_N) 计算公式

二级参数设定: $b3=1$

一级参数设定: ρ_{20}

$$Q_N = \frac{M}{\rho_{20}}$$

(三)、密度运算公式 (模型)

1、压力或温度单独补偿

二级参数设定: $5t \neq 0, 5P=0, 5F \neq 0$ (温度补偿时)

或 $5t=0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$ (压力补偿时)

一级参数设定: $A1 \quad A2$

$$\rho = A1 + A2 \times P \text{ 或 } \rho = A1 + A2 \times T \quad P: \text{绝压}$$

因压力或温度和密度的关系在很窄范围内，基本上是线性的，所以按他们线性关系补偿，使用时求A1、A2值。只要取两组压力或温度和密度的对应关系，组成一组二元一次方程，就可求出A1、A2值，如要求补偿精度较高，可采用查密度表格方式得出密度（订货时说明被测量流量介质或密度表）。

2、压力、温度同时补偿

二级参数设定： $5t \neq 0, 5P \neq 0, 5F \neq 0$

一级参数设定： $P_{20} \quad P_A$

$$\rho = \rho_{20} \times \frac{(T_0 + 20^\circ\text{C}) \times (P + P_A)}{P_0 \times (T + T_0)}$$

（四）、补偿系数K的算法

1、输入信号为线性

a)、流量输入单位为体积（如： m^3/h 等）：

$$K=1$$

b)、流量输入单位为质量（如： T/h 等）：

根据相应的质量流量计算公式求出补偿系数K。（见编程例：2）

2、输入信号为频率

a)、已知频率式流量变送器的系数，可根据其出厂标定值设定：

K =频率式流量变送器的流量系数K（单位： $\text{L}/\text{升}$ ，参见编程例：1）

b)、变送器流量系数K未知，可根据相应的质量流量计算公式求出。

3、输入信号为差压：

a)、根据相应的质量流量计算公式求出补偿系数K。（见编程例：11）

b)、根据标准公式求出：（见编程举例：11）

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

$$K = 3.995 \times \alpha \times \varepsilon \times d^2 \quad \text{— } M \text{ 单位为Kg/h; } \Delta P \text{ 单位为MPa}$$

$$K = 0.1264 \times \alpha \times \varepsilon \times d^2 \quad \text{— } M \text{ 单位为Kg/h; } \Delta P \text{ 单位为KPa}$$

$$K = 0.01251 \times \alpha \times \varepsilon \times d^2 \quad \text{— } M \text{ 单位为Kg/h; } \Delta P \text{ 单位为mmH}_2\text{O}$$

$$\text{式中: } \alpha = \frac{C}{\sqrt{1 - \beta^4}} \quad \beta = \frac{d}{D}$$

说明：M——流量质量测量值 α ——流量系数 ε ——流束膨胀系数

C——流出系数 β ——直径比

d——工作条件下节流件的节流孔或喉部直径节流孔板开孔直径——mm）

D——工作条件下上游管道内径（经典文丘里管道内径）

（五）、符号单位说明

M - 流量质量测量值（单位：T或 m^3 ）

ΔP - 差压式流量计的差压输入信号（单位：常用为MPa）

P_A - 仪表工作点的大气压力（当地大气压力，单位：常用单位为MPa）

ρ_{20} - 工业标准状况（大气压力为0.10133MPa，温度为20℃）时，测量对象的密度

T - 温度补偿输入信号（单位：℃）

T_0 -273.15℃ P_0 -0.10133MPa ρ -工况密度（单位：Kg/m³）

P -压力补偿输入信号（单位：单位为MPa）

A1- 补偿常数 A2-补偿系数 K - 补偿系数

f - 频率式流量计的频率输入信号（单位：Hz）

G - 线性流量计的输入信号（单位：同流量仪输出单位，如m³/h）

Q_N - 标准状况下的体积流量

（六）、过热蒸汽积算

测量过热蒸汽，可选用查表法进行运算，仪表根据流量（差压）输入值、压力补偿值、温度补偿值的实时测量值，自动查对仪表内部的过热蒸汽补偿表格进行高精度的补偿运算。

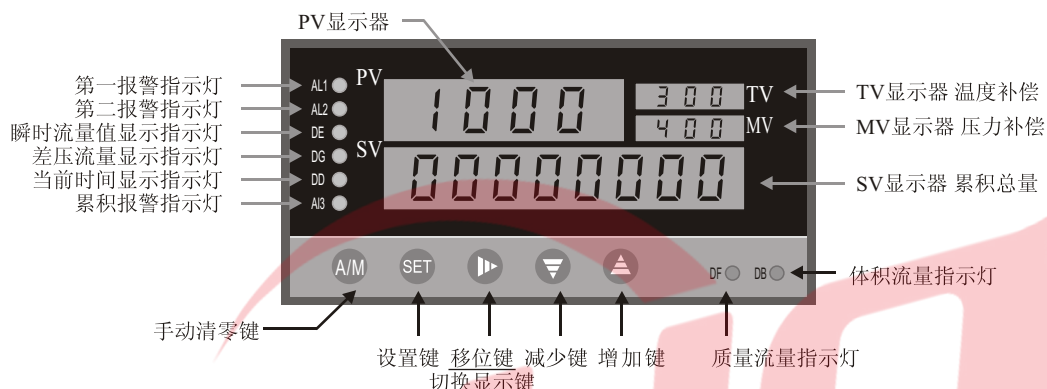
（七）、饱和蒸汽积算

测量饱和蒸汽，可选用温度补偿或压力补偿、查表法进行运算，仪表根据流量（差压）输入值、温度补偿测量值或压力补偿值测量值（饱和蒸汽测量中，补偿信号只能选择温度补偿或压力补偿其中的一种，如两种同时选择，则仪表仅以温度补偿为准进行运算），自动查对仪表内部的饱和蒸汽补偿表格进行高精度的补偿运算。

七、操作说明

本操作以 LK802 为例介绍。其它机型操作方式类同。

（一）仪表面板



名 称		内 容
显 示 器	PV显示器 (整四位显示)	· 可切换显示瞬时值、差压值或当前时间 年和月 · 在参数设定状态下，显示参数符号
	TV显示器 (整四位显示)	· 显示温度补偿值（无补偿时窗口关闭）
	MV显示器 (整四位显示)	· 显示压力补偿值（无补偿时窗口关闭）
	累积流量SV显示器 (整八位显示)	· 在参数设定状态下，显示参数值 · 在测量状态下，显示累积总量值 · 在测量状态下，可切换显示当前时间日、小时、分和秒

名 称		内 容
操 作 键	 参数设定选择键	• 可以记录已变更的设定值 • 可以按序变换参数设定模式 • 按定该键3秒后进入设置一级菜单状态 • 按定该键3秒后退出设置状态
	 设定值增加键	• 变更设定时, 用于增加数值
	 设定值减少键	• 变更设定时, 用于减少数值
	 移位键/切换显示键	• 在测量状态下, 每按一下可切按PV显示器的瞬时值、差压值和当前时间 • 在参数设定状态下, 每按一下可循环左移欲更改位 • 在一级参数设定状态下, 按定该键不放可以实现小数点循环左移功能
指 示 灯	A/M 手动清零键	• 在测量状态下, 用于手动清除累积 • 在参数设定状态下, 可返回上一项参数
	AL1 (上限) (红) 第一报警指示灯	• 第一报警ON时亮灯
	AL2 (下限) (绿) 第二报警指示灯	• 第二报警ON时亮灯
	DF (绿) 瞬时流量值显示指示灯	• 指示灯亮表示PV显示器数字显示瞬时流量值
	DG (红) 流量差压输入值	• 指示灯亮表示PV显示器数字显示流量差压输入值
	DD (绿) 当前时间指示灯	• 指示灯亮表示PV和SV显示器显示的数字为当前时间
	AL3 (红) 报警指示灯	• 指示灯亮表示SV显示器累积控制报警
	DA (红) 质量流量指示灯	• 指示灯亮表示SV显示器为质量流量累积量
	DB (绿) 体积流量指示灯	• 指示灯亮表示SV显示器为体积流量累积量

（二）操作方式

1、正确的接线

仪表卡入表盘后，请参照仪表随机接线图接受输入、输出及电源线，并请确认无误。

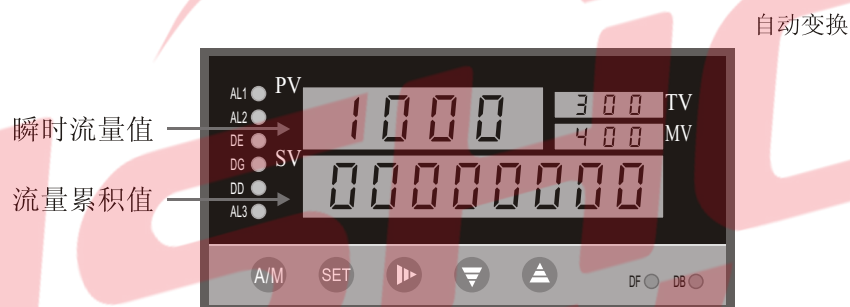
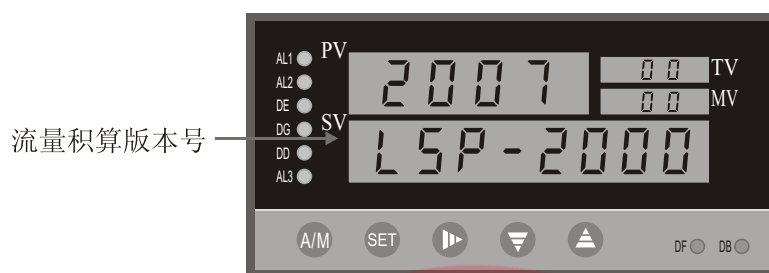
2、仪表的上电

本仪表无电源开关，接入电源即进入工作状态。

3、仪表设备号及版本号的显示

仪表在投入电源后，可立即确认仪表设备号及版本号。3秒钟后，仪表自动转入工作状态。PV显示测量值，SV显示累积流量值，TV显示温度补偿值，MV显示压力补偿值。

电源投入



4. 控制参数（一级参数）设定

(1) 控制参数的种类:

在仪表测量值显示状态下, 按压SET键3秒, 仪表将转入控制参数设定状态. 每按SET键即照下列顺序变换参数(一次巡回后随即回至最初项目)。参数设定状态和各参数列示如表:

符 号	名 称	设定范围 (字)	说 明	出 厂 预 定 值
AL1	第一报警值	-1999~9999	. 显示第一报警的报警设定值 . 其它功能请参照 (AL1. AL2的说明) 订货时提出	80
AH1	第一报警回差	0~255	. 显示第一报警的回差值	0
AL2	第二报警值	-1999~9999	. 显示第二报警的报警设定值 . 其它功能请参照 (AL1. AL2的说明) 订货时提出	20
AH2	第二报警回差	0~255	. 显示第二报警的回差值	0
AL3	累积量报警值	0~9999	. 设定累积量报警前四位数值	0
AL4	累积量报警值	0~9999	. 设定累积量报警后四位数值	0
AH4	累积量报警回差	0~255	. 显示累积量报警回差值	0
K1	流量系数1	-1999 ~ 99999	. 显示差压式、频率式、压力式流量 输入系数 . 参见流量补偿系数K _x 的示意图	1.0000
K2	流量系数2	-1999 ~ 99999	. 显示差压式、频率式、压力式流量 输入系数 . 参见流量补偿系数K _x 的示意图	1.0000
K3	流量系数3	-1999 ~ 99999	. 显示差压式、频率式、压力式流量 输入系数 . 参见流量补偿系数K _x 的示意图	1.0000
K4	流量系数4	-1999 ~ 99999	. 显示差压式、频率式、压力式流量 输入系数 . 参见流量补偿系数K _x 的示意图	1.0000
A1	密度补偿 常 数	-1999 ~ 99999	. 显示被测量介质的密度补偿常数	1.0000
A2	密度补偿 系 数	-1999 ~ 99999	. 显示被测量介质的密度补偿系数	1.0000
ρ	工 况 密 度	-1999 ~ 99999	. 显示被测量介质工作状态下的密度值 (单位: Kg/m ³)	1.0000

注: AL3和AL4参数共同组成设定SV显示器累积量报警设定值AL3+AL4=SV (XXXXXXXXXX)

符 号	名 称	设定范围(字)	说 明	出厂预定值
ρ_{20}	标准状况下的密度	-1999 ~99999	. 显示被测量介质在标准状况(1个标准大气压力、20℃时)下的密度值(单位:Kg/m ³)	1.0000
CLK	设定参数 禁 锁	CLK=111	. 允许累积流量值手动清零	00
		CLK=128	. 进入流量系数K自动演算功能	
		CLK=130	. 进入修改当前日期和时间	
		CLK=132	. 进入二级参数设定	

- ★ 仪表参数设定时，PV显示器将作为设定参数符号显示器，SV将作为设定参数值显示器，**可修改位以闪烁状态显示。**
- ★ 因仪表型号不同，有些参数将不用设定，用户敬请注意。
- ★ 第一报警值和第二报警值的小数点以瞬时值小数点为标准，无需设定，随瞬时流量值的小数点改变而自动变更小数点。
- ★ 累积报警值的小数点以累积流量值小数点为标准，无需设定。
- ★ 其它参数小数点移动时可按定  移位键3秒移动小数点向左循环。
- ★ **参数修改时请详见（P10页）操作键使用方式。**

(2) 参数设定方式

以下以LK802为例，说明参数设定方式过程。（设定第一报警目标值为80.0）



在仪表PV显示瞬时流量测量值，SV显示累积流量值状态下按压  键，即进入参数设定状态。
屏幕显示第一报警参数符号AL1及出厂预定值。
在AL1设定状态下，按压  移位键直至参数值5闪烁。



按压  增加键，直至参数值等于8。

按压  键，确认参数设定值正确并进入下一参数设定，第一报警参数设定即告完毕。

- ★ 用以上方法，可继续分别设定其它各参数。

★ 操作时注意：

- 设定参数改变后，按  键该值才被保存。
- 要使设定值为负数，按  移位键，直至可设定参数值闪烁。按压  减键使设定值减少至零后，继续按压该键，显示即出现负值。
- 参数一旦设定，断电后将永远保存。

（三）设定参数单位

时 间:设定时以小时为单位

温 度:设定时以℃为单位

压 力:设定时以MPa为单位。

累积流量: 单位由瞬时流量单位决定（以小时为标准进行累积）T/h或M³/h。

（四）返回工作状态

1. 手动返回:

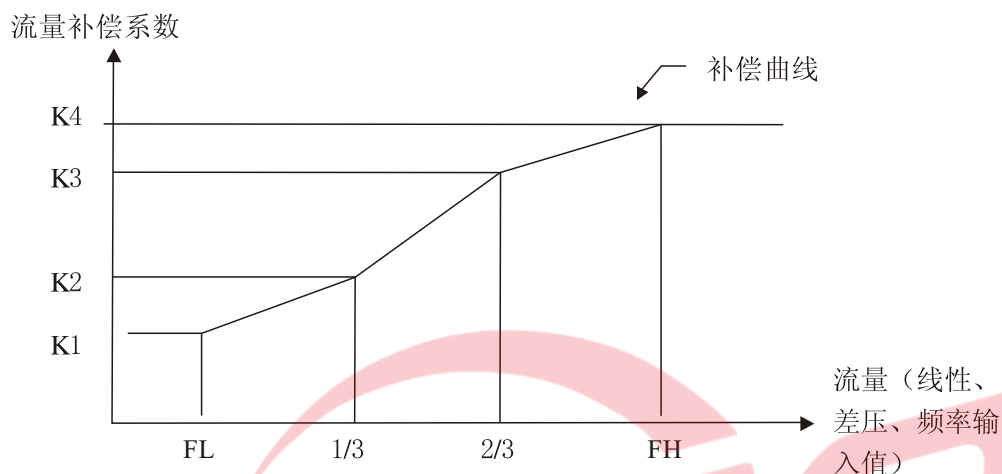
在仪表参数设定模式下, 按住SET键3秒后, 仪表即自动回到测量值显示状态。

2. 自动返回:

在仪表参数设定模式下, 不按任一键, 60秒后, 仪表自动回到测量值显示状态。

（五）流量补偿系数K_x的说明

设定二级参数KE=1时, 可由一级参数K_x实现流量输入的非线性补偿, 系数K的补偿曲线示意图如下:



- ★ 设定系数K_x可补偿流量非线性输入的信号。
- ★ 此功能也可用来实现频率输入的小信号切除功能（见编程举例10）。
- ★ 流量（线性、差压或频率）输入值小于FL时, 由K1作系数补偿; 流量（线性、差压或频率）输入值大于FH时, 由K4作系数补偿。
- ★ 线性补偿时一般设定二级参数KE=0, 则在一级参数设定时只有参数K1作补偿系数, K2、K3、K4系数不予显示。

(六) 报警输出方式

1.AL1、AL2的说明

符 号	名 称	设定范围	说 明	输 出 状 态
AL1	第一报警	全 量 程	. 可选择瞬时流量上限报警 . 可选择瞬时流量下限报警 . 可选择不报警	请参阅本页(七) 报警输出方式
AL2	第二报警	全 量 程	. 可选择瞬时流量上限报警 . 可选择瞬时流量下限报警 . 可选择不报警	

★ 表中各功能在同一时间内只能选择一种。

2.超量程指示及报警

. 正向量程超限时, 仪表显示状态如下: 闪烁
. 负向量程超限时, 仪表显示状态如下: 闪烁



(七) 报警输出方式

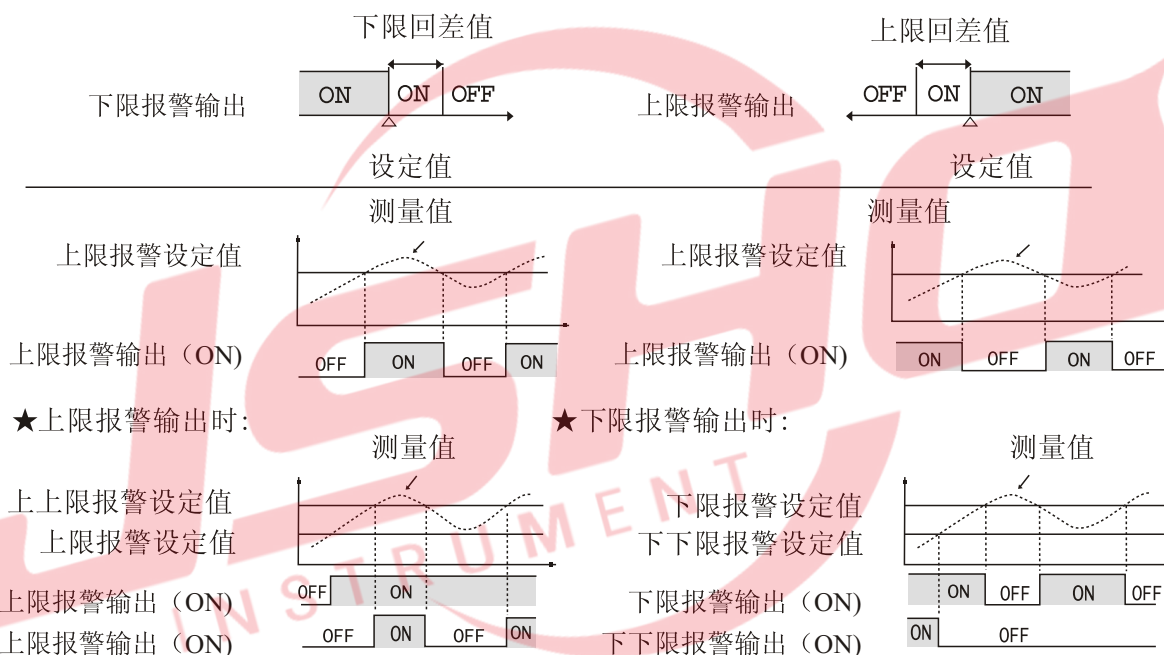
. 关于回差:

本仪表采用控制输出带回差, 以防止输出继电器在报警临界点上下波动时频繁动作。

仪表输出状态如下:

★测量值由低上升时:

★测量值由高下降时:



八、累积流量清零的方法

仪表累积值满整八位后将自动清零。如中途需清零，可将仪表一级参数CLK密码项设定为111后，先按压 SET 键显示测量值的状态下，后再按压A/M键3秒后，可实现手动清零。

九、二级参数设定

警告！非工程设计人员不得进入修改二级参数。否则,将造成仪表控制错误！

在仪表一级参数设定状态下，修改参数符CLK=132后，再次按压SET键，仪表即进入二级参数设定。在二级参数修改状态下，每按SET键即照下列顺序变换（一次巡回后随即回至最初项目）（详见P10页操作说明）。

仪表二级参数列示如下：

参数符	名 称	设定范围	说 明
SF	流量 (线性、差压) 的输入类型	SF=10	. 流量输入信号为0-5V
		SF=11	. 流量输入信号为1-5V
		SF=12	. 流量输入信号为0-10mA
		SF=13	. 流量输入信号为0-20mA
		SF=14	. 流量输入信号为4-20mA
		SF=15	. 流量输入信号为0-100mV
		SF=17	. 流量输入信号为频率
		SF=18	. 流量输入信号为用户参数（订货注明）
dl	流量 (线性、差压) 显示的小数点	dl=0	. 流量输入无小数点（流量输入显示XXXX）
		dl=1	. 流量输入小数点在十位（流量输入显示XXX.X）
		dl=2	. 流量输入小数点在百位（流量输入显示XX.XX）
		dl=3	. 流量输入小数点在千位（流量输入显示X.XXX）
FL	流量输入量程 下限	-1999~9999	. 设定流量输入量程的上下限： . 单位同流量仪输出信号：差压输入时为MPa
FH	流量输入量程 上限		
Pbl	流量输入的迁移	全程程	. 设定流量输入测量的显示值迁移量
EEI	流量输入显示 比例	0~1.999倍	. 设定流量输入测量量程的显示放大比例
FAA	流量输入小 信号切除	全程程	. 设定流量输入小信号切除值

参数符	名 称	设定范围	说 明
SP	压力补偿 输入类型	SP = 0	. 无压力补偿输入
		SP = 10	. 压力补偿输入信号为0-5V
		SP = 11	. 压力补偿输入信号为1-5V
		SP = 12	. 压力补偿输入信号为0-10mA
		SP = 13	. 压力补偿输入信号为0-20mA
		SP = 14	. 压力补偿输入信号为4-20mA
		SP = 18	. 压力补偿输入信号为用户参数（订货注明）
d2	压力补偿 显示的小数点	d2 = 0	. 压力补偿无小数点（压力补偿显示XXXX）
		d2 = 1	. 压力补偿小数点在十位（压力补偿显示XXX.X）
		d2 = 2	. 压力补偿小数点在百位（压力补偿显示XX.XX）
		d2 = 3	. 压力补偿小数点在千位（压力补偿显示X.XXX）
PL	压力输入量程 下限	-1999~9999	. 设定压力补偿量程的上下限 单位：使用单位为MPa
PH	压力输入量程 上限		
Pb2	压力补偿 输入的迁移	全量程	. 设定压力补偿测量的显示值迁移量
KK2	压力补偿输入 显示比例	0~1.999倍	. 设定压力补偿输入测量量程的显示放大比例
St	温度补偿 输入类型	St = 0	. 无温度补偿输入
		St = 1	. 温度补偿输入信号为R型热电偶
		St = 2	. 温度补偿输入信号为B型热电偶
		St = 3	. 温度补偿输入信号为K型热电偶
		St = 4	. 温度补偿输入信号为N型热电偶
		St = 5	. 温度补偿输入信号为E型热电偶
		St = 6	. 温度补偿输入信号为J型热电偶
		St = 7	. 温度补偿输入信号为T型热电偶
		St = 8	. 温度补偿输入信号为pt100热电阻
		St = 9	. 温度补偿输入信号为cu50热电阻
		St = 10	. 温度补偿输入信号为0-5V电压
		St = 11	. 温度补偿输入信号为1-5V电压
		St = 12	. 温度补偿输入信号为0-10mA电流
		St = 13	. 温度补偿输入信号为0-20mA电流
		St = 14	. 温度补偿输入信号为4-20mA电流
		St = 15	. 温度补偿输入信号为mv
		St = 16	. 温度补偿输入信号为远传电阻R

参数符	名 称	设定范围	说 明
d3	温度补偿 显示的小数点	d3 =0	. 温度补偿无小数点（温度补偿显示XXXX）
		d3 =1	. 温度补偿在十位（温度补偿显示XXX.X）
		d3 =2	. 温度补偿在百位（温度补偿显示XX.XX）
		d3 =3	. 温度补偿在千位（温度补偿显示X.XXX）
EL	温度补偿 量程下限	-1999-9999	. 设定温度补偿量程下限单位：℃
EH	温度补偿 量程上限		
Pb3	温度补偿 输入迁移	全量程	. 设定温度补偿测量的显示值迁移量
EE3	流量输入显示 比例	0~1.999倍	. 设定流量输入测量量程的显示放大比例
FL	滤波系数	0.100-0.900	. 设置不能超过0.900 温度补偿滤波系数（见P20页）
b1	被测量介质	b1 =0	被测量介质为其它类型
		b1 =1	被测量介质为饱和蒸汽
		b1 =2	被测量介质为过热蒸汽
b2	流量输入 信号类型	b2 =0	流量输入为线性（G）
		b2 =1	流量输入为差压（ΔP，未开方）
		b2 =2	流量输入为差压（ΔP，已开方）
		b2 =3	流量输入为频率信号
		b2 =4	流量输入为线性信号开方
b3	流量测量选择	b3 =0	测量质量流量
		b3 =1	测量标况体积（QN-标方）
PA	工作点大气压力	全量程	. 设定仪表工作点大气压力单位：标准使用单位为MPa
EE	流量系数 补偿方式	EE =0	. 流量系数K为线性补偿（一级参数中只用 E1 作补偿）
		EE =1	. 流量系数K为非线性补偿（一级参数中用 E1 、 E2 、 E3 、 E4 作补偿）
d4	累积流量 显示的小数点	d4 =0	累积流量无小数点（累积流量SV显示XXXXXXXX）
		d4 =1	累积流量小数点在十位（累积流量SV显示XXXXXXXX.X）
		d4 =2	累积流量小数点在百位（累积流量SV显示XXXXXX.XX）
		d4 =3	累积流量小数点在千位（累积流量SV显示XXXXX.XXX）

参数符	名 称	设定范围	说 明
d5	瞬时流量 显示的小数点	d5 =0	瞬时流量无小数点（瞬时流量PV显示XXXX）
		d5 =1	瞬时流量小数点在十位（瞬时流量PV显示XXX.X）
		d5 =2	瞬时流量小数点在百位（瞬时流量PV显示XX.XX）
		d5 =3	瞬时流量小数点在千位（瞬时流量PV显示X.XXX）
bF	瞬时流量 变送类型	bF =0	0：无变送输出
		bF =1	1：0-10mA输出（0-5VDC输出）
		bF =2	2：4-20mA输出（1-5VDC输出）
		bF =3	3：0-20mA输出
bL	变送输出量程 下限	-1999-9999	. 设定变送输出的下限量程 . 变送输出以瞬时流量值为参考
bH	变送输出量程 上限	-1999-9999	. 设定变送输出的上限量程 . 变送输出以瞬时流量值为参考
PA1	第一报警方式 瞬时值报警	PA1 =0	无报警（瞬时报警小数点以d5做参考）
		PA1 =1	上限报警（瞬时报警小数点以d5做参考）
		PA1 =2	下限报警（瞬时报警小数点以d5做参考）
PA2	第二报警方式 瞬时值报警	PA2 =0	无报警
		PA2 =1	上限报警
		PA2 =2	下限报警
PA3	累积量 报警方式	PA3 =0	无报警
		PA3 =1	累积量报警控制
dE	设备号	0-250	设定通讯时本仪表的设备代号
bE	通讯 波特率	bE =0	通讯波特率为300bps
		bE =1	通讯波特率为600bps
		bE =2	通讯波特率为1200bps
		bE =3	通讯波特率为2400bps
		bE =4	通讯波特率为4800bps
		bE =5	通讯波特率为9600bps

★关于“F_{LE}”滤波参数的说明

设定范围0.100—0.900

功能：设置仪表滤波系数防止温度补偿pt100，热电偶TC输入信号时显示值跳动。

注意：不能设置超过0.900数值，否则仪表出错。

★仪表设定单位必须与实际测量单位一致。

★测量饱和蒸汽时，温度补偿或压力补只能选择一种。

★流量小信号切除：当流量（线性或差压）输入测量值小于F_{AR}时，瞬时流量显示为零，同时流量不累积。欲实现频率输入的小信号切除，可利用K_x补偿非线性曲线功能实现。（见编程举例10）★P_{bx}及K_{Kx}的计算公式：K_{Kx} = 预定总量程 ÷（原显示总量程 × 原K_{Kx}）

$$P_{bx} = \text{预定量程下限} - (\text{原显示量程下限} \times K_{Kx} + \text{原}P_b)$$

例：压力补偿输入4~20mA，量程为0~2MPa，现作校对时发现输入4mA时显示-0.03，输入20mA时显示2.08（原K_{K2}=1.000，原P_{b2}=0）。

根据公式：K_{K2} = 预定总量程 ÷（原显示总量程 × 原K_{K2}）

$$= (2 - 0) \div (2.08 - (-0.03))$$

$$= 2 \div 2.11 \times 1.000$$

$$\approx 0.94787$$

$$P_{b2} = \text{预定量程下限} - (\text{原显示量程下限} \times K_{K2} + \text{原}P_b)$$

$$= 0 - (-0.03 \times 0.94787) + 0$$

$$\approx 0.02836$$

$$\text{设定：} P_{b2} = 0.02836, K_{K2} = 0.94787$$

★按键操作请注意：

- 当前可修改以闪烁方式表示，若当前修改参数无闪烁，则该参数值不允许修改。
- 参数设定完毕后，请按一下SET键，然后再退出以确保已设定参数的安全。

十、流量系数K自动演算

（一）三级参数设定

修改CLK=128后，按压SET键，仪表即进入三级参数设定。三级参数如下：

参数	名称	设定范围	说 明
F	最大瞬时流量M	0~99999	工作状态下的最大瞬时流量值
T	工作温度	0~99999	工作状态下的温度补偿输入值（无温度补偿时设为0）
P	工作压力	0~99999	工作状态下的压力补偿输入值（无压力补偿时设为0）

（二）操作说明

三级参数主要是用来自动演算流量系数K₁（一级参数里面的K₁），极大方便了用户参数设定，增强了仪表的易用性。设定时，首先必须设定好二级参数，确定仪表类型，输入类型，补偿量程，测量量程，流体密度。

然后进入三级参数，设定最大瞬时流量F，工作压力P和工作温度T，仪表自动根据二级参数设定和量程（差压）上限计算出流量系数K，并自动更改一级参数的K₁。

注1：当仪表自动演算出错时，PV窗口显示LE_{ERR}，此时应注意二级参数是否设置正确。

注2：当流量输入为脉冲信号时，不能自动演算。

十一、输入信号的切换方式

★参照(二级参数的设定), 按要求修改二级参数输入类型和相应的输入接线端, 仪表改型即告完毕。

★例1: 原压力补偿输入信号为4~20mA, 现输入信号欲改为0~10mA, 方法如下:

1、设定仪表二级参数 $5P=12$ 。仪表改型完毕。

★例2: 原流量输入信号为4~20mA, 现输入信号欲改为0~10mA, 方法如下:

设定仪表二级参数 $5F=12$ 。仪表改型完毕。

★例3: 原温度补偿输入信号为PT100, 现输入信号欲改为热电偶K, 方法如下:

1、将输入信号接线改为热电偶(TC)输入接线端。

2、设定仪表二级参数 $5t=3$ 。仪表改型完毕。

十二、故障显示校正措施

PV窗口显示	错误分析	一般原因
$n-5n$	设定输入类型无效	设定的代码不在输入类型表中
$n-HH$	负数开方	设定的量程不正确
$-0H-$	热电势大于分度表值	温度补偿热电阻输入回路断路
$-0L-$	热电势小于分度表值	温度补偿热电阻线补偿回路断路
$-bH-$	热电势大于分度表值	温度补偿热电偶输入回路断路
$-bL-$	热电势小于分度表值	温度补偿热电偶补偿回路断路
$-HH-$	正超显示量程上限5%	设置输入信号太大
$-LL-$	负超显示量程下限5%	设置输入信号太小

$-0H-$ 热电阻输入的欧姆值大于分度表值或断阻、断线; 设置的小数位置不符合, $d3$ 取值应0~1。

$-0L-$ 热电阻输入的欧姆值小于分度表值或线补偿回路断线。

$-bH-$ 热电偶输入的热电势大于分度表值或断偶、断线; 设置的小数位置不符合, $d3$ 取值应0~1。
1000度以上测量, 小数点 $d3$ 设置应为0; 1000度以下测量, 小数点 $d3$ 取值应0~1。

$-bL-$ 热电偶输入的热电势小于分度表值或冷端补偿回路断线。

十三、显示切换方式

显示切换方法可由按压 ► 切换键来切换显示参数。

PV四位数值显示器可切换显示瞬时测量值、差压输入值、当前时间(年和月)。

TV四位数值显示器显示温度补偿值。

MV四位数值显示器显示压力补偿测量值。

SV八位数值显示器显示累积总量值, 当前时间(日、小时、分和秒)。

以下为切换显示窗口指示示意图(见下页):



十四、时间设定和显示

在仪表显示测量值状态下，按压SET键进入一级参数，设定 CLK=130，按下SET键，即进入进间参 设定，仪表瞬时/差压值显示器显示参数符 year 表示(年)的设定值，再按一下SET显示参数符 month 表示(月)的设定值，按一下SET键显示 date 参数符表(日)的设定值，按一下SET键， date 参数符表示星期一至星期日设定值，按一下SET键显示 hr 表示(小时)设定值，按一下SET键显示 min 表示(分钟)设定值，按一下SET键显示 sec 表示(秒)的设定值，设定时间完完后，再次按一下SET键，则退出时间设定，回至测量值显示状态。

例: 2007年10月1日18点30分30秒

year 设置=7 (即为2007年) (设定数值范围0-99)

month 设置=10 (即为10月) → (设定数值范围0-12)

date 设置=1 (即为1日) → (设定数值范围1-31)

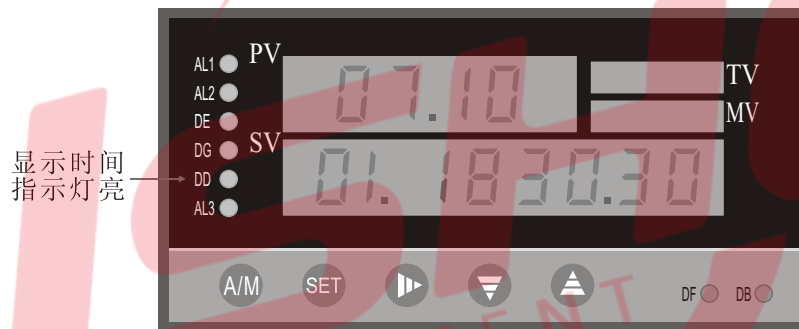
day 设置=1 (即为星期一) → (设定数值范围1-7)

hr 设置=18 (即为18点) → (设定数值范围1-24)

min 设置=30 (即为30分) → (设定数值范围0-60)

sec 设置=30 (即为30秒) → (设定数值范围0-60)

显示器时间



十五:仪表通讯组成

本仪表具有上位机通讯功能，上位机可完成对下位机的自动调校、参数设定、数据采集、监视控制等功能。

（一）技术指标

通讯协议 串行通讯 RS-485, RS-232, RS-422等

波特率 300~9600bps

数据格式 四字节浮点数

传输格式 一次按字节传输所有数据

送数据的顺序：

1. 累计流量的浮点数(四字节)
2. 补偿温度的浮点数(四字节)
3. 补偿压力的浮点数(四字节)
4. 流量输入的浮点数(四字节)
5. 补偿后瞬时流量的浮点数(四字节)
6. 累计流量的小数浮点数(四字节)
7. 校验字节(与前24个字节的异或为“FF”)

（二）、联机通讯协议

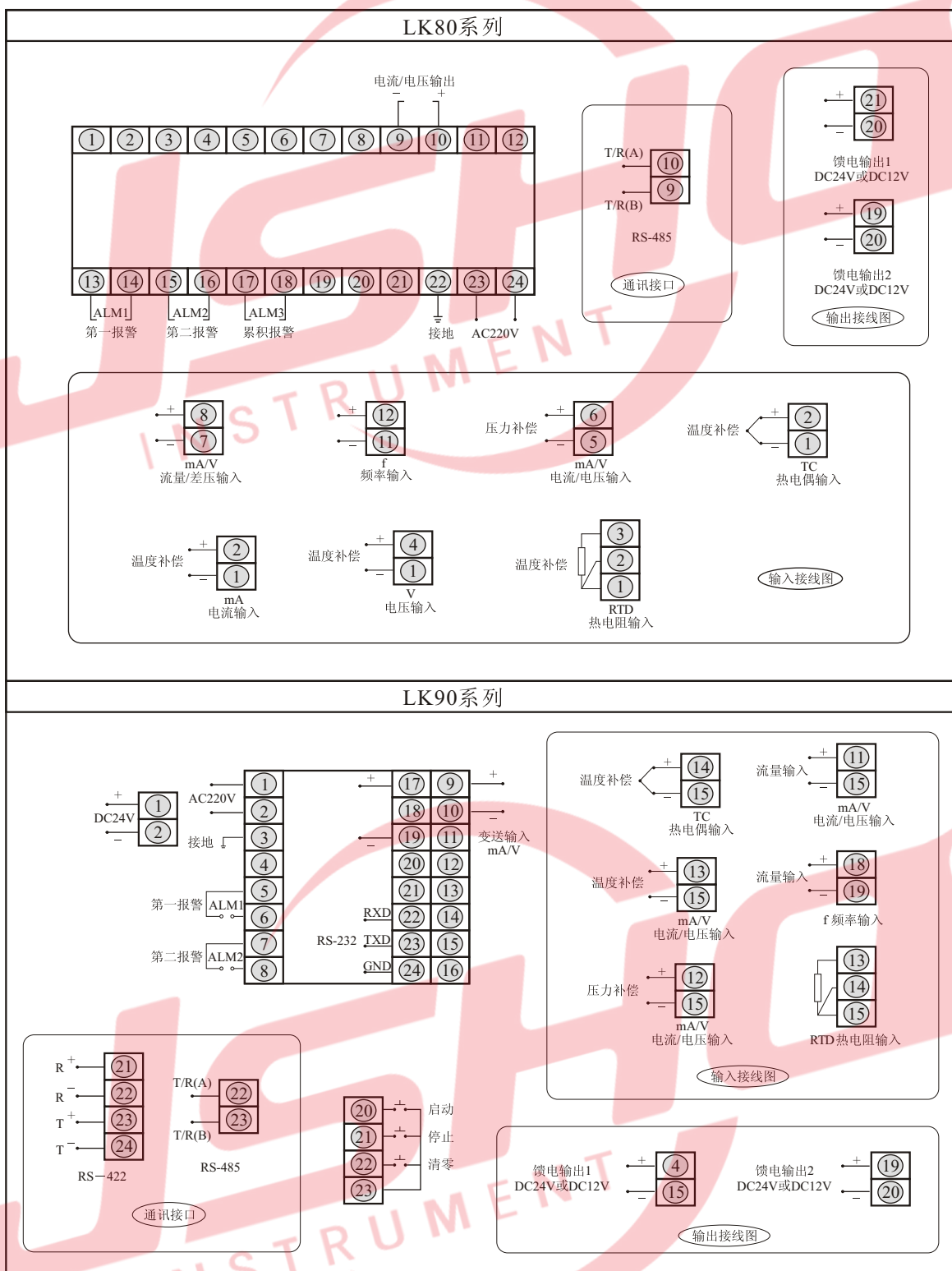
1. 通讯口设置：一位起始位，八位数据位，一位停止位

2. 软件协议：

通讯内部参数采用定点十六进制数，实时采样值采用四字节浮点数格式。

★具体参数内容请参照《WSAT系列仪表通讯手册》

十六、接线图



十七、智能流量积算控制仪系列型谱表

型 号	代 码												说 明
WSAT- L	□ □ □ □ - □ □ □ - □ □ □												流量积算控制仪
显示方式	K												4位+12位LED（数码管）显示
外形尺寸	8	9											160×80mm（横），80×160mm（竖） 96×96mm
控制作用	01												无补偿输入 带补偿输入 过热蒸汽带温度压力补偿—查表法 饱和蒸汽带温、压补偿—查表法 用户特定曲线补偿输入—查表法
通讯方式	2	4	8										无通讯 通讯协议为RS-232 通讯协议为RS-422 通讯协议为RS-485
输 出 方 式	0	1	2	3	4	5							无控制输出 继电器触点 电流4~20mA 电流0~10mA 电压1~5V 电压0~5V
流量信号输入类型													参见输入类型表（P26页）
压力补偿输入类型													参见输入类型表（P26页）
温度补偿输入类型													参见输入类型表（P26页）
第一报 警 方 式							N H L						无报警（可省略） 上限报警 下限报警
第二报 警 方 式							N H L						无报警（可省略） 上限报警 下限报警
累积报警方式								X					带累积定量控制功能
馈电输出									N Q P 2P				无馈电输出（可省略） DC12V馈电输出 DC24V馈电输出 两路DC24V馈电输出
供电方式										W T			DC24V供电 AC90~265V供电（开关电源）
外形特征											S		竖式显示仪表 横式显示仪表（可省略）

★如用户选择特定曲线补偿输入（查表法）在订货时，请提供相关技术参数或密度表格。

十八:输入类型表

代码	输入类型	测量范围	说明
A	4~20mA	-1999~9999 d	本表所列为最大 量程，用户可在 量程范围内通过 修改仪表二级参 数确定量程范围
B	0~10mA	-1999~9999 d	
C	1~5V	-1999~9999 d	
D	0~5V	-1999~9999 d	
M	0~20mA	-1999~9999 d	
F	脉冲	0~5KHz	
O	脉冲-集电极开路	0~5KHz	
G	PT100	-200~650℃	
E	E	0~900℃	
K	K	0~1300℃	
R	用户特定	-1999~9999 d	
N	无补偿输入		

注：用户特定类型输入，请提供输入传感器型号、类型。

十九:型号举例

例1: LK801-02-F

本仪表为 LK 系列智能流量积算仪，显示方式为LED显示。带变送DC4~20mA输出，测量输入信号为频率信号；无补偿；无报警；仪表外形为横式仪表。

例2: LK802-01-AAG-HPS

本仪表为 LK 系列智能流量积算控制仪，显示方式为LED显示。流量输入信号为4~20mA；压力补偿输入信号为4~20mA；温度补偿输入信号为PT100；带上限报警、DC24V馈电输出，仪表外形为竖式仪表。

例3: LK803-81-ACK-L

本仪表为 LK 系列智能流量积算控制仪，测量对象为过热蒸汽，采用查表法进行高精度补偿运算。带RS-485通讯接口。流量输入信号为4~20mA；压力补偿输入信号为1~5V；温度补偿输入信号为K型热电偶；下限报警，仪有外形为横式仪表。

二十、订货注意

. 特殊型号规格要求的，请在订货时提供如下参数：

- | | |
|-----------------------|------------------|
| . 仪表设计工况压力 | . 仪表设计工作温度 |
| . 仪表设计工况流量 | . 工况密度（ ρ ） |
| . 标况密度（ ρ_{20} ） | . 压力补偿的上、下限 |
| . 温度补偿的上、下限 | . 流量（差压）的上、下限 |

★如未提供以上参数，将按工厂标准设定值出厂，再用户自行设定参数。

二十一：饱和蒸汽密度表(单位：密度— $\rho = \text{Kg}/\text{m}^3$ ；压力— $P = \text{MPa}$ ；温度— $t = ^\circ\text{C}$)

温度 (t) $^\circ\text{C}$	0		1		2	
	压力(P)	密度(ρ)	压力(P)	密度(ρ)	压力(P)	密度(ρ)
100	0.1013	0.5977	0.1050	0.6180	0.1088	0.6388
110	0.1433	0.8265	0.1481	0.8528	0.1532	0.8798
120	0.1985	1.122	0.2049	1.155	0.2114	1.190
130	0.2701	1.497	0.2783	1.539	0.2867	1.583
140	0.3614	1.967	0.3718	2.019	0.3823	2.073
150	0.4760	2.548	0.4888	2.613	0.5021	2.679
160	0.6181	3.260	0.6339	3.339	0.6502	3.420
170	0.7920	4.123	0.8114	4.218	0.8310	4.316
180	1.0027	5.160	1.0259	5.274	1.0496	5.391
190	1.2551	6.397	1.2829	6.532	1.3111	6.671
200	1.5548	7.864	1.5876	8.025	1.6210	8.188
210	1.9077	9.593	1.9462	9.782	1.9852	9.974
220	2.3198	11.62	2.3645	11.84	2.4098	12.07
230	2.7975	14.00	2.8491	14.25	2.9010	14.52
240	3.3477	16.76	3.4070	17.06	3.4670	17.37

温度 (t) $^\circ\text{C}$	3		4		5	
	压力(P)	密度(ρ)	压力(P)	密度(ρ)	压力(P)	密度(ρ)
100	0.1127	0.6601	0.1167	0.6952	0.1208	0.7105
110	0.1583	0.9075	0.1636	0.9359	0.1691	0.9650
120	0.2182	1.225	0.2250	1.261	0.2321	1.298
130	0.2953	1.627	0.3041	1.672	0.3130	1.719
140	0.3931	2.129	0.4042	2.185	0.4155	2.242
150	0.5155	2.747	0.5292	2.816	0.5433	2.886
160	0.6666	3.502	0.6835	3.586	0.7008	3.671
170	0.8511	4.415	0.8716	4.515	0.8624	4.618
180	1.0737	5.509	1.0983	5.629	1.1233	5.752
190	1.3397	6.812	1.3690	6.955	1.3987	7.100
200	1.6548	8.354	1.6892	8.522	1.7242	8.694
210	2.0248	10.17	2.0650	10.37	2.1059	10.57
220	2.4559	12.30	2.5026	12.53	2.5500	12.76
230	2.9546	14.78	3.0085	15.05	3.0631	15.33
240	3.5279	17.68	3.5897	17.99	3.6522	18.31

温度 (t) °C	6		7		8		9	
	压力(P)	密度(ρ)	压力(P)	密度(ρ)	压力(P)	密度(ρ)	压力(P)	密度(ρ)
100	0.1250	0.7277	0.1294	0.7515	0.1339	0.7758	0.1385	0.8008
110	0.1746	0.9948	0.1804	1.025	0.1863	1.057	0.1923	1.089
120	0.2393	1.336	0.2467	1.375	0.2543	1.415	0.2621	1.455
130	0.3222	1.766	0.3317	1.815	0.3414	1.864	0.3513	1.915
140	0.4271	2.301	0.4389	2.361	0.4510	2.422	0.4633	2.484
150	0.5577	2.958	0.5723	3.032	0.5872	3.106	0.6025	3.182
160	0.7183	3.758	0.7362	3.847	0.7544	3.937	0.7730	4.029
170	0.9137	4.723	0.9353	4.829	0.9573	4.937	0.9797	5.048
180	1.1487	5.877	1.1746	6.003	1.2010	6.132	1.2278	6.264
190	1.4289	7.248	1.4596	7.398	1.4909	7.551	1.5225	7.706
200	1.7597	8.868	1.7959	9.045	1.8326	9.225	1.8699	9.408
210	2.1474	10.77	2.1896	10.98	2.2323	11.19	2.2757	11.41
220	2.5981	13.00	2.6469	13.24	2.6963	13.49	2.7466	13.74
230	3.1185	15.61	3.1746	15.89	3.2316	16.18	3.2892	16.47
240	3.7155	18.64	3.7797	18.97	3.8448	19.30	3.9107	19.64

★ 饱和蒸汽测量时，补偿输入只能选择压力补偿或温度补偿中的一种。

★ 查表举例：当补偿温度=218℃时，对应密度=11.19Kg/m³

当补偿压力=2.2323MPa时，对应密度=11.19Kg/m³

二十二:过热蒸汽密度表 (单位: $\rho = \text{Kg}/\text{m}^3$)

P MPa	t (°C)							
	150	170	190	210	230	250	270	290
0.10	0.5164	0.4925	0.4707	0.4507	0.4323	0.4156	0.4001	0.3857
0.15	0.7781	0.7412	0.7079	0.6777	0.6500	0.6246	0.6010	0.5795
0.20	1.0423	0.9918	0.9466	0.9056	0.8684	0.8342	0.8027	0.7736
0.25	1.3089	1.2444	1.1869	1.1349	1.0849	1.0445	1.0048	0.9682
0.30	1.5783	1.4990	1.4287	1.3653	1.3079	1.2540	1.2077	1.1634
0.40	2.1237	2.0141	1.9166	1.8297	1.7513	1.6527	1.6152	1.5554
0.50	2.6658	2.5380	2.4121	2.2997	2.1992	2.1081	2.0255	1.9495
0.80	4.3966	4.1676	3.9372	3.7400	3.5655	3.4110	3.2718	3.1453
1.10	6.1313	5.8332	5.5342	5.2356	4.9719	4.7459	4.5445	4.3612
1.40	7.8785	7.5163	7.1540	6.7913	6.4288	6.1147	5.8437	5.6006
1.70	9.8464	9.3688	8.92473	8.4130	7.9352	7.5219	7.1713	6.8607
2.00	11.6295	11.0985	10.5676	10.0366	9.5054	8.9744	8.5350	8.1447
2.50	15.1890	14.4516	13.7250	12.9776	12.2406	11.5036	10.8794	10.3500
3.00	18.4168	17.5709	16.7243	15.8776	15.0367	14.1842	13.3377	12.6359
3.50	22.7008	21.5713	20.4427	19.3131	18.2266	17.0530	15.9243	15.0163
4.00	27.164	25.7470	24.3303	22.9129	21.4954	20.0778	18.6603	17.4997
4.50	30.3852	28.9163	27.4475	25.9784	24.5096	23.0407	21.5717	20.1028
5.00	35.4243	33.6293	31.8342	30.0384	28.2433	26.4483	24.6532	22.8580
6.00	43.8954	41.7475	39.5988	37.4508	35.3020	33.1541	31.0062	28.8574
7.00	56.7201	53.6991	50.6780	47.6561	44.6352	41.6133	38.5922	35.5704
8.00	65.4713	62.1800	58.8883	55.5968	52.3061	49.0145	45.7231	42.4316
9.00	84.5457	79.8261	75.1061	70.3863	65.6665	60.9465	51.5077	51.5077
10.0	108.6250	102.0289	95.4346	88.8412	82.2486	75.6543	65.7699	62.4676
12.5	158.3464	148.7516	139.1578	129.5629	119.9781	110.3842	95.7769	91.1964
15.0	206.4175	194.4276	182.4477	170.4577	158.4766	146.4967	127.6820	122.5268
17.5	250.3934	236.4910	222.8603	209.1592	195.4568	181.6261	163.4280	154.2312
20.0	327.8165	309.9521	291.2953	273.4409	255.5786	236.9217	219.0574	201.2031
21.5	384.6647	363.2975	341.9027	320.5455	299.1880	277.7931	256.4260	235.0688

过热蒸汽密度表一

P MPa	t (°C)							
	310	330	350	370	390	410	430	450
0.10	0.3724	0.3600	0.3484	0.3375	0.3272	0.3176	0.3086	0.2998
0.15	0.5594	0.5404	0.5230	0.5066	0.4912	0.4767	0.4631	0.4502
0.20	0.7465	0.7214	0.6980	0.6759	0.6553	0.6360	0.6178	0.6005
0.25	0.9343	0.9027	0.8732	0.8456	0.8198	0.7955	0.7726	0.7507
0.30	1.1224	1.0844	1.0488	1.0156	0.9845	0.9552	0.9277	0.8989
0.40	1.5000	1.4701	1.4010	1.3563	1.3144	1.2753	1.2377	1.2035
0.50	1.8802	1.8147	1.7545	1.6983	1.6456	1.5961	1.5498	1.5060
0.80	3.0283	2.9215	2.8227	2.7305	2.6440	2.5635	2.4884	2.4171
1.10	4.1943	4.0419	3.9030	3.7722	3.6512	3.5384	3.4335	3.3345
1.40	5.3794	5.1777	4.9945	4.8260	4.6673	4.5220	4.3857	4.2575
1.70	6.5815	6.3309	6.0998	5.7779	5.6936	5.5120	5.3441	5.1863
2.00	7.8061	7.4955	7.2186	6.9619	6.7260	6.5117	6.3090	6.1203
2.50	9.8888	9.4806	9.1139	8.7802	8.4750	8.1938	7.9332	7.6898
3.00	11.9979	11.5143	11.0494	10.6308	10.2493	9.9000	9.5775	9.2816
3.50	14.2565	13.8501	13.0286	12.6162	12.0528	11.6308	11.2425	10.8842
4.00	16.5527	15.749	15.0539	14.4392	13.8862	13.3077	12.9991	12.5087
4.50	18.9333	17.9608	17.1279	16.4018	15.7527	14.7579	14.6679	14.1507
5.00	21.4221	20.2508	19.2627	18.4108	17.6565	16.9827	16.3719	15.8139
6.00	26.7091	25.0502	23.7006	22.5570	21.5629	20.6900	19.9062	19.1981
7.00	32.5488	30.2231	28.4037	29.9035	25.6330	24.5224	23.4021	22.6635
8.00	39.1399	35.8485	33.4179	31.4825	29.8698	28.4969	27.2913	26.0170
9.00	43.7877	42.0680	38.8083	36.3217	34.3044	32.2947	31.1593	29.8733
10.0	59.6648	49.2802	44.7560	41.5274	39.0006	36.9344	35.1684	33.6447
12.5	81.6034	72.0105	62.4178	56.1496	51.8212	48.5015	45.8023	43.5431
15.0	110.5369	98.5531	86.5688	74.5840	66.8341	61.5530	57.5137	54.2497
17.5	140.3919	126.6895	116.3142	100.8176	85.3228	76.6185	70.5711	65.9331
20.0	182.5462	174.3185	166.0907	137.7965	108.5430	94.4945	85.3276	78.7759
21.5	213.6739	192.3164	171.8651	150.0074	128.1614	106.6360	95.1366	87.0939

过热蒸汽密度表二

P MPa	t (°C)						
	470	490	510	530	550	570	590
0.10	0.2919	0.2842	0.2769	0.2700	0.2634	0.2571	0.2512
0.15	0.4381	0.4270	0.4156	0.4052	0.3953	0.3858	0.3768
0.20	0.5842	0.5688	0.5541	0.5403	0.5271	0.5146	0.5026
0.25	0.7316	0.7113	0.6925	0.6757	0.6591	0.7558	0.6284
0.30	0.8856	0.8540	0.8320	0.8108	0.7913	0.7724	0.7540
0.40	1.1708	1.1396	1.1102	1.0821	1.0556	1.0303	1.0062
0.50	1.4648	1.4258	1.3888	1.3537	1.3204	1.2887	1.2585
0.80	2.3500	2.2869	2.2274	2.1700	2.1164	2.0650	2.0168
1.10	3.2402	3.1529	3.0690	2.9902	2.9150	2.8449	2.7774
1.40	4.3496	4.2291	3.9157	3.8143	3.7183	3.6271	3.5401
1.70	5.0374	4.8972	4.7665	4.6408	4.5230	4.4116	4.3056
2.00	5.9419	5.7760	5.6204	5.4725	5.3322	5.1989	5.0745
2.50	7.4632	7.2511	7.0515	6.8637	6.6858	6.5177	6.3582
3.00	8.9991	8.7388	8.4945	8.2657	8.0486	7.8437	7.6498
3.50	10.5512	10.2402	9.9499	9.6776	9.4197	9.1777	8.9480
4.00	12.1835	11.7548	11.4169	11.0994	10.8003	10.5191	10.2533
4.50	13.7009	13.2822	12.8950	12.5315	12.1894	11.8683	11.5650
5.00	15.3017	14.8249	14.3859	13.9749	13.5885	13.2267	12.8850
6.00	18.5495	17.9518	17.4029	16.8912	16.4119	15.9657	15.5440
7.00	21.8675	21.1373	20.4699	19.8506	19.2745	18.7350	18.2314
8.00	25.2640	24.3864	23.5905	22.8573	22.1742	21.5400	20.9500
9.00	28.4637	27.6971	26.7676	25.9068	25.1124	24.3771	23.6949
10.0	32.3002	31.0863	30.0116	29.0164	28.1000	27.2557	26.4738
12.5	41.5884	39.8569	38.3537	36.9936	35.7414	34.6072	33.5541
15.0	51.5265	49.1381	47.1249	45.3087	43.6680	42.1936	40.8349
17.5	62.1807	59.0050	56.3527	53.9875	51.8985	50.0237	48.3269
20.0	73.6858	69.5196	66.0602	63.0674	60.4493	58.1253	56.0402
21.5	81.0184	76.1621	72.1376	68.7108	65.7370	63.1132	60.7719

过热蒸汽密度表三

二十三：常用气体密度表

气体名称	0℃760mmHg (Kg/m ³)	20℃760mmHg (Kg/m ³)	气体名称	0℃760mmHg (Kg/m ³)	20℃760mmHg (Kg/m ³)
干空气	1.2928	1.205	乙炔	1.1717	1.091
氮	1.2506	1.165	甲烷	0.7167	0.668
氢	0.08988	0.084	乙烷	1.3567	1.263
氧	1.4289	1.331	丙烷	2.005	1.867
氯	3.214	3.00	乙稀	1.2604	1.174
氨	0.771	0.719	丙稀	1.914	1.784
一氧化碳	1.2504	1.165	天然气	根据组份确定	根据组份确定
二氧化碳	1.977	1.842	煤气	根据组份确定	根据组份确定

二十四：换算公式

1、换算：m³/h → Kg/h

$$\text{Kg/h} = V (\text{m}^3/\text{h}) \times \rho (\text{Kg/m}^3)$$

2、换算：Kg/h → m³/h

$$m^3 / h = \frac{M (\text{Kg} / h)}{\rho (\text{Kg} / m^3)}$$

3、换算：Nm³/h → 实际m³/h

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

4、换算：实际 → Nm³/h

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

5、换算：标准密度 → 实际密度

$$\rho_{\text{actual}} (\text{Kg} / m^3) = \frac{\rho_{\text{standard}} (\text{Kg} / Nm^3) \times P (\text{bars}) \times 273.15 K}{T_{\text{actual}} (K)}$$

6、换算：MPa → Kg/cm²

$$1 \text{MPa} = 10.19745 \text{Kg/cm}^2$$

二十五：编程举例

例1: 涡街测量气体, 频率输入, 无补偿。继电器上限报警输出, 瞬时流量大于500Kg/h时输出报警。

系统有关数据如下:

气体密度(ρ): 0.85 Kg/m³

流量系数(K): 7.5548 1/升

仪表选型: LK801-00-F-H

★流量系数K可根据仪表标准公式算出：

当频率 $f=1.111\text{KHz}$ 时，最大流量为 450Kg/h

根据公式： $M = \frac{3.6}{K} \times \rho \times f$

$$\text{得： } K = \frac{3.6 \times \rho \times f}{M} = \frac{3.6 \times 0.85 \times 1111}{450} = 7.5548$$

参数设定如下：

一、 进入二级参数设定：（进入二级参数方法请参见仪表操作手册）

参 数	名 称	设定值
SF	流量信号输入类型	17
d1	流量信号输入小数点	0
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	0
Pb1	流量输入的迁移	0
EE1	流量输入显示比例	1.000
FAR	流量输入小信号切除	0
b2	流量输入信号类型	3
b3	流量测量选择	0
d4	累积流量显示小数点	0
d5	瞬时流量显示的小数点	0
bF	瞬时变送输出类型	0
bL	变送输出量程下限	0
bH	变送输出量程上限	0
PA1	第一报警方式	1
PA2	第二报警方式	0

二、退出二级参数设定，进入一级参数设定：

符 号	名 称	设定值
AL1	第一报警值	500
AH1	第一报警回差值	1
K1	流量系数1	7.5548
P	工况密度	0.85

★具体操作方法参见仪表操作手册。

三、瞬时流量校对：

频 率 输 入Hz	0	500	1111
瞬 时 值 Kg/h	0	202	450

★ LK系列智能流量积算仪，由于采用CPU自动运算，软件完成，只要瞬时值准确，累积值就不会有误差。因此，校对时，只需校对瞬时值。

例2：涡街流量仪测量气体，线性输入，无补偿，无报警。

系统有关数据如下：

流量输入：4~20mA，量程：0~100T/h

气体密度（ ρ ）：0.928Kg/m³

仪表选型：LK801-00-A

根据公式: $M = K \times \rho \times G$

$$K = \frac{M}{\rho \times G} = \frac{100}{0.928 \times 100} \approx 1.0776$$

参数设定如下:

一、 进入二级参数设定: (进入二级参数方法请参见仪表操作手册)

参数	名 称	设定值
SF	流量信号输入类型	14
d1	流量信号输入小数点	1
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	100.0
Pb1	流量输入的迁移	0
EE1	流量输入显示比例	1.000
FAR	流量输入小信号切除	0
b2	流量输入信号类型	0
b3	流量测量选择	0
d4	累积流量显示小数点	1
d5	瞬时流量显示的小数点	1
bF	瞬时变送输出类型	0
bL	变送输出量程下限	0
bH	变送输出量程上限	0
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0

二、 退出二级参数设定, 进入一级参数设定:

符号	名 称	设定值
K1	流量系数1	1.0776
P	工况密度	0.928

★具体操作方法参见仪表操作手册。

三、 仪表校正

1、 瞬时流量校对:

流量输入 (mA)	8	12	16	20
流量通道测量值T/h	25.0	50.0	75.0	100.0
瞬时值T/h	25.0	50.0	75.0	100.0

例3: 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, 0~100T/h

温度变送器: 4~20mA, 0~300℃

仪表选型: LK802-00-ANA

温度与密度的关系:

工作温度T (℃)	100	200
密度 ρ (Kg/m ³)	48.56	51.23

当补偿温度 $T=300^{\circ}\text{C}$ 时，最大瞬时流量 $M=100\text{T/h}$ 。

根据公式： $\rho=A_1+A_2\times T$

得：

$$\begin{cases} A_1+A_2\times 100=48.56 \\ A_1+A_2\times 200=51.23 \end{cases}$$

解得： $A_1=45.89$ ， $A_2=0.0267$

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

$$\text{得：} K = \frac{M}{(A_1+A_2\times T)\times G} = \frac{100}{(45.89+0.0267\times 300)\times 100} \approx 1.01856$$

参数设定如下：

一、进入二级参数设定：（进入二级参数方法请参见仪表操作手册）

参数	名称	设定值
5F	流量信号输入类型	14
d1	流量信号输入小数点	1
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	100.0
Pb1	流量输入的迁移	0
EE1	流量输入显示比例	1.000
FRR	流量输入小信号切除	0
SP	压力补偿输入信号	0
d2	压力补偿的小数点	0
PL	压力补偿量程下限	0
PH	压力补偿量程上限	0
Pb2	压力补偿输入的迁移	0
EE2	压力输入显示比例	0
St	温度补偿输入信号	14
d3	温度补偿的小数点	1
EL	温度补偿量程下限	0

参数	名称	设定值
EH	温度补偿量程上限	300
Pb3	温度补偿输入的迁移	0
EE3	温度输入显示比例	0
FE	滤波系数	0.100
b1	被测量介质	0
b2	流量输入信号类型	0
b3	流量测量选择	0
PA	工作点大气压力	0.000
EE	流量系数补偿方式	0
d4	累积流量显示小数点	1
d5	瞬时流量显示的小数点	1
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0
PA3	累积报警方式	0

二、退出二级参数设定，进入一级参数设定：

符号	名称	设定值
A1	密度补偿系数1	45.89
A2	密度补偿系数2	0.0267
K1	流量系数1	0.01856

★具体操作方法参见仪表操作手册。

三、仪表校正

1、瞬时流量校对：

流量通道测量值 T/h	25.0	50.0	75.0	100.0
温度补偿输入 ($^{\circ}\text{C}$)	300	300	300	300
瞬时值 T/h	25.0	50.0	75.0	100.0

例 4：孔板测量天然气，带温度、压力补偿。

系统有关数据如下：

孔板差压（ ΔP ）：0~40kPa/4~20mA

压力补偿（P）：0~0.8kgf/cm²（表压，恒压给定）

温度补偿（T）：5~30℃/Pt100

标况密度（ ρ_{20} ）：0.668kg/Nm³

工况密度（ ρ ）：1.1706kg/Nm³

工作点大气压力（ P_A ）：0.10133MPa

最大瞬时体积流量（ $Q_{\text{标方}}$ ）：250Nm³/h

仪表选型：LK802-01-AAG-P

根据公式：

$$Q_{\text{标方}} = \frac{M}{\rho_{20}} = \frac{K \times \sqrt{\rho \times \Delta P}}{\rho_{20}}$$

$$K = \frac{Q_{\text{标方}} \times \rho_{20}}{\sqrt{\rho \times \Delta P}}$$

$$K = \frac{250 \times 0.668}{\sqrt{1.1706 \times 40}} = 24.4052$$

$$\text{另：公式：} \rho = \rho_{20} \times \frac{(T_0 + 20^\circ\text{C}) \times (P + P_A)}{\rho_0 \times (T + T_0)}$$

由于 $T_0=273.15$ ， $\rho=0.10133\text{MPa}$ ， P_A 为工作点大气压，也设为0.10133MPa。

压力补偿 $P=0.8\text{kgf/cm}^2$ ，而 $1\text{MPa}=10.19745\text{kgf/cm}^2$

所以：

$$1.1706 = 0.668 \times \frac{(273.15 + 20) \times (\frac{0.8}{10.19745} + 0.10133)}{0.10133 \times (T + 273.15)}$$

算出：对应工况密度 1.1706kg/m³

工作温度：T=23.6℃

工作压力：P=0.078MPa

表示：当工作在温度为23.6℃，压力补偿为 0.078MPa，孔板差压为40kPa 时，最大瞬时体积流量为250Nm³/h。

参数设定如下：

一、进入二级参数设定：（进入二级参数方法请参见仪表操作手册）

参数	名 称	设定值
SF	流量信号输入类型	14
d1	流量信号输入小数点	1
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	40
Pb1	流量输入的迁移	0
EE1	流量输入显示比例	1.000
FAR	流量输入小信号切除	0
SP	压力补偿输入信号	14
d2	压力补偿的小数点	3
PL	压力补偿量程下限	0
PH	压力补偿量程上限	0.078
Pb2	压力补偿输入的迁移	0
EE2	压力输入显示比例	1.000
St	温度补偿输入信号	8
d3	温度补偿的小数点	1
tL	温度补偿量程下限	5

参数	名 称	设定值
tH	温度补偿量程上限	300
Pb3	温度补偿输入的迁移	0
EE3	温度输入显示比例	1.000
Ft	滤波系数	0.100
b1	被测量介质	0
b2	流量输入信号类型	1
b3	流量测量选择	0
PA	工作点大气压力	0.10133
EE	流量系数补偿方式	0
d4	累积流量显示小数点	1
d5	瞬时流量显示的小数点	1
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0
PA3	累积报警方式	0

★瞬时流量单位设置只对打印时有效，不参予单位换算或计算。

★★二级参数中最易出错的参数是工作点大气压力PA，必须和压力补偿单位DP对应。

PA=0.10133MPa

当压力补偿输入值为绝压时，PA=0。

二、退出二级参数设定，进入一级参数设定：

符号	名 称	设定值
AL1	第一报警值	50
AH1	第一报警回差值	1
AL2	第二报警值	20
AH2	第二报警回差值	1
K1	流量系数1	24.41
P20	标况密度	0.668

★具体操作方法参见仪表操作手册。

三、瞬时流量校对：

差压输入（mA）	8	12	16	20
差压输入测量值（KPa）	10.0	20.0	30.0	40.0
压力补偿输入Kgf/cm ²	0.800	0.800	0.800	0.800
温度补偿输入（℃）	23.6	23.6	23.6	23.6
瞬时值 Nm ³ /h	125.0	176.7	216.5	250.0

例5：孔板测量某气体，差压输入，压力、温度补偿，无输出，要求差压小于10KPa时，流量不累积。

系统有关数据如下：

差压变送器：4~20mA，量程：0~80KPa

压力变送器：1~5 V，量程：0~3MPa

温度变送器：4~20mA，量程：0~300℃

工作点大气压力： (P_A) ：0.08MPa

标况密度： $\rho_{20}=2\text{Kg/m}^3$

当工作压力(补偿压力) $P=3\text{MPa}$ ，工作温度 $T=300^\circ\text{C}$ 时，最大流量 $M=100\text{T/h}$ 。

仪表选型：LK802-00-ACA

根据公式：

$$M = K \times \sqrt{\rho_{20} \times \frac{(T_0+20^\circ\text{C}) \times (P+P_A)}{P_0 \times (T+T_0)} \times \Delta P}$$

$$K = \frac{M}{\sqrt{\rho_{20} \times \frac{(T_0+20^\circ\text{C}) \times (P+P_A)}{P_0 \times (T+T_0)} \times \Delta P}}$$

$$= \frac{100}{\sqrt{2 \times \frac{(273.15+20) \times (3+0.08)}{0.10133 \times (300+273.15)} \times 80}} = 2.00504$$

参数设定如下：

一、进入二级参数设定：(进入二级参数方法请参见仪表操作手册)

参数	名称	设定值
5F	流量信号输入类型	14
d1	流量信号输入小数点	1
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	80
Pb1	流量输入的迁移	10
EL1	流量输入显示比例	1.000
FAR	流量输入小信号切除	0
5P	压力补偿输入信号	11
d2	压力补偿的小数点	3
PL	压力补偿量程下限	0
PH	压力补偿量程上限	3.000
Pb2	压力补偿输入的迁移	0
EL2	压力输入显示比例	1.000
5t	温度补偿输入信号	14
d3	温度补偿的小数点	0
tL	温度补偿量程下限	0

参数	名称	设定值
tH	温度补偿量程上限	300
Pb3	温度补偿输入的迁移	0
EL3	温度输入显示比例	1.000
Ft	滤波系数	0.100
b1	被测量介质	0
b2	流量输入信号类型	1
b3	流量测量选择	0
PA	工作点大气压力	0.08
EC	流量系数补偿方式	0
d4	累积流量显示小数点	1
d5	瞬时流量显示的小数点	1
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0
PA3	累积报警方式	0

一、退出二级参数设定，进入一级参数设定：

符号	名 称	设定值
K1	流量系数1	2.005
P20	标况密度	2

★具体操作方法参见仪表操作手册。

二、瞬时流量校对：

流量输入测量值 (KPa)	20.0	40.0	60.0	80.0
压力补偿输入 (MPa)	0.750	1.500	2.250	3.000
温度补偿输入 (℃)	300	300	300	300
瞬时值T/h	25.9	50.6	75.3	100.0

例6：孔板测量过热蒸汽，差压输入，带温度、压力补偿，带瞬时变送输出。

系统有关数据如下：

差压变送器：4~20mA，量程：0~100KPa

压力变送器：1~5 V，量程：0~5MPa

温度变送器：4~20mA，量程：0~400℃

工作点大气压力： (P_A) ：0.10133MPa

当补偿压力 $P=5\text{MPa}$ ，补偿温度 $T=400^\circ\text{C}$ 时，最大瞬时流量 $M=100\text{T/h}$ 。

仪表选型：LK803-80-ACA

根据公式： $P_{\text{绝压}} = P_{\text{表压}} + P_A = 5\text{MPa} + 0.10133\text{MPa} = 5.10133\text{MPa}$

当压力 $P=5.10133\text{MPa}$ ，温度 $T=400^\circ\text{C}$ 时，查过热蒸汽密度表，得： $\rho=17.700\text{Kg/m}^3$

根据公式：

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

$$\text{得： } K = \frac{M}{\sqrt{\rho \times \Delta P}} = 2.3769$$

参数设定如下：

一、进入二级参数设定：（进入二级参数方法请参见仪表操作手册）

参 数	名 称	设定值
SF	流量信号输入类型	14
d1	流量信号输入小数点	1
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	100
Pb1	流量输入的迁移	10
EE1	流量输入显示比例	1.000
FRA	流量输入小信号切除	0
SP	压力补偿输入信号	11
d2	压力补偿的小数点	3
PL	压力补偿量程下限	0
PH	压力补偿量程上限	5.000
Pb2	压力补偿输入的迁移	0
EE2	压力输入显示比例	1.000
St	温度补偿输入信号	14
d3	温度补偿的小数点	0
tL	温度补偿量程下限	0

参 数	名 称	设定值
tH	温度补偿量程上限	400
Pb3	温度补偿输入的迁移	0
EE3	温度输入显示比例	1.000
Ft	滤波系数	0.100
b1	被测量介质	2
b2	流量输入信号类型	1
b3	流量测量选择	0
PA	工作点大气压力	0.10133
EE	流量系数补偿方式	0
d4	累积流量显示小数点	1
d5	瞬时流量显示的小数点	1
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0
PA3	累积报警方式	0

二、退出二级参数设定，进入一级参数设定：

符 号	名 称	设定值
K1	流量系数1	2.3769

★具体操作方法参见仪表操作手册。

三、瞬时流量校对：

流量输入测量值 (T/h)	25.0	50.0	75.0	100.0
压力补偿输入 (MPa)	1.250	2.500	3.750	5.000
温度补偿输入 (℃)	400	400	400	400
瞬时值T/h	25	49.5	74.5	100.0

例7：孔板测量过热蒸汽，差压输入，带温度、压力补偿，系统有关数据如下：

差压变送器：4~20mA，量程：0~0.06MPa

压力变送器：1~5V，量程：0~5MPa

温度变送器：4~20mA，量程：0~400℃

工作点大气压力 (P_A)：0.10133MPa

当补偿压力 $P=5\text{MPa}$ ，补偿温度 $T=400^{\circ}\text{C}$ 时，最大瞬时流量 $M=100\text{T/h}$

仪表选型：LK803-08-ACA

根据公式： $P_{\text{绝压}} = P_{\text{表压}} + P_A = 5\text{MPa} + 0.10133\text{MPa} = 5.10133\text{MPa}$

当压力 $P=5.10133\text{MPa}$ ，温度 $T=400^{\circ}\text{C}$ 时，查过热蒸汽密度表，得： $\rho=17.700\text{Kg/m}^3$

根据公式：

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

$$\text{得：} K = \frac{M}{\sqrt{\rho \times \Delta P}} = \frac{100}{\sqrt{17.700 \times 0.06}} \approx 97.02$$

参数设定如下：

一、进入二级参数设定：（进入二级参数方法请参见仪表操作手册）

参 数	名 称	设定值
SF	流量信号输入类型	14
d1	流量信号输入小数点	3
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	0.06
Pb1	流量输入的迁移	0
EL1	流量输入显示比例	1.000
FAR	流量输入小信号切除	0
SP	压力补偿输入信号	11
d2	压力补偿的小数点	3
PL	压力补偿量程下限	0
PH	压力补偿量程上限	5.000
Pb2	压力补偿输入的迁移	0
EL2	压力输入显示比例	1.000
St	温度补偿输入信号	14
d3	温度补偿的小数点	0
tL	温度补偿量程下限	0

参 数	名 称	设定值
tH	温度补偿量程上限	400
Pb3	温度补偿输入的迁移	0
EL3	温度输入显示比例	1.000
FL	滤波系数	0.100
b1	被测量介质	2
b2	流量输入信号类型	1
b3	流量测量选择	0
PA	工作点大气压力	0.10133
EE	流量系数补偿方式	0
d4	累积流量显示小数点	1
d5	瞬时流量显示的小数点	1
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0
PA3	累积报警方式	0

二、退出二级参数设定，进入一级参数设定：

符 号	名 称	设定值
K1	流量系数1	97.02

★具体操作方法参见仪表操作手册。

三、瞬时流量校对：

流量输入 (mA)	8	12	16	20
流量输入测量值 (MPa)	0.015	0.030	0.045	0.060
压力补偿输入 (MPa)	1.250	2.500	3.750	5.000
温度补偿输入 (°C)	400	400	400	400
瞬时值T/h	25.0	49.5	74.5	100.0

例8：孔板测量饱和蒸汽，差压输入，压力补偿，无输出。

系统有关数据如下：

差压变送器：4~20mA，量程：0~0.035MPa

压力变送器：4~20mA，量程：0~1.5MPa

工作点大气压力：P=0.10133MPa

当补偿压力P=1.5MPa时，最大流量M=100T/h。

仪表选型：LK81-00-AA

根据公式： $P_{\text{绝压}} = P_{\text{表压}} + P_A = 1.5\text{MPa} + 0.10133\text{MPa} = 1.60133\text{MPa}$

当压力P=1.60133MPa时，查饱和蒸汽密度表，得： $P=8.0910\text{Kg/m}^3$

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

$$K = \frac{M}{\sqrt{\rho \times \Delta P}} = \frac{100}{\sqrt{8.0910 \times 0.035}} = 187.916 = 187.91$$

参数设定如下：

一、进入二级参数设定：（进入二级参数方法请参见仪表操作手册）

参数	名称	设定值
SF	流量信号输入类型	14
d1	流量信号输入小数点	3
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	0.353
Pb1	流量输入的迁移	0
EE1	流量输入显示比例	1.000
FRR	流量输入小信号切除	0
SP	压力补偿输入信号	11
d2	压力补偿的小数点	3
PL	压力补偿量程下限	0
PH	压力补偿量程上限	1.500
Pb2	压力补偿输入的迁移	0
EE2	压力输入显示比例	1.000
St	温度补偿输入信号	0
d3	温度补偿的小数点	0
EL	温度补偿量程下限	0

参数	名称	设定值
EH	温度补偿量程上限	0
Pb3	温度补偿输入的迁移	0
EE3	温度输入显示比例	1.000
Ft	滤波系数	0.100
b1	被测量介质	1
b2	流量输入信号类型	1
b3	流量测量选择	0
PA	工作点大气压力	0.10133
EE	流量系数补偿方式	0
d4	累积流量显示小数点	1
d5	瞬时流量显示的小数点	1
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0
PA3	累积报警方式	0

二、退出二级参数设定，进入一级参数设定：

符号	名 称	设定值
K1	流量系数1	187.91

★具体操作方法参见仪表操作手册。

三、瞬时流量校对：

流量输入测量值 (MPa)	0.009	0.018	0.026	0.035
压力补偿输入 (MPa)	0.375	0.75	1.125	1.5
瞬时值 T/h	28.4	52.9	75.7	100.0

例9：涡街流量仪量乙炔标准体积流量（标方— Q_N ），线性输入，无补偿，无报警。

系统有关数据如下：

流量输入：4~20mA

当气体密度 $\rho = 0.928 \text{ Kg/m}^3$ 时，最大瞬时流量 $M = 100 \text{ Kg/h}$

仪表选型：WSAT-LK801-00-A

根据公式： $M = K \times \rho \times G$

$$K = \frac{M}{\rho \times G} = \frac{100}{0.928 \times 100} \approx 1.07759 = 1.078$$

查表得乙炔的标况密度 $\rho_{20} = 1.091 \text{ Kg/m}^3$

根据公式： $Q_N = \frac{M}{\rho_{20}}$

最大瞬时体积流量（标方— Q_N ）： $Q_N = \frac{M}{\rho_{20}} = \frac{100}{1.091} \approx 91.66 \text{ m}^3/\text{h}$

参数设定如下：

一、进入二级参数设定：（进入二级参数方法请参见仪表操作手册）

参数	名 称	设定值
SF	流量信号输入类型	14
d1	流量信号输入小数点	1
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	100.0
Pb1	流量输入的迁移	0
EE1	流量输入显示比例	1.000
FAR	流量输入小信号切除	0
SP	压力补偿输入信号	0
d2	压力补偿的小数点	0
PL	压力补偿量程下限	0
PH	压力补偿量程上限	0
Pb2	压力补偿输入的迁移	0
EE2	压力输入显示比例	0
SE	温度补偿输入信号	0
d3	温度补偿的小数点	0
EL	温度补偿量程下限	0

参数	名 称	设定值
EH	温度补偿量程上限	0
Pb3	温度补偿输入的迁移	0
EE3	温度输入显示比例	0
FE	滤波系数	0.100
b1	被测量介质	0
b2	流量输入信号类型	0
b3	流量测量选择	1
PA	工作点大气压力	0.10133
EE	流量系数补偿方式	0
d4	累积流量显示小数点	2
d5	瞬时流量显示的小数点	2
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0
PA3	累积报警方式	0

二、退出二级参数设定，进入一级参数设定：

符号	名 称	设定值
K1	流量系数1	1.077
ρ	工况密度	0.928
ρ_{20}	标况密度	1.091

★具体操作方法参见仪表操作手册。

三、结果测试

输入 (mA)	4	12	20
瞬时流量 (m^3/h)	0	45.83	91.66

★若设定二级参数B5=0(质量流量), C3=1, 则结果为:

输入 (mA)	4	12	20
瞬时流量 (Kg/h)	0.0	50.0	100.0

例10：涡街测量气体，频率输入，无补偿。频率输入小于50Hz时，停止累积。

系统有关数据如下：

气体密度 (ρ) : 0.85 Kg/m^3

流量系数 (K) : 7.5548/升

仪表选型：HX-WP-LK801-00-F-H

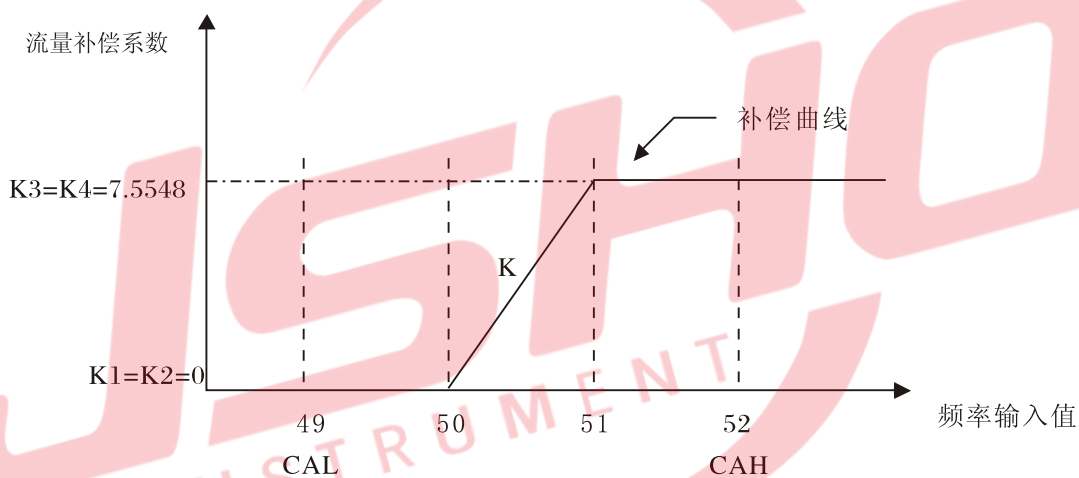
根据“流量补偿系数Kx的说明”中Kx的特点：

1. 当输入值等于小于CAL时，用K1作补偿。
2. 当输入值等于 $1/3 \text{ CAL} \sim \text{CAH}$ 量程时，用K2作补偿。
3. 当输入值等于 $2/3 \text{ CAL} \sim \text{CAH}$ 量程时，用K3用作补偿。
4. 当输入值等于大于CAH时，用K4作补偿。

可利用K系数的上述特点，实现频率输入的小信号切除功能，方法如下：

设定—K1=0; K2=0; K3=7.5548; K4=7.5548; CAL=49, CAH=52。

★曲线示意图如下：



参数设定如下：

一、进入二级参数设定：（进入二级参数方法请参见仪表操作手册）

参 数	名 称	设定值
SF	流量信号输入类型	16
d1	流量信号输入小数点	0
FL	流量信号下限量程	49
FH	流量信号上限量程	52
Pb1	流量输入的迁移	0
EE1	流量输入显示比例	1.000
FAR	流量输入小信号切除	50
SP	压力补偿输入信号	0
d2	压力补偿的小数点	0
PL	压力补偿量程下限	0
PH	压力补偿量程上限	0
Pb2	压力补偿输入的迁移	0
EE2	压力输入显示比例	0
St	温度补偿输入信号	0
d3	温度补偿的小数点	0
tL	温度补偿量程下限	0

参 数	名 称	设定值
tH	温度补偿量程上限	0
Pb3	温度补偿输入的迁移	0
EE3	温度输入显示比例	0
FE	滤波系数	0.100
b1	被测量介质	0
b2	流量输入信号类型	3
b3	流量测量选择	1
PA	工作点大气压力	0
EE	流量系数补偿方式	0
d4	累积流量显示小数点	1
d5	瞬时流量显示的小数点	0
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0
PA3	累积报警方式	0

二、退出二级参数设定，进入一级参数设定：

符 号	名 称	设定值
K1	流量系数1	0
K2	流量系数2	0
K3	流量系数3	7.555
K4	流量系数4	7.555
P	工况密度	0.85

★具体操作方法参见仪表操作手册。

三、瞬时流量校对：

频率输入测量值（t/h）	0	50	500	1111
瞬时值 Nm ³ /h	0	0	202	450

★仪表显示结果根据公式 $M = \frac{3.6}{K} \times \rho \times f$ 。

例 11：孔板测量某汽体，差压输入，无补偿。

系统有关数据如下：

差压变送器：4~20mA, 0~0.02MPa

管 道 内 径：D=100mm

孔 板 孔 径：d=50.024mm

膨 胀 系 数： $\epsilon=0.9793$

流 量 系 数： $\alpha=0.6257$

工 作 密 度： $\rho=4.162\text{Kg/m}^3$

仪 表 选 型：LK801-00

根据公式：

$$K = 3.995 \times \alpha \times \varepsilon \times d^2 \quad \text{— } M \text{ 单位为 Kg/h; } \Delta P \text{ 单位为 MPa}$$

$$1 \text{ T/h} = 1000 \text{ Kg/h}$$

$$\text{得： } K = \frac{3.995}{1000} \times \alpha \times \varepsilon \times d^2$$

$$= 0.003995 \times 0.6257 \times 0.9893 \times 50.024^2 = 6.18825$$

最大流量：

$$M_{\max} = K \times \sqrt{\Delta P \times \rho} = 6.18825 \times \sqrt{0.02 \times 4.162} = 56.4591 \text{ T/h}$$

参数设定如下：

一、进入二级参数设定：（进入二级参数方法请参见仪表操作手册）

参 数	名 称	设定值
SF	流量信号输入类型	14
d1	流量信号输入小数点	2
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	20.00
Pb1	流量输入的迁移	0
EL1	流量输入显示比例	1.000
FAR	流量输入小信号切除	0
b2	流量输入信号类型	1
b3	流量测量选择	0
d4	累积流量显示小数点	0
d5	瞬时流量显示的小数点	2
bF	瞬时变送输出类型	0
bL	变送输出量程下限	0
bH	变送输出量程上限	0
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0

二、退出二级参数设定，进入一级参数设定：

符 号	名 称	设定值
K1	流量系数1	6.188
P	工况密度	4.162

★具体操作方法参见仪表操作手册。

三、结果测试

输入（KPa）	0	10	20
瞬时流量（t/h）	0	42.0255	56.4591

例12: 流量系数自动演算举例

孔板测量过热蒸汽, 差压输入, 温度、压力补偿。

仪表型号: LK803-01-AAA-HL-A

差压信号: 4~20mA/0~0.06MPa

压力补偿: 4~20mA/0~5MPa

温度补偿: 4~20mA/0~400℃

当工作压力为4MPa, 工作温度为400℃, 差压信号为0.06MPa时, 最大瞬时流量100t/h
参数设定如下:

一、设定CLK=132, 进入二级参数设定:

参数	名 称	设定值
5F	流量信号输入类型	14
d1	流量信号输入小数点	3
FL	流量信号下限量程	0
FH	流量信号上限量程	0.06
Pb1	流量输入的迁移	0
EE1	流量输入显示比例	1.000
FAR	流量输入小信号切除	0
SP	压力补偿输入信号	14
d2	压力补偿的小数点	3
PL	压力补偿量程下限	0
PH	压力补偿量程上限	5.000
Pb2	压力补偿输入的迁移	0
EE2	压力输入显示比例	1.000
St	温度补偿输入信号	14
d3	温度补偿的小数点	0
EL	温度补偿量程下限	0

参数	名 称	设定值
EH	温度补偿量程上限	400
Pb3	温度补偿输入的迁移	0
EE3	温度输入显示比例	1.000
Ft	滤波系数	0.100
b1	被测量介质	2
b2	流量输入信号类型	1
b3	流量测量选择	0
PA	工作点大气压力	0.10133
EE	流量系数补偿方式	0
d4	累积流量显示小数点	1
d5	瞬时流量显示的小数点	1
PA1	第一报警方式	0
PA2	第二报警方式	0
PA3	累积报警方式	0

二、设定CLK=128, 进入三级参数设定:

参数	名 称	设定值	参数	名 称	设定值	参数	名 称	设定值
F	最大瞬时流量M	100.0	T	流量系数	400	P	工作压力	4.000

计算结果显示:

参数	名 称	设定值
K	流量系数	97.02

按压复位键, 退出三级参数。

三、更改CLK=0, 按压SET键, 可发现一级参数中K1自动更改为97.02, 其它参数设定如下:

符号	名 称	设定值	符号	名 称	设定值	符号	名 称	设定值
CLK	设定参数禁锁	0	AL1	上限报警设定值	80	AL2	上线报警回差值	0
AH1	下限报警设定值	20	AH2	下限报警回差值	0	K1	流量系数1	97.02

四: 结果测试:

流量输入(MPa)	0	0.015	0.030	0.045	0.06	温度补偿(℃)	400	400	400	400	400
压力补偿输入(MPa)	0	1.250	2.500	3.750	5.000	瞬时值t/h	0	25.0	49.5	74.5	100.0

★以上测试过程中, 将压力补偿、温度补偿固定不变, 利于检测。若其中一样更改, 则密度也相应改变, 瞬时值也就改变。

二十六、系统典型应用接线举例：

某系统测量过热蒸汽的质量流量，采用温度、压力补偿。

系统配置：

仪 表：LK803-01-AAG-2P

传 感 器：温度补偿输入：PT100

压力补偿输入：二线制压力变送器，输出4~20mA

流量信号输入：孔板装置，差压变送器，输出4~20mA

系统接线如下：

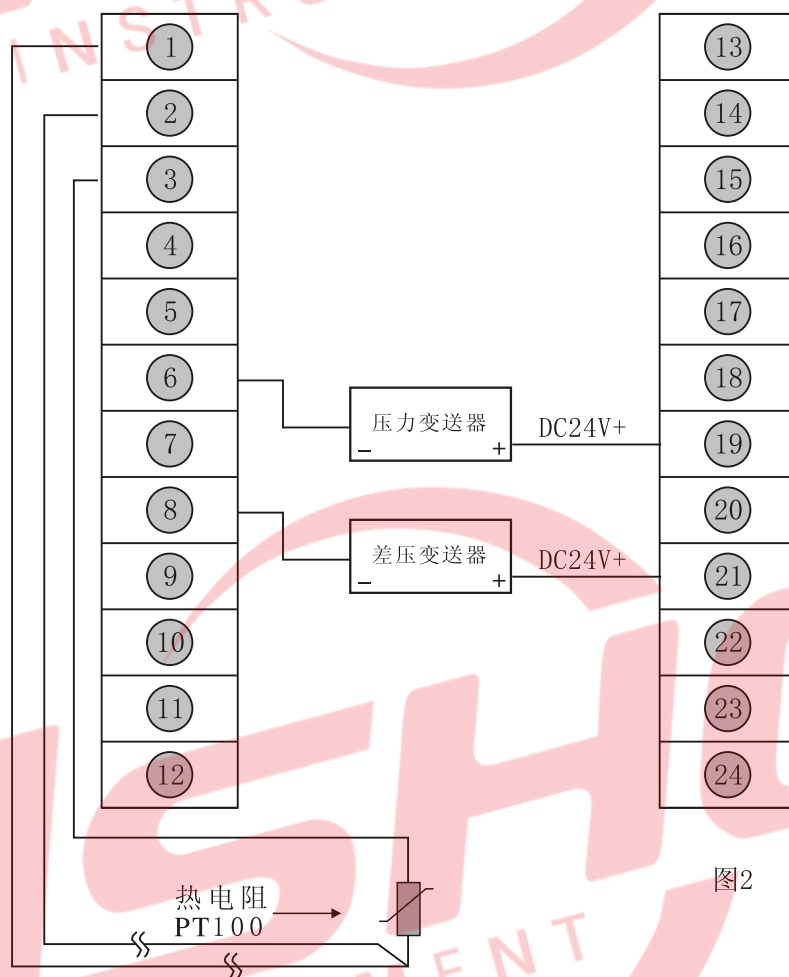


图1

图2



**Smart People.
Smart Products.
Worldwide.**

红器自控（江苏）有限公司

地址：江苏省淮安市金湖县戴楼集中工业区润楼路16号

电话：0517-86880701

邮编：211600

网址：<http://www.crown2012.com>

E-mail：yb86880701@163.com