



天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格  
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

## 流量运算精度改进算法及在DCS中的实现

史宏俊, 张晓旭, 陈伟

(新疆天富热电股份有限公司热电厂, 新疆石河子832000)

(陕西省华阴市68331部队48分队, 714200)

(西安艾贝尔科技发展有限公司, 710048)

关键词: DCS 流量

摘要: 本文从实际使用的要求出发, 针对开方运算中开方运算精度与小信号切除是开方器中这一个特殊问题, 介绍了DCS系统中使用MSF模块计算流量的方法以及存在的缺陷, 提出了在MSF模块的输入部分, 增加小信号切除电路, 提高流量运算精度。

### 0 引言

新疆天富热电股份有限公司热电厂增容扩建一台130T/h中压煤粉炉及12MW抽凝机组, 该机炉系统为了实现在生产过程自动化、提高运行质量、节能降耗, 在热控系统中采用了美国Honeywell公司生产的R160小型分散控制系统(DCS [Distributed Control System])。但是该机炉DCS系统中大量流量的显示、流量的积算运算与实际值都存在有一定的差距, 特别是锅炉停运、汽轮机停机和在没有投入抽汽的工作下, DCS仍显示有主汽流量和抽汽流量(不为零或显示值很大)。究其原因是多方面的, 现笔者仅从自动化控制技术的角度上分析其原因, 那就是在该DCS处理流量运算时, 没有考虑开方运算精度与小信号切除问题, 这是造成上述缺陷的主要原因之一。

### 1 流量运算原理及使用开方运算存在的缺陷

流量是生产过程中一个十分重要的参数。通常采用节流装置先将流量转换成差压, 然后将差压间接地反映出被测流量的数值。为了使仪表的输出信号与流量呈线性关系, 通常流量的显示、流量的积算运算中都使用了开方运算, 开方器运算在自动控制系统中的应用是相当广泛的。但开方运算中开方运算精度与小信号切除是开方器中的一个特殊问题<sup>[1]</sup>, 现以DDZ型(II型)开方器为例:

DDZ型(II型)开方器的运算关系式为:

$$I_o = k \sqrt{I_i}$$

其中: 开方器输出 $I_o$ 。

开方器输入 $I_i$

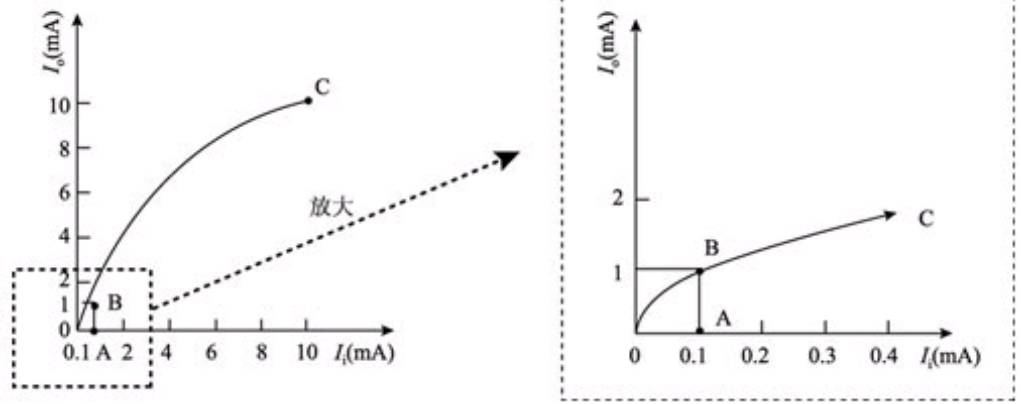


图1 开方器特性曲线

它可以用图1的特性曲线OBC表示，曲线上各点的斜率是不同的。若对上式求导数可得

$$\frac{dI_o}{dI_i} = \frac{K}{2\sqrt{I_i}}$$

$$\frac{dI_o}{dI_i}$$

是斜率，也就是开方器的放大系数，若用 $K_{sr}$ 表示，则

$$K_{sr} = \frac{dI_o}{dI_i} = \frac{K}{2\sqrt{I_i}}$$

上式表明放大系数与输入信号电流 $I_i$ 有关。当 $I_i$ 很小时， $K_{sr}$ 很大；若 $I_i$ 趋于零，则 $K_{sr}$ 趋向无穷大。这说明在输入电流 $I_i$ 很小时，若 $I_i$ 有一波动，就会引起开方器输出电流 $I_o$ 很大的变化。因此在输入信号 $I_i$ 很小时开方器会产生较大的运算误差，从而对流量运算产生较大误差。

## 2 DCS流量运算中使用MSF模块控制原理以及存在运算误差的原因分析

下面以DCS系统中FI5\_202为例分析产生较大的运算误差的原因。该机可调整抽汽流量（FI5\_202）在未投入抽汽的工况下显示有流量，在该流量的运算中采用了MSF（质量流量）运算模块。下面首先介绍一下该模块原理：

### 2.1 MSF（质量流量）控制模块原理

#### 2.1.1 控制模块说明

MSF是代表质量流量计算的标志。这个块是计算的一种，在控制图上看上去如下图2所示。

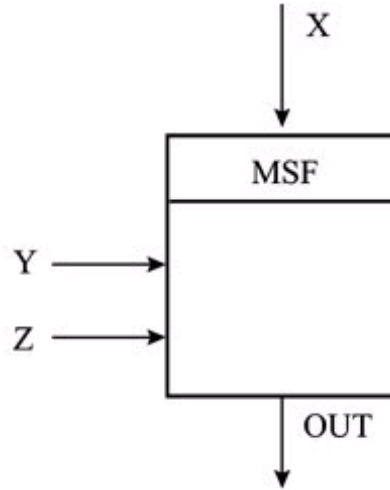


图2 MSF流量计算块图

### 2.1.2 控制模块功能介绍

从一个差压输入值 (X) 来计算气体的质量流量 (作为OUT)，使用了平方根运算 (例如，节流元件为孔板)，使用温度和压力 (Y、Z) 对流量进行补偿运算，采取补偿措施，自动消除系统误差 [2]。

$$OUT = K_q \sqrt{\frac{P \cdot \Delta P}{T}}$$

其中：K<sub>q</sub>=孔板常数

$$\Delta P = \text{差压值} = (K_x \times X) + B_x$$

这里：K<sub>x</sub>=差压的刻度系数

X=模拟输入值

B<sub>x</sub>=差压的偏置值

$$P = \text{气体绝对压力} = (K_y \times Y) + B_y$$

这里：K<sub>y</sub>=压力的刻度系数

Y=气体压力值

B<sub>y</sub>=压力的偏置值

$$T = \text{气体的绝对温度} = (K_z \times Z) + B_z$$

这里：K<sub>z</sub>=温度的刻度系数

Z=气体温度值

B<sub>z</sub>=温度偏置值

### 2.2 实际组态及运算数据分析

该机可调整抽汽流量 (FI15\_202) 的实际组态图如图3所示。

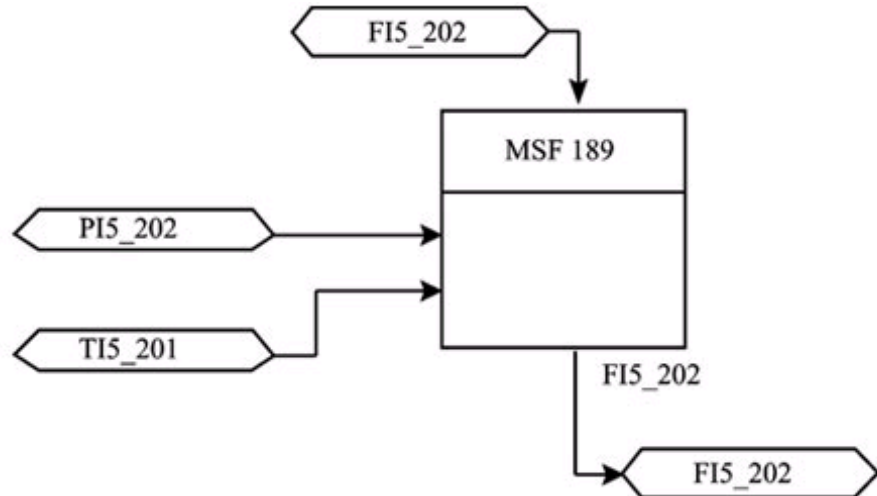


图3 原流量运算组态图

组态图中FI5\_202为差压输入对应的模拟输入值，PI5\_202为调整抽汽压力补偿值，TI5\_201为调整抽汽温度补偿值，而输出FI5\_202即是运算后的流量示值。

该机调整抽汽流量（FI5\_202）的实际运行参数如表1所示。实际运行中随机取出的五组数据如表2所示。

表1 FI5\_202参数表

K <sub>q</sub>	K <sub>x</sub>	K <sub>y</sub>	K <sub>z</sub>	B <sub>x</sub>	B <sub>y</sub>	B <sub>z</sub>
261.77	1	1	1	0	0.10	237.15

表2 FI5\_202实际运行数据（随机抽取5组）

	输入电 流 I <sub>i</sub>	5PI_202 ΔP(X)	FI5_204 P(Y)	TI5_201 (Z)	输出流量显值 (OUT) $OUT = K \cdot \sqrt{\frac{P \cdot \Delta P}{T}} \cdot FI5\_202$
1	4.01mA	0.0375	1.06	321.45	2.238
2	4.05mA	0.17	1.06	322.42	4.763
3	4.08mA	0.3	1.06	322.12	6.329
4	4.11mA	0.4125	1.05	321.34	7.394
5	4.15mA	0.5625	1.05	321.30	8.637

由上述原因的存在以及上表数据证明，应用开方器构成的流量测量和调节系统中，当被测流量很小时，由于某种原因(不是流量改变)引起差压ΔP微小的波动，或者由于差压变送器的输出信号的微小变化，都会导致开方器输出信号I。有较大的变化。这样就会给开方器后面的流量指示、积算和流量调节造成较大的误差，显然这是不允许的。

### 3 提高DCS流量运算精度的措施

经分析该厂DCS系统中流量运算存在误差也正是基于这一原因。因此，笔者认为应在开方器运算中设置小信号切除电路。当输入信号I<sub>i</sub>很小(例如小于输入信号满量程的1%)时，使开方器的输出为零。当输入信号较大时，仍然满足开方器的运算关系式。故开方器的实际特性如图1中的曲线OABC所示。通过以上分析笔者通过修改组态图来实现小信号切除。

修改后的该机可调整抽汽流量（FI5\_202）的算法组态如图4所示。

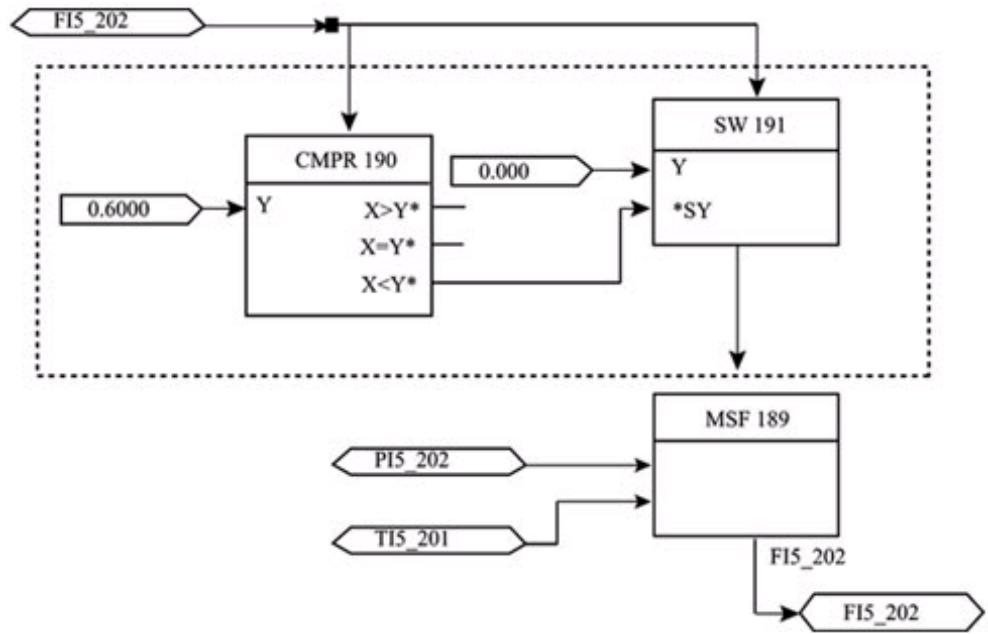


图4 改进后的流量运算组态图

比较图3与图4的区别可以看出，组态图增加了虚线所示部分。其功能是：当输入信号FI5\_202的输入值小于0.6时（工程应用中小信号切除值约为输入信号的1%<sup>[1]</sup>。FI5\_202的输入量程为60，所以小信号切除值为0.6。），MSF 189的输入为零对应的其输出也为零，也即调整抽汽流量FI5\_202的示值为零；而当FI5\_202的输入值大于0.6时，MSF 189的输出为运算值，调整抽汽流量FI5\_202的示值为实际值。这样就达到了小信号切除的目的，从而提高了开方器的运算精度，提高调整抽汽流量准确性。

#### 4 改进后运行效果

2001年9月18日，笔者对该汽轮机的DCS系统的组态图进行了修改，成功消除了这一多年来存在的缺陷，从而证明了这一理论的可行性。

这种方法同样适用于消除其它蒸汽流量运算过程中存在的缺陷，只需在组态图中增加如图4的虚线所示部分即可。

#### 5 结语

通过对R160分散控制系统(R160DCS)中使用MSF模块计算流量的方法，以及存在的缺陷流量运算产生误差的定性及定量分析，提出的在MSF模块的输入部分，增加小信号切除电路，无疑是提高流量运算精度的有效方法。

#### 参考文献：

1 曹润生, 黄祯地, 周泽魁(Cao Runsheng , Huang Zhendi , Zhou Zekui). 过程控制仪表(process control meter). 浙江: 浙江大学出版社(Zhejiang: Zhejiang University Press) ,1995

2 马西秦, 许振中(Ma Xiqin, Xu Zhenzhong ). 自动检测技术(Automatic Check Technique). 北京: 机械工业出版社(Beijing:Mechanical Industry Press ) , 1994

文章作者： 史宏俊 张晓旭 陈伟  
发表时间： 2007-05-09 00:00:00