

**AdvanTrol-Pro V2.70 软件**






**图形编程模块使用手册**

**（辅助模块库）**

## 声 明

- 严禁转载本手册的部分或全部内容。
- 在不经预告和联系的情况下，本手册的内容有可能发生变更，请谅解。
- 本手册所记载的内容，不排除有误记或遗漏的可能性。如对本手册内容有疑问，请与我公司联系。

## 文档标志符定义

	<p><b>警告：</b>标示有可能导致人身伤亡或设备损坏的信息。</p> <p><b>WARNING:</b> Indicates information that a potentially hazardous situation which, if not avoided, could result in serious injury or death.</p>
	<p><b>电击危险：</b>标示有可能产生电击危险的信息。</p> <p><b>Risk of electrical shock:</b> Indicates information that Potential shock hazard where HAZARDOUS LIVE voltages greater than 30V RMS, 42.4V peak, or 60V DC may be accessible.</p>
	<p><b>防止静电：</b>标示防止静电损坏设备的信息。</p> <p><b>ESD HAZARD:</b> Indicates information that Danger of an electro-static discharge to which equipment may be sensitive. Observe precautions for handling electrostatic sensitive devices</p>
	<p><b>注意：</b>提醒需要特别注意的信息。</p> <p><b>ATTENTION:</b> Identifies information that requires special consideration.</p>
	<p><b>提示：</b>标记对用户的建议或提示。</p> <p><b>TIP：</b> Identifies advice or hints for the user.</p>

# 目 录

辅助模块库.....	1
1 控制模块.....	1
1.1 单回路模块 ( BSC/BSCX ) .....	1
1.1.1 基本说明.....	1
1.1.2 各项.....	3
1.1.3 PID 计算 .....	4
1.1.4 输出处理.....	5
1.2 扩展单回路模块 ( BSCEX ) .....	6
1.3 串级控制模块 ( CSC/CSCX ) .....	9
1.3.1 基本说明.....	9
1.3.2 偏差处理.....	13
1.3.3 PID 计算 .....	13
1.3.4 输出处理.....	14
1.4 扩展串级控制模块 ( CSCEX ) .....	15
1.5 二位式二状态控制模块 ( DGAP2 ) .....	18
1.6 二位式三状态控制模块 ( DGAP3 ) .....	18
1.7 误差 PID 运算模块 ( EPID ) .....	20
1.8 扩展 PID ( SPID)模块 .....	21
1.9 闪光模块 ( FLASH ) .....	25
1.10 积分 ( 限幅 ) 模块 ( INTEG ) .....	26
1.11 积分 ( 不限幅 ) 模块.....	27
1.12 闭锁型偏差 PID 模块 ( LEPID ) .....	28
1.13 限定或模块 ( LIMITOR ) .....	29
1.14 无扰动切换模块 ( NBSWITCH ) .....	30
1.15 斜坡信号发生器模块 ( RAMP_GNT ) .....	31
1.16 三选一模块 ( THOSEL ) .....	32
1.17 三位开关控制模块 ( THREEPOSITION ) .....	33
1.18 二位开关控制模块 ( TWOPOSITION ) .....	36
1.19 二选一模块 ( TWOSEL ) .....	37
1.20 自整定功能块 STC.....	38
1.21 预测函数控制模块 ( PFC ) .....	41
1.22 一阶加纯滞后模块 ( FODEL ) .....	44
2 通讯辅助函数.....	45
2.1 GETBIT 模块.....	45
2.2 GETFLOAT 模块.....	46

2.3 GETINT 模块 .....	46
2.4 GETMSG 模块 .....	46
2.5 GETSFLOAT 模块 .....	47
2.6 GETUINT 模块.....	47
2.7 GETWORD 模块.....	48
2.8 SENDMSG 模块.....	48
2.9 SETBIT 模块 .....	49
2.10 SETFLOAT 模块 .....	49
2.11 SETINT 模块 .....	50
2.12 SETSFLOAT 模块 .....	50
2.13 SETUINT 模块 .....	51
2.14 SETWORD 模块.....	51
3 累积函数.....	52
3.1 ACCUM_TO_AISUM 模块 .....	52
3.2 ACCUM_TO_INTS 模块 .....	53
3.3 ACCUM_TO_SUM0 模块 .....	53
3.4 ACCUM_TO_SUM1 模块.....	54
3.5 ADD_ACCUM 模块.....	54
3.6 ADD_ACCUM_RANGE 模块 .....	55
3.7 AISUM_TO_ACCUM 模块 .....	55
3.8 BSET 模块 .....	56
3.9 COMP_ACCUM 模块.....	57
3.10 CONVERT_ACCUM 模块.....	58
3.11 CONVERT_TO_ACCUM 模块.....	58
3.12 INTS_TO_ACCUM 模块 .....	58
3.13 SUB_ACCUM 模块.....	59
3.14 SUB_ACCUM_RANGE 模块.....	60
3.15 SUM_TO_ACCUM 模块 .....	60
3.16 TOTAL_ACCUM 模块.....	61
4 辅助计算.....	61
4.1 BCD 码转二进制模块 (BCD_TO_BIN) .....	61
4.2 BCD 码转十进制模块 (BCD_TO_DEC) .....	62
4.3 四位的 BCD 码转十进制模块 (BCD_TO_DEC4) .....	63
4.4 二进制转 BCD 码模块 (BIN_TO_BCD) .....	63
4.5 十进制转 BCD 码模块 (DEC_TO_BCD) .....	64
4.6 四位的十进制转 BCD 码 (DEC_TO_BCD4) .....	64
4.7 十进制转十六进制模块 (DEC_TO_HEX) .....	65

4.8 工程量转化为无因次量模块 ( DIMENSIONLESS )	65
4.9 无因次量转化为工程量模块 ( ENGINEER )	66
4.10 FKDIVF 模块 ( FKDIVF )	66
4.11 FKMULF 模块	67
4.12 FKMULK 模块	67
4.13 十六进制转十进制 HEX_TO_DEC	68
4.14 KFDIVK 模块	68
4.15 KKDIVF 模块	69
4.16 电压温度检测模块 ( V_T_MEASURE )	69
5 输入处理	70
5.1 加速度测量模块 ( ACCELERATE_MV )	70
5.2 模入报警分析模块 ( AIALM )	71
5.3 泄漏报警模块 ( ALM_LEAK )	72
5.4 累积平均值模块 ( AVE_C )	72
5.5 过热蒸汽温压补偿模块 ( 差压信号 COMPENSATE )	73
5.6 死区模块 ( DEADBND )	74
5.7 纯滞后模块 ( DED )	74
5.8 DI 报警模块 ( DIALM )	75
5.9 过热蒸汽流量补偿模块 ( 流量信号 EXHSTEAM )	75
5.10 折线表插值模块 ( FXY )	76
5.11 取折线表 X 值模块 ( GET_FXY_X )	77
5.12 取折线表 Y 值模块 ( GET_FXY_Y )	77
5.13 取 PAT 卡工作状态标志模块 ( GETPATFLAG )	78
5.14 取 PAT 卡 PV 值模块 ( GETPATPV )	78
5.15 特殊操作标志读取模块 ( GETPATSTATE )	78
5.16 高限报警模块 ( HAL )	79
5.17 一阶滞后模块 ( LAG )	80
5.18 低限报警模块 ( LAL )	81
5.19 一阶超前模块 ( LED )	82
5.20 一阶超前滞后模块 ( LEDLAG )	83
5.21 线性补偿模块 ( LINECPS )	85
5.22 移动平均模块	85
5.23 过热蒸汽综合补偿模块 ( OHSTEAM )	86
5.24 理想气体压力补偿模块 ( P_CMT )	87
5.25 PAT341H 模块	88
5.26 PAT342H 模块	88
5.27 理想气体温压补偿模块 ( PT_CMT )	89

5.28 斜坡模块 ( RAMP ) .....	90
5.29 焓值计算函数模块 ( SATENTHA ) .....	91
5.30 饱和蒸汽补偿模块 ( 流量信号 SATSTEAM ) .....	91
5.31 饱和蒸汽补偿模块 ( 差压信号 SATSTEAM_DP ) .....	92
5.32 饱和蒸汽综合补偿模块 ( SATSTEAM_EX ) .....	93
5.33 设折线表 X 值模块 ( SET_FXY_X ) .....	93
5.34 设折线表 Y 值模块 ( SET_FXY_Y ) .....	94
5.35 特殊操作标志设置模块 ( SETPATCON ) .....	95
5.36 统计模块 ( STAT_FLOAT ) .....	95
5.37 理想气体温度补偿模块 ( T_CMT ) .....	96
5.38 速率报警模块 ( VELALARM ) .....	97
5.39 速度限制模块 ( vlm ) .....	97
6 文本代码模块.....	98
6.1 TEXTCODE 模块.....	98
7 电量转换.....	100
7.1 ACMETER12.....	101
7.2 ACMETER33.....	102
7.3 ACMETER34.....	103
8 信号选择模块.....	105
8.1 三选一信号平均选择模块 ( AVE_1IN3_SFLOAT ) .....	105
8.2 五选一信号平均选择模块 ( AVE_1IN5_SFLOAT ) .....	106
8.3 三选一开关信号选择模块 ( SEL_1IN3 ) .....	106
8.4 三选一模拟信号选择模块 ( SEL_1IN3_SFLOAT ) .....	107
8.5 五选一开关信号选择模块 ( SEL_1IN5 ) .....	107
8.6 五选一模拟信号选择模块 ( SEL_1IN5_SFLOAT ) .....	108
8.7 三选二模块 ( SEL_2IN3 ) .....	109
8.8 双信号选择开关 ( SEL_DUAL ) .....	109
9 浮点处理.....	110
9.1 浮点型死区模块 ( F_DEADBND ) .....	110
9.2 偏差报警模块 ( SEL_F_ERRALM ) .....	111
9.3 折线表处理模块 ( F_FXY ) .....	112
9.4 FLOAT 型折线表获取模块 ( F_GET_FXY ) .....	112
9.5 上下限报警模块 ( F_HLALM ) .....	113
9.6 浮点型积分限幅模块 ( F_INTEG ) .....	114
9.7 浮点型一阶滞后模块 ( F_LAG ) .....	114
9.8 浮点型线性补偿模块 ( F_LINECPS ) .....	116
9.9 FLOAT 型折线表设置模块 ( F_SET_FXY ) .....	116

9.10 浮点型三选一模块 ( F_THOSEL ) .....	117
9.11 浮点型二选一模块 ( F_TWSEL ) .....	118
9.12 增减限幅模块 ( F_UDLMT ) .....	120
9.13 FLOAT 型速度限幅模块 ( F_VLM ) .....	121
9.14 扩展上下限报警模块 ( F_HLALM_X ) .....	122
10 资料版本说明 .....	123

# 辅助模块库

## 1 控制模块

### 1.1 单回路模块（BSC/BSCX）

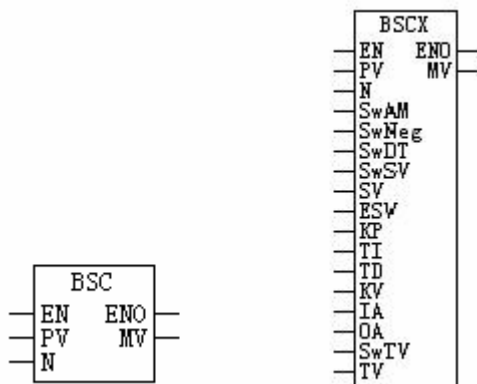
#### 1.1.1 基本说明

##### 简介

该模块是对在自定义回路中声明的单回路进行定义，确定它的输入输出，组成一个控制回路。通过序号 N 与自定义回路中的声明相对应，将它在自定义回路中所相应序号所对应的位号组入监控画面中，可在监控画面中对其进行参数设置。其中 BSCX 可以有更多的参数让用户来设置。

##### 表示

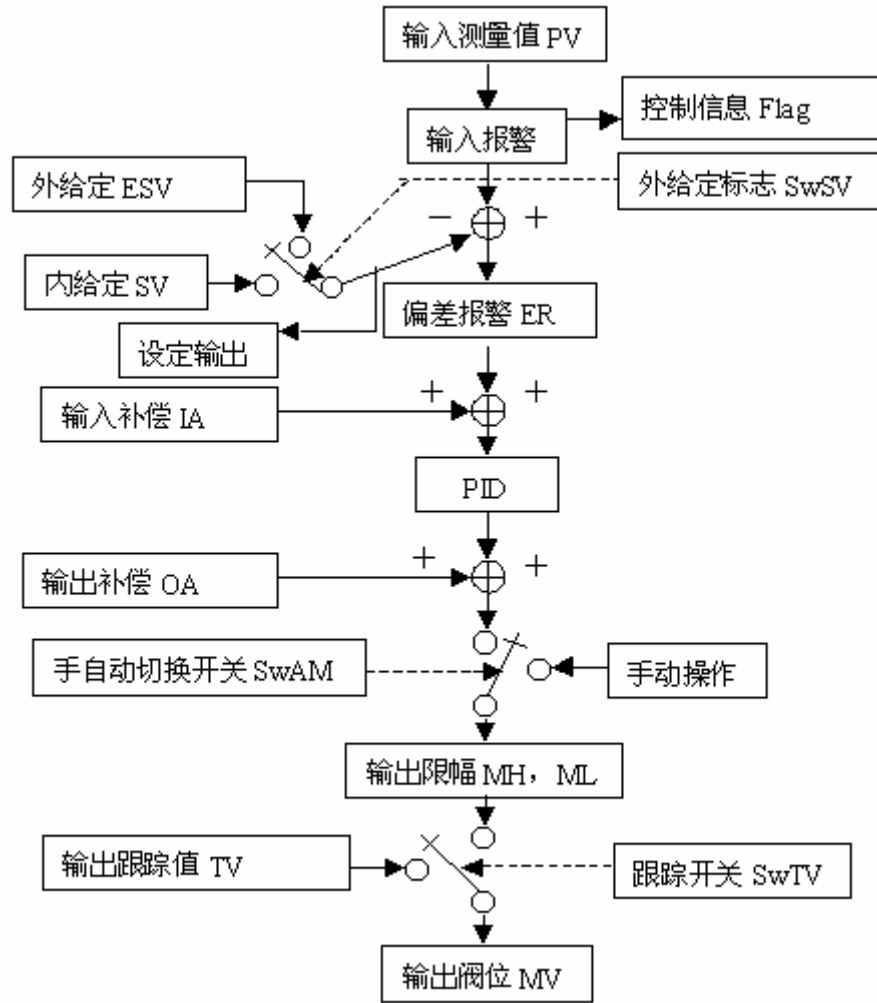
##### 符号



##### 算法

该模块是 PID 单回路控制模块，流程图如下所示：





### 参数描述

参数	数据类型	含义	补充说明
PV	SFLOAT	测量值	
N	UINT	BSC 序号	范围 0~64(247 中为 0 ~ 127)
MV	SFLOAT	输出阀位	
SwSV	BOOL	内/外给定开关	ON—外给定
SwAM	BOOL	手/自动开关	ON—自动
SwNeg	BOOL	正/反作用开关	ON—反作用
SwTV	BOOL	输出跟踪开关	ON—跟踪
SwDT	BOOL	微分方式切换开关	ON=dPV/dt OFF=dErr/dt
SV	SFLOAT	内给定值	
ESV	SFLOAT	外给定值	
KP	SFLOAT	比例常数	$K_p \cdot 2 = 1/P$
TI	INT	积分时间	单位为 0.1 秒
TD	INT	微分时间	单位为 0.1 秒
TV	SFLOAT	输出跟踪量	

IA	SFLOAT	输入补偿	缺省值为 0.0
OA	SFLOAT	输出补偿	缺省值为 0.0
ER	SFLOAT	偏差报警值	缺省值为 1.0
ML	SFLOAT	输出限幅下限	缺省值为 0.0
MH	SFLOAT	输出限幅上限	缺省值为 1.0
KV	SFLOAT	可变增益	缺省值为 1.0

## 注意

对 BSCX 模块，需要特别注意所设置的参数不能与监控画面中的相关参数相冲突，否则将导致监控画面中的相关参数设置功能无。

### 1.1.2 各项

#### ➤ 内外给定选择

用户可以通过参数 SwSV 来选择内给定或外给定。当 SwSV 为 ON 时，设定值等于外给定值 ESV；当 SwSV 为 OFF 时，设定值等于内给定值 SV。同时为了防止内外给定切换时发生扰动，在外给定时，将外给定值赋给内给定值；在内给定时，将内给定值赋给外给定值（监控画面中所看到的内给定值就等于系统的设定值）。

用户可以通过 BSCX 模块给内外给定值分别赋数值、变量和位号。也可以在 ST 语言中进行这些赋值操作，其操作语句如下：

```
sfloat tt;
int N;
g_bsc[N].ESV=0.5f;
g_bsc[N].ESV=AI02000000PV;
g_bsc[N].ESV=S02_B0000;
g_bsc[N].ESV = tt;
g_bsc[N].SV=0.5;
g_bsc[N].SV=AI02000000.PV;
g_bsc[N].SV=S02_B0000;
g_bsc[N].SV = tt;
```

其中：N 为 BSC 序号，S02\_B0000 为自定义半浮点，AI02000000 为 AI 位号。

内给定和外给定的唯一区别就是，内给定值可以在监控画面上进行设置。

#### ➤ 报警处理

误差等于设定值减去测量值，同时在 BSC 中，对误差进行了报警处理。误差报警值缺省值为 100%，用户也可以通过 ST 语言，对 ER 进行修改，如下所示：

```
g_bsc[0].ER=0.01f;
```

当 BSC 回路 0 的误差大于 0.01f 或小于 -0.01f 时，就会发出一个偏差报警。

但在手动状态下，不发生任何偏差报警。

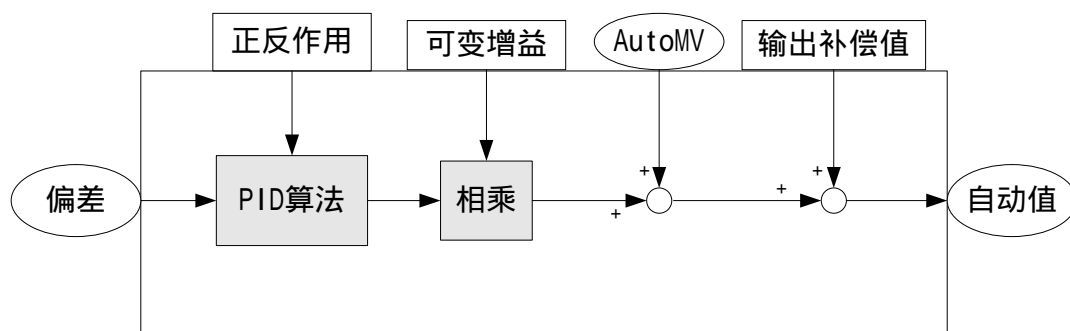
#### ➤ 正反作用处理

正反作用处理是根据正反作用开关，对偏差进行处理，把处理后的值送到 PID 算法中进行运算。当 SwNeg 为 ON 时，系统处于反作用状态，这个时候 PID 算法中的输入等于负偏差；当 SwNeg 为

OFF 时，系统处于正作用状态，这个时候 PID 算法的输入等于正偏差。正反作用可以在调整画面中进行修改，也可以在 BSCX 模块中进行修改，或在 SCX 语言中直接对其赋值。

### 1.1.3 PID 计算

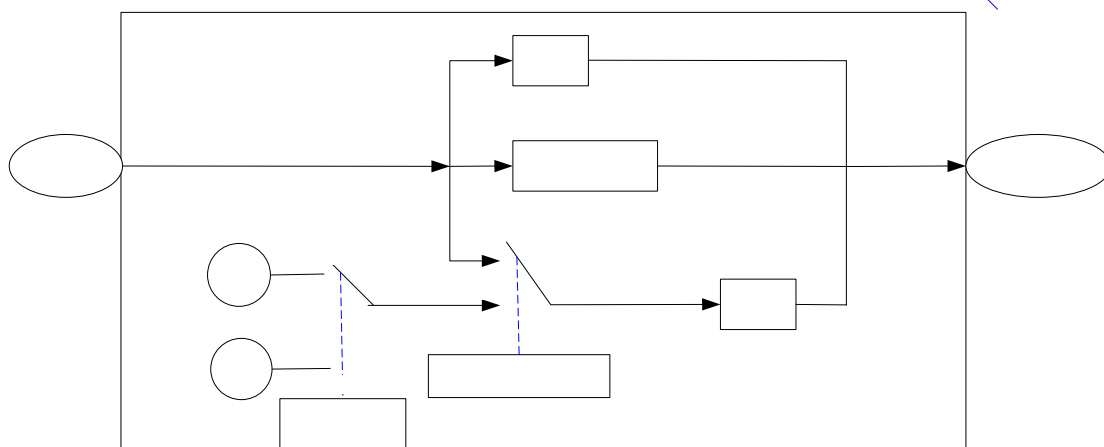
单回路控制器 PID 计算示意图



AutoMV 为上一周期的控制输出值减去输出补偿值。采用增量式的 PID 算法，最终的控制输出值与上一周期的控制输出值有关，由于使用在输出补偿之前进行累加的方法，如果不减去上一周期的输出补偿值，而直接使用会造成对输出补偿值的累加。在串级控制回路中的原理亦是如此。自动值为本周期 PID 计算后的值，这个变量对用户不可见。

#### PID 算法

##### ➤ PID 算法框图



上图中 - PV 为测量值乘以负 1。

##### ➤ 基本算式

所采用的算法为采用增量式算法，其中微分器为不完全微分方法，其表达式如下：

$$\frac{U(s)}{E(s)} = 1/P + \frac{1}{TIs} + \frac{TDs}{1 + \frac{TD}{K_d}s}$$

其中 P 为比例带。TI 为积分时间 (I)，TD 为微分时间(D)， $K_d$  为微分增益。

##### ➤ 微分先行

当控制系统的给定值发生阶跃变化时，微分动作将导致控制量的大幅度变化，这样不利于生产的稳定操作。因此，在微分项中不考虑给定值，只对测量值（即被控量）进行微分。这种方法就是微分先行方法，即

$$u_d(n) = \frac{TD}{K_d T_s + TD} \{u_d(n-1) + K_d [y(n) - y(n-1)]\}。$$

式中  $y(n)$  为本周期测量值 PV,  $y(n-1)$  为上一周期 PV 值,  $u_d(n)$  为本周期微分项值,  $u_d(n-1)$  为上一周期微分项值。

对于串级控制的副回路而言，因给定值是主回路提供的，故上述仅对测量值微分的做法并不适用，仍应按原微分项算式对偏差进行微分。

#### ➤ 参数说明

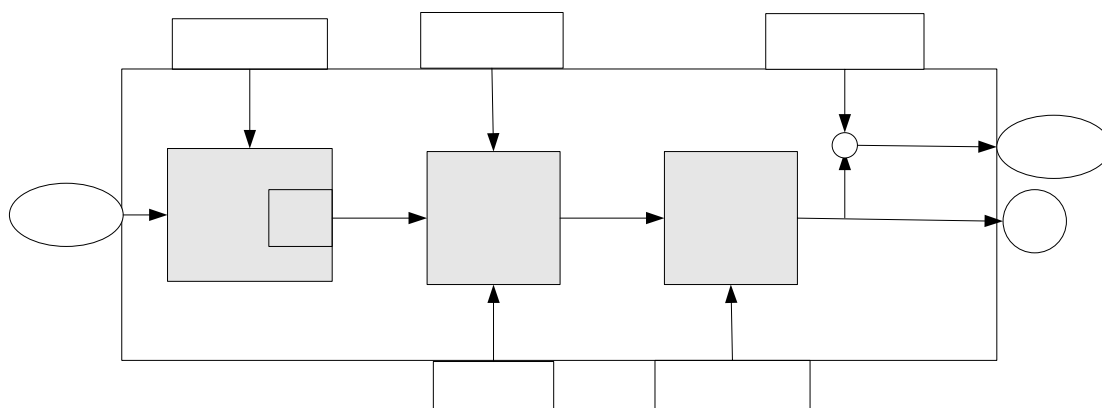
比例度  $P$  (%) :  $P$  最小值为  $P = 6.25\%$  ,  $P$  的最大值为  $P = 204800\%$ 。

微分时间常数  $D$  (单位秒) : 最大为 3276.8s , 最小值可以为 0s。

积分时间常数  $I$  (单位分) : 其最大值与  $D$  一致,  $3276.8/60 = 54.61$  分 ; 而因为  $I$  在计算时表现为倒数形式, 如果太小会引起计算的溢出, 因此将  $I$  最低限制为 1s,  $1/60 = 0.02$  分。

### 1.1.4 输出处理

#### ➤ 单回路控制器输出处理框图



#### ➤ 手自动处理

手自动处理根据开关量 SwAM 判断当前回路处于自动或手动状态。当 SwAM 为 OFF 时，回路处于手动状态；当 SwAM 为 ON 时，回路处于自动状态，将自动值赋给手动值。SwAM 缺省值为 OFF。

#### ➤ 跟踪处理

当 SwTV 等于 ON 时，系统处于跟踪状态。当回路处于跟踪状态下，系统的手自动状态开关 (SwAM) 处于手动状态，并将跟踪值赋给手动值。SwTV 缺省值为 OFF。

#### ➤ 量程限幅处理

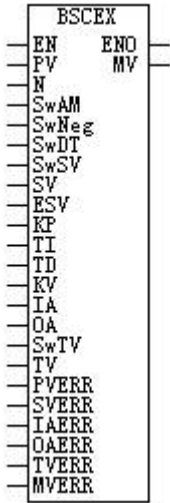
将经过跟踪处理后的手动值进行量程限幅处理，当其超出量程时发生一个报警。经过量程限幅后的手动值就是最后要输出的控制输出值 (MV)。

## 1.2 扩展单回路模块（BSCEX）

### 简介

BSCEX 是扩展的 BSCX 模块，具有根据输入状态切换模式的功能。

### 表示



### 参数描述

参数	数据类型	含义	补充说明	内部参数是否可在调整画面中修改
PV	SFLOAT	测量值		
N	UINT	BSC 序号	范围 0~64(247 中为 0~127)	
MV	SFLOAT	输出阀位		
SwSV	BOOL	内/外给定开关	ON—外给定	否
SwAM	BOOL	手/自动开关	ON—自动	是
SwNeg	BOOL	正/反作用开关	ON—反作用	是
SwTV	BOOL	输出跟踪开关	ON—跟踪	否
SwDT	BOOL	微分方式切换开关	ON=dPV/dt OFF=dErr/dt	否
SV	SFLOAT	内给定值		是
ESV	SFLOAT	外给定值		否
KP	SFLOAT	比例常数	$K_p * 2 = 1/P$	是
TI	INT	积分时间	单位为 0.1 秒	是
TD	INT	微分时间	单位为 0.1 秒	是
TV	SFLOAT	输出跟踪量		否
IA	SFLOAT	输入补偿	缺省值为 0.0	否
OA	SFLOAT	输出补偿	缺省值为 0.0	否
ER	SFLOAT	偏差报警值	缺省值为 1.0	否
ML	SFLOAT	输出限幅下限	缺省值为 0.0	是
MH	SFLOAT	输出限幅上限	缺省值为 1.0	是
KV	SFLOAT	可变增益	缺省值为 1.0	否
PVERR	BOOL	PV 是否故障	ON=故障，OFF=正常	否

SVERR	BOOL	SV 是否故障	ON=故障，OFF=正常	否
MVERR	BOOL	MV 是否故障	ON=故障，OFF=正常	否
OAERR	BOOL	OA 是否故障	ON=故障，OFF=正常	否
IAERR	BOOL	IA 是否故障	ON=故障，OFF=正常	否
TVERR	BOOL	TV 是否故障	ON=故障，OFF=正常	否
SwBACK	BOOL	故障恢复后模式恢复方式	ON=自动恢复 OFF=手动恢复	否
SwSVTR	BOOL	手动时设定值是否跟踪测量值	ON=不跟踪 OFF=跟踪	否

## 说明

各项算法基本同 BSCX 模块，请参照 BSCX 模块中的说明。以下几部分为 BSCE 模块与 BSCEX 模块的不同之处。

### 1. 根据状态切换模式

➤ 各种状态下，出现各种故障时的状态迁移（此时调整画面中的回路状态只显示主状态）

故障状态						
迁移后的状态	PVERR	MVERR	OAERR	IAERR	TVERR	SVERR
原状态						
CAS	MAN ( CAS )	MAN ( CAS )	MAN ( CAS )	MAN ( CAS )	CAS	AUTO ( CAS )
AUTO	MAN ( AUTO )	MAN ( AUTO )	MAN ( AUTO )	MAN ( AUTO )	AUTO	AUTO
TR	TR	MAN ( TR )	TR	TR	MAN ( TR )	TR
MAN	MAN	MAN	MAN	MAN	MAN	MAN



**括号外的状态为主状态，括号内的状态为备用状态。**

➤ 当出现几个故障叠加时的状态迁移

OAERR、IAERR 等同与 PVERR，此处不再详述其状态迁移。

故障状态				
迁移后的状态	PVERR	MVERR	TVERR	SVERR
故障状态				
PVERR	\	MAN ( CAS ) ->MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) ->MAN ( AUTO ) TR->MAN ( TR ) MAN->MAN	MAN ( CAS ) ->MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) ->MAN ( AUTO ) TR->MAN ( TR ) MAN->MAN	MAN ( CAS ) ->MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) ->MAN ( AUTO ) TR->TR MAN->MAN
MVERR	MAN ( CAS ) ->MAN ( CAS )	\	MAN ( CAS ) ->MAN ( CAS )	MAN ( CAS ) ->MAN ( CAS )

	MAN ( AUTO ) ->MAN ( AUTO ) MAN( TR )->MAN ( TR ) MAN->MAN		MAN ( AUTO ) ->MAN ( AUTO ) MAN( TR )->MAN ( TR ) MAN->MAN	MAN ( AUTO ) ->MAN ( AUTO ) MAN( TR )->MAN ( TR ) MAN->MAN
TVERR	CAS->MAN ( CAS ) AUTO->MAN ( AUTO ) MAN( TR )->MAN ( TR ) MAN->MAN	CAS->MAN ( CAS ) AUTO->MAN ( AUTO ) MAN( TR )->MAN ( TR ) MAN->MAN	\	CAS->AUTO ( CAS ) AUTO->AUTO MAN( TR )->MAN ( TR ) MAN->MAN
SVERR	AUTO ( CAS ) ->MAN ( CAS ) AUTO->MAN ( AUTO ) TR->TR MAN->MAN	AUTO ( CAS ) ->MAN ( CAS ) AUTO->MAN ( AUTO ) TR->MAN ( TR ) MAN->MAN	AUTO ( CAS ) ->AUTO ( CAS ) AUTO->AUTO TR->MAN ( TR ) MAN->MAN	\

故障状态	TVERR	SVERR
迁移后的状态		
故障状态		
PVERR+MVERR	MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) MAN ( TR ) MAN	MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) MAN ( TR ) MAN
故障状态	MVERR	SVERR
迁移后的状态		
故障状态		
PVERR+TVERR	MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) MAN ( TR ) MAN	MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) MAN ( TR ) MAN
故障状态	MVERR	TVERR
迁移后的状态		
故障状态		
PVERR+SVERR	MAN ( CAS ) ->MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) ->MAN ( AUTO ) TR->MAN ( TR ) MAN->MAN	MAN ( CAS ) ->MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) ->MAN ( AUTO ) TR->MAN ( TR ) MAN->MAN
故障状态	PVERR	SVERR
迁移后的状态		
故障状态		
MVERR+TVERR	MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) MAN ( TR )	MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) MAN ( TR )

	MAN	MAN
故障状态	PVERR	TVERR
迁移后的状态		
故障状态		
MVERR+SVERR	MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) MAN ( TR ) MAN	MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) MAN ( TR ) MAN
故障状态	PVERR	MVERR
迁移后的状态		
故障状态		
TVERR+SVERR	AUTO ( CAS ) ->MAN ( CAS ) AUTO->MAN ( AUTO ) MAN ( TR ) MAN	AUTO ( CAS ) ->MAN ( CAS ) AUTO->MAN ( AUTO ) MAN ( TR ) MAN



当故障消除时，如果选择自动恢复，将恢复到未发生故障时的状态。如果选择为手动恢复，则保持当前的状态。

## 2. 模式优先级

BSCX 模式优先级：手动>跟踪>自动>串级

BSCX 模式优先级：跟踪>手动>自动>串级

## 3. 限幅

手动时，输出值不受限幅限 ML 和 MH 的限幅，受超量程限：( -0.1~1.1 ) 范围的限制。

其它状态受 ML 和 MH 的限幅。

# 1.3 串级控制模块 ( CSC/CSCX )

## 1.3.1 基本说明

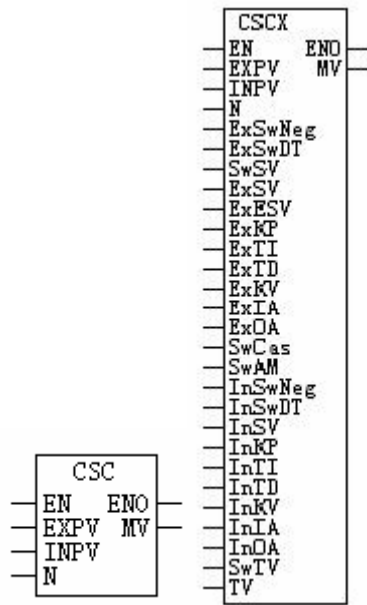
### 简介

该模块是对自定义回路中的双回路进行设置，使其组成一个串级控制回路。将它在自定义回路中所对应的位号组入监控画面中，可在监控画面中对其进行参数设置。CSCX 是 CSC 模块的扩展，它开放了更多的参数给用户。

### 表示

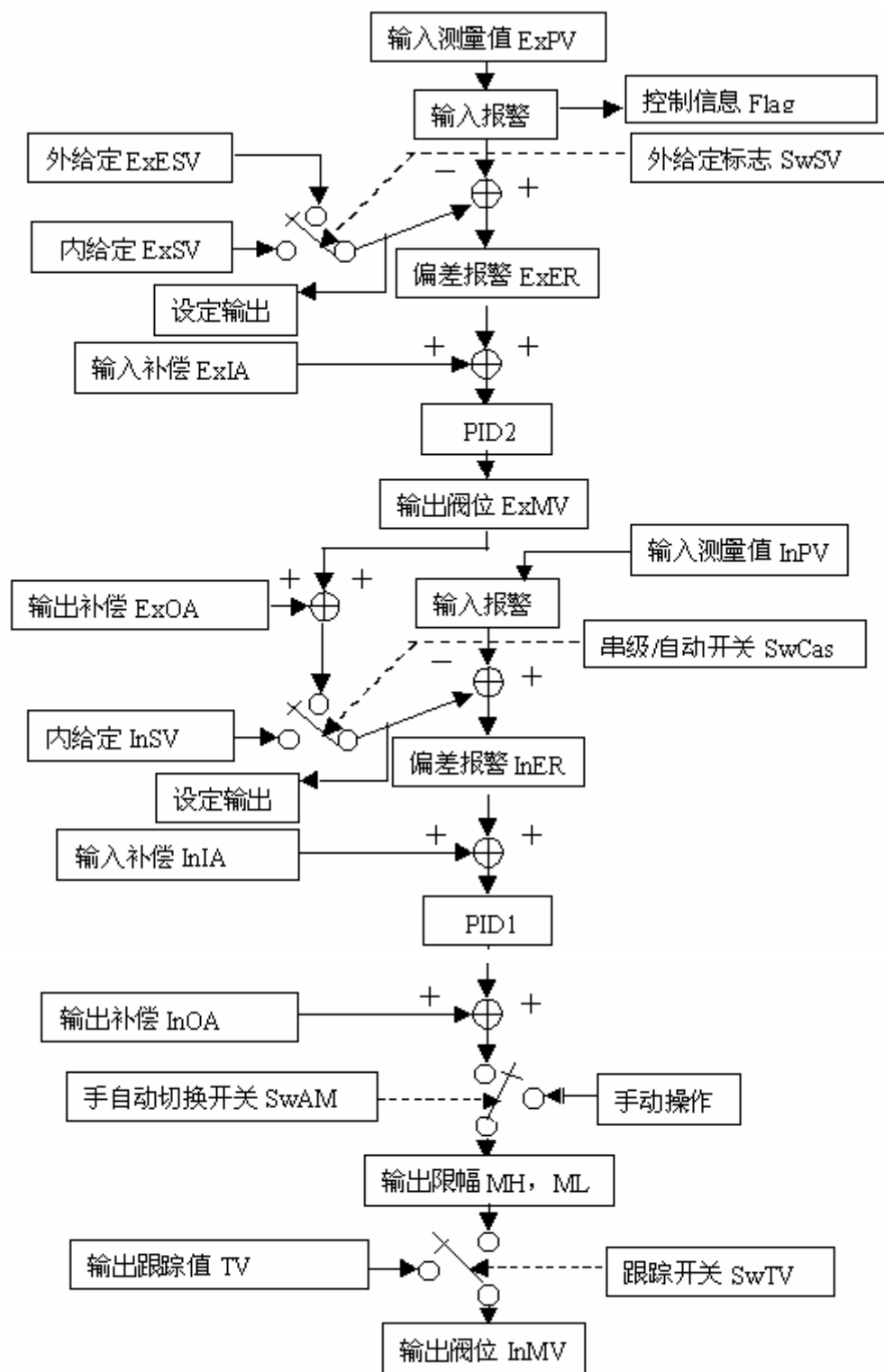
符号





### 算法

算法流程图如下所示：



串级控制回路调整画面有两个，一个为外环回路，一个为内环回路。内环可以运行在手动、自动和串级状态下，而外环只能工作在手动和串级两种状态下，且工作在手动时，其手动值并不会输出，无任何作用。

## 参数描述

参数	数据类型	含义	说明
ExPV	SFLOAT	外环反馈信号	
InPV	SFLOAT	内环反馈信号	
N	UINT	CSC 序号	0~64(247 中为 0 ~ 127)
InMV	SFLOAT	内环控制量	InMV = 最终输出
SwCas	BOOL	串级/单回路切换开关	ON—串级
SwSV	BOOL	内/外给定开关	ON—外给定
SwAM	BOOL	手/自动开关	ON—自动
InSwNeg	BOOL	内环正/反作用开关	ON—反作用
ExSwNeg	BOOL	外环正/反作用开关	ON—反作用
SwTV	BOOL	输出跟踪开关	ON—跟踪
InSwDT	BOOL	内环微分方式开关	ON=dPV/dt OFF=dErr/dt
ExSwDT	BOOL	外环微分方式开关	ON=dPV/dt OFF=dErr/dt
ExMV	SFLOAT	外环控制量	ExMV = InSV - ExOA
InSV	SFLOAT	内环内给定值	
ExSV	SFLOAT	外环内给定值	
ExESV	SFLOAT	外环外给定值	
InKP	SFLOAT	内环比例常数	$K_p \cdot 2 = 1/P$
ExKP	SFLOAT	外环比例常数	$K_p \cdot 2 = 1/P$
InTI	INT	内环积分时间	单位为 0.1 秒
ExTI	INT	外环积分时间	单位为 0.1 秒
InTD	INT	内环微分时间	单位为 0.1 秒
ExTD	INT	外环微分时间	单位为 0.1 秒
TV	SFLOAT	输出跟踪量	
InIA	SFLOAT	内环输入补偿	
ExIA	SFLOAT	外环输入补偿	
InOA	SFLOAT	内环输出补偿	
ExOA	SFLOAT	外环输出补偿	
InER	SFLOAT	内环偏差报警值	
ExER	SFLOAT	外环偏差报警值	
ML	SFLOAT	输出限幅下限	限幅在手自动后跟踪前
MH	SFLOAT	输出限幅上限	
InKV	SFLOAT	内环可变增益	
ExKV	SFLOAT	外环可变增益	

## 注意

对 CSCX 模块，需要特别注意所设置的参数不能与监控画面中的相关参数相冲突，否则将导致监控画面中的相关参数设置功能无效！

### 1.3.2 偏差处理

#### ➤ 设定值选择

对于外环，同 BSC 模块一样，用户可以通过参数 SwSV 来选择内给定或外给定。当 SwSV 为 ON 时，设定值等于外给定值 ExESV；当 SwSV 为 OFF 时，设定值等于内给定值 ExSV。同时为了防止内外给定切换时发生扰动，在外给定时，将外给定值赋给内给定值；在内给定时，将内给定值赋给外给定值。

用户可以通过 CSCX 模块给内外给定值分别赋数值、变量和位号。也可以在 ST 语言中进行这些赋值操作，其操作语句如下：

```
sfloat tt;
int N;
N=3;
g_csc[N].ExESV=0.5;
g_csc[N].ExESV=AI02000400.PV;
g_csc[N].ExESV=S02_B0000;
g_csc[N].ExESV = tt;
g_csc[N].ExSV=0.5;
g_csc[N].ExSV=AI02000401.PV;
g_csc[N].ExSV=S02_B0001;
g_csc[N].ExSV = tt;
```

其中：N 为 CSC 序号，S02\_B0000、S02\_B0001 为自定义半浮点，AI02000400、AI02000401 为 AI 通道。

对于内环，用户可通过参数 SwCas 来选择是串级或单回路。如果处于串级状态，那么内环的设定值等于外环的控制输出值；如果处于单回路状态，那么内环的设定值等于内环内给定值。同外环一样，用户可以通过 CSC 模块、调整画面及 ST 语言对内环的内给定值赋值。但不能给外环的控制输出值赋值，否则会引起错误。

#### ➤ 偏差报警处理

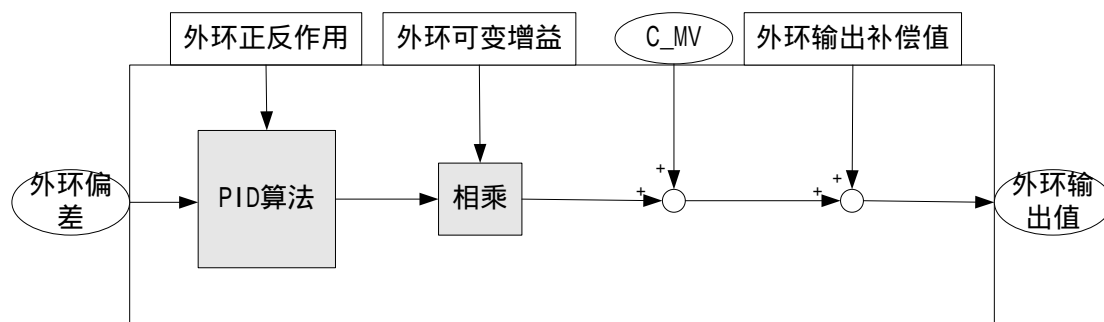
误差等于设定值减去测量值，同时对误差进行了报警处理。误差报警值缺省值为 100%，用户可以通过 ST 语言对 ExER、InER 进行修改，如下所示：

```
g_csc[3].ExER=0.01f;
g_csc[3].InER=0.01f;
```

当 CSC 回路 3 的内外环的误差大于 0.01f 或小于 -0.01f 时，就会发出一个偏差报警。但在手动状态下，不发生任何偏差报警。

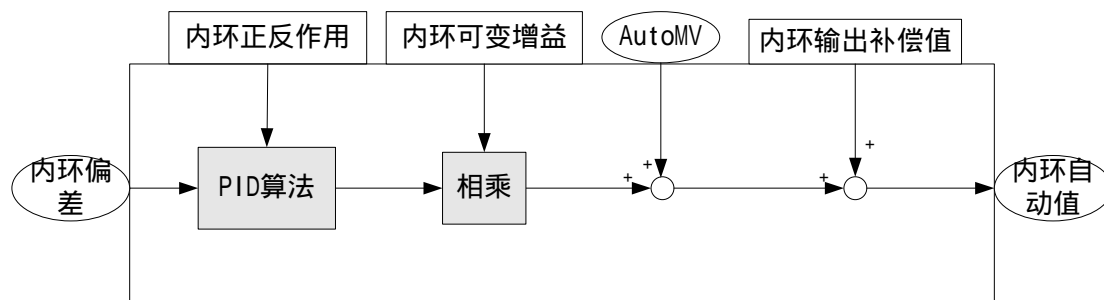
### 1.3.3 PID 计算

#### ➤ 外环 PID 计算框图



这里的 C\_MV 指上一周期外环输出值减去外环输出补偿值。

➤ 内环 PID 计算框图



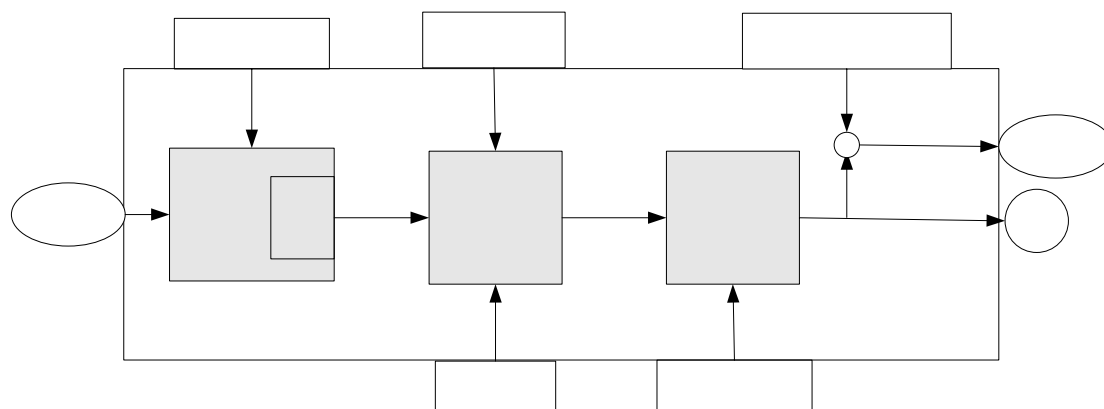
这里的 AutoMV 是一个中间变量，它表示上一个周期控制输出值减去内环输出补偿值。

➤ PID 算法

PID 算法说明可参照单回路模块。

### 1.3.4 输出处理

➤ 输出处理示意图



这里的 AutoMV 是一个中间变量，它等于最终输出值减去内环输出补偿值，用于计算下一个周期的自动控制输出值。

➤ 手自动处理

手自动处理根据开关量 SwAM 判断当前内环回路处于自动或手动状态。当 SwAM 为 OFF 时，回路处于手动状态，将内外环内外给定状态设为内给定，同时清内外环 PID 计算中微分项值。当 SwAM 为 ON 时，回路处于自动状态，将 PID 计算出的内环自动值赋给手动值。最后 SwAM 缺省值

为 OFF。

➤ 跟踪处理

当 SwTV 等于 ON 时，系统处于跟踪状态。当回路处于跟踪状态下，系统的手自动状态开关（SwAM）处于手动状态，并将跟踪值作为回路手动值，清外环 PID 计算中微分项值。SwTV 缺省值为 OFF。

➤ 量程限幅处理

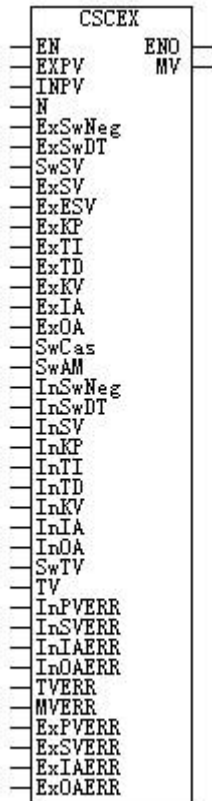
将手动值进行量程限幅处理，当其超出量程时发生一个报警。经过量程限幅后的手动值就是最后要输出的控制输出值（InMV）。

## 1.4 扩展串级控制模块（CSCEX）

### 简介

CSCEX 是 CSCX 的扩展模块，具有根据输入状态切换模式的功能。

### 表示



### 参数描述

参数	数据类型	含义	补充说明	内部参数是否可在调整画面中修改
ExPV	SFLOAT	外环反馈信号		
InPV	SFLOAT	内环反馈信号		
N	UINT	CSC 序号	0~64(247 中为 0~127)	
InMV	SFLOAT	内环控制量	InMV = 最终输出	

SwCas	BOOL	串级/单回路切换开关	ON—串级	是
SwSV	BOOL	内/外给定开关	ON—外给定	否
SwAM	BOOL	手/自动开关	ON—自动	是
InSwNeg	BOOL	内环正/反作用开关	ON—反作用	是
ExSwNeg	BOOL	外环正/反作用开关	ON—反作用	是
SwTV	BOOL	输出跟踪开关	ON—跟踪	否
InSwDT	BOOL	内环微分方式开关	ON=dPV/dt OFF=dErr/dt	否
ExSwDT	BOOL	外环微分方式开关	ON=dPV/dt OFF=dErr/dt	否
ExMV	SFLOAT	外环控制量	ExMV = InSV - ExOA	是
InSV	SFLOAT	内环内给定值		是
ExSV	SFLOAT	外环内给定值		是
ExESV	SFLOAT	外环外给定值		否
InKP	SFLOAT	内环比例常数	$K_p * 2 = 1/P$	是
ExKP	SFLOAT	外环比例常数	$K_p * 2 = 1/P$	是
InTI	INT	内环积分时间	单位为 0.1 秒	是
ExTI	INT	外环积分时间	单位为 0.1 秒	是
InTD	INT	内环微分时间	单位为 0.1 秒	是
ExTD	INT	外环微分时间	单位为 0.1 秒	是
TV	SFLOAT	输出跟踪量		否
InIA	SFLOAT	内环输入补偿		否
ExIA	SFLOAT	外环输入补偿		否
InOA	SFLOAT	内环输出补偿		否
ExOA	SFLOAT	外环输出补偿		否
InER	SFLOAT	内环偏差报警值		否
ExER	SFLOAT	外环偏差报警值		否
ML	SFLOAT	输出限幅下限	限幅在手自动后跟踪前	是
MH	SFLOAT	输出限幅上限		是
InKV	SFLOAT	内环可变增益		否
ExKV	SFLOAT	外环可变增益		否
InPVERR	BOOL	内环 PV 是否故障	ON=故障, OFF=正常	否
InSVERR	BOOL	内环 SV 是否故障	ON=故障, OFF=正常	否
ExPVERR	BOOL	外环 PV 是否故障	ON=故障, OFF=正常	否
ExSVERR	BOOL	外环 SV 是否故障	ON=故障, OFF=正常	否
MVERR	BOOL	MV 是否故障	ON=故障, OFF=正常	否
InOAERR	BOOL	内环 OA 是否故障	ON=故障, OFF=正常	否
InIAERR	BOOL	内环 IA 是否故障	ON=故障, OFF=正常	否
ExOAERR	BOOL	外环 OA 是否故障	ON=故障, OFF=正常	否
ExIAERR	BOOL	外环 IA 是否故障	ON=故障, OFF=正常	否
TVERR	BOOL	TV 是否故障	ON=故障, OFF=正常	否
InSwBACK	BOOL	内环故障恢复后模式恢复方式	ON=自动恢复	否

			OFF=手动恢复	
ExSwBACK	BOOL	外环故障恢复后模式恢复方式	ON=自动恢复 OFF=手动恢复	否
InSwSVTR	BOOL	内环手动时设定值 是否跟踪测量值	ON=不跟踪 OFF=跟踪	否
ExSwSVTR	BOOL	外环手动时设定值 是否跟踪测量值	ON=不跟踪 OFF=跟踪	否

## 说明

各项算法基本同 CSCX 模块，请参照 CSCX 模块中的说明。以下几部分为 CSCE 模块与 CSCEX 模块的不同之处。

### 1. 根据状态切换模式

内环功能同 BSCEX，这里不再做详述。

外环状态处理如下：

- 各种状态下，出现各种故障时的状态迁移（此时调整画面中的回路状态只显示主状态）

故障状态	EXPVERR	EXSVERR
迁移后的状态		
原状态		
CAS	MAN ( CAS )	AUTO ( CAS )
AUTO	MAN ( AUTO )	AUTO
MAN	MAN	MAN

- 当出现几个故障叠加时的状态迁移

故障状态	EXPVERR	EXSVERR
迁移后的状态		
故障状态		
EXPVERR	\	MAN ( CAS ) ->MAN ( CAS ) MAN ( AUTO ) ->MAN ( AUTO ) MAN->MAN
EXSVERR	AUTO ( CAS ) ->MAN(CAS ) AUTO->MAN ( AUTO ) MAN->MAN	\

### 2. 模式优先级

CSCEX 模式优先级：手动>跟踪>自动>串级

CSCX 模式优先级：跟踪>手动>自动>串级

### 3. 限幅

手动时输出值不受限幅限 ML 和 MH 的限幅，受超量程限：(-0.1~1.1) 范围的限制。

其它状态受 ML 和 MH 的限幅。



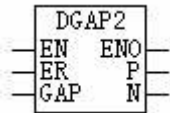
## 1.5 二位式二状态控制模块（DGAP2）

### 简介

该模块是一种二位式差隙调节器，用于二状态控制应用场合，它的功能输出相当于具有滞环的继电器特性。

### 表示

#### 符号



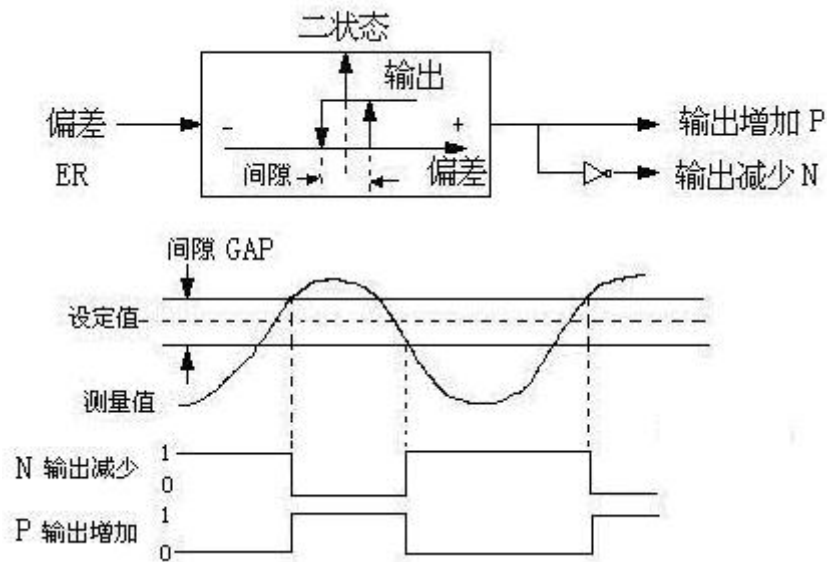
#### 算法

当偏差  $ER \geq GAP/2$ ，正向输出  $P=ON$ ，反向输出  $N=OFF$ ；

当偏差  $ER \leq -GAP/2$ ，正向输出  $P=OFF$ ，反向输出  $N=ON$ ；

当偏差  $ER$  处于  $(-GAP/2, GAP/2)$  区间内，正向输出和反向输出值都和上次一样。

用图形表示就是：



### 参数描述

参数	数据类型	含义
ER	SFLOAT	输入偏差值
GAP	SFLOAT	给定间隙值
P	BOOL	正向输出
N	BOOL	反向输出

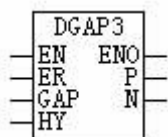
## 1.6 二位式三状态控制模块（DGAP3）

### 简介

该模块也是一种二位式差隙调节器，用于三状态控制应用场合，它的功能相当于具有死区和滞环的继电特性。

## 表示

### 符号



### 算法

对于输出 P：

当偏差  $ER \geq GAP/2$ ，输出  $P = ON$ ；

当偏差  $ER \leq -GAP/2 - HY$ ，输出  $P = OFF$ ；

当偏差  $ER$  在区间  $(-GAP/2 - HY, -GAP/2)$  内时，输出  $P$  保持前一次的输出值；

对于输出 N：

当偏差  $ER \leq -GAP/2$ ，输出  $N = ON$ ；

当偏差  $ER \geq -GAP/2 + HY$ ，输出  $N = OFF$ ；

当偏差  $ER$  在区间  $(-GAP/2 + HY, -GAP/2)$  内时，输出  $N$  保持上一次的输出值；

这样一来，总的逻辑就是：

当偏差  $ER$  是递增时：

当偏差  $ER < -GAP/2 + HY$ ，输出  $P = OFF$ ， $N = ON$ ；

当偏差  $ER$  在区间  $[-GAP/2 + HY, -GAP/2)$  内时，输出  $P = OFF$ ， $N = OFF$ ；

当偏差  $ER \geq -GAP/2$ ；输出  $P = ON$ ， $N = OFF$ ；

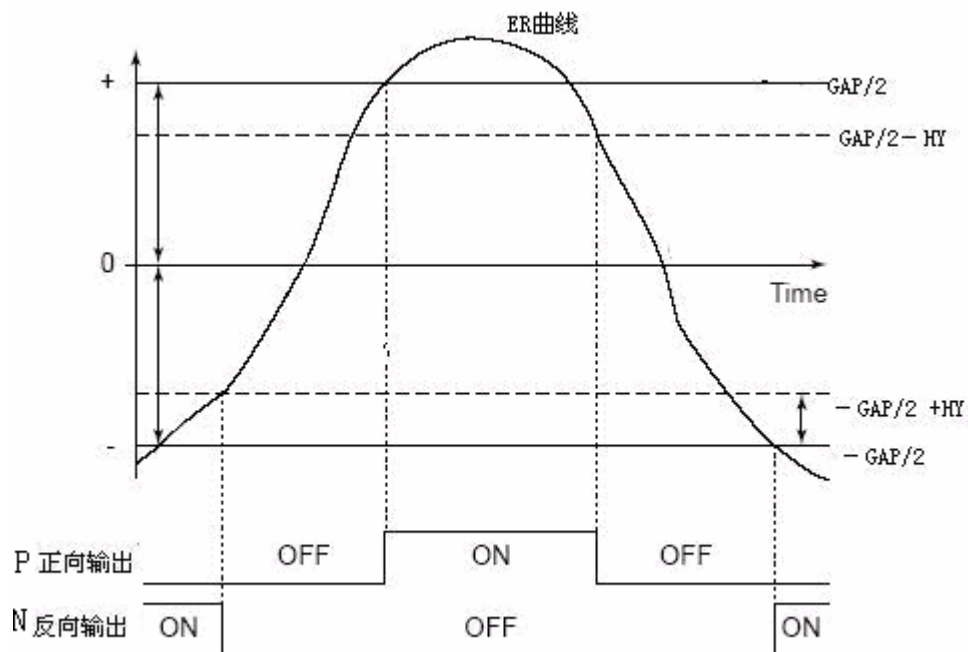
当偏差  $ER$  是递减时：

当偏差  $ER > -GAP/2 - HY$ ，输出  $P = ON$ ，输出  $N = OFF$ ；

当偏差  $ER$  在区间  $(-GAP/2 - HY, -GAP/2)$  内时，输出  $P = OFF$ ，输出  $N = OFF$ ；

当偏差  $ER \leq -GAP/2$ ；输出  $P = OFF$ ，输出  $N = ON$ ；

如图所示：



### 参数描述

参数	数据类型	含义
ER	SFLOAT	偏差 (PV - SV)
GAP	SFLOAT	间隙
HY	SFLOAT	间隙死区
P	BOOL	正向输出
N	BOOL	反向输出

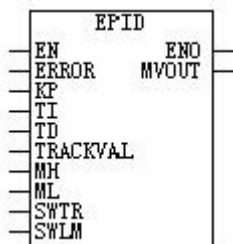
## 1.7 误差 PID 运算模块 (EPID)

### 简介

该模块输入一个误差信号，根据这个误差信号得到一个控制输出值。

### 表示

#### 符号



### 算法

$$MVOUT = KP * (ERROR - ERROR\_LASTTIME + ERROR * TS / TI + UDn)$$

$$UDn = (UDn - 1 + 8 * (ERROR - ERROR\_LASTTIME)) * TD / (8 * TS + TD)$$

其中 MVOUT 为控制输出值，KP 为比例系数，ERROR 为输入误差，ERROR\_LASTTIME 为上一控制周期的误差，TS 为控制周期，TI 为积分时间，UDn 为微分项输出值，是内部参数，UDn-1 为上一控制周期微分项输出值，TD 为微分时间。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义	说明
ERROR	FLOAT	输入误差	
KP	FLOAT	比例系数	
TI	FLOAT	积分时间	单位为秒
TD	FLOAT	微分时间	单位为秒
TRACKVAL	FLOAT	输出跟踪值	
MH	FLOAT	输出上限	
ML	FLOAT	输出下限	
SWTR	BOOL	跟踪开关	但 SWTR = ON 时控制输出值跟踪 TRACKVAL 变化而变化, 当为 OFF 时控制输出值等于运算输出值
SWLM	BOOL	输出限幅开关	当 SWLM = ON 时，对控制输出值进行限幅
MVOUT	FLOAT	控制输出值	

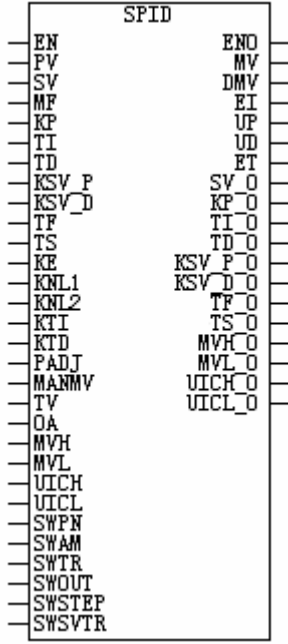
## 1.8 扩展 PID (SPID)模块

### 简介

SPID 是一种具有两自由度的 PID 算法，它具有速度式和位置式两种输出方式，在运算周期内的输出柔化等功能。通过修改参数能够实现变 PID 控制，可以供工程人员实现二次开发封装。

### 表示

符号



### 算法

本功能块提供一种两自由度的 PID 算法，其基本算法为：

$$MV(S) = KP * KNL1(KNL2 + \frac{1}{T_i S} * KTI + \frac{T_D * KTD}{1 + TFS} S) * E(S) - KP * KNL1(KNL2(1 - KSV\_P) + \frac{T_D * KTD}{1 + TFS} (1 - KSV\_D) S) * SV(S) + PADJS$$

### ■ 输出选择

#### ➤ 位置式 (SWOUT=OFF)

$$MV = MV1 + dMV$$

$$DMV = KP * KNL1 * (DEI\_P * KNL2 + EI * \frac{TS}{T_i} * KTI + dUD * TD * KTD) + PADJ$$

$$UD = UD1 * \frac{TF}{TF + TS} + DEI\_D * \frac{TS}{TF + TS}$$

$$dUD = -UD1 * \frac{TS}{TF + TS} + DEI\_D * \frac{TS}{TF + TS}$$

$$EI = KE * (SV - PV)$$

$$DEI\_P = (SV * KSV\_P - PV) - (SV1 * KSV\_P - PV1)$$

$$DEI\_D = (SV * KSV\_D - PV) - (SV1 * KSV\_D - PV1)$$

式中： $MV1$ ：上一周期输出值

$DMV$ ：本周周期输出增量

$UD1$ ：上一周期微分作用

$PV1$ ：上一周期测量值

➤ 速度式 (SWOUT=ON)

$$MV = MF + DMV$$

式中： $MF$ ：阀位反馈值

$DMV$ ：本周周期输出增量，算法同位置式。

■ 正反作用选择

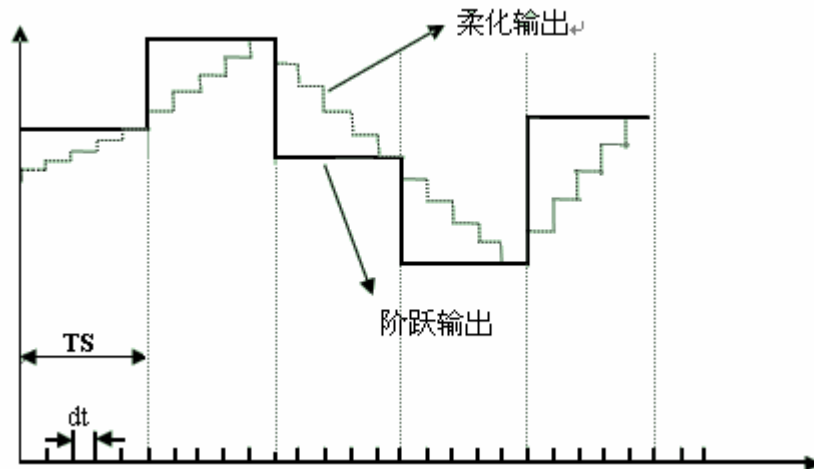
➤ 正作用 (SWPN=OFF)

$$DMV = -KP * KNL1 * (DEI\_P * KNL2 + EI * \frac{TS}{T_I} * KTI + dUD * TD * KTD) + PADJ$$

➤ 反作用 (SWPN=ON)

$$DMV = KP * KNL1 * (DEI\_P * KNL2 + EI * \frac{TS}{T_I} * KTI + dUD * TD * KTD) + PADJ$$

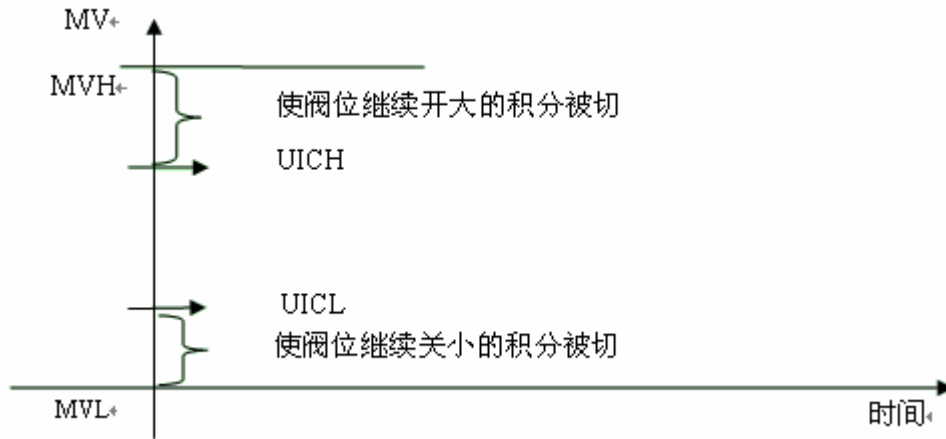
■ 柔化输出



其中  $TS$  为该 PID 的运行周期， $dt$  为主控卡的运行周期。

■ 针对  $MV$  的积分旁路功能

即当 PID 输出  $MV$  达到或超过积分旁路上限  $UICH$ ，且新的积分作用使  $MV$  趋向于增大，则积分作用被旁路（切除），当 PID 输出  $MV$  达到或低于积分旁路下限  $UICL$ ，且新的积分作用使  $MV$  趋向于减小，则积分作用被旁路（切除）。如下图。



#### ■ 输出限幅

MV 在自动时受 MVH 和 MVL 的限制。

#### ■ 手自动选择

SWAM=ON，程序等于自动，SWAM=OFF，程序等于手动，输出值  $MV=MANMV$ ，此时 MV 不受 MVH 和 MVL 限幅，等必须在 -0.1 和 1.1 范围之间。

#### ■ 跟踪选择

SWTR=ON，程序处于跟踪状态，输出值  $MV=TV$ ，此时 MV 不受 MVH 和 MVL 限幅，等必须在 -0.1 和 1.1 范围之间。优先级：跟踪>手动>自动。

#### ■ 设定值跟踪

若 SWSVTR=ON，那么在手动和跟踪状态下，设定值跟随测量值变化。若 SVSVTR=OFF，那么在手动和跟踪状态下，设定值不跟随测量值变化，可以通过外部设定来改变。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
PV	FLOAT	测量值
SV	FLOAT	设定值
MF	FLOAT	阀位反馈值
KP	FLOAT	比例，范围【0.0001 100000】
TI	FLOAT	积分时间，单位 s，范围【0.1 10000】
TD	FLOAT	微分时间，单位 s，范围【0 10000】
KSV_P	FLOAT	比例先行系数，范围【0 1】
KSV_D	FLOAT	微分先行系数，范围【0 1】
TF	FLOAT	不完全微分滤波时间，范围【0 】
TS	INT	PID 控制周期，单位：控制周期，范围大于 1
KE	FLOAT	偏差修正系数
KNL1	FLOAT	比例修正系数 1
KNL2	FLOAT	比例修正系数 2
KTI	FLOAT	积分修正系数

KTD	FLOAT	微分修正系数
PADJ	FLOAT	dMV 修正输出
MANMV	FLOAT	手动值
TV	FLOAT	跟踪值
OA	FLOAT	输出补偿值
MVH	FLOAT	输出高限，范围【MVL 1.1】
MVL	FLOAT	输出低限，范围【-0.1 MVH】
UICH	FLOAT	积分切除阀位高限，范围【MVL MVH】
UICL	FLOAT	积分切除阀位低限，范围【MVL MVH】
SWPN	BOOL	正反作用选择，ON=反作用，OFF=正作用
SWAM	BOOL	手自动选择，ON=自动，OFF=手动
SWTR	BOOL	跟踪开关，ON=跟踪，OFF=不跟踪
SWOUT	BOOL	输出选择，ON=速度式，OFF=位置式
SWSTEP	BOOL	输出选择，ON=柔化输出
SWSVTR	BOOL	设定值是否跟踪测量值，ON=跟踪
MV	FLOAT	阀位输出值
DMV	FLOAT	阀位输出变化量
EI	FLOAT	偏差
UP	FLOAT	比例项实际输入
UD	FLOAT	微分项实际输入
ET	INT	控制周期计数
SV_O	FLOAT	设定值输出
KP_O	FLOAT	比例输出
TI_O	FLOAT	积分时间输出
TD_O	FLOAT	微分时间输出
KSV_P_O	FLOAT	比例先行系数输出
KSV_D_O	FLOAT	微分先行系数输出
TF_O	FLOAT	不完全微分系数输出
TS_O	INT	控制周期输出
MVH_O	FLOAT	MVH 输出
MVL_O	FLOAT	MVL 输出
UICH_O	FLOAT	UICH 输出
UICL_O	FLOAT	UICL 输出

## 1.9 闪光模块 (FLASH)

### 简介

该模块用来产生一个脉冲的输出信号，当输入 IN1=OFF，则输出为 OUT=OFF；

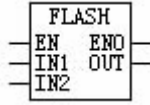


当输入  $IN1=ON$  且  $IN2=OFF$ ，则输出跟踪  $IN1$  状态，即  $OUT=ON$ ；

当输入  $IN1=IN2=ON$  时，输出将交替为逻辑 0 和逻辑 1，交替周期为扫描周期。

#### 表示

##### 符号



##### 算法

当  $IN1=OFF$ ，输出  $OUT=OFF$ ；

当  $IN1=ON$  且  $IN2=OFF$ ，输出  $OUT=ON$ ；

当  $IN1=IN2=ON$ ，输出  $OUT$  交替为  $ON$  或  $OFF$ ，交替周期为扫描周期，即当程序第 2 次运行到该模块，输出就发生跳变。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN1	BOOL	报警信号
IN2	BOOL	确认报警信号
OUT	BOOL	输出

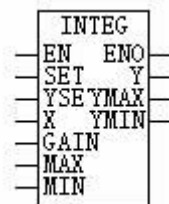
## 1.10 积分（限幅）模块（INTEG）

#### 简介

输出是对输入的积分，并且对输出进行限幅处理，当输出值超过设定的高低限，就会被限幅，同时置相应的报警标志位。

#### 表示

##### 符号



##### 算法

当  $SET=ON$  时，输出  $Y=YSET$ ，如果  $Y \geq MAX$ ， $YMAX=ON$ ，否则  $YMAX=OFF$ ；如果  $Y \leq MIN$ ， $YMIN=ON$ ，否则  $YMIN=OFF$ 。

当  $SET=OFF$  时，输出  $Y$  的值是对输入  $X$  积分，采样时间以  $0.1ms$  为单位；其中传递函数和离散化算式与积分不限幅模块相同。

如果  $Y \geq MAX$ ，则  $Y=MAX$ ，且  $YMAX=ON$ ，否则  $Y$  输出对输入  $X$  积分运算的值， $YMAX=OFF$ 。

如果  $Y \leq MIN$ ，则  $Y=MIN$ ，且  $YMIN=ON$ ，否则  $Y$  输出对输入  $X$  积分运算的值， $YMIN=OFF$ 。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	SFLOAT	设定值
X	SFLOAT	输入值
GAIN	SFLOAT	增益
MAX	SFLOAT	高限
MIN	SFLOAT	低限
YMAX	BOOL	高限报警开关
YMIN	BOOL	低限报警开关
Y	SFLOAT	输出值

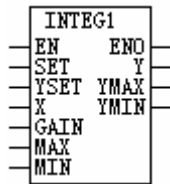
## 1.11 积分（不限幅）模块

### 简介

输出是对输入的积分，但并未对输出进行限幅处理，只是在输出超出限幅值时，置报警位。

### 表示

#### 符号



### 算法

当 SET = ON 时，输出  $Y = YSET$ ；

当 SET=OFF 时，输出 Y 的值是对输入 X 积分，采样时间以 0.1ms 为单位：

传递函数：

$$G(S) = \frac{Y(S)}{X(S)} = \frac{GAIN}{S}$$

转化为离散化的计算公式：

$$S \times Y(S) = GAIN \times X(S)$$

$$Y(n) = Y(n-1) + GAIN \times dt \times X(n)$$

这里取输入的平均值做积分计算，上面公式变为：

$$Y(n) = Y(n-1) + GAIN \times dt \times \frac{X(n) + X(n-1)}{2}$$

以上两种情况下都对输出值进行超限判断，当输出  $Y \geq MAX$ ，YMAX = ON，否则 YMAX = OFF；当输出  $Y \leq MIN$ ，YMIN = ON，否则 YMIN = OFF。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
----	------	----

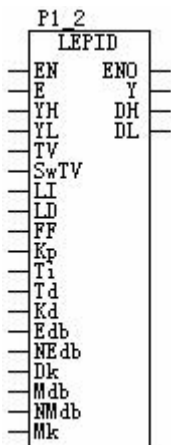
SET	BOOL	置位开关
YSET	SFLOAT	设定值
X	SFLOAT	输入值
GAIN	SFLOAT	增益
MAX	SFLOAT	高限
MIN	SFLOAT	低限
YMAX	BOOL	高限报警开关
YMIN	BOOL	低限报警开关
Y	SFLOAT	输出值

## 1.12 闭锁型偏差 PID 模块 (LEPID)

### 简介

该模块提供了闭锁增减功能、抗积分饱和功能、输出跟踪功能、输出限幅功能，它的输入为设定值和测量值的偏差。

### 表示



在该模块中采用的 PID 算法公式的传递函数表达式如下：

$$Y(S) = (K'_p + \frac{1}{T_i * S} + \frac{Kd * Td * S}{Td * S + 1})E(s) + FF(s)$$

- 闭锁增减

如果闭锁增/减开关 (LI/LD) 有效时，那么将这行闭锁增/减功能。所谓闭锁增，就是输出 Y 停止增加，所谓闭锁减，输出 Y 停止减小。如果闭锁增减开关都为 ON 时，那么输出保持不变。

- 积分停止

如果偏差  $E < NEdb$  或者  $E > Edb$  时，那么积分项作用等于 0，此时， $K'_p = K_p + Dk$ 。注意 NEdb 必须小于 0，Edb 必须大于 0。

- 精控区作用

当偏差在  $NMdb < E < Mdb$  时，称为精控区，当偏差落在精控区范围内时， $K'_p = K_p * Mk$ 。注意 Mdb 必须大于 0，NMdb 必须小于 0。

注意：若偏差同时落在积分停止区和精控区范围内时， $K_p' = (K_p + Dk) * Mk$ ，若偏差即没有在积分停止区，又没有在精控区时， $K_p' = K_p$ 。

- 输出跟踪

当 SwTV=ON 时，输出 Y=TV。

- 输出限幅

在任何模式下，输出值必须在 YH 和 YL 之间。注意 YH 必须大于 YL。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
E	FLOAT	设定值和测量值的偏差输入
YH	FLOAT	输出的上限
YL	FLOAT	输出的下限
TV	FLOAT	输出跟踪值
SwTV	BOOL	输出跟踪开关，当 SwTV = ON 时，输出 Y = TV。
LI	BOOL	闭锁增开关，当 LI = ON 时，输出 Y 停止增加，但可以减小。
LD	BOOL	闭锁减开关，当 LD = ON 时，输出 Y 停止减小，但可以增加。
FF	FLOAT	前馈变量
Kp	FLOAT	比例放大系数，Kp = 0.0 时，无比例项
Ti	FLOAT	积分时间常数（0.1s 为单位），Ti ≤ 0.0 时，无积分项
Td	FLOAT	微分时间常数（0.1s 为单位），Td ≤ 0.0 时，无微分项
Kd	FLOAT	微分器放大系数
Edb	FLOAT	积分器停止积分时的偏差上限，当 E > Edb > 0 时，积分停止
NEdb	FLOAT	积分器停止积分时的偏差下限，当 E < NEdb < 0，积分停止
DK	FLOAT	积分器停止积分时 Kp 的修正值，积分停止后：Kp = 原 Kp + Dk
Mdb	FLOAT	精控区上限 0 < E < Mdb
NMdb	FLOAT	精控区下限 NMdb < E < 0
Mk	FLOAT	精控区系数 1 ≥ Mk > 0
Y	FLOAT	PID 运算输出值
DH	FLOAT	PID 输出越上限标志，当 Y > YH 时，DH=ON。
DL	FLOAT	PID 输出越下限标志，当 Y < YL 时，DL=ON。

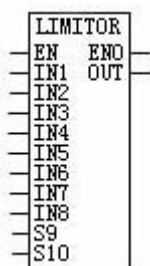
## 1.13 限定或模块 (LIMITOR)

### 简介

该模块用来监视 8 个数字量输入，并根据 S9 和 S10 设置的状态和 8 个输入中为逻辑 1 的输入的个数来产生一个 BOOL 量输出：当逻辑 1 的输入个数等于 S9 中设定的数量且 S10 不等于 0，输出 OUT 为 ON；当逻辑 1 的输入个数等于或大于 S9 中设定的数量且 S10 等于 0，输出 OUT 为 ON；当逻辑 1 的输入个数小于 S9 中设定的数量，输出 OUT 为 OFF。

### 表示

### 符号



### 算法

先统计 8 输入量中为逻辑 1 的输入个数，记为 b；

当  $b = S9$  且  $S10 \neq 0$ ，输出  $OUT = ON$ ；

当  $b \geq S9$  且  $S10 = 0$ ，输出  $OUT = ON$ ；

其余的情况，输出  $OUT = OFF$ 。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN1、IN2、...、IN8	INT	8 个输入
S9	INT	选择参数
S10	INT	工作方式参数
OUT	BOOL	输出

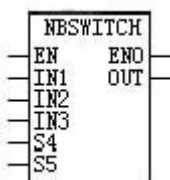
## 1.14 无扰动切换模块（NBSWITCH）

### 简介

根据输入 IN3 的逻辑（ON 或 OFF）来选择两个输入 IN1、IN2 中的一个，S4 和 S5 是两个无扰动切换的限定参数，当输入 IN3 的逻辑发生变化时，使切换按照相应的限定参数平滑过渡。当  $IN3 = OFF$ ，输出平衡时  $OUT = IN1$ ；当  $IN3 = ON$ ，输出平衡时  $OUT = IN2$ 。

### 表示

#### 符号



### 算法

1、当 IN3 从 OFF 切换到 ON 时，也就是输出 OUT 从 IN1 切换到 IN2，记上一次的平滑处理输出值为 LY，则有以下过渡情况：

当  $LY > IN2 > IN1$  或者  $LY < IN2 < IN1$  时，输出  $OUT = LY - S5 * (IN2 - IN1)$

当  $LY > IN2$  且  $IN2 < IN1$  或者  $LY < IN2$  且  $IN2 > IN1$  时，输出  $OUT = LY + S5 * (IN2 - IN1)$

判断是否稳定，即当  $IN2 > LY$  且  $OUT > IN2$  或者  $IN2 < LY$  且  $OUT < IN2$  或者  $LY = IN2$ ；则输出  $OUT = IN2$ ；

2、当 IN3 从 ON 切换到 OFF 时，也就是输出 OUT 从 IN2 切换到 IN1 时，记上一次的平滑处理输出值为 LY，则同样有以下过渡情况：

当  $LY > IN1$  且  $IN2 > IN1$  或者  $LY < IN1$  且  $IN1 > IN2$ ，则输出  $OUT = LY + S4 * (IN1 - IN2)$

当  $LY < IN1 < IN2$  或者  $LY > IN1 > IN2$ ，则输出  $OUT = LY - S4 * (IN1 - IN2)$

判断是否稳定，即当  $IN1 > LY$  且  $OUT > IN1$  或者  $IN1 < LY$  且  $OUT < IN1$  或者  $LY = IN1$ ，则输出  $OUT = IN1$ 。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN1	SFLOAT	第一输入
IN2	SFLOAT	第二输入
IN3	BOOL	输入选择开关
S4	SFLOAT	输出从 IN2 切换到 IN1 的变化率
S5	SFLOAT	输出从 IN1 切换到 IN2 的变化率
OUT	SFLOAT	输出

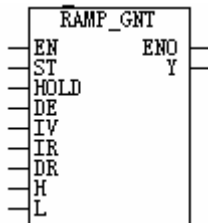
## 1.15 斜坡信号发生器模块 (RAMP\_GNT)

### 简介

该模块用来产生斜坡信号。

注意：输出下限不要大于输出上限，否则，只有当启动开关 ST 从 OFF 跳变到 ON 时，输出  $Y = IV$ ，其他情况下该模块不作任何作用便返回。

### 表示



### 算法

当启动开关 ST 从 OFF 跳变为 ON 时，置输出  $Y = IV$ 。

当 ST 保持为 ON 时：

(1) 当 HOLD=ON，输出 Y 保持上个周期的值。

(2) 当 HOLD=OFF：若 DE=ON，则输出 Y 呈递增的斜坡特性，  
若 DE=OFF，则输出 Y 呈递减的斜坡特性，

其中：LY 是上个周期的输出 Y 的值，Ts 是系统的控制周期，以秒为单位。

无论是置初始值还是产生斜坡信号输出，都对输出进行限幅，若输出大于输出上限，则输出  $Y = H$ ，若输出小于输出下限，则输出  $Y = L$ 。

## 参数描述

参数	数据类型	含义
ST	BOOL	启动开关
HOLD	BOOL	保持开关
DE	BOOL	升降选择开关
IV	SFLOAT	初始值
IR	SFLOAT	上升速率
DR	SFLOAT	下降速率
H	SFLOAT	输出上限
L	SFLOAT	输出下限
Y	SFLOAT	输出值

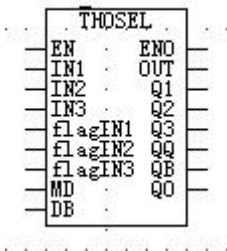
## 1.16 三选一模块 (THOSEL)

### 简介

根据工作方式参数 MD 以及三个输入的输入品质 flagIN1、flagIN2、flagIN3 (质量码) 来选择输出方式以及输出的品质。

### 表示

#### 符号



#### 算法

当选择的 MD 等于 4 或 5 或 6，则输出 OUT 对应的等于 IN1 或 IN2 或 IN3，如果输出所对应的输入点为坏点（其中质量码 0X0100 为信号可疑，质量码 0X0800 为信号故障），置输出品质 QO 为逻辑 1；当选择的 MD 不为 0、1、2、3、4、5、6 时，则输出 OUT 对应的等于 IN3，如果输出所对应的输入点为坏点（其中质量码 0X0100 为信号可疑，质量码 0X0800 为信号故障），置输出品质 QO 为逻辑 1。

当工作方式参数 MD 等于 0、1、2、3 时，则有

- MD 等于 0 时，选择三个输入中数值居中的作为输出 OUT 的值。
- MD 等于 1 时，选择三个输入的平均值作为输出 OUT 的值。
- MD 等于 2 时，选择三个输入中数值最小的作为输出 OUT 的值。
- MD 等于 3 时，选择三个输入中数值最大的作为输出 OUT 的值。

此时，还要根据相应的输入品质来调整输出：

- 如果三个输入都是坏点，则输出保持上一个周期的值，品质输出 QO 置为逻辑 1。

- 如果有两个输入是坏点，则输出剩余的一个好点的值。
  - 如果只有一个输入是坏点，则根据另外两个输入好点之间的偏差来选择输出。若两个好点之间的偏差不超过指定的偏差上限值 DB，则输出两个好点的平均值，否则输出保持上一个周期的值，品质输出 QO 置为逻辑 1。
  - 如果三个输入都是好点，则根据三点之间的三对偏差是否超过 DB 作如下的选择：
    - i. 三对偏差都不超过 DB 时，则输出根据 MD 所选的方式输出。
    - ii. 只有一个偏差超过 DB 时，则选择三个输入中数值居中的值作为输出 OUT 的值。
    - iii. 若有两对偏差超过 DB 时，则取偏差不超限的一对输入值的平均值作为输出 OUT 的值。
    - iv. 若三对偏差都超过 DB 时，则输出保持上一个周期的值，品质输出 QO 置为逻辑 1。
- 品质输出：
- 如果 IN1 是坏点，则相应的输出品质 Q1 置为逻辑 1；否则输出品质 Q1 置为逻辑 0。
- 如果 IN2 是坏点，则相应的输出品质 Q2 置为逻辑 1；否则输出品质 Q1 置为逻辑 0。
- 如果 IN3 是坏点，则相应的输出品质 Q3 置为逻辑 1；否则输出品质 Q1 置为逻辑 0。
- IN1、IN2、IN3 中任一个为坏点时，则品质输出 QQ 为逻辑 1；反之为逻辑 0。
- 当三个输入点都是好点时，若三点之间的三对偏差均超过 DB 时，则品质输出 QO 为逻辑 1。
- 如果三点之间的偏差有两对超过 DB 时，则偏差报警 QB 置为逻辑 1，反之为逻辑 0。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN1、IN2、IN3	SFLOAT 型	输入
flagIN1、flagIN2、flagIN3	INT 型	输入数据的品质
MD	INT 型	选择输出方式
DB	SFLOAT 型	偏差上限值
OUT	SFLOAT 型	输出值
Q1、Q2、Q3	BOOL 型	相应输入量的品质输出
QQ	BOOL 型	品质总报警
QB	BOOL 型	偏差报警
QO	BOOL 型	品质输出

### 应用

主要用于需要在三个输入中选择适当的值作为输出，选择的条件包括：输入的品质（质量码）以及输入之间的偏差。选择三个输入中的最优值作为控制参数，适用于对输入精度要求高并且对随机扰动敏感的控制过程中。

## 1.17 三位开关控制模块（THREEPOSITION）

### 简介

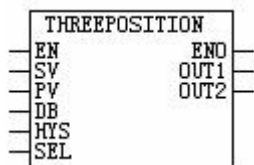
三位开/关控制模块通过两个接触输出来执行开/关动作，控制器通过比较过程变量（PV）和设



定值 (SV)，有三种模式打开或者关闭接触输出（两个都关闭设置为中间位置）。

表示

符号



VOID THREEPOSITION ( SV,PV,DB,HYS,SEL,OUT1,OUT2 )

算法

当正负向选择开关 SEL=ON 时，为正向控制，根据输入值和设定值的偏差 ( $E = PV - SV$ ) 所处的位置，执行不同的输出。具体如下：

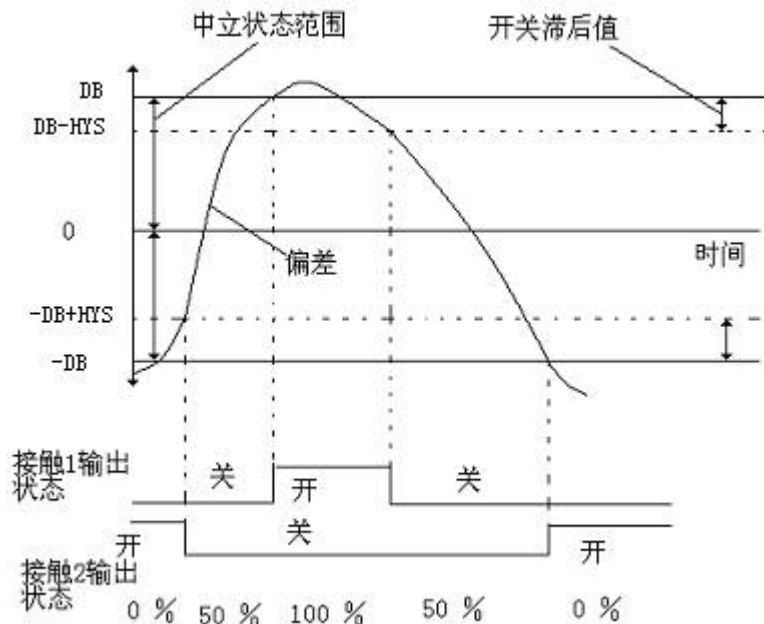
偏差 E 增加时的操作输出状态：

- (1) 当  $E < -(DB - HYS)$  时，输出  $OUT1 = OFF$ ， $OUT2 = ON$ 。
- (2) 当  $-(DB - HYS) < E < DB$  时， $OUT1 = OFF$ ， $OUT2 = OFF$ 。
- (3) 当  $E > DB$  时， $OUT1 = ON$ ， $OUT2 = OFF$ 。

偏差 E 减小时的的操作输出状态：

- (1) 当  $E > DB - HYS$  时， $OUT1 = ON$ ， $OUT2 = OFF$ 。
- (2) 当  $-DB < E < DB - HYS$  时， $OUT1 = OFF$ ， $OUT2 = OFF$ 。
- (3) 当  $E < -DB$  时， $OUT1 = OFF$ ， $OUT2 = ON$ 。

原理图如下：



当正负向选择开关 SEL=OFF 时，为反向控制，根据输入值和设定值的偏差 ( $E = PV - SV$ ) 所处的位置，执行不同的输出。具体如下：

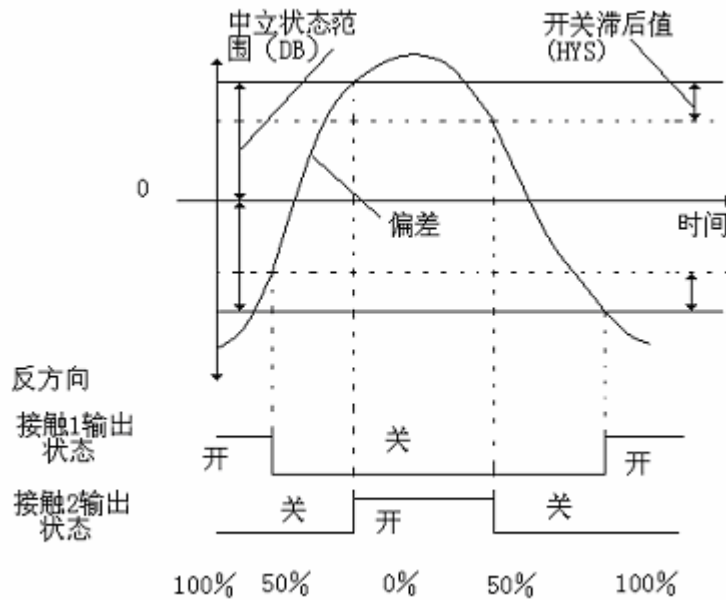
偏差 E 增加时的操作输出状态：

- (1) 当  $E < -(DB-HYS)$  时，输出  $OUT1=ON$ ， $OUT2=OFF$ 。
- (2) 当  $-(DB-HYS) \leq E < DB$  时， $OUT1=OFF$ ， $OUT2=OFF$ 。
- (3) 当  $E \geq DB$  时， $OUT1=OFF$ ， $OUT2=ON$ 。

偏差 E 减小时的的操作输出状态：

- (1) 当  $E \leq DB-HYS$  时， $OUT1=OFF$ ， $OUT2=ON$ 。
- (2) 当  $-DB < E < DB-HYS$  时， $OUT1=OFF$ ， $OUT2=OFF$ 。
- (3) 当  $E \geq -DB$  时， $OUT1=ON$ ， $OUT2=OFF$ 。

原理图如下：



### 参数描述

参数	数据类型	含义
SV	SFLOAT	设定值
PV	SFLOAT	输入值
HYS	SFLOAT	开关滞后值, 范围为[0,DB], 超出此范围, 结果可能不正确。
DB	SFLOAT	中间范围,DB 范围为[0, 1.0], 超出此范围, 结果可能不正确。
SEL	BOOL	正负向选择开关
CPV	BOOL	操作输出值
OUT1	BOOL	接触输出开关 1
OUT2	BOOL	接触输出开关 2

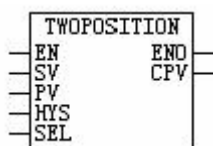
## 1.18 二位开关控制模块 (TWOPOSITION)

### 简介

比较过程变量 (PV) 和设定值 (SV)，根据方向选择接触输出的开关特性，该模块通过一个接触输出的信号来执行开/关控制动作。

### 表示

#### 符号



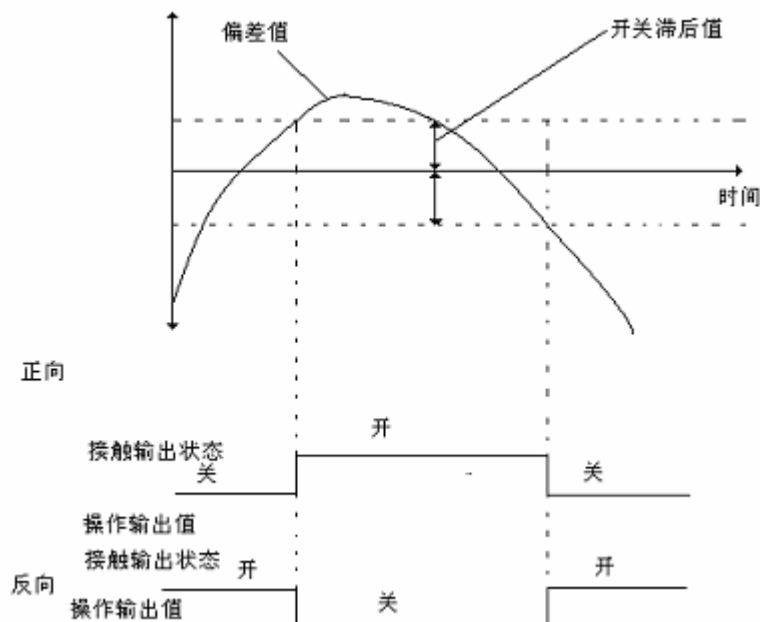
```
VOID TWOPOSITION (SV,PV,HYS,SEL,CPV)
```

#### 算法

当正负向选择开关 SEL=ON 时，为正向控制，如果输入值 PV 和设定值 SV 的差超过正的开关滞后值 (HYS) 时，输出值 CPV 为 ON；如果输入值 PV 和设定值 SV 的差小于负的开/关滞后值时，输出值 CPV 为 OFF；如果输入值 PV 和设定值 SV 的差在正负开关滞后值 (HYS) 之间时，输出值 CPV 保持上一次的输出值。

当正负向选择开关 SEL=OFF 时，为反向控制，如果输入值 PV 和设定值 SV 的差超过正的开关滞后值 (HYS) 时，输出值 CPV 为 OFF；如果输入值 PV 和设定值 SV 的差小于负的开/关滞后值时，输出值 CPV 为 ON；如果输入值 PV 和设定值 SV 的差在正负开关滞后值 (HYS) 之间时，输出值 CPV 保持上一次的输出值。

原理图如下所示：



### 参数描述

参数	数据类型	含义
----	------	----

SV	SFLOAT	设定值
PV	SFLOAT	输入值
HYS	SFLOAT	开关滞后值
SEL	BOOL	正负向选择开关
CPV	BOOL	操作输出值

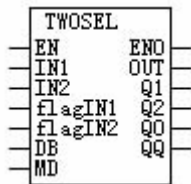
## 1.19 二选一模块 (TWOSEL)

### 简介

根据工作方式参数 MD 以及两个输入的输入品质 flagIN1、flagIN2 (质量码) 来选择输出方式以及输出的品质。

### 表示

#### 符号



### 算法

当工作方式参数 MD 等于 3 或 4 时，则输出 OUT 的值相应的等于 IN1 或 IN2。如果对应的输入点的品质为“坏”时(质量码为：0X0100 为信号可疑，质量码为：0X0800 为信号故障)，把品质输出 Q0 置为逻辑 1；当工作方式参数 MD 不为 0、1、2、3、4 时，则输出 OUT 的值相应的等于 IN2。如果对应的输入点的品质为“坏”时(质量码为：0X0100 为信号可疑，质量码为：0X0800 为信号故障)，把品质报警 Q0 置为逻辑 1。

当工作方式参数 MD 等于 0、1、2 时，则有：

- 如果 MD=0，输出为两个输入值的平均值；
- 如果 MD=1，输出为两个输入值中的较小值；
- 如果 MD=2，输出为两个输入中的较大值；

此时，还要根据相应的输入品质来调整输出：

- 如果两个输入都是坏点，品质输出 Q0 置为逻辑 1；
- 如果一个点为坏点，另一个为好点，则选择好点作为输出；
- 如果两个输入都是好点，则根据两者之间的偏差是否超过偏差设定值 DB，进行如下选择：

若偏差超限，品质输出 Q0 为逻辑 1，则输出保持上一个周期的值；

若偏差没有超限，品质输出 Q0 为逻辑 0，输出工作方式的值。

### 品质输出

- 如果输入点 (IN1、IN2) 为坏点，则相应的输出品质 (Q1、Q2) 为逻辑 1；
- 如果两个输入任何一个为坏点，则品质总输出 QQ 为逻辑 1。

### 参数描述

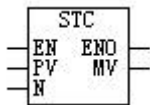
参数	数据类型	含义
IN1	SFLOAT	输入 1
IN2	SFLOAT	输入 2
flagIN1	INT	输入 1 的品质
flagIN2	INT	输入 2 的品质
MD	INT	选择输出方式
DB	SFLOAT	偏差上限值
OUT	SFLOAT	输出值
Q1	BOOL	IN1 的品质输出
Q2	BOOL	IN2 的品质输出
QQ	BOOL	品质总报警
QO	BOOL	品质输出

## 1.20 自整定功能块 STC

### 简介

STC 分为两部分：整定部分和控制部分。其中控制部分等同于我们现在的 PID 功能块，整定部分执行对单回路的 PID 参数自整定功能。

### 表示



### 说明

本功能块与 BSC 回路一一对应，占用相同的资源，在使用时 STC 功能块序号不能重复也不能与 BSC、BSCX、BSCX、CSC、CSCX、CSCX 功能块序号重复，并且必须与 SCKey 中自定义回路一一对应，目前 STC 与 BSC 功能块都属于单回路控制。

如果欲将已经使用的功能块删除，则除了在图形编程中将其删除，还必须在自定义回路中将其删除，否则会造成整定空间清除不成功。

本功能块有两个功能，PID 控制与 PID 整定功能。当处于 PID 控制模式，其控制方式同 BSC 回路。当切换到整定模式时，该单回路进入自整定模式，采用继电方式对回路进行整定，发出两个周期的继电振荡。同时进入自整定的模块不能超过 6 个，即如果有 6 个 STC 在进行自整定，那么其它 STC 功能块进入不了自整定模式。

进入自整定模式后，首先保持当前输出值不变，等待对象的稳定，对象稳定后在当前的输出值上发出继电振荡。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
PV	SFLOAT	STC 回路测量值
N	UINT	STC 回路序号[0, 127]

MV	SFLOAT	STC 回路输出值
----	--------	-----------

使用举例

现需要对传递函数为： $\frac{1}{1+50s}$  的对象进行整定，组态如下：

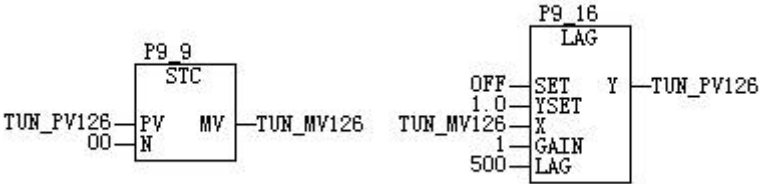


图 1-1 组态

在变量组态中选择自定义回路页，组一个单回路，如下图所示，回路中的序号 NO 必须与 STC 模块中的 N 值对应。

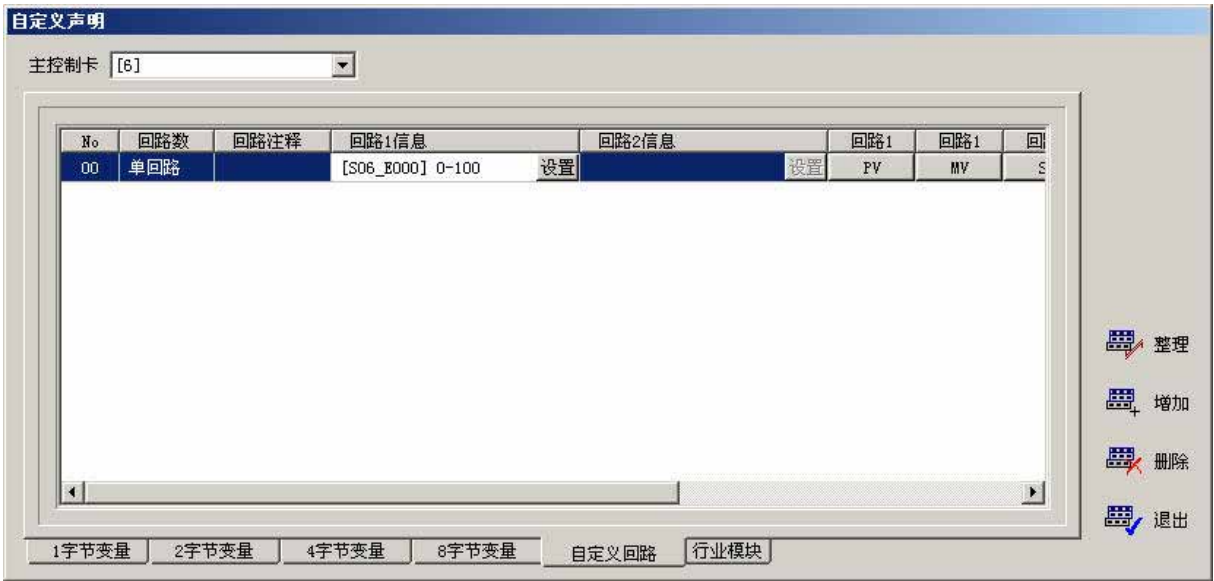


图 1-2 单回路自定义声明

- 根据对象特性，选择为反作用，进入自整定对话框。
- 选择自动更新 PID 参数。
- 选择采用 PID 自整定。
- 设置继电器步进值为 9.985%。
- 选择自整定模式，回路开始自整定：

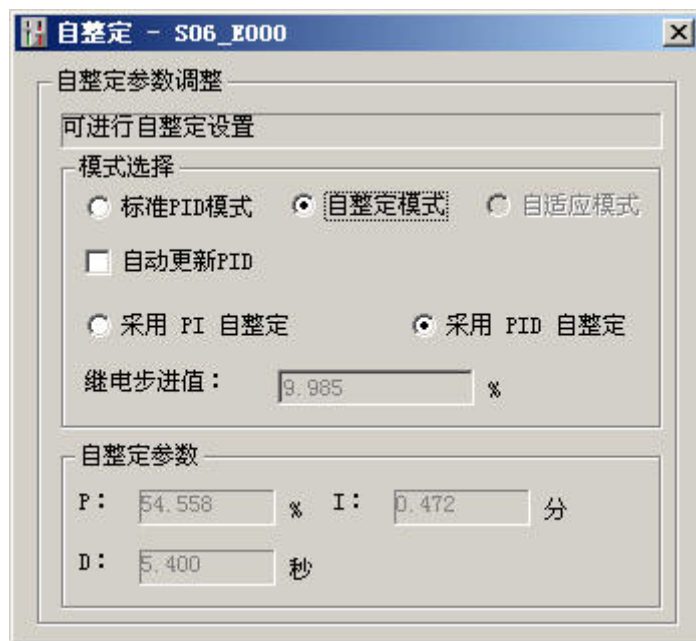


图 1-3 自整定举例

在进入自整定模式后，不可修改回路的手自动状态及回路输出值，否则会造成整定失败。经过两个继电器振荡之后，产生 PID 参数。

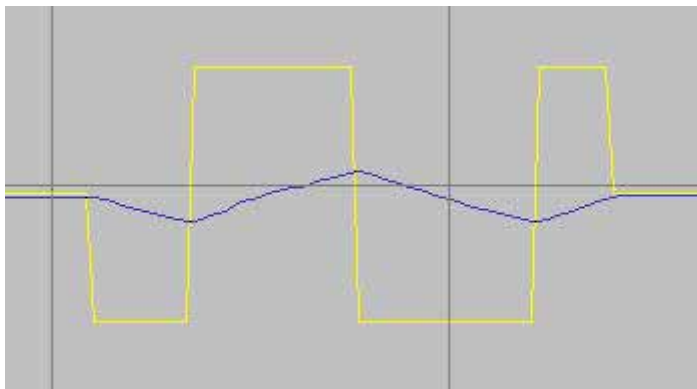


图 1-4 继电器整定图

整定完毕以后的 PID 值分别为：

P：55.220%

I：0.463

D：5.300

采用计算出的参数控制效果图如下：

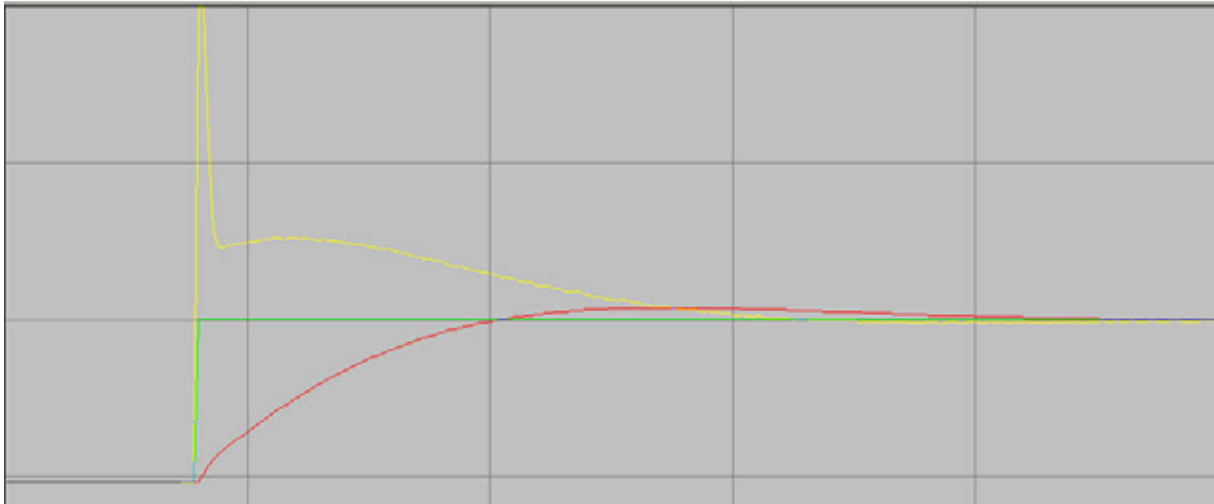


图 1-5 整定参数控制效果图

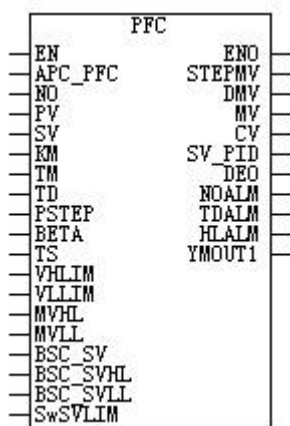
## 1.21 预测函数控制模块（PFC）

### 简介

模型预测控制最早是由美国和法国几家公司在 70 年代后期提出的一种基于模型的计算机控制算法，并在 250MW 汽轮发电机组、PVC 生产和分馏塔控制中获得了成功的应用。基本思想都是采用工业过程中较易得到的对象脉冲响应和阶跃响应曲线，把它们在采样时刻的一系列数值作为描述对象的动态特性的信息，从而构成预测模型，这样可以确定一个控制量的时间序列，使未来一段时间内被调量与经过柔化后的期望轨迹之间的误差最小。因此，模型预测控制算法有三个基本特征：预测模型、滚动优化和反馈校正。PFC（预测函数控制）是第三代的模型预测控制算法，因此它仍属于模型预测控制算法的范畴。

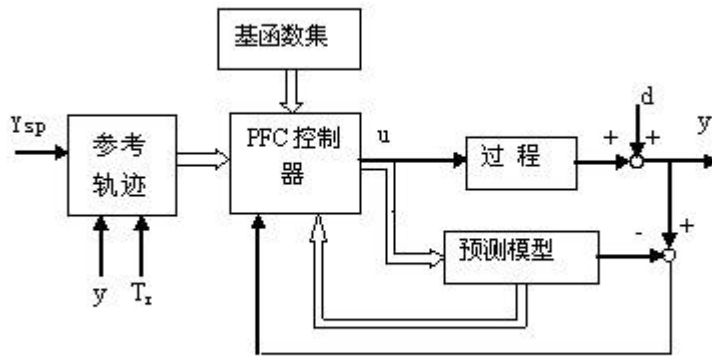
### 表示

#### 符号



#### 原理





$Y_{SP}$  是设定值， $y$  为过程输出值， $T_r$  为参考轨迹的时间常数， $u$  为 PFC 控制器的输出控制量， $d$  表示过程中的扰动。

一般来说，以 PID 控制回路为 PFC 被控系统的话，该闭环回路可以近似为一阶加纯滞后系统，所以 PFC 的模型采用了一阶加纯滞后模型。

预测的目的是为了使过程的输出量沿着一条事先规定的曲线逐渐到达设定值，这条指定的轨迹就是参考轨迹。PFC 模块中的参考轨迹是从现在时刻的实际输出值出发的一阶指数形式。

反馈校正将过程输出和模型输出进行比较，将它们的差值引入到控制器中进行补偿，以减小扰动、噪声等引起的模型失配问题。

在主控卡内部为每个 PFC 控制模块都开辟了一块 200 个字节的数组，即 100 个 SFLOAT 型变量，用于存放模型输出，所以模块内部限定模型的最大纯滞后步数为 99，如果根据 TD 计算出来的纯滞后步数 DEO 大于 99，则内部将以 99 处理，并置 TDALM 为 ON 报警，如果改变了 TD 的值，原来产生的报警需等到 TS 时间到并且重新初始化或者改变 PFC 控制周期 TS，使得重新计算 DEO 后若小于 99，报警才消除，因为 DEO 的计算周期是 PFC 控制器的控制周期 TS。一个控制站最多可以使用 20 个 PFC 控制器，所以控制器序号 NO 不能超过 19，如果超过，程序直接返回，并置 NOALM 为 ON 报警，其他输出保持上一周期的值。

模块初始化参数 APC\_PFC=OFF 时或模块的采样周期 TS 改变时，模块将进行初始化处理，重新计算纯滞后步数 DEO 和相关的模型平滑系数等。

调节动态响应速度的参数 BETA 范围[0, 1]，越接近 0，响应速度越快，动态特性越差；越接近 1，响应速度越慢，动态特性越好，建议设置  $BETA=0.779 (e^{-0.25})$ 。

当输出限幅上下限 (MVHL 和 MVLL) 颠倒 (即上限小于下限)，则置 HLALM 为 ON，内部强制上限等于下限，继续下面的判断，但输入的上下限还需用户改动，因为模块无法回写输入变量的值。

速率报警限幅值是以主控卡控制周期为单位的，如果设置 0.01，表示每个主控卡周期的增量不超过 0.01，在 PFC 模块内部每个 PFC 采样周期 ( $TS \times \text{主控卡周期}$ ) 将 (速率报警限幅值  $\times TS$ ) 和 DMV 比较，进行速率限幅处理，如果 DMV 大于 (速率报警限幅值  $\times TS$ )，则令  $MV = \text{上一周期的 } MV + (\text{速率报警限幅值} \times TS)$ ；如果 DMV 小于负的 (速率报警限幅值  $\times TS$ )，则令  $MV = \text{上一周期的 } MV - (\text{速率报警限幅值} \times TS)$ 。

PFC 控制器输出限幅是将计算所得的位置式输出 MV 与 MVHL 和 MVLL 相比较，如果 MV 大于 MVHL，则将 MV 限幅为 MVHL；如果 MV 小于 MVLL，则将 MV 限幅为 MVLL。

在 PFC 控制器模块中，每次执行时，BSC\_SV 都加上 PFC 控制器分步增量输出 STEPMV，得到 SV\_PID 的值，如果限幅开关 SwSVLIM = ON，则将 SV\_PID 进行限幅处理，如果 SV\_PID 大于 SV+BSC\_SVHL，则被限幅为 SV+BSC\_SVHL；如果 SV\_PID 小于 SV-BSC\_SVLL，则被限幅为 SV-BSC\_SVLL。

注意：当主控卡控制周期设的比较小时，如小于 100ms，则当使用了较多的 PFC 控制模块时，可能会发生用户程序超时。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
APC_PFC	BOOL	模块的切换开关 ON=运行 PFC 模块，OFF=模块初始化
NO	UINT	PFC 控制器序号，最多 20 个，取值范围【0，19】
PV	SFLOAT	被控变量
SV	SFLOAT	设定值
KM	FLOAT	一阶加纯滞后模型的增益
TM	UINT	一阶加纯滞后模型的时间常数（以秒为单位）
TD	UINT	一阶加纯滞后模型的纯滞后时间（以秒为单位）
PSTEP	UINT	预测步数
BETA	FLOAT	调节动态响应速度的参数，取值范围【0，1】
TS	UINT	PFC 控制器的采样周期
VHLIM	FLOAT	上升速率限幅（以主控卡周期为单位，正数） （建议设置为 0.01）
VLLIM	FLOAT	下降速率限幅（以主控卡周期为单位，正数） （建议设置为 0.01）
MVHL	FLOAT	输出上限
MVLL	FLOAT	输出下限
BSC_SV	SFLOAT	下游 BSC 模块的设定值
BSC_SVHL	FLOAT	下游 BSC 模块的设定值高限 （建议设置为 0.02）
BSC_SVLL	FLOAT	下游 BSC 模块的设定值低限 （建议设置为 0.02）
SwSVLIM	BOOL	下游 BSC 模块的设定值限幅开关 ON=限幅，OFF=不限幅
STPMV	SFLOAT	PFC 控制器分步增量输出 （等于 DMV/TS）
DMV	SFLOAT	PFC 控制器增量输出 （本次采样周期的 MV 和上一次采样周期的 MV 之差）
MV	SFLOAT	控制器位置式输出
CV	SFLOAT	模型的校正输出
SV_PID	SFLOAT	限幅处理后的下游回路的设定值
DEO	UINT	纯滞后步数输出 DEO=TD/（TS*主控卡控制周期）
NOALM	BOOL	控制器序号超限报警标志

TDALM	BOOL	纯滞后步数超限报警标志
HLALM	BOOL	上下限倒置报警标志
YMOUT1	SFLAOT	模型输出 1 (用作观察模型输出 1)
YMOUT2	SFLOAT	模型输出 2 (用作观察模型输出 2)

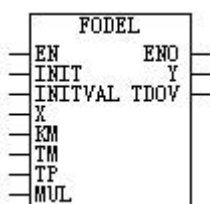
## 1.22 一阶加纯滞后模块 (FODEL)

### 简介

在实际工业过程中许多高阶过程可以用一阶加纯滞后过程来近似,可以说一阶加纯滞后是工业系统中的典型过程。

### 表示

#### 符号



### 算法

一阶加纯滞后模型的传递函数为：
$$G_m(S) = \frac{K_M}{T_M S + 1} * e^{-T_D S}$$

其中： $K_M$ 、 $T_M$ 和 $T_D$ 分别是稳态增益、时间常数和模型的纯滞后时间。在加一个零阶保持器进行离散化后,可求得模型的差分方程如下式所示：

$$Y_m(k+1) = \alpha_m * Y_m(k) + K_m * (1 - \alpha_m) * X(k - D)$$

其中： $\alpha_m = e^{(-T_s/T_M)}$ ,  $T_s$ 是采样时间,  $D$ 等于 $T_D/T_s$ 的整数部分。

根据上面的表达式,可知计算本周期的模型输出,需要前  $D$  个控制周期的输入  $X$ ,为了保存本周期前的输入  $X$  的值,模块内部开辟了一个可以保存 250 个 SFLOAT 型变量的数组,每隔  $TP$  时间保存一次输入  $X$  的值到数组中, $MUL$  对应数组中的第几个元素,这样实际的纯滞后时间表示为  $MUL * TP$ ,此时模型的纯滞后时间必须是  $TP$  的整数倍,且  $MUL$  必须为 0 到 250 之间的数,如果  $NUM$  超过 250,内部将使  $NUM=250$  参与运算,并置  $TDOV=ON$  报警。

建议在模块运行前,使  $INIT$  输入发生一次上跳变,它将初始化模块的内部的一些数据,并令输出等于  $INITVAL$ 。

由于模块内部按照  $TP$  时间间隔的大小进行保存输入  $X$ ,若在运行过程中,修改了模块输入  $X$  的值,此时并不会重新清内部计时变量,此时的内部计时变量可能在 0 和  $TP$  之间,不到  $TP$  时间就会保存输入值一次,这样会给模块的纯滞后时间带来误差,该误差在 0 和  $TP$  之间。在设置相同的纯滞后时间  $TD$  的情况下,可以通过设置较小的  $TP$  值和较大的  $MUL$  值来减少纯滞后时间误差。或者,让  $INITVAL$  跟踪输出  $Y$ ,在修改输入  $X$  的同时,给  $INIT$  开关一个上升沿,这样也能较好的避免纯滞后时间误差。

## 参数描述

参数	数据类型	含义
INIT	BOOL	初始化标志（上升沿到，将初始化模块）
INITVAL	SFLOAT	输出初始化值
X	SFLOAT	控制变量输入
KM	FLOAT	模型的增益
TM	UINT	模型的时间常数（以秒为单位）
TP	UINT	保存输入的时间间隔（以秒为单位）
MUL	UINT	纯滞后时间的倍数【0，250】 （模型的纯滞后时间为 $TD = TP * MUL$ ）
Y	SFLOAT	模型输出
TDOV	BOOL	NUM 超过 250 时，置 ON 报警

## 2 通讯辅助函数

### 2.1 GETBIT 模块

#### 简介

从输入的 DWORD 型变量中取出指定位的标号，如果为 1，则输出为 ON，如果为 0，则输出为 OFF。

#### 表示

符号



#### 算法

通过 1 移动指定 SERIAL 位与输入 X 按位相与，即可获得指定位的信息

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入值
SERIAL	UINT	位的序号[0，31]
Q	BOOL	输出值

说明：

- 1.程序中对 SERIAL 判断是否大于等于 16，与原先的 XA 芯片的效率有关。
- 2.以下很多模块中的 SERIAL 变量，在程序中是 INT 型，在 SCControl 中模块的引脚是 UINT 型，不一致，这里没有影响，所以没统一。

## 2.2 GETFLOAT 模块

### 简介

把传入的 DWORD 型变量 X 解释为 FLOAT 型输出。

### 表示

#### 符号



### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入变量
Y	FLOAT	输出变量

## 2.3 GETINT 模块

### 简介

从 32 位的 DWORD 型输入变量 X 的指定位置取出 16 位的 INT 型变量，当 SERIAL = 0 时，取低 16 位；当 SERIAL = 1 时，取高 16 位。

### 表示

#### 符号



### 算法

当 SERIAL = 0 时，把输入变量和 0X0FFFF 按位与，返回 INT 型结果；

当 SERIAL = 1 时，把输入变量右移 16 位后返回 INT 型。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入值
SERIAL	UINT	序号[0,1]
Y	INT	输出值

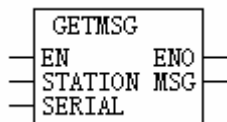
## 2.4 GETMSG 模块

### 简介

该模块用来从其他控制站取传送过来的消息，每个控制站都有一个接收缓冲区：

DWORD msg[4096]

它用来存放从网络上获取的其他控制站发过来的共享信息，其中每个控制站 512 个字节的信息。

**表示**符号算法

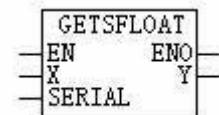
该模块根据输入的控制站序号和消息序号，直接从接收缓冲区中读出想要的那个控制站的什么信息。

**参数描述**

参数	数据类型	含义
STATION	UINT	控制站号
SERIAL	UINT	消息序号[0,127]
MSG	DWORD	读取的消息

**2.5 GETSFLOAT 模块****简介**

该模块的功能是从输入的 32 位 DWORD 型值的指定位置取 16 位的 SFLOAT 型值，当 SERIAL=0，取低 16 位；当 SERIAL=1，取高 16 位。

**表示**符号算法

同 GETINT 模块一样，所不同的是返回的类型是 SFLOAT 型。

**参数描述**

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入值
SERIAL	UINT	序号[0,1]
Y	SFLOAT	输出值

**2.6 GETUINT 模块****简介**

从 32 位的 DWORD 型输入变量 X 的指定位置取出 16 位的 UINT 型变量，当 SERIAL = 0 时，取低 16 位；当 SERIAL = 1 时，取高 16 位。

**表示**

### 符号



### 算法

当 SERIAL = 0 时，把输入变量和 0X0FFFF 按位与，返回 INT 型结果；

当 SERIAL = 1 时，把输入变量右移 16 位后返回 INT 型。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入值
SERIAL	UINT	序号[0,1]
Y	UINT	输出值

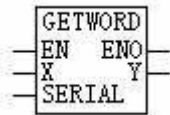
## 2.7 GETWORD 模块

### 简介

从 32 位的 DWORD 型输入变量 X 的指定位置取出 16 位的 WORD 型变量，当 SERIAL = 0 时，取低 16 位；当 SERIAL = 1 时，取高 16 位。

### 表示

#### 符号



### 算法

当 SERIAL = 0 时，把输入变量和 0X0FFFF 按位与，返回 INT 型结果；

当 SERIAL = 1 时，把输入变量右移 16 位后返回 INT 型。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入值
SERIAL	UINT	序号[0,1]
Y	WORD	输出值

## 2.8 SENDMSG 模块

### 简介

该模块的功能是设置发送消息的个数，每个消息占 4 个字节，SIZE 定义消息的个数，消息内容放在 g\_msg[ ] 中，每个控制站都有共享的发送数据区：DWORD g\_msg[128]，用作控制站之间的数据交互。

### 表示

### 符号



### 算法

该模块根据输入的消息个数，使能控制站共享信息广播，广播指定个数的消息到 SCnet II 网络，其他控制站可以收到该控制站发送的消息。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
SIZE	UINT	消息个数

## 2.9 SETBIT 模块

### 简介

在输入的 X 变量的指定位置设置开关数据，其余不变，然后输出。

### 表示

#### 符号



### 算法

当输入开关数据 Q=0 时，通过中间变量 1 左移 SERIAL 位后得到的数据的反码与输入变量 X 按位与；

当输入开关数据 Q=1 时，通过中间变量 1 左移 SERIAL 位后得到的数据与输入变量 X 按位或；

### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入数据
Q	BOOL	开关数据
SERIAL	UINT	位置序号[0,31]
Y	DWORD	输出变量

## 2.10 SETFLOAT 模块

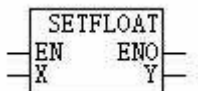
### 简介

把输入的 FLOAT 型变量解释为 DWORD 型输出。

### 表示

#### 符号





### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	FLOAT	输入变量
Y	DWORD	输出变量

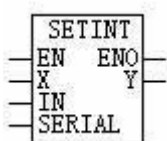
## 2.11 SETINT 模块

### 简介

在输入的 DWORD 型变量 X 指定位置设定为 INT 型输入变量 IN，其他各位不变，再赋给输出值，当 SERIAL = 0，将输入 X 的低 16 位设置为 IN，当 SERIAL = 1，将输入 X 的高 16 位设置为 IN；

### 表示

#### 符号



### 算法

先将输入的 INT 型变量强制转换成 UINT 型：

当 SERIAL = 0 时，先将输入 X 的低 16 位清 0，然后与输入 IN 相或；

当 SERIAL = 1 时，先将输入 X 的高 16 位清 0，然后与左移 16 位后的 IN 相或；

### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入数据
IN	INT	输入设定值
SERIAL	UINT	位置序号[0,1]
Y	DWORD	输出变量

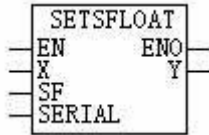
## 2.12 SETSFLOAT 模块

### 简介

在输入的 32 位的 DWORD 型变量 X 指定位置设定 16 位的 SFLOAT 型输入变量 SF，其他各位不变，再赋给输出值，当 SERIAL = 0，将输入 X 的低 16 位设置为 SF，当 SERIAL = 1，将输入 X 的高 16 位设置为 SF。

### 表示

#### 符号



#### 算法

参照 SETINT 模块

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入数据
SF	SFLOAT	输入设定值
SERIAL	UINT	位置序号[0,1]
Y	DWORD	输出变量

## 2.13 SETUINT 模块

#### 简介

该模块实现在输入的 32 位的 DWORD 型变量的指定位置设置 16 位 UINT 型变量值,其余不变。当 SERIAL=0,将输入 X 的低 16 位设置为 UINT 型输入 IN;当 SERIAL=1,将输入 X 的高 16 位设置为 UINT 型输入 IN。

#### 表示

##### 符号



#### 算法

先将输入的 INT 型变量强制转换成 UINT 型:

当 SERIAL = 0 时,先将输入 X 的低 16 位清 0,然后与输入 IN 相或;

当 SERIAL = 1 时,先将输入 X 的高 16 位清 0,然后与左移 16 位后的 IN 相或;

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入数据
X	UINT	输入设定值
SERIAL	UINT	位置序号[0,1]
Y	DWORD	输出变量

## 2.14 SETWORD 模块

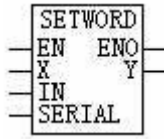
#### 简介

该模块实现在输入的 32 位的 DWORD 型变量的指定位置设置为 16 位的 WORD 型值,其余各位保持不变,当 SERIAL = 0,将输入 X 的低 16 位设置为 16 位 WORD 型输入 IN;当 SERIAL = 1,将输入 X 的

高 16 位设置为 16 位 WORD 型输入 IN。

### 表示

#### 符号



#### 算法

先将输入的 INT 型变量强制转换成 UINT 型：

当 SERIAL = 0 时，先将输入 X 的低 16 位清 0，然后与输入 IN 相或；

当 SERIAL = 1 时，先将输入 X 的高 16 位清 0，然后与左移 16 位后的 IN 相或；

### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	DWORD	输入数据
IN	WORD	输入设定值
SERIAL	UINT	位置序号[0,1]
Y	DWORD	输出变量

## 3 累积函数

### 3.1 ACCUM\_TO\_AISUM 模块

#### 简介

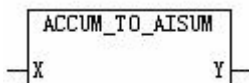
该模块的功能是把 SControl 中的累积量转化为模拟量累积量，它实现的功能与 ACCUM\_TO\_SUM0 和 ACCUM\_TO\_SUM1 两个的模块是一样的，只是它的输出是个模拟量，而不需要用两个功能块输出一个模拟量累积量的两部分。

SControl 中的累积量和模拟量累积量的数据类型说明详见帮助中的累积数据类型说明。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示

#### 符号



#### 举例

输入的 SControl 的累积量：X = 134217719.123291，输出模拟量的累积量为：  
Y.SUM0 = 7.123291，Y.SUM1 = 8388607。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	structAccum	输入值
Y	structAI	输出值

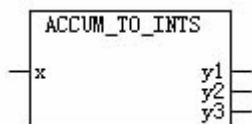
## 3.2 ACCUM\_TO\_INTS 模块

### 简介

该模块的功能是将累积变量结构中的 INT 型变量分别输出。

### 表示

符号



### 参数描述

参数	数据类型	含义
x	structAccum 型	输入值
y1	INT 型	输出值（x 的小数部分）
y2	INT 型	输出值（x 整数部分的低位）
y3	INT 型	输出值（x 整数部分的高位）

### 实现方法

分别输出累积变量结构中的三个 INT 型变量

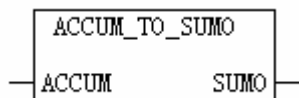
## 3.3 ACCUM\_TO\_SUM0 模块

### 简介

该模块的功能是将 SCControl 累积量转换成模拟量累积，输出模拟量累积的 SUM0 内容。

### 表示

符号



### 参数描述

参数	数据类型	含义
ACCUM	structAccum 型	输入值
SUM0	SFLOAT 型	输出值

### 实现方法

输入累积量的整数部分转换成 LONG 型，取最后四位（二进制）来表示 -7 ~ +7（SFLOAT 的整数部分），输入累积量的小数部分直接作为 SFLOAT 的小数部分。

### 注意

SUM0 必须连接到 AI 结构中的 SUM0 项中，否则，无意义。

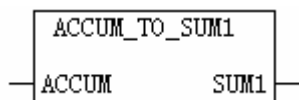
### 3.4 ACCUM\_TO\_SUM1 模块

#### 简介

该模块的功能是将累积量转换成模拟量累积，输出模拟量累积的 SUM1 内容。

#### 表示

##### 符号



#### 参数描述

参数	数据类型	含义
ACCUM	structAccum 型	第一输入值
SUM1	LONG 型	输出值

#### 实现方法

去掉输入累积量的小数部分，整数部分转换成 LONG 型右移四位处理，得数即为所求 SUM1。

#### 注意

SUM1 必须与 AI 结构中的 SUM1 项相连，否则，无意义。

### 3.5 ADD\_ACCUM 模块

#### 简介

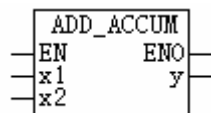
该模块的功能是将累积量相加，并将结果赋给输出值。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

X1、X2 的量纲必须一致，否则出错。

#### 表示

##### 符号



##### 公式

$$Y = X1 + X2$$

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
X1	structAccum 型	第一输入值
X2	structAccum 型	第二输入值
Y	structAccum 型	输出值

#### 实现方法

将两个输入累积量的小数部分与整数部分分别以整数形式相加，其中小数部分考虑到进位，然

后将得数转换成累积量的表达方式。

### 3.6 ADD\_ACCUM\_RANGE 模块

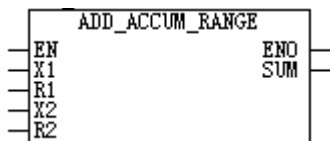
#### 简介

该模块的功能是把两个不同量程的 SCControl 中累积量相加，输出的和按照两个输入量程中较大的量程来表示，使用时要注意两个累积量的和不能超过累积量的表示范围。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

#### 表示

##### 符号



##### 算法

当输入量程  $R1 > R2$  时，输出  $SUM = X1 + X2 * R2 / R1$ 。

当输入量程  $R2 > R1$  时，输出  $SUM = X1 * R1 / R2 + X2$ 。

##### 举例

输入的累积量和相应的量程为： $X1 = 5.599854$ ， $R1 = 200$ ， $X2 = 56.000000$ ， $R2 = 500$ ，输出累积的和为： $SUM = 58.239746$ 。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
X1	structAccum	输入累积量 1
R1	INT	输入累积量 1 的量程
X2	structAccum	输入累积量 2
R2	INT	输入累积量 2 的量程
SUM	structAccum	输出和值

### 3.7 AISUM\_TO\_ACCUM 模块

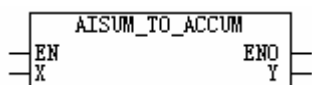
#### 简介

该模块的功能是把模拟量的累积量转化为 SCControl 中的累积量，它实现的功能和 SUM\_TO\_ACCUM 模块是一样的，只是它的输入为一个模拟量，而不是模拟量累积量的两部分 SUM0 和 SUM1。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

#### 表示

##### 符号



### 举例

输入的模拟量的累积量为：X.SUM0 = 7.123047，X.SUM1 = 8388607，输出的 SCControl 中累积量：Y = 134217719.123047。

### 参数描述

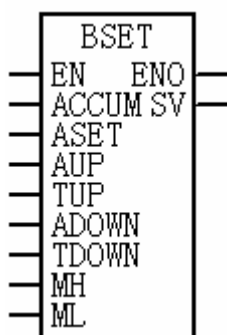
参数	数据类型	含义
X	structAI	输入值
Y	structAccum	输出值

## 3.8 BSET 模块

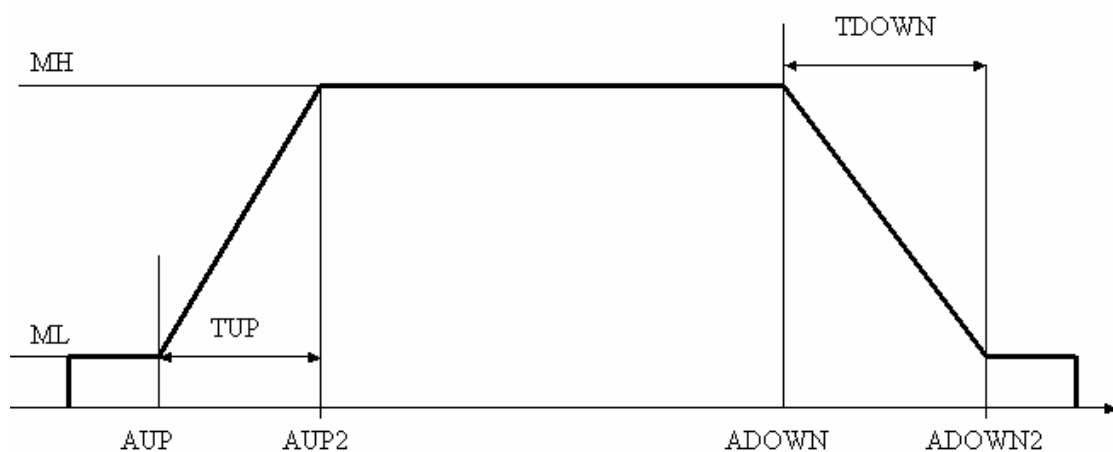
### 简介

该模块的功能是完成定量设定单元的输出阀位设定值的计算。

### 符号



SV = BSET(ACCUM,ASET,AUP,TUP,ADOWN,TDOWN,MH,ML)



### 说明

在定量设定的处理中，开始累积后需要将阀门开到一个阀位低限值 ML，等累积到初始上升累积值 AUP 后，输出阀位按一定速率上升直到阀位高限值 MH。等累积到初始下降值 ADOWN 后，输出阀位按一定速率下降直到阀位低限值 ML。一直累积到设定值后，将阀门关死。此模块是根据当前现场累积量 ACCUM,来作相应阀位设定的。

在上升阶段将累积  $(MH + ML) * TUP / 2$ 。

在下降阶段将累积  $(MH + ML) * TDOWN / 2$

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
ACCUM	structAccum	当前累积值
ASET	structAccum	设定累积值
AUP	FLOAT	开始上升累积值
TUP	UINT	上升时间（秒）
ADOWN	FLOAT	开始下降累积值
TDOWN	UINT	下降时间（秒）
MH	SFLOAT	阀位高限
ML	SFLOAT	阀位低限
SV	SFLOAT	阀位设定值

### 3.9 COMP\_ACCUM 模块

#### 简介

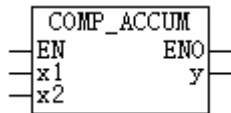
该模块的功能是比较累积量，并将结果赋给输出值。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

X1、X2 的量纲必须一致，否则出错。

#### 表示

##### 符号



##### 公式

当  $X1 > X2$  时  $Y = 1$

当  $X1 = X2$  时  $Y = 0$

当  $X1 < X2$  时  $Y = -1$

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
X1	StructAccum	第一输入
X2	StructAccum	第二输入
Y	INT	输出

#### 实现方法

先将两个累积量的整数部分做比较，如整数部分相等再比较小数部分，最后输出结果。



### 3.10 CONVERT\_ACCUM 模块

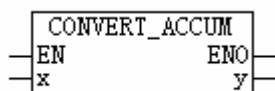
#### 简介

该模块功能是将 structAccum 型的输入值转化为 FLOAT 型数据类型。

EN 和 ENO 能作为附加参数被加以设置。

#### 表示

符号



#### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	StructAccum	输入值
Y	FLOAT	输出值

#### 实现方法

分别把小数部分与整数部分转化成 FLOAT 型然后相加。

### 3.11 CONVERT\_TO\_ACCUM 模块

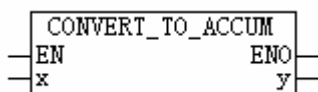
#### 简介

该模块功能是将 FLOAT 型的输入值转化为 structAccum 型数据类型。

EN 和 ENO 能作为附加参数被加以设置。

#### 表示

符号



#### 参数描述

参数	数据类型	含义
x	FLOAT	输入值
y	StructAccum	输出值

#### 实现方法

先将 FLOAT 型输入值的整数部分高 16 位与低 16 位 ( 二进制 ) 分别存为 accum2 和 accum1 , 然后将小数部分乘以 4096 变成 SFLOAT 型作为累积量的小数部分记录。

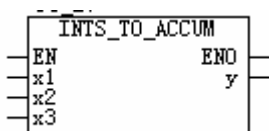
### 3.12 INTS\_TO\_ACCUM 模块

#### 简介

该模块的功能是将三个二字节变量合并成一个累积量，以方便实现累积量的冗余。

**表示**

符号



**参数描述**

参数	数据类型	含义
x1	INT 型	输入值（y 的小数部分）
x2	INT 型	输入值（y 整数部分的低位）
x3	INT 型	输入值（y 整数部分的高位）
y	structAccum 型	输出值

**实现方法**

将三个 INT 型输入变量分别作为累积变量结构中三个部分来组成一个累积型变量。

### 3.13 SUB\_ACCUM 模块

**简介**

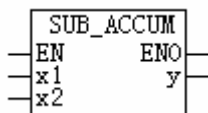
该模块的功能是将累积量相减，并将结果赋给输出值。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

X1、X2 的量纲必须一致，否则出错。

**表示**

符号



公式

$$Y = X1 - X2$$

**参数描述**

参数	数据类型	含义
x1	StructAccum	被减数
x2	StructAccum	减数
y	StructAccum	输出

**实现方法**

先将整数部分做减法，再小数部分做减法（包括借位处理），然后合成输出累积量。

### 3.14 SUB\_ACCUM\_RANGE 模块

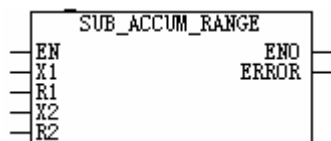
#### 简介

该模块的功能是把输入的两个不同量程的 SCControl 累积量相减，输出的差按照两个输入量程中大的那个量程来表示。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

#### 表示

##### 符号



##### 算法

当输入量程  $R1 > R2$  时，输出  $SUM = X1 - X2 * R2 / R1$ 。

当输入量程  $R2 > R1$  时，输出  $SUM = X1 * R1 / R2 - X2$ 。

##### 举例

输入的累积量和量程分别为： $X1 = 366.559814$ ， $R1 = 320$ ， $X2 = 105.329834$ ， $R2 = 5000$ ，输出两个累积量的差为： $ERROR = -81.870117$ 。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
X1	structAccum	输入累积量 1
R1	INT	输入累积量 1 的量程
X2	structAccum	输入累积量 2
R2	INT	输入累积量 2 的量程
ERROR	structAccum	输出差值

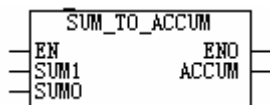
### 3.15 SUM\_TO\_ACCUM 模块

#### 简介

该模块的功能是将模拟量累积转换成累积量。

#### 表示

##### 符号



#### 参数描述

参数	数据类型	含义
SUM1	LONG 型	模拟量累积的 SUM1 内容
SUM0	SFLOAT 型	模拟量累积的 SUM0 内容
ACCUM	structAccum 型	输出值

### 实现方法

将输入值 SUM0 取出后 12 位（二进制）作为累积量的小数部分，SUM1 左移四位再加上 SUM0 的高四位（二进制）作为累积量的整数部分。

## 3.16 TOTAL\_ACCUM 模块

### 简介

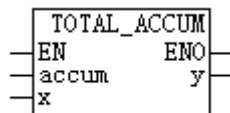
该模块的功能是进行累积，Y 与 accum 引脚用同一变量，此变量以 X 每秒的速度递增。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

accum、x 的量纲必须一致，否则出错。

### 表示

#### 符号



#### 公式

$$Y = \text{accum} + X$$

### 参数描述

参数	数据类型	含义
ACCUM	structAccum	累积变量
X	SFLOAT	递增量
Y	structAccum	输出

### 实现方法

将累积量整数部分转成 LONG 型，小数部分与递增量相加（包括进位处理），然后合成累积量输出。

### 注意

该模块每秒累加一次，但必须满足以下条件：

1. 主控卡的运算周期不大于 1s；
2. 该模块所在程序的运行周期必须是 1Ts，即每个主控卡运算周期均调用一次该模块。

以上两个条件的任一条件不满足，可能造成该模块工作不正常！

## 4 辅助计算

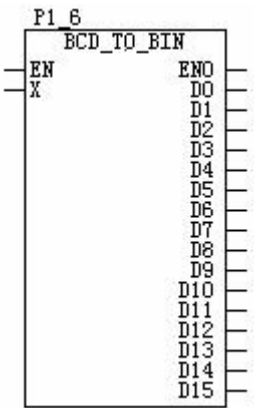
### 4.1 BCD 码转二进制模块（BCD\_TO\_BIN）

#### 简介

该模块将输入的 4 位 BCD 码转换成 16 位二进制位输出。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

表示



算法

设输入的 BCD 码为 B3B2B1B0，将其各位提出转换为 4 位的二进制数表示，如 A15A14A13A12...A3A2A1A0，然后判断各个二进制位是 1 还是 0，对应的输出 ON 还是 OFF。

参数描述

参数	数据类型	含义
X	UINT	输入的 BCD 码
D0~D15	BOOL	输出二进制位状态

4.2 BCD 码转十进制模块 (BCD\_TO\_DEC)

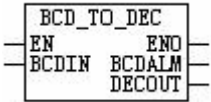
简介

该模块把一个 BYTE 型 BCD 码输入值转化为 BYTE 型十进制输出值，由于输入是 BYTE 型，所以输入的 BCD 码最大值为 99。 由于单个 BCD 码表示范围是[0，9]，所以当输入 BCD 码的个位超过 9 时，输出 BCD 码报警标志值为 0X0F( 15 )；当输入 BCD 码的十位超过 9 时，输出 BCD 码报警标志值为 0XF0（ 240 ）；当输入 BCD 码的个位和十位都超过 9 时，输出 BCD 码报警标志值为 0XFF（ 255 ）。

EN 和 ENO 能作为附加参数被加以设置。

表示

符号



DECOUT=BCD\_TO\_DEC(BCDIN)

参数描述

参数	数据类型	含义
BCDIN	BYTE	BCD 码输入值
DECOUT	BYTE	十进制输出值
BCDALM	BYTE	BCD 码的报警标志

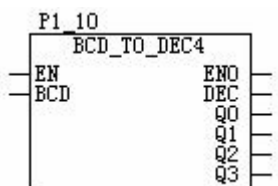
### 4.3 四位的 BCD 码转十进制模块 (BCD\_TO\_DEC4)

#### 简介

该模块将输入的 4 位 BCD 码转换为十进制数。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

#### 表示



#### 算法

设输入的 BCD 码为：B3B2B1B0，则对应的十进制输出应该为： $B3 \times 1000 + B2 \times 100 + B1 \times 10 + B0$ ，由于 BCD 码表示的数在 0~9 之间，如果相应的 BCD 码超过 9，输出的报警标志会置 ON。例如：输入 B0>9，则置 Q0 = ON，输出的十进制对应的位为 0。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
BCD	UINT	输入的 BCD 码
DEC	UINT	输出十进制数
Q0~Q3	BOOL	BCD 码超限报警位

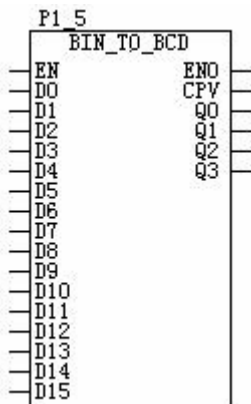
### 4.4 二进制转 BCD 码模块 (BIN\_TO\_BCD)

#### 简介

该模块把输入的 16 个开关量组成的二进制数转换为 BCD 码输出。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

#### 表示



#### 算法

设输入的 16 位二进制数为：A15A14A13A12...A3A2A1A0，将其 4 位一组的分成 4 组，每 4 位表示一个 BCD 码，分别为 B3、B2、B1、B0，则它表示的数为  $B3*1000+B2*100+B1*10+B0$ ，且由于 BCD 码表示的数在 0~9 之间，所以如果有某 4 位二进制数表示的数超过 9，则给出相应的报警，即对应的 Qi 为 ON，相应的 BCD 码输出为 0。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
D0~D15	BOOL	输入的开关量
CPV	UINT	输出的 BCD 码
Q0	BOOL	D0~D3 对应的 BCD 码报警位
Q1	BOOL	D4~D7 对应的 BCD 码报警位
Q2	BOOL	D8~D11 对应的 BCD 码报警
Q3	BOOL	D12~D15 对应的 BCD 码报警

## 4.5 十进制转 BCD 码模块 (DEC\_TO\_BCD)

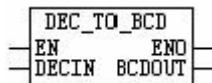
### 简介

该模块功能是将一个 BYTE 型输入值转化为 BCD 码输出显示，输入的十进制数是 BYTE 型的，它最大值是 255。

EN 和 ENO 能作为附加参数被加以设置。

### 表示

#### 符号



$BCDOUT = INT \ DEC\_TO\_BCD(DECIN)$

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
DECIN	BYTE	十进制数输入
BCDOUT	INT	BCD 码输出

## 4.6 四位的十进制转 BCD 码 (DEC\_TO\_BCD4)

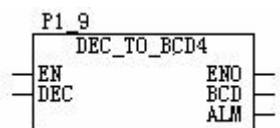
### 简介

将输入的无符号十进制整数转为 BCD 码。

注意：由于四位的 BCD 码表示的最大数为 9999，所以输入的十进制数不能超过 9999，否则输出的 BCD 码数置 0，并且置报警标志位为 ON。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示



### 算法

设输入的十进制数为：D3D2D1D0，将其除 10 可得个位的数 D0，除 100 可得十位的数 D1，用同样的方法可得 D2、D3，然后分别用 4 个二进制位表示其中一个值，组合后输出。由于输出在 SCControl 中是以十进制显示的，所以应将输出的值转为十六进制数观察转换是否正确。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
DEC	UINT	输入的十进制数
BCD	UINT	输出的 BCD 码
ALM	BOOL	输入超限报警标志

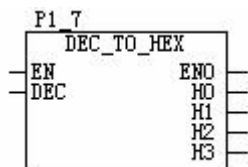
## 4.7 十进制转十六进制模块（DEC\_TO\_HEX）

### 简介

该模块将一个无符号的十进制整数转换为十六进制输出，由于 SCControl 不能显示字母，所以输出分成 4 个引脚显示，每个引脚显示一个十六进制数。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示



### 算法

从输入的无符号整数中提取 4 个 4 位的二进制数，分别赋给对应的 H0~H3 输出，即 H0~H3 表示输入的十六进制数的 4 个数码。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
DEC	UINT	输入的十进制数
H0 ~ H3	UINT	输出的十六进制 4 个位

## 4.8 工程量转化为无因次量模块（DIMENSIONLESS）

### 简介

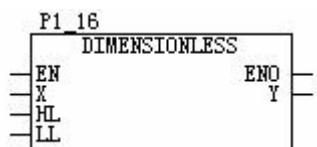
该模块将输入的工程量根据设定的高低限转化为无因次量输出，输入的工程量没有硬性的限制在设定的高低限之间，以方便一些超量程使用，这一点需要用户自己注意。

注意：输入的高限必须大于低限，否则，输出恒为 0。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。



表示



算法

在这个模块中，输出  $Y = \frac{X - LL}{HL - LL}$ 。

参数描述

参数	数据类型	含义
X	FLOAT	输入的工程量
HL	LONG	设定值高限
LL	LONG	设定值低限
Y	FLOAT	输出的无因次量

## 4.9 无因次量转化为工程量模块 (ENGINEER)

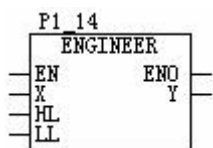
简介

该模块将输入的无因次量根据设定的高低限，转化为工程量输出，无因次量一般在 0~1 之间，但这里不作限制，以方便某些需要超量程使用的场合，这一点需要用户自己注意。

注意：输入的高限必须不小于低限，否则，模块输出恒为 0。并且转换的精度随着输入高低限的差值增大而增加。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

表示



算法

在这个模块中，输出  $Y = X * (HL - LL) + LL$ 。

参数描述

参数	数据类型	含义
X	SFLOAT	输入的无因次量
HL	LONG	设定值高限
LL	LONG	设定值低限
Y	FLOAT	输出的工程量值

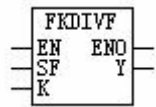
## 4.10 FKDIVF 模块 (FKDIVF)

简介

该模块的功能是将半浮点数缩小整数倍。

表示

符号



参数描述

参数	数据类型	含义
SF	SFLOAT	需缩小的半浮点数
K	INT	缩小倍数
Y	SFLOAT	输出

实现方法

首先判断除数如果为零，那么输出 7.999756 或-8.0；两数转换成 LONG 型做除法之后，如果商超出SFLOAT型表示范围则用边界值表示(商大于 7.999756 则显示 7.999756 ,商小于-8.0 则显示-8.0 )。

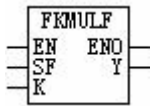
4.11 FKMULF 模块

简介

该模块的功能是将半浮点数放大整数倍。

表示

符号



参数描述

参数	数据类型	含义
SF	SFLOAT	需放大的半浮点数
K	INT	放大倍数
Y	SFLOAT	输出

实现方法

由于 SFLOAT 型变量作为 INT 型存储的，所以可以直接相乘，显示成 SFLOAT 型，如果超出 SFLOAT 表示范围则用 SFLOAT 边界值表示。（如大于 7.999756，则表示为 7.999756；如小于-8.0 则表示为-8.0）。

4.12 FKMULK 模块

简介

该模块的功能是将整数用一个半浮点数进行缩放。其中输出值 Y 四舍五入。

表示

符号



### 参数描述

参数	数据类型	含义
SF	SFLOAT	缩放系数
K	INT	需缩放的整数
Y	INT	输出

### 实现方法

将两个输入转成 LONG 型变量相乘,乘积右移 11 位,如果最后一位不为零则加一(四舍五入),再右移一位(完成乘积除以 4096 并对乘积四舍五入)。乘积作为 LONG 型变量如果超出 INT 型表示范围则取边界值(乘积大于 32767 则显示 32767,乘积小于-32768 则显示-32768)。乘积最后转成 INT 型输出。

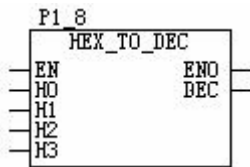
## 4.13 十六进制转十进制 HEX\_TO\_DEC

### 简介

该模块将输入的 4 位的十六进制数转换为十进制输出。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示



### 算法

将输入的 4 位十六进制数组合在一起,赋给输出值即可。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
H0~H3	UINT	输入的十六进制各个位的值
DEC	UINT	输出的十进制的值

## 4.14 KFDIVK 模块

### 简介

该模块的功能是进行整数和半浮点数的混合除法运算。

$Y = K / SF$ , 其中输出值 Y 四舍五入。

### 表示

符号



### 参数描述

参数	数据类型	含义
K	INT	被除数
SF	SFLOAT	除数
Y	INT	输出

### 实现方法

首先判断除数如果为零，则输出 32767 或者-32768；被除数左移 13 位（二进制）之后两数相除，得数尾数不为零则说明有余数，加一之后再除以 2（完成被除数左移 12 位做除法，并对商进行四舍五入处理）。如果商超出 INT 型表示范围则用边界值表示（商大于 32767 则显示 32767，商小于-32768 则显示-32768）。

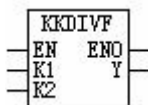
## 4.15 KKDIVF 模块

### 简介

该模块的功能是进行整数除法运算得到半浮点数。

### 表示

#### 符号



### 参数描述

参数	数据类型	含义
K1	INT	被除数
K2	INT	除数
Y	SFLOAT	输出

### 实现方法

如果除数为零，则输出 7.999756 或者-8.0；如果除数不为 0，则将被除数左移 12 位（二进制）除以除数，商如果超出 SFLOAT 型表示范围则显示边界值。（商大于 7.999756 则显示 7.999756，商小于-8.0 则显示-8.0）

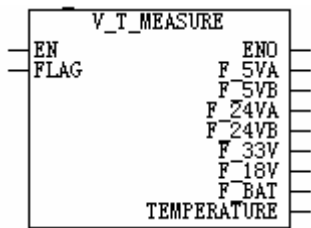
## 4.16 电压温度检测模块（V\_T\_MEASURE）

### 简介

当电压温度检测标志 FLAG=ON 时，该模块输出主控卡的各种电压和主控卡环境温度值。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

表示



参数描述

参数	数据类型	含义
FLAG	BOOL	电压温度检测标志
F_5VA	FLOAT	5VA 电压值
F_5VB	FLOAT	5VB 电压值
F_24VA	FLOAT	24VA 电压值
F_24VB	FLOAT	24VB 电压值
F_33V	FLOAT	3.3V 电压值
F_18V	FLOAT	1.8V 电压值
F_BAT	FLOAT	后备电池电压
TEMPERATURE	FLOAT	主控卡环境温度

5 输入处理

5.1 加速度测量模块（ACCELERATE\_MV）

简介

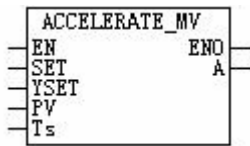
该模块使用移动平均值的方法来求指定时间 Ts 内平均加速度。

注意：指定时间间隔 Ts 以 0.1S 为单位。

EN 和 ENO 作为附加参数加以设置。

表示

符号



算法

当置位开关 SET = ON 时，输出等于设定值 YSET，内部隐藏变量清 0。

当置位开关 SET = OFF 时，输出 Ts 时间内的平均加速度，算法如下：

n 时刻的移动平均值：
$$MV[n] = \frac{V[m+1] + V[m+2] + \cdots + V[n]}{n - m}$$

$$n-1 \text{ 时刻的移动平均值: } MV[n-1] = \frac{V[m] + V[m+1] + \dots + V[n-1]}{n-m}$$

$$\text{由上两式可得: } MV[n] = MV[n-1] + \frac{V[n] - V[m]}{n-m}$$

$$\text{令 } V[m]=MV[n], \text{ 则有: } MV[n] = MV[n-1] + \frac{V[n] - MV[m]}{n-m}$$

$$\text{化简后得: } MV[n] = \frac{(n-m) * MV[n-1] + V[n]}{n-m+1}$$

$$\text{而此时加速度: } A = \frac{V[n] - V[m]}{(n-m) * T0}, \text{ 其中 } T0 \text{ 为控制周期}$$

$$\text{化简得: } A = \frac{MV[n] - MV[n-1]}{T0}$$

### 参数描述

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	FLOAT	设定值
PV	FLOAT	输入值
Ts	UINT	时间间隔[以 0.1s 为单位]
A	FLOAT	加速度

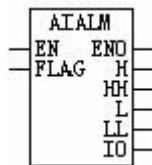
## 5.2 模入报警分析模块 (AIALM)

### 简介

输入为模拟量质量码，输出为该质量码的报警信息。

### 表示

#### 符号



### 算法

在主控卡控制程序里面对输入的 PV 值进行了报警处理，对高高限报警、高限报警、低限报警、低低限报警分别置质量码为：0X05，0X01，0X02，0X06，对可疑信号和故障信号，则置质量码为：0X0100，0X0800，该模块就是对这些报警信息进行分析，对比输入的质量码与这些数值，输出分析结果。

如果输入 FLAG = 0X05，则输出 HH = ON，表明是高高限报警。

如果输入 FLAG = 0X0100 或 FLAG = 0X0800，则输出 IO = ON，表明是通道故障报警。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
FLAG	WORD	模拟量输入的质量码
H	BOOL	高限报警
HH	BOOL	高高限报警
L	BOOL	低限报警
LL	BOOL	低低限报警
IO	BOOL	通道故障报警

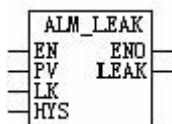
### 5.3 泄漏报警模块 (ALM\_LEAK)

#### 简介

该模块功能是判断当前累积输入值和上一周期的累积输入值之间的偏差是否超过泄漏设定值 (LK)。当偏差超过泄漏设定值时,就置泄漏报警 (LEAK) 为 ON;当偏差小于泄漏设定值 (LK) 和滞后值 (HYS) 的差时,泄漏报警恢复为 OFF。主要用于锅炉流量测量和质量测量过程。

#### 表示

##### 符号



VOID ALM\_LEAK(PV,LK,HYS,SPV,LEAK)

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
PV	structAccum	当前累积量输入值
LK	SFLOAT	泄漏设定值
HYS	SFLOAT	滞后值
LEAK	BOOL	泄漏报警

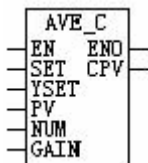
### 5.4 累积平均值模块 (AVE\_C)

#### 简介

该模块用来获得一段特定时间内的输入数据的平均值,其中输入数据是每个扫描周期输入一次,不到规定时间则输出上一段特定时间完成后的输出值。

#### 表示

##### 符号



VOID AVE\_C ( SET,YSET,PV,NUM,GAIN,CPV )

### 算法

当置位开关 SET=ON 时，输出 CPV=YSET，内部累积和计数变量清 0。

当置为开关 SET=OFF 时，输出  $CPV = Gain \times \frac{SPV}{NUM}$ ，其中 SPV 为 NUM 个扫描周期内输入

变量的累积值。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	SFLOAT	设定值
PV	SFLOAT	过程变量输入值
NUM	UINT	扫描周期数
GAIN	SFLOAT	增益
CPV	SFLOAT	计算输出的累积平均值

## 5.5 过热蒸汽温压补偿模块（差压信号 COMPENSATE）

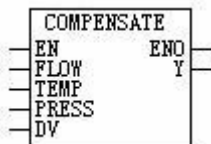
### 简介

该模块的功能是对过热蒸汽进行温压补偿。设计状态下的蒸汽比容—DV 可用过热蒸汽特性计算器求出。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示

#### 符号



### 算法

根据蒸气的实际温度和实际压力值，查表得到其实际比容，采用下面公式进行处理，

$$y = \frac{DesignV}{\text{实际比容}} \times Flow0$$

### 参数描述

参数	数据类型	含义
FLOW	SFLOAT	孔板流量计测量的差压信号无因次化值，数值范围为 0~100%
TEMP	FLOAT	实际工作温度，单位为 °C，范围为 260 - 800
PRESS	FLOAT	实际工作绝对压力，单位为 Mpa，范围为 0.5Mpa - 32Mpa。
DV	FLOAT	设计比容，单位为 cm³/g
Y	SFLOAT	补偿后的流量，为无因次量，数值范围为 0~100%



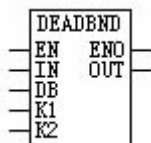
## 5.6 死区模块 (DEADBND)

### 简介

该模块设置一个死区 $[-DB, +DB]$ ，对输入进行死区处理。

### 表示

#### 符号



#### 算法

当输入 IN 在死区内，输出为  $OUT=0$ ；

当输入  $IN \geq DB$ ，输出  $OUT = (IN - DB) * K1$ ；

当输入  $IN \leq -DB$ ，输出  $OUT = (IN + DB) * K2$ ；

### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN	SFLOAT	输入
DB	SFLOAT	死区
K1	SFLOAT	上升比例系数
K2	SFLOAT	下降比例系数
OUT	SFLOAT	输出值

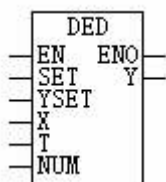
## 5.7 纯滞后模块 (DED)

### 简介

输入延时一段时间后输出，其延时时间为： $t = NUM * T$ 。

### 表示

#### 符号



#### 算法

当置位开关  $SET = ON$ ，输出  $Y = YSET$ ，通常用于初始化。

当置位开关  $SET = OFF$ ，输出为输入的延时输出。

其中传递函数： $G(s) = Y(s) / X(s) = e^{-s * t}$ 。

传递函数在时域的阶跃响应表达式为： $Y = X \times e^{-s * t}$

**参数描述**

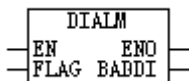
参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	SFLOAT	设定值
X	SFLOAT	输入值
T	UINT	定时时间间隔（以 0.1 秒为单位）
NUM	UINT	定时时间间隔数目，其中 $0 < \text{NUM} \leq 50$
Y	SFLOAT	输出值

**5.8 DI 报警模块（DIALM）****简介**

进行 DI 报警。

**表示**

符号

**算法**

当 FLAG 的第 0 位等于 0，BADDI 为 OFF,表示正常；

当 FLAG 的第 0 位等于 1，BADDI 为 ON，表示 DI 故障。

**参数描述**

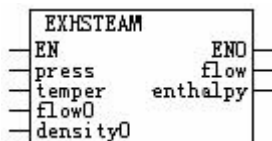
参数	数据类型	含义
FLAG	BYTE	开关量质量码
BADDI	BOOL	DI 是否故障，ON=故障，OFF=正常

**5.9 过热蒸汽流量补偿模块（流量信号 EXHSTEAM）****简介**

对温度范围 140~560 摄氏度，压力范围 0.2MPa-16.0MPa 内的过热蒸汽进行流量补偿。

**表示**

符号

**算法**

根据实际压力和实际温度，通过查表法得到焓值与比容  $\mu$ ，而其密度  $\rho = \frac{1}{\mu}$ ，然后可以采用下

面公式进行处理：

$$flow = \sqrt{\rho / density0} \times flow0$$

该功能块是过热蒸气进行温压补偿处理，输入 flow0 就是测量流量的无因次化值，输出 flow 为补偿后的流量无因次化值，不需要其它处理。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
flow0	SFLOAT 型	表示测量蒸气流量，为无因次量，数值范围为 0 - 100%
press	FLOAT 型	标准大气压下所测得的相对压力，单位为 Kpa，其范围为 189.86777 - 15898.67777kpa。
temper	FLOAT 型	表示实际温度，单位为摄氏度，范围为 140 - 560
density0	FLOAT 型	蒸气设计密度，单位为 Kg/m3
flow	SFLOAT 型	补偿后的无因次化值
enthalpy	FLOAT 型	表示当前蒸气的焓值，单位为千焦每千克

## 5.10 折线表插值模块（FXY）

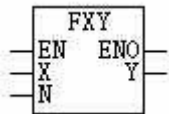
### 简介

在 SCControl 中，用户可以自己定义二维折线表，二维折线表的 X 轴和 Y 轴都是 10 段的，包括 11 个点，通过该模块，用户可以对输入进行线性插值处理，线性化后输出。

注意：这个模块只对二维折线表进行处理，对一维折线表没有作用。

### 表示

#### 符号



### 算法

程序先对输入的折线表序号 N 进行越限判断，如果 N 在区间[0, 63]内，则判断输入 X 的值落在 10 段中的那一段，然后在进行线性插值，具体算法如下：

当输入 X 落在  $X[i]$  和  $X[i+1]$  之间，

输出：

$$Y = Y[i] + (Y[i+1] - Y[i]) \times \frac{X - X[i]}{X[i+1] - X[i]}$$

如果输入 X 小于  $X[0]$ ，则输出 Y 等于  $Y[0]$ ；如果输入 X 大于  $X[10]$  时，输出 Y 等于  $Y[10]$ 。

如果 N 不在区间[0, 63]内，则输出 Y 等于 0。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	SFLOAT	输入
N	UINT	折线表序号[0, 63]
Y	SFLOAT	线性插值输出

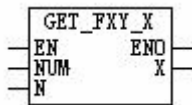
## 5.11 取折线表 X 值模块 (GET\_FXY\_X)

### 简介

在 SCControl 中,用户可以自己定义二维折线表,二维折线表的 X 轴和 Y 轴都是 10 段的,包括 11 个点,通过该模块,用户可以读取 64 个折线表中指定序号 N 的折线表中 X 轴上指定序号 NUM 的坐标点的值。

### 表示

#### 符号



#### 算法

直接返回指定序号的折线表中 X 轴上指定序号的坐标点。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
NUM	UINT	X 轴坐标点序号[0, 10]
N	UINT	折线表序号[0, 63]
X	SLFOAT	读取 X 轴上指定点的值

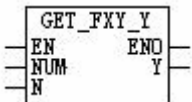
## 5.12 取折线表 Y 值模块 (GET\_FXY\_Y)

### 简介

在 SCControl 中,用户可以自己定义二维折线表,二维折线表的 X 轴和 Y 轴都是 10 段的,包括 11 个点,通过该模块,用户可以读取 64 个折线表中指定序号 N 的折线表中 Y 轴上指定序号 NUM 的坐标点的值。

### 表示

#### 符号



#### 算法

直接返回指定序号的折线表中 Y 轴上指定序号的坐标点。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
NUM	UINT	Y 轴坐标点序号[0, 10]
N	UINT	折线表序号[0, 63]
Y	SLFOAT	读取 Y 轴上指定点的值

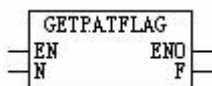
### 5.13 取 PAT 卡工作状态标志模块 (GETPATFLAG)

#### 简介

读取 PAT 第 n 个通道工作状态标志。

#### 表示

##### 符号



##### 算法

取第 n 个 PAT 通道的工作状态标志。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
N	INT ( $0 \leq n < 64$ )	PAT 卡通道号
F	WORD	PAT 卡工作状态标志

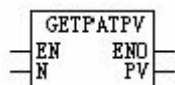
### 5.14 取 PAT 卡 PV 值模块 (GETPATPV)

#### 简介

获取指定通道号 n 的阀位反馈值。

#### 表示

##### 符号



##### 算法

直接返回第 n 个 PAT 通道的 PV 值。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
N	INT	PAT 卡通道号 ( $0 \leq n < 64$ )
PV	SFLOAT	阀位反馈值

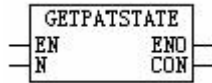
### 5.15 特殊操作标志读取模块 (GETPATSTATE)

#### 简介

读取卡件的特殊操作状态。

#### 表示

##### 符号



### 算法

用户可以通过 SETPATCON 模块来设定特殊操作命令，同样，用户如果想知道卡件的特殊状态，可以通过该模块来读取 FW342 卡回送的状态字节（Byte13），解释如下：

- Byte13.0 : 1 : 硬手操增输出；            0 : 无增输出；
- Byte13.1 : 1 : 硬手操减输出；            0 : 无减输出；
- Byte13.2 : 1 : 制动状态；                0 : 工作状态；
- Byte13.3 : 1 : 正在自学习，              0 : 自学习结束状态；
- Byte13.4 : 1 : 回送自学习参数，        0 : 回送用户设定参数；
- Byte13.5~Byte13.7 : 保留填 0。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
N	INT	PAT 卡通道号 ( $0 \leq n < 64$ )
CON	INT	PAT 卡的工作状态

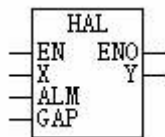
## 5.16 高限报警模块 (HAL)

### 简介

该模块按照设定的报警限和报警死区给出输入的一个高限报警标志。

### 表示

#### 符号



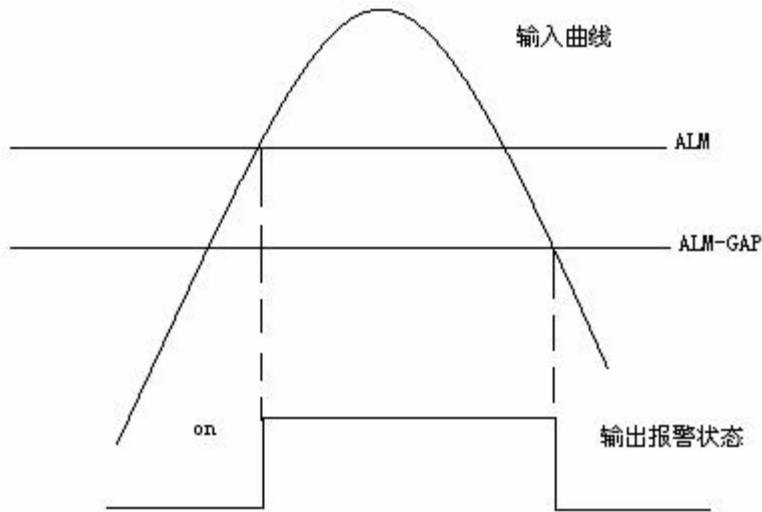
### 算法

当输入  $X > ALM$  时，输出报警开关  $Y = ON$ ，表明此时输入已经超过设定的高限了。

当输入  $X < ALM - GAP$  时，输出报警开关  $Y = OFF$ ，表明此时报警解除；注意：这里不是输入下降到  $ALM$  以下就使  $Y = OFF$ ，使报警解除，而是有一个死区的。

当输入  $X$  在区间  $[ALM - GAP, ALM]$  内时，输出报警开关保持上一次的状态。

如下图所示：



### 参数描述

参数	数据类型	含义
X	SFLOAT	输入值
ALM	SFLOAT	高限
GAP	SFLOAT	间隙
Y	BOOL	报警开关

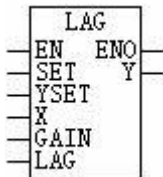
## 5.17 一阶滞后模块 (LAG)

### 简介

对输入信号进行一阶滞后处理，其中滞后时间 LAG 以 0.1S 为单位，就是输入 LAG=1，表示滞后时间为 0.1 秒。注意：输入 X(k) 和 X(k-1) 的和不得超过 SFLOAT 型的最大值 7.999999，否则会溢出，结果出错。

### 表示

#### 符号



### 算法

当置位开关 SET=ON，输出 Y = YSET。

当置位开关 SET = OFF，输出 Y 是输入的一阶滞后输出，滞后时间 LAG 以 0.1S 为单位。

传递函数为：

$$G(s) = \frac{GAIN}{1 + LAG \times S}$$

即

$$\frac{Y(S)}{X(S)} = \frac{GAIN}{1 + LAG \times S}$$

化简后得：

$$Y(S) + LAG \times S \times Y(S) = GAIN \times X(S)$$

化到时域并差分化得：

$$Y(k) + LAG \times \frac{Y(k) - Y(k-1)}{dt} = GAIN \times X(k)$$

进一步化简得：

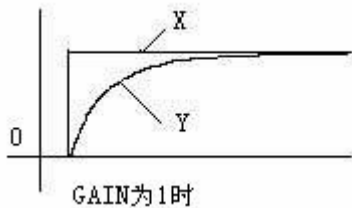
$$Y(k) = Y(k-1) + \frac{GAIN \times X(k) - Y(k-1)}{dt + LAG} \times dt$$

程序中 X(k) 的地方取了  $\frac{X(k) + X(k-1)}{2}$ ，进行平均值滤波；

$$\text{即最终公式：} Y(k) = Y(k-1) + \frac{GAIN \times \frac{X(k) + X(k-1)}{2} - Y(k-1)}{dt + LAG} \times dt$$

传递函数的时域的阶跃响应表达式为： $Y = X \times GAIN \times (1 - e^{\frac{-t}{LAG}})$

响应曲线如下：



### 参数描述

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	SFLOAT	设定值
X	SFLOAT	输入值
GAIN	SFLOAT	增益
LAG	UINT	滞后时间常数 (0.1s)
Y	SFLOAT	输出

## 5.18 低限报警模块 (LAL)

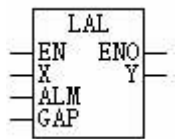
### 简介

该模块按照设定的报警限和报警死区给出输入的一个低限报警标志。

### 表示

符号





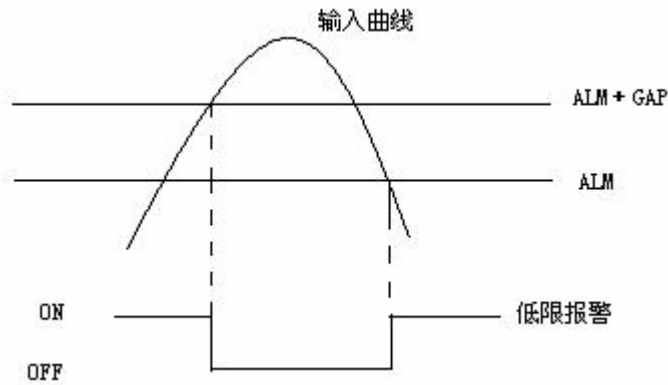
算法

当输入  $X < \text{ALM}$  时，则输出报警开关  $Y = \text{ON}$ ，表明此时输入已经超过最低限了。

当输入  $X > \text{ALM} + \text{GAP}$  时，则输出报警开关  $Y = \text{OFF}$ ，报警解除，注意：这里不是当  $X > \text{ALM}$ ，就置报警开关  $Y = \text{OFF}$ ，使报警解除的，而是有一个死区的。

当输入  $X$  在区间  $[\text{ALM}, \text{ALM} + \text{GAP}]$  中，报警开关  $Y$  保持上一周期的值。

如下图所示：



参数描述

参数	数据类型	含义
X	SFLOAT	输入值
ALM	SFLOAT	高限
GAP	SFLOAT	间隙
Y	BOOL	报警开关

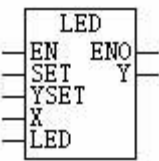
5.19 一阶超前模块 (LED)

简介

对输入产生一个一阶超前输出，其中超前时间常数是以 0.1S 为单位，输入  $\text{LED} = 1$ ，就代表 0.1 秒。

表示

符号



**算法**

当置位开关 SET = ON , 输出 Y = YSET。

当置位开关 SET=OFF , 输出 Y 是输入一阶超前输出。

传递函数为：

$$G(S) = \frac{LED \times S}{1 + LED \times S}$$

即

$$\frac{Y(S)}{X(S)} = \frac{LED \times S}{1 + LED \times S}$$

化简后得：

$$Y(S) + LED \times S \times Y(S) = LED \times S \times X(S)$$

化到时域并差分化得：

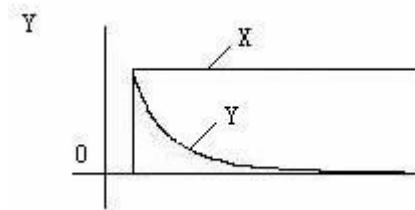
$$Y(k) + LED \times \frac{Y(k) - Y(k-1)}{dt} = LED \times \frac{X(k) - X(k-1)}{dt}$$

得最终公式：

$$Y(k) = \frac{Y(k-1) + X(k) - X(k-1)}{LED + dt} \times LED$$

传递函数在时域的阶跃响应表达式为：  $Y = X e^{\frac{-t}{LED}}$

响应曲线如下：

**参数描述**

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	SFLOAT	设定值
X	SFLOAT	输入值
LED	UINT	超前时间常数(0.1s)
Y	SFLOAT	输出

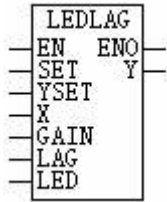
**5.20 一阶超前滞后模块 (LEDLAG)****简介**

该模块对输入产生一个超前滞后输出，其中超前时间常数和滞后时间常数都是以 0.1 秒为单位，该模块要求设置好恰当的超前时间常数和滞后时间常数，当 LAG>LED 时，参照下面的时域表达式可以看出此时实际上是一阶滞后输出。

当 LAG=LED 时，此时实际输出值等于实际输入值。

## 表示

### 符号



### 算法

当 SET=ON，输出  $Y = YSET$ 。

当 SET = OFF，输出 Y 是对输入 X 进行一阶超前滞后计算后的值。

其传递函数为：

$$G(s) = GAIN \times \frac{1 + LED \times S}{1 + LAG \times S}$$

即：

$$\frac{Y(S)}{X(S)} = GAIN \times \frac{1 + LED \times S}{1 + LAG \times S}$$

化简后得：

$$Y(S) + LAG \times S \times Y(S) = GAIN \times [X(S) + LED \times S \times X(S)]$$

化到时域并差分得：

$$Y(k) + LAG \times \frac{Y(k) - Y(k-1)}{dt} = GAIN \times [X(k) + LED \times \frac{X(k) - X(k-1)}{dt}]$$

最终的公式：

$$Y(k) = \frac{LAG \times Y(k-1) + [(LED + dt) \times X(k) - LED \times X(k-1)] \times GAIN}{LAG + dt}$$

传递函数在时域的阶跃响应表达式为：

$$Y = X \times \frac{LAG - LED}{LAG} e^{\frac{-t}{LAG}}$$

### 参数描述

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	SFLOAT	设定值
X	SFLOAT	输入值
GAIN	SFLOAT	增益
LAG	UINT	滞后时间常数
LED	UINT	超前时间常数
Y	SFLOAT	输出

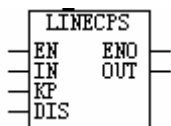
## 5.21 线性补偿模块 (LINECPS)

### 简介

根据输入的比例系数 Kp 和偏移量 DIS 对输入 IN 进行线性补偿，并输出补偿后的结果。

### 表示

#### 符号



#### 算法

根据下列公式计算补偿结果：

$$OUT = IN \times Kp + DIS$$

**注意：**当输出超过 SFLOAT 型数据的界限时，就限幅在 SFLOAT 型的最大和最小值上。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN	SFLOAT	输入变量
KP	SFLOAT	比例系数
DIS	SFLOAT	偏移量
OUT	SFLOAT	输出变量

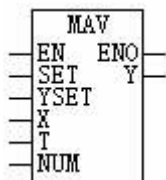
## 5.22 移动平均模块

### 简介

用来获得过去一段时间内输入的采样数据平均值，该模块输入的采样时间间隔 T 是以 0.1S 为单位的，即输入 1 就代表 0.1 秒，num 的值在[0，8]区间内取值。

### 表示

#### 符号



#### 算法

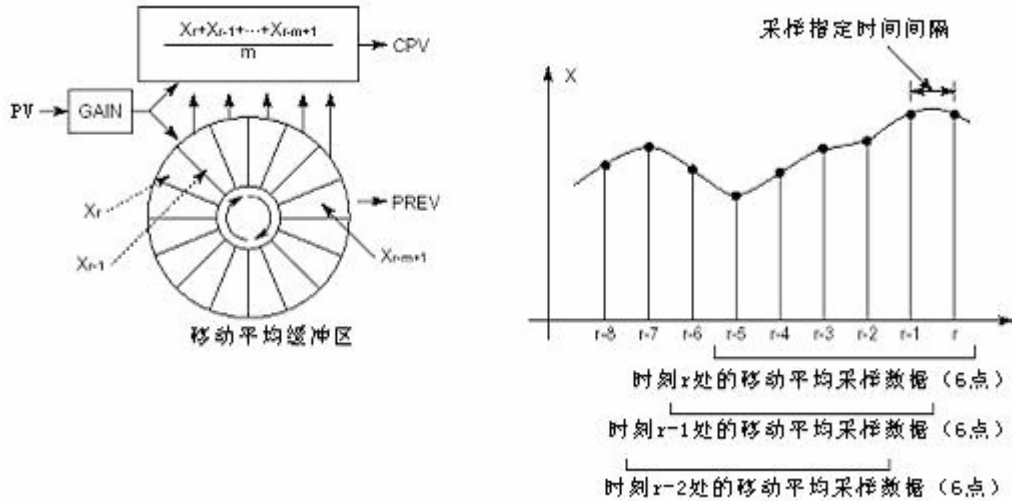
当 SET=ON，输出 Y = YSET。

当 SET=OFF，输出 Y 是输入的移动平均值，具体算法如下：

$$CPV = GAIN * \frac{X_r + X_{r-1} + \dots + X_{r-m+1}}{m}$$

CPV 就是输出 Y，Xi 就是输入的各个采样点的采样值，m 是采样值数量 NUM。

这种算法是对最新的一段时间内的采样数据取平均值，原理图如下：



该模块程序中开劈了 9 个输入数据的缓冲区，用来存放前几个采样时刻的采样值，所以这里采样数目 num 应该在 $[0, 8]$ 区间内取，当 num 大于 8 或等于 0，模块的输出直接返回输入的值，注意这对 SET=ON 和 SET=OFF 都起作用，就是说当 SET=ON，NUM=0 时，输出 Y 的值由输入 X 决定，而不是由 YSET 决定。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	SFLOAT	设定值
X	SFLOAT	输入值
T	UINT	采样时间间隔
NUM	UINT	采样数目 $[0, 8]$
Y	SFLOAT	移动平均值输出

## 5.23 过热蒸汽综合补偿模块 (OHSTEAM)

### 简介

该模块必须注意 SIGNALSEL 与 SIGNAL 的关系，当 SIGNALSEL 为 OFF 时，SIGNAL 必须为差压信号，当 SIGNALSEL 为 ON 时，SIGNAL 必须为流量信号，此时补偿后的值即为实际的流量值，不需要其它处理。

### 表示



### 表达式

OHSTEAM ( SIGNALSEL , PRESS , TEMPER , SIGNAL , DENSITY0 , FLOW , ENTHALPY )

### 算法

根据实际压力和实际温度，通过查表法得到焓值与比容  $\mu$ ，而其密度  $\rho = \frac{1}{\mu}$ ，如果为流量信号

即 SIGNALSEL = ON，采用下面公式进行处理

$$FLOW = \sqrt{\rho / DENSITY} \times SIGNAL$$

当 SIGNALSEL = OFF 时，处理的是差压信号，其公式为：

$$FLOW = \sqrt{\rho / DENSITY0} \times SIGNAL$$

#### 参数描述

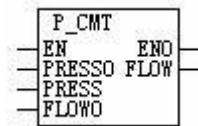
参数	数据类型	含义
SIGNALSEL	BOOL 型	信号选择开关，当它为 OFF 时，是对差压进行进行处理，当它为 ON 时，是对流量信号进行处理
PRESS	FLOAT 型	实际压力，它是在标准大气压下测得的相对压力，单位为 KPa，范围为 98.6777 - 15898.6777KPa
TEMPER	FLOAT 型	实际温度，单位为 ，范围为 140 - 560
SIGNAL	SFLOAT 型	当 SIGNALSEL 为 OFF 时必须为差压信号，当 SIGNALSEL 为 ON 时必须为流量信号。为无因次量，数值范围为 (0 - 100) %
DENSITY0	FLOAT 型	蒸汽设计密度，单位为 kg/m3
FLOW	SFLOA 型	蒸汽补偿后的值，为无因次量，数值范围为 (0 - 100) %
ENTHALPY	FLOAT 型	表示当前蒸气的焓值，单位为千焦每千克

## 5.24 理想气体压力补偿模块 (P\_CMT)

#### 简介

该模块是针对那些送上的气体流量信号已经过开方处理的情况进行温压补偿处理。

#### 表示



#### 表达式

$$FLOW = P\_CMT(PRESS0, PRESS, FLOW0)$$

#### 算法

测量实际压力值 = 压力位号量程 × 压力无因次化值 + 压力位号量程下限

$$C = \frac{\text{测量实际压力值}}{\text{设计压力值}}$$

$$FLOW = FLOW0 \times \sqrt{C}$$

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
PRESS0	FLOAT 型	设计的压力，单位为 MPa
PRESS	structAI 型	压力补偿位号，该 AI 位号量程必须为 0~1，单位为 Mpa。

FLOW0	SFLOAT 型	流量测量值
FLOW	SFLOAT 型	补偿后的无因次化值,数值范围为 0 - 100%

## 5.25 PAT341H 模块

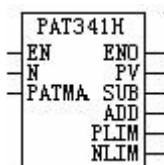
### 简介

该模块功能块用于对 PAT 卡（FW341）进行死区设定，并监测其报警状态。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示

#### 符号



### 参数描述

参数	数据类型	含义
N	INT	PAT 通道的序号
PATMA	BOOL	死区大小选择
PV	SFLOAT	该通道的 PV 值
SUB	BOOL	是否有减脉冲输出
ADD	BOOL	是否有增脉冲输出
PLIM	BOOL	正极限报警
NLIM	BOOL	负极性报警

### 实现方法

当 PATMA=ON 时，即发出手动操作的指令时，PAT341H 将第 N 个 PAT 通道的死区改写成 FF；当 PATMA=OFF 时，PAT341H 将该通道死区改写为用户的设定值。同时根据其状态位确定当前所处的状态。SUB=ON 时，表示正处于减脉冲输出阶段；ADD=ON 时，表示正处于增脉冲输出阶段；PLIM=ON 时，表示正处于正极限报警；NLIM=ON 时，表示正处于负极性报警。

## 5.26 PAT342H 模块

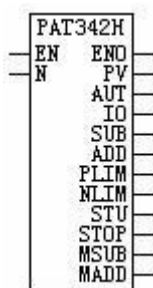
### 简介

该模块功能块用于 PAT 卡（FW342）中，检测其控制电机的报警状态以及动作状态。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示

#### 符号



### 参数描述

参数	数据类型	含义
N	INT	PAT 通道的序号
PV	SFLOAT	该通道的 PV 值
AUT	BOOL	电机手自动状态（ON=自动）
IO	BOOL	IO 状态是否故障（断线报警，ON=故障）
SUB	BOOL	是否有减脉冲输出（ON=有）
ADD	BOOL	是否有增脉冲输出（ON=有）
PLIM	BOOL	正极限报警（ON=报警）
NLIM	BOOL	负极限报警（ON=报警）
STU	BOOL	是否处于自学习状态（ON=自学习状态）
STOP	BOOL	是否处于制动状态（ON=制动状态）
MSUB	BOOL	是否有硬手操减输出（ON=硬手操减输出）
MADD	BOOL	是否有硬手操增输出（ON=硬手操增输出）

### 实现方法

读 FW342 的报警位和状态位，并且：

当检测到硬手操减标识输出位由"1"到"0"的下降沿的时候将特殊操作控制字节写零；

当检测到硬手操增标识输出位由"1"到"0"的下降沿的时候将特殊操作控制字节写零；

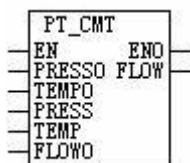
当检测到自学习标识输出位由"1"到"0"的下降沿的时候将特殊操作控制字节写零。

## 5.27 理想气体温压补偿模块（PT\_CMT）

### 简介

该模块是针对那些送上来的气体流量信号已经过开方处理的情况进行温压补偿处理。

### 表示



### 表达式



FLOW = PT\_CMT(PRESS0 , TEMPO , PRESS , TEMP , FLOW0)

### 算法

实际工作温度值 = 温度位号量程 × 温度无因次化值 + 温度位号量程下限

测量实际压力值 = 压力位号量程 × 压力无因次化值 + 压力位号量程下限

$$C = \frac{\text{测量实际压力值}}{\text{设计压力值}} \times \frac{\text{设计温度} + 273.15}{\text{实际工作温度} + 273.15}$$

$$FLOW = FLOW0 \times \sqrt{C}$$

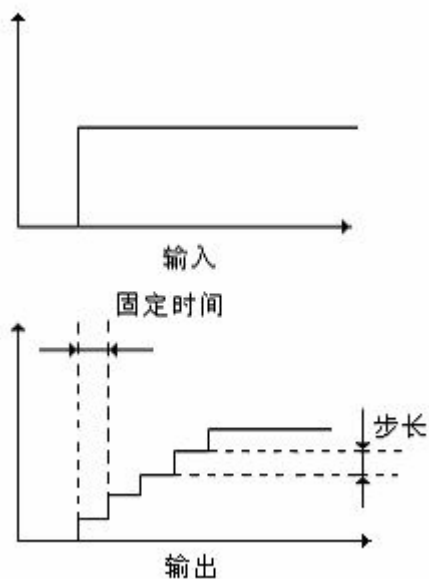
### 参数描述

参数	数据类型	含义
PRESS0	FLOAT 型	设计的压力，单位为 MPa
TEMPO	FLOAT 型	设计温度，单位为摄氏度
PRESS	structAI 型	压力补偿位号，该 AI 位号量程必须为 0~1，单位为 Mpa
TEMP	structAI 型	温度补偿位号，该 AI 位号量程必须为 0~100 的温度测点，单位为摄氏度
FLOW0	SFLOAT 型	需要温压补偿的流量
FLOW	SFLOAT 型	补偿后的无因次化值，数值范围为 （0~100）%

## 5.28 斜坡模块（RAMP）

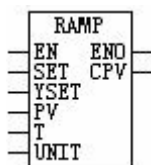
### 简介

当输入产生一个阶跃变化时，让输出有渐变的斜坡特性，即输出的改变变得比较平缓。如下图所示：



### 表示

符号



### 算法

当置位开关 SET=ON 时，输出 CPV=YSET，内部 计时清 0。

当置位开关 SET=OFF 时，且输入 PV 不为 0 时，输出按指定的时间间隔（T）增减指定的步长值（UNIT）来达到渐变的效果，直到等于输入 PV 值。

注意：设定的时间间隔 T 以 0.1S 为单位。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	SFLOAT	设定值
PV	SFLOAT	输入值
T	UINT	特定时间设定值
UNIT	SFLOAT	步长
CPV	SFLOAT	输出值

## 5.29 焓值计算函数模块（SATENTHA）

### 简介

计算压力范围是 0 - 15898.6777kpa 的饱和蒸汽的焓值。输入的压力单位是 KPa。

### 表示

#### 符号



### 公式

$$Y = \text{SATENTHA} (P)$$

### 算法

通过查表法得到焓值。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
P	FLOAT 型	实际压力,单位为 KPa，范围为 0 - 15898.6777KPa
Y	FLOAT 型	焓值，单位：kJ/kg

## 5.30 饱和蒸汽补偿模块（流量信号 SATSTEAM）

### 简介

该功能块是对采用孔板计量的饱和蒸气进行温压补偿处理，输入 flow0 就是测量流量的无因次化值，输出 flow 为补偿后的流量无因次化值，不需要其它处理。

表示



算法

根据实际压力，通过查表法得到比容  $\mu$ ，而其密度  $\rho = \frac{1}{\mu}$ ，然后可以采用下面公式进行处理：

$$flow = \sqrt{\rho / density0} \times flow0$$

参数描述

参数	数据类型	含义
P	FLOAT 型	是标准大气压下测得的相对压力,单位为 KPa，范围为 0 - 15898.6777KPa
D	FLOAT 型	蒸汽设计密度，单位为 kg/m3
X	SFLOAT 型	表示测量蒸汽流量，为无因次量，数值范围为 0 - 100%
Y	SFLOAT 型	补偿后的无因次化值，数值范围为 0 - 100%

### 5.31 饱和蒸汽补偿模块（差压信号 SATSTEAM\_DP）

简介

该功能使用时必须注意，输入 FLOW0 为孔板测量的差压信号，补偿后的值必须经过开方模块处理后，才是补偿后的流量值。

表示



表达式

$$FLOW = SATSTEAM\_DP (PRESS, DENSITY0, FLOW0)$$

算法

根据实际压力，通过查表法得到焓值与比容  $\mu$ ，而其密度  $\rho = \frac{1}{\mu}$ ，然后可以采用下面公式进行处理：

处理：

$$FLOW = \rho / DENSITY0 \times FLOW0$$

参数描述

参数	数据类型	含义
PRESS	FLOAT 型	是在标准大气压下测得的相对压力，单位为 KPa，范围为 0 - 15898.6777KPa
FLOW0	SFLOAT 型	测量蒸汽的差压信号，数值范围为 0-100%

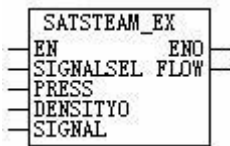
DENSITY0	FLOAT 型	蒸汽设计密度,单位为 kg/m3
FLOW	SFLOAT 型	补偿后的无因次化值,数值范围为 0-100%

### 5.32 饱和蒸汽综合补偿模块 (SATSTEAM\_EX)

#### 简介

该模块必须注意 SIGNALSEL 与 SIGNAL 的关系,当 SIGNALSEL 为 OFF 时,SIGANL 必须为差压信号,此时补偿后的值必须经过开方模块的处理才能得到流量的无因次化值。当 SIGNALSEL 为 ON 时,SIGANL 必须为流量信号,此时补偿后的值即为实际的流量值,不需要其它处理。

#### 表示



#### 表达式

$FLOW = SATSTEAM\_EX(SIGNALSEL, PRESS, DENSITY0, SIGNAL)$

#### 算法

根据实际压力和实际温度,通过查表法得到焓值与比容  $\mu$ ,而其密度  $\rho = \frac{1}{\mu}$ ,如果为流量信号

即 SIGNALSEL = ON,采用下面公式进行处理

$$FLOW = \sqrt{\rho / DENSITY0} \times SINGAL$$

当 SIGNALSEL = OFF 时,处理的是差压信号,其公式为:

$$FLOW = \sqrt{\rho / DENSITY0} \times SINGAL$$

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
SIGNALSEL	BOOL	信号选择开关,当它为 OFF 时,是对差压进行进行处理;当它为 ON 时,是对流量信号进行处理
PRESS	FLOAT 型	是在标准大气压下测得的相对压力,单位 KPa,范围为 0 - 15898.6777KPa
SIGNAL	SFLOAT 型	流量信号,当 SIGNALSEL 为 OFF 时必须为差压信号,当 SIGNALSEL 为 ON 时必须为流量信号,为无因次量,数值范围为 0-100%
DENSITY0	FLOAT 型	蒸汽设计密度,单位为 kg/m3
FLOW	SFLOAT 型	补偿后的无因次化值,数值范围为 0-100%

### 5.33 设折线表 X 值模块 (SET\_FXY\_X)

#### 简介

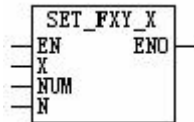
在 SCControl 中,用户可以自己定义二维折线表,二维折线表的 X 轴和 Y 轴都是 10 段的,包括 11 个点,通过该模块,用户可以设定指定序号 N 的折线表中的 X 轴上指定序号 NUM 的坐标点的值。

注意：

SCControl 中的折线表和 SCKey 中折线表已经合一，即系统总共提供了 64 个折线表，用户在 SCKey 中可以定义一维和二维折线表，SCControl 也可以定义二维折线表，他们都存放在同一片地址区内，所以两边定义的折线表序号不能相同，其他折线表相关模块也如此。

**表示**

符号



**算法**

首先判断用户输入的折线表序号和 X 轴各点的序号有没有越限，即折线表序号在区间[0，63]范围内，X 轴上各点序号在区间[0，10]之间，然后写入数据到指定序号的折线表中 X 轴上指定序号的坐标点中。

**参数描述**

参数	数据类型	含义
X	SFLOAT	X 轴坐标点的输入值
NUM	UINT	X 轴坐标点序号[0，10]
N	UINT	折线表序号[0，63]

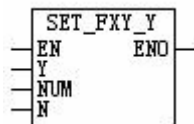
### 5.34 设折线表 Y 值模块（SET\_FXY\_Y）

**简介**

在 SCControl 中，用户可以自己定义二维折线表，二维折线表的 X 轴和 Y 轴都是 10 段的，包括 11 个点，通过该模块，用户可以设定指定序号 N 的折线表中 Y 轴上指定序号 NUM 的坐标点的值。

**表示**

符号



**算法**

首先判断用户输入的折线表序号和 Y 轴各点的序号有没有越限，即折线表序号在区间[0，63]范围内，Y 轴上各点序号在区间[0，10]之间，然后写入数据到指定序号的折线表 Y 轴上指定序号的坐标点中。

**参数描述**

参数	数据类型	含义
Y	SFLOAT	Y 轴坐标点的输入值
NUM	UINT	Y 轴坐标点序号[0,10]
N	UINT	折线表序号[0，63]

## 5.35 特殊操作标志设置模块 (SETPATCON)

### 简介

设置 PAT 卡的特殊标志字节。

### 表示

#### 符号



#### 算法

```
void SETPATCON(WORD CON, INT N);
```

N：表示要操作的通道

CON：表示所进行的操作，各自代码所表示的意思为：

00：复位命令

01：表示制动；                      02：表示启动

03：表示自动；                      04：表示手动

05：手动增；                      06：手动减

07：启动自学习；                      08：保留

09：读取用户设定参数； 0A：读取自学习参数

所操作的对象为 PAT 卡组态数据区的第 13 位 (PATBUF+PATLEN×n+PAT\_WR+0xD)。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
CON	要设置的工作状态参数	WORD
N	PAT 卡的通道号	INT (0≤N<64)

## 5.36 统计模块 (STAT\_FLOAT)

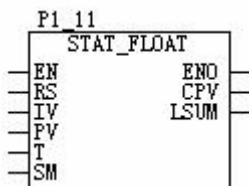
### 简介

该模块可以求得输入在设定的 T 时间内的累加值、平均值、最大值和最小值。

注意：时间间隔 T 小于当前控制周期，CPV=PV。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示



### 算法

当复位信号 RS 从 OFF 跳变到 ON 时，输出 CPV 等于初始值 IV。

当 RS 在其他情况下：

(1) 若统计方式 SM=0，选择累加方式输出，输出 T 时间内的输入数据的累加值，即  $CPV(k) = CPV(k-1) + PV(k)$ 。

(2) 若统计方式 SM=1，选择平均方式输出，输出 T 时间内输入数据的平均值，即  $CPV = PV(1) + PV(2) + \dots + PV(k) / k$ 。

(3) 若统计方式 SM=2，选择最大值方式输出，输出 T 时间内输入数据的最大值，即  $CPV = \text{MAX}[PV(1)、PV(2)、\dots、PV(k)]$ 。

(4) 若统计方式 SM=其他，选择最小值方式输出，输出 T 时间内输入数据的最小值，即  $CPV = \text{MIN}[PV(1)、PV(2)、\dots、PV(k)]$ 。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
RS	BOOL	复位信号
IV	FLOAT	初始值
PV	FLOAT	输入信号
T	ULONG	时间间隔（以毫秒为单位）
SM	INT	统计方式
CPV	FLOAT	输出统计值
LSUM	FLOAT	内部变量

## 5.37 理想气体温度补偿模块（T\_CMT）

### 简介

该模块是针对那些送上来的气体流量信号已经过开方处理的情况进行温压补偿处理。

### 表示



### 表达式

$FLOW = T\_CMT(TEMPO, TEMP, FLOW0)$

### 算法

实际工作温度值 = 温度位号量程 × 温度无因次化值 + 温度位号量程下限

$$C = \frac{\text{设计温度} + 273.15}{\text{实际工作温度} + 273.15}$$

$$FLOW = FLOW0 \times \sqrt{C}$$

### 参数描述

参数	数据类型	含义
TEMP0	FLOAT 型	设计温度，单位为摄氏度
TEMP	structAI 型	温度补偿位号，该 AI 位号量程必须为 0~100 的温度测点，单位为摄氏度
FLOW0	SFLOAT 型	流量补偿位号
FLOW	SFLOAT 型	补偿后的无因次化值，数值范围为（0~100）%

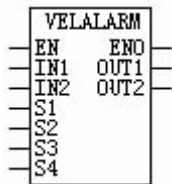
### 5.38 速率报警模块（VELALARM）

#### 简介

对输入点进行速率限制，如果超过限定值，则产生报警，工程人员可以根据报警类型采取一定的措施。该模块的输入的设定时间 S1 和 S4 都是以 0.1S 为单位的，而模块内计时变量是以主控卡采样周期为步长，递增的。

#### 表示

##### 符号



##### 算法

当 IN2=ON，清报警位，输出 OUT1=OUT2=OFF；

当 IN2=OFF，进行速率报警处理。如果输入信号 IN1 在规定时间内 S1 增加量超过 S2，则发生上升超速报警，OUT1=ON；在规定时间内 S1 内下降量超过 S3，则发生下降超速报警，OUT2=ON。超速报警发生后开始计时，若有新的超速发生则清计数器，重新开始计时。计时至设定 S4 时，清报警。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN1	SFLOAT	被监视点的输入
IN2	BOOL	清报警开关
S1	ULONG	报警时宽（以 0.1 秒为单位）
S2	SFLOAT	增速报警限定值
S3	SFLOAT	减速报警限定值
S4	ULONG	报警回复时间（以 0.1 秒为单位）
OUT1	BOOL	增速报警标志
OUT2	BOOL	减速报警标志

### 5.39 速度限制模块（vlm）

#### 简介

该模块的功能是输出值变化的速度进行限制。



当 SET 为 ON 时，Y=YSET；

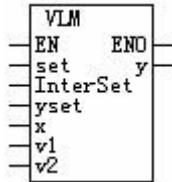
当 SET 为 OFF 时，若 X 增大，Y 按照 V1 定义的速度增大到 X；若 X 减小，Y 按照 V2 定义的速度减小到 X。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

当 InterSet 为 ON 时，采用积分处理方法。

## 表示

### 符号



## 参数描述

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
InterSet	BOOL	积分开关
yset	SFLOAT	设定值
x	SFLOAT	输入值
V1	SFLOAT	上升速度(以秒为单位)
V2	SFLOAT	下降速度(以秒为单位)
Y	SFLOAT	输出值

## 实现方法

如果加了采用积分处理方法，精度比较高，对于上升和下降速度很小的情况下比较适合，但是速度比较大还是不要采用积分，以提高运行速度。

# 6 文本代码模块

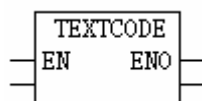
## 6.1 TEXTCODE 模块

### 简介

该模块的功能是使用 ST 语言来实现一段自定义程序。

### 表示

#### 符号



## 参数描述

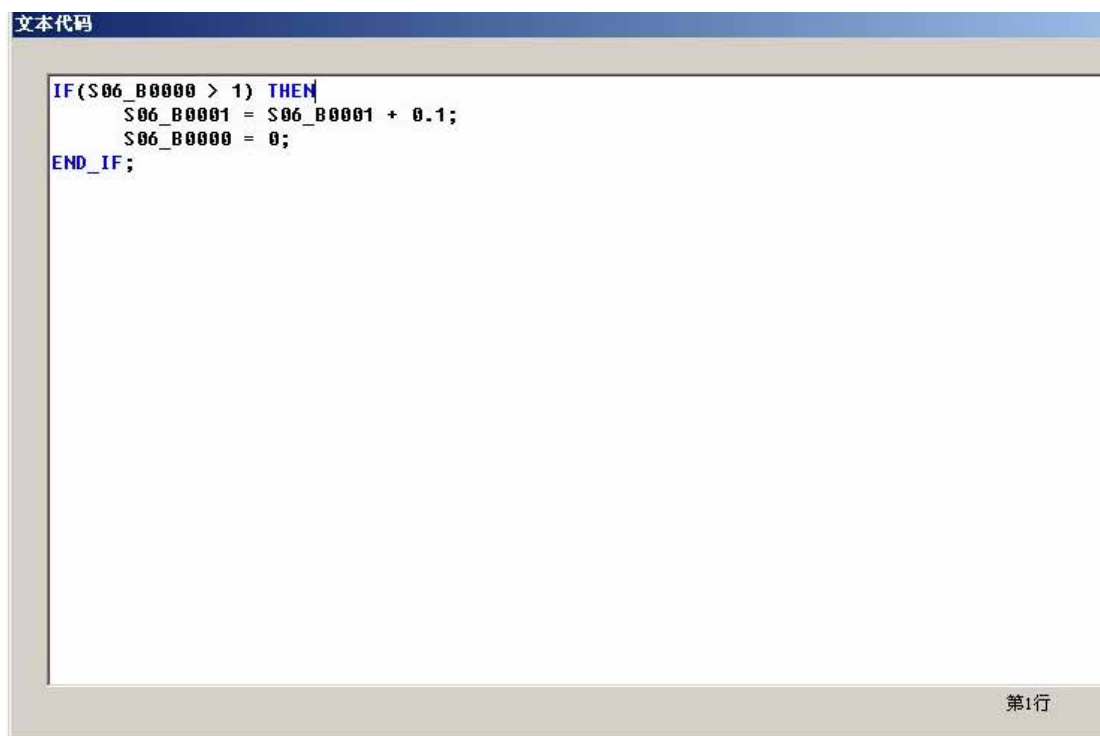
参数	数据类型	含义
IN1	BOOL	保留
OUT1	BOOL	保留

## 使用方法

双击该模块便可出现下图



点击“代码”按钮，便可进入文本代码编辑区。



用户可在这个区域键入 ST 程序。它可以对系统中的各种资源、位号、变量、标准功能块、标准函数等等进行引用或操作。

用户可以在当前工程中，选择标记 TEXTCODE 代码中的变量或位号。如果在文本代码模块中

(代码) 查找到对应的对象(变量、位号), 则在查找结果输出框中, 显示相应查找到对象所在的行数。

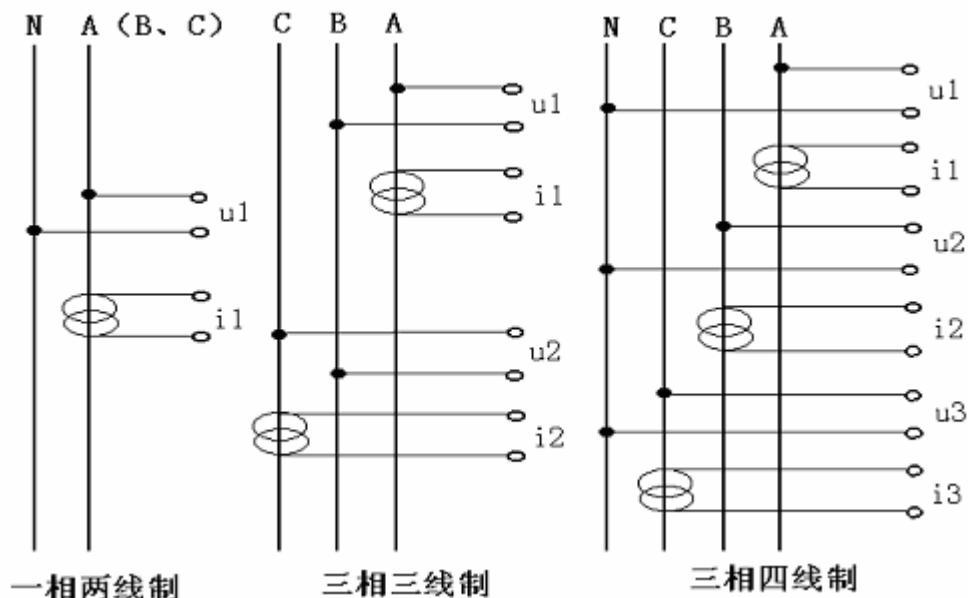
## 7 电量转换

电量处理模块处理 FW355 卡所采集的信号, 它主要是根据交流电压有效值  $V_{RMS}$ 、交流电流有效值  $I_{RMS}$  以及有功功率  $P$  计算出视在功率  $S$ 、功率因数、无功功率  $Q$ 、有功电能  $E$ 、无功电能  $E_n$ 。

视在功率  $S$ 、功率因数、无功功率  $Q$ 、有功电能  $E$ 、无功电能  $E_n$  是通过如下相关基本公式计算得出:

- 视在功率  $S = V_{RMS} * I_{RMS}$
- 功率因数  $= P/S = \cos$
- 无功功率  $Q = S * \sin$
- 有功电能  $E = P * t$   $t$  为单位累计时间
- 无功电能  $E_n = Q * t$   $t$  为单位累计时间

关于用电线制



- ◇ 对一相二线制： $u1$  表示 A 相（或 B 相、或 C 相）与中性线 N 之间的电压；  
 $i1$  表示 A 相（或 B 相、或 C 相）电流；  
任一根相线（或 A 相、或 B 相、或 C 相）与一根中性线组合成为一组一相两线制；
- ◇ 对三相三线制： $u1$ 、 $u2$  分别表示 A 相与 B 相间、C 相与 B 相间的电压；  
 $i1$ 、 $i2$  分别表示 A 相、C 相电流；  
(注：本例以 B 相为参考，也可以 A 相或 C 相为参考)  
三根相线 A 相、B 相和 C 相组合成为一组三相三线制；
- ◇ 对三相四线制： $u1$ 、 $u2$ 、 $u3$  分别表示 A 相、B 相、C 相与中性线 N 之间的电压；

i1、i2、i3 分别表示 A 相、B 相、C 相电流；  
三根相线（A 相、B 相和 C 相）与一根中性线组合成为一组三相四线制；

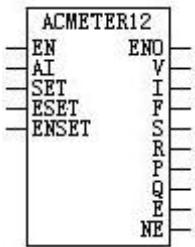
7.1 ACMETER12

简介

该模块用于对电量卡 FW355 中一相二线制的操作，计算其电压、电流、功率等值。

表示

符号



参数描述

参数	数据类型	含义
AI	structAI	电量信号位号
SET	BOOL	累积设置标志
ESET	structAccum	有功电能累积
ENSET	structAccum	无功电能累积
V	SFLOAT	交流电压有效值
I	SFLOAT	交流电流有效值
F	SFLOAT	频率
S	SFLOAT	视在功率
R	SFLOAT	功率因数
P	SFLOAT	有功功率
Q	SFLOAT	无功功率
E	structAccum	有功电能
NE	structAccum	无功电能

实现方法

当 SET=ON 时，有功电能值等于 ESET，无功电能 NE 等于 ENSET。

对一相二线制信号而言，FW355 卡件对**每组**一相二线制信号采样 4 个关联信号（电压有效值 Vrms、电流有效值 Irms、有功功率 P、频率 F），如下：

电压有效值 Vrms
电流有效值 Irms
有功功率 P
频率 F

----->计算产生 5 个信号

无功功率 Q
视在功率 S
有功电能 E
无功电能 EN
功率因数

计算产生的 5 个信号为：无功功率 Q、视在功率 S、有功电能 E、无功电能 EN、功率因数，这种应用场合每个 FW355 卡最多采样四组一相二线制，算法如下：

$$S=V_{rms} \times I_{rms}$$
$$=P \div S= P \div ( V_{rms} \times I_{rms} )$$
$$Q = S \times \sqrt{(1-\lambda^2)} = \sqrt{((V_{rms} \times I_{rms})^2 - P^2)}$$
$$E = P \times \sum t$$
$$E_N = Q \times \sum t$$

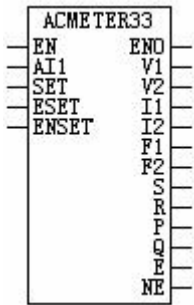
7.2 ACMETER33

简介

该模块用于对电量卡 FW355 中三相三线制的操作，计算其电压、电流、功率等值。

表示

符号



参数描述

参数	数据类型	含义
AI1	structAI	电量第一通道信号位号
SET	BOOL	累积设置标志
ESET	structAccum	有功电能累积
ENSET	structAccum	无功电能累积
V1	SFLOAT	交流电压有效值 1
V2	SFLOAT	交流电压有效值 2
I1	SFLOAT	交流电流有效值 1
I2	SFLOAT	交流电流有效值 2
F1	SFLOAT	频率 1

F2	SFLOAT	频率 2
S	SFLOAT	视在功率
R	SFLOAT	功率因数
P	SFLOAT	有功功率
Q	SFLOAT	无功功率
E	structAccum	有功电能
NE	structAccum	无功电能

### 实现方法

当 SET=ON 时，有功电能值等于 ESET，无功电能 NE 等于 ENSET。

对三相三线制信号而言，FW355 卡件对每组三相三线制信号采样 8 个关联信号（电压有效值 Vrms1、Vrms2，电流有效值 Irms1、Irms2，有功功率 P1、P2，频率 F1、F2），如下：

电压有效值 Vrms1、Vrms2
电流有效值 Irms1、Irms2
有功功率 P1、P2
频率 F1、F2

----->计算产生 6 个信号

有功功率 P
无功功率 Q
视在功率 S
有功电能 E
无功电能 EN
功率因数

计算产生的 6 个信号为：有功功率 P、无功功率 Q、视在功率 S、有功电能 E、无功电能 EN、功率因数，这种应用场合每个 FW355 卡最多采样两组三相三线制，算法如下：

$$S=S1+S2=V1rms \times I1rms+ V2rms \times I2rms$$

$$P=P1+P2$$

$$=P \div S= (P1+P2) \div (V1rms \times I1rms+ V2rms \times I2rms)$$

$$Q = S \times \sqrt{(1 - \lambda^2)} = \sqrt{((V1rms \times I1rms + V2rms \times I2rms)^2 - (P1 + P2)^2)}$$

$$E = P \times \sum t$$

$$EN = Q \times \sum t$$

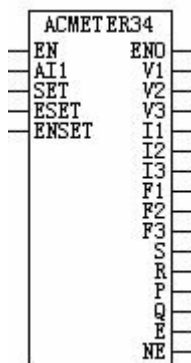
## 7.3 ACMETER34

### 简介

该模块用于对电量卡 FW355 中三相四线制的操作，计算其电压、电流、功率等值。

### 表示

符号



### 参数描述

参数	数据类型	含义
AI1	structAI	电量第一通道信号位号
SET	BOOL	累积设置标志
ESET	structAccum	有功电能累积
ENSET	structAccum	无功电能累积
V1	SFLOAT	交流电压有效值 1
V2	SFLOAT	交流电压有效值 2
V3	SFLOAT	交流电压有效值 3
I1	SFLOAT	交流电流有效值 1
I2	SFLOAT	交流电流有效值 2
I3	SFLOAT	交流电流有效值 3
F1	SFLOAT	频率 1
F2	SFLOAT	频率 2
F3	SFLOAT	频率 3
S	SFLOAT	视在功率
R	SFLOAT	功率因数
P	SFLOAT	有功功率
Q	SFLOAT	无功功率
E	structAccum	有功电能
NE	structAccum	无功电能

### 实现方法

当 SET=ON 时，有功电能值等于 ESET，无功电能 NE 等于 ENSET。

对三相四线制信号而言，FW355 卡件对每组三相四线制信号采样 12 个关联信号（电压有效值 Vrms1、Vrms2、Vrms3，电流有效值 Irms1、Irms2、Irms3，有功功率 P1、P2、P3，频率 F1、F2、F3），如下：

电压有效值 Vrms1、Vrms2、Vrms3  
 电流有效值 Irms 1、Irms 2、Irms3  
 有功功率 P1、P2、P3  
 频率 F1、F2、F3

----->计算产生 6 个信号

有功功率 P
无功功率 Q
视在功率 S
有功电能 E
无功电能 EN
功率因数

计算产生的 6 个信号为：有功功率 P、无功功率 Q、视在功率 S、有功电能 E、无功电能 EN、功率因数，这种应用场合每个 FW355 卡最多采样一组三相四线制，算法如下：

$$S=S1+S2+S3=V1rms \times I1rms+ V2rms \times I2rms+ V3rms \times I3rms$$

$$P=P1+P2+P3$$

$$=P \div S= (P1+P2+P3) \div (V1rms \times I1rms+ V2rms \times I2rms+ V3rms \times I3rms)$$

$$Q = S \times \sqrt{(1-\lambda^2)} = \sqrt{((V1rms \times I1rms + V2rms \times I2rms + V3rms \times I3rms)^2 - (P1 + P2 + P3)^2)}$$

$$E = P \times \sum t$$

$$EN = Q \times \sum t$$

## 8 信号选择模块

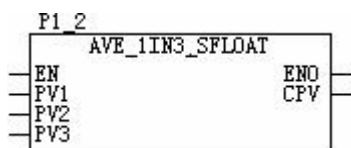
### 8.1 三选一信号平均选择模块 ( AVE\_1IN3\_SFLOAT )

#### 简介

该模块输出从同一信号源获得的三个信号的平均值。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

#### 表示



#### 算法

$$\text{输出值 } CPV = \frac{PV1 + PV2 + PV3}{3}$$

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
PV1	SFLOAT	输入信号 1
PV2	SFLOAT	输入信号 2
PV3	SFLOAT	输入信号 3
CPV	SFLOAT	输出值



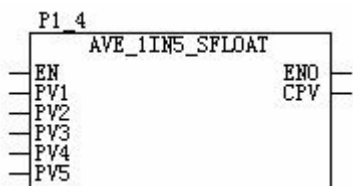
## 8.2 五选一信号平均选择模块 ( AVE\_1IN5\_SFLOAT )

### 简介

该模块输出从同一信号源获得的五个信号的平均值。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示



### 算法

$$\text{输出值 } CPV = \frac{PV1 + PV2 + PV3 + PV4 + PV5}{5}$$

### 参数描述

参数	数据类型	含义
PV1	SFLOAT	输入信号 1
PV2	SFLOAT	输入信号 2
PV3	SFLOAT	输入信号 3
PV4	SFLOAT	输入信号 4
PV5	SFLOAT	输入信号 5
CPV	SFLOAT	输出值

## 8.3 三选一开关信号选择模块 ( SEL\_1IN3 )

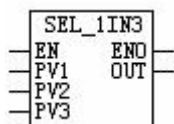
### 简介

输入三个开关量信号，输出信号与输入开关信号中较多的一种保持一致，如下表所示：

信号中“ON”的个数	0	1	2	3
信号中“OFF”的个数	3	2	1	0
输出值 CPV	OFF	OFF	ON	ON

### 表示

#### 符号



$$OUT = SEL\_1IN3(PV1, PV2, PV3)$$

### 参数描述

参数	数据类型	含义
PV1	BOOL	开关量输入 1
PV2	BOOL	开关量输入 2
PV3	BOOL	开关量输入 3
OUT	BOOL	输出值

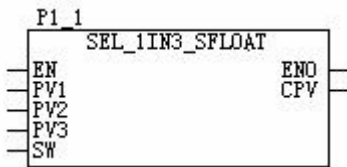
## 8.4 三选一模拟信号选择模块 (SEL\_1IN3\_SFLOAT)

### 简介

根据选择开关的位置，选择从同一信号源获得的三个信号中的一个，赋值给输出。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示



### 算法

当选择开关 SW=1，选择输入信号 1 输出，即 CPV=PV1。

当选择开关 SW=2，选择输入信号 2 输出，即 CPV=PV2。

当选择开关 SW=3，选择输入信号 3 输出，即 CPV=PV3。

当选择开关 SW 不是上面的三个值，选择输入信号 1 输出，即 CPV=PV1。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
PV1	SFLOAT	输入信号 1
PV2	SFLOAT	输入信号 2
PV3	SFLOAT	输入信号 3
SW	UNIT	信号选择开关
CPV	SFLOAT	输出值

## 8.5 五选一开关信号选择模块 (SEL\_1IN5)

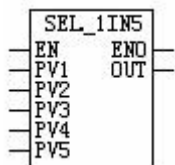
### 简介

输入五个开关量信号，输出信号与输入的开关信号中较多的一种保持一致，如下表所示：

信号中“ON”的个数	0	1	2	3	4	5
信号中“OFF”的个数	5	4	3	2	1	0
输出值 CPV	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON

表示

符号



$$OUT = SEL\_1IN5(PV1, PV2, PV3, PV4, PV5)$$

参数描述

参数	数据类型	含义
PV1	BOOL	开关量输入 1
PV2	BOOL	开关量输入 2
PV3	BOOL	开关量输入 3
PV4	BOOL	开关量输入 4
PV5	BOOL	开关量输入 5
OUT	BOOL	输出值

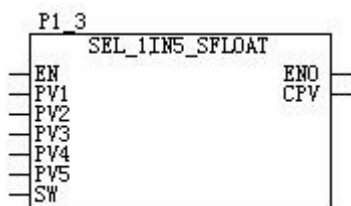
## 8.6 五选一模拟信号选择模块 (SEL\_1IN5\_SFLOAT)

简介

根据选择开关的位置，选择从同一信号源获得的五个信号中的一个，赋给输出值。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

表示



算法

当选择开关 SW=1，选择输入信号 1 输出，即 CPV=PV1。

当选择开关 SW=2，选择输入信号 2 输出，即 CPV=PV2。

当选择开关 SW=3，选择输入信号 3 输出，即 CPV=PV3。

当选择开关 SW=4，选择输入信号 4 输出，即 CPV=PV4。

当选择开关 SW=5，选择输入信号 5 输出，即 CPV=PV5。

当选择开关 SW 不是上面的五个值，选择输入信号 1 输出，即 CPV=PV1。

参数描述

参数	数据类型	含义
PV1	SFLOAT	输入信号 1
PV2	SFLOAT	输入信号 2
PV3	SFLOAT	输入信号 3
PV4	SFLOAT	输入信号 4
PV5	SFLOAT	输入信号 5
SW	UINT	信号选择开关
CPV	SFLOAT	输出值

## 8.7 三选二模块 (SEL\_2IN3)

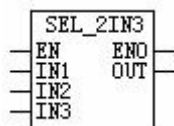
### 简介

该模块有三个逻辑输入变量，输出与输入多的那种类型保持一致，如输入有两个或两个以上为 ON，则输出为 ON，反之为 OFF。

EN 和 ENO 作为附加参数加以设置。

### 表示

#### 符号



### 算法

先计算三个逻辑输入中为 ON 的个数，当个数大于等于 2 时，输出为 ON，否则输出为 OFF。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN1	BOOL	输入值 1
IN2	BOOL	输入值 2
IN3	BOOL	输入值 3
OUT	BOOL	输出值

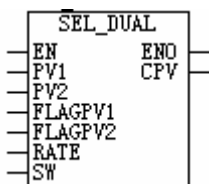
## 8.8 双信号选择开关 (SEL\_DUAL)

### 简介

从同一过程信号源通过两条不同的信号途径获得的两个输入信号中，通过该模块运用冗余配置自动选择一路信号输出。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

### 表示



### 算法

当信号选择开关 SW=1 时，选择输入信号 1 输出，即 CPV=PV1。

当信号选择开关 SW=2 时，选择输入信号 2 输出，即 CPV=PV2。

当信号选择开关 SW=3 时，对两个输入信号的质量码和变化率进行判断，选择相应的信号输出：

(1) 若两个输入信号都是坏点，即它们的质量码是 0x0100( 信号可疑 )或 0x0800( 信号故障 )，输出保持上一周期的值。

(2) 若输入信号 1 为坏点，输入信号 2 为好点：

如果输入信号 2 的变化率没有超限，则选择输入信号 2 输出，即 CPV=PV2。

如果输入信号 2 的变化率超限，则输出保持上一个周期的值。

(3) 若输入信号 2 为坏点，输入信号 1 为好点：

如果输入信号 1 的变化率没有超限，则选择输入信号 1 输出，即 CPV=PV1。

如果输入信号 1 的变化率超限，则输出保持上一个周期的值。

(4) 若两个输入信号都是好点：

如果两个输入信号的变化率都超限了，则输出保持上一周期的值。

如果输入信号 2 的变化率超限了，则选择输入信号 1 输出，即 CPV=PV1。

如果输入信号 1 的变化率超限了，则选择输入信号 2 输出，即 CPV=PV2。

如果两个输入信号都没有超限，则选择输入信号 1 输出，即 CPV=PV1。

注意：当 SW 等于除了 1, 2, 3 之外的其他数时，CPV=PV1。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
PV1	SFLOAT	输入信号 1
PV2	SFLOAT	输入信号 2
FLAGPV1	WORD	输入信号 1 质量码
FLAGPV2	WORD	输入信号 2 质量码
RATE	SFLOAT	变化率设定限（每秒的变化率）
SW	UINT	信号选择开关
CPV	SFLOAT	输出值

## 9 浮点处理

### 9.1 浮点型死区模块 (F\_DEADBND)

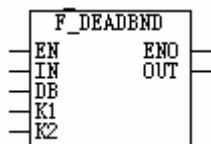
#### 简介

该模块设置一个死区[ - DB, + DB]，对输入进行死区处理。

注意：死区参数 DB 总是设为正数。

## 表示

## 符号



## 算法

当输入 IN 在死区内，输出为  $OUT=0$ ；

当输入  $IN \geq DB$ ，输出  $OUT = (IN - DB) * K1$ ；

当输入  $IN \leq -DB$ ，输出  $OUT = (IN + DB) * K2$ ；

## 参数描述

参数	数据类型	含义
IN	FLOAT	输入
DB	FLOAT	死区
K1	FLOAT	上升比例系数
K2	FLOAT	下降比例系数
OUT	FLOAT	输出值

## 9.2 偏差报警模块 (SEL\_F\_ERRALM)

## 简介

该模块的功能是判断两个输入值的偏差是否在规定的上下限内，通常输入 IN2 是设定值，输入 IN1 是需要和这个设定值比较的输入值。若两者的偏差在规定的上下限内时，输出值为 OFF；若两者偏差超出规定的上下限时，输出值为 ON。

EN 和 ENO 作为附加参数加以设置。

注意：输入的上下偏差限都用正数，即如果想设下限为 -5，只要设  $LL = 5$  即可。

## 表示

## 符号



## 算法

当  $-LL \leq IN1 - IN2 \leq HL$  时，输出  $OUT = OFF$ 。

当  $IN1 - IN2 > HL$  或  $IN1 - IN2 < -LL$  时，输出  $OUT = ON$ 。

## 参数描述

参数	数据类型	含义
IN1	FLOAT	输入值 1
IN2	FLOAT	输入值 2
HL	FLOAT	上偏差限（正值）
LL	FLOAT	下偏差限（正值）

OUT	BOOL	报警输出值
-----	------	-------

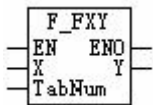
9.3 折线表处理模块（F\_FXY）

简介

该模块对输入进行二维折线表插值处理，输出插值处理后的值。  
EN 和 ENO 作为附加参数加以设置。

表示

符号



算法

当输入 X 的值不大于折线表 X 坐标的最小值（即 X0）时，输出 Y 为 Y0 的值。  
当输入 X 的值不小于折线表 X 坐标的最大值（即 X10）时，输出 Y 为 Y10 的值。  
当输入 X 的值在折线表 X 坐标的最小值和最大值之间（即（X0,X10））时，先判断 X 落在什么区间，如当输入 X 落在 X[i]和 X[i+1]之间时，折线表按下面的插值公式对输入进行处理：

$$Y = Y[i] + \frac{Y[i + 1] - Y[i]}{X[i + 1] - X[i]} * (X - X[i])$$

参数描述

参数	数据类型	含义
TabNum	INT	折线表序号[0，31]
X0 ~ X10	FLOAT	X 坐标点设定值
Y0 ~ Y10	FLOAT	Y 坐标点设定值

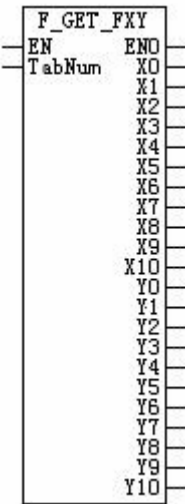
9.4 FLOAT 型折线表获取模块（F\_GET\_FXY）

简介

该模块用来获取指定 X 和 Y 坐标的相应的折线表数据，参见上面的折线表设置模块。  
EN 和 ENO 作为附加参数加以设置。

表示

符号



参数描述

参数	数据类型	含义
TabNum	INT	折线表序号[0，31]
X0 ~ X10	FLOAT	X 坐标点设定值
Y0 ~ Y10	FLOAT	Y 坐标点设定值

9.5 上下限报警模块（F\_HLALM）

简介

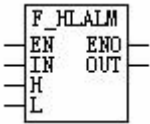
该模块的功能是判断输入值是否在规定的上下限之间，并在超限时给出相应的报警。当输入值大于上限时，输出值为 ON；当输入值小于下限时，输出值为 OFF；当输入值在上下限之间时，输出值保持上个周期的值不变。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

注意：设定的上限值要大于下限值，否则，该功能块输出值为 ON。

表示

符号



算法

当 IN > H, OUT = ON。

当 IN < L, OUT = OFF。

当 L ≤ IN ≤ H, OUT 保持上一周期的值不变。

参数描述

参数	数据类型	含义
IN	FLOAT	输入值



H	FLOAT	上限值
L	FLOAT	下限值
OUT	BOOL	报警输出值

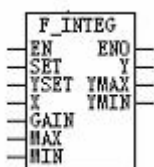
## 9.6 浮点型积分限幅模块 (F\_INTEG)

### 简介

输出是对输入的积分，并且对输出进行限幅处理，当输出值超过设定的高低限，就会被限幅，同时置相应的报警标志位。

### 表示

#### 符号



### 算法

当 SET = ON 时，输出  $Y = YSET$ ，如果  $Y \geq MAX$ ， $YMAX = ON$ ， $Y = MAX$ ，否则  $YMAX = OFF$ ；如果  $Y \leq MIN$ ， $YMIN = ON$ ， $Y = MIN$ ，否则  $YMIN = OFF$ 。

当 SET=OFF 时，输出 Y 的值是对输入 X 积分，采样周期以 1ms 为单位；其中传递函数和离散化算式与积分不限幅模块相同。

如果  $Y \geq MAX$ ，则  $Y = MAX$ ，且  $YMAX = ON$ ，否则 Y 输出对输入 X 积分运算的值， $YMAX = OFF$ 。

如果  $Y \leq MIN$ ，则  $Y = MIN$ ，且  $YMIN = ON$ ，否则 Y 输出对输入 X 积分运算的值， $YMIN = OFF$ 。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	FLOAT	设定值
X	FLOAT	输入值
GAIN	FLOAT	增益
MAX	FLOAT	高限
MIN	FLOAT	低限
YMAX	BOOL	高限报警开关
YMIN	BOOL	低限报警开关
Y	FLOAT	输出值

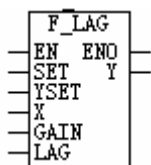
## 9.7 浮点型一阶滞后模块 (F\_LAG)

### 简介

对输入信号进行一阶滞后处理，其中滞后时间常数以 0.1S 为单位，就是输入 LAG=1，表示滞后时间为 0.1 秒。

**表示**

符号



算法

当置位开关 SET=ON，输出 Y = YSET。

当置位开关 SET = OFF，输出 Y 是输入的一阶滞后输出，滞后时间 LAG 以 0.1S 为单位。

传递函数为：

$$G(S) = \frac{GAIN}{1 + LAG \times S}$$

即

$$\frac{Y(S)}{X(S)} = \frac{GAIN}{1 + LAG \times S}$$

化简后得：

$$Y(S) + LAG \times S \times Y(S) = GAIN \times X(S)$$

化到时域并差分化得：

$$Y(k) = LAG \times \frac{Y(k) - Y(k-1)}{dt} = GAIN \times X(k)$$

进一步化简得：

$$Y(k) = Y(k-1) + \frac{GAIN \times X(k) - Y(k-1)}{dt + LAG} \times dt$$

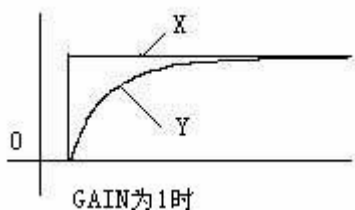
程序中 X(k)的地方取了  $\frac{X(k) + X(k-1)}{2}$ ，进行平均值滤波；

即最终公式：

$$Y(k) = Y(k-1) + \frac{GAIN \times \frac{X(k) + X(k-1)}{2} - Y(k-1)}{dt + LAG} \times dt$$

传递函数的时域的阶跃响应表达式为： $Y = GAIN * (1 - e^{-\frac{t}{LAG}})$

响应曲线如下：

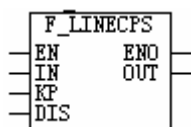


**参数描述**

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	FLOAT	设定值
X	FLOAT	输入值
GAIN	FLOAT	增益
LAG	FLOAT	滞后时间常数 (0.1s)
Y	FLOAT	输出

**9.8 浮点型线性补偿模块 (F\_LINECPS)****简介**

根据输入的比例系数 Kp 和偏移量 DIS 对输入 IN 进行线性补偿，并输出补偿后的结果。

**表示**符号算法

根据下列公式计算补偿结果：

$$OUT = IN \times Kp + DIS$$

**参数描述**

参数	数据类型	含义
IN	FLOAT	输入变量
KP	FLOAT	比例系数
DIS	FLOAT	偏移量
OUT	FLOAT	输出变量

**9.9 FLOAT 型折线表设置模块 (F\_SET\_FXY)****简介**

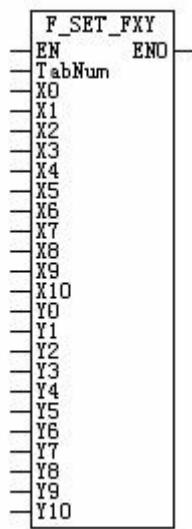
FLOAT 型折线表都是二维折线表，都是 10 段的，X 和 Y 的坐标点各 11 个，一个控制站最多 32 张，每张分配 128 个字节，前四个字节为折线表类型，接着存放 88 个字节的 X 和 Y 坐标值，其余的为保留字节。

注意：输入的折线表序号在[0, 31]之间，输入的 X 轴坐标点要从小到大依次赋给 X0 ~ X10，Y 轴坐标点没有此项限制。

该模块用来设置指定序号的折线表的 X 和 Y 坐标值。

EN 和 ENO 作为附加参数加以设置。

**表示**符号



参数描述

参数	数据类型	含义
TabNum	INT	折线表序号[0，31]
X0 ~ X10	FLOAT	X 坐标点设定值（依次从小到大）
Y0 ~ Y10	FLOAT	Y 坐标点设定值

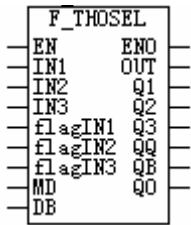
9.10 浮点型三选一模块（F\_THOSEL）

简介

根据工作方式参数 MD 以及三个输入的输入品质 flagIN1、flagIN2、flagIN3 来选择输出方式以及输出的品质。输入信号的品质码为 ON 时，认为是坏点，品质码为 OFF 时，认为是好点。

表示

符号



算法

当工作方式参数 MD 等于 4 或 5 或 6，则输出 OUT 的值相应的等于 IN1 或 IN2 或 IN3，如果对应的输入点为坏点，则输出保持上一个周期的值不变，品质输出 QO 置为逻辑 1。

当工作方式参数 MD 等于 0、1、2、3 时，则有

- 1) MD 等于 0 时，选择三个输入中数值居中的作为输出 OUT 的值。
- 2) MD 等于 1 时，选择三个输入的平均值作为输出 OUT 的值。
- 3) MD 等于 2 时，选择三个输入中数值最小的作为输出 OUT 的值。
- 4) MD 等于 3 时，选择三个输入中数值最大的作为输出 OUT 的值。

此时，还要根据相应的输入品质来调整输出：

- 1) 如果三个输入都是坏点，则输出保持上一个周期的值，品质输出 QO 置为逻辑 1。
- 2) 如果有两个输入是坏点，则输出剩余的一个好点的值。
- 3) 如果只有一个输入是坏点，则根据另外两个输入好点之间的偏差来选择输出。若两个好点之间的偏差超过指定的偏差上限值 DB，则输出两个好点的平均值，否则输出保持上一个周期的值，品质输出 QO 置为逻辑 1。
- 4) 如果三个输入都是好点，则根据三点之间的三对偏差是否超过 DB 作如下的选择：
  - i. 三对偏差都不超过 DB 时，则输出根据 MD 所选的方式输出。
  - ii. 只有一对偏差超过 DB 时，则选择三个输入中数值居中的值作为输出 OUT 的值。
  - iii. 若有两对偏差超过 DB 时，则取偏差超限的一对输入值的平均值作为输出 OUT 的值。
  - iv. 若三对偏差都超过 DB 时，则输出保持上一个周期的值，品质输出 QO 置为逻辑 1。

#### 品质输出

- 1) 如果 IN1 是坏点，则相应的输出品质 Q1 置为逻辑 1；否则输出品质 Q1 置为逻辑 0。
- 2) 如果 IN2 是坏点，则相应的输出品质 Q2 置为逻辑 1；否则输出品质 Q1 置为逻辑 0。
- 3) 如果 IN3 是坏点，则相应的输出品质 Q3 置为逻辑 1；否则输出品质 Q1 置为逻辑 0。
- 4) IN1、IN2、IN3 中任一个为坏点时，则品质输出 QQ 为逻辑 1；反之为逻辑 0。
- 5) 如果工作方式参数 MD 等于 4 或 5 或 6，且相应的 IN1 或 IN2 或 IN3 为坏点时，品质输出 QO 置为逻辑 1。
- 6) 如果输入任意两个偏差超限，则输出 QB=ON。

#### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN1、IN2、IN3	FLOAT	输入
flagIN1、flagIN2、flagIN3	BOOL	输入数据的品质
MD	INT	选择输出方式
DB	FLOAT	偏差上限值
OUT	FLOAT	输出值
Q1、Q2、Q3	BOOL	相应输入量的品质输出
QQ	BOOL	品质总报警
QB	BOOL	偏差报警
QO	BOOL	品质输出

#### 应用

主要用于需要在三个输入中选择适当的值作为输出，选择的条件包括：输入的品质（质量码）以及输入之间的偏差。选择三个输入中的最优值作为控制参数，适用于对输入精度要求高并且对随机扰动敏感的控制过程中。

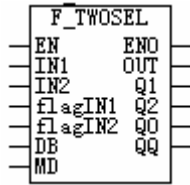
## 9.11 浮点型二选一模块（F\_TWSEL）

### 简介

根据工作方式参数 MD 以及两个输入的输入品质 flagIN1、flagIN2 来选择输出方式以及输出的品质。输入信号的品质码为 ON 时，认为是坏点，品质码为 OFF 时，认为是好点。

## 表示

### 符号



### 算法

当工作方式参数 MD 等于 3 或 4 时，则输出 OUT 的值相应的等于 IN1 或 IN2。如果对应的输入点的品质为“坏”时，则品质输出 Q0 置为逻辑 1，输出保持上一个周期的值。

当工作方式参数 MD 等于 0、1、2 时，则有：

- 如果 MD=0，输出为两个输入值的平均值；
- 如果 MD=1，输出为两个输入值中的较小值；
- 如果 MD=2，输出为两个输入中的较大值；

此时，还要根据相应的输入品质来调整输出：

- 如果两个输入都是坏点，品质输出 Q0 置为逻辑 1，输出保持上一个周期的值；
- 如果一个点为坏点，另一个为好点，则选择好点作为输出；
- 如果两个输入都是好点，则根据两者之间的偏差是否超过偏差设定值 DB，进行如下选择：  
若偏差越限，品质输出 Q0 为逻辑 1，则输出保持上一个周期的值；  
若偏差没有越限，品质输出 Q0 为逻辑 0，输出工作方式的值。

### 品质输出

如果输入点（IN1、IN2）为坏点，则相应的输出品质（Q1、Q2）为逻辑 1；

如果两个输入任何一个为坏点，则品质总输出 QQ 为逻辑 1。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN1	FLOAT	输入 1
IN2	FLOAT	输入 2
flagIN1	BOOL	输入 1 的品质
flagIN2	BOOL	输入 2 的品质
MD	INT	选择输出方式
DB	FLOAT	偏差上限值
OUT	FLOAT	输出值
Q1	BOOL	IN1 的品质输出
Q2	BOOL	IN2 的品质输出
QQ	BOOL	品质总报警
Q0	BOOL	品质输出

## 9.12 增减限幅模块 (F\_UDLMT)

### 简介

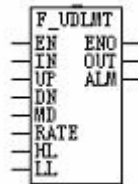
该模块的功能是根据工作方式选择不同方式的输出，当工作在增减限幅的工作方式下时，根据命令参数 DN 和 UP 的设置，对输出值按照给定的速率进行增输出或是减输出。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

注意：用户设定限幅上限应该大于下限，否则，该功能块不做任何处理就返回。

### 表示

#### 符号



#### 算法

当 MD = ON，为跟踪方式，即输出等于输入（OUT=IN）。

当 MD=OFF，为增减输出方式,根据 DN 和 UP 的设置值,选择增输出还是减输出：

若 DN=OFF，UP = ON 时， $OUT = OUT + RATE$ ，输出按照给定的速率 RATE 递增,直到输出被限制在上限值。

若 UP=OFF，DN = ON 时， $OUT = OUT - RATE$ ,输出按照给定的速率 RATE 递减,直到输出被限制在下限值。

若 UP=ON，DN=ON 时，则认为是错误命令，输出报警 ALM 为 ON,输出值保持上个周期的值。

若 UP=OFF，DN=OFF 时，输出保持上一周期的值不变,不做增减操作。

另外，不管是跟踪方式还是增减输出方式，最后都对输出值进行限幅处理：

若  $OUT \geq HL$ ，输出上限限幅， $OUT=HL$ 。

若  $OUT \leq LL$ ，输出下限限幅， $OUT=LL$ 。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN	FLOAT	输入值
UP	BOOL	增指令
DN	BOOL	减指令
MD	BOOL	工作方式
RATE	FLOAT	变化率
HL	FLOAT	上限值
LL	FLOAT	下限值
OUT	FLOAT	输出值
ALM	BOOL	错误指令报警输出

## 9.13 FLOAT 型速度限幅模块 (F\_VLM)

### 简介

该模块可以通过开关 MD 来选择阶跃处理还是平滑处理。

注意：

当工作在阶跃处理时，T 设置了阶跃间隔时间，以 0.1S 为单位。

当工作在平滑处理时，T 为速度单位，以 1S 为单位，例如：若 VUP=10，T=2，则增速度为 5/S。

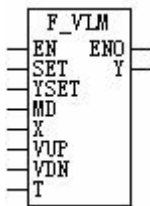
T 的值必须大于 0，否则该功能块不会做任何处理，包括手动置值。

EN 和 ENO 作为附加参数加以设置。

注意：T 的值必须大于 0，否则，该功能块不做任何处理就直接返回。

### 表示

#### 符号



### 算法

置位开关 SET = ON 时，输出 Y=YSET，并对内部时间计数清 0，通常在该功能块运行前先使 SET = OFF，YSET = 0，进行初始化。

置位开关 SET=OFF 时：

当 MD=ON 时，对输出进行阶跃处理，通过 T 设置阶跃间隔时间，以 0.1S 为单位。如果输入 X 递增，则输出 Y 按 VUP 定义的速度每隔 T 时间递增一次，直到和输入 X 相等；如果输入 X 递减，则输出 Y 按 VDN 定义的速度每隔 T 时间递增一次，直到和输入 X 相等。

当 MD=OFF 时，对输出进行平滑处理。如果输入 X 递增，则把 VUP 定义的速度转化成每个控制周期的速度，输出按照这个值每个周期递增，直到与输入 X 的值相等；如果输入 X 递减，则把 VDN 定义的速度转化成每个周期的速度，输出按照这个值每个周期递减，直到与输入 X 的值相等。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
SET	BOOL	置位开关
YSET	FLOAT	设定值
MD	BOOL	工作方式参数
X	FLOAT	输入
VUP	FLOAT	增速度
UDN	FLOAT	减速度
T	ULONG	阶跃处理时：阶跃时间间隔，0.1S 为单位。平滑处理时：速度单位，1S 为单位。
Y	FLOAT	输出值



## 9.14 扩展上下限报警模块 (F\_HLALM\_X)

### 简介

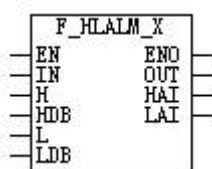
该模块的功能是判断输入值是否在规定的上下限之间，并在超限时给出相应的报警，同时还具有报警死区的功能。当输入值大于上限时，输出值 OUT 和 HAI 都为 ON，当输入值在 H-HDB 和 H 之间时，如果 OUT 和 HAI 保持；当输入值小于下限时，输出值 OUT 和 LAI 为 ON，当输入值在 L 和 L+LDB 之间时，OUT 和 LAI 保持；当输入值在 H-HDB 和 L+LDB 之间时，OUT、HAI、LAI 都为 OFF。

EN 和 ENO 能作为附加参数加以设置。

注意：设定的上限值要大于下限值，否则，该功能块不做任何处理就直接返回。

### 表示

#### 符号



#### 算法

当  $IN > H$ ,  $OUT = ON$ ,  $HAI = ON$ ,  $H \geq OUT > H - HDB$ ,  $OUT$  和  $HAI$  保持。

当  $IN < L$ ,  $OUT = ON$ ,  $LAI = ON$ ,  $L + LDB > OUT \geq L$ ,  $OUT$  和  $LAI$  保持。

当  $L + LDB \leq IN \leq H - HDB$ ,  $OUT$ 、 $HAI$ 、 $LAI$  都为 OFF。

### 参数描述

参数	数据类型	含义
IN	FLOAT	输入值
H	FLOAT	上限值
HDB	FLOAT	上限死区
L	FLOAT	下限值
LDB	FLOAT	下限死区
OUT	BOOL	报警输出值
HAI	BOOL	高限报警
LAI	BOOL	低限报警

## 10 资料版本说明

表 10-1 版本升级更改一览表

资料版本号	更改说明
图形编程模块使用手册 (辅助模块库)(V1.0)	适用软件版本：AdvanTrol-Pro V2.50
图形编程模块使用手册 (辅助模块库)(V2.0)	适用软件版本： AdvanTrol-Pro V2.65 AdvanTrol-Pro V2.65+SP02 AdvanTrol-Pro V2.65+SP04 AdvanTrol-Pro V2.65+SP05
图形编程模块使用手册 (辅助模块库)(V2.1)	适用软件版本：AdvanTrol-Pro V2.70