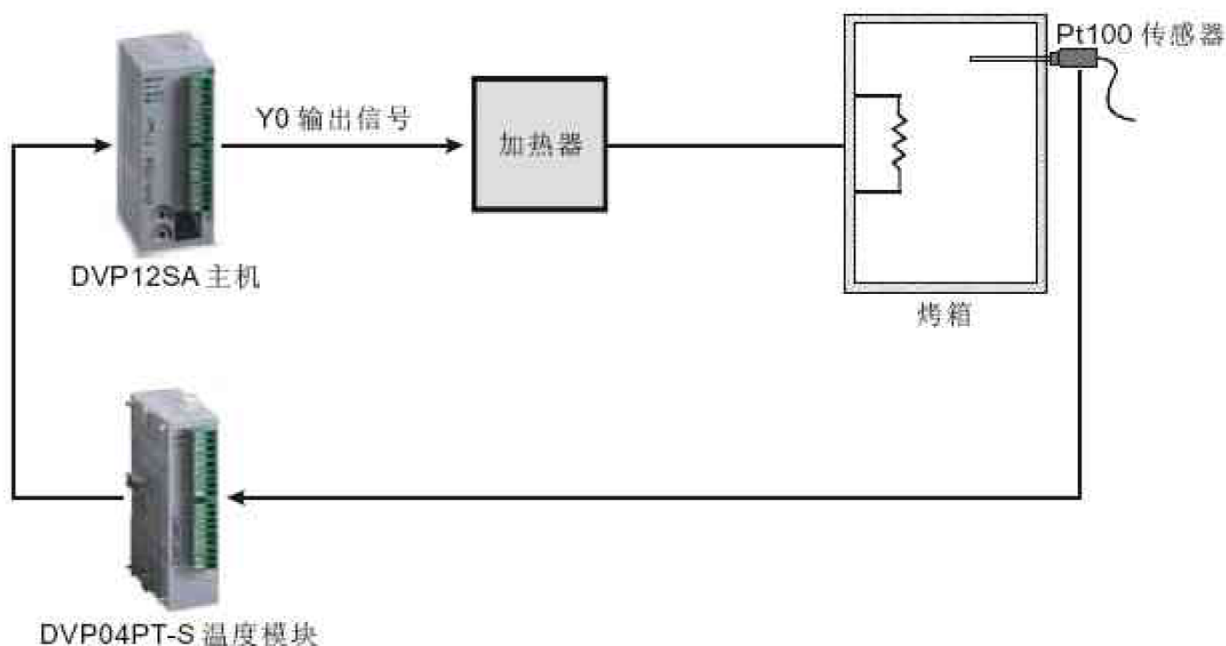


## 温度的PID控制范例

在温度环境下，台达 PLC 的 PID 控制提供了自动调整参数功能，无需去设置复杂的 PID 参数，就基本可以达到理想的温度控制效果。

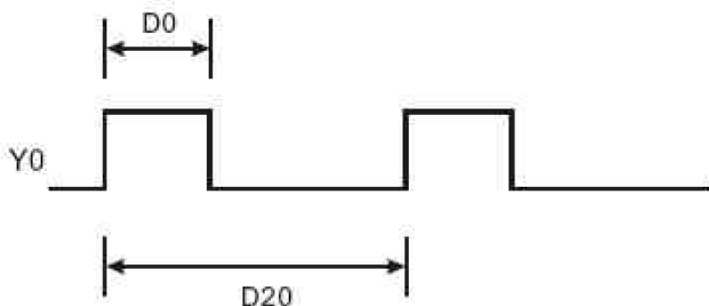
### 15.7

#### PID 烤箱温度控制（温度专用的 PID 自动调整功能）



#### 【控制要求】

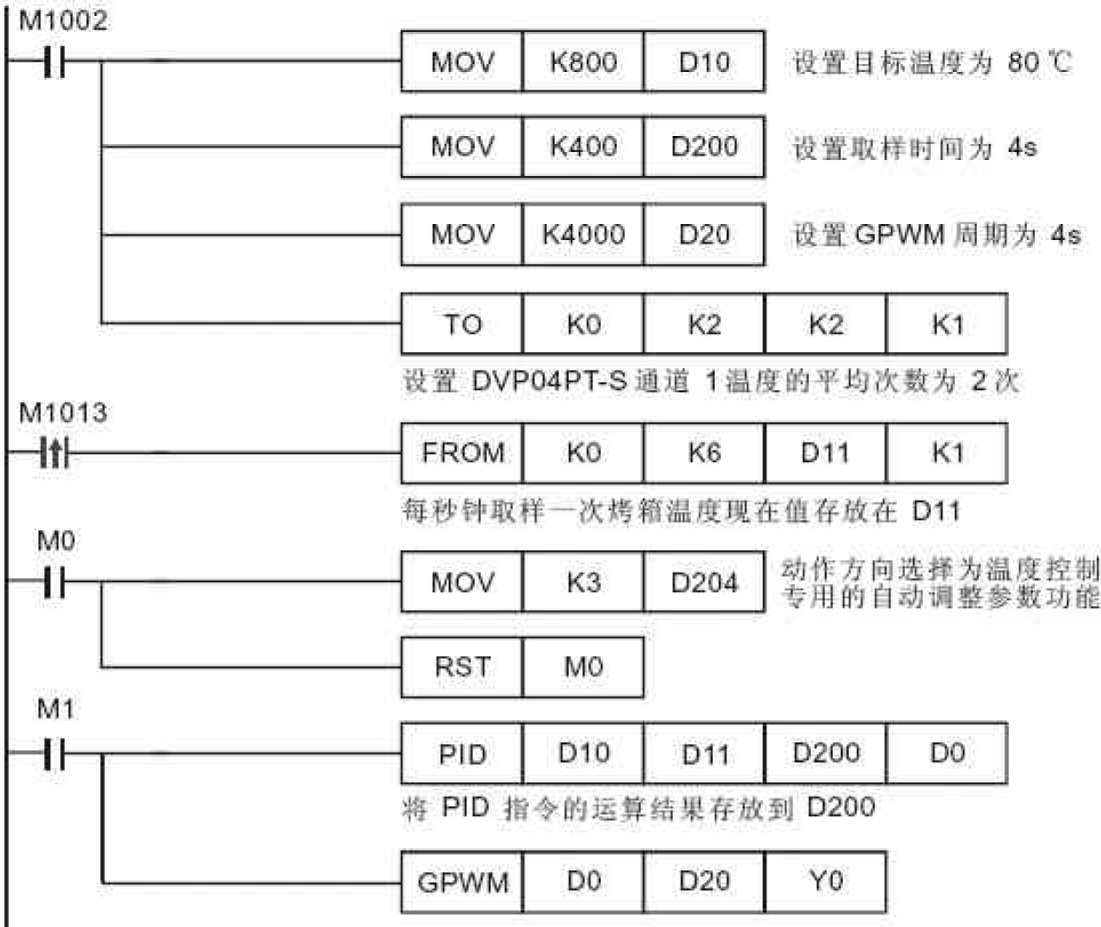
- 使用者对烤箱的温度环境特性不了解，控制的目标温度为 80℃，利用 PID 指令温度环境下专用的自动调整功能，实现烤箱温度的 PID 控制。
- 利用 DVP04PT-S 温度模块将烤箱的现在值温度测得后传给 PLC 主机，DVP12SA 主机先使用温度自动调整参数功能（D204=K3）做初步调整，自动计算出最佳的 PID 温度控制参数，调整完毕后，自动修改动作方向为已调整过的温度控制专用功能（D204=K4），并且使用该自动计算出的参数实现对烤箱温度的 PID 控制。
- 使用该自动调整的参数进行 PID 运算，其输出结果(D0)作为 GPWM 指令的输入，GPWM 指令执行后 Y0 输出可变宽度的脉冲（宽度由 D0 决定）控制加热器装置，从而自动实现对烤箱温度的 PID 控制。



【元件说明】

PLC 软元件	控制说明
M0	PID 动作方向选择
M1	PID 指令运算启动
Y0	可调变脉冲宽度的脉冲输出
D0	PID 运算输出结果
D10	目标温度值
D11	温度现在值
D20	GPWM 指令的运算周期
D200	PID 取样时间参数

【控制程序】



【程序说明】

- 该指令格式：

PID	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	D
-----	----------------	----------------	----------------	---

S<sub>1</sub>→目标值 (SV)

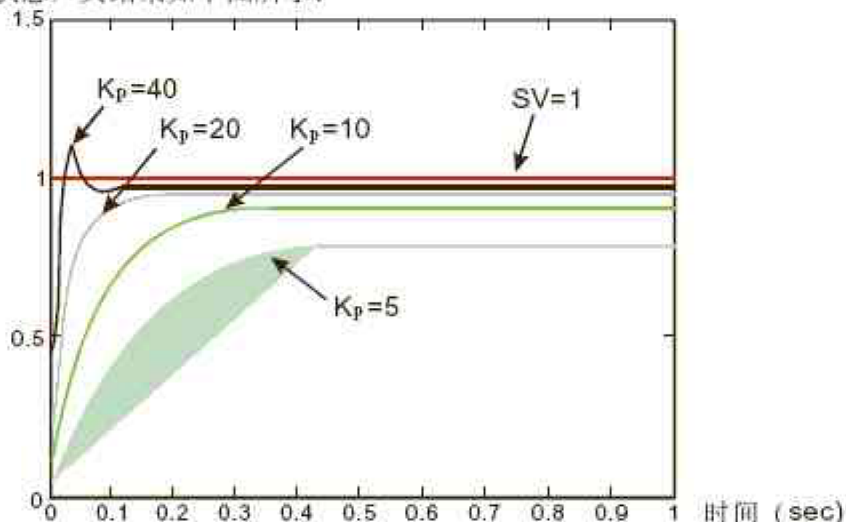
S<sub>2</sub>→现在值 (PV)

S<sub>3</sub>→参数(通常需自己进行调整和设置，参数的定义请参考本例最后的PID参数表)

D →输出值 (MV)(D 最好指定为停电保持的数据寄存器)

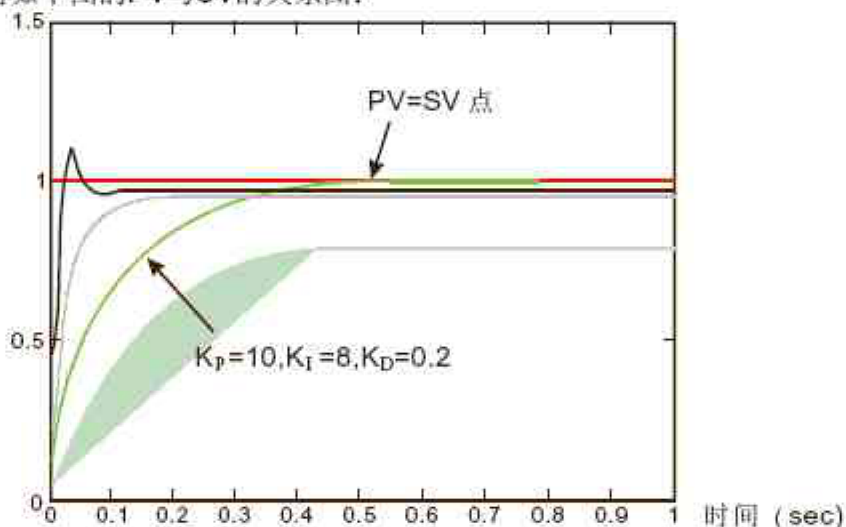
- PID 指令使用的控制环境很多，因此请适当地选取动作方向，本例中温度自动调整功能只适用于温度控制环境，切勿使用在速度、压力等控制环境中，以免造成不当的现象产生。
- 一般来说，由于控制环境不一样，PID 的控制参数（除温度控制环境下提供自动调整功能外）需靠经验和测试来调整，一般的 PID 指令参数调整方法：

步骤 1：首先将  $K_I$  及  $K_D$  值设为 0，接着先后分别设置  $K_P$  为 5、10、20 及 40，别记录其 SV 及 PV 状态，其结果如下图所示：



步骤 2：观察上图后得知  $K_P$  为 40 时，其反应会有过冲现象，因此不选用；而  $K_P$  为 20 时，其 PV 反应曲线接近 SV 值且不会有过冲现象，但是由于启动过快，因此输出值 MV 瞬间值会很大，所以考虑暂不选用；接着  $K_P$  为 10 时，其 PV 反应曲线接近 SV 值并且是比较平滑接近，因此考虑使用此值；最后  $K_P$  为 5 时，其反应过慢，因此也暂不考虑使用。

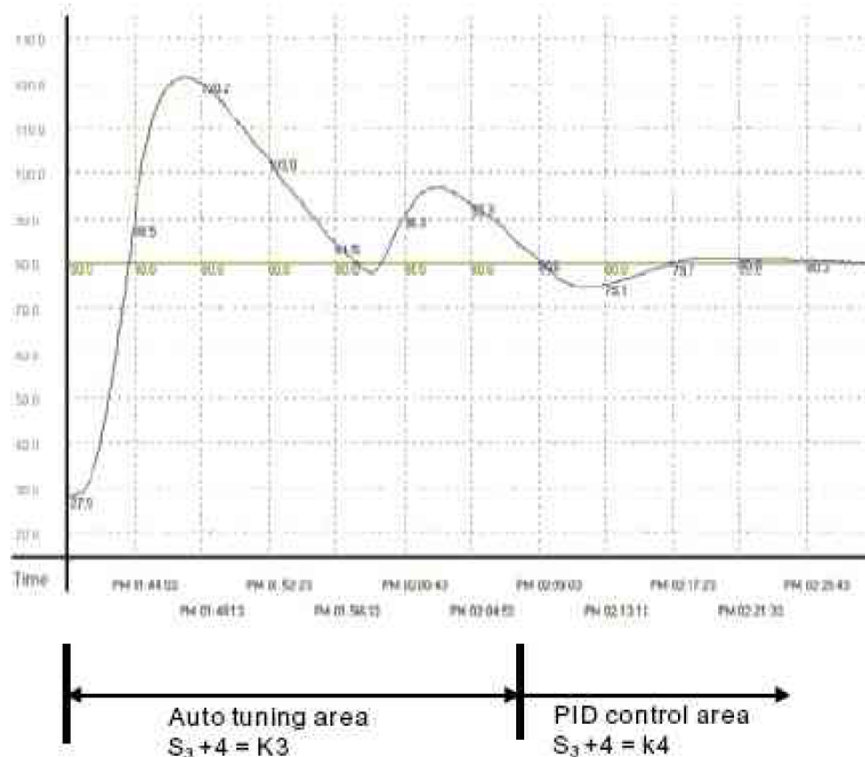
步骤 3：选定  $K_P$  为 10 后，先调整  $K_I$  值由小到大(如 1、2、4 至 8)，以不超过  $K_P$  值为原则；然后再调整  $K_D$  由小到大(如 0.01、0.05、0.1 及 0.2)，以不超过  $K_P$  的 10% 为原则；最后可得如下图的 PV 与 SV 的关系图：



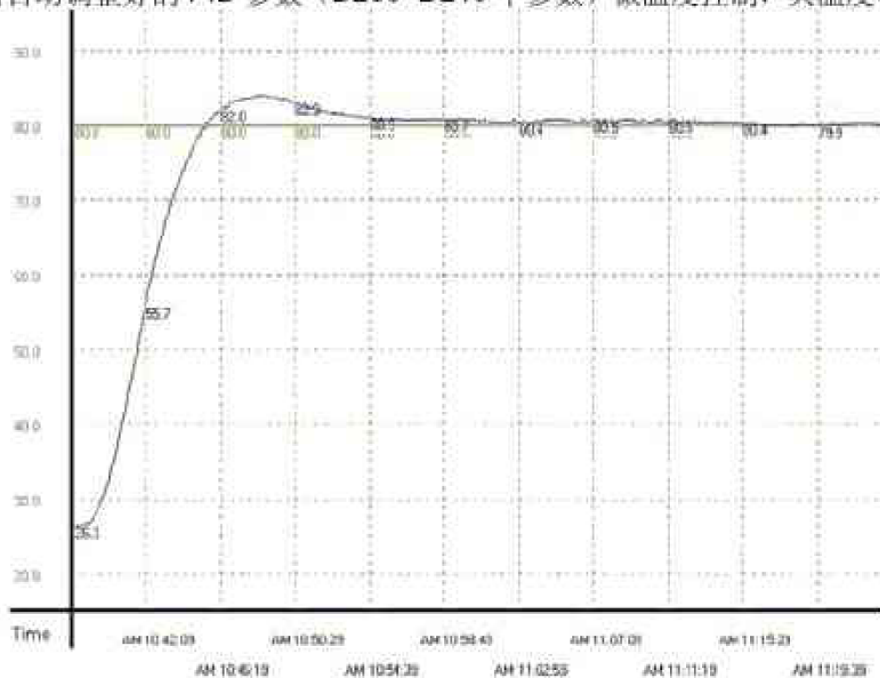
附注：本方法仅供参考，因此使用者还需依实际控制系统状况，自行调整适合的控制参数。

- 温度控制环境下台达 PLC 的 PID 指令提供了自动调整功能，可不用调整 PID 参数就能达到理想的温度控制效果，本例中温度自动调整的过程：

1. 初步调整，自动计算最佳 PID 温度控制参数，存在 D200~D219，其温度响应曲线如下：



2. 使用自动调整好的 PID 参数 (D200~D219 中参数) 做温度控制, 其温度响应曲线如下:



由上图可看出经过自动调整后, 使用调整好的参数进行温度控制的效果还不错, 而且控制时间大约只使用了 20 分钟。

- PID 的取样时间需与 GPWM 的周期设置相同, 但两个指令的时间单位不同, PID 单位为 10ms, GPWM 单位为 1ms。
- 现在值 (PV) 的取样时间最好是 PID 取样时间 2 倍以上, 温度控制时建议为 2 秒~6 秒之间。
- API144 GPWM、AP178 FROM、API79 TO 指令的用法请参考《DVP-PLC 应用技术手册》。



● 16 位 PID 指令参数表(S3):

装置编号	功能	设置范围	说明
<b>(S<sub>3</sub>)</b> :	取样时间 (T <sub>s</sub> ) (单位: 10ms)	1~2,000 (单位: 10ms)	T <sub>s</sub> 小于一次扫描周期的话, PID指令以一次扫描周期来执行, T <sub>s</sub> =0 则不动作。即T <sub>s</sub> 最小设置值需大于程序扫描周期
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +1:	比例增益 (K <sub>p</sub> )	0~30,000(%)	设置值超出最大值时以最大值使用
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +2:	积分增益 (K <sub>i</sub> )	0~30,000(%)	
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +3:	微分增益 (K <sub>d</sub> )	-3000~30,000(%)	
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +4:	动作方向 (DIR)	0: 自动控制方向 1: 正向动作(E=SV-PV) 2: 逆向动作(E=PV-SV) 3: 温度控制专用的自动调整参数功能, 调整完毕时将自动改为 K4, 并且填入最适用的 K <sub>p</sub> 、K <sub>i</sub> 及 K <sub>d</sub> 等参数 (32bit 指令不提供此功能) 4: 已调整过的温度控制专用功能(32bit 指令不提供此功能)	
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +5:	偏差量(E)作用范围	0~32,767	例: 设置 5, 则 E 在-5~5 之区间输出值(MV)将为 0
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +6:	输出值(MV)饱和上限	-32,768~32,767	例: 设置 1000, 则输出值(MV)大于 1000 时将以 1000 输出, 需大于等于 S <sub>3</sub> +7, 否则上限值与下限值将互换
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +7:	输出值(MV)饱和下限	-32,768~32,767	例: 设置 -1000, 则输出值(MV)小于 -1000 时将以 -1000 输出
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +8:	积分值饱和上限	-32,768~32,767	例: 设置 1000, 则积分值大于 1000 时将以 1000 输出且不再积分。需大于等于 S <sub>3</sub> +9, 否则上限值与下限值将互换
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +9:	积分值饱和下限	-32,768~32,767	例: 设置 -1000, 则积分值小于 -1000 时将以 -1000 输出且不再积分
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +10、11:	暂存累积的积分值	32bit 浮点数范围	为累积之积分值, 通常只供参考用, 但是使用者还是可以依需求清除或修改, 不过须以 32bit 浮点数修改之
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +12:	暂存前次 PV 值	—	为前次测定值, 通常只供参考用, 但是使用者还是可以依需求修改
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +13: ┆ <b>(S<sub>3</sub>)</b> +19:	系统用参数, 使用者请勿使用		

- ◆ 若使用者参数设置超出范围将以左右极限为其设置值, 但动作方向 (DIR) 若超出范围, 则预设为 0。
- ◆ 取样时间 $T_s$ 的最大差值为 -(1 次扫描周期+1ms) ~+(1 次扫描周期), 如果误差值对输出造成影响的话, 请将扫描周期加以固定, 或使用于时间中断子程序内。
- ◆ PID 的测定值 (PV) 于 PID 执行运算动作前必须是一个稳定值。如果要抓取 DVP-04AD / DVP-04XA / DVP-04PT / DVP-04TC 模块的输入值作 PID 运算时, 请注意这些模块的 A/D 转换时间。

● 32 位 PID 指令参数表(S3):

装置编号	功能	设置范围	说明
<b>(S<sub>3</sub>)</b> :	取样时间 (T <sub>S</sub> ) (单位: 10ms)	1~2,000 (单位: 10ms)	T <sub>S</sub> 小于一次扫描周期的话, PID指令以一次扫描周期来执行, T <sub>S</sub> =0则不动作。即取样时间最小设置值需大于程序扫描周期
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +1:	比例增益 (K <sub>P</sub> )	0~30,000(%)	设置值超出最大值时以最大值使用
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +2:	积分增益 (K <sub>I</sub> )	0~30,000(%)	
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +3:	微分增益 (K <sub>D</sub> )	-3000~30,000(%)	
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +4:	动作方向 (DIR)	0: 自动控制方向 1: 正向动作(E=SV-PV) 2: 逆向动作(E=PV-SV) 3: 温度控制专用的自动调整参数功能, 调整完毕时将自动改为 K4, 并且填入最适用的 K <sub>P</sub> 、K <sub>I</sub> 及 K <sub>D</sub> 等参数 (32bit 指令不提供此功能) 4: 已调整过的温度控制专用功能(32bit 指令不提供此功能)	
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +5、6:	32 位偏差量(E)作用范围	0~2,147,483,647	例: 设置 5, 则 E 在-5~5 之区间输出值(MV)将为 0
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +7、8:	32 位输出值饱和上限	-2,147,483,648~2,147,483,647	例: 设置 1000, 则输出值(MV)大于 1000 时将以 1000 输出, 需大于等于 S <sub>3</sub> +9、10, 否则上限值与下限值将互换
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +9、10:	32 位输出值饱和下限	-2,147,483,648~2,147,483,647	例: 设置-1000, 则输出值(MV)小于-1000 时将以-1000 输出
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +11、12:	32 位积分值饱和上限	-2,147,483,648~2,147,483,647	例: 设置 1000, 则积分值大于 1000 时将以 1000 输出且不再积分。需大于等于 S <sub>3</sub> +13、14, 否则上限值与下限值将互换
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +13、14:	32 位积分值饱和下限	-2,147,483,648~2,147,483,647	例: 设置-1000, 则积分值小于-1000 时将以-1000 输出且不再积分
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +15、16:	32 位累积的积分值	32bit 浮点数范围	为累积之积分值, 通常只供参考用, 但是使用者还是可以依需求消除或修改, 不过须以 32bit 浮点数修改
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +17、18:	32 位的前次 PV 值	—	为前次测定值, 通常只供参考用, 但是使用者还是可以依需求修改
<b>(S<sub>3</sub>)</b> +19: <b>(S<sub>3</sub>)</b> +20:	系统用参数, 使用者请勿使用		

- ◆ 32 位指令 **(S3)** 占 21 个寄存器, 若 **(S3)** 指定 PID 指令的参数设置区域为 D100~D120。于 PID 指令开始执行前必须先使用 MOV 指令将设置值传送至参数所指定的寄存器区域里作设置的动作, 如果参数所指定的寄存器为停电保持区域的寄存器时, 请使用 MOVP 指令执行一次传送即可。
- ◆ 32 位的  $S_3$  参数说明与 16 位的参数说明大致上相同, 其不同点只在于  $S_3+5 \sim S_3+20$  之间参数设置范围由原本 16 位变为 32 位。