

M80 SM 变送器 Modbus 编程人员指南



免责声明：

梅特勒托利多保留修改或调整本档内容的权利，恕不另行通知。

尽管仔细检查了本手册，但仍可能存在错误。

因此，如果您发现错误，恳请告知我们，以便我们更正后续版本。

METTLER TOLEDO

目录

1	项目简介.....	4
1.1	范围.....	4
1.2	项目介绍.....	4
2	一些 Modbus 信息.....	4
2.1	Modbus 协议的文档.....	4
2.2	Modbus 测试工具.....	4
2.3	协议定义, 在 M80 SM 中实施.....	6
2.4	M80 SM 中实施的 Modbus RTU 功能码.....	6
2.5	数据表示.....	6
2.6	寻址方案.....	8
2.7	错误处理.....	8
2.7.1	错误代码 0x01.....	9
2.7.2	错误代码 0x02.....	9
2.7.3	错误代码 0x03.....	9
2.7.4	错误代码 0x04.....	10
2.7.5	错误代码 0x05.....	10
2.7.6	错误代码 0x06.....	10
2.8	Modbus 帧.....	11
2.9	用户级别密码保护.....	14
2.10	写入寄存器、数据保留.....	14
2.10.1	EEPROM 锁定.....	14
2.10.2	EEPROM 状态.....	15
2.10.3	EEPROM 写入周期.....	15
3	关于 M80 SM 变送器的一些信息.....	15
4	在 M80 SM 中实施的 Modbus 寄存器.....	16
4.1	M80 SM Modbus 寄存器.....	16
4.2	传感器类型.....	22
4.3	测量通道单元.....	22
4.3.1	pH 传感器的测量单位.....	22
4.3.2	DO 传感器的测量单位.....	23
4.3.3	CO ₂ 传感器的测量单位.....	23
4.3.4	电导率传感器的测量单位.....	24

4.4	用户端固件版本	25
4.4.1	示例	25
5	执行操作的详细说明 Modbus 寄存器	26
5.1	用户级别和密码	26
5.2	Modbus 寄存器偏移	26
5.3	配置 RS485 接口	27
5.4	测量值页面	28
5.4.1	测量通道寄存器	28
5.4.2	测量通道装置寄存器	29
5.4.3	传感器类型寄存器	29
5.4.4	测量和校准用滤波器	29
5.5	变送器和传感器信息页面	29
5.5.1	变送器信息页面	29
5.5.2	传感器信息页面	30
5.6	M80 SM 传感器参数页面	31
5.6.1	参数设置页面 – DO 传感器	32
5.6.2	参数设置页面 – 电导率传感器	32
5.7	诊断值页面	34
5.8	诊断设置页面	35
5.8.1	诊断寄存器	35
5.8.2	诊断计数器的操作	37
5.9	校准页面	39
5.9.1	校准单元	40
5.9.2	校准状态	41
5.9.3	校准稳定性（偏移控制，不用于过程校准）	44
5.9.4	校准方法	45
5.9.5	校准缓冲液表	45
5.9.6	校准控制	45
5.9.7	校准点	46
5.9.8	校准选项	47
5.9.9	校准斜率和偏移	48
5.9.10	校准日期和时间	50
5.9.11	校准工作流程示例	51
5.10	pH 传感器的完整校准示例	54

5.11	设置校准寄存器.....	55
5.11.1	校准 pH 传感器 pH 的设置校准寄存器.....	55
5.11.2	校准 pH 传感器 mV ORP 的设置校准寄存器.....	57
5.11.3	校准 DO 传感器%air 的设置校准寄存器.....	58
5.11.4	校准 DO 传感器 ppm、ppb、mg/l、 μ g/l 的设置校准寄存器.....	60
5.11.5	校准 DO 传感器%O ₂ 的设置校准寄存器.....	62
5.11.6	DO 传感器校准 mbar 时设置校准寄存器.....	64
5.11.7	校准 CO ₂ 传感器（单位为 pH）时设置校准寄存器.....	66
5.11.8	CO ₂ 传感器校准时设置校准 j 寄存器 hPa、mbar、mmHg、%CO ₂ 、mg/l.....	68
5.11.9	校准电导率传感器 Ω -cm、M Ω -cm、k Ω -cm 的设置校准校准寄存器.....	70
5.11.10	校准电导率传感器 S/cm、mS/cm、 μ S/cm、nS/cm 时设置校准寄存器.....	72
5.12	设备重启.....	74
6	设置 M80 SM.....	75
6.1	为 1W pH 传感器设置 M80 SM.....	75
6.2	为 1W DO 传感器设置 M80 SM.....	76
6.3	为 1W CO ₂ 传感器设置 M80 SM.....	77
6.4	为 1W 电导率传感器设置 M80 SM.....	78
7	M80 SM 状态.....	79
7.1	M80 SM 状态.....	79
7.2	状态的扩展码.....	80
8	附录.....	81
8.1	pH 传感器的完整校准示例.....	81
8.2	pH 传感器的完整校准示例.....	82

1 项目简介

1.1 范围

本文档介绍了 M80 SM 变送器的软件规格。

1.2 项目介绍

M80 SM 是带有 Modbus 接口的单通道变送器。它支持梅特勒托利多 1-wire (1W) ISM® (智能传感器管理) pH、CO₂、溶解氧 (DO) 和电导率传感器，包括其测量、校准和诊断程序。

传感器诊断信息包括：

DLI – 动态使用寿命指示器

ACT – 自适应校准计时器

TTM – 维护时间

CIP (原位清洗)、SIP (原位消毒) 和高压灭菌计数器

2 一些 Modbus 信息

2.1 Modbus 协议的文档

有关 Modbus 规格的详细信息，请参考下述文档：

– Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf

– Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf

这些文档可在 Modbus 网站上找到：www.modbus.org

转至“技术资源”选项卡。

2.2 Modbus 测试工具

网络上提供了大量用于 C++、Python 或其他编程语言的 Modbus 测试工具或 Modbus 库。要通过 Modbus 手动访问 M80 SM (例如，为了预定义 Modbus 地址、波特率或其他项目)， “Modbus Poll” 工具是可行的选择。其可于 www.modbustools.com 购买。

此外，为此，也可以使用梅特勒托利多变送器配置盒 (部件号 30 530 567)。此设备将 M80 SM 变送器连接到安装了梅特勒托利多 M80 变送器配置工具 (TCT) 软件的 PC/笔记本电脑。该软件可从 www.mt.com/M80 获取。

请注意：

在使用 “Modbus Poll” 时，为避免通信错误，在 Modbus 上消息之间使用至少 50ms 的延迟时间非常重要。

还有一个流行且广泛使用的开源软件，用于与 Modbus 设备进行通信：适用于 Windows 的预编译的二进制软件。无需安装，只需解压缩并运行即可。其可从 <https://sourceforge.net/projects/qmodmaster/> 下载

重要事项：

请注意使用开源软件的所有权利和义务，并在您同意之前仔细阅读许可条款。

为了轻松地将 M80 SM 变送器连接至 PC，梅特勒托利多提供了 USB – RS485 转换器。其订货号为 52 300 399。

2.3 协议定义，在 M80 SM 中实施

Modbus 模式:	RTU
起始位:	1
数据位:	8
停止位:	1
奇偶性:	无
波特率:	4800、9600、19200、38400（默认）、57600、115200
设备地址:	1（默认）至 247

该设备不执行任何线极化或任何线路端接。

需要外部线极化和线路端接。

请注意：M80 SM 的最长响应时间为 500ms。

2.4 M80 SM 中实施的 Modbus RTU 功能码

功能码	详情
#3	读取保持寄存器
#4	读取输入寄存器
#6	写入单个寄存器
#16	写入多个寄存器

有关这些功能的详细说明，请参阅文档“Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf”。
使用 M80 SM，可以通过命令#3 或#4 读取任何寄存器。这两个命令之间的信息处理没有区别。

2.5 数据表示

每个 Modbus 寄存器都包含两个字节，一个命令和一个答案的数据长度始终是两个寄存器的倍数。

寄存器的高位字节（第一个字节）包含值或字符串的最后一个位，值或字符串的第一个位位于寄存器链最后一个寄存器的低位字节（第二个字节）上。寄存器的第一个字节始终包含较高阶位，第二个字节包含较低阶位。

十进制值：

整数十进制值转换为十六进制数。

非整数十进制值表示为单精度浮点值。

请参阅下文示例。

对于整数 16 位值：

示例：16 位值 22'354。

转换为十六进制：5752

第一个寄存器：值（字节 1、2）：0x5752

使用 Modbus Poll 时，选择“有符号/无符号”以正确解释值。

对于整数 32 位值：

示例：32 位值 12'345'678

转换为十六进制：BC614E

第一个寄存器：值的高位字节（字节 1、2）：0x00BC

第二个寄存器：值的低位字节（字节 3、4）：0x614E

使用 Modbus Poll 时，选择“长 ABCD”以正确解释长值。

对于浮点值：

该值的尾数存储在第二个寄存器上，其指数存储在第一个寄存器中。

根据 IEEE754 单精度实现浮点数据格式。

示例：2.5，转换为 32 位浮点值 →（十六进制值 0x40200000）。

第一个寄存器：0x4020

第二个寄存器：0x0000

使用 Modbus Poll 时，选择“浮点 ABCD”以正确解释浮点值。

对于 ASCII 文本字符串：

数据顺序与整数值相同。

示例：文本示例：“文本”。ASCII 代码为：0x54 0x65 0x78 0x74

第一个寄存器：0x5465

第二个寄存器：0x7874

附加信息

我们通常的 Modbus 传输模式是 Big-Endian。

2.6 寻址方案

M80 SM 的寻址方案为“基础 0”（第一个寄存器编号为 0）。

寄存器编号 0000 上有一个寄存器偏移。

使用该寄存器偏移，可以调整寄存器组的绝对起点，以适合已经存在的实施等情况。

寄存器偏移的无符号范围为 0...65535。

例如，将偏移设置为 1，传感器变为“基础 1”。

默认情况下，寄存器偏移设置为 0，因此第一个用户寄存器位于编号 100 上。

请注意：寄存器偏移总是位于寄存器编号 0000 上，而与其值无关。该偏移仅影响寄存器编号 0001 及以上编号。

以下几页给出的寄存器编号始终为相对编号。

寄存器的绝对编号通过将寄存器偏移添加到相对地址来计算。

示例：

如果寄存器偏移为 999，则应读取设备地址：

设备地址的相对寄存器编号为 3096。

要在命令中传输的有效绝对寄存器编号是 4095。

2.7 错误处理

M80 SM 检测到传输错误（电报损坏）。丢弃损坏的电报，传感器等待下一个正确的电报。应用层上的错误用错误消息来回答。如果答案由错误代码组成，则设置功能码的前导位 (0x80)，以指示错误状况。

M80 SM 中实施了以下错误代码：

错误代码 (十六进制)	错误类型
0x00	无错误
0x01	非法功能码已发送至传感器
0x02	非法数据地址（无效的寄存器编号，访问遭拒）
0x03	非法数据值（值超出范围）
0x04	从设备错误（操作未成功完成）
0x05	（保留）
0x06	服务器设备忙

请注意：

对于单个寄存器的读写（功能码#3、#4、#6），错误代码属性为 0x01 > 0x02 > 0x04 > 0x06 > 0x03。

对于多寄存器读写（功能码#3、#4、#16），变送器将按序列（从小地址到大地址）检查每个寄存器，如果其中一个寄存器出现错误（错误代码优先级与单个寄存器相同），则将返回错误代码，并且不会检查其他寄存器。

2.7.1 错误代码 0x01

向传感器发送除#3、#4、#6、#16 以外的功能码时，将返回错误代码 0x01。

2.7.2 错误代码 0x02

在以下情况下返回错误代码 0x02：

- 发送未定义寄存器的任何尝试。
- 在高于实际选择的操作员级别上发送寄存器的任何尝试（访问遭拒）。
- 用户级别为“-”情况下读或写寄存器时。
- 当写入寄存器中的数据小于或大于所需长度时，将返回错误代码 0x02。（请参阅第 2.8 章中的命令请求格式）。

在一个命令中写入多个寄存器时（例如，命令#16），则如果发生上述四种情况之一，这些寄存器均不会发生更改。

2.7.3 错误代码 0x03

在以下情况下返回错误代码 0x03：

- 向寄存器写入无效数据时。无效数据表示超出特定寄存器范围的任何值（值低于或高于限值，值不是可能值列表的一部分）。
在这种情况下，将在特定的 Modbus 寄存器上恢复最后一个有效数据，且不会激活任何更改。
- 未采用正确的传感器类型的情况下设置参数时，例如：
 - 1) 当前传感器类型为 pH（寄存器 336 为 0x0100）时，设置 DO 传感器参数（极化电压，寄存器 370）时
 - 2) 当前传感器类型为电导率（寄存器 336 为 0x0103）时，设置 ISM 设置高压灭菌计数器最大值（寄存器 1008）时

在一个命令中写入多个寄存器时（例如，命令#16），则如果发生上述两种情况之一，这些寄存器均不会发生更改。

- 读取超过 125 的寄存器时（>125 寄存器编号）。
请参阅以下响应命令格式：所有寄存器的总数据都有 251 个字节，因此可以读取的最大寄存器编号为 $251/2 = 125$ 。
- 写入超过 120 的寄存器时（>120 寄存器编号）。
请参阅以下请求命令格式：所有寄存器的总数据都为 247 个字节，因此可写入的最大寄存器编号为 $247/2 = 123$ 。保留时，数据长度限制为 120。
- 如果在校准过程中寄存器 2004 “校准控制”的值未正确设置，则返回错误代码 0x03（非法数据值）。例如，如果已经开始校准并且再次将“校准控制”设置为<开始>，则将返回错误代码 0x03。
- 如果传感器断开或连接了错误的传感器，尝试向“校准控制”写入任何值，将返回错误代码 0x03。

2.7.4 错误代码 0x04

在以下情况下通常会返回错误代码 0x04:

- 尝试使用错误密码登录到一个用户级别, 或登录到一个不存在的用户级别。在这些情况下, 登录失败, 操作未成功完成。
- 用户级别为“**”且 EEPROM 锁定时读取或写入寄存器。

2.7.5 错误代码 0x05

目前未使用。

2.7.6 错误代码 0x06

在以下情况下返回错误代码 0x06:

- 在校准期间, 如果写入了寄存器 2000 至 2054 (寄存器 2004 除外) 中的任何一个。

所有寄存器的读取操作在校准期间都有效。

2.8 Modbus 帧

以下是不同 Modbus 帧的通信示例。

对于所有通信示例，均采用默认值。

从属地址（寄存器 3096）= 1，寄存器偏移（寄存器 0）= 0

示例 1:

读取功能码为 3_{dec} 的保持寄存器 – 查询以下 8_{dec} 寄存器内的寄存器 280_{dec} 的值，这是 M80 变频器的部件号。

请求								
字节数	1	1	2		2		2	
字段	从属地址	功能码	起始地址高	起始地址低	计数高	计数低	CRC16低	CRC16高
十六进制值	01	03	01	18	00	08	C5	F7

响应								
字节数	1	1	1	16			2	
字段	从属地址	功能码	数据字节数	数据			CRC16低	CRC16高
十六进制值	01	03	10	33 30 35 33 30 35 36 36 20 20 20 20 20 20 20 20			77	0C

示例:

请求: 0x 01 03 01 18 00 08 C5 F7

响应 0x 01 03 33 30 35 33 30 35 36 36 20 20 20 20 20 20 20 20 77 0C

数据为字符串 “30530566”

示例 2:

读取功能码为 3_{dec} 的保持寄存器 – 查询以下 8_{dec} 寄存器内的寄存器 320_{dec} 的值，这是 M80 变频器的制造商。

请求								
字节数	1	1	2		2		2	
字段	从属地址	功能码	起始地址高	起始地址低	计数高	计数低	CRC16低	CRC16高
十六进制值	01	03	01	40	00	08	44	24

响应								
字节数	1	1	1	16			2	
字段	从属地址	功能码	数据字节数	数据			CRC16低	CRC16高
十六进制值	01	03	10	4D 45 54 54 4C 45 52 20 54 4F 4C 45 44 4F 20 20			25	D0

示例:

请求: 0x 01 03 01 18 00 08 C5

响应: 0x 01 03 33 30 35 33 30 35 36 36 20 20 20 20 20 20 20 20 77 0C

数据为字符串 “梅特勒托利多”

示例 3:

用功能码 16_{dec} 写入多个寄存器 – 写到从 3999_{dec} 开始的以下 1_{dec} 寄存器内，数据为 22354_{dec} (0x5752)，这将解锁 EEPROM。

请求							
字节数	1	1	2		2		1
字段	从属地址	功能码	起始地址高	起始地址低	计数高	计数低	数据字节数
十六进制值	01	03	0F	9F	00	01	02

请求			
字节数	2		2
字段	数据	CRC16低	CRC16高
十六进制值	57 52	FB	32

响应								
字节数	1	1	2		2		2	
字段	从属地址	功能码	起始地址高	起始地址低	计数高	计数低	CRC16低	CRC16高
十六进制值	01	10	0F	9F	00	01	32	F3

示例:

请求: 0x 01 10 0F 9F 00 01 02 57 52 FB 32

响应 0x 01 10 0F 9F 00 01 32 F3

请注意:

有关计算 16 位校验和（称为 CRC16），可参见 Internet 上的很多示例。甚至还有 C/C++ 或各种其他语言的示例代码。

如上例所示，校验和的字节顺序与字段的字节顺序相反。校验和使用 little-endian 传输。

每个包含数据的 Modbus 帧在数据前面都有一个前导字段，表示数据字段的大小（单位为字节）。这可以从以下几点看出：

- 示例2 响应（数据字节数 0x10 = 16_{dec}）
- 示例3 请求（数据字节数 0x02 = 2_{dec}）

2.9 用户级别密码保护

M80 SM 变送器具有三个用户级别：0、1 和 2。

可在任何用户级别读取寄存器，用于校准的某些特定寄存器除外。写入传感器寄存器通常意味着更改配置，这也会更改变送器的行为。为防止任何不希望的配置更改，大多数写入尝试只能在用户级别 2 进行。

对于所有用户级别，默认密码均存储在变送器中。这些密码可由用户更改。更改的密码存储在传感器的非易失性存储器中。

M80 SM 变送器的用户级别和默认密码：

用户级别	十六进制代码	默认密码（十六进制）
0	0x03	0x00000000
1	0x0C	0x01145DEA
2	0x30	0x00F479CE

- 每次通电后，M80 SM 都将重置为用户级别 0。
- 尝试将用户级别更改为无效级别或使用错误密码时，传感器将保持在上次的有效用户级别上，并返回错误代码 0x04。
- 用户级别 2 可以操作用户级别 1 的所有寄存器。
- 如果用户级别为“-”，则表示寄存器无法读或写。如果对寄存器进行了读或写尝试，则将返回错误代码 0x02。

重要事项：如果用户更改了默认密码，并且新密码丢失/忘记 – 变送器可能无法使用。

2.10 写入寄存器、数据保留

在几乎所有情况下，写入 M80 SM 的任何寄存器都意味着更改传感器的配置。配置数据存储在传感器的非易失性存储器(EEPROM)中；因此，关闭 M80 SM 不会丢失更改的配置。

2.10.1 EEPROM 锁定

每次当变送器通电时，寄存器 3999 的值都为 0，这表示 EEPROM 始终处于锁定状态。

要持续更改寄存器，必须首先解锁 M80 SM EEPROM。

要解锁 M80 SM，将 0x5752 写入寄存器 3999。否则，更改的值将在下次重启后丢失。

要锁定 M80 SM，将 0x5752 以外的任何值写入寄存器 3999。

注意：解锁的 EEPROM 将在 2 分钟后自动锁定，寄存器 3999 中的值将重置为 0。此外，寄存器 3999 中更改的任何值将在 2 分钟后重置为 0。

2.10.2 EEPROM 状态

每个寄存器有三个 EEPROM 状态：

- 带 “*” 的用户级别(0 ~ 2)，表示寄存器值可以在不解锁 EEPROM 的情况下更改，更改是不稳定的，并且会因 M80 SM 断电而丢失。
- 带 “**” 的用户级别(0 ~ 2)，表示在未解锁 EEPROM 的情况下无法更改寄存器值。
- 不带 “*” 和 “**” 的用户级别(0 ~ 2)，表示寄存器值无法存储在 EEPROM 中，并且更改会因 M80 SM 断电而丢失。例如：盐度（寄存器 341）和过程压力（寄存器 340）未写入 EEPROM。

2.10.3 EEPROM 写入周期

重要事项：

写入 EEPROM 的周期数受到限制。请确保您**没有**永久使用 EEPROM 的自动写入权限。写入周期的临界次数超过 500,000 次。

3 关于 M80 SM 变送器的一些信息

M80 SM 变送器可与不同类型的 ISM 传感器一起使用。

为了能够正确操作 M80 SM，必须将它设置为相应的探头。

以下探头可用于 M80 SM：

- pH – 比如 InPro 325Xi/InPro 3100i
- CO₂ – InPro 5000i
- DO – InPro 6850i
- 电导率 – InPro 7100i

M80 提供四个测量通道（寄存器 100...106），这些通道可用于探头的不同测量值或元数据。

为此，必须首先设置正确的探头类型。

这可以通过在寄存器 336 中设置相应的传感器类型来完成。有关详细信息，请参阅第 4.2 章 [“传感器类型”](#) 中的表格。

要设置新传感器，需要多个步骤。请参阅本文档末尾的示例（第 6 章）[设置 M80 SM。](#)

更改变送器中的传感器类型后，默认设置下分配四个可能的测量通道，与所选传感器类型相匹配。

为方便自定义，可以将测量通道分配给其他值。例如，经常读取传感器的特殊元数据。寄存器 120-126 可适用于此目的。有关详细信息，请参阅 [“测量通道装置”](#) 一章。

请确保寄存器 2010 中的校准单位也根据您选择的传感器类型进行了配置。有关详细信息，请参阅表 [“校准单位”](#)。

4 在 M80 SM 中实施的 Modbus 寄存器

4.1 M80 SM Modbus 寄存器

除寄存器 0000 外，所有寄存器地址都相对于寄存器 0000 中存储的偏移。

示例：

寄存器偏移设置为 999。应读取寄存器 3288。

控制器必须从寄存器 4287 中读取。默认寄存器偏移为 0。

数据类型说明：

数据类型	说明	范围
uChar8	无符号字符 8 位	0 ... 255
uInt16	无符号整数 16 位	0 ... 65535
Int16	带符号整数 16 位	-32768 ... 32767
uInt32	无符号整数 32 位	0 ... 4294967295
Float32	带符号浮点数	3.4E-38 ... 3.4E+38
字符串	ASCII 编码字节数组	-

按升序寄存器编号顺序排列的寄存器：

寄存器			访问级别		用于可写入寄存器				备注
启动寄存器	名称	计数	读取	写入	类型	最小值	最大值	默认值	
0000 修正	寄存器偏移	1	0	2	无符号 整数 16 位	0	65535	0	请参阅 5.2 “Modbus 寄存器偏移”
32	用户端固件版本	8	0	-	字符串	不适用	不适用	不适用	请参阅 4.4 “用户端固件版本”
所连传感器的测量值页面									
98	标记断开连接的传感器	1	0	-	uChar 8 位	不适用	不适用	不适用	请参阅 5.7 “诊断值页面”
99	标记错误传感器	1	0	-	uChar 8 位	不适用	不适用	不适用	
100	第一个测量通道	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	不适用	请参阅 5.4.1 “测量通道寄存器”
102	第二个测量通道	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	不适用	
104	第三个测量通道	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	不适用	
106	第四个测量通道	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	不适用	
120	第一个测量通道装置	2	0	0*	无符号 整数 32 位	请参阅 表 4.3 “测量通道装置”		0x00010006	请参阅 表 4.3 “测量通道装置” 另请参阅 5.4.2 “测量通道单元寄存器”
122	第二个测量通道装置	2	0	0*	无符号 整数 32 位			0x00010003	
124	第三个测量通道装置	2	0	0*	无符号 整数 32 位			0x00010000	
126	第四个测量通道装置	2	0	0*	无符号 整数 32 位			0x00010002	
128	校准测量值	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	NaN	请参阅 5.4.1 “测量通道寄存器”
130	校准单位	2	0	-	无符号 整数 32 位	不适用	不适用	0x00010006	
诊断值页面									
200	DLI	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	不适用	请参阅 5.7 “诊断值页面”
202	ACT	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	不适用	
204	TTM	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	不适用	
206	CIP	1	0	-	无符号 整数 16 位	不适用	不适用	不适用	

寄存器			访问级别		用于可写入寄存器				备注
启动寄存器	名称	计数	读取	写入	类型	最小值	最大值	默认值	
207	预留给 CIP	1	0	-	uChar 8 位	0	0	0	值固定为 0
208	SIP	1	0	-	无符号 整数 16 位	不适用	不适用	不适用	请参阅 5.7 “诊断值页面”
209	预留给 SIP	1	0	-	uChar 8 位	0	0	0	值固定为 0
210	高压灭菌计数器	1	0	-	无符号 整数 16 位	不适用	不适用	不适用	请参阅 5.7 “诊断值页面”
218	标记断开连接的传感器	1	0	-	uChar 8 位	不适用	不适用	不适用	请参阅 5.7 “诊断值页面”
219	标记错误传感器	1	0	-	uChar 8 位	不适用	不适用	不适用	
M80 SM 变送器信息页面									
280	部件号	8	0	-	字符串	不适用	不适用	"30530566"	请参阅 5.5 “变送器和传感器信息页面”
312	序列号	8	0	-	字符串	不适用	不适用	不适用	请参阅 5.5 “变送器和传感器信息页面”
320	制造商	8	0	-	字符串	不适用	不适用	“梅特勒托利多”	
336	传感器类型	1	0	1**	无符号 整数 16 位	-	-	0x0100	请参阅 4.2 “传感器类型”
M80 SM 传感器参数页面									
340	过程压力	1	0	1	无符号 整数 16 位	0	O2: 16000 CO2: 9999	1013	请参阅 5.6 “传感器参数”
341	盐度	1	0	1/-	无符号 整数 16 位	0	99	0	
- DO 传感器									
370	极化电压	1	0	1**	整数 16 位	-1652	1669	-674	请参阅 5.6.1 “DO 传感器”
传感器信息(1)									
380	物品编号	4	0	-	字符串	不适用	不适用	""	请参阅 5.5 “变送器和传感器信息页面”

寄存器			访问级别		用于可写入寄存器			备注	
启动寄存器	名称	计数	读取	写入	类型	最小值	最大值	默认值	
- 电导率传感器									
390	补偿模式 P (用于第一个测量通道)	1	0	1**	uChar 8 位	0x00	0x03	0x01	请参阅 5.6.2 “电导率传感器”
391	补偿模式 S (用于第二个测量通道)	1	0	1**	uChar 8 位	0x00	0x03	0x01	
392	补偿模式 T (用于第三个测量通道)	1	0	1**	uChar 8 位	0x00	0x03	0x01	
393	补偿模式 Q (用于第四个测量通道)	1	0	1**	uChar 8 位	0x00	0x03	0x01	
394	系数 P (用于第一个测量通道)	2	0	1**	浮点 32 位	0	9.99	2.0	
396	系数 S (用于第二个测量通道)	2	0	1**	浮点 32 位	0	9.99	2.0	
398	系数 T (用于第三个测量通道)	2	0	1**	浮点 32 位	0	9.99	2.0	
400	系数 Q (用于第四个测量通道)	2	0	1**	浮点 32 位	0	9.99	2.0	
传感器信息(2)									
412	序列号	4	0	-	字符串	不适用	不适用	""	请参阅 5.5 “变送器和传感器信息页面”
436	传感器名称	8	0	-	字符串	不适用	不适用	""	请参阅 5.5 “变送器和传感器信息页面”
444	固件版本	9	0	-	字符串	不适用	不适用	""	
诊断设置页面									
1000	ISM 设置 CIP 计数器最大值	1	0	1**	uChar 8 位	0	254	100	请参阅 5.8.1 “诊断寄存器”
1002	ISM 设置 CIP 温度	1	0	1**	uChar 8 位	30	100	55	请参阅 5.8.1 “诊断寄存器”
1004	ISM 设置 SIP 计数器最大值	1	0	1**	uChar 8 位	0	254	100	请参阅 5.8.1 “诊断寄存器”
1006	ISM 设置 SIP 温度	1	0	1**	uChar 8 位	90	130	115	请参阅 5.8.1 “诊断寄存器”
1008	ISM 设置高压灭菌计数器最大值	1	0	1**	uChar 8 位	0	254	0	请参阅 5.8.1 “诊断寄存器”
1020	ISM 设置计数器代码	1	0	1	uChar 8 位	0x01	0x07	0x01	请参阅 “计数器代码”
1022	ISM 设置计数器写入结果代码	1	0	-	uChar 8 位	不适用	不适用	0x00	请参阅 “WriteResult 代码”

寄存器		访问级别			用于可写入寄存器			备注	
启动寄存器	名称	计数	读取	写入	类型	最小值	最大值	默认值	
1024	ISM 设置计数器重置	1	-	1	uChar 8 位	0	1	0	请参阅 “计数器重置”
1026	ISM 设置计数器递增	1	-	1	uChar 8 位	0	1	0	请参阅 “计数器递增”
校准页面									
2000	状态校准	2	0	-	无符号整数 32 位	不适用	不适用	0x01	请参阅 5.9.2 “校准状态”
2004	控制校准	1	0	1	无符号整数 16 位	0x01	0x04	0x00	请参阅 5.9.6 “校准控制”
2010	校准单位	2	0	1	无符号整数 32 位	不适用	不适用	0x00010006	请参阅 5.9.1 “校准单元”
2012	校准方法	1	0	1	uChar 8 位	不适用	不适用	0x01	请参阅 5.9.4 “校准方法”
2013	校准稳定性	1	0	1	uChar 8 位	不适用	不适用	0x01	请参阅 5.9.3 “校准稳定性”
2014	校准缓冲液组	1	0	1	无符号整数 16 位	不适用	不适用	0x01	请参阅 5.9.5 “校准缓冲液表”
2016	校准点偏移	2	0	1	浮点 32 位	请参阅 5.11 “设置校准寄存器” 以了解范围		0.0	请参阅 5.9.7 “校准点”
2018	校准点斜率	2	0	1	浮点 32 位			0.0	
2020	校准点过程	2	0	1	浮点 32 位			0.0	
2022	校准点 Point1	2	0	1	浮点 32 位			0.0	
2024	校准点第 2 个点	2	0	1	浮点 32 位			0.0	
2030	校准压力	1	0	1	无符号整数 16 位	0	16000	1013	请参阅 5.9.8 “校准选项”
2034	校准系数	2	0	1	浮点 32 位	0	9.99	2.0	
2031	校准盐度	1	0	1	无符号整数 16 位	0	99	0	
2032	校准湿度	1	0	1	uChar 8 位	0	100	50	
2033	校准补偿模式	1	0	1	uChar 8 位	0x00	0x03	0x01	

寄存器			访问级别		用于可写入寄存器			备注	
启动寄存器	名称	计数	读取	写入	类型	最小值	最大值	默认值	
2034	校准系数	2	0	1	浮点 32 位	0	9.99	2.0	
2040	检查偏移	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	0.0	请参阅 5.9.9 “校准斜率和偏移”
2042	检查斜率	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	0.0	
2044	ORP 偏移	2	0	-	浮点 32 位	不适用	不适用	0.0	
2050	校准日期	2	0	1	无符号整数 32 位	0x01012019	0x31122099	0x01012019	请参阅 5.9.10 “校准日期和时间”
2052	校准时间	1	0	1	无符号整数 16 位	0x0000	0x2359	0x0101	
M80 SM 设置页面									
3096	设备地址	2	0	2*	无符号整数 16 位	1	247	1	请参阅 “设备地址”
3098	地址限制最小值	2	0	-	无符号整数 16 位	不适用	不适用	1	
3100	地址限制最大值	2	0	-	无符号整数 16 位	不适用	不适用	247	
3102	波特率	2	0	2*	无符号整数 16 位	2	7	5	请参阅 “波特率”
3104	波特率限制最小值	2	0	-	无符号整数 16 位	不适用	不适用	2	
3106	波特率限制最大值	2	0	-	无符号整数 16 位	不适用	不适用	7	
3108	Uart Modbus 模式	1	0	2*	uChar 8 位	0	5	0	请参阅 “Modbus 模式”
3288	设置用户级别	4	0	0	不适用	不适用	不适用	0x0000 0x0003, 0x0000 0x0000	请参阅 “设置用户级别” 和 “用户级别代码”
3292	更改用户级别密码	4	-	2*	不适用	不适用	不适用	0x0000 0x0003, 0x00A0 0xB700	请参阅 “更改密码”
3300	设备重启	1	-	2	uChar 8 位	0	1	0	请参阅 5.12 “设备重启”
3999	解锁 M80 SM EEPROM	1	0	0	无符号整数 16 位	0x00	0xffff	0	请参阅 2.10.1 “EEPROM 锁定”
M80 SM 状态									
6000	M80 SM 状态	2	0	-	无符号整数 32 位	不适用	不适用	0x0000 0000	请参阅 7.1 “M80 SM 状态”
6002	状态的扩展码	2	0	-	无符号整数 32 位	不适用	不适用	0x0000 0000	请参阅 7.2 “状态的扩展码”

4.2 传感器类型

传感器	传感器代码	注释
M80 SM 1W pH	0x0100	支持 InPro 2XXXi 和 InPro 3XXXi 传感器
M80 SM 1W CO ₂	0x0101	支持 InPro 5000i
M80 SM 1W DO	0x0102	支持 InPro 6850i
M80 SM 1W 电导率	0x0103	支持 InPro 7100i

更改传感器类型时：

- 测量通道单元（寄存器 120 至 126）将根据传感器类型重置为默认值（请参阅 4.3 “[测量通道单元](#)”）。
- 诊断设置参数（寄存器 1000 至 1008）将切换至所选传感器的存储值（请参阅 5.8.1 “[诊断寄存器](#)”）。

4.3 测量通道单元

4.3.1 pH 传感器的测量单位

pH 单位	单位代码	注释
DLI	0x0001'0000	
ACT	0x0001'0001	
TTM	0x0001'0002	
温度 °C	0x0001'0003	
温度 °F	0x0001'0004	
温度 K	0x0001'0005	开氏度(K) = 273.15+摄氏度(T)
pH 值 pH	0x0001'0006	
pH 值 ORP	0x0001'0007	
阻抗玻璃 MOhm	0x0001'0008	
基准电阻 kOhm	0x0001'0009	
pH 值 mV	0x0001'000A	
pH 值 V	0x0001'000B	

测量通道	默认单位	默认单位代码
第一个测量通道	pH 值 pH	0x0001'0006
第二个测量通道	温度 °C	0x0001'0003
第三个测量通道	DLI	0x0001'0000
第四个测量通道	ACT	0x0001'0001

其他测量参数如下所示（无法在 M80 SM 中访问）：

pH 传感器参数	值	注释
STC	0.0	变送器中的固定值
参比温度	25.0	变送器中的固定值
IP	不适用	传感器连接时从传感器中取出

4.3.2 DO 传感器的测量单位

单位 DO	单位代码	注释
DLI	0x0002'0000	
ACT	0x0002'0001	
TTM	0x0002'0002	
温度 °C	0x0002'0003	
温度 °F	0x0002'0004	
温度 K	0x0002'0005	开氏度(K) = 273.15+摄氏度(T)
O ₂ 部件。压力 mbar	0x0002'0006	
O ₂ 部件。压力 hPa	0x0002'0007	
O ₂ 部件。压力 mmHg	0x0002'0008	
%空气饱和度	0x0002'0009	
% O ₂ 浓度	0x0002'000A	
ppm 浓度	0x0002'000B	
ppb 浓度	0x0002'000C	
ppt 浓度	0x0002'000D	
DO 浓度 g/l	0x0002'0010	
DO 浓度 mg/l	0x0002'0011	
DO 浓度 µg/l	0x0002'0012	
过程压力	0x0002'0013	
Amperom。电流 µA	0x0002'0014	
Amperom。电流 nA	0x0002'0015	

测量通道	默认单位	默认单位代码
第一个测量通道	%空气饱和度	0x0002'0009
第二个测量通道	温度 °C	0x0002'0003
第三个测量通道	DLI	0x0002'0000
第四个测量通道	TTM	0x0002'0002

其他测量参数如下所示（无法在 M80 SM 中访问）：

DO 传感器参数	值	注释
盐度	0.0	有关详细信息，请参阅 5.6

4.3.3 CO₂ 传感器的测量单位

CO ₂ 单位	单位代码	注释
DLI	0x0003'0000	
ACT	0x0003'0001	
TTM	0x0003'0002	
温度 °C	0x0003'0003	
温度 °F	0x0003'0004	
温度 K	0x0003'0005	开氏度(K) = 273.15+摄氏度(T)
CO ₂ 部分。压力 mbar	0x0003'0006	
CO ₂ 部分。压力 hPa	0x0003'0007	
CO ₂ 部分。压力 mmHg	0x0003'0008	
% O ₂ 浓度	0x0003'0009	
CO ₂ 浓度 mg/l	0x0003'000A	
CO ₂ UpH mV	0x0003'000C	

测量通道	默认单位	默认单位代码
第一个测量通道	CO ₂ 部分。压力 hPa	0x0003'0007
第二个测量通道	温度 °C	0x0003'0003
第三个测量通道	CO ₂ UpH mV	0x0003'000C
第四个测量通道	DLI	0x0003'0000

其他测量参数如下所示（无法在 M80 SM 中访问）：

CO ₂ 传感器参数	值	注释
HCO ₃	不适用	传感器连接时从传感器中取出
盐度	不适用	有关详细信息，请参阅 5.6

4.3.4 电导率传感器的测量单位

电导率单位	单位代码	注释
温度 °C	0x0005'0003	
温度 °F	0x0005'0004	
温度 K	0x0005'0005	开氏度(K) = 273.15+摄氏度(T)
电阻率 Ω-cm	0x0005'0006	
电阻率 MΩ-cm	0x0005'0007	
电阻率 kΩ-cm	0x0005'0008	
电导率 S/cm	0x0005'0009	
电导率 mS/cm	0x0005'000A	
电导率 uS/cm	0x0005'000B	
电导率 nS/cm	0x0005'000C	
电导率 S/m	0x0005'000D	
电导率 mS/m	0x0005'000E	
电导率 uS/m	0x0005'000F	
电导率 nS/m	0x0005'0010	
TDS(CaCO ₃) ppm	0x0005'0011	
TDS(CaCO ₃) ppb	0x0005'0012	
TDS(CaCO ₃) ppk	0x0005'0013	
TDS(NaCl) ppm	0x0005'0014	
TDS(NaCl) ppb	0x0005'0015	
TDS(NaCl) ppk	0x0005'0016	
%H ₂ SO ₄ Zone 1	0x0005'0017	
%HCl Zone1	0x0005'0018	
%NaOH Zone1	0x0005'0019	
%NaCl	0x0005'001A	
%HNO ₃ Zone1	0x0005'001B	
%H ₃ PO ₄	0x0005'001C	

测量通道	默认单位	默认单位代码
第一个测量通道	电导率 mS/cm	0x0005'000A
第二个测量通道	温度 °C	0x0005'0003
第三个测量通道	电阻率 Ω-cm	0x0005'0006
第四个测量通道	温度 °F	0x0005'0004

4.4 用户端固件版本

此版本数据使用以下格式实现为16个字符的ASCII字符串：

`##.##.##`

第一组和第二组只有一个数字。第三组和第四组具有固定的两位数，剩余空间必须用空格填充(ASCII 0x20)。

只允许将空格作为“尾部空格”来填写字段的其余部分。版本部分不得使用空格。此外，不允许用零填充版本号。请参见下面的示例，了解进一步的说明。

组的含义如下：

第一组	主要版本号 (0 – 9) 指代产品代或类似内容。
第二组	次要版本号 (0 – 9) 指代有功能变化的版本。
第三组	漏洞修复版本 (0 – 99) 无功能更改，只修复漏洞或进行其他修正。
第四组	版本号 (0 – 99) 存储库修订号或版本号。

4.4.1 示例

在以下示例中，空格字符(ASCII 0x20)由□符号表示。

有效版本：

0.0.00.01□□□□□□□□

1.1.01.02□□□□□□□□

无效版本：

1.□0.□0.□□□□□□□0

1.0.0.0□□□□□□□□

5 执行操作的详细说明 Modbus 寄存器

5.1 用户级别和密码

用户级别 1 或 2 可通过用密码登录进行选择。每个访问级别的密码均可由用户更改。

设置用户级别

要更改或检查用户级别，写入或读取相对寄存器编号 3288：

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1/2	寄存器 3/4	读取	写入
3288	4	用户级别代码	密码	0	0
示例		0x0000、 0x0030	0x00F4、 0x79CE		

所选用户级别保持激活状态，直到 M80 SM 下次断电。通电后，用户级别 0 将激活。无效的登录尝试将被放弃，并保留当前用户级别。

更改用户级别的密码

要更改用户级别的密码，写入相对寄存器编号 3292：

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1/2	寄存器 3/4	读取	写入
3292	4	用户级别代码 (十六进制)	密码 (十六进制)	-	2
示例		0x0000、0x0030	0x1905、 0x0202		

无效的用户级别设置（用户级别代码错误）将被丢弃，并且不会更改密码。通过读取用户级别检查有效密码。

注意：如果用户级别代码错误，则将返回错误代码 0x03。

5.2 Modbus 寄存器偏移

默认情况下，Modbus 寄存器偏移定义为 0。如有必要，此偏移可更改为 0...65535 范围内的任何数字。

要更改或检查 Modbus 寄存器偏移，写入或读取绝对寄存器编号 0000：

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1/2	数据类型	读取	写入
0000	1	Modbus 寄存器偏移	uint16	0	2
示例		999（寄存器#1 的十六进制值： 0x03E7）	-		

5.3 配置 RS485 接口

RS485 接口的出厂设置如 M80 SM 中实施的第 2.3 章“协议定义”中所述。设备地址、波特率和 UART 模式均可调整，以满足您的安装需求。

在关闭设备电源之前，请重新读取新设置，以验证这些设置。下次重启后，设置将生效，如果出错，则无法进行进一步通信。

设备地址

默认情况下，设备地址设置为 1。通过读取相对寄存器 3098 和 3100，可评估有效地址范围。通过写入寄存器 3096，设备地址可以更改为此范围内的任意数字：

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1/2	数据类型	读取	写入
3096	2	设备地址	uint16	0	2
3098	2	最小地址	uint16	0	–
3100	2	最大地址	uint16	0	–

请注意：

如果 Modbus 帧中收到的“从属地址”与“设备地址”不同，则 M80 SM 不会响应。

波特率

默认情况下，波特率设置为 38400。相对寄存器 3104 和 3106 报告波特率限制。可通过写入寄存器 3102 将波特率更改为此范围内的任意数字：

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1/2	数据类型	读取	写入
3102	2	波特率代码（无符号整数）	uint16	0	2
3104	2	最小波特率代码（无符号整数）	uint16	0	–
3106	2	最小波特率代码（无符号整数）	uint16	0	–

波特率用十进制码表示：

波特率	4800	9600	19200	38400	57600	115200
代码	2	3	4	5	6	7

Modbus 模式

默认情况下，该模式设置为 8 位数据、无奇偶校验、1 个停止位（8、无、1）。

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
3108	1	模式	uChar8	0	2

可能的值：

0x0000	0x0001	0x0002	0x0003	0x0004	0x0005
8、无、1	8、无、2	8、偶数、1	8、偶数、2	8、奇数、1	8、奇数、2

5.4 测量值页面

5.4.1 测量通道寄存器

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
100 102 104 106	2	从传感器读出第一个、第二个、第三个和第四个测量通道的测量值。 如果测量值超出范围、低于范围或无效，则输出以下值： 超出范围：信息 低于范围：-信息 无效：NaN 请参阅 4.3 “测量通道装置” 中每次测量的下限和上限值	Float32	0	-

连接正确的传感器时，测量通道寄存器可用，在以下情况下，输出值无效(NaN)：

- 传感器断开连接。
- 连接了错误的传感器。

校准测量值

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1-2	数据类型	读取	写入
128	2	此寄存器是校准期间“校准单位”的测量值。校准期间可以轮询获取校准值，但无法写入。	Float32	0	-

注意：只有当校准状态为“正在校准”时，“校准测量值”输出才可用，否则“校准测量值”无效(NaN)。

校准单位

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1-2	数据类型	读取	写入
130	2	此寄存器应与 Reg2010 “校准单元”相同，无法写入。	ulnt32	0	-

5.4.2 测量通道装置寄存器

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
120 122 124 126	2	第一个、第二个、第三个和第四个测量通道的设置测量通道装置。无符号整数 32 位。请参阅 3.4.1 “相应传感器类型的测量通道装置”。要永久更改通道装置，请先解锁 EEPROM。	uint32	0	0

注意：通道单元必须与相连的传感器类型相对应，否则将返回错误代码 0x03。

5.4.3 传感器类型寄存器

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
336	1	M80 SM 上所连传感器的设置类型。无符号整数 16 位值。请参阅 2.2 “用于传感器特定编码的传感器类型”。要永久更改传感器类型，请先解锁 EEPROM。	uint16	0	0

5.4.4 测量和校准用滤波器

对于所有测量通道装置，滤波器均为“无”（对寄存器 100、102、104 和 106 无求平均值、无滤波）。

对于校准测量单位，滤波器为“高”（寄存器 128 的 10 点移动平均数）。

5.5 变送器和传感器信息页面

5.5.1 变送器信息页面

部件号

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1-8	数据类型	读取	写入
280	8	对于 M80 SM，部件号为“30530566”。用字符串表示的值。	字符串	0	-

对于字符串解释，可以使用以下链接下的工具：
<http://www.unit-conversion.info/texttools/hexadecimal/>

序列号

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1-8	数据类型	读取	写入
312	8	SN 类似于“6482513”。	字符串	0	-

制造商

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
320	8	目前固定为“梅特勒托利多”。	字符串	0	-

请注意：对于部件号、序列号和制造商：

如果字符串长度未达到最大计数，其余数据用“0x20”填充。

5.5.2 传感器信息页面**物品编号**

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
380	4	这是传感器第 0 页中的部件号，如“52005377”	字符串	0	-

序列号

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
412	4	这是传感器第 0 页中的序列号，如“9302271”	字符串	0	-

传感器名称

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
436	8	这是传感器第 2 页中的传感器名称，如“lnPro3253i”	字符串	0	-

固件版本

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
444	9	这是传感器第 15 页中的“传感器固件版本”，如“FW 5.2.4-133”	字符串	0	-

请注意：对于物品编号、序列号、传感器名称和固件版本

1. 如果传感器断开，“0x20”将填充到此寄存器。
2. 如果连接了错误的传感器，则将返回实际值。
3. 如果字符串长度未达到最大计数，其余数据用“0x20”填充。

5.6 M80 SM 传感器参数页面

过程压力

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
340	1	<p>单位为 mbar，仅用于测量。 它同时用于 DO 和 CO₂ 传感器。</p> <p>对于 DO 传感器，固定值 1013 mbar 设置为寄存器 340，稍后可更改，但它不会保存到 EEPROM，即使重新连接传感器，它仍然会保留最近一次更改的值。 最大值为 16000 mbar。</p> <p>对于 CO₂ 传感器，它用于 p_{tot}（气相总压力），固定值 1000 mbar 设置在寄存器 340，稍后可更改，但它不会保存到 EEPROM，即使重新连接传感器，它仍然会保留最后更改的值。 最大值为 9999mbar。</p>	uint16	0	1

盐度

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
341	1	<p>它用于 DO 和 CO₂ 传感器。</p> <p>对于 DO 传感器，固定盐度值 0.0 会首先设置为寄存器 341，寄存器 341 稍后可更改，但不会保存到 EEPROM。（也请参阅 4.3.2），即使重新连接传感器，它仍然保留最近一次更改的值。</p> <p>对于 CO₂ 传感器，当连接传感器时，传感器的盐度值首先设置到寄存器 341，寄存器 341 稍后无法由用户更改，因此不会保存到传感器。如果用户尝试向寄存器 341 写入任何值，则会返回错误代码 0x03（请参阅 4.3.2）。</p>	uint16	0	1 用于 DO - 对于 CO ₂

注意：

1. 如果当前传感器类型不是 CO₂ 或 DO（对于 CO₂ 为 0x0101，对于寄存器 336 中的 DO 为 0x0102），则当写入“过程压力”或“盐度”时，参数不会更改，并返回错误代码 0x03。
2. 如果当前传感器类型不是 CO₂ 或 DO（对于 CO₂ 为 0x0101，对于寄存器 336 中的 DO 为 0x0102），则当读取“过程压力”或“盐度”时，将返回默认值（请参阅 4.1）。
3. 当传感器类型为 CO₂ 时，但传感器未连接。如果读取了“盐度”，则将返回默认值（请参阅 4.1）。

5.6.1 参数设置页面 – DO 传感器

极化电压

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
370	1	单位为 mV。 它是 DO 传感器的极化电压。整数 16 位值 它同时用于 U_{meas} 和 U_{cal}	Int16	0	1**

注意：

1. 如果当前传感器类型不是 DO（对于寄存器 336 中的 DO 为 0x0102），则当写入“极化电压”时，参数不会更改，并返回错误代码 0x03。
2. 如果当前传感器类型不是 DO（对于寄存器 336 中的 DO 为 0x0102），则当读取“极化电压”时，将会返回默认值。

5.6.2 参数设置页面 – 电导率传感器

补偿模式寄存器

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
390	1	它是电导率传感器的补偿模式。 用于第一个测量通道	uChar8	0	1**
391	1	它是电导率传感器的补偿模式。 用于第二个测量通道	uChar8	0	1**
392	1	它是电导率传感器的补偿模式。 用于第三个测量通道	uChar8	0	1**
393	1	它是电导率传感器的补偿模式。 用于第四个测量通道	uChar8	0	1**

补偿模式

它仅对单位 $\Omega\text{-cm}$ （包括其他单位范围）、 S/cm （包括其他单位范围）、 S/m （包括其他单位范围）、TDS NaCl 和 TDS CaCO_3 有影响。

补偿模式	补偿代码
无	0x0000
标准（默认）	0x0001
线性 25°C	0x0002
线性 20°C	0x0003

系数

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1-2	数据类型	读取	写入
394	2	它是电导率传感器的系数。 它仅对线性 25°C 或线性 20°C 的补偿有效 单位为%/°C。 用于第一个测量通道	Float32	0	1**
396	2	它是电导率传感器的系数。 它仅对线性 25°C 或线性 20°C 的补偿有效 单位为%/°C。 用于第二个测量通道	Float32	0	1**
398	2	它是电导率传感器的系数。 它仅对线性 25°C 或线性 20°C 的补偿有效 单位为%/°C。 用于第三个测量通道	Float32	0	1**
400	2	它是电导率传感器的系数。 32 位浮点值 它仅对线性 25°C 或线性 20°C 的补偿有效 单位为%/°C。 它用于第四个测量通道	Float32	0	1**

注意：

1. 如果当前传感器类型不是电导率（在寄存器 336 中 0x0103 是为电导率），则当写入“补偿模式”或“系数”时，参数不会更改，并返回错误代码 0x03。
2. 如果当前传感器类型不是电导率（对于寄存器 336 中的电导率为 0x0103），则当读取“补偿模式”或“系数”时，将会返回默认值。

5.7 诊断值页面

当连接正确的传感器时，可使用 DLI（动态使用寿命指示器）、ACT（自适应校准计时器）、TTM（维护时间）、CIP（原位清洗）、SIP（原位消毒）和高压灭菌计数器。在以下情况下，这些值将输出为无效值（浮点 32 位为“NaN”，或 ulnt16bit 为“0xFFFF”）：

- 传感器未连接。
- 连接了错误的传感器。
- 传感器不支持诊断值。（例如，电导率传感器不支持高压灭菌计数器）。

DLI

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
200	2	获得 DLI 计数器值。	Float32	0	–

ACT

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
202	2	获得 ACT 计数器值。	Float32	0	–

TTM

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
204	2	获得 TTM 计数器值	Float32	0	–

CIP

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
206	1	获得 CIP 计数器值。	ulnt16	0	–

SIP

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
208	1	获得 SIP 计数器值。	ulnt16	0	–

高压灭菌计数器

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
210	1	获得高压灭菌计数器值。	ulnt16	0	–

标记断开连接的传感器

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
98	1	获取传感器连接状态值。 0：表示传感器已连接 1：表示传感器已断开 寄存器 98 的功能与寄存器 218 相同。	uChar8	0	-
218	1		uChar8	0	-

标记错误传感器

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
99	1	获取传感器识别状态值。 只有当传感器连接时，此标记才可用，如下所示： 0：连接的传感器与寄存器 336 中的传感器类型相同。 1：连接的传感器类型与寄存器 336 中的传感器类型不同。 请注意：如果传感器断开连接，该值默认为 0。 寄存器 99 的功能与寄存器 219 相同。	uChar8	0	-
219	1		uChar8	0	-

5.8 诊断设置页面

5.8.1 诊断寄存器

每个传感器类型都有一组存储在 EEPROM 中的诊断设置值。更改传感器类型时，诊断设置值也会切换到该传感器的集合。

设置最大 CIP 计数器

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
1000	1	设置 CIP 计数器最大值	uChar8	0	1

设置 CIP 温度

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
1002	1	设置 CIP 计数器温度。值 [°C]	uChar8	0	1

设置最大 SIP 计数器

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
1004	1	设置 SIP 计数器最大值。	uChar8	0	1

设置 SIP 温度

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
1006	1	设置 SIP 计数器温度。值 [°C]	uChar8	0	1

设置最大高压灭菌计数器

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
1008	1	设置高压灭菌计数器最大值。 电导率传感器不具有高压灭菌计数器功能。 当传感器类型为电导率（寄存器 336 为 0x0103）时，如果写入高压灭菌计数器，则返回 0x03。	uChar8	0	1

注意：

1. 如果未连接传感器或连接了错误的传感器或不支持传感器（例如，电导率传感器不支持最大高压灭菌计数器），当读取“最大 CIP”、“CIP 温度”、“最大 SIP”、“SIP 温度”或“最大高压灭菌计数器”时，则返回“0xFFFF”。
2. 如果未连接传感器或连接了错误的传感器，则在写入“最大 CIP”、“CIP 温度”、“最大 SIP”、“SIP 温度”或“最大高压灭菌计数器”时，将返回错误代码 0x03。

5.8.2 诊断计数器的操作

诊断计数器可修改。要修改诊断计数器，通过将所需计数器代码写入寄存器 1020，即可选择待修改的计数器。

计数器代码

可用计数器	代码
SIP	0x01
CIP	0x02
高压灭菌	0x03
ACT	0x05
DLI	0x06
TTM	0x07

设置计数器代码

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
1020	1	设置 ISM 计数器代码 除了“可用计数器”之外，写入错误代码将返回错误代码 0x03。	uChar8	0	1

操作的状态显示在 ISM 设置计数器写入结果代码寄存器 1022 中。

此状态用于“计数器重置”（寄存器 1024）和“计数器递增”（寄存器 1026）。进行任何操作之前，此寄存器应处于空闲状态。下表显示了寄存器 1022 可用的可能状态代码。

写入结果代码

寄存器 1022 的状态 ISM 操作	代码	注释
空闲状态	0x00	
正在进行计数器重置	0x01	当前操作未完成时
重置计数器失败	0x02	
此传感器不允许使用计数器	0x80	
计数器重置无传感器存在	0x81	
计数器重置错误代码	0x82	
计数器重置忙	0x83	在当前操作未完成时开始另一个操作

请注意：

读取“写入结果代码”时，变送器将检查是否存在“此传感器不允许使用计数器”或“计数器重置无传感器存在”的情况。

如果“是”：

代码 0x80 或 0x81（优先级：0x81 > 0x80）设置到变送器。

如果“否”：

- 1) 如果正在进行“重置”或“递增”操作，则返回代码 0x01 或 0x83 中的一个。
- 2) 如果“重置”或“递增”操作刚刚完成，则返回代码 0x00 或 0x02 中的一个，之后“写入结果代码”重置为 0x00。
- 3) 如果不是 1)或 2)，则返回代码 0x00。

计数器操作的读取状态

寄存器		寄存器使用情况	访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	读取	写入
1022	1	ISM 设置计数器写入结果代码	0	-

如果寄存器 1022 中的计数器状态为非工作时间，则先前通过寄存器 1020 选择的计数器可通过将 0x01 写入寄存器 1024 进行重置，或通过将 0x01 写入寄存器 1026 进行递增。

注意：并非所有计数器都可以递增，有些只能按如下方式重置。

操作	传感器类型
CIP 重置	CO ₂ 、DO、电导率
SIP 重置	CO ₂ 、DO、电导率
DLI 重置	DO
TTM 重置	pH、CO ₂ 、DO
高压灭菌器重置	CO ₂ 、DO
高压灭菌器递增	pH、CO ₂ 、DO

设置计数器重置

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
1024	1	ISM 设置计数器重置 1：用于启动重置过程 写入除 1 以外的其他值将返回错误代码 0x03	uChar8	-	1

设置计数器递增

寄存器		寄存器使用情况	数据类型	访问用户级别	
开始	计数			读取	写入
1026	1	寄存器 1 ISM 设置计数器递增 1: 用于启动递增过程, 写入除 1 以外的其他值将返回错误代码 0x03 请注意, 对于高压灭菌器递增: 1. 如果“ISM 设置高压灭菌计数器最大值”(寄存器 1008)不为 0 且仅在以下两个条件下进行, 则可以进行高压灭菌器递增操作, 否则“写入结果代码”将为“此传感器不允许使用计数器”(如果尝试递增高压灭菌计数器)。 情况 1: 已连接新传感器。 情况 2: 在变送器电源打开的情况下重新连接同一传感器。 2. 只有在连接传感器后才能进行高压灭菌计数器递增操作, 否则, 如果在首次使用后尝试递增高压灭菌计数器, “写入结果代码”将为“此传感器不允许使用计数器”。	uChar8	—	1

在将 0x01 写入寄存器 1024 或 1026 之后, 可以如上所述在读取寄存器 1022 时监控写入过程。

5.9 校准页面

M80 SM 校准采用标准程序完成, 所有传感器的校准程序相同。因此, 该程序只需执行一次。校准另一个传感器时, 仅校准寄存器的设置会发生更改。

下面是一个完整的 pH 校准程序示例(5.10)。对于所有其他校准, 除“设置校准寄存器”设置框外, 程序保持不变。此框在第 5.11 章和后面部分中解释。

此外, 在校准示例之后的表格中还对错误和状态寄存器的含义进行了解释。

5.9.1 校准单元

传感器	单元	代码
pH	pH	0x00010006
pH	ORP	0x00010007
DO	%Air	0x00020009
DO	ppm	0x0002000B
DO	ppb	0x0002000C
DO	mg/l	0x00020011
DO	µg/l	0x00020012
DO	%O ₂	0x0002000A
DO	mbar	0x00020006
CO ₂	pH	0x0003000F
CO ₂	hPa	0x00030007
CO ₂	mbar	0x00030006
CO ₂	mmHg	0x00030008
CO ₂	%CO ₂	0x00030009
CO ₂	mg/l	0x0003000A
电导率	Ω-cm	0x00050006
电导率	MΩ-cm	0x00050007
电导率	kΩ-cm	0x00050008
电导率	S/cm	0x00050009
电导率	MS/cm	0x0005000A
电导率	uS/cm	0x0005000B
电导率	nS/cm	0x0005000C

请注意：

当将 0x0001（开始校准）/0x0005（开始校准测量）设置为寄存器 2004 或获取“校准状态”值时，将检查“校准单元”，有关详细信息，请参阅 5.9.2。

5.9.2 校准状态

校准状态	全部/RO
空闲状态	0x0000'0001
校准已完成	0x0000'0002
正在执行校准	0x0000'0004
可随时检查校准	0x0000'0008
校准写入数据正在进行	0x0000'0010
是否是校准等待下一个点	0x0000'0020
备件	0x0000'0040
未完成校准	0x0000'0080
无传感器	0x0000'0100
传感器类型错误	0x0000'0200
校准单位错误	0x0000'0400
校准方法错误	0x0000'0800
校准稳定性错误	0x0000'1000
校准缓冲液错误	0x0000'2000
校准点错误（超出编辑范围）	0x0000'4000
稳定性超时 300s	0x0000'8000
没有要写入的校准数据	0x0001'0000
校准超出限值，是否继续？	0x0002'0000
写入错误	0x0004'0000
备件	0x0008'0000
缓冲液识别失败	0x0010'0000
备件	0x0020'0000
(pH) 2pnt 校准校准点之间的差值 < 60 mV	0x0040'0000
备件	0x0080'0000
备件	0x0100'0000
备件	0x0200'0000
备件	0x0400'0000
备件	0x0800'0000
备件	0x1000'0000
备件	0x2000'0000
(电导率) 校准补偿错误	0x4000'0000
(电导率) 校准系数错误	0x8000'0000

备注：要根据下表获得要检查的每个寄存器的校准状态，必须首先检查从属寄存器（例如，对于寄存器 2012，必须预先检查寄存器 218 和 219）。

只有所有从属寄存器（见下表）通过检查时，寄存器才会根据其自身的通过条件自行进行检查。如果其中一个从属寄存器发生故障，则不会检查该寄存器本身，仅显示从属寄存器故障的错误消息。

索引	要检查的寄存器		从属	通过条件	要设置的校准状态	错误位
0	218	标记断开连接的传感器	不适用	值为 0	无传感器	0x0000'0100
1	219	标记错误传感器	不适用	值为 0	传感器类型错误	0x0000'0200
2	2010	校准单位	索引#1	查看 5.9.1, 了解指定传感器支持的校准单元	校准单位错误	0x0000'0400
3	2012	校准方法	索引#1 和#2	查看 5.9.4, 了解指定传感器支持的校准方法	校准方法错误	0x0000'0800
4	2013	校准稳定性	索引#1 和#2	查看 5.9.3, 了解指定传感器支持的校准稳定性	校准稳定性错误	0x0000'1000
5	2014	校准缓冲液组	索引#1 和#2	查看 5.9.5, 了解指定传感器支持的校准缓冲液表 如果传感器不使用该缓冲液表, 则不会对其进行检查	校准缓冲液错误	0x0000'2000
6	2033	校准补偿模式	索引#1 和#2	补偿模式为“无”、“标准”、“线性 25°C”或“线性 20°C”	(电导率) 校准补偿错误	0x4000'0000
7	2034	校准系数	索引#1 和#2 和#6	1.只有当补偿模式为“线性 25°C”或“线性 20°C”时, 才会检查“校准系数” 2.校准系数范围为 0~9.99	(电导率) 校准系数错误	0x8000'0000
8	2016	校准点偏移	索引#1 和#2 和#3	1.对于单位 pH1 点校准, 如果“校准缓冲液组”不是“无”, 则不会检查此寄存器 2.校准点值在“校准单元”范围内, 有关详细信息, 请参阅 5.9.7	校准点错误 (超出编辑范围)	0x0000'4000
9	2018	校准点斜率	索引#1 和#2 和#3	1.对于单位 pH1 点校准, 如果“校准缓冲液组”不是“无”, 则不会检查此寄存器 2.校准点值在“校准单元”范围内, 有关详细信息, 请参阅 5.9.7	校准点错误 (超出编辑范围)	0x0000'4000
10	2020	校准点过程	索引#1 和#2 和#3	校准点值在“校准单元”范围内, 有关详细信息, 请参阅 5.9.7	校准点错误 (超出编辑范围)	0x0000'4000
11	2022	校准点 Point1	索引#1 和#2 和#3	1.对于单元 pH 两点校准, 如果“校准缓冲液组”不是“无”, 则不会检查此寄存器 2.校准点值在“校准单元”范围内, 有关详细信息, 请参阅 5.9.7	校准点错误 (超出编辑范围)	0x0000'4000
12	2024	校准点第 2 个点	索引#1 和#2 和#3	1.对于单元 pH 两点校准, 如果“校准缓冲液组”不是“无”, 则不会检查此寄存器 2.校准点值在“校准单元”范围内, 有关详细信息, 请参阅 5.9.7	校准点错误 (超出编辑范围)	0x0000'4000

如果未达到所检查项目的“通过条件”，则将在“校准状态”中设置“错误位”。

请注意：

可显示以下“校准状态”：

- 1) 当用户将要进行校准时，第一步是将所有校准参数设置为与校准相关的寄存器（请参见下表）。

2010	校准单位
2012	校准方法
2013	校准稳定性
2014	校准缓冲液组
2016	校准点偏移
2018	校准点斜率
2020	校准点过程
2022	校准点 Point1
2024	校准点第 2 个点
2030	校准压力
2031	校准盐度
2032	校准湿度
2033	校准补偿模式
2034	校准系数
2040	检查偏移
2050	校准日期
2052	校准时间

第二步是检查所有校准参数的设置是否正确。通常，用户会读取寄存器 2000（校准状态），如果所有参数设置正确，则寄存器 2000 的值将为 0x00000001。如果一个或多个参数设置不正确（包括“无传感器”情况），寄存器 2000 的值将更改为下表中的状态之一：

校准状态	全部/RO
无传感器	0x0000'0100
传感器类型错误	0x0000'0200
校准单位错误	0x0000'0400
校准方法错误	0x0000'0800
校准稳定性错误	0x0000'1000
校准缓冲液错误	0x0000'2000
校准点错误（超出编辑范围）	0x0000'4000
（电导率）校准补偿错误	0x4000'0000
（电导率）校准系数错误	0x8000'0000

例如，如果用户要执行 pH 校准，但将 %Air (0x00020009) 设置为寄存器 2010 的“校准单元”，且其他寄存器设置正确，则如果读取了寄存器 2000，则该值将为 0x00000400，这意味着设置了错误的校准单位。

- 2) 在校准循环期间（在利用“开始校准”（0x0001）或“开始校准测量”（0x0005）设置“校准控制”寄存器 2004 后）：

如果校准成功（“校准状态”不包含寄存器 2000 中的“未完成校准”（0x00000080），则下列代码之一将被设置为寄存器 2000：

校准状态	全部/RO
校准已完成	0x0000'0002
正在执行校准	0x0000'0004
可随时检查校准	0x0000'0008
校准写入数据正在进行	0x0000'0010
是否是校准等待下一个点	0x0000'0020

首次读取“校准控制”寄存器 2000 时，如果“校准状态”为“未完成校准”（0x00000080），则将以下代码之一设置为寄存器 2000：

校准状态	全部/RO
无传感器	0x0000'0100
稳定性超时 300s	0x0000'8000
没有要写入的校准数据	0x0001'0000
写入错误	0x0004'0000
缓冲液识别失败	0x0010'0000
校准点之间的 (pH) 2pnt 校准差值 < 60 mV	0x0040'0000

请注意：在第二次读出“校准控制”之前，变送器仍处于校准状态。然后代码 0x00000001 被设置，这意味着当前状态处于空闲状态。

5.9.3 校准稳定性（偏移控制，不用于过程校准）

说明	值	pH	CO2	DO	电导率
手动	0x01				
低	0x02	1.25 mV*	1.25 mV*	NA	NA
中	0x04	0.8 mV*	0.8 mV*	NA	NA
严格	0x08	0.4 mV*	0.4 mV*	NA	NA
Auto	0x10	NA	NA	测量值/256**	NA

* 300 秒超时内的 20 秒稳定间隔

** 300 秒超时内的 60 秒稳定间隔

请注意：

当将 0x0001（开始校准）/0x0005（开始校准测量）设置为寄存器 2004 或获取“校准状态”值时，将检查“校准稳定性”，有关详细信息，请参阅 5.9.2。

5.9.4 校准方法

方法	所有/RW	注释
1 点校准偏移	0x01	用于 1 点偏移校准
1 点校准斜率	0x02	用于 1 点斜率校准
1 点过程校准偏移	0x10	用于过程偏移校准
1 点过程校准斜率	0x20	用于过程斜率校准
两点校准	0x30	用于两点校准

请注意：

当将 0x0001（开始校准）/0x0005（开始校准测量）设置到寄存器 2004 或获取“校准状态”值时，将检查“校准方法”，有关详细信息，请参阅 5.9.2。

5.9.5 校准缓冲液表

校准缓冲液表仅用于 pH 和 CO₂ 传感器校准。

类型	pH/CO ₂	注释
无	0x0001	使用寄存器 2016/2018/2020/2022/2024 获取点值
MT-9	0x0002	
MT-10	0x0004	
NIST Tech	0x0008	
NIST 标准	0x0010	
HACH	0x0020	
CIBA	0x0040	
MERCK	0x0080	
WTW	0x0100	
JIS Z 8802	0x0200	

请注意：

当将 0x0001（开始校准）/0x0005（开始校准测量）设置到寄存器 2004 或获取“校准状态”值时，将检查“校准缓冲液表”，有关详细信息，请参阅 5.9.2。

5.9.6 校准控制

校准控制	所有/RW	注释
开始校准	0x0001	用于在开始时开始校准
取消校准	0x0002	用于在校准过程中取消校准
保存校准	0x0003	用于保存校准数据至传感器
开始校准第二个点	0x0004	用于在第二个点的缓冲液准备好时启动第二个点
开始校准测量	0x0005	用于开始校准测量。在此命令之后，可读取校准测量值（寄存器 128）进行手动校准。

5.9.7 校准点

根据校准方法使用校准点寄存器，未使用的校准点寄存器将被忽略例如，如果校准方法为两点校准，则寄存器 2022 和 2024 可用，其他校准点寄存器将被忽略。

在以下寄存器中，请输入所用相应缓冲液或校准介质的物理单位值。

校准点偏移

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2016	2	它仅用于 1 点偏移校准。	Float32	0	1

校准点斜率

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2018	2	它仅用于 1 点斜率校准	Float32	0	1

校准点过程

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2020	2	它用于过程斜率和过程偏移校准	Float32	0	1

第一个校准点

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2022	2	第一个校准点。它仅用于两点校准	Float32	0	1

第二个校准点

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2024	2	第二个校准点。它仅用于两点校准	Float32	0	1

请注意：

当将 0x0001（开始校准）/0x0005（开始校准测量）设置到寄存器 2004 或获取“校准状态”值时，将检查“校准点”，有关详细信息，请参阅 5.9.2。

5.9.8 校准选项

校准压力

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2030	1	单位为 mbar 它仅用于 DO 传感器校准（%air 或 %O ₂ ）。 对于其他传感器或校准模式，寄存器的值被忽略。 目前，它始终用作 1 点校准与过程校准的压力	uInt16	0	1

校准盐度

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2031	1	单位为 g/kg 它仅用于 DO 传感器校准。对于其他传感器，寄存器的值被忽略。	uInt16	0	1

校准湿度

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2032	1	单位为 % 它仅用于 DO 传感器校准。对于其他传感器，寄存器的值被忽略。	uChar8	0	1

校准补偿模式

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2033	1	仅用于电导率传感器校准。对于其他传感器，寄存器的值被忽略。 请参阅 补偿模式	uChar8	0	1

校准系数

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2034	2	单位为 %/°C 仅用于电导率传感器校准。对于其他传感器，寄存器的值被忽略。请参阅 系数	Float32	0	1

请注意：

只有写入这些寄存器后，才能检查校准压力、校准盐度、校准湿度。

5.9.9 校准斜率和偏移

在以下情况下，“检查偏移”、“检查斜率”和“ORP 偏移”将被输出为无效值(NaN):

- 传感器未连接。
- 连接了错误的传感器。

检查偏移

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2040	2	pH 传感器单位: pH CO ₂ 传感器单位: pH DO 传感器单位: nA 电导率传感器单位: Ω-cm 当处于测量模式时（未处于校准状态）: 连接传感器时设置传感器的实际偏移值。 对于 pH 传感器，“检查偏移”始终用于 pH 单位，而不是 ORP mV 单位。 当处于校准模式时: 1. 只有成功完成校准（未保存）后，才能设置新的计算偏移值。 2. 它在校准过程中用于 pH 单位和 ORP mV 单位。 3. 对于 1 点斜率或过程斜率 pH 单位校准，在完成校准后，还设置新的计算偏移值。	Float32	0	-

检查斜率

寄存器		寄存器使用情况	数据类型	访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1		读取	写入
2042	2	pH 传感器单位: mV/pH CO2 传感器单位: mV/pH DO 传感器单位: nA 电导率传感器单位: cm ⁻¹ 当处于测量模式时（未处于校准状态）： 连接传感器时设置传感器的实际偏移值。 当处于校准模式时： 只有成功完成校准（未保存）后，才能设置新的计算斜率值。	Float32	0	-

ORP 偏移

寄存器		寄存器使用情况	数据类型	访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1		读取	写入
2044	2	此寄存器用于 pH 传感器的 mV ORP 偏移值，用户可从中读取偏移值，单位为 mV。 当处于测量模式时（未处于校准状态）： 连接传感器时设置传感器的实际偏移值。 当处于校准模式时： 此寄存器的值将不会更改。用户可以检查寄存器 2040 中新的计算偏移值。 成功完成校准（未保存）后，可将新的计算偏移值设置为此寄存器。	Float32	0	-

5.9.10 校准日期和时间

校准日期

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2050	2	格式为 DDMMYYYY（日月年），例如： 0x3009'2019 表示 2019 年 9 月 30 日。 如果日期无效，则返回错误代码 0x03。 当连接传感器时（错误传感器除外），实际校准数据中的校准日期将设置为此寄存器。	uint32	0	1

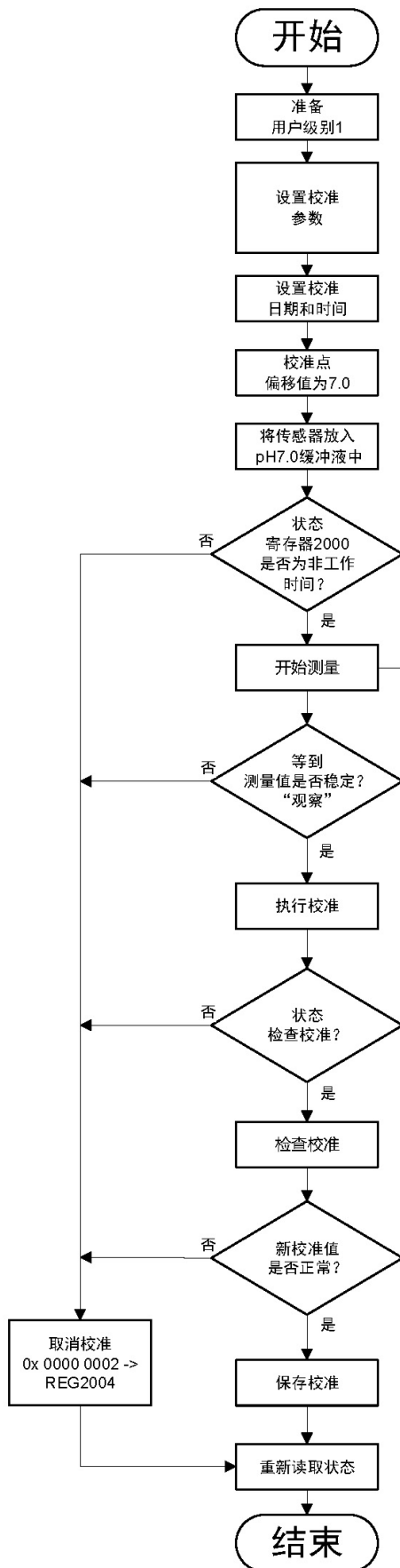
校准时间

寄存器		寄存器使用情况		访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	数据类型	读取	写入
2052	1	格式为 HHMM，例如：0x1530 表示 15h30 如果时间无效，则返回错误代码 0x03。 当连接传感器时（错误传感器除外），实际校准数据中的校准时间将设置为此寄存器。	uint16	0	1

请注意：

1. 只有写入这些寄存器时，才检查校准日期和时间。
2. 当“校准日期”设置到寄存器 2050 时，如果“校准日期”早于 2019 年 1 月 1 日或晚于 2099 年 12 月 31 日，则返回错误代码 0x03。

5.9.11 校准工作流程示例



示例:

pH- 传感器 / 偏移校正方法/

稳定性手动观察日期2019年10月25日: 09h:51m

用户级别代码	0x 0000 000C	->	寄存器3288
用户级别密码	0x 0114 5DEA	->	寄存器3290

单位	0x 0001 0006	->	寄存器2010
方法	0x 0001	->	寄存器2012
稳定性	0x 0001	->	寄存器2013
缓冲液组	0x 0001	->	寄存器2014
偏移	0x 0001	->	寄存器2014

日期	0x 2510 2019	->	寄存器2050
时间	0x 0951	->	寄存器2052

偏移	0x 40E0 0000	->	寄存器2016
----	--------------	----	---------

状态校准	“实际值”	<-	寄存器2000
------	-------	----	---------

测量	0x 0000 0005	->	寄存器2004
----	--------------	----	---------

校准测量值	“实际值”	<-	寄存器128
-------	-------	----	--------

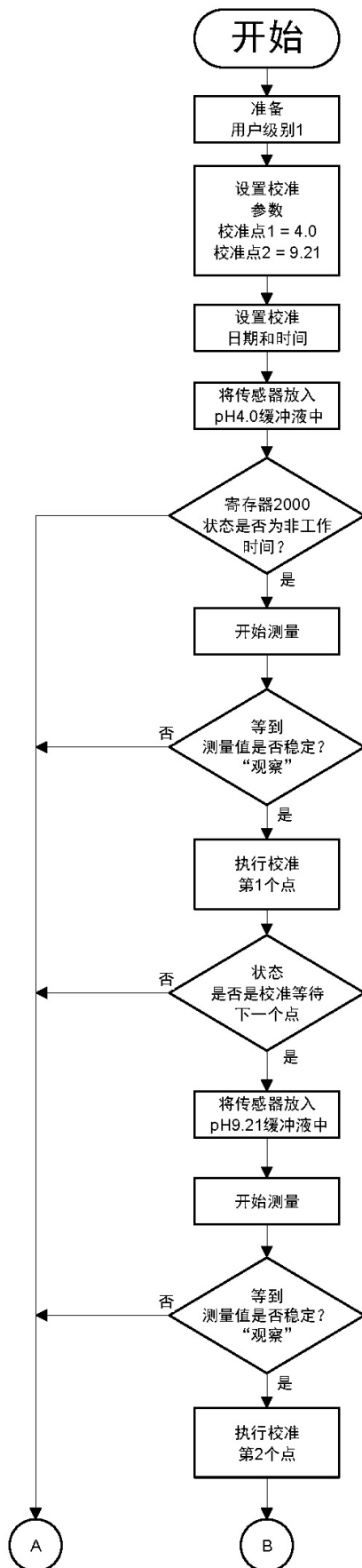
测量	0x 0000 0001	->	寄存器2004
----	--------------	----	---------

状态校准	“实际值”	<-	寄存器2000
------	-------	----	---------

检查偏移	“实际值”	<-	寄存器2040
检查斜率	“实际值”	<-	寄存器2042

保存	0x 0000 0003	->	寄存器2004
----	--------------	----	---------

状态校准	“实际值”	<-	寄存器2000
------	-------	----	---------



示例：
pH - 传感器/2点校准方法/稳定性手动观察
日期2019年10月28日：11h.15m

用户级别代码	0x 0000 000C	->	寄存器3288
用户级别PW	0x 0114 5DEA	->	寄存器3290

单位	0x 0001 0006	->	寄存器2010
方法	0x 0030	->	寄存器2012
稳定性	0x 0001	->	寄存器2013
缓冲液组	0x 0001	->	寄存器2014
第1个校准点	0x 4080 0000	->	寄存器2022
第2个校准点	0x 4113 5C29	->	寄存器2024

日期	0x 2810 2019	->	寄存器2050
时间	0x 1115	->	寄存器2052

状态校准	"实际值"	<-	寄存器2000
------	-------	----	---------

测量	0x 0000 0005	->	寄存器2004
----	--------------	----	---------

校准测量值	"实际值"	<-	寄存器128
-------	-------	----	--------

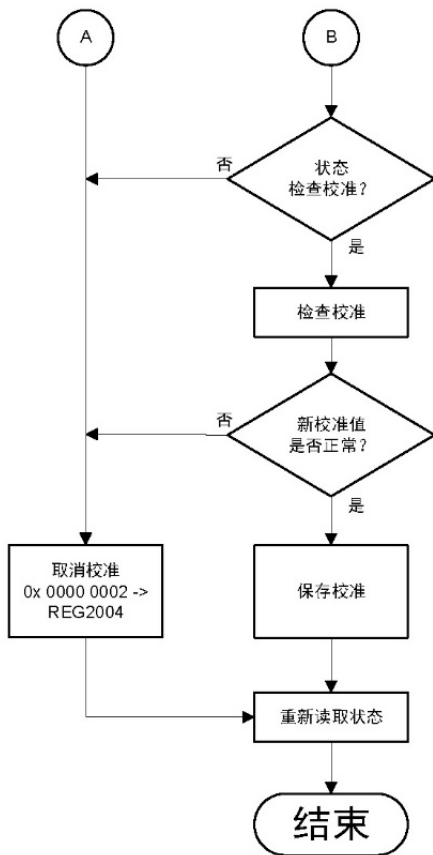
测量	0x 0000 0001	->	寄存器2004
----	--------------	----	---------

状态校准	"实际值"	<-	寄存器2000
------	-------	----	---------

测量	0x 0000 0005	->	寄存器2004
----	--------------	----	---------

校准测量值	"实际值"	<-	寄存器128
-------	-------	----	--------

测量	0x 0000 0004	->	寄存器2004
----	--------------	----	---------



状态校准 “实际值” <- 寄存器2000

检查偏移 “实际值” <- 寄存器2040
检查斜率 “实际值” <- 寄存器2042

保存 0x 0000 0003 -> 寄存器2004

状态校准 “实际值” <- 寄存器2000

5.10 pH 传感器的完整校准示例

请注意：

- 用户完成或取消校准后，校准状态为“校准完成”、“校准未完成”或其他错误消息。请再次读取校准状态寄存器（寄存器2000），以确保校准状态重置为0x01（空闲）。否则，变送器仍处于校准状态，无法写入寄存器值。在这种情况下，如果尝试将寄存器值写入变送器，则会返回错误代码0x06。
- 开始校准（开始校准测量（0x0005）或开始校准（0x0001））时，如果“校准日期”（寄存器2050）或“校准时间”（寄存器2052）无效（“校准日期”早于2019年1月1日或晚于2099年12月31日），则“校准日期”和“校准时间”将被重置为默认值。
- 如果在校准过程中未正确设置“校准控制”值，将返回错误代码0x03（非法数据值），请参阅以下条件：
 1. 当校准状态为“空闲”或校准状态为“正在执行校准”（发送“开始校准测量(0x0005)”后）时，可发送开始校准(0x0001)。
 2. 当校准状态不是“校准写入数据正在进行”时，可发送取消校准(0x0002)。
 3. 当校准状态为“可随时检查的校准”时，可发送保存校准(0x0003)。
 4. 当校准状态为“校准等待下一个点”或“正在执行校准”（发送“开始校准测量”(0x0005)后）时，可发送开始校准第二个点(0x0004)。
 5. 当校准状态为“非工作时间”或“校准等待下一个点”时，可发送开始校准测量(0x0005)。
- 当校准状态为“0x01”（空闲）时，在读取校准状态寄存器（寄存器2000）后，变送器将检查所有校准参数，如果某些参数不正确，则设置错误代码。
- 只有当校准状态为0x01（空闲）时，才能开始新的校准。
- 可使用其他校准状态（从0x00000100至0x80000000）设置校准状态“非工作时间”和“校准未完成”。
- 在取消校准(0x0002)后，校准状态重置为“空闲”。
- 在校准过程中（校准状态不是“空闲”或“校准完成”或“校准未完成”），如果传感器断开连接，则校准不会完成，但校准状态会是“校准完成”和“无传感器0x0000'0100”。
- 在校准期间（校准状态不是“空闲”），用户只能写入寄存器2004。如果用户尝试写入其他寄存器，则将返回错误代码0x06（服务器设备忙）。读取操作在校准期间仍然有效。
- 保存在传感器TED中的用户名为“M80-SM”。

5.11 设置校准寄存器

5.11.1 校准 pH 传感器 pH 的设置校准寄存器

该表描述的值与第 5.9 章“校准页面”上的表中的值相同。

设置校准寄存器：

项目	值	Modbus 寄存器#	单位/命令
校准单位	0x0001'0006	2010	pH
校准方法			
偏移	0x01	2012	范围 -2...16 pH
斜率	0x02	2012	
过程偏移	0x10	2012	
过程斜率	0x20	2012	
两点	0x30	2012	
校准稳定性			
手动	0x01	2013	1.25 mV
低	0x02*	2013	0.8 mV
中	0x04*	2013	0.4 mV
严格	0x08*	2013	
校准缓冲液组			
无	0x0001 (无：使用 寄存器 2016/2018/202 0/2022/2024)	2014 2014	— 请参阅下文的 “校准 缓冲液组”
其他一切	0x0002-0x0200		
校准点			
偏移	7.0 pH	2016	输入实际值 (浮点数)
斜率	4.0 pH	2018	
过程	7.51 pH	2020	
第一个点	7.0 pH	2022	
第二个点	4.0 pH	2024	
校准			
压力	无	2030	—
湿度	无	2032	
盐度	无	2031	
校准			
日期	0x2809'2019	2050	日期：2019 年 9 月 28 日
时间	0x1733	2052	

*pH 标准：300 秒内间隔 20 秒

示例：

pH 传感器 pH 校准、偏移校准、手动稳定性、无缓冲液组、7.00 pH 偏移，2019 年 9 月 28 日，15h30 将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制格式	寄存器计数 十进制格式	寄存器说明
0x0001'0006	单位为 pH	2010	2	校准单位
0x0001	1 点校准偏移	2012	1	校准方法
0x0001	稳定性选项选为手动	2013	1	校准稳定性
0x0001	缓冲液组为无	2014	1	校准缓冲液组
7.0 (IEEE 浮点)	pH 7.0	2016	2	校准点偏移
0x2809'2019	2019 年 9 月 28 日	2050	2	校准日期
0x1530	15h:30min	2052	1	校准时间

完成此设置后，发送以下命令以开始校准：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制格式	寄存器计数 十进制格式	寄存器说明
0x0001	开始校准	2004	1	控制校准

请注意：

对于“斜率”和“过程斜率”校准：

校准第一个点（pH 值和电压值）取自最后的 TED 偏移校准。

校准第二个点（pH 值和电压值）是当前测量值或点值（来自寄存器 2018 或寄存器 2020）。

如果第 1 个校准点 pH 值与第 2 个校准点 pH 值相同，或者如果两个校准点之间的电压差小于 60mV，则无法完成校准。

其他无法完成的校准条件与 1 点偏移校准相同。

对于“斜率”校准，校准第一个点响应时间设置为 0，校准第二个点响应时间为 $t_{\text{退出校准}} - t_{\text{进入校准}}$ 。

5.11.2 校准 pH 传感器 mV ORP 的设置校准寄存器

下表描述了校准设置时用到的校准寄存器值的定义和范围等信息 5.9 设置校准寄存器列表：

项目	值	Modbus 寄存器#	单位/命令
校准单位	0x0001'0007	2010	mV ORP
校准方法	0x01	2012	范围
偏移	0x10	2012	-1500 mV...
过程偏移			1500 mV
校准稳定性	0x01	2013	
手动			
校准缓冲液组	0x0001	2014	—
无			
校准点	-15.5 mV	2016	输入实际值
偏移	+45.3 mV	2020	(浮点数)
过程			
校准	无	2030	——
压力	无	2032	
湿度	无	2031	
盐度			
校准	0x2809'2019	2050	日期：2019 年
日期	0x1733	2052	9 月 28 日
时间			时间：17h33

示例：

pH 传感器 mV 校准、过程偏移校准、手动稳定性、无缓冲液组、+45.3 mV 过程偏移，2019 年 9 月 28 日，15h30 将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0001'0007	单位为 ORP	2010	2	校准单位
0x0010	1 点过程校准偏移	2012	1	校准方法
0x0001	稳定性选项选为手动	2013	1	校准稳定性
0x0001	缓冲液组为无	2014	1	校准缓冲液组
45.3 (IEEE 浮点)	过程值 45.3	2020	2	校准点过程
0x2809'2019	2019 年 9 月 28 日	2050	2	校准日期
0x1530	15h:30min	2052	1	校准时间

完成此设置后，发送以下命令以开始校准：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0001	开始校准	2004	1	控制校准

5.11.3 校准 DO 传感器%air 的设置校准寄存器

下表描述了校准设置时用到的校准寄存器值的定义和范围等信息 5.9 设置校准寄存器列表：

项目	值	Modbus 寄存器#	单位/命令
校准单位	0x0002'0009	2010	%Air
校准方法			范围
偏移	0x01	2012	0...5%Air
斜率	0x02	2012	5...500%Air
过程偏移	0x10	2012	0...5%Air
过程斜率	0x20	2012	5...500%Air
校准稳定性			
手动	0x01**	2013	手动
Auto	0x10*	2013	Auto
校准缓冲液组			
无	0x0001	2014	—
校准点			输入实际值 格式为浮点数 数
偏移	3.0% Air	2016	
斜率	100.0% Air	2018	
过程	21.2% Air	2020	
校准			
压力	1013	2030	1013 mbar
湿度	50	2032	50%
盐度	无	2031	—
校准日期时间			日期：2019 年 9 月 28 日 时间：17h33
日期	0x2809'2019	2050	
时间	0x1733	2052	

* DO 稳定性标准：300 秒内间隔 60 秒： $|nA_{max} - nA_{min}| \leq nA_{act}/256$ （仅用于 1 点斜率）。

** 对于 1 点偏移校准方法，只能设置“手动”。

如果校准方法是过程偏移或过程斜率，则稳定性选项应选手动，在液体中湿度设置始终为 100%。这意味着当开始校准时，寄存器 2032 将被强制设置为 100。

示例：

DO 传感器 %air 校准、偏移校准、手动稳定性、3% 偏移、压力 1008 mbar、湿度 45%，2019 年 9 月 28 日，15h30 将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0002'0009	单位为 %air	2010	2	校准单位
0x0001	1 点校准偏移	2012	1	校准方法
0x0001	稳定性选项选为手动	2013	1	校准稳定性
0x0001	缓冲液组为无	2014	1	校准缓冲液组
3.0 (IEEE 浮点)	偏移值 3.0	2016	2	校准点偏移
0x2809'2019	2019 年 9 月 28 日	2050	2	校准日期
0x1530	15h:30min	2052	1	校准时间

完成此设置后，发送以下命令以开始校准：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0001	开始校准	2004	1	控制校准

5.11.4 校准 DO 传感器 ppm、ppb、mg/l、µg/l 的设置校准寄存器

下表描述了校准设置时用到的校准寄存器值的定义和范围等信息 5.9 设置校准寄存器列表：

项目	值	Modbus 寄存器#	单位/命令
校准单位	0x0002'000B	2010	ppm
	0x0002'000C	2010	ppb
	0x0002'0011	2010	mg/l
	0x0002'0012	2010	µg/l
校准方法 偏移 斜率 过程偏移 过程斜率	0x01	2012	范围 对于 1 点偏移和过程偏移 校准，范围为：
	0x02	2012	0...0.5ppm 和 0...0.5 mg/l
	0x10	2012	对于 1 点斜率和过程斜率 校准，范围为：
	0x20	2012	0.5...70 ppm 和 0.5...70 mg/l
校准稳定性 手动 Auto	0x01**	2013	手动
	0x10*	2013	Auto
校准缓冲液组 无	0x0001	2014	—
校准点 偏移 斜率 过程	0.5 ppm	2016	输入实际值（浮点数）
	65.0 mg/l	2018	
	55.6 mg/l	2020	
校准 压力 湿度 盐度	1013	2030	1013 mbar
	50	2032	—
	10 g/kg	2031	10 g/kg
校准 日期 时间	0x2809'2019	2050	日期：2019 年 9 月 28 日
	0x1733	2052	时间：17h33

* DO 稳定标准：300 秒内间隔 60 秒： $|nA_{max} - nA_{min}| \leq nA_{act} : 256$ （仅用于 1 点斜率）。

** 对于 1 点偏移校准方法，只能设置“手动”。

如果校准方法是过程偏移或过程斜率，则稳定性选项应选手动，在液体中湿度设置始终为 100%。这意味着当开始校准时，寄存器 2032 将被强制设置为 100。

示例：

DO 传感器 mg/l 校准、偏移校准、自动稳定性、0.48 mg/l 偏移、压力 1018 mbar、盐度 10 g/kg，2019 年 9 月 28 日，15h30 将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0002'0011	单位为 mg/l	2010	2	校准单位
0x0001	1 点校准偏移	2012	1	校准方法
0x0010	稳定性为自动	2013	1	校准稳定性
0x0001	缓冲液组为无	2014	1	校准缓冲液组
0.48 (IEEE 浮点)	偏移值 0.48 mg/l	2016	2	校准点偏移
0x3F8	校准压力 1018 mbar	2030	1	校准压力
0x000A	校准盐度 10g/kg	2031	1	校准盐度
0x2809'2019	2019 年 9 月 28 日	2050	2	校准日期
0x1530	15h:30min	2052	1	校准时间

完成此设置后，发送以下命令以开始校准：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0001	开始校准	2004	1	控制校准

5.11.5 校准 DO 传感器%O₂ 的设置校准寄存器

下表描述了校准设置时用到的校准寄存器值的定义和范围等信息 5.9 设置校准寄存器列表：

项目	值	Modbus 寄存器#	单位/命令
校准单位	0x0002'000A	2010	%O ₂
校准方法			范围
偏移	0x01	2012	0...1.05%O ₂
斜率	0x02	2012	1.05...100%O ₂
过程偏移	0x10	2012	0...1.05%O ₂
过程斜率	0x20	2012	1.05...100%O ₂
校准稳定性			手动
手动	0x01**	2013	手动
Auto	0x10*	2013	Auto
校准缓冲液组			—
无	0x0001	2014	—
校准点			输入实际值 格式为浮点数 数
偏移	0.75%O ₂	2016	
斜率	95.7%O ₂	2018	
过程	21.2%O ₂	2020	
校准			
压力	1013	2030	1013 mbar
湿度	50	2032	50%
盐度	无	2031	—
校准日期时间			日期：2019 年 9 月 28 日 时间：17h33
日期	0x2809'2019	2050	
时间	0x1733	2052	

* DO 稳定标准：300 秒内间隔 60 秒： $|nA_{max} - nA_{min}| \leq nA_{act} : 256$ （仅用于 1 点斜率）。

** 对于 1 点偏移校准方法，只能设置“手动”。

如果校准方法是过程偏移或过程斜率，则稳定性选项应选手动，在液体中湿度设置始终为 100%。这意味着当开始校准时，寄存器 2032 将被强制设置为 100。

示例：

DO 传感器 % O₂ 校准、斜率校准、手动稳定性、99.2% O₂ 斜率、压力 1001 mbar、湿度 47%，2019 年 9 月 28 日，15h30 将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0002'000A	单位为 %O ₂	2010	2	校准单位
0x0002	1 点斜率校准	2012	1	校准方法
0x0001	稳定性选项选为手动	2013	1	校准稳定性
0x0001	缓冲液组为无	2014	1	校准缓冲液组
99.2 (IEEE 浮点)	斜率值 99.2% O ₂ l	2018	2	校准点斜率
0x3F9	校准压力为 1001 mbar	2030	1	校准压力
0x002F	校准湿度为 47%	2032	1	校准湿度
0x2809'2019	2019 年 9 月 28 日	2050	2	校准日期
0x1530	15h:30min	2052	1	校准时间

完成此设置后，发送以下命令以开始校准：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0001	开始校准	2004	1	控制校准

5.11.6 DO 传感器校准 mbar 时设置校准寄存器

下表描述了校准设置时用到的校准寄存器值的定义和范围等信息 5.9 设置校准寄存器列表：

项目	值	Modbus 寄存器#	单位/命令
校准单位	0x0002'0006	2010	mbar
校准方法			范围 0...2000 mbar
偏移	0x01	2012	
斜率	0x02	2012	
过程偏移	0x10	2012	
过程斜率	0x20	2012	
校准稳定性			手动 Auto
手动	0x01**	2013	
Auto	0x10*	2013	
校准缓冲液组			—
无	0x0001	2014	
校准点			输入实际值 格式为浮点数 数
偏移	15.0 mbar	2016	
斜率	625.0 mbar	2018	
过程	320.0 mbar	2020	
校准			
压力	1013	2030	1013 mbar
湿度	无	2032	—
盐度	无	2031	
校准			日期：2019 年 9 月 28 日 时间：17h33
日期	0x2809'2019	2050	
时间	0x1733	2052	

* DO 稳定性标准：300 秒内间隔 60 秒： $|nA_{max} - nA_{min}| \leq nA_{act}: 256$ （仅用于 1 点斜率）。

** 对于 1 点偏移校准方法，只能设置“手动”。

如果校准方法是过程偏移或过程斜率，则稳定性应为手动，湿度在液体中始终为设置的 100%。这意味着当开始校准时，寄存器 2032 将被强制设置为 100。

示例：

DO 传感器一点斜率校准(单位为 mbar)、稳定性选项为手动模式、校准点为 625.0 mbar、校准压力 1001 mbar, 2019 年 9 月 28 日, 15h30 将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制格式	寄存器计数 十进制格式	寄存器说明
0x0002'0006	单位为 mbar	2010	2	校准单位
0x0002	1 点斜率校准	2012	1	校准方法
0x0001	稳定性选项选为手动	2013	1	校准稳定性
0x0001	缓冲液组为无	2014	1	校准缓冲液组
625.0 (IEEE 浮点)	斜率值 625.0 mbar	2018	2	校准点斜率
0x3F9	校准压力为 1001 mbar	2030	1	校准压力
0x2809'2019	2019 年 9 月 28 日	2050	2	校准日期
0x1530	15h:30min	2052	1	校准时间

完成此设置后，发送以下命令以开始校准：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制格式	寄存器计数 十进制格式	寄存器说明
0x0001	开始校准	2004	1	控制校准

5.11.7 校准 CO₂ 传感器（单位为 pH）时设置校准寄存器

下表描述了校准设置时用到的校准寄存器值的定义和范围等信息 5.9 设置校准寄存器列表：

项目	值	Modbus 寄存器#	单位/命令
校准单位	0x0003'000F	2010	pH
校准方法			范围
偏移	0x01	2012	-2...16 pH
斜率	0x02	2012	-2...16 pH
两点	0x30	2012	-2...16 pH
校准稳定性			手动
手动	0x01	2013	1.25 mV
低	0x02*	2013	0.8 mV
中	0x04*	2013	0.4 mV
严格	0x08*	2013	
校准缓冲液组	0x0001 (None 时选 寄存器 2016/2018/2 022/2024)	2014 2014	— 选择 MT-9 缓冲液
无 MT-9	0x0002 – 0x0200		
校准点			输入实际值 (浮点数)
偏移	7.0	2016 2018	
斜率	4.0	2022	
第一个点	7.0	2024	
第二个点	4.0		
校准			
压力	无	2030	—
湿度	无	2032	
盐度	无	2031	
校准日期 时间	0x2809'2019 0x1733	2050 2052	日期：2019 年 9 月 28 日 时间：17h33

*pH 标准：300 秒内间隔 20 秒

示例：

CO₂ 传感器 pH 校准、偏移校准、手动稳定性、无缓冲液组、7.02 pH 偏移，2019 年 9 月 28 日，15h30 将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制格式	寄存器计数 十进制格式	寄存器说明
0x0003'000F	单位为 pH	2010	2	校准单位
0x0001	1 点校准偏移	2012	1	校准方法
0x0001	稳定性选项选为手动	2013	1	校准稳定性
0x0001	缓冲液组为无	2014	1	校准缓冲液组
7.02 (IEEE 浮点)	偏移值 7.02 pH	2016	2	校准点偏移
0x2809'2019	2019 年 9 月 28 日	2050	2	校准日期
0x1530	15h:30min	2052	1	校准时间

完成此设置后，发送以下命令以开始校准：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制格式	寄存器计数 十进制格式	寄存器说明
0x0001	开始校准	2004	1	控制校准

请注意：

对于“斜率”校准：

- 第一个校准点 (pH 值和电压值) 取自最近一次的 TED 偏移校准，第一个校准点响应时间设置为 0。
- 第二个校准点 (pH 值和电压值) 取自当前测量值或点值 (来自寄存器 2018 或寄存器 2020)，第二个校准点响应时间为 $t_{退出校准} - t_{进入校准}$ 。

如果第 1 个校准点 pH 值与第 2 个校准点 pH 值相同，或者如果两个校准点之间的电压差小于 60mV，则无法完成校准。

其他无法完成的校准条件与 1 点偏移校准相同。

第 1 个校准点响应时间设置为 0，第 2 个校准点响应时间为 $t_{退出校准} - t_{进入校准}$ 。

5.11.8 CO₂ 传感器校准时设置校准 j 寄存器 hPa、mbar、mmHg、%CO₂、mg/l

此表描述了 5.9 “设置校准寄存器” 中的 “设置校准寄存器” 框的相同值：

项目	值	Modbus 寄存器#	单位/命令
校准单位	0x0003'0007	2010	hPa
	0x0003'0006	2010	mbar
	0x0003'0008	2010	mmHg
	0x0003'0009	2010	%CO ₂
	0x0003'000A	2010	mg/l
校准方法 过程偏移	0x10	2012	范围 0...2000 hPa 0...2000 mbar 0...1500 mmHg 0...200%CO ₂ 0...5000mg/l
校准稳定性 手动	0x01	2013	手动
校准缓冲液组 无	0x0001	2014	—
校准点 过程偏移	120.0 hPa	2020	输入实际值 (浮点数)
校准 压力 湿度 盐度	无* 无 无	2030 2032 2031	—
校准 日期 时间	0x2809'2019 0x1733	2050 2052	日期：2019 年 9 月 28 日 时间：17h33

*对于 CO₂ 过程校准，Modbus 寄存器 340（过程压力）必须正确。

示例：

CO₂ 传感器 %CO₂ 校准、过程偏移校准、手动稳定性、无缓冲液组、190.5%CO₂、过程压力 1013 mbar，2019 年 9 月 30 日，15h30 将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0003'0009	单位为 %CO ₂	2010	2	校准单位
0x0010	1 点校准过程	2012	1	校准方法
0x0001	稳定性选项选为手动	2013	1	校准稳定性
0x0001	缓冲液组为无	2014	1	校准缓冲液组
190.5 (IEEE 浮点)	过程值是 190.5%CO ₂	2020	2	校准点过程
0x03F5	过程压力为 1013 mbar	340	1	过程压力 (仅限 %CO ₂)
0x2809'2019	2019 年 9 月 28 日	2050	2	校准日期
0x1530	15h:30min	2052	1	校准时间

完成此设置后，发送以下命令以开始校准：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0001	开始校准	2004	1	控制校准

5.11.9 校准电导率传感器 Ω -cm、M Ω -cm、k Ω -cm 的设置校准校准寄存器

下表描述了校准设置时用到的校准寄存器值的定义和范围等信息 5.9 设置校准寄存器：

项目	值	Modbus 寄存器#	单位/命令
校准单位	0x0005'0006	2010	Ω -cm
	0x0005'0007	2010	M Ω -cm
	0x0005'0008	2010	k Ω -cm
校准方法	斜率	0x02	2012
	过程斜率	0x20	2012
	两点	0x30	2012
范围			0...9999M Ω -cm
校准稳定性	0x01	2013	手动
校准缓冲液组	0x0001	2014	—
无			
校准点	斜率	3379	2018
	过程	3380	2020
	第一个点	3379	2022
	第二个点	3380	2024
输入实际值 (浮点数)			
校准	压力	无	2030
	湿度	无	2032
	盐度	无	2031
—			
校准日期	0x3009'2019	2050	日期 2019 年
	0x1730	2052	9 月 30 日
时间			时间: 15h30
校准补偿	0x0003	2033	线性 25 °C
	2.0	2034	%/°C

示例：

电导率传感器过程校准校准(单位为 $\Omega\text{-cm}$)、手动、过程校准值为 $3380\Omega\text{-cm}$ 、线性 25 补偿、线性系数为 $2.0\%/^{\circ}\text{C}$ ，2019 年 9 月 28 日，15h30 将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0005'0006	单位为 $\Omega\text{-cm}$	2010	2	校准单位
0x0020	1 点过程校准斜率	2012	1	校准方法
0x0001	稳定性选项选为手动	2013	1	校准稳定性
0x0001	缓冲液组为无	2014	1	校准缓冲液组
3380.0 (IEEE 浮点)	过程斜率值为 $3380.0 \Omega\text{-cm}$	2020	2	校准点过程
0x0002	补偿模式为线性 25°C 补偿	2033	1	校准补偿模式
2.0 (IEEE 浮点)	校准系数为 $2.0\%/^{\circ}\text{C}$	2034	2	校准系数
0x2809'2019	2019 年 9 月 28 日	2050	2	校准日期
0x1530	15h:30min	2052	1	校准时间

完成此设置后，发送以下命令以开始校准：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0001	开始校准	2004	1	控制校准

5.11.10 校准电导率传感器 S/cm、mS/cm、 μ S/cm、nS/cm 时设置校准寄存器

此表描述了 5.9 “设置校准寄存器”中的“设置校准寄存器”框的相同值：

项目	值	Modbus 寄存器#	单位/命令
校准单位	0x0005'0009	2010	S/cm
	0x0005'000A	2010	mS/cm
	0x0005'000B	2010	μ S/cm
	0x0005'000C	2010	nS/cm
校准方法			
斜率	0x02	2012	范围
过程斜率	0x20	2012	0...999 S/cm
两点	0x30	2012	
校准稳定性			
手动	0x01	2013	手动
校准缓冲液组			
无	0x0001	2014	—
校准点			
斜率	296	2018	输入实际值 (浮点数)
过程	296	2020	
第一个点	296	2022	
第二个点	297	2024	
校准			
压力	无	2030	—
湿度	无	2032	
盐度	无	2031	
校准			
日期	0x3009'2019	2050	日期 2019 年
时间	0x1730	2052	9 月 30 日 时间: 15h30
校准			
补偿	0x0003	2033	线性 25 °C %/°C
校准系数	2.0	2034	

示例：

电导率传感器过程斜率校准 (单位 $\mu\text{S}/\text{cm}$)、手动模式、296 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 过程校准、线性 25 °C 补偿、系数 2.0%/°C，2019 年 9 月 28 日，15h30 将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制格式)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0005'000B	单位为 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2010	2	校准单位
0x0020	1 点过程校准斜率	2012	1	校准方法
0x0001	稳定性选项选为手动	2013	1	校准稳定性
0x0001	缓冲液组为 None	2014	1	校准缓冲液组
296.0 (IEEE 浮点)	过程斜率值为 296.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2020	2	校准点过程
0x0002	补偿模式为线性 25°C 补偿	2033	1	校准补偿模式
2.0 (IEEE 浮点)	校准系数为 2.0%/°C	2034	2	校准系数
0x2809'2019	2019 年 9 月 28 日	2050	2	校准日期
0x1530	15h:30min	2052	1	校准时间

完成此设置后，发送以下命令以开始校准：

要写入的数据 (十六进制)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制 格式	寄存器说明
0x0001	开始校准	2004	1	控制校准

5.12 设备重启

默认情况下，设备重启寄存器 3300 定义为 0。

寄存器		寄存器使用情况	访问用户级别	
开始	计数	寄存器 1	读取	写入
3300	1	将 0x01 写入寄存器 3300 后，在发送响应后，M80 SM 将自动重启，重启大约需要 10 秒钟。 如果用户尝试写入 0x01 以外的任何其他值，则将返回错误代码 0x03。	-	2

6 设置 M80 SM

6.1 为 1W pH 传感器设置 M80 SM

示例：

为 pH 传感器设置 M80 SM，为第一个和第二个测量通道选择 pH/°C，观察第三个和第四个测量通道上的动态使用寿命指示器(DLI)和维护时间(TTM)。

将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制)	数据说明	启动 寄存器 十进制 格式	寄存器 计数 十进制	寄存器说明
0x5752	EEPROM 解锁密码	3999	1	解锁 M80 SM EEPROM
0x0000'000C	用户代码级别 1	3288	2	用户级别
0x0114'5DEA	用户级别 1 密码	3290	2	用户级别密码
0x0100	传感器类型 = pH	336	1	传感器类型
0x0001'0006	第二个通道单位 = pH	120	2	第一个测量通道单位
0x0001'0003	第二个通道单位 = °C	122	2	第二个测量通道单位
0x0001'0000	第三个通道单位 = DLI	124	2	第三个测量通道单位
0x0001'0002	第四个通道单位 = TTM	126	2	第四个测量通道单位

读取寄存器 100/102/104/106，了解第一个、第二个、第三个和第四个测量通道的浮点值。

6.2 为 1W DO 传感器设置 M80 SM

示例：

为 DO 传感器设置 M80 SM，为第一个和第二个测量通道选择 mbar/°C，第三个和第四个测量通道上的动态使用寿命指示器 (DLI) 和维护时间 (TTM)。

将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制)	数据说明	启动 寄存器 十进制 格式	寄存器 计数十 进制	寄存器说明
0x5752	EEPROM 解锁密码	3999	1	解锁 M80 SM EEPROM
0x0000'000C	用户代码级别 1	3288	2	用户级别
0x0114'5DEA	用户级别 1 密码	3290	2	用户级别密码
0x0102	传感器类型 = 1W DO	336	1	传感器类型
0x0002'0006	初级通道单位 = mbar	120	2	第一个测量通道单位
0x0002'0003	第二个通道单位 = °C	122	2	第二个测量通道单位
0x0002'0000	第三个通道单位 = DLI	124	2	第三个测量通道单位
0x0002'0002	第四个通道单位 = TTM	126	2	第四个测量通道单位

读取寄存器 100/102/104/106，了解第一个、第二个、第三个和第四个测量通道的浮点值。

6.3 为 1W CO₂ 传感器设置 M80 SM

示例：

为 CO₂ 传感器设置 M80 SM，为第一个和第二个测量通道选择 mbar/°C，观察第三个和第四个测量通道上的动态使用寿命指示器 (DLI) 和维护时间 (TTM)。

将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数十 进制	寄存器说明
0x5752	EEPROM 解锁密码	3999	1	解锁 M80 SM EEPROM
0x0000'000C	用户代码级别 1	3288	2	用户级别
0x0114'5DEA	用户级别 1 密码	3290	2	用户级别密码
0x0101	传感器类型 = 1W CO ₂	336	1	传感器类型
0x0003'0006	初级通道单位 = mbar	120	2	第一个测量通道单位
0x0003'0003	第二个通道单位 = °C	122	2	第二个测量通道单位
0x0003'0000	第三个通道单位 = DLI	124	2	第三个测量通道单位
0x0003'0002	第四个通道单位 = TTM	126	2	第四个测量通道单位

读取寄存器 100/102/104/106，了解第一个、第二个、第三个和第四个测量通道的浮点值。

6.4 为 1W 电导率传感器设置 M80 SM

示例：

为电导率传感器设置 M80 SM，为第一个和第二个测量通道选择 S/cm/°C，在第三个第四个测量通道上观察 Ω-cm 和°F。

将以下值写入寄存器：

要写入的数据 (十六进制)	数据说明	启动寄存器 十进制 格式	寄存器 计数十 进制	寄存器说明
0x5752	EEPROM 解锁密码	3999	1	解锁 M80 SM EEPROM
0x0000'000C	用户代码级别 1	3288	2	用户级别
0x0114'5DEA	用户级别 1 密码	3290	2	用户级别密码
0x0103	传感器类型 = 1W 电导率	336	1	传感器类型
0x0005'0003	第一个通道单位 = S/cm	120	2	第一个测量通道单位
0x0005'0004	第二个通道单位 = °C	122	2	第二个测量通道单位
0x0005'0005	第三个通道单位 = Ω-cm	124	2	第三个测量通道单位
0x0005'0006	第四个通道单位 = °F	126	2	第四个测量通道单位

读取寄存器 100/102/104/106，了解第一个、第二个、第三个和第四个测量通道的浮点值。

7 M80 SM 状态

7.1 M80 SM 状态

如果 M80 SM 在初始化过程中遇到不可恢复的错误，则它不会响应任何读/写命令（如#3、#4、#6 和#16），但用户只能使用#3 命令读取寄存器 6000 以获取其详细状态。

请注意：

仅当初始化过程中发生错误时，才会使用以下通信设置：

Modbus 地址：0x01

Modbus 波特率：38400

Modbus 模式：8、No, 1

如果 M80 SM 在运行过程中遇到错误（如 EEPROM 读/写错误），它仍将正常运行，并且用户仍然可以读取寄存器 6000 以查看状态。

M80 SM 详细状态	全部/RO	注释
配置数据初始错误	0x0000'0001	初始错误
EEPROM 读或写初始错误 1	0x0000'0002	初始错误
EEPROM 读或写初始错误 2	0x0000'0004	初始错误
EEPROM 读或写初始错误 3	0x0000'0008	初始错误
EEPROM 读或写初始错误 4	0x0000'0010	初始错误
EEPROM 读或写初始错误 5	0x0000'0020	初始错误
EEPROM 读或写初始错误 6	0x0000'0040	初始错误
EEPROM 读或写初始错误 7	0x0000'0080	初始错误
EEPROM 读或写运行错误	0x0000'0100	正常运行时出错
保留	0x0000'0200	
保留	0x0000'0400	
保留	0x0000'0800	
保留	0x0000'1000	
保留	0x0000'2000	
保留	0x0000'4000	
保留	0x0000'8000	
保留	0x0001'0000	
保留	0x0002'0000	
保留	0x0004'0000	
保留	0x0008'0000	
保留	0x0010'0000	
保留	0x0020'0000	
保留	0x0040'0000	
保留	0x0080'0000	
保留	0x0100'0000	
保留	0x0200'0000	
保留	0x0400'0000	
保留	0x0800'0000	
保留	0x1000'0000	
保留	0x2000'0000	

M80 SM 详细状态	全部/RO	注释
保留	0x4000'0000	
保留	0x8000'0000	

7.2 状态的扩展码

如果 M80 SM 在初始化过程中遇到不可恢复的错误，并且详细状态为“EEPROM 读或写初始错误 5 (0x0000'0020)”（另请参阅 7.1 中的状态），则在寄存器 6002 中设置一个扩展码（例如 F5 0B 03 0A）。

8 附录

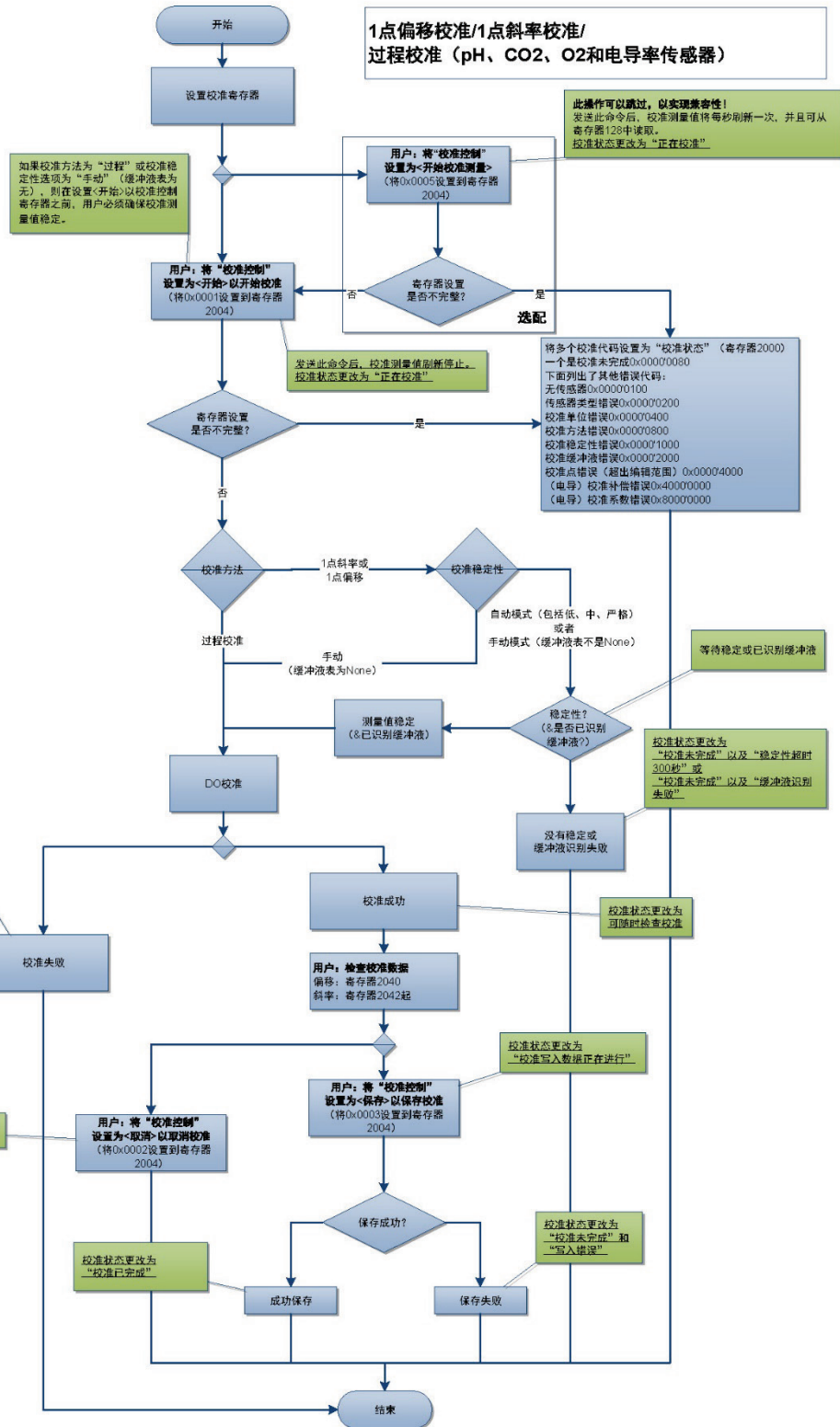
8.1 pH 传感器的完整校准示例

pH示例:
校正pH传感器时设置校正寄存器:

- 校准单元 (0x0001'0006 寄存器2010)
- 校准方法 (0x01 寄存器2012)
- 校准稳定性 (0x04 寄存器2013)
- 校准缓冲液组 MT-9 = (0x002 寄存器2014)

或者

- None = (0x0001 寄存器2014)
- 校准点偏移/斜率/过程 偏移 = (7.00 寄存器2016)
- 斜率 = (4.00 寄存器2018)
- 过程 = (7.51 寄存器2020)
- 校准压力/湿度/盐度 (无)
- 校准日期/时间 日期 = (0x28092016 寄存器2050)
- 时间 = (0x1733 寄存器2054)
- 校准补偿模式/校准系数 (无)



www.mt.com/pro

访问网站，了解更多信息

梅特勒托利多集团

过程分析

本地联系方式: www.mt.com/pro-MOs

如有技术变更，恕不另行通知。

©01/2021 METTLER TOLEDO 保留所有权利

仅限电子版。UR8002zh A

MarCom Urdorf, CH