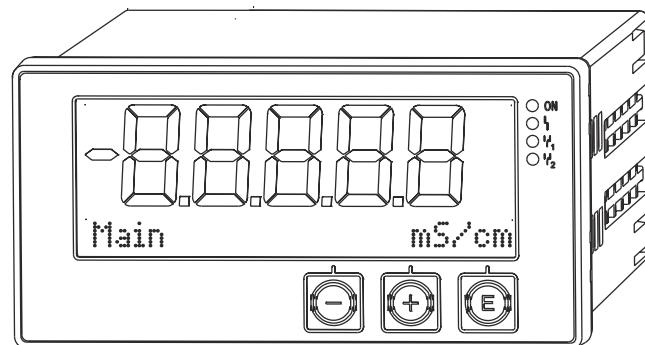


操作手册

CM14

电导率测量变送器



目录

1 安全指南	4	9 附件	28
1.1 工作场所安全	4	9.1 传感器	28
1.2 人员要求	4		
1.3 操作安全	4		
1.4 指定用途	4		
1.5 技术更新	5		
1.6 返厂	5		
1.7 安全图标和符号说明	5		
2 标识	7	10 故障排除	29
2.1 设备名称	7	10.1 故障排除指南	29
2.2 供货清单	7	10.2 诊断信息	29
2.3 证书和认证	8	10.3 固件更新历史	33
3 安装	9	10.4 备件	34
3.1 到货验收、运输、储存	9	10.5 返厂	35
3.2 安装条件	9	10.6 废弃	35
3.3 外形尺寸	9		
3.4 安装步骤	9		
3.5 安装后检查	10		
4 接线	11	11 技术参数	35
4.1 连接变送器	12	11.1 输入	35
4.2 连接后检查	13	11.2 输出	35
5 操作	14	11.3 有源电流输出	36
5.1 显示屏和设备状态指示灯 / LED	14	11.4 继电器输出	36
5.2 通过设备进行现场操作	14	11.5 接线	37
5.3 图标	15	11.6 性能参数	38
5.4 操作功能	16	11.7 安装条件	38
5.5 保持功能	16	11.8 环境条件	39
6 调试	17	11.9 机械结构	40
6.1 安装后检查和设备通电	17	11.10 显示与操作单元	41
6.2 显示设置 (Display 菜单)	17	11.11 证书和认证	41
6.3 设置访问保护的注意事项	17		
6.4 设备设置 (Setup 菜单)	18		
6.5 扩展设置 (Extended Setup 菜单)	19		
6.6 设备诊断 (Diagnostics 菜单)	25		
7 标定(Calibration / 标定菜单) .	26	索引	42
7.1 概述	26		
7.2 设备的标定功能	26		
8 维护	27		

1 安全指南

必须阅读《操作手册》并遵守安全指南要求，才能确保变送器的安全操作。

1.1 工作场所安全

操作设备时：

- ▶ 遵守联盟/国家法规，穿戴人员防护装置。

湿手操作设备时：

- ▶ 存在电冲击增大的风险，必须佩戴防护手套。

1.2 人员要求

安装、调试、诊断和维护人员必须符合下列要求：

- ▶ 经培训的合格专业人员必须具有执行特定功能和任务的资质
- ▶ 经工厂厂方/操作员授权
- ▶ 熟悉联盟/国家法规
- ▶ 开始操作前，专业人员必须事先阅读并理解《操作手册》、补充文档和证书(取决于实际应用)中的各项规定
- ▶ 遵守操作指南和基本条件要求

操作人员必须符合下列要求：

- ▶ 接受工厂厂方/操作员针对任务要求的指导和授权
- ▶ 遵守《操作手册》中的操作指南

1.3 操作安全

存在人员受伤的风险。

- ▶ 仅在正确技术条件和安全条件下使用仪表。
- ▶ 操作员有责任保证仪表在无干扰条件下工作。

改装仪表

未经授权，禁止改装仪表，会导致无法预见的危险。

- ▶ 如需要，请咨询 Endress+Hauser 当地销售中心。

修理

应始终确保操作安全性和测量可靠性，

- ▶ 仅进行明确允许的仪表修理。
- ▶ 遵守联邦/国家法规中的电子设备修理准则。
- ▶ 仅使用 Endress+Hauser 的原装备件和附件。

1.4 指定用途

变送器计算分析传感器的测量值，并显示在彩色显示屏上。通过变送器的输出信号和限位继电器进行过程监测和控制。因此，变送器配备了大量软件功能。

- 对于因不当使用或用于非指定用途而导致的损坏，制造商不承担任何责任。禁止用户擅自改动或改装设备。
- 设备安装在面板上，安装到位后方可进行操作。

1.5 技术更新

制造商保留根据技术发展需要修改技术参数的权利，恕不另行通知。请向当地销售中心查询《操作手册》的修订或更新信息。

1.6 返厂

如需返厂（例如进行维修），必须将设备放在防护包装中运输。原包装具有最佳防护效果。仅允许供应商服务机构进行维修操作。

 将设备返厂维修时，必须同时提供问题描述和应用说明。

1.7 安全图标和符号说明

1.7.1 安全图标

危险

原因（/后果）

不遵守安全指南的后果

- ▶ 补救措施
- ▶ 危险状况警示图标。疏忽会导致人员死亡或严重伤害。

警告

原因（/后果）

不遵守安全指南的后果

- ▶ 补救措施
- ▶ 危险状况警示图标。疏忽可能导致人员死亡或严重伤害。

小心

原因（/后果）

不遵守安全指南的后果

- ▶ 补救措施
- ▶ 危险状况警示图标。疏忽可能导致人员轻微或中等伤害。

注意

原因（/后果）

不遵守安全指南的后果

- ▶ 补救措施
- ▶ 疏忽可能导致财产受损。

1.7.2 信息图标



允许

允许的操作、过程或动作。



推荐

推荐的操作、过程或动作。



禁止

禁止的操作、过程或动作。



附加信息、提示



参考文档



参考页面



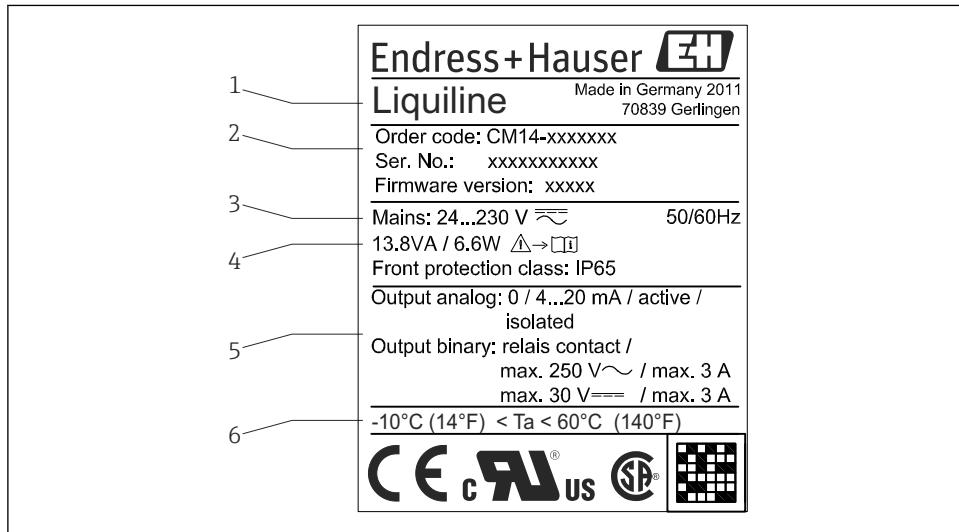
参考图

2 标识

2.1 设备名称

2.1.1 铭牌

参考下图比对设备铭牌：



A0015221

图 1 变送器铭牌 (示例)

1. 设备名称
2. 设备订货号、序列号和 ID 号
3. 电源
4. 功率消耗
5. 输出值
6. 温度范围

2.2 供货清单

变送器的供货清单如下：

- 盘装型变送器
- 《操作手册》
- 固定装置

2.3 证书和认证

2.3.1 CE 认证

产品符合欧共体标准的一致性要求。因此，遵守 EC 准则的法律要求。制造商确保贴有 CE 标志的仪表均成功通过了所需测试。

2.3.2 EAC 认证

产品遵守 EEU 准则的法律要求。Endress+Hauser 确保贴有 EAC 标志的仪表均成功通过了所需测试。

3 安装

3.1 到货验收、运输、储存

必须遵守允许环境条件和储存条件要求。详细信息请参考“技术参数”→图 35。

3.1.1 到货验收

接收货物时，应进行下列检查：

- 检查包装或包装内的物品是否完好无损。
- 对照供货清单，检查包装内的物品是否有遗漏。检查订单的完整性，是否与供货清单一致。

3.1.2 运输和储存

请遵守下列要求：

- 包装设备，为储存和运输过程中的设备提供抗冲击保护。原包装提供最佳保护。
- 允许储存温度范围为-40 ... +85 °C (-40 ... +185 °F)；在短时间内(max. 48 h)，设备可以在临界温度下储存。

3.2 安装条件

注意

设备内部的热积聚会导致过热

- 为了避免热积聚，请始终确保设备充分冷却。



设备在最高温度下操作时，会缩短显示单元的使用寿命。

变送器设计安装在面板上。

安装方向应保证显示屏的可读性。接线端子和输出端均位于设备背面。通过标有号码的接线端子进行设备接线。

环境温度范围：-10 ... +60 °C (14 ... 140 °F)。

3.3 外形尺寸

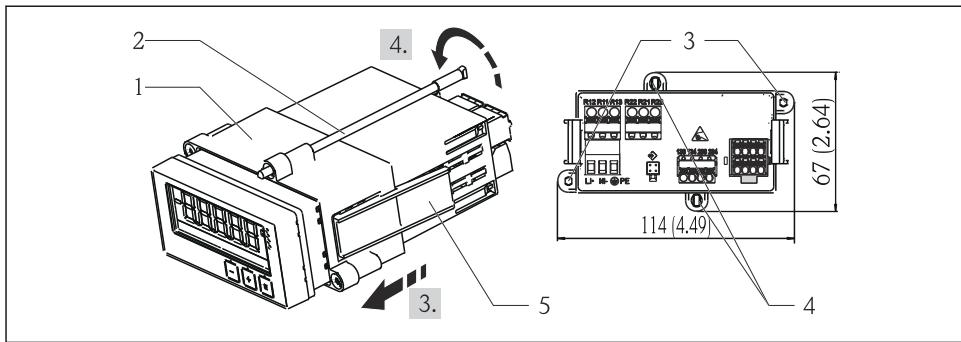
注意：设备的安装深度为 150 mm (5.91")，包括接线端子和固定卡扣。

外形尺寸的详细信息请参考“技术参数”→图 35。

- 安装孔口尺寸：92 mm x 45 mm (3.62 in x 1.77 in)
- 安装深度：max. 26 mm (1 in)
- 最大视角范围：显示屏中央左右两侧的 45°
- 水平方向上(X 轴线)，设备水平并排安装；竖直方向上(Y 轴线)，设备从下至上依次竖直并排安装，必须满足机械距离要求(由外壳和前面板确定)

3.4 安装步骤

所需安装孔口尺寸为 92 mm x 45 mm (3.62 in x 1.77 in)。



A0015216

图 2 面板安装示意图

1. 将螺杆(部件 2)拧入安装架(部件 1)的指定位置中。通过四个对角螺丝(部件 3/4)进行安装。
2. 从前方将带密封圈的设备放入安装孔口中。
3. 设备保持水平，并放入安装架(部件 1)中，使安装架固定在安装孔口中；螺杆旋转至安装夹的锁定位置处。
4. 拧紧螺杆，将设备固定到位。

拆卸设备时，松开固定部件(部件 5)上的安装架，并拆除安装架；随后，即可拆除设备。

3.5 安装后检查

- 密封圈是否完好无损？
- 安装架是否牢固安装固定在设备外壳上？
- 螺杆是否均已拧紧？
- 设备是否对中安装在安装开孔中？

4 接线

▲ 警告

设备带电危险

- ▶ 电气系统的所有连接必须在设备断电状态下进行。

断开保护性接地连接会导致危险

- ▶ 进行任何其他连接前，必须首先进行保护性接地连接。

注意

电缆的热负荷

- ▶ 使用合适的电缆，耐温能力至少为环境温度+5 °C (9 °F)。

供电电压错误会导致设备功能故障或损坏

- ▶ 调试前，请确保供电电压与铭牌参数一致(外壳底部)。

确保设备的紧急关机功能

- ▶ 安装时，请同时安装合适的开关或电源回路断路器。必须在设备附近安装易于操作的开关，且需要将开关标识为设备断路器。

设备过载保护

- ▶ 安装电源线的过载保护单元(额定电流：10 A)。

接线错误可能会导致设备损坏

- ▶ 注意设备背面的接线端子标识。

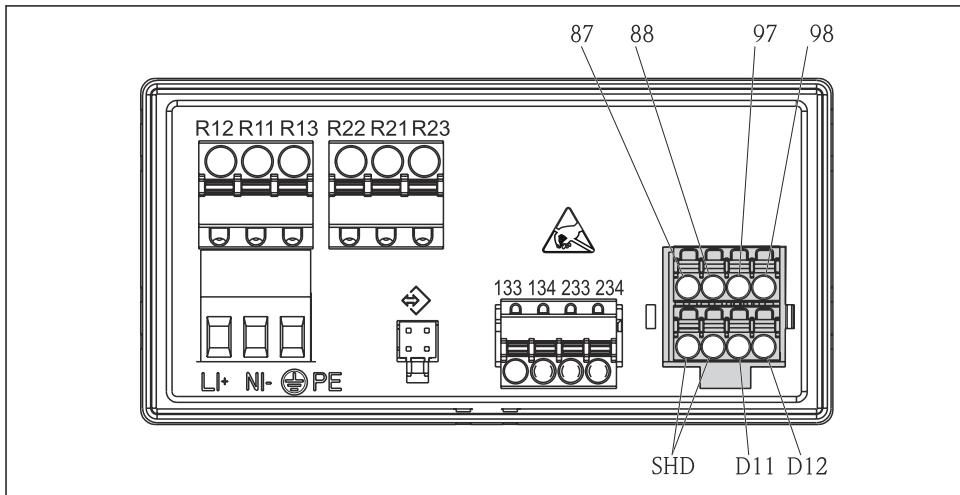
长信号线中的能量传输

- ▶ 在上游串接合适型号的过电压保护单元。



允许同时连接安全特低电压和对继电器造成冲击的危险电压。

4.1 连接变送器



A0015215

图 3 变送器的电气连接示意图

接线端子号	说明
87	Memosens 电缆, 棕色, 传感器电源 U+
88	Memosens 电缆, 白色, 传感器电源 U-
97	Memosens 电缆, 绿色, Com A
98	Memosens 电缆, 黄色, Com B
SHD	Memosens 电缆, 屏蔽层
D11	报警输出(+)
D12	报警输出(-)
L/+	变送器电源
N/-	
⊕ PE	
133	模拟量输出 1 (+)
134	模拟量输出 1 (-)
233	模拟量输出 2 (+)
234	模拟量输出 2 (-)
R11、R12、R13	继电器 1
R21、R22、R23	继电器 2

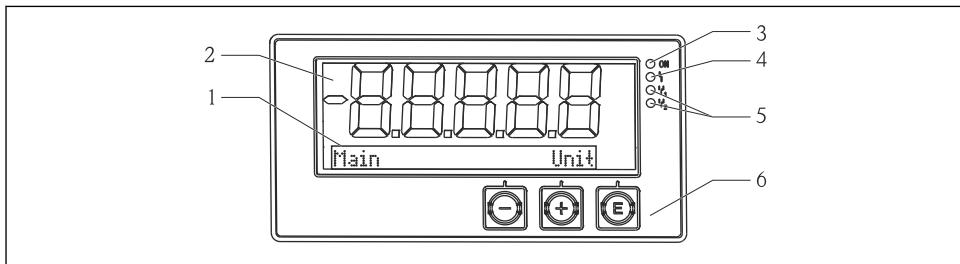
4.2 连接后检查

设备状态和技术规范	说明
设备或电缆是否受损？	目视检查
电气连接	说明
供电电压是否与铭牌参数一致？	24 ... 230 V AC/DC (-20 % / +10 %) 50/60 Hz
所有接线端子是否均已牢固拧紧在正确槽孔中？每个接线端子的编号是否正确？	-
安装后的电缆是否已经完全消除应力？	-
供电电缆和信号电缆是否正确连接？	参考接线图(→ 图 3, 图 12 和外壳上)

5 操作

设备操作简单，无需参照印刷版《操作手册》即可完成多种应用场合下的设备调试。

5.1 显示屏和设备状态指示灯 / LED



A0015891

图 4 设备显示屏

- 1 点阵显示区
- 2 7 段显示区
- 3 LED 状态指示灯，表示已接通电源
- 4 LED 状态指示灯，指示报警功能
- 5 LED 状态指示灯，指示继电器 1/2 的限位触点状态
- 6 操作按键

设备自带液晶背光显示屏，分为两个显示区。7段显示区中显示测量值。

在显示模式下，点阵显示区中显示附加通道信息，例如位号、单位或棒图。在操作过程中，点阵显示区中显示英文操作文本。

用于设置显示特性的各种功能参数的详细信息参见“调试”章节。

发生错误时，设备自动切换显示错误和通道，参见“设备诊断” \rightarrow 图 25 和“故障排除” \rightarrow 图 29 章节。

5.2 通过设备进行现场操作

通过设备前面板上的三个内置按键进行现场操作。





- 打开设置菜单
- 确认输入
- 选择功能参数或菜单中的子菜单



- 在设置菜单内:
- 滚动查看可选功能参数、菜单项、字符
 - 更改选定功能参数的数值（增大或减小）

在设置菜单外:

显示工作通道和计算通道，以及所有工作通道中的最小值和最大值。

选择菜单底部的“x BACK”菜单项，可退出菜单/子菜单。

同时按下“-”键和“+”键并至少保持 3 s，可直接退出设置菜单，不保存更改。

5.3 图标

5.3.1 显示图标



正在执行保持功能 → 16。

Max

显示最大值，或测量通道的最大显示值。

Min

显示最小值，或测量通道的最小显示值。



超量程错误。

不显示测量值。



设备锁定/操作受限；锁定设备设置，防止更改参数；此时仍可更改显示设置。



点阵显示区中显示错误信息和通道名称（位号）。

5.3.2 编辑模式中的图标

输入用户自定义文本时可以使用下列字符:

“0...9”、“a...z”、“A...Z”、“+”、“-”、“*”、“/”、“\”、“%”、“°”、“2”、“3”、“m”、“.”、“,”、“;”、“:”、“!”、“?”、“_”、“#”、“\$”、“”、“'”、“(, ')”、“~”

输入数值时可以使用数字 0...9 和小数点。

此外，在编辑模式中还可使用下列图标:



设置图标



专家设置图标



诊断图标



确认输入。

选择此图标，在用户指定位置处应用输入，退出编辑模式。



拒绝输入。

选择此图标，拒绝输入，退出编辑模式。保留先前设置的文本。

-
- ◀ 左移一个位置。
选择此图标，光标向左移动一个位置。
 - ▶ 删除前一字符。
选择此图标，删除光标左侧的一个字符。
 - ✖ 全部删除。
选择此图标，删除所有输入。
-

5.4 操作功能

变送器的操作功能分列在下列菜单中：

Display	设备的显示设置：显示屏的对比度、亮度以及测量值交替显示时间
Setup	设备设置 每项设置的描述参见“调试”章节→ 17。
Calibration	执行传感器标定 标定功能的描述参见“标定”章节。
Diagnostics	设备信息、诊断日志、传感器信息、仿真

5.5 保持功能

保持功能用于“冻结”电流输出和继电器状态。可以手动打开和关闭此功能（菜单路径：**Setup → Manual hold**）。此外，传感器标定过程中会自动打开保持功能。

结束保持状态后，保持功能在指定保持结束时间内仍有效。用户可以设置保持结束时间（菜单路径：**Setup → Extended setup → System → Hold release**）。

保持功能不影响测量值显示。测量值后面显示保持功能图标。

6 调试

6.1 安装后检查和设备通电

执行设备调试前，确保已完成下列最终检查：

- “安装后检查”的检查列表，→ 10。
- “连接后检查”的检查列表，→ 13。

上电后，绿色 LED 亮起，显示屏指示设备准备就绪。

首次调试设备时，按照《操作手册》下列章节中的说明进行设置。

当调试已完成设置或经过预设置的设备时，设备立即按照设定值启动测量。显示屏上显示当前工作通道数。

 揭去显示屏保护膜，否则可能会影响正常读数。

6.2 显示设置 (Display 菜单)

在操作过程中，按下“E”键进入主菜单。显示屏上显示 Display 菜单。再次按下“E”键打开该菜单。选择菜单/子菜单底部的“x Back”菜单项，返回上一级菜单。

参数	设置选项	描述
Contrast	1...7 缺省设置：5	设置显示屏对比度。
Brightness	1...7 缺省设置：5	设置显示屏亮度。
Alternating time	0 s、3 s、5 s、10 s	设置两个测量值的交替显示时间。 0 表示显示屏上不交替显示测量值。

6.3 设置访问保护的注意事项

默认允许用户访问设备设置（工厂设置），也可锁定设备设置。

参照以下步骤锁定设备设置：

1. 按下 **E** 键进入设置菜单。
2. 反复按下**+键**，直至显示 **Setup** 菜单。
3. 按下 **E** 键，打开 **Setup** 菜单。
4. 反复按下**+键**，直至显示 **Extended Setup** 菜单。
5. 按下 **E** 键打开“**Extended Setup**”菜单；此时显示 **System** 菜单。
6. 按下 **E** 键打开 **System** 菜单。
7. 反复按下**+键**，直至显示 **Access code** 菜单。
8. 按下 **E** 键打开访问保护设置。
9. 设置访问密码：按下**+和-键**设置所需的访问密码。访问密码为四位数字。各位数字以纯文本显示。按下 **E** 键确认输入的数值，并进入下一位。

- 10.** 确认访问密码的最后一位，退出菜单。此时将显示完整访问密码。按下 $+$ 键滚动返回 **x Back** 子菜单的上一级，确认上述设置。确认完成后，设定值生效，显示画面返回 **Setup** 菜单。再次选择 **x Back** 菜单项，退出此子菜单，然后返回测量值/通道显示菜单。

一旦成功启用访问保护，显示屏上会出现锁定符号。

i 也可设置密码，限制访问标定功能。具体步骤与上述设置锁定步骤相同。如需启用该功能，按上述步骤 7 中所述，反复按下 $+$ 键，直至显示 **Calib Code** 菜单。

i 选择选择列表/菜单底部的 **x Back** 菜单项，从子菜单返回上一级菜单。

i 启用访问保护后，超过 600 秒不操作即自动锁定设备。显示画面切换回主菜单。

i 如需取消访问保护，在 **System** 菜单中将访问密码设置为 **0000**，或按下 **C** 删除访问密码。

i 如果丢失或遗忘访问密码，仅服务部门可进行重置。

6.4 设备设置（Setup 菜单）

在操作过程中，按下“E”键进入主菜单。按下“+”键和“-”键浏览可选菜单。显示所需菜单后，按下“E”键打开菜单。选择菜单/子菜单底部的“x Back”菜单项，返回上一级菜单。

Setup 菜单中包含设备操作所需的多数重要设置。

参数	设置选项	描述
Tag	用户自定义文本，最多 16 个字符	在此功能参数中输入设备位号。
Current range	4...20 mA 0...20 mA	设置电流输出范围。
Out 1 0/4 mA	取值范围: 0.000 ... 99.999 0.0 mS/cm	设置模拟量输出对应的量程下限值。 如果测量值低于量程下限值，电流输出设置为饱和电流 0/3.8 mA。
Out 1 20 mA	取值范围: 0.000 ... 99.999 0.2 mS/cm (电导式电导率测量) 200 mS/cm (电感式电导率测量)	设置模拟量输出对应的量程上限值。 如果测量值高于量程上限值，电流输出设置为饱和电流 20.5 mA。
Out 2 0/4 mA	取值范围: -50 ... 250 °C 0.0 °C	设置温度输入对应的量程下限值。 如果测量值低于量程下限值，电流输出设置为饱和电流 0/3.8 mA。
Out 2 20 mA	取值范围: -50 ... 250 °C 100 °C	设置温度输入对应的量程上限值。 如果测量值高于量程上限值，电流输出设置为饱和电流 20.5 mA。
Damping main value	0 ... 60 s 0 s	设置输入信号的低通滤波阻尼时间。

参数	设置选项	描述
Extended setup		设备的高级设置，例如继电器、限位值等。 功能参数的详细信息参见后续章节， → 19。
Manual hold	Off, On	用于保持电流输出和继电器输出。

6.5 扩展设置 (Extended Setup 菜单)

在操作过程中，按下“E”键进入主菜单。按下“+”键和“-”键浏览可选菜单。显示所需菜单后，按下“E”键打开菜单。选择菜单/子菜单底部的“x Back”菜单项，返回上一级菜单。

参数	设置选项	描述
System		常规设置
Tag	用户自定义文本，最多 16 个字符 缺省设置: Aa	在此功能参数中输入设备位号。
	Temp. Unit °C °F	设置温度单位。
	Hold release 0 ... 600 s 0 s	设置保持状态结束之后的设备保持时间。
	Alarm delay 0 ... 600 s 0 s	设置报警输出的延迟时间。未达到报警延迟时间的报警将被抑制。
	Access code 0000...9999 缺省设置: 0000	用户自定义密码，用于限制访问设备设置。 其他信息: 0000 表示禁用访问保护。
Calib Code	0000...9999 缺省设置: 0000	用户自定义密码，用于限制访问标定功能。 其他信息: 0000 表示禁用访问保护。
Input		输入设置
Operating mode	conductivity resistivity TDS	设置工作模式。
	Cell constant 只读 (仅当连接传感器时显示)	显示所连接的传感器的电极常数（参见传感器证书）。
	Install factor 0.1 ... 5.0 1.0	设置电感式电导率传感器的安装系数，用于校正电导率测量。通过输入系数值进行设置。安装系数的详细信息参见 → 21。
	Unit auto 、μS/cm、mS/cm	设置测量值单位。 选择“auto”选项时，测量值单位在 μS/cm 和 mS/cm 之间自动切换。
	Format none 、one、two	设置小数点后的显示位数。
	Damping main value 0 ... 60 s 0 s	设置输入信号的低通滤波阻尼时间。

参数	设置选项	描述
Temp. comp.	off、 Linear 、 UPW HCl、 UPW NaCl、 NaCl (IEC 746-3)、 Water ISO 7888	设置温度补偿。 提供多种温度补偿方法，取决于实际测量过程。温度补偿的详细信息参见→ □ 22。
T. comp. cal.	off 、Linar	设置电极常数标定所需的温度补偿。
Alpha coeff.	1.0 ... 20.0 %/K 2.1 %/K	设置线性温度补偿系数。
Ref. temp.	25 °C	计算线性温度补偿电导率所需的参考温度。 Alpha 系数和 Alpha 参考温度的详细信息参见“温度补偿”章节，→ □ 22。
Process check		检查过程设置
	Function	On、 Off
	Inactive time	1 ... 240 min 60 min
	Band width	1 ... 20 % 1 %
Analog outputs		模拟量输出设置
Current range	4...20 mA 0...20 mA	设置模拟量输出的电流范围。
Out 1 0/4 mA	取值范围: 0.000...99999 0.1 mS/cm	设置模拟量输出对应的量程下限值。
Out 1 20 mA	取值范围: 0.000...99999 200 mS/cm	设置模拟量输出对应的量程上限值。
Out 2 0/4 mA	取值范围: -50 ... 250 °C 0 °C	设置温度输入对应的量程下限值。
Out 2 20 mA	取值范围: -50 ... 250 °C 100 °C	设置温度输入对应的量程上限值。
Damping main value	0 ... 60 s 0 s	设置输入信号的低通滤波阻尼时间。
Relay 1/2		设置继电器输出。继电器设置的详细信息参见→ □ 23。
Function	Off 、USP alarm、EP alarm、 USP pre-alarm、EP pre-alarm、 Min limit、Max limit、In band、Out band、 Error	设置继电器功能。
Assignment	Main 、Temp	分配继电器对应的主要测量值输入或温度输入。
Set point	取值范围: 0.0	不适用 Error 功能参数（错误信息继电器）。

参数	设置选项	描述
Set point 2	取值范围: 0.0	仅适用 In band 或 Out band 功能参数。
	取值范围: 0.0	设置迟滞值。不适用 Error 功能参数。
	0 ... 60 s 0 s	设置继电器开关前的延迟时间。不适用 Error 功能参数。
Factory default		将设备复位为工厂缺省设置。
Please confirm	no 、 yes	确认复位。

6.5.1 继电器设置

设备带两个限位继电器，或者处于关闭状态，或者设置为输入信号。输入限定值，限定值为带小数点的数值。通常，继电器的工作模式为常开或常闭状态，取决于继电器触点的接线（→ 图 37）。必须为继电器分配限定值。每个继电器可以分配给一个测量通道或一个计算值。在“Error”模式下，继电器用作报警继电器。每当出现错误或报警时，继电器都会执行开关动作。

两个限定值可以进行下列设置：分配、限位、迟滞、开关响应、延迟时间和故障模式。

6.5.2 安装系数 (仅适用电感式电导率传感器)

安装在狭小空间中时，电导率测量受管壁的影响。

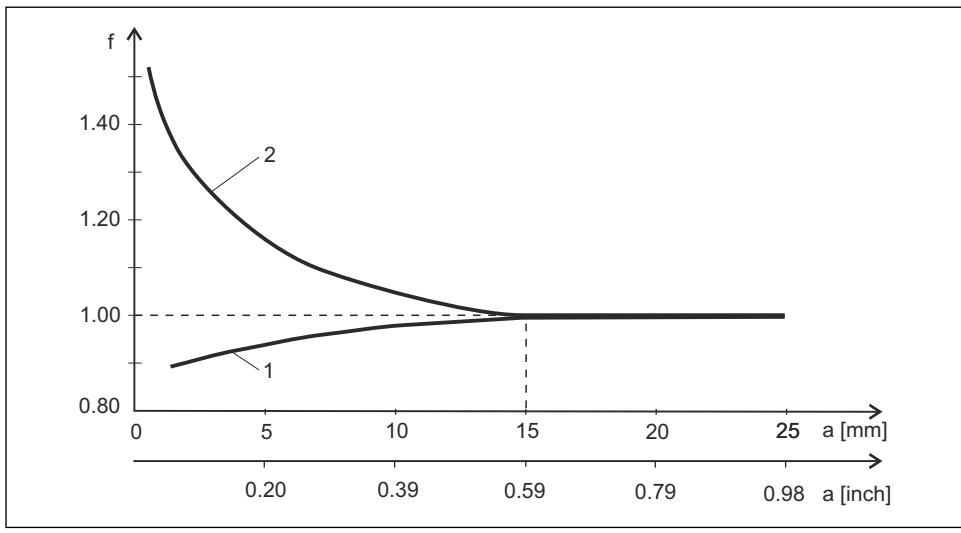
通过安装系数对此效应进行补偿。变送器通过乘以安装系数修正电极常数。

安装系数的大小取决于管径、管壁导电性，以及传感器与管壁间的距离。

传感器与管壁间的距离足够大时 ($a > 15 \text{ mm (0.59 in)}$ ，口径不小于 DN80)，无需考虑安装系数 ($f = 1.00$)。

如果传感器与管壁间的距离较小，采用电绝缘管壁时，安装系数增大 ($f > 1$)，而采用导电性管壁时，安装系数减小 ($f < 1$)。

使用标定液测定安装系数，或基于以下曲线图估算安装系数。



A0005441

图 5 安装系数 (f) 和传感器与管壁距离 (a) 的关系

1 导电性管壁

2 电绝缘管壁

6.5.3 温度补偿

液体的电导率与温度息息相关，因为离子运动和相应分子数量受温度影响。必须将电导率转换为指定温度下的数值，才能进行测量值比较。参考温度为 25 °C (77 °F)。

测量电导率时，需要确定温度。K(T_0) 为 25 °C (77 °F) 时的电导率测量值，或基于 25 °C (77 °F) 参考温度的电导率换算值。

温度系数 α 是指温度每变化一度时的电导率变化百分率。在过程温度条件下，电导率 K 的计算公式如下：

$$K(T) = K(T_0) (1 + \alpha(T - T_0))$$

K(T)：过程温度 T 时的电导率

K(T_0)：参考温度 T_0 时的电导率

温度系数取决于溶液的化学成份和温度，范围在 1 %...5 %/°C 之间。大多数淡盐水和天然水的电导率近乎按照线性变化。

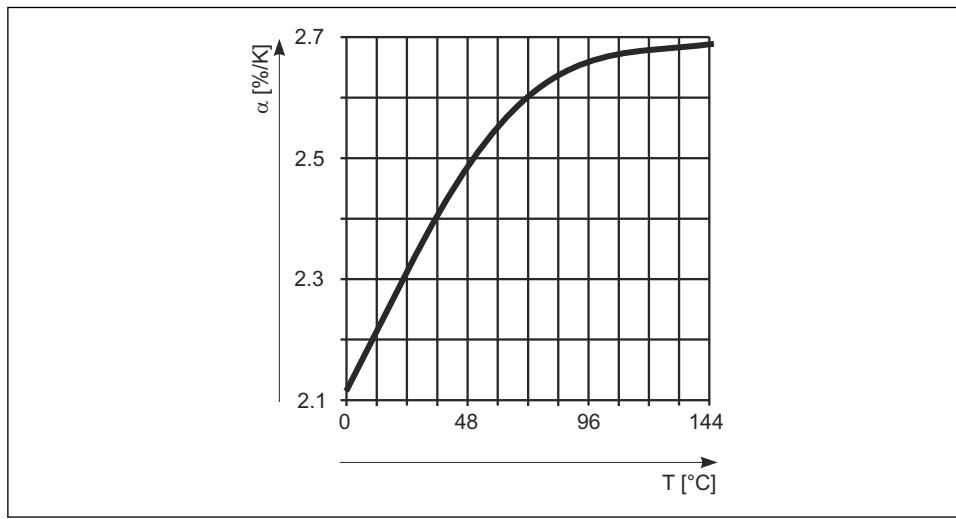
温度系数 α 的典型值：

天然水	约 2 %/K
盐溶液（例如 NaCl）	约 2.1 %/K
碱液（例如 NaOH）	约 1.9 %/K
酸液（例如 HNO ₃ ）	约 1.3 %/K

NaCl 补偿

开启 NaCl 补偿 (菜单路径: **Extended setup → Input → Temp. comp. = NaCl (IEC 746-3)**)。

采用 NaCl 补偿时 (符合 IEC 60746 标准), 通过固定非线性曲线定义温度系数和设备中存储的温度的相互关系。曲线用于低浓度补偿, 最高浓度约为 5 % NaCl。



A0008939

天然水补偿

开启天然水补偿 (菜单路径: **Extended setup → Input → Temp. comp. = Water ISO 7888**)。

设备自带非线性补偿功能 (符合 ISO 7888 标准), 用于对天然水进行温度补偿。

超纯水补偿 (适用电导式电导率传感器)

开启超纯水补偿 (菜单路径: **Extended setup → Input → Temp. comp. = UPW HCl 或 UPW NaCl**)。

设备自带纯净水和超纯水补偿算法, 已考虑水的离解作用与温度的相关性。适用测量电导率约为 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 的介质。

- UPW NaCl: 优化测量带中性 pH 杂质的介质的电导率。
- UPW HCl: 优化测量阳离子交换处理后酸性介质的电导率。同样适用氨水 (NH_3) 和苛性钠 (NaOH)。

6.5.4 继电器设置

设备带两个限位继电器, 或者处于关闭状态, 或者设置为输入信号。输入限定值, 限定值为带小数点的数值。必须为继电器设置限定值。每个继电器可以分配给一个测量通道或一个计算值。在“Error”模式下, 继电器用作报警继电器。每当出现错误或报警时, 继电器都会执行开关动作。

两个限定值可以进行下列设置：分配、工作模式、限位、迟滞、开关响应、延迟时间和故障模式。

制药用水的限定值监测，符合美国药典（USP）和欧洲药典（EP）标准（仅适用电导式电导率传感器）

连接电导式电导率传感器时，变送器提供“注射用水”（WFI）、“高纯水”（HPW）和“纯水”（PW）监测功能，符合美国药典（USP）标准第 645 部分和欧洲药典（EP）标准。

USP 功能：注射用水（WFI）监测，符合美国药典（USP）标准和欧洲药典（EP）标准；高纯水（HPW）监测，符合欧洲药典（EP）标准。变送器自带下表。

温度[°C]	电导率[µS/cm]	温度[°C]	电导率[µS/cm]
0	0.6	55	2.1
5	0.8	60	2.2
10	0.9	65	2.4
15	1.0	70	2.7
20	1.1	75	2.7
25	1.3	80	2.7
30	1.4	85	2.7
35	1.5	90	2.7
40	1.7	95	2.9
45	1.8	100	3.1
50	1.9		

测量步骤如下：

- 变送器测定未经补偿的电导率值和水温。
- 变送器将温度向下舍入至最接近的 5 °C 的倍数，比较电导率测量值与上表中的限定值。
- 如果测量值超出上表中的限定值，将发出报警信号（E151）。

EP-PW 功能：下表列举了进行“纯水”（PW）监测（符合欧洲药典（EP）标准）时，不同温度条件下的限定值。变送器自带下表。

温度[°C]	电导率[µS/cm]	温度[°C]	电导率[µS/cm]
0	2.4	60	8.1
10	3.6	70	9.1
20	4.3	75	9.7
25	5.1	80	9.7
30	5.4	90	9.7
40	6.5	100	10.2
50	7.1		

测量步骤如下：

- 变送器测定未经补偿的电导率值和水温。
- 如果温度介于上表两个条目之间，变送器对相邻两点进行插补，从而测定电导率限定值。
- 如果测量值超出上表中的限定值，将发出报警信号。

报警

此外，可以将 80 % 的 USP/EP 限定值设置为 USP 报警的触发点。这样即可提醒用户及时对系统进行再生处理。

6.6 设备诊断 (Diagnostics 菜单)

在操作过程中，按下“E”键进入主菜单。按下“+”键和“-”键浏览可选菜单。显示所需菜单后，按下“E”键打开菜单。选择菜单/子菜单底部的“x Back”菜单项，返回上一级菜单。

参数	设置选项	描述
Current diag.	只读	显示当前诊断信息。
Last diag.	只读	显示最近一条诊断信息。
Diagnost logbook	只读	显示最近的诊断信息。
Device info	只读	显示设备信息。
Device tag	只读	显示设备位号。
Device name	只读	显示设备名称。
Serial number	只读	显示设备序列号。
Order ident	只读	显示设备订货号。
FW revision	只读	显示固件版本号。
ENP version	只读	显示电子铭牌版本号。
Module ID	只读	显示模块 ID。
Manufact. ID	只读	显示制造商 ID。
Manufact. name	只读	显示制造商名称。

7 标定(Calibration /标定菜单)

7.1 概述

在特定条件下，确定测量设备的测量值与输出变量的期望值，或被测变量真实值之间的关系。

在标定过程中，测量仪表不受干扰，不发生变化。

7.2 设备的标定功能

在操作过程中按下“E”键，进入主菜单。使用“+”键和“-”键查看当前可选菜单。显示所需菜单时，按下“E”键，打开菜单。选择每个菜单/子菜单末项“x Back /返回”，进入上一级菜单。

功能参数		设置选项	说明
Conductivity /电导率			电导率测量标定
C	calib. start /开启电导率标定	只读	
	k	只读	当前电极常数
	C cal. /电导率标定	数值 0 mS/cm	
	k	只读	新电极常数计算值
	Save calib data? /保存标定参数？	Yes /是、No /否	保存或放弃标定参数？
Temperature /温度			温度测量标定
T	cal. start /开启温度标定	只读	
	T cal. /温度标定	数值	
	Save calib data? /保存标定参数？	Yes /是、No /否	保存或放弃标定参数？

7.2.1 电极常数标定

电导率测量系统始终需要标定，使用合适标定液精准确定或验证电极常数。EN 7888 和 ASTM D 1125 标准介绍了电导率标定方法，并介绍了数种标定液的配置方法。另一种方案是选用当地计量局提供的国际通用标定液。在制药行业中使用时，需要特别注意，必须采用国际溯源认证的标定液。标定测试设备时，Endress+Hauser 使用 US 权威机构 NIST (标准技术国际机构) 的 SRM (特殊参比材料)。

标定电极常数

进行电极常数标定时，始终使用已知电导率值的参比液，提供不同温度下的原始电导率值。通常，无需温度补偿，即可进行正确标定。

菜单路径：Extended Setup /扩展设置 → Input /输入 → T.comp.cal /温度补偿标定，选择“off /关”。

关闭标定温度补偿。

基于新电导率参比液计算新电极常数。

电导式和电感式电导率测量的电极常数标定方法相同。仅允许使用电导率参比液或与测量范围相匹配的标定液。

电导式电导率传感器(CLS15D、CLS16D 和 CLS21D)的标定液为 CLY11-A 74.02 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、CLY11-B 149.75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

电感式电导率传感器(CLS50D)的标定液为 CLY11-C 1.40 mS/cm 、CLY11-D 12.65 mS/cm 。

1. 按下“E”键，进入主菜单。
2. 按下“+”键，查询“Calibration /标定”菜单。
3. 按下“E”键，打开菜单。
4. 按下“E”键，打开“Cell const. /电极常数”子菜单。
 - ↳ 显示当前电极常数。
5. 从被测介质中取出传感器，使用蒸馏水冲洗，并擦干。
6. 按下“+”键，输入电导率参比液的“cond. Ref. /参考电导率”。
 - ↳ 输入当前温度下参比液的电导率参数值。
7. 按下“+”键。
 - ↳ 显示“Insert sensor in med. /将传感器放入介质中”。
8. 将传感器放入电导率参比液中。
9. 按下“+”键。
 - ↳ 显示“wait for stable value /等待稳定值”。
数值稳定后，切换显示为“New cell constant /新电极常数”。
10. 按下“+”键。
 - ↳ 显示“Save Calib. Data /保存标定参数”。
按下 E 键，选择“Yes /是”，接收标定参数。

8 维护

设备无需特殊维护。

9 附件

9.1 传感器

电导式电导率传感器

Condumax W CLS15D

- 电导式电导率传感器，用于纯水和超纯水测量，可在防爆(Ex)场合中使用
- 订购信息请参考《技术资料》TI00109C

Condumax H CLS16D

- 卫生型电导式电导率传感器，用于纯水和超纯水测量，可在防爆(Ex)场合中使用
- 通过 EHEDG 测试和 3A 认证
- 订购信息请参考《技术资料》TI00227C

Condumax W CLS21D

- 双电极传感器，带整体电缆和接头连接
- 订购信息请参考《技术资料》TI00085C

电感式电导率传感器

Indumax CLS50D

- 高稳定性电感式电导率传感器，可在标准场合、防爆(Ex)场合和高温应用场合中使用
- Memosens 数字式传感器
- 订购信息请参考《技术资料》TI00182C

10 故障排除

为帮助用户进行故障排除，以下章节列出了错误的可能原因以及初步补救措施。

10.1 故障排除指南



危险！带电！

- 禁止在设备外壳打开的情况下进行故障诊断。

显示界面	原因	补救措施
不显示测量值	未接通电源	检查设备电源。
	已上电，设备存在故障	必须更换设备。
显示诊断信息	诊断信息列表参见后续章节。	

10.2 诊断信息

诊断信息由诊断代号和信息文本组成。

诊断代号由符合 Namur NE 107 标准的错误类型和数字组成。

错误类型(字符形式，置于数字前)

- F = 故障，检测到故障。

相关测量通道中的测量值不再可靠。可以在测量点查找错误原因。已连接至控制系统时，需要切换为手动操作。

- M = 需要维护，必须尽早采取措施。

测量功能不受影响。无需立即采取措施。但是，维护可以防止日后仪表发生故障。

- C = 功能检查，等待过程(无错误)。

仪表维护中。等待维护过程完成。

- S = 超出规范，测量点超规范工作。

仍可继续测量。但是，操作具有较高风险，导致使用寿命缩短或测量精度降低。可以在测量点查找错误原因。

实例：



A0015896

F 61
sensor elec. / 传感器电子部件



A0015897

M 915
USP warning / USP 警告



S 844
Process value /过程参数

A0015899



C 107
Calib. active /开启标定

A0015899

诊断代号	信息文本	说明
F5	Sensor data /传感器参数	传感器参数无效。 补救措施: <ul style="list-style-type: none">■ 更新变送器日期■ 更换传感器
F12	Writing data /写入参数	无法写入传感器参数。 补救措施: <ul style="list-style-type: none">■ 重新写入传感器参数■ 更换传感器
F13	Sensor type /传感器型号	传感器型号错误。 补救措施: <ul style="list-style-type: none">■ 更换为设置传感器型号
F61	Sensor elec. /传感器电子部件	传感器电子部件故障。 补救措施: <ul style="list-style-type: none">■ 更换传感器■ 联系服务工程师
F62	Sens. Connect /传感器连接	传感器连接。 补救措施: <ul style="list-style-type: none">■ 更换传感器■ 联系服务工程师
F100	Sensor comm. /传感器通信	无传感器通信。 可能的原因: <ul style="list-style-type: none">■ 未连接传感器■ 传感器连接故障■ 传感器电缆短路■ 相邻测量通道短路■ 发生错误，传感器固件升级被取消 补救措施: <ul style="list-style-type: none">■ 检查传感器电缆连接■ 检查传感器电缆短路■ 更换传感器■ 重启固件升级■ 联系服务工程师

诊断代号	信息文本	说明
F130	Sensor supply /传感器电源	<p>传感器检查。 传感器供电电压过低。</p> <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 检查电缆连接 ■ 更换传感器
F142	Sensor signal /传感器信号	<p>传感器检查。 无电导率显示。</p> <p>可能的原因:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 传感器放置在空气中 ■ 传感器故障 <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 检查传感器安装 ■ 更换传感器
F143	Self test /自检	<p>传感器自检错误。</p> <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 更换传感器 ■ 联系服务工程师
F152	No airset /未进行空标	<p>传感器参数。 无标定参数。</p> <p>补救措施: 执行空标</p>
F523	Cell const. /电极常数	<p>传感器标定警告。 电极常数无效，超出最大量程。</p> <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 重新标定 ■ 输入电极常数工厂设定值 ■ 更换传感器
F524	Cell const. /电极常数	<p>传感器标定报警。 低于最小电极常数。</p> <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 重新标定 ■ 输入电极常数工厂设定值
F845	Device id /设备 ID	硬件设置故障
F846	Param error /参数错误	<p>参数总和校验故障。</p> <p>可能的原因: 固件升级</p> <p>补救措施: 参数复位至工厂缺省设置</p>
F847	Couldn't save param /无法保存参数	无法保存参数
F848	Calib AO1 / AO1 标定	模拟量输出 1 的标定值错误

诊断代号	信息文本	说明
F849	Calib AO2 / AO2 标定	模拟量输出 2 的标定值错误
F904	Process check /过程检查	<p>过程检查系统报警。 长时间内测量信号无变化。</p> <p>可能的原因:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 传感器已被污染或放置在空气中 ■ 无传感器信号 ■ 传感器故障 ■ 软件错误 <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 检查测量回路 ■ 检查传感器 ■ 重启软件

诊断代号	信息文本	说明
C107	Calib. active /开启标定	<p>开启传感器标定。</p> <p>补救措施: 等待标定完成</p>
C154	No calib. data /无标定参数	<p>传感器参数。 无标定参数, 使用工厂设定值。</p> <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 检查传感器标定信息 ■ 标定电极常数
C850	Simu AO1 / AO1 仿真	开启模拟量输出 1 仿真
C851	Simu AO2 / AO2 仿真	开启模拟量输出 2 仿真
C852	Simu DO / DO 仿真	开启状态输出仿真
C853	Download act. /开启下载	开启参数传输

诊断代号	信息文本	说明
S844	Process value /过程参数	<p>测量值超出指定范围。</p> <p>可能的原因:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 传感器放置在空气中 ■ 安装支架中有气体干扰物 ■ 流入传感器的介质错误 ■ 传感器故障 <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 增大过程参数 ■ 检查测量回路 ■ 更改传感器型号
S910	Limit switch /限位开关	限位开关上电

诊断代号	信息文本	说明
M500	Not stable / 不稳定	<p>取消传感器标定。 主要测量值不稳定。</p> <p>可能的原因:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 传感器超过使用期限 ■ 传感器暂时干燥 ■ 标定液参数值不恒定 <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 检查传感器, 如需要, 更换传感器 ■ 检查标定液
M526	Cell const. / 电极常数	<p>传感器标定警告。 电极常数无效, 超出最大量程。</p> <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 重新标定 ■ 输入电极常数工厂设定值 ■ 更换传感器
M528	Cell const. / 电极常数	<p>传感器标定警告。 低于最小电极常数。</p> <p>补救措施:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 重新标定 ■ 输入电极常数工厂设定值
M914	USP alarm / USP 报警	<p>USP 报警。 USP 超上限时的对应电导率限定值。</p> <p>补救措施: 检查过程</p>
M915	USP warning / USP 报警	<p>USP 报警。 USP 超下限时的对应电导率限定值。</p> <p>补救措施: 检查过程</p>

10.3 固件更新历史

修订历史

固件版本号 (FW) 标识在铭牌上和《操作手册》封面上, 提供设备发布信息: XX.YY.ZZ
(例如 01.02.01)。

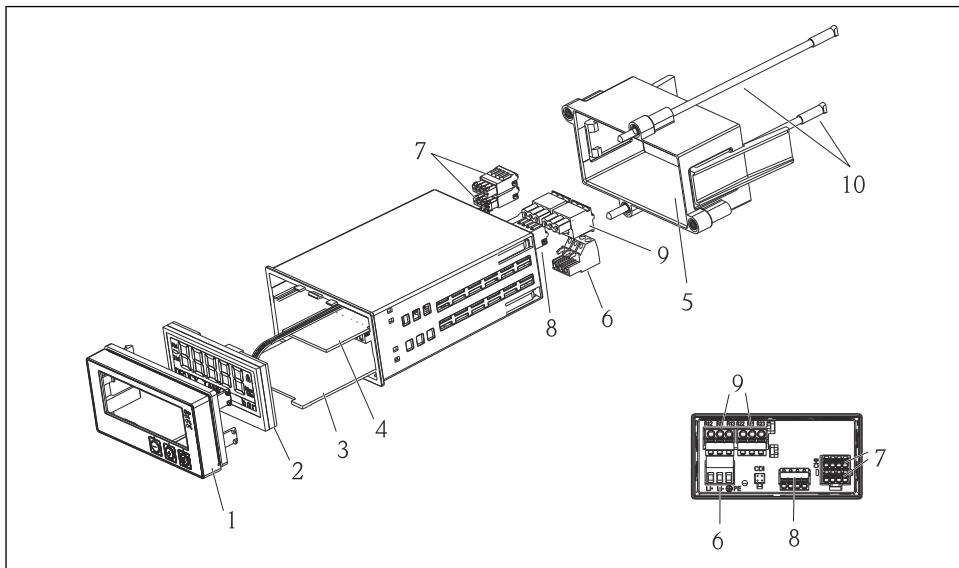
XX 主要版本号变更。不再兼容老版本。设备升级, 《操作手册》更新。

YY 功能和操作变更。兼容老版本。《操作手册》更新。

ZZ 修正和局部变更。不更新《操作手册》。

日期	固件版本号	变更内容	文档资料代号
09/2011	01.01.00	原始固件	BA01030C/09/EN/01.11
11/2019	02.01.00	用户密码保护章节修订	BA01030C/09/EN/02.19

10.4 备件



A0015745

图 6 备件示意图

部件号	部件名称	订货号
1	外壳前面板+覆膜, 包含 CM14 的键盘, 不包含显示屏	XPM0004-DA
2	CPU / 显示屏, CM14 电导式电导率测量 CPU / 显示屏, CM14 电感式电导率测量	XPM0004-CK XPM0004-CL
3	主板, 24...230 V DC / AC, CM14	XPM0004-NA
4	继电器板+两个限位继电器	RIA45X-RA
5	安装架, 适用于外壳 W07	71069917
6	接线端子, 3 针(电源)	50078843
7	可插拔的接线端子, 4 针(Memosens 输入)	71037350
8	可插拔的接线端子, 4 针(电流输出)	71075062
9	可插拔的接线端子, 3 针(继电器接线端)	71037408
10	螺杆, 适用于管道固定夹, 105mm	71081257

10.5 返厂

如需返厂（例如进行维修），必须将设备放在防护包装中运输。原包装具有最佳防护效果。仅允许供应商服务机构进行维修操作。



将设备返厂维修时，必须同时提供错误描述和应用说明。

10.6 废弃

设备内含电子部件。必须作为电子垃圾进行废弃处理。严格遵守当地的废弃处理法规。

11 技术参数

11.1 输入

11.1.1 测量变量

-->参考连接传感器的文档资料

11.1.2 测量范围

-->参考连接传感器的文档资料

11.1.3 输入类型

Memosens 数字式传感器输入

11.1.4 电缆规格

电缆类型

Memosens 数据电缆，或传感器整体电缆，均带电缆末端护套

电缆长度

Max. 100 m (330 ft)

11.2 输出

11.2.1 输出信号

两路 0/4 ... 20 mA 输出，有源信号，彼此电气隔离，且与传感器回路电气隔离

11.2.2 负载

Max. 500 Ω

11.2.3 线性化/传输特性

线性

11.2.4 报警输出

报警输出设置为“集电极开路”。正常工作时，无报警输出。发生故障时(F-故障，设备上无电流)，打开“集电极开路”。

最大电流	200 mA
最高电压	30 V DC

11.3 有源电流输出

11.3.1 量程范围

0 ... 23 mA

11.3.2 信号特征

线性信号

11.3.3 电气参数

输出电压

Max. 24 V

11.3.4 电缆规格

电缆类型

推荐：屏蔽电缆

横截面积

Max. 1.5 mm² (16 AWG)

11.4 继电器输出

11.4.1 继电器类型

两个转换触点

11.4.2 继电器开关容量

Max. 3 A 24 V DC

Max. 3 A 253 V AC

Min. 100 mW (5 V / 10 mA)

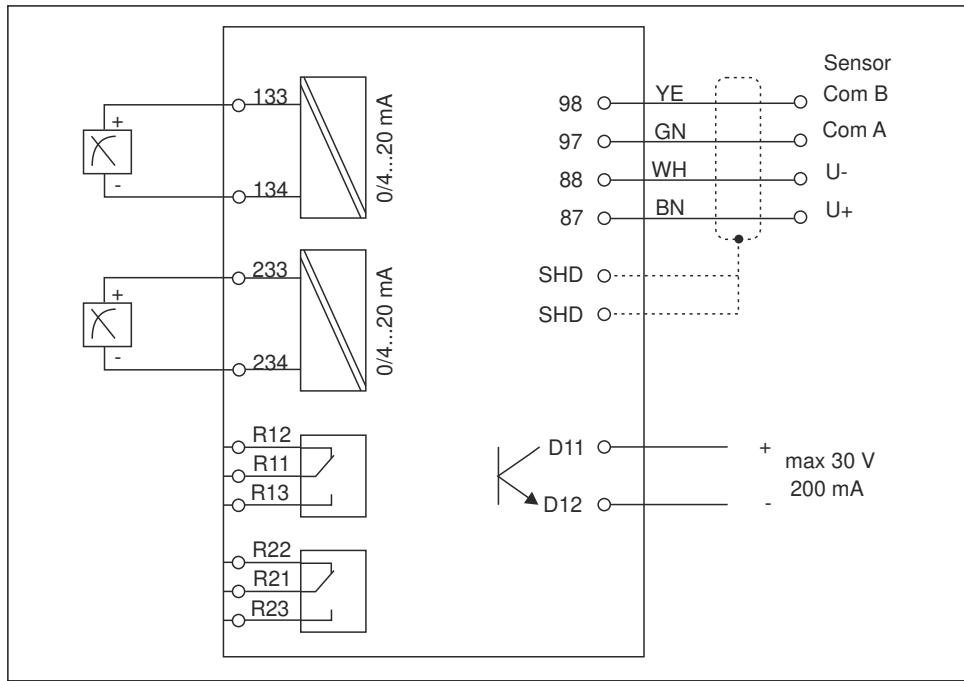
11.4.3 电缆规格

横截面积

Max. 2.5 mm² (14 AWG)

11.5 接线

11.5.1 电气连接



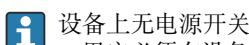
A0015303

接线端子	描述
87	连接 Memosens 数字式传感器电缆, 棕色, 传感器电源 U+
88	连接 Memosens 数字式传感器电缆, 白色, 传感器电源 U-
97	连接 Memosens 数字式传感器电缆, 绿色, 公共端 A
98	连接 Memosens 数字式传感器电缆, 黄色, 公共端 B
SHD	连接 Memosens 数字式传感器电缆, 屏蔽层
D11	连接报警输出 (+)
D12	连接报警输出 (-)
L/+	连接变送器电源
N/-	
⊕ PE	
133	连接模拟量输出 1 (+)

接线端子	描述
134	连接模拟量输出 1 (-)
233	连接模拟量输出 2 (+)
234	连接模拟量输出 2 (-)
R11、R12、R13	连接继电器 1
R21、R22、R23	连接继电器 2

11.5.2 供电电压

宽标称供电电压范围: 24 ... 230 V AC/DC (-20 % / +10 %) 50/60Hz



设备上无电源开关

- 用户必须在设备附近安装断路保护器。
- 断路保护器必须是开关或电源开关，并被标识为设备专用的断路保护器。

11.5.3 功率消耗

最大 13.8 VA / 6.6 W

11.6 性能参数

11.6.1 响应时间

电流输出

$t_{90} = \text{max. } 500 \text{ ms}$, 电流从 0 mA 上升至 20 mA

11.6.2 参考温度

25 °C (77 °F)

11.6.3 输入信号的最大测量误差

-->参考连接传感器的文档资料

11.6.4 电流输出的分辨率

> 13 bit

11.6.5 重复性

-->参考连接传感器的文档资料

11.7 安装条件

11.7.1 安装指南

安装位置

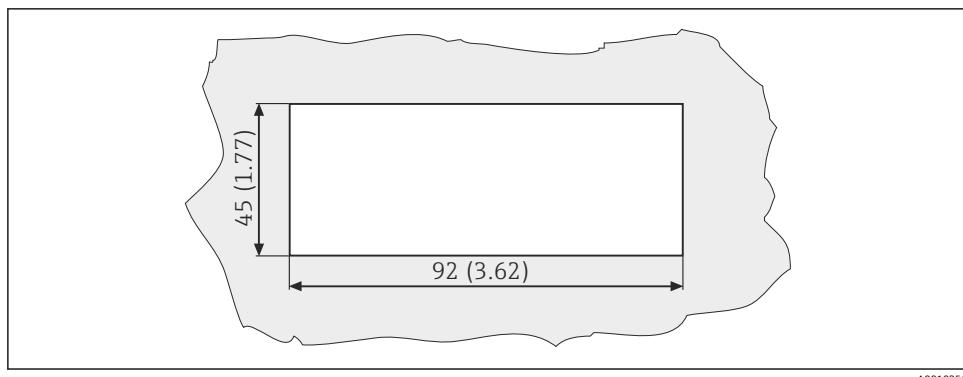
安装孔口尺寸: 92 x 45 mm (3.62 x 1.77 in)

最大面板厚度: 26 mm (1 in)

安装位置

调整安装方向，确保可以从显示屏正常读数。

各个方向上相对于显示屏中轴线的最大可视角度范围为 $+/- 45^\circ$ 。



A0010351

图 7 安装孔口的外形尺寸示意图；单位：mm (in)

11.8 环境条件

11.8.1 环境温度范围

-10 ... +60 °C (14 ... 140 °F)

11.8.2 储存温度

-40 ... +85 °C (-40 ... +185 °F)

11.8.3 海拔高度

< 2 000 m (6 561 ft), 海平面以上

11.8.4 电磁兼容性(EMC)

干扰发射和抗干扰能力均符合 EN 61326-1:2006 Cl. A (工业区) 标准

11.8.5 防护等级

前面板

IP65 / NEMA 4X

安装架

IP20, 抗冲击防护

11.8.6 相对湿度

5 ... 85 %, 无冷凝

11.9 机械结构

11.9.1 外形尺寸

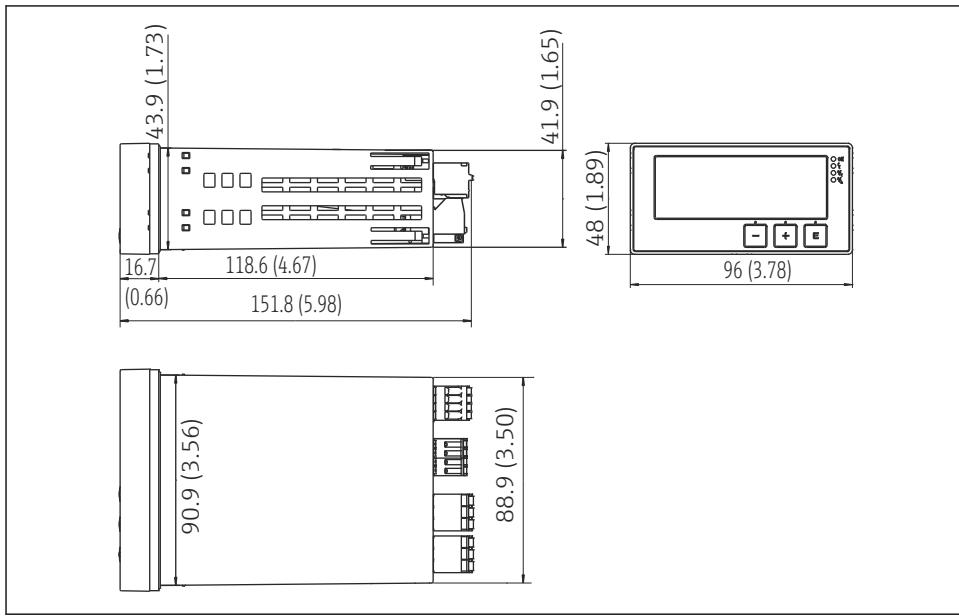


图 8 变送器的外形尺寸示意图；单位：mm (in)

11.9.2 重量

0.3 kg (0.66 lbs)

11.9.3 材质

外壳、安装架:

聚碳酸酯

前面板覆膜:

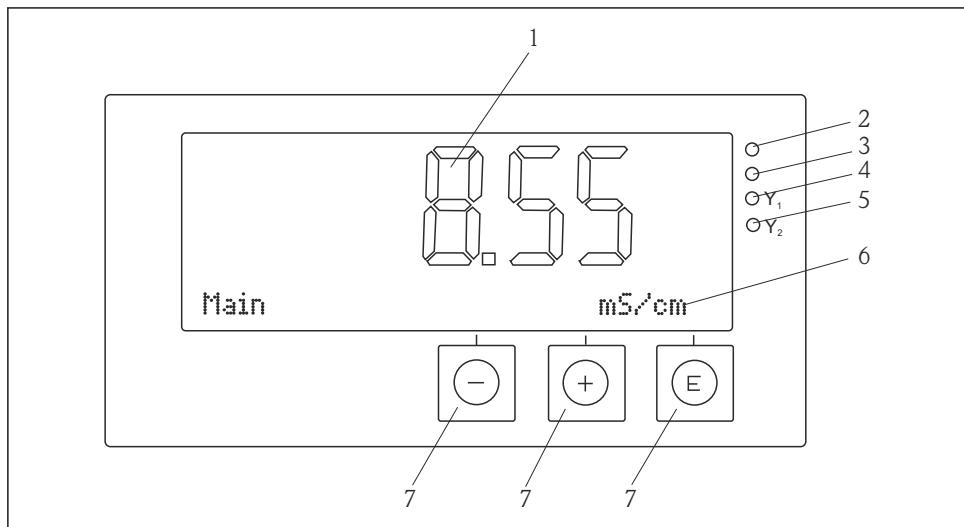
聚酯纤维，抗 UV 紫外线

11.9.4 接线端子

最大导线横截面积: 2.5 mm^2 (22-14 AWG; 紧固扭矩: 0.4 Nm (3.5 lb in))，连接电源和继电器

11.10 显示与操作单元

11.10.1 操作单元



A0018699

图 9 显示与操作单元

- 1 液晶显示屏, 显示测量值和设置参数
- 2 LED 状态指示灯, 表示已接通电源
- 3 LED 状态指示灯, 指示报警功能
- 4 LED 状态指示灯, 指示继电器 1 的限位触点状态
- 5 LED 状态指示灯, 指示继电器 2 的限位触点状态
- 6 点阵显示区, 显示测量值单位和菜单项
- 7 操作按键

11.11 证书和认证

11.11.1 CE认证

一致性声明

产品符合欧共体标准的要求。

因此, 遵守 EC 准则的法律要求。

制造商确保贴有CE标志的仪表均成功通过了所需测试。

其他标准和准则

- IEC 60529:
外壳防护等级(IP 代号)
- IEC 61010-1: 2001 Cor 2003
测量、控制和实验室使用电气设备的安全要求

索引

A

安装系数 21

B

标定

电极常数 26

C

操作安全 4

错误信息 29

CE 认证 8

G

工作场所安全 4

J

继电器 21, 23

M

美国药典 (USP) 24

O

欧洲药典 (EP) 24

R

人员

要求 4

S

设备设置

设置访问保护 17

T

图标

编辑模式 15

显示 15

W

温度补偿 22

X

显示图标 15

Z

诊断信息 29



71487247

中国E+H技术销售 www.ainSTRU.com
电话：18923830905
邮箱：sales@ainSTRU.com