

技术资料

QML51 密度计算器

音叉密度计



液体密度计算器

应用

系统用于管道内液体介质的密度测量。

设计用途:

- 密度测量
- 智能区分介质类型
- 参考密度和浓度计算
- 转换为不同单位的密度值，例如°Brix、°Baumé、°API 等

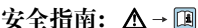
优势

- Liquiphant Density 音叉密度计用于直接在罐体或管道中测量，无需使用额外的管道
- 密度计算器 QML51 最多可以处理两个测量点
- 接入温度测量仪表，对密度测量进行温度补偿
- 接入压力测量仪表，对密度测量进行压力补偿

目录

文档信息	3	证书和认证	16
安全图标	3	CE 认证	16
设备上的图标	3		
通信图标	3	订购信息	16
特定信息图标	3		
图中的图标	3	附件	17
功能与系统设计	3	设备浏览器	17
测量原理	3	随箱附件	17
功能	4	其他产品	17
特殊密度应用	4		
网络连接	5	文档资料	17
可靠性	5	标准文档资料	17
		注册商标	17
输入和输出	6		
电气隔离	6		
脉冲输入和模拟量输入	6		
接线端子分配	8		
LAN 接口	9		
电源	9		
供电电压	9		
功率消耗	9		
电势平衡	9		
接线端子	10		
电缆规格	10		
过电压保护	10		
安装	11		
安装位置	11		
安装方向	11		
安装指南	11		
环境条件	12		
环境温度范围	12		
运输和储存温度	12		
湿度	12		
冷凝	12		
海拔高度	12		
气候等级	12		
环境等级	12		
防护等级	12		
抗振性	12		
抗冲击性	12		
抗冲击性	12		
电磁兼容性 (EMC)	13		
机械结构	13		
设计及外形尺寸	13		
重量	13		
材质	13		
可操作性	14		
现场显示单元	14		
控制部件	14		
数据传输接口	15		

文档信息

安全图标	 危险 危险状况警示图标。若未能避免这种状况，可能导致人员严重或致命伤害。  警告 潜在危险状况警示图标。若未能避免这种状况，可能导致人员严重或致命伤害。  小心 潜在危险状况警示图标。若未能避免这种状况，可能导致人员轻微或中等伤害。  注意 潜在财产损失警示图标。若未能避免这种状况，可能导致产品损坏或附近的物品损坏。
设备上的图标	安全指南:  遵守相关《操作手册》中的安全指南。注意防护等级和抗冲击性说明。
通信图标	 LED 指示灯熄灭  LED 指示灯亮起  LED 指示灯闪烁
特定信息图标	 允许 允许的操作、过程或动作  禁止 禁止的操作、过程或动作  提示 附加信息  参见文档  参考页面  参考图
图中的图标	1、2、3 ... 部件号  操作结果  提示信息或重要分步操作 A、B、C ... 视图  危险区 危险区标识  安全区（非危险区） 非危险区标识

功能与系统设计

测量原理	测量系统包含以下主要部件: ■ Liquiphant Density 音叉密度计 ■ 密度计算仪 Liquiphant Density 音叉密度计与密度计算仪搭配使用，用于测量管道和储罐中的牛顿流体（理想粘度）密度。 在压电晶体驱动下，Liquiphant Density 的音叉以共振频率振动。液体密度变化时，音叉的振动频率也发生变化。因此，介质密度直接影响音叉的振动频率。可利用这种效应进行密度测量。
------	--

在密度计算仪中，液体密度基于传感器传输的音叉共振频率以及存储的传感器专用参数计算。为了补偿温度和压力影响，可以将其他相应传感器连接至密度计算仪。

功能

除了计算液体介质密度外，密度计算仪 QML51 还可以确定介质的参考密度和溶液的浓度，以及检测多达四种不同的介质或空管状态。

因此，密度计算仪可最多评估两个测量点，并使用辅助电源直接向所连接的两线制变送器供电。这样即可连接多达两台 **Liquiphant Density** 传感器和温度传感器来补偿温度效应，以便计算参考密度。

进行浓度测定时，可以使用仪表存储的标准（例如 ICUMSA 标准（糖浓度）、OIML ITS-90 标准（乙醇）），以及各种预设电解液溶液（基于 Laliberté-Cooper 模型）。

特定参考密度或浓度表可以线性化表形式手动输入，或者以标准数据格式（例如.csv、.xlsx）输入密度计算仪，以供计算之用。

密度和浓度值可以各种单位输出，例如国际单位、°Baume、°Brix 或°API。

通过内置网页服务器进行 QML51 设置，而网页服务器可使用标准网页浏览器通过安全 TLS 连接进行访问。

输出至 PLC 或 SCADA 系统时，QML51 支持以太网协议 Modbus TCP 和 OPC UA。如果连接 PLC 需要电流信号，可以通过转换器产生。转换器作为附件提供，可产生多达 4 个通道，将 Modbus TCP 信号转换为 4 ... 20 mA 模拟量信号。

特殊密度应用

密度计算仪的软件模块基于频率、温度和压力输入变量计算密度。

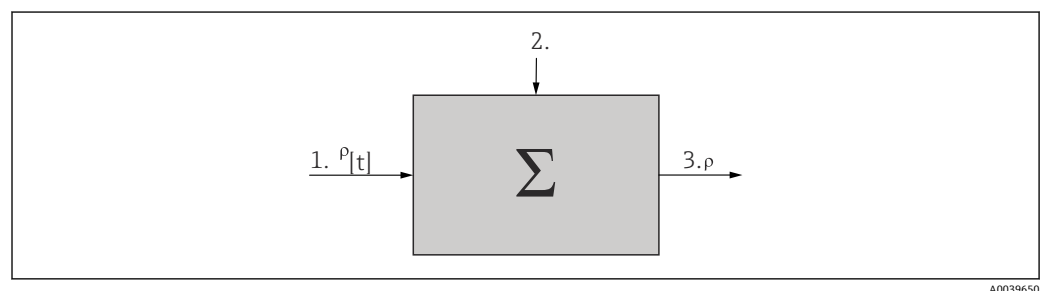
工作原理

音叉完全被液体覆盖时，振动频率降低。由于介质密度直接影响振动频率，可根据此关系通过振动频率测定介质密度。利用温度和压力等附加信息，可将介质的当前密度补偿为参考密度或标准密度。如果已知密度和浓度之间的关系，通过储存的计算公式可以确定介质的浓度。采用经验数据，或基于现有表格或曲线确定。密度计算仪中存储了密度到浓度的标准换算表。用户可以提供其他换算表，并将其导入密度计算仪中。

此外，基于介质的密度范围，最多可检测四种不同的介质。还可根据是否超过或未达到特定密度或频率值来检测空管状态。

参考密度

在应用程序中，系统使用了参考温度条件，例如 15.56 °C (59 °F) 或 20 °C (68 °F)。必须知晓介质密度在其他温度下的变化。

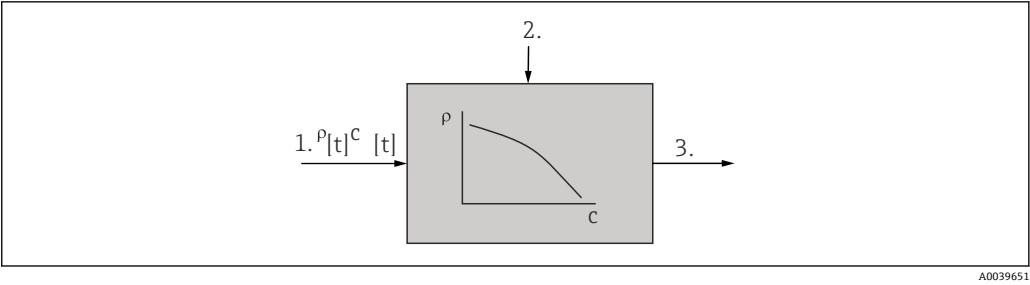


A0039650

- 1 输入参数：表格中的 $\rho[t]$
- 2 液体介质测量值：温度和密度
- 3 输出：密度 ρ 计算值[标准]

浓度

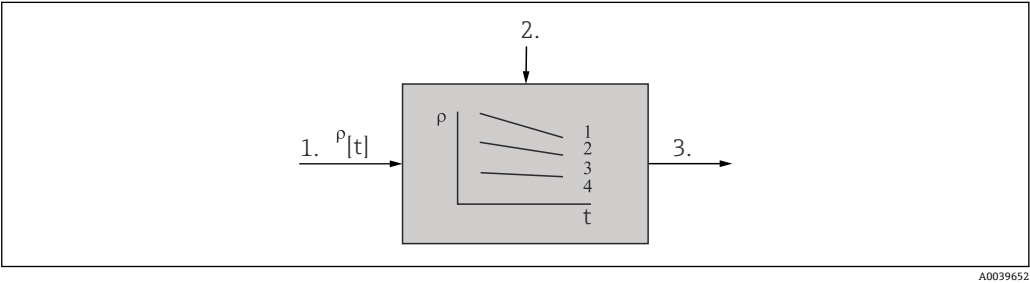
使用现有密度和浓度表格或曲线或凭经验确定，例如物质连续在介质中溶解时，可以确定浓度。



- 1 输入参数：表格中的 $\rho, c [t]$
- 2 液体介质测量值：温度和密度
- 3 输出：浓度计算值

介质检测

为了区分两到四种介质，可在系统中储存不同介质的密度信息（取决于温度）。通过此方式，系统可以区分两到四种介质。



- 1 输入参数：表格中两种液体介质的 $\rho [t]$
- 2 液体介质测量值：温度和密度
- 3 输出：Modbus TCP

网络连接

设备可通过 2 个 LAN 端口接入计算机网络，LAN 端口支持的连接速度：

- 1 Gbit/s
- 100 Mbit/s
- 10 Mbit/s

 LAN 端口支持“Auto MDI-X”功能。端口自动检测连接的电缆的类型（交叉电缆或直连电缆）。
连接组件时无需专用电缆。

可靠性

易维护性

可从网页服务器安装固件更新。

 更新固件后，设备设置或保存的日志文件不会改变。

易维护性

可通过多种方式安装固件更新：

- 以太网连接
- SD 卡
- U 盘

 更新固件后，设备设置或保存的日志文件不会改变。

IT 安全

制造商只对按照《操作手册》安装和使用的产品提供质保。产品配备安全防护机制，用于防止意外改动。

操作员必须根据相关安全标准执行 IT 安全措施，为产品和相关数据传输提供额外的防护。

输入和输出

密度计算仪 QML51 带输入和输出。基于以太网的 Modbus TCP 和 OPC UA 接口可以作为输出。

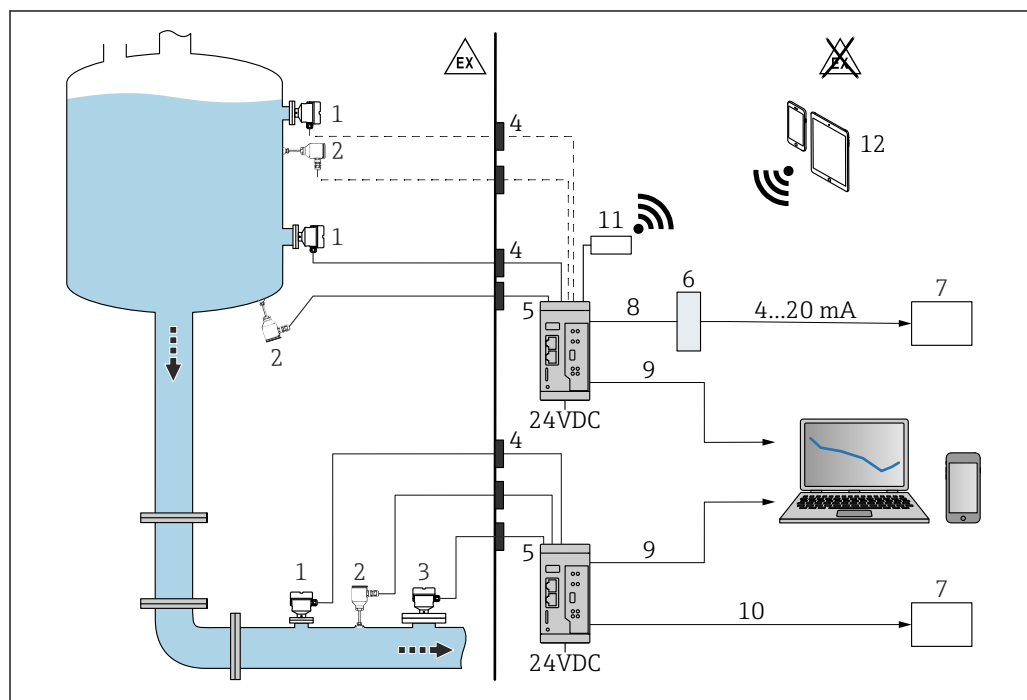
密度计算仪 QML51 最多可以连接四台测量仪表。

常规参数已在密度计算仪 QML51 中预设置。必须根据具体应用检查和激活参数。



更多信息:

参见《特殊文档》(准备中)



A0059906

图 1 与密度计算仪 QML51 配套进行密度测量

- 1 带电子插件 FEL60D 的 Liquiphant Density 音叉密度计 → 脉冲输出
- 2 温度传感器 (例如 4 ... 20 mA 输出)
- 3 压力变送器 (4 ... 20 mA 输出) ; 压力超过 6 bar (87 psi) 时或压力波动工况下需要使用。
- 4 防爆安全栅 (Liquiphant Density 音叉密度计、温度和/或压力传感器安装在防爆危险区)
- 5 QML51 密度计算仪
- 6 Modbus TCP 至 4 ... 20 mA 转换器
- 7 可编程逻辑控制器
- 8 Modbus TCP
- 9 以太网
- 10 Modbus TCP 或 OPC UA
- 11 移动设备, 通过 TELTONIKA 路由器 RUT241 (附件) 进行无线连接



在防爆危险区中使用: 通过 RN22 有源安全栅进行防爆隔离。单通道型或双通道型 RN22 有源安全栅可为模拟量设备回路和安全设备供电, 达到 SIL2 功能安全等级 (SC 3)。本安型 HART®数据透明传输接口可在现场设备和密度计算仪 QML51 之间提供可靠连接。其连接防爆危险区的两线制/四线制设备, 并提供符合 NAMUR NE 175 标准的第二路电气隔离信号输出。

电气隔离

接口之间相互电气隔离。

脉冲输入和模拟量输入

- QML51 密度计算仪的接线端子作为传感器信号的输入端。
- 端子接线排之间相互电气隔离。
- 采用直插式端子接线排。

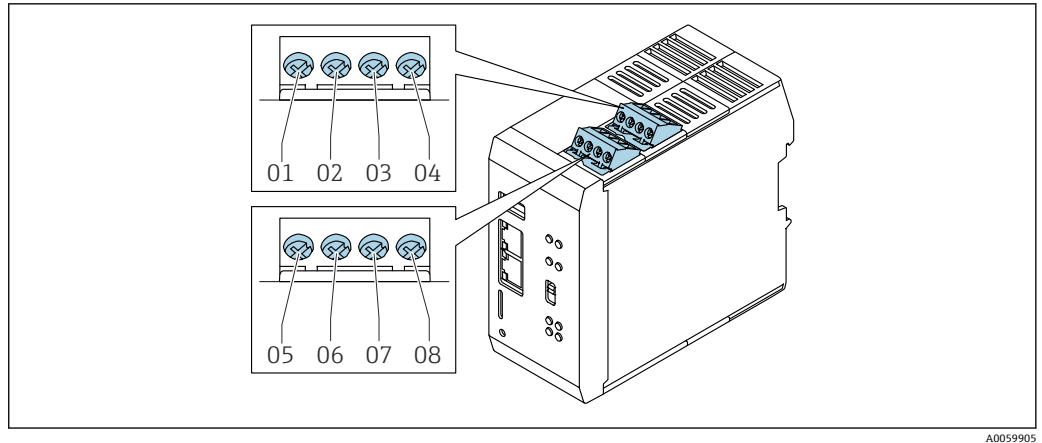


图 2 接线端子分配

- 01 通道 3 (+), 默认设置: PFM
- 02 通道 3 (-), 默认设置: PFM
- 03 通道 4 (+), 默认设置: 4 ... 20 mA (HART)
- 04 通道 4 (-), 默认设置: 4 ... 20 mA (HART)
- 05 通道 1 (+), 默认设置: PFM
- 06 通道 1 (-), 默认设置: PFM
- 07 通道 2 (+), 默认设置: 4 ... 20 mA (HART)
- 08 通道 2 (-), 默认设置: 4 ... 20 mA (HART)

 详细信息参见《操作手册》。

接线端子分配

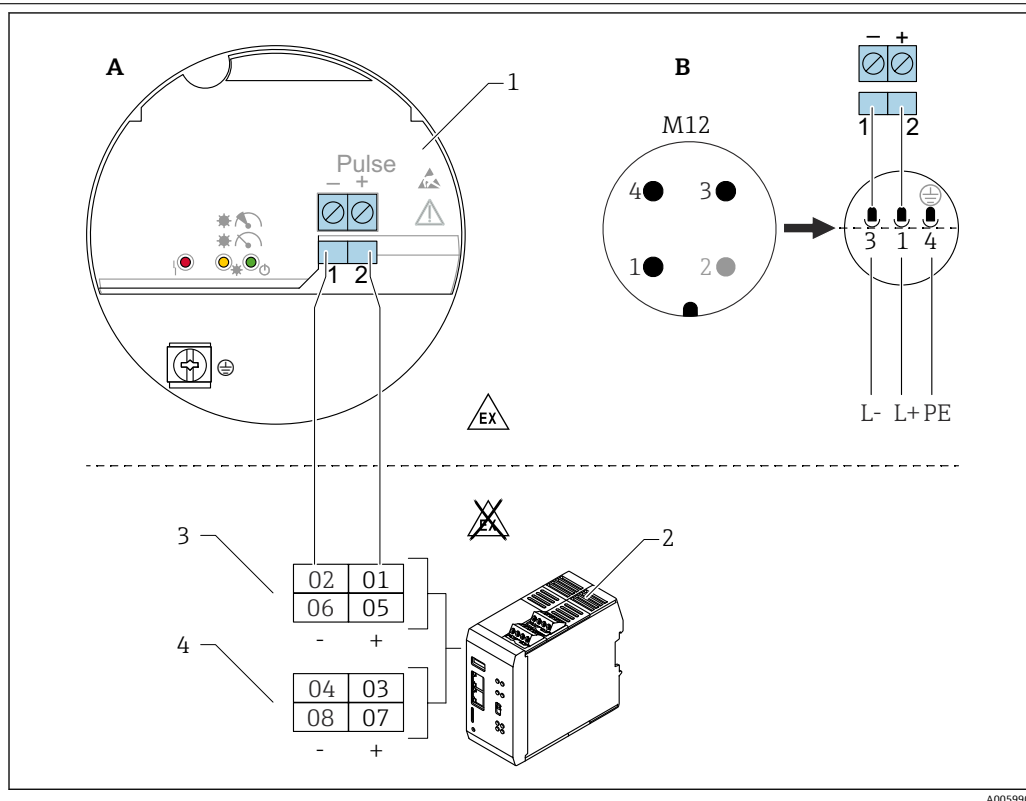


图 3 电子插件 FEL60D 和密度计算仪 QML51 的接线图

- A 使用接线端子接线
 B 根据 EN61131-2 标准，使用外壳中的 M12 插头接线
 1 电子插件 FEL60D
 2 QML51 密度计算仪
 3 PFM 通道（默认设置）
 4 4 ... 20 mA (HART) 通道（默认设置），例如连接温度测量设备

i 通道经过预设置。允许更改设置。

i 测量值通过 HART 通信传输时，不能将带脉冲输出（PFM）的设备、带 4 ... 20 mA HART 输出的设备或纯 HART 通信型设备连接至同一端子接线排。

i 不能将带脉冲输出（PFM）的两台设备连接至同一端子接线排。

下列设备组合可以连接至端子接线排：

- 一台设备带脉冲输出，另一台设备带模拟量输出（4 ... 20 mA）。
- 不使用 HART 通信时：一台设备带脉冲输出，另一台设备带 4 ... 20 mA HART 输出。
- 只有一台设备带脉冲输出。不能将更多带脉冲输出的设备连接至同一端子接线排。
- 一台或两台设备带 4 ... 20 mA 或 4 ... 20 mA HART 输出。这种情况下，两台设备均可使用 HART 通信。

i 带 FEL50D 电子插件的旧版 Liquiphant Density 音叉密度计与密度计算仪 QML51 兼容。

LAN 接口

- 提供 2 个屏蔽 RJ45 插座。
- LAN 接口兼容 IEEE 802.3 标准。
- 引脚分配与标准 MDI 接口(AT&T258)相对应。
- 设备可以使用集线器或交换机通过 LAN 接口连接至其他设备。
- 支持半双工和全双工数据传输。
- 可以使用最大长度为 100 m (328 ft)的 1:1 屏蔽电缆。
- LAN 接口支持 1 Gbit/s、100 Mbit/s 和 10 Mbit/s 带宽。
- 遵守 EN 60950 办公设备标准中规定的安全距离要求。

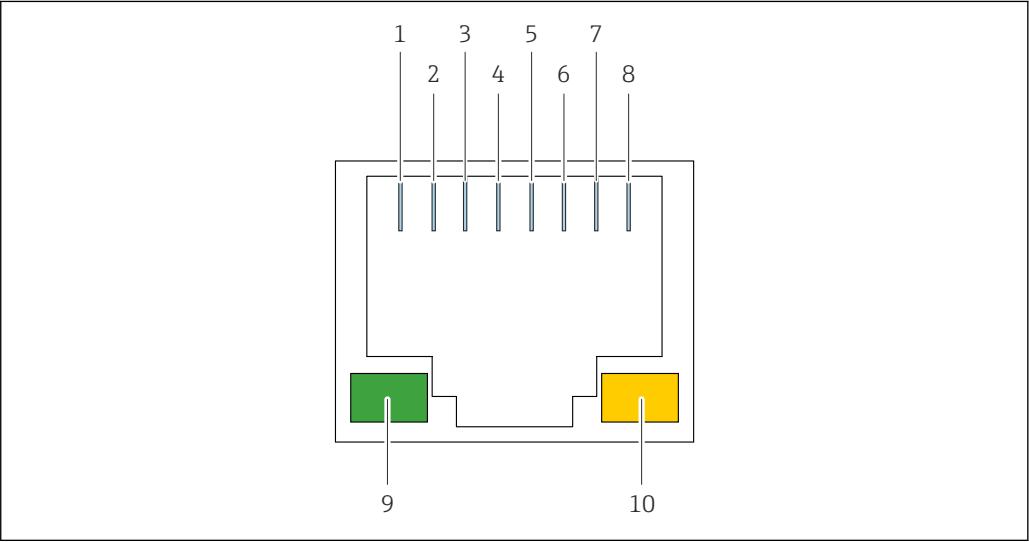


图 4 RJ45 插座的引脚分配和 LED 指示灯说明

- 1 Tx+
- 2 Tx-
- 3 Rx+
- 4 未连接
- 5 未连接
- 6 Rx-
- 7 未连接
- 8 未连接
- 9 绿色 LED 指示灯：链路状态显示
- 10 黄色 LED 指示灯：数据传输状态显示

电源

供电电压

供电电压为 24 V_{DC} (±20 %) 。

警告

存在电击风险！如果电源绝缘损坏，输出接线端子可能存在危险！

可能导致死亡、心脏骤停、皮肤灼伤。

- ▶ 从连接处拆除电缆前，先从主电源上断开供电单元。
- ▶ 仅使用满足 IEC 61558-2-6 (SELV/PELV 或 NEC Cl. 2) 标准安全电气隔离要求且采用限能电路的供电单元。
- ▶ 遵守 IEC/EN 61010 标准规定，为设备安装合适的断路保护器。
- ▶ 禁止使用未做绝缘保护的供电单元。

功率消耗

< 9 W

电势平衡

标准

规划现场总线系统的屏蔽和接地时，请注意以下几点：

- 人员安全
- 防爆认证
- 电磁兼容性 (EMC)

为确保系统的最佳电磁兼容性，必须满足以下条件：

- 系统组件必须屏蔽。
- 所有组件互连电缆也必须为屏蔽电缆。
- 必须将电缆屏蔽层连接至现场型设备的金属外壳。
- 电缆屏蔽线的去皮长度和扭绞长度应尽可能短。

由于所连接现场设备的金属外壳通常与功能接地（FE）连接，总线电缆的屏蔽层多点接地。这种方法可提供最佳的电磁兼容性，并有效保障员工安全。

在电势平衡良好的系统中，可以不受限制地使用设备。

i 在电位不平衡的系统中，两个接地点之间可能出现均衡电流，从而导致设备损坏和干扰。

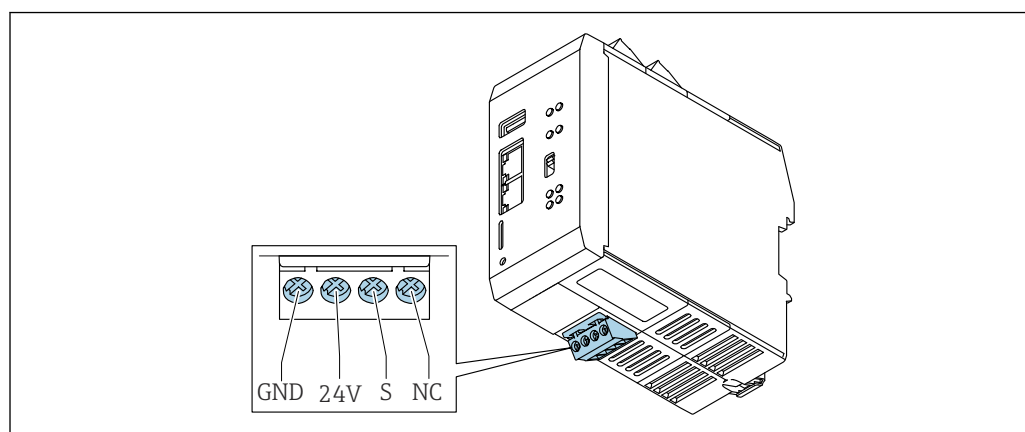
接线端子

螺纹式接线端子

- 直插式螺纹接线端子
- 编码电源接线端子（机械编码可避免接线错误）
- 紧固线芯直径：0.5 ... 2.5 mm² (20 ... 13 AWG)

i 软绞线必须搭配线鼻子使用。

电源



A0059917

图 5 电源接线端子示意图

GND：电源的功能性接地端和负极

24 V：电源的正极

S：屏蔽

NC：未连接

电缆规格

供电线路

导线横截面积：0.5 ... 2.5 mm² (20 ... 13 AWG)

无需屏蔽电缆。

现场总线连接

导线横截面积：0.5 ... 2.5 mm² (20 ... 13 AWG)

i 使用屏蔽电缆。

HART 通信线路

- 进行 HART 通信传输时需要使用屏蔽电缆。
- 进行纯模拟量信号传输时允许使用非屏蔽电缆。

i 遵守工厂接地指南。根据应用连接屏蔽。

过电压保护

过电压保护类别 II。

注意

存在过电压和设备损坏的风险!

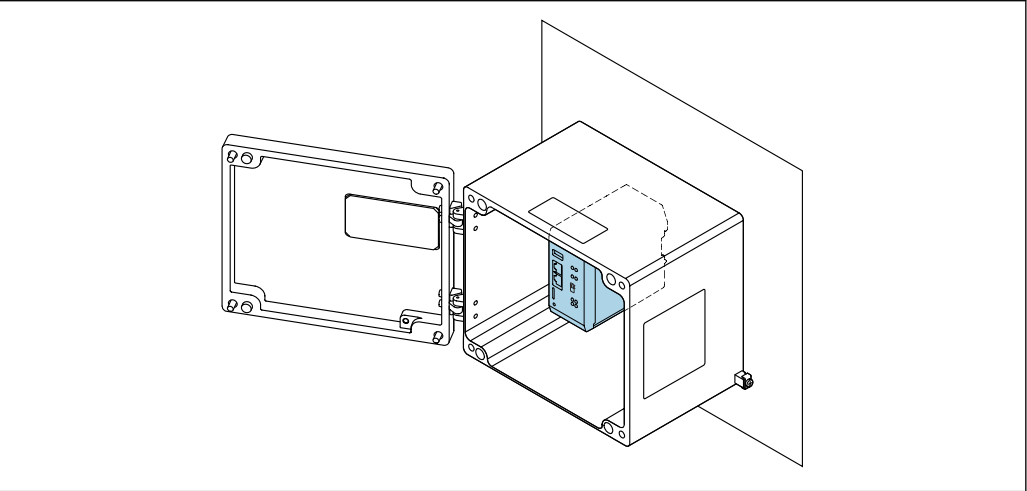
- ▶ 除了设备内置的过电压保护单元外，还可使用合适的过电压保护系统保护设备。

安装

安装位置

安装要求:

- 在非防爆场合安装设备。
- 使用控制柜。控制柜必须牢固安装到位。
- 潮湿环境或户外安装:
控制柜的防护等级不得低于 IP67，确保符合 IEC 60529 标准



A0046048

图 6 示意图：安装在控制柜中



如需户外安装设备，应首先检查环境条件。



有关环境要求的详细信息，请参见设备《操作手册》的“技术参数”章节。

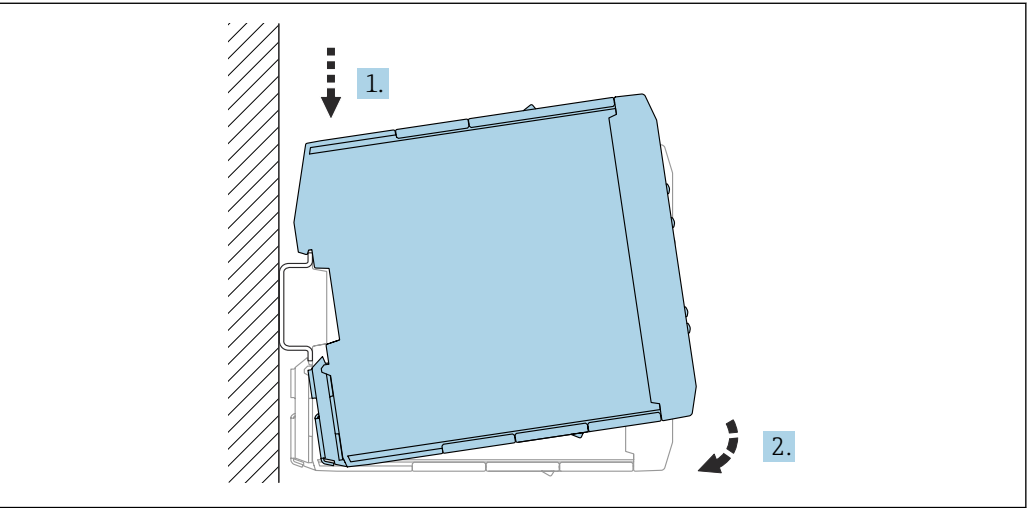
安装方向

竖直或水平安装在 DIN 导轨上（TH35，符合 EN 60715 标准）。

安装指南

安装设备

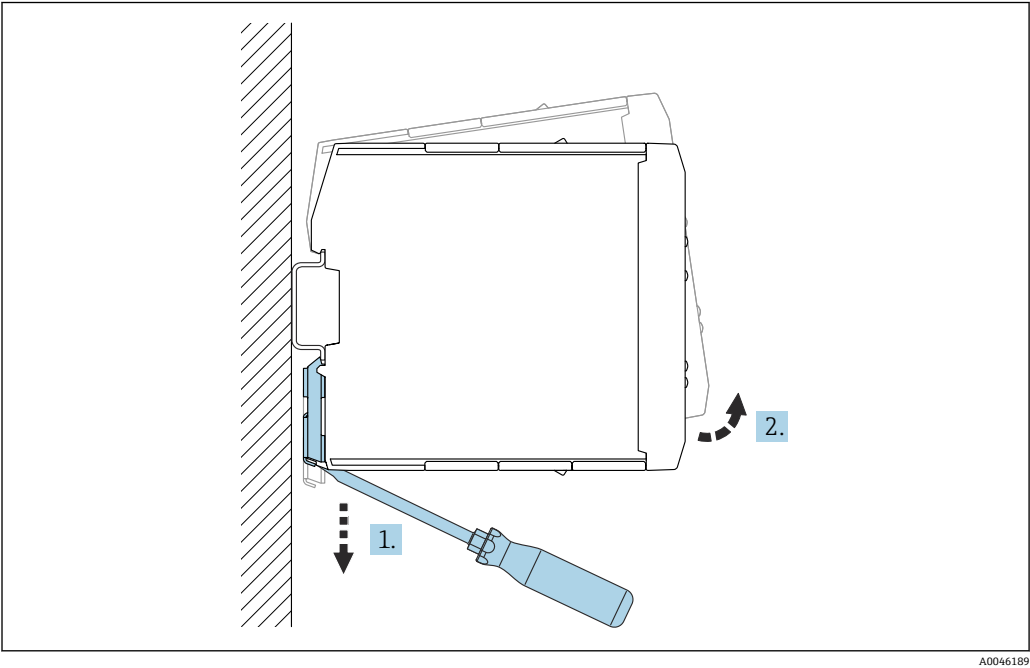
- ▶ 将设备安装在 DIN 导轨上。



A0046188

- 1. 将外壳挂在 DIN 导轨上。
- 2. 向下按压外壳，直至在 DIN 导轨上卡入到位。

从顶帽式导轨上拆下设备



- 1. 松开锁扣。
- 2. 抬起外壳。

环境条件

环境温度范围	-20 ... 60 °C (-4 ... 140 °F)
运输和储存温度	-25 ... 85 °C (-13 ... 185 °F)
湿度	EN 60068-2-30; Db; 0.5 K/min: 5 ... 85 %; 无冷凝
冷凝	禁止
海拔高度	不超过海平面之上 2 000 m (6 562 ft)
气候等级	IEC 60654-1, B2 类
环境等级	污染等级: 2 级
防护等级	IP20 (符合 IEC/EN 60529, NEMA 1 标准) IK06 (符合 IEC/EN 61010-1 标准)
抗振性	EN 60068-2-64 / IEC60068-2-64: 20 ... 2 000 Hz, 0.01 g ² /Hz
抗冲击性	IEC60068-2-27:2008, ±15 g; 11 ms
抗冲击性	1J

电磁兼容性 (EMC)

- 抗干扰能力: 符合 IEC 61326 标准 (工业环境)
- 干扰发射: 符合 IEC 61326 标准 (B 类)



连接屏蔽电缆的详细信息参见《技术资料》TI00241F 的“EMC 测试步骤”章节。

机械结构



下列尺寸为近似值。因此，可能与 www.endress.com 网站 Configurator 产品选型软件中的规格参数存在偏差。

设计及外形尺寸

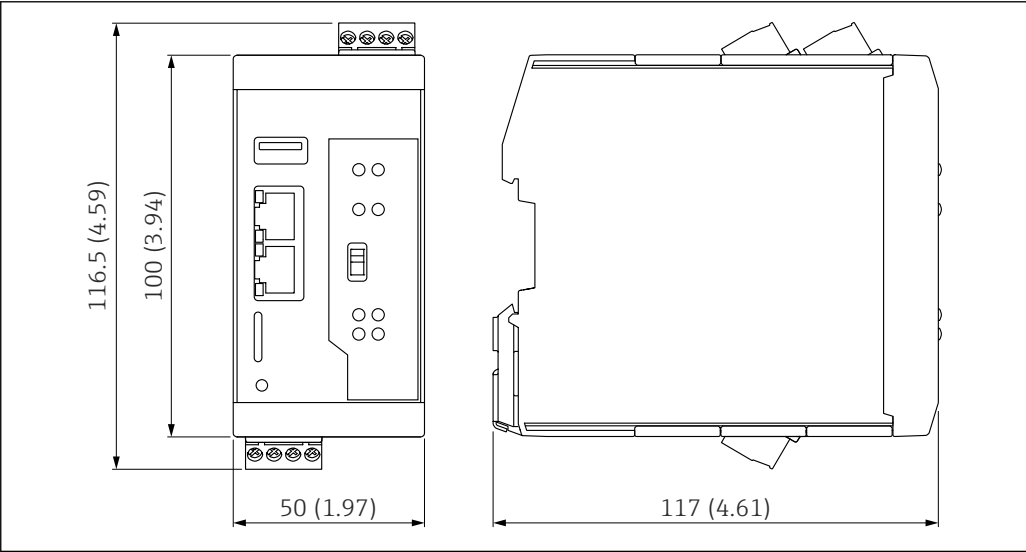


图 7 外形尺寸。测量单位 mm (in)

重量

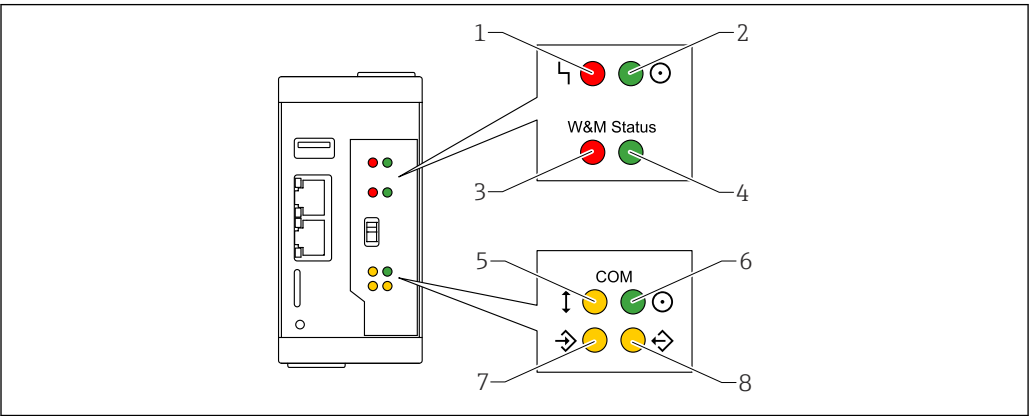
260 g (0.57 lb)

材质

外壳: 聚酰胺

可操作性

现场显示单元



A0046044

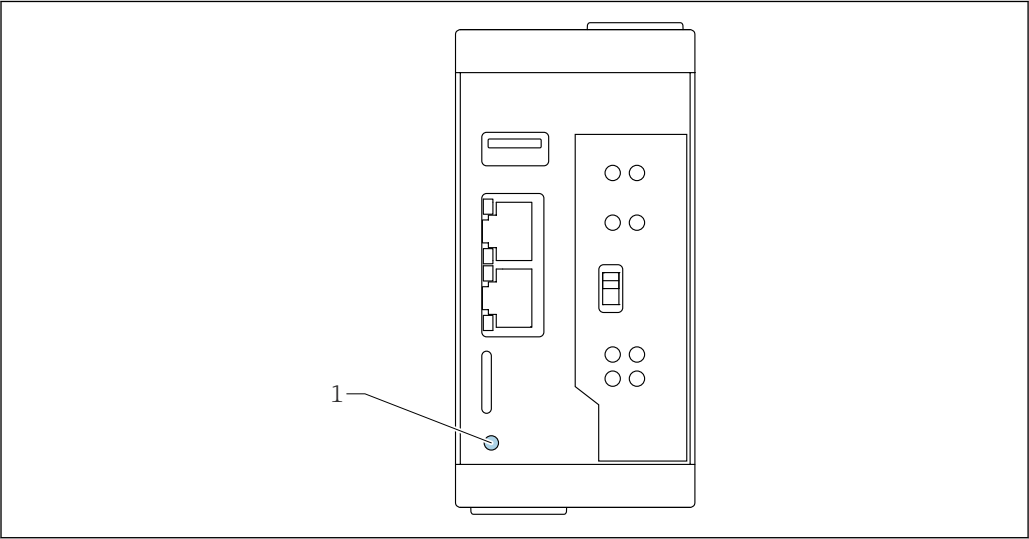
图 8 LED 指示灯状态说明

- 1 红色 LED 指示灯: 故障
- 2 绿色 LED 指示灯: 供电状态
- 3 红色 LED 指示灯: 校验开关处于锁定位置 (没有为密度计算仪 QML51 分配功能)
- 4 绿色 LED 指示灯: 校验开关处于解锁位置 (没有为密度计算仪 QML51 分配功能)
- 5 黄色 LED 指示灯: 现场通信状态
- 6 绿色 LED 指示灯: 通信接口的供电状态
- 7 黄色 LED 指示灯: 传入数据包
- 8 黄色 LED 指示灯: 传出数据包

控制部件

复位按钮

将设备复位至出厂设置。
使用笔尖按压复位按钮。

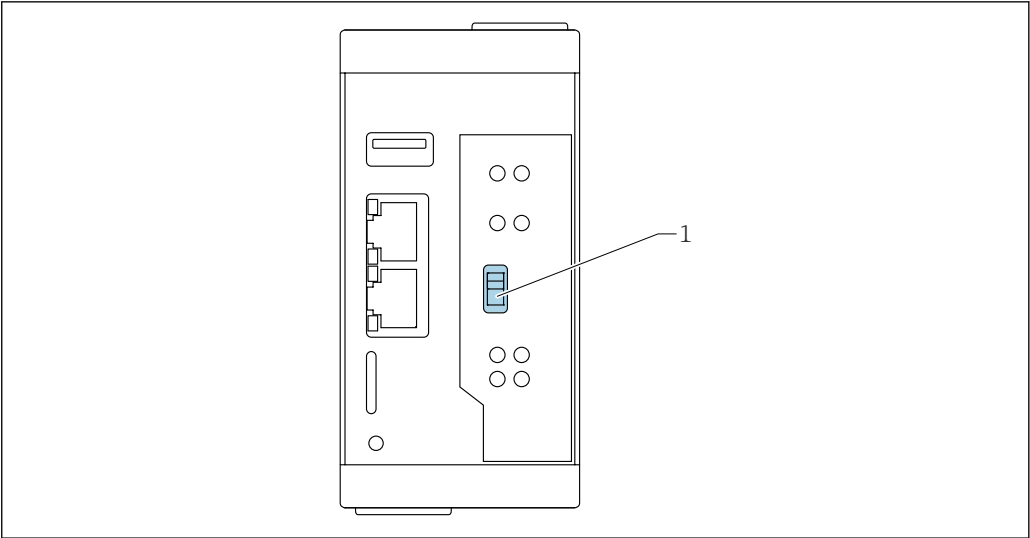


A0046191

图 9 复位按钮位置

- 1 复位按钮

硬件开关 (无功能)



A0046237

1 硬件开关（无功能）

 此开关在密度计算仪 QML51 上无功能。

数据传输接口

可以保存设备设置（用户数据、日志文件、证书或诊断代码）。

前提条件:

- 如需将备份保存到 U 盘或 SD 卡，必须使用经许可的合适存储介质，并且设备能够检测到它。
- 如需将备份保存到 FTP 服务器上，必须首先设置 FTP 服务器并建立连接。

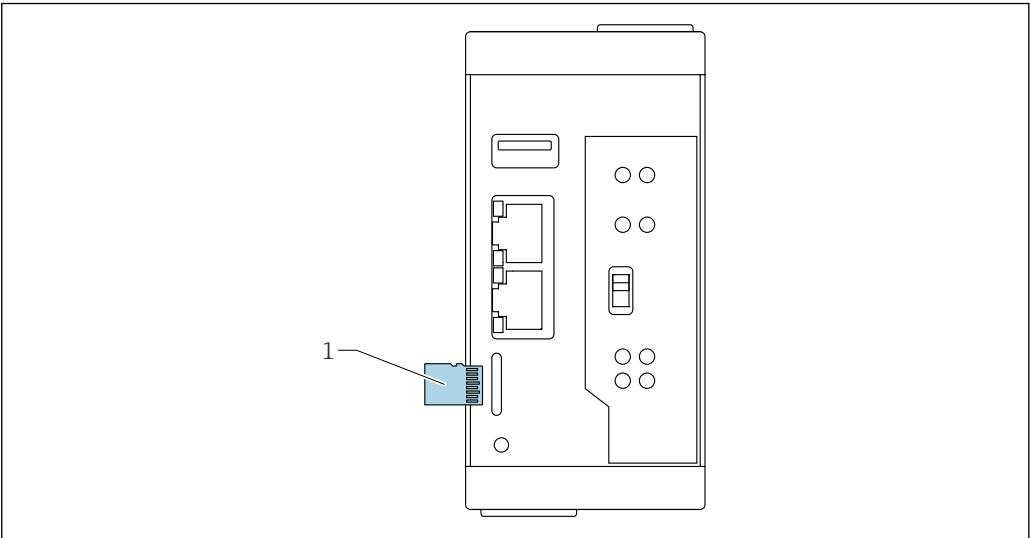
备份可由系统使用密码保护。密码可以自由设置。如需将受密码保护的备份导入到其他系统，必须输入相关密码。

卡槽

 microSD 卡并非标准供货件。

Endress+Hauser 建议使用的 MicroSD 卡的参数要求:

- 存储容量: 8 ... 64 GB
- 温度范围: -40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)



A0046045

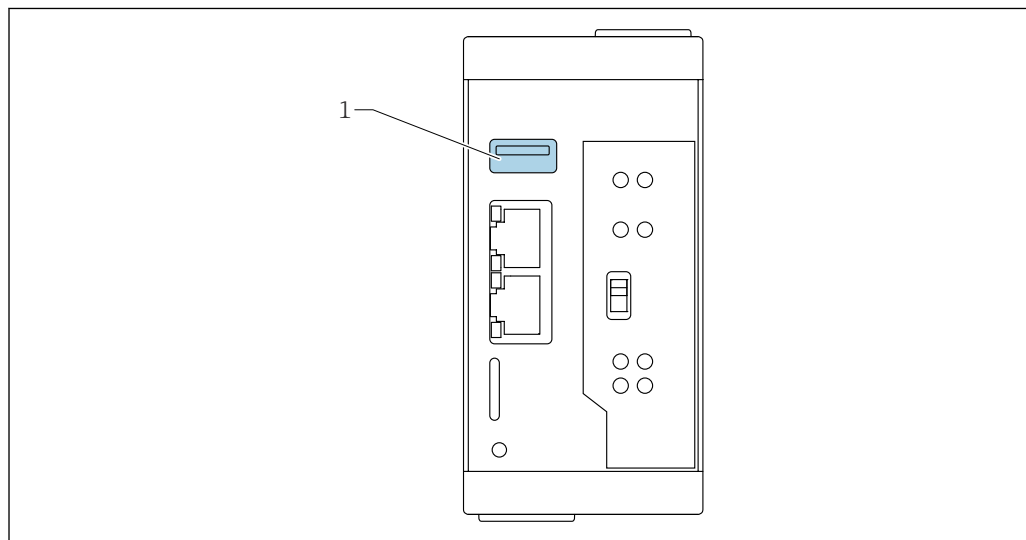
 10 卡槽位置

1 MicroSD 卡

USB 接口

USB (A 型) 接口参数:

- USB 2.0 主机接口
- 最高传输速度: 480 Mbit/s
- 电压 5 V_{DC}, 电流不超过 1.5 A



A0046046

图 11 USB 接口位置

1 USB 接口

证书和认证

产品证书与认证的最新信息进入产品主页查询 (www.endress.com) :

1. 点击“产品筛选”按钮, 或在搜索栏中直接输入基本型号, 选择所需产品。
2. 打开产品主页。
3. 选择资料下载。

CE 认证

测量系统符合适用 EC 准则的法律要求。详细信息参见相应 EU 符合性声明和适用标准。

Endress+Hauser 确保贴有 CE 标志的设备均成功通过了所需测试。

订购信息

仪表的订购方式:

- 进入 Endress+Hauser 网站上的 Configurator 产品选型软件: www.endress.com → 点击公司 → 选择国家 → 点击现场仪表 → 在筛选器和搜索栏中输入所需产品 → 打开产品主页 → 点击产品视图右侧的配置按钮, 打开 Configurator 产品选型软件。
- 咨询 Endress+Hauser 当地销售中心: www.addresses.endress.com。



Configurator 产品选型软件: 产品选型工具

- 当前设置参数
- 取决于设备型号: 直接输入测量点参数, 例如测量范围或显示语言
- 自动校验排除选项
- 自动生成订货号及其明细, PDF 文件或 Excel 文件输出
- 通过 Endress+Hauser 在线商城直接订购

附件

现有可用的产品附件可在 www.endress.com 进行选择：

1. 使用过滤器和搜索框选择产品。
2. 打开产品主页。
3. 选择 **Spare parts & Accessories**。

 部分附件可在产品选型表的订购选项“安装附件”中订购。

设备浏览器	设备浏览器 (www.endress.com/deviceviewer) 中列举了设备的所有备件及其订货号。
随箱附件	RN22 有源安全栅 ■ 双通道型有源安全栅，用于安全隔离 4 ... 20 mA 信号回路，支持 HART®数据透明传输，24 V DC 供电电压，带有源/无源输入和输出 ■ 订购号：71440875 ■ 订货号：71748585，RN22 有源安全栅，ATEX 认证 ■ 订货号：71748586，RN22 有源安全栅，CSA C/US 认证 ■ 订货号：71748588，RN22 有源安全栅，NEPSI 认证 Modbus TCP 至 4 ... 20 mA 信号转换器 ■ 将 4 个隔离通道的 Modbus TCP 信号转换为 4...20 mA 模拟量信号。有源和无源输出。供电电压：18 ... 30 V DC ■ 订购号：71765893
其他产品	RNB22 系统供电单元 ■ 系统供电单元，并联运行，提供 100 ... 250 VAC 输入和 24 VDC (2.5 A) 输出，具备静态/动态升压功能 ■ 订购号：71455664 全球路由器 RUT241 (蜂窝无线电通信和 WLAN 通信) ■ 支持 4G LTE (Cat4)、3G、2G 网络。全球可用 (Verizon 除外)。 ■ 订购号：71677203 现场型外壳，R4 182x180x165，5x M20，PC ■ Minitec 防护外壳；塑料材质，带玻璃观察窗 ■ 防护等级可达 IP66 ■ 订购号：52010132

文档资料

 配套技术文档资料的查询方式如下：

- 设备浏览器 (www.endress.com/deviceviewer)：输入铭牌上的序列号
- 在 Endress+Hauser Operations app 中：输入铭牌上的序列号或扫描铭牌上的二维码。

标准文档资料	文档资料类型：《操作手册》(BA) 安装和初始调试指南，包含完成常规操作任务的操作菜单的所有功能信息。其他功能信息不包含在内。 文档资料类型：《简明操作指南》(KA) 获取首个测量值的快速指南，包含从到货验收到电气连接的所有必要信息。 文档资料类型：《安全指南》、证书 防爆型设备都有配套《安全指南》(例如 XA)。本文档是《操作手册》的组成部分。设备铭牌上标识有配套《安全指南》(XA) 的文档资料代号。
--------	--

注册商标

Modbus®
施耐德自动化有限公司的注册商标

OPC UA

OPC 基金会的注册商标（美国亚利桑那州斯科茨代尔）

HART®

现场通信组织的注册商标（美国德克萨斯州奥斯汀）



71782906

www.addresses.endress.com
