

专用文档

Gammapilot FMG50 HART

Heartbeat Technology 心跳技术
心跳自校验与心跳自监测功能



1 文档信息

1.1 文档功能

本文档为设备的特殊文档，不能替代设备随箱包装中的《操作手册》。作为《操作手册》的组成部分，它是采用 Heartbeat Technology 心跳技术的测量设备的参考说明文档。

1.2 文档内容

本文档提供应用软件包关联附加参数和技术参数的说明，着重介绍：

- 应用参数
- 专家菜单

1.3 信息图标

1.3.1 安全图标



小心

危险状况警示图标。疏忽可能导致人员轻微或中等伤害。



危险

危险状况警示图标。疏忽会导致人员严重或致命伤害。



注意

操作和其他影响提示信息图标。不会导致人员伤害。



警告

危险状况警示图标。疏忽可能导致人员严重或致命伤害。

1.3.2 特定信息图标和图中的图标



电离辐射警告标志



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



提示

附加信息



参见文档



参考页面



参考图



提示信息或重要分步操作

1、2、3

操作步骤



操作结果



通过现场显示单元操作



通过调试软件操作



写保护参数

1、2、3 ...

部件号

A、B、C ...

视图



安全指南

遵守相关《操作手册》中的安全指南

1.4 文档资料



包装中的技术资料文档信息查询方式如下：

- W@M Device Viewer：输入铭牌上的序列号(www.endress.com/deviceviewer)
- Endress+Hauser Operations App：输入铭牌上的序列号，或扫描铭牌上的二维码(QR 码)。

本文档不能替代设备的《操作手册》。

详细信息参见《操作手册》、附加文档或设备浏览器。

本文档是《操作手册》的组成部分：



BA01966F

1.5 注册商标

HART®

现场通信组织的注册商标（美国德克萨斯州奥斯汀）

2 产品特点 and 可用性

2.1 产品特点

Heartbeat Technology 心跳技术支持连续设备自监测、向外部状态监测系统传输附加测量变量和在线测量设备验证，实现设备诊断。

诊断和验证测试范围统称为**总测试覆盖率 (TTC)**。基于以下随机误差公式计算 **TTC** (FMEDA 定量计算，符合 IEC 61508 标准)：

$$TTC = (\lambda_{TOT} - \lambda_{du}) / \lambda_{TOT}$$

λ_{TOT} : 理论总可能失效率

λ_{du} : 危险不可检测失效率

仅危险不可检测失效无法通过设备诊断进行检测。此类失效事件会导致显示测量值错误或中断测量值输出。

Heartbeat Technology 心跳技术支持设备功能检查，确保设备始终符合规格参数要求，且满足设定 **TTC** 要求。

TTC 不得低于 **98%**。

 实际 **TTC** 取决于测量设备组态设置和设备集成。上述数值的测定条件:

- 通过 **4...20mA HART** 输出输出测量值
- 关闭仿真
- 故障响应设置 (输出电流设置为**低电流报警 (MIN)** 或**高电流报警 (MAX)**)，计算单元识别两类报警事件
- 诊断响应设置与工厂设置一致

2.2 可用性

应用软件包可以随设备一同订购，也可以日后使用激活码激活。具体订货号请登陆 **Endress+Hauser** 网站 (www.endress.com) 查询，或者咨询 **Endress+Hauser** 当地销售中心。

2.2.1 订货号

应用软件包随设备一同订购，或日后作为套件单独订购:

订购选项 **540** “应用软件包”，选型代号 **EH** “心跳自校验 + 心跳自监测”

可以通过以下方式检查应用软件包的可用性:

- 订货号，标识发货清单上的订购选项
- 在网页设备浏览器中: 输入铭牌上的序列号，检查是否显示其订货号
- 在操作菜单中: 检查应用软件包的激活状态

2.2.2 激活

如果日后单独订购应用软件包，提供相应套件。套件中包括带设备参数的位号牌和应用软件包激活码。

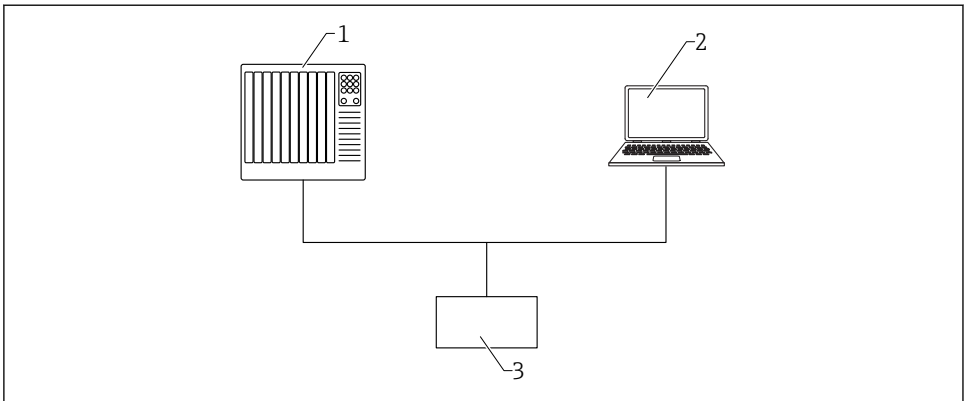
系统 → 软件设置 → 开启软件功能

2.2.3 访问

Heartbeat Technology 心跳技术支持各类系统集成。通过数字通信接口访问设备内存储的数据。数据传输速度取决于所用的通信接口类型。

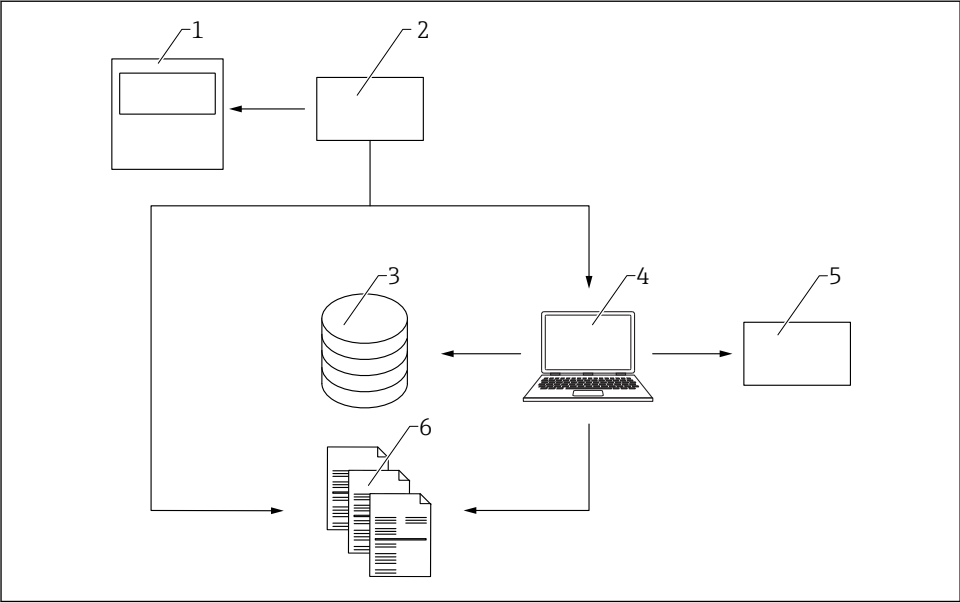
3 系统集成

通过数字接口实现 **Heartbeat Technology** 心跳技术功能。资产管理系统和自动化系统（例如 PLC）使用心跳技术。



A0040019

- 1 PLC (可编程逻辑控制器)
- 2 资产管理系统
- 3 测量设备



A0040020

- 1 现场显示单元
- 2 测量设备
- 3 数据库
- 4 FieldCare
- 5 Netilion Library 或 W@M 生命周期管理系统
- 6 验证报告

通过以下接口之一执行心跳自校验:

- 上层控制系统的系统集成接口
- 通用数据接口 (CDI)

在启动仪表验证，发送验证结果（成功或失败）之前，上层控制系统必须通过系统集成接口从外部访问设备。无法通过外部状态信号启动仪表验证，也无法通过状态输出将结果上传至上层控制系统。

详细仪表验证结果保存在设备中，生成验证报告。

Endress+Hauser 的 FieldCare 工厂资产管理软件可以生成仪表验证报告。

3.1 用户控制数据交换（资产管理系统）

心跳自监测

- 设置监测功能：确定通过系统集成接口不间断传输的监测参数。
- 用户可以使用操作菜单查看监测参数。

心跳自校验

- 启动仪表验证
- 上传、保存和归档记录仪表验证结果，包含详细数据信息

3.2 数据管理

心跳自校验结果保存在测量设备存储单元内的非易失性参数集中：验证结果遵循 FIFO¹⁾ 原则保存，新数据覆盖老数据

3.2.1 验证报告

打印验证报告

生成 PDF 格式的验证报告。



前提：心跳自校验已成功执行。

3.2.2 文件管理

W@M 生命周期管理系统

Endress+Hauser 的 W@M 生命周期管理系统电子保存心跳自校验报告，发送至完成测试的设备。在线保存报告，查找更加便捷，自动发送至数字孪生，随时可以查看。

Netilion Library

心跳自校验报告通过 Netilion Library（网址：www.netilion.endress.com）可以保存在 Netilion 云生态系统中。在线保存报告，查找更加便捷，自动发送至数字孪生，随时可以查看。使用笔记本电脑、智能手机或 Field Xpert 平板电脑上传报告。



随时可以查看存储的报告，任何人都能轻松按需查找。上述两种方式均支持文档转发，生成文档链接，并提供通知功能。

4 心跳自校验

心跳自校验使用测量设备的自监测功能进行功能检查。在仪表验证过程中，系统检查测量设备的各个组成部件是否符合出厂规范。测试涵盖传感器和电子模块。

心跳自校验按需进行设备功能检查，保证符合设计规范且总测试覆盖率（TTC）达到 98%。验证结果为“成功”或“失败”。仪表验证数据保存在设备中，或使用 FieldCare 资产管理软件保存在个人计算机中。基于验证数据自动生成仪表验证报告，确保验证报告可溯源。

允许人工记录与操作员和位置相关的参考数据。参考数据可以出现在仪表验证报告中。



在记录参考数据的过程中操作仍继续进行。

4.1 性能参数

按需执行心跳自校验，它与其他测试一起实现设备自监测。

仪表验证按需确认设备功能，确保满足设定的总测试覆盖率（TTC）。

1) 先进先出

4.2 操作

4.2.1 设备响应及说明

验证结果：成功

所有测试结果符合规范。

验证结果：失败

一个或多个测试结果超出规范。

找到验证结果为失败的测试组，即可缩小错误排查范围。

4.2.2 内部验证

执行内部仪表验证

操作向导 → Heartbeat Technology → Heartbeat Verification

选择“开始”

显示验证状态和验证结果

在**总体结果** 参数中查询验证结果

4.2.3 验证结果

验证结果的查询方式：

调试软件

验证结果

单项验证：

■ 失败

测试组中至少有一个单项验证结果超出规范。

■ 成功

测试组中的所有单项验证结果均符合规范。如果仅有一项验证结果选择**未完成** 选项，所有其他验证结果均选择**成功** 选项，最终结果选择**成功** 选项。

■ 未完成

此测试组未进行任何验证测试。例如，由于当前设备设置参数不可用。

整体验证：

■ 失败

至少有一个测试组的验证结果超出规范。

■ 成功

所有完成验证的测试组的测试结果均符合规范（选择**成功** 选项）。

如果仅有一个测试组的验证结果选择“未完成”，所有其他测试组的验证结果均选择**成功** 选项，最终结果仍选择**成功** 选项。



心跳自校验 按需进行设备功能检查，保证符合设计规范且 TTC²⁾ 达到 98%。

2) 总测试覆盖率

4.2.4 验证报告

通过 FieldCare 调试软件归档保存验证结果，生成验证报告。验证完成后，基于测量设备内保存的数据生成验证报告。生成的验证报告中自动记录时间，确保测量设备的验证报告可溯源。

仪表验证报告（第 1 部分）

测量点标识、验证结果和完成确认：

- 系统操作员
 - 客户信息
- 设备信息
 - 操作位置信息
 - 设备名称
 - 设备信息管理
 - 固件版本号和硬件版本号
- 标定
 - 设置：工作模式、同位素、背景辐射及其他设置参数
- 验证信息
 - 生成的验证报告中自动记录时间，确保验证报告可溯源
 - 显示测量设备的当前操作时间和系统时间
- 验证结果
 - 所有单项验证结果均选择成功，则整体验证结果也选择成功

仪表验证报告（第 2 部分）

所有测试组的单项验证结果：

- 设备信息和验证信息
- 测试组
 - 验证前提条件
 - 主机模块
 - 传感器模块

仪表验证报告（第 3 部分）

单项验证（第 2 部分）的详细数据

仪表验证报告（第 4 部分）

影响测量结果评估或过程条件评估的其他数据，例如：

- 过程条件（验证期间）
 - 传感器温度
 - HART 信号质量
- 测量设备的最小值/最大值
 - 温度
 - 脉冲率
 - 端子电压
- 传感器历史记录
 - Gamma 射线探伤事件计数器
 - Gamma 射线探伤持续时间
 - 设计寿命
- 光电倍增管

此类数据与实际工作模式相关

验证报告实例

Heartbeat Technology verification report

Plant operator: Endress+Hauser

Endress+Hauser

People for Process Automation



Device and verification information

Serial number (22)	AAFFFFFAFFF
Device tag	FMG50
Operating time	8d12h19m27s

Device information

Location	Maulburg
Device name	FMG50
Order code (14)	- none -
Firmware version	01.00.00
Hardware revision	FMG50_Simulator

Calibration

Measurement mode	Level
Isotope	32989?
Beam type	modulated
Background radiation	44.757 cnt/s
Calibration time	300 s
Empty calibration date	2019-09-06
Full calibration date	2019-09-03
Lower range value output (44)	0,000 %
Upper range value output (39)	100,000 %

A0040434

Heartbeat Technology verification report



Plant operator: Endress+Hauser



Device and verification information

Serial number (22)	AAFFFAAFF
Device tag	FMG50
Operating time	8d12h19m27s

Verification information

Operating time	8d12h19m27s
Date/time	9/6/2019 8:56:00 AM

Verification Result

Overall result	 Passed
----------------	--

Confirmation

Heartbeat Verification verifies the function of the measurement instrument within the specified measuring tolerance, over the useful lifetime, with a total test coverage of 98%.

Notes

Passed

Date

Operator's signature

Inspector's signature - Nithin Tomy

A0040435

Heartbeat Technology verification report

Endress+Hauser

People for Process Automation



Plant operator: Endress+Hauser

Device and verification information

Serial number (22)	AAFFFFFAAFFF
Device tag	FMG50
Operating time	8d12h19m27s

Verification results

Verification pre-condition

✓ Passed

System status

✓ Passed

Mainboard module

✓ Passed

Terminal voltage

✓ Passed

Output current

✓ Passed

Software integrity

✓ Passed

Check sum RAM

✓ Passed

Check sum ROM

✓ Passed

Sensor module

✓ Passed

Real time clock

✓ Passed

Photomultiplier High Voltage

✓ Passed

Sensor integrity

✓ Passed

A0040436

Heartbeat Technology verification report

Endress+Hauser 

People for Process Automation

Plant operator: Endress+Hauser

Device and verification information

Serial number (22)	AAFFFFAAFF
Device tag	FMG50
Operating time	8d12h19m27s

Verification results-values	Unit	Actual	Min	Max	Visualization
-----------------------------	------	--------	-----	-----	---------------

Mainboard module

Output current deviation	mA	0,0861	-0,5000	0,5000	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐
--------------------------	----	--------	---------	--------	--

Sensor module

High voltage output value V 500 0 1300 ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

A0040437

Heartbeat Technology verification report

Plant operator: Endress+Hauser

Endress+Hauser

People for Process Automation



Device and verification information

Serial number (22)	AAFFFAAFF			
Device tag	FMG50			
Operating time	8d12h19m27s			
Process condition	Unit	Actual	Min	Max
Sensor temperature	°C	19	-40,00	80,00
HART Signal Quality	%	100,0	0	100
Device history	Unit	Actual	Min	Max
Electronic temperature	°C	17,9907	17,3	27,1
Sensor temperature	°C	19,0000	0,0	127,0
Pulse rate	cnt/s	8	0,0000	80,0000
Terminal voltage value	V	21,9883	17,6090	22,4457
Sensor history	Unit	Value		
Gammagraphy counter		0		
Gammagraphy duration	s	0		
Expected source operating time	d	0,0000		
Expected photomultiplier life time	y	16		

A0040438

4.2.5 测试对象的验证标准

 适用所有工作模式

验证前提条件

- 检查：系统状态 参数
- 功能：检查当前测量设备错误

主机模块

- 检查: **端子电压** 参数
功能: 检查电源的接线端子电压是否在限定范围内。
如果超出最高允许端子电压, 会导致设备损坏。如果设备长期在高电压范围内工作, 使用寿命会缩短。如果端子电压下降至低于最低允许电压, 发生设备故障。
- 检查: **输出电流** 参数
功能: 检查输出电流是否与设备的设定电流一致。
- 检查: **软件完整性** 参数
功能: 检查软件功能块是否正常工作
- 检查: **RAM 检查** 参数
功能: 检查 RAM 功能是否正确
- 检查: **ROM 检查** 参数
功能: 检查 ROM 功能是否正确

传感器模块

- 检查: **实时时钟** 参数
功能: 检查实时时钟的石英晶体功能是否正常
- 检查: **高电压** 参数
功能: 检查高电平电压和控制的合理性和稳定性
- 检查: **传感器完好** 参数
功能: 传感器-控制器评估内部传感器诊断, 数据循环传输至变送器-控制器。

4.2.6 其他验证信息

验证期间的过程条件

- **传感器温度**
功能: 当前温度和最低/最高允许温度
- **HART 信号质量**
功能: 记录已损坏数据帧与总接收数据帧的比值。
信号质量差的可能原因如下:
 - 电磁干扰
 - 同一总线上有故障设备
 - 接触不良
 - 电阻规格错误

设备历史记录

参数的当前值和最小值/最大值:

- 电子模块温度
- 传感器温度
- 脉冲率
- 端子电压

传感器历史

■ > Gamma 射线探伤事件计数器

功能：记录已检测到的 Gamma 射线探伤事件的次数。如果事件持续时间超出设置的 Gamma 射线探伤保持时间，事件计数器加 1。持续时间较短的事件不会记录。

■ > Gamma 射线探伤持续时间

功能：记录设备已检测 Gamma 射线探伤报警或警告的总时长。即使将设备复位至工厂设置，也不会复位时间。

■ > 实现稳定测量 参数（仅适用密度测量/浓度测量/界面测量）

功能：The stability of a detector influences the repeatability of a signal over time and temperature changes. The stability depends on the used scintillator material and the half-value layer thickness of the application.

使用时间和温度波动直接影响检测器的测量稳定性，进而影响测量精度。

测量稳定性在很大程度上取决于使用的闪烁体类型：NaI（添加碘化铯）闪烁体或 PVT 闪烁体。闪烁体的长期稳定性如下：

■ NaI（添加碘化铯）闪烁体： $\pm 0.1\%$

■ PVT 闪烁体： ± 0.5

设备计算测量稳定性（百分比值），其中平均脉冲率 $I_N = (I_{MAX} + I_{MIN})/2$ ，量程范围 $\Delta I = I_{MAX} - I_{MIN}$ （即最小脉冲率 I_{MIN} 与最大脉冲率 I_{MAX} 的差值）。

测量稳定性：

■ NaI（添加碘化铯）闪烁体： $\pm 0.1\% \times I_N / \Delta I$

■ PVT 闪烁体： $\pm 0.5\% \times I_N / \Delta I$

■ > 标准偏差 参数（仅适用密度测量/浓度测量/界面测量）

功能：按公式 $\pm 2/\sqrt{I_N \tau}$ 计算标准偏差，其中 I_N 为平均脉冲率， τ 为阻尼时间。符合 VDI/VDE3618-11 标准中规定的统计测量误差。

可以通过以下方式减小统计测量误差：

■ 增大阻尼时间 τ

■ 增大辐射路径（例如在管道中测量时选择更长路径）

■ 更换为更高活度的放射源

■ > 源盒设定工作时间 参数

放射源的活度随时间推移逐渐降低。基于“满罐条件”和“空罐条件”脉冲率的当前差值或“辐射路径被覆盖”和“辐射路径未被覆盖”脉冲率的当前差值以及设定阻尼时间，计算放射源的预期使用寿命。达到以下标定差值表示需要更换放射源：

■ 物位测量： $\Delta I = 1500 \text{ cnt}/\tau$

■ 限位检测： $\Delta I = 150 \text{ cnt}/\tau$

增大阻尼时间 τ 可以延长放射源的使用寿命。

■ > 光电倍增管的设计寿命

功能：基于设备使用过程中检测到的脉冲率推算光电倍增管的剩余使用寿命。

5 心跳自监测

使用心跳自监测向导设置合适的阻尼时间。

同时还可以输出其他监测参数。

5.1 心跳自监测向导

操作向导 → Heartbeat Technology → Heartbeat Monitoring

使用向导设置合适的阻尼时间。进行物位测量和限位检测时，基于阻尼时间确定放射源的设计使用寿命。进行密度测量和浓度测量时，还可以确定平均脉冲率的设计稳定性参数和标准偏差。



此向导不适用级联模式和界面测量。

5.2 调试

在调试过程中，将监测参数分配给各路输出。调试完成后，输出信号继续输出这些参数。

下列监测参数可以分配给测量设备各路输出，并不间断传输至状态监测系统。

测量变量：

■ 电子模块温度

电子模块温度，采用设定的系统单位

范围：-50 ... +90 °C

■ 脉冲率

传感器测得的原始脉冲率

范围：0 ... 60 000 cnt

■ 高电压

光电倍增管的工作电压

范围：400 ... 1300 V

选择 HART 输出的 SV/TV/QV 对应的监测参数：

1. 应用 → HART → HART 输出
2. 选择 SV/TV/QV
3. 选择监测参数

选择现场显示单元上显示的测量值：

1. 系统 → 显示
2. 选择测量值



71453812

www.addresses.endress.com
