THE POWER BEHIND POWER.

操作说明书
MESSKO® ZT-F2.5. 温度变送器

13453033/00 ZH

© Reinhausen GmbH
未经明确授权，不得擅自传播和复印本文档，也不得使用或告知他人文档内容。
违者需负赔偿责任。保留所有专利、实用新型和外观设计注册的权利。
上述文档编辑定稿之后，产品可能发生变更。
我们保留更改技术数据、设计和供货范围的权利。
原则上，在处理相应报价和订单时所提供的信息和相关约定都具有约束力。
产品按照 MR 的技术规范交付，该技术规范基于客户提供的信息。客户有义务确保指定产品与客户计划的应用范围兼容。
原版操作说明书采用德语编制。

目录

1 简介 6
1.1 制造商 6
1.2 完整性 7
1.3 妥善保管 7
1.4 表述规则 8
1.4.1 警告 8
1.4.2 提示信息 9
1.4.3 指令系统 9
1.4.4 排版惯例 10
1.5 开源软件 10

2 安全 11
2.1 合理用途 11
2.2 基本安全说明 11
2.3 人员从业资格 13
2.4 个人防护装备 14

3 IT 安全 15

4 产品说明 16
4.1 供货范围 16
4.2 功能说明 16
4.3 设计 18
4.4 铭牌 19

5 包装、运输和存放 20
5.1 目的 20
5.2 适合性、结构和生产 20
5.3 标记 20
5.4 包装、运输和存放 21
5.5 运输货物的存储 22
5.6 进一步运输 22

6 安装 23
6.1 安装条件 24
6.2 功能测试 24

6.3 安装温度变送器 25
6.4 安装指针式温度计的温度传感器 25
6.5 安装替代传感器 25
6.6 电气连接 26
6.6.1 电磁兼容性 27
6.6.2 电缆建议 27
6.6.3 电流互感器接口 29
6.6.4 Pt100 测量电阻器连接 30
6.6.5 4...20 mA 模拟输出连接（可选） 32
6.6.6 Modbus 连接（可选） 33

7 调试 35
7.1 设置热点梯度 35
7.1.1 CT 额定电流 = 2 A 时的设置 35
7.1.2 CT 额定电流 ≠ 2 A 时的设置 38
7.2 显示数检查 39
7.3 过电压保护 39
7.4 配置 Modbus（TTM 型号） 39

8 维护、检查与保养 42
8.1 固件更新 42

9 故障排除 44
9.1 一般故障（TT 型号） 45
9.2 一般故障（TTM 型号） 46
9.3 4...20 mA 模拟信号故障（TT 和 TTM 型号） 46
9.4 Modbus 通信故障（TTM 型号） 47
9.5 自诊断/设备状态（TTM 型号） 47

10 处理 49
10.1 遵守 REACH 法规下的 SVHC 规定 49

11 技术数据 50
11.1 Modbus RTU 52

12 图纸 56
12.1 SED_13392745 57
12.2 SED-10839027 58

13 附录 59
13.1 热点梯度图 59
13.2 开源软件许可条件 60
13.2.1 Open source software license terms 61

词汇表 62

1 简介

本技术文件包含了有关安全及正确安装、连接、调试及监控产品的详细介绍。

此技术文档主要面向受过专业培训的授权人员。

1.1 制造商

Reinhausen GmbH
Falkensteinstraße 8
93059 Regensburg
Deutschland
+49 941 4090-0
sales@reinhausen.com
reinhausen.com

客户门户
关于本产品的更多信息，请访问客户门户 portal.reinhausen.com。

1.2 完整性

如果未提供支持文档，本技术文件将不完整：
– 订单确认

1.3 妥善保管

请妥善保管本技术文件和所有支持文档，以供日后使用。

1.4 表述规则

本节包含有关所使用的符号与强调文字的概述。

1.4.1 警告

本技术文件中的警告显示如下。

1.4.1.1 与章节相关的警告

与章节相关的警告涉及本技术文档中的整个章或节、小节或者若干段落。与章节相关的警告使用以下格式：

⚠ 警告

危险类型！
危险源及后果。

- 措施
- 措施

1.4.1.2 嵌入式警告信息

嵌入式警告涉及某节内的某个特定部分。 这些警告适用于小于与章节相关的警告的信息单位。 嵌入式警告使用以下格式：

⚠ 危险！ 有关如何避免危险情况的说明。

1.4.1.3 信号词

视产品而定，使用以下信号词：

信号词	含义
危险	指示若不避免将会导致严重伤亡的危险情况。
警告	指示若不避免可能导致严重伤亡的危险情况。
小心	指示若不避免可能导致轻度或中度伤害的危险情况。
提示	指示为防止损害财产而应采取的措施。

表格 1: 警告提示中的信号词

1.4.2 提示信息

信息有助于简化某些流程并帮助理解。 在本技术资料中，提示信息以下列形式出现：

重要信息

1.4.3 指令系统

本技术文件包含单步和多步指令。

单步指令
仅由单个进程步骤组成的指令按以下方式构成：

行动目标
✓ 要求（可选）。
1. 步骤 1（共 1 个步骤）。
   » 步骤结果（可选）。
» 行动结果（可选）。

多步指令
由多个进程步骤组成的指令按以下方式构成：

行动目标
✓ 要求（可选）。
1. 步骤 1。
   » 步骤结果（可选）。
2. 步骤 2。
   » 步骤结果（可选）。
» 行动结果（可选）。

1.4.4 排版惯例

排版惯例	目的	示例
大写	工作控件、开关	ON/OFF
[方括号]	计算机键盘	[Ctrl] + [Alt]
粗体	软件工作控件	按**继续**按钮
...>...>...	菜单路径	参数 > 调压参数
«斜体»	系统消息、错误消息、信号	«功能监控»警报已触发
[► 页码]	交叉引用	[► 第 41 页]。
点下划线	词汇表条目、缩写和定义等。	**词汇表条目**

表格 2: 本技术文件采用的排版惯例

1.5 开源软件

本产品包含由第三方开发的开源软件。其相应的许可条件如下所列。

开源软件受版权保护。您可免费使用开源软件，前提是必须遵守相应的许可条件。若这些许可条件与其他许可条件冲突，则以这些条件为准。

该开源软件免费提供。在开源软件许可条件规定的范围内，您可在收到产品后至少三年内，向 Reinhausen GmbH 的相关联系人支付相应费用后获取开源软件的源代码文本。

相关许可条件，请参阅"附录" [▶部分 13.2, 页码 60]一节。

2 安全

请仔细阅读此技术文件，以熟悉该产品。该技术文件为本产品的一部分。
- 尤其应阅读并遵循本章中所给出的安全说明。
- 遵循本技术文件中给出的警告信息，以防发生与功能相关的危险。

本产品以最先进的技术打造而成。但是，如果操作不当，则会对操作员的生命和人身健康造成危险或对本产品造成损坏，以及引起其他资产损失。

2.1 合理用途

该温度变送器可映射变压器中的热点温度。该温度变送器适合与 MESSKO® MT-ST TRASY2 系列指针式温度计或替代传感器（可作为附件向 Reinhausen GmbH 订购）一起使用。

本产品专用于平稳的大型系统。

如果按照要求使用本产品，并遵循本技术文件中所述的要求和条件以及本技术文件中及产品附带的警告提示，则本产品不会对人员、财产或环境造成任何危险。在产品的整个使用周期（从交货、安装和操作到拆卸和处置）内，上述内容均适用。

以下情况视为按规定使用：
- 该产品只与订单中指定的变压器配合使用。
- 按照本技术文件、约定的交货条件和技术数据操作本产品。
- 确保所有必要工作仅由合格人员完成。
- 随附的设备和专用工具只用于预期用途，并且遵守本技术文件中的规范。
- 在电能系统和设施中运行本产品。
- 仅在工业区域内操作本产品。
- 遵循本技术文件中关于电磁兼容性和技术数据的提示。

2.2 基本安全说明

为避免产生事故、破坏和损伤，并消除对环境造成无法承受的不利影响的风险，负责运输、安装、操作、维护和处置产品或产品零件的人员必须确保遵守以下事项：

个人防护装备

穿着宽松或穿戴不合宜的衣物会增加陷入困境或被旋转机器卷入以及被设备的凸出部分刮到的危险。这些无疑会增加对操作员生命及人身健康造成的危险。

- 特殊作业所需的所有必要设备及个人防护装备，如安全帽、安全鞋等，操作员必须穿戴齐全才可执行相应操作。.请遵循"个人防护装备" [▶部分 2.4, 页码 14]部分的相关要求。
- 切勿穿着破损的个人防护装备。
- 切勿佩戴戒指、项链或其它首饰。
- 如果操作员为长发，则需要戴发罩。

工作区域

工作区域凌乱或光线昏暗可能导致事故和故障。

- 保持工作区域干净整洁。
- 确保工作区域照明条件良好。
- 设备、工具和安装材料必须清洁、干燥。
- 遵循本地区关于事故防护的相关法律要求。

污染等级

潮湿、灰尘、汗液等导电污垢可能导致设备故障。为确保污染程度低于 II 级，请遵守以下内容：

- 戴上装配手套。
- 确保设备打开时无灰尘或潮气进入。
- 安装完成后关闭设备。

爆炸防护

高度易燃或易爆的气体、蒸汽以及粉尘可能会引发严重的爆炸及火灾事故。

- 不可在存在爆炸危险的区域安装或操作该产品。

安全标记

警告牌和安全信息板为该产品的安全标记。这些安全标记为安全防护措施的重要组成部分。在"产品说明"一章中描述了安全标记。

- 遵循该产品上所有安全标记的要求。
- 确保该产品上所有的安全标记标识完整且易于辨认。
- 更换已损坏或丢失的安全标记。

环境条件

为确保实现可靠安全的操作，该产品操作环境的各项参数必须符合相应技术数据中的要求。

- 遵循规定的操作条件及对安装位置的要求。

更改及改造

未经授权或不当更改产品可能导致人员受伤、财产损坏及运行故障。

- 只有咨询 MR 公司后才可对此产品进行更改。

备件

使用未经 MR 公司允许的备件可能会造成人员受伤、产品损坏和故障。

- 只能使用经 MR 公司允许的备件。
- 请联系 MR 公司。

在设备运行时作业

只有在设备运行状况良好的时候才能操作该产品。否则会对操作员生命及人身健康造成危险。

- 定期检查安全运行设备的操作可靠性。
- 定期执行本技术文档中所述的检查任务。

2.3 人员从业资格

负责装配、调试、操作和检查的人员必须具备以下资质。

电气技术人员

电气技术人员具有从业技术资格，因此应具备所需的技能知识及操作经验，并知悉相应的作业标准及法规。电气技术人员也应精通以下技能：

- 可独立辨识潜在危险，并能够尽量避免该危险。
- 能够从事电气系统方面的相关作业。
- 在作业环境方面，受到过专门培训。
- 必须遵循相应的法律规定中对于电气作业方面的事故防护要求。

Technical Service

我们强烈建议由我们的技术服务部门执行维修及改装操作， 以确保所有操作正确执行。若维修工作非我司技术服务部门执行，则务必由经 MR 公司培训并授权的人员进行操作。

Reinhausen GmbH
Technical Service
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg
Germany
+49 941 4090-0
service@reinhausen.com
reinhausen.com

2.4 个人防护装备

为最大程度降低受伤风险，工作时必须穿戴个人防护装备。
- 在执行任务时始终穿戴配套的个人防护装备。
- 切勿穿着破损的个人防护装备。
- 遵循工作区域内关于个人防护装备的要求信息。

防护服	撕裂强度低、袖筒紧且无任何凸出部分的贴身工作服。主要用于防止人员卷入机器部件。
安全鞋	用于防止被掉落重物砸伤及在光滑地面滑倒。
护目镜	用于防止飞屑和溅液落入眼睛。
面罩	用于防止飞屑和溅液或其它危险物质对脸部造成伤害。
安全帽	用于防止被掉落和射出的部件和材料误伤。
听力保护	用于防止听力受损。
防护手套	机械、热与电气危险防护。

表格 3: 个人防护装备

3 IT 安全

为确保产品安全运行，请遵循以下建议：
- 确保只有授权人员才能访问该设备。
- 确保仅由经过培训且熟悉 IT 安全的人员操作该设备。
- 仅在 ESP（电子安全范围）内使用该设备。
  - 不可在无保护状态下将设备连接到互联网。
  - 在过渡点使用垂直和水平网络分段机制及安全网关（防火墙）。
- 定期检查设备是否有软件更新，并执行更新。

由于采用了 SCADA 协议，该设备本身不具备独立的 IT 安全机制。
- 为确保充分的 IT 安全保障，上游系统必须至少实施以下安全措施：
  - 通过独立访问控制防止未经授权的访问。
  - 定期核查用户账户权限及访问情况。

4 产品说明

4.1 供货范围

本产品采用防潮包装，交货范围如下：
- 带 1 个 Pt100 测量电阻器的温度变送器
- 技术文件

可选：
- 0TT 型号：
  - 带 2 个 Pt100 测量电阻器的型号
- 1TT 型号：
  - 带 1 个 Pt100 测量电阻器和 1 个 4...20 mA 模拟输出的型号
- 2TT 型号：
  - 最多带 2 个 4...20 mA 模拟输出的型号
- 1TTM 型号：
  - 带 1 个 Pt100 测量电阻器和 1 个 4...20 mA 模拟输出的 Modbus 型号
- 2TTM 型号：
  - 最多带 2 个 4...20 mA 模拟输出的 Modbus 版本

请注意以下事项：
- 收货时请对照运输清单检查运输的产品是否齐全
- 安装之前将部件贮存在干燥场所
- 产品必须存于包装内，直到安装时再打开

4.2 功能说明

该温度变送器可映射变压器中的热点温度。该温度变送器适合与 MESSKO® MT-ST TRASY2 系列指针式温度计或替代传感器（可作为附件另行订购）一起使用。

可间接测量绕组温度。绝缘液与绕组之间的温度转换取决于绕组中的电流以及其他因素。互感器二次电流与变压器绕组中的电流成正比。互感器二次电流为此温度变送器中的加热电阻器提供电力，因而导致与实际油温测量值（转换温度）相比，对应于变压器负载的温度显示值较高。

可使用温度变送器模拟绕组温度。可通过 DIP 开关设置额定负载下顶层油温的热点温度梯度。要以机械方式显示绕组温度，需要在指针式温度计上安装温度传感器，而如果不使用指针式温度计，则需要在温度变送器上安装替代传感器（附件）。

测量值可通过以下方式传输，具体视设备型号而定：

测量值传输	设备型号				
	0TT	1TT	2TT	1TTM	2TTM
Pt100 模拟输出	2 个	1 个	-	1 个	-
4...20 mA 模拟输出	-	1 个	2 个	1 个	2 个
Modbus RTU	-	-	-	1 个	1 个

表格 4: 测量值传输

4.3 设计

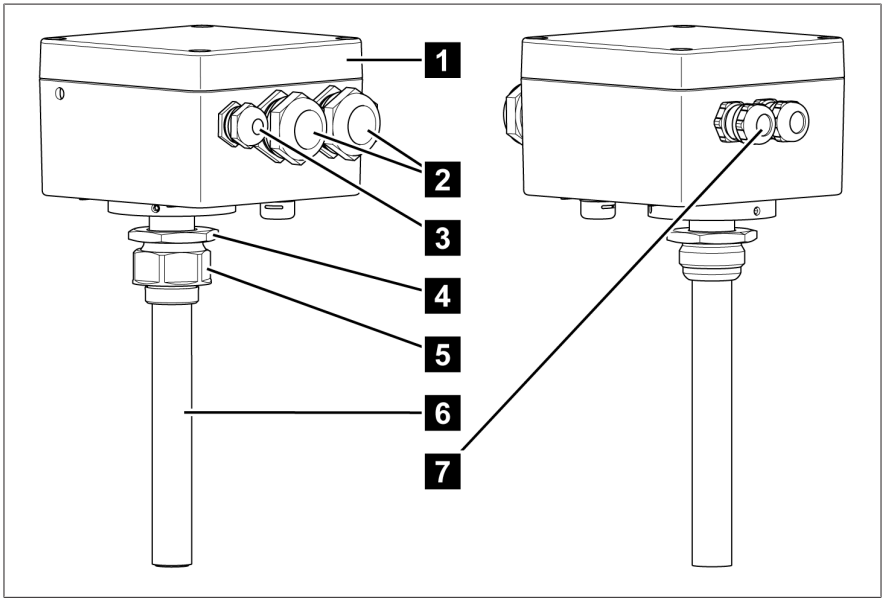


插图 1: 温度变送器

1	盖板	2	2 个用于电气连接的 M25x1.5 EMC 电缆密封套
3	用于温度传感器的 M16x1.5 电缆密封套	4	双螺纹接头上螺母
5	双螺纹接头下螺母	6	浸入管
7	2 个 EMC M16×1.5 电缆密封套（仅限 TTM 型号）		

4.4 铭牌

铭牌位于设备侧面。

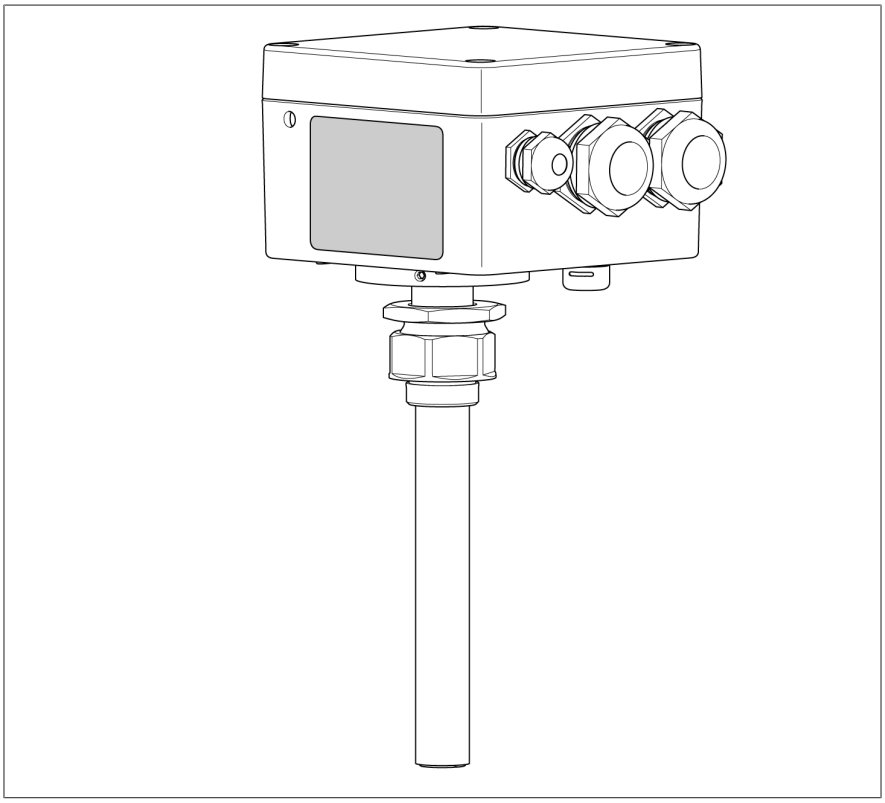


插图 2: 铭牌

5 包装、运输和存放

5.1 目的

包装的目的是防止经包装的产品在运输、装卸和储存过程中发生（不利）变化。包装必须保护货品免受振动、敲击等可能出现的运输外力和潮湿（雨、雪、冷凝）环境的影响。

包装还可防止经包装的货品在包装箱内出现超出允许范围的移动。

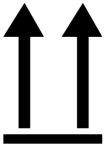
5.2 适合性、结构和生产

货品将用结实的纸板箱或坚固的木箱进行包装。这将确保运输货物在处于预定的运输位置时是安全的，并保证其各个部位不会接触运输工具的装载面或在卸载后碰到地面。

箱内的镶嵌物可使货品稳定以防止其位置变动超出允许范围，并可防止其受到振动。

5.3 标记

包装上附有关于安全运输与正确储存说明的标识。以下符号适用于非危险货物的装运。必须遵守这些符号所示规定。

				
防止受潮	顶部	易碎品	此处安装起吊装置	质心

表格 5: 装运图形符号

5.4 包装、运输和存放

除振动外，运输过程中可能还会出现颠簸。应避免产品掉落、倾倒、翻倒或碰撞，以免损坏。

包装箱若倾倒或掉落，不论轻重均可能损坏。

接收（确认收货）前，接收人必须对每件交付货物进行以下检查：
- 按交货单检查货物是否齐全
- 检查是否存在任何类型的外部损坏。

这些检查必须在卸货后进行，这样才能对纸箱或运输集装箱进行全面检查。

可见损伤

收货时如发现外部运输损伤，请按以下步骤处理：
- 立即在货运单据中记录所发现的运输损坏情况，并要求运输公司对此进行会签确认。
- 如发生严重损坏、全损或高额损失，立即通知 MR 公司销售部和相关保险公司。
- 发现破损后，在运输公司或保险公司做出检查决策前，不得擅自改变货物状态，并须保留所有包装材料。
- 立即会同相关运输公司现场记录损坏详情， 这对任何损坏索赔都至关重要！
- 如有可能，对包装及包装内货物的损坏情况拍照。还需拍照记录包装内货物因受潮（如雨水、雪水、凝露）而出现的腐蚀迹象。
- 同时，务必检查密封包装。

隐蔽损伤

如收到货物后在拆包时才发现损伤（隐蔽损伤），请按以下步骤处理：
- 尽快通过电话和书面形式向责任方追责，并出具损坏报告。
- 遵守所在国对此类行动适用的时效规定。请提前了解这些规定。

隐蔽损伤情况下，很难追究运输公司（或其他责任方）的责任。只有保险条款中明确包含相关规定时，此类损坏的保险索赔才有可能成功。

5.5 运输货物的存储

选择和设置存储位置时应确保以下事项：
- 安装前将产品和附件放在原包装中。
- 保护存储的货物免受潮湿（雨水、洪水、冰雪融水）、灰尘、有害动物（如老鼠、白蚁等）等的影响以及防止未经授权即对其加以使用。
- 将板条箱和包装箱放置在托盘、木梁或木板上以免受到地面潮气的影响，同时还能加强通风。
- 确保底板具有足够的承重能力。
- 保持入口通道畅通无阻。
- 定期检查库存货物。还应根据风暴、大雨或大雪等不同天气状况采取相应的措施。

5.6 进一步运输

使用原产品包装进行进一步运输。

如果将产品运输到处于安装状态的最终安装场所，请遵守以下信息以防产品因受到外部影响而产生机械损伤。

运输包装要求
- 考虑到气候条件，请选择适合运输或存储时间的包装。
- 确保选择的包装能够保护产品免受运输外力（如震荡、振动和冲击）的影响。
- 确保选择的包装能够保护产品免受潮湿（如雨、雪和冷凝）环境的影响。
- 确保选择的包装能够充分地进行空气流通，以防发生冷凝。

6 安装

本章介绍如何正确安装和连接此设备。打开设备前，认真阅读以下危险提示：

⚠ 危险

电击！
电压存在致命性伤害风险。在电气设备上操作时须始终遵循以下安全规定。

- 断开设备电源。
- 锁定设备防止其意外重启。
- 确保所有极点都已断电。
- 接地和短路。
- 遮盖或隔离邻近的带电部件。

⚠ 小心

小心灼伤
拆卸故障设备时，浸入管可能仍处于高温状态，接触会导致烫伤。

- 设备断电后，请等待其冷却。
- 尽可能避免触碰浸入管。
- 戴上手套。

提示

存在设备损坏风险！
静电放电可能导致设备损坏。

- 应采取预防措施，以防工作台面或人员身上聚集静电电荷。

6.1 安装条件

- 应按照 DIN EN 50216-4 A1 型将该温度变送器安装在温度计套中。可选其他配件。
- 必须将温度计套安装在变压器箱盖上油流量最大的区域，以确保冷却剂、温度计套及温度变送器上的温度传感器之间具有良好的热交换效果。
- 必须在室温下向温度计套内注入约 50 ml 的油，以确保实现正确的热传递（不要使用任何铝箔或类似材料）。
- 如果要在安装前对温度变送器进行测试，则测试装置上设置的条件必须与变压器上的条件相似（请参阅"功能测试"一章）。

6.2 功能测试

可以在安装温度变送器前执行功能测试。用于功能测试的测试装置上设置的条件必须与变压器上的条件相似：

✓ 调整并搅拌油槽。建议使用 Reinhausen GmbH 提供的 MESSKO® MZT1650S 校准槽。

✓ 已将温度计套安装在油槽中。

✓ 已在室温下向温度计套内注入约 50 ml 的油。

✓ 已将温度变送器安装在温度计套中。

✓ 已连接 Pt100 或 4...20 mA 输出（取决于选件）（请参阅Pt100 测量电阻器连接 [▶部分 6.6.4, 页码 30]章节和4...20 mA 模拟输出连接（可选） [▶部分 6.6.5, 页码 32]章节）。

✓ 已将温度传感器推至止点处（大约深 215 mm/8.46 in）。

✓ 油槽的温度不得超过 30°C，否则通过双螺纹接头的热辐射会破坏条件。

1. 输入所需的 CT 电流 (2 A AC rms)。
2. 根据制造商规格，通过 DIP 开关或 Modbus 设置热点梯度（请参阅设置热点梯度章节）。
3. 对于带 Modbus 接口的设备型号，接入终端电阻。
4. 调整油槽温度必须至少进行 30 分钟。
5. 测量周期必须至少为 20 分钟，直到达到设定的梯度。

6.3 安装温度变送器

✓ 根据 DIN EN 50216-4 A1 型选用合适的温度计套。
1. 在室温下，向温度计套内注入约 50 ml 的油。
2. 拧下双螺纹接头下螺母，将设备拧入温度计套中。
3. **提示！** 存在设备损坏风险！确保双螺纹接头已拧松，然后对齐或转动温度变送器。将温度变送器的浸入管插入温度计套中，对齐，然后使用双螺纹接头上螺母拧紧。

6.4 安装指针式温度计的温度传感器

如果要使用指针式温度计以机械方式显示绕组温度，先按照相应的操作说明书安装指针式温度计。然后将指针式温度计的温度传感器安装到温度变送器上：

✓ 所用指针式温度计的温度传感器的直径为 9.5 mm (0.37 in)。
1. 拧下温度变送器盖板。
2. 打开 M16x1.5 电缆密封套。
3. **提示！** 存在毛细管损坏风险！电缆密封套上的屏蔽触点会导致毛细管缩回困难，或缩回时造成损坏。取下温度传感器电缆密封套的屏蔽触点。
4. 将压紧螺母和垫圈推到温度传感器和毛细管上。
5. 将温度传感器插入电缆密封套大约 50 cm (19.69 in)。
6. 将温度传感器推入温度变送器的温度传感器槽中，直到底（约 215 mm/8.46 in 深）。
7. 拉出并铺设毛细管，不要弯折。
8. 封上电缆密封套。

6.5 安装替代传感器

如果不想使用指针式温度计以机械方式显示绕组温度，则在温度变送器上安装一个替代传感器：

1. 拧下温度变送器盖板。
2. 将替代传感器推入温度变送器的温度传感器槽中，直到限位位置（约 215 mm/8.46 in 深）。
3. **提示！** 为确保设备的 IP 防护等级不下降，将未使用的 M16x1.5 电缆密封套封紧。

6.6 电气连接

本章介绍如何正确连接此设备。注意参考提供的接线图。打开设备前，认真阅读以下危险提示：

⚠ 危险

电击！
电压存在致命性伤害风险。在电气设备上操作时须始终遵循以下安全规定。

- 断开设备电源。
- 锁定设备防止其意外重启。
- 确保所有极点都已断电。
- 接地和短路。
- 遮盖或隔离邻近的带电部件。

⚠ 警告

电击！
在二次电路处于开路的状态下运行**电流互感器**可能会引发危险高压。由此可导致人员伤亡和财产损失。

- 确保 CT 二次回路上无危险电压。
- 决不可在二次电路处于开路的状态下运行电流互感器；对电流互感器执行短路操作以预防此类危险的发生。
- 将电流互感器的一侧接地。
- 遵循电流互感器操作说明书中的信息。

提示

存在设备损坏风险！
静电放电可能导致设备损坏。

- 应采取预防措施，以防工作台面或人员身上聚集静电电荷。

作为准备工作的一部分，进行电气连接时，请注意以下事项。

6.6.1 电磁兼容性

设备已根据适用的 EMC 标准进行开发。要符合 EMC 标准，必须注意以下几点。

6.6.1.1 安装位置的接线要求

在选择安装位置时，请注意以下几点：

- 系统的过压保护必须有效。
- 系统的接地必须符合所有技术规程。
- 单独的系统部件必须按电位均衡原则进行连接。

6.6.1.2 运行现场的接线要求

在对运行现场进行接线时，请注意以下几点：

- 请勿在同一电缆管中铺设造成干扰的线（例如电源线）和易受干扰的线（例如信号线）。
- 在造成干扰的线和易受干扰的线之间保持 100 mm (3.94") 以上的间隔。
- 请勿将设备与多线集合管相连。
- 使用屏蔽电缆进行信号传输。

6.6.2 电缆建议

连接设备时，请遵循制造商的以下建议：

- 仅使用符合 IEC 60332-1-2 或 UL 2556 VW-1 阻燃标准的电缆。
- 确保低压电路与 CT 电路在连接区域及电缆内部均通过双重绝缘实现隔离。

连接电缆[1)]	端子	允许的横截面积
CT	1：CT，不接地线 2：CT，接地线 （若 CT 接地）	– 单芯导线或带压接套管的无塑料护套细绞线：1.5...4 mm^2 – 带压接套管的塑料护套细绞线：1.5...4 mm^2
功能接地	⏚	– ≥所有其他导线
仅限 TT/TTM 型号： Pt100 测量电阻器及模拟输出	3、3a、4、5、5a、6	– 单芯导线：0.2...4 mm^2/24...12 AWG – 细绞线：0.2...4 mm^2/24...12 AWG – 带压接套管的塑料护套细绞线：0.25...2.5 mm^2 – 带压接套管的无塑料护套细绞线：0.25...2.5 mm^2 – 带双压接套管的细绞线：0.25...1.5 mm^2 – 剥线长度：9...11 mm/0.35...0.43 英寸
仅限 TTM 型号： 24 VDC 电源及 Modbus	V+、0 A、Com、B	– 单芯导线：0.14...1.5 mm^2/28...16 AWG – 细绞线：0.14...1.5 mm^2/28...16 AWG – 带压接套管的塑料护套细绞线：0.25...0.75 mm^2 – 带压接套管的无塑料护套细绞线：0.25...1.5 mm^2 – 剥线长度：8...9 mm/0.31...0.35 英寸

表格 6: 连接电缆的建议

[1)] 视设备型号而定（部分为选配）

所有上述连接电缆必须能够承受至少 300 V 的额定电压。可使用刚性和柔性电缆。

模拟输出及 Pt100

我们建议使用屏蔽电缆。

在控制柜中连接屏蔽电缆，并在不中断的情况下将其敷设到设备。我们建议使用 EMC 电缆密封套来屏蔽设备。

Modbus RTU

我们建议使用屏蔽双绞线电缆。推荐使用屏蔽双绞线电缆。为了优化电缆和电缆密封套数量，将 Modbus 与 24 V 电源合并在同一根电缆中敷设可能更为有利。

将屏蔽电缆连接到 Modbus 主站（如在控制柜中），并在不中断的情况下将其敷设到设备。我们建议使用 EMC 电缆密封套来屏蔽设备。

6.6.3 电流互感器接口

二次额定电流必须为 1.5…2 A。对于其他电流强度，必须根据所需热点梯度使用万用镇流器。

1. 打开一个 M25x1.5 EMC 电缆密封套。

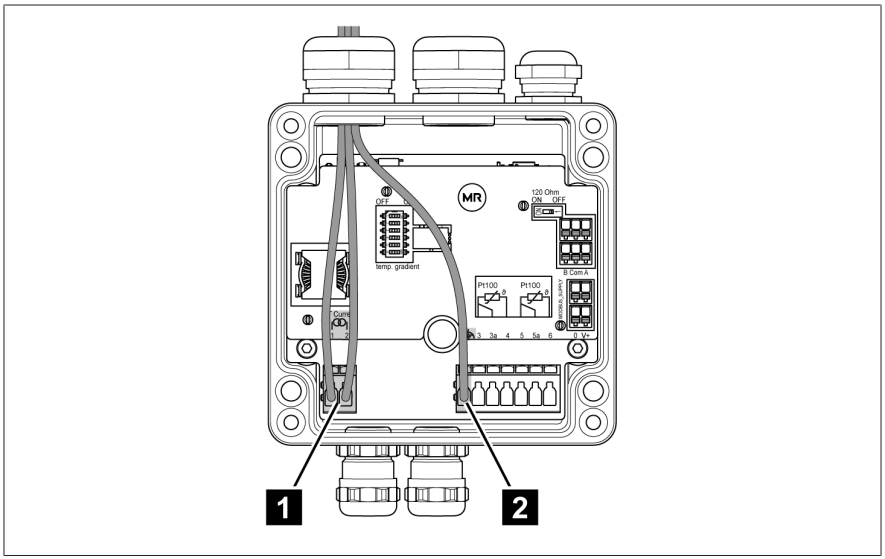


插图 3: 电流互感器接线端子和接地端子

1	端子 1、2	2	功能接地 FE

2. 如图所示连接电流互感器连接电缆。操作时，将电流互感器的接地端连接至端子 2。
3. 将接地电缆连接至 FE 端子。
4. 封上电缆密封套。

6.6.4 Pt100 测量电阻器连接

该设备配有符合 IEC 60751 标准的 Pt100 测量电阻。该设备专用于连接采用三线制技术的显示仪表。所用显示仪表也可采用两线制或四线制技术设计。

连接电缆长度

连接电缆长度取决于要连接的测量变换器或显示设备的规格（例如，Pt-MU，每根电缆 100 Ω）。一般情况下，采用三线制技术时，电缆长度不得超过 50 m。采用三线制或四线制技术时，必须确保各电线相同（长度和横截面积均相同）。否则，可能会由于导线电阻补偿不正确而出现偏差。

三线制技术（2 根测量线，1 根补偿线）

1. 打开一个 M25x1.5 EMC 电缆密封套。
2. 将连接电缆穿过电缆密封套。
3. 将一根测量线连接到端子 3 上。

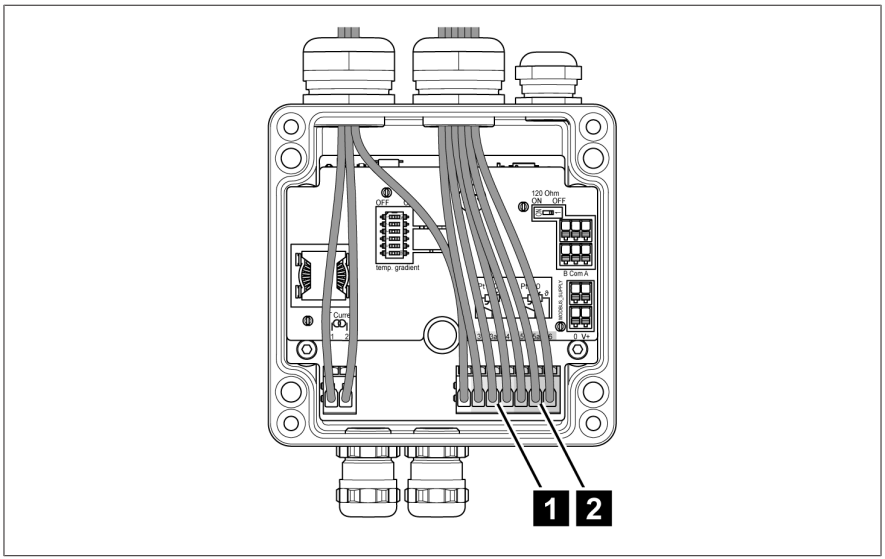


插图 4: Pt100 测量电阻器接线端子

1	端子 3、3a 和 4	2	端子 5、5a 和 6

4. 将第二根测量线连接到端子 4 上。
5. 将补偿线连接到端子 3a 上。
6. 封上电缆密封套。

两线制技术（2 根测量线）

1. 打开一个 M25x1.5 EMC 电缆密封套。
2. 将连接电缆穿过电缆密封套。
3. 将一根测量线连接到端子 3 上。
4. 将第二根测量线连接到端子 4 上。
5. 封上电缆密封套。

四线制技术（2 根测量线，2 根补偿线）

1. 打开一个 M25x1.5 EMC 电缆密封套。
2. 将连接电缆穿过电缆密封套。
3. 将一根测量线连接到端子 3 上。
4. 将第二根测量线和一根补偿线连接到端子 4 上。
5. 将第二根补偿线连接到端子 3a 上。
6. 封上电缆密封套。

附加 Pt100 测量电阻器（可选）

如果该设备配有附加 Pt100 测量电阻器，可以将附加显示仪表连接到端子 5、5a 和 6。该设备专用于连接采用三线制技术的显示仪表。所用显示仪表也可采用两线制或四线制技术设计。

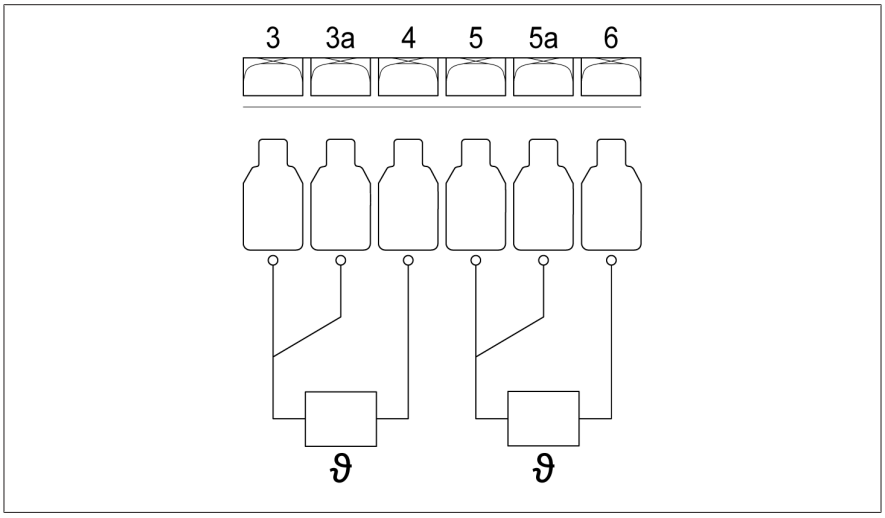


插图 5: Pt100 测量电阻器

6.6.5 4...20 mA 模拟输出连接（可选）

该温度变送器可以选配一个或两个模拟输出，来替代 Pt100 测量电阻器。采用两线制技术进行连接（24 V DC 时，R/L 最大 750 Ω）。

1. 打开一个 M25x1.5 EMC 电缆密封套。
2. 将连接电缆穿过电缆密封套。

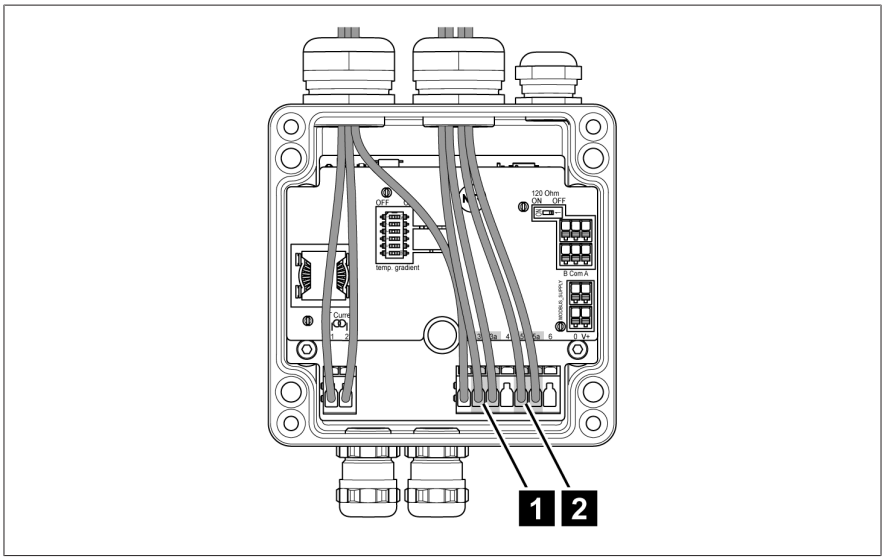


插图 6: 4...20 mA 模拟输出接线端子

1	端子 3 和 3a	2	端子 5 和 5a

3. 将模拟输出的信号线连接至端子 3 和 3a。将第二个模拟输出连接至端子 5 和 5a。
4. 封上电缆密封套。

电流回路 I_1 作为无源模拟输出

该设备相当于一个可调电阻器，在 18...30 V DC 电源电压下，可在 4...20 mA 范围内调节电流，来反映测量温度。

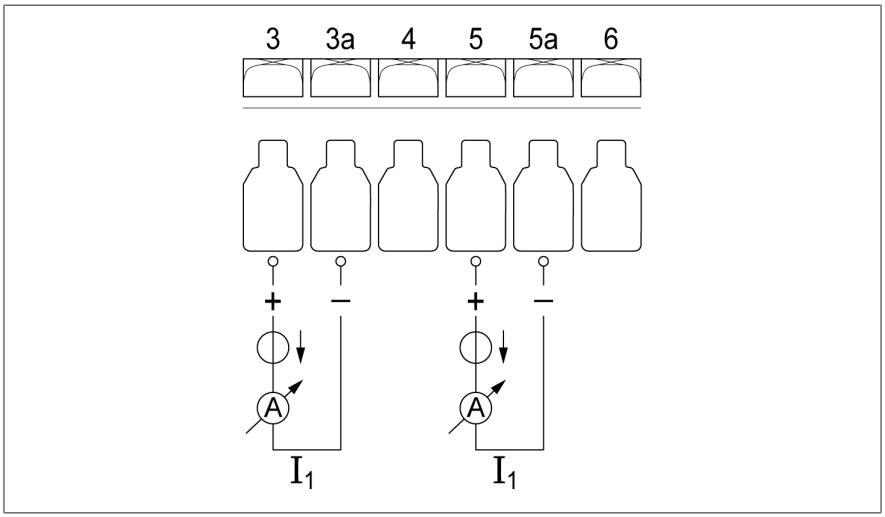


插图 7: 无源模拟输出

选配组合

该设备可以配备一个或两个模拟输出，也可以配备一个模拟输出和一个 Pt100 测量电阻器。

型号示例	模拟输出 1 接线端子	模拟输出 2 接线端子	Pt100 测量电阻器接线端子
2 个 4...20 mA 模拟输出	3、3a	5、5a	-
1 个 4...20 mA 模拟输出和 1 个 Pt100 测量电阻器	3、3a	-	5、5a、6

表格 7: 接线端子

6.6.6 Modbus 连接（可选）

TTM 型号的设备配有两个 Modbus RTU 通信接口。这样可实现 Modbus 信号及相关电源的串接（菊花链式连接）。

如果仅使用一个 EMC 电缆密封套，则必须将另一个正确密封，以确保防潮防污。配套密封塞作为附件提供。

布线时，请避开图中所示的阴影区域，以防止电缆与端子排边缘发生摩擦，并避免妨碍传感器安装。

1. 打开 M16x1.5 电缆密封套。
2. 将连接电缆穿过电缆密封套。
3. 将 Modbus 连接至端子 A、COM 和 B。
4. 将 24 VDC 电源连接至端子 0 和 V+。
5. 封上电缆密封套。

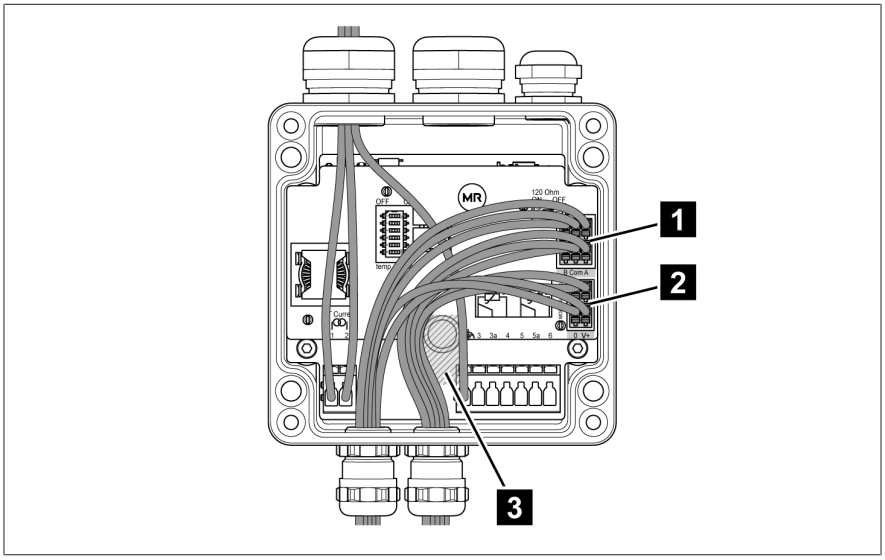


插图 8: Modbus 连接示例

1	Modbus A、COM 和 B	2	24 VDC 电源连接至 0 和 V+
3	保持该区域空置		

7 调试

7.1 设置热点梯度

7.1.1 CT 额定电流 = 2 A 时的设置

额定负载热点梯度可通过选配的 Modbus 接口进行设置，也可以通过 DIP 开关手动设置。

通过 Modbus 接口设置（TTM 型号）
如果设备配有选配的 Modbus 接口，则可通过 Modbus 写入命令设置热点梯度。前提条件是所有 DIP 开关均处于关闭位置。

通过 DIP 开关手动设置
可以通过电路板上的 DIP 开关，以 1 K 为增量，在 4 K 至 50 K 之间设置热点梯度。

可以参照下表，根据所需热点梯度（CT 额定电流为 2 A）确定 DIP 开关的位置。

梯度	DIP 开关	DIP 1	DIP 2	DIP 3	DIP 4	DIP 5	DIP 6
TT 型号：4 TTM 型号：通过 Modbus 设置	000000	关闭	关闭	关闭	关闭	关闭	关闭
4[1]	000001[1]	关闭	关闭	关闭	关闭	关闭	开启
	000010[1]	关闭	关闭	关闭	关闭	开启	关闭
	000011[1]	关闭	关闭	关闭	关闭	开启	开启
4	000100	关闭	关闭	关闭	开启	关闭	关闭
5	000101	关闭	关闭	关闭	开启	关闭	开启
6	000110	关闭	关闭	关闭	开启	开启	关闭
7	000111	关闭	关闭	关闭	开启	开启	开启

1 如果设置结果为 1、2 或 3，系统将使用热点梯度 4。

梯度	DIP 开关	DIP 1	DIP 2	DIP 3	DIP 4	DIP 5	DIP 6
8	001000	关闭	关闭	开启	关闭	关闭	关闭
9	001001	关闭	关闭	开启	关闭	关闭	开启
10	001010	关闭	关闭	开启	关闭	开启	关闭
11	001011	关闭	关闭	开启	关闭	开启	开启
12	001100	关闭	关闭	开启	开启	关闭	关闭
13	001101	关闭	关闭	开启	开启	关闭	开启
14	001110	关闭	关闭	开启	开启	开启	关闭
15	001111	关闭	关闭	开启	开启	开启	开启
16	010000	关闭	开启	关闭	关闭	关闭	关闭
17	010001	关闭	开启	关闭	关闭	关闭	开启
18	010010	关闭	开启	关闭	关闭	开启	关闭
19	010011	关闭	开启	关闭	关闭	开启	开启
20	010100	关闭	开启	关闭	开启	关闭	关闭
21	010101	关闭	开启	关闭	开启	关闭	开启
22	010110	关闭	开启	关闭	开启	开启	关闭
23	010111	关闭	开启	关闭	开启	开启	开启
24	011000	关闭	开启	开启	关闭	关闭	关闭
25	011001	关闭	开启	开启	关闭	关闭	开启
26	011010	关闭	开启	开启	关闭	开启	关闭
27	011011	关闭	开启	开启	关闭	开启	开启
28	011100	关闭	开启	开启	开启	关闭	关闭
29	011101	关闭	开启	开启	开启	关闭	开启
30	011110	关闭	开启	开启	开启	开启	关闭
31	011111	关闭	开启	开启	开启	开启	开启
32	100000	开启	关闭	关闭	关闭	关闭	关闭
33	100001	开启	关闭	关闭	关闭	关闭	开启
34	100010	开启	关闭	关闭	关闭	开启	关闭

梯度	DIP 开关	DIP 1	DIP 2	DIP 3	DIP 4	DIP 5	DIP 6
35	100011	开启	关闭	关闭	关闭	开启	开启
36	100100	开启	关闭	关闭	开启	关闭	关闭
37	100101	开启	关闭	关闭	开启	关闭	开启
38	100110	开启	关闭	关闭	开启	开启	关闭
39	100111	开启	关闭	关闭	开启	开启	开启
40	101000	开启	关闭	开启	关闭	关闭	关闭
41	101001	开启	关闭	开启	关闭	关闭	开启
42	101010	开启	关闭	开启	关闭	开启	关闭
43	101011	开启	关闭	开启	关闭	开启	开启
44	101100	开启	关闭	开启	开启	关闭	关闭
45	101101	开启	关闭	开启	开启	关闭	开启
46	101110	开启	关闭	开启	开启	开启	关闭
47	101111	开启	关闭	开启	开启	开启	开启
48	110000	开启	开启	关闭	关闭	关闭	关闭
49	110001	开启	开启	关闭	关闭	关闭	开启
50[2]	110010[2]	开启	开启	关闭	关闭	开启	关闭

2 如果设置结果大于 50，系统将使用热点梯度 50。

1. 根据下表设置电路板上的 DIP 开关 1 至 6：

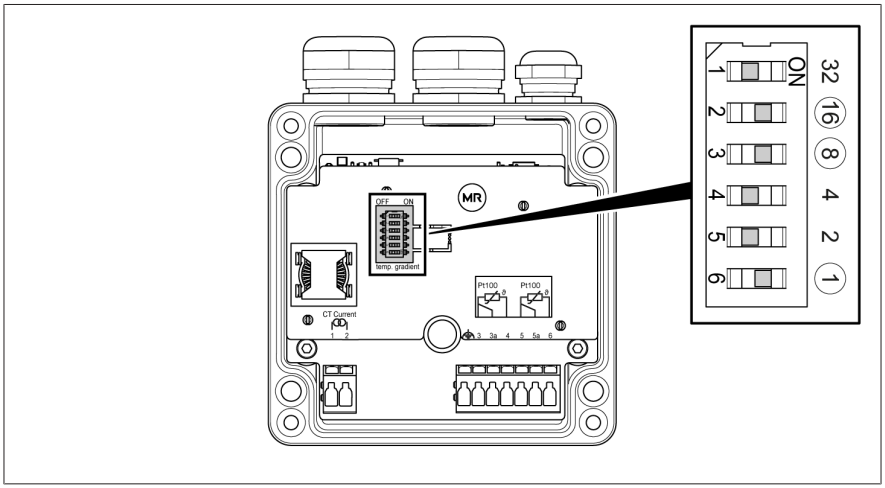


插图 9: DIP 开关设置（示例：将热点梯度设为 25 K）

开关状态被循环读取，因此任何更改无需重启设备即可生效。

7.1.2 CT 额定电流 ≠ 2 A 时的设置

如果 CT 额定电流大于或小于 2 A，可以使用以下公式计算要设置的热点梯度：

$Hg[K] = Hg_N \times (2\ A)^2 / CT_N^2$
其中 N 为额定电流

示例：

$Hg_N = 16\ K$
$CT_N = 1.6\ A$
$Hg[K] = 16\ K \times (2\ A)^2 / (1.6\ A)^2 = 25\ K$（CT 额定电流为 2 A 时）

可以参照上一节CT 额定电流 = 2 A 时的设置 [▶部分 7.1.1, 页码 35]中的表格，根据计算得出的热点梯度确定 DIP 开关的位置。如有必要，将计算值四舍五入为整数，因为在 4 K 至 50 K 之间，只能以 1 K 为增量对要设置的值进行设置。

也可以根据热点梯度图 [▶部分 13.1, 页码 59]进行设置。如果 CT 额定电流和目标热点梯度的交点位于图表中的两条曲线之间，则对所需曲线进行插值或使用上述公式计算要设置的值。

7.2 显示数检查

1. 加热 30 分钟后，比较指针式温度计显示值和电子显示值。
» 两个装置的显示值应在公差范围内。

下表列出了梯度显示值过高或过低时要采取的纠正措施。如果这些措施不能解决问题，请联系 MR 公司服务和投诉部门。

梯度显示值	措施
梯度显示值过高	检查温度计套管中是否只有油。
温度计上的梯度显示值过低	检查是否已将机械式温度传感器推至限位位置。 或者，检查是否已向温度计套管注入足够的油。

表格 8: 梯度显示值过高或过低

可以通过改变 DIP 开关的位置，来更改因特殊操作条件引起的显示值之间的偏差。

7.3 过电压保护

所有输入和输出都有一个保护电路，用于耗散剩余电流，例如，雷击和切换事件产生的电流。

在外壳和输入或输出之间执行 >300 V AC 的高压试验期间，可以耗散剩余电流（超过最大允许剩余电流）。

7.4 配置 Modbus（TTM 型号）

如果出厂设置不适用于您的应用，可更改 Modbus 配置设置。为此，需要使用配置工具（如“MR Modbus Client”）；可从 MR 下载中心下载该工具。

此外，还需一个 USB 转 RS485 转接头。

要调整 Modbus 配置，按以下步骤操作：
1. 安装 MR Modbus Client（无需管理员权限）。
2. 将设备与 PC 接入 RS485 总线。
3. 从列表中选择设备。
4. 检查通信设置（Modbus 地址、波特率等），按需更改，以连接设备。如果总线上已连接多个地址相同的设备（例如，MTO、MT-ST、BETECH、TFMR），也可以更改 Modbus 地址。
   » 现在，可以根据应用需求进行配置设置。
   » 通信设置（Modbus 地址、波特率等）的更改将立即生效。
5. 如有必要，更新 MR Modbus Client 的设置。
6. 也可以使用 MR Modbus Client 读取更多可用数据，如测量值。

有关详细信息（例如，寄存器内容），请参阅 Modbus RTU [▶部分 11.1, 页码 52] 技术数据一节。

Modbus 波特率设置

Modbus 接口的传输速度（波特率）可以设置为以下值：4800、9600、19200、38400、57600、115200 波特。

Modbus 波特率	
交付状态（出厂设置）	19200 Bd
最大值	115200 Bd
最小值	4800 Bd

设置 Modbus 地址

Modbus 地址可设置为以下值：

Modbus 地址	
交付状态（出厂设置）	77
最大值	247
最小值	1

同一网络地址分配两次将导致故障。

奇偶校验

对于数据传输，按以下方式进行奇偶校验：

奇偶校验	
交付状态（出厂设置）	偶校验
可选	奇校验/无校验

确保在 SCADA 系统中进行相同的 Modbus 设置。

终端电阻

如果该设备是 Modbus 网络中的唯一设备，或者是 Modbus 网络中的最后一个设备，则可以启用终端电阻。

可通过拨动 DIP 开关来启用终端电阻，具体操作如下图所示：

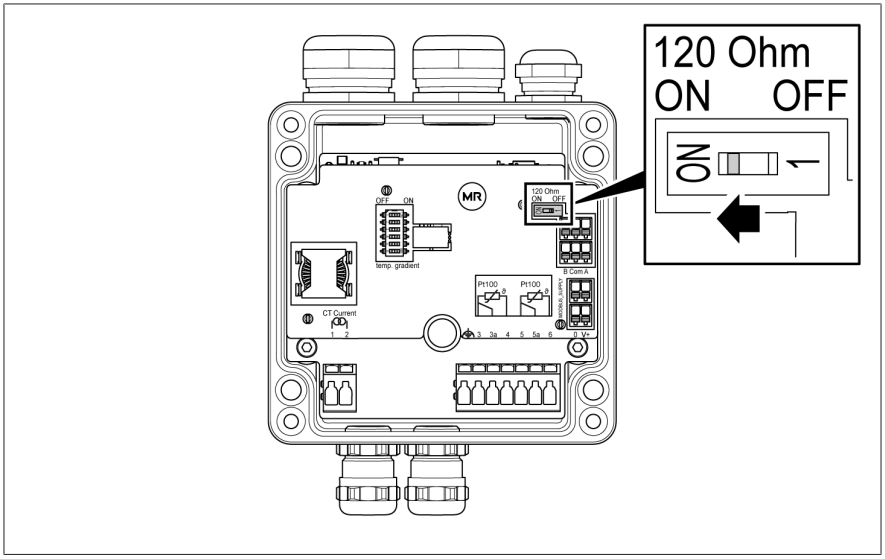


插图 10: 启用终端电阻

8 维护、检查与保养

维护
该设备免维护。

检查与保养
根据设备的使用条件和所在国家/地区的规定，变压器制造商可以规定不同的检查间隔。
› 请遵守 CIGRE 出版物第 445 号“变压器维护指南”中规定的检查间隔或变压器制造商规定的检查间隔。
每次检查变压器时，按如下方式检查和清洁设备：
1. 如有需要，仅使用湿布和温和的清洁剂清洁设备外壳。
2. 确保通风装置无尘且无积聚物。
3. 检查设备外部是否有损坏和污染。

如有任何疑问或异常情况，请联系技术服务部门：

Reinhausen GmbH
Technical Service
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg
Germany
+49 941 4090-0
service@reinhausen.com
reinhausen.com

8.1 固件更新

设备固件可通过以下接口进行更新：
– Modbus 接口 (RS-485)
– USB 接口

两种接口的更新步骤相同。

固件更新需要使用 MR Modbus Client 软件。可以从 https://www.reinhausen.com/downloads 下载 MR Modbus Client。有关更新步骤的详细说明，请参阅相应使用说明书中的“固件更新”章节。

仅使用来自可信来源的固件文件，例如，MR 客户门户网站 (portal.reinhausen.com)。

更新期间，设备功能（监控）将中断。

9 故障排除

本节将说明如何排除操作故障。

如果无法解决故障，请联系制造商：

Reinhausen GmbH
MR Service & Complaint
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg
Germany
service@reinhausen.com
complaint@reinhausen.com

请准备好以下数据：
- 序列号
- 软件版本

准备工作问卷

1. 此设备先前是否出现过故障？
2. 先前是否已就此问题联系过 Reinhausen GmbH？如果是，联系人是谁？
3. 该故障第一次出现是什么时候？是否与雷雨、变电站雷击浪涌测试、短路或接地故障后断开/重新连接变压器等事件相关？
4. 该故障是常见的还是偶发的？该故障是否与其他事件/条件（如极端环境温度）相关？
5. 是 4...20 mA 模拟信号传输出现故障，还是 Modbus 传输出现故障？

   - 是否使用了屏蔽电缆？
   - 是否使用双绞线？
   - 电缆屏蔽层是否两端均已接地？
   - 电缆有多长？
   - 使用了哪种接收器？
   - 4...20 mA 模拟信号：负载电阻是多少？
   - Modbus：Modbus 上是否有其他设备？
   - TTM 型号：请告知状态寄存器的值。

检查测量值的合理性

如果设备正常工作但未报告合理的值，请检查、记录并比较以下各项：

- 4...20 mA 模拟输出提供的测量值
- Modbus RTU 接口提供的测量值
- 刻度上的指针提供的测量值
- 实际物理测量值（测量值或估计值）。

计算 4...20 mA 模拟输出的目标电流

> $I_{目标}$ = 4 mA + 16 mA * [（电流测量值刻度 - 刻度$_{最小值}$）/（刻度$_{最大值}$ - 刻度$_{最小值}$）]

油温指示器的计算示例：

- 刻度为 -20...+140 °C；指示器指向 60 °C

  => $I_{目标}$

  = 4 mA + 16 mA * [(60 °C - -20 °C)/(140 °C - -20 °C)]

  = 4 mA + 16 mA * 0.5

  = 12 mA

9.1 一般故障（TT 型号）

您的设备具有无源 4...20 mA 模拟输出。

特性/详细信息	原因	解决方法
不工作 (4...20 mA)	未接通电源	- 检查电缆 - 检查电源 (18...30 VDC) - 检查 4...20 mA 接收器（将万用表串联接入回路）

表格 9: 一般故障

9.2 一般故障（TTM 型号）

您的设备具有 Modbus 和无源 4...20 mA 模拟输出。

特性/详细信息	原因	解决方法
不工作 (4...20 mA) 不工作 (Modbus)	未接通电源	– 检查电缆 – 检查电源 (18...30 VDC) – 检查 4...20 mA 接收器（将万用表串联接入回路） – 检查 Modbus 接收器（电源、配置）

表格 10: 一般故障

9.3 4...20 mA 模拟信号故障（TT 和 TTM 型号）

特性/详细信息	原因	解决方法
环路电流约为 3 mA	– 设备检测到信号错误	– 3 mA 时：自诊断检测到错误，系统无法可靠地显示测量值。 – TTM 型号：关于可能原因及解决方法，请参阅自诊断/设备状态（TTM 型号） [▶部分 9.5, 页码 47]章节
接收器未测量到任何 4...20 mA 环路电流	– 导线断裂，接线端子开路 – 短路 – 未接通电源 – 设备故障	– 将万用表串联接入回路并进行测量 – 检查电缆 – 检查设备电源 (18...30 VDC)
接收器测得的 20 mA 环路电流过低	– 部分电流流经了一条并联支路 – 负载电阻过高 – 电源电压过低 – 设备故障	– 将万用表串联接入回路并进行测量 – 检查电缆 – 检查接收器（负载电阻）
接收器测得的 4... 20 mA 环路电流过高	– 设备故障	– 将万用表串联接入回路并进行测量

表格 11: 4...20 mA 模拟信号故障

9.4 Modbus 通信故障（TTM 型号）

特性/详细信息	原因	解决方法
无法进行通信（持续）	未接通电源	– 检查电缆 – 检查设备电源 (18...30 VDC)
	– RS485 A、B 线未连接或中断 – A、B 短路 – A 和/或 B 接地故障 – RS485 连接线互换	信息：A = D0 = D+；B = D1 = D- – 检查接线 – 如有必要，使用万用表测量电压（A 对 B；A 对 Com；B 对 Com） – 如有必要，重新连接 A、B
	– Modbus 地址错误 – Modbus 地址分配了多次 – 波特率 – 奇偶校验	信息：有关出厂设置，请参阅 Modbus RTU [▶部分 11.1, 页码 52]一章 – 检查参数（设备和主机） – 如有必要，更改参数；请参阅 Modbus RTU [▶部分 11.1, 页码 52]一章
	– 设备故障	-
无法进行通信（偶发）	– Modbus 地址分配了多次	– 检查参数（设备和主机） – 如有必要，更改参数；请参阅 Modbus RTU [▶部分 11.1, 页码 52]一章
	– 设备故障	-

表格 12: Modbus 通信故障

9.5 自诊断/设备状态（TTM 型号）

设备周期性地检查其自有功能（自诊断）。

在 Modbus 输入寄存器 0（数据类型：UINT16）中，设备通过状态位报告相应的状态。多个状态位可同时置位。

状态“0”表示设备未检测到任何故障。

所有错误将在故障消除后自动复位。无需手动确认。

状态位值/特征/详细信息	原因	解决方法
0：未检测到故障	-	-
1：DIP 开关位置无效	– **DIP 开关位置无效**	– **将 DIP 开关拨至正确位置**
2：Pt100 故障	– Pt100 返回值不合理	– 请联系 MR 公司
所有其他状态位值：内部错误	– 设备故障	– 请联系 MR 公司

表格 13: 状态代码

10 处理

遵守设备使用国家的处置规定。

10.1 遵守 REACH 法规下的 SVHC 规定

本产品符合 2006 年 12 月 18 日颁布的欧盟法规 1907/2006/EC 关于化学品注册、评估、授权和限制 (REACH) 的规定。

本产品以下组件的 SVHC 铅（CAS 号 7439-92-1）含量 > 0.1% [w/w]：
- 黄铜
- 性能等级低的标准件

11 技术数据

允许的环境条件	
使用位置	室内和室外，耐热型
环境空气温度	-50...+85 °C
存储温度	-50...+80 °C
工作温度	-40...+80 °C
温度计测量范围	取决于使用的温度计
安装	符合 DIN EN 50216-4 A1 型或类似标准的温度计套
安装位置	任意
防护等级	防护等级 IP66，符合 IEC 60529 标准

基本材料	
外壳/端子盒	铝 防腐涂层等级为 C4H（可选 C5H），符合 DIN EN ISO 12944-9 标准 RAL 7033 或 RAL 7038
海用型号可选	不锈钢电缆密封套 符合 DIN EN ISO 12944-9 的 CX 级防腐涂层
双螺纹接头	裸铜双螺纹接头 G1B 可选双螺纹接头 M27x2、M27x1.5、G3/4B
法兰	铁氟龙

无源 4...20 mA 模拟输出（TT、TTM 型号）	
无源电流回路的供电电压	18...30 VDC 未稳压，最大 10% 残余纹波，防极性反接
输出信号	4...20 mA；无源；两线制 约 3 mA：设备诊断错误
最大电流消耗	60 mA

无源 4...20 mA 模拟输出（TT、TTM 型号）	
最大负载电阻	750 Ω (U_b= 24 VDC)
额定绝缘电压	500 VDC/1 分钟，信号对地 1,000 VDC/1 分钟，CT 对地
精度	测量范围终值的 ±2%

Modbus RTU 的 RS485 接口（TTM 型号）	
电源电压	24 VDC 未稳压，最大 10% 残余纹波，防极性反接
标准	EIA/TIA-485
协议	Modbus RTU
接线	两线制；半双工
端子标识	极性：A = D+；B = D-；COM = 公共接地 空闲状态下 A 和 B 之间的预期电压：>+200 mV
额定绝缘电压	500 VDC/1 分钟；端子对地

端子盒	
电缆密封套	– 1 个用于温度传感器的 M16×1.5 WADI 电缆密封套 – 2 个用于电气连接的 M25x1.5 电缆密封套 – 仅限 TTM 型号： 2 个用于 Modbus 的 M16×1.5 EMC 电缆密封套
端子排分配	请参阅"安装"一节
接线端子	请参阅电缆建议 [▶部分 6.6.2, 页码 27]章节
通风	通过压力平衡元件

规范	
CT 额定电流	2 A（变压器输出电流）
过载电阻	最大持续电流 3 A 12 A，持续 30 秒
梯度设置	– 通过 DIP 开关设置（请参阅设置热点梯度一节） – 通过 Modbus 设置（为此需将所有 DIP 开关拨至"0"）

规范		
加热	集成到温度传感器槽中	
CT 功率 CT 电流源的最大功率	$P [VA] = I^2_{CT} \times 4.5\ \Omega$	
额定绝缘电压	CT 对地:	1000 V DC/1 分钟
	模拟对地:	500 V DC/1 分钟
	Modbus 接线对地:	500 V DC/1 分钟
	24 V DC 接线对地:	500 V DC/1 分钟
模拟输出信号	– 最多 2 路 Pt100 或 – 2 路 4...20 mA	

尺寸和重量	
尺寸	请参阅安装外形尺寸图
重量	1.7 kg

11.1 Modbus RTU

出厂设置

设备型号	Modbus 地址	波特率	奇偶校验
MESSKO® ZT-F2.5	77	19,200	偶校验

表格 14: Modbus RTU 出厂设置

输入寄存器

功能代码"04"用于读取信息。

输入寄存器地址 1...3 中所存测量值的有效性：
离散输入寄存器地址 0（布尔量）指示测量值是无效 (0) 还是有效 (1)。我们建议在查询测量值的同时评估该寄存器地址。
设备状态：
输入寄存器地址 0 表示设备状态（0：设备自诊断已确认设备运行正常无故障）。我们建议在读取测量值时同步查询设备状态，或在需要时（如故障诊断排除期间）进行查询。
详情请参阅“故障排除”一节。

地址	数据类型	说明
0	UINT16	设备状态
1、2	FLOAT32	测量值（温度，单位为 °C），含小数位
3	SINT16	测量值（温度，单位 °C），以整数形式表示
4	UINT16	通过 Modbus 设置热点梯度 离散输入寄存器地址 1 可用于读取热点梯度是通过 Modbus 还是通过 DIP 开关激活的。
5	UINT16	通过 DIP 开关设置热点梯度 离散输入寄存器地址 1 可用于读取热点梯度是通过 Modbus 还是通过 DIP 开关激活的。
6	UINT16	热点梯度用于控制加热器
7...16	-	保留以供将来之用
17	UINT16	固件主版本
18	UINT16	固件次版本
19	UINT16	固件补丁版本

表格 15: 输入寄存器

对于 FLOAT 参数，MSB（最高有效位）存储在低位地址中，而 LSB（最低有效位）存储在高位地址中。

通过保持寄存器配置

总线系统中的每个地址必需是唯一的。因此，在使用两个相同的设备（默认地址相同！）时，应在调试前将它们配置为不同的地址！

使用功能代码"03"读取信息，使用功能代码"06/16"写入信息。

地址	数据类型	说明	设置选项
0	UINT16	Modbus 地址	1...247 77[1] MESSKO® ZT-F2.5
1	UINT16	Modbus 波特率	0: 4800 1: 9600 2: 19200[1] 3: 38400 4: 57600 5: 115200
2	UINT16	Modbus 奇偶校验	0：无校验 1：偶校验[1] 2：奇校验
3	UINT16	Modbus 停止位数量	1：1 个停止位[2] 仅可读取。
4	UINT16	热点梯度规格	4–50 开尔文 当 DIP 开关全部设置为 000000 时，使用此值。 离散输入寄存器地址 1 可用于读取热点梯度是通过 Modbus 还是通过 DIP 开关激活的。
5...72	-	保留	-
73...79[2]	STRING	序列号	7 位数，每个寄存器存储 1 个 ASCII 数字字符[2]
100...109	STRING	序列号	7 位数，每个寄存器以小端格式存储 2 个 ASCII 字符[2]
110...119	STRING	制造日期	每个寄存器以小端格式存储 2 个 ASCII 字符[2]
120...129	STRING	固件版本	
130...139	STRING	传感器制造商	
140...149	STRING	传感器标识	

表格 16: 保持寄存器

[1] 交付状态/默认设置
[2] 用户不可覆盖。

通过离散输入寄存器指示测量值有效性

使用功能码"02"读取离散输入寄存器中的信息。

地址	数据类型	说明
0	BOOL	测量值有效性（输入寄存器地址 1...3）： 0：无效 1：有效
1	BOOL	Modbus 热点梯度激活 0：DIP 开关激活 1：Modbus 激活

12 图纸

上述文档编辑定稿之后，产品可能发生变更。

	Date	Name	Document no.		Projection method
Dftr.	23.06.2026	STOPPEL	SED 13392745 000 00		
Chkd.	23.06.2026	REHNELT	Change no.	Scale	
Stand.	24.06.2026	WANNINGER	1145891	1:2	

Reinhausen GmbH Copyright reserved
The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without express authorization ist prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design.

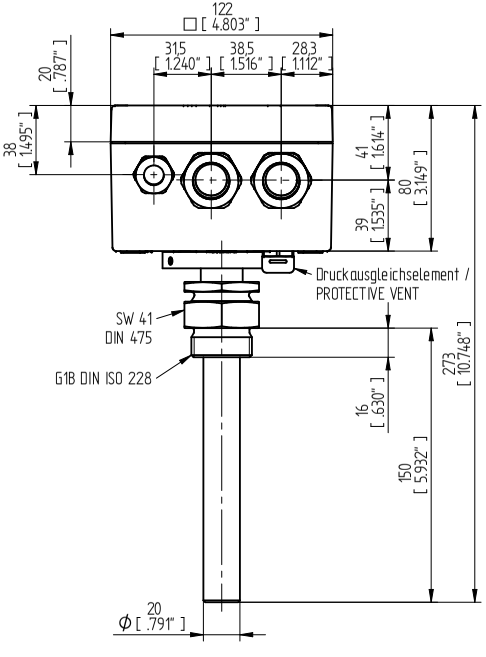
Dimension in mm, except as noted

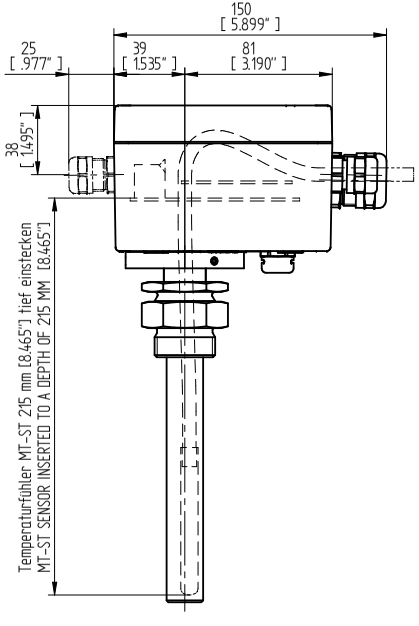
TRANSFORMER ACCESSORIES
MESSKO® ZT-F2.5
Maßzeichnung/DIMENSION DRAWING

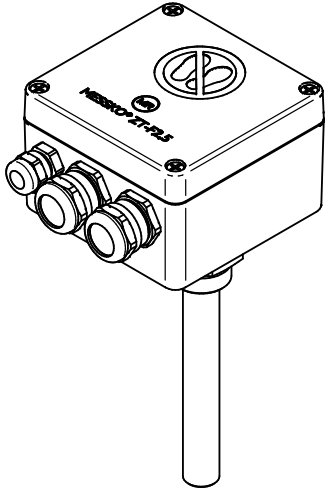
Material number 10197349OM

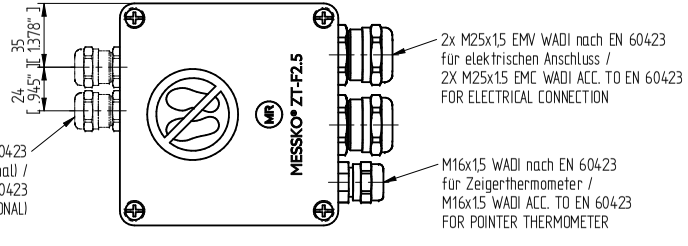
Serial number

Sheet 1 / 1









Reinhausen GmbH Copyright reserved
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.
Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Designeintragung vorbehalten.

	Datum	Name	Dokumentnummer	Projektions-methode
Gez.	08.07.2026	KAFFENBERGER	SED 10839027 000 01	
Gepr.	08.07.2026	THIELEK	Änderungsnummer	Maßstab
Norm.	09.07.2026	KLEYN	1146225	2:1

Maßangaben in mm, soweit nicht anders angegeben

Zubehör Transformator / ACC
MESSKO® ZT-F2.x
Maßzeichnung/DIMENSION DRAWING

Serialnummer
–

Materialnummer 101894880M

Blatt 1 / 1

A3

13 附录

13.1 热点梯度图

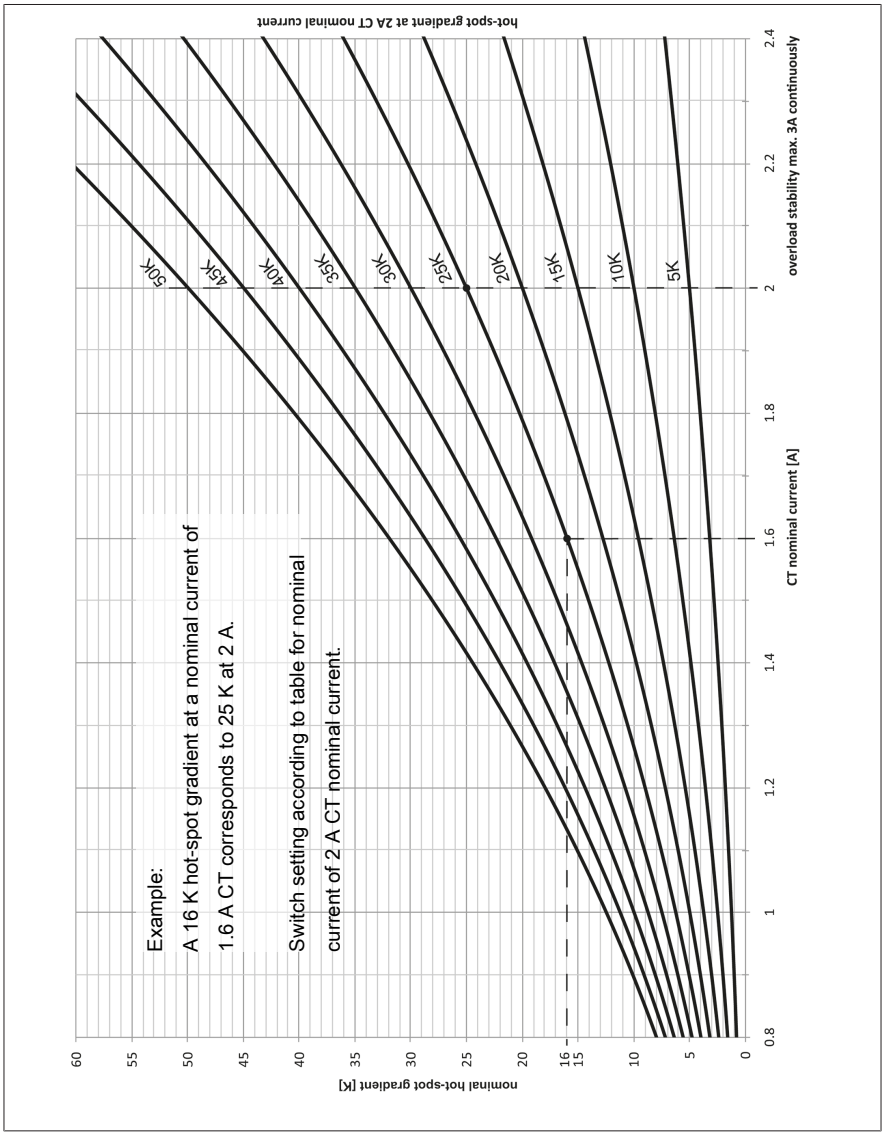


插图 11: 热点梯度图

13.2 开源软件许可条件

Open Source Software License Terms

Intel-Hex-Parser

MIT License
Copyright (c) 2020 yipxx

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:
The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

Modbus-Stack

Copyright (c) 2006 Christian Walter <wolti@sil.at>
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. The name of the author may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (IN- CLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUP- TION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

词汇表

EMC
电磁兼容性

存储温度
存放未固定设备或已固定但未处于运行状态的设备的允许温度。

工作温度
设备运行期间周围环境的允许温度，考虑环境影响，例如，运行设备和安装位置。

环境空气温度
安装有该设备的运行设备周围空气的允许温度。

Reinhausen GmbH
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg
Germany
+49 941 4090-0
info@reinhausen.com
reinhausen.com

Please note:
The data in our publications may differ from the data of the devices delivered. We reserve the right to make changes without notice.
13453033/00 ZH - MESSKO® ZT-F2.5 操作说明书 -
08/26
Reinhausen GmbH 2026

THE POWER BEHIND POWER.