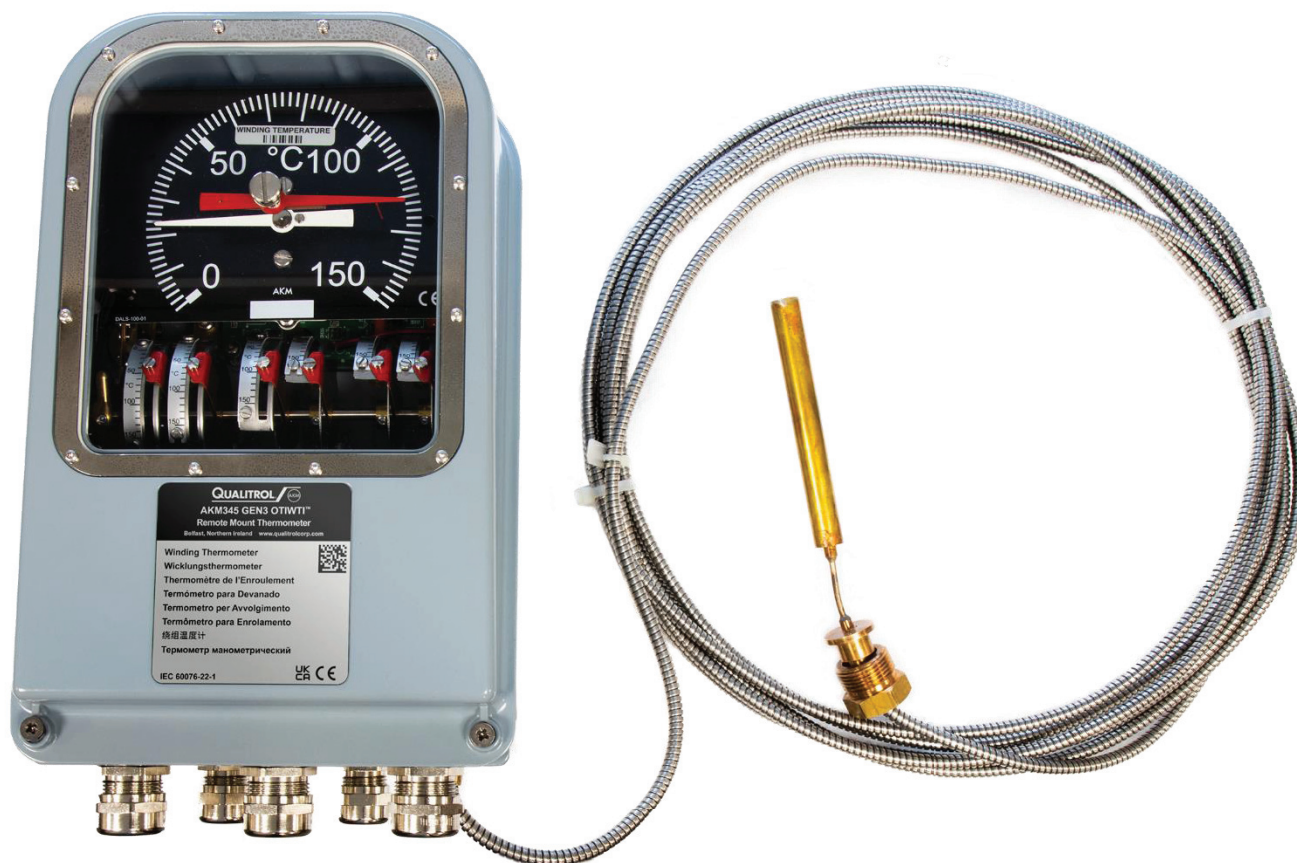


QUALITROL AKM345 GEN3 OTIWTI™

OTIWTI™ AKM 34油温指示器

OTIWTI™ AKM 35绕组温度指示器

文档ID: 40-08847-00-Rev001



法律声明

本文档的信息如有变更，恕不另行通知。本文档专为Qualitrol产品的购买者提供，适用于产品的安装、操作和维修。除非Qualitrol事先书面许可，否则不得将本文档用于任何其他用途或对其进行复制、分发或制作衍生作品。

Qualitrol致力于确保其出版物的准确性和质量，但不作任何相关的明示或暗示保证。对于因使用本手册信息或其中所述产品而引起的任何直接或间接损失，Qualitrol概不负责。若提及任何产品或品牌，不代表Qualitrol对其认可。

本文档最初使用英语编写，随后才翻译为其他语言。我们不对翻译版本的准确性作保证。若英语版本与其他语言版本存在冲突，以英语版为准。

©2021 QUALITROL® Company LLC，ISO 9001体系认证公司。所有商标都是各自公司所有的财产，特此说明。保留所有权利。信息如有更改，恕不另行通知。40-08847-00-Rev001。



关于Qualitrol®

QUALITROL®公司为电力公司和OEM制造公司生产用于变电站和变压器的监测与保护装置。Qualitrol是变压器资产保护设备、故障记录器和故障定位器销售与安装的全球领导者。QUALITROL®公司成立于1945年，可生产各种按客户特殊要求定制的产品。

目录

1. 缩写词/缩略语列表	6
2. 简介	7
2.1 QUALITROL AKM345 GEN3 OTIWTI™	7
2.2 工作原理	8
2.3 校准检查	8
2.4 绕组模拟	8
2.5 开关	8
2.6 远程输出	9
2.7 MODBUS	9
3. 技术规格	9
3.1 环境	10
3.2 电气	10
3.3 机械	10
3.4 SCADA	11
4. 安全	11
4.1 一般警告	11
4.2 毛细管布设	12
4.3 开关接线	12
4.4 电气连接	12
4.5 电源连接	13
4.6 4-20 mA电流回路	13
4.7 0-5 V信号	13
5. 安装	13
5.1 安装AKM345	13
5.1.1 安装外壳	13
5.1.2 安装探头	15
5.2 前盖	17
5.2.1 打开盖板	17
5.2.2 拆下盖板	18
5.3 电气连接	19
5.3.1 电缆密封套	19
5.3.2 开关	19
5.3.3 匹配电阻	20

5.3.4	电源.....	20
5.3.5	远程输出.....	21
5.3.6	Modbus	22
6.	开关设置.....	23
6.1	开关设定点调节.....	23
6.2	可调回程差（选项）	24
7.	绕组温度模拟.....	25
7.1	调节内部匹配电阻 – TD50 & TD76.....	26
7.2	使用内部的5 A CT选项 – TD50(5AMP)	27
7.2.1	背景.....	27
7.2.2	设置匹配电阻.....	27
7.3	双梯度（选项） – TD50(X2) & TD76(X2).....	29
7.3.1	背景.....	29
7.3.2	接线建议.....	29
7.4	外部匹配装置.....	30
8.	MODBUS通信（选项）	31
8.1	MODBUS默认配置.....	31
8.2	通过MODBUS报告事件.....	31
8.3	MODBUS寄存器映射.....	31
8.3.1	MODBUS寄存器.....	31
8.3.2	输入寄存器.....	32
8.3.3	离散输入.....	32
8.3.4	保持寄存器.....	33
8.3.5	MODBUS注意事项.....	34
9.	故障排除.....	34
9.1	匹配电阻.....	34
9.2	远程输出.....	34

1. 缩写词/缩略语列表

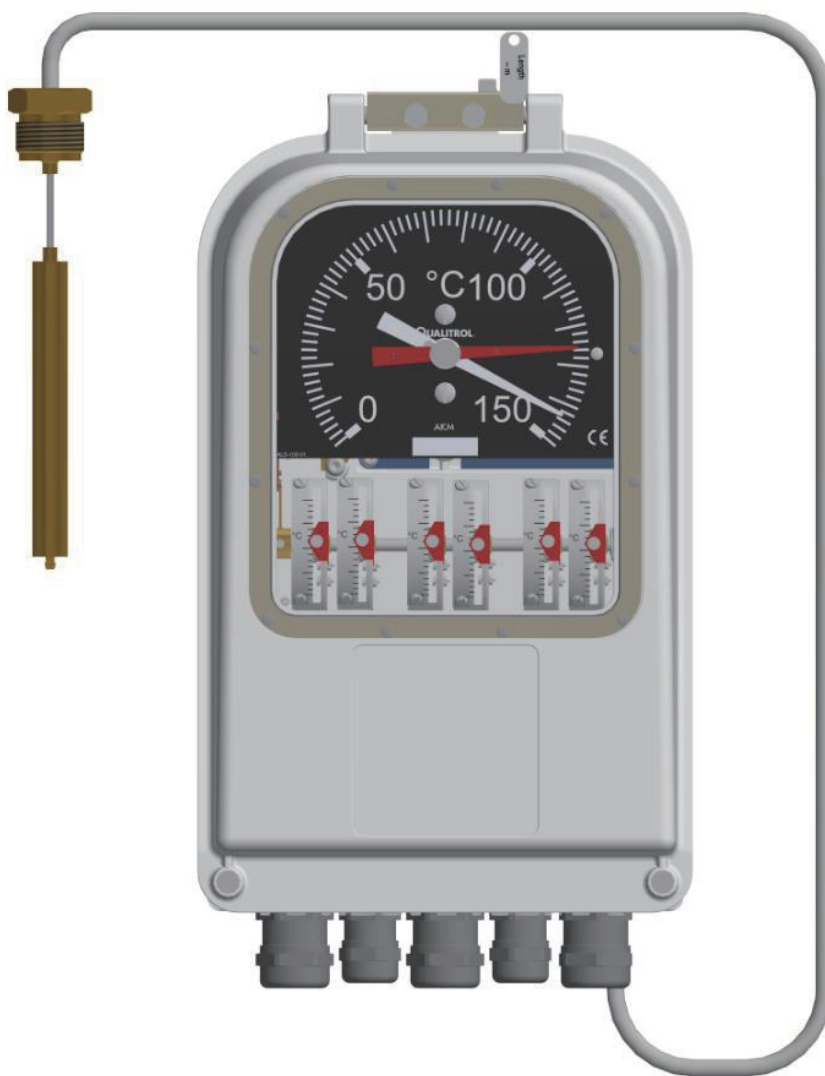
缩写词/缩略语	全称
AKM345	Qualitrol油温和绕组温度指示器系列
GEN3	第三代产品
OTI	油温指示器
WTI	绕组温度指示器
MBO	磁吹灭弧触点
WHS	绕组热点
OTIWTI	带Qualitrol商标的油温和绕组温度指示器

2. 简介

2.1 QUALITROL AKM345 GEN3 OTIWTI™

Qualitrol AKM345 GEN3 OTIWTI™是一款面向未来的油温和绕组温度指示器，适用于所有等级的变压器。作为世界级的产品，GEN3采用特殊设计和制造工艺，不仅坚固可靠，而且功能强大，可在所有条件下长期无故障运行。

AKM345 GEN3 OTIWTI™是一种遥测式安装的波纹管式温度指示器，用于在变压器上指示油温 (OTI) 或绕组温度 (WTI)。AKM345可用于启停冷却设备、发出温度警报以及以电子方式传输温度读数。



2.2 工作原理

AKM345采用波纹管技术工作原理。其温度探头安装在位于变压器壁或盖板的热井中。探头与注油的密封式系统毛细管相连，然后连接至设备外壳的波纹管系统。随着探头中的油温上升，绝缘油会膨胀，导致波纹管同时膨胀，从而使设备刻度盘以及开关和远程输出发生变化。

在WTI设备上，套管式电流互感器 (CT) 的负载电流可直接引入到AKM345的内部，用于模拟绕组温度。绕组温度通过位于设备波纹管中的加热器进行模拟，从而提供准确可靠的梯度指示。

开关可用于冷却控制和警报。远程输出可用于将数据传输至本地或远程监测系统。

2.3 校准检查

每个AKM345仪器都经过工厂校准，无需进一步校准。

若需验证AKM345的校准，请按照以下程序操作：

- 将探头放置在沸水浴 (100°C) 或设置为100°C的已校准油浴中
 - 注意，水或油的体积应至少为5升！
 - 搅拌油/水浴，确保温度分布均匀，并检查其温度是否为100°C（使用经校准的温度计进行检查）
 - 15分钟后读取设备的温度
- 若AKM345设备指示的温度与油/水浴的温度相差大于5°C，则建议联系Qualitrol寻求帮助

2.4 绕组模拟

AKM345 GEN3 OTIWTI™可采用被称为热模拟的间接测量方法来模拟绕组的温度。这是一种常用的模拟方法，可检测顶部的油温，并通过偏置与变压器负载成正比的温度读数来指示绕组温度。

在WTI设备上，套管式电流互感器 (CT) 的负载电流可直接引入到AKM345的内部，用于模拟绕组温度。绕组温度通过位于设备波纹管中的加热器进行模拟，从而提供准确可靠的梯度指示。

在AKM345上，使用匹配电阻来调节加热元件提供所需绕组热点 (WHS) 温度梯度所需的电流，从而分流部分总电流。共有3种匹配电阻型号（TD50、TD76和TD50/5）和2种外部匹配电阻型号（AKM 44674和AKM 44678）。

2.5 开关

AKM345 GEN3 OTIWTI™可配备2、4或6个C型触点开关。这些开关可用于冷却设备的警报和控制。

每个开关都可在整个刻度范围内独立调节。开关精度为±3%的刻度范围。

此外，开关也可指定用于高DC电流应用或应用于防爆环境的Gold触点。

更多信息请参见本手册第6章内容。

2.6 远程输出

AKM345 GEN3 OTIWTI™可配备各种用于连接至SCADA或监测系统的远程输出。

有源输出包括4-20mA、2 x 4-20mA或4-20mA & 0-5VDC输出。这些输出对应于指定的刻度范围均匀分布。

另外还可提供作为Pt100电阻信号的无源输出。该信号根据Pt100电阻曲线与温度值对应。

更多信息请参见第5.3.5节，接线建议请参见第8章。

2.7 MODBUS

AKM345 GEN3 OTIWTI™可指定包括RS-485 Modbus通信。

Modbus通信仅可指定无源远程输出。

更多信息请参见本手册第8章。

3. 技术规格

3.1 环境

储存温度	-50°C到80°C
工作环境温度	-40°C到70°C；可选最低至-60°C
外壳防护等级	IP66
一般要求	符合IEC 60076-22-1，第7.8节
过电压类别，污染等级，绝缘等级	III类，2级，绝缘等级1

3.2 电气

介电隔离 – 开关	对地2000Vac，持续60秒
标准开关额定值 (<250V ac)	15A，阻性负载，或<7ms，感性负载
标准开关额定值 (125V dc)	0.75A，阻性负载/0.4A，<7ms，感性负载
标准开关额定值 (250V dc)	0.3A，阻性负载/0.2A，<7ms，感性负载
MBO开关额定值 (125V ac/dc)	10A，阻性负载/6A，<7ms，感性负载
MBO开关额定值 (250V ac/dc)	3A，阻性负载/1.5A，<7ms，感性负载
Gold（干电路）开关额定值 (125V dc)	0.1A，阻性负载
开关端子线径；扭矩	1.5到4mm ² ；0.8 N-m (6-8 in-lbf)

3.3 机械

刻度和开关精度	T > 0度时：+/- 2%满量程
防震；开关稳定性	符合IEC 60068-3-3；II级
抗振动：开关稳定性	符合IEC 60721-3-4；4M4等级
抗冲击；开关稳定性	符合IEC 60721-3-4；垂直轴，1类

3.4 SCADA

4 – 20 mA输出信号	最大500 Ω 负载
0 – 5 V输出信号	最小10 k Ω 负载
24 V功耗	最大电流< 0.25 A
介电隔离: 4-20mA, 0-5V, PT100, Modbus 端口	对地500 Vac, 持续60秒
可选电源: 电压/频率; 额定值	100 – 240 Vac 50/60 Hz, 或125 – 250 Vdc
可选电源: 工作电压范围	符合EN 60255-1; 80-100%额定值
可选电源: 介电隔离 – 电源端口	对地2000 Vac, 持续60秒
可选电源: 熔断	内部5 x 20 mm; T2A; 250V
可选电源: 环境	IP20
EMC抗扰度	符合EN 61000-6-5, 变电站类别, 接口4 符合IEEE C37.90.1,2,3
EMC发射	符合EN55011; Class A
端子接线: SCADA	0.5 – 1.5mm ² (16-20 AWG)

4. 安全

4.1 一般警告

-  对于预期用途外的使用, Qualitrol概不负责。
-  安装详情及开关调节请参见安装手册。
-  切勿将温度计感温探头加热至超出刻度盘的最大范围。

4.2 毛细管布设

AKM345 GEN3上使用的毛细管由软铜制成，因此布设非常简单。若毛细管受到扭曲或挤压，则设备将会损坏。

为了防止扭曲毛细管，我们建议最小弯曲半径为38mm [1.5"]。

4.3 开关接线



连接至端子排的线缆的额定工作温度必须至少为80°C。对于开关电压高于24V的设施，必须在提供的接地点上使用1.5mm² - 4mm²铜线 (16AWG-10AWG)、环形端子和5mm螺丝将AKM345 GEN3接地至变压器或控制柜。

在接地前，严禁为设备通电。

4.4 电气连接



- 确保按照当地法规为设备接地
- 必须使用屏蔽电缆进行远程输出信号连接
- 所有用户自备线缆的额定工作温度都必须至少为80°C
- 严禁在设备通电时断开保护性接地
- 任何开关或电源连接的对地电压都不得超过250V



接地端子

4.5 电源连接

- 外壳的电源接地线如上图的**接地端子**所示。“零线”电位可能高于地电位。
- 用户应在主电源处提供5或10A双极（或双熔断器）延时过电流保护装置。

4.6 4-20 mA电流回路

- 4-20mA电流回路对应于整个刻度盘范围分布。
- 仅可使用环形或叉形端子将屏蔽线固定在左侧/底部印刷电路的固定螺钉上。应采用单点屏蔽固定/接地的方式。

4.7 0-5 V信号

- 0-5 V dc输出对应于整个刻度盘范围分布。

5. 安装

- 在安装前，检查可能的运输或搬运损坏问题。
- 请勿通过毛细管搬运仪器。严禁在展开毛细管时将其扭曲或过度弯曲。其最小弯曲半径为38mm [1.5"]。
- 在毛细管的整个长度上每隔400 mm进行夹持。过多的毛细管可盘绕成螺旋状，且螺旋直径不得小于100 mm。
- 对于注油的热井，确保在探头插入后仍保留15%的多余体积，以应对热膨胀问题。
- 必须使用随附的抗振动安装件来防止变压器振动导致的机械磨损。

5.1 安装AKM345

5.1.1 安装外壳

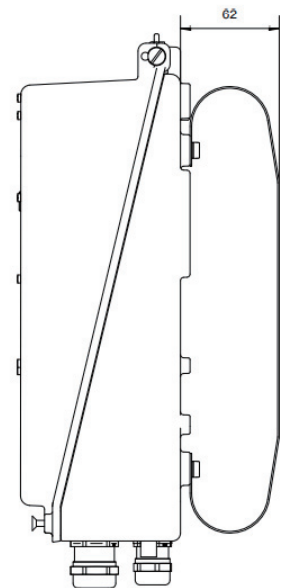
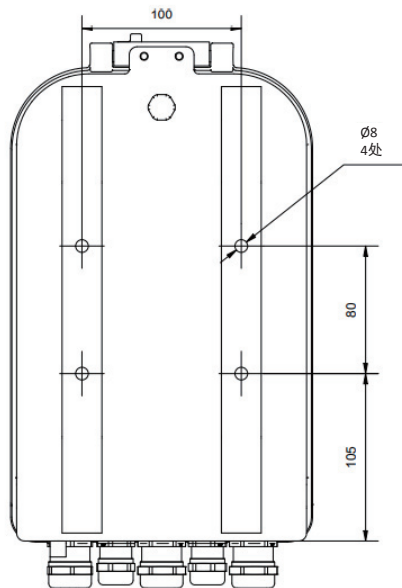
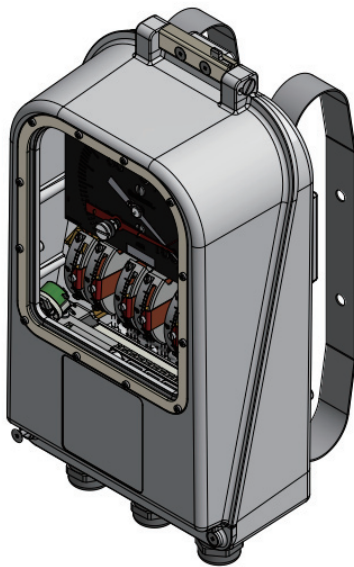
AKM345 GEN3的外壳可指定为标准安装、通用安装或防震安装。

- 对于标准安装和防震安装，使用安装支架上的所有4个孔来安装设备。
- 对于通用安装，至少使用4个所提供的安装孔进行安装。

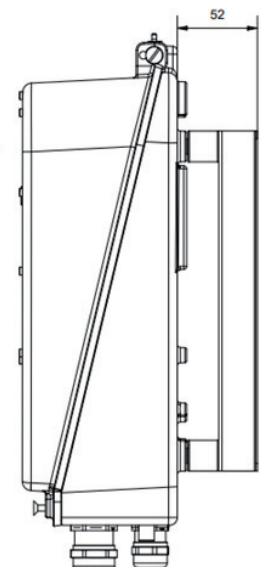
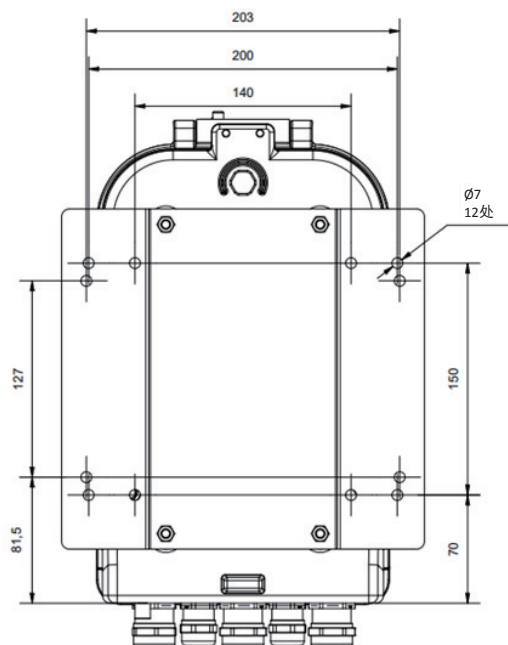
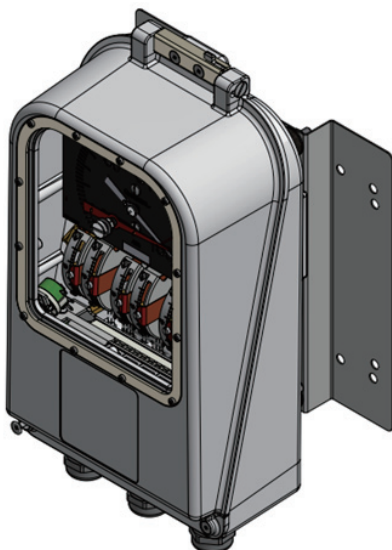
无论如何，严禁改装安装件。

5.1.1.1 安装方式和尺寸

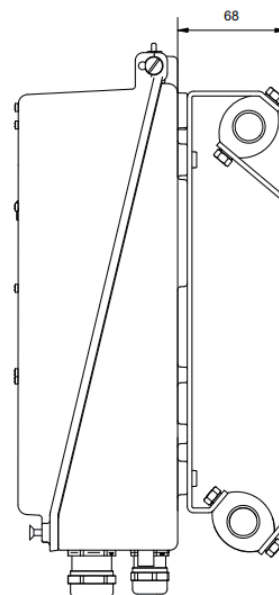
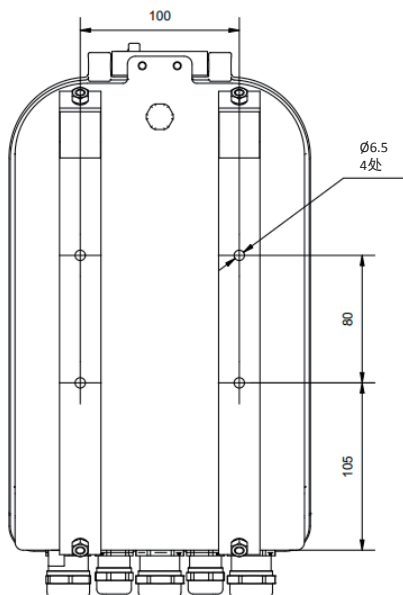
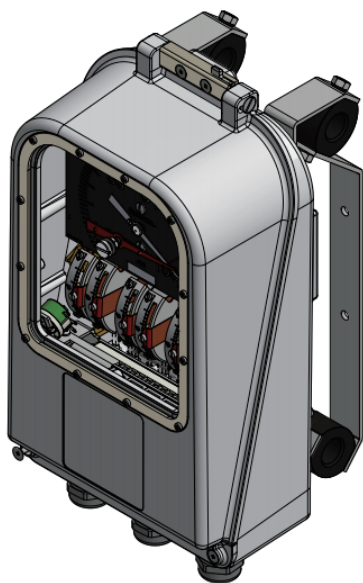
5.1.1.1.1 标准安装



5.1.1.1.2 通用安装



5.1.1.1.3 防震安装



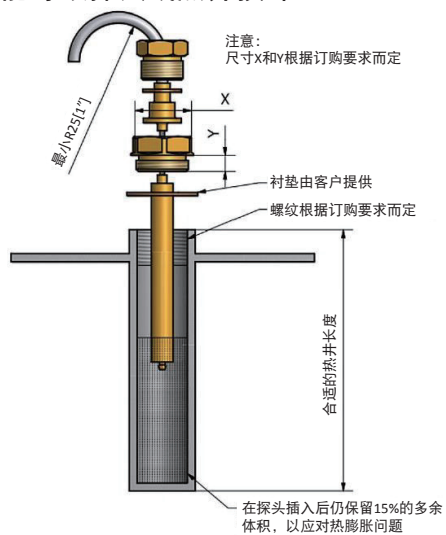
5.1.2 安装探头

5.1.2.1 热井安装

AKM345 GEN3探头专用于安装在热井中。

热井可以是干式或注油的。

注意：若使用注油的热井，确保在探头插入后仍保留15%的多余体积，以应对热膨胀问题。否则，可能导致探头或热井损坏。



探头安装示例

5.1.2.2 探头类型

探头类型

11	Technical drawing of probe type 11. The cross-section shows a probe tip with a diameter of $\varnothing.37[9.5]$. The side view shows a probe body with a minimum radius of $R1.00[25]$, a length of $1.30[33]$, and a tip diameter of $\varnothing.55[14]$. Other dimensions include $1.26[32]$, $1.97[50]$, $1.26[32]$, $1.97[50]$, $4.65[118]$, and $5.98[152]$.
12	Technical drawing of probe type 12. The side view shows a probe body with a minimum radius of $R1.00[25]$, a length of $1.30[33]$, and a tip diameter of $\varnothing.55[14]$. Other dimensions include $G3/4$, $4.65[118]$, $.47[12]$, and $5.98[152]$.
15	Technical drawing of probe type 15. The side view shows a probe body with a minimum radius of $R1.00[25]$, a length of $.98[25]$, and a tip diameter of $\varnothing.55[14]$. Other dimensions include $G1$, $4.65[118]$, $.39[10]$, and $6.30[160]$.
16	Technical drawing of probe type 16. The side view shows a probe body with a minimum radius of $R1.00[25]$, a length of $.63[16]$, and a tip diameter of $\varnothing.479/.483[12.16/12.26]$. Other dimensions include $\#7/8-14\text{ UNF}$, $5.34[136]$, $.87[22]$, and $5.91[150]$.
18	Technical drawing of probe type 18. The side view shows a probe body with a minimum radius of $R1.00[25]$, a length of $1.10[28]$, and a tip diameter of $\varnothing.55[14]$. Other dimensions include $G3/4$, $4.65[118]$, $.12[3]$, and $6.14[156]$.
19	Technical drawing of probe type 19. The side view shows a probe body with a minimum radius of $R1.00[25]$, a length of $.98[25]$, and a tip diameter of $\varnothing.47[12]$. Other dimensions include $G1$, $5.51[140]$, $.40[10]$, and $6.30[160]$.

5.2 前盖

AKM345 GEN3采用全新的盖板设计，其可以打开或拆卸下来，以便操作和安装。

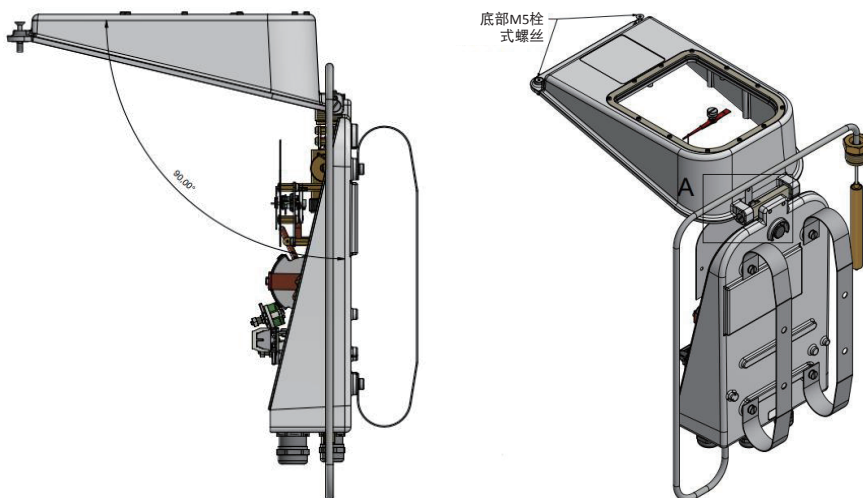
只有当安装在机柜中或遮雨/遮阳罩下时，才需拆下盖板。

5.2.1 打开盖板

通过以下步骤打开前盖：

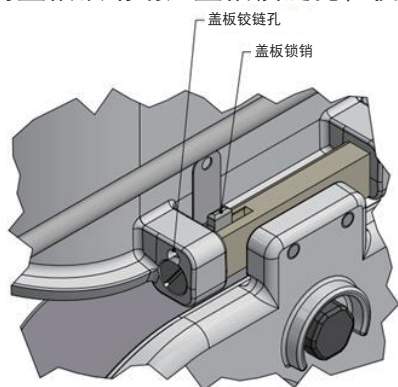
第1步： 拧松2个底部M5栓式螺丝，松开外壳基座上的盖子。请勿拆下盖子上的螺丝。

第2步： 将盖子打开至90°位置。



盖板打开的AKM345 GEN3

第3步： 将盖板锁销划入盖板铰链孔，使其固定在打开位置。



AKM345 GEN3铰链

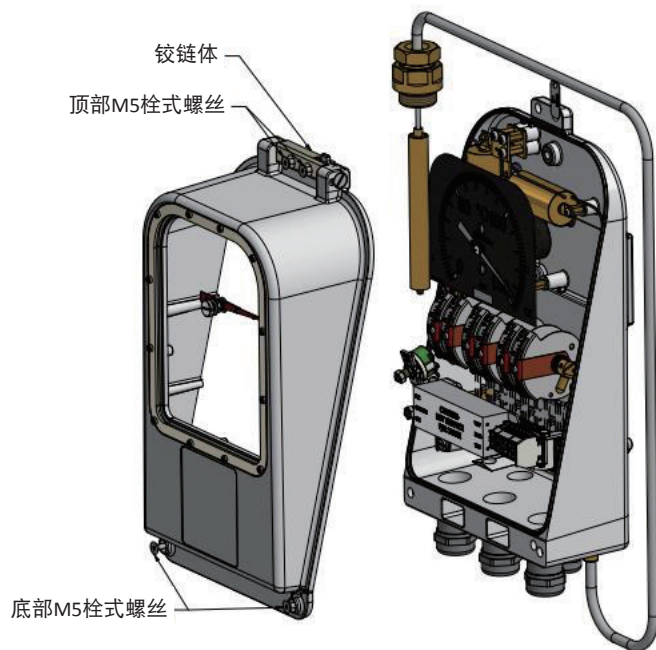
5.2.2 拆下盖板

若要拆除前盖，请按照以下说明操作：

第1步： 拧松2个顶部M5栓式螺丝。请勿拆下铰链上的螺丝。

第2步： 提住盖子并拧松2个底部M5栓式螺丝，松开外壳基座上的盖子。同样，请勿拆下盖子上的螺丝。

第3步： 现在可以完全拆下盖子组件。



5.3 电气连接

5.3.1 电缆密封套

根据需要，可指定设备配备电缆密封套：安装了所有电缆密封套或替代的盲塞。

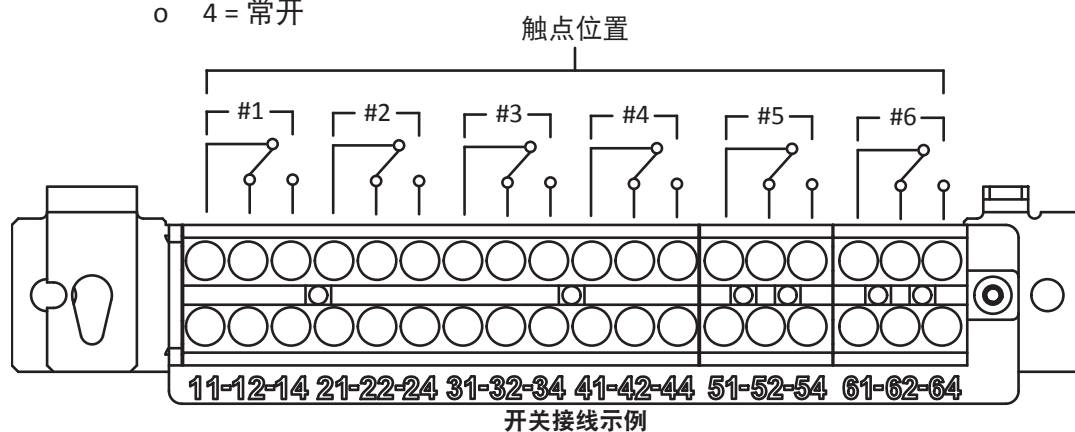
当指定了电缆密封套时，设备将视情况提供M20和M25电缆密封套，用于其他指定功能，例如开关数量、远程输出数量，并在未使用的位置提供盲塞。

当指定安装所有电缆密封套时，设备将提供2个M20密封套和3个M25密封套。

5.3.2 开关

AKM345 GEN3上的开关接线按如下方式操作：

- 每个端子号的第1位指定开关编号。
- 每个端子号的第2位指定触点位置。
 - 1 = 公共
 - 2 = 常闭
 - 4 = 常开

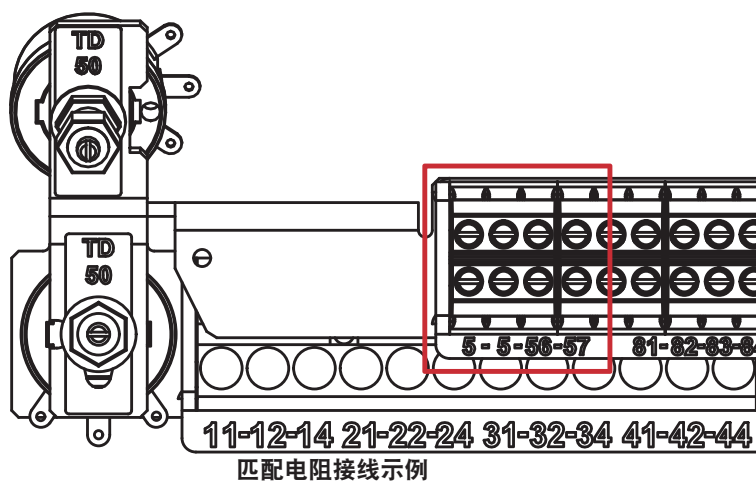


5.3.3 匹配电阻

为了利用AKM345 GEN3的内部匹配电阻，必须将套管式CT直接连接至设备。

AKM345 GEN3的CT输入按如下指示在端子排上命名：

- 5-5 = 一次侧匹配电阻（适用于TD50、TD76和TD50(5A)）
- 56-57 = 二次侧匹配电阻（适用于TD50(X2) 和TD76(X2)）
- **注意：**根据所选的其他选项不同，端子排的布局可能有所差异，但端子命名仍相同



5.3.4 电源

在某些配置中，AKM345 GEN3需要用于远程指示或Modbus通信的电源输入。

电源输入使用“+”和“-”号来分别表示正极和负极。

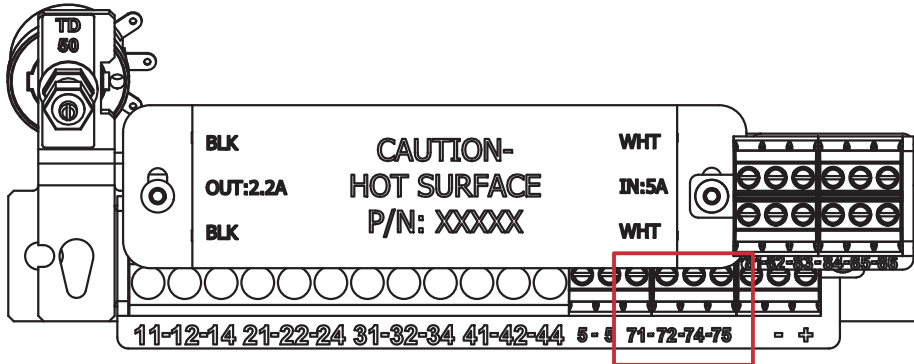
输入电源要求为24VDC。

5.3.5 远程输出

AKM345 GEN3可配备有源输出：4-20mA、2 x 4-20mA或4-20mA & 0-5VDC。这些输出在指定刻度范围内均匀分布。

这些远程输出的接线按如下方式命名：

- 71 = 返回输出
- 72 = 输出1
- 73 = 未使用
- 74 = 输出2
- 75 = 输出屏蔽
- **注意：**根据所选的其他选项不同，端子排的布局可能有所差异，但端子命名仍相同

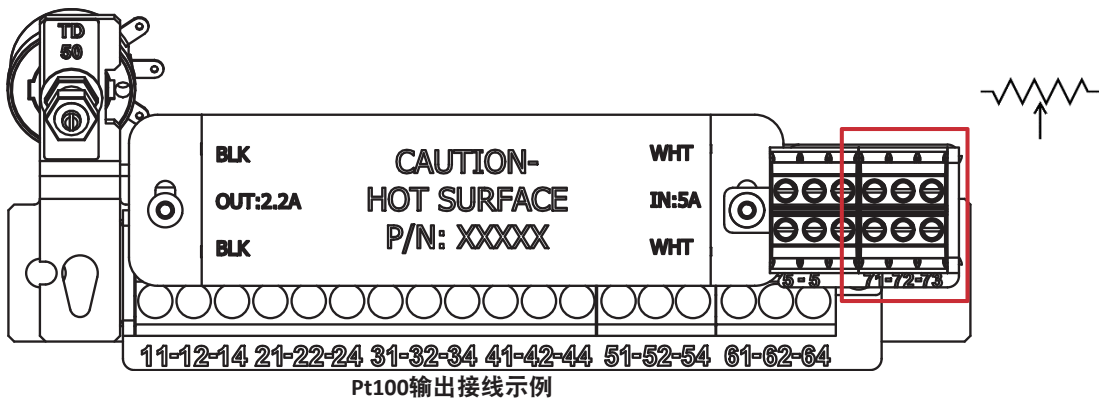


有源远程输出接线示例

另外还可提供作为Pt100电阻信号的无源输出。该信号根据Pt100电阻曲线与温度值对应。

Pt100输出的接线按如下方式命名：

- 71 = R2
- 72 = R1
- 73 = R3
- **注意：**根据所选的其他选项不同，端子排的布局可能有所差异，但端子命名仍相同



Pt100输出接线示例

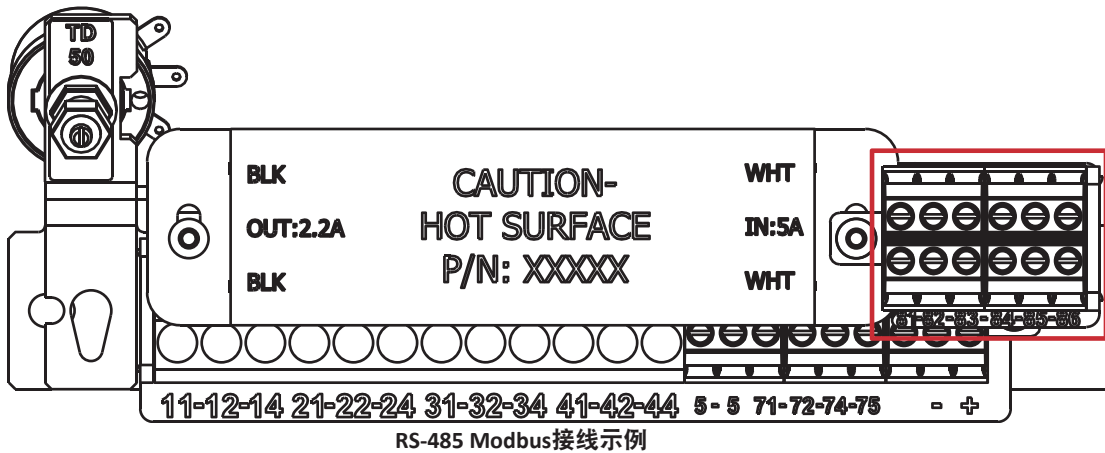
5.3.6 Modbus

AKM345 GEN3可指定为包括RS-485 Modbus通信。

Modbus通信仅可指定有源远程输出。详情请参见本手册第9章内容。

RS-485 Modbus的接线按如下方式命名：

- 81 = RxTx地
- 82 = TX+
- 83 = TX-
- 84 = RX+
- 85 = RX-
- 86 = RxTx屏蔽
- **注意：**根据所选的其他选项不同，端子排的布局可能有所差异，但端子命名仍相同



6. 开关设置

AKM345 GEN3可配备2、4或6个C型触点开关。这些开关可用于冷却设备的警报和控制。

每个开关都可在整个刻度范围内独立调节。开关精度为 $\pm 3\%$ 的刻度范围。开关在工厂校准。

此外，开关也可指定用于高DC电流应用或应用于防爆环境的Gold触点。

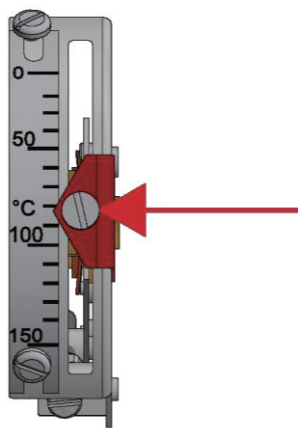
Qualitrol不建议在同一个设定点设置超过2个开关，因为这会降低设备精度。

6.1 开关设定点调节

每个开关设定点的调节程序如下：

第1步： 按第5.2.1节所述打开设备。

第2步： 拧松红色指针上的螺丝。



开关调节锁定螺丝

第3步： 保持螺丝位置固定，旋转刻度鼓轮，直至红色指针指示刻度上的期望触点。

第4步： 在该位置拧紧螺丝。

第5步： 通过将舌片向下拉至开关组件的右侧，使温度计的指针向刻度上的更高值移动，来检查接触是否良好。严禁向上推动舌片，否则将导致设备校准失效。当检查仪器时，必须将其垂直放置。

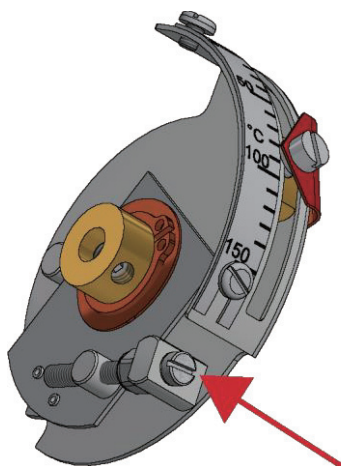
6.2 可调回程差（选项）

AKM345 GEN3上有可选的可调开关回程差选项。

开关回程差的调节程序如下：

第1步： 按上文所述调节警报设定点。

第2步： 将开关刻度板下方的多圈调节螺丝顺时针旋转到底。在该点上，回程差将设置为5°C。（逆时针旋转到底时，回程差设置为25°C）。



第3步： 将测试杆（位于开关组件的右手侧）缓慢向下拉，以验证警报和回程差的设置是否正确。例如，若警报设置为50°C且调节螺丝设置为逆时针旋转到底，则开关将在温度升至50°C后通电，在温度降至25°C后断电。

⚠ 注意： 严禁将测试杆强行向下拉。

第4步： 通过逐渐旋转调节螺丝，对回程差设置进行精确调节。



7. 绕组温度模拟

AKM345 GEN3可通过热模拟这种间接测量方法来模拟绕组温度。这是一种常用的模拟方法，可测量顶部的油温，并通过偏置与变压器负载成正比的温度读数来指示绕组温度。

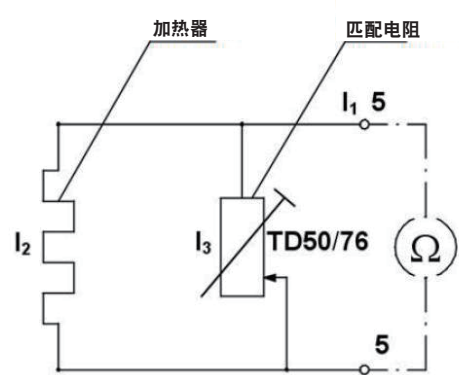
在使用这种方法时，AKM345通过使用探头来测量顶部油温。探头是一种内部加热元件，可提供绕组温度偏差、匹配电阻来调节提供给加热元件的电流，且电流与套管式电流互感器 (CT) 提供的变压器负载成正比。

匹配电阻用于调节加热元件提供所需绕组温度梯度所需的电流，从而实现分流部分总电流的并联线路。共有3种内部匹配电阻型号（TD50、TD76和TD50/5）和2种内部匹配电阻型号（AKM 44674和AKM 44678）。

内部匹配电阻TD50、TD76和TD50/5的技术数据

	TD50	TD76	TD50/5 Amp
100%负载时的最大连续输入	2.2 A（来自CT）	2.65 A（来自CT）	5.0 A（来自CT）
调节范围	CT输入电流的0 - 80%	CT输入电流的45 - 85%	CT输入电流的0 - 35%
绝缘	对地2kV，50Hz，持续60s	对地2kV，50Hz，持续60s	对地2kV，50Hz，持续60s
I ₃ 电阻	0 - 11Ω	1.75 - 13Ω	0 - 11Ω

AKM345 TD调节示意图



7.1 调节内部匹配电阻 – TD50 & TD76

TD50或TD76内部匹配电阻的调节程序如下：

第1步： 检查或计算100%变压器负载时的套管式电流互感器 (BCT) 的二次侧电流 (I_s , A)。

第2步： 检查所需的绕组热点温度梯度 (°C)

a. **注意：** 该值应由变压器制造商提供。

第3步： 使用下面的**温度梯度调节图**（使用CT电流和温度梯度作为该图的输入）来确定所需的加热元件并联电阻以及匹配电阻TD50或TD76的设置（欧）。记录该值。

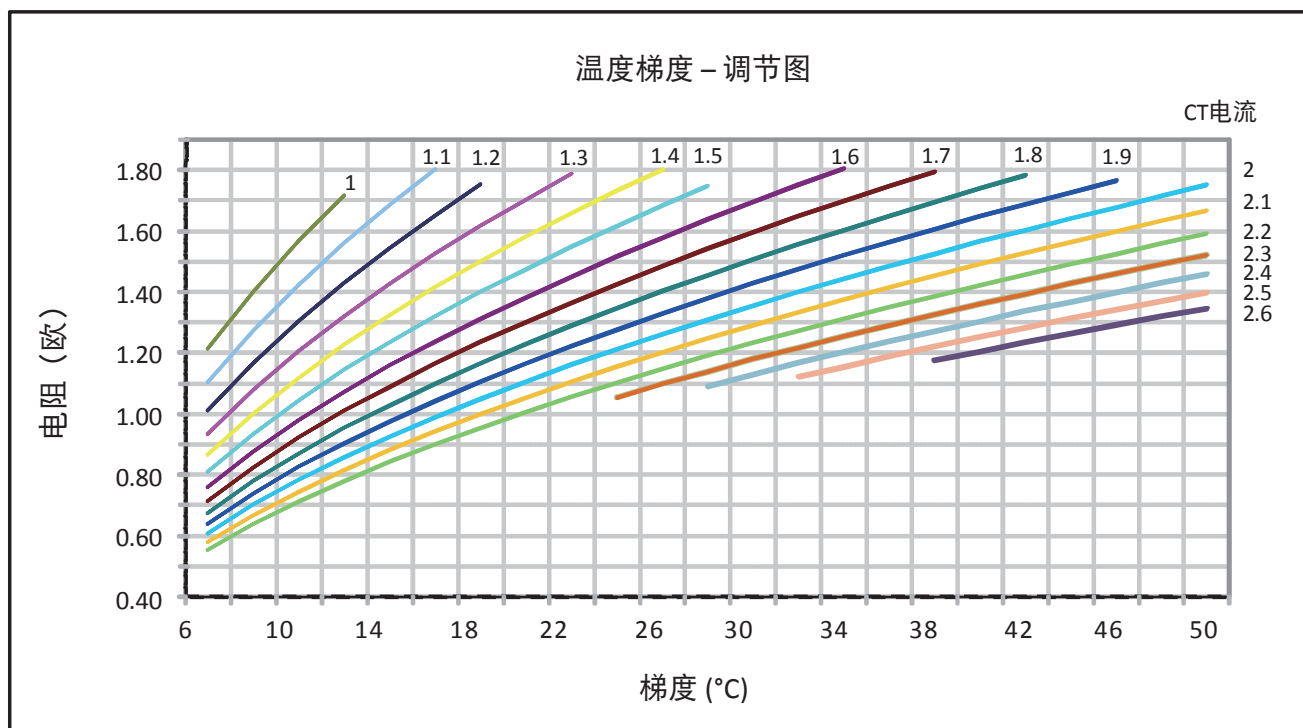
第4步： 将设置用于测量电阻的万用表连接至绕组温度指示器 (WTI) 内的端子5-5。

第5步： 拧松TD50或TD76电位器上的锁定螺母，并调节匹配电阻，直至达到所需的电阻值。

第6步： 设置完成后，固定匹配电阻上的固定螺母。

第7步： 必要时检查设备运行并进行最终调节。

a. 若要检查运行，保持盖板安装在设备上，并向端子5-5馈入恒定且稳定的电流，45分钟后读取绕组温度梯度。



例如，CT电流1.9A且温度梯度要求为30°C时，电阻 = 1.4欧

7.2 使用内部的5 A CT选项 – TD50(5AMP)

7.2.1 背景

AKM345 GEN3 TD50(5AMP) 选项无需额外费用或与外部匹配装置进行额外接线即可输入高达5 A的绕组温度模拟电流。它可提供最多6个开关，并在一定程度上限制某些额外功能。5 A选项使用内部CT，其可接受一次侧的5 A电流，并在二次侧输出2.2 A电流。二次侧电流与标准的TD50匹配电阻和加热器并联。关于温升计算，请参见第7.1节的**温度梯度调节图**。

- 5 A输入时的2.2 A输出的精度：
 - o $\pm 5\%$ ($0 - 1.6 \Omega$ 二次侧负载)
 - o $\pm 10\%$ ($1.6 - 1.8 \Omega$ 二次侧负载)
- 最大连续一次侧电流：6 A
- 最大一次侧电流：10 A（持续2分钟）

7.2.2 设置匹配电阻

根据所需精度不同，有2种设置匹配电阻的方法。其中，方法A使用更方便，方法B精度更高。

7.2.2.1 方法A

第1步： 计算100%变压器负载时来自BCT的 I_s 电流 (A)。使用BCT的 I_s 作为OTIWTI™ AKM345的内部CT的输入，并使用5/2.2A的比例来计算输出电流。

- 输出电流 = $I_s (2.2/5)A$

第2步： 断开白色的可拆式连接器，并在“R”销针上使用电阻表。按照第7.1节说明，使用上面计算出的输出电流作为输入，来调节匹配电阻以达到可提供所需加热器电流的目标R5-5值。

第3步： 重新连接白色的可拆式连接器。匹配电阻设置完成并重新连接白色连接器后，将绕组模拟输入电流连接至下面**TD50(5AMP) 接线示例**所示的端子排5-5位置。

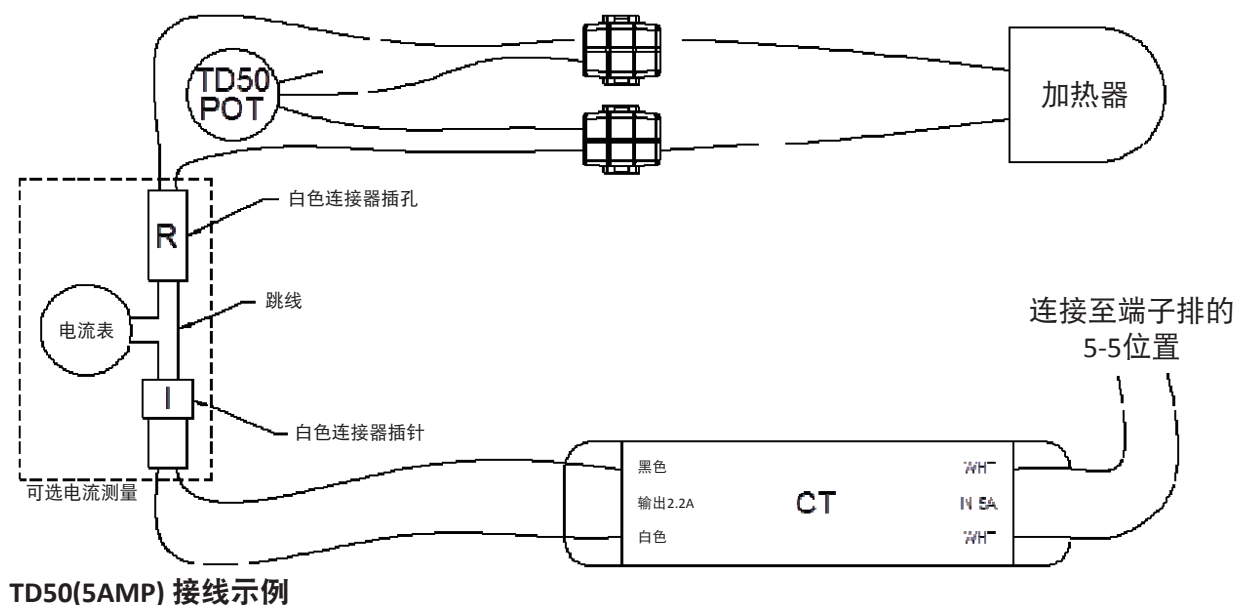
7.2.2.2 方法B

第1步： 计算100%变压器负载时来自BCT的 I_s 电流 (A)。使用BCT的 I_s 作为OTIWTI™ AKM345的内部CT的输入，并使用5A/2.2A的比例来计算输出电流。

- a. 输出电流 = $I_s (2.2/5)A$

第2步： 断开白色的可拆式连接器，并在“R”销针上使用电阻表。如上面的7.2.2.1第2步所述，按照第7.1节说明，使用上面计算出的输出电流作为输入，来调节匹配电阻以达到可提供所需加热器电流的标R5-5值。

- 第3步：** 跳接“R”连接器的1个销针和“I”连接器的1个销针，并在剩余2个销针上连接1个电流表，如图所示。
- 第4步：** 在端子排的5-5位置输入所需的一次侧电流，并注意电路中的电流。现在，确定了二次侧负载的准确内部CT输入输出电流比。断开电源，然后断开电流表和跳接线 – 当CT通电时，二次侧导线必须始终连接在内部电路中或短接。
- 第5步：** 使用测得的二次侧电流重新计算能提供期望绕组模拟所需的准确加热器电流对应的期望R5-5值。在“R”销针上使用电阻表，并调节匹配电阻来达到该R5-5值。
- 第6步：** 重新连接白色的可拆式连接器。匹配电阻设置完成并重新连接白色连接器后，将绕组模拟输入电流连接至下面TD50(5AMP) 接线示例所示的端子排5-5位置。



7.3 双梯度（选项）– TD50(X2) & TD76(X2)

7.3.1 背景

AKM345 GEN3双梯度选项可用于在同一绕组温度指示器 (WTI) 上设置2个独立的绕组模拟。

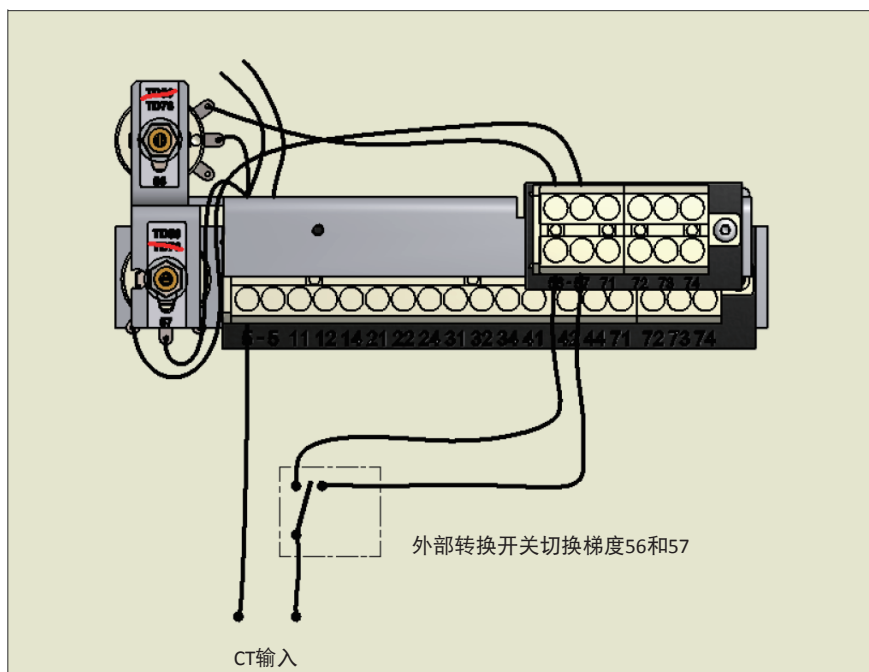
CT输入配有2个用于确定加热器电流的独立可调式电位器。加热器电流之间的切换通过WTI外部执行。

7.3.2 接线建议

电位器连接至端子排上的56和57位置。CT输入连接至5-5位置，如图所示。

- 如要激活56梯度，在右侧5-5与56端子排位置上连接跳线。
- 如要激活57度，在右侧5-5与57子排位置上连接跳线。

下面的双梯度选项接线指南显示是的外部开关接线示例。



双梯度选项接线指南

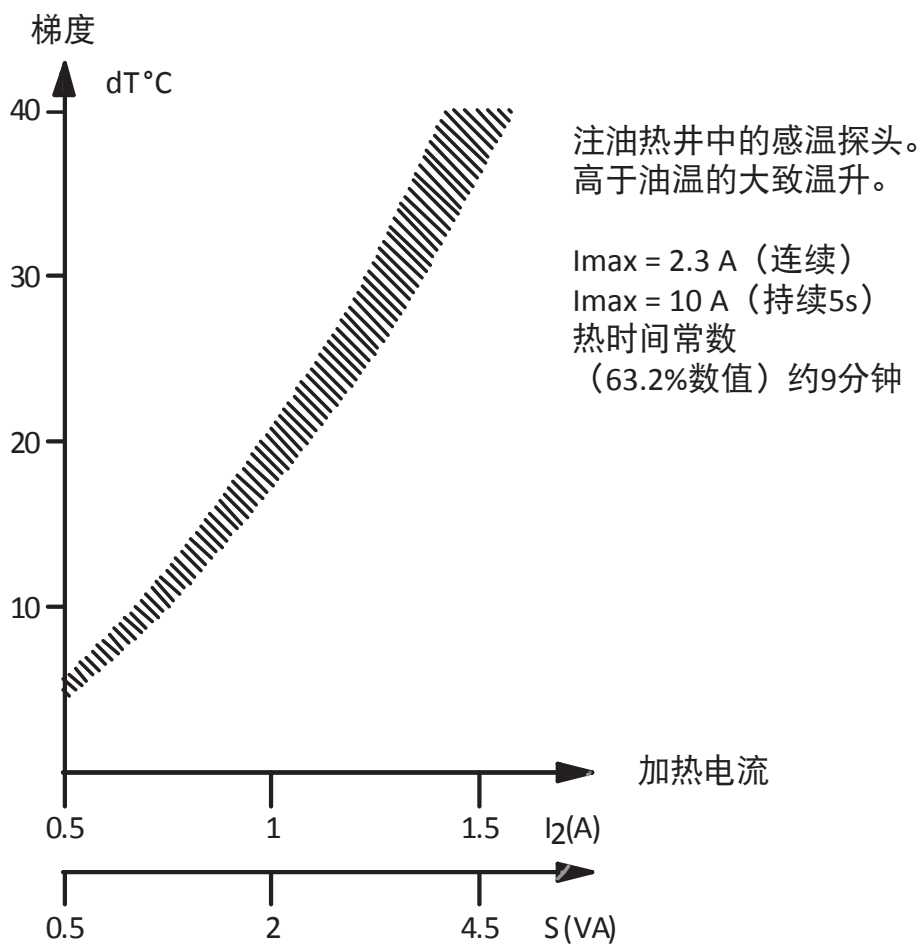


7.4 外部匹配装置

当未指定内部匹配电阻时，可选择使用1A或5A的外部匹配电阻装置，具体取决于套管式电流互感器的电流大小。

1A或5A外部匹配电阻电流输出与AKM345 GEN3上的5-5端子相连。

使用下面的**使用外部匹配装置调节加热电流的指南**来确定加热元件提供所需套组温度梯度 (°C) 所需的电流大小。



油温30°C	感温探头类型11、12、15和18的梯度 (°C)										
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
	0.72	0.79	0.86	0.92	0.99	1.04	1.1	1.15	1.21	1.26	1.31
	加热电流大小 $\pm 5\%$										

8. MODBUS通信（选项）

AKM345 GEN3可选择包括RS-485 Modbus通信。本章介绍如何实施和利用MODBUS协议的功能。

8.1 MODBUS默认配置

MODBUS的默认配置如下：

- 波特率 – 115200
- 从站ID – 1
- 奇偶校验 – 无
- 起始位 – 1

8.2 通过MODBUS报告事件

AKM345 GEN3有以下通过MODBUS记录和报告事件的功能：

- 物理事件缓存（设备内存地址）与MODBUS地址对应，如下文第8.4节所述。
- 设备可存储最多100个超出温度范围事件。
- 每个事件包括4个MODBUS寄存器。
- 事件起始地址为30004。
- 客户端每次MODBUS询问最多可读取25个事件。
- 缓存容量限制为100个事件记录 – 当缓存已满时，设备将用最新事件覆盖最早事件。因此，报告的事件可能不按时间顺序排列。
- MODBUS客户端不得读取不完整事件。需在同次询问中读取事件的所有寄存器。

8.3 MODBUS寄存器映射

8.3.1 MODBUS寄存器

MODBUS寄存器范围：

- 离散输入寄存器从地址10001开始。
- 输入寄存器从地址30001开始。
- 保持寄存器从地址40001开始。

支持的功能代码：

- 02 – 读取输入状态
- 03 – 读取保持寄存器
- 04 – 读取输入寄存器
- 06 – 写入单个保持寄存器
- 16 – 写入多个保持寄存器

8.3.2 输入寄存器

功能代码：04

寄存器	操作 (R/W)	类型	说明
30001	R	16位无符号整型	警报计数（截至某一日期触发的总警报数）
30002, 30003	R	浮点型	变压器温度
30004	R	16位无符号整型	警报记录1 – 编号和类型 LSB：警报编号（1到8） MSB：警报类型（0：低于阈值警报，1：超出阈值警报）
30005	R	16位无符号整型	警报记录1 – 实际变压器温度
30006, 30007	R	32位无符号整型	警报记录1触发时间（UTC的Epoch时间）
---	---	---	---
30512	R		警报记录128 – 编号和类型 LSB：警报编号（1到8） MSB：警报类型（0：欠温警报，1：超温警报）
30513	R		警报记录128 – 实际变压器温度
30514, 30515	R		警报记录128触发时间
30516, 30517	R	浮点型	外壳温度
30518	R	16位无符号整型	固件版本 位0-7：固件小版本变化 位8-44：固件小版本 位：12-15固件大版本
30519	R	16位无符号整型	错误代码

8.3.3 离散输入

功能代码：02

寄存器	操作 (R/W)	类型	说明
10001	R	离散	警报1状态 数值 = 1（警报开启） 数值 = 0（警报关闭）

10002	R	离散	警报2状态 数值 = 1 (警报开启) 数值 = 0 (警报关闭)
---	---	---	---
10008	R	离散	警报8状态 数值 = 1 (警报开启) 数值 = 0 (警报关闭)

8.3.4 保持寄存器

功能代码：03, 06, 16,

寄存器	操作 (R/W)	类型	说明
40001	N/A	16位无符号整型	温度刻度盘选择 刻度盘选择值和温度范围： 1. 0 °C – 150°C 2. -20 °C – 130°C 3. 0 °C – 160°C 4. -20 °C – 140°C 5. 0 °C – 180°C
40002	R/W	16位无符号整型	Modbus从站ID
40003	R/W	16位无符号整型	Modbus奇偶校验
40004	R/W	32位无符号整型	Modbus波特率LSB 【注意：设备将在写入MSB寄存器后设置新波特率。仅写入LSB寄存器将不会更改设备的波特率。】
40005	R/W		Modbus波特率MSB
40006	R/W	16位无符号整型	警报1阈值
40007	R/W	16位无符号整型	警报1类型 (0: 低于阈值警报, 1: 高于阈值警报)
---	---	---	---
40020	R/W	16位无符号整型	警报8阈值 【注意：建议在同一次Modbus询问中设置阈值和警报类型，以免触发不必要的警报。】
40021	R/W	16位无符号整型	警报8类型 (0: 低于阈值警报, 1: 高于阈值警报)
40022	R/W	32位无符号整型	系统时间LSB
40023	R/W		系统时间MSB

			【注意：系统将在写入MSB寄存器后设置新系统时间。仅写入LSB寄存器将不会更改设备的系统时间。】
40024	R/W	16位无符号整型	预留

8.3.5 MODBUS注意事项

特殊的变压器温度值：

- 若未选择有效的刻度盘，应用将显示555°C温度值。
- 若温度值低于刻度盘最小值2°C或2°C以上，则应用将显示-999°C温度值。
- 若温度值高于刻度盘最大值2°C或2°C以上，则应用将显示999°C温度值。

9. 故障排除

9.1 匹配电阻

- 确保所使用的输入电流是稳定的。
- 确保内部匹配电阻设置的电阻正确。
- 确保等待45分钟后再读取绕组温度梯度。

9.2 远程输出

- 确保使用了正确的电源电压。
- 检查接线，因为功能不同时接线布局也可能不同。