JJF

**湖南省地方计量技术规范**

**JJF**（湘）**\*\*-\*\*\*\***

**变压器用绕组温控器校准规范**

**Calibration Specification of Therometers for Transformer Windings**

（征求意见稿）

\*\*\*\*-\*\*-\*\***发布** \*\*\*\*-\*\*-\*\***实施**

湖南省市场监督管理局**发布**

**变压器用绕组温控器校准规范**

**JJF（湘）\*\*-\*\*\*\***

**Calibration Specification of Therometers**

**for Transformer Windings**

归 口 单 位：湖南省市场监督管理局

主要起草单位：郴州市计量测试检定所

参加起草单位：湖南省计量检测研究院

本规范委托郴州市计量测试检定所负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

**目 录**

引 言……………………………………………………………..…………………（III）

1 范围…………………………………………………………………………………（1）

2 引用文件……………………………………………………………………………（1）

3 术语和定义…………………………………………………………………………（1）

4 概述…………………………………………………………………………………（2）

4.1 用途……………………………………………….……...……………………….（2）

4.2 结构与原理……………………………………………....……………………….（2）

5 计量特性………………………………………………………...…………………（3）

5.1 示值误差……………………………………………………..…………………（2）

5.2 示值回差………………………………………………….……………………（3）

5.3 接点动作误差………………………………………..….......…………………（3）

5.4 切换差…………………………………………………………………….……（3）

5.5 热模拟附加温升误差……………………………………………………………（3）

6 通用技术要求……………………………………………………………………（3）

6.1 外观…………………………………………………………………………….（3）

6.2 绝缘电阻……………………………………………………………………….（3）

6.3 绝缘强度……………………………………………………………………….（4）

7 校准条件………………………………………………………………………..（4）

7.1 环境条件……………………………………………………………………….（4）

7.2 标准器及配套设备…………………………………………………………….（4）

8 校准项目和校准方法…………………………………………………………….（5）

8.1 校准项目……………………………………………………………………….（5）

8.2 校准方法……………………………………………………………….（5）

8.2.1 示值误差校准……………………………………………………………….（5）

8.2.2 示值回差校准………………………………………………………………….（6）

8.2.3 接点动作误差校准…………………………………………………………….（7）

8.2.4 切换差校准…………………………………………………………………….（7）

8.2.5 热模拟附加温升误差校准…………………………………………………….（7）

9 校准结果表达…………………………………………………………………….（8）

10 复校时间间隔……………………………………………………………..……（9）

附录A 变压器用绕组温控器原始记录格式………………………………………….（10）

附录B 变压器用绕组温控器校准证书内页格式……………………………………（12）

附录C 变压器用绕组温控器示值误差校准不确定度分析评定示例………………（13）

附录D 变压器用绕组温控器附加温升误差校准不确定度分析评定示例…….……（16）

# 

# 引　　言

本规范依据JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次发布。

**变压器用绕组温控器校准规范**

**1 范围**

本规范适用于变压器用绕组温控器（以下简称绕组温控器）在(-20~ 160 ) ℃范围计量性能的校准。变压器用油面温控器的校准也可参照本规范。

**2 引用文件**

本规范引用下列文件：

JJF 1183-2007 《温度变送器校准规范》

JJF 1909-2021 《压力式温度计校准规范》

JB/T 8450-2016《变压器用绕组温控器》

JB/T 6302-2016《变压器用油面温控器》

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

**3 术语和定义**

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 变压器用绕组温控器 therometers for transformer windings

带有电气接点和远传信号装置，采用热模拟技术显示变压器绕组温度、并输出控制信号和远程信号的压力式仪表。

[来源：JB/T 8450-2016，3.1]

3.2 变压器用油面温控器 top-oil temperatureindicator for transformer

带有电气接点和远传信号装置，用于显示变压器顶层油温，并输出控制信号和远传信号的压力式仪表。

[来源：JB/T 6302-2016，3.1]

3.3 热模拟技术 heat simulate technique

在顶层油温的基础上，叠加一个热模拟装置提供的附加温升而获得变压器绕组的平均温度。

[来源：JB/T 8450-2016，3.2]

3.4 温包 thermometer bulb

温控器测温系统中感受被测温度的元件。

[来源：JB/T 6302-2016，3.3]

**4 概述**

4.1 用途

变压器用绕组温控器是专门用于测控油浸式变压器绕组温度的仪表。

4.2 结构与原理

绕组温控器主要由感温元件、弹性元件、指示仪表、变流器、电热元件、温度变送器、控制开关几部分组成，其中变流器一般分为 A、 B、C、D 四个档位，每个档位对应不同的变压器电流互感器二次额定电流 。绕组温控器结构示意图如图1所示。

绕组温控器的工作原理：将感温元件的温包插在变压器油箱顶层的专用插孔内，当变压器顶层油温变化时，感温元件内的液体体积随之改变，通过毛细管的传递，使弹性元件产生相应位移，当变压器负荷为零时，绕组温控器指示的温度值是变压器顶层油温。当变压器带负荷后，通过变压器电流互感器读取与负荷成正比的电流，经变流器调整为后，流经嵌装在波纹管内的电热元件，电热元件产生热量，该热量使弹性元件的位移量增大，增大的位移量经机械传动，推动指示仪表指针转动，使仪表指示值增加，近似等于变压器绕组对油的附加温升，绕组温控器指示的温度值是变压器顶层油温与绕组对油的附加温升之和。

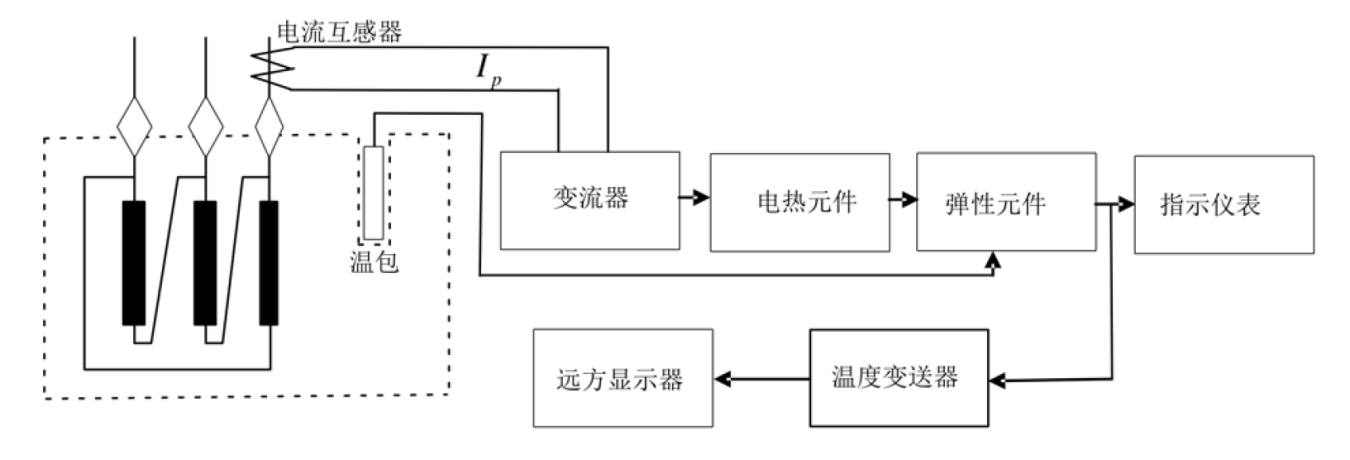


图1 绕组温控器结构示意图

附加温升与电流的关系见表1。

表1 附加温升与电流对应表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (℃) | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| （mA） | 740 | 800 | 860 | 920 | 980 | 1040 | 1090 | 1140 |
| （℃） | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | / |
| （mA） | 1190 | 1240 | 1280 | 1320 | 1360 | 1400 | 1440 | / |

**5 计量特性**

5.1 示值误差

绕组温控器示值最大允许误差与准确度等级及量程之间的关系，以公式（1）表示：

（1）

式中：

——绕组温控器示值最大允许误差，℃；

——绕组温控器准确度等级；

——绕组温控器量程的温度读数，℃；

5.2 示值回差

绕组温控器示值回差应不超过最大允许误差的绝对值，℃。

5.3 接点动作误差

绕组温控器控制开关的接点动作误差应不大于示值最大允许误差的1.5倍。

5.4 切换差

绕组温控器控制开关的接点切换差应不超过6℃±2℃（即4℃~8℃）。

5.5 热模拟附加温升误差

热模拟附加温升误差应不超过示值最大允许误差，℃。

注：以上指标不适用于合格性判断，仅供参考。

**6 通用技术要求**

6.1 外观

6.1.1 绕组温控器的外形结构应完好，各部件的保护层应牢固、均匀和清洁，不得有锈蚀和脱落现象；表头用的保护玻璃或其它透明材料应光洁透明，不得有妨碍正确读数的缺陷。

6.1.2 绕组温控器表盘上的刻度、数字、符号和其它标志应清晰、完整、正确，指针应伸入标度尺最短标度线的1/4～3/4内，其指针尖端宽度应不超过标度尺最短标度线宽度。

6.1.3 绕组温控器的设定旋钮标志，应能设定在标度尺的任意标度线上。

6.2 绝缘电阻

在规定的环境条件下，绕组温控器开关的接点与接地端子之间的电阻应不小于20MΩ。

6.3 绝缘强度

在规定的环境条件下，绕组温控器开关的接点与接地端子之间应能承受50Hz、2kV的正弦交流电压，历时1min。绕组温控器应无击穿或闪络现象。

**7 校准条件**

7.1 环境条件

环境温度： （23±5）℃；

相对湿度：（30～85）%；

供电电源：(220±22) V， (50±1) Hz；

其它：无影响正常校准工作的振动、电磁场及其他干扰。

7.2 标准器及配套设备

标准器及配套设备见表2

表2 标准器及配套设备

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 测量标准或设备 | 技术要求 | 用途 | 备注 |
| 1 | 标准温度计及配套设备 | 测量范围：（-20～160）℃；  分辨力：不低于0.01℃；  MPE:±0.05℃ | 标准装置 | 高精度数字温度计、二等标准铂电阻温度计（应配置电测设备）、标准水银温度计（应配置读数显微镜或其他可调视线水平的读数装置）均可 |
| 2 | 恒温槽 | 温度范围：（-20～160）℃；  工作区域最大温差：≤0.1℃；  温度波动度：≤0.1℃/10min；  在（20～120）℃，升降温速率可控制在≤1.0℃/min | 提供温度场 |  |
| 3 | 可调交流恒流源 | 输出：（0～5）A；  准确度等级：不低于0.5级 | 热模拟特性试验 |  |
| 4 | 交流电流表 | A1  测量范围：（0～5）A；  准确度等级：不低于0.5级；  最小分辨力：0.001A | 热模拟特性试验输入端电流测量 |  |
| A2  测量范围：（0～2）A；  准确度等级：不低于0.5级；  最小分辨力：0.001A | 热模拟特性试验输出端电流测量 |
| 5 | 开关信号检测设备 | / | 开关动作信号采集及显示 |  |
| 6 | 兆欧表 | 额定电压500V；  准确度等级：不低于10级 | 绝缘电阻试验 |  |
| 7 | 耐压测试仪 | 测量范围：（0～2000）V；  准确度等级：不低于5级 | 绝缘强度试验 |  |

**8 校准项目和校准方法**

8.1 校准项目

校准项目分别为示值误差、示值回差、接点动作误差、切换差、热模拟附加温升误差。

8.2 校准方法

8.2.1 示值误差校准

8.2.1.1 校准点的选择

应在整个测量范围均匀选择不少于四个点（包括上、下限）。也可根据用户要求选择校准点。

8.2.1.2 示值误差校准方法

校准应分别向上限或下限方向逐点进行，用比较法校准。将标准温度计和绕组温控器温包插入恒温槽，温包应全部浸没在恒温槽工作区域，绕组温控器表头应垂直放置，表头与温包之间的高度差应不大于1m；示值校准点不得与开关设定点重叠，二者间距不小于5℃。

上行程示值误差校准：将恒温槽设定到校准温度，开始升温，待恒温槽示值稳定后10min开始读数，读数时恒温槽温度偏离校准点温度不超过0.5℃（以标准温度计为准），记录恒温槽的实际温度值和被校准绕组温控器上行程的示值，按公式（2）计算上行程示值误差：

4

（2）

式中：

——上行程示值误差，℃；

——被校准绕组温控器上行程的示值，℃；

——恒温槽的实际温度值，℃。

下行程示值误差校准：将恒温槽设定到校准温度，开始降温，待恒温槽示值稳定后10min开始读数，读数时恒温槽温度偏离校准点温度不超过0.5℃（以标准温度计为准），记录恒温槽的实际温度值和被校准绕组温控器下行程的示值，按公式（3）计算下行程示值误差：

（3）

式中：

——下行程示值误差，℃；

——被校准绕组温控器下行程的示值，℃；

——恒温槽的实际温度值，℃。

示值误差取、中绝对值较大者。

注： 读取绕组温控器标度尺示值时，视线应垂直标度尺，读数应估读到最小分度值的1/10，读数过程恒温槽,温度变化不大于0.1℃。

8.2.2 示值回差校准

与示值误差校准同时进行，在同一温度点（上、下限点除外）上、下行程示值误差之差的绝对值即为回差，按公式（4）计算：

 （4）

式中：

——回差，℃；

——上行程示值误差，℃；

——下行程示值误差，℃。

8.2.3 接点动作误差校准

8.2.3.1 校准点的选择

接点动作误差校准点应至少包括55°C和75°C。也可以与用户协商确定。

8.2.3.2 接点动作误差校准方法

将标准温度计和绕组温控器温包插入恒温槽，绕组温控器的接点指针调整到校准 温度点*S*，接点端子接到信号电路中，一般在恒温槽温度距校准点温度6℃时，以不大于1. 0℃/min的速率缓慢均匀改变恒温槽温度，使接点产生闭合或断开的切换动作，动作瞬间读取标准温度计示值，即为接点上行程切换值或下行程切换值，同一测量点上，上切换值与设定点tj的差值，即为接点动作误差，按公式（5）计算接点动作误差：

（5）

式中：

——接点动作误差，℃；

——接点上行程切换值，℃；

——校准温度点值，℃。

8.2.4 切换差校准

与接点动作误差校准同时进行，同一温度点上行程切换值与下行程切换值的差的绝对值即为切换差，按公式（6）计算：

（6）

式中：

——切换差，℃；

——接点上行程切换值，℃；

——接点下行程切换值，℃。

8.2.5 热模拟附加温升误差校准

将绕组温控器热模拟装置的变流器、电热元件与可调交流恒流源、交流电流表A1（通过电流用表示）、交流电流表A2（通过电流用表示）按图2连接好。

5

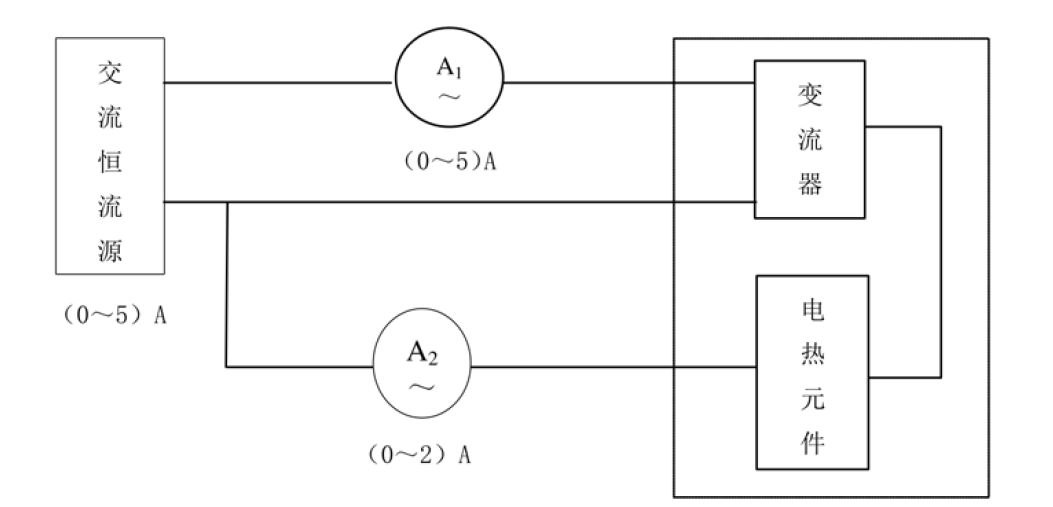


图2 热模拟特性校准接线图

8.2.5.1 校准点的选择

附加温升校准至少应包括10℃、24℃、38℃三个点。也可与用户协商确定。

8.2.5.2 附加温升误差校准方法

变流器档位选择：根据变压器电流互感器二次额定电流（由用户提供），选择相应的档位，将档位键按下。

将绕组温控器温包和标准温度计插入恒温槽，使恒温槽温度恒定在20℃～80℃范围内某个温度点，一般选20℃和80℃。

记录恒温槽实际温度及绕组温控器指示值，然后调节交流恒流源电流使 A2 恒定在附加温升对应的电流（见表1） ，待绕组温控器指示稳定后，记录其指示值。即为实测附加温升，按公式（7）计算附加温升误差：

（7）

式中：

——附加温升误差，℃；

——实测附加温升值，℃；

——附加温升值，℃。

**9 校准结果表达**

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包含以下信息：

1. 标题，如“校准证书”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
4. 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
5. 客户的名称和地址；
6. 被校对象的描述和明确标识；
7. 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
8. 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
9. 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
10. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
11. 校准环境的描述；
12. 校准结果及测量不确定度的说明；
13. 对校准规范的偏离说明；
14. 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
15. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
16. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

**10 复校时间间隔**

建议复校时间间隔为一年，如果绕组温控器经维修、更换重要部件或对被测仪器性能有怀疑时，应随时校准。

由于复校时间间隔是由绕组温控器的使用情况、使用者等诸多因素所决定，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录A

变压器用绕组温控器校准原始记录格式

第1页 共2页

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 送校单位 |  | | |
| 被校对象名称 |  | 规格/型号 |  |
| 出厂编号 |  | 生产厂家 |  |
| 准确度等级 |  | 测量范围 |  |
| 环境条件 | 温度： ℃ ； 相对湿度： % | | |

1. 示值误差、回差校准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点（℃） | |  |  |  |  |
| 正行程 | 标准温度计读数（℃） |  |  |  |  |
| 被校仪器读数（℃） |  |  |  |  |
| 示值误差（℃） |  |  |  |  |
| 反行程 | 标准温度计读数（℃） |  |  |  |  |
| 被校仪器读数（℃） |  |  |  |  |
| 示值误差（℃） |  |  |  |  |
| 回差（℃） | |  |  |  |  |

示值误差校准不确定度：

1. 接点动作误差及切换差校准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点（℃） | |  |  |  |  |
| 正行程 | 接点上行程切换值（℃） |  |  |  |  |
| 接点动作误差（℃） |  |  |  |  |
| 反行程 | 接点下行程切换值（℃） |  |  |  |  |
| 切换差（℃） | |  |  |  |  |

校准不确定度：

变压器用绕组温控器校准原始记录格式

第2页 共2页

三、热模拟附加温升误差校准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准器温度值（℃） |  |  |  |  |  |
| 温控器初始值（℃） |  |  |  |  |  |
| 通过A2电流（mA） |  |  |  |  |  |
| 对应温升∆*T*（℃） |  |  |  |  |  |
| 绕组温控器示值（℃） |  |  |  |  |  |
| 附加温升误差*Y*（℃） |  |  |  |  |  |

**附加温升误差校准不确定度：**

校准人： 核验人： 校准日期：

附录B

变压器绕组温控器校准证书内页格式

校准结果

Results of Calibration

一、示值误差、回差校准值：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点（℃） |  |  |  |  |
| 示值误差（℃） |  |  |  |  |
| 回差（℃） |  |  |  |  |
| 不确定度*U*（℃）（*k*=2） |  | | | |

二、接点动作误差、切换差校准值：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点（℃） |  |  |  |  |
| 接点动作误差（℃） |  |  |  |  |
| 切换差（℃） |  |  |  |  |
| 不确定度*U*（℃）（*k*=2） |  | | | |

三、热模拟附加温升误差校准值：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准器温度值（℃） |  |  |  |  |  |
| 附加温升∆T（℃） |  |  |  |  |  |
| 附加温升误差（℃） |  |  |  |  |  |
| 不确定度*U*（℃）（*k*=2） |  | | | | | |

附录C

**变压器用绕组温控器示值误差校准不确定度分析评定**

C.1 被校对象

变压器绕组温控器，测量范围：（0～150）℃，最小分度值：2℃，准确度等级：2. 0。

C.2 校准用标准器及配套设备

C.2.1 二等标准铂电阻温度计，测量范围：（0～420）℃

C.2.2 精密铂电阻数字测温仪，测量范围：（0～420）℃，分辨力： 不大于 0.001℃，最大允许误差：±0.020℃。

C.2.3 双制冷恒温槽，测量范围：（-10～150）℃，工作区域最大温差：0.001℃,温度波动度：0.1℃/10min。

C.3 校准方法

按照本规范规定，用比较法进行校准，将标准器和被校绕组温控器的感温包按规定插入恒温槽，恒温槽温度稳定后10分钟开始读取标准器和被检的数据。

C.4 测量模型

（C.1）

式中：

——绕组温控器示值误差，℃；

——绕组温控器指示值，℃；

——标准温度计指示值，℃；

C.5 方差和灵敏度系数

对式（C.1）各分量求偏导，各分量灵敏系数如下：

；

设、引入的标准不确定度分量分别为、，由于各分量彼此独立，因此合成方差表示为：

（C.2）

C.6 标准不确定度分量

C.6.1 输入量引入的标准不确定度

是由被校对象示值误差测量重复性和分辨力及恒温槽的均匀度、波动度引入的。

C.6.1.1 由被校对象示值误差测量重复性和分辨力引入的标准不确定度分量

a） 重复性引入的标准不确定度分量,

采用A 类评定，在相同条件下对被校表在50℃点进行6次重复测量，根据极差法计算单次测量的实验标准偏差；。

b） 分辨力引入的标准不确定度分量

被校对象的最小分度值为2℃，示值估读到其分度值的1/10，即为0.2℃，按均匀分布，因此：

c） 合成标准不确定度分量

和属相关项，取二者中较大者，。

C.6.1.2 由恒温槽均匀度引入的标准不确定度分量

恒温槽工作区域最大温差0.1℃，不确定度区间半宽0.05℃，则恒温槽均匀度引入的不确定度分量：

C.6.1.3 恒温槽波动度引入的标准不确定度分量

恒温槽的波动度：0.1℃/10min，由于标准器和被检时间常数不同，波动度引入的不确定度区间半宽估计为0.05℃，按均匀分布，则双制冷恒温槽波动度引入的不确定度分量：

C.6.1.4 输入量引入的标准不确定度的计算

由于、、互不相关，则：

C.6.2 输入量引入的标准不确定度

C.6.2.1 标准器及精密铂电阻数字测温仪允差引入的标准不确定度分量

标准器及精密铂电阻数字测温仪的允差：±0.020℃，于是：

C.6.2.2 标准器及精密铂电阻数字测温仪的稳定性引入的标准不确定度分量

标准器及精密铂电阻数字测温仪的稳定性不超过0.010℃，不确定度区间半宽0.005℃，按均匀分布，于是：

C.6.2.3 输入量引入的标准不确定度的计算

由于、互不相关，则：

C.7 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量一览表见表C.1

**表C.1标准不确定度分量一览表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | 标准不确定度来源 | 标准不确定度值 | 灵敏系数 |  |
|  | 输入量引入的标准不确定度 | 0.13℃ | 1 | 0.13℃ |
|  | 示值误差重复性及被检示值分辨力引入的标准不确定度 | 0.12℃ | / | / |
|  | 双制冷恒温槽的均匀度引入的标准不确定度 | 0.03℃ |
|  | 双制冷恒温槽的波动度引入的标准不确定度 | 0.03℃ |
|  | 输入量引入的标准不确定度 | 0.012℃ | -1 | 0.012℃ |
|  | 标准器及精密铂电阻数字测温仪允差引入的标准不确定度 | 0.012℃ | / | / |
|  | 标准器及精密铂电阻数字测温仪的稳定性引入的标准不确定度 | 0.003℃ |

C.8 合成标准不确定度

根据公式，计算。

C.9 扩展不确定度

取包含因子，根据公式，计算：。

附录D

## **变压器用绕组温控器附加温升误差校准不确定度分析示例**

D.1 被校对象

变压器绕组温控器，测量范围：（0～150）℃，最小分度值：2℃，准确度等级：2.0。

D.2 校准用标准器及配套设备

D.2.1 二等标准铂电阻温度计，测量范围：（0～420）℃

D.2.2 精密铂电阻数字测温仪，测量范围：（0～420）℃，分辨力： 不大于 0.001℃，最大允许误差：±0.020℃。

D.2.3 恒温槽，测量范围：（-20～160）℃，工作区域最大温差：0.1℃,温度波动度：0.1℃/10min。

D.2.4 交流电流表A2，测量范围（0～2）A，准确度等级：0.5级。

D.3 校准方法

将绕组温控器温包和标准温度计插入恒温槽，将恒温槽温度恒定在 （20～80）℃范围内某个温度点，一般选20℃和80℃点，记录恒温槽实际温度及绕组温控器指示值，然后调节交流恒流源电流使 A2恒定在附加温升对应的电流，待绕组温控器指示稳定后，记录其指示值。即为实测附加温升，实测附加温升与的差值即为附加温升误差。

D.4 测量模型

（D.1）

D.5 方差和灵敏度系数

对式（D.1）各分量求偏导，各分量灵敏系数如下：

；

设与引入的标准不确定度分量分别为、，由于各分量彼此独立，因此合成方差表示为：

（D.2）

D.6 标准不确定度分量

D.6.1 输入量引入的标准不确定度

是由被校对象实测附加温升测量重复性和绕组温控器指示分辨力及恒温槽的波动度引入的。

D.6.1.1 由被校对象示值误差测量重复性和分辨力引入的标准不确定度分量

a）重复性引入的标准不确定度分量

采用A 类评定，在相同条件下对被校表在油温80℃时，对A2施加1.14A交流电流（对应的附加温升24℃），稳定后读取被检表的示值，重复测量6次，根据极差法计算单次测量的实验标准偏差；。

b）分辨力引入的标准不确定度分量

被校对象的最小分度值为2℃，示值估读到其分度值的1/10，即为0.2℃，按均匀分布，因此：

c）合成标准不确定度分量

和属相关项，取二者中较大者，。

D.6.1.3 恒温槽波动度引入的标准不确定度分量

恒温槽的波动度：0.1℃/10min，由于标准器和被检时间常数不同，波动度引入的不确定度区间半宽估计为0.05℃，按均匀分布，则双制冷恒温槽波动度引入的不确定度分量：

D.6.1.4 输入量引入的标准不确定度的计算

由于、互不相关，则：

D.6.2 附加温升引入的标准不确定度

D.6.2.1电流表A2引入的标准不确定度分量

A2的准确度等级0.5级，测量范围2A，则电流表A2的最大允差为：±10mA，根据本规范表1，在附加温升20℃时，±10mA换算为温度约为±0.4℃，不确定度区间半宽0.4℃，按均匀分布，则：

D.6.2.2 输入量引入的标准不确定度

a）标准器及精密铂电阻数字测温仪允差引入的标准不确定度分量

标准器及精密铂电阻数字测温仪的允差：±0.020℃，于是：

b）标准器及精密铂电阻数字测温仪的稳定性引入的标准不确定度分量

标准器及精密铂电阻数字测温仪的稳定性不超过0.010℃，不确定度区间半宽0.005℃，按均匀分布，于是：

c）输入量引入的标准不确定度的计算

由于、互不相关，则：

D.6.2.3 附加温升引入的标准不确定度的计算

由于、互不相关，则：

= 0.23℃

D.7 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量一览表见表D.1

**表D.1标准不确定度分量一览表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | 不确定度来源 | 标准不确定度值 | 灵敏系数 |  |
|  | 输入量X引入的标准不确定度 | 0.16℃ | 1 | 0.16℃ |
|  | 由被校对象示值误差测量重复性和分辨力引入的标准不确定度 | 0.16℃ | / | / |
|  | 重复性引入的标准不确定度 | 0.16℃ |
|  | 分辨力引入的标准不确定度 | 0.12℃ |
|  | 恒温槽波动度引入的标准不确定度 | 0.03℃ |
|  | 附加温升引入的标准不确定度 | 0.23℃ | -1 | 0.23℃ |
|  | 电流表A2引入的标准不确定度 | 0.23℃ | / | / |
|  | 输入量引入的标准不确定度 | 0.012℃ | / | / |
|  | 标准器及精密铂电阻数字测温仪允差引入的标准不确定度 | 0.012℃ |
|  | 标准器及精密铂电阻数字测温仪的稳定性引入的标准不确定度 | 0.003℃ |

D.8 合成标准不确定度

根据公式，计算。

D.9 扩展不确定度

取包含因子，根据公式计算：。