



Q/HZKH

杭州科宏仪器仪表有限公司企业标准

Q/HZKH 111—2019

指针温度计

Pointer Thermometer

2019 - 05 - 01 发布

2019 - 05 - 01 实施

杭州科宏仪器仪表有限公司 发布



企业标准信息公共服务平台
公开 2019年08月26日 13点54分

企业标准信息公共服务平台
公开 2019年08月26日 13点54分



目 次

目 次 I

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 性能参数 1

5 技术要求 2

6 影响量 4

7 试验项目 5

8 试验方法 5

9 标志、包装、运输、贮存和产品文件 12



KH 111—2019

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准以JB/T6302-2016《变压器用油面温控器》和JB/T8450-2016《变压器用绕组温控器》为基础进行编制，在保留JB/T6302和JB/T8450所有要求的前提下，将两份标准合成一份。

本标准在编制过程中引入IEC60076-22-1《Power transformers - Part 22-1: Power transformer and reactor fittings - Protective devices》中的有关示值误差的要求。

本标准与JB/T6302-2016和JB/T8450-2016相比主要技术变化如下：

- 增加了“内置远传信号装置”的术语；
- 修改了温度计的示值误差的要求；
- 删除环境温度影响量要求；
- 增加防护试验和振动试验后的判定要求；
- 示值重复性要求改为型式试验项目；
- 增加了“示值误差环境温度影响补充测量”试验项目。

本标准由杭州科宏仪器仪表有限公司提出。

本标准起草单位：杭州科宏仪器仪表有限公司。

本标准主要起草人：蔡之文、刘云磊、许行。



指针温度计

1 范围

本标准规定了92系列指针温度计（包括油面温度计、绕组温度计，以及内置远传信号装置）的术语和定义、性能参数、技术要求、试验项目、试验方法、标志、包装、运输、贮存和产品文件等内容。

本标准适用于对油浸式变压器（电抗器、换流变压器等）进行温度测量和控制的92系列温度计（以下简称温度计）的设计、制造和检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志
GB 4208 外壳防护等级（IP代码）
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
GB/T 13983 仪器仪表基本术语
GB/T 25475 工业自动化仪表术语 温度仪表
GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法
JJF 1001 通用计量术语和定义
DL/T 1400—2015 油浸式变压器测温装置现场校准规范
JB/T 6302—2016 变压器用油面温度计
JB/T 8450—2016 变压器用绕组温度计

3 术语和定义

GB/T 13983、GB/T 25475、JJF 1001、JB/T 6302-2016、JB/T 8450-2016、DL/T 1400中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

指针温度计 pointer thermometer

由温包、导管（毛细管）和表计等组成的广泛用于测量油浸式变压器（电抗器、换流变压器）的顶层油面温度和绕组温度，以及冷却容量投切控制和非电量保护的机械式温度计。

用于测量油浸式变压器顶层油面温度的称为油面温度计。

用于测量油浸式变压器绕组温度的称为绕组温度计。

注：本文中未特别注明油面（或绕组）温度计时，默认包括油面温度计和绕组温度计。

3.2

温度传感器 compound sensor

指针温度计的温包，或温包与远传信号装置测温元件的复合体。

3.3

内置远传信号装置

远传信号装置指用于输出或远方显示变压器的顶层油面温度或绕组温度的测量装置，由测温元件、温度变送器、温度显示器等全部或部分所组成。

内置远传信号装置指安装在指针温度计内部，与指针温度计一体化不可分离的远传信号装置部分或全部组件。

4 性能参数

4.1 正常使用条件



4.1.1 温度计的正常使用环境温度： $-25^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 。

4.1.2 温度计的正常使用相对湿度： $\leq 95\%$ (25°C 时)。

注：特殊使用环境条件可由制造方和用户协商确定。

4.1.3

4.2 测量范围

油面温度计的测量范围为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 140^{\circ}\text{C}$ ，绕组温度计的测量范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$ 。

注：特殊测量范围可由制造方和用户协商确定。

4.3 测量准确度等级

温度计的测量准确度等级为1.5级或2.0级。

注：经制造方和用户协商，也可采用其它准确度等级。

4.4 温度传感器的额定耐受压力值

温度计的温度传感器的额定耐受压力值为1.6 MPa (1 min)。

4.5 温度传感器的尺寸

油面温度计的温度传感器的直径尺寸应不大于 $\Phi 14\text{ mm}$ 。

绕组温度计的温度传感器的直径尺寸应不大于 $\Phi 18\text{ mm}$ 。

温度计的温度传感器有效感温长度应不大于120 mm。

注：经制造方与用户协商，也可采用其它尺寸。

4.6 浸没深度

温度计在保证准确度等级的条件下，温度传感器的浸没深度应不小于150 mm。

4.7 安装螺纹

温度计的温度传感器的安装螺纹为M27 $\times$ 2。

注：经制造方与用户协商，也可采用其它尺寸。

4.8 导管长度

温度计的导管（毛细管）常规长度（温度传感器到仪表表头的距离）为6m、9m、12m、15m、18m。

其它长度作为特殊规格可由制造方与用户协商确定。

4.9 接点设定范围

温度控制开关的设定值可在测量范围内调整，遵循从小到大，保持固有设定间距的前提下。

其中 20°C 到比测量温度上限低 10°C 的范围做为考核范围。

4.10 接点容量

温度控制开关的接点容量应不小于为AC220V/1A（阻性）、DC220V/0.2A（阻性），动作寿命不小于10万次。经制造方与用户协商，特殊规格产品也可采用其它容量。

5 技术要求

5.1 外观

5.1.1 温度计表面玻璃或其它透明材料应保持光洁透明，不得有妨碍正确读数的缺陷。

5.1.2 温度计各零部件的保护层应牢固、均匀和清洁，不得有锈蚀和脱落现象。

5.1.3 温度计示值刻度盘及温度控制开关设定刻度盘的最小分度值应不大于 2°C 。

5.1.4 温度计刻度盘上的刻度、数字和其它标志应完整、清晰、准确。指针应深入标尺最短分度线的 $1/4\sim 3/4$ 内，其指针尖端宽度不应超过标尺最短分度线宽度。

5.1.5 温度计的指针与刻度盘平面间的距离应在1mm $\sim$ 3mm的范围内。

5.1.6 温度计刻度盘正面应有摄氏温标、准确度等级（或最大允许误差）、生产厂家（或标识）、型号及编号等信息。

5.1.7 为保证温度计可在户外环境下正常工作，温包和毛细管应具有保护层被覆。



5.2 示值误差

5.2.1 温度计的允许误差为准确度等级对应的百分数与其量程之积。

5.2.2 在正常使用条件下及测量范围内，温度计的示值误差不应大于允许误差。

5.2.3 在正常使用条件下及测量范围内，内置远传信号装置示值（即内置远传信号装置输出信号的量值换算成温度值）的示值误差不应大于允许误差。

5.2.4 在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境温度条件下及测量范围内，温度计示值与内置远传信号装置示值的差值不应大于允许误差绝对值的 $1/2$ 。

5.2.5 在正常使用条件下及测量范围内，温度计示值与内置远传信号装置示值的差值不应大于允许误差绝对值。

注：示值的测量点不得与温度控制开关设定点重叠，其间距不应小于 6°C 。

5.3 示值回差

5.3.1 在正常使用条件下及测量范围内，温度计的示值回差不应大于允许误差的绝对值。

5.3.2 在正常使用条件下及测量范围内，内置远传信号装置的示值回差不应大于允许误差绝对值的 $1/2$ 。

5.4 示值重复性

5.4.1 在正常使用条件下及测量范围内，温度计的示值重复性误差不应大于允许误差绝对值的 $1/2$ 。

5.4.2 在正常使用条件下及测量范围内，内置远传信号装置的示值重复性误差不应大于允许误差绝对值的 $1/3$ 。

5.5 接点动作误差和切换差

5.5.1 在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 环境温度条件下及测量范围内，温度控制开关的接点动作误差不应大于允许误差的 1.5 倍。

注：接点动作误差和切换差的测量点为出厂设定值（ 55°C 、 65°C 、 80°C 、 90°C 、 105°C 和 115°C ）或由制造方与用户协商确定。

5.5.2 在正常使用条件下及测量范围内，温度控制开关的接点切换差为 $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ （即 $2^{\circ}\text{C} \sim 8^{\circ}\text{C}$ ）。如果采用其它的接点切换差，可由制造方与用户协商确定。

5.6 绝缘电阻

5.6.1 在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 75% 时，温度控制开关输出端子与接地端子之间的绝缘电阻不应小于 $20\text{ M}\Omega$ 。

5.6.2 在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 75% 时，温度控制开关常开输出端子之间的绝缘电阻不应小于 $20\text{ M}\Omega$ 。

5.6.3 在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 75% 时，内置远传信号装置的信号接线端子与接地端子之间的绝缘电阻不应小于 $20\text{ M}\Omega$ 。

5.6.4 在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 75% 时，绕组温度计热模拟装置输入端子与接地端子之间的绝缘电阻不应小于 $20\text{ M}\Omega$ 。

注：不同的环境条件下，绝缘电阻值不同。

5.7 绝缘强度

5.7.1 在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 75% 时，温度控制开关的接点与接地端子之间应能承受 50 Hz 、 2000 V （方均根值）的正弦交流电压，历时 1 min ，漏电流 10 mA ，无闪络。

5.7.2 在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 75% 时，内置远传信号装置信号输出端子与接地端子之间应能承受 50 Hz 、 500 V （方均根值）的正弦交流电压，历时 1 min ，漏电流 10 mA ，无闪络。

5.7.3 在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 75% 时，绕组温度计热模拟装置输入端子与接地端子之间应能承受 50 Hz 、 2000 V （方均根值）的正弦交流电压，历时 1 min ，漏电流 10 mA ，无闪络。

5.8 时间常数（仅油面温度计）

油面温度计的时间常数应不大于 30 s 。

5.9 热模拟特性（仅绕组温度计）



- 5.9.1 热模拟装置输入 0.5A~5.0A 的附加电流时,所产生的附加温升应符合表 1 的要求。
- 5.9.2 绕组温度计的示值温升误差应不大于允许误差。
- 5.9.3 内置远传信号装置的示值温升误差应不大于允许误差。
- 5.9.4 绕组温度计和内置远传信号装置的示值温升偏差应不大于允许误差。

表1 热模拟特性—温升与电流对应表

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

注: I_h为热模拟特性附加电流; ΔT为热模拟特性附加温升。
注: 若查找其他温升值对应的电流,可采用插值法进行计算。

5.10 热模拟时间常数 (仅绕组温度计)

绕组温度计热模拟时间常数应不大于 9 min。

6 影响量

所有影响量试验完成后的技术要求指标测量,除有时间要求的特别说明外,可在所有影响量试验完成后统一进行技术要求指标测量。

6.1 过范围

温度计应能承受历时 15 min 的过范围试验,其过范围限值 T_G 应符合式 (1) 的规定:

$$T_0 - (T_H - T_0) \times 10\% \leq T_G \leq T_H + (T_H - T_0) \times 10\% \quad (1)$$

式中:

T_0 ——测量温度下限,单位为℃;

T_H ——测量温度上限,单位为℃。

试验后温度计的示值误差和示值回差应符合 5.2 和注: 的要求。

6.2 稳定性

温度计在正常使用条件下连续工作 1000 h,试验后温度计的示值误差、示值回差、接点动作误差应符合 5.2、注: 和 5.5.1 的要求。

6.3 防护

温度计应能在户外条件下正常工作,其外壳防护等级为 IP55。

防水试验后温度计的绝缘电阻和绝缘强度应符合 5.6 和 5.7 的要求。

防尘试验后温度计的示值误差、接点动作误差、绝缘电阻和绝缘强度应符合 5.2、5.5.1、5.6 和 5.7 的要求。

6.4 高温、低温和连续冲击

温度计应能承受 GB/T 25480 中规定的高温、低温和连续冲击要求,其基本环境条件的分级额定值应符合表 2 的规定。试验后温度计的示值误差、示值回差、接点动作误差应符合 5.2、5.3 和 5.5.1 的要求。

表2 基本环境条件的分级额定值

基本环境条件		分级额定值
高温 (保持 8 h) ℃		55
低温 (保持 8 h) ℃		-40
连续冲击	加速度 m/s^2	100
	脉冲持续时间 ms	11
	冲击次数 次	1000

6.5 耐振性



温度计在频率为100 Hz、振幅为0.2 mm的三维振动条件下正常工作时，其指针摆动幅度值不应大于2℃，且所有温度控制开关无误报。试验后温度计的示值误差、示值回差、接点动作误差应符合5.2、5.3和5.5.1的要求。

6.6 湿热

湿热型温度计在经湿热试验，并由试验条件恢复到环境条件过程的24 h后，试验后温度计的外观应符合5.1的要求，温度计的示值误差、示值回差、接点动作误差应符合5.2、注：和5.5.1的要求。

6.7 干热

温度计在经干热试验，并由试验条件恢复到环境条件过程的24 h后，试验后温度计的外观应符合5.1的要求，温度计的示值误差、示值回差、接点动作误差应符合5.2、注：和5.5.1的要求。

7 试验项目

7.1 例行试验

例行试验是对每一台温度计所必须进行的试验。例行试验项目如下：

- a) 外观检查（见 8.1）
- b) 示值误差测量（8.2）
- c) 示值的测量点不得与温度控制开关设定点重叠，其间距不应小于 6℃。
- d) 示值回差测量（见注：）
- e) 接点动作误差和切换差测量（见 8.6）
- f) 绝缘电阻试验（见 8.7）
- g) 绝缘强度试验（见 8.8）

7.2 型式试验

型式试验是定期对每一种型式温度计中的一台所进行的试验，用其验证按同一技术规范制造的温度计能够满足除例行试验外所规定的要求。型式试验项目下：

- a) 示值重复性测量（见 8.4）
- b) 示值误差环境温度影响量补充测量（见 8.5）
- c) 时间常数测量（仅油面温度计）（见 8.9）
- d) 热模拟特性测量（仅绕组温度计）（见 8.10）
- e) 热模拟时间常数测量（仅绕组温度计）（见 8.11）
- f) 过范围试验（见 8.12）
- g) 稳定性试验（见 8.13）
- h) 防护试验（见 8.14）
- i) 高温、低温和连续冲击试验（见 8.15）
- j) 耐振性试验（见 8.16）
- k) 湿热试验（见 8.17）
- l) 干热试验（见 8.18）

温度计在经受7.2规定的型式试验之后，应经受7.1规定的全部或部分例行试验。

正常生产的产品应至少每三年进行一次型式试验。另外，当遇到下列情况之一时，需重新进行型式试验：

- a) 新产品试制生产时；
- b) 当设计、工艺、材料的变更足以引起产品性能变化时；
- c) 停产期超过六个月后又恢复生产时；
- d) 例行试验结果与前次型式试验结果有较大差异时；

8 试验方法

8.1 外观检查



应对温度计外观质量进行检查，检查结果应符合5.1的要求。

8.2 示值误差测量

8.2.1 试验条件

温度计的示值误差测量试验条件包括：

- 8.2.1.1 温度计的表头应垂直正确安装；
- 8.2.1.2 温度计内置远传信号装置按要求接线，接入相应的检测设备中；
- 8.2.1.3 试验的环境温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，且温度计在此温度条件至少静放 4h 后方可试验。
- 8.2.1.4 温度传感器应插入恒温槽的油液（或水）中，温度传感器的浸没深度应符合 4.6 的要求；
注：4.6要求的温度传感器浸没深度仅适用于液体介质的恒温槽。
- 8.2.1.5 示值的测试点不应与开关设定点重叠，两者的间距不应小于 6°C ；

8.2.2 试验设备和标准器

8.2.2.1 标准器

试验选用的标准器为二等铂电阻温度计。

8.2.2.2 试验设备

试验设备的技术参数见表3。

表3 试验设备技术参数

名 称	测量范围	主要技术参数
恒温槽 (液体介质)	适用温度计的测量 范围	温度均匀性 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$ 温度波动性 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}/10\text{min}$
电测仪器（可测电阻的 数字多用表或电桥）	与被测范围相适应	保证标准温度计和被检热电阻的分辨力换算成温度 后不低于 0.01°C ，分辨力不低于 $1\text{m}\Omega$
直流电流表	$0\text{ mA} \sim 30\text{mA}$	准确度等级不低于 0.05 级
模拟环境温度恒温槽 (液体介质)	-25°C 、 55°C	容腔不小于 $(250 \times 250 \times 150)\text{mm}$ 、温度均匀性 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ ； 温度波动性 $\leq 1^{\circ}\text{C}/10\text{min}$

也可使用扩展不确定度 $U(k=2)$ 不大于温度计允许误差 $1/3$ 的其它标准器和试验设备。

8.2.3 测量点

温度计的示值误差测量点为 40°C 、 60°C 、 80°C 、 100°C 四个点。

注：经制造方与用户协商，也可根据需要增加使用点的测量。

8.2.4 读数方法

在读取被测温度计示值时，视线应垂直于表盘，读数应估计到最小分度值的 $1/10$ 。如采用读数放大镜读数时，视线应透过放大镜的中心。

8.2.5 试验步骤

- 8.2.5.1 由测量下限开始向测量上限方向逐点进行。测量时，各测量点按正、反行程各进行一次测量。
- 8.2.5.2 采用与标准器比较法进行测量，将标准器的测温传感器部分按使用要求插入恒温槽中，并控制恒温槽的温度稳定在测量点 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ （以标准器为准）；
- 8.2.5.3 将被测温度计温度传感器插入恒温槽中，温度传感器的浸没深度应符合 4.6 的要求，稳定一段时间后（一般不少于 10min），同时读取被测温度计、内置远传信号装置和标准器的示值并做记录。
- 8.2.5.4 被测温度计的示值误差按式（2）计算，所有测量点的计算结果均应符合的 5.2.2 要求；内置远传信号装置的示值误差按式（3）计算，所有测量点的计算结果均应符合 5.2.3 的要求；被测温度计与内置远传信号装置的示值偏差值按式（4）计算，所有测量点的计算结果均应符合 5.2.4 的要求。

$$T_w = T_s - (T_B + T_X) \dots\dots\dots (2)$$

$$T_Y = T'_s - (T_B + T_X) \dots\dots\dots (3)$$



$$\Delta T = |T_W - T_Y| \dots\dots\dots (4)$$

式中：

T_W ——被测温度计的示值误差，℃；

T_Y ——被测温度计内置远传信号装置的示值误差，℃；

ΔT ——被测温度计与远传信号装置的示值的偏差值，℃；

T_S ——被测温度计示值，℃；

T'_S ——被测温度计内置远传信号装置输出量所转换成的温度值，℃；

T_B ——标准温度计示值，℃；

T_X ——标准温度计的修正值，℃；

$(T_B + T_X)$ ——恒温槽中的实际温度，℃。

注：示值的测量点不得与温度控制开关设定点重叠，其间距不应小于6℃。

8.3 示值回差测量

示值回差的测量与示值误差测量同时进行。

同一测量点正、反行程的示值误差差值的绝对值即为该测量点的示值回差，所有测量点的示值回差均应符合5.3的要求。

8.4 示值重复性测量

按8.2的要求，对被测温度计的各测量点至少进行三次示值误差测量，同一测量点同行程（正行程或反行程）三次示值误差的最大差值的绝对值即为该测量点的示值重复性，所有测量点的示值重复性均应符合5.4的要求。

8.5 示值误差环境温度影响量补充测量

为保证在-25℃~55℃使用范围内，温度计示值误差均符合要求，需对温度计进行示值环境温度影响补充测量。

8.5.1 试验条件

温度计的示值误差环境温度影响量补充测量试验条件见8.2.1。

8.5.2 试验设备和标准器

温度计的示值误差环境温度影响量补充测量的试验设备和标准器见8.2.2。

8.5.3 测量点

温度计示值误差环境温度影响补充测量的测量点为40℃、100℃。

8.5.4 试验步骤

采用与标准器比较法进行测量

8.5.4.1 将恒温槽温度控制在 40℃±0.5℃以内（以标准器为准，100℃测量点可以选做），当恒温槽中的温度达到设定温度后，将被测温度计的温度传感器和标准器同时插入恒温槽中，同时将温度计的毛细管浸没在稳定在-25℃的模拟环境温度恒温槽液体工作介质中，待稳定一段时间后（一般不少于 15min），读取被测温度计、内置远传信号装置和标准器的示值并做记录。

8.5.4.2 将恒温槽温度控制在 100℃±0.5℃以内（以标准器为准，20℃测量点可以选做），当恒温槽中的温度达到设定温度后，将被测温度计的温度传感器和标准器同时插入恒温槽中，同时将温度计的毛细管浸没在稳定在 55℃的模拟环境温度恒温槽液体工作介质中，待稳定一段时间后（一般不少于 15min），读取被测温度计、内置远传信号装置和标准器的示值并做记录。

8.5.4.3 试验结束后被测温度计的示值误差按式（2）计算，所有测量点的计算结果均应符合的 5.2.2 要求；内置远传信号装置的示值误差按式（3）计算，所有测量点的计算结果均应符合 5.2.3 的要求；被测温度计与内置远传信号装置的示值偏差值按式（4）计算，所有测量点的计算结果均应符合 5.2.5 的要求。



8.6 接点动作误差和切换差测量

8.6.1 试验条件、试验设备和标准仪表

8.6.1.1 测量接点动作误差和切换差时，采用与示值误差测量相同的试验条件和标准器；

8.6.1.2 测量接点动作误差和切换差时，接点信号电路电流应大于 100 mA；

8.6.1.3 测量接点动作误差和切换差时，应选用可控制温度升降速率为 $(0.8^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 1^{\circ}\text{C}/\text{min})$ 的恒温槽。

8.6.2 测量点

接点动作误差和切换差的测量点为出厂设定值（6开关型为 55°C 、 65°C 、 80°C 、 90°C 、 105°C 和 115°C ）或由制造方与用户协商确定设定值且相邻开关间隔应大于 6°C 。

8.6.3 测量步骤

8.6.3.1 将温度控制开关按顺时针方向设定在接点动作误差的测量点上，并将开关输出信号接入信号电路中（电流应大于 100mA）。

8.6.3.2 确认每一个被检温度控制开关都处于正常工作状态。

8.6.3.3 将被测温度计的温度传感器和标准器的测温传感器同时插入稳定在低（或高）于（一般不少于 10°C ）测量点温度的恒温槽中，直到温度计示值稳定（一般不少于 10 min）。

8.6.3.4 然后以 $0.8^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 温度变化速率均匀改变恒温槽温度（升或降），使温度控制开关接点产生闭合或断开的切换动作（信号电路接通或断开）。在动作瞬间，读取的标准器示值，即为该温度控制开关的上切换值（正行程）或下切换值（反行程）。

8.6.3.5 同一温度控制开关在同一测量点上，上切换值与测量点的差值，即为该温度控制开关的接点动作误差，所有温度控制开关的接点动作误差均应符合 5.5.1 的要求。

8.6.3.6 同一温度控制开关在同一测量点上，上切换值与下切换值的差值，即为该温度控制开关的接点切换差。所有温度控制开关的接点切换差均应符合 5.5.2 的要求。

8.7 绝缘电阻试验

8.7.1 试验条件

试验应在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 75% 的条件下进行。

8.7.2 试验设备

试验应使用直流电压为 500V、准确度等级不低于 5 级的绝缘电阻表进行。

8.7.3 试验步骤

8.7.3.1 短接所有温度控制开关输出端子，测量其与接地端子之间的绝缘电阻，试验结果应符合 5.6.1 的要求。

8.7.3.2 分别短接所有常开温度控制开关的两个输出端子，测量两个常开短间端子之间的绝缘电阻，试验结果应符合 5.6.2 的要求。

8.7.3.3 短接所有内置远传信号装置信号输出端子，测量其与接地端子之间的绝缘电阻，试验结果应符合 5.6.3 的要求。

8.7.3.4 短接绕组温度计热模拟装置输入端子，测量其与接地端子之间的绝缘电阻，试验结果应符合的 5.6.4 要求。

8.8 绝缘强度试验

8.8.1 试验条件

试验应在环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 75% 的条件下进行。

8.8.2 试验设备

试验应在高压侧电源容量不小于 2500VA 的试验装置上进行。



8.8.3 试验步骤

8.8.3.1 短接所有温度控制开关输出端子，在其与接地端子之间施加 2000 V（方均根值）的正弦交流电压，历时 1 min，且漏电电流不应大于 10mA，试验结果应符合 5.7.1 的要求。

8.8.3.2 短接所有内置远传信号装置信号输出端子，在其与接地端子之间施加 500 V（方均根值）的正弦交流电压，历时 1 min，且漏电电流不应大于 10mA，试验结果应符合 5.7.2 的要求。

8.8.3.3 短接绕组温度计热模拟装置输入端子，在其与接地端子之间施加 2000 V（方均根值）的正弦交流电压，历时 1 min，且漏电电流不应大于 10mA，试验结果应符合 5.7.3 的要求。

8.9 时间常数测量（仅油面温度计）

将油面温度计的温度传感器插入稳定在测量上限温度的恒温槽中，待油面温度计示值稳定后迅速将其移至常温水槽中，同时立即启动秒表，当油面温度计示值的变化至等于两槽温度差的 63.2% 时停表，此时秒表记录下的时间应符合 5.8 的要求。

8.10 热模拟特性测量（仅绕组温度计）

8.10.1 试验条件

绕组温度计热模拟特性测量的试验条件应符合的 8.2.1 要求。

8.10.2 试验设备和标准仪表

8.10.2.1 标准器

试验选用的标准器为二等铂电阻温度计。

8.10.2.2 试验设备

试验设备的技术参数见表 4。

表 4 热模拟试验设备技术参数

名 称	测量范围	主要技术参数
恒温槽 (介质为变压器油或 50#硅油)	适用温度计的测量 范围	温度均匀性 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$ 温度波动性 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}/10\text{min}$
标准温度计座	—	内径不小于 20mm，内部充满与恒温槽相同的介质
电测仪器（可测电阻的 数字多用表或电桥）	与被测范围相适应	保证标准温度计和被检热电阻的分辨力换算成温度 后不低于 0.01°C ，分辨力不低于 $1\text{m}\Omega$
直流电流表	0 mA ~ 30mA	准确度等级不低于 0.05 级
工频交流恒流源	0A ~ 5A	准确度等级不低于 0.5 级，功率大于 60 VA
电流表	0A ~ 5A	准确度等级不低于 0.5 级
电流表	0A ~ 2A	准确度等级不低于 0.5 级

也可使用扩展不确定度 $U(k=2)$ 不大于温度计允许误差 $1/3$ 的其它标准器和试验设备。

8.10.3 试验步骤

8.10.3.1 将绕组温度计的温度传感器插入固定在恒温槽中的标准温度计座中，温度传感器的浸没深度应符合 4.6 的要求，将恒温槽温度控制在 $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ （以标准器为准），并稳定 15min。

8.10.3.2 按图 1 连接试验线路，按绕组温度计操作说明进行调整，使绕组温度计热模拟装置适用于 5 A 输入。

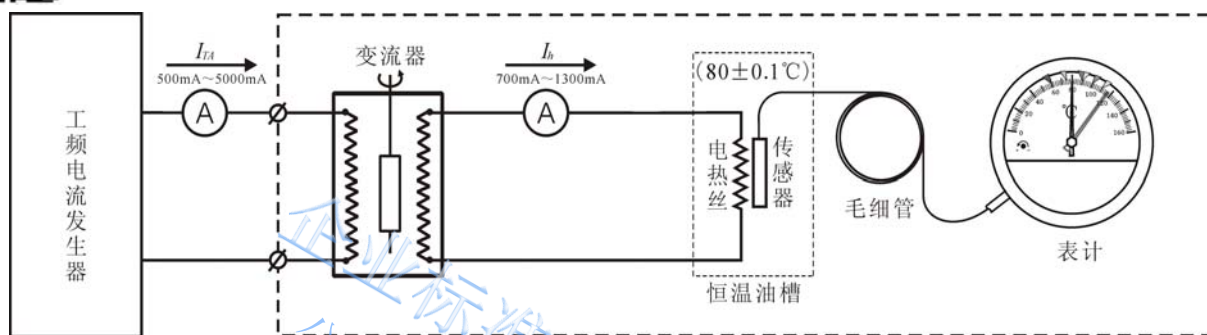


图1 热模拟试验接线图

- 8.10.3.3 调整工频电流发生器，使得输入电流 I_{TA} 为 5 A。
- 8.10.3.4 按绕组温度计操作说明进行调整，使得加热电流 I_h 为 740 mA。
- 8.10.3.5 待稳定 45 min 后读取绕组温度计示值、远传信号装置示值、恒温槽实际温度及加热电流 I_h 。
- 8.10.3.6 被测绕组温度计示值温升误差按式 (5) 计算，被测绕组温度计远传信号装置的示值温升误差按式 (6) 计算，被测绕组温度计与远传信号装置的示值的偏差值按式 (7) 计算。

$$\Delta T_W = T_S - (T_B + T_X) - \Delta T_{Ih} \quad (5)$$

$$\Delta T_Y = T'_S - (T_B + T_X) - \Delta T_{Ih} \quad (6)$$

$$\Delta T' = |\Delta T_W - \Delta T_Y| \quad (7)$$

式中：

ΔT_W ——被测绕组温度计的示值温升误差，℃；

ΔT_Y ——被测绕组温度计内置远传信号装置的示值温升误差，℃；

$\Delta T'$ ——被测绕组温度计与内置远传信号装置示值温升的偏差值，℃；

T_S ——被测绕组温度计示值，℃；

T'_S ——被测绕组温度计内置远传信号装置输出量所转换成的温度值，℃；

T_B ——标准温度计示值，℃；

T_X ——标准温度计的修正值，℃；

$(T_B + T_X)$ ——恒温槽中的实际温度，℃。

ΔT_{Ih} ——根据加热电流 I_h ，从表1查得的热模拟温升值，K。

- 8.10.3.7 重复进行 8.10.3.4～8.10.3.6 步聚，分别将加热电流 I_h 调整为 1040 mA 和 1440 mA，所有的试验结果均应符合 5.9 的要求。

8.11 热模拟时间常数测量（仅绕组温度计）

为了验证绕组温度计是否符合 5.10 的要求，绕组温度计应进行热模拟时间常数测量。热模拟时间常数测量与热模拟特性测量同时进行，分别在加热 9 min 和 45 min 时读取绕组温度计示值、恒温槽实际温度，按式 (8)～式 (11) 进行计算，其计算出的比值应大于 63.2%（即热模拟时间常数不大于 9 min）。

$$\Delta T_{W9} = T_{S9} - (T_B + T_X) \quad (8)$$

$$\Delta T_{W45} = T_{S45} - (T_B + T_X) \quad (9)$$

$$t = \Delta T_{W9} / \Delta T_{W45} \times 100 \% \quad (10)$$

式中：

ΔT_{W9} ——被测绕组温度计加热 9 min 后的示值温升值，℃；

ΔT_{W45} ——被测绕组温度计加热 45 min 后的示值温升值，℃；

t ——被测绕组温度计的热模拟时间常数的比值；



T_{S9} ——被测绕组温度计加热9min后的示值, °C;

T_{S45} ——被测绕组温度计加热45min后的示值, °C;

T_B ——标准温度计示值, °C;

T_X ——标准温度计的修正值, °C;

$(T_B + T_X)$ ——恒温槽中的实际温度, °C。

8.12 过范围试验

将温度计的温度传感器分别置于温度稳定在6.1规定的过范围上、下限温度的恒温槽中, 各保持15 min。然后进行示值误差、示值回差测量, 其测量结果应符合5.2和注: 的要求。

8.13 稳定性试验

为了验证温度计是否符合6.2的要求, 应进行该试验。

首先要要求温度计承受24 h、测量上限温度的试验。

然后在温度传感器处于交变(每一个变化周期不得超过24h)温度差大于2/3量程温度, 且出现大于2/3量程温度的时间不少于12h的情况下继续工作1000 h。

试验后进行示值误差、示值回差和接点动作误差测量, 其测量结果应符合5.2、注: 和5.5.1的要求。

8.14 防护试验

为了验证温度计是否符合6.3的外壳防护等级要求, 温度计应进行外壳防护性能试验, 试验按GB 4208的规定进行。

试验后, 将温度计移到环境温度为15°C~35°C和相对湿度为45%~75%的试验条件下, 在30 min内按8.7和8.8的方法完成温度计的绝缘电阻和绝缘强度试验。温度计的绝缘电阻应不小于2 M Ω , 绝缘强度试验时温度控制开关的接点与接地端子之间的试验电压为1500V; 内置远传信号装置信号输出端子与接地端子之间试验电压为500V。

试验后进行示值误差、示值回差和接点动作误差测量, 其结果应符合5.2、注: 和5.5.1的要求。

8.15 高温、低温和连续冲击试验

为了验证温度计是否符合0的要求, 温度计应进行高温、低温和连续冲击试验。

将温度计在简易包装条件下放进高温箱中, 在55°C $\pm$ 2°C的温度区间保持8 h, 再将温度计放入低温箱中, 在-40°C $\pm$ 2°C的温度区间保持8 h, 然后将温度计移至8.2.1.3规定的检验条件下至少24 h后, 进行示值误差、示值回差和接点动作误差测量, 其结果应符合5.2、注: 和5.5.1的要求。

将温度计按运输要求装入运输包装中, 再将包装箱直接(或通过过渡结构)用缚带紧固在连续冲击台上(过渡结构应有足够刚度, 以免引起谐振), 然后使包装箱承受以下条件的试验:

——脉冲波形: 近似半正弦波;

——加速度: 100 m/s² $\pm$ 10 m/s²;

——脉冲持续时间: 11 ms $\pm$ 2 ms;

——脉冲重复频率: 60 次/min~100次/min;

——连续冲击次数: 1000 次 $\pm$ 10次。

将温度计从包装箱中取出, 仔细检查温度计有无损坏。

试验后进行示值误差、示值回差和接点动作误差测量, 其结果应符合5.2、注: 和5.5.1的要求。

8.16 耐振性试验

为了验证温度计是否符合7.15要求, 温度计应进行耐振性试验。

将温度计固定在振动台上并处于正常安装状态, 将温度控制开关设定在接点动作误差的测量点上, 并将开关输出信号接入信号电路中(电流应大于100mA), 并确认每一个温度控制开关都处于正常工作状态。

将测试传感器安装在温度计的固定板上, 以温度计正常安装时的上下方向定位振动试验的上下方向, 振动的频率为100 Hz, 振幅为0.2 mm, 振动试验机的振动波形为正弦波。在上下、左右、前后三个



方向分别进行试验,试验过程中指针摆动幅度不大于 2°C ,且所有温度控制开关无误动(即符合6.5的要求)。

试验后进行示值误差、示值回差和接点动作误差测量,其结果应符合5.2、注:和5.5.1的要求。

8.17 湿热试验

为了验证温度计是否符合6.6的要求,温度计应进行湿热试验。

将温度计放进湿热试验箱内,使试验箱的温度为 $53^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为90%~96%,并保持48 h后,将温度计从试验箱中取出,在10 min内移到环境温度为 $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为45%~75%的条件下,在30 min内按8.7和8.8的方法完成温度计的绝缘电阻和绝缘强度试验。温度计的绝缘电阻应不小于 $2\text{ M}\Omega$,绝缘强度试验时温度控制开关的接点与接地端子之间的试验电压为1500V;内置远传信号装置信号输出端子与接地端子之间试验电压为500V。

试验后将温度计移至8.2.1规定的条件下至少放置24小时后,进行外观、示值误差、示值回差和接点动作误差测量,其结果应符合5.1、5.2、注:和5.5.1的要求。

8.18 干热试验

为了验证温度计是否符合6.7的要求,温度计应进行干热试验。

将温度计放进干热试验箱内,使试验箱的温度为 $70^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度不大于50%,并保持16 h后将温度计从试验箱中取出,将温度计移至8.2.1规定的条件下至少放置24小时后,进行外观、示值误差、示值回差和接点动作误差测量,其结果应符合5.1、5.2、注:和5.5.1的要求。

9 标志、包装、运输、贮存和产品文件

9.1 标志

9.1.1 温度计的刻度盘或铭牌上的标志

温度计刻度盘或铭牌上应有以下标志:

- a) 制造单位名称或标识;
- b) 产品名称、型号及准确度等级(或允许误差);
- c) 计量单位符号: $^{\circ}\text{C}$;
- d) 产品编号及生产日期;
- e) 毛细管长度。

9.1.2 温度计外包装上的标志

温度计的包装除应有储运图示标志(符合GB/T 191的规定)外,还应标志下列内容:

- a) 产品名称及型号;
- b) 制造单位名称及地址。

9.2 包装

温度计的包装应符合GB/T 13384的要求,并根据不同规格按数量用木箱、纸箱或按合同要求包装。包装应牢靠,且应有适当的填装以保证运输中不被损坏。

9.3 运输

温度计的运输应符合GB/T 25480的要求,且在运输中严禁磕碰。

9.4 贮存

温度计应贮存在温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于85%的户内通风环境中。贮存期如果超过一年,则应重新试验合格后方可出厂。

9.5 产品文件

产品使用说明书、产品合格证、例行试验报告、产品成套的装箱单等产品文件应随温度计一同包装出厂。—————