

ICS 29.120.70

CCS K 33

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 259—2023

代替 DL/T 259—2012

六氟化硫气体密度继电器校验规程

Calibration code for SF₆ gas density relay

2023-05-26 发布

2023-11-26 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通用技术要求	2
5 计量性能要求	4
6 校验条件	5
7 校验方法	6
8 校验周期及项目	9
附录 A (规范性) 密度继电器校验流程	11
附录 B (资料性) 校验记录格式	12
附录 C (资料性) 压力换算方法	14
附录 D (资料性) SF ₆ 气体状态方程	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 DL/T 259—2012《六氟化硫气体密度继电器校验规程》，与 DL/T 259—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 范围明确界定为“压力式六氟化硫（SF₆）气体密度继电器”；
- 增加了规范性引用文件“JB/T 5528 压力表标度及分划”；
- 增加了规范性引用文件“T/CEC 414—2020 压力式六氟化硫气体密度控制器现场校准规范”；
- 删除了“术语和定义”原 3.7~3.9，修改了“术语和定义”3.1~3.6，增加了术语和定义“设定点偏差”和“切换差”；
- 删除了“相对混合压力型密度继电器”与“绝对混合压力型密度继电器”两种密度继电器分类及其相应要求；
- 增加了“正常工作条件”与“参比工作条件”要求；
- 修改了“触点电阻”的技术要求；
- 增加了“设定点偏差”要求；
- “温度补偿性能”试验中增加“触点动作值的温度补偿”要求；
- 进一步明确“温度补偿性能”试验方法；
- 增加了“触点动作值的温度补偿试验”抽检要求；
- 增加了“附录 B 校验记录格式”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业高压开关设备及直流电源标准化技术委员会（DL/TC 06）归口。

本文件起草单位：华北电力科学研究院有限责任公司、国网冀北电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、国网四川省电力公司电力科学研究院、上海乐研电气有限公司、秦川机床集团宝鸡仪表有限公司、西安西电开关电气有限公司、国网重庆市电力公司电力科学研究院、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网宁夏电力有限公司电力科学研究院、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、国网河南省电力公司电力科学研究院、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、国网上海市电力公司电力科学研究院、威卡国际贸易（上海）有限公司、上海上芑电气有限公司、国网冀北电力有限公司。

本文件主要起草人：李志刚、蔡巍、颜湘莲、张力、金海勇、杨卫东、王建西、姚强、明菊兰、倪辉、庞先海、付海金、李大斌、邓先钦、赵丹、王金胜、秦逸帆、郑一博、卢毅、孙云生、马鑫晟。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2012年首次发布为 DL/T 259—2012；
- 本次为第一次修订。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

六氟化硫气体密度继电器校验规程

1 范围

本文件规定了压力式六氟化硫（SF₆）气体密度继电器（以下简称“密度继电器”）的通用技术要求、计量性能要求、校验条件、校验方法、校验周期及项目。

本文件适用于新制造、使用中和检修后的弹簧管或波纹管压力式密度继电器的现场校验及实验室校验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 11287 电气继电器 第21部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1篇：振动试验（正弦）

GB/T 22065 压力式六氟化硫气体密度控制器

DL/T 393 输变电设备状态检修试验规程

JB/T 5528 压力表标度及分划

T/CEC 414 压力式六氟化硫气体密度控制器现场校准规范

3 术语和定义

DL/T 393 和 T/CEC 414 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

额定压力 rated pressure

在标准大气压及环境温度 20℃时，设备投入运行前或补气时，按要求给设备气室充入 SF₆ 气体的压力。

3.2

报警压力 alarm pressure

在环境温度 20℃时，设备气室内 SF₆ 气体压力降低至某一设定值，发出报警信号的压力。

3.3

闭锁压力 atresia pressure

在环境温度 20℃时，设备气室内 SF₆ 气体压力降低至某一设定值，发出闭锁信号的压力。

3.4

过压报警压力 overpressure alarm pressure

在环境温度 20℃时，设备气室内 SF₆ 气体压力升高至某一设定值，发出报警信号的压力。

3.5

绝对压力型密度继电器 absolute pressure type density relay

以绝对真空为基准压力的气体密度继电器。

3.6

相对压力型密度继电器 **relative pressure type density relay**

以环境大气压为基准压力的气体密度继电器。

3.7

设定点偏差 **setpoint deviation**

设定值与密度继电器信号切换时实际压力的差值。

[来源：T/CEC 414—2020，3.8，有修改]

3.8

切换差 **switching deviation**

对同一设定值，密度继电器信号接通与断开时的实际压力值之差。

[来源：T/CEC 414—2020，3.9，有修改]

4 通用技术要求

4.1 正常工作条件

4.1.1 环境温度

正常工作环境温度为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

注：以上正常工作环境温度范围可根据实际运行条件，由供需双方协议确定。如北方寒冷地区可选用 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围，南方相对温暖地区可选用 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围。

4.1.2 相对湿度

相对湿度不大于95%。

4.2 参比工作条件

参比工作条件如下：

- a) 环境温度： $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 密度继电器处于正常工作位置；
- c) 压力变化均匀；
- d) 检测装置的温度探头与被检密度继电器之间温度应保持一致。

4.3 外观

4.3.1 密度继电器应标明所测介质为 SF_6 气体。

4.3.2 密度继电器各部件应装配牢固，无松动现象，不应有影响计量性能的锈蚀、裂纹、孔洞等缺陷。

4.3.3 新制造的密度继电器涂层应均匀光洁。

4.3.4 输出触点端子应能牢固的与外部接线。

4.3.5 充注防震油的密度继电器，其内部的防震油应清澈透明、无杂质，无渗漏现象，充油高度应位于表壳中心上方 $0.25D\sim 0.30D$ ，标度、标识等应清晰、正确、完整。

注：D为表壳公称直径。

4.3.6 密度继电器上一般应有如下标志：

- a) 制造单位或商标；
- b) 计量单位和数字；

- c) 准确度等级或最大允许误差;
- d) 额定压力;
- e) 触点端子号及动作值;
- f) 型号与出厂编号;
- g) 适用温度范围。

4.3.7 表盘玻璃应无色透明, 不应有妨碍读数的缺陷或损伤。

4.3.8 分度盘应平整光洁, 各标志应清晰可辨。表盘分度标尺应符合 JB/T 5528 的规定。

4.3.9 密度继电器的指针应伸入所有分度线内, 其指针指示端宽度不应大于最小分度的 1/5。指针与分度盘平面的距离应在 1 mm~3 mm 范围内。

4.4 零位

4.4.1 刻度从某一正值开始并带有止销的密度继电器, 在无压力工况下, 当环境温度为 20 ℃, 大气压力为标准大气压时, 在升压校验前和降压校验后, 其指针应靠在限制钉上。具体的参考零位与温度、大气压的关系, 可参考该密度继电器的使用说明书。

4.4.2 刻度从最低压力值开始的密度继电器, 在无压力工况下, 在升压校验前和降压校验后, 其指针零位误差应符合下列要求:

- a) 绝对压力型密度继电器: 当环境温度为 20 ℃时, 指针应指在当地大气压力值; 当环境温度高于 20 ℃时, 指针应指在当地大气压偏下的位置; 当环境温度低于 20 ℃时, 指针应指在当地大气压偏上的位置。
- b) 相对压力型密度继电器: 当环境温度为 20 ℃时, 指针应在零位分度线宽度范围内, 零位分度线宽度不应超过最大允许基本误差绝对值的两倍; 当环境温度高于 20 ℃时, 指针应指在零位偏下; 当环境温度低于 20 ℃时, 指针应指在零位偏上。

4.5 密封性能

密封性能用绝对漏气率表示, 其值不大于 $1 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

4.6 绝缘性能

4.6.1 在正常工作条件下, 各触点之间、触点与外壳之间的绝缘电阻不应小于 100 MΩ。

4.6.2 触点与外壳之间应能承受 2 kV 历时 1 min 的 45 Hz~60 Hz 的正弦电压, 试验中无击穿和闪络现象, 泄漏电流不应大于 0.5 mA。

4.7 触点电阻

密度继电器触点接通后的直流电阻值不应大于 1.5 Ω。

4.8 振动等级

密度继电器应能承受的振动等级为:

- a) 非抗振型: GB/T 11287 规定的 1 级;
- b) 抗振型: GB/T 11287 规定的 2 级。

4.9 冲击等级

密度继电器应能承受的冲击等级为:

- a) 非抗振型: 30g, 7 ms;
- b) 抗振型: 50g, 7 ms。

4.10 温度补偿性能

4.10.1 额定值的温度补偿

将密度继电器充入相应规定要求的 SF₆ 气体至额定压力，当密度继电器试验环境温度偏离 20 ℃ 时，其压力指示误差不应大于公式 (1) 和公式 (2) 规定的温度补偿误差限。

a) 当环境温度为 -20 ℃ ~ +60 ℃ 时，温度补偿误差限为

$$\Delta_1 = \pm (\delta + K_1 \Delta t) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Δ_1 —— 环境温度偏离 20 ℃ 时的温度补偿误差限，表示方法与基本误差相同，%；

δ —— 5.1 规定的允许误差绝对值，%；

Δt —— t_1 与 t_2 差值的绝对值，℃；

t_2 —— -20 ℃ ~ +60 ℃ 范围内的环境温度，℃；

t_1 —— 20 ℃；

K_1 —— 温度补偿系数，取 0.02%/℃。

b) 当环境温度低于 -20 ℃ 时，温度补偿误差限为

$$\Delta_2 = \pm (\Delta_{-20} + K_2 \Delta t') \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Δ_2 —— 环境温度低于 -20 ℃ 时的温度补偿误差限，表示方法与基本误差相同，%；

Δ_{-20} —— 环境温度为 -20 ℃ 时规定的温度补偿误差限，表示方法与基本误差相同，%；

$\Delta t'$ —— t_1' 与 t_2' 差值的绝对值，℃；

t_2' —— 低于 -20 ℃ 的环境温度，℃；

t_1' —— 20 ℃；

K_2 —— 温度补偿系数，取 0.05%/℃。

4.10.2 触点动作值的温度补偿

报警和闭锁动作值的温度补偿准确度等级或最大允许误差与额定值温度补偿相同，过压报警动作值的温度补偿准确度等级可由用户与制造厂协商确定。对于无刻度继电器，信号触点动作值及区域分界点的准确度等级或最大允许误差应符合温度补偿要求。

4.11 指针偏转平稳性能

在测量范围内，指针偏转应平稳，无明显跳动和卡涩现象；但压力上升时，指针经过低压闭锁和低压报警触点时不做考核。

5 计量性能要求

5.1 准确度等级和允许误差

密度继电器的指示准确度等级和允许误差对照表见表 1。不属于表 1 所列准确度等级或制造厂有特殊规定的按制造厂标准准确度等级或允许误差执行。

5.2 示值误差

在额定压力下，示值误差不应大于 5.1 规定的允许误差。

表 1 密度继电器的指示准确度等级和允许误差对照表

准确度等级	允许误差 ^a		
	零位	闭锁压力以下第一检验点~额定压力 以上第一检验点(含额定压力点)	其余部分
1.0	±1.0%	±1.0%	±1.6%
1.6	±1.6%	±1.6%	±2.5%
注:信号触点动作值的准确度等级一般等同于指示准确度等级。制造厂有特殊规定的按制造厂标称准确度等级或允许误差执行。直接用实际误差数值来表示的按照实际误差数值执行。			
^a 以量程百分比计算。			

5.3 回程误差

在额定压力下,回程误差不应大于 5.1 规定的允许误差。

5.4 轻敲位移

轻敲表壳使指针能自由摆动后,指针示值变动量不应大于 5.1 规定的允许误差绝对值的 1/2。

5.5 设定点偏差

设定点偏差应在表 2 规定的范围内。设定点在额定压力以下,工作状态方向为压力下降,其压力下降设定点偏差应在表 2 规定的范围内,相反方向的设定点偏差可不考量,满足切换差即可;设定点在额定压力以上,工作状态方向为压力上升,其压力上升设定点偏差应在表 2 规定的范围内,相反方向的设定点偏差可不考量,满足切换差即可。

表 2 设定点偏差

准确度等级	设定点偏差的允许值(以量程的%计算)
1.0	±1.0
1.6	±1.6

5.6 切换差

切换差不应超过量程的 3%。

6 校验条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度应为标准器及密度继电器正常工作所要求的温度。标准器及密度继电器不应受阳光直接照射,且无较强热源影响。环境温度应稳定,现场校验时更应避免温度波动较大的时段。

6.1.2 环境相对湿度不大于 85%。

6.1.3 环境压力为大气压。

6.1.4 密度继电器应在校验环境下至少已工作或静置 3 h。

6.2 标准器

6.2.1 标准器的允许误差绝对值不应大于被检密度继电器允许误差绝对值的 1/4。

6.2.2 可供选用的标准器包括:

- a) 经校验合格的密度继电器校验仪;
- b) 其他符合标准器误差要求及现场校验特殊要求的压力计量标准器。

6.2.3 可供选用的辅助设备包括:

- a) 绝缘电阻表: 额定电压 500 V, 准确度等级不低于 10 级;
- b) 工频耐压测试仪: 输出电压不小于 2 kV, 准确度等级不低于 5 级;
- c) SF₆ 气体检漏仪: 灵敏度不低于 10⁻⁶;
- d) 测温装置: 最大允许误差不超过 ±1 ℃;
- e) 数字万用表或电阻测量装置: 最大允许误差不超过 ±0.1 Ω;
- f) 高低恒温试验箱: -50 ℃~+80 ℃, 温场波动性不大于 1 ℃, 温场均匀性不大于 1 ℃;
- g) 大气压力表: 测量范围为 80 kPa~110 kPa, 分辨力优于 0.1 kPa。

6.2.4 标准器对密度继电器的触点动作值或切换差的测试电压不低于 24 V, 即在试验时, 在信号触点相应端子之间施加不低于 24 V 的电压。

6.2.5 在对密度继电器加压或降压时应缓慢地增加或减小负荷。测量信号触点动作值时, 接近动作值时负荷变化速度每秒不应大于量程的 5%, 至信号切换为止。

6.3 校验前的准备工作

6.3.1 对使用中的密度继电器进行校验, 相应的电气设备必须停止运行, 并切断与密度继电器相连的控制电源。对于密度继电器和电气设备本体之间有隔离阀门且密度继电器侧气路带有校验口的设备, 可关闭隔离阀门, 在校验口处连接标准器进行校验; 其他情况下, 应卸下密度继电器进行校验。注意密度继电器与设备本体的连接方式, 防止漏气。

6.3.2 现场校验密度继电器时, 原则上可在容易接线的任何地方引出触点信号线。例如, 直接在密度继电器上拆除各组信号触点原输出线并引出校验用信号线, 或在接线柜的端子排上接线。在后一种情况下, 控制系统的内部连线应从端子排上断开, 以防二次回路和采样信号线构成回路, 影响校验。

6.3.3 温度计或校验仪测温探头应靠近密度继电器, 并与密度继电器一起进行温度平衡。温度平衡时间以标准器和密度继电器两者之间的温差小于 1.5 ℃ 为准, 一般不小于 0.5 h。

6.4 校验用工作介质

6.4.1 将被检密度继电器从 SF₆ 设备上取下进行校验, 可使用清洁干燥的空气或干燥、无毒、无害和化学性能稳定的气体, 如氮气等。

6.4.2 不脱离 SF₆ 设备校验密度继电器, 宜使用纯度不小于 99.9% (质量分数) 的 SF₆ 气体。

7 校验方法

7.1 校验流程

检验流程按照附录 A 进行, 校验记录格式见附录 B。

7.2 外观

用目力观测, 应符合 4.3 的规定。

7.3 零位

用目力观测, 应符合 4.4 的规定。

7.4 示值误差、回程误差和轻敲位移校验

7.4.1 密度继电器的示值应按分度值的 1/5 估读。

7.4.2 校验时逐渐平稳地升压，当示值达到测量上限后，保持 3 min，然后平稳地降压回检。对于额定压力点，记录密度继电器在升压校验时轻敲表壳前的示值 p_{a1} 、轻敲表壳后的示值 p_{a2} ，降压校验时轻敲表壳前的示值 p_{d1} 、轻敲表壳后的示值 p_{d2} ，以及标准器的示值 p_s 。

7.4.3 示值误差校验只对额定压力点进行。在升压和降压校验时，轻敲表壳前、后的示值与标准器示值之差 Δp 应符合 5.2 的要求。密度继电器示值误差 Δp 为 Δp_{a1} 、 Δp_{a2} 、 Δp_{d1} 和 Δp_{d2} 中绝对值最大者。 Δp_{a1} 、 Δp_{a2} 、 Δp_{d1} 和 Δp_{d2} 的计算见公式 (3)～公式 (6)。

$$\Delta p_{a1} = p_{a1} - p_s \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\Delta p_{a2} = p_{a2} - p_s \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta p_{d1} = p_{d1} - p_s \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\Delta p_{d2} = p_{d2} - p_s \quad \dots\dots\dots (6)$$

7.4.4 回程误差校验只在额定压力点进行，与示值误差校验同步进行。在升压和降压校验时，轻敲表壳后示值之差 Δr 应符合 5.3 的要求。 Δr 的计算见公式 (7)。

$$\Delta r = |p_{d2} - p_{a2}| \quad \dots\dots\dots (7)$$

7.4.5 轻敲位移校验只在额定压力点进行，与示值误差校验同步进行。在升压和降压校验时，轻敲表壳后引起的示值变动量 Δs 应符合 5.4 的要求。密度继电器的轻敲位移 Δs 为 Δs_u 和 Δs_d 中较大者。 Δs_u 和 Δs_d 的计算见公式 (8) 和公式 (9)。

$$\Delta s_u = |p_{a2} - p_{a1}| \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\Delta s_d = |p_{d2} - p_{d1}| \quad \dots\dots\dots (9)$$

7.4.6 在示值误差校验过程中，用目力观测指针的偏转，应符合 4.11 的要求。

7.5 触点动作值误差、切换差试验

7.5.1 按照 6.2.4 的要求，对每一组触点应在升压和降压两种状态下分别测量其可靠接通和断开时的压力值。

7.5.2 按照 6.2.5 的要求，平稳缓慢地升压或降压，直到触点发生切换为止。同时在标准器上读取触点切换瞬间的压力值。

7.5.3 分别记录低压报警和低压闭锁触点在降压过程中、过压报警触点在升压过程中触点发生切换时的实际压力值，将该压力值换算得到其 20℃ 的触点动作值，并与对应的低压报警压力、低压闭锁压力、过压报警压力的设定值进行比较，计算其触点动作值误差。其设定点偏差应符合 5.5 的规定。压力换算方法见附录 C，SF₆ 气体状态方程见附录 D。

7.5.4 分别记录过压报警触点在降压过程中、低压报警和低压闭锁触点在升压过程中触点发生复位时的实际压力值，将该复位压力值换算得到其 20℃ 的触点复位值，触点复位值与触点动作值之差，即为切换差，其切换差应符合 5.6 的规定。压力换算方法见附录 C，SF₆ 气体状态方程见附录 D。

7.6 绝缘性能试验

7.6.1 绝缘电阻

使用直流工作电压为 500 V 的绝缘电阻表测量各触点之间、触点与外壳之间的绝缘电阻，应满足 4.6.1 的要求。

7.6.2 工频耐压

使用工频耐压测试仪或绝缘电阻测试仪测量触点与外壳之间的绝缘强度，应满足 4.6.2 的要求。

7.7 触点电阻试验

当密度继电器输出触点接通时，使用数字万用表测量各组输出触点两端间的直流电阻值，其结果应符合 4.7 的要求。

7.8 密封性能试验

按照 GB/T 22065 的相关规定执行，应符合本文件 4.5 的规定。

7.9 耐振动试验

密度继电器充入 SF₆ 气体至额定值，按 4.8 规定的振动等级及 GB/T 2423.10 规定的试验方法进行，试验后按 7.2~7.4 进行检验，应符合 4.4 和第 5 章的规定。

7.10 耐冲击试验

密度继电器充入 SF₆ 气体至额定值，按 4.9 规定的冲击等级，进行脉冲持续时间为 7 ms，脉冲分别按 X、Y、Z 三个方向各 30 次的冲击试验，试验中密度继电器的触点没有误动作发生。试验后按 7.2~7.4 进行检验，应符合 4.4 和第 5 章的规定。

7.11 温度补偿性能试验

7.11.1 额定值的温度补偿试验

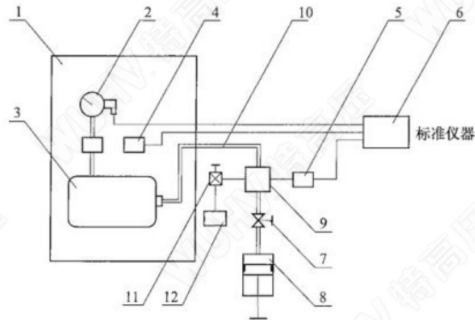
将密度继电器连接在密封气室上，在参比温度下放置 2 h 后（表壳内充油的密度继电器应放置 3 h 后），使密度继电器压力达到额定压力。将密度继电器与密封气室放入恒温试验箱内，按“+20℃~温度下限~+20℃~温度上限~+20℃”的温度点和顺序做温度补偿试验，温度以 0.5℃/min 缓慢变化，在每一温度点上保温 2 h，使密度继电器与密封气室内 SF₆ 气体温度一致，在保温结束前 2 min，记录仪表指示值，分别计算温度上、下限指示值与+20℃指示值的差值，其误差应符合 4.10 的规定。

7.11.2 触点动作值的温度补偿试验

试验方法有以下两种，其中动态检验法一般作为仲裁方法。

a) 动态检验法如图 1 所示，按下列步骤进行：

- 1) 将密度继电器密封安装在密封气室上，然后一起放置在恒温试验箱中。连接气管一端密封焊接在密封气室上，另一端密封连接在恒温试验箱外面的四通接头上。高精度压力传感器密封连接在四通接头上，压力调节器通过阀门 A 与四通接头密封连通，充气口通过阀门 B 与四通接头密封连通。应确保整个试验系统可靠密封。密度继电器的触点通过连接线与测试校验仪（标准仪器）相连接，高精度压力传感器和高精度温度传感器与测试校验仪相连接。
- 2) 在密封气室中充入足量的对应试验气体；设置恒温试验箱温度至密度继电器工作温度的上（下）限值 t ，恒温保持 4 h。
- 3) 开启阀门 A，缓慢调节压力调节器。在测量信号触点动作值时，接近动作值时压力变化速度每秒不应大于量程的 5%，至信号切换后立即关闭阀门 A。
- 4) 将恒温试验箱温度调节到 20℃，恒温 4 h 左右，记录密度继电器的压力值，该压力值即为信号触点在对应设置测试温度 t 时的触点动作值。被检密度继电器的信号触点动作值的准确度等级或最大允许误差都应符合 4.10 的规定。



标序号说明:

- 1 —— 恒温试验箱;
- 2 —— 密度继电器;
- 3 —— 密封气室;
- 4 —— 高精度温度传感器;
- 5 —— 高精度压力传感器;
- 6 —— 标准仪器;
- 7 —— 阀门 A;
- 8 —— 压力调节器;
- 9 —— 四通接头;
- 10 —— 连接气管;
- 11 —— 阀门 B;
- 12 —— 充气口。

图 1 温度补偿试验接线示意图

- b) 密度继电器全温度检验台法: 将被检密度继电器置于恒温试验箱中, 设置恒温试验箱温度至密度继电器工作温度的上(下)限值 t , 恒温保持 3 h; 利用密度继电器全温度检验台对温度 t 下的密度继电器进行校验, 计算公式见附录 D, 进而得到 20 ℃ 时的触点动作值。被检密度继电器的信号触点动作值的准确度等级或最大允许误差都应符合 4.10 的规定。
- c) 对于进行海拔修正的相对压力型继电器, 在试验时, 应结合其海拔修正值进行试验。

8 校验周期及项目

8.1 校验周期

8.1.1 为获取密度继电器的运行状况, 及时发现密度继电器的隐患, 定期进行的现场停电试验为例行试验; 例行试验发现问题, 或密度继电器经受不良工况, 或存在异常, 或受家族缺陷警示时, 为进一步评估密度继电器状况而进行的试验为诊断性试验。

8.1.2 新制造并附有出厂检验合格证及正常使用中的密度继电器可按例行试验项目进行校验。修理后的密度继电器在使用前应按诊断性试验项目进行校验。对于使用中发现问题或怀疑有故障但例行试验合格的密度继电器, 应进行诊断性试验, 以判定密度继电器是否可用。

8.1.3 使用中的密度继电器按 DL/T 393 规定的周期校验。

8.1.4 制造厂有特殊规定的按制造厂规定执行。

8.2 校验项目

密度继电器校验项目见表 3。

表 3 密度继电器校验项目

校验项目	校验类别		标准
	诊断性试验	例行试验	
外观及零位	√	√	符合 4.3 和 4.4 的规定
示值误差、回程误差和轻敲位移	√	√	符合 5.2、5.3 和 5.4 的规定
设定点偏差、切换差	√	√	符合 5.5 和 5.6 的规定
绝缘电阻	√	√	符合 4.6.1 的规定
工频耐压	√	×	符合 4.6.2 的规定
温度补偿性能 ^a	√	×	符合 4.10 的规定
触点电阻	√	√	符合 4.7 的规定
密封性能	√	×	符合 4.5 的规定
耐振动试验	√	×	符合 4.8 的规定
耐冲击试验	√	×	符合 4.9 的规定
注：“√”表示应进行校验的项目；“×”表示可不校验的项目。			
^a “触点动作值的温度补偿”可按照 30%抽检，若存在不合格，则进行全检，从中选取合格产品择优使用。			

附录 A
(规范性)
密度继电器校验流程

密度继电器校验流程如图 A.1 所示。

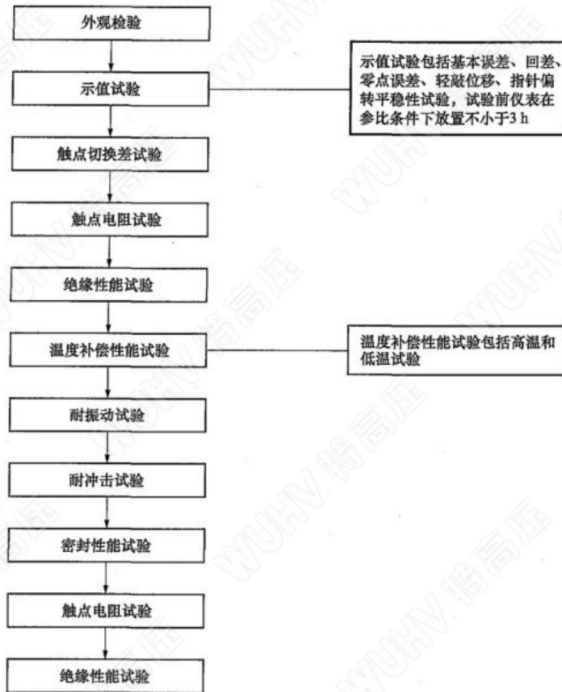


图 A.1 密度继电器校验流程

附录 B
(资料性)
校验记录格式

校验记录格式见表 B.1。

表 B.1 校验记录格式

报告编号		送检单位		运行编号		
样品测量范围		样品制造厂		样品出厂编号		
样品准确度等级		校验仪名称		校验仪准确度等级		
校验仪编号		校验仪有效期		校验仪测量范围		
校验日期		温度 (°C)		相对湿度 (%)		
1. 外观及零位检查		<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格				
2. 额定压力值误差、回程误差和轻敲位移 (MPa)						
校验仪示值	轻敲后密度继电器示值		轻敲位移		额定压力值误差	回程误差
	升压	降压	升压	降压		
3. 设定值偏差、切换差 (MPa)						
设定点名称	设定值	触点动作值		设定值偏差	切换差	
		降压	升压			
4. 触点电阻测量 (Ω)						
设定点名称			电阻值			
5. 绝缘性能						
绝缘电阻 (M Ω)						
工频耐压		<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格				
6. 密封试验		绝对漏气率为: Pa \cdot m ³ /s				
7. 温度补偿性能 (MPa)						
额定压力值	+20 °C	温度下限	+20 °C	温度上限	+20 °C	额定压力值误差

表 B.1 (续)

设定点名称	触点设定值	温度下限		温度上限		设定值偏差	切换差
		升压	降压	升压	降压		
8. 耐振动试验		<input type="checkbox"/> 合格		<input type="checkbox"/> 不合格			
9. 耐冲击试验		<input type="checkbox"/> 合格		<input type="checkbox"/> 不合格			
校验员：		核验员：					

附录 C

(资料性)

压力换算方法

C.1 校验时，应从标准器上读取 SF₆ 气体 20℃ 时的压力值，或根据 SF₆ 气体状态方程或状态参数曲线换算成 20℃ 时的压力。

C.2 根据所校验密度继电器的类型（绝对压力型和相对压力型）以及测量用的压力标准器的类型，将标准器的示值换算为与被检密度继电器同一基准压力的数值，才能与密度继电器的标称值进行比较。

C.3 原则上的换算步骤如下：标准器的示值→绝对压力值→20℃ 时的绝对压力值→与被检密度继电器同一基准压力的数值。具体换算方法见表 C.1。按表 C.1 换算后的数值再与密度继电器的示值和触点设定值做比较。

表 C.1 压力换算方法

密度继电器	压力标准器	
	绝对压力型	相对压力型
绝对压力型	标准器的示值换算为 20℃ 时的数值	标准器的示值加上环境大气压再换算为 20℃ 时的数值
相对压力型	标准器的示值减去环境大气压，再加上标准大气压，换算为 20℃ 时的数值后再减去标准大气压	标准器的示值加上标准大气压，换算为 20℃ 时的数值后再减去标准大气压

附录 D

(资料性)

SF₆ 气体状态方程

Beattie-Bridgman 方程如公式 (D.1) 所示。

$$\begin{aligned}
 p &= (RTB - A)d^2 + RTd \\
 A &= 73.882 \times 10^{-5} - 5.132105 \times 10^{-7} d \dots\dots\dots (D.1) \\
 B &= 2.50695 \times 10^{-3} - 2.12283 \times 10^{-6} d \\
 R &= 56.9502 \times 10^{-5}
 \end{aligned}$$

式中：

p —— 绝对压力，×0.1 MPa；

d —— 密度，kg/m³；

T —— 温度，K。

