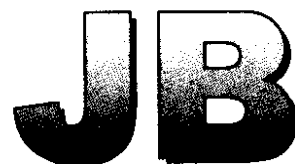


ICS 17.100

J 11

备案号: 24648—2008



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10892—2008

---

## 电子式六氟化硫密度变送器

Electrical SF<sub>6</sub> gas density transmitters

2008-06-04 发布

2008-11-01 实施

---

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类与命名 .....	2
4.1 分类 .....	2
4.2 命名 .....	3
5 基本参数 .....	3
5.1 工作条件 .....	3
5.2 测量范围 .....	3
5.3 电源电压 .....	3
5.4 输出 .....	3
6 技术要求 .....	3
6.1 外观 .....	3
6.2 准确度 .....	4
6.3 绝缘电阻 .....	4
6.4 绝缘强度 .....	4
6.5 外壳防护 .....	4
6.6 振动 .....	4
6.7 连续加压通电试验 .....	4
6.8 电磁兼容要求 .....	4
6.9 密封 .....	4
7 试验方法 .....	4
7.1 试验条件 .....	4
7.2 外观 .....	5
7.3 与准确度有关的技术指标 .....	5
7.4 绝缘电阻 .....	5
7.5 绝缘强度 .....	5
7.6 外壳防护 .....	5
7.7 振动 .....	5
7.8 连续加压通电试验 .....	5
7.9 电磁兼容试验 .....	5
7.10 密封 .....	6
8 检验规则 .....	6
8.1 出厂检验 .....	6
8.2 型式检验 .....	6
9 标志、包装、运输和贮存 .....	7
9.1 标志 .....	7

9.2 包装 .....	7
9.3 运输 .....	7
9.4 贮存 .....	7
图 1 SF <sub>6</sub> 气体压力-温度曲线 .....	2
表 1 与准确度等级有关的技术指标 .....	4
表 2 检验项目和检验顺序 .....	6

## 前 言

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由机械工业仪器仪表元器件标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：沈阳仪表科学研究所、国家仪器仪表元器件质量监督检验中心。

本标准主要起草人：李振波、徐秋玲、李延夫、吴秉海、张卫、郑殿忠。

本标准首次发布。

# 电子式六氟化硫密度变送器

## 1 范围

本标准规定了电子式六氟化硫（SF<sub>6</sub>）密度变送器（以下简称密度变送器）的分类与命名、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于高压开关用保护气体六氟化硫的密度检测所采用的电子式密度变送器。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2829—2002 周期检查计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB 4208—1993 外壳防护等级（IP代码）（eqv IEC 529: 1989）

GB 9969.1—1998 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13264—1991 不合格品率的小批计数抽样检查程序及抽样表

GB/T 14436—1993 工业产品保证文件 总则

GB/T 15464—1995 仪器仪表包装通用技术条件

GB/T 17614.1—1998 工业过程控制系统用变送器 第1部分：性能评定方法（idt IEC 60770: 1984）

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验（idt IEC 61000-4-2: 2001）

GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验（idt IEC 61000-4-3: 2002）

GB/T 17626.4—1998 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验（idt IEC 61000-4-4: 1995）

GB/T 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验（idt IEC 61000-4-5: 1995）

JB/T 8622—1997 工业铂热电阻技术条件及分度表

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

六氟化硫气体的密度 density of the SF<sub>6</sub> gas

理想气体的状态方程：

$$p = \gamma RT \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$p$ ——气体压力，单位为MPa；

$\gamma$ ——气体密度，单位为kg/m<sup>3</sup>；

$R$ ——气体常数，单位为J/(kg·K)，SF<sub>6</sub>为56.2J/(kg·K)；

$T$ ——气体的热力学温度，单位为K。

六氟化硫气体状态参数可采用Beattie-Bridgman公式表示：

$$p = 56.2\gamma T(1+B) - \gamma^2 A \dots\dots\dots (2)$$

$$A = 74.9(1 - 0.727 \times 10^{-3} \gamma)$$

$$B = 2.51 \times 10^{-3} \gamma(1 - 0.846 \times 10^{-3} \gamma)$$

根据公式(2)，当气体密度 $\gamma$ 不同时，可得到六氟化硫气体压力与温度按不同的斜率成线性变化的关系，算出的气体压力-温度曲线族如图1所示。同样，通过气体的压力-温度曲线也可以得到气体的密度值。在线监控六氟化硫气体的密度，是通过测试六氟化硫气体的压力和温度值，再换算为标准温度(20℃)时的压力值，实现对六氟化硫气体的密度监控。

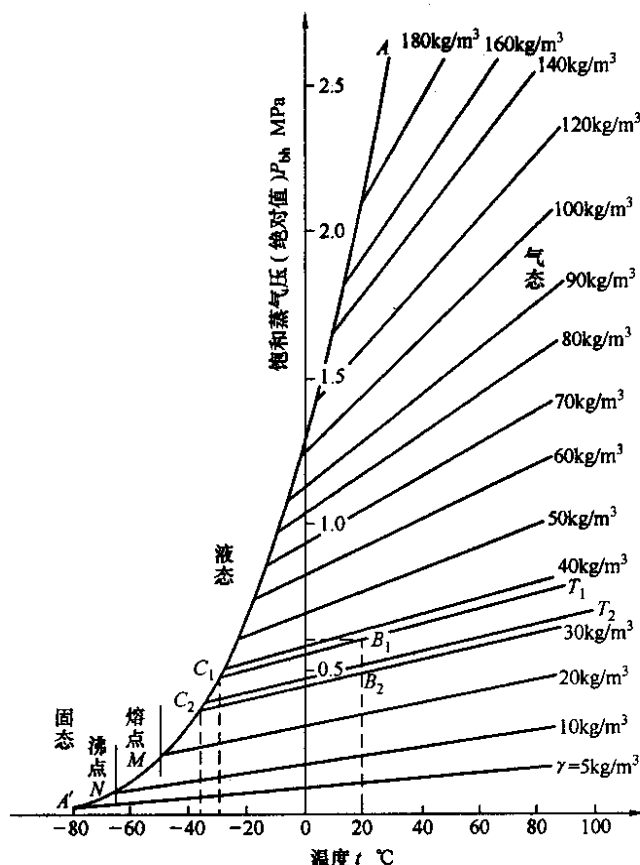


图1 SF<sub>6</sub>气体压力-温度曲线

图1的用法：找出相应压力与温度的坐标点，画出密度曲线，每一条密度曲线是一个确定的值，与纵坐标的读数无关。气体温度变化时，压力值沿密度曲线变化；图1中AM曲线右侧为气态区，密度曲线与此线的交点坐标即为出现液态时的 $p$ 、 $T$ 参数。当使用公式计算时，使用的压力 $p$ 应为绝对压力，使用的温度 $T$ 应为六氟化硫气体本身的温度 $t$ ，而不是环境温度，温度应换算为绝对温度 $T = t + 273.15K$ 。

3.2

六氟化硫密度变送器 SF<sub>6</sub> gas density transmitters

六氟化硫密度变送器是安装在盛装六氟化硫气体的容器内，具有压力和温度测量功能，可输出六氟化硫气体密度信号的变送器。

4 分类与命名

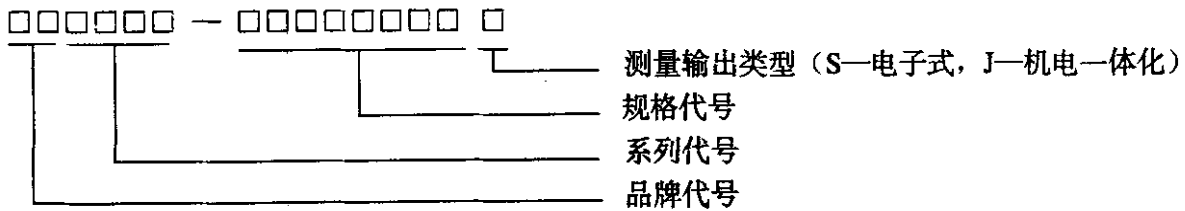
4.1 分类

按不同测量输出类型，密度变送器分为：

- a) 单一电子式：只输出电信号；
- b) 机电一体化式：既有电信号输出，同时具有报警和闭锁的接点输出功能。

## 4.2 命名

密度变送器型号按以下标记命名：



## 5 基本参数

### 5.1 工作条件

环境温度优先从下列数据中选取： $-30^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$ 、 $-40^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度：5%~95% (25℃时)；

大气压力：86kPa~106kPa。

### 5.2 测量范围

密度变送器的测量范围推荐从下列数据中选取：

$-0.1\text{MPa}\sim0.5\text{MPa}$ 、 $-0.1\text{MPa}\sim0.7\text{MPa}$ 、 $-0.1\text{MPa}\sim0.9\text{MPa}$ 。

### 5.3 电源电压

推荐工作电压范围： $24\text{V}\pm 12\text{VDC}$ 。

### 5.4 输出

#### 5.4.1 输出形式

单一电子式密度变送器的输出分为模拟输出、数字输出两种输出形式；

机电一体化密度变送器的输出分为模拟与报警和闭锁的接点混合输出、数字与报警和闭锁的接点混合输出两种输出形式。

#### 5.4.2 模拟输出

密度变送器模拟输出形式推荐为分别输出压力、温度两路4mA~20mA直流电流信号和直接输出密度信号两种形式。

#### 5.4.3 数字输出

密度变送器的输出信号为数字信号，包含密度、压力、温度三种输出信号。数字信号采用总线输出形式，如：RS485输出形式、符合PROFIBUS总线协议要求的输出形式、符合FF总线协议要求的输出形式以及其他形式的现场总线输出形式等。

#### 5.4.4 混合输出

适用于机电一体化密度变送器。其中机械式仪表输出触点信号，信号处理部分输出模拟信号或数字信号。

## 6 技术要求

### 6.1 外观

密度变送器外观应符合下列要求：

- 壳体表面光洁、完好、无划痕及其他损伤；
- 产品铭牌、标牌等完整，并牢固地固定在外壳上；
- 机电一体化密度变送器表盘上注明被测介质 $\text{SF}_6$ 气体的名称，指针表盘标记与目前高压开关现场常用的六氟化硫密度继电器表盘标记相同；

d) 所有零件焊接处质量良好，外观光亮，无金属堆积。

## 6.2 准确度

密度变送器的准确度由压力传感器的准确度和温度传感器的准确度决定，其相应的准确度与压力、温度准确度的对应关系见表1。

表 1 与准确度等级有关的技术指标

项 目	准确度等级			
	0.1	0.25	0.5	1.0
压力传感器准确度	≤0.075%FS	≤0.15%FS	≤0.30%FS	≤0.75%FS
温度传感器准确度	≤0.075%FS	≤0.15%FS	≤0.30%FS	≤0.75%FS

## 6.3 绝缘电阻

密度变送器电源端子与壳体、输出端子与壳体的绝缘电阻应不小于100MΩ。

## 6.4 绝缘强度

密度变送器电源端子与壳体、输出端子与壳体之间承受频率为50Hz，波形为正弦波，电压为2000V的耐压试验，历时1min，应无飞弧和击穿现象。

## 6.5 外壳防护

防护等级应符合GB 4208—1993外壳防护等级（IP代码）的规定，优先从下列数据中选取：IP55，IP65，IP67。

## 6.6 振动

密度变送器应能承受定频分别为100Hz、120Hz，加速度 $20\text{m/s}^2$ 三个互相垂直方向各20min的试验，试验后检测密度变送器的准确度指标，应满足相应等级要求。

## 6.7 连续加压通电试验

产品完成调试后，出厂前应进行测量范围上限的加压通电试验，常温48h或温度为40℃时的24h连续通电。试验结束后检测密度变送器的准确度，应满足相应等级要求。

## 6.8 电磁兼容要求

### 6.8.1 原则

密度变送器应能够耐受以下电磁兼容试验，不会造成损坏，试验后检测密度变送器的准确度，应满足相应等级要求。

### 6.8.2 静电放电抗扰度试验

密度变送器应能承受GB/T 17626.2—2006中第5章所规定的试验等级为3的静电放电抗扰度试验。

### 6.8.3 射频电磁场抗扰度试验

密度变送器应能承受GB/T 17626.3—2006中第5章所规定的试验等级为3的射频电磁场抗扰度试验。

### 6.8.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

密度变送器应能承受GB/T 17626.4—1998中第5章所规定的试验等级为3的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。

### 6.8.5 浪涌（冲击）抗扰度试验

密度变送器应能承受GB/T 17626.5—1999中第5章所规定的试验等级为3的浪涌（冲击）抗扰度试验。

## 6.9 密封

密度变送器的泄漏率不大于 $10^{-9}\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

## 7 试验方法

### 7.1 试验条件

#### 7.1.1 一般试验条件

a) 环境温度：15℃～35℃；



- b) 相对湿度：不大于75%；
- c) 电源电压： $24 \times (1 \pm 1\%)$  V DC，波纹含量： $\leq 0.5\%$ ；
- d) 环境大气压：86kPa~106kPa。

### 7.1.2 仲裁试验的标准大气条件

- a) 温度： $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ；
- b) 相对湿度： $65\% \pm 10\%$ ；
- c) 电源电压： $24 \times (1 \pm 1\%)$  V DC，波纹含量： $\leq 0.5\%$ ；
- d) 环境大气压：86kPa~106kPa。

### 7.1.3 试验仪器与设备

试验仪器与设备由标准压力源、标准温场、激励电源和读数记录装置四部分组成。具体要求如下：

- a) 标准压力源的输出应为气体压力，其误差符合国家压力计量检定系统图量值传递的要求；其量程应为被测密度变送器满量程的150%；在整个量程范围内的压力输出应可调，压力输出也可以采用阶跃式调节，但阶跃的方式必须保证密度变送器在试验过程中不因过冲和扰动而引起滞后误差。
- b) 被试件与温度指示仪固定，标准温场应根据密度变送器环境温度范围而设定，温场中温度指示精度不低于被测密度变送器准确度的1/3。
- c) 激励电源按被测密度变送器要求，应选用精密稳压电源、稳流源、干电池或蓄电池、标准电阻箱。其稳定度误差应不超过被测密度变送器准确度的1/5。
- d) 读数记录装置按被测密度变送器的要求，应选用数字电压表、频率计、电流表。其精度不超过被测密度变送器准确度的1/5。
- e) 其他试验设备应按试验要求配备。

### 7.2 外观

采用目视检查，结果应符合6.1的要求。

### 7.3 与准确度有关的技术指标

与准确度有关的技术指标试验，压力传感器按GB/T 17614.1—1998中6.1规定的方法进行，温度传感器按JB/T 8622—1997中6.2规定的试验方法进行，结果应符合6.2的要求。

### 7.4 绝缘电阻

用500V绝缘电阻表或相应仪表，测量密度变送器的电源端子与壳体、输出端子与壳体之间的绝缘电阻，结果应符合6.3的要求。

### 7.5 绝缘强度

将密度变送器电源端子、输出端子分别接绝缘强度测试仪一端，壳体接另一端，50Hz试验电压，从零平稳升高到2000V，保持1min，结果应符合6.4的要求。

### 7.6 外壳防护

外壳防护检验按GB 4208—1993的规定进行试验。

### 7.7 振动

密度变送器在振动试验台上，不通电、不加压进行定频100Hz、120Hz，加速度 $20\text{m/s}^2$ 三个互相垂直方向各20min的试验，试验后检测密度变送器的准确度指标，结果应满足6.6的要求。

### 7.8 连续加压通电试验

对密度变送器施加测量范围的上限压力，进行常温48h或温度为 $40^\circ\text{C}$ 的24h的连续通电试验。试验结束后放置30min，通电30min后检测密度变送器的准确度，结果应满足6.7的要求。

### 7.9 电磁兼容试验

#### 7.9.1 静电放电抗扰度试验

按GB/T 17626.2—2006中第8章的规定进行试验。

7.9.2 射频电磁场抗扰度试验

按GB/T 17626.3—2006中第8章的规定进行试验。

7.9.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按GB/T 17626.4—1998中第8章的规定进行试验。

7.9.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

按GB/T 17626.5—1999中第8章的规定进行试验。

上述四项试验结束后，检测密度传感器的准确度，结果应满足6.8.1的要求。

7.10 密封

采用分辨率至少高于 $10^{-10}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 泄漏率的氮质谱检漏仪或同等精度的设备，检测密度传感器的密封性能，结果应满足6.9的要求。

8 检验规则

8.1 出厂检验

每台密度变送器必须经出厂检验，并由质检部门确认合格后方可出厂，并附带说明书和产品合格证。产品说明书应按GB 9969.1—1998规定；合格证应按GB/T 14436—1993规定。

出厂检验项目及检验顺序按表2规定进行。

8.2 型式检验

8.2.1 检验规定

新产品定型时；正常生产周期达三年；产品的结构、工艺、材料进行改进可能影响性能时；连续停产超过半年又恢复生产时，都应进行型式检验。

8.2.2 检验项目

型式检验项目及检验顺序按表2规定进行。

表2 检验项目和检验顺序

序号	检验项目	技术要求章条号	试验方法章条号	出厂检验	型式检验	检验项目不合格类型
1	外观	6.1	7.2	√	√	C
2	准确度	6.2	7.3	√	√	B
3	绝缘电阻	6.3	7.4	√	√	B
4	绝缘强度	6.4	7.5	—	√	B
5	外壳防护	6.5	7.6	—	√	C
6	振动	6.6	7.7	—	√	B
7	连续加压通电试验	6.7	7.8	√	√	C
8	电磁兼容要求	6.8	7.9	—	√	B
9	密封	6.9	7.10	√	√	B

注：√为检验项目，—为不检验项目。

8.2.3 抽样，合格判定

型式检验的抽样及判断按GB/T 2829—2002的规定，采用判别水平 I、一次抽样方案、不合格品数判断方法。对于B类不合格品，采用不合格质量水平RQL=20，判定数组 $A_c=1$ 、 $R_c=2$ 。对于C类不合格品，采用不合格质量水平RQL=30，判定数组 $A_c=2$ 、 $R_c=3$ 。对于有一个B类不合格品，一个C类不合格品的检验，也判定为合格。

判定数组样本共10支，由质量管理部门按随机方式抽取，生产部门提供的样品基数应大于15支。样品数量少于15支时，型式检验的抽样及判断按GB/T 13264—1991的规定。

8.2.4 对不合格判定的处理

检验结果被判定为不合格时，质检管理部门应组织相关人员分析造成不合格原因，对相应的同批产品提出处理意见，并敦促生产部门采取改进措施。改进后生产的首批产品应重新进行型式试验。检验项目为上一次型式检验判定不合格的项目，抽样和判别按8.2.3的规定。

## 9 标志、包装、运输和贮存

### 9.1 标志

9.1.1 在密度变送器外壳的适当位置应标明：

- a) 产品名称、型号；
- b) 量程范围；
- c) 生产日期与出厂编号；
- d) 生产单位及商标；
- e) 机电一体化表盘上标注六氟化硫气体名称。

9.1.2 在密度变送器的包装（盒）箱外表上应有运输标志，标明：

- a) 产品名称及型号规格；
- b) 收货单位；
- c) 发货单位；
- d) 注意标志。

### 9.2 包装

密度变送器包装应符合GB/T 15464—1995的规定。

随机文件：

- a) 装箱单；
- b) 产品合格证；
- c) 安装使用说明书；
- d) 其他相关文件资料。

### 9.3 运输

包装成箱的密度变送器允许采用各种运输工具运输。在运输中应轻拿轻放，避免碰撞和雪、雨淋湿。

### 9.4 贮存

密度变送器应存放在温度5℃~45℃，相对湿度不大于75%的通风环境内，空气中不得含有腐蚀性气体。