

中华人民共和国国家标准

GB/T 13980—2008
代替 GB/T 13980—1992

电离辐射密度计

Density gauges utilizing ionizing radiation

(IEC 60692:1999, Nuclear instrumentation—Density gauges
utilizing ionizing radiation—Definitions and test methods, NEQ)

2008-07-02 发布

2009-04-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 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

3.1 与设备有关的术语和定义 1

3.2 与时间响应有关的术语和定义 3

3.3 与测量和控制功能有关的定义 3

4 产品分类 7

4.1 按所采用辐射方式分 7

4.2 按测量头安装方式分 7

5 技术要求 7

5.1 通用要求 7

5.2 外观 8

5.3 基本性能 8

5.4 辐射源 8

5.5 密封要求 8

5.6 环境条件 8

5.7 安全要求 9

5.8 诊断特性..... 11

5.9 可靠性..... 11

6 试验方法..... 11

6.1 总则..... 11

6.2 外观检查..... 12

6.3 基本性能试验..... 12

6.4 辐射源试验..... 13

6.5 密封试验..... 13

6.6 环境试验..... 13

6.7 安全要求的试验..... 15

6.8 诊断特性..... 15

6.9 可靠性..... 15

7 检验规则..... 15

8 标志、包装、运输、贮存和随行文件 16

8.1 标志..... 16

8.2 包装..... 17

8.3 运输..... 17

8.4 贮存..... 17

8.5 随行文件..... 17

附录 A（资料性附录） IEC 60692 的部分试验方法 18

参考文献 20

图 1 典型密度测量结构的例子 2

图 2 线性度曲线 6

图 3 输出响应曲线 12

表 1 正常工作的大气环境条件 7

表 2 正常工作的供电电源及其变化范围 7

表 3 基本误差 8

表 4 影响量引起的示值变化 9

表 5 电磁环境条件试验结果等级 9

表 6 电气安全要求参数 10

表 7 辐射防护分级 10

表 8 试验的参考条件和标准试验条件 11

表 9 密度计检验项目一览表 15

前 言

本标准对应于 IEC 60692:1999《利用电离辐射的密度计 定义和试验方法》，与 IEC 60692:1999 一致性程度为非等效。

本标准代替 GB/T 13980—1992《电离辐射密度计》。

本标准与 GB/T 13980—1992 相比主要差异如下：

——规范性引用文件，引用合适标准的最新版本；

——术语和定义，按 IEC 60692:1999 的“定义”编写，并与 GB/T 7352 保持一致；

——技术要求：

- 调整技术要求项目的顺序，按外观、基本性能等要求顺序排列，并将正常工作的大气环境条件和供电电源条件与它们对密度计性能的影响分开表述(第 5 章)；
- 调整和补充部分技术要求的指标(第 5 章)；
- 正常工作的大气环境条件和供电电源条件按 IEC 60692:1999 的附录 A 分别划分为 I、II、III 三个组别和 1,2,3 三个级别(5.1.2)；
- 增加交流供电电源频率变化、电磁环境条件、抗振动、冲击和包装运输等环境适用性要求；
- 安全要求(包括电气安全和辐射安全)及其试验方法按 GB/T 19661—2005 编写，并给出具体参数(5.7)；
- 增加诊断特性和可靠性要求(5.8,5.9)；

——试验方法：

- 补充部分试验方法，例如电磁环境试验、放射源试验等，使之与技术要求一一对应；
- 改写部分试验方法，大多按 IEC 60692:1999 的“试验方法”编写，但气候环境试验和机械环境按 GB/T 8993—1998 编写，而电磁环境按 GB/T 11684—2003 编写；

——检验规则，补充检验分类，细化检验项目一览表(第 7 章)；

——增加随行文件的内容(第 8 章)；

——增加附录 A(资料性附录)，将本标准未采用的 IEC 60692:1999 的试验方法列入附录 A。

本标准的附录 A 是资料性附录。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核仪器仪表标准化技术委员会(SAC/TC 30)归口。

本标准起草单位：深圳市计量质量检测研究院、上海工业自动化仪表研究所、核工业标准化研究所。

本标准主要起草人：周迎春、李佳嘉、熊正隆、李名兆、蔡闻智、许晓蔚。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 13980—1992。

电 离 辐 射 密 度 计

1 范围

本标准规定了电离辐射密度计的产品分类,技术要求,试验方法,检验规则以及标志、包装、运输、贮存和随行文件。

本标准适用于利用电离辐射测量物质平均密度的电离辐射密度计(以下简称密度计)。

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 2423.23—1995 电工电子产品环境试验 试验 Q:密封

GB/T 3836.1 爆炸性环境用电气设备 第 1 部分:通用要求(GB/T 3836.1—2000,eqv IEC 60079-0:1998)

GB/T 3836.2 爆炸性气体环境用电气设备 第 2 部分:隔爆型“d”(GB/T 3836.2—2000,eqv IEC 60079-1:1990)

GB/T 3836.4 爆炸性气体环境用电气设备 第 4 部分:本质安全型“i”(GB/T 3836.4—2000,eqv IEC 60079-11:1999)

GB/T 4075—2003 密封放射源 一般要求和分级(ISO 2919:1999,MOD)

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

GB/T 8993—1998 核仪器环境条件与试验方法

GB/T 10257—2001 核仪器和核辐射探测器质量检验规则

GB/T 11684—2003 核仪器电磁环境条件与试验方法

GB 11806 放射性物质安全运输规程(GB 11806—2004,IAEA No. TS-R-1:1996/2003,IDT)

GB/T 15849 密封放射源的泄漏检验方法(GB/T 15849—1995,eqv ISO 9978:1992)

GB/T 17626(所有部分) 电磁兼容 试验和测量技术(idt IEC 61000-4)

GB/T 18271.3—2000 过程测量和控制装置 通用性能评定方法和程序 第 3 部分:影响量影响的试验(idt IEC 61298-3:1998)

GB/T 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB/T 19661.1—2005 核仪器及系统安全要求 第 1 部分:通用要求

GB/T 19661.2—2005 核仪器及系统安全要求 第 2 部分:辐射防护要求(IEC 60405:2003, Nuclear instrumentation—Constructional requirements and classification of radiometric gauges,MOD)

EJ/T 1059 核仪器产品包装通用技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 与设备有关的术语和定义

3.1.1

密度计 density gauge

带有电离辐射源,并设计成可以利用电离辐射衰减或反散射的变化,测量均匀物质或多种物质混合

物的平均密度的测量装置。

注：密度计可能包括测量并校正不良影响量的补偿传感器。

3.1.2

透射式密度计 **transmission density gauge**

利用穿透被测材料的电离辐射进行测量的密度计。

3.1.3

反散射式密度计 **back-scatter density gauge**

利用被测材料反散射的电离辐射进行测量的密度计。

3.1.4

质量流测量系统 **mass flow measurement system**

为测量悬浮固体的瞬时质量流量或总量，与流量测量装置相组合的密度计。

3.1.5

测量头 **measuring head**

由一个或多个辐射源和辐射探测器以及能用来测量和校正不良影响量影响的任何补偿传感器或装置一起组成的子部件。

注：辐射源可是密封放射源，或是能发出固定或可变能量 X 射线的辐射发生器。测量头可以由分立的源组件和探测器组件等组成，还可包括信号处理的电子设备。

3.1.6

电测量部件 **electronic measuring sub-assembly**

处理单元 **processing unit**

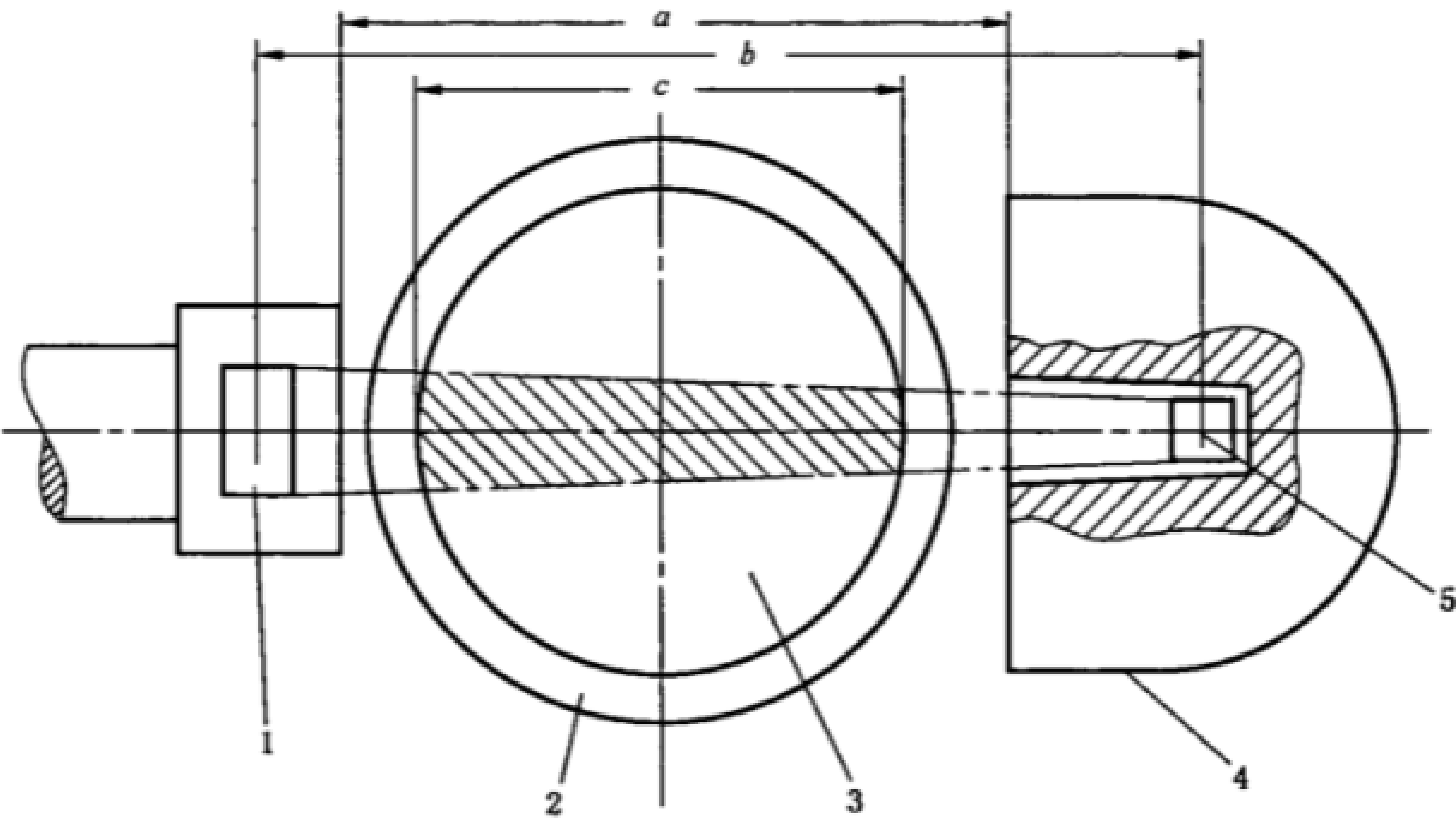
通过组合的电气和电子器件，用于处理测量头产生的电气量并为测量目的提供具有适宜值的电气量的部件。

注：电测量子部件通常称为主机。

3.1.7

透射式密度计的测量间距 **measuring gap for transmission density gauge**

置于被测材料两侧的源部件与探测部件相对面之间的最短距离(见图 1 的 *a*)。



- 1——探测器；
- 2——管道；
- 3——被测物质(材料)；
- 4——屏蔽；
- 5——辐射源。

图 1 典型密度测量结构的例子

3.1.8

反散射式密度计的测量间距 **measuring gap for backscattering density gauge**

从探测部件(或源部件)最靠近被测物质的面到被测物质最远表面(或基体物质表面)的最短距离。

注:术语“测量间距”有时用来描述其内完成测量的空间和自由体积。这个空间可能比上面描述的距离小。

3.1.9

总测量路径 **total measuring path**

放射源与探测器的实际中心之间的距离(见图1的b)。

3.1.10

有效测量路径 **effective measuring path**

被测辐照材料的长度(见图1的c)。该长度可以是被辐照管子或容器的内径。

3.2 与时间响应有关的术语和定义

3.2.1

平均建立时间(模拟信号) **mean setting time (analogue signals)**

从被测量发生规定的阶跃变化时起,到输出信号达到并保持在最终平均值 $\pm 2\sigma$ 的统计噪声带内所需的最短时间。

3.2.2

恢复时间 **recovery time**

当测量状态从测量间距内没有被测物质的状态阶跃到测量范围内一个指定值时起,到输出信号达到并保持在最终平均值 $\pm 2\sigma$ 的统计噪声带内所需的时间。

3.2.3

平均响应时间 **mean response time**

τ

从被测量发生阶跃变化时起,到输出信号第一次达到其最终平均值的规定百分数时止(适当考虑给出的信号统计特性)的平均时间。通常,阶跃变化的63.2%作为定义一倍时间常数的规定百分数。任何瞬时过冲量的大小宜予以指明。

3.2.4

采样时间(数字信号) **sampling time (digital signals)**

完成输入量信息收集并转换为单一数值过程的整个时间间隔。

3.2.5

采样率 **sampling rate**

被测量在单位时间内被采样的次数。

3.2.6

总积分时间 **overall integration time**

以指定方式完成被测量数字化并取平均(例如,线性平均或指数平均)所用的时间间隔(通常以采样时间表示)。这些数字值可表示被测量按时间的平均值。

3.2.7

平均建立时间(数字) **mean setting time (digital)**

从被测量发生规定的阶跃变化时起,到输出信号达到并保持在最终平均值 $\pm 2\sigma$ 的统计噪声带内所需的最短时间。该数字平均建立时间宜表示为采样时间的倍数。

3.3 与测量和控制功能有关的定义

3.3.1

准确度(静态) **accuracy (static)**

在参考条件下进行静态测量时,指示值与约定真值相符合的程度。

注:通常测量的是不精确度,并用它来表示精确度。

3.3.2

准确度(动态) accuracy (dynamic)

在正常工作环境条件下进行测量时,指示值与约定真值相符合的程度。

注:见准确度(静态)。

3.3.3

重复性 repeatability

在相同的工作条件下,由同一操作员在短时间内连续多次对同一样品值的输入进行测量,其结果的一致性程度。

注:通常测量的是非重复性,并用它来表示重复性。

3.3.4

再现性 reproducibility

复现性 reproducibility

在相同的工作条件下,可由不同的操作员在长时间内多次对相同的输入值进行测量,其结果的一致性程度。再现性也适用于在相同工作条件下,对相同的输入值进行校准时,用不同测量仪器测量输出,其结果的一致性程度。

注:通常测量的是非再现性,并用它来表示再现性。

3.3.5

外部噪声敏感度 external noise susceptibility

由于电磁或高能辐射源的外部噪声源的干扰所引起的示值误差。

注:外部噪声敏感度通常表示为主测量单位或实际测量值对规定的噪声源或能量和场强的百分数。

3.3.6

分辨力 resolution

能够观察或者检测的被测量的最小变化。应考虑信号的统计特性和采样技术的影响。宜校正信号过滤和数据测量时间对采样数据的影响。

3.3.7

额定范围 rated range

制造商对设备指定的测量、观察、提供或设置的量的范围。

3.3.8

有效范围 effective range

额定范围的一部分,在该范围内仪器能在指定的误差极限内完成测量。

注:为较充分表示仪器特性,有效范围可进一步细分。

3.3.9

量程 span

有效范围的上、下限值的代数差,或被测变量的上、下范围值的代数差。

3.3.10

影响量 influence quantity

通常是设备外部的可以影响其性能的任何量。

注:当一个性能特性变化影响到另一个性能特性时,将它称为影响特性。

3.3.11

参考条件 reference conditions

为进行比对和校准试验而规定的、带有容差或限定范围的一组影响量和影响特性(必需时)的值。

3.3.12

额定使用范围 rated range of use

仪器满足有关工作误差要求的影响量数值的范围。

3.3.13

校准曲线 calibration curve

作为被测变量函数的系统输出信号的解析式、图形或列表的表示。

3.3.14

标准化 standardization

在某些可能产生误差的条件(例如源衰变、污垢和电子漂移等)下进行测量时,系统可使测量输出规范化的自动、半自动或手动功能。

注1:标准化的例子包括空干管子、给管子充水、内置衰减器或关闭闸门等。

注2:标准化的目标是定期调整测量过程以最大限度降低源衰变、杂质堆积、电子漂移等的影响。检查样品的手动插入和随过程参数变化的变化被认为是重新校准,而不是标准化。

3.3.15

误差极限 limit of error

设备在试验方法规定的条件下工作时,制造商对一个被测量所指定的误差最大值。

注:误差极限宜对源活度、平均响应时间、测量间距和被测材料密度的指定参考范围予以给定。

在壁厚度不保持恒定的情况下,可提供合适的措施以校正壁厚度中由于材料的腐蚀、侵蚀和堆积的影响。

3.3.16

材料堆积误差 material build-up error

由于杂质或过程固体堆积在辐射束路径中容器壁或管壁上所引起的示值误差。

注:材料堆积误差通常表示为主测量单位(能体现被测目标量物理特征的单位)或实际测量值对指定堆积水平的百分数。

3.3.17

基本误差 intrinsic error**固有误差 intrinsic error**

在参考条件下测定的误差。

3.3.18

线性度 linearity

测量系统的实际校准曲线接近规定直线的吻合程度,如图2规定。

注:通常,测量的非线性度表示为绝对线性度或相对线性度;例如,平均曲线与直线之间的标准偏差或最大偏差。

在对准每个方向中两个或多个满量程偏差点后确定该平均曲线。除非另行规定,线性度值关系到输出。

3.3.19

不稳定性 instabilities

在参考条件下且所有影响量保持恒定,被测量在有效测量范围内保持不变,仪器在规定时段输出信号的变化。

3.3.20

综合辐射测量不稳定性 overall radiometric instability

由所有内在影响引起的输出信号变化,但电离辐射统计涨落和源活度衰变引起的漂移除外。如果没有其他规定,漂移可以用一个相对于初始输出信号的输出信号最大变化的时间函数来表示。综合辐射测量不稳定性包括长期漂移和短期漂移。

3.3.21

辐射噪声 radiometric noise**统计涨落 statistical fluctuation****辐射不稳定性 radiometric instability**

源辐射发射及被探测的随机特性单独引起的输出信号变化。当探测器处于辐照状态时,其值规定为输出信号(不包含所有的漂移)平均值的 $\pm 2\sigma$ 。

注1:辐射噪声的定义不包含电噪声,但测量它时,却不能析出电噪声。

注2:当探测器处于最强辐照状态时的辐射噪声为全辐射噪声。

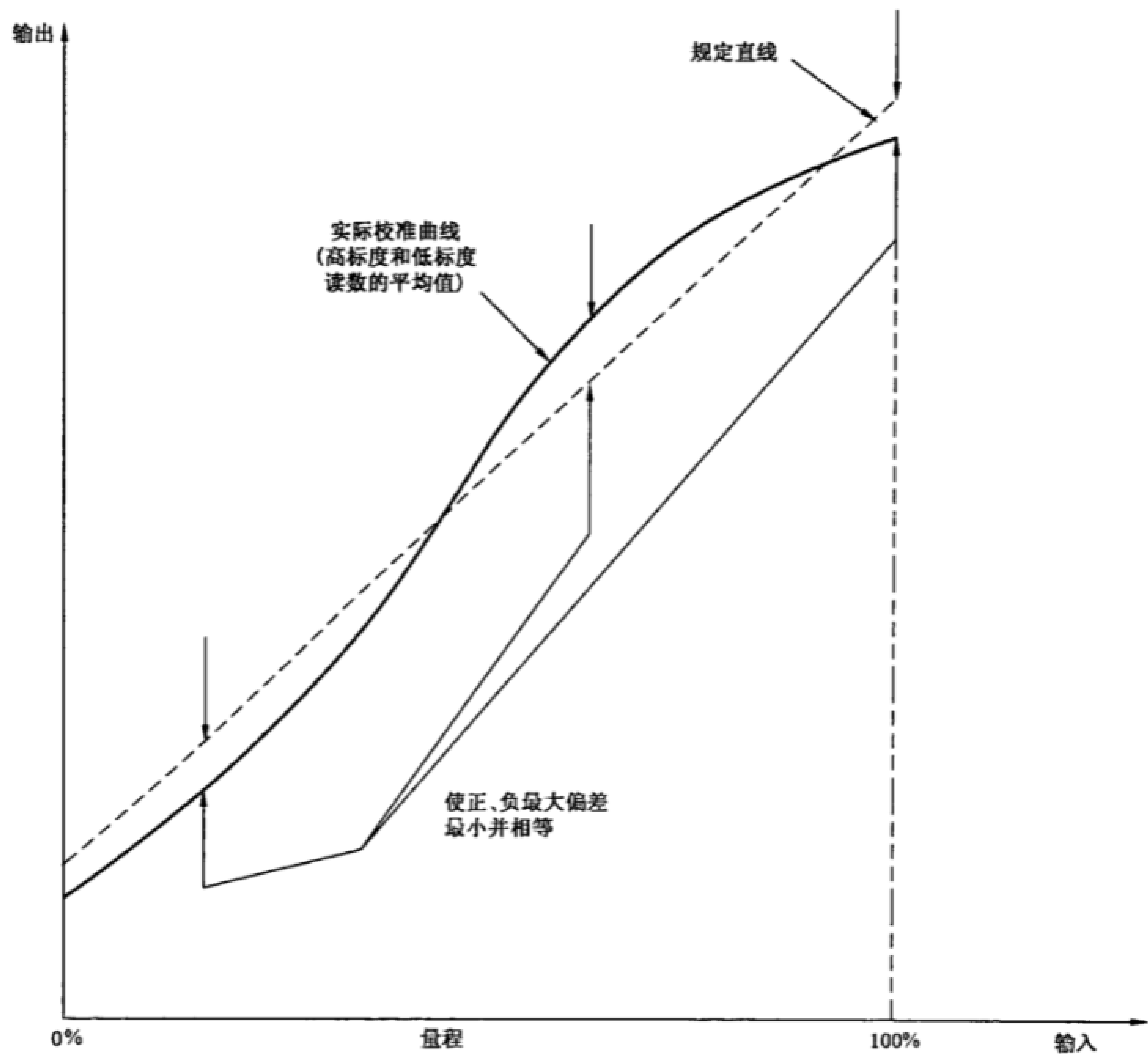


图 2 线性度曲线

3.3.22

电不稳定性 **electrical instability**

在参考条件下,当所有影响量保持恒定且辐射探测器不受照射时输出信号的变化。

注:电不稳定性包含电噪声和长期电不稳定性,其中电噪声是输出信号变化的相对标准偏差,而长期电不稳定性是输出信号平均值的变化。

3.3.23

短期漂移 **short-term drift**

在短于一天的时段内发生的漂移。

注:短期漂移不包括由外因(例如容器壁或管壁的腐蚀或磨损以及材料在管壁或容器壁上的堆积)所引起的漂移。

3.3.24

长期漂移 **long-term drift**

在一天直至一年的时段内观察到的漂移,它不包括诸如腐蚀、容器和管道的磨损以及在管道和容器壁上物质粘附等外界因素引起的漂移。

3.3.25

放射源衰变引起的漂移 **drift due to radioactive decay instability**

放射源衰变不稳定性 **source decay instability**

源活度衰变以及任何相关补偿电路和算法引起的误差。

4 产品分类

4.1 按所采用辐射方式分：

- 透射式密度计；
- 反散射式密度计。

4.2 按测量头安装方式分：

- 固定式密度计；
- 便携式密度计；
- 潜入式密度计。

5 技术要求

5.1 通用要求

5.1.1 指示值变化的修正方法

密度计在实际使用中,由于容器或管道等壁的腐蚀、磨损和内壁结垢以及容器中压力和温度变化等因素引起的指示值变化的修正方法,由制造商与用户商定或由企业标准确定。

5.1.2 正常工作的大气环境条件和供电电源条件

密度计正常工作的大气环境条件分为Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ三组别,其中：

- Ⅰ——室内使用,即在实验室或制造商正常建立的条件下且小心操作设备的地方；
- Ⅱ——简易房或工棚使用,即在非极端环境条件或在Ⅰ组与Ⅲ组之间的环境条件下使用；
- Ⅲ——室外使用,设备可能遭受其他恶劣环境。

密度计正常工作的供电电源条件分为1、2和3三个级别,但与大气条件的Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ三组没有必然的对应关系。

密度计正常工作大气环境条件具体参数见表1。测量头和电测量部件可以选用不同的组别；对测量头的大气环境条件有特殊要求时,由用户与制造商按GB/T 8993商定。

表 1 正常工作的大气环境条件

使用组别	大气环境条件			适用场所举例
	环境温度/℃	相对湿度/%	大气压力/kPa	
Ⅰ	+5~+40	20~80(30℃),无凝露	86~106	室内
Ⅱ	-10~+55	10~90(35℃),含凝露		简易房或工棚
Ⅲ	-25~+60	5~95(40℃),含凝露		室外

密度计供电电源条件的具体参数见表2。对供电电源有特殊要求时,由用户与制造商商定。

表 2 正常工作的供电电源及其变化范围

供电条件级别	直流电源电压		交流电源电压		交流电源频率	
	标称值/V	额定变化范围/%	标称值/V	额定变化范围/%	标称值/Hz	额定变化范围/%
1	由制造商规定	±10	220 380	±10	50	±2(1 Hz)
2				-12~+10		±5(2.5 Hz)
3				-20~+15		±10(5 Hz)

5.1.3 输出信号

密度计的输出信号随其输出类型如下：

- a) 对模拟气动信号,为20 kPa~100 kPa(表压)；
- b) 对模拟直流电流信号,为0 mA~10 mA或4 mA~20 mA,并说明最大负载电阻；

c) 对模拟直流电压信号,为 0 V~5 V、0 V~10 V 或 1 V~5 V,并说明最大负载电流。

另外,对接点信号的越限报警信号,应给出接点容量;对带计算机的密度计的输出终端,应采用优选的计算机接口电路。

5.2 外观

密度计的外壳和零部件表面的涂覆层、面板、铭牌及标志均应光洁完好,没有剥落和伤痕,标志的文字和符号应清晰,测量头安装架的表面处理应良好。

5.3 基本性能

5.3.1 基本误差

密度计的基本误差应按准确度等级划分,并符合表 3 的规定。

表 3 基本误差

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0	10
基本误差/%	±0.1	±0.2	±0.5	±1.0	±1.5	±2.5	±5.0	±10

密度计的基本误差用量程的百分数表示,同时应说明其测量条件,包括放射源的种类和活度、仪器的平均响应时间、测量间距和有效范围。

5.3.2 重复性

密度计指示值的重复性误差不应超过基本误差的绝对值。

5.3.3 不稳定性

5.3.3.1 统计涨落

密度计示值的统计涨落($\pm 2\sigma$ 标准偏差)不应超过基本误差绝对值的 2/3。

5.3.3.2 漂移

密度计的示值在 8 h 或 48 h 内的漂移不应超过基本误差。

5.3.3.3 放射源衰减引起的不稳定性

密度计因放射源衰减引起的示值误差不应超过基本误差。校准或修正放射源衰减影响的方法、周期和效果,由产品的企业标准予以规定。

5.3.4 时间响应

密度计的平均响应时间、平均建立时间和恢复时间应按使用情况选择,一般不超过 200 s。

5.3.5 线性度

线性刻度的密度计,其示值的非线性误差不应超过基本误差。

5.4 辐射源

密度计所用密封放射源应符合 GB/T 4075—2003 第 4 章的分级规定、第 5 章的活度规定和第 6 章的性能要求。产品的企业标准应明确规定所用放射源的核素、活度和有效时间,或规定辐射发生器所产生辐射的类型、能量和强度。密度计的技术性能指标应在说明辐射源的条件下给出。

5.5 密封要求

潜入式密度计的测量头的密封要求应满足 GB/T 4208—1993 的防持续潜水影响的等级(IPX8),或由制造商与用户商定或由企业产品标准规定。

5.6 环境条件

5.6.1 概述

影响密度计性能的环境条件包括大气环境条件(环境温度和湿热环境)、电源环境条件(供电电源电压变化以及交流供电电源频率的变化)、电磁环境条件和机械环境条件。

5.6.2 环境温度

密度计在规定使用组别的环境温度下工作时,温度每变化 10 ℃ 所引起测量示值的相对变化(附加误差)不应大于表 4 的规定。

表 4 影响量引起的示值变化

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0	10
环境温度每变化 10 ℃所引起示值的相对变化/%	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0
湿热环境的示值相对参考条件的变化/%	0.3	0.6	1.2	2.4	3.5	5.0	7.5	15
供电电源电压最大变化所引起示值的相对变化/%	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0
交流电源频率最大变化所引起示值的相对变化/%	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0
外界磁场(5.6.6.2)所引起示值的相对变化/%	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	2.5	5.0
机械振动(5.6.7.1)所引起示值的相对变化/%	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	2.5	5.0

5.6.3 湿热环境

密度计在规定使用组别的湿热环境下工作时,其测量示值相对参考条件的变化(附加误差)不应大于表 4 的规定。

5.6.4 供电电源电压变化

当密度计的直流或交流(有效值)供电电源电压分别在规定级别的范围内作最大变化时,其测量示值相对额定电压的变化(附加误差)不应大于表 4 的规定。

5.6.5 交流供电电源频率的变化

当密度计的交流供电电源频率在规定级别的范围内作最大变化时,其测量示值相对额定频率的变化(附加误差)不应大于表 4 的规定。

5.6.6 电磁环境条件

5.6.6.1 一般要求

应按 GB/T 11684—2003 的 4.5 和表 8 确定密度计的工作场所类别,其电磁环境条件应按 GB/T 11684—2003 的 4.6,由制造商与用户商定或由企业产品标准规定。

密度计在经过规定的电磁环境条件试验后,其结果不宜低于表 5 中的 B 级。

表 5 电磁环境条件试验结果等级

评估等级	试 验 结 果
A	在抗扰度试验中和试验后能按性能要求连续正常工作
B	在抗扰度试验后能按性能要求连续正常工作,但在抗扰度试验中容许有按制造商指定和说明的性能降低,并能自行恢复
C	在抗扰度试验中和试验后容许有暂时的功能丧失,但试验后能自动或手动调整恢复功能和性能
D	因硬件或软件损坏,或数据丢失而造成不能自行恢复至正常状态的功能丧失或性能降低

5.6.6.2 外界磁场

密度计在磁场强度为 400 A/m 的外界磁场作用下,其示值的相对变化不应超过表 4 的规定值。

5.6.7 机械环境条件

5.6.7.1 振动和冲击

密度计对振动和冲击耐受的级别和参数应按 GB/T 8993 的有关条款,由制造商与用户商定或由企业产品标准规定。例如,在振幅峰值为 3.5 mm(振动频率 2 Hz~9 Hz)以及加速度幅值为 10 m/s²(振动频率 9 Hz~200 Hz)的机械振动环境中,其示值的相对变化不应超过表 4 的规定值。

5.6.7.2 运输

密度计应能承受 GB/T 8993—1998 附录 H 规定的运输环境条件。

5.7 安全要求

5.7.1 电气安全

5.7.1.1 一般要求

密度计应按 GB/T 19661.1—2005 的 5.3 进行防电击分类。对Ⅲ类防电击的密度计不考虑电气安全要求。对Ⅰ类防电击密度计的接地要求如下：

- a) 所有的金属框架应使用低阻抗的导体接地；
- b) 同一机箱或同一台仪表内，各功能单元的电路之间只能形成一个公共接地点；
- c) 同一机箱或同一台仪表内，测量微弱信号的各功能单元应按要求进行电气绝缘和屏蔽，其屏蔽电路在接到公共地电路和单元本身接地电路前，应维持自身的绝缘和屏蔽的连续性。

5.7.1.2 电气安全参数

对Ⅰ类或Ⅱ类防电击密度计，若交流供电电源为交流 220 V 或 380 V，则典型电气安全参数见表 6；若需要其他条件的电气安全参数，可按 GB/T 19661.1 的相应条款予以选择。

表 6 电气安全要求参数

项 目		典 型 参 数		
		Ⅰ 类	Ⅱ 类	参数条件
绝缘强度/V	220 V 供电，工作电压不超过 300 V	1 060	1 700	50 Hz 交流有效值
	380 V 供电，工作电压不超过 600 V	1 960	3 136	
电源插头接地的保护连接阻抗/ Ω		0.1		外壳任意可触及点与仪器地之间
可触及电流(漏电流)/mA		0.5		正常工作、100 Hz 以下交流有效值
绝缘电阻(需要时)/M Ω		10	20	正常大气条件

5.7.1.3 报警和安全装置

密度计宜有显示工作状态的报警和安全装置。

5.7.2 辐射安全

5.7.2.1 一般要求

密度计的辐射防护应按 GB/T 19661.2—2005 的 4.3 的辐射防护分级(见表 7)要求，由制造商与用户商定或由企业产品标准规定，并满足 GB/T 19661.2—2005 的 6.1、6.2 和 6.3 的规定，其中没有辐射准直器、带全方位辐射束的密度计应满足表 7 中第 6 级的要求。

制造商应为密度计中辐射源的安全操作、申购、贮存、倒装和处理以及辐射事故应急处理等制定安全规则。

5.7.2.2 源部件

源闸应有锁紧装置，源闸的开关位置标记应清晰醒目，源部件外壳上应有明显的放射性标志和屏蔽性能的级别标记。辐射标志应使用 GB/T 18871—2002 图 F1 的符号；必要时，还应使用该标准图 F2 的符号做出警告标志。对源部件的其他要求，可见 GB/T 19661.2—2005 的 4.4 和第 7 章。

表 7 辐射防护分级

	辐射防护分级						
	1	2	3	4	5	6	7
在 5cm 距离处的最大剂量当量率	不试验	$>1\text{ mSv/h}$	$>0.5\text{ mSv/h}$ $\leq 1\text{ mSv/h}$	$>0.05\text{ mSv/h}$ $\leq 0.5\text{ mSv/h}$	$>7.5\text{ }\mu\text{Sv/h}$ $\leq 50\text{ }\mu\text{Sv/h}$	$\leq 7.5\text{ }\mu\text{Sv/h}$	特殊
在 1 m 距离处的最大剂量当量率	不试验	$>0.1\text{ mSv/h}$	$>25\text{ }\mu\text{Sv/h}$ $\leq 100\text{ }\mu\text{Sv/h}$	$>7.5\text{ }\mu\text{Sv/h}$ $\leq 25\text{ }\mu\text{Sv/h}$	$>2.5\text{ }\mu\text{Sv/h}$ $\leq 7.5\text{ }\mu\text{Sv/h}$	$\leq 2.5\text{ }\mu\text{Sv/h}$	特殊

5.7.3 防爆要求

在爆炸性气体环境中使用的密度计应按国家授权的防爆检验机构批准的图样制造，并符合

GB/T 3836.1 以及与其防爆类型相对应的 GB/T 3836.2(隔爆型)或 GB/T 3836.4(本质安全型)规定的要求。防爆密度计应经国家指定的防爆机构检验合格,并取得“防爆合格证”。

5.8 诊断特性

制造商应在企业标准中说明密度计的诊断特性。

5.9 可靠性

密度计的可靠性指标由产品的企业标准规定。

6 试验方法

6.1 总则

6.1.1 概述

应进行本章所有合适的试验,其结果应编制文件。如果不能进行某些试验,应由用户与制造商协商认可,同时以评价形式阐明其原因,给出预期性能的估算值或替代试验,并予以标注。如果要进行更多的试验,其试验方法可参见附录 A。

许多试验要求规定密度的测量样品或要求样品密度瞬时变化。对这些试验,可使用对辐射测量等价的替代固体样品,例如金属板或金属块。

6.1.2 参考条件和标准试验条件

密度计应在参考条件或标准试验条件(见表 8)下进行试验。

在不产生异议时,可在正常大气条件下进行试验,但在试验过程中,除按需要改变某个环境参数外,其他环境参数应保持在规定的偏差范围内,例如,温度的变化不超过±3℃,湿度变化不超过±2%,等等。

表 8 试验的参考条件和标准试验条件

影 响 量	参考条件	标准试验条件	正常大气条件
环境温度/℃	20	20±2 或(23,25,27)±2	15~35
湿热环境/%	65	50%~75%	45~75
大气压强/kPa	101.3	86~106	86~106
交流供电电压/V	U_N^a	$(1\pm1\%)U_N$	
交流供电频率/Hz	50 ^b	$(1\pm1\%)50$	
交流供电波形	正弦波	波形总畸变<5%	
环境 γ 辐射(空气吸收剂量率)/(μGy/h)	0.1	<0.25	
外磁场干扰	可忽略	小于引起干扰的最低值	
外界磁感应	可忽略	小于地磁场引起干扰的 2 倍	
放射性污染	可忽略	可忽略	
^a 单相电源 220 V 或三相电源 380 V。当用电池供电时,其电压的变化为额定值的±1%,不考虑纹波。			
^b 交流供电频率,特殊情况按产品标准规定处理。			

6.1.3 试验设备

密度计试验设备的功能和性能,包括设备的容积和尺寸、内部环境条件的均匀性、参数的可调节范围、偏差或准确度等性能特性应满足试验和有关标准的要求,并通过法定计量部门按有关检定规程或标准进行的检定或校准。例如,固体模拟样品介质密度的约定真值的误差不应大于密度计基本误差的 1/3。

试验可在模拟试验装置上进行,试验时按制造商的规定选用源活度或源强度、平均响应时间或平均建立时间。

6.1.4 通用要求的验证

通用要求通过审查制造商的产品说明书等技术文件进行验证。

6.2 外观检查

用目视法检查密度计的外观。

6.3 基本性能试验

6.3.1 基本误差

本试验可以用溶液在模拟试验筒内进行,也可以用固体模拟样品在模拟试验装置上进行。

在有效范围内,至少选择五个均布的试验点(包括有效范围的两端和中间各选一点)。在每一个试验点上至少进行二次测量(密度值上升和下降两个方向上各测一次),计算每次测量的基本误差。

6.3.2 重复性

本试验采用模拟试验方法进行。将密度计安装在模拟试验装置上,用固体模拟样品使密度计工作在有效范围内,对重复产生的同一被测密度连续测量 10 次,重复性用均方根误差(标准偏差)表示。

允许在每次测量前对仪器重新校准,即在密度计经受正常标准化周期的每个时刻测量试验样品。平均的标准化周期宜符合制造商的技术规格书,通常为 5 s~60 s。

6.3.3 不稳定性

6.3.3.1 统计涨落

应在有效范围内以量程的 10%、50% 和 90% 用探测器输出的信号完成测量。可报告统计涨落的所有 3 个值或最大值。应规定各自的响应时间。

应按最终输出信号值的 $\pm 2\sigma$ 确定其最终输出信号的统计涨落,如图 3 所示。统计涨落以被测量绝对值的百分数或其单位予以报告。

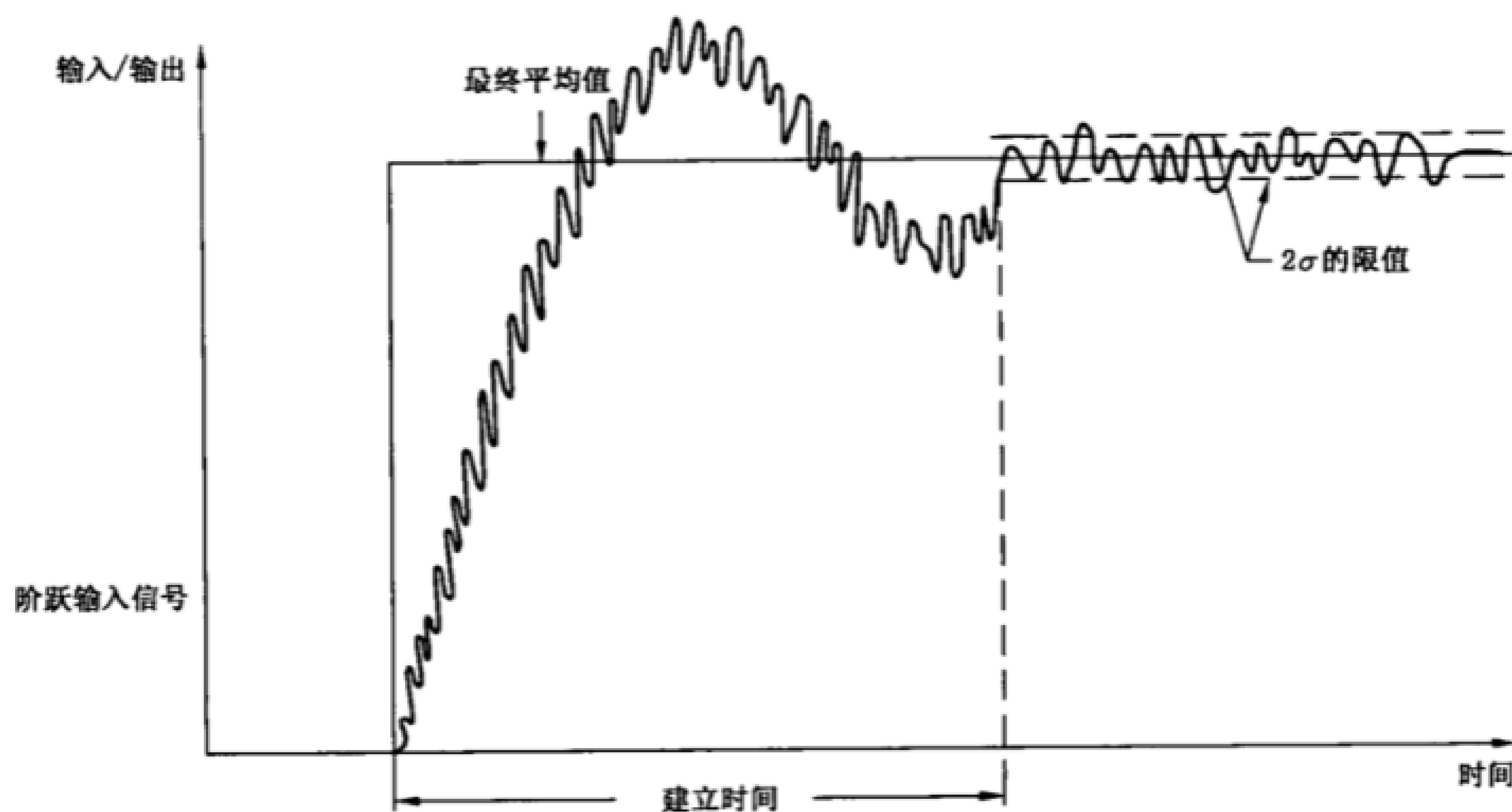


图 3 输出响应曲线

6.3.3.2 漂移

在模拟试验装置上,使密度计工作在有效范围的 75% 处,在 8 h 或 8 h 内,用自动记录仪记录输出信号,或至少均匀地记录输出信号,漂移用 24 h 内的输出信号同初始输出信号的最大偏离与量程之比的百分数表示。

6.3.3.3 放射源衰减引起的不稳定性

密度计因放射源衰减所引起不稳定性的测量由企业的产品标准等技术文件规定。

6.3.4 时间响应

6.3.4.1 概述

本试验采用模拟试验方法进行,把密度计安装在模拟试验装置上,用固体模拟样品使被测密度产生阶跃变化,用示波器或记录仪对密度计的输出信号测取一系列的数据或照片,并通过数据处理来获得被测时间参量。

被测密度产生阶跃变化所需的时间不应大于密度计相应被测时间参量值的 $1/10$ 。

通常,被测时间参量应取 3 次测量的平均值作为最后测量结果。

6.3.4.2 平均响应时间

使用高速记录仪、示波器或其他合适的仪器,获取若干被测量中阶跃变化(例如给定量程范围的 $30\% \sim 80\%$)所引起响应的记录或图形等数据,并确定每个测量值第一次达到最终稳态平均值的 63.2% 所要求的时间。平均响应基于 3 次这样测量的最大值。宜规定任何瞬时信号过冲量的大小。

注:这个响应时间按定义也可称为时间常数。

6.3.4.3 平均建立时间

应通过引入一个被测材料明显的密度阶跃变化和观察密度计在感兴趣点的响应来测量平均建立时间(见图 3)。

推荐的条件是,明显的密度阶跃变化不宜大于 50% ,而读数宜位于量程的 $30\% \sim 80\%$ 。

应测量增加读数和减少读数的平均建立时间。

试验通过快速插入或移出测量间距中的吸收体来完成,这将导致有效量程约 50% 读数的变化。

在仪器覆盖大量程的情况下,应在有效范围一个以上的点进行试验。

6.3.4.4 恢复时间

恢复时间通过引入被测材料的阶跃变化和观察密度计的响应来测定。将进行两个试验:一个从零密度(没有被测材料)到有效范围约 10% 的密度;另一个从零密度到有效范围约 90% 的密度。密度变化可模拟实现(例如,使用辅助辐射源和固态吸收体适当辐照探测器部件)。每个试验至少进行 3 次。测量信号达到并保持在统计噪声带 $\pm 2\sigma$ 以内所要求的时间应作为每个试验案例的恢复时间予以平均和记录。

6.3.5 线性度

在有效范围内,至少选择 10 个均布的试验点(包括有效范围的两端),按 6.3.1 的方法在被测密度递增和递减两个方向上分别进行至少两次全量程的测量,然后从定义 3.3.13 和 3.3.18 中阐明的校准数据用作图法或解析法确定线性度(见图 2),并以实际绝对值的正或负的百分数表示或用实际测量值的单位(例如 $\pm 0.001 \text{ g/cm}^3$)表示。当用统计法表示时,应指定 $\pm 2\sigma$ 的限值。确定线性度的方法应由制造商规定(通常使用回归分析法)。

6.4 辐射源试验

密封放射源的检查和试验按 GB/T 4075—2003 的第 7 章和 GB/T 15849 的有关规定进行。对辐射发生器的检查和试验由制造商与用户商定或由产品的企业标准规定。

6.5 密封试验

潜入式密度计的测量头按下述任一方法进行密封试验:

——GB/T 4208—1993 的 13.2.8 规定的方法;

——GB/T 2423.23—1995 第 8 章或第 10 章规定的方法;

——制造商与用户商定的或由企业产品标准规定的方法。

6.6 环境试验

6.6.1 概述

全部环境试验均采用模拟试验方法进行,把密度计的测量头安装在模拟试验装置上,用固体模拟样品使密度计工作在有效范围内任意一点。除被涉及的环境条件可改变外,其他环境参数均保持在规定的参考条件下。

6.6.2 环境温度

温度试验依据其使用组别按表 1 选择不同的低温和高温,分别按 GB/T 8993—1998 的附录 A 和附录 B 规定的方法进行,并计算环境温度每变化 10 °C 引起的示值变化。

试验结束后,密度计在温度试验前、后两次在参考条件下的示值之差应在重复性误差范围之内,外观符合 5.2 的要求。

当测量头和电测量部件对正常工作的大气条件所选的组别不同时,环境温度试验可对测量头和电测量部件分别进行。

试验可使用基于计算机的数据获取系统或完整测量系统监测辐射信号水平。制造商应逐个规定设备的其他部件是否经受该温度试验。将连续监测信号水平,即使在温度变化期间也不例外,以评价热梯度的影响。信号以及任何补偿前和补偿后由温度变化引起的误差均应予以记录。如果任何其他温度适合于被试设备,则制造商宜在报告中阐明实验室试验结果。

首先用满辐射(无样品)进行试验,以评价主要机械测量装置的温度稳定性。然后用表示有效范围的一个或多个样品重复这些试验。使用样品实质上是考查样品密度在试验温度下的热变化。

6.6.3 环境湿热

环境湿热试验依据其使用组别按表 1 选择不同的湿热环境,按 GB/T 8993—1998 的附录 D 规定的方法进行,并计算湿热环境引起的示值变化。

当测量头和电测量部件对正常工作的大气条件所选的组别不同时,环境湿热试验可对测量头和电测量部件分别进行。制造商应逐个规定设备的那些部件将经受湿度试验。

试验结束后,密度计在湿热试验前、后两次在参考条件下的示值之差应在重复性误差范围之内,外观符合 5.2 的要求。

6.6.4 供电电源电压变化

为评定直流或交流供电电源电压变化对密度计测量的影响,需要完成两个试验:一个是按 5.1.2 和表 2 的级别从供电电源电压的标称值增加到额定变化范围的上限值;而另一个则是降低到其下限值。

应在每种情况记录下述测量结果:

- a) 在第一分钟内:指示值或提供值的最大改变(立即与电源电压变化前的对应值相比较);
- b) 在 15 min 后:指示值或提供值的改变(立即与电源电压变化前的对应值相比较)。

6.6.5 交流供电电源频率变化

为评定交流供电电源频率变化对密度计测量的影响,将要完成两个试验:一个是按 5.1.2 和表 2 的级别从交流供电电源频率的标称值增加到额定变化范围的上限值;而另一个则是降低到其下限值。

其测量程序与 6.6.4 相同。

6.6.6 电磁环境试验

6.6.6.1 基本试验

电磁环境抗扰度的试验方法按 GB/T 17626 或 GB/T 11684—2003 第 5 章和附录 B,由制造商与用户商定或由企业产品标准规定。密度计对所规定电磁环境各种抗扰度的试验结果应满足 5.6.6.1 的要求。

6.6.6.2 外界磁场

按 GB/T 18271.3—2000 第 15 章和 6.3.1 的方法进行测量,并计算外界磁场引起的附加误差。

6.6.7 机械环境试验

6.6.7.1 振动和冲击

振动和冲击分别按 GB/T 8993—1998 附录 E 和附录 F 规定的方法进行。例中的振动可按 GB/T 18271.3—2000 第 7 章和 6.3.1 的方法进行测量,并计算机械振动引起的附加误差。

6.6.7.2 运输

包装运输试验按 GB/T 8993—1998 附录 H 规定的方法进行。

6.7 安全要求的试验

6.7.1 电气安全

6.7.1.1 一般检查

应依据产品说明书等技术文件确定密度计的防电击分类。对Ⅰ类防电击密度计,用目测法和演示法检查接地要求。

6.7.1.2 电气安全参数试验

对Ⅰ类和Ⅱ类防电击密度计,电气安全参数的试验和测量方法如下:

- 1) 绝缘强度(介电强度)按 GB/T 19661.1—2005 的 5.6 规定的方法进行试验;
- 2) 保护连接阻抗按 GB/T 19661.1—2005 的 5.4.3.4 规定的方法进行测量;
- 3) 可触及电流(漏电流)按 GB/T 19661.1—2005 的 5.7.4 规定的方法进行测量;
- 4) 绝缘电阻按 GB/T 19661.1—2005 的 5.8.2 规定的方法进行测量。

6.7.1.3 报警和安全装置的检查

密度计的报警和安全装置用目测法和演示法进行检查。

6.7.2 辐射防护

辐射防护分级的剂量当量率,采用合适的剂量仪器按 GB/T 19661.2—2005 第 8 章规定的方法在源组件的周围进行测量。

对源闸门锁紧装置、闸门开关和放射源外壳标志等要求采用目测法和演示法进行检查。对源闸的其他要求按 GB/T 19661.2—2005 第 9 章规定的方法进行试验。

对豁免放射源应进行验证和确认。

6.7.3 防爆试验

防爆试验由国家授权的防爆监测检验机构按照 GB/T 3836.1 以及与其防爆类型相对应的 GB/T 3836.2(隔爆型)或 GB/T 3836.4(本质安全型)规定进行。

6.8 诊断特性

诊断特性的试验方法由具体产品的企业标准规定。

6.9 可靠性

可靠性试验可以采用试验室试验,也可以采用现场试验,其试验方法由具体产品的企业标准规定。

7 检验规则

密度计的质量检验按 GB/T 10257 的规定进行。检验分为型式检验和出厂检验。对出厂检验,当产品批量较小时推荐全检,批量较大时可抽检。

应按 GB/T 10257—2001 第 5 章规定检验项目及其分组,确定全检或抽检,选择抽样方案、检查水平和合格质量水平(AQL)(见表 9),实施检验以及判定和处置检验结果。

表 9 密度计检验项目一览表

组别	序号	检 验 项 目	技术要求 章条号	试验方法 章条号	型式检验	出厂检验	抽样方案	检查水平	AQL
A1	1	通用要求	5.1	6.1.4	●	●	全检		
	2	外观	5.2	6.2	●	●			
	3	基本误差	5.3.1	6.3.1	●	●			
	4	密封	5.5	6.5	●	○			
	5	辐射安全(全检)	5.7.2	6.7.2	●	●			

表 9 (续)

组别	序号	检 验 项 目		技术要求 章条号	试验方法 章条号	型式检验	出厂检验	抽样方案	检查水平	AQL
A2	6	重复性		5.3.2	6.3.2	●	●	一次正常 检查抽 样方案	一般检 查水平 Ⅱ	4
	7	不稳定性	统计涨落	5.3.3.1	6.3.3.1	●	○			
	8		漂移	5.3.3.2	6.3.3.3	●	○			
	9		放射源衰减引起的	5.3.3.3	6.3.3.3	●	○			
	10	时间 响应	平均响应时间	5.3.4	6.3.4.2	●	○			
	11		平均建立时间		6.3.4.3	●	○			
	13		恢复时间		6.3.4.4	●	○			
	14	线性度		5.3.5	6.3.5	●	●			
	15	电气 安全	一般检查	5.7.1.1	6.7.1.1	●	●		10	
	17		电气安全参数测量	5.7.1.2	6.7.1.2	● ^a	● ^a			
	18		报警和安全装置的检查	5.7.1.3	6.7.1.3	●	●			
	19	辐射源		5.4	6.4	●	○			
B	20	大气	环境温度	5.6.2	6.6.2	●	●		特殊检 查水平 S-2	6.5
	21	环境	湿热环境	5.6.3	6.6.3	●	○			
C	22	机械	振动、冲击	5.6.7.1	6.6.7.2	●	○			10
	23	环境	包装运输	5.6.7.2	6.6.7.2	●	○			
D	24	电源	供电电源电压变化	5.6.4	6.6.4	●	○			
	25	环境	交流电源频率变化	5.6.5	6.6.5	●	○			
	26	电磁	一般试验	5.6.6.1	6.6.6.1	●	○			
	27	环境	外界磁场	5.6.6.2	6.6.6.2	●	○			
E	28	诊断特性		5.8	6.8	●	○	15		
F	29	防爆		5.7.3	6.7.3	●	○			
	30	可靠性		5.9	6.9	○	○			
注：●——必检项目；○——选检项目。										
^a 在型式检验时可不测绝缘电阻，在现场维修后，可用绝缘电阻测量代替绝缘强度试验。										

8 标志、包装、运输、贮存和随行文件

8.1 标志

8.1.1 密度计或其电测量部件上应有铭牌，铭牌上应标出：

- 制造商名和商标；
- 产品名称和型号；
- 产品制造日期、编号或生产批号。

8.1.2 源组件上应有符合 5.7.2.2 规定的放射性标志和铭牌，铭牌上至少应有：

- a) 放射源的核素、活度和有效时间，或辐射发生器所产生辐射的类型、能量和强度；
- b) 辐射源的辐射安全级别；
- c) 源组件编号。

铭牌内容可根据使用现场的情况进行增补。

8.1.3 防爆部件的标志和铭牌应符合 GB/T 3836.1 的有关规定。

8.2 包装

密度计的包装应符合 EJ/T 1059 的规定。

8.3 运输

密度计在有外包装的条件下,应允许用汽车、飞机、轮船等任意方式运输,对带放射源的部件应按 GB/T 11806 的规定进行运输,托运前应经辐射安全主管部门检查并获得认可证书。

8.4 贮存

密度计在内外包装完好、贮存环境温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +60\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $\leq 95\%$ 的条件下,其贮存期不应少于 1 年。

当放射源不使用时应交有关部门处理或贮存在专用的放射源存放处,并有专人负责保管。

8.5 随行文件

密度计出厂的随行文件应有产品合格证、使用说明书等有关文件。

产品合格证的内容包括:

- 制造商名称;
- 产品名称和型号规格、产品系列号;
- 优质产品标志、质量等级;
- 检验合格章、检验日期和检验员号。

使用说明书的内容包括:

- 制造商的名称、地址和联络方式;
- 放射源活度及其测量时间、检定要求和修正方法;
- 性能特性的参数或范围;
- 使用、维护和贮存的方法和注意事项。

附 录 A
(资料性附录)

IEC 60692 的部分试验方法

IEC 60692:1999《核仪器 利用电离辐射的密度计 定义和试验方法》提供了密度计完整的试验方法,这里列出第6章未采用的试验方法。

A.1 不稳定性试验

A.1.1 电不稳定性

A.1.1.1 概述

应进行电不稳定性试验以确定电部件在没有任何电离辐射源时输出信号的变化。这可通过关闭源闸门或将源从测量头移开的方式来实现。前置放大器的噪声和稳定性可通过基于计算机的数据获取系统、或测量系统中的自动逻辑功能、或任何其他适合于测试点所出现信号的方式来监测。

A.1.1.2 电噪声

为合适采样随机噪声,数据获取系统应有不大于测量点响应时间10%的积分时间或时间常数。采样率宜使得采样的时间间隔比密度计在测量点的响应时间大3倍($>3\tau$)。噪声用被测量的单位表示。

A.1.1.3 长期电不稳定性

应使用数据获取系统或测量系统自动逻辑功能在前置放大器监测长期电不稳定性。以6 min的平均间隔设置60 s的采样时间。对至少100 h的周期收集每小时的平均数据(至少100个数据点)。计算该平均输出值及其标准偏差,并用被测量的单位表示。

A.1.2 辐射噪声和综合辐射测量不稳定性

这些试验通过开放闸门和测量系统处于全工作状态来进行。试验过程与A.1.1中描述的过程相同。宜对线性度化的最终输出收集数据,并代表有效范围内量程10%、50%和90%的被测材料值。辐射噪声和综合辐射测量不稳定性均予以估算。密度计设置为无定期标准化或重新校准的连续测量模式。结果以被测材料绝对值的百分数或被测量的单位予以报告。

A.2 特殊试验

特殊试验是用户与制造商协商意见一致的特别试验。可考虑的影响量是腐蚀、太阳辐射、电瞬变等条件。密度变化可模拟实现(例如,使用辅助辐射源和固态吸收体适当辐照探测器部件)。

A.3 外部噪声敏感度

制造商应进行试验以确定由电磁或高能辐射源等外部噪声源所造成的示值误差。误差将表示为被测量的主测量单位或所测实际量值对规定噪声源的百分数。

A.4 有效范围

密度计的有效范围是许多因素的函数并由制造商规定。这些因素包括测量噪声、极限噪声分辨率和校准线性度。制造商也应考虑未完全由标准化补偿的不稳定性的(电的和辐射测量的)长期影响。在许多应用中,主要限制因素可与密度计对影响量的敏感度相关,影响量的例子有供电电源电压变化、环境温度变化和杂质堆积。

A.5 标准化特性

制造商应描述密度计中使用的标准化周期。该描述应包括下述对象:

- 自动化程度(手动、半自动化、自动化)；
- 被补偿的影响量和变量；
- 所使用的方法(标准化点的数量、衰减器的数量和类型、算法等)；
- 完成标准化周期所要求的时间；
- 标准化频度；
- 标准化效果(补偿程度和标准化准确度)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 6592—1996 电工和电子测量设备性能表示(eqv IEC 60359:1987/2001 第 3 版)
- [2] IEC 60476:1993 利用辐射源的电测量系统和仪器 一般要求
- [3] IEC 60692:1999(第 2 版) 核仪器 利用电离辐射的密度计 定义和试验方法
- [4] IEC 61336:1996 核仪器 利用电离辐射的厚度测量系统 定义和试验方法

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电 离 辐 射 密 度 计
GB/T 13980—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

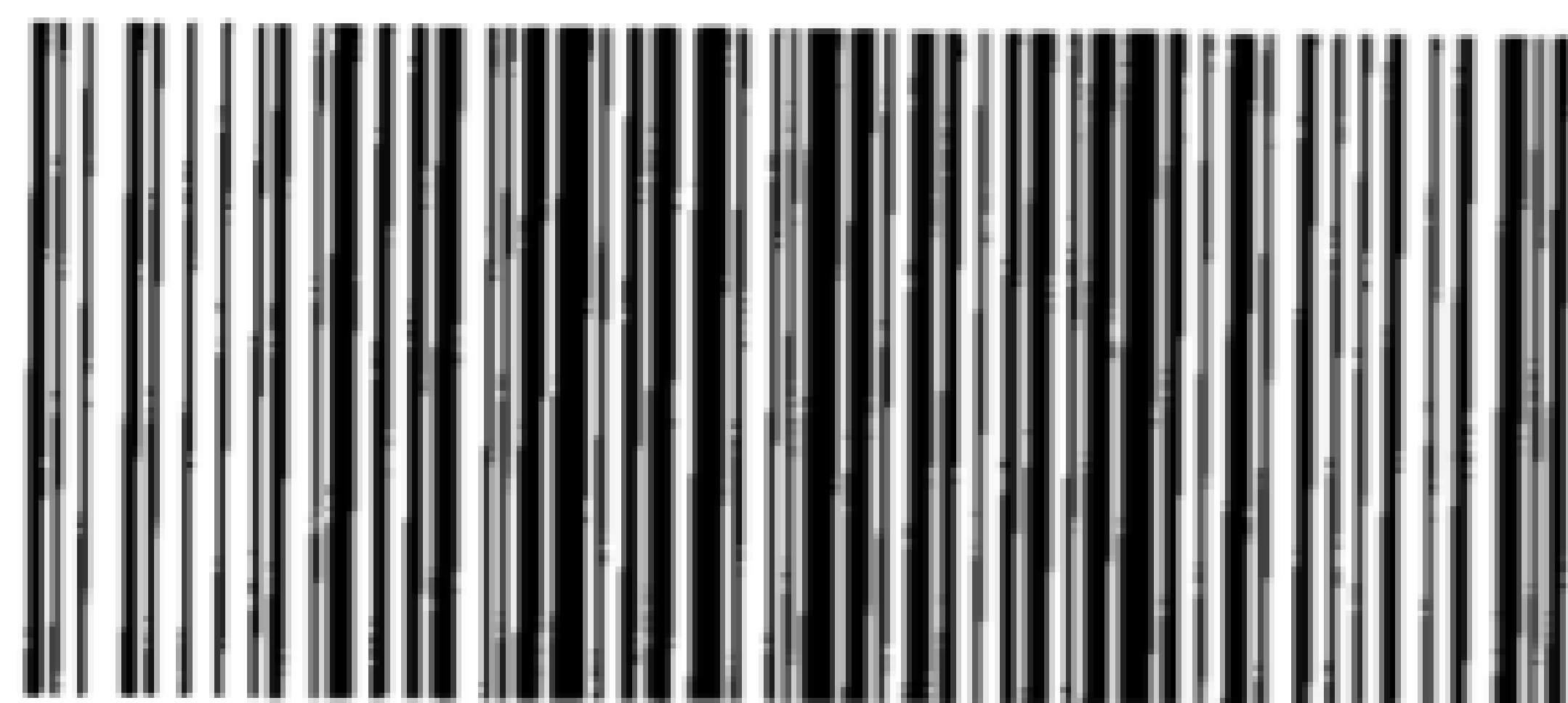
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 41 千字
2008 年 11 月第一版 2008 年 11 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-33829 定价 22.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 13980-2008