

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA/T 17—2023

代替 MT/T 678—1997

煤矿用密度测井仪

Density logging instruments used in coal mine

2023-10-26 发布

2024-01-31 实施

国家矿山安全监察局 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 组成、防爆型式与命名 1

5 要求 2

6 试验方法 5

7 检验规则 8

8 标志、包装、运输及贮存 9

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 MT/T 678—1997《矿用密度测井仪通用技术条件》，与 MT/T 678—1997 相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 更新、删除和增加了规范性引用文件(见第2章)；
- b) 增加了“术语和定义”(见第3章)；
- c) 修改了防爆型式(见4.1,1997年版的3.3)；
- d) 增加了命名规则(见4.2)；
- e) 修改了测量误差的要求和试验方法(见5.3,6.3,1997年版的4.2)；
- f) 修改了结构的要求(见5.5,1997年版的3.10)；
- g) 修改了耐水压探管材料的要求(见5.7,1997年版的3.6.5)；
- h) 增加了同步机外壳防护要求(见5.8)；
- i) 增加了振动、冲击的要求(见5.13,5.14)；
- j) 对标准中的“防爆性能”要求、试验方法进行了修订和完善(见5.16,6.16,1997年版的3.6,3.7,4.13)；
- k) 对“检验规则”进行了修订和完善(见7.1,7.2,7.3,7.4,表3,1997年版的5.1,5.2,5.3,5.4,5.5,5.6,表2)；
- l) 修改了贮存温度和湿度(见8.4,1997年版的6.4)。

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这些专利的责任。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中煤科工西安研究院(集团)有限公司、中国矿业大学、长安大学、西安煤科检测技术有限公司、西安义均科技有限公司。

本文件主要起草人：王小波、张鹏、李萍、张哲、陈万胜、雷贵忠、刘盛东、李貅、薛琴、马斌。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1997年首次发布为 MT/T 678—1997；

——本次为第一次修订。

煤矿用密度测井仪

1 范围

本文件规定了煤矿用密度测井仪(以下简称“密度仪”)的组成、防爆型式与命名、要求、试验方法、检验规则,以及标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于煤矿井下密度仪的设计、制造和检验。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Db 交变湿热(12 h+12 h 循环)

GB/T 2423.5—2019 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击

GB/T 2423.10—2019 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc: 振动(正弦)

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

GB/T 3836.1—2021 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求

GB/T 3836.4—2021 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的設備

GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 10111—2008 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序

MT 210—1990 煤矿通信 检测 控制用 电工电子产品 基本试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

密度测井仪 density logging instruments

通过测量康普顿—吴有训散射的伽马强度来确定地层密度的测井仪器。

4 组成、防爆型式与命名

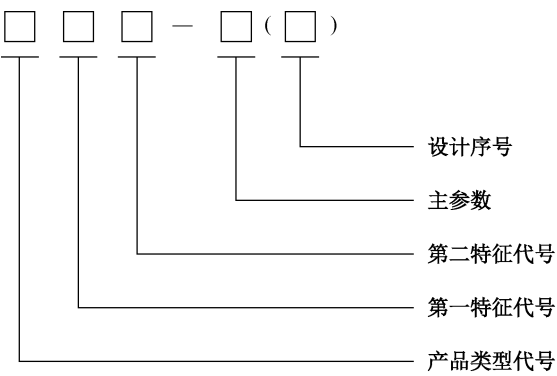
4.1 组成与防爆型式

密度仪由矿用本质安全型探管(以下简称“探管”)和矿用本质安全型同步机(以下简称同步机)组成。

密度仪防爆型式为矿用本质安全型,防爆标志为“Ex ib I Mb”或“Ex ia I Ma”。

4.2 命名

密度仪按以下方式进行命名。



型号中各特征字符和含义见表 1。

表 1 特征字符和含义

特征类型	字符	含义
产品类型	Y	仪器类产品
第一特征	C	测井
第二特征	M	密度
主参数	5	探管直径
设计序号	大写字母 A,B,C……	A 表示第一代 B 表示第二代 C 表示第三代 以此类推

示例：YCM—5(A)表示探管直径为 5 cm 的第一代密度测井仪。

5 要求

5.1 基本要求

密度仪应符合本文件的要求,并按照规定程序批准的图纸及技术文件制造。

5.2 使用环境条件

密度仪应在下列条件下能正常工作：

- a) 环境温度为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 平均相对湿度不大于 95%(25 $^{\circ}\text{C}$)；
- c) 大气压力为 80 kPa~110 kPa；
- d) 允许在具有瓦斯、煤尘爆炸危险的煤矿井下,但无破坏绝缘的腐蚀性气体场所中使用。

5.3 主要功能、电气性能

5.3.1 主要功能

密度仪的主要功能有：

- a) 地层密度测量功能;
- b) 工作时间大于 8 h;
- c) 断电数据保持功能。

5.3.2 电气性能

密度仪的电气性能包括:

- a) 测量通道不小于 2 道;
- b) 计数时间为 1 s;
- c) 自然伽马计数率测量范围不大于 65535 cps,密度计数率测量范围不大于 65535 cps;
- d) 自然伽马测量灵敏度不小于 600 cps/kBq,密度测量灵敏度不小于 600 cps/kBq;
- e) 测量稳定度不大于 10%。

5.4 外观

密度仪外观应满足以下要求:

- a) 外表面无明显凹痕、划伤、裂缝和变形,表面涂层均匀;
- b) 金属部件无锈蚀和其他机械损伤;
- c) 铭牌与防爆标志完整、牢固、清晰、端正、美观;
- d) 金属部件进行防锈防蚀处理。

5.5 结构

密度仪结构应满足以下要求:

- a) 紧固件牢固、无松动,活动件灵活自如;
- b) 紧固件有防止自动松脱的措施;
- c) 机械结构具有密封措施;
- d) 结构设计具有抗震和抗冲击措施。

5.6 绝缘电阻

密度仪接线端子与外壳间的绝缘电阻应不小于 10 M Ω ,交变湿热试验后应不小于 1 M Ω 。

5.7 耐水压

探管外壳壁厚应不小于 3 mm,并能承受不小于 12 MPa 的水压试验。

5.8 外壳防护

密度仪的外壳防护等级应不低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP54 要求。

5.9 环境适应性

5.9.1 高温工作

密度仪应能在表 2 规定的高温条件下工作,试验后,电气性能和外观应符合 5.3.2 和 5.4 的规定。

5.9.2 低温工作

密度仪应能在表 2 规定的低温条件下工作,试验后,电气性能和外观应符合 5.3.2 和 5.4 的规定。

5.9.3 高温贮存

密度仪应能在表 2 规定的高温条件下贮存,试验后恢复时间不小于 2 h,电气性能和外观应符合 5.3.2 和 5.4 的规定。

5.9.4 低温贮存

密度仪应能在表 2 规定的低温条件下贮存,试验后恢复时间不小于 2 h,电气性能和外观应符合 5.3.2 和 5.4 的规定。

表 2 环境温度试验条件

试验项目	温度 ℃	试验时间 h	恢复时间 h
低温工作	—5	2	—
高温工作	40	2	—
低温贮存	—40	16	≥2
高温贮存	60	16	≥2

5.10 交变湿热

密度仪应能承受严酷等级为高温 40℃,6 d 的交变湿热试验,其主要功能、电气性能、外观和绝缘电阻应符合 5.3、5.4 和 5.6 的规定。

5.11 跌落

包装后的便携式密度仪在非工作状态下,应能通过水泥地面 1 m 自由落体跌落 4 次,试验后应符合 5.3、5.4、5.5 的要求。

5.12 运输

包装后的密度仪应能通过频率 4 Hz,加速度 30 m/s²,试验时间为 2 h 的模拟汽车运输试验,试验后应符合 5.3、5.4、5.5 的要求。

5.13 振动

密度仪应能承受频率 10 Hz~150 Hz,加速度 20 m/s² 的三个互相垂直的轴线上各振动 5 次,试验后应符合 5.3、5.4、5.5 的要求。

5.14 冲击

密度仪应能承受峰值加速度 500 m/s²,脉冲持续时间 11 ms,三个互相垂直轴线的每个方向上连续冲击 3 次(共 18 次),试验后应符合 5.3、5.4、5.5 的要求。

5.15 本安参数

密度仪的本安参数包括本安电源的最大输出电压和最大输出电流,其应符合国家授权的防爆检验单位批准的范围。

5.16 防爆性能

防爆性能内容如下：

- a) 密度仪应符合 GB/T 3836.1—2021 和 GB/T 3836.4—2021 中的有关规定,并经审查检验合格,取得“防爆检验合格证”；
- b) 密度仪在正常和故障状态下,其壳体、元器件及导线的最高表面温度应不大于 150℃；
- c) 同步机外壳及面板为绝缘材料时,其最大表面积大于 100 cm² 时,应对外壳表面进行防静电处理,使得表面绝缘材料电阻不大于 10⁹ Ω；
- d) 密度仪接线端与外壳间应能承受交流电压 500 V 的耐压测试,交流额定频率 50 Hz、电压 500 V,历时 1 min,试验期间应无击穿和闪络现象,漏电流应不大于 5 mA。
- e) 本质安全型电气间隙与爬电距离应符合 GB/T 3836.4—2021 中 6.3 的规定。

6 试验方法

6.1 试验环境条件

除环境试验或有关标准中另有规定外,试验均在如下条件下进行：

- a) 温度为 15℃～35℃；
- b) 相对湿度为 45%～75%；
- c) 大气压力为 86 kPa～106 kPa。

6.2 试验用主要设备

试验用主要测试设备包括：

- a) 信号发生器；
- b) 频率计；
- c) 电压表；
- d) 电流表；
- e) 电子秒表。

6.3 主要功能、电气性能试验

6.3.1 主要功能

连接探管和同步机,打开各自电源开关,使仪器系统处于采样工作状态,对仪器的主要功能进行检查。

6.3.2 电气性能

6.3.2.1 测量范围试验

试验线路连接如图 1 所示。

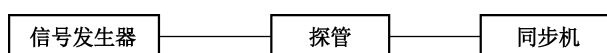


图 1 测量范围检验框图

用信号发生器产生其幅度为 4.95 V～5.1 V,频率为 10 Hz、100 Hz、1000 Hz、10000 Hz、65535 Hz 的方波信号替代密度探头和自然伽马探头信号,使用同步机进行数据采样,或者在探管计数率输

出端接 5 位半频率计读数,进行检测计数率。测量结束,将数据传输到计算机,应符合本文件 5.3.2 的要求。

6.3.2.2 灵敏度

用标准放射源 1 mci 或标准岩样紧贴密度仪探头部位用同步机进行检测,线路连接如图 2 所示。

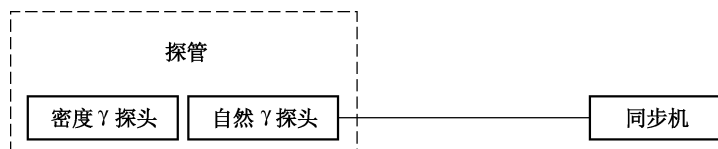


图 2 灵敏度检验连接图

连接探测管和同步机,打开各自电源开关,使仪器系统处于采样工作状态,此时将 Am-241 放射源(1 mci)或标准岩样快速紧贴探测窗口,紧贴时间大于等于 2 s,测量结束,将数据传输到计算机,测量结果应满足 5.3.2 的要求。

6.3.2.3 测量稳定度

按照图 1 方法连接线路,重复测量不少于 10 次,计算结果应符合 5.3.2 的要求。

$$\Delta C_i = \left| C_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \right| \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$E_{\text{AVG}} = \frac{1}{n} \left(\frac{\sum_{i=1}^n \Delta C_i}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

C_i ——计数值;

n ——总重复测量次数;

ΔC_i ——测量与平均值的差值;

E_{AVG} ——测量稳定度。

6.4 外观

按 MT 210—1990 中 5.2.1 的规定进行检查,检查结果应满足 5.4 的要求。

6.5 结构

与防爆性能有关的零部件,元器件及其结构应按 GB/T 3836.1—2021、GB/T 3836.4—2021 的有关规定进行检查,检查结果应满足 5.5 的要求。

6.6 绝缘电阻

按 MT 210—1990 中 7 规定的绝缘电阻试验方法进行。

6.7 耐水压

探测管耐水压试验在密封容器水中渐变加水压,当水压不小于 12 MPa 稳定后,至少持续 20 min,试验后应无渗水或漏水现象。

6.8 外壳防护试验

按 GB/T 4208—2017 规定的试验方法进行。

6.9 环境试验

6.9.1 高温工作

按 GB/T 2423.2 规定的 Be 试验方法进行。

6.9.2 高温贮存

按 GB/T 2423.2 规定的 Bb 试验方法进行。

6.9.3 低温工作

按 GB/T 2423.1 规定的 Ae 试验方法进行。

6.9.4 低温贮存

按 GB/T 2423.1 规定的 Ab 试验方法进行。

6.10 交变湿热试验

按 GB/T 2423.4 规定的 Db 试验方法进行。

6.11 跌落试验

按 GB/T 3836.1—2021 中 26.4.3 规定的试验方法进行。

6.12 运输试验

按 MT 210—1990 中 27 规定的试验方法进行。

6.13 振动试验

按 GB/T 2423.10—2019 规定的试验方法进行。

6.14 冲击试验

按 GB/T 2423.5—2019 规定的试验方法进行。

6.15 本安参数

进行最大电压和最大电流的测量,应低于防爆合格证所规定的电气安全数值。

6.16 防爆性能试验

防爆性能试验内容如下:

- a) 密度仪按 GB/T 3836.1—2021 和 GB/T 3836.4—2021 规定的试验方法进行;
- b) 密度仪最高表面温度按 GB/T 3836.4—2021 中 10.2 规定的试验方法进行;
- c) 密度仪非金属外壳表面绝缘电阻按 GB/T 3836.1—2021 中 26.13 规定的试验方法进行;
- d) 密度仪介电强度按 GB/T 3836.4—2021 中 10.3 规定的试验方法进行;
- e) 密度仪电气间隙和爬电距离按 GB/T 3836.4—2021 中附录 C 规定的试验方法进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

密度仪检验分出厂检验、在用品检验和型式检验。

7.2 出厂检验

每台密度仪需进行出厂检验,检验合格的产品应给予产品合格证;密度仪的出厂检验由生产单位的检验机构进行,出厂检验项目见表 3。

7.3 在用品检验

使用中的密度仪需要每年进行在用品检验,检验合格的产品应给予相应标识;密度仪的在用品检验由生产单位的检验机构或有能力检验的机构进行,在用品检验项目见表 3。

7.4 型式检验

7.4.1 有下述情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品试制定型或老产品转厂生产时;
- b) 正式生产后如结构、材料、工艺有较大改变,能影响密度仪性能时;
- c) 大批量生产时,每 5 年检验一次;
- d) 产品停产 2 年恢复生产时;
- e) 质量不稳定时;
- f) 国家有关部门提出进行型式检验时。

7.4.2 型式检验项目见表 3。

表 3 检验项目

序号	检验项目	类别	要求	试验方法	检验类别		
					出厂检验	在用品检验	型式检查
1	主要功能	A	5.3.1	6.3.1	√	√	√
2	电气性能	A	5.3.2	6.3.2	√	√	√
3	外观	C	5.4	6.4	√	—	√
4	结构	C	5.5	6.5	√	—	√
5	绝缘电阻	B	5.6	6.6	√	√	√
6	耐水压	A	5.7	6.7	√	√	√
7	外壳防护	A	5.8	6.8	—	—	√
8	环境试验	B	5.9	6.9	—	—	√
9	交变湿热	B	5.10	6.10	—	—	√
10	跌落	B	5.11	6.11	—	—	√
11	运输	B	5.12	6.12	—	—	√
12	振动	B	5.13	6.13	—	—	√
13	冲击	B	5.14	6.14	—	—	√

表 3(续)

序号	检验项目	类别	要求	试验方法	检验类别		
					出厂检验	在用品检验	型式检查
14	本安参数	A	5.15	6.15	√	√	√
15	防爆性能	A	5.16	6.16	—	—	√
注 1:“√”表示检验项目,“—”表示不检验项目。							
注 2:A:致命缺陷,B:严重缺陷,C:一般缺陷。							

7.4.3 型式检验项目指标应符合要求,表 3 中 A 类指标有一项不合格、B 类指标有两项不合格、C 类指标有三项不合格,则应加倍抽取样品数量继续复验,若仍不合格,则判定为不合格。

7.4.4 一个生产周期内的全部合格产品均为该批次的抽取样品。抽取样品总数量不大于 20 台时,按照 GB/T 10111—2008 中 4.4.1 扑克牌法抽取 1~2 台进行型式检验。抽取样品数量大于 20 台时,抽样应引用 GB/T 2829—2002,除非其他标准另有规定。对照检验项目要求检验,并累计不合格数,对不合格批次应按 GB/T 2829—2002 的规定处理。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

密度仪的明显位置应固定产品铭牌,铭牌上应至少包括下列内容:

- a) 生产厂家;
- b) 产品名称、型号;
- c) 防爆标志;
- d) 安全标志;
- e) 防爆合格证号;
- f) 安全标志证号;
- g) 工作电压/额定电流;
- h) 最高开路电压、最大电流;
- i) 出厂编号及日期。

8.2 包装

包装箱上应有储运标志,包装箱上的储运标志应符合 GB/T 191 的规定。

随机文件应包含以下内容:

- a) 装箱单;
- b) 产品合格证书;
- c) 产品使用说明书;
- d) 防爆合格证复印件;
- e) 保修证书;
- f) 安全标志证复印件。

8.3 运输

装卸时防止剧烈振动,谨防跌落。

包装后的密度仪在避免雨雪直接淋袭和暴晒的条件下,可适用于水、陆、航空等各种运输方式。

8.4 贮存

包装后的密度仪应在温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于90%、无腐蚀性气体、无强电磁场作用、通风良好的仓库中贮存,贮存期不得超过企业产品标准规定的时间。长期贮存应定期(由企业产品标准规定)通电、充电及维护。
