

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXX—2026

矿用电池防尘防水（IP 等级）测试方法

Test method for dustproof and waterproof (IP degree) of mining batteries

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中国机电工程协会 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 测试内容	1
5 试验条件	1
5.1 标准环境条件	2
5.2 试样状态	2
5.3 试验用水	2
5.4 试验用粉尘	2
6 试验设备	2
6.1 防尘	2
6.2 防水	2
6.3 校准与维护	2
7 测试方法	2
7.1 防尘	2
7.2 防水	3
7.3 测试后检查	3
8 测试报告	4

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。

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××××提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

矿用电池防尘防水（IP 等级）测试方法

1 范围

本文件规定了矿用电池防尘防水（IP等级）的测试方法，包括测试内容、试验条件、试验设备、测试方法以及测试报告。

本文件适用于具有粉尘、淋水、溅水等恶劣条件的矿山井下使用的独立电源装置。

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 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备通用要求

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

MT/T 1200 矿用防爆锂离子蓄电池电源安全技术要求

3 术语和定义

GB/T 4208、GB 3836.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿用电池 mining battery

已取得矿用产品安全标志，专为矿山井下环境设计制造的，包含蓄电池芯（组）、电池管理系统、外壳、连接器及保护电路的独立电源装置。

3.2

防尘试验箱 dust test chamber

可产生并维持规定浓度滑石粉悬浮环境，并能控制内部压差，用于模拟粉尘环境的密闭试验装置。

3.3

摆管淋水装置 oscillating tube water spray apparatus

一种可在垂直平面内按规定角度往复摆动的半圆形或多边形管，管上设有特定规格的喷水孔，用于模拟淋水环境的试验设备。

4 测试内容

4.1 原理：基于 GB/T 4208，防尘测试通过将试样置于特定浓度的滑石粉悬浮环境中，检验其防止粉尘进入的能力。防水测试通过水流冲击或浸没试验，检验其外壳的防水密封性能。测试后，通过检查试样内部侵入情况及电气功能变化，判定其是否符合标识的 IP 防护等级。

4.2 应根据标识的 IP 等级，按表 1 选择测试方法。

表 1 IP 防护等级与测试方法对应表

数值 测试方法	第一位特征数字		第二位特征数字			
	5	6	4	5	6	7
防尘	7.1	7.1				
防水			7.2.1	7.2.2	7.2.3	7.2.3

注：矿用电池的防尘等级为5~6级，防水等级为4~7级。

5 试验条件

5.1 标准环境条件

除另有规定，试验应在以下环境条件下进行：

- a) 温度：15 °C~35 °C；
- b) 相对湿度：25%~75%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

5.2 试样状态

- 5.2.1 试样应为装配完整的成品，所有密封件、盖板、接口处应安装到位，状态符合产品说明书要求。
- 5.2.2 除另有规定，试验通常在试样不通电、不工作的状态下进行。
- 5.2.3 防尘试验与防水试验应分别在不同的试样上进行。
- 5.2.4 试验前，试样应在标准环境条件下放置不少于 24 h。如需考核产品在极端温度下的性能，可对试样进行高低温循环、湿热等预处理，预处理条件应在测试报告中记录。

5.3 试验用水

试验用水应为清洁、无腐蚀性的自来水或蒸馏水，水温与试样温度之差不宜超过 5 K。进行浸水试验时，可在水中添加质量分数低于 0.5% 的荧光示踪剂。

5.4 试验用粉尘

试验用粉尘应为滑石粉，能全部通过孔径为 75 μm、金属丝直径为 50 μm 的方孔筛。使用前应在 105 °C 下干燥 1 h。

6 试验设备

6.1 防尘

- a) 防尘试验箱：试样放入后，其顶部与箱壁距离不应小于 200 mm。箱体应能产生并维持滑石粉均匀悬浮，并能将内部压力稳定控制在低于大气压力 1.96 kPa~1.98 kPa；
- b) 真空系统：用于对试样内部抽真空，维持规定压差；
- c) 低压气枪：喷嘴直径 2 mm~6 mm，配备压力调节阀和过滤干燥器的压缩空气系统。

6.2 防水

- a) 滴水箱：可提供稳定流量的滴水；
- b) 摆管淋水装置：喷孔直径 0.4 mm，孔距 50 mm 的半圆形摆管，可在垂直面内以规定角度和周期摆动，配有转速可调的转台；
- c) 喷水设备：压力、流量调节系统，内径为 6.3 mm 和 12.5 mm 的标准喷嘴；
- d) 浸水水箱：尺寸足够，水深可调。

6.3 校准与维护

- 6.3.1 防尘试验箱应定期校准滑石粉浓度和真空度。
- 6.3.2 防水试验设备应定期校准水流量、水压、摆管摆动角度和周期。
- 6.3.3 试验用滑石粉应干燥储存，筛网应定期检查。防水试验喷嘴应保持清洁，无堵塞、磨损。所有校准和维护应形成记录。

7 测试方法

7.1 防尘

按下列步骤执行：

- a) 将试样放入符合 6.1a) 要求的防尘试验箱。对于 IP6X 试验，需用真空系统将试样内部抽真空，使压力低于大气压力 1.96 kPa~1.98 kPa，并保持此压差；
- b) 在试验箱内加入浓度 2 kg/m³ 的滑石粉；

- c) 启动循环风机，使滑石粉在箱内均匀悬浮。试验持续 8 h。对于 IP6X，整个试验期间需维持试样内部真空；
- d) 试验期间，每隔 30 min 用低压气枪短暂吹拂试样表面 3~5 s，气枪产生的气流压力控制在 20 kPa~50 kPa；
- e) 试验结束，关闭风机，静置 30 min 使粉尘沉降。取出试样，在不开启外壳的情况下，用压力不超过 50 kPa 的干燥压缩空气吹除外壳表面粉尘。

7.2 防水

7.2.1 验证外壳防止因水飞溅或喷溅造成有害影响的防护能力，具体步骤如下：

- a) 试验设备：使用符合 6.2b)要求的摆管淋水装置；
- b) 试样安装：试样置于转台中心，其顶部距离摆管轴线不大于 200 mm。转台转速设定为 1 r/min~3 r/min；
- c) 试验条件：水流量按摆管上每个喷孔 0.07 L/min 计算，水压按水流量调节。摆管在垂直中心线两侧各 180°的弧内往复摆动，一次完整摆动循环时间约为 4 s；
- d) 试验过程：试验时间不应少于 10 min。

7.2.2 验证外壳防止因低压喷水造成有害影响的防护能力，具体步骤如下：

- a) 试验设备：使用符合 6.2c)要求的喷水设备，配备内径为 6.3 mm 的标准喷嘴；
- b) 试验条件：喷嘴水流量为 (12.5±0.625) L/min，水压按水流量调节。喷嘴距离试样受试表面的距离为 2.5 m~3.0 m；
- c) 试验过程：从试样四周进行喷水。对每个受试表面的喷水时间不应少于 3 min，总试验时间不应少于 15 min。

7.2.3 验证外壳防止因高压喷水造成有害影响的防护能力，具体步骤如下：

- a) 试验设备：使用符合 6.2c)要求的喷水设备，配备内径为 12.5 mm 的标准喷嘴；
- b) 试验条件：喷嘴水流量为 (100±5) L/min，水压按水流量调节。水压喷嘴距离试样受试表面的距离为 2.5 m~3.0 m；
- c) 试验过程：从试样四周进行高压喷水。对每个受试表面的喷水时间不应少于 3 min，总试验时间不应少于 15 min。

7.2.4 验证外壳防止因短暂浸水造成有害影响的防护能力，具体步骤如下：

- a) 试验设备：使用符合 6.2d)要求的浸水水箱；
- b) 试样状态：试样按正常工作位置放置。若试样体积过大，可使用与其大小、密封结构相同的模拟外壳进行试验；
- c) 试验条件：将试样浸入水中。试样的最低点应位于水面以下 1 m 处，最高点应低于水面至少 0.15 m；
- d) 试验过程：试验持续时间 30 min。对于非设计为连续浸水工作的试样，试验后应立即取出并进行检查。

7.3 测试后检查

7.3.1 防尘

开启外壳，目视观察，内部不应有可见的粉尘沉积。检查完毕后，按照 MT/T 1200 检查试样基本功能应正常。

7.3.2 防水

试验结束后，立即用软布擦干试样外壳表面可见水分。打开外壳，目视或借用低倍放大镜检查内部所有部位，特别是电气连接处、电路板、电池芯表面，不应有任何水迹或水珠。对于使用了示踪剂的水，可在暗室用紫外灯检查荧光痕迹。

7.3.3 功能验证

试样应按 MT/T 1200 进行基本电气性能和安全功能测试，如测量绝缘电阻、进行充放电功能测试、验证保护功能等，结果应符合产品规定。

7.3.4 判定准则

试样同时满足以下全部要求，方可判定其符合所测试的IP防护等级，若同一样品或一组样品中任何一项不符合，则判定该样品未达到所测试的IP防护等级：

- a) 防尘测试后，外壳内部应无粉尘进入和沉积，且测试后功能正常；
- b) 防水测试后，外壳内部应无进水痕迹，且测试后绝缘和功能测试符合要求；
- c) 防水防尘测试均未造成外壳永久性变形或损坏。

8 测试报告

测试报告应真实、准确、完整，包括但不限于以下内容：

- a) 报告名称、编号及本文件编号；
 - b) 委托单位与生产单位信息；
 - c) 试样描述：名称、型号、编号、标识的IP等级、防爆标志等；
 - d) 测试日期、地点及标准环境条件；
 - e) 所用主要试验设备的名称、型号及编号；
 - f) 详细的测试依据、测试条件与测试过程描述；
 - g) 测试结果记录，包括测试中的观察、测试后的检查结果与测量数据，宜附关键部位照片；
 - h) 测试结论：“符合IPXX等级要求”或“不符合IPXX等级要求”；
 - i) 测试人员、审核人员签名，测试单位盖章。
-