### 

### 煤矿井下充电换能站用动力电池技术规范

### （征求意见稿）

目次

[前言 II](#_Toc780)

[1 范围 1](#_Toc14665)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc16099)

[3 术语和定义 1](#_Toc21329)

[4 动力电池技术要求 2](#_Toc6632)

[4.1 一般要求 2](#_Toc528)

[4.2 规格尺寸 3](#_Toc20050)

[4.3 性能指标参数 5](#_Toc29264)

[5 动力电池接口技术要求 5](#_Toc26424)

[5.1 一般要求 5](#_Toc13389)

[5.2 电池充电接口 8](#_Toc7764)

[5.3 电池放电接口 9](#_Toc11866)

[5.4 BMS接口 9](#_Toc3629)

[6 动力电池防爆防护要求 9](#_Toc4211)

[6.1 基本功能测试试验 9](#_Toc28692)

[6.2 安全性能测试试验 11](#_Toc31432)

[7 其他 13](#_Toc1811)

1. 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。

本文件由中国煤炭学会提出。

本文件由中国煤炭学会归口。

本文件起草单位：华北科技学院、国能神东煤炭集团有限责任公司、安标国家矿用产品安全标志中心有限公司、中国煤炭科学研究总院、深圳市德塔工业智能电动汽车有限公司、常州科研试制中心有限公司、航天重工集团武汉研究院。

本文件主要起草人：张全柱、张志强、邓永红、黄佩瑶、宋沣珂、毕瑞卿、张军、李清林、孙德宇、刘建宇、许联航、郭洋楠、何瑞敏、王庆雄、张勇、沃磊、温良、杨大山、张伟、王鹏、钱军、杨成华。

煤矿井下充电换能站用动力电池技术规范

* 1. 范围

本文件规定了煤矿井下充电换能站用动力电池涉及到的术语和定义、电池及接口、防爆防护安全等方面要求。

本文件适用于煤矿井下充电换能站用动力电池。

* 1. 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 17626.4-2018 电磁兼容试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB 20234.1-2023 电动汽车传导充电用连接装置 第1部分：通用要求

GB/T 20234.3-2015 电动汽车传导充电用连接装置 第3部分：直流充电接口

GB/T 27930-2015 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议

GB/T 3836.1-2010 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB 3836.4-2010 爆炸性环境 第 4 部分： 由 本质安全型“ i ”保护的设备

GB/T 38775.1-2020 电动汽车无线充电系统 第1部分：通用要求

GB/T 31467-2023 电动汽车用锂离子动力电池包和系统电性能试验方法

GB/T 31467.1-2015 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统 第1部分：高功率应用测试规程

GB/T34013-2017 电动汽车用动力蓄电池产品规格尺寸

GB/T 34131-2023 电力储能用电池管理系统

GB 38031-2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB/T 38661-2020 电动汽车用电池管理系统技术条件

MT/T 661-2011 煤矿井下用电器设备通用技术条件

MT/T 1078-2008 矿用本质安全输出直流电源

AQYQ-AAC-2021-01 矿用产品安全标志通用安全技术要求 矿用防爆锂离子蓄电池电源（试行）

QC/T 743-2006 电动汽车用锂离子蓄电池

QC/T841-2010 电动汽车传导式充电接口

QCT896-2011 电动汽车用驱动电机系统接口纯电动商用车车载换电系统互换性 第1部分：换电电气接口

QC-T1199-2023 电动汽车传导充电用集成式交流供电标准插座

NB/T 33001-2018 电动汽车非车载传导式充电机技术条件

NB/T 33008.1-2018 电动汽车充电设备检验试验规范 第1部分：非车载充电机

ISO4521：2008 “Metallic and other inorganic coatings — Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes — Specification and test methods

《煤矿安全规程》（2022）

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。



动力电池 Explosion protection technology

用于煤矿井下辅助运输车辆提供动力的能源设施，根据煤矿安全规程（2022）和 AQYQ-AAC-2021-01标准，单体电池为磷酸铁锂电池，即给煤矿车辆提供动力的防爆锂离子动力蓄电池，同国家标准GB 38031的动力蓄电池，安全行业标准AQYQ-AAC-2021-01中的电源。



电池充电接口 Battery charging interface

用于连接电池和车内充电电缆的部件，其作用是在充电过程中实现电能的有效传输以及充电控制信号的交流，它由充电插头和充电插座两部分组成。



电池放电接口 Battery discharge interface

用于连接电池与车内放电电缆，以便为设备提供电能的部件，它由放电插头和放电插座两部分组成。



电池管理系统接口 Battery Management System interface

用于连接电池管理系统与电池、充电设备或其他相关系统，以便进行数据通信、监控和控制操作的部件或协议,以下简称BMS接口。

* 1. 动力电池技术要求
     1. 一般要求

煤矿井下电动辅助运输车辆包括防爆升降平台车、自卸式胶轮车、防爆装载机、新能源防爆铲运机、新能源防爆装载机等辅助运输车等，匹配不同尺寸规格和性能参数的动力电池，如表1所示。

表1防爆车及动力电池基本参数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 车外形尺寸（长×宽×高）（mm） | 车续驶里程(km) | 电池尺寸（mm） | 模块尺寸  （mm） | 电池容量(Ah) | 整车满载质量(kg) |
| 防爆升降平台车 | 3400×1200×700 | 80 |  |  | 50 | 1700 |
| 自卸式胶轮车 | 6000×2050×2300 | 40 |  |  | 150～228 | 11000 |
| 防爆装载机 | 7505×2550×3630 | 大于140km |  |  | 228 | 11000 |
| 新能源防爆铲运机 | 6000×1300×2000 | - |  |  | 175 | 80000 |
| 新能源防爆装载机 | 6800×2050×2500 | - |  |  | 175 | 80000 |

电池由单体电池、电池模块、电池标准箱、BMS等组成。

动力电池中所使用的所有单体电池应为同一厂家生产的同一规格的产品，内阻、容量、电压一致性满足JB/T 11137-2011《锂离子蓄电池总成通用要求》。

根据车辆行驶需求和AQYQ-AAC-2021-01《矿用防爆锂离子蓄电池电源安全技术要求（试行）》文件，动力电池容量范围应该在10Ah以上，不超过230Ah，可以分为50Ah～85Ah低等容量、86Ah～121Ah 中低容量、122Ah～157Ah中等容量、157Ah～192Ah中高等容量、192Ah～230Ah高等容量等多种容量。

环境要求

除有关标准另有规定外，动力电池应在下列条件下正常工作：

a）环境温度：-10℃～60℃；

b）平均相对湿度：不大于95%（＋25℃）；

c）大气压力：80kPa～106kPa；

d）有甲烷、煤尘爆炸危险，但无显著振动和冲击、无破坏绝缘的腐蚀性气体的场所。

外观及结构

电池箱上须贴有铭牌、高压危险警告标识，正、负极柱端须贴有明显正负极标识。外壳应无锈蚀、霉斑、镀层脱落、划痕、毛刺、开裂、变形、塑料起泡等现象；各结构与控制件应安装正确，完整，连接可靠，无松动，无机械损伤。电池单体无漏液、鼓包、表面无锈蚀、霉斑等现象。

电池箱的零部件应紧固无松动，且不得有锈蚀、毛刺、裂纹和机械损伤,紧固件必须有防止自动松脱的措施。

电池箱的高压标识应满足《GB/T 18384.1电动汽车安全要求》；编号标识应按照电池系统电气原理图进行电池箱编号；高低压连接器对应的插头和插座应有匹配的标识，进行标识防错。

电池箱应满足AQYQ-AAC-2021-01《矿用防爆锂离子蓄电池电源安全技术要求（试行）》中7.2.6的防爆结构要求。

电池箱结构应具备热蔓延防护功能，单体蓄电池热失控后，整包5min内不出现明火。

功能要求

1. 电池内应配置高压继电器和熔断器，每个电池应配置安全维修开关；
2. 电池内部高压连接器件和高压控制器件（包括快换连接器）应满足《矿用防爆锂离子蓄电池安全技术要求》中7.2.8的技术要求；
3. 电池模块正极和负极连接可采用螺栓联接方式或可插拔连接器连接方式。正极和负极连接处应有清晰的极性标志。正极采用红色标志和红色电缆，负极采用黑色标志和黑色电缆；
4. 电池应采用超过2种不同的手段（包括位置，接触点，预紧力，角度等手段）确认动力电池的锁紧状态，以避免高压电气虚接造成起火；
5. 电池应具备全天候（24h）电池安全监控的功能,当动力电池静置时间超过90天后，动力电池仍然具备以2h/次的频率上传数据,BMS应满足AQYQ-AAC-2021-01《矿用防爆锂离子蓄电池电源安全技术要求》中7.2.7的基本功能要求；
6. 电池应采用超过2种不同的手段（包括位置，接触点，预紧力，角度等手段）确认动力电池的锁紧状态，以避免高压电气虚接造成起火；
7. 电池应满足《矿用防爆锂离子蓄电池安全技术要求》中7.2.12中规定的电磁兼容要求。
   * 1. 规格尺寸

通用要求

尺寸公差要求

本标准中规定的单体蓄电池各项尺寸,按照GB/T 1804中关于线性尺寸的极限偏差的规定,选取精密m公差等级。

尺寸范围要求

为了统一动力电池规格尺寸,做出如表1所示的尺寸范围约定。在同一尺寸范围的单体电池、模块电池和电池标准箱(参见GB/T34013-2017电动汽车用动力蓄电池产品规格尺寸 附录A)属于同一规格产品。

表2 动力电池尺寸范围 单位为毫米

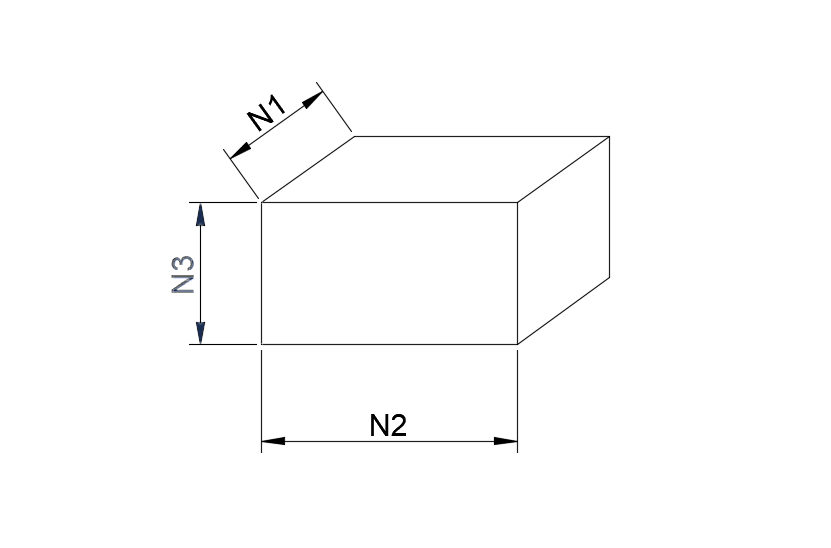
|  |  |
| --- | --- |
| 产品尺寸 | 尺寸范围 |
| <10 | ±0.5 |
| ≥10,<100 | ±2.0 |
| ≥100,<500 | ±5.0 |
| ≥500 | ±10.0 |

单体要求

单体电池尺寸应该按照GB/T34013-2017电动汽车用动力蓄电池产品规格尺寸中的规定。

模块要求

电池模块的结构如图1所示，表3列出了电池模块的尺寸系列。



说明：

n1——电池模块的厚度/长度；

n2——电池模块的宽度；

n3——电池模块的高度。

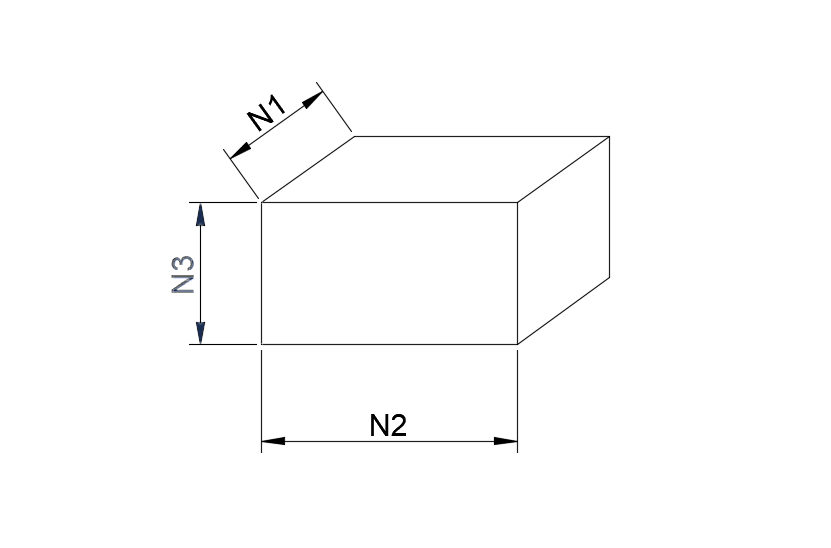
图1 动力电池模块尺寸

表3 动力电池模块尺寸系列

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 外形尺寸  mm | | |
| n1 | n2 | n3 |
| 1 | 211～515 | 141 | 211/235 |
| 2 | 285～793 | 178 | 130/163/177/200/216/240/255/265 |
| 3 | 269～319 | 234 | 85/297 |
| 4 | 18～27，330～672 | 367 | 114/275/429 |
| 5 | 162～861 | 439 | 363 |

标准箱要求

推荐电池标准箱的典型规格尺寸见表4，结构如图2所示。



说明：

N1——电池箱的厚度/长度；

N2——电池箱的宽度；

N3——电池箱的高度。

图2 动力电池标准箱尺寸

表4 动力电池标准箱尺寸系列

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 外形尺寸  mm | | |
| N1 | N2 | N3 |
| 1 | 896/1080 | 489 | 205～450 |
| 2 | 820/1060/1200 | 630/660/680 | 215～275 |

* + 1. 性能指标参数

单体电池

根据矿用防爆型换电电池技术要求（试行），单体电池性能指标参数见表5。

表5 单体电池性能指标参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 指标项目 | 指标要求 |
| 1 | 额定电压 | 3.2V（1C） |
| 2 | 过充电电压保护值 | 3.5V |
| 3 | 过放电压保护值 | 2.75V |
| 4 | 交流内阻 | ≤2mΩ(25℃，15%SOC,10C) |
| 5 | 直流内阻 | ≤2mΩ(25℃，15%SOC,10C) |
| 6 | 容量一致性 | 100%—105% |
| 7 | 直流阻抗（DCR）差异 | ±3% |
| 8 | 质量能量 | 100-110Wh/kg |
| 9 | 体积能量密 | 120Wh/L |
| 10 | 开路压差 | ≤15mV（充电结束静置4小时后） |

电池标准箱

根据矿用防爆型换电电池技术要求（试行），电池标准箱性能指标参数见表6。

表6 电池标准箱性能指标参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 指标项目 | 指标要求 |
| 1 | 尺寸（含连接器扩展长度） | 长度≤1800㎜，宽度≤900㎜，高度≤650㎜ |
| 2 | 额定容量 | ≤230Ah |
| 3 | 额定输出电压 | DC320V(1/3C) |
| 4 | 额定放电电流 | 76A(1/3C) |
| 5 | 最大充电电流 | 114A(0.5C) |
|  | 最大放电电流 | 400A（60s） |
| 6 | 工作温度范围 | 电芯放电：-20℃～55℃；充电：0℃～55℃ |
| 7 | 重量 | ≤1000Kg |
| 8 | 标称总能量 | 72kWh≤标称能量≤74kWh（1/3C） |
| 9 | 自放电率 | ≤2.2% /月（25℃，25%SOC） |
| 10 | 充放电速率 | 0-10C |
| 11 | 循环寿命 | 循环次数达到500次时放电容量不低于初始容量的93% |

* 1. 动力电池接口技术要求
     1. 一般要求

结构

接口的易触及表面应无毛刺、飞边及类似尖锐边缘。

接口应选择金属端子无法变更换的连接器。

接口应选择结构上具有防错插功能的连接器。

接口的部件(如触头、插销、壳体等)应可靠固定,正常使用时不应松脱,且不使用工具时不能从接口上拆卸。

插头与插座或连接器完全插合时，防水等级应达到IP67。插头未插入时，插座应具有基本的保护措施，防护等级应达到IP63。

接口的内部接线应满足以下要求。

a)接头应满足结构牢固和电气接触的要求；

b)焊接满足以下要求之一时,视为结构牢固：

1)在一个圆周上包裹端子；

2)通过圆孔或开口后弯成直角,不包括印刷电路板上嵌入或固定(如贴片安装部件)的部件,以及波峰焊接或搭接焊接的部件；

3)与其他导线绞合在一起；

4)使用等效方式。

c)接头应提供与导线等效的绝缘,除非可保持接头与其他金属部件之间具有永久的电气间隙和爬电距离,接头的绝缘不限于以下方式：

1)连接装置如压线端子,具有适当的电压和温度特性；

2)使用绝缘管或护套包裹接头。

电池换电时，接口应同时具备专用装置自动解锁功能和手动解锁功能，应采用两个以上的步骤解锁；解锁过程应具有正确的电气连接和断开顺序，避免非预期的高低压电路导通。

额定电压

所选配的接口，额定工作电压应不低于直流60V。

额定电流

所选配的接口，额定工作电流应不小于 额定电流的1.2倍。

插拔力

所选配的接口插拔力要求25N-65N（不含锁紧装置）。

接触电阻

所选配的接口，正、负极接触电阻要求小于1mΩ。信号线的接触电阻小于10㎟Ω。

温升

在环境温度25±2℃条件下，连接器通过额定的电流，连接器的温升≤40K。

插拔寿命

按5.1.7规定的方法试验后，所选配的接插件寿命不小于5000次，插拔力和接触电阻应符合5.1.4和5.1.5的要求。

注：一次寿命包含接插件插入及拔出。

软电缆及其连接

电池软线及输出软线应采用铜线，且其规格应符合GB 4706.1-2005第25.7条的要求。低温环境下使用的接口，其电池软线的规格不应低于普通氯丁橡胶护套软线为GB/T 5013.1－2008的57号线。其横截面积不应小于表7中的标称值。用于通讯或握手的信号线，且截面积不小于0.3mm²。

表7 导线规格

|  |  |
| --- | --- |
| 导线的额定电流  A | 标称横截面积  mm² |
| XXX | XXX |
| XXX | XXX |
| XXX | XXX |
| XXX | XXX |

接插件与导线的连接可以采用锡焊或者铆压的方式，连接强度应符合表8的要求，但是使用过程中，接合部位应避免直接承受拉力和扭力。

表8 接插件与导线连接强度

|  |  |
| --- | --- |
| 导线面接(mm²) | 拉拔力(N) |
| 0.5以下 | 40 |
| 0.5 | 60 |
| 0.75 | 120 |
| 1 | 160 |
| 1.5 | 200 |
| 2.5 | 250 |
| 4.0 | 350 |
| 6.0 | 400 |

输出接口安全性

不同种类电池的插头插座系统不能互插。

接插件的正、负极的两个金属导电部分，不能被手指同时被触及。

接插件未连接时，量测正、负极之间的电压，不应高于36V。

机械强度

外壳冲击

按照GB/T 11918.1-2014中24.2规定的方法测试，观察接插件是否出现损坏、断裂及脱落。

跌落

将充接口固定在振动台上。调节振动台的频率：10Hz～55Hz；振幅：1.5mm；三轴方向，每轴2小时，接口不能开裂，应能继续工作。

振动

将充接口固定在振动台上。调节振动台的频率：10Hz～55Hz；振幅：1.5mm；三轴方向，每轴2小时，接口不得出现损坏，应能继续工作。

电气性能要求

绝缘电阻

连接器不同端子之间，端子与外壳之间绝缘电阻不得小于5MΩ。

电气强度

连接器不同端子之间，端子与外壳之间耐压不小于2000V。

电气间隙

按相关标准规定的试验方法进行试验。

爬电距离

按相关标准规定的试验方法进行试验。

固体绝缘

按相关标准规定的试验方法进行试验。

防触电保护

连接器的设计应能保证当插座和插头按正常使用时,其带电部件是不易触及的,此外还应保证当插头和插座完全插合时，其带电部件是不易触及的。

环境适应性

耐热

所选用的充电接插件存放于温度为(125±5)℃的温度箱里1h，不得出现不利于继续使用的变化密封胶不得流动到露出带电部件，标志应仍清晰可辨。

注：密封胶轻度移位忽略不计。

按照GB/T 5169.21-2017中8.1.1规定的方法A进行球压试验，绝缘材料的压痕直径应不大于2.0mm。

低温

所选用的充电接插件存放于温度为(-40±5)℃的温度箱里1h，不得出现不利于继续使用的变化,密封胶及塑件不得出现开裂等现象。

防火阻燃

所选用的充电连接器的护套材料阻燃等级达GB/T 5169.16中V-0级。

灼热丝试验

接插件的护套材料按GB/T 5169.11－2017规定的方法进行试验，应通过850℃的灼热丝可燃性试验（GWEPT）。

垂直燃烧

接插件的护套材料应符合GB/T 5169.16中V-0级。

针焰

符合下列情况可认为耐受针焰试验：

a)试样无火焰和灼热，并且规定的铺底层或包装绢纸没有起燃；

b)在移开针焰后，试验样品的火焰或灼热在15s之内熄灭。

耐老化

带橡胶或热塑性材料外壳及弹性材料部件诸如密封环和密封垫的电器附件应具有良好的耐老化性能。

按照耐老化试验测试方法，接插件接近空温后，检查接插件，接插件不得出现肉眼可看见的裂痕，其材料不得发粘变腻。

耐腐蚀与防锈

按GB/T 11918.1-2014的规定进行试验。试验结束后,量测接触电阻：

a）正、负极引脚小于1mΩ；

b）信号引脚应小于10mΩ。

标识和标志

1. 软性连接的充电接插件的插头上应清晰的标注接插件的额定电压、额定电流规格，在接插件插合的情况下应可以被识别，例如“DC 100V 6A”；硬性连接的充电接插件上可以不用标识；
2. 充电接插件的插座上应清晰的标注电源的“+”、“-”极；
3. 标识应为永久性标识，不可以被擦除。
   * 1. 电池充电接口

结构要求

接口的触头表面应具有参考ISO4521：2008要求的银或银合金镀层,镀层厚度至少5μm。允许使用其他镀层代替银或银合金镀层。

充电插头应装配电缆固定部件，使电缆与充电插头连接处受到外力时不会造成对端子的额外受力。

充电插头和充电插座应分别有配属的防护装置,在未插合且使用防护装置时应满足GB/T 20234.1-2023中6.3.10的要求,充电插座的防护装置不使用工具应无法拆卸。充电插座机械锁口宜具备防水与防尘措施。

充电电缆与端子正确连接后，不同极性端子之间或端子与其它金属部件之间不得有意外接触。

充电插头的外壳应将端子和充电电缆的端部完全封闭。

功能定义

充电插头、充电插座的防触电保护应满足GB/T11918.1-2014中第9章的要求。

充电插头和充电插座的中性端子和控制导引端子视作带电部件,信号传输触点和接地端子不视为带电部件。

充电接口由于储存,操作和使用中的振动导致部件松动时,不应导致着火、电击和人员伤害。

充电插头的电缆入口应便于电缆导管或电缆保护层进入,并给电缆提供完善的机械保护接口的所有非绝缘的带电部件应牢固安装在基座或安装面上。绝缘衬垫、绝缘隔层及类似部件等应具有足够的机械强度,并应固定到外壳或本体中,且应满足以下要求之一：

1. 如果不将其严重损坏，则无法拆除；
2. 设计成无法将其置于不正确的位置。

技术参数

* + 1. 电池放电接口

结构要求

接口应满足GB/T11918.1-2014中第15、16章的要求。其中,插套应能自动调节,其设计应能确保在相应的工作寿命的操作次数之前和之后,均有足够的接触连续性。

放电接口尺寸应确保放电插头与放电接口、充电插头与充电接口的正常连接和断开,符合触头的接触压力和接触顺序需求,满足锁止装置的锁止与解锁功能,以及满足本文件的其他相关要求。

放电使用传导连接组件连接用电负荷，能量传输过程中采用单相或三相放电，传导连接组件如有多路输出，每路输出宜分别具备过流保护。

功能定义

放电插头、放电插座的防触电保护应满足GB/T11918.1-2014中第9章的要求。

放电插头和放电插座的中性端子和控制导引端子视作带电部件,信号传输触点和接地端子不视为带电部件。

放电接口由于储存,操作和使用中的振动导致部件松动时,不应导致着火、电击和人员伤害。

放电插头的电缆入口应便于电缆导管或电缆保护层进入,并给电缆提供完善的机械保护接口的所有非绝缘的带电部件应牢固安装在基座或安装面上。绝缘衬垫、绝缘隔层及类似部件等应具有足够的机械强度,并应固定到外壳或本体中,且应满足以下要求之一：

1. 如果不将其严重损坏，则无法拆除；
2. 设计成无法将其置于不正确的位置。

技术参数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 额定电压 | ≤80v | 工作温度 | -10～60℃ | 接触电阻 | ≤0.8mΩ |
| 绝缘电阻 | ≥5000MΩ | 盐雾 | 48h | 线式连接方式 | B型铆接 |
| 外壳材料 | PBT | 端子材料 | 紫铜，镀银，镀镍 | 板式连接方式 | 焊接 |
| 阻燃等级 | UL94 V-0 | 灼热丝可燃性指数 | GWFI 850℃ | 环保性能 | 符合RoHS2.0 及Reach |

* + 1. BMS接口

硬件接口要求包括接口类型、传输速率、信号质量、接口数量、电源要求、安全性和接口安装位置，符合下列要求：

1. 接口类型：应统一使用RJ45标准接口；
2. 传输速率：应在100Mbps以上；
3. 信号质量：应使用符合GB/T 18015.5-2007的线缆和连接器；
4. 接口数量：应具有2个及以上RJ45标准接口；
5. 电源要求：应在每台生产设备上配置一个UPS电源,且电源条件应满足GB/T 38331—2019的4.3条；
6. 安全性：应具备防尘、防水、防爆、防雷和防静电功能；
7. 安装位置：应有一个带防尘罩的硬件接口安装在电气控制操作柜内。

接口应具有通用性、兼容性、可维护性和可扩展性,宜实现即插即用。

接口各功能应在逻辑上相互独立,控制策略、执行周期相互匹配。

接口应设置接地端子,接地电阻不应大于0.1Ω,连接接地线的螺钉和接地点不应用作任何其他机械紧固用途。

接口线束应采用阻燃材料,电气接口宜采用防爆设计。

接口应具有数据采集、通信、报警和保护、控制、状态估算、参数设置、数据存储、计算和统计等功能,宜具有显示功能,还应具有均衡和绝缘电阻检测功能。

* 1. 动力电池防爆防护要求
     1. 基本功能测试试验

试验基本要求

试验条件

除另有规定外，试验应在以下环境条件下进行：

1. 环境温度：15℃～35℃；
2. 相对湿度：45%～75%；
3. 大气压力：86kPa～106kPa。

测量仪器与设备

1. 计量仪器的准确度和测量范围应能保证所测指标的精度；
2. 测量仪器和设备的选用应符合所测的特性；

被测电源本身不含显示、报警装置的，生产厂家应提供相关配套设备。

受试电池要求

受试电池的单体电池应符合《矿用锂离子蓄电池安全技术要求》型式检验及出厂检验合格的产品。

试验充电模式

在充电回路中串联电流测试和容量检测设备，启动充电设备，按产品企业标准中规定充电方式充电。充电过程中不允许被测设备放电

充电精度功能检测：试验过程中不少于三次监测各单体电池的电压、各单体电池的温度、电池组的充电电流、电池模块电压和绝缘电阻，与电源显示或模拟接地电阻值相比较，误差应满足下表要求：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数 | 单体电池电压值 | 单体电池温度 | 电池模块电流 | 电池模块电压 | SOC估算 | 绝缘电阻 |
| 误差 | ±0.5%FS | ±2℃ | ±2%FS | ±0.5%FS | ≤5% | ±10% |

充电过流保护测试

以6.2.1方式充电，增加充电设备的输出电流至电池模块充电过流保护值的103%，电源应实现充电过流保护，在2s内断开与充电设备连接，停止充电，并在5s内报警或显示。

放电过流保护测试

以6.2.1方式充电，至电源单体电池过充电压保护，在电源的输出端施加过流检测负载，使电源输出电流为过流保护值的103%，电源应实现放电过流保护，在2s内断开与用电设备连接，停止放电，并在5s内报警或显示。

输出短路保护测试

以6.2.1方式充电，指电源单体电池过充电压保护，在电源的输出端施加短路检测负载（外部线路电阻应小于5mΩ），使电源输出处于短路状态，电源应实现放电短路保护，1s内断开与用电设备连接，停止放电，宜在5s内报警或显示。

温度保护功能测试

将电池温度检测原件置于温箱中，从室温以不大于3℃/min 升温速率调整温箱中的温度至低于产品企业标准所规定的单体电池最高表面温度5℃，电源应处于正常工作状态；以不大于1℃/min 升温速率平稳调整温箱中的温度至电源断开与用电设备连接，记录动作时间和动作温度；动作温度应为保护温度±2℃。温箱停止升温，至电源报警或显示，记录时间，电源断开与用电设备连接与电源显示或报警的时间间隔应小于5s。

温箱以不大于1℃/min的速率降温，至电源与用电设备恢复连接，记录恢复时间和恢复温度，恢复温度应为单体电池最高表面温度值±2℃；至电源温度保护显示或报警消失，记录时间，电源恢复与用电设备连接与电源显示或报警消失的时间间隔应小于5s。

实验过程温箱最高温度的设置宜不超过65℃。

信息采集线开路保护功能

随机断开电池电压和温度采集线各一根，应显示出相应故障类型及故障点。

低温禁止充电功能

将电池温度检测元件置于温箱中，调整温箱中的温度至5℃，然后接通充充电机，以0.1C电流各电池组充电，同时以不大于1℃/min的速率平稳降低温箱中的温度至禁止充电功能动作，记录此时的温度值，动作温度应为企标规定的动作温度±2℃。

严重过放电后不允许充电功能

对电池组中任一只电池电压采集线拆掉，并在被拆除的电压采集线两端使用高精度稳压电源提供2.2V电压。然后接通充电机，以额定电流进行充电，充电应无法启动并给出不允许充电的报警信号。

连接测试

1. 设备电气连接完成，供电正常，尝试连接信息管理平台；
2. 连接平台，并根据TCP平台协议上报设备版本等信息；
3. 平台将反馈连接状态，并对收到的数据进行应答；
4. 设备收到平台的肯定响应的应答，即可视为连接成功。

传输信号测试

1. 设备电气连接完成，供电正常，尝试连接信息管理平台；
2. 上传各个字段数据，通过后台解析各字段，测试人员查阅并对照，是否与上传数据内容一致，且不存在丢包或周期不稳定工况，可视为传输信号测试通过。

数据上报质量测试

1. 设备电气连接完成，供电正常，尝试连接信息管理平台；
2. 根据TCP平台协议上传各个字段的数据；
3. 通过后台解析各字段，测试人员查阅并对照，是否与上传数据内容及格式一致；
4. 重复步骤2、3共计N次，分析是否存在数据丢包或周期不稳定的情况；
5. 如数据无误，且不存在丢包或周期不稳定的工况，即可视为数据上报测试通过。

数据上报工况测试

1. 设备电气连接完成，供电正常，尝试连接信息管理平台；
2. 根据TCP平台协议上传各个字段的数据；
3. 根据设备的工况设计，若采用变频的数据上传模式，需对不同工况的切换进行交替测试，确认是否按照设计方案，在不同工况下以不同频率进行数据上传。

控制测试

a)设备电气连接完成，供电正常，尝试连接信息管理平台；

b)平台采用反向控制；

c)根据设备情况，记录控制结果。

* + 1. 安全性能测试试验

安全性能要求

电池防爆安全须符合GB 3836.1-2010 、GB 3836.4-2010的规定，应通过本质安全爆炸试验。

外壳的防护要求

外壳的非金属部件应满足GB/T 3836.1-2010《爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求》中7.1-7.3的要求；

金属外壳和外壳的金属部件应满足GB/T 3836.1-2010《爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求》中8.1和8.1.1 I类电气设备的要求；

1. 电池外壳防水等级不低于 IP67，同时符合GB 4208-2008 中13防止固体异物进入和14防止水进入的规定。
2. 防爆壳体宜采用双层壳体设计，不得有变形及裂纹，增强电池的结构强度和防护能力。

铭牌与标志条款的规定

a）应有的标志：防爆型式、安全标志标识、产品名称型号、主要技术参数、防爆合格证号、矿用产品安全标志编号、产品出厂编号等；

b) 属于矿用产品安全标志管理的电器设备应有“矿用产品安全标志标识”，标识的要求应符合AQ-1043-2007的规定。

电气防护要求

1. 电池配备内置保护装置，如过充、过放、过流保护电路，防止电池在异常情况下过热或爆炸
2. 电气间隙应为＞6mm，爬电距离＞8mm。应符合 GB3836.4-2010 中 7.4.2 电池和电池组电解液泄露试验。

单体电池安全性能测试试验

按照GB 38031-2020安全性能试验

1. 针刺试验；
2. 跌落试验；
3. 挤压试验：应不起火、不爆炸；
4. 加热试验：应不起火、不爆炸；
5. 温度循环试验：应不起火、不爆炸；
6. 外部短路试验：应不起火、不爆炸。

按照GB 3836.4-2010进行电解液泄露试验。

电池模块安全性能测试试验

按照GB 38031-2020安全性能试验

1. 针刺试验；
2. 跌落试验；
3. 温度冲击试验：应无泄露、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V；
4. 盐雾试验：应无泄露、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V；
5. 高海拔试验：应无泄露、外壳破裂、起火或爆炸现象，且不触发异常终止条件。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V；
6. 低压试验：应不爆炸、不起火、不漏液；
7. 过温保护试验：应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象，且不触发异常终止条件。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V；
8. 外部短路保护试验：应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V；
9. 过充电保护试验：应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象，且不触发异常终止条件。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V；
10. 过放电保护实验：应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V；
11. 浸水试验：应满足如下要求之一
12. 按方式一进行，应不起火、不爆炸；
13. 按方式二进行，试验后需满足IPX7要求，应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V。
14. 热稳定性试验：应满足

1)按照8.2.7.1进行外部火烧试验，应不爆炸；

2)按照8.2.7.2进行热扩散乘员保护分析和验证。电池模块在由于单个电池热失控引起热扩散、进而导致乘员舱发生危险之前5min，应提供一个热事件报警信号。

按照MT/T 1078-2008 环境适应性试验

1. 低温工作试验：采用非散热试验样品的温度渐变的低温试验方法；
2. 高温工作试验：采用非散热试验样品的温度渐变的高温试验方法；
3. 低温贮存试验：采用温度渐变的低温试验方法；
4. 高温贮存试验：采用温度渐变的高温试验方法；
5. 交变湿热试验：实验时样机按正常工作状态放置。

按照GB 3836 -2010 防爆安全试验

1. 本质安全火花试验：正确连接电池，使本安电池正常工作，用万用表测量开路电压；将电流表串联到输出端， 测试其最大输出（短路）电流；
2. 电气间隙、爬电距离检测试验；
3. 电解液泄露试验。

电池标准箱安全性能测试试验

1. 在良好的光线条件下，用目测法检查电池标准箱的外观，外观不得有变形及裂纹，表面干燥、无外伤，且排列整齐、连接可靠、标志清晰等；
2. 用电压表检测标准电池标准箱的极性，端子极性标识应正确、清晰。

按照GB 38031-2020安全性能试验

1. 振动试验：应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象，且不触发异常终止条件。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V；
2. 机械冲击试验：应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V；
3. 模拟碰撞试验：应无泄露、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后的绝缘电阻应不小于100Ω/V；
4. 挤压试验：应不起火、不爆炸；
5. 湿热循环试验：应无泄露、外壳破裂、起火或爆炸现象。试验后30min之内的绝缘电阻应不小于100Ω/V。
   1. 其他

除有特殊规定，试验对象均以制造商规定的完全充电状态进行测试。

电池箱贮存温度：1个月内-20～45℃；长期-20～25℃，平均相对湿度不大于 95%（+25℃时），周围空气中不含有破坏金属和绝缘的腐蚀性气体的室内存放不超过一年的可直接安装使用，超过一年的要先进行通电检验，检验合格后方可使用。

