ICS 73.100.01
CCS D 92

KA

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA XXXXX—XXXX

金属非金属地下矿山锂电池铲运机安全技术要求

Safety technical requirements for lithium-ion battery load-haul-dump in metal and nonmetal underground mines

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

国家矿山安全监察局　　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　技术要求 2
4.1　一般要求 2
4.2　驾驶位置 2
4.3　电气系统 3
4.4　驱动系统 3
4.5　传动系统 3
4.6　转向系统 3
4.7　制动系统 3
4.8　液压系统 4
4.9　灭火系统 4
4.10　照明装置 4
4.11　警报装置 4
4.12　自动保护监控系统 4
4.13　安全卫生 5
4.14　安全装置 5
5　试验方法 5
5.1　一般要求检查与试验 5
5.2　驾驶位置检查与试验 5
5.3　电气系统检查与试验 6
5.4　驱动系统试验 6
5.5　传动系统检查 6
5.6　转向系统检查与试验 6
5.7　制动性能试验 6
5.8　液压系统检查与试验 6
5.9　灭火系统检查 6
5.10　照明装置性能试验 6
5.11　警报装置检查 6
5.12　自动保护监控系统试验 7
5.13　安全卫生检查与试验 7
5.14　安全装置检查 7
6　检验规则 7
6.1　检验分类 7
6.2　出厂检验 8
6.3　型式检验 8

6.4 合格判定 8

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。

本文件由国家矿山安全监察局提出。

本文件由矿山安全行业标准化技术委员会防爆与设备分技术委员会归口。

本文件起草单位：安标国家矿用产品安全标志中心有限公司、青岛睿能智慧矿山装备研究院有限公司、国能神东煤炭集团有限责任公司、中国北方车辆研究所、长沙矿山研究院有限责任公司、国能榆林能源有限责任公司郭家湾煤矿分公司、紫金智信智控（厦门）科技有限公司、北京安期生技术有限公司、徐州徐工能源装备有限公司、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、新疆大明矿业集团股份有限公司、广西华锡有色金属股份有限公司、山东黄金集团有限公司。

本文件主要起草人：张勇、冯茂林、李子涵、刘隽宁、侯学轶、曹凤金、郭云飞、曹相春、周俊武、郭鑫、苗娟娟、张伟、钱军、张龙、吴乐文、周国俊。

本文件为首次发布。

金属非金属地下矿山锂电池铲运机安全技术要求

1 范围

本文件规定了金属非金属地下矿山锂电池铲运机(以下简称锂电池铲运机)的技术要求和检验规则，并描述了对应的试验方法。

本文件适用于在金属非金属地下矿山使用的锂电池铲运机的设计、制造和检测检验。

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。

GBZ/T 189.8—2007 工作场所物理因素测量 第8部分：噪声
GB/T 1251.1 人类工效学 公共场所和工作区域的险情信号 险情听觉信号
GB 8410—2006 汽车内饰材料的燃烧特性
GB/T 8420 土方机械 司机的身材尺寸与司机的最小活动空间
GB 9656 机动车玻璃安全技术规范
GB/T 12173 矿用一般型电气设备
GB/T 13441.1 机械振动与冲击 人体暴露于全身振动的评价 第1部分: 一般要求
GB/T 17771 土方机械 落物保护结构 试验室试验和性能要求
GB/T 17922 土方机械 滚翻保护结构 实验室试验和性能要求
GB 18384—2025 电动汽车安全要求
GB/T 18488 电动汽车用驱动电机系统
GB/T 20234.1 电动汽车传导充电用连接装置 第1部分 通用要求
GB/T 20234.2 电动汽车传导充电用连接装置 第2部分 交流充电接口
GB/T 20234.3 电动汽车传导充电用连接装置 第3部分 直流充电接口
GB 23466 听力防护装备的选择、使用和维护
GB 25518—2010 地下铲运机 安全要求
GB/T 32960.3 电动汽车远程服务与管理系统技术规范 第3部分：通讯协议及数据格式
GB/T 32960.4—2025 电动汽车远程服务与管理系统技术规范 第4部分：一致性测试
JB/T 5500—2015 地下铲运机
JB/T 5501—2017 地下铲运机 试验方法
KA/T 1199—2023 煤矿用防爆柴油机无轨胶轮运输车辆通用安全技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锂电池铲运机 lithium-ion battery LHD

以锂离子蓄电池电源为动力，用于采矿作业（铲装、运输、卸载）的轮胎式车辆。

3.2

制动系统 brake system

使锂电池铲运机减速、停止或保持原地不动的所有零件的总成。该系统由操纵机构、传动机构和制动器组成。

3.3

行车制动系统 service brake system

允许驾驶员控制正常行驶中的锂电池铲运机减速、停止或保持不动的制动系统。

3.4

紧急制动系统　emergency brake system

辅助制动系统　secondary brake system

在行车制动失效的情况下，控制锂电池铲运机停止或保持不动的制动系统。

3.5

停车制动系统　parking brake system

通过机械方式使锂电池铲运机保持不动的制动系统。

4　技术要求

4.1　一般要求

4.1.1　锂电池铲运机的组成部件应符合以下要求：

——采用符合 GB/T 12173 要求的电气设备；

——采用符合 GB/T 18488 要求的驱动电机系统；

——采用符合 GB/T 20234.1、GB/T 20234.2、GB/T 20234.3 要求的传导充电用连接装置。

4.1.2　锂电池铲运机的下列参数应符合 JB/T 5500—2015 中 4.3 的要求：

——铲取力；

——牵引力；

——工作装置动作时间；

——爬坡能力。

4.1.3　锂电池铲运机的下列参数应符合制造商技术文件的要求：

——几何参数；

——最小转弯半径；

——铲斗容积；

——整机质量；

——各档位行驶速度；

——举升能力；

——静态倾翻载荷。

4.1.4　锂电池铲运机的额定载荷不应超过静态倾翻载荷的 50%，并且不应超过举升能力。

4.1.5　锂电池铲运机应具备信息上传功能，上传的信息应至少包括所有单体电池的电压、电流和温度，信息上传周期应不大于 5 s，通信协议和数据格式应符合 GB/T 32960.3。

4.2　驾驶位置

4.2.1　司机室或司机棚

4.2.1.1　驾驶位置应设置司机室或司机棚，并应具有符合 GB/T 17771 中验收基准Ⅱ的落物保护结构和符合 GB/T 17922 的滚翻保护结构。

4.2.1.2　司机室或司机棚的内部布置、内部空间应符合 GB/T 8420 的要求。当空间有限制时，司机室的内部空间可降低，但不应低于 SIP 以上 900 mm。

4.2.1.3　司机室或司机棚的内饰材料的燃烧特性应符合 GB 8410 的要求。

4.2.1.4　司机室或司机棚的驾驶员操作处应铺设防滑地板或防滑盖板。

4.2.1.5　驾驶座椅应可调整前后位置，并应设置安全带和固定器。

4.2.1.6　司机室除基本出入口外，还应设计备用出入口。备用出入口应符合以下要求：

——采用第二道门或安全窗时，能够在没有钥匙或工具的情况下快速打开或拆除；

——采用安全玻璃时，在驾驶室内配备用于击碎玻璃的安全锤。

4.2.1.7　司机室应配置风窗玻璃及清洗装置，风窗玻璃应采用符合 GB 9656 的机动车玻璃。

4.2.1.8　全封闭的司机室应配备空气调节装置。

4.2.2　信息显示器

4.2.2.1 应具有速度、行驶里程、电源电量、制动状态、故障状态、车门开闭状态等显示功能，以上信息除故障状态应同时显示，故障状态应在出现时优先显示。
4.2.2.2 应具备查看锂离子蓄电池电源中最高单体电池温度、最低单体电池温度、最高单体电池电压、最低单体电池电压的功能。

4.2.3 操纵装置

4.2.3.1 操纵装置与相邻部件之间的间隙应符合 GB 25518—2010 中 5.10.3.2 的要求。
4.2.3.2 操纵力应符合 JB/T 5500—2015 中 5.4.4 的要求。
4.2.3.3 应具备防止未经许可人员启动锂电池铲运机的装置。
4.2.3.4 应设置符合以下要求的急停装置：
——标识为红色。
——急停后只能通过手操纵恢复正常功能。
——位于驾驶位置的操作舒适区域，以及锂电池铲运机后部容易接近的无危险区域。

4.3 电气系统

4.3.1 利用底盘和车架作为电流载体时，最大电压不应超过 AC 25V 或 DC 60V。
4.3.2 B 级电压电路中的电缆应采用具有阻燃证明的专用产品或具有矿用产品安全标志的产品。
4.3.3 锂电池铲运机在铲装、满载运行、空载运行和举升卸载工况下的直流母线电压及最大电流应符合设计限值。

4.4 驱动系统

应符合GB 18384—2025中5.3.1、5.3.3.2和5.3.4的要求。

4.5 传动系统

4.5.1 锂电池铲运机的传动轴、驱动桥等传动件应运转平稳，无振抖、卡滞、过热和异常响声等现象，水路、油路不应有渗漏现象。
4.5.2 锂电池铲运机的离合器（若有）应结合平稳，分离彻底，工作时无异常声响、抖动或打滑等现象。

4.6 转向系统

4.6.1 使用方向盘转向时，转向操纵力应小于 50 N；使用单杆操纵转向时，转向操纵力应小于 60 N。在电动机处于额定转速时，操纵锂电池铲运机原地从最右位置转到最左位置（或反之），方向盘转向时间应为 6 s±1 s，单杆操纵转向时间应为 5 s～6 s。
4.6.2 铰接式锂电池铲运机的铰接处应转动灵活，无卡滞现象。

4.7 制动系统

4.7.1 一般要求

4.7.1.1 应包括行车制动系统、紧急制动系统和停车制动系统。
4.7.1.2 应符合 GB 25518—2010 中 5.9.1 的要求。
4.7.1.3 制动器应采用湿式结构（采用静液压制动时除外）。

4.7.2 行车制动系统

4.7.2.1 行车制动系统应符合 GB 25518—2010 中 5.9.2 的要求。
4.7.2.2 行车制动系统可通过驱动电机进行能量回馈式制动，但应保留机械式制动器。能量回馈至设计电源电量时，应自动切换至机械制动。设计电源电量不应高于电源额定电量的 90%。

4.7.3 紧急制动系统

4.7.3.1 紧急制动系统应符合 GB 25518—2010 中 5.9.3 的要求。
4.7.3.2 紧急制动系统应采用失效安全型制动器。
4.7.3.3 紧急制动系统的控制装置应具有防止误触的措施。

4.7.4 停车制动系统

停车制动系统应符合GB 25518—2010中5.9.4的要求。

4.7.5 制动距离

行车制动系统和紧急制动系统的制动距离应不大于公式（1）计算的距离。

$$L = Vt + \frac{V^2}{2a} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

L ——制动距离，单位为米（m）；

V ——制动初速度，单位为米每秒（m/s）；

t ——制动反应时间，单位为秒（s）：

t=0.35s——液压制动器；

t=0.6s——弹簧制动器；

t=0.5s——紧急制动器。

a ——制动最低加速度，单位为米每二次方秒（m/s^2）：

a=4m/s^2——行车制动系统；

a=2.5m/s^2——紧急制动系统。

注：制动反应时间指从驾驶员操作制动器开始到制动器起作用的这段延滞时间。

4.8 液压系统

4.8.1 液压缸沉降量应符合 JB/T 5500—2015 中 5.4.3 的要求。

4.8.2 工作机构处于待机位置时，应自动关闭工作机构油缸的进回油路。

4.8.3 应安装压力安全阀。如果压力安全阀是可调的，则应具有防松和防止对其进行随意调整的措施。

4.8.4 当液压系统软管内的液体压力在 5 MPa 以上或工作温度在 50℃以上时，如果距离司机操作位置在 1 m 以内，应加装防护罩。

4.9 灭火系统

锂电池铲运机应配备至少1具手提车用ABC储压式干粉灭火器和至少1具水基灭火器。干粉灭火器的规格应符合GB 25518—2010中5.12.1的要求。灭火器应安装在驾驶员便于看到和容易取下的地方。

4.10 照明装置

4.10.1 照明灯在运行方向 20 m 处应有不低于 8 lx 的光照度。

4.10.2 红色信号灯能见距离不应小于 60 m。

4.11 警报装置

4.11.1 应在驾驶位置设置由司机控制的警报装置和喇叭。

4.11.2 警报装置产生的险情信号应符合 GB/T 1251.1 的要求。

4.11.3 喇叭的声压值在距离车辆 40 m 处不应小于 70 dB(A)。

4.11.4 锂电池铲运机在倒车时，应有自动音响报警或可视警告信号。

4.12 自动保护监控系统

4.12.1 锂电池铲运机应设置自动保护监控系统，监控对象包括锂离子蓄电池电源、驱动电机、液压系统以及相关的辅助系统或功能。

4.12.2 自动保护监控系统应具备 GB 18384—2025 中 5.3.2 要求的功能。

4.12.3 针对不同的故障状态，自动保护监控系统应采取不同的保护动作，至少应包括表 1 中列出的项目并符合对应的要求。其中报警应在驾驶位置信息显示器显示，并发出声或光报警信号，使驾驶员能够清晰辨别。

表 1 自动保护监控系统保护动作

序号	故障状态		保护动作
1	锂离子蓄电池电源	电源电量低于制造商技术文件规定值	报警
2		电源电流高于制造商技术文件规定值	报警
3		触发电池管理系统保护功能	报警
4		各电池单体的最高最低电压差值大于200mV	报警
5		触发电池管理系统保护失效、输出短路保护、电池信息采集线开路保护	报警并在1 s内断电停车
6		单体电池温度大于60℃或制造商技术文件规定值	报警并在30 s内断电停车
7		绝缘电阻低于制造商技术文件规定值	报警并在30 s内断电停车
9	驱动电机温度高于制造商技术文件规定值		报警并在30 s内断电停车
10	电机驱动控制器或者变频器出现制造商技术文件定义的严重故障		报警并在1 s内断电停车
11	液压系统油温高于制造商技术文件规定值		报警
12	制动系统冷却油油温高于制造商技术文件规定值		报警
13	储能系统（若有）能量低于制造商技术文件规定值		报警
14	车架作为电流载体时车架最大电压超过制造商技术文件设计值		报警并在30 s内断电停车

4.13 安全卫生

4.13.1 噪声

当采用司机室时，司机耳旁噪声应不大于85 dB（A）。当采用司机棚时，应按照GBZ/T 189.8—2007中表B.1适时采取符合GB 23466的听力防护装备，并在说明书中明确提醒。

4.13.2 振动

应符合GB 25518—2010中5.13.2的要求。

4.14 安全装置

4.14.1 锂电池铲运机前后车架之间应配置铰接车架锁紧装置。
4.14.2 锂电池铲运机应配备举升机构安全装置，在维修作业时固定大臂的提升位置不变。
4.14.3 蓄能器应设置护罩。
4.14.4 人员触电防护应符合 GB 18384—2025 中 5.1 的要求。

5 试验方法

5.1 一般要求检查与试验

5.1.1 按照 GB/T 12173 测试锂电池铲运机的电气设备。
5.1.2 按照 GB/T 18488 测试锂电池铲运机的驱动电机系统。
5.1.3 按照 GB/T 20234.1 测试锂电池铲运机的传导充电用连接装置。
5.1.4 按照 JB/T 5501 测试锂电池铲运机的参数。
5.1.5 启动锂电池铲运机，通过制造商提供的方式分别查看锂电池铲运机静置、运行、充电工况下上传的信息，每类工况的信息连续时间不少于 10 min，检查信息种类和上传周期。按照 GB/T 32960.4 进行通信协议和数据格式的一致性测试。

5.2 驾驶位置检查与试验

5.2.1 司机室或司机棚检查与试验

5.2.1.1 按照 GB/T 17771 进行落物保护结构试验。
5.2.1.2 按照 GB/T 17922 进行滚翻保护结构试验。
5.2.1.3 按照 GB/T 8420 测量司机的活动空间。
5.2.1.4 按照 GB 8410 测试内饰材料的燃烧特性。
5.2.1.5 按照 GB 9656 测试风窗玻璃。
5.2.1.6 目视检查以下项目：

——驾驶员操作处是否铺设防滑地板或防滑盖板；

——基本出入口和备用出入口的配置。
——司机室（若有）是否配置风窗玻璃和清洗装置。

5.2.1.7 目视检查并操作驾驶座椅前后调节、安全带、固定器、风窗玻璃清洗装置、空气调节装置。

5.2.2 信息显示器检查

5.2.2.1 目视检查显示内容。
5.2.2.2 根据制造商技术文件人为制造故障状态，观察信息显示器变化。
5.2.2.3 操作并查看锂离子蓄电池电源的最高单体电池温度、最低单体电池温度、最高单体电池电压、最低单体电池电压。

5.2.3 操纵装置检查与试验

5.2.3.1 使用量具测量操纵装置与相邻部件之间的间隙。
5.2.3.2 按照 JB/T 5501 检查锂电池铲运机的操纵装置的操纵力。
5.2.3.3 测试在不具备许可条件下能否启动锂电池铲运机。
5.2.3.4 目视检查急停装置的颜色、布置位置，测试急停装置的功能。

5.3 电气系统检查与试验

5.3.1 使用电压传感器测量底盘和车架的电压。
5.3.2 检查 B 级电压电路中电缆的阻燃证明或矿用产品安全标志。
5.3.3 使用电压和电流传感器分别测量锂电池铲运机在铲装、满载运行、空载运行和举升卸载工况下的直流母线电压及电流，各工况采集时间不低于 10 min。具备条件时可直接读取车端数据。

5.4 驱动系统试验

按照GB 18384—2025中5.3.1和5.3.3.2要求的流程操纵车辆，记录相关动作与锂电池铲运机的表现。

5.5 传动系统检查

驾驶锂电池铲运机进行各前进方向的行驶和换挡（若有），观察行驶期间和停车后的传动系统状态。

5.6 转向系统检查与试验

5.6.1 驾驶锂电池铲运机进行行驶和转向，观察期间的转向系统状态。
5.6.2 使用测力计测量在额定载荷下的转向操纵力。
5.6.3 按照 JB/T 5501—2017 中 5.16 测量操纵时间。

5.7 制动性能试验

按照JB/T 5501—2017中5.13进行制动性能试验。

对于具备能量回馈制动方式的锂电池铲运机，行车制动距离试验应分别在能量回馈制动方式启动和关闭状态下进行试验。

5.8 液压系统检查与试验

5.8.1 按照 JB/T 5501—2017 中 5.4 进行液压缸沉降量试验。
5.8.2 使工作机构处于待机位置，检查工作机构油缸的进回油路是否自动关闭。
5.8.3 目视检查压力安全阀和防松、防止随意调整的措施。
5.8.4 根据制造商技术文件检查与液压系统软管有关的防护罩。

5.9 灭火系统检查

目视检查灭火器布置位置、规格和有效期。

5.10 照明装置性能试验

按照KA/T 1199—2023中7.11进行试验。

5.11 警报装置检查

5.11.1　按照 GB/T 1251.1 测试警报装置产生的险情信号。
5.11.2　按照 KA/T 1199—2023 中 7.11 进行试验。
5.11.3　操作锂电池铲运机倒车，观察是否有自动音响警报或可视警告信号。

5.12　自动保护监控系统试验

锂电池铲运机正常运行，按4.12人为设定故障，当达到规定数值时，检查自动保护监控系统是否采取动作，测量断电停车用时。

5.13　安全卫生检查与试验

5.13.1　噪声测定

5.13.1.1　按照 JB/T 5501—2017 中 5.7 测定噪声。
5.13.1.2　对于采用司机棚的锂电池铲运机，根据测定的噪声值，按照 GBZ/T 189.8—2007 检查是否随车配备符合 GB 23466 的听力防护装备，并检查说明书。

5.13.2　振动测定

按照GB/T 13441.1测定振动。

5.14　安全装置检查

5.14.1　一般检查

目视检查铰接车架锁紧装置和蓄能器护罩。
操作使用举升机构安全装置，观察1 h后大臂的提升位置是否发生改变。

5.14.2　直接接触防护试验

按照GB 18384—2025中6.1进行试验。

5.14.3　间接接触防护试验

按照GB 18384—2025中6.2进行试验。

6　检验规则

6.1　检验分类

锂电池铲运机的检验分出厂检验和型式检验，检验项目见表 2。

表 2　检验项目表

序号	检验项目			技术要求	检验方法	出厂检验	型式检验
1	一般要求		组成部件	4.1.1	5.1～5.3	√	√
2			参数	4.1.2～4.1.4	5.1.4	√	√
3			信息上传功能	4.1.5	5.1.5	√	√
3	驾驶位置	司机室或司机棚	落物保护结构	4.2.1.1	5.2.1.1	—	√
4			滚翻保护结构	4.2.1.1	5.2.1.2	—	√
5			内部布置、空间	4.2.1.2	5.2.1.3	√	√
6			内饰材料	4.2.1.3	5.2.1.4	—	√
7			防滑措施	4.2.1.4	5.2.1.6	√	√
8			座椅、安全带、固定器	4.2.1.5	5.2.1.7	√	√
9			出入口	4.2.1.6	5.2.1.6	√	√
10			风窗玻璃与清洗装置	4.2.1.7	5.2.1.5	—	√
					5.2.1.6	√	√
11			空气调节装置	4.2.1.8	5.2.1.7	√	√
12		信息显示器		4.2.2	5.2.2	√	√
13		操纵装置		4.2.3	5.2.3	√	√

序号	检验项目		技术要求	检验方法	出厂检验	型式检验
14	电气系统		4.3	5.3	√	√
15	驱动系统		4.4	5.4	√	√
16	传动系统		4.5	5.5	√	√
17	转向系统		4.6	5.6	√	√
18	制动系统		4.7	5.7	√	√
19	液压系统		4.8	5.8	√	√
20	灭火系统		4.9	5.9	√	√
21	照明装置		4.10	5.10	√	√
22	警报装置	险情信号	4.11.2	5.11.1	—	√
23		喇叭	4.11.3	5.11.2	√	√
24		倒车自动警报	4.11.4	5.11.3	√	√
25	自动保护监控系统		4.12	5.12	√	√
26	安全卫生	噪声	4.13.1	5.13.1	—	√
27		振动	4.13.2	5.13.2	—	√
28	安全装置	一般检查	4.14.1～4.14.3	5.14.1	√	√
29		直接接触防护	4.14.4	5.14.2	√	√
30		间接接触防护	4.14.4	5.14.3	√	√
注：“√”表示检验项目；“—”表示不检验项目。						

6.2 出厂检验

锂电池铲运机的出厂检验应逐台进行。

6.3 型式检验

下列情况之一的应进行型式检验：

a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
b) 正式生产后，如结构、材料、工艺等有较大改变，可能影响产品性能；
c) 正式生产时，每 5 年进行一次；
d) 产品停产 1 年后，恢复生产；
e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异；
f) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求。

6.4 合格判定

6.4.1 对检验不合格的项目，允许进行 1 次调整，调整后重新进行检验。

6.4.2 出厂检验项目中有一项不合格，并且调整后重新检验仍不合格，则判定出厂检验不合格。

6.4.3 型式检验项目中有一项不合格，并且调整后重新检验仍不合格，即判定型式检验不合格。

6.4.4 检验过程中发现下列情况之一时，检验部门应终止检验，并由承制单位改进后申请重新进行检验：

a) 需要做较大变更方能符合本文件的规定；
b) 转向、制动系统的效能不能确保行车安全；
c) 样车与产品图样差异较大；
d) 样车性能指标与产品技术条件差距较大；
e) 车架、车身及其承载系统出现断裂或开裂，试验无法进行；
f) 电池系统、电机及其控制系统、充电系统出现严重问题无法试验；
g) 检验部门认为必须终止检验的其他情况。