

# 团 体 标 准

T/CCMA 0192—2024

## 高原隧道纯电动轮胎式装载机

Battery electric wheel loader for plateau tunnels

2024-06-28 发布

2024-07-01 实施

中国工程机械工业协会 发布  
中国标准出版社 出版

# 目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	3
4 型号编制规则及参数	4
5 要求	5
6 试验方法	12
7 检验规则	19
8 标志、包装、运输和贮存	22
附录 A (资料性) 装载机基本参数	24
附录 B (规范性) 装载机作业性能试验	26
附录 C (资料性) 海拔修正系数	29

## 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。

本文件由中国工程机械工业协会提出并归口。

本文件由中国工程机械工业协会双碳标准化技术委员会、中国工程机械工业协会双碳工作委员会组织制定。

本文件起草单位：广西柳工机械股份有限公司、徐工集团工程机械股份有限公司科技分公司、山推工程机械股份有限公司、中铁四局集团第四工程有限公司、中国工程机械工业协会双碳工作委员会、中机科(北京)车辆检测工程研究院有限公司、川藏铁路技术创新中心有限公司、雷沃重工集团有限公司、深圳市比亚迪锂电池有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、中铁长安重工有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司、太原科技大学。

本文件主要起草人：朱泉明、郭文明、陈鹏、汪冰、邸鹏远、黄海潮、郭春华、王正航、李冰天、欧阳湘龙、司发库、高博、高红杰、要志斌、范晓兰、王涛、李志芳、王兆亮、王志伟。

# 高原隧道纯电动轮胎式装载机

## 1 范围

本文件界定了高原隧道纯电动轮胎式装载机(以下简称“装载机”)的术语和定义,给出了型号编制规则及参数,规定了技术要求、标志、包装、运输和贮存等方面的内容,描述了相应的试验方法,确立了检验规则。

本文件适用于高原环境隧道工况使用的以机载可充换电储能系统(最大工作电压为B级电压)作为唯一动力源的装载机。

本文件不适用于在爆炸性环境作业的装载机。

## 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 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)
- GB/T 5182 叉车 货叉 技术要求和试验方法
- GB/T 8419—2023 土方机械 司机座椅振动的试验室评价
- GB/T 8498 土方机械 基本类型识别、术语和定义
- GB/T 8593.1 土方机械 司机操纵装置和其他显示装置用符号 第1部分:通用符号
- GB/T 8593.2 土方机械 司机操纵装置和其他显示装置用符号 第2部分:机器、工作装置和附件的特殊符号
- GB/T 8595 土方机械 司机的操纵装置
- GB/T 10175.1—2008 土方机械 装载机和挖掘装载机 第1部分:额定工作载荷的计算和验证倾翻载荷计算值的测试方法
- GB/T 14039—2002 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号
- GB/T 14048.1—2023 低压开关设备和控制设备 第1部分:总则
- GB/T 14685—2022 建设用卵石、碎石
- GB/T 14711 中小型旋转电机通用安全要求
- GB/T 14781—2023 土方机械 轮式机器 转向要求
- GB/T 16935.1—2023 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验
- GB/T 16937 土方机械 司机视野 试验方法和性能准则
- GB/T 17300 土方机械 通道装置
- GB/T 17301 土方机械 操作和维修空间 棱角倒钝
- GB/T 17771—2010 土方机械 落物保护结构 试验室试验和性能要求
- GB/T 17921—2010 土方机械 座椅安全带及其固定器 性能要求和试验
- GB/T 17922—2014 土方机械 滚翻保护结构 实验室试验和性能要求
- GB/T 18826 工业用1,1,1,2-四氟乙烷(HFC-134a)
- GB 18384—2020 电动汽车安全要求

- GB/T 18488—2024 电动汽车用驱动电机系统
- GB/T 19933.4—2014 土方机械 司机室环境 第4部分:采暖、换气和空调(HVAC)的试验方法和性能
- GB/T 19933.5—2014 土方机械 司机室环境 第5部分:风窗玻璃除霜系统的试验方法
- GB/T 19596 电动汽车术语
- GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则
- GB/T 20178 土方机械 机器安全标签 通则
- 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/T 20234.4 电动汽车传导充电用连接装置 第4部分:大功率直流充电接口
- GB/T 20645—2021 特殊环境条件 高原用低压电器技术要求
- GB/T 20953 农林拖拉机和机械 驾驶室内饰材料燃烧特性的测定
- GB/T 21152—2018 土方机械 轮式或高速橡胶履带式机器 制动系统的性能要求和试验方法
- GB/T 21153 土方机械 尺寸、性能和参数的单位与测量准确度
- GB/T 21155 土方机械 行车声响报警装置和前方喇叭 试验方法和性能准则
- GB/T 21935 土方机械 操纵的舒适区域与可及范围
- GB/T 22356 土方机械 钥匙锁起动系统
- GB/T 22358 土方机械 防护与贮存
- GB/T 22359.1 土方机械与建筑施工机械 内置电源机器的电磁兼容性(EMC) 第1部分:典型电磁环境条件下的 EMC 一般要求
- GB/T 22359.2 土方机械与建筑施工机械 内置电源机器的电磁兼容性(EMC) 第2部分:功能安全的 EMC 附加要求
- GB/T 25602 土方机械 机器可用性 术语
- GB/T 25604 土方机械 装载机 术语和商业规格
- GB/T 25606 土方机械 产品识别代码系统
- GB/T 25607—2010 土方机械 防护装置 定义和要求
- GB/T 25617—2010 土方机械 机器操作的可视显示装置
- GB/T 25624 土方机械 司机座椅 尺寸和要求
- GB/T 25685.1 土方机械 监视镜和后视镜的视野 第1部分:试验方法
- GB/T 25685.2 土方机械 监视镜和后视镜的视野 第2部分:性能准则
- GB/T 31523.1 安全信息识别系统 第1部分:标志
- GB/T 32070 土方机械 物体监测系统及其可视辅助装置 性能要求和试验
- GB/T 34353—2017 土方机械 应用电子器件的机器控制系统(MCS) 功能性安全的性能准则和试验
- GB/T 35198—2017 土方机械 轮胎式装载机 试验方法
- GB/T 38943.1—2020 土方机械 使用电力驱动的机械及其相关零件和系统的电安全 第1部分:一般要求
- GB/T 38943.3 土方机械 使用电力驱动的机械及其相关零件和系统的电安全 第3部分:自行车式机器的特定要求
- JB/T 5947 工程机械 包装通用技术条件
- JB/T 12463 轮胎式装载机 可靠性试验方法、失效分类及评定

- T/CCMA 0188 纯电动装载机 动态噪声试验方法  
 T/CCMA 0195 高原隧道换电式装载机车载换电系统互换性  
 T/CCMA 0197 高原隧道电动工程机械用动力电池安全要求及实验室试验方法  
 T/CCMA 0198 高原隧道电动工程机械用动力电池电性能要求及实验室试验方法

### 3 术语和定义

GB/T 8498、GB/T 19596、GB 18384、GB/T 25602、GB/T 25604 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 高原隧道环境条件 **plateau tunnels environmental condition**

高原地区隧道施工的以下环境条件：

- 非爆炸性；
- 环境温度为一30℃~45℃；
- 海拔为2 000 m~5 000 m；
- 相对湿度小于或等于95%。

#### 3.2

##### 高原隧道纯电动轮胎式装载机 **battery electric wheel loader for plateau tunnels**

适用于高原隧道环境下，运行能量完全由机载可充换电的动力电池提供，且电池的能量补充方式仅限于机外电网和机器自身能量回收的装载机。

#### 3.3

##### 可充电储能系统 **rechargeable electrical energy storage system ; REESS**

可充电的且可提供电能的能量储存系统。

注：如蓄电池、电容器。

[来源：GB 18384—2020, 3.1, 有修改]

#### 3.4

##### 作业循环 **working cycle**

装载机在规定工况下完成前进、铲装、后退、提升卸料、工作装置返回到初始状态的整个作业过程。

#### 3.5

##### 电能消耗率 **electricity consumption rate**

装载机在规定工况下作业，单位时间内 REESS 所输出的总电量。

注：单位为千瓦时每小时(kWh/h)。

#### 3.6

##### 作业生产率 **productivity**

装载机在规定工况下单位时间内完成的作业量。

注：单位为千克每小时(kg/h)。

#### 3.7

##### 装载机能效 **excavator fuel efficiency**

装载机在规定工况下单位电能消耗量完成的作业量。

注：单位为千克每千瓦时[kg/(kWh)]。

#### 3.8

##### 检验 **inspect**

通过目视与评估对某一项目符合性的甄别。

3.9

**检测 test**

用器具、仪器对某一参数进行的直接或间接的测试。

3.10

**试验验证 verification**

用规定方法对某一项目通过器具、仪器、装备等措施进行的验证。

3.11

**评估 evaluation**

通过对设计计算过程与结构的分析、试验/认证报告的审查,对某一项目或部件的符合性的判定。

4 型号编制规则及参数

4.1 型号编制规则

4.1.1 制造商代号

制造商代号由制造商自定。

4.1.2 产品类型代号

产品类型代号用阿拉伯数字或字母表示,也可省略。

4.1.3 主参数代号

主参数代号用装载机额定工作载荷等级表示。

4.1.4 变型代号

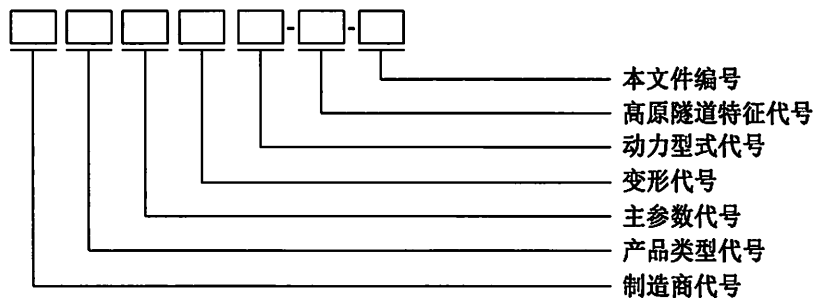
变型代号用阿拉伯数字和大写英文字母组合表示。

4.1.5 高原隧道特征代号

高原隧道特征代号用大写英文字母“PT”表示。

4.1.6 型号构成

产品型号由制造商代号、产品类型代号、主参数代号、变型代号、动力型式代号、高原隧道特征代号和本文件编号组成。如下所示:



示例:

产品型号为“CLG856HE-PT-T/CCMA 0192—2024”,其中各代号的含义为:t

——CLG,制造商/企业代号;

- 8.产品类型代号；
- 5.主参数代号,额定工作载荷等级为5T；
- 6H,变型代号；
- E,动力形式代号,纯电动；
- PT,高原隧道特征代号；
- T/CCMA 0192—2024,本文件编号。

## 4.2 基本参数

装载机基本参数表见附录 A 中的表 A.1。

## 5 要求

### 5.1 基本要求

- 5.1.1 装载机应能在 3.1 定义的高原隧道环境条件下正常工作。
- 5.1.2 装载机应具备充电功能,宜具备换电功能。
- 5.1.3 装载机应有充电和作业功能互锁,保证充电时装载机不能工作。

### 5.2 性能要求

- 5.2.1 装载机的铲斗液压缸沉降量不应大于 20 mm/h,装载机的提升液压缸沉降量不应大于 50 mm/h。
- 5.2.2 装载机在额定载荷下的爬坡能力不应小于 45%。
- 5.2.3 装载机的液压系统油液固体颗粒污染等级代号不应大于 GB/T 14039—2002 规定的“—/18/15”。
- 5.2.4 装载机变速器系统的油液固体颗粒污染等级代号不应大于 GB/T 14039—2002 规定的“—/20/17”。
- 5.2.5 装载机单次充电可连续工作时间不应少于 6 h,换电后连续工作时间宜不少于 5 h。

### 5.3 可靠性要求

- 5.3.1 装载机的平均失效间隔时间不应少于 500 h。
- 5.3.2 装载机的工作可用度不应小于 90%。

### 5.4 安全要求

#### 5.4.1 运动和过热部件防护

##### 5.4.1.1 运动部件

对易造成挤压、剪切和切割危险的运动部件应有防护措施。

##### 5.4.1.2 过热部件

在基本出入口、操作位置及日常维护点区域内可能接触的过热部件或其表面,应安装或配备符合 GB/T 25607 规定的热防护装置。

##### 5.4.1.3 防护装置

防护装置应符合 GB/T 25607 的规定。活动式防护装置在敞开位置时应能承受风速达到 8 m/s 时的载荷。

#### 5.4.2 液体压力管道的压力和热防护

司机室内装有液体压力大于 5 MPa 或温度高于 60 ℃ 的压力管道应按照 GB/T 25607—2010 中第 9 章的规定加以防护。在压力管道与司机之间提供的可改变,如液体喷射方向的零件或部件,被视为有效防护。

#### 5.4.3 锐边和锐角防护

在操作和日常维修期间所要接触的区域内的锐边和锐角应符合 GB/T 17301 的规定。

#### 5.4.4 司机室要求

##### 5.4.4.1 基本出入口

应设置一个基本出入口,其尺寸应符合 GB/T 17300 的规定。

##### 5.4.4.2 备用出入口

应设置一个与基本出入口不同方向的备用出入口,其尺寸应符合 GB/T 17300 的规定,该出入口应设计成便于逃生的结构,并进行标记,标记和尺寸应符合 GB/T 31523.1 的规定。

##### 5.4.4.3 前窗清洁装置

前窗应安装适宜的电动刮水器和清洗器。

##### 5.4.4.4 司机室内照明装置

司机室应安装一个固定的内部照明装置,该装置可使用机器自带电源或外接电源工作。

##### 5.4.4.5 采暖和制冷系统

采暖系统和制冷系统符合下列要求。

- a) 采暖系统:在 -30 ℃ 的环境条件下,司机室采暖系统应能够在 1 h 内将司机室内温度提高到 25 ℃ 以上。
- b) 制冷系统:在 45 ℃ 的环境条件下,司机室制冷系统应能够在 1 h 内将司机室内温度降低到 25 ℃ 以下。

##### 5.4.4.6 换气系统

在高原隧道环境条件下,换气系统应能以不小于 43 m<sup>3</sup>/h 的流量给司机室提供过滤的新鲜空气。

##### 5.4.4.7 除霜系统

除霜系统应能对前后窗有效除霜。

##### 5.4.4.8 增压系统

司机室若配置增压系统,相对压力不应少于 50 Pa。

#### 5.4.5 司机室防护

##### 5.4.5.1 滚翻保护结构(ROPS)

对于具有坐姿司机位置且工作质量大于 700 kg 的装载机,应配备滚翻保护结构(ROPS),该

ROPS应符合 GB/T 17922 的规定。

#### 5.4.5.2 落物保护结构(FOPS)

装载机应安装落物保护结构(FOPS)。该 FOPS 应符合 GB/T 17771 的规定。

#### 5.4.6 司机座椅

##### 5.4.6.1 一般要求

座椅的尺寸和调节应符合 GB/T 25624 的规定。

##### 5.4.6.2 减振要求

装载机用司机座椅的减振能力应符合 GB/T 8419—2023 规定的固定的输入谱类要求,工作质量大于 4 500 kg 的整机符合 EM3 输入谱类要求,工作质量小于或等于 4 500 kg 的整机符合 EM8 输入谱类要求。

##### 5.4.6.3 约束系统

装有滚翻保护结构(ROPS)的装载机应配备满足 GB/T 17921 规定的司机约束系统。

#### 5.4.7 司机的操纵装置和指示装置

##### 5.4.7.1 一般要求

机器、工作装置和附属装置的操纵装置(手动操纵杆、手柄、踏板、开关等)的选择、设计、制造和布置应符合 GB/T 8595 的规定,并符合下列要求:

- 正常机器停车装置应在 GB/T 21935 规定的可及范围内;
- 当按钮、手柄控制装置等操纵装置被设计和制造成具有执行多种功能时,应明确标识触发后的功能,或者在司机手册中给予明确说明。

##### 5.4.7.2 起动和停止装置

装载机应安装起动和停止装置(如:钥匙),起动系统应符合 GB/T 22356 的规定或有类似的保护装置防止非授权使用。当起动或停止装载机时,在没有起动操纵装置的情况下,机器、工作装置和附属装置不可运动。

##### 5.4.7.3 紧急停车

紧急停车符合下列要求。

- a) 装载机应安装急停装置,且有醒目的文字或符号指示。急停装置应符合 GB/T 38943.1—2020 中 14.5.7 和 GB/T 34353—2017 中 4.7 的规定。
- b) 装载机按下急停装置的控制装置,动力蓄电池应立刻切断能量输出,且行车制动系统和停车制动系统均实施制动。

##### 5.4.7.4 视觉显示器/控制仪表盘/指示器和符号

###### 5.4.7.4.1 视觉显示器/控制仪表盘

视觉显示器/控制仪表盘应符合下列要求:

- 司机应能从司机位置查看到必要的机器正常功能的指示；
- 装载机司机室内应配备显示有关机器状况的警告和信息,包括电池 SOC 等状态信息、系统故障信息等。

#### 5.4.7.4.2 操纵仪表

机器的正常操作和安全用控制指示器应符合 GB/T 25617—2010 中第 7 章的规定。

#### 5.4.7.4.3 符号

装载机用于操纵装置和其他显示装置的符号应符合 GB/T 8593.1 或 GB/T 8593.2 的规定。

### 5.4.8 转向系统

装载机在正常行驶姿态下,转向系统应符合 GB/T 8595 的规定,确保转向操纵与预期的转向方向一致。

前进/倒退行驶速度超过 20 km/h 的轮式机器的主转向系统应符合 GB/T 14781 的规定。

### 5.4.9 制动系统

装载机应配置行车制动系统和停车制动系统,制动系统应符合 GB/T 21152 的规定。

### 5.4.10 稳定性

#### 5.4.10.1 铲斗工况

额定工作载荷按 GB/T 10175.1—2008 的规定。

#### 5.4.10.2 货叉工况

##### 5.4.10.2.1 一般要求

额定工作载荷按 GB/T 10175.1—2008 的规定确定(GB/T 10175.1—2008 中 5.1 规定的稳定系数除外),并使货叉处于水平位置。额定载荷占倾翻载荷的百分比不应超过表 1 的规定。

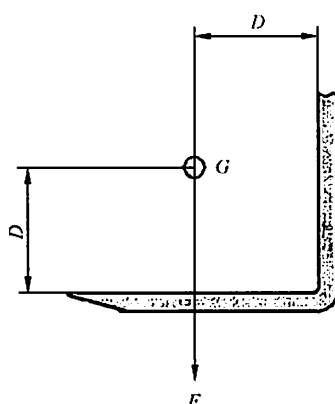
表 1 额定载荷占倾翻载荷的百分比

地面条件	轮胎式装载机	轮胎式滑移转向装载机
凹凸不平的水平硬实地面	60%	50%
水平硬实地面	80%	

##### 5.4.10.2.2 货叉载荷质心

货叉应符合 GB/T 5182 规定的性能要求。

载荷质心与货叉的距离  $D$  是通过机器纵向中心线上货叉垂直段前表面到货叉水平段尖端距离的一半确定的,见图 1。



标引符号说明：

$D$  —— 距离,单位为毫米(mm);

$F$  —— 载荷,单位为牛顿(N);

$G$  —— 质心。

图1 货叉载荷质心

#### 5.4.10.3 柱状物装运工况

额定工作载荷按 GB/T 10175.1—2008 的规定确定(GB/T 10175.1—2008 中 5.1 规定的稳定系数除外)。额定载荷占倾翻载荷的百分比不应超过表 2 的规定。

表 2 额定载荷占倾翻载荷的百分比

地面条件	轮胎式装载机
凹凸不平的水平硬实地面	75%
水平硬实地面	85%

#### 5.4.10.4 单件重物(非托盘的单件重物)工况

额定工作载荷按 GB/T 10175.1—2008 中附录 A 的规定确定。附属装置的质心距离  $D$  见图 1。

#### 5.4.10.5 物件吊运工况

额定工作载荷按 GB/T 10175.1—2008 的规定确定。

#### 5.4.11 司机视野

司机视野符合下列要求。

——装载机在可视性试验圆上的可视性应符合 GB/T 16937 的规定。

——装载机应安装监视镜、后视镜或可视辅助装置等辅助视野设备,监视镜和后视镜应符合 GB/T 25685.2 的规定,可视辅助装置应符合 GB/T 32070 的规定。若存在视野风险区域,应在司机手册中说明。

#### 5.4.12 报警装置

装载机应安装从司机位置控制的声响报警装置(如喇叭),该装置应符合 GB/T 21155 的规定。

#### 5.4.13 噪声

装载机司机位置处发射声压级不应高于 72 dB(A)。

#### 5.4.14 防火

##### 5.4.14.1 材料阻燃性

司机室内壁、内饰物和绝缘层以及使用绝缘材料的装载机的其他部分应由阻燃材料制成。按 GB/T 20953 的规定进行试验,燃烧率不应超过 200 mm/min。

##### 5.4.14.2 灭火装置

装载机应设置一个易于接近的灭火器安装位置,或设置一个便于司机安全逃逸的灭火系统。

#### 5.4.15 安全标签

装载机上粘贴的安全标签应符合 GB/T 20178 的规定。B 级电压零部件外壳上应标识图 2 所示符号。

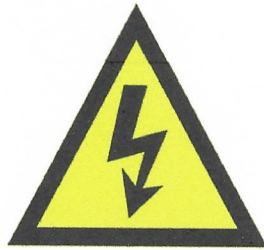


图 2 高压警告标识

#### 5.4.16 电气系统

##### 5.4.16.1 一般要求

符合下列要求:

- 装载机的电气系统及其部件的安全要求应符合 GB/T 38943.1 和 GB/T 38943.3 的规定;
- 装载机低压电器应符合 GB/T 20645—2021 中 6.1 规定的正常使用条件;
- 装载机 A 级电压电路和 B 级电压电路系统中应配置过载保护装置;
- 电线及电缆应采取保护措施以避免磨损。

##### 5.4.16.2 电气防护

电气防护符合下列要求。

- 装载机司机室外的电线、电缆、插接器及电气盒满足下列防护等级:
  - A 级电压应至少符合 GB/T 4208 规定的 IP55 防护等级;
  - B 级及以上电压应至少符合 GB/T 4208 规定的 IP67 防护等级。
- 对于安装在司机室内或不暴露于外部环境的电气部件,其防护应设计为在预期条件下确保功能正常执行。

#### 5.4.16.3 标记和标识

标记和标识符合下列要求：

- a) 除防盗系统的电路外,用于连接电气元件的电气和电缆应有避免错误连接的标记和标识；
- b) 对于具有电容特性的高压元器件,应有电操作限制性标识说明,如“MSD 拔掉 15 min 后可操作高压”；
- c) 装载机 B 级电压电路中用于连接各零部件之间的线束绝缘层应用橙色加以区别。

#### 5.4.16.4 阻燃和耐火性

装载机的电线及电缆的阻燃和耐火性能应符合 GB/T 19666 的规定。

#### 5.4.16.5 动力蓄电池

动力蓄电池符合下列要求：

- a) 动力蓄电池系统将要发生热失控时,应通过视觉或听觉信号向司机警示；
- b) 动力蓄电池安全性应符合 T/CCMA 0197 的规定；
- c) 动力蓄电池性能应符合 T/CCMA 0198 的规定。

#### 5.4.16.6 电机

电机安全性应符合 GB/T 14711 的规定。

#### 5.4.16.7 电机控制器

电机控制器应符合 GB/T 18488—2020 中 5.1.2、5.1.4、5.1.5、5.2.10、5.3、5.4.3、附录 B 的规定。

#### 5.4.16.8 绝缘性能与其监测要求

绝缘性能与其监测符合下列要求。

- a) 绝缘性能要求:在最大工作电压下,直流电路绝缘电阻不应小于  $100 \Omega/V$ ,交流电路不应小于  $500 \Omega/V$ 。如果直流和交流的 B 级电压电路可导电的连接在一起,则绝缘电阻不应小于  $500 \Omega/V$  的要求。
- b) 绝缘性能监测要求:装载机应有绝缘电阻监测功能。在 B 级电压电路接通且未与外部电源传导连接时,该装置能够持续或者间歇地检测绝缘电阻值,当该绝缘电阻值小于制造商规定的阈值时,应通过一个明显的信号(如视觉或听觉信号)装置提醒司机,制造商规定的阈值不应低于 5.4.16.8 a) 的要求。

#### 5.4.16.9 电位均衡性要求

装载机 B 级电压电气零部件的防护应符合下列要求：

- a) 零部件外壳(如电机外壳、控制器外壳等)应与车架连接,连接阻抗应小于  $0.1 \Omega$ ；
- b) 任意两个可以被人同时触碰到(距离小于 2.5 m)的 B 级电压零部件外壳之间的电阻应小于  $0.2 \Omega$ ；
- c) 若采用焊接的连接方式,则视作满足上述要求。

#### 5.4.16.10 电气间隙和爬电距离要求

电气间隙和爬电距离应符合下列要求。

- a) 电气间隙:对于装载机用低压电气设备,电气间隙的确定应按 GB/T 14048.1—2023 中表 13 的规定值乘以相应海拔修正系数,海拔修正系数见附录 C 中的表 C.1。如电气间隙达不到要求,可用冲击耐受电压来验证。
- b) 爬电距离:高原隧道环境下,低压电器产品的爬电距离应按照 GB/T 16935.1—2023 中表 F.4 的规定确定。其中污染等级按照 GB/T 16935.1—2023 中 4.5 所规定的不小于 3 级选择,并不小于相应的电气间隙。

#### 5.4.16.11 电磁兼容性

装载机的电磁兼容性应符合 GB/T 22359.1 和 GB/T 22359.2 的规定。

#### 5.4.17 其他安全要求

5.4.17.1 动力电池舱应具有落物保护和滚翻保护措施。

5.4.17.2 整机电源切断后,装载机不应产生由自身电驱动系统引起的任何动作。

#### 5.5 环保要求

5.5.1 应在司机手册中说明装载机用动力蓄电池回收的要求,以及产品所涉及的废旧危险化学品物质的处理要求。

5.5.2 装载机所配备的空调系统的制冷剂应符合 GB/T 18826 的规定。

#### 5.6 防水要求

5.6.1 清洗试验后装载机应能正常工作。

5.6.2 装载机涉水试验后应能正常工作。

#### 5.7 运维要求

5.7.1 装载机应具备机器运行数据及用户数据安全管控的功能,如权限控制等。

5.7.2 装载机应具备故障快速诊断的功能,当出现故障时,应能通过一个视觉或听觉信号装置提醒司机。

5.7.3 装载机应配备运维服务指导手册。

5.7.4 装载机换电系统应符合 T/CCMA 0195 的规定,装载机充电接口应符合 GB/T 20234.1、GB/T 20234.2、GB/T 20234.3、GB/T 20234.4 的规定。

5.7.5 换电接口的防护等级应满足 IP67 的要求。

### 6 试验方法

#### 6.1 试验前准备

##### 6.1.1 样机准备

装载机试验前至少进行下列技术准备工作:

- a) 样机处于出厂状态,按规定加足各种液体,备好随机工具、随机备件及其他附件;
- b) 样机应按制造商规定进行充分跑合;
- c) 样机应按装载机司机手册和产品技术规范核定主要电气系统、液压系统的参数;
- d) 动力蓄电池应符合制造商规定的 SOC 要求。

## 6.1.2 技术资料准备

装载机试验前至少应具备装载机司机手册、零部件图册等资料

## 6.1.3 试验场地

6.1.3.1 定置试验场地应为平坦、水平、硬实的混凝土地面。试验场地的各向坡度不应大于 0.5%，平整度不应大于 3 mm/m<sup>2</sup>，且场地平面尺寸满足试验要求。

6.1.3.2 爬坡能力、停车制动性能试验场地应为平坦、附着系数不低于 0.7 的混凝土路面，坡下起步距离不应小于 10 m，坡道长度不应小于整机长度的 3 倍，坡道宽度不应小于整机宽度的 1.5 倍。

6.1.3.3 行驶速度试验、滑行试验、牵引力试验跑道应平坦、坚实、干燥，跑道纵向坡度不应大于 0.5%，横向坡度不应大于 2.5%，跑道长度满足试验要求。

6.1.3.4 噪声试验应为由混凝土或非孔状沥青组成的硬反射面，从声源至测量半球面半径的 3 倍距离内应无声反射体。

6.1.3.5 装载机作业性能试验、连续作业能力试验及综合热平衡试验场地应符合附录 B 的规定。

6.1.3.6 模拟淋水/清洗试验场地应在专用淋水场地进行，具有淋水装置，至少包括喷嘴、喷嘴调整机构以及供水系统等，能保证机器整机上方、侧面区域均受到淋水测试。

6.1.3.7 模拟涉水试验场地应在专用涉水池进行，涉水池表面应平坦坚实，底面和四周面应具有防止水渗漏措施。涉水池宽度应不小于试验样机总宽的 1.5 倍，涉水池长度应不小于试验样机总长的 5 倍。

## 6.1.4 测量准确度要求

6.1.4.1 各参数测量准确度按 GB/T 21153 的规定。

6.1.4.2 电压、电流、电能消耗量测量准确度应满足表 3 的规定。

表 3 相关参数测量准确度要求

测量参数	准确度
电压/V	±1%
电流/A	±1%
电能消耗量/(kWh)	±2%

## 6.2 性能试验方法

6.2.1 装载机基本参数和尺寸的试验方法见表 4。

表 4 装载机基本参数和尺寸试验方法

项目		试验方法
基本参数	工作质量	GB/T 35198—2017 中 4.1.3.1
	铲斗容量	GB/T 35198—2017 中 4.1.2
尺寸参数	运输尺寸	GB/T 35198—2017 中 4.1.1
	主机最大长度	
	主机最大宽度	
	主机最大总高度	

表 4 装载机基本参数和尺寸试验方法（续）

项目		试验方法	
尺寸参数	作业性能尺寸	卸载高度	GB/T 35198—2017 中 4.1.1
		最大提升时的销轴高度	
		最高提升时的卸载距离	
		卸载角	
		最大提升时的最大翻转角	
通过性能参数		接地比压	GB/T 35198—2017 中 4.8
		最小离地间隙	GB/T 35198—2017 中 4.1.1
		铰接转向角	
		轮胎静力半径	
		接近角	
		离去角	
		转弯半径	GB/T 35198—2017 中 4.16
		机器最外侧通过半径	

6.2.2 装载机的桥荷的测试按 GB/T 35198—2017 中 4.1.3.2 的规定进行。

6.2.3 装载机的重心位置的测定按 GB/T 35198—2017 中 4.1.3.3 的规定进行。

6.2.4 在高原隧道环境条件下,装载机的掘起力按 GB/T 35198—2017 中 4.2.1 的规定进行。

6.2.5 装载机的最大提升高度提升能力和极限倾翻载荷的测试按 GB/T 35198—2017 中 4.2.1 的规定进行。

6.2.6 装载机铲斗下插力的测试按 GB/T 35198—2017 中 4.2.2 的规定进行。

6.2.7 在高原隧道环境条件下,装载机工作装置动作时间的测试按照 GB/T 35198—2017 中 4.3 的规定进行。

6.2.8 在高原隧道环境条件下,装载机液压缸沉降量的测试按 GB/T 35198—2017 中 4.4 的规定进行。

6.2.9 在高原隧道环境条件下,装载机各挡最高行驶速度的测试分别按 GB/T 35198—2017 中 4.10 的规定进行。

6.2.10 在高原隧道环境条件下,装载机的最大牵引力测试按照 GB/T 35198—2017 中 4.11 的规定进行。

6.2.11 在高原隧道环境条件下,装载机的最大爬坡能力测试按照 GB/T 35198—2017 中 4.12 的规定进行。

6.2.12 装载机的滑行试验按照 GB/T 35198—2017 中 4.11 的规定进行。

6.2.13 装载机的液压系统和传动系统油液固体颗粒污染等级测试按照 GB/T 35198—2017 中 4.13 的规定进行。

6.2.14 按如下要求装载机单次充/换电可连续作业能力试验。

a) 试验条件:

- 在高原隧道环境条件下;
- 装载机状态应按 6.1.1 的要求;
- 试验场地应按 6.1.3.5 的要求;
- 装载机 REESS 电量应在满电状态。

## b) 测定方法:

- 启动装载机,以快速、满载、连续铲装方式进行作业;
- 当电量降低到制造商规定的最低限值时,停止作业,记录连续作业时间

6.2.15 装载机作业性能试验方法应符合附录 B 的要求。

6.2.16 动力蓄电池性能试验按 T/CCMA 0198 的规定进行。

6.2.17 按如下要求进行作业热平衡试验。

## a) 试验条件:

- 在高原隧道环境条件下;
- 装载机状态应按 6.1.1 及附录 B 的要求;
- 试验场地应按 6.1.3.6 的要求;
- 装载机 REESS 电量应保证机器持续作业至热平衡状态。

## b) 测定方法:

- 装载机的电池及电机散热系统冷却水出口位置、电机控制器散热系统冷却水出口位置、变速箱齿轮油散热系统冷却水出口位置为测点,同时监测电池电芯温度和环境温度;
- 启动装载机,以快速、满载、连续铲装方式进行作业;
- 每 10 min 记录一次上述测点位置的温度,同一测点相邻两次的温度变化不超过 1℃时,判定机器达到热平衡状态,最后一次各测点位置的温度,作为报告值。

6.2.18 按如下要求进行充电热平衡试验。

## a) 试验条件:

- 在高原隧道环境条件下;
- 装载机状态应按 6.1.1 的要求;
- 装载机 REESS 的 SOC 值低于 20%。

## b) 测定方法:

- 装载机置于规定充电位置;
- 电池散热器进水口处为测点位置(若配置液冷系统),同时监测电池电芯温度和环境温度;
- 按照制造商的规定程序对动力电池系统进行充电;
- 每 10 min 记录一次上述测点位置的温度,同一测点相邻两次的温度变化不超过 1℃时,判定动力电池系统充电过程达到热平衡状态,最后一次各测点位置的温度,作为报告值。

6.2.19 按如下要求进行装载机防水试验。

## a) 模拟清洗试验。

- 试验范围为整机的边界线,如两个部件间的密封、玻璃密封圈、可打开部件的外沿、前立柱的边界和灯的密封圈。
- 试验采用 GB/T 4208—2017 规定的 IPX5 软管喷嘴。使用洁净的水,以流量为 20 L/min±1.0 L/min,速度为 0.10 m/s+0.05 m/s,在所有可能的方向向所有的边界线喷水,喷嘴至边界线的距离为 3.0 m±0.5 m,持续时间不应少于 5 min。
- 试验完成后打开整车绝缘监测系统,检查是否有报警。

## b) 模拟涉水试验。

- 装载机在满载状态下,在水深 750 mm(轮胎静力半径小于 750 mm 时,按轮胎静力半径测试)的水池中,铲斗保持距离水面 100 mm 姿态,以 10 km/h±2 km/h 的速度(小于 8 km/h 速度的按最高车速)行驶至少 500 m。如果水池距离小于 500 m,应往返行驶试验使涉水距离累计不小于 500 m,总试验时间应少于 10 min。
- 试验完成后打开整车绝缘监测系统,检查是否有报警。

## 6.3 安全和运维要求防护措施的验证

安全和运维要求防护措施的验证可按“检验”“检测”“试验验证”“评估”中一种或几种方法的组合进行,见表5

表5 安全和运维要求防护措施的验证

序号	验证项目		方法				章条编号
			检验	检测	试验验证	评估	
1	运动和过热 部件防护	运动部件	△				5.4.1.1
		过热部件	△				5.4.1.2
		防护装置	△	△		△	5.4.1.3
2	液体压力管道的压力和热防护		△	△			5.4.2
3	锐边和锐角防护			△			5.4.3
4	司机室要求	基本出入口	△	△			5.4.4.1
		备用出入口	△	△			5.4.4.2
		前窗清洁装置	△				5.4.4.3
		司机室内照明装置	△				5.4.4.4
		采暖和制冷系统			△ GB/T 19933.4—2014 中第8章		5.4.4.5
		换气系统			△ GB/T 19933.4—2014 中第9章		5.4.4.6
		除霜系统	△				5.4.4.7
		增压系统			△ GB/T 19933.5—2014 中第4章~ 第6章		5.4.4.8
5	司机室防护	滚翻保护结构(ROPS)			△ GB/T 17922—2014 中第5章~ 第7章		5.4.5.1.1
		落物保护结构(FOPS)			△ GB/T 17771—2010 中第5章		5.4.5.1.2
6	司机座椅	一般要求	△				5.4.6.1
		振动			△ GB/T 8419—2023 中第5章		5.4.6.2
		约束系统			△ GB/T 17921—2010 中第6章		5.4.6.3
7	司机的操纵 装置和指示 装置	一般要求	△	△			5.4.7.1
		起动和停止装置	△				5.4.7.2
		紧急停车	△	△			5.4.7.3
		视觉显示器/控制仪表 盘/指示器和符号	△				5.4.7.4

表 5 安全和运维要求防护措施的验证（续）

序号	验证项目		方法				章节编号
			检验	检测	试验验证	评估	
8	转向系统				△ GB/T 14781—2023 中第 5 章~ 第 8 章		5.4.8
9	制动系统				△ GB/T 21152—2018 中第 5 章~ 第 6 章		5.4.9
10	稳定性				△ GB/T 10175.1—2008 中第 6 章		5.4.10
11	司机视野				△ GB/T 16937、GB/T 25685.1		5.4.11
12	报警装置				△ GB/T 21155—2015 中第 4 章~ 第 7 章		5.4.12
13	噪声				△ T/CCMA 0188		5.4.13
14	防火	材料阻燃性	△		△ GB/T 20953		5.4.14.1
		灭火装置	△				5.4.14.2
15	安全标签		△				5.4.15
16	电气系统	一般要求	△				5.4.16.1
		电气防护			△ GB/T 4208		5.4.16.2
		标记和标识	△				5.4.16.3
		阻燃和耐火性	△		△ GB/T 19666		5.4.16.4
		动力蓄电池	△				5.4.16.5
		电机	△				5.4.16.6
		电机控制器			△ GB/T 18488—2020 中 6.2.2, 6.2.4,6.2.5,6.3.11,6.4,6.5.3, 附录 B		5.4.16.7
		绝缘性能要求			△ GB 18384—2020 中 6.2.1,6.2.2		5.4.16.8
		绝缘性能监测要求			△ GB 18384—2020 中 6.2.3		5.4.16.8
电位均衡性要求			△ GB 18384—2020 中 6.2.4*		5.4.16.9		

表 5 安全和运维要求防护措施的验证 (续)

序号	验证项目		方法				章条编号
			检验	检测	试验验证	评估	
16	电气系统	电气间隙			△ GB/T 14048.1—2023中附录 G		5.4.16.10
		爬电距离			△ GB/T 14048.1—2023中附录 G		5.4.16.10
		电磁兼容性			△ GB/T 22359.1、GB/T 22359.2		5.4.16.11
17	其他	动力电池舱防护			△	△	5.5.1
		空调制冷剂				△	5.5.2
18	运维要求	数据安全管控	△			△	5.7.1
		故障快速诊断	△			△	5.7.2
		运维服务指导手册	△				5.7.3
		换电系统			△ T/CCMA 0195		5.7.4
		充电接口	△	△	△ 按GB/T 20234.1、GB/T 20234.2、 GB/T 20234.3进行试验	△	5.7.5
		换电接口的 防护等级	△	△	△ GB/T 4208	△	5.7.6
注：“△”为可选的试验验证方法。							
* 仅对B级电压零部件外壳进行测量。							

#### 6.4 可靠性试验

应在高原隧道环境条件下按 JB/T 12463 的规定进行可靠性试验,并按 JB/T 12463 的规定进行评价,失效分类及评定准则见表 6。

表 6 失效分类及评定准则

级别 代号	加权 系数	级别	代号	分级原则	失效示例
0	∞	致命 失效	ZM	严重危及或导致人身伤亡或引起产品完全丧失必要功能,安全部件失效,引起重要总成报废或主要部件严重损坏,造成严重经济损失的失效	1) 电池燃爆; 2) 电机失效; 3) 漏电保护失效; 4) 变速箱报废; 5) 驱动桥报废; 6) 重要构件断裂(车架、动臂断裂); 7) 行车制动性能失效; 8) 司机保护结构失效; 9) 转向、换向失灵

表 6 失效分类及评定准则（续）

级别代号	加权系数	级别	代号	分级原则	失效示例
1	1.5	主要失效	ZY	主要零部件或总成严重损坏、磨损、变形,应停机修理,不能在 8 h 修理时间内予以排除的失效	1) 主要电气部件损坏; 2) 电器元件、电池系统异常发热; 3) 液压系统中泵、阀、液压缸、马达损坏,油管爆裂; 4) 车架、动臂等重要构件出现裂缝或严重变形; 5) 传动系内部零部件损坏; 6) 停车制动系统失效
2	0.8	一般失效	YB	较大影响产品主要性能,需更换机体内部零部件或维修外部重要件的失效	1) 当气温在 5℃ 以上时电机连续三次不能起动; 2) 电池健康度(SOH)衰减至 70%; 3) 液压系统性能下降,造成工作装置动作、作业效率明显下降; 4) 传动系统效率明显下降; 5) 工作装置、车架等主要结构件出现细小的裂纹、变形或焊缝开裂; 6) 重要部件的紧固件松动; 7) 报警装置失效
3	0.1	轻微失效	QW	较容易排除的失效,暂时不会导致机器停机或工作中断,在日常保养中能用随机工具和备件轻易排除	1) 油、水、气渗漏; 2) 照明灯、转向灯、制动灯不亮; 3) 非重要部位的紧固件松脱; 4) 钣金件开裂或开焊

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

装载机的检验分为出厂检验和型式检验,检验项目和检验类别见表 7。

表 7 装载机检验项目和检验类别

序号	检验项目	检验类别		
		出厂检验	型式检验	
1	基本要求	作业环境条件	—	△
		充/换电功能	—	△
		充电和作业互锁功能	—	△
2	性能要求	液压缸沉降量	△	△
		爬坡能力	△	△
		液压系统油液固体颗粒污染等级	—	△
		变速器系统的油液固体颗粒污染等级	—	△

表7 装载机检验项目和检验类别（续）

序号	检验项目		检验类别		
			出厂检验	型式检验	
2	性能要求	单次充电/换电可连续工作时间		—	△
3	可靠性	平均失效间隔时间		—	△
		工作可用度		—	△
4	安全要求	运动和过热 部件防护	运动部件	—	△
			过热部件	—	△
			防护装置	—	△
		液体压力管道的压力和热防护		—	△
		锐边和锐角防护		—	△
		司机室要求	基本出入口	—	△
			备用出入口	—	△
			前窗清洁装置	—	△
			司机室内照明装置	—	△
			采暖和制冷系统	—	△
			换气系统	—	△
			除霜系统	—	△
			增压系统	—	△
		司机室防护	滚翻保护结构(ROPS)	—	△
			倾翻保护结构(TOPS)	—	△
		司机座椅	一般要求	—	△
			减振要求	—	△
			约束系统	—	△
		司机的操纵 装置和指示 装置	一般要求	—	△
			起动和停止装置	—	△
			紧急停车	—	△
			视觉显示器/控制仪表盘/指示器和符号	—	△
		转向系统		△	△
		制动系统		△	△
		稳定性		—	△
		司机视野		—	△
		报警装置		—	△
噪声		—	△		
防火	材料阻燃性	—	△		
	灭火装置	—	△		

表 7 装载机检验项目和检验类别（续）

序号	检验项目		检验类别		
			出厂检验	型式检验	
4	安全要求	安全标签	—	△	
		电气系统	一般要求	—	△
			电气防护	—	△
			标记和标识	—	△
			阻燃和耐火性	—	△
			动力蓄电池	—	△
			电机	—	△
			电机控制器	—	△
			绝缘性能要求	△	△
			绝缘性能监测要求	△	△
			电位均衡性要求	—	△
			电气间隙	—	△
			爬电距离	—	△
			电磁兼容性	—	△
			其他	动力电池舱保护措施	—
意外动作	△	△			
5	环保要求	动力蓄电池回收	—	△	
		空调制冷剂	—	△	
6	防水要求	清洗试验	—	△	
		涉水试验	—	△	
7	运维要求	数据安全管控	—	△	
		故障快速诊断	—	△	
		运维服务指导手册	—	△	
		换电系统	—	△	
		充电接口	—	△	
		换电接口的防护等级	—	△	
注：“△”为必检项目，“—”为非检项目。					

## 7.2 出厂检验

7.2.1 每台装载机应经质量检验部门检验合格后方可出厂。

7.2.2 装载机出厂检验项目按表 7 的要求执行。

7.2.3 出厂检验项目的指标应全部达到要求方为合格。

7.2.4 出厂前,装载机动力电池电量应符合制造商规定。

### 7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新试制产品;
- b) 转厂生产的产品;
- c) 产品结构、材料、工艺有较大改变,影响产品性能时;
- d) 国家质检部门提出型式检验的要求时。

7.3.2 装载机型式检验项目按照附表 7 的要求执行。

7.3.3 型式检验的样机为新产品试制的样机或在受检当月(季)的投入批量中随机抽取一台。

7.3.4 型式检验项目应全部达到要求方为合格。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

8.1.1 产品标牌应牢固的固定在装载机机身的显著位置。

8.1.2 产品标牌的内容至少包括下列信息:

- 制造商的名称;
- 产品名称和型号;
- 工作质量(kg);
- 额定工作载荷;
- 产品识别代码(PIN)或出厂编号,产品识别代码应符合 GB/T 25606 的规定;
- 制造年份;
- 标称电压。

### 8.2 包装

8.2.1 装载机及其附件、备件和随机工具的包装应符合 JB/T 5947 的规定,并保证在正常运输和贮存条件下不致损坏。

8.2.2 需要时,装载机分解包装运输按包装图样进行包装。

### 8.3 随机文件

装载机出厂时,应向用户至少提供下列文件:

- 装箱单;
- 产品合格证明书;
- 司机手册(应包含应急内容);
- 随机工具和备件、附件的目录。

### 8.4 运输

8.4.1 装载机的运输应符合交通运输部门的有关规定。

8.4.2 未经制造商的同意,运输过程中不应对装载机的部件进行拆卸。

8.4.3 装载机发运前,制造商应切断蓄电池与车身相连的电路。

8.4.4 电气设备的运输应符合 GB/T 38943.1—2020 中 4.3 的规定。

## 8.5 贮存

8.5.1 装载机贮存与防护应符合 GB/T 22358 的规定。

8.5.2 装载机贮存前 SOC 应为 $(50 \pm 10)\%$ , 存储时间每超过 60 d, 应按整机说明书进行一次充放电维护。

8.5.3 电气设备的贮存应符合 GB/T 38943.1—2020 中 4.3 的规定。

附 录 A  
(资料性)  
装载机基本参数

装载机基本参数一览表见表 A.1。

表 A.1 装载机基本参数一览表

	参数	单位
基本参数	质量	kg
	铲斗容量	m <sup>3</sup>
	额定存储能量	kWh
	标称电压	V
	标准充电电流	A
	电机额定功率/转速	kW/(r/min)
	换电时间	min
	单次充电/换电连续工作时间	h
	桥荷工作	kg
	重心 X	mm
	重心 Y	mm
	重心 Z	mm
工作范围	卸载高度	mm
	最大提升时的销轴高度	mm
	最高提升时的卸载距离	mm
	卸载角	(°)
	最大提升时的最大翻转角	(°)
主要性能	崛起力	kN
	最大提升高度提升能力	kN
	极限倾翻载荷	kg
	铲斗下插力	kN
	工作装置动作时间	s
	液压缸沉降量	mm/h
	各挡最高行驶速度	km/h
	最大牵引力	kN
	最大爬坡能力	%
	作业效率	kg/h
运输尺寸参数	主机最大长度	mm
	主机最大宽度	mm

表 A.1 装载机基本参数一览表（续）

参数	单位	
运输尺寸参数	主机最大总高度	mm
通过性能参数	接地比压	kPa
	最小离地间隙	mm
	铰接转向角	(°)
	轮胎静力半径	mm
	接近角	(°)
	离去角	(°)
	转弯半径	mm
	机器最外侧通过半径	mm

**附 录 B**  
**(规范性)**  
**装载机作业性能试验**

**B.1 试验条件**

**B.1.1 试验环境**

在平原环境条件下。

**B.1.2 试验场地**

**B.1.2.1** 试验场地为平整的硬实地面,试验场地应有能够完成 B.2.2 的要求动作及运输车辆通行的空间。

**B.1.2.2** 物料堆放于停机面之上。

**B.1.3 试验用物料**

**B.1.3.1** 试验用物料是具有良好级配的粒径 10 mm~40 mm 的建筑用碎石,堆积密度 1 500 kg/m<sup>3</sup>~1 800 kg/m<sup>3</sup>。物料堆积深度及堆积总量应满足试验要求。

**B.1.3.2** 按 GB/T 14685—2022 中 7.13 检测碎石堆积密度。从物料完成称量、自卸车卸料后的碎石中取样,但碎石试样不需烘干或风干,即检测自然状态下的堆积密度。

**B.1.4 试验用装载机**

**B.1.4.1** 试验用装载机应符合出厂验收合格的规定。从产品说明书获取装载机基本参数。

**B.1.4.2** 装载机按制造商规定的标准配置,经过充分跑合至正常状态。

**B.1.4.3** 装载机应经过培训,满足试验要求的驾驶员进行操作。

**B.1.4.4** 装载机 REESS 电量不应低于 90%。

**B.1.5 配套用自卸运输车**

运输车的规格和数量要与装载机规格相匹配,达到装载机连续作业且不等待运输车的状态。

**B.2 试验方法**

**B.2.1 试验前准备**

**B.2.1.1** 根据物料位置划分装载机起始位置、铲装位置、卸料位置,保证装载机起始位置到铲装目标区域的行驶路线与起始位置到卸料区域的行驶路线间夹角应呈 60°,运距(铲装区域到卸载区域的距离)应不小于 1.5 倍整机长度。

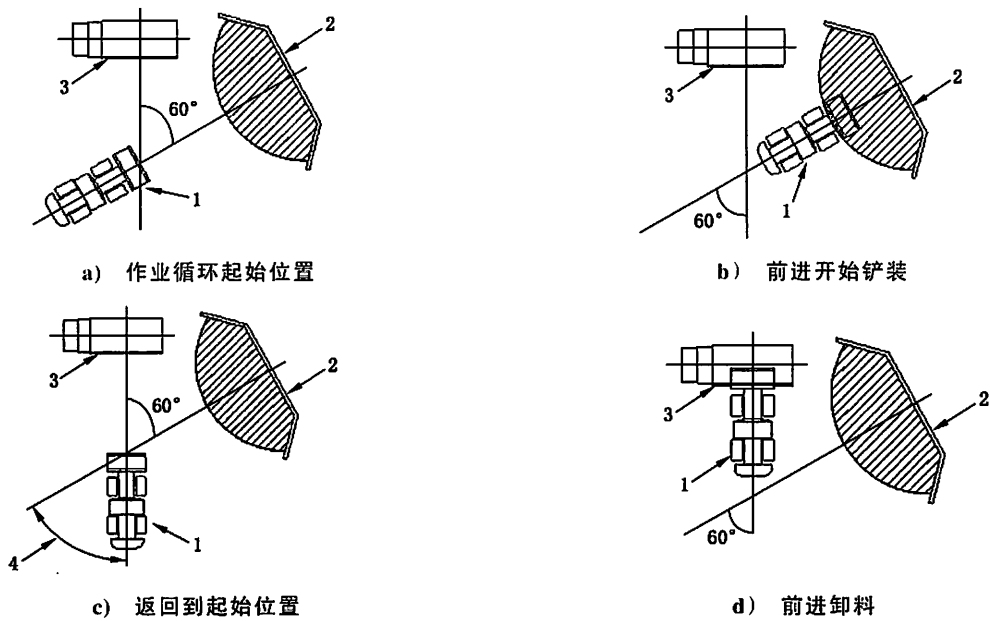
**B.2.1.2** 将电能消耗量测试设备安装在装载机 REESS 的总输出端,测量装载机作业过程中总电能消耗量。

**B.2.1.3** 起动电能消耗量测试设备,处于测试状态。

**B.2.1.4** 装载机正式开始试验前应充分预热达到正常工作状态。

**B.2.1.5** 装载机行驶至起始位置。

**B.2.1.6** 试验初始位置为装载机的工作装置和附属装置降低到铲土位置。



标引序号说明：

- 1——装载机位置；
- 2——物料铲装区域；
- 3——自卸车停放区域；
- 4——机器的初始位置。

图 B.1 机器在循环作业时的位置

**B.2.2 试验程序**

**B.2.2.1** 电能消耗量测试设备清零,处于测试状态。

**B.2.2.2** 装载机工作从初始位置开始,按图 B.1 所示,采用 V 型作业方式,按制造商规定的高效作业挡位,进行“空载前进接近物料”“铲装”“满载倒退”“满载前进举升”“卸料”“空载倒退”,将物料卸载到自卸车上,以连续、快速、满载铲装状态,连续完成 10 个作业循环次数,工作装置回到初始位置。装载机停机,测试过程结束。

**B.2.2.3** 记录测试过程中电能消耗量、作业时间、铲装物料质量。

**B.2.2.4** 试验重复进行 3 次,取算术平均值作为报告值。

**B.2.3 试验结果**

按下列公式分别计算作业生产率、电能消耗率和作业能效。

a) 作业生产率,按公式(B.1)计算:

$$Q = 3\,600 \frac{W}{t} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- Q ——作业生产率,单位为千克每小时(kg/h);
- W ——规定作业循环次数挖掘物料的总质量,单位为千克(kg);
- t ——作业时间,单位为秒(s)。

b) 电能消耗率,按公式(B.2)计算:

$$R = 3\,600 \frac{f}{t} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$R$  ——电能消耗率,单位为千瓦时每小时(kWh/h);

$f$  ——规定作业循环次数挖掘物料的 REESS 总输出电量,单位为千瓦时(kWh);

$t$  ——作业时间,单位为秒(s)。

c) 作业能效,按公式(B.3)计算:

$$E = \frac{R}{Q} \dots\dots\dots ( B.3 )$$

式中：

$E$ ——作业能效,单位为千克每千瓦时[kg/(kWh)]。

附录 C  
(资料性)  
海拔修正系数

海拔修正系数见表 C.1。

表 C.1 海拔修正系数一览表

海拔 $H/m$	正常气压/kPa	电气间隙修正系数
$H \leq 2\,000$	80.0	1
$2\,000 < H \leq 3\,000$	70.0	1.14
$3\,000 < H \leq 4\,000$	62.0	1.29
$4\,000 < H \leq 5\,000$	54.0	1.48