ICS 73.100.01
CCS D93

T/CCMIA

中 国 煤 炭 机 械 工 业 协 会 团 体 标 准

T/ XXXX—XXXX

氢燃料电池无人驾驶重型矿用自卸卡车技术条件

Hydrogenfuelcellunmannedheavy-dutyminingdumptruck TechnicalSpecifications

（征求意见稿）

XXXX－XX－XX 发布 XXXX－XX－XX 实施

中国煤炭机械工业协会 发 布

目 次

引言 3
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
4 要求 2
4.1 一般要求 2
4.2 性能要求 3
4.3 重要总成系统要求 4
4.4 安全要求 7
4.5 环保要求 9
4.6 舒适性要求 9
5 试验方法 10
5.1 试验要求 10
5.2 试验前的准备 10
5.3 主要参数的测定 10
5.4 动力性能试验 10
5.5 电制动性能试验 11
5.6 制动性能试验 11
5.7 制动轮迹偏离量试验 12
5.8 方向盘操纵力与转向稳定性试验 12
5.9 转向能力试验 12
5.10 最小转弯直径测定 13
5.11 液压倾卸机构试验 13
5.12 氢气排放浓度测试 13
5.13 低温启动性能测试 13
5.14 等速行驶氢气消耗率试验 14
5.15 充电性能试验 14
5.16 照明、信号和标志灯以及反射器试验 15
5.17 司机视野测定 15
5.18 落物保护结构(FOPS）和滚翻保护结构(ROPS）试验 15
5.19 电磁兼容性试验 15
5.20 噪声测定 15
5.21 整车和充电插座绝缘电阻测试 15
5.22 电位均衡测试 15
5.23 绝缘电阻监测验证试验 15
5.24 动力蓄电池系统模拟清洗试验 15
5.25 整车模拟清洗试验 15
5.26 车辆与外部传导连接锁止功能测试 15

5.27 保护功能试验 15
5.28 司机座椅振动试验 15
5.29 司机室空调性能试验 15
5.30 司机室风窗玻璃除霜性能试验 15
5.31 可靠性试验 15
6 检验规则 15
6.1 出厂检验 16
6.2 型式检验 17
6.3 合格判定 17
7 标志、包装、运输和贮存 17

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。

本文件由中国煤炭机械工业协会提出。
本文件由中国煤炭机械工业协会归口。
本文件起草单位：
本文件主要起草人：

氢燃料电池无人驾驶重型矿用自卸卡车
技术条件

1　范围

本标准规定了氢燃料电池无人驾驶重型矿用自卸卡车的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于采用氢燃料电池和动力蓄电池为车辆动力系统提供能量的氢燃料电池无人驾驶重型矿用自卸卡车（以下简称“氢电无人矿卡”），其中车载储氢系统使用高压气态氢（不包括液态储氢）。

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 16710土方机械噪声限值

GB 18384电动汽车安全要求

GB 20178-2014土方机械机器安全标签通则

GB 38031电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB/T 1190工程机械轮胎技术要求

GB/T 2883工程机械轮辋规格系列

GB/T 4962氢气使用安全技术规程

GB/T 8419土方机械司机座椅振动的试验室评价

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 14781土方机械轮胎式机器转向要求

GB/T 16804气瓶标识

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 17619机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法

GB/T 17771土方机械落物保护结构试验和性能要求

GB/T 17921土方机械座椅安全带及其固定器性能要求和实验

GB/T 17922土方机械滚翻保护结构实验室试验和性能要求

GB/T 20042.2质子交换膜燃料电池电池堆通用技术条件

GB/T 20418土方机械照明、信号和标志灯以及反射器

GB/T 21152土方机械轮胎式机器制动系统的性能要求和试验方法

GB/T 21155土方机械前进和倒退音响报警声响试验方法

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 23645乘用车用燃料电池发电系统测试方法

GB/T 24549燃料电池电动汽车安全要求

GB/T 24554燃料电池发动机性能试验方法

GB/T 25319汽车用燃料电池发电系统技术条件

GB/T 25606土方机械产品识别代码系统

GB/T 25607土方机械防护装置定义和要求
GB/T 25610土方机械自卸车车厢支承装置和司机室倾斜支承装置
GB/T 25617土方机械机器操作的可视显示装置
GB/T 25684.1土方机械安全第1部分：通用要求
GB/T 25684.6土方机械安全第6部分：自卸车的要求
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 25689土方机械自卸车车厢容量标定
GB/T 26779燃料电池电动汽车加氢口
GB/T 26990燃料电池电动汽车车载氢系统技术条件
GB/T 28183客车用燃料电池发电系统测试方法
GB/T 35196土方机械非公路电传动矿用自卸车技术条件
GB/T 35197土方机械非公路电传动矿用自卸车试验方法
GB/T 35544车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶
GB/T 42612-2023 车用压缩氢气塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶
GB/T 50177氢气站设计规范--氢气管路部分
GB/T 15329-2019橡胶软管及软管组合件 油基或水基流体适用的织物增强液压型规范
GB/T 28816-2020燃料电池术语
GBJ 22-87 厂矿道路设计规范
QC/T 45压缩天然气汽车专用装置和安装要求
JB/T 5945工程机械装配通用技术条件

3 术语和定义

GB/T24548界定的术语和定义适用于本文件。

3.1 氢燃料电池 hydrogen fuel cell

以氢气为燃料、以氧气（或空气）为氧化剂，通过电化学反应将燃料与氧化剂中的化学能直接转化为电能、热能及反应产物（水）的发电装置。

3.2 动力蓄电池 traction battery

为电动土方机械动力系统提供能量的蓄电池。

3.3 车载供氢系统 on-boardhydrogensupplysystem

燃料电池电动汽车上燃料经过的所有零部件的集合，包括：储氢容器、压力调节装置、管路及附件等。

3.4 氢燃料电池混合动力系统 hydrogenfuelcellhybridpowersystem

由氢燃料电池系统、储氢系统、动力蓄电池系统、DC/DC变换器、高压配电单元及系统控制器等组成，采用直流母线并联架构协同工作的电驱动动力系统。

4 要求

4.1 一般要求

4.1.1 氢电无人矿卡应能在下列环境条件下正常工作：

a) 环境温度为-40℃~40℃；
b) 海拔不大于 2000m；

c） 相对湿度不大于 95%。

4.1.2 氢电无人矿卡应能在 GBJ22 中规定的三级及以上露天矿山道路上正常行驶和作业。

4.1.3 氢电无人矿卡的车厢容量应按 GB/T25689 的规定至少标定平装容量和 2∶1 堆装容量。

4.1.4 氢电无人矿卡的涂装外观质量应符合 JB/T5946 的规定。

4.1.5 氢燃料电池电性能应符合 GB/T20042.2 的规定。

4.1.6 动力蓄电池电性能应符合 GB/T44257.2 的规定。

4.1.7 氢电无人矿卡的液压系统油液固体颗粒污染等级不应超过 GB/T14039-2002 规定的-/18/15。

4.1.8 氢电无人矿卡的主要参数见附录 A。

4.2 性能要求

4.2.1 动力性能（路面滚动助力系数为 0.02 时）

4.2.1.1 氢电无人矿卡满载，在压实坚硬、干燥平直路面上，从起步加速到 30km/h 的时间不应大于 23s。

4.2.1.2 氢电无人矿卡满载，在 8%的坡度上爬长坡的稳定车速不应低于表 1 规定的数值。

表 1

额定有效载荷/t	100-150	>150-200	>200-300	>300-400
8%坡道上的稳定车速（km/h)	10	10.5	11	11.5

4.2.1.3 氢电无人矿卡满载最大爬坡度（实际爬坡长度大于或等于 50m）不应低于 16%。

4.2.1.4 氢电无人矿卡最高车速不应小于 50km/h。

4.2.2 制动性能

4.2.2.1 氢电无人矿卡制动系统性能应符合 GB/T21152 的规定。

4.2.2.2 氢电无人矿卡应有良好的电制动装置，电制动装置应能保证车辆在满载、车速大于 5km/h 的情况下制动时具有可靠的减速性能。同时应具备恒速下坡自动控制功能，保证车辆满载下坡行驶时（不使用行车制动），4%平直下坡道、车速不大于 38km/h 和 8%平直下坡道、车速不大于 26km/h 时车速可控。

4.2.2.3 氢电无人矿卡应有自动限速功能，当车速超过限定值时，应自动切除牵引及自动施加电制动。

4.2.2.4 氢电无人矿卡满载在压实坚硬、干燥平直路面上以等速 20km/h 行驶，当制动时，手离方向盘，其轮迹偏离直线轨迹的距离不应大于 0.5 倍轮胎宽度。

4.2.2.5 氢电无人矿卡宜具备电制动能量回收功能。

4.2.3 转向性能

4.2.3.1 转弯直径

氢电无人矿卡转弯直径不应大于表2规定的数值。

表 2

额定有效载荷/t	100-150	>150-200	>200-300	>300-400
转弯直径/m	28	30	32	36

4.2.3.2 转向能力

氢电无人矿卡的转向能力应符合GB/T14781的规定。

4.2.4 倾卸时间

油泵电机以额定转速运行、氢电无人矿卡满载举升时，车厢升起至最大倾卸角度的时间不应大于表3规定的数值。

表 3

额定有效载荷/t	100-150	>150-200	>200-300	>300-400
倾卸时间/s	22	25	30	35

4.2.5 最小离地间隙

氢电无人矿卡应具有良好的通过性，最小离地间隙不应小于表4规定的数值。

表 4

额定有效载荷/t	100-150	>150-200	>200-300	>300-400
最小离地间隙/mm	500	550	600	700

4.2.6 起动能力

氢电无人矿卡应具有良好的起动能力，车辆在不低于-25℃环境下，室外停放12h应能正常起动。当环境温度低于-25℃时，按制造商说明书规定，采取措施后应能顺利起动。

4.2.7 经济性

氢电无人矿卡满载，在环境温度为+5℃~40℃时，按规定的工况下等速行驶的能量消耗率不应大于表5规定的数值。

表 5

额定有效载荷（PL）/t	100≤PL＜150	150≤PL＜200	200≤PL＜400
能量消耗率g/(t.km)	0.15	0.14	0.13

4.2.8 氢气加注性能

车载加氢装置应符合GB/T26779、GB/T26990、GB/T35544、GB/T 42612相关要求，车辆在-40℃～40℃矿山露天环境、多粉尘作业场地可稳定完成加氢作业。

4.2.9 充电性能

4.2.9.1 动力蓄电池应有快速充电功能，环境温度在+5℃~40℃，以最大充电电流充电时，动力蓄电池从 SOC 在 20%开始充电，应在 1h 内完全充电。

4.2.9.2 应配置动力蓄电池加热保温系统，在-40℃环境下，动力蓄电池的充电电流不应小于最大充电电流的 80%。

4.3 重要总成系统要求

4.3.1 氢燃料电池系统

4.3.1.1 外壳防护，应符合 GB/T4942.1 规定 IP55 等级。

4.3.1.2 控制装置部件及安全功能，应按 GB/T20438.1 的规定进行设计开发，具有过、过压、欠压、氢泄漏以及控制失效等非正常运行状态下的安全保障功能。

4.3.1.3 软管及软管组合件至少应符合 GB/T 15329-2019 中 1TE 型软管的规定。

4.3.1.4 金属管路及其连接件应符合 GB/T20972.1-2007 的规定。

4.3.1.5 硫化橡胶和热塑性橡胶部件应按 GB/T3512 的规定的进行热空气加速老化试验和耐热试验(老化时间为不低于 96h），试验后的性能仍能满足发电系统的使用要求。

4.3.1.6 材料和元器件以及结构设计应符合 GB3836.1 中 I 类设备的防爆安全规定。

4.3.1.7 电机防护结构设计应符合 GB/T17045 中 I 类设备的规定。

4.3.1.8 氢燃料电池系统应有泄漏监测传感器，当燃料泄漏时具备声光报警功能。

4.3.1.9 电路系统安全应符合 GB/T24549-2020 要求。电路系统中应有短路或漏电保护装置，可自动切断氢燃料电池系统总输出。

4.3.1.10 输出功率将根据氢燃料电池系统内部装置所消耗的功率和对外输出功率的要求，通过 DC/DC 或 DC/AC 装置对电流、电压进行调节，提供符合使用要求的功率输出。

4.3.1.11 各控制器应满足标准 GB18655-2025、GB/T21437.2、ISO11452、ISO10605 的电磁兼容性要求，测试项目的发射限值应符合相关标准规定，抗扰度应达到 II 级。

4.3.1.12 氢燃料电池系统尾气排放，任意连续 3s 内的平均氢气体积浓度不超过 4%，且瞬时氢气体积浓度不超过 8%。

4.3.2 动力蓄电池

4.3.2.1 电池包应可靠地固定在氢电无人矿卡上，其安装位置应具有防止追尾时前车侵入设计和/或安装防碰撞预警保护装置。

4.3.2.2 电池管理系统应符合 GB/T38661.1 的规定。

4.3.2.3 当电池系统电量小于低电量报警或限制功率报警设置值时，应有明显的视觉或听觉信号向司机提示。

4.3.2.4 电池系统应设有手动维修开关，用于人工手动断开和接通高压回路。

4.3.2.5 动力蓄电池可以设置充电功能，通过充电电缆连接到位置固定的外部电源或负载时，应有行驶、作业功能锁止功能，保证氢电无人矿卡不能通过其自身的驱动系统移动。充电用连接装置符合 GB/T20234.1 规定，其充电用通信协议应符合 GB/T27930 的规定。

4.3.3 车载供氢系统

4.3.3.1 安装前应对车载供氢系统各部件进行核对和检查，各零部件规格型号应匹配且齐全完好，储氢气瓶、阀门、管路及管路接头不应出现破损，安装支架的防松标识应清晰可见，高压管路应采用经验证具有良好氢相容性的材料，如选用奥氏体不锈钢材料时，其镍含量宜大于 12%。

4.3.3.2 车载供氢系统应按照规定程序批准的产品图样和其他技术文件制造，加氢口、储氢气瓶、阀门等部件应符合相关标准，并提供产品合格证和批量检验证明书。

4.3.3.3 每个储氢气瓶都应安装手动截止阀，在加氢、放氢或维修时，可用来单独地隔断各个储氢气瓶。

4.3.4 电传动系统

4.3.4.1 氢电无人矿卡高压主电路施加正弦工频电压（有效值）0.7×（2U 十 1000）V（其中 U 为主电路正常运行时可能出现的最高对地电压）进行耐压试验，持续 1min 应无击穿或闪络现象。

4.3.4.2 氢电无人矿卡低压控制电路施加正弦工频电压（有效值）750V 进行耐压试验，持续 1min 应无击穿或闪络现象。

电路中被特殊指明的元器件，如电子元件、仪表及其传感器、灯具等不进行耐压试验。

4.3.4.3 电传动系统可设置下列保护、联锁及报警电路：

a) 接地保护；
b) 超速时自动切除牵引及自动投入电制动保护；
c) 防误反向保护；
d) 主接触器动作顺序联锁；
e) 优先制动联锁；
f) 车厢举升无牵引联锁；
g) 电机堵转保护；
h) 电传动系统主电路电压过压保护；
i) 电传动系统主电路电流过流保护；
j) 电传动系统主整流管短路保护；
k) 交流电传动系统相模块击穿、线路快速保护。

4.3.4.4 电传动系统应采用阻燃电缆，弱电系统和强电系统应分开布线。

4.3.4.5 电传动系统主要部件应满足以下要求：

a) 工作电源电压应符合 JB/T10774 的规定；
b) 振动要求应符合 GB/T2423.10 的规定；
c) 冲击要求应符合 GB/T2423.5 的规定。

4.3.4.6 氢电无人矿卡外部安装的接线箱、传感器、开关、灯具、变流柜等电器部件(不包括电器部件的冷却部分）防护等级不应低于 GB/T4208 规的 IP55 的防护等级。

4.3.4.7 氢电无人矿卡宜配置车载管理系统：具备实时运行参数显示、工记录、故障诊断和数据传送功能。

4.3.5 制动系统

4.3.5.1 氢电无人矿卡最少应设有行车制动系统、辅助制动系统、停车制动系统和电制动系统等制动装置，任何一套系统失效不影响其他系统的功能。
4.3.5.2 停车制动性能应与储能的消耗及任何种类的渗漏无关。
4.3.5.3 氢电无人矿卡应设置辅助制动系统，一旦行车制动系统发生故障时，在车辆完全丧失制动能力前应能有效制动。
4.3.5.4 制动储能系统应符合 GB/T21152 规定的要求。
4.3.5.5 氢电无人矿卡宜设置制动锁定功能。
4.3.5.6 氢电无人矿卡宜配置在湿滑路面条件下调节制动压力的装置。
4.3.5.7 装有制动能量回收系统的自卸车，制动能量回收不应降低车辆的制动性能。

4.3.6 转向系统

4.3.6.1 转向系统应灵敏可靠，行驶中无沉重、抖动或卡滞现象，氢电无人矿卡方向盘操纵力应不大于 115N。
4.3.6.2 氢电无人矿卡满载在平坦的路面上以 10km/h 车速行驶时，手离方向盘通过 10m 路段，其轮迹偏离直线轨迹的距离不应大于 0.5 倍轮胎宽度。
4.3.6.3 左右转向时操纵方向盘的力应基本一致，左右方向转向力之差不应大于 20%。
4.3.6.4 氢电无人矿卡应设有应急转向装置，其性能应符合 GB/T14781 的规定。

4.3.7 举升系统

4.3.7.1 氢电无人矿卡车厢支承装置和司机室倾斜支承装置应符合 GB/T25610 的规定。
4.3.7.2 举升液压系统应工作平稳，密封可靠，举升油缸内泄漏量应符合技术文件的规定。
4.3.7.3 举升机构应具有举升、保持、下降和浮动四种功能。
4.3.7.4 自卸机构设有安全保护和缓冲装置，避免拔缸和车厢下降时的刚性冲击。
4.3.7.5 动力不足时，不使用专用工具，车厢能以安全方式降低到运输位置。
4.3.7.6 车厢举升时，车辆应切除牵引，并施加制动锁定，但需设置紧急牵引超越功能，以实现短时举升运行，此时车辆应以不大于 5km/h 的速度向前行驶。

4.3.8 车厢

4.3.8.1 氢电无人矿卡应按 GB/T25689 的规定标定车厢容量，制造商至少要规定标准车厢的平装容量和 2：1 堆装容量两种容量。
4.3.8.2 应设有检修时车厢举升后防车厢自降的安全装置。
4.3.8.3 车厢的材料应具备一定的低温抗冲击能力，用户对车厢的抗冻结和耐磨损的具体要求，可与制造商协商。

4.3.9 悬架

车辆悬架应工作平顺，可靠，在空载和满载时，其静刚度应符合设计要求。如采用油气悬架，静刚度可折算为气柱高度。

4.3.10 司机室

4.3.10.1 司机操作位置、座椅、司机的操纵装置和指示装置应符合 GB25684.1 的规定。
4.3.10.2 如用户需要倒车辅助系统、无线通讯设备等可与制造商协商。
4.3.10.3 氢电无人矿卡司机室内仪表的指示或显示内容应符合 GB/T19836 的规定。应配备显示有关机器状况的警告和信息，包括整机可运行指示信号、系统状态信号、车辆行驶速度、行驶里程、运行小时数、氢燃料状态（指示储氢气瓶氢气压力或氢气剩余量）、电池荷电状态(SOC）、电池电压、电池温度、电机转速、电机温度等运行参数，以及各系统故障提示等相关信息。
4.3.10.4 司机位置处的工作空间，例如顶板、内壁、仪表板及司机位置通道处不应出现任何外露的棱边或棱角。

4.3.10.5 司机室内的电缆和充满液体的管路应做有效防护，确保线路损坏和管路破裂时不能伤害到司机。
4.3.10.6 司机室车门、门锁应开关自如，门窗活动玻璃应推动自如，车窗应安装安全玻璃或其他具有相同安全性能的材料(例如见 GB9656）。
4.3.10.7 司机室应安装一个固定的内部照明装置，并在整车高压电源断开后，该装置仍应起作用，以便能对司机位置进行照明和阅读司机手册。
4.3.10.8 司机室内饰材料按 GB/T20953 进行试验，燃烧率不应超过 200mm/min。
4.3.10.9 司机视野应符合 GB/T16937 的规定。氢电无人矿卡可配备相应的辅助设备，例如：后视镜、监视镜等用于补充直接视野的不足，后视镜和监视镜应符合 GB/T25685.2 的规定。
4.3.10.10 氢电无人矿卡司机操纵装置和其他显示装置用符号应符合 GB/T8593.1 和 GB/T8593.2 的规定，其他操纵件、指示器及信号装置的标志应符合 GB/T4094.2 的规定。
4.3.10.11 座椅安全带应符合 GB/T17921 的规定。
4.3.10.12 氢电无人矿卡司机位置发射声压级值不应大于 75dB(A）。

4.3.11 牵引电器

牵引电器应符合JB/T10774的规定。

4.3.12 牵引电机

牵引电机应符合GB/T25123.2和JB/T6480.1的规定。

4.3.13 无人驾驶系统

4.3.13.1 无人驾驶系统由车载无人驾驶系统和无人驾驶系统调度平台。车载无人驾驶系统应满足露天矿山封闭场景下车辆自主行驶、自主卸载、安全监控等作业需求，与整车动力、制动、转向、举升系统实现可靠协同控制。
4.3.13.2 车载无人驾驶系统硬件应满足矿山防尘、防水、抗振、抗电磁干扰要求，防护等级与可靠性适配整车工况。
4.3.13.3 车载无人驾驶系统软件应实现自主导航、主动避障、精准停靠、自主卸载，指令响应及时、执行可靠。
4.3.13.4 无人驾驶系统调度平台应实现车辆实时监控、智能调度、数据管理、统计分析，并具备与用户现有调度系统交互的数据接口。
4.3.13.5 无人驾驶系统调度平台应具备数据安全防护能力，保障数据存储与传输安全。
4.3.13.6 无人驾驶系统应适应车辆工作环境，在 - 40℃～+40℃、海拔不大于 2000m 条件下稳定运行。
4.3.13.7 无人驾驶系统应具备故障自检、安全报警与应急降级控制功能，保障整车运行安全。

4.4 安全要求

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 氢电无人矿卡应安装灭火装置，性能应符合 GB/T35196-2017 中 4.5.4 的规定。
4.4.1.2 氢电无人矿卡应安装火灾探测装置，火灾探测装置触发时应自动断开高压电路，并在司机室内有连续的声光信号报警。
4.4.1.3 应在机器上粘贴安全标签，安全标签应满足 GB/T20178 的要求。
4.4.1.4 氢电无人矿卡的照明、信号和标志灯及反射器应符合 GB/T20418 的规定。
4.4.1.5 氢电无人矿卡的行车声响报警装置应符合 GB/T21155 的规定。
4.4.1.6 氢电无人矿卡通过充电电缆连接到位置固定的外部电源或负载时，应有行驶、作业功能锁止功能，保证电动自卸车不能通过其自身的驱动系统移动。
4.4.1.7 氢电无人矿卡的通道装置参照 GB/T17300 的规定执行。
4.4.1.8 预留用于用户安装电气设备的电源接口电路应有过载保护。
4.4.1.9 氢电无人矿卡正常操作和安全用控制指示器应符合 GB/T25617 中对安全色及有关事项的规定。
4.4.1.10 安装滚翻保护结构(ROPS）的电动自卸车应符合 GB/T35196-2017 中 4.5.7 的规定。

4.4.1.11 安装落物保护结构(FOPS）的电动自卸车应符合 GB/T35196-2017 中 4.5.8 的规定。
4.4.1.12 氢电无人矿卡的最小入口尺寸应符合 GB/T17299 的规定。
4.4.1.13 氢电无人矿卡的电磁兼容性应符合 GB/T22359.1 的规定。
4.4.1.14 氢电无人矿卡其他安全要求参照 GB/T25684.6 的规定。

4.4.2 车载供氢系统安全要求

4.4.2.1 怠速热机状态氢气排放浓度应满足：任意连续 3s 内的平均氢气体积浓度应不超过 4%，瞬时氢气体积浓度不超过 8%。
4.4.2.2 车载供氢系统泄漏或渗透的氢燃料，不应直接排到司机室，或者车辆中任何有潜在火源风险的封闭空间或半封闭空间。
4.4.2.3 在安装氢系统的封闭或半封闭的空间上方的适当位置,应至少安装一个氢气泄漏探测传感器，能实时检测氢气的浓度，并将信号传递给氢气泄漏报警装置。
4.4.2.4 在驾驶员容易识别的区域应安装氢气泄漏报警提醒装置，泄漏浓度与警告信号的级别由制造商根据车辆的使用环境和要求决定。
4.4.2.5 当封闭空间或半封闭空间中氢气体积浓度达到或超过 2.0%士 1.0%时，应发出警告。
4.4.2.6 当封闭空间或半封闭空间中氢气体积浓度达到或超过 3.0%±1.0%时，应立即自动关断氢气供应，如果车辆装有多个储氢气瓶，允许仅关断有氢泄漏部分的氢气供应。
4.4.2.7 当氢气泄漏探测传感器发生故障时，如信号中断、断路、短路等，应能向驾驶员发出故障警告信号。
4.4.2.8 车载供氢系统管路接头不应位于完全密封的空间内。储氢气瓶和管路一般不应装在通风不良的地方，如果不可避免，应采取相应措施，将可能泄漏的氢气及时排出。储氢气瓶应避免直接暴露在阳光下。
4.4.2.9 对可能受排气管、消声器等热源影响的储氢气瓶、管路等应有热绝缘保护。
4.4.2.10 高压管路及部件(含加氢口）应可靠接地。

4.4.3 电气安全要求

4.4.3.1 直接接触防护要求

直接接触防护应符合GB18384-2020中5.1.3.2~5.1.3.5的要求。

4.4.3.2 间接接触防护要求

间接接触防护应符合GB18384-2020中5.1.4的要求。

4.4.3.3 功能安全防护要求

功能安全防护应符合GB18384-2020中5.2的要求。

4.4.3.4 防水要求

4.4.3.4.1 氢电无人矿卡进行动力蓄电池系统模拟清洗试验后应符合 GB18384-2020 中 5.1.4.1 规定的绝缘电阻要求。
4.4.3.4.2 氢电无人矿卡进行模拟清洗试验后应符合 GB18384-2020 中 5.1.4.1 规定的绝缘电阻要求。

4.4.3.5 高压标记要求

4.4.3.5.1 B 级电压及高电压动力蓄电池及其他总成部件都应标记图 1 所示警告标记。

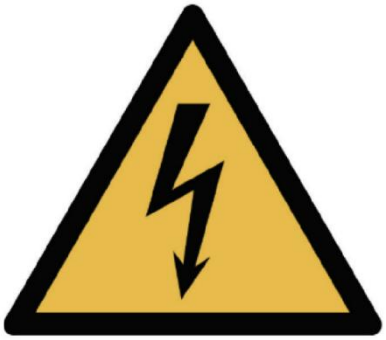


图 1 B 级电压及高电压警告标记

4.4.3.5.2 B 级电压电路及高电压电路电线标记应符合 GB18384-2020 中 5.1.2.2 的规定。

4.4.4 其他电气安全要求

4.4.4.1 氢电无人矿卡司机室外的电线、电缆、插接器及电气盒应满足下列防护等级：

a) A 级电压至少符合 GB/T4208 规定的 IP55；

b) B 级及以上电压至少符合 GB/T4208 规定的 IPX5 和 IP67。

4.4.4.2 氢电无人矿卡的电气系统及其部件的安全要求应符合 GB/T38943.1-2020 和 GB/T38943.3 的规定。

4.4.4.3 动力蓄电池安全性能应符合 GB/T44257.1 的规定。

4.4.4.4 当电池系统将要发生热失控的安全事件时，应自动断开高压电路，并在司机室内有连续的声光信号报警。

4.4.4.5 氢电无人矿卡 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。

4.4.4.6 若具备充电功能，充电用连接装置应符合 GB/T20234.1 规定，其交流充电接口应符合 GB/T20234.2 的规定，直流充电接口应符合 GB/T20234.3 的规定，大功率直流充电接口应符合 GB/T20234.4 的规定。

4.4.4.7 其他氢电无人矿卡的电气系统及其部件的安全应符合 GB/T35196-2017 的规定。

4.4.5 动力蓄电池充电安全要求

4.4.5.1 氢电无人矿卡应有传导充电和行驶、作业互锁功能，保证充电时电动自卸车不能行驶和作业。

4.4.5.2 氢电无人矿卡直流充电插座应有端子将车架和外接电源的保护接地相连接。自卸车直流充电插座的绝缘电阻，包括充电时传导连接到电网的电路，当充电接口断开时，应符合直接接触防护要求。

4.4.6 加注氢气安全要求

4.4.6.1 氢燃料的加注，应在指定的加氢站进行且由持有上岗证的专业人员按照操作规程加注。

4.4.6.2 加注氢气时，全车的电源系统应已经关闭。

4.4.6.3 氢燃料加注时，车辆应不能通过其自身的驱动系统移动。

4.4.6.4 加氢口应具有能够防止尘土、液体和污染物等进入的防尘盖。防尘盖旁边应注明加氢口的燃料类型、公称工作压力和储氢气瓶终止使用期限。

4.4.6.5 静电导出地线应与整车相连接。

4.4.6.6 严禁在密闭的场地进行加注，严禁加注压力超出系统额定工作压力。

4.5 环保要求

4.5.1 氢电无人矿卡动力蓄电池回收应在司机手册中说明。

4.5.2 氢电无人矿卡若装有制冷装置为氢燃料电池和动力蓄电池冷却，制冷剂应符合相关标准的规定。

4.6 舒适性要求

4.6.1 氢电无人矿卡自卸车司机座椅的尺寸和要求应符合 GB/T25624 的规定。

4.6.2 氢电无人矿卡司机座椅的振动应符合 GB/T8419 的规定。

4.6.3 司机室的采暖系统应符合 GB/T25684.1-2021 中 4.3.2.5 的规定。

4.6.4 司机室的除霜系统应符合 GB/T25684.1-2021 中 4.3.2.7 的规定。
4.6.5 司机位置的最小活动空间和操纵装置的位置应符合 GB/T21935 的规定。操纵装置的布置应符合 GB/T8595 的规定。

5 试验方法

第4章规定的要求项目所引用标准中已有相应试验方法时，这些项目的试验方法按所引用标准的规定。其他要求项目的试验方法按本文的规定。

5.1 试验要求

5.1.1 氢电无人矿卡所有零部件、各总成均应按正式图样和技术文件规定装备。
5.1.2 氢电无人矿卡加速、滑行和等速能量消耗率试验时，风速在电动自卸车行驶方向的水平分量不应超过 3m/s。装载载荷无特殊规定均为制造商标定的额定有效载荷，偏差应在额定有效载荷的±5%以内。
5.1.3 试验道路条件应符合 GBJ22 中三级及以上露天矿山道路的有关规定，路面应干燥、平整，试验区段纵向和横向坡度不大于 3%，试验用平直道路长度不小于 1000m，且两端应有足够的加速、制动路段和开阔的转向调头场地。
5.1.4 试验路段的标志按试验要求，在选定的试验路段的起点、终点等需要标志的地点，用红白相间、高 4m 以上的标杆插于路旁，起、终点位置在垂直于道路中心线方向上左右各插一根。
5.1.5 车辆使用的燃料符合 GB/T37244 的规定。

5.2 试验前的准备

5.2.1 氢电无人矿卡的准备

氢电无人矿卡的准备参照GB/T 45054-2024中5.1执行。

5.2.2 试验仪器设备的准备和测量准确度

5.2.2.1 试验用的各种试验仪器设备的量程应符合试验要求，使用时均应处于计量部门校准合格状态。
5.2.2.2 尺寸、性能和参数的单位与测量准确度应符合 GB/T21153 的规定，电压和电流的参数、单位和准确度应符合 GB/T18386.2-2022 中表 1 的规定。
5.2.2.3 试验用储氢罐一套，储氢容量不宜低于 50kg，储氢罐的质量应尽可能地轻。

5.3 主要参数的测定

5.3.1 外形尺寸的测量

外形尺寸的测量应符合GB/T45054-2024中6.1的规定。

5.3.2 质量的测量

质量的测量应符合GB/T45054-2024中6.2.1的规定。

5.4 动力性能试验

5.4.1 试验条件

5.4.1.1 试验条件按 5.1 的规定。
5.4.1.2 氢电无人矿卡装载制造商规定的额定有效载荷。
5.4.1.3 车载供氢系统为完全加注状态。
5.4.1.4 动力蓄电池的荷电状态(SOC）为完全充电状态。

5.4.2 试验方法

5.4.2.1 滑行试验

滑行试验参照GB/T45054-2024中7.2.1执行。

5.4.2.2 最高车速试验

5.4.2.2.1 试验准备

试验准备应满足GB/T45054-2024中7.2.3.1的规定。

5.4.2.2.2 氢电无人矿卡试验步骤

试验步骤参照GB/T45054-2024中7.2.3.2.1执行。

5.4.2.2.3 氢电无人矿卡数据处理和试验结果记录

数据处理和试验结果记录参照GB/T45054-2024中7.2.3.3.1执行。

5.4.2.3 实际工况运行功率和爬坡稳定车速试验

5.4.2.3.1 试验准备

试验准备应符合GB/T45054-2024中7.2.4.1的规定。

5.4.2.3.2 试验步骤

试验步骤参照GB/T45054-2024中7.2.4.2执行。

5.4.2.3.3 数据处理和试验结果记录

数据处理和试验结果记录参照GB/T45054-2024中7.2.4.3执行。

5.4.2.4 最大爬坡度试验

5.4.2.4.1 试验准备

试验准备应符合GB/T45054-2024中7.2.5.1的规定。

5.4.2.4.2 试验步骤

试验步骤参照GB/T45054-2024中7.2.5.2.1执行。

5.4.2.4.3 数据处理和试验结果记录

数据处理和试验结果记录参照GB/T45054-2024中7.2.5.3.1执行。

5.4.2.4.4 计算最大理论爬坡能力

在矿山爬坡试验时，道路坡度、有效载荷与试验要求不一致时，氢电无人矿卡最大爬坡能力按GB/T35197-2017中的公式(12）进行折算。

5.5 电制动性能试验

5.5.1 试验条件

5.5.1.1 试验条件按 5.1 的规定。

5.5.1.2 氢电无人矿卡装载制造商规定的额定有效载荷。

5.5.1.3 车载供氢系统加注状态不小于 50%。

5.5.1.4 动力蓄电池的 SOC 为 60%~80%。

5.5.2 试验方法

5.5.2.1 电制动减速性能试验

电制动减速性能试验参照GB/T45054-2024中8.2.1的执行。

5.5.2.2 电制动下坡稳定车速试验

电制动下坡稳定车速试验参照GB/T45054-2024中8.2.2的执行。

5.6 制动性能试验

5.6.1 试验条件

5.6.1.1 制动压力、制动器调整、轮胎尺寸及压力和报警点等涉及制动系统的所有参数，都在制造商规定的范围内。
5.6.1.2 其他试验条件按 5.5.1 的规定。

5.6.2 试验方法

5.6.2.1 试验准备

试验准备应符合GB/T45054-2024中9.2.1的规定。

5.6.2.2 试验步骤

试验步骤参照GB/T45054-2024中9.2.2执行。

5.6.2.3 数据处理

数据处理参照GB/T45054-2024中9.2.3的执行。

5.6.2.4 试验结果记录

氢电无人矿卡试验结果记录按GB/T21152-2018中第7章的规定。

5.7 制动轮迹偏离量试验

按GB/T35197-2017中第9章的规定。

5.8 方向盘操纵力与转向稳定性试验

5.8.1 方向盘操纵力试验

5.8.1.1 试验条件

5.8.1.1.1 按 5.1 规定。
5.8.1.1.2 车载供氢系统加注状态不小于 50%。
5.8.1.1.3 动力蓄电池的 SOC 完全充电状态。
5.8.1.1.4 其他试验条件按 GB/T35197-2017 中 11.1.2.2 和 11.1.2.3 的规定。

5.8.1.2 试验方法

试验方法按GB/T35197-2017中11.1.4.1和11.1.4.2的规定。

5.8.1.3 试验结果记录

试验结果记参照GB/T45054-2024中11.1.3执行。

5.8.2 转向稳定性试验

5.8.2.1 试验条件

试验条件按5.8.1.1.1、5.8.1.1.2和5.8.1.1.3。

5.8.2.2 试验方法

5.8.2.2.1 试验准备

试验准备应符合GB/T45054-2024中11.2.2.1的规定。

5.8.2.2.2 试验步骤

试验按GB/T35197-2017中11.2.4.2的规定。

5.8.2.2.3 试验结果记录

试验结果记入GB/T35197-2017中表A.14。

5.9 转向能力试验

氢电无人矿卡的转向能力试验按GB/T14781的规定。

5.10 最小转弯直径测定

氢电无人矿卡的最小转弯直径测定按GB/T8592的规定。

5.11 液压倾卸机构试验

5.11.1 试验条件

试验条件应按5.1规定。

5.11.2 试验方法

5.11.2.1 试验准备

a) 试验场地：在 5.1 规定的道路上，选一块面积不小于 20m×20m 的平坦、水平的地面；
b) 若氢电无人矿卡的倾卸机构出厂时设置了举升限位，试验时应解除，试验完成后再恢复；
c) 布置液压举升油管压力测试装置；
d) 其他试验准备应符合 GB/T45054-2024 中 14.2.1.4 的规定。

5.11.2.2 试验步骤

5.11.2.2.1 氢电无人矿卡的车厢最大举升角测定试验参照 GB/T45054-2024 中 14.2.2.1.1 执行。
5.11.2.2.2 氢电无人矿卡的车厢倾卸时间测定试验参照 GB/T45054-2024 中 14.2.2.2.1 执行。
5.11.2.2.3 氢电无人矿卡的车厢沉降量-液压倾卸机构泄漏试验参照 GB/T45054-2024 执行。

5.12 氢气排放浓度测试

按照GB/T37154-2018中6.1的规定。

5.13 低温启动性能测试

5.13.1 试验条件

5.13.1.1 氢电无人矿卡空载停放在充电位置，传导充电系统处于稳定工作状态。
5.13.1.2 整车高压下电，车上照明、信号装置以及非电池温度管理的辅助用电设备关闭。
5.13.1.3 车载供氢系统加注状态不小于 50%。
5.13.1.4 动力蓄电池的 SOC 状态不小于 30%。

5.13.2 试验方法

5.13.2.1 试验准备

5.13.2.1.1 电压传感器布置在氢燃料电池母线端电压、动力蓄电池母线端电压，电流传感器布置在氢燃料电池母线端电流、动力蓄电池母线端电流。
5.13.2.1.2 其他试验准备应符合 GB/T45054-2024 中 15.2.1.2 的规定。

5.13.2.2 试验实施

a) 在设定的低温下，闭合电源开关，启动氢电无人矿卡自检，开启动力蓄电池辅助加热模式；
b) 对车辆启动操作后，可按照制造商的规定开启暖风装置、空调等，以消耗功率；
c) 记录从对车辆进行起动操作至车辆驱动系统就绪(车辆仪表显示“READY”或“OK”)的时间 t_1；
d) 当氢燃料电池能以不低于 1kW 的功率连续运行至少 10min，或在 20min 内，以不低于 1kW 的功率累计运行至少 10min 时，记录低温冷起动时间 t_2；
e) 按照制造商建议的停机步骤使车辆停机；
f) 完成以上所有步骤，且车辆的氢气排放符合 5.12 中关于氢气体积浓度的要求，则认为车辆在设定温度下冷起动成功。如果车辆在起动过程中出现报警、故障，或车辆尾排处氢气体积浓度不符合要求，则认为冷起动失败。

5.13.2.3 试验结果记录

从车辆氢电无人矿卡起动操作开始到停机过程(含吹扫过程)结束，记录燃料电池堆电压U、燃料电池堆电流Ir、氢燃料电池母线端电压、动力蓄电池母线端电压，电流传感器布置在氢燃料电池母线端电流、动力蓄电池母线端电流电压、氢燃料电池母线端电压、动力蓄电池母线端电压，电流传感器布置在氢燃料电池母线端电流、动力蓄电池母线端电流电流。

5.14 等速行驶氢气消耗率试验

5.14.1 试验条件

5.14.1.1 关闭制动能量回馈功能，试验完成后再恢复。
5.14.1.2 试验道路的滚动阻力系数为 0.02。
5.14.1.3 其他试验条件按 5.4.1 的规定。

5.14.2 试验方法

5.14.2.1 试验准备

5.14.2.1.1 试验道路：按 4.3 的规定；选择一条 1000m 长的平直试验路段；路段两端有足够加速、制动距离和便于转弯调头的区域。
5.14.2.1.2 试验用储氢罐安装在车辆外部，作为燃料电池电动汽车的燃料供应源。
5.14.2.1.3 试验用储氢罐通过燃料电池系统中燃料管内安装的旁路管路与燃料电池相连，旁路管路应安装可靠，防止因振动引起泄漏、释放或进人空气。
5.14.2.1.4 充注燃料压力应调整到制造商推荐值范围内。
5.14.2.1.5 在试验前和试验后分别用称重设备测量试验用储氢罐的质量时，应提供适当的措施减轻受振动、对流、环境温度等因素的影响，例如衰减板、风挡玻璃等。

5.14.2.2 试验步骤

a) 在试验前，用称重装置检测测试用储氢瓶质量；
b) 把试验用储氢罐和管路连接起来，连接时，管内的压力应设置为罐中的气体压力相等，使得没有气体的输入输出；
c) 按照 5.2 规定的试验程序进行试验；
d) 在开始测量时，切换阀体，让燃料从试验用储氢罐提供；
e) 氢电无人矿卡在试验路段的加速区段加速至 20km/h，控制加速，使氢电无人矿卡以 20km/h 稳定车速在试验路段两方向往返运行试验，持续行驶至氢气压力低压报警，测定并记录氢电无人矿卡运行试验全过程的行驶距离、行驶时间，为减少试验误差，氢电无人矿卡往返运行试验尽量使用相同的路径；
f) 检测完成后关闭试验用储氢罐的阀；
g) 试验结束后，把测试用储氢瓶从管路移开，用称重设备检测试验后试验用储氢罐的质量。
注：当管路连接到试验用储氢罐上称重的时候，采取适当的措施，消除连接管上力(压力)的影响。

5.14.2.3 数据处理

把试验前后测得试验用储氢罐质量代人公式（1），计算出氢气消耗量：
$\omega=\mu1-\mu2$……（1）
式中：
ω：在测量时间内的燃料消耗量，单位为克（g）；
μ1：试验开始时试验用储氢罐质量，单位为克（g）；
μ2：试验结束时试验用储氢罐质量，单位为克（g）。

5.14.2.4 试验结果记录

试验结果记入表中（需另制作）。

5.15 充电性能试验

氢电无人矿卡若配置充电功能，充电性能试验按照GB/T45054-2024中第17章的规定。

5.16 照明、信号和标志灯以及反射器试验

照明、信号和标志灯以及反射器试验按GB/T20418的规定。

5.17 司机视野测定

司机视野的测定按GB/T16937的规定。

5.18 落物保护结构(FOPS）和滚翻保护结构(ROPS）试验

落物保护结构试验按GB/T17771的规定。滚翻保护结构试验按GB/T17922的规定。

5.19 电磁兼容性试验

电磁兼容性按GB/T22359.1的规定。

5.20 噪声测定

氢电无人矿卡若配司机位置发射声压级的测定参照GB/T25615的规定，试验时按主机制造商规定的驱动电机额定转速进行。

5.21 整车和充电插座绝缘电阻测试

整车绝缘电阻测试按GB18384-2020中6.2.1的规定。氢电无人矿卡若配置充电功能，充电插座绝缘电阻测试按GB18384-2020中6.2.2的规定。

5.22 电位均衡测试

电位均衡测试按GB18384-2020中6.2.4的规定。

5.23 绝缘电阻监测验证试验

绝缘电阻监测验证试验按GB18384-2020中6.2.3的规定。

5.24 动力蓄电池系统模拟清洗试验

动力蓄电池系统模拟清洗试验按GB/T45054-2024中第26章的规定。

5.25 整车模拟清洗试验

整车模拟清洗试验按GB/T45054-2024中第27章的规定。

5.26 车辆与外部传导连接锁止功能测试

车辆与外部传导连接锁止功能测试按GB44263-2024中8.1.6的规定。

5.27 保护功能试验

保护功能试验按GB/T45054-2024中第30章的规定。

5.28 司机座椅振动试验

司机座椅振动试验按GB/T8419的规定进行，可由司机座椅制造商提供试验报告。

5.29 司机室空调性能试验

司机室空调性能试验按GB/T45054-2024中第32章的规定。

5.30 司机室风窗玻璃除霜性能试验

司机室风窗玻璃除霜性能试验按GB/T45054-2024中第33章的规定。

5.31 可靠性试验

可靠性试验参照GB/T45054-2024中第32章规定。

6 检验规则

6.1 出厂检验

每辆氢电无人矿卡应经制造商质检部门检验合格，并附有产品合格证明方准许出厂。出厂检验项目见表2。

序号	试验项目	检测试验内容	出厂检验项目	型式检验项目
1	整车外观及主要参数	整车外廓尺寸、轮距和轴距的测定	—	△
		整车质量和轴荷分配的测定	—	△
		涂装外观质量	△	△
		液压系统油液固体颗粒污染等级	—	△
		车厢容量	—	△
2	性能	滑行试验	—	△
		加速性能试验	—	△
		最高车速测定	—	△
		实际工况运行功率和爬长坡稳定车速试验	—	△
		最大爬坡度试验	—	△
		电制动减速性能试验	—	△
		下坡电制动稳定车速试验	—	△
		制动性能试验	—	△
		制动轮迹偏移量试验	—	△
		方向盘操纵力试验	—	△
		转向稳定性试验	—	△
		转向能力试验	—	△
		最小转弯直径测定	—	△
		车厢倾卸时间测定	—	△
		车厢沉降量—液压倾卸机构泄漏试验	—	△
		尾气排放浓度试验	—	△
		低温起动性能试验	—	△
		等速行驶氢气量消耗率试验	—	△
		充电性能试验	—	△
3	安全	阻燃	—	△
		安全标签	△	△
		照明、信号和标志灯及反射器	△	△
		司机视野测定	—	△
		行车声响报警	△	△
		防落物 、防滚翻试验	—	△

序号	试验项目	检测试验内容	出厂检验项目	型式检验项目
		电磁兼容性试验	—	△
		噪声试验	—	△
		整车和充电插座绝缘电阻测试	—	△
		电位均衡测试	—	△
		绝缘电阻监测验证试验	—	△
		动力蓄电池系统模拟清洗试验	—	△
		整车模拟清洗试验	—	△
		车辆与外部传导连接锁止功能测试	—	△
		换电锁止机构状态检测功能测试	—	△
		高压标记	△	△
		电池热失控保护功能试验	—	△
		火灾报警高压断开保护功能试验	—	△
		电制动能量回馈受限报警功能试验	—	△
4	舒适性	司机座椅尺寸	—	△
		司机座椅振动	—	△
		司机室采暖空调性能测定	—	△
		司机室风窗玻璃除霜试验	—	△
		操纵舒适区域与可及范围	—	△
注：“—”表示不做检验，“△”表示检验项目。				

6.2 型式检验

6.2.1 凡属下列情况之一，氢电无人矿卡应进行型式检验：

a) 新试制产品；

b) 转厂生产的产品；

c) 产品结构、工艺、材料有较大改变，影响产品性能时。

6.2.2 型式检验项目应按第 5 章的规定。

6.2.3 抽样：在同一批产品中随机抽出 1 台或 2 台样车进行型式检验。

6.2.4 合格判定：型式检验项目全部合格则判定为合格。

6.2.5 凡属下列情况之一者应进行型式检验：

a) 新产品鉴定定型或者产品转厂生产时；

b) 当设计、工艺或材料的改变影响产品性能时。

6.3 合格判定

型式试验所有检验项目合格且无人驾驶系统仍能够正常工作则判定为合格，若有不合格项，应查明原因、消除故障后对该项目重新检验，若检验合格判定为合格，仍不合格则判定为不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 产品标牌应至少包括下列内容:

a) 产品名称和型号;
b) 制造商的名称和地址;
c) 出厂编号或产品识别代码(PIN)，产品识别代码按 GB/T25606 的规定;
d) 制造年份;
e) 工作质量，单位为千克(kg)。

7.2 氢电无人矿卡出厂时，随机文件应至少包括:

a) 产品合格证明书;
b) 装箱单;
c) 司机手册;
d) 随机工具、易损件、附件、备件的目录。

7.3 制造商应提供必备的随机工具。

7.4 运输应符合下列规定:

a) 整机解体前将液压油、冷却液排空;
b) 整机解体前按轮胎制造商规定调整轮胎充气压力;
c) 整机解体前按氢燃料电池制造商规定释放冷却液，并切断氢燃料电池与车身相连的电路;
d) 整机解体前按车载储氢系统制造商规定释放存储的氢气，并在相关位置做防护;
e) 整机解体前按动力蓄电池制造商规定释放动力蓄电池电能，并切断动力蓄电池与车身相连的电路;
f) 整机发运前解体成若干单元，每一运输单元符合运输部门的规定。

7.5 包装应符合 GB/T35196—2017 中 7.5 的规定。

7.6 氢电无人矿卡长期贮存时，应对车载储氢系统内的氢气完全放泄干净，动力蓄电池电量应符合电池制造商规定，贮存时间每超过 60d，应按整机说明书进行一次充放电维护。断开手动维修开关，并按 GB/T35196-2017 中 7.6 的规定进行贮存。