

目 录

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	3
4	产品分类	4
4.1	按使用场景划分	4
4.2	按载物箱体结构划分	4
4.3	按设备特性划分	4
5	技术要求	5
5.1	一般要求	5
5.2	功能要求	5
5.3	性能要求	7
5.4	安全要求	9
5.5	电磁兼容	12
5.6	环境适应性	17
5.7	外观和结构要求	18
5.8	智能化要求	18
6	试验方法	19
6.1	试验条件	19
6.2	功能检查	19
6.3	性能试验	21
6.4	安全试验	33
6.5	电磁兼容试验	40
6.6	环境适应性试验	41
6.7	外观和结构检查	42
6.8	智能化试验	43
7	关键零/部件要求	46
7.1	电池和电池组	46
7.2	充电设施	46
7.3	电机及其控制器	46
7.4	操作屏幕	47
7.5	线缆及连接器	47
7.6	材料要求	47
7.7	轮胎要求	47
8	检验规则	47
8.1	检验分类	47
8.2	型式检验	47
8.3	出厂检验	47

8.4	检验项目	47
9	标志、说明、包装、运输和储存	49
9.1	总则	49
9.2	产品铭牌	49
9.3	安全警示标识	50
9.4	使用说明书	50
9.5	包装、运输和储存	50
附录 A	(资料性) 功能安全	51
A.1	功能安全要求	51
A.2	功能安全试验方法	52
附录 B	(资料性) 人脸识别	53
B.1	人脸识别要求	53
B.2	人脸识别试验	53
附录 C	(规范性) 无线充电设备安装方式	57
C.1	原边设备的安装方式	57
C.2	功率等级	58
C.3	系统工作频率	59
C.4	系统效率	59

载物用电气运输设备通用技术条件

1 范围

本文件规定了载物用电气运输设备的分类、技术要求、试验方法、关键零/部件、检验规则以及标志、说明、包装、运输和储存。

本文件适用于在道路或公共空间使用的，由电力驱动的载物用电气运输设备 (Cargo e-Transporters)，包括但不限于室内物流车、园区物流车、跟随式电动行李箱等。

本文件不适用于工厂使用环境的载物用电气运输设备。

本文件不涉及载人用电气运输设备的相关要求。

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 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.3—2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾

GB/T 2423.38—2021 环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则

GB/T 2423.55—2006 电工电子产品环境试验 第2部分：环境测试 试验Eh：锤击试验

GB/T 4208—2017 外壳防护等级 (IP代码)

GB 4785—2019 汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定

GB 4806.1—2016 食品安全国家标准 食品接触材料及制品通用安全要求

GB/T 4857.22—1998 包装 运输包装件 单元货物稳定性试验方法

GB 4943.1—2022 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分：安全要求

GB 5920—2019 汽车及挂车前位灯、后位灯、示廓灯和制动灯配光性能

GB/T 6113.101—2021 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第1-1部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 测量设备

GB/T 6113.102—2018 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第1-2部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 传导骚扰测量的耦合装置

GB/T 6113.104—2021 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第1-4部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 辐射骚扰测量用天线和试验场地

GB/T 6113.201—2018 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第2-1部分：无线电骚扰和抗扰度测量方法 传导骚扰测量

GB/T 6113.203—2020 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第2-3部分：无线电骚扰和抗扰度测量方法 辐射骚扰测量

GB 7063—2011 汽车护轮板

GB/T 9743—2015 轿车轮胎

GB/T 11566—2009 乘用车外部凸出物

GB/T 12540—2009 汽车最小转弯直径、最小转弯通道圆直径和外摆值测量方法

GB/T 12678—2021 汽车可靠性行驶试验方法

GB/T 11287—2000 电气继电器 第 21 部分:量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第 1 篇:振动试验(正弦)

GB/T 13140.1—2008 家用和类似用途低压电路用的连接器件 第 1 部分:通用要求

GB/T 14537—1993 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验

GB/T 14711—2013 中小型旋转电机通用安全要求

GB 17509—2008 汽车及挂车转向信号灯配光性能

GB 17625.1—2012 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流 $\leq 16\text{A}$)

GB/T 17625.2—2007 电磁兼容 限值 对每相额定电流 $\leq 16\text{A}$ 且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制

GB/T 17625.7—2013 电磁兼容 限值 对额定电流 $\leq 75\text{A}$ 且有条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制

GB/T 17625.8—2015 电磁兼容 限值 每相输入电流大于 16A 小于等于 75A 连接到公用低压系统的设备产生的谐波电流限值

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

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/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 17626.6—2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 17626.34—2012 电磁兼容 试验和测量技术 主电源每相电流大于16A的设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 18029.13—2008 轮椅车 第13部分:测试表面摩擦系数的测定

GB 18384—2020 电动汽车安全要求

GB/T 18487.1—2015 电动汽车传导充电系统 第1部分:通用要求

GB/T 18488.1—2015 电动汽车用驱动电机系统 第1部分:技术条件

GB/T 20234.1—2015 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—2015 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 30512—2014 汽车禁用物质要求

GB 32087—2015 轻型汽车牵引装置

GB/T 34659—2017 汽车和挂车防飞溅系统性能要求和测量方法

GB/T 34989—2017 连接器 安全要求和试验

GB/T 37414.2—2020 工业机器人电气设备及系统 第 2 部分:交流伺服驱动装置技术条件

GB/T 37414.3—2020 工业机器人电气设备及系统第 3 部分:交流伺服电动机技术条件

GB 38031—2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB/T 38124—2019 服务载物用电气运输设备性能测试方法

GB/T 38296—2019 电器设备内部连接线缆

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

JT/T 1253—2019 道路运输车辆卫星定位系统 车载终端检测方法
QC/T 518—2013 汽车用螺纹紧固件紧固扭矩
SJ/T 11852—2022 服务载物用电气运输设备用锂离子电池和电池组通用规范

3 术语和定义

下列术语、定义和缩略语适用于本文件。

3.1

电气运输设备 e-Transporters

由电力驱动，在道路或公共空间使用的运载工具，其速度和/或转向由电力/电子控制。

3.2

载物用电气运输设备 Cargo e-Transporters

供货物运载使用的载物用电气运输设备，不包括工厂使用环境。

3.3

最大行驶速度 maximum running speed

载物用电气运输设备在额定负载及正常运行状态下，制造商声明的最大稳定设计允许速度。

3.4

负载 load

在规定的速度和加速度条件下，沿着运动的各个方向，机械接口或移动平台处可承受的力和 / 或扭矩。

注：负载是质量、惯性力矩的函数，是运载工具承受的静态力和动态力。

[来源：GB/T 12643—2013，6.2.1]

3.5

额定负载 rated load

正常运行条件下，制造商声明的作用于机械接口或移动平台且不会使运载设备性能降低的最大负载。

[来源：GB/T 12643—2013，6.2.2，有修改]

3.6

制动 brake

载物用电气运输设备通过自主感应使其车轮（或其他运动模块）停止或减速的工作。

3.7

定位 localization

在环境地图上识别或分辨移动载物用电气运输设备的位姿。

[来源：GB/T 12643—2013，7.2]

3.8

路径规划 path planning

在环境地图上预设目标点位后，在符合相关规则的前提下，寻找一条从起始位置到目标位置路径的功能。

3.9

续航能力 cruising ability

载物用电气运输设备在充电完成后，可持续运行的时间。不包含待机时间。

3.10

自动紧急制动系统 advanced emergency braking system; AEBS

实时监测载物用电气运输设备前方行驶环境,并在可能发生碰撞危险时自动启动制动系统使载物用电气运输设备减速,以避免碰撞或减轻碰撞的系统。

[来源: GB/T 38186—2019, 3.1]

3.11

交互系统 interactive system

能检测到行车前方的行人,并能够与用户进行语音交互互动的语音交互、视觉交互等交互能力的系统。

3.12

自动驾驶模式 autonomous driving mode

自动驾驶系统可自主执行行驶任务的工作模式。

3.13

人工接管 manual takeover

现场操作人员和远程操作人员,能够通过遥控器或远程驾驶系统接管载物用电气运输设备。

3.14

最高内部频率 highest internal frequency

受试设备(EUT)中产生或使用的最高基本频率或运作最高频率。

注:这包括在集成电路内单独使用的频率。

4 产品分类

4.1 按使用场景划分

载物用电气运输设备按照使用场景,可分为室内型、室外型和室内室外混合型:

——室内型载物用电气运输设备仅在室内环境中使用;

——室外型载物用电气运输设备仅在室外环境中使用,具体包括:

- 公开道路;
- 非公开道路;

——室内室外混合型载物用电气运输设备在室内、室外环境中均可使用。

4.2 按载物箱体结构划分

载物用电气运输设备按照设备载物箱体的结构,可分为封闭式、半开放式和开放式:

——封闭式载物用电气运输设备的载物箱体应能完全封闭,将箱体内物品与外界隔开;

——半开放式载物用电气运输设备的载物箱体应能对物品进行局部保护,无法直接接触到箱体内物品的所有部分;

——开放式载物用电气运输设备的载物箱体多为托盘结构,箱体内的物品完全曝露在空气中。

4.3 按设备特性划分

载物用电气运输设备按照设备的高度、质量和速度,可分为I~VI型,详见表1。

表1 载物用电气运输设备I~VI型

类型	特性		
	高度	质量	速度
I	—	<5 kg	0~1.08 km/h

II	<1 m	5kg~20kg	>1.08 km/h
III	≤1 m	5kg~32kg	
IV	>1 m	5kg~38.5kg	
V	>1 m	>38.5kg	
VI	>1 m	>130kg	
注：质量包含设备自身质量和额定载重量。			

5 技术要求

5.1 一般要求

载物用电气运输设备一般由底盘系统、动力系统、电气系统、无人驾驶系统、箱体系统、外饰系统、车联网系统几大系统组成。

箱体密闭，具备防介入、防拆卸、防掉落等安全措施。

涂漆件表面应光滑平整，色泽均匀，不应有明显的流疤、麻点、起泡、裂纹、起皱、脱落和划伤等缺陷。

焊接件的焊缝应均匀平整，无漏焊、裂缝、夹渣、烧穿、咬边等缺陷。

塑料件的表面应平整，色泽均匀，无明显飞边、划伤、裂纹、凹陷等缺陷。

用紧固件连接的各零部件应按要求联结牢靠，不得有松动现象，重要部件紧固件的拧紧力矩应符合 QC/T 518—2013 的规定。

载物用电气运输设备外部凸出物应符合 GB 11566—2009 中第 4 章和第 5 章的规定。

5.2 功能要求

5.2.1 自检功能

载物用电气运输设备应具备自检功能，每次启动前应进行系统异常检查，发现异常情况时应告警提示。

5.2.2 手动运动控制

载物用电气运输设备应支持手动操作控制其运动。

5.2.3 自主运动控制

载物用电气运输设备应能自主运动并避开或者绕开路径上的障碍物。

5.2.4 电梯控制

当载物用电气运输设备需要跨楼层完成物品的运输时，设备应能通过全自动或者半自动方式自主乘坐电梯，到达目标楼层。

注：全自动方式不需要任何干涉，载物用电气运输设备可自主搭乘电梯到达目标楼层；半自动方式需通过协助操控电梯，载物用电气运输设备自主进/出电梯。

5.2.5 自动门/自动闸机控制

当运输场景中存在门禁系统需要交互时，载物用电气运输设备应能与门禁系统通信控制门的打开或

者关闭。

5.2.6 充电和换电

载物用电气运输设备电能补充的方式包括充电和/或换电。

载物用电气运输设备可在手动或自动充电模式下,以有线或无线的方式进行充电。若采用慢速充电,则充电电压应为 220 V,最大充电功率应小于等于 6.6 kW。

室内型和室外非公开道路上使用的载物用电气运输设备的传导充电用连接装置应满足 GB 4943.1—2022 中 4.7 的要求。

室外型道路载物用电气运输设备的充电连接线、充电口应满足 GB/T 20234.1—2015 中第 6 章的要求,充电座应满足 GB/T 20234.2—2015 的要求,换电导电接口应具有锁止机构且防护等级达到 IP67,换电可靠性应满足 3000 次以上,单组电池不易超过 20kg 以便于快捷换电,整个换电过程应不借助工具。

5.2.7 监控

载物用电气运输设备应具有实时定位、通信、行驶状态、行驶记录、警示、监控平台交互信息及数据存储等功能,数据存储设备支持本地存储或云端存储,原始数据的存储时间不少于 1 年。

5.2.8 人工接管

人工接管下,现场或远程操作人员应能控制载物用电气运输设备的启停等与行驶有关的功能。

5.2.9 信号和警示装置

5.2.9.1 总则

载物用电气运输设备应装有合适的信号或警示装置,用于:

- a) 通知或警示操作者载物用电气运输设备安全相关状态;
- b) 通知或警示其他人员载物用电气运输设备的存在。

5.2.9.2 通知或警示操作者

载物用电气运输设备应装有合适的信号或警示装置通知或警示操作者设备安全相关状态。允许使用视觉、听觉或触觉其中一种或多种组合的方式,在预期使用场景下或远程终端或警示。

注 1: 触觉信号或警示装置的一个例子是振动反馈装置。

注 2: 载物用电气运输设备的电源开合状态是安全相关状态通知的一个例子;载物用电气运输设备的故障告警是安全相关状态警示的一个例子。

信号或警示装置的通知和警示应容易被操作者明确区分。

警示装置对不同严重程度故障的警示应容易被操作者明确区分。

视觉信号或警示装置应被置于操作者在载物用电气运输设备正常运行状态下容易观察的位置。

5.2.9.3 通知或警示其他人员

载物用电气运输设备在启动时,应配备低速起步提示音。室外型载物用电气运输设备在转向、倒车时,还应以视觉、听觉或触觉其中一种或多种组合的方式予以警示。

室外公开道路上使用的载物用电气运输设备应配备符合下列要求的照明装置:

- a) 具有前组合灯(包含前位灯和转向信号灯)和后组合灯(包含后位灯、转向信号灯和制动灯);
- b) 前位灯、后位灯和制动灯满足 GB 5920—2019 中第 5 章的要求,转向灯满足 GB 17509—2008 中第 6 章的要求;

c) 前位灯、后位灯、转向灯和制动灯均符合 GB 4785—2019 中第 4 章对灯光颜色的相关要求。

室外公开道路上使用的载物用电气运输设备应按照 GB 4785—2019 中第 5 章的相关要求配备回复反射器或醒目标志，允许使用反光材料或氛围灯代替。

5.2.10 物品权限管理

当封闭式载物用电气运输设备中的物品只有指定人员能够接触时，收取物品应需要通过密码、人脸识别、权限卡、指纹、二维码等方式进行确认，避免误取。

5.3 性能要求

5.3.1 最大行驶速度

载物用电气运输设备的最大行驶速度应满足制造商声称的最大行驶速度的±10%。

5.3.2 制动距离

在不同制动初速度和质量下，带有额定负载的载物用电气运输设备的制动距离和制动时间应满足表 2 的要求。

表 2 制动能力要求

路面条件	制动初速度 km/h	质量 kg	额定负载下的制动距离 m
大理石道路	7.2	≤500	≤1
干燥沥青道路 (摩擦系数 0.7~0.8)	10	≤1000	≤1.5
	20	≤1000	≤4
	30	≤1000	≤6.5
潮湿沥青道路 (摩擦系数 0.4~0.6)	10	≤1000	≤3
	20	≤1000	≤7
	30	≤1000	≤10.5

注：质量包含设备自身质量和额定载重量。

5.3.3 爬坡能力

载物用电气运输设备定义的运输场景中可能存在坡度时，设备的爬坡能力应能满足运输场景的基本要求。

5.3.4 驻坡能力

载物用电气运输设备定义的运输场景中可能存在坡度时，设备的驻坡能力应能满足运输场景的基本要求。

5.3.5 越槛能力

载物用电气运输设备定义的运输场景中可能存在槛或类似路障时，设备的越槛能力应能满足运输场景的基本要求。

5.3.6 越沟能力

载物用电气运输设备定义的运输场景中可能存在沟或类似路况时，设备的越沟能力应能满足运输场景的基本要求。

5.3.7 转弯特性

载物用电气运输设备不同类型的转弯所对应的最窄转弯宽度应符合制造商的声明。

5.3.8 侧倾稳定性

额定负载均匀分布的室内型载物用电气运输设备在静止时，左右（侧向）倾斜 10° 应能保持稳定。
额定负载均匀分布的室外型载物用电气运输设备在静止时，左右（侧向）倾斜 20° 应能保持稳定。

5.3.9 最小转弯直径

载物用电气运输设备的最小转弯直径应符合制造商的声明，如无声明应符合以下要求：

- 室内型载物用电气运输设备的最小转弯直径应不大于设备长宽对角线长度+1 m；
- 室外型载物用电气运输设备的最小转弯直径应不大于 9 m。

5.3.10 目标定位能力

载物用电气运输设备的目标定位能力应符合制造商的声明，并满足产品运输任务的基本要求。
室内型载物用电气运输设备的定位误差应小于 10 cm，角度误差应小于 5° 。
室外型载物用电气运输设备的定位误差应小于 15 cm。
在特定使用场景有更高要求时，应符合使用场景所规定的定位精度限值。

5.3.11 避障能力

载物用电气运输设备对运动路径上的障碍物应具有一定的避障能力以确保设备及周边的安全。

5.3.12 自动回充能力

具有自动回充功能的载物用电气运输设备，在达到低电阈值或其他产品定义的充电条件触发后应能自主导航到充电桩实现充电。

5.3.13 续航能力

载物用电气运输设备一次充满电后，在待机/空载/满载三种不同模式下的续航能力应符合制造商的声明，并满足产品运输任务的基本要求。

5.3.14 充电时间

载物用电气运输设备的充电时间应符合制造商的声明。

5.3.15 通信性能

载物用电气运输设备的通信性能应根据实际使用需求，满足 I 档或 II 档的通信时延和丢包率。

表 3 通信性能要求

性能指标	I 档	II 档
通信时延	≤ 300 ms	≤ 150 ms

丢包率	<20%	<15%
-----	------	------

5.4 安全要求

5.4.1 电气安全

5.4.1.1 绝缘要求

载物用电气运输设备的绝缘材料、电气间隙、爬电距离应符合 GB 4943.1—2022 中 5.4 的相关规定。对于采用保护接地的载物用电气运输设备，其保护接地端子和连接端接触的导电部件应符合 GB 4943.1—2022 中 5.6.5.2 的要求。

5.4.1.2 布线要求

载物用电器运输设备的电缆应满足以下要求：

- a) 具有良好的绝缘且光滑无锐利边缘；
- b) 保护其不与可能影响绝缘的毛刺、散热片或类似锋利边缘接触；
- c) 可靠固定，以防止电缆与运动部件接触，必需时，可增加其他机械固定。

载物用电气运输设备在设备正常使用或维修保养时会拆掉的可分离部件，应不会对电气连接和内部导体引起过度的压力，包括保持接地连续性的导体。

5.4.1.3 短路安全要求

按照 6.4.1.3 中的方法进行试验，载物用电气运输设备应不起火、不爆炸，外壳应不破裂、不漏液。试验完成后，载物用电气运输设备应能正常开机和正常行驶。

5.4.1.4 发热要求

按照 6.4.1.4 中的方法进行试验，载物用电气运输设备上使用者可触及的零部件温度限值应符合 GB 4943.1—2022 中 9.3 的规定，且测试时载物用电气运输设备应不起火、不爆炸，外壳不破裂、不漏液。

5.4.1.5 抗电强度

直接与交流电网连接的载物用电气运输设备或其组件应具有足够的抗电强度，按照 6.4.1.5 中的方法进行试验，试验期间绝缘不应出现击穿。

5.4.1.6 接触电流

载物用电器运输设备正常运行时，接触电流应当保证不可能产生电击危险。

5.4.2 机械安全

5.4.2.1 机械强度

载物用电气运输设备应具有足够的机械强度，其中可能构成危险因素的电气、气压或运动等部件，应具有固定的防护罩和外壳，且在正常运行期间不应打开。当需要打开防护罩和外壳时，应采用工具才能卸下或打开。

按照 6.4.2.1 中的方法进行试验后，载物用电气运输结构不应损坏，性能不应降低，功能不应被影响，防护罩和外壳应不会造成电气危险，不会因变形而使带电部分和外壳相接触。

注：嵌入外壳内的按钮、灯罩、显示器等部件不需测试。

5.4.2.2 边或角

载物用电气运输设备的可触及部位，应不存在导致危险的锐利边缘，包括金属、玻璃、塑料边缘等。如果外观因功能所需等无法避免的原因，存在锐利边缘，则应设警示说明。

如果载物用电气运输设备的棱缘和拐角，在安置或使用设备时可能给操作人员带来危险，应当将这些棱缘或拐角倒圆和磨光。

注：该要求不适用于设备的正常功能所要求的棱缘或拐角。

5.4.3 载物安全

载物用电气运输设备的载物安全应满足以下要求：

- a) 载物用电气运输设备在额定负载下，启动、运行和停止过程中应保持平稳；
- b) 在运输过程中存在一定风险时，载物用电气运输设备应提供必要的防护措施，避免运载物品洒落或者跌落对周边人员造成伤害；
- c) 所运输物品为食品且可能直接接触时，设备的载物柜体需符合 GB 4806.1—2016 的要求；
- d) 室外型和室内室外混合型载物用电气运输设备，应保证在预期使用场景中，所运输物品不受可能的运输环境/天气影响；
- e) 多台载物用电气运输设备在同一区域内工作时，设备间不应互相干扰，从而影响运输安全；
- f) 对于配备群控系统的载物用电气运输设备，系统应能实时、可靠地协调控制多台设备的工作，保证运输安全。

注：群控系统指场景中同一区域内存在多台载物用电气运输设备时，对多台设备进行管理调度，下发运输任务的系统。

5.4.4 信息安全

5.4.4.1 设备防护与标识

载物用电气运输设备的防护与标识应满足以下要求：

- a) 整机外壳的通信接口仅能在借助工具的情况下打开，防止未经授权接入；
- b) 调试接口不外露，且配备授权访问机制验证操作者的合法性；
- c) 预装软件、补丁包/升级包版本具有唯一性标识。

5.4.4.2 预装软件

载物用电气运输设备的预装软件应满足以下要求：

- a) 支持设备及预装软件启动时完整性校验功能，当设备或预装软件启动完整性校验未通过时，应禁止设备或预装软件运行；
- b) 支持预装软件更新功能，可配置更新源（本地或远程），并只能在人工操作下进行更新，不可自动更新；
- c) 支持软件更新操作安全的功能，用户手册中应记录不同级别账号配置方法及权限说明，能够配置不同级别的账号对软件更新权限进行管理，且执行更新操作时需用户进行选择或确认；

注：常见的更新操作安全功能包括更新授权、更新操作二次鉴别、更新操作二次确认等。

- d) 具备补丁包/升级包完整性校验功能，应仅在使用制造商提供的签名验证工具或指令对补丁包/升级包进行验证，且补丁包/升级包与数字签名匹配时，才能通过验证。

5.4.4.3 漏洞和恶意程序防范

载物用电气运输设备的信息安全漏洞和恶意程序防范应遵循以下原则：

a) 不存在已公布的漏洞，或具备漏洞补救措施防范漏洞安全风险；

注：常见的缓解和补救措施包括修复、规避等措施，如直接修复（打补丁等）、用第三方工具（如安全设备）阻断、通过相关配置来规避风险（如关闭相关功能或协议等）。

b) 预装软件、补丁包/升级包不存在恶意程序；

c) 不存在未声明的软件功能和访问接口（含远程调试接口）。

5.4.4.4 用户身份鉴别与授权

载物用电气运输设备的用户身份鉴别与授权应满足以下要求：

a) 对用户身份进行身份标识和鉴别，身份标识具有唯一性；

b) 具备限制连续登录失败次数的功能，载物用电气运输设备管理系统应能通过锁定账号、中断连接、锁定登录界面或其他限制措施来防止用户凭证猜解攻击；

c) 具备登录后会话空闲时间超时自动退出功能；

d) 使用口令方式鉴别用户身份时，首次登录应强制修改默认口令或使用随机的初始口令，若不存在默认口令则应强制设置口令，并支持设置口令生存周期；

e) 用户输入口令时，不应明文回显口令；

f) 支持用户分权控制机制，低权限等级的账户仅可修改自己的口令、状态查询等基本操作，对涉及信息安全的重要功能，仅高权限用户允许配置和操作。

注：涉及信息安全的重要功能包括软件更新、日志审计、时间同步等。

5.4.4.5 日志存储与审计

载物用电气运输设备的日志存储与审计功能应满足以下要求：

a) 具备日志审计功能，对用户关键操作行为和安全事件进行记录，应支持对影响设备运行的操作行为和安全事件进行告警提示；

b) 日志审计功能应记录必要的内容，日志内容宜包括：操作用户、操作类型、操作时间、事件类型、源 IP、事件结果、事件发生的时间等信息，不应存在明文或弱加密（MD5、BASE64、ASCALL 码转换等）记录敏感数据，如用户口令、私钥等；

c) 具备日志保护功能，仅获得授权的账号才能对日志内容进行查看、输出或删除。；

d) 提供日志信息本地存储功能，支持日志信息输出，如将日志数据传输到远端服务器或手动导出等；

e) 具备本地日志存储容量管理功能，日志记录存储达到极限时，系统应支持覆盖告警上报并采用循环覆盖日志记录等措施。

5.4.4.6 通信安全要求

载物用电气运输设备的通信安全应满足以下要求：

a) 声明所有默认开启的服务、使用的协议和对应的通信端口及用途，不应存在未知功能的服务、未声名的私有协议或未知功能的通信端口；

b) 与外部建立通信连接前，应进行双向交互认证；

c) 与外部发生数据交换时，应使用安全的通信协议。

5.4.4.7 数据安全要求

载物用电气运输设备的数据安全应满足以下要求：

- a) 具备防止数据泄露、数据非授权读取和篡改的功能；
- b) 识别存储在载物用电气运输设备中的敏感数据，并对敏感数据进行加密防护；
- c) 具备针对用户产生或存储在载物用电气运输设备中的数据进行用户授权删除的功能；
- d) 如有数据定期备份功能，应具备备份数据的校验和恢复功能。

5.4.4.8 安全保障要求

载物用电气运输设备的制造商应采取措施，满足以下安全保障要求：

- a) 识别设计、开发、生产、交付、运行和维护各个阶段的信息安全风险，并制定安全策略和应对措施；
- b) 制定和实施安全开发流程，保障安全策略落到设计和开发过程；
- c) 采取措施防范第三方关键部件、固件或软件可能引入的安全风险；
- d) 自行、联合或委托第三方对载物用电气运输设备进行漏洞扫描、病毒扫描、代码审计、渗透测试和安全功能确认测试；
- e) 建立和实施针对载物用电气运输设备信息安全事件的应急响应机制和流程，并为应急处置配备相应的资源；
- f) 建立和实施规范的用户信息保护制度，防止用户信息泄露、篡改或丢失；
- g) 在发现载物用电气运输设备存在安全缺陷、漏洞等时，应采取修复或替代方案等补救措施，按照有关规定及时告知用户并向有关主管部门报告。

5.5 电磁兼容

5.5.1 抗扰度要求

5.5.1.1 概述

对于本章规定的EMC抗扰度实验要求，应依据下述不同性能判据等级进行符合性判定，同时详细记录在试验报告中。

在试验计划编制过程中，制造商应提供载物用电气运输设备公开印刷物发布的必要功能说明，并补充抗扰度试验期间和试验之后所需的详细性能判据指标要求。

5.5.1.2 性能判据等级

由制造商规定并在试验期间被评定的一些功能的例子如下，但不限于此：

- 行驶功能；
- 通信功能；
- 人机交互功能；
- 感知功能；
- 识别功能。

5.5.1.3 性能判据 A

在试验期间和试验后，无需操作人员介入，EUT应能按预期持续工作。当按预期使用设备时，不允许出现低于制造商规定的最低性能等级的降级或功能损失。可以用允许的性能降低来代替性能等级。如果制造商没有规定最低性能等级或允许的性能降低，则可以从产品说明书或技术文件中得知，并且用户有理由要求所使用的设备达到此规定。

5.5.1.4 性能判据 B

试验后，无需操作人员介入，EUT应能按预期的要求工作。当按预期使用设备时，在施加骚扰之后，不允许出现低于制造商规定性能等级的降低或功能损失，可以用允许的性能降低来替代性能等级。

在试验期间，性能降低是允许的，但在试验之后，工作状态不应改变，储存的数据不应丢失。

如果制造商没有规定最低性能等级（或允许的性能损失），则可从产品说明书或技术文件中得知，并且用户有理由要求所使用的设备达到此规定。

5.5.1.5 性能判据 C

在试验期间和试验后，允许出现暂时性的功能损失，只有该功能可自行恢复，或者由使用者根据制造商说明，通过控制器操作或EUT重新通电后使其恢复。

存储在非易失性存储器内的或由备用电池保护的功能和/或信息不应丢失。

5.5.1.6 抗扰度试验要求

本文件涉及的载物用电气运输设备抗扰度试验要求是按端口逐一给出的。

试验应以完全确定的和可重复的方式进行。

试验应以单个的试验依次逐项进行，试验顺序是任意的。

有关试验、试验发生器、试验方法和试验总体布置按照表4~表7中所列出的引用标准进行，在试验实际应用时需要的修改或补充信息见表1~表4中的注释和脚注。

表4 外壳端口抗扰度试验

工作模式	环境现象		试验规范值	单位	引用标准	注释	性能判据
正常运行模式/充电模式/自动回充模式	静电放电	接触放电	±4	kV	GB/T 17626.2 —2018	接触放电和或空气放电试验的适用范围见引用标准。空气放电应从较低等级往上施加。	B
		空气放电	±8	kV			B
	射频电磁场，调幅		80~1000 3 80	MHz V/m %AM(1kHz)	GB/T 17626.3 —2016	规定的试验电平是未调制载波的有效值。	A
	射频电磁场，调幅		1.4~2.0 3 80	GHz V/m %AM(1kHz)	GB/T 17626.3 —2016	规定的试验电平是未调制载波的有效值。	A
	射频电磁场，调幅		2.0~2.7 1 80	GHz V/m %AM(1kHz)	GB/T 17626.3 —2016	规定的试验电平是未调制载波的有效值。	A
	工频磁场		50 3	Hz A/M	GB/T 17626.8 —2006	应在适当的工频下试验。若设备只在具有一个工频的供电地区使用，则仅需要在该工频下试验 ^a 。	A
^a 只应用于含有对磁场敏感装置的设备(如CRT监视器、霍尔元件、电动麦克风、磁场传感器等)。							

表5 信号端口抗扰度试验

工作模式	环境现象	试验规范值	单位	引用标准	注释	性能判据
充电模式/ 自动回充 模式	快速瞬变	±0.5 5/50 5	kV (开路试验电压) T _r /T _b ns 重复频率kHz	GB/T 17626.4 —2018	使用容性耦合夹 ^a	B
	射频共模	0.15~80 3 80	MHz V %AM(1kHz)	GB/T 17626.6 —2017	规定的试验电平是未调制载波的有效值 ^{a,b}	A
^a 仅适用于根据制造商的功能技术规范，总长度可能超过3 m的电缆端口。 ^b 试验电平也可以按流入150 Ω 负载的等效电流来确定。						

表6 直流输入和直流输出电源端口抗扰度试验

工作模式	环境现象	试验规范值	单位	引用标准	注释	性能判据
充电模式/ 自动回充 模式	快速瞬变	±0.5 5/50 5	kV (开路试验电压) T _r /T _b ns 重复频率kHz	GB/T 17626.4 —2018	对于输入端口的应用 ^a	B
	浪涌 线对地 线对线	1.2/50 (8/20) ±1 ±0.5	T _r /T _b μs kV (开路试验电压) kV (充电电压)	GB/T 17626.5 —2019	对于输入端口的应用 ^a	B
	射频共模	0.15~80 3 80	MHz V %AM(1kHz)	GB/T 17626.6 —2017	规定的试验电平是未调制载波的有效值 ^{b,c}	A
^a 不适用于打算连接电池或为了充电应取走或断开的可再充电电池的输入线端口。具有一个预定和交流、直流转换器一起使用的直流电源输入线端口的设备应在制造商规定的交流/直流电源转换器的交流电源输入端进行试验，或者没有规定时，就使用一个典型的交流/直流电源转换器来进行试验。不连接到直流配电网络的直流端口视为信号端口。 ^b 试验电平也可以按流入150 Ω 负载的等效电流来确定。 ^c 仅适用于根据制造商的功能技术规范，总长度可能超过3m的电缆端口。						

表7 交流电源输入和输出电源端口抗扰度试验

工作模式	环境现象	试验规范值	单位	引用标准	注释	性能判据
充电模式/ 自动回充 模式	快速瞬变	±1 5/50 5	kV (开路试验电压) T _r /T _b ns 重复频率kHz	GB/T 17626.4 —2018	/	B
	浪涌 线对地	1.2/50 (8/20) ±2	T _r /T _b μs kV (开路试验电压)	GB/T 17626.5 —2019	浪涌应从较低等级往上施加	B

	线对线	±1	kV (开路试验电压)			
	电压暂降	0	%剩余电压	GB/T 17626.11 —2008/ GB/T 17626.34 —2012(每相电 流大于16A的设 备)	电压在过零处变动 ^b	B
0.5		周期	C			
40		%剩余电压	C			
	电压中断	10	周期			
70		%剩余电压				
		25	周期			
		0	%剩余电压	GB/T 17626.11 —2008/ GB/T 17626.34 —2012(每相电 流大于16A的设 备)	电压在过零处变动 ^a	C
		250	周期			
	射频共模	0.15~80	MHz	GB/T 17626.6 —2017	规定的试验电平是未 调制载波的有效值 ^b	A
3		V				
80		%AM(1kHz)				
^a 仅适用于输入端口。 ^b 试验电平也可以按流入150 Ω 负载的等效电流来确定。						

5.5.2 电磁骚扰要求

5.5.2.1 谐波电流

在充电模式、自动回充模式下，载物用电气运输设备的谐波电流发射的要求为：

- 输入电流不大于 16 A 的载物用电气运输设备应符合 GB 17625.1—2012 的要求；
- 输入电流大于 16 A 的载物用电气运输设备应符合 GB/T 17625.8—2015 的要求。

5.5.2.2 电压波动与闪烁

在充电模式、自动回充模式下，载物用电气运输设备的电压波动与闪烁限值的要求为：

- 输入电流不大于 16 A 的载物用电气运输设备应符合 GB/T 17625.2—2017 的要求；
- 输入电流大于 16 A 的载物用电气运输设备应符合 GB/T 17625.7—2013 的要求。

5.5.2.3 传导骚扰限值

应在充电模式、自动回充模式下，考核载物用电气运输设备的传导骚扰，要求如下：

- 电信端口的传导共模骚扰限值应符合表 8 的要求；

表8 电信端口传导共模（不对称）骚扰限值

工作模式	频段/MHz	电压限值/dB (μV)		电流限值/dB (μA)	
		准峰值	平均值	准峰值	平均值
充电模式	0.15~0.50	84~74	74~64	40~30	30~20
	0.50~30	74	64	30	20

注 1：在 0.15MHz~0.50MHz 频率范围内，限值随频率的对数呈线性减小。

注 2：电流和电压的骚扰限值是在使用了规定阻抗的阻抗稳定网络 (ISN) 条件下导出的, 该阻抗稳定网络对应受试的电信端口呈现 150 Ω 的共模 (不对称) 阻抗 (转换因子为 20lg150=44dB)。

b) 电源端子传导骚扰限值应符合表 9 的要求。

表9 电源端子传导骚扰限值

工作模式	频段/MHz	限值/dB (μV)	
		准峰值	平均值
充电模式	0.15~0.50	66~56	56~46
	0.50~5	56	46
	5~30	60	50
注 1：在过渡频率 (5MHz) 处采用较低的限值。			
注 2：在 0.15MHz~0.50MHz 频率范围内, 限值随频率的对数呈线性减小。			

5.5.2.4 辐射骚扰限值 (正常运行模式、充电模式、自动回充模式)

应在正常运行模式、充电模式、自动回充模式下, 考核载物用电气运输设备的辐射骚扰, 要求如下:

a) 1 GHz 以下限值应符合表 10 的要求, 采用准峰值检波器测量时, 载物用电气运输设备应满足准峰值限值;

表10 辐射骚扰限值

工作模式	频段/MHz	10m 测量距离	3m 测量距离
		准峰值/dB (μV/m)	准峰值/dB (μV/m)
正常运行模式/ 充电模式	20~230	30	40
	230~1000	37	47
注：在过渡频率 (230MHz) 处采用较低的限值。			

b) 1GHz 以上限值应符合表 11 的要求。

表11 辐射骚扰限值 (3m)

工作模式	频段/GHz	10m 测量距离	3m 测量距离
		平均值/dB (μV/m)	峰值/dB (μV/m)
正常运行模式/ 充电模式	1~3	50	70
	3~6	54	74
注：在过渡频率 (3GHz) 处采用较低的限值。			

载物用电气运输设备的最高内部工作频率指在设备内部产生或使用的最高频率, 或设备工作或调谐的频率, 测量频率上限的选择如下:

——如果载物用电气运输设备最高内部工作频率低于 108 MHz, 则测量只进行到 1 GHz;

- 如果载物用电气运输设备最高内部工作频率在 10 MHz~500 MHz，则测量只进行到 2 GHz；
- 如果载物用电气运输设备最高内部工作频率在 500 MHz~1 GHz，则测量只进行到 5 GHz；
- 如果载物用电气运输设备最高内部工作频率高于 1 GHz，则测量将进行到最高频率的 5 倍或 6 GHz，取两者中较小者。

5.6 环境适应性

5.6.1 低温试验

5.6.1.1 低温存储

载物用电气运输设备按照 6.6.1.1 中的方法进行低温存储试验。试验后，载物用电气运输设备应能正常运行，且各电气部件功能正常。

5.6.1.2 低温运行

载物用电气运输设备按照 6.6.1.2 中的方法进行低温运行试验。试验后，载物用电气运输设备应能正常运行，且各电气部件功能正常。

5.6.2 高温高湿试验

5.6.2.1 高温高湿存储

载物用电气运输设备按照 6.6.2.1 中的方法进行高温高湿存储试验。试验后，载物用电气运输设备应能正常运行，且各电气部件功能正常。

5.6.2.2 高温高湿运行

载物用电气运输设备按照 6.6.2.2 中的方法进行高温高湿运行试验。试验后，载物用电气运输设备应能正常运行，且各电气部件功能正常。

5.6.3 盐雾试验

如载物用电气运输设备的预期使用场景在沿海地区，则在盐雾环境下，应不产生由各元器件和接插件等腐蚀损坏引起的载物用电气运输设备外观、功能、性能异常，盐雾试验时间不小于 24 h。

5.6.4 振动冲击

在振动冲击环境下，载物用电气运输设备结构及其零件无损伤，无弯曲变形，紧固件无松动，并能正常运行。

5.6.5 运输试验

载物用电气运输设备按照 6.6.5 中的方法进行运输试验后，其结构及其零件应无损伤、无弯曲变形，紧固件无松动，载物用电气运输设备应能正常运行。

5.6.6 特殊路面行驶试验

室外型载物用电气运输设备根据其预期使用场景，按照 6.6.6 中的方法应能在水泥路、比利时路、拱形不平整路、扭曲路、颠簸路、坑洼路、搓板路、混凝土凸块路、横枕木路、盐水路、泥泞路、铸铁饼路等路面行驶，且完成相应的里程数考核。

5.6.7 淋水性能

室外型载物用电气运输设备在上下电状态下，使用符合规定的淋雨装置进行喷淋洒水试验持续 15 min 后，检查箱体应无水迹，载物用电气运输设备能正常运行，进行绝缘电阻测量应符合要求。

5.6.8 外壳防护等级

室内型载物用电气运输设备的外壳防护等级应不低于 IP23 或制造商声称的更高外壳防护等级。
室外型载物用电气运输设备的外壳防护等级应不低于 IP24 或制造商声称的更高外壳防护等级。

5.6.9 涉水性能

室外型载物用电气运输设备在水深 100 mm 环境中，以 10 km/h±2 km/h 的速度累计行驶至少 500 m，应能保证可以正常运行、各电气部件功能正常，进行绝缘电阻测量应符合 GB 18384—2020 中 5.1.4.1 的相关规定。

5.6.10 防飞溅性能

室外型载物用电气运输设备的车轮上方应设置护轮板，具有阻挡车轮运转时所产生的溅污及飞石等功能，且应符合 GB 7063—2011 的规定。

5.7 外观和结构要求

载物用电气运输设备的外观及结构应满足以下要求：

- a) 表面各部分应光滑，色泽均匀一致，无划痕、锐边锐角、起泡等缺陷；
- b) 金属部件不应有锈蚀及其他机械损伤；
- c) 符号和标志应清晰、端正；
- d) 设备结构应布局合理，操作方便，便于维护；
- e) 室外型载物用电气运输设备如配备牵引装置，应满足 GB 32087—2015 中第 4 章的要求。

5.8 智能化要求

5.8.1 语音系统

载物用电气运输设备如配备语音交互功能，其语音识别准确率应能满足预期使用场景中的对应技术要求，背景噪声类别及对应的语音识别准确率要求见表12。

表12 语音识别准确率要求

背景噪声	声压级范围	使用场景示例	语音识别准确率要求
0类	40dB(A)~50dB(A)	康复疗养区等特别需要安静的区域。	不小于85%
1类	45dB(A)~55dB(A)	以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能,要保持安静的区域,如银行、机场、办公室。	不小于75%
2类	50dB(A)~60dB(A)	以商业金融、集市贸易为主要功能,或者居住、商业、工业混杂,需要维护住宅安静的区域。	不小于70%
3类	55dB(A)~65dB(A)	以工业生产、仓储物流为主要功能,需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域。	不小于70%
4a类	55dB(A)~70dB(A)	高速公路、一级公路、二级公路、城市快速路、城	不小于70%

		市主干路、城市次干路、城市轨道交通（地面段）、内河航道两侧，需要防止交通噪声对周围环境产生严重影响的区域。	
--	--	---	--

5.8.2 自动驾驶

载物用电气运输设备的工作场景中无论是单台设备或多台设备运行，均不应受到场景中障碍物或其他载物用电气运输设备的影响，应能够自主对环境及障碍物进行感知，合理规划运行路径及轨迹，避免与行人、车辆及其他障碍物发生碰撞，完成运输任务。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 载物用电气运输设备状态

载物用电气运输设备应装备完善并依据每项试验的技术要求加载。

在环境条件下，如使用充气轮胎，设备轮胎气压应符合制造厂的规定。机械运动部件用润滑油黏度应符合制造厂的规定。

室外型载物用电气运输设备试验前7天内，应至少行驶 100 km，蓄电池应处于各项试验要求的充电状态。

6.1.2 环境条件

除特殊规定外，试验应在以下环境进行并避免雨天和雾天：

- a) 环境温度：室外为 5℃~40℃，室内为 20℃~30℃；
- b) 大气压力：86 kPa~106 kPa；
- c) 相对湿度：10%~95%；
- d) 风速：高于路面 0.7 m 处的平均风速小于 3 m/s，阵风风速小于 5 m/s；

载物用电气运输设备的性能试验路面应满足以下要求：

- a) 平直路面：具有足够的长度，纵向坡度不超过 0.5%，横向坡度不超过 3%，根据预期使用场景选择最不利的试验路面，如：地板、瓷砖、地毯、水泥路面或沥青路面等；
- b) 斜坡：具有制造商规定倾角的足够长的倾斜坡度，根据预期使用场景选择最不利的试验坡度表面，如：地板、瓷砖、地毯、水泥路面或沥青路面等。

室内型载物用电气运输设备的试验光照条件应不低于 250 lx。

6.2 功能检查

6.2.1 自检功能检查

在试验环境条件下，开机启动，目视载物用电气运输设备是否进行系统异常检查，且相关提示正确，符合 5.2.1 的要求。

6.2.2 手动运动控制检查

通过网络或其他方式连接载物用电气运输设备，控制设备运动，应正常运动。

6.2.3 自主运动控制检查

下达运动指令后，载物用电气运输设备可遵循指令自主运动。

6.2.4 电梯控制检查

正常状态下，检查载物用电气运输设备能否呼叫工作人员或直接与电梯控制器通信，使电梯至指定楼层，并控制电梯开关动作，自主乘坐电梯，到达目标楼层后，成功出电梯。

6.2.5 自动门/自动闸机控制检查

正常状态下，检查载物用电气运输设备能否控制自动门/自动闸机的开关动作，成功通过自动门/自动闸机。

6.2.6 充电和换电检查

室内型和室外非公开道路上使用的载物用电气运输设备通过标配充电器进行充电，检查是否在指定时间内将电池充满，或者是否可以直接通过换电方式直接使电池处于满电状态。

室内型和室外非公开道路上使用的载物用电气运输设备的传导充电用连接装置按照 GB 4943.1—2022 中 4.7.3 的方法进行试验。

室外型道路载物用电气运输设备的传导充电用连接装置按照 GB/T 20234.1—2015 中第 7 章的方法进行试验。室外型道路载物用电气运输设备的换电池时，在不使用工具的情况下，手动完成一次电池更换。

6.2.7 监控检查

载物用电气运输设备至少模拟运行一个数据保存时间周期，查看本地或云端的实时定位、通信、行驶状态、行驶记录、警示、监控平台交互信息以及数据存储等存储数据，进行推算，检查其本地存储或云端存储容量能否支撑至少 1 年的数据存储量。

6.2.8 人工接管检查

现场或远程操作人员通过网络或其他方式进行人工接管，并控制载物用电气运输设备启、停、转弯操作各 1 次。

6.2.9 信号和警示装置检查

6.2.9.1 通知或警示操作者检查

设置触发信号和警示装置的条件，通过视觉、听觉或触觉检查载物用电气运输设备是否有明确的信号或警示通知，且能够区分不同严重程度故障，并设置于容易观察的位置。

6.2.9.2 通知或警示其他人员检查

检查载物用电气运输设备在启动时是否有低速起步提示音。对于室外型载物用电气运输设备，检查其在转向、倒车时是否有明确的信号或警示通知。

对于室外公开道路上使用的载物用电气运输设备，检查其照明装置和回复反射装置是否符合 5.2.9.3 的要求。

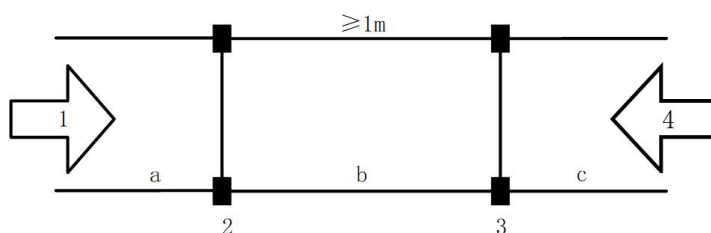
6.2.10 物品权限管理检查

根据制造商声明的验证方式，试验人员通过密码、人脸识别、权限卡、指纹、二维码等方式中的一种或几种验证封闭式载物用电气运输设备的物品权限管理功能，分别正确输入 3 次、错误输入 3 次，均验证无误，视为符合 5.2.10 的要求。

6.3 性能试验

6.3.1 最大行驶速度试验

试验路面为如图 1 所示的平直路面，试验区长度根据载物用电气运输设备的类型设定，室内型载物用电气运输设备的试验区长度应不低于 10 m，室外型载物用电气运输设备的试验区长度应不低于 50 m，试验区的宽度应确保载物用电气运输设备能正常通过。应在试验区的两端保留足够的长度，以便载物用电气运输设备加速和减速。



标引序号说明：

- 1——正向初始位置；
- 2——试验区边界线；
- 3——试验区边界线；
- 4——反向初始位置；
- a——加速/减速区；
- b——试验区；
- c——减速/加速区。

图 1 最大行驶速度试验示意图

试验步骤如下：

- 1) 载物用电气运输设备带额定负载停在正向初始位置 1，从正向初始位置 1 开始加速，在到达试验区边界线 2 前达到最大行驶速度；
- 2) 载物用电气运输设备保持最大行驶速度在试验区 b 中走直线，记录设备从试验区边界线 2 到试验区边界线 3 的正向通过时间 t_1 ，过试验区边界线 3 后开始减速直到停止；
- 3) 载物用电气运输设备带额定负载停在反向初始位置 4，从反向初始位置 4 开始加速，在到达试验区边界线 3 前达到最大行驶速度；
- 4) 载物用电气运输设备保持最大行驶速度在试验区 b 中走直线，记录设备从试验区边界线 3 到试验区边界线 2 的反向通过时间 t_2 ，过试验区边界线 2 后开始减速直到停止；
- 5) 取正向通过时间 t_1 和反向通过时间 t_2 的平均值作为试验区通过时间 t ，按公式 (1) 计算最高行驶速度。

$$V = \frac{S}{t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V——最高行驶速度，单位为米每秒 (m/s)；

S ——试验区长度，单位为米（m）；

t ——试验区通过时间，单位为秒（s）。

如果载物用电气运输设备在试验区偏离规定行驶方向超过试验区长度的 10%，则试验视为失败。

完成试验后，将试验结果记录在表 13 中，试验的具体条件包括载物用电气运输设备的额定负载、路面材质、摩擦系数等，应在试验报告中记录说明。

表 13 最大行驶速度试验记录表

正向通过时间 t_1	反向通过时间 t_2	试验区通过时 t	试验区长度 S	最大行驶速度 V
s	s	s	m	m/s

6.3.2 制动距离试验

试验路面为平直路面，试验区的长度应足以使载物用电气运输设备达到规定的制动初速度，并能够安全停止。

试验步骤如下：

- 载物用电气运输设备带额定负载停在初始位置，从初始位置沿直线加速，达到规定的制动初速度；
- 载物用电气运输设备保持制动初速度匀速行驶，根据用户手册，人工或自动发送停止命令（如拍急停）；
- 记录载物用电气运输设备从开始执行停止命令到完全停止的距离；
注：完全停止意味着移动载物用电气运输设备的所有部位全部停止运动。
- 重复 a)~c) 测试 3 次，取 3 次中距离的最大值作为制动距离。

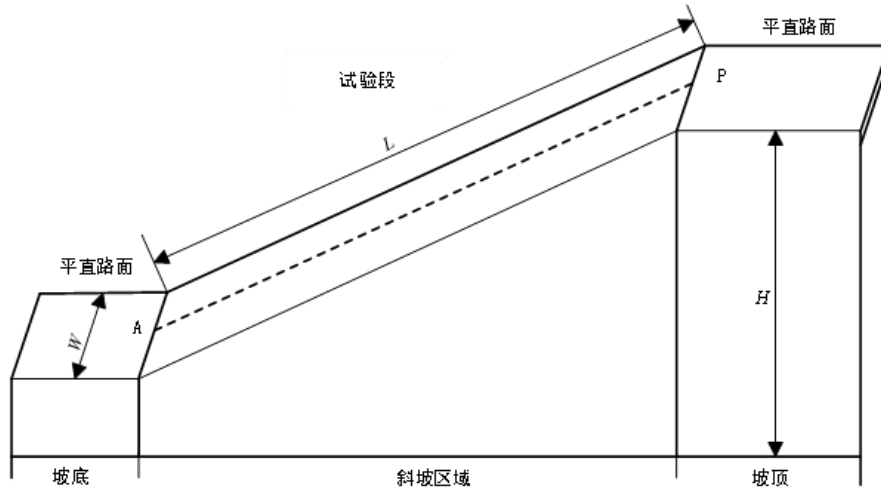
完成试验后，将试验结果记录在表 14 中，试验的具体条件包括设备测量精度、路面材质、摩擦系数等，应在试验报告中记录说明。

表 14 制动距离试验记录表

质量(设备自身质量+额定载重量): kg			
制动初速度: km/h			
测试次数	距离 m	时间 s	制动距离 m
1			
2			
3			

6.3.3 爬坡能力试验

试验路面为如图2所示的斜坡，斜坡的高度可调节，角度调节精度误差不大于 $\pm 0.5^\circ$ ，斜坡长度通常要求不小于5倍载物用电气运输设备长度，斜坡宽度应确保载物用电气运输设备能正常通过。



标引序号说明：

L ——斜坡长度；

W ——斜坡宽度；

H ——斜坡高度；

A ——初始位置

P ——目标位置。

图 2 坡度试验台

试验步骤如下：

- 将坡度测试台坡度调至制造商规定的爬坡角度；
- 载物用电气运输设备带有额定负载停在斜坡下方的平直路面，从初始位置 A ，准备上坡；
- 载物用电气运输设备从初始位置沿直线运动到目标位置 P 并稳定停止在坡道上；
- 载物用电气运输设备带有额定负载停在斜坡上方的平直路面，准备下坡；
- 载物用电气运输设备从目标位置 P 沿直线运动到初始位置 A 并稳定停止在坡道上；
- 重复 a)~e) 测试 3 次。

如果载物用电气运输设备在上坡或下坡的任一过程中出现倾倒、下滑、侧滑、颠簸、偏离规定行驶方向超过斜坡长度的10%以及报错等异常状况时，则该次测试视为失败，终止试验。

完成试验后，将试验结果记录在表15中，试验的具体条件包括载物用电气运输设备的额定负载、路面材质、摩擦系数等，应在试验报告中记录说明。

表 15 爬坡能力试验记录表

运动方向	爬坡角度： \quad°		
	测试次数	成功上坡/下坡 (是/否)	上坡/下坡现象
上坡	1		
	2		

	3		
下坡	1		
	2		
	3		

6.3.4 驻坡能力

试验路面为如图 2 所示的斜坡，斜坡的高度可调节，角度调节精度误差不大于 $\pm 0.5^\circ$ ，斜坡的摩擦系数不小于 0.7 或制造商规定的数值（选取二者中更严苛的值），斜坡长度应不小于载物用电气运输设备长度，斜坡宽度应确保载物用电气运输设备能正常通过。

试验步骤如下：

- 将斜坡倾斜角度调至制造商规定的爬坡角度；
- 载物用电气运输设备带有额定负载以上坡的方向，正对目标位置 P，在坡道上驻留不少于 10 min；
- 载物用电气运输设备带有额定负载以下坡的方向，背对目标位置 P，在坡道上驻留不少于 10 min。

在坡道上驻留时，如果载物用电气运输设备发生移动，则试验视为失败。

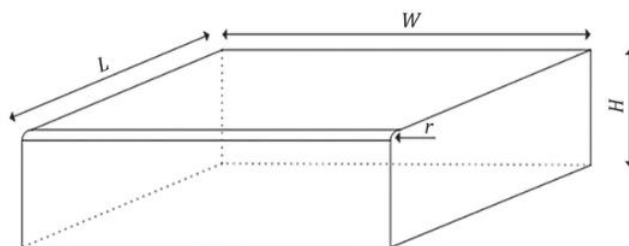
完成试验后，将试验结果记录在表16中，试验的具体条件包括载物用电气运输设备的额定负载、路面材质、摩擦系数等，应在试验报告中记录说明。

表 16 驻坡能力试验记录表

方向	斜坡角度： $^\circ$	
	驻留时间 min	现象
上坡		
下坡		

6.3.5 越槛能力试验

试验设备为两个如图3所示的槛，一个是长槛，一个是短槛。槛的高度为制造商规定值或运输场景中需满足的值，槛的宽度应确保载物用电气运输设备能正常通过，槛的长度可以根据载物用电气运输设备的尺寸和实际应用环境设定，推荐短槛的长度典型值为50 mm，长槛的长度典型值为1000 mm以上。槛前沿有一个导角，导角的半径不大于3 mm。



标引序号说明：

L ——槛的长度；
 W ——槛的宽度；
 H ——槛的高度；
 r ——槛的导角半径。

图 3 越槛能力试验装置

分别用长槛和短槛进行两次试验，每次试验步骤如下：

- a) 根据制造商规定值或运输场景需求设定槛高；
- b) 载物用电气运输设备带有额定负载，从初始位置沿直线加速，达到最大行驶速度；
- c) 越槛前，载物用电气运输设备保持最大行驶速度匀速直线行驶；
- d) 载物用电气运输设备以前进方向越槛，记录到达槛前到完成越槛所用的时间；
- e) 重复 a)~d) 测试 3 次；
- f) 调整载物用电气运输设备方向，以后退方向重复 a)~e)。

在 3 次前进越槛测试和 3 次后退越槛测试中，如果载物用电气运输设备出现 1 次越槛失败，则试验视为失败。

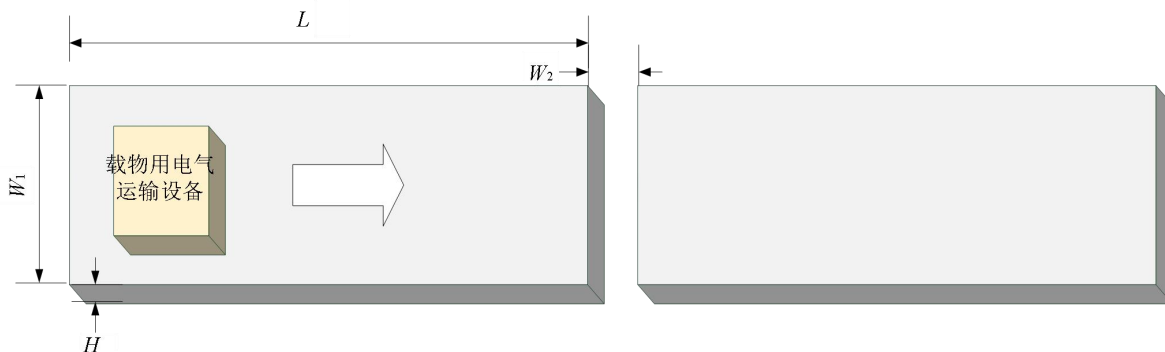
完成试验后，将试验结果记录在表 17 中，试验的具体条件包括槛的导角半径、载物用电气运输设备的额定负载、最大行驶速度、路面材质、摩擦系数等，应在试验报告中记录说明。

表 17 越槛力试验记录表

运动方向	长槛 (长: mm, 宽: mm, 高: mm)			短槛 (长: mm, 宽: mm, 高: mm)		
	测试次数	成功越槛 (是/否)	越槛时间 s	测试次数	成功越槛 (是或否)	越槛时间 s
前进方向	1			1		
	2			2		
	3			3		
后退方向	1			1		
	2			2		
	3			3		

6.3.6 越沟能力试验

试验设备如图 4 所示，由两块相同的测试板组成，两块测试板之间的距离为越沟宽度，取值为制造商规定值或运输场景中需满足的值。测试板长度应能满足载物用电气运输设备从静止加速到最大行驶速度，测试板宽度应确保载物用电气运输设备能正常通过，测试板高度应不低于载物用电气运输设备轮子半径或制造商规定的数值（选取二者中较大的值）。



标引序号说明：

L ——测试板长度；

W_1 ——测试板宽度；

H ——测试板高度；

W_2 ——越沟宽度。

图 4 越沟能力试验装置

试验步骤如下：

- a) 根据制造商规定值或运输场景需求设定越沟宽度；
- b) 载物用电气运输设备带有额定负载，从初始位置沿直线加速，达到最大行驶速度；
- c) 越沟前，载物用电气运输设备保持最大行驶速度匀速直线行驶；
- d) 载物用电气运输设备以前进方向越沟，记录到达沟前到完成越沟所用的时间；
- e) 重复 a)~d) 测试 3 次；
- f) 调整载物用电气运输设备方向，以后退方向重复 a)~e)。

在 3 次前进越沟测试和 3 次后退越沟测试中，如果载物用电气运输设备出现 1 次越沟失败，则试验视为失败。

完成试验后，将试验结果记录在表 18 中，试验的具体条件包括载物用电气运输设备的额定负载、最大行驶速度、路面材质、摩擦系数等，应在试验报告中记录说明。

表 18 越沟力试验记录表

运动方向	越沟宽度： mm		
	测试次数	成功越沟 (是/否)	越沟时间 s
前进方向	1		
	2		
	3		
后退方向	1		
	2		
	3		

6.3.7 转弯特性试验

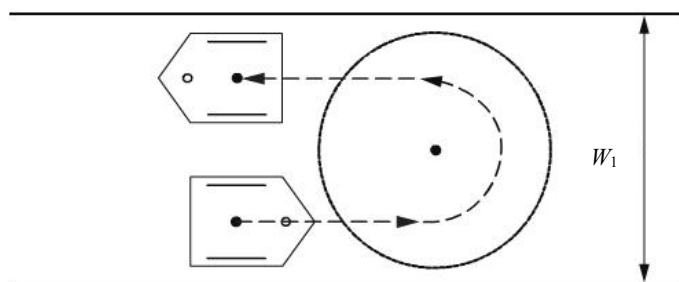
试验包含以下三种类型的转弯：

——U 型转弯，如图 5 所示；

——三点导航，如图 6 所示；

——L 型转弯，如图 7 所示。

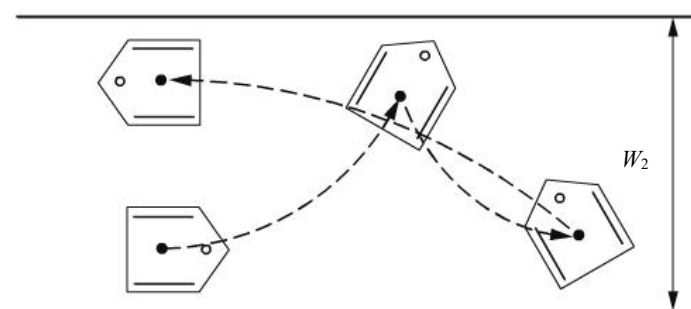
弯道高度需高于载物用电气运输设备，载物用电气运输设备如有避障系统，则需开启避障系统。



标引序号说明：

W_1 ——U 型转弯的最小转弯宽度。

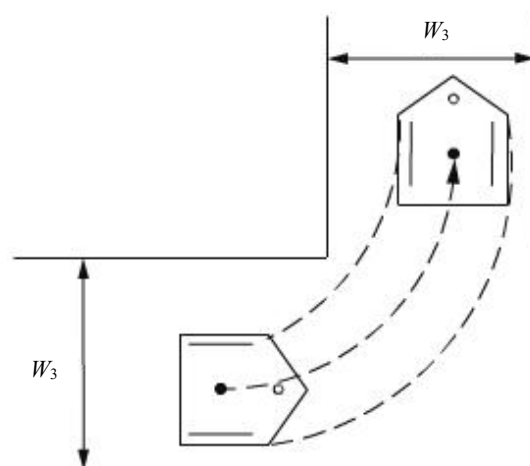
图 5 U 型转弯



标引序号说明：

W_2 ——三点导航的最小转弯宽度。

图 6 三点导航



标引序号说明：

W_3 ——L型转弯的最小转弯宽度。

图7 L型转弯

分别进行U型转弯、三点导航、L型转弯三次试验，每次试验步骤如下：

- a) 根据制造商规定值设定最小转弯宽度；
- b) 载物用电气运输设备带有额定负载，从初始位置沿直线加速，达到最大行驶速度；
- c) 转弯前，载物用电气运输设备保持最大行驶速度匀速直线行驶；
- d) 载物用电气运输设备转弯，记录设备方向发生偏移到完成转向所用的时间；
- e) 完成转弯后，载物用电气运输设备减速至停止。

注：原地转向的载物用电气运输设备，无需进行U形转弯试验。其最小转弯宽度为设备运动中心到外壳最大距离的两倍。

转弯过程中，如果载物用电气运输设备碰到弯道两侧障碍物或终止转弯，则试验视为失败。

完成试验后，将试验结果记录在表19中，试验的具体条件包括载物用电气运输设备的额定负载、最大行驶速度、路面材质、摩擦系数等，应在试验报告中记录说明。

表19 转弯特性试验记录表

转弯类型	最小转弯宽度 m	转弯时间 s	成功转弯 (是/否)
U型弯			
三点导航			
L型弯			

6.3.8 侧倾稳定性试验

试验设备为如图2所示的斜坡，斜坡的高度可调节，最大倾斜角不小于5.3.8的要求或制造商规定的数值（选取二者中较大的值），倾斜变化过程应平稳，上升速度不大于 $10^\circ/\text{min}$ ，下降速度不大于 $27^\circ/\text{min}$ ，斜坡的摩擦系数不小于0.7或制造商规定的数值（选取二者中更严苛的值）。斜坡长度应不小于载物用电气运输设备宽度，斜坡宽度应不小于载物用电气运输设备长度，斜坡上应设有防止设备侧滑的挡块和防止设备侧翻的安全装置。

试验步骤如下：

- a) 载物用电气运输设备处于驻车状态，额定负载均匀分布下，左右（侧向）停在 0° 的坡面上；
- b) 载物用电气运输设备上设置防止设备侧滑的挡块和防止设备侧翻的安全装置；
- c) 将斜坡倾斜角度调至5.3.8要求角度或制造商规定的数值，使载物用电气运输设备向左/右倾斜，停留3 min；
- d) 调节坡倾斜角度恢复到 0° 。

在斜坡上停留时，如果载物用电气运输设备发生侧翻或移动，则试验视为失败。

完成试验后，将试验结果记录在表20中，试验的具体条件包括载物用电气运输设备的额定负载、路面材质、摩擦系数等，应在试验报告中记录说明。

表20 侧倾稳定性试验记录表

方向	斜坡角度: °
	停留时间 min
向左倾斜	
向右倾斜	

6.3.9 最小转弯直径试验

载物用电气运输设备的最小转弯直径试验应按照GB/T 12540—2009中4.1的方法进行。

6.3.10 目标定位能力试验

室内型载物用电气运输设备的目标定位能力试验应按照GB/T 38124—2019中5.2.1的a)~e)进行。

室外型载物用电气运输设备的目标定位能力试验应按照JT/T 1253—2019中7.3.3中水平定位精度的测试方法进行，同时应适当调节试验速度，确保满足载物用电气运输设备产品的最大行驶速度。

6.3.11 避障能力试验

避障能力的试验应按照GB/T 38124—2019中5.2.3的方法进行。

6.3.12 自动回充能力试验

试验环境布置如图8所示，试验区域的长度应大于5 m，宽度应大于4 m，区域内部为多房间的布局，在其中设置载物用电气运输设备的初始位置和充电设施位置，各房间门的宽度依据载物用电气运输设备的尺寸和导航能力设定。分隔房间的墙体高度应大于载物用电气运输设备的高度，且不能被设备越过。

单位为毫米

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/448076105026006055>