

中华人民共和国国家标准

GB/T 43974—2024

载物电气运输设备通用规范

General specifications of cargo e-Transporters

2024-04-25发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

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 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

5 技术要求 4

 5.1 一般要求 4

 5.2 功能要求 5

 5.3 性能要求 6

 5.4 安全要求 8

 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

 5.9 关键零/部件要求 19

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 20

 6.4 安全试验 32

 6.5 电磁兼容试验 38

 6.6 环境适应性试验 39

 6.7 外观和结构检查 41

 6.8 智能化试验 41

7 检验规则 45

 7.1 检验分类 45

 7.2 型式检验 45

 7.3 出厂检验 45

 7.4 检验项目 45

8 标志、说明、包装、运输和储存 46

 8.1 总 则 46

8.2 产品铭牌..... 47

8.3 安全警示标识..... 47

8.4 使用说明书..... 47

8.5 包装、运输和储存 48

附录 A (资料性) 功能安全..... 49

 A.1 功能安全要求 49

 A.2 功能安全试验方法 50

附录 B(规范性) 关键零/部件要求..... 51

 B.1 电池和电池组51

 B.2 充电设施..... 51

 B.3 电机及其控制器 51

 B.4 操作屏幕 51

 B.5 线缆及连接器..... 52

 B.6 材料要求 52

 B.7 轮胎要求 52

附录C(规范性) 无线充电设备要求 53

 C.1 原边设备的安装方式53

 C.2 功率等级 54

 C.3 系统工作频率..... 55

 C.4 系统效率.....55

参考文献 57

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。

本文件由中国电器工业协会提出并归口。

本文件起草单位：上海电器科学研究院、合肥井松智能科技股份有限公司、上海飒智智能科技有限公司、上海添唯认证技术有限公司、新石器慧通(北京)科技有限公司、上海诺亚木木机器人科技有限公司、纳恩博(北京)科技有限公司、深圳市普渡科技有限公司、苏迅电梯有限公司、浙江飞亚电梯有限公司、同济大学、福建省特种设备检验研究院、上海思岚科技有限公司、中家院(北京)检测认证有限公司、中科天极(新疆)空天信息有限公司、天津朗誉机器人有限公司、厦门唯恩电气有限公司、上海电器设备检测所有限公司、宁德时代(上海)智能科技有限公司、深圳市顶尖电源科技有限公司、重庆凯瑞机器人技术有限公司、上海卡珀林智能科技有限公司、中山小神童创新科技有限公司、广州市弘宇科技有限公司、湖北华中电力科技开发有限责任公司、上海电器科学研究所(集团)有限公司、赣州雄博新能源科技有限公司、浙江金拓机电有限公司、伯朗特机器人股份有限公司。

本文件主要起草人：吴小东、邢琳、姚志坚、张建政、王萌、曾文达、蒋化冰、袁望坦、吴翔、倪鹏飞、张剑捷、李云辉、陈照春、张丽萍、袁晓曦、邓弈、任志勇、张伙强、程启宽、黄诗达、孙添飞、祝可嘉、赵勇、刘化龙、余涵、江俊、池雁标、林茜、郭金龙。

Z

载物电气运输设备通用规范

1 范围

本文件规定了载物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，具有路径规划能力的载物电气运输设备，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。

本文件不适用于机动车及工厂使用环境的载物电气运输设备。

本文件不涉及载人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 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 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 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 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 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—2023 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 3096 声环境质量标准

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 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 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 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 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 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 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 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/T 43974—2024

GB 7063 汽车护轮板

GB/T 9743—2015 轿车轮胎

GB/T 11287 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 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 14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验

GB/T 14711 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 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 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 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 电磁兼容 限值 每相输入电流大于 16 A 小于等于 75 A 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 电磁兼容试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 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 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 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 17626.6 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 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11 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 电磁兼容 试验和测量技术 主电源每相电流大于 16 A 的设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB 18384—2020 电动汽车安全要求

GB/T 18487.1 电动汽车传导充电系统第1部分：通用要求

GB/T 18488.1 电动汽车用驱动电机系统第1部分：技术条件

GB/T 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 20234.2 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 21023—2007 中文语音识别系统通用技术规范

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 34989 连接器安全要求和试验

GB/T 37414.2 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 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 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB/T 38124—2019 服务机器人性能测试方法

GB/T 38296 电器设备内部连接线缆

GB/T 38775.1 电动汽车无线充电系统第1部分：通用要求

GB/T 40013—2021 服务机器人 电气安全要求及测试方法

GB/T 43867—2024 电气运输设备术语和分类

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 汽车用螺纹紧固件紧固扭矩
SJ/T 11852 服务机器人用锂离子电池和电池组通用规范

3 术语和定义

GB/T 43867—2024界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电气运输设备 e-Transporters

在公共道路和公共空间使用的，由电力驱动运输的设备。

注1:电气运输设备包括单独或同时运输人员和货物。

注2:电气运输设备可能采取由手动操作、具备自动化功能或全自动运行。

[来源：GB/T 43867—2024,3.2]

3.2

载物电气运输设备 cargo e-Transporter;CeT

专门用于货物运输的电气运输设备。

[来源：GB/T 43867—2024,3.4]

3.3

最大行驶速度 maximum running speed

载物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

额定负载rated load

由制造商规定的电气运输设备所能运输的人员和货物的最大允许质量。

[来源：GB/T 43867—2024,3.14]

3.5

制动brake

载物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。

3.6

定位 localization

确认或辨别电气运输设备在环境地图中的位置的过程。

[来源：GB/T 43867—2024,3.21]

3.7

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。

3.8

巡航时间 cruising time

在规定条件下，电气运输设备可以行驶的最长时间。

[来源：GB/T 43867—2024,3.24]

3.9

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

实时监测载物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,有修改]

3.10

交互系统 interactive system

用于实现载物电气运输设备与操作人员、服务对象、行人进行语音交互、视觉交互的系统。

3.11

自动驾驶模式 autonomous driving mode

电气运输设备的功能无需直接人工干预即可完成其指定任务的驾驶模式。

[来源：GB/T 43867—2024,3.11]

3.12

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电气运输设备。

3.13

路面平整度 pavement roughness

路面表面相对于理想平面的竖向偏差，可用国际平整度指数衡量。

注：路面平整度好：国际平整度指数 $IRI < 2.0 \text{ m/km}$ ；路面平整度不佳：国际平整度指数 $IRI \geq 2.0 \text{ m/km}$ 。

4 产品分类

4.1 按使用场景划分

载物电气运输设备(CeT) 按照使用场景，可分为室内型、室外型和室内外混合型：

- 室内型CeT 仅在室内环境中使用；
- 室外型CeT 仅在室外环境中使用，具体包括：
 - 公共道路；
 - 非公共道路；
- 室内外混合型CeT 在室内、室外环境中均可使用。

4.2 按载物箱体结构划分

CeT 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CeT 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CeT 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CeT 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。

5 技术要求

5.1 一般要求

封闭式CeT 的载物箱体应密闭，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，不应有松动现象，重要部件紧固件的拧紧力矩应符合QC/T 518的规定。

CeT 外部凸出物应符合GB 11566—2009 中第4章，如具有GB 11566—2009 中第5章的凸出

物，应符合相应规定。

5.2 功能要求

5.2.1 自检功能

CeT 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

CeT 应支持手动操作控制其运动。

5.2.3 电梯控制

当CeT 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，CeT能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，CeT自主进/出电梯。

5.2.4 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，CeT 应能与门禁系统通信控制门的打开或者关闭。

5.2.5 充电和换电

CeT 电能补充的方式包括充电和/或换电。

CeT 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，则需使用制造商规定的充电设备，充电电压应为220 V, 最大充电功率应不大于6.6 kW。

室内型和室外型非公共道路上使用的CeT 的传导充电用连接装置应满足GB 4943.1—2022 中4.7 的规定。

室外型公共道路上使用的CeT 的充电连接线、充电口应满足GB/T 20234.1—2023中第6章的规定，充电座应满足GB/T 20234.2的规定，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20 kg 以便于快捷换电，整个换电过程应不借助工具。

5.2.6 监控

CeT 应具有实时定位、通信、行驶状态、行驶记录、电池状态监控、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。

5.2.7 人工接管

人工接管下，现场或远程操作人员应能控制CeT 的启停等与行驶有关的功能。

5.2.8 信号和警示装置

5.2.8.1 总则

CeT 应装有合适的信号或警示装置，用于：

- a) 通知或警示操作人员CeT 安全相关状态；
- b) 通知或警示操作人员CeT 异常状态；
- c) 通知或警示其他人员CeT 的存在。



5.2.8.2 通知或警示操作人员

CeT 应装有合适的信号或警示装置通知或警示操作人员设备安全相关状态。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通知或警示。

- 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:CeT的电源开合状态是安全相关状态通知的一个例子；CeT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人员明确区分。
- 警示装置对不同严重程度故障的警示应容易被操作人员明确区分。
- 视觉信号或警示装置应被置于操作人员在CeT 正常运行状态下容易观察的位置。

5.2.8.3 通知或警示其他人员

CeT 在启动时，应配备低速起步提示音。室外型CeT 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。

- 室外公共道路上使用的CeT 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章的规定，转向灯满足GB 17509—2008 中第6章的规定；
 - c) 前位灯、后位灯、转向信号灯和制动灯均符合GB 4785—2019 中第4章对灯光颜色的相关要求。

室外公共道路上使用的CeT 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。

5.2.9 物品权限功能

当封闭式CeT 中的物品只有指定人员能够接触时，收取物品宜通过密码、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

CeT 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

CeT 应配备自动紧急制动系统，根据对应质量、额定速度以及预期使用的场景，选取表1中的制动初速度，制动距离应符合制造商声明或表1中对应的制动距离要求，选取二者中更严苛的值。

表 1 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

表 1 制动能力要求(续)

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
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

CeT 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

CeT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

CeT 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

CeT 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

CeT 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CeT 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、室内外混合型CeT 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

CeT 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：
a) 室内型CeT 的最小转弯直径不应大于设备长宽对角线长度+10 cm;
b) 室外型CeT 的最小转弯直径不应大于10 m;
c) 室内外混合型CeT 的最小转弯直径应符合a)、b)中较严苛者。

5.3.10 目标定位能力

CeT 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，如无声明应符合以下要求：
a) 室内型CeT 的定位误差小于10 cm, 角度误差应小于5° ；
b) 室外型CeT 的定位误差小于15 cm;

c) 室内外混合型CeT 的定位误差符合a)、b)中较严苛者。
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

CeT 对运动路径上的障碍物应具有避障能力以确保设备及周边的安全。

5.3.12 防跌落能力

室内型CeT 应装有防跌落传感器，在移动过程中应具备防跌落能力，能够自行检测到大于自身轮子半径的下落台阶或沟槽等，并执行相应的防跌落操作。

5.3.13 自动回充能力

具有自动回充功能的CeT，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。

5.3.14 巡航时间

CeT 一次充满电后，在待机/空载/满载三种不同模式下的巡航时间应符合制造商的声明，并满足产品运输任务的基本要求。

5.3.15 充电时间

CeT 的充电时间应符合制造商的声明。

5.3.16 通信性能

CeT 的通信性能应根据实际使用需求，满足表2中I 档或II 档的通信时延和丢包率。

表 2 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

CeT 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CeT，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的规定。

5.4.1.2 布线要求

CeT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，增加其他机械固定。

CeT 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，CeT 应不起火、不爆炸，外壳应不破裂、不漏液。试验完成后，CeT 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，CeT 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CeT 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CeT 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

CeT 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

CeT 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，CeT 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

CeT 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CeT 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

CeT 的载物安全应满足以下要求：

- a) CeT 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，CeT 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，设备的载物柜体符合GB 4806.1的规定；
- d) 室外型和室内外混合型CeT 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CeT 在同一区域内工作时，设备间不互相干扰，从而影响运输安全；

- f) 对于配备群控系统的CeT, 系统能实时、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CeT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(可选)

5.4.4.1 设备防护与标识

CeT 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人员的合法性;
- 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

CeT 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, 禁止设备或预装软件的运行;
- b) 支持预装软件更新功能, 能配置更新源(本地或远程), 并只能在人工操作下进行更新, 不能自动更新;
- c) 支持软件更新操作安全的功能, 根据用户手册中记录的不同级别账号配置方法及权限说明, 能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, 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

CeT 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

CeT 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, CeT 管理系统能通过锁定账号、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, 首次登录时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, 不能明文回显口令;
- 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

CeT 的日志存储与审计功能满足以下要求：

- 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，能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，不能存在明文或弱加密 (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

CeT 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，不能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，进行双向交互认证；
- c) 与外部发生数据交换时，使用安全的通信协议。

5.4.4.7 数据安全要求

CeT 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 CeT 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 CeT 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，能对备份数据进行校验和恢复。

5.4.4.8 安全保障要求

CeT 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 CeT 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 CeT 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 CeT 存在安全缺陷、漏洞等时，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。

5.4.5 功能安全(可选)

CeT 根据其使用场景不同，其安全相关部件或系统制造商或制造商委托的第三方机构宜采用附录

A开展功能安全评估。

5.5 电磁兼容

5.5.1 抗扰度要求

5.5.1.1 通则

电磁兼容(EMC) 抗扰度试验应依据5.5.1.3~5.5.1.5的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CeT 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，CeT 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，CeT 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CeT 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CeT 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3~表6中所列出的引用标准进行，试验时需要的修改或补充信息见其注释和脚注。

表 3 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	接触放电和或空气放电试验的适用范围见引用标准。	B
		空气放电	±8	kV		空气放电应从较低等级往上施加	B
	射频电磁场，调幅		80~1000 3 80	MHz V/m %AM(1kHz)	GB/T 17626. 3	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	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	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	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
	“只应用于含有对磁场敏感装置的设备，[如阴极射线管(CRT)监视器、霍尔元件、电动麦克风、磁场传感器等]。						

表 4 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, /Twns (上升时间/脉冲宽度) 重复频率/kHz	GB/T 17626. 4	使用容性耦合夹 “	B
	射频共模	0. 15~80 3 80	MHz V %AM(1kHz)	GB/T 17626. 6	规定的试验电平是未调制载波的有效值 • b	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。 试验电平也可按流入1500负载的等效电流来确定。						

表 5 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, /T. ns (上升时间/脉冲宽度) 重复频率/kHz	GB/T 17626.4	对于输入端口的应用	B
	浪涌 线对地 线对线	1.2/50(8/20) ±1 ±0.5	T, /Tupus (上升时间/脉冲宽度) kV(开路试验电压) kV(充电电压)	GB/T 17626.5	对于输入端口的应用	B
	射频共模	0.15~80 3 80	MHz V %AM(1kHz)	GB/T 17626.6	规定的试验电平是未调制载波的有效值	A
<p>“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。</p> <p>h试验电平也可按流入150 Ω负载的等效电流来确定。</p> <p>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。</p>						

表 6 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, /T. ns (上升时间/脉冲宽度) 重复频率/kHz	GB/T 17626.4		B
	浪涌 线对地 线对线	1.2/50(8/20) ±2 ±1	T, /T. ps (上升时间/脉冲宽度) kV(开路试验电压) kV(开路试验电压)	GB/T 17626.5	浪涌应从较低等级往上施加	B
	电压暂降	0 0.5	%剩余电压 周期	GB/T 17626.11/ GB/T 17626.34 (每相电流大于16 A的设备)	电压在过零处变动	B
		40 10	%剩余电压 周期			C
		70 25	%剩余电压 周期			C

表 6 交流电源输入和输出电源端口抗扰度试验(续)

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	电压中断	0 250	%剩余电压 周期	GB/T 17626.11/ GB/T 17626.34 (每相电流大于 16 A的设备)	电压在过零处变动“	C
	射频共模	0.15~80 3 80	MHz V %AM(1 kHz)	GB/T 17626.6	规定的试验电平是 未调制载波的有效值	A
“仅适用于输入端口。 h试验电平也可按流入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，CeT的谐波电流发射的要求为：

- a) 输入电流不大于16 A 的 CeT 应符合GB 17625.1；
- b) 输入电流大于16 A 的 CeT 应符合GB/T 17625.8。

5.5.2.2 电压波动与闪烁

在充电模式、自动回充模式下，CeT的电压波动与闪烁限值的要求为：

- a) 输入电流不大于16 A 的 CeT 应符合GB/T 17625.2；
- b) 输入电流大于16 A 的 CeT 应符合GB/T 17625.7。

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CeT 的传导骚扰，要求如下：

- a) 电信端口的传导共模骚扰限值应符合表7的要求；

表7 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
<p>注1:在0.15 MHz~0.50 MHz频率范围内，限值随频率的对数呈线性减小。</p> <p>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=44 dB)。</p> <p>注3:通常电信端口传导共模(不对称)骚扰电压法和电流法只需选取一种方式进行试验，并符合对应限值要求。</p>					

b) 电源端子传导骚扰限值应符合表8的要求。

表8 电源端子传导骚扰限值

工作模式	频段/MHz	限值/dB(pV)	
		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(5 MHz)处采用较低的限值。			
注2:在0.15 MHz~0.50 MHz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

应在正常运行模式、充电模式、自动回充模式下,考核CeT 的辐射骚扰,要求如下:

- a)1 GHz以下限值应符合表9的要求,采用准峰值检波器测量时,CeT 应满足准峰值限值;
- b) 1 GHz以上限值应符合表10的要求。

表9 辐射骚扰限值

工作模式	频段/MHz	10 m测量距离	3 m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/自动回充模式	30~230	30	40
	230~1000	37	47
注:在过渡频率(230 MHz)处采用较低的限值。			



表10 辐射骚扰限值

工作模式	频段/GHz	10 m测量距离	3 m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/自动回充模式	1~3	50	70
	3~6	54	74
注:在过渡频率(3 GHz)处采用较低的限值。			

CeT 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CeT 最高内部工作频率低于108 MHz,则测量只进行到1 GHz;
- 如果CeT 最高内部工作频率在108 MHz~500 MHz,则测量只进行到2 GHz;
- 如果CeT 最高内部工作频率在500 MHz~1 GHz,则测量只进行到5 GHz;
- 如果CeT 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

CeT 按照6.6.1.1中的方法进行低温存储试验。试验后，CeT 应能正常运行，且各电气部件功能正常。

5.6.1.2 低温运行

CeT 按照6.6.1.2中的方法进行低温运行试验。试验后，CeT 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

CeT 按照6.6.2.1中的方法进行高温高湿存储试验。试验后，CeT 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

CeT 按照6.6.2.2中的方法进行高温高湿运行试验。试验后，CeT 应能正常运行，且各电气部件功能正常。

5.6.3 盐雾试验

如CeT 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CeT 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，CeT 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

带包装的CeT 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，CeT 应能正常运行。

5.6.6 特殊路面行驶试验

室外型CeT 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 淋雨性能

室外型CeT 在上下电状态下，使用符合规定的淋雨装置按照6.6.7中的方法进行喷淋洒水试验持续15 min 后，检查箱体应无水迹，CeT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CeT 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、室内外混合型CeT 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、室内外混合型CeT 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、室内外混合型CeT 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的规定。

5.7 外观和结构要求

- CeT 的外观和结构应满足以下要求：
- a) 表面各部分光滑，色泽均匀一致，无划痕、锐边锐角、起泡等缺陷；
 - b) 金属部件无锈蚀及其他机械损伤；
 - c) 符号和标志清晰、端正；
 - d) 设备结构布局合理，操作方便，便于维护；
 - e) 室外型、室内外混合型CeT 的牵引装置(如有)符合GB 32087—2015中第4章的规定。

5.8 智能化要求

5.8.1 语音系统

CeT 如配备语音交互系统，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11。

表11 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	40 dB(A)～50 dB(A)	康复疗养区等特别需要安静的区域	不小于85%
1类	45 dB(A)～55 dB(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	50 dB(A)～60 dB(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	55 dB(A)～65 dB(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	55 dB(A)～70 dB(A)	高速公路、一级公路、二级公路、城市快速路、城市主干路、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	不小于70%



5.8.2 自动驾驶

自动驾驶模式的CeT 在工作场景中，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CeT 的影响，应能够自主对环境及障碍物进行感知，自主运动并避开或者绕开路径上的障碍物，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。

5.9 关键零/部件要求

CeT的电池和电池组、充电设施、电机及其控制器、操作屏幕、线缆及连接器、材料、轮胎等关键零/部件应符合附录B 的规定。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 CeT状态

CeT 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、室内外混合型CeT 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5m/s。

CeT 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，路面平整度应满足国际平整度指数(IRI) 小于2.0 m/km, 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CeT 的试验光照条件应不低于250lx。

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CeT 是否进行系统异常检查，且相关提示正确。

6.2.2 手动运动控制检查

通过网络或其他方式连接CeT, 手动控制设备运动，应正常运动。

6.2.3 电梯控制检查

正常状态下，检查CeT 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。

6.2.4 自动门/自动闸机控制检查

正常状态下，检查CeT 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。

6.2.5 充电和换电检查

室内型和室外非公共道路上使用的CeT 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。

室内型和室外非公共道路上使用的CeT 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。

室外公共道路上使用的CeT 的传导充电用连接装置按照GB/T 20234.1—2023 中第7章的方法进行试验。采用换电方式的室外公共道路上使用的CeT, 在不使用工具的情况下，手动完成一次电池更换。

6.2.6 监控检查

CeT 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、电池状态监控、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。

6.2.7 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CeT 启、停、转弯操作各1次。

6.2.8 信号和警示装置检查

6.2.8.1 通知或警示操作人员检查

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CeT 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。

6.2.8.2 通知或警示其他人员检查

检查CeT 在启动时是否有低速起步提示音。对于室外型CeT, 检查其在转向、倒车时是否有明确的信号或警示通知。

对于室外公共道路上使用的CeT, 检查其照明装置和回复反射装置是否符合5.2.8.3的要求。

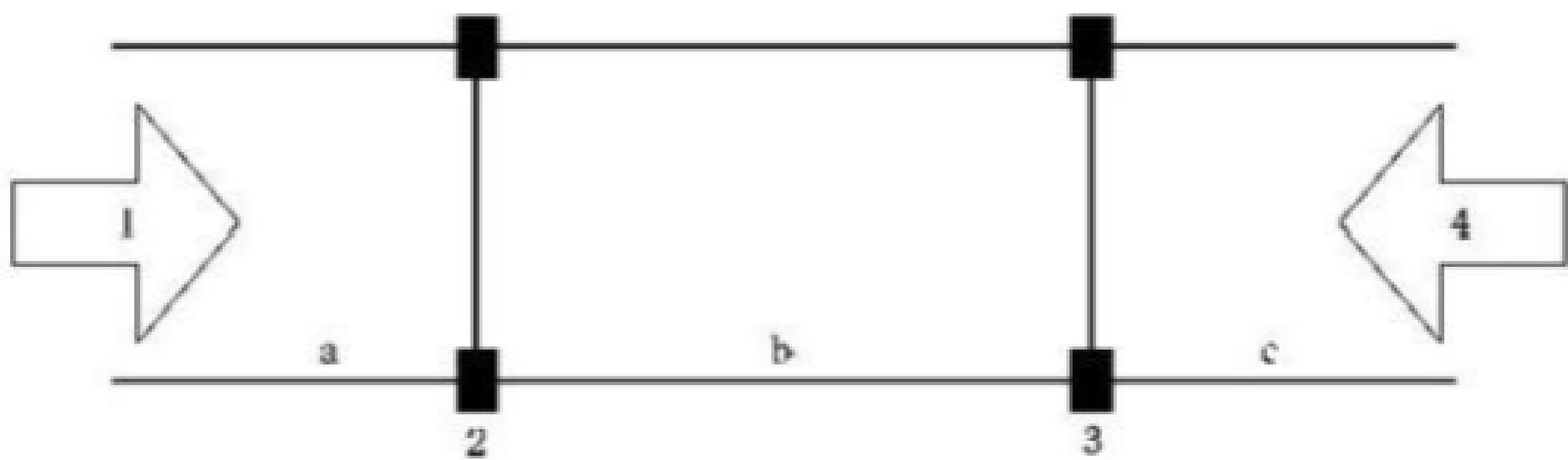
6.2.9 物品权限功能检查

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CeT 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5.2.9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CeT 的类型设定，室内型CeT 的试验区长度应不低于10 m, 室外型、室内外混合型CeT 的试验区长度应不低于50 m, 试验区的宽度应确保CeT 能正常通过。应在试验区的两端保留足够的长度，以便CeT 加速和减速。



- 标引序号说明:
- 1 ——正向初始位置;
 - 2、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:
- a)CeT 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;
 - b)CeT 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;
 - c) CeT 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;
 - d)CeT 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;
 - e) 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)计算最大行驶速度。

$$v = \frac{s}{t}$$

..... (1)

- 式中:
- v——最大行驶速度,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CeT 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12中,试验的具体条件包括CeT 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12 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CeT 达到规定的制动初速度,并能够安全停止。

试验步骤如下：

- a)CeT 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；
- b) CeT 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)；
- c) 记录CeT 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CeT的所有部位全部停止运动。

- d) 重复a)~c) 测试3次，取3次中距离的最大值作为制动距离。

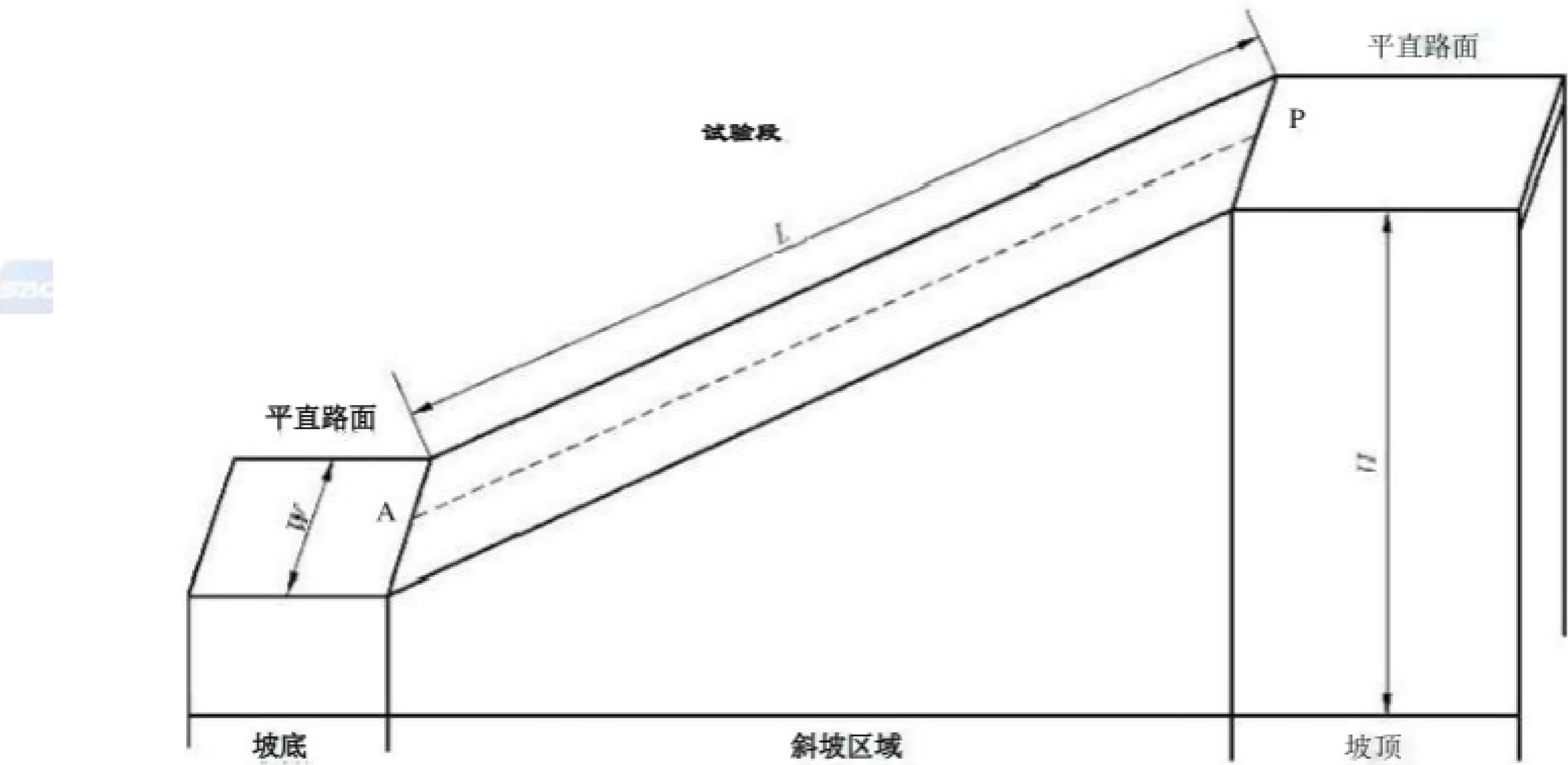
完成试验后，将试验结果记录在表13中，试验的具体条件包括设备测量精度、路面材质、摩擦系数等，应在试验报告中记录说明。

表13 制动距离试验记录表

质量(设备自身质量+额定载重量)：			
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±0.5°，斜坡长度通常要求不小于5倍CeT 长度，斜坡宽度应确保CeT 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：

- a) 将坡度测试台坡度调至制造商规定的爬坡角度；
- b) CeT 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；
- c)CeT 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；
- d)CeT 带有额定负载停在斜坡上方的平直路面，准备下坡；
- e)CeT 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；
- f) 重复a)～e) 测试3次。

如果CeT 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14中，试验的具体条件包括CeT 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14 爬坡能力试验记录表

运动方向	爬坡角度：		
	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±0.5°，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CeT 长度，斜坡宽度应确保CeT 能正常通过。

试验步骤如下：

- a) 将斜坡倾斜角度调至制造商规定的爬坡角度；
- b)CeT 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;
- c)CeT 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CeT 发生移动，则试验视为失败。

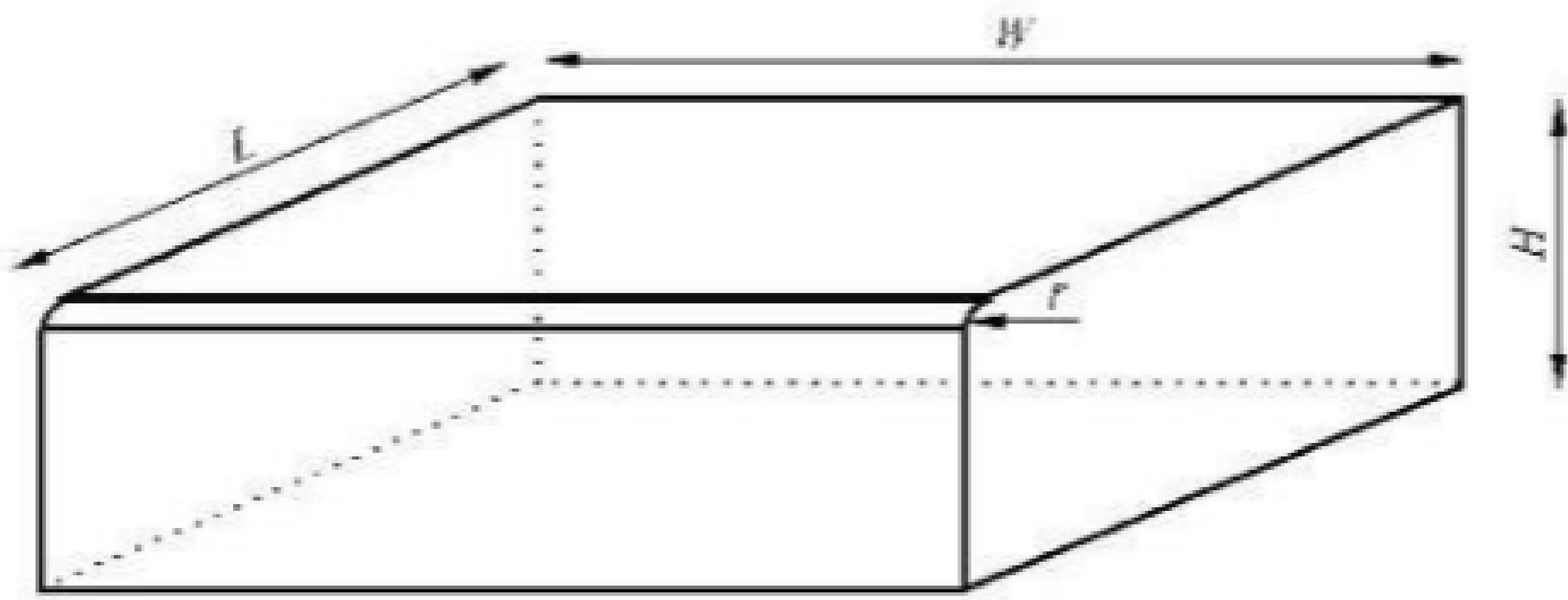
完成试验后，将试验结果记录在表15中，试验的具体条件包括CeT 的额定负载、路面材质、摩擦系数等，应在试验报告中记录说明。

表15 驻坡能力试验记录表

方向	斜坡角度：	
	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CeT 能正常通过， 槛的长度可根据CeT 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)CeT 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， CeT 保持最大行驶速度匀速直线行驶；
- d)CeT 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CeT 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CeT 出现1次越槛失败， 则试验视为失败。

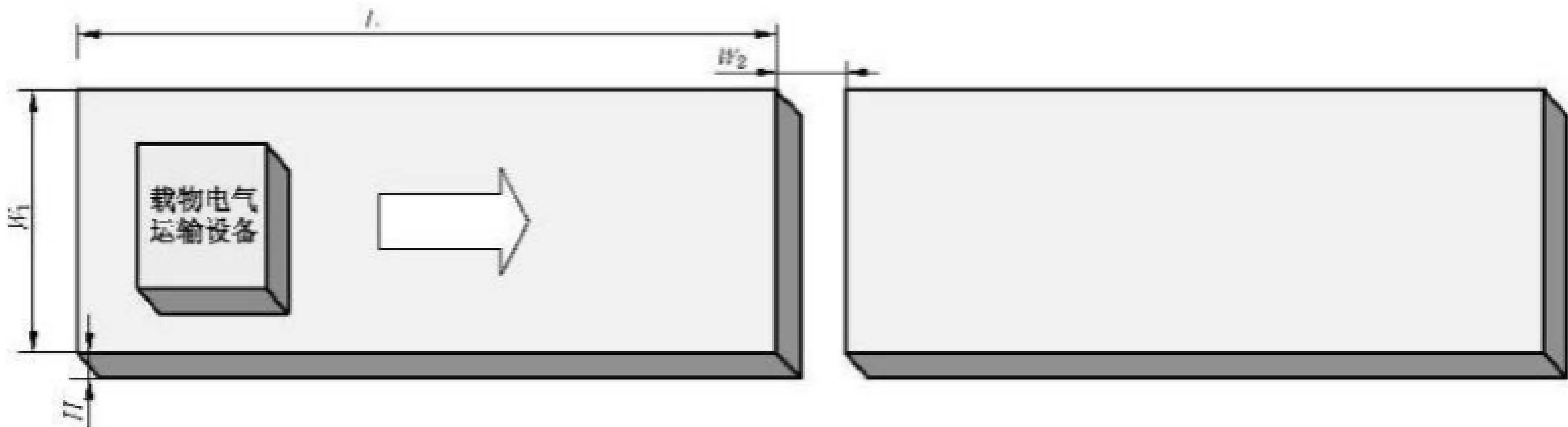
完成试验后， 将试验结果记录在表16中， 试验的具体条件包括槛的导角半径、 CeT 的额定负载、 最大行驶速度、 路面材质、 摩擦系数等， 应在试验报告中记录说明。

表16 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CeT 从静止加速到最大行驶速度，测试板宽度应确保CeT 能正常通过，测试板高度应不低于CeT 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;
- W₁ ——测试板宽度;
- H——测试板高度;
- W₂ ——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)CeT 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，CeT 保持最大行驶速度匀速直线行驶;
- d)CeT 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CeT 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CeT 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17中，试验的具体条件包括CeT 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 越沟力试验记录表

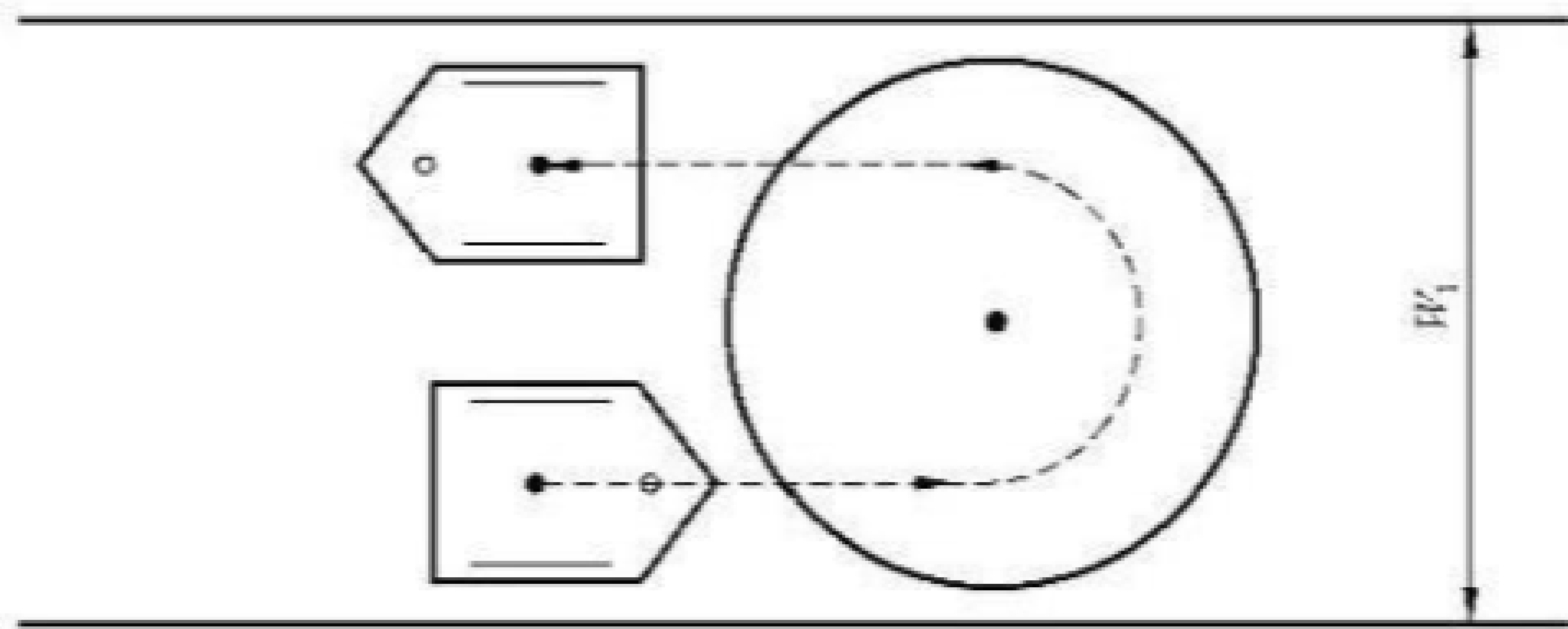
运动方向	越沟宽度: mn		
	测试次数	成功越沟 (是/否)	越沟时间 s
前进方向	1		
	2		
	3		
后退方向	1		
	2		
	3		

6.3.7 转弯特性试验

试验包含以下三种类型的转弯：

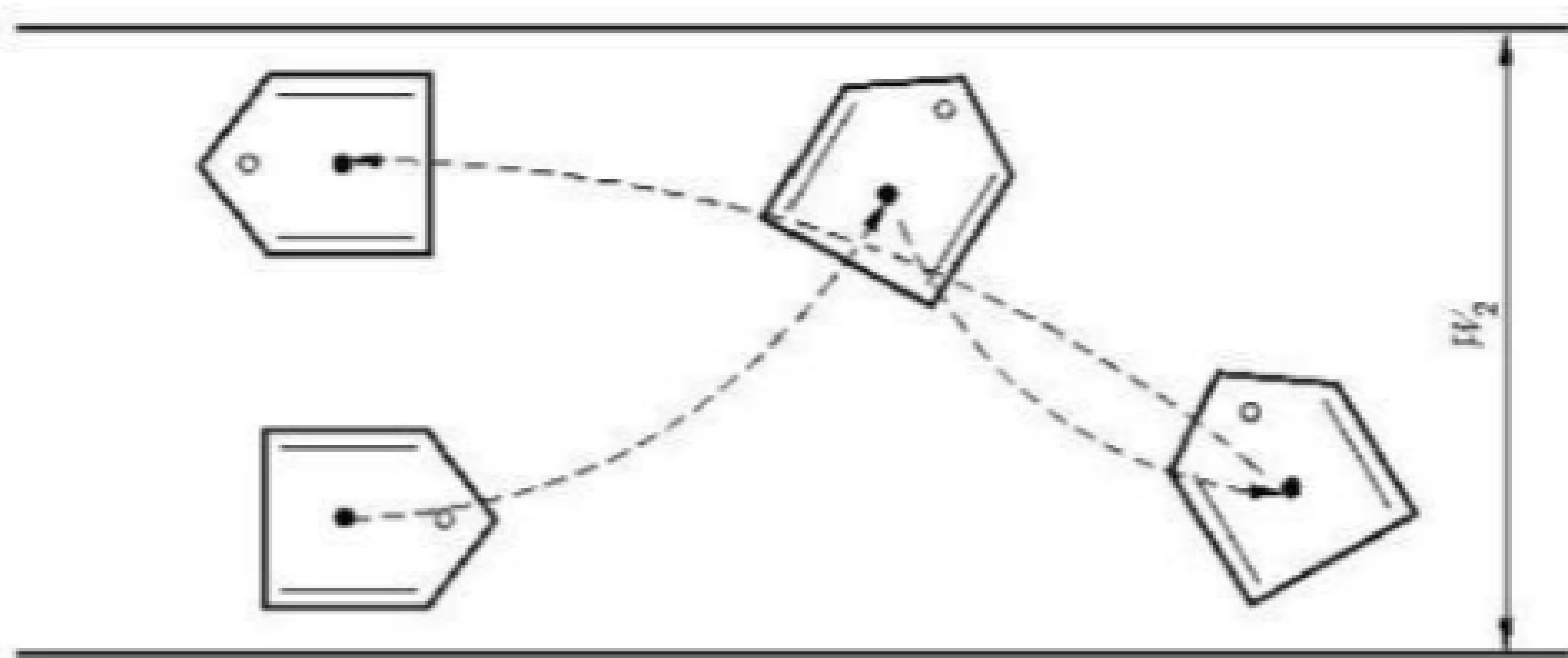
- U 型转弯，如图5所示；
- 三点导航，如图6所示；
- L 型转弯，如图7所示。

弯道高度应高于CeT, CeT 如有避障系统，则应开启避障系统。



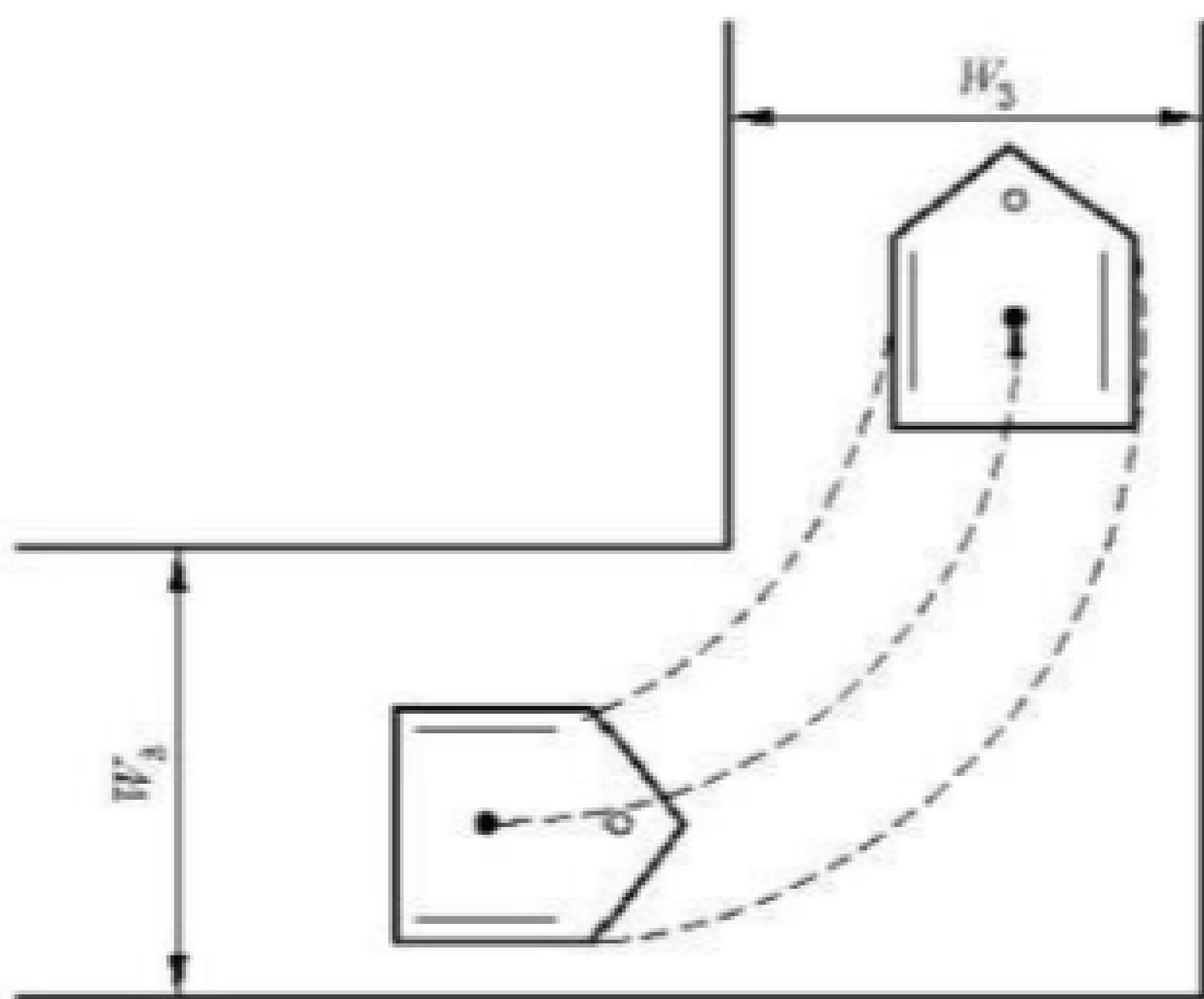
标引序号说明：
 W_1 ——U型转弯的最小转弯宽度。

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3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)CeT 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，CeT 保持最大行驶速度匀速直线行驶；
- d)CeT 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，CeT 减速至停止。

注：原地转向的CeT,无需进行U型转弯试验。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CeT 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18中，试验的具体条件包括CeT 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 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° /min, 下降速度不大于27°/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CeT 宽度，斜坡宽度应不小于CeT 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)CeT 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)CeT 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CeT 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CeT 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19中，试验的具体条件包括CeT 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19 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

CeT 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CeT 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。

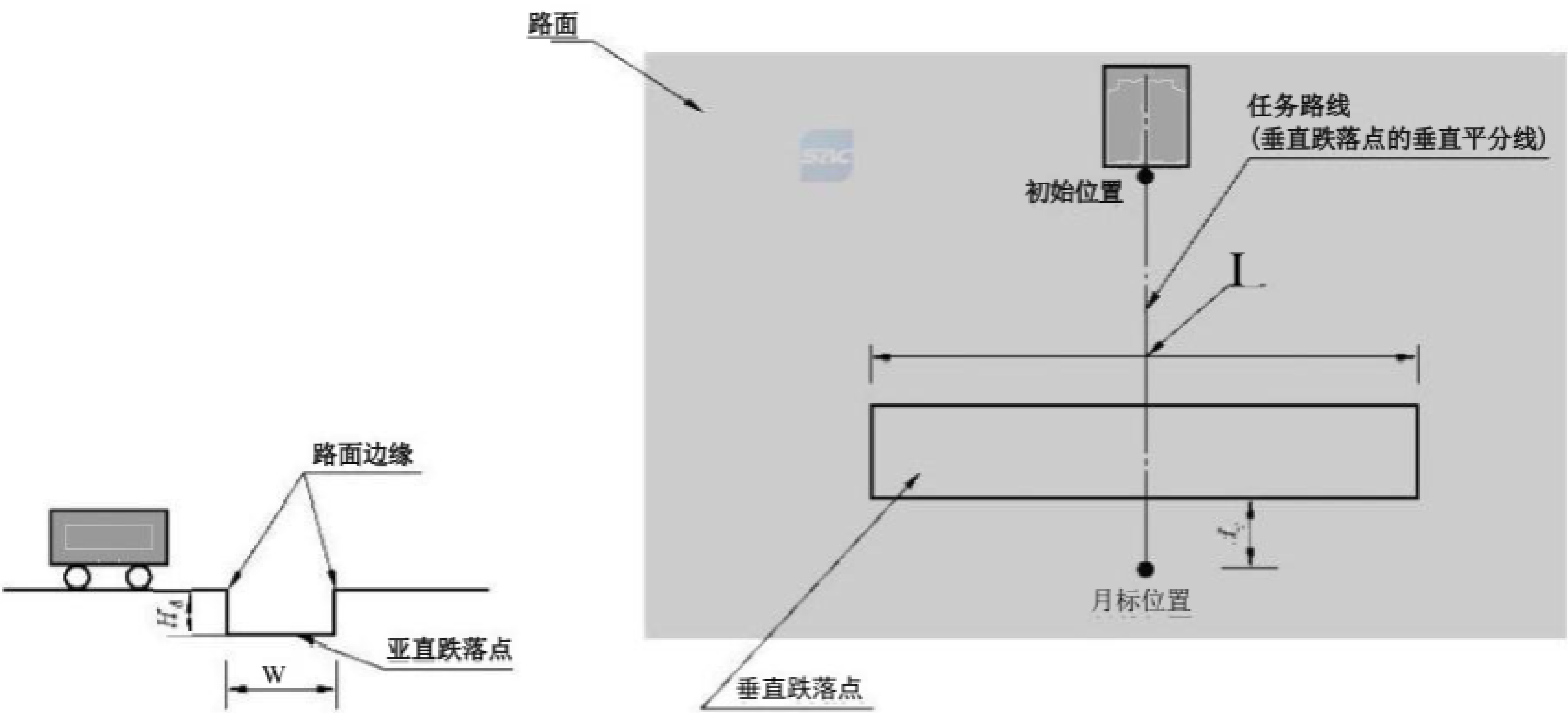
室外型CeT 的目标定位能力试验应按照JT/T 1253—2019中7.3.3中水平定位精度的测试方法进行，同时应适当调节试验速度，确保满足CeT 产品的最大行驶速度。

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 防跌落能力

室内型CeT 的防跌落能力试验布置如图8所示，在试验区域中设定CeT 的任务路线，垂直跌落点的高度 H_a 应大于CeT 轮子的直径 D_{mx} 的二分之一。垂直跌落点的宽度 W_a 应足够大，使CeT 无法轻易地越过垂直跌落点，且应大于 D_{max} 。垂直跌落点的长度 L 。应至少为CeT 长度的3倍。



a) 防跌落能力试验布置的侧视图

b) 防跌落能力试验布置的俯视图

- 标引序号说明:
- H_a ——垂直跌落点的高度;
 - W_a ——垂直跌落点的宽度;
 - L_a ——垂直跌落点的长度;
 - d ——目标位置与路面边缘的距离。

图 8 防跌落能力试验示意图

- 试验步骤如下:
- a) 沿 CeT 的任务路线(即垂直跌落点的垂直平分线)选取初始位置和目标位置，路面边缘与目标位置之间的距离 d 。应至少为CeT 长度的2倍;
 - b)CeT 按照任务路线开始行走，并在到达初始位置前达到额定速度;
 - c)CeT 到达初始位置时开始计时，当接近路面边缘时，CeT 应后退或改变行驶方向并在5 min 内到达目标位置;
 - d) 重复步骤a)~c) 测试3次。

测试过程中，CeT 可在检测到高度差后，在靠近路面边缘的位置停止并告警，请求人工干预。如果

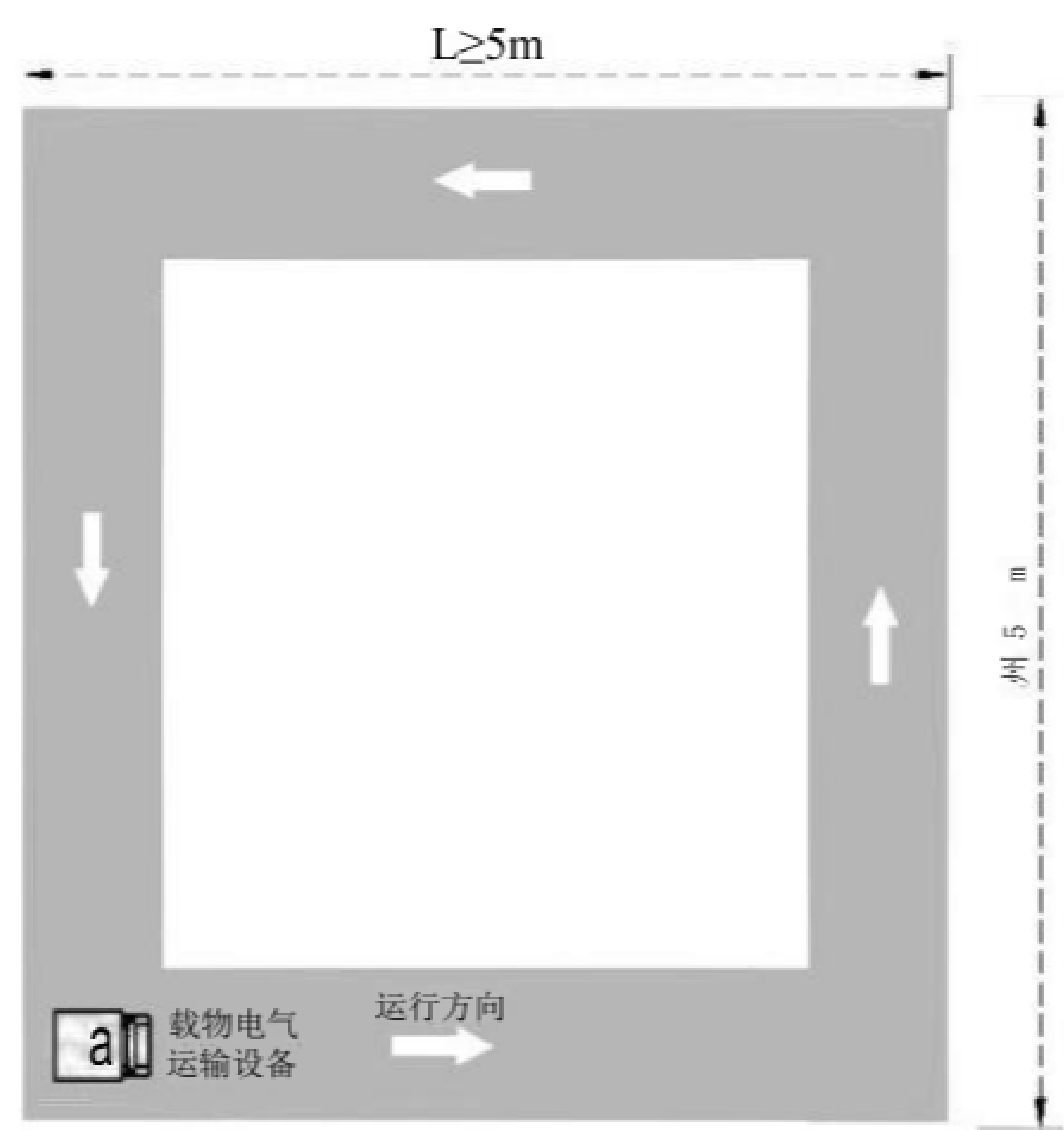
使用场景等，应在试验报告中记录说明。

表20 自动回充能力试验记录表

路面材质	摩擦系数	光照条件 lx	成功自动回充 (是/否)	回充用时 s

6.3.14 巡航时间试验

试验环境布置如图10所示，试验区域的长度和宽度应不小于5 m，试验道路的宽度至少为3倍CeT 宽度且不小于1 m。



标引序号说明:

L——试验区域的长度;

W——试验区域的宽度。

图10 巡航时间试验环境布置

试验步骤如下:

- a) CeT 充满电后开机，放置在试验道路上，使设备全部软件处于运行状态，运动部件按照说明书要求设定;
- b)CeT 在空载条件下，以最大行驶速度开始运行，记录设备开始运行到电池电量耗尽或自动停止所用的时间，并记为Twe;
- c)CeT 在满载条件下，以最大行驶速度开始运行，记录设备开始运行到电池电量耗尽或自动停止所用的时间，并记为Tw;
- d) 重复a)~c) 测试3次，分别计算3次Twe和 3 次Tw 的平均值，作为CeT 在空载和满载模式下

的续航时间；

- e) 将充满电的CeT 设定为待机模式，记录设备从待机到低电量报警所用的时间，并记为 T_{ww} ,作为CeT 在待机模式下的续航时间。

空载和满载模式的试验中，可通过手动、自动或其他设定方式使CeT 在试验道路上逆时针/顺时针循环连续运行。用于时间测量的计时器精度应不低于0.1 s。

完成试验后，将试验结果记录在表21中，试验的具体条件包括CeT 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21 巡航时间试验记录表

测试次数	空载模式 T_w s	满载模式 T_w s	待机模式 T_{ww} s
1			
2			—
3			—
续航时间 s			

6.3.15 充电时间试验

试验应使用制造商提供的标配充电设施，步骤如下：

- a) 对CeT 进行放电，直至CeT 电池电量保护开启或者自动关机；
- b) 使用标配充电设施，根据说明书的指示对CeT 进行充电，并关闭设备所有功能；
- c) 观察CeT 的充电指示装置，当显示满电或充电截止电流小于0.01C 时，停止充电，记录CeT 开始充电到结束充电所用的时间；

注：C 指电池1 h放电频率额定容量。

- d) 重复a)~c) 测试3次，取3次时间的平均值作为充电时间。

完成试验后，将试验结果记录在表22中，试验的具体条件包括CeT 电池容量、充电方式、充电设施功率等，应在试验报告中记录说明。

表22 充电时间试验记录表

测试次数	时长 h	充电时间 h
1		
2		
3		

6.3.16 通信性能试验

试验所用的CeT 应与其远程终端的时钟保持同步，且时钟时间与真实时间一致。CeT 与其远程终端的距离和阻隔材质(例如墙面、木板等)根据预期使用场景或制造商的声明选取(选取二者中更严苛的工况)。

试验步骤如下：

- a) 根据制造商声明的通信方式(例如WIFI、4G 等), 将CeT 与其远程终端连接；
- b) 调整CeT 与其远程终端之间的距离和阻隔材质；
- c) 从远程终端向CeT 发送一个带有时间戳Ts 的测试包；
- d) 查看CeT 是否收到测试包，若收到则立即添加一个时间戳Tk；
- e) 重复步骤c)、d)发送10000个测试包，统计收到测试包的个数 M，按公式(2)和公式(3) 分别计算通信时延和丢包率。

$$DEL = \frac{T_k - T_s}{M}$$

..... (2)

式中：
DEL ——通信时延，单位为毫秒(ms)；
TR_i；——CeT 收到第i 个测试包时的时间戳，单位为毫秒(ms)；
Ts—— 远程终端发送第i 个测试包时的时间戳，单位为毫秒(ms)；
M ——CeT收到的测试包的个数。

$$PL = \frac{N - M}{N} \times 100\%$$

..... (3)

式中：
PL——丢包率；
N ——远程终端总共发送的测试包个数；
M—CeT 收到的测试包的个数。

完成试验后，将试验结果记录在表23中，试验的具体条件包括CeT 的预期使用场景等，应在试验报告中记录说明。

表23 通信性能试验记录表

测试包个数	距离： ■		阻隔材质：
	远程终端发送测试包时的时间戳Ts	CeT收到测试包 (是/否)	CeT收到测试包时的时间戳Tr
1			
2			
3			
N			
通信时延			
丢包率			

6.4 安全试验

6.4.1 电气安全试验

6.4.1.1 绝缘试验

绝缘材料试验应断开蓄电池连接，在带电部分和CeT 之间使用一个标称频率在50 Hz~60 Hz的类似正弦波的交变试验电压，电压由最小额定功率为500 VA 的变压器提供。必要时，应将导电灰尘去

除干净，如电动机碳刷上的灰尘。CeT 的最大漏电流满足表24的要求。
如果需要进行第二遍试验，交变试验电压应减小为表24规定值的80%。

表24 绝缘材料试验的要求

标称直流电压/U	交变试验电压	最大漏电流
$U \leq 60$ V 直流	500 V rms	150 mA
60 V 直流 $<U \leq 120$ V 直流	1000 V rms	150 mA
$U > 120$ V 直流	1500 V rms	50 mA

电气间隙和爬电距离试验分别按照GB 4943.1—2022中5.4.2和5.4.3进行。

对于采用保护接地的CeT，目视检查其保护接地端子和连接端接触的导电部件是否符合5.4.1.1的要求。

6.4.1.2 布线检查

目视检查CeT 的电缆是否符合5.4.1.2的要求。
拆除CeT 的可分离部件，检查是否符合5.4.1.2的要求。

6.4.1.3 短路试验

CeT 充满电后，通过不大于20 mQ的电阻对设备充电端口正负极或设备内置电池组输入端口正负极进行短路，且应在相关的电流保护电路中任何保护装置单一故障的条件下进行短路(单一故障的分析和确定按照GB/T 40013—2021的附录A)。试验过程中应实时监测CeT 的温度。
CeT 应保持短路状态直到其温度降到室温或发生起火爆炸。
试验完成后，开机3次以检查其是否可正常开机和正常行驶，如能正常开机行驶，应按制造商规定的参数对CeT 进行一次放充电循环，并静置观察1 h。

6.4.1.4 发热试验

试验过程中应实时监测CeT 的电池、电机等零部件的温度以及用户可接触到表面的温度。试验步骤如下：

- a) 在室温下，使用制造商规定的标配充电器以最大充电参数对完全放电的CeT 进行充电，直到电池上监测到的电压、电流达到制造商规定充满电的状态；
- b) 将完全充满电的CeT 在额定负载条件下进行放电，监测电池的电压和电流，直到CeT 达到规定的放电截止电压；
- c) 重复步骤a) 和 b)，直到完成2个完全的充放电循环。

6.4.1.5 抗电强度试验

抗电强度试验步骤如下：

- a) CeT 在 $t^{\circ}\text{C} \sim (t+4)^{\circ}\text{C}$ 的环境中放置至少4 h, 其中 t 为 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间不会产生凝露任一温度值；
- b) 进行防潮处理，CeT 在温度为 $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 $(93 \pm 3)\%$ 的湿热箱中放置120 h, 在湿热期间，CeT 不通电不开机；
- c) 防潮处理后，立即按照GB 4943.1—2022 中5.4.9进行试验，其中峰值工作电压为CeT 的最大充电电压。

6.4.1.6 接触电流试验

接触电流试验步骤如下：

- a) CeT 在 $t^{\circ}\text{C} \sim (t+4)^{\circ}\text{C}$ 的环境中放置至少 4 h, 其中 t 为 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间不会产生凝露任一温度值；
- b) 进行防潮处理，CeT 在温度为 $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 $(93 \pm 3)\%$ 的湿热箱中放置 120 h, 在湿热期间，CeT 不通电不开机；
- c) 防潮处理后，立即按照 GB 4943.1—2022 中 5.7 进行试验。

6.4.2 机械安全试验方法

6.4.2.1 机械强度试验

按照 GB/T 2423.55—2023 中第 4 章中的方法，对 CeT 正常使用过程中的每个可能薄弱点进行冲击试验，撞击能量为 0.5 J, 试验装置为弹簧锤。

6.4.2.2 边或角检查

利用一种锐利边缘测试装置，通过可模拟人体皮肤的聚四氟乙烯(TFE) 胶纸，对 CeT 每个可能的锐利边缘进行测试，TFE 胶纸不应被划破。

6.4.3 载物安全试验

目测确认 CeT 在启动或停止过程中，是否平稳。例如，试验过程中目测所运载物品是否有倾倒或明显的摇晃现象；如有运载物品存在倾倒或摇晃现象，则需确认运载物品是否具备足够的防护措施或设备。

根据 CeT 的预期使用场景，判断设备可能运载的物品种类及其使用场所，验证 CeT 在各个不同场景下运输是否平稳、安全；若存在一定的风险，则需要针对风险点提供必要的防护措施或设备。

根据 CeT 的预期的使用说明，判断是否存在食品与 CeT 直接接触的场景，若存在，检查其载物箱体是否注明“食品接触用”或类似用语。

对室外型和室内外混合型 CeT, 依据使用说明，判断其可能运行的室外场景(如雨天、强光、沙尘等), 并在对应场景中分别进行任务运输，判断能否完成运输任务且运输物品无受损。

使用 5 台以上 CeT 在同一区域内执行运输任务，不少于 10 个循环，且不少于 30 min。目测确认指令响应时间有无延迟，设备能否正常运行。如有群控系统，目测确认群控系统功能是否正常，指令响应有无延迟，设备能否完成群控系统下发的运输任务。

6.4.4 信息安全试验方法

6.4.4.1 设备防护与标识检查

试验前，制造商应提供 CeT 硬件配置说明材料、CeT 运行所需的预装软件、补丁包/升级包。

试验步骤如下：

- a) 检查 CeT 整机外壳进、出线孔的密闭措施情况，是否采用了适当的密闭措施；
- b) 检查 CeT 本体预留的用于调试、维护用途的接口，验证授权访问机制的有效性；
- c) 检查预装软件、补丁包/升级包版本是否具有唯一性标识。

6.4.4.2 预装软件试验

6.4.4.2.1 预装软件启动完整性校验功能

试验前，制造商应在CeT 中预先安装系统软件包。

试验步骤如下：

- a) 篡改系统预装软件包，重新启动CeT 或对应软件，查看能否运行；
- b) 使用第三方软件包替换系统预装软件包，重新启动CeT, 查看能否运行。

6.4.4.2.2 预装软件更新功能

试验前，制造商应提供CeT 预装软件以及用于更新的软件包。

试验步骤如下：

- a) 检查预装软件是否能进行更新；
- b) 检查预装软件是否进行更新源(本地或远程)设置；
- c) 检查预装的软件更新是否在人工操作下进行更新；
- d) 检查预装软件是否可在不需要人工干预下自动更新。

6.4.4.2.3 更新操作安全功能

试验前，制造商应提供CeT 预装软件、用于更新的软件包、用户手册以及分级的用户账号策略。

试验步骤如下：

- a) 检查用户手册中是否记录了对不同级别账号配置及权限的描述；
- b) 尝试配置不同级别的账号，至少配置一个无更新权的账号和一个具备更新权限的账号；
- c) 尝试使用无更新权限的账号执行CeT 软件更新操作，查看能否成功；
- d) 尝试使用具备更新权限的账号执行CeT 软件更新操作，查看能否成功；
- e) 执行更新操作，检查更新过程中是否要求用户进行选择或确认。

6.4.4.2.4 补丁包/升级包完整性校验功能

试验前，制造商应提供CeT 预装软件的补丁包/升级包、说明材料及数字签名，并提供签名验证的工具或指令。

试验步骤如下：

- a) 检查CeT 制造商发布补丁包/升级包时是否有数字签名；
- b) 检查CeT 上是否有工具或指令可使用数字签名对补丁包/升级包进行签名验证，输出验签结果；
- c) 使用工具或指令验证制造商提供的补丁包/升级包，检查是否通过签名验证；
- d) 修改制造商的预装软件补丁包/升级包，使用工具或指令验证修改过的包，检查是否可通过签名验证。

6.4.4.3 漏洞和恶意程序防范

6.4.4.3.1 已知漏洞防护

试验前，制造商应提供CeT 具有管理员权限的账号，用于登录CeT 操作系统。应按照产品说明书对CeT 进行初始配置，并启用相关的协议和服务。漏洞扫描检测工具及其漏洞知识库需使用最新版本。

试验步骤如下：

- a) 使用常规漏洞扫描工具对CeT 系统进行扫描，查看扫描结果；
- b) 如果包含WEB 应用，使用WEB 应用漏洞扫描工具对WEB 应用进行扫描，查看扫描结果；
- c) 如果包含APP 应用，使用APP 应用漏洞扫描工具分别对APP 应用进行扫描，查看扫描结果；
- d) 对于以上扫描发现的安全漏洞，检查是否具备漏洞缓解和补救措施。

6.4.4.3.2 恶意程序防护

试验前，制造商应提供CeT 具有管理员权限的账号，用于登录CeT 操作系统。按照产品说明书对CeT 进行初始配置，并启用相关的协议和服务。恶意程序扫描工具及其恶意程序知识库需使用最新版本。

通过恶意程序扫描工具对CeT 预装软件、补丁包/升级包进行扫描，查看是否存在恶意程序。

6.4.4.3.3 软件功能和访问接口声明

试验前，制造商应提供CeT 所支持的功能和访问接口清单，提供管理员权限账号及声明的功能和访问接口。

试验步骤如下：

- a) 使用管理员权限账号登录CeT, 检查CeT 的功能是否与文档一致；
- b) 查看系统访问接口(含远程调试接口)是否与文档一致。

6.4.4.4 用户身份鉴别与授权

6.4.4.4.1 身份标识和鉴别功能

试验前，制造商应提供CeT 管理方式的说明、管理账号和口令。

试验步骤如下：

- a) 使用管理账号分别输入正确口令和错误口令登录CeT 的管理系统，检查登录是否成功；
- b) 登录CeT 的管理系统，创建新的账号和口令，并使用新创建的账号和口令新账号登录CeT 的管理系统，检查登录是否成功；
- c) 尝试创建与步骤b)中具有相同用户身份标识的账号，检查是否能够成功创建。

6.4.4.4.2 限制连续登录失败功能

试验前，制造商应提供CeT 管理方式的说明、管理账号和口令。

试验步骤如下：

- a) 配置CeT 最多非法登录尝试测试为N；
- b) 针对不同的用户登录方式(包括且不限于 Telnet、SSH 等), 依次分别使用不同的账户登录CeT 管理系统，连续M 次(M>N) 输入错误的鉴别信息，检查CeT 的登录状态。

6.4.4.4.3 会话空闲时间超时自动退出功能

试验前，制造商应提供CeT 会话空闲超时控制策略、相关的配置以及设备管理方式说明。

按照制造商提供的CeT 管理方式信息，以不同的登录方式登录CeT, 检查登录后空闲时间达到设定值或默认值时是否会锁定或者自动退出。

6.4.4.4.4 用户口令安全性功能

试验前，制造商应提供CeT 口令鉴别方式相关的说明文档，包括不限于默认CeT 的管理方式、默认口令、口令保护等内容。

试验步骤如下。

- a) 若CeT 存在默认口令，则使用默认账号登录CeT, 检查CeT 是否强制修改默认口令，或使用随机的初始口令；若CeT 不存在默认口令，则检查是否强制设置口令。
- b) 按照制造商提供的CeT 管理方式信息，创建不同管理方式的新账号，并使用新创建的账号以不同的登录方式登录CeT, 检查是否能够成功登录。
- c) 用户输入口令时，检查是否明文回显口令。

6.4.4.4.5 用户权限管理功能

试验前，制造商应提供CeT 管理方式的说明材料、分级的用户账号策略。

试验步骤如下：

- a) 根据管理方式说明材料，使用管理员权限用户登录CeT 管理系统；
- b) 配置不同权限等级的用户账户；
- c) 使用不同等级权限账户执行口令修改、状态查询、软件更新、日志审计、时间同步等功能。

6.4.4.5 日志存储与审计

6.4.4.5.1 日志记录和要素

试验前，制造商应提供CeT 日志记录功能的相关说明，包括记录的事件类型、要素等，以及管理员等所有账号信息。

试验步骤如下：

- a) 使用管理员权限账号登录CeT 管理系统，进行增加、删除用户、修改鉴别信息、修改用户权限等操作；
- b) 使用系统默认或新增账号登录登出CeT 管理系统；
- c) 使用管理员账号进行CeT 配置、重启、关闭、软件更新等操作；
- d) 使用管理员权限账号登录，进行关于配置用户口令等敏感数据操作；
- e) 查看日志，日志应包含并记录步骤a)~d) 的操作行为；
- f) 查看日志审计记录中是否包含必要的日志要素，至少包括操作用户、操作类型、操作时间等信息；
- g) 查看日志的记录内容中是否包含明文或弱加密记录敏感数据等；
- h) 查看日志留存时间的相关设置，查看日志存储空间是否符合日志存储需求。

6.4.4.5.2 日志信息安全保护

试验前，制造商应提供CeT 具备对日志不同操作权限的账号，并说明不同权限账号所具备的日志操作权限。

试验步骤如下：

- a) 使用授权账号登录，检查是否可查看/输出/删除日志记录和日志文件；
- b) 使用非授权账号登录，检查是否可查看/输出/删除日志记录和日志文件。

6.4.4.5.3 日志信息输出功能

试验前，制造商应提供CeT 日志输出功能的说明，包括输出形式、方式、配置方法等，以及管理员等所有账号信息。

试验步骤如下：

- a) 使用管理员账号登录；

- b) 配置CeT, 触发日志数据输出操作, 如将日志数据传输到远端服务器或手动导出等;
- c) 查看日志数据输出操作是否成功, 日志数据接收端是否相关日志信息。

6.4.4.5.4 日志本地存储管理功能

试验前, 制造商应提供CeT 日志记录的最大值或日志文件存储最大值说明, 以及管理员等所有账号信息。

试验步骤如下:

- a) 使用管理员账号登录;
- b) 查看日志文件;
- c) 反复进行相关操作, 直到日志记录存储达到极限, 例如日志记录条目数达到最大值或日志文件存储达到最大值;
- d) 再进行一次相关操作, 检查最新一次操作是否已经记录, 最久一次记录是否已经被覆盖;
- e) 检查日志容量管理功能是否有相关日志容量告警。

6.4.4.6 通信安全要求

试验前, 制造商应提供CeT 通信协议、通信时序图等说明材料。

试验步骤如下:

- a) 检查制造商提供的材料, 确认是否提供了CeT 支持的所有协议以及不存在未声明的私有协议的说明材料;
- b) 查看制造商提供的CeT 通信协议的说明材料, 确认是否采用了安全的通信协议;
- c) 查看CeT 部分源代码, 确认是否调用了安全通信协议的功能模块;
- d) 查看CeT 通信协议、通信时序图, 确认建立通信连接是否采用双向认证;
- e) 对 CeT 实现通信连接功能接口的源代码进行代码检查, 确认调用了安全的双向认证。

6.4.4.7 数据安全要求

6.4.4.7.1 数据操作权限及数据保护功能

试验前, 制造商应提供CeT 相关材料, 说明存储在CeT 上的数据及查看方式。

查看CeT 中的数据, 检查是否以密文形式存储, 查看是否制定了相关防止数据泄露、数据非授权读取和篡改的策略功能。

6.4.4.7.2 数据备份、恢复与删除功能

试验前, 制造商应提供CeT 数据备份、恢复与删除权限的用户账户及相关功能软件。

检查是否可进行数据备份、恢复与删除的相关性操作。

6.4.4.8 安全保障要求

试验前, 制造商应提供CeT 相关材料, 说明在CeT 安全保障过程中的安全风险及相应的安全策略。

查看CeT 制造商提供的说明材料, 确认是否对CeT 在安全保障过程中的主要安全风险进行识别, 确认是否明确相应的安全策略。

6.5 电磁兼容试验

6.5.1 试验模式

CeT 的电磁兼容试验应在正常运行模式、充电模式(如有)、自动回充模式下分别进行试验, 试验项

目为:

- 正常运行模式(CeT): 辐射骚扰RE、射频电磁场RS、工频磁场、静电放电;
- 充电模式(CeT+ 充电器):适用5. 1. 1~5. 5. 2列出的全部测试项目;
- 自动回充模式(CeT+ 充电器):适用5. 1. 1~5. 5. 2列出的全部测试项目。

CeT在正常运行模式、充电模式、自动回充模式下的测试状态应分别为:

- 正常运行模式: CeT空载状态下, 电量高于80%, 在以绝缘支架支撑底部确保CeT 能正常运行时, 以最大行驶速度进行试验;
- 充电模式测试状态: CeT电量低于60%, 整个测试过程, 需保证充电设施输出电流保持在最大恒流充电电流阶段;
- 自动回充模式测试状态: CeT 空载状态下, 电量低于制造商设定启动自动回充模式的最高电量, 以最大行驶速度进行试验, 整个测试过程, 需保证充电器不断发出信号且CeT 接收到信号。

6.5.2 试验方法

CeT 的电磁兼容试验方法要求如下:

- a) 静电放电抗扰度试验布置要求按照GB/T 17626.2;
- b) 射频电磁场辐射抗扰度试验布置要求按照GB/T 17626.3;
- c) 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验布置要求按照GB/T 17626.4;
- d) 浪涌(冲击)抗扰度试验布置要求按照GB/T 17626.5;
- e) 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验布置要求按照GB/T 17626.6;
- f) 工频磁场抗扰度试验布置要求按照GB/T 17626.8;
- g) 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验布置要求按照GB/T 17626.11或GB/T 17626.34;
- h) 谐波电流的测试方法按照GB 17625.1或 GB/T 17625.8;
- i) 电压波动和闪烁的测试方法按照GB/T 17625.2或GB/T 17625.7;
- j) 传导骚扰的测试方法按照GB/T 6113.201;
- k) 辐射骚扰的测试方法按照GB/T 6113.203。

6.5.3 试验设备

CeT的电磁兼容试验设备要求如下:

- a) 无线电骚扰和抗扰度测量设备的要求见GB/T 6113.101;
- b) 无线电骚扰和抗扰度测量设备(传导骚扰测量的耦合装置)的要求见GB/T 6113.102;
- c) 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)的要求见GB/T 6113.104。

6.6 环境适应性试验

6.6.1 低温试验方法

6.6.1.1 低温存储

低温存储试验步骤如下:

- a) 将处于关机状态的CeT 按照GB/T 2423.1的规定放入低温试验箱中;
- b) 将试验箱内温度以1℃/min的温变速率降温至(-20±2)℃后保持72 h;
- c) 以1℃/min 的温变速率将试验箱温度升至室温;
- d) 取出CeT 在室温下进行恢复, 恢复时间应足够使设备温度达到稳定, 至少1 h;
- e) 恢复后检查CeT 能否正常运行。

6.6.1.2 低温运行

低温运行试验步骤如下：

- a) 将CeT 按照GB/T 2423.1的规定放入温度试验箱中；
- b) 将试验箱内温度以1℃/min 的温变速率由室温降至 (-10 ± 2) ℃或制造商规定的CeT 最低运行温度(选取两者中更低的温度), CeT 在低温条件下放置足够长的时间以达到温度稳定；
- c) CeT 开机并保持正常运行，期间允许设备出现低电量安全告警或电池完全耗尽，持续24 h；
- d) 以1℃/min 的温变速率将试验箱温度升至室温；
- e) 取出CeT 在室温下进行恢复，恢复时间应足够使设备温度达到稳定，至少1 h；
- f) 恢复后按制造商规定的充电条件将CeT 充满电，检查能否正常运行。

6.6.2 高温高湿试验方法

6.6.2.1 高温高湿存储

高温高湿存储试验步骤如下：

- a) 将处于关机状态的被试验品按照GB/T 2423.2 的规定放入温度试验箱中；
- b) 将试验箱内温度以1℃/min 的温变速率由室温升至 (60 ± 2) ℃, 湿度设置为93%, 保持24 h；
- c) 以1℃/min 的温变速率将试验箱温度降至室温；
- d) 取出CeT 在室温下进行恢复，恢复时间应足够使设备温度达到稳定，至少1 h；
- e) 恢复后检查CeT 能否正常运行。

6.6.2.2 高温高湿运行

高温高湿运行试验步骤如下：

- a) 将CeT 按照GB/T 2423.3的规定放入温度试验箱中；
- b) 将试验箱内温度以1℃/min 的温变速率由室温升至 (40 ± 2) ℃或制造商规定的CeT 最高运行温度(选取两者中更高的温度), 湿度设置为 $(70\pm3)\%$, CeT 在高温条件下放置足够长的时间以达到温度稳定；
- c) CeT 开机并正常运行，期间允许设备出现低电量安全告警或电池完全耗尽，持续24 h；
- d) 以 1℃/min 的温变速率将试验箱温度升至室温；
- e) 取出CeT 在室温下进行恢复，恢复时间应足够使温度达到稳定，至少1 h；
- f) 恢复后按制造商规定的充电条件将CeT 充满电，检查能否正常运行。

6.6.3 盐雾试验方法

盐雾试验按照GB/T 2423.17规定的方法进行，试验箱箱体温度为 (35 ± 2) ℃, 使用pH 值为6.5~7.2、浓度为5%的氯化钠溶液，测试时间至少为24 h。

CeT 应在关机状态下进行试验，且试验过程中样品不应被中途取出。试验后，使用清水冲洗或擦拭产品，静置2 h, 然后检查CeT 能否正常运行，并拆解CeT, 观测内部所有金属件和电器件是否腐蚀，但明显与使用安全无关的部件的耐腐蚀性可被忽略。

6.6.4 振动冲击试验方法

CeT的振动耐久试验按照GB/T 11287规定的方法进行，严酷等级为1级。试验后，查看检测装置是否发生紧固件松动、机械损坏等现象。

CeT 的冲击耐久试验按照GB/T 14537规定的方法进行，严酷等级为1级。试验后，查看检测装置

是否发生紧固件松动、机械损坏等现象。

6.6.5 运输试验方法

CeT 的运输试验按照GB/T 4857.22 规定的方法进行。

6.6.6 特殊路面行驶试验方法

室外型CeT 的特殊路面行驶试验按GB/T 12678—2021中第5章的方法进行。

6.6.7 淋雨性能试验方法

室外型CeT 的淋雨性能试验按照GB/T 2423.38—2021中5.2的方法进行。

6.6.8 外壳防护等级试验方法

CeT 的外壳防护等级试验按照GB/T 4208—2017规定的方法进行。

6.6.9 涉水性能试验方法

室外型、室内外混合型CeT 在水深100 mm 水池中，以10 km/h±2 km/h的速度(如CeT 最大行驶速度低于10 km/h，则按最大行驶速度)累计行驶至少500 m 后，检查设备能否正常运行，各电气部件的功能是否正常，并按照GB 18384—2020中6.2.1的方法验证绝缘电阻是否符合要求。

6.6.10 防飞溅试验方法

通过测量验证室外型、室内外混合型CeT 的护轮板是否符合5.6.10的要求。

6.7 外观和结构检查

目测检查CeT 外观和结构，使用卷尺或其他工具检查外形尺寸。

室外型、室内外混合型CeT 如配备牵引装置，按照GB 32087—2015中第5章的方法验证是否符合要求。

6.8 智能化试验

6.8.1 语音识别试验

为模拟CeT 的预期使用场景，语音识别试验应使用表25中的高保真语音回放测试设备，并根据编制对应的语音识别测试集，测试集中语料内容录制至少由男女各50名的发音人进行录制，具体应符合GB/T 21023—2007 中7.2和7.3的规定。

针对需要在线进行语音识别的CeT, 应为其提供所需的移动互联网服务，网络环境应至少4G 及以上制式，上行带宽不低于100 kbit/s，下行带宽不低于50 kbit/s，且需保持稳定的连通状态。

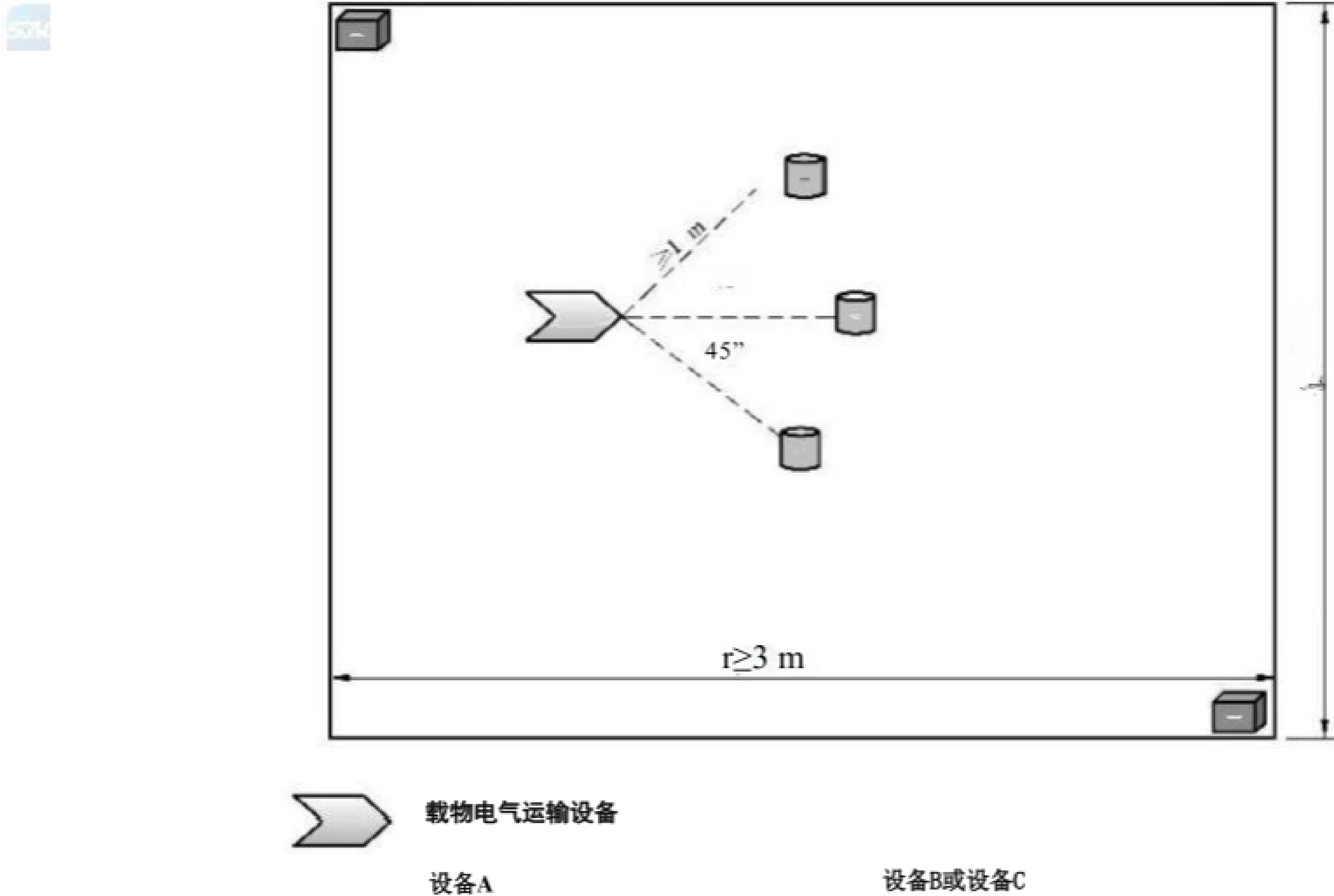
表25 高保真语音回放测试设备要求

设备名称	设备代号	参数要求	说明
电脑		支持音频播放软件的安装和使用； 能够显示产品输出的音频和图像文件	音频播放

表25 高保真语音回放测试设备要求(续)

设备名称	设备代号	参数要求	说明
噪声环境录制器		环境噪声录制以产品所处环境实际噪声为主	用录制产品所处环境(GB 3096中规定的0类~4类环境)噪声
高保真放音设备1	A	频率响应(±2.5 dB):74 Hz~18 Hz; 最大声压级: 102 dB(A)	用于播放背景噪声, 数量2个
高保真放音设备2	B	频率响应(±2.5 dB):74 Hz~18 Hz; 最大声压级: 102 dB(A)	用于播放语音测试集。 推荐无人工嘴的条件下使用
人工嘴(高保真功率放大器驱动)	C	信噪比: 90 dB; 增益控制: 0 dB~25 dB; 频率响应: 200 Hz~10 kHz; 最大声压级: 110 dB(A)	推荐在测试环境内使用

语音试验环境布置如图11所示, 试验区域的长度和宽度均应大于3 m, 两个设备A 沿对角线放置区域内, 直线距离不小于3 m, 设备A 高度不低于2 m; 设备B 或设备C 分别放在CeT 正前方、左前方45° 和右前方45° 不小于1 m 处, 设备B 或设备C 高度推荐为1 m~1.8 m。



标引序号说明:
l₁ ——试验区域的长度;
r —— 试验区域的宽度。

图11 语音识别试验环境布置

试验步骤如下:
a) 从表11的0类~4a 类背景噪声中选取与CeT 预期使用场景相近的背景噪声, 使用表26中的

- 设 备A 播放背景噪声；
- b)CeT 处于待命状态，按图10完成布置；
- c) 设备B 或设备C 分别以恒定时间间隔连续播放语音识别测试集，进行100次语音交互，记录 CeT 是否给出正确响应及响应时间；
- d) 统计100次的语音交互结果，按公式(4)计算语音识别准确率；

$$acc = \frac{P}{Q} \times 100\%$$

..... (4)

式中：

acc——语音识别准确率；

P——语音识别成功的次数；

Q ——语音交互的总次数。

- e) 如还需测试表11中0类~4a 类的其他类别背景噪声，重复步骤a)~d)。

试验过程中，若CeT 的相应和语音识别测试集中的回答一致，则语音识别成功，否则视为语音识别失败。

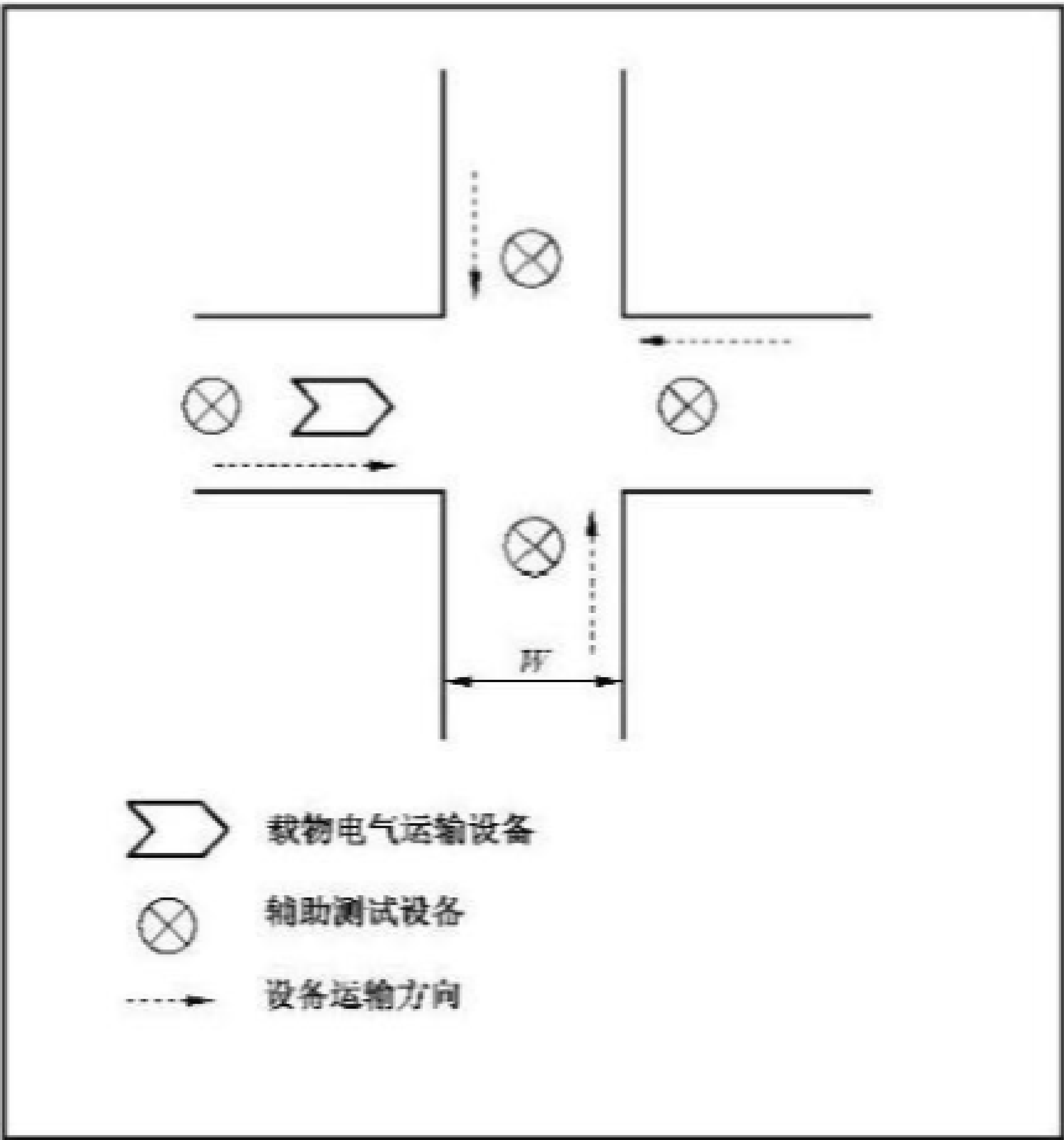
完成试验后，将试验结果记录在表26中。

表26 语音识别试验记录表

背景噪声 (0类~4类)	测试位置	响应时间 s	语音交互成功率
	正前方		
	左前方45°		
	右前方45°		

6.8.2 自动驾驶试验

自动驾驶试验的试验环境布置如图12所示，根据CeT 的类型，在室内或室外进行试验。试验区域内放置CeT 和辅助测试设备(可是固定障碍物或CeT)，试验道路的宽度应大于3倍CeT 宽度。



标引序号说明：
W——试验道路宽度。

图12 自动驾驶试验布置

若预期使用场景中同一区域内仅有一台CeT 时，试验步骤如下：

a)CeT 执行运输任务，运行路径上无固定障碍物，查看CeT 能否按照既定路线在道路边界内正常运行，完成运输任务；

b)CeT 执行运输任务，运行路径上存在固定障碍物，查看CeT 能否避障停止，或自主绕过障碍物并重新规划路线，在道路边界内完成运输任务。

若预期使用场景中同一区域内有多台CeT 时，试验步骤如下：

a)CeT 执行运输任务，辅助测试设备从相同方向驶来，检查CeT 是否可在道路边界内正常运行，不发生碰撞或无法完成运输任务的情况；

b)CeT 执行运输任务，辅助测试设备分别从前方/左侧/右侧驶来，检查CeT 是否可在道路边界内正常运行，不发生碰撞或无法完成运输任务的情况。

试验过程中，若CeT 发生碰撞或超出道路边界或未能完成运输任务，则试验视为失败。

完成试验后，将试验结果记录在表27中。

表27 自动驾驶试验记录表

同一区域内CeT数量	试验场景	是否超出道路边界	是否发生碰撞	是否完成运输任务
一台	路径无障碍			
	路径有障碍			
多台	辅助设备同向驶来			
	辅助设备从前方驶来			
	辅助设备从左侧驶来			
	辅助设备从右侧驶来			

7 检验规则

7.1 检验分类

本文件规定的检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

型式检验一般在产品设计定型时进行，但在产品的主要设计、工艺、元器件及材料有重大改变，可能影响产品的重要性能，使原来的试验结论不再有效时，也应进行型式检验。

7.3 出厂检验

每台CeT 出厂前，应由制造商的检验部门进行出厂检验，检验项目逐个进行，产品在全部项目检验合格，并附有产品合格证后方可出厂。

7.4 检验项目

CeT 应按表28的规定执行。

表28 检验项目

序号	检验类别	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
1	功能检查	自检功能	5.2.1	6.2.1		
2		手动运动控制	5.2.2	6.2.2		
3		电梯控制	5.2.3	6.2.3		
4		自动门/自动闸机控制	5.2.4	6.2.4		
5		充电和换电	5.2.5	6.2.5		
6		监控	5.2.6	6.2.6		
7		人工接管	5.2.7	6.2.7		
8		信号和警示装置	5.2.8	6.2.8		
9		物品权限管理	5.2.9	6.2.9		
10	性能试验	最大行驶速度	5.3.1	6.3.1		0
11		制动距离	5.3.2	6.3.2		0
12		爬坡能力	5.3.3	6.3.3		0
13		驻坡能力	5.3.4	6.3.4		0
14		越槛能力	5.3.5	6.3.5		0
15		越沟能力	5.3.6	6.3.6		0
16		转弯特性	5.3.7	6.3.7		0
17		侧倾稳定性	5.3.8	6.3.8		0
18		最小转弯直径	5.3.9	6.3.9		0
19		目标定位能力	5.3.10	6.3.10		0
20		避障能力	5.3.11	6.3.11		0

表28 检验项目(续)

序号	检验类别	检验项目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
21	性能试验	防跌落能力	5.3.12	6.3.12		0
22		自动回充能力	5.3.13	6.3.13		0
23		巡航时间	5.3.14	6.3.14		0
24		充电时间	5.3.15	6.3.15		0
25		通信性能	5.3.16	6.3.16		0
26	安全试验	电气安全	5.4.1	6.4.1		
27		机械安全	5.4.2	6.4.2		0
28		载物安全	5.4.3	6.4.3		0
29		信息安全(可选)	5.4.4	6.4.4		0
30		功能安全(可选)	5.4.5	附录A		0
31	电磁兼容试验	抗扰度	5.5.1	6.5		0
32		电磁骚扰	5.5.2	6.5		0
33	环境适应性试验	低温试验	5.6.1	6.6.1		0
34		高温高湿试验	5.6.2	6.6.2		0
35		盐雾试验	5.6.3	6.6.3		0
36		振动冲击	5.6.4	6.6.4		0
37		运输试验	5.6.5	6.6.5		0
38		特殊路面行驶试验	5.6.6	6.6.6		0
39		淋雨性能	5.6.7	6.6.7		0
40		外壳防护等级	5.6.8	6.6.8		0
41		涉水性能	5.6.9	6.6.9		0
42		防飞溅性能	5.6.10	6.6.10		0
43	外观和结构要求检查	外观和结构	5.7	6.7		
44	智能化试验	语音识别	5.8.1	6.8.1		0
45		自动驾驶	5.8.2	6.8.2		0
46	铭牌检查	铭牌信息及耐久性	8.2	8.2		
注：“●”表示需检验的项目，“0”表示不需检验的项目。						
“根据CeT类型或预期使用场景，确定是否需要进行相关试验。”						

8 标志、说明、包装、运输和储存

8.1 总则

标志和说明包括CeT 的正确安全使用和维护信息，这些信息应不仅针对用户的正常使用和维护，也针对维修，考虑使用、维护和维修的安全性，尤其是可更换电池组和选配附件的安全使用说明。标

志、符号和书面警告应明确易懂，尤其关于CeT 功能和安全相关的内容，易懂记号(象形图)的使用优先于书面警告。

8.2 产品铭牌

8.2.1 铭牌信息

CeT的产品铭牌应包含必要的告知用户的信息及其规格参数：

- 产品名称及型号；
- 产品尺寸(长×宽×高)；
- 制造商名称或者商标，制造商地址；
- 电池额定容量和额定电压；
- 电机功率；
- 额定负载
- CeT质量：
- 最大行驶速度；
- 输入电压和输入电流；
- 产品出厂编号；
- 出厂日期。

其中允许将制造商商标、制造商地址标志在外包装上或使用说明书中。其他标示说明应标在CeT 上用户能够看到的明显位置，整机和主要部件应具有唯一性标识。

8.2.2 铭牌耐久性

CeT 本体的铭牌应经久耐用，清晰易辨。

通过观察并进行如下测试检查是否合格：

- a) 用手拿浸水的布擦拭铭牌15 s；
- b) 用浸过汽油的布擦拭15s。

试验后铭牌标记仍应清晰，不应出现损坏或卷边，不应轻易用手将其从粘贴表面揭掉。

注1:用印、铸、压或刻做的铭牌标志不进行本试验。

注2:建议所用汽油为溶剂乙烷，其芳族含量体积比最大为0.1%，贝壳松脂丁醇值为29, 初沸点约为65℃, 干点约为69℃, 密度为0.66 g/cm³。

8.3 安全警示标识

CeT 本体及其充电器和电池组的外部应具有必要的安全警示标识，以告知用户安全使用。必要时，应提供使用、操作、维修CeT 时的安全警示标识。

安全警示标识应包括但不限于：

- 在CeT 醒目位置或产品使用说明书中明确“仅适用××充电器”等类似警示说明；
- 充电器铭牌标明“仅供××CeT 使用”等类似警示说明；
- 能在户外使用的充电器，其铭牌应标明户外使用条件；
- CeT充电器有接口标志和说明；
- 电池组警示标识符合相关电池产品标准的规定；
- 适当的其他安全警示说明。



8.4 使用说明书

CeT 的说明书应包含必要的使用、操作、维护和拆卸CeT 时的相关说明及使用信息，包括但不

限于：

- CeT 的尺寸和重量，以及载重或负载能力的限值；
- CeT 工作、储存和充电的环境温度限值和状况(如室外或室内充电)；
- CeT的充电方法；
- CeT 的储存、运行和回收处理方法；
- 将CeT 关闭或切换至某种操作模式的要求和方法；
- CeT 操作环境和使用限制的详细说明，包括但不限于环境条件，路面条件，如行驶路面的坡度、速度、有效载重等；
- CeT 在使用和行驶时可能导致危险情况的操作环境及潜在风险说明，并提供合适的培训信息以免用户异常操作和意外操作，如突然转弯、急加速或急减速等；
- 禁止用户擅自拆解维修等说明信息；
- 适当的其他安全警示。

8.5 包装、运输和储存

CeT 的包装箱应符合防尘、防潮、防震等运输安全规定，包装标志应符合GB/T 191—2008的规定。包装放置若有方向要求，需标注方向示意以及“小心轻放”“勿倒置”“怕湿”等其他需要标注的内容。

CeT 的包装箱内应有下列文件(可合并印刷)：

- a) 产品说明书；
- b) 产品合格证；
- c) 保修卡；
- d) 装箱清单。

产品说明书中应注明安全储存条件和储存维护方法。CeT 的储存环境应满足产品使用说明书中的要求。

运输工具不作特别规定。运输过程中应防止碰撞、防雨、防雪。



附录 A
(资料性)
功能安全

A.1 功能安全要求

室外公共道路上使用的CeT 参照GB/T 34590.3—2022 中6.4的方法进行功能安全分析；设备的硬件和软件产品设计，分别参照GB/T 34590.5—2022中7.4以及GB/T 34590.6—2022中6.4的规定；急停功能参照GB/T 36530—2018中6.2.2.2的要求 a)~f)。

室内型和室外非公共道路上使用的CeT 的安全功能参照GB/T 16855.1中性能等级的要求，如表A.1 所示。

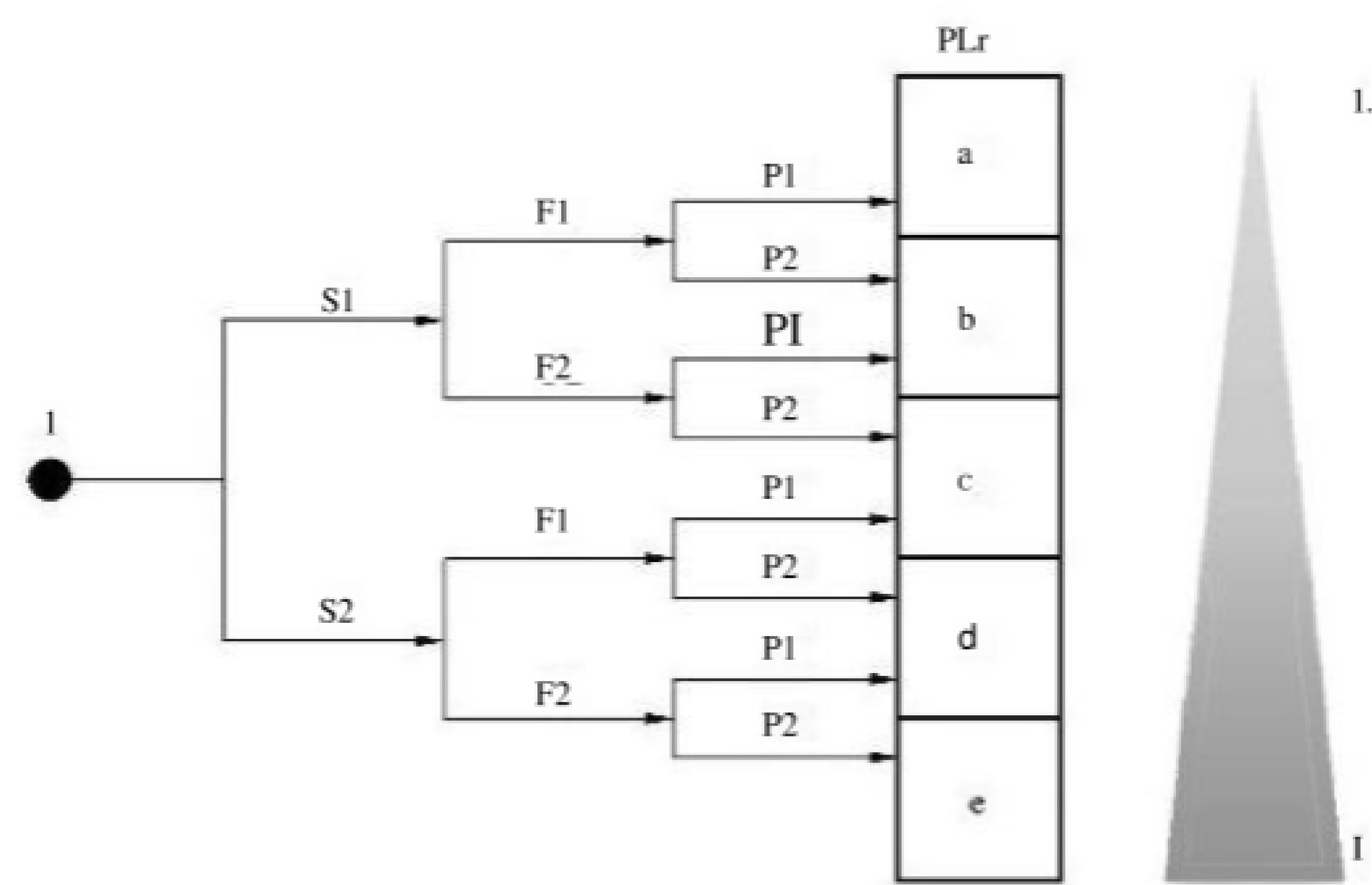
表A.1 符合GB/T 16855.1的控制系统安全相关部件的最低性能水平(PL)

系统	项目编号	安全功能描述	备注	最低要求性能等级 (PLr)
急停功能	1	停止危险动作和功能	停止CeT的运动并刹车，所有动作停止	d
刹车系统	2	制动系统控制	CeT减速安全功能	d
	3	驻车制动系统控制	CeT停止后应启动刹车功能，避免溜车； 刹车部件的磨损和动作应定期检查	c
速度控制	4	速度检测	能够实时进行速度检测； 若出现异常，将触发紧急停止	d
	5	超速检测	监控CeT速度不会超过最大速度； 如发生故障，将触发紧急停止	c
	6	加速度、减速度的平稳性	避免由加速、减速等引起的不稳定； 存在潜在风险情况下	c
避障系统	7	在行径路线上检测到障碍物停止	检测到障碍物，CeT保护性停止	d
	8	手动模式，维修模式下屏蔽障碍物检测系统	人为可控制模式下可屏蔽	c
	9	短暂/小范围屏蔽障碍物检测系统	自动模式下，短暂/小范围屏蔽障碍物检测系统时，设备速度不能超过0.3 m/s	d
	10	装载端停止CeT	保护性停止或类似紧急停止	d
负载处理	11	检查负载是否在预定位置	负载偏离预定位置，并可能造成风险的情况下，启动保护性停止	b
	12	负载稳定性	确保负载处理和稳定性	
充电设施	13	关闭充电连接	CeT移动前断开充电点	b
报警系统	14	声音、灯光报警系统	当CeT发生异常时，可通过其中任一种方式启动报警	a
<p>注1:a、b、c、d是性能等级的指标，分别对应一个明确的每小时危险失效概率范围，详见GB/T 16855.1—2018的表2。</p> <p>注2:*表示能通过风险评估结果，决定安全相关控制系统的安全等级。</p>				

A.2 功能安全试验方法

室外公共道路上使用的CeT，其功能安全试验宜按照GB/T 34590.3—2022进行。

室内型和室外非公共道路上使用的CeT 的安全性能等级确定方法宜依据图 A.1 给出的风险评估确定安全相关PLr，风险评估方法按照GB/T 15706—2012进行。



标引序号说明：

1 ——估计安全功能对风险减小的作用的起始点；

L ——对风险减小的作用小；

H ——对风险减小的作用大；

PLr——所需性能等级；

S ——风险参数，伤害的严重程度；

S1——风险参数，轻微(通常是可恢复的伤害)；

S2——风险参数，严重(通常是不可恢复的伤害或死亡)；

F ——风险参数，暴露于危险的频率和/或持续时间；

F1 ——风险参数，很少-不常和/或暴露时间短；

F2——风险参数，频繁-连续和/或暴露时间长；

P ——风险参数，避免危险或限制伤害的可能性；

P1 ——风险参数，在特定条件下可能；

P2——风险参数，几乎不可能。

图 A.1 用于确定安全功能要求的PLr 的风险图

附 录 B
(规范性)
关键零/部件要求

B.1 电池和电池组


CeT 的电池或电池组应保证CeT 可在其预期使用条件下正常运行。
室外公共道路上使用的CeT，其电池和电池组安全性能应符合GB 38031的规定。
室内型和室外非公共道路上使用的CeT，其电池和电池组安全性能应符合SJ/T 11852的规定。

B.2 充电设施

室内型CeT 的充电器或电源应符合GB 4943.1—2022的规定。对于户外使用的充电器应符合国家标准或行业标准关于户外使用的规定。
室外型CeT 的充电器或电源，若采取传导充电方式，应符合GB/T 18487.1的规定。若采取无线充电方式，设备的安装、功率等级、系统工作频率以及系统效率应符合附录C 的规定，其他要求应符合GB/T 38775.1的规定。

B.3 电机及其控制器

B.3.1 一般要求

 CeT 的电机功率应进行制造商标称参数的一致性检查。通过在测功机上保持电机带标称额定负载时额定转速来进行试验，如无特殊说明，电机的控制应使用制造商规定的标配控制器。电机的实际输出情况与标称额定输出功率的偏差应不大于10%。

B.3.2 电机通用安全要求

室内型CeT 的电机安全应符合GB/T 14711的规定。
室外型CeT 的电机安全应符合GB/T 18488.1的规定。
室内外混合型CeT 的电机安全应符合二者中较严苛者。

B.3.3 电机的技术条件

室内型CeT 的电机技术条件应符合GB/T 37414.3的规定。
室外型CeT 的电机技术条件应符合GB/T 18488.1的规定。
室内外混合型CeT 的电机技术条件应符合二者中较严苛者。

B.3.4 电机控制器的技术条件

室内型CeT 的电机控制器应符合GB/T 37414.2的规定。
室外型CeT 的电机控制器应符合GB/T 18488.1的规定。
室内外混合型CeT 的电机控制器应符合二者中较严苛者。

B.4 操作屏幕

CeT 如配备触摸式操作屏幕，其安全应符合GB 4943.1—2022的规定。
屏幕上应无明显肉眼可见的点状缺陷，如污点、气泡、刺伤等；以及明显的线状缺陷，如线状污物、裂

纹、划痕等。屏幕上应无明显肉眼可见的光学膜材边缘脱胶、溢胶等缺陷，屏幕边缘应无漏光缺陷。

屏幕电气性能参数、触控性能参数、光学性能参数、机械负荷性能参数、化学负荷性能参数、环境负荷性能参数、静电放电抗扰度等参数，应符合设计要求和出厂标准。

B.5 线缆及连接器

CeT 的线缆和连接器需要考虑设备预期使用场景中可能遇到的震动情况。

CeT 的线缆应符合GB/T 38296的规定。

CeT 的连接器应符合GB/T 34989的规定。

B.6 材料要求

CeT 及其零部件材料中禁用物质的含量限值应符合GB/T 30512—2014中第4章的规定。

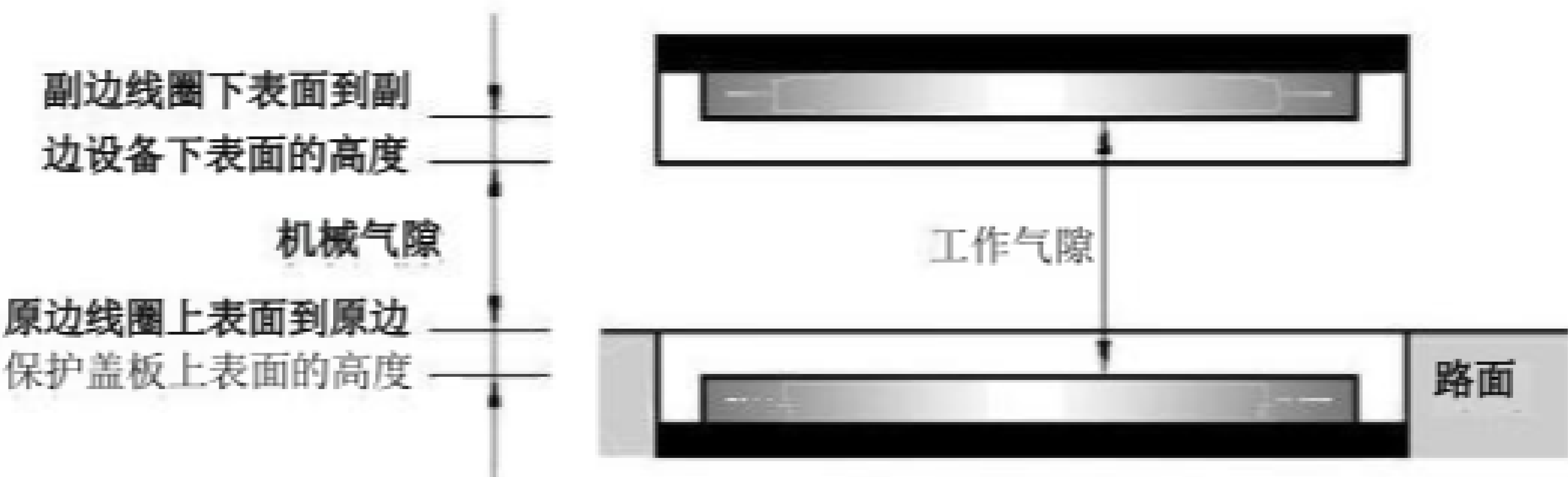
B.7 轮胎要求

室外型CeT 的轮胎应符合GB/T 9743—2015中第4章的规定。

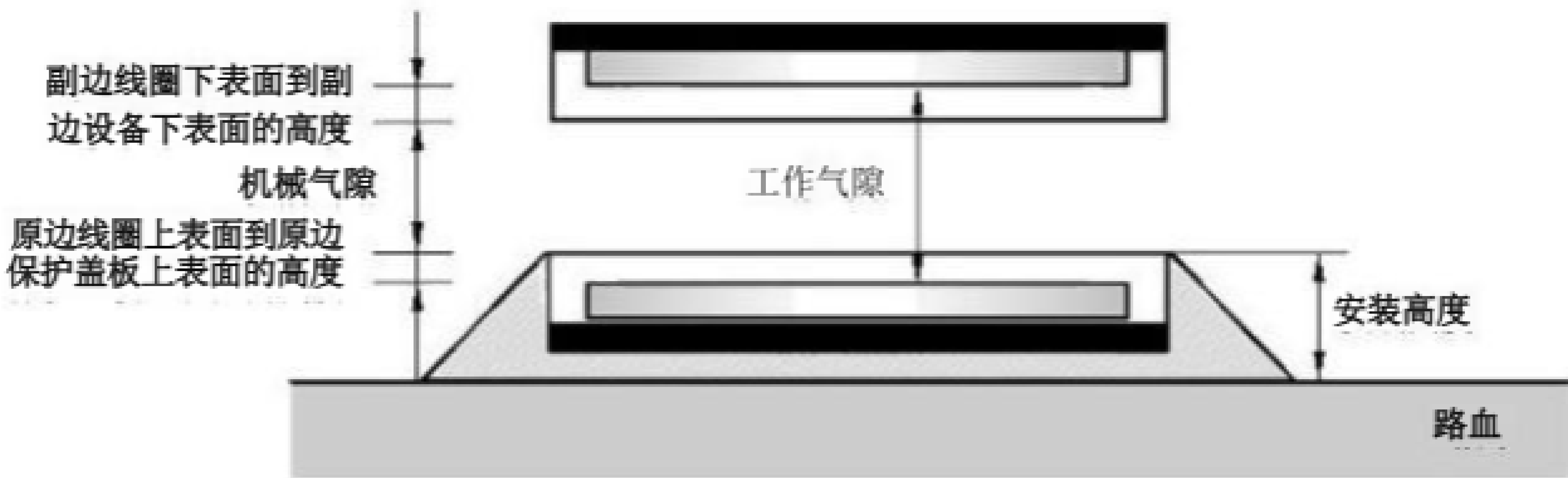
附 录 C
(规范性)
无线充电设备要求

C.1 原边设备的安装方式

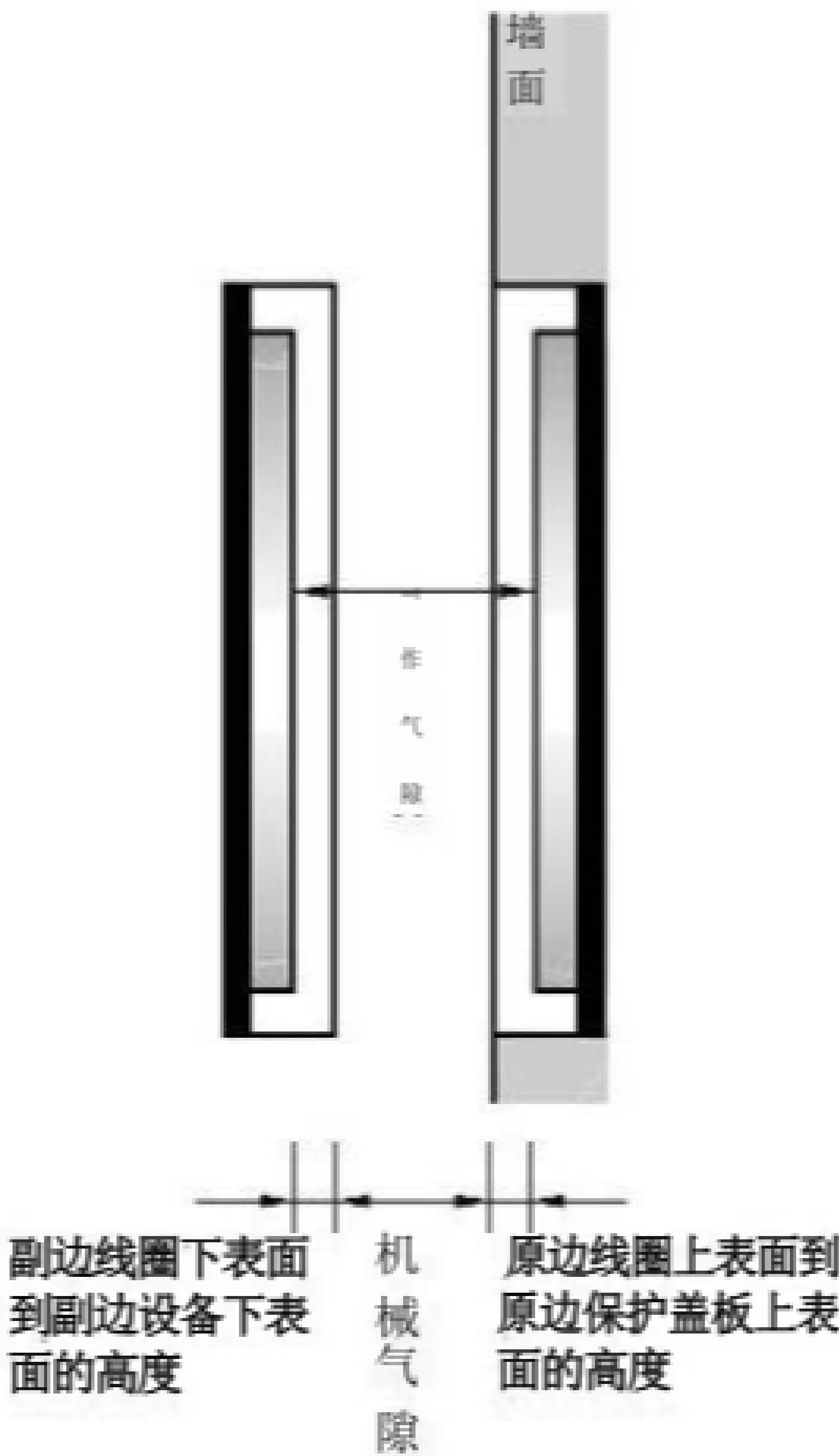
原边设备的安装方式可分为：
——地面安装：地埋安装、地上安装，如图C.1 和图C.2 所示；
——墙面安装：墙埋安装、墙上安装，如图C.3 和图C.4 所示；
——其他安装方式。



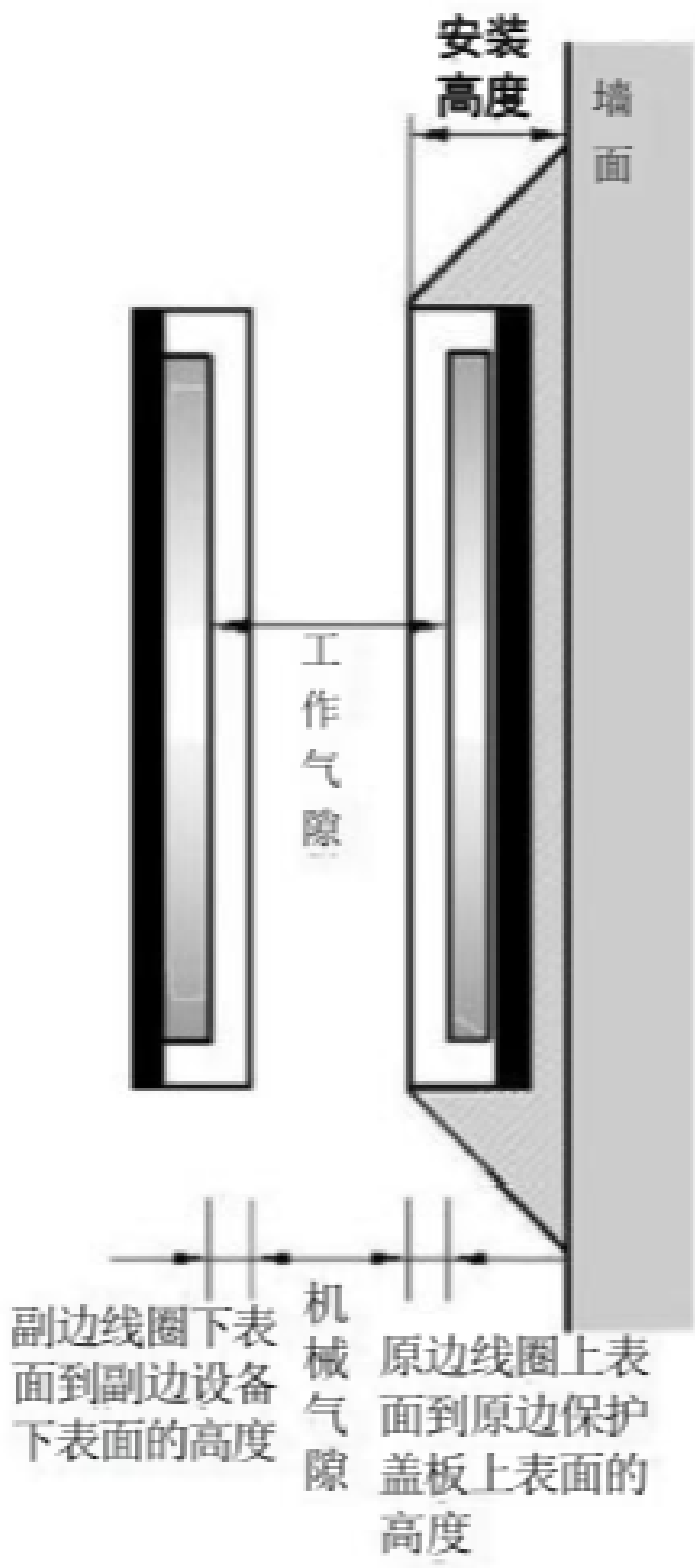
图C.1 地埋安装



图C.2 地上安装



图C.3 墙埋安装



图C.4 墙上安装

C.2 功率等级

无线充电设备的输入功率等级分类如表C.1 所示。

表 C.1 输入功率等级分类

类别	eT-WPT1	eT-WPT2	eT-WPT3	eT-WPT4	eT-WPT5	eT-WPT6
功率(P)范围 W	$P \leq 50$	$50 < P \leq 550$	$550 < P \leq 1650$	$1650 < P \leq 3300$	$3300 < P \leq 6600$	$P > 6600$
注：eT-WPT6系统不适用于单相电输入。						

C.3 系统工作频率



CeT 的无线充电频率应在79 kHz~90 kHz频段。

C.4 系统效率

无线充电设备的系统效率在额定工作区域应不小于制造商声称的最低限值，地面及墙面安装的额定工作区域见表C.2 和 表C.3，地面及墙面安装测量坐标系如图C.5 和图C.6 所示。

表C.2 地埋/地上无线充电额定工作区域

机械气隙 cm	X轴偏移 cm	Y轴偏移 cm	Z轴偏移 cm
5	±5	±5	±2
10	±5	±5	±2
15	±5	±5	±2
注：额定工作区域指CeT在某一额定工作点附近，以不小于制造商标定最低限值的系统效率工作的空间区域。			

表C.3 墙埋/墙上无线充电额定工作区域

机械气隙 X 轴 cm	Y轴偏移 cm	Z轴偏移 cm
1~5	±3	±2
4~10	±3	±2
注：额定工作区域指CeT在某一额定工作点附近，以不小于制造商标定最低限值的系统效率工作的空间区域。		

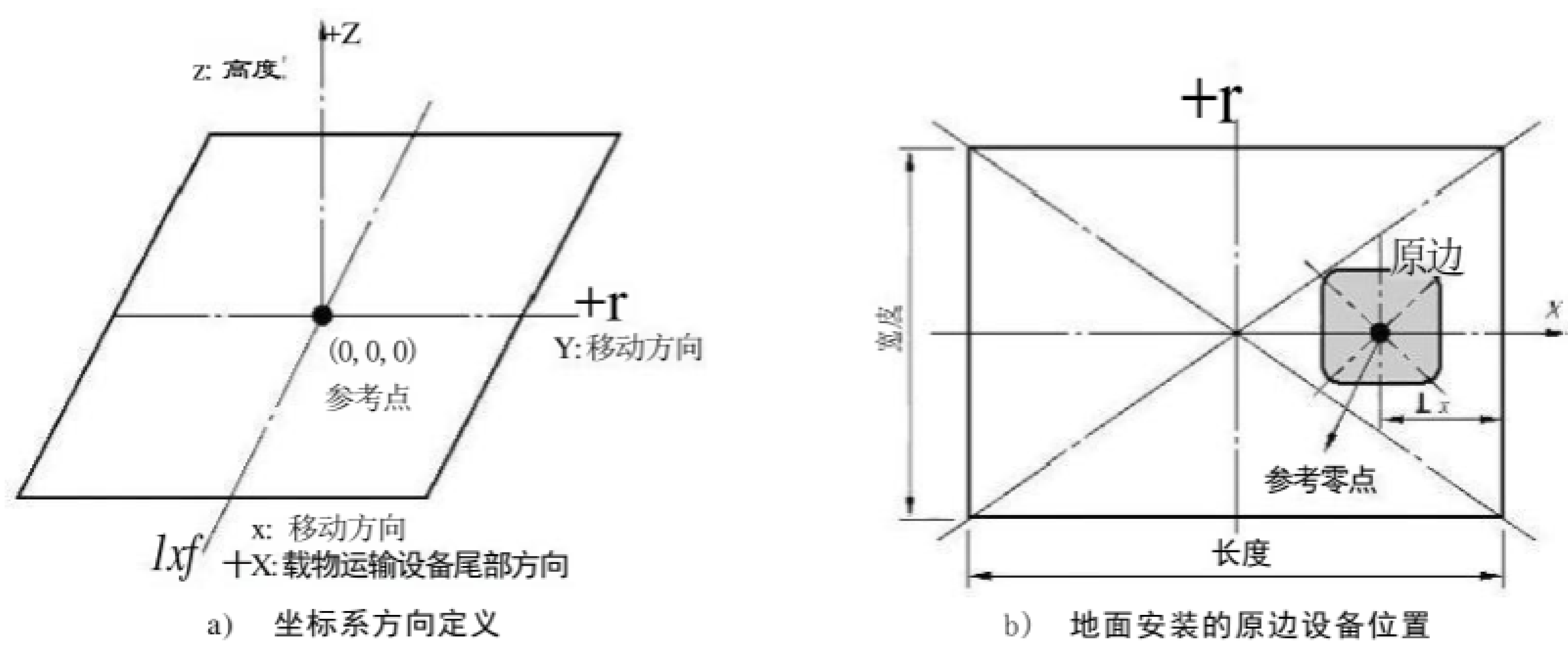


图 C.5 地面安装测量坐标系

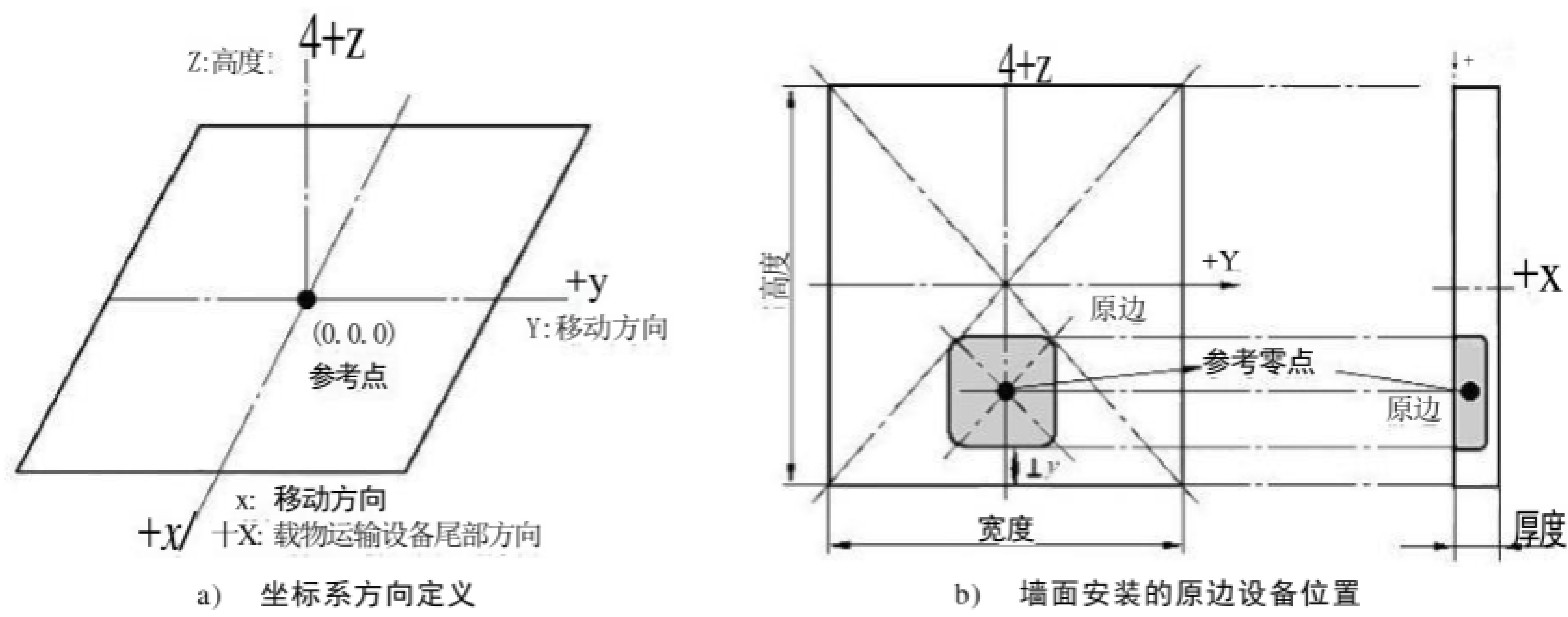


图 C.6 墙面安装测量坐标系

参 考 文 献

[1]GB/T 12643—2013 机器人与机器人装备 词汇
[2]GB/T 15706—2012 机械安全设计通则 风险评估与风险减小
[3]GB/T 16855.1—2018 机械安全控制系统安全相关部件第1部分：设计通则
[4]GB/T 34590.3—2022 道路车辆功能安全第3部分：概念阶段
[5]GB/T 34590.5—2022 道路车辆 功能安全第5部分：产品开发：硬件层面
[6]GB/T 34590.6—2022 道路车辆功能安全第6部分：产品开发：软件层面
[7]GB/T 36530—2018 机器人与机器人装备 个人助理机器人的安全要求
[8]GB/T 38186—2019 商用车辆自动紧急制动系统(AEBS) 性能要求及试验方法



S