UDC

中国土木工程学会标准

P T/CCES X－20XX

新能源公交车电气舱除尘作业技术要求Technical requirements for dedusting operation

of electric cabin of new energy bus

（征求意见稿）

20XX–XX–XX 发布 20XX–XX–XX 实施

中国土木工程学会 发布

**中国土木工程学会标准**

新能源公交车电气舱除尘作业技术要求Technical requirements for dedusting operation

of electric cabin of new energy bus

**T/CCES X－20XX**

批准单位：中国土木工程学会

施行日期：20XX年X月X日

20XX 北 京

**前 言**

本标准按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

本标准是根据中国土木工程学会《关于发布<2022年土木工程学会标准立项计划>的通知》（中土学标〔2022〕10号）的要求，由深圳优艾智嘉机器人科技有限公司会同有关单位编制完成。

在本标准编制过程中，编制组广泛调查研究和总结了新能源公交车电气舱除尘作业技术及专用设备的推广使用情况，并在广泛征求意见基础上，对具体内容进行了反复讨论、协调和修改，最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容是：范围、规范性引用文件、术语和定义、分类及型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、标签和随行文件、包装、运输和贮存及有关的附录。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国土木工程学会学术与标准工作委员会负责管理，由深圳优艾智嘉机器人科技有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有修改意见或建议，请寄送深圳优艾智嘉机器人科技有限公司（地址：广东省深圳市龙岗区甘李二路金苹果创新园C座1楼；邮政编码：518052；电子邮箱：vic.chen@youibot.com）。

本标准主编单位：深圳优艾智嘉机器人科技有限公司

本标准参编单位：西安交通大学

北京公共交通控股（集团）有限公司

上海久事公共交通集团有限公司

上海浦东新区公共交通有限公司

天津市公共交通集团（控股）有限公司

西安市公共交通集团有限公司

成都市公共交通集团有限公司

武汉市公共交通集团有限责任公司

上海崇明巴士公共交通有限公司

重庆市公共交通控股（集团）有限公司

深圳优艾智合机器人科技有限公司

上海迪观机电科技有限公司

本标准主要起草人员： XXXX

本标准主要审查人员：XXXX

**目 录**

[1． 范围 5](#_Toc168307565)

[2． 规范性引用文件 5](#_Toc168307566)

[3． 术语和定义 5](#_Toc168307567)

[4． 分类及型号 6](#_Toc168307568)

[5． 技术要求 7](#_Toc168307569)

[6． 试验方法 9](#_Toc168307570)

[7． 检验规则 11](#_Toc168307571)

[8． 标志、标签和随行文件 12](#_Toc168307572)

[9． 包装、运输和贮存 13](#_Toc168307573)

[附录A（资料性附录）除尘车间技术要求 15](#_Toc168307574)

# 范围

本文件规定了新能源公交车电气舱除尘机器人的术语和定义、分类及型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、标签和随行文件，包装、运输和贮存，以及除尘车间技术要求。

本文件适用于新能源公交车电气舱除尘机器人相关设计、生产及使用单位。

# 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 3095 环境空气质量标准

GB 22337 社会生活环境噪声排放标准

GB 40165 固定式电子设备用锂离子电池和电池组安全技术规范

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 3836.7 爆炸性环境第 27 部分:静电危害试验

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 32852.1 城市客运术语 第1部分：通用术语

GB/T 32852.2 城市客运术语 第2部分：公共汽电车

GB/T 36321 特种机器人 分类、符号、标志

GB/T 39006 工业机器人特殊气候环境可靠性要求和测试方法

HJ 1181 汽车工业污染防治可行技术指南

HJ 1263 环境空气总悬浮颗粒物的测定重量法

JB/T 11258 数字风向风速测量仪

# 术语和定义

GB/T 32852.1、GB/T 32852.2界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

1. **电气舱 electrical cabin**

新能源公交车容纳电气设备的舱室，简称电气舱。

1. **新能源公交车电气舱除尘机器人**

**dust removal robots of new energy bus electric cabin**

通过单机或多机的程序控制实现新能源公交车电气舱自动除尘作业的机器人。

1. **联动 simultaneous motion**

两台或多台机器人通过协同工作来完成复杂任务。

1. **运动路径 motion Path**

提前录入的运动机构的运动点位及顺序，该运动路径被存储并可供程序调用。

1. **停车位置补偿 parking location Compensation**

通过对车辆停车的空间位置的检测，与标定时车辆的空间位置做对比，依此对运动机构的运动距离做出调整，使机器人的运动区间保持合适的范围，及末端执行器与作业目标的距离保持在合适的范围。

# 分类及型号

1. **分类**

新能源公交车电气舱除尘机器人由除尘装置、运动机构、电气系统、监控和通信系统等组成。

1. 按功能可分为：

 a) CC-吹尘机器人,机器人将粉尘从作业目标上吹除；

 b) CX-吹吸一体机器人，机器人将粉尘从作业目标上吹除的同时集尘；

1. 按智能程度可分为：

a) 1-人工辅助机器人，机器人在人员参与或控制下执行完整作业任务，如作业区域调整等；

b) 2-全自动机器人，机器人按照预设的程序或算法执行完整作业任务，全程无需人工参与，其动作和决策受到程序限制；

c）3-智能机器人，机器人具有高度智能和决策能力，根据任务需求和环境变化，自主执行完整的作业任务。

1. **型号**

新能源公交车电气舱除尘机器人型号编码由企业代号、功能代号、智能程度代号、运动自由度代号、运行功率代号、产品版本代号组成，产品型号编码应尽可能简单，在表达清楚的前提下部分代号可省略。型号编码结构见图1。

产品版本代号

运行功率代号

自由度代号

智能程度代号

功能代号

企业代号

图1 型号编码结构

其中，企业代号应符合GB/T 36321的规定，由2位字母组成，由企业自定义；运动自由度代号是机器人完成作业目标的运动自由度数量，由1位阿拉伯数字表示；运行功率代号根据运行功率取整由1位阿拉伯数字表示；产品迭代版本代号由企业自定义。

示例：由优艾智嘉公司生产的全自动除尘机器人，5自由度，运行功率3kW，版本代号3。其型号编码为：ZJCC2533。

# 技术要求

1. **功能要求**
2. 运动功能

机器人应具备在车辆维修场地地面条件下执行运动路径的功能。

1. 停车位置补偿功能

机器人应具备对停车位置与标定位置偏差的运动补偿功能，根据检测结果自动调整运动参数，使机器人的运动区间与作业目标保持合适的范围。

1. 吹尘及集尘功能

机器人应具备将作业目标的粉尘吹除的功能。吹吸一体的机器人还应具备集尘功能。

1. 路径规划功能

 机器人应具备针对不同车型规划运动路径的功能，数据可存储和被调用。

1. 作业模式设置功能

机器人应具备两种以上的作业模式以针对不同的粉尘程度，作业模式相关的运动参数应可调整。

1. 远程控制功能

机器人应具备通过远程控制端完成作业任务的功能，远程控制端可以是移动终端、远程机房等。

1. 任务管理功能

机器人应具备独立或联动完成作业任务的功能，至少应包括执行运动路径、作业进度监控及生成作业日志。也可包括对附属设施及功能的管理，如：车牌识别、粉尘浓度监测等。

1. 自检功能

机器人应具备对自身模块运行状态的实时检测，在自检异常情况下机器人应停止工作并发出报警，报警信息应包含设备名称和报警类型的代号，并上传到本地监控系统。

1. 防碰撞功能

机器人应具备防碰撞功能，机器人在运行中遇到障碍物应能及时停止并报警，运动机构末端应至少具备左右上三个方向的防碰撞功能。

1. **性能要求**
2. 运动性能

机器人运动机构的最大运动速度应不低于200mm/s，重复定位精度应不超过±5mm，停车位置补偿的范围应不小于±10cm。

1. 除尘性能

机器人除尘装置出口风速应不小于60m/s，流量应不小于22m³/min。

1. 运行功率

吹尘机器人运行功率不超过3 kW，吹吸一体机器人运行功率不超过4.5 kW。

1. 续航能力

电池供电的吹尘机器人续航能力应不小于60min，电池供电的吹吸一体的机器人续航能力应不小于30min。

1. 清洁质量

清洁质量为电气舱内各新能源设备表面干燥、清洁，接插件无粉尘堆积。

1. 颗粒物排放

机器人除尘作业的颗粒物排放应符合GB3095的要求。

1. 噪声

机器人除尘作业的环境噪声应符合GB22337的要求。室外作业的机器人噪声等级不应超过85dB(A)。

1. **安全要求**
2. 机械电气安全一般要求。

应满足GB/T 5226.1的要求。

1. 急停及警示

机器人应有手动启动的急停装置及警示灯，急停装置及警示灯应满足GB5226.1的要求。

1. 静电防护，机器人应具备接地条件或安装防静电拖链。
2. 配备锂离子电池和电池组的，应满足GB40165的要求。
3. 配备充电系统的，应满足GB/T5226.1的要求。
4. **可靠性要求**
5. 机器人应满足以下环境长期运行的要求：

温度-10℃-45℃，相对湿度10%-90%，气压80kPa-110kPa。

1. 防护等级

室外作业机器人应满足IP53的要求，室内作业机器人应满足IP51的要求。

1. 平均故障间隔时间MTBF

机器人的平均无故障时间应不小于600h。

# 试验方法

1. **试验条件**
2. 试验环境应无外界强电、磁场干扰和有害气体；
3. 在现场进行试验的，应在具有平坦坚硬地基的地面；
4. 试验的环境温度在 -10℃-40℃范围内，风速应不大于3m /s；
5. 机器人应处于正常的工作状态，非必要时可以关闭吹尘功能，避免粉尘及噪声对试验干扰。
6. **功能试验**

按照产品说明书中规定的方法，目测检查5.1中所有功能。

1. **性能试验**
2. 运动性能
3. 运动速度的检查，设置一段超过1m的运动路径，检查机器人电脑显示的运动速度数据符合要求，也可人工计时检查。
4. 重复定位精度的检查，设置一段超过1m的运动路径，往复运动10次，检查机器人起点和终点坐标位置的偏差≤±5mm，也可人工辅助悬垂标识检查。
5. 停车位置补偿功能的检查，人为制造停车位置与标准位置的偏差，选择对应车型的运动路径自动运行，检查机器人坐标位置的变化与停车位置偏差是否一致。也可人工辅助悬垂标识检查。
6. 除尘性能

除尘装置开机稳定运行后，在出风口距离小于5cm处测试出口风速，持续运行超过10s，读取风速的最大值，仪器及计量要求应满足JB/T11258标准。风量依据风速及出风口面积计算。

1. 运行功率

通过机器人电脑显示的电流数据进行计算，或用电度表检测机器人运行期间的总工作功率；

1. 续航能力

对全新设备在充满电的情况下，选择常规车型的作业任务重复执行，测试运行总时长。

1. 清洁质量

目视法检查：选择正常保养的车辆，机器人作业结束后用压缩空气喷枪进行吹尘测试（距离15-20cm、气压6-8bar），应无明显粉尘扬起。注意需保持集尘系统正常运行。

1. 颗粒物排放

目视法检查作业期间的粉尘溢出情况，或按照HJ1263的试验方法。

1. 噪声

按照GB 22337的试验方法。

1. **安全要求试验**
2. 机械电气安全一般要求。

按照GB/T 5226.1要求的试验方法。

1. 急停及警示功能试验
2. 急停功能的检查，机器人运动期间，人为按下急停按钮，机器人可以立即停止运动并报警。人工复位后，可恢复正常运行。
3. 警示灯功能检查，目视法。
4. 静电防护试验，按照GB/T3836.27的试验方法。
5. 电池，按照GB40165的试验方法。
6. 充电系统，按照GB/T5226.1的试验方法。
7. **可靠性要求试验**
8. 运行环境试验，按照GB/T39006第6章的试验方法。
9. 防护等级，按照GB/T 4208的试验方法。

# 检验规则

1. **检验分类**

检验分为型式检验和出厂检验。

型式检验应包括但不限于本标准规定的所有试验项目。出厂检验项目由机器人制造厂商自行规定，但至少应包括表2规定的项目。

1. **型式检验**

当有下列情况之一时，应进行型式检验：

1. 新产品试制定型投产时；
2. 因工艺，材料或结构的变化而影响产品质量时；
3. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
4. 停产超过三年恢复生产时；
5. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。
6. **出厂检验**

出厂检验项目应对每台产品逐一进行，所有项目合格签发合格证方可出厂。

1. **检验项目**

机器人的型式检验及出厂检验应至少包含下表规定的项目。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 技术要求 | 试验方法 | 型式检验 | 出厂检验 |
| 1 | 功能 | 5.1 | 6.2 | ● | ● |
| 2 | 性能 | 运动性能 | 5.2.1 | 6.3.1 | ● | ● |
| 3 | 除尘性能 | 5.2.2 | 6.3.2 | ● | ● |
| 4 | 运行功率 | 5.2.3 | 6.3.3 | ● | ○ |
| 5 | 续航能力 | 5.2.4 | 6.3.4 | ● | ○ |
| 6 | 清洁质量试验 | 5.2.5 | 6.3.5 | ● | ○ |
| 7 | 颗粒物排放 | 5.2.6 | 6.3.6 | ● | ○ |
| 8 | 噪声 | 5.2.7 | 6.3.7 | ● | ○ |
| 9 | 安全 | 机械电气安全一般要求 | 5.3.1 | 6.4.1 | ● | ● |
| 10 | 急停及警示功能 | 5.3.2 | 6.4.2 | ● | ● |
| 11 | 静电防护试验 | 5.3.3 | 6.4.3 | ● | ● |
| 12 | 电池 | 5.3.4 | 6.4.4 | ● | ○ |
| 13 | 充电系统 | 5.3.5 | 6.4.5 | ● | ○ |
| 14 | 可靠性 | 运行环境试验 | 5.4.1 | 6.5.1  | ● | ○ |
| 15 | 防护等级 | 5.4.2 | 6.5.2 | ● | ○ |
| 16 | MTBF试验 | 5.4.3 | 6.5.3 | ● | ○ |
| 注：●表示规定必须做的项目，○表示规定可不做的项目 |

表2

# 标志、标签和随行文件

1. **标志**

对易危害人身安全和易导致使用不当的地方应有警示或警告标志。

1. **标签**

机器人应有永久性铭牌，包括但不限于以下内容：

1. 产品名称和型号；
2. 产品自重；
3. 额定功率；
4. 制造商名称；
5. 出厂编号。
6. **随行文件**
7. 随行文件清单
8. 产品合格证；
9. 产品说明书；
10. 装箱单；

d) 随机附件清单；

1. 产品说明书内容

产品说明书应包括但不限于以下内容：

1. 使用环境条件的说明；
2. 产品外观尺寸的说明；
3. 产品技术参数的说明；
4. 预期条件下的安全性说明；
5. 按规定用途使用的说明；
6. 使用和操作的说明；
7. 维护和维修的说明；
8. 安全警告的说明。

# 包装、运输和贮存

1. **包装**

产品在出厂时，可以根据不同运输工具、不同的运输距离选择合适的包装。包装 标志应符合GB/T 191的规定。

1. **运输**

运输工具不做特别规定。运输过程应防止碰撞、防雨、防雪。

1. **贮存**

 产品应贮存在通风、十燥、无腐蚀性气体的室内。产品从出厂检验日期起，过六个月应开箱做防锈处理。有电池的设备，每六个月应进行电量检测，电量过低的进行充电保养。

# 附 录 A

（资料性附录）

除尘车间技术要求

## 建筑要求

除尘机器人在密闭的除尘车间内作业，车间空间尺寸须满足车辆作业的需求，包括容纳车身及舱门开启操作空间，容纳人员穿行及机器人的运动空间。

1. 机器人待机状态车辆在车间通行宽度应大于3.9米，包括除尘设备车间内部宽度应小于7米。
2. 车间地面条件应符合工业地坪相关标准。
3. 车间出入口应布置密封用途的风幕/隔帘/门，不应有对外直接排放的换气设备。车间建筑及密封设施的选择应符合相关建筑标准。

## 集尘系统要求

车间应配置降尘效率匹配的集尘系统（含除尘器、风道、控制系统等），通过对作业区域的粉尘收集减少粉尘回落导致的二次污染，加快空间粉尘降尘效率，使得人员可以进入，提高车间周转效率。

1. 集尘系统的处理能力应满足：在机器人作业结束后60s内让空间内可吸入颗粒物（PM10）浓度降低到250ug/m³以下，满足人员进入的要求。
2. 为降低集尘系统对于环境噪声的影响，除尘器应安装于车间内部，出风口可加装消音器降低设备噪声。
3. 为降低车间能耗，可通过远程控制实现集尘区域与机器人作业区域的联动，实现对当下作业的区域的除尘。

## 效率相关设施及功能

为提高除尘作业整体流程效率及作业质量，建议配置以下设施或功能。

1. 车牌识别：配置自动车牌识别设备，自动调用车型作业路径数据。
2. 停车指引系统：通过对车辆在车间内空间位置动态检测，提高停车就位效率。
3. 颗粒物浓度监测：传感器应安装于集尘系统进风口，范围0-6000 ug/m³(PM10)及以上，超出420ug/m³应以声光报警提示人员撤出。
4. 视频监控，实现对机器人运行状态的实时监控。
5. 信息化相关功能，包括但不限于：作业日志的远程查看及导出，作业汇总报告等。

## 预防粉尘爆炸安全措施

1. 除尘器的选用应符合以下要求：

a)选用干式除尘器进行除尘时，采用过滤式除尘和(或)惯性除尘工艺。

b)不应采用电除尘器。

c)不应采用以沉降室为主的重力沉降除尘方式；不应采用干式巷道式构筑物作为除尘风道。

1. 除尘器箱体符合以下要求：

a)箱体采用钢质金属材料，若采用其他材料则选用阻燃材料且采取防静电措施，不应选用铝质金属材料。

b)箱体的设计强度能够承受采取防爆措施后产生的最大爆炸压力，设置在建筑物内的箱体采用钢质金属材料及焊接结构。

c)方形箱体的箱板之间的夹角作圆弧化处理。

d)箱体内部表面光滑，钢制金属材料箱体应采用防锈措施，不应使用铝涂料。

1. 除尘器旋转部件，如风机叶片应采用导电、运行时不产生火花的材料制造；且应安装紧固、运转正常，不产生碰撞、摩擦和异常杂音。
2. 集尘系统应先于其他作业系统启动，其他作业系统停机时除尘系统应至少延时30s停机。
3. 应确保集尘系统符合防爆安全要求，集尘系统至少每半年进行一次维护检修。