

# 团 体 标 准

T/NJ 1416—202X/T/CAAMM XXX—202X

---

## 连栋温室屋顶清洗机器人

Gutter connected greenhouse cleaning robot

(公示稿)

202X-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中国农业机械学会  
中国农业机械工业协会

发布

## 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。

本文件由中国农业机械学会和中国农业机械工业协会联合提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）归口。

本文件主要起草单位：山东农业大学、北京市农林科学院智能装备技术研究中心、山东省农业机械科学研究所、农业农村部规划设计研究院设施农业研究所、山东华龙农业装备股份有限公司。

本文件主要起草人：李天华、施国英、林森、郭洪恩、丁小明、郑文刚、李广华、张观山。

# 连栋温室 屋顶清洗机器人

## 1 范围

本文件规定了连栋温室屋顶清洗机器人的术语和定义、产品型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于农业生产用连栋温室屋顶外部清洗机器人的设计、研发生产和测试（以下简称清洗机器人）。

## 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；未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5667 农业机械 生产试验方法  
GB/T 9480 农业拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 使用说明书编写规则  
GB 10395.1 农林机械 安全 第1部分：总则  
GB 10396 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 安全标志和危险图形 总则  
GB/T 5226.7 机械电气安全 机械电气设备 第7部分：工业机器人技术条件  
GB/T 17888.2 机械安全 接近机械的固定设施 第2部分：工作平台和通道  
GB/T 17888.3 机械安全 接近机械的固定设施 第3部分：楼梯、阶梯和护栏  
GB/T 17888.4 机械安全 接近机械的固定设施 第4部分：固定式直梯  
GB/T 20721 自动导引车 通用技术条件  
GB/T 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离  
GBT 36239 特种机器人 术语  
GBT 36321 特种机器人 分类、符号、标志  
JB/T 5673 农林拖拉机及机具涂漆 通用技术条件  
JB/T 9791 农业机械 万向节传动轴 安全防护罩  
JB/T 9832.2—1999 农林拖拉机及机具 漆膜附着性能测定方法 压切法  
JBT 10288 连栋温室技术条件  
JBT 10292 温室工程 术语

## 3 术语和定义

GBT 36239、JBT 10292 和 JBT 10288 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**连栋温室 gutter connected greenhouse**

至少有两个跨度以上，跨间屋面以天沟连接，适合于规模化机械作业与生产管理的温室。

### 3.2

天沟 gutter

屋面与屋面连接处的排水沟。

3.3

屋顶 roofing

连栋温室顶部的双坡单屋面或多屋面。

3.4

清洗机器人 cleaning robot

由电动底盘、识别检测装置、清洗装置和换行平台等组成，采用遥控或全自主运行模式，通过软件操控在连栋温室天沟进行屋面清洁的自动清洗工具。

3.5

清洗换行 changing cleaning line

清洗机器人清洗完当前屋面切换到下一屋面进行清洗。

3.6

额定清洗速度 rated cleaning speed

清洗机器人持续正常作业时的最高速度。

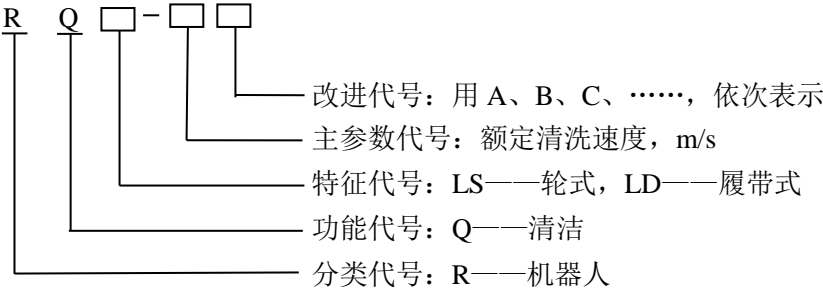
3.7

对行精度 alignment accuracy

清洗机器人换行完成时，行走轮中心与天沟中心线之间的允许偏差值。

4 产品型号

清洗机器人产品型号按 GBT 36321-2018 的规定编制，由下列代号组成。



标记示例：RQJLS-0.2表示轮式清洗机器人，行进速度为0.2m/s。

5 技术要求

5.1 安全要求

5.1.1 清洗机器人应采取 GB 10395.1、GB/T 20721 规定的适用安全要求和/或措施，并应按照规定的设计原则，通过充分的风险减少措施达到可接受的风险水平。

5.1.2 清洗机器人的外露运动件（如传动轴、带轮、链轮、传动带和链条等）应设置防护装置，防护装置应符合 GB10395.1 的规定；清洗机器人传动装置如动力输入轴、万向节传动轴应有牢固、可靠的防护罩。万向节传动轴防护罩应符合 JB/T 9791 的规定，动力输出万向节传动轴防护罩和动力输入连接装置防护罩间直线重叠量应不少于 50 mm；防护罩应便于机器的维护、保养和观察，防护罩的涂漆颜色应使用警示色，并区别于清洗机器人的整机涂色。

- 5.1.3 防止上下肢触及危险区的安全距离应符合 GB/T 23821 的规定。
- 5.1.4 正常操作和保养时需要外露的功能件、防护装置开口处及其他存在遗留（剩余）风险的部件附近应设置符合 GB 10396 规定的安全标志。安全标志应在使用说明书中重现，并指明其在清洗机器人上的粘贴位置。使用说明书中应按 GB/T 9480 的规定给出提醒操作者的安全注意事项。
- 5.1.5 清洗机器人应在移动平台操作面板醒目位置设置急停按钮，并优先于清洗机器人其它所有功能。急停按钮未经手动复位前应不能自动恢复。
- 5.1.6 清洗机器人移动平台、护栏、双立柱直梯及护笼应分别采取 GB/T 17888.2、GB/T 17888.3、GB/T 17888.4 规定的适用安全要求和/或措施，并应按照规定的设计原则减少风险到可接受的水平。
- 5.1.7 清洗机器人遥控器遥控距离在正常工作条件下应不小于 120 m，并在全行程范围内控制有效。
- 5.1.8 清洗完成后，清洗机器人应在移动平台驻车，并用 U 型锁、钢丝锁、链条锁等锁具与移动平台固定；移动平台通过锁具与温室一角骨架固定。

## 5.2 性能要求

### 5.2.1 作业性能

在 0℃~40℃的环境温度下，清洗机器人的主要性能指标应符合表 1 的规定。

表 1 主要性能指标

序号	项目	性能指标
1	清洗速度/(m/s)	可调(0~0.25)
2	换行速度/(m/s)	$\geq 0.1$
3	对行误差/mm	$\leq 5$
4	喷水流量/(L/min)	可调(20~40)
5	制动距离/cm	$\leq 30$
6	清洗屋面坡度/(°)	可调(16~25)

### 5.2.2 可靠性

清洗机器人平均故障间隔时间应不小于 40 h，有效度应不小于 95%。

## 5.3 一般要求

### 5.3.1 清洗机器人装配质量应满足以下要求：

- 运动件应运转灵活，不应有卡阻、磕碰现象；
- 非运动件装配后不应有明显偏移、歪斜、翘曲等现象；
- 紧固件应紧固可靠，无松动现象。

### 5.3.2 清洗机器人外观质量应满足以下要求：

- 零部件应无明显伤痕、锈渍、油污及可能引起伤害的锐边、毛刺等缺陷；
- 零件表面应色泽均匀、光洁，附着牢固
- 漆层厚度应符合 JB/T 5673 的规定，漆膜附着力应不低于 JB/T 9832.2 中规定的Ⅱ级。

### 5.3.3 清洗机器人的使用说明书应按 GB/T 9480 的规定编制，至少应有以下内容：

- 产品名称、型号、主要技术参数（包括清洗机器人外形尺寸、额定速度、额定负载等）和执行标准；
- 有关安全使用的要求和安全警示说明；

- 操作、检修和维护保养的信息；
- 制造厂名称、地址及电话。

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件

- 6.1.1 清洗机器人应按制造厂使用说明书的规定进行调整、保养和操作，并调至最佳技术状态下进行测定。
- 6.1.2 使用的仪器、设备应在有效检定周期内，主要仪器设备的测量范围、准确度或分辨力应满足试验要求。
- 6.1.3 清洗机器人动力输出轴额定转速应符合配套行走机构、清洗机构设计要求，技术状态应良好。
- 6.1.4 试验应当采用适合清洗机器人作业的连栋温室，天沟设计、施工规范，天沟应平整、整洁、无异物。
- 6.1.5 试验区应由稳定区、测定区和停车区组成。试验天沟测定区前应有长度不小于 10 m 的稳定区，测定区长度不少于 20 m，测定区后应有不少于 10 m 的停车区；平台双向换行天沟数均大于等于 2 个以上。
- 6.1.6 清洗机器人与换行平台应装配完好，技术状态良好。
- 6.1.7 试验环境气温应在 0℃~40℃之间，相对湿度不低于 50%。
- 6.1.8 清洗机器人绝缘要求应符合 GB/T 5226.7 的规定。

### 6.2 作业性能试验测定

- 6.2.1 清洗速度试验按如下步骤进行：
  - a) 在试验连栋温室选定天沟内，预先标定稳定区、测定区和停车区；
  - b) 使清洗机器人自主行驶，保持额定速度驶过测定区，记录通过时间，计算行走速度；
  - c) 重复试验不少于3次，计算清洗机器人的平均清洗速度，判断试验结果是否符合本标准的规定。
- 6.2.2 换行速度试验按如下步骤进行：
  - a) 当清洗机器人完全进入换行平台，平台辅助导轨完全升起时开始计时；
  - b) 当换行平台停止，辅助导轨完全落下时停止计时；
  - c) 根据两天沟中心距离与换行时间计算换行速度；
  - d) 重复试验不少于3次，计算清洗机器人的平均换行速度，判断试验结果是否符合本标准的规定。
- 6.2.3 对行误差试验按如下步骤进行：
  - a) 当清洗机器人换行完成刚进入天沟时，使清洗机器人暂停运行；
  - b) 测量行走轮中心与天沟中心偏差；
  - c) 重复试验不少于3次，计算清洗机器人的平均对行误差，判断试验结果是否符合本标准的规定。
- 6.2.4 喷水流量试验按如下步骤进行：
  - a) 在试验连栋温室选定天沟内，预先标定稳定区、测定区和停车区；
  - b) 使清洗机器人自主行驶，保持额定速度驶过测定区，记录通过时间与流量计变化值，计算流量；
  - c) 重复试验不少于3次，计算清洗机器人的平均喷水流量，判断试验结果是否符合本标准的规定。
- 6.2.5 制动距离试验按如下步骤进行：
  - a) 在天沟的停止区标注停止线；
  - b) 使清洗机器人以额定清洗速度条件下运行至停止线时立即停车；

- c) 测量清洗机器人超出停止线部分的行驶距离；
- d) 取3次试验的算术平均值，判断试验结果是否符合本标准的规定。

#### 6.2.6 清洗屋面角度测量按如下步骤进行：

- a) 清洗机器人停机状态下，调整清洗滚刷倾斜角度；
- b) 在滚刷表明取固定两点，分别测不同倾斜角下两点间的垂直高度；
- c) 计算得到倾斜角度的最小最大值即为清洗屋面角度范围，判断结果是否符合本标准的规定。

#### 6.2.7 清洗作业质量测量按如下步骤进行：

- a) 清洗作业质量测量需要在晴天进行，保证室外有充足的光照。对规定区域温室内靠近棚顶的特定区域进行至少3处光照强度测量，记录此时室外同高度光照强度数值，计算清洗前的平均透光率；
- b) 清洗机器人使用自动模式对规定区域进行清洗作业后，记录特定区域至少3处的光照强度数值，并记录此时室外同高度光照强度数值，计算清洗后的平均透光率；
- c) 清洗前后室外光照强度数值差值在10%以内时，以上测量有效，否则需等待室外光照强度达标后继续测量并计算。

### 6.2.8 可靠性试验

#### 6.2.8.1 一般规定

可靠性试验应符合下列规定：

- a) 清洗机器人进行可靠性试验时，试验时间应不少于50h；
- b) 采用随机抽样方式，抽取清洗机器人2台。新产品或为其他目的的可靠性试验台数根据具体情况确定；试验时，操作人员应按制造厂提供的产品使用说明书的规定进行操作和维护保养；
- c) 平均首次故障前工作时间和使用有效度参照GB/T 5667的规定进行测定。

#### 6.2.8.2 平均故障间隔时间

平均故障间隔时间按式(7)计算：

$$MTBF = \frac{\sum t_i}{r} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$MTBF$ ——平均故障间隔时间，单位为小时(h)；

$\sum t_i$ ——清洗机器人考核期间的作业时间之和，单位为小时(h)。

$r$ ——清洗机器人在考核期间累计故障次数(轻度故障除外)。

#### 6.2.8.3 使用有效度

使用有效度按式(8)计算：

$$A = \frac{\sum t_i}{\sum t_i + \sum t_r} \times 100 \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$A$ ——使用有效度，%；

$\sum t_r$ ——清洗机器人故障排除和修复时间之和，单位为小时(h)。



### 6.3 安全要求检测

对 5.1 的规定，采用手感、手动操作和/或常规量具（如直尺）测量方式进行检查、测定。

### 6.4 一般要求检测

6.4.1 对 5.3.1~5.3.3 的规定，在检测试验过程采用目测、手感/手动操作和/或常规量具测量方式进行检查、测定；零部件材料性能目测查对检测报告，并核查其材料采购文件；零部件（包括外购件、外协件）核查有无检测报告或合格证明文件；主要紧固件的强度等级采用目测核查其采购文件。

6.4.2 清洗机器人油漆涂层表面质量和漆膜厚度按 JB/T 5673 的规定进行测定；漆膜附着力按 JB/T 9832.2 的规定进行测量。

6.4.3 手感和/或使用常规器具检查各连接件、紧固件是否松动；空运转前、后，用测温仪测定齿轮箱体、轴承座、轴承部位温度并计算温升；目测、手感是否存在漏油现象。

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

7.1.1 每台清洗机器人应经制造厂质量检验部门检查合格，并附有产品质量合格证方准入成品库和出厂。

7.1.2 每台清洗机器人出厂前应进行出厂检验，检验项目见表 2，全部检验项目均应合格。如有不合格项目允许修复、调整，并重新提交复检，复检仍不合格则判定该产品不合格。

### 7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时，需要进行型式检验：

- 新产品定型鉴定和老产品转厂生产；
- 正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能；
- 工装、模具的磨损可能影响产品性能；
- 长期停产后，恢复生产；
- 批量生产，周期性检验（一般每 2 年~3 年进行一次）；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求。

7.2.2 型式检验项目按表 2 规定。

7.2.3 采取随机抽样，在工厂抽样时，应在制造厂近 6 个月内生产的合格产品中随机抽取，检查批量应不少于 6 台，在用户和经销部门抽样不受此限，抽取样本为 2 台。清洗机器人抽取封存后至检验工作结束期间，除按使用说明书规定进行保养和调整外，不应再进行其他调整、修理和更换。

7.2.4 型式检验项目分类见表 2，按其对产品的影响程度，分为 A、B、C 三类。A 类为对产品质量有重大影响的项目，B 类为对产品质量有较大影响的项目，C 类为对产品质量影响一般的项目。



表 2 检验项目分类

项目分类		检验项目	对应条款	出厂检验	型式检验
类	项				
A	1	安全要求	5.1	✓	✓
	2	清洗速度	5.2.1	✓	✓
	3	换行速度	5.2.1	✓	✓
	4	对行误差	5.2.1	—	✓
	5	制动距离	5.2.1	—	✓
B	1	喷水流量	5.2.1	✓	✓
	2	清洗屋面坡度	5.2.1	✓	✓
	3	平均故障间隔时间	5.2.2	—	✓
	4	使用有效度	5.2.2	—	✓
C	1	装配质量	5.3.1	✓	✓
	2	外观质量	5.3.2	✓	✓
	3	使用说明书	5.3.3	✓	✓
注：“√”表示应检验项目，“—”表示不检验项目。					

7.2.5 抽样判定方案按表 3 的规定进行。表中接收质量限 AQL、接收数 Ac、拒收数 Re 均按计点法（即不合格项次数）计算。采用逐项考核，按类别判定的原则，若各类不合格项次小于或等于接收数 Ac 时，判定该产品合格；若不合格项次大于或等于该拒收数 Re 时，判定该产品不合格。

表 3 抽样判定方案

检验项目类别	A		B		C	
检验项目数	5		4		3	
样本量 $n$	2		2		2	
AQL	6.5		40		65	
Ac      Re	0	1	1	2	2	3

## 8 标志、包装、运输和贮存

8.1 每台清洗机器人上应安装牢固的产品标牌。标牌应符合 GB/T 13306 的规定，内容至少应包括：

- 制造商名称及地址；
- 产品型号与名称；
- 产品主要技术参数，包括清洗速度、整机功率、整机质量等；
- 产品出厂编号；
- 产品制造日期；
- 产品执行标准编号。

8.2 清洗机器人出厂装运时，对附件、备件、工具及运输中必须拆下的零部件，应进行分类包装、标识，应保证清洗机器人（包括备件、附件和随机工具）在正常运输中不致发生损坏和丢失。

8.3 出厂的清洗机器人应按照产品技术文件的规定配齐全套备件、附件和随机工具，并随同出厂的每

台清洗机器人至少应提供下列文件：

- a) 使用说明书；
- b) 零件目录（零件图册）；
- c) 合格证和保修单；
- d) 备件、附件和随机工具清单；
- e) 三包文件；
- f) 装箱单。

8.4 产品的运输应符合公路、铁路、水路运输的规定。在运输、装卸过程中应注意放置方向，不应翻倒侧置，应可靠固定，防止碰撞、重压，并采取防雨、防潮措施。

8.5 清洗机器人应贮存在干燥、通风和无腐蚀物质的场所。在干燥、通风的贮存条件下，清洗机器人及其备件、附件和随机工具的防锈有效期为自出厂之日起 12 个月。清洗机器人需露天存放时，应采取防风、防晒、防雨雪和防碰撞等措施，并避免有害物质的侵蚀。

---