

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

# T/CAAA

## 中国畜牧业协会团体标准

T/CAAA XXXX—2025

### 生猪轨道视觉机器人通用规范

General Standard for Rail-Based Visual Inspection Robots in Pig Farming

(征求意见稿)

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国畜牧业协会 发布



# 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 技术要求 .....	4
4.1 一般要求 .....	4
4.2 采集信息的性能要求 .....	4
4.3 移动和定位要求 .....	4
4.4 数据采集监测要求 .....	4
4.5 数据处理与传输要求 .....	4
4.6 识别精度要求 .....	5
4.7 移动和定位要求 .....	5
4.8 安全性要求 .....	5
5 可靠性以及性能测试 .....	5
6 测试方法 .....	5
6.1 轨道系统测试 .....	5
6.2 视觉系统测试 .....	5
6.3 运动性能测试 .....	6
6.4 数据处理与传输测试 .....	6
6.5 安全性能测试 .....	6
7 使用说明书 .....	6
7.1 设备安装与调试 .....	6
7.2 设备使用与维护 .....	6
7.3 设备更新与退役 .....	6
8 附表 1 养殖机器人设备维护要求 .....	6

## 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。

本文件由中国畜牧业协会提出并归口。

本文件起草单位：合肥拉塞特机器人科技有限公司、中国农业科学院北京畜牧兽医研究所、河南牧原智能科技有限公司、华南农业大学、华中农业大学、东北农业大学。

本文件主要起草人：熊本海、曹井管、唐湘方、韩华、肖德琴、任竹青、牛旻、沈维政、桂志明、郑伟、彭安宁、蔡翔、宋浩东、胡义勇、戴百生。

# 生猪轨道视觉机器人通用规范

## 1 范围

本文件规定了生猪轨道视觉机器人的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于在生猪养殖环境中，用于生猪监测、管理等相关作业的轨道视觉机器人。

## 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；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。

- GB5085.7 危险废物鉴别标准通则
- GB11291.1 工业环境用机器人安全要求第1部分：机器人
- GB28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
- GB/T2423 电工电子产品环境试验
- GB/T5226.1 机械电气安全机械电气设备第1部分：通用技术条件
- GB/T15706 机械安全设计通则风险评估与风险减小
- GB/T17626.2 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验
- GB/T17626.5 电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 19292.1 金属和合金的腐蚀大气腐蚀性 第1部分
- GB/T 9943 高速工具钢
- GB/T 24186 工程机械用高强度耐磨钢板和钢带

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 轨道视觉机器人 **rail-based visual inspection robot**

是一种应用在猪舍内，结合轨道移动系统、机器视觉技术并集成温湿度等猪舍环境传感器的智能设备，可以接受指令去采集猪只的视频、图像以及环境数据信息。

### 3.2

#### 轨道系统 **rail system**

为机器人提供运行路径和支撑的装置，包括轨道、连接件等。

### 3.3

#### 充电仓 **docking charging station**

机器人充电仓是为移动机器人设计的专用电力补给装置。

### 3.4

#### 数据采集 **data acquisition**

生猪视觉轨道机器人数据采集是指通过轨道移动式机器人搭载的传感器，在生猪养殖环境中自动获取、处理并传输生物特征、行为和环境等数据关键数据的技术过程。

### 3.5

#### 主动巡检 **active inspection**

由人工远程触发或特定事件驱动的即时巡检模式，机器人响应指令对指定区域/目标进行针对性检测。

### 3.6

#### 定时巡检 **scheduled inspection**

按预设时间周期和固定路线执行的自动化巡检，完成常规数据采集与环境监测。

### 3.7

#### 智能巡检 intelligent inspection

基于AI算法自主决策的巡检模式，通过分析历史数据与实时传感器反馈，动态调整巡检策略。

## 4 技术要求

### 4.1 一般要求

- a) 静态覆盖范围：在距产床地面 1.8 ~ 2.4 m 的高度，针对分娩栏单个机器人巡检覆盖范围  $\geq 1.8 \text{ m} \times 2.4 \text{ m}$ ；在移动巡检过程中针对群养栏覆盖范围  $\geq 8 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ 。
- b) 巡检覆盖范围：妊娠舍定位栏（配种阶段、怀孕阶段）单个监测覆盖 80~100 个栏位；产床（小猪哺乳阶段）单个监测覆盖 48~64 个栏位；大栏/群养栏（断奶后、保育、育肥阶段）单个监测覆盖 15~20 个栏位。
- c) 轨道性能：采用不锈钢或铝合金材质工字型结构等高强度轨道，抗腐蚀能力达到 C2 及以上、表面硬度等级达到 H2 及以上且耐磨特性达到 W3 及以上；在载重  $\leq 15\text{kg}$  情况下，可稳定运行并无安全隐患。
- d) 轨道安装：支撑构件间距直轨  $\leq 3\text{m}$ ，弯轨  $\geq 1.1 \text{ m}$ ，弯轨转弯半径  $\geq 0.6\text{m}$ 。
- e) 安装精度：轨道接缝  $\leq 2\text{mm}$ ；水平倾斜角度  $\leq 3^\circ$ 。
- f) 工作方式：支持主动巡检、定时巡检、智能巡检三种方式。
- g) 工作环境：在温度  $-10^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ ，湿度 5%~90%（非凝露）条件下正常工作。

### 4.2 采集信息的性能要求

- a) 云台球机像素为  $\geq 200$  万像素，支持  $\geq 4$  倍光学变焦能力，支持水平  $355^\circ$  旋转以及垂直  $90^\circ$  旋转，支持 GB28181 协议，支持 15 m~20 m 红外光补功能，光线较暗可自动开启红外补光。
- b) 广角相机和鱼眼相机具有  $\geq 200$  万像素，支持定时巡检拍照和拍摄栏位短视频功能，可实现实时监控和记录历史数据，视频录制长度  $\geq 10\text{s}$ 。
- c) 深度相机的工作范围为 0.2~0.5m，采用双目结构光 RMSE 相对精度  $\leq 2\%$ ，IMU 采用三轴加速度和三轴角加速度。

### 4.3 移动和定位要求

- a) 机器人沿预设轨道运行，支持前后移动。
- b) 机器人在轨道上运行速度平稳，无明显卡顿，定位精度  $\pm 10\text{mm}$ 。

### 4.4 数据采集监测要求

- a) 猪舍巡检：机器人运行于猪舍安装的轨道上，支持云平台设置定时巡检任务，采集猪只视频、图像与环境数据。
- b) 远程直播：机器人配备高清可变焦云台球机，支持用户通过平台操作机器人实时观看猪舍现场及生猪生长情况，并支持实时控制执行指定任务，如前进、后退、拍照、录像等。
- c) 空栏巡检：通过机器人搭载的高清相机，每天巡检次数可以根据缺省值或手动设定，通过生猪目标识别算法识别栏位是否有猪。
- d) 视觉盘点：采用轨道式悬挂机器人，每天自动进行生猪存栏数量盘点。一般要求，每天 3~6 次定时巡检进行点数。
- e) 视觉估重：通过 3D 视觉测量技术，结合预设计的生猪的体尺体征数据与体重的关系曲线模型，计算出当前存栏重量。

### 4.5 数据处理与传输要求

- a) 数据分析计算：机器人内置 linux 系统、固态硬盘和数据处理与存储配置，确保可满足至少一天包含采食异常、育肥估重、空栏检测等图片和视频性能的数据采集存储、数据清洗、边缘计算及算法计算的性能要求。

- b) 通信方式：采用 Wi-Fi 无线通信，支持 2.4G 和 5G 频带。轨道机器人在与无线通信网关距离  $\leq 50\text{m}$  范围内可正常通信，通信协议采用 MQTT 和 HTTP 协议，数据上传到平台的准确率达 100%，传输延迟时间应  $< 2\text{s}$ 。

#### 4.6 识别精度要求

- a) 采食异常检测精度  $\geq 95\%$ 。
- b) 育肥估重检测精度  $\geq 90\%$ 。
- c) 环境温度采集误差  $\leq 0.5^\circ\text{C}$ 。
- d) 湿度采集范围 5%RH ~ 90%RH，误差  $\leq 5\%$ RH。
- e) 空栏巡检检测精度  $\geq 99.9\%$ 。
- f) 视觉盘点精度  $\geq 99\%$ 。
- g) 视觉估重精度要求  $\geq 90\%$ 。

#### 4.7 移动和定位要求

- a) 供电方式采用锂电池+无线充电方式，锂电池电压为 12V~36V。
- b) 充电仓充电参数为交流电压  $220\text{V} \pm 10\%$ ，频率  $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ 。
- c) 锂电池单次满电状态下支持机器人连续巡检时间  $\geq 12\text{h}$ ，正常待机时间  $\geq 36\text{h}$ 。
- d) 机器人电量从 10%到 100%所需充电时间  $< 5\text{h}$ 。

#### 4.8 安全性要求

设备的机械设计安全符合 GB/T15706、GB11291.1，电气安全符合 GB/T5226 的相关要求。

### 5 可靠性以及性能测试

- a) 防水防尘：轨道机器人本体防护等级达到 IP65 要求。
- b) 耐酸碱腐蚀：在产品表面喷洒酸碱试剂（其中酸性试剂 pH 值  $< 3.5$ ，碱性试剂 pH 值  $> 10$ ）静止 48h 后，外观无明显腐蚀，试验中与试验后整机外观及功能无异常。
- c) 抗振：符合 GB/T2423-2019 的要求。
- d) 耐盐雾腐蚀：符合 GB/T2423-2019 的要求。
- e) 防静电抗干扰：符合 GB/T17626.2-2019 的要求。
- f) 浪涌抗干扰：符合 GB/T17626.5 浪涌（冲击）抗扰度试验的要求，达到性能判据 A 的要求。
- g) 射频场感应抗干扰：符合 GB/T17626.2 射频场感应的传导骚扰抗扰度的要求（试验电压 3V），达到性能判据 A 的要求。
- h) 高/低温状态存储性能：符合 GB/T2423 耐高温和低温及温度变化的相关要求。
- i) 可靠性：符合 GB5085.7 的可靠性要求。
- j) 无故障运行时间：无故障运行时间 MTBF  $> 8000\text{h}$ 、按照每天工作 16h 计算可以工作 500 天。

### 6 测试方法

#### 6.1 轨道系统测试

- a) 材质：采用化学分析或物理性能测试方法，检测轨道的材质成分和性能指标是否符合要求。
- b) 安装精度：使用激光测距仪、水平仪等测量工具，检测轨道的直线度、水平度和安装偏差。
- c) 承载能力：在轨道上加载 15kg 以内的模拟载荷，运行机器人，观察轨道的变形情况和机器人的运行状态。

#### 6.2 视觉系统测试

- a) 图像采集质量：在不同光照条件下，采集生猪的图像，通过图像处理软件、分辨率测试卡、24 色标准色卡、灰度测试卡等分析图像的分辨率、色彩还原度、对比度等指标。
- b) 识别精度：使用已知特征的生猪样本，对机器人的识别功能进行测试，统计识别准确的样本数量，计算识别精度等。

### 6.3 运动性能测试

- a) 运行速度：使用测速仪测量机器人在不同速度设置下的实际运行速度，记录速度的稳定性和偏差。
- b) 定位精度：在轨道上设置多个定位点，让机器人多次运行到指定位置，使用测量工具测量机器人的实际定位位置与目标位置的偏差。
- c) 转弯性能：在转弯轨道上运行机器人，观察机器人的转弯情况，测量转弯半径是否符合要求。

### 6.4 数据处理与传输测试

- a) 数据处理能力测试：向机器人输入一定数量的视频和图像数据，记录机器人处理数据的时间和处理结果的准确性。
- b) 数据传输测试：在不同距离和网络环境下，测试机器人的数据传输准确率和传输延迟。

### 6.5 安全性能测试

- a) 防护等级：按照相关标准进行防尘、防水试验，检查机器人外壳的防护效果。
- b) 安全保护装置：触发前后碰撞传感器，检查机器人是否能够及时停止运行。

## 7 使用说明书

### 7.1 设备安装与调试

- a) 设备安装由专业技术人员进行，确保安装符合设计要求。
- b) 安装完成后，进行调试，确保设备运行正常，各项功能符合要求。

### 7.2 设备使用与维护

维护要求包括运行环境、轨道模块、设备模块、消杀防护四个方面，关键数据如附表 1 所示。

### 7.3 设备更新与退役

- a) 设备使用一定年限后，根据实际使用情况和技术发展水平，考虑进行更新换代。
- b) 退役的设备进行妥善处理，符合环保要求。
- c) 更新换代时，新设备系统必须支持从旧系统进行全量历史数据迁移，并通过验证工具确保历史数据可解析率和完整性 $\geq 99.9\%$ ，同时新系统应向后兼容至少 3 代旧协议接口或提供有效的协议转换方案。

## 8 附表 1 养殖机器人设备维护要求

模块	维护项目	影响内容	频次	备注
运行环境	机器运行轨道上、下、左、右的杂物清理，如蜘蛛网等	机器运行的稳定性和成像的清晰度	随时	日常人工巡视过程中发现即处理
	机器运行路径是否有掉落的线路及其他障碍物	影响机器运行	随时	日常人工巡视过程中发现即处理
通讯网络	路由器、AP、网线连接是否存在松动、脱落现象	设备网络信号的接收	次/月	

轨道模块	轨道表面异物清理 (如灰尘、饲料、老鼠尿等); 轨道连接紧固度	设备运行的稳定性	次/月	
	点位卡松动及脱落情况	栏位读卡失败、漏检, 报表无栏位巡检信息	次/月	
	末位挡板紧固螺丝松动情况	限位失败, 设备脱轨、掉落	次/月	
	充电仓紧固螺丝松动情况	限位失败, 设备脱轨、掉落	次/月	
设备模块	相机表面保持清洁无异物(清理用干净软毛巾)	成像清晰度	次/月	
	确保天线姿态向上, 左右呈45°角张开	设备接收网络信号强度和巡检直播流畅度	次/月	
	机器顶部老鼠屎、虫尸等异物	设备运行流畅性和设备寿命	次/月	
	机器顶部是否有老鼠啃咬断裂现象	设备稳定性和安全性	次/月	
	充电仓表面灰尘、异物	机器正常充电	次/月	
消杀防护	消杀时、设备(机器、充电仓、路由器、AP)须断电并关机, 套上透明塑料袋进行简单防护	消毒液进入设备影响设备运行, 降低设备寿命	根据猪场情况而定	