

ICS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL 196—2025

## 田间农业机器人通用技术条件与操作规范

General Technical Conditions and Operation Code of Practice for Field Agricultural  
Robots

征求意见稿

2025 - - 发布

2025 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言 ..... II

一、引言 ..... 1

二、范围 ..... 1

三、规范性引用文件 ..... 1

四、术语和定义 ..... 2

五、分类与型号 ..... 2

六、通用技术要求 ..... 2

七、安全要求 ..... 4

八、环境适应性 ..... 4

九、可靠性 ..... 4

十、操作规范 ..... 4

十一、维护保养 ..... 5

十二、检验与试验方法 ..... 5

十三、标志、包装、运输和贮存 ..... 5

十四、附则 ..... 6

## 前 言

本文件依据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。

本文件由广西产学研科学研究院提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

# 田间农业机器人通用技术条件与操作规范

## 一、引言

田间农业机器人作为现代农业机械化与智能化深度融合的重要载体,正引领着农业生产方式向精准化、自动化、智能化方向深刻变革。在全球人口持续增长、农业劳动力结构性短缺、资源环境约束趋紧的背景下,发展田间农业机器人技术对于保障国家粮食安全、提高农业生产效率、促进农业可持续发展具有重大战略意义。田间农业机器人通过集成先进的环境感知、智能决策和精准执行技术,能够在复杂多变的农田环境中自主完成播种、植保、除草、收获等多种作业任务,显著降低劳动强度,提升作业质量与资源利用效率。

然而,当前田间农业机器人产业仍处于快速发展阶段,在通用技术要求、安全可靠、操作规范性、系统兼容性等方面缺乏统一标准,导致产品质量参差不齐、作业效果难以保证、用户操作风险较高等问题,制约了技术的规模化推广应用。为规范田间农业机器人的设计制造、性能要求、安全防护和操作使用,建立科学、统一的技术与操作标准体系,特制定本规范。本规范旨在为田间农业机器人的研发制造企业、检测认证机构、技术服务单位及终端用户提供全面的技术指导和操作依据,促进产业健康有序发展。本规范的研制严格遵循《中华人民共和国农业机械化促进法》《中华人民共和国标准化法》《农业机械安全监督管理条例》等国家法律法规,并充分参考国内外相关技术标准与发展实践。

## 二、范围

本规范规定了田间农业机器人的术语和定义、分类与型号、通用技术要求、安全要求、环境适应性、可靠性、操作规范、维护保养、检验与试验方法等方面的要求。

本规范适用于在露天农田环境中从事自主或半自主作业的轮式、履带式等移动式农业机器人,包括但不限于植保机器人、除草机器人、播种机器人、施肥机器人、收获机器人等。不适用于设施农业机器人及固定式农业自动化设备。

## 三、规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 12643-2013 机器人与机器人装备 词汇

GB 10396-2006 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 25605-2010 土方机械 司机座椅尺寸和要求

GB/T 33267-2016 农业机器人 通用技术条件

GB/T 38124-2019 农林拖拉机和机械 控制系统安全相关部分

ISO 18497:2018 农业机械安全 高度自动化农业机械安全要求

NY/T 3213-2018 植保无人机作业质量技术规范

JB/T 13181-2017 农林拖拉机和机械 控制系统安全相关部件

## 四、术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### （一）田间农业机器人

能够在露天农田环境中，通过自主或半自主方式完成特定农业作业任务的智能移动机器人系统，通常由移动平台、感知系统、决策控制系统、作业执行系统及能源系统等组成。

### （二）自主导航

机器人在没有人工持续干预的情况下，依靠自身感知与决策系统，在农田环境中规划路径并安全行驶至目标位置的能力。

### （三）作业精度

机器人执行具体农业作业（如播种、喷药）时，实际作业位置与预设目标位置之间的偏差程度。

### （四）人机交互界面

操作人员与机器人系统进行信息交换和设备控制的软硬件接口，包括但不限于显示屏、控制面板、移动终端应用软件等。

### （五）紧急停止系统

在紧急情况下能够立即切断机器人动力，并使所有运动部件快速停止的独立安全装置。

### （六）系统可用性

在规定的使用条件和时间周期内，机器人能够保持正常作业状态的概率。

## 五、分类与型号

田间农业机器人可根据主要功能、行走方式、控制方式等进行分类。按主要功能可分为：植保机器人、除草机器人、播种机器人、施肥机器人、收获机器人、巡检监测机器人等。按行走方式可分为：轮式机器人、履带式机器人、轮履复合式机器人等。按控制方式可分为：全自主机器人、半自主机器人（需人工部分干预）、遥控机器人。机器人型号应包含以下信息：产品类别代号（如 NZ 代表植保机器人）、行走方式代号（L 代表轮式，LD 代表履带式）、额定载重或功率等级、改进代号等。例如，NZ-L-50-A 表示载药量 50 升的轮式植保机器人 A 型。

## 六、通用技术要求

## （一）整机性能

机器人最大作业速度应不低于 5km/h，最小转弯半径应不大于其车身长度的 1.5 倍。爬坡能力应不低于 15°（约 27%坡度）。离地间隙应根据作物生长高度确定，一般不低于 300mm。整机质量分布应合理，静态纵向稳定性角度应不小于 20°，横向稳定性角度应不小于 15°。机器人应具备在典型土壤条件（坚实度 150–500kPa）下的正常通过能力。

## （二）导航与定位系统

自主导航机器人应配备多传感器融合的导航系统，至少包括卫星定位(GNSS)和惯性测量单元(IMU)。在开阔农田环境下，直线路径跟踪精度应优于 $\pm 2.5\text{cm}$ （95%置信度），航向控制精度应优于 $\pm 1^\circ$ 。系统应具备边界识别与避障功能，对静态障碍物的识别距离不低于 10m，对动态障碍物（如人员、动物）的识别距离不低于 20m。机器人应具备电子围栏功能，能够限定作业区域。

## （三）感知系统

机器人应配备适应农田光照变化（光照强度 0–100klux）的视觉系统。摄像头最低分辨率应不低于 200 万像素，帧率不低于 25fps。用于作物识别的多光谱相机应至少包含蓝、绿、红、红边、近红外五个波段。激光雷达（如配备）探测距离应不低于 30m，角度分辨率优于 0.5°。所有传感器应具备防尘防水能力，防护等级不低于 IP65。

## （四）控制系统

控制系统应基于实时操作系统，主控制器运算能力不低于 1.5GHz 四核处理器，内存不小于 4GB。控制周期应不大于 50ms。系统应具备故障自诊断功能，能够识别并记录电源、电机、传感器、通信等关键部件的异常状态。软件系统应具备版本管理和远程升级能力。

## （五）通信系统

机器人应具备至少两种独立的通信链路，如 4G/5G 移动网络和专用数传电台。控制指令传输延迟应低于 200ms，数据链路可靠性应不低于 99.9%。通信距离在视距条件下应不低于 500m。应支持 RTK（实时动态差分）定位数据接入，更新频率不低于 10Hz。

## （六）动力与续航

电动机器人电池系统应符合相关安全标准，工作电压一般不高于 96V。单次充电续航时间应满足不低于 4 小时连续作业需求，或完成不少于 30 亩标准作业面积。充电时间应不超过 4 小时。燃油动力机器人应满足至少 8 小时连续作业需求。能源系统应具备电量/油量实时监测与低电量预警功能。

## （七）作业系统性能

作业性能需根据具体类型制定：植保机器人喷幅应可调，雾滴粒径分布 DV0.5 应在 150–300  $\mu\text{m}$  之间，喷雾均匀性变异系数应小于 15%。播种机器人粒距合格率应大于 90%，播深合格率应大于 85%。施

肥机器人施肥均匀性变异系数应小于 20%。

## 七、安全要求

机器人设计制造必须符合 GB/T 38124 和 ISO 18497 的安全要求。机械安全：所有运动部件（车轮、履带、传动装置、作业部件）必须设置防护罩或隔离装置。旋转部件防护罩开启时应自动切断动力。电气安全：电气系统防护等级不低于 IP54，绝缘电阻不小于  $10\text{M}\Omega$ 。电池系统应具备过充、过放、过流、短路、温度异常等多重保护。功能安全：安全相关控制系统应达到 SIL2 等级要求。紧急停止系统：必须在机器人前后左右四个方向设置物理急停按钮，按钮为红色蘑菇头式，按压后应在 0.5 秒内切断所有动力，制动距离不超过 1 米。警示装置：应配备声光报警系统，在自动作业启动前应有不少于 10 秒的预警提示。夜间作业应配备前后照明灯和警示灯。网络安全：远程监控系统应具备用户身份认证、数据加密传输、访问控制等安全机制，防止未授权访问和恶意控制。安全标志：应按 GB 10396 规定设置必要的安全警示标志。

## 八、环境适应性

机器人应能在以下环境条件下正常工作：环境温度  $-10^{\circ}\text{C}$  至  $45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 20% 至 90%（非冷凝），最大降雨强度不大于  $10\text{mm/h}$ 。应能承受太阳辐射强度  $1120\text{W/m}^2$ ，适应风速不大于  $8\text{m/s}$ （约 5 级风）的条件。整机应具备一定的防尘防水能力，防护等级不低于 IP54，关键电子部件防护等级不低于 IP65。所有外露金属件应进行防腐处理，在标准盐雾试验条件下 240 小时无明显腐蚀。

## 九、可靠性

机器人平均故障间隔时间（MTBF）应不低于 500 小时，平均修复时间（MTTR）应不大于 2 小时。关键部件（电机、控制器、电池）使用寿命应不低于 2000 小时或 3 个作业季。系统可用性应不低于 95%。应通过连续 72 小时不间断运行测试验证其可靠性。软件系统应通过不少于 1000 小时的稳定性测试，内存泄漏率应低于  $1\text{MB}/24\text{h}$ 。

## 十、操作规范

### （一）操作人员资质

操作人员应年满 18 周岁，经过专业培训并考核合格，熟悉机器人结构原理、操作流程、安全规范和应急处理方法。培训时长不少于 24 学时，其中实际操作训练不少于 8 学时。

### （二）作业前准备

检查作业区域，清除明显障碍物，确认边界信息准确无误。检查机器人外观及关键部件（车轮/履带、传感器、作业装置）状态是否正常。检查能源系统电量/油量，确保满足作业需求。校准导航与感知系统，确认定位精度符合要求。设定作业参数（路径、速度、作业量等），进行小范围测试验证。确保通信链路畅通，遥控器信号正常。

### （三）作业中操作

启动时应遵循“先预警、后启动”原则。作业过程中操作人员应在安全距离（建议不小于 10m）外监控，随时准备干预。密切关注机器人状态指示和报警信息。避免在恶劣天气（雷雨、大风、大雾）条件下作业。如遇紧急情况，立即按下急停按钮。定期（建议每小时）检查作业质量和设备状态。严禁非授权人员操作或修改系统参数。

#### （四）作业后处理

作业结束后，先停止作业机构，再停止行走系统。进行清洁保养，特别是作业部件和传感器。检查并记录设备状态，下载作业数据。按照规定进行充电或燃油补充。存放于干燥通风的专用场所，避免阳光直射和极端温度。

### 十一、维护保养

建立三级维护保养制度：日常保养（每日作业前后）：清洁外观，检查紧固件，检查轮胎/履带磨损，检查传感器窗口清洁度。定期保养（每 50 作业小时或每周）：检查电池健康状态，校准传感器，检查制动系统，更新软件系统。季节性保养（作业季结束后）：进行全面检查，更换易损件，进行深度清洁，进行防锈处理，长期存放时按要求保养电池。所有维护保养应有记录，包括时间、项目、更换部件、操作人员等信息。维护人员应具备相应资质。

### 十二、检验与试验方法

#### （一）出厂检验

每台机器人应进行出厂检验，包括：外观质量检查、安全装置检验、空载运行试验（不少于 30 分钟）、导航精度测试、通信功能测试、紧急停止功能测试。检验项目全部合格方可出厂。

#### （二）型式试验

新产品定型或重大设计变更时应进行型式试验，包括：性能试验（爬坡、转弯、速度、续航等）、环境适应性试验（高低温、湿热、防水防尘、振动）、可靠性试验（连续运行、疲劳测试）、安全测试（防护装置、电气安全、功能安全）。试验应在具备资质的检测机构进行。

#### （三）现场验收

用户验收时应进行现场作业测试，在典型作业条件下连续作业不少于 2 小时，验证作业质量、可靠性和操作便捷性。验收合格率指标：导航精度达标率 100%，作业质量达标率不低于 95%，系统可用性 100%。

### 十三、标志、包装、运输和贮存

机器人明显位置应固定产品标牌，内容包括：产品名称、型号、生产厂家、生产日期、出厂编号、主要技术参数、安全警示等。包装应能防雨防潮，内部应有固定装置防止运输中移动。运输时应平稳固



定，避免剧烈震动和碰撞。长期贮存应置于干燥通风的库房，环境温度-10℃至 40℃，相对湿度不大于 80%。电池应保持在 50%电量左右，每 3 个月进行一次充放电维护。

#### 十四、附则

本规范由广西电子商务企业联合会提出并归口管理。广西电子商务企业联合会负责本规范的解释工作，并可根据技术进步和产业发展需要，适时组织对本规范进行修订与完善。本规范的制定参考了国内外相关标准和最佳实践，力求科学、先进、适用。在使用本规范时，如与最新国家强制性标准不一致，应以国家标准为准。鼓励各相关单位在本规范基础上制定具体产品的企业标准或实施细则。本规范自发布之日起实施，过渡期为 6 个月。任何单位或个人在执行过程中遇到的问题和反馈，可向归口单位反馈。本规范的发布实施将有助于规范田间农业机器人市场，提升产品质量和安全性，促进我国农业机器人产业健康发展，为智慧农业建设提供有力的技术装备支撑。

---