201×-××-××实施

201×-××-××发布

**拖拉机自动导航避障系统技术规范**

Technical Specification of the system of Automatic Navigation Obstacle Avoidance for the Tractor

（征求意见稿）

**T/NJ XX—2019**

团体标准

**ICS**

|  |  |
| --- | --- |
| 中国农业机械学会 | 发布 |

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国农业机械学会提出。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会（SAC/TC 201）归口。

本标准起草单位: 中国农业大学等

本标准主要起草人：张漫 季宇寒 徐弘祯 李寒 李世超 曹如月 张振乾等

本标准为首次发布。

拖拉机 自动导航避障系统

技术规范

1 范围

本标准规定了拖拉机自动导航过程中避障系统相关的术语和定义、系统组成、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于拖拉机自动导航过程中的避障系统技术。

2 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，仅所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 9390-2017 导航术语

GB/T 30321-2017 地理信息 基于位置服务 多模式路径规划与导航

JB/T 6697 机动车及内燃机电气设备 基本技术条件

T/NJ 1138-2018 拖拉机 自动辅助驾驶系统 通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**避障安全距离 Safe Distance to Avoid Obstacles**

能够规避障碍物且保证拖拉机安全的，拖拉机与障碍物之间的最小距离。

3.2

**避障策略Obstacle Avoidance Strategy**

检测到障碍物后，拖拉机将采取的避障方法与策略。

3.3

**被动式避障 Passive Obstacle Avoidance**

拖拉机上安装有如防撞杆等，在其触碰到障碍物时，才会感应到障碍物，从而进行避障。

3.4

**主动式避障 Active Obstacle Avoidance**

拖拉机通过障碍物感应设备，在接触障碍物前，主动识别障碍物，从而进行避障。

3.5

**被动式障碍物感应设备 Passive Obstacle Sensing Equipment**

拖拉机上安装的，只有在触碰到障碍物时，才会感应到障碍物的设备，如防撞杆等。

3.6

**主动式障碍物感应设备 Active Obstacle Sensing Equipment**

拖拉机上安装的，在接触障碍物前，即可主动感应障碍物的设备，如摄像机、激光雷达等。

3.7

**拖拉机自动导航避障系统 Tractor Automatic Navigation Obstacle Avoidance System**

安装在拖拉机上的，包含障碍物感应模块、拖拉机自身状态感应模块、避障策略生成模块、拖拉机自动导航避障控制模块、拖拉机避障判断模块以及拖拉机应急避障模块，具备识别障碍物、生成避障策略、自动导航避障、应急避障等功能，并可以进行人机交互的辅助驾驶系统。

3.8

**障碍物感应模块Obstacle Sensing Module**

是拖拉机自动导航避障系统的组成模块之一，主要包含主动式障碍物感应设备和被动式障碍物感应设备，具有障碍物感应、障碍物识别的功能。

3.9

**拖拉机自身状态感应模块Tractor State Sensing Module**

是拖拉机自动导航避障系统的组成模块之一，主要包含能够测量拖拉机航向角和定位信息的设备，具有获取拖拉机转向角度和定位信息的功能。

3.10

**避障策略生成模块Obstacle Avoidance Strategy Generation Module**

是拖拉机自动导航避障系统的组成模块之一，具有生成避障策略的功能。

3.11

**拖拉机自动导航避障控制模块Tractor Automatic Navigation Obstacle Avoidance Control Module**

是拖拉机自动导航避障系统的组成模块之一，具有控制拖拉机按照避障策略进行避障的功能。

3.12

**拖拉机避障判断模块Tractor Obstacle Avoidance Judgment Module**

是拖拉机自动导航避障系统的组成模块之一，具有判断拖拉机是否成功完成避障的功能。

3.13

**拖拉机应急避障模块Tractor Emergency Obstacle Avoidance Module**

是拖拉机自动导航避障系统的组成模块之一，具有紧急停止拖拉机的功能。

3.14

**障碍物识别时间 Obstacle Identification Time**

从出现障碍物，至识别出障碍物及其位置信息所经过的时间。

3.15

**障碍物识别范围 Obstacle Identification Range**

在该范围内能够识别出障碍物，超过该范围则不能识别。

3.16

**避障策略生成时间 Obstacle Avoidance Generation Time**

在识别出障碍物后，进行避障路径规划所经过的时间。

3.17

**紧急型拖拉机障碍物 Emergency Tractor Obstruction**

即将或已经与拖拉机相碰撞的障碍物。其具体情况分类如下表所示：

|  |  |
| --- | --- |
| 障碍物类别 | 具体情况分类 |
| 紧急型拖拉机障碍物 | 被被动式障碍物感应设备所感应 |
| 已经与拖拉机机体相碰撞 |
| 位于避障安全距离上或以内的障碍物 |
| 行驶速度远超过拖拉机的行驶速度，行驶方向朝向拖拉机或拖拉机行驶的前方路径，即将与拖拉机相碰撞 |

表1 紧急型拖拉机障碍物具体情况分类

3.18

**感知型拖拉机障碍物 Perceptive Tractor Obstruction**

被主动式障碍物感应设备所感应的，未被拖拉机被动式障碍物感应设备所感应的，未与拖拉机相碰撞的，阻碍拖拉机正常行驶的障碍物。其具体情况分类如下表所示：

|  |  |
| --- | --- |
| 障碍物类别 | 具体情况分类 |
| 感知型拖拉机障碍物 | 位于障碍物识别范围内，与拖拉机的相对运动趋势为逐渐靠近，方向为朝向拖拉机或朝向拖拉机行驶的路线，但相对速度缓慢 |
| 位于拖拉机的行驶路线上，阻碍拖拉机正常行驶 |

表2 感知型拖拉机障碍物具体情况分类

3.19

**潜在型拖拉机障碍物 Potential Tractor Obstruction**

并没有对拖拉机的正常行驶产生阻碍影响的障碍物。其具体情况分类如下表所示：

|  |  |
| --- | --- |
| 障碍物类别 | 具体情况分类 |
| 潜在型拖拉机障碍物 | 位于障碍物识别范围外 |
| 位于障碍物识别范围内，与拖拉机相对运动趋势为逐渐远离 |
| 位于拖拉机的行驶路线上，但运动趋势为逐渐远离该行驶路线，且速度较快 |

表3 潜在型拖拉机障碍物具体情况分类

4 系统组成

拖拉机自动导航避障系统主要组成部分见表1。自动导航避障系统主要流程见图1。

|  |  |
| --- | --- |
| 系统 | 主要组成模块 |
| 拖拉机自动导航避障系统 | 人机交互设备 |
| 障碍物感应模块 |
| 拖拉机自身状态感应模块 |
| 避障策略生成模块 |
| 拖拉机自动导航避障控制模块 |
| 拖拉机避障判断模块 |
| 拖拉机应急避障模块 |

表4 拖拉机自动导航避障系统主要组成部分

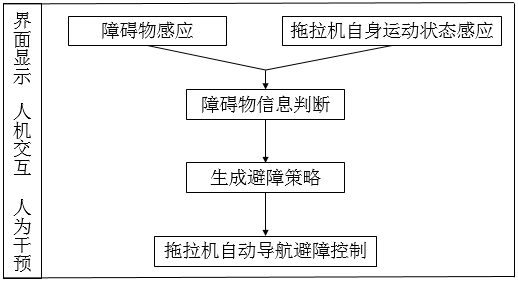


图1 自动导航避障系统主要流程

5 功能要求

5.1 一般要求

5.1.1 拖拉机自动导航避障系统应包含障碍物感应模块、拖拉机自身状态感应模块、避障策略生成模块、拖拉机自动导航避障控制模块、拖拉机避障判断模块、拖拉机应急避障模块以及人机交互设备等。

5.1.2 拖拉机自动导航避障系统中的障碍物感应模块应包括主动式障碍物感应设备和被动式障碍物感应设备。

5.1.3 拖拉机的人机交互设备应包括安装在拖拉机上的显示器，或者是可以进行远程操控的电脑等。

5.1.4 拖拉机自动导航避障系统应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的产品图样及技术文件制造。

5.1.5 产品表面应无凹痕、划伤、裂缝、变形、锈蚀、霉斑、灌注物溢出等缺陷。

5.1.6 涂（镀）层应无气泡、龟裂或脱落。

5.1.7 文字符号及标志应清晰。

5.1.8 拖拉机自动导航避障系统在9.0V~36.0V电压范围内应能正常工作。

5.1.9 拖拉机自动导航避障系统各电气部件的环境适应性应满足JB/T 6697的有关规定，自动导航避障系统在拖拉机上安装后，应能适应拖拉机的作业环境，在环境有变化时，应能正常工作。

5.1.10 所用线束应符合JB/T 11971的规定。

5.1.11 自动导航避障系统各电气部件的电磁兼容性应符合GB/T 21398-2008中6.4、6.5、6.6、6.7和6.8的规定。

5.1.12 自动导航避障系统在拖拉机安装后，其电磁兼容性应符合GB/T 21398-2008中5.2、6.1、6.2、6.3、6.7和6.8的规定。

5.2 安装要求

5.2.1 障碍物感应模块中的主动式障碍物感应设备在安装时，应使其检测范围尽可能覆盖整个拖拉机，或应尽可能覆盖感知型拖拉机障碍物和潜在型拖拉机障碍物可能会出现的方位，安装应牢固，有减震措施。

5.2.2 障碍物感应模块中的被动式障碍物感应设备在安装时，应尽可能覆盖整个拖拉机，或应尽可能覆盖紧急型拖拉机障碍物可能会出现的方位，安装应牢固，有减震措施。

5.2.3 拖拉机应急避障模块中设备的安装必须保证驾驶员或监测人员能够及时触发，应安装在合理的位置，安装应牢固。

5.2.4 拖拉机自动导航避障控制模块中设备的安装应保证能够对拖拉机的速度和转向进行控制，并且不阻碍拖拉机的运动，且安装应牢固。

5.2.5 拖拉机自身状态感应模块中设备的安装应保证能够准确测量拖拉机的转向信息，并且不会对拖拉机的转向产生阻碍影响，安装应牢固，布线应合理。

5.2.6 拖拉机自身状态感应模块中设备的安装应保证能够准确测量拖拉机的定位信息，并且不会对拖拉机自身的作业、行驶等产生阻碍影响，安装应牢固，布线应合理。

5.2.7 人机交互设备应该便于驾驶员或监测人员监测及操作，并且不阻碍人员的视线，安装应牢固。

5.2.8 线束及管路应布置合理、安装整齐，并达到防护要求。

5.3 功能要求

5.3.1 障碍物感应模块应具备的基本功能

障碍物感应模块应具备识别、感应障碍物，显示并向驾驶员或监测人员报告的功能：

——能够检测拖拉机周围的情况，识别对拖拉机产生影响的障碍物；

——能够获取障碍物的信息，如位置、大小等；

——能够将检测的情况实时反映至人机交互设备，提供给驾驶员或监测人员；

——能够在检测到障碍物时进行报警，提醒驾驶员或监测人员。

5.3.2 拖拉机自身状态感应模块应具备的基本功能

拖拉机自身状态感应模块应具备获取拖拉机自身实时的运动状况，并将信息传送给控制系统的功能：

——能够获取拖拉机自身的运动状态，包括速度和航向；

——能够将获取的状态信息传送给拖拉机自动导航避障控制系统并进行避障路径规划。

5.3.3 避障策略生成模块应具备的基本功能

避障策略生成模块应具备获取障碍物信息后，生成避障策略：

——能够从障碍物感应系统获取障碍物的位置、大小等信息；

——能够从拖拉机自身状态感应系统获取拖拉机自身的速度、航向等信息；

——能够制定简单的避障策略，包括避障路径规划等。

——能够将制定的避障策略发送给拖拉机避障控制系统。

5.3.4 拖拉机自动导航避障控制模块应具备的基本功能

拖拉机自动导航避障控制模块应具备获取避障策略及拖拉机自身运动状态信息后，按照避障策略，对拖拉机的转向和速度进行操控的功能：

——能够获取避障策略及拖拉机自身运动状态信息的功能；

——能够将避障策略转化成拖拉机的转向和速度的功能；

——能够对拖拉机进行转向和速度方面的操控的功能；

——能够进行自动导航与人工驾驶的切换；

5.3.5 拖拉机避障判断模块应具备的基本功能

拖拉机避障判断模块应具备实时监测拖拉机自身状态与障碍物信息、判断是否成功避障、及时向驾驶员或监测人员反馈和紧急制动的功能：

——能够实时监测拖拉机自身状态信息以及障碍物的位置信息；

——能够判断拖拉机是否成功避障；

——能够向驾驶员或监测人员实时反馈避障成功与否的功能；

——能够在拖拉机与障碍物即将相撞时，对拖拉机采取紧急制动的功能；

5.3.6 拖拉机应急避障模块应具备的基本功能

拖拉机应急避障模块应具备使拖拉机紧急制动和报警的功能：

——能够紧急制动拖拉机，避免产生危险，与障碍物相撞；

——能够向驾驶员或监测人员报警；

5.3.6 人机交互设备应具备的基本功能

拖拉机自动导航避障系统的人机交互设备应具备实时显示拖拉机的自身运动状态、拖拉机周围信息和显示障碍物的功能：

——能够实时显示拖拉机的自身运动状态，包括速度与航向；

——能够实时显示拖拉机的运行轨迹，以图形的方式显示；

——能够实时显示拖拉机周围的信息；

——能够实时显示拖拉机周围的障碍物信息；

——能够实时显示拖拉机的避障策略信息，包括路径规划以及具体的速度、转向；

——能够显示自动导航与人工驾驶切换按钮；

——能够显示紧急制动按钮；

5.4 性能要求

5.4.1 障碍物识别时间

根据拖拉机的实际作业情况，当障碍物进入拖拉机的自动导航避障系统的障碍物识别范围内，识别出障碍物的时间不应超过3 s。

5.4.2 避障策略生成时间

当识别出障碍物后，生成简单避障策略的时间不应该超过 5 s。

5.4.3 避障安全距离

为保证拖拉机的正常安全运行并根据拖拉机的实际作业情况，障碍物与拖拉机之间的最小距离应该不小于5 m。

5.4.4 障碍物识别范围

为保证拖拉机的正常安全运行并根据拖拉机的实际作业情况，障碍物识别的范围应不小于以拖拉机为圆心，半径为 50 m的圆。

5.4.5 避障紧急制动距离

在拖拉机遇到紧急情况，按下紧急避障按钮后，拖拉机进行紧急制动，其移动的距离应不大于 1 m。

6 试验方法

6.1 设备检测试验方法

6.1.1 自动导航避障系统各部件的外观质量以及部件安装用目测法和测量量具检查。

6.1.2 自动导航避障系统的应急避障按钮的安装检验，采用驾驶员或监测人员进行试验，确定是否能够及时触发。

6.1.3 自动驾驶系统的电压范围及功耗的试验按照JB/T 6697的规定进行。

6.1.4 自动驾驶系统的耐环境性能试验按照JB/T 6697的规定进行。

6.2 功能检测试验方法

通过产品操作和目测的方法测试表5至表7的各项功能。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | 检测方法 | 合格判据 |
| 1 | 障碍物识别范围 | 在拖拉机周围不同距离处设置多个障碍物，观察其是否能识别规定范围内的障碍物 | 符合5.4.4规定的要求 |
| 2 | 障碍物识别时间 | 在规定范围内，不同距离处，设置多个障碍物，计算其开始识别至成功识别的时间 | 符合5.4.1规定的要求 |

表5 障碍物感应模块功能检测

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | 检测方法 | 合格判据 |
| 1 | 避障策略生成时间 | 记录识别障碍物至生成避障策略的时间 | 符合5.4.2规定的要求 |

表6 避障策略生成模块功能检测

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检测项目 | 检测方法 | 合格判据 |
| 1 | 拖拉机避障应急制动距离 | 对拖拉机进行应急制动操作，测量其紧急制动移动距离 | 符合5.4.5规定的要求 |

表7 拖拉机自动导航避障控制模块功能检测