**ICS** 65.060.01

**CCS B** 90

**T/NJ** 1270—2021**/T/CAAMM** XXX—2021

团体标准

自走式农业机械 自动导航

障碍物识别与避让系统 技术规范

**Self-propelled agricultural machinery—Obstacle identification and avoidance system for automatic navigation—Technical specification**

**（征求意见稿）**

2021-XX-XX发布

2021-XX-XX实施

**发布**

**中国农业机械学会**

**中国农业机械工业协会**

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。

本文件起草单位: 中国农业大学、华南农业大学。

本文件主要起草人：张漫、季宇寒、徐弘祯、李寒、张智刚、胡炼、李世超、曹如月、张振乾。

自走式农业机械 自动导航

障碍物识别与避让系统 技术规范

1 范围

本文件规定了自走式农业机械自动导航障碍物识别与避让系统的术语和定义、系统组成和要求。

本文件适用于自走式农业机械自动导航障碍物识别与避让系统（以下简称“障碍物识别与避让系统”）。

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。

GB/T 21398—2008 农林机械 电磁兼容性 试验方法和验收规则

JB/T 6697 机动车及内燃机电气设备 基本技术条件

JB/T 11971 拖拉机用线束

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

避让安全距离 **safe distance to avoid obstacles**

能够规避障碍物且保证自走式农业机械安全的自走式农业机械与障碍物之间的最小距离。

3.2

避让策略 **obstacle avoidance strategy**

检测到障碍物后，自走式农业机械将采取的规避障碍物方法与策略。

3.3

被动式避让 **passive obstacle avoidance**

自走式农业机械上安装的防撞设备，在触碰到障碍物时才会感应到障碍物，从而进行的避让。

3.4

主动式避让 **active obstacle avoidance**

自走式农业机械通过障碍物感应设备，在接触障碍物前主动识别障碍物，从而进行的避让。

3.5

被动式障碍物感应设备 **passive obstacle sensing equipment**

自走式农业机械上安装的，只有在触碰到障碍物时才会感应到障碍物的被动式避让设备（如防撞杆等）。

3.6

主动式障碍物感应设备 **active obstacle sensing equipment**

自走式农业机械上安装的，在接触障碍物前可主动感应到障碍物的主动式避让设备（如摄像机、激光雷达等）。

3.7

避让系统 **obstacle avoidance system**

能够在避让安全距离范围采取避让策略，自动规避障碍物且保证自走式农业机械及人员安全，可以进行人机交互的自走式农业机械辅助驾驶系统。

3.8

障碍物感应模块 **obstacle sensing module**

障碍物感应、识别的功能，包含主动式障碍物感应和被动式障碍物感应。

3.9

自身状态感应模块 **own state sensing module**

获取自走式农业机械转向角度和定位信息的功能，包含测量自走式农业机械航向角、定位信息、前轮转角。

3.10

避让策略生成模块 **obstacle avoidance strategy generation module**

生成避让策略的功能。

3.11

避让控制模块 **obstacle avoidance control module**

控制自走式农业机械按照避让策略进行避让的功能。

3.12

避让判断模块 **obstacle avoidance judgment module**

判断自走式农业机械是否成功完成避让的功能。

3.13

应急避让模块.. **emergency obstacle avoidance module**

紧急停止自走式农业机械的功能。

3.14

人机交互设备 **human-machine interactive device**

具有实现自走式农业机械行驶数据传输、显示，以及驾驶员对自走式农业机械自动导航避让进行操控功能的设备，包括安装在自走式农业机械上的显示器，或/和可以进行远程操控的电脑等。

3.15

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。

3.16

障碍物识别范围 **obstacle identification range**

能够识别出障碍物的距离范围。

3.17

避让策略生成时间 **obstacle avoidance generation time**

在识别出障碍物后进行避让路径规划所经过的时间。

3.18

紧急型障碍物  **emergency obstruction**

即将或已经与自走式农业机械相碰撞的障碍物。符合下列条件之一，则可确定为紧急型障碍物：

——被被动式障碍物感应设备所感应；

——已经与自走式农业机械机体相碰撞；

——位于避让安全距离处或以内；

——运动速度远超过自走式农业机械的行驶速度，运动方向朝向自走式农业机械或自走式农业机

械行驶的前方路线，即将与自走式农业机械相碰撞。

3.19

感知型障碍物  **perceptive obstruction**

被主动式障碍物感应设备所感应，未被被动式障碍物感应设备所感应，且未与自走式农业机械相碰撞的，阻碍自走式农业机械正常行驶的障碍物。包括符合下列条件之一的障碍物：

——位于障碍物识别范围内，与自走式农业机械的相对运动趋势为逐渐靠近，方向为朝向自走式

农业机械或朝向自走式农业机械行驶的路线，但相对速度缓慢；

——位于自走式农业机械的行驶路线上，阻碍自走式农业机械正常行驶。

3.20

潜在型障碍物 **potential obstruction**

并没有对自走式农业机械的正常行驶产生阻碍影响的障碍物。包括符合下列条件之一的障碍物：

——位于障碍物识别范围外；

——位于障碍物识别范围内，与自走式农业机械相对运动趋势为逐渐远离；

——位于自走式农业机械的行驶路线上，但运动趋势为逐渐远离该行驶路线，且速度较快。

4 系统组成

障碍物识别与避让系统主要组成部分见表1。障碍物识别与避让系统基本工作流程见图1。

表1 识别与避让系统组成

|  |  |
| --- | --- |
| 系统 | 组成部分 |
| 障碍物识别与避让系统 | 人机交互设备 |
| 障碍物感应模块 |
| 自身状态感应模块 |
| 避让策略生成模块 |
| 避让控制模块 |
| 避让判断模块 |
| 应急避让模块 |

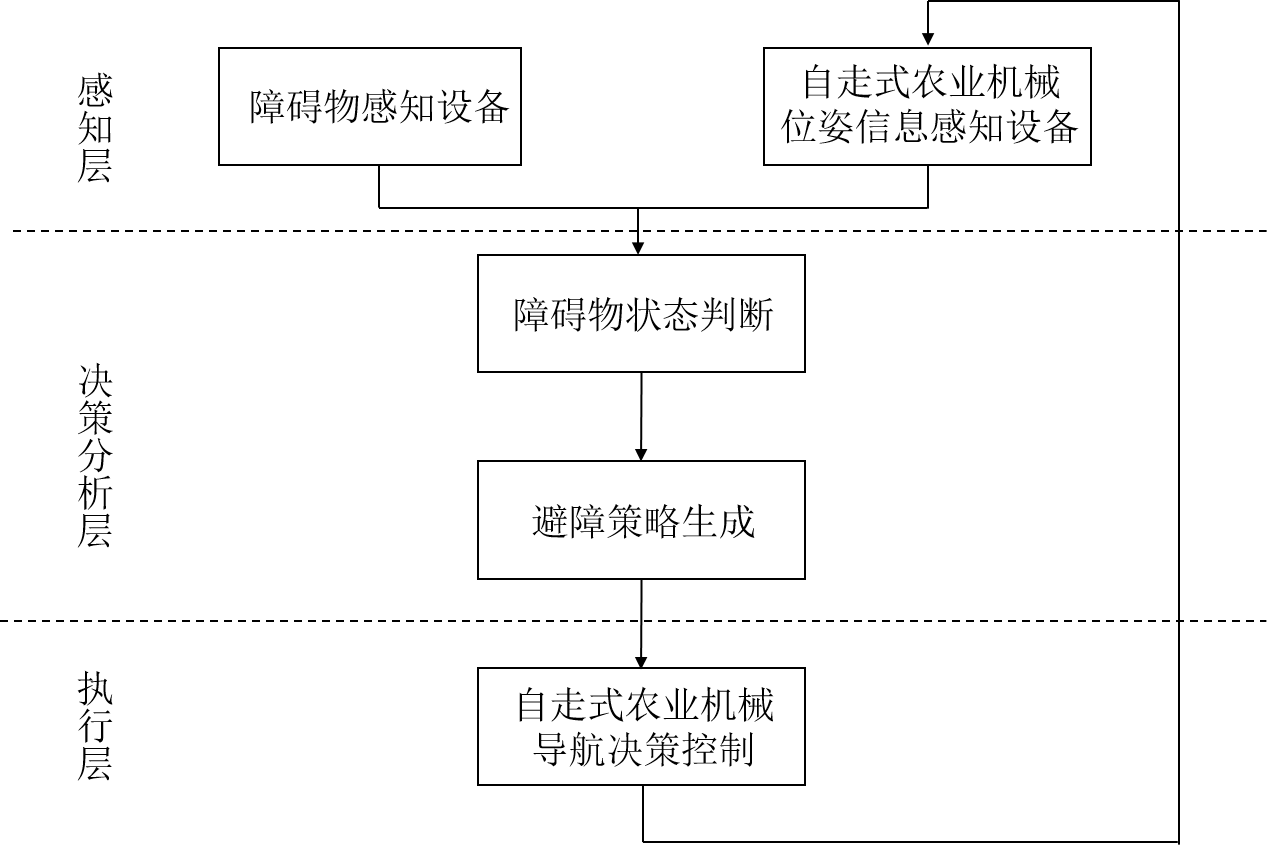


图1 障碍物识别与避让系统基本工作流程

5 要求

5.1 一般要求

5.1.1 碍物识别与避让系统应符合本文件的规定，并按经规定程序批准的产品图样和技术文件制造。

5.1.2 碍物识别与避让系统的表面应无凹痕、划伤、裂缝、变形、锈蚀、霉斑、灌注物溢出缺陷。

5.1.3 碍物识别与避让系统的涂（镀）层应无气泡、龟裂、脱落。

5.1.4 碍物识别与避让系统的文字符号、标志应清晰、耐久。

5.1.5 障碍物识别与避让系统在9.0 V～36.0 V电压范围内应能正常工作。

5.1.6　障碍物识别与避让系统各电气部件的环境适应性应符合JB/T 6697的规定；障碍物识别与避让系统在自走式农业机械上安装后，应能适应自走式农业机械的作业环境，并正常工作。

5.1.7 障碍物识别与避让系统用线束应符合JB/T 11971的规定。

5.1.8 障碍物识别与避让系统各电气部件的电磁兼容性应符合GB/T 21398—2008中5.2、6.1～6.8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与被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自走式农业机械，或应尽可能覆盖感知型障碍物、潜在型障碍物以及紧急型障碍物可能会出现的方位；安装应牢固，并采取减震措施。

5.2.2 应急避让模块中设备应牢固安装在自走式农业机械的合理位置，并应保证驾驶员或监测人员能够及时触发

5.2.3 导航避让控制模块、自身状态感应模块中设备的安装应保证能够对自走式农业机械的速度和转向进行控制，并且不阻碍自走式农业机械的运动。安装应牢固，布线应合理。

5.2.4 人机交互设备应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。

5.2.5 线束及管路应布置合理、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

障碍物感应模块应具备的基本功能见表2。

表2 障碍物感应模块基本功能

|  |  |
| --- | --- |
| 模块名称 | 基本功能 |
| 障碍物感应模块 | 能够检测自走式农业机械周围的情况，识别对自走式农业机械产生影响的障碍物 |
| 能够获取障碍物的信息，如位置、大小、运动状态等 |
| 能够将检测的情况实时反映至人机交互设备，为局部导航路径规划提供依据 |

5.3.2 自身状态感应模块

自身状态感应模块应具备的基本功能见表3。

表3 自身状态感应模块基本功能

|  |  |
| --- | --- |
| 模块名称 | 基本功能 |
| 自身状态感应模块 | 能够获取自走式农业机械自身的运动状态信息，包括速度、航向和前轮转角 |
| 能够将获取的状态信息传送给障碍物识别与避让系统并进行避让路径规划 |

5.3.3 避让策略生成模块

避让策略生成模块应具备的基本功能见表4。

表4 避让策略生成模块基本功能

|  |  |
| --- | --- |
| 模块名称 | 基本功能 |
| 避让策略生成模块 | 能够从障碍物感应系统获取障碍物的位置、大小、运动状态等信息 |
| 能够从自身状态感应系统获取自走式农业机械自身的速度、航向等信息 |
| 能够制定简单的避让策略，包括避让路径规划等 |
| 能够将制定的避让策略发送给障碍物识别与避让系统 |

5.3.4 避让控制模块

避让控制模块应具备的基本功能见表5。

表5 避让控制模块基本功能

|  |  |
| --- | --- |
| 模块名称 | 基本功能 |
| 避让控制模块 | 能够获取避让策略及自走式农业机械自身运动状态信息的功能 |
| 能够将避让策略转化成调控自走式农业机械转向和速度的功能 |
| 能够对自走式农业机械进行转向和速度操控的功能 |
| 能够进行自动导航与人工驾驶的切换 |

5.3.5 避让判断模块

避让判断模块应具备的基本功能见表6。

表6 避让控制模块基本功能

|  |  |
| --- | --- |
| 模块名称 | 基本功能 |
| 避让判断模块 | 能够实时监测自走式农业机械自身状态信息以及障碍物的状态信息 |
| 能够判断自走式农业机械是否成功避让 |
| 能够向驾驶员或监测人员实时反馈避让成功与否的功能 |
| 能够在自走式农业机械与障碍物即将相撞时，对自走式农业机械采取紧急制动的功能 |

5.3.6 应急避让模块

避让判断模块应具备的基本功能见表7。

表7 应急避让模块基本功能

|  |  |
| --- | --- |
| 模块名称 | 基本功能 |
| 应急避让模块 | 能够紧急制动自走式农业机械，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 |

5.3.7 让人机交互设备

人机交互设备应具备的基本功能见表8。

表8 人机交互设备基本功能

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 基本功能 |
| 人机交互设备 | 能够实时显示自走式农业机械的自身运动状态，包括速度与航向等 |
| 能够实时显示自走式农业机械的运行轨迹，以图形的方式显示 |
| 能够实时显示自走式农业机械周围的信息 |
| 能够实时显示自走式农业机械周围的障碍物状态信息 |
| 能够实时显示自走式农业机械的避让策略信息，包括路径规划以及具体的速度、转角 |
| 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

自走式农业机械在农田中进行实际作业时，当障碍物进入障碍物识别与避让系统的障碍物识别范围内，障碍物识别时间应符合表9的规定。

表9 障碍物识别时间

|  |  |
| --- | --- |
| 自走式农业机械行驶速度 *ν*  m/s | 障碍物识别时间  s |
| *ν*＜1.0 | ≤8 |
| 1.0≤*ν*＜2.0 | ≤5 |
| 2.0≤*ν*＜3.0 | ≤3 |

5.4.2 避让策略生成时间

自走式农业机械在农田中进行实际作业时，当障碍物识别与避让系统在成功识别出障碍物后，针对识别出的不同障碍物种类，避让策略生成时间应符合表10的规定。

表10 避让策略生成时间

|  |  |
| --- | --- |
| 障碍物种类 | 避让策略生成时间  s |
| 感知型障碍物 | ≤3 |
| 潜在型障碍物 | ≤5 |
| 紧急型障碍物 | ≤1 |

5.4.3 避让安全距离

自走式农业机械在农田中进行实际作业时，避让安全距离应符合表11的规定。

表11 避让安全距离

|  |  |
| --- | --- |
| 自走式农业机械行驶速度 *ν*  m/s | 避让安全距离  m |
| *ν*＜1.0 | ≥12 |
| 1.0≤*ν*＜2.0 | ≥10 |
| 2.0≤*ν*＜3.0 | ≥5 |

5.4.4 障碍物识别范围

自走式农业机械在农田中进行实际作业时，障碍物识别与避让系统的障碍物识别范围应不小于以自走式农业机械中心为圆心、半径为70 m的圆形区域。

5.4.5 避让紧急制动距离

自走式农业机械在农田中进行实际作业时，在应急避让模块对自走式农业机械进行紧急制动后，避让紧急制动距离应符合表12的规定。

表12 避让紧急制动距离

|  |  |
| --- | --- |
| 自走式农业机械行驶速度 *ν*  m/s | 避让紧急制动距离  m |
| *ν*＜1.0 | ≤2 |
| 1.0≤*ν*＜2.0 | ≤3 |
| 2.0≤*ν*＜3.0 | ≤5 |