

ICS xxx

CCS XXXX

# 团 体 标 准

T/CCOA xxxx—XXXX

## 智能粮库转运车

Intelligent Grain Depot Transfer Vehicle

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国粮油学会 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。

本文件由中国粮油学会提出。

本文件起草单位：河南工业大学、中粮工科迎春智能装备(湖南)有限公司、江西工业贸易职业技术学院、昆山同日机器人智能科技有限公司、上海交通大学、中粮工科迎春农牧机械(山东)有限公司、广东福满仓智能装备有限公司。

本文件主要起草人：张博强、王斌兴、潘桂根、郑伟军、高鑫峰、万晓波、王亚飞、袁浩、张勋、宋小兵、肖彦民、王帆、孙朋、祝国武。

# 智能粮库转运车

## 1 范围

本文件规定了智能粮库转运车的术语和定义、型号编制方法及参数、工作原理、技术要求、检测方式以及标志、随车文件、运输和贮存。

本文件适用于对各类仓储粮的智能粮库转运车。。

## 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 1495 汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法

GB 7258 机动车运行安全技术条件

GB/T 9969-2008 工业产品使用说明书 总则

GB/T 12539 汽车爬陡坡试验方法

GB/T 12540 汽车最小转弯直径测定方法

GB 12676 商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法

GB 16735 道路车辆 车辆识别代号

GB 17761-2018 电动自行车安全技术规范

GB/T 18411 机动车产品标牌

GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级

## 3 术语和定义

### 3.1

**智能粮库转运车** iIntelligent grain depot transfer vehicle

用于粮食出入库作业，自身具备动力推进装置，不需要人员在车内直接驾驶操纵，可以一种或多种控制模式(遥控或自主)工作，并能搭载不同任务模块完成相应任务的地面机动车辆,由动力系统、传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统等部分共同组成。

### 3.2

**整备质量** complete vehicle kerb mass

智能粮库转运车在无载荷情况下，生产企业出厂时按成品车辆装备完整后（如专用作业装置、随车工具等安装齐备）的重量。

### 3.3

**障碍** obstacle

阻碍通道或通行，或以任何方式阻止智能粮库转运车机动行为的任何物体、自然现象或带标记的自然区域等。

## 3.4

**避障 obstacle avoidance**

当智能粮库转运车在一个阻止它在原规划路径上继续前行的自然或人造障碍周围行驶时，自动驾驶系统的一种自主规避且对路径进行重新规划的行为模式。

## 3.5

**障碍通过 obstacle negotiation**

一旦障碍物被检测到并被描述成能够通过，单个智能粮库转运车顺利的穿过或越过障碍物的能力。

## 3.6

**操作员 dispatcher**

管理员、安全员、调度员、运维人员、现场操作人员和远程驾驶员的总称，具有在相应时刻接管对应智能粮库转运车的能力，能够保证该车辆运行安全、具有事先赋予的车辆控制权限（如运行、管理、运维或整备等权限）的人员。

## 3.7

**动态工作任务 dynamic operational tasks**

智能粮库转运车在粮库内工作时完成的有一定目的的行为。行为包含：感知周边环境，车辆自主横向和纵向操纵，通过人可感知的方式提醒周边行人。

典型的动态工作任务包括：起步、超车、会车、路口转向等。

除策略性功能外，完成车辆驾驶所需的感知、决策和执行等行为，包括但不限于：车辆横向运动控制；车辆纵向运动控制；目标和事件的探测与响应；驾驶决策；车辆照明及信号装置控制；其他与本次工作任务相关的业务行为。

## 4 型号编制方法及参数

智能粮库转运车型号由五个部分的字码组成，并根据 4.1-4.5 进行填写，如图 1 所示。

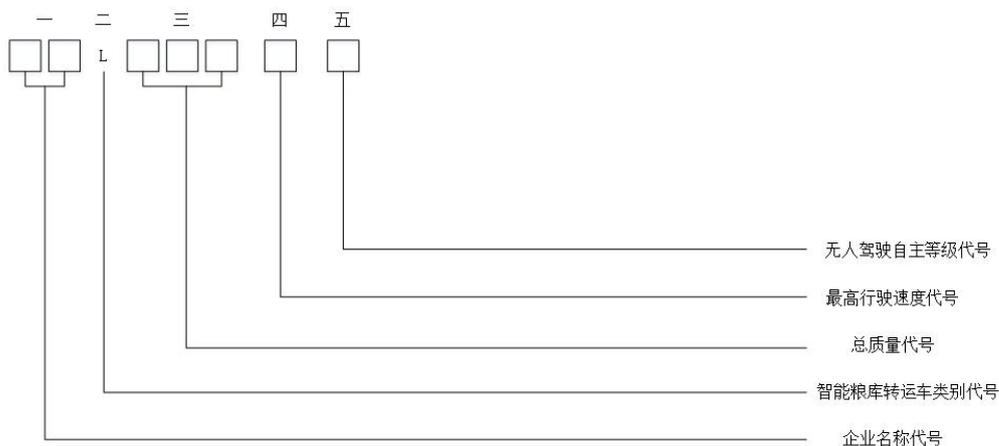


图 1 智能粮库转运车型号组成

## 4.1 企业名称代号

智能粮库转运车生产或运营企业名称代号位于第一部分，由生产企业确定，宜为企业具有代表性的首字母缩写组成。

#### 4.2 智能粮库转运车类别代号

智能粮库转运车类别代号位于第二部分，本标准规定标识为L，以便于与其他机动、非机动车区别。

#### 4.3 总质量代号

智能粮库转运车的总质量代号位于第三部分，用3位阿拉伯数字表示，对应车辆总质量（kg）除以100取整数值。例如，智能粮库转运车总质量为1800kg，则总质量代号为018。

#### 4.4 最高行驶速度代号

最高行驶速度代号位于第四部分，用1位阿拉伯数字表示，代号与速度对应关系如下：

- ≤5km/h,代号为1；
- >5km/h 且≤10km/h,代号为2；
- >10km/h 且≤15km/h,代号为3。

#### 4.5 无人驾驶自主等级代号

驾驶自动化等级代号位于第五部分，用1位阿拉伯数字表示，对应关系如下：

- L0级驾驶自动化对应数字为0；
- L1级驾驶自动化对应数字为1；
- L2级驾驶自动化对应数字为2；
- L3级驾驶自动化对应数字为3；
- L4级驾驶自动化对应数字为4；
- L5级驾驶自动化对应数字为5。

### 5 工作原理

智能粮库转运车使用线控底盘，采用激光雷达+摄像头+毫米波雷达+高精度惯导RTK等传感器组合，通过多传感器融合检测识别障碍物、道路环境等信息，配合激光SLAM和GNSS融合高精度定位，综合优化目标和动态优化路径，并根据智能粮库转运车特性进行最优横向控制和纵向控制，实现自动转运功能。

### 6 技术要求

#### 6.1 一般要求

- 6.1.1 智能粮库转运车应符合本标准的规定，并按照经批准的图样及技术文件制造。
- 6.1.2 智能粮库转运车所用的配套件、原材料应符合相关国家标准或行业标准的规定，并应有检验合格证书。
- 6.1.3 智能粮库转运车的所有零件、部件经检验合格后方可装配。
- 6.1.4 各种管路和线路应布置整齐、固定可靠，不应与运动部件发生干涉与摩擦。
- 6.1.5 整车外表面应光滑平整，不应有压伤、划痕等缺陷。
- 6.1.6 焊缝不应出现表面裂纹、气孔、夹杂、咬边等缺陷。
- 6.1.7 所有外露黑色金属表面应进行防锈处理。

- 6.1.8 连接件、紧固件应连接可靠，不得松脱。
- 6.1.9 各控制装置与元件应动作灵敏、显示准确、安全可靠。
- 6.1.10 在车辆外部的传感器的防水防尘等级至少达到 IP56。
- 6.1.11 智能粮库转运车的转向轮（轴）不应有裂纹、损伤和变形。
- 6.1.12 信号和照明装置至少应包括前照灯、作业指示灯、转向信号灯、制动灯、后雾灯和倒机灯，其安装应符合 GB 4785-2019 的规定。
- 6.1.13 应配备符合车用手提式灭火器，并应安放牢靠、取用方便。
- 6.1.14 起步时应无明显的起步冲击。
- 6.1.16 传动装置运转应平稳，无异响。
- 6.1.16 越障高度应不小于 80mm。
- 6.1.17 智能粮库转运车应经 200km 道路行驶试验，试验过程中不应发生整车及各零部件的断裂和电器控制系统各部件的损坏或失效，试验后不应丧失其电动行驶功能。

## 6.2 作业流程要求

### 6.2.1 能对进入到转运中心的物流卡车进行识别

通过订单处理单元接收订单信息，在判断粮库内能容纳订单内的粮食时同意接收粮食；利用扫描装置扫描物流卡车上标签，识别无误后使物流卡车进入到运转中心内，并将识别的车辆信息和货物信息登录进物资管理系统中。

### 6.2.2 能对物流卡车上的粮食进行扦样检测

粮物流卡车进入转运中心厂区后利用粮食检测单元对粮食进行扦样检测，检测结果保存至物资管理系统中，系统根据检测结果判断该批货物是否能够存入粮仓内。若检测不合格则使粮物流卡车原路返回；

### 6.2.3 能对所检测合格的粮食进行处理

处理包括称重、清洗和风干；具体的检测没问题，新粮即可进入重力检测单元，利用地磅区进行称重，称重完成后再由粮物流卡车将粮食卸载到清理中心，清理中心的粮食处理单元自动对这批粮食进行清洗和风干，空卡车返回进行自身称重。

根据处理完成的粮食，调度智能粮库转运车，并利用智能粮库转运车根据路面信息择最优路线将粮食输送到粮库内。

### 6.2.4 粮库能对输入的粮食进行称重和存储

进入到粮库内，智能粮库转运车向物资管理系统发送任务完成信号，物资管理系统根据车辆上粮食的质量与仓库内的粮食总量进行累加，最后将仓库中的粮食增加量与物资管理系统中的重力检测单元处测得的粮食质量做对比。

### 6.2.5 物资管理系统接受处理出库订单

当有订单需要从转运中心中调出粮食时，物资管理系统处理订单，判断粮库中的余粮能否满足订单需求。

### 6.2.6 物资管理系统接受派遣智能平台车去粮库内装载粮食

订单确定后，物资管理系统派遣智能粮库转运车去对应粮食的仓库中准备装载粮食。

## 6.3 系统功能要求

智能粮库转运车由 SLAM 系统、自动卸料系统、导航系统、调度系统、监管系统六个模块构成，相关模块具有可扩展性，如表 1 所示。

表 1 智能粮库转运车建设内容

序号	模块	功能概述

1	SLAM 系统	具备环境地图构建及定位的功能
2	自动卸料系统	平台车到达指定地点，无需人工干预可以自行打开出料口进行卸料
3	导航系统	通过起始点的设置，自主产生路径，并下发运动控制
4	调度系统	对厂区内多平台车进行合理安排，使之避免工作冲突
5	监管系统	监测平台车的续航以及工作故障

### 6.3.1 SLAM 系统

SLAM 系统模块具备下列功能：

- a) 在位置的环境下进行环境地图的建立；
- b) 通过构建的环境地图对自身的定位；
- c) 兼容多传感器补足单一传感器的不足。

### 6.3.2 自动卸料系统

自动卸料模块具备下列功能：

- a) 能够自主打开和关闭出料口；
- b) 能够自主升降卸料装置。

### 6.3.3 导航系统

导航系统模块具备下列功能：

- a) 进行起始点的下发；
- b) 提供最优的工作线路；
- c) 进行运动控制的下发。

### 6.3.4 调度系统

调度系统模块具备下列功能：

- a) 对智能粮库转运车进行调度，对不同的粮食选择相对应的粮仓进行转运；
- b) 安排多智能粮库转运车进行不同线路的运行；
- c) 避免多智能粮库转运车工作冲突。

### 6.3.5 监管系统

监管系统模块具备下列功能：

- a) 监管所有智能粮库转运车的续航电量；
- b) 监管所有智能粮库转运车的工作状态；
- c) 监管所有智能粮库转运车的车身状态包含胎压、电控等状态。

## 6.4 硬件要求

智能粮库转运车硬件设备一般包括线控底盘车、收储装置、卸料装置、激光雷达、RTK、双目相机、毫米波雷达、工控机、监测设备等。

在进行设备选型时应根据粮库的规模和业务需求等实际情况，选择配备相应设备。

主要硬件的功能要求如表 2 所示。

表 2 主要硬件的功能要求

序号	硬件	功能概述
1	线控底盘车	具备动力推进装置，可以一种或多种控制模式(遥控或线控)工作，并能搭载不同模块
2	收储装置	对需转运粮食物料进行收储且实时检测湿度
3	卸料装置	自动升降且能自主开关出料口
4	监控设备	检测转运过程中粮食物料的状态以及平台车自身状态

5	激光雷达	发射激光线束，实时检测平台车附近的环境信息
6	RTK	提供厘米级精度的卫星定位
7	双目相机	识别障碍物信息，识别道路标识
8	毫米波雷达	检测车辆正前方突然出现的障碍，判断碰撞时间做出主动措施
9	工控机	处理所有传感器的数据，下发运动控制到线控底盘且与主机进行分布式关联

## 7 检测方法

### 7.1 试验条件和试验准备

7.1.1 整机试验负荷：按使用说明书或产品明示的最大载重容积加载进行试验。

7.1.2 试验环境：温度为 $-5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ （测试续航温度应为 $20^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ ），风速不大于 $3\text{m/s}$ ，试验时应避免雨、雪天气。

7.1.3 试验路面：平坦、干燥的沥青或混凝土路面。

7.1.4 试验仪器应符合 GB 17761-2018 中第 7 章的规定。

### 7.2 性能试验

7.2.1 连续作业时间：智能粮库转运车按制造厂说明书的要求对车载电源锂电池充足电，静置 0.5h 后，增加至标明的载重量，以最高行驶速度行驶到欠压保护装置做出反应为止，记录时间。

7.2.2 最小转弯直径：智能粮库转运车最小转弯半径测试应符合 GB/T 12540 的要求。在水平路面上向左、右各做一次转向运动，应在回转直径为最小转弯直径的范围内顺利回转。

7.2.3 爬坡能力：汽车爬坡能力测试应符合 GB/T 12539 的要求。爬坡能力按下列步骤试验：

在规定坡度的路面上选择 20m 测试区域，其前端应有 5~10m 长度与测试区域坡度相同的坡路，坡前平直道路选择小于 5m 位置起步。试验装置见图 2，其中 $\alpha$ 为厂家规定的爬坡度；

空载样机以低速从平直路段起步，以能达到最大爬坡能力所需的速度驶上坡道，智能粮库转运车应能平稳通过坡道。反复试验三次；

智能粮库转运车以低速从平直路段起步，以能达到最大爬坡能力所需的速度驶上坡道，在坡道中段位置停车，待停稳后，松开制动，迅速加速，样机应能重新平稳起步，并能通过剩余坡道。反复试验三次。

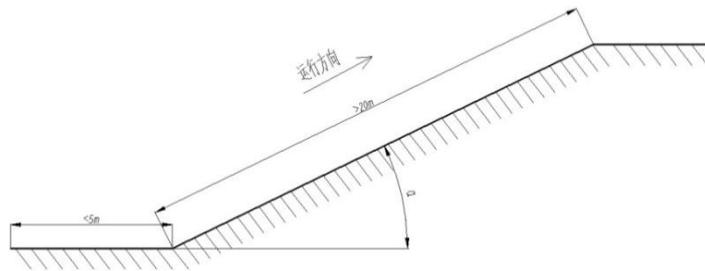


图 2 爬坡性能试验装置

7.2.4 障碍通过能力：障碍通过测试可选择在道路间有一台阶的场所进行，该台阶高度 80mm。将智能粮库转运车在距台阶 0.5m 处起步驶向台阶，智能粮库转运车应能越上并通过台阶，如图 3。

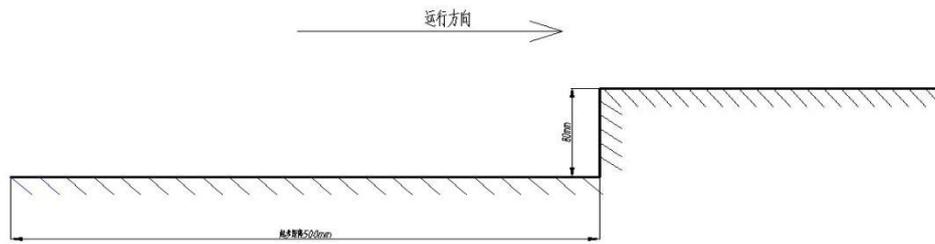


图 3 越障测试示意图

7.2.5 侧倾稳定性：将满载状态的智能粮库转运车侧向放置在  $20^\circ$  的斜坡上，智能粮库转运车应稳定，不得有车轮离开地面、倾翻等现象。

7.2.6 制动性能测试：制动性能的试验按 GB 12676 规定进行。

7.2.7 可靠性试验

可靠性按下列步骤试验：

试验前应对被测智能粮库转运车进行检查和调整，使各部件保持良好的工作状态，调整过程中，允许进行不大于 3km 的检查行程，以确保调整妥善；

试验在保持行驶安全的情况下尽可能以较高车速行驶，行驶过程中不允许滑行；

行驶超过 200km，试验过程中不应发生机械的断裂和驱动控制系统各部件的损坏或失效，如（电池、电机、控制器），试验后不应丧失其电动行驶功能。

## 8 标志、随车文件、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

应设置整车产品标牌，同时还应有底盘的产品标牌；整车产品标牌的内容应符合 GB 7258 的规定，标牌的固定、位置和型式应符合 GB/T 18411 的要求。

### 8.2 随车文件

随车文件应包括但不限于：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用说明书，内容应符合 GB/T 9969-2008 的相关要求；
- c) 随车工具、随车备件清单；
- d) 装箱单。

### 8.3 包装

- a) 智能粮库转运车采用裸装，随车备件及工具应作防锈处理；
- b) 随车文件采用防潮材料包装。

### 8.4 运输

智能粮库转运车运输为整车自行运输，行驶时应符合国家道路运输车辆的交通运输规则。

### 8.5 贮存

- a) 应存放在干燥通风的库房内，露天停放时应应对车辆进行防雨处置，并妥善保管。
- b) 长期存放时，易锈部位应涂油脂防护，并按产品使用说明书的规定进行维护和保养。