

# 凯斯 210 拖拉机空气滤芯的应用设计与可靠性研发

傅东兴

(黑龙江省农业机械工程科学研究院 哈尔滨 150081)

**摘要:** 为有效降低进口拖拉机维修保养的成本,以市场保有量较大的美国凯斯 210 拖拉机的空气滤芯为研究对象进行国产化研究,基于凯斯 210 拖拉机应用特点及空气滤芯发展现状,通过对进口空气滤芯的结构设计、生产工艺、过滤精度、过滤效率、过流阻力、容尘量等方面的整体性能分析进行国产化替代技术的研究。研究结果表明,滤芯国产化后价格降低了 90%,大幅降低用户的维护保养成本,提高广大农户的收益。通过试验数据和上机试验对比分析可知,国产化空气滤芯可以满足凯斯 210 拖拉机使用,市场推广应用前景广阔,社会效益和经济效益十分显著。

**关键词:** 凯斯 210 拖拉机; 空气滤芯; 国产化替代技术

中图分类号: S219.07

文献标识码: A

doi: 10.14031/j.cnki.njwx.2023.02.007

**Application Design and Reliability Development of Air Filter Element for US Case 210 Tractor**

FU Dongxing

(Heilongjiang Academy of Agricultural Machinery Sciences, Harbin 150081, China)

**Abstract:** In order to effectively reduce the cost of imported tractor maintenance, this study to the market retention of the larger U. S. Case 210 tractor air filter as the object of study for localization research, based on the Case 210 tractor application characteristics and air filter development status, through the import air filter structure design, production process, filtration accuracy, filtration efficiency, overflow resistance, dust capacity and other aspects of the overall performance Analysis of the localization of alternative technology research. The relevant test results show that the price of the cartridge is reduced by 90% after localization, which significantly reduces the maintenance cost of users and improves the profit of the majority of farmers. Through the test data and the machine test comparison analysis can be seen, the localized air filter element can meet the Case 210 tractor use, the market promotion application prospect is broad, social and economic benefits are very significant, the research results for reducing agricultural production costs, improve agricultural production efficiency is of great significance.

**Key words:** Case 210 tractor; air filter; localized replacement technology

## 0 引言

随着我国综合国力的大幅提升,国民经济得到了显著的增强,国家对“三农”的扶持力度也空前加大,持续推动了我国现代农业的发展进程<sup>[1]</sup>,其中以大马力拖拉机为代表的耕作方式的发展是最为直观的体现。黑龙江省是全国的商品粮供应基地,承担着国家粮食安全重任,农业产业化建设进程也在国家及地方的各项惠农政策的大力扶持下迅速发展,大农业、大农机情形已经形成,现代农机专业合作社已遍布全省各乡镇及农场,小型个体性质的农机服务网点也已遍布至村屯,农耕的全面机械化作业形势已基本形成<sup>[2]</sup>。

黑龙江是我国农业大省,农业生产用地多,农机作业面积大、任务重,农机的保有量很大,近几年

作者简介:傅东兴(1975—),男,黑龙江富锦人,本科,高级工程师,研究方向为农机维修技术。

土地规模化种植发展迅速,以凯斯为代表的 150 kW (200 马力)以上拖拉机的应用越来越普遍,使用率越来越高。由于拖拉机作业环境恶劣,空气中含有大量的灰尘和砂石,杂质进入汽缸,在发动机运动过程中会造成汽缸磨损,需要对空气进行过滤后再进入汽缸,因此,需要定期对空气滤芯进行更换,但是由于凯斯 210 拖拉机汽缸尚未实现国产化替代,进口原厂件价格昂贵,粗滤芯和精滤芯的价格约为 1 400 元·套<sup>-1</sup>左右<sup>[3]</sup>。该机空气过滤系统由粗滤芯和精滤芯两部分构成,粗滤芯套置于精滤芯的内部,组合到一起完成空气粗精过滤之后的净化。欧美进口的农业机械相比国产品牌农机价格高昂,进口农机的日常维修、保养、换件价格太过昂贵,导致农机作业成本提升,影响农户收益的同时也限制了进口农机的使用频次。为加快推动黑龙江省的农业现代化产业进程,提高进口农机具的使用效能,应该加快国产农业机械及配套设备的研制与发展。

针对以上问题,以黑龙江省农业机械工程科学研究院为技术依托,以凯斯拖拉机空气滤芯的国产化替代为目标,从结构设计、生产工艺、过滤精度、过滤效率、过流阻力、容尘量等方面进行研究和分析,对其易损件空气滤芯进行国产化替代方案的深入探讨,形成国产化的可行性替代方案,完成相关保养配件的国产化生产制造,有效降低保养成本,提高广大农机用户的收益,并通过田间试验进行验证。研究结果以期提升我国农业生产效率及生产效益提供技术参考与优化方案。

## 1 拖拉机空气滤芯发展现状分析

### 1.1 微孔滤纸滤芯

目前,国内外关于拖拉机、汽车等空气滤芯生

产企业较多,不同企业之间主要生产方向与生产水平也存在较大的差异,其中主要以美国 HOLLINGSWORTH&VOSE(H&V)公司、德国 MANN + HUMMEL 公司在空气滤芯生产和研制中影响较大,并且在市场上具有一定的竞争力。在我国,K-100 公司生产的空气滤芯也具有一定的市场竞争力。不同企业生产的空气滤芯技术参数如表 1 所示。

目前在汽车和拖拉机等中型车辆装备中使用最多的空气滤芯主要是经过酚醛树脂处理后的微孔滤芯,其强度、硬度和透气度等较高,机械性能较强,目前形成了以皮革纤维、植物纤维、人造纤维和动物纤维多元化的原料进行研制,因此,微孔滤芯成为目前应用最为广泛的空气滤芯之一。

表 1 不同企业生产空气滤芯技术参数

企业	透气度/[L·(m <sup>2</sup> ·min) <sup>-1</sup> ]	平均孔径/μm	厚度/mm	重量/(g·m <sup>-2</sup> )	最大孔径/μm
中国 K-100	2 200	31	0.50	140	97
意大利 BOSSO	2 260	35	0.46	150	104
美国 H&V	600	17	0.45	125	70
德国 MANN	700	17	0.55	140	70

### 1.2 无纺布滤芯

无纺布滤芯主要是使用化学纤维,根据实际需求对厚度进行任意选择,可以调整空气阻力,但是在实际使用过程中孔径设计较为困难,制作和生产成本较高,尚未得到广泛的应用与发展。

### 1.3 纤维滤芯

纤维滤芯是近年来发展的一种新型滤芯材料,能够在实现空气净化的高效吸收发动机工作时产生的噪声,我国长春汽车生产厂对其开展相关研究,结果表明,纤维滤芯具有过滤效果高、不易吸附灰尘和较小的空气阻力等应用优势,但是随着长时间的使用,使用寿命较短,长期使用成本较高。

### 1.4 复合滤芯

复合滤芯主要是指在传统滤纸滤芯中增加一层纤维结构,形成一种新型复合滤芯,可以实现较高的过滤效率,但是会增加其灰尘吸附能力,需要定期进行清洗,防止发生滤芯堵塞等问题。

## 2 凯斯 210 拖拉机应用特点

凯斯 210 拖拉机内置高性能 CaseIH 发动机,可以提供可靠的动力来源。高压共轨柴油技术与电

子燃油管理技术结合,能够确保拖拉机为不同农业生产形式提供良好经济经济性。共轨燃油系统可提供的燃油量能同时满足拖拉机燃油经济性和性能的需求。

### 2.1 发动机动力管理

发动机动力管理(EPM)能够额外输出高达 27 kW(37 马力)的功率,将拖拉机工作性能提升高达 22%,并且对公路运输、液压和 PTO 作业都适用,高达 13 kW(CV)的额外功率可以通过调节油门降低发动机转速至 1 900/2 000 r·min<sup>-1</sup>获得额外 10%的性能提高。凯斯 210 拖拉机发动机体积小,拥有极小的转弯半径。其中,动态挡泥板使拖拉机转向角增加 30%,为拖拉机转弯提供便捷操纵性。最小转弯半径自动四轮驱动和差速锁可自动分离与结合,如在急拐弯时、制动时,可以提供气动或液压拖车制动器以方便与大型拖车联合工作。

### 2.2 操作便捷

CVT 变速器始终保持非常高的机械驱动比例,能够最大限度地提高功率输出。90%以上的机械驱动即可应对农业生产作业的重型牵引、快速钻井或拖曳作业,能够确保平滑换挡,而且该驱动不会中

断,具有更加优越的加速性能和更高的燃料效率。

### 2.3 具有更好的人机工程

凯斯 210 拖拉机采用可调 MULTICON-TROLLER 扶手,该 Multicontroller 扶手设计完美,完全符合人体工学,而且还配备了一个控制拖拉机液压系统的全集式操纵杆,方便驾驶员在复杂的田间环境中操作和较高的机械输入。拥有人性化驾驶室,在田间工作时可以提供 360°全景视野,为驾驶员提供平稳的操控环境。另一方面,创新采用 Case-IHAFSP700 彩色触屏显示器,用于监测、控制 CaseIH 机车和导航系统,实现记录数据(应用的数据)或预定方案种植等,以便用于精耕应用程序,因此,是目前我国应用最为广泛、性能较为优越的拖拉机类型之一。

### 2.4 发动机滤芯价格昂贵

凯斯 210 拖拉机空气过滤系统由粗滤芯和精滤芯两部分构成,粗滤芯套置于精滤芯的内部,组合实现拖拉机发动机的空气净化。美国凯斯 210 拖拉机的保养周期约为每工作 200 h 保养一次,其中空气滤芯的更换是首要工作,但未实现国产化替代,进口原厂件价格昂贵,粗滤芯和精滤芯的价格约为每套 1 400 元左右,因此,保养和维修费用较高,大部分农户难以接受高昂的费用。

## 3 性能试验与结果分析

### 3.1 试验材料与方法

与河北省衡水市约翰过滤器材有限公司合作,按技术图纸及原件实物加工制作了 10 套国产化样件产品。试制样件的精滤芯滤纸采用了国内外合资厂独家生产的 HA 型高精度空气滤纸材料进行替代试制,粗滤芯滤纸采用国产的低精度空气滤纸进行安全芯替代试制。

### 3.2 测定指标与方法

测定指标参考 QC/T32—2017《汽车用空气滤清器试验方法》、QC/T32—2006《汽车用空气滤清器性能试验方法》、ISO5001—2014《内燃机和空气压缩机进气空气滤清器性能试验》、ISO12103-1 A2 FINE T. D.《道路交通工具——用于滤清器评估的试验粉尘》。

### 3.3 结果与分析

#### 3.3.1 标况阻力

在额定流量为  $1\ 385\ \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 、工况大气压力为 98.496~98.525 kPa 的条件下,将试制的精滤芯样件与原件的标况阻力检测数据进行对比,研究结果

如图 1 所示,数据统计结果如表 2 所示。研究结果表明,试制的精滤芯样件与原件性能接近度较高,试制的精滤芯样件仅高于原件标况阻力 11.31%~21.23%。

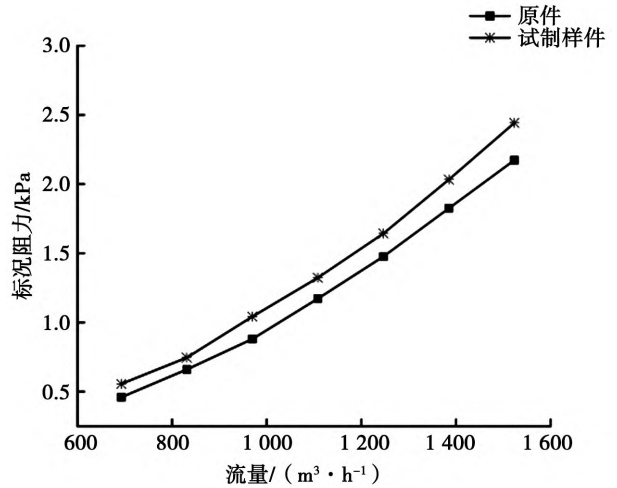


图 1 不同样品在不同流量下标况阻力变化曲线

表 2 试制样件与原件标况阻力结果统计

试验流量 / (m³ · h⁻¹)	原件标况阻力 / kPa	试制样件标况阻力 / kPa	相对误差 / %
692.5	0.459	0.556	21.23
831.0	0.660	0.746	13.03
969.5	0.880	1.042	18.41
1 108.0	1.172	1.323	12.88
1 246.5	1.476	1.643	11.31
1 385.0	1.825	2.033	11.40
1 523.5	2.173	2.442	12.38

### 3.3.2 工作性能

根据《空气滤清器测试报告》的测试结果,将试制的精滤芯样件与原件的初始效率、全寿命效率、容尘量检测数据进行对比,研究结果如表 3 所示。

表 3 试制样件与原件工作性能结果对比

测定指标	初始效率	全寿命效率	容尘量
原件	98.74%	99.08%	4 875.99 g
试制样件	99.68%	99.85%	5 450.51 g
相对误差	0.95%	0.78%	11.78%

(下转 30 页)

土壤结合能力强,药效持效期达 35 d 以上,并且配备专用安全解毒剂,与除草剂配合使用,可以避免秧苗发生药害,通过田间试验得出以下结论:

1) 本研究为验证自主研发的水稻插秧机复合作业模式田间水稻插秧及除草性能,选取水稻除草率、伤苗率及水稻生长性状及产量为评价指标进行验证,田间试验结果表明,水稻插秧机复合作业模式可以提高水稻插秧效率,与对照组相比,试验组水稻产量达到了  $572.6 \text{ kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$ 。

2) 为了验证水稻插秧机复合作业模式及自主研发的油悬除草剂对除草性能的影响,选取除草率、伤苗率为评价指标,研究结果表明,水稻插秧机复合作业模式下田间运行稳定、操作简单,伤苗率较低,除草效果较好,与传统田间单独进行除草作业相比,可以节省人力,减少作业工序,与常规除草药剂相比,提高田间除草效果。

3) 在明确水稻插秧机复合作业模式田间作业优势的基础上,对水稻插秧机复合作业整机行进速度进行评价,选取水稻除草率及伤苗率为评价指标。结果表明,机器前进速度在  $1.80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  时除草率达到最大值,机器前进速度在  $1.98 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  时,田间水稻伤苗率达到最小值。

(上接 26 页)

## 4 效益分析

### 4.1 经济效益

凯斯 210 拖拉机空气滤芯组国产化替代后,其批量生产制造的成本在 120 元左右。一般情况下,从原厂进口的凯斯 210 拖拉机空气滤芯组在国内售价为 1 200 ~ 1 400 元之间,保养换件费用很高。因此,形成国产化替代生产以后,可以显著降低农机用户的换件成本,经济效益将十分明显。

### 4.2 社会效益

凯斯 210 拖拉机空气滤芯组产品样件已试制成功,经过数据试验和上机试验结果对比,全负荷状态下使用寿命和使用效力接近于进口滤芯,已经可以进行国产化替代。国产化生产后该维护保养配件的供货期及时,价格下降 90%,能有效保障凯斯 210 拖拉机的作业效能。并且该件的生产制造工艺简单,现有的国内制造能力完全具备批量生产条件。美国进口的凯斯 210 拖拉机的市场保有量很大,市场推广应用前景广阔,社会效益非常显著。

参考文献:

- [1] 杨永杰,唐伟,朱晓群,等.水稻机插秧“插喷同步”封闭除草技术及配套除草剂防效对比[J].中国稻米,2022,28(1):109-113.
- [2] 李春胜,谭宏杰,李娜,等.水稻田间除草现状分析及未来发展趋势的思考[J].农业与技术,2021,41(24):10-12.
- [3] 顾慧萍,袁国徽,高原,等.4%双唑草腈 SC 对直播水稻的安全性及除草活性研究[J].上海农业学报,2021,37(4):68-73.
- [4] 蒋郁,齐龙,龚浩,等.气动式水稻株间机械除草装置研制[J].华南农业大学学报,2020,41(6):37-49.
- [5] 齐龙,刘闯,蒋郁.水稻机械除草技术装备研究现状及智能化发展趋势[J].华南农业大学学报,2020,41(6):29-36.
- [6] 王广成.水稻旱穴播机施肥装置的设计[J].农机使用与维修,2022(3):25-27.
- [7] 符全.水稻机插侧深施肥技术操作要点[J].农机使用与维修,2020(11):120-121.
- [8] 柳海鹤,李卓霖,李春胜,等.水稻田间除草机械的研究与试验[J].农业与技术,2020,40(16):54-56.
- [9] 董可宏,安龙哲,张迪.水稻穴播机多环形深浅阶梯状施肥装置的研究设计[J].农机使用与维修,2018(7):8-9.

(04)

## 5 结论

1) 本研究提出的粗滤芯为安全芯,主要起保护作用,可以直接投入使用,实现国产化替代。

2) 本研究提出的精滤芯为主滤芯,样件试制成功,并且通过春、秋两季的上机试验,发动机的能耗没有增加,动力性能没有下降,使用寿命能满足生产要求,已经完全可以用于国产化替代。

参考文献:

- [1] 刘阿龙,刘帅帅.浅谈空气滤清器产品开发过程[J].汽车实用技术,2021,46(10):106-108.
- [2] 许致华,彭松伟,洪振宇,等.结构参数对发动机空气滤清器性能的影响研究[J].机床与液压,2021,49(9):77-82.
- [3] 成文术.自洁式空气滤清器的能耗分析[J].机电产品开发与创新,2022,35(3):139-141.
- [4] 栾宝奇,王大鹏,刘鑫.机车空气滤清器整机试验台的研发[J].铁道机车与动车,2020(12):46-48.
- [5] 白涛,牛一群,冯建儒.一种自清洁式空气滤清器设计研究[J].时代汽车,2022(10):141-142.
- [6] 李文涛,崔洪江.机车空气滤清系统 CFD 数值模拟分析[J].铁道机车与动车,2022(2):7-12.

(05)