Development and Application of Township Full-Pavement Sweeper

Kelin Zou

Hunan Linyu Technology Development Co., Ltd., Changde, Hunan, 415100, China

Abstract

This paper focuses on the development and application of township full-pavement sweepers, detailing their development background—addressing the practical needs of narrow roads, complex road conditions, and diverse waste types in townships. The research aims to overcome the inefficiency and incomplete coverage of traditional cleaning methods. The article systematically introduces the functional characteristics and key operational points of the core components of the sweeper, with a focus on the core elements of the working device. It provides an in-depth analysis of the design logic and structural optimization of the main parameters of the sweeping mechanism and suction nozzle, while also clarifying the debugging process and standardized operating procedures to ensure stable operation of the equipment under complex township road conditions, achieving the expected operational outcomes of efficient cleaning and road surface maintenance. The content of this paper combines professionalism and practicality, offering targeted technical references for product developers of sweepers and clear operational guidance for frontline operators, making it highly valuable for reference.

Keywords

township full-pavement; sweeper; chassis; suction nozzle; sweeping mechanism

乡镇全路面扫路车的开发及应用

邹克林

湖南林宇科技发展股份有限公司，中国·湖南 常德 415100

摘　要

本文围绕乡镇全路面扫路车的开发与应用展开，详细阐述其开发背景——立足乡镇道路狭窄、路况复杂、垃圾类型多样的实际需求，为破解传统清扫方式效率低、覆盖不全面的痛点而研发。文中系统介绍了扫路车核心部件的功能特性及关键使用要点，重点聚焦作业装置的核心环节，深入剖析清扫机构与吸嘴的主参数设计逻辑、结构优化要点，同时明确了调试流程与规范操作标准，确保设备在乡镇复杂路况下稳定运行，达到高效清扫、洁净路面的预期作业效果。本文内容兼具专业性与实用性，既为扫路车产品开发人员提供了针对性的技术参考，也为一线使用操作人员提供了清晰的实操指引，具有重要的借鉴价值。

关键词

乡镇全路面；扫路车；底盘；吸嘴；清扫机构

1 概述

扫路车经过多年发展，已在大中型城市主干道广泛应用，将环卫工人从繁重体力劳动中解放出来，其作业清扫效果好、效率高，还保障了道路行车安全。但目前乡镇道路的清扫工作仍由人工完成，不仅效果差、效率低，还存在安全隐患。随着美丽乡村建设的深入，城乡建设一体化成为国家发展战略，尤其是现阶段全面推进乡村振兴迈出坚定步伐，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《农村人居环境整治提升五年行动方案 (2021-2025 年)》并要求贯彻落实。该方案提出，到 2025 年农村人居环境治理水平显著提升、长效管护机制基本建立，同时将相关技术研究创新列入国家科技计划重点任务，鼓励科研机构和企业开展新技术新产品研发。在此背景下，针对乡镇、村组道路垃圾清扫收集与转运需求，利用农用铰接式拖拉机底盘研发的、适配农村道路条件及经济状况的乡镇全地面扫路车应运而生。

【作者简介】邹克林（1975–），男，中国湖南常德人，本科，高级工程师，从事工程机械、环卫车辆研究。

2 乡镇全地面扫路车主要部件

乡镇全地面扫路车主要由农用铰接式拖拉机底盘、电气系统、前清水箱、喷雾降尘系统、清扫机构、动力系统、吸嘴、垃圾箱、液压系统组成。

2.1 底盘

底盘是扫路车行走驱动装置，针对乡镇道路多窄路、

多陡坡、多急弯的复杂路况，要求其通过性好、爬坡能力强，同时结合乡镇经济承受能力，经充分市场调研，选择广泛用于乡镇运输、具有低速大扭矩特性的农用铰接式拖拉机底盘进行改装。

2.2 电气系统

整车电控由底盘电控单元和专用工作装置电控单元两个独立部分组成。底盘电控单元涵盖了转向机构、动力启动装置、传动控制踏板组（含离合器、油门及制动踏板）、车载功能开关（照明与音响控制）以及综合仪表盘等核心部件。专用工作装置电控单元则包含电控箱（见图一）、副发动机、电气执行元件及电磁阀组，并配置了独立的总电源控制模块，该设计有效避免了车辆长期停置引发的蓄电池电量流失问题。驾驶员通过操控上述两大系统组件，即可实现扫路车全流程作业功能，包括车辆行进、路面清扫作业以及垃圾箱体倾卸等关键操作环节。其操作界面简单直观，无专业机械操作经验的人员也能快速掌握，便于乡镇灵活安排人力资源、提高工作效率。



图一　电控箱

2.3 清水箱

清水箱用于储存车载清洁水，分为前清水箱和后清水箱。前清水箱利用车载空间布置在副发动机及风机前端，可有效隔音、吸热，提升驾驶舒适度；后清水箱内置于垃圾箱中部、后下部，既增加了清水箱容积，又方便倾翻卸料。前后清水箱通过大管径水管连接，共用加水口，且各有排水口和透气口，保证加水顺畅效率高。前清水箱集成了一套智能液位监测系统，该系统由高精度水位传感装置与预警模块构成。当箱体内部水位降至预设值时，传感器发出实时预警。

2.4 喷雾降尘系统

喷雾降尘系统由加水接头、输水管、开关球阀、水过滤器、电动隔膜泵、分流阀、喷嘴等组成。水源可根据实际情况选择：通过消防栓接口、输水管注入自来水，或利用潜水泵抽取公路附近沟渠、水塘的水。清水箱中的水经输水管、水过滤器过滤净化后，由电动隔膜泵加压，再通过分流阀分三路流向左右扫盘上的雾化喷嘴和吸嘴出风管内。雾化后的水用于润湿空气和扫盘，抑制作业时的扬尘，避免二次污染；流入吸嘴出风管的水流通过细孔形成水柱，可冲洗吸嘴出口内壁、进一步润湿灰尘，便于垃圾顺畅吸入垃圾箱。

2.5 清扫机构

路面垃圾通过清扫机构上的扫刷，被扫至吸嘴可直接吸拾的位置。清扫机构由左右清扫装置组成，采用弹簧浮动悬挂，通过油缸控制扫盘摆出和收回。清扫机构采用自适应避障机构设计，当作业过程中遇到前进方向障碍物时，其机械结构可触发弹性形变机制实现主动避让。液压马达驱动盘刷旋转，可实现三级调速，还能完成左扫、右扫和全扫等不同作业模式；可采用特制扫刷，适配不同路况并实现高效作业。

扫路车扫刷与地面的接触状态是决定清扫作业质量的关键因素。扫刷磨损后需利用链条、花兰螺丝等补偿调节机构，使磨损后的扫刷仍能保持与地面在特定接触区域的精确贴合，从而保证清扫效果。根据样车实验效果，确定以下关键参数：最大清扫宽度 2300mm、有效清扫宽度 2200mm、左右扫盘中心距 1400mm、最小清扫间距 620mm、扫刷触地宽度 150±50mm、扫刷直径 ϕ900mm、触地倾角 30° 、重叠量 ≥50mm、吸嘴宽度 800mm，在此参数下作业，洁净率可达 95% 以上。

2.6 动力系统

动力系统由副发动机、自动离合器、皮带、风机等组成，副发动机为风机和液压油泵提供动力源，其输出功率为两者所需功率之和。风机所需功率由工作装置吸嘴吸管的风量、风压及风机效率决定；液压油泵所需功率由清扫机构扫盘马达的流量、油压及系统效率决定。副发动机与风机通过自动控制离合器连接，副发动机怠速时，离合器与输出轴自动断开，保障副发动机空载启动及熄火；液压油泵通过副发动机前侧端口直接连接，启动及熄火时无负载。该动力系统采用低排放、高效率发动机，兼顾环保与节能需求，同时通过优化清扫路线和工作模式，进一步降低能耗和运行成本。

2.7 吸嘴装置

为适应乡镇道路复杂工况，采用全浮动式三角形窄吸嘴（见图二）。吸嘴采用四连杆牵引机构，确保升降、着地平稳；左右侧加装限位挡块，保障运输转场时牢固可靠；吸嘴前后支承轮着地后，底边（刚性部分）与路面的间隙需保持在 5~10mm 左右，以保证吸拾效果。吸嘴底边与作业面的间隙调节采用行走轮高度可调机构实现，该机构通过旋拧高度调整螺栓改变行走轮与吸嘴体的相对安装高程。吸嘴体前侧装有密封橡胶板，磨损后应及时更换，以保持密封间隙。

吸嘴主要设计参数如下：

1. 吸管直径：综合考虑副发动机功率、风机风压风量

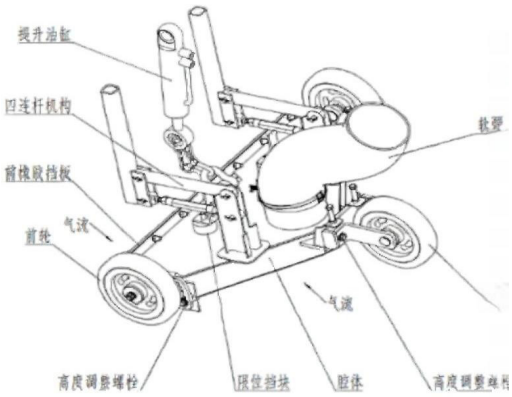
等因素，确定吸管直径为 ϕ160mm，吸管内平均气流速度≥30m/s；

2. 吸嘴宽度：结合扫刷触地位置（单边重叠量≥50mm）、空间位置及风机风量，确定最大宽度为800mm；

3. 内空高度：经类比分析及试验验证，确定为 85mm，兼顾大尺寸垃圾吸拾与风量节省；

4. 吸管前腔体长度：确定为 270mm，在保障扫净率的同时合理控制空间占用；

5. 吸管正后方底板宽度：以 25mm~35mm 为宜，避免气流不稳定或风阻过大导致漏吸。



图二 三角形吸嘴

2.8 垃圾箱

垃圾箱两侧板采用瓦棱结构设计，既美观又增加了强度和刚度、减轻自重。垃圾箱前端为开口型，罩过风机及副发系统；中部和后下部为清水箱，后上部为污水箱。垃圾箱后门设有排污管，排污管前装有过滤网。

垃圾箱体后下部与前中部区域分别配置吸污管路接口及气流通道接口，通过精密对接机构与吸嘴单元的气体传输管路及风机系统的负压入口实现密封连接。该连接界面采用弹性密封环结构，通过预紧力作用形成动态密封界面。密封环磨损后需及时更换。

垃圾箱举升倾翻机构集成安全联锁保护装置：在倾卸作业前，要求开启后门并完成污水排放；在箱体回位前，必须先放下支撑稳定杆，否则操作无效。当垃圾箱处于倾卸工况时，可启用手持式高压冲洗装置对箱体内部进行清洁作业。

2.9 液压系统

液压系统采用模块化集成设计，主要由以下功能组件构成：动力输入模块包含齿轮油泵及手动应急泵；执行机构由液压马达与液压缸组成；液压集成块作为核心控制单元，将多个阀件集成于一体以优化管路布局；液压油存储与散热由液压油箱承担，并通过标准化管路连接件实现各模块间的流体传输。车辆正常扫路作业时，副发动机驱动齿轮油泵提供压力油源，驱动左右扫盘旋转、吸嘴升降、垃圾箱后门开闭及倾翻复位等动作。手动应急泵作为应急辅助动力装置，当副发动机出现故障时，可人工倾翻垃圾箱和提放工作装置，便于维修。液压系统压力通过调节溢流阀调节手柄设定，调整后拧紧锁定螺母；通过集成块上的节流阀，可调整各档位扫盘转速。

3 样车作业效果验证

该扫路车将清扫作业单元配置为前置两大扫盘机构与中置三角形吸嘴的组合形式。前置两大扫盘通过对称布置实现宽幅清扫覆盖，中置三角形吸嘴则利用几何优势形成高效负压通道，两者在空间上形成紧凑的作业单元，清扫效率的显著提升，且作业飞溅少、吸净率高，可有效清扫道路上的尘土、树叶、果蔬、断砖残瓦、小石子等各类垃圾。

4 产品展望

乡镇全地面扫路车的开发积极响应了美丽乡村建设指导政策，借鉴城市扫路车成熟技术，充分结合乡镇道路作业工况，针对性选型底盘，优化布置并改进提升清扫机构、吸嘴等作业装置，是农机设备与环卫设备的有机结合体。该产品价格亲民，不仅能助力乡镇环境改善，还可出口至亚非拉等不发达国家的城镇，为改善世界人居环境贡献力量，具有广泛应用前景和显著的经济、社会效益。

参考文献

[1] 吴继霞.GB/T 25649—2010《道路施工与养护机械设备稀浆封层机》介绍[J].机械工业标准化与质量,2012,(06):21-22+25.

[2] 李路阳,关红艳,李勇.基于CFD的扫路车吸尘盘吸尘性能分析及结构优化[J].农业装备与车辆工程,2025,63(03):99-104+116.

[3] 张慧莲,姜木枝.《农村人居环境整治提升五年行动方案(2021-2025)》实施进展及其影响因素——基于J省9个村庄的调查[J].中国沼气,2025,43(01):72-78.DOI:10.20022/j.cnki.1000-1166.20241223.