

滚筒式扫路车清扫装置折叠隐藏式设计与研究

龚迎辉

长沙职业技术学院，湖南 长沙 410217

摘要： 公路交通是基础设施建设的重要领域，是国家交通网发展的物质载体^[1]。扫路车在广大的市场需求中应运而生，逐渐发展成集清扫、运输、回收垃圾等功能于一体的装置。扫路车的出现大大减少了环卫工人的工作量，提高了安全性^[2]。滚筒式扫路车能够大幅提高对路面的清扫效果。但不论是转盘式扫路车还是滚筒式扫路车，其清扫装置大多都直接安装在扫路车的地盘上，降低了扫路车的底盘高度，这一设计存在着较大的安全风险。一旦出现事故不仅会影响正常的路面清扫作业，更严重的甚至会影响行车安全。本文结合主流扫路车的具体结构，从清扫装置的组成部分着手，以扫路车的实际工作环境为切入点，详细介绍和分析了清扫装置的隐藏式设计与研究。

关键词： 扫路车；滚筒；隐藏

Design and Research on the Foldable and Hidden Cleaning Device of Roller-type Road Sweeper

Gong Yinghui

Changsha Vocational and Technical College, Changsha, Hunan 410217

Abstract: Highway transportation is an important field of infrastructure construction and the material carrier for the development of the national transportation network^[1]. Road sweepers have emerged in response to the vast market demand, gradually evolving into devices that integrate functions such as cleaning, transportation, and garbage recycling. The emergence of road sweepers has significantly reduced the workload of sanitation workers and improved safety^[2]. The roller-type road sweeper can greatly improve the cleaning effect on the road surface. However, whether it is a turntable-type road sweeper or a roller-type road sweeper, most of their cleaning devices are directly installed on the chassis of the road sweeper, reducing the chassis height of the road sweeper. This design poses significant safety risks. In case of an accident, it will not only affect normal road cleaning operations but may also seriously affect driving safety. This article combines the specific structure of mainstream road sweepers, starts with the components of the cleaning device, and uses the actual working environment of the road sweeper as an entry point to introduce and analyze the hidden design and research of the cleaning device in detail.

Keywords: road sweeper; roller; hidden design

对于滚筒式扫路车来说，其对路面的清扫效果更好，市场份额占比大，因此对滚筒式扫路车上的清扫装置进行隐藏式设计与研究更加符合现实意义。在设计和安装清扫装置时，如何避免其降低滚筒式扫路车底盘的整体高度就成了目前亟需解决的问题。本文通过分析滚筒式扫路车的具体结构，以自主设计的清扫装置为依托，在保证清扫效果的同时提高行车安全。

一、清扫装置的安装位置选择及可行性讨论

（一）清扫装置的安装位置分析及选择

清扫装置在实际工作中需要与路面经常接触，因此其常见安装于扫路车的底盘上。在底盘上安装清扫装置虽然简化了安装步骤，也方便清扫装置与路面快速接触，但是却大大降低了扫路车底盘的整体高度，当遇到复杂的路面情况时，清扫装置首当其冲会遭到破坏。因此选择合适的安装位置是清扫装置前期设计中最关键的问题。

经前期进行大量设计发现，不论对清扫装置的结构如何进行优化设计，若其依然安装在扫路车底盘上，都会大大降低扫路车底盘的整体高度。因此排除将清扫装置安装在扫路车底盘上这一传统思路，经大量分析讨论，并到扫路车制造企业走访调研，认为将清扫装置安装在扫路车车身的侧面上是一个较为理想的选择。

（二）清扫装置的安装位置可行性讨论

首先，在扫路车车身的侧面上安装清扫装置不存在技术难度，因此讨论主要集中在清扫装置的安全性方面和经济性方面。

关于安全性方面，由于扫路车的整体宽度约等于车身的宽度加上左右两个后视镜的宽度，而在扫路车车身的两侧也都需要单独安装清扫装置，这样配合扫路车内侧的吸尘系统，才能对路面进行清理。因此单个清扫装置的宽度不应大于后视镜的宽度，否则会增大扫路车的整体宽度，严重影响行车安全。

关于经济性方面，由于清扫装置的主要目的是对路面进行清扫，因此其结构设计只需能实现这一基本功能即可，尽量减少其他方面的冗余设计，以减小清扫装置的整体体积，特别是减少动力源的使用数量，以降低生产成本，提高清扫装置的经济性。

经走访扫路车制造企业和机械建模分析，在扫路车车身的侧面上安装清扫装置，并同时满足安全性方面和经济性方面是可行的。

二、清扫装置的结构类型分析及选择

目前，扫路车的清扫装置主要包括转盘式和滚筒式两种类型。

转盘式清扫装置具有结构简单、维修方便等优点，但是转盘式清扫装置的刷毛与路面的接触面小，清扫效率低下；并且在工作时易对路面上的灰尘和杂质产生切向作用力，导致灰尘和杂质飞出扫路车内侧的吸尘系统，清扫效果较差。

滚筒式清扫装置的刷毛与路面的接触面大，清扫效率更高，能够更好地促进路面上的灰尘和杂质向扫路车内侧的吸尘系统移动，清扫效果更好。但其整体结构相对复杂，存在着维修不便的问题。

经结合转盘式清扫装置和滚筒式清扫装置的优缺点仔细分析，我们认为两种结构类型的清扫装置主体均为机械机构，因此稳定性和可靠性都很高，出现损坏需要维修的情况应当较小。经后续到扫路车企业的维修中心走访调研，查阅两种结构类型的清扫装置维修记录表，印证上述情况属实。因此选择滚筒式清扫装置作为本设计的主体结构是较为理想的选择。

三、清扫装置的动作姿态类型分析及选择

目前，清扫装置大多为固定式，其动作姿态始终不会发生变化，即直接通过电机控制转盘式清扫装置的刷毛旋转，或直接通过电机控制滚筒式清扫装置的刷毛旋转，从而直接对路面进行清扫，其整体结构是固定的，无法调节或改变姿态，一方面导致刷毛长期与路面接触，磨损严重，更换频率较高，大幅提高使用成本；另一方面清扫装置始终处于同一位置，无法收起，导致扫路车在经过复杂情况的路面时，清扫装置容易与路面上的杂物发生磕碰，导致损坏，进一步提高使用成本。

结合上述情况进行分析讨论，明确需要设计一种可折叠隐藏的清扫装置，在扫路车未工作的情况下其能够自动调节或改变自身姿态，使其离路面更远，减小清扫装置的整体体积并隐藏在扫路车的车身内，以降低与路面上的杂物发生磕碰的风险，是清扫装置结构设计中的一个重点方向。

四、清扫装置的具体结构设计及工作流程

综合上述分析结论，我们认为清扫装置应当安装在扫路车车身的侧面上，其整体结构应当包括隐藏机构、升降机构、折叠机构和清扫机构。四个机构互相配合、共同作用，在扫路车工作时，升降机构、折叠机构和清扫机构配合工作实现对路面的清扫作业；在扫路车未工作时，升降机构、折叠机构和清扫机构部分或全部隐藏在隐藏机构内，不会降低扫路车底盘的整体高度，以保障扫路车的行车安全。

（一）隐藏机构的结构设计

隐藏机构如图1所示，主要由隐藏盒组成，隐藏盒通过螺栓固定安装在扫路车车身的侧面上。隐藏盒的底部形成有与其内部连通的开口，以方便折叠机构进出隐藏盒。隐藏盒的宽度不应大于后视镜的宽度，否则会严重影响扫路车的行车安全。隐藏盒的材质选择硬质合金，硬质合金材料具有硬度高、强度高、化学稳定性强、冲击韧性高以及耐磨性好等优异材料特性^[9]，以对内部的其他零部件形成保护作用。

（二）升降机构的结构设计及工作流程

升降机构如图2所示，用于带动折叠机构和清扫机构上下移动。升降机构主要由导向杆、升降板、丝杠和第一电机组成。导向杆沿纵向设置在隐藏盒内，导向杆的上下两端分别与隐藏盒的内壁之间通过螺栓固定连接。升降板沿横向设置在隐藏盒内，升降板与导向杆滑动连接，升降板可在导向杆上上下移动。丝杠沿纵向穿过升降板，丝杠的两端分别与隐藏盒的内壁之间通过轴承转动连接，丝杠还与升降板螺纹连接。第一电机通过螺栓固定安装在隐藏盒的顶部、用于控制丝杠旋转，第一电机的启停通过扫路车驾驶室内部的控制系统控制。

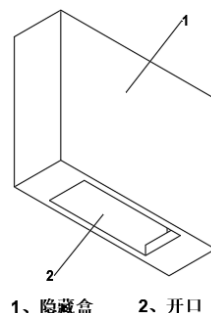


图1 隐藏机构结构图

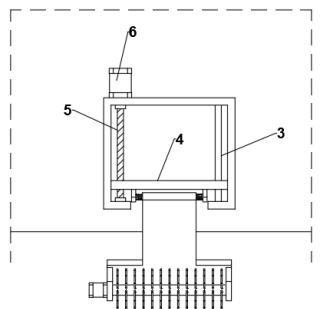
工作流程：环卫工人在扫路车驾驶室内通过控制系统控制第一电机启动，第一电机带动丝杠旋转，由于丝杠与升降板是螺纹连接的，因此在导向杆的作用下，升降板便会带动折叠机构和清扫机构上下移动，在扫路车工作时能够控制清扫机构与路面之间的距离，以适应各种复杂情况境的路面；在扫路车未工作时升降板向上移动，从而能够将折叠机构和清扫机构部分或全部隐藏在隐藏盒内，减小清扫装置的整体体积，降低与路面上的杂物发生磕碰的风险。

优势分析：升降机构的结构简单，便于制造和维修。在机械设备中，经常使用丝杠来做传动，随着设备要求越来越高，对丝杠的精度要求越来越高^[10]，因此丝杠作为精密元件能够进一步提高升降机构的精度。另外丝杠作为精密元件始终隐藏在隐藏盒内，能够在进行清扫作业时扬起的灰尘和杂质与丝杠接触，保障了丝杠的工作精度。

（三）折叠机构的结构设计及工作流程

折叠机构如图3所示，在扫路车未工作时能够折叠在隐藏盒

内。折叠机构主要由活动板和扭簧组成。初始状态下，活动板的上部和中部位于隐藏盒内。活动板的上部的两侧分别焊接有转动轴，转动轴与升降板之间通过轴承转动连接。活动板的下部外侧设置有清扫机构。扭簧的数量为两个，两个扭簧分别套设在两根转动轴上，扭簧的第一



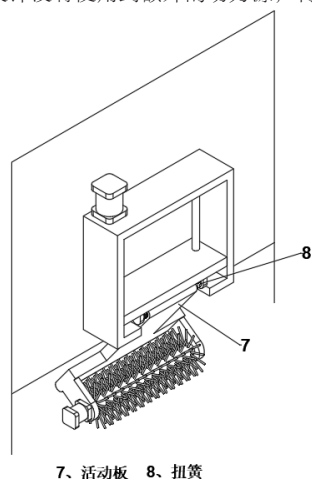
3、导向杆 4、升降板 5、丝杠 6、第一电机
> 图2 升降机构结构图

端与隐藏盒的内壁固定连接，扭簧的第二端与活动板固定连接，扭簧始终使得活动板的下部具有靠近扫路车中部的趋势。

工作流程：升降板下降时，活动板同步下降。由于扭簧的作用，

活动板的下部和清扫机构逐渐靠近扫路车的中部，直到清扫机构能够对路面进行清扫作业，此时活动板的内侧中部与扫路车车身下部的边角处接触，这样清扫机构能够更好地促进路面上的灰尘和杂质向内侧的吸尘系统移动，清扫效果更好。

优势分析：本折叠机构巧妙利用了扭簧的特性，使得升降板向下移动时，活动板的下部和清扫机构能够自动靠近扫路车内侧的中部，从而更好地促进路面上的灰尘和杂质向内侧的吸尘系统移动，清扫效果更好。在扫路车未工作时，升降板上升，活动板的上部和中部又能够自动隐藏在隐藏盒内。换言之，折叠机构的设计没有使用到额外的动力源，利用扭簧的特性便能够控制活动



7、活动板 8、扭簧
> 图3 折叠机构结构图

板的摆动，替代了传统方式通过额外的动力源控制活动板摆动，大大降低了折叠机构的复杂度和成本，适宜大规模推广。

4.4 清扫机构的结构设计及工作流程

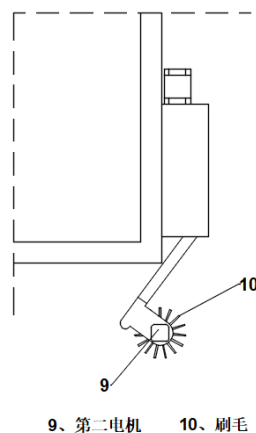
清扫机构如图4所示，用于对路面进行清扫作业。清扫机构主要由滚筒和第二电机组成。滚筒沿横向设置在活动板的下部外侧，滚筒的两端分别与活动板之间通过轴承转动连接，滚筒的外周面上固定安装有多根刷毛。第二电机通过螺栓固定安装在活动板上、用于控制滚筒旋转，第二电机的启停通过扫路车驾驶室内部的控制系统控制。

工作流程：升降板下降时，活动板同步下降，直到滚筒外周面上的刷毛与路面接触。此时环卫工人在扫路车驾驶室内通过控制系统控制第二电机启动，第二电机带动滚筒旋转，滚筒上的刷毛便会促进路面上的灰尘和杂质向扫路车内侧的吸尘系统移动，清扫效果更好。扫路车未工作时，第二电机关闭，清扫机构与隐藏盒的底部接触。

优势分析：在扫路车未工作时清扫机构位于扫路车车身的侧面底部，并没有位于扫路车的底盘上，因此不会降低扫路车底盘的整体高度，保障了扫路车的行车安全，此时滚筒外周面上的刷毛也不再与路面接触，避免了刷毛被过度磨损。另外，清扫机构的结构简单，便于制造和维修，大大降低了使用成本。

五、结语

目前市场上的扫路车没有形成统一的技术路线，在结构上有较大的差异，但是主要部件却较为类似^[5]。本文基于市场上主流扫路车的结构特点，敏锐发现清扫装置的安装位置大多位于扫路车的底盘上，存在着较大的安全风险。本文结合扫路车的实际工作情况，以提高安全性和清扫效果为导向，深入对清扫装置的安装位置进行分析选择对比，重新设计了一种可折叠隐藏的清扫装置，并对其结构进行了进一步优化，以控制成本和优化性能，为保障一线环卫工人的安全和提高扫路车的路面清扫效果作出贡献并不断探索，同时为扫路车清扫装置的研发和生产提供重要参考。



9、第二电机 10、刷毛
> 图4 清扫机构结构图

参考文献

- [1] 《中国公路学报》编辑部. 中国路面工程学术研究综述 [J]. 中国公路学报, 2024.
- [2] 罗炳莲. 扫路车扫刷清扫运动装置系统设计 [J]. 现代制造技术与装备, 2023.
- [3] 张昌娟. 硬质合金材料加工研究进展 [J]. 工具技术, 2024.
- [4] 朱阳光. 丝杠的连接装置 [P]. 2020.
- [5] 易伟. 吸扫式高速扫路车主要部件分析 [J]. 时代汽车, 2024.