

城市道路沥青路面车辙病害机理及预防性养护对策

钟平贵

湖南松林公路建设工程有限公司 湖南 张家界 427199

【摘要】：城市道路沥青路面车辙病害是影响路面使用性能和安全性的重要问题，尤其在交通密集区域，车辙问题尤为严重。车辙的形成与多种因素有关，包括路面材料、交通荷载、气候条件等。针对这一问题，提出了通过预防性养护措施减少车辙发生的可能性，如优化材料配比、加强路面结构设计、定期检测与养护等。通过预防性养护，可以提高道路的使用寿命和安全性，减少后期养护成本。本文从病害机理出发，结合具体的养护策略，为城市道路的长期使用提供了科学依据。

【关键词】：车辙病害；沥青路面；预防性养护；城市道路；养护措施

DOI:10.12417/2811-0722.26.05.008

引言

城市道路沥青路面的车辙病害长期以来困扰着城市交通建设和管理。随着交通流量和车辆荷载的不断增加，车辙问题日益显现，给道路的使用寿命和行车安全带来严峻挑战。车辙的发生不仅影响了路面外观和行驶舒适度，还可能导致交通事故的发生。为了有效控制车辙的形成和扩展，预防性养护成为解决这一问题的的重要途径。通过对沥青路面车辙病害机理的深入剖析，探讨如何通过合理设计和科学养护，有效降低车辙的产生。这一研究为未来城市道路的养护与管理提供了新的思路和实践依据。

1 城市道路沥青路面车辙病害成因

沥青路面车辙病害是一种普遍存在于城市道路中的问题，尤其在交通流量大、荷载频繁的地区更为突出。车辙的形成不仅影响路面外观，还对行车安全和道路使用寿命造成了威胁。车辙的生成是由于路面表层材料在交通荷载和温度变化的长期作用下，发生塑性变形，并逐渐积累形成凹陷轨迹。长期的荷载作用使得路面产生反复的形变，导致沥青材料的疲劳破坏和路面结构的劣化^[1]。沥青路面在高温环境下，软化点较低的沥青材料容易发生流动，从而增加车辙的风险。在长期的车流荷载作用下，沥青路面材料逐渐失去其弹性和强度，致使路面容易发生车辙病害，尤其是重型车辆频繁经过的区域，车辙的深度和范围会进一步加大，给交通通行造成影响。

车辙病害的形成与多种因素密切相关，交通荷载、气候变化、沥青材料性质以及路基土层的承载能力等都可能影响车辙的发生。交通荷载是引发车辙的重要因素之一，尤其是在城市道路的高强度交通环境下，频繁的重型车辆荷载作用会加剧路面材料的压实和变形，导致车辙的产生。沥青的温度和粘度对车辙的形成也起着至关重要的作用。沥青在高温条件下容易发生软化，特别是在夏季高温时段，路面会因沥青的塑性流动而变形形成车辙。气候变化也会加速车辙的形成，在温差较大的地区，沥青材料的热胀冷缩效应容易导致路面裂缝的出现，进一步加剧车辙的形成。除了荷载和温度外，路基土层的承载能力不足也会导致车辙的加剧，路基土层的沉降或压实不均匀，

会造成路面受力不均，进而导致车辙的形成。

沥青路面的设计和施工质量在车辙病害的形成中也起着重要作用。路面设计过程中，如果对荷载分布、材料选择及路面结构层次的设计考虑不周，可能会导致沥青路面不耐高荷载或高温环境，从而加速车辙的形成。沥青混合料的配比不当，特别是粗集料的选择和沥青掺合料的比例，会直接影响路面的抗变形能力。如果沥青路面的施工质量不达标，出现压实不足或厚度不均匀等问题，会导致局部区域承载能力差，进而容易在车辆荷载作用下形成车辙。车辆对沥青路面的作用力集中于车轮下方，经过长期作用，局部路面出现压痕或裂缝，进一步加深车辙的病害程度。设计和施工质量的把控，直接影响到沥青路面的耐久性及抗车辙能力。

2 车辙病害对沥青路面性能的影响

车辙病害对沥青路面性能的影响不可忽视，它直接关系到道路的使用安全性和舒适性。车辙形成后，路面表面凹陷的轨迹会导致行车过程中车辆与路面之间产生较大的摩擦力，从而引发车辆的震动和不平顺的行驶感。尤其是在高速行驶时，车辙的存在使得车辆的行驶稳定性降低，增加了驾驶员的操作难度，严重时可能引发交通事故^[2]。这种不平整的路面不仅影响了行车的舒适性，还对车辆的悬挂系统、轮胎磨损等方面产生了负面影响。频繁的车辆震动使得悬挂系统的负担加重，增加了保养和维修的成本。而轮胎磨损也因车辙加剧，使得车辆的经济性降低，尤其是在长途运输过程中，车辙问题会导致车辆能耗增加，降低整体运行效率。

车辙病害还会显著降低沥青路面的承载能力。沥青路面的车辙形成通常伴随着沥青混合料的塑性变形，导致原有的结构强度降低。随着车辙深度的增加，局部路段的结构层可能会受到破坏，路面表层的稳定性进一步下降。在这种情况下，路面的抗压强度、抗剪切强度等性能会显著下降。特别是在高交通荷载作用下，车辙进一步加剧，这种逐步退化的过程加大了路面修复的难度和成本。如果不及时进行养护或加固，沥青路面将失去其原本的承载能力，出现严重的裂缝、沉降或变形现象，甚至可能导致大规模的路面损坏。长期下去，车辙病害的影响

会波及到整个路段，进一步降低了路面的整体功能，极大影响交通流畅性和行车安全。

车辙病害还会对沥青路面抗水损害性能产生不利影响。沥青路面在车辙病害发生后，路面表面的凹陷部分容易积水，特别是在降雨季节，积水无法及时排出，导致路面出现水浸现象。长期积水会导致路面材料的老化、剥离，沥青的粘结力下降，进一步加剧了车辙的形成和扩展。水的渗透不仅破坏了沥青层的结构，还可能渗透至路基层，引起路基的软化，导致路面沉降或变形。水损性能下降，使得路面易于在潮湿环境下出现更多病害，尤其是在温差较大的地区，积水后再加上低温作用，容易导致沥青层的冻胀现象，进而加速车辙病害的发展。这一系列问题的叠加，不仅使路面的使用寿命大幅缩短，也增加了后期维修的复杂性和成本。

3 影响车辙形成的关键因素

车辙的形成是一个复杂的过程，受到多种因素的共同作用。交通荷载是影响车辙形成的首要因素。车辆行驶时，尤其是重型车辆，其车轮与路面之间的持续摩擦和压缩作用使路面发生持续的塑性变形。频繁的荷载作用不仅使路面材料出现逐渐累积的压痕，还能加速沥青材料的疲劳破坏^[1]。当交通流量大、车辆荷载重时，路面承受的压力远大于其承载能力，这将导致路面表层的逐渐塌陷和变形，最终形成车辙。尤其城市道路中，重型货车与大型公交车辆超载通行，极易加剧车辙形成与扩展，破坏道路平整度与行车舒适性。

路面材料的性能对车辙的发生也起到了决定性作用。沥青材料的选择和混合料配比直接影响到路面的抗变形能力。沥青的软化点较低时，在高温环境下，沥青路面会出现流动性，导致车辙的产生。如果路面中所使用的沥青掺合料比例不当，或者路面混合料的配比不合理，便会影响其耐久性和抗车辙能力。沥青路面的粘结性和塑性也与其组成材料关系密切，尤其是石料的质量和规格，粗集料的骨架结构是否稳固，都会影响车辙的形成。在温度较高的环境下，沥青层容易变软，如果路面混合料中的沥青含量过高或颗粒级配不合理，则更容易导致车辙的产生。合理选择合适的材料并优化混合料的配比，能够有效减缓车辙的形成过程。

气候条件的变化也对车辙病害的发生具有重要影响。温度波动是影响沥青路面材料性质的重要因素。在气候较热的地区，夏季高温使得沥青软化，降低了路面的抗压强度。此时，路面在车辆荷载的作用下，沥青的流动性增强，容易发生塑性变形，最终形成车辙。而在寒冷的环境下，温度急剧变化会导致沥青材料的热胀冷缩，使路面出现裂缝或其他病害。这些裂缝和裂口的出现，会进一步加剧车辙的形成，尤其在水分渗透进入后，冰冻融化的作用会导致路面更加脆弱，车辙病害也会加速恶化。气候变化带来的温度和湿度波动，使沥青路面的结构性能发生剧烈变化，影响了路面的耐久性和稳定性。气候条

件与路面材料的相互作用是影响车辙形成的关键因素之一。

4 预防性养护措施与车辙控制策略

为有效控制车辙病害，实施预防性养护措施至关重要。这些措施通过减少车辙的发生频率，延长路面使用寿命，从而降低维修成本。路面结构的优化设计是预防性养护的关键一环。合理的路面设计不仅要考虑路面的承载能力，还应根据交通荷载和气候条件的特点，选择适当的材料和施工工艺。例如，在沥青混合料中加入适量的高性能添加剂或聚合物改性沥青，可以提高路面抗车辙性能，增强沥青层的耐久性^[4]。通过优化沥青混合料的级配，增加集料骨架的密实度，也有助于提高路面的整体抗压能力，从而降低车辙的形成。同时，路基的加固也是有效防止车辙病害的措施之一，强固路基土层，避免因基础不稳而导致的路面不均匀沉降。

定期的养护和维修能够显著降低车辙病害的发生。通过定期检测路面状态，可以及时发现潜在的车辙隐患，并采取针对性的修复措施。对沥青路面进行密封处理和表面修复，可以有效阻止水分渗透，减少因水损引起的沥青层老化，避免车辙的进一步加剧。针对已经出现车辙的路段，可以采取局部加铺沥青层的方式来恢复路面的平整度和承载能力。通过表面加铺或者使用高性能的预防性涂层，有效延缓车辙的扩展，提高路面抗车辙的能力。定期养护工作能够提高路面耐久性，使其在高频繁的交通荷载下依然保持良好的功能，从而减少了车辙病害的发生。

除了常规的维护措施，采用智能化管理技术来监控路面状况也愈发受到重视。通过安装传感器、温度监测设备及路面荷载检测仪器，可以实时获取路面数据，动态评估路面状态。这些技术的应用使得养护工作更加精准，能够根据路面的实际需求进行养护决策。借助这些先进技术，可以早期识别车辙潜在风险区域，并提前采取预防措施，有效避免车辙病害的蔓延。此外，结合数据分析与预测模型，可以对未来的路面损坏情况进行预判，制定更加科学合理的养护计划。通过这些高科技手段，可以实现更高效的路面管理，为道路维护提供科学依据，有助于在防治车辙病害方面取得更好的效果。



图 1：路面车辙防治养护示意图

5 预防性养护对路况改善的效果

预防性养护对于改善路况具有显著效果，能够在很大程度上减缓道路病害的发展，特别是在城市道路沥青路面中，车辙等问题的控制尤为重要。通过提前进行养护处理，不仅能够延缓病害的发生，还能有效提高道路的抗损能力，避免因延迟养护而引发更为严重的损坏。在道路早期发现潜在病害并及时进行加固修复，不仅能够减少修复的难度，还能够减少修复所需的费用^[5]。预防性养护通过对路面进行定期检测、维护，确保了路面的功能性和稳定性。路面在养护后具备更强的抗车辙能力，在高荷载、高频繁交通条件下依然能够维持良好的平整度和承载能力，从而提升整体路况的性能。

通过使用高性能材料进行路面加铺或者表面修复，预防性养护可以在不同程度上改善道路的抗车辙性能。采用聚合物改性沥青、增强型混合料等新型材料进行养护，能够有效提高路面的抗变形能力，减少温度变化、湿度变化对沥青层的影响，增强路面的稳定性。这类材料不仅具有更高的抗压强度和耐久性，还能在车辆荷载作用下有效减少车辙的形成，从而有效改善道路的整体状况。此外，表面加铺和局部修复有助于消除已有的车辙病害，恢复路面的平整性，提升驾驶的舒适度和安全性。通过这些手段，路面能够在较长时间内保持较好的使用性能，减少了后期因车辙等病害导致的维修成本和交通事故风

险。

预防性养护对路况的改善效果还体现在延长道路使用寿命上。沥青路面在长期荷载作用下易发生疲劳破坏，若不及时进行养护，路面容易陷入恶性循环，导致更加严重的结构性破坏。通过定期的检查和养护，能够及时发现问题并采取相应措施，从而延长路面的使用寿命。采用密封、加铺、改性等技术措施有效地对路面进行保护，能够防止外部水分、杂质进入沥青层，减缓材料的老化过程。此外，合理的预防性养护策略不仅能增强沥青路面的整体承载力，还能够改善路面的防滑性，降低路面摩擦系数，提升车辆的制动性能，从而进一步确保交通安全。长时间的预防性养护能够保持路面结构的稳定性，避免因路面破损而造成的交通中断和车辆维修，最终达到了提高路况、优化交通条件的效果。

6 结语

预防性养护措施对城市道路沥青路面车辙病害的控制与改善具有重要意义。有效的养护不仅能够延缓车辙等病害的发生，还能提升路面整体性能，确保道路的平整度和承载能力。通过合理的设计和材料选择，结合定期的养护管理，能够显著提高路面抗车辙能力，延长道路使用寿命。随着智能化技术的引入，养护工作更加精准，进一步优化了路面维护策略，为道路的长期稳定运行提供了有力保障。

参考文献:

- [1] 刘鹏飞.公路工程沥青路面车辙病害成因分析与处治[J].交通世界,2025,(19):113-115.
- [2] 赵志平.高速公路沥青路面车辙养护铣刨填补施工技术研究[J].工程建设与设计,2025,(12):151-153.
- [3] 杨文龙.沥青路面车辙成因及抗车辙技术研究[J].交通科技与管理,2025,6(04):121-123.
- [4] 周海洋.高速公路沥青路面养护中车辙病害的处治措施[J].工程建设与设计,2024,(24):151-153.
- [5] 梁德强,谢严君,王凯,等.沥青路面早期车辙病害影响因素分析[J].建材世界,2024,45(06):102-105.