高速公路沥青路面车辙形成机理及防治措施研究

李姝文

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 随着高速公路的快速发展和交通量的急剧增长,高速公路沥青路面车辙问题日益凸显,成为影响路面使用寿命和行车安全的重要因素。本文分析了高速公路沥青路面车辙的形成机理,探讨了影响车辙产生的多种因素,并提出了相应的防治措施。通过本文的研究,旨在为高速公路沥青路面的设计和养护提供科学的参考依据。

关键词: 高速公路; 沥青路面; 车辙; 形成机理; 防治措施

引言

高速公路作为现代交通网络的重要组成部分,其路面质量直接影响到行车安全和道路使用寿命。近年来,随着交通量的不断增加和重载车辆的增多,高速公路沥青路面车辙问题愈发严重。车辙不仅影响路面的平整度,降低行车舒适性,还可能引发交通事故,对道路使用寿命构成严重威胁。

1 车辙形成机理

1.1 材料因素

沥青混合料的物理和化学特性对车辙的形成具有决定性影响。具体来说,沥青混合料的粘弹性是其在荷载作用下抵抗变形能力的重要指标。当沥青混合料的粘弹性降低时,其抵抗变形的能力减弱,更容易在车辆荷载的作用下产生塑性变形,进而形成车辙。此外,沥青混合料的温度敏感性也是一个重要因素。在高温条件下,沥青混合料的粘度降低,流动性增强,使得其更容易产生变形。因此,对于温度波动较大的地区,选择温度敏感性较低的沥青混合料对于减少车辙的形成至关重要。除了粘弹性和温度敏感性外,沥青混合料的耐久性也是影响车辙形成的重要因素。耐久性较差的沥青混合料在长期使用过程中容易发生老化,导致其力学性能下降,抵抗变形的能力减弱,从而加速车辙的形成^[1]。因此,在选择沥青混合料时,应综合考虑其粘弹性、温度敏感性和耐久性,以确保路面具有足够的抗车辙能力。

1.2 荷载因素

荷载因素是导致车辙形成的另一个关键因素。随着交通量的不断增加和重载车辆的增多,路面承受的荷载也在不断增大。车辆荷载的反复作用使得沥青混合料逐渐被压密,并产生塑性变形。这种塑性变形在车辆荷载的持续作用下逐渐累积,最终形成车辙。此外,车速慢、制动频繁的路段也更容易产生车辙。这是因为在这些路段,车辆对路面的作用更加持续和集中。例如,在

交叉口、车站等区域,车辆经常需要减速、停车和起步,这些操作都会对路面产生较大的冲击和摩擦作用,从而加速车辙的形成。

1.3 环境因素

环境因素在沥青混合料性能变化及车辙形成过程中扮演着至关重要的角色。高温是其中最为显著的影响因素之一。在高温环境下,沥青混合料的粘弹性会显著降低,这意味着其抵抗变形的能力减弱,更易于在车辆荷载的作用下发生流动变形。这种流动变形随着温度的升高而加剧,特别是在夏季或热带地区,高温持续时间长,沥青混合料长时间处于高温状态,从而大大加速了车辙的形成。除了高温,湿度也是影响沥青混合料性能的重要因素。湿度过高时,混合料内部可能吸收并积聚水分,这会导致沥青与集料之间的粘结力减弱,降低混合料的整体强度和稳定性。在车辆荷载的反复作用下,这种弱化了混合料更容易发生变形,进而增加车辙的风险。特别是在雨季或湿润地区,湿度对沥青混合料性能的影响尤为显著。此外,环境因素还包括光照、氧化等。长时间的光照和氧化作用会导致沥青老化,使其变硬、变脆,失去原有的弹性和韧性,从而降低了抵抗变形的能力,也增加了车辙形成的可能性。

1.4 施工因素

施工过程中的多个环节都对车辙的形成有直接影响。首先,材料配比是关键。沥青混合料的配比需根据设计要求进行精确控制,包括沥青含量、集料类型、级配等。如果配比不当,如沥青含量过高或过低,集料级配不合理等,都会导致混合料的性能下降,易于形成车辙。其次,压实度是影响路面质量的关键因素之一。压实度不足会导致路面结构松散,孔隙率大,抵抗变形的能力差。在车辆荷载的作用下,这种松散的路面结构更容易发生塑性变形,进而形成车辙。因此,在施工过程中必须严格控制压实度,确保路面达到规定的密实度要

求。此外，施工工艺的合理性也对车辙的形成有重要影响。例如，摊铺过程中如果温度控制不当、摊铺速度不均匀或摊铺厚度不一致等，都会导致路面在初期就存在缺陷。这些缺陷在车辆荷载的反复作用下会逐渐扩大，最终演变为车辙。因此，在施工过程中必须严格按照施工工艺要求进行操作，确保路面的平整度和均匀性。

2 车辙类型及划分

车辙，作为沥青路面常见的病害之一，其形成原因复杂多样，且深度各异。根据车辙的形成原因和深度特征，我们可以将其细分为结构性车辙、磨损性车辙和流动性车辙等三大类型。结构性车辙，顾名思义，主要是由于路面基层或路基发生结构性变形所引起的。这种变形可能源于基层材料的老化、路基承载力的下降、地基土质的不稳定或软弱等多种因素。当基层或路基无法承受车辆荷载的长期作用时，就会发生下沉或隆起，进而带动路面层产生相应的变形，形成深浅不一的结构性车辙。这类车辙通常深度较大，且往往伴随着路面的整体破坏，对行车安全和路面使用寿命构成严重威胁。磨损性车辙，则是由于车轮对路面的不断磨损所导致的。在车辆荷载的反复作用下，车轮与路面之间产生摩擦，逐渐磨损路面材料。特别是当车辆轮胎上带有硬质颗粒时，磨损作用更加显著。随着时间的推移，路面材料被逐渐磨损掉，形成一条条深浅不一的磨损性车辙。这类车辙虽然深度相对较浅，但分布广泛，对路面的平整度和行车舒适性产生不利影响^[2]。流动性车辙，则主要发生在高温季节，是由沥青混合料的流动变形所造成的。在高温条件下，沥青混合料的粘度降低，流动性增强。当车辆荷载作用于路面时，混合料容易发生流动变形，从而形成流动性车辙。这类车辙通常具有较明显的季节性和地域性特征，在夏季或热带地区尤为常见。流动性车辙的深度和宽度往往较大，对路面的使用性能和安全性产生严重影响。

3 防治措施

3.1 改善外部环境

为了有效应对车辙问题，改善外部环境是至关重要的一环。特别是在高温季节，重载车辆对路面的破坏作用尤为显著，因此必须对高速公路行车进行科学合理的管制。在高温时段，可以实施临时性的交通管制措施，限制重载车辆的通行。通过设立明显的警示标志和提示信息，引导重载车辆避开高温时段行驶，从而减少其对路面的持续高温压力，降低车辙的形成风险。这种管制措施不仅有助于保护路面，还能提高行车安全，减少因路面损坏而引发的交通事故。同时，针对国内当前超载

问题的严重性，我们必须采取更加有力的措施来加以解决。要建立健全的法律法规体系，明确超载的界定标准和处罚措施，确保有法可依、执法必严。相关部门要加大执法力度，对超载车辆进行严格的查处和处罚，形成有效的震慑力。此外，还可以通过加强宣传教育，提高驾驶员的安全意识和法律意识，引导他们自觉遵守交通法规，从根本上彻底根治路面损坏问题。

3.2 优化道路设计

道路设计是预防车辙病害的关键环节，它要求设计师们深入分析当地的自然区划条件和气候特点，以确保道路设计能够适应当地的环境要求，特别是针对车辙问题采取有效的预防措施。首先，在沥青材料的选择上，必须充分考虑当地的气候因素。对于夏季持续高温的地区，应优先选用高质量、高粘度的重交通道路沥青。这类沥青具有出色的热稳定性和抗车辙性能，能够在高温下保持较好的形态稳定性，从而有效减缓车辙的形成。同时，为了进一步提升沥青的性能，可以适当添加沥青改性剂，如抗车辙剂、橡胶粉等。这些改性剂能够显著改善沥青的粘弹性和耐久性，使其更好地适应高温环境下的使用要求。其次，在路面结构的设计上，也需要进行科学合理的规划。设计师们应根据当地的交通流量、车辆类型以及地基条件等因素，合理确定路面各层的厚度和材料类型。通过采用多层复合式结构，将不同性能的材料进行有机组合，可以形成优势互补，提高路面的整体承载能力。特别是在基层和面层的设计中，应注重提高材料的抗压强度和抗变形能力，以确保路面在长期使用过程中能够保持稳定。此外，还应注意路面排水系统的优化设计。良好的排水系统能够迅速排除路面上的积水，降低路面温度，从而减少高温对沥青混合料性能的影响。因此，在道路设计中应充分考虑排水设施的布局 and 排水效率，确保路面排水畅通无阻。

3.3 提高施工质量

施工质量的提升是预防车辙病害、确保路面长期性能的关键。在施工过程中，必须严格遵守设计规范，对混合料的拌合、运输、摊铺及压实等每一道工序都进行精细化的管理和控制。在混合料的拌合阶段，要精确计量各种原材料，确保配比的准确性。同时，严格控制拌合温度和拌合时间，以获得均匀一致、性能稳定的混合料。拌合设备应定期维护和校准，以确保其处于最佳工作状态。运输过程中，要选择适当的运输方式，避免混合料在运输过程中发生离析或污染。运输车辆应具备良好的保温和密封性能，以确保混合料在到达施工现场时仍能保持适宜的温度和湿度。摊铺是路面施工中的重要

环节,要求摊铺设备性能稳定,操作规范。摊铺速度应适中,既要保证施工效率,又要避免过快导致混合料分布不均。同时,要严格控制摊铺厚度,确保路面平整度和均匀性^[3]。压实工序对于提高路面的密实度和承载能力至关重要。应选用合适的压实设备,根据混合料的类型和特性选择合适的压实方法和压实遍数。压实过程中,要控制压实速度和压实温度,确保压实效果达到最佳。同时,要注意压实顺序和压实重叠部分的处理,避免出现漏压或重复压实的情况。此外,施工过程中的质量监控和检测也是不可忽视的环节。应定期对混合料和路面进行检测,及时发现并解决问题。对于施工过程中出现的异常情况,要及时调整施工方案,确保施工质量不受影响。

3.4 选用优质材料

材料的选择对于路面的抗车辙性能具有至关重要的影响。在材料选择过程中,必须综合考虑多种因素,包括当地的气候条件、交通流量、车辆荷载以及施工条件等,以确保所选材料能够满足路面的使用要求,并有效提升其抗车辙能力。针对气候条件,应重点关注温度、湿度和降水等因素。在高温地区,应选择耐高温、稳定性好的沥青类型,以确保路面在高温下不易发生软化变形。在寒冷地区,则应选择低温韧性好的沥青,以防止路面在低温下出现脆裂。同时,还要考虑沥青的粘度、针入度等指标,以确保其满足当地的气候条件。交通流量和车辆荷载也是材料选择时需要考虑的重要因素^[4]。对于交通流量大、车辆荷载重的路段,应选择高强度、高耐久性的沥青混合料,以确保路面能够承受长期的重载作用而不发生严重车辙。此外,还要关注混合料的级配设计,通过合理的颗粒分布来提高路面的密实度和承载能力。为了进一步提升沥青混合料的性能,可以考虑添加改性剂、抗车辙剂等材料。改性剂能够显著改善沥青的粘弹性和耐久性,使其更好地适应各种环境条件下的使用要求。抗车辙剂则能够增强混合料的抗剪切能力,有效抵抗车辆荷载产生的水平推力,从而减缓车辙的形成。

3.5 加强养护和维修

对于已经出现的车辙问题,及时且有效的检测、评估与修复工作至关重要。为确保路面的平整度和行车安全,应采用先进的检测技术手段对车辙进行全面而精确

的测量。激光扫描和雷达测量是当前较为常用的车辙检测技术,它们能够迅速且准确地获取路面的三维数据,从而帮助工程人员全面了解车辙的深度、宽度以及分布范围。这些数据为后续的评估与修复工作提供了坚实的依据,使得修复方案更加科学、合理。在修复技术的选择上,应依据车辙的严重程度、路面结构状况以及交通流量等多方面因素进行综合考虑。对于轻度车辙,可以采用局部修补的方法,如使用高性能的修补材料进行填充,以恢复路面的平整度。而对于重度车辙或路面结构已经受到严重破坏的情况,则可能需要考虑整体重建的方案,以确保路面的长期性能。修复工作完成后,并不意味着任务的结束。加强对修复后路面的监测和维护同样重要。应定期对修复区域进行检查,及时发现并处理可能出现的新问题。同时,还应根据路面的使用情况,制定合理的维护计划,包括定期清扫、保养以及必要的预防性修复措施,以延长路面的使用寿命,确保修复效果持久有效。此外,为了提升养护和维修工作的效率与质量,还可以考虑引入智能化、信息化的管理手段。通过建立完善的路面管理系统,对路面的使用状况进行实时监控和数据分析,为养护和维修工作提供更加精准、及时的决策支持。

结束语

高速公路沥青路面车辙的形成是一个复杂的过程,涉及材料、施工、交通和环境等多个方面。为了有效预防和减轻车辙的形成,需要从多个角度入手,采取综合性的措施。同时,对于已经形成的车辙,也应及时进行检测、评估和修复,以确保路面的安全和正常使用。通过本文的研究,为高速公路沥青路面的设计和养护提供了科学的参考依据。

参考文献

- [1]王辉,李雪莲,张起森.高温重载作用下沥青路面车辙研究[J].土木工程学报.2009,42(5).
- [2]康伟.公路沥青路面材料车辙分层控制标准探讨[J].工程建设标准化.2018,522(5).
- [3]康光海.公路沥青路面预防性养护解决对策[J].绿色交通.2018,142(3).
- [4]廖剑辉.基于黏弹性力学理论的沥青路面车辙机理研究[J].交通世界,2018,20(7):33-35.