

预防性公路养护技术在现代高速公路养护中的应用

张雅倩

山西交通养护集团有限公司 山西 太原 030000

摘要：预防性公路养护技术在现代高速公路养护中至关重要。该技术通过早期发现并修复路面轻微破损，有效防止病害扩大，显著延长道路使用寿命，降低养护成本。薄层罩面、碎石封层、微表处、雾封层和稀浆封层等技术的应用，显著提升了路面性能，保障了交通安全。预防性养护体现了“预防为主、防治结合”的理念，是现代公路养护管理的科学化和精细化发展方向。

关键词：预防性公路养护技术；现代高速公路养护；应用

引言：现代高速公路作为交通网络的核心，其养护工作直接关乎行车安全与道路寿命。随着交通量激增，传统的反应式养护已难以满足需求。预防性公路养护技术，凭借其前瞻性、经济性和高效性，成为保障高速公路长期稳定运行的重要手段。通过及时、精准的养护措施，该技术不仅延长了道路使用寿命，还提升了道路服务质量，是现代高速公路养护的必然趋势。

1 预防性公路养护技术概述

1.1 技术定义与特点

(1) 预防性养护的定义。预防性公路养护技术是一种在公路及其附属设施尚未出现明显损坏或仅出现轻微病害迹象时，主动采取的养护措施。其目的在于通过及时的维护和修复，防止病害的进一步发展和扩大，从而保持或改善公路的使用性能，延长其使用寿命。这一概念最早由美国联邦公路管理局提出，并逐渐被全球公路养护领域所采纳和应用。在我国，预防性公路养护技术被定义为通过定期的路况调查，及时发现路面轻微破损与病害迹象，分析研究其产生原因，并针对性地采取保护性养护措施，以防止微小病害进一步扩大，减缓路面使用性能的恶化速度，使路面始终保持良好的服务状态。这种养护方法不仅体现了“预防为主、防治结合”的养护方针，也符合现代公路养护管理的科学化和精细化要求。(2) 技术特点与核心思想。预防性公路养护技术的特点主要体现在以下几个方面：①前瞻性：预防性养护强调在病害发生之前或初期就采取措施，具有明显的前瞻性和预见性。这种养护方式能够及时发现并处理潜在问题，避免病害的扩大和恶化。②经济性：预防性养护通过及时修复微小病害，避免了后期大规模维修和重建的高额费用。同时，由于施工周期短、对交通影响小，也降低了养护过程中的间接成本。③高效性：预防性养护措施通常具有针对性强、施工简便、效果明显的

特点。通过科学合理的养护方案和技术手段，能够迅速恢复或提升公路的使用性能。④可持续性：预防性养护注重公路的长期效益和可持续发展。通过延长公路的使用寿命和减少维修次数，降低了对自然资源的消耗和环境的破坏。

1.2 技术实施原则与策略

(1) 养护时机的选择。预防性养护的时机选择至关重要。一般来说，应在公路使用状况良好或仅出现轻微病害迹象时及时采取养护措施。具体来说，可以根据路况检测数据和养护标准，结合公路的实际使用情况和交通流量等因素，科学确定养护时机。例如，在沥青路面建成投入使用初期、出现微小裂缝或小坑槽时等关键节点进行预防性养护，可以取得较好的效果。(2) 最佳成本效益的养护措施。预防性养护措施的选择应基于成本效益分析。在确定养护方案时，应综合考虑养护成本、施工难度、对交通的影响以及养护效果等因素，选择最佳成本效益的养护措施。例如，对于轻微裂缝可以采用灌缝处理；对于轻微松散和磨光可以采用碎石封层或微表处等技术手段进行修复。(3) 养护管理的计划性。预防性养护要求养护管理具有高度的计划性。养护管理部门应根据路况检测数据和养护标准，制定科学合理的养护计划，并严格按照计划执行。同时，还应加强养护过程中的监督和管理，确保养护质量和效果。此外，还应建立预防性养护的长效机制，不断完善养护管理体系和技术手段，提高养护管理的科学化和精细化水平。

2 预防性公路养护技术在现代高速公路中的具体应用

2.1 薄层罩面技术

(1) 技术原理与施工工艺。薄层罩面技术是一种通过在现有路面上加铺一层薄型沥青混合料来恢复或提升路面性能的预防性养护方法。其技术原理在于利用薄层沥青混合料的良好粘附性和耐磨性，迅速覆盖并修复

路面微小破损,同时提高路面的抗滑性、平整度和耐久性。施工工艺主要包括原路面处理、粘层油喷洒、混合料摊铺与压实等步骤。施工前需对原路面进行彻底清洁和病害处理,确保薄层罩面与旧路面的有效粘结。摊铺过程中需精确控制混合料的温度、稠度和摊铺厚度,确保摊铺均匀且压实密实^[1]。(2)应用效果与案例分析。薄层罩面技术在现代高速公路养护中展现出了显著的应用效果。它不仅能够快速恢复路面的平整度和美观性,还能显著提升路面的抗滑性和耐久性,从而延长路面的使用寿命。例如,在某高速公路的预防性养护项目中,采用薄层罩面技术对部分磨损严重的车道进行了处理。经过一年的运营观测,发现处理后的路面状况明显优于未处理路段,行车舒适性和安全性得到了明显提升。此外,薄层罩面技术的施工周期短、对交通影响小,特别适合用于高速公路等交通量大的道路养护。

2.2 碎石封层技术

(1)同步碎石封层与普通碎石封层的区别。同步碎石封层技术与传统普通碎石封层的主要区别在于施工方式和粘结效果。同步碎石封层采用专用设备将热沥青粘结剂和碎石材料同步撒布在路面上,并通过压路机即时压实,确保粘结剂与碎石之间的紧密接触和充分粘结。这种施工方法能够大大提高封层的整体强度和耐久性。而传统普通碎石封层则是先喷洒粘结剂,再撒布碎石,容易出现粘结不牢或碎石脱落的问题。(2)应用场景与技术优势。碎石封层技术特别适用于处理高速公路的轻微裂缝、车辙和表面剥落等病害。其技术优势在于施工简便快捷、成本低廉且效果显著。同步碎石封层技术能够进一步提高封层的粘结强度和耐久性,延长养护周期。此外,碎石封层还具有良好的排水性能和抗滑性能,有助于提升道路的安全性能。

2.3 微表处技术

(1)技术优势与特点。微表处技术是一种基于乳化沥青的薄层罩面技术,具有施工速度快、开放交通早、耐磨性好、抗滑性强等特点。其技术优势在于能够形成一层均匀、致密的保护层,有效封闭路面微小裂缝和孔隙,防止水分渗入路面结构内部,从而延缓路面老化进程。同时,微表处层还具有良好的自愈能力和柔韧性,能够适应路面变形而不易开裂。(2)施工工艺与质量控制。微表处技术的施工工艺包括原路面处理、乳化沥青稀浆混合料摊铺与压实等步骤。施工过程中需严格控制混合料的配比、摊铺温度、摊铺速度和压实度等关键参数。质量控制方面,需加强混合料的稠度试验和现场摊铺质量的检测,确保微表处层的厚度、密实度和平整度

符合设计要求^[2]。(3)应用效果与案例分析。微表处技术在现代高速公路预防性养护中取得了广泛的应用和显著的效果。例如,在某高速公路的预防性养护项目中,针对路面出现的细小裂缝、轻微车辙及表面磨光等问题,采用了微表处技术进行处理。施工完成后,路面状况显著改善,不仅提高了平整度和抗滑性,还显著增强了路面的耐久性和使用寿命。同时,由于微表处技术的施工速度快,对交通的影响小,该项目在较短时间内便完成了修复工作,减少了施工期间对高速公路正常通行的干扰。

2.4 雾封层技术

(1)技术原理与应用场景。雾封层技术是通过将改性乳化沥青或特殊路面保护剂以雾状形式喷洒在路面上,形成一层极薄的、均匀的防水膜,以达到封闭路面微小裂缝、增强路面防水性能和防止水损害扩散的目的。该技术特别适用于高速公路路面老化、出现轻微渗水、表面松散等情况下的预防性养护。(2)防水与防裂效果分析。雾封层技术的关键在于其能够形成一层致密且连续的防水膜,这层膜能够有效地封闭路面的微小裂缝和孔隙,阻止水分渗透进入路面结构内部,从而显著降低水损害的发生。同时,雾封层还能在一定程度上填补和修复路面微裂缝,减缓裂缝的扩展速度。通过实际应用案例观察,经过雾封层处理的路面,其防水性能和抗裂性能均得到了显著提升,有效延长了路面的使用寿命。

2.5 稀浆封层技术

(1)施工工艺与注意事项。稀浆封层技术是将乳化沥青、水、骨料、填料、添加剂等按一定比例拌合成稀浆混合料,并均匀地摊铺在路面上,通过机械碾压或自然成型,最终形成一层具有一定厚度和强度的封层。施工工艺主要包括材料准备、稀浆混合、摊铺、初凝、开放交通等步骤。在施工过程中,需注意控制混合料的配比、摊铺厚度、压实度等参数,同时确保施工环境的清洁和干燥,以免影响封层效果。(2)不同封层技术的选择与应用。在选择预防性养护技术时,需根据高速公路的实际状况和养护需求进行综合考虑。薄层罩面技术适用于路面破损较为严重的路段;碎石封层技术适用于处理轻微裂缝、车辙和表面剥落等问题;微表处技术则更适用于提高路面的平整度、抗滑性和耐久性;雾封层技术适用于改善路面的防水性能和防止轻微裂缝的扩展;而稀浆封层技术则因其经济性和适用性,可用于多种类型的路面预防性养护。通过合理选择和科学应用这些预防性养护技术,可以实现对高速公路的有效保护,提高道路的使用性能和寿命,降低养护成本^[3]。

3 预防性公路养护技术的经济性与效益分析

3.1 成本效益分析

(1) 与其他养护方式的成本对比。预防性公路养护技术相较于传统的反应式养护(即“坏了再修”)和矫正性养护,在成本控制上具有显著优势。传统养护方式往往是在路面出现严重破损后才进行修复,此时修复成本高昂,且对交通的影响也更大。而预防性养护则是在路面状况尚好或仅出现轻微病害时即采取措施,通过小范围的修复或加固,防止病害进一步扩大,从而显著降低了后期大修的成本。此外,预防性养护技术的施工周期短,对交通的干扰小,也间接减少了因交通中断而产生的经济损失。(2) 预防性养护的长期经济效益。预防性养护不仅减少了单次养护的成本,更重要的是,它通过及时干预和有效维护,显著延长了道路的使用寿命。这意味着在相同的道路使用年限内,预防性养护所需的总体投入远低于传统养护方式。同时,由于道路状况的持续良好,车辆行驶更加顺畅,燃油消耗减少,车辆磨损降低,进一步为社会经济带来了间接的经济效益。此外,预防性养护还有助于提升道路的安全性能,减少因交通事故造成的经济损失和人员伤亡,其长期经济效益更加显著。

3.2 对道路使用寿命的影响

(1) 预防性养护对延长道路使用寿命的机理。预防性养护通过及时修复路面微小破损、增强路面结构强度、提高路面防水性能等措施,有效阻止了病害的进一步发展和扩散。这种“治小病防大病”的策略,能够保持路面的整体稳定性和耐久性,从而显著延长道路的使用寿命。具体来说,预防性养护能够减少水分渗入路面结构内部,防止路基软化、变形和破坏;能够填补和修复路面裂缝,防止裂缝扩展和形成坑槽;能够增强路面材料的粘结力和抗剪强度,提高路面的整体承载能力。

(2) 实例分析与数据支持。国内外众多实例和数据均支持预防性养护对延长道路使用寿命的积极作用。例如,某高速公路在采用预防性养护技术后,其路面使用寿命相比未采用预防性养护的路段延长了约20%。同时,通过对不同养护方式下道路使用寿命的对比分析发现,预防

性养护的成本效益比最高,即每投入一元钱用于预防性养护,可以节省数倍甚至数十倍于后期大修的费用。

3.3 对交通通行能力的影响

(1) 预防性养护对交通影响的分析。预防性养护技术通常具有施工周期短、对交通干扰小的特点。这意味着在养护作业期间,可以最大限度地保持道路的通行能力,减少因施工造成的交通拥堵和延误。此外,预防性养护还能够提升路面的平整度和抗滑性,提高车辆行驶的安全性和舒适性,从而进一步促进交通的顺畅通行。

(2) 提高通行效率的具体措施。为了提高预防性养护作业期间的交通通行效率,可以采取以下具体措施:一是合理安排施工时间和施工区域,尽量避开交通高峰期和繁忙路段;二是采用先进的施工技术和设备,缩短施工周期,减少占道时间;三是加强施工期间的交通组织和疏导工作,确保施工区域外的交通顺畅;四是及时发布施工信息,引导驾驶员合理选择出行路线,避免不必要的拥堵。通过这些措施的综合运用,可以最大限度地减少预防性养护对交通通行能力的影响,保障道路的安全畅通。

结束语

预防性公路养护技术在现代高速公路养护领域的应用,是公路管理科学化的重要体现。该技术通过前瞻性养护策略,实现了对路面病害的早期发现与及时修复,不仅有效延长了高速公路的使用寿命,减少了大规模维修带来的经济负担,还保障了道路的安全畅通,提升了公众出行的舒适度和满意度。随着技术的不断进步和应用经验的积累,预防性公路养护技术必将在未来高速公路养护中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]景燕芹.预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用[J].科技与创新,2021(24):162-163.
- [2]蔺子明.预防性公路养护技术在现代高速公路养护中的运用研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(08):195-196.
- [3]赵小娟.预防性养护技术在高速公路养护中的应用[J].交通世界,2020(18):172-173.