

# 基于全寿命周期理念的高速公路养护分析

沙春义 李永强

天津市交通科学研究院 天津 300074

**摘要:** 基于全寿命周期理念的高速公路养护分析旨在探讨如何在整个高速公路的规划、设计、建设、运营和拆除过程中实现成本效益最优化和资源利用最大化。本研究分析了当前高速公路养护面临的挑战,包括老化的基础设施、养护管理不完善、应急式养护以及技术和材料问题。随后,引入了全寿命周期理念,并分析了该理念在高速公路养护各个阶段的应用。

**关键词:** 全寿命周期理念; 高速公路养护; 分析

## 引言

随着交通网络的不断扩张和高速公路系统的重要性日益凸显,高速公路养护成为了确保道路安全、提高交通效率和维护经济活力的关键任务。然而,传统的养护方法往往只注重短期内的修补与维护,忽略了长期成本和持续性能的要求。面对这种情况,全寿命周期理念应运而生,它提倡从整体和长远的角度出发,对高速公路进行全面的规划、建设和养护。本文旨在深入分析全寿命周期理念在高速公路养护中的应用,并提出相应的策略和建议。

### 一、高速公路养护的重要性

首先,良好的养护能够显著降低交通事故的发生概率,保护驾乘人员的生命安全。未得到妥善维护的道路表面可能因裂缝、坑洼或其他损坏而导致行车事故。其次,定期和适时的养护可以延长高速公路的使用寿命,减缓道路退化过程,避免早期重建所带来的巨额成本。此外,养护工作有助于保障道路畅通,减少因路况不良引起的交通拥堵,从而提高交通效率。优秀的养护管理还能提升驾驶舒适度,增强用户对公路系统的满意度<sup>[1]</sup>。

### 二、当前高速公路养护面临的主要问题

#### (一) 老化的基础设施

随着高速公路服务年限的增长,老化的基础设施成为养护面临的主要问题之一。时间和恶劣的气候条件对路面、桥梁和其他支撑结构产生持续影响,导致材料疲劳、性能退化甚至损坏。老化问题不仅影响道路的平整性和舒适性,还可能威胁驾驶者的安全。此外,老旧的基础设施在设计 and 建造时可能未充分考虑当前的交通负荷和频

率,使得它们在面对现代交通流量时更容易出现损坏。

#### (二) 养护管理不完善

高速公路的养护工作需要系统的规划、执行和监控,然而养护管理体系的不完善导致了诸多问题。这包括养护计划制定的不合理、资金分配的不当、人员培训的不足以及养护记录的缺失等。缺乏长期和全面的养护规划会导致养护工作无法系统性地开展,进而影响养护效果和资金的有效利用。同时,不完善的管理体系可能无法及时发现和响应道路状况的变化,造成养护滞后和道路服务质量下降。

#### (三) 应急式养护

应急式养护是指在高速公路出现明显损坏或性能下降后采取的临时性修复措施。这种养护模式导致了对问题的临时解决而非根本性修复,往往忽视了潜在的更大问题。应急式养护可能会导致反复的修补和更高的长期成本,同时也会频繁干扰正常的交通流动,影响驾驶体验和道路安全。

#### (四) 技术和材料问题

随着新型材料和先进技术的发展,如何有效地将这些新技术应用于高速公路的日常养护中成为一大挑战。新技术的应用可以提高养护工作的效率和质量,但同时也需要相关人员具备相应的技术知识和操作技能。此外,新材料的长期性能和与现有结构的兼容性也是需要考虑的因素。技术和材料问题还包括养护材料的选型错误、施工技术的落后以及养护方法的不恰当,这些都可能导致养护效果不佳和资金的浪费。

### 三、全寿命周期理念对高速公路养护的影响

全寿命周期理念对高速公路养护有着深远的影响,

它强调从高速公路的规划、设计、建设到运营、维护和最终拆除的每一个环节都应该综合考虑，以实现成本效益最大化和资源优化利用。这一理念的引入，标志着高速公路管理不再仅仅关注短期效益，而是着眼于长远的可持续发展。首先，在规划与设计阶段，全寿命周期理念要求充分考虑未来养护的需求和成本。这包括根据交通流量预测、地形条件、气候特征等因素选择适宜的材料和技术，以及设计合理的结构与排水系统，旨在提升道路耐用性和适应性，从而减少未来的养护频率和维护成本。其次，在建设阶段，严格按照设计标准施工并确保材料及工程质量至关重要，这有助于降低日后的修复和保养工作量，避免因初期建设不当带来的长期养护难题。再者，在高速公路的日常运营中，全寿命周期理念倡导实施定期检测和预防性养护策略。这意味着通过定期巡查和检测来及时发现潜在问题，并在问题发展成为更大损害之前进行维修，以此延长道路的实际使用寿命。最后，在养护阶段，有效的养护工作包括路面、桥梁、路基和设备的养护，以保证设施的正常运转和延长使用寿命。技术和设备的不断更新升级也是此阶段的关键，以满足不断增长的养护需求<sup>[2]</sup>。

#### 四、高速公路全寿命周期各阶段的养护要点

##### (一) 初始建设阶段

在初始建设阶段，高速公路的养护工作实际上已经开始，并需要贯穿整个项目的规划、设计、材料选择、施工及验收等各个环节。首先，从规划和设计的角度看，高速公路的养护要点应当着眼于长远视野，确保路线的选取不仅满足当前的交通需求，而且能够适应未来数十年的发展变化。这要求在规划时充分考虑地形地貌、地质条件、气候特征、生态影响以及社会经济发展趋势等因素，以减少未来由于环境变化或者交通量增长导致的大规模改造。设计阶段应重视路面结构与材料的选择，采用耐磨损、抗裂性强、维护简便且成本效益高的材料，同时考虑排水系统的设计，防止因积水导致的道路结构损害。此外，对于路基的稳定性处理、边坡防护以及防腐措施等也应在这一阶段进行仔细考量，以确保道路的长期稳定性。在施工环节，高速公路养护的关键在于保证施工质量，严格按照设计图纸和规范要求执行。这不仅包括正确使用材料、严格把控施工工艺，如混凝土浇筑、沥青铺设及压实度控制等，还涉及对施工环境的管理，避免施工过程中由于温度、湿度等条件不合适而影响材料性能。施工阶段的质量控制是后续养护工作量

轻重的关键因素之一。进一步而言，高速公路初始建设阶段的智能化布局也是重要的养护策略。随着科技的进步，智能交通系统（ITS）逐渐成为现代高速公路不可或缺的组成部分。将传感器、监控设备、信息显示屏等设施合理规划于道路建设中，有助于未来实现实时监控、动态管理和快速响应，为养护决策提供数据支持。另外，预见性设计与建设也至关重要。例如，在预期到将来可能需要加宽或者升级的路段提前做好土建预留，或在桥梁等关键部位设置足够的检测和维护接口，都将大大方便未来的养护工作。最后，项目完工后的验收环节同样重要。通过严格的验收标准来评估道路是否达到了设计要求，是否存在施工缺陷，哪些地方需要立即补救，这能够及时发现问题并进行修正，避免将问题遗留到运营阶段，造成更大的养护成本和安全隐患<sup>[3]</sup>。

##### (二) 使用维护阶段

此阶段的养护工作是一个全面且持续的过程，它要求从日常的巡查监测到定期的详尽检测，从及时的小修小补到结构性的大修大改，乃至紧急情况下的快速响应与处理，每一个细节都不能忽视。日常巡查是使用维护阶段最基础的工作，它包括对路面的平整性、清洁度进行检查，对桥梁、隧道、路基等结构的稳定性进行观察，以及对排水系统是否畅通无阻进行确认。同时，还需检查交通安全设施如标志标牌、护栏、照明和监控系统是否正常运作，确保夜间或恶劣天气下的行车安全。定期检测则更为专业和技术化，这通常涉及到利用高科技设备对路面平整度、裂缝宽度、路面抗滑性能等进行精确测量。对桥梁等大型构造物而言，则需要评估其结构完整性和承载能力，防止因年久失修而产生安全隐患。这些检测结果将为养护决策提供科学依据，帮助管理者制定出更合理的养护计划。损坏修复工作的迅速性和有效性对于维持高速公路的良好运行状态至关重要。无论是因为交通荷载还是环境因素导致的损害，都需要及时地发现并修复，避免小问题发展成大问题，进而影响到整个交通系统的运行效率和安全。预防性维护是基于对历史维护数据和定期检测结果的分析，对未来可能出现的问题区域提前采取维护措施。这种前瞻性的养护方法可以显著降低紧急维修的频率和成本，延长高速公路的整体使用寿命。应急处理能力是对高速公路维护团队快速反应能力的考验，特别是在面对交通事故、自然灾害等突发情况时。必须确保有一套高效的应急预案和一支训练有素的应急队伍，以便在第一时间内采取措施，尽

快恢复交通秩序，并最大程度地减少人员伤亡和财产损失。此外，随着科技的进步和社会的发展，高速公路的使用维护也需要不断地引入新技术、新材料和新工艺。例如，采用高性能混凝土、智能传感技术、无人机巡检等，都可以提高养护工作的效率和质量。同时，还需要考虑到环境保护和可持续发展的要求，合理利用资源，减少养护活动对环境的影响<sup>[4]</sup>。

### （三）更新改造阶段

这一阶段的养护工作通常包括路面修复、设施更新、容量扩充以及技术升级等。首先，路面修复是更新改造阶段的关键任务之一，它涉及到对破损路面的检测评估、补修或全面翻修，这不仅要修复已经出现的损害，还应提高路面的整体结构强度和耐久性，从而延长其服务寿命。采用新型高性能材料与先进施工技术能够提升修复工作的质量和效率。设施更新则涉及对老旧桥梁、隧道、立交桥等构造物的改造，以及对排水系统、照明系统、交通标识和安全设施的替换与升级。这些活动旨在提升道路的安全性能和服务水平，同时符合现代交通工程的标准和规范。在此过程中，需要充分考虑结构的耐久性和可维护性，减少未来的养护成本和潜在安全隐患。容量扩充通常是针对交通量持续增长的路段，通过增加车道数、建设平行道路或优化交通组织等方式来提升道路的通行能力。在进行扩容设计时，除了考虑当前的需求，还需对未来的发展趋势有所预判，确保投资的长期效益。此外，扩建项目还应考虑到对周边环境和社区的影响，力求在提高运输效率的同时最小化对生态和社会的干扰。技术升级作为更新改造阶段的重要组成部分，意味着将最新的科技成果应用于高速公路的养护中。这可能包括智能交通系统的引入和升级、车辆与道路基础设施间通信技术的改进，以及监控与信息系统的集成。通过技术升级，可以实现更高效的交通流量管理、更准确的事故预警和更快速的道路状况响应，显著提高道路运营的安全性和效率。

### （四）退役拆除阶段

高速公路的退役拆除阶段，虽不像建设和维护阶段那样日常频繁，但它同样需以周到和严谨的处理确保整个寿命周期的圆满收官。这一阶段涉及到的养护要点包括对结构物的安全拆解、材料的合理回收利用、环境的修复与重建，以及相关法规 and 政策的遵守等。首先，安

全是退役拆除阶段的首要考虑因素。在拆解过程中，需要对待拆构筑物进行详细的安全评估，制定严格的作业程序和应急预案，确保在拆除桥梁、隧道、路面等过程中不对工作人员或周边民众造成危害。同时，还需考虑到拆除活动可能对邻近交通的影响，并采取相应的交通管制措施。接着，材料回收利用是提高资源效率、减少环境影响的重要环节。对于可回收的建筑材料如钢筋、混凝土等，应分类处理并尽可能再利用。例如，废弃的混凝土可以破碎后用于填充或作为基础建设的骨料。对于那些不能直接回收的材料，则需要考虑合适的处置方式，避免对环境造成污染。此外，环境修复是退役拆除阶段不可忽视的部分。高速公路经过长期使用后，其周边土壤、水体很可能受到污染。因此，在拆除工作完成后，必须对原高速路段及其周边区域进行环境治理，恢复自然生态，确保土地可以安全地用于其他用途<sup>[5]</sup>。

### 结语

将全寿命周期理念应用于高速公路的养护实践是一种高效且可持续的方法。这种理念不仅有助于降低长期的养护成本，还能提高道路的安全性和服务质量。为了实现高速公路的可持续发展，推广全寿命周期理念至关重要，这要求相关政策制定者、设计师、施工方和养护人员不断学习、适应和采纳新的思维方式和技术。未来，随着技术进步和经验积累，基于全寿命周期的高速公路养护模式有望成为标准做法，为全球的基础设施建设和养护提供典范。

### 参考文献

- [1] 杨力. 基于全寿命周期理念的高速公路养护分析[J]. 住宅与房地产, 2020, (33): 213-214.
- [2] 谢胜. 基于全寿命周期成本理念的高速公路养护成本控制[J]. 住宅与房地产, 2018, (24): 196.
- [3] 李昌辉. 基于全寿命周期和大数据理念的高速公路养护管理系统[J]. 价值工程, 2018, 37(25): 31-32.
- [4] 王艳侨. 浅谈基于全寿命周期和大数据理念的高速公路养护管理系统[J]. 通讯世界, 2015, (12): 197-198.
- [5] 李怀雷. 全寿命周期理念在高速公路养护中的实践[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2013, 9(03): 1-4+50.