

# 基于路面病害修补还原换算的养护决策分析

周乐东, 王骄

(长沙理工检测咨询有限责任公司, 湖南 长沙 410076)

**摘要:**在目前公路养护管理体系中, 考评结果与路况养护资金需求呈线性比例关系, 养护路面技术状况等级越高, 养护需求越弱, 所需养护资金越少。合理进行养护决策, 选用相应的养护措施, 既能有效提升路面技术状况, 又能优化养护资金使用效益。文中通过路面修补病害还原换算, 对比分析换算前后湖南省某年国省道路路况及养护资金需求, 为养护科学决策、养护资金投入提供新思路, 解决养护考评与养护资金分配之间的矛盾。

**关键词:** 工程管理; 路面; 病害修补; 病害换算; 养护决策; 养护投入

**中图分类号:** U415.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2668(2023)02-0135-04

随着后公路建设时代的到来, 中国公路逐渐由建设期向养护期过渡, 路面养护将成为一项长期性和日常性的工作<sup>[1]</sup>。如何科学合理地开展道路养护, 改善路面状况, 提高路面行驶质量, 延缓路面性能恶化, 从而为车辆行驶提供优质的服务, 是当前及今后中国公路养护急需解决的问题<sup>[2]</sup>。科学地选择最优养护决策方法, 合理分配养护资金, 使路面使用周期内养护费用最少、养护效果最优、路面使用性能最优<sup>[3]</sup>, 对提升公路养护科学决策水平具有重要意义。高速公路养护分为日常保洁、小修保养、修复养护、专项工程和改建工程 5 类; 普通公路、三级及以上农村公路养护分为小修保养、中修、大修和改建工程 4 类; 四级或等外农村公路养护分为小修保养、恢复更新和改建工程 3 类<sup>[4]</sup>。对路面养护方法的选择, 已有学者做了大量研究, 如 Kuhn K. D. 等采用控制变量的方法将路面养护抽象成一个单一目标, 根据路面技术状况指标有针对性地选择养护措施<sup>[5]</sup>; Ozer H.、张艳红等采用线性和非线性的计算方法进行拟合, 建立数学模型求解最优养护方案<sup>[6-7]</sup>; 邹群等在分析传统数学规划优化方法与遗传算法适用性的基础上引入伪并行、最优保存和自适应参数调整策略, 提高路面养护决策效率与稳定性, 降低养护成本<sup>[8]</sup>; 刘立峻等运用灰色系统理论对高速公路路面使用性能进行预测并依据实际数据逐步求解, 建立预防性养护方案优选模型, 根据模型计算结果确定最佳预防性养护方案<sup>[9]</sup>; 梁斌根据水泥混凝土路面养护维修发展趋势和路面损坏程度, 提炼 9 种水泥混凝土路面养护维修措施, 并提出水泥

混凝土路面养护维修措施应用定量矩阵表, 供道路养护决策参考<sup>[10]</sup>; 刘耘通过对高速公路沥青路面预防性养护现状的分析, 提出了一种沥青路面预防性养护管理决策程序<sup>[11]</sup>。现有研究仅限于利用模型预测选择最优养护策略, 没有根据实际路面技术状况指标选择对应养护方案。本文根据路面技术状况检测结果对修补病害进行还原换算, 选择最优养护策略。

## 1 湖南省公路现状调查与分析

科学合理的养护措施既可延缓路面病害发展速度, 又可延长公路使用寿命。对路面病害进行修补处置后, 路况检测结果明显提升, 养护考核成绩也得到提升。但通过小修保养提升路况后, 可能导致不适用“中等路中修、次差路大修”的大中修安排原则等问题<sup>[12]</sup>。因此, 从计划安排与养护决策的角度考虑, 对所有路面病害进行一致性还原处理, 即把修补后的病害还原换算为未修补病害, 在同一标准和尺度下进行养护需求分析和养护决策, 这样既可提高公路管养单位养护积极性, 又能保证养护计划编制的科学、合理和养护资金分配的公平、公正。

湖南省公路建设从“十一五”时期末开始迅速发展, 公路总里程和公路密度呈现逐年递增趋势, 到 2020 年, 公路通车总里程达 241 138 km, 约占全国公路总里程的 4.80%, 公路密度约为全国公路密度的 2 倍; 国省道里程变化较稳定, 在公路总里程中的平均占比约为 12.8%(见表 1)。湖南省公路网存在里程多、密度大等特点, 国省道在路网中的占比较大, 在未来一定时期仍承担繁重的交通运输任务。

表 1 湖南省公路建设状况

年份	公路总里程/km	国省道里程/km	国省道里程占总里程的比例/%	公路密度/[km·(100 km <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]
2016	238 273	30 338	12.73	112.50
2017	239 724	30 489	12.72	113.18
2018	240 060	30 797	12.83	113.34
2019	240 566	30 826	12.81	113.58
2020	241 138	30 914	12.82	113.84

## 2 公路养护决策研究

目前,在公路养护管理中,各省级交通运输主管部门每年对道路进行技术状况检测,依据检测结果进行考核考评和养护决策。

### 2.1 养护标准

养护标准是对路面技术状况做出的一种技术限定,当路况实测值或预测值超出限值时,就产生养护需求,即当路面技术状况衰变到一定程度或低于养护标准时,就要考虑对其进行某种方式的养护,以保全或恢复路面的使用性能。设置养护标准的目的是为确定当前和未来的养护需求提供一个客观依据,在时间和空间上保持养护决策的一致性。养护标准的确定主要取决于公路技术等级、技术要求、经济状况和养护政策等。如图 1 所示,养护标准的取值将直接影响路面养护时间,从而影响养护需求(养护里程及费用)。

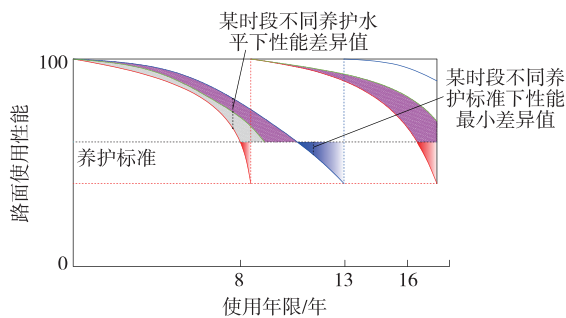
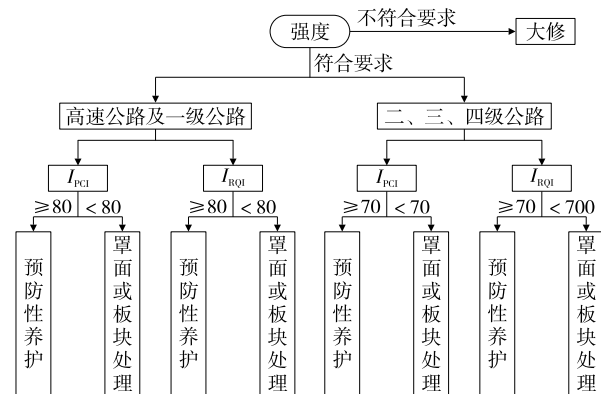


图 1 路面养护标准对养护需求的影响

根据 JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》<sup>[13]</sup> 与 JTG 5142—2019《公路沥青路面养护技术规范》<sup>[14]</sup>,提出图 2 所示适用于全国一般水平的公路养护标准。路面强度不符合要求时,对路面进行大修;路面强度满足要求时,依据交通等级评判路面损坏与平整度状况,进行预防性养护或中修<sup>[15]</sup>。

### 2.2 修补病害换算原则

参考 JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》,普通国省道(二级及以下公路)路面技术状况指



$I_{PCI}$  为路面损坏状况指数;  $I_{RQI}$  为路面行驶质量指数

图 2 路段养护类型及措施的决策

数  $I_{PQI}$  按下式计算:

$$I_{PQI} = 0.60I_{PCI} + 0.40I_{RQI} \quad (1)$$

式(1)中  $I_{PCI}$  按下式计算:

$$I_{PCI} = 100 - \alpha_0 I_{DR}^{\alpha_1} \quad (2)$$

$$R_{DR} = 100 \cdot \sum_{i=1}^{i_0} \omega_i A_i / A \quad (3)$$

式中:  $R_{DR}$  为路面破损率;  $\alpha_0$  与  $\alpha_1$  为路面系数;  $i$  为路面损坏类型;  $i_0$  为损坏类型总数;  $\omega_i$  为第  $i$  类路面损坏的换算系数;  $A_i$  为第  $i$  类路面损坏的累计面积( $m^2$ );  $A$  为检测或调查面积( $m^2$ )。

沥青路面块状修补与条状修补病害损坏面积不变,计算路面破损率  $R_{DR}$  时,系数均增大 10 倍。水泥路面块状修补病害损坏面积不变,计算  $R_{DR}$  时,系数增大 10 倍;条状修补由于还原前后面积扩大 5 倍,计算  $R_{DR}$  时,系数增大 50 倍(见表 2)。

表 2 修补还原前后路面损坏换算系数

路面类型	计算单位	标准换算系数 $\omega_{ia}$	还原换算系数 $\omega_{ib}$	系数比
沥青	长度×0.2	0.1	1.0	10
		0.2	2.0	10
水泥	长度×0.2	0.1	1.0	10
		0.2	10.0	50

2.3 换算对评定结果的影响

根据上述修补病害换算原则,以湖南省某年国道路况评定结果为例,将病害还原换算后路况计算结果和原评价结果进行对比,路况指标的变化见表 3。由表 3 可知:按标准评价方法, $I_{PQI}$  计算结果

接近 90,经过修补病害还原换算后, $I_{PQI}$  与  $I_{PCI}$  均有所降低,分别下降 3.9、6.2;修补病害换算后,优良路率下降 12.5%,中等路率与次差路率均在一定程度上有所增长。说明湖南省国道病害修补率较高,实际路况养护需求较大。

表 3 病害还原后路况计算结果与原路况评定结果的比较

评价方法	评价里程/km	$I_{PQI}$	$I_{PCI}$	优良路率/%	中等路率/%	次差路率/%
标准评价	14 165	89.8	91.5	92.0	6.5	1.5
病害还原换算评价	14 165	85.9	85.3	79.5	16.3	4.2
差值		-3.9	-6.2	-12.5	9.8	2.7

病害还原换算前后养护需求测算结果对比见表 4。由表 4 可知:按标准方法评价,低分值良等路较多;按修补病害还原换算方法评价,原评定结果中很大一部分低分值良等路变成中等路、一部分中等路变成次差路,按修补病害还原换算后计算结果测算的养护资金需求比按标准方法评定结果测算的养护资金需求提高 166%。在养护需求测算及项目级养护决策时,决策者可参考换算后路况计算结果合理安排养护计划,制定养护维修方案。

表 4 病害还原换算前后湖南省路况需求测算结果对比

评价方法	中等路/ km	次差路/ km	估算养护 需求/万元
标准评价	932	214	142 040
病害还原换算评价	2 458	578	378 010
差值	1 526	364	235 970

3 病害修补还原换算对于养护决策的意义

3.1 有效解决养护考核与养护计划安排的矛盾

路况检测结果能真实反映实时路况水平和养护成效,用年度路况检测评价结果进行养护考评,是杜绝弃养待修、促进养护管理工作开展和路况水平提升的重要抓手。但用路况评定结果作为养护需求测算和项目级养护决策依据尚有欠缺,主要体现在:一是养护资金需求与中、次、差等路的里程呈正相关,考核成绩越好,优良路率越高,中、次、差等路里程越少,养护总需求越小。从这个角度来看,不开展日常养护和小修保养,路况水平差的单元可能分配的养护资金更多。二是通过小修保养将路况提升后,部分到了大修年限的路段因检测结果为优、良而无法

申报大中修计划。通过路面病害还原换算,对不同管养单位、不同路段的路面病害进行一致性处理,用病害还原换算后结果进行养护计划安排和资金分配,能一定程度上确保护养决策的科学合理和资金分配的公平一致。

3.2 更加科学地指导养护决策

进行病害还原换算后,在养护决策时,决策者能透过现象看到道路损坏的本质,从而制定更有针对性、更加科学合理的养护处置方案,避免处置不当或投入不足,从而在公路全寿命周期内合理降低养护成本、提高养护效益。后续如果需要进行更加科学、细致的养护决策,可针对病害还原换算后评定为中等路或低分值良等路(一般指  $I_{PQI}$  在 83 以下的道路)的路段进行路面结构强度检测,根据路面结构强度评定结果进一步确定养护方案。通过病害还原换算后的路况计算结果与路况实际养护需要更贴合,更能科学地指导养护决策,有效辅助年度养护计划下达和养护资金安排。

3.3 更合理地测算养护需求

根据目前的路况评定方法,通过规范的病害修补能明显提升路况,如果小修保养开展到位,会使很多处于路况分级临界状态的路段路况水平提升一个等级,如很多中等路通过灌缝和挖补能提升为良等路,一些良等路通过小修保养或预防性养护可提升为优等路。如果路况检测时间在小修保养之后,路况检测结果会比实际路况好,中、次、差等路总里程减少,按中、次、差等路规模测算的养护需求会偏小。通常从养护计划下达到养护工程实施时间跨度较长,在这个过程中,一部分因小修保养路况得到提升的路段路况可能下降。因此,修补病害还原换算后的养护需求测算结果可能更符合实际路况需求。

## 4 结语

随着公路养护里程的快速增长,公路养护压力大、养护投资效益有待提高等问题不断凸显,急需科学的养护决策方法。本文根据养护管理实际需要,通过路面修补病害还原换算重新计算路面技术状况指标,为养护需求分析、养护科学决策提供一种较合理、实用的决策方法。

### 参考文献:

- [1] 李弢,张培林,毛新华.考虑交通流动态分布的路面养护最优决策[J].中国公路学报,2019,32(11):227-233.
- [2] 王朝辉,王丽君,白军华,等.基于时段的沥青路面预防性养护时机与对策一体优化研究[J].中国公路学报,2010,23(5):27-34.
- [3] CHU J C, HUANG K H. Mathematical programming framework for modeling and comparing network-level pavement maintenance strategies[J]. Transportation Research Part B: Methodological, 2018, 109: 1-25.
- [4] 张丰焰,史强,王元庆.公路养护工程分类方法[J].长安大学学报(自然科学版),2008,28(4):39-42.
- [5] KUHN K D, MADANAT S M. Model uncertainty and the management of a system of infrastructure facilities[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2005, 13(5/6): 391-404.
- [6] OZER H, YANG R, AL-QADI I L. Quantifying su-

stainable strategies for the construction of highway pavements in Illinois[J]. Transportation Research Part D: Transport & Environment, 2017, 51: 1-13.

- [7] 张艳红,申爱琴,侯芸.资金一目标双优化法在路面养护决策中的应用[J].公路交通科技,2018,35(9):34-40.
- [8] 邹群,虞安军,邹国平.高速公路路面养护决策混合遗传优化方法[J].交通运输工程学报,2007,7(4):63-66.
- [9] 刘立峻,廖明潮.基于预养护高速公路性能预测及养护对策研究[J].武汉理工大学学报,2009,31(15):66-68.
- [10] 梁斌.水泥砼路面养护维修措施及养护决策矩阵研究[J].公路与汽运,2021(2):90-92.
- [11] 刘耘.高速公路沥青路面预防性养护管理决策[J].公路与汽运,2020(3):152-155.
- [12] 王松根.如何建立养护科学决策体系[J].养护与管理,2016(12):27-32.
- [13] 交通运输部公路科学研究院.公路技术状况评定标准:JTG 5210—2018[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.
- [14] 交通运输部公路科学研究院.公路沥青路面养护技术规范:JTG 5142—2019[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2019.
- [15] 李伟.辽宁省“十三五”普通干线公路养护工程科学决策方法与实践[J].北方交通,2021(7):88-90.

收稿日期:2022-08-23

\*\*\*\*\*  
(上接第134页)

(5) 独立计量实现安全生产经费精细化管理。传统的安全生产经费计量比较粗略,表现为分类不细致、依据不明确、管理不规范。安全生产经费管理系统通过清单范本编制明确安全生产经费的细目,且在最小细目下可上传对应附件作为证明文件,能提升安全费用的真实性、完整性和安全费用管理的精细化程度。

## 4 结语

计量是落实安全生产经费使用的主要依据。安全生产经费管理系统可在线上实现安全生产经费计量全流程办理,在提高计量的规范性、准确性、及时性和计量管理效率的同时,方便管理层掌握和监督安全生产经费的使用情况,从而提升建设项目的安全管理水平。

### 参考文献:

- [1] 王立强.浅谈施工项目安全生产费使用存在的问题与对策[J].水能经济,2015(7):8+10.
- [2] 杨宗发.高速公路项目安全专项经费使用中亟需明确增列的细目[J].冶金管理,2019(11):156-157.
- [3] 严默非.公路水运工程安全生产费用管理现状分析[J].工程建设与设计,2016(2):177-179.
- [4] 孙晓军,林军.公路水运建设工程安全生产费用的使用管理[J].建筑经济,2011(1):52-55.
- [5] 杨忠伟.计量支付在高速公路工程合同管理中的应用[J].交通世界,2021(34):157-158.
- [6] 肖利君,许泽宁,王海红.触屏签名技术应用于高速公路建设的优越性分析[J].公路与汽运,2022(6):149-151.

收稿日期:2022-09-15