贵州省交通运输厅技术指南

JTZN52/T 07—2025

贵州省公路养护工程后评估指南（试行）

2025-4-2 发布　　2025-4-30 实施

贵州省交通运输厅　发布

前　言

为深入贯彻《"十四五"公路养护管理发展纲要》政策导向，落实交通强国战略部署，系统构建公路养护工程后评估机制，科学评估养护工程实施成效，提炼可复制的经验范式，提升养护工程的科学性和适用性，特编制《贵州省公路养护工程后评估指南》（简称“指南”）。

编制组在现行标准、规范基础上，进行了广泛的调查研究，充分吸收近年来国内外相关研究成果和实践经验，针对贵州省公路里程不断增加，公路养护任务日益繁重的实际情况，以“客观性、科学性、实用性”为指导原则，在相关工程案例实践验证的前提下，编制了本指南。本指南旨在建立一套科学、规范、可行的公路养护工程后评估体系，为贵州省公路养护工程的后评估工作提供指导和依据。

本指南按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》和《贵州省交通运输厅技术指南管理办法》的规则起草，共分为十个部分：

——第 1 部分：范围

——第 2 部分：规范性引用文件

——第 3 部分：术语和符号

——第 4 部分：基本规定

——第 5 部分：评估内容和指标

——第 6 部分：养护效果评估

——第 7 部分：耐久性评估

——第 8 部分：社会经济性评估

——第 9 部分：评估报告编制

——第 10 部分：技术管理

本指南由贵州省交通运输厅提出并归口。

请各单位在执行本指南的过程中，注意积累资料，总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见和发现的问题函告编制单位贵州高速公路集团有限公司（地址：贵州省贵阳市花溪区开发大道 1 号，邮编：550000，邮箱：

1173717781@qq.com）；北京中路高科交通咨询有限公司（地址：北京市朝阳区康瑞普企发大厦 F 座 521 室，邮编：100006，邮箱：2399488946@qq.com），以供今后修订和完善。

批准单位：贵州省交通运输厅

主编单位：贵州高速公路集团有限公司

参编单位：贵州省公路局

北京中路高科交通咨询有限公司

贵州黔通工程技术有限公司

贵州交通投资集团有限公司

中交资产管理有限公司贵州区域管理总部

主要审查人员：熊延华　王　晓　曾　辉　陈建军　伍应勇　欧阳男
杨卫国　王建国　全圣彪　何　刚

主要参编人员：王大庆　曾志敏　武　明　潘　庆　蒋永生　吁　燃
岳克勤　张佳荣　刘宇松　杨丽娅　唐　颖　何　荷
莫　力　何倩超　周　旭　代丽芳　张祝兴　胡　军
杨　桦　丁　慧　吴昀胜　张泽宇　褚兆堂　贾　峻
杜　江　李天坤　田盛鼎　王　超　马　强　杨志刚
夏晓勇　黎　晨　牛冰艳　刘　刚　侯相琛　梁　栋
沈兆坤　李典豪　李克伟　孟　云　陈　勇　罗　琳
何正昌　刘青云　李世贵　龙　伟　夏吉佑　张中翔
李　军　张信立　左康健　王荣民　孙加勇　符　强
邹　昱　谭　栋　张监军　陈　波　闫鑫方　陈　涛
王　茂　王青贵　谢　放　刘彦林　付秋壹　杨　龙
孙　华　陈大广　杨龙兴

目 次

1 范围 1
2 规范性引用文件 2
3 术语和符号 3
3.1 术语 3
3.2 符号 3
4 基本规定 6
4.1 评估流程和要求 6
4.2 评估环节及其要求 6
5 评估内容和指标 9
6 养护效果评估 11
6.1 养护前后技术状况变化 11
6.2 养护前后技术状况评级分布变化 12
7 耐久性评估 16
7.1 实际使用寿命和推迟大修年限 16
7.2 养护效益 17
8 社会经济性评估 20
8.1 单位投资成本路况提升效益分析 20
8.2 投入产出效益分析 20
8.3 社会效益分析 22
9 评估报告编制 24
10 技术管理 25
10.1 技术档案管理 25
10.2 信息化管理 25
附录 A 养护工程实施前后数据分析表 26
A.0.1 养护工程实施前后主要病害数据分析表 26
A.0.2 养护工程实施前后技术状况数据分析表 33
A.0.3 养护工程实施前后交通量数据分析表 41
附录 B 养护工程后评估报告格式 42

1 范围

本指南适用于贵州省各等级公路路面、桥梁及隧道土建结构的养护工程后评估工作。

公路养护工程后评估除应符合本指南规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本指南的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本指南。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

（1） JTG 5110 公路养护技术标准

（2） JTG 5120-2021 公路桥涵养护规范

（3） JTG 5142-2019 公路沥青路面养护技术规范

（4） JTG 5142-01-2021 公路沥青路面预防养护技术规范

（5） JTG 5210 公路技术状况评定标准

（6） JTG 5220 公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

（7） JTG 5421 公路沥青路面养护设计规范

（8） JTG/T 5440 公路隧道加固技术规范

（9） JTG H12-2015 公路隧道养护技术规范

（10） JTG/T H21 公路桥梁技术状况评定标准

（11） JTG/T J22 公路桥梁加固设计规范

3 术语和符号

下列术语和符号适用于本指南。

3.1 术语

3.1.1 公路养护工程后评估

在公路养护工程竣工运营后，对养护工程的养护效果、耐久性、社会经济性等进行评估。

3.1.2 养护效果评估

对公路养护工程实施前后的病害情况、技术状况变化情况或技术状况评级分布情况等进行评估。

3.1.3 耐久性评估

对公路养护工程实际使用寿命、推迟大修年限、养护效益等进行评估。

3.1.4 社会经济性评估

对公路养护工程单位投资成本路况提升效益、投入产出效益、社会效益等进行评估。

3.2 符号

ΔMMI ——养护后 i 年公路路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分提升值；

MMI_0 ——养护前公路路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分；

MMI_i ——养护后第 i 年公路路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分；

$\overline{MMI}$ ——养护后 i 年内的公路路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分的平均值；

$\Delta EGRR$ ——公路路面养护工程评估路段优良路率提升值；

ΔER ——公路路面养护工程评估路段优等路率提升值；

$\overline{EGRR}$ ——养护后 i 年内路面养护工程评估路段优良路率平均值；

$\overline{ER}$ ——养护后 i 年内路面养护工程评估路段优等路率平均值；

$EGRR$ ——公路路面养护工程评估路段优良路率，%；

ER ——公路路面养护工程评估路段优等路率，%；

GR ——公路路面养护工程评估路段良等路率，%；

L_e——公路路面养护工程评估路段内路面技术状况指数或其分项指标等级为优的里程，m；

L_g ——公路路面养护工程评估路段内路面技术状况指数或其分项指标等级为良的里程，m；

L ——公路路面养护工程总评估里程，m；

P_1——养护后 i 年内桥梁养护措施实施部位标度 1 的占比；

P_2——养护后 i 年内桥梁养护措施实施部位标度 2 的占比；

$S_{标度1i}$ ——养护后第 i 年桥梁养护措施实施部位标度 1 的面积；

$S_{标度2i}$ ——养护后第 i 年桥梁养护措施实施部位标度 2 的面积；

$\overline{S_{标度1}}$ ——养护后 i 年内桥梁养护措施实施部位标度 1 的面积平均值；

$\overline{S_{标度2}}$ ——养护后 i 年内桥梁养护措施实施部位标度 2 的面积平均值；

S——桥梁养护工程措施实施养护总面积；

RS ——养护工程的养护效果达标指数；

L_r——养护工程实际使用寿命；

L_0——养护工程设计使用寿命；

S ——养护工程的短期效益指数；

M ——养护工程综合效益指数；

$SB(MMI)$——路面 PCI、RQI、RDI 或 SRI 的标准化效益；

$A(MMI)$——实施养护后，路面 PCI、RQI、RDI 或 SRI 衰变曲线下面积；

$A_0(MMI)$——不实施养护的条件下，原路面 PCI、RQI、RDI 或 SRI 衰变曲线下面积；

IC ——单位投资成本的技术状况指标评分提升值；

ICE ——单位投资成本的技术状况等级优等率提升值；

ICG——单位投资成本的技术状况等级优良率提升值；

MBI ——养护效益指数；

γ_i——分项技术状况指标的权重系数；

BCR ——养护工程的效益费用比；

CBR ——成本效益比；

OB ——产出效益；

C ——养护工程实际投入成本；

NPV ——净现值；

B_i——分析期内第 i 年取得的效益；

C_i ——分析期内第 i 年发生的各项费用，包括养护成本、用户成本等；

d ——贴现率；

t ——分析期，分析基年宜选择某次大修年，分析期可选择两次大修之间的时间；

$R_{B/C}$ ——现值法计算效益费用比；

AC ——等额年值。

4 基本规定

4.1 评估流程和要求

4.1.1 公路养护工程后评估工作流程宜按图 4.1.1 进行。

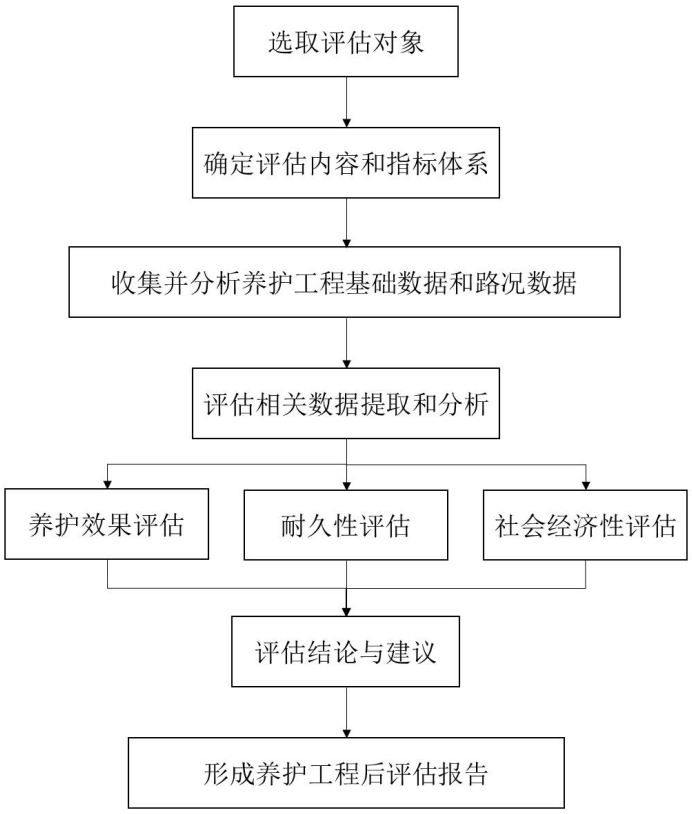

图 4.1-1 公路养护工程后评估工作流程图

4.1.2 公路工程养护实施后，可根据本地养护工程后评估工作要求确定评估对象，符合下列条件之一的宜开展后评估：

1 经省交通运输厅审批的养护工程。

2 采用新材料和新技术的养护工程。

4.2 评估环节及其要求

4.2.1 公路养护工程后评估可按养护工程进行综合评估，也可对具体的养护措施进行评估。桥梁和隧道宜按座进行评估。

4.2.2 对路面的具体养护措施进行评估时，评估路段应选取实施同一养护措施的路段，评估长度应根据养护工程特点确定，封层类宜为3000～5000m，其他类宜为1000～3000m。

4.2.3 应根据公路养护工程特点，确定评估目标、评估内容和评估指标。

4.2.4 应收集评估对象有效期内的基础数据和路况数据，根据评估目标、评估内容和评估指标，提取与评估相关的数据。资料不足时应通过专项检查及评定进行补充。收集和提取资料应包含但不限于表4.2.4规定的内容。

表4.2.4 养护工程养护效果后评估资料收集与提取

序号	资料类别	提取信息
1	施工图设计文件	公路技术等级、技术标准、基础设施构造信息、建设年代以及地形、地质、水文和气象等
2	技术状况检查及评定报告	养护前3~5年至评估当年的定期检查或专项检查数据，对于桥梁、隧道可提取相应养护检查数据
3	监测数据	有监测数据的，应收集监测数据或监测报告
		病害处治后的跟踪观测数据
4	交通量观测数据	评估时限内的交通量及交通组成数据
5	养护工程的预算和实际支出费用	养护工程或具体养护措施综合成本等
6	后期维护费用	如有相关数据应收集，用于评估养护工程的全寿命周期经济性和可持续性
7	社会满意度相关数据	社会公众对公路养护工程的满意度评价或媒体对公路养护工程的报道和评价
8	沿线经济发展相关数据	旅游收入增长率、农产品销售增长率、交通量变化率、区域经济发展指标等

注：1 应根据评估目标和评估内容确定需要收集的资料和数据。

2 需要开展结构监测的桥梁、隧道，应收集结构监测分析报告。

3 根据《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）的有关规定，对桥梁养护工程养护效果进行评估时，也可收集其特殊检查数据。

【条文说明】根据《公路养护技术标准》（JTG 5110-2023）第 5.1.1 条和第 9.3.1 条的有关规定，基础数据包含公路技术等级、技术标准、基础设施构造信息、建设年代等资产信息，地形、地质、水文和气象等环境信息，材料单价、人工费用和地方经济指标等经济信息。路况数据包含历次路况检查及评定、结构监测、交通量、交通组成和轴载谱，以及历次养护工程设计、施工及其质量检验评定和验收等信息。

4.2.5 应对提取的原始数据进行可靠性和完整性检验，识别异常数据，并应按下列规定进行数据处理与分析：

1 对提取的数据进行整理、分类，并对数据进行标准化处理，建立数据库或数据表。

2 对量化数据进行逻辑检验，可检验其变化趋势合理性和数据因果关系、相关关系等。

【条文说明】本指南所称异常数据是指明显不符合实际情况的数据。可以采用多种方法对数据进行检验，比如与历史数据对比、与其他路段的数据对比、现场复核等。在整理数据的过程中，对数据进行标准化处理，使不同单位和量纲的数据具有可比性，便于后续的分析和评估。

4.2.6 应采用定量分析的方式进行评估，对于无法量化的评估内容，采用定性分析的方式进行评估。

4.2.7 应根据评估分析结果，提出结论和建议，并形成后评估报告。

4.2.8 应根据公路养护工程后评估成果，优化养护对策库。

【条文说明】根据《公路养护技术标准》第 5.3.1 条及其条文说明的相关内容，养护对策库是针对各类基础设施不同技术状况和典型病害，结合交通和环境等条件构建的养护工程技术方案的集合。通过养护工程后评估工作可以对养护对策库进行持续改进，不断提高养护对策库的针对性和实用性。

5 评估内容和指标

5.1 应对养护工程或具体养护措施的养护效果、耐久性和社会经济性进行评估。

5.2 养护效果评估应分析养护前后技术状况及其评级占比的变化。

5.3 耐久性评估应分析养护工程或具体养护措施的使用寿命、养护效益等。

5.4 社会经济性评估应分析养护工程实施后单位投资成本下路况提升、投入产出效益、社会满意度或对沿线经济发展的影响等情况。

5.5 应根据评估对象特点和评估相关数据，建立公路养护工程后评估指标体系，评估指标宜按表 5.5 的规定选取。

表 5.5 公路养护工程后评估指标

序号	评估指标	
1	养护效果评估	养护工程实施前后主要病害的变化情况
2		养护工程实施前后技术状况指标提升值
3		路面养护工程实施前后优良率提升值、优等率提升值
4		桥梁、隧道土建结构同一养护措施实施部位养护前后技术状况评级占比提升值
5	耐久性评估	实际使用寿命
6		推迟大修年限
7		养护效果达标指数
8		短期效益指数
9		综合效益指数
10		技术状况指标标准化效益
11		养护效益指数
12	社会经济性评估	单位投资成本的技术状况指标提升值
13		单位投资成本的技术状况等级占比提升值
14		成本效益比
15		养护工程的效益费用比

16		现值法效益费用比
17		等额年值
18		社会满意度
19		对沿线经济发展的影响

【条文说明】本指南参照公路养护相关标准规范、工程经验和研究成果，并通过专家访谈、调查问卷等方式，结合公路养护工程项目及结构损伤的具体情况进行指标体系修正，总结、归纳公路养护工程后评估的评估指标体系，确保评价指标选取的合理性。

6 养护效果评估

6.1 养护前后技术状况变化

6.1.1 应汇总、分析公路路面、桥梁、隧道土建结构的主要病害情况和技术状况。汇总分析表宜参照附录 A。

6.1.2 应分析养护工程实施前后主要病害的变化，宜对比养护前后不同类型病害面积占比。

6.1.3 应分析养护工程实施前后技术状况的变化，宜对养护前后技术状况指标及分项指标值进行对比，计算养护前后各年指标值及其平均值，进而计算指标提升值。可按式 6.1-1 和式 6.1-2 计算：

$$\Delta MMI = \overline{MMI} - MMI_0 \qquad \text{（式 6.1-1）}$$

$$\overline{MMI} = \frac{\sum_{i=1}^{n} MMI_i}{n} \qquad \text{（式 6.1-2）}$$

式中：ΔMMI —— 养护后 i 年公路路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分提升值，i=1,2,3,…,n；

MMI_0 —— 养护前公路路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分；

MMI_i —— 养护后第 i 年公路路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分；

$\overline{MMI}$ —— 养护后 i 年内路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分的平均值。

【条文说明】本指南基于公路养护相关标准规定，整理公路路面、桥梁、隧道土建结构的技术状况指标如表 6-1 所示。实际工程中在其基础上选取关键指标。根据工程特点和结构损伤情况，依据合理性、操作性和有效性的原则，优先选用分项技术状况指标进行养护效果的分析、评估。

表 6-1 公路养护工程技术状况指标

设施名称	技术状况指标	
路面	PCI、RQI、RDI、PBI、PWI、SRI、PSSI 或 PQI 等	
桥梁	上部结构	SPCI、PCCI、PMCI
	下部结构	SBCI、BCCI、BMCI
	桥面系	BDCI、DCCI、DMCI
	桥梁总体	D_r
隧道	土建结构	洞口、洞门、衬砌结构、衬砌渗漏水、路面、检修道、排水设施或吊顶内装饰等技术状况评分
		JGCI

6.2 养护前后技术状况评级分布变化

6.2.1 当路面养护工程包含多个养护单元时，应分析养护工程实施前后路面优等率、优良率的变化，对养护前后技术状况指标评级分布进行对比，计算各年占比及其平均值，进而计算占比提升值。可按式 6.2-1~式 6.2-6 计算：

$$\Delta EGRR = \overline{EGRR} - EGRR_0 \qquad \text{（式 6.2-1）}$$

$$\Delta ER = \overline{ER} - ER_0 \qquad \text{（式 6.2-2）}$$

$$\overline{EGRR} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(ER+GR)_i}{n} \qquad \text{（式 6.2-3）}$$

$$\overline{ER} = \frac{\sum_{i=1}^{n} ER_i}{n} \qquad \text{（式 6.2-4）}$$

$$ER = \frac{L_e}{L} \qquad \text{（式 6.2-5）}$$

$$GR = \frac{L_g}{L} \qquad \text{（式 6.2-6）}$$

式中：$\Delta EGRR$ —— 公路路面养护工程评估路段优良率提升值；

ΔER —— 公路路面养护工程评估路段优等率提升值；

$\overline{EGRR}$ —— 养护后 i 年内路面养护工程评估路段优良率平均值；

$\overline{ER}$ —— 养护后 i 年内路面养护工程评估路段优等率平均值；

$EGRR_0$ —— 公路路面养护工程评估路段养护前优良率，%；

ER_0 —— 公路路面养护工程评估路段养护前优等率，%；

ER —— 公路路面养护工程评估路段优等率，%；

GR —— 公路路面养护工程评估路段良等率，%；

L_e —— 公路路面养护工程评估路段路面技术状况指数或其分项指标等级为优的里程，m；

L_g —— 公路路面养护工程评估路段路面技术状况指数或其分项指标等级为良的里程，m；

L —— 公路路面养护工程总评估里程，m。

【条文说明】根据《公路技术状况评定标准》（JTG 5210-2018）第 4.0.2 条和《公路养护技术标准》（JTG 5110-2023）第 3.5.2 条的有关规定，路面技术状况指标及分项指标优、良等级划分标准如表 6-2 所示。

表 6-2 公路路面技术状况优良等级划分标准

技术状况指标	技术状况等级	沥青路面		水泥混凝土路面	
		高速公路	其他等级公路	高速公路	其他等级公路
PQI	优	≥90	≥90	≥90	≥90
	良	[80，90)	[80，90)	[80，90)	[80，90)
PCI	优	≥92	≥90	≥92	≥90
	良	[80，92)	[80，90)	[80，92)	[80，90)
RQI	优	≥90	≥90	≥88	≥90
	良	[80，90)	[80，90)	[80，88)	[80，90)
RDI、PBI、PWI、SRI、PSSI	优	≥90	≥90	≥90	≥90
	良	[80，90)	[80，90)	[80，90)	[80，90)

6.2.2 对桥梁养护工程进行评估时，宜分析实施同一养护措施的部位在养护前后技术状况标度分布的变化，可按式 6.2-7~式 6.2-10 计算。

$$P_1 = \frac{\overline{S_{标度1}}}{S} \quad （式 6.2-7）$$

$$P_2 = \frac{\overline{S_{标度2}}}{S} \quad （式 6.2-8）$$

$$\overline{S_{标度1}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_{标度1i}}{n} \quad （式 6.2-9）$$

$$\overline{S_{标度2}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_{标度2i}}{n} \quad （式 6.2-10）$$

式中：P_1 —— 养护后 i 年内桥梁养护措施实施部位标度 1 的占比；

P_2 —— 养护后 i 年内桥梁养护措施实施部位标度 2 的占比；

$S_{标度1i}$ —— 养护后第 i 年桥梁养护措施实施部位标度 1 的面积；

$S_{标度2i}$ —— 养护后第 i 年桥梁养护措施实施部位标度 2 的面积；

$\overline{S_{标度1}}$ —— 养护后 i 年内桥梁养护措施实施部位标度 1 的面积平均值；

$\overline{S_{标度2}}$ —— 养护后 i 年内桥梁养护措施实施部位标度 2 的面积平均值；

S —— 桥梁养护工程措施实施养护总面积。

【条文说明】公路桥梁技术状况分项指标标度 1 类、2 类、3 类、4 类、5 类的划分标准依据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21）的有关规定。

6.2.3 对隧道养护工程进行评估时，宜分析实施同一养护措施的部位在养护前后技术状况标度分布的变化，计算方法可参照第 6.2.2 条的有关规定。

【条文说明】公路隧道土建结构分项设施技术状况值0、1、2、3、4的评定标准依据《公路隧道养护技术规范》（JTG H12）的有关规定。

7 耐久性评估

7.1 实际使用寿命和推迟大修年限

7.1.1 对路面养护工程进行后评估时，应按下列方法建立路面技术状况预测模型：

1 绘制养护工程实施前后，路面技术状况指标随路龄或累计当量轴次的变化曲线，建立分车道或全车道的路面技术状况衰变模型。

2 基于分车道或全车道的路面技术状况衰变模型，绘制路面设计年限或预计使用年限内的路面技术状况衰变曲线。

【条文说明】通过对大量路面性能观测数据进行统计分析，建立路面技术状况预测模型。根据预测模型，可以在养护工程实施后，评估路面的剩余使用寿命，进而合理安排养护资金和养护时间；也可以评估不同养护工程在延长路面使用寿命和提升路用性能方面的效果，并计算养护工程的成本效益。

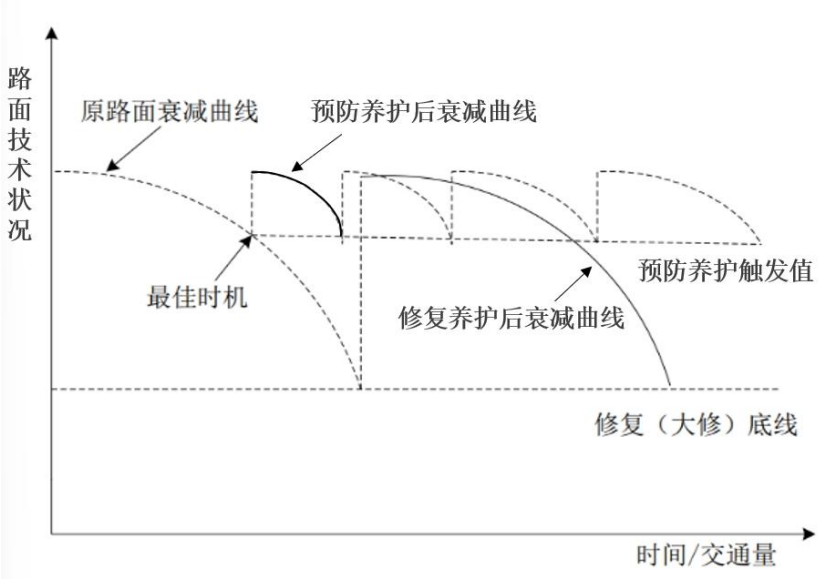

图 7-1 路面正常劣化衰变和养护实施后劣化衰变对比图

7.1.2 应基于路面技术状况衰变曲线，预估路面技术状况衰减至实施养护时水平所需要的年限，作为路面养护工程的实际使用寿命。

7.1.3 应预估桥梁、隧道土建结构养护措施实施部位再次出现与实施养护时同一病害所经历的时间，作为具体养护措施的实际使用寿命。

7.1.4 应基于路面技术状况衰变曲线，通过计算在某一评级标准或养护标准条件下不实施养护工程时原路面剩余寿命和实施养护工程后路面使用寿命，预估推迟大修年限。

7.2 养护效益

7.2.1 应计算养护效果达标指数，即养护工程实际使用寿命与设计使用寿命之比。$RS \geqslant 1$ 时，养护效果达标；$RS < 1$ 时，养护效果不达标。可按式 7.2-1 计算：

$$RS = \frac{L_r}{L_0} \qquad \text{（式 7.2-1）}$$

式中：RS —— 养护工程的养护效果达标指数；

L_r —— 养护工程实际使用寿命，以技术状况重新回到实施养护前水平所经历的时间计，路面技术状况指标一般可采用 PCI；

L_0 —— 养护工程设计使用寿命，取养护工程施工图设计中的设计使用寿命。

7.2.2 应计算短期效益指数，即养护工程实施后路面技术状况指标评分实际提升值和预期提升值之比，S 越接近于 1，短期效益越好。可按式 7.2-2 计算：

$$S = \frac{\Delta MMI}{\Delta MMI_0} \qquad \text{（式 7.2-2）}$$

式中：S —— 养护工程的短期效益指数；

ΔMMI_0 —— 养护后公路路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分预期提升值；

ΔMMI —— 养护后 i 年公路路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分实际提升值，i=1,2,3,…,n；

7.2.3 应综合考虑养护效果达标指数和短期效益指数，分析养护工程的综合效益。综合效益指数可按式 7.2-3 计算：

$$M = 0.7 * RS + 0.3 * S \qquad \text{（式 7.2-3）}$$

式中：M —— 养护工程综合效益指数。

7.2.4 应通过路面技术状况衰变曲线，计算养护效益指数，可按式 7.2-4 和式 7.2-5 计算。

$$SB\left(MMI\right)=\frac{A\left(MMI\right)-A_0\left(MMI\right)}{A_0\left(MMI\right)} \quad \text{（式 7.2-4）}$$

$$MBI=\gamma_1 SB\left(PCI\right)+\gamma_2 SB\left(RQI\right)+\gamma_3 SB\left(RDI\right)+\gamma_4 SB\left(SRI\right) \quad \text{（式 7.2-5）}$$

式中：$SB\left(MMI\right)$ —— 路面 PCI、RQI、RDI 或 SRI 的标准化效益；

$A\left(MMI\right)$ —— 实施养护后，路面 PCI、RQI、RDI 或 SRI 衰变曲线下面积；

$A_0\left(MMI\right)$ —— 不实施养护的条件下，原路面 PCI、RQI、RDI 或 SRI 衰变曲线下面积；

MBI —— 养护效益指数

γ_i —— 分项技术状况指标的权重系数，可参照《公路技术状况评定标准》(JTG 5210)中 PQI 各分项权重取值，或根据评估目标和工程特点调整指标及其权重，i=1,2,…,n，n≤4。

7.2.5 公路路面技术状况随时间或累计当量轴次变化曲线下面积应通过衰变曲线方程积分计算得到，可按式 7.2-6～式 7.2-9 简化计算。计算时，$\Delta f(A)$和$\Delta f(B)$取值极小且相同，可得到养护工程实施前后路面的标准化效益。

$$S(A)=\int_m^a f(A)\,dx \quad \text{（式 7.2-6）}$$

$$S(A)=S_{m-1}+S_{1-2}+S_{2-3}+\cdots+S_{(i-1)-i}+\cdots+S_{(a-1)-a} \quad \text{（式 7.2-7）}$$

$$= [\frac{f(A)_m}{2} + f(A)_1 + f(A)_2 + f(A)_3 + \cdots + f(A)_{a-1}] \times \Delta f(A)$$

$$S(B) = [\frac{f(B)_m}{2} + f(B)_1 + f(B)_2 + f(B)_3 + \cdots + f(A)_{b-1}] \times \Delta f(B) \qquad \text{（式 7.2-8）}$$

$$\frac{S(B) - S(A)}{S(A)}$$

$$= \frac{\frac{f(B)_m - f(A)_m}{2} + [f(B)_1 - f(A)_1] + \cdots + [f(B)_{a-1} - f(A)_{a-1}] + f(B)_a + \cdots + f(B)_{b-1}}{\frac{f(A)_m}{2} + f(A)_1 + f(A)_2 + f(A)_3 + \cdots + f(A)_{a-1}}$$

（式 7.2-9）

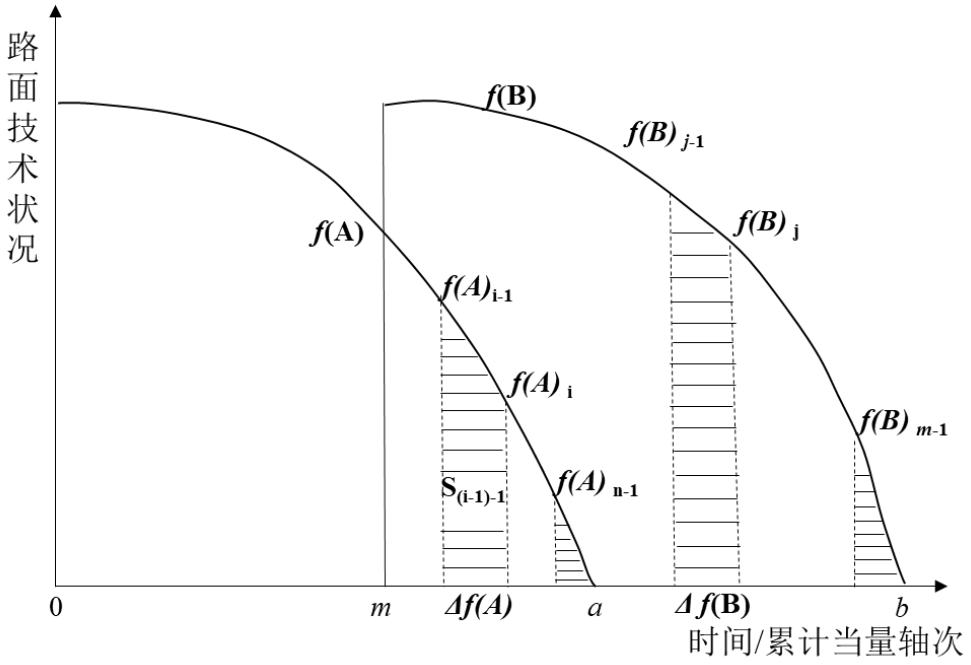

图 7.2.5 公路路面标准化效益计算示意

8 社会经济性评估

8.1 单位投资成本路况提升效益分析

8.1.1 应计算单位投资成本的技术状况指标提升值，可按式 8.1-1 计算。

$$IC = \frac{\Delta MMI}{C} \qquad \text{（式 8.1-1）}$$

式中：IC —— 单位投资成本的技术状况指标评分提升值；

ΔMMI —— 养护后 i 年公路路面或桥隧构造物技术状况指数或其分项指标评分提升值，i=1,2,3,…,n；

C —— 养护工程为整条路线时，为总费用；养护工程为局部路段时，为单价费用。

8.1.2 应计算单位投资成本的技术状况评级占比提升值，路面技术状况等级优良率提升值、优等率提升值可按式 8.1-2、式 8.1-3 计算。

$$ICE = \frac{\Delta ER}{C} \qquad \text{（式 8.1-2）}$$

$$ICG = \frac{\Delta EGRR}{C} \qquad \text{（式 8.1-3）}$$

式中：ICE —— 单位投资成本的技术状况等级优等率提升值；

ICG —— 单位投资成本的技术状况等级优良率提升值；

ΔER —— 公路路面养护工程评估路段优等率提升值；

$\Delta EGRR$ —— 公路路面养护工程评估路段优良率提升值。

8.2 投入产出效益分析

8.2.1 应核算养护工程实际投入成本和养护效益，计算养护工程的效益费用比。其值越大，养护工程的经济效益越好。可按式 8.2-1 进行计算：

$$BCR = \frac{MBI}{C} \qquad \text{（式 8.2-1）}$$

式中：BCR —— 养护工程的效益费用比；

MBI —— 养护效益指数；

C —— 养护工程实际投入成本。

8.2.2 宜采用成本效益比对养护工程的经济效益进行评估，计算养护工程的投入成本和产出效益之比。其值越小，养护工程的经济效益越好。产出效益宜包括因养护工程实施带来的养护费、用户燃油费等费用的节省。可按式 8.2-2 计算成本效益比：

$$CBR = \frac{C}{OB} \qquad \text{（式 8.2-2）}$$

式中：CBR —— 成本效益比；

OB —— 产出效益。

8.2.3 采用现值法计算养护工程的效益费用比时，应符合下列规定：

1 净现值，可计算一定分析期内不同年限发生的各项费用折算到分析基年的现值之和。$NPV>0$时，养护工程国民经济评价较好；$NPV<0$时，养护工程国民经济评价较差。可按式8.2-3计算净现值：

$$NPV = \sum_{i=0}^{t} (B_i - C_i)(1+d)^{-t} \qquad \text{（式 8.2-3）}$$

式中：NPV —— 净现值；

B_i —— 分析期内第 i 年取得的效益，万元；

C_i —— 分析期内第 i 年发生的各项费用，包括养护成本、用户成本等；

d —— 贴现率；

t —— 分析期，分析基年宜选择某次大修年，分析期可选择两次大修之间的时间。

2 效益费用比，可采用现值法计算养护工程的效益费用比，可按式8.2-4进行计算：

$$R_{B/C} = \frac{\sum_{i=0}^{t} B_i (1+d)^{-t}}{NPV} \qquad \text{（式 8.2-4）}$$

式中：$R_{B/C}$ —— 现值法计算效益费用比；

NPV —— 净现值。

8.2.4 需要对多个评估对象对比时，且养护工程的产出效益难以用货币直接计量时，可按一定折现率将分析期内不同年限发生的各项费用折算成等额年值（AC）。也可按式 8.2-5 进行计算：

$$AC = \frac{NPV}{t} \qquad \text{（式 8.2-5）}$$

式中：AC —— 等额年值；

NPV —— 净现值。

8.3 社会效益分析

8.3.1 应分析社会满意度调查结果，可从以下几个方面进行分析：

1 社会满意度调查得分。可设计满意度调查问卷，问卷内容可包括但不限于表 8.3.1-1 的规定。

表 8.3.1-1 社会满意度调查项目表

序号	项目	内容
1	道路状况	路面平整度、结构破损情况、排水情况等
2	养护作业	养护及时性、养护质量、交通疏导、对周边环境影响等
3	服务质量	向社会公布养护计划的及时性、投诉渠道畅通性、对养护部门处理态度和处理结果满意度等
4	交通安全	交通标志设置合理性、标识清晰度、夜间照明情况等
5	环保效果	绿化景观美观度、噪音控制情况等

2 媒体舆论评价。可综合分析媒体对公路养护工程的报道和评价，分析内容可包括但不限于表 8.3.1-2 的规定。

表 8.3.1-2 媒体舆论评价项目表

序号	项目	内容
1	正面报道	针对评估对象的典型正面报道标题及核心内容
2	负面报道	针对评估对象的典型负面报道标题及核心内容

3	媒体平台留言、反馈等	针对评估对象的代表性留言

8.3.2 应分析养护工程对沿线经济发展的影响，可从以下几个方面进行分析：

1 旅游收入增长率，统计公路养护工程实施前后一定时期内沿线旅游景区的旅游收入情况，计算旅游收入增长率。

2 农产品销售增长率，统计沿线地区农产品在公路养护工程前后的销售额变化情况，计算销售增长率。

3 交通量变化率，统计公路养护工程实施前后不同路段的车流量变化情况，计算交通量变化率。

4 区域经济发展指标，统计公路养护工程对沿线地区宏观经济指标的影响，包括但不限于地区生产总值（GDP）增长率、人均收入水平提高率、产业结构优化程度等。

9 评估报告编制

9.1 公路养护工程后评估报告内容应包括以下内容：

1　项目背景、评估目的及意义。

2　养护工程概况。

3　评估相关数据提取与分析。

4　养护效果评估、耐久性评估和社会经济性评估。

5　结论与建议。

6　附录，包括评估所依据的相关数据、图表等。

9.2 可根据工程特点，确定篇章结构，增减篇章内容。

9.3 评估报告的组成及内容宜参照本指南附录 B 的要求编写。

10 技术管理

10.1 技术档案管理

10.1.1 公路养护工程后评估技术文件的形成和积累、评估数据的管理，宜纳入养护管理的范畴。

10.1.2 后评估各环节形成且具有保存价值的各种载体文件，均应收集齐全、整理立卷后归档。

10.1.3 公路养护工程后评估技术资料应真实、准确、完整，并分类归档、存储，包括各种电子和纸质文档，且归档纸质文件应为原件。

10.1.4 电子文件归档应包括在线式归档和离线式归档两种方式。可根据实际情况选择其中一种或两种方式进行归档。

10.2 信息化管理

10.2.1 宜建立公路养护工程后评估数据库，且宜具备数据导入、加工、存储、检索、统计等功能。

10.2.2 宜建立养护工程后评估数据标准化制度，明确数据格式、共享机制和维护机制，以确保数据的一致性和准确性。

10.2.3 宜建立与公路养护管理系统的数据接口，获取后评估相关的基础数据、路况数据和管理数据，并对数据库实施动态更新。

10.2.4 公路养护工程后评估宜积极采用数字化技术，推动建立智能化养护后评估系统。

附录 A 养护工程实施前后数据分析表

A.0.1 养护工程实施前后主要病害数据分析表

表 A.0.1-1 路面养护工程实施前后主要病害数据分析表

项目名称				起讫桩号										
线路编号				评估长度										
养护工程类型				养护实施年份										
序号	主要病害名称	病害位置	病害统计单位	病害占比或数量										总体规律
				m-4	m-3	m-2	m-1	m	m+1	m+2	m+3	m+4	m+5	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														

8													
9													
10													
11													

填表说明：1 主要病害名称填写危害性较大的病害名称，病害单位可是长度单位或面积单位。

2 统计年份根据实际情况确定，m 是养护工程实施年份。

3“总体规律”列，病害占比或数量增加时填“递增”，病害占比或数量减少时填“递减”，病害占比或数量波动变化时，根据波动幅度大小，填“基本稳定、波动幅度小或波动幅度大”。

表 A.0.1-2 桥梁养护工程实施前后主要病害数据分析表

桥梁名称				中心桩号												
路线编号				主要结构形式												
养护工程类型				养护实施年份												
序号	结构名称	部件名称	构件名称	主要病害名称	病害统计单位	病害占比或数量										总体规律
						m-4	m-3	m-2	m-1	m	m+1	m+2	m+3	m+4	m+5	
1	上部结构	部件 1	构件 n_1													
			构件 n_2													
			……													
			构件 n_j													
		部件 2	构件 n_1													
			构件 n_2													
			……													
		……	……													
2	下部	部件 1	构件 n_1													

	结构		构件 n_2													
			……													
			构件 n_j													
		部件 2	构件 n_1													
			构件 n_2													
			……													
		……	……													
3	桥面系	部件 1	构件 n_1													
			构件 n_2													
			……													
			构件 n_j													
		部件 2	构件 n_1													
			构件 n_2													
			……													
		……	……													
	填表说明：1 构件名称和构件数量可以根据实际情况确定。															

	2 主要病害名称填写危害性最大的病害名称，病害单位可是长度单位或面积单位。 3 统计年份可以根据实际情况确定，m 是养护工程实施年份。 4“总体规律”列，病害占比或数量增加时填“递增”，病害占比或数量减少时填“递减”，病害占比或数量波动变化时，根据波动幅度大小，填“基本稳定、波动幅度小或波动幅度大”。

表 A.0.1-3 隧道养护工程实施前后主要病害数据分析表

隧道名称						中心桩号										
路线编号						主要结构形式										
养护工程类型						养护实施年份										
序号	结构名称		主要病害名称	病害位置	病害统计单位	病害占比或数量										总体规律
						m-4	m-3	m-2	m-1	m	m+1	m+2	m+3	m+4	m+5	
1	洞口	进洞口														
		出洞口														
2	洞门	进洞门														
		出洞门														
3	衬砌															
4	路面															

5	检修道														
6	排水设施														
7	吊顶及各种预埋件														
8	内装饰														
9	标志、标线、轮廓标														

填表说明：1 主要病害名称填写危害性较大的病害名称，病害单位可是长度单位或面积单位。

2 统计年份可以根据实际情况确定，m 是养护工程实施年份。

3“总体规律”列，病害占比或数量增加时填“递增”，病害占比或数量减少时填“递减”，病害占比或数量波动变化时，根据波动幅度大小，填“基本稳定、波动幅度小或波动幅度大”。

A.0.2 养护工程实施前后技术状况数据分析表

表 A.0.2-1 路面养护工程实施前后技术状况数据分析表

项目名称				起讫桩号										
线路编号				评估长度										
养护工程类型				养护实施年份										
序号	养护措施	养护路段	技术状况指标	技术状况评分										总体规律
				m-4	m-3	m-2	m-1	m	m+1	m+2	m+3	m+4	m+5	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														

10														
11														
填表说明：1 统计年份根据实际情况确定，m 是养护工程实施年份。 2“总体规律”列，路面技术状况指标评分提高时填“递增”，路面技术状况指标评分降低时填“递减”，路面技术状况指标评分波动变化时，根据波动幅度大小，填“基本稳定、波动幅度小或波动幅度大”。														

表 A.0.2-2 桥梁养护工程实施前后技术状况数据分析表

桥梁名称													
线路编号													
养护工程类型													
序号	结构名称	部件名称	构件名称	技术状况评分及评定等级										总体规律
				m-4	m-3	m-2	m-1	m	m+1	m+2	m+3	m+4	m+5	
1	上部结构	部件 1	构件 n_1											
			构件 n_2											
			构件 n_3											
			……											
			构件 n_j											
		部件 2	构件 n_1											
			构件 n_2											
			……											
		……	……											
	上部结构评分													

	上部结构评定等级													
2	下部结构	部件 1	构件 n_1											
			构件 n_2											
			构件 n_3											
			……											
			构件 n_j											
		部件 2	构件 n_1											
			构件 n_2											
			……											
		……	……											
	下部结构评分													
	下部结构评定等级													
3	桥面系	部件 1	构件 n_1											
			构件 n_2											
			构件 n_3											
			……											

			构件 n_j											
		部件 2	构件 n_1											
			构件 n_2											
			……											
		……	……											
	桥面系评分													
	桥面系评定等级													
4	桥梁总体技术状况评分													
5	桥梁总体技术状况评定等级													

填表说明：1 构件名称和构件数量可以根据实际情况确定。

2 统计年份可以根据实际情况确定，m 是养护工程实施年份。

3 “总体规律”列，技术状况评分提高时填“递增”，技术状况评分降低时填“递减”，技术状况指标评分波动变化时，根据波动幅度大小，填“基本稳定、波动幅度小或波动幅度大”。

表 A.0.1-3 隧道养护工程实施前后技术状况数据分析表

隧道名称			起讫桩号										
线路编号			评估长度										
养护工程类型			养护实施年份										
序号	结构名称		技术状况评分及评定等级										总体规律
			m-4	m-3	m-2	m-1	m	m+1	m+2	m+3	m+4	m+5	
1	洞口	进洞口											
		出洞口											
	洞口评分												
	洞口评定等级												
2	洞门	进洞门											
		出洞门											
	洞门评分												
	洞门评定等级												
3	衬砌评分												
	衬砌评定等级												

4	路面评分											
	路面评定等级											
5	检修道评分											
	检修道评定等级											
6	排水设施评分											
	排水设施评定等级											
7	吊顶及各种预埋件评分											
	吊顶及各种预埋件评定等级											
8	内装饰评分											
	内装饰评定等级											
9	标志、标线、轮廓标评分											
	标志、标线、轮廓标评定等级											
10	土建结构技术状况评分											
11	土建结构技术状况评定等级											
填表说明：1 统计年份可以根据实际情况确定，m 是养护工程实施年份。 2“总体规律”列，技术状况评分提高时填“递增”，技术状况评分降低时填“递减”，技术状况指标评分波动变化时，												

根据波动幅度大小，填“基本稳定、波动幅度小或波动幅度大”。

A.0.3 养护工程实施前后交通量数据分析表

表 A.0.3 养护工程实施前后交通量数据分析表

项目名称													
养护工程类型								交通量观测里程范围					
养护工程实施年份													
序号	养护措施	养护路段	车道	年平均日交通量（AADT）									
				m-4	m-3	m-2	m-1	m	m+1	m+2	m+3	m+4	m+5
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
填表说明：1 统计年份根据实际情况确定，m 是养护工程实施年份； 2 高速公路、一级公路为“单车道年平均日交通量”，二级及以下公路为“年平均日交通量”。													

附录 B 养护工程后评估报告格式

养护工程后评估报告包括但不限于下列内容：

1 项目背景及意义

1.1 项目背景

当前贵州省公路养护工程开展养护后评估工作的政策依据、规范要求以及养护工程现状，说明开展后评估的必要性。

1.2 评估目的

阐述养护工程后评估的目的，如评估养护工程的实施效果，总结经验和指导改进，提升公路养护质量和效益等。

1.3 评估意义

从养护决策、养护技术以及养护效益等方面，说明后评估的意义。

2 养护工程概况

2.1 养护工程概况

说明养护工程的基本信息，包括公路等级、结构类型、里程长度、建养历史等。

2.2 养护设计方案

汇总评估对象具体养护措施，可按预防性养护、功能性修复、结构性修复划分。

2.3 交通量和自然环境

汇总分析评估对象历年交通量以及当地自然环境条件等。

3 评估相关数据提取与分析

3.1 评估对象建设及养护数据统计与分析；

3.2 评估对象历年交通量数据统计与分析；

3.3 评估对象定期检查及评定数据统计与分析等；

3.4 评估对象历年养护投资或决算数据统计与分析。

4　养护效果评估

结合路面、桥梁、隧道土建结构定期检查及评定数据，分析养护前后路面、桥梁、隧道土建结构技术状况以及病害的历年变化规律及变化原因。

5　耐久性评估

结合养护前 3~5 年至评估当年的定期检查及评定数据，建立路面、桥梁、隧道土建结构技术状况预测模型，预估养护措施实际使用年限和养护对象推迟大修年限，并根据技术状况衰变曲线，计算养护效益。

6　社会经济性评估

根据路面、桥梁、隧道土建结构养护前后技术状况和养护投入资金，计算提升效益值或投入产出效益，并通过调查、调研等方式分析社会对养护工程的满意度以及养护工程对沿线经济发展的影响。

7　结论与建议

7.1 后评估结论

根据养护工程的养护效果评估、耐久性评估、社会经济性评估等，分析养护措施的技术适用性，总结评估结论。

分析具体养护措施的适用条件时，宜考虑表附录 B-1 中影响因素。

附录 B-1 养护措施适用性影响因素

公路基础设施	影响因素
路面	1 公路等级； 2 路面结构类型及材料； 3 气候条件和水文地质条件； 4 交通量等级； 5 养护历史信息； 6 路面主要病害。
桥梁	1 桥梁结构类型及材料； 2 气候条件和水文地质条件；

	3 交通量等级； 4 养护历史信息； 5 桥梁各部件或构件主要病害。
隧道	1 隧道结构类型及材料； 2 气候条件和水文地质条件； 3 交通量等级； 4 养护历史信息； 5 隧道土建结构主要病害。

7.2 后评估建议

根据评估结论，提出后续养护工作建议。

8 附录应包括但不限于评估所依据的相关数据、图表等。