

《跨黄河公路斜拉桥绿色低碳养护指南》  
(征求意见稿)

# 编制说明

宁夏公路管理中心

中路高科交通检测检验认证有限公司

2026年5月

# 目 录

一、任务来源 .....	1
二、编制背景和意义 .....	1
2.1 国家战略层面 .....	1
2.2 地方实际需求 .....	2
2.3 预期作用与意义 .....	3
三、编制原则 .....	4
四、编制过程 .....	5
4.1 立项与启动（2024年12月—2025年6月） .....	5
4.2 调研与资料收集（2025年7月—2025年8月） .....	5
4.3 草案编写（2025年7月—2025年12月） .....	5
4.4 草案完善与征求意见稿形成（2026年1月—2026年4月） .....	6
五、主要技术内容说明 .....	6
5.1 范围（第1章） .....	6
5.2 规范性引用文件（第2章） .....	6
5.3 术语和定义（第3章） .....	6
5.4 绿色低碳养护总体要求（第4章） .....	7
5.5 检查、监测与评定要求（第5章） .....	7
5.6 结构养护要求（第6章） .....	8
5.7 绿色低碳养护工程管理要求（第7章） .....	8
5.8 绿色运营与养护管理（第8章） .....	9
六、与国内外相关标准对比分析 .....	10

6.1 国内标准对比.....	10
6.2 国外标准借鉴.....	11
6.3 创新与特色.....	11
七、预期的社会、经济和环境效益.....	12
7.1 社会效益.....	12
7.2 经济效益.....	12
7.3 环境效益.....	13
八、其他需要说明的事项.....	13
8.1 关于引用文件的有效性.....	13
8.2 关于指南的适用范围.....	13
8.3 关于强制性.....	14
8.4 解释权.....	14

## 一、任务来源

本指南由宁夏回族自治区交通运输厅根据《中华人民共和国标准化法》《宁夏回族自治区地方标准管理办法》的有关规定，结合宁夏公路养护管理实际需求提出，经宁夏回族自治区市场监督管理局批准，列入2025年宁夏地方标准制修订项目计划，项目序号为13号。

本指南由宁夏公路管理中心负责主编，中路高科交通检测检验认证有限公司参与编制。编制工作于2025年6月正式启动，历时9个月初步完成，目前已形成征求意见稿。

## 二、编制背景和意义

### 2.1 国家战略层面

#### （一）“双碳”战略对交通运输行业提出新要求

2020年9月，我国明确提出“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”的目标。交通运输行业是第三大碳排放源，约占全国碳排放总量的10%~12%，其中公路运输是交通运输领域碳排放的主要来源。公路养护作为公路全寿命周期的重要环节，其施工机械燃油、材料生产运输、废弃物处置等均产生大量碳排放。据统计，一条100公里高速公路的年养护碳排放量约为2000~3000吨CO<sub>2</sub>当量。因此，将绿色低碳理念融入公路养护全过程，是实现行业“双碳”目标的重要抓手。

#### （二）黄河流域生态保护和高质量发展战略的特殊要求

2019年9月，习近平总书记在郑州主持召开黄河流域生态保护和高质量发展座谈会，强调“共同抓好大保护，协同推进大治理”，黄河流域生态保护和高质量发展上升为重大国家战略。宁夏地处黄河上游，是黄河中上游重要生态安全屏障和水源涵养区，全境属于黄河流域，黄河宁夏段397公里，沿线分布着多处湿地自然保护区、鸟类栖息地和重要饮用水水源地。跨黄河桥梁的养护作业直接接触水体，若管理不善，极易对黄河水质和生态造成不可逆的损害。因此，必须制定更加严格的生态保护措施。

### （三）绿色公路建设指导意见的要求

交通运输部《关于实施绿色公路建设的指导意见》（交办公路〔2016〕93号）明确提出，“到2020年，绿色公路建设标准和评估体系基本建立”，要求“统筹公路规划、设计、建设、运营、管理、服务全过程，强调均衡协调，突出建、管、养、运并重，降低全寿命周期成本”。目前，绿色公路相关标准主要集中于设计和施工阶段（如《绿色公路建设通用技术指南》DB15/T 2880—2023），运营和养护阶段的绿色标准尚不完善，亟需补充。

## 2.2 地方实际需求

### （一）宁夏跨黄河斜拉桥数量增多，养护压力增大

宁夏已建成多座黄河公路大桥，其中斜拉桥占相当比例，且多位于环境敏感区，养护要求高、难度大。

### （二）现行养护规范缺乏绿色低碳专项要求

现行《公路桥涵养护规范》（JTG 5120）和《公路缆索结构体系桥梁养护技术规范》（JTG/T 5122）未系统纳入绿色低碳理念，缺乏碳排放核算、材料循环利用、生态保护等方面的具体要求和量化指标。

### （三）黄河宁夏段特殊环境对养护提出更高要求

**生态敏感性：**黄河宁夏段分布有沙湖湿地、青铜峡库区湿地、中卫黄河湿地等多个自然保护区，栖息着黑鹳、大鸨、遗鸥等珍稀鸟类。养护作业的噪声、灯光、废水可能对野生动物产生干扰。

**凌汛影响：**每年12月至次年2月，黄河宁夏段出现凌汛，流冰撞击桥墩，桥面及斜拉索可能挂冰。本指南为此制定了凌汛期专项操作细则，涵盖低温环保材料应用、设备节能运行、水域生态防护及应急响应。

**高泥沙与风沙：**桥墩周围河床冲淤变化剧烈，春秋季节大风频繁，对结构耐久性提出挑战。本指南为此设置了盐蚀与风沙专项检查及风沙掩埋专项预案。

**季节性强风：**春秋季节大风频繁（ $\geq 6$ 级风日数年均30~50天），影响斜拉索振动和养护作业安全。

## 2.3 预期作用与意义

本指南的制定和实施，将实现以下目标：

1. 填补标准空白：成为国内首部针对跨黄河斜拉桥的绿色低碳养护地方标准。

2. 支撑“双碳”战略：通过碳核算、节能降耗、材料循环等措施，实现显著的碳减排。

3. 保护黄河生态：通过径流收集、生态护底、危化品应急等措施，有效防控养护作业对黄河生态的影响。

4. 提升养护效益：通过预防性养护和全寿命周期成本优化，延长大修周期，降低养护总费用。

5. 推动行业进步：促进养护企业技术升级，带动环保材料、智能监测、清洁能源等产业发展。

### 三、编制原则

本指南编制严格遵循以下原则：

1. 科学性原则：以桥梁工程学、生态学、环境工程学等学科理论为基础，技术指标经过充分论证。

2. 针对性原则：紧密结合宁夏黄河段的水文、气象、生态特点及斜拉桥结构特征，提出具有地域针对性的技术要求。

3. 可操作性原则：技术条款力求具体、量化，规定监测频率、验收指标、报告格式等，并提供了附录中的规范化表格。

4. 先进性原则：积极吸收国内外先进技术成果，如碳排放核算体系、BIM+GIS 数字化养护平台、CFRP 索、光伏发电等。

5. 协调性原则：与现行国家、行业标准紧密衔接，在其基础上进

行绿色低碳内容的深化和补充。

## 四、编制过程

### 4.1 立项与启动（2024年12月—2025年6月）

（1）2024年12月，宁夏公路管理中心向交通运输厅提交标准制订申报书；

（2）2025年6月，自治区市场监督管理厅批准立项；

（3）2025年7月，成立标准编制组，由宁夏公路管理中心牵头，中路高科交通检测检验认证有限公司参与，共15人；明确任务分工和编制计划。

### 4.2 调研与资料收集（2025年7月—2025年8月）

#### （一）现场调研

编制组赴中卫下河沿黄河大桥进行实地调研：调研内容包括养护管理制度、检查记录、维修档案、设备配置、废弃物处置方式等。

#### （二）资料收集

收集国内外绿色养护标准规范、技术文献、工程案例等；收集宁夏地区养护机械能耗、材料消耗、废弃物产生量等统计数据。

### 4.3 草案编写（2025年7月—2025年12月）

编制组在系统分析调研资料和研究成果的基础上，经过集中讨论和修改，完成指南草案初稿，草案共7章。

#### 4.4 草案完善与征求意见稿形成（2026年1月—2026年5月）

根据内审和专家意见，对草案进行多轮修改、完善，形成征求意见稿。2026年5月12日，宁夏交通运输厅组织征求意见稿专家评审会对征求意见稿进行了审查，结合审查意见编制组再次完善了征求意见稿。

### 五、主要技术内容说明

#### 5.1 范围（第1章）

明确本指南适用于宁夏回族自治区境内跨黄河公路斜拉桥运维阶段的绿色低碳养护管理工作，其他类似环境的公路斜拉桥可参照执行。所谓“类似环境”是指跨越重要水体、生态敏感区、具有相似水文气候条件的桥梁。

#### 5.2 规范性引用文件（第2章）

共引用标准规范16项，其中国家标准4项、行业标准12项。所有引用文件均为现行有效版本，不注日期引用的文件，其最新版本适用于本指南。

#### 5.3 术语和定义（第3章）

定义了7个核心术语，其中“绿色低碳养护”“预防性养护”“碳排放核算”“废旧沥青路面材料回收利用率”等为本指南首次在宁夏地方标准中明确定义。

重点说明“碳排放核算”定：区分了范围一（直接排放）、范围

二（间接排放）、范围三（其他间接排放），并明确初期范围三为鼓励项。这既保证了核算的完整性，又兼顾了可操作性。

#### 5.4 绿色低碳养护总体要求（第4章）

明确了“安全第一、生态优先、节能降碳、全寿命周期管理”的原则，并从预防优先、检测绿色化、材料低碳化、能源清洁化等八个维度提出了具体措施。新增了凌汛期（12月至次年2月）的专项要求，充分体现了地方特色。

#### 5.5 检查、监测与评定要求（第5章）

一般规定：要求养护工程师每年接受不少于16学时的绿色低碳专项培训，并构建了包含碳排放强度下降率、清洁能源使用比例等指标的年度绩效考核体系。

检查与检测：

初始检查：增补了生态环境本底基线调查要求，涵盖湿地植被、鸟类及水生生物，并明确了具体调查方法标准。

日常巡查：明确了“严重损伤”的具体判定标准，并针对凌汛期、大风暴雨等恶劣天气提出了增加巡查频率的要求。

定期检查：要求报告单列“绿色低碳养护状况”章节，并增加了对斜拉索护套、锚头区湿度等重点病害的检查要求。

专项检查：新增了凌汛专项检查和盐蚀与风沙专项检查，细化检查内容与频率。

桥梁评定：规定当桥址区发生重大环境变化或桥梁技术状况下降至 3 类及以下时，应提前进行适应性评定。

结构监测：鼓励采用低功耗、长寿命传感器，并增加了温度梯度、冻胀位移、裂缝开合度、支座反力等宜选监测项。监测系统自身应绿色低碳运行，优先采用光伏供电。

## 5.6 结构养护要求（第 6 章）

斜拉索：护套修补材料宜为低 VOCs ( $\leq 100$  g/L) 的环保型材料。换索时鼓励选用耐久性更好的 CFRP 索，并要求旧索 100%回收，明确了回收单位的资质要求及回收证明的保存期限。建立了斜拉索全寿命周期电子档案，实现全过程可追溯。

索塔：涂装优先选用水性或高固体分环保涂料，重涂间隔不宜少于 8 年。塔内除湿系统应设置智能控制策略，根据不同湿度自动启停或切换模式，以实现节能。

桥墩与基础：河床修复时严禁使用全断面不透水铺砌，要求按不同流速分区采用土工格室、生态石笼等生态护底结构，并设定了植物覆盖度等验收指标。建立了桥墩冲刷监测预警机制，设定了预警阈值和响应流程。

支座与伸缩装置：要求增设防风沙封堵措施，定期清理积沙盐分。

## 5.7 绿色低碳养护工程管理要求（第 7 章）

碳核算体系：明确了核算边界（范围一、范围二为强制，范围三

为鼓励）、核算方法（排放因子法）及报告频次（季度内核算、年度第三方核查）。

桥面铺装：要求采用温拌沥青、冷补料等节能降碳技术。

养护机械：设定了设备排放准入门槛（新购不低于国四），建立了淘汰机制（国二及以下3年内退出），并推行能耗定额管理。

照明与机电：实施动态照度调整，定期清洗灯具。机房空调温度严格按国家节能规定设置。

交通组织：倡导夜间作业、快速工艺，并与导航地图服务商合作引导分流，减少拥堵排放。

作业控制区：推广装配式、模块化临时设施（重复使用 $\geq 30$ 次），采用太阳能LED灯具，设置移动式卫生间，实现废弃物每日清运。

清洁能源：要求在具备条件的区域增设光伏发电设施（总装机不宜低于20kW），市电替代率不宜低于15%。

## 5.8 绿色运营与养护管理（第8章）

运营管理：要求设立节能专岗，构建智慧出行服务体系，加强环保设施维护和水质、噪声、大气的跟踪监测。

养护管理：

强制推行预防性养护，要求编制《预防性养护手册》。

年度计划须设立绿色低碳专章，设定量化目标（如废旧材料循环

利用率 $\geq 90\%$ 、能耗下降 $\geq 2\%$ 等)。

明确了一系列环保强制措施，如严禁向黄河排放废水、溶剂型涂料须配废气回收装置、危废转移联单保存 $\geq 3$ 年。

要求建立 BIM+GIS 融合的养护管理系统，具备“绿色资产地图”、“碳排放在线监测”和“绿色养护方案决策树”等核心模块。

环境监测：明确了桥面径流、噪声、大气、生态的具体监测点位、频率和方法，并提供了《环境监测记录表》。

应急管理：除了一般性突发污染事故预案，还要求单独编制凌汛冰壅/冰撞、风沙掩埋、盐污染、危化品泄漏入黄等四项专项应急预案，并规定了演练频率。

## 六、与国内外相关标准对比分析

### 6.1 国内标准对比

标准编号	标准名称	与本指南的关系	本指南的主要补充/提升
JTG 5120	公路桥涵养护规范	基础性规范	增加碳排放核算、生态保护、材料循环等绿色要求
JTG/T 5122	公路缆索结构体系桥梁养护技术规范	斜拉桥养护技术基础	在技术基础上增加绿色低碳管理要求
JTG/T 2340	公路工程节能规范	节能要求参照	从节能扩展到降碳和环保，增加碳核算
JT/T 1199.1	绿色交通设施评估技术要求 第1部分：绿色公路	评估框架参照	细化养护阶段的具体指标和操作方法

本指南首次将碳排放核算、生态护底验收、养护机械能耗定额等引入斜拉桥养护标准，填补了国内空白。

## 6.2 国外标准借鉴

### （一）美国 AASHTO 《Bridge Maintenance Manual》

美国标准注重桥梁安全与耐久，对养护检查、维修技术有详细规定，但较少涉及环境和碳排放。本指南借鉴其预防性养护理念，但在绿色低碳方面进行了大幅拓展。

### （二）日本《桥梁维持管理手册》

日本标准强调全寿命周期成本（LCC）管理，本指南借鉴其成本理念，并延伸至环境成本（LCC+碳排放）。日本在桥梁抗震、防腐方面有独到经验，本指南在索塔涂装、除湿系统等方面有所参考。

## 6.3 创新与特色

1. 地域特色突出：针对黄河凌汛、高泥沙、湿地生态等特点设置专门条款。

2. 量化指标丰富：提供能耗限额、植物覆盖度等可考核指标。

3. 系统性强：从检查监测到养护作业，从材料到机械，从碳排放到生态保护，形成完整体系。

4. 前瞻性：引入 CFRP 索、BIM+GIS、碳核算等先进技术，引领行业发展方向。

## 七、预期的社会、经济和环境效益

### 7.1 社会效益

#### （一）提升桥梁安全保障水平

通过预防性养护和智能监测，延长桥梁安全使用寿命，保障人民群众出行安全，增强公众对交通基础设施的信任感。

#### （二）树立绿色交通形象

本指南的实施将向社会展示交通运输行业积极践行“双碳”战略、保护黄河流域生态环境的责任担当，提升行业美誉度。

#### （三）提供示范引领

本指南作为国内首部跨黄河斜拉桥绿色低碳养护地方标准，可为西北地区乃至全国同类桥梁提供技术示范和经验借鉴。

### 7.2 经济效益

#### （一）全寿命周期成本降低

预防性养护投入占比提升至15%以上，可延长大修周期2~3年。

#### （二）养护运营成本节约

养护机械能耗定额管理，预计单位作业能耗下降5~10%；光伏发电替代市电，年电费节约；动态照度调整，年电费大幅节约。

#### （三）资源循环利用收益

废旧材料回收利用，变废为宝，年创造一定数额的经济效益。

### 7.3 环境效益

#### （一）碳减排效益

过节能降耗和材料循环，单桥年养护碳排放预计下降 15%~20%。

#### （二）水环境保护效益

桥面径流收集和事故应急池，可有效防止危化品泄漏进入黄河，保护饮用水源和湿地生态。生态护底结构，恢复水生植物覆盖度，改善底栖生物生境，提升水体自净能力。

#### （三）大气和声环境改善

低 VOCs 涂料使用，减少有机废气排放 80%以上。夜间作业和低噪声设备，减少对周边居民和野生动物的干扰。

## 八、其他需要说明的事项

### 8.1 关于引用文件的有效性

本指南中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。编制组已确认所引用的标准在报批时均为现行有效版本。使用者应注意跟踪相关标准的修订情况。

### 8.2 关于指南的适用范围

本指南主要针对跨黄河公路斜拉桥。对于其他跨越重要水体（如长江、湖泊、水库）的斜拉桥，可参照执行，但需结合当地水文、生

态条件适当调整。

### 8.3 关于强制性

本指南为推荐性地方标准，但其中引用国家、行业强制性标准的条款，应强制执行。本指南提出的“应”条款为推荐性要求，鼓励实施；“宜”“可”条款为选择性要求。

### 8.4 解释权

本指南由宁夏公路管理中心负责具体技术内容的解释。日常解释工作由宁夏公路管理中心承担。

《跨黄河公路斜拉桥绿色低碳养护指南》编制组

2026年5月