

# 老旧桥梁桥面铺装采用 2cm 厚 UTAC-10 超薄沥青罩面技术

张 磊

城市道路桥梁管理事务中心道路第一分中心 天津 300222

**摘要：**本文聚焦老旧桥梁桥面铺装，阐述2cm厚UTAC-10超薄沥青罩面技术。先介绍该技术原理、特点、适用范围及与传统技术对比优势；接着分析老旧桥梁桥面常见病害、成因及对结构与行车安全的影响；随后研究材料性能，包括原材料选择、配合比设计优化；再详述施工工艺，涵盖施工准备、流程及质量控制检测。该技术为老旧桥梁桥面铺装修复提供了有效方案。

**关键词：**老旧桥梁；UTAC-10；超薄沥青罩面；桥面铺装修复

引言：老旧桥梁因长期使用，桥面铺装出现裂缝、车辙等病害，影响结构安全与行车体验。传统修复技术存在厚度大、施工周期长、成本高等不足。UTAC-10超薄沥青罩面技术凭借超薄特性、高强度承载、施工便捷等优势，在桥面修复中备受关注。本文深入探讨该技术在老旧桥梁桥面铺装修复中的应用，为相关工程提供理论与实践参考。

## 1 UTAC-10超薄沥青罩面技术概述

### 1.1 技术原理与特点

UTAC-10超薄沥青罩面技术以骨架密实型沥青混合料为核心，通过优化集料级配和结合料性能，实现2cm厚度下的高强度承载能力。其技术原理是采用间断级配集料形成嵌挤骨架，辅以高黏结性改性沥青填充空隙，利用骨架嵌挤作用和胶结料黏结作用协同提升结构稳定性。该技术最显著特点是超薄特性，相比传统罩面厚度减少40%以上，大幅降低桥面附加荷载<sup>[1]</sup>。同时具备优异的抗滑性能，构造深度可达0.8mm以上，抗水损害能力突出，残留稳定度超过85%。另外，其施工便捷性强，常温下即可完成摊铺碾压，开放时间短，成型后2小时即可满足小型车辆通行需求，且后期养护成本低，使用寿命可达8-10年，在轻量化桥面改造中优势明显。

### 1.2 适用范围与条件

UTAC-10超薄沥青罩面技术主要适用于老旧桥梁桥面铺装的维修改造工程，尤其适合承载力储备有限的既有桥梁，能在不增加过多自重的前提下恢复铺装功能。在桥梁类型上，适用于混凝土梁桥、钢混组合梁桥等常见桥型的桥面铺装翻新，也可用于隧道内路面和城市主干道的薄层罩面养护。适用的病害程度为桥面出现轻微裂缝、车辙深度小于10mm、局部剥落面积不超过单幅桥

面5%的情况，且原铺装层基层强度满足设计要求，弯沉值不超过0.3mm。环境条件方面，适用于年平均气温-10℃至35℃的地区，能耐受冻融循环和高温老化，在降雨量较大的区域也可应用，但施工时需保证基层干燥，环境温度不低於5℃，相对湿度不大于80%。

### 1.3 与传统桥面铺装技术对比

UTAC-10超薄沥青罩面与传统桥面铺装技术相比，在多个关键指标上优势显著。厚度方面，传统沥青混凝土铺装厚度多为4-6cm，水泥混凝土铺装达8-12cm，而UTAC-10仅2cm，桥面附加荷载降低60%以上，有效减少桥梁结构受力负担。施工周期上，传统技术需7-10天才能开放交通，UTAC-10通过优化施工工艺，48小时内即可完成单幅桥面施工并开放全幅交通，施工效率提升60%。养护成本方面，传统铺装年均养护费用约为工程造价的8%，UTAC-10因耐久性提升，年均养护费用仅为工程造价的3%，使用寿命内总成本降低40%。性能表现上，其抗滑系数比传统沥青铺装高20%，抗车辙能力在60℃高温下动稳定度达3000次/mm以上，是传统技术的2倍，且噪音降低3-5分贝，行车舒适性更优。

## 2 老旧桥梁桥面铺装病害分析

### 2.1 常见病害类型及表现

老旧桥梁桥面铺装常见病害主要包括裂缝、车辙、剥落、坑槽和推移五种类型。裂缝表现为横向、纵向和网状三种形式，横向裂缝多与桥梁伸缩缝平行，间距5-10m，缝宽0.1-0.5mm，部分伴随少量渗水；纵向裂缝沿行车方向延伸，长度可达数十米，缝宽0.2-0.8mm，多分布在车道轮迹带附近；网状裂缝呈不规则交错分布，网格尺寸5-20cm，严重时形成块状剥落。车辙主要出现在重车道轮迹区域，深度5-15mm，伴随路面平整度下降，

部分车辙底部出现横向裂缝。剥落多发生在铺装层与基层界面,表现为表层沥青混合料成片脱落,露出下部骨料,面积从 $0.1\text{m}^2$ 到数平方米不等<sup>[2]</sup>。坑槽由剥落发展而来,深度3-8cm,边缘松散,底部可见基层表面,雨天易积水。推移表现为铺装层沿行车方向出现波浪状隆起,隆起高度2-5mm,多发生在桥头引道和弯道区域。

## 2.2 病害产生原因剖析

老旧桥梁桥面铺装病害产生是设计、施工、运营和环境多因素共同作用的结果。设计层面,早期铺装设计未充分考虑重载增长,沥青混合料级配不合理,骨架稳定性不足,且防水层与铺装层黏结设计缺陷,易出现界面剥离。施工方面,原材料质量控制不严,沥青针入度、延度等指标未达标,集料含泥量超过1%,配合比施工控制偏差大;摊铺温度波动超过 $\pm 10^\circ\text{C}$ ,碾压遍数不足3遍,导致密实度低于96%,空隙率超标。运营阶段,超载车辆通行率超过30%,单轴荷载超过设计值50%,长期重复荷载使铺装层产生疲劳损伤;养护不及时,裂缝出现后未在3个月内处理,雨水渗入基层引发冻融破坏。环境因素中,年冻融循环次数超过50次的地区,铺装层受冻胀力作用产生裂缝;高温季节路面温度达 $60^\circ\text{C}$ 以上,沥青软化导致车辙形成,紫外线老化使沥青脆化开裂。

## 2.3 病害对桥梁结构及行车安全的影响

桥面铺装病害对桥梁结构和行车安全存在显著负面影响。结构层面,裂缝和剥落导致防水层失效,雨水渗入桥梁主体结构,使钢筋保护层碳化速度加快,碳化深度可达30mm以上,钢筋锈蚀速率提升2-3倍,降低桥梁承载能力,严重时引发梁体开裂。车辙和推移使铺装层受力不均,导致桥梁面板产生局部应力集中,应力值超过设计值30%,加速面板疲劳破坏,缩短桥梁使用寿命30%-50%。行车安全方面,裂缝和坑槽使路面平整度下降,车辆行驶颠簸,制动距离增加5-10m,雨天路面抗滑系数从0.6降至0.3以下,侧滑风险提升4倍。网状裂缝区域路面抗渗性下降,雨天积水形成水膜,能见度降低,夜间行车反光效果差,交通事故发生率比完好路面高3倍以上,对驾乘人员安全构成严重威胁。

## 3 2cm厚UTAC-10超薄沥青罩面材料性能研究

### 3.1 原材料选择与要求

2cm厚UTAC-10超薄沥青罩面原材料选择需严格控制性能指标,确保整体结构稳定性。集料选用玄武岩,其压碎值不大于12%,洛杉矶磨耗损失低于15%,棱角性不小于45s,保证集料嵌挤骨架强度;粗集料粒径控制在4.75-13.2mm,针片状含量不超过5%,细集料采用石灰岩机制砂,细度模数2.8-3.2,含泥量低于0.5%。沥青选用

SBS改性沥青,针入度( $25^\circ\text{C}$ )控制在40-60(0.1mm),延度( $5^\circ\text{C}$ )不小于20cm,软化点高于 $60^\circ\text{C}$ ,弹性恢复率( $25^\circ\text{C}$ )超过75%,提升胶结料黏结和抗老化性能。填料采用磨细石灰岩矿粉,比表面积 $350-400\text{m}^2/\text{kg}$ ,含水量低于1%,亲水系数小于0.8,确保与沥青良好融合。此外,需添加0.3%的抗剥落剂和0.01%的纤维稳定剂,抗剥落剂提升水稳定性,纤维稳定剂增强混合料抗拉强度,所有原材料进场前需经3次以上平行检测,合格率100%方可使用<sup>[3]</sup>。

### 3.2 配合比设计与优化

2cm厚UTAC-10超薄沥青罩面配合比设计以骨架密实为核心目标,采用马歇尔设计法结合体积指标优化。初始级配设计中,4.75mm以上粗集料含量控制在65%-70%,形成主骨架;2.36-4.75mm中集料含量15%-20%,填充粗集料间隙;0.075mm以下矿粉含量8%-10%,保证胶结料膜厚度。沥青用量初始取值4.5%-5.0%,通过马歇尔试验确定最佳沥青用量,要求稳定度不小于8kN,流值20-40(0.1mm),空隙率3%-5%,矿料间隙率不小于17%。优化阶段采用旋转压实试验验证,压实次数100次时密实度达98%以上,动态稳定度( $60^\circ\text{C}$ )超过3000次/mm。同时进行水稳定性优化,通过调整抗剥落剂掺量,使冻融劈裂试验残留强度比超过85%。低温性能优化采用 $-10^\circ\text{C}$ 低温弯曲试验,弯曲应变不小于 $2500\mu\text{e}$ 。最终确定的配合比需通过室内模拟行车加载200万次试验,确保车辙深度小于2mm,无明显裂缝方可应用于施工。

## 4 2cm厚UTAC-10超薄沥青罩面施工工艺

### 4.1 施工前准备工作

施工前准备工作需涵盖技术、材料、设备和基层处理四大环节。技术准备方面,组织施工人员进行技术交底,明确配合比参数、施工温度控制标准和质量检测指标,编制专项施工方案并通过专家评审,对测量人员进行培训,使用全站仪和水准仪对桥面高程、平整度进行全面检测,标注基层病害区域。材料准备方面,原材料进场后分类堆放,沥青与集料拌和需精准控温:石料温度 $180^\circ\text{C}$ 以上,沥青温度 $175^\circ\text{C}$ 以上,两者温差不超 $10^\circ\text{C}$ ,混合料出料不低于 $175^\circ\text{C}$ 且无花白料。集料堆放场地硬化处理,设置防雨棚,不同粒径集料分仓存放,避免混杂,提前完成500t混合料的试拌,验证配合比稳定性。设备准备方面,配备1台摊铺机(摊铺宽度4.5m)、2台双钢轮压路机、1台胶轮压路机,调试摊铺机振捣频率和摊铺速度,确保摊铺厚度误差 $\pm 0.2\text{cm}$ ,检测设备经计量标定合格。基层处理方面,清除桥面杂物,对裂缝采用灌缝胶灌注,剥落区域进行铣刨修补,基层平整度偏差控制在 $3\text{mm}/3\text{m}$

内,最后喷洒黏层油,用量 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ 。混合料运输用大型卡车,按“前、后、中”三步装料并覆盖保温,缩短运输时间以保障到场温度。

#### 4.2 施工流程与关键步骤

施工流程遵循“基层验收→黏层油喷洒→混合料摊铺→碾压成型→养护开放”的顺序,各环节关键步骤把控严格。基层验收需检测平整度、强度和含水率,含水率低于6%方可进入下道工序。黏层油喷洒采用智能洒布车,匀速行驶速度 $3\text{km}/\text{h}$ ,确保喷洒均匀,无漏洒、堆积,喷洒后等待30分钟,待油膜破乳后再摊铺混合料。混合料摊铺前,摊铺机预热至 $100^\circ\text{C}$ 以上,调整摊铺厚度为 $2\text{cm}$ ,摊铺速度控制在 $2\sim 3\text{m}/\text{min}$ ,采用梯队摊铺方式,两幅搭接宽度 $5\sim 10\text{cm}$ ,搭接处振捣加强。碾压分为初压、复压和终压,初压采用双钢轮压路机静压2遍,温度控制在 $130\sim 140^\circ\text{C}$ ,行驶速度 $2\text{km}/\text{h}$ ;复压采用胶轮压路机碾压4遍,温度 $110\sim 130^\circ\text{C}$ ,速度 $3\text{km}/\text{h}$ ,增强密实度;终压采用双钢轮压路机静压2遍,温度不低于 $90^\circ\text{C}$ ,消除轮迹。碾压过程中遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”原则,避免推移现象。施工缝处理采用垂直切割方式,切割面清理干净后涂刷黏层油,搭接摊铺时重叠 $5\text{cm}$ 。

#### 4.3 施工质量控制与检测

施工质量控制实行“全过程跟踪检测”模式,涵盖施工中抽检和成型后检测。施工中质量控制重点包括混合料温度和摊铺碾压质量,每 $50\text{t}$ 混合料检测一次出场温度( $160\sim 170^\circ\text{C}$ )和摊铺温度( $140\sim 150^\circ\text{C}$ ),每 $100\text{m}$ 检测一次摊铺厚度,采用钻芯法检测,厚度偏差控制在 $\pm 0.1\text{cm}$ 内。碾压过程中每 $200\text{m}$ 检测一次密实度,采用核子密度仪现场检测,密实度不低于98%,发现不足时及时

补压。成型后质量检测分为外观和内在性能检测,外观检测桥面平整度采用 $3\text{m}$ 直尺,偏差不超过 $2\text{mm}/3\text{m}$ ,表面无裂缝、坑槽和轮迹,色泽均匀<sup>[4]</sup>。内在性能检测包括抗滑性能、水稳定性和高温稳定性,抗滑系数采用摆式仪检测,不低于55BPN;水稳定性通过钻芯取样进行冻融劈裂试验,残留强度比超过85%;高温稳定性采用车辙试验,动稳定度超过 $3000\text{次}/\text{mm}$ 。同时检测黏结强度,采用拉拔试验,黏结强度不低于 $1.0\text{MPa}$ 。所有检测数据需建立台账,不合格区域及时制定整改方案,整改后重新检测直至合格。

#### 结束语

$2\text{cm}$ 厚UTAC-10超薄沥青罩面技术应用于老旧桥梁桥面铺装修复,优势显著。通过合理选材、优化配合比、规范施工工艺及严格质量控制,可有效修复桥面病害,提升桥梁承载能力与行车安全性,降低后期养护成本。该技术为老旧桥梁改造提供了新思路,未来有望在更多工程中推广应用,推动桥梁养护技术发展。

#### 参考文献

- [1]贺佳佳.小粒径排水抗滑型超薄沥青罩面技术在高速公路中的应用[J].交通世界,2025(1):75-77.
- [2]杨俊.桥面沥青混凝土铺装综合施工技术[J].工程技术研究,2021,6(16):111-112.
- [3]田军.浅谈老旧桥梁维修与加固[J].建材与装饰,2021,17(12):263-264.
- [4]左建琴,孙超,施跃进,等.高和易性超薄沥青罩面技术在地方公路养护工程中的应用[J].建筑技术开发,2022,49(3):133-135.