

# 道路桥梁设计和施工过程中裂缝成因分析

邹佳育

中铁长江交通设计集团有限公司 重庆 401121

**【摘要】**：道路桥梁作为交通基础设施的核心组成部分，其结构安全性与耐久性直接关系到交通网络的畅通与公众的生命财产安全。其中裂缝是道路桥梁工程中最常见的病害，贯穿设计、施工全流程；不仅影响结构外观、更会加速钢筋锈蚀、导致混凝土碳化、降低其承载能力，缩短其使用寿命。本文系统分析道路桥梁设计与施工中裂缝的各类成因，结合工程案例剖析裂缝产生的核心因素，提出针对性控制措施，为工程裂缝防控提供理论参考与实践指导，助力道路桥梁工程高质量发展。

**【关键词】**：道路桥梁；裂缝成因；荷载；材料；施工控制；案例分析

DOI:10.12417/2811-0528.26.09.100

## 1 引言

随着我国交通基建行业的快速发展，道路桥梁工程建设规模持续扩大，工程质量与结构安全成为行业关注的核心。道桥裂缝并非单一因素导致，而是设计缺陷、施工不规范、材料性能波动、环境荷载叠加等多重问题共同作用的结果。不同成因的裂缝，其形态、分布位置与危害程度差异显著。若前期防控不到位，后期修复难度大、成本高，甚至会影响结构正常使用。本文结合工程实测数据，聚焦设计与施工核心阶段，全面拆解裂缝成因，构建全流程防控体系，切实解决道桥工程裂缝多发的行业痛点。

## 2 道路桥梁裂缝病害现状及实测数据统计

为精准分析裂缝成因与分布特征，本文选取华东、华北地区 2023-2024 年竣工及运维的 132 座道桥结构为检测样本，涵盖常规桥梁类型和常规桥梁结构部件，按照《公路桥涵施工技术规范》《混凝土结构工程施工质量验收规范》等要求开展检测，统计结果如下表所示。

表 1 实测数据统计

结构类型	现浇箱梁	T 型梁	桥面铺装	承台、盖梁
检测数量 (座/处)	46	38	132	42
裂缝发生率 (%)	43.5	39.2	69.7	28.6
主要裂缝部位	梁体腹板、 跨中底部	梁端支点、横 隔板	铺装层表 面、伸缩 缝周边	构件侧面、基 础结合部
典型裂缝宽 度 (mm)	0.18-0.32	0.15-0.28	0.12-0.25	0.20-0.35

检测结果显示，桥面铺装层裂缝发生率最高，箱梁与 T 型

梁结构裂缝危害最大，超过规范限值 0.25mm 的危险裂缝占比达 17.2%。从诱因占比来看，施工阶段因素是引发裂缝的主要原因，设计阶段缺陷属于先天隐患，两类因素叠加导致绝大多数裂缝病害产生，环境因素多为后期裂缝扩展的助推力。



图 1 盖梁斜向裂缝

## 3 设计阶段裂缝核心成因分析

### 3.1 荷载设计与受力模型不合理

部分设计人员在荷载计算时，未充分结合道桥实际通行需求，仅按照常规标准取值，忽略重型车辆冲击荷载、超载通行效应、温度应力与混凝土收缩徐变的叠加作用，导致结构受力模型与实际工况偏差较大。例如某高速箱梁桥设计中，未计入区域超载车辆通行的实际荷载，主梁抗弯刚度设计不足，建成运营 8 个月后，跨中底部出现多条竖向裂缝，最大宽度达 0.32mm，超出规范允许限值。此外，复杂地形道桥未针对性优化受力体系，软土路基区域未充分考虑基础不均匀沉降的受力影响，导致墩台与梁体结合部位应力集中，诱发结构性裂缝。

### 3.2 截面尺寸与配筋设计不达标

配筋率、钢筋间距与保护层厚度是影响混凝土抗裂性能的关键参数，规范明确要求道桥主体结构最小配筋率不低于 0.3%，钢筋保护层厚度偏差不得超过±5mm。部分设计配筋率

不足、保护层厚度设计不合理,导致混凝土拉应力无法通过钢筋有效分担,受力后直接开裂。检测数据显示,配筋率低于0.25%的梁体结构,裂缝发生率比达标设计高出32.4%;钢筋保护层厚度超标10mm以上的构件,裂缝出现时间提前6-12个月,且裂缝扩展速度更快。

### 3.3 构造设计与变形缝设置缺失

伸缩缝、沉降缝、后浇带等构造措施,是释放混凝土温度变形、收缩变形与基础沉降变形的关键,若设计中遗漏或间距设置过大,结构无法自由变形,在昼夜温差与季节温差作用下,会产生巨大的内应力,铺装层表面极易出现大面积横向裂缝。此外,梁体转角、支点等应力集中部位,未设计加强构造或过渡配筋,也会形成局部开裂隐患。

## 4 施工阶段裂缝核心成因分析

### 4.1 原材料质量与配合比失控

混凝土原材料性能直接决定抗裂能力,水泥、骨料、外加剂的质量波动,极易引发裂缝。规范要求道桥混凝土用碎石含泥量不超过1%,砂含泥量不超过3%,部分施工单位为降低成本,使用含泥量超标的骨料,导致混凝土密实度下降、抗拉强度降低,硬化后易出现干缩裂缝。水泥选型不当也会引发问题,大体积混凝土选用水化热过高的硅酸盐水泥,浇筑后内部水化热峰值可达65-70°C,表面温度仅40°C左右,内外温差超过规范限值25°C,产生温度应力裂缝。此外,混凝土配合比随意调整,水灰比过大、水泥用量过多,会加剧混凝土收缩,干缩裂缝发生率可提升40%以上。

### 4.2 混凝土浇筑与振捣工艺不规范

混凝土浇筑速度过快、分层厚度超标,或振捣漏振、过振,都会导致结构内部出现蜂窝、麻面、空洞等缺陷,形成受力薄弱区,后期荷载作用下快速开裂。桥面铺装层浇筑时,未采用分层连续浇筑工艺,或施工缝处理不彻底,形成冷缝,后期车辆碾压与温度变化作用下,冷缝处易发展为贯通裂缝。箱梁腹板浇筑时,振捣不到位会导致混凝土密实度不足,检测数据显示,密实度低于95%的腹板构件,裂缝发生率高达58.3%。

### 4.3 混凝土养护措施不到位

混凝土早期养护是控制干缩裂缝的关键,规范要求普通混凝土养护时间不少于7天,预应力混凝土养护时间不少于14天,养护期间需保持表面湿润。部分施工单位拆模后未及时覆盖保湿养护,或养护时间不足,混凝土表面水分蒸发过快,内

外收缩不均产生干缩裂缝。尤其是夏季高温、冬季低温环境下,养护缺失的混凝土,表面干缩裂缝发生率比规范养护构件高出67.8%,且裂缝宽度多在0.15mm以上。

## 5 道路桥梁裂缝综合防控对策

### 5.1 优化设计阶段抗裂管控

设计阶段需结合道桥实际工况,精准核算荷载组合,充分考虑温度应力、收缩徐变与不均匀沉降影响,构建贴合实际的受力模型;严格按照规范控制配筋率、钢筋间距与保护层厚度,应力集中部位增设加强配筋;合理设置伸缩缝、沉降缝与后浇带,明确预应力张拉参数与施工要求,从源头提升结构先天抗裂性能。

### 5.2 强化施工全过程质量管控

严把原材料进场关,严格检测骨料含泥量、水泥强度与安定性,大体积混凝土选用低热水泥,优化配合比,控制水灰比与水泥用量,降低水化热与收缩率;规范混凝土浇筑与振捣工艺,控制分层厚度与浇筑速度,彻底处理施工缝,保证混凝土密实度;严格落实养护要求,根据环境条件调整养护时间与方式,夏季保湿覆盖、冬季保温防冻,杜绝早期干缩裂缝;规范预应力施工与模板支护,严控张拉应力与拆模时间,保证路基压实度与基础施工质量,避免不均匀沉降引发裂缝。

### 5.3 完善后期运维与监测体系

建立道桥结构定期监测机制,重点检测裂缝宽度、长度与扩展情况,及时处理微小裂缝;严格管控超载车辆通行,避免结构长期超负荷运行;针对不同区域环境特点,采取防腐、防冻融防护措施,延缓混凝土老化,降低环境因素对裂缝的助推作用。

## 6 结论

道路桥梁混凝土裂缝是设计、施工、材料、环境多重因素叠加的结果,其中设计阶段先天缺陷与施工阶段工艺管控不到位,是引发裂缝的核心原因。在道桥工程建设中,需树立全流程抗裂理念,设计阶段精准核算、优化构造,筑牢先天抗裂防线;施工阶段严控材料、工艺、养护各环节,消除后天开裂隐患;后期运维加强监测、及时处置,延缓裂缝扩展。只有实现全周期、全方位的质量管控,才能最大限度减少裂缝病害,提升道桥结构安全性与耐久性,延长工程使用寿命,保障交通运行安全稳定。

### 参考文献:

- [1] 秦亮,谢平红.道路桥梁设计和施工过程中裂缝成因分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(35):145-147.
- [2] 宁建安.道路桥梁设计和施工中裂缝成因与处理对策[J].大陆桥视野,2023,(04):125-127.
- [3] 王维琪.道路桥梁设计和施工过程中裂缝成因分析[J].科技视界,2021,(30):131-132.