

# 桥梁定期检测中裂缝识别遗漏问题的成因与改进对策

石世萌

湖北交投智能检测股份有限公司 湖北 武汉 430000

**【摘要】**：桥梁定期检测中裂缝识别遗漏现象直接影响结构安全评估的准确性。裂缝识别遗漏主要源于检测人员经验不足、检测方法单一、设备精度受限以及质量复核机制薄弱等因素。基于问题导向，围绕检测流程优化、技术手段升级、人员能力提升与全过程质量控制体系构建展开分析，提出针对性的改进路径。通过多维度协同改进，可有效降低裂缝识别遗漏概率，提高桥梁定期检测的科学性与可靠性，为结构安全管理提供技术支撑。

**【关键词】**：桥梁定期检测；裂缝识别；遗漏成因；检测技术优化；质量控制

DOI:10.12417/2705-0998.26.03.039

## 引言

桥梁作为交通体系中的关键节点，其结构状态直接关系到通行安全与运行效率。裂缝是桥梁结构最常见的病害形式之一，往往成为耐久性下降和结构性能劣化的先期表现。在定期检测过程中，若裂缝识别存在遗漏，可能导致病害发展被低估，影响后续养护决策的准确性。实践中，裂缝识别结果受检测环境、技术条件与人员能力等多方面因素影响，检测质量呈现出一定差异。围绕裂缝识别遗漏问题展开系统分析，有助于明确关键影响因素，并为提升桥梁定期检测质量提供清晰路径。

## 1 裂缝识别遗漏的表现特征与风险关联

### 1.1 裂缝遗漏的主要类型

裂缝识别遗漏在定期检测中通常呈现出隐蔽性与局部性特征。细微裂缝因宽度小于常规目测分辨阈值而未被记录，属于常见遗漏类型；结构表面被污染层、涂装层或附着物覆盖时，裂缝走向难以准确辨识，易形成表现遗漏；对于箱梁腹板、支座垫石等空间受限部位，受视角与光照条件影响，裂缝信息采集不完整，也会导致检测记录缺失。部分裂缝处于结构受力转换区域，呈间断分布形态，若未进行连续跟踪观察，容易被误判为表面收缩纹理而未纳入病害档案。

### 1.2 不同结构部位的遗漏差异

桥梁上部结构与下部结构在受力环境和暴露条件方面存在显著差异，裂缝识别难度亦呈现分区特征。梁体跨中区域裂缝多沿受拉区分布，表面可视性较强，而支点附近剪切裂缝多呈斜向发展，隐蔽于构件转角处，识别精度要求更高<sup>[1]</sup>。桥面铺装层与防水层叠加后，对面板裂缝形成遮蔽效应，使结构真实裂缝与表层裂纹难以区分。墩柱与盖梁连接部位因受环境侵蚀与荷载耦合作用，裂缝形态复杂，若检测路径未覆盖关键受力节点，极易出现区域性遗漏。

### 1.3 裂缝遗漏对结构评估结果的影响

裂缝数据是桥梁技术状况评定的重要依据，其完整性直接关系到结构安全等级判定的准确程度。若关键受拉区裂缝未被识别，将低估混凝土开裂程度，影响对抗弯承载力衰减的判断；

剪切裂缝遗漏可能掩盖局部承载能力不足的风险，使病害等级评定偏低。裂缝发展趋势无法连续跟踪时，结构耐久性分析缺乏可靠参数支撑，后续养护决策将建立在不完整信息基础上。检测数据缺项还会影响桥梁健康监测模型的校准精度，削弱状态预测的可靠性。

## 2 裂缝识别遗漏的主要成因分析

### 2.1 人员专业能力与经验不足

桥梁定期检测对检测人员的结构认知能力和病害判读水平提出较高要求。部分检测人员对混凝土开裂机理、受力特征及裂缝演化规律掌握不够深入，在现场判读时难以区分受力裂缝与温度收缩裂缝、施工缝与真实裂缝之间的差异，易产生误判与漏判。对规范中裂缝宽度限值、分级标准理解不充分，也会导致未达到记录标准的裂缝被忽略。现场检测多依赖目测与简单量测工具，若缺乏系统培训与持续实操积累，对复杂构造部位的检查深度不足，关键受力区裂缝信息采集不完整，裂缝识别遗漏概率随之增加。

### 2.2 检测方法与技术手段局限

传统定期检测以人工巡查为主，检测方式在一定程度上受制于观察距离、光照条件及作业空间。对于箱梁内部、桥面底板及高墩外侧等区域，检测盲区难以完全消除。裂缝宽度量测多采用裂缝卡尺或放大镜，其精度受操作方式影响明显，微细裂缝难以稳定识别<sup>[2]</sup>。影像采集设备分辨率不足或角度偏差较大时，裂缝形态无法完整呈现。部分检测单位尚未广泛应用无人机巡检、高清成像与图像识别算法等技术手段，数据采集与处理仍停留在人工记录阶段，技术体系滞后使裂缝识别存在结构性缺口。

### 2.3 组织管理与复核机制薄弱

裂缝识别质量不仅受技术因素影响，也与检测组织方式密切相关。部分检测项目工期压缩明显，现场检查时间有限，重点部位复查深度不足，裂缝记录易出现遗漏。质量控制环节未建立分级审核制度，检测成果缺乏独立复核程序，裂缝图绘制与现场实际存在偏差。数据管理体系不完善，原始影像资料与

文字记录未形成对应关系，后期核查难以追溯。缺乏明确的责任划分与绩效考核机制，导致检测过程标准执行力度不足，裂缝识别工作缺乏系统约束，遗漏问题在管理层面难以及时发现与纠正。

### 3 检测流程与技术体系优化路径

#### 3.1 构建分级分类检测流程

裂缝识别质量的提升依赖于科学严谨的检测流程设计。围绕桥梁结构受力特征与病害敏感部位，应建立分级分类的检查程序，将常规巡查、重点部位详查与专项复核纳入统一技术框架。依据桥梁结构形式、跨径布置及运营年限，对主梁受拉区、支点附近剪压区、横隔梁连接区、墩柱与盖梁节点等关键区域进行风险分级，并明确不同等级对应的检查深度与记录精度。对既往存在裂缝历史记录的部位，应纳入持续跟踪清单，实施定点测量与宽度复测。流程设置中需明确现场勘查、图像采集、数据标注与成果审核的顺序关系，形成从现场调查到内业整理的闭环控制链条。通过标准化操作规程、统一裂缝编号规则与图示表达方式，提高不同检测批次之间的数据可比性，使裂缝识别工作具备可追溯性与系统性。

#### 3.2 引入智能化识别技术

在传统人工检测基础上融合智能化技术手段，可显著提高裂缝识别的精度与覆盖范围。高分辨率数码成像设备与无人机巡检平台能够实现大范围立体影像采集，对高墩外壁、箱梁底板等复杂区域进行全景记录。基于图像处理算法的裂缝自动提取技术，通过灰度增强、边缘检测与特征分割等方法，实现对细微裂缝的识别与宽度估算，降低人工判读的主观误差<sup>[3]</sup>。结合三维激光扫描与结构建模技术，可将裂缝空间分布信息与构件几何数据进行匹配，形成可视化病害数据库。对长期运营桥梁，可构建裂缝演化曲线，将历次检测数据进行时间序列分析，辅助判断裂缝发展速率与受力状态变化。智能化技术的引入需要与现场核验程序衔接，确保自动识别结果经人工复核确认后纳入正式记录体系。

#### 3.3 完善现场复测与比对机制

裂缝识别遗漏的降低离不开多层次复测与数据比对机制的支撑。现场检测完成后，应对关键受力部位实施二次核查，通过不同检测人员交叉检查方式减少个人判读偏差。对记录在案的裂缝，应采用裂缝宽度计进行重复量测，并与历史数据进行对比分析，核实是否存在扩展趋势或数据异常。影像资料与裂缝分布图需进行一一对应，确保文字描述、示意图与实测数据保持一致。内业整理阶段，可设置专门技术审核岗位，对裂缝编号、位置标注与等级评定进行复核，发现遗漏及时反馈现场补查。建立统一的数据管理平台，将历次检测成果整合归档，通过纵向比对识别信息缺失点，使裂缝识别工作在制度与技术双重保障下实现持续修正与完善。

## 4 人员能力与质量控制体系提升措施

### 4.1 强化专业培训与考核制度

裂缝识别质量的稳定提升有赖于检测人员专业素养的系统构建。围绕混凝土结构受力分析、裂缝成因判别及病害分级标准，应制定分层次培训方案，将理论讲授与现场实操结合，强化对受弯裂缝、受剪裂缝、温度应力裂缝及耐久性裂缝等类型的辨识能力。培训内容需覆盖《公路桥涵养护规范》及相关技术规程中关于裂缝宽度限值、等级划分与记录要求的条文，确保检测判读与规范要求保持一致。针对复杂构造部位，可组织典型桥梁现场观摩与案例剖析，通过实测数据与裂缝分布图对照分析，提升对关键受力区的识别敏感度。考核制度应引入实操测试与影像判读评估机制，对裂缝定位准确率、宽度量测误差及记录完整性进行量化评价，将考核结果与岗位聘任、绩效分配挂钩，形成能力导向的管理约束。对新入职人员设置见习期与导师带教制度，通过持续跟踪评估，逐步提高裂缝识别的稳定性与专业深度。

### 4.2 建立多层级质量复核体系

裂缝识别遗漏往往源于单一检查层级的判断偏差，构建多层级质量复核体系可有效降低风险。检测成果形成后，应设置现场自检、项目内部审核及独立技术复审等不同层级的控制环节。现场自检阶段重点核查裂缝记录的完整性与位置标注准确性，确保图示与实测数据相互对应；项目内部审核环节对裂缝等级评定、宽度测值及病害描述进行技术复核，检查是否符合规范限值要求；独立技术复审由未参与现场检测的专业人员承担，通过对影像资料与原始记录的比对，识别潜在遗漏点<sup>[4]</sup>。质量复核流程需形成书面审签记录，明确各层级责任人，建立问题整改闭环机制。对发现的遗漏或误判情况，应追溯原因并修订操作细则，使复核体系在运行中不断完善，保证裂缝识别结果的客观性与一致性。

### 4.3 实施全过程数据留痕管理

裂缝识别工作的透明度与可追溯性依托于全过程数据留痕管理。现场采集阶段应统一使用电子记录终端，对裂缝位置、走向、长度及宽度进行实时录入，并同步保存原始影像资料与定位信息，确保数据来源清晰。每一条裂缝信息需生成唯一编号，与构件坐标及检测时间建立关联关系，形成结构化数据库。内业整理阶段对数据修改与补录情况进行版本控制，记录操作时间与责任人信息，避免信息随意变更。检测成果归档时，将图像、测量数据、审核意见及整改记录整合存储，构建完整的技术档案链条。通过信息化平台实现历次检测数据的纵向比对，若出现记录缺失或异常波动，可迅速定位问题来源，保障裂缝识别工作的连续性与严谨性。

## 5 系统化改进框架构建与实施要点

### 5.1 形成技术与管理协同机制

裂缝识别遗漏问题的有效控制,需要在技术体系与管理体之间建立紧密衔接的运行结构。技术层面所形成的检测方法、数据采集标准与识别算法,必须嵌入项目管理流程之中,通过制度化安排确保执行到位。检测计划编制阶段,应结合桥梁结构形式、荷载等级及既往病害记录,明确重点排查区域,并将技术要求转化为可操作的作业指令。现场实施过程中,技术负责人需参与关键部位核查,避免技术方案与实际操作脱节。管理层面则应通过进度控制、质量监督与绩效考核等手段,对裂缝识别的完整性与准确度进行动态监控。技术成果的反馈信息应及时纳入管理决策,针对识别偏差或数据缺漏调整作业安排,使技术改进与管理优化形成互动关系,构建结构安全保障导向下的协同运行机制。

### 5.2 推动标准化与规范化建设

裂缝识别质量的稳定提升离不开统一的操作标准与技术规范。围绕桥梁定期检测工作,应细化裂缝分类原则、记录格式、量测方法及等级评定标准,使不同检测团队在执行过程中具备一致的技术尺度。对裂缝宽度测量工具的选型、校准周期与使用方法进行明确规定,减少因设备差异带来的数据偏差<sup>[5]</sup>。裂缝分布图绘制应采用统一符号体系与构件标注方式,保证图纸表达清晰、位置对应准确。资料整理阶段,电子档案命名规则、数据存储结构与备份机制需纳入规范文本,确保信息管理

的系统性。通过持续修订与完善技术细则,使标准体系与实际桥梁结构状况相匹配,在规范框架下提升裂缝识别工作的可比性与稳定性。

### 5.3 建立持续改进的闭环管理机制

裂缝识别工作的优化应以问题反馈为驱动,形成动态调整的运行结构。检测成果提交后,对裂缝遗漏、误判或数据异常情况进行专项分析,查明产生原因并提出整改措施,将分析结果纳入后续检测计划。整改执行情况需经过复核确认,并记录在质量档案中,实现问题处置的全过程留痕。通过对历次检测数据进行横向与纵向对比,识别裂缝发展规律与识别偏差趋势,为技术改进提供依据。内部技术交流与经验分享制度可促进不同项目之间的信息互通,将典型问题转化为培训素材与操作指引。管理体系在运行中不断修正技术流程与控制节点,使裂缝识别工作在持续反馈与调整中保持稳定质量水平。

## 6 结语

桥梁定期检测中裂缝识别遗漏问题关系到结构安全评定的准确程度。针对人员能力差异、技术手段不足及管理环节薄弱等因素,需在流程优化、技术升级与质量控制层面形成协同体系。构建分级检测机制与数据留痕管理制度,有助于提升裂缝信息采集的完整性与可追溯性。技术规范与管理制度相互支撑,方能保障检测成果的客观性与稳定性,为桥梁养护决策提供可靠依据。

## 参考文献:

- [1] 秘奕睿,杜俊浩,倪剑辉.基于图像处理的桥梁底面裂缝检测识别方法研究[J].工程技术研究,2025,10(8):23-25.
- [2] 程棋锋,周克民,林晨,张爱乐.基于机器视觉识别的桥梁裂缝检测算法研究[J].水泥,2024(8):75-79+86.
- [3] 樊晓岚.某高速公路桥梁定期检测分析实例[J].工程建设与设计,2025(15):126-129.
- [4] 莫天金,李韧,杨建喜,李童,蒋仕新,李东.公路桥梁定期检测领域命名实体识别语料库构建[J].计算机应用,2020,40(S01):103-108.
- [5] 叶粤湘,邵振勋.桥梁定期检查中的裂缝检测与评估技术[J].交通世界,2025(28):165-167.