

桥梁橡胶支座损坏与维修技术研究

李双

河北道桥工程检测有限公司 河北石家庄

【摘要】公路桥梁的橡胶支座作为连接上部结构与下部结构的纽带，承担着传递荷载、适应变形的关键功能，其工作状态直接影响桥梁结构的安全性与耐久性。本文通过实地检测与分析，探讨桥梁橡胶支座常见的损坏类型及产生原因、维修方案，包括局部处理、支座更换等，并结合工程实例验证技术应用效果。研究表明，橡胶支座损坏与材料老化、荷载超限、安装偏差、环境侵蚀等多因素相关，科学选择维修技术并严格控制施工质量，可有效恢复支座功能，延长桥梁使用寿命，为桥梁养护工程提供技术参考。

【关键词】桥梁；橡胶支座；损坏类型；原因；维修

【收稿日期】2025 年 12 月 14 日

【出刊日期】2026 年 1 月 5 日

【DOI】10.12208/j.jer.20260007

Research on damage and repair technology of bridge rubber bearings

Shuang Li

Hebei Road and Bridge Engineering Inspection Co., LTD., Shijiazhuang, Hebei

【Abstract】Rubber bearings of highway Bridges, as the link between the superstructure and the substructure, undertake the key functions of load transmission and deformation adaptation. Their working condition directly affects the safety and durability of the bridge structure. This article, through on-site detection and analysis, explores the common types of damage to bridge rubber bearings, their causes, and maintenance plans, including local treatment and bearing replacement, and verifies the application effect of the technology with engineering examples. The research results show that the damage of rubber bearings is related to multiple factors such as material aging, overload, installation deviation, and environmental erosion. Scientific selection of maintenance techniques and strict control of construction quality can effectively restore the function of the bearings, extend the service life of the bridge, and provide technical references for bridge maintenance projects.

【Keywords】Bridge; Rubber bearing; Damage type; Reason; Maintenance

1 引言

桥梁橡胶支座凭借其良好的弹性变形能力、缓冲减震性能和施工便捷性，在公路桥梁工程中得到广泛应用。然而，在长期使用过程中，受材料自身特性、外部荷载作用、自然环境侵蚀及施工质量等因素影响，橡胶支座易出现老化、开裂、变形、脱空、位移等损坏问题。若不及时采取有效维修措施，损坏将持续加剧，导致荷载传递路径发生改变，引发桥梁结构附加应力，严重时可能造成梁体倾斜、支座失效甚至桥梁坍塌事故。因此，深入研究桥梁橡胶支座的损坏原因，优化维修方案，对保障桥梁结构安全运营、降低养护成本具有重要的意义和价值。

2 桥梁橡胶支座常见损坏类型及成因分析

2.1 常见损坏类型

通过对不同高速公路、干线公路桥梁的实地检测，整理出橡胶支座主要损坏类型包括：

(1) 橡胶老化开裂：表现为表面龟裂、硬化、脆化，弹性模量下降，主要发生在天然橡胶支座和氯丁橡胶支座的外露部位，开裂分为表面微裂、贯穿裂缝和边缘撕裂，裂缝长度从几毫米到数十厘米不等，严重时导致支座结构完整性破坏；

(2) 变形异常：包括过大压缩变形、剪切变形超标和局部鼓凸，部分支座压缩量超过设计值的 30%，影响支座的正常受力；

(3) 脱空与位移：支座与梁底或垫石之间出现缝隙（脱空高度 5-20mm），或水平位移超出限值，导致

作者简介：李双（1984-）女，汉族，河北唐山人，本科，河北道桥工程检测有限公司高级工程师，研究方向：道路桥梁检测与养护。

荷载传递不均;

(4) 钢板锈蚀: 支座内部加劲钢板因密封失效受潮生锈, 锈蚀产物膨胀导致橡胶层剥离、开裂, 或受桥面水侵蚀;

(5) 其他损坏: 如支座污染、局部磨损、螺栓松动或断裂等。

2.2 损坏成因

材料自身因素: 橡胶材料存在自然老化特性, 长期受氧气、紫外线的作用, 分子链发生断裂, 物理力学性能衰退; 部分支座生产过程中存在橡胶配比不合理、硫化工艺不达标等质量问题, 降低了使用寿命。

荷载作用影响: 桥梁超载现象频繁, 导致支座承受的竖向压力和水平剪力超出设计限值; 车辆制动、振动产生的反复荷载, 加剧了橡胶材料的疲劳损伤, 引发开裂和变形。

施工质量的缺陷: 支座安装时定位偏差过大、垫石平整度不足, 导致支座受力不均; 锚栓固定不牢固, 使用过程中出现松动或脱落, 引发支座位移; 施工过程中对支座的磕碰、污染, 也会影响其使用性能。

环境因素侵蚀: 在高温、低温交替环境下, 橡胶材料热胀冷缩反复作用, 产生内应力; 潮湿环境、雨雪侵蚀及工业污染物影响, 导致橡胶老化加速, 同时引发加劲钢板锈蚀; 沿海地区盐雾环境会对支座产生腐蚀作用, 破坏橡胶与钢板的粘结性能。

3 桥梁橡胶支座维修技术方案

3.1 维修原则

桥梁橡胶支座维修应遵循“预防为主、及时处置、技术适配、质量可控”的原则: 优先采用预防性养护措施, 延缓支座损坏; 针对不同损坏类型和程度, 选择经济合理、技术可行的维修方案; 维修过程中严格控制施工工艺, 确保维修后支座满足设计受力要求和变形能力; 维修完成后进行质量检测, 确保达到预期效果。

3.2 局部处理

局部处理适用于损坏程度较轻的支座, 局部脱空, 且每排桥墩或桥台损坏数量少于 30% 的支座。

3.3 支座更换技术

适用于支座损坏严重, 如贯穿开裂、过大变形、脱空面积较大等无法通过局部处理恢复功能的情况。主要施工方法如下:

(1) 施工前准备

解除梁端约束: 采用人工拆除原有的护栏或伸缩缝处挤死处及其他形式的梁端连接, 以解除梁端约束力。

(2) 顶升施工设备、设施准备

梁板顶升选择电动液压泵站同步顶升系统, 同步顶升系统使用一台电动泵站, 多个分配器及调速截止阀和特殊的薄型油缸可实现基本的同步提升功能。

按每片梁板数量配置 1 个超薄千斤顶, 按单幅 5 片梁计算, 连续端每个墩上布置 5 个超薄千斤顶, 非连续端墩两侧分别布置 5 个超薄千斤顶。

(3) 顶升施工工艺

在梁体顶升施工中, 顶起梁板时采用并联联动式千斤顶, 由一台电动油泵站供给动力, 相邻千斤顶之间的高度误差不得超过 1mm。为防止千斤顶对箱梁局部造成破坏, 各千斤顶上设置适当厚的钢垫板分摊压力。具体工艺顺序如下:

① 安放千斤顶

千斤顶放在盖梁与箱梁之间, 根据需要千斤顶上设置足够大的钢板分摊压力, 防止对梁底局部造成破坏。

② 顶升前的准备工作:

A、在梁端安装位移表, 进行顶升高度观测, 确保同步顶升。

B、所有千斤顶及油泵全部是电脑控制。

C、使用前计算起重量, 计算时应考虑 2 倍以上安全系数, 选择合适吨位的千斤顶。

D、千斤顶的着力点选择应处于箱梁底腹板位置。

E、顶升前对各方面进行检查。检查设备是否完好, 检查人员是否到位, 检查通信器材是否良好, 检查计算数据是否正确, 必须对所有操作人员进行技术交底, 确保施工安全。对每片梁体在固定位置做一标记, 在顶升时用钢尺测量, 以便控制顶升高度。

F、正式顶升前进行试顶: 千斤顶安装完毕后, 即可开始试顶, 试顶主要是为了检查油路及线路连接是否良好。

G、顶升前在箱梁下挂好位移检测器。

H、梁体在顶升前详细测量墩台处梁底及盖梁顶面标高, 以便精确确定顶升高度。

I、梁体顶升前检查桥面伸缩缝出是否有挤死处, 如有挤死, 则用电镐凿除, 使其断开链接, 降低约束。

③ 顶升施工

千斤顶由泵站统一控制, 每台泵站控制多台千斤顶, 每个千斤顶由专人负责, 随时测量, 保证每个千斤顶处的顶升高度基本保持一致, 误差不能超过 0.5mm。

由于千斤顶高度较小, 且伸长量有限, 当千斤顶伸长量达到限定值时, 使用合适高度的垫块和钢盒支撑

梁体，落下千斤顶。千斤顶底部加入钢板或垫块重新顶升。如此重复直至顶升至可以更换新支座。

④顶升时的监控措施

在顶升时，对梁板进行监控，防止梁板损坏、桥梁的整体破坏。同时对梁体以竖向位移和千斤顶油压表读数进行双控。竖向位移观测人员要随时与油泵操作人员保持密切联系，指导操作人员进行操作。同时，各油泵操作人员通过油压表读数随时进行调整。顶升时各油压表读数与理论计算误差值不超过 $\pm 1\text{MPa}$ 。

整个顶升过程利用位移检测器监测梁体顶升位移情况。及时检查千斤顶间工作油压及各梁板顶升位移误差。

⑤进行临时支承并拆除原支座

梁板顶升到位后，用钢垫块，对梁板进行临时支承，取出原有损坏支座。如果原支座难以取出，用钢钎及小铁锤敲击旧支座，将其敲松后，用钢筋钩慢慢取出旧支座。

(4) 更换支座

更换时需注意，一个墩/台上的支座应全部更换。

人工搬运支座至盖梁上，根据图纸要求，采用直尺量测，确定支座位置，并使支座上下表面与盖梁及梁底充分接触，安装符合图纸要求的支座。

(5) 梁板复位

支座安装完成后，经复核支座位置后，即可放下主梁，使其被支承在更换后的支座上。

4 工程实例分析

4.1 工程概况

某迁西县国省干线公路简支梁桥，修建于2012年，桥梁全长80m，跨径布置为 $4\times 20\text{m}$ ，上部结构为预应力混凝土空心板梁，下部结构为双柱式圆形桥墩、桩柱式桥台，支座采用GYZ系列圆形板式橡胶支座，直径300mm，厚度52mm。2023年桥梁定期检测时发现，该桥8#、12#、15#支座出现严重开裂（裂缝长度超过15cm）、压缩变形超标（最大压缩量18mm），且部分支座存在脱空现象，需进行维修处理。

4.2 维修方案选择

根据检测结果，损坏支座已无法通过局部修补恢复功能，采用支座更换技术进行维修，具体方案如下：

更换支座型号：选用与原支座性能一致的GYZ300 \times 52天然橡胶支座，进场前经检测，其抗压强度、剪切模量、弹性恢复率等指标均符合《公路桥梁板式橡胶支座》（JT/T 4-2019）要求。

施工流程：交通半幅封闭→梁体同步顶升→旧支

座拆除→垫石修复→新支座安装→梁体回落→质量检测→交通恢复。

关键控制措施：采用4台50t液压千斤顶对称布置，顶升速度控制在 $0.5\text{mm}/\text{min}$ ，同步性偏差 $\leq 2\text{mm}$ ；垫石表面打磨后平整度控制在 $1\text{mm}/\text{m}$ 以内；新支座安装位置偏差 $\leq 5\text{mm}$ 。

4.3 维修效果评价

维修施工完成后，对桥梁进行为期6个月的跟踪检测，结果表明：

新支座安装位置准确，顶面水平，梁体标高恢复至设计值，支座无脱空、位移现象；

经过车辆荷载作用考验，支座无开裂、变形等损坏情况，桥梁行驶平顺性良好，维修效果达到预期目标。

5 结论与展望

5.1 结论

桥梁橡胶支座常见损坏类型包括老化、开裂、变形、脱空、钢板锈蚀等，其成因与材料特性、荷载作用、施工质量、环境侵蚀及养护管理等多因素相关，需针对性采取防控措施。

局部处理、支座更换、加固补强是桥梁橡胶支座维修的主要技术方案，应根据损坏程度科学选择：轻微损坏采用局部修补，严重损坏采用支座更换，承载力不足采用加固补强。

支座更换技术的关键在于梁体同步顶升、垫石处理和新支座安装质量控制，严格遵循施工流程和技术规范，可有效保障维修效果。

工程实例验证表明，合理选择维修技术方案并严格控制施工质量，能够有效恢复橡胶支座功能，保障桥梁结构安全运营。

5.2 展望

随着桥梁工程向大跨径、重载化方向发展，对橡胶支座的性能要求不断提高，未来桥梁橡胶支座维修技术可向以下方向发展：

研发高性能维修材料：开发耐老化、高强度、抗腐蚀的橡胶修补剂和粘结剂，提高修补效果和耐久性；

推广智能化检测技术：利用无人机、传感器等设备实现支座损坏的实时监测和早期预警，提升养护的精准性；

优化施工工艺：研发高效、环保的支座更换设备和施工技术，降低施工对交通的影响，提高维修效率；

建立全生命周期养护体系：结合桥梁健康监测数据，制定个性化养护方案，实现支座从安装、使用到维修的全流程管理，进一步延长桥梁使用寿命。

参考文献

- [1] GB/T 20688.4-2007,公路桥梁板式橡胶支座[S].
- [2] JTG/T H21-2011,公路桥梁技术状况评定标准[S].
- [3] 李明华. 桥梁橡胶支座损坏原因及维修技术探讨[J]. 公路交通技术,2020,36(2):68-72.
- [4] 王建军. 板式橡胶支座更换施工技术在桥梁养护中的应用[J]. 施工技术,2019,48(S1):1234-1236.
- [5] 张丽娟. 桥梁橡胶支座老化机理与防护措施研究[J]. 材料科学与工程学报,2021,39(3):456-460.
- [6] 交通部公路科学研究院. 公路桥梁养护技术规范释义[M]. 北京:人民交通出版社,2018.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

