

桥梁支座脱空病害成因及维修处治措施研究

谭友林

四川康新高速公路有限责任公司 四川 康定 626000

【摘要】：桥梁支座作为连接桥梁上部结构与下部结构的核心承重部件，其工作状态直接决定桥梁的整体稳定性、承载能力及使用寿命。支座脱空是桥梁运营阶段常见病害，表现为支座与梁底或垫石之间出现间隙，导致支座受力不均、局部应力集中，长期发展易引发支座破损、梁体开裂甚至结构失稳等严重问题。本文结合工程实践经验，系统分析桥梁支座脱空病害的主要成因，针对性提出科学合理的维修处治措施，为桥梁养护管理提供技术参考，保障桥梁运营安全。

【关键词】：桥梁支座；脱空病害；成因分析；维修处治；养护管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.07.028

1 引言

随着桥梁使用年限增长、交通荷载升级及环境因素影响，支座易出现各类病害，其中脱空病害发生率较高且危害突出。据不完全统计，在运营超过10年的公路桥梁中，约35%存在不同程度的支座脱空问题，部分严重脱空桥梁的支座破损率超过60%，直接威胁桥梁结构安全。因此，深入研究支座脱空病害的成因，制定有效的维修处治措施，对提升桥梁养护水平、延长桥梁使用寿命具有重要现实意义。

2 桥梁支座脱空病害成因分析

(1) 设计环节存在缺陷

设计方案不合理是支座脱空的源头性因素。部分设计人员对支座选型缺乏精准把控，未结合桥梁跨度、荷载等级、梁体类型及场地环境等实际情况选择适配的支座类型和规格，导致支座承载能力与实际受力不匹配，受力不均引发脱空。同时，支座垫石设计存在偏差，如垫石平面尺寸过小、厚度不足，或垫石顶面坡度设计不合理，无法保证支座与垫石的全面贴合，进而形成间隙。此外，部分桥梁设计中未充分考虑梁体徐变、收缩及地基沉降等长期变形因素，未预留合理的调整空间，后期变形过程中易导致支座脱空。

(2) 施工质量控制不到位

施工阶段的质量缺陷是支座脱空的主要诱因。一是垫石施工质量不达标，浇筑过程中未严格控制混凝土配合比，振捣不密实，导致垫石顶面出现蜂窝、麻面、平整度超标等问题，支座安装后与垫石接触面无法完全贴合；部分施工单位未按规范要求对垫石顶面进行找平处理，顶面标高偏差超过允许范围，直接引发支座脱空。二是支座安装操作不规范，安装过程中未准确调整支座的水平度和垂直度，或支座中心与垫石中心错位，导致支座受力失衡；梁体架设时落梁位置偏差较大，梁底受力点与支座中心不重合，形成局部受力集中，长期作用下支

座出现翘曲脱空。三是支座安装时未清理干净垫石顶面和支座接触面的杂物，杂物堆积形成局部支撑，导致支座整体受力不均，进而出现脱空。

(3) 材料性能劣化

支座及相关材料的性能劣化会间接引发脱空病害。对于橡胶支座，长期处于露天环境中，受紫外线、温度变化、雨水侵蚀等影响，橡胶逐渐老化、变硬、开裂，弹性性能下降，无法有效适应梁体变形，局部出现应力集中，进而导致支座与梁底或垫石分离；部分劣质橡胶支座本身存在材质不均匀、弹性模量不足等问题，使用初期就易出现受力不均现象。对于钢板支座或盆式支座的钢板组件，若防腐处理不到位，长期受水汽、氯离子等侵蚀会发生锈蚀，锈蚀产物体积膨胀，导致支座结构变形，破坏支座与接触面的贴合状态，形成脱空。

3 桥梁支座脱空病害维修处治措施

3.1 前期检测与评估

维修处治前需开展全面的检测评估工作，明确脱空病害的具体情况。采用目测、尺量、超声波检测等方法，检查支座脱空的位置、间隙大小、支座破损程度及垫石状态；通过荷载试验、变形监测等手段，分析支座脱空的成因及对桥梁结构的影响；结合检测结果，制定针对性的维修处治方案，明确处治范围、技术要求及施工流程。

3.2 分类维修处治措施

根据支座脱空的严重程度，将其分为轻微脱空（间隙 $\leq 5\text{mm}$ ）、中度脱空（ $5\text{mm} < \text{间隙} \leq 15\text{mm}$ ）和严重脱空（间隙 $> 15\text{mm}$ ），分别采取对应处治措施。

3.2.1 轻微脱空处治

对于间隙较小、支座无破损且垫石状态良好的轻微脱空，可采用压力注浆法处治。施工流程为：首先清理支座与梁底、

垫石之间的杂物，在支座四周设置密封装置，防止注浆时浆液渗漏；选用高强度、低收缩的环氧砂浆或专用注浆材料，通过压力注浆设备将浆液注入脱空间隙，注浆过程中实时监测注浆压力，确保浆液填满间隙；注浆完成后静置养护，养护期间禁止车辆通行，待浆液强度达到设计要求后拆除密封装置。该方法具有施工简便、成本低、对桥梁运营影响小等优点，适用于轻微脱空病害的处治。

3.2.2 中度脱空处治

对于间隙较大或支座出现轻微破损的中度脱空，需结合支座修复或调整进行处治。若支座仅出现轻微破损，可先采用环氧砂浆对支座破损部位进行修复，再通过支座调高装置调整支座高度，消除脱空间隙。支座调高装置可选用楔形钢板、薄钢板或专用调高支座，调整过程中需严格控制支座的水平度和垂直度，确保调整后支座受力均匀；调整完成后，对调高装置进行固定，防止后期移位。若垫石存在平整度超标问题，需先对垫石顶面进行凿除、找平处理，再进行支座调整或注浆处治。

3.2.3 严重脱空处治

对于间隙过大、支座严重破损或垫石损坏的严重脱空，需采用支座更换结合垫石修复的综合处治措施。首先搭建临时支撑体系，将梁体荷载转移至临时支撑上，确保施工过程中桥梁结构安全；拆除破损支座及损坏的垫石，清理支座安装部位；按设计要求重新浇筑垫石，严格控制垫石的顶面平整度和标高；待垫石混凝土强度达到设计要求后，安装新的适配支座，调整支座位置和标高，确保支座与梁底、垫石全面贴合。

3.3 不同类型支座脱空的专项处治

不同类型支座的结构特点不同，脱空处治需结合其特性制定专项方案，具体如下表所示。

表1 不同类型支座的结构特点

支座类型	脱空特点	专项处治措施
板式橡胶支座	易因橡胶老化、受力不均出现局部脱空，脱空范围多集中在支座边缘	轻微脱空采用环氧砂浆注浆；中度脱空修复橡胶破损部位后调整支座；严重脱空直接更换支座，更换时确保支座上下钢板与梁底、垫石贴合紧密
盆式支座	多因盆体变形、钢件锈蚀或安装偏差导致脱空，脱空易引发盆体破损	检查盆体密封性能，更换老化密封圈；锈蚀钢件进行除锈防腐处理；脱空严重时更换盆式支座，安装时严格控制支座中心位置和水平度
球形支座	因球面磨损、转动受阻导致脱空，脱空易影响梁体转角变形	对球面进行打磨、润滑处理；调整支座转角角度，消除脱空间隙；严重脱空时更换球形支座，确保球面接触良好

3.4 施工质量控制要点

维修处治施工过程中需严格把控质量关。一是原材料质量控制，选用的注浆材料、支座、钢材等需符合设计要求和相关规范标准，进场前进行质量检测，不合格材料严禁使用；二是施工工艺控制，严格按施工方案开展作业，重点控制注浆压力、垫石浇筑质量、支座安装精度等关键环节；三是现场监测，施工过程中实时监测梁体变形、支座受力等情况，发现异常及时调整施工方案；四是养护管理，施工完成后按要求进行养护，明确养护期限和养护措施，确保处治效果稳定。

4 结论

桥梁支座脱空病害的成因复杂，涉及设计、施工、材料、运营及环境等多个方面，若不及时处治，会严重影响桥梁结构安全和使用寿命。通过前期精准检测评估，结合病害严重程度和支座类型，采取注浆填充、支座调整、支座更换及垫石修复等针对性处治措施，可有效消除脱空病害，恢复支座正常工作状态。同时，从全流程入手落实预防措施和长效养护管理，能大幅降低支座脱空病害的发生率，提升桥梁运营安全性和耐久性。后续需进一步结合新技术、新材料的应用，优化支座脱空病害的检测和处治技术，为桥梁养护管理提供更高效的技术支撑。

参考文献:

- [1] 欧小祥.基于支持向量机的桥梁支座脱空快速检测方法[J].湖南交通科技,2025,51(01):166-168.
- [2] 马世纪,乔兰,邓乃夫,等.公路梁桥支座脱空度预测模型及优化算法应用研究[J].振动与冲击,2024,43(15):218-227+243.
- [3] 闫宇智,战家旺,张楠,等.基于车激响应的桥梁支座脱空病害识别方法研究[J].桥梁建设,2020,50(02):19-24.