

铁路桥梁支座病害检测与维修养护技术

周荣轩

国能新朔铁路有限责任公司大准铁路分公司 内蒙古自治区 鄂尔多斯 010300

【摘要】：支座是铁路桥梁的主要传力构件，它担负着将梁体荷载传递出去、调节结构变形、吸收行车振动的作用，它的运行状况直接影响到桥梁的整体安全和耐久性。铁路桥梁长时间受到列车反复荷载、自然环境侵蚀和温度应力的作用，支座容易发生老化、变形、破损等各种病害，造成梁体受力不均、结构偏移等严重后果，对铁路行车安全造成严重影响。本文对铁路桥梁支座常见病害种类、原因进行梳理，提出精细化病害检测技术，总结出针对性维修养护工艺，结合工程案例检验技术应用效果，可以给铁路桥梁支座运维工作提供技术上的参考。

【关键词】：铁路桥梁；支座病害；病害检测；维修养护；运维技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.20.053

1 引言

伴随着我国铁路路网的规模化运行，大量的既有铁路桥梁也进入了病害高发期。支座是桥梁上下部结构的连接枢纽，工作环境复杂，受力状态变化，是桥梁结构中容易出现病害的薄弱环节。目前铁路桥梁运维工作存在着病害检测精度不高、养护方案针对性差、维修工艺不规范等状况。为了提高桥梁支座的运维质量，保证铁路线路的稳定运行，本文根据现场工程实践，对支座病害机理进行全方位的分析，并且对检测和维修养护技术体系进行优化，给铁路桥梁的常态化运维管理提供技术支持。

2 铁路桥梁支座病害检测技术

(1) 常规人工检测：人工检测是日常运维的主要方法，按周期分为日常巡查、季度检测和年度专项检测。日常巡查主要是清除支座周围的杂物，检查防尘罩、密封件的完好程度，排查表面有无破损、锈蚀、偏移等表观病害。季度检测用目视观察、敲击检测、仪器测量相结合的方法来检测支座橡胶开裂程度、金属锈蚀范围、支座顶面坡度和位移偏差。年度专项检测依靠专业设备展开全方位精细化检测，准确记载病害参数，给病害评级和方案制订赋予支撑。

(2) 精细化仪器检测：对于人工检测不能发现的内部隐性病害和精确参数，用专业仪器进行检测。用水准仪、全站仪检测支座四个角的高差和平面偏移量，判断支座安装是否符合要求。用超声波检测设备对金属支座内部的裂缝、锈蚀缺陷进行检查，用回弹法检测橡胶支座的老化硬化情况。采用应变传感器、位移传感器对支座受力、变形进行采集，分析支座应力分布情况，判断有无应力集中、受力异常等问题。

(3) 智能在线监测：对重点路段、长大桥梁支座做智能监测系统的实时监测。在支座四周布置位移传感器，对纵向、

横向位移进行实时监测，植入应变传感器观测应力的变化情况，加装温度传感器开展温变相关联监测。监测数据实时传送到运维平台，参数超阈值立即报警，可以随时掌握支座的运行状况，提前预测病害的发展趋向，达到病害早发现、早处理的目的。

(4) 病害等级评定：根据检测结果，按照病害对桥梁结构安全影响程度的高低，把支座病害分为三类。轻微病害是指表面有轻微锈蚀、细微裂纹、少量杂物堆积，不干扰支座正常受力和变形的病害。中度病害是橡胶老化龟裂、局部锈蚀严重、位移轻微超限，支座功能轻微衰减，有病害发展蔓延的危险。重度病害指支座大面积损坏、严重脱空、高差、位移均超过限值的支座，基本丧失了支座的功能，对桥梁运行安全影响很大。

3 支座维修养护关键技术

(1) 轻微病害日常养护技术：对轻微的表现病害采取预防性养护。及时清除支座周围堆积的杂物、尘土，疏通排水沟，防止雨水淤积。用喷砂除锈法对金属部件轻微浮锈部位进行除锈，然后均匀喷涂防腐涂层。对橡胶表面微小裂纹用专用修补材料封堵，补充支座润滑脂，修补破损防尘罩和密封件，阻止外界环境对支座的侵蚀，阻止病害的发展。常态化养护每季度进行一次，保证支座的工作环境。

(2) 中度病害专项维修技术：对中度老化、锈蚀、轻微偏移的病害采用局部修复技术。对橡胶局部破损、龟裂处采用冷硫化修补工艺，清除破损基层后涂敷专用粘接材料，填入橡胶修复材料，压实固化后打磨平整。对金属部件中度锈蚀的部位，彻底除锈后涂刷防腐底漆和面漆，加固密封结构。对于轻微偏移、高差小的支座用微调找平法进行调整，改变支座的位置和平整度，纠正位移误差，使支座重新处于正常受力状态。

(3) 重度病害更换整治技术：对支座严重破损、脱空、

功能失效等重度病害进行支座更换。使用 PLC 多点同步顶升技术,使梁体平稳提升,严格控制顶升高度和顶升速度,防止梁体结构受力变形。顶升完成后拆除病害支座,清除支承垫石,对破损、不平整的垫石进行修补找平,安装新的支座并准确调整位置、高差参数。施工全过程做好实时监测,保证梁体、墩台结构稳定,更换完成后复核支座受力及变形参数,保证支座贴合紧密、功能完好。

4 工程案例分

(1) 工程概况:本次研究对象是鄂尔多斯、乌兰察布境内运营十二年以上的重载货运普速铁路多座中小跨径简支梁桥,是区域煤炭、物资货运运输的骨干线路。本次检测研究的桥梁为多座,总长度为 386m,共计 24 跨简支箱梁,符合中小跨径桥梁结构设计标准,全部使用板式橡胶支座,共有支座 76 个。该桥址区为中温带大陆性气候,四季温差大,风沙天气频繁,由于恶劣的自然环境侵蚀、长时间的重载行车振动疲劳、风沙雨雪的持续冲刷以及常年运营养护的损耗等种种原因,全桥支座普遍存在着各种各样的病害,其中橡胶板面龟裂、老化开裂病害最常见,而金属构件锈蚀、支座偏移、局部破损、轻微脱空等病害也时有发生,其病害类型比较集中,多发频发。

(2) 病害检测与等级划分:本次检测采用人工巡检与仪器精细化测量相结合的方式,对全桥 76 个支座的外观状态、形变参数、贴合程度、老化性能进行全方位排查,严格按照轻微、中度、重度三级病害划分标准进行等级分类,准确统计出各个等级病害的数量以及占比情况,为差异化维修养护方案的制定提供数据支持,具体的病害统计数据见下表。

表 1 具体的病害统计数据见

病害类型	病害数量/个	病害占比/%	处置方式	整治合格率/%
橡胶轻微开裂老化	32	42.1	局部修补、防腐养护	100
金属局部锈蚀	21	27.6	除锈防腐、密封修复	100
支座轻微偏移高差超限	15	19.7	微调找平、位置校正	100
支座脱空、严	8	10.6	整体更换支	100

参考文献:

- [1] 夏斌.运营期高速铁路桥梁支座病害整治与要点分析——以徐兰高速社棠渭河特大桥为例[J].甘肃科技,2024,40(5):62-68+73.
- [2] 李强,朱力.运营期轨道交通桥梁支座病害治理方法研究[J].铁道建筑技术,2020,(1):67-71.
- [3] 李振华.桥梁支座病害成因分析及防治措施[J].科技创新导报,2019,16(30):27-28.

重破损			座	
-----	--	--	---	--

(3) 分级维修养护处置方案:轻微病害主要采取预防性养护的方式进行处理,主要是对橡胶板面的轻微龟裂、细微开裂老化和金属构件轻微锈蚀病害进行修复。作业过程中彻底清除支座表面及周围堆积的风沙杂物、尘土淤积,全面疏通支座排水、排沙通道,防止雨雪积水、风沙堆积加重支座老化侵蚀。对橡胶板面细微龟裂、微小裂纹,用专用橡胶封闭修补材料精细填塞抹平,修复橡胶板面完整性。

中度病害用专项靶向修复工艺,对橡胶局部硬化、龟裂严重的病害支座、金属中度锈蚀的病害支座、支座轻微偏移、高差轻微超限的病害支座进行专项整改。对重载荷载造成橡胶局部龟裂、硬化失效的地方,用冷硫化修补工艺做局部修补,恢复橡胶支座原来的弹性以及变形调节性能,适应列车动荷载冲击作用。对金属中度锈蚀部位进行彻底除锈打磨,依次补涂防腐底漆、面漆,加厚防腐防护层,提高构件的抗腐蚀能力。根据支座偏移、高差超标的实际情况,采用精确的微调找平、位置校正工艺,纠正支座安装偏差,改善支座受力状况,保证支座能够正常地完成滑动、伸缩和变形调节的功能,满足重载列车通行的要求。

重度病害采用整体更换整治方式,对支座严重脱空、橡胶大面积开裂破损、结构变形失效、完全丧失承载调节能力的重度病害支座进行整体更换施工。施工时使用多点同步 PLC 智能顶升技术,对梁体顶升高度、顶升速度进行准确的控制,防止重载桥梁梁体出现应力集中、结构变形等问题,保证施工期间梁体结构整体稳定性。

5 结论

铁路桥梁支座病害产生是由环境侵蚀、荷载作用、运维不足等多种因素共同造成的,老化开裂、锈蚀磨损、偏移脱空是目前主要的病害类型,直接关系到桥梁的运营安全和使用寿命。分级分类维修养护技术可以有针对性地处理不同的病害程度支座问题,预防性养护可以有效地降低病害的发生率,专项维修和更换技术可以完全消除结构功能上的损伤,全面保证支座的工作性能。经过工程实践证明,科学合理的开展检测、养护工作,细致的做好病害处治工作,可改善支座病害状况,提升桥梁结构稳定性,延长桥梁使用寿命。