

文章编号:2095 - 0365(2013)03 - 0020 - 05

扩能运输对朔黄铁路桥梁的影响 及维管对策研究

张 二 田

(朔黄铁路发展有限责任公司,河北 肃宁 062350)

摘 要:随着朔黄铁路扩能运输的快速推进,单元列车轴重从 21 t 逐步提升到 25 t,年运量即将突破 2 亿 t,荷载与疲劳效应的增加对既有铁路桥梁特别是中小跨径桥梁的安全运营要求越来越高。分析重载运输对桥梁的主要影响因素,采取桥梁检查、安全状态评估、快速维修加固、加强维修质量验收相结合等系列应对措施,提出桥梁科学维管的对策,为建立桥梁安全运营保障体系奠定基础。

关键词:重载铁路;桥涵病害;维修加固;安全运营

中图分类号:U443

文献标识码:A

重载铁路运输因其运能大、效率高而在越来越多的国家推广应用。目前世界上运营的最大轴重车已达 40 t,重载货车的编组一般均在 100 节以上,相应各国设计荷载标准比较高^[1-2]。与世界发达国家的大轴重、低密度运营状态相比,我国重载铁路发展的战略方向是重载、高速、高密度,这对线路、桥梁等基础设施的技术要求大大提高。

作为我国西煤东运第二大通道,朔黄铁路的 3.5 亿 t 扩能改造,对进一步开发煤炭资源、提高通道整体运输效率、促进西部经济发展有着重要的意义和作用。目前,朔黄铁路部分列车轴重也已提高到 25 t,并且已开行 1 万 t 重载列车,正在试运行 2 万 t 重载列车,年运量由 1.96 亿 t 向 2.34 亿 t 发展。

由于朔黄铁路既有桥梁的建设年代跨越范围较大,设计、建设标准不统一,结构类型多样,不同桥梁的健康状态差异较大,重载运输引起的桥梁冲击振动加剧、梁体开裂、横隔板断裂等病害的增多,对桥梁的安全运营提出了更高的维护管理要

求。因此,迫切需要对重载铁路桥梁进行状态监测和安全评价,及时发现并采取有效措施消除安全隐患,确保重载铁路的运营安全。

一、重载运输对铁路桥涵的影响

(一)重载运输的荷载效率分析

朔黄铁路多为简支梁桥,列车竖向静活载采用“中-活载”(图 1)。目前重载单元列车轴重已提高到 25 t(图 2),远期计划提高到 27 t 或 30 t。

以简支梁为例,结合理论分析和有限元仿真计算可以得知,轴重由 21 t(C64)提高到 27 t(C80)时,桥梁跨径小于 16 m 时,跨中弯矩及梁端剪力的荷载效率系数存在最大值,并且随着跨径增加呈逐渐减小趋势。跨径从 16~24 m 时荷载效率随跨径呈增加趋势,增幅不大,跨径大于 24 m 后荷载效率系数随跨径增大而增大但增大趋势缓慢。其中桥梁跨度在 8~12 m 区间的荷载效率系数最大值由 0.66 增加到 1.00,暴露出中小跨径混凝土桥梁承载能力不足的问题。

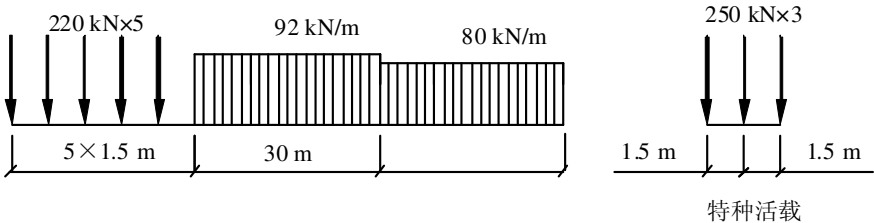


图 1 中-活载图示

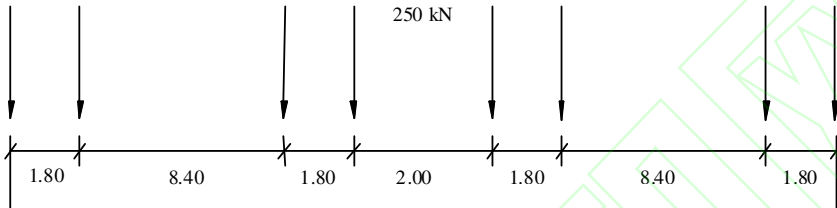


图 2 C80 车辆图示 (25 t 轴重) (单位:m)

(二)重载运输对铁路桥涵结构的主要影响

- 1. 重载铁路运输对梁体的影响
 - (1)重载运输列车轴重由 21 t 提高到 25 t 以上,竖向荷载增大必然导致桥梁的竖向挠度增大。
 - (2)列车横向摇摆力与竖向力成正比关系,竖向荷载增加,横向摇摆力增大,导致桥梁横向振幅过大。
 - (3)重载运输列车轴重的增大引起列车制动力也会增大,使桥梁的纵向振动加剧。
 - (4)虽然铁路设计规范不考虑冲击力与车速的关系。但从国内外实践证实,动力系数值与行车速度有关。列车速度提高后,不平顺的车轮或轨道产生的冲击力相当可观,不容忽视。

- 2. 重载铁路运输对支座、墩台、基础的影响
 - (1)支座将桥跨结构承受的荷载产生的垂直力及水平力传递到墩台上。随着列车轴重的增加,支座承受的竖向压力、列车摇摆力、列车制动力等都会增加,造成支座位移大、转角超限等病害,影响桥梁结构的伸缩或转动。
 - (2)随着列车轴重提高,车速加快,桥梁横向振动加剧,桥墩承受的动荷载也随之增大,桥墩承受疲劳作用也越为显著,影响到桥墩承载能力。
 - (3)由于受地基、台背后填土、设计与施工方案、路桥结构刚度不协调等因素影响,桥涵过渡段出现不均匀沉降^[3]。

(三)重载铁路桥涵常见病害

- 近几年,综合大秦铁路、朔黄铁路重载运营情况,面对运量逐年增加的局面,桥梁陆续出现了诸多病害,主要表现为:
- (1)小跨度钢筋混凝土并置梁横向刚度不足,梁的横向振动频率偏小、振幅偏大,行车中出现较大晃动。
 - (2)跨度 8 m 的混凝土梁横向和纵向裂缝现象严重,重车线劣化速度加快,动挠度超限。
 - (3)圆形双柱、矩形双柱墩的刚度偏弱,列车作用下发生较大振幅。
 - (4)支座出现多种病害,其中摇轴支座的纵向位移偏大超过规定允许值、定位销剪断现象严重,弧形支座锚栓折断情况时有发生。

(四)朔黄铁路桥梁维管难题

朔黄铁路是由神华集团、铁道部、河北省三方共同出资修建的合资铁路,合资铁路在运营和维管过程中难免会存在一些问题:公司组织和运行模式尚处在初级阶段,治理结构不完善,需建立长期、合理的运营和维管机制;与大秦线铁路相比,运输规模偏小,需不断通过提高生产技术水平,研发新技术,持续创新,为扩能运输提供有力的技术支撑;后备人才的培养和储备尚显不足,专业技术人员缺失,需通过与高校合作,分期分批进行理论学习,并聘请专家到公司讲授桥梁知识,了解当前重载铁路桥梁维管的先进技术及发展趋势。

二、朔黄铁路桥梁的维管对策

朔黄铁路沿途地址条件复杂,桥梁结构类型多样,仅朔黄铁路肃宁分公司管内的123[#]~291[#]桥,桥梁类型就达十几种,总计1 860孔,其中20 m跨径以下的桥梁达553孔,占总量的30%,该类桥梁的检查与检测、安全状态评估、快速维修加固成为重载运输条件下桥梁科学维管的重中之重。

桥梁设备维修管理模式遵循桥梁设备维修以勤检慎修、边检边修的维修理念,明确设备的检查维修制度。对桥梁设备要有专门的定员进行检查,对桥梁重点部位,特别是重载对桥梁造成的伤害,例如支座螺栓剪断、支座位移或转角超限、梁端顶死等重点病害进行排查摸底,建立设备病害管理台账。对桥梁设备各部位根据铁道部《铁路桥隧建筑物修理规则》^[4]进行设备状态静态评定,评出圯工桥梁劣化等级AA级、A级、B级、C级。根据设备劣化等级确定设备大修、综合维修及保养工作。桥梁养护人员应对管内桥梁设备的整体状态进行汇总分析,编制桥梁设备年度检查计划、月度保养计划、生产日计划及设备大修年度计划。并由专人负责盯控实施。加强设备的动态检查,通过测定桥梁的自振频率及圯工梁的挠度变化,掌握设备状态变化规律。同时开展各种形式的安全管理及设备安全隐患大检查活动,结合日常设备动静态检查及季节性检查,相互补充相互强化,及时发现设备状态变化,从而采取相应的防护加固措施,确保桥梁设备的安全,保证正常的行车安全。

(一)完善桥梁检查制度

桥梁检查主要是对桥梁技术状况的调查,即桥梁缺陷和损伤的性质、部位、严重程度及发展趋势,找出产生缺陷和损伤的主要原因,分析和评价其对桥梁使用承载能力的影响,为桥梁维修和加固设计提供可靠的技术数据和决策依据^[5]。检查制度包括:经常检查、定期检查、专项检查和检测试验等,根据《铁路桥隧建筑物劣化评定标准》相关规定和朔黄铁路桥梁的实际情况,制定桥梁检查的标准化规程,桥梁维护管理部门严格按照标准化规程作业。

根据桥梁检查目的需安排不同的专业人员。经常检查可由桥梁领工员带队组织实施,定期检查需由桥工队队长带队组织实施,专项检查和检

测试验则应聘请桥梁专家和具有专业资质的机构来进行。桥梁检查人员要客观认真填写桥梁记录表,建立桥梁资料档案库,对于每次检查的结果及时录入档案库,并与以往数据进行分析对比,掌握病害的发展趋势,对存在安全隐患的桥梁要立即上报,并组织相关专家进行检测试验,根据检测试验结果制定相关的维修养护措施。

为应对2万t扩能运营,2012年六七月,朔黄铁路肃宁分公司对管内的近2 000孔桥梁进行了全面分析,根据桥梁类型、跨径形式重点选取23座典型桥梁进行了全面检查与综合评定,建立了桥梁运营状态档案,对中等以上劣化桥梁(占总量14%)制定了进一步的监测周期;对病害较为严重的244[#]桥采取裂缝灌封、混凝土剥离补修、梁端横向限位等整治措施,及时消除了安全隐患,避免了桥梁运营状态的恶化。

(二)桥梁安全状态评估

为及时掌握桥梁安全运营状况,应根据桥梁检查结果,对桥梁结构的状态进行评估,实现桥梁结构健康状态的安全评估和预警预报。桥梁安全状态评估主要采取以下三种方法:

(1)基于外观调查进行状态评估。根据经常检查和定期检查的结果,基于桥梁结构的表观缺损情况,对其劣化等级进行评定。基于外观调查进行状态评估主要依据工程技术人员的工作经验对结构进行评分,根据评分结果划分桥梁的技术状况等级,并制定病害整治方案。

(2)基于荷载试验进行状态评估。基于荷载试验进行状态评估主要是通过运营性能试验或者静动载试验确定《铁路桥梁检定规范》^[6]中各控制参数的实测值,并与理论值进行对比,对桥梁的运营状况进行评定。根据大量试验数据和朔黄铁路运营特点分析桥梁各控制参数的规律,制定出适合于朔黄铁路桥梁的控制参数限值。一旦超限,及时发出预警,并立即上报责任部门,采取措施。

(3)长期健康监测系统。对于大型桥梁和病害严重的桥梁,可采用长期健康监测系统。长期健康监测系统运用现代传感和通信技术,对桥梁结构进行实时监测,获取反映结构状况的各种信息,并最终判定结构的健康状态与可靠性。通过对不同类型的桥梁建立相应的健康监测系统,可以实时掌握桥梁的健康状况,对运营状况异常的桥梁提出预警预报,及时发现和消除安全隐患。

近年来,朔黄铁路对管内的重点桥梁进行了大量的运营性能检测与评估,特别是针对既有病害限速桥梁,采取桥梁横向加固、更换新型单元列车转向架等技术手段,经过整治前后的反复测试与状态评估,马圈特大桥、刘家沟中桥、陈圩河中桥等桥梁顺利取消限速,恢复线路正常运营速度 80 km/h,简化了调度管理程序,有效提高了运输效率和经济效益。

(三)快速维修加固

铁路桥梁一旦出现病害,需采取快速维修加固措施,以快速恢复线路通行。出现轻微病害的桥梁,通过正常养护维修能得到快速有效的处理,而对于严重病害的桥梁则必须针对病害原因制定专门的加固方案。

桥梁加固的形式是多样的,如增大截面及配筋加固法、体外预应力加固法、黏贴钢板加固法、黏贴碳纤维加固法等。在制定加固方案时,施工的快捷方便是首要考虑因素。现阶段桥梁加固技术应用面临的最大难题是加固设计和施工的脱节,在设计与施工冲突时,以快速施工和尽量减少桥涵改造工程量为原则,采取及时、有效的措施。

为应对扩能运输的要求,朔黄铁路公司联合中铁设计院相关单位,考虑主梁和桥墩的相互影响,以梁墩体系整体考虑桥梁振动的影响,进行了

桥梁加固设计与施工技术的研发,研究表明,与单独增加梁体横向刚度相比,增强桥墩的横向刚度较为有效,以芦沟特大桥为例,对下行单圆柱墩增大墩体截面和上下行双 T 梁梁体横向预应力加强整体性后,在同荷载同速度的列车激励下,加固后的桥墩墩顶横向最大振幅平均降到加固前的 52%;在同荷载同速度的列车激励下,梁跨中的最大横向振幅平均降到加固前的 74%;梁墩体系的横向固有自振频率平均提高了 40%。通过近年来对该成果的应用,全线减少影响行车 157 对,既提高了列车的运营效率,又提高了桥梁的使用寿命,保证了桥梁的安全运营。

(四)加强维修质量验收

桥梁维护人员在进行任何保养维修及大修活动时,都要严格按照设计图纸和技术标准,每日的维修保养作业施工完毕后要由施工负责人进行质量回检、签字验收。大修施工要严格执行《铁路营业线施工安全管理办法》的规定,使用的材料及机具应提供材质说明书和合格证,并按有关规定进行检验。大修施工的施工日志要填写清楚每日的施工内容、安全、质量及施工中存在的问题。对部分隐蔽施工、关键程序必须要有监理和监护,施工要有监理、现场监护及施工单位三方签字确认合格后方可继续施工。

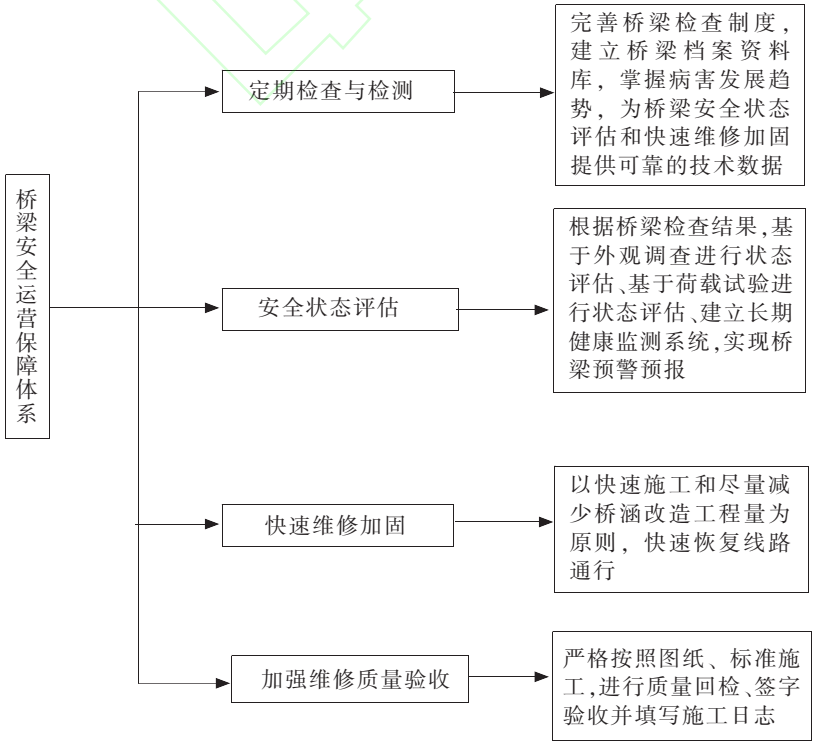


图 3 桥梁安全运营保障体系

三、结语

随着朔黄铁路扩能改造的快速发展,25 t 轴重的2万 t 牵引列车运营在即,重载运输对桥梁的安全运营要求也越来越高。只有建立集检查检

测、评估与快速维修加固一体化的桥梁安全运营保障体系(图3),提出桥梁科学维管的对策,尽快完成桥梁的全面普检与定期评估,实时掌握桥梁的运营状态,结合有效的病害整治措施,才能做到桥梁的科学维护管理,确保运营安全。

参考文献:

- [1]王丽,张玉玲.新建重载铁路桥梁设计荷载标准的研究[J].土木工程学报,2013,46(3):103-109.
- [2]钱立新.世界铁路重载运输技术的最新进展[J].世界轨道交通,2007(12):20-23.
- [3]宋绪国,叶朝良,苏达.朔黄重载铁路路基病害的分类及其成灾机理研究[J].石家庄铁道大学学报:自然科学版,2013,26(1):61-66.

- [4]中华人民共和国铁道部.铁运[2010]38号铁路桥隧建筑物修理规则.北京:中国铁道出版社,2010.
- [5]张云.钢筋混凝土中小型桥梁安全运营养护管理措施探讨[J].上海公路,2007(3):41-45.
- [6]中华人民共和国铁道部.铁运函[2004]120铁路桥梁检定规范[S].北京:中国铁道出版社,2004.

On the Influence of Capacity Expansion Transportation on Shuohuang Railway Bridge and the Corresponding Maintenance Management Countermeasures

ZHANG Er-tian

(Shuohuang Railway Development Co. Ltd., Suning 062350, China)

Abstract: With the rapid advance of the capacity expansion transportation of Shuohuang railway, the unit train axle load is gradually promoted from 21 t to 25 t and the annual transporting quantity would exceed 200 million tons. Due to the increase of load and fatigue effect, the safety operation of the existing railway bridges especially the small and medium span bridges is demanded increasingly. Through the analysis of the main influence factors of heavy haul transportation on bridges, some scientific countermeasures of bridge maintenance management are proposed as following: inspection of the bridge, evaluation of security status, quick maintenance and reinforcement and intensification of the acceptance of maintenance quality. The scientific countermeasures on maintenance management of bridge are put forward which would lay the foundation for building the safety operation guarantee system of the bridge.

Key words: heavy load railway; bridge and culvert disease; maintenance and reinforcement; safety operation

(上接第19页)

Research on the Effect of Transactive Memory System on Team Tacit Knowledge Transition in Reciprocal Preference Environment

SHANG Hai-yan¹, XU Hui²

(1. Zhengzhou Huaxin University Zhengzhou, 451150, China; 2. Zhengzhou Vocational College of Tourism, Zhengzhou 450009, China)

Abstract: Tacit knowledge has become the key for enterprises to maintain a competitive advantage and core competencies in the era of knowledge economy, therefore, the transfer of tacit knowledge would become increasingly the focus of attention in enterprises. Taking reciprocity preference environment as situational factor, the transactive memory system and the tacit knowledge transfer model were constructed in this paper. The conclusions of empirical research shows that in the reciprocity environment interactive memory system plays a positive role in promoting tacit knowledge transfer, reciprocal preference is conducive to the formation of transactive memory system and tacit knowledge transfer.

Key words: reciprocal preference; transactive memory system; tacit knowledge transition