

隧道内弹性支撑块整体道床下沉病害 发展规律及整治对策

汤国平¹ 何磊¹ 俞森山¹ 姚飞¹ 任新²

(1.中国铁路兰州局集团有限公司武威工务段 甘肃武威 733000;

2.兰州交通大学铁道技术学院 甘肃兰州 730030)

摘要: 乌鞘岭隧道为兰武二线的“咽喉”工程,至今已安全运营16年,隧道内整体道床病害日益突出,线路设备质量劣化加快。为进一步提高线路设备质量,保障线路运输安全,本文在前期研究工作积累的基础上,分析了隧道内弹性支撑块整体道床病害发生的原因,总结了道床病害发展的规律,针对道床病害发展的规律,制定了“早防早治、优先排水、因症施策,综合治理”的局部整治原则,通过修复破损排水设施,钻孔注浆加固既有道床,临时固结、更换异性支撑块等不同阶段的工程整治措施,取得了良好的整治效果,为类似工程整治积累了宝贵的工程经验。

关键词: 弹性支撑块;整体道床;空吊下沉;发展规律;整治对策

中图分类号: G216 **文献标识码:** A

引言

兰新铁路是新中国成立后修建的最长的铁路干线,是西北地区铁路网络的重要组成部分。乌鞘岭特长隧道位于兰新线兰武段打柴沟至龙沟区间,隧道全长20050m。隧道穿越软硬交互的6套不同地层,地层岩性复杂、褶皱及断裂构造发育,洞身穿越F4、F5、F6、F7区域挤压性断层,被隧道建设工程专家称为兰武二线“咽喉”工程。

乌鞘岭隧道自开通至今已运营16年,由于海拔高、自然环境恶劣、线路运输能力扩能,养护维修投入不足等原因,目前已出现衬砌渗漏水、衬砌开裂、横通道下沉、整体道床空吊及下沉等各类病害。其中,整体道床空吊、下沉病害造成线路轨道几何尺寸及框架结构持续恶化,严重影响行车秩序与安全,亟需采取有效的工程整治措施。

1 隧道整体道床概况

乌鞘岭特长隧道全长采用套靴式弹性支撑块整体道床,道床结构为C40钢筋混凝土,宽度2600mm,厚度358mm,每隔6.25m设1道伸缩缝,采用20mm厚预制沥青板隔离,上部60mm灌注沥青胶砂^[1]。弹性支撑块尺寸为600mm*300mm*200mm的C50钢筋混凝土,每公里配置1760对,轨枕间距568mm。弹性支撑块下橡胶垫厚度1.2cm,橡胶靴套厚度0.7cm。隧道排水设施采用双侧纵向排水沟排水,部分地段环向预埋φ80mmPVC管泄水孔与集水沟连通。整体道床施工采用模具轨道排架法施工,套靴式弹性支撑块整体道

床示意图见图1。

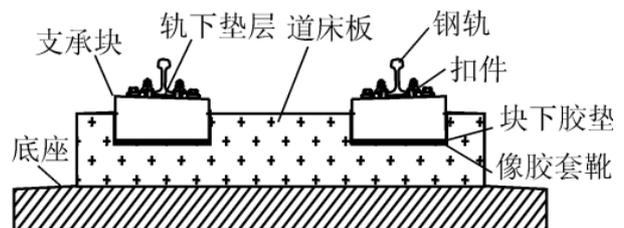


图1 套靴式弹性支撑块整体道床^[1]

2 乌鞘岭隧道整体道床病害概况

2.1 病害概况

隧道开通运营后,不同程度的出现了衬砌开裂及渗漏水、道床侵蚀及翻浆冒泥等病害。2008年首次出现轨道结构病害,整体道床空吊、下沉造成线路轨道几何尺寸及线路框架难以保持稳定,对线路行车秩序和行车安全造成一定影响。现场病害见图2至图5所示。



图2 隧道衬砌渗漏水及冬季挂冰



图3 渗漏水侵蚀道床



图4 整体道床翻浆冒泥



图5 轨道结构空吊失效

截止2020年,已通过增加轨下垫板、设置轨距拉杆、道床注浆、支撑块下加垫钢板等措施^[13],检查整治整体道床空吊、下沉病害累计27处/482米。整体道床下沉病害历年整治情况统计柱状图见图6。

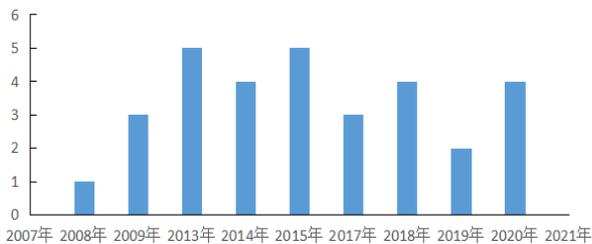


图6 整体道床下沉病害历年整治情况统计

2020年隧道排查新发现排水沟问题150处/6.14km,排水沟边墙与道床板间翻浆冒泥病害4处,分别为上行K160+980、K166+730、K168+900、K169+436。2020年结合集中修整治排水沟问题79处/2.90km。翻浆冒泥病害处所如果继续发展将造成整体道床下沉,影

响铁路安全运输。

2.2 病害原因分析

通过对已整治病害的类型分析总结,根据线路病害等级可将线路病害分为四类:一是轨道几何尺寸容许值超限;二是道翻浆冒泥;三是整体道床空吊下沉;四是排水设施防排水功能失效^[1]。

为彻底整治乌鞘岭隧道内套靴式弹性支撑块整体道床空吊、下沉病害,设计、施工及运营维护人员进行了细致深入的研究工作。韩云^[1]研究认为侧沟边墙施工质量缺陷是造成整体道床病害的主要原因。薛再兰^[9]对乌鞘岭隧道整体道床混凝土强度进行了钻芯取样,并利用地质雷达对道床结构进行了无损检测,同时对隧道内水质进行了化验分析。结合以上研究及现场大量的调查分析工作,认为造成隧道整体道床病害发生发展的主要原因有:

(1)地下水防排水功能先天不足。乌鞘岭隧道为双侧排水沟排水,水沟距仰拱填充层约40cm,水沟内长流水深度10~15cm,由于原施工工序不合理、仰拱基底施工不到位等造成水沟沟底与仰拱填充层齐平,存在纵向贯通施工缝,给地表及地下水入渗提供了天然通道。在列车动荷载作用下,缝隙中的水在高压作用下加剧了道床劣化,久而久之在道盆底部形成空吊、下沉病害。

(2)施工质量不高。在对已有病害的整治过程中发现,原施工单位施工现场管理责任缺少,隧道整体道床与下部仰拱填充层混凝土顶面间未清理干净,存在浮砾、夹层、编织袋等杂物,外加排水沟边墙及底部破损,排水沟内水侵入道床与填充层之间,道床底部局部支承受不均匀,道床底部空吊,在列车动力作用下,导致道床与基础离缝、脱空、磨损损坏,导致整体道床下沉。

3 乌鞘岭隧道整体道床病害发展规律

结合工务部门历年对乌鞘岭隧道的排查整治情况,对照整体道床病害产生原因,乌鞘岭隧道内整体道床病害的发展规律可分为三个阶段:排水沟底部及边墙劣化破损阶段、整体道床翻浆冒泥形成阶段、整体道床空吊及下沉阶段。

第一阶段:排水沟底部及边墙劣化破损。隧道内排水沟水深约10m,经过水流的长期渗漏、侵蚀,施工缝及道床结构层间形成水的渗流通道,在列车动荷载作用,施工缝及道床结构层间的巨大动水压力造成排水沟沟底及边墙劣化破损。

第二阶段:整体道床翻浆冒泥形成。排水沟底部及边墙劣化破损后,渗流水进一步侵蚀整体道床填充层,在列车周期性动荷载作用下,整体道床与排水沟间施工缝、整体道床伸缩缝出现翻浆冒泥。

第三阶段:整体道床空吊及下沉。在列车周期性动荷载作用下,渗漏水继续侵蚀整体道床填充层,加速整体道床底部侵蚀,致使道床填充层出现空洞,列车通过该处时所整体道床明显晃动,道床框架结构残余变形累积,框架尺寸不易保持,轨道结构失效,线路轨道几何尺寸很难保持。

4 病害整治对策

4.1 整治原则

针对乌鞘岭隧道内套靴式弹性支撑块整体道床空吊、下沉病害

发展规律,运营维修管理单位制定了“早防早治、优先排水、因症施策,综合治理”的基本原则,对不同发展阶段的病害进行分类、分阶段治理,同时优先使用新材料、新技术以提高整治质量。

4.2 整治方案比选

目前,针对整体道床病害整治的成熟做法分为局部整治和彻底整治。

局部整治主要是采取轨下增加调高垫板、支撑块下垫橡胶垫板、垫砂浆、注浆抬升以及机械抬升与注浆抬升相结合等措施进行整治。此方案能够利用维修天窗进行维修,极大程度避免了对列车的正常运行,且一次性投入费用少,符合铁路养护维修实际。

彻底整治主要是对病害处所轨道结构拆除重做,或将整体道床结构改为有砟碎石道床^[4]。此方案能够彻底解决既有道床病害,但施工周期长,需要维修天窗时间长,维修期间线路限速运行,严重影响列车运行,且一次性投入较大,资金存在较大缺口。

综合分析隧道病害等级、线路设备运营质量,施工条件、资金投入和行车需求等,决定采用局部整治的方案进行工程整治。

4.3 整治对策

根据弹性支撑块整体道床空吊、下沉病害不同发展阶段的特征,采取“分类型、分阶段”局部整治的措施,经过多年整治经验积累,目前已形成较为成熟的整治施工管理工艺,分阶段整治措施如图7所示。



图7 分阶段整治措施

(1) 第一阶段整治:修复破损排水设施。首先,核查各类型排水设施是否齐全有效,对各类型水沟进行疏通,对轻微渗漏水处所及时进行止水封堵^[5]。其次,对渗漏水严重的水沟进行拆除破损沟底及边墙,植筋重新浇筑 C25 混凝土排水侧沟。

(2) 第二阶段整治:钻孔注浆加固既有道床。拆除破损沟底及边墙,植筋重新浇筑 C25 混凝土排水侧沟,同时在道床顶部 90° 钻孔、道床侧面斜向 45° -60° 钻孔,清孔后采用加固型 TGRM 水泥基特种灌浆料对整体道床填充层混凝土进行加固,采用超细型 TGRM 水泥基特种灌浆料做止水帷幕,防止渗漏水再次侵入整体道床下部^[6]。

(3) 第三阶段整治:临时固结,更换异性支撑块。拆除破损沟底及边墙,在道床与填充层间垫入钢板进行临时固结,根据区段道床下沉量,逐枕编制支撑块更换方案,图8为支撑块更换编制方案。待提前预制的 C50 钢筋混凝土异型支撑块,达到设计强度,经检测合格后实施更换作业,同时整修线路轨道几何尺寸。

左股	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	右股
	5m	5m	10	15	15	15	15	20	20	20	15	15	10	10	10	10	5m		
	5m	5m	10	15	15	15	15	20	20	20	15	15	10	10	10	10	5m		
右股	32A	31A	30A	29A	28A	27A	26A	25A	24A	23A	22A	21A	20A	19A	18A	17A	左股		

图8 异型支撑块更换方案

4.4 整治效果

隧道整体道床下沉区段整治后,对整治区段线路几何尺寸进行了周期监控,分析整治区段线路动静态检测数据结果表明,整治区段道床结构及轨道几何尺寸能够长期保持稳定,后续再未出现晃车情况,整治措施达到了预期效果。

4.5 经验启示

1) 落实“严检慎修”,做好轨道周期性检查,定期分析轨道动静态检测数据,对数据异常处所进行现场复核,结合水沟边墙及道床下填充层侵蚀、空洞情况能及早判断整体道床下沉病害。

(2) 及早排查,开展预防性整治。在隧道日常维护管理中,应建立详细的问题库及整修履历,统计分析病害整修相关数据,依据病害发生发展规律尽早采取相应整治措施,预防病害发展至道床下沉阶段。

(3) 为保障整体道床整治效果,每次注浆作业应在天窗结束前1小时完成注浆,使注浆材料达到相应强度,保证道床加固效果。

5 结语

整体道床由于其自身优越性在长大隧道中广泛应用,但随着线路运营时间的增加,道床空吊、下沉病害日益突出,严重影响了铁路的正常运输。为改善线路设备质量,保障铁路运输秩序和运输安全,遵循“早防早治、优先排水、因症施策,综合治理”的整治原则,针对道床病害发展的规律,分阶段采取修复排水设施,钻孔注浆加固既有道床,临时固结、更换异性支撑块等工程整治措施,取得了良好的整治效果,为类似工程整治积累了宝贵的工程经验。

参考文献:

[1] 韩云. 乌鞘岭特长隧道整体道床下沉病害整治分析[J]. 甘肃科技纵横, 2016, 45(07): 49-51.

[2] 铁道第一勘察设计院. 乌鞘岭隧道弹性整体道床施工图[Z]. 兰州: 铁道第一勘察设计院, 2005.

[3] 薛再兰. 乌鞘岭隧道整体道床病害原因分析及处理[J]. 铁道标准设计, 2017, 61(01): 85-89.

[4] 于洪春. 隧道内整体道床下沉病害的整治[J]. 铁道建筑, 2002(10): 37-38.

[5] 李德林. 单线铁路整体道床隧道底部渗水综合治理技术[J]. 四川建筑, 2014(2): 182-184.

[6] 邹文浩, 马伟斌, 杜晓燕, 郭小雄. 既有隧道整体道床下沉的“抬-注-锚”复合整治技术研究[J]. 铁道建筑, 2016(01): 20-24.

作者简介: 汤国平(1979-11), 汉族, 男, 甘肃武威人, 工程师, 主要从事铁路运营养护维修及管理工作。