

浅谈道床固化技术在铁路专用线病害整治的应用

Discussion on the Application of Track Bed Solidification Technology in Disease Treatment of Railway Special Line

李利 徐建来

Li Li Jianlai Xu

山东高速轨道交通集团有限公司济南工程分公司 中国·山东 济南 250101

Jinan Engineering Branch of Shandong High Speed Rail Transit Group Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250101, China

摘要: 铁路专用线是由企业或其他产权单位管理的与中国铁路接轨的岔线,是国铁干线与港口、大型工矿企业、物流园区等无缝高效联通的重要基础设施。随着中国“公转铁”等政策的出台及中国经济迅猛发展,铁路专用线路运量增长迅速。

Abstract: The special railway line is a branch line managed by enterprises or other property rights units to connect with China's railway. It is an important infrastructure for seamless and efficient connection between national railway trunk line and ports, large industrial and mining enterprises, logistics parks and so on. With the introduction of China's policy of "public rail transit" and the rapid development of national economy, the traffic volume of special railway lines is growing rapidly.

关键词: 铁路专用线; 道床固化; 聚氨酯材料

Keywords: railway special line; track bed curing; polyurethane material

DOI: 10.12346/etr.v3i5.3592

1 引言

由于铁路专用线路主要为有砟轨道的重载铁路,受大轴重货物列车反复作用,铁路轨道床的破碎粉化、累积沉降变形及翻浆冒泥等病害发展迅速,给轨道的平顺性和稳定性带来了不利影响,尤其是线路中存在的平交道口过渡段、小半径曲线等结构复杂地段会造成线路的运营与维护困难,严重影响运输效率的提升,因此有砟道床聚氨酯固化技术对铁路专用线的病害整治具有重要的研究意义。

2 铁路专用线主要病害及成因

2.1 平交道口过渡段的主要病害及成因

平交道口过渡段在同路基相连接地段的强度、刚度、变形、材料等方面差异巨大,由于这种差异列车在通过过渡段时线路会产生较大的沉降,引起轨道的不平顺。当轨道的平顺性得不到良好的控制时,在列车轮载的作用下冲击作用会被不断放大,加剧沉降差发展,加速路基破坏,还可能使过

渡段处结构破坏,导致路基排水不良。如果线路所处地段排水措施不当,会造成地基形成积水,随着积水对土质基面日益侵蚀,造成基床在列车的冲击荷载作用下出现液化,进而形成泥浆并冒出,导致其失去弹性的同时也发生形变,最终破坏基床结构。该病害一旦发生,会使得翻冒起的泥浆混入道碴,并出现道床各处强度不一、轨面不平、轨枕受力不均或直接失效、钢轨磨耗严重等问题^[1]。

2.2 小半径曲线的病害及成因

铁路小半径曲线的病害产生与钢轨受力有着直接的相关性,当列车在曲线地段运行时,会在钢轨上产生竖直,水平纵向和水平横向三个方向的力。故小半径曲线地段在以上各种力的相互作用下,其钢轨、线路几何尺寸、轨枕和道床等设备极有可能产生变化。时间一久,线路就会出现钢轨损伤病害、轨道几何尺寸超限、轨道连接零件松动等病害,对铁路安全运输造成隐患^[2]。研究表明,曲线地段产生的横向水平力比较大,对线路的横向稳定性影响明显,会降低钢轨的稳定性,进一步影响行车的平稳性。

【作者简介】李利(1985-),女,中国湖南长沙人,硕士,工程师,从事建筑材料研究。

3 道床固化技术的应用及优缺点

道床是提供轨道纵向、横向阻力和弹性的重要组成系统，道床的横向阻力是影响有砟轨道横向稳定性的关键因素，其状态的好坏可以直接影响到线路技术状态的稳定和轨道维修工作量的大小。固化后的道床可以保障车辆安全行驶，有效提高线路稳定性。现有的道床固化技术主要分为道砟黏结技术和聚氨酯固化道床技术^[3]。

道砟黏结技术是在道砟的表面和接触点上采用道砟胶材料进行粘结，道砟胶作用于道砟间的点-点、点-面接触，将离散的道砟固结。道砟胶的分段固化技术早在2000年就应用于英国的道砟区段，中国在重载铁路的过渡段上也进行了广泛的应用。道砟胶结后道床的整体性迅速增强，可以提高过渡段轨道结构的稳定性。缺点是采用道砟胶喷涂道床出现病害后的维修养护开展不易，粉尘污染未能解决。同时，由于增加了道床刚度，在固化时应同时降低轨下胶垫刚度，以减小轮轨力。目前，中国已在郑西、哈大、山西中南部通道、大西等线的有砟—无砟过渡段上进行了道砟胶的应用。

聚氨酯固化道床技术是将聚氨酯混合料注入碎石道床内，通过原料的化学反应形成具有良好弹性及力学性能的聚氨酯泡沫，填充道砟间的空隙并将道砟固结为一个整体。聚氨酯固化道床在列车冲击、振动荷载作用下，不会出现道砟颗粒之间的相对错动及由此而引起的道床残余变形，同时还能减轻道砟颗粒的破碎和粉化造成的道床累积变形。研究表明，在高速列车运营条件下，相比无砟轨道结构聚氨酯固化道床具有更好的减振效果，能大幅减小道床内部动应力及轨道结构对下部基础的压力，降低下部基础的沉降^[4]。同时，聚氨酯固化道床对轨道结构受力更加有利，相比普通碎石道床具有更好的抵抗横向荷载能力^[5]。缺点是聚氨酯固化道床的造价较高，在浇筑、施工工艺上要求较高，所以并未大面积推广应用，主要用于高速铁路，如大西高铁、沪昆高铁、济青高铁等。

4 在铁路专用线病害整治中应用道床固化技术的建议

将道砟胶固化技术应用于过渡段的病害治理，可以对接合部的薄弱地段起到加强作用，同时还能通过限制道砟的移位和分段提高道床的支承刚度。聚氨酯固化道床作为近年来发展起来的一种新型道床结构，除了能够在新建线路中应用之外，在铁路专用线病害整治中也具有广阔的应用前景。通过对中国现有的固化技术的研究了解，对在铁路专用线病害整治中应用道床固化技术提出以下建议。

4.1 聚氨酯材料的选用

在病害整治时，需要对比复杂条件下聚氨酯固化道床结

构与原有结构在力学性能方面的差异，研究分析不同的聚氨酯材料对道床弹性、阻力以及减缓残余变形等方面的作用。聚氨酯固化材料发泡膨胀过程产生膨胀力在一定时间达到峰值，在反应结束后会减小直至消失，这种膨胀力会引发线路不平顺^[6]。施工中必须对单点浇注聚氨酯固化材料工艺进行优化，采取保压措施，在平顺度要求高的线路应选用膨胀力小的专用聚氨酯固化材料。

4.2 注意断面粘结形式

固化道床的断面尺寸的也是影响到床力学性能的重要因素，故对道床固化厚度以及道砟、枕盒的固化范围也是应该开展探讨的问题。采用道砟胶固化道床时，应根据病害的类型采用相应的断面粘结形式。当病害位于道砟层且路基排水条件良好时，因下部基础稳定，应采用对道床扰动最小的影响维修的断面粘结形式；当病害位于路基或者路基与道床的接合部时，应采用不影响维修的断面粘结形式，并修复道床和路基的排水功能^[7]。

4.3 注意道砟的清洁度

由于碎石道床中脏污材料的存在会影响聚氨酯固化材料与道砟的黏结性能，最终影响聚氨酯固化道床的稳定性。对既有的有砟线路进行病害整治时需要注意道砟中石粉、煤粉、黏土等粉体脏污材料对聚氨酯固化材料力学性能的影响。研究表明，粉体脏污材料以填料的形式分散在固化材料中，会导致聚氨酯固化材料发生本体断裂，随着粉体脏污材料含量的增加，固化材料与道砟的黏结强度逐渐降低。道砟表面含有机油时，固化材料与油污道砟黏结破坏易出现界面破坏，且固结体承受压缩循环荷载时残余变形量较大^[8]。

参考文献

- [1] 项敏.铁路重载线路病害及其整治施工管理[J].工程设计施工与管理,2017(18):88-90.
- [2] 吕建军.铁路小半径曲线病害的成因及整治[J].内蒙古统计,2013(8):51-52.
- [3] 晋晶晶.聚氨酯固化道床发展与应用[J].中国新技术新产品,2020(4):127-128.
- [4] 杨书生,柴强,蒋涵柯,等.济青高速铁路聚氨酯固化道床的动力特性测试分析[J].铁道建筑,2019(11):101-103.
- [5] 鄢录朝,王红,许永贤,等.聚氨酯固化道床的力学性能试验研究[J].铁道建筑,2015(1):107-112.
- [6] 鄢录朝,王红.大西高铁聚氨酯固化道床施工中轨道变形控制措施研究[J].中国铁道科学,2018(7):2-6.
- [7] 朱永见.聚氨酯在铁路道砟粘技术中的应用综述[J].铁道标准设计,2016(10):31-35.
- [8] 李书明.道砟清洁度对聚氨酯固化材料力学性能的影响[J].铁道建筑,2019(5):121-124.