

文章编号: 1674—8247(2018)01—0048—05

## 运营铁路维修天窗期无砟轨道拆换技术

刘喆丰 李保友

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

**摘要:**无砟轨道结构优势明显,自遂渝试验段成功运营后,在我国得到了广泛的推广和应用。但近年来,时有发生的基础变形等问题也给无砟轨道的维修工作带来了一些困扰,尤其是基础发生上拱变形的问题。为解决此类问题,文章以某铁路隧道上拱病害段无砟轨道的整治为例,提出了一个维修天窗期间无砟轨道拆换的技术方案。从施工准备和天窗作业两个主要方面着手,阐述并探讨了测量方法、数据分析、轨道状态调查、轨道结构拆换工序等关键技术及流程,为运营铁路利用天窗期整治该类无砟轨道病害提供了一种有效的技术措施。

**关键词:**隧道上拱; 维修天窗; 无砟轨道拆换

**中图分类号:**U216 **文献标志码:**A

## Replacement Technique of Ballastless Track of Operating Railway in Maintenance Time

LIU Zhefeng LI Baoyou

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

**Abstract:** Since the test section of Suining-Chongqing railway was put into use, the ballastless track has been greatly popularized and applied in China because of its obvious structural advantage. In recent years, some problems such as foundation deformation, etc. bring some difficulties to maintenance work. Therefore, in this paper, a technique scheme of ballastless track replacement during maintenance time is put forward, the key technologies such as measuring method, data analysis, track state investigation and track structure replacement, etc. are expounded and discussed from construction preparation and maintenance time, which provides an effective technical measure for diseases repairing of ballastless track of railway in operation during maintenance time.

**Key words:** ballastless track deformation problem; maintenance time; ballastless track replacement

自遂渝线无砟轨道试验段通车后,我国的无砟轨道应用及发展步入了一个黄金时期。无砟轨道结构优势明显,其整体性结构在为轨道带来高稳定性、平顺性和耐久性的同时,也为其拥有了维修少,生命周期成本低的特点<sup>[1]</sup>。但近年来,隧道地段线下基础变形时有发生,受结构本身和扣件调整量的限制,当线下基础发生较大变形时,无砟轨道往往要通过结构拆换的方式完成维修,如何能在天窗期间完成对轨道结构的替换

维修工作是一个值得研究的问题。本文将结合某线隧道上拱段无砟轨道整治的实例,对维修天窗期间无砟轨道结构的快速拆换技术进行说明和探讨,从而为处理该类问题提供有效的技术借鉴。

### 1 工程概况

#### 1.1 隧道上拱情况简述

某设计速度为200 km/h客货共线铁路,工务部门

收稿日期:2017-06-22

作者简介:刘喆丰(1986-),男,工程师。

引文格式:刘喆丰,李保友.运营铁路维修天窗期无砟轨道拆换技术[J].高速铁路技术,2018,9(1):48-52.

LIU Zhefeng, LI Baoyou. Replacement Technique of Ballastless Track of Operating Railway in Maintenance Time [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(1): 48-52.

于2012年发现一处双线隧道内3 km范围线路出现局部地段晃车现象。通过对该段轨道的监控量测发现K 919+038、K 920+410、K 921+083三处在前后一定范围内隧道仰拱回填层有明显抬升,其中最严重段落累计抬升量达到81.6 mm,且暂未有收敛迹象。工务部门通过对上拱段及相邻段的扣件进行顺坡处理后,扣件暂无进一步调整空间。

### 1.2 既有轨道结构

隧道内既有轨道为CRTS I型双块式无砟轨道,结构高度630 mm,道床板为C40钢筋混凝土结构,宽度2 800 mm。扣件为WJ-7A型扣件,结构高度35 mm,高低调整范围 $-4 \sim +26$  mm<sup>[2]</sup>。

### 1.3 轨道维修方案

考虑到线下基础变形尚未收敛,若继续采用无砟轨道结构替换将存在二次整治的风险,而有砟结构具有更好的基础变形适应性。因此为尽可能的减少未收敛的变形对轨道结构的影响,设计考虑以有砟轨道替换无砟轨道结构的形式进行过渡,待基础稳定后采用固化道床等方式最终恢复线路设计运营标准。

拆换后的轨道按200 km/h客货共线铁路有砟轨道结构标准设计,其结构高度766 mm,道床标准厚度350 mm,采用Ⅲa型混凝土轨枕配套弹条Ⅱ型扣件。为预留后期的调整余量,自无砟与有砟分界处30 m范围内增加50 mm有砟轨道结构高度。

因拆除和还建的两种轨道结构高度相差136~186 mm,在清除无砟轨道结构后,须采用铣刨方式清除一定厚度的隧道仰拱回填层。

## 2 无砟轨道拆换技术原理

基本原理是根据承轨台测量数据对隧道内轨面标高进行拟合<sup>[3]</sup>,将待拆除的无砟轨道多批次分段在维修天窗期内替换为有砟轨道结构形式。

主要工序及原则如下:

- (1) 通过承轨台绝对标高的测量,明确上拱值及范围;
- (2) 通过调坡拟合线路标高,减少整治范围;
- (3) 降低隧道仰拱回填层标高,保证有砟轨道结构高度的同时预留调整量;
- (4) 处理仰拱回填层面,表面清洁、高程和平整度满足排水要求;
- (5) 清除无砟道床前,须消除整治范围内的道床板离缝,防止切割后的道床板在行车时存在脱空隐患;
- (6) 清除无砟轨道前,须对清除段相邻无砟道床

进行锚固;

(7) 按2.5 m一个工作面单元实施拆除替换工作;

(8) 施工期间次日运营列车须限速 $\leq 45$  km/h。

## 3 无砟轨道拆换技术

### 3.1 主要工艺流程

维修天窗期无砟轨道拆换技术主要工艺流程如图1所示。

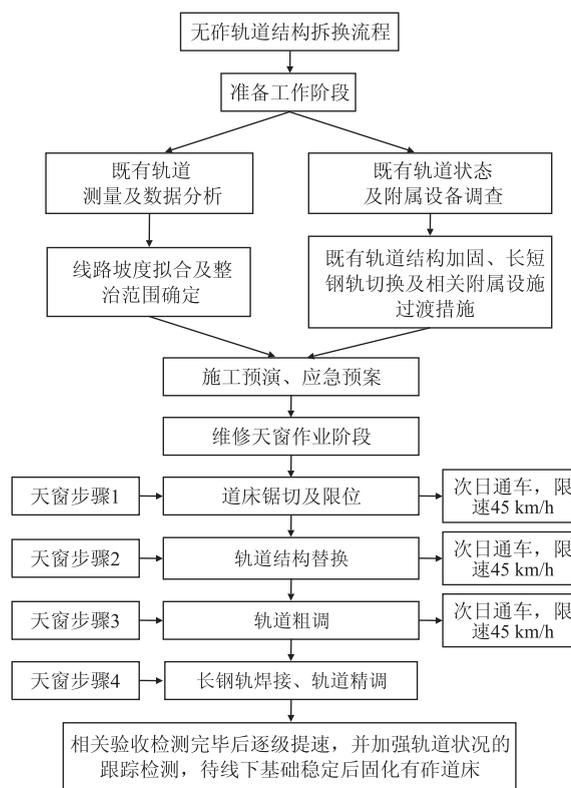


图1 无砟轨道拆换工艺流程图

### 3.2 准备工作阶段

#### (1) 既有轨道测量

获取准确的轨道标高数据是方案实施的首要条件。需要注意的是,由于线下基础尚未稳定,轨面标高会因为工务部门的不断调整而变化。因此,应对无砟轨道承轨台面进行测量。测量前须对测量单位进行交底,着重明确以下几点:

##### ① 左右股高差

由于基础变形原因错综复杂,反映至无砟轨道的变化也非线性。因此,上拱病害地段的左右股承轨台可能存在一定的高差。可通过工务部门记录的现场扣件调整值和标准结构高进行一个预先判断,对测量点进行明确。

##### ② 立尺位置

测量前须明确承轨台面有无轨底坡、左右股是否存在高差等,以便确认立尺位置。以本案为例,轨道所采用的SK-1型双块式轨枕承台面无轨底坡,但上、下行线均以靠线路中心线一侧轨道较高,高差明显,须将测量点设定于钢轨下方方可减小测量误差,且测量点必须位于钢轨的同一侧,如图2所示。

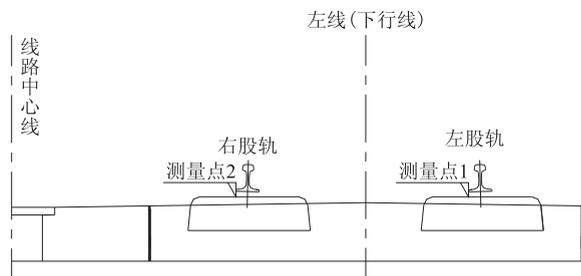


图2 SK-1型轨枕承台测量点示意图

### ③轨枕标记

对于一个病害段的测量往往不止一次,为考虑后期测量数据的对应性和检验数据的准确性,应对每根轨枕进行统一方式标记。

### (2)测量数据分析

对于数据分析及调坡设计,可考虑以下几点:

- ①核查测量点位置,尽可能减小测量误差;
- ②测量数据与竣工验收数据进行对比,减小由施工误差引起的高程差;
- ③根据扣件调整能力为调坡设计提供边界条件;
- ④对于上、下行线变形差异较大的情况,可考虑分别调坡;
- ⑤调坡方案应考虑预留后期再次顺坡调整空间。

测量数据及分析结果,如图3所示。

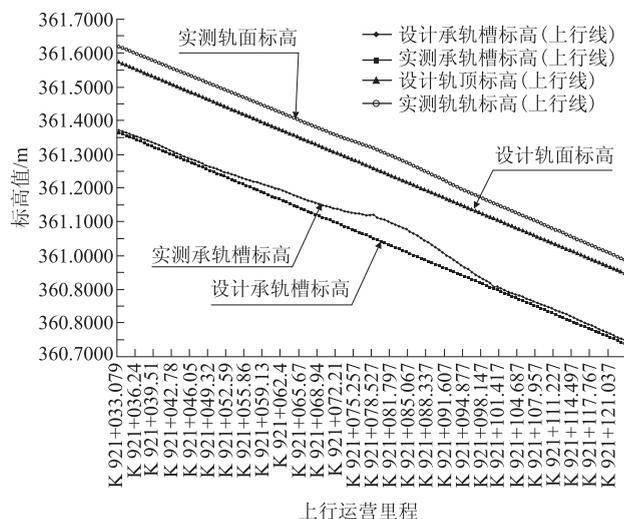


图3 轨面及承轨台标高测量比对分析图

### (3)既有轨道状态及附属设备调查

#### ①道床板调查及加固

以本案为例,整治区段内无砟轨道状态较差,存在不同程度的道床板离缝现象。为防止道床板切割后离缝地段产生脱空现象影响行车安全,在结构替换实施前,施工单位与工务部门、监理单位三方应对整治区段进行现场核对,其后完成道床锚固和离缝处理等加固工作<sup>[4]</sup>。待以上工作完成后方可进行道床切割工作。

#### ②轨道附属设施调查及处理措施

附属设备的调查主要是对无砟轨道结构拆换所涉及的应答器、接地端子、绝缘接头等进行数量和里程的核实,并与相关专业一道拟出施工期间过渡方案,确保各设施设备在施工阶段及其前后的工作状态正常<sup>[4]</sup>。

#### ③长钢轨调查及短轨替换工作

维修天窗施工的特点之一是需要轨道结构在施工和行车两种条件下反复切换,无缝线路所采用的长钢轨形式显然无法适应这种切换要求。因此要将整治区段内的长钢轨改换为短轨形式,同时为了尽量减少准备阶段的工作量及施工影响,可直接将既有长钢轨按12.5 m轨形式进行锯切改换。

既有长钢轨与短轨的切换需注意安装接头夹板的交接处轨腰钻孔工作、切割位置前后钢轨的无缝线路加强锁定工作以及轨道电路的过渡保障工作<sup>[5]</sup>。

### 3.3 维修天窗作业阶段

维修天窗作业阶段是本技术可否实施的关键,相关工作必须分天窗逐步实施,并严格控制每一道工序的施作时间,做好施工预案,保障天窗结束前轨道结构状态满足限速条件下的安全行车要求<sup>[6]</sup>。下面将以本案为例,按作业顺序对单个作业单元的施做步骤进行探讨。

#### 3.3.1 天窗步骤1

##### (1)道床板切割及限位

①将计划施工单元内的短轨拆除并撬移至道心滚轮上,移开整治区段并做好保护。

②切割道床(横向切缝):采用混凝土切割机沿道床板横向每隔1~2根轨枕(根据吊装能力确定),切一道深约40 cm的竖向贯通缝,切缝位于轨枕中间如图4所示。横向切割范围含道床两侧的填充混凝土。切割处搭建塑料棚以防止碎屑飞溅。

③恢复短轨:天窗点结束前恢复短轨。

##### (2)清除两侧混凝土及设置吊装孔

①清除混凝土:清理已切割的道床两侧填充混凝土结构。

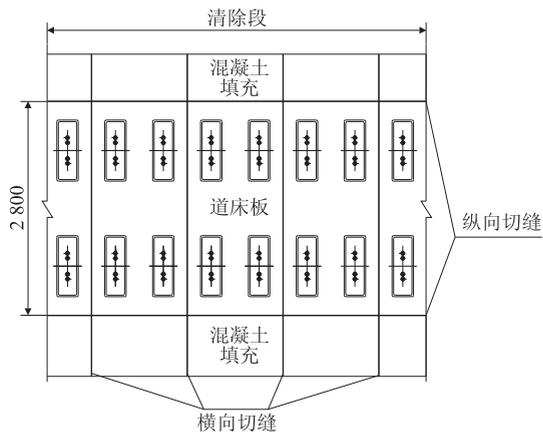


图 4 道床板及两侧混凝土填充切割示意图(mm)

②横向限位:清理填充层后,在道床板两侧沿纵向设置(160 mm × 160 mm × 800 mm)角钢进行限位;对道床板两侧的基底进行清理,然后在基底上钻孔(直径 3 cm,深 19 cm),采用 M27 锚固螺栓将角钢固定如图 5 所示。

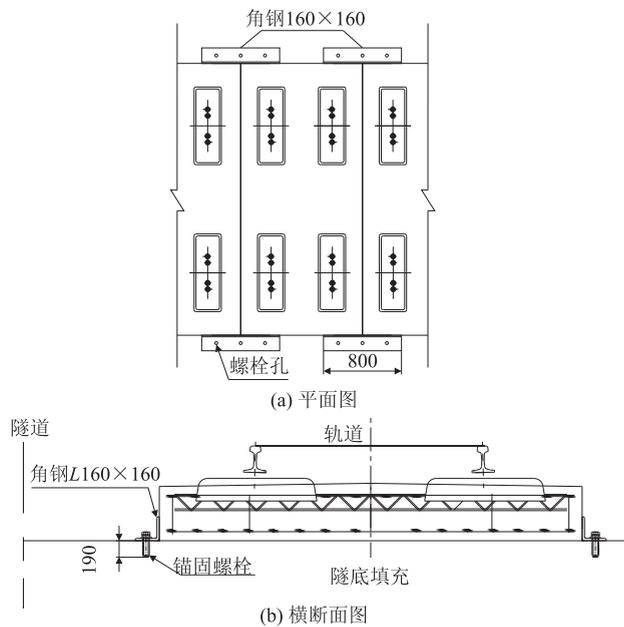


图 5 道床板横向限位示意图(mm)

③设置吊装孔:在道床两侧竖向中间位置用混凝土取芯机进行钻孔(直径 5 cm,深 40 cm),如图 6 所示。

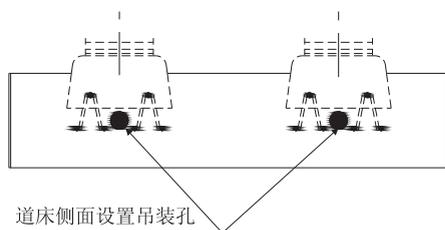


图 6 道床板侧面吊装孔设置示意图

④恢复短轨:天窗点结束前恢复短轨。

### 3.3.2 天窗步骤 2

轨道结构替换是重点工序,该步骤实施时应考虑利用 6 h 大天窗时间,实施拆换作业的单元之间宜间隔 5 m,实施前应加强方案演练及相关应急预案的准备。主要工序如图 7 所示。

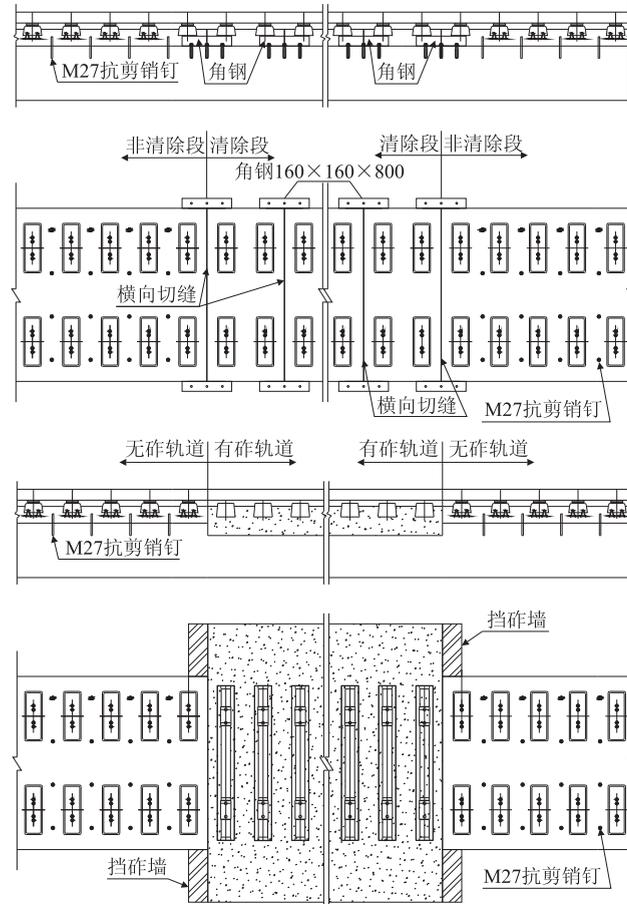


图 7 轨道结构替换示意图(mm)

①拆移短轨:拆除 1 根钢轨,将钢轨撬移至道心滚轮上,移开整治区段并做好保护。

②拆除限位:解除当天窗点需清除范围内的道床限位措施。

③吊装道床:利用便携式劈裂机等设备将道床与仰拱回填层脱离。在吊装孔位置插入钢棒,使用吊车将混凝土道床块吊装至临线运输车上,或利用隧道平行导洞进行运输。

④降低标高:通过风镐对仰拱回填层混凝土面进行的磨碎约 10 cm 厚,再通过小型铣刨机设备铣刨,使其表面平整并自然形成排水纹路。完成后应复核高程。

⑤恢复轨道:填铺一级道砟、铺设轨枕并进行捣固,按与相邻轨道顺接的坡度恢复轨道。

### 3.3.3 天窗步骤3、步骤4

#### (1) 轨道调整

待一线道床拆铺施工完成后,按拟合坡度对轨道进行粗调<sup>[6]</sup>。

#### (2) 长钢轨恢复及轨道精调

拆移短轨、锯切有孔钢轨,利用轨道平板车将更换的新轨运至现场,存放于两线间备用。焊接前根据新轨实际长度,利用无齿锯切断钢轨,注意焊缝距离、锁定温度应满足设计及运营单位要求。无缝线路锁定完成后进行轨道精调和钢轨打磨,恢复到设计线路精度标准<sup>[7]</sup>。

待精调完成后进行另一线路施工作业。

### 3.4 逐级提速及监测阶段

施工完成后,应注意加强对有砟轨道、无砟轨道及其过渡段状况的跟踪检查。同时在确保行车及轨道设备安全的前提下进行分级提速,在每级提速前必须对线路及轨道设备进行一定时间的加强监测,确保安全后方能提速<sup>[8]</sup>。

## 4 结束语

本文通过结合某隧道上拱病害段无砟轨道的整治,从设计和施工的角度出发,分别以准备工作阶段的承轨台测量方法、数据分析、轨道状态及附属设施调查和处理,和维修天窗作业阶段的几个主要施做步骤为探讨方向,较为全面的对无砟轨道拆换技术的设计和施工进行了分析和探讨,为在不中断行车的条件下解决由线下基础变形引起的无砟轨道病害提供了一种可靠的技术措施。

该技术措施具有以下几点优势:

(1)从技术实施性看,无混凝土养护需求的有砟结构,实施更为方便快捷,可在维修天窗内完成替换,对运营影响小。

(2)从对行车的保障性看,该措施为施工组织提供了灵活性,可随时通过填补道砟的方式恢复轨道结构至通车状态,大幅降低了天窗期施工可能导致的次日行车断道的风险。

(3)从结构稳定性和耐久性看,在线下基础稳定后,通过道床固化等措施可提高有砟轨道结构的稳定性、耐久性,减少相关养护维修工作。

## 参考文献:

- [1] 易思蓉. 铁道工程(第二版)[M]. 北京:中国铁道出版社,2011.  
YI Sirong. Railway Engineering (Second Edition) [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2011.
- [2] 科技基[2007]207号,WJ-7型扣件暂行技术条件[S].  
Ke Ji Ji [2007] No. 207, Interim Technical Conditions of WJ-7 Fastener[S].
- [3] 武孟尝. 高速铁路轨道精调作业技术[J]. 铁道勘察,2012,38(3):4-8.  
WU Mengchang. Fine Adjustment Technology for High-speed Railway Track[J]. Railway Investigation and Surveying,2012,38(3):4-8.
- [4] TG/GW 115-2012 高速铁路无砟轨道线路维修规则(试行)[S].  
TG/GW 115-2012 High Speed Railway Track Maintenance Rules [S].
- [5] TB 10754-2010 高速铁路轨道工程施工质量验收标准[S].  
TB 10754-2010 Construction Quality Acceptance Standard of High-speed Railway Track Engineering [S].
- [6] Q/CR 9605-2017 高速铁路轨道工程施工技术规程[S].  
Q/CR 9605-2017 Technical Specification For Construction of High-Speed Railway Track Engineering [S].
- [7] 铁道部工程管理中心. 客运专线铁路无砟轨道施工要点手册[M]. 北京:中国铁道出版社,2009.  
Engineering Management Center of Ministry of Railway. Construction Manual of Ballastless Track of Passenger Dedicated Line [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2009.
- [8] TB 10621-2014 高速铁路设计规范[S].  
TB 10621-2014 Code For Design of High Speed Railway[S].

(编辑:赵立红 苏玲梅)