

文章编号: 1674—8247(2022)03—0039—06
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2022.03.008

高速铁路道岔可动心轨辙叉拆分修技术研究及应用

张加奇

(中国铁路广州局集团有限公司, 广州 510030)

摘 要:随着列车高速、高密运行,道岔钢轨病害逐渐显现并不断加剧,其中可动心轨辙叉区钢轨部件伤损尤为严重、频繁,严重影响列车的平稳安全运行,需要及时更换处理。为节约道岔更换成本、解决轨道车吊装能力不足等问题,文章开展可动心轨辙叉拆分更换相关技术研究,结合中国铁路广州局集团有限公司管内京广高铁铺设使用的客专系列、CN 系列 1/18 道岔,对可动心轨辙叉拆分更换技术可行性与操作流程进行了分析研究;依托相关工程案例,介绍了辙叉拆分修技术的施工准备工作、技术操作流程、应急处置预案和关键操作步骤等;现场实际应用中也取得了预期的效果。

关键词:高速铁路;可动心轨辙叉;辙叉拆分修技术;心轨;翼轨;叉跟尖轨

中图分类号:U213.6⁺2 文献标志码:A

Research and Application of Disassembly and Repair Technology for Movable Point Frog of High-speed Railway Turnout

ZHANG Jiaqi

(China Railway Guangzhou Bureau Group Co., Ltd., Guangzhou 510030, China)

Abstract: With the high-speed and high-density operation of the train, the rail defects of the turnout gradually appear and continue to intensify, and the rail components of the movable point frog are particularly seriously and frequently damaged, which seriously affects the smooth and safe operation of the train and needs to be replaced in time. In order to save the cost of turnout replacement and solve the problems of insufficient lifting capacity of the rail car, the paper carries out the research on the relevant technology of the disassembling and replacement of movable point frog, and analyzes the feasibility and operation process of the disassembling and replacement technology of movable point frog in combination with the passenger dedicated series and CN series 1/18 turnout used in the laying of Beijing-Guangzhou High-speed Railway under the management of China Railway Guangzhou Group Co., Ltd. Relying on relevant engineering cases, the construction preparation, technical operation process, emergency disposal plan and key operation steps of frog disassembly and repair technology are introduced. Expected results have also been achieved in practical application on-site.

Key words: high-speed railway; movable point frog; disassembly and repair technology; point rail; wing rail; switch rail at the frog heel

收稿日期:2021-12-02

作者简介:张加奇(1977-),男,工程师。

引文格式:张加奇.高速铁路道岔可动心轨辙叉拆分修技术研究及应用[J].高速铁路技术,2022,13(3):39-44.

ZHANG Jiaqi. Research and Application of Disassembly and Repair Technology for Movable Point Frog of High-speed Railway Turnout[J]. High Speed Railway Technology, 2022, 13(3):39-44.

中国铁路广州局集团有限公司(以下简称广铁集团)管内京广高速铁路线路共铺设 18 号道岔 244 组,其中 CN 系列道岔 175 组、客专系列道岔 69 组,随着列车高速、高密运行,道岔钢轨病害逐渐显现并不断加剧,其中可动心轨辙叉区钢轨部件伤损尤为严重、频繁,严重影响列车的平稳安全运行,需及时进行更换处理^[1-3]。

1 高速铁路 18 号道岔简介

1.1 道岔种类

高速铁路道岔均为单开道岔,可以按采用的技术系列、速度(直向或侧向容许通过速度)、轨下基础类型进行分类。按照技术系列,可将高速铁路道岔分为客运专线系列、CN 系列、CZ 系列。目前广铁集团管内京广高速铁路铺设使用的 18 号高速道岔主要以客运专线系列以及 CN 系列为主,其种类、型号如表 1 所示^[4]。

表 1 18 号高速道岔种类

道岔号数	系列	型号	侧向容许速度/(km/h)	备注
18	客运专线	客运专线(07)004	80	速度 250 km/h、有砟
		客运专线(07)001		速度 250 km/h、无砟
		客运专线(07)009		速度 350 km/h、无砟
	CN	CN-6118AB		有砟
		CN-6118AS		无砟

1.2 可动心轨辙叉结构特征

1.2.1 CN 系列

CN 系列 18 号道岔辙叉部分长 15.014 m,心轨前段为整体结构,采用与钢轨同一材质的钢坯,经机械加工后与心轨后段 2 根叉跟连接轨拼焊,叉跟连接轨及翼轨均采用 60 kg/m 标准断面 R350HT 钢轨制造,翼轨最大竖向抬高 2.3 mm,叉跟尖轨由 2 段钢轨焊接而成,前段为 60E1F1 钢轨,后段为 60 kg/m 标准断面 R350HT 钢轨,道岔为单肢弹性可弯结构,翼轨跟端与心轨采用间隔铁结构连接,如图 1 所示^[5-6]。

1.2.2 客运专线系列

客运专线系列 18 号道岔辙叉部分长 20.992 m,可动心轨辙叉为钢轨组合型,心轨采用 60D40 钢轨制造,短心轨后端为滑动端,翼轨采用轧制的特种断面翼轨,翼轨跟端用间隔铁分别与长心轨和岔跟轨胶接,

胶接层厚度不大于 1 mm,如图 2 所示。



图 1 CN 系列 18 号道岔辙叉图



图 2 客运专线系列 18 号道岔辙叉图

2 辙叉拆分更换技术可行性分析

目前,各铁路局针对高速铁路道岔辙叉更换一般采用整体更换方式,一次施工最少需要更换 1 组加长辙叉、2 根趾端连接轨,焊接 5 个接头,胶结 1 个接头,需要同时使用 16 t 吊机轨道车 4 辆、15.5 m 平板车 2 辆,其他工机具、材料若干。该更换方式存在道岔维修养护成本高、施工作业面大、对轨道车吊装能力要求高等缺点。

通过对 CN 系列、客运专线系列 18 号道岔辙叉结构进行分析与解构,并在长沙动车所轨料基地进行了实物拆分与拼装。经试验与方案研究,并经新铁德奥道岔有限公司、中国铁建重工集团有限公司 2 家道岔生产厂家确认,认为 CN 系列、客运专线系列 18 号道岔辙叉具备拆分后单独更换心轨、翼轨及叉跟尖轨的可行性。

3 辙叉拆分修技术实施

3.1 施工前期准备

3.1.1 确认辙叉拆分更换范围

结合心轨(长心轨、短心轨)、翼轨、叉跟尖轨磨耗和伤损情况,确定拆分范围,并确定引轨配置方案。

3.1.2 备用轨件型号和尺寸核对

轨件型号确认后需准确核对轨件全长、所有结构螺栓孔距及位置(含电务转辙设备安装孔)。

3.1.3 施工现场准备工作

施工现场准备工作包含以下4部分:(1)结构螺栓拆卸准备(尤其是客运专线系列辙叉跟端横向结构螺栓,56个螺栓中有44个为胶结);(2)电务设备提前拆卸准备;(3)确认钢轨调运条件;(4)辙叉拆分修更换时,确保锁定轨温在设计锁定轨温范围内。

3.2 CN系列道岔施工技术操作流程

以京广高速铁路株洲西站6号道岔(道岔型号为CN-6118AS,左开,可动心轨辙叉)叉跟尖轨及引轨拆分更换施工为例,介绍其具体施工操作流程。

3.2.1 人员安排及分工

现场包含施工负责人1人、技术负责人1人,探伤作业1人,焊轨作业10人,其他作业人员32人。其中施工负责人全面负责施工组织,全面负责施工进度、施工质量、施工安全盯控以及开通前的全面检查和清场确认;防护组2人负责工地防护,包括短路铜线安装和拆卸、防护信号的设置和拆除以及平板车和工机具搬运的安全;拨轨组18人负责新、旧钢轨吊运和进出钢轨等;零配件拆卸组10人负责叉跟尖轨、引轨所有连接零件以及叉跟尖轨间隔铁、螺栓的拆卸、安装;技术组2人负责测量轨温、几何尺寸和确定锯轨位置,确认待换引轨长度,跟踪和盯控焊接质量,确认几何尺寸达到开通条件。

3.2.2 施工步骤

(1)确认封锁命令下达,驻站联络员通知施工负责人施工封锁开始,下达上道命令,人员开始上线。防护组设置防护并按照规定位置连接好短路铜线,短路铜线设置3处,6号岔口3号枕1处,6号岔后直向50 m处、侧向50 m处各设置1处,短路铜线设置后联系电务确认作业区段轨道短路,并向施工负责人汇报。此阶段用时10 min,累计用时10 min。

(2)吊运钢轨。拨轨组将备用叉跟尖轨吊运至待换位置摆放,25 m备用钢轨吊运至6号岔后待换对应

位置道床边坡,架好,并做好新轨锯轨准备。钢轨摆放稳定后,对叉跟尖轨尖端进行预打磨,对叉跟尖轨间隔铁进行打磨抛光处理。

(3)零配件拆卸。先拆除6号岔叉跟尖轨、引轨连接零件,含待换叉跟尖轨所有横向连接零件、扣件,拆除翼轨扣件,拆除长、短心轨间顶铁,拆除待换叉跟尖轨对应位置长、短心轨所有扣件。拆除的扣件、螺栓必须统一放置在直股护基轨内侧对应位置。再拆除引轨零配件,锯轨位置装好压机配合。拆卸的零配件须全部摆放到指定位置(相对应的右股枕木盒内)。电务作业人员拆除叉跟尖轨的转辙机设备及其余影响换轨作业的电务设备。

(4)几何尺寸标定、现场锯轨。技术组标定叉跟尖轨及引轨几何尺寸,确定现场锯轨位置,现场锯轨2处,分别为叉跟尖轨跟端铝热焊前后50 mm范围1处,距铝热焊接头 ≤ 22 m范围内轨枕盒中心位置1处,技术组须在锯轨前对叉跟尖轨尖端位置进行标记,锯轨后掌握轨缝拉开情况,特别注意叉跟尖轨尖端纵向位移情况;然后锯切新叉跟尖轨跟端,计划切轨长度为600 mm,现场根据叉跟尖轨跟端至间隔铁第1处螺栓孔的长度确定;施工负责人确认锯轨点位置正确后,安排人员进行现场锯轨,技术组根据叉跟尖轨长度和位置确定岔后引轨长度,标定新轨锯轨位置,确定新钢轨长度时,必须根据现场钢轨锯切到位后的位置来确定。吊运钢轨、零配件拆卸、几何尺寸标定、现场锯轨共用时40 min,累计用时50 min。

(5)拨出旧叉跟尖轨、引轨。由拨轨组负责拨出叉跟尖轨、引轨,先拨出引轨,拨叉跟尖轨时,必须先拨开翼轨及叉跟尖轨对应位置的短心轨,如叉跟尖轨不能定位拨出时,采用纵向移动抽出叉跟尖轨。此阶段用时20 min,累计用时70 min。

(6)新叉跟尖轨及引轨落槽。由拨轨组负责抬入新叉跟尖轨,当叉跟尖轨不能落槽时,先拨入翼轨并上好扣件,松开垫板螺栓,用压机起高翼轨(保证滑床板倾斜便于叉跟尖轨落槽刚性扣压一侧),零配件拆卸组确认叉跟尖轨轨下胶垫情况,补充缺失或者失效轨下胶垫。由技术负责人、施工负责人共同确认叉跟尖轨位置是否正确。叉跟尖轨落位后,对叉跟尖轨间隔铁及对应翼轨轨腰进行打磨以及进行胶结处理。叉跟尖轨胶结和锁定后,技术组测量叉跟尖轨后引轨待换长度,确定新钢轨上道长度,锯切新钢轨。叉跟尖轨锁定后,恢复所有辙叉部位连接零件和扣件,技术组复核

焊缝无误后,组织钢轨焊接。此阶段用时40 min,累计用时110 min。

(7)钢轨焊接、电务设备安装、处理旧轨、几何尺寸整正。此阶段用时60 min,累计用时170 min。

(8)拆除短路铜线,电务设备调试,焊缝打磨、探伤。此阶段用时30 min,累计用时200 min。

(9)确认开通条件,现场清场。施工负责人确认电务调试完毕,技术组负责确认几何尺寸、各部分间隔尺寸达到开通条件并向施工负责人汇报,施工负责人确认后,检查施工现场,确认扣件状态良好,工机具撤除,现场无遗留物,通知人员撤离。此阶段用时10 min,累计用时210 min。

3.3 客运专线系列道岔施工技术操作流程

以京广高速铁路长沙南站62号道岔(道岔型号为客专(07)001,左开,可动心轨辙叉)短心轨及叉跟尖轨拆分更换施工为例,介绍其具体施工操作流程。

3.3.1 人员安排及分工

施工负责人1人,质量监控及技术组2人,防护组3人,扣件组21人,吊拨轨组13人,焊轨组5人,探伤组1人,电务配合组12人。其中施工负责人全面负责施工组织,全面负责施工进度、施工质量、施工安全盯控以及开通前的全面检查和清场确认;质量监控及技术组负责上下道钢轨的确认,切轨位置的确定,负责锁定轨温、换轨长度、焊缝拉开长度及预留轨缝等数据的记录,对焊接质量、焊缝平直度、打磨质量、探伤进行验收;防护组负责施工登销记及与施工现场的联络工作,施工过程中随时与施工负责人通话,掌握施工进度,通报封锁剩余时间,施工结束后必须在接到施工负责人通知后方可登记开通;扣件组负责换轨地段扣件松取及安装,组织扣件和几何尺寸整治、工电结合部密贴整治、钢轨除锈、焊缝降温等工作;吊拨轨组负责新轨的运送,出入旧新轨和旧轨回收,旧心轨、叉跟尖轨的下道摆放及应急备用轨吊运等工作;焊轨组负责锯轨、配轨及焊缝铝热焊接,包括对轨、打磨、焊接等工作;探伤组负责焊头的探伤检查工作;电务配合组负责拆除所有影响换轨地段的电务设备,确认短路铜线连接良好,确认锯轨条件以及焊轨后安装所有电务相关设备并调试及测试轨道分路等工作。

3.3.2 施工步骤

(1)确认封锁命令,驻站联络员通知施工负责人施工封锁开始,下达上道命令,人员开始上线。防护组设置防护并按照规定位置连接好短路铜线,短路铜线

设置3处,62号岔口3号枕1处,62号岔后直向50 m处、侧向50 m处分别设置1处,短路铜线设置后联系电务配合组确认作业区段轨道短路,并向施工负责人汇报。此阶段用时10 min,累计用时10 min。

(2)吊运钢轨。吊轨组将备用短心轨吊至62号岔对待换位置曲股道心摆放;备用叉跟尖轨吊运至待换位置曲股道心摆放。

(3)零配件拆卸。扣件组先沿心轨至叉跟尖轨尖端方向依次拆卸长、短心轨间间隔铁、心轨顶铁及翼轨顶铁,再依次拆除叉跟尖轨4组间隔铁、两侧翼轨扣件螺栓及轨距卡。零配件全部拆卸完毕后,拨开短心轨一侧翼轨,使用起道机(安装在翼轨跟端)将叉跟尖轨、长心轨抬起(超过挡肩)。电务作业人员拆除心轨、叉跟尖轨的转辙机设备及其余影响换轨作业的电务设备。

(4)几何尺寸标定、现场锯轨。技术组标定短心轨、叉跟尖轨几何尺寸,确定现场锯轨位置,现场锯轨1处,具体为叉跟尖轨跟端焊缝后端50 mm范围。必须在锯轨前对短心轨及叉跟尖轨尖端位置进行标记,锯轨后掌握轨缝拉开情况,特别注意叉跟尖轨纵向位移情况。施工负责人确认锯轨点位置正确后,安排人员进行现场锯轨。吊运钢轨、零配件拆卸、几何尺寸标定、现场锯轨、电务设备拆卸共用时50 min,累计用时60 min。

(5)拨出旧短心轨、叉跟尖轨。由拨轨组负责依次拨出旧短心轨、叉跟尖轨。短心轨原位抬起,然后把叉跟尖轨纵向移出滑床台扣压范围后抬起。当吊装旧心轨时,吊轨车安装在右侧翼轨上,侧向辙叉道心内设置轨枕3处以保护电务心轨转辙器设备,旧心轨吊出后从轨枕上拨出线路外侧。此阶段用时10 min,累计用时70 min。

(6)新短心轨、叉跟尖轨落槽。由拨轨组负责吊入备用心轨、叉跟尖轨沿导曲线内吊运至待换位置,平行落槽,心轨落槽以后根据心轨实际尖端与辙叉咽喉间隔铁距离进行定位,心轨定位后抬入叉跟尖轨。叉跟尖轨落槽后,技术组第一时间要对叉跟尖轨焊缝距离进行确认。心轨落槽后,技术组需第一时间联系电务配合组共同确认短心轨纵向位置,复核电务设备安装要求,确认无误后,扣件组迅速对短心轨进行锁定,优先安装长短心轨间5处间隔铁,其次是叉跟尖轨3处间隔铁以及心轨、叉跟尖轨跟端扣件螺栓(焊缝处2根轨枕不安装),最后安装心轨顶铁。此阶段用时

40 min,累计用时 110 min。

(7)钢轨焊接、电务设备安装、处理旧轨、几何尺寸整正。此阶段用时 60 min,累计用时 170 min。

(8)拆除短路铜线,电务设备调试,焊缝打磨、探伤。此阶段用时 30 min,累计用时 200 min。

(9)确认开通条件,现场清场。施工负责人确认电务调试完毕,技术组负责确认几何尺寸、各部分间隔尺寸达到开通条件并向施工负责人汇报,施工负责人确认后,检查施工现场,确认扣件状态良好,工机具撤除,现场无遗留物,通知人员撤离。此阶段用时 10 min,累计用时 210 min。

3.4 应急处置预案

3.4.1 焊轨“漏铁水”

铝热焊施工过程中一旦发生“漏铁水”现象,如时间充足,施工负责人马上组织作业人员锯掉铝热焊缝后 50 mm 钢轨,重新插入 1 根长度不短于 20 m 的钢轨进行重新焊复;如时间紧迫,则由漏铁水焊缝两端锯开 50 mm 的轨缝,插入 50 mm 的短轨头,钻孔并安装夹板和保护器,限速 45 km/h 以下开通线路,并派人看守,且邻线限速不超过 160 km/h。第二天再利用封锁点更换短轨并焊复。

3.4.2 焊缝存在伤损

如果在探伤时发现焊缝存在重伤时,则立即组织人员对伤损焊缝进行无损加固处理并限速 160 km/h 以下开通线路,第二天再利用封锁点更换短轨并焊复。发现轻伤时也应无损加固处理并常速开通线路。

3.4.3 天气及突发情况

施工前及施工中密切留意天气情况。现场锯轨前若出现雨水天气,应立即停止作业,撤出机具材料,施工改期进行。焊接过程中突然下雨,应立即在焊缝位置打开雨伞,避免雨水沾湿焊缝影响焊接质量。若出现其他突发情况无法按正点开通线路,由施工负责人向调度员申请延长天窗。

3.5 拆分修技术操作关键点

3.5.1 CN 系列道岔叉跟尖轨更换

CN 系列道岔叉跟尖轨的单独更换较为简单,需拆卸一侧翼轨及叉跟尖轨 94~107 号枕的 T 型扣件、轨撑、间隔铁,待翼轨拨开后将叉跟尖轨落位。目前一般选择加长叉跟尖轨,不使用引轨。因叉跟尖轨与间隔铁为固定整体,需注意的是锁定轨温和预留焊缝的关系,其次是 105 号枕横向螺栓间隔位置的控制。同时,单独更换叉跟尖轨,要注意尖轨尖端与心轨匹配情

况,上道之前做好预打磨工作。

3.5.2 CN 系列道岔叉跟尖轨、心轨同时更换

需拆卸左右翼轨、叉跟尖轨及心轨 91 号枕至岔后 20 m 范围内的 T 型扣件、轨撑、间隔铁,依次取出旧心轨、叉跟尖轨,待两侧翼轨同时往两边拨开后,依次将新心轨、叉跟尖轨落位。由于目前心轨没有加长备用件,实施更换时一般含心轨、叉跟尖轨及 2 根引轨。先拆除心轨,然后拆除叉跟尖轨,受翼轨限制,旧心轨拨出宜采用简易龙门吊平行吊起横移。上道心轨的定位需考虑电务转辙杆件的安装,心轨、叉跟尖轨定位以后,经电务组共同确认再现场配置引轨。正线道岔单独更换心轨后,要重点注意心轨降低值的控制,宜在更换后第二天安排降低值及廓形打磨,确保心轨、翼轨过渡段轮轨关系平顺。

3.5.3 CN 系列道岔叉跟尖轨、心轨、翼轨同时更换

需更换翼轨的 CN 系列道岔主要为侧向行车密度较大的道岔,因辙叉咽喉位置侧磨严重,更换翼轨时需同步更换导曲线上股钢轨。拆分更换一般分为两个天窗组织实施,第一个天窗从导曲线上股钢轨和对应连接的翼轨更换开始,第二个天窗再更换心轨和叉跟尖轨。单独更换翼轨的施工组织也较为简单,没有受限条件,重点注意辙叉咽喉间隔铁和心轨间隔铁相互连接是否错位,其次是确保横向螺栓扭矩不超限,确保辙叉整体强度。

3.5.4 客运专线系列道岔叉跟尖轨更换

客运专线系列道岔辙叉拆分更换较为复杂,主要包括两点:一是叉跟尖轨、长心轨与翼轨之间的横向螺栓和间隔铁均进行了胶结处理,拆解较为困难;二是叉跟尖轨、长心轨之间设置了横向间隔铁,翼轨、叉跟尖轨、长心轨之间交叉相连,结构复杂。

叉跟尖轨拆分更换的重点是要完全分解两侧翼轨的结构关系(除间隔铁外,还包括所有翼轨扣件),分解叉跟尖轨与长心轨的结构关系,分解长心轨、短心轨跟端结构关系,拨开叉跟尖轨一侧翼轨,取出翼轨间隔铁和心轨间隔铁,才能实现叉跟尖轨的单独更换。

3.5.5 客运专线系列道岔短心轨更换

拆分短心轨的前期准备很关键,必须认真检查备用轨件型号和尺寸,确保长、短心轨匹配良好。长、短心轨的横向连接螺栓建议更换后使用胶结方式保证整体性和强度。为保证匹配关系,短心轨上道前的预打磨也很关键。

3.5.6 客运专线系列道岔长心轨更换

客运专线系列道岔长心轨的病害相对较少,更换时,结构关系分解工作量与单独更换叉跟尖轨相似,以施工前期准备和轨件调运把控为主。由于结构螺栓集中,施工范围限制,客运专线系列道岔拆分更换过程中需组织精干力量进行施工,且每一个步骤需详细明确。

4 辙叉拆分修技术跟踪验证

一是通过对首次采用拆分修技术更换的长沙南站48号道岔(客专)叉跟尖轨的跟踪检查发现,因经验不足施工时未同步更换短心轨,造成导向面顺接不良、叉跟尖轨尖端侧磨发展迅速。因此辙叉拆分修更换范围需认真调查确定,需综合考虑辙叉三大轨件匹配关系。二是跟踪检查长沙南站8号道岔(客专)同时更换短心轨、叉跟尖轨3个月后发现,轨面出现鱼鳞伤,轻微掉块,通过小机打磨后状态稳定。因此廓形打磨也应一并纳入拆分修施工中,作为一个重要步骤进行管理,以保证辙叉整体廓形匹配。

在不断积累和丰富辙叉拆分修经验的基础上,目前广铁集团管内京广高速铁路采用辙叉拆分修技术,已更换18号道岔可动心轨辙叉19组,其中拆分更换叉跟尖轨11根,更换翼轨9根,更换心轨3根,更换短心轨3根,型号包括客专(07)001、客专(07)004、CN-6118AS等。辙叉拆分修后各轨件状态良好,取得了预期效果。

5 结束语

本文依托相关工程案例,介绍了辙叉拆分修技术的施工准备工作、技术操作流程、应急处置预案和关键操作步骤等。高速铁路可动心轨辙叉拆分修技术解决

了轨道车吊装能力不足的问题,及时消除了线路设备病害,保证了设备安全,同时也节约了道岔更换成本。随着辙叉拆分修技术的不断完善,必将在高速铁路道岔辙叉更换施工中,发挥越来越重要的作用。

参考文献:

- [1] 郭福安. 国外高速铁路的道岔设计[J]. 中国铁路, 2006(2): 48-50.
GUO Fuan. Switch Design of Foreign High-speed Railway [J]. Chinese Railways, 2006(2): 48-50.
- [2] 王平. 高速铁路道岔设计理论与实践[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2011.
WANG Ping. Design Theory and Practice of High-speed Railway Turnout [M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2011.
- [3] 何奎元, 张庆海. 高速铁路道岔[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2011.
HE Kuiyuan, ZHANG Qinghai. High Speed Railway Switch [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2011.
- [4] 张杰, 徐伟昌. 高速铁路无砟道岔辙叉更换施工技术[J]. 上海铁道科技, 2012(1): 78-80.
ZHANG Jie, XU Weichang. Replacement Construction Technology of Ballastless Switch on High-speed Railway [J]. Shanghai Railway Science & Technology, 2012(1): 78-80.
- [5] 石瑞喜. 高速铁路道岔更换伤损辙叉技术研究[J]. 城市建设理论(电子版), 2018(9): 128.
SHI Ruixi. Technical Study on Replacement of Damaged Switch on High-speed Railway[J]. Theoretical Research in Urban Construction, 2018(9): 128.
- [6] 王平, 刘学毅, 陈嵘. 我国高速铁路道岔技术的研究进展[J]. 高速铁路技术, 2010, 1(2): 6-13.
WANG Ping, LIU Xueyi, CHEN Rong. Progress of Turnout Technology for China's High Speed Railway[J]. High Speed Railway Technology, 2010, 1(2): 6-13.