

文章编号:1003-1995(2017)11-0007-04

# 高速铁路道岔大部件快速更换工法及装备研制

徐其瑞,牛道安

(中国铁路总公司 运输局工务部,北京 100844)

**摘 要** 在对高速铁路道岔大部件更换的施工组织进行深入调研的基础上,提出了一种减少线路占用、适合高速铁路道岔大部件快速更换的作业工法——本线纵移快速置换法。该方法克服了占用邻线更换方法作业效率低、线路占用多、影响范围大的缺点。针对本线纵移快速置换法展开装备研制,保证在电气化区段安全作业,实现高速铁路道岔大部件的快速更换,对提高我国高速铁路道岔大部件伤损应急处置能力具有十分重要的意义。

**关键词** 高速铁路;道岔大部件;快速更换工法;装备研制;本线纵移快速置换法

**中图分类号** U216.42<sup>+</sup>5;U238 **文献标识码** A **DOI**:10.3969/j.issn.1003-1995.2017.11.02

截至 2016 年底,我国高速铁路的营业里程已达到 2.2 万 km。根据规划,到 2020 年高速铁路营业里程将达到 3 万 km。如何有效地对高速铁路轨道进行维护,是保证铁路运输安全,促进我国高速铁路发展的主要课题<sup>[1]</sup>。道岔是高速铁路的重大基础装备,是工电一体化的集成系统,也是限制动车组运行速度的关键设备之一。长期以来,道岔一直是铁路线路上最薄弱的环节,其维修工作量在整个线路维修工作量中占有很大的比重<sup>[2-3]</sup>。一旦道岔发生部件伤损而需要更换,如果不能及时进行有效的紧急处理,就会影响运输秩序。因此,对高速铁路道岔大部件伤损进行快速高效的应急处置,是保障高速铁路运输秩序和运营安全的必要手段。

目前高速铁路道岔大部件的更换工作普遍采用平车作为运输工具,采用 25 t 起重轨道车从邻线吊装,并以人工拨轨和拉轨的方式加以更换。这种更换方式存在诸多弊端,如起重机吊臂容易刮碰接触网、易对新轨件造成隐性伤害、施工效率低、占用天窗时间长、股道影响面积大等问题。为此,有专家学者提出了一些解决方案,如悬臂门架式道岔吊装运输工作装置、伸缩滚道式高速道岔长大部件的更换系统及更换方法等。这些理论研究对高速铁路道岔大部件更换进行了有益的探讨,但在实际中运用不多,且均是以占用邻线为前提。因此,研究一种仅占用本线、安全快速完成高速铁

路道岔大部件更换的工法和装备显得十分迫切。

本文提出的本线纵移快速置换法,可以有效克服现有施工工法的不足,能在电气化区段安全作业,实现高速铁路道岔大部件的快速更换,保证 300 min 天窗内工完料净,对提高我国高速铁路道岔大部件伤损应急处置能力具有十分重要的意义<sup>[4]</sup>。

据调研,18 号道岔占我国高速铁路道岔总数的 90%以上,本方案的设计重点是满足 18 号道岔大部件的运输及吊装更换方案需要,同时兼顾大号码道岔的更换。

## 1 本线纵移快速置换法

本线纵移快速置换法的更换装备由 2 台起重轨道平车组成。每台起重轨道平车上设置 1 台能在该轨道平车上带载走行的起重机,如图 1 所示。



图 1 本线纵移快速置换法更换装备

下面以更换 18 号道岔辙叉为例,简述本线纵移快速置换法的作业流程。

**1 运输** 如图 2(a)所示,将 18 号道岔大部件吊装至 A 车,完成捆绑加固,B 车为空车。

**2 解编** 如图 2(b)所示,车组到达作业现场后解编,A、B 车相悖行驶一定距离拉开作业空间后停车。

**3 B 起重机单独吊装旧辙叉** 如图 2(c)所示,B 起重机在 B 车上向旧辙叉方向走行,走行一定距离后停车,与此同时,在旧辙叉上安装吊具。B 起重机吊起

收稿日期:2017-07-06;修回日期:2017-08-22

基金项目:中国铁路总公司科技研究开发计划(2016G003-A)

作者简介:徐其瑞(1975—),男,高级工程师。

E-mail:degage2008@126.com

旧辙叉后在 B 车上走行,返回至原始位置后停车,将旧辙叉放置在 B 车上。

**4 A 起重机单独铺设新辙叉** 如图 2(d)所示, A 起重机将 A 车上放置的新辙叉吊起,向铺设方向行驶一定距离后停车, A 起重机将新辙叉铺设到位,随后 A 起重机在 A 车上走行,返回至原始位置停车。

**5 A、B 车组连挂并收车** 用快速夹具将新辙叉与前后引轨连接起来,然后 A、B 车组相向行驶一定距离后连挂,并驶离作业区间,完成整个更换过程。

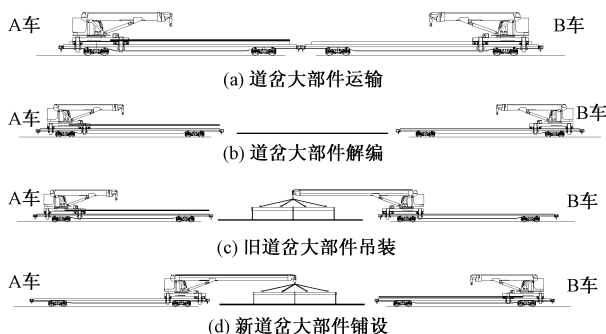


图 2 本线纵移快速置换法的作业流程

以上为本线纵移快速置换法的流程。通过对各个作业时间的统计和分析,预计采用该方法纯作业时间在 30 min 之内,实现了仅占用本线的前提下高效、快速地对道岔大部件进行更换的目标。

## 2 装备研究

根据本线纵移快速置换法的特点,高速铁路道岔大部件快速更换装备需具备运输 18 号道岔长大部件的能力,还须具有起重机在平车上走行的功能。因此,高速铁路道岔大部件快速更换装备主要由 2 台轨道平车和具有带载走行功能的起重机组成,如图 3 所示。



图 3 高速铁路道岔大部件快速更换装备

### 2.1 轨道平车

国产 18 号道岔尖轨长 21.448 m,质量 1.3 t,辙叉长 20.992 m,宽约 1 400 mm,质量约 9.98 t。因此,为了满足一辆轨道平车可以完全运输 18 号道岔大部件的能力,将轨道平车的长度设计为 25.5 m,宽度至少为 1 890 mm。

轨道平车应具有满足起重机走行的功能,因此,根据起重机的运行工况,轨道平车采取边梁承载式结构,边梁设计为箱形梁和桁架的结构形式。其中,箱形梁外侧设有起重机走行轨道,轨道平车车架结构如图 4 所示。

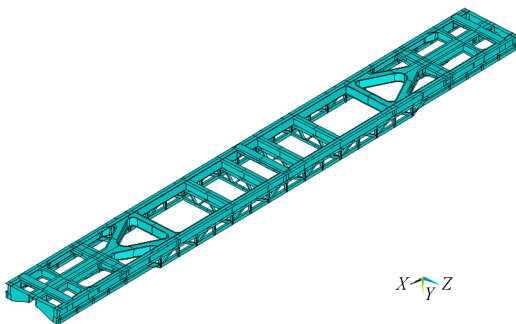


图 4 轨道平车车架结构

在主车架的两端设有起重机缓冲装置,防止工作人员误操作,致使起重机冲出轨道平车。该缓冲器在不使用的情况下可以翻转到车端以下放置,便于起重机顺利通过。使用该缓冲器时,将其翻转到走行轨端头,并用销轴锁定。

为了保证起重机在吊装作业过程中整车的稳定性,以及作业过程中轨道平车车架的刚度要求,在轨道平车两端和中间各布置一套液压支撑,每套液压支撑由一对走行轮和提升油缸组成。作业时液压支撑放置在钢轨上和转向架一起支撑整个车体,非作业状态下提升油缸收回,收起液压支撑。

### 2.2 具有带载走行功能的起重机

目前我国所有轨道起重机均是固定在车上,并不具有在车上带载走行功能,而起重机在车上带载走行是实现本线纵移快速置换法的关键。普通起重机吊装作业时需变幅,存在触碰接触网的风险,因此,研究一种既能在轨道平车上带载走行,又能在电气化铁路区段安全作业的特殊起重机十分必要。

起重机是本项目的设计关键。起重机需要实现对 18 号道岔大部件进行吊装走行和 18 号以上道岔大部件的吊装要求。为了满足不同型号道岔的吊装要求,结合施工工艺分析,起重机需满足最大起重量为 11 t,最大起重量下的最大工作幅度为 16.5 m;最大工作幅度应达到 18.5 m,此时最大起重量为 5 t。起重机最大起重力矩为 1 815 kN·m。

起重机主要由起升机构、回转机构、起重臂、支腿、主架以及走行装置组成,如图 5 所示。由于起升机构、回转机构、支腿、主架等为起重机的通用设计,本文不再赘述,需要重点说明的是吊臂和走行装置的设计。

起重机吊臂采用 2 节 U 形伸缩臂,双前顶固定式支撑,并将起重臂设计有向上约 0.5°仰角,以补偿伸出吊载时的下挠变形的影响。无变幅机构,但需要带载伸缩,这就保证了道岔大部件更换装备可以在电气化铁路安全运用。

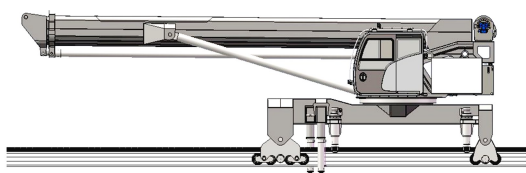
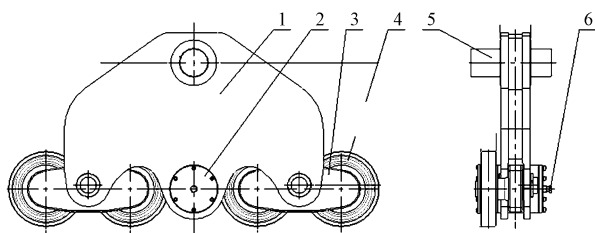


图5 起重机示意

起重机的走行装置应具备以下要求:满足走行轨高低不平顺的走行要求,带载走行时具有足够的稳定性和抗倾覆能力<sup>[5]</sup>,同时具有走行驱动功能。根据以上要求,起重机走行装置主要由行驶机构和走行驱动机构 2 部分组成。下面分别叙述。

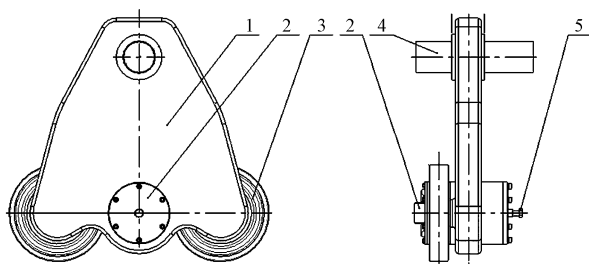
### 1) 行驶机构

行驶机构主要由前支承轮组、后支承轮组、侧导向轮组等组成。前后支承轮组通过销轴(图 6 中的件 5 和图 7 中的件 4)与起重机底座连接在一起,从而可以保证支承轮组顺利通过有高低不平顺的走行轨。侧导向轮组的设计是为了保证整车行驶过程中的直线度,设置在前、后支承轮组上。



1—一级平衡梁;2—导向轮组件;3—二级平衡梁;4—行走轮;  
5—销轴;6—导向调节螺栓

图6 前支承轮组



1—平衡梁;2—导向轮组件;3—行走轮;4—销轴;5—导向调节螺栓

图7 后支承轮组

前支承轮组有 4 个行走轮,采用 2 级平衡梁结构将 4 个行走轮连接在一起。这种设计既能使载荷平均分配到每个行走轮又能使各行走轮保持相对的独立,从而有效地保证了起重机带载走行时整车的稳定性以及行驶机构对运行线路的适应性。

根据起重机带载走行时前后支承轮组的受力计

算,发现前支承轮组受力明显比后支承轮组大。因此,为了保证所有走行轮载荷相当,从而有效提高起重机的使用寿命,将后支承轮组设计为由一个平衡梁对 2 个行走轮实现载荷平均分配的结构形式。

侧导向轮组分别设置在前后支承轮组中间,通过调整导向调节螺栓改变侧导向轮与槽形走行轨侧导向面的间隙,从而保证起重机行驶过程中的直线度要求,避免卡滞。

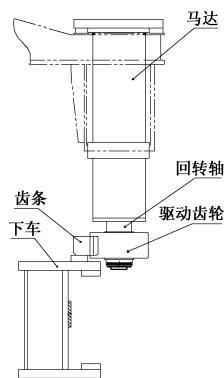
### 2) 走行驱动机构

起重机走行装置另一关键部件是走行驱动机构,为整机运行提供动力。

由于起重机在轨道平车上带载走行时吊载状态不一样,轮重差别较大,采用行走轮驱动的方式极易出现打滑的情况,不宜采用;采用钢丝绳牵引的方式无法实现跨车走行,且钢丝绳的拉长也会导致牵引运行的不确定性。

为了提高工作效率,起重机运行的启动时间必须尽量缩短,这就要求起重机走行驱动机构能够在短时间内提供足够大的加速度,而仅靠滚动摩擦力无法提供启动所需的大加速度。经过比选,将起重机走行驱动机构设计为齿轮齿条驱动方式,不仅能有效抵抗起重机带载走行时的横倾,还能满足大加速度启动要求。

走行驱动机构主要由驱动齿轮、回转轴、马达、齿条、辅助导轮等组成,如图 8 所示。按照起重机的作业工况,选择使用低速大扭矩驱动马达。同时,由于起重机作业过程中结构件和轨道平车车架的变形、移动均会对齿轮齿条啮合产生影响,为了避免齿轮啃齿,设计中采用了加大齿侧间隙的方法和增加辅助导轮来限制最小啮合中心距的方式保护走行驱动机构,以提高可靠性并延长使用寿命。



1—马达;2—回转轴;3—驱动齿轮;4—齿条;5—下车

图8 走行驱动机构

## 3 结语

本文提出了一种铁路道岔大部件快速更换方法——本线纵移快速置换法,以避免现有邻线更换方

法作业效率低、线路影响面积大、电气化铁路可能碰触接触网等缺点。

研制了能够保证本线纵移快速置换法实现以及能在电气化区段安全运用的铁路道岔大部件快速更换装备,对提高我国高速铁路道岔大部件伤损应急处置能力具有十分重要的意义。

#### 参 考 文 献

[1] 张卫兵.浅析高速铁路轨道的维修养护[J].工程技术,2009

(7):60.

[2] 段剑峰.提高我国高速铁路道岔设备技术状态的措施[J].铁道建筑,2009,49(6):106-107.

[3] 王树国.我国铁路道岔现状与发展[J].铁道建筑,2015,55(10):42-46.

[4] 张克云.提高高速铁路应急处置水平的思考[J].中国铁路,2017(3):51-54.

[5] 惠如海.一种新型高铁救援起重机桥梁通过及承载能力检算评估[J].铁道建筑,2016,56(8):26-30.

## Construction Method and Equipment Research-manufacture for Rapid Replacing Large-size Switch Components of High Speed Railway

XU Qirui, NIU Daoan

(Permanent Way Department of Transportation Bureau, China Railway Corporation, Beijing 100844, China)

**Abstract** Based on deep research of working organization for replacing large-size switch components of high speed railway, a method that can reduce traffic occupation and be appropriate for rapid replacing switch components of high speed railway was put forward. That is the method of rapid replacement by longitudinal shift in one's own track. The new method overcomes the shortcomings of low efficiency, long time traffic occupation and large influence area of traditional switch replacement method that occupies adjacent track. To realize this method, new equipments will be developed to guarantee working safety in electrified sections and achieve rapid replacement. This will be of great importance to improve the ability of emergency disposal of defects in large-size switch components of high speed railway.

**Key words** High speed railway; Large-size switch component; Method of rapid replacement; Equipment research-manufacture; The method of rapid replacement by longitudinal shift in one's own track

(责任编辑 李付军)