

铁路起重机快速救援用支腿垫块及可跨双线支撑梁研究

许俊 刘振营

(武桥重工集团股份有限公司 湖北 武汉 430052)

摘要: 文章详细介绍了铁路救援起重机的支腿垫块及跨双线支撑梁的现状 & 需求, 分析了传统支腿垫块的构造 & 缺点, 新型快速连挂支腿垫块和可跨线支撑梁的构造特点 & 应用研究。

关键词: 铁路起重机; 快速救援; 支腿垫块; 跨双线支撑梁; 研究

1 概述

铁路运输是国民经济的大动脉, 铁路运输安全是铁路运输工作的重中之重。为确保铁路运输的畅通, 我国铁路装备了几百列救援列车, 随时待命排除运输线路故障, 缩短行车中断时间。铁路救援工作在铁路安全运输中起着至关重要的作用。

目前, 国内外对铁路救援工作基本采用如下三种作业方法: 一是拉复法, 即以复轨器(逼轨器)等机具将事故车辆车轮顶高, 再通过机车或牵引车沿线路方向牵引事故车辆迫使其复轨; 二是顶复法, 即以液压起复机具顶起事故车辆车轮, 再通过平移使事故车辆重新复轨; 三是吊复法, 即以铁路救援起重机吊装事故车辆使其重新复轨。

我国目前主要采用吊复法实施铁路救援工作, 并以救援列车为主体在铁路沿线站段配备了一定数量的救援队, 形成一个安全可靠的救援网络。

随着我国铁路的快速发展, 社会各界对铁路行车安全的关注度日益提高。如何对可能发生的高速铁路行车事故实施快速有效的救援作业, 是迫切需要解决的问题。

本文详细介绍铁路救援起重机(以下简称“起重机”)的支腿垫块及跨双线支撑梁的现状 & 需求, 针对传统支腿垫块的构造 & 缺点, 详细介绍了最新研究的新型快速连挂支腿垫块和可跨线支撑梁的构造特点 & 应用研究。

2 适用于起重机的支腿垫块及跨双线支撑梁的现状 & 需求

起重机进行起重作业时, 需要将支腿可靠地支撑在牢固的地基上, 增大起重机的支承基底, 提高起重机的抗倾覆稳定性, 从而提高起重能力。然而, 救援或施工现场大多是倾斜或不平的, 并且地面松软。合理改善起重机的支承条件, 增加支腿的受力面积, 不仅影响到起重机现场作业的效率, 更是直接影响了起重机的作业安

全。支腿垫块是垫在起重机支腿下面的垫块, 是起重机得到可靠支承的关键辅助作业机构, 一般设计有内球头, 与支腿油缸的外球头配合使用, 确保起重机在地面不平整的情况下, 也能安全地传递垂向载荷, 避免支承地面的不平整度给起重机支腿油缸带来水平附加载荷。支腿垫块能够有效地把起重机自身的质量和起重质量带来的支腿垂直反力分散到支腿垫块的面积上, 确保起重机在复杂的路况下使用, 也能有效避免恶劣事故的发生。

目前, 既有铁路救援起重机打支腿的方法比较单一, 主要通过作业现场临时挖填并铺设枕木垛, 并在枕木垛上方放置钢(尼龙)垫块, 从而实现支腿在地面上的支撑。这种操作方式需要耗费大量的人力去搬运枕木及钢(尼龙)垫块, 不利于救援现场快速、灵活、机动的需求。而且, 起重机每换一个作业位置就需要重复倒运枕木及垫块。因此, 亟需研究一种具有轻量化、便捷性、标准化等特点的组合式支腿垫块。

为了提高线路的安全性, 节约土地资源, 高速铁路线路的桥涵路段普遍超过 70%。国内/外现有的铁路救援起重机通过打支腿的方式单线或邻线作业, 对于既有线路有较好的适应性; 但对于高速铁路桥涵路段及桥涵和隧道相连的高速铁路线路, 国/内外现有的铁路起重机已不能适应桥涵路段的施工与救援。因为, 铁路的桥涵路段桥梁结构为预应力混凝土箱梁, 两条铁路线分别跨在箱梁两侧的腹板上, 而线路外的区域则不能承受过大的载荷。在桥梁上作业时, 若铁路起重机在桥梁上打支腿作业, 最好的解决方案就是将起重机支腿方便快捷地支撑在具有很强承载能力的线路钢轨上方。目前, 国际国内还没有一起在桥涵路段的成功救援案例, 就是因为没有解决起重机在桥涵路段的打支腿问题。因此, 有必要研究一种可跨双铁路线支撑梁, 通过支撑梁将起重机的支腿反力传递到桥梁两侧腹板上方的钢轨上, 使得起重机的支腿得到一个可靠的对地支承, 从而保证起重

机安全作业及施工人员的人身安全。

3 国、内外已有的起重机支腿垫块应用情况

通过相关资料检索,目前德国联邦铁路公司的铁路起重机已经开始应用组合式钢木枕垫(图1)。该组合式钢木枕垫有井字型钢构及双层纵横交错的枕木组合构成,具有足够的支撑面积,可基本满足起重机的作业需求。并且在起重机转场作业时,该枕垫可以附挂在起重机支腿下方随起重机一起自力走行,具有很强的机动性。

国内有关科研院所也牵头研制了高强度救援钢枕及垫块组合(图2)。该钢枕及垫块组合主要是用高强度钢枕替代传统的枕木来实现现场堆垛。相比传统枕木堆垛,高强度救援钢枕及垫块组合具有使用寿命长的优点。但起重机转场作业时,与传统枕木堆垛一样,必须重新搬运及堆垛,影响作业效率。

国内传统支腿垫块的结构(图3),通常采用钢球靴+铝合金垫块组成。钢球靴一般与支腿油缸通过球卡板连接,且因拆装费时费力与支腿油缸装配好后不再拆卸,与铁路起重机一起回送。铝合金垫块与钢球靴是分离状态,在起重机工作时需要通过人工搬运至支腿下方进行支垫。单个钢球靴质量约为120kg,一般起重机有4个支腿,回送质量约500kg。单个铝垫块质量约为100kg,靠人力搬运(2人)十分吃力,现场操作效率低。



图1 附挂组合枕垫自力走行的德国联邦铁路公司起重机

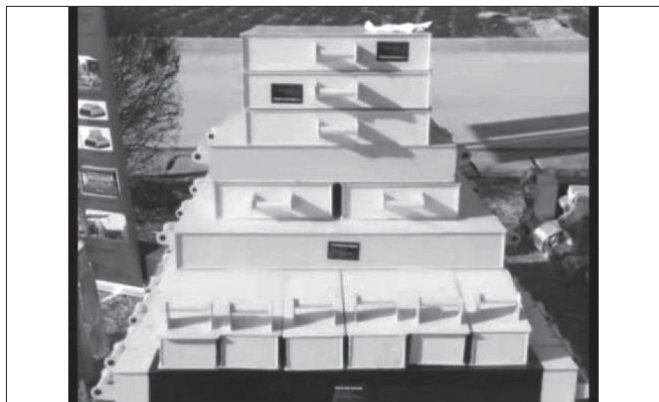


图2 高强度救援钢枕及垫块组合

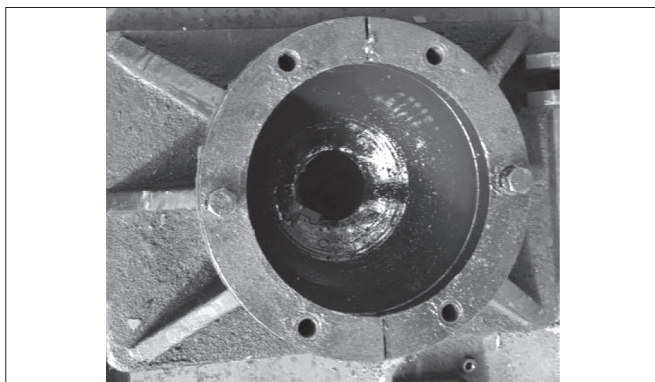


图3 传统支腿垫块结构型式

4 新型快速连挂支腿垫块的研究

与传统的支腿垫块相比,快速连挂支腿垫块具有自重轻,方便搬运;可自动组合找正,自动提挂转场,提高现场作业效率,缩短辅助作业时间等特点。在救援现场,如只起吊小吨位的情况下,可直接使用上述快速连挂支腿垫块,实施快速救援。快速连挂支腿垫块主要采用新型复合材料MC尼龙制成。

MC尼龙又称浇铸尼龙,是采用阴离子聚合反应技术,将加有催化剂的溶融己内酰胺单体在常压下浇注在各种形状模具中进行反应而形成的铸件制品。MC尼龙制品分子量高达70000~100000,为一般尼龙的3倍,具有强度高、质量轻、耐磨、自润滑、防腐以及绝缘等多种独特性能,综合机械性能远超其他工程塑料,遍布所有的工业领域,同时也是国家大力推广的重要节能材料之一。

相比钢或铝垫块,快速连挂支腿垫块具有比重小(仅 1.138g/cm^3 ,是钢的 $1/7$ 、铝合金的 $2/5$)、质量轻的优点,方便现场快速作业。相比枕木,快速连挂支腿垫块不吸水,长期在太阳下曝晒不会膨胀变形;具有较强的冲击强度(屈服强度 86MPa 、冲击强度 5.0kJ/m^2);在超负荷的情况下,有较强的延展性,宁弯不断;不粘附、易清理;耐化学及腐蚀,不会因腐蚀断裂,无需保养维护;适应极端环境($-150\sim 80^\circ\text{C}$);环保可回收的优点。图4为快速连挂支腿垫块的结构型式及其支承状态。

快速连挂支腿垫块由钢及尼龙组合球靴+快速连接尼龙垫块组成。钢及尼龙组合球靴与支腿油缸通过销轴连接,可与支腿油缸快速连接及拆卸,可不与起重机一起回送。快速连接尼龙垫块与钢及尼龙组合球靴可快速分离及快速连接,在起重机工作时需可通过人工搬运至支腿下方进行支垫。单个钢及尼龙组合球靴质量约为40kg,为传统钢球靴质量的 $1/3$,两人可轻松搬运。单个快速连接尼龙垫块质量约为50kg,为传统铝垫板质量的 $1/2$,同样也可两人轻松搬运。图5所示为快速连挂支腿垫块的脱离状态。

在起重机作业完成后,通过翻转快速连接尼龙垫块上的单向旋转卡板可轻松实现钢及尼龙组合球靴与尼龙



图 4 快速连挂支腿垫块支承状态

垫板的分离。图 6 所示为快速连挂支腿垫块组合连挂状态。

在起重机连挂好组合球靴准备作业时,通过自动翻转快速连接尼龙垫板上的单向旋转卡板可轻松实现组合球靴与尼龙垫板自动对位连挂功能。同时,组合球靴底部设置有外倒角,与尼龙垫板上平面的内倒角配合,可实现上/下两侧垫块的自动对中功能。为快速连挂支腿垫块的提挂状态,在起重机需要转场作业时,通过快速连接尼龙垫板上单向旋转卡板的自动提挂功能直接将尼龙垫板吊挂在组合球靴下方实施快速转场作业。

5 可变跨距跨双铁路线支撑梁的研究

可变跨双铁路线支撑梁可以将起重机支腿方便快捷地支撑在具有很强承载能力的线路钢轨上方,从而解决了起重机在桥梁上作业打支腿的难题。作业时,支撑梁的支撑座与起重机的支腿油缸连挂,利用起重机支腿的起落功能将该支撑梁放置于铁路线两条钢轨上,再支顶支腿油缸,就可有效地将起重机的支腿支承在平行的两条不同间距的双线钢轨上方。由于铁路钢轨位于桥梁局部承载能力最强的腹板上方,使得起重机的支腿得到一个可靠的对地支撑,从而保证起重机安全作业及施工人员的人身安全。

可变跨双铁路线支撑梁包括跨线梁、滑动式支撑座、反钩装置、心盘装置及支撑梁。滑动式支撑座上设有内球窝可支撑起重机的支腿油缸,上部设有挂板与起重机的支腿油缸相连。可变跨双铁路线支撑梁滑动式支撑座的下部安装有 MGE 滑板及反钩装置。MGE 滑板可使滑动式支撑座在跨线梁表面轻松滑动,从而满足起重机作业所需的不同支腿跨距。反钩装置的主要作用是连接滑动式支撑座及跨线梁,在起重机转场时通过支腿油缸的回缩与滑动式支撑座共同作用,提挂整套可变跨双铁路线支撑梁共同转场。跨线梁的作用是将起重机的支腿反力传递给两侧的支撑梁。支撑梁设有 2 个,分别

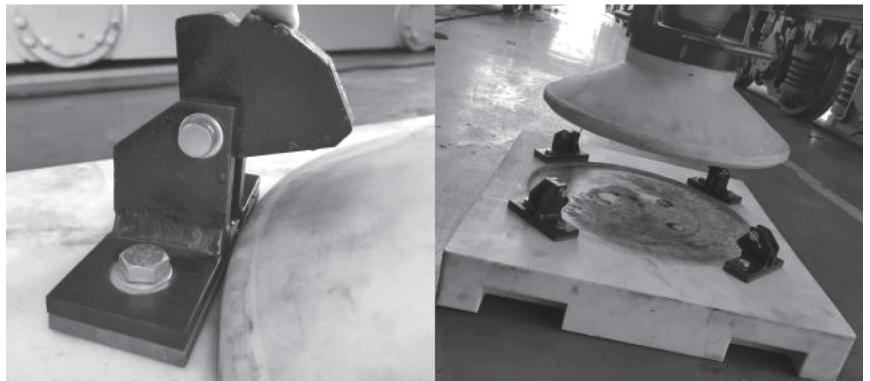


图 5 快速连挂支腿垫块脱离状态



图 6 快速连挂支腿垫块组合连挂状态

支撑在铁路双线的轨道上方。跨线梁通过心盘装置与支撑梁连接,心盘装置设有向心关节轴承及与其同球心的推力关节轴承,可消除双线轨道的不平整度误差,确保跨线梁始终垂直支撑于支撑梁上。心盘装置的另一个作用是当双线的线间距发生改变时,可以适应跨线梁与线路之间的斜率变化,满足不同线间距的铁路双线支垫需求。这种可变距的跨双铁路线支垫装置最大承载力不小于 160t,可适应 4.2 ~ 5m 线间距的起重机作业需求。

可变跨双铁路线支撑梁解决了起重机在桥梁上作业的打腿需求。当起重机在桥涵段双线路段上作业时,可以根据起吊重物的质量、幅度及回转角度,选择使用 2 根或 1 根跨双线支撑梁,实现起重机打一侧支腿或打一支腿作业模式。

5.1 桥涵段双线路段打一侧支腿作业

当起重机位于本线起吊临线事故车辆时,可直接将受力较大一侧的支腿支撑在跨双线支撑梁上,其余支点采

用起重机自身均载油缸支顶,可有效地将起重机的支腿反力垂直传递给桥涵段的双线铁轨,从而实现跨双线吊重作业。作业状态如图7所示。

5.2 桥涵段双线路段打一支腿作业

当起重机位于本线起吊临线的事车辆时,也可直接将受力最大的一个支腿支撑在跨双线支承梁上,其余支点采用起重机自身的均载油缸支顶,同样可有效地将起重机的支腿反力垂直传递给桥涵段的双线铁轨,从而实现跨双线吊重作业。作业状态如图8所示。

6 结语

快速连挂支腿垫块及跨双线支撑梁具有很好的应用拓展,不仅仅适用于铁路起重机,也可用于其他参与救援的需要支腿工作的工程机械。快速连挂支腿垫块的快速连接及提挂功能,可拓展与组合枕木的连接,可实现一次辅助作业、多个救援点的快速作业。可变跨距跨双线支撑梁可较好地解决起重机在桥涵路段打支腿的难题,真正实现桥梁上的快速救援。

快速连挂支腿垫块及可跨双线支撑梁的研究将填补我国铁路救援起重机在桥涵路段快速救援领域的空白,增强我国铁路救援装备在国际上的竞争力,为国家创汇的同时大大增强民族自信心和自豪感,社会效益不可估量。

基金资助项目: 中国国家铁路集团有限公司重点课题。
课题名称: 铁路快速救援装备技术研究; **课题编号:** N2020J022。

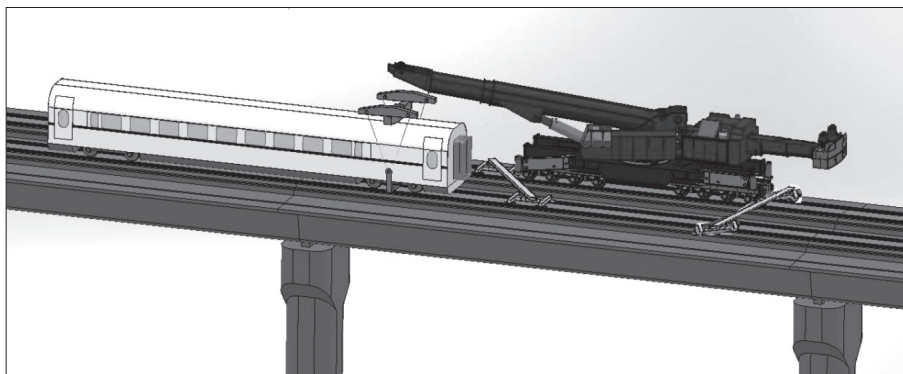


图7 起重机跨邻线打一侧支腿作业简图

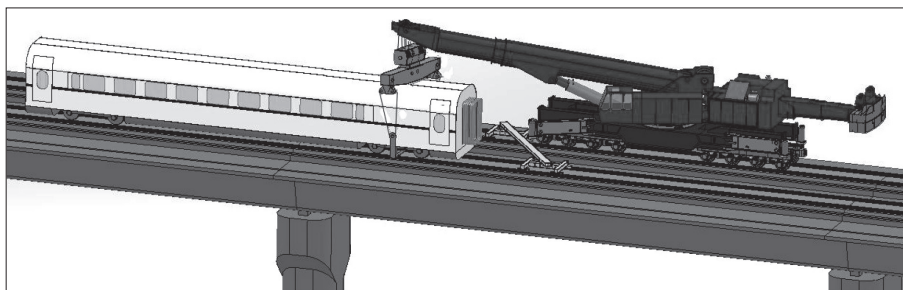


图8 起重机打一支腿作业简图

参考文献:

- [1] 范思圣, 张力群. 铁路救援起重机 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2014.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 起重机设计规范: GB/T 3811-2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [3] 中华人民共和国铁道部. 铁路行车事故救援设备 第10部分: 起重机支腿垫块: TB/T 3123.10-2009 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.
- [4] 国家铁路局. 铁路救援起重机技术条件: TB/T 3081-2017 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2018.

(上接第94页)

参考文献:

- [1] 成成, 王洪强. 基于S7-1200和WinCC的坩埚冷却水循环监控系统 [J]. 真空, 2021, 58(5): 85-88.
- [2] 成成, 张帆, 李菊. 真空电子束熔炼用坩埚冷却装置框架的抗震分析 [J]. 真空, 2021, 58(06): 67-71.
- [3] 马月, 魏冬, 刘龙. 核级阀门抗震分析 [J]. 阀门, 2017, 16(4): 241-248.
- [4] ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III, Division 1-Subsection NF [S]. Supports, 2007.

- [5] 张永伟, 康兴无. 基于ANSYS Workbench某通信发射塔模态及地震响应谱分析 [J]. 兵器装备工程学报, 2016, 37(11): 83-86.
- [6] 周文霞, 张继革, 王德忠. 核电站主泵机组地震响应谱分析及应力评定 [J]. 原子能科学技术, 2011, 45(1): 54-59.
- [7] 全国钢标准化技术委员会. 碳素结构钢: GB/T 700-2006 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [8] 傅志方. 模态分离理论与应用 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2000.