

快速换轨车与移动气压焊轨车的协同使用研究

陈善冬

(中国铁路兰州局集团有限公司兰州工务机械段 甘肃 兰州 730000)

摘要: 为增强换轨大修施工的机械化程度, 最大程度减少线上铝热焊接接头数量, 改善无缝线路的轨道强度和稳定性, 采用新技术、新设备, 改善劳动条件, 提高作业效率, 形成标准化施工组织, 从而保证无缝线路作业质量。本文以兰新线上行龙泉寺至大路区间换轨大修施工为例, 介绍了快速换轨车和移动气压焊轨车在无缝线路换轨大修施工中协同使用的施工组织。

关键词: 无缝线路; 机械化施工组织; 快速换轨; 移动气压焊接; 锁定轨温

0 引言

随着大型养路机械的不断革新和上线使用, 2020年底, 兰州局引进3台新型HGCZ-2000型快速换轨车后, 开始全面推广气压焊轨车配合换轨大修作业, 2022年陇海线、兰新线集中大修以来, 兰州工务机械段在施工中单组队伍日更换1.5km长钢轨成为常态, 为了提高换轨大修施工的机械化程度, 并最大程度减少线上铝热焊接接头的数量, 换轨大修施工中采用新型HGCZ-2000型快速换轨车进行换轨施工, 同步使用2台YHGQ-1200K移动式气压焊轨车在换轨起端位置进行线上支车焊接, 使用2台YHGQ-1200K移动式气压焊轨车对后续换轨地段3对500m轨条进行线下焊连1.5km长钢轨。大型养路机械的协同配合使用, 使得换轨大修施工组织较以往发生了较大的改变。

1 线路概况

既有兰新线上行龙泉寺-大路区间K61+270m-K72+570m为1999年铺设的BU71材质P60钢轨, 由于钢轨磨耗严重, 超大修周期, 安排进行更换, 更换新轨为BU75VH材质P60钢轨, 计划由东向西进行更换, 日进度1.5km。该地段10月份昼夜温差达25℃左右, 白天最高轨温可达30℃, 设计锁定轨温(22±3)℃, 既有线锁定轨温21℃, 计划锁定轨温25℃, 线路允许速度160km/h, 线间距4.6~5m。当日换轨地段K67+600m-K69+100m(1.5km)自东向西线路平面条件是159m直线+437m曲线(R=3050, l=120, h=50)+133m直线+554m曲线(R=3000, l=150, h=50)+216m直线, 线路坡度为238m 10.4‰(上坡)+816m 9.5‰+446m 8.5‰, 轨枕类型是1500m II型

枕(1760根/km)。

2 车辆编组及运行路径

自东向西编组: 东16026(轨道车)+N1(游车)+16877(线上气压焊轨车)+16961(快速换轨车)+N1(旧料车)+16017(轨)+16023(轨)+16874(线下气压焊)+N1+16878(线下气压焊)+N2(新料车)+16025(轨)西, 轨道车1组13辆。天窗命令下达后由龙泉寺开该线上行方向(运行方向)进入封锁地段, 在龙泉寺站内分解为2组车, 16026+N1+16877+16961运行到换轨起端K67+600m处直接对位分解为16026+N1+16877、16961, 16961快速换轨车开始上架起轨, 其余车辆运行至线下焊接位置进行分解给做作业。N1+16017+16023在换轨尾端等待装卸机具, 16874+N1、16878运行至次日换轨地段进行线下焊连作业, N2+16025运行至散料地段进行散新料作业, 作业完毕后返回连挂, 如图1所示。

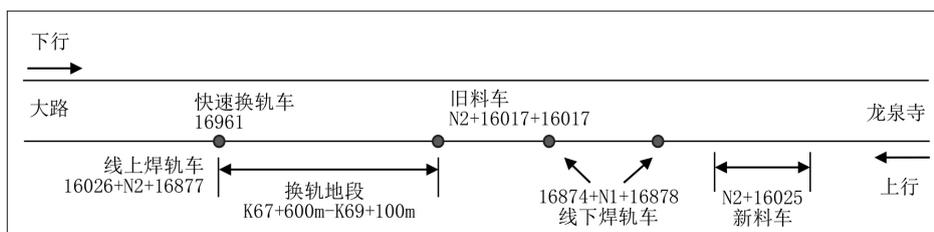


图1 换轨地段示意图

3 施工计划及时间节点

封锁兰新线龙泉寺站至大路堡站间上行线, 在K61+000m-K73+700m处进行换轨大修, 同步进行焊轨车焊轨、散料、回收旧轨、MT粘接、焊缝打磨、整理外观、应力调整、线路整修, 当日天窗时间01:15~04:45(210min)。

天窗点内, 换轨地段邻线限速80km/h, 降低了邻线过车时本线作业安全风险; 换轨大修线路开通

后,兰新线龙泉寺站至大路堡站间上行线 K67+600m-K69+100m 处第一列限速 45km/h,第二列限速 60km/h,第三列限速 120km/h,其后恢复常速(线路允许速度 160km/h)。

工作量:换轨及应力放散 1.5km,起端线上焊接 2 头,尾端普通拉伸合拢 2 头,线下焊接 4 头,散料 2km。

施工流程及时间节点卡控见表。

4 施工组织流程

施工天窗封锁命令下达后,按规定建立防护体系,施工车辆按计划分组从车站运行至施工地段,现场设置回流线。

4.1 锯轨、拆卸扣件

起尾端龙口处按计划切割钢轨,1.5km 安排 12 个号位(将 1.5km 线路平均分为 12 段、每段为 1 个换轨号位、起始位置为 1 号,依次往后排到 12 号),拆除换轨地段的所有扣件,以及起端龙口东侧焊轨车线上焊接支车位置 30 根轨枕扣件。

旧胶垫和尼龙座全部装编织袋放在砟肩,剩余铁质旧料全部散开码放在道心。

4.2 提前拨弯、预留搭接、撞轨车释放温度应力

对起端 200m 范围内新轨条进行预拨弯(3~5 个弯),累计矢度保证 40mm 左右;钢轨上架预留搭接 40mm;同步布置 3 台撞轨车将左右股新轨条向东撞轨,释放 1.5km 新轨条温度应力。

4.3 轨道车对位、分解,换轨车换轨

轨道车到达换轨起端位置后,快速换轨车直接对位,将换轨车和焊轨车分解,16961 换轨车上架起轨,随即开始换轨作业。

4.4 支车撞轨,起端拨弯线上焊

快速换轨车 II 端整体通过龙口后,作业人员将新轨条拔出承轨槽,以便支车撞轨预留起端线上气压焊接顶锻量。

同步焊轨车对位进行支车,当换轨车走行至 160m 位置时,换轨车进行支车作业,布置 3 台撞轨车依次将左右股新轨条向东撞轨,直至起端新钢轨搭接量 16mm。焊机顶锻量 30mm,焊机可拉伸 15℃ 的温度应力,即拉伸 $\Delta l=0.0118 \times 100 \times 15^{\circ} \text{C} \approx 18\text{mm}$,焊接位置两端钢轨分别端铣 2mm 左右,计算出使用撞轨方式使起端新钢轨搭接量达到 $30-18+2 \times 2=16\text{mm}$ 即可,待焊接完毕后,起端 100m 焊接锁定轨温达到 18℃。

起端搭接到位后,通知号位作业人员在 100m 位置处开始进行锁定,锁定 20 根轨枕,起端 100m 即可开始拨弯(50~80m 位置钢轨下方垫支架,将钢轨拔出承轨槽,使起端搭接钢轨入槽),待锁定够 50m 线路后焊轨车即可开始焊接作业,同步快速换轨车落车继续走行换轨。开通前 70min 完成焊接并落车,退出支车位置,进入换轨地段进行回收剩余旧料(旧胶垫、旧尼龙座)作业。

4.5 尾端拉伸合拢、应力放散

尾端拉伸合拢、应力放散,如图 2 所示。

表 换轨大修时间节点卡控表

项目	时间	10	20	30	40	50	60	70	90	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	
轨道车对位分解	30	■	■	■																	
设回流拆卸扣件	30	■	■	■																	
换轨车换轨	80				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
起端线上焊	100					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
尾端拉伸合拢顺坡打磨	40									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
恢复线路处理病害	80										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
回收旧料(胶垫尼龙座)	30															■	■	■	■	■	
轨道车连挂返回车站	50																■	■	■	■	
线下焊	170																			■	
散料	190																			■	
电务测试轨道电路	10																				■
设置慢行开通线路	10																				■

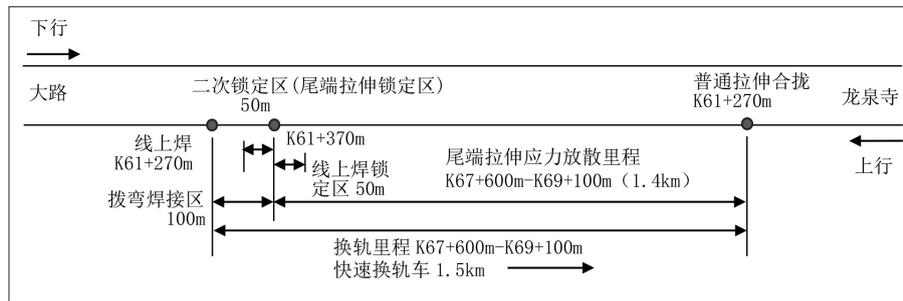


图2 换轨应力放散示意图

(1) 换轨车钢轨下架出龙口后,依次对起端焊接完毕的一股钢轨剩余 1.4km 进行拉伸合拢作业,采用 10.9 级高强螺栓,并对合拢口两侧钢轨进行顺坡打磨,顺坡率不超过 1‰。

(2) 前 100m 由焊轨车顶锻时进行拉伸放散,后 1400m 由尾端进行普通拉伸应力放散。快速换轨车走行至尾端新轨落槽后,根据起端新轨入槽轨温 3℃,尾端落槽轨温 3℃,确定作业中钢轨铺设轨温 3℃,计划锁定轨温 25℃。新轨条 100 ~ 150m 位置 50m 作为应力放散锁定区进行锁定,在起端一股线上焊接完毕后,优化起端线上气压焊和尾端拉伸的配合,采用在天窗点内改变锁定区的方式进行换轨全地段应力放散,即松开 100 ~ 150m 处线路,将 50 ~ 100m 处线路进行锁定,尾端按照 1.4km 进行应力放散。放散量 $\Delta l = 0.0118 \times 1400 \times (25 - 3) \approx 364\text{mm}$ 。

待起端 50 ~ 100m 处 50m 锁定区锁定完毕后,尾端进行普通拉伸合拢,在轨条拉伸端及每隔 100m 钢轨上设置位移观测点并标记位移量,采用滚筒结合拉伸配合撞轨法,每 10m 轨底承轨槽垫设 1 只滚筒,安排 2 台撞轨车在轨条 450m、950m 处进行撞轨均匀应力,保证各观测点位移达到标记处,容许偏差为 $\pm 1\text{mm}$,待拉伸到位后,1.4km 线路锁定轨温达到 25℃。

(3) 次日天窗内对起端线上焊接 100m 线路进行应力均匀,松开起端 300m 线路,使用撞轨车均匀应力,使起端线路锁定轨温达到 23℃。

(4) 换轨地段采用不同方式进行应力放散,确保了换轨地段锁定轨温全部达到设计锁定轨温,并在无缝线路应力放散及锁定轨温台账中准确记录。

4.6 恢复线路,处理病害

尾端拉伸到位应力均匀后,通知各号位恢复线路,轨距要求达到 $(1435 \pm 1)\text{mm}$,其余几何尺寸达到作业验收标准,对检查发现的轨距、水平超限、三角坑等病害及时处理。

4.7 回收旧料

待起、尾端龙口及线路恢复完毕后,起、尾端的轨道车组分别进入换轨地段,回收旧胶垫、旧尼龙座和短钢轨。

4.8 轨道车连挂返回

开通前 50min 时,换轨尾端旧料车同线下焊轨车组、散料轨道车组连挂后先行返回龙泉寺站,起端焊轨车开通前 70min 时准备进入换轨地段回收剩余旧料,回收完毕后,返回龙泉寺站连挂。

4.9 电务测试轨道电路

电务部门在施工轨道车开出施工地段后,室内测试施工地段轨道电路电压是否正常。

4.10 设置慢行,开通线路

全面检查线路,待人员机具全部撤离至安全地点,施工负责人与配合单位共同确认开通放行条件,申请开通线路,同时通知现场防护员设置慢行防护。

4.11 慢行后检查线路、探伤

线路开通慢行车过后,及时对线路进行复检,当日焊接接头执行“当日焊当日探”制度,做好应急处置准备。

5 HGCZ-2000 型快速换轨车换轨作业

5.1 作业前准备

16961 快速换轨车到达换轨起端对位后,各号位人员进行准备工作,打开道钉检测系统,查看车下红外线探头是否正常;解锁各机构,检查各作业机构和电磁滚筒是否正常工作;检查情况向工班长汇报,准备其他工作。

5.2 换轨作业

(1) 准备作业完毕后,开始上架起轨,Ⅱ端轮对在轨缝前 500mm 处停车制动,上架时间控制在 8min 以内,起端龙口处的待换新轨预留 40mm 的搭接量,预留搭接量确保新轨入槽后换轨车Ⅱ端轮对能够正常通过龙口,上架完毕后,换轨车走行开始换轨作业,随即 1 号位打开电磁滚筒并加磁,开始回收道心内下线的铁质旧料。

(2) 换轨车出龙口后,将钢轨拨出承轨槽,走行至 160m 位置停车支车,同步使用 3 台撞轨车将待换新轨向起端方向进行撞轨,直到龙口搭接量达到线上焊接要求,立即安排起端 100m 位置处进行锁定,锁定 20 根轨枕后即可开始拨弯进行线上焊接作业流程,换轨车落车后继续走行进行换轨作业。

(3) 换轨车走行时,控制好行进车速,不超过 5km/h,曲线上走行时,适当降低速度,操作人员随时根据施工负责人指令调整机构方向^[1];曲线上股尾端使用普通拉伸机拉伸新轨来配合换轨车走行,释放上股钢轨应力防止上股钢轨聚弯侵限;2 号位监控道钉检测系统,如发现检测异常,立即与工班长联系解决;3 号位在车下观察监控装置旧轨出槽情况;4 号位监控新轨入槽情况,防止检测系统偏差太大;5 号位监控旧料回收系统,发现异常及时处理。作业人员时刻观察旧轨出槽和新轨入

槽等情况,遇到问题立即紧急停车进行处置。

(4) 换轨车走行至尾端 300m 时,尾端切割新轨,直线上时新旧轨龙口轨缝控制在 80 ~ 100mm 间,尾端在曲线上时,根据新轨上股伸长、下股缩短的情况适当调整新旧轨龙口轨缝,确保尾端换轨车下架时,新轨直接进入承轨槽,接近龙口时,车速降低到 2km/h 以下,进行换轨车下架,下架同时需倒设 1 次回流线,保证回流畅通。

5.3 作业后收车及回检

钢轨下架换轨车出尾端龙口 20m 后停车,各号位操作人员进行收车,关闭道钉检测系统,关闭电脑,对电磁滚筒传送带旧料回收装置进行检查确认,将各收放装置及电磁滚筒调整至挂运位置,并使之垂向、横向正确锁定。挂运钩插入挂运孔,并与传感器接触(指示灯亮),完成后进行互检确认。

6 起端线上支车气压焊

6.1 焊轨车支车准备

换轨车组离开焊接位置后,组织人员将起端轨条拨入承轨槽。车下焊接人员开始支垫动端钢轨,在距离焊头第四个轨枕空放置支车垫块,在距离焊缝 3.9 ~ 4.1m 处准确划好对位线,焊轨车对位后拧紧手制动做好防溜逸措施。

焊机操作人员上车打开焊接管理系统,左右支腿同升同降支起车辆,下股支腿伸出至 270mm 后在车轮前一个轨枕上股垫 3 号钢轨垫块、下股垫 2 号钢轨垫块,支车过程中始终保持车轮与钢轨紧密接触^[2]。支车完成后焊接操作人员开始焊机试火工序,焊接配合人员在距离焊缝 40m 处的 1 号换轨地段拨弯动端钢轨,拨弯时上下两股钢轨都应向上股方向拨弯,方便焊后轨条入槽。

6.2 钢轨焊接作业

钢轨焊接作业流程是:焊前准备→静端锯轨除锈、除字→焊轨车对位→支车→动端画线锯轨除锈、除字→端铣处理→清洁→对轨→调节焊接参数→焊接→正火→粗磨→落车→精磨→探伤→焊头标识。

6.3 扣压力达标

焊接完成后,左右支腿同升同降落下车辆,回收垫块钢索,焊轨车撤离至离焊头 20m 外,开始粗打磨作业并对焊接接头两侧至少 50m 范围内线路扣件复紧保证扣压力达标,温度低于 15℃ 时用电动螺丝机焊缝 75m 及以上线路扣件进行复紧,保证扣压力达标。

(1) 用波磨尺测量焊接接头轨顶面、工作边、轨脚水平边缘错缝并做好记录。

(2) 打磨人员操作轨底铣削机对轨底焊筋进行磨削作业;操作角磨机、手持砂轮机,对轨颞、轨腰、圆弧

面处的焊筋进行磨削作业;操作仿形打磨机,对轨顶面、工作边、非工作边进行磨削作业。

(3) 待焊头温度降至 50℃ 以下,即可进行探伤,并对焊接接头进行标识^[3]。

7 线下焊连 1.5 km 钢轨应力释放

由于在天窗点内线下焊连 1.5km 钢轨时,轨温较低,作业中轨温约为 3℃,根据常年观测,该区段晴天时每天 11:00 左右轨温升高,14:00 左右温度达到最高,达到 35℃ 左右,升温较快、温差较大,是易发胀轨风险的时段。为防止 1.5km 长轨条发生胀轨,线下焊连长轨条(1.5km)时间控制在待换前 1 日,焊连完毕后气压焊接头两侧钢轨上增设防胀轨卡,并安排每日在高轨温时段 11:30 左右申请 20min 临时天窗,对当日线下焊连的长轨条进行撞轨释放应力,保证在轨温升高时段钢轨应力得到释放,最大限度的降低升温时段长钢轨胀轨的风险。

8 结语

快速换轨车和移动式气压焊轨车协同配合更换 1.5km 新轨,换轨车走行过程中通过撞轨车配合、起端号位的锁定配合,焊轨车即可进行焊接作业,形成标准化施工组织,减少了人工使用数量,很大程度地提高了换轨大修施工机械化程度,日换轨进度达到 1.5km,提高了整体的作业进度和效率,保证了无缝线路的整体质量,增强了无缝线路的轨道强度和稳定性。通过锁定区的调整,换轨地段锁定轨温均匀,全部达到设计锁定轨温。快速换轨车换轨,使用电磁滚筒将道心内旧铁料直接回收,减小了作业后人工回收旧料的作业量;通过 4 号位的操控,能够将新轨准确落入承轨槽正中,方便作业人员快速恢复扣件;通过机构作用将旧轨限界一次处理到位,减少了人工处理限界的作业量,消除了人员进入两线间处理限界的安全隐患。YHGQ-1200K 移动式气压焊轨车的线上、线下使用,大量减少了现场铝热焊,焊头质量稳定,2022 年以来全段气压焊接接头数量达到所有缓和曲线线型对悬挂式单轨焊头总量的 80%,并且所有焊头均实现外观合格率、探伤合格率“双 100%”的优异成绩,切实提高了无缝线路的质量。

参考文献:

- [1] 角志达. 高速铁路交叉布置站型分析及联络线设计[J]. 铁道勘察, 2018, 5(24): 98-102.
- [2] 朱善峰. 动车组抗蛇行油压减振器失效故障分析及防止措施[J]. 铁道车辆, 2018, 9(14): 39-40.
- [3] 寇峻瑜. 车辆动力响应的影响[J]. 北京交通大学学报, 2020, 4(12): 102-107.