

无缝线路钢轨现场焊接技术工艺的运用分析

翟子焱

大秦铁路股份有限公司侯马北工务段 山西临汾

【摘要】近年来，铁路的快速发展对轨道线提出了更高的要求，导致轨道向重、硬、高合规性和高焊接性能的方向发展。透明线在可靠性和稳定性方面具有显著优势，是高速重轨道结构的重要组成部分。轨道熔接是建立无缝线的最基本工作，也是影响无缝线工作状态的目标和困难。

【关键词】无缝线路；钢轨现场焊接技术工艺；运用分析

【收稿日期】2023 年 2 月 5 日 **【出刊日期】**2023 年 4 月 20 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20230013

Application and analysis of seamless rail welding technology on site

Ziyan Zhai

Daqin Railway Co., LTD. Houma North works section, Linfen, Shanxi

【Abstract】In recent years, the rapid development of railways has put forward higher requirements for track lines, leading to the development of tracks in the direction of heavy, hard, high compliance and high weldability. Transparent wire has significant advantages in reliability and stability, and is an important part of high-speed heavy orbit structure. The track welding is the most basic work to establish the stitching line, and it is also the goal and difficulty to affect the working state of the stitching line.

【Keywords】Seamless circuit; Rail field welding technology; Application analysis

引言

我国高速铁路项目中无缝线路的铺设逐渐增多，此种建设方式对钢轨的焊接技术有着较高要求。目前，无缝线路钢轨现场焊接技术已经逐渐成熟，气压焊接、接触焊接等方式的应用优势非常明显，但为确保无缝线路钢轨现场焊接质量，还应明确不同焊接技术的工艺要求，制订出更科学、合理的技术方案。

1 国内外钢轨焊接技术应用现状

世界正努力发展无缝线路钢焊接技术，每个都有自己的特点。例如：日本高铁轨道焊接时，首先采用闪光接触焊或压力焊，200 米长轨道焊接 25/50 米轨道，然后主要采用移动式闪光焊、铝热焊，强制电弧焊或压力焊将连续线设置在 800-1500m 之间。在德国，大多数钢焊接采用短期预热铝快速热焊法，不仅加快铝热预热，而且提高了焊接头的硬件特性。今天，德国创建了 SKV 焊接方法。法国致力于研究高速轨道焊接技术，采用有效的接触焊接方法，在工作场所采用移动式接触焊接和 QPCJ 铝

热焊接。当北美铁路正在铺设新轨道或更换轨道进行重大检修时，闪电焊接将焊接 80 英尺轨道增长条，然后将闪存焊接移动到现场，以实现长轨道条之间的焊接。焊后无热处理工艺。我国自 1957 年开始参与轨道焊接以来取得了令人满意的成果。几年前，中国利用法国 Rai Taike International 公司 QCJ 铝热焊技术进行了大部分现场焊接。随着国内焊接技术的发展，焊接设备定位研究成为轨道焊接技术研究的重点，为我国高速铁路轨道焊接提供了必要的技术准备。近年来，内轨闪存移动焊接技术一直是无缝线路工程的主要技术之一，一些企业正在生产越来越广泛使用的移动 flash 焊机。在铝热焊领域，铁科院金研究所重点关注铝热焊、玻璃设计、坩埚设计和工艺的几个方面，大大提高了铝热焊头的质量和铝热焊技术的应用范围。例如沈阳浑南新区全长 60 公里，现代铁路轨道类型（欧洲标准 59R2）均采用铝热焊法，条件是保证质量稳定，多台同时运行，运行时间短，效果良好。关于重型和小型弯曲曲线的贝氏体钢轨，铁路局金属研究所发现，使用

球焊机焊接贝氏体钢轨并不能实现理想的性能圆角。

2 无缝线路钢轨焊接的现场条件

轨道长度受制造、运输、放置和保存技术的制约，在天窗锁定和建筑环境随机等特殊情况下，现场线的无缝焊接更难克服。天窗的时间较短，施工人员相对较少，在浅焊道工作流程中进行前磨合-轨道剥离-轨道焊接-火焊-后磨合，如缺陷检测，操作人员相对流动性强，运行时间节点不能单个工作人员所需要的工作量很大。如果天气条件不利，如夜间、隧道、降雨、风或沙子，操作人员将不可避免地受到这些条件的影响，除了环境对焊接过程的影响外，由于天气条件不利，焊接困难因素可能会增加。当地专业人员相对较少，派遣工人等经营者的专业水平也不能完全保证，必然会出现缺陷和错误。这需要对作业人员进行认真监督和提供专业咨询，并提供额外的安全保障，以确保施工的安全和顺利进行。100 米单位轨道段在工厂焊接 500 米，然后由专业运输车辆送往现场。当轨枕区域卸下行车线时，有几米的误差。必须在牵引装置的特定位置拉两个 500 米的轨道杆，以确保轨道头的适当间距，有时还需要其他辅助工具，如锯木厂，以便在 1 公里或 1.5 毫米处开始焊接。对于高温弯曲轨道，曲线半径太小、过大，肩钢轨倾斜、弯曲、不平滑、不直时必须提前调整，这也是确保焊接质量的前提条件。在极低的条件下，很难将轨道焊接到零度以下，这种情况下对焊接过程的影响也很常见。特殊情况下，需进行焊接轨道修理焊接、电火花焊接、常压焊接和铝热焊接，均须在钢轨两侧焊接 2 米前加热约 50℃，焊接机械液压部分应同时，压力焊接应采取防风保温措施，洗澡加热乙炔瓶、热毛巾和热袋加热保温；铝热焊还可能需防火帐篷等措施。

3 无缝线路钢轨现场焊接时存在的问题

无缝线路钢轨现场焊接时，由于钢轨长度会受到轨道养护技术、铺设工艺、运输及制造技术制约，所以在进行现场焊接时需要面对较多的问题。具体可体现在以下内容中。（1）钢轨现场焊接期间，前期打磨、拉轨、锯轨、焊轨、探伤等环节中，施工人员的流动性较强，且部分施工时间节点无法同时进行，前后作业的协调难度大，部分专项作业施工人员工作强度大。（2）由于无缝线路钢轨的现场焊接环境较为特殊，刮风、降雨会影响现场焊接活动，

使得现场焊接施工难度增加。但现场焊接施工人员多为劳务派遣工人，专业性较弱，现场焊接时的安全风险较大。（3）无缝线路钢轨的单元轨节多为 100m，需要提前在加工厂焊接为 500m 后用专业的运输工具运输到现场。但是，将焊接后的钢轨转移到铁路无缝线路的砟肩区域后，可能会出现 1~10m 的误差风险，且现场焊接过程中温度过高、钢轨弯道曲线半径过小都会影响焊接质量，要求施工人员及时调整，灵活控制各项参数。

4 无缝线路钢轨现场焊接技术工艺

4.1 铝热焊接法

如今，铝热焊法被公认为钢轨快速有效的焊接方法。铝热焊工艺简单，适用于工地位移操作，便于工地焊接连接和断裂后的焊接恢复。工艺方法：

（1）制作砂型和坩埚。（2）氧气、液化石油气和乙炔气瓶应布置在距焊接点 5 米以上的工地上，所有设备应布置在焊接侧的路肩上，熔炉应布置在距所有气瓶 5 米以上的地方。（3）当切割轨道用于再次焊接切割轨道时，插入的焊接轨道长度应大于 6 米，不得有弯曲、扭转或损坏，且与直线上的轨道磨损相似。切割轨道应由双向旋转切割机进行，切割轨道应根据线进行切割，允许横向误差 1mm，垂直误差 2mm，切割后应使用便携式家具或石灰去除蓝色紫色标记和切割平面氧化物，所有端（4）按钮盒和密封盒。回路箱：在回路箱之前，必须清理砂类型中的所有通道，然后将砂箱放置在轨道焊缝上。如果有缺失的角点、丢失的碎片、裂纹和松动，不要使用沙盒。密封箱砂应在焊接前准备好并置于密封箱内，密封箱的所有接缝和与钢轨的对应点应与密封箱砂密封。（5）装入坩埚前，应先干燥坩埚，固定在专用支架上。安装时，密封盒时应事先测量支架上的安装位置。调整坩埚位置，使罩壳末端距砂盒顶面 100（10）mm，垂直对齐砂芯底座的中心，使坩埚旋转至 90 度。（6）在砂型芯座的中心插入火圈处于垂直状态，火焰通量对准砂箱的底面，不流向刚好两端的轨道面，可随时根据两侧排气通量的回弹高度调整手柄，以便在任何时候，输入框工作人员都会消除关闭框部分的跑步火灾现象，预热 3 分钟，然后放入火中。（7）浇筑时，应在安装焊机前看到高温火柴发出火花。确定焊机点火后，应关闭预热器，盖上砂芯。当焊机黑烟点燃时，应盖上坩埚盖。接下来，应迅速将熔炉推到盖钉垂直于

砂芯中心的位置，并将其固定，以确保焊机起爆时无位移。(8) 拆下支架后，立即拆下屏蔽导轨表面的砂，1 分钟后松开锁箱和砂箱支架，提起冲压机，2 分钟后推压机可缓慢增大使刀具进入砂箱的力，逐渐增加刀具量修理时，先除去推力机后端轨道面的残余物，然后磨合时先磨合后轨道面及两侧。(9) 修复后，轨道温度降至 500℃ 以下时，即可生火。还可在室温、高温下点火液化石油气 0.04MPa，氧气流量 3000mL/h，火焰心长度 10-20mm，火焰再流器垂直于焊接位置。每 2 分钟使用温度计测量一次轨道温度。当轨道温度为 900-950℃ 时，拆下温度箱，在绝缘 10 分钟后自然冷却。

4.2 接触闪光焊

接触式闪光焊主要是利用电流通过电阻产生的热焊件，进行早期预热、中期连续加热、长期快速爆炸闪光，最后是头部穿孔和压力自然冷却。其特点是设备自动化控制水平高，焊接参数调整成功后，焊接质量的人为影响因素非常低，焊接效率高，质量稳定可靠。通过优化正压送风系统焊接质量，优化了轨道的内部颗粒，使其更接近轨道的主要材料。其中，连续闪光焊接、预热闪光焊接和脉冲闪光焊接统称为接触闪光焊接。接触闪光焊的中心部分位于焊缝参数调整中。在可调式外壳中，从阶段 0 到阶段 5 和最后加速阶段，每个阶段都由许多不同的参数确定，例如时间、位移、电压、三组电流、进给速度和回退速度。共有 58 组参数可调整，每个参数都有特定的含义和适当的范围，将每个参数设置为最佳值是优化 flash 焊接质量的最可靠的关键。此外，不同类型轨道的参数也不同，新的低碳轨道越多，调整焊接参数就越困难。在闪光焊接过程中，除了焊接未焊和焊接渣等问题外，最重要的注意事项是焊接质量中缺少灰色斑点。灰色作业主要由熔接处理参数、设备效能、马达提供的电压、轨道末端侧的清洁度、轨道末端表面平滑度、两条保留轨道的末端表面距离、天气等因素造成灰色斑点是闪光灯焊接中最持久的缺陷。随着轨道焊接技术的改进，只有尽可能少的控制，在合理的区域内控制灰斑，远离轨道底部三角形和轨道角边缘等危险区域，以及避免轨道应力集中破裂等情况。钢焊接回声测深仪是一种超声波探伤器，用于某些微小的灰色斑点区域，由于回声较小，有时可能无法检测到或无法检测到。缺陷，如紧固渣、未焊接焊缝、烧损、

烧损等。比灰斑更严重，大部分都需要再切割焊接。夹紧渣和未焊接接头通常是由于闪光灯损坏造成的；燃烧是由于参数提供的热量过多，需要降低提供热量的相关参数的时间、电流、电压和推力速度；恰恰相反。由于闪光焊缝的大电流爆炸，焊接后的内部组织晶粒一般较大，不符合轨道线标准，必须燃烧（二次加热处理），目的是使轨道焊接的内部组织晶粒更薄、分布更均匀，形成奥地利组织，并具有调整焊缝滑动应力的效果，以及缓解焊缝区域应力集中的效果。现阶段主要采用火焰正火法（一定比例的氧气和燃烧乙炔提供热量）和列车正火电磁检测法。电磁感应正火提供比正火更均匀的热量，精化谷物水平较高，接缝质量较稳定，不受风沙等天气比较恶劣的影响。

4.3 气压焊接技术

气压焊接技术在 1955 年被引进我国，具有成本低、设备简单、焊接效果明显等优势。气压焊接技术方案中，施工人员需要在现场焊接前进行气压焊轨工艺试验，适用的焊轨机为双导柱卧式压接机、新型移动式气压焊机，且焊接设备中含有射吸式加热器。在无缝线路钢轨现场焊接中采用气压焊接技术时，工艺流程为：施工准备→锯轨→拉轨→轨端处理→对轨固定→点火焊接→打磨→探伤→验收焊缝。锯轨时，施工人员还应用方尺检查配轨两接头的相错量，若相错量大于 100mm 则需要及时锯轨。拉轨时可将钢轨扣件松开，然后将钢轨支撑在滚轮上，支撑后用拉轨器进行拉轨，并用枕木支撑钢轨接头。需要注意的是，对于高速铁路上的无缝线路现场焊接时，应确保钢轨焊头的直线度、平顺性符合预期要求，对此，施工人员应基于气压焊接技术，做好现场焊接时热处理、精细化打磨工作，并且为防止无缝线路运行时存在低接头问题，焊接后应保持接头纵向平直。

4.4 电弧焊

在铁路系统中，无缝焊接技术也在不断发展。随着焊接技术的发展和更新，轨道焊接正在逐步采用新的方法。电弧焊是近年来轨道焊接的一种新方法，该技术的发明和应用大大改进了轨道无缝焊接技术。一些企业还逐步建立了钢焊接和交叉焊接的半自动焊接方法。这种焊接方法要求焊前简单预热、无焊机、无保护气体、焊后热处理，具有简单工艺的特点，已正式应用于线路铺设，效果更好，值得

推广。

5 结束语

综上所述,为提升高速铁路项目中无缝线路钢轨焊接质量,相关人员还应结合无缝线路钢轨现场焊接的基本要求,做好现场焊接前的准备工作。同时灵活选用焊接工艺,发挥不同焊接方法的技术优势,更可靠地焊接钢轨,为无缝线路钢轨后期的维护、保养提供便利。此外,焊接铺设无缝线路钢轨是我国高速铁路建设发展的重要内容,相关人员还应持续探究无缝线路上钢轨现场焊接技术,完善钢轨焊接技术体系。

参考文献

- [1] 王刚,王宇红.浅谈无缝线路钢轨现场焊接技术工艺[J].内蒙古科技与经济,2020(24):88-89.
- [2] 刘君.无缝线路铺设的有关技术问题[J].内蒙古石油化工,2019,35(17):94-97.

- [3] 朱坚强.铁路无缝线路现场钢轨焊接方式探讨[J].建筑,2019(10):22-23.
- [4] 王金山,任永康.无缝线路一次性焊接、铺设施工技术探讨[J].上海铁道科技,2019(03):57-60.
- [5] 王振强,戴虹,吕其兵,谭克利.无缝线路钢轨现场焊接质量研究[J].铁道建筑,2018(08):76-80.
- [6] 王卫星.城市轨道交通线路长钢轨现场焊接方案探讨[J].城市轨道交通研究,2018(04):77-79.
- [7] 高注,孙建新.现场焊接钢轨铺设无缝线路[J].铁道建筑,2018(05):20-23.

版权声明: ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

