

# 无缝线路铺设及焊轨施工技术的探讨

关云涛

中国铁路哈尔滨局集团公司哈尔滨工务机械段 黑龙江 哈尔滨 150036

**摘要:** 无缝线路铺设及焊轨施工技术在铁路工程中扮演着重要的角色。进一步讨论无缝线路铺设的技术,包括无缝线路的优势和应用领域,以及施工中的关键技术。这些技术成果为铁路工程实践提供了重要的参考,也为未来对焊轨施工技术和无缝线路铺设技术的研究和探索提供了指导和借鉴。

**关键词:** 无缝线路; 铺设技术; 焊轨施工技术

## 1 无缝线路概述

无缝线路是铁路轨道现代化的重要内容之一,通过消除轨道接头,减少列车冲击振动,提高运行平稳性,增强了线路的安全性和稳定性,进一步提高铁路运输能力。无缝线路相对于普通线路具有以下优势。首先,无缝线路能够降低轨道的养护维修成本。普通线路上由于轨道接头存在,列车经过时会造成冲击和震动,加速了轨道磨损,增加了养护维修的费用和工作量。而无缝线路通过消除接头,使列车运行更加平稳,减少了轨道的磨损,降低了养护维修成本。其次,无缝线路可以延长钢轨和机车车辆的使用寿命。普通线路上,由于列车通过接头处时产生的冲击力较大,会加速钢轨的疲劳损伤,降低其使用寿命。而无缝线路中没有接头,列车通过更加平稳,钢轨的疲劳损伤程度较小,延长了其使用寿命。同时,无缝线路的平稳运行也可以减少机车车辆的冲击,延长其寿命。无缝线路可以减轻机车车辆冲击轨缝产生的噪声。轨道接头是声音和振动传输的重要通道,列车经过接头时会产生打击噪声,给沿线居民和行车人员带来困扰。而无缝线路消除了接头,使列车通过更加平稳,减少了噪声的传播。还有值得一提的是,无缝线路有利于环境保护。减少了轨道维修和更换的频率,节约了原材料和人力资源的消耗<sup>[1]</sup>。由于无缝线路的平稳运行,也可以减少能源的消耗和环境污染。无缝线路通过消除轨道接头,提高了线路的平稳性和稳定性,带来了许多优势,如降低养护维修成本、延长钢轨和机车车辆的寿命、减轻噪声污染、保护环境等。无缝线路的应用在铁路建设和运营中具有重要的意义,不仅提升了乘客的出行舒适度,也为铁路运输的发展做出了积极贡献。随着无缝线路技术的不断发展和完善,其在未来的铁路建设中将扮演更为重要的角色。

## 2 无缝线路稳定性分析

无缝线路作为一种新型轨道结构它最大的特点就是

在夏季高温季节在钢轨内部存在巨大的温度压力,容易引起轨道横向上的变形。在列车动力或人工作业灯因素的干扰下,轨道弯曲变形会突然增大,这一现象常称为胀轨跑道,在定义上称之为丧失稳定。这将严重危及行车安全,所以为保证无缝线路的稳定性就一定要根据气候变化有计划的进行应力放散。

### 2.1 胀轨跑道

胀轨跑道分为持稳阶段、胀轨阶段和跑道阶段。胀轨跑道总是从轨道的薄弱地段(即具有原始弯曲的不平顺)开始。在持稳阶段中,轨温升高导致温度压力增大,但轨道不变形。胀轨阶段,随着轨温的持续增加,温度压力也随之增加,此时轨道开始出现了一些微小变形,此后,温度压力的上升方向和横向变化之间呈非线性关联。当温度压力逐渐超过临界值时,或者这时的轨温稍有上升或稍有外界影响时,铁轨就会突然出现臃曲,道碴抛出,轨枕裂损,铁轨出现巨大变形,铁轨也遭到了严重破坏,此时为跑道阶段,至此稳定性已彻底下降<sup>[2]</sup>。

### 2.2 无缝线路稳定性计算的主要目的

研究轨道胀轨跑道的产生规律,并研究其形成的热力学条件和主要影响各种因素的相互作用,从而测算出确保道路安全的最大允许温度压力,是无缝道路安全性研究的首要目的。所以,无缝的稳定性分析对于无缝的设计,铺设和保养等都有着重大的科学价值和实际意义。

### 2.3 影响无缝线路的不稳定因素

无缝线路在开展了大量研究后表明,大多数的胀轨或跑道故障并不是由于温度压力过大引起,而只是因为人们对无缝线路起稳定作用的原因认识还不够,在养护维修中破坏了这些因素而发生的。因此,我们必须研究丧失稳定与保持稳定两方面的因素,注意发展有利因素,克服、限制不利因素,防止事故的发生,充分发挥无缝线路的优越性。

### 2.3.1 保持稳定的因素

①道床横向阻力：防止无缝线路胀轨跑道，保证线路稳定的主要因素就是道床抵抗轨道框架横向位移的阻力。稳定轨道框架的力，70%由道床提供。道床横向阻力轨枕两侧及底部与道碴接触面之间的摩阻力，和枕端的碴肩阻止横移的抗力组成了道床横向阻力。②轨道框架刚度：轨道框架刚度可以反映其自身抵抗弯曲能力。轨道框架刚度愈大，弯曲变形愈小，是保持轨道稳定的重要因素。轨道框架刚度，在水平面内，等于两股钢轨的水平刚度及钢轨与轨枕接触点间的阻矩之和。

### 2.3.2 丧失稳定的主要因素

①温度压力：由于温度升高引起的钢轨轴向温度压力是构成无缝线路稳定问题的根本原因。②轨道初始弯曲：初始弯曲是影响稳定的直接因素，胀轨跑道多发生在轨道的初始弯曲处。因而控制初始弯曲的大小，对保证轨道稳定有重要作用。

### 2.3.3 稳定性安全储备

轨道结构的工作特点是荷载的重复性与随机性，加上自然条件的影响，使得轨道存在各种不平整，不得不对线路进行经常或定期的修理，线路状态的变化会降低无缝线路的稳定性。因此在上述稳定性计算的基础上，还需要对稳定性的安全储备量进行分析，即要考虑一定的安全储备量<sup>[3]</sup>。

## 3 无缝线路的铺设技术

采用连入法：

当作业轨温在设计锁定轨温范围内或低于设计锁定轨温范围时采用“连入法”进行施工。施工时第一单元的长轨铺设与普通线路铺设方法相同，并通过计算拉伸量采用同步拉伸的方法使该段长轨达到锁定轨温后终端钻孔后与既有线路连接。

铺设第二单元轨条时要做好准备工作（轨条终端有孔部位的处理工作）：当封锁时，卸下第一单元轨节终端50根的轨枕扣件，并将第一单元终端带孔部分锯掉（约500-600mm），轨道车牵引换轨小车以不超过5km/h速度依次由始端至终端向前运行，直至本长轨节终点。

与此同时，将已处理好的第一单元轨条锯断端与第二单元始端用移动式气压焊轨车进行焊接，焊接完毕后，锁定第二单元无缝线路（若此时实测轨温低于设计锁定轨温，即可在第二单元轨节终端实施拉伸，拉伸时轨下须垫滚，中间撞轨器撞轨配在第二单元轨节的中间）。以此类推，最终完成区间无缝线路的铺设。

每天送人轨道车到现场后，防护员立即进行展开防护，现场电话员与驻站联络员取得联系，两侧远端防护

人员到达指定位置设好防护，驻站联络员做好天窗外登记工作。最后一趟车过后，三班组织班组作业人员将内燃扳手等工具推到位、并对内燃扳手进行点检，发现问题，及时处理；把要换的料摆到位。封锁前无慢行，推扳手时和驻站电话员联系好，摆料时加强防护。二班到现场后，将撞轨器、无齿锯、钻孔机、拉伸设备卸到位，并对设备进行点检，发现问题，立即处理。高温时段组织人员提前对待换焊后轨条撞轨放散，始端按技术要求撞到位。撞轨时和驻站联络员联系好是否有车。同时拆除工具棚，准备搬家。遇有道口，提前做好公告。封锁后，先进行既有轨应力放散，钢轨未断开前，三班组织各组人员按安全钉卸扣件，放散口彻底断开口子后，正常卸钉。卸扣件时同步换入需要更换的料，将旧料装袋回收，换入新胶垫时，将旧胶垫堆码整齐放在路肩侧，冻害垫板或沉落垫板按原位垫好（根据工务要求）。换轨轨道车运行到换轨始端后解体，第一辆轨道车装工具棚后（或认轨后、视工具房位置），换轨小车上架，换轨小车上架地点避开岔区及有电务设备区段。勿轨。始端轨缝按技术交底预留。勿轨后轨缝不标准，用撞轨器调整，调整合适后，始端夹板联接（或线上联合焊接），换轨小车开始换轨，换轨小车行走速度不得超过5km/h，换轨小车行走带包不宜过大，避免带起轨枕。换轨小车到达终端后，根据轨温看是否需要拉伸，有绝缘处所必须调整好绝缘接头直角差后，终端锯轨，拢口。换轨小车上车，换轨小车上车地点选在岔区以外。

三班在换轨小车过后，组织各组人员上扣件，换轨小车到终端锯轨调整绝缘接头直角差后（如果拉伸，等拉伸到位后），按施工负责人命令各组开始紧扣件，先紧基本股，再紧另外一股，紧钉顺序按先紧安全钉，紧完安全钉的同时量轨距，轨距超限位置进行调整，调整后紧好全部扣件。线上几何尺寸必须达到放行列车条件（同时符合验收标准）。收料时三班组织好人员，车停稳后方可装料，收夹板人员要注意安全，回收旧料按照规定及时回送基地，按规定做好交接。开通前，扣件达到标准。收料后，轨道车联接，返站开通。封锁时间内，完成扣件紧固。扣件紧完后将内燃板子送到工具棚，摆齐，与工具看守人员做好交接，用苫布盖好。

## 4 焊轨施工技术

### 4.1 焊轨施工的基本原理和流程

焊轨施工是将两段轨道通过焊接方式连接在一起，形成无缝连接的铁路轨道。其基本原理是利用高温热能将轨道金属材料熔化，并通过机械力将两段轨道连接在一起，形成坚固的焊接点。施工前需要进行准备工作，

包括检查轨道的质量、尺寸,清理轨道表面的污垢和杂物,确保焊接区域的干净。同时,进行焊接区域的测量和放线,确定焊接位置和焊缝。在进行焊接之前,需要对焊接区域进行预热。预热能够提高焊接金属的可塑性和焊接性能,减少焊接应力和变形。预热温度和时间根据轨道材料和环境条件决定。焊接操作可以分为真空电弧焊接和熔渣焊接两种方式。真空电弧焊接使用电能产生高温弧焊热能,将轨道金属材料熔化并连接在一起。熔渣焊接则是通过焊丝的燃烧产生高温熔化金属,形成连接。焊接过程中需控制好焊接电流、电压、速度和压力等参数,确保焊接质量。焊接完成后,焊接点需要进行冷却和固化。冷却时间取决于焊接材料和环境温度。在冷却过程中需保护好焊接点,避免机械冲击和外力挤压。对焊接点进行检查和修整。通过视觉检查、超声波检测等手段,检查焊接缺陷和质量问题。对于需要修整的焊接点,采取相应的措施进行修整,确保焊接质量符合标准<sup>[2]</sup>。

#### 4.2 技术质量控制项目及措施

##### 4.2.1 长钢轨的运、卸作业

卸长轨条作业负责现场防护、长轨条加固和看护,对卸轨地段的砟肩进行平整、清理线路上障碍,石砟平整宽度枕头外300mm,并低于轨枕承轨槽20-30mm,确保卸轨后不超限,对电务设备妥善处理,绝缘导线用绝缘胶管包好或往下深挖(上面垫好胶垫),防止卸轨后联电。

卸长轨条时将有关道口两侧混凝土板(混凝土枕)拆除,卸后立刻恢复。有人看守道口,要与道口员联系,不得放行车辆。长钢轨卸车准确,误差不超过200mm。卸车后线下长轨和线上轨间净距离不少于600mm。卸在道床上的长轨不得侵入限界,卸后长钢轨,按规定配足防胀器:大于400m长轨至少加固5处(含两端部),且长钢轨端部做好观测标记,防止因胀轨或拱起而侵入限界或联电,卸后、焊后长轨条必须派专人巡视。巡视人员按时填写巡视手册,发现隐患(如轨条胀包)应及时处理。

##### 4.2.2 钢轨焊接作业

我段采用钢轨焊接方式有三种:焊轨车焊接(移动式闪光焊焊轨车、移动式气压焊焊轨车)、铝热焊三种焊接方式,视现场情况采用不同焊接方式。原则上线

下焊采用移动式闪光焊焊轨车焊接,线上联合焊接采用移动式气压焊焊轨车焊接(或铝热焊)。钢轨绝缘接头使用SY-36型常温固化胶接绝缘接头,有关质量要求严格执行《SY-36型常温固化胶接钢轨绝缘接头粘接作业指南》。现场采用移动式闪光焊焊轨车和移动式气压焊焊轨车焊接作业时,要控制好焊接工艺规定的各项参数(焊车对位、焊接前准备工作、对轨夹正、焊接和推凸、加热时间、顶锻时间、顶锻压力、顶锻量、正火温度及正火时间等),确保焊接质量,严格执行哈铁工(2015)195号文件中第三章作业和质量的标准。焊接长轨后的轨条必须严格检查,不得有硬弯,用一米直尺测量,钢轨平直度:工作面0~0.3mm,工作边 $\pm 0.4\text{mm}$ ( $v \leq 120$ ),现场联合接头平直度和表面质量应符合TB/T1632-2014的有关规定。对现场焊接的焊头上道前须由工务段与施工单位共同进行严格的探伤检查,对经检查不合格的焊头必须切掉重焊,不准带伤换轨。指定专人及时按规定填写焊轨记录及探伤记录,填写时要认真、仔细、齐全,整理完后报段技术科。

##### 4.2.3 散料作业

每天封锁后按技术交底进行散料。每天封锁前进行摆料,按标准将每个立螺栓使用的料摆好。安排人员对散料地段进行巡守,避免发生丢失,影响施工。

#### 结束语

无缝线路铺设及焊轨施工技术的发展为铁路工程的建设和维护提供了重要的技术支撑。通过合理的施工流程和关键技术的控制,焊轨施工可以确保焊接质量和轨道连接的稳定性,提高铁路运营的安全性和可靠性。因此,未来需要进一步加强对焊轨施工技术和无缝线路铺设技术的研究和探索,提升其应用水平,并寻求更加可持续和创新的解决方案。

#### 参考文献

- [1]王晓明,刘刚,林建国.高速铁路焊接轨制造工艺与设备的研究[J].机床与液压,2021,49(22):47-50.
- [2]张伟,孟庆莉.无缝线路施工技术在铁路工程中的应用探讨[J].铁道标准设计,2021,(07):128-131.
- [3]李庆,段彦平.焊轨施工技术的研究与应用分析[J].铁道建筑技术,2021,(12):155-157.
- [4]刘建科,崔国杰.无缝线路施工关键技术研究与应用[J].铁道建筑技术,2021,(18):219-221.