

文章编号:1006—2106(2002)04—0117—04

# 新线铁路一次铺设跨区间无缝线路综合施工技术

杨巍彬\* 钱振地 张宁南 薛红喜 要旭

(中铁三局集团技术开发部线桥工程处,河北三河065201)

**摘要:**一次铺设跨区间无缝线路施工是一个复杂的系统工程,涉及许多技术方法,单一或部分技术方法的应用无法达到一次铺设的高标准要求。只有用系统的综合施工技术,才能达到高速铁路一次铺设的目的,满足无缝线路轨道一次达到高平顺性的要求。

**关键词:**无缝线路;轨道铺设;综合施工技术;紧密流水作业法;配套施工技术

**中图分类号:**U215 **文献标识码:**A

## 1 概述

传统的无缝线路的铺设仅限于在既有线上,采取的是先铺标准轨然后换铺无缝线路的方法。在一次铺设跨区间无缝线路施工中,由于一次铺设的特点,决定了一次铺设跨区间无缝线路施工同传统的无缝线路施工有着本质的不同。在一次铺设跨区间无缝线路施工中涉及许多不同于传统无缝线路施工的先进技术方法,也正是这些先进的技术方法,构成了一次铺设跨区间无缝线路综合施工技术,通过这些技术方法的运用,满足了一次铺设跨区间无缝线路施工整体性和系统性的要求,体现了技术先进性的特点,一次铺设跨区间无缝线路施工的先进性主要体现在以下几个方面。

### 1.1 先进的施工方法

在一次铺设跨区间无缝线路施工所采用的技术方法中,300 m长轨焊接技术,采用工地接触焊轨生产线,首次将满足时速200 km/h的国产攀钢、鞍钢PD<sub>3</sub>改进型25 m标准轨焊接成300 m长轨;单枕法铺设300 m长轨技术,采用运轨运枕双层列车将长轨及轨枕运往铺轨工地,由TCM60新型铺轨机进行连续单枕长轨铺设,将轨道框架直接在路基上形成;采用国内最先进的大型养路机械MDZ车组,使新线铁路建设开通时速一次实现设计时速160 km以上;跨区间焊轨技术,使整个站段形成一根长轨的无缝线路。以上这些方法在一次铺设跨区间无缝线路施工中的成功运

用,填补了一项国内空白,达到了国内领先、国际先进的水平。

### 1.2 先进的机械设备

先进的施工方法及高标准要求,使一次铺设跨区间无缝线路施工具有较高的机械化程度。300 m接触焊轨生产线,双层运轨运枕车,长轨单枕铺轨机,进行机械化整道的MDZ车组,磨轨车,轨检车以及各种检测设备,都处于国内外先进水平。先进的施工设备,保证了无缝线路一次铺设高效率、高质量的要求。

### 1.3 高标准要求及严格的检验手段

为保证无缝线路在交付之前一次达到设计要求,对各阶段的施工质量均要进行严格的控制,通过质量控制与检验手段达到规定要求。基地长轨焊接要达到工厂化标准,焊接时要进行钢轨母材检验,焊头试生产,工艺参数调整,周期性检验,接头型式检验,焊头超声波探伤检查,最终接头轨顶及内侧几何偏差应控制在0~+0.3 mm之间;底层道碴摊铺要进行几何尺寸、平整度、密实度的检查;铺轨涉及轨料的进场检验,安装及铺设检验;上碴整道要进行道碴检验,道床经铺设、起道、捣固、稳定后,道床的刚度及纵横向阻力要达到规定的要求;工地铝热焊接要达到设计要示;放散锁定要求根据观测桩进行位移均匀性检验;道岔铺设中涉及的道床摊铺、铺设、精调、焊接、锁定等各方面应全面进行检查。因此一次铺设跨区间无缝线路施工的高

\* 收稿日期 2002-09-08 杨巍彬 工程师 男 1967年出生 中铁三局集团线桥工程处副总工程师

标准要求,决定了在施工中需要采用先进的技术方法、严格的检测手段和保证措施。

#### 1.4 高综合劳动效率

由于无缝线路一次铺设的特点,使一次铺设跨区间无缝线路施工的综合劳动生产率远远高于传统的无缝线路施工。首先,一次使线路道床及轨道结构达到稳定,大大缩短了满足规定要求的无缝线路的生产周期;其次,高机械化程度,极大降低了劳动力的使用;另外,科学的组织和管理,周密的计划安排,紧密流水作业的施工方法,使各生产效率得到充分发挥,人机效能达到最佳。

总之,一次铺设跨区间无缝线路施工是一个复杂的系统工程,只有用先进系统的综合施工技术,才能达到高速铁路一次铺设的目的,从而满足无缝线路轨道一次达到高平顺性的要求。

## 2 一次铺设跨区间无缝线路综合施工技术方法

一次铺设跨区间无缝线路综合施工方法共分4个部分,分别为基地长钢轨焊接、单枕长轨铺设、工地单元轨焊接及应力放散锁定焊接、分层上碴整道。这4个部分由14种技术方法组成,分别为轨道部件现场检验方法,300 m长钢轨基地接触焊接方法,底层道碴摊铺方法,长轨条及轨枕装车方法,长钢轨及单枕铺设方法,工地钢轨铝热焊接方法,分层上碴整道方法,应力放散、钢轨锁定焊接方法,正线道岔铺设、养护、锁定方法,钢轨伸缩调节器铺设方法,板式无碴轨道板布放焊接长钢轨及轨道方向高低调整方法,板式无碴道床施工方法,线路钢轨打磨方法,轨检小车检测方法。在施工中,只有这些方法的充分利用,才能达到无缝线路各阶段、各方面的要求,也只有由这些方法构成的综合施工技术,才能达到无缝线路的最终设计要求。紧密流水作业法贯穿于整个综合施工技术方法之中,通过紧密流水的作业形式,表现出了一次铺设跨区间无缝线路各工序间的紧密结合。在14种具体的施工方法中,紧密流水作业是紧紧围绕着一些主要的施工方法进行的。这些主要的施工方法分别为长网轨的接触焊接生产、底层道碴摊铺、长钢轨铺设、300 m单元轨焊接、分层上碴整道、放散锁定单元轨焊接。而其他的施工方法作为一次铺设跨区间无缝线路的配套施工方法,构成了无缝线路施工完整的体系。

### 2.1 紧密流水作业法中的主要施工方法介绍

#### 2.1.1 基地长钢轨接触焊生产技术

无缝线路所需的300 m长轨条,由铺轨基地的接触焊轨生产线来完成。焊轨生产线由钢轨调直机、钢轨端头刷磨除锈机、接触焊机、钢轨打磨机、正火装置、冷却装置、液压四向调直机、精磨机、探伤仪、龙门架及电源设备等组成。焊接接头的质量检验分型式检验、周期性生产检验及出厂检验。经检验合格的成品长轨存放环境专门的长轨存放台位上,由设在长轨存放台位上的19台固定门吊将长轨条吊放在运轨运枕双层列车上,由运轨运枕双层列车运送至铺轨现场。

#### 2.1.2 铺设底层道床

在铺轨前应先在路基、桥梁、道岔区摊铺底层道碴。采用摊铺机铺设底层道床,可以在左、右线分别进行或两线同时进行。道床摊铺为使道床密度达到规定要求,应使用振动压路机压实。压实后的道床及时进行几何尺寸、表面平整度、碴顶标高及密实度检查,达到标准后可进行铺轨作业。

#### 2.1.3 单枕法铺设长钢轨

长钢轨轨道采用单枕连续铺设法。该作业过程由TCM60铺轨机(铺轨机上配有龙门吊车、辅助动力车),运轨运枕双层列车(车上配有龙门吊走行轨道),拖拉机,滚筒共同完成。预铺道床验收合格后,即可进行连续单枕及长轨铺设。

#### 2.1.4 300 m单元轨焊接

轨道框架在路基上形成后,可进行300 m单元轨间焊接形成1500 m长的单元轨。因最终的单元轨在锁定时要先进行零应力放散,因此铺完轨后,可以紧接着进行300 m单元轨焊接,避免轨缝处形成低头等现象。为保证紧密流水作业的顺利实现,减少工序间的相互干扰,300 m单元轨焊接应铺轨后立即进行。

#### 2.1.5 分层上碴整道

该作业过程由K<sub>13</sub>风动卸碴车及机械化整道作业车组(MDZ车组)共同完成。MDZ车组由起道、拨道、捣固车;动力稳定车;配碴整形车组成。单元焊接完成以后,随即进行分层上碴整道作业,考虑到道床钢度及纵横向阻力的要求,上碴整道次数应为4次,但无论进行几次整道作业,最后一次整道作业后,道床的纵横向阻力应满足设计的规定值。轨道形成无缝线路之后,道床进入稳定期,如道床仍不能满足规定的稳定指标,MDZ车组应进行强化道床整修作业。

#### 2.1.6 应力放散锁定焊接

整道作业完成以后,轨道的几何形位已达到规定要求,可进行放散锁定作业,该作业在轨温等于或低于设计锁定轨温时进行。该作业过程共分放散、拉伸锁定、焊接三个部分进行。在单元轨拉伸锁定焊接以前,首先应进行放散,使单元轨达到既时零应力状态,然后

通过拉伸将单元轨达到设计锁定轨温并进行锁定、焊接。

## 2.2 紧密流水作业法

一次铺设跨区间无缝线路施工是通过各工序间的

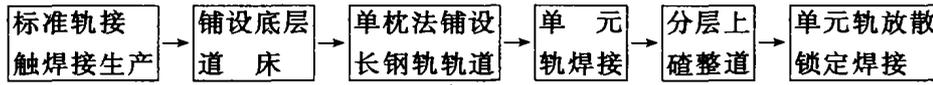


图 1 紧密流水作业工序流程

在施工中各工序如何进行合理地组织是紧密流水作业的关键。在长轨铺设一个工作循环后,铺轨以后的各工序可陆续展开,进而形成从铺轨基地到铺轨现场完整的紧密流水作业形式。紧密流水作业的各部分工序均要求在规定的时间内完成进度计划,一旦某一部分的施工进度发生延误,将会影响后续工序。因此紧密流水作业法要求各部分工序一进入流水作业程序后,其工作效率及日进度指标应保持协调。

### 2.2.1 各工序的作业效率

在紧密流水作业涉及的 6 个主要工序中,各工序的作业效率各不相同,高效率工序因受前道工序的制约而不能充分发挥,低效率工序直接制约着后道工序的实施。尽管如此,却可以通过合理的组织,有效的资源投入提高效率,最终满足紧密流水作业综合效率一致的条件。因此的施工中,各施工方法的进一步优化及各工序的均衡施工,在紧密流水作业中起着至关重要的作用。

### 2.2.2 各工序作业效率分析

300 m 长轨日生产效率 1.2 km,由于受到焊轨生产线的限制,生产能力相对固定,但长轨生产可以根据计划安排的要求提前进行,以提高综合供应指标。底碴摊铺工序,摊铺机综合效率 1.5 km 以上。因此在紧密流水作业中,长轨生产、底碴摊铺方法相对固定,制约因素较少,基本不会对后续工序产生影响。长轨铺设、单元轨焊接与上碴整道作业是紧密流水作业法的核心内容,上碴整道效率较高,日工作效率在 4.5 km 以上,但整道次数达到 3~4 次,因此长轨铺设效率与整

紧密配合完成的。紧密流水作业充分体现了从长轨生产、铺设到形成无缝线路的连续过程。在无缝线路中所使用的主要施工方法与设备均贯穿于紧密流水作业中。紧密流水作业的工序流程见图 1。

道的综合效率应进行优化配置。单元轨焊接通过增加作业组数及作业时间相错可以与铺轨作业效率一致。单元轨应力放散由于受到锁定轨温的制约,应选择在技术条件满足的条件下进行。另外,放散锁定焊接须封锁线路,应尽量避免同铺轨、上碴整道之间形成干扰。

### 2.2.3 长轨铺设与上碴整道作业效率的优化配置

为保证长轨铺设与上碴整道的综合效率一致,采用上碴整道多开作业面的方法,即日平均铺轨 1.5 km,上碴整道 4.5 km,在 4.5 km 的上碴整道作业中,每日的道碴供应是整道作业的关系因素,以秦沈客运专线的设计标准为例,1.5 km 标准断面道碴数量见表 1。

表 1 道碴数量表

	全断面补碴 (m <sup>3</sup> )	第一次上碴 (m <sup>3</sup> )	第二次上碴 (m <sup>3</sup> )	第三次上碴 (m <sup>3</sup> )	三次上碴所需石碴车 (辆)
1.5 单线 km	2 213	1 106	664	443	62

注:道碴数量为实方,按三次上碴

从表 1 可以看出,要完成 1.5 km 上碴,需 62 辆石碴车,为避免石碴车与 MDZ 车组在作业中的影响,石碴车与 MDZ 车组也采用流水作业形式,在 4.5 km 的上碴作业中,分成 3 段 1.5 km 进行流水作业,分别完成 3 遍上碴,3 遍整道,最终使上碴整道的综合效率与铺轨一致。

### 2.2.4 紧密流水作业形式及工序位置

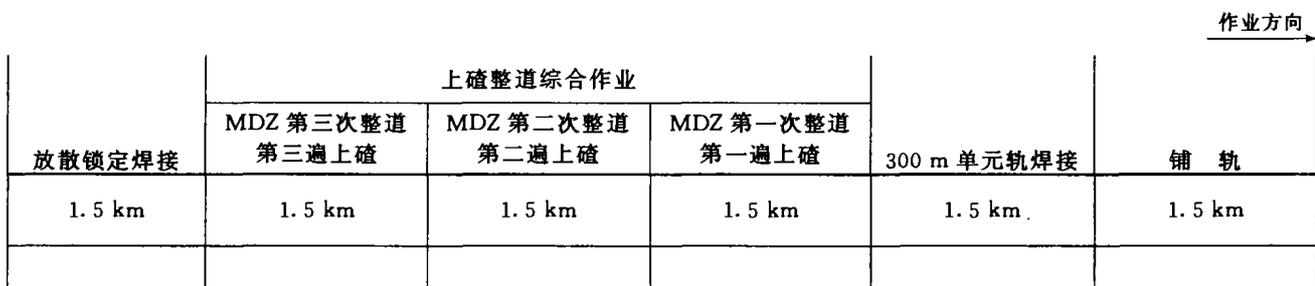


图 2 紧密流水作业工序位置

在图2中,紧密流水作业各工序的相对距离,可进行适当调整,在这里不做硬性规定。但铺轨、单元轨焊接及第一遍上碴整道作业,考虑技术和质量的要求应保持紧密。放散锁定焊接作用,在轨温允许的条件下进行,在一定时期内,如果轨温不能满足要求,须等待合适的自然轨温。

### 2.3 两线交替作业法

为避免在一线上各机械设备间的干扰,克服各部分工作效率差异产生的影响,可采用两线交替作业法。两线交替作业法是在一线上铺轨及单元轨焊接时,在另一线上进行上碴整道作业。两线交替作业法是对单线紧密流水作业方法的补充和完善,它可应用在新建的双线施工作业中。两线交替作业示意图3。

	a km	(a+3) km	(a+6) km
左线	第 1,2 天 铺轨、焊轨		第 5,6 天 铺轨、焊轨
	第 3,4 天 上碴、整道		第 7,8 天 上碴、整道
右线	第 3,4 天 铺轨、焊轨		第 7,8 天 铺轨、焊轨
	第 5,6 天 上碴、整道		第 9,10 天 上碴、整道

图3 两线交替作业示意图

## 3 一次铺设跨区间无缝线路配套施工技术

一次铺设跨区间无缝线路施工是一个系统工程,紧密流水作业法完成了从焊轨、铺设、锁定形成无缝线路的主要部分。但除此之外,配套施工技术也是无缝线路施工的非常重要的环节,配套施工技术主要包含以下几个方面。

### 3.1 无缝道岔铺设

正线铺轨到达道岔位置时,仍按 300 m 长钢轨铺设通过,正线铺轨通过后,在适当的时间锯切并拆除道岔范围内的线路,用插入法铺设无缝道岔,并与区间无缝线路焊连。道岔的组装采用厂内组装与岔位外侧平台组装两种方式,道岔中的转辙、导曲、辙叉部分,无论是在厂内拼装还是在岔位外侧平台上拼装,均应提前焊接。厂内组装应选择运输和铺设设备,组装好的道岔运输到现场后,逐段、依次铺设在道床上。在平台上组装完的道岔,整体将其横移就位。道岔的设计位置形成后,进行道岔上碴整道作业,进行各部分间的焊接及放散锁定。

### 3.2 无碴轨道板上长钢轨布放及锁定

板式无碴轨道按设计要求,在完成轨道板安装及 CA 砂浆灌注后,应及时进行标高复测,并准确精细地安装扣件垫板。然后通过长钢轨运输推送车将长钢轨直接推送到轨道板承轨槽中,落轨,上扣件。另一线上的长钢轨也可采用专用小龙门吊整体旁移到位。对于

圆曲线、缓和曲线及竖曲线地段的钢轨扣件的水平、方向、超高调整均需采用充填式无级调高垫板,按有关施工技术条件进行。在选择允许的设计轨温条件下,将桥上无碴轨道单元轨与桥两端无缝线路相连锁定。

### 3.3 钢轨伸缩调节器铺设

钢轨伸缩调节器采用换铺法铺设。即先长轨条铺设通过,经上碴整道、应力发散、锁定,线路技术条件基本达到设计要求后,再拆除设计位置的线路,插入伸缩调节器,然后与两端线路焊连。

### 3.4 钢轨打磨及轨道检测

该作业过程由磨轨车、轨检车共同完成,道岔采用打磨列车同人工打磨相结合的方法。钢轨打磨须在线路的几何平顺性达到设计要求后进行,通过打磨可进一步提高线路的平顺性,由轨检车对轨道几何平顺性进行动态检验,轨道的几何形态应在允许的误差范围以内。

## 4 结束语

综上所述,新建铁路要在开通运营时一次达到设计时速 160 km/h 以上及高平顺的稳定状态,须要采用多种先进的技术手段,科学合理地组织施工,只有这样,才能建造出满足设计要求的高质量跨区间无缝线路。虽然这些技术方法在秦沈客运专线上都得到了成功地运用,但随着我国高速铁路的不断发展,这些施工技术方法将会得到不断的改进和完善。

(下转第 106 页)

## 4.2 建议

(1)质量控制:以工程必须符合各项规定,满足设计要求,保证顺利开通,投产后稳定可靠的工作做为监理工作的总目标。

(2)投资控制:监理在进行投资控制方面,由于建设单位未提供施工承包合同及设计概算,对投资的控制往往无法进行,这种现象必须在以后的工程监理实践中引起有关部门的重视。监理对投资控制的基点是在保证质量的前提下,力求资金合理使用,保证设计项目全面实施,防止盲目增加投资,阻止资金不合理使用或

流失。

(3)进度控制:在保证质量的前提下,以总工期为目标,经常了解、检查施工情况和进度,尽量协调好各专业间的关系,提出各种建议,提供各种技术服务,努力协助施工达到预定目标。

总之,在编写监理总结时,这些实际中存在的问题和建议,既考虑到现状,又坚持按照监理程序办事,沿着清醒的目标,循序渐进,不断积累经验,使监理工作逐步走向规范化,真正与国际惯例完全接轨,为建设有中国特色的铁路电气化监理事业而努力。

## PRELIMINARY TALKING ABOUT SUPERVISION OF CONSTRUCTION WORKS FOR RAILWAY ELECTRIFICATION ENGINEERING PROJECT

HU Yi-zhou

China Railway Electrification Survey and Design Institute

**Abstract:** The necessities to put forward the electrification of railways are expounded in this paper concerned with the following aspects: the properties of the supervision on construction works for the railway electrification projects, working out its implemental regulations, implement of supervision on construction items during different construction stages, summary of supervision works, etc. At the same time, particular suggestions are proposed concerned with its serviceability. The existing problems during the implemental course are analyzed qualitatively also in this paper.

**Key words:** railway electrification project; supervision

(上接第 120 页)

## 参考文献

[1] 秦沈客运专线跨区间无缝线路施工技术暂行规定[S]. 中

国铁路工程总公司.

[2] 秦沈客运专线有碴轨道工程质量检验评定标准(试行)

[S]. 铁道部建设管理司.

## THE SYNTHESIS OF CONSTRUCTION TECHNIQUE FOR ONCE TRACK LAYING OF CONTINUOUS WELDED RAIL IN A NEWLY BUILT RAILWAY

YANG Wei-bin, QIAN Zhen-di, ZHANG Ning-nan, XUE Hong-xi, YAO Xu

Track and Bridge Engineering Department, China Railway Third Engineering Bureau Group Co.

**Abstract:** Once track laying of continuous welded rail is a complicated system engineering, which involves many technology methods. In these methods, the application of single or part technology methods can not get up to the requirement of strict standard in once track laying. Only by the synthesis of construction technique, the purpose of once track laying can be obtained, and satisfied with the requirement of ride comfort in once track laying.

**Key words:** continuous welded rail; track laying; the synthesis of construction technique; tight flow method; the coordination of construction technique