

铁路无缝线路

(修订版)

广钟岩 高慧安 陈岳源 许实儒 编著

广钟岩 主编

卢祖文 张泽珪 主审

中国铁道出版社

1995年·北京

第四篇	胀轨跑道的防治	广钟岩
第五篇	设计	陈岳源 高慧安
第六篇	桥上无缝线路	高慧安
第七篇	长钢轨焊接	广钟岩
第八篇	铺设施工	广钟岩
第九篇	养护维修	广钟岩

本书修订编写过程中,承蒙部工务局局长韩启孟同志的悉心指导和热情鼓励,又为本书作序;郑局工务处两届处长相应环、章德琦同志,对本书的修订给予了大力支持;王广秀副处长对本书超长无缝线路、钢轨焊接、铺设施工、养护维修部分进行了认真审阅,提出了许多中肯的意见。在此一并深致谢意。

编著者

1994年10月

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书在 1989 年版的基础上,根据近年铁路运输发展的需要,以强化轨道结构的技术要求进行修订的。主要内容包括:概述;基本原理;超长无缝线路;胀轨跑道的防治;无缝线路的设计、焊接、施工及养护。其中关于无缝线路稳定性的分析计算理论、设计参数,以及施工、养护方法等反映了近年的研究成果和实践的经验,突出了新技术、新工艺的发展方向。

本书适用于铁路工务系统的各级管理干部、技术人员、科研工作者和大专院校的师生阅读和参考。

铁路无缝线路

(修订版)

广钟岩 高慧安 陈岳源 许实儒 编著

广钟岩 主编

卢祖文 张泽珪 主审

*

中国铁道出版社出版发行

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 陈 健 封面设计 赵敬宇

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:13.875 字数:365 千

1989 年 9 月 第 1 版

1995 年 7 月第 2 版 第 2 次印刷

印数:2001—5000 册

ISBN7-113-01970-6/TU·426 定价:18.20 元

序

无缝线路是轨道结构的一大变革,它以无可非议的优越性得到各国铁路的承认。几十年来,各国铁路竞相发展无缝线路,使这项新技术日臻完善,并取得巨大的经济效益和社会效益。

我国自 1957 年铺设无缝线路以来,在理论研究、设计、焊接、施工、养护维修和管理等方面都做出了很大的成绩,七八十年代,我国铁路又在桥上、小半径曲线、大坡道和寒冷地区四大禁区铺设无缝线路,取得了突破性进展,扩大了无缝线路的铺设范围,使无缝线路铺设的延展长度有了较大的增长,截至 1993 年底,正线无缝线路延展长度已近两万公里,约占全路正线延展长度的 27.2%。同时,在无缝线路稳定性研究;大力提高钢轨厂焊能力和质量;在大修施工中普及移动式气压焊;改善铝热焊剂质量、改进铝热焊工艺以提高铝热焊缝质量;提高胶接绝缘接头使用寿命;焊接长钢轨铺设工艺及装备的研究;铺设跨越闭塞分区的无缝线路以及养护维修、科学管理等方面都做了大量工作,有了长足的进步。

但是,与工业发达国家相比,我国铁路无缝线路的发展速度还是比较缓慢的,特别是闭塞分区间和道岔前后还存在着轨缝,缓冲区和伸缩区约占无缝线路延展长度的 20%~30%。最大限度地减少或取消缓冲区,可以最大限度地延长固定区,将使无缝线路的优越性得到充分发挥。

无缝线路的超长无缝线路是技术发展的必然,将对全面提高无缝线路技术起到重要推动作用,各工业发达国家大力发展超长无缝线路,使这项技术达到了新的水平,这对我国铁路的发展,既是一种挑战,又是一种机遇,我们要不失时机,在结构、工艺、材料和管理等方面做好工作,积极而又慎重地做好发展超长无缝线路

的工作,使我国无缝线路及轨道结构向世界先进水平靠拢。

多年来,我国铁路高等院校、科研单位和管理部门的工务工作者,为发展无缝线路技术做了大量工作,曾出版很多有关无缝线路方面的专著、译文、论文等。该书是国内本专业有影响的几位专家根据他们几十年在理论研究和实践工作中的成果和经验的总结。内容翔实,水平较高,科学性强,堪称工务工作者的良师益友。在我国铁路超长无缝线路技术投入实践之际,修订再版此书更有特殊的意义。希望专家们的辛勤劳动能在工务技术进步和运输安全生产中发挥应有的作用。

韩啟孟

一九九四年五月十三日

修 订 前 言

中国铁道出版社 1989 年出版的“铁路无缝线路”一书,是以 50kg/m 钢轨为主型轨编写的。近年列车重量、密度、速度均有大幅提高,与之相适应的轨道结构之强化也踏上了新的台阶,60kg/m 钢轨已成为各主要干线的主型钢轨。在这一铁路运输事业迅速发展的新形势下,对原 1989 年版的《铁路无缝线路》重新修订再版很有必要。在取材上本次修订是以 60kg/m 钢轨为主型轨,并将超长无缝线路,以及与无缝线路的新发展、新技术、新工艺有关的科研成果也一并纳入。

本书初版由广钟岩、张泽珪、高慧安、陈岳源等四同志编写,张泽珪研究员因体力、视力关系无力参加修订工作,特邀请兰州铁道学院许实儒教授协助编写。

原书共分四篇十四章,修订本为充实新的内容重新划分了章节,全书分成九篇三十六章,文字有增有减,总字数增加有限。新增超长无缝线路,因其设计、结构、施工与养护独具特色而写成专篇;概述为全书之前导,列为首篇;无缝线路胀轨跑道的防治是无缝线路安全管理重点,把它从原书第一篇摘出,列为修订本之第四篇;桥上无缝线路的设计理论有新的充实,且篇幅较大,故从原书设计一篇中摘出,列为修订本第六篇;近年长钢轨的焊接技术发展较快,普遍更新了焊机,装备了瑞士 GAAs80 和原苏联 K-190ПK 焊机,增设了正、淬火设备,工地焊普遍采用了小型气压焊机,故将焊接从原书的施工篇中摘出,列为修订本的第七篇。各篇修订与编写的分工如下:

第一篇	概 述	广钟岩
第二篇	基本原理	许实儒 陈岳源(第三章)
第三篇	超长无缝线路	许实儒 广钟岩 田时超

目 录

第一篇	概 述	1
第一章	铺设无缝线路的意义.....	1
第二章	国内外无缝线路的发展.....	4
第二篇	基本原理	12
第一章	钢轨温度力及伸缩位移	12
第二章	无缝线路稳定性分析	27
第三章	无缝线路技术参数	88
第四章	锁定轨温.....	111
第三篇	超长无缝线路	118
第一章	概 述.....	118
第二章	超长无缝线路的发展.....	122
第三章	超长无缝线路设计.....	127
第四章	12号普通单开道岔的温度力分布与变形 分析.....	132
第五章	60kg/m12号可动心轨单开道岔钢轨温 度力分布与位移.....	143
第六章	MG接头与胶接绝缘接头	155
第七章	超长无缝线路的铺设与养护.....	167
第四篇	胀轨跑道的防治	187
第一章	概 论.....	187
第二章	防胀的基本概念.....	191
第三章	防治胀轨跑道的措施.....	194
第五篇	无缝线路的设计	204
第一章	设计内容及文件组成.....	204
第二章	普通无缝线路设计.....	209

第三章	寒冷地区无缝线路设计.....	228
第四章	小半径、大坡道、隧道内无缝线路设计.....	231
第六篇	桥上无缝线路	238
第一章	概 述.....	238
第二章	中、小跨度桥上无缝线路	246
第三章	大跨度桥上无缝线路.....	319
第七篇	长钢轨的焊接	347
第一章	气压焊接法.....	347
第二章	接触焊接.....	358
第三章	铝热焊接法.....	365
第四章	焊接质量及焊后工艺改进.....	370
第八篇	铺设施工	376
第一章	无缝线路的铺设.....	376
第二章	低温铺设长轨条的拉伸.....	396
第三章	无缝线路的应力放散.....	404
第九篇	养护维修	409
第一章	养护维修原则和特点.....	409
第二章	日常工作和故障处理.....	421
	参考文献.....	429

第一篇 概 述

第一章 铺设无缝线路的意义

无缝线路是当今轨道结构的最佳选择,世界各国竞相发展。我国铁路无缝线路的发展,近年来在技术上有很大进步,在数量上有较快增长,今年正筹划铺设超长无缝线路试验段四处,三种类型近百公里。

在无缝线路问世之前,普通线路上有许多钢轨接头,它既是轨道结构中不可缺少的构造,又是轨道结构中的薄弱环节。

线路上钢轨接头的数量,是由钢轨长度决定的。而钢轨长度又受制于制造、运输、铺设和养护方面的技术。但过去钢轨长度主要还是轨缝大小的控制。工程技术人员一致认为,当温度升降时,钢轨接头必须为钢轨的胀缩提供条件,以减少钢轨内部的温度力。钢轨越长,接头越少,但钢轨越长轨缝就越大,车轮经过轨缝所产生的振动也越大,因此,钢轨又不能太长。我国铁路钢轨标准长度,过去为 12.5m,现在为 25m,1km 线路上的钢轨接头数,分别为 160 个和 80 个。

为了改善钢轨接头的工作状态,曾经从接头构造上、材质上采取过很多措施,如轨枕的支承型式、构造尺寸,夹板断面形状、长度、螺栓个数、轨端淬火等等。但均未能完善地解决接头的缺陷,接头病害依然存在。实践证明,造成接头病害的主要原因,有以下几个方面:

一、一对夹板的刚度,仅为钢轨刚度的 30%左右。如我国 50kg/m 钢轨夹板刚度为钢轨刚度的 27.6%;60kg/m 钢轨夹板刚度为钢轨刚度的 32.6%。因此,车轮经过钢轨接头时,钢轨的弹性

挠曲在该处呈折线形,据测试其折角为 4.5×10^{-3} 弧度。且竖向位移也比轨节中部的竖向位移大 $10 \sim 15\%$ 。

二、在车轮滚动临近轨缝的瞬间,两轨端相对上下错动形成台阶,据铁道部科学研究院测试,一般线路上的台阶高差为 0.02cm ,当车轮与之接触时,产生撞击现象,在此冲击力作用下,轨道发生强迫振动,这一振动对轨道有较大的破坏作用。

三、接头处有轨缝存在,它使轮轨接触在该处间断,轨缝越大这种影响越大,这也是接头处产生附加冲击作用的原因。

四、钢轨轧制和材质缺陷对接头的影响。

由于上述的不平顺现象,钢轨接头处的动力响应特别强烈。日本东海道干线轨道振动测试结果表明:接头轨枕的上下振动加速度低频为 $10g$,高频则超过 $200g$,要比轨节中部大几倍甚至几十倍。列车速度越高轨道振动加速度越大,据我国铁路试验,当人民型机车以 80km/h 的速度通过状态良好的钢轨接头时,其附加动力要比轨节中部高 28% ,往往有冲击作用发生,其冲击力最大可达几十吨。

发生在钢轨接头处的较大变形及冲击作用,使该处线路酿成一系列病害,主要有:

1. 在捣固不良或翻浆冒泥地段,尤其在这些地段的曲线下股出现低接头。

2. 钢轨端部出现鞍形磨耗,严重者向列车前进方向发展,最终形成波浪磨耗。在列车前进的相反方向,由于在固定轴距范围内,车轮振动,也引发一小段波浪磨耗。

3. 钢轨破损,轨头表面金属碎裂、剥离、掉块、螺栓孔裂纹,甚至钢轨折断。

4. 夹板产生永久性变形造成硬弯,甚至使夹板裂纹、折断。

5. 混凝土轨枕的损坏、破裂,主要发生在接头前后轨枕的轨下断面处。

6. 道床溜坍、板结、翻浆冒泥。

上述线路接头病害,互为因果,日趋恶化,进一步使竖向位移

和冲击力加大,促使了钢轨接头处永久变形的发展。同时,使机车、车辆的振动加剧,噪音增大,舒适度降低,消耗更多的动力,加速线路、机车和车辆的破损,导致设备使用寿命缩短、修理费用增大等。从统计资料得知,养护线路接头区所耗经费,约占线路养护总经费的 35% 以上。钢轨因轨端损坏而抽换的数量,较因其他部分损坏而抽换的数量大 2~3 倍。重伤钢轨 60% 发生在接头区。

综上所述,线路上钢轨接头,不仅对线路设备、机车和车辆的使用寿命、旅客的舒适度、能源的消耗等有一定的不良影响,而且还直接威胁着铁路行车的安全。因此,就钢轨接头的功能而言,对钢轨接头应有两个基本要求:一是温度变化时钢轨能伸缩;另一是接头构造要坚固稳定。这两个要求是互相矛盾的,保了伸缩就保不了稳固,否则构造将复杂化。过去有很多人为改善接头构造,曾提出很多设想均未彻底解决钢轨接头的稳固问题。实践证明,只有将钢轨焊接起来,才是彻底解决钢轨接头的稳固与平顺的出路。

所谓无缝线路就是把钢轨焊接起来的线路,所以又称焊接长钢轨线路。我国铁路规定,无缝线路上的钢轨焊接长度至少 300m。而实际上无缝线路的钢轨焊接长度一般都在 1km 以上。近年正试验开发超长无缝线路,钢轨的焊接长度将贯通整个区间,并连同道岔焊接在一起,钢轨焊接长度将延展到几十公里,甚至几百公里,真正成为名符其实的无缝线路。国外无缝线路上的钢轨焊接长度也都在 1km 左右,德、英等国率先发展超长无缝线路,其钢轨焊接长度长达几十公里,有的整区段焊接,长达数百公里。

近年来各国铁路对无缝线路的稳定性、长钢轨的温度力及其胀缩等理论问题,进行了广泛的实验研究,对无缝线路的认识深度和科学管理水平,有长足进展。钢轨的焊接技术,以及长钢轨的运输、铺设与维修等方面的技术亦均有显著进步,当今已完全具备了全面推广运用无缝线路的可能性。无缝线路的发展二战期间虽曾中阻,但战后有些国家在完成长钢轨实验阶段工作后,相应制订了无缝线路的铺设与维修管理规范。从 1950 年起,在世界各国又随处都可看到无缝线路重新发展起来的势头,并认为无缝线路是轨

道结构技术进步的重要标志。而今,无论是高速铁路还是重载铁路,其轨道结构无一不选用无缝线路。

国内外铺设无缝线路的实践与研究证明,无缝线路与有缝线路相比,它在技术经济上有明显的优越性。据一些国家统计,仅从节约劳力和延长设备使用寿命方面计算,无缝线路比有缝线路可节约线路维修费用 30~75%。此外,无缝线路的平顺性好、线路阻力小,行车平稳、旅客舒适,还可减少机车与车辆的修理费和燃料费,因而获得迅速发展。尤其是近十年来,随着无缝线路在数量上的增长、在质量上的提高,使线路结构的进步跨入一个新的历史阶段,为行驶高速、重载列车创造了良好条件。可见,大力发展无缝线路是一项具有重大技术经济意义的现实工作。

第二章 国内外无缝线路的发展

德国是发展无缝线路最早的国家。1926 年在线路上铺设了 120m 长的钢轨;1935 年铺设了 1km 长的无缝线路试验段;1945 年作出了无缝线路为标准线路的规定。到 1961 年底,原联邦德国无缝线路总长达到了 29000km,1974 年底达到了 53000km,占线路总延长的 79.3%。有 79% 的道岔也焊成了无缝道岔,并与道岔前后的长钢轨焊联在一起。

美国于 1930 年首先在隧道内铺设了无缝线路,于 1933 年正式铺设于露天的线路上。美国于 1933~1936 年期间,大约铺设无缝线路 170km,以后时有间断,发展速度比较缓慢。从 1950 年起,随着一些固定焊轨工厂的建立才有了一个新的局面。美国铺设无缝线路的总延长:1960 年为 7236km;1970 年为 53200km;1970 年之后每年以 8000km 的速度递增,最多时年铺设 10000km。到 1979 年底全美已有无缝线路超过 120000km,是全世界铺设无缝线路最多的国家。

美国无缝线路的轨道结构多采用 131 磅/码(65kg/m)的钢轨、木枕、钩头道钉、弹簧防爬器,接头采用普通夹板联接、碎石道

床。钢轨的焊接多采用接触焊和气压焊，旧轨整修后焊成长钢轨的也不少。其厂焊长度多为 1440 英尺(440m)；工地联合接头采用铝热焊，焊长多为 1km 左右。

法国也是发展无缝线路较早的国家。法国的无缝线路多数是使用伸缩调节器的温度应力式构造。轨下基础多为双块式混凝土轨枕、碎石道床，轨枕使用双弹性扣件与钢轨相连。法国于 1948~1949 年期间进行了大量铺设试验，而后即推广开来。到 1951 年为 92km；1952 年为 805km；1956 年为 3200km；1960 年为 6380km；1970 年为 12900km，并继续以每年约 660km 的速度发展。

原苏联铁路 1935 年于莫斯科近郊的车站铺设了第一段无缝线路，轨条长约 600m。由于苏联大部分地区温度变化幅度较大，最大幅差高达 115℃，所以影响了无缝线路的发展，直到 1956 年才正式开始铺设。累计延长至 1960 年约为 15000km，1970 年约为 16000km。近十年发展较快，至今已有无缝线路 50000 余公里，约占营业线的 36%，担负铁路运量的 50%。所用钢轨为 50kg/m 或 65kg/m，在工厂用接触焊法焊成 800m 长，运往工地直接铺设，长轨之间设置 2~6 节缓冲轨，用普通夹板联接。多使用混凝土轨枕、碎石道床。

只有原苏联铁路使用一部分季节性放散应力式无缝线路，至今累计铺设约 1100km。这种线路每年春秋两季各放散应力一次。原苏联无缝线路还使用了全长淬火钢轨。

英国的轨温差最大仅 67℃，适宜铺设无缝线路。至 1978 年底已铺设无缝线路 14565km，占线路总延长的 31%左右。

英国铁路的无缝线路大部分使用 BS113A 型钢轨(56kg/m)，轨下基础为混凝土枕或木枕，碎石道床。并规定：车速高于 160km/h 时，混凝土枕间距为 650mm；车速低于 160km/h 时，混凝土枕间距为 700mm、木枕间距为 600mm。道床碴肩宽度直线为 380mm；半径小于 800m 的曲线为 530~600mm；半径大于 800m 的曲线为 460mm。

英国的无缝线路为温度应力式，在长轨的两端曾使用过小动

程的伸缩调节器,但效果并不理想,现已逐年拆除,改用普通夹板联接。无缝线路上的钢轨长度为 800m,工厂采用接触焊法焊接,焊长为 200~300m,工地采用铝热焊法焊接联合接头。

日本于 50 年代开始铺设无缝线路,现已铺设 5000 余公里。日本的无缝线路轨条最长为 1500m 两端设置伸缩调节器。近年来建成的新干线,未经有缝线路过渡,直接铺成了无缝线路。新干线最初曾采用 50kg/m 钢轨,现已全部用 60kg/m 钢轨更替,轨下基础采用混凝土枕,碎石道床,部分采用板式轨道,钢轨与轨枕的联结采用双弹性扣件。

我国铁路无缝线路起步于 1957 年,当时用电弧焊法焊接钢轨,首先在北京、上海两地各试铺无缝线路 1km。次年扩大了试铺范围,有较多铁路局铺设了无缝线路,当年累计 30 余 km。以后演进工厂焊,在工厂采用气压焊机和电接触焊机将钢轨焊成 125~500m 的长轨条,运至工地,再按轨条设计长度用铝热焊法焊接联合接头。工地焊长一般为 1000~1500m。长轨条铺入线路之后,在长轨条之间设 2~4 根缓冲轨,用普通夹板联接,以利调节轨缝和设置绝缘接头。目前全路已建成 15 个焊轨厂,多采用瑞士 GAAs-80 和苏联 K-190ПK 接触焊机。京广、京沪、京沈、陇海、长大等主要干线几乎全是无缝线路。全路总延长约 1.8 万 km。多为 50kg/m 和 60kg/m 的钢轨,大部分轨下基础为混凝土轨枕。最近又筹划发展超长无缝线路,采用长 2.6m 的 III 型轨枕。

随着无缝线路的迅速发展,各国铁路都取得了一些新的经验。如焊轨工厂的合理设计;工地焊接联合接头和断轨再焊的新设备新工艺;旧轨整修后焊成长钢轨,铺设旧轨无缝线路;结合力很强的胶结绝缘接头;运输效率很高的多层长钢轨运输列车;新型长钢轨更换作业车;碳素钢钢轨与锰钢辙叉的焊接工艺;特大桥上和小半径曲线上铺设无缝线路的理论和经验等等。此外,在养护维修方面,除继续对无缝线路的稳定性,做进一步探索外,还总结和制定了一些管理规则和确保行车安全的措施。这些都有利于减少对无缝线路铺设的限制,使它在更广泛的范围得以发展。

一、钢轨焊接技术的新发展

我国铁路在发展无缝线路的过程,钢轨的焊接,先是采用电弧焊、铝热焊,继而又开发利用气压焊、电接触焊等焊接方法,国外也是如此。经过实践的检验,最后一致认为电接触焊法最为可取,目前国内各焊轨厂一律采用电接触焊机焊接长钢轨。电接触焊质量好、效率高、成本低,焊接操作简单、安全,焊头具有较高的疲劳极限强度。铝热焊法在德国取得了很好的效果,而有些国家则因焊剂配方、工艺操作等原因,未能获取稳定可靠的质量。但铝热焊法仍是工地焊接联合接头,以及维修中断轨修复,时常采用的方法。我国铁路研究部门,经不懈努力,目前推出的宽焊筋定时预热铝热焊新工艺,在焊接质量上有明显提高。

长钢轨的焊接有两种方式,一种方式是选择适当厂址建立固定的焊轨厂,在厂中将钢轨焊成一定长度,运至工地再按设计焊成更长的轨条铺成无缝线路;另一种方式是用移动焊轨列车在线路上焊接长轨条,就地焊接就地铺设。这两种焊接方式都有新的发展。

焊轨工厂的设计更加合理,功能更加齐全。新的焊轨厂既能焊接新轨,又能焊接旧轨。一般布设两条生产流程,一条是旧轨整修线,含有检查、鉴定、分类和整修作业设备;一条是新钢轨焊接线,含有焊前配轨、校直、打磨和输送,以及焊后推凸、打磨、校直、热处理和输送等项设备,构成自动流水线。每天可焊 350 多个焊头。装卸新旧钢轨采用磁铁门吊或其它同步吊轨装置。钢轨的运送用自动传送带或滚筒。旧轨的检查、测定和拣选备有超声波探伤仪和微机检测控制系统。新型焊轨机可在固定钢轨时,自动校正轨头和轨底在轧制和旧轨整修时残留的弯扭缺陷。

在线路上流动的焊轨列车,有电接触焊和气压焊两类移动式焊轨列车。美国圣太菲铁路新采用的电接触焊移动式焊轨列车,由司机和作业人员共 11 人组成。全部作业包括配轨、焊接、推凸、打磨、校直、运送等项,每天可焊 60 个焊头。他们所用的气压焊移动

式焊轨列车,各项作业由 15 人分担,每天可焊 50~60 个焊头。焊轨列车备有与焊轨有关的各种配套设备。

在线路上焊接钢轨,可大量节约钢轨出入焊轨厂的往返费用,焊接旧轨就地铺设旧轨无缝线路更具有经济意义。此外,对于促进未建焊轨厂或虽有焊轨厂但生产能力不足的铁路,发展新旧钢轨无缝线路也具有现实意义。

德、法、美等国铁路在铺设新轨无缝线路的同时,大量铺设旧轨无缝线路。据美国统计,许多铁路焊接旧轨的数量不低于焊接新轨的数量 1970 年焊旧轨数超过焊新轨数的 30%。圣太菲铁路 1972 年初已铺旧轨无缝线路 835km,占该路全部无缝线路总长的 21%。美国铁路认为,旧轨经整修后焊成长轨条铺成无缝线路,可延长钢轨使用寿命 20~30%。

二、与锰钢辙叉焊联的新技术

无缝线路与锰钢辙叉的焊接,以及无缝线路与锰钢辙叉的绝缘联接,多年来一直影响着无缝线路贯通车站与道岔焊联成一体。近年许多国家提出了新的研究成果解决了这一难题。

1. 锰钢辙叉的绝缘联结

比利时铁路研制成功的高磨阻力绝缘夹板,解决了锰钢辙叉的绝缘联结问题。高磨阻力绝缘夹板是在夹板的表面经过高温涂抹尼龙塑料层,塑料层上满布高磨阻力的颗粒,这一塑料层既有绝缘作用,又有增磨作用,所以起到高磨阻力的绝缘作用。它由工厂生产,在线路上组装,用高强度螺栓拧紧,螺栓拧紧度要求达到 $750\text{N}\cdot\text{m}$ 。在组装之前,需用喷沙法净化与夹板接触的钢轨面,清除油污,并磨光螺栓孔。轨缝嵌入塑料绝缘片,其顶缘要低于轨面 2mm,以免钢轨在允许磨耗范围内它与车轮碾面接触。组装后一星期复查螺栓拧紧度,而后即可免维修。据比较,它比工厂制胶结绝缘接头优越。一是胶接绝缘接头在工厂制成,用在曲线上不够圆顺,而高磨阻力绝缘夹板接头是在线路上组装,组装时可根据曲度调正,做到圆顺;二是线路工人即可胜任组装作业,无需焊接配合;

三是一经损坏便于更新。

2. 锰钢辙叉的焊接

日本铁路和奥地利铁路对锰钢辙叉的焊接方法相似。日本与奥地利在焊接时,都采用一段中介钢轨,插入被焊的钢轨与辙叉的中间,其一端与辙叉焊联,另一端与钢轨焊联。

(1)日本的做法是取一段 3.5m 长的碳素钢轨作中介轨,在其一端用奥氏体焊条堆焊适当厚度的金属层,然后将中介轨经堆焊一端与辙叉焊接,日本的经验认为,用直径 4mm 的铬镍焊条焊接效果较好。中介轨的另一端与碳素轨用铝热焊焊接。

(2)奥地利的作法与日本相似,取一段 0.88m 长碳素钢轨作中介轨,一端经处理后在厂内与辙叉焊联,另一端待辙叉铺后,再与线路上长钢轨焊接成一体。

三、国外曲线上铺设无缝线路的规定

国外铁路对曲线上铺设无缝线路,有不同规定。如允许铺设无缝线路的曲线最小半径,德国和原苏联规定为 500m;英国规定为 600m;法国规定在木枕地段为 800m、混凝土轨枕地段为 500m;奥地利在混凝土轨枕地段规定为 450m。

上述规定,不断为科学实验所突破。据悉德国通过理论计算,最小曲线半径的临界值,木枕和混凝土枕地段均为 300m,钢枕地段为 200m;奥地利试铺带耳混凝土轨枕的无缝线路地段,最小曲线半径为 120m;德国采取了加强阻力的措施在半径为 300m 的曲线上铺设了无缝线路;美国 1972 年调查 22 条铁路,其允许铺设无缝线路的最小曲线半径,一条铁路为 582m,一条铁路为 116m,其他铁路为 218m~500m。美国诺福克西方铁路总工程师,于 1974 年声称,该路通过实践最小曲线半径的限制已从 300m 改为 175m,实践中未发生问题,并准备将来在半径小于 175m 的曲线上铺设无缝线路。

综上所述可以看出,随着轨道结构的加强,实践经验的丰富,以及无缝线路稳定性理论的深入研究,各国铁路正在放宽在半径