

87.16
FJY



С·И·法捷耶夫 著
Н·А·斯拉维科夫斯基
易大斌 译

无缝线路养护与维修

人民铁道出版社

无缝线路养护与维修

人 民 铁 道 出 版 社

1 9 7 9 年 · 北 京

С.И.ФАДЕЕВ Н.А.СЛАВИКОВСКИЙ
СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ
БЕССТЫКОВОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ПУТИ

МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1974

无缝线路养护与维修

С.И.法捷耶夫

著

Н.А.斯拉维科夫斯基

易大斌 译

人民铁道出版社出版

责任编辑 陈健

封面设计 翟达

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092^{1/16} 印张：6.25 字数：141 千

1979年9月第1版 1979年9月第1次印刷

印数：0001—6,200册

统一书号：15043·6187 定价：0.51元

译者的话

无缝线路是现代化铁道线路的轨道结构型式。它在实现我国铁路现代化中，起着重要的作用。目前，我国不少主要干线上已铺设或正在铺设无缝线路，在设计、铺设及养护维修方面都积累了不少经验。由于感到С.И.法捷耶夫和Н.А.斯拉维科夫斯基所写的这本书简明地叙述了苏联无缝线路的结构特点，无缝轨条的温度纵向力和应力及轨道框架位移阻力的基本概念，以及如何确定无缝线路的运营方式；比较详细地介绍了无缝轨条温度应力放散，轨条焊接，断轨修复及无缝线路的铺设、养护与修理施工工艺过程；强调采用合理的轨道部件、先进的施工工艺，实现综合机械化以及严格的科学计划管理和组织工作，因此把它译出来供我国铁道线路工务人员参考。

在此要说明的一点是，在苏联铁路上，也是主要采用温度应力式（即不放散温度应力）的无缝线路。但由于苏联幅员辽阔，无缝线路分布地区气候条件复杂，在气温变化幅度大的地区运营条件较差，以致在少数区段上不得不采用放散温度应力式无缝线路。书中对这种运营方式的无缝线路的季节性温度应力放散问题，也作了阐述。

还应当指出，书中有些内容，如某些轨道部件的结构型式，与我国不大相同；有关线路作业施工组织，是根据苏联具体的线路机具设备配备、线路特征等条件编制的，不能生搬硬套，应从原则上去理解和参考。

本书在译校后，承铁道科学研究院张泽珪工程师对书中

内容进行了审阅。另外，北方交通大学铁道建筑系线路教研室及北京铁路局焊轨队有关同志，在定稿中也分别提出了宝贵意见，在此一并致谢。

由于译者业务水平及翻译水平有限，译文中缺点错误在所难免，欢迎读者批评指正。

译 者

1978年10月30日

目 录

作者的话	1
I. 无缝线路的结构特点与铺设.....	3
1. 无缝线路的结构特点.....	3
2. 关于无缝线路的温度应力及纵向力的基本概念.....	19
3. 无缝线路的运营方式.....	27
4. 无缝线路的单位阻力和接头阻力.....	36
5. 无缝线路温度应力放散.....	39
6. 无缝线路铺设.....	59
II. 无缝线路养护	85
7. 基本原则.....	85
8. 无缝线路断轨的修复.....	92
9. 更换调节钢轨.....	95
10. 无缝轨条的现场修理.....	97
11. 无缝线路纵剖面及水平整正.....	99
12. 无缝线路平面整正	106
13. 无缝线路轨距养护	114
14. 无缝线路扣件养护	119
15. 无缝线路轨枕养护	123
16. 无缝线路道床、路基养护及其它作业	127
17. 无缝线路冬季运营特点	130
18. 作业机械化	131
19. 必要材料的储备	133
III. 无缝线路修理	135
20. 一般原则	135
21. 无缝轨条折断的修复及全面修理	136

22. 无缝轨条更换	148
23. 无缝线路起道修	163
24. 无缝线路中修	166
25. 无缝线路大修	171

附 录

1. 铺设和运营无缝线路时最大容许温度应力及轨温 变化	186
2. 无缝轨条温度状态记录表	190

作者的话

在苏联铁路上，现代线路业务的技术改造最主要的方向是，加强和完善所有的轨道部件，首先是更换钢轨和扣件，代之以新型的 P50、P65 及 P75 型钢轨，大规模铺设钢筋混凝土轨枕及碎石道碴，焊接无缝线路长轨条，在线路业务中装备新的、高效率的、经济的机械设备和器械，采用综合机械化和先进施工工艺，以及完善生产过程的计划管理和组织工作。

无缝线路作为最先进的轨道结构型式，在苏联及其它国家已得到广泛的采用。铺设无缝线路以后，可以大大降低线路及机车车辆的养护和修理费用，改善列车运行的平稳性，提高轨道电路的可靠性和导电性，延长轨道部件及机车车辆走行部分的使用年限。

在苏联第九个五年计划中，增加了无缝线路的铺设长度。到1974年初，在铁路网中已铺设 28000 公里无缝线路。在无缝线路上开始铺设全长全断面淬火的 P75 型钢轨。也开始在小半径曲线线路上铺设无缝线路等。

在现有的技术文献中，对无缝线路的计算和设计，以及其工作的研究有很多阐述，但有关无缝线路的铺设、养护及修理的组织和施工却阐述得很少。

培养人才及交流无缝线路运营经验已受到很大注意，因此，本书再版也就成为必要的了。

不牢固掌握无缝线路结构及工作条件方面的知识，就不可能对其进行养护和修理。因此，在第二版修订时，作者尽

可能反映出先进工务段及线路机械站铺设和运营无缝线路的好经验，以及在有关无缝线路的正式文件中所作的修改和补充。

作者还考虑了读者的期望、意见和建议。

本书阐述了无缝线路最重要的结构特点、无缝线路轨条的温度纵向力及温度应力，以及轨道框架位移阻力的基本概念。列举了一些例子和表格，以便线路工作人员在施工过程中参考。

应读者要求，作者在本书第二版中增添了《无缝线路铺设》一节。这样，本书就包括了从无缝线路铺设到大修的全部施工过程。

I. 无缝线路的结构特点与铺设

1. 无缝线路的结构特点

无缝线路主要结构特点是，当无缝轨条温度升高和降低时，其长度没有明显变化。这是因为轨条牢固地锁定在轨枕上，而轨枕又牢固地埋置在密实的道床中；在轨条两端还设有加强接头。

并且，无缝线路结构应当绝对满足苏联铁路技术管理规程的有关规定，无缝线路铺设与养护维修技术条件及其它正式文件的要求。为了保证列车在无缝线路上，以规定速度安全运行，在铺设、养护维修无缝线路时，要严格遵循上述文件的要求。同时，还要特别注意，使轨温在锁定轨温上下变化值，不超过钢轨强度和稳定性所容许的最大值。

无缝轨条 无缝轨条是在焊轨基地由标准新钢轨焊接而成。

焊接用的钢轨是端部不淬火、无螺栓孔的一级 P50、P65、P75型钢轨。允许用热处理强化（淬火）钢轨焊接轨条。轨条两端头应进行工厂淬火，并各有三个螺栓孔。而在 P65 及 P75 型轨条端头，在焊轨基地钻出第三个螺栓孔，其位置距第二螺栓孔（工厂钻孔）130 毫米（因为，在工厂每端只钻出两个螺栓孔——译者注）。

无缝轨条用接触焊和气压焊方法焊接。焊接质量要符合宽轨铁路新轨焊接技术条件的要求。在苏联所采用的焊接工艺，不仅能保证焊接接头强度，实用上不次于母材的强度，而且也能保证轨条在水平面及垂直面平直。超过 0.3 毫米的隆

起和凹陷是不允许的。这种不平顺用一米长的金属尺及测量楔板进行测量。焊接质量用专门的超声波探伤仪进行检查。

每对轨条的顺序号记录在焊轨基地焊接钢轨登记簿上，并用白漆在钢轨内侧离两端3米处轨腰上注明。

左右（按里程方向）轨条分别用“左”“右”字样标出。在每根轨条上写明 $+20^{\circ}\text{C}$ 时的长度，准确到0.01米。在内侧轨腰离焊接接头10~15厘米处，划两条垂直线，标明焊接位置；在垂直线的右边注明的接头序号，同样也写在登记簿上。

线路上的焊接接头可放在轨枕上，也可放在两轨枕之间。

在理论上及一定实际条件下，无缝轨条的长度可等于闭塞区长度、站场有效长度，也可等于无自动闭塞的整个区间长度。在国外一些铁路上，有30公里及更长的线路区段上全部接头都进行了焊接。在这些区段上，中间站的正线道岔也与无缝轨条焊接起来。

在苏联铁路上，轨条最大长度规定为800米，因为大于这个长度，就不能用轨条专运列车运输。此外，采用这种长度可以迅速地进行轨条温度应力放散。在个别情况下，根据当地条件，必须延长轨条长度，使其长度超过800米时，在铺设地点可加焊短轨条。但是，两根互相对焊的轨条总长度不允许超过950米。在线路上焊接轨条时，只采用移动式焊接机。

根据当地条件，有时需要短于800米的轨条。像在自动闭塞区，接近道岔、道口、大型钢桥区域，就属于这种情况。例如，在1200米长的闭塞区，可以铺设一对长800米的轨条及一对长324.96米的轨条。剩下75.04米铺设所谓调节轨：在这两对轨条之间，铺设两节12.5米的轨节，在轨条端

头与绝缘接头之间，再铺设两节同样长的轨节（图1）。

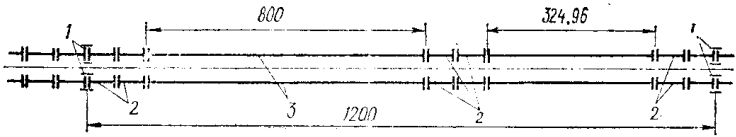


图1 在1200米的闭塞区轨条布置图

1——绝缘接头；2——调节轨；3——轨条。

轨条最小长度规定为250米，是根据如下原因：在温度变化时，无缝轨条的中间部分不动。由于调节轨之间有轨缝，轨条两端的长度可以变化。在最不利的条件下，轨条端部纵向位移范围可达100米。两端总的位移区段长度为200米。为了保证无缝线路正常工作，轨条中部应具有的长度为50米。

在个别必要情况下，可铺设小于250米的轨条，但不能小于150米。若将短轨条与其衔接的长轨条焊接一起，则短轨条长度可小于150米。但这时轨条总长不应大于950米。

在实际线路区段进行铺设而选择轨条长度时，应当尽可能多地采用最大长度（800米）的轨条，尽可能少用不同长度的轨条。例如，如果闭塞区段长1500米，则可铺设两对各长706.22米及七对12.5米长的调节轨（具有10个接头，每个接头缝宽6毫米），或者可以铺设一对800米及另一对612.44米的轨条。

从轨条焊接到铺设的期间内，轨温可能发生变化，相应地也改变轨条长度。因此，只能根据轨温为 20°C 时的初始长度来进行有关轨条长度的计算。例如，如果在 $+20^{\circ}\text{C}$ 时，轨条长度为800米，则冬季在 -15°C 的轨温下铺设时，其长度将比初始长度缩短某个数值 l 。此值等于钢轨钢线膨胀系

数 (0.0000118) 与轨条初始长度 (800 米) 及初始温度 (+20°C) 和铺设时温度 (-15°C) 差的乘积:

$$l = 0.0000118 \cdot 800 [20 - (-15)] = 0.33 \text{ 米},$$

即800米长的轨条, 在 -15°C 时, 将比 +20°C 时缩短 0.33 米。轨条长度将为 $800 - 0.33 = 799.67$ 米。

表 1 列出了初始长度为 100 米的轨条, 在轨温变化时缩短或伸长量。

为了确定任意长的轨条缩短量或伸长量, 应当将对应于测量轨温的缩短量或伸长量乘以该轨条长的百米数。例如, 轨条初始长度为 640 米 (6.4 百米), 测量轨温 +40°C。在表 1 查出 +40°C 时百米轨条的伸长量为 24 毫米, 640 米轨条的伸长量将为 $24 \cdot 6.4 = 153.6$ 毫米 (凑整为 0.15 米)。+40°C 时, 此轨条的实际长度为 $640 + 0.15 = 640.15$ 米。

表 1

轨 温 (°C)	100米轨 条缩短 量 (毫米)	轨 温 (°C)	100米轨 条缩短 量 (毫米)	轨 温 (°C)	100米轨 条伸长 量 (毫米)	轨 温 (°C)	100米轨 条伸长 量 (毫米)
-15	41	+2	21	+20	0	+36	19
-12	38	+4	19	+22	2	+38	21
-10	35	+6	17	+24	5	+40	24
-8	33	+8	14	+26	7	+42	26
-6	30	+10	12	+28	9	+44	28
-4	28	+12	10	+30	12	+46	31
-2	26	+14	8	+32	14	+48	33
-0	24	+16	6	+34	16	+50	35
—	—	+18	3	—	—	—	—

铺在线路直线段和曲线段的轨条左右端头作对应布置。左右端头错位量不允许超过 6 厘米。当在曲线上铺设无缝线路或用新轨条更换旧轨条时, 应考虑内外轨线的长度差 l_n 。

其值可用下式确定

$$l_k = \frac{SL}{R}, \quad (1)$$

式中 S —— 轨条轴线间距，毫米；
 L —— 曲线长度，米；
 R —— 曲线半径，米。

【例】在 $L = 400$ 米，半径 $R = 800$ 米的曲线上，铺设 P65 型钢轨（钢轨头部宽 75 毫米；平均轨距为 1523 毫米）。

则 $S = 75 + 1523 = 1598$ 毫米。内轨线比外轨线缩短量 $l_k = \frac{1598 \cdot 400}{800} = 799$ 毫米（凑整为 0.8 米）。内轨线长度将为 $400 - 0.8 = 399.2$ 米。

轨条的连接 无缝线路轨条在其衔接地方用几对调节轨隔开。这些调节轨与长轨条连接及调节轨本身相互连接时均留有轨缝，用以补偿其长度变化。调节轨长度规格为：标准长度 12.5 米及缩短长度 12.46、12.42 及 12.38 米。将标准长度的钢轨换成缩短轨，可以补偿被连接轨条的伸长量达 280 毫米。

调节轨相互之间及与长轨条连接时，只采用六孔夹板。

在轨温低于设计值（但不低于 -15°C ）时，必须铺设轨条的情况下，采用长度大于 12.50 米的临时调节轨。当轨温上升到设计值时，再将临时调节轨更换成 12.50 米的标准轨。

如果两个被连接的半轨条总长为 600 米或更长时，则在相邻的两对轨条之间，铺设三对调节轨；如果两个被连接的半轨条总长小于 600 米时，则铺设两对调节轨。在绝缘接头地方，调节区（我国称作缓冲区——译者注）由四对调节轨组成。绝缘接头放在第二和第三调节轨之间。

在钢筋混凝土轨枕无缝线路与木枕普通轨节线路、与道岔及铺有普通轨节的桥梁衔接的地方，铺设两对调节轨。调节轨及轨条端部6.0~6.5米范围内，均铺设木枕（图2）。

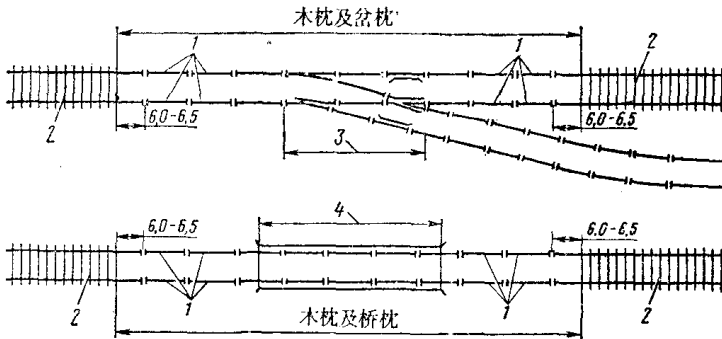


图2 钢筋混凝土轨枕无缝线路与道口及铺木枕的桥衔接图
1——调节轨；2——钢筋混凝土轨枕无缝轨条；3——道岔；
4——铺有普通轨节线路的桥梁。

在道口范围内，轨条用调节轨加以连接。同时，在道口上，在其两端调节轨之间增铺一对跨轨。

绝缘接头设在道口范围以外，并在绝缘接头两端用两根调节轨隔开。同样，在道口过道部分也增铺一对12.5米或25米的跨轨（图3）。

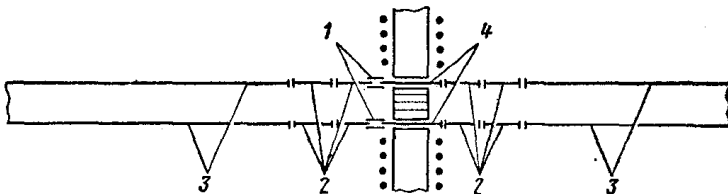


图3 道口区无缝轨条连接图
1——绝缘接头；2——调节轨；3——无缝轨条；
4——道口通道部分的跨轨。

调节区的钢轨、扣件、轨枕及道碴的品种和状态，应同与之衔接的轨条区一样。

与普通轨节线路相反，在无缝线路轨条与调节轨接头处的夹板与钢轨槽的接触面，不允许涂石墨润滑剂。这是因为要保持夹板与钢轨之间有足够的摩擦力。

为了使接头的导电性更加可靠，在其上焊接轨道电路连接导线。

调节区的轨缝大小随温度而异，其变化范围从1到10毫米。轨缝值超过10毫米是不允许的，因为，冬季急剧降温时，可能使接头螺栓弯曲或折断，结果会造成接头断开。轨缝至少不小于1毫米，以保证便于更换调节轨。

无缝线路接头螺栓是用高强度钢材（国家标准ГОСТ 11531-65）制造的。对P50型钢轨，这种螺栓螺母的拧紧力矩不应小于25公斤·米，而对P65型钢轨，不应小于60公斤·米。这样就能保证无缝轨条与调节轨接头被夹板夹得更紧，并能保持接头轨缝的正常尺寸。

无缝线路绝缘接头采用标准双头金属夹板。在这种接头上采用的绝缘材料的强度低，不足以使接头螺栓上紧。因此，这种接头不能承受轨条在温度变化时产生的巨大纵向力。正因为如此，才在接头两端用两对调节轨将其“保护”起来。

近年来，在其它国家开始采用胶结绝缘接头。这种接头在苏联铁路上也已开始采用。

胶结接头应在焊轨基地的专门车间制造。在无缝线路上，将胶结接头连同两截短轨一起焊入轨条中，或者将其铺在有12.5米的“绝缘”钢轨的调节区，这能使闭塞区界需要的调节轨数量减少。而当把胶结接头组件焊入轨条时，就可使无缝轨条跨过闭塞区界（图4）。



图4 在两相邻各长1256.32米的
闭塞区段上，三对各长800米的无缝轨条布置图
1——焊入调节轨的胶结接头；
2——焊入无缝轨条的胶结接头。

胶结接头上安装缩减高度的六孔金属夹板。在钢轨表面与夹板表面之间，垫上几层电绝缘玻璃纤维，玻璃纤维浸以专用胶，使金属与纤维粘结一起。同时保证夹板与钢轨之间绝缘良好。这种专用胶也充填接头螺栓周围的空间(图5)。螺栓一定要用高强的。以45~50公斤·米的力矩将其拧紧。做好的胶结接头可以承受设计纵向力。

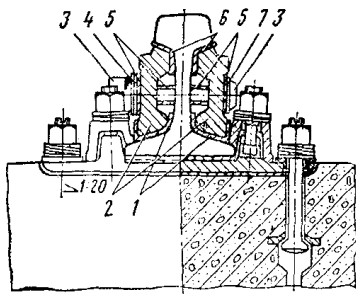


图5 胶结绝缘接头横截面
1——下绝缘层；2——六孔夹板；3——接头螺栓；4、7——螺栓垫板；5——绝缘套管；6——上绝缘层。

中间扣件 对无缝线路钢轨扣件的特殊要求是，它们应当把无缝轨条牢固地扣在轨枕上。当温度变化时，不允许轨条发生长度变化及爬行。而在线路进行养护维修过程中，也要能够很简便、迅速地轨条松开。采用钢筋混凝土轨枕时，除上述要求外，中间扣件结构尚应保证线路的弹性及轨道电路的可靠绝缘。

在苏联，钢筋混凝土轨枕上扣紧轨条时，采用配有刚性扣板及埋入螺栓的分开式KB型扣件(图6)或者带弹性扣板及埋入螺栓的不分开式JB型扣件(图7)，以及早期铺