

铁路技工学校教材

wufeng xianlu

无缝线路

西昌铁路运输技工学校

吴存孝 编

中国铁道出版社

U213.9
002

铁路技工学校教材

无缝线路

西昌铁路运输技工学校 吴存孝 编

成都铁路局 ~~黄~~ 为 审
孙 浩

中国铁道出版社

2000年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书主要介绍无缝线路的基本原理、设备要求及养护维修。全书共八章,具体讲述了无缝线路的结构特点、温度应力、锁定轨温;防爬设备、轨缝设置、钢轨焊接;胀轨跑道、钢轨折断及其防止措施;应力放散和调整、应力放散的方法及其计算;特殊地段无缝线路及超长轨节无缝线路的铺设和养护维修等内容。

图书在版编目(CIP)数据

无缝线路/吴存孝编. —北京:中国铁道出版社,
2000.1

铁路技工学校教材

ISBN 7-113-03502-7

I. 无… II. 吴… III. 无缝线路轨道-技工学校-
教材 IV. U213.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 49264 号

书 名:无缝线路

作 者:吴存孝

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:刘桂华

封面设计:李艳阳

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/32 印张:8.875 字数:201 千

版 本:2000 年 2 月第 1 版 2000 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~5000 册

书 号:ISBN 7-113-03502-7/U·961

定 价:12.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

本教材是为工务部门现场工人和技工学校线路专业的学生编写的。编写时力求通俗易懂,深入浅出,使读者通过自学,即能掌握无缝线路的基本原理、养护维修的方法和铺设过程。

本教材内容力图做到知识的连贯性和系统性,并注重实用性,避免内容的跳跃性阐述,注意突出重点。读者在通读的基础上,可按劳动部、铁道部颁发的《铁路职业技能鉴定规范(考核大纲)·线路工》选择重点掌握的章节。

养路工区工人和大修段工人,应根据各自的工作性质选择重点掌握章节。

为了巩固所学知识,每节末附有思考和练习题一组,每章末附有自测题一套,读者可以此检测知识掌握的程度。自测题不附答案,读者可经过讨论确定答案,亦可请指导老师作成绩判定。每章末均附有本章总结,介绍学习思路、学习方法和必须掌握的概念、公式。请读者根据自己的实际情况决定取舍,不必强求一律。

由于水平所限,教材中难免有粗疏、浅薄甚至错误之处,请读者提出宝贵意见,笔者谨致以诚挚的谢意。

编 者

1999 年 1 月

目 录

第一章 无缝线路基本知识	1
第一节 无缝线路的结构特点.....	1
第二节 温度应力和温度力.....	5
第三节 轨温、锁定轨温和轨温变化度数.....	12
第四节 轨道框架刚度和线路阻力	18
第五节 基本温度力图 and 伸缩区长度计算	25
本章总结	30
自测题	32
第二章 无缝线路轨道	36
第一节 对无缝线路设备的要求	36
第二节 防爬设备和轨缝设置	44
第三节 钢轨焊接与焊缝	51
本章总结	57
自测题	59
第三章 胀轨、跑道和钢轨折断	62
第一节 胀轨和跑道	62
第二节 无缝线路的稳定性	67
第三节 胀轨、跑道的原因及其防止措施.....	70
第四节 钢轨折断及其防止措施	83

本章总结	91
自测题	92
第四章 应力放散和调整	98
第一节 应力放散和调整的意义	98
第二节 应力放散的方法	105
第三节 应力放散计算	112
第四节 应力放散的注意事项	119
第五节 应力放散施工	126
本章总结	145
自测题	146
第五章 无缝线路的养护维修	148
第一节 基本原则和要求	148
第二节 无缝线路养护维修的工作特点	160
第三节 整治钢轨病害	176
本章总结	181
自测题	182
第六章 特殊地段无缝线路	185
第一节 桥上无缝线路	185
第二节 小半径曲线无缝线路	196
第三节 大坡道和隧道内无缝线路	203
本章总结	209
自测题	209
第七章 无缝线路的铺设和大、中修	213
第一节 长钢轨的装、运、卸	213

第二节 长轨条的铺设·····	220
第三节 大、中修工作·····	234
本章总结·····	245
自测题·····	246
第八章 超长轨节无缝线路·····	249
第一节 超长无缝线路的结构与特点·····	250
第二节 胶接绝缘接头和无缝道岔·····	255
第三节 超长无缝线路的铺设和养护·····	262
本章总结·····	269
自测题·····	270
参考文献·····	274

第一章 无缝线路基本知识

作为一种新型轨道结构,无缝线路以其高速行车、运行平稳和便于养护维修的显著优越性,正日益取代普通线路。越来越多的工区,也正在或即将面临怎样养护维修好无缝线路的新课题。而要让无缝线路的养护维修达到《铁路线路维修规则》的标准要求,保证行车安全,就必须了解无缝线路的基本原理,以将按章程操作化为自觉的行动,同时有意识地把普通线路和无缝线路的养护维修方法区别开来。本章从无缝线路的基本原理入手,介绍这种新型轨道结构的科学性、优越性、结构特点和物理特性,让我们对无缝线路的本质有一个较为深入的理解。

第一节 无缝线路的结构特点

铁路无缝线路又称长轨道、无缝轨道、焊接长钢轨线路。与这个名称相对的概念是普通线路或普通轨道。

我们知道,普通轨道由许多根标准长度的钢轨或标准缩短轨用夹板连接而成;为适应热胀冷缩的需要,钢轨接头处要预留轨缝。

有轨缝的钢轨接头是普通线路构造上的薄弱环节之一,它为铁路运营和养护维修带来诸多弊端。首先,车轮跨越轨缝接头会产生很大的撞击声,并引起列车振动,使旅客感到不适;其次,车轮冲击钢轨端部,产生高达几万牛的冲击力,加速了钢轨和车轮的磨损;第三,这种冲击力还造成轨下基础的凹陷和夹板折断、翻浆冒泥等其他病害,严重时,甚至会危及行

车安全。在普通线路上,因接头构造缺陷而产生的病害很多,以至养路工区要花费相当多的劳力来整治这些病害,有时甚至达到全部劳力的二分之一。

为了解决这个问题,人们采用了比夹板连接更好的办法来连接钢轨,即把许多根标准长度的钢轨焊结成一根长轨条。这样,就在相当长的一段距离之内消灭了接头,从而消灭了因接头而产生的病害,增加了行车的平稳性。

这种由多根标准长度的钢轨焊结而成的线路叫无缝线路。

一、温度应力式无缝线路

钢轨的热胀冷缩是自然规律,其伸缩量同轨温的升降值成正比。无缝线路虽然在相当长的一段距离之内消灭了轨缝,但是在钢轨温度发生较大变化时,并不能完全消灭钢轨的伸缩。如果不给这种伸缩留出一定的空间,就会产生巨大的温度力,造成轨道的变形、破坏。

为了解决这个新的问题,在温差不太大的地区,人们用强有力的联结零件,包括接头联结零件、中间联结零件和防爬设备,把无缝线路锁定起来,加上轨枕、道床上的加强措施,把钢轨的伸缩限制在一个很小的、许可的范围之内,使之不能自由伸缩;同时,在长轨条两端为限制伸缩留出一定的空间——轨缝。

单靠长轨条两端的这些轨缝,就足以调节长轨条的限制伸缩量,并使无缝线路处于稳定状态。因为在温差不太大的地区,钢轨的限制伸缩量本身就不是很大的。

由于钢轨不能自由伸缩,在轨温不断变化的条件下,长轨条内部经常积蓄一定的温度力。我们把这种无缝线路叫做温度应力式无缝线路。温度应力式是无缝线路的基本结构形

式。

温度应力式无缝线路由一对焊接长轨条和两端各 2~4 对标准轨组成。钢轨用扣件锁定,长短轨间和短轨间均用夹板连接,预留轨缝,如图 1—1 所示(图中 1、2 分别为长短轨间和短轨间轨缝)。

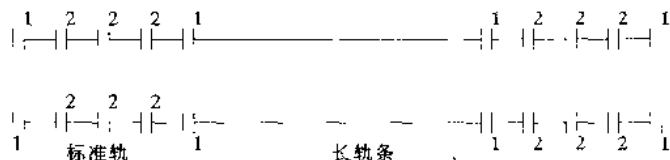


图 1—1 温度应力式无缝线路结构示意图

长轨条用扣件锁定后不能自由伸缩。轨温升高到一定程度时,限制伸长量传递至接头 1 处,由轨缝 1 调节;轨缝 1 不够,传递至轨缝 2 调节。如锁定不良伸长量太大,则将一对标准轨适量锯短或换短,以满足伸长量和预留轨缝的要求。相反,限制缩短量也可通过轨缝 1、2 调节。如锁定不良,缩短量太大,使轨缝超限,可将一对标准轨换长,以满足缩短量和预留轨缝的要求。因为两长轨条之间的 2~4 对标准轨具有这种不可忽视的功能,所以我们又把它叫做“调节轨”或“缓冲轨”。

一般情况下,如果无缝线路处于稳定状态,又按规定预留了轨缝,仅轨缝 1 就可满足钢轨伸缩的需要,而且不会出现瞎缝和超限大轨缝。调节轨之所以要配 2~4 对,是为了留有余地和在中间轨缝处设置绝缘接头。

二、定期放散温度应力式无缝线路

在年温差超过规定值的寒冷地区,由于钢轨伸缩量很大,单靠调节轨的轨缝在运营中自行调节长轨条的伸缩是远远不

够的,较大的温度力也使无缝线路难以保持稳定,因而就必须每年的春季和秋季的适当轨温条件下中断行车,松开联结零件,放散温度力,预先使钢轨自由伸缩一个较大的值,使余下的伸缩量能像温度应力式无缝线路那样通过轨缝自行调节;同时调整缓冲区标准轨长度,以保证轨缝不超限。这个过程叫“放散”,这样的无缝线路叫定期放散温度应力式无缝线路。

定期放散温度应力式无缝线路和温度应力式无缝线路结构一致。

三、自动放散温度应力式无缝线路

在特大桥、大桥上,既有钢轨的伸缩又有桥梁本身的伸缩,两种伸缩加在一起,会产生很大的力。这种力必须随时放散出去,以免对桥梁支座和桥墩产生不良影响。因此,我们就在这些桥梁的长轨条上设置温度调节器,即钢轨伸缩接头,使钢轨在垫板上能随轨温的变化而自由伸缩,以自动放散钢轨和桥梁的伸缩力。我们把这种设有钢轨伸缩接头的无缝线路叫做自动放散温度应力式无缝线路。

自动放散温度应力式无缝线路和定期放散温度应力式无缝线路统称放散温度应力式无缝线路。

我国目前普遍采用的是温度应力式无缝线路。这种无缝线路结构简单,不需要特殊设备,铺设、维修又方便,有利于铁路运输事业的发展。

小 结

普通线路的接头会产生很多病害。无缝线路在相当长的一段距离内消灭了接头,但不能完全消灭钢轨的热胀冷缩。为了适应长轨条的限制伸缩,在无缝线路的两端设置 2~4 根

调节轨并预留轨缝。这就是温度应力式无缝线路的结构特点和采用这种结构的原因。

思考与练习题

1. 什么叫无缝线路？
2. 温度应力式无缝线路的结构特点和调节轨的作用是什么？
3. 为什么年温差超过规定值的寒冷地区不宜铺设温度应力式无缝线路？
4. 无缝线路怎样分类？

第二节 温度应力和温度力

一、钢轨的自由伸缩量和限制伸缩量

在上一节中,我们提到了钢轨的自由伸缩和限制伸缩。现在我们来看看它们的伸缩量。

1. 钢轨的自由伸缩量

钢轨不受任何阻碍的伸缩叫自由伸缩。自由伸缩量同钢轨的长度和轨温变化度数成正比。据测定,1 m长的钢轨,当轨温变化1℃时,其自由伸缩量为0.011 8 mm。据以得出钢轨自由伸缩量的计算公式是:

$$\Delta l = \alpha l \Delta t$$

式中 Δl ——钢轨的自由伸缩量(mm);

α ——钢的线膨胀系数,亦即钢轨的单位自由伸缩量(0.011 8 mm/m·℃);

l ——钢轨长度(m);

Δt ——轨温变化度数(℃)。

【例 1—1】 一根不受任何阻碍的钢轨,在早晨轨温为19℃时测定的长度是25.004 m,中午轨温升高到49℃,钢轨

的长度是多少？

【解】 中午的轨温变化度数是 $49^{\circ}\text{C} - 19^{\circ}\text{C} = 30^{\circ}\text{C}$ 。

则该钢轨的自由伸缩量

$$\Delta l = \alpha l \Delta t = 0.0118 \times 25.004 \times 30 = 8.85 \approx 9(\text{mm})$$

此时钢轨的长度为：

$$25.004 \text{ m} + 0.009 \text{ m} = 25.013 \text{ m}$$

在实际应用中，我们把未经锁定的钢轨其伸缩都近似地看作是自由伸缩，计算其伸缩量时都用上面的公式。

【例 1—2】 某无缝线路长轨条长 1 000 m 时的轨温是 45°C ，在轨温变化到 12°C 时，松开接头扣件、中间扣件和防爬器，钢轨应缩短多少毫米？

【解】 据题意，我们认为此时的长轨条处于自由缩短状态。

则长轨条缩短量

$$\begin{aligned}\Delta l &= \alpha l \Delta t = 0.0118 \times 1\,000 \times (45 - 12) \\ &= 11.8 \times 33 = 389.4 \approx 389(\text{mm})\end{aligned}$$

这个缩短量是十分惊人的，它将使无缝线路完全丧失行车条件。

2. 钢轨的限制伸缩量

无缝线路钢轨在充分锁定状态下的伸缩叫限制伸缩；而锁定，则指钢轨扣件的锁固状态。

由于已被强力锁定，自由伸缩量的相当一部分不能实现，故无缝线路钢轨的限制伸缩有如下特点：

① 只有当轨温变化到相当程度时才会产生限制伸缩。如 60 kg/m 长轨条，当轨温变化 23°C 时，才开始产生 0.1 mm 的限制伸缩； 50 kg/m 、 25 m 标准轨，如采用钢筋混凝土枕，当轨温变化 28°C 时，才开始产生 0.1 mm 的限制伸缩。

② 限制伸缩量比自由伸缩量小得多。如前述例 2，当轨

温下降33℃时,长轨条的自由缩短量为389 mm,而限制缩短量仅有0.8 mm。

③限制伸缩量同长轨条的长度无关,即任何长度的长轨条的限制伸缩量,在轨温变化相同度数时都是一致的。

无缝线路未充分锁定或道床抵抗轨枕沿线路方向移动的阻力不够,钢轨的限制伸缩量将会增大,甚至接近自由伸缩量,这将对无缝线路产生巨大的破坏性影响。

无缝线路长轨条和标准轨的一端限制伸缩量如表 1—1、表 1—2,单位为 mm。

表 1—1 50 kg/m钢轨,1840 根/km轨枕时,钢轨一端限制伸缩量表

轨温差 $\Delta t(^{\circ}\text{C})$	长 轨		12.5 m标准轨		25 m标准轨	
	木 枕	钢筋混 凝土枕	木 枕	钢筋混 凝土枕	木 枕	钢筋混 凝土枕
26	0	0	0	0	0	0
27	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0
28	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0
29	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2
30	0.5	0.4	0.3	0.3	0.5	0.3
31	0.7	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5
32	0.9	0.6	0.5	0.4	0.8	0.6
33	1.2	0.8	0.6	0.5	0.9	0.8
34	1.4	1.0	0.6	0.6	1.1	0.9
35	1.7	1.2	0.7	0.7	1.2	1.1
36	2.1	1.5	0.8	0.7	1.4	1.2
37	2.5	1.7	0.9	0.8	1.5	1.4
38	2.9	2.0	0.9	0.9	1.7	1.5
39	3.3	2.3	1.0	1.0	1.8	1.7
40	3.8	2.6	1.7	1.0	2.0	1.8
41	4.3	3.0	1.2	1.1	2.1	2.0
42	4.8	3.4	1.2	1.2	2.3	2.1
43	5.3	3.8	1.3	1.3	2.4	2.3

续上表

轨温差 $\Delta t(^{\circ}\text{C})$	长 轨		12.5 m标准轨		25 m标准轨	
	木 枕	钢筋混 凝土枕	木 枕	钢筋混 凝土枕	木 枕	钢筋混 凝土枕
44	5.9	4.2	1.4	1.3	2.6	2.4
45	6.5	4.6	1.4	1.4	2.7	2.6
46	7.2	5.1	1.5	1.5	2.9	2.7
47	7.9	5.5	1.6	1.6	3.0	2.9
48	8.6	6.0	1.7	1.6	3.2	3.0
49	9.3	6.6	1.7	1.7	3.3	3.1
50	10.1	7.1	1.8	1.8	3.5	3.3
51	10.9	7.7	1.9	1.9	3.6	3.5
52	11.7	8.2	2.0	1.9	3.8	3.6
53	12.6	8.9	2.0	2.0	3.9	3.8
54	13.5	9.5	2.1	2.1	4.1	3.9
55	14.4	10.1	2.2	2.2	4.2	4.0
56	15.4	10.8	2.3	2.2	4.4	4.2
57	16.3	11.5	2.3	2.3	4.5	4.3
58	17.4	12.2	2.4	2.4	4.7	4.5
59	18.4	12.9	2.5	2.5	4.8	4.6

表 1—2 60 kg/m钢轨, 1 840 根/km轨枕时, 钢轨一端限制伸缩量表

轨温差 $\Delta t(^{\circ}\text{C})$	长 轨		12.5 m标准轨		25 m标准轨	
	木 枕	钢筋混 凝土枕	木 枕	钢筋混 凝土枕	木 枕	钢筋混 凝土枕
22	0	0	0	0	0	0
23	0.1	0.1	0	0	0	0
24	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1
25	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2
26	0.5	0.4	0.3	0.3	0.5	0.4
27	0.7	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5
28	1.0	0.7	0.5	0.4	0.8	0.7
29	1.3	0.9	0.6	0.5	0.9	0.8
30	1.6	1.1	0.6	0.6	1.1	1.0

緩上表

軌温差 $\Delta t(^{\circ}\text{C})$	長 軌		12.5 m標準軌		25 m標準軌	
	木 枕	鋼筋混 凝土枕	木 枕	鋼筋混 凝土枕	木 枕	鋼筋混 凝土枕
31	1.9	1.4	0.7	0.7	1.2	1.1
32	2.3	1.6	0.8	0.7	1.4	1.3
33	2.7	1.9	0.8	0.8	1.5	1.4
34	3.2	2.3	0.9	0.9	1.7	1.6
35	3.7	2.6	1.0	1.0	1.8	1.7
36	4.2	3.0	1.1	1.0	2.0	1.9
37	4.8	3.4	1.1	1.1	2.1	2.0
38	5.4	3.8	1.2	1.2	2.3	2.1
39	6.1	4.3	1.3	1.3	2.4	2.3
40	6.7	4.7	1.4	1.3	2.6	2.4
41	7.5	5.2	1.4	1.4	2.7	2.6
42	8.2	5.8	1.5	1.5	2.9	2.7
43	9.0	6.3	1.6	1.6	3.0	2.9
44	9.8	6.0	1.7	1.6	3.2	3.0
45	10.7	7.5	1.7	1.7	3.3	3.2
46	11.6	8.1	1.8	1.8	3.5	3.3
47	12.5	8.8	1.9	1.9	3.6	3.5
48	13.5	9.5	2.0	1.9	3.8	3.6
49	14.5	10.2	2.0	2.0	3.9	3.8
50	15.5	10.9	2.1	2.1	4.1	3.9
51	16.6	11.7	2.2	2.2	4.2	4.1
52	17.7	12.4	2.3	2.2	4.4	4.2
53	18.8	13.3	2.3	2.3	4.5	4.4
54	20.0	14.1	2.4	2.4	4.7	4.5
55	21.2	14.9	2.5	2.5	4.8	4.7
56	22.5	15.8	2.6	2.5	5.0	4.8
57	23.8	16.7	2.6	2.6	5.1	5.0
58	25.1	17.7	2.7	2.7	5.3	5.1
59	26.5	18.6	2.8	2.7	5.4	5.3

二、温度应力和温度力

无缝线路锁定之后,较大的自由伸缩量变成了较小的限制伸缩量。那么,未实现的那一部分伸缩量到哪里去了呢?

钢轨未能实现的伸缩量,以温度应力的形式积蓄于钢轨内部。很明显,轨温变化越大,应力就越大。因此,我们把在无缝线路上,由于轨温变化引起的钢轨伸缩因受到限制而转化到钢轨内部的力叫温度应力。

夏天轨温上升,钢轨欲伸长时受到的温度应力是压应力。

冬天轨温下降,钢轨欲缩短时受到的温度应力是拉应力。

据测算,经锁定的钢轨,当轨温升降 1°C 时,每平方厘米钢轨断面上产生的压应力或拉应力是 250 N (N ,牛顿,力的单位, $1\text{ kg} = 9.8\text{ N} \approx 10\text{ N}$)。由此得出温度应力的计算公式是:

$$\sigma_t = 250 \Delta t$$

式中 σ_t ——温度应力(N);

Δt ——轨温变化度数($^{\circ}\text{C}$)。

温度应力只表示每平方厘米钢轨断面上受到的力。 50 kg/m 钢轨和 60 kg/m 钢轨的全断面分别为 65.8 和 77.45 cm^2 ,则当轨温变化 1°C 时,这两种钢轨全断面上受到的应力分别为:

$$250\text{ N/cm}^2 \times 65.8\text{ cm}^2 = 16\,450\text{ N}$$

$$250\text{ N/cm}^2 \times 77.45\text{ cm}^2 = 19\,362.5\text{ N}$$

我们把无缝线路钢轨全断面上受到的温度应力叫温度力。温度力的大小和钢轨长度无关。

温度力的计算公式是:

$$P_t = \sigma_t F = 250 \Delta t F$$

式中 F ——钢轨断面积(cm^2);

P_t ——温度力(N)。