

铁路无缝线路百问百答

史鸿湘 赵壮杰 陈幼平 编著
张泽珪 审

中 国 铁 道 出 版 社

1 9 9 4 年 · 北 京

前 言

无缝线路是 20 世纪铁路工程的一项重大成就,已成为当今轨道结构现代化的重要标志。各发达国家,在高速、重载铁道上无不铺设无缝线路。我国铁路自 1957 年开始铺设以来,不断拓宽铺设领域,如寒冷地区、大桥、小半径曲线等限制性区段,都取得了一定的铺设经验,迄今在各主要干线铺设无缝线路已近 20000km。而且超长无缝线路的铺设也已起步。无缝线路在我国铁路的铺设数量正在不断增长,其优越性已为国人所公认。但一切事物都是一分为二的,无缝线路管理不当,也会胀轨或断轨。由此可见,管理的科学化是充分发挥无缝线路优越性的重要保证。而管理科学化必须首先实现基本技术知识的普及。笔者在现场工作多年,对此颇有所感。为此,特约同行执笔,编写这本小册子,奉献给工务现场职工,以期普及无缝线路的知识,把无缝线路的管理工作、安全工作搞得更好。在减少维修工作量、延长设备使用寿命、节约能源、保证安全等方面,起到一点点作用——这是笔者的初衷。是否切合实际,尚望读者批评指正。

编 者

1994. 4. 30

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书根据无缝线路的基本原理、结构特点、铺设和养护、管理等在实践中所涉及的技术问题,综合了 12 个方面,109 个问题,以问答的方法加以阐述。

全书内容集中反映了无缝线路在运用中至关重要的理论性和技术性问题。这些问题是作者多年从事现场实践、观察、探索和总结出来的。所有问题的解答,在理论水平和实践意义上都有所加深,阐明了问题的实质、原由和道理,给出了许多关于无缝线路应用中只知其然,不知所以然的确切答案。

本书可供工务系统技术工人、工程师、管理干部学用,亦可作为大中专院校线路专业师生参考。

铁路无缝线路百问百答

史鸿湘 赵壮杰 陈幼平 编著

张泽珪 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 王毓平

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:2.5 字数: 49 千

1994 年 12 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:1-10000 册

ISBN7-113-01852-1/TU·401 定价:2.40 元

目 录

一、铺设无缝线路的目的.....	1
1. 何谓无缝线路?	1
2. 无缝线路名称由何而来?	1
3. 为什么要铺设无缝线路?	1
4. 我国第一段无缝线路是在哪里铺设的?	2
5. 无缝线路和普通线路的主要区别在哪里?	2
6. 无缝线路有哪些类型?	3
二、无缝线路构造特点.....	4
1. 何谓伸缩区、固定区? 在哪些部位? 有何特点?	4
2. 伸缩区的长度怎样计算?	4
3. 伸缩区是否可以取消? 如何取消?	5
4. 无缝线路为何要设缓冲区?	5
5. 缓冲区一般设几根钢轨,其接头构造如何? 接缝大小怎么计算?	6
6. 伸缩区钢轨的受拉与受压同固定区相比是否一致?	7
7. 何谓轨道框架刚度?	7
8. 何谓道床阻力?	7
9. 我国无缝线路上铺设的钢轨长度如何?	8
10. 有哪些因素影响无缝线路稳定性?	8
11. 何谓无缝线路稳定性统一计算公式及其表	

达式?	9
12. 何谓安全温度计算法?	9
13. 无缝线路上钢轨所受温度力的大小由 什么决定?	10
三、无缝线路的锁定轨温及其检测	11
1. 何谓锁定轨温? 一般是怎样决定的?	11
2. 锁定轨温的定义是什么?	11
3. 何谓锁定轨温范围?	12
4. 怎样正确选定锁定轨温?	12
5. 长轨条铺入线路锁定之后, 其锁定轨温 会变化吗? 是怎样变化的?	12
6. 锁定轨温在一根轨条上相邻两处的相对差, 以及左右股的相对差各为多少?	13
7. 如何利用防爬观测桩的观测资料分析 锁定轨温的变化?	13
8. 工区掌握的原始锁定轨温和实际锁定轨温有 何区别?	14
9. 原始锁定轨温的准确性如何?	14
10. 目前有哪些方法可以测知实际锁定轨温?	15
11. 我国铁路测锁定轨温变化有哪些方法?	15
12. 何谓轨长标定法?	15
13. 何谓钢钢尺标定法?	16
14. 何谓激光测距法? 如何设标? 又如何 取标?	16
四、无缝线路长钢轨的焊接工艺	17
1. 无缝线路上所铺焊接钢轨的长度有何 限制?	17

2. 哪些国家铺设焊接长钢轨的长度最长?	18
3. 全长淬火钢轨焊后应做何处理?	19
4. 我国铁路采用哪些长钢轨的焊接方法?	19
五、无缝线路上的钢轨接头	20
1. 何谓接头阻力?	20
2. 何谓胶结绝缘接头?	20
3. 何谓高强度绝缘接头?	21
4. 缓冲区钢轨接头应使用哪种规格的螺栓? 它的技术性能如何?	21
5. 无缝道岔内钢轨接头是怎样的结构?	21
6. MG 接头是什么样的接头,它有哪些特点?	22
7. MG 接头和普通接头的主要区别是什么?	22
六、无缝线路的铺设	23
1. 我国铺设无缝线路的最大温差是多少?	23
2. 小半径曲线能否铺设无缝线路? 有何限制? ...	23
3. 长大坡道上能否铺设无缝线路?	23
4. 隧道内可否铺设无缝线路? 有何特点?	28
5. 无缝线路铺设后经过一段运营锁定,轨温 会下降吗?	28
七、桥上无缝线路	29
1. 桥上铺设无缝线路的主要问题是什么?	29
2. 桥上铺设的无缝线路钢轨承受哪些附加力? ...	29
3. 桥上无缝线路为何强调使用 K 式扣件?	29
4. 有碴桥上无缝线路碴肩宽度不足时怎么办? ...	30
5. 有碴桥铺设无缝线路时能否铺设混凝土轨 枕?	30
6. 桥上线路如何保持道床棱体的正常	

几何尺寸?	30
7. 桥上无缝线路在什么条件下要铺设伸缩调节器?	31
8. 我国铁路目前使用的伸缩调节器有哪几种类型?	31
9. 哪种类型的伸缩调节器性能最优, 动程最大?	31
八、无缝线路的管理	
1. 对无缝线路的管理应建立哪些制度?	32
2. 在无缝线路上巡道应注意些什么?	32
3. 工务段接到列车摇晃异常通知后应作何处理?	33
4. 施工现场在铺设无缝线路时的锁定轨温是怎样确定的? 铺轨后应立即做好哪些工作? ...	33
5. 无缝线路的养护与普通线路相比有哪些主要区别?	33
6. 对无缝线路的质量状态有哪些基本要求?	33
7. 为什么要特别注意焊缝处的捣固?	34
8. 为什么要强调做好校直钢轨硬弯工作?	34
九、无缝线路的养护维修	
1. 无缝线路的养护维修作业有哪些规定?	35
2. 无缝线路养护维修的核心问题是什么?	35
3. 何谓“三清”、“三测”、“四不超”? 有何重要意义?	36
4. 工务段在铺设无缝线路之前应做好哪些工作?	36
5. 无缝线路铺设后, 在质量状态上有哪几个	

变化阶段? 各阶段的养护工作应着重抓好 哪些方面?	37
6. 为确保行车安全,应如何做好无缝线路的 起道工作?	38
7. 对无缝线路缓冲区的养护应注意些什么?	38
8. 缓冲区出现大轨缝有何不利影响?	39
9. 破底清筛道床应注意些什么问题?	39
10. 无缝线路上发生钢轨伤损的特点是什么? 和普通线路有何区别?	39
11. 如何预防钢轨折断?	40
12. 钢轨折断后应当如何处理?	40
13. 为什么要放散应力?	40
14. 放散应力有哪些方法? 以哪种方法为最佳? ...	41
十、超长无缝线路	42
1. 何谓超长无缝线路?	42
2. 超长无缝线路上的钢轨与道岔如何连接?	42
3. 超长无缝线路上的道岔结构怎样加强?	42
4. 对超长无缝线路上的绝缘接头有什么要求? ...	43
5. 铺设超长无缝线路应注意哪些事项?	43
十一、胀轨跑道及其防治	45
1. 何谓胀轨跑道? 其发生与发展的过程如何? ...	45
2. 线路抵抗胀轨跑道的自身能力是什么? 如何发挥其作用?	45
3. 何谓钢轨温度力峰? 它是怎样形成的? 容易 发生在哪些部位?	46
4. 伸缩区和固定区的交界处为什么会出现 温度力峰?	46

5. 胀轨跑道有哪些事例? 造成的原因是什么? ...	47
6. 准轨线路是否也会发生胀轨跑道故障? 为什么? 有何事例?	49
7. 胀轨跑道有何预兆和规律?	49
8. 胀轨跑道是否一定发生在最炎热季节?	51
9. 线路养护维修作业, 为什么容易发生 胀轨跑道?	51
10. 如何监视无缝线路的方向变化, 以防胀轨跑道?	52
11. 防胀、防断有何共同联系与区别?	53
12. 胀轨跑道发生后应如何处理?	54
13. 防治准轨线路胀轨跑道的要点是什么?	55
14. 防治胀轨跑道的关键是什么?	56
15. 防胀的基本措施是什么?	58

十二、其 它 64

1. 新型换轨车的技术特点是什么?	64
2. 我国各地区历年最高最低轨温如何?	64
3. 轨温和气温有什么关系?	66
4. 区间无缝线路是否有铺设伸缩调节器的?	67
5. 区间无缝线路对路基、道床、轨枕及扣件 有何特殊要求?	67
6. 使用宽混凝土轨枕铺设无缝线路应注意 哪些问题?	67
7. 长轨拉伸法如何用于施工、断轨修复和 应力放散?	68
8. 长钢轨、长轨条有何区别?	68
9. 曲线上无缝线路单股磨耗超限应如何更换? ...	69

一、铺设无缝线路的目的

1. 何谓无缝线路？

无缝线路是把钢轨焊接起来的线路，又称焊接长钢轨线路。钢轨的长度可以数公里或数十公里，但为了铺设、维修、焊接、运输的方便，我国现有的无缝线路钢轨长度约 1~2km 左右。因线路上减少了大量钢轨接头和轨缝，所以称之为无缝线路。

2. 无缝线路名称由何而来？

国外铁路对这类线路的命名不尽相同，一般有以下几种叫法：无接缝线路、焊接长钢轨线路、长钢轨线路等。我国铁路铺设初期沿用原苏联叫法——无接缝线路，以后略去“接”字，称“无缝线路”至今。

3. 为什么要铺设无缝线路？

对钢轨接头有两个基本要求，一个是使钢轨在温度变化时能够伸缩，另一个是要使接头处坚固稳定得象整体的钢轨一样。这两个要求是相互对立的，要能伸缩就不容易稳固，否则必须有较复杂的结构。在普通线路上，当车轮滚过轨缝时，钢轨一端下垂，在接头处形成台阶，车轮沉重地打击另一轨端，轨端逐渐压溃或基础发生永久变形，造成低接头。接头愈低则打击愈重，这种打击力即车轮对钢轨的冲击力，这种力的

大小有时约三倍至四倍于车轮的静荷载。如路基排水不良,很容易造成翻浆冒泥或板结,缩短钢轨及扣件寿命,使用混凝土轨枕时,则容易被击碎或发生裂纹。且留有轨缝,钢轨容易伸缩,甚至爬行,这些病害大大增加了线路养护的工作量和费用。一般养护线路接头区的费用约占养护线路全部经费的 35~50%。线路上换下的破损钢轨 60~70%在接头区。此外,线路上的钢轨接头,不仅给工务工作带来沉重的负担,而且对机车车辆的使用寿命、维修周期都有不利影响;当车轮经过接头时,发生剧烈振动和噪音,旅客感到不舒服,有些货物也容易损坏。随着现代焊接技术的进步,以及对焊接长钢轨的温度应力、胀缩、稳定性进行了研究试验,对它们有了进一步的理解和得出了相应的处理方法。对于长钢轨的运输、铺设、更换、维修等主要问题也相继得到了解决,经过技术经济的比较,肯定了铺设无缝线路是有技术经济效益的,随着高速铁路和重载运输的发展,客观上也需要大量铺设无缝线路。当今全世界已有无缝线路约 40 万 km,我国也已有无缝线路近 2 万 km。

4. 我国第一段无缝线路是在哪里铺设的?

我国第一段无缝线路于 1957 年铺于北京铁路局京门支线。钢轨焊接长度为 1km,是用电弧焊接方法焊接的 50kg/m 钢轨。

5. 无缝线路和普通线路的主要区别在哪里?

普通线路上钢轨每隔 25m 或 12.5m 有一个接缝,随温度升降钢轨能伸缩,钢轨里积存的温度力较小。无缝线路则不同,钢轨很长,仅能在长轨两端部有些伸缩,中间区段不能热胀冷缩,当温度上升时在钢轨伸长不了的时候,将承受很大的

压力,在温度下降时而钢轨不能缩短将承受很大的拉力。所以无缝线路钢轨比普通线路钢轨承受有巨大的温度力。

6. 无缝线路有哪些类型?

无缝线路按结构可分两大类:一类是温度应力式无缝线路,其结构形式是在两长轨之间用少数几根普通标准长度的钢轨联接,两长轨之间这一段线路叫做缓冲区;长轨本身仅在两端约数十米长度范围内容许伸缩,容许伸缩的段落叫做伸缩区;长轨的中间不能伸缩的部分,叫做固定区。美国、原苏联、德国及我国都采用这种类型。另一种是放散温度应力式无缝线路,其结构形式是在两长轨之间采用伸缩调节器,它容许的伸缩量要大些,但也仅仅是长轨端部百余米能伸缩,中间部分还是不能伸缩。像英、法、日本等国都采用了此种类型。它也属于温度应力式无缝线路。在原苏联有极少温度差较大地区使用一种定期放散应力的无缝线路,也有使用调节器的,每年春秋两季各放散应力一次,以免钢轨所受应力过大。但由于每年放散应力工作量太大,这种型式的无缝线路有被淘汰的趋势。过去原苏联有自动放散应力式无缝线路,即扣件不扣紧,端部使用伸缩调节器,容许钢轨纵向位移。原苏联和我国曾做过试验,问题较多,除有的大桥上局部使用外,线路上不再使用。

二、无缝线路构造特点

1. 何谓伸缩区、固定区？在哪些部位？有何特点？

在长钢轨的两端大约 100 m 范围内，由于温度变化，还能伸缩，称之为伸缩区。其中间部分，温度变化不能伸缩的范围，称之为固定区，见图 1。

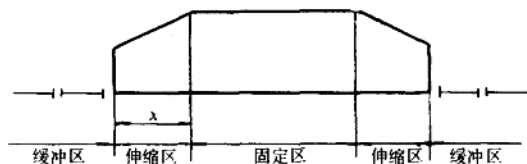


图 1

伸缩区的长度是根据轨温变化幅度、钢轨温度力大小、道床纵向阻力大小、接头阻力的大小等参数计算求得。轨温变化愈大，钢轨温度力愈大，道床阻力愈小，接头阻力愈小，则伸缩区愈长，反之则短。伸缩区的长短也受行车方向的影响。

2. 伸缩区的长度怎样计算？

伸缩区长度的计算是根据下面公式计算的：

$$l = \frac{P_{\max} - P_H}{r}$$

式中 l ——伸缩区的长度；
 $P_{\max}$ ——最大的温度力(拉力或压力)；
 P_H ——接头的阻力；
 r ——道床纵向阻力(单位长度)。

3. 伸缩区是否可以取消？如何取消？

伸缩区是可以取消的。取消的措施是：

(1) 铺设超长无缝线路。这种无缝线路由于整区间和道岔都全部焊连，钢轨的伸缩完全被控制，长轨条不能伸缩，所以就消除了伸缩区。

(2) 无缝线路缓冲区的钢轨接头，如果采用经磷化处理的高强度接头螺栓，使接头阻力 P_H 大于或等于最大温度力 $P_{\max}$ ，也可消除伸缩区，这从 $l = \frac{P_{\max} - P_H}{r}$ 的算式也可看出。

4. 无缝线路为何要设缓冲区？

从理论上说无缝线路的钢轨愈长愈好，但实际上为了铺设与维修的方便，以及由于自动闭塞需要绝缘和通过车站道岔等构造上的需要，钢轨必须设计为有限长。长轨与长轨直接用夹板联接是不行的，一旦轨缝被拉大，将无法处理，所以必须在长轨之间设置几根标准轨或短轨，以利调节轨缝。设置缓冲轨有下列作用：

- (1) 保护绝缘接头；
- (2) 便于调节长轨伸缩；
- (3) 便于放散应力；
- (4) 使长轨的伸缩不直接影响道岔。

5. 缓冲区一般设几根钢轨？其接头构造如何？接缝大小怎么计算？

缓冲区通常由 2~4 根标准轨组成。其接头使用高强度螺栓。

无缝线路上的缓冲区，长钢轨与缓冲轨之间、缓冲轨与缓冲轨之间，均应依据铺设时的实际锁定轨温预留轨缝，以保证轨温上升到 $t_{\max}$ 时不顶严，降低到 $t_{\min}$ 时，轨缝不大于构造轨缝，螺栓不受剪不承弯。显然，缓冲轨与缓冲轨之间的轨缝计算与普通准轨的轨缝计算应该是相同的。但长钢轨与缓冲轨之间的轨缝 a_1 ，必须满足如下条件：

$$a' < a_1 < a''$$

式中 a' —— 轨温上升到 $t_{\max}$ 时，保证轨缝不顶严的预留轨缝值；

a'' —— 轨温下降到 $t_{\min}$ 时，保证轨缝小于构造轨缝的预留轨缝值。

$$a' \geq \lambda'$$

式中 λ' —— 轨温上升时接头两端钢轨伸长量之和， $\lambda' = \lambda'_1 + \lambda'_2$

其中 λ'_1 —— 长钢轨一端的限制伸长量；

λ'_2 —— 缓冲轨一端的限制伸长量。

为保证轨温下降时螺栓不承剪不受弯则应有：

$$a'' \leq a_0 - \lambda''$$

$$\lambda'' = \lambda''_1 + \lambda''_2$$

式中 λ'' —— 轨温下降时，接头两端钢轨收缩量之和；

λ''_1 —— 长钢轨一端的限制收缩量；

λ''_2 —— 缓冲轨一端的限制收缩量。

6. 伸缩区钢轨的受拉与受压同固定区相比是否一致?

按理说伸缩区因伴随轨温的变化而伸缩,温度力应该比固定区要小些。但因钢轨伸缩滞后于轨温变化,在伸缩区与固定区交界处可能产生更大的温度力,称温度力峰。那里的温度力要比固定区还要大些。且因伸缩区钢轨有伸缩,则锁定轨温就要发生变化,因此温度力和固定区不同。有可能伸缩区受拉力而固定区受压力,也可能相反。总之,即便是伸缩区,也应尽量控制其伸缩量。故应提高接头阻力,加强锁定等。

7. 何谓轨道框架刚度?

轨道框架是指两条钢轨与轨枕结合所构成的框架而言。如轨道发生臃曲,框架就会变形,钢轨和轨枕就会弯曲,相互间还会转动。框架刚度就是指框架抵抗臃曲变形的能力。这种能力由钢轨刚度及扣件节点刚度组合而成。钢轨、轨枕愈大,扣件愈强,刚度就愈大。

8. 何谓道床阻力?

轨枕是铺在道床上的,道床抵抗轨枕移动的抗力叫做道床阻力。道床阻力可分为两种:一种是抵抗轨道横向移动的阻力,叫横向道床阻力;另一种是抵抗轨道前后爬行的阻力,叫纵向道床阻力。阻力的大小以每根轨枕的阻力大小表示,它和道床、轨枕的种类、道床的密实度、脏污程度、道床肩宽、枕木盒内道床丰满程度、行车量等有关,在正常的轨道上如果轨枕横移 0.2mm,每根混凝土轨枕的横向道床阻力仅 200kg 左右。如位移量为 2mm,每根混凝土轨枕可达 1000kg 以上。位移量如再继续增大,阻力基本上不再增加。起拨道、扒碴、捣固、抽

换轨枕等维修作业后,道床阻力将大幅下降,需要很多天才能恢复。当线路上有空吊板时,阻力将非常小。道床阻力是防止胀轨跑道的主要抗力。

9. 我国无缝线路上铺设的钢轨长度如何?

我国铁路普通无缝线路上的钢轨长度一般 2km 左右;在闭塞区段,以闭塞分区长度为限,1.5~2.0km 左右。最短为 300m。

我国铁路拟于今年试铺超长无缝线路。分别在京局的大秦线、京山线和郑局的京广线试铺跨区间的无缝线路,连同道岔一并焊接或冻结成一体。试验段分三线共四段,每段焊长均为 20 公里左右。大秦线为 75kg/m 钢轨,京山线、京广线为 60kg/m 钢轨。

10. 有哪些因素影响无缝线路稳定性?

无缝线路稳定性问题实际就是胀轨跑道问题。根据常识,杆件受强大的压力后就会臃曲。无缝线路和普通杆件不同,它是埋设在道床里的结构件,当轨道要臃曲时,道床有阻力阻止它臃曲。还有,钢轨和轨枕组成轨道框架,如果扣件紧固,不让钢轨和轨枕间发生相对移动,则轨道框架的刚度也有防止轨道臃曲的作用。所谓轨道刚度是轨道框架抵抗轨道臃曲的一种能力,它由钢轨刚度和扣件节点刚度组合而成。使轨道臃曲的原动力是温度力和列车行进时的纵向力,其中主要是温度力。轨道若非常平直,轨道在很大的温度力(温度力也是纵向力)下才会臃曲,如果轨道原来就有弯曲,就容易臃曲。因此,影响线路稳定性的主要因素是:作用力是温度力;有害成分是原始弯曲;抵抗力是道床阻力和轨道框架刚度;也就是说,为