铁路无缝线路百问百答

(第二版)

广钟岩　沈相宙　史鸿湘　编
杨应环　审

中　国　铁　道　出　版　社

2001年·北　京

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 063 号

图书在版编目(CIP)数据

铁路无缝线路百问百答/广钟岩,沈相宙,史鸿湘编—2 版.
北京:中国铁道出版社,2001.3
ISBN 7-113-04042-X

Ⅰ.铁… Ⅱ.①广…②沈…③史… Ⅲ.无缝线路轨道-问答 Ⅳ.U213.9-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 01062 号

书　　名:铁路无缝线路百问百答(第二版)
作　　者:广钟岩　沈相宙　史鸿湘
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)
策划编辑:傅希刚
责任编辑:傅希刚
封面设计:姜　明
印　　刷:中国铁道出版社印刷厂
开　　本:787 mm×1 092 mm　1/32　印张:3.375　字数:63 千
版　　本:1994 年 12 月第 1 版
　　2001 年 3 月第 2 版　2001 年 3 月第 3 次印刷
印　　数:13 001～　　册
书　　号:ISBN 7-113-04042-X/U·1109
定　　价:9.00 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。

再 版 前 言

无缝线路是当今轨道结构现代化的重要标志,各国铁路在发展高速、重载运输的同时,无不大力发展无缝线路。近年我国铁路无缝线路的发展可谓突飞猛进,以跨区间及全区间无缝线路和无缝道岔为标志的新型轨道结构,正在全国各主要干线成功地铺设,为我国铁路全面提速铺平了道路。无缝线路轨道结构的新发展,对进一步普及无缝线路知识、完善无缝线路的管理工作和安全工作提出了更高的要求。面对这一新的形势,在这本小册子再版时,对其进行适当地修订与充实是必要的。但是否符合读者要求,尚望批评指正。

这本书的重新修订工作由广钟岩、沈相宙、史鸿湘完成,杨应环审核。修订后共 140 条,内容以工务设计、施工、养护为主,未列入新线一次性铺设的内容。书名仍用《铁路无缝线路百问百答》。

编者

2000 年 12 月

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？分别在哪些部位？ …… 4
2. 伸缩区的长度和哪些因素有关？是怎样计算的？ … 4
3. 普通无缝线路为何要设缓冲区？ …… 4
4. 试述缓冲区的构造，缓冲区的轨缝怎样计算？ …… 5
5. 伸缩区钢轨的受拉与受压同固定区相比是否一致？ …… 6
6. 如何控制伸缩区的伸缩量？ …… 6
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. 哪些因素影响无缝线路的稳定性？ …… 8

11. 试述无缝线路稳定性统一计算公式的由来及其表达式。 …… 9
12. 何谓安全温度计算法？ …… 10
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 …… 11

1. 何谓锁定轨温？ …… 11
2. 何谓零应力轨温？ …… 11
3. 何谓设计锁定轨温？ …… 11
4. 何谓设计锁定轨温范围？ …… 11
5. 何谓施工锁定轨温，它是怎样确定的？ …… 12
6. 何谓实际锁定轨温？ …… 12
7. 何谓中间轨温？ …… 12
8. 以往设计锁定轨温 $t_{锁}$ 是怎样确定的？ …… 13
9. 现在设计锁定轨温 $t_{锁}$ 是怎样确定的？ …… 13
10. 设计锁定轨温现在的计算方法与以往的方法有何区别？ …… 13
11. 新设计锁定轨温计算公式是怎样演绎出来的？ … 14
12. 锁定轨温在一根长轨条相邻两处的相对差，以及左右股的相对差的允许值各为多少？ …… 15
13. 如何利用防爬观测桩的观测资料分析锁定轨温的变化？ …… 15
14. 新设计锁定轨温计算公式的物理意义是什么？ … 16

需要全本请访问 www.ertongbook.com

四、无缝线路钢轨的焊接工艺…… 17

1. 无缝线路上的钢轨焊接有哪些方法？ …… 17
2. 工厂焊接长钢轨为何选用电接触焊法？ …… 17
3. 电接触焊的基本原理如何？ …… 17
4. 用接触焊法焊接钢轨的过程如何？ …… 17
5. 电接触焊法，当电流通过焊接面时，所产生的热量能计算出来吗？ …… 18
6. 接触焊法焊接60 kg/ m钢轨的一个焊头大约要用多少时间？ …… 18
7. 为什么要控制影响焊接时间的各要素？ …… 19
8. 接触焊法的接触压力对质量有何影响？ …… 19
9. 接触焊的顶锻压力对焊接质量有何影响？ …… 19
10. 电接触焊机的技术特性如何？ …… 20
11. 气压焊原理如何？ …… 21
12. 何谓气压焊接法的塑性焊接及熔化焊接？ …… 21
13. 移动式气压焊接法的功能和特点如何？ …… 21
14. 试述气压焊法焊接钢轨的主要工艺流程。 …… 21
15. 气压焊机的主要技术特性有哪些？ …… 22
16. 铝热焊接法有何特点？ …… 22
17. 铝热焊接法的原理是什么？ …… 22
18. 为提高铝热焊的质量，应在焊剂中掺入哪种元素？ …… 23
19. 铝热焊的工艺设备有哪些？ …… 23
20. 试简述铝热焊工艺程序。 …… 23
21. 焊缝质量与钢轨母材相比能达到怎样的水平？ … 26

22. 试述落锤试验的要点。 …… 27
23. 试述静弯试验的方法及技术要求。 …… 28

五、无缝线路上的钢轨接头…… 29

1. 无缝线路上哪些部位还有钢轨接头？ …… 29
2. 普通无缝线路上60 kg/ m钢轨接头
的结构有何特点？ …… 29
3. 无缝线路上的绝缘接头有哪几种类型？ …… 29
4. 何谓接头阻力？它是怎样形成的？ …… 30
5. 何谓冻结接头？ …… 30
6. 何谓冻结绝缘接头？ …… 30
7. 何谓胶接绝缘接头？ …… 30
8. 冻结接头与普通接头有何区别？ …… 30

六、无缝线路的铺设…… 32

1. 我国铺设无缝线路的最大温差是如何规定的？ …… 32
2. 小半径曲线能否铺设无缝线路？ …… 32
3. 长大坡道上能否铺设无缝线路？ …… 32
4. 隧道内可否铺设无缝线路？有何特点？ …… 33
5. 无缝线路铺设后经过一段运营,锁定轨温
会下降吗？ …… 33

七、桥上无缝线路…… 42

1. 桥上铺设无缝线路应注意哪些问题？ …… 42
2. 桥上无缝线路钢轨承受哪些附加力作用？ …… 42
3. 桥上无缝线路应使用哪种扣件？ …… 43

4. 有碴桥上无缝线路碴肩宽度不足时怎么办？ …… 43
5. 有碴桥上铺设无缝线路时能否铺设混凝土枕？ …… 43
6. 桥头线路如何保持道床棱体的几何尺寸？ …… 43
7. 桥上无缝线路在什么条件下要设伸缩调节器？为什么？ …… 44
8. 我国铁路目前使用的伸缩调节器有哪几种类型？ …… 44
9. 哪种伸缩调节器的性能最好？ …… 44

八、无缝线路的管理和养护维修…… 45

1. 工务段在铺设无缝线路之前应做好哪些工作？ …… 45
2. 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？ …… 45
3. 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？ …… 46
4. 对无缝线路应建立哪些检查制度？ …… 46
5. 在无缝线路上巡道应注意些什么？ …… 47
6. 工务段接到列车摇晃异常通知后应如何处理？ …… 47
7. 无缝线路养护维修作业与普通线路相比有哪些主要区别？ …… 48
8. 无缝线路养护维修的核心问题是什么？基本要求有哪些？ …… 48
9. 无缝线路的维修计划应如何安排？ …… 49
10. 无缝线路维修作业应注意做好哪些事项？ …… 49
11. 进行无缝线路养护维修作业时，必须遵守“两清”、“三测”、“四不超”制度，其内容和意义是什么？ … 50

12. 为什么要特别注意焊缝处的捣固？ …… 50
13. 为什么要强调做好校直钢轨硬弯工作？ …… 51
14. 对无缝线路缓冲区的养护应注意些什么？ …… 51
15. 缓冲区出现大轨缝有何不利影响？ …… 52
16. 破底清筛道床应注意些什么问题？ …… 52
17. 为什么要放散应力？ …… 52
18. 哪些情况应进行应力放散或调整？ …… 53
19. 对应力放散和应力调整工作有哪些基本要求？ … 53
20. 无缝线路应力放散与应力调整有何不同？ …… 54
21. 无缝线路应力放散如何进行？ …… 54
22. 无缝线路应力调整如何进行？ …… 54

九、跨区间和全区间无缝线路…… 56

1. 何谓全区间无缝线路？ …… 56
2. 何谓跨区间无缝线路？ …… 56
3. 跨区间无缝线路与道岔是怎样焊联的？ …… 56
4. 何谓无缝道岔？ …… 57
5. 对无缝道岔所采用的胶接绝缘接头和冻结接头
有何技术要求？ …… 57
6. 无缝道岔应如何加强？ …… 57
7. 试述跨区间和全区间无缝线路的铺设方法。 …… 58
8. 何谓连入铺设法？ …… 58
9. 试述连入铺设法的注意事项。 …… 58
10. 采用铝热焊法进行连入焊施工时应注意
哪些问题？ …… 59
11. 何谓插入铺设法？ …… 60

12. 试述无缝道岔的焊接与铺设。 …… 61

十、无缝线路断轨和胀轨跑道的防治…… 64

1. 无缝线路上钢轨伤损和普通线路上钢轨伤损
各有何特点？ …… 64
2. 如何预防无缝线路钢轨(焊缝)折断？ …… 64
3. 无缝线路钢轨折断应如何处理？ …… 64
4. 为什么要强调原位焊复？ …… 66
5. 何谓胀轨跑道？其发生与发展的过程如何？ …… 66
6. 线路抵抗胀轨跑道的自身能力是什么？如何
发挥其作用？ …… 67
7. 何谓钢轨温度力峰？它是怎样形成的？容易
发生在哪些部位？ …… 67
8. 伸缩区和固定区的交界处为什么会出现
温度力峰？ …… 68
9. 试述胀轨跑道常见的事例及其形成的原因。 …… 68
10. 准轨线路是否也会发生胀轨跑道？为什么？
有何事例？ …… 70
11. 胀轨跑道有何预兆和规律？ …… 71
12. 胀轨跑道是否一定发生在最炎热的季节？ …… 72
13. 线路养护维修作业时,为什么容易发生
胀轨跑道？ …… 72
14. 如何监视无缝线路方向变化,以防止胀轨跑道？ ……
…… 73
15. 防胀与防断有何共同联系和区别？ …… 73
16. 胀轨跑道发生后应如何处理？ …… 74

17. 防治准轨线路胀轨跑道的要点是什么？ …… 75
18. 防治胀轨跑道的关键是什么？ …… 76
19. 防胀的基本措施主要有哪些？ …… 78

十一、其　　他…… 83

1. 新型换轨车与原换轨小车组相比有何特点？ …… 83
2. 我国各地区历年最高、最低轨温如何？ …… 84
3. 气温和轨温有什么关系？ …… 88
4. 全区间或跨区间无缝线路是否需要铺设伸缩调节器？ …… 88
5. 全区间或跨区间无缝线路对路基、道床、轨枕及扣件有何要求？ …… 89
6. 无缝线路铺设混凝土宽枕时应注意哪些问题？ …… 89
7. 长轨拉伸法如何用于施工、应力放散和断轨修复？ …… 90
8. 长钢轨和长轨条有何不同？ …… 91
9. 无缝线路曲线地段单股磨耗超限应如何更换？ …… 91

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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11个方面，140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，不知其所以然的确切答案。

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。钢轨的长度可以达数千米或数十千米，但为了铺设、维修、焊接、运输的方便，我国的无缝线路钢轨长度多为1～2 km。因线路上减少了大量钢轨接头和轨缝，故称之为无缝线路。

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、连续焊接长钢轨线路、长钢轨线路等。我国铁路铺设初期沿用前苏联的叫法——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像整体的钢轨一样坚固稳定。这两个要求是互相对立的，要能伸缩就不容易稳固。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，车轮冲击另一轨端形成的瞬间高频力甚大，以致轨端逐渐压溃或基础发生永久变形，造成低接头。接头愈低则冲击愈大，这种车轮对钢轨的冲击力，有时可高达车轮静荷载的

3～4 倍。如排水不良,很容易造成翻浆冒泥或板结,缩短钢轨及扣件寿命;使用混凝土枕时,则容易被击溃或发生裂纹;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工作量和费用。一般线路接头区的养护费用约占全部线路养护费用的35 %～50 %。线路上换下的破损钢轨60 %～70 %在接头区。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。同时,车轮经过接头时,发生的剧烈振动和噪声,使旅客感到不舒服,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、稳定性进行的试验研究,对它们有了进一步的理解,并找到了相应的处理方法,长钢轨的运输、铺设、更换和养护维修等问题相继得到妥善解决,经过技术经济比较,肯定了铺设无缝线路的技术经济效益。随着高速铁路和重载运输的发展,大量铺设无缝线路自然成为客观需要。目前,世界已有无缝线路约 40 万km,我国已有 2.7 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 年铺设于北京铁路局京门支线。钢轨焊接长度为1 km,是用电弧焊接方法焊接的50 kg/ 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25 m或12.5 m有一个接缝,随温度升降钢轨能伸缩,因而钢轨内积存的温度力较小。无缝线路则不同,钢轨很长,仅能在长轨两端有些伸缩,中间区段不能

热胀冷缩,当温度上升在钢轨伸长不了的时候,将承受很大的温度压力,当温度下降而钢轨不能缩短时将承受很大的温度拉力。所以无缝线路的钢轨比普通线路的钢轨要承受更大的温度力。

6 无缝线路有哪些类型?

无缝线路按结构可分为两大类: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几根普通标准长度的钢轨连接,这一区段叫缓冲区;长轨本身仅在两端约数十米长度范围内容许伸缩,容许伸缩的段落叫伸缩区;长轨中间不能伸缩的部分叫固定区。美国、德国及我国都采用这种类型。也有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一些,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、日等国就采用过此种类型,它也属于温度应力式无缝线路。另一类是放散应力式无缝线路,在前苏联有极少数温度差较大地区使用,也有使用调节器的,在每年春、秋两季各放散应力一次,以免钢轨所承受的应力过大。由于每年放散应力工作量太大,这种形式的无缝线路有被淘汰的趋势。前苏联还曾有过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,因问题较多,线路上已不再使用。

二、无缝线路构造特点

1. 何谓伸缩区、固定区？分别在哪些部位？

在长钢轨两端大约100 m范围内，由于温度变化，钢轨还能伸缩，称之为伸缩区。其中间部分，温度变化时不能伸缩段落称之为固定区。

2. 伸缩区的长度和哪些因素有关？是怎样计算的？

伸缩区的长度和轨温变化幅度、锁定轨温、道床纵向阻力、钢轨接头阻力等因素有关。轨温变化愈大(钢轨温度力愈大)，接头阻力愈小，道床纵向阻力愈小，则伸缩区愈长，反之则短。伸缩区长度可根据下面的公式计算：

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

式中 l——伸缩区长度；

P_{max}——最大的温度力(拉力或压力)；

P_H——接头阻力；

r——道床纵向阻力(单位长度)。

3. 普通无缝线路为何要设缓冲区？

从理论上说，无缝线路长轨条的长度不受限制，愈长愈好，但普通无缝线路为了铺设与维修的方便，以及由于自动闭塞区段需要设绝缘接头和通过车站道岔等构造上的需要，钢

轨必须设计为有限长。长轨条与长轨条直接与夹板联结,一旦轨缝拉大,将无法处理,所以必须在长轨条之间设置几根标准轨,以利调节轨缝。设置缓冲轨有以下作用:

(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。

4. 试述缓冲区的构造,缓冲区的轨缝怎样计算?

缓冲区一般由2～4 节标准轨(含厂制缩短轨)组成,普通绝缘接头为 4 节,采用胶接绝缘接头时,可将胶接绝缘钢轨插在 2 节或 4 节标准轨中间。缓冲区的钢轨接头必须使用 10.9 级高强度螺栓,扭矩应保持在700～900 N·m。

缓冲区的轨缝尺寸与标准轨长度和伸缩区长度有关,应经计算确定。在铺设长轨条或应力放散时,缓冲区的预留轨缝与普通线路一样,应能保持夏季温度最高时轨缝不顶严,冬季温度最低时轨缝不大于构造轨缝。长轨条与标准轨之间的预留轨缝,可根据实际锁定轨温按下列公式计算:

$$a_1\ (\text{或}\ a_2) = \frac{(P_t - P_H)^2}{2EFr} \tag{1}$$

$$a_3\ (\text{或}\ a_4) = \frac{(P_t - P_H)L}{2EF} - \frac{rL^2}{8EF} \tag{2}$$

$$a_0 = \frac{a_g + a_1 + a_3 - a_2 - a_4}{2} \tag{3}$$

式中 a_1(或 a_2)——长轨条一端的伸长量或缩短量(cm);

a_3(或 a_4)——标准轨一端的伸长量或缩短量(cm);

需要全本请访问 www.ertongbook.com