

论混凝土宽枕伤损与防治

李章凤*

广州铁路(集团)公司

提 要 本文介绍宽枕伤损的基本类型,并对其伤损原因进行分析,提出宽枕结构设计的改进意见和防治宽枕伤损、延长其使用寿命的养护作业方法。

主题词 宽枕 伤损 设计 养护

预应力混凝土宽枕(以下简称宽枕)轨道自60年代在我国试铺以来,已有30多年的历史,实践经验表明宽枕轨道提高了轨道结构的稳定性,延长道床全断面清筛周期,减少了日常的养护维修工作量,现已在长隧道内、繁忙、重载干线、大型客站等线路上推广应用,并收到了预期的技术经济效益。但是随着运量、轴重增大,速度提高,加上隧道内、站内线路养护作业不便,导致宽枕过早的伤损,而且伤损率有迅速增长趋势。因此,研究宽枕的伤损,分析伤损原因,并提出防治宽枕伤损,延长其使用寿命的对策是很有必要的。

1 宽枕伤损的基本类型

宽枕伤损一般可分为以下7种主要类型:

1.1 纵裂:宽枕的纵裂是影响宽枕寿命的重要因素之一,危害严重。据调查有的区段投入运营不到3年,其纵裂发生率在40~50%,发展速度快,且成段成群,危及行车安全。按其裂缝产生的部位分钉孔间纵裂,贯通裂缝,端部裂缝。

1.2 龟裂:在宽枕的伤损中龟裂是最多的,占伤损总数的45.5%,多发生在宽枕的端部、中部顶面的侧面处。一般在投入使用一年后产生,后发展成裂缝交错,表面剥落、破碎或贯通裂缝失效。

1.3 负弯矩裂损:主要是由于宽枕所受负弯矩超限而发生的裂缝。一般发生在曲线或宽枕中部支承地段,约在通过总重3000万吨产生,以后发展较慢或不发展。

1.4 正弯矩裂损:可从轨枕侧面见到,一般发生在枕中底面,主要是轨枕支承不良造成。

1.5 轨下横向裂损:这种伤损初期不易发现,主要是由轨下枕底往上裂。大多发生在枕端起高道的宽枕或频繁起道的宽枕线路上。

1.6 挡肩破损和枕端底边掉块。

* 本文收稿日期:1997-05-05 李章凤 34岁 工程师 广州铁路(集团)公司郴州工务段 副总工程师 郴州 邮编:423009

挡肩破损主要发生在小半径曲线上,或是由于使用宽枕拔道器不当造成。枕端底边掉块发生在采用枕端起道方式时,枕底不平整或装机位置不正确造成,也有部分是由于龟裂贯通而形成,掉块面积一般都在 120cm^2 以上,这两种类型占伤损总数的 12% 左右。

2 宽枕伤损的原因分析

宽枕伤损的主要原因有三个:

2.1 宽枕设计强度不足,结构不完善,致使宽枕早损

首先宽枕的中部强度储备不够。因为宽枕在使用过程中不仅承受垂直荷载的作用,而且还受轮对横向力产生的倾翻力矩和横向力的作用。当垂直力、倾翻力矩和横向力共同作用时,枕中截面负弯矩将大大的增加。现场测试资料也证实了曲线地段宽枕中间截面所受负弯矩远远大于直线地段:石太线实测轨距挡板所受的横向水平力最大为 50.133 kN ,宝成线线路横向水平力 $P_{\max}=93.350\text{ kN}$ 。如按单根横向力 60 kN 计,中间截面弯矩为 $-9.4\text{ kN}\cdot\text{m}$,相当于全支承时中间截面弯矩 $-12.3\text{ kN}\cdot\text{m}$ 的 76.4%,如加上道床支承状况不良,极易导致轨枕中间部分裂缝。这就是部分曲线宽枕中间部分连续出现裂缝的主要原因。

其次是宽枕预留螺栓孔是宽枕沿钉孔产生纵向裂缝的主要原因。螺栓道钉经硫磺锚固后,锚固体与宽枕混凝土不会有好的粘结,而且硫磺圆柱体又是锥形,当螺栓受到上拔力(取 $Q=50\text{ kN}$)作用时,发生在钉孔内侧表面的最大拉力为 530 MPa 。再加上预应力对钉孔周围混凝土引起的张裂应力(经计算为 150 MPa),所以对钉孔周围混凝土引起的张裂应力为 $530+150=680\text{ MPa}>[\sigma]=200\text{ MPa}$,通过受力分析可知,沿预留孔纵裂是很难避免的。这也证实了为什么宽枕纵裂在伤损总数上占有很大比重的原因。

2.2 作业不良,使用工具不当,加剧了宽枕的裂缝

由于线路养护作业不良,而使宽枕所承受的荷载弯矩大于容许承载能力、引起宽枕伤损的问题,主要有以下三个方面:

(1) 枕端起道,作为承重梁的宽枕极易裂损。宽枕是密排铺设的,传统的起道机具不能适用,为保证作业中的行车安全,大部分工区都是采用枕端起道方式来进行垫砂作业。下面不妨对其进行力学分析:枕端起道宽枕的受力如图 1。不同起道量的计算弯矩如表 1。

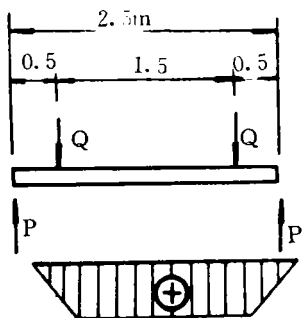


图 1

表 1 单根宽枕所受弯矩($\text{kN}\cdot\text{m}$)

| 起道量(mm) | 60 | 80 | 100 |
|-------------|----|----|-----|
| 轨型(kg/ m) | | | |
| 50 | 40 | 53 | 55 |
| 60 | 46 | 60 | 63 |

然而 82 型宽枕一级品的静载强度出现裂缝的弯矩:轨下截面弯矩 $M = 31.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 中间截面弯矩 $M = 27 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 从表 1 可知起道量为 60 mm 时, 其计算弯矩就大大超过了宽枕的极限弯矩。现场实测起道量大都在 100 mm 以上, 特别是在 P60 钢轨地段, 其受力情况更为恶化。南岭隧道自 1994 年更换 P60 轨以后, 1995 年在失效宽枕 228 根中有 97 根是属于轨下横向裂损失效的, 占伤损总数的 42.6%。同时枕端起道还很容易引起枕端混凝土崩裂, 损伤宽枕。

(2) 垫砂作业不良, 改变了道床的正常支承。宽枕截面的受力情况不仅取决于外部荷载的大小, 而且还取决于道床的支承条件。宽枕轨道需采用垫砂来调整轨道的高低水平。由于作业方法落后, 养护人员素质差, 列车间隔时间短, 特别是在车站, 隧道内作业空间小、环境差, 至使垫砂后的宽枕的支承条件与受力状态发生变化。有下列四种情况易导致宽枕伤损:

①全支承道床施工时中心凹槽深度预留不够, 当两端道床受到列车的作用下沉后, 线路频繁垫砂作业, 特别是在隧道内作业, 质量难以保证, 致使部分石碴窜入凹槽, 再加上过车时道床急剧的振动至使石碴蠕动, 逐渐充实枕底空隙, 导致宽枕中间部分出现负弯矩裂缝。如京广线漳河 2 号隧道(1.43 km), 使用宽枕 2518 根, 1993 年调查时发现 424 根伤损宽枕, 其中中部截面裂缝的宽枕 314 根且道床中心凹槽都被充填压实。

②枕端支承。这主要是采用抽铲垫砂时, 抽铲不果断, 或是小铲送砂不到位而造成, 宽枕所受正弯矩将加大, 很容易超过中间截面的容许承载能力。

③横向半支承: 利用列车间隔时间作业时, 来不及须撬或垫砂时, 撒砂不匀, 垫砂不平, 导致同一宽枕两侧道床软硬不一, 受力不均而发生伤损。

④线路病害处理不及时, 加速宽枕伤损。除暗坑吊板, 轨面擦伤, 几何尺寸不良外增加列车对宽枕的冲击力。更为严重的是宽枕翻浆处所, 养路工区整治困难, 导致害初期不能及时整治, 翻浆处所经常可以发现成段的裂缝宽枕。

2.3 宽枕制造质量问题

在调查中发现近年投入使用的衡广复线长隧道宽枕线路中, 隧道两端进出口 50 m 线路上宽枕发生龟裂, 而洞内的完好, 这就说明宽枕制造中蒸汽养护超温, 使宽枕在凝固过程中就已形成了微裂缝, 在使用中由于水的侵蚀和反复冻融等外在因素影响下, 2、3 年就大量出现龟裂、纵裂伤损。

3 防治宽枕伤损的几点意见

3.1 完善宽枕的结构设计, 留足承载能力储备

在宽枕的使用过程中, 不难发现负弯矩裂损、纵裂等成段有规律、带普遍性的宽枕伤损。从结构设计来减少或避免带着普遍性的宽枕伤损是个治本途径, 因此, 在设计时应留有足够的承载能力。

①按不同运量线路的需要分别设计、制造适用于繁忙干线、站线用宽枕, 合理地利用宽枕承载能力。

②检算宽枕截面弯矩应考虑横向力,倾覆力矩因素,并留有足够的技术储备,使曲线宽枕避免成段中间截面负弯矩裂缝伤损。

③建议宽枕的宽度采用 615 mm,每公里配制 1600 根。这样可减少扣件数量,提高轨道稳定性,减少维修工作量,而且据计算由 550 mm 增为 615 mm,横向应力增量是很小的,不需增加现有横向配筋。

④取消预留孔改为预埋螺旋道钉,螺旋道钉丝口加塑料套管予以保护,或是采用足够强度的工程塑料套筒预埋在宽枕内,虽然增加了制造、运输困难,但比较预留孔裂缝使宽枕失效的损失来,还是很合算的。

3.2 改善养护作业,延长宽枕使用寿命

改善道床的支承条件,减少宽枕伤损。从理论上来说,最理想的受力状态是荷载位置对称轨枕的支承面积,使荷载作用线与支承反力合力的作用线重合,这时轨下截面上正弯矩达到最小可能值,而中间截面上弯矩近似趋向于零。所以施工规范要求:宽枕下的石碴要做成碴带状,力求宽枕的反力的合力中心与荷载中心接近,防止发生中部因道碴支承而形成过大的负弯矩。但在实际操作时,由于列车的振动,频繁的垫砂作业,中间不支承长度不易保持。因此,在宽枕线路的养护中:其一,把垫散砂改为垫 10 mm 以上厚度的预制胶凝砂垫板(如图 2)。这样做可以很好地解决隧道内、站内垫散砂厚度不均,撒砂不匀,扒碴不平和作业时间长等缺陷。其二,在铺设宽枕时或对宽枕线路进行破底清筛时,在枕中垫入 $1000 \times 500 \times 50$ mm 的聚氯乙烯泡沫弹性板(如图 3)。实践证明铺设泡沫板后能有效的保持宽枕最佳受力状态,抑制宽枕中部负弯矩裂缝的产生,从而延长宽枕使用寿命。

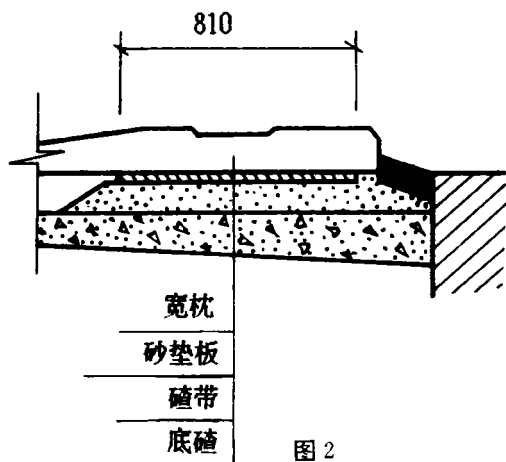


图 2

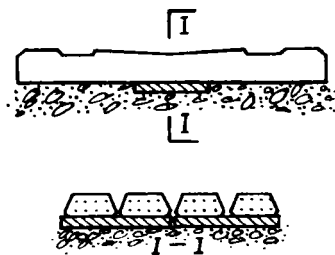


图 3

在宽枕起道机具上,应积极研究开发起钢轨底的简便、易行,省力的作业机具。现阶段可以推广使用以两根宽枕作支承的起轨底或宽枕起道机,虽然作业中需反复作业,影响垫砂作业效率,但比较宽枕伤损的损失和由于起道不当造成宽枕失效而更换宽枕的工时来,还是合算的,应尽量减少起道作业对宽枕的伤损。同时建议对宽枕轨道维修配套机具的研制列入专项研究课题,以便充分发挥宽枕轨道的技术特性和经济效益,否则将在一定程度上影响进一步推广和

保证轨道质量。

3.3 在设计宽枕轨道时,应结合无缝线路一起使用。

这样可减少钢轨接头和接头宽枕的伤损,据测定:宽枕在接头处的振动加速度为 20 至 50 g,混凝土枕只有 15 至 20 g,列车通过宽枕线路接头的冲击力将比混凝土轨枕和木枕要大得多。同时,宽枕自重重大,增大了轨道框架力,更有利于无缝线路的稳定性。另一方面是宽枕线路应推广使用调高量为 20 mm 的弹条 I 型调高扣件,以垫片代替垫砂,减轻工人的劳动强度。

3.4 优选宽枕制造材料,科学设置养生环境,不断提高宽枕质量。

一是尽量少用或不用碱活性的集料,采用低碱水泥,二是严把早期养护关,采用软蒸养制度防止混凝土微裂缝的生成和发展,尽量避免由于工艺因素造成的大量宽枕龟裂,纵裂失效。

参考资料

- 1 姚明初、邵力新编. 铁路新型轨下基础. 1986 年. 中国铁道出版社
- 2 李章凤等编著. 混凝土宽枕铺设与养护. 1996 年. 中国铁道出版社
- 3 李章凤. 隧道宽轨枕线路养护几个问题的探讨. 1991 年. 广铁科技. 第一期
- 4 陈祖华. 漳河 2# 隧道轨枕板裂缝的整治. 1995 年. 铁道建筑. 第六期
- 5 汪加蔚. 预应力混凝土轨枕纵向裂缝的研究分析. 1995 年. 铁道工务. 第一期

ON DAMAGE AND PREVENTION OF BROAD CONCRETE SLEEPERS

Li Zhangfeng

Guanzhou Railway (Group) Company

Abstract This paper introduces the main types of the broad sleeper damage, the causes of these damages, the views on improving the broad sleeper structure designs, the prevention of the broad sleeper damage and the maintenance operation ways of prolonging the service life of broad sleeper.

Keywords broad sleeper; damage; design; maintenance

北京铁道大厦主体工程封顶

铁道部建厂工程局承建的部重点工程北京铁道大厦主体结构,比原计划提前两天封顶。

铁道大厦建筑面积 29 768 m²框剪结构,地下 2 层,地上 18 层及上下 2 个设备层,主楼高 60.66 m。在施工过程中,建厂局严格按照项目法进行施工管理,在 93 天时间里地面 15 层主体结构施工,标准层每月完成 5 层,最快的一层只用了 4 天时间。

(胡平供稿)