

普通铁路接头轨面不平顺状态及原因分析

李建武

(中铝宁夏能源集团有限公司固原铁路运输分公司 宁夏 固原 756000)

[摘要] 本文主要就普通铁路接头轨面不平顺状态进行分析, 根据其产生问题的原因, 并提出相关对策, 以期对相关从业人员有所助益。

[关键词] 铁路; 接头轨面; 不平顺; 对策

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2019.12.672

引言

普通铁路接头轨面不平顺主要是指低扣头、轨端不均匀磨损、错牙、金属剥离和大轨缝等。由于接头轨面不平顺的存在, 会加剧列车动载对轨道的破坏, 缩短线路维修周期, 增加维修费用, 影响列车运行的平稳性, 降低旅客的舒适度, 严重时还可危及行车安全, 甚至车轮爬上轨面造成脱轨事故。

一、不平顺状态

1、低扣接头

第一类: 两端等量低扣, 即钢轨互相连接的两端等量下弯的接头。

第二类: 一端低扣, 即钢轨互相连接的两端只有一端下弯的接头。

第三类: 两端不等量低扣, 即钢轨互相连接的两端低扣量互异。

第二、三类接头都不同程度地存在上下错牙现象。

2、不均匀磨损接头

第一类: 钢轨互相连接的两端, 只一端有不均匀磨损, 另一端低扣。

第二类: 钢轨互相连接的两端都有不均匀磨损。

第三类: 钢轨互相连接的两端由于淬火和未淬火部分硬度不同, 产生鞍形磨损。

3、错牙接头

钢轨互相连接的两端呈台阶形错接, 通常叫上下错牙接头, 相互高差一般为0.2—0.8mm, 上下错牙超过0.2mm的接头约占接头总调查数的45%, 最大错牙量为2.5mm。

4、金属剥离接头

这类接头因轨端顶部金属剥离掉块而构成不平顺。

5、大轨缝

大轨缝多在冬季形成, 据调查, 超出构造轨缝者较少, 最大为20mm, 一般都在10mm左右。

总之, 由于混凝土枕较木枕弹性差, 因此, 接头轨面不平顺的现象也比木枕线路严重的多。同时接头轨面不平顺的严重程度与线路累计通过总重有关。

二、不平顺原因分析

接头不平顺最根本的原因在于钢轨接头存在结构上的不平顺, 这也是诱发接头病害的主要原因。由于接头的存在, 导致轨枕之间产生较大的附加动力作用, 过大的附加动力作用又促使接头轨面不平顺的发展和附加动力的增长, 同时也促进了接头病害的发展, 可见钢轨接头病害的发生与发展是互为因果的。另外, 养护不当也会促使不平顺的产生, 导致接头病害的产生和发展。

(一) 轮轨因素

轮轨因素主要是钢轨接头在结构上的不平顺, 指的是接头轨缝处轮轨之间的作用关系。当车轮压在钢轨的输出端时, 邻接钢轨的接受端有抬高趋势, 形成台阶, 荷载下钢轨接头处的挠曲不是连续曲线, 而是折线。因此, 由于接头轨缝的存在, 动载在轨缝处使两轨端形成台阶, 动载下钢轨接头挠曲成折线时, 都将产生轮轨冲击, 从而增大接头处的附加动力。轨缝愈大, 台阶愈大, 折角也愈大, 则轮轨间的附加冲击也愈大。有资料表明, 接头处各部位的垂直振动加速度为大腰的2—5倍。

接头轨面不平顺很容易形成接头病害(如几何尺寸超限等低扣接头), 低扣头状态恶化后轨道各部位振动加速度数值随之增大, 特别是钢轨垂直振动加速度将增至普通接头的5—6倍。

(二) 附加因素

1、接头构造薄弱

最理想的钢轨接头应该是: 当车轮通过时, 车轮作用于轨道上的各种外力以及作用于轨道上的变形与通过非接头部位一致。但由于轨缝的存在, 这种理想的接头很难做到, 特别是当轨缝过大(10mm以上)时, 这种理想的接头更难做到。正因为这种先天不足, 接头应该具有最好的整体性。实际上, 目前的钢轨接头结构还不能满足这个要求。有资料表明, 即使是比较好的接头夹板设计, 要求一对夹板的横轴截面系数能够达到钢轨横轴截面系数的50%, 车轮通过接头时所产生的垂直挠度仍比车轮通过钢轨中部(大腰)时所产生的垂直挠度大。实际上, 目前再合理的夹板设计, 也难以达到钢轨横轴截面系数的50%。

另外, 在日常养护维修中也存在削弱接头整体性的现象, 如接头螺栓扭矩不足或在运营中出现扭矩下降不复拧、接头轨枕扣件不密靠或扣压力不足, 以致产生框架整体性差; 有的接头在发生低扣现象以后没有及时采取措施, 夹板产生下弯或钢轨端部出现硬弯, 不仅会影响接头的平顺性, 而且抬平接头后, 小腰形成鼓包, 整治困难, 这些都削弱了钢轨接头的整体性, 加大接头在结构上的附加不平顺。

2、轨面不均匀磨损

不均匀磨损大致可分为二个阶段: 第一阶段是换轨后轨面尚未出现鞍形磨损之前, 这个阶段的轨道各部件基本上处于正常工作状态, 但由于接头结构薄弱, 在动载冲击振动作用下, 接头螺栓松动, 道碴磨圆, 轨道各部件磨损和出现永久变形, 造成了接头低扣; 第二阶段, 接头轨面出现不均匀磨损, 即在钢轨淬火硬化区向非淬火区过渡范围(距轨端100mm左右)内磨损较深, 而在淬火区因轨面硬度大, 磨损小; 在远离淬火区的轨面因冲击减弱, 轮轨相互作用力小, 磨损也较轻的现象,

伴之而出现夹板下弯、道床溜坍、翻浆冒泥、胶垫损坏、轨枕裂损、扣件失效等病害。

对于第一阶段的病害，利用起道捣固、加强接头或增加轨下垫板厚度的方法解决。但一旦出现鞍形磨耗，采用一般的方法不能奏效，而且对线路的破坏作用极大。鞍形磨耗形成后，轨面不平顺的坡度变得很大，附加动力也随之增大，加速了接头线路的恶化。有资料表明：不平顺深度愈深，轨道附加动压力愈大；不平顺长度在30—60cm时，轨道附加动压力最大。

3、弹性不足

在一节钢轨的全长范围内，接头和非接头受到的冲击振动不同，轨道抗振减振能力也应该不同。也就是说，在钢轨接头部位弹性应优于非接头部位，才能使线路接头和非接头工作条件比较接近。但实际上混凝土枕的弹性远没有达到理想弹性的要求，这也是木枕优于混凝土枕的重要因素。如果让混凝土枕接近木枕的弹性数值，一般的方法是改善轨下橡胶垫板厚度，有资料表明：改善轨下垫层弹性，铺设新的10mm厚橡胶垫板，动载振动加速度比使用两年以后的橡胶垫板下降25%，如铺设高弹性胶垫（12mm或14mm）则下降40%。这充分说明，改善弹性不仅可以减少轨道下沉量，而且可以减小下沉的不均匀性，这对于保持轨道的平顺性，尤其是接头轨面的平顺性，减少养护维修工作量具有很好的现实意义。因此，在整治接头轨面不平顺时，还要注意接头弹性的改善。

（三）动态因素

动态因素一般有两种：一种是轨道弹性不均和荷载波动，轮轨接触点轨迹呈波浪形不平顺；另一种是线路存在暗坑吊板 and 道床不均匀的弹性下沉。这两种不平顺只有在动态下才能表现出来。线路的动态不平顺增大了列车运行中的冲击和振动。

一是使用厚度不等、弹性不均的轨下垫板以及线路养护质量不良，一味的起高接头，增强了动载对接头的冲击；

二是不注意接头螺栓的扭矩，造成夹板上缘磨蚀，轨头下颚因夹板上缘磨蚀后形成空隙，磨耗量一般为0.5mm左右，接头的整体性下降，影响轨面的平顺性，甚至还可导致夹板下弯、线路爬行、翻浆、翻白、溜坍等接头病害；

三是不注意接头病害的根除，对翻浆、翻白、溜坍、硬结等接头病害养路车间几乎无法应付，只是头痛治头、脚疼医脚，无法从根本上解决，接头病害得不到及时有效根除后，接头夹板很容易下弯形成残余变形。由于夹板弯曲变形，引发接头轨面不平顺和接头病害的产生。

总之，车轮通过钢轨接头处的轨缝，形成剧烈的冲击和振动，这是造成钢轨接头轨面不平顺的外因；钢轨端部及接头部分设计不合理以及淬火工艺不良，则是轨面不平顺的内因。所以解决接头轨面不平顺首先要从改善材质、淬火技术要求、淬火工艺、钢轨及夹板的设计等方面着手，同时在养护维修工作中也要采取符合混凝土枕线路特点的方法进行作业，以改善钢轨接头的工作状态。

三、不平顺防治

- 1、铺设全长淬火钢轨或重型钢轨，改善轨下垫板弹性。
- 2、改善夹板的设计断面。
- 3、换铺无缝线路，减少钢轨接头。

以上三点需要资金和技术支持。我们现场作业人员，应从

改善作业方法上入手，积极改善钢轨接头的工作状态，即：用“匀、捣、平、弯、焊、筛、垫和更换MG接头”等八种方法防治接头轨面不平顺。

（一）匀

有计划的拉轨均缝，消灭大轨缝和瞎缝，使轨缝始终保持规定值。

（二）捣

对无损接头起道捣固，及时消灭低扣接头，恢复接头轨面平顺。

1、切忌抬高接头。接头起道应将轨面抬平捣固，切忌抬高接头，形成鼓包。抬高接头，会造成人为的轨道不平顺，加大列车冲击力。但为了便于提高捣固质量，可将接头略抬高6—8mm。

2、严格捣固顺序。一是捣固前要先拧紧接头夹板螺栓和轨枕扣件螺栓，以加强接头整体性和防止捣固后空吊板；二是起道打塞时应打接头两根轨枕的轨枕头一侧，以防扭断轨枕和来车压伤轨枕、钢轨和夹板；三是捣固时，轨底捣固必须加强，2—4根轨枕（每侧1—2根）打八面镐，机械捣固应增加轨底的捣固时间6—8秒，捣固顺序从小腰到接头捣固，以促使道床石碴向接头挤紧，这样既能防止低接头，又能消除高小腰和小腰空吊板。

3、注意石碴级配。接头道碴级配应符合规定要求，道碴过大影响捣固质量，损坏轨枕；过小会使道床承载力降低。另外还要注意及时更换磨圆道碴。

4、及时夯拍道床。为了提高接头线路的稳定性和保持轨底捣固效果，应对接头轨枕盒和轨枕头的道床进行夯拍，以防列车运行使枕底道碴挤压振动，并向轨枕盒和轨枕头挤压。

（三）平

对轨端有垂直方向硬弯变形的有损接头，用吊轨器进行平轨整治。

垂直硬弯接头也是最严重的低接头，低扣量达6mm及以上，仅用捣固方法根本不能解决，反而起活道床产生新的不平顺，因此应该先平轨后捣固，才会有好的效果。

线路出现低扣接头后，利用起道捣固或加垫轨下调高垫片的方法可以起平接头，但经过列车运行又会产生低扣，几次反复以后或对低扣接头长时间不做整治，都会使轨端1米以内出现垂直方向的硬弯，这时，再采取起平接头的方法就会产生高小腰。这样就会在接头前后的2米范围内出现两高一低的波形轨面，对行车显然不利，这就必须用吊轨器进行平轨整治。

（四）弯

上弯接头夹板，即利用专用设备把已经存在下弯的夹板矫正，并使它产生2mm以内的反向矢度（上弯量=2mm）。实践证明：虽然上弯后其强度有所下降，上弯量越大，强度下降越多，但不会因上弯而产生中央裂纹。

当轨端出现垂向硬弯变形的接头一般夹板也有下弯，有的端部没有垂向硬弯，仅是普通的低扣头，夹板也普遍存在下弯现象。这时，仅靠抬起接头捣固或平轨整治都不能奏效，必须配合采用上弯夹板的方法整治低扣头，以保持轨面平顺，减少接头的养护工作量，为行车创造良好条件。

上弯夹板应注意以下问题：

- (1) 上弯量不得大于2mm, 否则, 应更换夹板;
 - (2) 用水煮加温上弯, 不能火烧加热;
 - (3) 上弯后不得有横向弯曲, 最大上弯量应在夹板中央处;
 - (4) 不得用于桥上接头, 也不得用于没有低扣的接头;
 - (5) 有裂纹的夹板不得上弯, 应仔细检查;
 - (6) 接头四块或单侧两块夹板, 上弯量必须相同;
 - (7) 上弯夹板整治低接头, 必须同捣固、平轨等方法结合起来, 综合整治, 并注意小腰空吊;
 - (8) 拧紧螺栓, 并在以后第二或第三天回检2—3遍。
- (五) 焊

打磨焊补压溃、掉块、飞边等有损接头, 对无法焊补的严重破损接头可进行换轨解决。

当轨端出现掉块、不均匀磨损和压溃、飞边等病害时, 与轨缝组合在一起, 引起车列动载的巨大附加冲击, 使线路变形加剧, 轨枕发生裂纹, 承轨槽破碎, 扣件损坏, 道床板结, 不仅缩短轨道各部件的使用寿命, 而且增大接头养护维修工作量, 甚至影响捣固质量和捣固效果, 一个接头往往反复起道捣固也难以整治, 只好加垫轨下垫板, 使轨下垫板的厚度多达40mm左右也难使接头稳定, 这样重复作业次数越多, 接头病害也越难以整治, 旧的不平顺没解决, 新的不平顺又产生了。解决问题的唯一办法就是焊补, 或换轨整治。

(六) 筛

清筛不洁道床, 以改善接头道床弹性, 是解决接头病害尤其是接头轨面不平顺的重要方法。

混凝土枕线路道床病害主要是道床不洁引起的板结和翻浆, 钢轨接头部位比非接头更为严重。接头处道床板结和翻浆出现后, 不仅承载能力显著降低, 而且线路刚度大为提高, 不能吸收轨道的振动, 线路残余变形及各种病害的发展更为急剧, 低扣头随时出现, 且整治后效果不甚明显, 只能反复干、干反复, 接头轨面不平顺时常超限, 危及行车安全。解决这一问题的主要方法是清筛不洁板结道床, 恢复道床弹性。主要措施有以下几种:

1、清筛道床

1) 清筛道床板结硬层

清筛的方法是: 清筛接头处6根轨枕的道床, 清筛深度为枕下100mm左右, 清筛宽度为轨枕全长。轨枕头道床边坡部分应清筛到路基面, 并挖除土垄, 修整好路肩, 以利排水。清筛道床不宜太深, 以免破坏下部道床的稳定性。

2) 清筛翻浆接头

接头翻浆有基面翻浆和道床翻浆两种。道床翻浆一般仅在

枕下100mm范围内, 因道床脏污、排水不畅以及捣固作业造成的大量石碴粉末, 在重复荷载的抽吸作用下出现翻浆。处理这类翻浆与处理板结硬层相同。

基面翻浆往往由于路基面土质不良, 加之道床厚度不足, 在列车轮对反复作用下, 基面泥浆沿道碴缝隙翻出道床表面。处理这类翻浆, 要视翻浆孔数来确定清筛长度。清筛长度应在接头两侧覆盖翻浆长度, 从枕下一直筛至路基面, 并做好排水坡, 然后回填道碴。有条件时可进行换填土。

2、更换磨圆道碴

轨枕附近道碴容易磨圆, 磨圆后的道碴承载能力很低, 线路变化快, 必须及时更换。

(七) 垫

在轨下及枕下加垫弹性垫层, 对改善轨道弹性有十分明显的效果。

1、轨下垫层

1) 铺设材质为高弹性橡胶和厚度为10mm的垫板作为接头轨下垫层, 接头部位包括轨缝前后各3根轨枕。

2) 轨下垫层的总厚度不得超过17mm, 层数不超过3层, 并注意小腰的顺坡。

3) 及时更换破损失效的接头轨下垫层, 以保持垫层的完好状态。

2、枕下垫层

枕下垫层一般铺设在轨缝两侧各一根轨枕上, 铺设轨枕垫层应仔细测定接头低扣量, 确定枕下垫层厚度。

(八) 更换MG接头

MG接头又称高摩阻力接头, 整体性和平顺性较好, 有利于改善接头轨面的平顺性。这里不再详细说明。

结束语

综上所述, 普通铁路接头轨面不平顺状态主要有五大类, 其原因大致分为三大部分, 根据其产生的原因, 我们提出了相关对策, 这不仅对铁路工作质量的提升奠定了基础, 更为提高安全运营埋下伏笔。

参考文献

[1] 边久松, 朱开明. 焊接接头轨面短波不平顺对轮轨垂直动力影响的试验研究[C]//中国铁道学会第五届青年学术会议—全路工务工程学术研讨会. 1996.

[2] 马帅, 高亮, 刘秀波, 等. 客货共线无砟轨道钢轨焊接接头不平顺测量分析[J]. 铁道建筑, 2019, 59(02): 157-161.

[3] 中华人民共和国铁道部. 铁路线路维修规则—第2版[M]. 中国铁道出版社, 1997.