

文章编号: 1005—0523(2005)04—0001—06

重载快速大运量区段 P60 钢轨鱼鳞伤和剥离掉块的研究

王志平

(上海铁路局, 上海 200071)

摘要:随着重载快速的实施, P60 钢轨鱼鳞伤和剥离掉块更加突出, 发展更加迅速. 本文通过对津浦、沪宁、沪杭等繁忙干线上的钢轨鱼鳞伤和剥离掉块情况的现场调查, 总结了钢轨鱼鳞伤及剥离掉块发生发展规律及主要基本特征, 运用赫兹接触理论、轮轨磨擦学理论和轮轨耦合动力学理论, 分析了钢轨鱼鳞伤和剥离掉块的成因, 提出了减缓和整治钢轨鱼鳞伤和剥离掉块的措施.

关键词:铁路; 轨道; 钢轨鱼鳞伤和剥离掉块; 轮轨作用力; 预防减缓措施

中图分类号: TM13

文献标识码: A

钢轨与机车车辆的车轮直接接触, 是铁路轨道的主要部件, 它直接引导机车车辆前进, 承受来自车轮的垂直力, 横向水平力, 纵向水平力和扭转力矩, 将所承受的列车荷载传布于轨枕、道床和路基上^[1]. 随着列车轴重、行车速度不断提高, 轮轨动力作用加大, 在重载快速大运量区段, 特别是在半径 1

500 米以下的曲线 P60 钢轨地段, 常常因发生疲劳裂纹导致钢轨鱼鳞伤及剥离掉块产生, 甚至发生钢轨重伤折断, 表 1—1 为津浦下行 K843. 2~K960. 6 无缝线路 P60U71Mn 钢轨伤损情况比较, 该区段的年通过总重为 131 Mt·km/km. 列车运行最高允许速度为 160 km/h.

表 1—1 重载快速实施前后钢轨疲劳伤损分析 单位: 根/km

里程	运输条件	累计通过总量 Mt·km/km	直线地段累计疲劳伤损率		曲线地段累计疲劳伤损率			合计平均数	
			伤损率	其中接触疲劳	伤损率	其中接触疲劳	曲线延长	伤损率	其中接触疲劳
K843. 2~ K960. 6	重载快速前	748. 1	0. 273	0. 026	0. 198	0. 025	34. 5	0. 248	0. 026
	重载快速后	733. 1	1. 157	0. 741	2. 741	1. 951		1. 704	1. 158
K984. 6~ K1013. 6	重载快速前	488. 1	1. 167	0. 140	0. 792	0. 00	26. 1	1. 069	0. 103
	重载快速后	558. 9	1. 167	0. 187	1. 189	0. 264		1. 172	0. 206

由表 1—1 可见, 60 kg/m U71Mn 钢轨无缝线路实施重载快速后, 直线和曲线地段的疲劳伤损率均有增长, 特别是通过总重接近大修周期时, 伤损率大幅提高, 其中直线疲劳伤损率增长 4~5 倍, 接触疲劳伤损成 10 倍地增长; 曲线地段疲劳伤损和接触疲劳伤损更为严重, 而钢轨鱼鳞伤和剥离掉块是接触疲劳伤损最主要的表现形式.

1 鱼鳞伤及剥离掉块的发生发展规律及基本特征

通过对津浦、沪宁、沪杭重载快速干线钢轨表面伤损的调查发现, 重载快速区段 1 500 m 以下的曲线都存在不同程度的钢轨鱼鳞伤和剥离掉块, 其中 U71Mn 钢轨区段比 PD₃ 钢轨严重.

收稿日期: 2004—12—18

作者简介: 王志平(1964—), 男, 江苏宜兴人, 高级工程师.

1) 鱼鳞伤及剥离掉块的发生发展规律



以 U71Mn 为例, 曲线半径为 1 000 m, 年通过运量为 52 Mt·km/km, 单向行车通过运量达到 15~20 Mt 时, 在曲线轨道外轨距侧的圆角处便出现微细裂纹(龟裂), 运量达到 30~50 Mt 后, 裂纹发展至作用边 25 mm 范围内产生 45°接触疲劳裂纹, 深度一般为 0.4~2.0 mm, 有明显的方向性(见照片 1)。当通过运量达到 150~200 Mt, 便在轨头内侧圆角处出现分散性剥离现象, 形状各异, 大小不等, 深度一般为 5~7 mm。由于各曲线所处位置, 坡道及轨道几何状态的不同, 有的地方剥离延续, 有的地方剥离稀疏(见照片 2)。剥离发展到一定程度, 一般在通过运量 250 Mt 以上时, 其裂纹深度增加, 横向互相贯通, 在轮轨力的作用下, 出现块状剥离掉块。随着通过总量的增加, 部分裂纹向深度发展, 形成重伤或核伤, 通过对鱼鳞重伤轨进行剖析, 有的裂纹深度达到 10 mm 以上。鱼鳞伤还常以裂纹尖端为源, 形成核伤(见照片 3)。有的甚至形成多核面的横向疲劳核断(见照片 4), 对行车安全构成严重威胁。

钢轨鱼鳞伤及剥离掉块的发生与伤损程度与曲线半径, 年通过总量, 钢轨材质有关^[2]。半径越小, 钢轨鱼鳞伤及剥离掉块出现几率越早; 年通过总重越大, 钢轨鱼鳞伤及剥离掉块出现越早。钢轨表面硬度越大, 钢轨鱼鳞伤及剥离掉块出现越晚, PD3 钢轨出现钢轨鱼鳞伤及剥离掉块比 U71Mn 在同样运量下要延迟 2~2.5 倍左右。

2) 鱼鳞伤及剥离掉块的基本特征

鱼鳞伤通常发生在曲线外股轨头作用边以上的圆角处, 裂纹长一般为 10~25 mm, 深度为 5~7 mm, 严重时可达 10 mm 以上。

鱼鳞伤有明显的方向性, 一般与行车方向成 45°。

鱼鳞伤一旦产生并得以向表面发展到一定程度后形成剥离掉块, 严重时以裂纹尖端为源向下发展形成核伤。

无缝线路在焊接接头前后, 道床翻浆板结处, 曲线鱼鳞伤与剥离较其它部位严重, 且发展较快。

2 钢轨鱼鳞伤及剥离掉块的动力学分析及形成机理

1) 鱼鳞伤和剥离掉块的动力学分析

从赫兹接触理论可知,在轮轨接触面范围内,最大接触压应力出现在轨头表面上,而最大剪应力则出现在轨头踏面下的某一深度^[2].如图 1 所示.

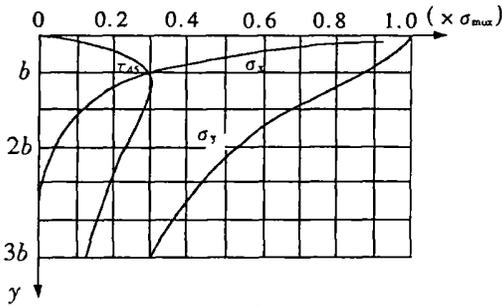


图 1

在轮轨接触面上,轮轨接触应力非常大,故这种应力给轮轨接触面以严重影响,比接触应力更为危险的是剪应力.图 1 表示接触面附近轨头内接触应力分布规律^[1].竖向接触应力为沿深度 Y 方向,而水平接触应力为沿长度方向的压应力. X 比 Y 随着深度的增加而衰减的快,按第三强度理论,因在某一深度存在最大、最小主压应力之差而产生剪应力.即:

$$\tau = \frac{1}{2} (\sigma_y - \sigma_x)$$

其最大值为: $\tau_{\max} = 0.3 \sigma_{\max}$ (1)

$y = 0.786 b$ (2)

式中: b ——椭圆形接触面积的短半轴; σ_{\max} 可按赫兹公式近似计算.

$$\sigma_{\max} = 8.53 P^{\frac{1}{3}} \left(\frac{1}{R_w} + \frac{1}{R_t} + \frac{1}{R_r} \right)^{\frac{2}{3}} \times 10^3 (N/mm^2)$$
 (3)

式中: P ——轮载(kN); R_w ——车轮滚动半径(mm);

R_t ——车轮踏面横断面外形半径(mm); R_r ——轨头横断面外形半径(mm).

①以 C62A 为例,锥形踏面

当 $R_r = 300$ mm 时,车辆与轨头一点踏面接触, $R_w = 420$ mm, $R_t = \infty$, $P = 105$ kN,

则由式(3)可得: $\sigma_{\max} = 1286$ MPa, 则 $\tau_{\max} = 0.3 \sigma_{\max} = 356$ MPa

当 $R_r = 80$ mm 时,此时仍然为一点踏面接触, $R_w = 420$ mm, $R_t = \infty$, $P = 105$ kN

则由式(3)可得: $\sigma_{\max} = 2435$ MPa, 则 $\tau_{\max} = 0.3 \sigma_{\max} = 730.4$ MPa

当 $R_r = 13$ mm 时,此时为一点圆弧接触, $R_w = 420$ mm, $R_t = -18$ mm, $P = 105$ kN, $R_r = 13$ mm

则由式(3)可得: $\sigma_{\max} = 3\ 325$ MPa, 则 $\tau_{\max} = 0.3 \sigma_{\max} = 997$ MPa

②如为客车, $P = 90$ kN, $R_w = 457.5$ mm,

则当 $R_r = 300$ mm 时, $\sigma_{\max} = 1194$ MPa, $\tau_{\max} = 358$ MPa;

$R_r = 80$ mm 时, $\sigma_{\max} = 2\ 292$ MPa, $\tau_{\max} = 688$ MPa;

$R_r = 13$ mm 时, $\sigma_{\max} = 3\ 141$ MPa, $\tau_{\max} = 942$ MPa.

根据国家钢轨钢标准拉件试验, U71Mn60kg/M 的抗拉强度 $\sigma_b = 883$ MPa, 屈服极限为 457 MPa, 而容许剪应力 $[\tau] = 0.3 \sigma_b$, 则 $\sigma_b = 883$ MPa 时 $[\tau] = 265$ MPa.

由此计算可知,对于 U71Mn60kg/m 钢轨,随着轴重的增加, τ_{\max} 亦随着增大,并且可能超过容许剪应力,它将成为钢轨剪切疲劳破坏的主要原因.对于 PD₃ 淬火轨^[2], 抗拉强度 $\sigma_b \geq 1\ 176$ MPa, 屈服强度 $\sigma_s \geq 802$ MPa, 抗剪强度 $\tau \geq 354$ MPa 顶面淬火深度 $h \geq 15$ mm, 侧面淬火深度 $b \geq 10$ mm, 所以其抗剪性能明显优于 U71Mn 钢轨.

剪应力深度计算:以 C_{62A} 货车一点踏面接触为例:

$R_r = 300$ mm, $R_w = 420$ mm, $R_t = \infty$, $N = 105 \times 10^3$ N, $E = 2 \times 10^5$ MPa, $\nu = 0.3$

则 $\frac{1}{\rho} = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{R_w} + \frac{1}{R_r} \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{420} + \frac{1}{300} \right)$; $\rho = 700$

$\beta = \arccos \left[\frac{\rho}{4} \left(\frac{1}{R_r} - \frac{1}{R_w} \right) \right] = \frac{700}{4} \left(\frac{1}{300} - \frac{1}{420} \right) = 89.$

34°

查表得 $m = 1.007$, $n = 0.9926$

$\rho / R_w = 700 / 420 < 2$

则 $\left\{ \begin{aligned} a_e &= m \left[\frac{3(1-\nu^2)}{4E} \right]^{1/3} \left(\frac{\rho}{R_w} \right)^{1/3} = 0.01827 \\ b_e &= n \left[\frac{3(1-\nu^2)}{4E} \right]^{1/3} \left(\frac{\rho}{R_w} \right)^{1/3} = 0.01801 \end{aligned} \right.$

$a = a_e (NR_w)^{1/3} = 6.36$ mm

$a = b_e (NR_w)^{1/3} = 6.27$ mm, 则 $y = 0.786$,

$b = 4.93$ mm.

对于各种轴重的车辆,根据计算. b 值为 5.22 ~ 7.05 mm, $y = 4.0 \sim 6.0$ mm, 这与钢轨剥离掉块的核伤位置基本一致.

钢轨中剪应力随轨头踏面下而变化的规律^[3] 如图 2

随着车轮滚动,轮轨接触应力在零与最大值之

间变化.当轮载处于位置1的正下方,如图2(b)在钢轨体内深为 $0.786b$ 处有 $\tau_{yz}(45^\circ)$ 的最大值 τ_{\max} ,该最大值约为 $0.3\sigma_{\max}$,该处的 yz 平面上的切应力 $\tau_{yz}=0$.同时,在左边的位置2的下方(位置2在位置

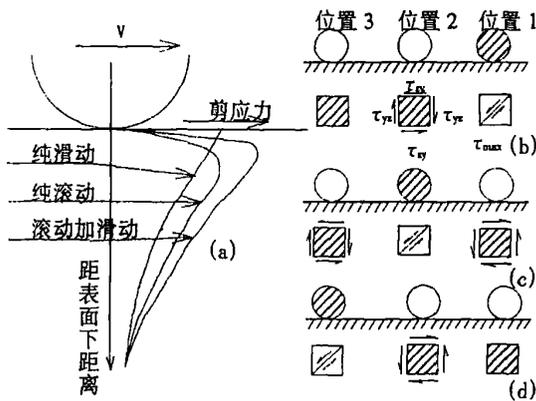


图2 钢轨中剪应力随轨头踏面下距离而变化得曲线

1左边 $0.87b$ 处),有切向剪应力,此时,位置3下方的切应力很小,可以不考虑.当车轮在位置2时,钢轨体内的切应力如图2(c)所示,这时在位置2的正下方有 $\tau_{yz}(45^\circ)$ 的最大剪应力 τ_{\max} ,在左边位置3及右边位置1的钢轨体内有切向剪应力 $\tau_{yz}=\tau_{zy}$,但位置1与位置3的切向剪应力方向相反;车轮在位置3,钢轨体内的切向剪应力情况如图2(d),这时,在位置3的正下方,钢轨体内有 $\tau_{yz}(45^\circ)$ 的最大剪应力 τ_{\max} ,在右边位置的下方有切向剪应力 $\tau_{yz}=\tau_{zy}$,位置1下方的切应力很小可不考虑,所以,当车轮在轨头踏面上滚动时,在钢轨体内切向剪应力在不断改变方向,当应力超过持久极限时,先在轨头表面产生疲劳微细裂纹,最后将发生接触疲劳破坏,形成鱼鳞伤.

车轮在轨面上滚动,在钢轨体内有最大的交变切向剪应力 τ_{\max} 时,在 τ_{\max} 时作用点处就会出现疲劳裂纹源.疲劳裂纹源的深度与车轮轴重和轮轨接触位置有关,如轮轨一点踏面接触时,其深度为 $4.0\sim 6.0\text{ mm}$.但当 C_{62A} 货车与轨头一点圆弧接触时,经计算其深度仅为 1.4 mm ,虽然一点圆弧接触接触应力很大, $\sigma_{\max}=3325\text{ MPa}$,相应的接触剪应力也随之增大 $\tau_{\max}=997\text{ MPa}$,但因其深度浅,所以在重载快速区段因磨损速率快,在轨头圆弧面下半部剥离较轻,往往在轨距角侧磨处仅能看到 45° 的微细疲劳裂纹;但在圆弧上方,其最大剪应力处疲劳裂纹源深度较深为 $2.0\sim 6.0\text{ mm}$,则裂纹源形成后,在列车荷载的反复作用下,裂纹沿着纵向、垂向方向发展,裂纹扩展形成鱼鳞伤,严重时钢轨轨头剥离掉块并

产生凹坑.钢轨剥离掉块的深度一般为 $4\sim 6\text{ mm}$,与理论分析一致.

钢轨一旦剥离掉块,列车对轨面的冲击力增大,图3是运用轮轨耦合动力学“车辆—轨道耦合系统垂向振动模型^[4]”,通过VICT程序进行仿真计算得出的轨面剥离长 $L=6\text{ mm}$ 的轮轨力和钢轨振动加速度.其轮轨力和振动加速度比无剥离掉块的正常轨道分别增加 1.58 倍和 92.1 倍.

由于轮轨冲击力的增加,造成钢轨表面接触应力增大,由于轨头疲劳裂纹源的存在,很可能在裂纹源处因应力集中使裂纹向更深发展,并在列车交变应力作用下形成核伤,同时由于弯曲应力的存在,使核伤加快发展,最终使钢轨造成断裂.

核伤是引起钢轨横向断裂的最危险的一种损伤^[1],在曲线上,大部分核伤起源于鱼鳞伤.据上海工务段调查统计,鱼鳞伤占钢轨伤损的 29% ,曲线轨头核伤占钢轨核伤的 71% .

2) 钢轨鱼鳞伤及剥离掉块形成机理

金属摩擦理论认为,金属材料的裂纹形成是由金属材料的塑性所控制^[5].在轮轨耦合动力作用下,钢轨轮轨接触处的接触应力超过钢材本身的压缩屈服强度时,就会在接触区的轮轨切向力方向产生塑性流变,并伴随加工硬化,表面形成了保护性的残余应力和表面硬化层.如果轮轨接触应力低于钢轨金属材料的应力临界极限,金属材料则处于稳定的弹性状态,钢轨最终在循环载荷作用下正常疲劳破坏;如果钢轨接触应力高于钢轨的应力临界极限,则钢轨的塑性变形会逐渐积累,导致金属材料开裂变形并扩大发展,最后在轮轨接触应力和剪应力的作用下,导致剥离掉块.

从动力学分析知,钢轨鱼鳞伤及剥离掉块是由表面接触疲劳裂纹引起,而表面疲劳裂纹是由钢轨表面接触应力过大所致.疲劳裂纹在轮轨交变应力作用下在最大剪应力处按一定的方向逐步扩大发展,最终造成鱼鳞伤损和剥离掉块,严重时裂纹在交变荷载作用下向下发展,有发展成核伤的可能.鱼鳞伤和钢轨剥离掉块的伤损程度主要取决于接触面上交变荷载的次数和交变应力的幅值.

3 鱼鳞伤及剥离掉块的防治对策

预防和整治钢轨鱼鳞伤及剥离掉块必须从力学、几何学、金属学方面采取针对性的措施,达到预防、减缓和整治的目的.

3.1 预防和减缓措施

1) 全面控制轨道几何状态、减少轨道几何不平顺对钢轨直线段方向碎弯、曲线圆顺度(特别是缓和曲线正矢之差和圆曲线连续差)、正矢递增递减率、轨距变化率、水平和方向逆相位复合不平顺进行重点整治,消灭因几何状态不良引起的激扰源。把圆曲线正矢连续差、缓和曲线正矢之差经常控制在 3 mm 以内,轨距控制在 ± 2 mm 以内,水平、高低、三角坑和水平控制在 4 mm 以内,并消灭水平、方向逆相位复合不平顺。减少这些不平顺就意味着减少了轮轨附加垂直振动和横向振动出现的几率,减少和减轻了因轮轨耦合振动产生的垂向力和横向力,对减少或减缓钢轨鱼鳞伤和剥离掉块有利。

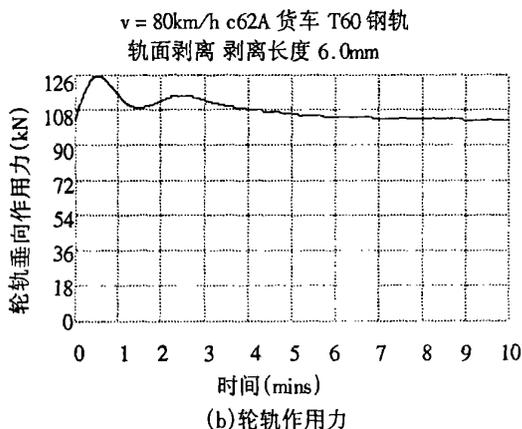
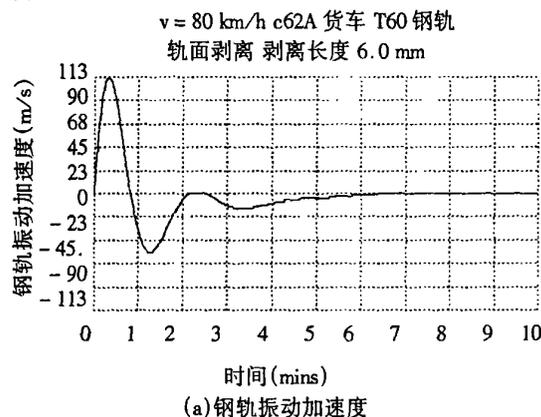


图3 轨面存在剥离情况下钢轨振动加速度和轮轨作用力

2) 全面改善轨道接头的综合状态

轨道接头无论是焊接接头还是有缝接头都是钢轨鱼鳞伤及剥离掉块病害多发处。焊缝凸台、低凹、接头错牙、低塌、轨端肥边、硬弯、宽轨缝都将加剧轮轨垂直振动,造成附加轮轨冲击力,导致鱼鳞伤及剥离掉块加速形成和发展。减少和降低接头冲击影响的措施有:

① 提高焊缝质量,消除焊缝原始不平顺。

在焊接时,在采用先进焊接设备和工艺的同时,一定要重视钢轨接头的对接、矫直、精磨和检测工作,提高钢轨焊接接头的对正、矫直和精磨的精度,使焊缝水平原始不平顺控制在 $\pm 0.3 \text{ mm}$ 、垂直原始不平顺控制在 $0 \sim 0.3 \text{ mm}$ 之内,以消除焊缝对接不正、凸台和低凹对接头横向和垂向的冲击影响。

② 整治钢轨硬弯、接头低塌、错牙和轨端肥边

钢轨硬弯和接头低塌 1 m 直尺量矢度不超过 0.5 mm;错牙和轨端肥边、飞边小于 0.5 mm。

③ 均匀轨缝

使无缝线路缓冲区接头轨缝控制在 6~10 mm 之内。

④ 消除接头钢轨空吊和轨枕暗坑。

加强对接头部位的捣固和补碴工作。

3) 提高轨道弹性

在钢轨表面伤损初始形成时,提高轨道弹性可有效地减少轮轨耦合振动的强度,降低轮轨冲击力,从而降低鱼鳞伤及剥离掉块伤损发展速率。主要措施有:

① 对道床翻浆冒泥、板结进行重点病害整治,消灭接头冒浆和其他地段成段冒浆。日常养护作业中做到冒浆不露头,并对脏污和板结地段及时清筛补碴,改善道床弹性的均匀性;

② 采用优质道碴,减缓道碴粉化速率,并严格按照规定设置道床断面,保证道床厚度;

③ 适时安排线路中修和综合维修,对轨道进行全起全捣,保证轨下道碴清碴厚度和道碴密实度;

④ 采用高弹性轨下胶垫。高弹性轨下胶垫不仅能增加轨道垂向弹性,而且也可以增加轨道横向弹性,起到吸震和减震的作用,从而降低了轮轨振动加速度和轮轨作用力。

4) 合理安排钢轨涂油

合理地有控制地对钢轨表面进行涂油,对减缓钢轨鱼鳞伤及剥离掉块是有利的。钢轨上道后,轨头圆角疲劳裂纹出现之前,可对钢轨进行适量涂油,以减少轮轨间摩擦力;但当钢轨轨距侧圆角处出现早期疲劳裂纹的斑点时,应立即停止涂油,待疲劳裂纹全部被磨掉后再进行,即推行钢轨分阶段、间断性涂油的措施,有效地减少鱼鳞伤及剥离掉块,延长钢轨使用寿命。

钢轨疲劳裂纹出现以后,涂油会促使轨头轨距侧圆角处疲劳裂纹的发展。油剂进入裂纹后,在轮轨接触过程中,轮轨间的弹性变形使油剂在接触范

围内以动压力的传递方式将压力传到裂纹根部,导致裂纹的发展,加速鱼鳞伤和剥离掉块的形成.

5) 提高钢轨的纯净度、强度和韧度,积极采用耐磨轨

严格控制钢轨的制造工艺,消除钢轨材质的各种缺陷,提高钢轨的纯净度,同时积极采用高强度、高韧度、高耐磨性能的耐磨耗钢轨.提高钢轨材质强度和耐磨性能不仅能够使钢轨承受更大的轮轨冲击力,延缓轨头磨损和塑性变形出现的时间,而且可以大幅度降低在一个大修周期内出现重伤钢轨的几率.现场实践表明,PD3 钢轨耐磨性能好,在半径 1 200 m 以上的曲线上使用,其使用寿命与 U71 Mn 普通轨相比可增加通过总重 150~200 Mt.

3.2 整治措施

1) 对钢轨进行预防性和修理性打磨

打磨钢轨是消除轨面不平顺和其他轨面缺陷的有效途径^[6],如运行过程中产生的轨面擦伤、疲劳微细裂纹、波形磨耗等,分预防性打磨和修理性打磨.

预防性打磨释放了钢轨表层在加工过程中形成的残余应力,有助于延缓钢轨鱼鳞伤及剥离掉块的形成.特别是当钢轨轨头、轨角出现疲劳斑点或微细裂纹时,对钢轨进行打磨,对防止钢轨鱼鳞伤的形成与发展特别有效.

修理性打磨中断了钢轨不平顺性的进一步发展,减缓了钢轨鱼鳞伤及剥离掉块发展的速率.研究资料表明^[7],施行钢轨打磨可延长钢轨使用寿命 50% 以上.

2) 扩大曲线半径

将既有线 800~1 500 m 的曲线半径进行改造,扩大至 2 000 m 以上.这不但能提高既有线列车通过速度,而且能改善轮轨接触关系,减少轮轨冲击力,从而大大降低钢轨鱼鳞伤及剥离掉块出现的几率,现场实践证明,在 2 000 m 半径以上的曲线上,几乎没有钢轨鱼鳞伤及剥离掉块现象.

参考文献:

- [1] 童大坝. 铁道轨道[M]. 北京:中国铁道出版社,1988.
- [2] 王午生. 铁道线路工程[M]. 上海:上海科学技术出版社 1999.
- [3] 练松良,孙琦,王午生. 铁路曲线钢轨磨耗及其减缓措施[M]. 北京:中国铁道出版社.2001.
- [4] 翟婉明. 车辆-轨道耦合动力学[M]. 2002.12.
- [5] 廖乾初,蓝芬兰. 钢轨磨耗损伤和材料对策研究的过去和未来[J]. 铁道工务. 1992;(1):13~18.
- [6] 许建明. 钢轨打磨列车的打磨工艺及标准[M]. 铁道工务. 1999.(12):7~11.
- [7] H.Funke. Rail Grinding. Printed in the German Democratic Republic. Berlin 1986

Research of the 60kg/m rail Corner fine Cracks and Shelling Defects on Heavy-haul and Fast Speed Railway

WANG Zhi-ping

(Shanghai Railway Administration, Shanghai 20071, China)

Abstract: With the raising of train speed and the enhancing of railway traffic, the rail corner fine cracks and shelling defects will occur more frequently, and develop more rapidly. According to the large quantity of 60kg/m rail corner fine cracks and shelling defects data gotten by investigating the Tianjin-Pukou, Shanghai-Nanjing and Shanghai-Hangzhou heavy traffic main railway, the mainly basic characteristics and development rule of rail corner fine cracks and shelling defects are summarized. This paper's aim is to analyze the causes that induce rail corner fine cracks and shelling defect by the theory of Hertz contact, wheel/rail tribology and wheel/rail couple dynamics, some measures for defending, alleviating and maintaining the defects were put forward at the end of the paper.

Key words: railway; track; rail corner fine cracks and shelling defects; wheel/rail force; defending and alleviating measures