

尖轨爬行对密贴检查器密贴间隙影响分析

高晓伟

西安铁路信号有限责任公司 陕西 西安 710100

摘 要：本文针对铁路道岔系统中尖轨爬行距离、密贴检查器密贴检查间隙、密贴检查器调整杆长度及密贴检查器调整杆长度转角之间的相互影响关系展开了分析。首先通过建立了尖轨爬行与密贴检查间隙及调整杆长度之间的简化关系模型，然后利用理论分析与数值模拟计算，分析了这几个参数之间的相对影响关系。结果表明，尖轨爬行量与密贴检查器密贴检查间隙呈斜率增大的正向非线性特性，尖轨爬行量与密贴检查器调整杆转角为斜率增大的正向非线性特性，但是在尖轨爬行量较小时与密贴检查器调整杆转角为近似为线性关系。调整杆长度与密贴检查器密贴检查间隙呈斜率减小的反向非线性特性。分析尖轨爬行量、密贴检查器调整杆长度与密贴检查器密贴间隙的相对关系从而对密贴检查器初始安装相对尖轨的位置及后续维护密贴检查器间隙有重要意义。

关键词：轨道交通；密贴检查器；尖轨爬行；密贴检查间隙；调整杆长度；铁路道岔

1 引言

密贴检查器为高速大号码道岔的关键设备，主要功能为配合道岔转辙机检查牵引点之间的位置状态。目前标准规定在直线通过速度 $> 160\text{km/h}$ 的道岔要求道岔尖轨密贴段两牵引点之间设置密贴检查器，存在 5mm 及以上的水平间隙不应接通道岔表示。轨道可动轨的爬行会影响密贴检查器的密贴检查间隙的准确性，直接影响对牵引点之间道岔状态的判断。在道岔系统实际运行的过程中尤其是大号码道岔，尖轨通常会出现爬行现象，改变可动尖轨与固定轨的相对位置，导致密贴检查器调整杆长度发生位移变化，这对密贴检查器的密贴间隙产生了一定影响，在道岔实际运行过程中维护人员会针对尖轨爬行对密贴检查器密贴检查间隙进行定期维护调整。因此，研究分析尖轨爬行距离、密贴检查器调整杆长度对密贴检查器密贴检查间隙的影响对降低密贴检查器密贴间隙调整维护工作量及优化密贴检查器安装具有重要的现实意义。

2 尖轨爬行及密贴检查器工作原理

2.1 尖轨爬行现象

道岔尖轨因受温度变化热胀冷缩及列车通过时轮对对钢轨的冲击、碾压及振动等因素作用下，尖轨相对于固定的基本轨发生纵向位移的现象。尖轨爬行会导致尖轨与基

本轨的相对位置发生改变，进而影响道岔的密贴状态。

2.2 密贴检查器工作原理

密贴检查器是一种用于检测道岔牵引点之间尖轨与基本轨密贴状态的设备，其工作原理是密贴检查器内设置有密贴表示接点及斥离表示接点，密贴检查器表示杆通过调整杆与可动的尖轨连接，尖轨运动时带动密贴检查器表示杆运动时表示杆控制密贴检查器内接点的通断，当尖轨与基本轨之间的间隙超过设定的值时，密贴检查器表示杆杆位移不足不能接通密贴表示接点，道岔表示电路不能接通，提示道岔可能存在安全隐患。

3 理论模型建立与关系推导

3.1 实际安装情况与理论模型建立

密贴检查器以枕木为基础进行固定安装，密贴检查器相对尖轨固定，密贴检查器表示杆与被检测的尖轨通过调整杆连接，密贴检查器表示杆可水平自由滑动。为适应尖轨爬行及减少道岔振动对密贴检查器的影响，在密贴检查器表示杆接头处及尖轨连接铁部位各设置一个关节轴承，在尖轨爬行时密贴检查器调整杆会绕关节轴承旋转，调整杆转动使密贴检查器表示杆产生作用力，带动表示杆发生位移。密贴检查器实际安装图见图1所示。

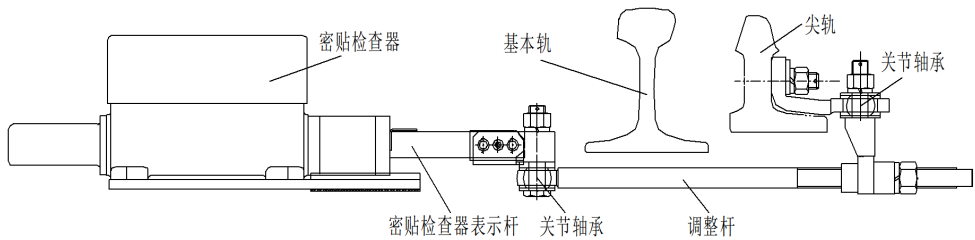


图1 密贴检查器安装图

假设关节轴承与销轴处无间隙,尖轨爬行时调整杆只绕关节轴承处旋转,密贴检查器表示杆只沿X方向水平移动,尖轨爬行只沿纵向方向移动,密贴检查器表示杆

及调整杆为刚性结构无弹性变形,建立简化的密贴检查器模型,如图2所示。

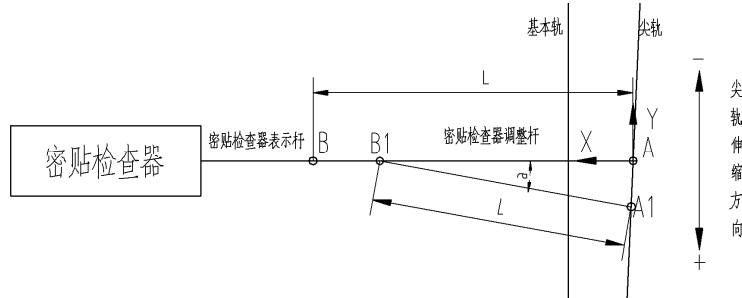


图2 密贴检查器简化模型

图示中密贴检查器调整杆通过A点与可动尖轨连接,密贴检查器表示杆通过B点与密贴检查器表示杆连接,其中A点与B点为关节轴承连接,可自由旋转,建立原点为A点,X轴垂直基本轨,Y轴平行基本轨的坐标系,图示中密贴检查器的表示杆沿X轴自由滑动,尖轨爬行会带动密贴检查器调整杆绕A、B点旋转。其中L为调整杆长度, α 为调整杆旋转角度。

3.2 关系式推导

在 t_1 时刻尖轨相对基本轨沿Y方向位置 y_1 ,密贴检查器调整杆旋转角度 α_1 ,调整杆驱动密贴检查器表示杆发生水平位移 x_1 ,在 t_2 时刻尖轨相对基本轨沿Y方向位置 y_2 ,密贴检查器调整杆旋转角度 α_2 ,调整杆驱动密贴检查器表示杆发生水平位移 x_2 ,满足如下关系式:

$$y_1 = L \sin(\alpha_1), \quad x_1 = L - L \cos(\alpha_1) \quad (1)$$

$$y_2 = L \sin(\alpha_2), \quad x_2 = L - L \cos(\alpha_2) \quad (2)$$

则在 t_1 至 t_2 时刻尖轨沿Y方向变化量为:

$$\begin{aligned} \Delta y &= L \sin(\alpha_2) - L \sin(\alpha_1) \\ &= L \sin(\alpha_2) - \sin(\alpha_1) \\ &= 2L \cos\left(\frac{\alpha_2 + \alpha_1}{2}\right) \sin\left(\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right) \end{aligned} \quad (3)$$

t_1 至 t_2 时刻调整杆驱动表示杆水平位移量为:

$$\begin{aligned} \Delta x &= (L - L \cos(\alpha_2)) - (L - L \cos(\alpha_1)) \\ &= L (\cos(\alpha_1) - \cos(\alpha_2)) \\ &= 2L \sin\left(\frac{\alpha_2 + \alpha_1}{2}\right) \sin\left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}\right) \end{aligned} \quad (4)$$

对(3)式进行转化带入(4)式得

$$\begin{aligned} \Delta x &= \frac{-\Delta y \sin\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)}{\cos\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)} \\ &= -\Delta y \tan\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right) \end{aligned} \quad (5)$$

其中: Δx —密贴检查器表示杆水平变化量(密贴检查器间隙值变化量)

Δy —尖轨爬行量

L—密贴检查器调整杆长度

从(3)式中可得出尖轨爬行距离 Δy 与密贴检查器调整杆长度L及调整杆随尖轨爬行旋转角度 α 的关系。

从(4)式中可得出尖轨爬行导致杆件旋转的角度 α 与密贴检查器调整杆长度L及调整杆驱动密贴检查器表示杆的水平位移 Δx 之间的关系。

从(5)式中可得出尖轨爬行距离 Δy 与调整杆件旋转的角度 α 及密贴检查器表示杆的位移 Δx 之间的关系,尖轨沿Y方向纵向爬行距离与密贴检查器表示杆横向水平移动距离之间存在正切函数关系。

4 影响分析

利用数值模拟计算分析参数 Δx 、 Δy 、L、 α 之间的关系,如图3~图10所示。

4.1 尖轨爬行量与密贴检查器表示杆水平位移及调整杆转角关系

L取值500mm, Δy 在0~60mm范围变化时, Δx 、 Δy 与 α 三者变化三维分布曲线见图3所示。做 Δx 随 Δy 的投影变换关系曲线见图4所示,从图4中可以看出,在曲线上截取两点 Δy 为10mm, ΔX 为0.1mm, Δy 为30mm时, ΔX 为0.9mm。随着 Δy 增大,曲线逐渐向上弯曲, ΔX 增长速度逐渐加快, ΔX 与 Δy 呈现出明显的正非线性特征关系。

在 Δy 在0~60mm范围变化时,做 α 随 Δy 的投影变换关系曲线见图5所示,在曲线上截取两点 Δy 为10mm, α 为1.146°, Δy 为30mm时, α 为3.440°。从图5中可看 α 与 Δy 出两者非线性关系非常弱近似线性关系。当 Δy 在0~500mm范围变化时绘制两者关系曲线见图6所示,从图

6中可明显看出随着 Δy 增大,曲线逐渐向上弯曲陡峭, α 与 Δy 呈现出明显的正非线性特征关系。

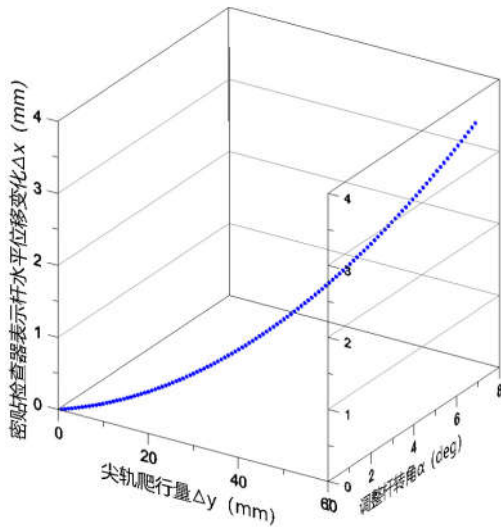


图3 参数 Δx 、 Δy 与 α 的关系

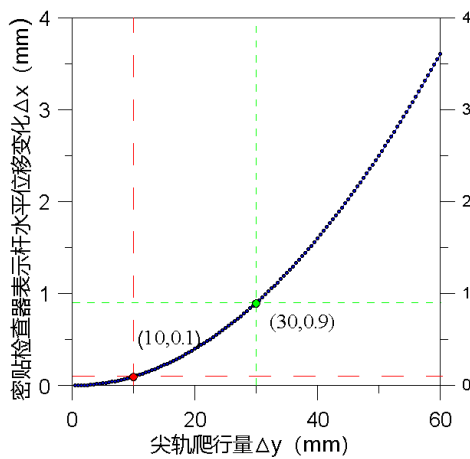


图4 参数 Δx 与 Δy 在XY平面投影关系

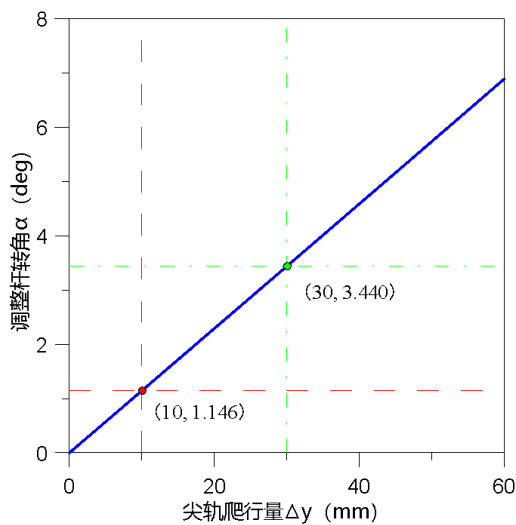


图5 参数 Δy 与 α 的关系

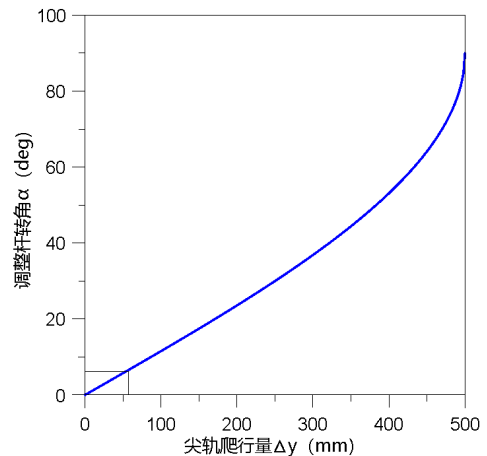


图6 参数 Δy 与 α 的关系

4.2 尖轨爬行量与调整杆长度及密贴检查器水平位移变化关系

数值模拟计算分析参数 Δx 、 Δy 、 L 的关系见图7和图8。分析在 Δy 在0~60mm范围变化, L 在500~1000mm范围变化时 Δx 的变化关系, Δx 、 Δy 与 L 三者变化三维分布图见图7所示。做 Δx 随 Δy 的投影变换关系图见图8所示,在图8中可看出在 L 取值为500mm时 Δx 随 Δy 变化的呈现明显的正非线性关系,在 L 取值为1000mm时, Δx 随 Δy 变化的呈现正非线性关系逐渐减弱。

4.3 密贴检查器水平位移变化与调整杆转角及调整杆长度关系

数值模拟计算分析参数 Δx 、 L 、 α 的关系见图9和图10。分析在 Δx 在0~5mm范围变化, L 在500~1000mm范围变化时 α 的变化关系, Δx 、 L 与 α 三者变化三维分布图见图9所示。做 α 随 Δx 的投影变换关系图见图10所示,在图10中可看出在 L 取值为500mm时 α 随着 Δx 增大,曲线逐渐向下弯曲, α 与 Δx 呈现出明显的反非线性特征关系。在 L 取值为1000mm时, α 随 Δx 变化的呈现反非线性关系逐渐减弱。

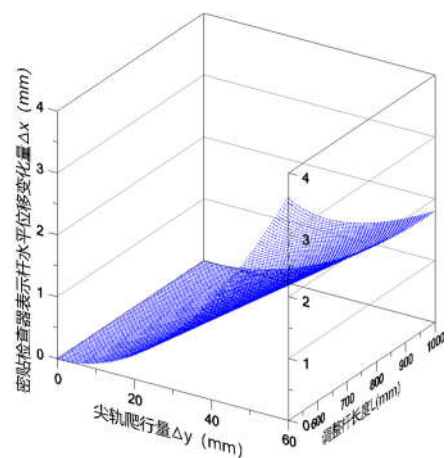


图7 参数 Δx 、 Δy 与 L 的关系

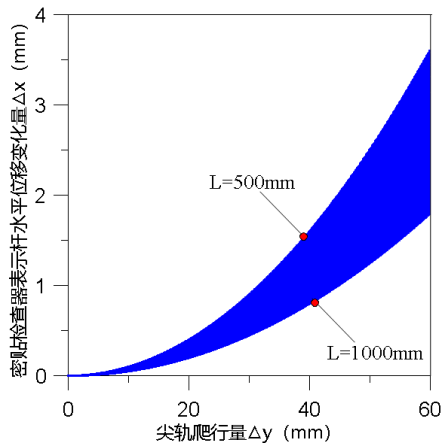


图8 参数 Δx 、 Δy 在XY平面投影关系

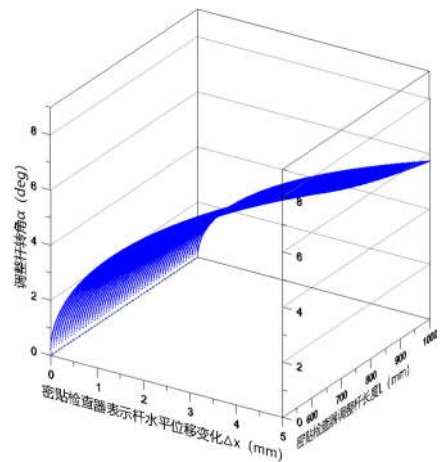


图9 参数 Δx 、 L 与 α 的关系

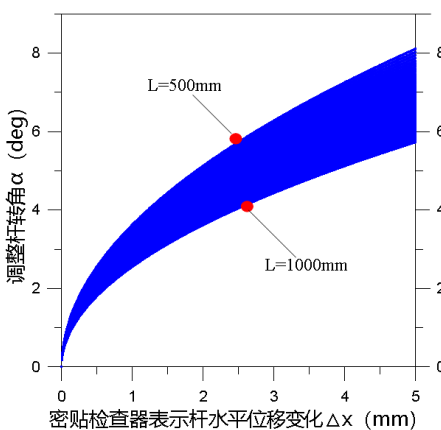


图10 参数 Δx 与 α 在XY平面投影关系

结论

通过对密贴检查器实际安装方式及理论模型建立,推导出尖轨爬行距离、密贴检查器检查间隙及密贴检查器调整杆长度之间的相互影响关系,根据实际安装线界关系合理对尖轨爬行距离、密贴检查器调整杆长度及密贴检查器间隙进行取值,通过数值计算绘制各参数变化互相影响的三维分布图,直观看出各参数之间的关系。随着尖轨爬行量的增加,密贴检查器检查间隙增加,尖轨爬行量与密贴检查器检查间隙呈现正非线性关系。随着调整杆长度的增加,尖轨爬行量与密贴检查器检查间隙正非线性关系减弱,当尖轨爬行量一定的情况下适当的增加密贴检查器调整杆长度可减小尖轨爬行量对密贴检查器密贴间隙的影响。尖轨爬行量与密贴检查器调整杆转角呈现正非线性关系,但是在尖轨爬行量范围较小情况下正非线性不明显,近似为线性关系。考虑时间现场尖轨爬行量一般不会超过60mm,所以实际情况下尖轨爬行量与密贴检查器调整杆转角呈现线性关系且影响较小。密贴检查器检查间隙与调整杆转角呈反非线性关系,随着调整杆长度的增加,密贴检查器检查间隙与调整杆转角反非线性关系减弱。

实际密贴检查器安装时,在密贴检查器表示杆在密贴位时,需要使得调整杆件与尖轨垂直,这样可减少尖轨爬行都密贴检查器检查间隙的影响。在实际设计中,在满足线界及其他要求的前提下尽量使的调整杆长度较长。

参考文献

[1]TB/T 3200-2015 铁路道岔密贴检查器[S].
[2]杨晓刚,张辉, JM-A型密贴检查器在CNTT道岔的安装方案[J].铁道通信信号, 2013, 49(5): 35-36.
[3]杜元筹,华淑珍,张辉 解读TB/T3200—2008《铁路道岔密贴检查器》[J].铁道技术监督, 2009, 37(9): 4-7.