

# 209HS 型转向架主要参数的选择

楚永萍

**摘 要** 对影响 209HS 型转向架运行平稳性及蛇行运动稳定性的主要参数优

化问题进行了分析。

**主题词** 客车转向架 技术参数 优化 分析

**自由词** 准高速 209HS 型

**Abstract** The optimization of main parameters affecting running steadiness and stability against hunting motion of trucks type 209HS is analysed.

**Key Words** passenger car truck; technical parameter; optimization; analysis

**Free Words** quasi-high speed; type 209HS

## 1 引言

对于一个能满足准高速运行要求的转向架,其结构形式的选择及参数优化非常重要。209HS 型转向架就是为满足准高速双层旅客列车运行要求、经过专家论证及多方案比较、在 209PK 型转向架基础上改进而成的。其主要改进之处是:轴箱定位由原来的有磨耗的橡胶套结构改为无磨耗的橡胶堆定位结构;吊杆长由 580mm 增长到 710mm,并采用了无磨耗碗形橡胶堆关节;承载方式由心盘支重改为全旁承支重,以利用旁承摩擦阻力矩抑制转向架的蛇行运动。除结构改进外,对转向架来说,要进一步提高其蛇行运动临界速度和提高运行性能,关键还取决于参数的优化。它包括轴箱定位刚度的优化、一、二系阻尼的优化及抗侧滚扭杆刚度的优化等。下面将着重介绍 209HS 型转向架抑制蛇行运动的参数的选择问题。

## 2 轴箱定位刚度的选择

车辆在高速运行中,影响其蛇行运动临

界速度的因素很多,如踏面斜率、定位刚度、固定轴距及二系横向阻尼等。其中轴箱定位结构及定位刚度大小对转向架蛇行运动临界速度及平稳性的提高起着至关重要的作用。209HS 型转向架的导柱与橡胶堆定位器之间没有间隙,没有磨耗。落车后,橡胶堆定位器将与钢簧并联以满足一系三维刚度的要求。而定位刚度的大小又与踏面等效斜率之间存在着相互制约、相互依赖的关系。结合我国国情,209HS 型转向架采用标准轴箱和现有国标全加工车轮,等效斜率为 0.05,在运用中,斜率会不断变化。根据本期《209HS 型准高速客车转向架》一文中的表 1、图 2,可以看出以下几点规律:

(1) 对某一有效斜率来说,轴箱定位刚度有一最佳值,太大或太小的定位刚度都会降低临界速度。踏面锥度为 0.05~0.1 时,第 1 方案临界速度最高,踏面锥度为 0.2~0.3 时(接近磨耗极限车轮),第 3 方案临界速度最高。

(2) 随着有效斜率的提高,其车辆的临界速度最大值下降。当  $\lambda=0.05$  时,临界速度为 270km/h,而  $\lambda=0.3$  时,临界速度最大值为 230km/h。

南京浦镇车辆厂 210032 南京

收稿日期:1995-10-11

209HS 型转向架主要参数的选择 楚永萍

• 89 •

(3) 对于刚度较软方案 1 的某一定位刚度下, 踏面斜率越低, 临界速度越高。但随着轴箱定位刚度的增加(例如方案 4、5), 踏面斜率越低时, 临界速度也越低。

根据以上情况, 对准高速 209HS 型转向架的蛇行稳定性要求应取踏面等效斜率较低, 轴箱定位刚度也较低者颇为合适。较低的踏面等效斜率不仅能提高临界速度, 而且对提高横向平稳性也十分有利。对 209HS 型转向架采用的新制车轮, 其等效斜率为 0.05, 符合提高临界速度的要求。但随着运行中的磨损, 车轮踏面在一个较短的时期内经过跑合, 有效斜率会很快增加, 随之趋于一个较稳定的有效斜率。为了综合考虑各等效斜率下均有一个较高的临界速度, 宜选择定位刚度较大的参数。如选择第 2 方案和第 3 方案, 轴

箱纵向定位刚度  $K_{px}$  分别为 10.615MN/m 和 12.86MN/m。在此刚度下, 不同的踏面等效斜率, 其临界速度均不低于 220km/h, 满足 160km/h 准高速的最低临界速度要求。由此可见, 国标现有的锥形踏面车轮采用第 2 或第 3 方案定位刚度能满足 160km/h 的运行临界速度的要求。如果要求运行速度高于 160km/h(如 180km/h), 则踏面等效斜率应限制为不超过 0.1(及时旋修车轮)。此时定位刚度选择方案 1 最佳。

按照临界速度选择轴箱定位刚度并不是唯一的, 选择时还应兼顾定位刚度对运行平稳性的影响。以上 8 种定位刚度方案中的计算横向平稳性指标示于表 1。从表中可以看出, 对于运行平稳性来说, 轴箱定位刚度选择方案 1 最好。

表 1 209HS 型转向架 200km/h 时的计算横向平稳性指标

定位方案	1	2	3	4	5	6	7	8
下层客室	2.79	2.81	2.88	2.84	2.86	2.91	2.94	3.04
上层客室	2.54	2.57	2.61	2.60	2.61	2.67	2.69	2.79
心盘处	2.86	2.9	2.95	2.94	2.95	3.01	3.06	3.20

1994 年 4~6 月, 在北京环形线进行了 209HS 型转向架准高速运行试验, 其横向平稳性指标测试结果示于图 1。由图可见, 装有

A 类定位器(即第一方案定位器)的 10611 号车和 10604 号车在 120km/h 和 160km/h 速度下运行平稳性最好。装有 B 类定位器(第 2 方案定位器)的 10606 号车运行平稳性中等。装有 C 类定位器(第 3 方案定位器)的 10607 号车运行平稳性最差。可以看出, 试验与计算结果基本吻合。

综上所述, 在全面考虑新造状态下踏面等效斜率、定位刚度对准高速转向架蛇行运动临界速度及运行平稳性影响的前提下, 209HS 型转向架轴箱定位刚度选择第 1 方案最佳。但如考虑磨损后的状态变化对各性能的综合影响, 轴箱定位刚度宜选择第 2 方案。目前, 209HS 型转向架的实际轴箱定位刚度在第 1 和第 2 方案之间。

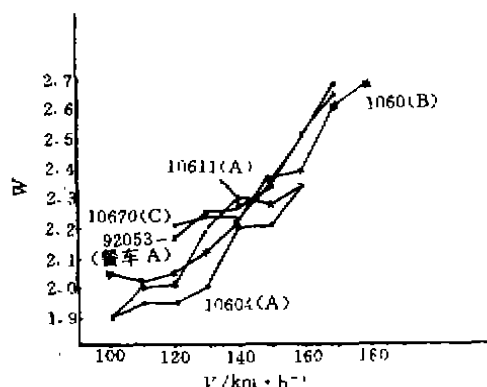


图 1 横向平稳性指标

### 3 二系横向阻尼的选择

二系横向阻尼系数对蛇行运动临界速度的影响示于图2。从图中看出,最高临界速度产生于二系一侧横向阻尼为 $20 \sim 30 \text{ kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ 之间。当阻尼值小于这个值时,临界速度开始下降,阻尼小于 $10 \text{ kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ 时,临界速度急剧下降。若在转向架摇枕和构架之间不设横向减振器时,车辆的临界速度将会低于 $160 \text{ km}/\text{h}$ ,因而满足不了正常运行要求。因此,准高速209HS型转向架必须保证横向减振器性能。当阻尼系数大于 $30 \text{ kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ 时,临界速度也会随阻尼系数的提高而下降。所以,选择合适的横向阻尼对提高临界速度十分重要。按照图2,209HS型转向架横向阻尼系数宜选在 $20 \sim 30 \text{ kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ 之间,但低于 $20 \text{ kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ 时,临界速度急剧下降。则209HS型转向架二系一侧横向减振器的阻尼值应取 $30 \text{ kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ 。

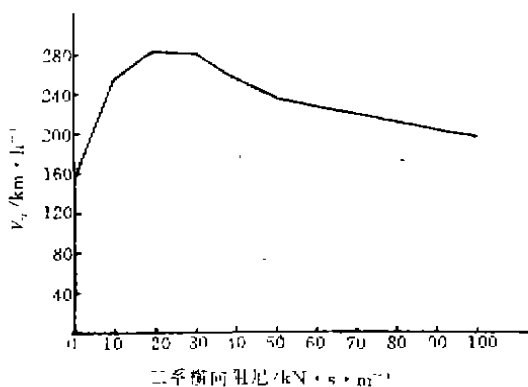


图 2

### 4 抗蛇行阻力的选择

为了有效地抑制转向架蛇行运动传至车体,可在结构上采取相应措施:由心盘支重加装抗蛇行减振器;采用部分旁承支重;全旁承支重等形式。209HS型转向架,为了既能满足 $160 \text{ km}/\text{h}$ 运行要求,又要与209PK型转向架具有一定的互换性。在最初方案中选择了心盘支重加装抗蛇行减振器和全旁承支重

209HS型转向架主要参数的选择 楚永萍

两种型式。虽然209HS型转向架最终选择了全旁承支重方案,但不能说心盘支重加抗蛇行减振器在准高速运行时的性能比它差。只是由于在最初的试验中,两种方案集中在一辆车上试验时,形成安装位置过高,致使转向架构架点头加剧,从而导致车体纵向振动性能降低,因而最终取消了心盘支重方案。而在最初的方案研究中,分别对两种方案进行了分析及参数优化。

心盘支重加抗蛇行减振器的承载方案,是依靠选择合适的抗蛇行减振器阻尼值来达到抑制蛇行运动的目的,其承载方案同209PR一致。而全旁承支重,则是利用旁承的摩擦阻力矩来阻止车体蛇行运动。图3为各支承方案下定位刚度与临界速度的关系曲线。可以看出:①旁承支重比心盘支重的临界速度高。这是由于旁承支重形式提供了较大的回转摩擦阻力矩,能有效地抑制蛇行运动的缘故。②采用心盘支重加蛇行减振器可大幅度提高临界速度,这是因合适的减振阻尼值,在有效范围内阻止了蛇行运动的产生,使临界速度有较大的提高。

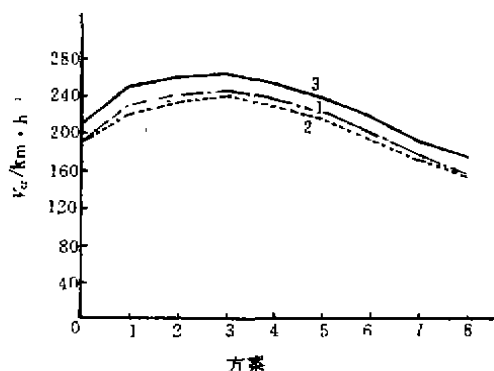


图 3

方案1为旁承支重;方案2为心盘支重;  
方案3设KONI减振器, $\lambda=0.2$

对于以上两种方案,如何确定其最有效摩擦阻力矩和最佳阻尼系数将是参数优化的关键。

(1) 图 4 是临界速度随减振器饱和阻力的变化曲线。随着减振器饱和阻力的增加,临界速度逐渐增加。但增加到某一值时,而临界速度将保持在一个相对稳定阶段。计算表明,当阻尼超过某一值后,则临界速度反而下降。所以,阻尼过大或过小都不利于临界速度的提高。而 209HS 型优选后,抗蛇行阻尼系数取为  $10\text{kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ 。

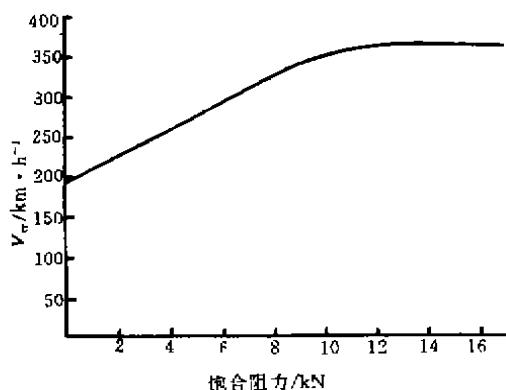


图 4

(2) 图 5 为采用旁承支重时,临界速度随摩擦阻力矩的变化曲线。从图中可以看出,随着摩擦阻力矩的增加,临界速度逐渐增加,当摩擦阻力矩达到  $6\text{kN} \cdot \text{s}/\text{m}$  左右最佳值时(空车状态),临界速度趋于饱和状态。这时继续增加摩擦阻力矩,临界速度几乎不再提高。计算表明,最佳值的选择对提高运行平稳性及蛇行运动稳定性都是重要的。摩擦阻力矩不宜选得过大,否则会增加进入曲线时的轮轨侧向力。209HS 最后方案采用全旁承支重,摩擦阻力矩约  $20\text{kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ ,大大超过了最佳值。

## 5 结论

对于准高速转向架的设计,除采用能有效地抑制蛇行运动的方案外,对参数的选择还应同时考虑其它参数(如中央悬挂和轴箱

悬挂的刚度、阻尼等)的综合影响。广深线动力学试验情况表明,该转向架综合指标较好。但任何一个新产品的开发都需不断完善、提高。对于 209HS 型转向架尚应进行以下改进工作:

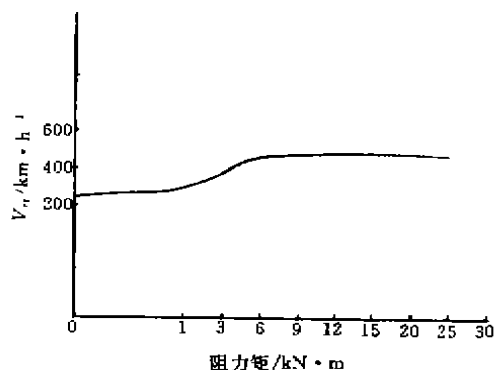


图 5

(1) 根据图 5,旁承摩擦阻力矩的最佳值为  $6\text{kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ ,而 209HS 则为  $20\text{kN} \cdot \text{s}/\text{m}$ 。因此,当转向架进入曲线时,导向轮侧向力偏大并可能由此造成过大的轮缘磨耗。在使用一段时间后,摩擦阻力矩还会增大,这种大的摩擦阻力矩对轮缘磨耗十分不利。为此,建议在现有结构上采用性能可靠、结构合理的弹性旁承,使旁承的承载达到 30%,这样既保证了抑制蛇行运动的最佳阻力矩,又降低了轮缘力。为组装方便起见,可将旁承移向外侧从而加大旁承横向间距,以方便检查及检修。

(2) 中央悬挂装置吊杆长度为 710mm,使摇动台有较大的横移量,最大达 78mm。而 209HS 型转向架的横向挡间隙仅为 50mm。如果在弯道上高速运行,有可能产生碰撞,这在环行道试验中有明显感觉。所以,最好加大横向挡的间隙,取为 70~80mm。这样,采用非线性横向挡时,会大大提高其转向架的横向性能。