

高速铁路线路轨道平顺问题的探讨

贾瑞珍 金宗斌

(土木工程系)

摘 要 简介了高速铁路的特点¹⁹重点论述了轨道平顺性这个在高速铁路线路中的核心问题¹⁹讨论了影响平顺性的有关因素和一些著作的看法¹⁹希望能对线路的平顺性问题开展我国的试验研究有所助益¹⁹.

关键词 高速铁路;线路轨道平顺性;轨道

分类号 U 211 .2

1 高速铁路的特点

当今世界铁路提高行车速度,逐步实现高速(指列车运行速度在200 km/h 以上)已成为一个普遍发展趋势,高速铁路已成为运输能力最大、占地最少、能耗最低、污染最少,速度最快的陆上交通工具¹⁹.

世界上第一条高速铁路:日本东海道新干线,始于1964年10月开通运营,最高运营速度210 km/h,至今已有运营长达1 830 km,每年运送旅客1.8亿人次,从1964年以来共运送旅客30多亿人次,未发生过任何人身事故¹⁹.

法国1976年10月开始运行高速铁路,最高运行速度270 km/h,从技术水平和经济指标上都超过了日本¹⁹80年代在一次试验中创下515.3 km/h 的世界铁路上的最高速度记录¹⁹.

德国、英国等国家都相继开行了高速运行的客货列车¹⁹.

从以上国外研究、试验、建设的高速铁路的情况和取得的效益来看,可以说高速铁路技术在世界上已经是成熟技术,高速铁路已经成为各国交通运输工具中的骨干¹⁹.

我国高速铁路的研究工作起步较晚,但已列入“九五”计划,成为科技攻关的重点课题¹⁹在我国国民经济发展中铁路客货运输起着大动脉作用,货运量的70%,客运量的60%以上都由铁路所承担,这就给发展高速铁路提供了必要的条件¹⁹.

2 高速铁路的线路

高速铁路线路应保证列车按规定的最高速度,安全、平稳和不间断的运行¹⁹因此,铁路线路,不论就其整体来说,或者就其各个组成部分来说,都应当具有一定的坚固性和稳定性¹⁹.

列车以一定的重量和速度在线路上行驶,车轮不间断地给钢轨以作用力¹⁹其中,除了重力以外,还有由于弹簧结构的振动,线路上存在的不平顺和车轮上存在着不圆顺以及机车车辆在运行中未被平衡的惯性力、离心力等原因所产生的附加竖力;由于制动和其他因素所产生的纵向水平力以及由于机车车辆摇摆和在曲线中的转动而产生的横向水平力等¹⁹另外,铁路线路还受气象、温度等因素和地质、水文、地质等条件的影响,尤其是在无缝线路上,由于温度变化而在钢轨内部产生温度应力等¹⁹。

在高速铁路上,随着列车运行速度的提高,要求线路的建设标准也越高,包括最小曲线半径、缓和曲线、外轨超高等线路平面标准;坡度值和竖曲线等线路纵断面标准,以及高速行车对线路构造、道岔等的特殊要求等¹⁹。

由于高速比一般线路的修建、维修与养护标准高,且要保持更严格的容许误差,因此,必须采取提高钢轨重量,采用焊接长钢轨,使用新型弹性扣件和高质量的衬垫以及新型道岔等措施¹⁹。

为了适应高速运行和繁重运输任务的要求,必须加强线路的检测、监视和维修养护工作,采用先进的设备,以保证线路的质量和行车安全¹⁹。

高速列车的运行,还带来一个突出的也是比较复杂的问题,那就是振动和噪音以及产生的污染与危害,减轻和控制由此而产生的公害,将关系到高速铁路的发展前景¹⁹。

3 高速铁路对线路上轨道平顺性的要求

轨道的平顺性是影响列车速度的主要因素,是高速铁路线路的核心,是适应高速行车的必备条件和基本特征¹⁹高速行车必须保持优良的轮轨协调工作状态¹⁹随着轨道变形幅值的增加,或在一定幅值条件下,随着行车速度的提高,列车的振动冲击和摇摆都会发生显著变化¹⁹因为接触面不平顺,导致中间扣件磨损加剧,造成轨枕损坏,道碴粉化,如不及时消除,必然形成恶性循环¹⁹。

影响线路平顺的主要因素有:轨道的初始质量、路基的强度和稳定性、轨道的几何尺寸、线路平面(曲线半径、超高、坡度等)以及列车的运营速度¹⁹。

加强路基强度和稳定性,严格控制有害沉降,是确保高速行车下不可缺少的重要措施¹⁹路基是支承轨道的基础,在轨道具有足够的强度和合理几何形状条件下,路基的强度和稳定性成为轨道变形的决定因素¹⁹加强路基强度和稳定性,最显著的办法是强化路基面层,包括基床结构的优化,选用优质填料、强化压实密度和加强路基的排水,净化路基¹⁹这些因素对路基填土部分的质量,路基后期沉降都起着控制作用¹⁹。

线路平面主要指圆曲线和缓和曲线,按国外车速 250 km/h 以上最小半径都在 $4\ 000\text{ m}$ 以上(但也有个别例外的情况,例如英国有机车车速 200 km/h ,半径为 805 m ,日本有机车车速 210 km/h ,半径 $2\ 500\text{ m}$),最小曲线半径设置直接与车速有关,曲线半径越小,曲线阻力越大,运营条件越差,在其他相同的条件下,运营速度也越低¹⁹曲线半径越小,钢轨的磨耗增加越大¹⁹钢轨磨耗与曲线半径的关系如图1所示¹⁹。

为了平衡列车运行中所产生的离心力,必须把曲线线路的外股钢轨加高,即超高¹⁹曲线外轨的理论超高按下式计算

$$h = 11.8 \frac{V_{平}^2}{R}$$

式中 $V_{平}$ —— 通过曲线的各次列车的平均速度, km/h ¹⁹.

确定高速铁路最小半径时多采用下述公式确定

$$R_{min} = 11.8 \frac{V_{max}^2}{(h + \Delta h_{欠})_{max}}$$
 (用于高速列车专线)

$$R_{min} = 11.8 \frac{V_{max}^2 - V_{min}^2}{(\Delta h_{欠} + \Delta h_{过})_{max}}$$
 (用于高中速列车混跑高速线)

显然, h_{max} 、 $\Delta h_{欠max}$ 、 $\Delta h_{过max}$ 就成为确定曲线最小半径的关键系数 ¹⁹.

除日本、法国和德国一些高速铁路线路专门运行客车外,一般高速铁路都是客货车共线¹⁹由于客货车速度悬殊(如广深准高速线路,客车160 km/h,货车只达100 km/h),就要求较大的曲线半径¹⁹一般讲线路曲线半径的确定,要顾及在曲线上行驶的客车的欠超高和货车的过超高不超过一定的范围¹⁹如广深线考虑最小半径时,规定最大欠超高为93mm,最大过超高为60 mm(现行铁路规范的标准为欠超高为70~90 mm,过超高30~50 mm)相应的最小曲线半径

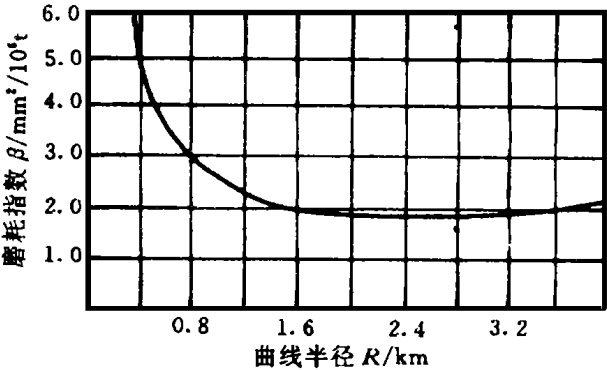


图1 钢轨磨耗与曲线半径关系

为1 600 m ¹⁹考虑过超高和欠超高,统称为未被平衡的超高度,目的是考虑未被平衡的离心加速度和未被平衡的向心加速度¹⁹对未被平衡的超高度加以限制,不能超过一定的允许值,目的为不使内外轨因过大偏载而引导起严重的不均等磨耗,以保证行车安全,轨道稳定及旅客舒适¹⁹.否则过大的未被平衡的超高度甚至有使列车倾覆的危险¹⁹.

表1 几个主要国家的高速铁路线路曲线半径和速度

曲线半径 与速度	法 国		德 国	意大利	日 本			英国		
	东南线	大西洋线			东海道	山阳	东北		山越	
最高速度 km/h	设计值	300	300	—	—	260	—	260	260	200
	运营值	270	300	客250 货100	客250 货150	220	277	240	275	—
最小曲线半径/m	4 000	6 000	7 000	4 000	3 540	4 000	4 000	4 000	805	
	(3 200)	(4 000)	(5 100)	(3 000)	(2 000)	(3 500)				

说明:括号内为困难地段的最小曲线半径

轨道的平顺在高速、密度大的线路要加强维修的控制轨枕下道床的变形,根据国外的经验多数国家规定时速为200 km/h 的轨道不平顺标准为±2 mm ¹⁹法国曾对300 m 轨道区段整体不平顺状态进行统计分析;当速度为300 km/h 时,前后高低变形值为0.3~0.6,而在质量好,行车速度为160~200 km/h 的线路为0.6~1.0,由于线路状态良好,高速行车条件反而异乎寻常地好¹⁹.

路基与桥梁过渡地段由于变形模量突变,通常成为轨迹不平顺的薄弱环节,必须采取特殊

措施,防止不均匀下沉¹⁹.

桥梁在高速线路技术中具有十分重要的影响¹⁹其主要技术特征,是限制各种跨度的梁不产生过大的振动频率;多跨度梁应避免发生共振,大跨度连续梁需特别注意对水平力的疏导;克服无伸缩区无缝线路产生的附加影响以及控制基础不均匀下沉降等,其基本宗旨仍然是确保线路平顺,创造安全舒适的高速行车条件¹⁹.

保持轨道平顺性,其因素是多方面的,都与行车速度密切相关¹⁹有些还需待进一步进行试验和研究,以提供一些参数供制定有关规定和作为高速线路养护和维修(大修)的依据¹⁹.

以上为高速铁路中对线路轨道平顺问题的一些粗浅看法¹⁹.

参 考 文 献

- 1 钱仲侯主编¹⁹高速铁路概论¹⁹北京:中国铁道出版社,1994
- 2 铁路工程建设科技动态报告文集¹⁹铁路线路及站场工程分册¹⁹北京:铁道部建设司,1993⁴

Discussions on the Roughness of Rails in High-Speed Railway

Jai Ruizhen Jin zhongbin
(Civil Engineering Department)

Abstract The characteristics of high-speed railway are introduced chiefly with the emphasis on roughness of rails. The factors infuencing the roughness of rails are also discussed with some reviews on some materials closely related to the problem. It is hoped that an experiment on the problem of rouhness be carried out in our country.

Key words high-speed; railway, rails