

# 北京奥运催生我国第一条高速铁路

沈志云

(西南交通大学牵引动力国家重点实验室,成都 610031)

[摘要] 论述了北京奥运会催生我国第一条高速铁路的重大意义。介绍了轨道交通的优势和高速铁路关键技术。京津城际高速铁路的建成标志着我国高速铁路时代已经到来。今后5年的京沪高速铁路建设是一场占领世界高速铁路技术高地的攻坚战。在今后10~15年中,我们要建成总长达18 000 km的高速铁路网。

[关键词] 北京奥运;京津城际轨道交通;京沪高速铁路

[中图分类号] U221 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2008)08-0004-08

1964年10月10-24日在日本东京举行第18届奥运会。10月4日,北海道新干线开始运营,宣告世界第一条高速铁路正式建成。世界从此进入高速铁路时代。近半个世纪以来,高速铁路技术的发展日新月异,高速铁路方兴未艾。

2008年8月8-24日北京第29届奥运会即将举行。8月1日一条时速300~350 km的高标准高速铁路——京津城际铁路,就要投入运营,从而就宣告了中国第一条高速铁路的正式建成,标志着我国高速铁路时代的到来。

## 1 绿色奥运呼唤轨道交通

交通服务保障是成功举办奥运会的一大关键。在2002年制定的《北京奥运行动规划》中,关于“交通建设和管理规划”指出,为使日益拥堵的北京市交通能够适应奥运会的需要,必须大力发展公共交通,特别是发展城市轨道交通。控制小汽车流量,采取单双号等方法,减少100万~120万辆,增加公交线路到650条,配备环保型公共电汽车1.8万余辆,在107条线路上,开设奥林匹克专用交通线300 km,将最大速度提高到60 km/h,保证运动员到各场馆畅通无阻。但是,要从根本上解决城市交通问题,还应以轨道交通为主体。根据发达国家大城市交通的经验,公共交通流量应占总流量的50%以上,公共交通中,轨道交通部分又要占一半以上。

北京市根据奥运需求,结合中长期规划,提出到2015年要建成轨道交通线693 km。其中城市轨道交通线(地铁和轻轨)2008年要完成12条,共165.9 km。市郊铁路7条,连接机场、顺义、昌平、大台、房山、大兴、亦庄,保证1小时到达市中心。城际铁路连接天津、北戴河、石家庄等城市,重中之重是奥运会前必须建成京津城际铁路,速度要求达到300 km/h,公交化运行,半小时到达,把北京和天津连接成为一个城市,把天津奥运分场和北京主场最好地连接起来。

这是一个以轨道交通为主的绿色和谐综合运输体系的战略。以轨道交通为主的理由如下:

1) 环保好。对环境的污染,一般来说,铁路只有汽车的1/4,飞机的1/5。另据德国2000年对公路、航空、铁路排放二氧化碳的统计<sup>[1]</sup>,结果见表1。

表1 各种交通运输方式二氧化碳排放比较表

项目	different transport means			kg
	公路	航空	铁路	
每100 t·km排放	16.8	13.4	4.8	
比较	3.5	2.8	1.0	
每100 t·km排放	79.8	10.7	2.6	
比较	30.7	4.1	1.0	

2) 能耗低。不同时期不同运输工具单位运输周转量的能源消耗见表2<sup>[2]</sup>。

[收稿日期] 2008-04-29

[作者简介] 沈志云(1929-),男,湖南长沙市人,西南交通大学教授,中国工程院院士,机车车辆专家

表2 我国与美国、日本不同时期不同运输工具单位客货运输周转量能源消耗比较  
Table2 The comparison of energy dissipation by unit transit volume for different means in different period between China and America ,Japan

运输工具	中国		美国			日本		
	2000年	2005年	1980年	1990年	2000年	1985年	1995年	2005年
一、旅客运输								
1. 道路机动车								
A. 小汽车/kcal·(车·km) <sup>-1</sup>	—	约 950	1 240	966	891	—	—	—
kcal·(人·km) <sup>-1</sup>	—	—	670	604	565	800	560	600
B. 营业性汽车/巴士/kcal·(人·km) <sup>-1</sup>	—	155	169*	151	146	124***	155	172
2. 铁路客运/kcal·(人·km) <sup>-1</sup>	—	41.5	497**	409	526	46	49	49
3. 民航客运/kcal·(人·km) <sup>-1</sup>	535	481	871	763	619	705	569	563
二、货物运输								
1. 道路货运/kcal·(t·km) <sup>-1</sup>	—	1 060	—	—	—	941	949	785
kcal·(车·km) <sup>-1</sup>	—	—	3 877	3 570	3 671	—	—	—
2. 铁路货运/kcal·(t·km) <sup>-1</sup>	—	68.1	93.5	65.8	55.1	91	61	60
3. 水路货运/kcal·(t·km) <sup>-1</sup>	91.8	71.4	56.1	60.6	74.1	232	159	240
4. 航空货运/kcal·(t·km) <sup>-1</sup>	7 190	5 388	—	—	—	6 888	5 662	5 179

注：\*美国的营业性汽车选择城际巴士；\*\*美国的铁路客运选择城同客运；\*\*\*日本的营业性汽车选择巴士。1kcal=4 184.8 J。

资料来源：1. 美国《运输能源年鉴》第24版(Transportation Energy Data Book, Edition 24-2004)；2. 日本《能源经济统计》，2007年，EDNC编。

更为直观的比较,可见图1。

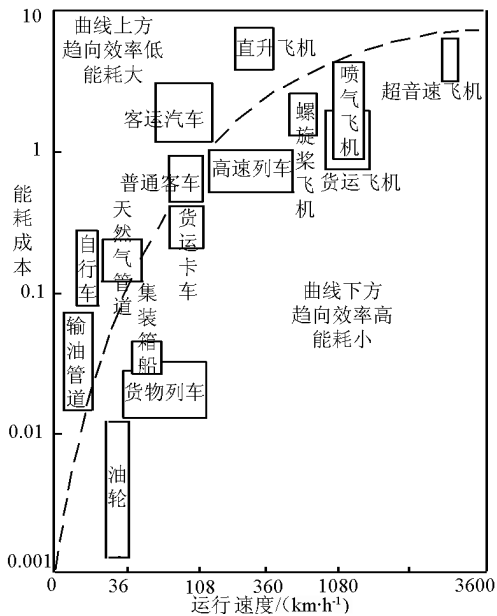


图1 各种运输工具单位周转量能耗成本比较图  
Fig.1 Energy dissipation by unit transit volume for different transportation means

各种运输方式的客运能耗,按每百人公里消耗标准煤计算<sup>[3]</sup>,公路大客车 1.5 kg,小轿车 3.8 ~

4.8 kg;航空 6.8 kg;高速铁路约 1.0 kg。我国铁路能耗在国家交通运输总能耗中仅占 18%,而完成的换算周转量达 50% 以上。

在能源结构上,轨道交通更具有迫切而现实的优势。随着汽车的增加,交通运输消耗石油的比重日益增加,已达到 60% 以上。而石油资源紧缺,油价飙升。能采用电力牵引的轨道交通应是重点发展方向。

3) 速度快。轨道交通速度的分布(见图 2)说明,同公路、水运相比,轨道交通是地面运输速度最高的运输方式。在其高速部分,可与航空相比。

4) 运量大。城市轨道交通的运量,地铁(4~6)万人/h;轻轨(2~3)万人/h,公共汽车(0.8~1)万人/h。铁路客运,双线高速铁路年运量为 1.6 亿人,4 车道高速公路最多不超过 8 000 万人/a。铁路货运,如大秦线设计能力为每年 1 亿 t,实行重载运输后达到 3 亿 t,则更不是道路交通所能相比的。

5) 占地少。在运量相同条件下,一条复线铁路相当于一条 16 车道的高速公路,前者宽 15 m,后者宽达 122 m,故公路占地是铁路的 8 倍。完成单位换算周转量占用的土地,在国外公路一般是铁路的

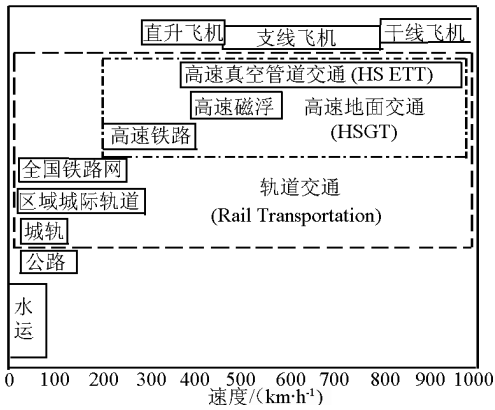


图2 各种运输工具速度分布图  
Fig. 2 Speed spectrum for different transit means

5~10倍,我国则达到25倍<sup>[3]</sup>。

6)安全可靠。国家安全生产监督管理总局公布的2006年全国事故死亡人数,道路交通95701人,铁路路外(包括地方铁路)7371人,为道路的1/13。

运输的环境成本(外部成本)包括事故赔偿,铁路是道路的1/3.3(客运)。高速铁路极少人身事故,日本新干线1964年开通至今未发生一起死亡事故。

7)服务质量高。铁路全天候正点运行,宽敞舒适,设备齐全,运行平稳。近5年来,铁路部门按照北京奥运服务保障工作要求,以快捷正点、安全可靠、经济环保、文明舒适为整体设计理念,着力打造铁路运输网络中最具现代化、国际感,体现新北京、新奥运面貌的系统空间,推出了一系列具有划时代意义的高速铁路产品。如京津城际铁路,作为我国第一条时速300km的客运专线和北京奥运会的配套工程,历时3年艰苦实践,自2005年7月4日开工建设,2008年8月1日正式开通并投入运营,将为2008年奥运盛会提供优质可靠的服务保障。建成后的京津城际铁路连接奥运主办城市北京和协办城市天津两大直辖市,线路全长120km,86%为桥梁工程,沿途设北京南、亦庄、永乐、武清、天津5座车站。列车全程直达运行仅需30min,日开行列车将达到80对,列车最小间隔3min,实现公交化运输,接近地铁的运行状态。每天可运送旅客9.6万人;密集发车时,每小时可运送旅客2万人。

北京奥运会促使京津城际高速铁路提前建成,并成为奥运会的一大亮点和标志性工程,意义非常深远。对于建设以轨道交通为主体的绿色可持续发展的现代综合交通运输体系,有着巨大的推动作用。

对于已经开工建设的京沪高速铁路和进一步建成我国高速铁路网,发展我国自己的高速铁路新技术,有着决定性的作用。

## 2 高速铁路是当代高新技术的集成

高速铁路与一般铁路有什么不同?决定高速铁路技术的根本要素是什么?核心是速度,速度提高后,带来一系列技术问题,需要应用当代开发的多种高新技术来加以解决,才能保证安全运行。

### 2.1 气阻动力

气动阻力(aerodynamic drag) $F$ 为

$$F = \rho A_{\text{front}} C_{\text{drag}} V^2$$

$$C_{\text{drag}} = C_p + C_L L_{\text{train}} \quad (1)$$

式中, $V$ 为列车前进速度; $\rho$ 为空气密度; $A_{\text{front}}$ 为列车迎风面积; $C_{\text{drag}}$ 为气动阻力系数; $C_p$ 为气压系数(列车前方增压,后方减压); $C_L$ 为车长系数(表面摩擦及边界阻力); $L_{\text{train}}$ 为列车长度。

列车行车气动阻力随速度平方而迅速增加,200km/h以上即占70%以上。单位列车质量所需要的牵引功率(比功率)是阻力和速度的乘积,其增长随速度三次方而变化,见图3。

由图可见,普通货物列车每吨列车质量只需要1kW牵引功率,一般客运列车为3kW左右。300km/h高速列车则要求比功率在15kW以上,达到400km/h则更要超过20kW。如此大的功率需求,不能再像普通列车那样采用机车牵引的模式,而必须采用动车组。300km/h以上时,还必须把动力分散到全列车,即大部或全部列车的车轴都装上电动机,发挥驱动功能。最新高速列车采用交直传动技术和微机控制制动技术,采用铝合金和不锈钢的轻量化车体技术和列车计算机网络控制技术以及无摇枕高速转向架等技术。我国制造的高速动车组,全部为动力分散的采用最新牵引制动技术的高速列车,达到了世界先进水平。

### 2.2 曲线半径

铁路线路曲线的半径 $R$ (以m计)由下式决定:

$$R \geq \frac{11.8 V_k^2}{h + h_x} \quad (2)$$

式中, $V_k$ 为最大通过速度,km/h。 $h$ 为轨道外轨超高,mm(一般铁道, $h \leq 110$ mm;高速铁道, $h \leq 180$ mm); $h_x$ 为未被平衡的离心加速度,换算成超高不足度,即欠超高,为确保运行安全和旅客乘坐舒适,一般取70mm,困难区段取90mm,个别地段取120mm。11.8为单位换算中出现的系数,11.8 =

$1500 \div (9.81 \times 3.62)$ 。

式(2)说明,曲线半径与速度平方成正比。普通铁路最小曲线半径只有 600 ~ 800 m,通过速度不能大于 120 km/h。既有线提速时,必须将小曲线半径加大到 1 000 ~ 1 700 m,才能通过 120 ~ 200 km/h

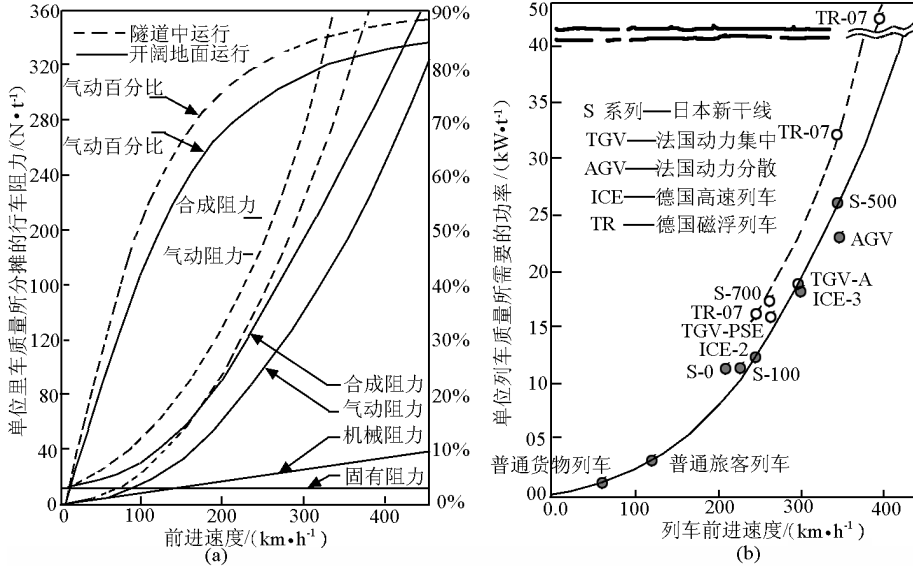


图3 列车阻力(a)和列车牵引比功率(b)随速度的变化  
Fig. 3 The train drag and traction power vs. speed

### 2.3 运动稳定性和运行平稳性

这是两个不同的范畴。运动稳定性是系统的固有属性,取决于系统参数;而运行平稳性则是系统对外干扰的响应,与外干扰的强度密切相关。

轮轨铁路有一个蛇行运动失稳的问题。轮对因车轮踏面锥度而蛇行,以保证磨损均匀,但却造成蛇行失稳。所以,列车速度必须限制在蛇行失稳临界速度以下。由于非线性因素的影响,蛇行失稳临界速度由极限环的稳定性所决定(见图4)。列车的运行速度必须小于最小临界速度  $V_B$ 。一般来说,300 km/h 列车的临界速度应大于  $300 + 50 = 350$  km/h,我国自己制造的为 300 km/h,在牵引动力国家重点实验室的试验台上做非线性稳定性试验时,达到 410 km/h,仍未失稳,说明动力性能很好。

运行平稳性是指加速度响,决定旅客乘坐舒适性,在高速下亦应保持在常速下的水平。由加速度响应计算的横向、垂向平稳性指标  $W$  仍应符合规定的标准,即  $W_x \leq 2.5$ ;  $W_y \leq 2.5$ 。但是随着速度的提高,动态响应剧增,因此,高速铁路要采用一切最新技术来保证这一动力性能上的基本要求。

从减少外干扰来说,轨道线路要采用无砟轨道、

的列车。高速铁路必须重新选线修建,重要原因之一就是要保证最小曲线半径为 2 500 ~ 4 500 m。250 km/h 以上的高速铁路,一般为 5 000 ~ 6 000 m。我国 300 km/h 及以上高速铁路均选为 7 000 m 以上。

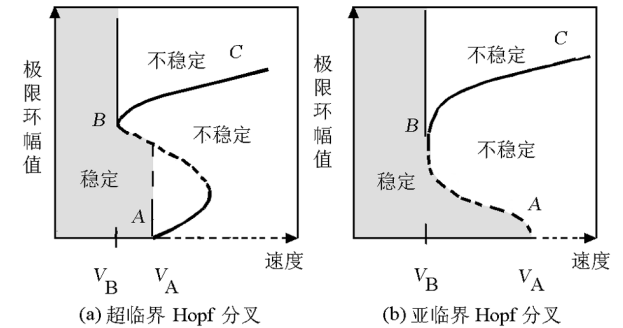


图4 车辆蛇行失稳临界速度示意图  
Fig. 4 Critical speed of the car hunting

跨区间无缝钢轨和高速道岔,时速 300 km 及以上线路大量采用高架方式,并实施大型养路机械养护维修,尽量减小线路不平顺度,保证车辆平稳运行。

从优化车辆动力性能来说,要采用更柔软的悬挂特性,如二系横向悬挂刚度减小到 0.15 MN/mm,车体与转向架间的自由间隙由一般速度下的  $\pm 20$  mm 加大到  $\pm 80$  mm,等等。但是运行平稳性和运动稳定性的要求是矛盾的,平稳性要求柔性悬挂,稳定性要求加大刚度。解决矛盾的途径是精心设计,折中要

求,优化悬挂参数。无法满足时则要采用可控参数技术,如:无源主动控制的抗侧滚扭杆、抗蛇行阻尼、变参数定位和迫导向转向架等。更高要求时,则要采用有源主动控制,如车体可控倾摆技术,二系横向主动悬挂,轮对摇头角主动控制,流变可控阻尼等。

## 2.4 运行控制

高速列车在高速线路上的安全运行,全靠先进的控制系统。国际上典型的高速铁路列控系统有德国 LZB 系统:采用轨道环线电缆传送列控信息;日本 DS-ATC 系统:采用有绝缘的数字轨道电路传送列控信息;法国 UM2000+TVM430 系统:采用无绝缘数字轨道电路传送列控信息(分级控制);欧洲 ETCS 系统:为实现欧洲铁路互连互通,欧盟组织确

定了适用于高速铁路列控的标准体系,技术平台开放,欧洲正在建设和规划的高速铁路均采用 ETCS 列控系统;基于 GSM-R 无线传输方式的 ETCS2 系统,技术先进,并已投入商业运营,是未来高速列车控制系统的发展方向。

我国时速 200 km 及以上和时速 300 km 及以上线路分别采用先进的列车运行控制系统 CTCS2 和 CTCS3。CTCS3 列控系统(见图 5)兼容 CTCS2,采用 GSM-R 无线通信传输列控信息,主要由车载 ATP、无线闭塞中心 RBC、微机联锁、调度集中 CTC、应答器、ZPW2000 轨道电路构成,通过系统集成创新,建立符合中国国情路情的、世界一流水平的高速铁路 CTCS3 列控技术体系。

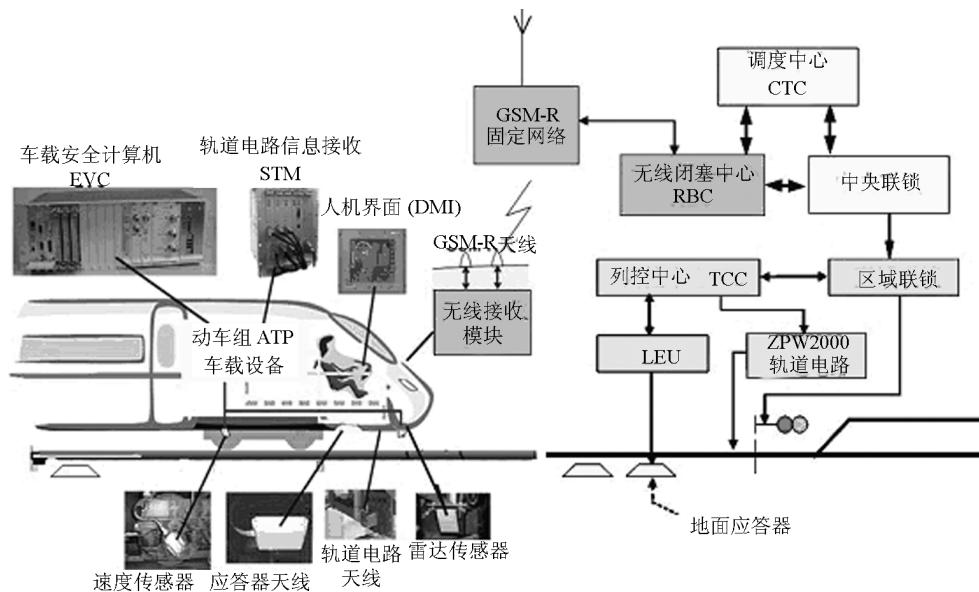


图 5 CTCS3 系统设备结构

Fig. 5 Components of the Train Control System CTCS3

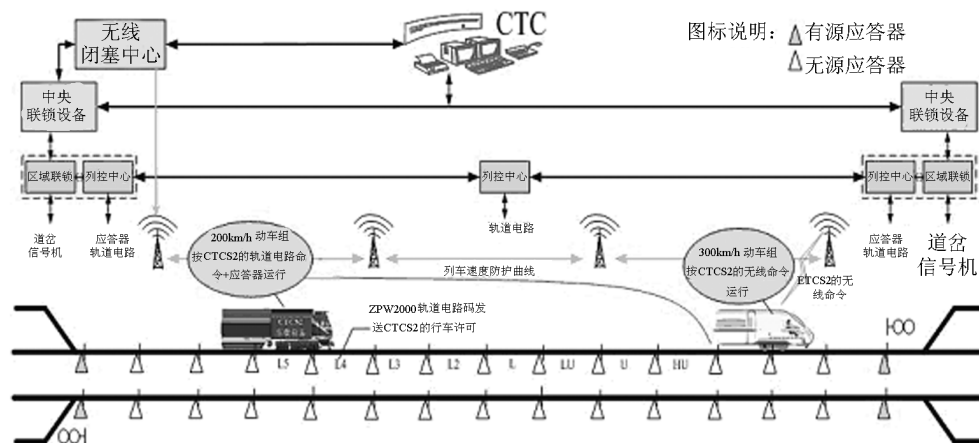


图 6 CTCS3 不同动车组混合运行示意图

Fig. 6 CTCS3 controls different types of Multiple Units

图 6 说明 CTCS3 与 CTCS2 兼容的情况。300 km/h 及以上动车组根据 CTCS3 系统的无线命令行车,200 ~ 250 km/h 动车组根据 CTCS2 系统的轨道电路信息码(结合应答器信息)行车。采用 CTCS 系列的运行控制系统表明我国高速铁路采用的控制系统是处于国际先进行列的。

气动噪声和微气压波。处于稠密大气层中的地面高速交通,气动噪声是绝对的控制因素。环保超标,一票否决。例如,日本 S-500 新干线高速列车,设计速度为 350 km/h,试验速度超过 350 km/h,但因噪声超标,只能降速到 300 km/h 运行。又如德国磁浮 TR08 设计速度为 430 km/h,试验速度达到 500 km/h,但因噪声限制,在沪杭线初步设计书中规定最高速度为:农村开阔地区一般 430 km/h,困难地段 300 km/h,城市地区一般 200 km/h,困难地段 160 km/h。

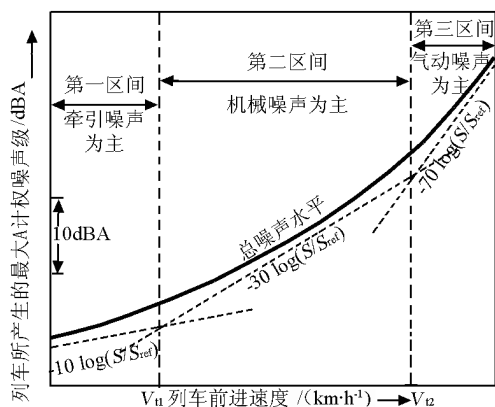


图 7 不同速度下噪声的产生机理  
Fig. 7 Generalized sound level dependence on speed

高速列车产生的噪声随速度不同而不同。在低速,如  $V_{i1}$  为 50 km/h 的第一区间,主要是牵引噪声,如牵引发动机、风机等。第二区间以机械噪声为主,如轮轨噪声,轨道结构振动等。超过  $V_{i2}$ ,如 180 km/h,则气动噪声占主导。三个区间上升的斜率,即式(3)中的系数  $K$ ,分别为 10,30,70。气动噪声随速度上升最快。

$$SEL_{ref,i}^m = SEL_{ref,i} + K \lg\left(\frac{S}{S_{ref,i}}\right) \quad (3)$$

式中, $SEL$  为等效暴露噪声声级; $S$  为速度,下标“ref,i”指选定的参考点,上标“m”指换算到其他速度  $S$  的等效值。

高速列车设计应包括噪声设计。图 8 为设计标准的一例<sup>[6]</sup>,一类规范适用于对噪声特别敏感的地

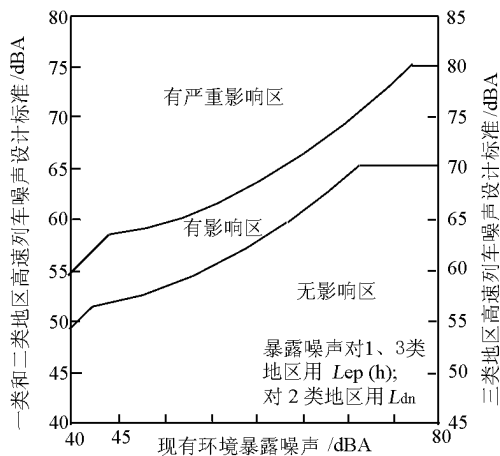


图 8 高速列车噪声设计标准<sup>[6]</sup>  
Fig. 8 Noise design standards of high-speed train<sup>[6]</sup>

区,如国家公园、露天剧场、音乐厅等。二类规范适用于一般居民区、医院、旅馆等要求夜间安静的地区。三类规范适用于主要用于白天工作的地区,如学校、教堂、图书馆等。要根据高速铁路沿线现有环境暴露噪声的声级,按影响的大小,确定高速列车最高运行速度的限制。上述沪杭磁浮线的限速,就是这样计算出来的。

列车在地表稠密大气层中高速运行将引发列车表面空气压力发生剧烈变化,尤其在两列车交会时,将产生巨大的瞬态压力冲击,对车体钢结构、侧窗和车体横向稳定性均会带来严重影响。压力波的幅值与速度平方成比例,在 160 ~ 200 km/h 一般为 1 400 ~ 1 500 Pa。高速之下,如上海磁浮列车,会车时的相对速度达到 860 km/h,实测的冲击压力波(见图 9)<sup>[7]</sup>,其幅值达到 3 400 Pa。为了降低会车压力波的影响,必须加大两列车间的空间距离(见图 10),

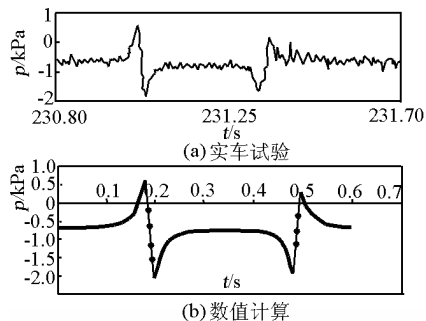


图 9 实车试验与数值计算交会压力波比较  
Fig. 9 Pressure pulse comparison between real car

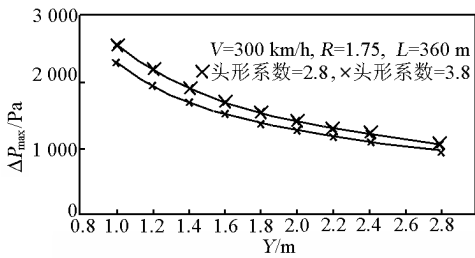


图 10 线间距与压力波的关系

Fig. 10 Railway center line distance and tests and numerical calculations Pressure pulse dependence

速度。单一列车在隧道中运行时,  $n = 1.3 \pm 0.25$ , 考虑列车交会时,  $n = 2.16 \pm 0.06$ 。

表 3 不同速度级别的铁路隧道断面积<sup>[8]</sup>

Table 3 Tunnel cross section for railways of different speed<sup>[8]</sup>

速度/(km·h <sup>-1</sup> )	<160	230	270	300
隧道断面积/m <sup>2</sup>	53	55	71	100
隧道断面阻塞比 β	0.23	0.22	0.17	0.12

根据法国的研究, 高速铁路隧道断面积应按表 3 选用<sup>[5]</sup>。我国 300 km/h 以上的高速客运专线, 双线隧道断面积一律定为 100 m<sup>2</sup>。

### 2.5 安全保障

高速铁路最难解决的核心技术是安全保障体系。从高速列车到轨道线路, 包括周围稠密大气, 是一个统一的大系统。我们要建立的安全保障体系就是要使这个大系统成为确保安全可靠的运行系统。这里包括: 系统运动稳定性、脱轨安全性、结构可靠性和环保安全性。对于土木、机械、电气、控制、通信、管理等领域, 无不存在安全保障问题。高速列车和普通列车相比, 动力作用大大增加了, 为了降低自重, 结构强度的利用率也有所提高, 因此, 结构疲劳失效成为主要危险。随着速度的提高, 脱轨危险性加大。高速脱轨安全更有瞬态跳轨、动态失稳、异常失效等一系列普通列车没有的问题。

也就是要加大高速铁路的线间距。一般铁路为 4 m, 日本开始修建高速铁路时定为 4.2 m, 后提高到 4.3 m; 法国开始也取 4.3 m, 后提高到 4.5 m; 德国一开始就定为 4.7 m, 我国京沪高速铁路, 线间距定为 5.0 m。

隧道中的情况则更为严重。列车高速进入隧道, 前端空气受压缩, 后端抽真空, 压力变化十分明显。如图 4 所示<sup>[4]</sup>, 幅值达到 16 kPa。为了缓解压力波的作用, 高速铁路的隧道必须加大截面面积。列车横截面面积与隧道净空断面面积之比称为隧道断面阻塞比, β。压力波与阻塞比之间有下列关系:

$$P_{\max} = kV^2\beta^2 \quad (4)$$

式中,  $P_{\max}$  为 3 秒钟内压力变化的最大值;  $V$  为行车

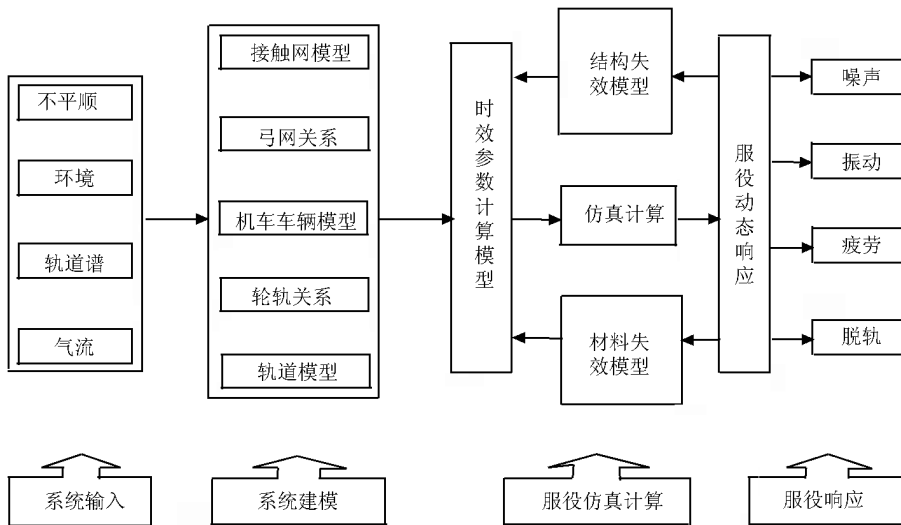


图 11 列车服役安全仿真计算框图

Fig. 11 Railway center line distance and Pressure pulse dependence

图 11 给出就影响安全的主要因素进行模拟仿真计算的框图。据此才能确定高速线路和高

速列车的技术标准, 包括设计、施工、制造、维修、养护等方面的标准。严格执行这样的标准体系,

才能确保如此复杂的高速铁路系统的安全运行。

高速铁路新技术还有许多,如高速铁路系统集成、工务工程、牵引供电、通信信号、运营调度、客运服务、运用维修等,都与普通铁路不同。从以上6个主要方面来看,高速铁路虽已运营近50年,但其技术仍在不断发展。特别是当把速度提到300~350 km/h甚至400 km/h以后,许多关键技术要牵涉到一系列基本科学问题,均有待深入研究和开发。已建成的京津城际铁路,是一个很好的开端,今后5年的京沪高速,更是一场占领世界高速铁路技术高地的攻坚战。在今后10~15年中,我们要建成总长达到18 000 km的高速铁路网。这是一个国际上唯一强大的高速铁路市场,充满机遇和挑战。中国高速铁路技术引领世界高速铁路发展的前景正在日益清晰地展现出来,呼唤着我国企业界和科技界为之贡献最大的力量。

#### 参考文献

- [1] 铁道部环境保护考察团. 国外环境保护工作[J]. 铁道劳动安全卫生与环保, 2003, 30(1): 5-8
- [2] 吴文化. 我国交通运输行业能源消耗和排放与典型国家的比较[J]. 中国能源, 2007, 29(10): 19-22
- [3] 国建华. 交通运输的可持续发展[J]. 中国铁路, 2003(12): 22-25
- [4] Harris Miller & Hanson. High-Speed Ground Transportation Noise & Vibration Impact Assessment[R]. U. S. Department of Transportation Report No 2936301-1, 1998(12): 2-3~3-6
- [5] Ikeda S(Kyoto Univ., Japan), Von Winterfeldt D. Standards Against Noise Pollution: the case of Shinkansen trains in Japan[J]. D. OSTI Identifier: 5653509, or CODEN: JEVMA. J. of Environment Management, 1982, 14(1): 3-16
- [6] U. S. Department of Transportation. High-Speed Ground Transportation Noise & Vibration Impact Assessment[R], Report No 2936301-1, 1998
- [7] 刘堂红, 田红旗. 磁浮列车明线交会横向振动分析[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(1): 40
- [8] 周本宽, 等. 中国铁路百科全书. 工程与工务[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004. 371

## Beijing Olympic Games hasten China's first high-speed railway

Shen Zhiyun

(Traction Power State Key Laboratory, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

[Abstract] The great meaning of construction of the first high speed railway accelerated by the event of Beijing Olympic Games is discussed in this paper. The merits of rail transit and the key technologies of high-speed railway are specially introduced in detail. This paper acclaims the entering into high-speed railway age in China and calls for high quality building of the worldwide longest high-speed railway between Beijing and Shanghai. Contributions in developing railway network spreading all over the country are required.

[Key words] Beijing Olympic Games; Beijing—Tianjin between city rail transit; Beijing—Shanghai high-speed railway