

# 日本高速铁路沿线的环保技术

前田达夫：日本铁道综合技术研究所

**摘要：**阐述日本高速铁路沿线的环境问题如：噪声、振动、隧道微气压波、低频音、土壤污染等，介绍解决沿线环保问题的新技术、新动向。  
**关键词：**环境；噪声；振动；隧道微气压波；低频音

**铁**道运输对沿线环境的影响，尤其是因列车提速而带来的环境问题有：噪声、振动、隧道微气压波、列车通过时的压力波动、伴随车辆运行引起的润滑油及重金属的飞散，实施线路维修时喷洒农药（灭虫、除草）等。噪声、振动问题是东海道新干线开通运营以来的环保问题，隧道微气压波则是采用板式无碴轨道、有长大隧道的山阳新干线开通运营以来的技术课题。随着近年来新干线的提速，在隧道外区间列车通过时的压力波动会对沿线环境产生一系列影响，包括沿线居民住房门窗的晃动等。隧道微气压波可归类为铁道低频音的问题之一。

环境问题是21世纪的重要课题，减轻环境负担，实现铁路与生态环境的和谐及铁路的可持续发展是铁路面临的新课题。对于铁道运输业，不仅需要全面考虑噪声、振动、低频音对沿线带来的环境影响，同时也要认真治理润滑油及重金属的飞散、喷洒农药等对沿线生态环境的影响。虽然要应对列车的提速，运量的持续增长，但也要适应社会的需求——尽可能减轻环境负担。

## 1 噪声

### 1.1 新干线噪声

1975年日本环境厅（现为环境省）出台了有关环境标准与实现环保目标期限的通告。规定环境噪声标准 类地区即主要供居住用地区为70 dB(A)

以下； 类地区即工商业用地等 类以外地区，噪声标准为75 dB(A)以下。根据该通告的规定，当时的国铁，以后的JR新干线3家公司，实施了多方面的对策，致力于降低新干线噪声的技术开发。图1表示原有新干线的噪声与治理对策的演变过程。

日本铁道综合技术研究所各部门总结出了改进车辆及地面设备的指导性措施与方法。图1中地面设备混凝土高架桥（高8 m）采用道砟轨道，竖立隔音壁（高1.2 m），测定点距邻线的轨道中心25 m，离地面1~2 m处，图中噪声水平的评价是根据环境基准中规定的测定、评价方法的评价值，是将有关连续20趟列车的噪声水平大小中半数居上限的值进行能量平均的评价  $L_{PASmax}$ ，成为考虑了该年代运行中的列车型式及编组的值。用条形图表示的每一车型在25 m处的噪声

能，表示该列车通过的噪声能。由图1可知，新干线一方面谋求降低新干线噪声；另一方面实现了提速。

为降低新干线噪声，必须对影响程度大的噪声源采取降噪措施，从而取得显著效果。因此，日本铁道综合技术研究所实施了关于声源分析、预测方法的研究，提高了其精度。目前的声源分析、预测方法将新干线噪声分类为 集电系噪声（空气动力噪声、电火花噪声）； 车辆上部空气动力噪声； 车辆下部噪声（滚动噪声、逆轮传动噪声、空气动力噪声）； 结构物噪声。预测方法的应用范围是：目前运营中的全部列车； 各车型从150 km/h到最高速度； 道砟轨道、板式无碴轨道、各种防振动轨道； 混凝土梁高架桥、填地、平地； 竖立型隔音壁； 噪声评价点：距上、下行线中心12.5 m到距离50 m处比隔声

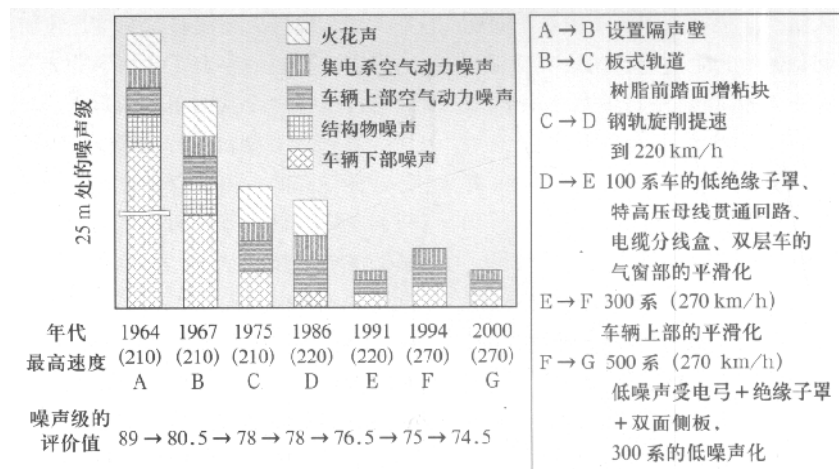


图1 新干线噪声的演变与降噪器械措施

降低的位置。

从图1可知,为降低新干线的噪声,必须降低集电系空气动力噪声,车辆上部空气动力噪声,车辆下部噪声(空气动力噪声及滚动声)。空气动力噪声与速度有密切关系,为实现今后的列车持续提速,查明空气动力噪声发生机理及开发降低噪声的对策是重要课题。

### 1.2 集电系空气动力噪声

新干线使用菱形受电弓,需要尽可能使空气动力性能最佳,以期降低空气动力噪声,在受电弓的开发过程中,使用了一种新型受电弓罩。同时,简化了单臂受电弓的形状,这样既可减少产生空气动力噪声的部件,又可保持空气动力性能和集电性能。另外,采用受电弓罩的目的是:隔断受电弓所产生的噪声;将气流引向上方,降低气流冲击受电弓的速度;降低受电弓罩自身的空气动力噪声;不影响受电弓的集电能力;不改变在隧道内的乘车舒适度。

最近投入运营的700系列车的受电弓罩尺寸比300系减小,其受电弓的空气动力噪声得到了改善。另外,300系受电弓罩散放在两节车上,而700系受电弓可装在一节车上。此外,700系受电弓形状也有改进,比300系受电弓更平滑,前部面积减小,以减少气流干扰,因此,700系受电弓的空气动力噪声小于300系。此外,由于绝缘体及布线能产生很高的空气动力噪声,700系采用了直接头并用平滑的罩盖住直接头,因此降低了空气动力噪声。

另外,700系受电弓使用了绝缘子罩加双面侧罩,侧罩截面宽而圆,侧罩的长度也延长到车体上边缘,有利于降低空气动力噪声。

### 1.3 空气动力噪声

在空气动力噪声的研究中,运用了风洞试验这一手段。风洞试验中,

为提高空气动力噪声的声源分析的精度,开发了具有椭圆型反射板的集音装置。利用这种集音装置,从风洞试验中,测定了新干线车辆模型产生的空气动力噪声的声源分布。现已查明,车头部的转向架部位,司机室的门、窗、侧门部,车辆连接部,以及头车前端下部等部位是重要的噪声声源,它们在车的空气动力学噪声比重中占主要地位。然后以缩短风洞试验的测定时间为目的,开发了在椭圆型反射板上装备多处微音器的集音装置。采用本装置,也可测定通过列车的声源分布。说明车辆的空气动力噪声的声源分布可利用风洞试验及现车试验来予以测定。在此基础上,还进行了空气动力噪声发生机理的研究;此外,还利用数值仿真方法进行了空气动力噪声的评价,进行了车辆地板下转向架部的空气动力噪声的计算。

为降低车辆的空气动力噪声采取的若干技术措施取得了显著成效。例如,使全列车除受电弓及车辆连接部外的所有部位都尽可能平滑化,对侧门、前端下部及转向架实施改进,这是针对表面不平滑会产生空气动力噪声而进行的。具体地说,700系车辆采用的措施是:在高于25 km/h速度时启用闭合车门扶手与侧门之间间隙的罩;车体与车门之间的间隙在5 mm内,用密封橡胶使间隙量变小。

原有的新干线列车,如300系车,其前端底部有一个大空隙,因而产生空气动力噪声,700系经改进后,使用了底罩以遮住空隙。前转向架不仅产生机械噪声,也产生空气动力噪声。高速行驶时,空气动力噪声严重,故也用罩来隔断转向架的空气动力噪声。经过上述改进,700系车辆显著降低了空气动力噪声,比300系车的空气阻力降低了15%,空气动力噪声降低10 dB以上。

另一方面,在噪声传播系统的对

策上进行了关于新干线隔声壁形状的研究。在车辆下部发生的噪声,是由于在隔声壁与车辆侧面的狭窄空间内多重反射造成的,因此使用按比例尺缩小的模型,研究了各种隔声壁降低噪声的效果,评价了实际安装的隔声壁噪声级,从而研究并优化了隔声壁形状,安装了降噪效果好的隔声壁。

### 1.4 既有线路噪声的治理

1995年,环境厅确定了“新建铁路或既有铁路大规模改造时的噪声对策指南”,并指出:关于新线的等效噪声级Laeg,白天(7:00-22:00)为60 dB以下,夜间(22:00-次日7:00)为55 dB以下。而在必须保护专用居住地区的环境时,需进一步降低噪声。在大规模改造时,要求“与改造线路前相比,噪声级有所降低”。既有线路噪声分为:车辆机器声;滚动噪声;结构物噪声。为提高噪声预测法的精度,目前正在进行包括内燃动车在内的既有线路噪声的测定。近年来新造的电动车辆的牵引电动机风扇采用内转子带风扇的方式,取代原有的牵引电动机的外部风扇,降低了车辆的机器噪声。为降低既有线路的噪声,降低滚动噪声与结构物噪声是亟待解决的课题。

为降低滚动噪声,必须明确车轮的形状及钢轨形状对轮/轨噪声的影响。在现在试验中,运用声强测定法,对转向架部的声源进行了测定,对车轮的振动与声场进行了数值模拟与激振试验,研究了车轮形状产生的影响。

对于既有线路结构物噪声,降低钢桥中的结构物噪声特别重要。为寻找克服钢制结构物产生噪声的对策,对以往施工中粘贴简易的约束型磁性减振材料的方法开展了研究。

## 2 振动

### 2.1 关于新干线的振动

1976年,环境厅出台了“关于环

环境保护中亟待解决的新干线铁道振动的对策”的通告。按照通告要求,“新干线振动的修正加速度水平超过70 dB的地段亟待治理振动源及采取减振措施等”;对医院、学校及其他有要求特别宁静的单位所处地段,应予以特殊考虑,同时尽快采取可行措施”。

### 2.2 关于地基的振动

作为地基振动对策,有车辆对策、轨道对策、地基对策、结构物对策。车辆方面的对策有车辆的轻量化;轨道对策有轨道的低弹簧系数(低弹性钢轨扣件)、防振轨枕,防振直接连接轨道,有道床弹性轨枕,道碴垫层等,轨道的高刚性化,地基改造等。

## 3 低频音

沿线环境的低频音问题有从隧道口辐射的隧道微气压波、冲入隧道波、退出隧道波的处理问题,以及列车在非隧道区间通过时的压力波动,后者不是波动现象,但是根据晃动沿线居民住的门窗,可以归类为低频音问题。关于低频音,尚未确定环境标准或指南,但是,2000年环境省编制了“关于低频音测定指南”。其中,关于G性声压对感觉及睡眠影响的评价,关于压迫感、振动感的评价,关于房屋门窗晃动(受微气压波影响)的评价,要求测定1/3倍频带声压级。隧道微气压波冲入隧道波,退出隧道波及列车通过时的压力变动与通常的连续低频音不同,由于是脉冲状的压力变动,所以其评价法今后必须进一步讨论。

### 3.1 隧道微气压波、冲入波、退出波

列车冲入隧道时产生的空气压缩波,以声速在隧道内传播,到达隧道出口处时,将从隧道口向外辐射的脉冲状压力波称为隧道微气压波。隧道微气压波在隧道口附近产生了爆破声。由于晃动沿线居民的门窗,以往采用的对策是在隧道入口设置了缓冲

棚,减小列车断面积,优化列车头部形状,使车头细长化,在保证定员及实现285 km/h速度前提下,将车头部延长至9.2 m,对于降低空气压力波收到良好成效。由于近年来新干线的提速,不仅要考虑治理隧道微气压波,而且,列车冲入隧道时,从冲入隧道口辐射冲入波;列车退出隧道时,从退出隧道口辐射退出波,列车通过隧道内的支坑时产生的压力波在隧道内传播,到达隧道口时,从隧道口向外辐射的支坑通过波也变得明显。此外,近年来新干线车辆种类也在增加,因此,今后不仅应考虑隧道微气压波,而且要考虑冲入波、退出波、支坑通过波,并且还要考虑车辆种类,综合地采用降低微气压波对策。

### 3.2 列车在非隧道区间通过时的压力波动

列车通过时的压力波动,在运行列车的头部与尾部产生的车体表面的压力随列车移动,是造成沿线压力波动影响的原因。头车通过时引起正负脉冲状的压力波动;尾车通过时引起负、正脉冲状的压力波动。这种现象并非隧道微气压波那种波动现象,是与列车的距离的平方成反比例衰减的列车附近的现象。以往,列车通过时的压力波动,对于列车交会时的反向运行列车带来降低舒适度问题。但是,随着新干线的提速,其影响会波及沿线地区,由于摇晃沿线居民房屋的门、窗,可以归类为低频环境问题之一。压力波动的大小依赖于列车断面积与头车部形状,与速度的平方成正比。车辆横断面积越小,头车部越呈楔状且细而长,压力波动越小。

为此,如何降低空气压力波动是高速列车亟待解决的课题。主要方法是改进车辆及地面设备,特别要在延长头车的流线型长度上下功夫,如700系车辆在保证车内净重、定员、座

椅布置前提下,除对车内布置做相应变化外,已将头部延长至9.2 m,使头部呈楔型。

另外,除确保车内净空外,地板下部的平滑化比减小车辆横断面积更有效。其措施是减小空气阻力,降低压力波动。措施包括车地板下用裙板及盖板覆盖,并使用端部裙板、转向架裙板,进一步使车顶、车窗、车门平滑。由于装备各种裙板,使运行阻力减小20%,有效地减轻了空气压力波动影响。另一方面,在地面上设置压力遮蔽壁。试验证实遮蔽壁越高,压力遮蔽效果越好。另外,在壁的背面附近效果大,如距壁远,其效果小些。今后,一方面必须关注低频音对人或门窗摇晃的影响,以及评价方法的研究动向;另一方面必须研究列车通过时产生压力波动的对策。

## 4 其他的沿线环境问题

对于线路沿线环境的影响,除去前面阐述的噪声、振动、低频音问题,还有随着车辆运行产生的润滑油及重金属的飞散,以及在沿线线路维修保养中喷撒农药对土壤带来的影响。

关于土壤污染的环境标准,1991年确定了镉等4项金属元素对土壤的污染,目前经过修订,认定27种元素对土壤形成污染。铁路对沿线的土壤带来的生态环境负担,其特征是程度较低,但影响范围广泛。日本铁道综合技术研究所正在进行关于利用生物监测土壤污染及消除污染物方法的研究。该研究利用生物监测土壤污染及消除污染物,能够长时间监测。由于能直接观察污染物对生物的影响,因而能够监测土壤突然变异的发生率,土壤对植物生长发育的影响(毒性)及对多数物质的复合影响等。

由于铁路沿线日照良好,杂草容易生长,既影响线路维修作业和司机



了望,也容易滋生病虫害。为了防患于未然,必须最小限度地使用除草剂,适当除去杂草。日本铁道综合技术研究所目前在进行有效且低成本的无害化除草技术的开发。此外,既有线上运用了多年的钢桥,需要在保养中实施重新涂装。今后考虑环保的需要,只重视涂料功能和成本是行不通

的,因此,需要调查钢结构件用涂装材料的现状,研究可以减轻环境负担型的涂装材料。

"

" 参考文献

- 1 前田达夫. 关于沿线环境的研究开发动向. 日本铁道综合技术研究所报告, 2002, 12: 1~4

- 2 池田充. 新干线用受电弓低噪声技术. 日本机械学会之志 2003(1)
- 3 山本先生. 改善空气动力特性的车辆. RRR 2003(1)

" 彭惠民 编译

" 责任编辑 杨倩

" 收稿日期 2004-03-15

## 卡特彼勒(中国)融资租赁有限公司在京成立

2004年4月26日卡特彼勒公司宣布在北京设立新的外商独资租赁机构——卡特彼勒(中国)融资租赁有限公司,它标志着公司在中国拓展其全球商业模式的又一个里程碑。

“25年多来,在中国政府的鼓励下,卡特彼勒在华投资持续增长。我们对于在这个市场得到的业务增长机会深感荣幸和振奋。”卡特彼勒董事长兼首席执行官欧文斯先生在新闻发布会上说。欧文斯先生在他新任首席执行官的100天之内来到中国,强调增长的中国市场对卡特彼勒未来具有重要意义。他说:“我们的目标是,在十年内将卡特彼勒商业模式移植到中国来。提供租赁服务的能力完善了卡特彼勒在中国迅速增长的生产业务,也增强了代理商为用户服务的综合力度。”

公司在中国持续增长的产品和服务对卡特彼勒全球销售额达到300亿美元的目标将有很大的贡献。“中国具有宏伟的增长目标,我们卡特彼勒也是一样。”新任集团总裁李文礼先生说:“我们决心在2010年成为中国的业界领袖。”

“当我们启动融资业务后,我们就能够为用户提供便利的一站式服务。”卡特彼勒金融副总裁史乐生先生说:“代理商将提供多种产品,我们将



提供租赁选择,从而更好地满足用户的需求。这个模式在全球运作十分成功。我们期待它在中国获得同样的成功。”

卡特彼勒(中国)融资租赁有限公司的办事处同卡特彼勒中国投资有限公司的一样设在北京。新的融资机构将支持在华的卡特彼勒代理商。初期租赁业务将在最快的调查之后,在2004年第4季度启动。这个新的融资机构扩大了卡特彼勒在全球35个国家的40个机构的金融业务区域和范围。

为确保拓展投资具备牢固的基础,卡特彼勒和山东省经济贸易委员会签署了一项无法律约束力的战略合作谅解备忘录,以促进相互合作,加快卡特彼勒在山东省的投资力度。2003年11月,卡特彼勒宣布了一项多年的投资框架协议,实施此计划的第一个里程碑就是同中国山东工程机械有限公司签订了无法律约束力的谅解备忘录。

建立在用户价值、优质产品、经

验丰富的当地代理商的基础之上的商业模式,使卡特彼勒成为具有世界领先地位的建筑机械生产厂商。为了进一步在中国确立卡特彼勒全球商业模式,卡特彼勒全资子公司——卡特彼勒物流服务公司,启动了在中国建立零

配件分销中心的项目,以便更好地为公司的代理商及其分支机构服务。卡特彼勒中国物流服务有限公司将负责该中心的业务运作,并于2005年夏季开始零配件配送业务。

卡特彼勒公司在建筑机械、矿用设备、柴油和天然气发动机以及工业用燃气轮机生产方面具有国际领先地位。2003年公司的全球销售总额达到227.6亿美元。目前,公司已在中国设立了10家合资和独资生产企业及相关设施。公司在徐州的合资企业计划扩大生产规模,在现有工厂附近新建一个占地面积1万m<sup>2</sup>的厂房,于2004年第二季度生产推土机。卡特彼勒的全球分销网络在本行业中成就卓著。其产品由5家独立的代理商负责在中国分销,他们为全中国的用户提供优质的产品服务和支

本刊记者

2004-04-26

# ABSTRACTS

## Thought on Strengthening the Management and Group Construction in Railway Construction Enterprises

Lu Dongfu: Vice Minister of MOR, Beijing, 100844

Abstract: Through analyzing the status quo of railway construction group, the essay puts forward that railway construction enterprises should establish a scientific development view, update conception, actively promote the optimization and perfection of project management system for railway construction, and strengthen the quality and work style building of railway construction management group at the same time.

**Key words:** railway construction, engineering management, project management

---

## Thought on Developing the Permanent Way Maintenance System Reform

Jing Zhirong: Vice Director of Lanzhou Railway Administration, Lanzhou, 730050

Abstract: In order to meet the development requirement of speed-up, heavy-haul and high-speed of railway, new permanent way maintenance modes need to be explored. The essay points out current problems existing in the permanent way maintenance system in Lanzhou Railway Administration, and puts forward relative countermeasures.

**Key words:** permanent way maintenance, system, reform, Lanzhou Railway Administration

---

## Application and Expectation on the Truck Performance Detecting System on Beijing-Shanghai Line

Liu Ruiyang: Vice Director, Equipment Department of Transportation Bureau, MOR, Beijing. 100844

Abstract: The essay introduces the Truck Performance Detecting System (TPDS) on Beijing-Shanghai line, the principle and structure of detection station, and connection and data transmission. The essay particularly analyzes three main functions and application of the system, and makes discussion on the promotion and application of TPDS in Chinese railways.

**Key words:** TPDS, freight car, tread bruising, over loading, unbalanced loading, detection

---

## The Specialization Reform and Development of Railway Refrigerated Transportation

Sun Jinping: Assistant Research Fellow, Transportation and Economics Research Institute of CARS, Beijing, 100081

Abstract: Through analyzing the status quo of railway refrigerated transportation, and the demand change in perishable goods transportation market, the essay researches the specialization reform plan for railway refrigerated transportation. Based on the estimation analysis of economic benefit, the essay puts forward the development suggestions on specialization reform of railway refrigerated transportation.

**Key words:** railway, refrigerated transportation, specialization, reform

---

## Research on the Flexible Budget Principle of Railway Passenger Ticket Income

Shi Senlin: Vice Professor, Economy and Management School of Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang, 050043

Abstract: The essay analyzes the insufficiency existing in the prediction method for ticketing income in the past, puts forward a new method for ticketing income calculation, and explains how to workout flexible budget of railway passenger ticketing income according to this method.

**Key words:** passenger ticketing, income, all-around budget management

---

## Environment Protection Technology along High-speed Railway Line in Japan

Maita Tatsuo: Railway Technical Research Institute

Abstract: The essay sets forth the environmental problems along high-speed lines in Japan, such as noise, vibration, micro-air pressure wave in tunnel, low-frequency tone and soil pollution, the essay also introduces the new technology and new trend to resolve the problems in environmental protection along the lines.

**Key words:** environment, noise, vibration, micro-air pressure wave in tunnel, low-frequency tone

---