

## Content / 目录

<b>Part I</b>	<b>Agenda/会议议程</b>	.....	<b>P5</b>
<b>Part II</b>	<b>Organizers and Sponsors Overviews / 主办单位介绍</b>	.....	<b>P11</b>
<b>Part III</b>	<b>Speaker Biographies / 演讲人介绍</b>	.....	<b>P31</b>
<b>Part IV</b>	<b>Presentations / 演讲文稿</b>		
	<b>Balancing Cost and Benefits of Track Maintenance through Optimization of Wheel/Rail Contact.....</b>		<b>P35</b>
	通过优化轮轨关系获取轨道维护的成本与效益间的平衡		
	Presentation by: L.B. Foster		
	演讲者公司： 艾宾福斯特		
	<b>Durable Track Geometry Stoneblower.....</b>		<b>P50</b>
	更具轨道几何形位耐久性的轨道吹喳车		
	Presentation by: Harsco Rail		
	演讲者公司： 哈斯科铁路		
	<b>Cost Reduction and Efficiency Increase by Railway Tools.....</b>		<b>P59</b>
	刀具方案实现铁路降本增效		
	Presentation by: Kennametal		
	演讲者公司： 肯纳飞硕金属		
	<b>Locomotive Life-Cycle Cost Analysis.....</b>		<b>P67</b>
	机车全寿命周期成本分析		
	Presentation by: GE		
	演讲者公司： 通用电气		
	<b>Life Cycle Cost Analysis of Railway Friction Products.....</b>		<b>P69</b>
	铁路摩擦制品寿命周期成本分析		
	Presentation by: Wabtec		
	演讲者公司： 西屋制动		
	<b>Diesel Locomotive Life-Cycle Cost Analysis.....</b>		<b>P76</b>
	内燃机车柴油机生命周期成本		
	Presentation by: Caterpillar		
	演讲者公司： 卡特彼勒		



***Agenda***

**会议议程**



**U.S.-China Standards and Conformity Assessment Cooperation Program  
(SCACP)**  
**The United States Trade and Development Agency (USTDA)**

**U.S. - China Railway Life Cycle Cost Analysis Workshop**

Organizer: Embassy of the United States, Commercial Service  
Sponsor: U.S. Trade and Development Agency

Date: Thursday, September 24, 2015  
Location: Hall 205, China Hall of Science and Technology, Beijing  
Time: 9:00am - 16:00pm

8:30 – 9:00 Registration

Moderator: Ms. Yasue Pai  
Commercial Officer of Commercial Service, Embassy of the U.S.  
Mr. Xie Yang  
Industry Chair of American Rail Working Group (ARWG)

9:00 – 9:05 Remarks by Mr. Scott Shaw, Commercial Counselor, Embassy of the U.S.

9:05 – 9:10 Remarks by ANSI

**9:10 – 11:00 Panel Discussion I: Railway Infrastructure Life Cycle Cost Analysis**

9:10 – 9:30 Presentation by expert from China Railway Construction Engineering Group

9:30 – 9:50 Presentation by expert from China Railway Construction Co. Ltd.

9:50 – 10:15 Presentation by L.B. Foster  
Title: Balancing Cost and Benefits of Track Maintenance through Optimization of Wheel/Rail Contact

10:15 – 10:40 Presentation by Harsco Rail  
Title: Durable Track Geometry Stoneblower

10:40 – 11:00 Roundtable Discussion, Q&A

11:00 – 11:15 Group Photo and Tea Break

11:15 – 15:30	<b>Panel Discussion II: Railway Locomotive and Rolling Stock Life Cycle Cost Analysis</b>
11:15 – 11:40	Presentation by Kennametal <u>Title: Cost Reduction and Efficiency Increase by Railway Tools</u>
11:40 – 13:00	Lunch
13:00 – 13:30	Presentation by CRRC
13:30 – 13:55	Presentation by GE <u>Title: Locomotive Life-Cycle Cost Analysis</u>
13:55 – 14:20	Presentation by Wabtec <u>Title: Life Cycle Cost Analysis of Railway Friction Products</u>
14:20 – 14:35	Tea Break
14:35 – 14:50	Presentation by Caterpillar <u>Title: Diesel Locomotive Life-Cycle Cost Analysis</u>
14:50 – 15:10	Roundtable Discussion, Q&A
15:10 - 15:30	Summary Remarks by Mr. Sun Jian, TTCI China Chief Representative

**China Hall of Science and Technology** (Red “A” marked in map below)

Address: No.3 Fuxing Road, Haidian District, Beijing 100004, China

Tel: 86.10.6851 8822



**美国贸易开发署(USTDA)  
中国-美国标准与合格评定合作项目(SCACP)**

**铁路寿命成本分析研讨会**

主办方: 美国驻华大使馆商务处  
赞助方: 美国贸易发展署

日期: 周四, 2015年9月24日  
地点: 北京, 中国科技会堂 (北京复兴门3号) 205会议厅  
时间: 9: 00 - 16: 00

8:30 – 9:00	会议注册/入场
主持人:	美国驻华大使馆商务处商务官员柏雅睿女士; 美国轨道交通行业工作小组行业主席谢洋先生
9:00 – 9:05	美国驻华大使馆商务参赞邵斯科致欢迎辞
9:05 – 9:10	美国国家标准协会 (ANSI) 领导致辞
<b>9:10 – 11:00</b>	<b><u>中美研讨议题: 基础设施的寿命成本分析</u></b>
9:10–9:30	中铁工介绍 演讲人: 待定
9:30 – 9:50	中铁建介绍 演讲人: 待定
9:50 – 10:15	题目: 通过优化轮轨关系获取轨道维护的成本与效益间的平衡 演讲公司: 艾宾福斯特
10:15 – 10:40	题目: 更具轨道几何形位耐久性的轨道吹碴车 演讲公司: 哈斯科铁路
10:40 – 11:00	中美方小组讨论、答疑 主持人: 谢洋
11:00 –11:15	集体照和茶歇
<b>11:15– 15:30</b>	<b><u>中美研讨议题: 铁路装备的寿命成本分析</u></b>
11:15 – 11:40	题目: 刀具方案实现铁路降本增效 演讲公司: 肯纳飞硕金属

11:40 – 13:00	午餐
13:00 – 13:30	中车集团介绍 演讲人：待定
13:30 – 13:55	题目：机车全寿命周期成本分析 演讲公司：GE
13:55 – 14:20	题目：铁路摩擦制品寿命周期成本分析 演讲公司：西屋制动
14:20 – 14:35	茶歇
14:35 – 14:50	题目：内燃机车柴油机生命周期成本 演讲公司：卡特彼勒
14:50 – 15:10	中美方小组讨论、答疑 主持人：谢洋
15:10 - 15:30	中美双方铁路专家总结发言 美方：孙健，交通技术中心（TTCI）中国首席代表

结束

### 中国科技会堂 (红点处为会议酒店位置)

地址：北京市海淀区复兴路3号

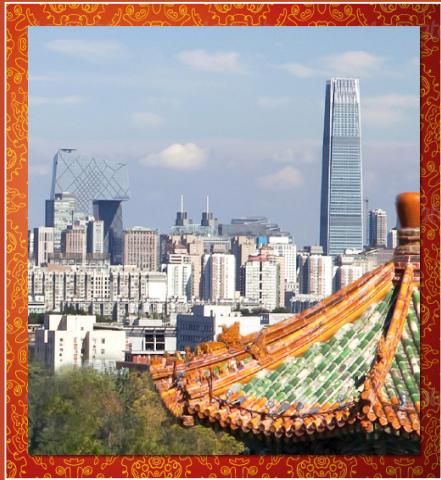
电话：(010) 6851 8822



## ***Organizers and Sponsors Overview***

### **主办单位介绍**





## U.S.-China Standards and Conformance Cooperation Program

Sponsored by the U.S. Trade Development Agency (USTDA) and coordinated by the American National Standards Institute (ANSI), the **U.S.-China Standards and Conformance Cooperation Program** (SCCP) provides a forum through which U.S. and Chinese industry and government representatives can:

- Cooperate on issues relating to standards, conformity assessment, and technical regulations;
- Foster the relationships necessary to facilitate U.S.-China technical exchange on standards, conformity assessment, and technical regulations; and
- Exchange up-to-date information on the latest issues and developments relating to standards, conformity assessment, and technical regulations.

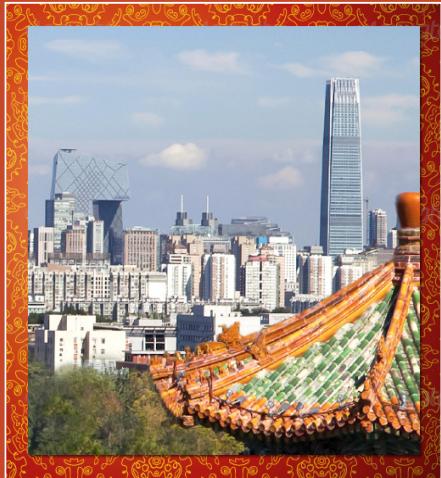
Beginning in 2013, ANSI will coordinate 20 workshops over a 3-year period in China under the SCCP. The workshops will cover a wide range of sectors, as proposed by interested U.S. private-sector organizations. Workshop topics will be chosen in coordination with relevant industry associations, ANSI, and USTDA.

To learn more about the U.S.-China SCCP or to express interest in sponsoring or participating in a workshop, please visit our website at:

**[www.standardsportal.org/us-chinasccp](http://www.standardsportal.org/us-chinasccp)**

**FOR MORE INFORMATION**  
**Ms. Madeleine McDougall**  
**Program Manager**  
**American National Standards**  
**Institute (ANSI)**  
**1899 L St. NW – Eleventh Floor**  
**Washington, DC 20036**

T: 202.331.3624  
F: 202.293.9287  
E: [us-chinasccp@ansi.org](mailto:us-chinasccp@ansi.org)



## 美中标准与合格评定合作项目

由美国贸易发展署 (USTDA) 提供资助、美国国家标准协会 (ANSI) 负责协调的美中标准与合格评定合作项目 (SCCP) 在以下几个方面为美国和中国相关行业和政府代表提供了一个论坛：

- 在标准、合格评定以及技术法规等领域的合作；
- 为促进美中在标准、合格评定以及技术法规等领域的技术交流建立必要的联系；
- 及时交流关于标准、合格评定以及技术法规等领域的最新议题和发展情况的相关信息

根据 SCCP 项目规定，从 2013 年开始的三年内，ANSI 将在中国协调举办 20 场研讨会。根据美国私营企业相关组织的建议，研讨会内容将覆盖不同的行业和领域。研讨会的主题将由相关行业组织、ANSI 以及 USTDA 协调选定。

欲了解该项目的更多情况或有意赞助或参与该项目，请访问下列网站：

[www.standardsportal.org/us-chinasccp](http://www.standardsportal.org/us-chinasccp)

了解其他信息，请联系

Ms. Madeleine McDougall

项目经理

美国国家标准协会(ANSI)

**1899 L St. NW – Eleventh Floor**

**Washington, DC 20036**

**T: 202.331.3624**

**F: 202.293.9287**

**E: us-chinasccp@ansi.org**



## **U.S. Embassy Commercial Section, China American Rail Working Group (ARWG)**

The U.S. Embassy Commercial Section launched the American Rail Working Group (ARWG) in January 2009 to strengthen the cooperation among the American companies and with the Chinese rail industry, the U.S. Department of Transportation (DOT), the Federal Rail Administration (FRA), the U.S. Trade and Development Agency (TDA), the U.S. State Department and the U.S. Ex-Im Bank.

With cutting edge technology and top of the line services, the American rail industry has been a strong and reliable partner in the development of China's rail and metro sectors. Our ARWG members are committed to the growth of China's rail sector and are major investors in China's rail industry.

The U.S. Embassy Commercial Section in China stands ready to assist you and your colleagues in growing your business with U.S. companies.

### Contact Information:

#### U.S. Embassy Commercial Section, China

Address: 55 An Jia Lou Road, Chao Yang District, Beijing 100600, China

Tel: 86-10-8531-3000

Fax: 86-10-8531-4343

Website: <http://export.gov>



美国驻华大使馆商务处  
美国轨道交通行业工作组 (ARWG)

美国驻华大使馆商务处于 2009 年 1 月成立美国轨道交通行业工作组，旨在加强美国企业同中国轨道交通行业、美国交通部、美国联邦铁路署、美国贸易发展署、美国国务院以及美国进出口银行之间的合作。

依靠领先科技和顶级的服务，美国轨道交通行业已成为中国铁路及地铁行业坚强可靠的合作伙伴。我们美国轨道交通行业工作组的成员一直致力于促进中国轨道行业发展，并且是中国轨道交通行业的主要投资者。

美国驻华大使馆商务处已准备就绪，全力协助您及您的同行，促进贵单位与美国企业的业务往来。

联系方式：

美国驻华大使馆商务处  
地址：北京朝阳区安家楼路 55 号  
邮政编码：100600  
电话：86-10-8531-3000  
传真：86-10-8531-4343  
网址：<http://www.buyusa.gov/china/zh>



## American National Standards Institute (ANSI)

As the voice of the U.S. standards and conformity assessment system, the American National Standards Institute (ANSI) empowers its members and constituents to strengthen the U.S. marketplace position in the global economy while helping to assure the safety and health of consumers and the protection of the environment.

The Institute oversees the creation, promulgation and use of thousands of norms and guidelines that directly impact businesses in nearly every sector: from acoustical devices to construction equipment, from dairy and livestock production to energy distribution, and many more. ANSI is also actively engaged in accrediting programs that assess conformance to standards – including globally-recognized cross-sector programs such as the ISO 9000 (quality) and ISO 14000 (environmental) management systems.

ANSI has served in its capacity as administrator and coordinator of the United States private sector voluntary standardization system for more than 90 years. Founded in 1918 by five engineering societies and three government agencies, the Institute remains a private, nonprofit membership organization supported by a diverse constituency of private and public sector organizations.

Throughout its history, ANSI has maintained as its primary goal the enhancement of global competitiveness of U.S. business and the American quality of life by promoting and facilitating voluntary consensus standards and conformity assessment systems and promoting their integrity. The Institute represents the interests of its nearly 1,000 companies, organization, government agency, institutional and international members through its office in New York City, and its headquarters in Washington, D.C.



美国国家标准协会（ANSI）

American National Standards Institute (ANSI——美国国家标准协会) 是由公司、政府和其他成员组成的自愿组织，负责协商与标准有关的活动，审议美国国家标准，并努力提高美国在国际标准化组织中的地位。ANSI 是 IEC 和 ISO 的 5 个常任理事成员之一，也是 4 个理事局成员之一，参加 79% 的 ISO/TC 的活动，参加 89% 的 IEC/TC 活动。ANSI 是泛美技术标准委员会 (COPANT) 和太平洋地区标准会议 (PASC) 的成员。

美国国家标准学会 (American National Standards Institute: ANSI) 成立于 1918 年。当时，美国的许多企业和专业技术团体，已开始了标准化工作，但因彼此间没有协调，存在不少矛盾和问题。为了进一步提高效率，数百个科技学会、协会组织和团体，均认为有必要成立一个专门的标准化机构，并制订统一的通用标准。1918 年，美国材料试验协会 (ASTM)、与美国机械工程师协会 (ASME)、美国矿业与冶金工程师协会 (ASMME)、美国土木工程师协会 (ASCE)、美国电气工程师协会 (AIEE) 等组织，共同成立了美国工程标准委员会 (AESC)。美国政府的三个部 (商务部、陆军部、海军部) 也参与了该委员会的筹备工作。1928 年，美国工程标准委员会改组为美国家标准学会 (ASA)。为致力于国际标准化事业和消费品方面的标准化，1966 年 8 月，又改组为美利坚合众国标准学会 (USASI)。1969 年 10 月 6 日改成现名：美国国家标准学会 (ANSI)。

美国国家标准学会是非赢利性质的民间标准化组织，是美国国家标准化活动的中心，许多美国标准化协会的标准制修订都同它进行联合，ANSI 批准标准成为美国国家标准，但它本身不制定标准，标准是由相应的标准化团体和技术团体及行业协会和自愿将标准送交给 ANSI 批准的组织来制定，同时 ANSI 起到了联邦政府和民间的标准系统之间的协调作用，指导全国标准化活动，ANSI 遵循自愿性、公开性、透明性、协商一致性的原则，采用 3 种方式制定、审批 ANSI 标准。

ANSI 现有工业学、协会等团体会员约 200 个，公司（企业）会员约 1400 个。领导机构是由主席、副主席及 50 名高级业务代表组成的董事会，行使领导权。董事会闭会期间，由执行委员会行使职权，执行委员会下设标准评审委员会，由 15 人组成。总部设在纽约，卫星办公室设在华盛顿。



**L.B. Foster**

L.B. Foster is a leading manufacturer, fabricator and distributor of products and services for the global rail, construction and energy and utility industries. The company was founded in 1902 and is headquartered in Pittsburgh PA. The company is a leading, one-source supplier and manufacturer of quality railroad products for heavy haul/mainline, shortline, transit and industrial railroads worldwide and can provide professional rail project management services. Key product lines within the company include new Rail Distribution (stick rail and continuous welded rail), Used Rail, Track Components (track anchors and spikes), CXT® Concrete Railroad Ties, Allegheny Rail Products (insulated rail joints and other accessories), Transit Products (direct fixation fasteners, power rail systems, cover boards, insulators and embedded rail isolation boots), Salient Systems (track performance monitoring devices and wheel impact load detectors), and Rail Technologies (friction management devices, consumables and services, including both gage face and top-of-rail systems).

The Company's Friction Management product team, including previously Kelsan Technologies and Portec Rail, is a leading global supplier of products and services that provide wheel/rail lubrication and friction modification to provide the benefits of enhanced wheel and rail life, increased fuel economy, reduction of rail corrugations, deferral of costly rail grinding and replacement, a decrease in lateral forces, noise abatement, reduction of potential derailments and reduction of ground born vibration. L.B. Foster Salient Systems is the industry leader in designing, building and installing real-time fault detection equipment to monitor train dynamics as well as the health of rolling stock and rail through a variety of wayside and rail-mounted systems to improve track and equipment reliability, safety and operational efficiency. Both L.B. Foster divisions have been working closely with our Chinese customers, such as metro operators, railway bureaus, vehicle OEMs, and commercial freight lines, for many years and continuously providing them a wide range of comprehensive yet flexible technical solutions.



艾宾福斯特

艾宾福斯特公司 (L.B. Foster) 主要为铁路、建筑、能源和公用事业等行业提供产品与服务，是一家居于领先地位的制造与分销公司。其总部位于宾西法尼亚州的匹斯堡，是一家创立于 1902 年的上市公司。作为一家领先的一站式产品集中供应商和制造商，本公司为世界范围内的重载/主干线铁路、短程线路、运输和工业铁路提供高质量的轨道产品和专业的铁路项目管理服务。公司内主要产品线包括钢轨产品(标准轨和焊接长轨)，再用轨，轨道零部件(轨道锚和道钉)，CXT® 混凝土轨枕，阿勒格尼 (Allegheny) 铁路产品(钢轨绝缘接头、配件等)，客运轨道产品(快速紧固扣件，接触轨系统，防护盖板，绝缘子和嵌入式轨道隔离靴)，赛利安特 (Salient) 系统(轨道性能监控和车轮冲击载荷探测器)，以及铁路科技(包括轨顶和轨距面的摩擦管理设备、耗材与服务)。

该公司的摩擦管理产品团队，包括原先的凯尔森 (Kelsan) 科技和颇泰克(Portec)铁路公司，是一家居于全球领先地位的供应商，为满足铁路的需求提供相关的轮/轨润滑和摩擦调节的产品和服务，帮助客户提高车轮和钢轨的寿命，降低机车的能耗，降低钢轨的波磨，延迟昂贵的钢轨打磨与更换，降低轨道横向力、噪音和振动，降低车辆的脱轨风险以提高运行安全。艾宾福斯特旗下的赛利安特 (Salient) 分公司在设计、制造和安装故障实时检测设备方面居行业之首。通过各种轨道旁和钢轨上安装的系统来监测列车动力学性能及车辆和轨道的安全状况，以提高轨道及设备的可靠性、安全性及运营效率。自 90 年代末开始，这两个部门一直与包括各城市轨道公司、铁路局、车辆制造商和商业货运公司在内的广大中国客户紧密合作，为他们提供广泛的灵活、全面的技术解决方案。



**Harsco Rail**

## **Our Profile**

Harsco Rail is a division of Harsco Corporation, a global leader in providing industrial services and engineered products to major industries throughout the world. Harsco's financial and international strength directly supports our long-term commitment to the railway industry.

Harsco Rail is positioned to develop and deliver new ideas for maintaining track structures around the world. Harsco Rail provides engineering, sales, parts, service, and maintenance from six main locations in the United States, Canada, England, and Australia. Sales representatives are located in 11 North American cities. Export agents reside in 27 countries covering the globe. For ongoing support, 21 service locations are available.

### **We are guided by the following vision elements:**

- Operate with uncompromising integrity and ethical business practices
- Provide dependable, world class equipment and service to help railroads economically construct and maintain track and structures
- Anticipate our customers' needs and satisfy their expectations through first rate service, product quality, and on-time delivery
- Increase the safety of rail transportation by designing and operating products that are conducive to promoting injury-free work environments for customers and employees

### **Contact Information:**

#### **Harsco Rail Beijing Representative Office**

Address:	1206, Office Tower 1, Landmark Towers, No.8 North Dongsanhuan Road, Beijing, 100004, China
Telephone:	+8610-6590-6290
Fax:	+8610-6590-6399
Email:	<a href="mailto:Iming@harsco.com">Iming@harsco.com</a>
Website:	<a href="http://www.harscorail.com">www.harscorail.com</a>
Contact Person:	Mr. Vincent Ming



哈斯科铁路

## 公司简介

Harsco Rail 是美国哈斯科集团公司 (Harsco Corporation) 的下属子公司。哈斯科公司是全球知名的行业巨头，为世界范围内的主要行业提供工业服务和工程产品，其财务实力和国际化优势为对铁路行业的长期承诺提供了保证。

Harsco Rail 为全球的铁轨线路设施的维护和保养提出了崭新的概念。分布于美国、加拿大、英国及澳大利亚的六个子公司，为用户提供工程设计、销售、零件生产、咨询和维护服务。Harsco Rail 在北美洲的 11 个主要城市拥有销售代表；出口代理商坐落在全球的 27 个国家；分布于全球的 21 个服务网点为全球铁路客户提供持续的服务和支持。

2012 年，Harsco Rail 在中国建立全资子公司，用以提高本地化技术服务和备件供应的能力。

## 公司愿景：

- 在绝不妥协的正直和道德的商业惯例下经营。
- 为铁路建设及铁轨维护领域提供可靠的、顶尖的设备和服务。
- 以一流的服务，高质量的产品、准时交付来满足客户的期望。
- 通过对产品的设计和操作，增加铁路运输安全保障，为客户和雇员提供一个更加安全的工作环境。

## 联系地址：

美国哈斯科铁路（北京代表处）

地    址：北京市朝阳区东三环北路 8 号  
              亮马河大厦 1 号楼 1206 室 (100004)  
电    话：010-6590-6290  
传    真：010-6590-6399  
邮    箱：[1ming@harsco.com](mailto:1ming@harsco.com)  
网    址：[www.harscorail.com](http://www.harscorail.com)  
联系人：明    亮



## 肯纳金属公司简介

肯纳金属公司成立于 1938 年，总部位于美国宾夕法尼亚州，是工具和耐磨解决方案的全球工业技术领先公司。公司产品被广泛应用于各类机械产品制造以及能源生产行业。截止 2014 年，公司有 1.3 万余名员工分布在全球 60 余国家或地区。

肯纳金属致力于针对在苛刻工况下寻求尖端性能的客户，通过提供先进的刀具及耐磨解决方案，提升客户生产效率。

公司于 1996 年正式进入中国，并在上海设立了中国区运营总部，在全国拥有 6 家工厂（包括刀具工厂），以及 1400 余名员工。



## GE Transportation

At GE Transportation, we're in the business of realizing potential. We are a global technology leader and supplier to the rail, mining, marine, stationary power and drilling industries. Our solutions help customers deliver goods and services with greater speed and greater savings using our advanced manufacturing techniques, industry expertise and connected machines. Established more than a century ago, GE Transportation is a division of the General Electric Company that began as a pioneer in passenger and freight locomotives. That innovative spirit still drives GE Transportation today. It's the engine of change that puts us at the forefront of transportation technology, software, and analytics. And it's why we continue to find—and realize—the potential that keeps our connected world moving forward.

### GE Transportation in China

GE Transportation has a long history of partnership with China. In 1980's, GE Transportation started business in China and provided 420 units of ND5 diesel engine locomotives. GE Transportation established GE Transportation System (China) Co., Ltd. in Beijing in 2002. CHANGZHOU CSR GE Diesel Engine Co., LTD., a joint venture for locomotive turbochargers and power assemblies, was formed in 2010.

Today, GE Transportation has been actively involved in engineering/R&D, supply chain, sales and services to address China's tough challenges in the sectors of railway, metro, mining and marine.

GE Transportation is well positioned in China to support the sustainable development of railway industry. A fleet of 1200 locomotives is in operation with strong services capabilities as a backup. GE provided all the 78 NJ2 locomotives and ITCS Incremental Train Control System in Qinghai-Tibet Rail Line to safeguard the transportation in the high altitude anoxia area with minimum maintenance and track-side infrastructure required. GE Transportation collaborated with China South Locomotive and Rolling Corporation Ltd (CSR) in assembling 700 units of Evolution Engines to power HXn5 heavy-haul freight locomotives. It's GE's most fuel-efficient diesel engine with lowest emissions, and it delivers 6,000HP to significantly improve the hauling capability and running speed at the China Mainline. GE provided 600 units of LOCOTROL Distributed Power Control System in Daqin Railway, the busiest heavy-haul coal line in China. The transportation capacity reached the milestone of 30,000 tons in 2014.

GE Transportation is committed to driving efforts to support the development of a safer and more intelligent mass transit system in China with more energy-efficiency and less emission. It's in line with the imperatives of China's 12th Five-year-plan in urban transit sector. GE Transportation's RailEdge Supervisory Control application is applied in the Hangzhou metro line 1 and Wuhan metro line 2 to offer innovative solutions for reliable and safe movement. GE's next generation CBTC Communication-Based Train Control system represents a smart solution that provides urban transit operators with operational flexibility to allow further network expansion and better control of the overall system energy consumption.



GE运输

GE运输致力于探索并实现行业内各种潜能。我们是全球铁路、矿业、船舶及石油钻采等领域的技术领导者和设备供应商。我们的解决方案运用了先进生产制造技术、行业专长和智能机器间的连接，帮助客户更快、更省地传送物质和服务。GE运输早在一个多世纪之前就作为客运和货运机车领域的先锋在美国成立，是隶属于通用电气公司的一个业务集团。当时的创新精神在今天依然激励着GE运输。变革的力量使我们始终处于运输技术、软件和分析行业的前列。正因为如此，我们不断寻求并实现那些能够推动互联世界前行的潜能。

### GE运输在中国

GE运输与中国有着长期的合作关系。早在十九世纪八十年代，GE运输就在中国开展业务，并提供了420台ND5内燃机车。2002年，GE运输在北京成立了通用电气运输系统中国有限公司。2010年，GE与中国南车合资成立常州南车通用电气柴油机有限公司，主要为和谐N5机车Evolution16柴油发动机配套生产动力组及增压器。

如今，GE运输在中国积极从事工程/研发、供应链、销售和服务等业务，助力中国解决在铁路、地铁、矿业和船舶等行业的棘手难题。

GE运输已做好充分准备，支持中国铁路行业的可持续发展。我们在中国有超过1200台机车投入运行，并拥有强大的服务力量作为支持。GE提供了青藏线格拉段全部78台NJ2机车和ITCS 增强型列车控制系统，以最可靠的性能、最低的维护成本和最少的轨旁基建要求，确保高海拔缺氧地区的高效安全运输。GE运输与中国南车合作配套生产了700台Evolution系列柴油机，为和谐N5重载货运机车提供动力。这是GE燃油效率最高和排放最低的机车，重载牵引力量达到6000马力，显著提高中国干线的牵引力和运行时速。GE为中国最繁忙的重载运煤铁路大秦线提供了600套LOCOTROL分布式动力控制系统，助力大秦线在2014年创造3万吨重载列车牵引重量新纪录。

GE运输始终致力于支持中国发展更为安全、高效、清洁、智能的城市轨道交通系统，这也与中国十二五规划对于城轨领域节能减排的要求相一致。GE运输的 RailEdge 运营控制系统为杭州地铁一号线和武汉地铁二号线提供了安全可靠运行的解决方案。GE的下一代 CBTC 基于通信的列车控制系统作为最先进的智能解决方案，将为城市轨道交通运营商增强其基础设施在安全性、线路运能扩张、灵活性、可用性和能量消耗等方面的效率，同时优化系统生命周期成本。

## **Wabtec Corporation**

Wabtec Corporation is the world leading railway product manufacturer and service supplier. Our history dates to 1869 when George Westinghouse invented air brakes.

In a history for more than 140 years, Wabtec always maintains its leading position in rail and transit products in the world.

Today , Wabtec has more than 70 manufacturing plants, service centers and sales offices in the worldwide, and manufactures a broad range of products for locomotives, freight cars, mass transit and passenger transit vehicles including brake systems and related products for locomotives and cars, brake friction products, electronic train-control equipment; new diesel locomotives; coupling, door control and air conditioning systems for passenger transit and mass transit vehicles; railway signal systems;relays of locomotive, car and signal system; current collecting devices; and heat-exchange equipment for rail, marine, power generation, off-highway and industrial applications. In the North American market, our products are used in nearly every railway locomotive and car.

Since 2007, Wabtec started to establish joint ventures with China partners, to explore China railway market by technology transfer and localization. In 2008, we established Shenyang CNR Wabtec Railway Technology Company Ltd. with CNR for mainline railway brake system. Wabtec also established Beijing Wabtec Huaxia Technology Company Ltd. for friction products in 2008. In 2009, we established Wabtec-Golden Bridge Transit Technology (Hangzhou) Co., Ltd for coupler system. In 2010, we also established the industrial cooler JV in Daye, Hubei. In 2011, Wabtec established Hunan CSR Wabtec Railway Transportation Technology Co., Ltd. with CSR, to manufacture mass transit car brake systems. In 2012, Wabtec acquired Mors Smitt, a Dutch railway relay manufacturer, and its wholly owned subsidiary Mors Smitt China Zhongshan. In 2014, through the acquisition of Fandstan Electric Group and its subsidiaries in Shanghai, Tianjin, Hong Kong and Taiwan, Wabtec now has a new product line with massive applications in China, including Stemmann pantograph, Brecknell Willis pantograph, shoegear, third rail, etc.

## 美国西屋制动公司

美国西屋制动公司作为世界领先的轨道产品制造和服务供应商，其历史可以追溯到 1869 年由公司创始人乔治·威斯丁豪斯先生发明的世界上第一台直通式空气制动机。

在 140 多年历史发展过程中，美国西屋制动公司一直保持世界轨道交通产品领先地位。

目前，公司在世界各地拥有 70 多家分支机构，核心产品覆盖机车、货车、客车及城市轨道交通领域，如各种机车车辆的制动系统，制动摩擦产品，电子列车控制系统，内燃机车整车，地铁及客车的车钩、门控、空调系统，铁路信号系统、机车车辆及信号系统的继电器、高铁、机车和地铁的受流产品以及铁路、海运、发电、工业方面的热交换设备等等。在北美，几乎每辆铁路机车车辆上都装有西屋制动公司的产品。

自 2007 年开始，美国西屋制动公司开始通过与中国合作伙伴合资，技术转让以及本地化来大力拓展中国铁路市场。我们先后于 2008 年在中国成立了生产机车车辆摩擦产品的“北京西屋华夏技术有限公司”；同样在 2008 年与中国北车集团合资成立了“沈阳北车西屋轨道制动技术有限公司”，生产干线铁路机车车辆制动系统；2009 年我们在杭州合资成立了“西屋金桥轨道交通（杭州）有限公司”，主要产品是地铁车钩系统；2010 年我们在湖北大冶成立了合资企业生产发电行业的各种冷却系统；2011 年我们在长沙与南车集团合资成立了“湖南南车西屋轨道交通技术有限公司”，主要产品是城市轨道交通车辆的制动系统；2012 年美国西屋制动公司收购了荷兰的摩尔斯·斯密特公司，以及其在广东中山的子公司摩尔思敏继电器责任有限公司。2014 年，随着对英国 Fandstan 电气集团，以及其在上海、天津、香港和台湾的各个子公司的收购，美国西屋制动公司拥有了在中国铁路有大量业绩的 Stemmann 和 Brecknell Willis 受电弓、受电靴、第三轨等产品。

### 联系方式：

崔垚  
西屋制动中国总经理  
电话：010-65611362  
传真：010-65610330  
手机：13701059508  
邮箱：ycui@wabtec.com  
<http://www.wabtec.com>

王瞳  
西屋制动北京代表处项目经理  
电话：010-65615246  
传真：010-65610330  
手机：13910166693  
邮箱：twang@wabtec.com  
<http://www.wabtec.com>



TODAY'S WORK. TOMORROW'S WORLD.™

**Caterpillar Inc.**

For more than 85 years, Caterpillar Inc. has been making progress possible and driving positive and sustainable change on every continent. With 2014 sales and revenues of \$56 billion, Caterpillar is the world's leading manufacturer of construction and mining equipment, diesel and natural gas engines, industrial gas turbines and diesel-electric locomotives. The company also is a leading services provider through Caterpillar Financial Services, Caterpillar Remanufacturing Services, Caterpillar Logistics Services and Progress Rail Services.

Caterpillar core products manufactured in China include hydraulic excavators, track-type tractors, motor graders and paving products, large diesel engines used for marine, railway, and power generation applications and generator sets for use in China and the Asia Pacific region. Caterpillar operations in China also include logistics, remanufacturing, financial leasing, training, marketing and research and development. Caterpillar's independent dealer network includes five dealers for greater China who provide sales and product support to customers in every province of China.

Caterpillar has supplied diesel engines to the Railway Industry since the mid-1930's. Cat's Emissions compliant Railway Engine Product Line spans from 5 kW to 5,400 kW (7 to 7,200 hp) for uses in Traction, Electric Head End Power and Maintenance-of-Way equipment. With the acquisition of EMD Locomotive in 2010, Caterpillar is an integrated railway solution provider to rail market.

Caterpillar provides a wide variety of equipment and solutions to China rail and metro market:

- Construction equipment for rail and metro construction projects including excavator, tractor, wheel loader, motor grader, and compactor, etc.
- Electricity generator set for rail station backup power and electric line backup power.
- Diesel electric locomotives.
- Diesel engines for locomotives, DMU, and rail MOW equipment.
- DC flush butt in-track welder.
- Maintenance of Way (MOW) equipment.
- Tunnel boring machine.
- Power module for metro service locomotive.
- Undercarriage and power module for foundation drill.

Contact Information:

Website: <http://china.cat.com>

Add: Room 1601, Caterpillar Tower, No.8 Wangjing Street, Chaoyang District, Beijing 100102, China

Tel: 86-10-59210088



卡特彼勒公司

自创立以来85年，卡特彼勒一直致力于推进全球人类进步和世界经济的可持续发展。卡特彼勒是全球最大的建筑工程机械和采矿设备、柴油和天然气发动机、工业燃气轮机、以及柴油电力机车生产企业；2014年销售收入达到560亿美元。卡特彼勒也是世界领先的工业服务及技术方案供应商，服务业务部门及子公司包括：卡特彼勒融资、卡特彼勒再制造、卡特彼勒物流、以及PRS铁路服务公司。

卡特彼勒在中国为中国和亚太市场制造的核心产品包括液压挖掘机、履带式推土机、平地机和路面设备，船舶、铁路和发电应用的大型柴油发动机和发电机组。卡特彼勒在中国的业务还有：物流、再制造、融资租赁、培训、市场营销和研发。卡特彼勒的独立代理商网络包括服务于大中国区的五个代理商，他们为中国各省的客户提供销售和产品支持。

卡特彼勒从 20 世纪 30 年代中期开始，为铁路行业提供柴油发动机。卡特彼勒提供符合环保排放要求的发动机，功率范围从 5 千瓦到 5,400 千瓦 (7 马力到 7,200 马力)；应用范围包括：牵引电机、辅助电机和养路机械。在 2010 年成功收购 EMD 机车公司之后，卡特彼勒已成为铁路行业全方位的解决方案供应商。

卡特彼勒为中国的铁路和地铁市场提供以下设备：

- 铁路和地铁建设项目工程机械，包括挖掘机、推土机、装载机、平地机、压实机等。
- 火车站备用电源和电气化铁路备用电源的发电机组。
- 柴油电力机车。
- 火车机车、动车组、及铁路养护设备需要的柴油发动机组。
- 直流移动钢轨闪光焊接设备。
- 铁路养护设备，包括道砟整型设备、清洗设备等。
- 隧道掘进机。
- 地铁维护机车的动力单元。
- 为旋挖钻机配套的底盘及动力单元。

联系方式：

网址：<http://china.cat.com>

地址：北京市朝阳区望京街 8 号卡特彼勒大厦 1601 室

电话：86-10-59210088



## ***Speaker Biographies***

## **演讲人介绍**



### Xin LU

Technical Director (Asia Pacific) of L.B. Foster Rail Technologies



Currently he has regional responsibility for trackside and mobile friction management system engineering, technical support, and business development in China and Asia Pacific. Dr. Lu received a B. Eng. from Tianjin University, a M. Eng. from McMaster University and his Ph. D. from University of Toronto. He joined Kelsan Technologies Corp. (now L.B. Foster Co.) in 2002, where he had a range of positions including Research Chemist, Group Leader of Product Development, Lead of Consumables, Director of Friction Managements (China) and Director of Technology & Business Development (China). Dr. Lu has been involved in the design and implementation of friction management solutions for freight and passenger rail systems in many countries, and has been author / co-author on numerous conference and journal papers and inventor / co-inventor on several patents on the topics of wheel/rail friction management materials, systems and applications.

### 陆鑫

艾宾福斯特铁路科技公司的亚太地区技术总监

主要职责涉及中国和亚太地区的地面与车载摩擦管理系统的工程设计，技术支持和商务拓展。陆博士分别从天津大学和麦克马斯特大学获得工程学士和工程硕士学位。从多伦多大学博士毕业后，于 2002 年加入凯尔森科技公司（现并入艾宾福斯特公司）；迄今已先后担任过诸多职务，其中包括化学研究员、产品研发主管、消耗品部门经理，摩擦管理（中国）总监，技术与商务发展总监（中国）。陆博士曾先后参与了世界诸多国家的货运和客运铁路系统的摩擦管理技术解决方案的设计与实施，在会议和期刊上发表及合作发表过涉及轮轨界面摩擦管理的材料、系统及应用等方面的文章，并拥有多项专利。

### 董景齐

肯纳金属刀具资深应用工程师，拥有 20 余年相关行业经验。



### 周宏宇

肯纳金属基础建设业务拓展经理，拥有 10 年相关行业经验。



**Xinchun WANG**

Technical Director of Beijing Wabtec Huaxia, a subsidiary of Wabtec Corporation.



Currently his responsibility mainly covers friction product design, application and business development in China for railway industry.

Mr. Wang also worked as method technician, design engineer and system engineer in CSR Qingdao Sifang Co. Ltd. from 2000 when he graduated from Central South University, mainly worked for manufacture and design of transmission system and brake system of loco/EMU.

From 2008 to 2013, he worked as brake system engineer for EMU/VHS in Bombardier Sifang (Qingdao) Transportation Ltd., meanwhile he was fully responsible for brake system design and commissioning and technical support related works.

**王新春**

北京西屋华夏技术有限公司（美国西屋制动公司子公司）技术总监

主要职责为中国铁路摩擦产品的设计，应用和商务拓展。从中南大学 2000 年毕业后，王新春在南车四方股份公司先后担任工艺工程师，设计师和系统设计师，期间主要负责机车和动车组传动系统和制动系统的制造和设计工作。

从 2008 年到 2013 年，在青岛四方庞巴迪公司担任动车组制动系统工程师，期间全面负责动车组制动系统的设计，调试及技术支持等工作。

**李明**

2005 年毕业于芝加哥大学商学院，历任卡特彼勒项目经理，中国区业务拓展经理。 现任卡特彼勒铁路事业部亚洲区销售经理。



***Presentations***

**演讲文稿**



## 通过优化轮轨关系获取轨道维护的 > 成本与效益间的平衡

陆 鑫

博士, 技术总监 (亚太地区)

艾宾福斯特铁路科技公司

2015-9-24

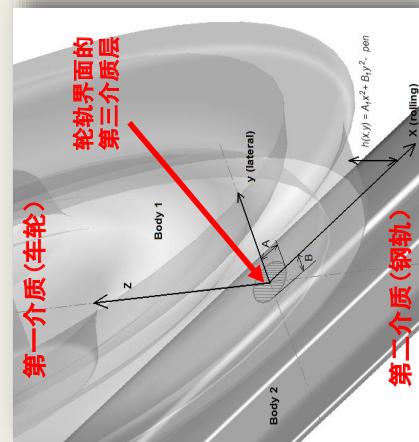
### 概 要

1. 轨道系统的维护与轮轨界面的优化管理
2. 实施轮轨界面的摩擦管理的投入成本
3. 轮轨界面摩擦管理的工程与经济效益
  - » 降低弯道横向力
  - » 降低轮轨磨耗, 延长其寿命
  - » 控制滚动接触疲劳 (RCF) 发展
  - » 控制波磨的发展
  - » 控制弯道噪音
  - » 降低列车能耗
4. 摩擦管理的经济效益分析
5. 案例分析
  - » 案例一: 北美CP重载铁路
  - » 案例二: 欧洲Heathrow机场快轨
  - » 案例三: 国内山区线路
6. 总结

### 第一部分: 轮轨界面的优化管理

- 轮轨界面是轨道和车辆两个主系统的唯一接触部位, 其面积虽小, 却决定车辆-轨道的相互作用, 影响整个主系统的性能, 如车辆动力学、作用力、磨损、疲劳、噪声、波磨和机车能耗。
- 轮轨界面状态的微小变化, 对基础设施寿命和系统运作性能具有显著的影响:

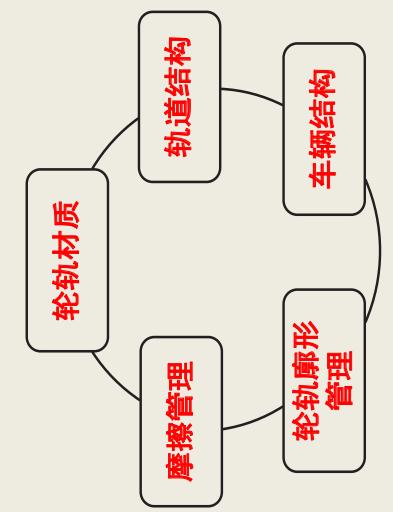
  - 系统成本: 轨道系统寿命 (钢轨、枕木、道床、扣件等), 车辆系统等
  - 安全性 (譬如脱轨风险)
  - 环境影响 (振动、噪音等)



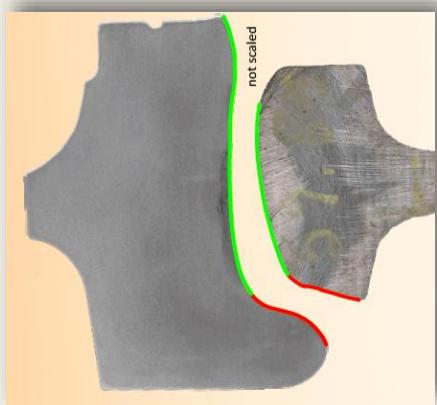
## 轮轨关系的优化途径

- 管理轮轨界面摩擦力（轨顶摩擦控制，轨侧润滑保护）
- 管理轮轨磨形（廓型设计、匹配与维护）
- 优化轮轨材料（耐磨损、抗疲劳）
- 改善车辆/轨道动力学状态（轨道几何尺寸，扣件，转向架设计等）

LB Foster

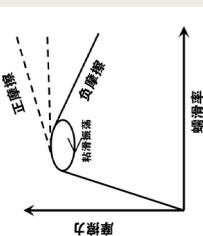


## 轮轨界面摩擦管理的要求



LB Foster

1. 管理摩擦力（系数）水平
  - 轨顶/踏面 - 受制于列车牵引制动的要求 (0.3 - 0.4)
  - 轨侧/轮缘 (< 0.2)
2. 管理滑力（摩擦力）与蠕滑率的关系（蠕滑曲线） - 正摩擦
  - 正摩擦
  - 蠕滑曲线
  - 蠕滑率

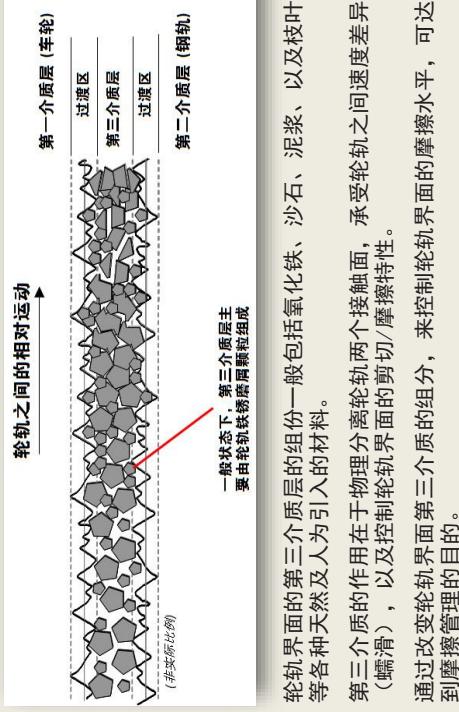


## 轮轨界面摩擦管理的目的

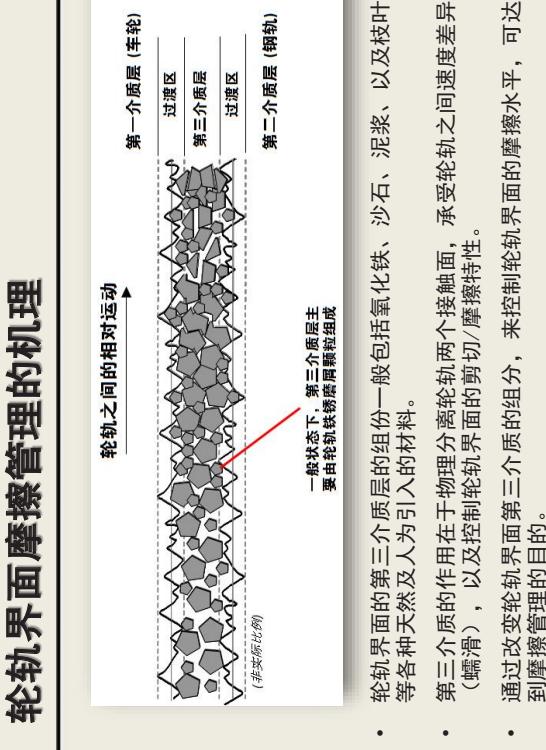
- 车轮和钢轨的接触面有两处：**钢轨轨侧/轨角 - 车轮轮缘**，**轨顶 - 车轮踏面**。
- 车辆和线路的工况与轮轨界面的摩擦特性紧密相关联。
- 轮轨摩擦管理可以有效地改善接触工况，降低轮轨磨耗与损伤，延长其寿命，提高车辆安全运行品质，降低整个运输系统的运行和维护成本。
- 不同轮轨接触部位需要不同的摩擦管理策略。

因素	轨侧/轮缘磨损	轨顶/踏面界面摩擦
钢轨侧磨/车轮侧磨	有直接关联	有非直接关联
轮轨的踏面磨损	无直接关联	有
机车能耗	有 (负)	有 (正面)
横向 (弯道) 力	有 (负)	有 (L/V, 脱轨)
降低脱轨风险	有 (爬轨)	有
滚动接触疲劳裂纹	有	有
波浪磨损 (波磨)	无	有
轮缘摩擦噪音	有	有 (非直接)
弯道尖端噪音	无	有

## 轮轨界面摩擦管理的机理



LB Foster



LB Foster

## 实现摩擦管理的途径二：作用在钢轨上

### 道旁式 - 轨侧涂覆



- 用于摩擦管理的不同材料通过涂覆设备加在钢轨的不同部位。
- 依赖轮轨之间的反复接触，材料在轮轨界面上相互转移，对轮轨两个界面同时进行摩擦管理。

**LB Foster**

### 车载式 - 轨顶涂覆



### 车载式 - 轨顶涂覆



- 通过在钢轨轨距角/轨距面或者车轮轮缘处涂覆润滑材料，控制摩擦系数在0.2以下，对轮轨施行润滑保护。
- 润滑材料可以是固态或者润滑脂，并通过不同的方式涂覆到车轮轮缘或者钢轨轨距面。
- 功效



**LB Foster**

## 使用在轨顶-车轮踏面之间的摩擦调节剂

### 通过在车轮踏面或者钢轨顶面涂覆摩擦调节剂来实现摩擦管理：

- ✓ 控制摩擦系数在0.3 - 0.4，以避免对车辆的牵引与制动的影响，同时降低磨损。
- ✓ 在轮轨界面提供“正”摩擦特性，抑制车轮在钢轨上的粘滑振动。
- 摩擦调节剂可以是固态或者液态水基的复合材料，并通过不同的方式（车载或地面）涂覆到车轮踏面或者钢轨顶面。

### 功效

- ✓ 降低轨道横向力和轮缘作用力
- ✓ 降低轮、轨的磨损，抑制轮轨的波浪形磨耗
- ✓ 降低轨道损伤（轨距变宽，轨道紧固扣件破损，轨枕破损）
- ✓ 抑制滚动接触疲劳裂纹发展，延长轮轨打磨间隔，降低因打磨造成的轮轨损伤
- ✓ 降低列车能耗
- ✓ 控制车辆运行时的噪音与振动



**LB Foster**

## 使用在轨距角-轮缘之间的润滑剂

- 通过在钢轨轨距角/轨距面或者车轮轮缘处涂覆润滑材料，控制摩擦系数在0.2以下，对轮轨施行润滑保护。
- 润滑材料可以是固态或者润滑脂，并通过不同的方式涂覆到车轮轮缘或者钢轨轨距面。
- 功效



**LB Foster**

## 颜泰克PROTECTOR® 四型 地面道旁轨顶摩擦管理 地面上的系统



PROTECTOR® IV Wayside Top-of-Rail Friction Management System

## 颇泰克PROTECTOR®四型地地道旁轨侧摩擦管理 系统



## 机车车载移动涂覆系统



LB Foster

## 车载轨顶摩擦控制系统

- 模块化设计，易于安装在不同平台：地铁、机车、货车、公铁两用车。
- (Modular Design)
- 智能控制，根据线路条件（直线-曲线，外轨-内轨，噪音-波磨-能耗）调整涂覆量。(Smart control)
- 适用于全线大范围内实施轨顶摩擦控制。(System-wide implementation)



LB Foster

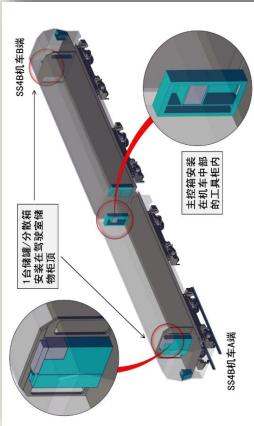
## 车轮轮缘的固块润滑



- 良好的热稳定性，受热不会变形，不会污染轨道和车轮踏面。
- 环保，不会污染车体和轨道。不含重金属，不具可燃性。
- 联锁式设计的目的：
  - 添加方便
  - 安全以防止末端掉出

LB Foster

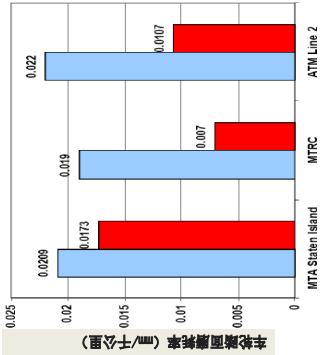
## 机车车载移动涂覆系统



LB Foster

## 车轮踏面的固块摩擦控制

三条地铁线路使用踏面摩擦控制固块显著降低踏面耗耗前后的踏面磨耗率对比



北京机场线

LB Foster®

## 车轮轮缘的固块润滑

- 良好的热稳定性，受热不会变形，不会污染轨道和车轮踏面。
- 环保，不会污染车体和轨道。不含重金属。不具可燃性。
- 联锁式设计的目的：
  - 添加方便
  - 安全以防止末端掉出



北京地铁列车

LB Foster



欧洲高速列车

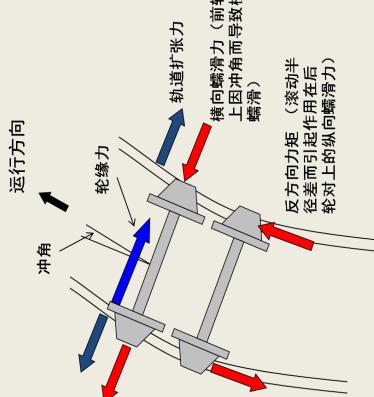
HXN5内燃机车

## 第三部分：全面摩擦管理的效能

LB Foster®

## 降低弯道上的轮轨横向力

- 前轮对在向前滚动的同时也产生横向蠕滑。
- 作用在外轨和内轨上的蠕滑力与轨顶摩擦系数成正比。
- 当轮对不能完全依靠蠕滑力导向时，则外轮缘挤压外轨轨角产生横向牵引力。
- 如果列车通过曲线时横向力过高，将会严重破坏铁路轨道结构，损坏轨道扣件，导致轨距变形变大、钢轨倾覆，进而加大列车脱轨几率，对列车安全运行产生严重影响。
- 因轨道横向张力与轮轨接触面的摩擦系数成正比，所以降低了摩擦系数，横向蠕滑力也将随之减小，导致轨道扩张力同步减小。



- 因轨道横向张力与轮轨接触面的摩擦系数成正比，所以降低了摩擦系数，横向蠕滑力也将随之减小，导致轨道扩张力同步减小。

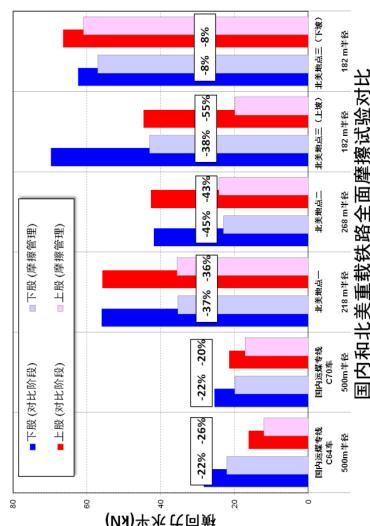
LB Foster®

## 全面摩擦管理 降低轨道横向力20% - 40%

- 有效降低横向力，可减少小车轮对轨道结构和部件的破坏，降低轮轨磨耗，降低列车脱轨风险，提高行车安全。



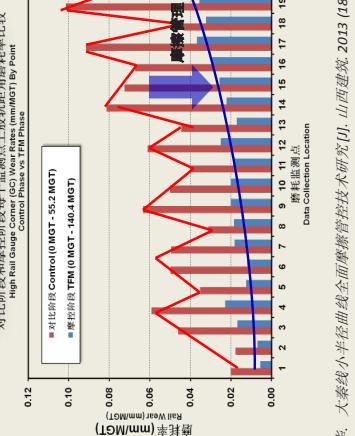
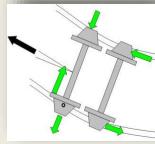
国内外重载铁路上实施摩擦管理前后的轨道横向力的对比  
Comparison of FM Performance of Lateral Force Reduction among Chinese and North America Heavy Haul Railways



Lu, X. et al. Friction management on a Chinese heavy haul coal line [J]. Proc. IMechE, Part F: J. Rail and Rapid Transit, 2012, 226(6), 630-640.

## 全面摩擦管理 对不均匀侧磨的控制

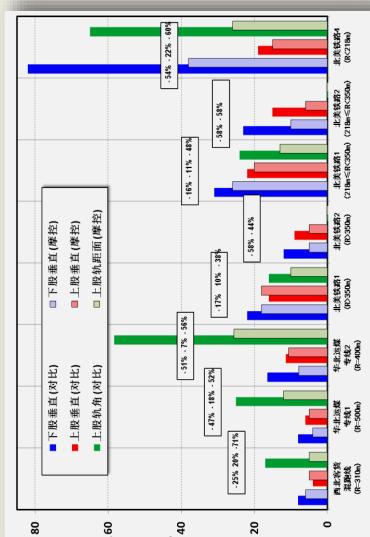
- 沿着曲线上股，每隔数米轨角磨耗明显加剧
- 显示列车通过曲线时横向摆动，对上股非连续地横向冲击
- 轮对的摩擦控制 (1) 降低前导轮对横向力，(2) 减小后轮对纵向向摩擦力而引起的扭矩。
- 改善车辆通过曲线的转向能力，减缓车辆蛇行摆动。



李春华. 大秦线小半径曲线全面摩擦管理技术研究[J]. 山西建筑, 2013 (18): 25

## 全面摩擦管理 降低钢轨磨耗、延长钢轨寿命

国内外重载铁路上实施摩擦管理前后的钢轨磨耗的对比  
Comparison of FM Performance of Rail Wear Reduction among Chinese and North America Heavy Haul Railways



陆鑫, 阿尔文·欧德. 通过轮轨界面摩擦管理降低耗能[J]. 中国铁路, 2014(10), 77-80.

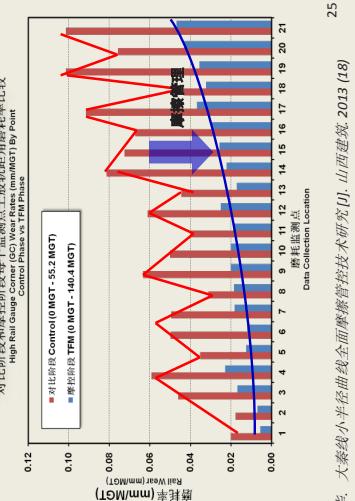
LB Foster®

## 全面摩擦管理 降低钢轨磨耗、延长钢轨寿命



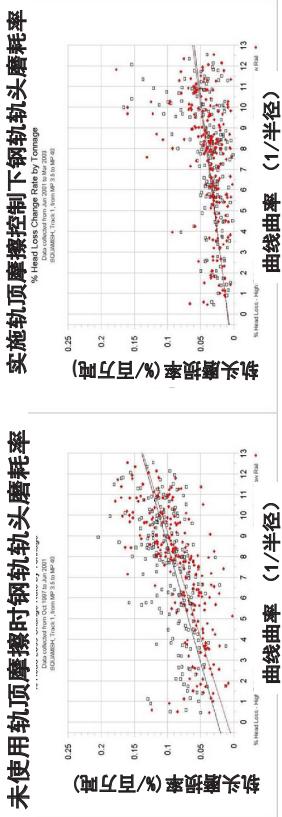
- 在北美、南美、澳洲、欧洲等货运和客运线路均得到验证，并大范围推广应用。
- 在国内多家路局和重载运煤专线 上完成了多年的跟踪试验。
- 钢轨磨耗在实施全面摩擦管理后一般能够降低约60%，钢轨寿命能延长1-2倍。

LB Foster®



李春华. 大秦线小半径曲线全面摩擦管理技术研究[J]. 山西建筑, 2013 (18): 25

## 降低曲线磨耗 - BC货运铁路案例

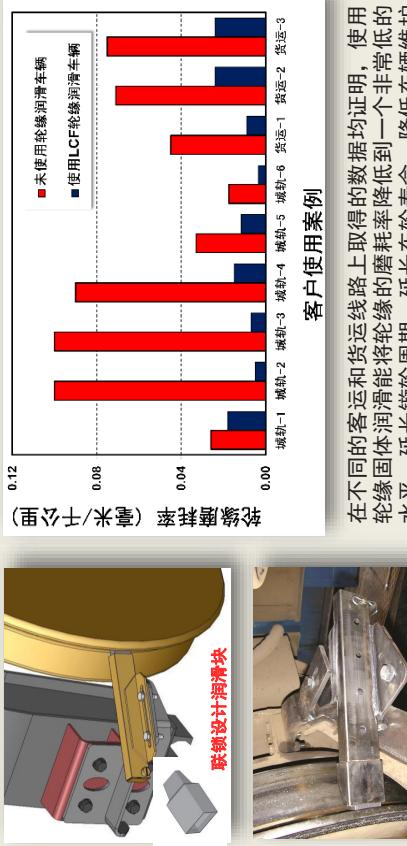


轮轨界面的摩擦管理的降低磨耗的效果，不仅对小半径曲线效果显著，而且对中、大半径曲线同样有效。

Eadie, D., Vidler, B., Hooper, N. and Makowsky, T. (2003) Top of Rail Friction Control: Lateral Force and Rail Wear Reduction in Freight Application, *Proceedings of the International Heavy Haul Association, Fort Worth, Texas, May 2002*

LB Foster®

车轮轮缘的摩擦管理  
降低轮缘磨耗，延长车轮寿命

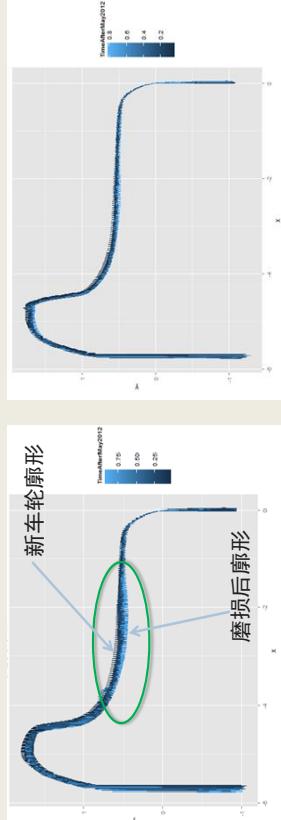


客户使用案例

在不同的客运和货运线路上取得的数据均证明，使用缘固体润滑剂将轮缘的磨耗率降低到一个非常低的水平，延长锁轮周期，延长车轮寿命，降低车辆维护成本。

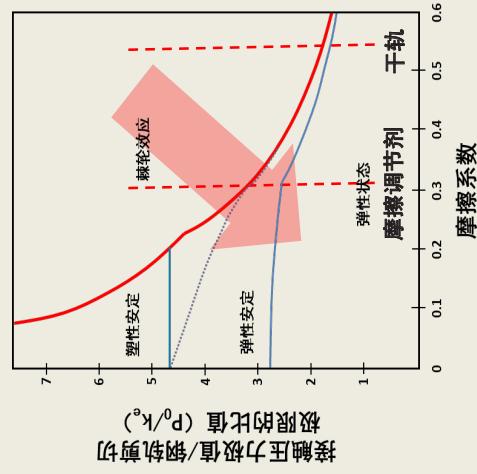
Eadie DT, Hui R. *Wheel Life Extension with On-Board International Wheelset Congress, Orlando, 2004.*

## 全面摩擦管理 降低车轮磨耗、延长车轮寿命



- 联合太平洋铁路公司 (UP) 使用车载轨顶摩擦调节剂喷涂设备实施试验项  
摩擦控制，在实现机车能耗降低的同时，也发现车轮踏面的平均磨耗降低  
低约50%。  
车轮对钢轨的垂向冲击也有显著降低。

## 全面摩擦管理 控制滚动接触疲劳损伤

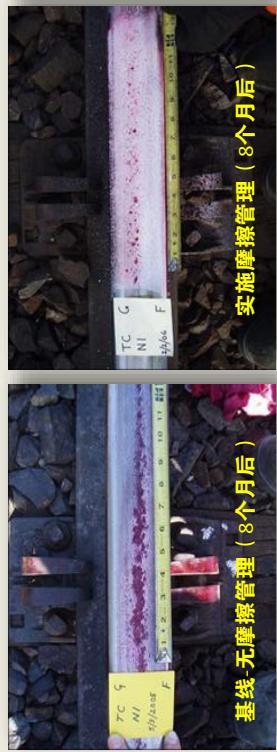


- 抑制RCF损伤发生的途径：
    - 1) 改变轮轨接触关系
      - 优化轮廓型面来降低接触压力
      - 提高钢轨的屈服强度
    - 2) 降低轮轨界面的摩擦系数
    - 3) 最佳途径是1和2配合使用



## 全面摩擦管理 减缓滚动接触疲劳伤损的发展

LB Foster

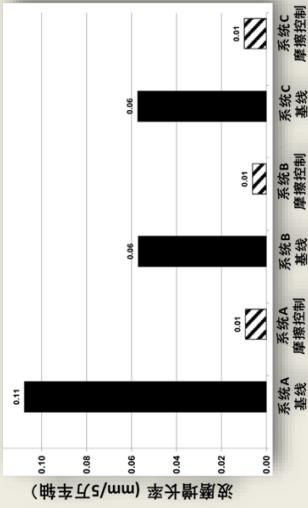


- 美国联合太平洋 (UP) 铁路公司的200MGT重载铁路上，分别在基线 (无摩擦管理) 和摩擦管理条件下分别监测8个月期间的钢轨表面RCF裂纹的发展。
- 轨顶摩擦调节剂涂敷在4°的曲线上。使用染料渗透和图像分析的方法测量裂纹的数量和深度。
- TTCI完成的眼踪监测发现：实施摩擦管理，低轨表面剥离减轻了80%，打磨周期也从原先8个月延长到10个月。
- 国内运煤专线和西北干线上完成的摩擦管理试验也显示了类似的效果。

Reiff, R. (2007) Top of Rail Friction Control on Rail Surface Performance and Grinding, TTCI Technology Digest TD-07-039, November 2007

## 轨顶摩擦管理治理波磨 - 国外案例

- 轮轨表面产生的波磨，严重时可影响旅客乘车的舒适度，并造成轨道车辆的结构部件因振动而提前损坏，钢轨也会由于频繁打磨而造成寿命缩短。



Eadie D, Santoro M, Oldknow K et al. Field Studies of the Effect of Friction Modifiers on Short Pitch Corrugation Generation [J]. Wear, 2006 (265), 1212-1221.

LB Foster

## 全面摩擦管理 治理滚动接触疲劳伤损和波磨

LB Foster



宝天线K1304+423分道线下股。新轨于2011年月上轨，到2011年12月钢轨表面已出现明显伤损，滚动接触疲劳伤损严重。

2011-12



在左图所示的同一地点，2012年3月安装修复性轨顶涂层和部分轨枕，同时启动轨枕界面的磨耗管理至今。随后两年多的监测中发现钢轨速度和剥落掉块均得到有效控制，未再发展。

2013-9

## 轨顶摩擦管理治理波磨 - 国内案例

- 半径为1000米的曲线长470米，位于隧道内。
- 由线上使用某减振扣件的部分，打磨后波磨反复出现，通过车辆振动噪音明显。
- 波磨引发噪音 (800Hz, 6-9 dB)。
- 打磨后轨顶涂覆KELTRACK摩擦调节剂，一年监测期间，波磨未再出现；噪音一直维持在较低水平，比治理前相比降低了6-9 dB。

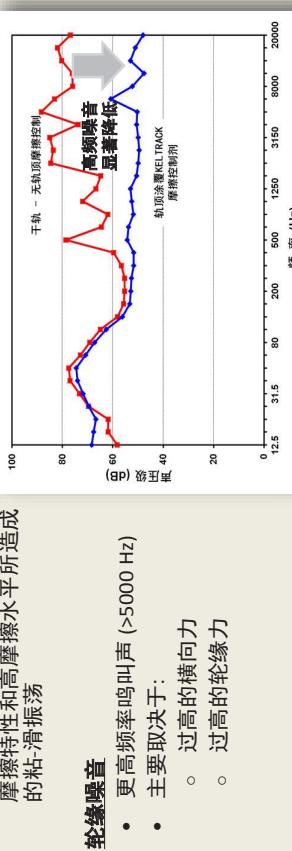


尽管，凯尔文·欧德，通过轮轨界面的摩擦管理控制滚动接触疲劳破坏[J]. 中国铁路, 2014(12), 82-86.

LB Foster

## 摩擦管理控制噪音

- 轨顶尖端噪音
  - 高频尖啸噪音 (主要位于 1000 - 5000 Hz)
  - 半径小于 300m 的曲线上非常普遍
  - 主要因轮轨界面第三介质的负摩擦特性和高摩擦水平所造成
- 噪音降低了约 200dB，产品降噪效果明显



**LB Foster**

## 全面摩擦管理降低能耗

列车运行阻力  $R_{\text{总和}} = A + BV + BV^2$

- 1) 平直线上列车运行的阻力与车速紧密相关；
- 2) 同时受制与轮轨界面的摩擦水平。

$$R_{\text{总和}} = R_{\text{直线}} + R_{\text{曲线}} + R_{\text{坡度}} + R_{\text{风阻}}$$

曲线上列车运行时弯道阻力  
亦受轨顶摩擦系数的影响。

轨顶摩擦降低能耗的幅度

- 随曲线密度和曲率增大而增大
- 能耗降低的总量不随坡度变化而增减
- 直线与曲线上运行时均可降低能耗
- 制动操作时无能耗变化

**LB Foster**

## 全面摩擦管理降低能耗

- 半径为 150m 的曲线长 150 米
- 人工在轨顶涂覆 KELTRACK 摩擦调节剂
- 噪音降低了约 200dB，产品降噪效果明显

- 主要因轮轨界面第三介质的负摩擦特性和高摩擦水平所造成

• 噪音降低了约 200dB，产品降噪效果明显

• 高频尖啸噪音 (主要位于 1000 - 5000 Hz)

• 半径小于 300m 的曲线上非常普遍

• 主要取决于：

◦ 过高的横向力

◦ 过高的轮缘力

• 轨顶尖端噪音

• 半径为 150m 的曲线长 150 米

• 人工在轨顶涂覆 KELTRACK 摩擦调节剂

• 噪音降低了约 200dB，产品降噪效果明显

• 高频尖啸噪音 (主要位于 1000 - 5000 Hz)

• 半径小于 300m 的曲线上非常普遍

• 主要取决于：

◦ 过高的横向力

◦ 过高的轮缘力

• 轨顶尖端噪音

• 半径为 150m 的曲线长 150 米

• 人工在轨顶涂覆 KELTRACK 摩擦调节剂

• 噪音降低了约 200dB，产品降噪效果明显

• 高频尖啸噪音 (主要位于 1000 - 5000 Hz)

• 半径小于 300m 的曲线上非常普遍

• 主要取决于：

◦ 过高的横向力

◦ 过高的轮缘力

• 轨顶尖端噪音

• 半径为 150m 的曲线长 150 米

• 人工在轨顶涂覆 KELTRACK 摩擦调节剂

• 噪音降低了约 200dB，产品降噪效果明显



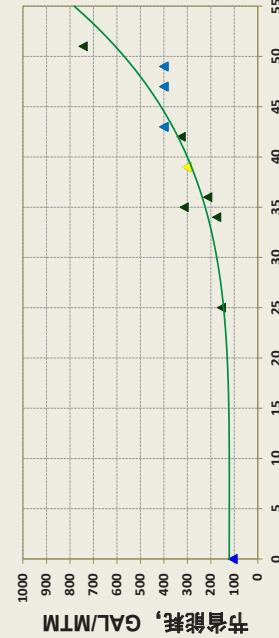
车载移动涂覆设备：针对直线与曲线的整条线路。

地道道旁涂覆设备：针对曲线多和半径小的大范围区域。

**LB Foster**

**LB Foster**

## 全面摩擦管理降低能耗增强环保



- 北美 BC Rail 在 2004 年车载轨顶摩擦管理系统的试验中发现，机车能耗的降低与线路中曲线所占的比率紧密相关联。

- 在北美多家一级重载铁路 (BNSF, NS, CP, UP) 的轨顶涂覆 KELTRACK 摩擦调节剂的应用研究中，均取得了较好的降低能耗的效果，平均能够降低能耗 5% - 10%。

Cotter, J., Elvidge, D., Liu, Y. and Roberts, J. (2004) Utilization of Top of Rail Friction Modifiers to Reduce Greenhouse Gas Emissions for the Freight Railroad Industry, Final Report Prepared for Transport Canada, April 2004, 41 pp.

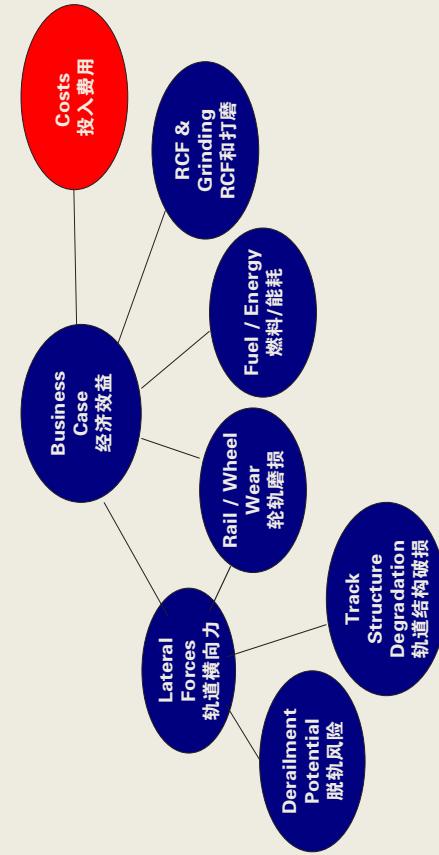
## 摩擦管理的经济效能 – 国内外经验

- **能耗**: 轨顶摩擦控制和轨侧润滑可分别实现列车能耗降低 3% - 8% (BC Rail, CP, QCM, UP, NS) 和 5% - 15% (CP)
- **钢轨寿命**: 钢轨侧磨与垂磨的降低 40% - 60% (CP, CN, UP, 朔黄, 大秦, 防海)
- **车轮寿命**: 降低轮缘磨耗至少一倍以上(MTRC等), 踏面磨耗 50% (UP)
- **弯道横向力**: 重车在小半径曲线降低横向力 25% - 50% (BNSF, CN, CP, NS 和 UP)
- **轨道维护**: 减小轨距调整的工作量 50% (CP), 降低因为横向力过大造成的扣件损坏 90% (Heathrow)
- **钢轨打磨**: 因延缓了滚动疲劳裂纹的发展, 延长了打磨周期 15% - 25% (UP); 延缓或者完全抑制波磨的发展, 延长打磨周期至少一倍(EU, JP)
- **车轮擦伤**: 显著延长因为轮缘磨耗过快而造成的擦伤周期
- **噪音**: 高于 80 分贝的曲线噪音, 降低幅度达 5-10 分贝 (NY, LA, NJ, BJ, GZ)

LB Foster

## 第四部分：全面摩擦管理的经济效益分析

### 摩擦管理的经济效益分析 – 样本1



## 经济效益分析的系统与动态分析要求

- 与廓形设计、打磨周期、轨道结构、轮轨材质一起综合分析以设计最佳方案
- 不同摩擦管理系统的选型需根据系统维护的目的而专门设计
- 车轮 - 钢轨
  - 机车车轮 - 货车车轮
  - 局部 (单条小半径曲线) - 大区间 (曲线密集或者全线范围)
  - 磨耗 - 能耗 - 噪音 - 波磨, 垂磨 - 侧磨 - 波磨 - 疲劳, 轮缘 - 踏面
- 摩擦管理系统短期与长期效能的综合考量
- 摩擦管理系统长期效能的动态反馈, 以利设备设置调整
- 投入与效益之间的权衡:
  - 设备设置的数目, 譬如取决于需要保护曲线的范围, 轮缘磨耗率控制目标
  - 涂覆量的设置, 譬如根据设备间距、密度做必要的调整
  - 提高系统正常工作时间, 在尽可能小的投入条件下, 获得尽可能多的效果

LB Foster

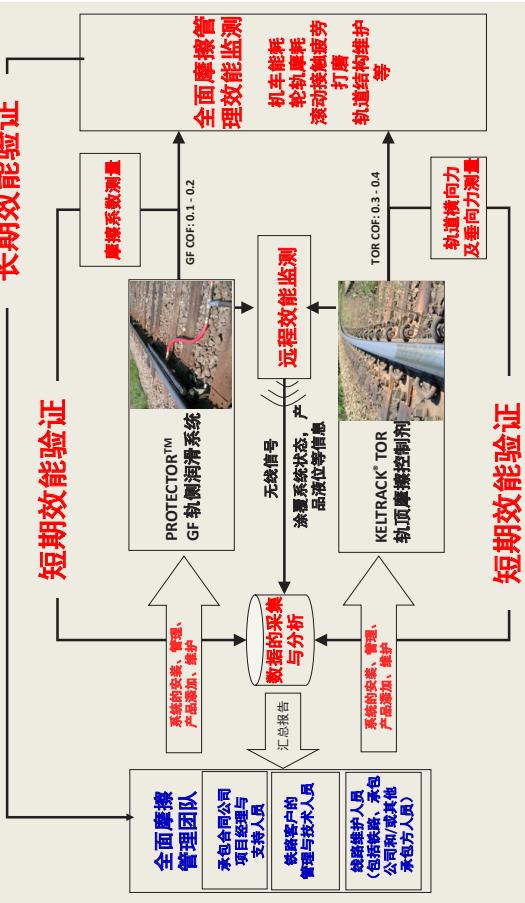
## 摩擦管理的经济效益分析 - 样本2

### 系统的维护成本分析

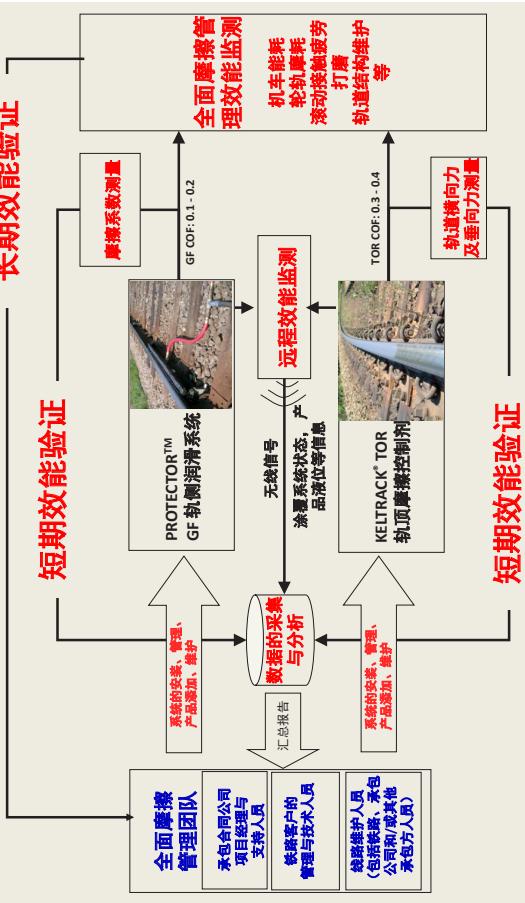
1. 维护工作造成的运营中断成本 Service Interruption
2. 钢轨打磨 Rail grinding
3. 键轮 Wheel profiling
4. 钢轨更换 Rail replacement
5. 车轮更换 Wheel replacement
6. 车辆与轨道的维护 Repairing vehicle/track components
7. 列车脱轨造成的运营中断 Derailment related costs (uncertain)
8. 钢轨打磨车折旧成本 Rail grinding equipment depreciation
9. 键轮设备折旧成本 Wheel re-profiling equipment depreciation
10. 打磨车维护费用 Rail grinding equipment maintenance
11. 键床维护设备 Wheel re-profiling equipment maintenance
12. 维护摩擦管理费用 Friction management program

## 全面摩擦管理的效能监控

### 长期效能验证

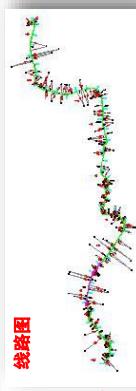


### 短期效能验证

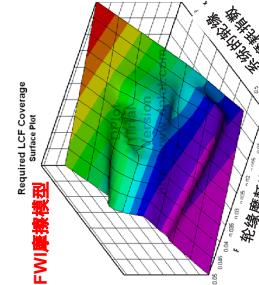


## 轮缘润滑滑器安装比率的确定

### 线路图



FWI模型给出不同系统条件件（车辆、线路）下推荐使用的LCF润滑器安装比例。



LCF摩擦模型  
Required LCF Coverage  
Surface Plot

- 仰赖于LCF材料的良好润滑性能和在轮轨之间的优异转移能力，并非所有的车轮上都需要安装LCF润滑器。
- 选择润滑器的安装比例和安装位置将根据（1）线路和车辆情况由；（2）FWI磨耗模型；（3）客户的磨耗控制的要求。

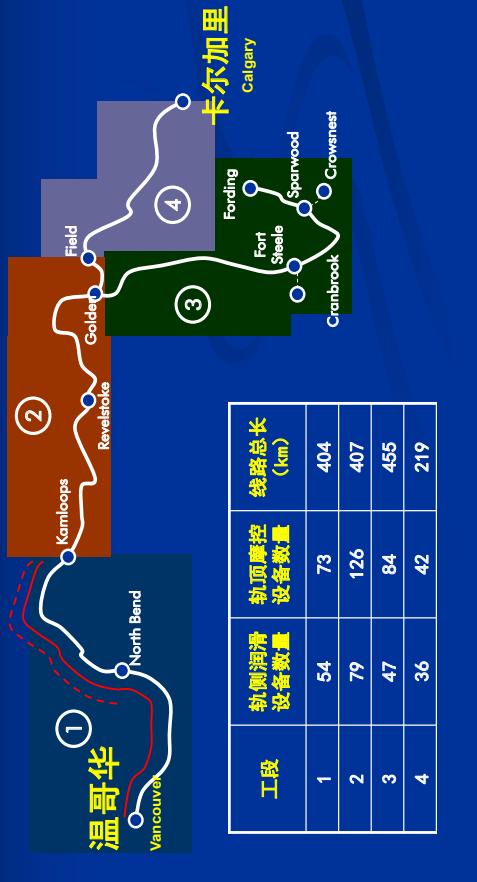
模型计算出最适合各系统条件的LCF轮缘润滑滑器在列车上的安装位置

## 效能监测的主要指标

- **系统正常工作时间 (Unit Uptime)**：采用远程效能监控技术 (Remote Performance Monitoring (RPM)) 来监测地面涂层系统正常工作的有效时间和由客户指定的系统工作状态。
- **GF-侧润滑的效果**：可使用Salient的手推式摩擦系数仪或者适用于大区间的高速摩擦系数测量仪来监测钢轨轨角和轨侧面的润滑效果和润滑剂的携带距离。

- **TOF-顶摩擦控制的效果**：可采用监测钢轨轨角和轨侧面的润滑效果和润滑剂的携带距离。
- **钢轨寿命监测**：可采用局部（手持式钢轨廓形仪器）和大范围（轨检车）相结合的方法。
- **滚动解除疲劳/钢轨打磨**：跟踪记录钢轨表面损伤的发展（譬如鱼鳞纹、剥离块等等）
- **轨道结构的维护**：分析由轨检车收集的轨道轨距变化数据，检验摩擦管理控制轨道结构及几何尺寸变化的效果
- **列车能量消耗**：监测电力或者内燃机车的能耗

## CP西部山区线路上实施全面摩擦管理



## 第五部分：全面摩擦管理案例分析

### 案例一：北美CP重载铁路

### 案例二：欧洲 Heathrow 机场快轨

### 案例三：国内山区线路

- Sroba P, Oldknow K, Dashko R, et al. Canadian Pacific Railway 100% Effective Friction Management Strategy [C]//Proceedings of the 8th IHHA Conference, Rio de Janeiro, Brazil, 2005.
- Roney M, Eadie DT, Oldknow K, et al. Total Friction Management on Canadian Pacific [C]//9th IHHA Conference Proceedings, China, Shanghai, 2009.

## CP铁路的全面摩擦管理的项目背景

- 实施“百分之百轨侧有效润滑”项目(2000-2001)
  - ✓ 证明通过轨侧润滑能够降低机车能耗和消除钢轨侧磨
  - ✓ 显示仅使用轨侧润滑会引起转向架冲角增大，造成轨顶的垂直磨耗增长
- 安大略北部服务区区域管理(2003至今)
  - ✓ 证明了可将轮轨界面摩擦管理业务外包给合同公司执行，由合同公司指导铁路人员来进行设备的运行与维护
- 实施“百分之百有效摩擦控制”项目(2004-2005)
  - ✓ 证明了采用轨顶摩擦调节剂进行轨顶摩擦管理，能有效降低横向力(24%-40%)和钢轨磨耗(~50%)
- 验证实施全面摩擦管理(同时实施轨侧润滑和轨顶摩擦控制)降低钢轨磨损以及降低机车能耗的效果(2007)
  - CP铁路公司完成实施全面摩擦管理技术的经济效益分析，最终决定在线内大范围推广。

## CP全面摩擦管理结果 (IHHA 2009)

- 轨距修整:
  - ✓ 曲率低于 $3^\circ$  ( $R > 218m$ ) 的曲线轨距修正相关费用降低了30%
- 钢轨磨耗:
  - ✓ 从第1年到第5年，降低了50%
  - ✓ 从第6年到第10年，降低了20%
- 车轮磨耗:
  - ✓ 降低了15%
  - RCF滚动接触疲劳和打磨工作量:
    - ✓ 效果显著
    - 能耗的节省:
      - ✓ 5% - 8%



液压式液体添加装置可以给轨顶和轨侧设备分别快速添加KELTRACK摩擦调节剂和润滑油脂。



**LB Foster（艾宾福斯特）公司  
承保的服务工作包括：**

- 对轨顶和轨侧设备的日常检查以确保其正常工作。
- 对铁路指定的的润滑油/摩擦人员和设备操作人员提供日常管理。
- 每天收集整理设备的远程监控数据并汇报给铁路。
- 为铁路人员提供维护、修理和服务中心的培训。
- 为铁路提供设备的正常运行时间、摩擦调节剂和润滑油脂的消耗数据。
- 使用摩擦系数仪采集摩擦系数数据。
- 通过横向数据的收集分析监测轨顶摩擦控制的效果。

## 第五部分：全面摩擦管理案例分析

**案例一：北美CP重载铁路**

**案例二：欧洲Heathrow机场快轨**

**案例三：国内山区线路**

*Chestney M, Daakal N, Eadie D. The Effect of Top of Rail Friction Control on a European Passenger System: The Heathrow Express Friction Control in Procurement Contract Mechanic Italy, Florence 2009*

## CP全面摩擦管理经验（2）

- 全面摩擦管理的整体项目的最终经济效益分析由第三方金融咨询公司完成，其中所需的数据的收集和分析分别由加拿大国家研究委员会（NRC）和艾宾福斯特公司（LB Foster）分别完成，其中包括车轮与钢轨的磨耗、机车能耗、线路维护费用、以及基础设施的投入等等。

- 经济效益分析预期每年节省钢轨费用加币约3百20万，车轮费用40万，轨道交通修复工作费用1百万。

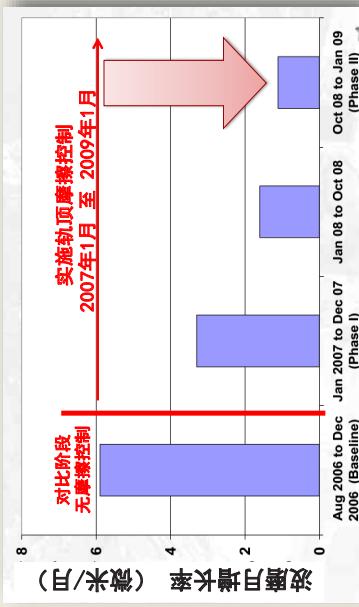
- 铁路公司将这些保守预估的数据用于相关预算的调整，将部分资金从运输部分（机车燃料）和机械部门（车轮）转移成支持全面摩擦管理（添购消耗品）所需的工程预算。



*Roney M, Reducing the Stress State on Canadian Pacific's Western Corridor, Interface – the Journal of Wheel and Rail, Oct., 2013. (<http://interfacejournal.com/archives/121>).*

## 波磨的治理效果

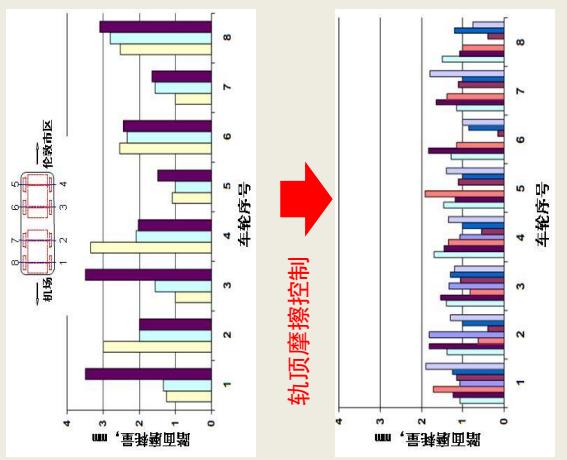
- 现场试验及多年的使用证明轨顶涂覆摩擦调节剂不影响信号和车辆制动。
- 有效降低车轮踏面磨耗，缩小两侧车轮的磨耗速度差别。
- 波磨增长率下降了80%，有效地延长了钢轨的打磨间隔。



## 车轮减摩的效果

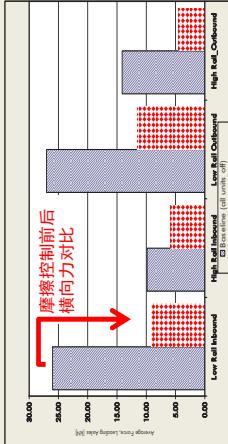
- 治理之前：**（动车）驱动轮的车轮磨耗要高于拖车的车轮磨耗，这主要是由于驱动轮上所承受的蠕滑率较高，导致摩擦力较大。

**治理之后：**轨顶的摩擦控制显著降低了车轮的踏面磨耗。对于同一线路上运行相同距离的车辆，车轮磨耗最高可以降低一半。



57

## 振动的治理效果



- 有效解决了因横向力而造成的扣件破损问题，从原来每周40套降低至仅4-5套，降低了90%。

## 第五部分：全面摩擦管理案例分析

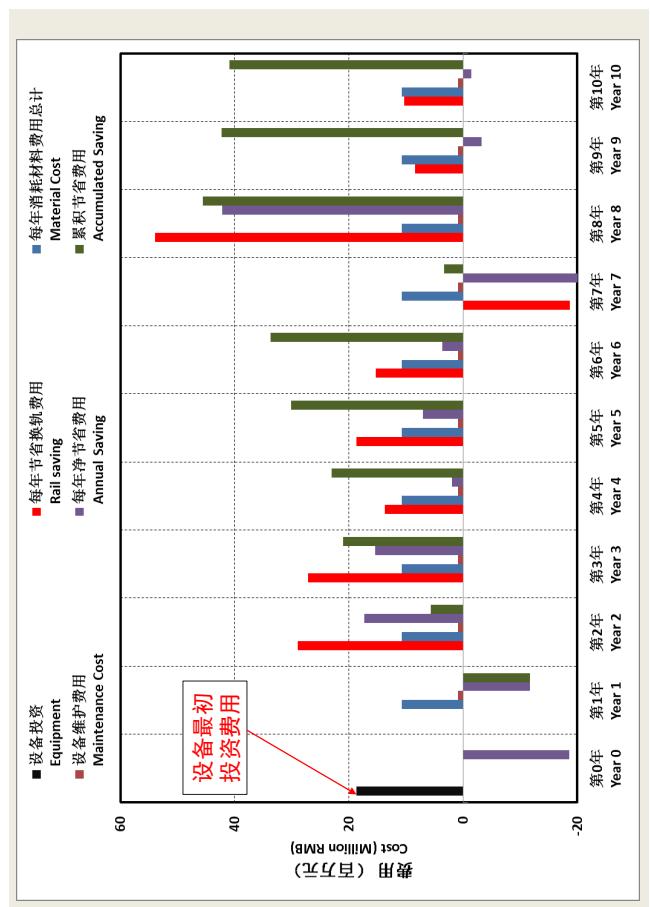
- 案例一：**北美CP重载铁路  
**案例二：**欧洲Heathrow机场快轨  
**案例三：**国内山区线路

## 线路特征

- 山区线路150公里，其中小半径曲线(<400米)总长100公里
- 年通过重量约为10亿吨(100 MGT)
- 客货混跑
- 典型的小半径曲线寿命仅为150-200 MGT
- 每年安排一次修复性打磨，用于去除疲劳裂纹和飞边，恢复型面
- 全面摩擦管理的经济效益仅考虑延长钢轨寿命和延长打磨间隔(15%)；因缺乏数据，暂未考虑在降低机车能耗、减少车轮磨耗与维护，降低线路维护等方面的费用降低
- 投资可在两年内收回成本

## 总结

- 轮轨界面的摩擦管理是在两个轮、轨接触部位同时实施不同的摩擦管理策略。
- 轨顶/车轮踏面的摩擦控制，可采用液体或者固体摩擦调节剂，控制轨顶的摩擦系数在0.3 - 0.4，改变负摩擦变正摩擦特征；轨距面/车轮轮廓的润滑保护，则采用润滑油或者固体润滑块，提供作用距离长、适应温度广、润滑剂精确涂覆的润滑方法。
- 全面摩擦管理是将摩擦管理技术的实施、维护、监测与评估综合起来的系统管理体系，最终目的是帮助铁路系统获得摩擦管理技术的最大效益，并有效降低线路的维护成本。
  - 降低轮、轨磨耗，延长轮、轨寿命
  - 降低列车通过曲线时的横向力，降低列车脱轨风险，提高列车运行安全
  - 降低钢轨上的滚动接触疲劳的发展，延长钢轨打磨间隔
  - 降低车轮踏面和轮缘磨损率，延长车轮辙轮间隔
  - 抑制钢轨波磨的增长
  - 降低机车能耗
- 轮轨界面摩擦管理的主要效能包括：





## Durable Track Geometry

### Stoneblower

更具轨道几何形立耐久性的  
轨道交通吹渣车

Sept 2015

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

- The initial trials were successful and led to a prototype being converted from a tamper in 1984. 最初的试验效果良好，促成了1984年将一台捣固车改装成吹渣车的原型样车。

- Following extensive trials by British Rail using the prototype it was proved that the principle was valid but the converted machine was unsuitable for use as a production machine. 接下来英国国铁用这台样车所做的大量试验证明，其原理行之有效，但其改装的设备不适合作为专用机械投入使用。

- The success of the trials enabled British Rail to release a tender for the supply of plain line production Stoneblowers. Pandrol Jackson (acquired by Harsco in 1999) was awarded the contract. 试验的成功使得英国国铁发布了一项用于平直道的专用吹渣车招标。潘杰拉杰完速公司（1999年被哈斯科公司收购）中标此项目。

- Up to today 21 plain line and 3 multi-purpose Stoneblowers have been supplied to UK 截至今日，已经在英国提供了21台平直道吹渣车和3台多用途吹渣车。

2

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

- The first production Stoneblowers, designed by Harsco Rail, used these same principles and mechanised them. 哈斯科铁路公司设计的首台专用吹渣车采用了同样的原理并机械化了它们。

- The vehicle bogies enable the loaded track profile (and hence the voids under the sleepers) to be measured. The track design computer calculates the quantity of stone required to be "blown" under the sleeper. 每根枕木下的空隙（以及枕木下的空隙）可被测量。轨道设计计算机计算出所需吹入枕木下的道砟石的数量。

- The machine is also able to produce smoother lateral and longitudinal profiles over greater distances. 这台机器也可以在更长的线路上产生更为平顺的横向和纵向轮廓。

- The modern Stoneblower is designed to restore the track's vertical and lateral alignment to an accuracy of 1.0mm, without disturbing the pre-existing compacted ballast memory. 现代吹渣车设计成功地恢复了轨道的垂直和横向精度到1毫米的程度，而无需中断期间已经存储的压碎道砟内存。

- After treatment with the Stoneblower the line treated can be immediately handed back at full line speed 经过吹渣车作业后的线路可以立即恢复正常速度应用工况。

3

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

British Rail – Railway Technical Centre RTC, Derby 1970's  
英国国铁公司在德比的铁路技术中心于70年代开发

During the late 1970's, the British Rail Railway Technical Centre developed mechanisation of the traditional manual method of "Measured Shovel Packing" "Measured Shovel Packing" #垫道机械:

Voids are measured under individual sleepers, each sleeper is lifted and a measured quantity of small stone is spread under the sleeper with a shovel.

测量每根枕木下的空隙，将其翻开，再将测量算出的道砟石分布到枕木之下。

This method of treatment is durable but very labour intensive and does not give a smooth original profile. 但其方法耗时且费力，而且其效果并不理想。

To prove the theory of "Measured Shovel Packing" British Rail modified a tamper and installed a system for distributing the small stone under the sleeper with a blast of compressed air. 为证明"垫道机械"的原理，英国国铁改装了一台捣固车，在其上安装了一个通过压缩空气吹渣的小道砟分配系统。

**This was the birth of the Stoneblower 这就是吹渣车的起源**

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

## Multi-Purpose Stoneblower 多功能吹碴车



### 吹碴车 (MPSB) Harsco Rail – Multi Purpose Stoneblower

- The modern Stoneblower is now a machine that can treat plain line and switch and crossing units using one or multiple units in parallel. 现代吹碴车目前可以单台或多台并行地在平直道、岔道和交叉道口进行施工作业



© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

## UK Current Usage & Outputs 目前在英国的使用及其效果



- Over 20 years of operational experience 已有超过20年的运用经验
- Over 30,000 km of plain line maintained 已有超过3万公里平直道的吹碴作业
- Over 6,000 S&C units maintained 已有超过6千台的道岔和交叉道口的吹碴作业
- 90% of slow lines are treated by the Stoneblower
- 90% of慢速线路是用吹碴车进行养护的
- 75% of all peripheral routes are Stoneblower only
- 仅有75%的外部线路是用吹碴车进行养护的
- 10% of fast lines are treated by the Stoneblower
- 10%的快速线路采用吹碴车进行养护作业
- Average output of the machines is 410m/h with a maximum of 832m/h 平均而言，吹碴车的施工可达410米/小时，最高可达832米/小时

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

## Stoneblower Capabilities 吹碴车的性能



- Maintain curves > 150 m radius 吹碴车作业的曲线半径 > 150米
- Maintain out of square and poorly spaced sleepers 针对自身及其排布不规则的轨枕部位作业
- Maintain obstructed sleepers 有障碍的轨枕处也能作业
- Maintain Check – railed curves 能在曲线段对轨枕吹碴作业
- Maintain 3rd rail electrified track 维护第3轨受电的轨道
- Stone capacity 16 tonnes 炸石容量16吨
- Average stone consumption 7t/km to 10t/km 平均耗石消耗 7~10吨/公里
- Max design lift 40mm 轨道最高设计提升高度 40毫米
- Separate track quality design algorithms for each track category 针对不同等级轨道有不同的轨道质量设计算法
- Automatic production of track design 轨道设计自动产出
- 3 stages of production – Measure – Treat (measuring speed up to 16km/h) 分3步施工：测量 – 设计 – 施工作业（测量速度高达16公里/小时）

6

## Stoneblower Capabilities 吹碴车的性能



- Ability to Treat Obstructed Sleepers  
在有障碍的轨枕处也能进行吹碴作业

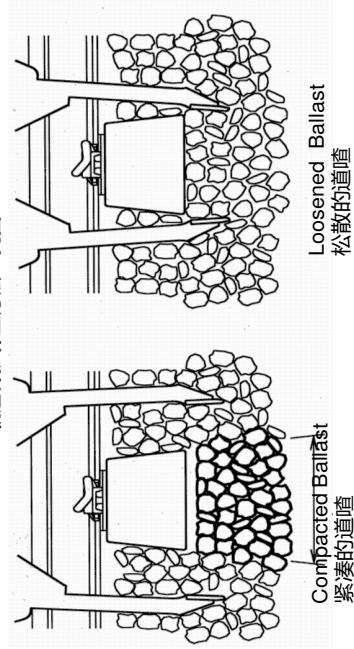


© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

7

## Tamper v Stoneblower 捣固与吹碴对比

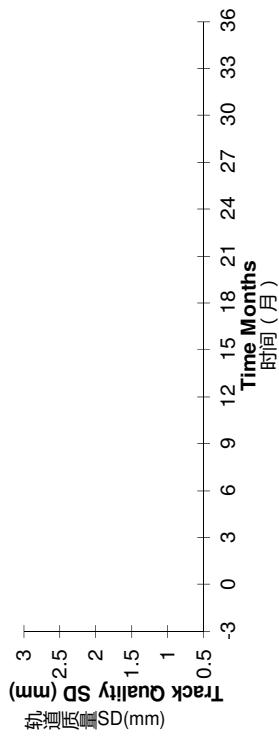
### Track Treatment Methods – Tamping 轨道养护作业方法 – 捣固



© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

8.

## Track Quality History 轨道质量记录



10.

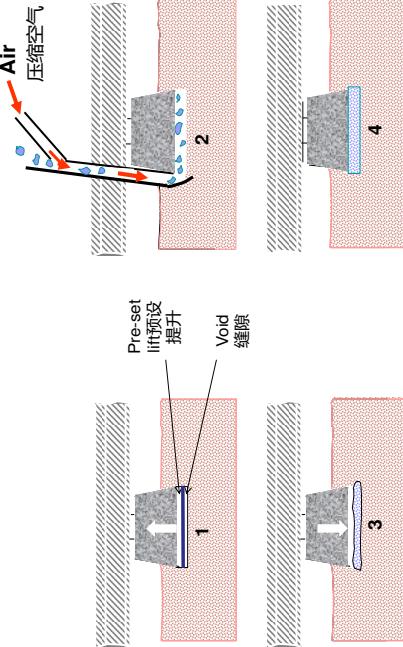
## Ballast Profile after Tamping “Ballast Memory” 捣固之后的道碴形状“道碴存储数据居”



© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

9.

## Stoneblower Sequence 吹碴作业工序



11.

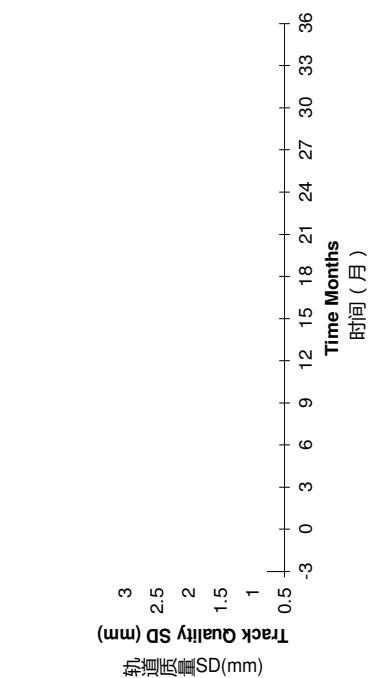
© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

## Track Quality History 道喳质量

HARSCO  
哈斯科

## Ballast Damage - Tests 道喳损坏 - 试验

HARSCO  
哈斯科



© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

12

14



© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

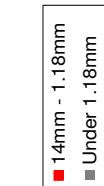
14



© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.



花岗岩道喳作业所产生的细碴  
FINES PRODUCED BY MAINTENANCE  
Granite Ballast



- Test carried out by Railtrack research laboratory in Derby using granite and limestone ballast 德比铁道研究实验室用花岗岩石和水泥道喳做试验
- These test were repeated 3 times with 10 cycles in each test 试验重复3次，每次10个周期
- Test were carried out to compare damage from tamping and Stoneblowing 试验验证了捣固和吹渣的道喳损坏情况对比

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

15

## Ballast Damage - Results 道喳损坏 - 结果

HARSCO  
哈斯科

## Ballast Damage - Tests 道喳损坏 - 试验

HARSCO  
哈斯科

- Normal Traffic 常规通行状况:
  - 1 Million Gross Tonnes (MGT) of Traffic Generates 0.2kg of fines — 百万吨的通行产生0.2公斤的细碴
- Tamping 捣固:
  - Each tamp generates 4kg of fines 每次捣固产生4公斤细碴
  - Therefore the damage from each tamp equates to 20 MGT of traffic 从而每次捣固对道喳的损坏相当于2千万吨的通行
- Stoneblowing 吹渣:
  - Each insertion with the blowing tubes generates 0.6kg of fines 每次
    - Each head of the tube produces 0.6kg of fines 每次吹渣管头的插入产生0.6公斤的细碴
    - Therefore, the damage from each insertion equates to 3MGT of traffic 从而每次插入相当于3百万吨的通行
- Maintaining by a Stoneblower considerably increases the life of the ballast 因此吹渣相当程度地延长了道喳的使用寿命

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

15

## Benefits of Stoneblowing 吹渣的好处



- Can be used on High Speed Lines 能够在高速线路采用
- Reduces the frequency of intervention 减小了受干扰频度
- Treats only the sleepers that need treatment 仅需养护需要养护的轨枕处
- Stoneblowing reduces ballast damage 吹渣降低了道渣损坏
  - The damage from 1 tamp equates to the damage from 20MGT of traffic 一次捣固的道渣损坏相当于通行20万吨的程度
  - Tamping eventually makes track 'untamppable' 捣固最终将导致轨道“不能再捣固”。
- Renewals can be deferred 能够延长更换新渣的时间

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

16

## Stoneblower – Questions? 吹渣 – 任何问题？



- Question 1 – Will the injected stone cause drainage problems? 问题1 – 吹渣石会导致排水问题吗？
- Answer – The stone size and shape are such that they form identical structures to that of the larger ballast therefore allowing good drainage to take place. 回答 – 吹渣石的形状和尺寸与较大的道渣结构相同，因此可以顺利排水
- The small stone does not percolate through the ballast 小石子不会通过道砟渗出
- Laboratory tests at Massachusetts and Sheffield Universities shown the stone remains on the top of the ballast bed 马萨诸塞州和谢菲尔德的大学实验室试验表明吹石保持在道床的顶部
- No evidence of problems from 30,000 km of track maintained 从已经进行养护的33万公里看，没有发现问题

18

## Benefits of Stoneblowing 吹渣的好处



Only sections of track that require treatment are treated  
仅需要养护的轨道区域进行养护

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

17

## Ballast Migration 道渣迁移



University of Massachusetts Ballast Loading Test Stand  
马萨诸塞州大学的道渣负载试验台



© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

19

## Ballast Migration 道碴迁移



### Pre-Test Ballast Distribution 试验前的道碴分布



© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

20

## Ballast Migration 道碴迁移



### Post-Treatment Ballast Condition 试验后的道碴情况



© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

55

## Stoneblower – Question? 吹碴 – 任何问题？



- Question 2 – Is the injected stone likely to fail more rapidly than the existing ballast and cause drainage problems? 问题2 – 注入的咋石会比现有道碴更快地失效而影响排水吗？

- Particularly under heavy axle loads 尤其是在重载轴重情况下

□ Answer – The stone used comes from the same quarries and has the same attrition values as normal ballast. Tests have shown that the forces needed to crush the small stone are greater than those needed to crush normal ballast. 回答 – 咤石来自相同的采石场并具备与一般道碴同样的磨耗值。试验表明压碎小咋石的力大于压碎一般道碴的力。

□ The small stone is less likely to fail under heavy axle loads as the force pushing down on the stone is spread over a greater surface area, therefore causing less damage to the underneath of the sleeper. 在重载轴重下，小咋石更难失效，从而对轨枕下的损坏更小。 Figure 10  
Harsco Corporation. All Rights Reserved.

22

## Stoneblower – Question? 吹碴 – 任何问题？



- Question 3 – Does the track becomes more rigid after treatment from the Stoneblower therefore potentially causing more damage to the track as the forces and loads from the train are transposed through to the track bed? 问题3 – 轨道在做吹碴养护后会变得更牢固，当列车通过时对道床施加的力和载荷会更大，从而潜在引起轨道受力的严重损害吗？

□ Answer – The Stoneblower only treats the area underneath the foot of the rail. The majority of the sleeper is still supported on the existing ballast and formation, therefore there is no loss in flexibility of the track. 回答 – 只有轨枕底部实施。轨枕的大部分还是由既有道碴结构支撑，不会有轨枕弹性的损失。

□ In certain cases where the track is contaminated with mud, fines etc, the introduction of the stone from the Stoneblower improves the flexibility of the track. 在某些轨道被泥浆、细沙等侵蝕情况下，由吹碴所注入的咋石更能改进轨道弹性。

23

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

## Stoneblower – Question? 吹渣 – 任何问题？

- Question 4 – Once track has been treated by a Stoneblower is it possible to treat the same section of track with a tamper? 问题4 – 一旦轨道经吹渣养护，相同区段是否还可以进行捣固养护？

Answer – Track can be tamped after being treated by a Stoneblower – but there will be no benefits gained by this. In reality it will return the track back to the poor conditions that existed prior to being treated by the Stoneblower. 答复 – 吹渣施工后仍可以进行捣固养护 – 但好处不多。事实上会将轨道带回到进行吹渣施工之前的较差状态

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

24

## Multi-Purpose Stoneblower – Flexibility 多功能吹渣车 – 灵活性

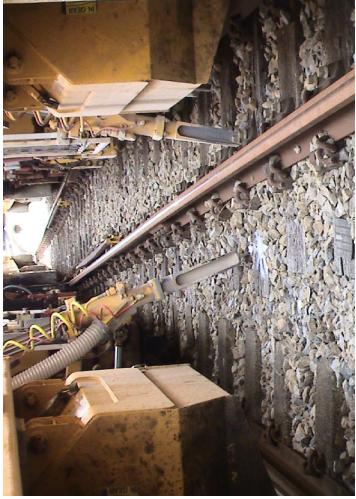


© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

25

## Multiple Working – Question? 多功能吹渣车的工作

### Parallel Working 并行吹渣作业



© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

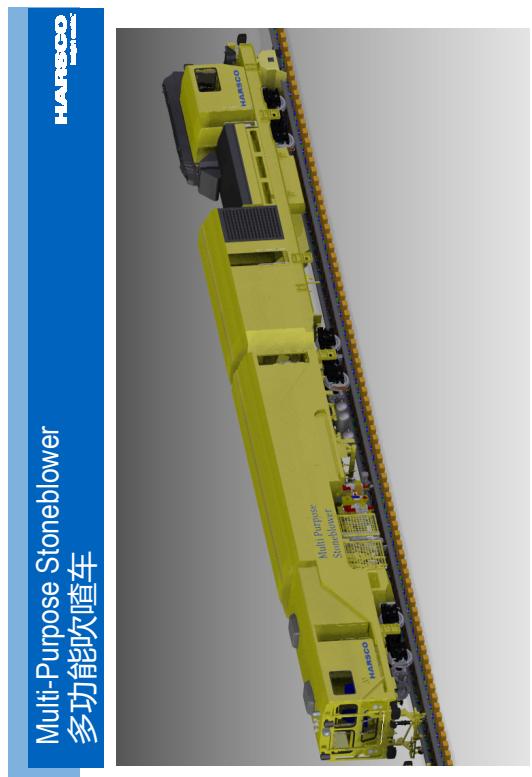
26

## The Future – MPSB/DTC 未来发展趋势-MPSB (多功能吹渣车) /DTC ( 稳固车 )

- In the continually changing world of track treatment it is essential that the machinery available to the track engineer is able to provide the quality of track alignment required for the increasing line speeds. 在不断变化的轨道养护领域，关键是轨道工程师可用的养护设备能给不断提速的线路提供所需的高质量的轨道一致性的轨道
- In addition, the track must stay in alignment for longer periods 此外，轨道的一致性必须长期保持
- Which in turn reduces the overall maintenance costs 因此降低总的养护成本
- Harsco Rail understands these needs and has improved the design to include additional features that will provide high quality results needed by the track engineers 哈斯科铁路公司了解这些需求，并已经改进设计，包括提供轨道工程师所需的高质量结果的附加特征

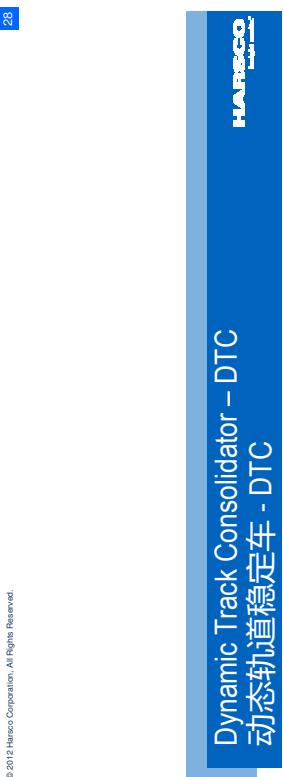
27

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.



Multi-Purpose Stoneblower  
多功能吹碴车

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.



28



MPSB-DTC  
多功能吹碴车与动态轨道稳定车重联

30



29

© 2012 Harsco Corporation. All Rights Reserved.

## Comparison with Equivalent Tamper 吹渣与捣固比较

**HARSCO**  
HARSCO

	Cost of Service 服务成本	Multi-Purpose Stonebreaker 多功能碎石机	Multi-Purpose Stonebreaker+ Tamper 多功能碎石机+捣固机
Tamper (0-4.4t dynamic) 捣固机	£5,260,000.00	£7,087,500.00	£8,682,500.00
Average selling price 0.6t石锤机单价	£5 15	20	20
Life of machine (years) 0.6t石锤机寿命 (年)	£350,000.00	£354,375.00	£433,125.00
Depreciation per year/年折旧费	£200	200	200
Number of shifts per year/年班次数	£1,720.00	£1,717.00	£2,165.00
Depreciation per shift/年班次折旧费	£100	100	100
Cost per year/年总成本	£350,000.00	£354,375.00	£433,125.00
Productivity per shift: PL (0.6t石锤机) (0.6t石锤机) over year: PL (0.6t石锤机) (0.6t石锤机) over 3 years = PL 三 年 (公里/小时)	4	3	3
Production (km) over 3 years = PL 三 年 (公里/小时)	800	600	600
Cost per km for year/年公里成本	£437.50	£196.98	£240.63
Cost of ballast per km/每公里碎石成本	Not Required/不需要	Not Required/不需要	Not Required/不需要
Cost of stone per km/每公里碎石成本	Not Required/不需要	£180	£180
Total cost per km/每公里成本	£1,087.500	£376,875	£420,625
Stonebreaker 0.6t石锤机 Tamper Year 1 捣固机第一年 Tamper Year 2 捣固机第二年 Tamper Year 3 捣固机第三年	Year 1 600km 800km 800km	Year 2 600km 800km 800km	Year 3 600km 800km 800km

© 1

**肯纳金属公司**

**KENNAMETAL®**

**通过刀具优化方案  
实现  
生产的降本增效**

**全球概览**

**KENNAMETAL**

**\$2.7 Billion 销售额**

**80,000+ 客户**

**13,000+ 员工**

**1,700+ 专利**

**40% 新产品**

**60+ 国家**

**<3% 最大客户**

**交通运输设备制造领域加工方案主供应商**

**KENNAMETAL**

**© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 2**

**肯纳金属中国简介**

**KENNAMETAL**

**天津工厂**

**大中国区总部上海**

**天津工厂**

**2002 正式设立肯纳中国公司**

**1995 建立浦东生产基地, 工程设计中心以及修理中心**

**1996 建立天津工厂, 与全球同步, 总投资将达一亿美元。**

**2007 建立天津工厂, 与全球同步, 总投资将达一亿美元。**

**2008 演示培训中心成立**

**© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 3**

**公司历史**

**KENNAMETAL**

**全球交通运输设备行业主供应商**

- 成立于1938年
- 美国纽交所上市公司 (KMT)
- 众多现代金属切削方案发明者
- 1848 Greenleaf Tap & Die Co. founded
- 1848 Greenleaf Tap & Die Co. incorporated
- 1848 Kennametal Co. incorporated
- 1849 Kennametal Co. acquires Greenleaf Tap & Die Co.
- 1861 Kennametal is incorporated as Kennametal Inc.
- 1961 Kennametal completes its initial public offering of stock
- 1967 China investment — Tianjin opens
- 1967 Kennametal acquires Saito & Camco
- 1968 Experts, forming Kennametal Overseas Corporation
- 1970 Kennametal implements transformation aligned to segments
- 1970 Kennametal acquires Romicon
- 1983 Kennametal acquires German toolmaker, Hertl AG
- 1983 Kennametal acquires \$27 million to build its Corporate Technology Center
- 1984 Kennametal acquires WIDA (India) Ltd.
- 2004 Kennametal purchases Chertoma Ltd
- 2006 Kennametal acquires Saito & Camco
- 2007 China investment — Tianjin opens
- 2008 Kennametal acquires ISKA
- 2009 Kennametal acquires Romicon
- 2010 Kennametal acquires Greenfield Industries Inc.
- 2012 Kennametal acquires German toolmaker, Hertl AG
- 2013 Kennametal acquires \$27 million to build its Corporate Technology Center

**深厚的技術积累, 持续不断的创新**

**演示中心**

**© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 1**

## 为中国高铁提供经济而高效的解决方案

### KMT 路面维护—KMT精细铣刨鼓，铣刨刀



#### 更高速的发展需求

→ 最大的安全和舒适

→ 最好的投送和运输能力

→ 效率和环境

Data source: ITC

© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 4

高铁路速路段有多段隧道，特别是在上坡段隧道、新隧道、老隧道为坡度为坡率1.98%的连续下坡。隧道内因刹车水造高路基滑，容易发生行车事故。为了提高路面抗滑性能，在2015年3月对该隧道路面进行铣刨，铣刨后效果明显，大幅面表粗糙度及平整度，提高路面抗滑性能及行车舒适性。



合金磨头具有各种规格及外形设计，满足不同工况及设备需求  
→ 适用于各类松散至高硬度路面工况  
- 实现设备最佳性能和燃油效率

6

### KMT 桩机产品—旋挖钻



#### 铁路基建 KMT 桩基与路面产品



© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 7



- 旋挖钻
  - 刀座
  - 锥型齿
  - 刀型齿
  - 耙磨条
  - 特殊工具





**转向构架的切削加工**

针对不同类型转向架有不同的解决方案

→整体式最终形状结构  
钢号 335/2163 (S52-3)  
→承重元件的重量支撑

**Dodekabuchse**



**高精度和高性能的工具**

**KSEH 铣块钻头**



**HARVI II 环形刀**



**MILL 1-10 环形刀**



**KM-Mod Bore 钻孔机**



**HSS-E-PM 丝锥**





© 2010 Kennametal Inc. | All rights reserved. Proprietary and Confidential

**为中国高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**

**用于新车轮加工的KM100系统**

KM系列快速换刀刀具系统具有较高的稳定性、高重复定位性，同时具备较高的抗弯能力。



W轮毂孔的粗加工  $\text{RC}.., \varnothing 32$



© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 16

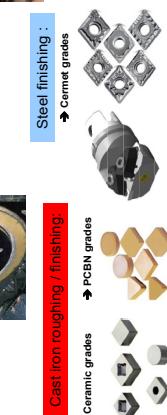
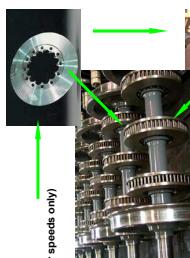
**为中国高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**

**钢制刹车盘:**

**优点**

> High thermal load  
> Better crack & wear resistance

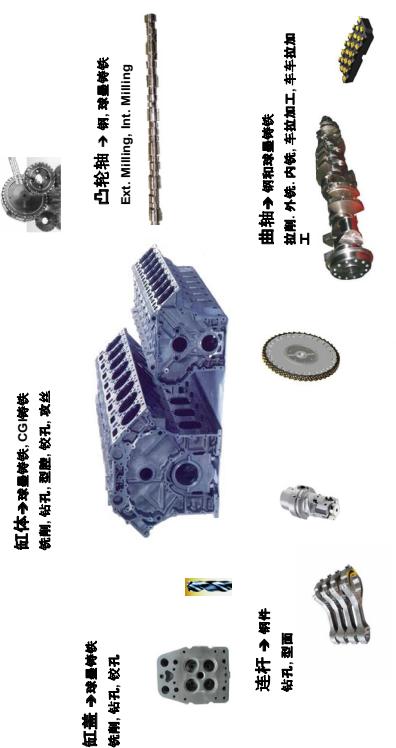


© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 17

**为中国高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**

**柴油发动机**

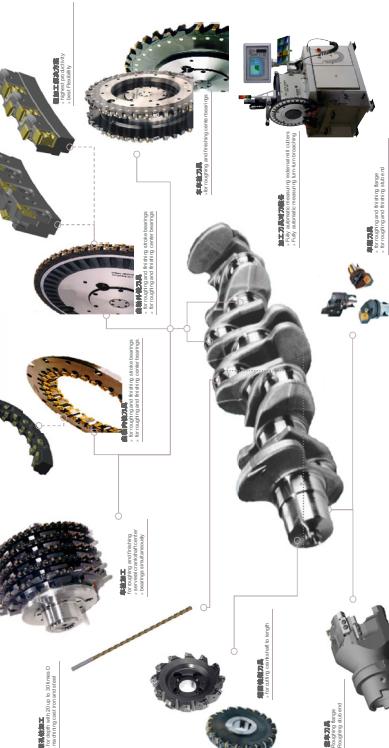


© 2010 Kennametal Inc. Proprietary and Confidential | 18

**为中国高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**

**曲轴加工**



© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 19

**为高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**

**齿轮箱**



© 2010 Kennametal Inc. Proprietary and Confidential | 18

**为中国高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**

**铁路叉道钢轨专用加工刀具**

**Machining of rail switches**

ENGINEERING YOUR COMPETITIVE EDGE

© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 22

**铁路运营维护**



**为中国高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**

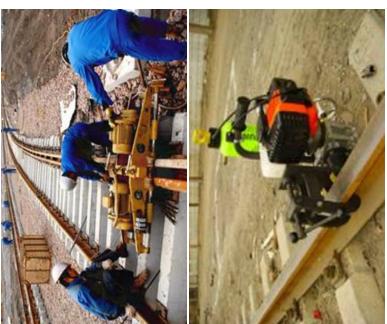
**铝合金车削**

DIN 69871 Shank

**铁轨及道岔加工**



## 钢轨连接孔的高效加工



- 高效的加工可以在短的窗口期完成更多孔的加工
- 生产成本低
- 操作简单
- 库存少

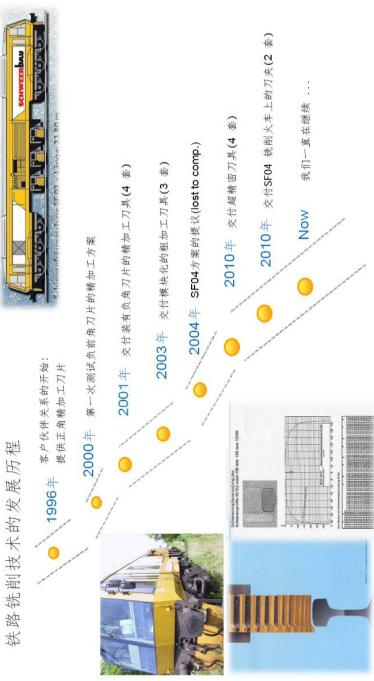


© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential. 24



## 钢轨铣磨刀

### 铁路铣削技术的发展历程



© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential. 26

## 铁轨的铣削修整

**粗铣刀盘 Ø 660**  
 $Z = 26, \text{no. of inserts } 182$



**精铣刀盘 Ø 600**  
 $Z = 36/72, \text{no. of inserts } 72$



切削参数:  
 $V_c = 180 \text{ m/min}$   
 $V_f = 20 \text{ m/min}$

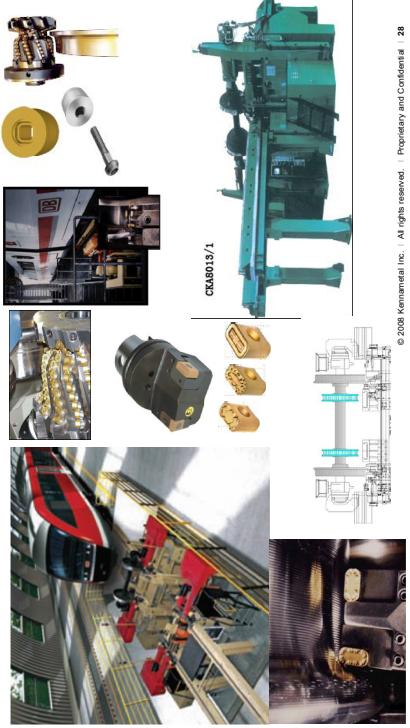
刀具寿命: 1,864 - 3000 m/edge

© 2008 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential. 27

**为中国高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**

铁路轮对修整不落轮机床



© 2008 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 28

**为中国高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**

铁路专用机床



© 2008 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 29

**为中国高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**



- 帮助实现项目的安全和可靠
- 降低铁路产品全寿命周期总成本，并提升效率

© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 30

**为中国高铁提供经济而高效的解决方案**

**KENNAMETAL**



与中国铁路携手同行



© 2010 Kennametal Inc. All rights reserved. Proprietary and Confidential | 31

## GE如何降低机车运用成本

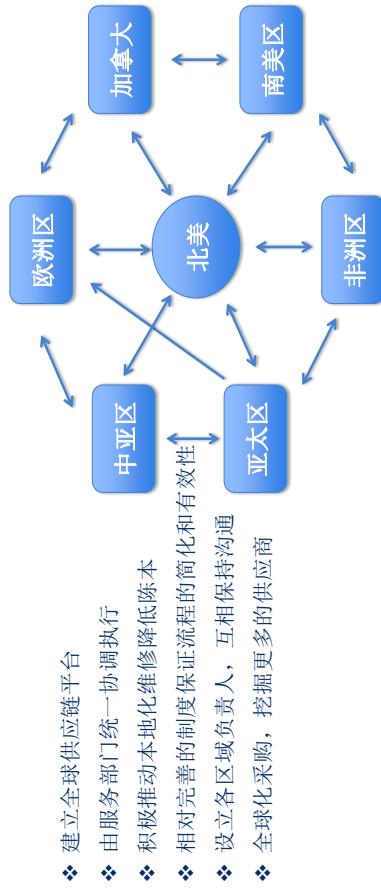


## GE如何降低机车运用成本

- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1 | 为客户提供系统的服务方案，降低机车维护成本  |
| 2 | 提高本地化维修能力，全球资源共享       |
| 3 | 根据客户需求开发新技术            |
| 4 | 建立机车维护成本大数据，不断优化财务管理流程 |



2 提高本地化维修能力，全球资源共享



1 为客户提供系统的服务方案，降低机车维护成本

- | 提供机车大包服务           | ✓ 成立专门的全球服务团队<br>✓ 根据客户的需求制定机车服务方案<br>✓ 多种机车大包服务模式<br>✓ 丰富的管理经验<br>✓ E-service等电子工具管理系统<br>✓ 完善的供应链管理<br>✓ 严格质量控制 |
|--------------------|---|
| □ 建立综合的系统服务平台RC360 | ✓ 整合了运输集团旗下的各业务产品<br>✓ 建立了综合的服务平台 (Rail connect 360)<br>✓ 远程实时诊断降低机车大部件破损<br>✓ 优化检修系统, 节省日常维护费用                   |



- | 提供机车大包服务           | ✓ 成立专门的全球服务团队<br>✓ 根据客户的需求制定机车服务方案<br>✓ 多种机车大包服务模式<br>✓ 丰富的管理经验<br>✓ E-service等电子工具管理系统<br>✓ 完善的供应链管理<br>✓ 严格质量控制 |
|--------------------|---|
| □ 建立综合的系统服务平台RC360 | ✓ 整合了运输集团旗下的各业务产品<br>✓ 建立了综合的服务平台 (Rail connect 360)<br>✓ 远程实时诊断降低机车大部件破损<br>✓ 优化检修系统，节省日常维护费用                    |

□ 提供机车大包服务

## □ 建立综合的系统服务平台RC360

- | 提供机车大包服务           | ✓ 成立专门的全球服务团队<br>✓ 根据客户的需求制定机车服务方案<br>✓ 多种机车大包服务模式<br>✓ 丰富的管理经验<br>✓ E-service等电子工具管理系统<br>✓ 完善的供应链管理<br>✓ 严格质量控制 |
|--------------------|---|
| □ 建立综合的系统服务平台RC360 | ✓ 整合了运输集团旗下的各业务产品<br>✓ 建立了综合的服务平台 (Rail connect 360)<br>✓ 远程实时诊断降低机车大部件破损<br>✓ 优化检修系统，节省日常维护费用                    |

### 3 | 根据客户需求开发新技术

- 收集外部和内部客户的不同需求进行立项
- GE积极推进新产品的研发以满足市场的变化
- 每年投入大量的费用用于减低产品的成本

#### 机车优化操作系统

- 更加节省燃油
- 降低人力成本
- 增加牵引力和提高效率

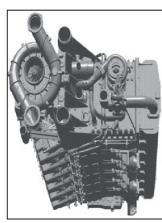
- 提前判断柴油机故障
- 减少大部件破损的概率
- 合理的安排检修资源

#### 柴油机故障预诊断

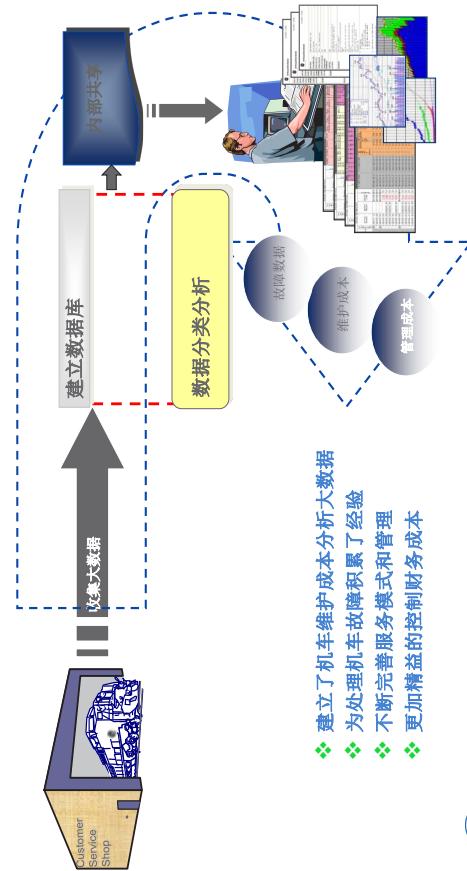
- 以客户的需求数为导向

- 节省燃油成本

- 更加节能环保



### 4 | 建立机车维护成本大数据，不断优化财务管理流程



## Introduction简介

# Wabtec Corporation西屋公司



# Railway Life Cycle Cost 寿命周期成本

## Ideas for innovative solutions

## Friction couple LCC

摩擦副寿命周期成本创新解决方案的研究

**Wabtec**

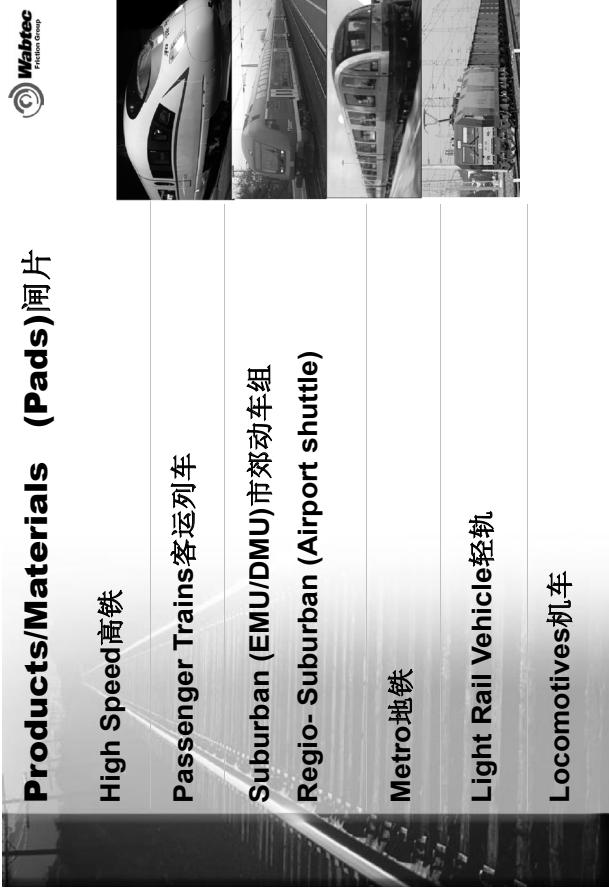
September 2015

## Agenda 会议议程

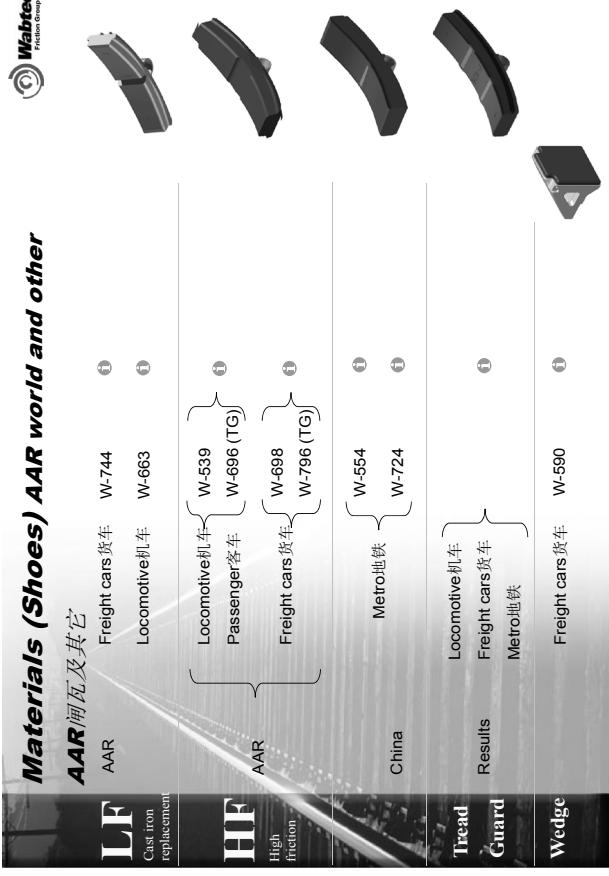
- Introduction 简介
  - Wabtec at a glance 西屋公司简介
- Products 产品
  - Brief overview, solutions for all applications around the world 简介，世界范围内所有应用的解决方案
- R & D competence 研发能力
  - Test and validation 试验和验证
- Providing solutions through partnership 通过提供合作关系提供解决方案
  - Examples - LCC and product performance 举例-寿命周期成本和产品性能



## Products/Materials (Pads) 阀片



## **Materials (Shoes) AAR world and other**



448 闻瓦及其它

Freight cars 货车	W-744
Locomotive 机车	W-663

```

graph TD
    A[Locomotive & Locomotive-like vehicles] --- B[Locomotive-like vehicles]
    B --- C[Passenger vehicles]
    B --- D[Freight cars]
    C --- E[W-539]
    C --- F[W-696 (TG)]
    D --- G[W-698]
    D --- H[W-796 (TG)]
  
```

The diagram illustrates the classification of the W series. It shows two main groups: W-554 and W-724, which are both associated with the label "Metro地鐵". Below these, a bracket groups "locomotive" and "flatcars" (机车 and 货车) under the heading "Freight cars" (Freight cars).

Freight cars 货车 W-590  
Metro地鐵 ]

## High Speed 高速

Locomotive No. 663

Locomotive	机车	W-539
Passenger car	客车	W-696 (TG)
Freight car	货车	W-698
		W-798 (TG)

Diagram illustrating the classification of rail vehicles:

- W-554 and W-724 are both categorized as **Locomotive 机车** (Locomotive) and **Metro地鐵** (Metrorail).
- W-554 and W-724 are also grouped under the label **Freight cars 货车**.

Freight cars 货车 W-590  
Metro地鐵 ]

High Speed 高鐵

Locomotive No. 663

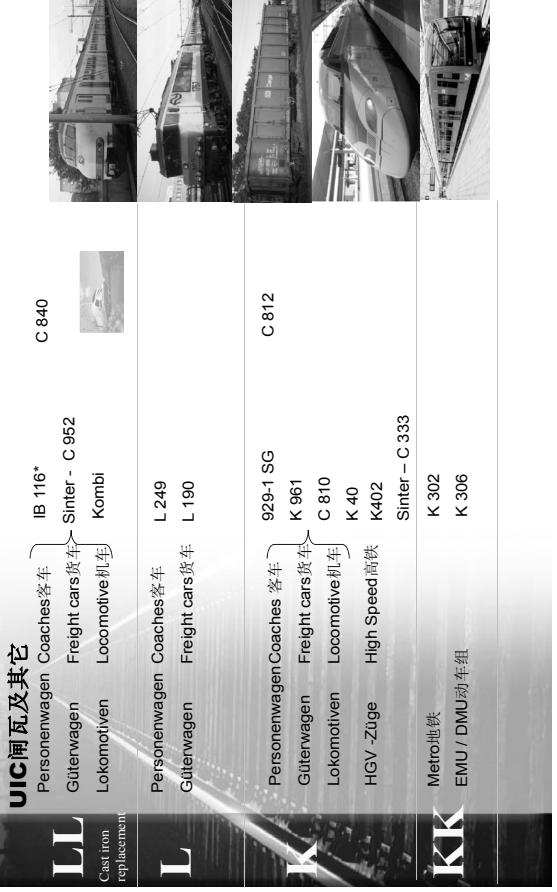
Locomotive/机车 W-539  
Passenger客/车 W-696 (TG)  
Freight cars/货车 W-698  
W-796 (TG)

```

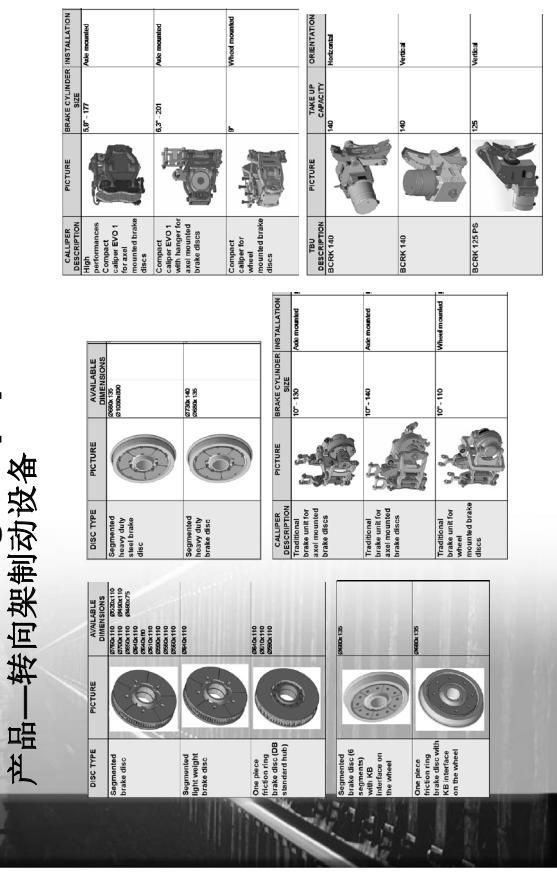
graph TD
    MT[Metro地鐵] --- W554[W-554]
    MT --- W724[W-724]
    W554 --- Locomotive[Locomotive 机车]
    W724 --- FreightCars[Freight cars 货车]
  
```

Freight cars 货车 W-590  
Metro地鐵 ]

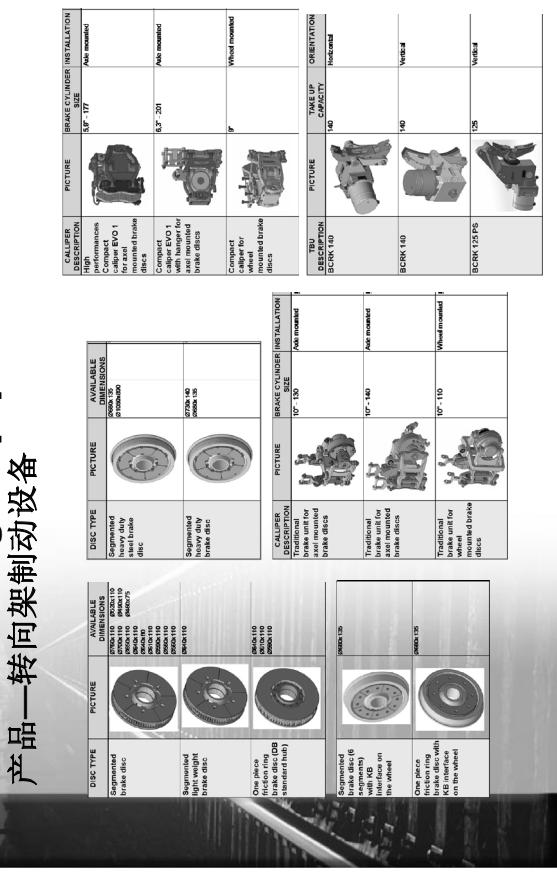
## Products/Materials (Shoes) UIC and other



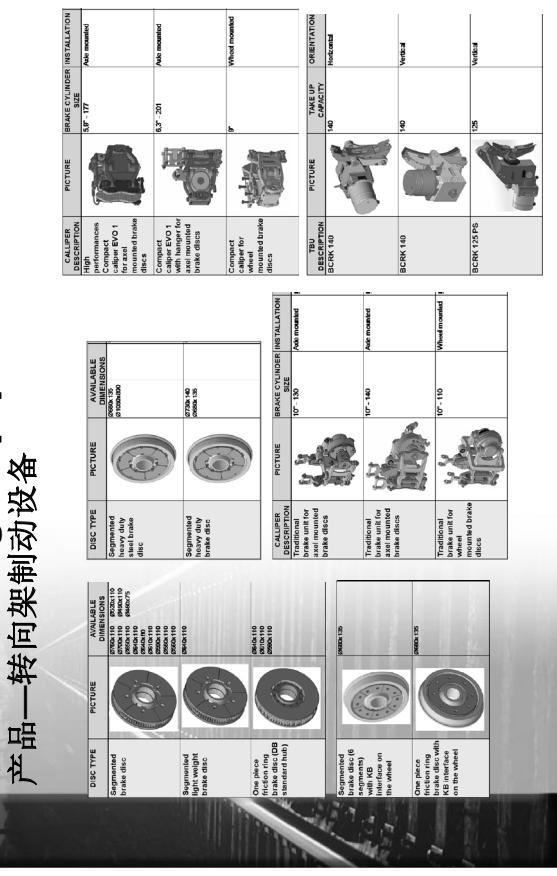
Products - bogie equipment selection



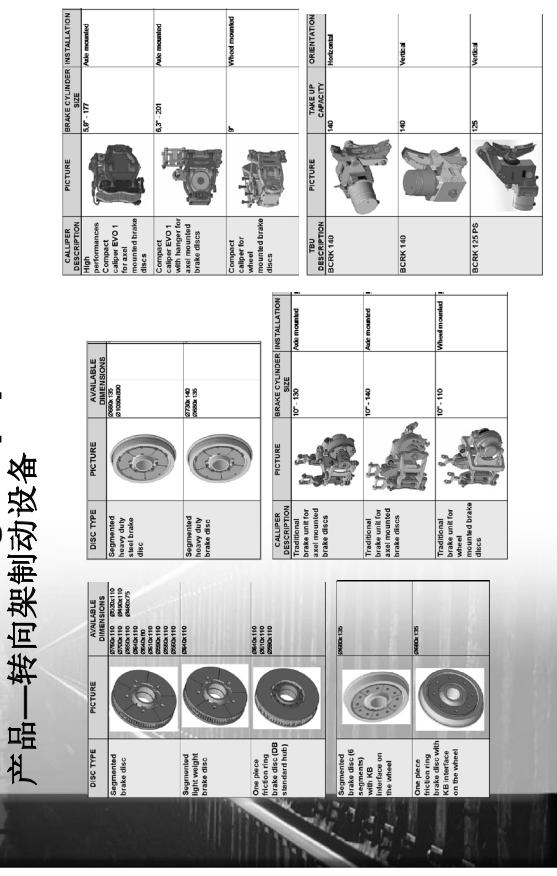




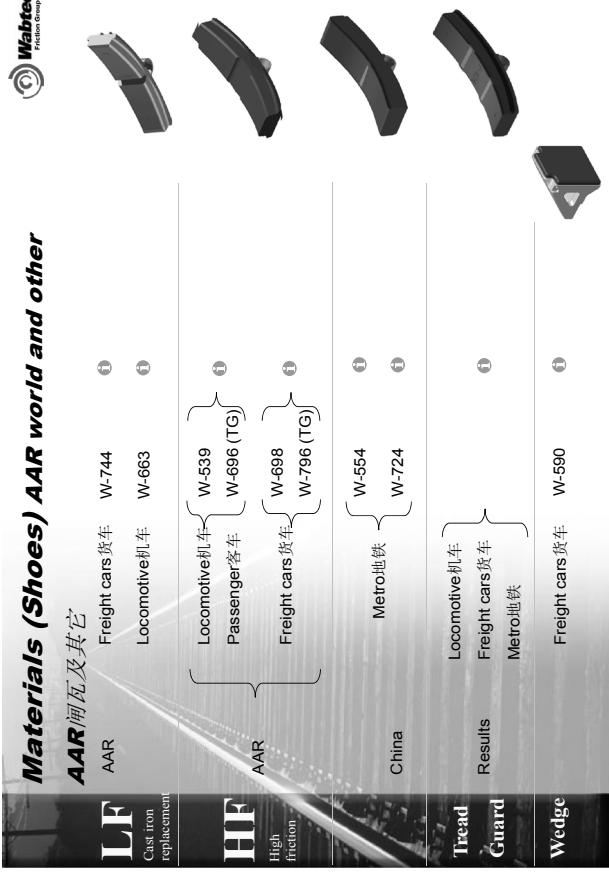
## Products - bogie equipment selection







**Wabtec**  
Friction Group





	<b>Effect of crack force</b>	<b>Effect of crack length</b>																																
2	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Max [MPa]</b></th> <th><b>Radial [MPa]</b></th> <th><b>Crack [MPa]</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.82 TIDISC</td> <td>321.0</td> <td>-253.9</td> <td>-346.6</td> </tr> <tr> <td>500CMF PAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PNB20416 / TNB2682</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		<b>Max [MPa]</b>	<b>Radial [MPa]</b>	<b>Crack [MPa]</b>	3.82 TIDISC	321.0	-253.9	-346.6	500CMF PAD				PNB20416 / TNB2682				<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Max [MPa]</b></th> <th><b>Radial [MPa]</b></th> <th><b>Crack [MPa]</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.82 TIDISC POLI</td> <td>217.9</td> <td>-79.8</td> <td>-139.0</td> </tr> <tr> <td>500CMF PAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PNB20416 / TNB2678</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		<b>Max [MPa]</b>	<b>Radial [MPa]</b>	<b>Crack [MPa]</b>	3.82 TIDISC POLI	217.9	-79.8	-139.0	500CMF PAD				PNB20416 / TNB2678			
	<b>Max [MPa]</b>	<b>Radial [MPa]</b>	<b>Crack [MPa]</b>																															
3.82 TIDISC	321.0	-253.9	-346.6																															
500CMF PAD																																		
PNB20416 / TNB2682																																		
	<b>Max [MPa]</b>	<b>Radial [MPa]</b>	<b>Crack [MPa]</b>																															
3.82 TIDISC POLI	217.9	-79.8	-139.0																															
500CMF PAD																																		
PNB20416 / TNB2678																																		
11	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Max [MPa]</b></th> <th><b>Radial [MPa]</b></th> <th><b>Crack [MPa]</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.82 TIDISC</td> <td>160.0</td> <td>-95.2</td> <td>-138.0</td> </tr> <tr> <td>500CMF PAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PNB20423 / TNB2681</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		<b>Max [MPa]</b>	<b>Radial [MPa]</b>	<b>Crack [MPa]</b>	3.82 TIDISC	160.0	-95.2	-138.0	500CMF PAD				PNB20423 / TNB2681				<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Max [MPa]</b></th> <th><b>Radial [MPa]</b></th> <th><b>Crack [MPa]</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.82 TIDISC</td> <td>160.0</td> <td>-95.2</td> <td>-138.0</td> </tr> <tr> <td>500CMF PAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PNB20423 / TNB2681</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		<b>Max [MPa]</b>	<b>Radial [MPa]</b>	<b>Crack [MPa]</b>	3.82 TIDISC	160.0	-95.2	-138.0	500CMF PAD				PNB20423 / TNB2681			
	<b>Max [MPa]</b>	<b>Radial [MPa]</b>	<b>Crack [MPa]</b>																															
3.82 TIDISC	160.0	-95.2	-138.0																															
500CMF PAD																																		
PNB20423 / TNB2681																																		
	<b>Max [MPa]</b>	<b>Radial [MPa]</b>	<b>Crack [MPa]</b>																															
3.82 TIDISC	160.0	-95.2	-138.0																															
500CMF PAD																																		
PNB20423 / TNB2681																																		

Friction Couple Research 摩擦副研究

disc crack investigation and optimization 制动盘裂纹调查及优化

Cracks observed in the field 现场发现的制动盘裂纹

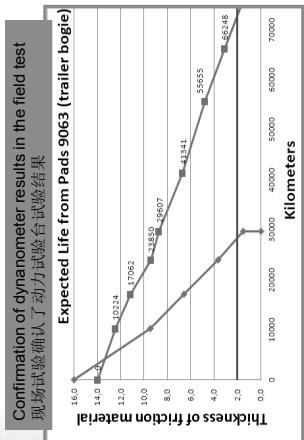
Temperature measurements 温度测量

FEM simulation of temperatures and stresses based on field data 基于现场数据进行有限元模拟

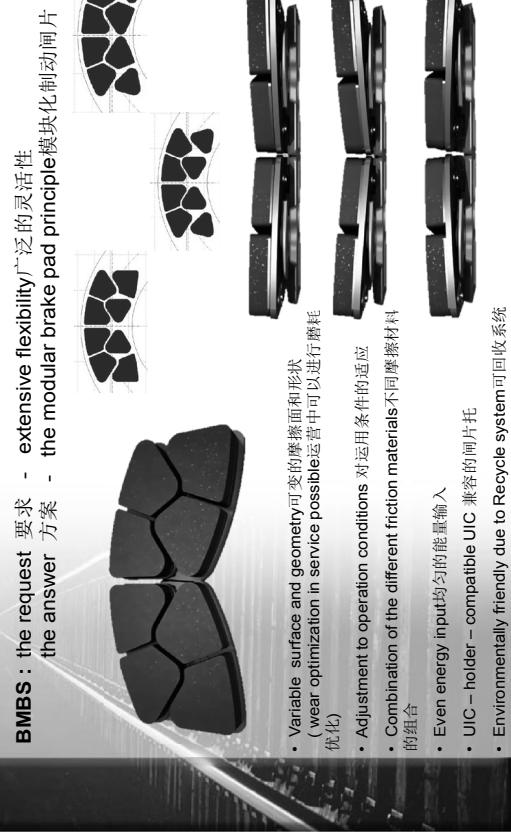
Confirmation that even at low temperatures, high temperature gradients are the root causes of thermal cracks. 确认即使在较低温度下，高温度梯度会导致热裂纹

## LCC optimization of existing EMU fleet

### 既有动车组寿命周期成本优化



## Becorit Modular Brake System



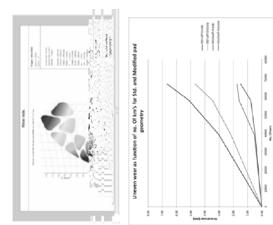
- Variable surface and geometry 可变的摩擦面和形状 (wear optimization in service possible) 运营中可以进行磨耗优化
- Adjustment to operation conditions 对运用条件的适应
- Combination of the different friction materials 不同摩擦材料的组合
- Even energy input均匀的能量输入
- UIC – holder – compatible UIC 兼容的闸片托
- Environmentally friendly due to Recycle system 可回收系统

## LCC optimization – extreme taper wear

### 寿命周期成本优化-极限的偏摩

Flexible adjustment to the operating conditions in shortest time!  
在最短时间内调整到运用条件

diagonal wear 偏摩



## Noise Reduction on existing EMU fleet

### 既有动车组降低噪音

#### Acoustic measurements at one bogie (v = 30kph)

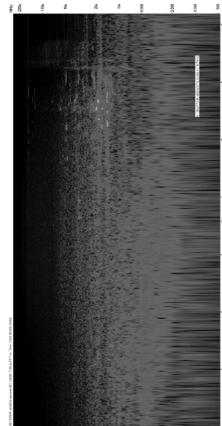


## Noise Reduction on existing EMU fleet

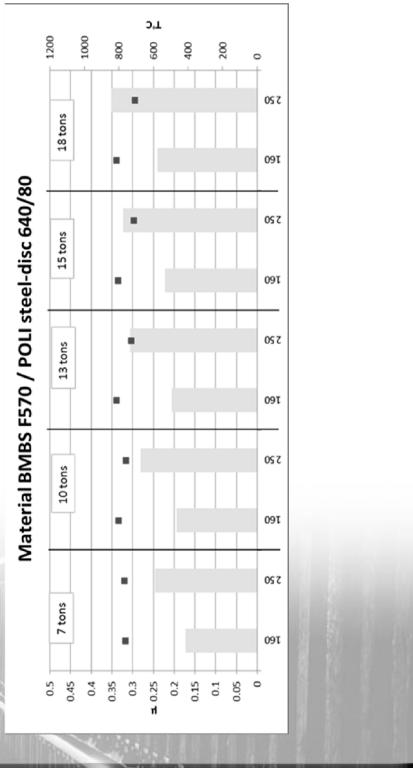
### 既有动车组降低噪音

#### Braking noise

Measurement	Direction	$L_{A,Braking}^{max}$ in dB	Conditioning
Dir B m17	→	70.3	Bogies 1+2 in front

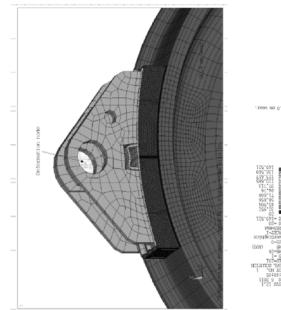


BMBS with F570HF gives a noise reduction of 14dB  
Complete field test to be started



**System optimization - heat transfer investigation.**  
系统优化-热传输出调查

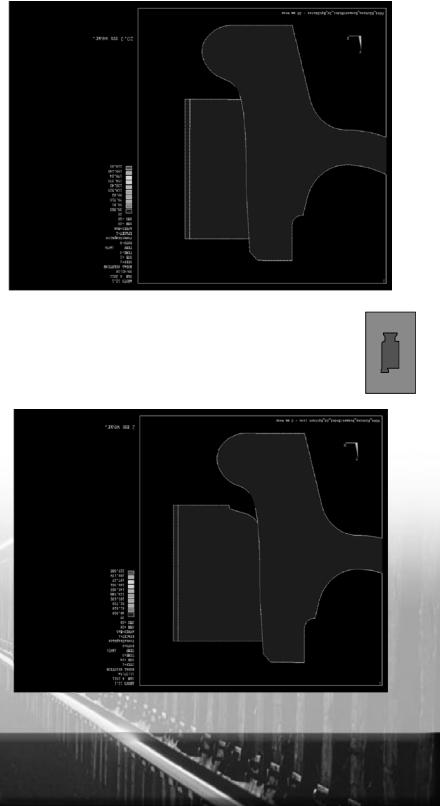
Finite Element investigation有限元调查  
Influence of contact, new/used block新旧闸瓦接触面的影响  
Temperature development温度的发展  
Influence due to grooving沟槽的影响



119

20

Tread block system simulation 踏面闸瓦系统模拟

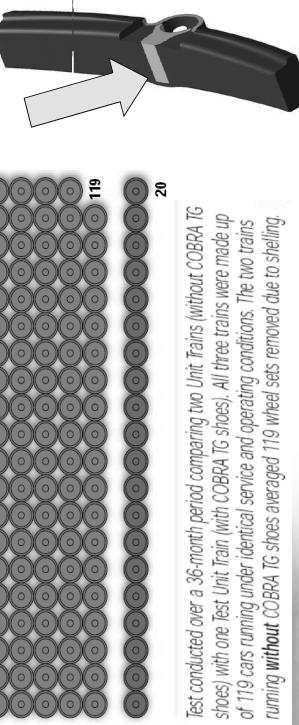


Tread block system simulation 踏面闸瓦系统模拟

**System optimization - heat transfer investigation.**  
系统优化-热传输出调查  
**One solution : TreadGuard® 踏面卫士**

36-MONTH FIELD TEST RESULTS  
Metal insert improves tread conditioning by removing most minor tread defects before they become major problems  
铸铁块在大多数小的踏面问题发生前将其移除，并持续保持踏面的清洁，避免小的缺陷出现。

- Wheel set changeouts due to shelling without TG Shoes
- Wheel set changeouts due to shelling with TG Shoes



U

20

经过36个月相同条件的对比试验证明，装备踏面卫士（TG）闸瓦的机车轮对更换率只有装备普通闸瓦机车轮对更换率的1/6！

Test conducted over a 36-month period comparing two Unit Trains (without COBRA TG shoes) with one Test Unit Train (with COBRA TG shoes). All three trains were made up of 119 cars running under identical service and operating conditions. The two trains running without COBRA TG shoes averaged 179 wheel sets removed due to shelling.

- *We consider the complete system in our approach* 我们考虑整个系统
- **Safety first – stopping distance**
- 安全第一 – 制动距离
- **Noise – environment human prevention**
- **Noise – 生存环境保护**
- **Disc cracking due to inflexible and hard pad material**
- 制动盘由于太硬的材料和不可浮动式闸片导致的裂纹
- **A combined approach between us and service application**
- *我们和运用部门的联合工作方法*
- **Just LCC optimization might create safety or environmental problems** 仅进行寿命成本优化可能导致安全或环境问题
- **A good handshake between customer and system/material supplier is mandatory** 客户和系统/材料供应商间的紧密联系是必须的

## 内燃机车柴油机生命周期成本

2015年9月



### 卡特彼勒

- 世界最大工程机械，内燃机车以及柴油机制造商
- 2014年销售收入560亿美元

- 世界领先的铁路行业柴油机制造商
  - 机车
  - 养护设备

## 卡特彼勒铁路业务

- 内燃机车
- 养护设备
- 线路及设备服务
- 柴油机

### 生命周期成本重要性

- 机车生命周期30年以上
- 柴油机占机车生命周期成本的30-45%
- 每年燃油成本是柴油机成本的200-250%
- 柴油机的选择很重要



## 生命周期成本趋势

- 参考
- 评标依据
- 租赁
- 机车销售及服务协议

## 机车柴油机生命周期成本案例-燃油

Notch	Gross BkW	Brake-Specific Fuel Cons. Gm/bkW-Hr -0% / +5%	Fuel rate liters/hour -0% / +5% @ 852.9 gm/lit	Notch hours	Annual fuel consumption by Notch Liters
8	1,869	203.8	447.1	480	214,608
7	1,629	198.9	380.3	540	205,362
6	1,420	198.9	331.5	660	218,790
5	970	204.8	233.2	420	97,944
4	604	210.6	149.3	300	44,790
3	410	224.3	107.9	240	25,896
2	190	234.0	52.2	210	10,962
1	115	253.5	34.2	210	7,182
Idle/Dynamic Brake	20	--	13.7	2,940	40,278
				6,000	
				Total	865,812



**CATERPILLAR®**

## 机车柴油机生命周期成本构成

- 维护保养
- 大修
- 突发事件
- 燃油

## 机车柴油机生命周期成本案例-维保

	Quantity Per year	Quantity 21 years	Parts from Allied stock	Total parts @ PNRwy selling price
PM #1	5	126	--	\$64
PM #3	4	84	--	\$436
PM #4	1	21	--	\$436
PM #5 Annual 6,000 hr.	1	21	--	\$3,060
			Total PM parts	\$ 118,150
			Average PM parts cost per year per 3516B loco	\$ 56.26
			Average PM parts cost per hour per 3516B	\$ 0.938



**CATERPILLAR®**

- ❖ 原厂正品零配件的重要性

机车柴油机生命周期成本案例-大修

机车生命周期成本

	Quantity	Parts FOB Dubai Parts Dept.	Parts from Allied stock	Total parts @ PNRwy selling price
Top Overhauls	4	\$74,172		\$ 266,687
In-Frame Major Overhauls	2	\$125,591		\$ 251,183
Major Overhauls	1	\$178,350		\$178,350
			Sub Total	\$ 726,219
Separately Scheduled component overhauls			\$ 61,290	\$ 61,290
			Sub total	\$ 61,290
Engine overhauls & reconditioning parts – 21 years				\$787,509
Overhaul Cost per operating hour				\$ 6.25



机车柴油机生命周期成本案例-工时

	Quantity	Laborhours for overhauls / PM	Total Labor hours
Top Overhauls	4	113.5	454
In-Frame Major Overhauls	2	233	465.6
Major Overhauls	1	250.5	250.5
Sep. Scheduled Components		117.5	117.5
		Ovn. sub total	1,287.6
PM #1	126	2.1	264.6
PM #3	84	3.2	268.8
PM #4	21	4.0	84
PM #5	21	12.5	262.5
		PM's sub total	880.0
			2,164.5
21 year Total labor hours			



- 大量计算
  - 不确定性风险
  - 越来越重要
  - 中国机车行业拓宽数业务的重要途径