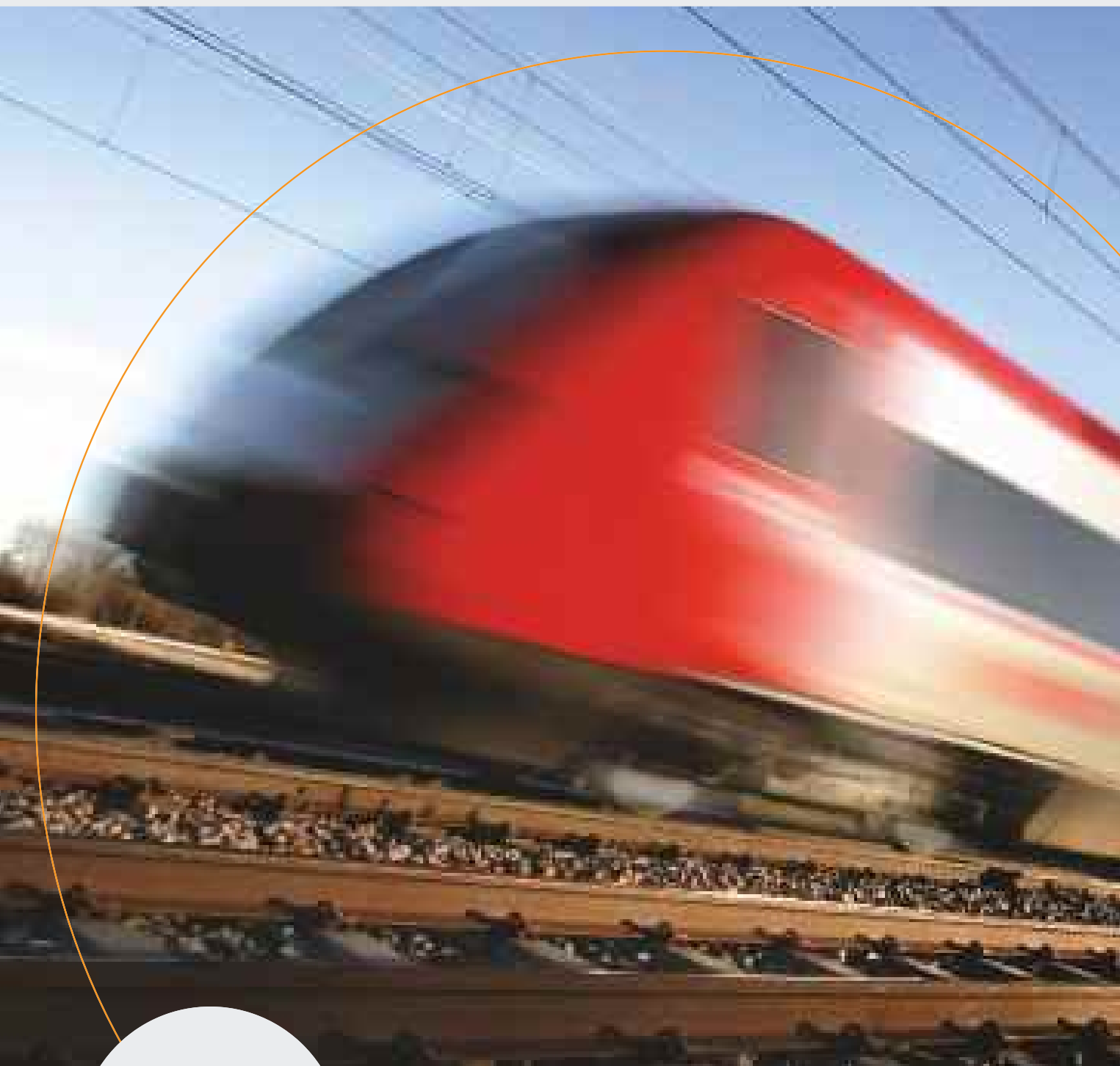
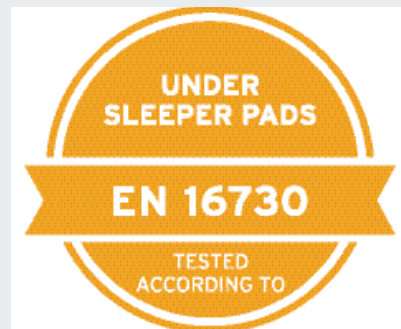


有砟轨道弹性轨枕垫



1 | 格士纳弹性轨枕垫





有砟轨道和道岔的弹性解决方案



现代铁路交通运输的重载化和高速化发展，对全球铁路运输管理者在技术和经济领域提出了新的挑战。

弹性轨枕垫正是为应对这些挑战而设计的：轨枕垫能有效保护轨道结构，改善轨道形位质量，减少振动对轨道线路和道岔的破坏作用。

弹性轨枕垫具有以下优势：

- 减少轨道维护费用
- 延长轨道结构的使用寿命
- 减少振动造成的破坏性作用

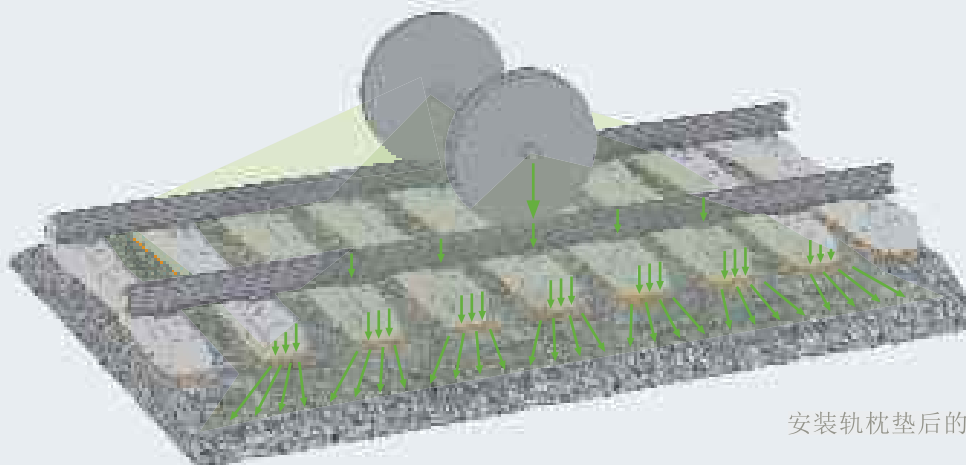
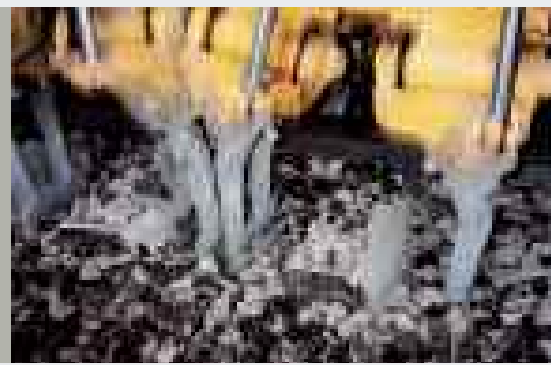
弹性轨枕垫的应用有助于铁路运营商显著地减少轨道线路和岔区的年度维护费用。

格士纳提供的弹性轨枕垫是传统铁路轨道结构的进一步发展。轨枕垫直接安装在轨枕下方，以增加轨道结构的垂向弹性。安装轨枕垫之后，铁路列车的荷载可以通过该弹性部件更均匀的分布到下部基础中。具有特定弹性的轨枕垫也因此能显著地减少轨道结构的磨损。

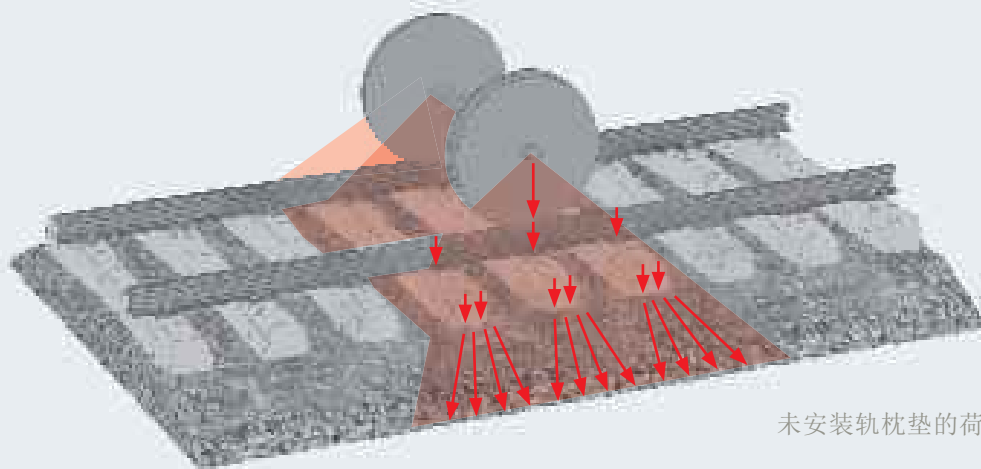
具备优异减振性能的高弹性轨枕垫还能用作轨道隔振措施，是弹性道砟垫的经济性替代方案。

奥地利格士纳公司从1990年就开始生产轨枕垫。至今，格士纳的轨枕垫已经被成功地应用在全世界各地各种类型铁路线路上，从高速铁路到区间城际铁路等。

2 | 功能原理



安装轨枕垫后的荷载分布



未安装轨枕垫的荷载分布



弹性轨枕

有砟轨道是目前世界上最常见的轨道结构形式。道砟是系统中薄弱的环节之一，受动态力影响会发生道砟石移位。在持续的荷载（道砟受压）作用下，道砟会发生磨损和粉化，这会降低轨道几何形位质量，因此道床必须定期进行捣固。

安装轨枕垫后，可以通过以下方式有效地减缓道砟的磨损粉化过程：

将轴载分布到更多的轨枕上

轨枕垫的弹性特性增大了钢轨的挠曲变形范围。列车传递的荷载被分布到更多数量的轨枕上，承载面积也因此增大。这减少了平均压应力，同时也减少了作用在道砟上的荷载。

增加轨枕和道砟之间的接触面积

格士纳公司聚氨酯材料独特的性能可以使道砟充分的嵌入轨枕垫的表层，保持最上层道砟的稳定。道砟和轨枕之间的接触面积可从未安装轨枕垫时的8%左右增大到安装轨枕垫后的35%。

减弱作用到道砟上的动态荷载和振动

格士纳轨枕垫减少了直接作用在道砟上的动态荷载，同时减少了道砟的移位和轨道的沉降。

3 弹性轨枕的应用



改善有砟轨道的长期使用性能，延长使用期限

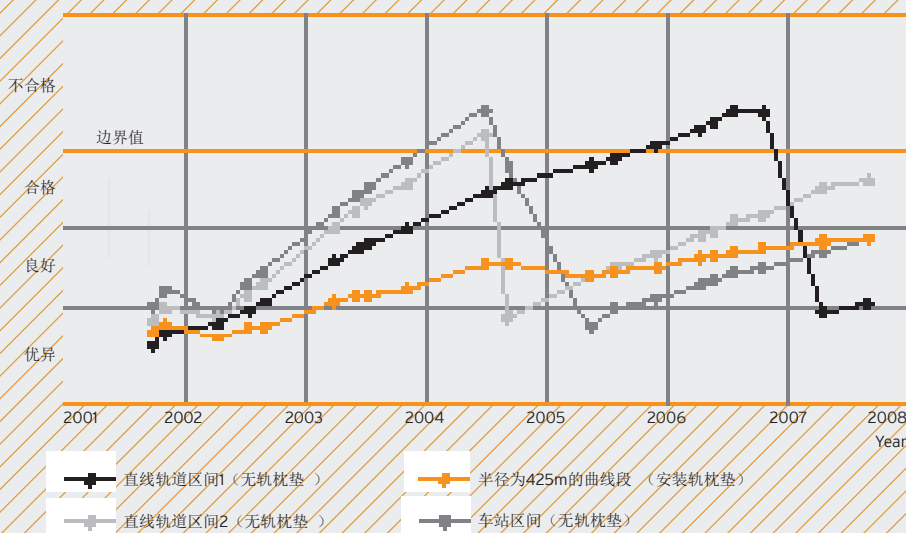
格士纳弹性轨枕垫能有效地减小作用在道砟上的荷载，降低道砟的粉化和磨损速度。

由于格士纳轨枕垫的弹塑性特性，道砟能充分地嵌入其中，进而减少道砟石移位。这种方法有助于保护碎石道床，能显著减缓轨道的沉降。近年来的工程实践经验证明，安装轨枕垫之后道床的捣固周期至少能延长为原来的

两倍。在道岔区间、刚性建筑结构和小半径曲线段等动态荷载较大的区域采用弹性轨枕，格士纳轨枕垫的积极效用能更快速地体现出来。

在轴重高达37吨的重载线路上，弹性轨枕垫的优势更为明显。

轨道几何形位质量



奥地利某试验段轨道几何形位质量自2001年起的变化

轨道区段1、区段2和车站区域的轨道质量改善是通过捣固道床而实现的。



隔离振动以及降低二次空气噪声

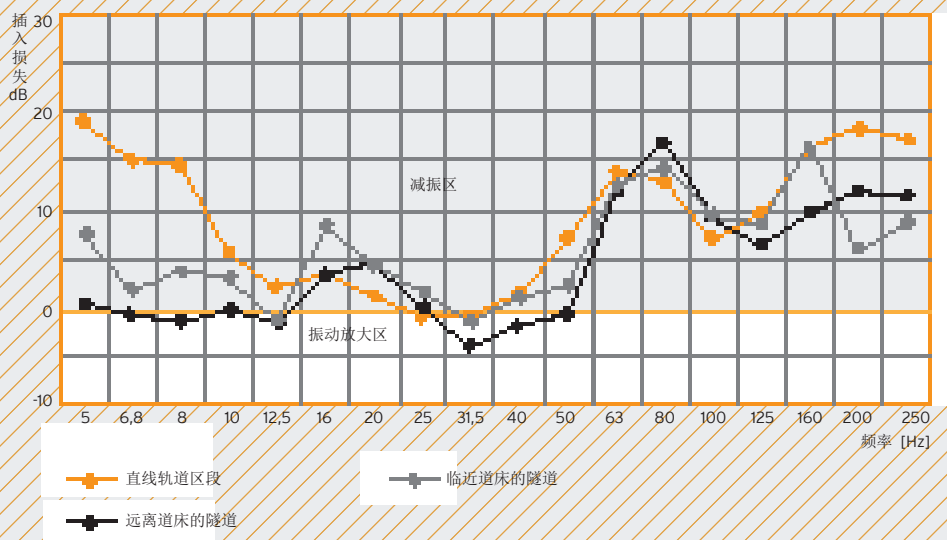
相较弹性道砟垫而言，高弹性轨枕垫是一种安装更简便、经济性更好的铁路减振产品。此外，高弹性轨枕垫还兼有弹性垫片的所有优良性能。

根据钢轨的最大容许挠度，弹性轨枕垫能够实现10dB(v)到15dB(v)的插入损失（激振频率在63Hz时的隔振效果）。研究表明，隔振措施并不会对直接产生的空气噪声产生明显的影响。

当结构物受到激振作用（例如列车驶过）时，自身发生振动并辐射产生二次空气噪声。

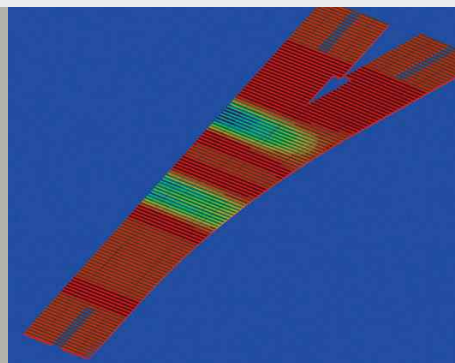
特别是金属结构物，如钢桥和高架铁路桥，更容易产生二次空气噪声。具有隔振特性的弹性轨枕垫能有效地减少二次空气噪声的产生和传播。

弹性轨枕垫的隔振效果



振动在特定频率范围内的振动被显著降低，同时也减少了振动向周围环境的传播

来源：Köstli K.; Sleeper Padding for Reduction of Structure-Borne Noise Immissions; p. 10; conference articles, 10th Symposium on Structural Dynamics and Vibration Measurements, Ziegler Consultants 2007.



减少钢轨波磨的发生

钢轨波磨是指钢轨顶面的波浪形不均匀磨耗。钢轨波磨会增大轮轨动态作用力，加速轨道结构损毁。

多年的研究证实，轨枕垫能够显著减缓钢轨波磨等病害的产生。尤其在容易发生钢轨波磨的小曲线区段，轨枕垫的积极作用更加明显。

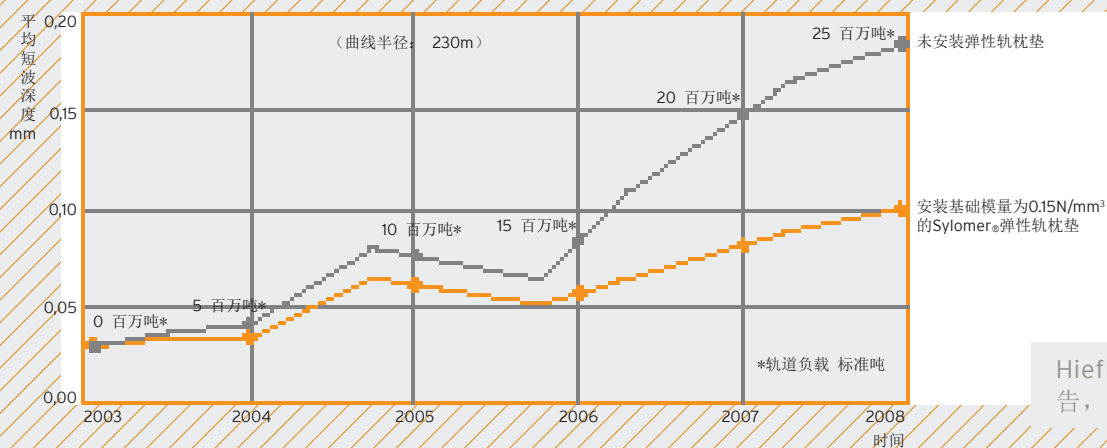
道岔区间的弹性处理

由于岔枕长度不同，而且辙叉、护轨和翼轨等道岔构件的刚度也不同，造成了道岔各部位的基础模量也不尽相同。

由于岔区不同部位的基础模量的差异，列车通过道岔时产生的动态作用力加快了岔区的磨耗过程，进而增加维修费用，降低了列车乘坐舒适性。此外，列车通行引起的振动还将通过基础传递到周围的建筑结构中。

格士纳能够针对道岔结构的特性提供不同刚度的弹性轨枕垫组合产品。通过弹性轨枕垫在岔区的合理配置，荷载在轨道上部结构的分布更加均匀。这缩小了道岔各部位的钢轨挠度差，保证了岔区轨道结构的平顺性，进而保护了道床道砟。

小曲线地段短波磨随时间的发展趋势



Hieflau试验段最终报告, Innsbruck大学, 2001年



弹性轨枕可以使荷载分布更加均匀，从而有助于保护道砟

格士纳的弹性轨枕垫也可延长道床的捣固维修周期，并且能提高旅客乘坐舒适性，降低寿命周期内的维修养护成本，因此，该产品在铁路领域内的应用越来越多，广受铁路运营方好评。

- 列车通行时使钢轨挠度变化保持均平顺
- 提高车辆乘坐舒适度
- 保护道砟
- 减小振动造成的损坏
- 降低寿命周期成本（LCC）

列车通行时的钢轨挠度可以使用专门开发的计算机模型进行模拟，并使用格士纳弹性轨枕垫来进一步优化。



过渡段轨道刚度的调整

在不同刚度的轨道结构之间的过渡段，通过采用弹性轨枕垫有助于减少轨道刚度和钢轨挠度的突变，及由此导致的不均匀沉降，同时减少轨枕空吊现象。因此，弹性轨枕能使列车更平稳地通过过渡段，并保护轨道上部结构的各个部件。

4 | 使用弹性轨枕的经济效益

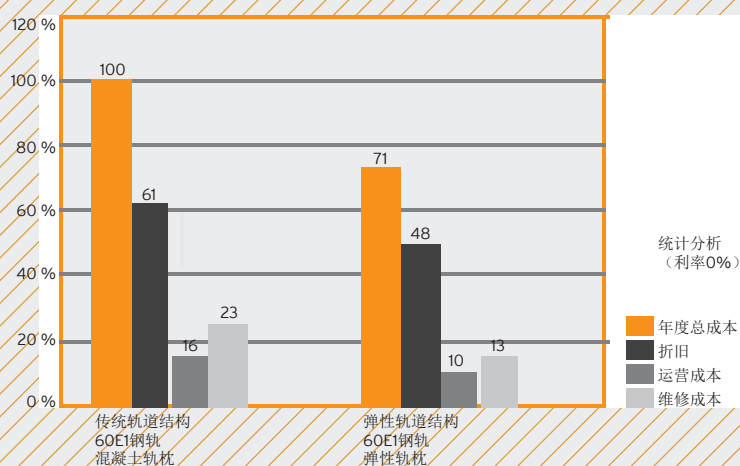
考虑使用弹性轨枕垫后的全寿命周期成本

经过多年的系统研究和记录表明，弹性轨枕垫能改善轨道几何质量，这些研究成果正持续地影响并引导轨枕垫未来的发展方向。

研究结果显示，使用了弹性轨枕垫，道砟的捣固周期可延长至原来的2~2.5倍。作为轨道使用寿命的重要指标，捣固周期延长，意味着整个有砟轨道道床的使用寿命也将明显增长。

此外，如果综合考虑因线路维修而暂停运营导致的费用，轨枕垫无疑是一项极为经济实惠的投资，在重载线路区间这点更为明显。

重载和繁忙轨道上的标准年度成本统计分析



5 | 弹性轨枕的应用经验

多年的工程验证

在过去超过**18年**的时间里，几乎所有的欧洲铁路公司都已经成功使用了格士纳的弹性轨枕垫。

弹性轨枕垫被用作隔振措施，为大型桥梁结构提供必需的弹性，改善轨道几何质量，降低轨道养护维修成本。

格士纳弹性轨枕垫具有良好的耐久性，这可通过从运营线路上取下的格士纳弹性垫板的测试结果证明。另外，各种对已安装弹性轨枕垫的轨道区间的测试分析也验证了弹性轨枕垫的优异性能。

为了保证轨枕的长期使用寿命，格士纳所有类型的弹性垫板都遵循规范BN 918 145-1中的相关规定进行了耐久性试验。这些试验和检测一般都在具有检测资质的检测中心（如慕尼黑工业大学）或者格士纳公司内部的大型试验台上进行。



格士纳公司大型试验台



经受1.9亿吨荷载作用后的格士纳SLB 2210G型轨枕垫。弹性轨枕垫上的塑性压痕能减少道床顶层道砟移位，在轨枕垫上也未发现任何裂痕或穿孔。

6 弹性轨枕垫的选型—格士纳根据不同的使用条件提供最合适的轨枕垫型号



格士纳弹性轨枕垫具有丰富的产品型号

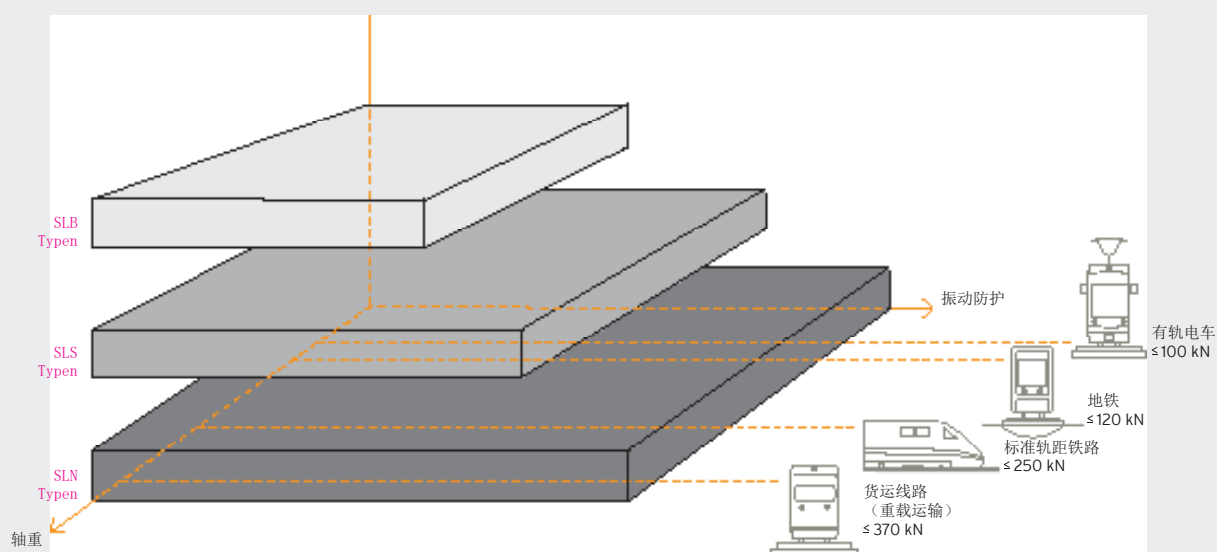
—— 大类具备不同刚度特性的材料，
—— 完全涵盖了从高效隔振到改善轨道几何质量等各种应用需求。

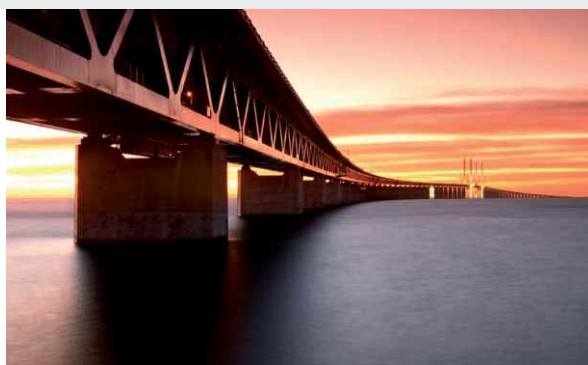
三种类型的弹性材料：

SLB – 弹塑性材料

SLS – 具有阻尼特性的弹性材料

SLN – 低阻尼特性的高弹性材料





厄勒海峡大桥

不同的轨枕垫适配不同轨道类型

格士纳公司生产的特殊微孔发泡聚氨酯弹性体，在铁路轨道结构上有着广泛的应用。经过各行业几十年的使用证实，**Sylomer®** 和 **Sylodyn®** 材料即使在极端恶劣条件下仍能够保持良好的弹性性能。

针 对各类使用条件，格士纳可以提供最为合适的轨枕垫：从专门开发用于改善轨道质量的SLB型弹塑性材料，到由Sylomer®（SLS型）和Sylodyn®（SLN 型）制成的高弹性减振产品。

SLB型弹塑性轨枕垫被用来减少道砟压力，这类特性优化的材料能使道砟稳定的嵌入到轨枕垫中。其高阻尼特性也对轨道结构有积极的减振作用。

弹塑性轨枕垫可以减少年度养护维修成本，同时延长轨道的使用寿命。

如果首要目标是减振，则可以选择SLS类型（Sylomer®）的弹性垫板和高弹性的SLN型（Sylodyn®）弹性垫板。

由Sylomer®材料制成的弹性垫板仍具有一定的阻尼特性，而使用Sylodyn®材料阻尼系数很低，可以实现非常低的动静刚度比。SLN垫板也因此可以在钢轨挠度增加很小的条件下达到优异的减振效果。

格士纳弹性轨枕垫选型方式

针对不同需求，格士纳能提供最为合适的弹性垫片。一般根据特定轴重条件下允许的最大钢轨挠度来选择最为合适的轨枕垫类型。

每 种轨枕垫又可根据弹性差异划分为不同型号。材料的弹性可用基础模量来表征，它是根据DIN 45673-1规范中有砟轨道测试的相关规定，通过在道砟板（标准道砟板）上的测试来确定。不管是有轨电车线路、地铁线路、快速轨道交通、标准轨距铁路、高速铁路线路或其他特殊的线路，例如轴重达37吨的重载线路，格士纳都有合适的产品提供。

7 | 弹性轨枕垫与混凝土轨枕稳定粘结

弹性轨枕垫在轨枕厂的安装 弹性轨枕的安装



弹性 轨枕生产

格士纳弹性轨枕垫可以安装在各种类型的轨枕上。

弹性垫板与混凝土轨枕的连结一般通过专门的高强度丝网（轨枕垫型号末尾带有“G”）。这种由格士纳研发的高强度丝网在生产阶段与弹性轨枕垫整合为一体，可以将弹性轨枕垫与混凝土轨枕底面全面牢固地粘接在一起。在混凝土轨枕的生产过程中，趁混凝土尚未硬化时，将带有丝网的垫板压入混凝土轨枕，这种全表面嵌入式粘接工艺保证了弹性垫板与混凝土轨枕之间长期有效的粘接，且不受混凝土轨枕生产工艺和混凝土稠度的影响。

弹性轨枕可以采用各种常用方式安装

由于弹性轨枕垫相对较轻，每列铺轨车装载的轨枕数量可以保持不变，此外对轨道养护维修作业也没有任何限制。

在已安装弹性轨枕垫和未安装弹性轨枕垫的过渡区间，须对轨道结构刚度进行平顺性调整，特别是涉及到使用较软的轨枕垫（基础模量小于 0.15N/mm^3 ）的区段的过渡段处理。格士纳建议在20~30米长度范围内铺设较大刚度的轨枕垫，来实现这种刚度的调整和过渡。



弹性轨枕铺设

这种粘结工序无需任何添加剂，不需要过多的前期准备工作，而且完全满足BN918145-1规范对于粘接力的严格要求。如果客户有要求，即使在混凝土轨枕已经硬化的状态下，也可以将弹性垫板与轨枕粘结起来。在这种情况下，弹性轨枕垫将不通过连结丝网，而是合适的粘接剂来将弹性垫板粘结到混凝土轨枕上。如有需要，格士纳公司也可以提供相关的粘接剂。

8 | 全球工程业绩

丰富的工程业绩证明了格士纳弹性轨枕垫的优良性能。

格士纳公司的工程业绩同工作团队一样，遍布世界各地。

奥地利格士纳材料有限公司（Getzner Werkstoffe）在全球重要市场区域设立了十家分公司，并且与众多销售伙伴建立合作关系，销售和服务网络遍及世界各地。

有砟轨道弹性轨枕垫业绩表（节选）

应用目的：
保护道砟和改善轨道几何质量

- 奥地利联邦铁路ÖBB
- 德国联邦铁路股份公司DB
- 瑞士铁路公司SBB
- 法国铁路公司SNCF
- 丹麦铁路公司Bane Denmark
- 韩国铁路公司KR
- 挪威Jernbaneverket铁路公司
- 捷克铁路公司CR
- 比利时铁路公司Infrabel
- 西班牙铁路公司ADIF

应用目的：减振降噪

- 荷兰，阿姆斯特丹地铁东线
- 德国Bruchsal 隧道
- 日本 Umega Oka 铁路
- 新西兰Britomart 车站
- 瑞士Matstetten-Rothrist
- 奥地利Timelkam, Feldkirch 和 Hallwang

应用目的：道岔区间的弹性方案

- 奥地利联邦铁路ÖBB
- 德国联邦铁路股份公司DB
- 瑞士铁路公司SBB
- 捷克铁路公司CR
- 荷兰铁路公司Pro Rail
- 挪威Jernbaneverket铁路公司



Getzner Werkstoffe GmbH

Herrenau 5
6706 Bürs
Austria
T +43-5552-201-0
F +43-5552-201-1899
info.buers@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH

Am Borsigturm 11
13507 Berlin
Germany
T +49-30-405034-00
F +49-30-405034-35
info.berlin@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH

Grünwalder Weg 32
82041 Oberhaching
Germany
T +49-89-693500-0
F +49-89-693500-11
info.munich@getzner.com

Getzner Spring Solutions GmbH

Gottlob-Grotz-Str. 1
74321 Bietigheim-Bissingen
Germany
T +49-7142-91753-0
F +49-7142-91753-50
info.stuttgart@getzner.com

Getzner France S.A.S.

Bâtiment Quadrille
19 Rue Jacqueline Auriol
69008 Lyon
France
T +33-4 72 62 00 16
info.lyon@getzner.com

Getzner France S.A.S.

19 Rue Hans List
78290 Croissy-sur-Seine
France
T +33 1 88 60 77 60

Getzner Vibration Solutions Pty Ltd

Unit 1 Number 2-22
Kirkham Road West,
Keysborough Victoria 3173
Australia

Getzner India Pvt. Ltd.

1st Floor, Kaivalya
24 Tejas Society, Kothrud
Pune 411038, India
T +91-20-25385195
F +91-20-25385199
info.pune@getzner.com

Nihon Getzner K.K.

6-8 Nihonbashi Odenma-cho
Chuo-ku, Tokyo
103-0011, Japan
T +81-3-6842-7072
F +81-3-6842-7062
info.tokyo@getzner.com

Getzner Materials (Beijing) Co., Ltd.

No. 905, Tower D, the Vantone Center
No. Jia 6, Chaowai Street, Chaoyang District
10020, Beijing, the P.R.C.
T +86-10-5907-1618
F +86-10-5907-1628
info.beijing@getzner.com

Getzner USA, Inc.

8720 Red Oak Boulevard, Suite 460
Charlotte, NC 28217, USA
T +1-704-966-2132
info.charlotte@getzner.com

www.getzner.com



我们以气候中立的方式印刷。