

# 案例分析 圣哥达基础隧道 (Gotthard Base Tunnel) 中无砟轨道的弹性解决方案



» 世纪工程：全长 57 公里，是世界上  
最长的铁路隧道

» 最高的要求：  
材料在整个使用周期保持优异的特性

» 最优的解决方案、全面的项目支持、  
准时的供货物流

# Sylodyn® 轨枕套靴垫板 用于世界最长的铁路隧道

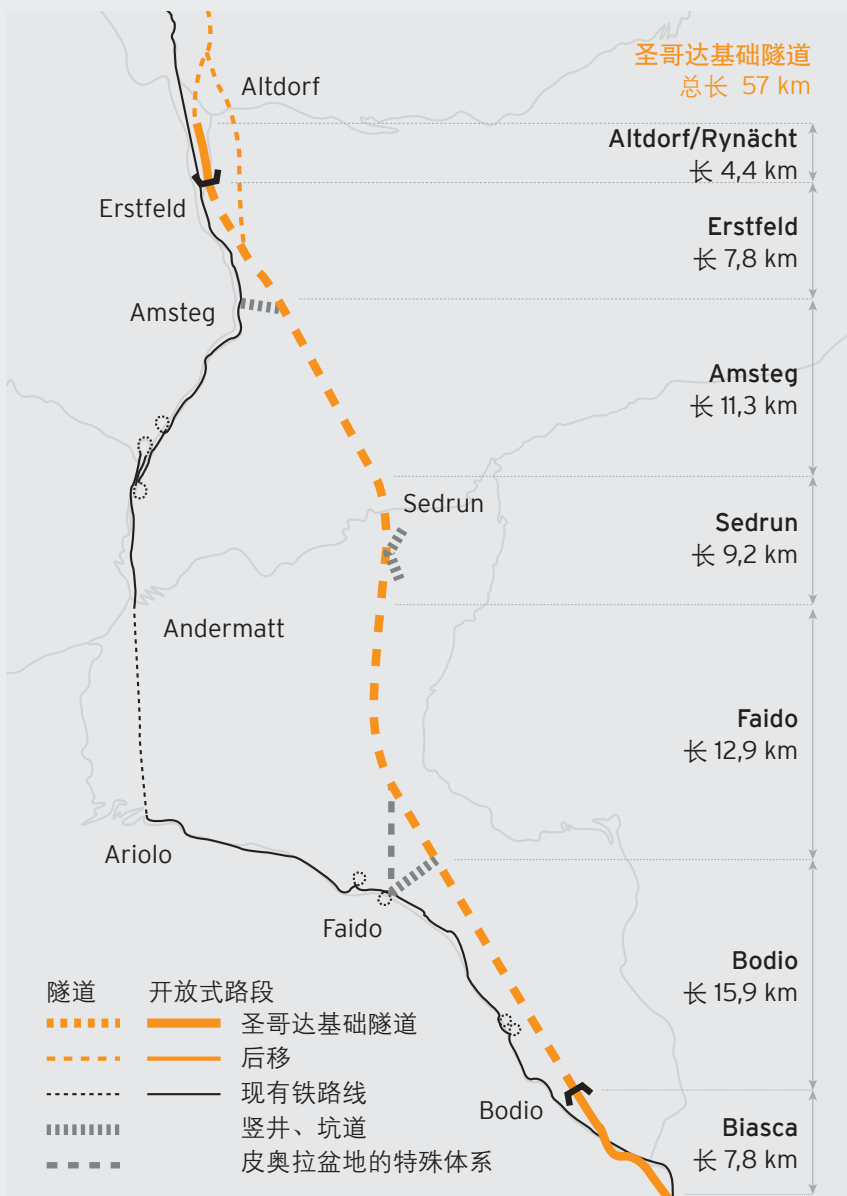
## 项目简介

对铁路技术有着最高要求的著名项目

**圣**哥达基础隧道全长 57 公里，是目前世界上最长的铁路隧道。它连接着瑞士的 Erstfeld 和 Bodio。该隧道是目前瑞士最大的基建项目——阿尔卑斯铁路新干线（NRLA: New Railway Link through the Alps）的一部分。借助这一世纪工程，可以进一步地改善南北向的轨道交通，从而把公路交通量转移至铁路。此外，与在建项目 Ceneri 基础隧道的共同作用下，能够显著减少铁路客运的通勤时间（苏黎世到米兰的通勤时间将减少一个小时），从而大大提高了铁路相对于汽车和飞机的吸引力。未来客运列车和货运列车在该隧道的运行速度可达 250 公里/小时。

将于 2016 年投入使用的圣哥达基础隧道是一个旗舰项目。无论是在隧道长度、工程技术和物流方面都是史无前例的。

圣哥达基础隧道的轨道形式选择无砟轨道的主要原因如下：由于其具有维护费用低、高承载能力以及使用寿命长等特性，无砟轨道相较于传统有砟轨道而言





弹性支承块式无砟轨道



隧道洞口连接线采用有砟轨道

具有明显优势。此外，因为无砟轨道的结构高度要比有砟轨道低，无砟轨道所需的隧道横截面较小，因而可以大大减少施工成本。当然，安全性也是一个重要原因。正因如此，采用了两个独立隧道（疏散方案），以便在紧急状况下供备用车辆通行。

为了保障轨道部件的长期可用性，且避免超载，必须为无砟轨道配备弹性部件，以补偿缺失的道砟弹性。

总而言之，这一著名项目对铁路技术的要求极高：隧道中环境条件特殊，如环境温度可达到  $40^{\circ}\text{C}$ ，且湿度可达  $70\%$ 。除此之外，列车的高速运行也会产生强大的压力和吸力。每天 250 辆列车的高频使用对轨道的要求同样也是非同一般。





预组装

## 格士纳 的解决方案

### 轨枕套靴弹性垫板和弹性轨枕垫

**圣**哥达基础隧道以及隧道洞口连接线内使用的所有材料在整个使用寿命周期内必须提供优异的性能。为满足这些特殊的要求，选择了桑尼威尔 (Sonneville) 股份公司的弹性支承块式无砟轨道系统 (Low Vibration Track)——这是世界上最早的无砟轨道系统之一。弹性支承块式无砟轨道系统中，轨道配备单块式轨枕，每个轨枕块配有橡胶套靴，而格士纳公司的 Syldodyn® 弹性垫板安装在套靴内。同时，无需配筋的轨道板直接浇筑在隧道仰拱上。这种特殊轨道结构的优势在于单个部件的可更换性（轨排与无砟道床板之间没有刚性连接）、轨道精度高、使用寿命长、可靠性高以及维护成本低。

此外，隧道中所有无砟道岔（由奥钢联

道岔系统有限公司VAE生产）都采用 Syldodyn®材料作为弹性支承。在连接隧道的主干线上，大量的道岔以及有砟轨道路段也同样配备了格士纳弹性轨枕垫。

### 符合最高要求的材料

格士纳之所以能够赢得这个订单，主要归功于优秀的材料性能。但公司的专业知识和专有技术以及大量的弹性支承块式无砟轨道 (LVT) 项目的成功业绩也同样功不可没：这个LVT无砟轨道系统已经得到广泛验证，目前，五大洲上总计有 1000 多公里长的轨道采用了弹性支承块式无砟轨道系统 (LVT)。

早在项目规划前期，就要求弹性材料必须能够持续承受高荷载以及通过人工老化试验的测试。“我们的产品在无砟轨道系统中的应用已经超过25 年，并验



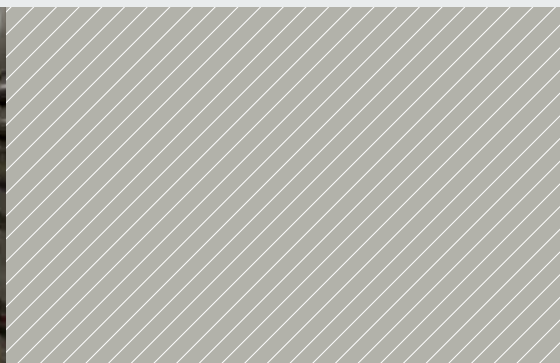
弹性支承块式无砟轨道系统 (LVT)



精调后的轨道



测量



证了它的价值——这不仅得到测试结果的证实，而且多个知名项目的应用业绩以及在实际线路上的测量结果都可以证实这一点”，格士纳公司的项目负责人 Helmut Bertsch 解释道。格士纳公司通过自己研发的“有限元”模型计算道岔区钢轨挠度并选择最优的弹性材料组合，从而实现道岔区钢轨挠度的一致性。

该项目使用的材料 Sylodyn® 是一种闭孔结构弹性体，它即使在高频范围内也具有较低的动静刚度比。迄今为止，格士纳弹性材料已经成功在铁路轨道上使用 40 多年——众多长期应用业绩就能证实这一点。



无砟轨道道岔



### 提高轨道结构的稳定性和使用寿命

轨道结构所有部件都能满足最高要求十分重要，尤其是当隧道内有高速无砟道岔时：各种规格的高弹性 Sylodyn® 垫片可以确保列车通过期间在整个道岔长度和两端过渡段范围内具有均匀一致的钢轨挠度。

“我们公司在最新技术的基础上，特意为此项目研发了高速道岔。对于所有制造商而言，针对材料以及项目施工的高要求都是一项巨大挑战。格士纳公司凭借其优质的材料性能以及卓越的国际应用业绩征服了我们”，奥钢联道岔系统有限公司（VAE）的项目负责人 Erich Wipfler 先生解释道。

隧道洞口处采用的是传统有砟轨道，配备带有弹性轨枕垫的轨枕和岔枕。安装的格士纳弹性轨枕垫能够有效地保护道砟，延长捣固周期并且延长轨道结构的使用寿命。弹性轨枕垫特殊的弹塑性材料特性可以使道砟嵌入轨枕垫，以增大

接触面积，从而减少道砟应力。已经证明这一特性对轨道的稳定性以及轨道结构的使用寿命有着积极影响。此外，列车驶过道岔时的动力沉降特性也通过格士纳公司自己研发的“有限元计算模型”得以优化。

### 高效供应能力及最优品质

仅仅从对于质量和物流方面的苛刻要求来看，圣哥达基础隧道就已经是一个超常特殊的项目：“在整个项目工期内，格士纳必须保障高效的供应能力，且保证所有材料在整个使用周期内均具备始终如一的最优品质”，Sonneville 股份公司总裁 Anabel Hengelmann 女士解释道。格士纳公司不仅提供个性化服务，还竭尽所能为客户提供专业的项目支持——从材料选型到详细的安装计划，直到根据客户需求定制的供货时间。同所有项目一样，格士纳公司内部的系统研发、产品管理、应用技术、质量检测以及生产等各个部门的优秀员工都为这个项目提供了支持。





## 圣哥达基础隧道主要数据

业主:	ARGE Transtec Gotthard
运营商:	瑞士联邦铁路 (SBB)
建设单位:	AlpTransit Gotthard AG
轨道技术:	AFTTG
弹性部件:	奥地利格士纳材料有限公司
无砟轨道系统:	Sonneville /VigierRail 股份公司的弹性支承块式无砟轨道 (LVT)
预计通车:	2016 年
铁路工程施工工期:	2009 年至2016 年
轨道长度:	114 公里——双隧道各 57 公里长
格士纳产品:	采用 Sylodyn® 制成的轨枕套靴垫板、弹性 轨枕垫和岔区弹性岔枕垫, 用于无砟轨道及 有砟轨道、弹性道砟垫
安装产品	Sylodyn® 轨枕套靴垫板:
隧道:	- 390,000 片, 用于弹性支承块式无砟轨道 道标准系统 - 4,000 件, 用于弹性支承块式无砟轨道 高衰减系统 - 用于由奥钢联道岔系统有限公司 (VAE) 生产的 10 组无砟轨道道岔
安装产品 弹性轨枕垫用于:	
联络线及隧道出入口地段:	- 33 组有砟轨道道岔 - 30,000 根B91 型弹性轨枕 超过 5,000 平方米的弹性道砟垫
项目支持:	运用有限元模型进行计算和预测、铺设计划、质量检测



隧道洞口道岔区



## 公司简介及主要经营数据

### 奥地利格士纳材料公司 (Getzner Werkstoffe GmbH)

成立时间:	1969 年 (作为 Getzner, Mutter & Cie 公司的子公司)
CEO:	Jürgen Rainalter 先生
员工:	340
2015年:	7,790 万欧元
业务领域:	铁路、建筑、工业
总部:	Bürs (奥地利)
分支机构:	柏林 (德国)、慕尼黑 (德国)、 斯图加特 (德国)、里昂 (法国)、 安曼 (约旦)、东京 (日本)、浦那 (印度)、 北京 (中国)、昆山 (中国) 和夏洛特 (美国)。
出口率:	85%

#### 轨枕套靴垫板应用业绩 (节选)

- 勒奇堡隧道 (Lötschberg Tunnel) (瑞士)
- 维恩伯格隧道 (Weinberg Tunnel) (瑞士)
- 东伦敦线 (East London Line) (英国)
- 马尔默城市隧道 (City Tunnel Malmö) (瑞典)
- La Sagrera 隧道 (西班牙)
- 马尔马雷海底铁路隧道 (Marmaray Tunnel) (土耳其)
- 莫斯科地铁 (俄罗斯)
- 连接约翰内斯堡和比勒陀利亚的 Gautrain 城铁 (南非)
- 第二大道地铁 (Second Avenue Subway, SAS) 项目 (美国)
- 南港延长线项目 (台湾)

