

地基加固

道路和交通区域的
力学稳定层



您当地的销售代表：

联系坦萨或您当地的销售代表以获得关于坦萨产品和应用的详细资料。

如有需要，还能获得产品性能说明书，施工指导书及和相应规范说明。

完整的坦萨文件包括：

- 应用于土木工程中的坦萨土工合成材料
- 产品、系统及服务指导说明书

- 地基加固

对道路和行车区域的无粘结层加固

- 沥青铺面

道路和行车区域加固沥青层

- TensarTech®坦萨支撑结构

桥台、挡墙和陡边坡

- 铁路

铁路道砟层和道砟底层的力学稳定加固

- 被顶平台

软弱地基上修建无沉降的结构

- 坦萨侵蚀防护

产品及系统指导书



欢迎关注坦萨中国官方微信

Tensar®

坦萨土工合成材料(中国)有限公司
地址：湖北武汉经济技术开发区车城大道6号
邮编：430056

全国客服热线：400 967 9600
传真：+86 (27) 8423 6381
邮箱：marketing@tensar.com.cn
网址：www.tensar.com.cn

此应用建议信息由坦萨国际免费提供。

坦萨国际并不参与您项目的发展，我们同时也假定您有自己的工程师或其他您信赖专业顾问，来决定是否采纳应用建议所含信息。

坦萨国际不承担任何照顾的责任或任何第三方责任，不承担因使用或依赖本手册的信息或使用任何失实陈述或错误陈述而发生的责任（包括死亡或人身伤害）。

是否采纳此信息及其中任何涉及的坦萨国际产品，必须由您的对项目情况全面了解的工程师或其他专业顾问来做决定。

您，及其他工程师或顾问，必须预先考虑到由于使用该坦萨国际信息或产品可能会造成的除了死亡及人员伤害以外的所有损失和损害。

如果您或其他第三方随后采购此应用建议中涉及到的产品或任何其它坦萨国际产品，则采购合同中全部条款和与产品相关衍生的坦萨国际全部责任都将在坦萨国际的标准

条款中列出，并在采购之日生效。此标准文本可向坦萨国际索要。

2017年4月印刷

Tensar®

► 坦萨TriAx®格栅在约束和加固粒料方面极其有效。TriAx®格栅在大量工程中已替代早期的坦萨双向格栅，带来更大的成本收益。



坦萨技术主要的地基加固应用

坦萨技术—经验证的实用方案

基于坦萨格栅的产品特性，坦萨技术被广泛应用于地基加固和土体加筋项目中，为工程带来时间和成本的双重优化。我们可以为您的项目提供坦萨技术以提升项目的盈利水平。

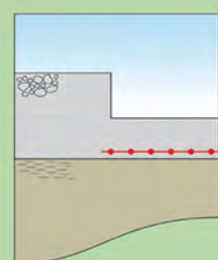
为您的地基加固工程选择解决方案

自30多年前坦萨发明刚性聚合物土工格栅后，其已成为土木工程中的一个重要组成部分。

一个工程项目可能只需一种土工格栅的应用类型，也可能需要多种应用来解决工程问题。

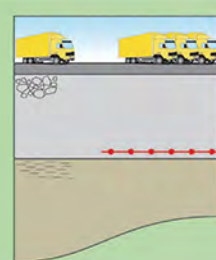
这里列出了土工格栅在地基加固中的六种应用。

减少层厚



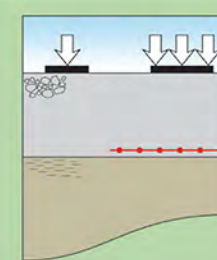
坦萨土工格栅的地基加固系数来自于多年来持续进行的大量研究成果。坦萨TriAx®三向土工格栅®的性能更加卓越，坦萨技术可以更大程度地减少粒料层厚。

延长寿命



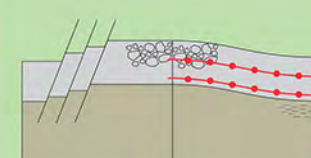
在路面结构层中采用坦萨TriAx®三向土工格栅®，可以延长道路的使用寿命。因此采用坦萨技术可以节省大量的维护费用。

提高地基承载力



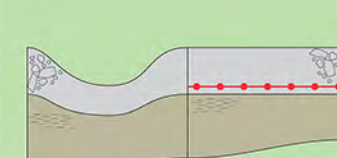
采用坦萨技术后，由于坦萨TriAx®三向土工格栅®的力学稳定层的荷载扩散能力明显增大，从而提高了承载设备，吊车、打桩机工作平台的承载力。

控制不均匀沉降



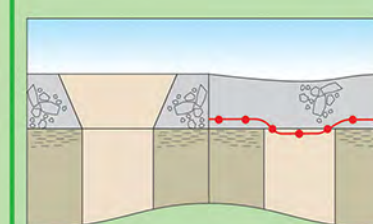
在粒料层中采用多层坦萨TriAx®三向土工格栅®可以形成一个可弯曲的刚性平台。使用坦萨技术可以消除地基多变的影响。

覆盖软弱沉积物



在地基土格外软弱的地区，可以采用坦萨技术做覆盖处理。用坦萨TriAx®三向土工格栅®覆盖污水塘和工业废弃物，可以确保填料的安全置换和压实。

跨越空穴



在地基土容易侵蚀、分解或塌陷的地方，可采用坦萨双向土工格栅和坦萨技术，提供支撑作用以保障安全，同时为后期永久性修复争取充裕的时间。这并非加固应用，实际上格栅起到了加筋的功能。

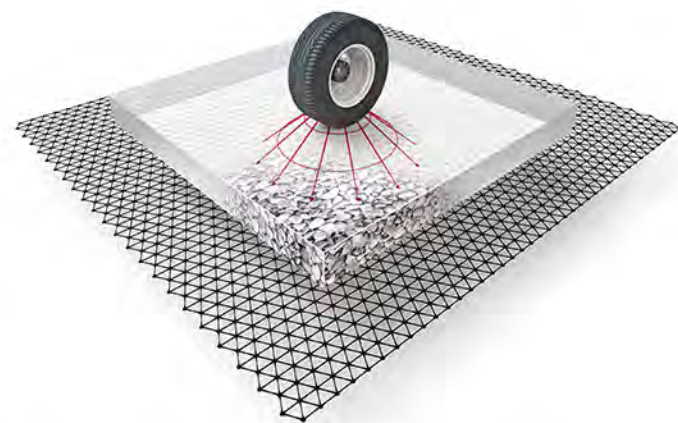
坦萨TriAx®三向土工格栅®通过约束粒料来发挥作用

坦萨TriAx®三向土工格栅®极为有效地与粒料嵌锁,从而解决地基加固问题。当格栅上方的填料颗粒被碾压时,它们能部分穿过网孔,并被格栅网孔约束,形成刚性复合层。

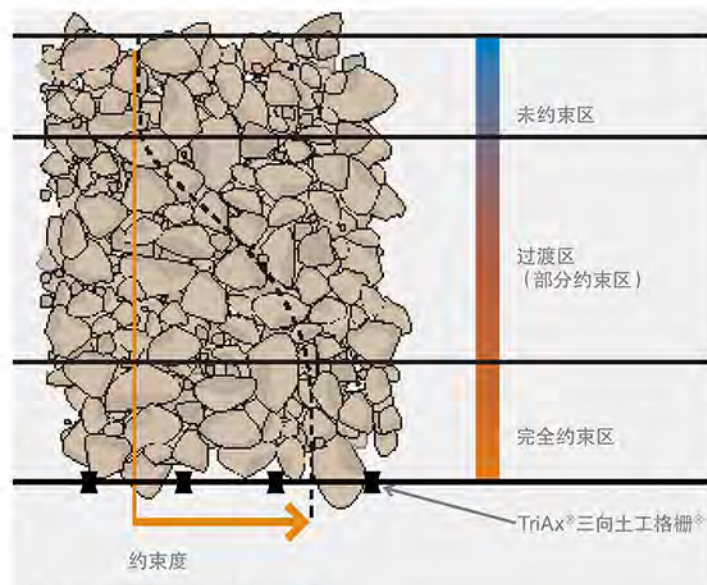
格栅与粒料在荷载作用下发生相互作用,形成嵌锁。嵌锁的作用可以约束和限制粒料颗粒的变形,从而有效地加固粒料层。



嵌锁机理



有效的力学稳定层必须能在360° 范围内传递荷载。这就要求在力学稳定层里的土工格栅在360° 方向上都具有很高的径向刚度。



力学稳定层中对粒料的约束图示。

有效的加固材料,如坦萨TriAx®三向土工格栅®可以产生很大的约束范围。

欧盟建筑产品法规 (CPR) 和欧洲技术认证 (ETA)

欧盟CPR法规从2013年7月1日起强制所有土工格栅产品都必须具有欧盟CE认证证书。与支挡结构加筋材料不同,通过格栅网孔嵌锁约束和侧向限制来加固已被欧洲技术委员会 (EOTA) 认定为是一种独特的功能,在技术报告TR41中采用ETA证书,与CE认证配合使用。

坦萨土工格栅的多样性

自二十世纪八十年代起,亿万平方的坦萨土工格栅成功地应用于数万个工程实践中。2007年坦萨推出新产品TriAx®三向土工格栅®,是土工格栅技术的重大进步。

坦萨土工格栅已在全世界大多数国家、在不同气候及土壤条件下成功应用,常用于解决设计或施工中的棘手难题。坦萨TriAx®三向土工格栅®的生产工艺制造出独特的六边形结构,包括高强度的节点和刚性肋条,形成了可以很好约束粒料的很厚的方形边缘;格栅的肋条对粒料颗粒来说像一个有力的“夹子”,从而在网孔上形成了有效的力学嵌锁作用。由于嵌锁作用控制了粒料颗粒的侧向位移和膨胀,从而形成非常高效的抗剪角。这是一种“约束”机理,实际上嵌锁作用固定了粒料,限制了粒料颗粒的侧向位移。

这些特点使坦萨TriAx®三向土工格栅®在加固粒料时:

- 在竖向荷载作用下,坦萨格栅在变形很小的情况下即产生抗力
- 工作荷载下,格栅上产生的应变非常小
- 加固的效果在荷载作用区域充分呈现
- 坦萨土工格栅和粒料共同作用形成复合体——坦萨力学稳定层 (MSL)



TriAx®最大的特点是节点和厚肋条处的强度和刚度。

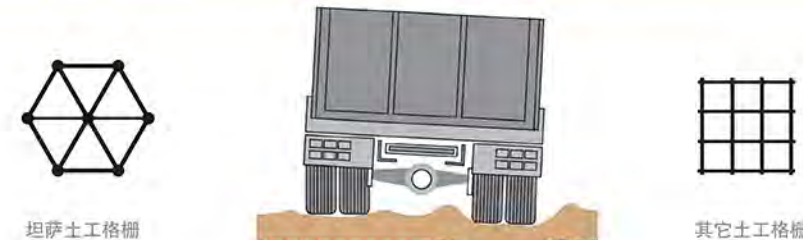


TriAx®三向土工格栅®的肋条形状直接影响力学稳定层的功效。

是否所有土工格栅都能起到相同的作用?

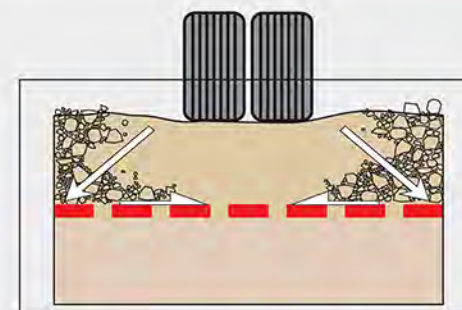
这是在考虑到格栅加固效果时,尤其是在一些道路路面工程中通常会问到的一个问题。答案是:“不,格栅加固效果不同,一个最突出的指标就是格栅的生产工艺。”与坦萨的生产工艺相比,那些其它形式的格栅,如挤出、编织,和焊接格栅,其力学嵌锁的性质是不同的。

坦萨设计是基于在已经得到证实的嵌锁效应和粒料约束机理。而大多数土工格栅制造商采用其它方法生产出具有不同肋条、节点、网孔特点的格栅,它们工作起来更像是“张拉膜”。张拉膜需要在轮迹线上产生很大的变形才能发挥作用。请见下面论证:



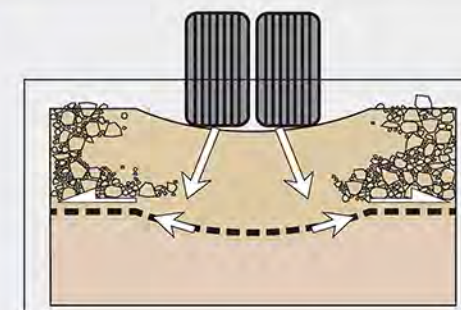
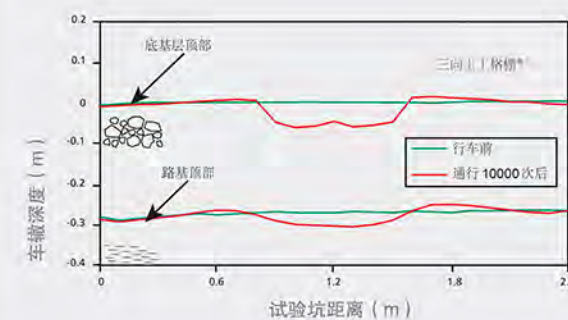
坦萨土工格栅

其它土工格栅



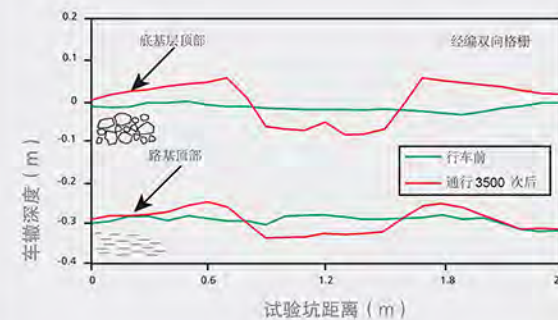
坦萨土工格栅加固路面——嵌锁和约束机理

- 嵌锁和约束加强了粒料层
- 荷载扩散区域增大
- 垂直应力减小
- 性能改善



其它格栅加固路面——张拉膜原理

- 格栅膜需要在边缘锚固
- 荷载直接作用于格栅膜上
- 膜与地基产生变形
- 只有在大量通车后性能才能表现出来
- 为维持效果,车辙内的轮迹必须进行经常性的维修



与其它类型的格栅相比,坦萨格栅的约束机理和冲孔拉伸后形成的物理特性对减小车辙有显著的效果。这种性能上的差别在以上车辙轮廓图中很明显。上图是由TRL (英国交通研究实验室) 所作的详细的路面试验中的一部分。这些实验断面显示了在底基层 (300mm 厚) 顶部和地基 (CBR=1.5%) 顶部,在行车前与行车后的情况。在行车3500次后,其它类型格栅 (张拉膜机

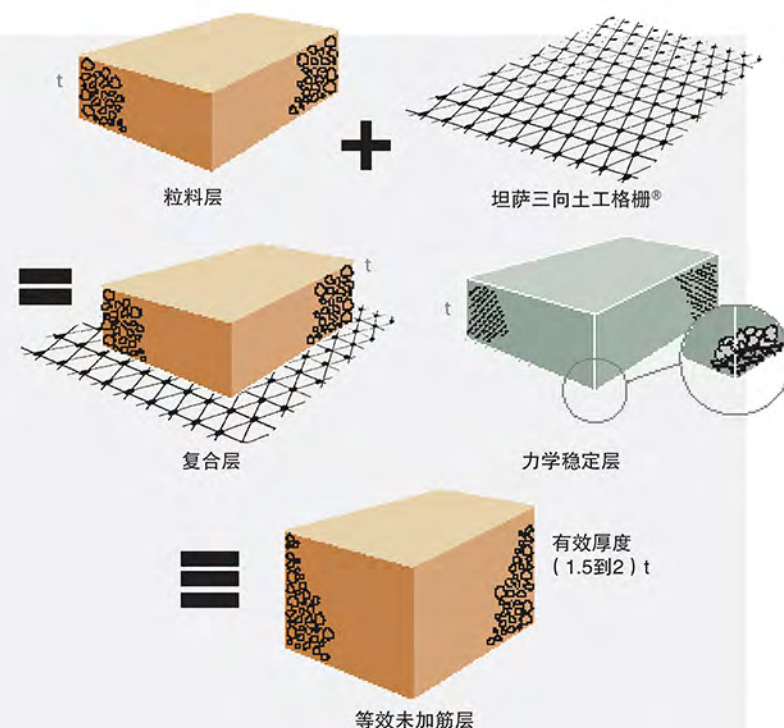
理) 加固的底基层的顶面产生了很深的车辙,变形量相当大。在地基的顶部也有类似的变形,导致地基重塑和变软。在坦萨格栅 (嵌锁约束机理) 的断面,行车10,000次后,底基层的车辙仍然很小,变形也小。地基顶部的车辙可以忽略不计。由此可以看出坦萨格栅的性能与其它类型格栅 (如焊接、编织的) 明显地不同,有重大的区别。

坦萨力学稳定层

由于嵌锁的作用，粒料层与坦萨TriAx®三向土工格栅®结合形成一个复合层。因此可以将格栅、粒料的复合体称为坦萨力学稳定层（MSL）。

设计师及专业人员可以根据复合体的特性和性能，选择一种坦萨力学稳定层来满足自己的需求。

可以用另一种思路来考虑“等效未加筋层”，因此可以在现行的设计方法中将这一概念输入进去。下列范围值适于大多数设计方法。



1992 – 实验室的测试结果在现场反复得到验证。

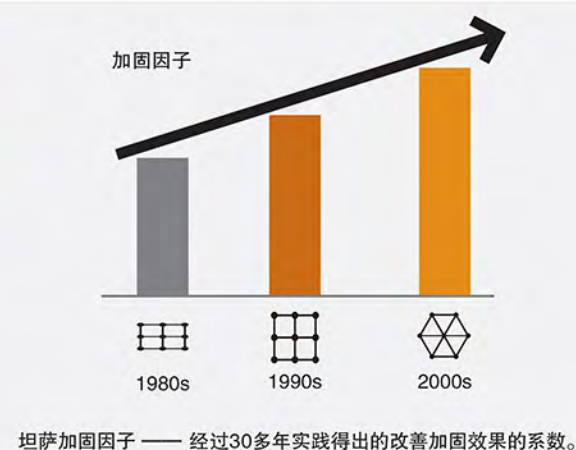


1996 – 坦萨格栅的侧向约束作用，显著减小了车辙深度。



2000 – 英国交通实验室进行的足尺试验将坦萨格栅与大量其它格栅进行比较。

设计参数	坦萨有效提高的范围	单位
厚度“t”	1.5<t<2.0	mm
模量“E”	1.5<E<3.0	kN/m ²
行车荷载“TIF”	3<TIF<15	标准轴载



坦萨加固因子 —— 经过30多年实践得出的改善加固效果的系数。

可量化的性能优势

从小型试验箱开始，继而进行了大量足尺试验。

为了确定坦萨力学稳定层的有效厚度，坦萨通过大量的足尺行车试验积累了许多性能数据，试验早期采用双向格栅，近年来都采用TriAx®三向土工格栅®。

A)1981-坦萨格栅用于地基加固的实验开始于1981年，采用了一些简单的承载测试，从而验证了嵌锁机理的有效性。



B)1985-坦萨超过20年的足尺试验给您完全的信心保障。



2004 – 所有试验不是仅在一个地区进行，而是遍布全球多个独立的实验室和研究机构。



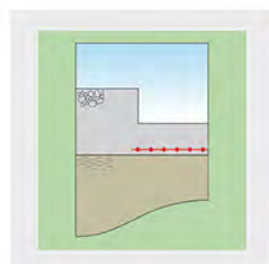
2004 – 周期最长，要求最严格的行车试验，费林布鲁克采石场，挪威。



2007 坦萨技术中心 – 室内行车设备可以对格栅、填料和路基进行研究。

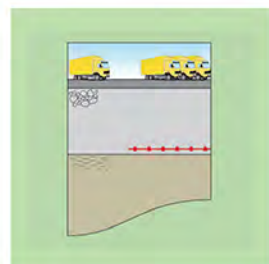


2008/2011 – 环境条件可控的行车实验。



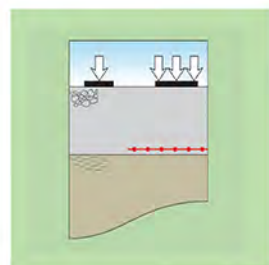
减少层厚

与不加筋设计相比, 在达到同样性能的情况下可以减少覆盖层厚度达50%, 承包商可从地基处理开支中节省出一笔可观的费用, 并且还能减少50%的二氧化碳排量。



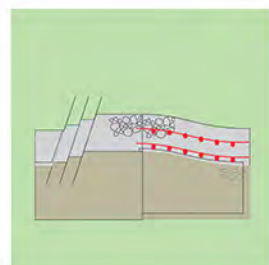
延长寿命

道路修复, 尤其是涉及到整个深度范围内的道路修复, 其造价都很昂贵。工程实践证明, 力学稳定层的加入可以延长道路的寿命达3倍以上, 从而减少每年的维修成本, 对于置换沥青层项目, 可达50%以上。



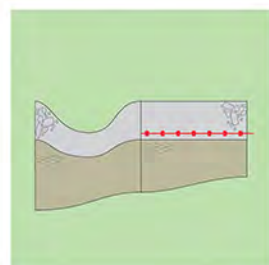
提高承载力

在软弱地基上, 如泥炭土, 有时必须修建一条能够承受重载的施工进场道路, 风力发电场的重车道路就是个很好的例子, 坦萨技术的加入提高了地基承载力, 使施工可以安全进行。



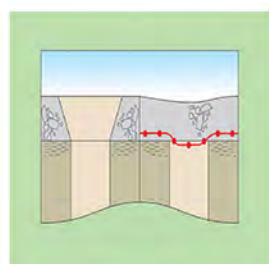
控制不均匀沉降

许多施工现场在类似开发过后闲置的“棕色地带”上, 地基多变导致路面产生不均匀沉降。坦萨对既有工程多次回访, 多年的记录证实了加筋后路面形状轮廓还保持完好。坦萨方案提供一个道路路面的支撑结构, 与传统的方案如打桩平台相比, 工程造价节约了75%以上。



覆盖软弱沉积物

坦萨开发了覆盖软弱沉积物的技术。坦萨技术多年来不断改进, “使不可能变为可能”, 现在该技术已经成为覆盖污水塘或工业废弃物等软弱沉积物的首选。



跨越空穴

通常需要对废弃的矿井做保护措施, 以避免突然坍塌而形成的一个开口向上很深的“冠形洞”。采用坦萨技术对这种极端情况所做的实验表明, 坦萨格栅可以提供足够的支撑力控制塌陷扩展, 保障公众安全, 为您提供足够的时间进行抢修。



三向土工格栅®铺设, 英国Stoke

- 减少层厚
- 延长寿命
- 控制不均匀沉降



软弱地基加固, 德国Ashbourne

- 覆盖软弱沉积物
- 提高承载力



改善和加强地基, 中国山东

- 减少层厚
- 延长寿命



地基加固, 路面停车场, 英国

- 减少层厚
- 提高承载力
- 控制不均匀沉降

特殊路面设计

对于要承受很大的轴载,或者高度集中的轮载的特殊路面,它不像普通的公路车载多次重复运行,坦萨国际为此开发了使用格栅的特殊设计方法。



粒料层可能需要多层格栅加固。结合坦萨格栅加固的效果,坦萨在常用的重载路面的设计方法上将其加以改进。



典型重载路面
重载路面可能需要
多层加筋



坦萨TriAx®三向大网孔格栅 - TXL



坦萨TriAx®三向标准网孔格栅 - TX



坦萨TriAx®三向土工复合材料 - TXG

坦萨国际服务支持

用我们的经验和可信赖的技术来为卓越的产品提供支持

专业解决方案

我们有专业的团队为您的设计或整体结构提供技术支持,我们还提供咨询和现场培训,以帮助您有效地安装我们的产品系统。

我们创新的产品结合了全球千千万万的工程经验,充分考虑了多种气候条件和土壤类型。这就意味着我们将会为您如何运用我们的产品和系统提供独特的土木工程专业建议,这将是您最具价值的解决方案。

我们致力于在这领域提供最高水平的技术支持,对使用我们的产品和系统提供支持。我们经验丰富的专业设计团队和坦萨当地的分销商会与您达成伙伴关系,确保您的工程顺利完工。

TensarPave™ 设计软件

TensarPave™ 是坦萨国际开发的一个软件工具包,结合了TriAx®三向土工格栅®的设计参数,为您提出最为经济的地基加固和路面设计方案。

施工指导

我们会随着合同签署和施工进度,为您提供许多独立机构的证书,规格说明书等,对施工进行指导和支持。这些文件包括大量的工程案例,产品说明和其他详尽的文件。

三大类核心的设计范围

- 1 只供货
- 2 应用建议支持
提供方案建议及供货—方案图纸及建议
- 3 设计支持
设计并供货—完整的结构设计图纸

我们的服务包括概念图、设计、施工和安装等项目专业建议,同时可为您提供针对坦萨的应用的培训。

请在您的工程前期尽早联系我们的团队,我们可以帮助您在初期设计阶段做方案图,评估使用坦萨产品或系统的可行性,提供预算估价,帮助您节省工期及工程造价。

施工支持:

- 安装建议—教您如何在工程中安装坦萨产品
- 安装培训—展示我们的产品的安装程序
- 施工建议—解答在坦萨产品安装过程中遇到的实际问题

培训:

- 全面实用的技术讲座
- 个人培训或根据您的需要组织专门的培训

设计:

- 设计建议—帮助您在项目中采用坦萨产品和系统
- 为您的工程或投标制定详尽的概算清单
- 为您的工程提供详尽与坦萨产品相关的设计施工图

设计支持:

- 应用咨询—帮助您完成设计方案
- 应用建议—我们为您提供进一步的设计方案
- 设计审查—帮助您确认您的设计是否正确结合了我们的产品和系统

机场路面

新一代飞机载重和自重的增加,需要能承受更大轮载的飞机跑道和滑行道。



阿德莱德机场新滑行道 (澳大利亚)

码头路面

在集装箱装卸和堆放区域,以及装卸和装配大型货物的场地上,通常要求地基能承受高度集中的轮载和车载。



坦萨格栅的优良性能在码头铺面的工程中完美体现 (拉脱维亚)

安全工作平台

起重机和打桩机需要一个稳定的工作平台以便操作安全,操纵准确。通常,这些操作都在极软的地基上进行。



坦萨地基加固后的工作平台上的重载起重机

铁路道床

道砟层和道砟底层都可以从格栅加固中受益,特别是在软弱地基上。道砟底层加筋,可以增大其模量以支撑道砟。道砟层加筋可以限制道砟的侧向变形,并延长枕木和铁轨的寿命。



坦萨格栅在铁路道床上的贡献

