



## 传统护坡和柔性边坡系统比较与分析

传统的护坡工程一般以水泥，石料，混凝土等硬性材料为主要建材，在设计上以力学的角度去思考边坡稳定，通常都以安全为优先考虑，忽略了生态修复，使边坡的生态功能恢复更加困难。柔性生态边坡的诞生顺应了人与自然共生的要求，提升了护坡工程建设的内涵。

人类在改造自然的同时，对自然环境造成了不同程度的破坏，水利、公路、铁路等基础设施工程的实施，伴随出现了大量的施工开挖，造成大量的裸露土质边坡和岩石边坡，改变了原有的地貌和应力状态，使得一些边坡的稳定性发生了改变，原有的生态系统遭到破坏，导致了严重的水土流失和环境失衡问题，为了保证边坡的稳定和保护生态环境，人们采用了各种各样的边坡防护方法，生态护坡尤其是柔性的生态护坡，是护坡发展的一个趋势，也是人类追求自然生态的一个总的方向。

生态环境的保护关系经济社会的可持续发展，关系人民生活和子孙后代的发展，关系环境保护事业的发展，生态护坡技术作为生态保护的措施之一，其应用的意义尤其突出和重要。

### 一、 传统的护坡方法

护坡即边坡防护，指采用各种相关的措施对边坡进行处理以保证边坡的稳定，传统的护坡方法大致可分为浅层防护类护坡、砌石类护坡、框格护坡、护面墙护坡和喷混类护坡

- a) 浅层防护类护坡主要指抹面防护和捶面防护，用于风化不甚严重的软岩层（如泥质砂岩，页岩等）边坡，但是对边坡的稳定要求很高，而且无



地下水渗漏，这种边坡的缺陷是使用年限较短。

- b) 砌石类护坡指在稳定的边坡上铺砌（浆砌或者干砌）片石、块石或者混凝土预制块等以防护水流对边坡的冲刷，该方法目前国内被广泛应用，因为其取材方便，技术简单。但是这种边坡的缺陷是完全无法修复边坡的生态，使得边坡的原有生态被完全破坏，无法实现环境保护的诉求。
- c) 框格护坡是指用混凝土，浆砌块石等材料，在边坡上形成骨架，防止边坡面水冲刷下形成冲沟，同时提高边坡表面地表的粗度系数，减缓水流的速度。这种结构可以根据人们的想象，做出各种各样的造型。主要应用于路基边坡。但是这种护坡施工难度大，造价高昂，一般只在重点景点使用。
- d) 护面墙护坡是指为了覆盖各种软质岩层和较破碎岩石的挖方边坡以及坡面易受侵蚀的土质边坡，免受大气影响而修建的墙，护面墙多用于易风化的软质岩层和较破碎的岩石地段。
- e) 喷混类护坡是指喷浆护坡，喷射混凝土护坡和喷锚护坡，主要应用于边坡易风化，裂面的岩石边坡，以防止落石，崩塌等灾难性事件的发生。

以上各种传统型护坡的优点是护坡能力较强，缺点是一次性投资大，难以恢复自然植被，不利于生态环境的保护和水土保持，在外观上较为单调生硬，多数情况下与周边的景观不协调，与目前注重保护生态环境的发展趋势相违背，因此，此类护坡方法在今后的工程建设中将受到越来越多的限制。

广州柯美利环保科技有限公司从国外引入、并经过改良的柔性生态边坡系统是以保护、创造生物良好的生存环境和自然景观为前提，在保证护坡具有一定的强度、安全性和耐久性的同时，兼顾工程的环境效应，以达到一种土体和生物相



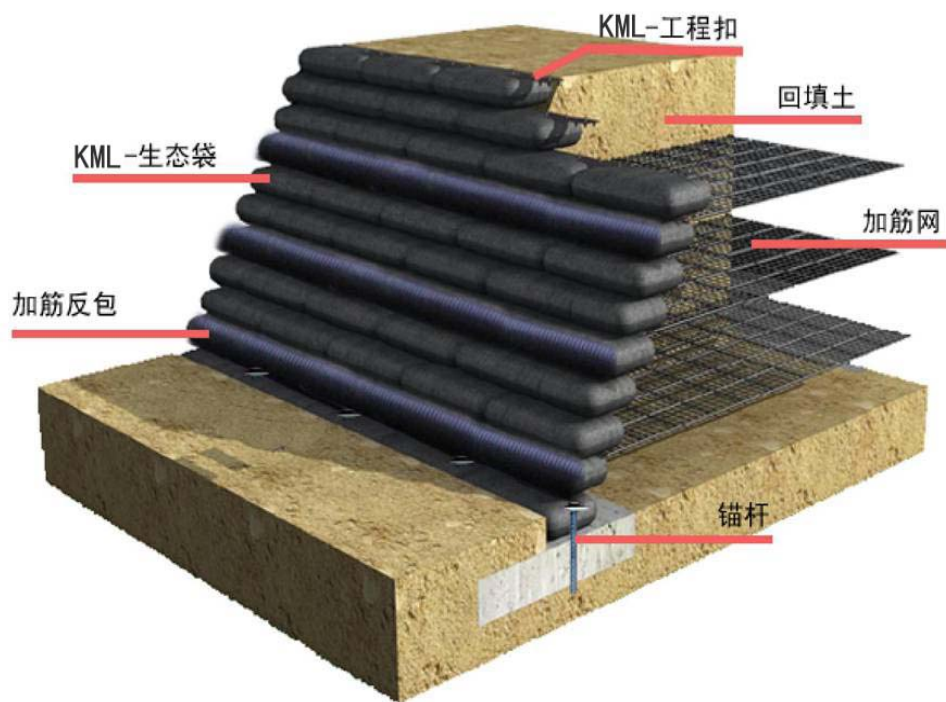
互涵养、适合生物生长的仿自然状态的新型的生态护坡。它同时满足了如下几个方面的要求：①安全性，这是护坡的基本功能，即是否能发挥有效的固坡、护坡作用；②生态性，对本土的原生动植物没有产生重大的负面影响，尽量不扰动原有栖息地环境，或者护坡完工后被本地生物接受；③景观性，护坡完工后与周围的景观环境相互协调。

## 二、柯美利柔性生态护坡系统介绍及适应范围分析

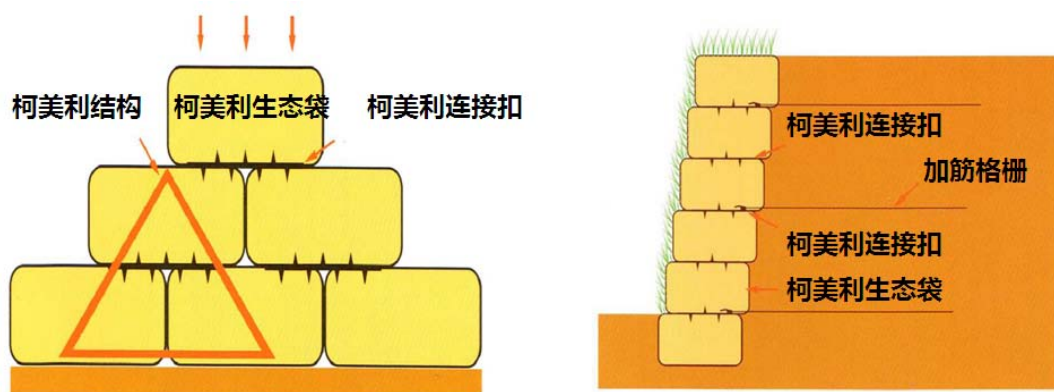
柯美利柔性生态边坡系统是既能起到良好的边坡防护作用，又能改善工程环境，体现自然环境美的生物护坡新技术，是通过不断的学习国内外先进技术和自主性的独立研发，在目前国际上较为广泛应用的土工材料的基础上作出大胆突破，设计出的一套集生态、环保、节能为一体的全新边坡工程应用系统。通过以植被工程技术为主的综合措施，一次施工，快速成型，在保持稳定功能的前提下，更加具有水土美化，恢复自然植被，保持和谐自然生态环境等优秀功能。它是一项集工程力学、生物学、土壤学、肥料学、园艺学和恢复生态学等学科于一体的综合护坡技术。

### 1、柯美利柔性生态护坡系统的构成。

柯美利柔性生态护坡系统（亦称生态袋三角结构护坡工程系统），是一个专业的系统，该系统因各种用途而被用于建造有吸引力的植被边坡和挡土墙，包括：环境墙、侵蚀控制、生长性保存斜坡、河岸稳定性和挡土墙。它是一个主要由生态袋、标准工程扣、加筋格栅等组件构成的三角稳定结构。（图一，图二）



图一

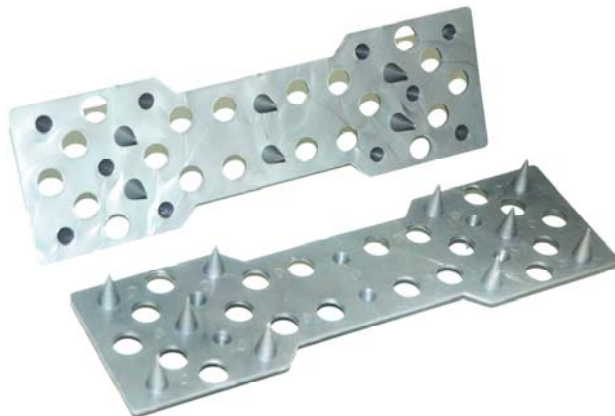


图二

## 2、系统结构工程部件：

①工程联结扣：原材料 100%聚丙烯，100%可再循环利用，为生态袋之间的联结提供坚实力量，有效地使每一个生态袋彼此紧紧互相联结，形成一个坚实的整体。（图三）





图三：工程联接扣

②生态袋：为永久的植被绿化提供理想的播种模块，生态袋具有透水不透土的过滤功能，而且对植物根系非常友好，每个生态袋表面积会因袋子填充物的多少而变化。生态袋选用高质量的环保材料，产品永不降解、抗老化、抗紫外线、无毒、百分之百可回收，实现了零污染。



图四：生态袋

③抗紫外尼龙扎口带：

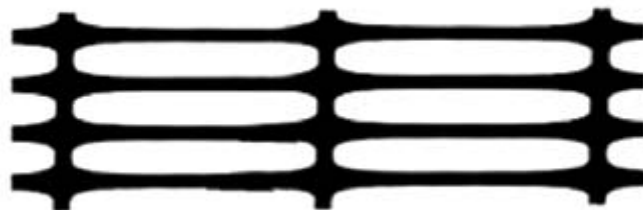


扎袋线在施工中起到将已装满填充物的生态袋扎紧袋口的作用，扎带小巧，使用方便快捷，抗紫外线，抗拉性强。其强度、长度、宽度、结头尺寸扣等参数充分考虑了袋口的缩紧拉力和人体工程学中人的发力特点和握拔力的大小。其施工时拉断、使用后自断的可能性很小，从而保证每个填充袋体的完整性和有效性。



图五：抗紫外尼龙扎口袋

④土工格栅：非金属材料，可以增加并达到整体设计边坡强度，加筋土工格栅，通常作为加筋挡土墙的组成部分，增加墙体上层的抗拉强度。



图六：土工格栅

### 三、柯美利柔性生态护坡相对于传统护坡的优势比较

我们先来看几个对比表格



## 各种边坡建造技术性能对比 1：（施工）

施工/运造		柯美利生态系统	水泥预制混凝土	石砌墙	填石网箱	加筋格网系统
施工简便	无需技术工人	✓				
	无需场地标准	✓		✓	✓	
	快速安装	✓				
	无需重型设备	✓				
储存	不降解	✓		✓	✓	✓
	不占或很少占存储空间	✓				
善后维修保养	几乎不用维护保养	✓			✓	✓
轻便性	运输简便	✓				
	运营成本低	✓				

表一

从对比表格，我们可以看出，柯美利生态护坡系统技术要求低，搬运，储存和处理方便，建设快速，便于施工，大大的缩短建设工期，对基础建设要求低，不需要基点和水平基座。大大降低施工过程中的施工成本和时间成本。

## 各种边坡建造技术性能对比 2：（工程特性）

特性对比分析		柯美利生态系统	水泥预制混凝土	石砌墙	填石网箱	加筋格网系统
工程						
系统内锁性	生态袋内锁，筑成大规模稳定土坡	✓	✓			
透水性	没有静水压力	✓			✓	✓
过滤性	透水保土	✓		✓	✓	✓
弹朔性	抗震抗压	✓	✓	✓	✓	✓
	抗变形	✓			✓	
永久性	长生命周期，低成本建筑	✓			✓	✓
软体结构强度	永久耐用	✓				
重复使用	生态袋和扣子均可回收再用	✓	✓			
结合加筋网	设计建造大型边坡	✓	✓			✓

表二



(1) 相对于传统的护坡技术，柯美利柔性生态护坡系统采用的自锁结构，整体受力，有很好的稳定性，对冲击力有很好的缓冲作用，抗震性好，是永久的有生命的工程。随时间的延续，植被根系的进一步发达，结构的稳定性和牢固性会进一步的加强。生态袋透水、透气、不透土颗粒，有很好的水环境和潮湿环境的适用性，基本不对结构产生反渗水压力，并可重复利用，在对现场生态环境修复的同时，不对环境造成破坏。

### 各种边坡建造技术性能对比 3：（应用成本）

应用/成本对比分析					
	柯美利生态系统	水泥预制混凝土	石砌墙	填石网箱	加筋格网系统
应用					
边坡	✓		✓	✓	
垂直墙	✓	✓			✓
水岸	✓	✓		✓	✓
堤坝	✓				
噪音隔离	✓				
成本					
安装完毕成本价					
边坡水土保持	100-180	130-250		130-250	
挡土墙	150-260	180-300			300-500
材料	70%	30%	30%	30%	30%
安装	30%	70%	70%	70%	70%
对比利润（节省成本）	10%-20%	0	0	0	0
土地节省	50%				
运输节省					

柯美利柔性生态护坡系统，应用范围广泛，能够适应各种现场环境的需求，可塑性高，维护方便，简单。并可根据土地应用情况，进行合理设计，最大限度的减少征用土地，为基础建设节约大量土地资源。





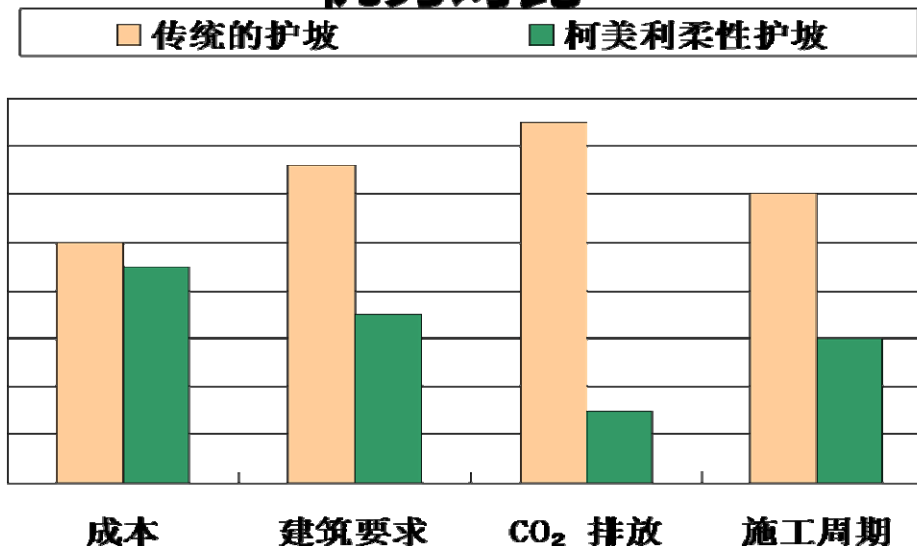
## 各种边坡建造技术性能对比 4：（环境友好）

特性对比分析						
		柯美利生态系统	水泥预制混凝土	石砌墙	填石网箱	加筋格网系统
特性	好处					
环境						
植被绿化性	绿色解决方案	✓		✓		
生命结构性	减少 CO <sub>2</sub>	✓		✓		
友善根系性	支持植被生长	✓				
	降低地球温度	✓				
柔软弹性, 自我恢复	吸收外力、噪音	✓		✓		
	柔性抗震抗变形	✓	✓	✓		
土壤天然性	自然，悦人耳目	✓				
	没有污染	✓				

传统的护坡技术所用的石料，水泥的生产过程，是一种高能耗的生产过程，而柯美利柔性生态护坡系统采用材料为环保材料，生产过程不大量产生二氧化碳等气体，属于低碳工业，并且支持植被生长，有效的吸收热量和噪音，有助于低碳环保，有助于提高城乡居民的宜居环境质量。



## 优劣对比



综合以上对比，柯美利柔性生态护坡在建设成本、对建筑的基础要求上都低于传统护坡技术，并且大幅度降低二氧化碳排放，缩短施工周期，是目前护坡技术中最先进、最环保的护坡技术。符合现在国家提倡的节能减排政策，也符合现代民众追求的生态环保的生活环境，充分满足了人们的亲近自然的要求，打造了更加宜居的城乡环境。

#### 四、柯美利柔性生态护坡的应用范围：

- 涵洞口 --- 放弃水泥，节省能源，减少污染
- 排水沟 --- 降低流速，缓减排水压力
- 河道护坡 --- 一次性解决护坡，绿化和后续维修任务
- 土壤侵蚀 --- 唯一高效，自然生态
- 灌溉系统 --- 构筑陆生生物的无害通道和避难天堂，抗击大规模化肥和农药



- 露天矿恢复 --- 综合利用矿矸石，科学整治沉降区，绿化青山挂白，净化矿区水气
- 河流两岸 --- 构筑人类和野生生物共同的黄金滨岸带
- 海湖滨岸 --- 构筑永不消失的生态黄金海岸带
- 地表滑坡治理 --- 一次成功，不再反复
- 陡坡稳定 --- 坡度大小，载重排水，工随人意
- 桥头护坡 --- 寿命远超水泥钢筋，一劳永逸解决桥头垮塌之忧
- 涵洞口 --- 节省土地，防止冲刷坍塌
- 铁路公路边坡 --- 节省土地 50%，减少开挖量 50%，节省成本 20%
- 以上
- 堤坝 --- 生态工程结构，节省土地，降低成本，提高防洪抢险安全
- 防噪音墙 --- 吸收大部分噪音，减少太阳辐射和热岛效应，净化空气
- 围墙 --- 自己动手，把世界上远超万里长城的中国特有围墙变成生态成分花园墙
- 高尔夫场地（池塘，沙坑，河道，景观...）
- 园林艺术
- 垂直绿化 --- 增加房地产开发中的绿化率
- 房顶花园式绿化 --- 极大地提高城市绿化率，吸收太阳辐射，防暑降温