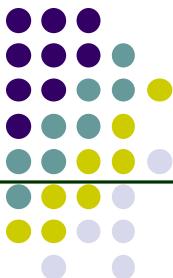




敬请各位老师、专家、业界朋友 指正！



题 目：城市山体边坡植物防护技术研究与应用

单 位：深圳市万信达环境绿化建设有限公司

报告人：朱兆华（高工、高级知识产权规划师）

指导人：孙吉雄（教授/博导）、徐国钢（高工/董事长）





•公司简介

•深圳万信达公司：

97年成立，是深圳乃至全国最早从事山体边坡生态治理的企业之一。

也是行业中为数不多的同时具有国家高新企业和中国城市园林一级企业资质的公司之一。

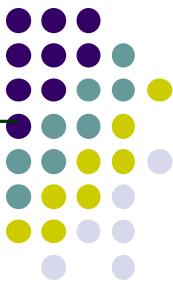


•公司科研项目：《裸露边坡综合治理技术研究》曾获国家科技进步二等奖！是行业迄今为止，级别最高的奖项，也是目前行业唯一的国家科技进步二等奖。

边坡类研发项目还曾获得北京市一等奖、国家教育部二等奖、广东省二等奖等。

边坡类工程项目也曾多次获得国家工程质量奖、鲁班奖、优良样板工程、优秀风景园林项目等奖项及荣誉。

●释题：“都市树木”与边坡植物



研讨会主题：“都市树木”优化作业，主要是针对城市绿地、绿道、小区、公园、景区等的树木种植、养护。

边坡植物（包括但不限于树木），是“都市植物”的一个特殊的，不可缺少的类别。对于多山城市，不可避免地会涉及到山体边坡植物种植问题！

都是在营造城市生态景观，都是在丰富或保护生物多样性。

城市山体边坡作为典型的城市困难立地（/生境破碎化），从工程技术上讲，其植物种植难度非常大。在植物品种选择及施工、养护等环节也都有其特殊的要求。





汇报提纲



- 公司简介
- 释题：边坡植物与“都市树木”

- 一、边坡来源及危害
- 二、边坡植物防护方案的选择与制定
- 三、边坡植物防护常用的工艺、技术
- 四、边坡植物防护行业共性问题、关键技术
- 五、典型的案例





一、边坡的来源及危害

1、概念及特征

●**山体边坡：**是指人为或自然因素造成的创伤裸露坡面。

●**特征：**山体边坡属于典型的困难立地，即：立地条件非常恶劣，与所在区域立地条件相比，具有明显抑制植物生长诸因素：

- 1) 无土（或少土）；
- 2) 缺水；
- 3) 无肥或少肥，极度贫瘠；
- 4) 水热安全性差，变化幅度大，坡面温度高达60-80℃，极易干旱。





一、边坡的来源及危害

2、**边坡来源及成因：**山体边坡来源主要有三个途径：

一是交通建设：高速公路、城乡公路网、铁路；

二是采石、采矿；

三是房地产开发及工业园区建设（三通一平）。

采石场边坡



道路边坡

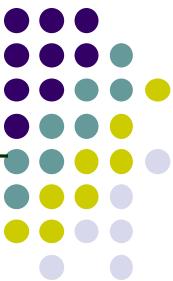


房地产边坡



其它边坡





一、边坡的来源及危害

3、危害：

- 1) 破坏了地形地貌，影响了生态景观；
- 2) 破坏土地资源和山体结构，加剧了水土流失；
- 3) 区域性生态环境恶化，加大城乡洪涝灾害等；
- 4) 产生新的次生灾害：坡面风化剥落、山体滑坡，泥石流等灾害。



(改变原有地质地貌/水土流失)



(次生灾害：滑坡)



一、边坡的来源及危害

4、边坡防护的类型：

工程防护：浆砌石挡墙、格构梁、系统锚杆（索）、喷砼等稳定坡面的措施。

功能目标：保证坡面的稳定与安全

植物防护（/生态防护/植物护坡）：利用植物固土护坡的防护措施。

功能目标：恢复植被、固土护坡（强化坡面的稳定性），保持水土，改善生态环境，增加森林碳汇等。



工程防护：浆砌石挡墙



工程防护：格构梁+喷砼



植物防护（植物护坡）



二、植物防护方案的选择与制定



1、边坡植物防护方案制定的原则与要求：

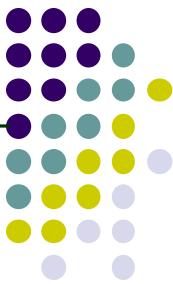
- 1) 因地制宜：根据坡面类型及立地条件，分区分段制定针对性工艺方案。
- 2) 低养护：以“减养护、免养护”为目标，自然生长，成功演替。
- 3) 耐久性：工程措施；
- 4) 自我修复：植物措施自我修复能力强，生态景观一年内明显改善，三年后趋于自然。

■**隐蔽工程：**完工后，由于植物的覆盖而无法看到的人为创伤与修复的痕迹。边坡植物防护最高境界！





二、植物防护方案的选择与制定



2、边坡立地条件分类:

- 由万信达公司参与制定的两项广东省地方标准:

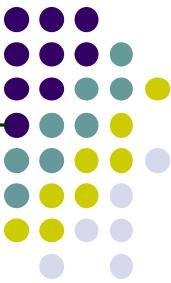
《道路边坡生态防护工程施工及验收技术规程》（DB44/T 499-2008）

Technical Code for Construction and Acceptance of Road Slope
Ecological Protection (DB44/T 499-2008)

《采石场生态恢复工程施工及验收技术规范》（DB44/T 500-2008）

Technical Code for Construction and Acceptance of Quarry
Ecological Restoration (DB44/T 500-2008)

二、植物防护方案的选择与制定



■道路边坡分类：《道路边坡生态防护工程施工及验收技术规程》（DB44/T 499-2008）规定：

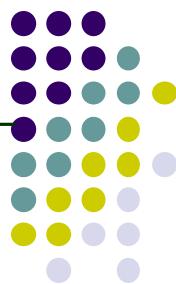
分类依据	名称	描述
边坡质地	弱风化岩石坡	边坡岩体呈块状或层状结构，岩体较完整，由岩浆岩、层状沉积岩或变质岩构成
	强风化岩石坡	边坡岩体呈碎裂状或散状结构，由强风化或强烈构造运动形成的破碎或极破碎岩体构成
	土质（土夹石）坡	边坡由土壤构成或土夹石
坡比	缓坡	坡比 $\leqslant 1:1.5$
	较缓坡	$1:1.5 < \text{坡比} \leqslant 1:1$
	中等坡	$1:1 < \text{坡比} \leqslant 1:0.75$
	陡坡	$1:0.75 < \text{坡比} \leqslant 1:0.5$
	急坡	坡比 $> 1:0.5$

二、植物防护方案的选择与制定

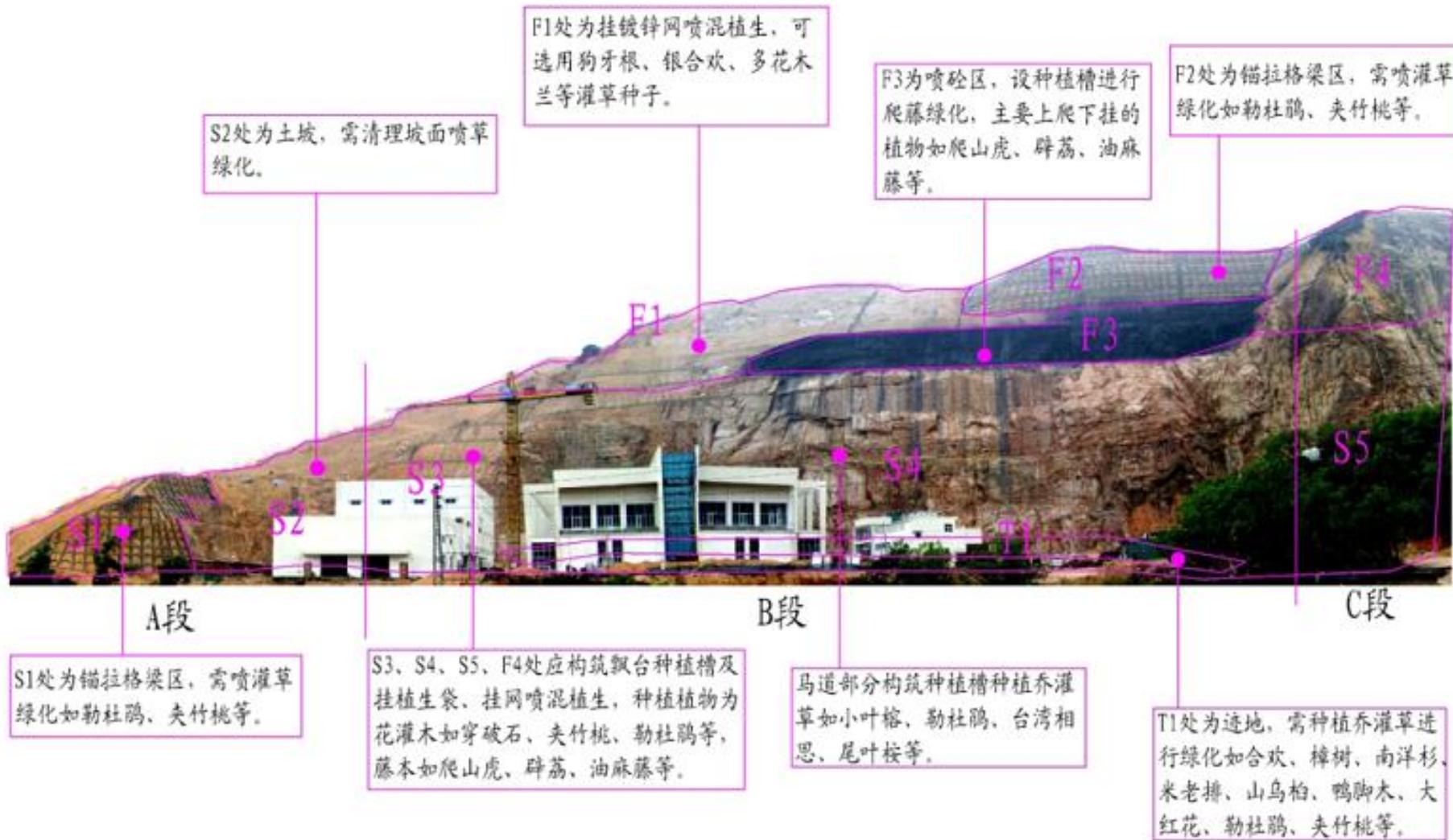


植物防护类型	适用边坡类型		目标群落
	边坡质地	坡比	
人工种植	土质边坡	缓坡、较缓坡	森林型、灌草型或草灌型
喷播植生	液力喷播	土质边坡	缓坡、较缓坡、中等坡
	挂三维网客土喷播	土质边坡、强风化岩石边坡	较缓坡
	客土喷播	土质边坡、强风化和弱风化岩石边坡	缓坡、较缓坡
	挂铁丝网湿式客土喷播	弱风化岩石边坡	中等坡
	挂铁丝网干式客土喷播	弱风化岩石边坡	中等坡、陡坡
微地形法/植生岛	弱风化岩石边坡	陡坡、急坡	灌草型或草灌型，宜利用攀爬植物

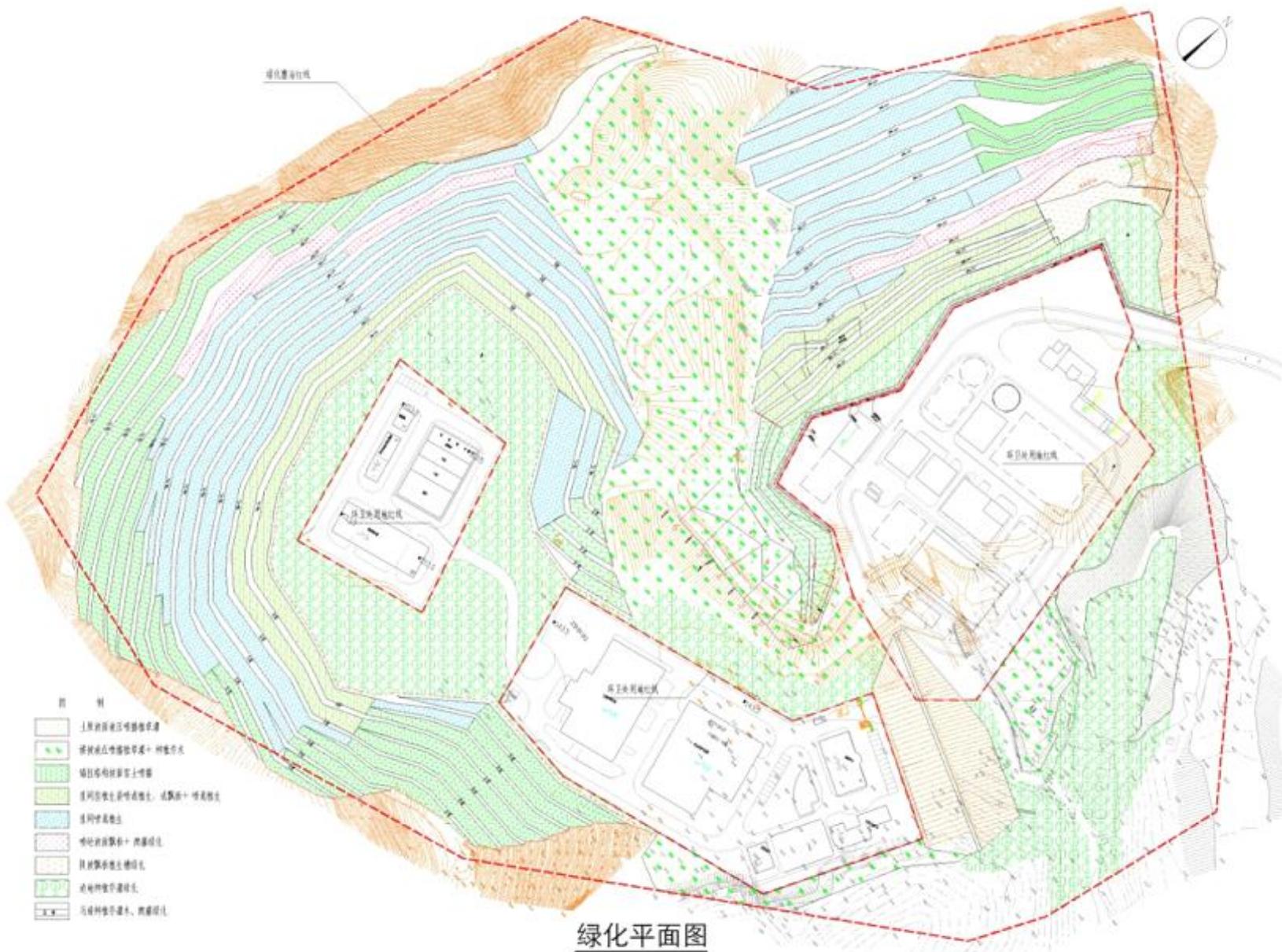
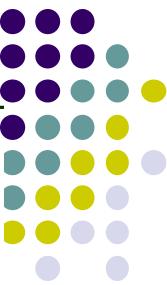
二、植物防护方案的选择与制定



■根据不同坡面类型（立地条件）选择不同的植物护坡方案
(深圳市粪渣堆肥处理场后边坡植物护坡方案示意图)



二、植物防护方案的选择与制定





三、边坡植物防护常用的工艺、技术



●两大技术体系创新与实践：

(一) 植被技术体系：种什么？乡土植物选、育、配、种子处理

(二) 肥力供应与保障技术体系：怎么种？

1、安全与稳定保障技术：施工安全、坡面稳定、水系疏通

2、工艺选择与创新；

3、设备选择与创新；

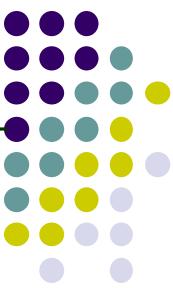
4、植生基材配置技术创新：

●客土改良与养分调配

●新型材料研制（新型粘结剂、肥料增效剂、保水剂、土壤改良剂）

5、养护：微灌、太阳能利用

三、边坡植物防护常用的工艺、技术



(一) 植被技术体系：种什么？（乡土植物选、育、配、种子处理）

1、选择植物品种的依据：

根据边坡：不同区域环境立地条件、边坡类型；边坡高度；阴坡、阳坡；周边环境与景观特点等；

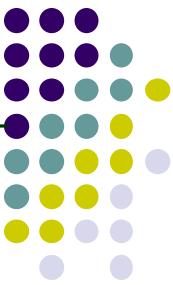
结合植物：的生物学和生态学特性；

兼顾：水土保持和景观改造，来选择和确定适宜的植物种类。





三、边坡植物防护常用的工艺、技术

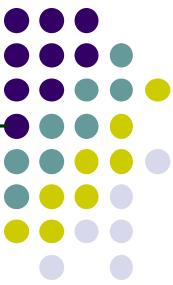


2、选择植物品种的6项原则

- (1) 生态适应性原则：在基况调查的基础上，优选乡土植物种类和适应当地环境条件的归化种植物作为目标群落的主要植物。
- (2) 抗逆性原则：山体边坡立地条件恶劣，要求选择具有抗旱性、抗寒性、耐瘠薄、耐高温等抗逆性强的植物。
- (3) 生物多样性原则：形成以草本、灌木、乔木、藤本、蕨类植物的多层次、多种类的组合，形成稳定的复合型、森林化植物群落。先锋植物、延生植物、建群植物均衡配置。



三、边坡植物防护常用的工艺、技术



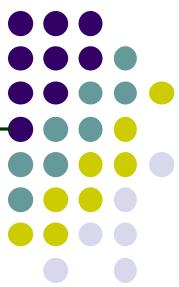
(4) 景观协调性原则：所选植物要与周边的植物群落和谐、相似，在水文效应、护坡固土、生态恢复等功能上与周边植物群落相一致。

(5) 物种相融性原则：考虑物种间的生态特性，遵从种间“互惠共生”原理，减少生存竞争，增强互补效应，减少排斥效应。

(6) 经济适用性原则：

- 1) 选用种子来源充足，发芽力强，容易更新，育苗容易的植物；
- 2) 自肥力强的豆科固氮植物、禾本科固氮植物，减少养护需求，以达到减养护或免养护的目标。

三、边坡植物防护常用的工艺、技术



3、常用护坡植物推荐

(1) 常用护坡植物（草本类）：狗牙根、百喜草、高羊茅、糖密草、香根草、类芦、山类芦、矮柱花草、野菊花、紫茉莉、芒萁、紫花苜蓿、疏花野青矛、相仿苔草、太阳花、金花生、鸢尾等



狗牙
根



高羊茅



百喜草



糖蜜草

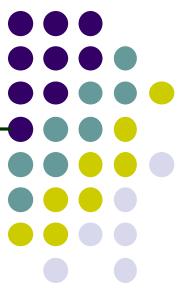


波斯菊



紫茉莉

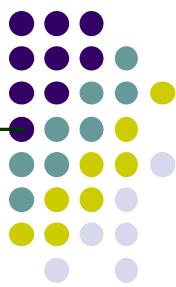
三、边坡植物防护常用的工艺、技术



(2) 常用护坡植物（灌木类）：山毛豆、木豆、猪屎豆、银合欢、带刺金合欢（簕仔树）、紫穗槐、马樱丹、穿破石、美丽胡枝子、多花木兰、夹竹桃、伞房决明、勒杜鹃、栀子、坡柳、马棘、小蜡、野桐、火棘、红继木、红桑、木槿、刺葵、九里香、大红花、软枝黄蝉等。



三、边坡植物防护常用的工艺、技术



(3) 常用护坡植物（乔木类）：盐肤木、银合欢（小乔木/灌木）、黄槐、刺桐、刺槐、黄连木、阴香、青冈、木荷、紫果槭、冬青、铁冬青、女贞、紫薇、栾树、香樟、杜英、湿地松、黄檀、锦鸡儿、栓皮栎等；

- **坡面：**较少用乔木类，主要用小乔木；
- **坡底或宕底：**速生遮挡乔木：马占相思、细叶桉、小叶榕
- **平台：**栽种乔木或移栽景观树种。



(4) 常用护坡植物（藤本类）：爬山虎、大翼豆、薜荔、炮仗花、黄馨、常春藤、扶芳藤、葛藤、凌霄、络石、常春油麻藤、香花崖豆藤、金银花、石岩枫、美国地锦等。

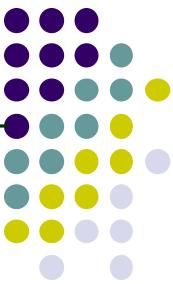


三、边坡植物防护常用的工艺、技术

3、边坡防护乡土植物筛选、繁育



(地点：公司番禺基地)



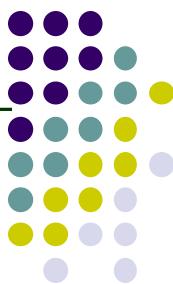
三、边坡植物防护常用的工艺、技术



(公司番禺科研示范基地)

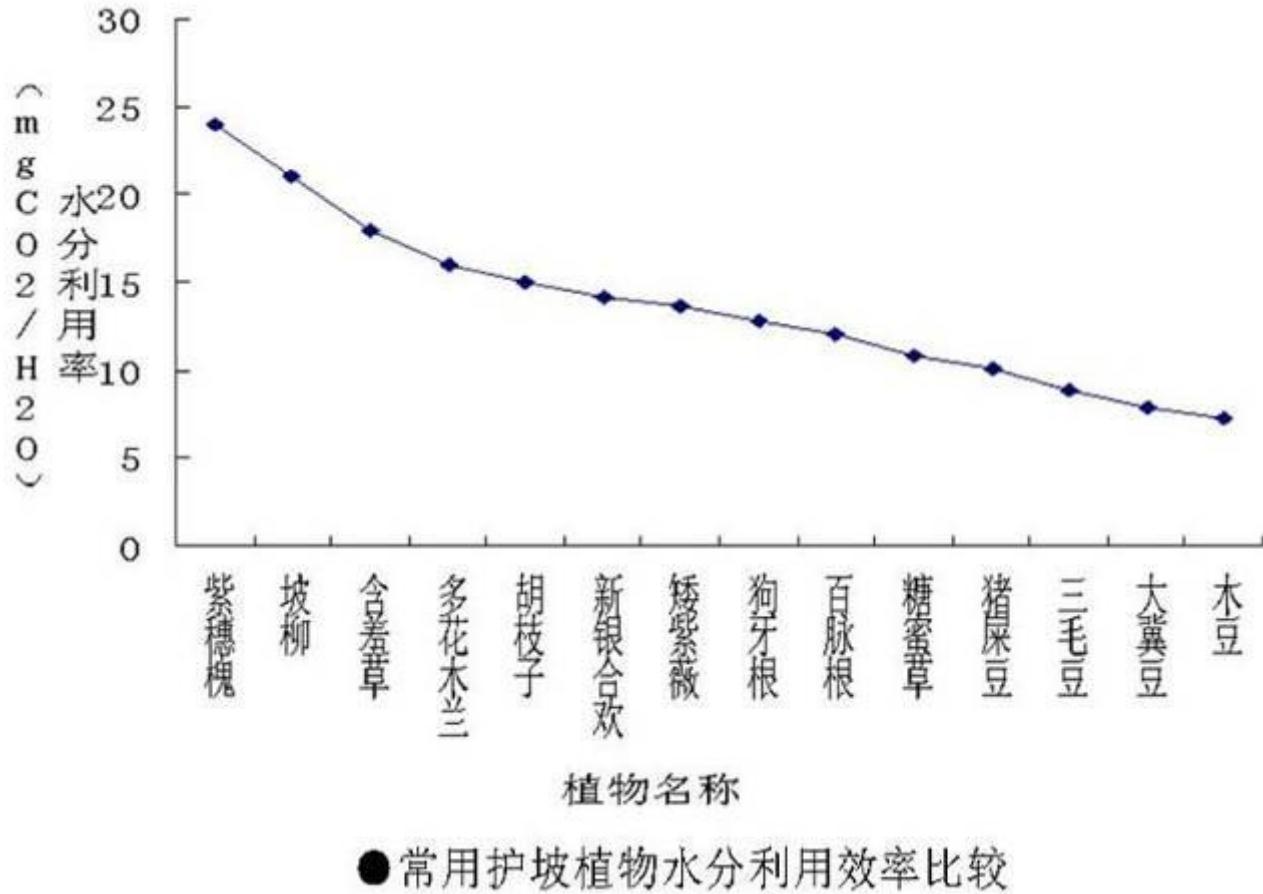
三、边坡植物防护常用的工艺、技术

4、乡土植物耐旱能力调研与比较（选择13种植被样本）

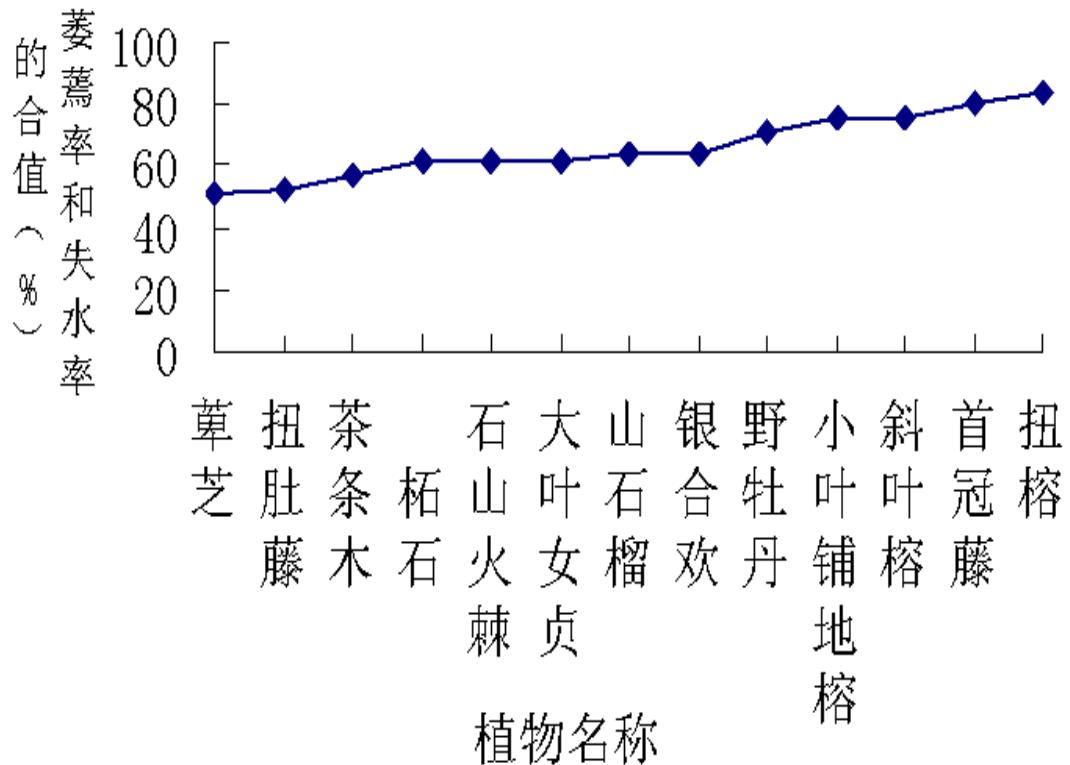


植物名称	萎蔫率		失水率		合计	排序
	%	得分	%	得分		
穿破石	3.37	33.70	10.44	17.43	51.13	1
扭肚藤	2.98	29.80	13.46	22.48	52.28	2
茶条木	2.76	27.60	17.59	29.38	56.98	3
柘木	4.13	41.30	12.18	20.34	61.64	4
石山火棘	2.54	25.40	21.74	36.31	61.71	5
大叶女贞	3.82	38.20	14.15	23.63	61.83	6
山石榴	3.56	35.60	16.67	27.84	63.44	7
银合欢	3.05	30.50	20.10	33.57	64.04	8
野牡丹	4.65	46.50	14.78	24.68	71.18	9
小叶铺地榕	4.30	43.00	19.44	32.46	75.46	10
斜叶榕	4.44	44.40	18.78	31.36	75.76	11
首冠藤	3.79	37.90	25.33	42.30	80.20	12
扭榕	3.78	37.80	27.46	45.86	83.66	13

三、边坡植物防护常用的工艺、技术



三、边坡植物防护常用的工艺、技术



●常用护坡植物综合耐旱能力比较



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

5、开发固氮植物：糖蜜草（糖密草种质资源和固氮作用研究）

研究发现：糖蜜草内生固氮菌构成了新的固氮系统，效率高！

存在及固氮部位：糖蜜草的导管区域。

该部位：可供给固氮菌生长和固氮所需的能源、微环境、和低氧分压；

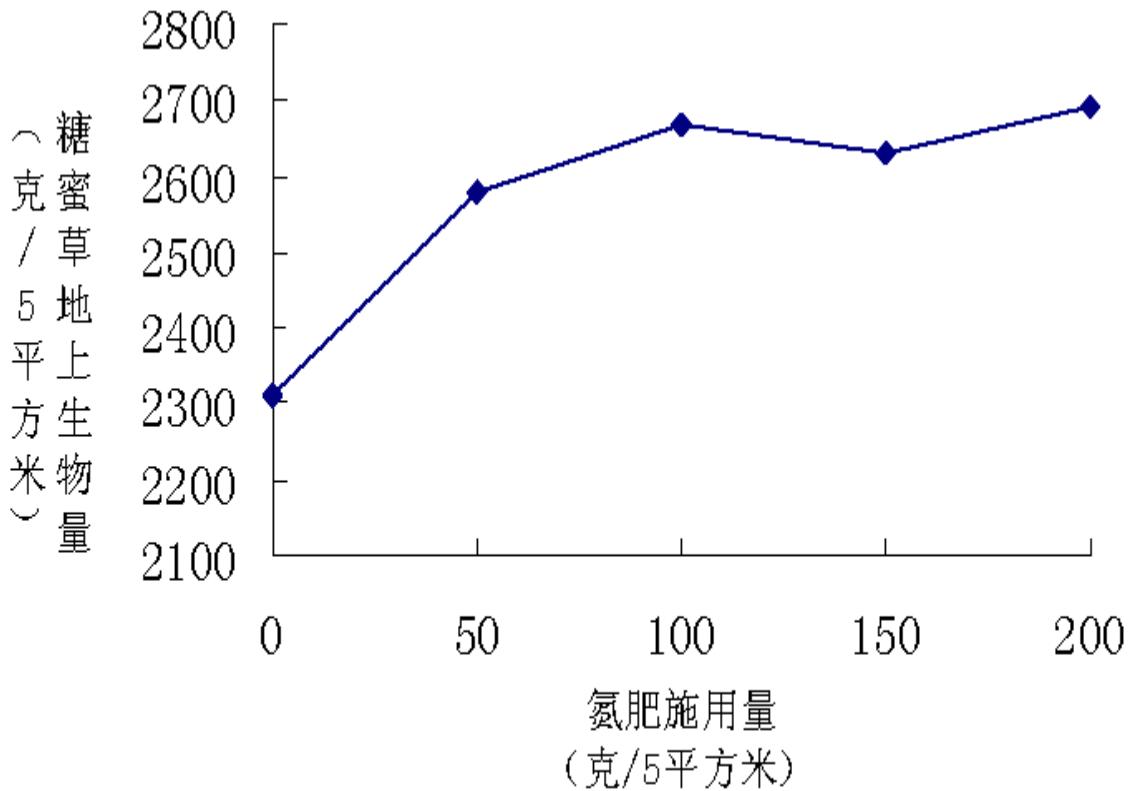
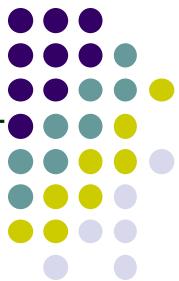
避免：与土著微生物的竞争

所固定的氮：可直接供给植物吸收。

推荐：在护坡工程中适当应用。



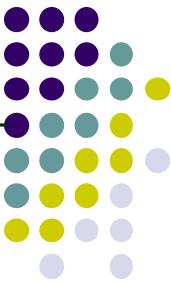
三、边坡植物防护常用的工艺、技术



● 糖蜜草地上生物量与施用氮肥的关系



三、边坡植物防护常用的工艺、技术



6、护坡植物种子处理

● **种子处理的必要性：**一些种子（尤其是某些灌木）发芽势和发芽率较低，如不进行适当处理，在与草种混播时因缺乏竞争力而难于形成灌草立体成型配置的生物群落。

● **处理措施：**

1) **种子包衣处理：**采用壳聚糖生物源种衣剂等对种子进行包衣，在种子周围形成小水库、小药库、小肥库，提高种子发芽率（20-90%），改良五种抗旱、耐贫瘠能力，减少用量，并防鼠、虫害。

2) **催芽处理：**如紫穗槐种子需温水泡浸泡催芽：

3) **磁处理：**以磁处理作为物理诱变因子对一些种子进行处理，以提高出芽率、抗逆性。

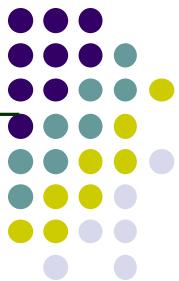


三、边坡植物防护常用的工艺、技术

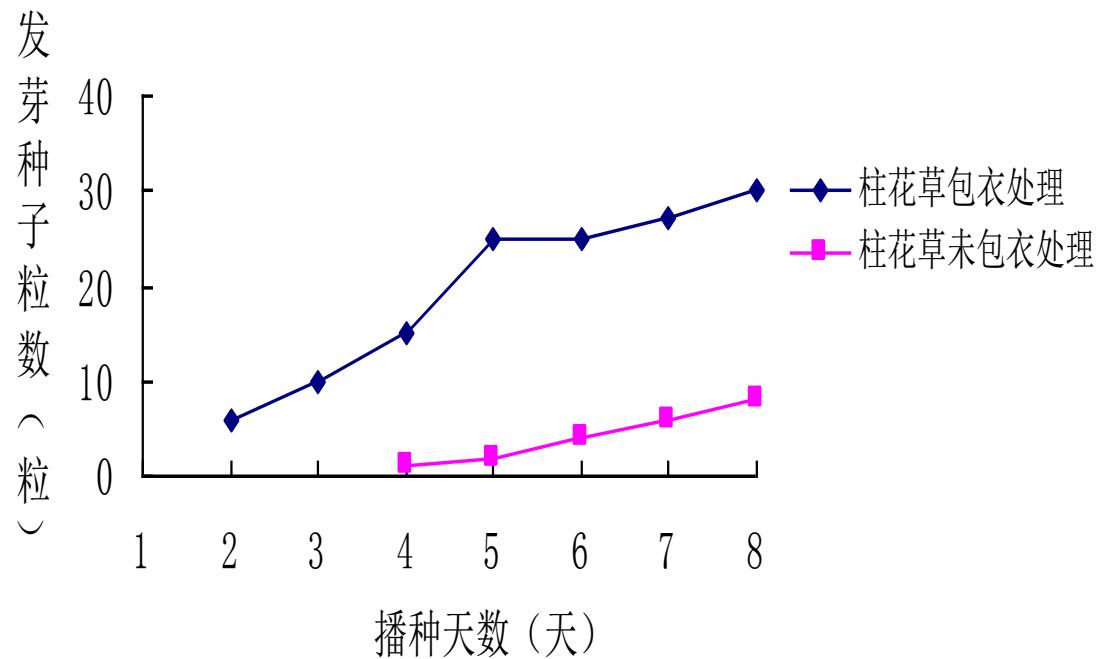


包衣材料及
包衣种子样品

三、边坡植物防护常用的工艺、技术

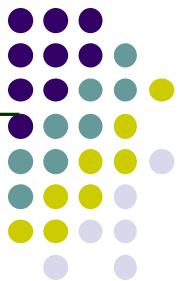


●种子包衣可以有效利用水、肥、药资源

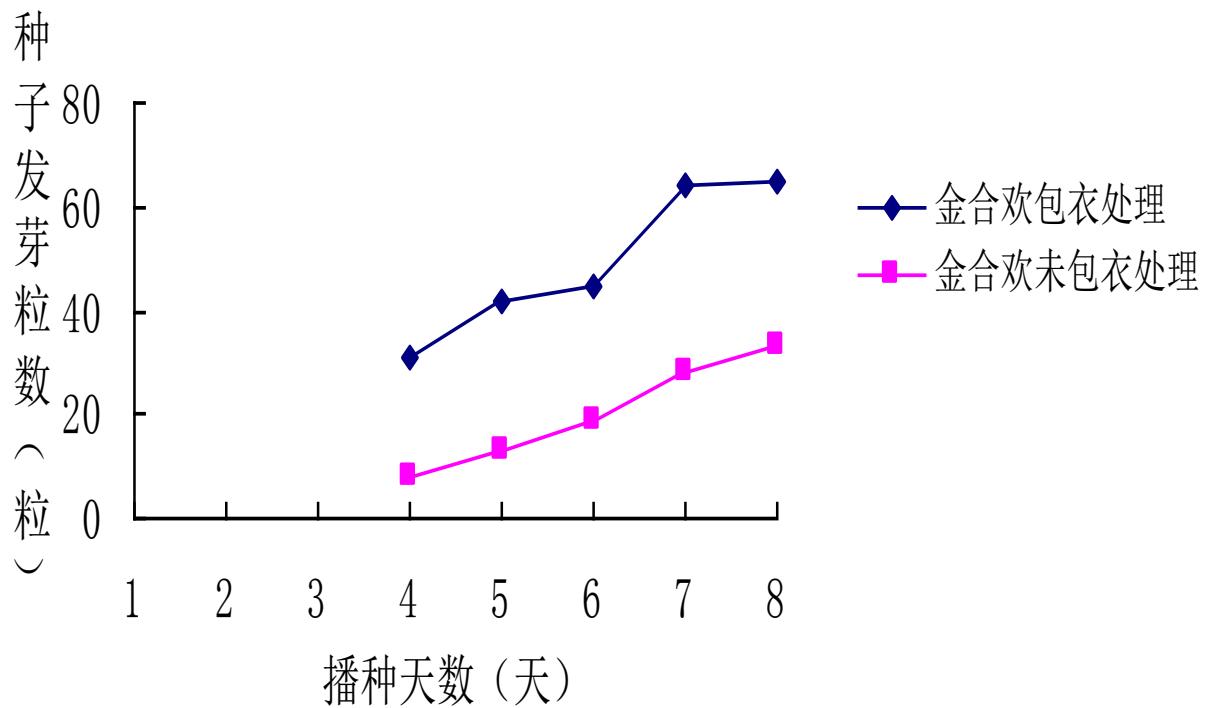


柱花草包衣种子处理对比图（发芽箱实验）

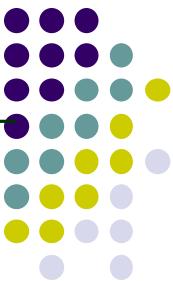
三、边坡植物防护常用的工艺、技术



- 种子包衣可以有效利用水、肥、药资源



金合欢包衣种子处理对比图（土壤中实验）



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

● **磁处理：**以磁处理作为物理诱变因子对一些种子进行处理，以提高出芽率及长势。



●种子磁处理设备



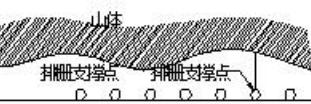
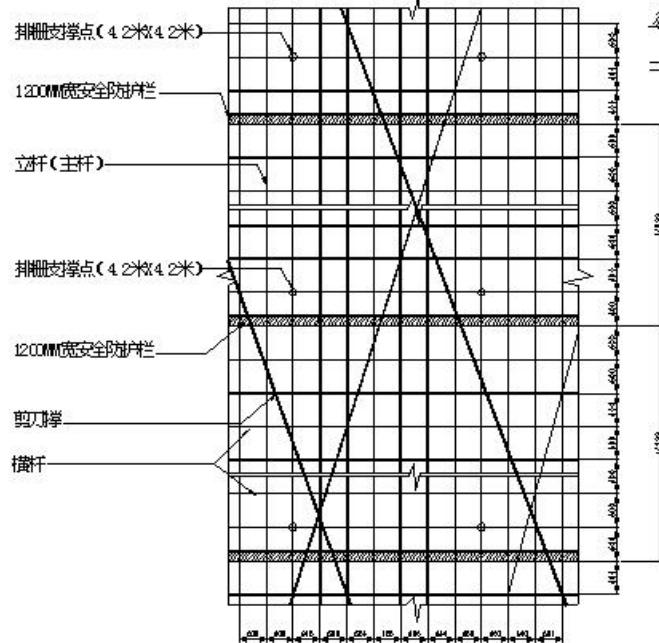
三、边坡植物防护常用的工艺、技术

(二) 肥力供应与保障技术体系：怎么种？

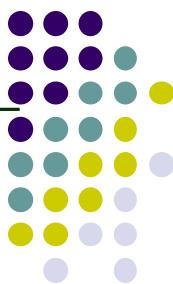
1、安全与稳定保障措施

(1) 施工安全保障措施：脚手架（/排栅架）、安全绳、安全帽

■脚手架的设计与安装：参见搭设示意图。



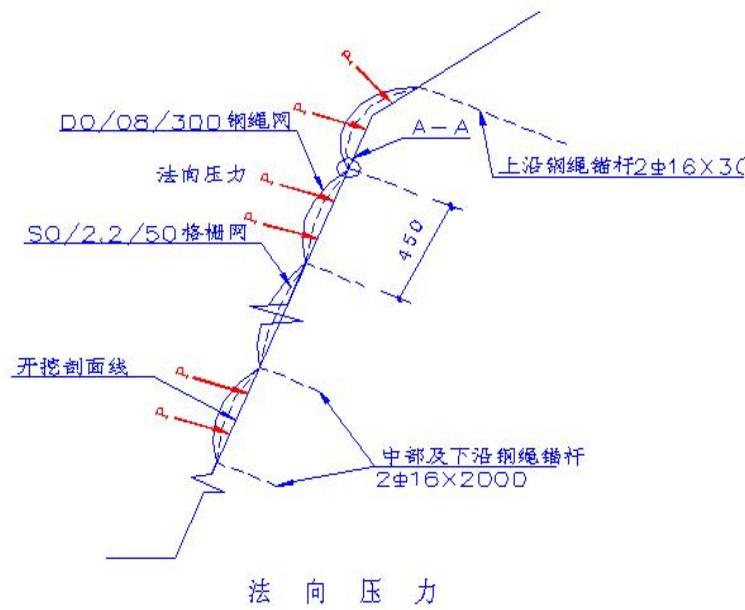
三、边坡植物防护常用的工艺、技术



(2) 坡面的稳定与安全:

- 1) 整理坡面: 清理危岩、碎石、二次爆破(光面)、降坡
- 2) 支护工程: 格构梁、浆砌石支护挡墙
- 3) 打设系统锚杆、锚索、钢绳网: 见下图
- 4) 安装主动防御柔性网: 生态袋植生工艺常用(最后工序)

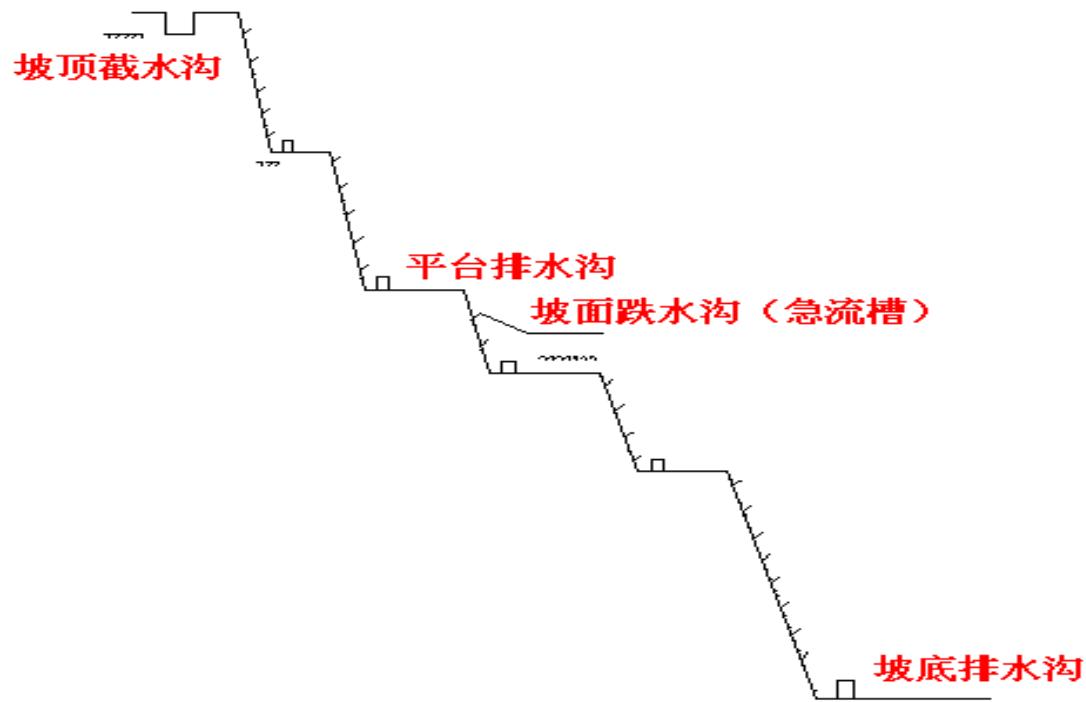
■两次预应力对山体加固



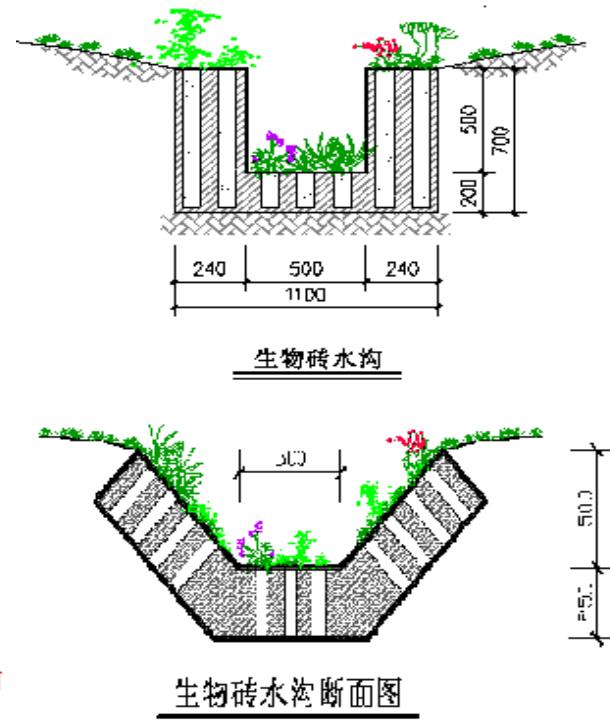
三、边坡植物防护常用的工艺、技术



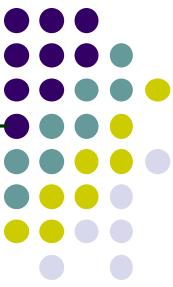
3、水系疏通：截水沟、排水沟、跌水沟等设计与施工



■坡面排水体统示意图



■生态水沟设计



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

■传统水沟与生态水沟



M型截水沟、U型排水沟（传统：浆砌石）

生物砖及生态水沟（新型水沟）



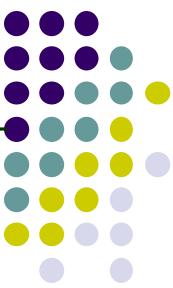
三、边坡植物防护常用的工艺、技术

■ 生态水沟（现场图）





三、边坡植物防护常用的工艺、技术



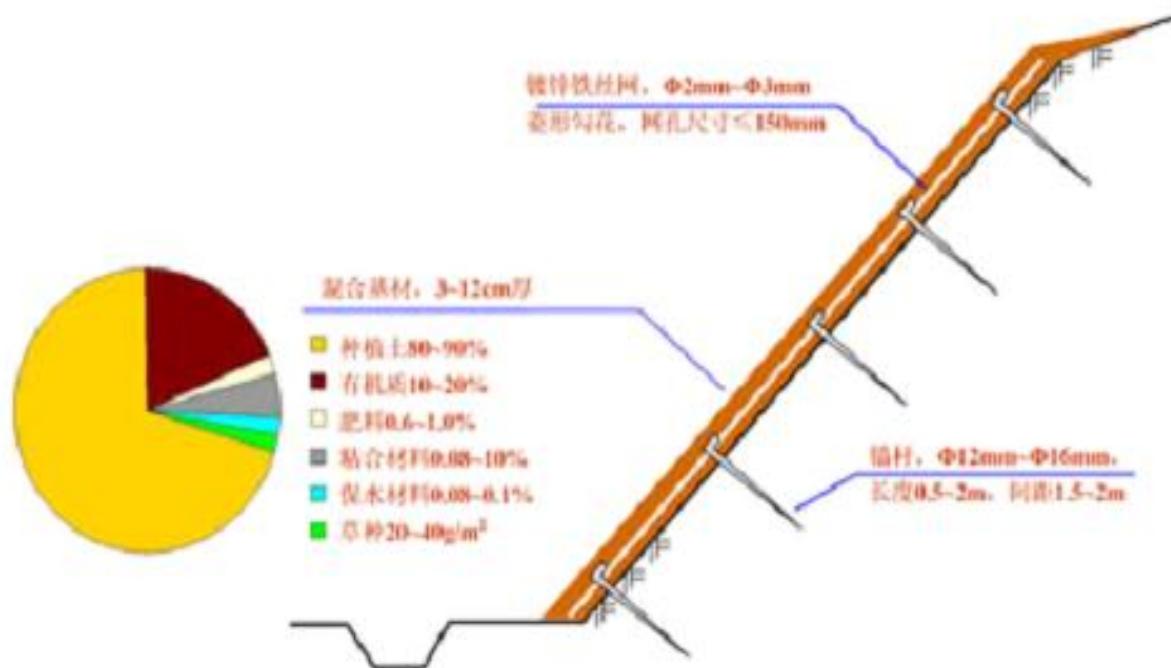
2、植生工艺选择与创新

- 1) 喷播植生法（挂网喷混植生/（湿喷、干喷）、客土喷播、液力（/压）喷播、厚层基材、高次团粒等/）
- 2) V型槽法（植生槽法、飘台种植槽法）
- 3) 微地形种植法（植生岛法、燕巢法、鱼鳞坑法、植生盆法）
- 4) 生态袋植生法；
- 5) 生态水泥植生法：材料创新、工程防护与生态防护结合



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

(1) 喷播植生（挂网喷混植生（/湿喷、干喷）、客土喷播、液力（/压）喷播 /厚层基材 /高次团粒等）

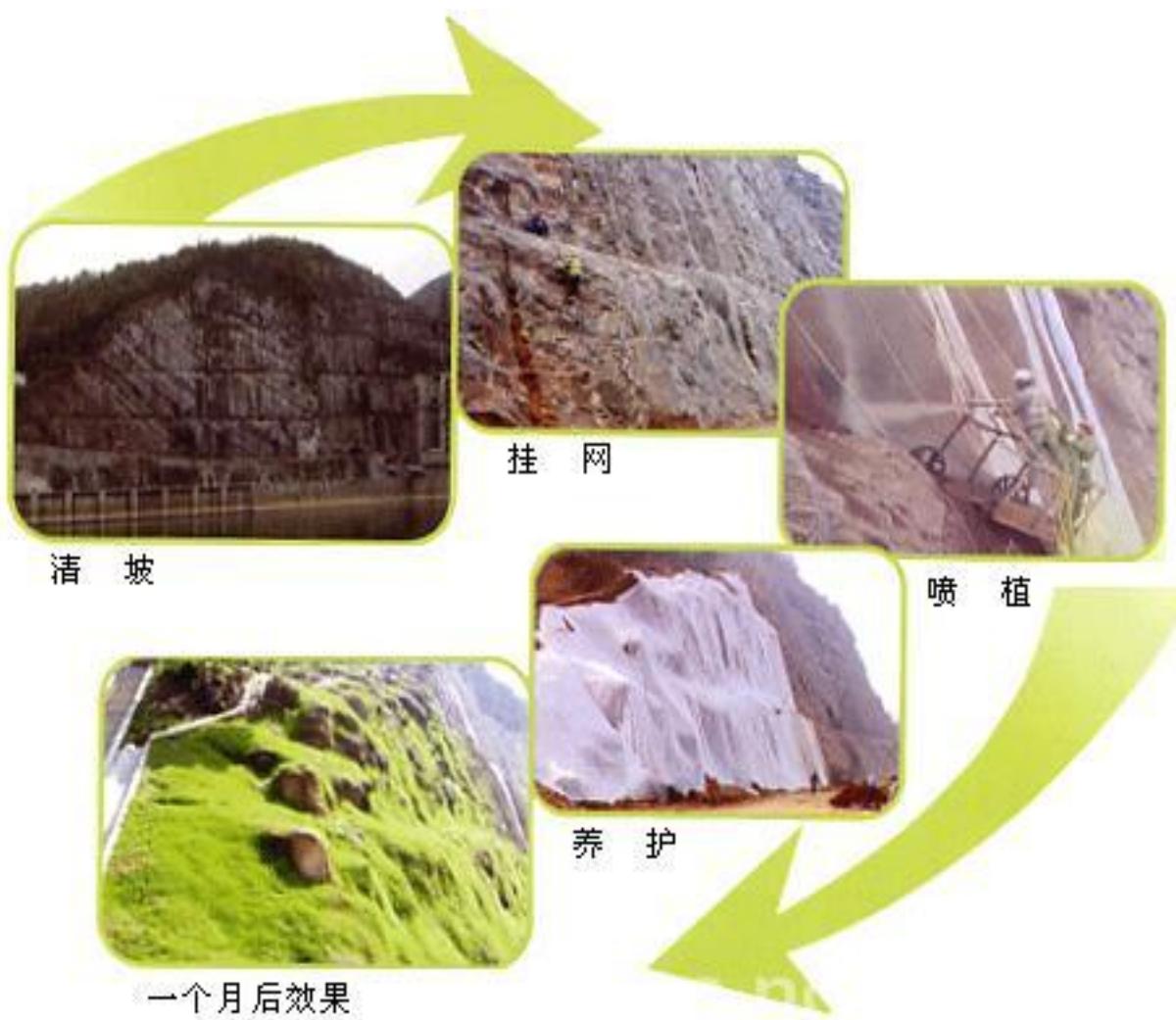


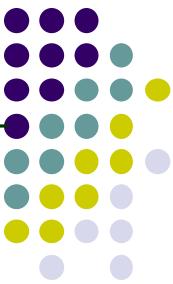
■挂网喷混植生工法护坡结构示意图



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

■挂（镀锌铁丝）网喷混植生法流程与步骤





三、边坡植物防护常用的工艺、技术

■施工现场图（挂网喷混植生）



三、边坡植物防护常用的工艺、技术



■工艺：挂网喷混植生



(施工前或准备阶段)



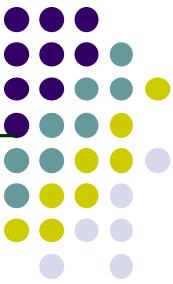
(上：施工、养护中
下：施工1月后)



(施工1年后)



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

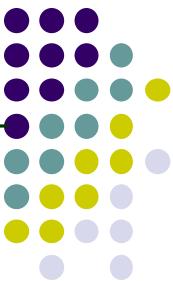


2、喷播设备选择与创新

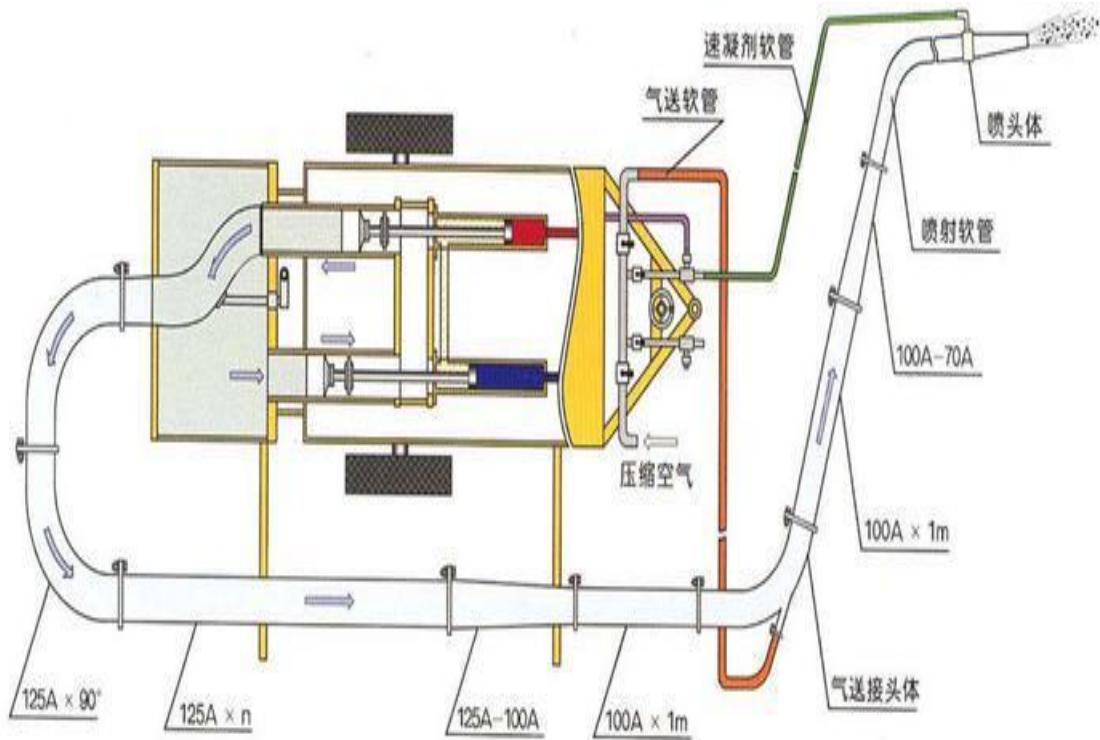
1) 湿喷设备：湿喷机（泵送装置）+小型空压机+搅拌机



●液压喷播机（湿喷机）



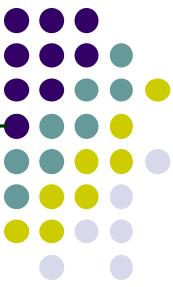
三、边坡植物防护常用的工艺、技术



● 液压喷播机（湿喷机）结构示意图

●特点：

- 1) 效率较高 500-600平米/天
- 2) 喷播高度 100米
- 3) 节能 50%-40%
- 4) 粉尘 下降30%
- 5) 噪音 下降45%
- 6) 基质强度较低
(加强度提高装置)



三、边坡植物防护常用的工艺、技术



●特点：

- 1) 扬程 200m ;
- 2) 喷播效率3000平米以上/天；
- 3) 节油10% ;
- 4) 减排有害气体70%。

●大功率车载式液力喷播机
(/大功率泵送装置)



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

2) 干喷工艺施工设备：喷锚机+9立方以上大型空压机+水泵等



●干喷机（喷锚机）：干喷工艺施工的核心设备



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

●喷播植生施工技术要求

《道路边坡生态防护工程施工及验收技术规程》(DB44/T 499-2008)规定：

1、工程要求：

- 1) 力学强度
0.25-0.3MPa;
- 2) 抗冲刷强度
100mm/h;
- 3) 下雨时坡面应无浑水产生，水土年流失率低于1%；
- 4) 外观无明显龟裂现象。

2、喷播质量要求

项目	质量	验收方法
基质喷射厚度偏差	10mm	随机取10点/1000平米，测平均值
基质流失	无沟蚀	年流失率低于1%
基质收缩裂缝	无	目测及拍照
基质剥离情况	无	目测及拍照
植被覆盖率	$\geq 90\%$	测量
植物生长情况	良好	目测

3、生态质量要求：

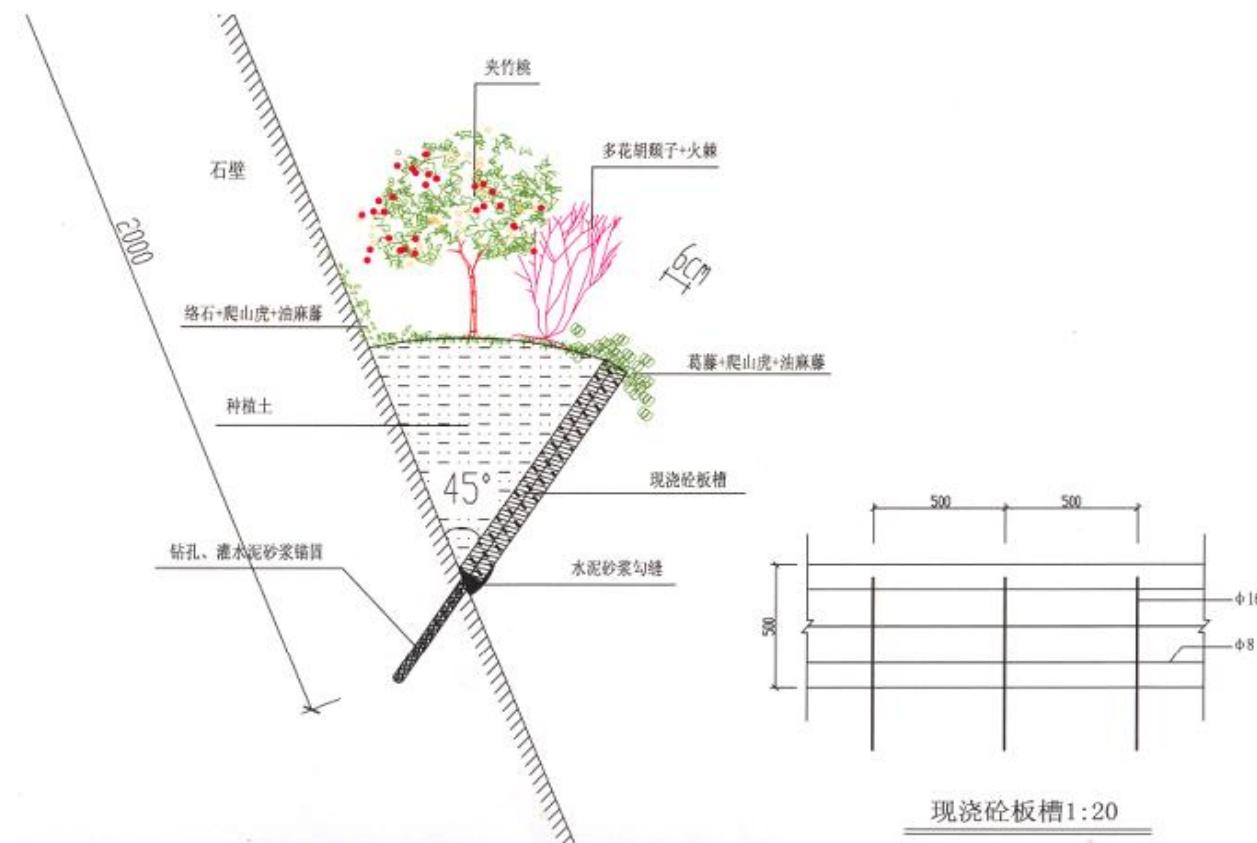
- 1) 年滞尘>500公斤/亩；
- 2) 年吸收 SO_2 等>2500克/亩；
- 3) 持水量增加50%。

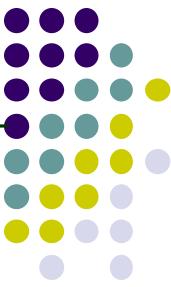


三、边坡植物防护常用的工艺、技术

(2) V型槽植生法（植生槽法、飘台种植槽法）：高陡边坡植物防护
■衍生工艺：“V型槽+挂网喷混植生”法

V型槽植生法防护坡结构示意图



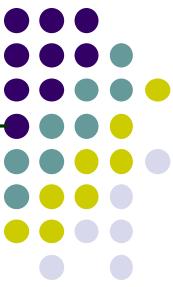


三、边坡植物防护常用的工艺、技术

■ V型槽结构设计要求：

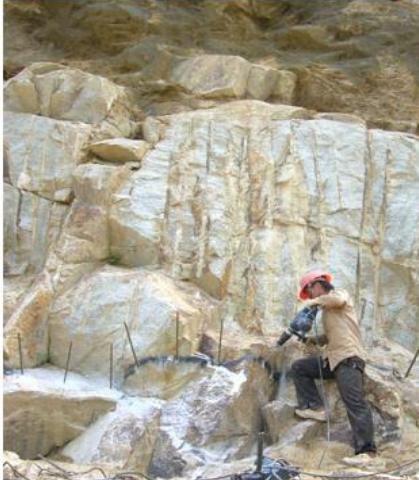
- 1) 结构安全性计算：主锚杆Φ18-14，不宜过大过小，应作计算和荷载试验；
- 2) 锚杆耐腐蚀性处理：沥青防腐处理或镀锌；
- 3) V型槽形状：因地制宜，沿着着坡面横向浇筑；
- 4) 高强度混凝土应用：推荐C80（绿色混凝土、低碳混凝土），比一般C20-C30强度高，用量小。

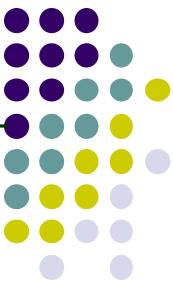




三、边坡植物防护常用的工艺、技术

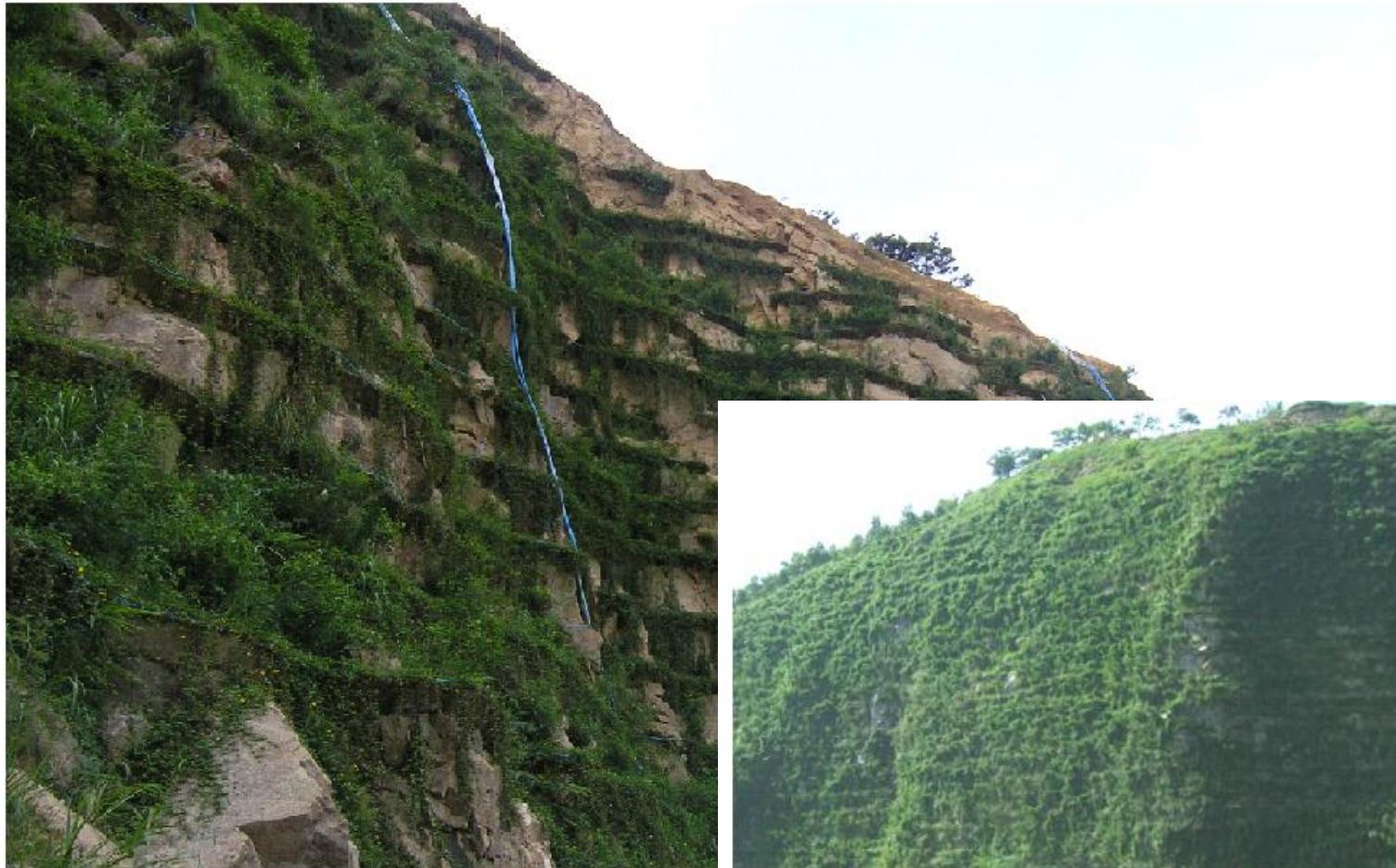
■ V型槽植生法护坡施工过程（现场图）：

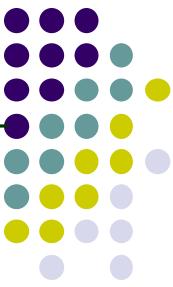




三、边坡植物防护常用的工艺、技术

■ V型槽生工法护坡植被修复效果（现场图）



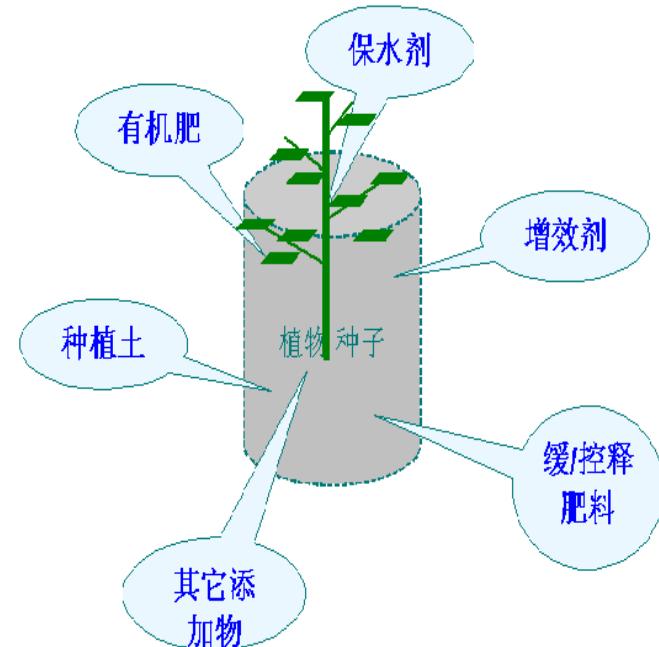


三、边坡植物防护常用的工艺、技术

(3) 微地形工法（燕巢法、鱼鳞坑法、人工种植盆等）：辅助手段、
(后) 补充措施。即：充分利用山体缺口陡峭边坡地凸凹地微地形，围
砌成种植盆等，然后往种植盆里回填种植土，再栽植乔、灌木和藤本进行
绿化。



■微地形工法（燕巢法/鱼鳞坑法）现场图

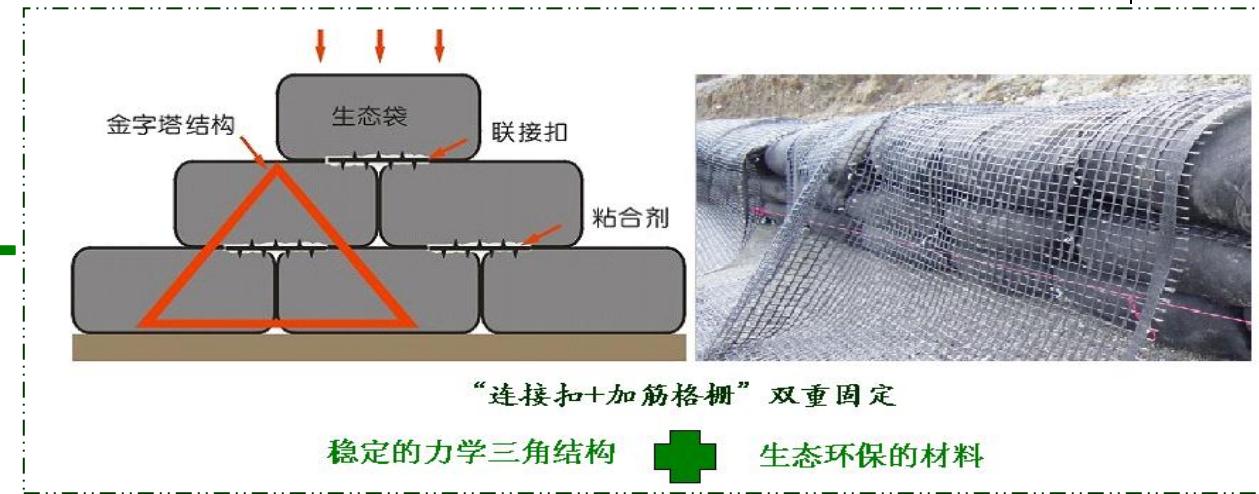


■微地形法示意图

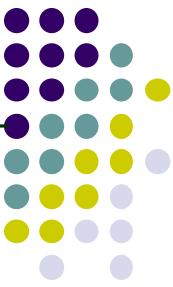


三、边坡植物防护常用的工艺、技术

(4) 柔性生态袋植生法工艺：柔性结构+植物防护



■ 稳定、优美的
山体边坡或水岸！



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

■ 柔性生态袋组件：

生态袋



PP线



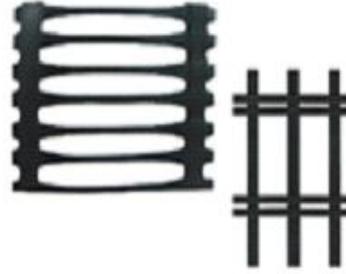
绑扎带



连接扣



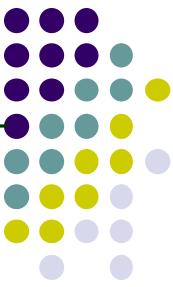
膨胀螺丝



加筋格栅



锚杆
+
垫片



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

■柔性生态袋植物种植方式:

喷播



混播

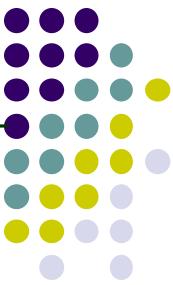


压播



插播



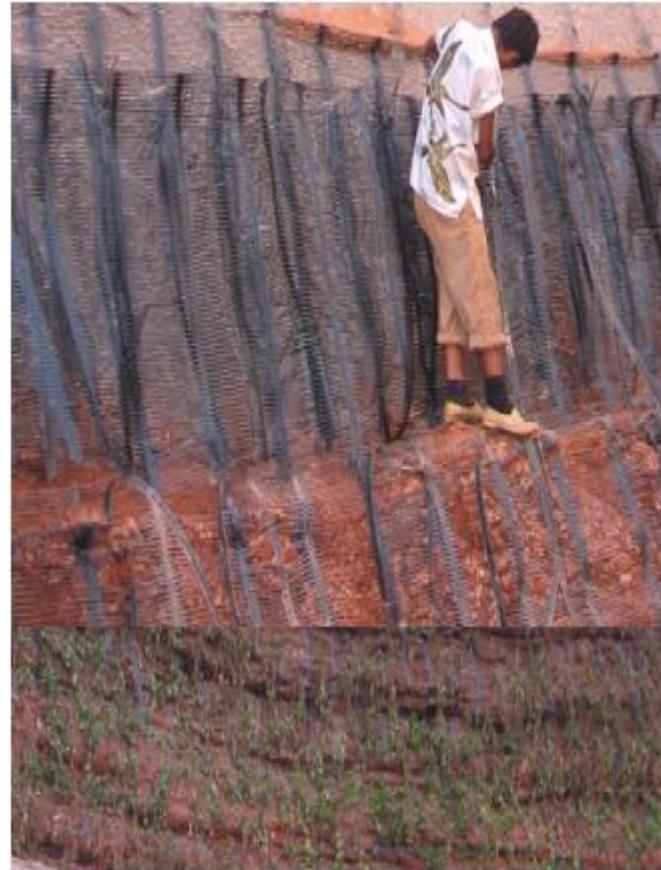


三、边坡植物防护常用的工艺、技术

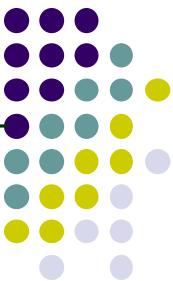
■ 柔性生态袋的几种改型：



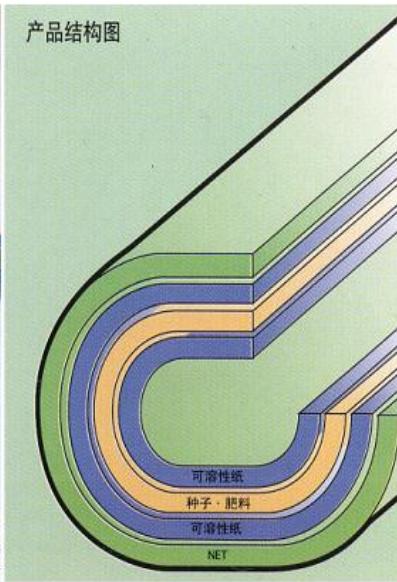
改型1：长条袋+锚固



改型2：网状长条袋+锚固



三、边坡植物防护常用的工艺、技术



改型3：草种
附着生态袋



改型4：简易生态袋
(网状植生袋)





三、边坡植物防护常用的工艺、技术



■ 现场实景图



三、边坡植物防护常用的工艺、技术

(5) 植生水泥护坡法：

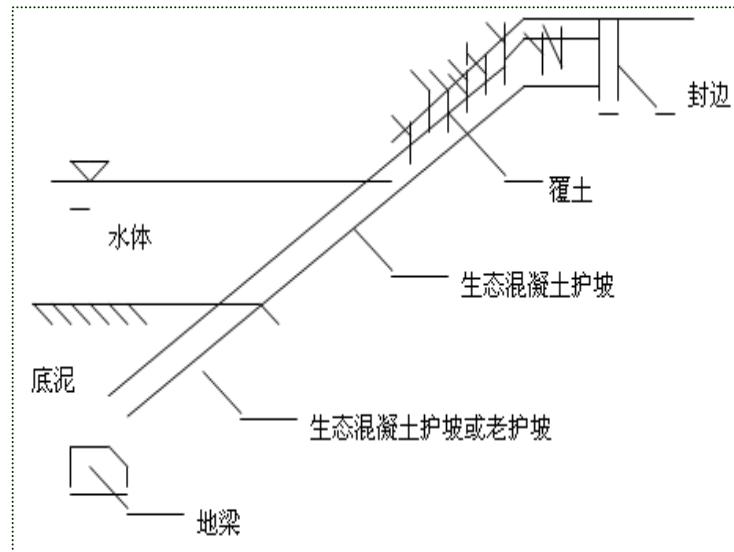
植生水泥/生态植生混凝土：pH；孔道

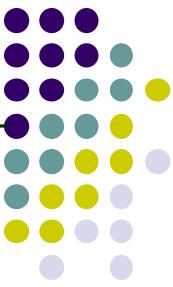
■多以预制构件的形式用于水岸植生，构建生态驳岸；

■也用于山体边坡植物护坡：

1) 生态混凝土喷砼再植生；

2) 作为喷播基材添加剂（普通水泥碱性高，用量受到限制）





三、边坡植物防护常用的工艺、技术

■生态水泥作粘结剂：
福建泉三
/喷混植生



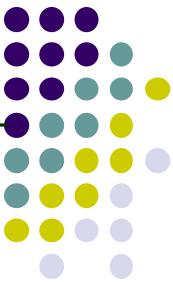
■三峡某山体山体边坡（植草模块）



■北京门头沟山体边坡（连锁砖植草灌）

→ 生态水泥护坡（植物防护+工程防护）

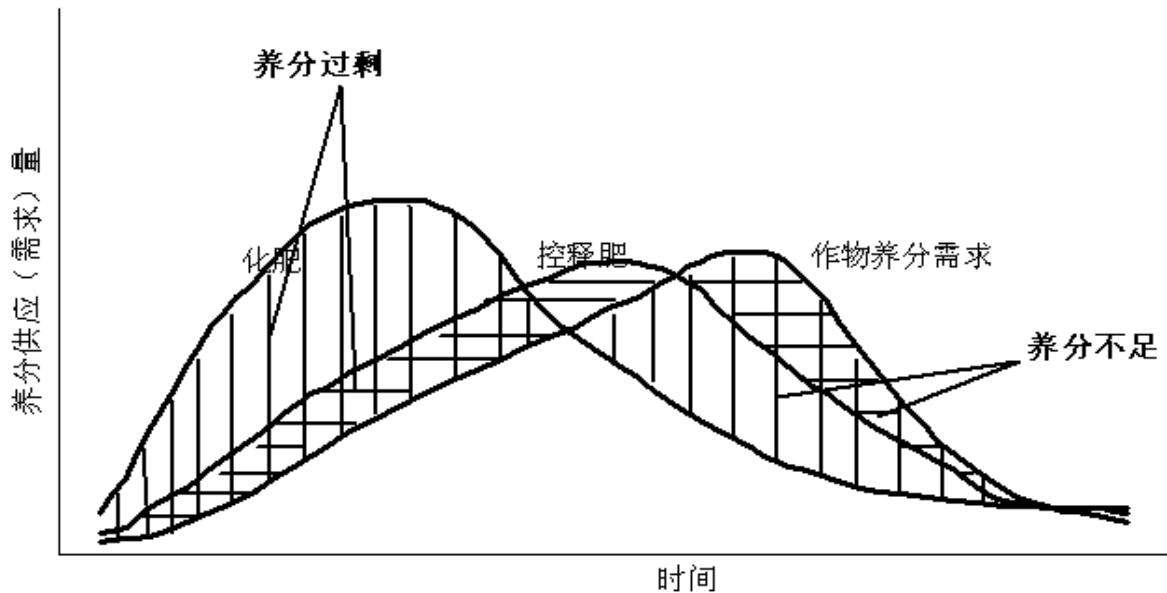
三、边坡植物防护常用的工艺、技术



3、植生基材配置技术创新：

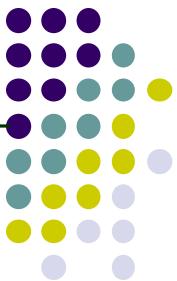
(1) 基质配制、客土改良、养分调配：平衡施肥：横向平衡（养分种类平衡）；纵向平衡（养分供应强度）。

■基材养分调配：养分横向平衡、纵向平衡的调节



■基材养分供应强度与植物养分需求之间的变动示意图

三、边坡植物防护常用的工艺、技术



(2) 新型材料研制（新型粘结剂、肥料增效剂、保水剂、土壤改良剂）



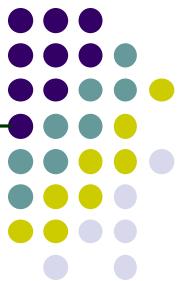
●造纸废液木质素（原液）



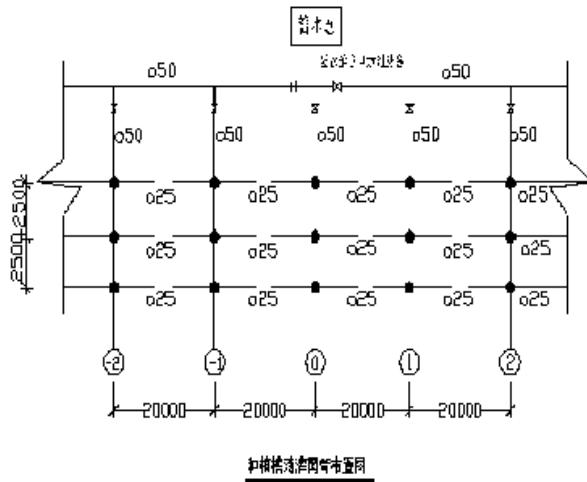
●改性木質素样品

■由造纸废液木质素改性材料、味精废液改性材料及其它有机高分子材料以及沸石、海泡石、蛭石等岩质材料来研制不同类型的营养基材添加剂。

三、边坡植物防护常用的工艺、技术



4、低成本养护技术（微灌/太阳能利用）



■滴灌系统布置图

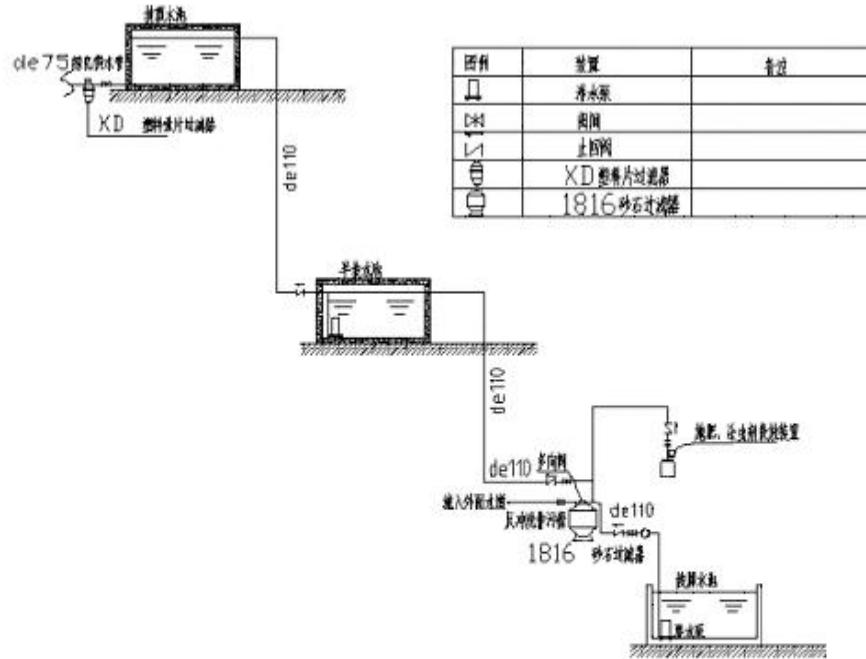


■微灌技术设施
(喷灌、滴灌、渗灌)

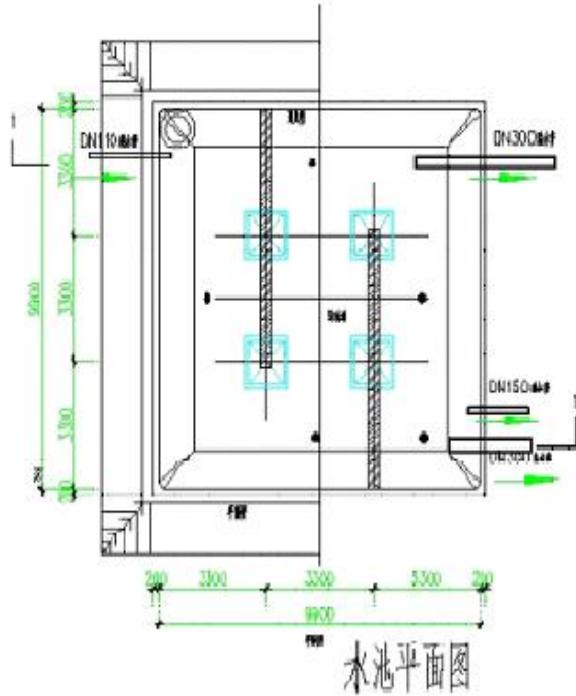


三、边坡植物防护常用的工艺、技术

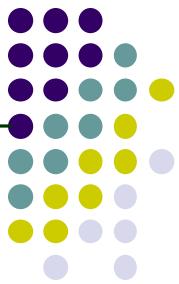
■水肥药一体化设计：给水、施肥、给药三位一体化



蓄水池、给水、供给液体肥料、生长调节剂流程图



三、边坡植物防护常用的工艺、技术



■人工养护（现场图）





四、行业共性问题与关键技术

(一) 南方雨季施工防冲刷的问题：基材附着与固定；

(北方盐碱化、耐干旱的问题)

(二) 坡面植被退化的问题：肥力的持续、均衡供应；

肥力（水、肥、气、热）

(三) 边坡植物防护工程项目规划、设计的技术研究与支撑问题：

1、有效的工程技术支持不足，或技术对接、沟通不够；

2、缺乏设计、施工、验收、评价标准、规范、规程。

(四) 高陡边坡的综合防护（包括植物防护）（世界性难题！）

行业：地位？关注度低，产业化水平

呼吁：强化合作与自主创新



四、行业共性问题与关键技术

■典型的高陡边坡综合治理：清连高速某些标段



五、典型案例



(一) 道路边坡植物防护案例

■十漫高速（工程防护+植物护坡）



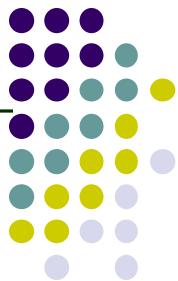
五、典型案例



■西部沿海高速边坡（工艺：挂网喷播）



五、典型工程案例



(二) 采石、工业园区建设创伤边坡植物防护案例

■南沙采石场:



注1：因采石形成巨大的矿坑，最终成为湖泊，水深20米左右。

注2：采用V型槽法。



五、典型案例

■ 深圳粪渣处理场后边坡植物防护



五、典型工程案例



■ 深圳高职院留仙校区后边坡



■ 工艺：挂网喷播+台阶种植

五、典型工程案例



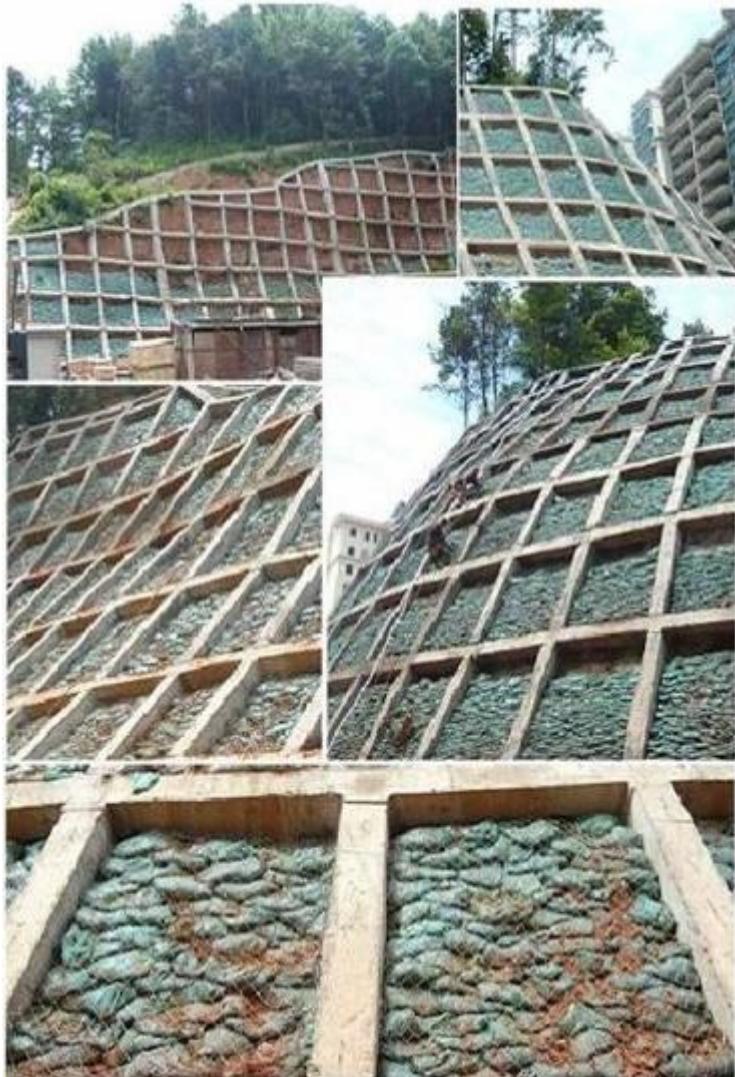
■ 工业园区后边坡（燕子岭）



■ 工艺：柔性生态袋植生法

五、典型工程案例

(三) 房地产开发项目边坡：植生袋培土+挂网喷播



● 地产项目边坡植物防护



● 长沙恒大地产项目边坡绿化施工过程现场
工艺：植生袋培土+挂网喷播

五、典型工程案例

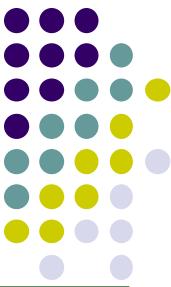


(四) 其它边坡：（河、湖）水岸护坡、矿山边坡



●深圳大沙
河堤岸护坡
工程

●工艺：柔
性生态袋植
生工艺



谢谢指导！

Thank you for listening !



万信达公司研发中心 朱兆华（高工）
E-mail: zhuzhaohua_0602@126.com
MB: 13823377847