

SZDB/Z

深圳市标准化指导性技术文件

SZDB/Z 31-2010

边坡生态防护技术指南

2010-08-26 发布

2010-09-01 实施

深圳市市场监督管理局 发布

目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 分类.....	2
5 边坡生态防护的一般规定.....	3
6 边坡生态防护技术.....	3
7 边坡生态防护工程验收.....	24

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本文件由深圳市水务局提出和归口。

本文件主要起草单位：深圳市水务局水土保持处、东北师范大学、深圳市深水水务咨询有限公司、深圳市如茵生态环境建设有限公司。

本文件主要起草人：杨海军、何培、王坤堂、陈霞、吴长文、李财金、陈兴明、郑佳丽、解明曙、王永喜、章梦涛、张振兴、韦昌旭、杨洪金、王镜植、宋立伟、杨宗伟、李昆、宋军、张传雷、陈子珊。

本文件为首次发布。

引 言

为了规范参建方的质量行为，促使边坡生态防护的设计、施工和维护管理更加规范化、标准化，便于科学管理，结合深圳市实际情况，制定本文件。

本文件的适用前提是在进行边坡生态防护设计、施工之前，应按SL 386-2007和GB 50330-2002进行边坡深层结构的稳定性评估和加固，在边坡的深层稳定的基础上，以生态防护优先为原则开展边坡治理，避免并减少硬性的纯混凝土或浆砌石边坡的形成。

边坡生态防护技术指南

1 范围

本文件规定了深圳市边坡生态防护技术的术语、边坡类型、边坡生态防护的原则和目标、边坡生态防护的植物群落修复类型、边坡防护的一般规定、边坡生态防护技术体系、边坡生态防护技术、植物种类选择及边坡生态防护工程验收。

本文件适合于岩质、土质、岩土混合质等各类边坡的生态防护。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50203-2002	砌体工程验收规范
GB 50330-2002	建筑边坡工程技术规范
GBT17188-1997	农业灌溉设备滴灌管技术规范和试验方法
SL 277-2002	水土保持监测技术规程
SL 335-2006	水土保持规划编制规程
SL 336-2006	水土保持工程质量评定规程
SL 386-2007	水利水电工程边坡设计规范
SL 419-2007	水土保持试验规程
SL 447-2009	水土保持工程项目建议书编制规程
SL 448-2009	水土保持工程可行性研究报告编制规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 边坡

由于生产建设活动需要开挖、回填而形成与基准面具有一定斜度的土体或岩体，也包括因自然因素导致形成的滑坡、岗崩等边坡。

3.2 边坡生态防护技术

为了迅速恢复受损边坡的生态系统、保护生态环境而采用的生态工程技术方法。边坡生态防护技术一般由为植物的生长发育创造适宜环境条件的“生态防护基础工程技术”、培育植物群落所采用的“植被培育技术”和将初始植物群落导向目标群落所采用的“维护管理技术”的三个技术环节构成。

3.3 生态防护基础工程技术

为植物群落恢复创造优良生长发育环境而采用的工程技术方法。生态防护基础工程技术的主要作用为：确保植物生长发育基础的稳定；改善植物生长发育基础的环境条件。如：在特陡坡面上，客土层或长期形成的表土层极有可能发生崩塌，必须通过铺设金属丝网工程等生态防护基础工程来确保植物生长和发育基础的稳定。

3.4 植被培育技术

培育植物群落方法的总称。植被培育的主要技术有：①由种子直接培育植物的方法称为“播种工程”；②通过栽植苗木引种植物的方法称为“栽植工程”；③促进植物自然侵入的方法称为“植被诱导工程”。

3.5 维护管理技术

维护管理技术由培育（保育）管理，维持管理和保护管理三部分组成。维护管理技术的主要作用为：①促使引种的植物尽快地向确定的目标群落方向演替，促进自然环境的早期恢复；②使植物群落的多种功能持续、有效地发挥；③采取保护措施，使植物免受外界的伤害。

3.6 乔灌草型植物群落

采用播种工程或栽植工程构建乔灌草相结合的初始植物群落，然后依靠维护管理技术的人工帮助及自然演替，最终形成由小乔木、灌木和草本组成的稳定植物群落，小乔木树高一般在3-4m以上。

3.7 灌草型植物群落

采用播种工程或栽植工程构建修复由1-2种适生灌木（占30-40%）和草本组成的初始植物群落，然后依靠适应性管理工程的人工帮助及自然演替，最终形成由优势种灌木和草本组成的稳定植物群落。其中灌木高度一般在3-4m以下。

3.8 草本型植物群落

采用播种工程构建的以多种乡土草本植物为主要物种的初始植物群落，然后依靠维护管理技术的人工帮助及自然演替来维持群落的稳定性。

3.9 藤灌型植物群落

采用人工种植方法，构建以藤本为主，适度栽植少许适应性强的灌木的初始植物群落，然后依靠适应性管理工程的人工帮助及自然演替最终形成的稳定植物群落，栽植的灌木能够为藤本植物的蔓延提供帮助。

4 分类

4.1 根据坡度，边坡可分为缓坡($<30^\circ$)、斜坡($30^\circ\sim 45^\circ$)、陡坡($45^\circ\sim 75^\circ$)、特陡坡($>75^\circ$)四种。

4.2 根据岩土物质组成，边坡可分为岩质、土质、岩土混合质三种。

4.3 根据边坡高度，边坡可分为低边坡($<10\text{m}$)、中边坡($10\text{m}\sim 20\text{m}$)、高边坡($>20\text{m}$)。

4.4 根据边坡坡度、土壤硬度、植物生长发育所需最低土层厚度、播种期20天内最低土壤湿度，植物群落修复类型可分为乔灌草型、灌草型、草本型、藤灌型四种类型。

5 边坡生态防护的一般规定

5.1 边坡生态防护设计原则：安全长效、因地制宜；乔灌草相结合；固氮与非固氮品种相结合、深根性与浅根性品种相结合、观花和观果品种相结合。

5.2 边坡生态防护的设计目标应遵循植物群落的自然演替规律，以培育乔灌草型群落为目标，目标植物群落应符合以下要求：

- (1) 植物生理学、生态学特性适应于边坡所在地的自然环境；
- (2) 植物群落所具有的功能近似于自然；
- (3) 景观近似于自然。

5.3 植物种选择应以具有良好的水土保持功能的当地乡土物种为主，适当选用经过长期适应驯化已野生的外来物种（尽量少用并慎用），并应符合下列规定：

- (1) 应根据当地的气候特点，选择处于同一气候带的植物品种；
- (2) 所选植物应具有抗干旱、耐贫瘠、防污染、抗病虫、适于自然生长的特点；
- (3) 应优先选择根系发达的乔灌木、且以乔灌木为主，乔灌草结合，慎用藤本；
- (4) 应以常绿植物为主形成常绿景观，在有条件的地方，可配置一些有花的常绿品种；
- (5) 应尽量选择落叶量较大或固氮能力较好的植物种。

5.4 植物种应优先选择以下物种：

- (1) 乔木应优先选用台湾相思(*Acacia confusa Merr.*)、马占相思(*Acacia mangium*)、大叶相思(*Acacia auriculaeformis*)、枫香(*Liquidambar formosana Hance*)、木麻黄(*Casuarina equisetifolia*)、木荷(*Schima superba Gardn et Champ*)、黄槐(*Cassia surattensis Burm. f.*)、凤凰木(*Delonix regia Raf.*)。
- (2) 灌木应优先选用银合欢(*Leucaena leucocephala de Wit*)、金合欢(*Acacia farnesiana Willd.*)、山毛豆(*Tephrosia candida*)、宝巾(*Bongainvillea glabra Choisy*)、多花木兰(*Indigofera amblyantha*)、夹竹桃(*Nerium indicum Mill.*)、六月雪(*Serissa foetida*)、紫薇(*Lagerstroemia indica*)、萹苳(*Cudrania cochinchinensis*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)。
- (3) 藤本应优先选用爬山虎(*Parthenocissus tricuspidata*)、薜荔(*Ficus pumil Linn. a*)、葛藤(*Pueraria lobata Ohwi*)、猫爪花(*Macfadyena unguis-cati*)、牵牛(*Pharbitis nil Choisy*)、首冠藤(*Bauhinia corymbosa*)、山牵牛(*Thunbergia grandiflora Roxb.*)、三脉野木瓜(*Stauntonia trinervia*)、小叶铺地榕(*Ficus tikoua*)。
- (4) 草本应优先选用百喜草(*Paspalum natatu*)、狗牙根(*Cynodon dactylon Pers.*)、香根草(*Vetiveria zizanioides*)、假俭草(*Eremochloa ophiuroides*)、糖蜜草(*Melinis minutiflora*)、结缕草(*Zoysia japonica*)、类芦(*Neyraudia reynaudiana Keng*)、沟叶结缕草(*Zoysia matrella*)、黑麦草(*Lolium perenne*)、细叶结缕草(*Zoysia tenuifolia*)。

6 边坡生态防护技术

6.1 边坡生态防护技术构成见图-1，各技术适用范围见表-1。

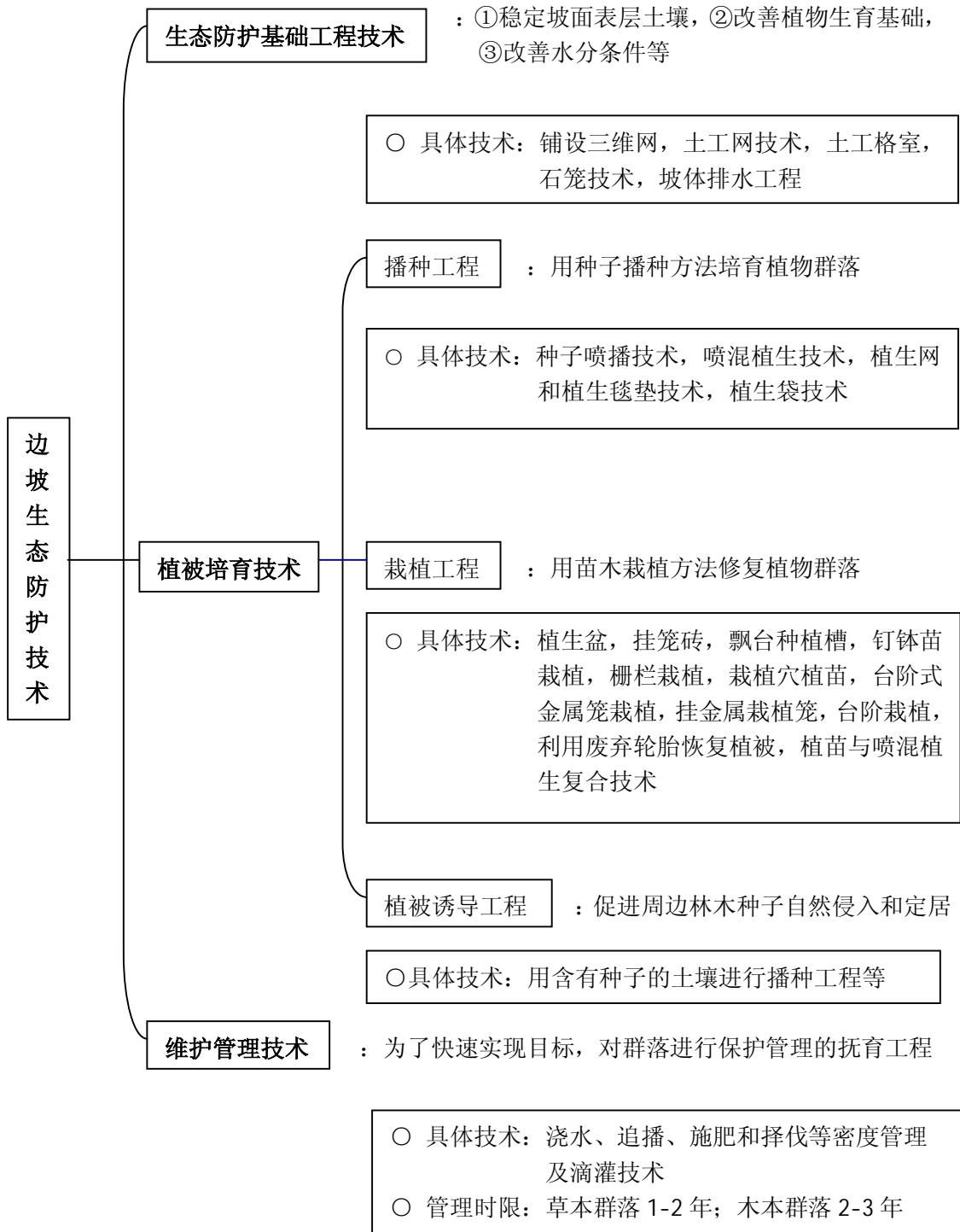


图-1 边坡生态防护技术体系

表-1 边坡生态防护技术的适用条件

防护技术分类		技术名称	适用坡度	建议适用边坡类型	
生态防护基础工程技术		1. 铺设三维网	<35°	土质缓坡或斜坡	
		2. 土工网	<30°	土质平滑的缓坡, 表层粗粒多	
		3. 土工格室	<60°	土质平滑的缓坡、斜坡或陡坡	
		4. 石笼工程	<30°	坡体渗水或涌水较多的缓坡	
		5. 坡体排水工程	—	—	
边坡生态防护技术	播种工程	1. 种子喷播技术	<30°	土壤肥沃、湿润侵蚀轻微的缓坡	
		2. 客土种子喷播技术	<45°	岩土质的缓坡或斜坡	
		3. 喷混植生	挂网喷混植生	45°—70°	绿化覆盖率大于 90%的岩质陡坡
			不挂网喷混植生	<45°	绿化覆盖率不高(60%以上)的岩质斜坡或陡坡
		4. 植生网、植生毯垫	<45°	土壤贫瘠的岩质缓坡、斜坡	
	5. 植生袋	45°—75°	土壤贫瘠的岩质陡坡		
	栽植工程	1. 植生盆	45°—75°	坚硬、不平整、裂隙和微地形的岩质陡坡	
		2. 挂笼砖	>75°	绿化覆盖率需大于 90%的稳定的岩质特陡坡	
		3. 飘台种植槽	>60°	中风化和微风化的岩质陡坡或特陡坡	
		4. 钉钵苗栽植	>60°	中风化和微风化的岩质陡坡或特陡坡	
		5. 栅栏栽植	<45°	适用于土砂堆积比较厚斜坡或缓坡	
		6. 栽植穴植苗	>60°	岩质、混凝土陡坡或特陡坡	
		7. 台阶式金属笼栽植	>60°	岩质、混凝土陡坡或特陡坡	
		8. 挂金属栽植笼	>60°	岩质、混凝土陡坡或特陡坡	
		9. 台阶栽植	>60°	稳定陡坡或特陡坡	
		10. 利用废弃轮胎恢复植被技术	>45°	稳定陡坡或特陡坡	
	11. 植苗与喷混植生复合技术	>60°	稳定陡坡或特陡坡		
	植被诱导工程	—	—	—	
	维护管理技术	1. 浇水、追播、施肥、择伐等密度管理以及滴灌技术	—	—	

6.2 生态防护基础工程技术

6.2.1 铺设三维网应符合下列规定:

- (1) 适用于坡度<35°的土质缓坡或斜坡;
- (2) 应选择品质良好的三维网(单位面积质量 $g/m^2 \geq 350$; 厚度(mm) ≥ 14 ; 最大抗拉力(纵横)KN / m ≥ 2.0)以保证工程质量;
- (3) 为保证三维网与坡面紧密结合, 采用人工细致整平坡面, 清除石块、碎泥块、植物地上部

分和其它可能引起网层在地面被顶起的障碍物；

- (4) 在坡顶及坡底沿边坡走向开挖矩形沟槽，沟宽约 30cm，沟深大于 20cm，坡面顶沟离坡面 28-30cm，用以固定三维网；
- (5) 三维网的剪裁长度比坡面长约 130cm，顺坡铺设。铺网时，应让网尽量与坡面贴附紧实，防止悬空。铺设时，应使网保持平整，不产生褶皱，网之间要重叠搭接，搭接宽度约 10cm；
- (6) 应采用 U 型钉或聚乙烯塑料钉，也可用钢钉固定三维网，同时配以垫圈。钉长为 20—45cm，松土用长钉，钉的间距一般为 90—150cm（包括搭接处），在沟槽内也应按约 75cm 的间距设钉，然后再填土压实。

6.2.2 铺设土工网（镀锌网）应符合下列规定：

- (1) 适合于土质平滑的缓坡，坡体表层粗粒多、凸凹不平的边坡可采用镀锌或过塑铁丝网；
- (2) 施工之前，应清除坡面所有石块及其它杂物，保证坡面平整；
- (3) 铺设时，应将裁剪好的土工网或镀锌网或过塑铁丝网垫整理成卷，从上而下的顺坡铺设，并

保证网垫与坡面之间的密切接触。为确保网垫不沿坡面滑动，应在网垫两头开挖布设沟槽并

保证足够的反压量，网垫在沟槽内的埋深应大于 0.4m 并充分压实；相邻网垫之间应有不小于 5cm 的搭接长度，在网垫上按约 1.5m 的间距采用 U 型销钉固定在相应的坡面上。

6.2.3 土工格室铺设应符合下列规定：

- (1) 适合于 $<60^\circ$ 的边坡；
- (2) 施工前，应按设计要求平整坡面，并采用人工修坡，清除坡面浮石、危石；
- (3) 根据边坡坡度的不同应采用不同单元组合形式。连接时，将未展开的土工格室组件并齐，对
准相应的连接塑件，插入特制圆销，然后展开；
- (4) 应在坡面上按设计的锚杆位置放样，采用 $\Phi 38$ —42 钻杆进行钻孔，按要求进行冲孔，并在钻孔内灌注 30 号砂浆；根据岩石坡面破碎状况，锚杆长度一般在 200~300cm。
- (5) 锚杆应按设计要求弯制，并除锈、涂防锈油漆，悬在坡面外的锚杆应套内径为 $\Phi 25$ 的聚乙烯软塑料管，管内所有的空间应用油脂充填，但不应密封；
- (6) 铺设时，应先在坡顶用固定钉或锚杆进行固定，然后用同样方法固定坡脚。

6.2.4 石笼工程应符合下列规定：

- (1) 适用于缓坡坡面，防止水土流失；坡体渗水或涌水出现较多的坡面，可设置扁圆石笼、台阶
状石笼稳定坡脚，防止坡体崩塌或滑坡；
- (2) 施工前，应根据设计图，清除地表杂草、松软土体，并平整坡面；
- (3) 施工时，应按设计图进行组装定形，在整理好的土坡上或开挖好的基坑上铺设，铺成护坡或
砌垒成箱笼挡土墙，灌进填充石块和少量土壤，最后加上盖网；
- (4) 所有作为石笼内填筑材料的石材必须质地坚硬，其抗压强度大于 30Mpa，且表面洁净，有圆角，耐久且抗风化性强，直径应在 150-250mm 之间，但根据需要可以允许有 5% 的浮动范围；
- (5) 石笼网应使用镀锌铁丝线，外层包裹 PVC 防护材料，并应符合下列要求：
 - ① 镀锌铁丝线的直径应大于 2.7mm，外层应包裹厚度大于 0.5mm 的 PVC 防护材料，外径尺寸大于 3.7mm；
 - ② 骨架框线筋应使用内径大于 3.0mm，外皮包裹 0.5mm 厚度 PVC 防护材料的铁丝线；

- ③ 捆绑各石笼的铁丝连接线的要求和石笼网线一致；
- ④ 石笼网孔线和捆绑线均应具有至少 372-470Mpa 的抗拉强度，石笼网线应具有较好的延伸率，其延伸率不小于 12%；PVC 保护层厚度在 0.5mm 以上，抗拉强度至少达到 20Mpa，延伸率不小于 180%。
- (6) 填充石块时，应在其孔隙间人工铺设土层，为植被创造生存条件，并应符合下列要求：
- ① 可适当填充小于 150mm 的填料以满足充填孔隙的需要，但该规格填料不得超过石笼总填料的 5%；
- ② 在某单元工程的同一水平层施工时，应将网笼全部就位后开始填充石料；
- ③ 相邻两个网笼间的填石高差不得大于 25cm，以防止网笼变形，填筑石料需人工完成，手工轻放，避免镀锌包裹层的损伤；
- ④ 在网笼内填充石料时，需用人工填码平整，并且外露面应用粒径大于 150cm 的石料作为填料，不得使用小于网孔直径的石料；
- ⑤ 石笼填筑完成后，应保证超填 2-3cm 高，为沉降留有余地；
- ⑥ 石笼填充达 25cm 高时，应在石笼的中部各 1/3 位置处加设加强筋，加强筋使用与连接线同样的铁丝线，每隔约 25cm 高度设置 2 道加强筋，加强筋必须穿过至少两个网眼，在两个边缘，应使用 45° 的斜交加强筋。
- (7) 石笼修筑完成后，应在石笼上撒布细粒的腐植土，腐植土应填充石笼的外露孔隙并均匀铺放于错台台阶上。

6.2.5 坡体排水工程应符合下列规定：

- (1) 包括土工工程在内的排水设施，应在护坡工程实施之前进行设计和施工；
- (2) 排水工程可分为坡顶截水沟，坡面台阶截水沟，坡面纵向排水沟和坡脚排水沟四种；
- (3) 排水工程应根据集水面积、降雨强度、历时和径流方向等进行整体规划和布置；
- (4) 坡脚挡土墙采用石笼工程可起到良好排水作用，同时可在石笼缝隙中的土体内扦插苗木，使之最终形成植物石笼；
- (5) 条件合适的边坡生态防护工程可采用石笼工程作为主要排水措施，也可利用石笼或废弃轮胎等修筑为多层梯级排水工程，同时可兼作管理道路。

6.3 植被培育技术

6.3.1 种子喷播技术应符合下列规定：

- (1) 适用于坡度 < 30° 且土壤肥沃、湿润、侵蚀轻微的缓坡；
- (2) 应将配制好的灌木和草本的种子、肥料、木质纤维、土壤稳定剂等与水充分混合后，再用高压喷枪均匀地喷射到土壤表面，形成一层约 1cm 厚的膜状结构；
- (3) 施工前，应清除坡面上的垃圾、碎石，平整坡面，并应符合下列要求：
- ① 为了促使目标植物种的快速生长，应去除杂草；
- ② 应在坡面上等高开挖宽度约为 20cm 的横沟，以方便草种的扎深生长；
- ③ 土层薄、土壤贫瘠的边坡应回填客土。
- (4) 喷播前，应将适生的灌木和草本种子、纸纤维、土壤改良剂、复合肥、水等按比例进行搅拌，并应符合下列要求：
- ① 应根据测试的土壤肥力状况，配以灌草种子萌发和幼苗生长所需营养元素的复合肥；
- ② 应采用纤维、胶液或合成树脂乳液黏合混合物。

- (5) 应采用高压泵或喷草机加压喷射混合浆料，施工如图 2 所示；
- (6) 喷播后应盖好无纺布进入养护管理阶段，包括洒水、追施肥料、病虫害防治、清除杂草等措施，并应符合下列要求：
 - ① 根据不同季节、苗木种类、土壤干湿程度确定浇水量及浇水次数，做到适时适量，保持土壤湿润；
 - ② 应在齐苗后进行追肥。追肥分春肥（3-4 月）和秋肥（10-11 月）两次；
 - ③ 应采用生物防治等综合方法，及时预防和控制病虫害，做到精心管养，认真检查。



图 2 种子喷播技术的施工图示

6.3.2 客土种子喷播技术（见图-3）应符合下列规定：

- (1) 适合于坡度 $<45^\circ$ 的边坡；
- (2) 应将以土壤为主的植被基材，用泵或液压喷播机将其喷附在坡面上，形成一层 1-4cm 厚的膜状结构，并应符合下列要求：
 - ① 土壤采用过筛细土，且含有在 1-2 年间抗蚀性强的材料；
 - ② 喷播混合物主要含：壤土、草炭、纤维材料、复合肥、合成树脂、先锋乔灌木和草本的种子；
- (3) 在风化岩边坡，客土种子喷播技术需铺设三维网，为满足三维网铺设施工条件，边坡应满足下列要求：
 - ① 挖方边坡应完成该级边坡工程施工，在边坡开挖达到设计要求之后，平台截水和平台封闭施工之前进行。施工如图 3 所示；
 - ② 对于连接路槽的第一级上边坡或下边坡，应在达路肩标高之后进行；
 - ③ 填方边坡应在该级边坡施工完成，边坡整坡工程结束，路堤急流槽施工完成之后进行。
- (4) 施工前，应使坡面尽量平整，倾斜一致，并符合下列要求：
 - ① 应清除坡面杂物，包括突出坡面的石块（挖方边坡大块突石可视具体情况妥善处理），以确保坡面平整；
 - ② 较疏松的岩土混合质边坡，应压实坡面，确保坡面稳定；
 - ③ 比较光滑的边坡，应在坡面上打小穴或横向开槽，增加其粗糙程度，以使三维网和泥浆附着坡面，防止泥浆层下滑。

- (5) 与客土种子喷播技术相结合的三维网铺设应符合下列要求：
- ① 挖方边坡，三维网在坡顶应延伸约 80cm 以上并埋入截水沟中或坡顶平台中；
 - ② 填方边坡，三维网在坡顶应延伸约 50cm 以上并埋入路缘土石中；
 - ③ 坡顶的三维网埋置固定好后，应自上而下进行铺设，前后两片之间搭接长度应不小于 10cm；
 - ④ 在坡顶及三维网搭接处用主锚钉（ $\Phi 6\text{mm}$ 的 U 型钢钉）固定，其中坡顶布置一行，锚钉纵向间距约 50cm；坡面三维网搭接处布置一行，锚钉间距约 100cm；在坡其余位置按约 $100\text{cm} \times 100\text{cm}$ 的规格布置铺锚钉；对个别不平顺的坡面应增设锚钉，以保证三维网紧贴坡面；
 - ⑤ 在锚杆固定时，应使网贴紧坡面，避免出现空网包。
- (6) 喷播前，应将客土、复合肥混合均匀化为泥浆，回填于网内，厚度为 2-3cm，并用水湿润让坡面自然沉降至稳定，调节 PH 至适宜植物生长范围；客土应满足以下规定：
- ① 泥炭、腐殖土、复合肥等混合材料经过专用机械的搅拌后喷播。1t 混合土中加入尿素、磷铵、氯化钾为主要原料的高效复合肥 10kg，氮、磷、钾有效养分含量 $\geq 45\%$ ，根据草种不同配制 PH 为 5.5~6.8；
 - ② 土壤孔隙率应为 50%~65%，容重 1.3~1.7g/cm，这样的结构既利于植物生长，又具有一定的结构稳定性；
 - ③ 有机质含量控制在 8%~16%，N:P:K 比率控制在 1:0.5:0.8；
 - ④ 客土厚度控制在 2~8cm。
- (7) 喷播时，应将灌木与草本种子和促使其生长的附着剂、纸纤维、复合肥、保水剂及水按一定比例混合搅拌，形成均匀混合浆，并应符合下列要求：
- ① 喷播灌木须采用专门的液压喷播机械进行施工；
 - ② 边坡的草籽配方应以喷播植草设计为准，并根据不同气候特点和土壤性质对灌木与草本种子比例作相应调整。
- (8) 三维网喷播灌木施工完成之后，应在边坡表面覆盖无纺布，并进行定期养护管理。养护内容包括浇水、施肥、补种、去除杂草、防治病虫害，并应符合下列要求：
- ① 在养护前期，应保持坡面表层湿润至草种全苗、齐苗。干旱季节，应适当增加浇水次数，雨季可适当减少；
 - ② 6 周以后，应根据生长情况浇水和施肥，施肥可与浇水同时进行。中期靠自然降水养护，中、后期遇干旱浇水应遵循“多量少次”的原则；
 - ③ 待草本植物生长到高度约 5cm 左右时，应揭开无纺布，以免阻碍植物生长；
 - ④ 施工后 1 个月后，应全面普查生长情况，对于生长不均匀的位置应予补种，并去除杂草，对重点位置应加强养护。

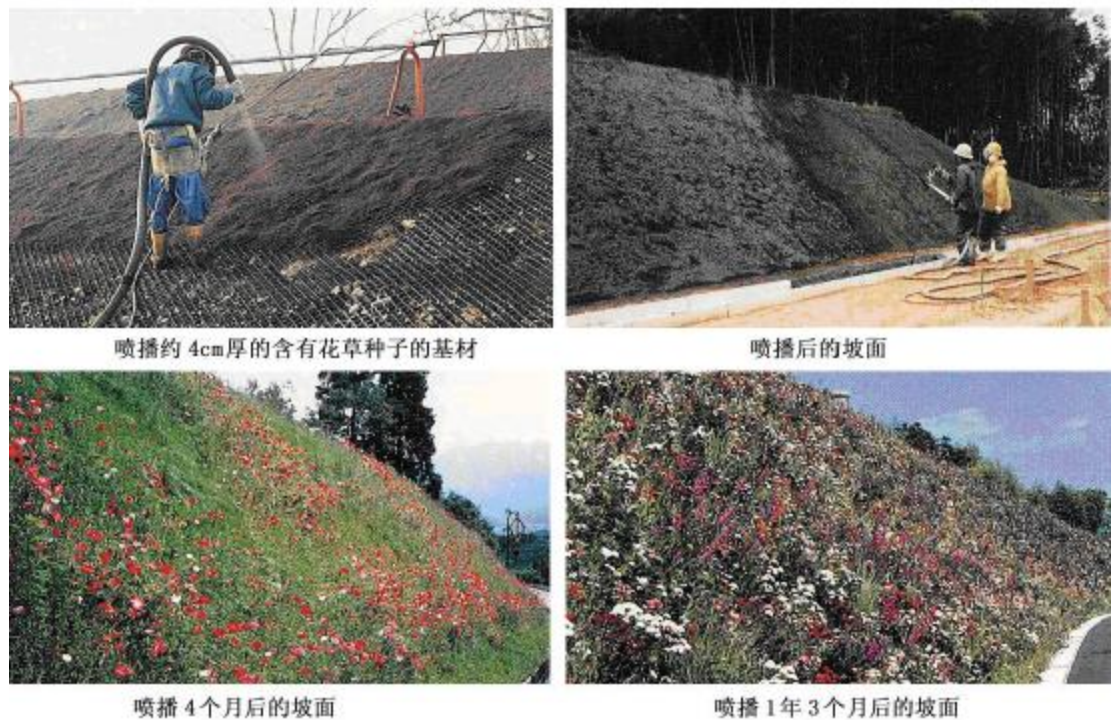


图 3 客土种子喷播技术的施工图示

6.3.3 喷混植生技术（见图-4）应符合下列规定：

- (1) 喷混植生技术可分为挂网和不挂网喷混二种，其具体适用范围应满足下列要求：
 - ① 挂网喷混适用于坡度 45° - 70° ，且绿化覆盖率要求大于 90%的岩质陡坡快速绿化；
 - ② 不挂网喷混适用于坡度 $< 45^{\circ}$ ，且绿化覆盖率要求不高（60%以上）的岩质斜坡或陡坡绿化。
- (2) 施工前，应清理边坡上的碎石杂物，特别是浮石、浮土，同时对边坡作简易修整。但边坡有些凹凸不平时，只要边坡不影响挂网也可不进行修整。对于特别凸的地方应进行修整，保证边坡的稳定性和挂网的可操作性；
- (3) 应在坡面每 8—10m 设置一条横向排水沟，在边坡四周、马道及边坡的纵向每 30—50m 设置跌水沟；
- (4) 对于 $> 45^{\circ}$ 的坡面应铺挂镀锌或过塑铁丝网进行护坡，防止坡面坍塌，施工中应符合下列要求：
 - ① 将铁丝网沿坡面顺势铺下，铺设时应拉紧网，用钻机在坡面上打孔，沿坡面铺平整顺后用长锚杆和短锚杆自上而下固定，铁丝网与坡面应保持距离 3cm—8cm；
 - ② 挂网应采用机编镀锌或过塑网（规格）：50mm×50mm， $\Phi=3-4$ mm。长锚杆 $L=0.6-1$ m，短锚杆 $L=0.3-0.5$ m，长锚杆与短锚杆交错排列，纵横向间距约为 1m；
 - ③ 坡度在 50° - 70° 时，锚杆 $\Phi=10-20$ mm， $L=50-1300$ mm，按斜坡行间距 1000mm×1000mm，长短间隔布置；
 - ④ 在坡顶处，铁丝网应伸出坡顶 30cm，用锚杆紧埋于土下。铁丝网之间搭接应大于 10cm；
 - ⑤ 在布置长短锚杆时应根据坡面的具体情况，在预先不能清除危石及节理裂隙较发育处应当加密长锚杆的数量，而在坡面平整、岩体稳定处可用短锚杆代替长锚杆，间距可适当调整。
- (5) 应根据岩质情况制定出合理的基质材料配比，将土壤有机质、肥料、粘合剂搅拌均匀，利

用喷混机械将混合料加保水剂、pH 缓冲剂和水搅拌均匀喷射到岩面上。喷射均匀，喷射平均厚度应达到 8-12cm，需将镀锌网覆盖；

- (6) 基质材料喷射完毕后，加入种子进行基质面层喷射，厚度约 3cm—4cm。应保证基质在铁丝网上不少于 5cm。景观要求高的边坡可直接喷播花草种子；
- (7) 种子喷播后，应选用 13—20g/m² 的无纺布从上至下进行覆盖，用竹签或 U 型钉固定，注意保持搭界，无纺布的覆盖待苗出齐后拆除。施工按图 4 所示进行；
- (8) 植物喷播完毕后，在草种发芽、成坪期和苗木恢复生根期应每天视察工地，保持基质层湿润，

根据天气情况控制浇水量，结合浇水进行病虫害的防治和生长期追肥。在草苗成坪、苗木生长正常后（大约三个月）逐渐减少浇水次数，锻炼植物的适应能力。在后续 2-3 年内的养护期内，尤其是在旱季要视天气情况对其进行定期护理，逐步进入自然生长状态。

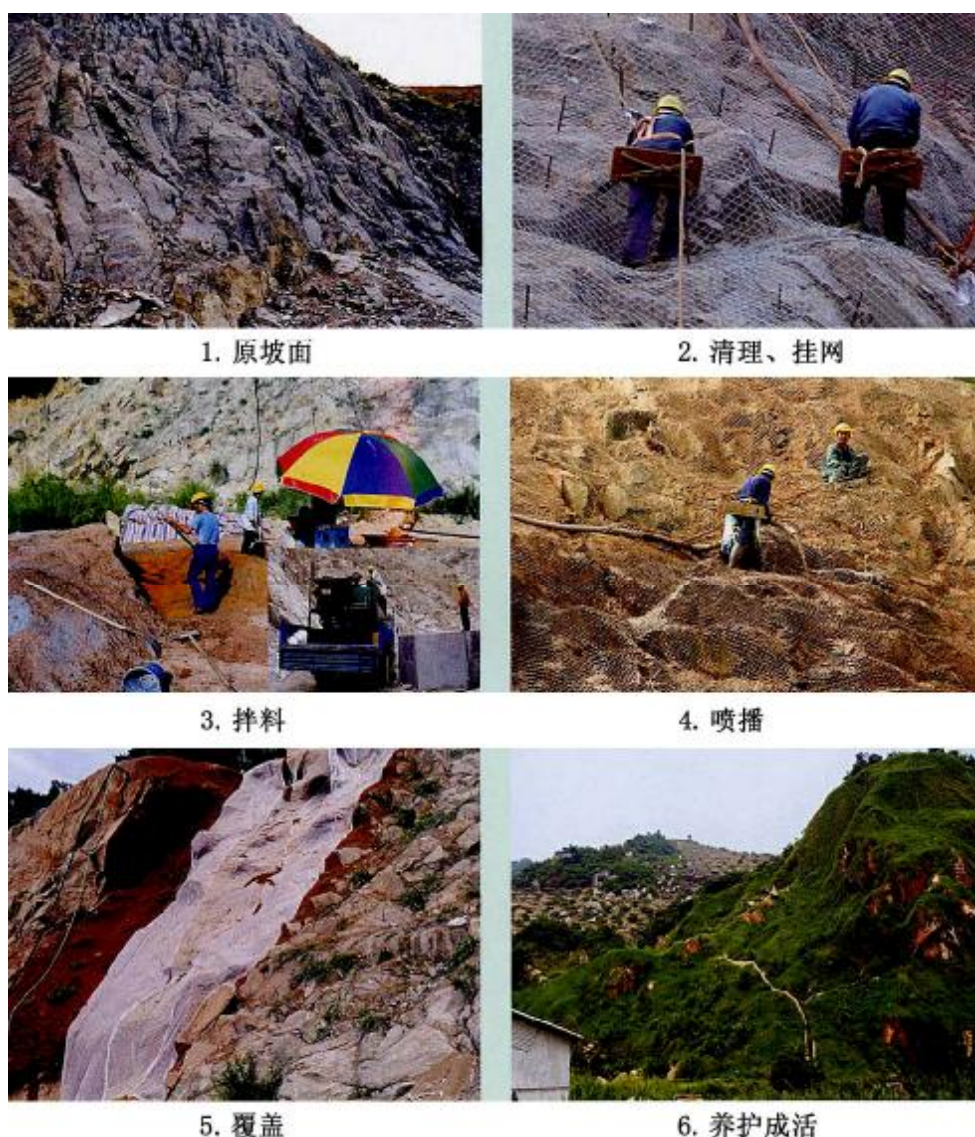


图 4 喷混植生技术的施工图示

6.3.4 植生网和植生毯垫技术（见图-5）应符合下列规定：

- (1) 适用于 <45° 的土壤贫瘠岩质边坡的生态恢复；

- (2) 施工前，应平整边坡；
- (3) 将植生网或植生毯垫用钎子固定在边坡上；
- (4) 网或毯垫顶端部特别应牢牢固定；
- (5) 根据边坡情况可选择不同材质的植生网或植生毯垫。

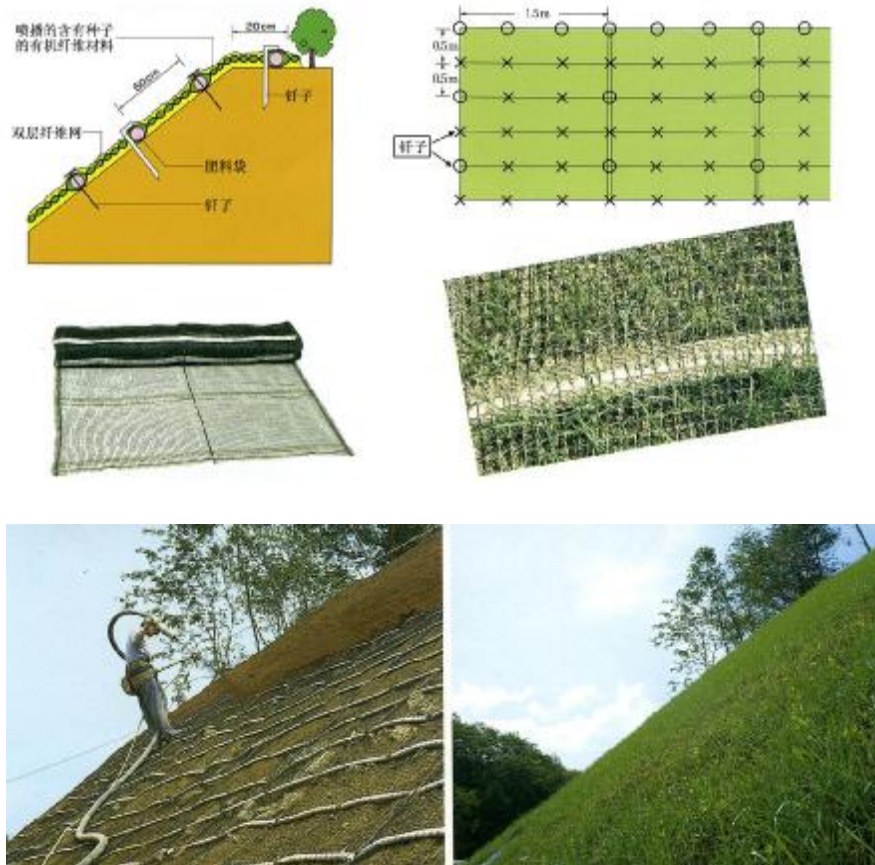


图 5(a) 植生网的结构及施工图示

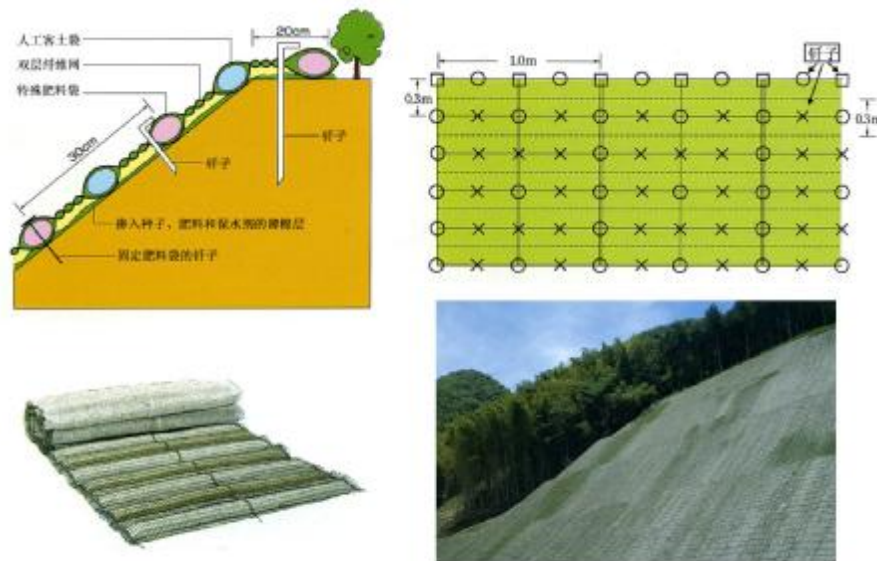


图 5(b) 植生毯垫的结构及施工图示

6.3.5 植生袋（见图-6）应符合下列规定：

- (1) 适用 45° - 75° 的土壤贫瘠岩质陡坡的生态恢复；
- (2) 施工前，应平整边坡；
- (3) 在施工中，应轻拿轻放，以保持草籽附着的完好；
- (4) 植生袋一旦装土不应再运输，以免弄坏内表面；
- (5) 每堆完一层植生袋后，应将植生袋与基面和植生袋与植生袋之间的缝隙用土填严；
- (6) 如果是在山石或砂石基面上施工，一定要从底部开始，每隔约 1m 放置一根硬 PVC 管，直径 3cm-4cm，长约 45cm，(如果是砂石基，应该将另一头插入砂石基面 5cm 以上)在每垒到大约 1m 的高度时再放置一排 PVC 管，距离是 1m。以排出基面里或基面的水，以免长时间浸泡种子袋造成塌方；
- (7) 在垂直摆或接近垂直叠摆植生袋时，每摆高 1m 时，应该在基面上打固定桩，把此层植生袋拉紧、固定住，防止墙体倒塌。

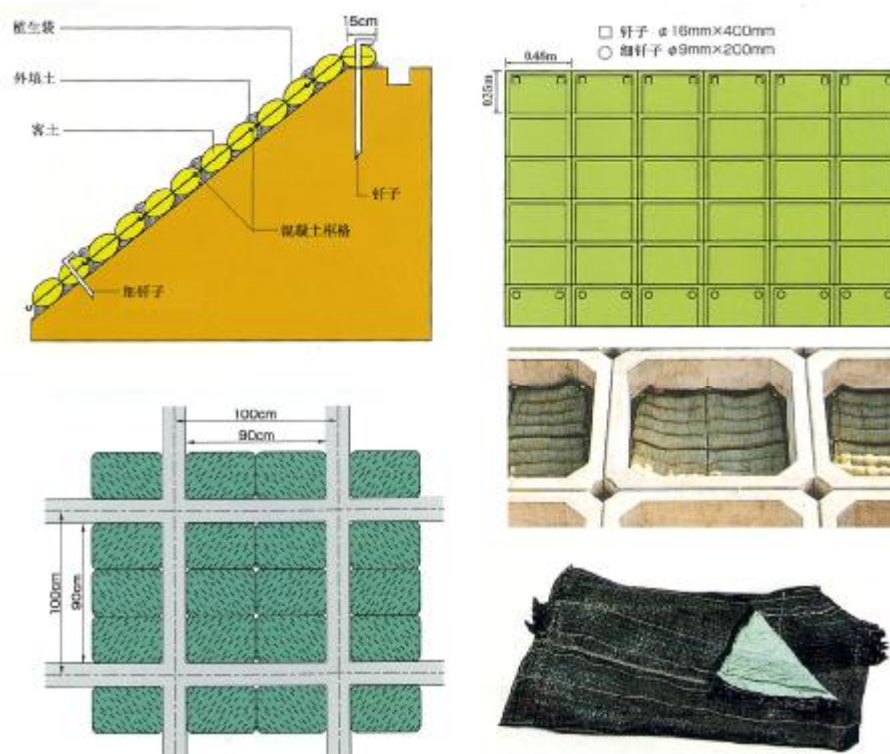


图 6 植生袋的结构及施工图示

6.3.6 播种工程的种子的选择与用量及播种时间应符合下列规定：

- (1) 植物应选择适应深圳市气候的品种，尤其要选择抗旱性、抗逆性强的物种；
- (2) 深圳市适合播种工程的草种主要有百喜草 (*Paspalum natatum*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon Pers*)、画眉草 (*Eragrostis pilosa Beauv*, 不宜混播)、雀稗 (*Paspalum scrobiculatum Linn*)、黑麦草 (*Lolium perenne*, 适宜冬季喷播，不耐高温，夏季枯死) 等，实际应用中要注意冷季型和暖季型草种的搭配，以一种草为主，多种草、灌混播；
- (3) 岩质边坡进行喷混植生时应以草本和灌木植物为主，但如边坡位于景观性要求较高的市区、交通要道，应加入一定比例的花草种子，提高景观效果；
- (4) 可在风化岩和裂隙发育的边坡上加入少量的木豆 (*Cajanus cajan*)、多花木兰 (*Indigofera*)

amblyantha)、银合欢 (*Leucaena leucocephala de Wit*)、桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*)、马尾松 (*Pinus massoniana Lamb*)、小叶榕 (*Ficus microcarpa var.pusillifolia*)、赤桉 (*Eucalyptus camaldulensis*) 以及相思类等乔灌木植物种子，提高景观效果；

- (5) 植物种子的播种量应根据以下公式进行计算：

$$W=G(1+Q)\times S/(1000P\times B)$$

式中：

W—每平方米经发芽修正后的播种量 (g/m²)；

P—种子纯度，%；

G—期望成活株数，株/m²；

B—种子发芽率，%；

S—种子的千粒重，g；

Q—发芽障碍修正系数，%。

- (6) 根据多年来的深圳实践经验，喷混植生的常用植物种子用量配比可参考表-2。

表-2 喷混植生的植物品种及其种子用量配比

植物种类	使用量/(g/m ²)	占种子用量百分比/%
百喜草 (<i>Paspalum notatum</i>)	19~22	69~71
狗牙根 (<i>Cynodon dactylon Pers</i>)	5~7	19~21
雀稗草 (<i>Paspalum scrobiculatum Linn</i>)	1.3~1.7	4.5~5.5
银合欢 (<i>Leucaena leucocephala de Wit</i>)	1.3~1.7	4.5~5.5
合计	30	100

- (7) 暖季型草种的喷播最佳时间为 3-5 月；

- (8) 若有特殊需求在 10 月或翌年 1 月间实施喷播绿化，只有采用混播草种法，应选择冷季性的草种（如黑麦草）和暖季性草种（如百喜草、狗牙根）混播。

6.3.7 植生盆（见图-7）应符合下列规定：

- (1) 适用于岩石坚硬、岩面不平整、裂隙和微地形充分发育的岩质陡坡，最适宜坡度为 50°左右；

- (2) 施工前，平整边坡，清理松石，当坡面具有残存植物时，在不妨碍施工的情况下应尽量保留；

- (3) 人工植生盆的设置应依坡面地形的起伏来确定，选在凹处构建；

- (4) 利用微凹地形建造植生盆时，应在微凹口外侧人工开拓平台，用浆砌块石砌筑（或直接用废弃轮胎筑盆）植生盆，一般要求直径大于 50cm，深度大于 50cm，挡土墙厚度 15cm-30cm；

- (5) 植生盆密度应为 100m² 建 6-40 个；

- (6) 如果坡面本身已具有凹凸不平的地形，但表面光滑，应先在石壁上打入锚杆，锚杆直径 12mm、

长 80-110cm，打入石壁 50-80cm，利用锚杆的支撑作用砌石建盆（槽）；

- (7) 应在每一植生盆内填上占 3/4 体积的种植土。种植土成分为：种植壤土、复合肥、保水剂、

泥炭土相结合；

- (8) 植生盆技术需与其他技术相结合以构建乔灌草完整的植物群落结构。在选择乔灌木的种类时，应注意深根和浅根植物相结合，尽量选择不同的物种。



图 7 植生盆的施工图示

6.3.8 挂笼砖（见图-8）应符合下列规定：

- (1) 适用于坡度 $>75^\circ$ ，且绿化覆盖率需大于 90%的稳定的岩质特陡坡绿化；
- (2) 草砖坯应含有齐全的植物养分，且肥效持久，其规格为 $40\text{cm}\times 25\text{cm}\times 10\text{cm}$ ，在砖坯上播草籽种草，或点播乔灌木种子制成；
- (3) 网笼应使用 PVC 涂层镀锌铁丝编制的六角网。镀锌铁丝直径为 2.0mm 到 4.0mm，加 PVC 涂层后直径为 3.0mm 到 4.0mm，编制后六角网，孔径为 $6\text{cm}\times 7\text{cm}$ ，网孔面积约为 36cm^2 ，将其做成 $50\text{cm}\times 40\text{cm}\times 10\text{cm}$ 的网笼，每个笼内应装两个草砖；
- (4) 施工前，应清理坡面杂物和浮石，同时应尽量保留原有植被；
- (5) 对局部较大微凹地形裂隙及破碎处，应修建植生盆种植乔、灌木；
- (6) 坡面应自上而下钻直径 14mm 的孔，根据岩性确定深度，用水泥浆把镀锌螺杆（直径 12mm，长 15-20cm）固定于坡面孔内，留出少部分用于挂笼砖。挂笼前，应用少量搅拌过的营养黄泥垫在将要挂笼的笼位底部；
- (7) 笼砖应沿岩面由下至上逐个连续紧靠着安装，每挂一个笼后，都用长于六角网孔的垫片（ $8\text{cm}\times 6\text{cm}$ ）和配套螺母将其牢牢固定；
- (8) 挂笼过程中，充应分利用山地微地形和笼砖之间空隙种植各种适宜当地自然条件的乔灌木、

- 花卉以及藤、草本植物，尤其是抗旱、耐贫瘠、根系发达的灌木品种；
- (9) 采用挂笼砖技术治理的边坡，岩质边坡应进行长期的定期养护，尤其是要定期洒水。



图 8 挂笼砖的施工图示

6.3.9 飘台种植槽（见图-9）应符合下列规定：

- (1) 适用于坡度 $>60^\circ$ 的中风化和微风化的岩质陡坡或特陡坡；
- (2) 基质应含有较多的有机质，保水、保肥、透气，有良好的团粒结构；
- (3) 飘台种植槽的植物配置应符合以下规定：
 - ① 应用抗逆性强的乡土植物为主的植物配置；
 - ② 应将豆科与非豆科植物组合应用；
 - ③ 应将灌、草、藤、蕨植物立体配置；适当配置花期长、结果较多的植物。
- (4) 深圳地区可选择的植物包括矮紫薇、大红花、夹竹桃、勒杜鹃、穿破石灌木，爬山虎、首冠藤、葛藤等藤本植物，撒播种子包括银合欢、糖蜜草等；
- (5) 可将飘台种植槽技术与节水微灌技术相结合，以保证植物对水分的需求；
- (6) 飘台种植槽技术的施工过程是：山顶排水沟和蓄水池砌筑—清理危石—排栅架搭设—现浇种植槽板—植土回填—苗木种植—滴灌网管安装—养护，并应符合下列要求：
 - ① 应沿山顶走势砌筑排水沟。排水沟、蓄水池均采用 M7.5 砂浆、MU10 砖砌筑，内外均采用 20mm 厚 1:2 水泥砂浆抹面；
 - ② 排栅架应采用单排跑山架，由下至上搭建，排栅架随坡面倾斜。先用 $\Phi 16-18$ 钻杆在岩面与坡面成 45° 斜向钻孔，深度 20m 以上，然后用 $\Phi 14-16$ 、长度 2.0~3.0m 的钢筋锚入孔内。架子与岩面之间应保持 70cm 的施工操作间距；
 - ③ 现浇飘台种植槽板时，沿水平方向按一定密度锚入锚杆，锚杆与水平方向成 45° 的角度，

并加横筋，形成种植槽的钢筋骨架。在钢筋骨架下安装模板，用 C20 混凝土现浇种植槽，要求种植槽与岩面完全密封。将营养土填入槽内，按一定株距栽种选定的苗木并在表层撒种。按上下间距每隔 2-2.5m 拉一条水平线，每隔 40cm，用 1:2 水泥砂浆进行锚固。然后，用 $\Phi 6$ 光圆钢材加横筋（作为分布筋），用铁丝扎牢。用 C20 混凝土现浇种植槽，种植槽的规格为宽约 450mm、厚约 50mm，质量要求横平竖直；

- ④ 应在山顶修建足够吨位的蓄水池，利用水泵将水抽到蓄水池，然后从蓄水池引出若干主管，利用主管将水源引向山体各部位。次水管（ $\Phi 25$ ）与主管（ $\Phi 50$ ）相连，管道用膨胀螺栓固定，形成骨架网状浇灌系统，以保证山体各部位苗木养护有足够的水分

供应。滴灌网管系统中的主管沿山体竖向每间隔 20m 布置，次水管置于槽板内，沿槽板方向布置；

- ⑤ 植被重建应坚持植物种类多样性原则，强调和注重乔灌木，配以攀岩性藤本和槽内撒播草本种子。采用种植槽筑砌、填入营养土、撒种并移栽袋苗的方式予以复绿。槽板内分二排进行栽植，采用的灌木有大红花、夹竹桃、勒杜鹃等，藤本植物有爬墙虎、薜荔等。靠石壁内种植爬藤类，种植间距为 20cm。外侧每隔 45cm~55cm 相间移栽一株灌木袋苗，每平方米移栽的苗木株数约为 2-4 株。

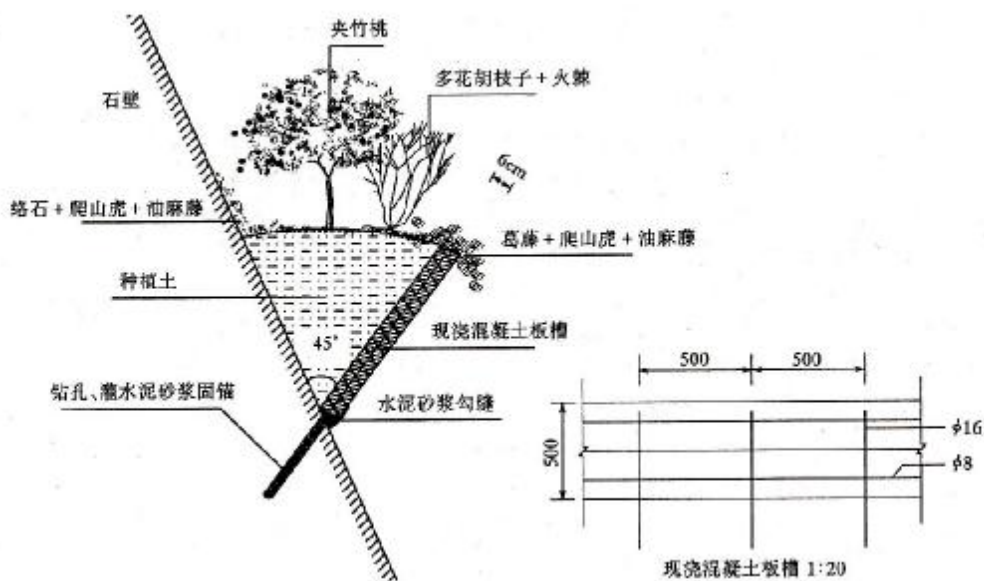


图 9 飘台种植槽结构设计及施工图示

6.3.10 钉钵苗栽植技术（见图-10）应符合下列规定：

- (1) 适用于坡度 $>60^\circ$ 的中风化和微风化的岩质陡坡或特陡坡；
- (2) 施工前，应清理边坡上的碎石杂物，特别是浮石、浮土，同时对边坡作简易修整；
- (3) 在平整后的土质坡面上，按一定密度开挖。在硬质岩石边坡上，可结合微地形和岩石节理缝隙开凿栽植穴。栽植形式为不规则式。在栽植穴内插入钉钵体，依靠体重固牢钉钵体。



图 10 钉钵苗栽植技术的施工图示

6.3.11 栅栏栽植技术（见图-11）应符合下列规定：

- (1) 适用于土砂堆积较厚且坡度 $<45^\circ$ 的斜坡或缓坡；稳固坡体为栽植苗木创造环境条件时；
- (2) 施工前应清除坡面的石块、枯枝，并将坡面整理平顺；
- (3) 放样时，应先标出桩行距与起始端的位置，桩的行距以 50cm 为原则，桩距约 30cm；
- (4) 钻孔打桩时，应沿现场放样的标示用电动钻孔机钻一深约 40-60cm 的孔后，随即插置长 60-100cm 的桩，桩与坡面成约 60° 且露出坡体约 20cm，每支桩均需确实牢固于坡面上；
- (5) 将坡面整平后，应用镀锌或包胶钢线将桩编织成一体，并用铁丝扎紧；
- (6) 打桩后，应根据设计图纸铺设宽 60-100cm 的无纺布，铺设时先将其一端铁丝固定于钢网栅的上端后，让无纺布顺延栅体下垂，将网栅下端与坡面间的缝隙完全封堵，并延伸平贴坡面后予以固定，便于回填客土；
- (7) 应将含有有机肥及粒状缓效性肥料的有机沃土作为客土回填，回填至挡土栅约 3/4 高处，并予以整平，最后栽植乔木苗木。

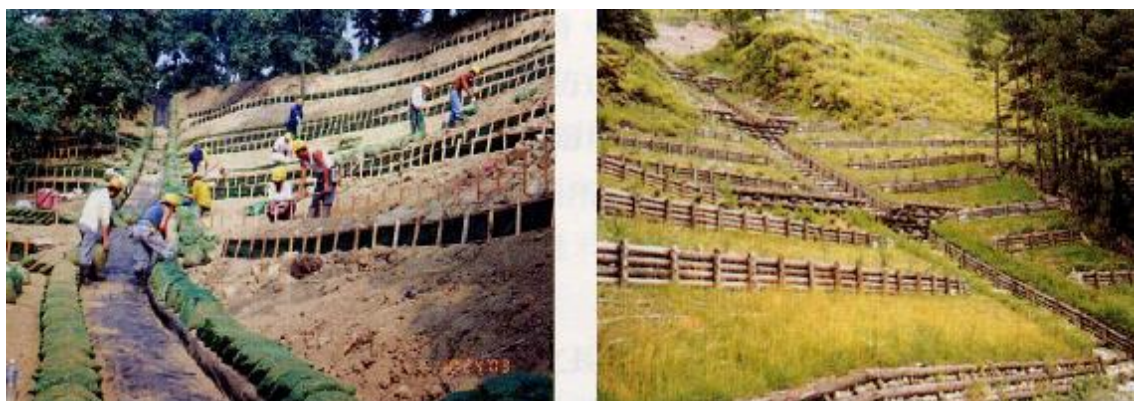


图 11 栅栏栽植技术的施工图示

6.3.12 栽植穴植苗（见图-12）应符合下列规定：

- (1) 适用于坡度 $>60^\circ$ 的岩质、混凝土陡坡或特陡坡的生态修复；
- (2) 施工前，应清除坡面的石块、枯枝，并将坡面整理平顺；
- (3) 应根据设计栽植密度，在边坡上标出开凿位置，最好利用岩石的自然节理，可以采用不规则的栽植方式。然后根据标注的位置，开凿栽植穴；
- (4) 栽植前应填充植物生长必须的客土和肥料，最好要施用保水剂；
- (5) 应根据恢复目标，选择栽植藤本植物或插入上述的钉钵苗以达到快速生态修复的目的。



图 12 栽植穴植苗施工图示

6.3.13 台阶式金属笼栽植（见图-13）应符合下列规定：

- (1) 适用于坡度 $>60^\circ$ 的岩质、混凝土陡坡或特陡坡生态修复；
- (2) 施工前，应清除坡面的石块、枯枝，并将坡面整理平顺；
- (3) 应将金属笼按台阶式安装，然后装填客土及有机肥料，最后按一定密度栽植灌木和草本实生苗。

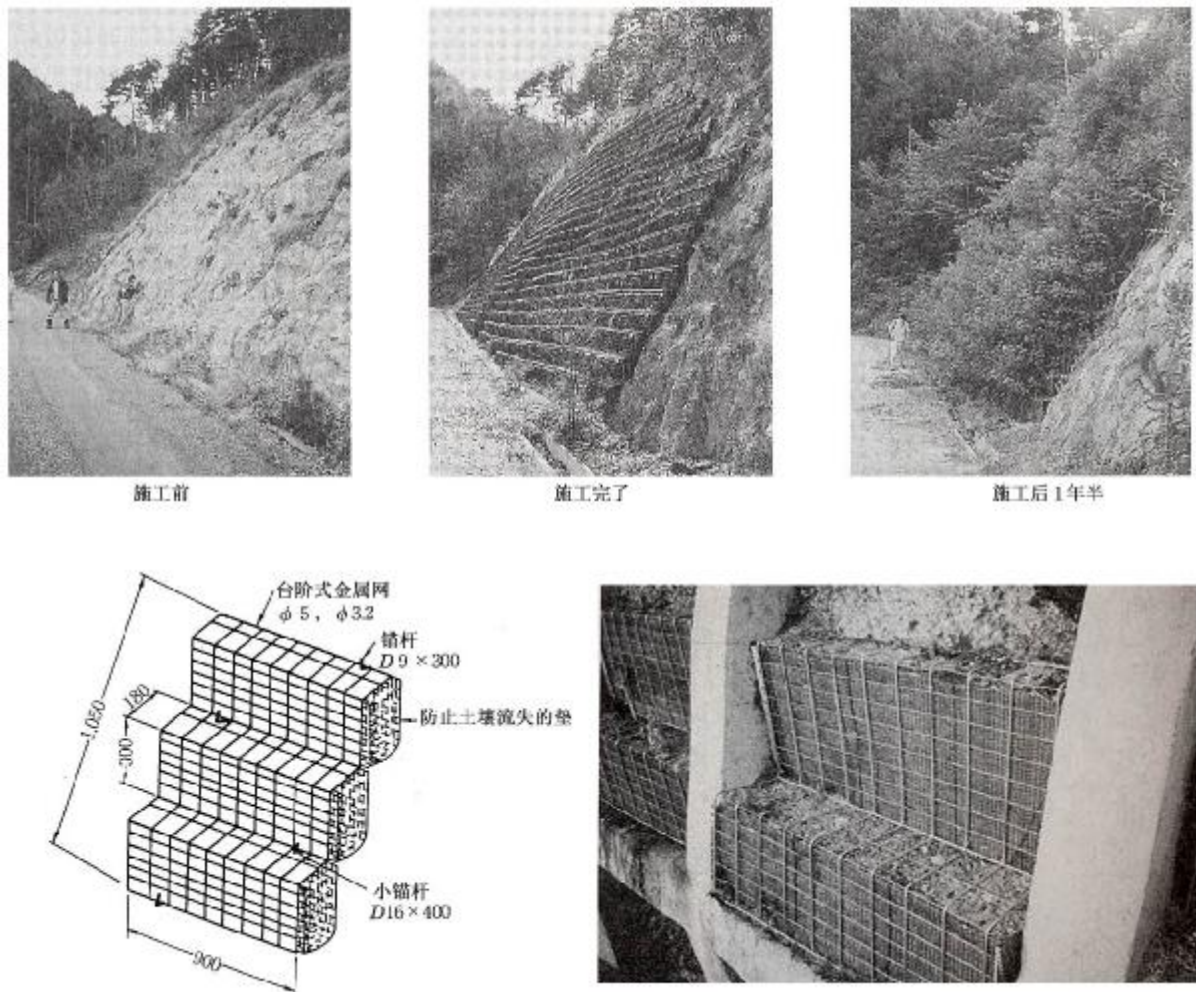


图 13 台阶式金属笼栽植的施工图示

6.3.14 挂金属栽植笼（见图-14）应符合下列规定：

- (1) 适用于坡度 $>60^\circ$ 的岩质、混凝土陡坡或特陡坡生态修复；
- (2) 施工前，应清除坡面的石块、枯枝，并将坡面整理平顺；
- (3) 金属栽植笼的一般尺寸为长约 1.5m、宽约 30cm、厚约 30cm，也可根据实际情况调整。应用耐腐蚀的镀锌铁丝或树脂网材料制成。金属栽植笼内应垫植物毯垫防止内装客土和有机质肥
料流失，然后装填客土、有机质肥料和保水剂等；
- (4) 应栽植藤本和灌木实生苗，快速恢复藤灌型植物群落；
- (5) 金属栽植笼应用长约 2m 的锚杆按一定密度固定在边坡上。

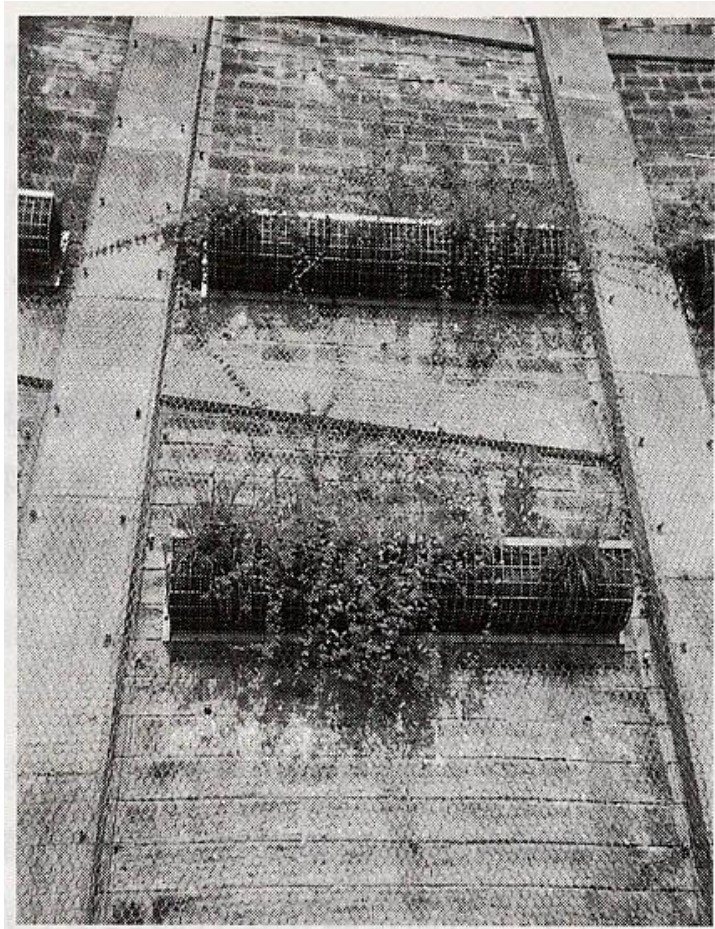


图 14 挂金属栽植笼的施工图示

6.3.15 台阶栽植（见图-15）应符合下列规定：

- (1) 适用于坡度 $>60^\circ$ 的稳定陡坡或特陡坡或具有台阶微地形的边坡；
- (2) 施工前，应清除坡面的石块、枯枝，并将坡面整理平顺；
- (3) 应先按一定距离在边坡上修筑台阶。然后在台阶平台上按一定距离开凿栽植槽，栽植槽的一般尺寸为长约1.0m、宽约50cm、深约60cm。在槽内装填客土、有机质肥料和保水剂等；
- (4) 应栽植乔灌和草本实生苗，快速恢复乔灌草型植物群落。



图 15 台阶栽植的施工图示

6.3.16 利用废弃轮胎恢复植被技术（见图-16）应符合下列规定：

- (1) 适用于坡度 $>45^\circ$ 的稳定陡坡或特陡坡;
- (2) 施工前, 应清除坡面的石块、枯枝, 并将坡面整理平顺;
- (3) 轮胎应按一定距离在边坡上放置, 并用链条连接为一体, 然后用长 60-200m 的锚杆固定;
- (4) 应在铺设轮胎的边坡上实施喷混植生, 同时在轮胎内栽植乔灌木实生苗及藤本植物, 快速恢复乔灌草型植物群落。



图 16 利用废弃轮胎恢复植被技术的施工图示

6.3.17 植苗与喷混植生复合技术 (见图-17) 应符合下列规定:

- (1) 适用于坡度 $>60^\circ$ 的稳定陡坡或特陡坡;
- (2) 施工前, 应清除坡面的石块、枯枝, 并将坡面整理平顺;
- (3) 按一定密度将钵体苗用锚杆固定在边坡上, 然后将有机质肥料、保水剂和植物种子厚层喷播在边坡上, 快速恢复乔灌草型植物群落。

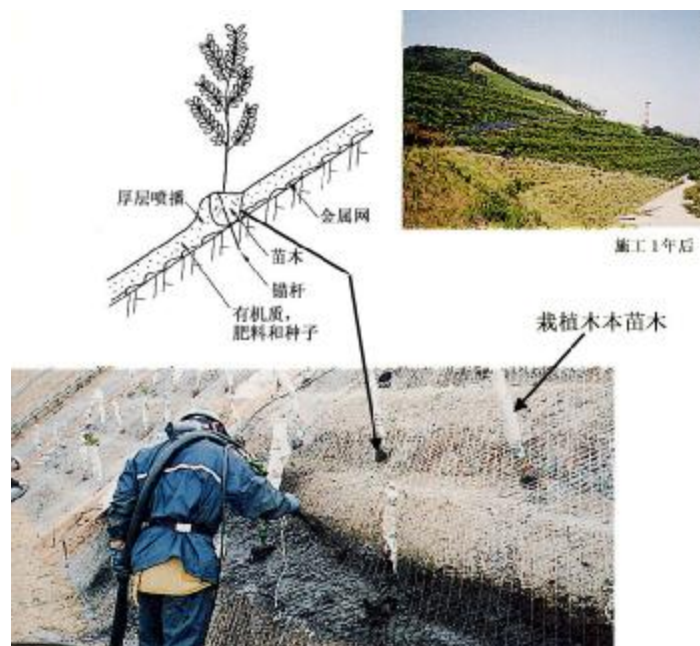


图 17 植苗与喷混植生复合技术的施工图示

6.3.18 植被诱导工程应符合下列规定:

- (1) 铺设防止土壤侵蚀毯垫, 可为植物的定居提供基础, 应满足以下要求:
 - ① 能够防止滴溅, 但同时必须易被植物分蘖芽穿透;
 - ② 材料应为有一定分解年限的环保材料, 且应为表面摩擦系数较大的粗糙材料;
- (2) 人工穴植法栽植植物能加快植物群落演替过程, 缩短恢复时间, 应满足下列要求:

- ① 应为植物提供相对较为宽阔的扩张边际线，可采用单位面积挖多个小植物穴的方法，不宜采用在单位面积内挖少量大植物穴的方法；
 - ② 先锋物种应选择适应性强、分蘖能力强的乡土物种。
- (3) 挂网，喷播含有乡土种子的森林土壤，恢复同周围植被相似的森林型植物群落。

6.4 维护管理技术

6.4.1 管理期限应符合下列规定：

- (1) 木本植物群落类型（乔灌木和灌草型）施工后的管理期限应定为 2-3 年；
- (2) 草本植物群落类型（草本及藤灌型）施工后的管理期限应定为 1-2 年。

6.4.2 管理方法应符合下列规定：

- (1) 应有 3 个月的成活养护时期；应进行的养护事项有：施肥、防治病虫害、树桩绑扎、加土扶正、灌溉浇水等；
- (2) 对于植物生长环境恶劣的岩质边坡，种植的植物必需进行 1-3 年的人工养护，才能保证恢复自然生长；
- (3) 应根据边坡生态防护工程实施效果确定相应管理措施；
- (4) 效果评价应在施工 3 个月后进行，采用 1m×1m 或 0.5m×0.5m 的样方实测，换算为 1m² 面积上的植物成活株数；
- (5) 以恢复木本植物群落为目标的边坡，应根据木本植物与草本植物竞争关系来判定恢复效果，判定标准应符合以下规定：
 - ① 优：草本植被覆盖率 30~50%，木本植物为 10 株/m² 以上；
 - ② 良：草本植被覆盖率 50~70%，木本植物为 5 株/m² 以下；
 - ③ 中：草本植物覆盖率 70~80%，木本植物株数极少；
 - ④ 差：生长发育基础流失，难以看到生长的植物，这种情况应重新施工；或草本植物覆盖率在 90% 以上，木本植物生长发育被抑制。
- (6) 效果评价过程应遵循如下程序：
 - ① 应注意判断坡面整体的植物生长发育状况；
 - ② 评价关键应看能否形成预期的植物群落目标；
 - ③ 应观察形成目标植物群落的大部分植物种类的情况；
 - ④ 应注意在引种植物种类之外的植物的种类，若超过 10%，应研究其对引种植物的影响；
 - ⑤ 当总体上成苗株数不足的情况下，应通过一定期限的观察，查明原因；
 - ⑥ 应及时发现植被衰退、枯死株形成和病虫害现象；
 - ⑦ 对于挂网，应着重观察网与坡体的紧密接触状况；
 - ⑧ 应注意由于坡面排水设施不完善，造成的植物工程基础的流失、崩落。
- (7) 在恢复效果评价的基础上，根据边坡植物的生长状况，选择如下管理方法：
 - ① 植物发芽不良，多为裸地时，应观察降雨后的状况，再研究对策；若因施工方法不当造成，应在研究适宜工程方法基础上，重新组织施工；
 - ② 木本植物难于成活时，翌年春季之前观察，若仍发芽不良时，需追播。若因草本植物过剩造成，应根据具体情况，在翌年春季之前观察，割除草本植物或追播木本植物；
 - ③ 木本植物发芽参差不齐时，在翌年春季之前观察，若确认仍发芽明显不均时，需追播；
 - ④ 木本植物密度过大时，随着自然淘汰，密度会逐渐减少，无需特别的管理措施。必要时可进行间伐、择伐等；

- ⑤ 林下草本植物衰退时，只要坡面不产生侵蚀，无需特别的管理措施。必要时可进行间伐、择伐等；
- ⑥ 木本植物枯萎时，若因有害植物入侵造成，应割除有害植物；若因木本植物生长过密，木本植物有病虫害造成，必要时可进行间伐、择伐，进行病虫害防治。若因植被演替过程、植物毒素抑制造成，根据情况具体分析。

6.4.3 应根据干旱程度应采用滴灌技术进行水分补给，滴灌技术应符合下列规定

- (1) 适合于岩质、土质、岩土质的不同坡度的边坡。
- (2) 采用地面固定式或地下固定式滴灌系统；
- (3) 滴灌管和接头的材料应耐腐蚀，并应承受水温不超过70℃，管壁和接头应有足够的强度，以承受工作压力范围内的所有压力；
- (4) 所有的材料不应利于藻类和细菌生长，滴灌管零部件应不透光且耐紫外线辐射；
- (5) 滴灌系统分为：
 - ① 首部枢纽：包括水泵(及动力机)、化肥罐过滤器、控制与测量仪表等。
 - ② 管路：包括干管、支管、毛管以及必要的调节设备(如压力表、闸阀、流量调节器等)。
 - ③ 滴头：其作用是使水流经过微小的孔道，形成能量损失，减小其压力，使它以点滴的方式滴入土壤中。
- (6) 滴灌管标准是：管径为4-6毫米、长度为55米的塑料细管作毛管，在毛管首部约5米处开始打孔，孔径为1.2毫米，每两孔间距约35厘米，滴灌管之间相隔约2米为宜。

7 边坡生态防护工程验收

7.1 边坡生态防护基础工程的验收标准应符合 SL 386-2007 和 GB 50330-2002 的要求。

7.2 边坡生态防护工程验收程序及相关管理规定应符合 GB/T 15773-2008 的要求

7.3 边坡生态防护植被恢复工程的验收技术指标及评价标准应满足下列要求：

- (1) 草本应长势正常，生长量接近邻近山坡地同物种的平均年生长量，1年后保存率 90%以上，植被覆盖率达 95%以上；
- (2) 藤本应长势正常，生长量接近平均年生长量，1年后保存率达 95%以上，攀缘长度 250cm 以上，且分布均匀。3年后保存率 90%以上，攀缘长度 500cm 以上，植被覆盖率达 85%以上；
- (3) 灌木应长势正常，生长量接近邻近山坡地同物种的平均年生长量的 85%，一年后保存率达 95%以上，大灌木高度 80cm 以上，小灌木高度 40cm 以上，冠幅直径 30cm 以上且分布均匀；3年后保存率 75%以上，高度 150cm 以上，植被覆盖率达 85%以上；
- (4) 乔木应长势正常，生长量达到邻近山坡地同物种的平均年生长量的 65%以上，1年后保存率达 95%以上，小苗高度 100cm 以上，冠幅 60cm 以上且分布均匀；大苗高度 180cm 以上，冠幅 120cm 以上。3年后乔木保存率 75%以上，小苗高度 250cm 以内，大苗高度 350cm 以内，植被覆盖率达 75%以上。

7.4 验收时间要求：

验收时间根据设计要求的边坡生态防护工程施工后管理期限确定。

- (1) 边坡生态防护以恢复草本植物群落类型（草本及藤灌型）为目标的，在施工后 1-2 年内验收，其中，土质或岩土混合质边坡 1—2 年后验收，岩质边坡 2 年后验收。
- (2) 边坡生态防护以恢复木本植物群落类型（乔灌草和灌草型）为目标的，在施工后 2-3 年内验收，其中，土质或岩土混合质边坡 2 年后验收，岩质边坡 3 年后验收。