

台湾特殊地质区水土保持工法之运用

黄尊景^{*} 陈孟达

(环境绿化协会·台湾)

摘 要 防冲蚀截水草沟藉由在沟槽中加铺一或多层具柔韧、耐腐蚀等材质之细网目保护网,并於沟中以 50cm 间距铺钉一束防冲截留束,可有效强化沟槽抗水流冲刷能力。

防渗蚀喷浆式排水沟系藉由沟底增设渗流水截导装置,并以高压推力将泥浆强力的嵌入泥岩沟槽每一缝隙,使沟体等坡面紧密契合,再於两沟侧施设可遇热游移或触水膨胀等功能之防渗措施,有效排除传统排水沟於泥岩坡面施设后沟体易产生裂隙、断裂之问题,使其能稳定发挥其功能。

防冲蚀植生挡土栅施工法材质轻巧、设置简易、可随坡表微地形紧贴坡面,并能蓄积多量植生材料及发挥分段排除坡面水等多种功能,这些特征适可有效因应泥岩恶地各项立地条件,解决昔日坡面植生工程各项问题。

关键词 特殊地质 水土保持 泥岩

Application of Techniques Used for Soil and Water Conservation in Special Soils in Taiwan

Tsun—king Hwang Meng—da chen

(*Environmental Afforestation Plan Association ,Taiwan*)

Abstract In the erosion preventive water interception gully, a layer or multiple layers of protective mesh nets made of soft, elastic and tolerant to weathering materials are installed. In the gully a bunch of hay is nailed in every 50 cm intervals to harden effectively the prevention of water erosion.

In the seepage erosion preventive drainage gully, the bottom of gully is designed to intercept the seepage water. The cement is sprayed forcedly with high pressure to every possible corners so that the body of gully is tightly associated the mudstone slope surface. The two sides of a gully are also designed that they can move freely when swelling as contacting with water or high temperatures. These designs of drainage gully are effective prevent the leaking and broken which are commonly occurred in the traditional drainage gully.

The materials and techniques used for erosion preventive vegetation retaining fences are simple and light in weight. These fences can be easily installed and are tightly retaining a large amount of vegetation materials as well as draining runoff water. These characters meet the requirements of mudstone bad land situations and solve the vegetation problems faced in the past.

Key words special soil soil and water conservation mudstone

① 收稿日期 1995—05—10 ^{*} 造园协会及环境绿化协会理事,植生绿化专家。

台湾西南部泥岩分布带上每逢雨季即发生惨重灾情,使泥岩因而有恶地及地癌之封号,从近10余年来许多专家学者的研究资料均显示,泥岩灾害之成因系导因其地质与其立地气候型态特殊且两者互为因果所使然,故欲有效治理所须顾及处理之关系因子甚多且复杂,实非一般传统工法之施作范畴所能单独克服。有鉴于此近年来我们同仁乃针对泥岩边坡植生各项问题肇因研发新工法,经不断的研究改进,先后开发出泥岩等特殊地质坡面截、排水沟施工法及坡面防冲蚀植生挡土栅施工法等10余项特殊地质植生工法或材料。本文仅就传统工法于泥岩坡面施用上之缺失与新工法之改善方式与功能特征等实务应用部份,择要提出报告,就教于先进。

1 泥岩坡面水土保持工法

1.1 传统沟体及其问题之探讨与肇因之分析

1.1.1 传统沟体 泥岩坡面排水系以坡长每5~7m 设置一横向截水沟,每30~50m 间距设置一纵向排水沟。截水沟系以草沟为主传统之施設方式有植草苗法、铺植生带、草皮铺植法及植生客土袋铺砌法等,草种主要为百慕达草、百喜草或假俭草等。排水沟主要为混凝土沟传统之施設方式有浆砌石、钢筋混凝土、无钢筋混凝土等。

1.1.2 问题探讨

A. 截水草沟有两项缺失:

1. 由种植至草类覆盖发挥保护作用约需3~4 个月,此时期若遇暴雨常使植生全毁、沟槽严重冲刷。

2. 表土与养分受水流大量挟带流失造成草类根部裸露,旱季时植生草类常因大量枯萎死亡,造成沟槽出现裸露及裂隙,雨季来临时因草类尚未恢复生机,裸露处受水流直接冲刷渗蚀出现破洞。

B. 混凝土排水沟之缺失:

铺设于泥岩坡面之各类混凝土沟常在水泥浆凝固后,两沟侧与岩面间之贴合处即出现分离界面与裂缝密布现象,且於第一年雨季时多数沟体上即产生裂隙或断裂情形。

1.1.3 肇因分析 传统坡面截排水沟之问题乃肇因於下列因素:

A. 泥岩地质由於年代很轻(属新生代的上新世之第三纪岩)岩化程度较轻,具极敏感的搅动禁忌,因此沟槽的开挖无可避免的增加该处的破坏规模,令水沟施設位置成为坡面上最不稳定的区域,使沟槽於初期常会发生不规则沉陷,造成沟体出现裂隙水流渗渗而引发灾情。

B. 泥岩试体之自由膨胀量约16%为页岩之4~6倍具高度膨胀性,由於其粉土含量超过50%胶结不良,因此遇水迅即膨胀、软化、崩解,干时则收缩而产生密布裂缝。

C. 台湾西南部旱雨两季分明,旱季长达六个月,雨季时单日最大雨量常有超过1200mm 之记录为暴雨型天候,故沟体或沟侧裂隙之存在提供了大量水流渗渗、破坏之路径形成渗穴侵蚀导致草沟溃决,混凝土沟因基础淘空坍塌之情形。

1.2 新沟体功能特征及其施工方法

1.2.1 新沟体功能特征

A. 防冲蚀草沟。防冲蚀草沟藉细网目护网铺设后於沟槽表面形成护膜,发挥敷盖保护沟槽表土及植物根部免受水流直接冲刷之功能。再配合防冲截留束分段横置铺钉於沟中心处,可延缓、削弱水流之破坏力,并将水流所挟带的淤泥截留沉积於沟中,延长润湿时间形成植物适生基盘,将原本水流冲刷最严重之沟底成为草类生长最茂密处,有效排除传统草沟之缺失,稳定发挥

截导水流功能。

B. 防渗蚀排水沟。防渗蚀排水沟藉由在 U 型沟体底部设置一渗流水截导装置,当沟体因基础沉陷产生裂隙时,渗流水即顺沿 U 型沟体汇聚於阻绝布上经导管迅速排出,防制渗流水四处流窜,有效控制灾情於最小范围。沟体结构藉铺设一层或双层之点焊钢网及采用高压喷浆机具将水泥浆强力的嵌入沟槽每一岩缝中,对受开挖扰动的岩层产生周密的封层强固作用,使沟槽不规则沉陷问题获得改善,最後於两沟侧施设之防渗阻绝带采用热溶柏油或高倍数之触水膨胀剂等可因应天候变化机动堵塞缝隙之材料,排除两沟侧缝隙及分离界面之产生,以多重之防渗处理解决泥岩坡面传统排水沟体逢雨即毁损之问题。

1.2.2 新沟体之施工方法

A. 防冲蚀草沟(图1所示)。

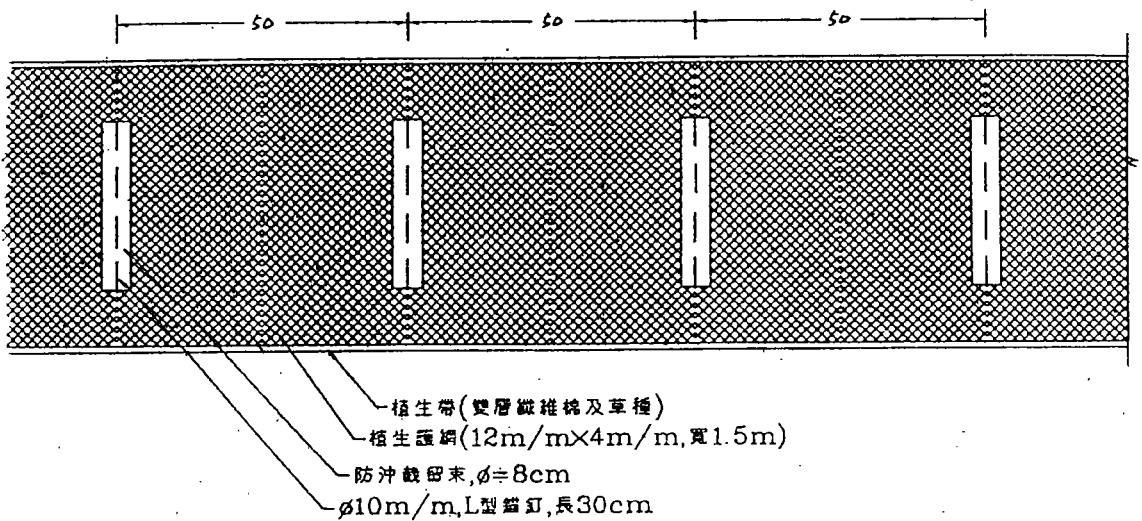


图1 防冲蚀截水草沟施工示意图

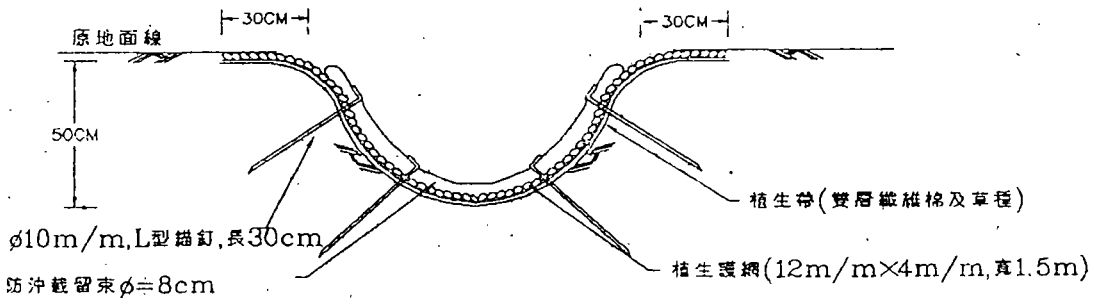


图2 草沟断面图

1. 於坡面欲施设处挖掘截水沟槽宽约80cm 深约50cm 之 U 型沟。沟体挖掘前先将沟体周边浮石及草木枯枝等清除。

2. 铺植生带及植生护网:以宽1m 之双层纤维棉包夹百慕达与百喜草等种子之植生带,沿截水沟平铺於沟底使其与土壤充分贴合。再於植生带上方每米施撒2kg 泥炭土。随后上铺塑胶材质所编织成网目12m/m × 4m/m 之植生护网(植生护网敷盖范围必须延伸至两侧沟翼上约30cm

左右)后,以 #10 铁丝长 25cm 弯成 \cap 型之固定钉每米两支以上固定之。

3. 钉防冲截留束:由两种不同网目及材质之塑胶网混合卷扎而成一直径约 8cm 长约 1m 之长条形防冲截留束(请参阅图2)所示,於沟底中心处每 50cm 间距钉一束,固定钉为 L 型 $\phi 10$ mm 长 30~60cm,每束 3 支以上。

4. 覆盖稻草席:铺盖方法同植生护网。

B. 防渗蚀排水沟(图3所示)。

1. 施工前先将坡面松散碎片、污秽油污或其他对喷混凝土与坡面粘结之有害物清理干净、开挖出适当尺寸之 U 型沟槽後,於沟槽中心部位铺衬一层能适当伸缩之隔水布,布幅之宽度不得超过沟槽之 $1/3$,再於布上中心部位铺设一支适当尺寸之伸缩性透水管,并於管上铺一层隔离纸后,铺钉一层之点焊钢丝网,钢丝网每平方米至少用一支直径 10mm、长 30cm 之 L 型竹节钢筋固定於坡面防止喷凝土作业时网滑动为原则。网下衬入适当高度之垫块,使网与坡面间留有适当之空隙。

2. 喷浆施工法分为干拌法与湿拌法。喷射时喷嘴须垂直於喷射面,喷嘴离开喷射面之距离约为 80~100cm,如受地形之限制,喷嘴与喷射面之夹角亦不得少於 80° 。

3. 施工材料中,粗细粒料为洁净砂及 $1/2''$ 以下碎石料,铁丝网应以设计图所示线径之点焊钢丝网,采用之竹节钢筋应符合 CNS560 之要求。

4. 喷浆混凝土圆柱试体 28 天抗压强度应达到 $140\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。每 m^3 水泥含量不得少於 350 kg。水灰比不得超过 0.5,附加剂使用量不得超过水泥量的 6%。

5. 施工机具设备包括拌合机、空气压缩机、喷嘴、空气及水压表及管体等。喷射水泥及粒料混合物之空气压力应不少於每平方厘米 2.5kg,水压力应不少於每平方厘米 3.5kg。喷凝土层之平均厚度为 10cm。

6. 阻绝带之施設分预置式及挖掘式两种。预置式系於铺钉沟体钢丝网时,同时将 v 型阻绝网槽钉固於两沟侧,钉固时隔离纸朝向沟内,并延伸敷盖於两沟侧周边予以固定。当混凝土浆凝固后,掀开隔离纸回填触水膨胀剂即可。挖掘式系当混凝土浆凝固后立即於沟体两侧与泥岩面接合处,开挖一内斜宽深各为 15~20cm 之沟槽并清除岩屑,先铺填常温沥青,予以略微整平,令其呈多孔隙之疏松状,随即於其上灌填呈液状的热溶柏油,至柏油渗流填实每一缝隙且满溢於该浅沟槽止,使其成一阻绝带。最後再於该槽带之内侧,顺沿其端缘钉固防冲截留束。另於该束内侧回填良质客土营造植生环境。

1.3 传统植生工法及其问题之探讨与肇因之分析

1.3.1 传统植生工法

泥岩坡面植生系先将坡面斜率修整至缓於 $1:1.5$ 坡长 7m 以内,采用之植生工法以植生带铺植、钉肥束袋配合植生带铺植及钉肥束袋配合铺网客土喷植等工法为主。

1.3.2 问题探讨 传统植生工法之问题主要有下列两项:

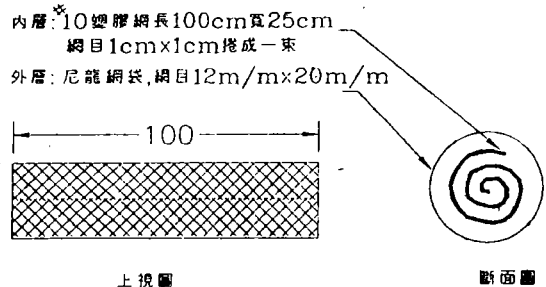


图3 防冲截留束详图

注:1. 防冲截留束之内层塑胶网卷成一束后,装入外层尼龙网袋
会外张呈中空状。2. 内层塑胶网,外层尼龙网袋之网径及网
目尺寸大小不准度 $\pm 10\%$ 。

A. 对防治泥岩坡面表面冲蚀之效果十分有限,均须配合高成本的整坡措施方有较佳成效,故难以广泛运用。

B. 植生品质常於维护期结束后快速恶化。

1.3.3 肇因分析 泥岩透水性极差、抗蚀性弱、降雨时坡面上很快形成漫流水且迅速汇聚成迳流,在重力加速作用下对泥岩坡表及植生材料造成严重冲蚀,表土大量流失使泥岩坡面不具水力,植物在根部裸露又欠缺养分、水分情形下,植株脆弱、易老化、遇干旱即大量死亡,坡面因而又出现裸露导致更严重的冲蚀,如此重复循环植生坡面乃又恢复原先裸露状态。

1.4 新植生工法功能特征及其施工方法

1.4.1 功能特征 防冲蚀植生挡土栅具有如下多项之功能特征:

A. 对坡面扰动最少(每 m^2 仅需钻 6 个 $\phi 16m/m$ 孔洞)。

B. 运用钢(钢网栅)柔(不织布)并施原理,使挡土栅能顺依坡面凹凸不平微地形变化紧贴坡表,改善一般习用植生挡土栅体无法有效贴地之缺失(请参阅图4所示)。

C. 施设后能增加坡表粗糙度,於泥岩坡面蓄积多量植生材料营造植物适生基盘,除供给植生植物成长所需外亦提供本土植物极佳的自然入侵环境,使恶地坡面能迅速发挥其自然的恢复力。

D. 挡土栅以3%斜率依坡面地形施设后,每行栅体可将坡面区隔成各自独立小区块,降雨时坡表水流即经由每行挡土栅截导分散排出坡面,将泥岩坡面最严重的迳流蚀问题防治於未然,使植生效得以可长可久(请参阅图5所示)。

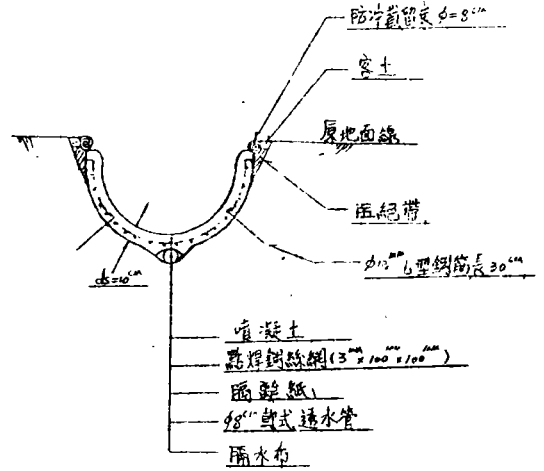


图4 防渗蚀排水沟施工示意图

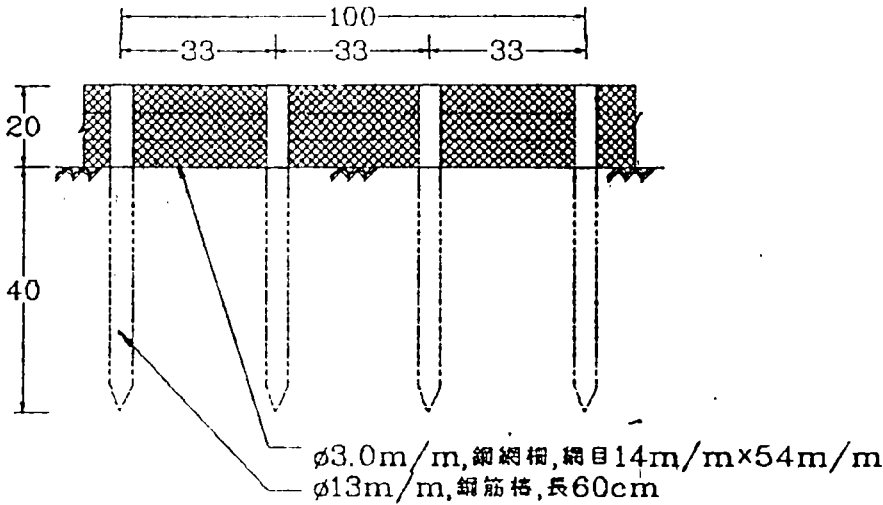


图5 钢网挡土栅 施工详图

E. 施工简易、迅速、并可搭配袋苗穴植、喷植或客土喷植等多种植生工法因地制宜施用。

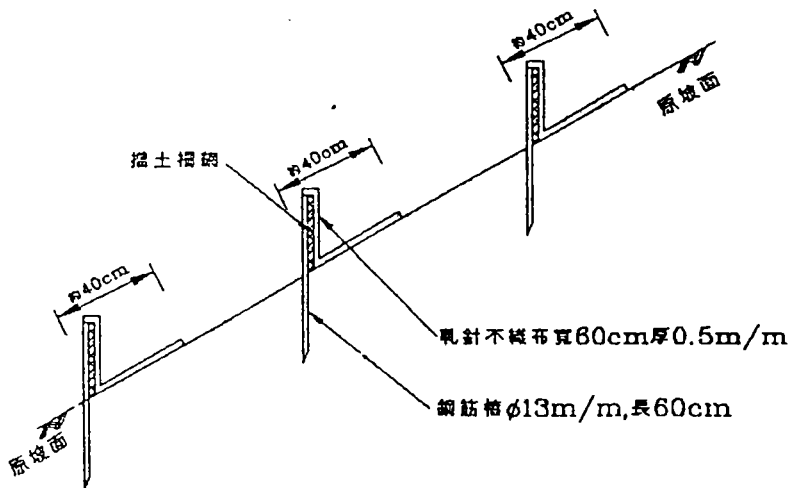


图6 防渗蚀挡土栅打桩编栅示意图

1.4.2 施工方法 实施例为防冲蚀挡土栅配合植生带及护网铺设。

1. 将坡面斜率修整成1:1.5、坡长15m 左右之阶段，清除坡面之危石枯枝等。

2. 於坡面上标示钢筋桩之行距与起迄端之位置，其行距以1m、桩距约33.3cm，每行起迄端斜率应在3%左右，顺依坡面地形施设以能将地表水导入入坡面截、排水沟中为原则。

3. 用钻孔机钻深约40cm之孔后插置 $\phi 13\text{m/m}$ 长60cm之钢筋桩。每一钢筋桩必须与坡面成约 90° 且出土约20cm。

4. 坡面略微整平后设置 $\phi 3.0$ 钢线编织成 $14\text{m/m} \times 54\text{m/m}$ 网目、高20cm之网栅，并用铁丝将网栅固定於钢筋桩上，每片网栅两端衔接处须有5cm左右之重叠，并用铁丝扎紧。

5. 铺设厚0.5mm宽60cm之防渗蚀乳针不织布时，先将一端以铁丝固定於钢网栅之上端，令不织布顺附於栅体下垂，将网栅下端与坡面间之缝隙完全封堵后，延伸而出平贴於坡面，随即耙填附近表土压制不织布。

6. 每 m^2 之客土内须拌合2kg之木质泥炭土(有机含量90%，腐植酸30%，pH值4.0~4.5)及0.1kg粒状缓效性肥料，客土回填至挡土栅内约3/5高处，并整平之。

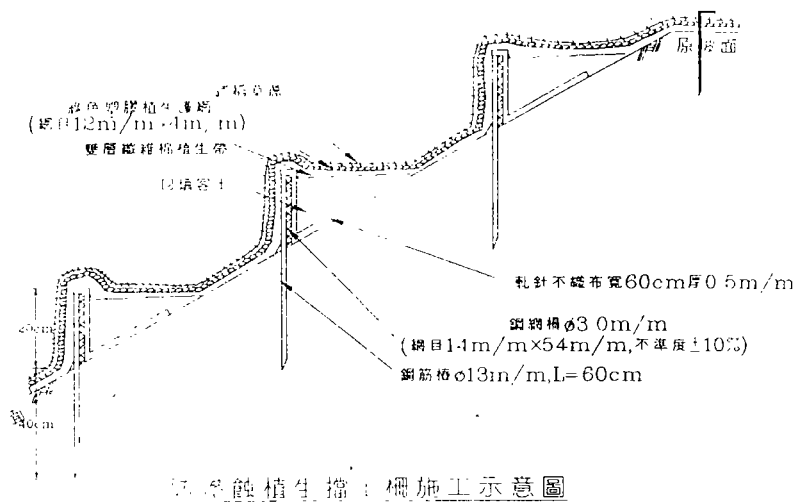
7. 使用内含植生草种之双层纤维棉植生带。每 m^2 植生带夹附之植生种子约10g，草种为百慕达约4g、百喜草约6g。植生带铺设时须完全均匀贴於坡表，两植生带间须有5cm以上之重叠，植生带铺植後其上铺置由塑胶材质编织成 $12\text{m/m} \times 4\text{m/m}$ 三角网目之植生护网，并用#12铁丝长25cm弯成U型固定，或以铁丝系固於每行之钢网栅上。

8. 植生护网铺植后随即於其上全面铺盖稻草席，施作要领参照设计图示及植生带铺植法。

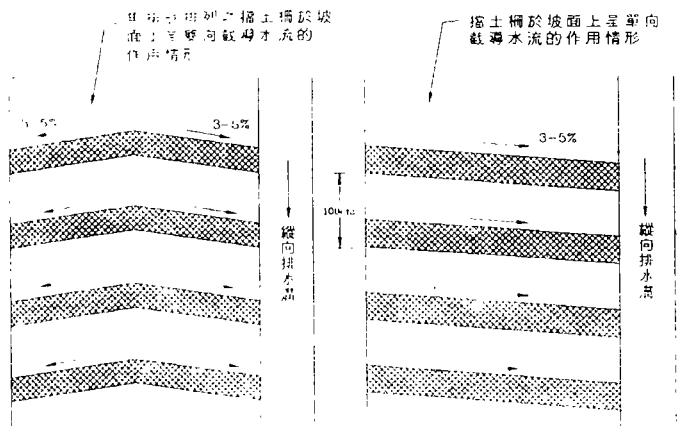
2 结 论

1. 泥岩等特殊地质坡面水土保持植生工作所需顾及之关系因子多且复杂，因此采行的处置方法绝不能拘泥於习用技术范畴，必须就其立地特性灵活变化、对症下药，方能获致成效。

2. 特殊地质水土保持工程的失败泰半由於对水处理不当所引起，因此三项新工法之作用功能均针对泥岩坡面水的变化律动予以适当疏导、规范，使其能循序排出坡面将可能之灾害控制於最小范围。



植草植生帶：網施工示意圖



植草植生帶：網施工示意圖 ()

分段截水設置示意圖