

符合生态工法之林道植生工程技术

黄琼彪
(台湾林业试验所)

摘要：“生态工法”是以生态学为基础的应用概念，是将生物学及地域生态学的知识活用于构造物的建设或保全上的技术。生态工法主要是利用水、土石、植物等自然性素材为基础，建造能达成自然保全或改善景观机能的构造物，其功能有助于复原被破坏的自然环境，同时对地域景观的改善也有帮助。植生工程(Vegetation engineering)以植生被覆为主要目的，辅以工程方法，用以防止地表冲蚀、浅层崩坍、涵养水源、减少洪害、美化景观。此种方法之优点不仅美化景观，并兼具安全上的考量。例如，植物可吸收水分，降低坡体内的孔隙水压；其根系且可握裹土壤，防止坡体的滑动，并可降低水流的冲蚀；绿色的植物可减少驾驶者眼睛疲劳，避免事故发生。常用林道植生工程技术归类如下：自然恢复法、打桩编栅法、坡面喷植工法、箱(蛇)笼堆叠植生工法、格笼挡土墙植生工法、自由型框植生工法、加劲挡土墙植生工法。

关键词：生态工法；林道；植生工程

中图分类号：X 171.1 文献标识码：A 文章编号：10053409(2003) 05-0225-06

Vegetation Engineering on Forest Road
According with Ecological Engineering

HU ANG Qiong-biao
(Taiwan Institute of Forestry Science, Taiwan, China)

Abstract: The term, “ecological engineering”, was first coined by Howard T. Odum in 1962. Ecological engineering is “those cases where the energy supplied by man is small relative to the natural sources but sufficient to produce large effects in the resulting patterns and processes.” (H. T. Odum, 1962). Ecological engineering combines basic and applied science from engineering, ecology, economics, and natural sciences for the restoration and construction of aquatic and terrestrial ecosystems. Without road access most of the production of a forest would not be available. The construction of a forest road has the most potential of any forest harvesting operation to cause damage to the amenity and environment of the forest and, yet, is a most essential part of the strategic and tactical harvesting and other forest operations. The author suggests ways of vegetation engineering techniques in which the effect can be reduced and environmental benefits could be obtained. Ensuring that roadside slopes become revegetated as soon as possible after construction. Low, shrubby vegetation or grass is preferable to fast-growing trees for this purpose since the latter will shade the road surface and prevent it from drying out after rainy periods.

Key words: ecological engineering; forest road; vegetation engineering

1 生态工法之发展沿革

1938 年 Seifer 首先提出“近自然河溪整治”的概念，特别指出能够在完成传统河流治任务的基础上，可以达到接近自然、廉价并保持景观美的一种治理方法，使人类从物质文明到文化文明、从工程技术到工程艺术、从实用价值到美学

价值，同时特别强调河溪治理工程中美学的成分。至 50 年代德国正式创立了“近自然河道治理工程”，提出河道的整治要符合植物化和生命化。1962 年 H. T. Odum 首次提出“Ecological engineering”，将生态学概念运用于工程中。随着生态学理论的发展，人们对溪流治理有了新的认识，对于生态治理的目标，除了要满足人类对河溪利用的要求，同时要

¹ 收稿日期：2003-07-03
作者简介：黄琼彪，台湾林业试验所研究员。

维护或创造河溪的生态多样性。治理时考虑溪流的水理特性和地形特点,将溪流的自然状况或原始状态,作为衡量溪流整治与人为活动干预程度的标准。

“生态工法”是以生物学为基础的应用概念,是将生物学及地域生态学的知识活用于构造物的建设或保全上的技术。生态工法主要是利用水、土石、植物等自然性素材为基础,建造能达成自然保全或改善景观机能的构造物,其功能有助于复原被破坏的自然环境,同时对地域景观的改善也有帮助。生态工法在不同区域不同目的有许多不同的应用观念,共通者是结合植物强力的生命力来创造健康的景观结构,它是有生命的动态结构而非硬的工程构体。如单纯以“安全”为考量,则土、砂、水泥、钢筋等工程材料可为主要使用材料。然除工程材料外,若善加利用施工现场或附近现存的块石、木材等天然资材,并辅以有利生物栖息生长之人造资材(如加劲纤维、蛇笼)等多样性之材料,则可增加自然景观美质并有助于不同生态层级栖地之增加。但应用材料之生态价值,并不在于其材料本身之特性,而在于因应不同使用目的,如特定生物栖地重建维护等,将资材灵活运用组合以达到生态保育之效果。

2 林道对森林经营之影响

森林生态系经营计划的推动,将是未来试验林经营工作的重点,而保持林道的畅通,实为执行相关现场工作所必须,且由于良好的维护,亦可减少泥沙的产生,进而提升整体经营的绩效。林道之开筑,除使路面边坡易受雨水冲蚀外,由于自山坡挖除一部分土方之结果,易使路面上方之山坡面,失去原有之支持而崩塌。如地质情形欠佳,或有地下水配合作用时,此种崩塌更有继续恶化之倾向而往往发展成为不可收拾之大崩塌地。因此,设法避免林道之冲蚀,系在安定交通路线上,也在集水区治理上,极需解决之问题。故在规划林道时,应安予研讨开路对坡地安定之影响,并应预先策划护坡工作,以作未雨绸缪之策。所谓林道,包括所有开辟在林地中之大小交通路线,专为配合林业经营为目的所修筑之卡车及林务用车之林道为主要说明象。为避免林地崩塌影响国土保安及自然景观,已不再开辟新设林道,并针对林业经营所需的主次要林道,规划为林道网加强路况改善、路面维护及边坡水土保持工作。

3 林道之特性

林道之天然条件及人文环境异于平原地区。其特性可略予分述如下:

- (1) 纵坡大。林道穿梭于陡峭山区,须在短距离内攀升至相当之高度,故为翻岭越坡需要,一般山区之纵坡均相当陡急。
- (2) 弯曲多。为减少土方数量及构造物,林道必须顺地形而行。且因其地形复杂,一般较少直行线甚至全路线几全以弯路来构成。
- (3) 挖填土方大。林道系开凿山坡而成,故其挖填土方数量特大。如不配合构造物而欲在陡坡地区辟建相当宽度之路面,势须挖填可观之土方。
- (4) 维护困难。林道因筑于斜坡上,常因天然条件之不足,路基易于滑动,或边坡易于崩塌。同时由于坡面径流之冲蚀大,其维护工作特别困难。

(5) 地势陡险,易发生危险。林道因须穿越高山峻岭,林道两边如非陡坡高山,即深渊险谷。同时视距也常受地形之限制。故行车时如不小心,其危险性远较一般平地林道大。

其它,如交通量较小,行车速度较慢,林道用地问题较少等等,也均为林道较特殊之情形。故规划设计林道应配合此等特性来实施。

4 林道水土保持问题及其维护方法

开辟山区林道所造成之水土保持问题较明显者有下列几项:

- (1) 边坡裸露、冲蚀及崩塌。地形及地质不佳地段,开挖常造成边坡裸露、崩塌、滑动及冲蚀,尤以陡峭之山腹为烈。
- (2) 不当的弃土。就地推落土石易导致下坡面崩坏、破坏原有植被、加速土壤冲蚀,在回头弯之路段更为明显。
- (3) 排水设施不足。破坏原有排水系统、集中径流且无足够之排水工程,引起冲蚀或崩塌,雨季施工时经常发生。
- (4) 欠缺临时防灾措施造成灾害。

林道的维护可分为三大项:路面改善、排水设施(边沟、横向排水),边坡稳定。而所应用的工法包括有:

- (1) 排水工程。排水工程之目的在拦截地表或地下水,并加以诱导排除,避免边坡因水的影响(如孔隙水压升高、抗剪强度降低、含水量增加)而破坏,故排水工程应依据地形、地下水或岩盘面分布状况之调查后,再选择最有效而经济之方法。
- (2) 挡土工程。挡土工程是利用构造物来抵抗滑动力,具即效性,常与挖填工程及排水工程配合使用。挡土墙种类繁多,有三明治式、重力式、半重力式、叠式、扶臂式、版桩式、地锚式等。原则上,在有滑动之虞之地区,以采用挖方少且具柔性之挡土工程为佳。
- (3) 坡面保护工程。坡面保护工程旨在保护坡面风化、防止冲刷,通常应就景观与工程费用加以考虑,以采用植生为原则。若岩石边坡或无土壤成分之岩石碎屑地植物无法生长,必要时在坡面客土(坡度须缓于1:0.8)或以构造物稳定坡面。坡面亦须有完整之排水措施(包括地表水及地下水)。植生方法有植草苗法、植生带法、喷植法、挖穴施肥铺网客土喷植法、打桩编栅法、预铸框或自由型框客土植生法等。采用构造稳定之方法有喷浆工、混凝土工、框架工、锚定工等。

近年来有关边坡稳定之技术进步迅速,植生处理与植物材料种类甚多,惟边坡植生技术需配合工程方法并视立地条件作适当处理,以达到设计边坡之稳定效果。在豪雨地震频繁、高地下水位及地质不良而易于发生小面积冲蚀、滑崩之土地,或采矿弃石地、岩层裸露地、道路边坡等,均需尽速完成植生覆盖之坡面,且应视其岩层裸露及破碎程度、冲蚀情形及有关植物生育之不利因素等条件加以处理,适当的采用植生、工程方法或两者善加配合,因地制宜。在林地所辟建的道路,其经常性之维护通常以植生、工程方法两者并用,称之为林道植生工程。

5 常用林道植生工程之探讨

植生工程(Vegetation engineering)以植生被覆为主要目的,辅以工程方法,用以防止地表冲蚀、浅层崩塌、涵养水源、减少洪害、美化景观。以往道路维护工程主要使用为工程

方法,对植物的使用并不重视。近年来则渐有采用植生混合方法的趋势。此种方法之优点不仅美化景观,并兼具安全上的考量。例如,植物可吸收水份,降低坡体内的孔隙水压;其根系且可握裹土壤,防止坡体的滑动,并可降低水流的冲蚀;绿色的植物可减少驾驶者眼睛疲劳,避免事故发生。林业试验所经营的试验林,每年编列相当经费用以维护林道,常用林道植生工程技术归类如下:自然恢复法、打桩编栅法、坡面喷植工法、箱(蛇)笼堆叠植生工法、格笼挡土墙植生工法、自由型框植生工法、加劲挡土墙植生工法,兹逐一分述之。

5.1 自然恢复法

不论是新开道路所留下之裸露边坡,或是自然状态之崩塌,不加任何人为的方法,任其植生自然演替并保持土块平衡,终至达到长期稳定的状态。

(1)使用时机。地质地形条件良好、坡度平坦、土层深厚肥沃、水分适宜、周围植生茂盛下种容易、无其它危险顾虑之处;或是崩塌地所在之地点不易到达、或是应用任何工法将导致更大危害者、或是尚不致引发立即性之重大危害者;生态保育区域,严禁人为干扰者。

(2)在六龟南凤林道边坡于1995年所调查70个样区中发现。植被大抵恢复良好,尤其在稳定的坡面上。植生种类之木本类以自𣎵仔、山黄麻、山胡椒、罗氏盐肤木、金鸡纳、台湾紫珠、柳叶山茶、桉木、红楠、山芙蓉等为主;小灌木或草本植物则以凯叶悬钩子、五节芒、水鸡油、过山龙、清饭藤、蔓荑萁、爵床、长梗紫苳麻、鬼针草、红果苔、没骨消等为主,经调查第一年之覆盖度几达25%,至第三年粗估已达80%。

(3)注意事项。应定期监测直生演替集相关状况直到确定其已趋于稳定为止,若期间有异常情形发生,则应重新评估之。

5.2 打桩编栅法

使用具萌芽力之木椿,依适当距离打入土中,并以竹片、PE、不织布、铁丝网等材料编织成栅之方法。其目的为固定不安定之土石,改善坡度,防止冲刷,除木桩自身可萌芽、固土及绿化外并,造成有利植物生长之环境。

(1)使用时机

- A. 坡度45°以下之一般填方坡面。
- B. 一般土壤挖方坡面。
- C. 崩积土或浅层崩塌坡面。
- D. 使用于较缓且平整之岩坡。
- E. 软岩边坡或植物附着及生长困难处。
- F. 稳定之厚层砂岩者。
- G. 硬质土保肥性较差处。
- H. 在林业试验所使用地点有:福山越岭步道边坡;莲华池新山林道边坡崩塌地;福山联外道路等。

(2)应用工法

- A. 适用于一般崩塌地,坡度45°以上,打桩编栅行距2 m;坡度45°以下,行距3 m。
- B. 木桩采用萌芽力强之九芎、黄槿、榕树、雀榕等萌芽木椿为主。
- C. 使用之竹木桩末径3~10 cm,长度1~1.2 m,打入土中2/3以上,出15~30 cm,桩间以竹片、塑料网或其它材料编栅。
- D. 以塑料网或铁丝网为编栅材料时,中间夹不织布,并以# 10型铁固定于木桩上。

E. 打桩编栅后需削土及回填,使每段边坡略呈平台状,或在平台上客土,其平均高度约10 cm。每m²均匀施以1 kg之堆肥混合。桩行间并配合其它植生方法。

(3)注意事项

- A. 施工前需略为整平坡面及消除蚀沟,清除危石及植物残株,并依坡形状及地质状况于坡顶及坡面构筑截泄沟。
- B. 在较为安定坡面,为防止表层土移动,以采用埋设方式之编栅为宜。其方法系桩先打入地下并挖沟编栅后,回填表土至原坡面。
- C. 编制栅网时,最上端需用铁丝扭紧,以防脱落。
- D. 使用人工材料之编栅,如塑料网、铁丝网等,须注意材料之颜色,使其与景观调和。
- E. 木桩应保持新鲜,打桩时须保护桩头,不使打裂,裂开部分需锯掉,以免影响其萌芽能力。如萌芽桩不足时,可以其它杂木桩混合使用。
- F. 坡脚及堆积地稳定处理:堆积地坡面做必要之打桩编栅,并做截、导水工,并植栽稳定坡面;堆积地基脚应实施稳定工。

5.3 坡面喷植工法

将种子、肥料、黏着剂与适量之水分搅拌后,利用强力压缩机喷植于坡面之植生工法,又依有无铺网分为直接喷植及铺网喷植。

(1)使用时机

- A. 边坡相当稳定,或仅有稍许土石滑移,易于处理。
- B. 土壤较为浅薄,植生不易自然恢复。
- C. 坡脚稳固且无深浅层崩塌现象。
- D. 福山联外道路多处上下边坡及小型崩塌地等。

(2)应用工法

A. 直接喷植:直接将黏着剂、种子、肥料等植生材料喷植于坡面之方法。当坡度缓于50°之一般土壤挖方、填方坡面,且喷植厚度小于3 cm者。

B. 铺网喷植:于坡面上先铺上一层铁丝网或PE网并以钢筋固定,增加坡面稳定性后,再喷客土、黏着剂、种子之方法。应用于坡度50°左右之挖方坡面及喷植厚度大于3 cm者。

(3)注意事项

- A. 喷植草种:如高狐草、百喜草、百慕达草及三叶草等,依各地区之气候、土壤,任选3种喷植,但应尽量包括1种豆科(如三叶草在内)。
- B. 直接喷植之挖方坡面土质贫瘠者,每40~50 cm开一等高植沟,宽深各约5~10 cm左右,再行喷植或依地质需要先行喷植客土3 cm左右,再行喷植种子,但在砾石层地质不需开沟。喷植后保水能力差之坡面,须加盖稻草席,或其它材料敷盖,以免流失。
- C. 铺网喷植时,整坡后,将菱形铁丝网(# 14, 50 mm)拉紧,平铺于地面,然后每m²以一支钢筋(Φ13~16 mm, 30~60 cm)固定之。

D. 如坡面过分干燥,需先充分洒水后再喷植,以增加草种发芽率,验收时一般以80%以上之覆盖率为合格;另如考虑生态绿化草花之美化效果,可酌量增加植物种子之种类(草花)及数量。

E. 铺网喷植时,如为施工方便,可于铺植后将有机质土、肥料、粘着剂、种子及水一次喷植于坡面上3~5 cm,但

依此法则下层之植物种子无法发芽成活,故需增加种子数量至原设计量之 2~3 倍。

F. 避免于下豪大雨时作业,以免喷植材料流失;若有此种状况,应要求承包商补喷。

5.4 箱(蛇)笼堆叠植生工法

以铅丝编成椭圆形或方形网笼,装填卵块石叠筑而成,用以稳定坡面基脚或河岸。适用于多渗透水坡面或基础软弱较不稳定地区之设施,其上可留置土砂及草木种子,自然植生恢复;或以人工喷附粘着剂、肥料、草种等混合物,加速绿化及美化。

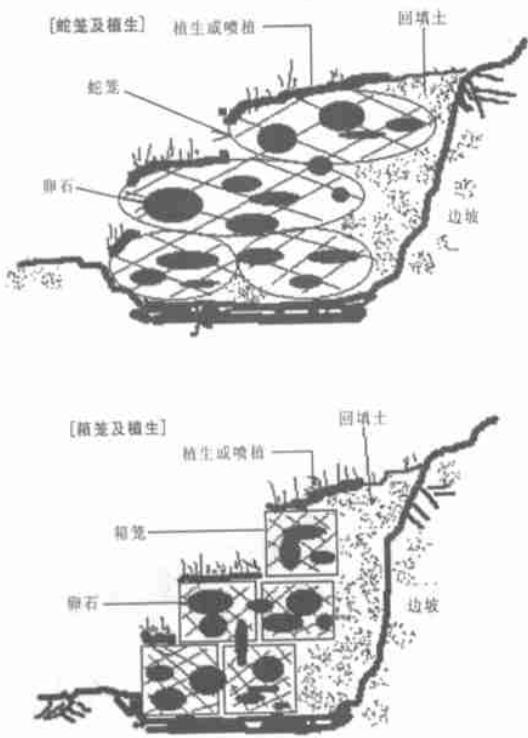


图 1 蛇笼及箱笼挡土墙植生之配置

(1) 使用时机

- A. 地层软弱,有不均匀沉陷顾虑之地区。
- B. 渗水严重,需予有效排除者。
- C. 坡度较缓且坡面不长,无大型崩塌之虞者。
- D. 必要配合其它硬式工法,予以补强、柔化、绿化。
- E. 太麻里依麻林道、福山联外道路 3K、扇平、南风、凤岗、多纳等林道多处地点。

(2) 应用工法

- A. 依现场实际所需,决定采用蛇笼或箱笼,并设计堆栈高度及式样。
- B. 坡脚及坡面应放样、整平、夯实后,照设计图进行铺设。
- C. 铁丝笼采用镀锌铁丝,直径以 4.191,4.000 mm 两种规格。网结孔成六角形(龟甲形),则径为 20,15 cm,其第甲乙、两种蛇笼,以纵线 36,24 根编成之,其断面之短径为 60,40 cm,长径为 100,67 之椭圆形,每长 150 cm 以铁丝网隔断之;箱笼之高度为 0.5~1.0 m、宽度 1.0 m、长度 1.0~1.5 m,每隔 1 m 设一间格网。一般以 1.0×1.0×3.0 之规格最常使用。
- D. 笼内石料应填实,以使用长径 25 cm 至 35 cm 者为原

则,但为期确实填实及填平起见,应依监工人员之指示,于其空隙内酌包填 22 cm 以下 10 cm 以上之块石。所用块石应具级配约如下:直径 25~35 cm 者,占 80%;15~25 cm 者,占 15%;10~15 cm 者,占 5%。

E. 为使蛇笼不易互相分离,约每隔 60 cm,须以铁丝连结,笼端以两条铁丝结牢。除互相连续结实外,其重要部分依工程人员之指示牢结;若有必要,上下笼间可用钢条插接,增加抗剪力。

F. 依图完工后,在笼体表面喷上黏着剂、肥料及种子混合料,以加速绿化;或由其自然发生。

(3) 注意事项

- A. 安放蛇笼之前,地面应先予整平。相邻平铺之两蛇笼,其顶面高度差以 10 cm 为限。
- B. 蛇笼应叠放紧密。为使蛇笼不易分离,相邻蛇笼应以 8 号铅丝连结捆扎,其间隔不得大于 70 cm,笼端应以两条铅丝牢结。
- C. 蛇笼之长度,应在填满石块后,以量其中心长度为准。
- D. 箱笼安放前,地面应整平并夯实,经监工人员校核铺设位置及高程后,依设计图安放。笼内填充石料时,每层石块应确实填塞及整平,笼面石块应铺砌平整,使笼身保持方型,不得变形。

E. 笼身封盖前,应填充较小石料使笼顶约高出 5 cm,以便叠放完成后,保持每层应有之设计高度。上下两笼身之接缝应错开,不得成为一直缝。

5.5 格笼挡土墙植生工法

由预铸钢筋混凝土桁条或木材组合成型,框箱内叠砌卵块石而成,并于其各层退缩空间植生,加速绿美化。适用于多渗透水坡面,其每层高度 3 m 以下,总高度以 10 m 以下为宜。

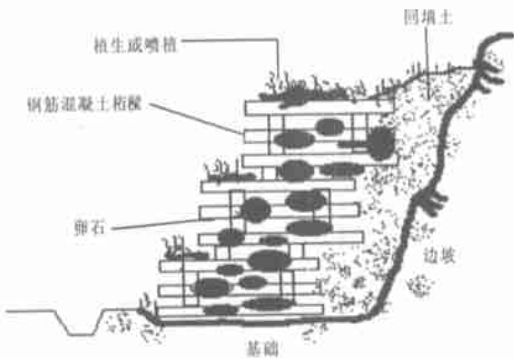


图 2 格笼挡土墙植生工程之配置

(1) 使用时机

- A. 为透水坝具挠屈性,适于地滑或潜在地滑地区。
- B. 适用于地质条件较差、困难构筑坚实基础之处。
- C. 因施工期间短,且气候条件较不苛求。
- D. 此等型式之挡土墙因叠置所成,其抗拉力破坏之强度较弱,故不宜太高。
- E. 莲华池办公室后方林道下边坡。

(2) 应用工法

- A. 依设计之钢筋混凝土桁条尺寸,在现场开模制作或定作所需数量。
- B. 基础应以钢筋混凝土作成平台,或排块石加级配压实,以承受重量。

- C. 桁梁交错堆栈成框, 中间填以卵石, 逐层酌量向内退缩, 其空间用以植生。
- D. 格笼坝爱玉子栽植: 在格笼挡土墙之每一层之每一格中栽植爱玉子一株, 由于格笼挡土墙中为填充石块, 所以爱玉子是种植于直径 20 cm 长度 1 m 的塑料管中, 塑料管一端封死另一端切 30 斜角, 管壁周围钻孔并在其中填充培养土, 总计栽植 61 株, 经一年之调查, 成活率达 90. 2%, 覆盖面积平均已经达到 1 320. 8 cm²。其中亦有茅草及灌木介入, 逐渐形成自然演替状况。

(3) 注意事项

- A. 格笼桁梁之尺寸可依现地状况设计, 惟应注意其荷重及嵌合力。
- B. 格笼挡土墙为重力式, 应预防过量之不均匀沉降。
- C. 植生方法亦可用喷植法, 为防土壤及水分流失, 可先铺一层不织布或稻草席, 并以铁条、竹片固定之。

5.6 自由型框植生工法

以场铸式钢筋混凝土及锚筋作成桁梁框架, 配以钢网铺面, 再于框架空间植生, 加速坡面之稳定及绿化。

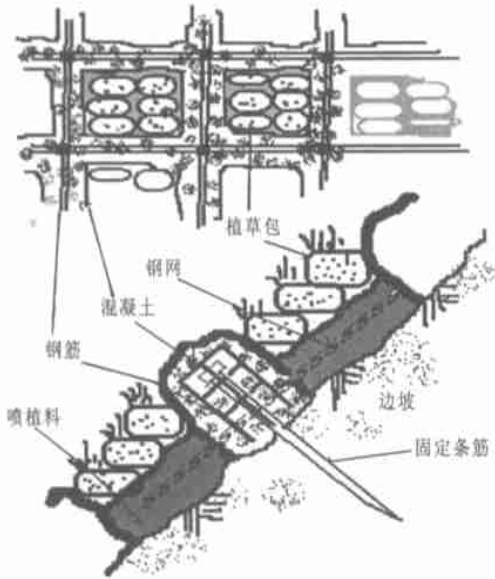


图 3 自由型框植生工法之配置

(1) 使用时机

- A. 坡面起伏较大且不规则之边坡, 一般坡度在 45 ~ 65 ° 之间。
- B. 地质破碎, 坡面表层呈现风化现象, 常有土石崩落。
- C. 表土浅薄、瘠劣, 且坡面植生不易时。
- D. 边坡下方有重要保护对象, 如道路房舍等。
- E. 福山联外道路 2K 至 6K 多处上坡边。

(2) 应用工法

- A. 整坡及放样。
- B. 铺设钢丝网, 并以锚筋固定之。
- C. 组立格框钢筋, 并与钢丝网绑扎结合。
- D. 格框内铺设塑料布。
- E. 于格框钢筋上喷置水泥浆。
- F. 除去框格内塑料布。
- G. 于框架空间堆置植生袋或喷植草种及植生基材。

(3) 注意事项

- A. 对于有潜在浅层或深层滑动之边坡, 则无法适用, 因其主要功能为稳定表层, 防止冲蚀。
- B. 依凹凸不平之坡面施作, 避免太多不必要的整坡工作。
- C. 需做好横向及纵向排水, 防止渗流水冲刷底土而造成构造物塌陷。
- D. 植生绿化效果佳, 且短时间 (约 2 ~ 6 个月) 即可达植生效, 惟施工完成初期, 需费时养护。
- E. 相较于其它植生工法, 成本较高。

5.7 加劲挡土墙植生工法

系利用聚合物原料加劲工程制造成地工格网 (加劲格网), 上面层铺适当之回填土料, 经回填土的铺填夯压作业, 格网分层回包铺设, 利用其回包及张拉锚定的方式, 循序施工。藉由地工格网与回填土料之间摩擦力, 增加土体的抗剪强度, 以稳定边坡; 并于外层堆砌植生包, 达到绿化的目的。

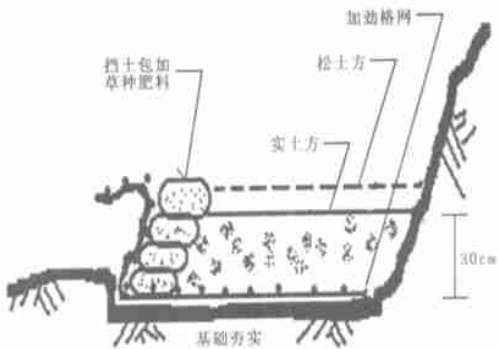


图 4 加劲挡土墙植生工程施工步骤之 1

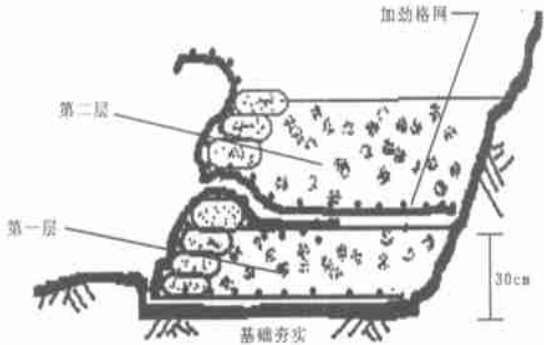


图 5 加劲挡土墙植生工程施工步骤之 2

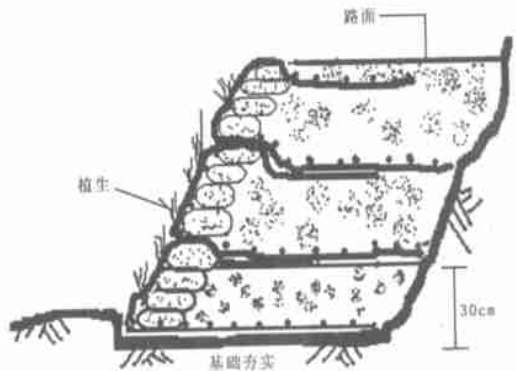


图 6 加劲挡土墙植生工程施工步骤之 3

- (1) 使用时机
- A. 工程施工基础软弱且空间不足,不适用传统工法者。
- B. 施工地点偏远,砂石骨材不足、运输不便。
- C. 需加大边坡高度,然不适使用钢筋混凝土结构时。
- D. 基地有不均匀沉陷之顾虑,需要结构体稳定性高,不因细微变形导致强体之整体破坏之设计。
- E. 有效解决多余废土,减少弃运费用。

F. 加劲格网(Reinforced geogrid) 乃为应用于工程之新兴纺织类产品,由规则之网目元素所组成,具适当之网目开孔大小,可分为硬式与软式,主要材料为高分子聚合物,其中最常使用的有聚乙烯、聚丙烯及聚酯纤维(PET) 等。早期地工格网之发展乃以硬式格网为主,其制造过程开始是在一卷长条片状的聚乙烯或聚丙烯薄片打上规律形状的网孔。然后加热再将塑料片拉长,因此使得原来呈现散乱状的长链分子结构被拉成有次序与排列的状态,而增加了抗拉强度和抗拉劲度。随着纺织工业的发展,台湾生产制造之针织式软式加劲格网已渐渐取代硬式格网。软式加劲格网主要原料以聚酯纤维为主,将聚酯纤维捆扎成束再以机器经针轧或平织而成网状,外覆抗紫外线抗生物分解及抗酸碱之PVC 保护膜。加劲格网肋条与其制造方向平行(MD, Machine Direction) 者称经向肋条,而与制造方向垂直(CD, Cross Machine Direction) 之肋条则称为纬向肋条。

G. 六龟凤岗及南凤林道交接处之大崩塌地;福山联外道路 5K 之下边坡。

- (2) 应用工法
- A. 基地土壤整平夯实:为使格网与基础紧密结合并具有足够承载力,除予整平基地外,其夯实度应达 90% 以上。
- B. 铺设加劲格网及挡土包:将检验合格之格网铺设于基础上,于外墙位置堆叠挡土包,包内置有草种、肥料。
- C. 回填不超过 30 cm 厚之合格级配土,滚压夯实至设计之密度。
- D. 将第一层整平、夯实度达 90 以上后,再将第二层加劲格网铺设于其上。
- E. 重复施工流程之步骤 2~3。
- F. 直至所有施工项目完成并通过现场监工之核可。

(3) 注意事项

参考文献:

[1] 白斯曼,葛锦昭. 林道沿线之崩塌[J]. 中华林业季刊,1968,1(3):161- 169.

[2] 陆象豫. 植生木桩稳定边坡效果之观测试验[J]. “中华水土保持学报”,1987,(1):59- 68.

[3] 矿物局. 矿场植生绿化用植物[Z]. 1988,1- 23.

[4] “农委会”,等. 水土保持手册[S]. 1992,1- 23.

[5] 简碧梧. 植生与水生保持工程[Z]. 宜兰县政府研习资料,1994. 247- 277.

[6] 林信辉,张俊斌. 中横崩塌地植被特性及其优势植物主要生理反应之研究[J]. 水土保持学报,1995,26(1):1- 16.

[7] 陈荣河,洪勇善. 生态工法之安全分析[A]. 近自然工法研讨会[C]. 北科大土环所,2001,8/1- 8/35.

[8] Roy Sidle. The role of forest in enhancing slope stability[A]. 台湾森林多元化功能研习会[C]. 兴大水土保持系,2001,53- 64.

[9] 詹连昌,周玉奇. 崩塌裸露地植生工程实务之探讨[A]. 水土保持植生工程研讨会[C]. 中兴大学,2001,153- 164.

- A. 加劲格网及填土级配料一定要符合设计规格。
- B. 基础可使用钢筋混凝土,若为原有地层则需整平压实。
- C. 加劲格网之搭接,在受力方向应使用制式搭接材料,长度 1 m; 非受力方向只需交叠 10 cm。
- D. 每层松土方以 30 cm 为度,或酌情可放宽至压实土方为 30 cm。
- E. 靠近坡面 1.5 m 范围内,不可使用重型压路机。
- F. 层压实后应做夯实度检验,原则应达 85% ~ 90% 以上。

G. 掌握其优点,适地适用:加大边坡及高度,促使可使用土地面积增加或工区之土方量平衡。可解克服基地之不均匀沉陷。加劲格网重量轻、韧性高,便于大面积施工时,并可以任意之土地形状及曲面施工。易于植生。墙体稳定性高,为柔性结构,抗震性高,不因细微变形导致墙体之整体破坏。防冲蚀,主要是防止边坡或河床备雨水或河水等冲刷,达到保护土壤的目的。利于排水,系利用地工织物将土壤中的水排除,以降低土壤中的水压。

6 结 语

保育自然资源、维护生态平衡已成为时代趋势。资源开发行为是经济发展所必须,惟希望避免破坏自然环境,宝有各类生物栖息环境,进而加强治山防洪、国土保安、水土保持、生态保育、环境绿美化、景观维护、自然教育、国民健康及森林游憩等功能。传统钢筋水泥工程配合植生,即能产生相辅相成的功效,除可达成实用与安全外,更可兼顾对自然生态的保护,改变传统工程忽略生态环境的负面印象。常用之林道维护工程,大量使用水泥兴建护坡、驳坎、拦沙坝、护岸、铺面等,如此虽能快速解决安全与实用的问题,却对生态环境造成伤害。其实许多新的植物材料与工法不断的推陈出新,尤其在边坡稳定的处理技上,发展出将植物材料整合在工程构造上,作为水土保持的手段,同时提供工程结构体的景观功能及生态功能。林道植生工程技术的原则很简单,就是透过植物枝叶和根系的功能,抓住水与土,同时配合当地的植群和水文特性,进行植被的栽植,以达到保护环境并促进生态平衡发展之最重要目的。