当代水利水电: 2022年4卷12期
ISSN: 2705-1005(Print); 2705-0491(Online)

保水型高陡边坡生态护坡结构及施工方法

向东辉
南京建友监理有限责任公司　江苏南京　210000

摘　要：提供了一种施工简单、新型环保、造价低廉、具有保水性能的保水型高陡边坡生态护坡结构及施工方法。
关键词：保水型；高陡边坡；生态护坡结构；施工方法

Ecological slope protection structure and construction method of high and steep water retaining slope

Donghui Xiang
Nanjing Jianyou Supervision Co., Ltd. Nanjing 210000, Jiangsu

Abstract: This paper provides a water retaining type high and steep slope ecological protection structure and construction method with simple construction, new environmental protection, low cost and water retaining performance.
Keywords: Water-retaining type; High steep slope; Ecological slope protection structure; Construction method

一、背景技术

在传统的边坡工程中，对边坡的处理主要是强调其强度功效，忽视了对环境的破坏。生态护坡是指边坡开挖后，通过种植植物和利用植物与岩土的相互作用对边坡进行加固，以满足边坡表面稳定性的要求，恢复被破坏的自然生态环境，是一种有效的护坡、固坡手段。

目前我国矿山、能源、交通、水利等大型工程已经很普遍，随着大规模的工程建设和矿山的开采，形成了大量无法恢复植被的岩土边坡，造成了很多边坡裸露，岩石层结构不均匀且风化严重，通常这种边坡高陡且无植生条件，边坡失稳会对周围的工程以及环境造成很大影响，为了生态恢复，需要对高陡边坡进行生态护坡。传统的边坡工程加固措施，大多采用砌石等灰色工程，破坏了生态环境的和谐，造价过高、容易损坏，不能为水土环境提供长效保护，而且由于边坡无土陡峭，很难保证植物生长过程中的养分，将生态基材及植物种子直接喷撒上去，生态基材及种子难以附着，更无法保证结构的长期力学稳定。另一方面，为保证陡峭立地条件下基材的结构稳定，水泥含量一般很高，而这种高水泥含量的基材环境不利于植物生长，保水性和营养成分都不足以维持植物的长期生长需要，常常会出现一年青、二年黄、三年死光光的局面，生态长期稳定便难以实现。为了解决高陡边坡植被生长，改善生态环境的问题，急需研发一种更有效、更环保、维持边坡长期稳定的保水型高陡边坡生态护坡结构及施工方法。

作者介绍：向东辉（1967-08），男，汉，江苏省江阴市，工程师，本科，研究方向：土木工程。

二、技术方案

为了解决背景技术中存在的上述技术问题，提供了一种施工简单、新型环保、造价低廉、具有保水性能的保水型高陡边坡生态护坡结构及施工方法。

2.1 采用如下技术方案：

一种保水型高陡边坡生态护坡结构，其特征在于：所述保水型高陡边坡生态护坡结构包括锚杆、钢筋网、保水装置以及水泥土保护层；所述锚杆锚固在边坡上；所述保水装置通过钢筋网与锚杆相连；所述保水装置是多个，多个保水装置均布在钢筋网上；所述水泥土保护层包括上部水泥土保护层以及下部水泥土保护层；所述水泥土保护层置于相邻两个保水装置之间；所述下部水泥土保护层以及上部水泥土保护层自下而上先后喷射在钢筋网上；所述保水装置内填充有生态基材。具体如下：

（1）上部水泥土保护层的水泥含量与下部水泥土保护层的水泥含量是非等同的。

（2）下部水泥土保护层的水泥含量大于上部水泥土保护层的水泥含量。

（3）下部水泥土保护层以及上部水泥土保护层均由水泥土喷射而成；所述水泥土包括水泥以及土体；所述下部水泥土保护层中，每立方米水泥土中水泥的重量占水泥土总重量的10% ~ 20%；所述上部水泥土保护层中，每立方米水泥土中水泥的重量占水泥土总重量的3% ~ 7%。

（4）所采用的土体是粉质粘土；所述水泥是普通硅酸盐水泥（P.O42.5），所述水泥的水灰比是0.5。

（5）下部水泥土保护层的水泥土中还包括结缕草种子，每立方米水泥土中包括不低于150g的结缕草种子。

（6）生态基材中含有肥料、壤土以及结缕草种子，每立方生态基材中含有结缕草种子不低于300g，每立方生态基材中含有肥料的重量百分比是1% ~ 4%。

（7）保水装置通过模具固定器固定在钢筋网上。

（8）保水装置是倒三角型空心模具；所述倒三角型空心模具上设置有模具板面小孔，所述模具固定器是U型连接器；所述模具固定器的材质是橡胶；所述倒三角型空心模具采用的材质是光-生物降解塑料；所述钢筋网上涂有防锈蚀层。

2.2一种基于如前所述的保水型高陡边坡生态护坡结构的施工方法，其特征在于：所述施工方法包括以下步骤：

（1）对边坡表面清理及平整处理；

（2）锚固锚杆，沿边坡的坡面铺设钢筋网，将钢筋网与锚杆固定；

（3）将倒三角型空心模具间隔均布在钢筋网上，并通过模具固定器固定；

（4）在相邻两个倒三角型空心模具之间向钢筋网喷射下部水泥土保护层，所述下部水泥土保护层的喷射厚度是8cm ~ 10cm；

（5）在倒三角型空心模具喷射生态基材后，采用盖子盖在倒三角型空心模具上；

（6）在相邻两个倒三角型空心模具之间向下部水泥土保护层的表面喷射上部水泥土保护层；所述上部水泥土保护层的喷射厚度是1cm ~ 2cm；

（7）完成上部水泥土保护层的喷射后，移除步骤5）中的盖子，完成施工。

三、附图说明

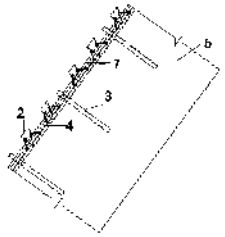

图1　保水型高陡边坡生态护坡结构的结构示意图

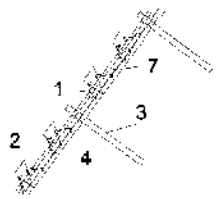

图2　生态防护结构细部结构示意图

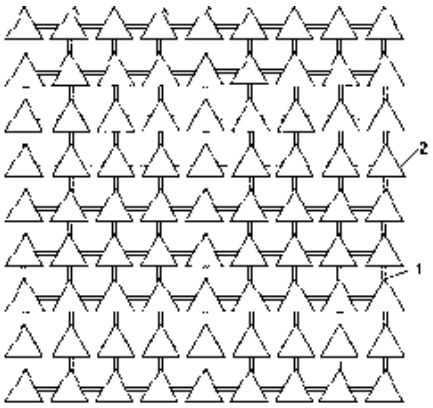

图3是保水型高陡边坡生态护坡结构中模具布置图

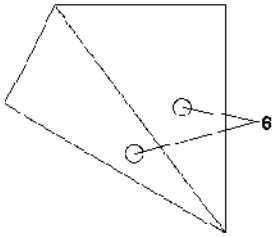

图4是模具结构示意图

图中：1-模具固定器；2-倒三角型空心模具；3-锚杆；4-钢筋网；5-边坡；6-模具板面小孔；7-水泥土保护层。

四、具体实施方式

参见图1以及图2，本发明提供了一种保水型高陡边坡生态护坡结构，包括锚杆3、钢筋网4、保水装置以及水泥土保护层7；锚杆3锚固在边坡5上；保水装置通过钢筋网4与锚杆3相连；保水装置是多个，参见图3，多个保水装置均布在钢筋网4上；水泥土保护层7包括上部水泥土保护层以及下部水泥土保护层；水泥土保护层7置于相邻两个保水装置之间；下部水泥土保护层以及上部水泥土保护层自下而上先后喷射在钢筋网4上；保水装置内填充有保水性较好的生态基材。

上部水泥土保护层的水泥含量与下部水泥土保护层的水泥含量是非等同的，下部水泥土保护层的水泥含量大于上部水泥土保护层的水泥含量。下部水泥土保护层以及上部水泥土保护层均由水泥土喷射而成；水泥土包括水泥以及土体；下部水泥土保护层中，每立方米水泥土中水泥的重量占水泥土总重量的10% ~ 20%；上部水

泥土保护层中，每立方米水泥土中水泥的重量占水泥土总重量的3% ~ 7%。土体是粉质粘土；水泥是普通硅酸盐水泥（P.O42.5），水泥的水灰比0.5。下部水泥土保护层的水泥土中还包括结缕草种子，每立方米水泥土中包括不低于150g的结缕草种子。下部水泥土保护层的水泥含量较高，与高陡边坡形成牢固的连接，保证生态修复结构长期稳定性；上部水泥土保护层的水泥含量较少且含有少许种子，有利于边坡上植物的生长，同时与下部水泥土保护层稳固连接，保证植物主要生长层长期力学稳定，不会塌落破坏，使高陡边坡更加稳定。

生态基材中含有肥料、壤土以及结缕草种子，每立方生态基材中含有结缕草种子不低于300g，每立方生态基材中含有肥料的重量百分比是1% ~ 4%。

保水装置通过模具固定器1固定在钢筋网4上，钢筋网4上涂有防锈蚀层，网间距为25cm × 25cm。

保水装置是倒三角型空心模具2；参见图4，倒三角型空心模具2上设置有模具板面小孔6；参见图，模具固定器1是整体呈U型的连接器，模具固定器1的一只脚伸入模具板面小孔6中，另一脚勾住钢筋网4并与钢筋网4固定连接；模具固定器1的材质是橡胶；倒三角型空心模具2采用的材质是光-生物降解塑料。倒三角型空心模具2是空心结构，整体呈三棱锥状，其尺寸为25cm × 18cm × 15.6cm，其中18cm、15.6cm分别为底面等边三角形的底和高，25cm为三棱锥的高，双侧板面有用于固定的模具板面小孔6。

实施例：

如图1至图4，本发明提供了一种长期稳定的保水型高陡边坡生态护坡结构，包括钢筋网、分两次喷射形成的水泥土防护层、倒三角型空心模具、模具固定器。对坡面进行清理，主要是处理坡面上的落叶、树枝、垃圾以及一些较大的石块，再对坡面进行修理，使之平整，然后测量边坡长度，确定锚杆3的位置，锚杆间距为1.8米。钻孔，清孔后灌注水泥砂浆到孔深的2/3处，插入锚杆3后再注浆，然后在坡面上挂钢筋网4。挂网完成后，将倒三角型模具每隔60cm间隔放置，用模具固定器1穿过模具板面小孔6固定在钢筋网4上，用湿喷机先喷底层，第一次垂直坡面喷射10% ~ 20%水泥含量的水泥土，喷射厚度约8cm ~ 10cm，尽量不要喷射到模具内。向倒三角型空心模具2中喷射生态基材（生态基材中含有肥料、壤土以及结缕草种子），每立方生态基材中含有结缕草种子300g、含有肥料的重量百分比是4%，然后将盖子盖在倒三角型空心模具2上，将搅拌好的每立方含有结缕草种子150g的3% ~ 7%的水泥土进行第二次喷射，喷射到面层，喷射厚度约1cm ~ 2cm，尽量不要喷到模具。第二次完成喷射水泥土后，植物种子从出芽至幼苗期间，必须覆盖无纺布洒水进行养护，保持土壤湿润，养护8 ~ 10天。

五、有益效果

保水型高陡边坡生态护坡结构及施工方法，该保水型高陡边坡生态护坡结构包括锚杆、钢筋网、保水装置以及水泥土保护层；锚杆锚固在边坡上；保水装置通过钢筋网与锚杆相连；保水装置是多个，多个保水装置均布在钢筋网上；水泥土保护层包括上部水泥土保护层以及下部水泥土保护层；水泥土保护层置于相邻两个保水装置之间；下部水泥土保护层以及上部水泥土保护层自下而上先后喷射在钢筋网上；保水装置内填充有生态基材；下部水泥土保护层的水泥含量较高，与高陡边坡形成牢固的连接，保证生态修复结构长期稳定性；上部水泥土保护层的水泥含量较少且含有少许种子，有利于边坡上植物的生长，同时与下部水泥土保护层稳固连接，保证植物主要生长层长期力学稳定，不会塌落破坏，使高陡边坡更加稳定。

所用的倒三角型模具是可降解材料，采用光-生物降解塑料制成模具，在自然条件下，它能够完全降解变成二氧化碳或甲烷、水及其所含元素的矿化无机盐等简单分子结构的物质，对环境不会造成危害，比较环保。

使用倒三角型无盖空心模具，雨后可以储存水分，具有保水性，能够给种子的生长提供充足的水分，有利于种子生长，能耐旱，保证生态护坡长期生态稳定。本发明在喷射的水泥土中加入结缕草种子，因为它生长力旺盛，寿命较强，根系发达，抗旱、耐贫瘠，能有效防止水土流失，其耐寒耐阴，能够抵抗多种极端条件，是护坡的极佳选择。本发明采用湿喷方法施工，能够解决高陡边坡湿喷工艺施工难，效果不佳的问题，提高施工效率。

水泥用量较少，模具采用比较实惠的材料，施工简便，造价低。本发明既可以解决生态护坡造价高的问题，又能治理工程破坏造成的环境问题。

参考文献：

[1]王桂尧，周欢，汪聪，肖侃.不同生态防护模拟边坡雨水入渗试验[J].长沙理工大学学报（自然科学版）.2015（02）.

[2]王连新.新型护坡方法——土工网复合植被护坡[J].水利水电快报.1998（15）.

[3]王晖，靳燕宁.浅谈绿化混凝土生态护坡[J].水利经济.2006（05）.