

生态护坡设计及吊装施工方法

王维龙 李德明 柏荣军

盐城隆嘉水利建设有限公司, 中国·江苏 盐城 224000

摘要: 针对传统混凝土或预制块护坡阻断土壤透气性、雨水渗透性及施工效率低等问题, 本研究提出一种生态护坡预制块及其吊装装置, 并在淮安市淮涟灌区续建配套与现代化改造项目中成功应用。该预制块采用中部空腔设计, 底板设置透水孔, 空腔内填充种植土以恢复植被, 有效增强坡面透水性与生态性; 同时, 配套研发基于剪刀撑原理的吊装装置, 通过摩擦板与预制块内壁的摩擦力实现安全吊运, 解决了传统人工搬运效率低、安全隐患大的问题。工程实践表明, 该技术具有以下优势: (1) 生态效益显著, 空腔结构促进水土交换, 减少洪涝风险; (2) 施工便捷高效, 吊装装置节省人力 30% 以上, 工期缩短 20%; (3) 经济性突出, 预制块轻量化设计降低材料成本 15%, 模具可重复利用。质量控制方面, 通过严格规范原材料、配合比、振捣及养护工艺, 确保预制块抗压强度、耐久性等指标符合 SL/T 352 标准。两项工程应用案例 (合同额合计 5299 万元) 验证了该技术的可行性, 社会经济效益显著, 为类似水利工程提供了可推广的生态护坡解决方案。

关键词: 生态护坡; 吊装装置; 施工技术

Design and Hoisting Construction Method of Ecological Slope Protection

Wang Weilong, Li Deming, Bai Rongjun

Yancheng Longjia Water Conservancy Construction Co., Ltd, China Jiangsu Yancheng 22400

Abstract: In response to the problems of traditional concrete or precast block slope protection, such as blocking soil aeration, rainwater permeability and low construction efficiency, this study proposes an ecological slope protection precast block and its hoisting device, which has been successfully applied in the continuation and modernization renovation project of Huilian Irrigation District in Huai 'an City. This prefabricated block adopts a central cavity design. The bottom plate is equipped with water-permeable holes, and the cavity is filled with planting soil to restore vegetation, effectively enhancing the water permeability and ecological nature of the slope surface. At the same time, a hoisting device based on the principle of scissor braces was developed in conjunction. It achieves safe hoisting through the friction between the friction plate and the inner wall of the prefabricated block, solving the problems of low efficiency and high safety hazards in traditional manual handling. Engineering practice shows that this technology has the following advantages: (1) It has significant ecological benefits. The cavity structure promotes soil and water exchange and reduces the risk of floods. (2) The construction is convenient and efficient. The hoisting device saves more than 30% of manpower and shortens the construction period by 20%. (3) It has outstanding economic performance. The lightweight design of prefabricated blocks reduces material costs by 15%, and the molds can be reused. In terms of quality control, by strictly regulating raw materials, mix ratios, vibration and curing processes, it is ensured that the compressive strength, durability and other indicators of prefabricated blocks comply with the SL/T 352 standard. Two engineering application cases (with a total contract value of 52.99 million yuan) have verified the feasibility of this technology, with significant social and economic benefits, providing a scalable ecological slope protection solution for similar water conservancy projects.

Keywords: Ecological slope protection; Hoisting device; Construction technology

0 引言

防护坡在水利工程领域是一种常见的建筑设施, 它的主要功能就是防止水土流失, 由于河流的水域面积庞大, 仅仅依靠植被覆盖来防止水土流失是远远不够的, 防护坡也就成了水利工程中必不可少的部分。

现有技术中的防护坡大部分是现浇混凝土或预制块护坡, 设置于河堤的一侧或者两侧, 现有的混凝土或预制块防护坡一般以全部阻断与土壤的接触为多, 土壤被全部掩埋在混凝土或预制块下方, 这种设计的弊端是阻断了土壤的透气性以及雨水渗透到土壤中, 造成对生态环境的破坏,

不利于生态平衡更有甚者,造成城市雨水径流增加,造成洪涝灾害;另现有水利工程施工过程中,现有的生态防护坡预制块重量都在 100kg 左右,人工施工太困难,施工也不安全,为此,我们提出一种生态护坡预制块及其吊装装置。

利用剪刀撑的原理,设计出吊装装置,使用吊车把预制块吊到铺设的位置,节省了劳力,减少了工期,节省了工程造价。

根据目前的施工条件,淮安市淮河水利建设工程有限公司通过 QC 小组公关活动,在淮安市淮涟灌区续建配套与现代化改造项目 2021 年度涟水县施工 2 标;淮安市淮涟灌区续建配套与现代化改造项目 2022 年度工程(淮阴区)施工 3 标工程中创造性的使用中部空腔的混凝土预制块及其吊装装置,完成了该工程预制块护坡工程。该施工方法解决了传统施工的复杂环节,节约了时间,节省了材料,具有技术先进,适用性强,模具可以重复利用,施工速度快等优势。

1 设计原理及施工方法

生态护坡预制块,包括底板以及沿所述底板边缘设置的边墙,所述底板和边墙围合形成空腔,所述底板上设置有透水孔(图 1-图 2)。

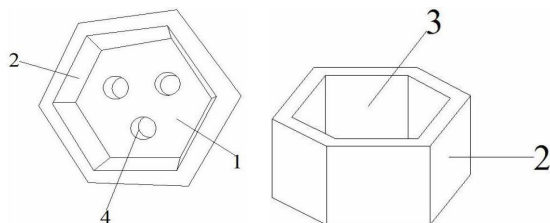


图 1

图 2

1.1 制模

采用传统的制模工艺,生产出聚乙烯模具,如图 5.2.1 所示,在聚乙烯模具的边墙模和透水孔模上布设若干凸起 18,便于脱模;

1.2 混凝土制备

将碎石、黄沙、水泥加水按比例拌匀,标号大于等于 C300;

1.3 浇筑

① 取模具放置在平整的地面上,内表面涂上脱模剂;

② 在模具中预先加入少量搅拌均匀的混凝土,将加固条 5 放入,继续将混凝土原材料倒入模具中,捣实,表面收光;

1.4 拆模

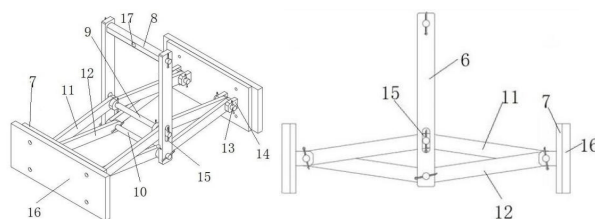
待混凝土初凝并达到一定强度后,把浇筑好的含混

凝土的模具倒在平整的地面上,混凝土块由于自重与模具脱离;

1.5 养护

在气温大于 5° 可以放在室外,要洒水保湿,如阳光直射可用草帘盖上,养护 28 天方可使用。

制备好的生态防护坡预制块,根据施工图纸铺设,根据地形需要切割铺设,保持表面平整,在空腔 3 内放入种植土,在种植土中种植草,洒水养护,多余的水可以通过透水孔 4 流出。



1.6 吊装装置制作

1 生态护坡预制块吊装装置,包括支撑架 6,支撑架 6 两侧对称设有连接板 7,连接板 7 为钢板,支撑架 6 由上至下依次设有横梁 8、第一中轴 9 和第二中轴 10,且支撑架 6 与横梁 8、第一中轴 9 和第二中轴 10 的两端均通过插销固定,所述第一中轴 9 上两端对称套设有第一支撑杆 11,横梁 8 中间设置吊孔 17,便于吊机找到着力点,第二中轴 10 上两端对称套设有第二支撑杆 12,第一支撑杆 11 与第二支撑杆 12 另一端均套设在转轴 13 上,转轴 13 与固定在连接板 7 上的连接块 14 固定连接,转轴 13 置于两个对称设置的连接块 14 之间,两端通过插销固定,支撑架 6 上设有供第一中轴 9 上下滑动的滑动孔 15,连接板 7 背离支撑架 6 的那一侧固定连接摩擦板 16,摩擦板 16 为橡胶材料,橡胶材料可对生态防护坡预制块起到保护作用^[1]。

2 生态护坡预制块吊装装置的工作原理是把生态护坡预制块吊装装置向生态护坡预制块内放,此时第一中轴 9 沿着滑动孔 15 向上提起将装置放入生态防护坡预制块内,吊车吊起时,第一中轴 9 由于重力原因向下移动至滑动孔 15 底部,此时第一支撑杆 11 和第二支撑杆 12 向外推两端的连接板 7 即钢板,使摩擦板 16 与生态护坡预制块内侧受压,依靠摩擦板 16 与生态护坡预制块内侧的摩擦力承载生态护坡预制块的重量,当吊车吊到指定位置放下时,支撑力变小,即可取出生态护坡预制块吊装装置^[2]。

2 质量控制

根据工程施工图纸及现场施工条件合理划分施工段。生态预制块护坡铺设质量满足设计及规范要求。

生态预制块护坡砌块外观质量满足表 1 要求

表1 生态护坡预制块外观允许偏差与检验方法

序号	项目名称	允许偏差 (mm)	检验方法
1	外观	符合设计和规范要求	观察
2	平面尺寸	± 5 mm	卷尺检查
3	厚度	± 5 mm	卷尺检查

生态护坡预制块生产质量控制

2.1 原材料控制

控制水泥、骨料、粉煤灰、外加剂等原材料的质量，确保符合设计要求，并按照配合比准确称量。

2.2 模具控制

模具强度、刚度、稳定性符合要求，使用聚乙烯模具，振动台成型。

2.3 配合比控制

混凝土拌和配合比准确、坍落度严格按设计配比，水灰比误差 ≤ 2%，坍落度符合 SL/T 352 规范。

2.4 振捣控制

振捣密实气泡消除、均匀性固定振捣器操作，至表面泛浆无气泡。

2.5 养护控制

脱模时间、保湿措施符合要求，静置 ≥ 24 小时脱模，脱模后覆盖草帘洒水养护 ≥ 7 天。

2.6 抗渗性控制

控制混凝土的抗渗性能，采取防水措施，确保混凝土结构具有良好的防水性能。

2.7 强度控制

对混凝土进行强度检测，确保混凝土达到设计强度要求。

2.8 成品质量控制

控制混凝土表面的平整度、光洁度和色泽，确保成品质量符合要求，满足表 7.3 要求。

表2 生态护坡预制块成品质量指标与检验方法

序号	检测项目	标准要求	检测方法
1	外观尺寸、尺寸	偏差 ± 5mm 无裂缝、掉角	钢尺测量，目视检查
2	抗压强度	符合设计要求	GB/T4111砌块试验
4	耐久性	抗冻等级、抗渗等级	SL/T352水工混凝土试验

以上是生态护坡预制块生产过程中常见的质量控制要点，施工单位应严格按照相关规范和要求进行施工，定期进行质量检查和验收，确保混凝土结构的质量达标。

3 应用实例

3.1 淮安市淮涟灌区续建配套与现代化改造项目 2021 年度涟水县项目施工 2 标

淮安市淮涟灌区续建配套与现代化改造项目 2021 年度涟水县项目施工 2 标，位于涟水县高沟镇、梁岔镇、成集镇。主要建设内容：整治渠道 2 条长 8.13km，包括三千三支渠 2.603km，三千一分干渠 5.532km；整治河道 7 条，包括麻垛八尺沟 5.39km，三千三支大沟 4.14km，三千大沟 3.94km，三千七支大沟 4.62km，三千八支大沟 7.13km，三千新七支大沟 4.6km，三千新八支大沟 2.21km；拆建泵站 1 座（马圩西站）；新建水闸 1 座（三支大沟蓄水闸，主要建筑物级别为 3 级）；拆建渡槽 1 座（八支渡槽）；拆建桥梁 5 座，分别为祠堂生产桥、神龙生产桥、孙湾生产桥、王码桥、陈庄桥；新建 2 个农民用水者协会管理用房共 300m²。

工程合同价为 25200627.95 元，工期 270 日历天。工程于 2021 年 04 月 01 日开工，2022 年 09 月 24 日完工。施工中，应用本工法，通过使用中部空腔的设计比常规的混凝土预制块轻便，节约材料，通过使用该预制块吊装设备，更容易安装，节省人力，节省工期，节约施工成本；另预制块空腔中可放入种植土，形成植被，增加了土坡的透气性和透水性，保护生态环境，减少洪涝灾害，植被更好的完成了水土保持，更加经济环保；同时整个预制块维修方便，局部损坏及时更换，显著减少施工工期，得到建设单位和监理单位等各方的高度认可，社会效益和经济效益显著。

3.2 淮安市淮涟灌区续建配套与现代化改造项目 2022 年度工程（淮阴区）施工 3 标

淮安市淮涟灌区续建配套与现代化改造项目 2022 年度工程（淮阴区）施工 3 标，位于淮安市淮阴区。主要建设内容：整治一千二分干渠 2.54km、一千三分干渠 3.04km；民便河整治 21.49km、二大沟 8.13km；改造闸下西站 1 座，拆建干西三中沟引水洞 1 座，拆建干东四中沟引水洞 1 座，拆建三岔节制闸 1 座，拆建干西三中沟跌水 1 座，拆建千西四中沟跌水 1 座，三千闸下游灌溉泵站连接翼墙维修加固工程。

工程合同价为 27792956.72 元，工期 300 日历天。工程于 2022 年 04 月 20 日开工，2024 年 1 月 6 日完工。施工中，应用本工法，通过使用中部空腔的设计比常规的混凝土预制块轻便，节约材料，通过使用该预制块吊装设备，更容易安装，节省人力，节省工期，节约施工成本；另预

制块空腔中可放入种植土，形成植被，增加了土坡的透气性和透水性，保护生态环境，减少洪涝灾害，植被更好的完成了水土保持，更加经济环保；同时整个预制块维修方便，局部损坏及时更换，显著减少施工工期，得到建设单位和监理单位等各方的高度认可，社会效益和经济效益显著^[3]。

参考文献：

[1] 詹杨杰，吴晓翔，姚怡斐等．一种生态护坡异型

固土块预制过程吊装装置及吊具：202322234687[P][2025-07-01].

[2] 王超．大三角生态护坡预制块方形模块化吊运与铺砌施工创新技术[J]. 治淮，2023(9):77-78.

[3] 徐菲，李怀森，葛津宇等．一种装配式植被型生态混凝土护坡装置及其施工方法：CN202310475506.7[P]. CN116427350A[2025-07-01].