

模袋混凝土在岸坡防护中的应用探讨

马时春 颜泽群 黄 瑶 司 帅

江苏省鸿源招标代理股份有限公司 江苏 南京 223800

摘 要：模袋混凝土作为一种新型岸坡防护技术，在各类工程中展现出显著优势。本文深入探讨了其在岸坡防护中的应用。从应用范围看，涵盖水利、交通、海洋等多领域岸坡。通过实际案例分析，表明其能有效抵御水流冲刷、增强岸坡稳定性。与浆砌石、混凝土预制块等传统护坡技术相比，模袋混凝土施工便捷、整体性好、维护成本低。尽管生态效益稍逊，但可与生态护坡结合。研究旨在为模袋混凝土在岸坡防护中的进一步推广应用提供理论依据和实践参考。

关键词：模袋混凝土；岸坡防护；施工工艺

1 模袋混凝土技术概述

模袋混凝土技术是一种融合了土工合成材料与混凝土施工优势的创新工程技术。该技术核心在于利用高强度、耐腐蚀的模袋作为模板，将按照特定配比拌制好的混凝土（或砂浆）通过泵送方式充灌入模袋内。模袋在混凝土压力作用下逐渐膨胀并贴合预定形状，待混凝土凝固硬化后，即形成具有特定几何尺寸和结构强度的混凝土构筑物。此技术显著优势在于施工效率高、适应性强，尤其适用于水下、软基等复杂环境下的护坡、护岸、防波堤等工程。模袋的柔韧性使得构筑物能更好地适应地基变形，减少裂缝产生，延长使用寿命。该技术还具有环保效益，减少了传统模板使用量及施工废弃物，符合绿色施工理念。

2 模袋混凝土的特点

2.1 强度高、整体性好

模袋混凝土凭借独特构造展现出高强度与出色的整体性。其使用的模袋材料具备较高抗拉强度，在混凝土充灌过程中，模袋能有效约束混凝土，防止其出现离析现象，让混凝土各部分紧密结合。这种紧密结合使得模袋混凝土结构在受力时，能将外力均匀传递至各个部位，大大增强结构的承载能力^[1]。而且，模袋与混凝土紧密贴合，消除传统混凝土施工中可能出现的接缝、裂缝等薄弱环节，形成了一个连续、完整的整体，显著提升结构的整体稳定性，有效抵御外部荷载和环境因素带来的破坏，保障构筑物的长期安全使用。

2.2 施工速度快、适应性强

模袋混凝土施工展现出高效快捷的特点。施工时，只需将预制好的模袋铺设在预定位置，然后通过泵送设备将混凝土快速充灌入模袋内，大大缩短了施工周期。同时该技术对施工环境的适应能力极强。无论是水

下、软基，还是地形复杂、空间狭小的区域，模袋混凝土都能灵活应对。在水下施工时，无需搭建复杂的水下模板，直接在水下充灌混凝土，降低施工难度和成本；在软基地区，模袋混凝土能较好地适应地基的不均匀沉降，减少因地基变形导致的结构破坏；在复杂地形条件下，模袋的柔韧性可使其适应不同形状和坡度，确保施工顺利进行。

3 模袋混凝土在岸坡防护中的设计要点

3.1 岸坡稳定性分析

岸坡稳定性分析是模袋混凝土在岸坡防护设计中的首要环节，其目的在于准确评估岸坡在各种自然和人为因素作用下的稳定性状况，为后续设计提供科学依据。在分析过程中，需综合考虑多种因素。地质条件是关键因素之一，包括岸坡土层的岩性、结构、物理力学性质等。气候因素如降雨、风力等也会通过改变岸坡的含水量和应力状态，对稳定性产生影响。在分析方法上，通常采用极限平衡法、有限元法等。极限平衡法是一种较为传统的方法，通过计算岸坡的滑动力和抗滑力，判断岸坡是否处于稳定状态。有限元法则可以更精确地模拟岸坡的应力应变分布，考虑材料的非线性和复杂边界条件，为岸坡稳定性分析提供更全面的结果。

3.2 模袋混凝土厚度设计

模袋混凝土厚度设计是确保防护结构安全性和有效性的重要环节。其设计依据主要来自岸坡稳定性分析结果以及防护工程所承受的荷载情况。在寒冷地区，冬季冰推力也是必须考虑的因素之一。按照相关规范，模袋混凝土护坡厚度主要承受风浪荷载，其设计平均厚度需满足整体稳定和强度要求。计算公式通常考虑了波高、波长、混凝土板重度、水的重度、护面长度、斜坡坡率等因素。为确保结构安全，模袋混凝土厚度不宜小于一

定值,一般要求不小于10cm。对于不同工程条件,模袋混凝土厚度也有相应的要求。在衬砌渠道、内河航道等工程中,模袋混凝土厚度宜为10cm-15cm;对于受冻胀破坏严重的地区,模袋混凝土厚度宜取大值,以增强结构的抗冻胀能力^[2]。

3.3 模袋选型与布置

模袋选型需根据工程的具体要求和现场条件进行综合考虑。目前,模袋主要有机织模袋和简易模袋两种类型。机织模袋主要由锦纶、涤纶和丙纶长丝织物制成,强度高,孔径均匀,充填时基本不漏水,可以制成带反滤点形式,能用泵充灌砂浆或细砾混凝土。简易模袋系采用聚丙烯编织物缝制,袋体本身不具备反滤功能,需在坡面上加铺非织造物滤层,袋内只充灌砂浆和采取人工自流灌填方式。在选择模袋时,需考虑工程等级、施工条件、风浪和水流状况、资金和施工设备以及外观要求等因素。模袋布置应遵循合理、均匀、有效的原则。在布置时,需充分考虑岸坡的形状、坡度以及水流方向等因素。一般来说,模袋应沿岸坡的等高线方向布置,以保证防护结构的整体性和稳定性。模袋之间的搭接宽度应符合设计要求,以确保相邻模袋之间连接紧密,防止水流和土颗粒的渗漏。对于坡度较大的岸坡,可采用分层布置的方式,每层模袋之间设置适当的连接措施,增强结构的整体性。

3.4 排水系统设计

模袋混凝土防护结构的排水系统设计至关重要,其作用在于及时排除岸坡内部的渗水,降低孔隙水压力,提高岸坡的稳定性。机织模袋通常带有排水点,每个排水点面积较小,一般为4cm²。为满足排水要求,需对排水点的排水能力进行核算。当排水点的排水能力不足时,应加设排水孔。排水孔的间距可取3-4m,孔径可取50mm,孔底应设土工织物滤层,以防止土颗粒流失。排水系统的布置应与模袋混凝土防护结构相结合,形成一个完整的排水网络。在岸坡顶部,可设置排水沟或截水沟,拦截地表水,防止其流入岸坡内部。在模袋混凝土防护结构内部,可设置纵向和横向的排水管,将渗水引导至排水孔排出。排水管的布置应合理,确保排水顺畅,避免出现积水现象。排水材料的选择应考虑其透水性、耐久性和抗堵塞性能。常用的排水材料有土工织物、排水管等。

4 模袋混凝土在岸坡防护中的质量控制

4.1 原材料质量控制

原材料质量是模袋混凝土在岸坡防护中质量保障的基石。对于水泥,需严格把控其品种、强度等级,优先

选用质量稳定、性能优良的知名品牌产品。骨料方面,砂子应质地坚硬、洁净,含泥量、泥块含量、云母含量等有害物质含量需严格控制在规定范围内;石子应级配良好,针片状颗粒含量不宜过高,压碎指标应满足相应标准^[3]。在骨料进场时,同样要进行抽样检验,对不符合质量要求的骨料坚决予以退场处理。模袋材料的质量也不容忽视,应检查模袋的规格尺寸是否符合设计要求,材质是否具有良好的抗拉强度、抗撕裂强度和耐老化性能。还需关注模袋的防水性能,确保其在充灌混凝土过程中不会出现渗漏现象。外加剂的选择和使用也需谨慎。根据混凝土的性能要求和施工条件,合理选用减水剂、引气剂等外加剂,并严格控制其掺量。在使用前,应进行外加剂与水泥的适应性试验,确保外加剂能够充分发挥作用,提高混凝土的工作性能和耐久性。

4.2 施工过程质量控制

施工过程质量控制是确保模袋混凝土岸坡防护工程质量的关键环节。模袋铺设时,要保证模袋平整、顺直,无褶皱和扭曲现象。相邻模袋之间的搭接宽度应符合设计要求,并采用可靠的连接方式,如缝合、粘结等,确保连接牢固。在模袋铺设过程中,要随时检查模袋的位置和铺设质量,发现问题及时调整。混凝土充灌是施工过程中的重要工序,在充灌前,要对混凝土配合比进行再次确认,确保混凝土的和易性、坍落度等性能指标满足要求。采用合适的充灌设备,如混凝土泵车或溜槽,将混凝土均匀、连续地充灌入模袋内。在充灌过程中,要控制好充灌速度和压力,避免模袋因充灌过快或压力过大而破裂。要安排专人观察模袋的充盈情况,确保模袋内混凝土填充饱满,无空鼓现象。施工过程中的温度控制也不容忽视,在高温季节施工时,要采取遮阳、洒水等措施,降低混凝土入模温度;在低温季节施工时,要做好混凝土的保温措施,防止混凝土受冻。

4.3 质量检测方法与标准

质量检测是评价模袋混凝土岸坡防护工程质量的重要手段。对于原材料的质量检测,应按照相关标准和规范进行抽样检验,检验项目和频率应符合规定要求。对于模袋混凝土的质量检测,主要包括外观质量检测、尺寸偏差检测和强度检测等方面。外观质量检测主要检查模袋混凝土表面是否平整、光滑,有无裂缝、蜂窝、麻面等缺陷;尺寸偏差检测主要测量模袋混凝土的厚度、宽度、长度等尺寸是否符合设计要求;强度检测采用回弹法、钻芯取样等方法,检测模袋混凝土的抗压强度,其强度应满足设计强度等级的要求。质量检测标准应严格遵循国家和地方相关规范、标准,如《水运工程

模袋混凝土施工技术规范》《混凝土结构工程施工质量验收规范》等。

5 模袋混凝土在岸坡防护中的应用

5.1 应用范围

模袋混凝土在岸坡防护领域具有广泛的应用范围。在水利工程中,它常被用于河道、渠道、水库等岸坡的防护。在交通工程方面,公路、铁路沿线的岸坡防护也离不开模袋混凝土。它能够适应不同的地形和地质条件,为路基和铁轨提供稳定的支撑,防止因岸坡失稳而导致的道路塌陷、滑坡等灾害,确保交通线路的安全畅通。在海洋工程领域,模袋混凝土同样发挥着重要作用,它可以用于海岸防护、码头护岸等工程,抵御海浪、潮汐等海洋动力因素的侵蚀,保护沿海地区的基础设施和生态环境。在一些景观工程中,模袋混凝土也可用于营造人工湖、水景岸坡等,不仅具有防护功能,还能与周边环境相融合,提升景观效果。

5.2 应用实例分析

以某河道整治工程为例,该河道由于长期受水流冲刷,岸坡出现了不同程度的坍塌和侵蚀现象,严重影响了河道的行洪能力和周边生态环境。为解决这一问题,采用了模袋混凝土进行岸坡防护。在施工过程中,首先对岸坡进行了清理和平整,然后根据设计要求铺设模袋,并采用混凝土泵车将混凝土充灌入模袋内。通过严格控制混凝土配合比和施工工艺,确保了模袋混凝土的质量。工程完工后,经过一段时间的观察和监测,发现岸坡稳定性得到显著提高,水流冲刷现象明显减少,周边生态环境也得到有效改善^[4]。另一个实例是某高速公路沿线的岸坡防护工程,该路段岸坡地质条件复杂,存在软弱夹层和断层破碎带,容易发生滑坡等灾害。采用模袋混凝土防护技术后,通过合理的设计和施工,有效增强岸坡的整体稳定性,保障高速公路的安全运营。模袋混凝土的颜色和质感与周边自然环境相协调,达到良好的景观效果。

5.3 模袋混凝土与其他护坡技术的比较

浆砌石护坡是一种传统的护坡技术,具有一定的强度和稳定性。然而浆砌石施工工艺复杂,需要大量的人工砌筑,施工周期长,成本较高。而且,浆砌石护坡

在长期使用过程中,容易出现裂缝、脱落等问题,维护难度较大。相比之下,模袋混凝土施工速度快,能够快速形成防护结构,缩短工期。其整体性好,不易出现裂缝和脱落现象,维护成本较低。模袋混凝土可以根据设计要求调整厚度和形状,适应不同的岸坡条件,具有更高的灵活性。混凝土预制块护坡具有标准化生产、质量容易控制等优点。安装过程中,预制块之间的接缝容易成为薄弱环节,导致水流和土颗粒的渗漏,影响护坡效果。而且,预制块护坡的施工精度要求较高,安装难度较大。模袋混凝土则不存在接缝问题,能够形成一个连续、完整的防护面,有效防止渗漏。模袋混凝土的施工相对简单,不需要复杂的安装工艺,降低了施工难度和成本。生态护坡注重生态环境的保护和恢复,采用植物、土壤等自然材料进行护坡,具有良好的生态效益。生态护坡的强度和稳定性相对较低,在承受较大水流冲刷和波浪作用时,容易出现破坏。模袋混凝土虽然生态效益相对较弱,但其强度高、稳定性好,能够为岸坡提供可靠的防护。

结束语

模袋混凝土在岸坡防护中的应用前景广阔。其独特的性能优势,使其在应对复杂岸坡条件时表现出色。通过不断的研究与实践,对模袋混凝土的应用有了更深入的认识。未来,应进一步优化其施工工艺,提高质量检测水平,同时探索与生态护坡更有效的结合方式。相信在各方的共同努力下,模袋混凝土将在岸坡防护领域发挥更大的作用,为保障各类工程的安全运行和生态环境的可持续发展做出重要贡献。

参考文献

- [1]彭勇.深水区河道护岸治理工程中模袋混凝土施工质量控制要点[J].居业,2023(5):55-57.DOI:10.3969/j.issn.2095-4085.2023.05.020.
- [2]王进波.三溪口船闸湖边坑出口土石方开挖及模袋混凝土施工技术[J].小水电,2022,(02):69-72.
- [3]王晓峰.模袋混凝土技术在中型水库大坝围堰防护中的应用[J].云南水力发电,2022,38(01):149-151.
- [4]朱慧演.沙质边坡模袋混凝土护岸干法施工技术[J].珠江水运,2023,(21):112-114.