

河道堤防加固工程中的土工材料选择与施工方法研究

朱天久，于莽

江苏淮阴水利建设有限公司，江苏 淮安 223001

摘 要：河道堤防作为防洪和保护沿岸地区的重要设施，承担着维护人类生命财产安全和促进社会发展的重要责任。然而，由于长期水流冲刷、河床侵蚀和地基沉降等因素的影响，堤防可能出现破坏和不稳定的风险。土工材料具有非常优良的性能，在河道堤防加固工程中具有非常广泛的应用空间。本文对河道堤防加固工程进行了一定论述，在此基础上，进一步探讨了土工材料的选择，并结合河道堤防加固工程的特点，分析了河道堤防加固施工方法，通过选择合适的土工材料和施工方法，可以提高堤防的抗冲刷能力和稳定性，进而为河道堤防加固工程的施工质量提供可靠保障。

关 键 词：河道堤防；加固；土工材料

Study on Geotechnical Material Selection and Construction Method in River Embankment Reinforcement Project

Zhu Tianjiu, Yu Mang

Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., LTD, Jiangsu, Huaian 223001

Abstract：As an important facility for flood control and protection of coastal areas, river embankments bear the important responsibility of maintaining the safety of human life and property and promoting social and economic development. However, embankments may be at risk of destruction and instability due to factors such as long-term water erosion, riverbed erosion and foundation settlement. Geotechnical materials have very excellent performance, and have a very wide application space in river embankment reinforcement engineering. In the paper, we make certain discussion of the river course embankment reinforcement project and on the basis, the selection of the construction materials, and the characteristics of the river embankment reinforcement project are further explored and analyze the methods. By selecting the appropriate geotechnical materials and construction methods, the anti-erosion ability and stability of the embankment can be improved, and then provide a reliable guarantee for the construction quality of the river embankment reinforcement project.

Key words：river embankment; reinforcement; geotechnical materials

一、前言

河道堤防作为保护河流周边地区免受洪水侵袭的关键设施，具有重要的社会、经济和生态功能。然而，随着气候变化和人类活动的影响，河道堤防面临着日益严峻的挑战。洪水的频繁发生和水位的快速上升给沿岸地区带来了严重的洪水灾害风险，给人们的生命财产安全造成了严重威胁。同时，河流的冲刷和侵蚀现象导致堤防的稳定性下降，可能引发堤体破裂、滑坡和决口等灾害。因此，进行河道堤防加固工程以提高其抗洪能力和稳定性具有紧迫的意义。

二、河道堤防加固工程概述

（一）河道堤防的作用和分类

河道堤防是位于河道两岸的人工结构，具有重要的防洪和水利调控功能。它们的主要作用是保护沿岸地区免受洪水侵袭、防止河水侵蚀，并维护河道的稳定和通航安全。根据不同的功能和结构特点，河道堤防可以分为以下几种类型：

（1）防洪堤防。防洪堤防是为了防止洪水泛滥而建造的，其主要作用是阻挡河水并限制洪水的泛滥范围。这类堤防一般位于河道两岸，并且通常具有一定的高度和宽度，以便在洪水期间承受洪水的压力。

（2）护岸堤防。护岸堤防主要用于防止河流或海洋对沿岸地区进行侵蚀，保护沿岸土地和基础设施的安全。护岸堤防的设计和施工通常考虑到河流流速、波浪冲击和潮汐等因素，以确保其能够有效地抵御侵蚀力。

（3）支护堤防。支护堤防用于稳定河道岸坡或防止土壤滑坡，以保持河道的稳定和安全。这类堤防的结构形式多样，常见的包括挡土墙、边坡护面、桩墙等，用于加固和支撑岸坡土体，防止其发生滑坡或坍塌。

（4）航道堤防。航道堤防主要用于确保河道的通航安全，维护水路的畅通无阻。航道堤防通常位于河道两侧或中央，以保持河道的宽度和深度，使船只能够顺利通过，避免浅滩和障碍物对航行的影响^[1]。

（二）加固工程的目标和要求

河道堤防加固工程的主要目标是提高堤防的稳定性和抗洪能

力，以确保河道安全运行，并减少洪水灾害的发生和经济损失。为实现这一目标，加固工程需要满足以下要求：

（1）提高稳定性。加固工程的首要目标是增强堤防的稳定性，防止发生滑坡、决口等灾害。通过采用适当的工程措施，使堤防能够承受河水冲刷、侵蚀和内部土体的自重压力，保持其坚固的结构。

（2）增强抗洪能力。加固工程应使堤防能够承受更大的洪水冲击力和侵蚀力，从而减轻洪水对周边地区的影响。通过合理的设计和施工，加固工程应能够有效地抵御洪水的冲击，保护沿岸地区的安全。

（3）耐久性与可维护性。加固工程需要具备较长的使用寿命和便于维护的特性。材料的选择和施工工艺的设计应考虑到工程的寿命和维护成本，以确保加固效果能够持久，并且便于后续的维修和管理。

（4）兼顾生态环境。加固工程在提高堤防稳定性的同时，也应尽量减少对周围生态环境的破坏。在施工过程中，应注意保护水生植被、水生动物等生态资源，避免或减少施工对河道生态系统的影响。

三、土工材料的选择

（一）常用土工材料

土工合成材料是一类由合成纤维或合成树脂制成的工程材料，具有优异的抗拉强度、抗冲刷能力和排水性能。常见的土工合成材料包括土工布、土工格栅、土工膜等。

土工布是由高分子合成材料制成的织物结构，具有较高的抗拉强度和耐久性。它可以用于加固土体、防止冲刷和侵蚀，还可以作为土体和其他材料之间的分离层。土工布能够有效地分散土壤颗粒的应力，提高土体的抗冲刷性能，并增加土壤的排水能力。土工格栅是一种由高强度聚合物或复合材料制成的网状结构。它具有较高的抗拉强度和刚度，可以用于加固土体和分散荷载，提高土体的稳定性和抗滑性能。土工格栅通常用于土体的加筋和增强，特别适用于处理土壤较差、坚硬度低或存在较大应力的情况下。土工膜是一种由聚合物材料制成的薄膜状材料，具有较好的抗渗透性和隔离性能。它可以用作土壤中的隔离层，阻止不同颗粒之间的混合和渗透，同时保持土壤的排水性能。土工膜还可以用于储存水体、防止土壤湿润和减少土壤侵蚀。

（二）材料特性与性能评估

在河道堤防加固工程中，土工材料的选择对工程的稳定性和耐久性起着至关重要的作用。为了确保选择合适的土工材料，需要对材料的特性和性能进行评估。

（1）物理特性。物理特性是评估土工材料的基本属性之一。包括颗粒大小分布、密度、孔隙率、水分含量等。颗粒大小分布影响着土工材料的排水性能和抗冲刷能力。较大的颗粒可以提供较好的抗冲刷能力，而较细的颗粒则有利于土工材料的排水性能。密度和孔隙率则决定了土工材料的抗压强度和透水性能。

（2）力学特性。力学特性是评估土工材料的强度和稳定性的

关键因素。包括抗拉强度、抗剪强度、抗压强度等。抗拉强度反映了土工材料抵抗拉伸破坏的能力，抗剪强度则决定了材料的抗滑性能。抗压强度是评估土工材料承载能力的重要指标。

（3）水分特性。水分特性对土工材料的工程性能和稳定性具有重要影响。土工材料的水分含量会影响其稠度和可塑性，过高或过低的水分含量都会导致材料性能下降。同时，水分特性还与土工材料的膨胀性、收缩性和冻融稳定性等关系密切。

（4）耐久性。土工材料的耐久性是评估其在长期使用和复杂环境下的稳定性和性能的重要指标。耐久性包括抗紫外线老化、抗化学侵蚀、抗生物侵蚀等方面。在选择土工材料时，需要考虑材料与周围环境的相容性和耐久性^[2]。

（三）土工材料选择与适用性分析

土工材料的选择对于河道堤防加固工程的成功实施至关重要。在进行土工材料选择时，需要综合考虑工程需求、土壤条件和材料特性等因素，以确保选用的土工材料能够满足工程要求并适应实际情况。

首先，根据工程需求和目标，确定所需的土工材料特性。不同的土工材料具有不同的性能特点，如抗拉强度、抗冲刷能力、透水性等。根据加固工程所面临的具体问题，例如抗洪能力增强、土壤侵蚀防止或边坡稳定等，选择具备相应特性的土工材料。其次，考虑土壤条件和环境因素。土壤的类型、粒度分布、含水量以及存在的土壤侵蚀等因素会影响土工材料的选择。对于粉状土壤，如黏土或粉砂，土工合成材料和土工填料通常能够提供较好的增强效果。对于颗粒状土壤，如砂砾或碎石土，土工格室和土工格框等结构材料可能更适用。再次，还需评估土工材料的适用性和可行性。在选择土工材料时，要考虑其可获得性、成本效益、施工可行性和工程维护等因素。土工材料的成本应与工程预算相符，并兼顾材料性能和长期维护成本。施工可行性包括土工材料的安装、连接和维护等方面的考虑，确保施工过程顺利进行和工程质量可控。最后，进行土工材料的实验室和现场试验，验证其性能和适用性。通过实验室试验和现场模拟，可以评估土工材料在特定条件下的工作性能和稳定性。这有助于验证土工材料的可行性，并指导工程设计和施工过程中的应用^[3]。

四、河道堤防加固施工方法

（一）常见的加固施工方法

（1）土工填筑法

土工填筑法是一种常见且有效的河道堤防加固施工方法。它通过将土工填料填筑到原有的土体中，增加堤防的稳定性和抗冲刷能力。

施工过程中，首先需要清理和准备施工区域，包括清除杂草、植物根系、杂物等，并确保施工基底平整、坚实。然后，根据设计要求，选取适当规格和质量的土工填料进行填筑。在填筑过程中，土工填料应逐层进行，每一层的厚度和密实度需要根据设计要求进行控制。填筑过程中可以采用振实或轻压等方法，使填料与原有土体充分结合，提高堤防的整体稳定性。填筑后应及时进行密实度检

测和质量控制，以确保填料的均匀分布和密实程度。

（2）土工固结法

土工固结法是一种常用的河道堤防加固施工方法，它通过使用土工合成材料和固结材料结合起来加固土体，提高堤防的稳定性和抗滑性能。

施工过程中，首先需要清理和准备施工区域，确保施工基底平整、无杂物和水分。然后，在原有土体上铺设土工合成材料，如土工布或土工格栅，以形成一层增强层。土工合成材料能够分散荷载并提供抗拉强度，增加土体的整体稳定性。接下来，施工人员在土工合成材料上施加固结材料，如固结土或固结灌浆。固结材料可以是化学固化剂、水泥浆或环氧树脂等，其作用是增加土体的黏结力和抗剪强度。固结材料的选择应根据工程需求和土壤条件进行，以确保施工后的土体能够达到预期的强度和稳定性。

（3）土工墙体法

土工墙体法是一种常用的河道堤防加固施工方法，它通过建造土工墙体来增加土体的强度和稳定性，提高堤防的抗冲刷和抗滑性能。

在施工过程中，首先需要清理和准备施工区域，确保施工基底平整、无杂物和水分。然后，根据设计要求，选取合适规格和质量的土工合成材料，如土工格栅或土工布。接下来，施工人员将土工合成材料按照设计要求固定在施工基底上，形成一道墙体结构。墙体的高度和厚度可根据设计要求进行调整，以满足加固效果和土体稳定性的要求。土工墙体的施工方式可以采用不同的方法，如直立式、倾斜式或横向交叉式等。具体的施工方式取决于工程需求和土壤条件。施工过程中需要注意墙体的垂直度和水平度，以确保墙体的稳定性和结构的均匀性。

（二）施工方法选择与技术比较

在进行河道堤防加固工程时，选择合适的施工方法至关重要。不同的施工方法具有各自的特点和适用范围，需要综合考虑工程要求、土壤条件、施工条件和经济效益等因素进行选择。

首先，土工填筑法具有施工简单、成本相对较低的优点。它适用于各种类型的土壤，能够增加堤防的稳定性和抗冲刷能力。然而，土工填筑法需要较大的土地使用量，并且在施工过程中需要进行密实度控制和质量监测。其次，土工固结法通过固结材料提高土体的强度和稳定性，适用于较差的土壤条件。它可以提供较高的抗剪强度和抗滑性能，适用于要求较高的工程。但土工固结法施工复杂，需要控制固结材料的用量和均匀性，施工过程中需要注意材料固结时间和硬化效果。最后，土工墙体法能够提供

垂直和水平的加固效果，适用于各种土壤类型。它能够增加土体的稳定性和抗冲刷能力，并分散荷载，提高堤防的整体稳定性。然而，土工墙体法施工过程需要控制墙体的垂直度和水平度，要求较高的施工精度。

在选择施工方法时，需要综合考虑工程要求和土壤条件，并与实际情况进行比较。根据工程的具体需求、施工难度和经济成本等因素进行权衡和分析，选择最合适的施工方法^[4]。

（三）加固施工工艺与关键控制点

河道堤防加固施工过程中，合理的施工工艺和严格的关键控制点是确保工程质量和稳定性的关键。以下是一些常见的加固施工工艺和关键控制点：

（1）施工准备。在施工开始之前，需要进行充分的施工准备工作。包括清理施工区域、确保施工基底平整、无杂物和水分，准备所需的土工材料和施工设备等。施工准备工作的认真执行可以为后续施工提供良好的基础。

（2）施工顺序。确定合理的施工顺序是保证加固工程质量的关键。通常，施工顺序应从上游向下游进行，以避免洪水或河水对施工过程的干扰。同时，对于大面积加固工程，可采用分段施工的方式，逐步完成施工任务，确保施工质量和进度的控制。

（3）材料控制。土工材料的质量和规格对加固工程至关重要。在施工过程中，需要严格控制土工材料的选择、质量和用量。定期进行材料检测和监测，确保土工材料符合设计要求，并满足工程的稳定性和耐久性。

（4）施工质量控制。加固施工过程中的质量控制是确保工程稳定性的关键环节。应采取严格的质量控制措施，包括施工过程中的实时监测、检测和记录。关键的施工质量控制点包括土工材料的密实度、土工墙体的垂直度和水平度、固结材料的用量和均匀性等。通过严格控制施工质量，可以确保加固工程的稳定性和长期运行^[5]。

五、结语

综上所述，河道堤防加固工程中的土工材料选择与施工方法研究是确保工程稳定性和耐久性的重要方面。通过合理选择适用的土工材料和施工方法，可以提高加固工程的性能和稳定性，确保河道堤防的安全运行。未来的研究可以进一步探索土工材料与施工方法之间的关系，优化施工工艺和质量控制，提高加固工程的效果和可持续性。

参考文献：

- [1] 曹建. 基于钢围堰导流管的河道堤防加固工程施工技术[J]. 吉林水利, 2023,(05):30-34.
- [2] 何华. 河道堤防加固技术研究[J]. 中国新技术新产品, 2023,(05):87-89.
- [3] 陈寅. 基于生态疏浚理念下的河道堤防加固综合治理实践[J]. 黑龙江水利科技, 2022,50(12):170-173.
- [4] 陈忠, 付建利, 陈怡宁. 某河道堤防及护岸加固中施工导流设计技术研究[J]. 地下水, 2022,44(06):266-268.
- [5] 姜大伟. 基于河道堤防蜂格护坡加固措施实例分析[J]. 黑龙江水利科技, 2021,49(12):48-50.