

生态混凝土材料在河道护坡中的应用及生物多样性提升效应

刘 健 闫春常

中建八局西南建设工程有限公司 四川 成都 610000

摘要：本文聚焦于生态混凝土材料在河道护坡中的应用及其对生物多样性的提升效应。首先阐述了传统河道护坡方式存在的问题，引出生态混凝土材料作为新型护坡材料的优势与特点。详细介绍了生态混凝土材料的类型、制备原理及关键性能指标，分析其在河道护坡中的具体应用形式与施工要点。同时，深入探讨了生态混凝土护坡对生物多样性的提升机制，包括为生物提供栖息环境、促进物质循环与能量流动等方面。最后对生态混凝土材料在河道护坡中的未来发展进行了展望，旨在为推动河道生态修复与可持续发展提供理论支持与实践参考。

关键词：生态混凝土材料；河道护坡；生物多样性；生态修复

1 引言

河道作为水生态系统的重要组成部分，不仅承担着防洪、灌溉、供水等重要功能，也是众多生物的栖息地和基因库。然而，随着城市化进程的加速和人类活动的干扰，河道生态系统遭受了严重破坏，传统河道护坡方式在保障河道安全的同时，也对生态环境产生了诸多负面影响。因此，探索一种既能有效保护河道安全，又能促进生态系统恢复与生物多样性提升的新型护坡材料和技术显得尤为迫切。生态混凝土材料作为一种具有生态功能的绿色建材，在河道护坡中展现出巨大的应用潜力，为解决河道生态问题提供了新的思路和方法。

2 传统河道护坡方式存在的问题

2.1 破坏河道生态系统

传统河道护坡常采用硬质材料，如混凝土、浆砌石等，这些材料虽然具有较高的强度和稳定性，能够有效地防止河道边坡的冲刷和坍塌，但同时也完全阻隔了土壤与水体之间的物质交换和能量流动。硬质护坡表面光滑，缺乏生物栖息的孔隙和空间，导致水生植物无法生长，水生动物失去了栖息和繁殖的场所，严重破坏了河道生态系统的完整性和稳定性。

2.2 影响水体自净能力

河道生态系统具有一定的自净能力，能够通过水生植物的光合作用、微生物的分解作用等过程，对水体中的污染物进行净化。然而，传统硬质护坡阻碍了水生植物的生长和分布，减少了植物对污染物的吸收和转化作用^[1]。同时，硬质护坡表面不利于微生物的附着和生长，降低了微生物对有机污染物的分解效率，从而影响了河道水体的自净能力，导致水质恶化。

2.3 景观效果单一

传统河道护坡往往只注重功能性，而忽视了景观效果。硬质护坡的外观单调、生硬，与周围自然环境不协调，缺乏美感和生态韵味。这种单一的景观效果不仅不能满足人们对美好生态环境的需求，也不利于城市生态形象的塑造和提升。

3 生态混凝土材料的优势与特点

3.1 生态混凝土材料的定义与分类

生态混凝土材料是一种具有特殊结构与功能，能够在满足工程结构安全要求的前提下，为生物提供适宜的生存环境，促进生态系统恢复与发展的新型混凝土材料。根据其功能和用途的不同，生态混凝土材料可分为多孔混凝土、植被混凝土、人工鱼礁混凝土等类型。

3.2 生态混凝土材料的优势

3.2.1 良好的透水性：生态混凝土材料具有大量的连通孔隙，能够使水体自由渗透。通过实验测定，一般生态混凝土的透水系数可达 $1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^{-1}$ cm/s，保证了土壤与水体之间的物质交换和能量流动，有利于维持河道生态系统的水循环平衡。透水性还使得生态混凝土护坡能够减少地表径流对边坡的冲刷，降低水土流失的风险。例如，在一场降雨量为50mm的模拟降雨实验中，传统混凝土护坡的水土流失量为120g/m²，而生态混凝土护坡的水土流失量仅为30g/m²。

3.2.2 多孔结构提供栖息空间：生态混凝土的多孔结构为水生生物和微生物提供了丰富的栖息和繁殖场所。孔隙中可以积累有机质和营养物质，吸引水生昆虫、鱼类等生物前来觅食和栖息，促进了生物多样性的发展^[2]。同时，多孔结构也有利于植物根系的生长和延伸，增强

了植物的固土能力。

3.2.3 良好的生态适应性：生态混凝土材料可以根据不同的河道环境和生态需求进行设计和调整，通过选择合适的原材料和制备工艺，控制其孔隙率、孔径大小等参数，使其更好地适应河道生态系统的要求。此外，生态混凝土材料还可以与植被相结合，形成植被-生态混凝土复合护坡系统，进一步提高其生态功能和景观效果。

3.2.4 一定的强度和耐久性：虽然生态混凝土材料注重生态功能，但并不意味着牺牲其强度和耐久性。通过合理的配合比设计和养护措施，生态混凝土能够满足河道护坡的力学性能要求，抵抗水流的冲刷和侵蚀，保证护坡结构的长期稳定性。

4 生态混凝土材料的制备原理及关键性能指标

4.1 制备原理

生态混凝土材料的制备主要基于骨料级配设计和水泥用量控制原理。通过选择合适粒径的骨料，并进行合理的级配，使骨料之间形成大量的孔隙。同时，减少水泥的用量，降低混凝土的密实度，进一步增加孔隙率。在制备过程中，还可以添加一些外加剂，如减水剂、引气剂等，改善混凝土的工作性能和孔隙结构。

4.2 关键性能指标

4.2.1 孔隙率：孔隙率是衡量生态混凝土材料生态性能的重要指标之一，它直接影响到生态混凝土的透水性、生物栖息空间和植物生长条件。一般来说，生态混凝土的孔隙率应控制在20%-35%之间，以满足不同生物的生存需求。

4.2.2 孔径大小：孔径大小对生物的栖息和繁殖具有重要影响。不同类型的生物对孔径大小有不同的要求，例如，小型水生昆虫适合在孔径较小的孔隙中栖息，而鱼类则需要较大的孔隙空间。因此，生态混凝土的孔径分布应具有一定的合理性，以满足多种生物的生存需求。

4.2.3 强度：生态混凝土材料需要具备一定的强度，以保证其在河道护坡工程中的稳定性和安全性。根据不同的工程要求，生态混凝土的抗压强度一般应达到5-20MPa。

4.2.4 耐久性：河道环境复杂，生态混凝土材料需要具备良好的耐久性，能够抵抗水流的冲刷、侵蚀以及化学物质的腐蚀。提高生态混凝土耐久性的措施包括优化配合比设计、添加矿物掺合料、采用合适的养护方法等。

5 生态混凝土材料在河道护坡中的具体应用形式与施工要点

5.1 应用形式

5.1.1 生态混凝土护坡砖：生态混凝土护坡砖是一种

常见的应用形式，它将生态混凝土预制成一定规格的砖块，然后通过拼接或砌筑的方式安装在河道边坡上。护坡砖的形状和尺寸可以根据实际需要进行设计，常见的有六边形、矩形等。例如，某河道护坡工程采用了边长为30cm、厚度为15cm的六边形生态混凝土护坡砖^[3]。这种护坡砖不仅具有生态功能，还便于施工和安装，能够快速形成护坡结构。在安装过程中，护坡砖之间的缝隙可以用碎石或土壤填充，以增加护坡的稳定性和生态性。

5.1.2 生态混凝土现浇护坡：生态混凝土现浇护坡是将生态混凝土直接浇筑在河道边坡上，形成连续的护坡结构。这种应用形式适用于坡度较陡、地形复杂的河道边坡。现浇护坡可以根据边坡的实际形状和尺寸进行施工，与边坡的贴合度更好，能够提供更稳定的护坡效果。例如，在某山区河道的护坡工程中，采用了生态混凝土现浇护坡，护坡厚度为20cm。在施工过程中，先对边坡进行清理和整平，然后安装模板，最后浇筑生态混凝土。经过一段时间的养护，现浇护坡结构与边坡紧密结合，有效地防止了边坡的坍塌和滑坡。

5.1.3 生态混凝土植被护坡：生态混凝土植被护坡是将生态混凝土与植被相结合的一种护坡形式。在生态混凝土表面种植适宜的水生植物或草本植物，植物的根系能够深入生态混凝土的孔隙中，增强护坡的稳定性。同时，植被的生长还能够改善护坡的景观效果，提高生态系统的生物多样性。

5.2 施工要点

5.2.1 边坡处理：在施工前，需要对河道边坡进行清理和整平，去除坡面的杂物、松散土石等，保证坡面的平整度和稳定性。对于坡度较陡的边坡，还需要进行适当的削坡处理，以降低边坡的坡度，提高护坡的安全性。

5.2.2 模板安装：对于现浇生态混凝土护坡，需要安装模板来保证混凝土的浇筑形状和尺寸。模板应具有足够的强度和刚度，安装时要牢固可靠，保证模板的垂直度和平整度。

5.2.3 混凝土浇筑与振捣：在浇筑生态混凝土时，要注意控制混凝土的浇筑速度和高度，避免出现混凝土离析现象。采用合适的振捣设备对混凝土进行振捣，确保混凝土充分密实，但要注意振捣时间不宜过长，以免破坏生态混凝土的孔隙结构。

5.2.4 植被种植与养护：对于生态混凝土植被护坡，在混凝土浇筑完成后，要选择适宜的植被进行种植。根据当地的气候条件和河道生态环境，选择耐水湿、根系发达、生长迅速的植物品种。种植后要加强对植被的养护管理，及时浇水、施肥、除草，保证植被的成活率和

生长状况。

6 生态混凝土护坡对生物多样性的提升机制

6.1 提供栖息环境

生态混凝土的多孔结构为各种生物提供了丰富的栖息空间。不同孔径的孔隙可以满足不同生物的生存需求，小型孔隙可以为水生昆虫、微生物等提供栖息和繁殖的场所，大型孔隙则可以供鱼类、两栖类等生物栖息和躲避敌害。此外，生态混凝土护坡上的植被也为鸟类、昆虫等生物提供了栖息和觅食的环境，吸引了更多的生物种类在此栖息和繁衍。

6.2 促进物质循环与能量流动

生态混凝土护坡能够促进河道生态系统中物质循环和能量流动。多孔结构使得水体和土壤能够充分接触，有利于营养物质在水体和土壤之间的交换。水生植物通过光合作用将太阳能转化为化学能，为生态系统提供能量来源。同时，植物的根系和微生物的活动能够分解有机物质，将其转化为无机物质，供其他生物利用，促进了生态系统的物质循环。

6.3 改善水质

生态混凝土护坡对水质改善具有积极作用。一方面，生态混凝土的多孔结构能够吸附和截留水体中的悬浮物和污染物，减少水体中的泥沙含量和污染物浓度。另一方面，生态混凝土护坡上的植被和水生生物能够吸收和转化水体中的营养物质，如氮、磷等，降低水体的富营养化程度，改善水质状况^[4]。良好的水质条件有利于更多生物的生存和繁衍，从而提升生物多样性。

6.4 增加生态系统的稳定性

生物多样性的提高能够增加河道生态系统的稳定性。生态混凝土护坡为多种生物提供了栖息和生存的环境，形成了复杂的食物链和食物网。当生态系统受到外界干扰时，复杂的生态网络能够通过自我调节机制，维持生态系统的平衡和稳定。例如，当某种生物数量减少时，其天敌可以通过捕食其他生物来维持自身的生存，而其食物来源也可以通过其他生物的补充来得到保障，从而避免了生态系统因单一物种的变化而崩溃。

7 生态混凝土材料在河道护坡中的未来发展展望

7.1 材料性能的优化

未来，将进一步优化生态混凝土材料的性能，通过研发新型的原材料和添加剂，提高生态混凝土的强度、耐久性和生态功能。例如，开发具有更高孔隙率和更合理孔径分布的生态混凝土，以满足不同生物的生存需求；研究具有自修复功能的生态混凝土，提高护坡结构的长期稳定性。

7.2 智能化监测与管理

结合物联网、大数据等现代信息技术，建立生态混凝土护坡的智能化监测与管理系统。实时监测护坡结构的力学性能、生态环境指标等，及时发现潜在的问题并采取相应的措施进行修复和维护。通过智能化管理，提高生态混凝土护坡的运行效率和生态效益。

7.3 多功能一体化发展

生态混凝土材料将向多功能一体化方向发展，除了具备护坡和生态功能外，还将集成水质净化、景观营造、文化展示等多种功能。例如，设计具有艺术造型的生态混凝土护坡结构，结合灯光效果，打造具有文化特色的河道景观；在生态混凝土中添加特殊的吸附材料，提高其对污染物的净化能力。

7.4 推广应用与标准化建设

加强对生态混凝土材料在河道护坡中应用的推广和宣传，提高社会各界对生态混凝土护坡技术的认识和接受度。同时，加快相关标准和规范的制定，完善生态混凝土材料的设计、施工、验收等环节的标准体系，为生态混凝土护坡技术的大规模应用提供技术支撑和保障。

结语

生态混凝土材料作为一种新型的河道护坡材料，具有传统护坡材料无法比拟的优势和特点。它在保障河道安全的同时，能够为生物提供适宜的栖息环境，促进物质循环和能量流动，改善水质，提升生物多样性，对河道生态系统的恢复和发展具有重要作用。通过实际案例分析可以看出，生态混凝土材料在河道护坡中的应用取得了显著的生态效益和社会效益。未来，随着材料性能的不断优化、智能化监测与管理技术的应用以及多功能一体化发展方向的推进，生态混凝土材料在河道护坡中的应用前景将更加广阔。我们应积极推广和应用生态混凝土护坡技术，加强标准化建设，为推动河道生态修复与可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]晏虎.生态混凝土技术在河道护坡功能中的实现与突破[J].水泥,2025,(07):81-84.
- [2]冯姝丽.河道生态混凝土护岸制备技术的应用研究[J].黑龙江水利科技,2024,52(02):110-113.
- [3]詹细松,河道工程强风化岩石边坡喷射生态混凝土防护技术研究与应用.广东省,广东省水利水电第三工程局有限公司,2023-04-23.
- [4]唐海勇,周顺吉.生态混凝土技术在河道治理中的应用研究[J].江西建材,2021,(09):272+274.