

土工材料性能优化及其工程应用研究

张保利

泰安佳路通工程材料有限公司, 山东 泰安 271000

DOI: 10.61369/SSSD.2026090011

摘 要： 土工材料是现代土木工程、水利工程、交通工程等领域的重要基础材料，土工材料的好坏直接关系到工程结构是否稳定、耐久、安全。随着各种工程建设规模的扩大以及复杂程度的提高，传统土工材料在抗老化、抗腐蚀、力学强度等方面存在的不足越来越明显，不能满足工程建设多样化的需求。本文主要研究土工材料性能优化的主要思路、主要方向以及常用的土工材料性能优化技术，分析不同种类土工材料优化后的工程应用场景，为各类工程中土工材料合理选用、性能提高和高效应用提供参考，促进土工材料行业可持续发展和工程建设质量提高。

关 键 词： 土工材料；性能优化；工程应用

Research on Performance Optimization and Engineering Application of Geosynthetics

Zhang Baoli

Tai'an Jialutong Engineering Materials Co., Ltd., Tai'an, Shandong 271000

Abstract： Geosynthetics are important basic materials in modern civil engineering, water conservancy engineering, transportation engineering and other fields. The performance of geosynthetics is directly related to the stability, durability and safety of engineering structures. With the expansion of engineering construction scale and increase of complexity, the shortcomings of traditional geosynthetics in aging resistance, corrosion resistance, mechanical strength and other aspects have become increasingly prominent, which can no longer meet the diversified demands of engineering construction. This paper mainly studies the main ideas, directions and common technologies for the performance optimization of geosynthetics, and analyzes the engineering application scenarios of different optimized geosynthetics. It provides a reference for the rational selection, performance improvement and efficient application of geosynthetics in various projects, so as to promote the sustainable development of the geosynthetics industry and the improvement of engineering construction quality.

Keywords： geosynthetics; performance optimization; engineering application

在现代工程建设中，土工材料的应用范围不断扩大，从一般的路基防护、河道整治，到大型的水利枢纽、高速公路、垃圾填埋场等重点工程，土工材料都起着不可替代的作用^[1]。土工材料因为具有轻质、方便、成本可控等特点，逐渐代替了传统的天然建筑材料，成了改善工程土体性能、增强工程结构稳定性的重要材料。目前土工材料性能优化是土木工程研究的热点，相关的优化技术及应用经验日益丰富，但是从行业层面来讲，还存在着优化技术使用不规范、不同工程场景下的优化方案针对性欠缺等状况，需要对土工材料性能优化的主要方向以及工程应用重点展开全面整理，为行业发展赋予完备的参照。

一、土工材料性能优化的核心思路与方向

（一）土工材料性能优化的核心思路

土工材料性能优化的核心思想就是根据工程的实际需要，结合土工材料本身的特点和应用环境，采用合理的工程技术手段来提高土工材料的薄弱性能，提高土工材料的综合性能，使其更好地满足工程的需求^[2]。优化时要遵循“因地制宜、按需优化”的原则，各个工程场景的地质状况，气候环境，荷载需求千差万别，

对土工材料的性能侧重点也有所不同，所以优化方案必须依照具体工程需求展开有针对性的设计，不能盲目地进行优化。土工材料性能优化还要考虑经济性、实用性，在提高土工材料性能的同时，尽量控制优化成本，使优化后的土工材料能在工程中得到广泛的应用^[3]。

（二）土工材料性能优化的主要方向

根据土工材料核心性能要求及工程应用需要，土工材料性能优化主要从力学性能优化、抗老化性能优化、抗腐蚀性性能优化、

防渗性能优化四个方面展开，各个优化方向都有对应的优化思路和技术手段^[4]。

力学性能优化是土工材料性能优化的基础方向，主要解决土工材料抗拉、抗压、抗剪强度不够的问题，采用材料改性、结构调整等方法提高材料的力学性能，使材料能承受更大的工程荷载，防止土体变形、结构破坏。

抗老化性能优化主要是对合成土工材料进行处理，以达到长期在自然环境中不老化、性能不衰减的目的。优化时，主要用到添加抗老化剂、改进材料配方、表面处理等手段来提高土工材料的抗紫外线、抗温度变化、抗风雨侵蚀的能力，从而延长材料的使用寿命。

抗腐蚀性能优化主要是针对在腐蚀性环境下使用的土工材料，即污水处理厂、化工厂、盐碱地等，采用材料改性和防腐处理的方法，提高土工材料抵抗酸碱盐、化学药剂等腐蚀性物质的能力，防止土工材料的降解和损坏。

防渗性能优化主要是对土工膜、复合土工膜等防渗类土工材料进行改进，提高材料的防渗性能，阻止水分和有害物质的渗透。

二、土工材料性能优化的常用技术

（一）材料改性技术

材料改性技术属于土工材料性能改善的重要手段，主要是通过改变土工材料的原料配方、内部结构等途径来提高土工材料各项性能。根据改性方式的不同，可以分为物理改性和化学改性两种类型，两种改性技术各有特点，适合于不同的土工材料和优化要求^[5]。物理改性技术主要是利用物理手段，如混合、拉伸、编织等，对土工材料内部结构和形态进行改变，从而提高土工材料的力学性能和使用性能，该技术具有操作简便、成本低、环保性好等特点，被广泛应用于各种土工材料的性能改进。化学改性技术主要是利用化学试剂或者化学反应，对土工材料的化学性质进行改变，从而提高土工材料的抗老化、抗腐蚀、防渗等性能。合成土工材料生产时加入抗老化剂、防腐剂、防渗剂等化学试剂来提高其抗老化、抗腐蚀性；用化学交联反应提高土工材料内部结合力，提高土工材料力学性能及稳定性。

（二）生产工艺优化技术

生产工艺对土工材料性能有影响，通过改进生产工艺可以在不改变原料配方的基础上提高土工材料性能、降低生产成本，是土工材料性能优化的技术手段之一。不同的土工材料生产工艺不同，优化的方向也有所不同。对土工布、土工膜等合成土工材料的生产工艺优化主要是对原料熔融、挤出、编织、成型等环节进行优化。优化原料熔融温度、时间，保证原料充分熔融，减少材料内部孔隙、缺陷，提高材料的致密性、防渗性；优化挤出工艺，控制材料厚度、均匀度，保证材料性能稳定；改进编织工艺，提高材料编织密度、整体性，增强材料力学性能、过滤性能。复合土工材料生产工艺优化主要是复合环节，通过改进复合方式和工艺参数来保证不同种类的土工材料之间结合紧密，防止

出现分层、脱落等现象，提高复合土工材料的综合性能^[6]。

（三）表面处理技术

表面处理技术主要是提高土工材料表面性能，改善材料耐磨性、抗老化性、抗腐蚀性、粘结性，适用于各种土工材料的性能改进，特别适合于长期处于自然环境中的土工材料以及与其他材料粘结的土工材料。常见的表面处理有涂层处理、等离子处理、紫外线处理等。涂层处理是应用最广的一种表面处理技术，在土工材料表面涂刷一层防护涂层，形成保护膜，抵御外界环境的侵蚀，提高材料的抗老化、抗腐蚀、防渗性能。土工膜表面涂覆防腐涂层以提高材料在腐蚀性环境中稳定性，在土工布表面涂覆耐磨涂层以提高材料耐磨性，延长材料使用寿命。等离子处理技术利用等离子体的作用，改变土工材料表面的物理化学性质，提高土工材料表面的活性和粘结性，使土工材料与其他材料有更好的粘结性能，提高施工质量。

三、土工材料在工程中的具体应用

（一）土木工程中的应用

土木工程是土工材料应用最广的领域之一，优化后的土工材料在地基处理、路基加固、边坡防护等各方面发挥着重要作用，提高了土木工程结构稳定性及耐久性^[7]。在地基处理中，优化后土工格栅、土工布等材料的力学性能及加筋作用明显增强，可显著提高软土地基承载力，减小地基沉降，避免地基变形破坏，适合于各种建筑地基、道路地基等工程。在软土地基处理时，铺设优化过的土工格栅可以分散地基荷载，提高地基的整体性、承载力，加快地基固结速度，减小工程施工难度。路基加固后使用优化过的土工材料，可提高路基的力学强度与稳定度，防止路基开裂、沉降、滑坡等问题发生，适合于高速公路、铁路、普通公路等各种道路路基工程。铺设优化过的土工布、土工格栅后，可提高路基的抗剪强度、抗拉强度，减小路基不均匀沉降，延长道路使用寿命，降低道路养护费用。

（二）水利工程中的应用

水利工程对于土工材料的防渗、抗腐蚀、抗老化性能要求较高，优化后的土工材料在水利工程中得到广泛应用，主要用在堤坝防渗、河道整治、水库加固等场合，提高了水利工程的安全性、耐久性^[8]。优化后的土工膜、复合土工膜等材料，具有更好的防渗性能和抗老化性能，可以有效地阻止堤坝渗漏，防止堤坝溃决，适合于各种水库堤坝、河道堤坝等工程。例如在水库堤坝修建时用上铺设过复合土工膜，可形成一个完整防渗体系，阻隔水分渗透，减少堤坝渗漏损耗，保证水库安全运行。河道整治时，改良后的土工布、土工格栅等材料具有较好的过滤、防护、加筋作用，能较好地防止河道冲刷、水土流失，改善河道生态环境，适合用于河道清淤、河道护坡等工程。河道护坡工程中采用经改进的土工布可以过滤水中的泥沙，防止土体流失，保护护坡结构，提高护坡稳定性、耐久性。水库加固后，优化过的土工材料可以提高水库堤坝的力学强度和防渗性能，解决水库堤坝的渗漏、变形问题，延长水库的使用寿命。

（三）环保工程中的应用

随着环保意识的提高，环保工程对于土工材料的环保性以及防渗性能要求越来越高，经过优化的土工材料在垃圾填埋场、污水处理厂等环保工程中得到广泛应用，有效地防止了环境污染，保护了生态环境。垃圾填埋场优化后使用的土工膜、复合土工膜等材料，有较好的防渗和抗腐蚀性能，可以有效地阻止垃圾渗滤液的渗透，防止渗滤液污染地下水、土壤，保护周围环境。在垃圾填埋场底部及周边铺设优化过的土工膜，形成一个完整的防渗屏障，把垃圾渗滤液收集起来加以处理，防止造成环境污染。污水处理厂中优化过的土工材料主要用作污水处理池的防渗、过滤、防护，可以防止污水渗漏，提高污水处理效果，适合用于污水处理池、污泥填埋场等设施。在污水处理池的建造过程中，使用了经过优化处理过的土工膜来防止污水渗透，从而保护了地下水环境，铺设优化后的土工布可以过滤污水中的杂质，提高污水处理的效果^[9]。

（四）其他工程中的应用

除了土木工程、水利工程、环保工程之外，优化后的土工材料也被应用到矿山工程、港口工程、机场工程等其他领域中，发挥着重要的作用。矿山工程中优化后的土工材料主要用在矿山边坡防护、尾矿库防渗等方面，可以防止矿山边坡滑坡、尾矿库渗漏，保证矿山生产安全，减少环境污染^[10]。港口工程中，优化后的土工材料主要用在港口码头的防护、地基加固等地方，可以

提高港口码头的稳定性、耐久性，抵抗海浪、潮汐的侵蚀。港口码头地基加固时，铺设优化后的土工格栅可以提高地基的承载力，减小地基沉降，保证码头结构稳定，在港口护坡工程中，铺设优化后的土工布、土工膜可防止护坡结构被海浪侵蚀，延长护坡使用寿命。在机场工程中，优化后的土工材料主要用在机场跑道地基加固、停机坪防护等地方，可以提高机场跑道和停机坪的承载能力与稳定性，保证飞机安全起降。

四、结论

伴随着科技的不断进步以及工程建设需求的不断提高，土工材料性能的改善将会向更高效、更环保、更多元的方向发展。未来土工材料性能优化技术会不断革新，新型的优化技术、材料将会不断出现，比如环保型改性材料的研发、智能化优化技术的应用等，都会使土工材料的性能得到进一步提高，优化成本得以降低，环境污染程度得到减小。土工材料的应用范围会越来越广，在新能源、生态修复等新兴领域应用的会越来越多，给土工材料行业的发展带来新的机遇。另外，随着行业标准不断更新完善，土工材料性能改善及工程应用会愈加规范、标准化，有效克服目前行业内存在的一些优化技术应用无序、经验欠缺等状况，促使土工材料行业朝着可持续发展迈进。

参考文献

- [1] 杜杰贵, 赵云萍, 张浩楠, 等. 土工合成材料改善沥青路面结构性能研究进展 [J]. 塑料科技, 2025, 54(02): 208-213.
- [2] 姜军, 彭良臣, 杨德胜. “白改黑”路面土工材料防反射裂缝试验及应用研究 [J]. 公路交通技术, 2025, 42(01): 55-62.
- [3] 林洪谊. 土工合成材料在公路高填方边坡加固技术及应用 [J]. 中国住宅设施, 2025, (12): 43-45.
- [4] 初蕾. 高速公路土工合成材料在路基加固中的应用 [J]. 散装水泥, 2025, (06): 105-107.
- [5] 孙文娟, 郭威威. 水利水电工程中土工合成材料的综合应用与技术进展 [J]. 内江科技, 2025, 46(11): 139-140.
- [6] 代茂华, 郝晟. 土工合成材料柔性约束碎石桩地基处理技术 [J]. 天津建设科技, 2022, 32(05): 11-14.
- [7] 宋晖. 土工合成材料在道路工程中的应用 [J]. 四川水泥, 2022, (09): 178-180.
- [8] 王新岐, 曾伟, 王朝辉, 等. 泥态固化土材料组成及其工程性质研究进展 [J]. 天津建设科技, 2022, 32(04): 1-7.
- [9] 赵景琳, 卢波, 刘东旭. 基于柔性复合材料面层的土钉墙支护应用研究 [J]. 合成材料老化与应用, 2022, 51(03): 151-154.
- [10] 郭东悦, 孙无为, 叶志坤, 等. 土工合成材料在内河航道整治工程中的应用 [J]. 中国水运 (下半月), 2023, 19(22): 141-142.