

水利工程中土工合成材料试验检测规范及实践

陈姝瑶

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830013

摘要：本文综述了土工合成材料的分类、在水利工程中的应用、试验检测规范及实践要点。详细探讨了材料的物理、力学及水力性能检测规范，强调了样品采集与制备、设备校准与维护、检测环境控制的重要性。同时，阐述了数据处理与结果判定的流程，包括数据记录、结果判定依据及报告编制，为土工合成材料在水利工程中的安全应用提供了科学依据和技术支撑。

关键词：水利工程；土工合成材料；试验检测；规范；实践

引言：土工合成材料作为水利工程的关键要素，其性能评估与检测至关重要。本文综合探讨了土工合成材料的分类、应用、试验检测规范及实践要点，旨在提供一套系统、科学的评估体系。通过深入分析物理性能、力学性能及水力性能等关键指标，结合严格的检测流程与环境控制，确保材料性能评估的准确性，为水利工程的安全与质量提供坚实保障。

1 土工合成材料概述

1.1 土工合成材料的分类

土工合成材料主要可以分为四大类：土工织物、土工膜、土工复合材料和土工特种材料。（1）土工织物：这类材料主要由纤维编织而成，具有良好的透水性、透气性，以及一定的拉伸强度和抗撕裂性能。在水利工程中，土工织物常被用作反滤层，通过其纤维结构的筛选作用，有效防止土壤颗粒随水流流失，同时保证水流的顺畅排出，从而保护水利工程结构不受侵蚀。（2）土工膜：土工膜是一种由高分子聚合物制成的薄膜材料，具有极佳的防水性能和一定的机械强度。在水利工程中，土工膜常被用作防渗层，如水库大坝、河道衬砌、垃圾填埋场等工程，通过其致密的薄膜结构，有效隔绝水分渗透，保护工程结构和地下水资源不受污染。（3）土工复合材料：土工复合材料是由两种或两种以上不同性质的土工合成材料通过特定工艺复合而成，结合了各组成材料的优点，具有多重功能。在水利工程中，土工复合材料常被用于加固、加筋、排水等场景，如采用土工格栅与土工织物复合而成的加筋材料，可以显著提高土体的承载能力和稳定性。（4）土工特种材料：这类材料是针对特定工程需求而设计的，具有特殊性能的材料。在水利工程中，土工特种材料的应用范围广泛，如膨润土防水毯、土工网、土工泡沫等，它们各自具有独特的性能，能够满足水利工程中各种复杂条件下的特殊需求。

1.2 土工合成材料在水利工程中的应用

在水利工程中，土工合成材料的应用场景广泛，涵盖了工程的各个方面。（1）堤防加固与防护：利用土工织物或土工复合材料进行堤防加固，可以显著提高堤防的抗滑稳定性和承载能力，防止洪水冲刷造成的堤岸塌陷。同时，土工织物还可以作为护坡材料，通过其纤维结构的摩擦力和抓地力，有效防止土壤侵蚀。（2）水库大坝防渗：在水库大坝工程中，土工膜作为防渗层，通过其致密的薄膜结构，有效隔绝水库内外的水分交换，保护大坝结构不受渗漏侵蚀。同时，土工膜还具有一定的弹性，能够适应大坝结构的微小变形，保证防渗效果的持久性。（3）河道衬砌与排水：在河道衬砌工程中，土工膜和土工织物常被联合使用。土工膜作为防渗层，防止河水渗漏对河道两岸造成侵蚀；土工织物则作为排水层，通过其良好的透水性，将河道内的多余水分排出，保持河道的稳定性和畅通性。（4）生态修复与环境保护：在水利工程中，土工合成材料还可以用于生态修复和环境保护。例如，采用三维植被网等土工特种材料，可以在河湖岸线等区域种植植被，促进生态恢复，提高水体的自净能力。同时，土工合成材料还可以作为垃圾填埋场的封场材料，防止垃圾渗滤液对地下水和土壤造成污染^[1]。

2 试验检测规范

2.1 物理性能检测规范

物理性能是土工合成材料最基本的性能指标之一，主要包括厚度、单位面积质量等。这些指标的准确测量对于评估材料的均匀性、耐用性及适用性具有重要意义。（1）厚度检测：厚度是衡量土工合成材料尺寸稳定性的重要参数。检测时，需将试样置于规定的压力条件下，使用精度符合要求的厚度仪进行测量。为确保测量结果的准确性，应在试样的不同位置按标准间距进行多

点测量,并取平均值作为最终结果。这一过程中,压力的选择、测量点的分布以及厚度仪的精度均需严格按照相关标准进行,以消除测量误差。(2)单位面积质量检测:单位面积质量反映了土工合成材料的重量分布及材料密度。检测时,需从试样中裁剪出规定尺寸的试样,并使用高精度天平进行称重。通过计算试样的质量与面积之比,即可得出单位面积质量。这一过程中,试样的裁剪尺寸、天平的精度以及称重环境的控制均需严格遵守检测规范,以确保测量结果的准确性。

2.2 力学性能检测规范

力学性能是土工合成材料在实际应用中承受外力作用时表现出的性能,主要包括拉伸性能、撕裂性能和顶破性能等。这些性能的测试对于评估材料的强度、韧性及抗破坏能力至关重要。(1)拉伸性能检测:拉伸性能是衡量土工合成材料抗拉强度及伸长率的重要指标。检测时,需使用拉伸试验机,以特定的速率对试样进行拉伸,直至试样破坏。在拉伸过程中,应记录破坏荷载、伸长率等关键参数。这一过程中,拉伸速率的选择、试样的尺寸及形状、试验机的精度及校准等均需符合相关标准,以确保测试结果的可靠性。(2)撕裂性能检测:撕裂性能反映了土工合成材料在受到撕裂力作用时的抵抗能力。检测时,需制备特定形状的试样,并使用撕裂仪进行测定。撕裂仪通过模拟撕裂过程,测量试样在撕裂过程中的最大撕裂力或撕裂强度。这一过程中,试样的形状及尺寸、撕裂仪的类型及精度、测试环境的控制等均需严格按照规范执行,以确保测试结果的准确性。

(3)顶破性能检测:顶破性能是衡量土工合成材料在受到顶压力作用时的抵抗能力。检测时,需将试样固定于圆形夹具上,并使用顶杆以规定的速率对试样进行顶压,直至试样破坏。在顶压过程中,应记录顶破强度等关键参数。这一过程中,顶压速率的选择、试样的固定方式、顶杆的形状及尺寸、试验机的精度及校准等均需符合相关标准,以确保测试结果的可靠性。

2.3 水力性能检测规范

水力性能是土工合成材料在水利工程中不可或缺的重要性能指标,其中渗透性能和抗冲刷性能尤为关键。这些性能的准确测试对于评估材料的防水性、透气性及耐久性具有至关重要的作用。(1)渗透性能检测:渗透性能是衡量土工合成材料透水效率的核心指标。检测时,通常采用常水头或变水头渗透试验方法进行。在设定的水头差条件下,精确测量单位时间内通过试样的水量,并据此计算渗透系数。为确保测试结果的精确性,必须严格遵守规范中关于水头差的选择、试样尺寸及形

状的规定,同时严格控制测量时间和渗透系数的计算方法。(2)抗冲刷性能检测:抗冲刷性能是指土工合成材料在受到水流冲刷作用时的抵抗能力。检测时,需模拟实际工程中的水流冲刷环境,观察并记录材料在特定时间内受冲刷后的质量损失、破损情况及结构变化。通过评估材料的抗冲刷性能,可以预测其在实际工程中的耐久性。此过程中,试验条件的设定、水流速度的控制、冲刷时间的确定以及评估标准的采用等均需遵循相关规范,以确保测试结果的可靠性和准确性^[2]。

3 实践要点

3.1 样品采集与制备

样品采集是土工合成材料试验检测的第一步,也是确保检测结果准确性的基础。在工程现场,应按照随机抽样的原则,从不同批次、不同部位选取足够数量的样品,以全面反映材料的整体性能。随机抽样可以避免因人为因素导致的样品偏差,提高检测结果的代表性。

(1)在样品制备过程中,应严格遵循相关规范,确保样品的尺寸、形状符合检测要求。制备不当可能会对样品的性能产生影响,进而影响检测结果的准确性。例如,在制备拉伸试验样品时,应确保样品的长度、宽度及厚度等尺寸符合标准要求,同时避免在制备过程中引入损伤或变形。此外,对于不同类型的土工合成材料,如土工织物、土工膜等,其制备方法和注意事项也有所不同,需根据具体规范进行操作。(2)在样品采集与制备过程中,还应注意记录相关信息,如样品的来源、批次、制备时间等,以便在后续检测中进行分析和追溯。

3.2 设备校准与维护

试验检测设备的准确性是确保检测结果可靠性的关键。定期对试验检测设备进行校准和维护,是保障设备性能稳定、提高检测精度的有效手段。(1)对于拉伸试验机、厚度仪、天平、渗透仪等关键设备,应严格按照相关标准进行校准。校准过程中,应使用标准样品或标准物质进行比对测试,以验证设备的准确性和稳定性。同时,应记录校准结果和校准日期,以便在后续检测中进行参考和比对。(2)除了定期校准外,设备的日常维护也至关重要。应定期检查设备的性能,如拉伸试验机的拉力传感器、厚度仪的测量探头等,确保其处于良好状态。对于磨损严重的部件,应及时进行更换,以避免因设备故障导致的检测误差。(3)在设备使用过程中,还应注意遵守操作规程,避免因操作不当导致的设备损坏或性能下降。例如,在使用拉伸试验机时,应确保样品的正确安装和夹紧,避免样品在拉伸过程中滑落或断裂;在使用天平进行称重时,应确保天平的平稳放置和

准确读数,避免因振动或读数误差导致的测量不准确。

3.3 检测环境控制

温度、湿度等环境因素会对土工合成材料的性能产生影响,进而影响检测结果的准确性。因此,在进行土工合成材料试验检测时,应严格控制检测环境,确保其在标准环境条件下进行。(1)多数土工合成材料的检测需在温度($\pm 2.0^{\circ}\text{C}$)、相对湿度($\pm 4.0\%$)的标准环境条件下进行。为实现这一目标,可采用空调、加湿器等设备对检测环境进行调控。在检测前,应提前开启空调和加湿器,使检测环境达到稳定状态。同时,在检测过程中,应定期监测温度和湿度等参数,确保其保持在规定范围内。(2)在检测环境控制方面,还应注意以下几点:一是保持检测环境的清洁和整洁,避免灰尘、油污等污染物对样品和检测设备的影响;二是避免阳光直射和强风等外部因素对检测环境的干扰;三是确保检测环境的通风良好,避免因空气不流通导致的温度和湿度波动^[3]。

4 数据处理与结果判定

4.1 数据记录与整理

检测过程中,详细记录各项原始数据是基础。这包括但不限于试验时间、设备参数(如加载速率、温度控制等)以及各类测量值(如拉伸强度、断裂伸长率、厚度等)。数据的准确记录是后续分析的前提,任何细微的误差都可能对最终结果产生显著影响。数据整理阶段,首先需对原始数据进行初步筛选,剔除明显偏离正常范围的异常值。这些异常值可能源于设备故障、操作失误或样品本身的特殊性,它们会干扰数据的真实性和代表性。随后,按照相关规范要求,计算平均值、标准差等统计参数,以全面、客观地反映材料的整体性能。

4.2 结果判定依据

结果判定是检测流程的核心环节。依据国家、行业相关标准及具体工程的设计要求,将检测结果与规定指标进行逐一对比。这一过程要求严谨细致,任何一项指标的偏差都可能导致材料被判定为不合格。若所有检测指标均满足规定要求,则可判定材料合格,适用于预定

工程领域。然而,若存在不达标项,则需立即启动复检程序,或深入分析原因。复检旨在验证初次检测结果的准确性,避免因偶然因素导致的误判;而深入分析原因则有助于识别材料性能不达标的具体因素,为后续的材料改进或工程调整提供依据。

4.3 报告编制

检测报告是检测成果的集中体现,其质量直接影响工程决策的准确性和可靠性。一份合格的检测报告应内容完整、准确清晰,涵盖工程信息、材料信息、检测项目、检测方法、检测结果及判定结论等关键要素。报告编制过程中,应严格遵循行业规范,确保格式统一、内容规范。文字表述应简洁明了,避免使用模糊或歧义性语言;图表和数据应清晰直观,便于读者快速理解。同时,报告应具有权威性和可追溯性,所有检测数据和结论均应基于科学的方法和严谨的数据处理,确保检测结果的准确性和可靠性。此外,报告还应记录检测工作的全过程,包括样品采集、设备校准、环境控制等关键环节,以便于后续追溯和验证^[4]。

结束语

土工合成材料作为水利工程的关键要素,其性能评估至关重要。通过严格的试验检测规范、精细的实践操作要点及严谨的数据处理与结果判定流程,可确保材料性能评估的准确性。未来,随着技术的不断进步,土工合成材料的检测将更加智能化、精细化,为水利工程的安全与可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]李惠龙.水利工程中土工合成材料的应用[J].江苏建材,2024,(04):27-28.
- [2]李延忠,吕晓.土工合成材料在水利工程防渗中的应用[J].合成材料老化与应用,2021,50(04):131-133.
- [3]王颖莉.土工合成材料性能检测技术的应用研究[J].四川水泥,2020,(01):133.
- [4]吕信义.土工合成材料在水利工程中的科学运用[J].电子乐园,2021(4):1.