

# 土工布老化性能及测试标准研究

摘要：土工布是目前土工合成材料领域发展迅猛的一种纺织材料，被广泛应用于公路、铁路、水利、建筑等各类工程项目中。土工布的老化性能直接影响工程的可靠性和安全性，研究土工布的老化现象及原因，建立和规范老化标准测试方法，进一步提高土工布的老化性能，对工程应用具有很高的经济和战略意义。

关键词：土工布；老化性能；标准；人工加速老化试验

目前土工布的生产和应用快速发展，对土工布的研究很多，但关于土工布老化性能的研究相对较少。土工布作为一种工程材料，其老化性能指标直接影响工程的寿命、安全性和可靠性。因此，对土工布老化性能的研究具有很高的经济意义和战略意义。美国材料与试验协会(ASTM)对土工布的定义为：一切和地基、土壤、岩石、泥土或任何其他土建材料一起使用，并作为人造工程或系统的组成部分的纺织品[1]。土工布和地基、土壤、岩石、泥土或其他建筑材料一起使用，利用土工布对泥土起加固、保护、排水、过滤、隔离、防渗等作用[2]。土工布目前已经同水泥、钢材、木材一起被称为“四大建筑材料”[3]。

土工布根据加工方法不同可以划分为机织土工布、针织土工布和非织造土工布[4]。机织土工布目前使用较多的是长丝机织布和扁丝机织布，材料以聚丙烯为主。经编复合土工布是以玻璃纤维(或其他合成纤维)为增强材料，通过与短纤针刺非织造土工布复合而成。非织造土工布主要有短纤维针刺土工布和长丝纺粘土工布，所选合成纤维原料主要是涤纶、丙纶、锦纶等，其中主要使用涤纶和丙纶。

不论针织土工布、机织土工布或非织造土工布，在加工、储存和使用过程中，易受内部因素和外部因素的共同作用，其性能逐渐变坏，以致最后丧失使用价值的现象，称为老化。这是土工布常见的问题，其本质是高分子结构中分子链的断裂、化学结构的变化等，宏观上则表现为土工布强度下降和宏观结构破坏等，是一种不可逆变化[6-7]。

## 1 老化现象原因

土工布老化有多种表现：宏观表现为外观变色、脆化、丧失光泽、结构改变、力学性能下降等；微观表现为大分子结构改变，大分子量下降等。其中对工程应用影响最大的就是力学性能的下降和材料结构的改变。

老化的原因有内因和外因两种。内因指材料本身的性质，主要有：单体的结构状态、高分子体系内部性质、添加剂等；外因指外界的环境因素，主要有太阳光、氧气、热、水分、pH值、应力、工业气体、海水、盐雾、霉菌、细菌等。影响老化的原因是多种多样的，通常各种因素共同起作用，但其中太阳光、水、氧气、热是最主要的影响因素，本文主要集中对这几个因素进行讨论[8]。

## 2 老化试验

老化试验是研究土工布在一定环境下的老化规律和评价土工布老化性能的手段。通过老化试验，测试土工布的强度、伸长率、弹性模量和微孔结构等随时间的老化情况。老化试验主要有人工加速老化试验、自然环境老化试验和实际应用老化试验三种[9]。

#### 1)人工加速老化试验

将试样放置在一个老化箱内，根据样品实际使用情况或相关老化标准，设置老化箱的参数，如温湿度、紫外线强度、雨淋、冷凝等。经过一定时间的加速老化以后，将老化样和原样进行对比，由此估计样品的耐老化性能。采用仪器加速老化的特点是加速老化条件稳定、可比性强、试验周期短、重现性较好。

人工加速老化试验主要包括：人工加速紫外老化试验、人工加速热老化试验、人工加速氧老化试验、人工加速湿热老化试验等。

#### 2)自然环境老化试验

将试样暴露在自然环境中，**检测**土工布性能随时间的老化情况。自然环境老化试验的优点是采用真实的自然环境进行试验，结果真实可靠。缺点是费时费力，一般至少一年，多则几年，无法对新材料、新产品的老化性能进行快速评价。

自然环境老化试验主要包括：大气老化试验、地下埋藏试验、海水浸渍试验和水下埋藏试验等。目前进行较多的是大气老化试验和地下埋藏试验。

#### 3)实际应用老化试验

该试验在实际工程应用中进行，在工程现场定期取样，测试强度损失率及有关指标，了解实际应用中材料的老化程度。实际应用老化试验优点是在具体的施工环境中取样试验，数据真实可靠。缺点是时间周期长，普遍适用性较差。

在理论研究方面，人工加速老化和自然环境老化之间的相关性研究是一个比较活跃的领域。人们提出老化模型灰色预测，通过相关性研究用人工加速老化试验结果去预测自然老化时间。老化模型灰色预测是基于灰色系统理论的一种预测方法，根据已知数据建立一个由过去引伸到将来的灰色模型，从而确定系统未来的发展变化趋势[10]。

### 3 标准测试

不少国家和组织对土工布老化现象进行研究，规定了户外暴露老化标准，如国际标准化组织的 ISO 标准、美国的 ASTM 和 AATCC 标准、欧洲的 EN 标准等。就目前我国土工布的研究现状，进行老化方面的研究较少，国内土工布老化性能试验方法标准较少，土工布产品标准中也缺少对老化性能标准值的规定，如 GB/T 17642—2008《土工合成材料非织造布复合土工膜》；GB/T 17639—2008《土工合成材料长丝纺粘针刺非织造土工布》；GB/T 17638—1998《土工合成材料短纤针刺非织造土工布》等。

目前国内土工布老化标准较少，可适当考虑参考采用塑料和纺织品的老化标准。例如 GB/T 16422.1—2006、GB/T 16422.2—1999、GB/T 16422.3—1997、GB/T 16422.4—1996 《塑料实验室光源暴露试验方法》；ISO 4892—1:1999、ISO 4892—2:2006、ISO 4892—3:2006、ISO 4892—4:2004 《塑料实验室光源曝晒方法》；ASTM G 154—2006 《非金属材料荧光紫外曝露试验操作标准》。

常见的实验室老化试验主要有光照老化、湿热老化、热风老化等。目前国内外常用的土工布老化标准如表 1 所示。

表 1 国内外土工布相关老化标准

标准号	标准名称
GB/T 17631—1998	土工布及其有关产品抗氧化性能的试验方法
GB/T 17632—1998	土工布及其有关产品抗酸碱液性能的试验方法
EN 12224—2000	土工织物及其相关产品耐气候老化性能的测定
EN 12225—2000	土工织物及其相关产品通过土埋试验测定抗微生物的方法
EN 12226—2000	土工织物及其相关产品耐久性测试评定的通用试验方法
EN 14030—2001	土工布及其有关产品耐酸和碱液体性能测定的筛选试验方法
ASTM D 4355—2007	氙弧灯仪器中曝光于光、湿气和热的土工布的老化标准试验方法
ASTM D 5970—1996	暴露于户外的土工织物损坏标准实施规程
AATCC 186—2001	耐气候性紫外线和湿度暴露

#### 4 表征

对于工程应用的土工布而言，老化性能的表征主要包括宏观和微观两个方面。宏观方面是一定老化时间下，土工布的强度保持率(主要有拉伸强度、撕裂强度、顶破强度)、伸长率、脆化、宏观结构形态变化情况等。微观方面主要指在老化过程中，大分子结构降解过程和降解产物等。降解过程检测可采用差热分析法、热分析方法等；降解物质分析可采用气体色谱/质谱分析法、红外光谱法和凝胶分析方法等。

#### 5 结论

土工布越来越多地被用作公路、铁路、土木、水利等工程的材料。研究材料的老化性能可以预测材料的使用寿命，这对预测整个工程的稳定性和使用寿命具有非常大的意义。因此，老化问题的研究特别重要。通过对土工布老化性能的测试研究，认识和掌握其老化规律，然后通过改性或后处理等方法提高土工布的抗老化性能。

目前土工布缺少统一的国内老化试验标准和规程，为了加快土工布的发展和应用，应尽快制定或修改采用国外标准，形成我国的国家老化试验标准。

#### 参考文献

- [1]范晓玲,郭秉臣.非织造土工布的开发应用[J].非织造布,2001,9(1):37~40.
- [2]陈丽萍,谢光银.土工布的功能及发展状况[J].山东纺织科技,2009(4):48~49.
- [3]王飞龙,邵敏.机织土工布的发展及现状[J].广西纺织科技,2010,39(1):37~39.
- [4]高小亮.土工布的性能及应用[J].辽宁丝绸,2010(1):12~15.
- [5]赵永霞.非织造土工布的发展与应用[J].纺织导报,2009(3):79~84.
- [6]高岩磊,崔文广,牟微等.高分子材料的老化研究进展[J].河北化工,2008,31(1):29~32.
- [7]吴岚.纺织材料老化与特种工业用纺织品的储存[J].上海纺织科技,2001,29(3):60~61.
- [8]王殿武.土工合成材料老化问题的探讨[J].东北水利水电,1991(10):31~36.
- [9]白建颖.土工布老化试验研究[J].纺织学报,1996,17(5):54~56.
- [10]王广月.土工合成材料老化性能的灰色预测[J].水利水电技术,2003,34(4):36~37