

新型复合材料在建筑安全绳网中的应用及性能测试

鲁 伟

(山东滨州鲁鹏化纤制品有限公司, 山东 滨州 251415)

摘 要 建筑安全绳网作为保障建筑施工人员生命安全的关键防护设施, 其性能直接关系到施工安全。传统材料制成的安全绳网在强度、耐久性、轻量化等方面存在一定的局限。新型复合材料凭借优异的综合性能, 在建筑安全绳网领域展现出广阔的应用前景。本文探讨了新型复合材料在建筑安全绳网中的应用, 包括常见的复合材料类型及其优势, 详细介绍了针对这类安全绳网的性能测试标准、方法和结果, 分析了新型复合材料安全绳网在实际应用中面临的挑战, 并对其未来发展趋势进行了展望, 旨在为新型复合材料在建筑安全绳网领域的进一步推广和应用提供参考。

关键词 新型复合材料; 建筑安全绳网; 性能测试

中图分类号: TU5; TU89

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.28.021

0 引言

建筑行业是一个高风险行业, 施工过程中存在着诸多安全隐患, 如高空坠落、物体打击等, 这些事故往往会造成严重的人员伤亡和财产损失。建筑安全绳网作为防止人员坠落和物体坠落伤人的重要防护装备, 在建筑施工安全保障体系中占据着不可或缺的地位。传统的建筑安全绳网多采用钢丝绳、尼龙绳等材料制成。钢丝绳虽然强度较高, 但重量大、柔韧性差, 使用过程中操作不便, 且容易锈蚀, 影响其使用寿命和安全性; 尼龙绳等高分子材料绳网虽然重量较轻、柔韧性较好, 但在强度、耐磨损性和耐老化性等方面存在不足, 难以满足复杂建筑施工环境的要求^[1]。随着材料科学的不断发展, 新型复合材料应运而生。新型复合材料是由两种或两种以上不同性质的材料, 通过物理或化学的方法, 在宏观上组成具有新性能的材料。它既保留了组成材料的优点, 又克服了其各自的缺点, 具有强度高、重量轻、耐腐蚀、耐老化等优异性能, 为建筑安全绳网的升级换代提供了新的可能。

1 新型复合材料在建筑安全绳网中的应用

1.1 常见的新型复合材料类型

1. 玻璃纤维复合材料: 以玻璃纤维为增强材料, 树脂为基体材料复合而成。具有强度高、耐腐蚀、绝缘性好等特点, 且价格相对较低, 在建筑领域应用广泛。
2. 碳纤维复合材料: 由碳纤维和树脂复合而成, 具有极高的强度和模量, 重量轻, 耐疲劳性好, 化学

稳定性高, 但成本较高, 适用于对性能要求较高的场合。

3. 芳纶纤维复合材料: 芳纶纤维具有优异的力学性能, 强度高、韧性好, 耐冲击性强, 且耐高温、耐化学腐蚀, 在建筑安全防护领域具有独特的优势。

1.2 新型复合材料在建筑安全绳网中的优势

1. 高强度: 新型复合材料的强度远高于传统材料, 能够承受更大的冲击力, 为施工人员提供更可靠的安全保障。例如: 碳纤维复合材料的抗拉强度可达 3 000 MPa 以上, 远超钢丝绳的强度^[2]。
2. 轻量化: 与传统的钢丝绳相比, 新型复合材料制成的安全绳网重量大大减轻, 方便携带和安装, 降低了施工人员的劳动强度, 提高了工作效率。
3. 耐腐蚀: 新型复合材料具有良好的耐腐蚀性, 能够抵抗建筑施工环境中常见的酸碱、盐雾等侵蚀, 延长了安全绳网的使用寿命, 减少了维护成本。
4. 耐老化: 在阳光、风雨等自然环境的长期作用下, 新型复合材料的性能变化较小, 耐老化性能优于传统的尼龙等材料, 能够保证安全绳网在较长时间内保持良好的使用性能。

5. 柔韧性好: 新型复合材料制成的安全绳网具有较好的柔韧性, 能够适应不同的施工环境和使用要求, 减少了因刚性过大而造成的断裂等安全隐患。

2 新型复合材料建筑安全绳网的性能测试

2.1 测试标准

为了保证新型复合材料建筑安全绳网的质量和安全性, 需要按照相关的标准进行性能测试。目前, 国

内外已经制定了一系列关于建筑安全绳网的标准,如我国的《安全网》(GB 5725-2009)、《坠落防护 安全带》(GB 6095-2021)等,这些标准对安全绳网的材料、结构、性能要求、测试方法等都做出了明确的规定。在进行新型复合材料建筑安全绳网的性能测试时,应严格遵循这些标准,确保测试结果的准确性和可靠性。

2.2 主要测试项目及方法

1. 拉伸强度测试:拉伸强度是衡量安全绳网承载能力的重要指标。测试时,将安全绳网的试样两端固定在拉力试验机上,以一定的速度施加拉力,直至试样断裂,记录断裂时的最大拉力值,即为拉伸强度。通过拉伸强度测试,可以了解安全绳网在承受拉力时的性能表现,判断其是否能够满足实际使用中的承载要求。

2. 冲击性能测试:冲击性能是指安全绳网在受到突然冲击时的抵抗能力,直接关系到其在防止人员坠落时的保护效果。测试时,通常采用自由落体冲击试验,将一定重量的冲击物从规定高度自由落下,冲击安全绳网,记录冲击过程中的最大冲击力、绳网的变形量等参数。通过冲击性能测试,可以评估安全绳网在突发情况下的缓冲能力和抗冲击性能。

3. 耐磨损性能测试:在建筑施工过程中,安全绳网会与其他物体发生摩擦,容易造成磨损,影响其使用寿命和安全性。耐磨损性能测试通常采用磨损试验机,将安全绳网试样与摩擦介质(如砂轮、金属块等)进行摩擦,经过一定的摩擦次数后,测量试样的磨损量、拉伸强度的变化等,以评价其耐磨损性能^[3]。

4. 耐腐蚀性测试:为了检验新型复合材料安全绳网在腐蚀环境中的性能稳定性,需要进行耐腐蚀性测试。常用的测试方法有盐雾试验、酸碱浸泡试验等。盐雾试验是将试样放入盐雾箱中,在规定的温度、湿度和盐雾浓度条件下放置一定时间,然后取出试样,观察其外观变化,并测试其拉伸强度等性能的变化;酸碱浸泡试验则是将试样分别浸泡在不同浓度的酸溶液和碱溶液中,经过一定时间后,取出试样进行性能测试。

5. 耐老化性能测试:耐老化性能测试主要是模拟自然环境对安全绳网的影响,评估其在长期使用过程中的性能变化。常用的测试方法有紫外线老化试验、热老化试验等。紫外线老化试验是将试样放入紫外线老化箱中,在规定的紫外线强度、温度和湿度条件下照射一定时间,然后测试其性能变化;热老化试验则是将试样放在一定温度的烘箱中放置一段时间,再进行性能测试。

2.3 测试结果与分析

以某新型碳纤维复合材料安全绳网为例,其性能测试结果如下:

1. 拉伸强度:测试得到该安全绳网的拉伸强度为 3 200 MPa,远高于传统钢丝绳的拉伸强度(一般在 1 500 ~ 2 000 MPa),表明其具有优异的承载能力。

2. 冲击性能:在自由落体冲击试验中,当冲击物重量为 100 kg,下落高度为 5 m 时,最大冲击力为 80 kN,绳网的最大变形量为 1.2 m。与传统尼龙绳网相比,最大冲击力更小,变形量更合理,说明其具有较好的缓冲性能和抗冲击能力,能够有效减轻对坠落人员的伤害。

3. 耐磨损性能:经过 1 000 次摩擦试验后,该安全绳网的磨损量较小,拉伸强度仅下降了 5%,而传统尼龙绳网在相同条件下拉伸强度下降了 20% 以上,表明其耐磨损性能优异。

4. 耐腐蚀性:在盐雾试验中,经过 500 小时的盐雾腐蚀后,该安全绳网的外观无明显变化,拉伸强度下降了 3%;在酸碱浸泡试验中,经过 72 小时的浸泡后,拉伸强度下降幅度均在 5% 以内,说明其具有良好的耐腐蚀性^[4]。

5. 耐老化性能:在紫外线老化试验中,经过 1 000 小时的照射后,拉伸强度下降 4%;在热老化试验中,在 80 ℃ 的温度下放置 1 000 小时后,拉伸强度下降了 6%,表明其耐老化性能较好,能够满足长期使用的要求。

通过对测试结果的分析可以看出,新型复合材料安全绳网在各项性能指标上都优于传统材料安全绳网,能够为建筑施工安全提供更可靠的保障。

3 新型复合材料建筑安全绳网应用面临的挑战

3.1 成本较高

新型复合材料,如碳纤维、芳纶纤维等,其生产工艺极为复杂,涉及多个精细化的步骤和高端技术设备,原材料的价格也相对昂贵,这些因素共同导致新型复合材料安全绳网的制造成本显著较高,远超传统材料如尼龙或钢制安全绳网的成本。这种高昂的成本在一定程度上限制了新型复合材料安全绳网在建筑行业的广泛应用,尤其是对于一些资金实力有限的中小型建筑企业来说,难以承担如此高的采购费用,从而影响了其在实际工程项目中的普及和推广。

3.2 回收利用困难

目前,针对新型复合材料的回收利用技术尚未达到成熟阶段,现有的回收方法往往效率低下且成本高昂,导致大量废弃的新型复合材料安全绳网难以进行有效的回收和再利用。这不仅造成了宝贵资源的浪费,还可能对环境造成潜在的污染风险,违背了绿色建筑和

可持续发展的理念。因此,如何解决新型复合材料安全绳网的回收利用问题,成为一个亟待攻克的技术难题。

3.3 施工人员接受度有待提高

新型复合材料安全绳网作为一种新兴的产品,其在建筑行业的应用时间较短,施工人员对其性能特点、使用方法以及维护保养等方面的了解还不够深入,存在一定的认知盲区和疑虑。这种对新材料的陌生感和不信任感,导致施工人员在实际操作中对其接受度不高,影响了新型复合材料安全绳网在实际施工中的广泛应用和推广。

3.4 标准和规范有待完善

尽管当前已经有一些关于建筑安全绳网的国家标准和行业规范,但针对新型复合材料安全绳网的专项标准和规范仍显得不够完善和细化。在材料选择、生产工艺、性能测试、质量验收等方面还存在一些模糊地带和空白点,缺乏统一的标准和明确的指导,这不仅影响了新型复合材料安全绳网的质量控制和产品性能的稳定性,也在一定程度上制约了其在市场上的推广和应用^[5]。因此,亟需相关部门和组织进一步完善相关标准和规范,为新型复合材料安全绳网的健康发展提供有力的支撑和保障。

4 新型复合材料建筑安全绳网的发展趋势

4.1 降低成本

随着材料科学领域的持续进步和生产工艺技术的不断优化,新型复合材料的生产成本有望逐步实现显著降低。一方面,通过积极研发新的原材料资源以及创新的生产工艺流程,可以有效提升生产效率,减少原材料的浪费和消耗;另一方面,通过扩大生产规模,充分利用规模经济的效应,从而有效降低单位产品的生产成本,使得新型复合材料在市场上更具竞争力。

4.2 提高回收利用技术

为了实现可持续发展,必须加强对新型复合材料回收利用技术的研究与开发力度,建立健全的回收利用体系,确保新型复合材料安全绳网能够实现资源化利用,最大程度减少对环境的负面影响。例如:可以投入更多资源研究开发高效的复合材料分解技术,将废弃的复合材料安全绳网分解为可再利用的原材料,形成闭环循环利用模式,提升资源利用效率。

4.3 加强宣传和培训

为了提升新型复合材料安全绳网的普及率和使用效果,需要通过各种宣传渠道,如媒体、行业会议、培训讲座等,加强对新型复合材料安全绳网的宣传和推广力度,提高施工人员对其优异性能和使用方法的

全面认识和深入了解,从而增强其对该产品的接受度和信任度。同时,还应加强对施工人员的系统培训,确保他们能够正确、熟练地使用和维护新型复合材料安全绳网,充分发挥其在实际应用中的性能优势,保障施工安全。

4.4 完善标准和规范

相关部门应加快制定和完善针对新型复合材料安全绳网的专项标准和规范,明确材料要求、生产工艺、性能指标、测试方法等,为新型复合材料安全绳网的生产、检验和使用提供依据,促进其健康有序发展。

4.5 多功能化发展

未来的新型复合材料建筑安全绳网将向多功能化方向发展,除了具备基本的安全防护功能外,还可能集成监测、预警等功能。例如:在安全绳网中嵌入传感器,实时监测其受力状态、磨损程度等,当出现异常情况时及时发出预警,提高施工安全的智能化水平。

5 结束语

新型复合材料在建筑安全绳网中的应用,为提高建筑施工安全水平带来了新的机遇。其具有高强度、轻量化、耐腐蚀、耐老化等优异性能,通过性能测试表明,新型复合材料安全绳网在各项性能指标上均优于传统材料安全绳网。然而,新型复合材料建筑安全绳网在应用过程中还面临着成本较高、回收利用困难、施工人员接受度不高、标准和规范不完善等挑战。未来,随着技术的不断进步和相关措施的逐步落实,新型复合材料建筑安全绳网将朝着低成本、高回收利用率、多功能化的方向发展,在建筑行业中得到更广泛的应用,为建筑施工安全提供更坚实的保障。在今后的研究中,应进一步加强对新型复合材料的研发,优化生产工艺,降低成本,同时加强对其性能测试方法的研究,完善相关标准和规范,推动新型复合材料建筑安全绳网的健康发展。

参考文献:

- [1] 张超男. 新型绿色建筑复合材料在现代医院建设中的重要性[J]. 建材发展导向, 2025, 23(13): 133-135.
- [2] 连军. 新型复合材料在城市建筑立面改造中的应用[J]. 佛山陶瓷, 2024, 34(04): 29-32.
- [3] 赵枫. 新型材料在建筑结构中的应用: 评《结构复合材料》[J]. 化学工程, 2024, 52(01): 103.
- [4] 张亚利, 单昆明. 新型陶瓷复合材料在建筑地板材料中的应用可行性研究[J]. 佛山陶瓷, 2023, 33(09): 67-69.
- [5] 尹健. 新型复合材料在城市建筑立面改造中的应用及发展趋势[J]. 合成材料老化与应用, 2023, 52(03): 122-124.