

论碳纤维复合材料在智能建筑结构中的应用

Application of Carbon Fiber Composite in Intelligent Building Structure

吴珂

WU Ke

(沈阳城市学院)

(Shenyang City University)

【摘要】在大型结构安全性评价及寿命预测中,碳纤维材料发挥着十分重要的作用。碳纤维与玻璃纤维、碳颗粒及陶瓷颗粒、电热丝的融合与应用,成为大型构件智能化发展的主流趋势。文章简要介绍碳纤维复合材料在智能建筑结构中的具体应用。

【Abstract】Carbon fiber material plays an important role in safety evaluation and life prediction of large structures. The integration and application of carbon fiber and glass fiber, carbon particle and ceramic particle, and electric heating wire will become the mainstream trend of intelligent development of large components. This paper will briefly introduce the specific application of carbon fiber composites in intelligent building structures.

【关键词】纤维复合材料;智能建筑结构;应用

【Keywords】fibrous composites; intelligent building structure; application

中图分类号: TU399

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2021.11.049

1 引言

经济和科技的发展推动了建筑行业的进步,智能建筑结构在建筑行业中日益增多,功能更为丰富,能够满足住户的个性化需求。碳纤维复合材料是一种新型的结构材料,在诸多方面均体现出较大的优势。因此,智能建筑结构中,碳纤维复合材料的应用也成为人们关注的焦点。

2 碳纤维复合材料概述

碳纤维本身具有较强的特殊性,含有大量的碳元素,类型十分丰富。其中,含碳量是影响碳纤维类型的主要因素,通常碳纤维的含碳量均在90%以上。碳纤维具有良好的抗腐蚀性、导电性、导热性和耐高温性能。另外,碳纤维柔韧性优良,容量小,强度高,可应用于各类织物的加工,且碳纤维轴具有良好的方向强度。再者,碳纤维也具有优良的力学性能,碳纤维的重量不足钢的四分之一,且碳纤维复合材料的抗拉强度为钢材料的7倍~10倍,弹性模量较高,碳纤维材料与树脂材料融合后,可形成性能更为优良的碳纤维复合材料。

与其他材料相比,碳纤维复合材料的优势十分显著。碳纤维复合材料的自振频率较高,有效规避了共振问题。其次,碳纤维复合材料具有优良的耐久性和抗

盐、抗酸、抗碱及耐腐蚀特性。最后,碳纤维复合材料十分柔软,这与树脂材料优良的流动性有关。碳纤维复合材料的形状具有多样性和灵活性,选择空间较大,该类材料可满足不同建筑结构对材料的各项要求^[1]。

3 碳纤维安全监视和健全诊断技术

为有效监测大型建筑构件自身的稳定性和安全性,研究人员制作了大型建筑结构安全诊断传感线材,碳纤维应用范围显著扩大。碳纤维束受力后,纤维丝断裂,破坏了碳纤维的导电性,碳纤维导电性下降程度与碳纤维受力成正相关关系。可基于埋入碳纤维丝电阻的改变,监测混凝土及相关构件的受力和形变动态。电阻值持续升高时,证明材料受力处于临界状态,如碳纤维电阻值继续上升,则会产生无法挽回的损坏。从上可以看出,碳纤维复合材料能够预测混凝土结构材料的寿命,也可分析前期材料受力情况^[2]。

为充分发挥监测棒的增强作用,需要在棒材中加入适量的玻璃纤维碳纤维。玻璃纤维的弹性模量较小,碳纤维允许变形量较大,碳纤维断裂后,碳纤维玻璃纤维依然能够发挥其增强的作用,以免出现碳纤维断裂信号后即刻产生结构大面积

断裂的问题。

为提升检测的灵敏度,可于碳纤维周围加入适量的导电性板状炭质粉体和其他具有导电性能的陶瓷粉体碳纤维。因碳纤维和碳纤维复合材料具有强大的自我诊断功能,主要分为碳纤维不含导电颗粒和碳纤维含导电颗粒。如碳纤维中含有导电颗粒,导电性较强。若碳纤维受力,则碳纤维导电颗粒间的界面会由于对应力的反应较为敏感,而产生相对滑移,以此破坏导电性能,增大电阻值。在碳纤维和碳纤维融合后所形成的复合材料中,可清晰看到片状的炭颗粒均匀地分布于碳纤维丝之间。碳纤维加入导电颗粒棒材后,电阻值的变化幅度显著升高,因此,监测的灵敏度和诊断的可信度也随之上升。该类碳纤维复合材料如今也广泛应用于智能结构的诊断之中^[3]。

3.1 人为破坏监测与警报中的应用

树脂能够将玻璃纤维与碳纤维粘结为棒状,交叉后可形成网状结构,两侧覆盖适量混凝土后,可将其制成银行防盗保安墙。在网状导电墙中使用碳纤维后,所有钻孔的位置电学信号值均会产生十分显著的变化,随后,碳纤维便可发出警报。因此,碳纤维也可应用于偏僻位置的自动售货机、自动提款机的壁材之中,若受到人为破坏,可第一时间发出警报。应用碳纤维无需投入较高成本,耐用性强,被监

贼发现的几率较小^[4]。

3.2 高层建筑倾斜度、变形量监测中的应用

在高层建筑物的混凝土钢筋中连接高敏感碳纤维复合材料,能够有效监测高层建筑多个位置的形变量和受力超过正常范围的位置。将碳纤维材料埋入高层建筑混凝土墙体当中,能够准确把握建筑内多个部位的受力及形变动态,从而维护建筑的安全。

3.3 水泥管道漏水监测中的应用

碳纤维主要设置于钢筋混凝土管道的外壁,与管道轴线平行。碳纤维周围含水量提高时,导电性也随之增强,可用电阻值变化监测,以此确定管道漏水概况。测量中选择交流电阻测量,交流电频率1kHz,电压为5V,当水分渗透过碳纤维时,电阻值会上升2倍~3倍^[5]。

3.4 混凝土碱性物质清理中的应用

混凝土内部的碱性物质是引发钢筋锈蚀和混凝土裂缝的主要因素。混凝土使用一段时间后,碳纤维中的碱性物质呈现稽聚现象,同时可向钢筋表面移动,对钢筋产生腐蚀作用,引起水泥开裂问题。合理利用埋入碳纤维的导电丝,能够及时排除混凝土中的碱性物质,延长混凝土构件的使用寿命。原理是在含有碳纤维棒或丝的混凝土两端施加高压直流电,导电碳纤维可吸附混凝土中的碱性物质,且移至混凝土表面,清洗后便可清除碱性物

质。该方法广泛应用在重要建筑物的保护和维修之中,每三年要对碳纤维开展维护施工,防止混凝土受到碱性侵蚀。

3.5 废旧混凝土墙体拆除中的应用

充分利用埋入碳纤维复合材料之中的棒材,能够起到加热墙体和提升室温的作用。碳纤维通电的过程中可持续发热,因此,研究人员在含有碳纤维复合棒材通电后,能够使墙面温度提高5℃~20℃。该技术在地下防空洞墙体和图书馆馆墙体中能够充分发挥作用和价值。使用中只需保持电压不超过10V,便不会威胁到人体的生命安全。据相关报道称,合理利用碳纤维埋入法,多次通电加热,能够使墙体产生微型裂缝,进而顺利拆除废旧的混凝土墙体^[6]。

4 碳纤维毡包裹层内部缺陷裂纹红外诊断技术

如碳纤维包裹混凝土墙体或墩柱后,则无法及时发现新生的裂纹和缺陷。为更好地监测碳纤维内部的裂纹动态,可在碳纤维布底部铺垫一种高效的电热丝(见图1)。向电热丝施加微小电压时,电热丝明显发热,同时产生了波长固定的红外线。以红外摄像机观察通电后红外热像的变化,可明确碳纤维布的内部是否出现裂纹和变形问题^[7]。若碳纤维布下无变形和裂纹现象,则红外图像需呈均匀对称分布方式,在存在裂纹或缺陷附件的位

置,红外图像会受到缺陷形状及大小的影响出现不规则的碳纤维。依据红外图像能够分析和确定裂纹的具体位置、裂纹的大小及深度。加热电压仅为3V-10V。若存在疑虑,可随时检测,检测效率高,检测中无需投入较高的成本。该技术也成为近表层内部裂纹检测中广泛应用的方法^[8]。

5 结语

总之,高强度碳纤维材料一方面是应用于军工领域的重要材料,另一方面,在民用领域也发挥着不可忽视的作用。该类材料的成分及性能优势显著,同时也满足了人们对生活环境提出的客观要求。在碳纤维技术发展中,制造成本明显下降,这也为碳纤维的广泛应用奠定了坚实的基础。积极推动碳纤维材料在工程建设和社会发展尤其是智能建筑结构中的应用,也成为碳纤维材料的主流发展趋势,这有利于提升技术水平,值得建筑行业的高度重视,成为推动行业进步的一大助力。

参考文献

- [1] 杨翌, 杨智, 田水. 碳纤维布加固黏土砖柱的试验研究[J]. 武汉科技大学学报, 2009, 32(2): 209-212.
- [2] 张其颖, 李仍元. 国产沥青碳纤维在水泥基体中的增强作用[J]. 新型碳材料, 1996(1): 40-41.
- [3] 陆建材. 废弃建筑结构材料的力学性能分析与循环利用研究[J]. 知识库, 2020(10): 147-148.
- [4] 郭宏. 新型建筑结构材料的发展和应用[J]. 新疆钢铁, 2002(4): 15-16.
- [5] 黄毅. 不锈钢芯板建筑结构材料的研究与应用[J]. 新型建筑材料, 2020, 47(6): 153-156.
- [6] 安笑静. 废弃建筑结构材料的力学性能分析与循环利用研究[J]. 环境科学与管理, 2018, 43(10): 75-78.
- [7] 邵非凡. 复合材料在土木工程中的发展与应用探究[J]. 资源节约与环保, 2016(12): 69.
- [8] 杨翌, 梅青海, 彭少民. 碳纤维布对开洞黏土砖墙抗震加固研究[J]. 武汉科技大学学报, 2009, 32(3): 300-304.



图1 碳纤维包裹混凝土