

市政建筑结构碳纤维加固技术应用分析

赵凤莉, 王耀荣

(济南城建集团有限公司, 山东 济南 250000)

摘 要 本文探讨了碳纤维加固技术在市政建筑结构中的应用及其优势, 分析了碳纤维材料的高强度、耐高温、耐腐蚀、抗震性能强及使用范围广等特点, 并详细介绍了其在钢结构、混凝土结构、砖混砌体结构及结构件中的具体应用, 阐述了碳纤维结构加固技术的外包钢法、增大构件截面和预应力加固等方法, 还强调了施工准备、碳纤维布加固工艺、结构表面打磨及裂缝填充、加固效果评价和碳纤维布粘贴等关键环节。研究表明, 碳纤维加固技术有效提升了市政建筑结构的强度和稳定性, 减少了安全隐患, 延长了建筑使用寿命。

关键词 市政建筑工程; 碳纤维加固技术; 建筑钢结构; 混凝土结构; 砖混砌体结构

中图分类号: TU99

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.011.016

0 引言

随着城市化进程的加快, 市政建筑结构的安全性和耐久性日益受到关注。碳纤维加固技术作为一种新型、高效的加固手段, 因其独特的材料性能和施工优势, 在市政建筑结构加固领域展现出广阔的应用前景。本文系统分析碳纤维加固技术的优势, 探讨其在不同结构类型中的应用范围, 并介绍具体的施工工艺和效果评价方法, 以期为市政建筑结构的加固改造提供理论指导和实践参考。

1 碳纤维加固技术的优势

1.1 强度高

碳纤维是一种机械性能很好的高强度材料。在工程实践中, 采用碳纤维可有效地改善混凝土的力学性能, 提高混凝土的承载力。碳纤维之所以具有较高的强度, 主要是由于它的表面处理技术以及其本身的成分决定的。碳纤维布经过特殊处理后, 可以有效增强其强度, 使其具有较高的抗拉性能和抗剪能力。

1.2 耐高温

碳纤维材料的物理性质与碳纤维相似, 具有耐高温性和不容易老化的优点, 这在市政建筑工程中应用时具有一定优势。因此, 它在高温环境下仍能保持良好的性能。

1.3 耐腐蚀性强

碳纤维具有优异的耐腐蚀性, 这对于碳纤维加固技术在市政建筑工程中的应用具有重要意义。由于碳纤维的化学性质不稳定, 因此其化学成分主要是碳基, 并且含有大量的有机氧化物。碳纤维加固技术除了可以有

效提高碳纤维加固技术在市政建筑工程中的应用效果, 还可以增强碳纤维加固技术在实际应用中的耐久性。

1.4 抗震性能强

市政建筑工程中使用碳纤维加固技术, 可以显著提高建筑的抗震性能, 有效防止地震引起的损坏。该技术可以有效提高建筑物的整体稳定性和可靠性。这不仅可以为市政建筑提供安全保障, 而且还可以减少自然灾害对建筑物的破坏, 从而进一步提高建筑物的安全性和可靠性。

1.5 使用范围广

碳纤维具有良好的柔韧性和弹性, 因此其广泛用于各种建筑物的加固处理, 尤其是在使用环境苛刻的建筑工程中。如将碳纤维布应用于混凝土结构, 既可改善其承载力, 又可改善其整体性及耐久性。此外, 因其具有柔性及弹性, 也可应用于对建筑物进行加固。例如, 在桥梁工程中使用碳纤维加固技术可提高桥梁的承载能力。

2 碳纤维在市政建筑结构加固的应用范围

2.1 在建筑钢结构中的应用

建筑钢结构加固是市政建筑结构施工中的一个关键项目, 在钢结构建筑加固改造中, 通常采用加焊钢材的形式进行加固, 但应用此方法不但会增强建筑钢筋净重, 还有着一定的风险, 非常容易给市政工程施工造成安全隐患。而使用碳纤维加固技术可以在不影响钢结构净重的前提下, 减少钢结构加固作业的危险性, 增强钢结构稳定性和耐腐蚀性。一般来说, 在钢结构表层粘贴碳纤维, 同时对使用时间比较长的钢结

构实施碳纤维加固,能够避免钢结构发生形变现象,增强钢结构的性能指标和耐用性,实现碳纤维技术加固建筑构造的目标^[1]。

2.2 在混凝土结构中的应用

碳纤维材料具有良好的韧性和强性,应用碳纤维加固技术实现市政建筑混凝土结构加固改造,可以有效增强混凝土的性能指标,防止工程主体结构施工过程中存在混凝土开裂、裂缝等现象,确保混凝土结构作业的效果。碳纤维加固技术在市政工程修整中有着相应的价值,因碳纤维材质比较轻,利用碳纤维加固混凝土柱能增强混凝土柱的耐压性和强度刚度。在实践应用中,必须先对建筑构件实施磨平加固处置,清除已经出现腐败、损坏、浸蚀情况的混凝土,使用碳纤维加固技术,修整并弥补混凝土开裂及破损的地方,确保结构加固工程质量^[2]。

2.3 在砖混砌体结构中的应用

市政工程结构加固改造不但限于对钢结构和混凝土工程加固,还应当重视对砖混结构砌体加固改造,合理利用碳纤维加固技术对已落成砖混结构工程建筑实施加固改造与修护,利用修复砌体缝隙、损坏等现象,提高砌体的牢固性,降低工程项目工程结构施工过程中的潜在风险,保证工程建筑施工安全。就现在来讲,在加固改造砌体施工过程中,一般采用伪静力试验水平载入的方法进行加固改造,应用碳纤维材料加固改造砖混结构后墙位置,以达到提高工程建筑砖混墙体构造抗压的效果,不但可以提高工程建筑砖混结构墙壁的可靠性和稳定性,防止砌体出现变形现象,还可以改善工程建筑砖混结构墙壁的性能指标,提高砖混结构墙壁的隔热保温性与耐腐蚀性,降低工程建筑耗能量,节约工程成本,达到碳纤维加固技术在市政建筑工程结构施工中运用效果更大化。

2.4 在结构件中的应用

碳纤维加固技术在市政建筑中的应用广泛,对于受弯构件如梁和板,碳纤维加固能够显著增强构件性能,有效减少裂缝的产生和扩展,同时提高结构的稳定性,防止外力导致的变形和损坏。在受压构件如混凝土方柱中,通过碳纤维的环绕加固,可以大幅提升构件的抗压能力,而不同的缠绕方式则能有效预防破裂,进一步提升建筑的整体稳固性。对于受剪结构即斜截面,碳纤维加固同样表现出色,它提高了结构的抗剪性能,防止了弯折和形变,而U字形碳纤维的粘贴则进一步增强了结构的完整性,确保了建筑的安全^[3]。总的来说,碳纤维加固技术作为一种高效、可靠的加

固手段,有效提升了市政建筑各类构件的强度和稳定性,减少了安全隐患,延长了建筑的使用寿命。

3 碳纤维结构加固技术

3.1 外包钢法

该方法的最大特色在于,其加固部位以外侧为主。它的力量并没有直接作用在建筑上,而是利用型钢包覆于加固部分的四角处或两角处,以加强市政建设工程施工的整体稳定。在将碳纤维布作为一种新型的增强材料用于市政建设中,采用了一种简单、快速的方法。因为其本身无需耗费太多的材料,而且操作工序并不复杂,但是却能够以最小的代价达到最大的强化效果。在市政建设中,对于城市建筑的墙体、梁、柱等部位,通常采用外包刚性方法。其优点在于,碳纤维的重量轻,抗拉性好,适应能力强,再加上型钢的高密度和良好的耐碱性能,使得整个市政建筑的坚固程度得到了极大的提高。

3.2 增大构件截面

在市政建筑工程中,采用“增厚构筑光洁表面”是目前应用最广泛的一种加固技术。目前,我国许多地方在进行城市规划时,没有对城市的发展做出足够的预测,因此,在城市化快速发展的过程中,许多原来的市政建筑已经不能适应目前的城市生活,因此,必须对其进行修缮和改造。此外,还有许多其他原因,所有的市政建筑都有其最好的寿命,一旦超过这个寿命,各种问题就会产生。这也要求我们在建筑中添加更多的横截面积,以增加大楼的高度。所以想要增加建筑的截面面积,就必须要用碳纤维强化。不过,这样的方法也有缺陷,比如会减少对周围空间的利用,还有就是建设时间比较长。

3.3 预应力加固

在市政建筑工程中,应力加固主要是通过在构件上增设预应力筋或撑杆,从而提高整个市政建筑的结构稳定性。在众多的碳纤维布加固技术中,采用预应力法是一种比较困难和需要较高技术含量的方法。所以,在进行施工的过程中,要注意的问题也有很多,例如,在设计阶段,要进行模拟测试,对力学结构进行论证,还要对参与施工的各类施工器材进行维护和保养,以保证在进行碳纤维结构加固技术的预应力施工的时候,能够保证其安全可靠。在市政建设中,对超长跨径的桥梁采用了较为普遍的预应力法。由于此类工程的体积和跨度都比较大,因此,常规的加固技术很难起到应有的作用,因此,就需要采用碳纤维结构运力加固技术,利用这种技术的优点,来提高桥梁的加固效率。

4 在市政建筑工程中的具体应用

4.1 施工准备

在进行市政建筑工程的碳纤维加固施工之前,一定要做好如下的准备工作:一是要让专门的技术人员与现行的规范相结合,对结构的承重状况进行全面的分析,并对施工方案的设计细节和技术要求进行明确;二是强化进场交底工作,也就是由施工单位组织关键技术人员和设计单位进行交接,并与设计单位一起制订施工计划,以确保施工计划的可行性和工艺的合理选用;三是要加大设备和材料的准备力度,如切割机、角磨机、滚刷、粘合剂等。

4.2 碳纤维布加固的工艺及过程

在着手碳纤维加固工作之前,首先应对建筑主体结构及其表面进行底漆强化处理和彻底清洁。在施工过程中,须严格按照规范要求搅拌和涂抹底胶,并在待加固区域精心覆盖碳纤维膜和底胶,以保障纤维层的完整无损。此外,由专业施工队伍负责评估裂缝宽度,并采取恰当措施进行填补。加固工程完成后,还需对施工效果进行全面检测,一旦发现空鼓或翘边等瑕疵,应立即进行修补,从而确保碳纤维加固达到预期标准^[4]。

4.3 结构表面打磨及裂缝填充

待加固的混凝土构件,其表面研磨的平整度和光洁度,将会直接影响到加固的效果,因此在加固的过程中,要注意对加固的细节控制。建筑工人首先要加强的混凝土建筑物的面基进行标定,然后用角磨对其进行修整。如角落和其他角磨机不能触及的地方,要用砂纸进行研磨,以保证对建筑物的表面有颗粒,凸起等进行完全的研磨。在施工过程中,混凝土表面不可避免地出现了开裂的问题^[5]。当裂纹和构造缺陷大于或等于0.3 mm时,必须用腻子、环氧树脂胶等材料填充修补。为了提高混凝土的固化速率,在混凝土中加入了一定比例的固化剂。

4.4 加固效果评价

加固效果评价是碳纤维加固技术施工完成后至关重要的一环,它直接关系到加固工程的安全性。评价工作全面而细致,主要包括承载力测试,通过专业设备检测加固后结构的承载能力,记录其在不同荷载下的变形情况,以此评估整体稳定性和安全性;裂缝观测,对加固区域进行详尽检查,记录裂缝的宽度、长度和深度等参数,以判断新裂缝是否产生及原有裂缝是否得到有效控制;材料性能检测,确保所使用的碳纤维布和粘合剂等材料均符合相关标准和要求,从而验证加固材料的可靠性;结构动态响应分析,在特定条件

下对加固后的结构进行如振动测试等动态响应分析,以深入了解结构在动态荷载下的性能表现;综合评价,结合所有测试结果,对加固效果进行全面评估,判断加固效果是否达到预期,识别潜在的安全隐患,并提出是否需要进一步处理的建议与措施,确保结构的安全性和稳定性得到切实保障。

4.5 碳纤维布粘贴

碳纤维布粘贴作为碳纤维加固技术的核心步骤,其施工质量直接关系到加固效果。在进行粘贴前,必须对混凝土表面进行彻底清洁和处理,清除油污、灰尘和松散物质,确保粘贴面平整、干燥、无污渍,并对裂缝进行修补以增强粘贴效果。随后,均匀涂抹一层底胶,以增强混凝土与碳纤维布之间的粘结力。根据加固区域的大小和形状,精确裁剪碳纤维布,确保纤维方向与设计要求一致,避免降低加固效果。在粘贴过程中,需将碳纤维布平整地粘贴在涂有底胶的混凝土表面上,确保紧密贴合,避免空鼓或翘边现象,并使用滚刷或刮刀等工具进行压实处理,以提高粘贴质量。粘贴完成后,进行固化处理,此期间需确保环境温度和湿度适宜,防止固化不良影响粘贴效果。此外,整个粘贴过程中还需特别注意粘贴面的清洁度、碳纤维布的裁剪方向、粘贴的紧密性以及固化条件的控制,并在粘贴完成后对碳纤维布进行检查和验收,确保其符合设计要求。

5 结束语

碳纤维加固技术在市政建筑结构中发挥了重要作用,不仅提升了建筑物的强度和稳定性,还延长了其使用寿命。然而,在实际应用中,仍需注重施工细节和工艺控制,确保加固效果达到预期标准。未来,随着碳纤维材料技术的不断进步和施工工艺的进一步完善,碳纤维加固技术将在市政建筑结构加固领域发挥更加显著的作用,为城市建设的可持续发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 万忠海,白文斌,冯颀,等.碳纤维材料在水利工程修复中的应用研究初探[J].农业与技术,2020,40(23):49-51.
- [2] 王明智.碳纤维复合材料加固混凝土结构施工技术要点解析[J].建材与装饰,2021,17(06):13-14.
- [3] 雒振林,褚少辉,刘淑红.碳纤维布加固混凝土梁力学性能[J].建筑技术开发,2021,48(09):131-132.
- [4] 尹俊红,纪艳春,赫中营,等.碳纤维增强混凝土力学性能研究[J].河南大学学报:自然科学版,2021,51(06):699-705.
- [5] 陆智斐.土建领域中的纤维复合材料应用现状及前景展望[J].合成材料老化与应用,2022,51(04):118-120.