

碳纤维复合材料加固混凝土结构技术研究岩土工程师考试

PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/641/2021_2022__E7_A2_B3_

[E7_BA_A4_E7_BB_B4_E5_c63_641478.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/641/2021_2022__E7_A2_B3_E7_BA_A4_E7_BB_B4_E5_c63_641478.htm) 把岩土师站点加入

收藏夹 摘要：本文主要介绍了碳纤维复合材料的特点，结合碳纤维复合材料加固混凝土结构技术的研究概况，探讨了碳纤维复合材料在混凝土结构的承载力、抗震性能和抗疲劳性能等方面加固的有效性，并分析了加固混凝土结构的主要影响因素。最后，提出了碳纤维复合材料加固理论尚需研究的内容。 关键词：碳纤维复合材料；加固；承载力；抗震；疲劳

1. 引言 很多建筑物由于受到建造年代、结构使用功能改变

、技术条件或自然灾害等因素的影响，出现承载力不足、变形能力变差、抗震能力降低或抗疲劳能力下降等现象，不能满足现行《混凝土结构设计规范》和《建筑结构抗震设计规范》的要求，因此，需要对其进行加固、补强。我国在结构加固和补强方面做了大量的研究和实践，工程中常用的结构加固方法有加大截面法、外包钢加固法、预应力加固法、粘钢加固法和粘贴碳纤维复合材料加固法等。传统的加固方法整体水平比较落后、施工方法和施工工艺比较复杂，对结构的自重和使用面积有一定的影响，而粘贴碳纤维复合材料加固法具有高强高效、耐腐蚀、施工便捷、不增加结构尺寸等优点，在工程中得到了广泛的应用。

2. 碳纤维复合材料的优良性能 碳纤维复合材料（Carbon Fiber Reinforced Polymer, 简称CFRP）加固混凝土结构技术是一种新型、高效的结构加固技术。工程中采用的碳纤维加固混凝土结构技术是利用树脂胶结材料，将碳纤维材料粘贴于混凝土结构表面，以达到结

构加固补强及改善结构受力性能的目的。与传统的加固方法相比，碳纤维加固技术具有以下优良性能。（1）高强度高弹性模量。碳纤维的强度高，极限抗拉强度约为钢材的10倍，弹性模量和钢材相近。因此，在加固修补混凝土结构中可以利用其高强度、高弹性模量的特点来提高混凝土结构及构件的承载力和延性，改善其受力性能，达到加固修补的目的。（2）抗腐蚀能力强、耐久性好。碳纤维材料化学性质稳定，不与酸、碱、盐等化学物质发生反应，因而碳纤维加固后的钢筋混凝土结构具有良好的抗腐蚀性和耐久性，解决了其他加固方法所遇到的化学腐蚀问题；同时也免去了粘钢加固所需的定期防锈维护，节省维护费用。（3）热膨胀系数小。碳纤维材料的热膨胀系数非常小，其在纤维方向的热膨胀系数几乎等于零，这一特性是目前其他任何材料无可比拟的，垂直于纤维方向的热膨胀系数虽然比较大，但各向同性制品与其它材料相比又最小。（4）施工简便，工作效率高。碳纤维布加固不需要大型施工机械和重型设备，施工占用场地少，无湿作业，碳纤维布柔性好，可以根据设计尺寸用剪刀或刀片将其任意裁剪，操作简单，施工速度快。据有关资料统计，粘贴碳纤维的加固工效是粘贴钢板加固工效的4~8倍。（5）施工质量易于保证。碳纤维布是柔性材料，即使被加固构件的表面不是非常平整，经过修补后，有效粘贴率可达到95%以上。（6）对结构影响小。碳纤维材料重量轻，厚度薄，经加固修补后的构件，基本上不增加原结构的自重及尺寸，不影响结构的使用空间。（7）适用范围广。可用于不同结构类型（如建筑物、构筑物、桥梁、隧道、涵洞等）、不同结构形状（如矩形、圆形、曲面结构等）

、不同材料的构件（如混凝土结构、木结构、钢结构等）加固，也可用于构件的不同部位（如梁、板、柱、节点、拱、壳、墩等）及不同薄弱因素的加固。尤其重要的是，对于一些大型土木工程结构，如大型桥梁的桥墩、梁及桥面板，隧道等，采用旧的加固手段几乎不能实施，而采用该项加固技术却能顺利的解决。除此之外，碳纤维材料还有其他的一些优势，如透电磁波、绝缘、隔热等，这就使得碳纤维加固技术在混凝土结构加固方面产生良好的综合效益。

3. 碳纤维复合材料加固混凝土结构的研究

在实际工程中，用来加固的碳纤维材料主要是碳纤维布。碳纤维布加固技术在混凝土结构中的应用已较成熟，主要集中在以下几个方面。

（1）提高受剪承载力 碳纤维布对构件抗剪的贡献类似于箍筋的作用，与混凝土共同承受剪力。另外，碳纤维布具有对核心混凝土的约束作用，并能承担拉应力，防止主筋过早屈服，抑制剪切裂缝的出现和发展。因此，碳纤维布可以明显提高钢筋混凝土构件的受剪承载力，增强构件的变形能力。影响受剪加固效果的主要因素有碳纤维布的材料性能、碳纤维布的宽度和层数、粘结剂质量、粘贴质量、剪跨比、加固前构件的受荷情况、锚固方式等[2、3]。

（2）提高受弯承载力 由于碳纤维布具有抗拉强度高的特性，可以将碳纤维布粘贴在构件的受拉表层，使之与混凝土共同承担拉应力，以提高构件的受弯承载力，达到加固补强的目的。粘贴碳纤维布后，受弯构件的受弯承载能力明显提高，有效的抑制了裂缝的开展，构件的变形能力和延性性能得到显著改善[4]。影响受弯加固效果的主要因素有碳纤维布的材料性能、碳纤维布的宽度和层数、粘结剂质量、粘贴质量、加固前构件的受荷情况、纵筋

配筋率、构件截面尺寸等。（3）提高抗震能力 由于碳纤维布能够约束构件的开裂，提高构件的刚度和抵抗变形的能力，当需要提高构件的抗震能力时，亦可用碳纤维布进行增强和增韧。尤其对于钢筋混凝土梁柱节点和受轴向力作用的钢筋混凝土柱，往往要求进行构件的抗震设计。采用碳纤维布粘贴于梁柱节点范围，或对钢筋混凝土柱进行包裹，可以明显改善结构中混凝土构件的延性，增加耗能能力，具有良好的抗震加固效果[6]。此时，应考虑轴压比、碳纤维布用量、配筋率、长细比等因素对碳纤维布加固构件的变形能力和抗震性能的影响。（4）提高抗疲劳能力 对于承受动力荷载或重复荷载的构件，设计时要求具有足够的抗疲劳性能，抗疲劳能力的大小与其截面尺寸、配筋率、纵筋类型和荷载级别等有关。用碳纤维布进行钢筋混凝土梁和预应力钢筋混凝土梁的加固，经200万次重复荷载作用后，加固构件的强度和刚度不会降低，也不会发生剥落和脆断现象[7]。如果采用预应力碳纤维布加固的形式，预应力碳纤维布的存在，使构件中纵筋的应力幅值有所降低，减少了发生疲劳破坏的可能。而始终处于高应力状态的碳纤维布具有良好的抗疲劳性能。其综合效应使所加固构件的疲劳寿命大大提高，疲劳变形有所减小，构件的疲劳抗裂性能得到较大提高，从而延长构件的使用寿命。

4. 结论

碳纤维复合材料的耐久性好，抵抗酸、碱腐蚀的能力强，对原结构的影响较小，施工方便，具有其他加固手段所不具备的优点。用碳纤维复合材料进行混凝土结构的加固，可以有效地提高混凝土结构的承载能力，改善结构的变形性能，增强结构的抗震能力，提高结构的抗疲劳性能，综合加固效果显著。但是，碳纤维复合材料加固混凝土

结构技术仍存在一些不足之处。（1）碳纤维是一种线弹性脆性材料，只有当构件发生较大变形时，才能充分发挥其高强高弹模的性能。而混凝土结构对变形有比较严格的控制，在一定程度上限制了碳纤维复合材料能力的发挥。（2）碳纤维布加固混凝土结构后，容易发生粘贴剥离破坏，使加固后混凝土结构呈现明显的脆性破坏形态，对结构的可靠度水平有所影响。（3）目前对碳纤维复合材料加固混凝土结构在长期荷载、冲击荷载作用下受力性能的研究较少，在类似方面应用时应有专门研究。（4）对于碳纤维材料加固混凝土梁、柱的抗剪及抗弯加固机理和计算方法已有了成熟的研究和应用成果，但对碳纤维材料加固剪力墙等方面的研究理论还较缺乏。（5）进行碳纤维复合材料加固时，采用建筑结构胶作为碳纤维复合材料和混凝土结构的粘结剂，该粘结剂对温度比较敏感，使加固构件的受力性能受温度的影响较大，应进一步加强该方面的研究工作。总之，碳纤维材料加固技术具有与其它传统加固方法无法比拟的优越性及良好的经济效益、社会效益和环境效益，随着碳纤维材料成本的降低及国内外研究的不断深入，该项技术在混凝土结构加固领域中的应用会越来越广泛，具有广阔的发展前景。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问

www.100test.com