

土木工程结构加固技术的应用

● 乐 英 王海军 孙烽刚 张振武 张 婷



[摘要] 土木工程结构加固技术作为提升建筑物安全性和延长使用寿命的重要手段,近年来得到了广泛关注。本文对土木工程结构加固技术进行概述,深入探讨了地基加固与结构加固两大类技术的理论基础,并提出了土木工程结构加固技术的具体方法。同时,笔者通过具体案例分析,展示了这些技术在高层建筑地基加固和桥梁结构加固中的实际应用效果。笔者期望,本文提出的措施能够为土木工程结构加固的实践提供理论指导和技术支持,从而推动该领域技术的不断进步与发展。

[关键词] 土木工程结构;地基加固;结构加固;应用

随着城市化进程的加速和基础设施建设的不断推进,土木工程结构的安全性和耐久性成为社会各界关注的焦点。然而,由于设计缺陷、施工质量、自然灾害以及长期使用导致的材料老化等因素,一些土木工程结构出现了不同程度的损伤和安全隐患。因此,对土木工程结构加固技术进行研究显得尤为重要。

Q 土木工程结构加固技术概述

(一) 土木工程结构加固技术定义

土木工程结构加固,是指对原有受力结构进行增强或调整,以提高其承载力和耐久性,从而使其满足新的使用要求、符合安全标准。这一技术主要针对因设计缺陷、施工质量、自然灾害或长期使用等原因导致的结构损伤或安全隐患,通过专业的加固手段来恢复或提升土木工程结构性能。

(二) 土木工程结构加固的主要类型

土木工程结构加固主要分为两大类:结构性加固和地基加固。

(1) 结构性加固:主要针对建筑物的主体结构进行加固,如梁、柱、墙等承重构件。常用的加固方法包括增加钢筋、外贴钢板、预应力加固、碳纤维加固等,旨在提高结构的承载力和抗震性能。

(2) 地基加固:主要针对建筑物的地基进行处理,以提高其承载力和稳定性。常用的加固方法包括注浆加固、强夯加固、加筋地基等,旨在改善地基的力学性质,减少地基沉降和变形。

(三) 土木工程结构加固技术的历史与发展

土木工程结构加固技术的发展历史悠久,经历了从简单

到复杂、从手工到机械化、从经验到科学的发展历程。随着科技的进步和建筑行业的发展,加固技术得到不断创新和完善,形成了多种成熟可靠的加固方法和体系。同时,随着人们对建筑安全性的要求不断提高,加固技术的应用范围也越来越广泛,从传统的民用建筑,到现代的高层建筑、大型桥梁、隧道等复杂工程,都离不开加固技术的支持。

Q 土木工程结构加固技术的理论基础

(一) 结构力学原理在加固技术中的应用

结构力学原理是土木工程结构加固技术的核心理论基础。相关人员通过分析和计算结构的受力状态,可以确定结构的薄弱环节和加固的重点部位。在加固设计中,相关人员需要充分考虑结构的整体性和协调性,确保加固后的结构能够满足新的使用要求、符合安全标准。同时,结构力学原理还可以指导加固施工中的工艺选择和质量控制,确保加固效果达到预期目标。

(二) 材料科学在加固技术中的作用

材料科学对土木工程结构加固技术的发展和具有重要影响。随着新型材料的不断涌现,如碳纤维、玻璃纤维、高强度钢材等,使加固技术的材料选择越来越丰富。这些新型材料具有轻质、高强度、耐腐蚀等优良性能,能够明显提高加固效果并降低施工成本。同时,材料科学的发展也为加固技术的创新提供了有力支持,推动了加固技术的不断进步和发展。

(三) 土木工程结构加固的设计原则与规范

土木工程结构加固的设计需要遵循一定的原则和规范,以确保加固效果和安全性。具体来说,加固设计应遵循以

下原则。

(1)安全可靠：加固后的结构应满足新的使用要求、符合安全标准，确保在正常使用和极端情况下都能保持稳定和安全。(2)经济合理：加固方案应在满足安全要求的前提下，尽量降低施工成本和时间成本，实现经济效益的最大化。(3)施工可行：加固方案应考虑施工条件和施工技术的可行性，确保加固施工能够顺利进行并达到预期效果。(4)环境保护：加固施工应尽量减少对环境的污染和破坏，符合可持续发展的要求。

此外，加固设计还需要遵循相关的规范和标准，如《混凝土结构加固设计规范》《建筑抗震设计规范》等，以确保加固设计的科学性和合理性。

Q 土木工程结构加固技术的具体方法

(一)地基加固技术

地基加固技术旨在提高地基的承载力、稳定性和抗变形能力，确保上部结构的安全。以下是几种常见的地基加固技术。

(1)强夯加固技术。①原理与操作流程：强夯加固技术是利用重锤从高处自由落下产生的冲击力，对地基进行压实和加密，从而提高地基的承载力。操作流程包括场地平整、测量放样、重锤起吊、自由落锤、锤击次数控制和夯后检测等步骤。②适用范围与效果：该技术适用于处理非饱和粘性土、湿陷性黄土、杂填土等地基。该技术加固效果明显，能明显提高地基的承载力，减少地基沉降。

(2)压密注浆技术。①原理与操作流程：压密注浆技术是通过钻孔将化学浆液注入地基中，浆液在压力作用下扩散并填充地基中的空隙，同时与地基土发生化学反应，形成高强度的固结体。操作流程包括钻孔、注浆管安装、注浆材料制备、注浆压力控制、注浆结束和注浆效果检测等步骤。②注意事项与效果：注浆时应严格控制注浆压力和注浆量，避免对周围环境造成破坏。该技术能有效提高地基的承载力，减少地基变形，且加固效果持久。

(3)加筋地基技术。①原理与操作流程：加筋地基技术是在地基中铺设水平或垂直的加筋材料(如土工格栅、土工织物等)，通过加筋材料与地基土的相互作用，提高地基的整体性和承载力。操作流程包括地基处理、加筋材料铺设、压实和检测等步骤。②应用实例与效果：加筋地基技术广泛应用于道路、堤坝、码头等工程。通过加筋处理，地基的承载力明显提高，变形得到有效控制，工程稳定性增强。

(4)其他地基加固技术。除了上述技术外，还有土层置换法、排水加固法等地基加固技术。土层置换法是通过将软弱土层挖除并替换为高强度材料来提高地基承载力。排

水加固法则是通过排水设施降低地基中的含水量，提高地基的稳定性。

(二)结构加固技术

结构加固技术旨在提高结构的承载力、刚度和抗震性能，确保结构的安全和稳定。以下是几种常见的结构加固技术。

(1)托换技术。①桩式托换与灌浆托换：桩式托换是在原有结构下方设置新的桩基，通过桩基将上部结构的荷载传递到更深层的稳定土层中。灌浆托换则是通过注浆管将化学浆液注入结构下方的空隙中，形成高强度的固结体来支撑上部结构。这两种方法均适用于处理结构下方存在软弱土层或空洞的情况。②适用范围与效果：托换技术能有效提高结构的承载力和稳定性，适用于处理老旧建筑、桥梁等结构的加固。加固后，结构的安全性得到提高，使用寿命明显延长。

(2)植筋技术。①原理与操作流程：植筋技术是在混凝土结构中钻孔并注入高强度化学锚固剂，然后将钢筋插入孔中并固定。锚固剂固化后，钢筋与混凝土形成牢固的黏结力，从而提高结构的承载力。操作流程包括钻孔、清孔、注入锚固剂、插入钢筋和固化等步骤。②应用实例与效果：植筋技术广泛应用于梁、柱、墙等结构的加固。通过植筋处理，结构的承载力和抗震性能明显提高，且加固施工对原结构的破坏较小。

(3)裂缝修补技术。①裂缝检测与评估：裂缝检测是裂缝修补的前提，通过目视检查、裂缝宽度测量、裂缝深度检测等手段对裂缝进行评估。评估结果包括裂缝的类型、宽度、深度以及是否对结构安全构成威胁。②修补材料与方法：裂缝修补材料包括环氧树脂、聚氨酯、水泥基修补材料等。修补方法包括表面封闭法、注浆法、填充法等。相关人员应根据裂缝的类型、宽度、深度以及施工条件等因素综合考虑，选择合适的修补材料和方法。③修补效果评估：修补效果评估是确保裂缝修补质量的重要环节。通过外观检查、裂缝宽度测量、强度检测等手段对修补后的结构进行评估，确保修补效果满足设计要求。

(4)其他结构加固技术。除了上述技术外，还有碳纤维加固、粘钢加固等结构加固技术。碳纤维加固是通过在结构表面粘贴碳纤维布或碳纤维板来提高结构的承载力和抗震性能；粘钢加固则是通过粘贴钢板来加固结构。这些技术具有施工简便、加固效果明显等优点，广泛应用于各类结构的加固工程中。

Q 土木工程结构加固技术的应用案例

(一)案例一：某高层建筑地基加固

(1)项目背景与加固需求。某高层建筑位于城市中心，

由于地基土壤承载力不足,导致该建筑在使用过程中出现轻微下沉和倾斜现象。为确保建筑的安全性和稳定性,需要进行地基加固处理。

(2)加固方案与实施过程。①地基勘察:对高层建筑的地基进行详细勘察,了解地基的土质、地下水位、沉降情况等,为加固设计提供依据。②加固设计:根据勘察结果,制定具体的加固设计方案。选择注浆加固法作为主要加固方法,通过向地基内部注入水泥浆或聚合物浆液等材料,提高地基的承载能力和稳定性。③施工准备:准备好所需的注浆设备、材料和安排相关人员,确保施工顺利进行。④施工方法:按照加固设计方案进行施工,先钻孔到设计好的深度,建立孔口灌浆装置,然后采用高压旋喷注浆法进行喷射注浆,注浆从下而上进行。注浆结束后,对孔口进行封闭处理。

(3)加固效果评估。加固完成后,对高层建筑进行沉降观测和变形监测。经过一段时间的监测,发现建筑的下沉和倾斜现象得到有效控制,地基的承载能力和稳定性明显提高。同时,加固施工对周边环境的影响较小,满足了安全性和环保性的要求。

(二)案例二:某桥梁结构加固

(1)项目背景与加固需求。某桥梁因使用年限较长,结构出现裂缝、变形等问题,导致桥梁的承载能力和稳定性下降。为确保桥梁的安全通行,需要对其进行结构加固处理。

(2)加固方案与实施过程。①现状评估:对桥梁结构进行详细检测和评估,了解其损伤程度、承载力和稳定性状况。②加固设计:根据评估结果,制定针对性的加固方案。选择碳纤维加固法作为主要加固方法,利用碳纤维材料的高强度和轻质特性,将其粘贴在桥梁结构的受拉区域,提高结构的承载能力和刚度。③施工准备:准备好所需的碳纤维材料、配套树脂、施工设备和安排相关人员。④施工方法:按照加固设计方案进行施工,先在桥梁结构的受拉区域粘贴碳纤维布,然后,通过配套树脂进行浸渍和固化。施工过程中注意控制粘贴质量和固化时间。

(3)加固效果评估。加固完成后,对桥梁结构进行荷载试验和变形监测。试验结果表明,桥梁的承载能力和稳定性明显提高,裂缝和变形问题得到有效控制。同时,碳纤维加固法对桥梁外观的影响较小,满足了美观性和耐久性的要求。

以上两个案例展示了土木工程结构加固技术在高层建筑

地基加固和桥梁结构加固中的应用。施工企业通过选择合适的加固方案和实施有效的加固措施,可以明显提高结构的承载能力和稳定性,确保建筑物的安全性和可靠性。

Q 结束语

综上所述,本文探讨了土木工程结构加固技术的基本概念、类型、理论基础、具体方法和应用案例。该技术可以提升土木工程结构的安全性和耐久性,有助于推动建筑行业的可持续发展。随着科技和行业进步,加固技术不断创新,新方法和材料不断涌现。施工企业在应用土木工程结构加固技术时,需考虑工程具体情况,以确保加固效果和施工安全。当前,土木工程结构加固技术方面还存在一些问题,如何准确评估结构损伤、如何在施工中有效利用新材料和新技术、如何解决施工技术难题等,相关人员需要对这些问题进行研究。未来,相关人员需要继续关注土木工程结构加固技术的发展,学习先进经验,为科技进步和行业发展贡献力量。

参考文献

- [1]张帆.土木工程建设中结构与地基加固技术的应用探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023(25):111-113.
- [2]梁进常.土木工程设计中结构与地基加固技术的应用[J].黑龙江科学,2022,13(04):49-51.
- [3]王万才.土木工程建设中结构与地基加固技术的应用分析[J].居舍,2021(16):65-66.
- [4]张祥.土木工程施工中地基加固结构技术的应用[J].绿色环保建材,2021(05):121-122.
- [5]李晓慧.土木工程建设中结构与地基加固技术的应用分析[J].绿色环保建材,2020(11):135-136.

作者简介:

乐英(1979—),女,汉族,陕西西安人,本科,高级工程师,环宇项目管理有限公司,研究方向:土木工程。

王海军(1986—),男,汉族,陕西安康人,本科,高级工程师,西安标杆建设工程有限公司,研究方向:土木工程。

孙烽刚(1984—),男,汉族,陕西渭南人,本科,高级工程师,陕西海鸿招标代理有限公司,研究方向:土木工程。

张振武(1983—),男,汉族,陕西渭南人,本科,工程师,西安辰启建设工程有限公司,研究方向:土木工程。

张婷(1987—),女,汉族,陕西渭南人,本科,工程师,西安辰启建设工程有限公司,研究方向:土木工程。