

# 土木工程结构与住宅地基加固技术研究

赵京

浙江南方建筑设计有限公司, 浙江 杭州 310000

**[摘要]**在现代城市建设中, 由于地质条件、施工工艺等因素的影响, 地基可能会出现不均匀沉降问题, 给建筑物的使用和维护带来困扰。特别是对于高层建筑, 地基的安全稳定更是至关重要。因此, 如何有效地加固地基, 提高地基的承载能力和稳定性, 成为了土木工程领域亟待解决的问题之一。文中以一座17层高住宅楼地基不均匀沉降问题为研究对象, 探讨了两种常见的地基加固方案, 并通过对比分析, 寻求最佳的加固方案, 旨在为类似问题的解决提供可靠的理论和实践支持, 为城市建设和居民生活安全提供有益的参考和借鉴。

**[关键词]**土木工程; 结构设计; 地基加固

DOI: 10.33142/ucp.v1i1.12354

中图分类号: TU472

文献标识码: A

## Research on Civil Engineering Structural Design and Residential Foundation Reinforcement Technology

ZHAO Jing

Zhejiang South Architectural Design Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

**Abstract:** In modern urban construction, uneven settlement of the foundation may occur due to geological conditions, construction techniques, and other factors, which can cause difficulties in the use and maintenance of buildings. Especially for high-rise buildings, the safety and stability of the foundation are crucial. Therefore, how to effectively strengthen the foundation, improve its bearing capacity and stability has become one of the urgent problems in the field of civil engineering. This article takes the uneven settlement problem of the foundation of a 17 story residential building as the research object, explores two common foundation reinforcement methods, and through comparative analysis, seeks the best reinforcement plan, aiming to provide reliable theoretical and practical support for the solution of similar problems, and provide useful reference for urban construction and residential safety.

**Keywords:** civil engineering; structural design; foundation reinforcement

### 引言

随着城市化进程的加速和人口增长的持续, 高层建筑的现代城市中占据着重要地位。然而, 高层建筑的稳定性和安全性往往受到地基状况的严重影响, 特别是在地质条件复杂的地区, 地基不均匀沉降等问题更是时常出现, 给建筑物的使用和维护带来了极大的挑战。如何有效解决地基问题, 提高地基的承载能力和稳定性, 成为了土木工程领域亟待解决的重要问题之一。

### 1 土木工程结构设计

#### 1.1 结构设计原理

结构设计原理是土木工程的基石, 是确保建筑物在各种外部荷载和环境条件下安全稳定的保障。确保结构内外力的平衡状态, 包括静力平衡和动力平衡, 避免结构发生不稳定倾倒或者失稳崩溃。结构的稳定性是关键, 必须考虑结构在受力状态下的稳定性, 避免出现屈曲、扭转或者局部失稳等现象。材料的强度和刚度匹配也是设计原理中重要的考虑因素, 确保结构材料能够承受所受荷载而不发生破坏或者过度变形。结构设计原理还包括对荷载的合理传递与分配, 使得结构内部各个构件都能够充分承担荷载

并发挥作用, 避免出现局部过载或者荷载集中的问题。综合考虑这些原理, 结构设计能够有效地保障建筑物的安全性和稳定性, 为工程项目的顺利进行提供坚实的基础。

#### 1.2 结构设计方法

结构设计方法是根据结构设计原理, 采用不同的理论和技术手段进行结构设计的过程, 有经验设计和理论分析两种。经验设计是基于历史上的实际工程经验和规范, 通过总结和归纳过去成功的设计案例, 以及根据不同的工程类型和地区特点, 制定相应的设计方案。而理论分析则是基于数学模型和工程力学理论, 通过建立结构的数学模型, 分析结构受力和变形的规律, 从而确定结构的合理形式和尺寸, 以及选用适当的材料和构造形式。在实际工程中, 常常结合两种方法进行综合设计, 以确保结构设计的科学性、合理性和经济性。综合考虑各种因素, 选择合适的设计方法, 能够有效地提高结构设计的质量和效率, 为工程项目的顺利实施提供有力支撑。

#### 1.3 结构抗震设计

结构抗震设计旨在确保建筑物在地震发生时能够有效地减少损失并保持安全。此设计综合考虑地震引起的水

乎地面运动对建筑物产生的影响,以及建筑物在地震荷载下的响应。关键是确定适当的设计地震作用、设计结构的抗震性能目标、采取适当的结构抗震措施以及选择合适的抗震设计规范。在设计中,结构抗震设计要考虑结构的整体性能,包括刚度、强度和耐久性等方面。采用适当的抗震构造形式和材料,如加强柱、设置抗震支撑系统、采用耗能减震器等,可以有效地提高结构的抗震性能。

#### 1.4 结构分析与模拟

结构分析与模拟旨在通过数学模型和计算机仿真来评估结构在各种外部荷载下的性能和响应。结构的数学模型包括结构的几何形状、材料性质、荷载情况等,并利用数值方法进行结构力学分析,常用的分析方法有有限元分析、模态分析和动力时程分析等。有限元分析通过将结构分割为小的有限元素,利用数值求解方法计算结构的受力和变形情况;模态分析则是通过求解结构的固有振动模态来评估结构的动力响应;而动力时程分析则是模拟结构在地震等动态荷载作用下的响应过程。通过结构分析与模拟,可以对结构的性能进行全面的评估和优化,发现潜在的问题和薄弱环节,并提出相应的改进措施,以确保结构的安全性、稳定性和可靠性。结合实际工程需求,结构分析与模拟能够为工程设计和施工提供科学依据,提高工程质量和效率。

#### 1.5 新材料在结构设计中的应用

新材料在结构设计中的应用对于提升建筑物的性能、延长其使用寿命以及实现可持续发展目标具有重要意义。新材料包括钢结构、纤维增强复合材料、高性能混凝土等。钢结构具有高强度、轻质化、施工便利等优点,常用于大跨度建筑和高层建筑的结构设计中,能够提高建筑物的承载能力和抗震性能。纤维增强复合材料具有优异的抗拉、抗压性能和耐腐蚀性能,可用于加固和修复老化结构以及制造轻型、高强度的构件,有利于提高结构的抗风、抗震性能和耐久性<sup>[1]</sup>。高性能混凝土具有优异的抗压、抗弯和耐久性能,可用于制造高强度、高耐久性的结构构件,能够减少结构自重、提高结构的承载能力和抗震性能。此外,还有一些新型建筑材料如碳纳米管、玻璃纤维增强聚合物等也在结构设计中得到了广泛应用,为结构设计提供了更多的选择和可能性。

## 2 住宅地基加固技术

### 2.1 地基工程基本原理

地基工程基本原理是土木工程中至关重要的一部分,它涉及土壤力学、地质学和工程力学等学科的知识。其核心在于确保建筑物在地面下方的土体中获得足够的支持和稳定性。关键原理包括了地基承载力和地基沉降的计算,涉及土壤的物理性质、荷载的作用、土壤的承载能力等方面。另外,地基工程基本原理还包括地基与建筑物之间的相

互作用,如地基的变形对建筑物的影响以及建筑物的荷载对地基的影响等。在地基工程中,还需要考虑土壤的稳定性和安全性,以及地基工程的可持续性和环境影响等因素。

### 2.2 常见地基问题与加固需求

常见的地基问题是土壤承载力不足、土质松软、地基沉降不均匀等。土壤承载力不足是指土壤的承载能力无法满足建筑物的荷载要求,可能由于土层太软或者土壤稳定性较差所致。土质松软则意味着土壤的密实度较低,容易发生沉降或者变形,导致建筑物基础不稳。地基沉降不均匀可能是由于土壤层厚度、地下水位变化或者不均匀荷载等因素引起,导致建筑物出现倾斜或者裂缝。针对这些地基问题,加固需求主要包括增加地基承载力、改善土质的稳定性、减少地基沉降等。

### 2.3 地基加固方法

地基加固方法是针对地基问题的解决方案,其主要目的是增强地基的承载能力和稳定性。常见的地基加固方法包括加固桩、地基搅拌桩、土体加固和地基加固板等。加固桩是一种常用的方法,通过在土中钻孔并灌注混凝土或钢筋混凝土桩来增加地基承载能力。地基搅拌桩则是利用机械设备将水泥和土壤搅拌形成混凝土桩,以增加地基的稳定性和承载能力。土体加固是指通过添加土工合成材料或者地下注浆等方式改良土质的力学性质,提高其承载能力和稳定性。地基加固板是在地基表面设置钢筋混凝土板,通过增加地基的刚度和强度来提高其承载能力。

### 2.4 地基加固材料

地基加固材料是用于增强地基承载能力和稳定性的关键组成部分,常见的地基加固材料包括混凝土、钢材和土工合成材料等。混凝土是一种常用的地基加固材料,具有高强度和耐久性,适用于加固桩、地基加固板等结构的制作。钢材也被广泛应用于地基加固中,例如在加固桩中使用钢筋,其具有良好的抗拉和抗压性能,能够增加地基的承载能力<sup>[2]</sup>。土工合成材料是一类特殊的材料,具有较高的抗拉强度和耐腐蚀性能,常用于土体加固中,通过增加土体的抗剪强度和排水性能来提高地基的稳定性。此外,还有一些特殊材料如碳纤维、玻璃纤维增强聚合物等也被应用于地基加固中,以满足特定工程需求。

## 3 结构与地基加固的综合应用

### 3.1 结构与地基加固的协同作用

结构设计和地基加固是工程建设中的两个重要环节,二者之间存在密切的关联和相互影响。地基的承载能力和稳定性直接影响着建筑物的安全性和稳定性。在结构设计阶段,必须对地基的类型、承载力、沉降性能等进行充分的认识和评估,以便合理选择建筑物的结构形式、荷载分配方式和材料选用等。通过合理的结构设计,可以降低建筑物对地基的荷载需求,从而减轻地基加固的负担。

一旦发现地基存在问题，如土质松软、地基承载力不足等，就需要采取相应的加固措施。在制定地基加固方案时，必须考虑到建筑物的结构特点和荷载情况，以确保加固措施与结构设计相协调。例如，可以选择合适的加固桩类型和布置方式，以最大程度地提高地基的承载能力，并确保加固效果与结构设计要求相符合。在施工过程中，需要密切关注地基加固和建筑物结构的实际情况，及时发现并解决可能存在的问题。通过定期监测建筑物的振动、变形和裂缝情况，可以及时调整施工方案，确保结构和地基的安全稳定。

### 3.2 智能化技术在土木工程中的应用

智能化技术在土木工程中的应用已经成为一种趋势，极大地提升了工程的效率、安全性和可持续性。传感器技术是智能化技术中的关键一环，通过在结构和地基上部署传感器，可以实时监测建筑物的振动、变形、温度等参数。这些传感器可以将数据实时传输至数据中心，进行分析处理。利用大数据分析技术，可以快速、准确地识别出潜在的问题，如结构裂缝、地基沉降等，并提供相应的预警和预测。此外，智能化技术还可以通过模拟仿真技术，在设计阶段进行虚拟试验，预测结构在不同荷载和环境条件下的响应。通过建立复杂的数学模型，结合强大的计算能力，可以模拟出各种复杂情况下的结构行为，为设计提供科学依据。这种虚拟试验可以大大节约时间和成本，避免了传统试验中可能出现的安全风险，提高了设计的精确性和可靠性。另外，智能化技术还包括了人工智能技术的应用，通过对大量的历史数据进行学习，从中发现规律和模式，进而预测未来可能发生的事件。在土木工程中，人工智能可以用于优化设计方案、制定施工计划和资源管理等方面，提高了工程的效率和可持续性。

### 4 A 工程建设中地基加固技术的应用

在土木工程领域中，地基加固技术是确保建筑物安全稳定的关键环节之一。特别是对于高层住宅楼等大型建筑工程而言，地基的稳定性直接关系到建筑物的安全性和使用寿命。本文将就一处 17 层高住宅楼的地基不均匀沉降问题展开讨论，并提出两种不同的加固方案进行对比分析。

#### 4.1 问题描述

这座 17 层高住宅楼由砖石构造，拥有地上楼层和地下室建筑，总建筑高度约为 2.4m，而地基埋深近 3m。在建设过程中，出现了地基不均匀沉降问题，主要表现为墙面和地板产生裂纹。此外，楼中存在两个粉质砂土层，这些过筛细土质量较低，尤其是在夹层中存在较疏松的粉砂夹层，孔隙率较大，厚薄不均，在受到额外应力影响后形成了不均匀沉降。

#### 4.2 对比分析

针对地基不均匀沉降问题，我们提出了两种不同的加

固方案进行对比分析。方案一：花管注浆：在该方案中，我们采用了花管注浆技术。具体操作为在地基上设置孔距为 1.5m，深度进入中砂 1.5m 的位置，使用直径为 P48mm 的焊管作为花管，并在注浆部位钻孔，间距为 10 厘米，呈梅花型布置。注浆压力控制在 0.3~0.8MPa 之间，最大不超过 1.2MPa，使用 32.5 水泥与水的比例为 1:1 进行注浆，初估每孔注浆量为 2.5 吨<sup>[3]</sup>。方案二：加固地基深度：该方案主要通过对待力层进行挖土加固，增加基础埋深，提高基础承载力和稳定性。

#### 4.3 对比结果

通过对两种方案的对比分析，我们发现方案一相对于方案二具有明显的优势：①成本低廉：花管注浆相比于加固地基深度，成本更低，施工时间更短，且对现有房屋影响较小。②效果显著：花管注浆不仅增加了地基承载力，还填补了土层缝隙，提高了土层的密实度，从而实现了加固效果。此外，花管注浆无须拆除结构，方便且成本更低。

#### 4.4 地基加固前后对比数据

表 1 地基加固前后对比数据

加固前后	岩性	范围	平均值
加固前	粉砂	1~4	3.1
加固后	粉砂	5~12	8.2

根据以上对比数据，可以看出地基加固后，粉砂土的范围和平均值均有所增加，表明加固效果显著。

#### 4.5 方案实施与效果

加固方案的实施过程十分关键，本文选用的花管注浆方案在施工中严格按照预定的步骤和参数进行操作，以确保加固效果的达到。具体实施方案如下：首先，确定孔距为 1.5m，深入中砂 1.5m 的位置，采用 P48mm 焊管进行注浆。在焊管的注浆部位钻孔，间距为 10cm，呈梅花型布置，底端加工为密闭锥形，以降低击入的压力，保证注浆的均匀性和稳定性。其次，控制注浆压力在 0.3~0.8MPa 之间，最大不高于 1.2MPa，确保注浆的压力适中，既能充分填充孔洞，又不至于对周围结构造成损伤。注浆所使用的 32.5 水泥与水的比例为 1:1，保证了注浆材料的质量和浆体的流动性。初估每孔注浆量为 2.5 吨，对量小的部分进行了二次补浆，以确保注浆充分。在加固过程中，通过累积沉降的监测，控制沉降范围为 0.5~2.5mm，以评估加固效果，并及时调整施工参数，确保加固效果的最大化。通过以上严格的实施方案，加固工程顺利完成，并且取得了显著的效果。加固后的地基承载能力得到了明显的提升，土层缝隙得到了有效填补，土层密实度得到了显著改善，从而有效地解决了地基不均匀沉降问题，确保了建筑物的安全稳定。

### 5 结语

在本文中，我们对一座 17 层高住宅楼的地基不均匀

沉降问题进行了深入分析,并提出了针对性的地基加固方案。通过对花管注浆方案和加固地基深度方案的比较分析,我们发现花管注浆方案具有成本低廉、施工方便且效果显著等诸多优势,因而在实际施工中被采用。经过严格的方案实施与监测评估,加固工程取得了令人满意的成果,有效地解决了地基不均匀沉降问题,提升了建筑物的安全性和稳定性。然而,值得注意的是,地基加固工程是一项复杂而细致的工程,需要科学合理的设计方案、严格的施工操作以及持续的监测评估,以确保工程的顺利进行和加固效果的长期稳定。

#### [参考文献]

- [1]郭军飞,康传强.结构建筑学理念导向下的建筑结构设计及应用分析[J].中国建筑装饰装修,2023(11):87-89.
  - [2]许少杰.落锤冲击深度与面层模量反算的仿真与试验研究[D].陕西:长安大学,2023.
  - [3]郭军飞,康传强.结构建筑学理念导向下的建筑结构设计及应用分析[J].中国建筑装饰装修,2023(11):87-89.
- 作者简介:赵京(1994.8—),毕业院校:安徽工程大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:浙江南方建筑设计有限公司,职务:结构设计师。