

土木工程结构与住宅地基加固技术研究

杨孝

广东中青建筑科技有限公司, 广东 东莞 523000

摘要： 在土木工程中科学合理设计住宅地基, 对保障居民居住安全质量、促进城市可持续发展等具有十分重要的意义。而合理的地基设计和先进的地基加固技术是保障居民生活安全的基础, 也是城市基础设施健康运转的必备条件。本文从结构设计原理、结构设计方法以及结构抗震设计等三个方面深入探讨了土木工程结构设计内容, 紧接着提出了常见地基加固方法以及地基加固方法的选择要求, 最后探究分析土木工程结构设计和地基加固的结合应用策略方法, 以为实际工程施工提供有价值的参考依据支持。

关键词： 住宅地基加固技术; 结构抗震设计; 居住安全; 结构设计

Research on Civil Engineering Structure Design and Residential Foundation Reinforcement Technology

Yang Xiao

Guangdong Zhongqing Construction Technology Co., LTD. Dongguan, Guangdong 523000

Abstract: The scientific and reasonable design of residential foundation in civil engineering is of great significance to ensure the safety and quality of residents and promote the sustainable development of the city. Reasonable foundation design and advanced foundation reinforcement technology are the foundation to ensure the safety of residents, and also the necessary condition for the healthy operation of urban infrastructure. From the structural design principle, structural design method and structural seismic design deeply discusses the civil engineering structure design content, then put forward the common foundation reinforcement method and foundation reinforcement method of selection requirements, finally explore the analysis of civil engineering structure design and foundation reinforcement application strategy, in order to provide valuable reference support for actual engineering construction.

Keywords: residential foundation reinforcement technology; structural seismic design; residential safety; structural design

引言

随着城市化进程的加速和人口的不断增长, 住宅建设成为了土木工程领域的重要课题。在住宅建设中, 结构与地基加固技术是两个至关重要的环节。结构设计不仅关系到住宅的安全性和稳定性, 还直接影响到住宅的居住舒适度和使用寿命。而地基加固技术则是确保住宅地基稳定、防止地基沉降和变形的重要手段。因此深入研究土木工程结构与住宅地基加固技术, 对于提高住宅建设质量、保障人民生命财产安全具有重要意义。

一、土木工程结构设计

(一) 结构设计原理

在土木工程设计领域中, 结构设计是确保建筑物或构筑物在各种使用条件下安全、稳定、经济与美观的关键环节, 结构设计原理主要基于力学定律和材料力学特性, 通过合理的形状和材料选择, 以及精确的计算分析, 实现结构的安全性、耐久性与经济性。在结构设计中应遵守基本的安全性原则, 即结构必须能够承

受预期的荷载, 包括自重、使用荷载、风荷载、地震荷载等, 并在其中保持应有的稳定性, 意味着在结构设计中需要对各种荷载进行准确估计和分析, 在应力分析与变形分析中确定结构受力状态, 在其中规范计算结构强度和刚度。另外还要尽可能降低成本支出, 要求在设计中选择结构形状、布局与材料的过程中, 应进行全面成本与经济性分析, 从中选取性价比最高的设计方案^[1]。而荷载计算是结构设计的首要一步, 其主要目标在于确定结构所承受的各种荷载大小与分布状况, 为后续结构分析与设计提供重

作者简介: 杨孝(1980.12-), 男, 汉族, 陕西榆林, 建筑结构设计高级工程师, 本科, 研究方向: 土木工程, 特种加固技术的设计, 研发及应用。

要依据支持，在荷载计算的过程中需要考虑建筑物所处地理位置、建筑类型、结构系统、使用环境等因素，并根据规范和实际情况对荷载进行计算与校核。最后在结构选择中因为不同材料的强度和刚度特性不同，需要结合具体情况选择合适的材料，常见结构材料包括混凝土、钢材和木材等，在选择材料时需要综合考虑材料的强度、耐久性、可用性、成本以及环保性。结构选材还要满足结构的功能需求，即需要承受重载的桥梁结构应选择具有高强度和良好耐久性的钢材或混凝土，在潮湿环境中应优先考虑抗腐蚀性强的材料，如不锈钢或镀锌钢材，还要考虑材料的热学、电学等性能，从而确保可以满足特定工程的实际需求。

（二）结构设计方法

计算技术属于结构设计中最为基础和核心的方法，在力学分析与计算中可以确定结构的受力状态、变形情况与稳定性等关键指标。在计算机技术快速发展的过程中，有限元分析（FEA）、结构动力学分析等高级计算方法得到了广泛应用，使得设计师可以更为准确地模拟、分析结构的受力行为；仿真技术属于一种基于计算机模拟的先进设计方法，通过构建结构的虚拟模型，并对其进行仿真分析，可以预测结构在各种工况下的响应和性能，仿真技术不仅可以用于结构的静力分析，还可以用于动力分析、疲劳分析、可靠性分析等多个方面，为设计师提供了更为全面和深入的设计依据支持；此外试验技术也是验证结构设计合理性与可靠性的重要手段，通过实际制作结构模型并进行加载试验，可以观察和分析结构的受力行为、变形情况与破坏模式等，从而评估结构的性能和安全性，试验技术还可以用于验证计算模型和仿真结果的准确性，为设计师提供更为可靠的设计依据。

（三）结构抗震设计

结构抗震设计属于土木工程结构设计中的关键环节，对保障结构在地震作用下的安全性与稳定性具有十分重要的作用。地震荷载属于结构在地震作用下所承受的动态荷载，其大小和方向随着时间产生变化，具有复杂性和不确定性特点，地震荷载对结构的影响主要分为水平荷载作用、竖向荷载变化以及扭转效应等，地震波在传播过程中会产生水平方向的振动，使结构受到水平荷载作用，可能会导致结构的侧向位移与变形，甚至有可能引发结构倒塌。^[4]在地震过程中，因为地面可能产生竖向振动，导致结构受到竖向荷载的变化，尽管实际竖向荷载变化比较小，但是在部分情况下，如高层建筑与高耸结构，其影响仍旧不容忽视。此外地震波在不同方向上的振动可能会导致结构产生扭转效应，使结构在地震作用下产生不均匀的变形与应力分布^[5]。而合理的结构体系是提高结构抗震性能的关键，常见结构体系主要包括框架结构、剪力墙结构、筒体结构与框架-剪力墙结构等，不同结构体系在抗震性能方面各自具有相应的优缺点，设计师需要根据工程具体情况和抗震要求合理选择适宜的结构体系。为了能够有效提升结构抗震性能，通过优化结构布置以降低结构在地震作用下的应力集中和变形不均匀现象，如在高层建筑中设置剪力墙或筒体可以增强结构的整体刚性和稳定性；另外在抗震设计中加强对节点的连接设计，确保节点在地震作用下可以保持足够的刚性和强度，而耗能减震装置是一种可以吸收、耗散地震能量的装置，通

过将其设置在结构中，可以有效降低结构在地震作用下的振动响应，常见耗能减震装置主要有阻尼器、耗能支撑等；此外延性是结构在地震作用下可以保持一定变形能力而不出现倒塌的重要特性，在抗震设计中需要优化结构构件的截面尺寸大小、加强配筋等多项措施以提高结构延性。^[4]

二、住宅地基加固技术

（一）常见地基加固方法

1. 强夯处理技术

又被称之为动力压实法、动力固结法，其原理在于通过反复将夯锤提到高处使其自由落下，给地基造成冲击和振动能量，从而达到夯实地基土的目的，有利于提高地基的承载力、降低其压缩性，还可以改善地基性能水平。在强夯冲击波作用下，土颗粒互相靠拢、气体部分首先会被排出，土颗粒进行重新排列，使地基变得更加密实。在使用这类技术进行加固的过程中，首先需要平整施工场地、标出夯点位置、起重机就位、测量夯前锤顶高程、将夯锤起吊到预定高度并自由下落、重复夯击至满足设计要求的夯击次数、换夯点并重复上述步骤、填平夯坑并测量场地高程、规定间隔时间后完成全部夯击遍数、最后以低能量满夯夯实表层松土。强夯法的加固效果比较突出，适用土类较为广泛、设备要求比较简单、施工也比较方便，且施工周期较短、可以节省劳动资源、施工费用成本也比较低，但是因为加固深度受到多种因素影响，目前尚无精确计算方法。强夯处理技术在处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土和黏性土、湿陷性黄土、素填土、杂填土等具有较高的适用价值，在饱和软黏土地基中应尽可能采用低能量强夯或与其他排水方法相结合的方案。^[6]

2. 换土法

换土法通常可以选择具有较好压密特性的土质作为回填材料，如砂土、碎石土等。在所处理的地基含水量较高时，需要采取排水措施，如设置排水沟、铺设排水垫等，确保回填土的夯实效果与地基的稳定性。在使用换土法进行地基加固的过程中，通过挖除不良地基土并进行回填优质土壤以夯实、压实地基，可以有效提高地基承载力，对改善地基变形性能水平具有十分重要的意义。

3. 压实灌浆技术

在使用压实灌浆技术时，需要提前做好对地基的现场勘察工作，在其中了解地基的土质、含水率、地下水位等情况，从而确定适宜的灌浆方案和参数。在泥浆配置方面应根据地基的土质与工程要求进行合理确定，包括泥浆的配合比、材料选择等，泥浆应具有良好的流动性和强度，从而满足压实灌浆施工的实际要求。在施工步骤中主要包括布孔、钻孔、下注浆管、灰浆配制、压浆、压浆孔封堵以及清理现场等，在压浆过程中应严格控制注浆压力与注浆量，有利于保障灌浆效果和地基的稳定性水平^[6]。

4. 挤压力法

挤压力法属于在振动、冲击或水冲的方式应用中在地基中形成孔洞，并将碎石、砂土或砂石等材料挤入孔洞中形成密实桩

体,这种施工方法相对比较简便、加固效果也比较突出,适用于松散土层或软弱地基的加固工作。挤压法被广泛应用于道路、桥梁、建筑物等地基的加固工程中,极其适用于处理浅层地基和软弱土层。

(二) 地基加固方法的选择

在选择适宜的地基加固方法时,如果地基承载力不足,需要选择可以有效提高承载力的加固方法,如注浆加固法、树根桩法、锚杆静压桩法等;对于沉降过大的地基而言,需要选择可以减少沉降的加固方法,如加大基础底面积法、CFG地基处理(刚性桩)等;如果地基存在滑动、倾斜等稳定性问题,需要选择可以增强稳定性的加固方法,如锚杆静压桩法、换土法等加固方法。另外还可以根据地基的土质类型选择适宜的加固方法,如淤泥质土适合采用锚杆静压桩法,而砂土和粉土则适合注浆加固法,也可以根据基础类型(条形基础、独立基础、筏板基础等)选择适宜的加固方法,对于条形基础和独立基础可以考虑加大基础底面积法,在筏板基础可以考虑使用注浆加固法或CFG地基处理法。需要注意的是,部分情况下需要考虑上部结构的荷载大小、结构类型(框架结构、砖混结构等)以及是否允许施工期间中断使用等因素,在荷载较大的结构中需要选择承载力强的加固方法,对于不允许中断使用的结构,需要选择施工振动小、对上部结构影响较小的加固方法。

三、土木工程结构设计和地基加固的结合应用

(一) 结构设计对地基加固的影响

结构布置和建造方式将会直接影响到地基加固技术的选择与实施,合理的结构布置能够减轻地基负担,从而减少对地基加固技术的依赖。比如在结构设计中,对承重结构进行优化,可以使地基受力变得更加均匀,有利于减少地基的局部沉降或变形现象。在实际建造过程中,施工方法和材料选择也会显著影响地基加固效果,比如采取先进的施工技术如注浆加固法、振密加固技术等,可以更为有效地提高地基的承载力和稳定性,材料质量和性能也会直接关系到地基加固效果。所以在实际设计施工过程中,

需要综合考虑结构布置、施工方法以及材料选择等,从而更为合理地使用地基加固技术。另外设计人员在结构设计阶段,应充分考虑到建筑物的使用功能和荷载要求,从中合理确定结构形式和尺寸大小,在精准计算和分析中确保结构在承受各种荷载作用下的安全性与稳定性,在设计中还可以采取先进的结构优化设计方法,如矩阵力法、矩阵位移法等,从中求得结构的最佳外形和材料规格,这些方法可以帮助设计人员找到既可以满足安全性要求又经济合理的结构方案以减少地基加固需求。最后也可以通过对结构布置进行优化,在合理设置承重墙、梁柱等构件中,使结构受力更加合理,也可以减少对地基的荷载大小以降低地基加固难度和成本支出^[7]。

(二) 地基加固技术对结构设计的要求

使用地基加固技术通常会对结构设计产生一定的影响,所以在其中合理调整结构设计方案十分关键。比如在地基土体较弱时,可能需要采取更加刚性的结构形式以增加结构的整体稳定性,或者在地基处理需要应用特殊技术时,也需要调整结构形式以适应加固技术的实际要求。^[8]在完成地基加固后,还要对结构的尺寸大小进行合理调整,比如为了增加结构的承载能力,可能需要增加结构的截面尺寸或采取更为粗壮的构件,同时为了满足地基加固技术的要求,还需要对结构尺寸大小进行合理调整。^[9]此外地基加固技术还会对结构构造措施具有一定的调整要求,比如为了增加结构的整体稳定性,需要增加连接构件的数量和强度,或者为了适应地基加固技术的施工要求,在现场还有可能需要调整结构的构造细节以满足施工方便性和加固效果的实际要求。

四、结束语

土木工程结构与住宅地基加固技术是住宅建设中的两个核心环节,它们相互关联、相互影响,共同决定了住宅的质量和安全性。^[10]通过不断优化结构设计方案,提高地基加固技术的效果,为住宅建设提供更加可靠的技术支持,在此之间需要不断关注新技术、新材料的发展和运用,对推动土木工程结构与住宅地基加固技术的不断创新和进步具有至关重要的影响。

参考文献

- [1] 白洽琴.居住建筑安全质量保障措施研究[J].房地产世界,2023,(05):151-153.
- [2] 王江艺.建筑结构设计控制裂缝的措施分析[J].居业,2023,(12):74-76.
- [3] 赵鹤高.土木工程结构与地基加固技术的研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023.
- [4] 贾志辉.土木工程结构与地基加固技术探究[J].汽车博览,2020(29):245-245.
- [5] 张明.多层框架结构错层部位的抗震设计与分析[J].中国建筑装饰装修,2023,(21):94-96.
- [6] 刘梦瑶,袁东胜.建筑结构抗震设计原则及设计要点分析[J].四川水泥,2023,(11):117-119.
- [7] 李秋林.高层建筑钢结构抗震设计原则及优化研究[J].中国建筑金属结构,2023,22(10):151-153.DOI:10.20080/j.cnki.ISSN1671-3362.2023.10.050.
- [8] 张文海.房屋建筑结构设计抗震设计理念的具体实践[J].散装水泥,2023,(05):169-171.
- [9] 余楚江.广州某项目A栋超高层住宅结构抗震设计[J].广东土木与建筑,2023,30(09):45-49.DOI:10.19731/j.gdtmyjz.2023.09.012.
- [10] 袁开军,吴二军,谭川龙,等.某高层住宅纠偏与地基加固技术[J].施工技术,2016,45(04):118-120.