

土木工程结构与地基加固技术探究

梁 凤

广西华信工程设计股份有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]在我国城镇化进程不断推进的同时,伴随着基础设施建设越来越庞大的规模下,对于土木工程的结构安全以及耐久性的重视度也在逐渐加强。而结构的设计及地基加固是整个建筑工程的重点所在,它们直接影响着建筑物的安全可靠程度及使用寿命。文章介绍了结构与地基加固技术的作用意义,并详细阐述了地梁设计、剪力墙设计、钢筋混凝土设计、伸缩缝设计的重点知识内容,在此基础上分析了强夯法、加筋法、桩基加固、排水固结、锚杆静压桩、化学加固、挤压法、注浆法、换填法等九种地基加固方法。总结各个工艺的技术适用性和技术注意事项等,给建筑工程的设计以及施工提供指导,从而提高建筑产品质量、确保结构安全。

[关键词]土木工程; 结构设计; 地基加固; 技术要点; 质量控制

DOI: 10.64635/ja.2026.1069

中图分类号: TU470

文献标识码: A

Exploration of Structural Design and Foundation Reinforcement Technologies in Civil Engineering

Liang Feng

Guangxi Huaxin Engineering Design Co., Ltd., Nanning 530000, Guangxi, China

Abstract: With the continuous advancement of urbanization in China and the expanding scale of infrastructure construction, increasing attention has been paid to the structural safety and durability of civil engineering projects. Structural design and foundation reinforcement are key aspects of construction engineering, as they directly affect the safety, reliability, and service of buildings. This paper introduces the significance of structural design and foundation reinforcement technologies, and provides a detailed discussion of key aspects of grade beam design, shear wall design, reinforced concrete design, and expansion joint design. On this basis, it further analyzes nine foundation reinforcement methods, including dynamic compaction, reinforcement with geosynthetic or reinforcing materials, pile foundation reinforcement, drainage consolidation, anchor jacked piles, chemical reinforcement, compaction methods, grouting, and replacement filling. The paper summarizes the technical applicability and key precautions associated with each method, with the aim of providing guidance for engineering design and construction practice, improving the quality of construction products, and ensuring structural safety.

Keywords: civil engineering; structural design; foundation reinforcement; technical points; quality control

引言

土建造设计的科学性和地层加固是否可靠,是保证建筑能够安全使用两大重要基础。在工程建设中,主体结构与地基基础形成了一个统一的承重体系,两者互相联系影响彼此。若结构设计不合理会使荷载传递混乱从而导致构件裂缝或者结构崩溃,若基础加固不够会导致地基出现不均匀变形从而对主体结构造成威胁。近来由于一些超高层建筑以及复杂地质环境项目大量增加,使得结构设计及地基加强技术越来越高。所以研究好结构设计的重点部位以及地基加强的重点工序,对提高建筑质量、延长工程寿命有着十分重要的现实作用。

1 土木工程结构与地基加固技术的应用重要性

结构设计以及地基处理是土木工程不可或缺的一部分。就结构设计而言,适当的结构设计方案可以使建筑物在遇到不同的外力作用时都能够有较好的受力状态从而不会出现由于过分应力聚集或者是局部失稳导致的安全问题;就地基处理来讲,地基是建筑的基础,它的质量好坏决定着建筑主体的安全与否问题。地基处理可以增强地基承载能力、稳定性和整体刚度,减小建筑物变形量及其差异性程度,增强建筑物抗振及防震能力,防止发生地基液化现象的发生几率,提升地基耐久度等等。二者相

互依存,结构设计应符合地基状况,而地基处理也必须满足建筑主体负荷需求。唯有把两者结合起来才能使整个建设工程得到最佳化,使工程整体达到最优化、最优质的状态,在工程从规划到实施再到最终结束的整个过程都处于一种安全可靠的环境中。

2 土木工程结构设计要点分析

2.1 地梁设计

地梁是连接基础的主要部件,主要是用于承载上部结构荷载、调整不规则沉降,也称为导墙、挡水反坎或地垄,一般指的是内隔墙下的构造,宽度按隔墙宽度确定,高度一般为200~300mm。地梁的作用是两个,一是固定隔墙,二是防渗防水。对地梁的设计应该综合考虑截面尺寸大小、配筋率、混凝土标号、基础反力大小等各方面因素,在实际情况中常见的地梁问题有截面过小造成抗弯不够,配筋不合理产生裂缝,与地面结合不好产生受力不均现象等等。所以,在设计中要正确选取截面大小并按计算配置受力钢筋,还要注意做好垫层施工质量工作,使地梁与土层紧密相接起传力效果。

2.2 剪力墙结构设计

剪力墙是高层建筑抵抗水平作用的主体构件,剪力墙的质量好坏影响整个结构的抗侧刚度及抗震能力,在满足规范规定的情况下当竖向构件截面长边、短边比值大于4时,应按墙的要求确定;支撑预制楼板的墙,其厚度不宜小于140mm,对于剪力墙结构尚不宜小于层高的1/25。剪力墙的设计需要重点考虑的是墙身厚度及配筋率的要求、边缘构件的设置、轴压比限制以及连梁的设计问题等^[1]。厚度大于160mm的墙应布置双排分布钢筋网,双排分布钢筋网应在墙两侧布置,并设置拉筋连接。拉筋直径不得小于6mm,拉筋间距不宜大于600mm。边缘构件的设计是保障剪力墙延性的基础,要符合规定的最小配筋量。

2.3 钢筋混凝土结构设计

钢筋砼结构是当今建筑工程里使用最多的一种结构体系,它包括受弯、受压、受拉、受剪、受扭等各种应力状态的设计,设计时要严格把关配筋率、保护层厚度、钢筋锚固长度等主要数值,还要做裂缝宽度验算以及挠度限制等等,在建筑工程中钢筋砼基础混凝土强度等级不得低于C25,底筋混凝土保护层厚度不小于40mm,对于在室外露天部位的梁柱等构件,由于受到大气作用和风雪等作用,所以环境条件非常恶劣,因此对混凝土强度等级及保护层厚度均要有一定幅度地加强。钢筋锚固长度必符合规范要求,使钢筋能够很好的和混凝土结合在一起共同受力。

节点区处理需细致,避免因构造不当导致应力集中和早期裂缝。

2.4 伸缩缝设计

伸缩缝是为了释放温度应力以及减少混凝土收缩变形的影响而设置的一种结构缝,经过长期的工程建设实践并没有发现伸缩缝的最大间距的规定对于混凝土结构产生较大的负面影响问题,但是在过去十年间混凝土强度等级逐渐提升、流动性变大,混凝土的凝结硬化速度快,强度增长快以及放热性强等特性使混凝土体积收缩量也在不断上升。在建筑结构施工期采取防止裂缝产生的办法是国际上普遍采用降低由于混凝土收缩产生的不利影响的方式,在国内一般做法就是留设后浇带^[2]。一般情况下后浇带的距离不超过30m,浇筑混凝土的时间间隔通常大于两个半月。科学设定合理的后浇带,在有足够依据的情况下,可以扩大伸缩缝的距离,但是不可将后浇带作为伸缩缝来使用。另外需要强化屋面的保温隔热工作,降低结构温差引起的变形;对于现浇结构做好养护工作降低收缩量。

表1 土木工程结构设计要点及控制因素汇总

结构类型	核心功能	关键设计参数	常见问题	设计控制要点
地梁设计	传递上部荷载、调节不均匀沉降	截面尺寸、配筋率、混凝土强度等级	抗弯不足、裂缝、与地基接触不良	合理确定截面高度、按计算配筋、保证垫层质量
剪力墙结构	承受水平荷载、提高抗侧刚度	墙厚、配筋率、边缘构件、轴压比	墙体开裂、边缘构件配筋不足、连梁超筋	控制轴压比限值、设置暗柱、保证边缘构件配筋率
钢筋混凝土结构	承受拉、压、弯、剪、扭	配筋率、保护层厚度、锚固长度	钢筋锈蚀、裂缝超限、保护层不足	严格按计算配筋、控制裂缝、满足构造要求
伸缩缝设计	释放温度应力、减小收缩变形	缝宽、缝间距、缝构造	缝宽不足、渗漏、缝间距过大	按规范确定间距、保证缝宽、做好防水处理

3 土木工程地基加固技术要点分析

3.1 强夯技术分析

强夯法即为重锤由一定高度下落进行冲击压实地基的一种加固方法,它靠冲击力以及动应力使土体变得更为密实,在碎石土、砂土、低饱和粉土及黏性土、杂填土等地基上均有应用,强夯法的优点有设备简便、施工迅速、加固效果明显、造价经济;但是缺点也很明显就是振动噪音很大、对周围环境有影响、不适合饱和的软粘土地基等

等。强夯法施工时要注意控制好夯实能量、夯点距离、夯击次数和下沉量这几个关键性的指标来保证其加固的作用能够满足工程的设计需要。

3.2 加筋法分析

加筋法就是在土体内设置抗拉材料（例如土工格栅、土工布、加筋带等等），利用筋材与土体之间的摩阻力来增强整个土体的整体强度及稳定性的一种加固手段。它适用范围非常广泛，可用于软基处理、填筑堤坝、挡土墙等等。加筋法简单便捷，价格便宜，能适应较大的变形量，但是要考虑筋材本身的耐性及长期蠕变的问题，在进行设计的时候要适当的选取筋材的抗拉强度以及加筋距离及锚固长度，让筋材同土体之间有一定的摩擦力以达到最好的加强效果。

3.3 桩基加固技术

桩基加固是采用桩基础把上部结构的荷载传给较深的持力层的一种加固方式，可应用于各种土质条件中以及软弱地基区域中。桩基分为预制桩、灌注桩、钢管桩等形式，桩基有承载能力强、沉降量低、应用广泛等特点，但也有费用大、时间长、监控难度大的缺点。在施工过程中应按地基条件选用合适的桩型及桩长，加强成桩过程的质量管理，在进行桩基静载试验的基础上检查确认单桩承载能力是否符合设计标准。

3.4 排水固结技术

排水固结法是指采用排水措施（如塑料排水板、砂井）及施加预压荷载，使超静孔隙水压力很快消散，从而增强软土地基强度的一种地基加固方法。适用于饱和软黏土、淤泥质土等地基。排水固结具备加固效果持久、土体强度增长稳定等优点，但是也有工期较长、要施加预压荷载，沉降难控等特点^[3]。主要的技术指标有排水板间距、堆载高度、预压时间、固结度要求以及沉降速率控制等，都要依据监测数据来调节

3.5 锚杆静压桩法

锚杆静压桩法是用锚杆作为反力源，在桩段之间施加压力将预制桩依次插入土体中的工艺，适合老旧房屋地基基础加固及空间狭小场地施工作业。其主要特点就是没有噪音、无震动、可以用于已有建筑物的地基加固作业；但是缺点则是对压桩的压力有一定的限制、桩长也有一定的要求以及压桩的速度较慢。施工时要注意保证锚杆的抗拔力、压桩的压力大小及接桩的质量等问题，满足终压条件以后才可停止施工，从而保证了桩的质量以及它的承载能力。

3.6 化学加固技术

化学灌浆法是在土体内注入化学灌浆材料（如水泥浆、水玻璃、聚氨酯等）使其与土体产生物理或化学作用，从而改善土体力学性质、抗渗能力的一种治理方法。适用范围包括对于砂土、粉土、裂隙岩体等地基土质都可进行处理。化学灌浆的优点是可以控制较好，可用于某些特定土层，还可增强抗渗性等，缺点是造价高，灌浆材料有危险，耐久性有待验证等，因此在灌浆时要对浆液比例、注浆压力、扩散直径及凝胶时间等加以考虑，并经过试验室检测来确定加固效果是否良好。

3.7 挤密法

挤密法就是用挤入桩体或者石子使周围土受到压缩，从而使土变得结实起来的一种地基加固方式，用于松散砂土和湿陷性黄土地基加固等。挤密法的优点是可使密实度得到显著提高，施工比较快，不足之处是挤土现象较为严重，会对附近的建筑物造成一定影响。在施工过程中要注意控制挤密桩的间距，桩径大小，填料的级配以及压实系数等等来保证挤密的效果能满足设计的要求，尽量减小对周边环境的影响。

3.8 注浆法地基加固技术

注浆法就是用注浆管在地层中钻孔，然后以一定的压力向地层的孔隙或者裂缝中注入各种浆液，从而充填固结而成结石体，来增强地基的承载能力及抗渗性能的一种加固方式。这种方法可用于砂砾石层、裂隙岩体、疏松土层等不同类型的地基中；喷射注浆是属于一种加固方法，即是在土中用高压把水泥拌合料喷出，增加它的承载能力以及机械强度，这样就能形成可以承受上部结构重量并且可以避免出现差异性沉降问题的加固土柱。注浆法适用范围广泛，不仅可以增强强度也可以提高抗渗能力，但是注浆法的效果会受到地层的影响比较大，而且不容易把握好施工质量^[4]。在施工过程中要根据地层情况选取适合的注浆材料以及比例，在施工过程中的注浆压力以及注浆量都必须严格把控，使浆液可以均匀的填充到孔隙内。

3.9 换填法

换填法即挖去浅部缺陷土层，填以良好材料（砂砾、碎石、石灰土等）并分层夯实的一种加固方法。用于浅部软弱土层或者薄层的不良地质环境。其优点有工艺简便，经济实惠，效果显著等等缺点有开挖深度较小，弃土处置麻烦以及受到地下水位高低的影响等等不足之处，在施工过程中应注意合理选择换填范围及深度，做好材料粒径配比与分层铺筑厚度，满足规定的压实度标准，经由承载力

检测证明换填质量是否达标。

表2 土木工程地基加固技术对比分析

技术类型	加固原理	适用土层	优点	缺点	关键技术参数
强夯技术	通过重锤冲击压缩土体,提高密实度	碎石土、砂土、低饱和度粉土与黏性土、杂填土	设备简单、施工速度快、效果显著、成本较低	振动噪声大、对周边环境的影响大、不适用于饱和软黏土	夯击能、夯点间距、夯击遍数、夯沉量控制
加筋法	在土体中布置抗拉材料,提高整体强度	软弱地基、填方边坡、挡土结构	施工简便、造价低、适应变形能力强	筋材耐久性需关注、长期蠕变问题	筋材抗拉强度、加筋间距、锚固长度、与土体摩擦系数
桩基加固技术	将荷载传递至深层持力层	各类土层,特别是软弱土层深厚地区	施工简便、造价低、适应变形能力强	造价高、施工周期长、质量控制要求高	桩型选择、桩径桩长、单桩承载力、桩身完整性、沉降控制
排水固结技术	通过排水系统加速超静孔隙水压力消散	饱和软黏土、淤泥质土	效果持久、土体强度增长稳定	工期长、需要预压荷载、沉降预测复杂	排水板间距、堆载高度、预压时间、固结度要求、沉降速率
锚杆静压桩法	利用锚杆反力压入预制桩段	既有建筑地基加固、狭窄场地	施工无振动、无噪声、适用于已建工程	压桩力有限、桩长受限制、施工速度慢	锚杆抗拔力、压桩力控制、接桩质量、终压标准
化学加固技术	注入化学浆液与土体发生反应,改善土性	砂土、粉土、裂隙岩体	可控性好、适用于特定地层、可提高抗渗性	成本高、浆液可能有毒性、长期效果需验证	浆液配比、注浆压力、扩散半径、凝胶时间、加固强度
化学加固技术	通过挤入桩体或石块,挤密周围土体	松散砂土、湿陷性黄土	提高密实度效果明显、施工速度快	挤土效应明显、对邻近建筑有影响	挤密桩间距、桩径、填料级配、压实系数、挤密系数
注浆法	将浆液注入地层孔隙,充填胶结	砂砾石层、裂隙岩体、疏松土层	适用性强、可提高强度和抗渗性	效果受地层条件影响大、质量控制难	注浆材料选择、注浆压力、浆液配比、扩散半径、注浆量
换填法	挖除不良土层,换填优质材料压实	浅层软弱土层、厚度不大的不良地层	施工简单、效果可靠、造价较低	开挖深度有限、弃土处理问题、受地	换填深度、材料级配、压实度要求、分层厚度、承载力检验

4 结语

房屋建筑工程结构设计及地基加固技术是保障工程质量及安全的重要两大方面。本文通过对地梁、剪力墙、钢筋混凝土结构、伸缩缝的设计要领的研究,把握不同类型结构设计时应注意的重点控制内容;从九类地基加固技术的基本原理、适用条件、技术指标的比较分析入手,总结得出不同的工程环境下适宜使用的加固措施,发现结构与地基加固需同步进行,主体结构受力特性决定了对地基的要求,同时地基状况也影响着结构设计的可能。在具体的工程项目中,在设计时就需要结合实际情况及工程实际情况来合理的选择出最适合的结构形式以及加固方式并严格遵守国家标准来进行施工并且保证好工程质量,那么这样才能够达到建设项目的既定目的。而在以后的日子里,新型材料、新技术不断的出现,也将使结构设计及地基处理技术朝着

更为精确化、智慧化的方向转变去更好的为土木工程行业服务。

【参考文献】

- [1]李雪峰.土木工程结构设计及地基加固工程技术[J].建材发展导向,2024,22(21):1-3.
- [2]王雪,钟美慧,贺全德.土木工程结构与地基加固技术探究[J].江西建材,2021,(01):86+88.
- [3]王鹏.地基加固技术在土木工程结构设计中的应用[J].工程抗震与加固改造,2025,47(01): 197.
- [4]代蒙南.土木工程结构设计及地基加固工艺的研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(03):196-198.
作者简介:梁凤(1995.02—),毕业院校:南宁理工学院,所学专业:土木工程,当前工作单位:广西华信工程设计股份有限公司,职务:结构工程师,职称级别:中级。