

建筑结构地基基础设计研究

王美丽

内蒙古工大建筑设计有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010050

摘要：建筑结构地基基础设计是保障建筑安全与稳定的关键环节，传统设计易受地质、环境等因素制约。本文从核心内涵与基本原理入手，分析地质、建筑特性、环境、材料施工四大影响因素，阐述前期勘察、地基设计、基础设计、设计验算等关键环节技术要点，提出技术、人员、数据、监测四类质量保障措施，为科学开展地基基础设计提供完整路径，助力提升建筑结构安全性与经济性。

关键词：建筑结构；地基基础设计；影响因素；技术要点；质量保障

引言：随着建筑行业发展，高层建筑增多、复杂地质条件项目占比提升，对地基基础设计提出更高要求。地基基础作为建筑结构的承载核心，其设计合理性直接关系到建筑安全、使用寿命与建设成本。当前部分设计存在对地质条件适配不足、关键环节把控不严等问题，易引发结构失稳、后期沉降等隐患。深入研究建筑结构地基基础设计，构建科学设计体系，对推动建筑行业高质量发展具有重要意义。

1 建筑结构地基基础设计的核心内涵与基本原理

1.1 核心内涵

地基设计聚焦地层承载与变形控制，通过地质勘察获取土层天然重度、压缩模量等参数评估承载力，结合上部结构恒荷载、活荷载总和判断天然地基适用性，遇软弱、松散地层需选换填垫层、复合地基等处理方案，通过分层计算与沉降观测控制变形，避免超允许值导致上部结构开裂或功能失效^[1]。基础设计兼顾类型适配与结构安全，依建筑结构形式、荷载分布及地质条件选基础类型，独立基础适配框架柱分散荷载，条形基础对应墙体线性荷载，筏板基础应对荷载大或地基不均的住宅、商业建筑，箱形基础适用于沉降敏感的超高层建筑；确定类型后算尺寸，按地基承载力定底面大小，依受弯受剪要求设计基础高度与钢筋配置，保障基础传力效率与抗破坏能力。协同设计实现多环节受力协调，一方面让基础底面压力均匀传至地基，避免局部超载引发土体剪切破坏，另一方面协调基础与上部结构荷载传递，确保竖向荷载、水平风荷载有效传递，适配上部结构刚度特性，减少梁柱节点应力集中，形成“地基-基础-上部结构”协同工作的整体受力体系。

1.2 基本原理

荷载传递原理要求上部荷载经基础均匀传至地基，基础通过合理尺寸与形式将柱下集中荷载转为分布荷

载，避免局部应力集中导致地基失稳，如独立基础通过扩大底面面积分散柱端荷载，条形基础通过连续浇筑传递墙体均布荷载，确保传力路径清晰、受力均匀且无突变。地层力学原理是地基设计的理论基础，依土力学分析粘性土、砂层的压缩性与抗剪强度，结合岩石力学评估岩层完整性与承载力规律，确定地基承载力特征值与变形计算参数，如通过三轴剪切试验获取土的内摩擦角、粘聚力，为地基处理方案选型与最终沉降计算提供精准依据。变形控制原理需将地基沉降、不均匀沉降控制在允许范围，用分层总和法结合压缩曲线预测最终沉降量，对比建筑规范中不同结构的沉降限值，通过优化基础类型、调整地基处理深度或增设抗浮锚杆减沉降，如高层建筑用桩基础穿越软弱土层至坚硬持力层，精准控制整体沉降与倾斜率，保障结构长期安全稳定。

2 建筑结构地基基础设计的关键影响因素

2.1 地质条件因素

地质条件是地基基础设计的核心依据，地层分布直接决定基础选型与处理方案，土层厚度与性质差异会改变地基承载能力，如粘性土压缩性较高易导致后期沉降，砂层透水性强需注意地下水渗透问题，岩层强度高但完整性不足时需评估裂隙对基础稳定性的影响。地下水位高度影响基础埋深选择，水位过高可能增加基坑开挖降水难度，还可能对基础材料产生腐蚀作用，需针对性选择防腐材料或设置防潮构造。岩土体物理力学参数是设计计算的关键指标，含水率影响土体抗剪强度，压缩模量决定地基沉降计算精度，内摩擦角反映土体抗滑能力，这些参数需通过现场勘察与室内试验精准获取，确保设计依据符合场地实际情况。

2.2 建筑特性因素

建筑高度与层数直接关联荷载大小，层数越多、高度越高，上部结构传递至基础的竖向荷载越大，对地基

承载力要求也越高,可能需要采用承载力更强的深基础形式^[2]。上部结构类型决定荷载传递方式与基础受力特征,框架结构荷载集中于柱体,适配独立基础或桩基,剪力墙结构荷载沿墙体分布,更适合条形基础或筏板基础。荷载分布差异影响基础尺寸设计,均布荷载需基础底面均匀受力,集中荷载则需通过基础扩大底面面积分散应力,避免局部压力超标。结构安全等级划分不同,基础设计的荷载组合与强度验算标准也不同,安全等级高的建筑需提高基础承载力储备与抗破坏能力,如医院、学校等公共建筑对基础安全冗余要求更高。

2.3 环境条件因素

场地周边环境制约基础施工与设计范围,相邻建筑距离较近时,基础开挖需控制对周边土体的扰动,避免引发相邻建筑沉降或倾斜,地下管线分布影响基础埋深与布置,需避开管线密集区域或采取保护措施。气候条件对基础耐久性与稳定性影响显著,冻融循环频繁地区需控制基础埋深在冻结深度以下,防止土体冻胀导致基础破坏,降雨量大的区域需设计完善的排水系统,避免雨水渗入地基引发土体软化。地震烈度与地质灾害风险决定基础抗震与抗灾设计要求,高烈度地震区需加强基础与上部结构的连接刚度,设置抗震构造措施,存在滑坡、岩溶等地质灾害的场地,需先治理灾害隐患再进行基础设计,确保基础长期安全。

2.4 材料与施工因素

基础材料性能直接影响基础自身强度与耐久性,混凝土强度需满足基础受弯、受剪承载力要求,强度不足可能导致基础开裂,钢筋抗拉强度决定基础配筋量,需适配基础受力需求避免配筋不足引发结构破坏。施工工艺可行性限制设计方案落地,场地开挖难度大时需调整基础形式减少开挖量,如岩石地层可优先选择挖孔桩或嵌岩桩,地下水位高的场地需评估降水措施的有效性,确保施工过程中地基稳定。施工精度控制要求影响设计细节,桩基础需控制桩位偏差与垂直度,筏板基础需保证混凝土浇筑厚度均匀,这些精度要求需在设计中明确,同时结合施工技术水平优化设计方案,避免因施工难度过高导致设计意图无法实现。

3 建筑结构地基基础设计的关键环节与技术要点

3.1 前期勘察与数据获取

勘察方案制定需结合建筑规模与场地特点,建筑规模大或场地地质复杂时需加密勘察点布置密度,确保全面覆盖场地不同区域地质差异,勘察深度需穿透软弱土层至稳定持力层,避免因勘察深度不足遗漏下部不良地层^[3]。岩土参数测试需通过原位测试与室内试验结合获取

数据,静载荷试验可直接测定地基承载力特征值,标准贯入试验能评估砂土密实度与粘性土稠度,室内试验则通过土样分析获取含水率、压缩模量等力学参数,确保参数精度满足设计计算需求。勘察报告解读需重点分析地层分层规律,判断岩土体稳定性,明确地下水位变化对基础的影响,梳理设计约束条件,如是否存在岩溶、断层等不良地质现象,为后续设计提供清晰地质依据。

3.2 地基设计关键技术

地基承载力验算需结合建筑荷载与地层参数,将上部结构传递的竖向荷载换算为基底压力,与地层地基承载力特征值对比,判断天然地基是否满足承载要求,若承载力不足需启动地基处理流程。地基处理方案设计需针对软弱地基类型选择适配方法,淤泥质土压缩性高需采用换填法置换浅层软弱土,杂填土成分复杂可通过夯实法提高密实度,荷载较大时选用复合地基法增强地基整体性能,同时明确处理范围与技术参数,如换填材料粒径、夯实遍数、复合地基桩体间距,确保处理后地基性能达标。地基变形计算需采用分层总和法等规范方法,计算地基最终沉降量与沉降差,对比建筑允许变形限值,若沉降超标需调整地基处理深度或基础形式,避免后期沉降影响上部结构正常使用。

3.3 基础设计关键技术

基础类型选型需综合地质条件、建筑荷载与施工条件,高层建筑荷载大且对沉降敏感常用筏板基础,低层建筑荷载分散适配独立基础,地质条件复杂或需兼顾防渗时可选用箱形基础,确保基础类型与实际需求匹配。基础尺寸与配筋设计需根据荷载计算结果确定,先按地基承载力确定基础底面尺寸,再按受弯、受剪承载力要求计算基础高度,最后根据内力分析设计钢筋配置,明确主筋与箍筋的规格、间距,保证基础自身强度能传递荷载且抵御破坏。特殊工况设计需考虑地震作用与地下水影响,地震区基础需设置抗震缝减少结构振动传递,加强基础与上部结构连接节点强度,地下水位较高时需进行基础抗浮设计,通过增加基础自重或设置抗浮锚杆平衡浮力,避免基础上浮破坏。

3.4 设计验算与优化

强度验算需针对基础关键截面开展,验算基础受弯、受剪截面强度是否满足规范要求,同时检查钢筋抗拉强度是否适配内力需求,若强度不足需增大基础截面尺寸或提高钢筋配置等级。稳定性验算需重点验算基础抗滑移与抗倾覆稳定性,抗滑移验算需对比基础水平抗力与水平荷载,抗倾覆验算需计算抗倾覆力矩与倾覆力矩比值,确保两项指标均满足安全系数要求,避免基础

发生位移或倾斜^[4]。经济性优化需在满足安全前提下进行,通过调整基础尺寸减少材料用量,如优化独立基础台阶高度,选择性价比高的基础材料,平衡安全性能与建设成本,实现设计方案技术可靠与经济合理的统一。

4 建筑结构地基基础设计的质量保障措施

4.1 技术保障

技术保障需建立勘察-设计-验算全流程技术审核机制,勘察阶段需组织专业团队审核勘察方案合理性,检查勘察点布置是否覆盖场地关键区域、勘察深度是否达到稳定持力层,避免因勘察疏漏导致设计依据偏差;设计阶段需开展多级审核,从基础选型、荷载计算到尺寸配筋,逐环节核查设计参数准确性,确保参数引用与地质勘察数据一致;验算阶段需引入第三方技术复核,重点审核地基承载力、沉降计算与基础强度验算的逻辑严谨性,对比不同计算方法结果,排查公式套用错误或数据输入偏差,通过全流程审核形成技术质量闭环,保障设计方案技术可靠。

4.2 人员保障

人员保障需加强设计人员专业能力培养,定期组织土力学、结构力学知识更新培训,结合软土地基、岩溶场地等典型工程案例解析复杂地质条件下的设计难点,帮助设计人员掌握地层力学特性与基础受力规律;开展新型设计技术应用培训,涵盖BIM技术在基础建模与碰撞检查中的应用、有限元分析软件在沉降计算中的实操方法,设置实操考核环节检验培训效果,提升设计人员数字化设计能力;建立设计人员考核机制,将专业知识掌握程度、工程设计质量与考核结果挂钩,明确优秀设计案例的奖励标准,激励设计人员主动提升专业素养,确保设计团队具备应对各类场地条件与建筑需求的技术能力,从人员层面保障设计质量。

4.3 数据保障

数据保障需构建完善的岩土参数数据库,按区域分类整理不同地质条件下的岩土体物理力学参数,包括各类土层的含水率、压缩模量、内摩擦角等,标注参数获取的勘察方法与试验标准,为后续类似场地设计提供参考依据;定期更新数据库内容,将新完成项目的勘察数据、设计参数与实际监测结果纳入库中,分析参数与工

程效果的关联性,优化参数取值范围;建立数据共享机制,允许设计团队在不同项目中调用数据库资源,减少重复试验成本^[5]。通过数据积累总结设计经验,形成区域化设计技术指南,提升设计效率与参数选取准确性,为设计质量提供数据支撑。

4.4 监测保障

监测保障需在设计阶段提前预留地基沉降监测点,根据建筑体型与地基条件合理布置监测点位置,确保监测点能全面反映地基沉降分布特征,可在建筑四角、长边中点及荷载集中区域增设监测点;制定详细的后期监测方案,明确监测频率与数据记录标准,施工期监测频率可控制为每3-7天一次,竣工后调整为每月一次,后续逐渐延长至每季度一次,同时规定监测数据异常时的预警阈值;监测过程中需及时分析数据变化趋势,对比设计沉降计算值与实际监测值,评估地基变形是否符合预期,若出现沉降速率过快或沉降量超标,及时反馈设计团队调整后续处理措施,为结构安全评估提供实时数据依据,保障建筑全生命周期内的基础安全。

结束语

建筑结构地基基础设计是复杂且系统的工程,涉及多领域知识融合与多环节协同。从前期勘察到设计实施,再到后期监测,每个步骤都关乎建筑安全。通过明确关键影响因素、掌握关键技术要点、落实质量保障措施,能有效提升设计科学性与可靠性。未来需持续探索创新,适应不断变化的建筑需求与地质环境,推动地基基础设计技术迈向新高度。

参考文献

- [1]徐浩.高层建筑地基基础工程设计研究[J].现代工程技术,2025,4(11):17-20.
- [2]魏波.价值工程在建筑地基基础设计优选中的应用研究[J].砖瓦,2023(5):52-54,57.
- [3]刘跃.房屋建筑结构设计 with 地基基础加固技术研究[J].数字化用户,2024(32):181-182.
- [4]孙丰光.高层建筑结构地基基础设计的常见问题及解决措施[J].工程建设与设计,2023(1):37-39.
- [5]郝宏伟.建筑结构地基基础设计现存问题和解决措施分析[J].建材与装饰,2023,19(4):45-47.