高层建筑筏板基础沉降控制关键技术研究

李治奇[1]，李军[2]，李果绵[3]
1. 加拿大多伦多凯谛思设计公司，加拿大 多伦多 M4V 2Y7
2. 鞍钢集团公司教育培训中心，辽宁 大连 116085
3. 中冶焦耐（大连）工程技术有限公司，辽宁 大连 116085
DOI:10.61369/ERA.2026090002

摘　　要： 高层建筑筏板基础沉降状态关乎整体结构安全与长期服役能力，沉降管控始终是高层土建施工的关键内容。结合建筑荷载偏高、地基受力繁杂、不均沉降易发的工程特征，梳理筏板沉降主要诱因并整合适配现场作业的管控技术，依托现场施工实际分析各类工艺与地基处理手段带来的沉降作用机理，完善适配复杂地质条件的防控手段，相关研究可规避不均沉降造成的结构损伤，夯实基础施工品质，为同类工程沉降治理提供技术参考。

关 键 词： 高层建筑；筏板基础；沉降变形；施工技术；质量控制

Research on Key Technologies for Settlement Control of Raft Foundation in High-Rise Buildings

Li Zhiqi[1], Li Jun[2], Li Guomian[3]
1.Kaitis Design Company, Toronto, Canada, Toronto, Canada M4V 2Y7
2.Ansteel Group Corporation Education and Training Center, Dalian, Liaoning 116085
3. MCC Coking & Refractories (Dalian) Engineering Technology Co., Ltd. Dalian, Liaoning 116085

Abstract: The settlement status of raft foundation in high-rise buildings is related to the overall structural safety and long-term service capacity, and settlement control has always been a key content of high-rise civil construction. Based on the engineering characteristics of high building loads, complex foundation stress, and easy occurrence of uneven settlement, this paper summarizes the main causes of raft settlement and integrates control technologies that are suitable for on-site operations. By analyzing the settlement mechanism caused by various processes and foundation treatment methods based on actual on-site construction, and improving the prevention and control measures that are suitable for complex geological conditions, relevant research can avoid structural damage caused by uneven settlement, consolidate the quality of foundation construction, and provide technical references for settlement control of similar projects.

Keywords: high-rise buildings; raft foundation; settlement deformation; construction technology; quality control

引言

城市建筑不断向高空与大尺度方向发展，基础工程的承载水平及形变约束标准随之变得更为严格，筏板基础依托整体性能优异、受力分布均衡、适用场景宽泛等特质，普遍应用于高层楼宇建设领域。复杂地层条件叠加建筑巨大竖向作用力，常会造成筏板出现不均沉降、后期持续沉降等问题，进而损害建筑整体构造与使用安全，墙体开裂、主体偏斜等现象也一直是高层土建质量管控的难点所在，全面梳理沉降形成缘由并完善全流程管控技术，可化解基础施工现存风险，守护工程建设品质与长期运行状态。

一、高层建筑筏板基础沉降主要诱发成因

（一）地基土层自身力学特性缺陷

建筑场地内土层构造与力学指标从根源左右筏板基础沉降表现，地层不同深度区间密实状态、压缩属性及承载能力各有区别，软土、杂填土与淤泥质土等软弱地层普遍存在压缩能力强、整体稳定性偏弱、固结耗时久的特征。上部建筑长期施加竖向荷载，这类土体将不断产生压缩形变，连带筏板出现整体下沉现象，地层排布错落、层间接触面承载力骤变还会让基底受力失衡，催生局部沉降差异[1]。地下水体含量及渗透条件发生波动，土

作者简介：李治奇（1991.12.06-），男，汉族，辽宁鞍山人，土建工程师，硕士，研究方向：土木结构。

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

体内有效应力随之改变，地层承载能力逐步下降，筏板产生的沉降形变也会随之加剧，这类原生地质条件带来的问题，也是高层筏板工程沉降管控中需要重点考量的内容。

（二）筏板结构设计参数设置不合理

筏板基础各项设计参数决定受力传导状态与沉降管控成效，板体厚度、钢筋配置、埋设深度及平面排布等内容若规划失当，整体结构刚度会出现短板，难以均匀分摊上部建筑传递的荷载。平面轮廓和荷载分布无法契合时，局部区域荷载过度聚集，单点沉降数值超出正常范围，不均匀沉降问题就此显现。钢筋排布间距、材料规格选用存在偏差，筏板抵御形变的能力会大打折扣，无法约束土体压缩带来的结构位移。埋设深度未能结合现场地质实况设定，基础和土层之间的嵌固作用被削弱，整体稳固性持续下降，基础便会出现长时间不间断的沉降现象，对建筑整体状态形成持续影响。

（三）现场施工工艺操作不规范

基础施工各环节管控出现疏漏，是引发筏板沉降超标、沉降不均的人为诱因，基坑开挖作业出现过度挖掘、开挖深度不足或是扰动原状土体，原有地层受力平衡被打破，地基原本具备的承载能力随之下降。垫层浇筑与碾压作业标准执行不到位，密实度不达标、表面起伏偏差较大，筏板底部受力格局失去平衡。混凝土浇筑与养护工序未按标准执行，板面易出现裂缝且整体强度达不到设计要求，基础整体刚度受到明显影响。基坑排水、土方回填、临时物料堆放等环节管控失序，地基土体原有应力状态被打破并产生形变，最终让筏板基础出现各类沉降相关病害。

二、高层建筑筏板基础沉降前期预判举措

（一）精细化开展场地地质勘察工作

全域范围内开展场地地质勘测是预判沉降问题的首要环节，勘测过程逐层划分地层并测定各项物理力学参数，掌握不同土层厚度、压缩属性与空间分布情况，细致排查软弱地层、地下空洞及地层突变等不良地质状况。现场同步监测地下水位、水流路径与透水能力，厘清水体活动对土体稳定产生的作用。参照建筑规划荷载与竖向高度等条件，研判天然地层承载极限与沉降发展趋势，标注风险突出区域，整套勘测数据能够支撑后续基础构型规划、地层处理作业以及沉降防控工作推进，为整套工程技术方案落地提供可靠的地层资料支撑。

（二）科学优化基础结构设计方案

参照实地勘测得到的地层资料调整筏板基础设计内容，结合土层承载特质与上部荷载排布情况敲定板体厚度、埋设深度与平面形态等关键指标，让整体结构刚度可以抵御沉降形变。面对地层分布不均的场地环境，调整内部钢筋排布方式，强化荷载集中位置的结构强度，让基底受力状态更为均衡[2]。调整各项设计参数缓解局部应力聚集，在设计阶段削减不均沉降带来的隐患，配套完善防水与排水构造设计，降低水体侵蚀对土体和筏板本体造成的负面作用，依托合理设计提升基础整体抗沉降能力。

（三）完善施工前期沉降风险评估

工程动工前结合地层条件、建筑构造与施工流程开展沉降风险研判，梳理地质缺陷、设计疏漏、施工难点等各类风险源头，划分风险等级并界定各类隐患波及范围与破坏程度。针对风险较高区域制定专项应对方案，提前完成地层加固、结构补强与工序调整等准备工作。参考同类高层筏板工程实践经验，预判各施工阶段可能出现的沉降问题，搭建完整的风险防范机制，前置各类管控手段，从工程筹备阶段夯实沉降管控根基，减少后续施工阶段各类沉降病害发生概率。

三、高层建筑筏板基础施工期沉降控制技术

（一）规范化实施地基预处理施工

面对场地内软弱土层、松散土层等不良地质区域，选用适配工艺开展地基预处理作业，以此强化地层整体承载与稳定状态。换填碾压、强夯处置、复合地基改造等技术可重塑软弱土体力学性质，提升土层密实程度与抗压能力，压缩土体发生形变的空间[3]。现场作业依照标准流程推进，把控分层夯实厚度、加固区域范围、作业循环次数等核心要点，让整片地基加固效果保持一致。预处理工序全部结束后，对地基承载能力开展专项检测，核验地层各项指标是否达到使用标准，消除局部地层性能偏差带来的隐患，从源头阻断不均沉降产生的条件，为后续筏板施工筑牢底层基础，保障整个建筑基础体系长期运行状态。

（二）精准管控筏板主体施工工艺

筏板主体施工阶段的工艺把控，直接影响沉降问题的整体管控效果。基坑作业精准控制挖掘深度与边坡倾角，杜绝过度开挖、扰动原状土体等情况，开挖作业收尾后随即开展基底整平与垫层施工，缩减土体暴露时长。混凝土施工采取分层连续浇筑模式，调控浇筑节奏并保证振捣充分，规避蜂窝、孔洞、裂隙等常见质量问题。依照标准开展温湿度养护工作，设定合理养护时长，助力混凝土强度稳步提升，增强筏板整体结构与抗形变能力。理顺各道工序衔接节奏，降低施工活动对地基产生的扰动，维持地层原有受力状态，让筏板成型质量与沉降控制目标相互契合，保障基础施工整体品质。

（三）优化施工现场降水排水体系

地下水活动容易造成土体形变并加重筏板沉降，现场需搭建完备的降水排水设施。结合场地水文分布特征布置降水井、排水沟、集水井等设施，稳定控制施工期间地下水位高度。合理调节降水节奏与水位下降幅度，防止水位骤变造成土体应力异动与固结沉降失衡。施工全程保障排水线路畅通，及时疏导场地积水，避免水体长期浸泡基底土层、弱化土体原有性能。针对雨季环境增设防渗防护举措，应对短时水量激增带来的影响，削弱水文条件波动对地基的干扰，持续维持地层原有结构状态，降低各类水文因素诱发沉降病害的可能性。

四、高层建筑筏板基础后期沉降监测与管控

（一）搭建全周期沉降监测布设体系

结合高层筏板基础构造形式与现场实际工况，搭建覆盖全域且可长期运行的沉降监测网络，依照基础边角、中心区域以及荷载集中位置划分监测点位，让布设范围完整覆盖各类沉降易发区域。配合工程推进节奏与建筑后续使用阶段设定固定监测频次，将监测工作贯穿施工收尾、室内装修以及建筑投用初期各个阶

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

段，形成完整的周期管控模式。现场选用精密监测仪器执行各项作业，严格遵循行业操作准则开展数据采集，保障所得数值客观可靠，精准捕捉基础沉降的实时演变特征，第一时间察觉偏离正常范围的沉降迹象，依托系统化监测手段掌握基础运行状态，为现场技术管理与风险预判提供扎实的数据支撑，筑牢高层建筑基础安全管控的第一道防线。

（二）实时跟踪分析沉降动态变化状态

定期汇总整理现场采集的监测数据，持续观测筏板基础沉降数值、变化速度以及点位间沉降差值的整体走向，重点对比不同监测位置的数据差异，准确分辨沉降分布形态，区分土体自然固结产生的正常沉降与结构病变引发的异常沉降。结合工程推进阶段、周边环境改变以及上部荷载逐步增加等外部条件，深挖沉降波动的内在缘由，推演后续沉降的发展走向[4]。依托不间断的数据研判灵活调整现场管控思路，让各类沉降相关问题能够被快速识别并处理，借助动态分析模式打通数据应用与现场管控的衔接环节，持续维持基础结构处于稳定状态，降低沉降异常对整体建筑造成的不利影响。

（三）落实异常沉降专项处置方案

监测数据出现沉降数值超标、变化速度骤增、点位沉降偏差过大等异常情况时，即刻启动专项处置流程，结合问题出现的具体位置、表现特征以及形成根源拟定对应的处理方案，可采用地层注浆加固、基础构件补强、调整荷载分布等常用技术手段开展整治工作。快速推进各项整改作业，遏制沉降继续发展的态势，修正基础出现的不均衡形变。整改工作结束后继续开展常态化观测，核验整治效果是否达到预期标准，直至筏板各项沉降参数回归合理区间，彻底清除潜藏的结构安全风险，以此保障建筑基础长期稳定运行，维护整栋建筑的使用安全与结构完整性。

五、高层建筑筏板基础沉降控制技术优化提升

（一）整合全过程沉降管控技术体系

高层建筑筏板基础的沉降管控贯穿勘察、设计、施工、监测多个核心阶段，可整合各作业环节构建一体化的技术管控体系。明确各施工阶段沉降治理的核心重点与技术规范，破除各工序之间的技术衔接壁垒，构建覆盖前期预判、施工过程管控、后期动态监测、异常问题处置的完整管控链条[5]。统一各作业环节的施工规范与质量评定标准，规避单一工序管控疏漏引发的基础沉降隐患。结合现场实际工程工况，梳理各类沉降控制技术的适用场景与实操要点，完善系统化的沉降防控框架，全面覆盖基础沉降各类管控场景，有效提升高层建筑基础沉降治理的整体成效[6]。

（二）适配复杂工况优化专项施工技术

面对复杂地层结构、超高层建筑竖向荷载、受限施工场地等特殊工程条件，需针对性优化沉降防控专项施工工艺。依据不同工况对应的沉降风险特征，对传统地基处理、筏板主体施工、地下水防控等核心工艺进行改良调整[7]，优化各项施工参数与现场作业流程。结合复杂施工场景的技术难点，细化精细化施工实操工艺，妥善处理特殊工况下不均匀沉降、持续性沉降等工程难题。依托各类复杂项目的实操经验，完善差异化、场景化的沉降防控技术方案，丰富沉降管控技术体系，有效提升各类施工场景下筏板基础沉降治理的适配性与实用性。

（三）强化施工质量标准化管控机制

围绕筏板基础沉降控制的核心目标，健全基础施工质量标准化管控体系，细化各道施工工序的质量准则与验收规范[8]。厘清现场施工人员、技术管理人员的岗位职责，落实全流程技术交底与质量巡检工作，杜绝各类不规范施工操作。严格执行工序质量验收制度，未达标的施工工序不得进入下一作业流程[9]，从施工源头把控基础工程建设质量。定期开展施工技术复盘与质量优化工作，持续补齐沉降管控体系短板，完善配套管控举措，稳步提升高层建筑筏板基础施工品质与沉降管控综合能力[10]。

六、结语

本文聚焦高层建筑筏板基础沉降控制核心难题，深入剖析各类沉降病害的形成诱因，构建包含前期预判、施工管控、后期监测及技术优化的全流程防控体系。结合高层基础工程施工特征与质量标准，明确各阶段沉降管控重点，妥善处置地基缺陷、设计疏漏、施工失范等各类沉降隐患。全方位落实全过程沉降管控可提升基础施工品质，稳固建筑结构服役状态，为同类高层筏板工程的沉降治理与质量管控提供可靠技术参照。

参考文献

[1] 崔勇，逄江伟 . 高层建筑筏板基础大体积混凝土施工技术研究 [J]. 房地产世界，2025,(23):146-148.

[2] 刘正龙 . 高层建筑筏板基础大体积混凝土施工技术探讨 [J]. 中华民居，2025,18(11):169-171.

[3] 陈娟，彭娟，朱海，等 . 高层建筑钢筋混凝土筏板基础后浇带施工模拟分析 [J]. 江西建材，2025,(10):290-293.

[4] 李晓军，董宁涛 . 高层建筑筏板基础大体积混凝土施工防裂技术研究 [J]. 建设机械技术与管理，2025,38(05):127-129.

[5] 罗志鹏，童开庆，何振东 . 高层建筑筏板基础温度裂缝控制技术与施工优化研究 [J]. 中国建筑装饰装修，2025,(18):142-144.

[6] 郭三华 . 超高层建筑型钢劲性柱施工技术分析 [J]. 科学技术创新，2026,(11):186-189.

[7] 王占国，于洪远 . 高层建筑物消防安全隐患及防火设备监督管理措施分析 [J]. 中国设备工程，2026,(10):231-233.

[8] 周浩淼 . 高层住宅建筑结构设计中的抗震性能优化策略 [J]. 居舍，2026,(14):99-102.

[9] 祝松伟，张晓娟 . 高层建筑混凝土裂缝的预防措施研究 [J]. 中国水泥，2026,(5):119-121.

[10] 容仕杰，李晓丹 . 高层建筑住宅工程中深基坑支护施工技术与质量控制研究 [J]. 居舍，2026,(13):60-63.

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.