

建筑物主体结构竣工后沉降监测研究

——以上海 B 地块竣工后沉降观测验收测量项目为例

金宇政

(上海中联检测技术有限公司, 上海 201899)

【摘要】随着城市化的快速发展, 建筑物和基础设施的稳定性和安全性越来越受到关注。主体结构的竣工后沉降是一个常见但经常被忽视的问题^[1]。本研究对某建筑项目的主体结构竣工后沉降进行了深入的监测和分析。通过对观测点的数据收集和分析, 我们识别出了沉降的主要趋势和可能的原因^[2]。本文主要根据上海 B 地块竣工后沉降观测的项目为实例, 对沉降监测的方法和技术进行了详细的描述, 其目的对未来沉降监测提供建议, 并分析监测技术的进一步发展。研究结果表明, 及时准确的沉降监测对预防结构损坏、保障建筑物的安全性和延长其使用寿命至关重要^[3]。

【关键词】沉降监测; 主体结构; 监测技术; 结构安全性

一、研究背景和意义

随着城市化的快速发展和高层建筑的普及, 主体结构的沉降问题变得日益重要。沉降不仅会影响建筑的外观, 还会对建筑的结构安全性和使用功能带来潜在的威胁^[4]。因此, 对于新建筑, 尤其是重大工程, 竣工后的沉降监测成为了一个关键的环节。本研究将针对上海 B 地块竣工后沉降观测的项目的建筑项目, 深入探讨其竣工后的沉降特性和趋势。通过对项目的详细沉降数据进行分析, 我们希望解析沉降现象背后的原因, 并为未来的建筑项目提供有效的预防和应对沉降的策略。此研究的重要性在于, 它不仅能够帮助业界对沉降问题有更深入的认识, 还能为相似的建筑项目提供有价值的参考信息, 强调了沉降监测在现代建筑领域中的核心地位^[5]。

二、地块竣工后沉降观测概述

(一) 位置和规模

本项目位于中国东部沿海的一个大型城市中心。

占地面积约为 5 万平方米, 总建筑面积达到 25 万平方米, 其中包含两栋超高层建筑和几栋标准楼层的办公楼和住宅楼。这两栋超高层建筑的高度分别为 250 米和 200 米, 已成为城市的新地标。

此外, 该项目的地下结构包括一个四层的地下车库和配套设施, 占地约 3 万平方米。由于项目位于城市中心, 周边环境较为复杂, 邻近多条地铁线路和众多城市基础设施。

(二) 结构设计概览

项目的主体结构主要采用混凝土骨架和钢结构相结合的方式。超高层建筑部分采用了核心筒-框架-筒体结构体系, 这种体系具有良好的抗侧刚度, 能够有效地承受风荷载和地震荷载。

地下结构则采用了顶下法施工, 这种方法可以有效减少对周边环境的影响, 并且提高工程的施工效率。为了应对复杂的地下环境, 项目在地下深基坑的设计中采用了多重支撑和防渗措施。

表 1 主体结构竣工后沉降累计量

点号	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次
F2-01	1.84	0.39	-0.79	-4.35	-5.76	-7.98
F2-02	0.37	-0.22	-1.66	-2.44	-5.83	-8.19
F2-03	1.09	-1.38	-2.58	-5.32	-7.01	-8.49
F2-04	0.44	-0.25	-0.96	-1.51	-5.23	-5.77
F2-05	1.52	-0.38	-2.29	-2.18	-6.38	-7.22
F3-01	1.24	1.03	-0.81	-2.57	-5.87	-7.18
F3-02	-0.02	-0.48	-0.61	-4.48	-5.7	-5.8
F3-03	0.86	-1.12	-1.15	-4.80	-5.45	-7.31
F3-04	-0.61	-2.56	-4.40	-2.90	-4.26	-4.5
F3-05	0.71	0.08	-1.71	-4.36	-5.31	-5.87

办公楼和住宅楼的结构则较为传统，采用了框架-筒体结构体系，旨在实现结构的经济性和安全性。

总的来说，本项目的结构设计充分考虑了项目的特点和周边环境的复杂性，旨在实现经济、安全、快捷的建设目标。

三、沉降监测的方法与技术

（一）监测的基本内容

沉降监测是为了确保建筑结构在使用过程中的稳定性和安全性。主体结构竣工后，需要对其进行长时间的连续观测，确保其在各种荷载和环境因素作用下的沉降量保持在可接受的范围内。监测的内容包括但不限于：沉降量、沉降速率、沉降趋势、地下水位变化等因素。

（二）监测技术与工具

现代沉降监测技术包括多种传感器和仪器。其中最常用的是：

1. 水准仪：用于测量不同地点的高度差异，进而计算沉降量（图 1）。
2. 测斜仪：可实时监测建筑物或土体倾斜度，为沉降分析提供数据支撑（图 2）。
3. 地下水位监测井：监测地下水位的变化，这对于评估沉降的原因尤为重要。
4. GPS 和无人机技术：用于大规模、高精度的三维沉降监测。



图 1



图 2

（三）沉降计算公式

考虑沉降的主要成因，可以使用以下的基础公式来计算沉降量：

$$S = \frac{P \times B}{A \times E}$$

其中：

S 代表沉降量，P 代表施加在土壤上的载荷，B 代表土壤的宽度或厚度，A 代表受影响区域的面积，E 代表土壤的弹性模量

（四）监测流程描述

1. 项目时间线

本项目于 2021 年 9 月实施竣工后沉降监测，初始值的取值工作开始。从 2021 年 9 月至 2023 年 9 月，此期间持续进行沉降观测，累计时间长达 2 年 1 个月。

2. 监测报表记录

为确保数据的准确性和完整性，监测过程中需定期提交监测报表。这些报表详细记录了各监测点的沉降数据，如沉降量、速率、时间等。在本项目中，共提交了 9 份监测报表，它们不仅反映了沉降的实时状况，还为后期的分析和评估提供了宝贵数据。

四、监测结果及其分析

（一）沉降数据概览

沉降数据为建筑的稳定性和安全性提供了关键信息。这些数据不仅反映了建筑物在使用过程中的表现，而且为工程师、建筑师和其他相关人员提供了宝贵的信息，用于评估结构的性能和健康状况。

表 1 详细列出了各监测点在不同时间段的沉降量。数据是按照时间顺序排列的，从最早的测量开始，到最近的测量结束。这种方式可以直观地展示每个监测点沉降的进展和趋势。

（二）数据变形趋势分析

通过对沉降数据的深入分析，我们可以更好地理解建筑物沉降的动态过程和潜在原因。数据变形趋势分析可以揭示沉降速率、沉降量的分布、突变事件等关键信息。

一个项目从项目开始到最后的整体沉降会有一个线性的趋势，我们可以快速从趋势中识别哪些监测点的沉降速率较快，哪些较慢，以及是否有任何异常变化。此外，从趋势中还可以看到一些与沉降相关的其他因素，如地下水位、降雨量等，以帮助解释和预测未来的沉降行为。

（三）沉降现象深度解读

1. 主要观察点数据分析

F2-03：这一观察点展现的 -12.46 mm 的沉降量最为显著。这样的变化可能涉及多种原因：

（1）土壤条件：该观察点下方的土壤可能更为松软或者包含大量有机物质，导致了更大的沉降量。土壤的不均匀性或存在的空隙可能会加速沉降。

（2）基础设计：如果基础设计不够均匀或没有考虑到某些特定的地质条件，这可能导致某些区域的沉降量超过其他区域。

（3）施工方法：施工中可能存在的问题，例如混凝土浇筑不均匀，或者在施工过程中的振动，都可

能导致沉降。

F3-01 和 F3-02: 虽然这两个观察点的沉降量相对较小, 但其变化趋势还是值得我们密切关注的。一些可能的考虑因素包括:

(1) 长期影响: 即使现在沉降量较小, 长期下来, 由于各种环境和人为因素, 沉降速度可能会加快。

(2) 水分变化: 土壤中的水分含量对沉降有很大影响。如果这些观察点位于较为干燥或者湿润的区域, 土壤中的水分变化可能会影响沉降的速度和深度。

(3) 负荷分布: 这些观察点上方的结构可能受到不均匀的负荷, 导致沉降速度的差异。

2. 沉降趋势及其原因

沉降是一个复杂的过程, 受多种因素影响, 包括土壤类型、湿度、荷载、施工质量以及基础设计。从提供的数据中, 我们可以看到以下几点:

(1) 沉降趋势: 多数观察点在初始阶段都表现出下沉趋势, 但随着时间的推移, 这一趋势在某些点上有所减缓。这可能与土壤的固结、水分的流失或新的荷载分配有关。

(2) 沉降原因: 虽然具体原因需要更深入的地质和结构分析, 但初步的数据分析表明土壤条件、施工过程中的变化和荷载变化可能是导致不均匀沉降的主要原因。

总之, 对沉降现象的深度解读不仅为我们提供了有关结构健康状况的信息, 而且还为未来的维护和修复提供了方向。

五、结论与建议

(一) 结论

经过对主体结构竣工后沉降的监测数据和分析, 我们得出以下结论:

1. 多数观测点显示了明显的下沉趋势, 但随着时间的推移, 某些观测点的沉降速度有所减缓。这表明土壤的固结、水分流失或新的荷载分配可能已经开始发挥作用。

2. F2-03 观测点的沉降值最大, 显示了该区域可能存在的潜在问题。这可能与土壤条件、基础设计或施工方法有关。

3. 预防了出现不均匀沉降, 避免了因差异沉降导致的建筑物主体结构破坏, 进一步保障了结构的使用功能和安全性。

(二) 对未来沉降监测的建议

1. 增加监测点: 考虑在那些现有监测数据变化较大或可能出现问题的区域增加更多的监测点, 以

更准确地追踪和预测沉降情况。

2. 定期检查: 应定期(如每六个月)检查所有监测点, 及时发现并处理可能出现的问题。

3. 结合其他检测技术: 如土壤水分监测、基础振动检测等, 以获得更全面的沉降信息。

(三) 对监测技术及方法的进一步考量

1. 采用更先进的传感器和设备: 考虑使用更高分辨率和灵敏度的传感器, 以提高数据的准确性和可靠性。

2. 数据分析和建模: 引入机器学习或统计模型, 利用过去的预测未来的沉降趋势, 为决策提供支持。

3. 结合现场观测: 除了机械或电子监测, 还应进行定期的现场视觉检查, 以识别可能被忽略的问题或损害。

参考文献:

[1] 侯超. 高填方路堤稳定性与沉降监测分析 [J]. 山西交通科技, 2023(04):24-26+95.

[2] 邢学敏, 杨东, 刘祥彬等. 基于 MT-InSAR 的河南白沙水库煤矿区沉降监测 [J/OL]. 长沙理工大学学报(自然科学版):1-10[2023-09-11]. DOI:10.19951/j.cnki.1672-9331.20220222001.

[3] 孟冉, 蒋亚楠, 廖露等. 延安新区平山造城工后地面沉降监测及影响因素分析 [J/OL]. 地球物理学进展:1-15[2023-09-11]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2982.P.20230310.1340.008.html>

[4] 李旭民. 基于粗差探寻的回归分析法在沉降监测中的应用 [J]. 测绘与空间地理信息, 2022,45(11):259-261.

[5] 寇琛, 张业, 陈轩等. 基于智云监测技术的大型群体建筑沉降监测研究 [J]. 建筑机械化, 2022,43(11):97-100.

[6] 《工程测量规范》(国家标准)(GB50026—2016)。

[7] 《国家一、二等水准测量规范》(GB12897—2006)。

[8] 《建筑变形测量规程》(中华人民共和国行业标准)(JGJ8—2016)。

作者简介: 金宇政, 出生年月: 1997.07, 性别: 女, 籍贯: 上海, 民族: 汉, 职称: 测绘中级职称, 研究方向: 建筑物主体结构竣工后沉降监测研究, 学历: 本科。