

高层建筑物基准点稳定性及沉降监测数据分析

李宗杰

中国瑞林工程技术股份有限公司

摘要：高层建筑物的基准点稳定性及沉降监测对于确保建筑物的安全和可持续发展具有重要意义。本文探讨了基准点稳定性及沉降现象，并提出了相应的解决方案。研究表明，基准点的稳定性与土地情况、建筑结构等因素密切相关，而沉降现象可能由多种因素引起。针对不同情况，本文提出了有效的监测方法和处理措施，以确保建筑物在使用过程中的稳定和安全。

关键词：高层建筑；基准点；稳定性；沉降监测

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.038

前言：随着城市化进程的加速和人口的增长，高层建筑物的建设在现代城市中占据着重要地位。然而，高层建筑物的基准点稳定性及沉降问题一直是工程界关注的焦点。基准点的稳定性对于建筑物的结构安全和运行稳定至关重要，而沉降现象可能对建筑物的使用寿命和功能产生负面影响。因此，了解和监测基准点稳定性及沉降现象是确保高层建筑物安全可持续发展的关键。

一、高层建筑物基准点稳定性的影响因素

（一）土壤条件

在高层建筑物基准点稳定性分析中，土壤条件是一个关键的因素。在高层建筑物基准点稳定性的分析的过程中，首先需要了解基准点周围土壤的类型是重要的起点。土壤可以分为不同的分类，如沙、黏土、砾石和淤泥等。每种土壤类型具有不同的力学特性和承载能力。其次，考虑到土壤的密实度和孔隙比直接影响其承载能力和沉降行为，需要通过取样和实验室测试，可以确定基准点周围土壤的密实度和孔隙比，并作为评估土壤条件的依据，并且某些土壤具有较大的压缩性和可液化性，这可能导致基准点的沉降或不稳定，此外，地下水位对土壤的力学行为和基准点的稳定性有重要影响。了解地下水位的变化范围和季节性变化是必要的。对于高层建筑物基准点稳定性的分析，需要考虑地下水位对土壤孔隙水压力、土壤饱和度以及地基承载能力的影响。

（二）岩石层和地质构造

高层建筑物基准点的稳定性涉及不同类型的岩石具有不同的强度和稳定性特征。例如，坚硬的花岗岩比较

弱的泥岩更能提供稳定的基础支撑。了解基岩的类型、厚度和物理性质对评估基准点的稳定性至关重要。一方面，通过分析基准点所在地区的地震活动水平和历史记录可以帮助确定建筑物在地震事件中的抗震能力需求，此外，识别并了解基准点周围是否存在断层以及其运动特征对于评估基准点的稳定性至关重要。断层活动可能会导致地质构造的不均匀变形，从而对建筑物的基础产生影响。另一方面，施工队伍需要进行详细的地质勘测和调查可以帮助确定土壤类型、水文条件和地下水位等重要参数，这些信息对于设计和建造高层建筑物的基础结构至关重要。在工程地质评估的过程中，包括岩石和土壤力学特性的测试与分析，可以有效评估基准点的承载力和稳定性，常见的工程地质评估方法包括钻孔取样、地质雷达和地电阻率成像等。

（三）地下水位

首先，地下水位的变化可能会对土壤的力学性质产生影响。当地下水位上升时，土壤饱和度增加，土壤的承载能力和抗剪强度可能降低，相反，当地下水位下降时，土壤可能会变得干燥，导致土壤收缩和沉降，从而影响基准点的稳定性。其次，地下水位的高低与土壤的渗透性密切相关，对于高渗透性的土壤，高水位可能会导致土壤被冲刷或溶解，从而降低土壤的稳定性。对于低渗透性的土壤，地下水位的上升可能导致土壤饱和和孔隙水压力的增加，进一步影响基准点的稳定性。再者，地下水位的变化也可能引发岩土层析效应，即水平方向上不同土层的位移差异。这种层析效应可能导致地基沉降或变形，从而影响高层建筑物的稳定性。最后，当地下水位变化较大或存在地下水流时，地下水动力效应也需要考虑。地下水流可能会对土壤施加水平和垂直力，增加基准点周围土壤的压力，对基准点的稳定性产生影响。

（四）荷载分布

高层建筑物基准点的稳定性分析中，荷载分布是一个重要的考虑因素。荷载分布涉及将建筑物和其附加结构的重量以及外部荷载合理地传递到基准点和地基系统上。首先，建筑物的自重是通过重力作用在基准点和地

基上的主要荷载之一。自重包括建筑物结构、墙体、楼板、屋顶等组成部分的重量。荷载分析应考虑不同部位的分布情况，例如垂直荷载在支撑结构上的传递方式。其次，活载荷载是指在建筑物使用过程中产生的临时荷载，如人员、家具、设备、风荷载和雪荷载等。这些荷载通常不是恒定的，在不同位置和时间有不同的分布情况。对于高层建筑物，风荷载是其中一个重要的活载荷载，需要进行详细的风工程分析，考虑风压和风力矩的分布。再者，地震荷载是由地震活动引起的水平和垂直力，一般而言，地震荷载的分布取决于建筑物的刚度和地震波传播路径等因素。在高层建筑物的设计中，地震工程分析是必不可少的，以确定地震荷载的大小和分布情况。最后，实施的荷载分析还需要考虑基础反力的传递方式。建筑物的荷载通过结构系统传递到基础中，并进一步分散到地基土壤中。分析基础反力的分布情况对于确保基准点的稳定性至关重要。常见的基础形式包括承台、桩基和板基等，其选择和尺寸需要根据荷载分布进行合理设计。

二、高层建筑物基准点稳定性分析策略

（一）地质勘察

地质勘察是高层建筑物基准点稳定性分析的首要步骤之一。它的目的是了解地下地质情况，包括土层性质、地下水位、地震活动等因素，以评估基准点的稳定性。首先，可以进行钻孔勘探来获取地下土壤和岩石的样品，并从钻孔中取得样品，并进行实验室测试。这包括颗粒分析、密度测试、含水量测定、剪切强度测试等。通过测量井或水位计等工具来确定地下水位的深度和变化情况。地下水位对于土壤的饱和度和承载力有重要影响。特殊的情况下，如果基准点位于岩石层下方，需要进行岩石勘察。这可能涉及岩石取芯、岩石质量分类和岩石强度测试等，此外，考虑所在地区的地震活动水平和历史地震数据，评估地震对基准点稳定性的影响。这可以通过获取地震参数、地震烈度和加速度等信息来完成。地质勘察的结果将为后续的结构设计和基础设计提供重要依据。因此，建议在进行地质勘察时寻求专业的地质工程师或咨询公司的支持和指导。

（二）结构分析

结构分析是高层建筑物基准点稳定性分析的关键步骤之一。其目的是确定建筑物荷载特性并评估荷载对基准点的影响。首先，需要根据相关的设计规范和标准，确定高层建筑物所受到的各种荷载，包括自重、使用荷

载、风荷载、地震荷载等。这需要考虑建筑物的功能、使用情况、所在地区的气候条件和地震风险等因素。其次，考虑到高层建筑物的设计寿命和安全性要求，对使用的结构材料（如钢、混凝土等）进行力学性能评估。这包括强度、刚度、变形能力等参数的确定。再者，根据建筑物的实际几何形态和构造方式，建立适当的结构模型。这可以采用二维或三维有限元分析软件进行建模，以便进行后续的结构分析和仿真。最后，需要选择适当的结构分析方法，根据建筑物的复杂性和分析的要求。常见的方法包括静力分析、动力响应谱分析、时程分析等。这些方法可以用来评估基准点的稳定性、结构变形和应力分布等，从而对结构分析的结果进行评估，分析建筑物的整体稳定性和局部热点区域的问题。这可以包括位移、变形、应力和裂缝等方面的评估，并与设计规范进行比较。结构分析需要结合工程经验和专业软件工具进行，建议在进行该项工作时寻求结构工程师或咨询公司的支持和指导。

（三）数值模拟

在数值模拟的过程中，首先应该选择能够模拟建筑物结构行为和荷载响应的专业数值模拟软件。常见的软件包括有限元分析软件（如ABAQUS、ANSYS）和计算流体力学软件（如FLUENT、OpenFOAM）等，并根据建筑物的几何形状和结构系统，使用数值模拟软件建立精确的三维模型。这需要考虑建筑物的各个组成部分、连接节点、材料特性和边界条件等，并在此基础上将各种设计荷载（如自重、使用荷载、风荷载、地震荷载等）应用于模型中，以模拟实际工作条件下的荷载响应。荷载的大小和方向应符合设计规范和实际情况。此外，还需要根据建筑材料的力学性质，使用适当的本构模型来描述材料的行为。这可以包括线性弹性模型、塑性模型、黏弹性模型等，通过设置合理的边界条件。这包括固支约束、位移限制、加载方式等，以模拟真实工作条件下的边界效应。最后，在完成仿真以及数据模拟后，需要在此基础上进行数值模拟分析，获取基准点的位移、变形、应力分布等参数，并评估其稳定性。通过与设计规范和安全标准进行比较，判断基准点是否满足要求。

三、高层建筑物沉降监测数据的分析策略

（一）数据质量评估

高层建筑物沉降监测数据分析的过程中，首先需要检查监测数据是否完整，即确认是否存在缺失的数据点或时间段。确保数据的连续性和完整性对于准确分析沉

降趋势至关重要，并在此基础上验证监测数据的准确性，即检查数据是否与实际测量结果相符。这可以通过比较不同测量仪器的读数、重复测量的一致性以及其他独立监测系统的对比来实现。其次，可以识别并排除任何异常值或偏离正常范围的数据。这可能是由于设备故障、测量误差或其他不可预见的因素引起的。采用统计方法（如离群点检测）和专业判断，过滤掉异常数据。最后，需要检查监测数据在时间和空间上的一致性可以确保相邻监测点之间的数据变化是合理的，并且符合地质和结构特征，并评估监测数据的精度和可靠性，包括设备的测量精度、采样频率和数据处理方法。确保数据满足所需的精度要求，并与相关标准或指南进行比较。如果存在数据缺失，需要考虑是否进行插值填补或使用其他合适的方法来填充缺失数据。这可以基于相邻监测点的数据、类似地质环境下的数据或建模预测等方法。

（二）趋势分析

在高层建筑物沉降监测数据的分析中，趋势分析是一种重要的策略，可用于观察和评估沉降的变化情况。首先，需要将沉降数据随时间的变化绘制成折线图或散点图。这样可以直观地观察到沉降的趋势和波动情况。曲线的走势可以提供关于沉降速率、周期性变化或突发事件的信息，并通过计算不同时间段内的平均沉降速率，可以了解沉降的整体趋势。通常采用线性回归分析，拟合沉降数据并计算斜率作为平均沉降速率。这有助于判断是否存在稳定的沉降趋势。其次，需要对长期监测数据进行分段处理，将数据分为若干个子时间段，然后对每个子时间段进行趋势分析。这可以揭示不同时间段内的沉降特征和变化趋势，例如周期性变化、加速或减速等。如果存在明显的季节性变化，可以进行季节性分析。通过计算不同季节或周期内的平均沉降值，并绘制季节性曲线图，以揭示季节性变化的规律。最后，对统计得到的数据采用统计方法对沉降数据进行分析，如计算均值、方差、标准差等。这些指标提供了对沉降趋势和数据分布特征的量化描述。

（三）空间分析

空间分析可以通过将监测点的沉降数据转化为等值线图，可以直观地展示沉降的空间分布情况，等值线图显示了不同区域之间的沉降差异，以及可能存在的沉降梯度和趋势。采用三维可视化技术，将监测点的沉降数

据呈现为立体图或表面模型。这样可以更加清晰地观察沉降的空间变化，并识别出可能存在的局部沉降区域或扩散特征，如果监测点的分布较稀疏，可以使用空间插值方法来推断未监测位置的沉降值。常用的插值方法包括克里金插值、反距离权重插值等。通过插值分析，可以绘制连续的沉降分布图，增强对空间变化的理解。在具体监测实施的过程中，可以考虑应用空间统计方法，如变差函数、半变异函数等，来定量描述沉降数据的空间相关性和变化趋势。这可以揭示不同位置之间的关联性、聚集性或空间依赖性。此外，对于部分特殊且结构复杂的建筑，可以利用热点分析方法，如核密度估计、Getis-Ord G_i^* 统计等，识别出具有显著高值或低值的热点区域。这有助于发现可能存在的异常沉降区域或特殊地质条件。通过空间分析，可以更全面地理解高层建筑物沉降的空间特征和变化趋势。这有助于识别潜在的问题区域、优化监测布局，并提供指导建筑物设计和基础工程的决策依据。需要注意的是，空间分析需要综合考虑地质、结构和监测数据的特点，并结合专业知识进行解释和判断。

结语：综上所述，高层建筑基准点的稳定性与土地情况、建筑结构等因素密切相关，而沉降现象可能由多种因素引起，本文提出了有效的监测方法和处理措施，以确保建筑物在使用过程中的稳定和安全，为高层建筑物的设计、建设和维护提供参考，并促进工程领域对于基准点稳定性及沉降的深入研究。我们相信，通过不断的探索和研究，高层建筑物在未来的发展中将更加安全可靠，为人们创造更好的生活环境。

参考文献

- [1] 陈金取. 高层建筑物沉降观测精度提升策略分析[J]. 四川水泥, 2023(03): 39-41.
- [2] 马强. 高层建筑沉降监测及数据分析[J]. 江西建材, 2023(02): 62-63+66.
- [3] 孙选科, 王海荣, 贾兆琰. 高层写字楼深基坑监测技术应用研究[J]. 散装水泥, 2022(06): 131-133+136.
- [4] 但敏. 沉降观测技术在高层建筑施工中的应用分析[J]. 河南科技, 2022, 41(16): 63-66.
- [5] 邓传军, 邓家睿, 欧阳斌. 高层建筑物沉降量观测分析的实践[J]. 四川水泥, 2022(08): 43-45.