

# 老旧房屋纠偏全过程变形监测技术控制与实践

史发成

上海山南勘测设计有限公司 上海 201206

**摘要:** 随着城市更新与存量建筑改造的推进,建造于20世纪七十至九十年代末的老旧房屋因地基不均匀沉降、结构老化等原因产生倾斜与变形的情况日益普遍,对安全和正常使用造成了一定的影响。为了在纠偏施工过程中保证建筑物与周边环境的安全,必须对纠偏全过程实施精细化变形监测与技术控制。本文在梳理老旧房屋倾斜与变形机理的基础上,构建了“前期资料调查—纠偏方案设计—施工阶段分级监测—安全控制阈值—结果评估与反馈”一体化技术路线,系统阐述了倾斜观测、沉降观测、裂缝监测等关键技术,并结合某老旧砖混结构住宅纠偏工程实例,对监测数据进行分析,评估纠偏效果及安全性。结果表明,通过合理布设监测网、优化监测频率与控制指标,可实现纠偏全过程的可视化、可量化安全控制,有效降低施工风险,为类似工程提供技术参考。

**关键词:** 老旧房屋; 纠偏; 变形监测; 技术控制; 安全评估

## 引言

随着城市建设由大规模新建转向存量建筑整治与功能提升,大量建于上世纪八九十年代甚至更早的老旧房屋仍在继续使用。这类建筑多存在设计结构安全储备不足、施工质量离散型较大、地基土性质复杂、长期荷载与环境作用显著等问题,导致建筑物倾斜、不均匀沉降和墙体裂缝等病害较为普遍。为了加强对老旧住宅房安全管理,保护人民生命和财产安全,提高房屋结构后续使用的安全性和可靠性,地方政府对一些安全隐患较大的房屋进行纠偏加固的安全隐患处置。其目的对于具有使用价值或保护价值的老旧房屋,盲目拆除不仅造成资源浪费,也与城市风貌保护和可持续发展理念相悖,因而采用地基加固与建筑纠偏等工程技术进行修复成为重要途径。

老旧房屋纠偏施工本身具有高风险特征:一方面,老旧结构整体刚度与抗力储备有限,对额外位移与内力变化敏感;另一方面,纠偏多在城市建成区实施,周边紧邻其他建筑物和市政管线,安全风险外溢性强。因此,如何在纠偏全过程中对建筑变形进行实时或准实时监测,及时发现异常趋势并进行技术调整,是确保工程安全和质量的关键。

目前,关于建筑物沉降与倾斜监测的研究较为丰富,但针对“老旧房屋纠偏全过程”的系统性监测技术与控制方法研究仍相对薄弱。本文以老旧房屋纠偏工程为对象,从变形机理与风险分析出发,系统构建全过程变形监测技术体系,并结合工程实例进行数据分析与效果评价,为工程实践提供可操作的技术路径。

## 1 老旧房屋倾斜与变形机理分析

### 1.1 地基承载力不足与不均匀沉降

地基土层成分复杂、压缩性差异大,易在长期荷载作用下产生差异变形,如果局部软弱夹层或回填土未有效处理,或将导致局部沉降集中。地下水位变化、抽水、管线泄漏等引起土体固结条件改变,会进一步加剧不均匀沉降。

### 1.2 基础形式与施工质量缺陷

条形基础或独立基础在软弱地基上未进行有效加固,易发生差异沉降;基础埋深较浅、基础尺寸及配筋不足、砼质量差,降低抗变形能力;早期施工中常缺乏系统勘察与验算,导致基础与地基匹配性差。

### 1.3 上部结构的影响因素

砖混等老式结构存在多重安全隐患,其整体性与抗侧刚度偏低,一旦出现倾斜难以通过内部应力重分布实现自我调整;预制楼板的广泛应用进一步削弱结构整体性能,板缝间连接薄弱导致水平荷载传递效率低下。同时,圈梁、构造柱、拉结筋等关键构造措施常存在缺失或施工质量不足问题,使墙体与楼板协同工作能力显著下降,结构整体性被严重削弱。<sup>[1]</sup>

### 1.4 设计标准偏低

早期房屋抗震设防标准低,基础设计可能未充分考虑地质条件的复杂性,导致先天承载力储备不足。多次装修或功能改造中,局部拆改承重墙、随意开洞等行为导致原有受力路径被破坏,形成新的薄弱截面或脆弱节点。

## 2 纠偏工程全过程监测总体思路

### 2.1 现状调查与优化监测步骤

为实现“纠偏过程可观测、关键风险可控制、结果可追溯”的核心目标,构建了四阶段递进式全过程变形监测总体思路,通过优化、协同监测方案、系统性数据

采集、动态化施工控制与闭环化效果评价的有机结合,形成完整的技术管理闭环。

阶段聚焦基础数据采集与风险识别,通过收集设计图纸、施工记录及历次进度资料,结合地质勘察与结构安全鉴定报告,全面获取建筑现有倾斜、沉降及裂缝分布等病害数据,精准识别地基不均匀沉降、结构薄弱构件等主要风险源,据此明确监测目标与关键控制指标,为后续每一步施工环节提供数据基准。

### 2.2 纠偏施工方案与监测方案协同进行

在锚杆静压桩结合掏土的纠偏加固工程中,纠偏施工方案与监测方案需实现“同步策划、动态协同”。根据房屋倾斜特征与地质条件,制定分阶段纠偏施工方案,明确掏土范围、静压桩布设位置及压桩力控制指标;同时,针对施工关键环节(如掏土深度、桩体压入速率)设计专项监测内容,包括结构倾斜率、沉降速率、土体侧向位移等参数,确保监测指标直接映射施工控制目标。<sup>[2]</sup>

施工过程中,通过物联网传感器实时采集多维度变形数据,利用监控平台进行数据可视化分析,建立“监测-预警-调整”闭环机制:当倾斜或沉降速率接近阈值时,系统自动触发工艺参数优化(如减缓掏土进度、调整压桩力),并同步更新监测频次与测点布局,实现施工动作与监测反馈的毫秒级响应,最终保障纠偏过程平稳、同步且呈线性变形,避免二次损伤。

### 2.3 效果评价与经验反馈

阶段进行监测成果分析,纠偏完成后通过残余变形监测数据评估最终效果,结合全过程监测数据反演分析

地基与结构的实际响应特征,提炼分级控制阈值设置、监测频率优化等实操经验,为类似纠偏工程提供可复制的技术范式与参数库支持。这一思路通过“数据驱动-动态调控-闭环优化”的逻辑链条,有效保障了纠偏工程的安全性与精准性。

## 3 工程实例

### 3.1 工程概述

上海某房屋建造于20世纪八十年代末,为六层砌体房屋。根据检测报告,房屋整体向北倾斜 $15.6‰ \sim 19.6‰$ 之间,平均倾斜率为 $17.4‰$ 。房屋基础为墙下条形基础,基础埋设约1.55。主要针对房屋倾斜进行房屋纠偏及地基加固。

### 3.2 纠偏方案

根据地勘报告,选择⑤<sub>2</sub>层土作为桩基持力层。采用锚杆静压桩和钻机掏土综合法对房屋进行纠偏和地基加固处理。锚杆静压桩桩身界面 $250\text{mm} \times 250\text{mm}$ ,桩长16m,采用静压法施工。<sup>[3]</sup>在北面倾向侧采用锚杆静压桩对软弱土地基进行加固处理,使北侧沉降速率迅速减小。在南面纠倾侧采用钻机掏土,迫使该侧下沉,要求处理后的建筑物倾斜率小于 $7‰$ ,并且建筑物沉降基本均匀。

桩及顺序:封桩采用C40微膨胀混凝土。在先对北侧锚杆静压桩孔进行封桩,待掏土后建筑物倾斜率到 $4‰$ 左右后,再完成南侧锚杆静压桩的封桩。

采取有效措施严格控制对土层的掏土量,掏土纠偏下沉量控制在每天 $3\text{mm}$ 左右。根据各测点的沉降量及沉降速率及时调整掏土孔位置及深度。

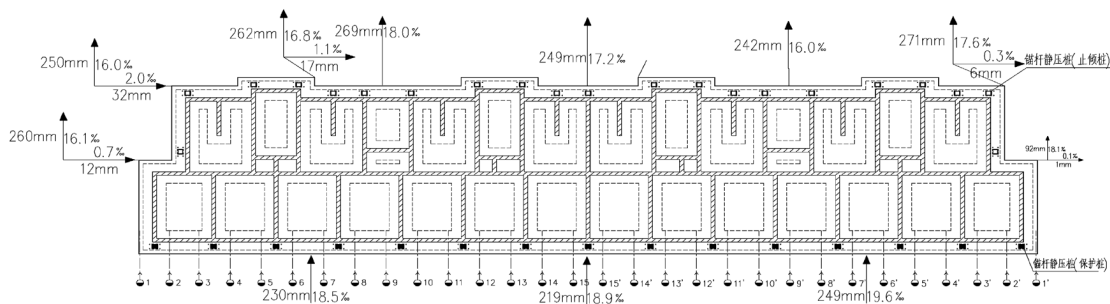


图1 相对倾斜平面示意图

## 4 监测变形分析

### 4.1 测点布置

结合设计和场地因素,监测内容由沉降、倾斜监测点组成。沉降监测点设置在房屋四角转角处及中间每隔 $6 \sim 12\text{m}$ 左右的轴线上,对应沉降监测点分别设置倾斜监测点,确保能全面反映建筑物及地基在纠偏过程中的变形特征。使用2台徕卡TS60测量机器人+倾斜自动化监测传感器实施监测。

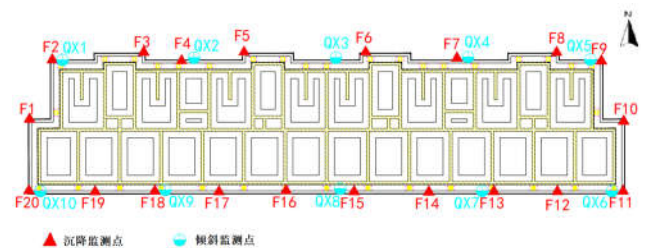


图2 监测点平面布置示意图

### 4.2 数据分析

在纠偏过程中，首先采用干掏，在效果不明显时采用了水冲、抽降或钻机复掏。在此期间未发生某一监测点或区域异常下沉或突变情况，在南侧掏土时整个北

侧沉降变化较小，说明基础梁和锚杆静压桩起到咬合作用，从而呈现北侧基础变动较小，利用南侧房屋基础底部土体被掏空后以自重方式整体均匀下沉。以下为纠偏结束后最终变形数据。

表1 纠偏后累计最大值一览表

序号	方向	点号	沉降量(mm)	点号	倾斜率‰
1	北侧	F9	-21.50	F9	14.7
2	南侧	F12	-167.29	F12	14.4

从建筑物沉降数据的离散型可以看出，南侧施工时，处于东西两侧的监测点F1、F10最终沉降量为-87.98mm、-97.17mm，其余监测点最终沉降量及倾斜量在变形趋势均体现出出一定的一致性。<sup>[4]</sup>在首次陶土施工完成后，至地梁施工完成，纠偏量并未达到预期值。通过增加陶土孔并根据监测数据补充抽水、复掏等迫降措施后，纠偏效果较为明显达到预期值，后进行了孔内注浆最终锁定纠偏量完成了纠偏工作。

施工期间，利用智慧云监测平台投入徕卡TS60测量机器人+自动化倾斜手段进行24小时不间断监测，利用可视化平台实施跟踪纠偏数据，从而极大的指导施工，是确保本工程顺利完成的基础保障。

### 结论

全过程变形监测技术已成为老旧房屋纠偏工程不可或缺的核心环节，其技术价值不仅在于保障施工安全，更在于推动城市更新从“大拆大建”向“微更新、微改造”转型。在上海“城市更新行动”背景下，利用自动化监测手段将在更多历史建筑保护、老旧小区改造项目中发挥关键作用。未来，随着智能传感、AI算法与数字孪生技术的深度融合，老旧房屋纠偏将逐步实现“全周期智慧管控”，为城市存量建筑的安全利用与可持续发展提供坚实技术支撑。

### 参考文献：

- [1]孙振林,周鹏,杨越东,等.基于SSA-LSTM的老旧房屋变形监测数据预测[J].市政技术,2025,43(7):230-237+300.
- [2]何祖钧,吴桐,刘思华,等.老旧房屋变形监测中基于智能倾角振动传感器的研发与应用[J].工程质量,2025,43(11):1-4.
- [3]栾志超,唐华,程志,等.老旧小区改造中楼板裂缝修复与结构稳固技术[J].四川建材,2025,51(11):168-170.
- [4]姚娜娜,肖亦文,肖磊,等.房屋安全动态监测在老旧房屋中的应用[J].工程质量,2024,42(S02):62-67+77.

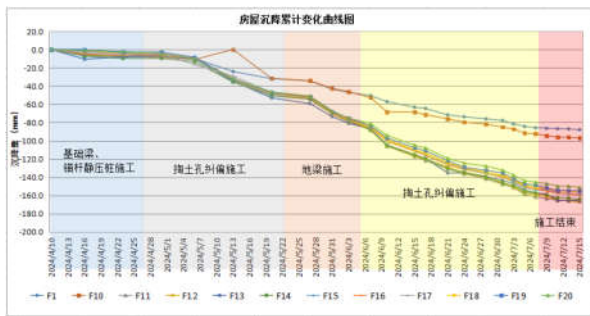


图3 监测点累计变形曲线示意图

在封桩前采用了C40无收缩灌浆料（掺12%西瓜子）浇灌密实的措施是完成最终纠偏工作的重要步骤。从完成后的残余变形量来看，本次纠偏达到了较为满意的效果。陶土过程中保证基础沉降小于3mm/天，待房屋倾斜率不大于4‰，即在房屋的南侧，进行锚杆静压桩（保护桩）的封桩是防止过度沉降的关键。