

建筑工程中的结构安全评估：先进技术 在房屋拆除前的应用

范星明

浙江省丽水市遂昌县房屋征收工作指导中心，浙江 丽水 323300

摘 要： 结构安全评估在房屋拆除工程中至关重要，它能确保工程的安全顺利进行。本文强调了结构安全评估的必要性，然后详细介绍了结构安全评估的基本原理，包括材料力学原理、结构力学原理等。介绍了结构安全评估的主要方法，如现场检查、非破坏检测等。此外，还重点介绍了先进技术在房屋拆除前结构安全评估中的应用，如非破坏检测技术、结构健康监测技术等。本文全面阐述了结构安全评估在房屋拆除工程中的重要性和先进技术的应用，为房屋拆除工程的安全顺利进行提供了重要参考。

关 键 词： 结构安全评估；非破坏检测；结构健康监测；三维激光扫描；结构安全评估软件

Structural Safety Assessment In Construction: Application Of Advanced Techniques Before House Demolition

Fan Xingming

Zhejiang Province Lishui City Suichang County Housing Collection Work Guidance Center, Lishui, Zhejiang 323300

Abstract： The structural safety assessment is very important in the house demolition project, which can ensure the safe and smooth progress of the project. This paper emphasizes the necessity of structural safety assessment, and then introduces the basic principles of structural safety assessment in detail, including the principles of material mechanics and structural mechanics. The main methods of structural safety assessment, such as on-site inspection and non-destructive detection, are introduced. In addition, it also focuses on the application of advanced technology in the structural safety assessment before demolition, such as non-destructive detection technology, structural health monitoring technology, etc. This paper expounds the importance of structural safety assessment in house demolition engineering and the application of advanced technology, which provides an important reference for the safe and smooth progress of house demolition engineering.

Key words： structural safety assessment; non-destructive detection; structural health monitoring; Three-dimensional laser scanning; structural safety assessment software

一、结构安全评估的基本原理与方法

（一）结构安全评估的概念

结构安全评估是指通过对建筑物或工程结构的材料性能、结构构造、使用状况等方面进行全面检查和检测，结合结构设计和施工资料，运用科学的方法和手段，对结构的安全性、可靠性、耐久性进行评价的过程。

（二）结构安全评估的原理

结构安全评估是一项复杂而精细的工作，其核心在于对结构在各种荷载作用下性能的量化分析，以判断结构是否存在安全隐患，能否满足预期的安全标准和功能要求。

结构安全评估涉及对建筑材料力学性能的深入理解，分析结构在静动荷载下的响应，并计算安全系数以判断安全状态。同时，考虑结构长期使用中的损伤累积、环境因素和材料老化。评估还包括结构性能的不确定性，运用概率方法评估可靠性。现场

检测、实验室试验和计算机辅助工程，尤其是有限元分析，是评估中的关键手段，可模拟结构受力和预测响应，为无法实际测试或成本过高时提供有效评估。

二、先进技术在房屋拆除前的应用

（一）非破坏检测技术

非破坏检测技术（Non-Destructive Testing, NDT）是在不破坏材料或结构的前提下，对材料或结构的性能和完整性进行检测的一种技术。在房屋拆除前的结构安全评估中，NDT 技术可以提供关于结构内部状况的重要信息，帮助决策者更好地了解结构的实际状态，从而做出合理的拆除决策。在建筑工程施工中应用结构非破坏检测技术，将该技术贯穿于整个建筑结构主体内，并采用回弹法检测混凝土抗压强度的方式，达到对建筑结构混凝土存在的缺陷问题进行检测的目的。^[1]

1. 超声波检测技术

超声波检测技术是利用超声波在材料中传播的特性来检测材料内部的缺陷和性质的一种方法。在房屋拆除前的结构安全评估中,超声波检测技术可以用于检测混凝土结构中的裂缝、孔洞、蜂窝等内部缺陷,以及钢筋的锈蚀情况等。

2. 红外热成像检测技术

红外热成像检测技术是利用物体发射的红外辐射来获取物体表面温度分布的一种技术。在房屋拆除前的结构安全评估中,红外热成像技术可以用于检测建筑物的热损失、隔热性能、水分侵入等问题。

3. 雷达检测技术

雷达检测技术是利用雷达波在材料中传播和反射的特性来检测材料内部结构的一种方法。在房屋拆除前的结构安全评估中,雷达检测技术可以用于检测混凝土结构中的钢筋位置、钢筋间距、混凝土厚度等参数。

4. 光纤传感技术

光纤传感技术是利用光纤的某些物理特性(如光强、相位、波长等)随外部因素(如温度、压力、应变等)变化而变化的原理,来检测外部因素的一种技术。在房屋拆除前的结构安全评估中,光纤传感技术可以用于实时监测结构的应变、温度、振动等参数。

(二) 结构健康监测技术

结构健康监测(Structural Health Monitoring, SHM)技术是一种用于实时监测结构状态和性能的方法,通过安装传感器来收集结构响应的数据,从而评估结构的健康状况和退化趋势。在房屋拆除前,SHM技术可以帮助评估人员了解结构的实际状况,为拆除决策提供科学依据。^[2]

1. 振动监测技术

振动监测技术是通过分析结构的振动特性来评估结构的健康状况。在房屋拆除前,振动监测可以提供关于结构的自振频率、阻尼比、振型等动力特性信息,帮助判断结构的整体刚度和稳定性。此外,通过分析结构的振动响应,还可以识别结构的局部损伤和缺陷,如裂缝、脱落等。^[3] 振动监测通常使用加速度计、速度计等传感器来收集振动信号,然后通过信号处理和分析技术来提取结构的动力特性参数。

2. 位移监测技术

位移监测技术是通过测量结构在不同荷载作用下的位移来评估结构的稳定性和变形能力。^[4] 在房屋拆除前,位移监测可以提供关于结构的变形情况、倾斜程度、沉降情况等重要信息,帮助判断结构的整体稳定性和使用安全性。位移监测是结构健康监测的重要组成部分,它通过使用各种传感器来测量结构在各个方向上的位移和变形。

3. 应力监测技术

应力监测技术是通过安装在结构关键部位的传感器来监测应力变化,从而评估结构的承载能力和安全性。在房屋拆除前,应力监测可以提供关于结构的应力分布、应力集中、疲劳损伤等重要信息,帮助判断结构的承载能力和安全风险。^[5] 应力监测通常使用应变计、光纤光栅传感器等传感器来测量结构的应力,然后通

过数据处理和分析来评估结构的健康状况。

(三) 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术是一种高精度的测量技术,它使用激光测距仪扫描物体表面,以获取其精确的三维坐标。^[6]

1. 数字化记录:三维激光扫描可以快速、精确地捕捉房屋及其周围环境的三维形态,生成高分辨率的点云数据。这些数据可以用来创建详细的数字化模型,为拆除规划和风险评估提供准确的信息基础。

2. 空间分析:通过三维激光扫描得到的数据,可以进行空间分析,如体积计算、距离测量、高度分析等。^[7] 这些分析有助于评估拆除过程中可能遇到的挑战,如邻近建筑物、电线、管道等。

3. 施工模拟:三维激光扫描数据可以导入到建筑信息模型(BIM)软件中,与设计模型进行对比,模拟拆除过程,预测拆除顺序和施工方法对周围环境的影响。

4. 风险评估:通过对扫描数据进行详细分析,可以发现潜在的结构问题,如不均匀沉降、裂缝、墙体倾斜等,从而评估拆除过程中可能出现的风险。

5. 施工精度:三维激光扫描可以为拆除机械操作提供精确的定位信息,提高施工精度,减少错误和重复工作。^[8]

6. 文档记录:三维激光扫描数据可以作为拆除前后状况的永久记录,对于历史建筑的保护、法律纠纷解决、未来的重建或修复项目都有重要价值。

(四) 结构安全评估软件

结构安全评估软件是用于模拟和分析结构力学行为的计算机程序,它们可以帮助工程师和决策者在房屋拆除前评估结构的安全性和可靠性。^[9] 这些软件通常基于有限元分析方法,能够处理复杂的几何形状和材料属性,以及模拟各种荷载条件下的结构响应。

1. 结构分析:软件可以模拟房屋结构在静荷载和动荷载作用下的响应,包括应力、应变、位移、振动等参数,帮助评估结构的承载能力和稳定性。^[10]

2. 敏感性分析:通过软件可以对结构参数进行敏感性分析,了解不同因素(如材料属性、荷载条件、几何尺寸等)对结构安全性的影响程度。

3. 失效模式预测:软件可以帮助预测结构可能的失效模式,如过度变形、局部屈曲、材料破坏等,为拆除过程中的风险预防提供依据。^[11]

4. 加固方案评估:在需要对结构进行加固的情况下,软件可以用来评估不同加固方案的效果和成本,帮助选择最合适的加固措施。

5. 拆除顺序优化:软件可以模拟不同拆除顺序对结构整体稳定性的影响,帮助制定最优的拆除方案,确保拆除过程的安全。

6. 可视化:结构安全评估软件通常具有强大的可视化功能,可以将分析结果以图形和动画的形式展示出来,使非专业人员也能更好地理解结构的安全状况。

7. 实时更新:在拆除过程中,软件可以根据实际情况进行实时更新,调整模型参数和边界条件,以适应现场变化。

三、房屋拆除前结构安全评估中先进技术的具体应用

案例分析

1. 工程概况

某城市住宅楼拆除工程位于城市中心区域，总高度为30层，拆除面积为10000平方米。住宅楼建设年代久远，建筑材料和施工质量存在一定问题。为保证拆除工程的安全和顺利进行，开发商委托专业团队进行结构安全评估和制定相应的拆除方案。

2. 结构安全评估方法

(1) 现场勘察：对住宅楼进行现场勘察，观察其结构状况，收集相关资料，了解工程质量和安全状况。

(2) 结构检测：对住宅楼进行结构检测，包括承重墙、柱、梁、板等关键构件的检测，评估其承载能力和安全性。

(3) 结构计算分析：根据现场勘察和结构检测的数据，进行结构计算分析，评估住宅楼在拆除过程中的稳定性和安全性。

(4) 制定拆除方案：根据结构安全评估结果，制定合理的拆除方案，包括拆除顺序、拆除方法、安全措施等。

3. 结构安全评估结果与分析

(1) 结构检测结果：经过检测，住宅楼的承重墙、柱、梁、板等关键构件承载能力均符合设计要求，但部分构件存在裂缝、弯曲等现象，需要采取措施加强其稳定性。

(2) 结构计算分析结果：根据结构计算分析，住宅楼在拆除过程中可能出现一定的位移和应力集中现象，但整体结构安全性

得到保障。

(3) 制定拆除方案：根据结构安全评估结果，制定拆除方案，采用合理的拆除顺序和方法，确保拆除过程中的结构安全。同时，加强现场安全管理和监测，防止意外事故的发生。

四、结论

本案例通过对某城市住宅楼拆除工程的结构安全评估，采用先进技术确保了拆除工程的安全性。在拆除工程中，要重视结构安全评估，制定合理的拆除方案，加强现场安全管理和监测，预防事故发生。同时，随着我国建筑技术的不断发展，应探索更先进、更安全的拆除技术，支持城市更新和拆除工程。

结束语

结构安全评估在房屋拆除工程中扮演着至关重要的角色，它是确保拆除工程顺利进行的基础。在拆除作业开始前，对结构进行全面的安全评估，可以获取更精确、全面的结构信息，帮助制定合理的拆除方案，保障拆除过程中的结构安全。随着建筑技术的不断发展，积极探索更先进、更安全的拆除技术，对城市更新和拆除工程具有重要意义。因此，应重视结构安全评估，精心规划拆除方案，加强现场安全管理和监测，以预防事故的发生，确保拆除工程的安全推进。

参考文献

- [1] 赵慧. 结构非破损检测技术在绿色建筑与建筑节能中的应用[J]. 陶瓷, 2023,(02):137-139.DOI:10.19397/j.cnki.ceramics.2023.02.014.
- [2] 庞磊, 徐芳, 满迪, 等. 结构健康监测技术在大型公共建筑中应用[C]//中国土木工程学会总工程师工作委员会. 中国土木工程学会总工程师工作委员会第三届总工论坛论文集. 中国建筑第八工程局有限公司; 2023:5.DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.087584.
- [3] 张敬伟, 满新杰. 结构健康监测技术在公路桥梁养护中的应用[J]. 交通节能环保, 2023,19(S1):143-146.
- [4] 汤东婴, 魏晓斌, 孙正华, 等. 结构健康监测系统综述研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023,(08):6-11.DOI:10.13655/j.cnki.ibci.2023.08.001.
- [5] 陈伟鹏, 余洁歆, 翁宇航, 等. 土木工程结构健康监测传感器应用分析[J]. 四川水泥, 2023,(05):86-88.
- [6] 张迪. 三维激光扫描技术在建筑物立面测绘中的应用[J]. 甘肃科技, 2023,39(12):18-21+25.
- [7] 张强, 王仑, 刘统, 等. 三维激光扫描技术在多场景的应用研究[J]. 建筑技术, 2023,54(24):3048-3050.
- [8] 毛音洲, 陶雄. 三维激光扫描技术在隧道施工测量中的应用[C]//江苏省测绘地理信息学会. 江苏省测绘地理信息学会2023年学术年会论文集. 常州市建筑材料研究所有限公司; 2023:3.DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.072696.
- [9] 陶鹏, 艾军, 罗韧, 等. 桥梁结构快速评估方法的研究与软件实现[J]. 公路交通科技, 2012,29(01):104-108.
- [10] 甘文娟. 地下工程结构变形预测及安全评估模型研究[D]. 长安大学, 2021.DOI:10.26976/d.cnki.gchau.2021.001084.
- [11] 段景敏. 土木工程结构安全性评估要求[J]. 四川水泥, 2015,(10):347.