

Research on House Structure Safety Assessment Method Based on Non-Damage Detection Technology

Jia Li Shaoqing Liu

Hohhot Sifang Engineering Quality Testing Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010010, China

Abstract

The safety assessment of housing structure is an important link to ensure the safety of housing structure. At the present stage, the evaluation methods of housing structure safety mainly include the checking of structural bearing capacity, deformation detection, component damage detection, structure detection, housing safety appraisal, etc., but these methods have some limitations in practical application. Based on the non-damage detection technology, this paper analyzes the commonly used building structure safety assessment method, and explains it in detail combined with a frame structure housing case.

Keywords

non-damage detection; building; safety assessment

基于非破坏检测技术的房屋结构安全评估方法研究

李佳 刘少情

呼和浩特市四方工程质量检测试验有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010010

摘要

房屋结构安全评估是保障房屋结构安全的重要环节, 现阶段对房屋结构安全的评估方法主要包括结构承载力验算、变形检测、构件损伤检测、结构检测、房屋安全性鉴定等, 但这些方法在实际应用中存在一定的局限性。论文基于非破坏检测技术, 分析了目前常用的房屋结构安全评估方法, 并结合某框架结构住宅案例对其进行了详细的说明。

关键词

非破坏检测; 建筑物; 安全评估

1 引言

近年来, 在建筑领域涌现出大量新的非破坏检测技术, 其具有简便、快速、经济等优点, 在实际应用中取得了良好的效果。房屋结构安全评估是指在建筑物达到设计使用年限后, 为保证其继续使用时的安全性, 对该建筑物是否符合现行规范和标准进行检测和评定, 以判断其是否符合安全使用要求的过程。房屋结构安全评估主要包括两个方面: 一是对结构整体承载力、变形和损坏程度的评定, 以判断其是否满足现行规范或标准的要求; 二是对建筑物的使用安全性进行评定, 以判断其是否满足现行规范或标准的要求。

2 建筑物结构安全评估意义

建筑物结构安全评估是在建筑使用过程中, 根据使用环境、使用条件和建筑物的实际情况, 运用科学的技术和方法, 对建筑物在正常使用条件下的结构安全进行评定和评

价。在中国, 建筑工程质量事故是建筑工程领域发生最多的质量事故。据统计, 全国每年因建筑工程质量事故造成的直接经济损失达百亿元, 死亡人数近万人, 成为中国经济社会发展中的重大隐患。从国家到地方都高度重视建筑物结构安全评估工作, 制定了相应的法律法规和技术标准。近几年来, 中国每年都有大量的建筑物因不满足现行设计规范而被拆除或推倒重来。由于建筑物结构安全评估工作起步较晚、理论研究滞后、法律法规不完善、相关技术标准不完善等原因, 建筑物结构安全评估工作仍然存在很多问题。

近年来, 随着中国经济的发展和城镇化进程的加快, 全国各地陆续出现了大量自建房屋, 由于建筑物在建造过程中施工方未按照国家规范进行施工、使用不当等原因造成的事故频发。而中国现有房屋结构安全评估体系仍处于发展阶段, 评估方法单一且不成熟, 对建筑结构安全缺乏系统、深入的认识。因此, 针对上述问题开展建筑物结构安全评估技术研究具有重要的现实意义和社会意义。通过对现有建筑物结构进行检测、评定和分析, 掌握房屋结构现状及安全性, 对房屋结构进行安全评估和鉴定, 为后续修缮和改造提供依据。

【作者简介】李佳 (1988-), 女, 中国内蒙古呼和浩特人, 硕士, 工程师, 从事房屋安全鉴定及工程检测研究。

3 非破坏检测技术概述

在建筑结构中，非破坏检测技术可分为两类：一类是用于建筑结构检测的仪器设备，如声学、热学、光学等设备，它们是根据不同的原理对建筑物进行检测，这种技术在建筑物安全评估中应用广泛；另一类是基于房屋结构特性的分析和研究而发展起来的技术，如声波反射技术、超声技术、红外热成像技术等。随着科学技术的不断发展，这些非破坏检测技术在建筑结构安全评估中的应用越来越广泛，其主要原因是这些非破坏检测技术可以更加快速地获取建筑物的整体性能参数和安全指标。

建筑结构非破坏检测技术主要包括两大类：一是基于声学、热学、光学等原理的仪器设备；二是基于声波反射、弹性波吸收原理的设备。这两大类非破坏检测技术在建筑物安全评估中均有应用，且均可以提供房屋结构的整体性能参数和安全指标。但是，由于这两大类非破坏检测技术都需要对建筑物进行一定的处理和改造才能使用，因此在实际应用中存在一定的局限性，这就需要我们对其进行深入研究和探讨^[1]。

4 非破坏检测技术的检测方式分析

4.1 现场调查与检测

通过对现场的调查，基本确定了该房屋建筑的结构类型、主要使用年限及周边环境状况等，并进行了建筑物现状调查。该建筑为框架结构，建筑面积为 1960m²，共两层，每层约 40m。现场调查过程中，首先对房屋结构的外观质量进行了详细检查，包括裂缝、空鼓、露筋、局部倾斜等。其次对房屋的结构布置、构造措施等进行了检查和记录，并对房屋的外观质量进行了拍照和录像。

现场调查结束后，将现场调查结果与非破坏检测技术结合进行分析，确定房屋存在的主要问题：①基础沉降不均匀；②外墙墙体开裂、空鼓、局部倾斜；③梁板底面局部开裂；④楼板开裂和沉降不均匀。在此基础上，利用非破坏检测技术对该房屋的安全状况进行了评估。根据检测结果可将该房屋的安全状况分为以下四个等级。

4.2 地基基础及上部结构检测

①地基基础检测：通过钻芯法检测，该房屋基础混凝土强度为 C15，采用钻芯法检测混凝土强度时，未发现较大的缺陷，符合设计要求。

②上部结构检测：通过对房屋主要承重构件进行激光扫描和高精度超声探测，对房屋主要承重构件承载力进行验算。激光扫描结果表明：该房屋主要承重构件的混凝土强度均能满足设计要求，基本不存在损坏情况；超声探测结果表明：房屋各承重构件未发现明显的结构缺陷。

③结构变形检测：通过对该房屋各主要承重构件的变形进行检测，结果表明：房屋各主要承重构件的变形均满足设计要求。

④混凝土结构耐久性检测：通过对该房屋混凝土表面进行取样和光学电镜扫描，结果表明：该房屋混凝土表面存在较多的裂缝，但裂缝宽度均小于 2mm；混凝土表面存在大量的剥落、碳化痕迹。综合上述检测结果，本房屋混凝土结构耐久性满足设计要求。

4.3 裂缝检测

裂缝是建筑物中最为常见的一种缺陷，其会降低建筑物的承载力、使用寿命等，因此对建筑物进行裂缝检测十分必要。目前，常用的裂缝检测方法有超声法和超声-机械法两种，但由于裂缝的类型及成因复杂，同时在实际应用中裂缝的判定也存在一定的难度。超声法检测裂缝通常采用反射波法，即通过发射换能器发射超声波到待测混凝土表面，然后利用接收换能器接收反射回来的超声波，通过分析接收到的信号来判定混凝土表面是否存在裂缝。超声-机械法检测裂缝通常采用超声-冲击回波法，即在待测混凝土表面布置一定数量的回波探头，通过探头接收反射回来的声波信号并计算声波信号到达探头所需时间来判定混凝土表面是否存在裂缝。由于混凝土结构内部存在一定程度的密实性，声波在传播过程中会产生反射、折射等现象，导致超声波在混凝土中传播过程中无法准确地反射到探头上，因此在实际应用中通常采用较少数量的回波探头来对混凝土表面是否存在裂缝进行检测。在实际应用中需要根据不同的情况选择相应的检测方法，如当待测混凝土表面出现多条平行裂缝时，超声-机械法检测效果不佳；当待测混凝土表面出现多条垂直或斜向裂缝时，超声-超声-机械法检测效果较好。在实际应用中一般采用两种方法相结合进行检测，然而目前并没有一种方法能够准确地对所有裂缝进行检测，因此在实际应用中一般采用多个检测方法相结合，综合判定建筑物结构是否存在缺陷。

4.4 变形检测

通过对房屋结构变形情况的检测，可以掌握建筑物的受力和变形情况，从而判断房屋结构是否安全。具体来说，可分为两种类型：一是沉降检测，二是倾斜检测。

4.4.1 沉降检测

房屋的倾斜程度是指建筑物或构筑物因沉降变形而造成其实际位置发生变化的程度，常用方法有经纬仪观测、钢尺量测、倾斜测量等。其原理是根据建筑物或构筑物在时间上的相对位置关系，利用测得的数据和坐标，确定其所处的位置。该方法一般适用于已有建筑物倾斜变形较小、无明显变化和新建建筑物的初步鉴定。

4.4.2 倾斜检测

在中国，建筑物和构筑物的倾斜检测主要是用仪器直接测定或用相对不变量计算，该方法需要较高的精度和精确度，但它不需要现场进行直接测量，可以在相对稳定的环境下进行测量，具有较强的实用性和便捷性。

4.4.3 房屋结构变形检测

在中国主要用于对建筑结构平面变形、平面位移、垂直度以及变形量等进行检测。该方法通常是利用超声波测距仪、全站仪、经纬仪等仪器对房屋结构表面进行扫描和测量。

4.5 损伤检测

结构损伤检测是指通过使用相关设备和技术对结构构件的损伤状况进行检测,并将检测结果与设计要求相对比,判断结构构件是否处于正常状态或者满足规范要求。在房屋结构安全评估过程中,建筑构件的损伤检测是不可或缺的内容,在损伤检测的过程中,由于各种因素的影响,往往会出现构件的损伤程度较大、损伤部位无法进行直接检查等情况,这就需要使用一些非破坏检测技术。

4.5.1 微波雷达监测技术

微波雷达是一种非接触式测量仪器,可以在不破坏建筑结构的情况下进行结构安全检测。例如在对混凝土结构进行无损检测时,可以使用微波雷达对混凝土内部缺陷进行测量。通过对钢筋分布密度、混凝土厚度等参数的测量,可以判断混凝土内部是否存在缺陷或者裂缝。同时微波雷达也可以通过电磁波衰减变化来判断裂缝的位置。在房屋结构安全评估中,微波雷达监测技术具有较高的准确性和较强的实用性。

4.5.2 声波检测技术

声波是一种频率在 20~20000Hz 之间的波动信号,它包含大量不同频率、不同相位和不同振幅的机械波和热机械波。在对建筑物结构进行声波检测时,通过对建筑物结构振动时产生的声信号进行分析和处理,可以得到建筑物内部各个部位发生的振动情况。此外声波检测技术还可以通过对建筑物内部多个点进行测量,得到各个点之间的时间差,根据时间差计算出结构内部不同位置之间的距离以及速度等信息。

4.5.3 振动检测技术

通过对建筑物结构中振动现象进行分析处理来实现对建筑结构安全性评估的方法。其中包括利用加速度计、地震计等设备对建筑物进行测量,根据测试结果对建筑结构安全进行评估。在对建筑物结构损伤进行检测时,需要采用一些相应的设备来获取建筑物内部相关信息,同时还需要与建筑设计单位、施工单位、鉴定机构等进行沟通与协调^[2]。

4.6 钢结构焊接质量及焊缝缺陷的检测

钢结构的焊缝缺陷及焊接质量问题是钢结构检测中的一项重要内容。在钢结构工程中,焊接缺陷是常见的质量问题之一,尤其是对大跨度的钢结构,焊缝缺陷的影响更大。由于焊缝缺陷发生在焊缝两侧,检测人员很难对其进行有效检测和评估,导致焊接质量无法得到有效保证。因此,对钢结构焊缝缺陷进行检测是保证钢结构工程质量的重要环节。

通过超声波检测技术,能够有效地检测出钢结构焊接

质量及焊缝缺陷的位置和数量。另外,通过对超声波进行扫描分析,能够清晰地反映出钢结构焊缝缺陷的内部分布情况及状态。采用超声波无损检测技术可以实现对钢结构焊接质量的有效监控,保障了工程整体质量。

4.7 围护结构变形监测与承载力验算

围护结构变形监测是指对建筑物周边建筑物及道路进行长期的实时监测,获取建筑物周围建筑物、道路的位移情况,并通过与原始数据对比分析,及时掌握建筑物周边变形情况,为施工提供可靠依据。当房屋结构发生变形时,房屋结构承载力会降低,造成安全隐患。

建筑物变形监测主要包括:沉降监测、倾斜监测、裂缝监测、温度变化监测。沉降观测主要是根据沉降观测记录进行沉降分析,通过对沉降数据的分析来判断建筑物是否出现下沉现象,通过对沉降数据的分析来判断建筑物的使用情况;倾斜监测主要是通过倾斜观测仪器来进行倾斜观测,通过对倾斜数据的分析来判断房屋结构是否出现倾斜现象;温度变化监测主要是通过温度采集仪器对房屋温度变化进行测量。

4.8 房屋结构安全评价方法

房屋结构安全评价是根据 GB50344.1—2011《房屋建筑使用功能鉴定标准》中的规定^[3],采用现场检查、检测、资料分析和综合判断的方法,对房屋的结构安全进行鉴定,并在此基础上提出房屋结构安全性等级的过程。该方法是根据国家现行规范标准、检测评定结果以及建筑物使用功能等方面因素进行综合分析,并根据房屋结构设计和施工质量情况确定房屋结构安全等级的方法。

目前,国内外学者对该方法进行了大量研究,其研究表明,该方法是一种科学合理、可操作性强的综合评价方法,适用于建筑物结构安全等级的评定。但由于该方法中各参数取值均不统一,且各参数取值的确定缺乏科学性、合理性和实用性,其评定结果与实际情况可能存在较大偏差。

5 结语

在目前房屋结构安全评估中,结构承载力验算、变形检测、构件损伤检测、结构检测等方法在实际应用中存在一定的局限性,而非破坏检测技术具有简便、快速、经济等优点,在实际应用中得到广泛的应用。论文总结了常见的非破坏检测技术并分析了其优缺点,并结合某框架结构住宅案例对其进行了详细说明。

参考文献

- [1] 田双珠,王笑难,李颖.港口工程已建码头的检测与评估[J].水道港口,2004,25(4):3.
- [2] 吉同元,方海东,秦网根.老旧高桩码头安全性检测评估实例分析[J].水运工程,2011(12):83-86.
- [3] GB 50394—2008 建筑结构可靠度设计统一标准[S].