

基于耐久性的建筑结构检测及加固技术应用

文/胡伟 六安市建材建筑质量检测中心

摘要:建筑结构的耐久性和建筑使用寿命、使用安全性等有着直接关系,随着使用年限的增长,建筑材料持续老化,这也导致了建筑结构出现不同程度的损坏,进而引发了建筑物结构承载力的减弱和安全性降低的问题,甚至部分老旧建筑无法达到国家规定的标准。因此,通过对建筑结构进行耐久性检测,有利于识别建筑结构存在的质量隐患,为加固建筑结构提供可靠依据。但实际的建筑物结构检测及加固技术的应用中,存在盲目检测,评估模式不科学的问题。为延长建筑使用寿命,本文在耐久性的基础上分析了建筑结构的检测要点,并针对建筑结构常见的问题分析了适用于建筑结构加固的技术手段,仅供参考。

关键词:耐久性;建筑结构;检测技术;加固技术;施工应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.043

引言

建筑物结构老化和建筑破损的问题中,比较常见的是墙体渗水、裂缝等,甚至某些情况会更严重,导致出现建筑物的安全度降低、功能性降低等问题。《建筑结构检测技术标准》(GB/T 50344-2019)中详细规定了建筑结构检测的基本程序和具体要求^[2],明确了耐久性检测是建筑结构检测的重点。在建筑使用过程中,建筑结构的耐久性和安全性是衡量建筑好坏的关键,其耐久性的与建筑使用寿命呈正相关,所以耐久性检测在建筑领域备受关注。目前,国内关于建筑结构耐久性检测的研究成果越来越多,许多学者都围绕建筑结构耐久性检测展开了研究,特别是针对钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构等的耐久性检测研究愈发深入,为建筑结构检测及更新改造提供了可靠依据。

一、建筑结构耐久性检测概述

根据《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB 50068-2018)的规定,建筑结构的耐久性表示在特定环境下和预期使用年限内,不需要对建筑结构进行大修或更新改造,仍然能保持建筑结构基本功能的能力。建筑结构耐久性主要受混凝土结构、砌体结构、钢结构等质量的影响,可以通过抗冻性、抗渗透性、承载能力、稳定性、可靠性等指标进行衡量,其中混凝土结构对建筑结构耐久性的影响最大,尤其是在混凝土碳化深度较大,或结构内外部存在裂缝等病害的情况下,会导致建筑结构的耐久性大幅下降,影响建筑的使用安全^[1]。

建筑结构耐久性面临的影响因素较多,主要分为三类:一是设计因素,与建筑结构设计不符合相关标准为主,如混凝土等结构设计参数存在偏差,导致部分结构不符合相关质量要求,或者设计单位的混凝土配合比设计结果不合理,对原材料的把控要求不严格,在源头

上影响了建筑结构的耐久性。二是施工因素,施工阶段若现场存在管理混乱、操作不规范等情况,或者使用了不符合设计要求的施工材料,容易影响建筑结构的耐久性。三是使用因素,建筑结构耐久性与气候环境有密切关系,若建筑结构长期存在于复杂环境下,可能受到较为严重的腐蚀性破坏,或者业主在装修过程中,开洞、开槽等操作对建筑结构造成了破坏,不仅会影响建筑的正常使用功能,还容易引起建筑结构耐久性下降的问题^[3]。

二、建筑物结构加固改造方法

建筑物结构的加固是根据建筑物检测结果制定检测方案,做好现场检测和计算分析,并结合建筑物的实际管理需要,确定不同的结构加固方法。主要的加固方式有:(1)对建筑结构构件进行局部更换。由于施工不当或长期自然侵蚀、腐蚀等因素,部分建筑结构构件的承载能力已无法满足当前的使用需求。因此在建筑物的加固中,需改善和提升这些构件的承载性能,必要时,需对部分构件进行拆除并重建。(2)调整建筑结构的传力机制。如果建筑物的使用年限较长,或者存在建筑物整体设计不合理的问题,施工人员可在现有建筑结构基础上,根据建筑物的实际情况增设新的构件,例如,在柱间增设新柱,从而减小建筑物的梁跨度提升建筑物的稳定性,或在建筑物加固过程中,通过改变传力路径和体系有效降低荷载集中效应,从而提升结构的稳定性。具体而言,通过增强结构构件的强度与刚度,例如增加构件尺寸、粘贴钢板、外包型钢以及粘贴高强度纤维布材料等方法,可以显著提升老旧建筑物的梁、板、柱等关键构件的强度、刚度及安全稳定性,以此达到加固建筑结构并降低加固成本的目标。在建筑物结构加固中,需要考虑到结构及构件的损坏情况,优化改造的目

标和要求，减少在加固和改造中对原先结构产生的破坏，避免出现对结构出现二次损伤的危害的问题。

三、建筑物检测与加固技术优化的重要性

(一) 建筑物检测与评估能为加固提供支持

建筑物的结构安全性和可靠性的评估是土木工程领域中的重要问题，通过科学的建筑物检测与评估，可以合理选择加固和改造方案，提升建筑物的安全性和可靠性，这样一来，能降低老旧建筑的安全风险，也降低了既有老旧建筑盲目拆除所产生的巨额费用，通过积极有效建筑物检测与评估，能评估建筑物的安全系数，也能为维修和加固建筑物提供必要的支持。在建筑物检测与评估中，涵盖了安全性等级、结构构件实际强度、加固方案的确定等诸多内容，进而有效检测质量问题，帮助老旧建筑物提升其承载力，帮助老旧建筑物恢复其结构功能，延长其使用寿命^[4]。

(二) 科学评估并合理确定建筑物加固成本

建筑物使用年限增长，建筑材料性能下降是不可逆转的事实，在实际的建筑物管理中，通过科学合理的加固和改造措施，能提升建筑物的强度和刚度，提升建筑的稳定性和耐久性。建筑物检测的重点在于，找准建筑物中已经不能满足使用需求的内部结构设施，才能更精准开展加固改造，减少加固投资。建筑物检测本身需要在检测和检定的基础上，为后续的加固处理进行补强管理，进而有效恢复建筑物的实际使用功能。

四、基于耐久性的建筑结构检测要点

(一) 混凝土结构检测

1、超声检测

建筑结构耐久性检测一般针对既有建筑，传统钻孔取芯等检测方法会对混凝土结构造成破坏，直接影响建筑结构的耐久性，所以一般采用无损检测技术。在众多无损检测技术中，超声检测法是常用于混凝土结构耐久性检测的技术手段，可以较为精准地评估混凝土结构的抗压强度、抗折强度、碳化深度、孔隙率等。在超声检测混凝土结构的过程中，检测人员可以采用超声检测仪测定超声波在结构内部的传播速度，以及超声波接触结构内部缺陷后反射回的信号。根据超声波在结构内部的传播速度，检测人员可以结合以下公式，比较准确地计算混凝土结构的弹性模量：

$$E_d = \rho \times V^2 \quad (1)$$

在公式(1)中， E_d 是混凝土结构的弹性模量； ρ 是混凝土结构的密度； V^2 是超声波在混凝土结构内部的传播速度。根据得到的弹性模量的数值，检测人员可以大

体评估混凝土结构的健康状况。

2、酚酞滴液检测

酚酞滴液检测项目常用于混凝土碳化深度检测，而混凝土碳化会严重影响结构的耐久性。混凝土碳化深度检测中，主要是根据酚酞融合在不同pH值环境下会呈现不同颜色的特性来检测。酚酞是一种有机酸，在弱酸性和中性水溶液中是无色的，而在与弱碱性物质接触后会变为紫红色，如图1所示。



图1 酚酞检测混凝土碳化深度

在实际检测中，工作人员需要先用电钻在提前确定的测区打孔，使用气囊将孔内粉末清除，此时要避免使用液体冲洗钻孔，随后用滴灌向钻孔孔壁喷洒1%酚酞溶液，在混凝土变红后使用游标卡尺和碳化深度测量仪测量碳化深度，通常沿钻孔孔壁至少测量三次，计算其中的平均值，得出最贴近真值的碳化深度检测结果。

(二) 砌体结构检测

砌体结构的检测主要是建筑物砌块与砂浆的压缩强度的检测。通常，砌体的结构检测涉及对砌体砖和砂浆制备的试块进行抗压试验，通过这种方式，可以确定砌体的整体压缩强度。在计算完砌体强度后，还需通过浸水法来测定结构的水吸收速率来评估其耐久性。若砌体的水吸收率较高，可能会对建筑物的长期稳定性产生不利影响^[5]。

(三) 钢结构检测

钢结构检测是通过标准拉伸试验检验钢材的抗拉强度，通过分析材料的应力-应变曲线，了解钢结构的屈服强度、抗拉强度，针对焊接部位以及应力较高的位置，可以通过超声波探伤的方式，找出钢结构存在的结构缺陷，在这个过程中，及时根据钢结构的检测结果，制定有效的维护和加固的方案。

五、建筑物加固改造设计

(一) 加固设计原则

在建筑物结构加固过程中，需要严格按照《混凝土结构耐久性修复与防护技术规程》的相关规定，去除构件表面出现的鼓起、混凝土保护层、锈斑等病害，并结合相关规定确定设计的具体方法，因为在检测过程中可

能出现建筑物结构不能满足耐久性要求的问题，且改造中容易导致受力形式的变化，所以实际的改进中，应当结合工程建设的实际情况做出具体的判断。

第一，如果建筑物在加固完毕之后，建筑物的基本功能做出了改变，那么就需要根据建筑物使用需求的变化，保证原有建筑物稳定之后才能做出改造和加固处理。第二，如果在建筑物的使用过程中，存在火灾、地震灾害损害的问题，在受灾后，要对没有坍塌的建筑物做好可靠性鉴定，加固完毕后，最大程度上利用好原有建筑物的结构剩余强度。第三，建筑物年限较长且原有的设计标准过低，那么就要根据现有的建设标准做好检测和评估。通过科学且有效的建筑评估及加固，保证通过加固将以前不能满足使用需求的设施、结构进行处理和完善，并达到较好的加固效果^[6]。

（二）加固技术

1. 结构粘钢技术

结构粘钢需要根据加固范围和部位，选择合适的高强度钢板和钢筋，在对原始结构表面进行适当处理后，应用特种环氧树脂胶粘剂进行均匀涂抹。接着，将经过预处理的钢板和钢筋粘贴至预定位置，并保持固定直至胶粘剂完全固化。例如，在某次施工过程中，根据结构的承载需求，选择恰当的钢板进行加固。施工人员首先对裂缝进行封闭处理，然后在楼板底部增加胶粘剂，增强钢板的黏附力，这样加固的效果较好。一般情况下粘钢板的操作需要在夜间进行，加固完毕之后，通过荷载测试的方式检验楼板的承载力，加固的标准为楼板刚度不再扩展、刚度的承载能力有效提升。

2. 加大截面加固技术

加大截面加固是通过增强建筑结构的截面，提升建筑结构的稳定性，保证结构的稳固性，还能降低对建筑物本身的破坏。

3. 预应力加固技术

预应力加固指的是在加固过程中引入预应力筋，提升其拉紧力，固定结构之后，提升结构的承载能力和变形性能。在实际的建筑物加固工程操作中，施工人员必须明确加固结构的具体部位，再根据建筑现场设计预应力筋或钢束的布局。首先施工人员需要依照设计图纸执行开槽和穿线作业，做好预应力筋或钢束与待加固构件之间的连接操作。然后，施工人员以专业的张拉设备为支持，做好预应力筋的张拉，达到设计的预应力值之后使用锚具进行固定。最终，在张拉作业完成后，施工人员要进行注浆操作，确保预应力筋能紧密和构件结合

在一起。例如，在某工程中，主梁结构在加固前的承载能力为500kn，经过预应力加固后，其承载能力提升至800kn，增幅达到60%。此外，通过分析变形监测数据，发现梁的挠度从加固前的30mm降低至20mm，说明刚度显著增强，达到了较好的加固效果^[7]。

4. 修补裂缝加固技术

针对建筑物裂缝修复，施工人员需要先根据裂缝的特点、尺寸和成因，制定切实可行的修复方案，该技术主要应用于混凝土裂缝的问题，以灌浆法处理，可以有效降低裂缝的问题提升处理的成效。针对宽度小于0.3mm的裂缝，可以以涂抹EP材料的方式，修复裂缝。如果裂缝较为明显，就要兼顾其是否会影响建筑物耐久性托问题，将稳定的砂浆注入混凝土裂缝中，提升整体建筑结构的稳定性。

结语

总而言之，建筑结构耐久性检测是建筑使用环节必不可少的一项工作，这项工作能为建筑的维修、保养、更新和改造等提供可靠的依据，在保障建筑正常功能和使用寿命的基础上，使建筑在实际使用中发挥出应有的功能。在建筑结构耐久性检测中，检测方法具有多样性的特征，需要结合建筑结构的实际情况灵活选择耐久性检测技术，通过全面检测进一步提升建筑结构的稳定性。

参考文献

- [1] 龙涛. 房屋建筑主体结构检测技术的运用研究[J]. 住宅产业, 2024, (09): 69-71.
- [2] 崔华文, 张坤. 建筑结构检测技术在鉴定加固中的应用[J]. 石材, 2024, (09): 113-115.
- [3] 张永炜. 建筑工程框架结构检测技术及加固处理探究[J]. 科技资讯, 2024, 22(17): 139-141.
- [4] 梁天宇, 周桂鹏. 三维扫描技术在房屋建筑结构检测与鉴定中的应用综述[J]. 广州建筑, 2024, 52(05): 105-108.
- [5] 宋娟, 刘飞. 闲置建筑再利用的安全、耐久性检测鉴定及处理措施[J]. 价值工程, 2023, 42(06): 49-51.
- [6] 葛乔乔. 建筑结构耐久性检测及加固技术应用分析探究[J]. 科技资讯, 2022, 20(21): 95-98.
- [7] 李文哲. 基于墙体抗震性分析的砖混结构鉴定加固设计研究[D]. 河北工程大学, 2021.

作者简介：胡伟（1984.6-）性别：男，民族：汉族，籍贯：安徽六安，学历：本科，职称：中级工程师，研究方向：建筑工程。