

砌体结构房屋抗震鉴定中承载力验算的关键问题分析

严小伟

武汉地震工程研究院有限公司 湖北 武汉 430061

【摘要】：砌体结构房屋的抗震鉴定在建筑工程中至关重要，而承载力验算是保障结构安全的重要环节。本文重点分析了砌体结构房屋抗震鉴定中承载力验算的关键问题，探讨了材料性能、结构构造及荷载等因素对承载力验算结果的影响。通过系统地剖析这些关键因素，本文提出了适用于砌体结构房屋抗震鉴定的验算方法和技术要求，旨在为提高建筑抗震安全性提供理论依据。研究表明，合理的验算方法能有效评估结构安全性，为实际工程提供参考。

【关键词】：砌体结构；抗震鉴定；承载力；验算方法；安全性

DOI:10.12417/2811-0536.26.05.049

引言

砌体结构房屋作为传统建筑形式之一，其抗震性能直接影响到居民的生命安全与财产保护。随着地震灾害频发，对砌体结构房屋的抗震鉴定提出了更高要求。承载力验算作为抗震鉴定的核心环节，关系到建筑结构在地震等极端荷载下的安全性。通过准确的承载力验算，可以及时发现结构潜在的安全隐患，制定有效的加固措施。实际操作中，材料的差异、荷载评估的不准确、设计规范的滞后等因素常常导致验算结果偏差，影响鉴定的科学性与准确性。针对这些关键问题的深入研究，对推动砌体结构房屋抗震鉴定技术的完善和提高具有重要意义。

1 砌体结构抗震鉴定中的承载力验算基础问题

(1) 砌体结构的抗震特性分析：砌体材料通常以砖石和砂浆为主要构成，具有良好的压缩性能，但其抗拉和抗剪能力较弱。地震作用下，砌体结构表现出刚性较强的特点，易发生脆性破坏。砌体墙体的构造方式、缝隙处理以及抗震设计措施的合理性，直接影响其在地震中的表现。为了保证砌体结构的抗震性能，必须针对不同的地震动参数，合理评估砌体墙的抗震能力，并结合实际工况进行修正分析。有效的抗震设计还需要考虑砌体构件的连接性，确保整个结构体系能够在震动中协同作用，从而避免局部破坏蔓延至全局。

(2) 承载力计算方法的选择与应用：常见的计算方法包括极限状态法、弹塑性分析法和简化的应力-应变模型等。其中，极限状态法通过评估结构在地震荷载作用下的破坏模式，能够提供较为直观的承载力分析结果。弹塑性分析法则考虑了结构材料的非线性特性，更加贴合实际情况，适用于复杂的砌体结构^[1]。在实际应用中，选择何种方法往往受到结构复杂性、

计算精度要求及计算资源的制约。对于一些常见的砌体结构，简化的应力-应变模型已能满足基础承载力验算的需求，但对于高度复杂或特殊设计的砌体结构，仍需要更为精确的计算方法。

(3) 常见验算误差及其原因分析：材料的实际性能和设计假设可能存在差距，特别是砌体材料的强度和弹性模量常常受到施工质量、材料老化等因素的影响，导致与理论值不符。荷载的估算是另一个常见的误差来源，地震荷载的动态特性复杂，且通常难以精确测量，验算中对荷载的简化假设可能导致较大偏差。构造细节的忽略，如墙体与基础、墙体之间的连接强度不充分等，均可能导致实际承载力与计算值的不一致。因此，验算过程中应尽量减少不确定性，通过实测数据、历史性能分析等方法进行校正，从而提高验算结果的准确性。

2 影响承载力验算结果的关键因素

(1) 材料性能的影响：在抗震设计中，砌体材料的抗压、抗剪及抗拉性能对验算结果起着决定性作用。由于砌体结构在地震荷载下会受到不同方向的作用力，材料的非线性行为尤为重要。砖和砂浆的力学性能会因施工质量、老化、湿度变化等因素发生波动，导致计算与实际性能间的偏差。尤其是对于老旧建筑，材料的疲劳效应和劣化作用使得结构的实际承载力下降。砌体的界面层（如砂浆接缝）在地震荷载下可能发生滑移或开裂，严重影响结构整体承载能力。为了更精确地评估砌体结构的抗震性能，需要对不同材料的性能进行实测，并考虑环境因素对材料性能的影响。

(2) 荷载分析的精确度：地震荷载的动态特性较为复杂，不仅包括震动的幅度，还涉及震动频率和方向性。精确评估荷载的大小和分布对验算结果至关重要。荷载分析中，常常需要考虑多种荷载组合，例如

常规重力荷载、风荷载、地震荷载等。不同荷载的作用模式对结构承载力的影响差异较大^[2]。在抗震鉴定中，若荷载计算不够精准，特别是在地震荷载的方向性和频谱特征方面的考虑不充分，可能导致对结构承载力的低估或高估。实际荷载分布的非均匀性及局部加速效应，也可能在验算中被简化，影响计算的可靠性。荷载分析的精确度不仅依赖于计算模型的精细度，还需要实时地震数据和工程实际情况的反馈。

(3) 结构构造与设计规范的适用性：砌体结构的构造细节，如墙体的厚度、节点的连接方式及构造措施，决定了结构在地震作用下的受力表现。若设计时忽视了墙体与基础、墙体与梁柱的有效连接，可能导致局部失效并迅速蔓延至整个结构，影响承载力的整体性。在实际工程中，部分旧有砌体结构未按照现代抗震规范进行设计和施工，这些结构的抗震能力远不如新建房屋。设计规范的适用性问题尤为突出，尤其在一些历史建筑的抗震鉴定中，许多旧规范已经不再适用，必须根据现代标准进行修订和补充。不同地区的抗震设计规范差异、地震烈度的区域性差异，以及规范实施的严格性，都会影响验算结果的可靠性。为提高承载力验算的准确性，需要结合最新的设计规范和标准，充分考虑当地的地震环境特征。

3 承载力验算中的技术难题与解决策略

(1) 不同建筑年代的适用标准问题：建筑技术的发展，抗震设计标准经历了多次更新。在旧建筑的抗震鉴定中，常常面临适用标准不一致的问题。过去的设计规范与现代标准相比，往往对抗震要求较为宽松，特别是在承载力验算中，许多老旧建筑的设计并未考虑到现代抗震分析的细节。由于早期建筑材料和施工技术的局限，许多旧建筑在承载力方面并不满足当前的抗震要求。使用现代标准对这些建筑进行验算时，可能会出现过度保守或误差较大的情况。采用适当的修正方法非常重要，可以通过对建筑年代的背景分析，结合历史性能数据来调整验算结果。针对不同年代的砌体结构，可考虑采用适用于该时期的设计规范和计算方法，或结合新旧标准进行合理权衡，以确保验算结果更为科学和实用。

(2) 高风险地区的验算难点：在地震高风险地区，砌体结构的抗震验算面临更多的挑战。地震烈度较高的地区，地震动强度和频率更加剧烈，建筑物的承载力需求显著增加。在这种情况下，传统的承载力验算方法可能无法准确预测结构在极端地震荷载下的响应^[3]。尤其是对于高烈度地区的老旧砌体建筑，抗震能力往往难以满足现行标准要求，验算过程中需要充分

考虑地震的特殊性及其对结构的局部影响。在高风险地区，地震荷载的频谱特征复杂，考虑不周的荷载假设容易导致计算结果的偏差。因此，针对高风险地区的验算，必须采用更为精细的荷载分析方法，结合地震波形和频率分布，进行动态分析和非线性验算。结合区域性的地质勘察数据，针对性地调整建筑物的抗震设计，才能在承载力验算中更加准确地反映地震对结构的影响。

(3) 结构加固设计中的承载力调整：在进行结构加固设计时，承载力的调整是一个不可忽视的技术难题。加固措施通常包括增设钢筋混凝土墙、外加支撑系统或使用高强度材料进行局部加固，但这些措施的实施会显著改变原有结构的力学性能。在验算过程中，必须准确评估加固后的承载力，尤其要考虑加固材料的接触界面与原有砌体结构之间的相互作用。加固后的结构可能存在与原设计结构不同的受力特点，在验算中需要对加固部分和原结构的协同作用进行详细分析。由于加固过程中的施工质量问题，可能导致实际承载力低于设计承载力，因此验算时需要设置合理的安全系数，进行适当的容错处理，以确保加固方案能够真正提升建筑的抗震能力。随着新型加固材料的应用，如何评估这些材料的性能与砌体的适配性，也成为了承载力调整过程中亟待解决的重要问题。

4 现代技术在承载力验算中的应用

(1) 计算机模拟与数值分析：在砌体结构承载力验算中，计算机模拟和数值分析已成为一种常见且重要的工具。通过计算机模拟，可以准确再现砌体结构在地震荷载作用下的受力过程，尤其是在复杂的非线性行为分析中，能够提供直观的数据支持。数值分析方法，如有限元法（FEM）和离散元法（DEM），被广泛应用于结构分析中。这些方法能够考虑到结构的复杂几何形状、材料的非线性特性以及边界条件的影响，有效地提高了验算的精度。计算机模拟不仅可以快速生成大量数据，还能进行参数化分析，评估不同设计方案对承载力的影响。数值模拟方法在进行砌体结构承载力验算时，尤其是在复杂条件下的应用，能够显著提升设计的科学性和准确性。

(2) 非线性分析方法的引入：砌体结构在地震作用下往往表现出复杂的非线性特征，因此非线性分析方法在承载力验算中具有不可忽视的作用。与传统的线性分析方法不同，非线性分析能够深入探讨材料屈服、裂缝扩展及结构破坏等问题，提供更为真实的结构响应预测。通过引入非线性分析，能够模拟砌体结构在大变形和高荷载条件下的行为，尤其对于高烈度

地震的研究具有重要意义^[4]。在砌体墙体的抗震验算中,非线性分析可以帮助评估墙体破坏的临界点,识别潜在的薄弱环节,从而为设计和加固方案提供更为精确的依据。

(3) 实验与理论相结合的验算新路径:实验与理论相结合的验算路径成为现代技术应用中的一种创新方法。通过实验验证砌体结构在地震荷载下的实际响应,能够获得真实的结构行为数据,并根据实验结果调整和优化理论模型。这种结合方式不仅提高了验算结果的准确性,还能通过实验数据提供更可靠的设计参数和材料特性。通过实验和理论的有机结合,可以对砌体结构的抗震性能进行全方位评估,特别是在对新型材料和加固技术的应用中,实验数据能够有效验证设计方案的实际效果。实验与理论相结合的路径成为了承载力验算中提升精度和可靠性的有效途径。

5 砌体结构房屋抗震鉴定承载力验算的优化建议

(1) 更新与完善验算标准:现行的砌体结构抗震鉴定验算标准在一些领域已经难以满足新型建筑和复杂工况的需求。随着建筑材料、施工技术以及抗震设计理念的不断进步,原有的验算标准需要进行动态调整与优化。特别是在地震荷载模型、材料性能标准、结构构造要求等方面,现行标准对一些新型砌体材料和加固技术的适用性还不够明确。为了提高承载力验算的准确性,相关部门需要结合现代工程实践,针对不同建筑类型、不同地区的地震风险进行细化调整。特别是对于老旧建筑的鉴定,应制定专门的适用规范,考虑到历史设计和材料性能的差异,确保验算标准与实际情况更加契合。

(2) 合理利用新型材料与技术:新型材料和加固技术在提高砌体结构抗震性能方面具有重要作用。高强度钢筋、纤维增强复合材料以及新型结构粘结材料

等材料,具有较好的抗震性能,并且在加固过程中能有效提升砌体结构的承载力。在验算过程中,应合理融入这些新型材料的性能数据,充分考虑其对结构整体性能的提升作用。现代施工技术如外加支撑系统、预应力加固等,也能在提高承载力的同时,减少结构本身的变形和裂缝^[5]。为了更好地评估新型材料和技术的应用效果,验算模型应当对这些因素进行细致的分析和参数化,以确保新材料和技术能够在加固设计中得到充分体现。

(3) 强化抗震设计的综合性与前瞻性:砌体结构的抗震设计不仅仅局限于单一构件的承载力验算,而是一个系统性工程,涉及到结构、材料、荷载等多个方面的综合考虑。在进行承载力验算时,应当从整体上考虑砌体结构的抗震性能,包括墙体的连接方式、支撑系统的布局以及楼板与基础之间的协同作用。设计时应预见到未来可能发生的结构变化与外部荷载的变化,采取灵活的设计手段应对不同震级的地震要求。通过加强建筑设计的前瞻性,可以有效避免因局部设计缺陷导致的整体失效,提升砌体结构在抗震中的整体安全性。合理运用现代计算工具与先进的设计理念,能够更准确地预测结构行为,确保设计方案在抗震效果上具有更高的适应性和可靠性。

6 结语

砌体结构房屋的抗震鉴定与承载力验算是保障建筑安全的核心环节,优化验算标准、引入新型材料与技术以及加强抗震设计的综合性,能够有效提升砌体结构的抗震性能。随着建筑工程的发展,相关技术和标准也应不断更新,以适应日益复杂的建筑环境和抗震需求。通过改进承载力验算方法,可以为砌体结构房屋的安全性提供更加精准的保障,确保建筑在地震等极端荷载条件下的稳定与安全。

参考文献:

- [1] 宁梦.分析多层砌体结构住宅抗震检测鉴定[J].居舍,2025,(35):52-55.
- [2] 檀秋芬,方从严.框架与砌体混合承重结构的抗震鉴定与加固设计研究[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2025,43(10):91-94.
- [3] 金伟.既有砌体结构鉴定与加固设计方案优选[J].江西建材,2025,(09):133-135+139.
- [4] 朱方江.某超设计使用年限的砌体结构房屋抗震鉴定加固分析[J].安徽建筑,2025,32(07):178-180.
- [5] 柯勇,王锦森,张伟.不同结构形式既有建筑结构抗震鉴定及加固策略探析与展望[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(13):190-192.