

混凝土住宅建筑钢筋抗拉强度检验研究

崔帅康*

(商丘市产品质量检验检测中心, 商丘 476000)

摘要:目的 开展混凝土住宅建筑钢筋抗拉强度检验研究,提升混凝土住宅建筑中钢筋抗拉强度检验的准确性和可靠性。**方法** 在遵循检验原则的基础上,选择了高精度、高稳定性的 WEW-600B 型电子拉力试验机作为检验设备,配备试样切割机、试样打磨机、位移传感器、数据记录与分析装置等辅助设备。严格控制检验样本与试验机安装,确保达到最佳检验状态。按照操作规程执行拉伸操作,对钢筋样本抗拉强度进行检验,通过测定钢筋在拉伸过程中的最大拉伸力和伸长量计算出了钢筋的抗拉强度。**结果** 通过实例证明,所有样本的抗拉强度和伸长率均符合国家标准和设计要求。**结论** 所选检验设备和方法能够准确、可靠地测定混凝土住宅建筑中钢筋的抗拉强度,该方法为建筑结构的安全性和耐久性提供了有力保障。

关键词: 混凝土; 建筑结构; 抗拉强度; 钢筋

0 引言

随着城市化进程的加快,混凝土住宅建筑作为现代城市的重要组成部分,其结构安全性与耐久性日益成为社会各界关注的焦点。在混凝土结构构件中,钢筋作为主要的受力材料,其性能直接关系到建筑物的整体承载能力和抗震性能。抗拉强度作为衡量钢筋力学性能的关键指标之一,对于确保结构在极端荷载条件下的稳定性具有不可替代的作用^[1]。因此,对混凝土住宅建筑中的钢筋抗拉强度进行准确、可靠的检验,不仅是保障工程质量的基础,也是提升建筑安全性的重要手段。

近年来,随着材料科学的发展和新技术的应用,钢筋的生产工艺和材质性能不断优化,但同时也对检验技术提出了更高要求。

传统的钢筋抗拉强度检测方法,如万能材料试验机测试,虽然成熟且应用广泛,但在面对新型高性能钢筋时,存在测试精度不足或测试效率不高的问题^[2]。此外,环境因素(如腐蚀、温度变化)对钢筋长期性能的影响,以及施工过程中可能导致的钢筋损伤,也是影响抗拉强度检测结果不可忽视的因素^[3]。因此,探索更加高效、精准且能适应不同环境条件的钢筋抗拉强度检验方法,成为当前建筑工程技术领域亟待解决的问题。

本研究旨在通过对现有钢筋抗拉强度检验技术的综合分析,结合最新的科研成果与工程实践,探讨适用于混凝土住宅建筑钢筋的高效检验方法。

1 材料与方法

1.1 钢筋抗拉强度检验设备选择

在对混凝土住宅建筑钢筋的抗拉强度检验时,需要用到的设备包括万能材料试验机及相关附件。需要根据具体的测试需求和钢筋的规格、材质等因素,选择合适的设备型号和测量范围。还需要确保所选设备的测试精度满足相关标准和要求,以保证测试结果的准确性^[1,4]。根据检验需要,选择济南辰达试验机制造有限公司的 WEW-600B 型号钢筋拉伸试验机,测量范围为 0~600 kN; 试验力示值相对误差为 $\leq \pm 1\%$; 分辨率为 0.01 kN; 变形精度为 $\pm 0.5\%FS$; 拉伸空间为 650 mm; 压缩空间为 380 mm; 夹持方式为自动夹紧,圆试样夹持直径范围为 $\Phi 13\sim 40$ mm。

在此基础上,配备试样切割机、试样打磨机、位移传感器、数据记录与分析装置等附件和辅助设备。其中,试样切割机用于将钢筋切割成符合测试标准的试样尺寸;试样打磨机用于打磨试样的表面,消除划痕、锈迹等缺陷,以提高测试的准确性;位移传感器用于测定实验过程中样件的位移变化;数据记录与分析装置用于记录和分析测试数据,包括抗拉强度、屈服强度、伸长率等指标。

针对试验机有精度不足或测试效率不高的问题,采取了一系列措施,包括定期对试验机进行校准和维护,确保设备始终处于最佳工作状态;采用标准化的试样制备流程,包括使用试样切割机和打磨机,以确保试样的尺寸和表面质量符合测试标准;引入自动化数据记录与分析系统,实现测试数据的实时采

* 通信作者: 崔帅康, 助理工程师, 研究方向为产品质量检验检测。E-mail: 875498116@qq.com

集和深度分析，提高测试效率和结果的准确性；并对测试人员进行专业培训，制订严格的测试操作规范，确保测试过程的一致性和可追溯性。这些措施的实施，将进一步提升试验机在混凝土住宅建筑钢筋抗拉强度检验中的应用效果，为工程质量提供坚实保障。

1.2 检验样本与试验机安装

在完成钢筋抗拉强度检验设备选择后进行试验样本选择与试验机安装，从而为后续的混凝土住宅建筑钢筋抗拉强度检验奠定重要的基础。在检验样本方面，钢筋作为测试对象，其安装和固定是测试成功的关键。夹具作为连接钢筋与试验机的桥梁，其紧固力的调整至关重要^[5]。为了确保在拉伸过程中钢筋不发生滑动或定位偏差，需要仔细调整夹具的紧固力，使其达到最佳状态。

在试验机安装方面，试验机配备了高精度的负载传感器，能够实时监测拉伸过程中的负载变化。为了确保设备和样本的安全，负载传感器被预设为在达到 100 kN 的拉伸力时自动停止测试。这一设定不仅防止了因过载而导致的设备损坏，还确保了测试结果的准确性^[6-7]。试验机安装示意图如图 1 所示。

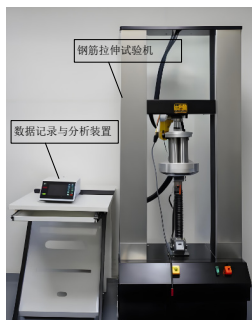


图 1 试验机安装示意图

数据记录与分析装置为从测试开始即刻起进行连续记录，以捕捉钢筋伸长的每一个细微变化。通过连续记录位移数据，可以更加准确地评估钢筋的伸长率和抗拉强度等。

1.3 执行拉伸操作与抗拉强度测定

在完成检验样本选择与试验机安装后，执行拉伸操作测定试件的抗拉强度，以此保证相关结果的真实性和可靠性。

在执行混凝土住宅建筑钢筋抗拉强度检验的拉伸试验阶段，试验机以恒定且精确的速度 1 mm/min，对钢筋进行拉伸，这一速度旨在模拟钢筋在实际应用中逐渐承受荷载的状态。随着拉伸过程的逐步深入，钢筋经历了从弹性变形到塑性变形的转变，直至最终断裂^[8]。在拉伸过程中，试验机内置的高精度负载传感器持续监测并记录拉伸力的变化，其精度高达 ±0.5%，能够精准捕捉钢筋在断裂前所承受的最大拉伸力，即钢筋的极限抗拉强度。这一应力值标志着钢筋在断裂前的最高应力状态，是评估钢筋力学性能的关键指标^[5]。与此同时，位移传感器记录测定并记录从初始加载到钢筋断裂整个过程中的伸长量。这一数据的收集对于深入分析钢筋的延展性和韧性至关重要，有助于全面评估钢筋在承受荷载时的变形能力和断裂

前的塑性变形程度。

随着拉伸力的不断增加，钢筋逐渐进入塑性变形阶段，此时应力—应变曲线的斜率会发生变化，表明钢筋已经超过了其屈服点，开始发生显著的塑性变形。直至测试结束，即钢筋断裂时，试验机会记录下此刻的最大拉伸力以及对应的伸长量。综上所述，通过精确控制拉伸速度、持续监测并记录拉伸力和伸长量等关键数据，结合应力—应变曲线的分析，可以全面评估钢筋的力学性能，为混凝土住宅建筑的结构设计和施工提供科学依据。

1.4 混凝土住宅建筑概况

以某混凝土住宅建筑为例，针对该建筑中所使用的钢筋进行抗拉强度检验。该混凝土住宅建筑占地面积约为 2000 m²，总建筑面积为 6000 m²，设计使用寿命为 70 年。建筑主体结构采用现浇钢筋混凝土框架剪力墙结构，设计抗震等级为 8°。建筑共 6 层，每层高度为 3 m，总高度为 18 m。在结构设计方面，该建筑充分考虑了地震、风载等自然因素的影响，通过合理的结构布置和钢筋配置，确保了建筑物的整体稳定性和安全性。同时，在施工过程中，严格遵循国家相关标准和规范，从而保证建筑施工质量。该建筑中所使用的钢筋主要包括 HRB400 级热轧带肋钢筋和 HPB300 级光圆钢筋。两种钢筋的基础信息如表 1 所示。

表 1 两种钢筋基础信息记录表

项目	HRB400 级热轧带肋钢筋	HPB300 级光圆钢筋
直径(mm)	Φ16、Φ20、Φ25	Φ8、Φ10
下屈服强度(MPa)	400	300
抗拉强度(MPa)	540	420
断后伸长率(%)	≥ 16	≥ 25
最大力总延伸率(%)	≥ 7.5	≥ 10

在本次钢筋抗拉强度检验中，选择了三种直径的 HRB400 级热轧带肋钢筋和两种直径的 HPB300 级光圆钢筋，共计 5 个检验样本，如图 2 所示。



图 2 检验样件图

这些样本均来自同一批次，确保了检验的一致性和可比性。

2 结果与分析

HRB400 级热轧带肋钢筋和 HPB300 级光圆钢筋的应力—应变曲线如图 3 所示。

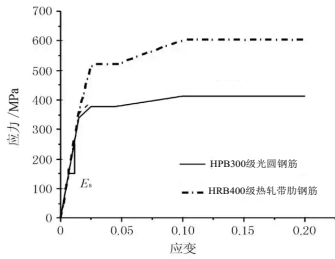


图3 应力—应变曲线

由图3可知,该曲线详细描绘了钢筋从弹性变形到塑性变形直至断裂的全过程。以HRB400级热轧带肋钢筋($\Phi 20$ mm)和HPB300级光圆钢筋($\Phi 10$ mm)为例,其应力—应变曲线展示了明显的弹性阶段、屈服阶段、强化阶段和断裂阶段。在弹性阶段,应力与应变呈线性关系;屈服阶段标志着钢筋开始发生显著塑性变形;强化阶段中,钢筋的抗拉强度逐渐提高至极限值;最终,在断裂阶段,钢筋达到极限抗拉强度后迅速断裂。通过对应力—应变曲线的深入分析,得出了钢筋的弹性模量、屈服强度、抗拉强度等关键力学性能参数,为混凝土住宅建筑的结构设计和施工提供了科学依据。同时,结合应力—应变曲线的形态特征,还可以进一步评估钢筋的延展性、韧性等性能,为优化钢筋材质、直径选择和施工工艺提供指导。将得到的抗拉强度检验结果记录如表2所示。

表2 检验结果记录表

检验样本	钢筋类型	直径 (mm)	抗拉强度实测值 (MPa)	断后伸长率实测值 (%)	是否符合标准
样本1	HRB400 热轧带肋	$\Phi 16$	562.3	17.5	符合
样本2	HRB400 热轧带肋	$\Phi 20$	582.4	16.8	符合
样本3	HRB400 热轧带肋	$\Phi 25$	594.5	16.2	符合
样本4	HPB300 光圆	$\Phi 8$	421.5	26.0	符合
样本5	HPB300 光圆	$\Phi 10$	435.3	27.5	符合

根据检验结果,虽然所有样本的抗拉强度和伸长率均符合国家标准和设计要求^[9],但仍有以下几点技术优化策略可供参考:首先,引入数字化、自动化的高精度测试设备和智能传感器,严格控制试验环境,优化试样制备方法,并加强数据处理与分析,以提高测试结果的准确性和可靠性。

其次,针对不同环境条件,如高寒、湿热等,采用更加严格的检验标准和更敏感的检验方法,增加对钢筋低温冲击试验、表面状态检验和内部腐蚀检测等内容的评估,以适应不同环境下的钢筋性能评估需求。

此外,结合检验结果,可以从材料选择和工艺优化等方面提出进一步的改进建议。例如,虽然本次检验的钢筋均符合标准,但可以考虑采用更高强度的钢筋材料以提高建筑物的承载能力;同时,通过优化钢筋的直径选择和施工工艺,也可以进一步提高建筑物的整体受力性能和耐久性。

综上所述,通过对钢筋进行抗拉强度检验并结合检验结果提出技术优化策略,可以进一步提高混凝土住宅建筑的结构安全性和耐久性,从而保证建筑的安全性和稳定性。

3 讨论与结论

混凝土住宅建筑钢筋抗拉强度的检验研究是一项关乎公共安全与工程质量的重要课题。通过本研究,深入探讨了现有检验技术的优缺点,并针对特定应用场景,提出了一系列创新性的检验方法和技术优化建议。首先通过采用高精度、高稳定性的电子拉力试验机,并配备试样切割机、试样打磨机、位移传感器以及数据记录与分析装置等一系列辅助设备,建立了一套完整的钢筋抗拉强度检验体系。然后在严格控制检验样本与试验机安装的前提下,按照操作规程执行了拉伸操作,并成功测定了钢筋样本在拉伸过程中的最大拉伸力和伸长量,进而计算出了钢筋的抗拉强度。实例验证表明,所选检验设备和方法能够准确、可靠地反映混凝土住宅建筑中钢筋的抗拉性能。这些成果不仅为提升钢筋抗拉强度检测的准确性和效率提供了科学依据,也为相关行业标准的修订和完善提供了有力支持。未来,随着材料科学的不断进步和智能检测技术的快速发展,钢筋抗拉强度的检验将更加依赖于高精度、智能化的检测设备与数据分析系统。因此,持续探索新技术、新方法,加强跨学科合作,能够进一步提升钢筋性能评估能力、保障建筑结构安全性。

参考文献

- [1] 王妍. 建筑施工现场钢筋抗拉强度的检测方法与质量控制[J]. 全面腐蚀控制, 2024, 38(04): 45-47.
- [2] 张嘉懿. 刚性聚丙烯纤维改性透水钢筋混凝土结构力学性能分析[J]. 化学与粘合, 2024, 46(02): 164-169.
- [3] 郑恒伟, 钟浪, 郭昌丽, 等. 氯盐环境下钢筋HRB400的腐蚀行为与力学性能研究[J]. 材料保护, 2024, 57(03): 118-122, 129.
- [4] 李贵勇. 大截面钢管劲性柱梁柱节点钢筋连接施工技术[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(01): 119-121.
- [5] 张强, 刘次啟, 杨佳成. 各因素对热轧带肋钢筋抗拉强度检测结果影响研究[J]. 江西建材, 2023, (03): 106-108.
- [6] 倪震. 建筑填充墙钢筋经无机胶粘剂加固后抗拉性能测试[J]. 中国胶粘剂, 2024, 33(01): 50-56.
- [7] 冀国明. 钢筋抗拉强度检测中的误差及不确定度分析[J]. 冶金与材料, 2022, 42(03): 155-157.
- [8] 李学斌, 董亮, 曾兵, 等. 预制混凝土节段胶拼梁抗拉强度试验研究[J]. 中国铁道科学, 2023, 44(04): 111-120.
- [9] 侯建国, 董黛, 肖龙, 等. 我国现行混凝土结构设计规范钢筋选用的设计规定简介[J]. 武汉大学学报(工学版), 2012, 45(S1): 26-35.