

建筑工程材料实验检测技术分析

文 / 丁长城 淮北市建设工程质量检测中心有限公司

摘要: 为保证建材的质量和安全性,提高建设项目的综合使用效果,对建材实验测试方法进行较为全面的论述。在全面分析现有实验测试项目的基础上,阐述无损检测、光谱分析和显微组织分析等现代检测技术,并对其在提高检测效率、准确性和可靠性上的优越性进行分析。研究结果显示,采用科学、合理的实验测试方法,是保证工程质量和延长工程使用年限的关键。

关键词: 建筑工程;材料检测;实验检测;检测技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.11.030

引言

在我国建设事业蓬勃发展的今天,建材是建设项目的基石,其施工质量对建筑物的安全与耐用具有重要意义。随着建材产品的不断出现,建材产品的质量越来越引起人们的重视。实验测试方法是评价建材特性的一种重要方法,可以为选材、监测、处理等环节带来的问题,从而有效地规避安全风险。但是,现有的测试方法在效率、精度和适用领域等方面都受到限制,很难适应当代建设项目对材质的高质量需求。研究高效精确的实验测试方法,对提高建筑工程质量,保障人民生命和经济的安全,有着重要的实际应用价值。

一、建筑工程材料实验检测案例

(一) 工程概况

以某多层住宅工程项目为例,占地12000 m²,包括6幢6层高层住宅,整体布局紧凑,满足现代化住宅的需要。该工程采取钢筋混凝土框架结构,抗震性能、抗风性等性能较优,且施工快捷,保证住宅的整体稳定与安全。

(二) 工程细节

主要承重柱断面大小为600mm×600mm,混凝土为C30,配筋4*25+8*12,既能承受荷载,又能承受侧向荷载。主体梁为300mm×600mm,也是C30混凝土,按跨径、荷载的大小来设计,保证主梁的强度与刚性。楼面为120mm,楼面为现浇混凝土结构,并配置双面双肋结构,以增强楼面受力及整体性能。除屋面装修外,各楼层均为18m,层高3m,满足人机工程原则及房屋设计标准。

(三) 基本建筑材料

水泥使用P.042.5普通硅酸盐水泥,其抗压强度指标为42.5MPa。钢材以HRB400型热轧带肋钢筋为主,其屈服强度指标为400MPa,拉伸强度指标为540MPa,塑性及可焊性较好。砖块使用MU10烧结普通砖,其抗压强度平均为10MPa。部分梁、柱部件为装配式钢结构构件,具有轻量化、易安装、快速施工、可循环使用等特点,采用Q345B型钢,其屈服强度345MPa,拉伸强度470~630MPa。外墙采用岩棉绝热层,其热导率为0.044W/m.K,其厚度100mm,绝热效果好,且岩棉为非易燃、不

燃、使用寿命长、使用寿命长等特点。室内墙面使用不含VOC的绿色油漆,其VOC浓度不超过50g/L。楼面为120mm厚的钢筋混凝土预制板材,内置双层双向钢丝网,屋面为沥青屋面,防水隔热,美观。门窗由铝合金制成,而窗户为中空玻璃,隔热和隔音效果很好。屋顶及浴室均为PU型防水漆,涂膜厚度为1.5mm以上,以保证防水层的耐用性及可靠性。

(四) 实验测试

在施工期间,持续对建筑物的构造及材质进行外观检测,由专家对其外观进行简单的外观评定,查看是否存在明显的裂缝,变形,腐蚀等问题。采用专用设备准确地测定重要部分,例如采用混凝土强度测试仪测定其抗压强度,采用钢筋检测仪取样测定钢筋数目、直径、间距和锈蚀程度等。对建筑的使用状况、场地环境以及对建筑部件的目前状况进行全面调查。查看墙壁,框架,地板等是否有裂缝,变形等现象。混凝土的强度测试,利用钻孔取芯或回弹剂法测试其强度,并将其与设计数据进行比较。钢筋采用钢筋检查仪对钢筋分布进行取样,包括数量,直径,间距和腐蚀程度。结构件采用钢尺、厚度仪对框架柱、框架梁的横断面、板厚进行测量,以保证其满足设计要求。结构的总体形变监测,通过对房屋的水平位移、垂直位移和倾斜度的测量,对房屋的总体变形进行评价。经过测试,各组成材料的抗压强度已达C30以上,符合强度指标。取样检验,钢筋数量、直径和间距均满足设计规定,无腐蚀现象发生。实测表明,框架柱与框架梁的断面大小及板厚都符合规范要求。经过实测,房屋总体变形均在许可之内,结构基本是稳定的。

建材检验抽样检测,并将其带到实验室,对其理化性质作详尽的分析。采用专用设备对建材进行快速检验,例如采用金属元素浓度探测器测定建筑材料中的重金属。根据设计文件的规定,在工地上随机抽取建材样本。收集到的样本要做好标记及保护,以保证样本在运送及测试期间不被污染或破坏。取样后,取样后进行理化及理化性质的测试,包括抗压强度、钢筋机械性能、油漆挥发分等。对测试结果进行整理和整理,并提供详尽的测试报告,表1为检测结果。

表 1 检测结果

检测项目	检测结果
混凝土	抗压强度为 42.5MPa，符合设计指标。
钢筋	400Mpa 的屈服强度、540Mpa 的抗拉强度和 20% 的伸长
油漆	油漆中挥发性物质的质量分数不超过 50 克 / 升，达到相关的环境保护要求
绝热层	采用热导率不超过 0.044、厚度 100mm 的岩棉绝热层，达到绝热的目的

组合钢材的检验采用超声探伤设备对钢铁结构件的焊缝进行检查，保证焊缝不出现裂纹、夹渣等缺陷。搭配采用磁性粉末检验钢铁结构件的外观，发现其存在的各种问题，如表面裂缝等。并且利用量具检查钢材零件的外形及大小，以保证其满足设计的需要。

二、建材实验测试方法在建房屋施工项目中的实际运用

(一) 混凝土质量检测

混凝土是结构的基础和关键，其工作性能直接关系到结构的安全性和耐久性。为此，对其开展深入的实验研究具有十分重要的意义。

1. 混凝土抗压实验

在对其进行力学特性评估时，常用的测试手段有回弹-超声复合法和钻孔取芯法。回弹计作为一种非破坏性测试方法，主要是通过测量混凝土的表层回弹来推断其抗压强度^[1]。钻孔取样法是一种较为直观和准确的检测方法，可以通过对混凝土取样，测定其抗压强度，从而获得其真正的强度。采用回弹-超声波复合的方法，采用回弹仪对混凝土进行多次回弹实验，并将回弹结果与实测数据进行比较。在相同的区域内，采用超声检测器法测定混凝土的超声波速。在此基础上，利用弹性模量、超声波速等参数，建立相应的关系式或校正曲线，得到相应的混凝土抗压强度。

2. 混凝土耐久性能实验

耐久性是混凝土结构在使用过程中抵御外部环境因素的能力，主要表现为抗渗性和抗冻性等。渗透率的测试通常使用渗透率的方法和渗透率的方法。渗透率是指在某一压力条件下，通过观察混凝土试样的表面渗漏情况，对该材料的防渗能力进行评估。将混凝土试样放入室内，在室内加有压力的条件下（24 h），测定试样的表层渗透率，并以此为依据判定其防渗能力。渗透率准则是指通过测量某一压力条件下的渗透率来评估混凝土的渗透能力。在混凝土的抗冻性能测试中，常用的方法是反复冻融实验。在此基础上，对不同的冻融周期（150 次、300 次）进行不同程度的冻融实验。在一个循环过程中，先将试样放置在较低温度下（-15℃ 4 个小时），再在室温或更高温度下进行一段时间（例如 20℃ 下 4 个小时），重复这个过程直到完成预定的冻融周期。通过对混凝土的减重、强度下降和微观形貌的观察，全面评估混凝土的抗冻性。通常情况下，混凝土的质量损失

不超过 5%，其强度下降幅度不得超过 25%，并且试件件的外观没有显著的裂缝和脱落。

3. 配料优选实验

水泥混合料是指水泥、水、砂石等组成按一定的配比。在保证混凝土结构强度、耐久等各项性能要求的基础上，进行混凝土混合料的配比优选实验，使其既符合经济要求，又符合合理要求。配合比试验包括原材料性能测试，初步配合比设计，配合比调试，性能验证和检查等环节。首先，对水泥原材料进行各项性能测试，包括强度、安定性和凝结时间等；砂子的细度模数，土的含泥量等指标；石料的压碎值和针片状粒度等。在此基础上，结合原材料的特性测试，对其进行初步的配比设计。然后对其进行实验和调试，调节各成分的配比，使其各项技术指标满足设计要求^[2]。

(二) 加强筋材料的检测

钢筋是结构中最主要的承载结构，工作特性直接关系到结构的承载和安全性。为此，需要对其进行系统的实验研究。

1. 力学特性测试

通过对其力学性质的测试，探讨其屈服强度、拉伸强度及延伸速率。屈服强度是钢材受荷后产生的应力大小，是衡量钢材机械性能的一个主要参数。拉伸强度是混凝土在拉伸条件下所能承载的最大受力水平，体现材料的拉伸能力。而延伸度反映材料的塑性性质，反映材料的强度。通常使用通用试验机来测试材料的力学性能。将试件放置在实验机上，按一定速度加载，直到其断裂，并测定其强度、抗拉强度和延伸率等指标。

2. 化学成分测定

其中，化学组成是影响其服役行为的一个重要因素。对于钢筋的化学组成，通常使用光谱分析和化学分析方法。光谱技术是一种基于原子或分子受光照后能级变化而获得光谱特征的技术。用分光光度计测定钢中 C, Si, Mn, P, S 等元素。化学分析法是运用化学反应的基本理论来研究钢筋的化学组成。采用一种特殊的化学方法和滴定方法，实现对钢中各组分的分析。其中，炭的测量方法有两种：一种是燃烧—煤气—热分解，另一种是红外吸收；可用比色和原子吸收法来确定硅的含量；元素如锰、磷和硫可以通过吸收光谱或原子发射光谱来检测。本文的研究结果为合理选用、加工和使用钢筋提供理论依据。

3. 焊接检查

在建筑工程中，往往要采用焊缝进行加固。焊接接头的焊接质量直接关系到焊接结构的整体性能。为此，应对焊接接头进行彻底检查。焊接件的检查方法包括外观检查、非破坏检查和力学性能检查。对焊接接头进行肉眼检查，发现有无裂纹，夹杂物，未熔合等不良现象。非破坏性检测是利用物理方法如超声波、射线等对焊接材料进行检测，从而找出材料的内在缺陷。其中，超声检测技术是基于超声在被测材料中传输过程中，所碰到的缺陷会发生反射或折射等现象，从而确定其位置及尺寸。射线检测技术是通过射线（如 X 射线、γ 射线）等射线穿过焊接件，在板上生成图像，从而实现缺陷的探测。力学特性检测是用拉伸和弯曲等测试方法对焊接接头进行力学特性评定。通过拉伸测试，可以测量焊接接头的拉伸强度、延伸速率等性能参数；通过对焊接接头进行弯曲实验，研究焊接接头的塑性变形及抗开裂特性。

（三）砌块的检测

砌块是砖混建筑中常用的一种，其受力特性直接影响到建筑的承载能力和耐久性。为此，需要对块体材料进行系统的实验研究^[3]。

1. 压力测试

抗压强度是混凝土砌块的重要性能参数之一。压缩测试通常是在水压试验机上完成的。在试件上按一定速度对试件进行加载，直到试件断裂，并对试件进行最大应力测试。由试件的压缩区域及最大承受压强，即可得到该块体的抗压强度。提出压缩强度的计算方法：压缩强度 = 最大压缩压力 / 压缩区域。在生产过程中，必须按规范生产出合格的预制块样品，并保证样品的大小、形状及表面状况满足设计要求。为保证测试数据的精度，必须将测试样品放在测试台的正中央，调节测试仪器的加载速度和加载模式^[4]。

2. 规格及目测检查

大小与外形是一项重要的工艺指标，尺寸检查是对砌块的长度、宽度和高度进行检测，以保证其符合设计的需要。外观检查主要检查砌体是否有开裂，缺角，变形等缺陷。在施工过程中，必须采用精密的量具（如游标卡尺、卷尺等）来测定砌块的外形，并将其测定值做好记录。对砌块的外观检查，必须有较强的检测能力，以保证检测结果的准确性^[5]。

3. 吸水性和耐冻性实验

混凝土的吸水率、抗冻性能是混凝土砌块的一个主要耐久性能。水分吸附测试通常是通过浸泡法来完成的。在水中浸泡一段时间（例如 24 h）后，将其移除，除去其上的水分，称重。通过两种材料在不同温度下的不同含水量，可以得到混凝土的吸水量。提出一种新的吸水方法：吸水速率 = (浸后重 - 浸前重) / 浸水前重 * 100%。对混凝土的耐冻性进行反复冻融实验。在室内设置 15 次、25 次等不同的冻融周期后，将其放入室内，

进行室内冻融实验。在每一次解冻和解冻时，观测其重量损失、强度降低及外形改变。

（四）绝热和其新建材的实验测试

1. 隔热实验

隔热效果是隔热层最主要的技术参数。隔热实验一般由热导率测定和储热系数测定两部分组成。热导率是一种物理参数，可以用来表征物质的热导率。测量手段主要有两种：一种是热通量测量法，另一种是保护热板。热通量计方法利用恒定的热通量，通过测定两种物质之间的温差，得到热传导率。热板法是利用等温温差条件下物质的热通量来求取热传导率的方法。储热系数是一种物理参数，可以用来衡量物质的储热量。实验的主要手段是周期性的热通量。将该物料放置在循环变动的热场中，测定其随时间的推移而发生的温变规律，并由这些曲线得到相应的导热系数。

2. 耐火实验

对建材而言，耐火能力是一个非常重要的安全性参数。阻燃实验一般分为阻燃实验和阻燃实验两种。火焰特性实验就是通过对火焰条件下物质的燃烧特性进行观测和评价。其检测方式一般是通过实验室的燃烧实验或者是在火焰中进行的。抗火能力实验是通过对某一具体温度条件下的抗火能力的测定，来评价其抗火能力。测定的方法一般是通过抗火实验炉来完成的。

结语

综上所述，通过对建筑工程材料实验测试方法的研究，可知实验测试对保证建材质量和提高工程质量的重要性。通过对材料物理性能、力学性能、化学成分分析和耐久性能评价等实验检测手段的研究，对无损检测、光谱分析和显微组织分析等现代测试技术的发展及优点进行探索。但目前的测试方法还不够全面，测试范围较窄，测试设备费用较高。在今后的工作中，由于科学技术的发展以及建筑业的不断发展，实验测试的效率会越来越高，越来越精确，越来越智能化。通过对新工艺的研究，优化检测手段，提高建材品质，为建设项目的安全、耐用奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 康杰. 智能化技术在建筑工程材料检测中的应用 [J]. 新城建科技, 2024, 33 (12): 156-158.
- [2] 朱大杰. 建筑工程材料实验检测技术及措施探究 [J]. 建材发展导向, 2024, 22 (22): 1-3.
- [3] 安永胜. 住宅建筑工程材料实验检测要点分析 [J]. 居舍, 2024, (23): 15-18.
- [4] 安永胜. 节能环保条件下建筑工程材料检测的重要性 [J]. 居舍, 2024, (19): 39-42.
- [5] 夏春秋. 智能化技术在建筑工程材料检测中的应用 [J]. 实验室检测, 2024, 2 (06): 5-8.

作者简介：丁长城（1990-），男，汉族，安徽淮北市人，本科，工程师，从事建设工程质量检测工作。