

建筑材料检测与质量控制的探讨

苗思聪

新疆北方建设集团有限公司 新疆 奎屯 833200

摘要：建筑材料检测是保障工程质量的基础性工作，贯穿于建筑工程建设的全过程。本文系统阐述了建筑材料检测的主要方法与技术手段，深入分析了混凝土、钢筋、砂浆等主要建筑材料的检测要点，并结合工程实例数据探讨了质量控制体系的构建策略。通过对某工程项目混凝土试件强度的统计分析，我们验证了标准化检测流程与全过程质量控制对提升工程质量的显著作用。研究表明，建立科学的检测制度、采用先进的检测技术、完善质量控制闭环管理，是确保建筑材料质量的关键措施。

关键词：建筑材料；检测技术；质量控制；混凝土强度；统计分析

1 引言

建筑材料属于工程建设的物质根基，质量同建筑结构安全、耐久及使用功能有着直接联系。伴随着我国城镇化进程的加快以及建筑工程规模的不断扩大，建筑材料的品种越来越丰富，质量要求也越来越高。建筑材料检测是质量控制的重要手段，对工程建设各个阶段起到不可替代的作用。

近些年来，国家先后修订并颁布了诸如《普通混凝土力学性能试验方法标准》（GB/T 50081—2019）、《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204—2015）这些建筑材料检测标准与规范，给建筑材料的检测工作赋予了愈加科学且规范的准则。但是实际工程中仍然存在着检测手段滞后、检测频次不够、质量控制体系不健全等现象，从而影响工程质量的总体水平。

本文从建筑材料检测的基本方法入手，主要对混凝土、钢筋等主要材料的检测技术要点进行研究，结合工程实例数据进行统计分析，最后提出完善质量控制体系的对策建议，为建筑工程质量管理提供一定的参考。

2 建筑材料检测的主要方法

2.1 破坏性检测

破坏性检测就是对试件施加荷载使其破坏，然后测定材料的力学性能。常见的破坏性检测有混凝土立方体抗压强度试验、钢筋拉伸试验、砂浆抗压试验等。按照GB/T 50081-2019的规定，混凝土抗压强度试验所用的试件为标准试件（150mm×150mm×150mm），在标准养护条件下（温度20±2℃、相对湿度95%以上）养护到规定龄期后进行加载试验。该方法结果直观、可靠，是建筑材料检测最基本的方法^[1]。

2.2 非破坏性检测

非破坏性检测（NDT）是检测构件的材料性能而

不损坏构件的技术。目前在建筑工程中应用最广泛的非破坏性检测方法主要有回弹法、超声法、超声回弹综合法、雷达法等。回弹法按照JGJ/T 23-2011的规定，用回弹值来推算抗压强度，操作简单、检测速度快，是现场检测中使用最广的方法之一。超声法则利用超声波在混凝土中传播的速度来判断混凝土质量的好坏，可以用来检测内部缺陷。近几年来，超声回弹综合法由于综合了两种方法的优点，精度比单一方法高很多，在工程实践中得到越来越多的应用。

2.3 取样与试验的规范性要求

检测结果的可靠性很大程度上是由取样的过程是否规范来决定的。见证取样、送检制是保证检测公正的环节。按照《房屋建筑和市政基础设施工程质量检测管理办法》的规定，对结构安全的检测项目应当由建设单位委托具有相应资质的检测机构进行，取样过程要有监理人员见证。取样时间、取样位置、试件制作方法、养护条件等均应按有关标准执行，任何一环的偏差都会造成检测结果不准确。另外检测设备定期校准、计量检定也是保证试验数据准确的前提^[2]。

2.4 检测方法对比

表1给出了常用的建筑材料检测方法技术特性比较，可以为工程实践中的方法选择提供一定的参考。

表1 常用检测方法技术特性对比

检测方法	适用对象	精度等级	是否破坏	适用场景
抗压试验	混凝土/砂浆	高	是	实验室
拉伸试验	钢筋/钢材	高	是	实验室
回弹法	混凝土	中	否	现场/实验室
超声法	混凝土	中	否	现场
超声回弹综合法	混凝土	较高	否	现场

3 主要建筑材料的检测要点

3.1 混凝土

混凝土是建筑工程中用量最大的材料，混凝土质量检测主要是对强度、耐久性、工作性三个方面的检测。强度检测是最重要的指标，按照GB/T 50107—2010的规定，混凝土强度检验评定应该用统计方法。当一个检验批的试件组数不少于10组时，该批混凝土强度应同时满足以下两个条件。

$$m_{fcu} - k \cdot s_{fcu} \geq 0.9f_{cu,k} \quad (1)$$

$$f_{cu,min} \geq \lambda \cdot f_{cu,k} \quad (2)$$

式中： m_{fcu} 为同一检验批混凝土立方体抗压强度的平均值（MPa）； s_{fcu} 为同一检验批混凝土立方体抗压强度的标准差（MPa）； $f_{cu,k}$ 为混凝土立方体抗压强度标准值（MPa）； $f_{cu,min}$ 为该检验批试件强度的最小值（MPa）； k 为合格判定系数； λ 为最小值判定系数。

其中标准差按下式计算：

$$s_{fcu} = \sqrt{\frac{\sum (f_{cu,i} - m_{fcu})^2}{n-1}} \quad (3)$$

3.2 钢筋

钢筋检测主要分为力学性能检测和工艺性能检测。力学性能检测有屈服强度、抗拉强度、断后伸长率、最大力总伸长率等指标。按照GB 50204—2015的要求，每批钢筋进场时应按规定抽取试件进行力学性能和重量偏差检验，同一牌号、同一规格、同一炉号的钢筋每60t为一个检验批。钢筋焊接接头、机械连接接头均应按相关标准进行性能检验。需要注意的是，近几年来市场上出现了以小充大、以次充好的钢筋产品，在进场检测时对钢筋的实际截面积和化学成分进行抽检也十分重要^[3]。

3.3 砂浆

砌筑砂浆质量检测以抗压强度为主要控制指标。砂浆试件用70.7mm×70.7mm×70.7mm的立方体标准试件，在标准条件下养护28天后做抗压试验。每一批砂浆试件

不得少于3组。还要注意砂浆的稠度、分层度等施工性能指标，保证砂浆配合比符合设计要求。

4 工程实例分析

以某商业综合体项目为例，该项目主体结构为C30混凝土，施工过程中共留置标准养护试件10组，每组3个试件。表2为各个组试件的28天抗压强度实测值。

表2 C30混凝土试件28天抗压强度实测数据（MPa）

试件编号	试件1	试件2	试件3	组均值	判定
C30-1	32.8	33.5	33.3	33.2	合格
C30-2	31.2	32.5	31.7	31.8	合格
C30-3	34.1	35.2	34.2	34.5	合格
C30-4	31.5	32.8	32.0	32.1	合格
C30-5	34.8	35.5	34.7	35.0	合格
C30-6	30.5	31.2	31.0	30.9	合格
C30-7	33.2	34.5	33.4	33.7	合格
C30-8	33.8	34.9	33.9	34.2	合格
C30-9	31.0	32.2	31.3	31.5	合格
C30-10	32.5	33.2	32.7	32.8	合格

根据表2数据进行统计计算，10组试件的平均值 $m_{fcu} = 32.97$ MPa，标准差 $s_{fcu} = 1.33$ MPa。按照GB/T 50107—2010标准进行强度评定：

条件一（式1） $32.97 - 1.70 \times 1.33 = 30.71 \text{ MPa} \geq 0.9 \times 30 = 27.0 \text{ MPa}$ ，满足要求。

条件二（式2）：最小值 $30.9 \text{ MPa} \geq 0.85 \times 30 = 25.5 \text{ MPa}$ ，满足要求。

所以该检验批C30混凝土强度评定为合格。变异系数 $Cv = 1.33/32.97 \approx 4.0\%$ ，属于生产质量控制“良好”等级（ $Cv \leq 7\%$ ），说明搅拌站混凝土生产工艺控制稳定。

图1给出了各个试件的强度实测值。从图中可知，所有试件的强度均大于C30设计值（30MPa），数据分布比较集中，离散性小，说明混凝土生产质量较好。

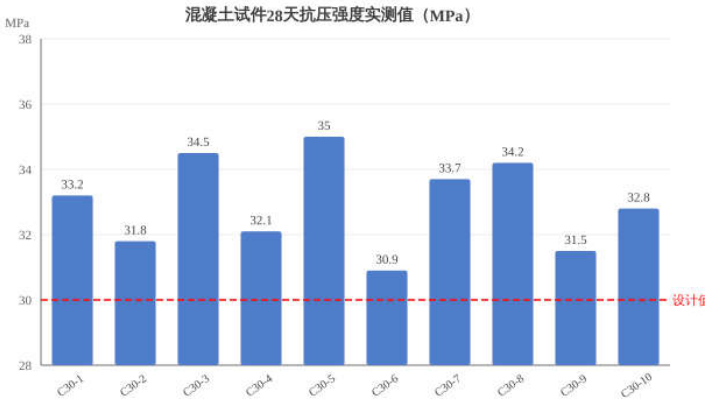


图1 C30混凝土试件28天抗压强度实测值

5 质量控制体系的构建

5.1 全过程质量控制策略

建筑材料质量控制要贯穿于材料采购、进场验收、储存保管、施工使用等各个环节。采购时要形成合格供应商名录,对材料的出厂合格证、型式检验报告予以严格的审查。进场时要按照规范要求的检验批次、数量做见证取样和送检。施工阶段要加强材料配合比、搅拌工艺、浇筑过程的控制,保证施工质量及检测试件具有代表性。

5.2 检测数据管理与趋势分析

创建系统化的检测数据管理平台,使检测数据可以及时录入、统计分析并发出预警,是提高质量控制效率的有效方法。图2为某工程项目全年建筑材料检测月度合格率趋势图。从图中可以看出,实行标准化质量控制措施之后,材料检测合格率呈上升趋势,全年平均合格率为97.2%,比95%的质量目标线高,说明质量控制体系是有效的^[4]。



图2 建筑材料检测月度合格率趋势

5.3 信息化检测技术的应用

伴随着信息技术的发展,BIM(建筑信息模型)、物联网传感器技术、大数据分析技术在建筑材料检测领域应用越来越广。将检测数据同BIM模型联系起来,就可以达成对材料质量信息的可视化管理以及追踪。采用物联网传感器对混凝土温度、湿度等参数实施实时监测,可以及时发现质量异常并加以纠正。大数据分析可以建立材料性能预测模型,给质量控制决策提供数据支持^[5]。

5.4 常见质量问题及防控对策

建筑材料检测中出现的常见质量问题有混凝土坍落度损失太大造成施工性能不好、钢筋力学性能不合格、砂浆强度离散性大等。对混凝土问题要从原材料质量控制(水泥品种选择、骨料级配优化、外加剂适配性试验)、施工过程控制(运输时间控制、振捣工艺规范)两方面入手。对于钢筋问题,除了常规的力学性能检测

之外,必要时还要做化学成分分析和金相检验,排除材质缺陷。另外建立不合格品处理台账以及质量追溯制度,对不合格材料实施记录、追踪、闭环控制,是保证不合格材料不进入工程实体的保证^[6]。

6 结论与建议

本文通过梳理建筑材料检测方法并结合工程实例数据,得到如下主要结论:

(1) 建筑材料检测要依照材料种类和工程要求,恰当选用破坏性检测和非破坏性检测手段,从而达到互相补充的目的。回弹法、超声回弹综合法等现场检测手段与实验室标准试验相结合,可以更加全面地评价材料的质量。

(2) 工程实例统计分析结果表明,严格按照标准化检测程序执行,用科学的统计方法对强度进行评定,是保证混凝土等材料质量合格判定准确的基础。本文所分析的C30混凝土检验批平均强度为32.97MPa,标准差为1.33MPa,变异系数为4.0%,质量控制水平较好。

(3) 创建全过程、信息化的质量控制体系,把检测数据管理、趋势分析和预警机制结合起来,是提高建筑材料质量管理水平的一种有效途径。在工程实践当中积极推行BIM技术和物联网监测技术相结合的应用,达到对材料质量进行精细化管理的目的。

(4) 加强检测机构能力及检测人员技术培训,规范取样送检程序,健全不合格品处置与追溯制度,属于从体制上保证检测工作质量的长效性措施。

参考文献

- [1]中华人民共和国住房和城乡建设部.普通混凝土力学性能试验方法标准:GB/T 50081—2019[S].北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [2]中华人民共和国住房和城乡建设部.混凝土结构工程施工质量验收规范:GB 50204—2015[S].北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [3]中华人民共和国住房和城乡建设部.混凝土强度检验评定标准:GB/T 50107—2010[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [4]中华人民共和国住房和城乡建设部.回弹法检测混凝土抗压强度技术规程:JGJ/T 23—2011[S].北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [5]惠云玲.建筑工程质量检测新技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [6]吕智英,马立军,薛涛.建筑材料检测技术[M].北京:化学工业出版社,2014.