

# 材料质量波动对建筑工程结构性能的影响研究

吴丹

120107\*\*\*\*\*2428

**摘要：**建筑工程结构性能直接关系到工程的安全性、耐久性与经济性，而材料作为建筑工程的基础组成部分，其质量波动会对结构性能产生显著影响。本文围绕建筑工程中常用的混凝土、钢筋、墙体材料等，分析材料质量波动的表现形式，深入探讨其对建筑结构承载能力、稳定性、耐久性等核心性能的影响机制，并提出针对性的控制策略，旨在为建筑工程材料质量管控与结构性能保障提供理论参考，减少因材料质量波动引发的工程安全隐患。

**关键词：**建筑工程；材料质量波动；结构性能；承载能力；耐久性；质量控制

**DOI：**10.69979/3029-2727.25.02.063

## 引言

在建筑工程领域，结构性能是衡量工程质量的核心指标，它决定了建筑在使用周期内能否抵御外部荷载、环境侵蚀等因素的作用，保障人员与财产安全。而材料作为构成建筑结构的基本单元，其质量的稳定性是确保结构性能达标的前提。近年来，随着建筑行业的快速发展，工程规模不断扩大，材料用量持续增加，材料采购、生产、运输、存储等环节的复杂性也随之提升，导致材料质量波动问题日益突出。

材料质量波动并非指材料质量完全不符合标准，更多是指材料实际性能指标与设计要求或标准规定的偏差，这种偏差可能源于原材料成分波动、生产工艺不稳定、运输存储条件不当等多种因素。例如，混凝土中水泥强度等级的细微差异、钢筋屈服强度的波动、墙体材料含水率的变化等，看似微小的质量波动，在建筑结构长期使用过程中可能被放大，进而影响结构的承载能力、稳定性与耐久性，甚至引发结构开裂、变形、渗漏等安全隐患。因此，深入研究材料质量波动对建筑工程结构性能的影响，具有重要的理论与实践意义。

## 1 建筑工程中材料质量波动的常见表现

建筑工程所用材料种类繁多，不同材料的质量波动表现形式存在差异，其中混凝土、钢筋、墙体材料作为用量最大、影响最关键的三类材料，其质量波动问题最为典型。

### 1.1 混凝土材料质量波动

混凝土由水泥、砂石、水、外添加剂等按一定比例混合而成，其质量受原材料质量、配合比精度、搅拌工艺、养护条件等多因素影响，波动表现较为复杂。一方面，

原材料质量波动是导致混凝土性能不稳定的主要原因，如水泥的强度等级、凝结时间偏差，砂石的级配、含泥量超标，外添加剂的减水率、保坍性能波动等，都会直接影响混凝土的抗压强度、抗渗性、抗裂性等指标。例如，若砂石含泥量超出标准要求，会降低混凝土的密实度，导致其抗压强度下降5%~10%，同时增加混凝土的收缩变形，提高开裂风险。另一方面，施工过程中的操作不当也会加剧混凝土质量波动，如搅拌时间不足导致物料混合不均，养护温度过低或湿度不足影响水泥水化反应，都会使混凝土实际性能与设计值产生偏差。

### 1.2 钢筋材料质量波动

钢筋是建筑结构中的主要受力构件，其质量波动主要体现在力学性能与外观质量两方面。在力学性能上，钢筋的屈服强度、抗拉强度、伸长率等指标易出现波动，这与钢筋的化学成分（如碳、锰、硅含量）、轧制工艺、热处理条件密切相关。例如，若钢筋生产过程中碳含量过高，会导致其屈服强度升高，但伸长率降低，使钢筋脆性增加，在结构受力时易发生突然断裂；反之，碳含量过低则会导致钢筋强度不足，无法满足结构承载要求。在外观质量上，钢筋表面的锈蚀、裂纹、划伤等缺陷也属于质量波动范畴，锈蚀会降低钢筋与混凝土的粘结强度，裂纹则会成为应力集中点，在荷载作用下加速钢筋破坏，影响结构整体稳定性。

### 1.3 墙体材料质量波动

墙体材料（如烧结砖、加气混凝土砌块、保温板材等）的质量波动主要影响建筑的围护性能与结构稳定性，常见表现为强度波动、尺寸偏差、含水率不稳定等。以烧结砖为例，若烧制温度控制不当，会导致砖的抗压强

度差异较大，部分砖块强度不足，在墙体砌筑后易出现局部受压破坏，引发墙体开裂；加气混凝土砌块的含水率波动则会影响其干燥收缩性能，含水率过高时，砌块在使用过程中会因水分蒸发产生较大收缩，导致墙体出现纵向裂缝，不仅影响建筑外观，还会降低墙体的保温、隔声性能。此外，墙体材料的尺寸偏差会导致砌筑灰缝厚度不均，使墙体受力传递不畅，增加墙体变形风险。

## 2 材料质量波动对建筑工程结构性能的影响机制

材料质量波动对建筑结构性能的影响并非单一维度，而是通过改变结构的受力状态、内部构造、抗劣化能力等，从承载能力、稳定性、耐久性三个核心维度对结构性能产生综合影响，且不同材料的质量波动对结构性能的影响路径与程度存在差异。

### 2.1 对结构承载能力的影响

结构承载能力是指建筑结构在承受外部荷载（如自重、活荷载、风荷载、地震荷载等）时不发生破坏的能力，其大小取决于材料的力学性能与结构设计的合理性。材料质量波动会直接削弱材料的力学性能，进而降低结构承载能力，具体表现为“局部薄弱-整体失效”的传导效应。

以混凝土与钢筋的协同工作为例，混凝土主要承受压力，钢筋主要承受拉力，二者通过粘结作用共同承担结构荷载。若混凝土抗压强度因质量波动下降，在荷载作用下，混凝土会提前达到极限抗压强度，导致结构内部应力重新分布，使钢筋承受的拉力远超设计值，进而引发钢筋屈服甚至断裂；若钢筋屈服强度不足，在荷载作用下会发生过度变形，导致结构出现较大挠度，无法满足正常使用要求。此外，墙体材料强度波动也会影响结构的竖向承载能力，如低层砌体结构中，若部分砖块强度不足，在墙体自重与上部荷载作用下，易发生局部压溃，进而导致墙体整体失稳，影响建筑结构安全。

### 2.2 对结构稳定性的影响

结构稳定性是指建筑结构在承受荷载时保持原有平衡状态、不发生失稳破坏（如倾覆、滑移、屈曲等）的能力，材料质量波动通过改变结构的刚度、刚度分布及抗侧移能力，对稳定性产生不利影响。

对于框架结构而言，框架柱、框架梁的刚度是保障结构稳定性的关键，而刚度大小与混凝土强度、截面尺寸密切相关。若框架柱所用混凝土强度因质量波动下降，

会导致柱的刚度降低，在水平荷载（如风荷载、地震荷载）作用下，柱的侧移量增大，结构整体抗侧移能力减弱，易出现框架整体失稳；若框架梁混凝土强度不足，会导致梁的抗弯刚度下降，在荷载作用下梁的挠度增大，不仅影响结构的正常使用，还会改变结构的受力路径，使其他构件承受额外荷载，引发连锁破坏。对于砌体结构，墙体材料的尺寸偏差与强度波动会导致墙体刚度分布不均，在水平荷载作用下，刚度较弱的墙体易首先发生破坏，进而影响整个结构的稳定性。

### 2.3 对结构耐久性的影响

结构耐久性是指建筑结构在长期使用过程中，抵抗环境因素（如温度变化、湿度、化学侵蚀等）作用，保持其性能稳定的能力，材料质量波动会降低材料的抗劣化能力，加速结构的老化与损坏。

混凝土的抗渗性、抗冻性是影响结构耐久性的关键指标，若混凝土因原材料质量波动或施工工艺不当导致密实度不足，会使水分、氯离子等有害物质更容易渗入混凝土内部，引发钢筋锈蚀。钢筋锈蚀后体积会膨胀，导致混凝土保护层开裂、剥落，进一步加剧钢筋与混凝土的劣化，形成“锈蚀-开裂-加速锈蚀”的恶性循环，缩短结构使用寿命。例如，在沿海地区的建筑中，若混凝土抗渗性不足，海水中的氯离子会快速渗入混凝土，导致钢筋在 5-10 年内出现明显锈蚀，使结构承载能力大幅下降。此外，墙体材料的含水率波动与抗冻性不足也会影响结构耐久性，如在寒冷地区，若墙体材料含水率过高，冬季冻结时水分膨胀会导致材料开裂，反复冻融后墙体结构会逐渐破坏，降低建筑的围护性能与结构稳定性。

## 3 材料质量波动的控制策略

针对材料质量波动对建筑工程结构性能的不利影响，需从材料生产、采购、施工、监管等全流程入手，采取针对性的控制策略，减少质量波动，保障结构性能稳定。

### 3.1 规范材料生产环节，减少源头波动

材料生产是质量控制的源头，需通过优化生产工艺、加强质量检测，降低原材料与成品的质量波动。对于混凝土生产企业，应建立原材料质量追溯体系，严格把控水泥、砂石、外加剂等原材料的进场检验，确保原材料性能符合标准要求；同时，优化混凝土配合比设计，根据原材料实际性能动态调整配合比，确保混凝土性能稳

定，并加强搅拌过程的自动化控制，保证搅拌时间、物料配比精度，避免人为操作误差导致的质量波动。对于钢筋生产企业，应严格控制化学成分与轧制工艺，通过在线检测技术实时监测钢筋的力学性能，确保每批次钢筋性能达标；加强成品检验，对钢筋的屈服强度、抗拉强度、外观质量进行抽样检测，杜绝不合格产品流入市场。

### 3.2 加强材料采购与存储管理，避免运输损耗

材料采购与存储环节的管理不当易加剧质量波动，需建立严格的采购标准与存储制度。在采购环节，应选择信誉良好、生产能力稳定的供应商，签订详细的采购合同，明确材料性能指标、检验标准与质量责任；加强供应商评估，定期对供应商的生产能力、质量控制水平进行考核，淘汰质量不稳定的供应商。在存储环节，需根据材料特性制定合理的存储方案，如水泥应存储在干燥、通风的仓库中，避免受潮结块；钢筋应采取防雨、防潮措施，防止锈蚀；墙体材料应分类堆放，控制堆放高度，避免因挤压导致尺寸变形。同时，建立材料存储台账，实时监控材料的存储时间与状态，优先使用存储时间较长的材料，避免材料老化导致的质量波动。

### 3.3 优化施工工艺，降低过程波动

施工过程是材料质量波动的重要诱因，需通过规范施工操作、加强过程管控，减少施工环节对材料质量的影响。在混凝土施工中，应严格控制浇筑、振捣、养护等关键工序，浇筑前检查混凝土的坍落度、和易性，确保其符合施工要求；振捣时控制振捣时间与振捣强度，避免漏振或过振导致混凝土密实度不足；养护时根据环境温度、湿度制定养护方案，保证养护时间充足，促进水泥充分水化。在钢筋施工中，应加强钢筋加工与安装质量控制，确保钢筋的下料长度、弯折角度符合设计要求；安装时控制钢筋的间距、保护层厚度，避免因安装偏差导致钢筋受力不均；浇筑混凝土前检查钢筋的锈蚀情况，对锈蚀钢筋进行除锈处理，确保钢筋与混凝土的粘结性能。在墙体砌筑施工中，应选择强度、尺寸偏差符合要求的墙体材料，砌筑时控制灰缝厚度与砂浆饱满度，避免因灰缝不均导致墙体受力传递不畅。

### 3.4 完善质量监管体系，强化全程监督

质量监管是保障材料质量稳定的重要手段，需建立“企业自检、社会监理、政府监督”三位一体的监管体

系，实现材料质量的全程监督。企业应落实质量主体责任，建立完善的管理制度，加强对材料采购、生产、施工等环节的自检，及时发现并整改质量问题；社会监理单位应履行监理职责，对材料进场检验、施工过程质量进行严格把关，对关键材料、关键工序进行平行检验与见证取样，确保材料质量与施工质量符合要求；政府监管部门应加强对建筑材料市场与施工现场的监督检查，加大对不合格材料、违法违规行为的查处力度，营造良好的市场环境。

## 4 结论

材料质量波动是建筑工程中无法完全避免的问题，但通过深入分析其表现形式与影响机制，可采取针对性的控制策略减少波动，保障结构性能稳定。本文研究表明，混凝土、钢筋、墙体材料等关键材料的质量波动，会通过削弱材料力学性能、改变结构受力状态、降低抗劣化能力等途径，对建筑结构的承载能力、稳定性、耐久性产生显著不利影响，甚至引发安全隐患。

为控制材料质量波动，需从源头抓起，规范材料生产工艺，加强采购与存储管理，优化施工环节操作，并完善质量监管体系，实现材料质量的全程管控。未来研究可进一步结合具体工程案例，量化不同材料质量波动对结构性能的影响程度，为材料质量控制与结构设计优化提供更精准的依据，推动建筑工程质量水平的整体提升。

## 参考文献

- [1]潘光泽. 水泥质量波动对预拌混凝土性能的影响[J]. 工程技术(引文版), 2016, 000(003): 00128-00128.
- [2]张新伟. 浅谈建筑材料对混凝土结构工程质量的影响[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2012, 000(013): 1-5.
- [3]江朝云. 建筑材料对混凝土结构工程质量的影响[C] //2023年智慧城市建设论坛深圳分论坛论文集. 2023.
- [4]闵捷. 浅谈建筑材料对混凝土结构工程质量的影响[J]. 装饰装修天地, 2019, 000(007): 63. DOI: 10. 3969/j. issn. 1006-2122. 2019. 07. 061.
- [5]朱杰. 试谈建筑材料对混凝土结构工程质量的影响[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2021(12): 3.