

# 工程混凝土原材料及配合比检测分析

张春旺

杭州恒正工程检测有限公司 浙江杭州 311200

**摘要：**混凝土作为建筑、桥梁、道路等基础设施建设中应用较为广泛的主要材料之一，混凝土质量好坏直接影响着建筑结构安全性与耐久性。混凝土强度、耐久性和工作性不仅取决于其原材料选用，而且受配合比设计影响较大。所以混凝土原材料检测及配合比优化研究具有重要意义。通过系统检测与分析水泥、砂石、掺合料及外加剂原材料性能，根据工程需要合理地确定混凝土配合比，可以有效地促进混凝土性能的提高，保证工程质量符合标准要求。文章以混凝土原料的质量检测和配比设计为中心，旨在探索如何通过科学分析和实验手段来优化混凝土的各项性能。  
**关键词：**工程混凝土；原材料；配合比；检测

## 引言

伴随着我国基础设施建设飞速发展，混凝土被越来越多地运用于建筑业。近年来高层建筑，大型桥梁以及复杂地质条件等基础建设工程层出不穷，这就要求混凝土具有良好的特性。但混凝土质量问题在工程建设中仍是一个不容忽视的问题，而其原材料选择、配合比设计则是确保混凝土性能发挥的关键。实际项目中因原材料来源广、质量良莠不齐等原因，怎样选择合适的原材料、科学合理的设计配合比就成了摆在工程技术人员面前的一个重要难题。

## 一、混凝土原材料概述

混凝土是由水泥、砂石骨料、水以及外加剂等多种原材料组成的综合性材料，每种原料的质量对混凝土的性能至关重要。水泥作为混凝土的胶凝材料，通常使用硅酸盐水泥，其质量直接影响混凝土的强度和耐久性。砂石骨料是混凝土的主要填充材料，常用的有天然砂、机制砂以及碎石等，骨料的颗粒级配、形状和含泥量等参数会影响混凝土的和易性和强度。水在混凝土中不仅参与水泥的水化反应，还决定了混凝土的流动性，水质要求干净，无有害物质，以免影响水泥的正常凝结和硬化。外加剂和掺合料则是为了改善混凝土的特性而加入的辅助材料，如减水剂可以提高混凝土的工作性，掺合料如粉煤灰、矿粉等可以提高混凝土的耐久性和密实度。不同工程对混凝土的要求不同，因此原材料的选择和质量检测至关重要，必须确保所有原材料的指标都符合相应的国家标准或工程规范。

## 二、混凝土原材料检测分析

### 1. 水泥的检测指标

水泥各项检测指标对混凝土质量控制非常重要，而强度与凝结时间又是核心指标。水泥的抗压强度测试通常是通过标准试样来完成的，这些试样被分为3天、7天和28天三个不同的强度级别。根据不同的工程需求，会根据这些强度级别来选择最适合的水泥种类，为了保证混凝土在各个阶段都有充分的承载能力。凝结时间则反映了水泥从拌和到开始硬化的时间范围，初凝时间是指水泥浆体失去可塑性的时间，终凝时间是指浆体完全硬化的时间。凝结时间太短会影响混凝土施工，太长又会造成施工推迟，特别是大体积混凝土及温度高低时，水泥凝结时间对于施工过程控制特别关键。另外，水泥细度和安定性对混凝土性能也有很大影响。水泥的细度越高，其水化反应的速度就越快，初期的强度也会更高，但如果细度太高，可能会导致干缩产生裂缝。安定性的主要用途是测试水泥在硬化过程中体积变化是否稳定，以防产生裂缝或扩展。水泥所有检测指标都要严格达到国家标准才能保证混凝土质量稳定与安全。

### 2. 砂石骨料的质量检测

砂石骨料质量的好坏直接关系到混凝土强度，耐久性以及工作性等性能，所以其质量检测至关重要。颗粒级配作为砂石骨料核心检测指标，指代不同粒径颗粒配比分布情况。合理颗粒级配能最小化混凝土骨料之间空隙，进而降低水泥浆用量，增强混凝土强度与密实度。若颗粒级配不尽合理，骨料空隙过大，则水泥浆增多，影响混凝土和易性及抗裂性。含泥量又是一个至关重要

的指标，含泥量太高将使水泥和骨料间粘结力减弱，从而使混凝土强度降低，同时泥土中有机物对水泥水化反应有影响，造成混凝土硬化不均，从而影响混凝土耐久性。在此基础上，骨料坚固性，表面形状和吸水率都是要进行测试的内容。骨料的坚固性决定了它必须有足够抗压能力来抵抗混凝土内部荷载。表面的形态会对水泥浆的封装和粘合效果产生影响，而粗糙的表面则有助于提高混凝土的粘接能力。为了保证混凝土的强度，吸水率必须维持在一个可接受的范围之内，因为过高的吸水率可能会使水灰比失去控制。经过严格质量检测后，保证砂石骨料各项指标达标，可以确保混凝土性能稳定。

### 3. 水的检测标准

混凝土中水不但是水泥水化反应所必需的组分，而且对于混凝土工作性及强度也有着直接的影响，所以水的品质必须满足严格的检验标准。水的pH值是一项重要的指标，一般要求为6~8。过酸或过碱水都会对水泥正常水化反应产生影响，从而造成混凝土强度不够或者凝结不正常。控制含盐量也很关键，尤其是氯离子，过高的氯离子加速了钢筋对混凝土的侵蚀，对混凝土结构耐久性造成了严重的影响。硫酸盐含量还需要进行测试，硫酸盐过多会诱发水泥膨胀反应而使混凝土出现裂缝或者不稳定。水中有机物质的含量也需严格控制，有机物质会推迟水泥凝结时间并影响混凝土硬化进程。另外还需要对泥沙及悬浮颗粒物含量进行测试，泥沙过多会使混凝土杂质增多，密实度及强度下降。对工程项目所用混凝土拌合水要优先采用清洁自来水或者达标地下水，需要时需要化验水质，确保其各项指标达到国家或者行业标准要求，确保混凝土整体质量及使用寿命。

## 三、混凝土配合比检测要点

### 1. 混凝土配合比设计原则

混凝土配合比的设计原则就是要使水泥、骨料、水和外加剂配比达到最优，以得到性能稳定，经济性好的混凝土。在设计时应先考虑混凝土强度等级并按工程要求抗压强度确定水灰比等关键要素进行配合比设计。水灰比小可以增强混凝土强度与耐久性，但是对混凝土工作性有一定影响，所以有必要寻求强度与施工要求间的平衡。耐久性在设计时也必须予以考虑，尤其在海洋和大气腐蚀这样的恶劣环境情况下更是如此。为了保证混凝土在上述环境中的长期稳定，配合比设计应保证合适的水泥用量及水灰比，并在需要时掺加掺合料以增强耐

久性及抗侵蚀能力。在施工过程中，工作性是另一个需要重点关注的方面。例如，坍落度等关键指标需要与施工技术相匹配，以确保混凝土具备良好的流动性和操作性，同时也要避免离析和泌水问题的出现。另外，经济性还是配合比设计中最重要的一项原则，在保证性能的同时设计中应最大限度地减少水泥掺量，并通过骨料颗粒级配优化及外加剂应用来降低混凝土成本以实现经济和工艺上的最优组合。

### 2. 抗压强度检测

对混凝土进行抗压强度检测，是评价混凝土质量及承载能力的关键一步，是目前工程上应用最为广泛的强度测试指标之一。一般先用立方体或者圆柱体试块标准养护，再用抗压试验机加载试验。立方体试块通常的尺寸是150mm×150mm×150mm，而圆柱体试块的标准直径是150mm，高度是300mm。试件在经过28天的养护后，进行了抗压测试，其中加载速度通常被限制在0.3~0.8MPa/s的范围内，直到试块完全破裂，并记录了试块破裂时的最大压力值。抗压强度的计算公式为：抗压强度=破坏荷载与试块面积之和，以MPa表示。混凝土的常见强度等级，例如C30和C40，意味着在28天内，其抗压强度应不低于30 MPa和40 MPa。为保证试验精度、试块成型，维护及试验环境都需要严格按规范执行，以免受温度，湿度及其他外部因素干扰。另外，抗压强度检测结果具有一定的离散性，一般需将三个试块进行平均，过大的偏差要剔除掉。通过抗压强度检测可有效地评价混凝土质量能否满足设计要求并保证工程结构有充分的安全性及耐久性。

### 3. 抗折强度检测

抗折强度检测是评估混凝土抗弯拉性能的重要方法，特别是在道路、桥梁等受弯构件中具有关键意义。通常使用抗折标准试件尺寸150\*150\*500mm的棱柱形试件，通过三点或四点加载法进行抗折试验。在三点加载法中，试件放置在两支撑点上，中间施加均匀荷载，直至试件破坏。试验中加载速率一般控制在0.05 MPa/s至0.08 MPa/s之间，确保测试过程平稳进行。抗折强度的计算公式为：抗折强度=FL/bd<sup>2</sup>，其中F为破坏荷载，L为支点间距，b和d分别为试件的宽度和高度。试验结果以MPa为单位，常见的混凝土抗折强度值在3 MPa到7 MPa之间。与抗压强度相比，抗折强度通常较低，但对于评估混凝土在拉伸或弯曲条件下的性能尤为重要，尤其是在混凝土薄板或路面结构中。试件的养护和成型同样需要符合标准规

范，以确保强度测试结果的准确性和可比性。在实际应用中，抗折强度的检测能帮助工程师评估混凝土在弯曲荷载下的耐久性和抗裂性能，为确保工程的安全性和耐用性提供重要依据。

#### 4. 工作性能检测

混凝土工作性能检测对于保证混凝土在施工中有较好的可操作性至关重要，通常采用坍落度、流动性、黏聚性、保水性等指标进行检测。坍落度测试作为评价混凝土流动性最为常用的手段，对于中等坍落度和低坍落度普通混凝土均适用。在测试过程中，混凝土被放入标准的坍落筒，并分为三个部分进行捣实。然后，将筒垂直抬起，通过测量混凝土下沉的高度差来确定坍落度，这通常是以毫米（mm）为单位来表示的。混凝土的坍落度通常在50mm至150mm之间，数值越高意味着混凝土的流动性越强，但如果坍落度过高，可能会引发离析和泌水的问题。在自密实混凝土的研究中，流动性测试显得尤为重要。通常，我们会使用扩展坍落度测试来评估混凝土的流动性，这是通过测量混凝土在无振动条件下倒出后的自然扩展直径来实现的。自密实混凝土扩展直径通常要求为600mm~700mm，以保证其自身能够填充模具空隙，不需要振捣。并利用黏聚性与保水性对混凝土抗离析能力进行评价，黏聚性良好的混凝土可确保混凝土在输送与浇筑时骨料不会发生脱离，而保水性可防止水分过快损失，从而避免混凝土出现表面干裂。

#### 5. 耐久性测试

混凝土耐久性测试对评价混凝土长期服役期间是否能抵御外界环境侵蚀具有重要意义，常用测试项目有抗冻性、抗渗性、抗碳化性以及抗氯离子渗透性。抗冻性测试多应用于低温环境中混凝土对冻融循环耐受能力的评价，一般采用重复冻融循环试验来衡量混凝土经过一定冻融循环次数后其质量损失率及强度下降程度，具有良好抗冻性的混凝土，经多次冻融后破坏程度更低。通常，抗冻等级是用F50、F100等数字来表示的，而这些数字则代表了冻融循环的次数。抗渗性测试是为了评定

混凝土对水渗透的抵抗力，这通常是通过在水压试验机上对混凝土施加逐渐增加的水压力，记录出现渗水的最大水压，从而确定混凝土的抗渗等级。常见的抗渗等级如P6、P8等，数字表示所能承受的最大水压力（MPa）。另外，抗碳化性测试是通过模拟二氧化碳向混凝土内部渗透的过程来测试混凝土抗碳化性能，碳化使混凝土对钢筋防护效果下降，结构耐久性受到影响。为了评估混凝土对氯离子侵蚀的抵抗力，要进行抗氯离子渗透性的测试，尤其是在海洋或冬季撒盐的环境中，氯离子的渗透可能会导致钢筋更快地锈蚀。通过这些耐久性测试工程师们能够对复杂环境下混凝土的长期性能进行预判，保证结构在使用过程中具有充分的稳定性与安全性。

#### 结束语

综上所述，水泥、砂石骨料、水和外加剂等原材料的质量直接影响混凝土的最终性能，因此严格的材料检测是工程质量控制的基础。同时，合理的配合比设计能够在满足工程需求的前提下，优化材料使用，提高混凝土的整体性能和经济效益。配合比设计中的水灰比、骨料级配以及外加剂使用，均需通过科学计算和实验验证，确保混凝土在实际施工和使用过程中具有足够的强度、抗裂性和耐久性。

#### 参考文献

- [1] 常琴. 工程混凝土原材料及配合比检测分析[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022.
- [2] 张文海, 付志勇. 刍议工程混凝土原材料及配合比的检测[J]. 2020.
- [3] 张献伟. 建筑工程混凝土材料配合比设计与检测[J]. 北方建筑, 2023, 8(5): 45-48.
- [4] 褚学昆. 试论工程建筑混凝土原材料及配合比的检测[J]. 门窗, 2022(19): 211-213.
- [5] 王治江. 混凝土原材料和配合比检测探讨[J]. 四川水泥, 2022(001): 000.