

# 高强混凝土配合比设计探讨

苏 佳

秦皇岛市建恒工程质量检测有限公司 河北 秦皇岛 066000

**摘 要：**高强混凝土在工程领域举足轻重，其广泛应用显著提升了结构强度、耐久性和环保性能。深入探讨高强混凝土配合比设计的核心原理，涵盖强度与灰水比、石子固定体积率及最小单位用水量等方面。同时，分析配合比设计中的关键技术及影响因素，如原材料性能、现场施工条件等。通过实例分析不同施工场景下的配合比设计方法，强调科学设计与优化调整在保障高强混凝土性能中的核心地位。这一探究为高强混凝土的优化应用提供重要的理论和实践指导。

**关键词：**高强混凝土；配合比；设计探讨

## 1 高强混凝土在工程领域中的应用和重要性

随着建筑行业的不断发展和工程技术的日益进步，对混凝土材料的要求也日益提高，特别是在对结构强度、耐久性和使用寿命有严格要求的工程中。高强混凝土具有卓越的抗压强度和抗拉强度，能够有效地承受更大的荷载和冲击力，因此在高层建筑、桥梁、隧道等重要工程中得到广泛应用。其高强度特性使得建筑物能够拥有更加紧凑的结构设计，从而减少材料的使用量，降低工程造价，提高经济效益。高强混凝土还具备良好的耐久性和抗渗透性，能够在恶劣的环境条件下长时间保持稳定的性能。这对于位于海洋环境、化学腐蚀严重的地区或需要承受长期水压力、温度变化的工程尤为重要。高强混凝土的耐久性能够保证工程结构的长期安全稳定运行，延长工程的使用寿命。同时，高强混凝土还具有良好的环保性能<sup>[1]</sup>。在制备过程中，通过优化配合比和使用高性能原材料，可以降低能耗和排放，减少对环境的影响。

## 2 高强混凝土配合比设计原理

### 2.1 强度与灰水比原则

强度与灰水比原则是混凝土配合比设计中最基本的原则之一。它主要关注的是水泥用量与用水量的比例关系，即灰水比（水灰比）。灰水比对混凝土的强度具有直接影响。水泥在水的作用下进行水化反应，产生凝胶状物质填充集料空隙并胶结集料成为坚硬的固体，是混凝土中最主要、最基本的胶凝材料。水泥用量越多，单位体积内水泥颗粒越多，水泥水化产生的凝胶体越多，毛细孔越少，混凝土强度越高。然而，水泥用量并非无限制增加，因为水泥水化反应需要一定的水，当水灰比过大时，多余的水会在混凝土硬化后形成孔隙，导致强度下降。因此，寻找最佳的灰水比成为配制高强混凝土

的关键。在配制高强混凝土时，应首先根据工程要求确定混凝土强度等级。根据大量实验数据和相关理论计算，确定对应于该强度等级的合理灰水比范围。在灰水比范围内通过试配和调整，确定最佳灰水比。根据确定的最佳灰水比，计算出每立方米混凝土中所需的水泥用量和水用量。需要注意的是，不同强度等级的高强混凝土对应的最优灰水比可能不同，因此在实际应用中应根据具体情况进行调整。

### 2.2 石子固定体积率原则

石子固定体积率原则是指在混凝土配合比设计中，应首先确定石子的体积含量（固定体积率），再根据石子体积和混凝土总体积计算出所需的水泥砂浆体积。石子固定体积率的选择对混凝土的力学性能和耐久性具有重要影响。当石子固定体积率过大时，水泥砂浆不足以填充石子间的空隙，导致混凝土密实度下降、强度降低；当石子固定体积率过小时，虽然混凝土密实度提高但水泥用量增加，不经济且可能导致混凝土收缩裂缝等问题。在确定石子固定体积率时，应综合考虑工程要求、原材料性能和经济性等因素<sup>[2]</sup>。一般来说，对于高强混凝土而言，石子固定体积率应控制在一定范围内以保证混凝土的力学性能和耐久性。同时，在试配过程中应根据实际情况对石子固定体积率进行调整以优化混凝土性能。

## 3 高强混凝土配合比设计中的关键技术与影响因素

### 3.1 各类材料的性能要求及配合比中的相互作用

在**高强混凝土配合比设计**中，各类材料的性能要求及其对最终混凝土性能的相互影响是不可忽视的。水泥、骨料（砂、石）、水和外加剂等原材料的性能和选择，直接关系到混凝土的强度、耐久性、工作性等关键指标。（1）水泥：作为混凝土中的胶凝材料，水泥的性

能对混凝土强度具有决定性作用。高强混凝土通常选用高强度等级的水泥,如P.O 42.5、P.O 52.5等。水泥的凝结时间、安定性、细度等性能也需满足要求,以确保混凝土的质量和稳定性。(2) 骨料: 骨料分为细骨料(砂)和粗骨料(石)。细骨料的颗粒级配、含泥量、泥块含量等指标应满足相关标准。粗骨料应选用质地坚硬、级配良好的碎石或卵石,其最大粒径、针片状含量等也需符合规定。骨料的选择和配合比对混凝土的强度、工作性和耐久性都有重要影响。(3) 水: 水是混凝土中的重要组成部分,其质量直接影响混凝土的性能。应使用符合标准的生活饮用水或清洁河水,不得使用工业废水、沼泽水等污染水源。水的用量也需严格控制,以满足最小单位用水量原则。(4) 外加剂: 为了提高混凝土的性能,常常在混凝土中添加各种外加剂,如减水剂、引气剂、缓凝剂等。外加剂的种类和用量应根据具体工程要求、原材料性能和配合比设计确定。

### 3.2 现场施工中对配合比设计的实际要求

在实际施工过程中,对高强混凝土配合比设计的要求更为严格和具体。(1) 工作性要求: 高强混凝土应具有良好工作性,包括流动性、可塑性、稳定性等。这有利于混凝土的浇筑、振捣和密实。因此,在配合比设计中,需要根据施工现场的具体情况和设备条件合理调配参数以满足工作性要求。(2) 强度要求: 高强混凝土的强度是施工过程中的重要指标。在设计配合比时需要根据工程要求合理确定混凝土的强度等级,并采取相应的技术措施保证强度要求的实现。同时还需要考虑到现场实际条件可能带来的影响。(3) 耐久性要求: 在混凝土的耐久性方面也需要进行充分考虑。通过合理选择原材料和优化配合比设计可以提高混凝土的耐久性,延长其使用寿命。在配合比设计中应关注抗渗性、抗冻性、抗碳化性等耐久性指标的要求。(4) 经济性要求: 在满足工程要求的前提下,还需要考虑高强混凝土的经济性。通过优化配合比设计可以降低混凝土的成本提高经济效益。在配合比设计中应综合考虑原材料价格、运输成本、施工效率等因素以实现经济性的最优化<sup>[3]</sup>。(5) 环境保护要求: 在施工过程中应重视环境保护和节能减排工作。在选择原材料和制定配合比时应尽可能采用环保型材料和节能技术以减少对环境的污染和破坏。还需要注意施工现场的噪音、粉尘等污染物的控制工作以确保施工过程的环保性。

## 4 高强混凝土配合比设计方法与步骤

### 4.1 高强混凝土配合比设计的基本要求与目标

基本要求包括确保混凝土的强度、耐久性和工作性

满足特定工程的需求和标准。混凝土的强度是其最基本的性能指标,必须确保达到或超过设计要求的抗压强度等级。同时,耐久性也是重要的考量因素,涉及到混凝土在长期使用过程中抵抗外界环境侵蚀的能力。工作性也是配合比设计中不可忽视的因素,它直接影响到混凝土的浇筑、振捣和养护等施工过程的顺利进行。因此,高强混凝土配合比设计的基本要求与目标就是实现混凝土强度、耐久性和工作性的最优化组合,以满足工程实际需求。

### 4.2 配合比设计的常用方法

在进行高强混凝土配合比设计时,可以采用多种常用方法。其中,极限状态设计法是一种基于结构安全性的设计方法,它通过分析混凝土在极限状态下的受力情况,确定出满足结构安全要求的混凝土强度指标。这种方法注重混凝土强度的可靠性和安全性,适用于对结构安全性要求较高的工程。另一种常用方法是薄弱面设计法,它通过分析混凝土中可能存在的薄弱面(如裂缝、界面等),确定出影响混凝土整体性能的关键因素,并针对这些因素进行优化设计。这种方法更注重混凝土的耐久性和工作性,适用于对混凝土性能要求较高的工程。还有其他一些设计方法,如体积设计法、工作性能设计法等,可以根据具体工程需求选择适合的设计方法。

### 4.3 配合比设计的步骤

高强混凝土配合比设计的步骤包括材料比例确定、强度等级选择和工作性能控制等关键环节。第一,根据工程要求和材料性能测试结果,确定水泥、骨料、水和外加剂等原材料的最佳比例。这个过程中需要综合考虑各种因素,如原材料的性能、成本、施工条件等。第二,根据工程需求和结构安全性要求,选择合适的混凝土强度等级。这通常需要根据结构设计荷载、结构类型和环境条件等因素进行计算和评估。第三,在工作性能控制方面,需要通过调整水灰比、掺合料用量等手段,确保混凝土具有良好的流动性、坍落度和扩展度等性能,以满足施工要求。这些步骤相互影响、相互制约,需要综合考虑各种因素进行优化设计,以确保高强混凝土的性能满足工程需求。

## 5 高强混凝土配合比设计实例及案例分析

### 5.1 典型高强混凝土配合比设计案例

#### 5.1.1 项目背景

某大型商业综合体项目,其中核心筒部分需要采用C80高强混凝土进行浇筑。该部分结构复杂,对混凝土的强度、耐久性和施工性都有较高的要求。

#### 5.1.2 原材料选择

水泥：选用了P·O 52.5硅酸盐水泥，经过测试，其强度、安定性和细度均满足要求。

骨料：粗骨料采用了粒径5-20mm的连续级配碎石，细骨料选用了中砂，均经过筛分和含泥量测试，确保质量优良。

外加剂：使用高效减水剂和缓凝剂，以提高混凝土的流动性和延缓凝结时间，便于施工<sup>[4]</sup>。

### 5.1.3 配合比设计

确定强度等级：鉴于项目核心筒部分对强度的特殊需求，经过综合分析和设计考虑，确定了采用C80高强混凝土作为浇筑材料。C80混凝土的强度等级确保了结构能够承受预期的高荷载，满足复杂结构的性能要求。

水灰比确定：在**高强混凝土的配合比设计**中，水灰比的选择尤为关键。水灰比过小，虽然能提高混凝土的强度，但可能导致混凝土的和易性降低，不利于施工；水灰比过大，虽能提高混凝土的和易性，会降低其强度和耐久性。因此，经过多次试验和数据分析，结合所选用的P·O 52.5硅酸盐水泥的性能和骨料的粒径分布，确定一个既满足强度要求又具有良好工作性的水灰比。

材料用量计算：在确定水灰比后，利用**混凝土配合比设计软件**，进一步计算了各原材料的用量比例。通过调整水泥、骨料、细骨料和外加剂的比例，确保混凝土的强度和耐久性。考虑到骨料的吸水性和含水率变化，对材料用量进行细致的微调，以确保**混凝土配合比**的准确性和稳定性。

外加剂选择与应用：高效减水剂和缓凝剂的使用在C80**高强混凝土**中起到关键作用。高效减水剂提高混凝土的流动性和工作性，使得混凝土更易于施工和振捣；而缓凝剂则延缓混凝土的凝结时间，为施工人员提供更多的操作时间，确保了施工质量和效率。

### 5.1.4 试配与调整

按照初步设计的配合比进行试配，观察混凝土的工作性、强度和耐久性；根据试配结果，对配合比进行微调，主要是调整外加剂的用量和水灰比，以确保混凝土的性能满足设计要求；经过多次试配和调整，最终确定合适的配合比。在实际生产中，严格控制原材料的质量，确保了配合比的准确性和稳定性。施工过程中，混凝土的流动性、坍落度和扩展度均满足施工要求，浇筑质量良好。

### 5.1.5 案例分析：本案例展示**高强混凝土配合比**设计

的全过程，包括原材料选择、配合比设计、试配与调整以及生产应用。通过科学的设计方法和严谨的试验手段，确保了混凝土的性能满足工程需求。同时，也体现**高强混凝土**在现代建筑工程中的重要性和应用价值。

### 5.2 实例分析：不同施工场景下的**高强混凝土配合比**设计

**高强混凝土**的应用场景多种多样，不同场景下的施工条件和要求也不尽相同。因此，在进行**高强混凝土配合比**设计时，需要根据具体的施工场景进行综合考虑和调整。

#### (1) 场景一：桥梁墩柱浇筑

在桥梁墩柱浇筑中，**高强混凝土**需要具备良好的抗压强度和耐久性。设计时，应选用高强度水泥和优质骨料，并适当降低水灰比以提高**混凝土**强度。同时，需加入高效减水剂和缓凝剂，以提高**混凝土**的流动性和延缓凝结时间，确保浇筑质量。

#### (2) 场景三：预制构件生产

在预制构件生产中，**高强混凝土**需要具备良好的工作性和可加工性。设计时，应选用流动性好的骨料和外加剂，并适当提高水灰比以改善**混凝土**的流动性和可塑性。同时，需要注意控制**混凝土**的生产质量和均匀性。总之，在不同施工场景下，**高强混凝土**的配合比设计需要根据具体的要求和条件进行调整和优化。

### 结束语

**高强混凝土**作为现代工程领域的重要材料，其配合比设计直接关系到工程结构的安全、耐久和经济效益。通过探讨，可以深刻认识到配合比设计的复杂性和关键性。在未来的工作中，需要进一步研究和优化**高强混凝土**配合比设计方法，以满足工程实践的不断发展和变化。同时，也应关注环保和可持续发展理念在**混凝土**设计中的应用，为实现绿色建筑和可持续发展目标做出贡献。

### 参考文献

- [1]赵鹏.高强高性能混凝土配合比优化设计[J].中国科技论文,2018,8(5):413-415.
- [2]王蒙蒙.高性能混凝土配合比优化设计及施工[J].山西建筑,2021,47(22):128-129.
- [3]董方园,郑山锁.高性能混凝土研究进展 I:原材料和配合比设计方法[J].材料导报.2018,32(01):159-166
- [4]朱保华.桥梁钢管拱肋**高强高性能混凝土**配合比设计[J].混凝土,2020(09):129-132.