

# 混凝土配合比设计与优化方法研究

包亮

沂水县建设安全工程质量服务中心

**摘要：**混凝土配合比设计及质量控制措施影响着混凝土工程施工的质量与效率，而混凝土配合比设计优化，涉及混凝土预制的原材料，如水泥、粗细骨料、外加剂、粉煤灰等。在设计优化中准确选用原材料的类型，严格控制原材料的质量、技术参数，并根据混凝土工程的类型及对混凝土质量的标准要求，进行混凝土配合比设计优化，对于混凝土预制质量的提升有着积极影响。基于此，本文章对混凝土配合比设计与优化方法进行探讨，以供参考。

**关键词：**混凝土；配合比设计；优化方法

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.18.016

## 引言

随着混凝土技术的发展，混凝土以其具有良好的工作性，高体积稳定性，满足实际要求的强度，符合混凝土外加剂应用技术规范，以及优异耐久性成为工程界研究和应用的热点。目前建设工程中对混凝土耐候性的要求得到了广泛应用，单纯掺入一种外加剂不能完全满足工程建设需求，在配合比设计时参考普通混凝土配合比设计规程，改善流动性、强度和耐久性的目的，满足工程对混凝土的要求。

## 一、混凝土结构施工技术概述

### （一）内涵

混凝土以胶凝材料和集料为主要成分，其中水泥是常见的胶凝材料，集料则以砂石为主，按特定的比例掺料、拌和，得到均匀性较好的混凝土。混凝土施工技术广泛应用到特定强度等级的混凝土，在建设工程中，混凝土施工技术具有重要的地位，具体涉及混合料的拌和、运输、浇筑、振捣、养护等环节。在合理应用混凝土施工技术后，可充分发挥出混凝土的性能优势，建成的结构抗压性较好，同时建设成本较低，能够满足质量和经济效益的双项要求。因此，为了顺利建设高品质的工程，需要加强对混凝土施工技术的合理化应用。

### （二）特点

首先，混凝土在使用的过程中必须要坚持连续浇筑，在浇筑过程中，对于整体结构各方面性能要求相对较高，由于普通体积混凝土在浇筑过程中占用空间相对较小，非常容易在硬化的过程中散发水化热，并不会造成较大的温度差异，温度因此被限制在一定范围之内。

混凝土由于其本身特点在水泥硬化过程中会受到外界因素影响导致散热效果相对较差，表面温度与内部温度相差过大，最终出现温度应力。一旦温度应力超过极限值，就会影响混凝土的结构稳定性，其次，如果在施工过程中使用的混凝土厚度超过2m，则应当根据现场具体情况，对于混凝土进行分层，大幅度降低水发热现象发生概率，保障混凝土的稳定性。最后，针对高层建筑结构而言，由于大多数的构成结构在施工过程中会应用到的混凝土，受到外界温度变化影响较大，因此工作人员需要做好抗渗透环节，防止由于温度的差异性而造成裂缝。

## 二、混凝土配合比设计原则

混凝土配合比设计是指在满足工程要求的前提下，确定混凝土中各种材料的用量和配合方式。混凝土的配合比设计原则是确保混凝土具备所需的强度、耐久性和施工性能。以下是混凝土配合比设计原则的详细说明：一是强度要求：混凝土的设计强度是根据工程的使用要求和荷载要求来确定的。根据不同的设计强度等级，确定混凝土中水泥、细骨料、粗骨料和掺合料的配合比例。二是耐久性要求：混凝土的耐久性是指混凝土在不同环境条件下的长期使用性能。根据工程的环境要求，确定混凝土中水泥、细骨料、粗骨料和掺合料的选择和用量，以提高混凝土的抗渗性、抗冻融性和耐化学侵蚀性。三是施工性要求：混凝土的施工性是指混凝土在施工过程中的可塑性、坍落度和流动性等性能。根据工程的施工方法和要求，确定混凝土中的水胶比、粉煤灰掺量和添加剂用量，以控制混凝土的流动性和浇筑性能。四是经济性要求：混凝土的配合比设计还应考虑材料的成本和施工的效益。在满足工程要求的前提下，通过优化配合比设计，降低材料用量和成本，提高施工效率和工程质量。五是可靠性要求：混凝土的配合比设计要求具备可靠性，即保证混凝土的强度和耐久性满足工程需求，并能够长期稳定使用。配合比的选择应基于充分的实验数据和工程经验，确保设计的配合比可靠可行。

## 三、混凝土配合比设计的前期准备

为了确保混凝土生产过程可控，应做好以下三个方面的准备。1. 采用工序管理模式，从原材料阶段开始进行质量管控，预制混凝土的各种原材料、外加剂等之间相互作用影响，需根据混凝土工程施工的要求，严控材料质量及用量，以及计量阶段、搅拌阶段、出场阶段

等，针对混凝土预制不同阶段，明确管理的要点，以为对混凝土配合比设计优化提供基础支撑；2. 机组技术标准要求，混凝土拌合站应具备精确计量能力，按照一站双机的标准进行配置，具有自动化称量与偏差调整设备，砂石料秤、水秤、粉料秤、粉料罐、骨料料斗等按需配置齐全；3. 拌合站场地条件，原材料分类堆放场地需充足，满足粉料罐设置需要，空间布局应科学合理，建立拌合站良好的运行秩序。此外，良好的施工管理是实现混凝土配合比设计保证率的关键，在混凝土生产、运输、工程施工与养护等过程中，采取标准化、制度化、规范化的管理机制，以保证配合比设计优化的顺利落地，实现配合比设计优化的价值。

#### 四、混凝土施工技术的应用现状

随着混凝土施工技术应用水平的提高，在工程中的应用频率随之增加，对于提高工程质量有积极的作用。但混凝土施工技术所处的市场环境错综复杂，加之现场建设条件的多变性，加大了施工技术应用控制的难度，易由于控制不当而出现问题。例如，混凝土具有热胀冷缩的特性，在外部环境因素的影响下，可能出现变形、裂缝等问题，而裂缝的出现将破坏建设结构的完整性，甚至威胁到建设的安全。因此，施工单位需要高度重视混凝土施工技术并予以有效的控制，切实保证施工效果。另外，浇筑是混凝土施工技术应用过程中的重点环节，其工艺复杂，且温度、降雨等外部环境因素对混凝土浇筑有显著的影响，抑制混凝土的性能从而出现质量问题。为此，施工中需加强控制，例如避免水泥剧烈水化，同时挑选适宜的作业时间，保证施工阶段的现场气温相对稳定。

#### 五、混凝土配合比设计与优化方法分析

##### （一）施工材料的选择

##### 1. 水泥

水泥使用中，施工人员需要选择低热水泥进行作业，其原因是此类水泥所含有的熟料矿物较少，故水泥中活性 $\text{SiO}_2$ 、活性 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 以及活性 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的进程相对较慢。因此，施工人员需要选择高质量的水泥，保证凝结后期同一批号的硅酸盐水泥的核心强度。同时，施工人员也可使用低热矿渣水泥及粉煤灰进行实践作业，通过巩固混凝土结构本身的抵抗能力，有利于消除干缩反应对实际工程的影响，以期在提高材料抗腐蚀性、耐磨水平的过程中优化裂缝控制方案。

##### 2. 外加剂

混凝土材料搅拌过程中添加的外加剂作为一种阴离子外表面活性组织，主要起到了分散混凝土中各种颗粒与减小混凝土表面产生的张力的积极作用。因此，施工

单位在搅拌混凝土材料时，必须根据混凝土配合比的设计要求，添加适量的外加剂，才能在促进混凝土和易性能够有效提升的基础上，减少混凝土拌合的水分，保证混凝土强度达到设计要求。

##### 3. 集料

集料选择中，施工人员需要选择可连续、自然使用的粗骨料，通过确定粗骨料的粒径，将其大小控制在规范的范围之内，以期提高混凝土本身的强度，降低裂缝的发生概率。此外，高质量的粗骨料也能降低水资源的实际消耗，达到抑制水化放热的目的。细骨料选择过程中，施工人员需要规范确定中砂、粗砂等材料的使用标准，将材料的细度模数控制在2.8左右，同时应用较大的细度模数及平均颗粒直径，达到控制温度、降低材料收缩幅度的目的，以期消除裂缝问题的安全隐患。集料选择期间，工作人员也要使用相关技术进行含泥量的控制管理，一旦含泥量大于相关标准，势必会影响混凝土的稳定性、抗腐蚀性及强度。由此可见，施工人员需要根据粗骨料、细骨料的使用确定含泥量，如粗骨料需要控制在1.0%以内，细骨料需要控制在3%以内。

##### （二）混凝土水灰比控制

混凝土的水灰比是控制混凝土强度和耐久性的关键参数，水的用量是影响水灰比的主要因素。控制混凝土中水的用量的方法包括：合理的配合比设计，控制混凝土中水的用量；采用高效减水剂，减少混凝土中的用水量。混凝土中水的质量对混凝土的强度和耐久性有很大的影响，确保混凝土中水的质量的方法包括：采用清洁、无污染的水源；控制混凝土拌合时间，避免拌合时间过长导致混凝土中水的含气量过高。

##### （三）混凝土试块

根据土木工程项目建设要求，施工单位在应用混凝土施工技术前，应该按照设计要求开展混凝土试块进行抗压试验。按照每 $100\text{m}^3$ 混凝土为一组的原则设置标养试块，然后在同等条件下，重复进行一组标养试块，确保混凝土标养试块试验数据的准确性。为了确保混凝土试块抗渗试验数据的真实性与可靠性，施工单位应该根据混凝土的实际浇筑量，设置标养试块，若混凝土实际浇筑量为 $500\text{m}^3$ ，则最终设置的混凝土抗渗试块数量不能少于2组；反之如果混凝土浇筑量超过 $500\text{m}^3$ ，且混凝土实际浇筑量每增加 $250\text{m}^3$ 或者不足 $250\text{m}^3$ 时，必须按照要求设置一组标养试块，严格控制首次取样时间与最后一次取样的时间差，才能保证混凝土标养试验数据的科学性与准确性。

##### （四）混凝土配置

为了有效提升房屋建筑的结构稳定性，在执行钢筋

混凝土施工的过程中，除了需要搭建好基础的模板框架，利用钢筋实现加固连接操作，还需要执行最重要且较为复杂的工序，那便是混凝土施工应用环节。首要是要对混凝土进行精准的配置，选择合适的混凝土材料，结合项目所需达到的力学性能指标，比如强度、硬度等参数需求，选择适宜的材料以及需要添加的外加骨料，比如适当添加砂石和砾石以提升混凝土泥浆的坚硬度。在调制混凝土泥浆时，应当尤为注意水泥灰配合比的有效性和科学性，可以采取多次模拟试验的方式测试混凝土的强度和性能，检查其是否已经符合施工要求。

### （五）混凝土搅拌

在土木工程建筑混凝土结构施工中，多数施工单位在混凝土搅拌时，使用混凝土搅拌站进行集中搅拌。为了保证混凝土的整体品质能够得到有效地控制，在搅拌过程中，要选用具备较高自动化水平的搅拌设备，加大混凝土搅拌设备的管理力度，这样才能使企业获得更大的经济效益。通过搅拌主机及称量系统可随时检测混凝土原材料品质及配比，全程控制混凝土搅拌质量。在混凝土的搅拌期间，原材料的质量将决定混凝土整体质量以及建筑结构是否能够达到预期设计要求，同时也会间接地影响到建筑工程的安全性和稳定性。因此，对施工原材料必须加强关注。此外对于混凝土搅拌设备要定期进行维护与保养，制定详细的混凝土搅拌设备维护方案，定时进行大修，更换磨损严重的零部件，避免混凝土搅拌设备出现严重故障，减少由于设备故障造成的生产中断，延长土木工程建筑施工周期，增加施工成本。

### （六）混凝土结构施工注意事项

#### 1. 防止水泥发生水化热

混凝土材料中水泥属于重要原材料，而水泥在使用的过程中易出现水化热反应，进而降低混凝土材料质量。为此，施工人员需要尽可能防止水泥发生水化热反应。在混凝土材料的配置过程中，施工人员可以适当添加减水剂以及粉煤灰等，以此降低水灰比，防止水泥发生水化热反应，不仅可以加快混凝土施工热量的扩散速度，还可以降低混凝土的入模温度。此外，在实际施工过程中，粗骨料的选择会影响水泥的水化热反应，施工人员需要优选大颗粒以及高品质粗骨料，同时还需要使用低水化热的矿渣酸盐水泥，并保证混凝土粒径 $>130\text{mm}$ ，必要的情况下可以适当减少水泥用量，科学控制各原材料配置比例，有助卷积神经网络在前向传播过程中利用高斯函数随机采用法，再进行卷积计算令权重初始化。同时增加激活函数所识别图像进行特征提取和测试数据分类。

#### 2. 施工现场管理

在施工现场管理中，应该严格遵循施工程序和安全操作规程，确保施工工作的安全、有序和高效进行。首先，应该加强现场施工的组织管理。合理安排施工工人的数量和时间，控制施工现场的人员密度，合理分配施工任务，确保施工进度。在现场管理中，应该制定详细的施工计划，并严格按照计划进行施工。同时，要对现场施工工人进行培训和管理，提高工人的安全意识和质量意识。其次，应该加强施工现场的安全管理。在施工现场中，要对施工设备和施工材料进行检查，确保施工设备和材料的安全可靠。同时，要做好现场安全隐患的排查和整改，加强现场安全巡查和监管，确保施工过程中的安全。最后，应该加强现场质量管理。在施工现场中，要对施工过程进行全面监督和检查，确保施工质量符合相关规定和要求。同时，要做好施工过程中的记录和资料整理，以便于后期的验收和审查。

#### 3. 重视测温点布置

贯穿性裂缝问题是混凝土施工中常见的质量问题。由于混凝土施工过程中，出现的非均匀降温差，导致混凝土自身出现自约束力，是引发混凝土表面开裂质量问题的重要因素之一。为了有效提升混凝土的整体施工效果，施工单位必须在土木工程项目建设过程中应用混凝土施工技术时，充分考虑降温差与降温速率等因素对混凝土施工质量产生的影响。根据混凝土施工技术应用的要求，合理选择温度变化较大的位置设置测温点，应对混凝土施工技术应用时出现的裂缝质量问题。

### 结束语

综上所述，混凝土施工是工程建设过程中最主要的施工工序，优化混凝土配合比设计是提升工程建设质量的重要环节。因此，从原料选择环节就要提前做好准备，关注每一施工环节的技术要点，科学进行混凝土的原料配比，并做好混凝土体的后期养护工作，避免其出现质量问题。只有严格把控各个施工环节，严格遵循施工流程与标准，才能保障建设工程的建设质量。

### 参考文献

- [1] 卢绍昌. 混凝土配合比设计影响因素分析及优化策略[J]. 四川水泥, 2021(12): 29-30.
- [2] 高峰. 混凝土配合比设计及裂缝防控技术研究[J]. 福建建筑, 2021(09): 151-155.
- [3] 张军. 混凝土配合比设计方法的研究进展[J]. 建材世界, 2021, 42(04): 30-33.
- [4] 王友岗. 混凝土配合比设计影响因素分析及设计优化[J]. 居舍, 2021(15): 33-34.
- [5] 李龙. 高性能混凝土配合比设计及施工技术研究[J]. 工程技术研究, 2021, 6(09): 123-124.