

# 土木工程施工中混凝土材料的耐久性分析

王江涛

陕西华山建设集团有限公司 陕西 西安 710089

**摘要：**混凝土作为土木工程中应用最广泛的建筑材料之一，其耐久性直接关系到建筑物的使用寿命和安全性。本文旨在探讨土木工程施工中影响混凝土材料耐久性的因素，并提出相应的提升措施。通过分析混凝土材料的组成、耐久性的影响因素及改善方法，为实际工程提供理论指导和技术支持。

**关键词：**土木工程；混凝土；耐久性；影响因素

## 引言

随着城市化进程的加快和人们对建筑质量要求的提高，混凝土结构的耐久性问题日益受到关注。混凝土的耐久性是指其在规定的使用年限内，在各种环境条件作用下，保持其安全性、正常使用和可接受外观的能力。本文将从混凝土材料的组成、耐久性的影响因素及提高耐久性的方法三个方面展开论述。

### 1 混凝土材料的组成

混凝土主要由水泥、骨料、水及掺合料（如粉煤灰、矿渣粉等）组成。这些材料的质量和配比直接影响混凝土的性能和耐久性。（1）水泥：水泥是混凝土的胶凝材料，不同品种的水泥具有不同的硬化特性和耐久性。高质量的水泥能显著提高混凝土的强度和耐久性。因此，在土木工程施工中，应选用质量稳定、性能优良的水泥。（2）骨料：骨料是混凝土的骨架材料，其选择应符合设计要求，并考虑骨料的质量对混凝土耐久性的影响。优质的骨料能提高混凝土的抗渗性和耐久性。（3）掺合料：粉煤灰、矿渣粉等掺合料能改善混凝土的性能，提高其耐久性。适量掺入掺合料可以减少水泥用量，降低混凝土的热裂缝和收缩变形。

### 2 混凝土材料耐久性的影响因素

#### 2.1 内在因素

##### 2.1.1 混凝土质量及其保护层

混凝土自身的质量及其保护层的厚度是影响其耐久性的核心要素。质量差的混凝土，往往源于配合比设计的不合理、施工工艺的疏忽或原材料的质量问题，容易出现裂缝、剥落、空洞等缺陷。这些缺陷不仅破坏了混凝土的整体性，还为水分、氯离子、硫酸盐等有害物质提供了侵入的通道，从而加速了混凝土的腐蚀和劣化过程。裂缝的产生可能是由于混凝土在硬化过程中的收缩不均匀、温度变化引起的应力差异或外部荷载的作用，它们会显著降低混凝土的耐久性和使用寿命。保护层的

厚度则直接关系到混凝土抵抗外界环境侵蚀的能力。过薄的保护层会使混凝土更容易受到冻融循环、化学侵蚀、机械磨损等的作用，从而加速其老化过程，降低耐久性。

##### 2.1.2 原材料质量

原材料的质量是决定混凝土耐久性的基础。首先，水泥作为混凝土的主要胶凝材料，其化学成分、细度、强度等特性直接影响混凝土的硬化速度、强度和耐久性。高质量的水泥能够提供稳定的硬化特性，减少混凝土的开裂风险，并增强其对化学侵蚀的抵抗力。其次，骨料作为混凝土的骨架材料，其质量同样至关重要。骨料的强度、形状、级配和洁净度都会影响混凝土的力学性能、抗渗性和抗冻性。优质的骨料能够提供更好的力学支撑，减少混凝土的收缩和裂缝，从而提高其耐久性。此外，掺合料如粉煤灰、矿渣粉等的质量也对混凝土的耐久性有显著影响。这些掺合料能够改善混凝土的工作性能，减少水泥用量，降低水化热，从而减少混凝土的开裂风险。同时，它们还能提高混凝土的密实性和抗裂性，增强其抵抗化学侵蚀和冻融循环的能力<sup>[1]</sup>。因此，在土木工程施工中，必须严格控制原材料的质量，确保所有原材料都符合相关标准和要求，以提高混凝土的耐久性。

#### 2.2 外在因素

##### 2.2.1 环境因素

环境因素是影响混凝土耐久性的重要外部条件，其中温度、湿度和酸碱度是最为关键的三个方面，它们对混凝土的耐久性产生着显著的影响。温度的影响主要体现在冻融循环上。在寒冷地区，混凝土经常经历冻融循环，即混凝土中的水在低温下结冰膨胀，对混凝土结构造成破坏。随着冻融循环次数的增加，混凝土的耐久性会逐渐降低，表现为裂缝的扩展、强度的下降以及表面剥蚀等现象。这种破坏不仅影响混凝土的美观性，更严

重的是会威胁到结构的安全性和使用寿命。特别是在一些极端气候条件下,如严寒地区的冬季,冻融循环对混凝土的破坏作用可能更加显著,加速混凝土的老化和劣化过程。湿度也是影响混凝土耐久性的重要因素。高湿度环境会导致混凝土中的水分含量增加,加速混凝土的腐蚀和劣化过程。特别是在潮湿环境下,混凝土中的水泥石容易受到水分的侵蚀,导致混凝土的强度和耐久性降低<sup>[2]</sup>。长期的高湿度环境还可能使混凝土表面出现渗水、起泡等现象,进一步影响混凝土的耐久性和使用性能。酸碱度对混凝土耐久性的影响也不容忽视。在酸性或碱性环境中,混凝土中的水泥石会受到侵蚀,导致混凝土的强度和耐久性降低。这种侵蚀作用会使混凝土表面变得粗糙、开裂,甚至导致结构的破坏。特别是在一些特殊环境下,如化工厂、污水处理厂等,混凝土可能长期受到化学物质的侵蚀,导致其耐久性严重下降。

### 2.2.2 载荷作用

载荷作用也是影响混凝土耐久性的重要因素之一。长期承受载荷的混凝土容易发生疲劳破坏,这种破坏是由于混凝土在长期受到重复载荷作用时,其内部微观结构逐渐发生变化,如微裂缝的扩展和连接,导致混凝土的性能逐渐降低。疲劳破坏通常表现为混凝土的强度降低、变形增大和裂缝扩展等。这些现象会严重影响混凝土的耐久性和使用寿命,特别是在一些重载交通道路、桥梁等工程中,长期承受重载的混凝土可能更容易发生疲劳破坏。在设计混凝土结构时,若未能充分考虑载荷作用对混凝土耐久性的影响,可能会导致混凝土结构在实际使用过程中出现过早疲劳破坏。例如,若设计的混凝土结构在实际使用中承受的载荷超过了其设计承载能力,或者在长期受到重复载荷作用时未能充分考虑其疲劳性能,都可能导致混凝土结构的耐久性降低,甚至出现安全隐患。

## 3 土木工程施工中提高混凝土耐久性的方法

### 3.1 优化配合比

优化混凝土的配合比是提高其耐久性的关键措施之一,涉及水泥、骨料、掺合料之间的精确配比,以及严格的水灰比控制。首先,对于水泥用量的优化,可以采用试验室试配的方法。选取不同的水泥用量进行试配,制作混凝土试块,并测试其抗压强度、抗渗性等耐久性指标。根据试验结果,选择既能满足强度要求又能保证耐久性的水泥用量作为最终配合比的一部分。其次,对于骨料的选择,应该注重骨料的品质和级配。优质的骨料应该具有坚硬、耐久、无杂质的特点。在选择骨料时,可以进行筛分试验,确保骨料的粒径分布合理,并

且不含有过多的细粉或有害物质。此外,还可以采用多级配骨料,通过不同粒径的骨料搭配,来提高混凝土的密实度和抗渗性,进一步增加混凝土的耐久性。掺合料的使用也是优化配合比的重要措施之一。根据混凝土的使用环境和要求,可以选择合适的掺合料,如粉煤灰、矿渣粉等。掺合料的使用可以改善混凝土的工作性能,增加混凝土的密实度和抗裂性。在确定掺合料的用量时,可以进行试验,测试不同掺合料用量下混凝土的耐久性指标,选择最佳的掺合料用量作为配合比的组成部分<sup>[3]</sup>。最后,对于水灰比的控制,应该根据混凝土的强度等级和耐久性要求,合理确定水灰比。水灰比过低可能导致混凝土施工困难,而水灰比过高则会增加混凝土的孔隙率,降低其密实度和抗渗性。因此,在确定水灰比时,需要综合考虑混凝土的施工性和耐久性要求,并通过试验和现场调整来确定最佳的水灰比。

### 3.2 使用高性能水泥

在混凝土的生产与施工中,选用质量好、性能稳定的水泥是提高其强度和耐久性的有效途径。高性能水泥作为一种新型建筑材料,相较于传统水泥,在硬化特性和耐久性方面表现出显著优势,特别适用于对混凝土性能要求较高的工程。高性能水泥的制备过程严格控制了原材料的选择和配比,通常采用高纯度的石灰石、石膏和矿渣等作为原料,通过先进的生产工艺,确保水泥的成分均匀、稳定,并且含有较少的杂质。这种水泥在硬化过程中,能够形成更为致密的水化产物,如硅酸钙凝胶和铝酸钙凝胶,这些产物具有优异的胶结性能和耐久性能,可以有效提高混凝土的强度和耐久性。在具体应用中,高性能水泥适用于各种需要高强度、高耐久性的混凝土结构,如桥梁、隧道、高层建筑、海洋工程等。在这些工程中,混凝土不仅要承受巨大的荷载,还要抵御恶劣的环境条件,如海水侵蚀、冻融循环等。传统水泥难以满足这些严苛的要求,而高性能水泥的使用可以显著提高混凝土的抗压强度、抗折强度、抗渗性以及抗化学侵蚀能力,确保工程结构在长期使用过程中保持稳定性和安全性。此外,高性能水泥还具有良好的工作性能,易于施工。它的颗粒形状和粒径分布经过优化,使得在混凝土搅拌过程中能够获得更好的流动性和可塑性,减少搅拌时间和能耗。同时,高性能水泥的硬化速度适中,既保证了施工效率,又确保了混凝土的硬化质量,避免了因硬化过快或过慢而导致的问题。

### 3.3 加强施工管理

在混凝土的施工过程中,严格控制施工工艺、确保充分振捣和养护,以及加强原材料采购和进场检验,是

提高混凝土密实性和耐久性的关键措施。首先,要严格控制混凝土的施工工艺。在搅拌过程中,应确保搅拌时间充足且均匀,使混凝土中的水泥、骨料和掺合料充分混合,形成均匀的混合物。同时,要控制搅拌速度,避免过快或过慢导致混凝土质量下降。在运输过程中,应使用密封性好的运输车辆,防止混凝土在运输过程中分层或离析。浇筑时,要选择合适的浇筑方法和速度,确保混凝土能够均匀、连续地浇筑到模板中,避免产生过大的冲击力和振动。振捣是确保混凝土密实性的关键环节,应采用合适的振捣设备和方法,如插入式振捣器或平板振捣器,对混凝土进行充分的振捣,使其密实并排除其中的空隙和气泡。其次,要加强混凝土的养护。养护过程中应控制混凝土的温度和湿度,避免其过早干燥或受到过大的温度变化<sup>[4]</sup>。在混凝土浇筑完成后,应及时进行覆盖和保湿养护,以防止混凝土表面开裂和水分过快蒸发。适当的养护时间可以确保混凝土充分硬化,提高其强度和耐久性。除了严格控制施工工艺和养护过程外,加强原材料采购和进场检验也是提高混凝土耐久性的重要环节。在采购原材料时,应选择信誉良好的供应商,并要求供应商提供相关的质量证明文件。进场前,应对原材料进行严格的检验和测试,包括水泥的强度、安定性和凝结时间,骨料的粒径、含泥量和针片状颗粒含量,以及掺合料的种类、掺量和活性指数等。只有合格的原材料才能用于混凝土的生产和施工。

### 3.4 预防钢筋锈蚀

钢筋锈蚀是导致混凝土结构耐久性降低的主要原因之一,因此,采取有效的防腐措施至关重要。环氧涂层钢筋作为一种先进的防腐技术,通过在钢筋表面涂覆一层环氧树脂涂层,显著提高了钢筋的抗锈蚀能力,从而有效保护混凝土结构免受钢筋锈蚀的破坏。环氧树脂涂层具有优异的隔绝性能和耐腐蚀性,能够形成一道坚固的屏障,阻止钢筋与外界环境的直接接触,防止钢筋因氧化而发生锈蚀。同时,该涂层还具有良好的附着力和耐磨性,确保在钢筋表面的牢固附着,不易在施工和使用过程中受到破坏。除了采用环氧涂层钢筋外,还可

以结合其他防腐措施来进一步防止钢筋锈蚀。在混凝土浇筑前,应对钢筋进行彻底的除锈处理,去除钢筋表面的锈迹、污垢和油脂,确保钢筋的洁净度。这可以通过机械除锈、酸洗或喷砂等方法实现,以确保钢筋表面干净、无锈蚀物。在混凝土施工过程中,应严格控制混凝土的配合比和施工工艺,确保混凝土的密实性和抗渗性。通过优化水泥用量、骨料选择和掺合料的使用,可以减少混凝土中的孔隙和裂缝,降低钢筋锈蚀的风险。同时,在振捣和养护过程中要特别注意,确保混凝土的均匀密实,减少钢筋暴露于腐蚀性环境的机会。对于已经投入使用的混凝土结构,应定期进行检查和维护,及时发现并处理钢筋锈蚀问题。可以采用涂刷防腐涂料的方法,对已经出现锈蚀的钢筋进行修复和保护。防腐涂料可以形成一层保护膜,隔绝钢筋与腐蚀性物质的接触,延缓钢筋的锈蚀进程。此外,还可以考虑增设阴极保护措施,通过施加电流来改变钢筋的电位,减少钢筋锈蚀的可能性。

### 结语

混凝土的耐久性直接关系到土木工程结构的使用寿命和安全性。通过优化混凝土材料的组成、控制施工工艺、加强维护保养等措施,可以有效提高混凝土的耐久性。本文详细分析了影响混凝土耐久性的因素,并提出了相应的提升措施,为实际工程提供了理论指导和技术支持。在未来的土木工程实践中,应更加重视混凝土耐久性的研究和实践,以确保工程质量和安全。

### 参考文献

- [1]房颖博.土木工程施工中混凝土材料的耐久性分析[J].居舍,2024,(20):24-26.
- [2]陈平.高速公路高性能混凝土力学性能及耐久性试验检测研究[J].交通科技与管理,2024,5(12):100-102.
- [3]秦彩秋.高速公路隧道高性能混凝土耐久性试验检测研究[J].运输经理世界,2024,(15):156-158.
- [4]王宁.混凝土耐久性评估与增强技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(14):200-202.