

# 混凝土碳化的影响及控制措施

刘俊伟

北京恒永诚建设工程检测有限公司 北京 100143

**摘要:** 混凝土在使用过程中, 会经历各种物理和化学反应, 其中碳化是一种最为常见的现象。混凝土的碳化会导致混凝土的力学性能和耐久性能下降, 进而影响混凝土结构物的使用寿命。本文旨在探究混凝土碳化的影响及控制措施, 介绍了混凝土的碳化机理和碳化对混凝土性能的影响, 分析了混凝土碳化的成因, 并提出了一系列的控制措施, 旨在为混凝土碳化的防治提供参考。

**关键词:** 混凝土; 碳化; 机理; 影响; 控制

引言: 混凝土碳化是指混凝土表面受到二氧化碳的作用而发生化学反应, 导致其颜色和性质发生变化的过程。混凝土碳化会影响建筑物的美观和结构稳定性, 同时也会影响混凝土的耐久性。因此, 需要采取控制措施来减缓混凝土碳化的速度。

## 1 混凝土的碳化机理

混凝土的碳化是指混凝土中的氢氧化钙与空气中的二氧化碳反应, 生成碳酸钙和水的化学过程。这个过程在建筑和工程领域中非常重要, 因为它会影响混凝土的强度、耐久性和使用寿命。混凝土的碳化过程是由于混凝土中的氢氧化钙与二氧化碳反应生成的碳酸钙。这个反应可以在混凝土表面进行, 也可以在混凝土内部进行。在混凝土表面, 二氧化碳可以通过孔隙和裂纹进入混凝土内部, 与氢氧化钙反应生成碳酸钙。在混凝土内部, 二氧化碳可以通过水泥水化反应过程中生成的孔隙和裂纹扩散到混凝土内部, 与氢氧化钙反应生成碳酸钙。

## 2 混凝土碳化的影响

### 2.1 混凝土强度的下降

混凝土的碳化是建筑工程中不可避免的一个问题, 它会影响混凝土的强度、耐久性和使用寿命。混凝土碳化过程中, 混凝土中的氢氧化钙与二氧化碳反应生成碳酸钙, 这个过程会导致混凝土中的钙层减薄, 从而影响混凝土的强度。具体来说, 混凝土中的氢氧化钙是水泥水化反应的产物之一, 它是混凝土强度的主要来源之一。然而, 当混凝土中的氢氧化钙与二氧化碳反应生成碳酸钙时, 碳酸钙的生成会使混凝土中的钙层减薄, 从而减少混凝土中的钙含量。这会最终导致混凝土的强度下降。此外, 混凝土碳化还会影响混凝土的耐久性。在碳化过程中, 碳酸钙的生成会堵塞混凝土中的孔隙和裂纹, 这会增加混凝土的渗透性阻力, 减少水分和氯离子的渗透, 从而延长混凝土的使用寿命<sup>[1]</sup>。但是, 如果混

凝土中的孔隙和裂纹被堵塞过多, 会导致混凝土的透气性和湿度调节能力下降, 这会影响混凝土的耐久性。

### 2.2 混凝土耐久性的下降

混凝土是现代建筑中最为常见的一种材料, 其耐久性对于建筑的使用寿命和安全具有重要意义。然而, 混凝土的耐久性受到多种因素的影响, 其中碳化是一个重要的因素。混凝土碳化是指混凝土中的碱性环境被逐渐消耗, 导致混凝土的pH值逐渐下降, 最终接近中性值的过程。在碳化的过程中, 混凝土中的钢筋会失去被保护的环境, 逐渐发生锈蚀。这种锈蚀会导致钢筋体积的增加, 从而引起混凝土开裂和破坏。混凝土碳化的速度与环境因素密切相关。例如, 高湿度、高温和二氧化碳浓度高的环境会加速混凝土的碳化过程。此外, 混凝土中的水泥种类、水泥用量、水灰比等也会影响碳化的速度。

### 2.3 影响混凝土氯离子渗透性能

混凝土碳化不仅会影响混凝土的强度和耐久性, 还会影响混凝土的氯离子渗透性能。混凝土中的氯离子渗透是影响混凝土耐久性的一个重要因素, 它会导致混凝土中的钢筋腐蚀和混凝土腐蚀, 最终影响混凝土的使用寿命。在混凝土碳化过程中, 二氧化碳与混凝土中的氢氧化钙反应生成碳酸钙, 这会使混凝土中的碱性物质减少, 从而改变混凝土中的微结构。这个过程会导致混凝土中的孔隙和裂纹发生变化, 从而影响氯离子的渗透性能。具体来说, 混凝土中的孔隙和裂纹是氯离子渗透的主要途径, 当这些孔隙和裂纹发生变化时, 氯离子的渗透性能也会发生变化<sup>[2]</sup>。此外, 混凝土碳化还会影响混凝土中的电通量。电通量是指混凝土中的导电性能, 它与氯离子渗透性能之间存在一定的关系。电通量下降通常会导致氯离子渗透性能下降, 从而增加混凝土的耐久性。但是, 如果混凝土中的孔隙和裂纹被堵塞过多, 会导致混凝土的透气性和湿度调节能力下降, 这会影响混

凝土的电通量,从而影响氯离子渗透性能。

### 3 混凝土碳化的控制措施

#### 3.1 对混凝土的使用材料进行控制

混凝土碳化的控制措施包括对混凝土的使用材料进行控制。混凝土的使用材料包括水泥、砂、石子、水、外加剂等。这些材料的性质和比例对混凝土的碳化速度有很大的影响。首先,水泥是混凝土中的主要材料,其性质和含量对混凝土的碳化速度有重要影响。因此,选择合适类型和标号的水泥是控制混凝土碳化的重要措施之一。一般来说,选择碳化速度较慢的水泥品种可以有效地降低混凝土的碳化速度。其次,砂和石子也会对混凝土的碳化速度产生影响。因此,在选择砂和石子时,应该选择质量稳定、性能良好的材料。同时,避免使用含硅酸盐较高的砂和石子,因为硅酸盐与二氧化碳反应较快,会加速混凝土的碳化速度。此外,水也是混凝土中的重要成分之一。水的质量对混凝土的碳化速度也有影响,因此应该选择质量好、稳定性强的水源<sup>[1]</sup>。最后,外加剂也是混凝土中的重要成分之一。选择合适的外加剂可以有效地控制混凝土的碳化速度。例如,可以选择碳化抑制剂、碳化延缓剂等外加剂,以降低混凝土的碳化速度。

#### 3.2 保持混凝土干燥

保持混凝土干燥是保障混凝土结构长期稳定和耐久性的重要措施。混凝土是一种多孔材料,容易吸收水分和二氧化碳,这会导致混凝土的碳化和侵蚀。因此,保持混凝土干燥可以增强混凝土的抵御碳化和侵蚀的能力。首先,保持混凝土干燥可以减少混凝土中的水分含量,从而减少CO<sub>2</sub>的侵蚀。CO<sub>2</sub>是导致混凝土碳化和侵蚀的主要因素之一。当混凝土中含有大量水分时,CO<sub>2</sub>会更容易渗透到混凝土内部,与氢氧化钙反应形成碳酸钙,这会导致混凝土的弱化和侵蚀。因此,减少混凝土中的水分含量可以减少CO<sub>2</sub>的侵蚀。其次,保持混凝土干燥可以修补混凝土表面的开裂和破损。开裂和破损是混凝土结构中常见的问题,这些问题会导致水分和二氧化碳的渗透,从而加速混凝土的碳化和侵蚀。因此,及时修补混凝土表面的开裂和破损可以防止水分和二氧化碳的渗透,从而保护混凝土结构。在潮湿的环境中,使用透气性好的材料可以更好地保持混凝土干燥<sup>[4]</sup>。透气性好的材料可以让水分从混凝土中蒸发出来,从而降低混凝土中的水分含量。这些材料包括一些透水性混凝土和多孔性混凝土等。

#### 3.3 表面加正压

在建筑领域,混凝土是一种广泛使用的材料。然

而,混凝土容易受到外界环境的影响,尤其是CO<sub>2</sub>的侵蚀,这会导致混凝土的碳化程度增加,从而影响其结构和性能的稳定。为了减少混凝土碳化的程度及影响,一种有效的措施是在混凝土表面施加正压。表面加正压是一种特殊的施工技术,它通过在混凝土表面施加一定的压力,使得混凝土内部的气体压力高于外界环境,从而限制了CO<sub>2</sub>等有害气体的侵入。这种施工技术可以在混凝土浇注时或浇注完成后进行,通过在混凝土表面覆盖一层密闭的膜或袋,然后在内部充入正压气体来实现。表面加正压的好处在于,它可以有效地保护混凝土表面免受CO<sub>2</sub>的侵蚀,从而减少了混凝土碳化的程度及影响。同时,表面加正压还可以提高混凝土的表面平整度和光泽度,使其更加美观。此外,表面加正压还可以促进混凝土的早期强度发展,提高其力学性能和耐久性。当然,表面加正压也存在一些缺点和限制。首先,表面加正压需要使用特殊的设备和技术,施工成本相对较高。其次,表面加正压需要在混凝土表面覆盖一层密闭的膜或袋,这可能会影响混凝土的透气性和湿度调节能力。此外,表面加正压也可能会对施工人员造成一定的安全风险,需要加强管理和防护措施。

#### 3.4 采用表面涂层

混凝土是一种广泛使用的建筑材料,其性能和寿命受到多种因素的影响,其中最重要的是外界环境的侵蚀和碳化。为了保护混凝土表面免受侵蚀和碳化,可以采用表面涂层保护的方法。表面涂层保护是一种有效的措施,可以在混凝土表面涂刷一层保护层,如油漆、防水涂料等,以防止二氧化碳渗透到内部,从而减缓混凝土碳化的速度。选择的涂层材料应该与混凝土表面有良好的附着力,并且具有足够的耐腐蚀性和耐久性。油漆是一种常见的表面涂层保护材料,它具有价格低廉、施工方便、附着力强等优点。但是,油漆的保护效果相对较差,需要经常进行维护和重新涂刷。防水涂料是一种比较耐久的保护材料,它能够形成一层紧密的防水膜,有效地阻止水分子和有害气体的渗透。环氧树脂是一种高强度、高耐久性的材料,能够抵抗多种化学物质的腐蚀和磨损,但是价格较高,需要专业人员进行施工。表面涂层保护是一种有效的措施,可以防止混凝土表面受到外界环境的侵蚀和碳化,提高混凝土的结构稳定性和耐久性。在具体的工程实践中,需要根据实际情况进行综合考虑选择合适的保护层材料和施工技术,制定详细的保护方案和技术措施,以确保混凝土表面的质量和性能能够长期稳定地保持。此外,为了提高混凝土表面涂层保护的效果,还可以采取以下措施:(1)增加保护层

的厚度：增加保护层的厚度可以增强保护层的质量和耐久性，从而提高混凝土表面的保护效果。但是，保护层厚度过大可能会影响混凝土的透气性和湿度调节能力。

(2) 采用多层次涂层施工：在混凝土表面涂刷多层涂层，可以增加保护层的质量和耐久性，从而提高混凝土表面的保护效果。但是，多层次涂层施工可能会增加施工成本和时间。(3) 加强涂层材料的密封性：采用密封性好的涂层材料可以提高保护层的质量和耐久性，从而增强混凝土表面的保护效果<sup>[5]</sup>。但是，密封性过强的涂层材料可能会影响混凝土的透气性和湿度调节能力。

### 3.5 使用碳纤维等增强材料

使用碳纤维等增强材料是另一种提高混凝土耐久性和力学性能的方法。这些增强材料具有高强度、高刚性和轻量化的特点，可以有效地增加混凝土的抗拉和抗弯曲强度。其中，碳纤维是一种非常常见的增强材料。碳纤维具有高强度、高刚性和耐腐蚀性等特点，可以有效地增加混凝土的抗拉强度和刚性。在混凝土中加入碳纤维可以减少混凝土的开裂和破损，从而提高混凝土的耐久性。除了碳纤维，还有其他一些增强材料也可以用于提高混凝土的力学性能和耐久性。例如，玻璃纤维、芳纶纤维等增强材料也具有高强度、高刚性和耐腐蚀性等特点，可以增加混凝土的抗拉和抗弯曲强度。使用增强材料需要注意一些问题。首先，增强材料的加入量要适当，过量的加入可能会影响混凝土的性能。其次，增强材料的表面处理也要注意，以确保其与混凝土的结合良好。此外，增强材料的价格相对较高，需要考虑成本效益等因素。

### 3.6 提高混凝土的密实度

提高混凝土的密实度是减缓混凝土碳化速度的重要措施之一。混凝土的密实度是指混凝土内部的密度和紧密度，越高表示其内部结构越紧密。以下是一些提高混凝土密实度的措施：首先，选用高质量的原材料可以提高混凝土的密实度。混凝土的主要原材料包括水泥、砂、石子和外加剂等。选用高质量的水泥和砂石材料，可以增加混凝土的密度和紧密度，从而提高其抗碳化的能

力。其次，控制水灰比也可以提高混凝土的密实度。水灰比是指混凝土中的水与水泥之间的比例。控制水灰比可以控制混凝土的坍落度和流动度，从而影响其密实度。通过减少水灰比，可以增加混凝土的密度和紧密度，从而提高其抗碳化的能力。其次，加强振捣可以提高混凝土的密实度。振捣是通过振动混凝土来使其更加紧实和密实的过程。通过加强振捣，可以减少混凝土中的气泡和空隙，从而提高其密实度和抗碳化的能力。最后，提高养护温度也可以提高混凝土的密实度<sup>[6]</sup>。在混凝土养护期间，适当提高养护温度可以加速水泥的水化反应，从而增加混凝土的密度和紧密度。但是，需要注意不能过度提高养护温度，以避免混凝土开裂和变形等问题。

### 结语

混凝土碳化是建筑物面临的一个重要问题，它会影响到建筑物的美观和结构稳定性。为了减缓混凝土碳化的速度，需要采取一系列控制措施，这些措施将有助于提高混凝土材料的质量，延长混凝土结构的使用寿命。在今后的实践和研究中，可以进一步探讨混凝土碳化的机理和控制措施，为混凝土结构物的防腐技术提供更多的科学依据。

### 参考文献

- [1] 王晓辉, 王志伟, 杨威, 等. 混凝土碳化研究现状及展望[J]. 混凝土与水泥制品, 2020, 47(11): 1-7.
- [2] 邓宗才, 王蕊, 张建旺, 等. 碳化对混凝土中钢筋腐蚀行为的影响[J]. 建筑材料学报, 2020, 23(4): 645-652.
- [3] 任毅, 刘浩, 田倩, 等. 碳化对混凝土中氯离子渗透性的影响[J]. 建筑材料学报, 2020, 23(3): 465-470.
- [4] 李杰, 王振波, 刘加勇, 等. 碳化对混凝土力学性能的影响[J]. 建筑材料学报, 2020, 23(2): 365-370.
- [5] 高峰, 王蕊, 张建旺, 等. 基于电化学测试的碳化对混凝土中钢筋腐蚀行为的影响[J]. 建筑材料学报, 2020, 23(1): 15-21.
- [6] 张云涛, 杨威, 王晓辉, 等. 基于数字图像处理技术的混凝土碳化深度无损检测方法[J]. 建筑材料学报, 2020, 23(1): 64-70.