

# 减缩型聚羧酸减水剂提高混凝土抗裂性的作用研究

郑锦浩

四川铁科新型建材有限公司 四川成都 610000

**摘要:** 本文旨在探讨减缩型聚羧酸减水剂在提高混凝土抗裂性方面的作用。通过阐述减缩型聚羧酸减水剂的化学成分、工作原理以及其对混凝土性能的影响, 本文揭示了该减水剂在减少混凝土收缩、提高抗裂性能方面的重要作用。实验结果表明, 减缩型聚羧酸减水剂能够显著降低混凝土收缩率, 从而有效减少裂缝的产生, 提高混凝土结构的耐久性和使用寿命。

**关键词:** 混凝土; 减缩; 聚羧酸减水剂; 抗裂性; 作用研究

## 引言

混凝土是现代建筑工程中最常用的建筑材料之一, 具有优良的抗压性能和广泛的应用范围。然而, 混凝土在硬化过程中会产生收缩, 导致裂缝的产生, 严重影响其耐久性和使用寿命。为了提高混凝土的抗裂性能, 研究人员开发了各种减水剂, 其中减缩型聚羧酸减水剂因其优异的减水效果和抗裂性能而受到广泛关注。

## 一、减缩型聚羧酸减水剂的概述

### 1. 化学成分

减缩型聚羧酸减水剂是一种高分子聚合物, 其主要化学成分包括聚羧酸单体、引发剂、链转移剂以及其他功能性单体。聚羧酸单体通常由不饱和羧酸及其衍生物构成, 如甲基丙烯酸(MAA)、丙烯酸(AA)等。引发剂用于引发聚合反应, 常见的有过硫酸铵(APS)。链转移剂则用于控制聚合物的分子量, 如巯基乙酸(TGA)。此外, 为了赋予减水剂特定的性能, 还会引入一些功能性单体, 如乙烯基磺酸钠(AMPS)等。这些成分通过精确的配比和聚合工艺, 形成具有特定分子结构和性能的减缩型聚羧酸减水剂。

### 2. 工作原理

减缩型聚羧酸减水剂通过其独特的分子结构, 在混凝土中发挥作用。其分子链上的羧基团能够与水泥颗粒表面的钙离子形成稳定的化学键, 从而实现了对水泥颗粒的分散作用。这种分散作用减少了水泥颗粒间的摩擦力, 使得混凝土中的自由水得以释放, 从而降低了混凝土的用水量, 提高了流动性。同时, 减缩型聚羧酸减水剂中的特殊官能团能够减少混凝土的干燥收缩, 提高其抗裂性能。

### 3. 制备方法

减缩型聚羧酸减水剂的制备通常采用自由基聚合反

应。首先, 将聚羧酸单体、引发剂、链转移剂以及其他功能性单体按一定比例混合, 然后在适当的温度下进行聚合反应。反应过程中, 引发剂分解产生自由基, 引发单体聚合。链转移剂的加入可以控制聚合物的分子量分布, 确保产品的性能稳定。反应完成后, 通过中和后处理步骤, 得到最终的减缩型聚羧酸减水剂产品。整个制备过程需要严格控制反应条件, 以确保产品的质量和性能。

## 二、减缩型聚羧酸减水剂对混凝土性能的影响

### 1. 流动性的改善

减缩型聚羧酸减水剂通过其独特的分子结构, 能够显著提高混凝土的工作性能。在拌合过程中, 该减水剂能够有效减少水泥颗粒间的摩擦力, 使得混凝土浆体更加流畅, 流动性得到显著改善。这种改善不仅使得混凝土在浇筑时更易于填充模板内的每一个角落, 而且有助于减少气泡的产生, 从而为混凝土的均匀性和致密性奠定了坚实的基础。

减缩型聚羧酸减水剂在混凝土领域的应用日益广泛, 其对混凝土性能的提升效果也备受关注。特别是在提高混凝土抗裂性方面, 这一减水剂展现出了显著的优势。通过独特的分子结构设计, 能够在不影响混凝土其他性能的前提下, 显著提高混凝土的流动性。其作用机理主要是通过分散作用, 减少混凝土颗粒间的相互粘结, 从而使得混凝土更加易于流动。这不仅提高了混凝土的施工性, 还有利于混凝土内部孔隙的均匀分布, 进一步增强了混凝土的密实性和抗裂性。

### 2. 强度的提高

减缩型聚羧酸减水剂的引入, 促进了水泥水化反应的优化, 使得混凝土的早期和后期强度均有所提升。减缩型减水剂分子在水泥颗粒表面形成的水化膜层, 有助于水泥颗粒的分散和稳定, 从而加速了水化进程。此外,

减缩型减水剂还能够减少混凝土中的孔隙率，提高其密实度，进而增强混凝土的承载能力和耐久性。

### 3. 收缩率的降低

减缩型聚羧酸减水剂在降低混凝土收缩率方面表现出显著效果。通过控制混凝土内部水分的蒸发速率和水泥水化产物的体积变化，减缩型减水剂有效地减少了混凝土的干燥收缩和自收缩。这种收缩率的降低对于防止混凝土在硬化过程中产生裂缝具有重要意义，从而提高了混凝土结构的整体稳定性和耐久性。

### 4. 抗裂性能的提升

减缩型聚羧酸减水剂显著提升了混凝土的抗裂性能。此减水剂通过改善混凝土的微观结构，减少了内部应力的集中，从而降低了裂缝的产生概率。同时，此减水剂还能够提高混凝土的抗拉强度和韧性，使其在受到外部荷载或温度变化时，能够更好地抵抗裂缝的扩展。这种抗裂性能的提升，对于保障混凝土结构的安全性和使用寿命具有不可忽视的作用。

## 三、实验研究

### 1. 实验材料与方法

在本研究中，我们采用了一系列精密的实验材料与方法，以确保所得数据的准确性与可靠性。首先，我们采用了42.5普通硅酸盐水泥，该水泥由知名建材生产商某公司生产，确保了材料的质量和稳定性。该水泥的强度等级符合国家标准GB 175-2023，本实验中使用的砂为符合GB/T 14684-2022标准的中砂，这种砂的细度模数适中，颗粒级配良好，能够有效提高混凝土的工作性能和力学性能。实验中，砂的含泥量控制在1%以下，以减少对混凝土性能的不利影响。混凝土中还包含了粗骨料，我们选择了符合GB/T 14685-2022标准的碎石，其最大粒径为20mm，级配良好，能够提供足够的内摩擦力，增强混凝土的抗裂性能。粗骨料的压碎值小于12%，针片状颗粒含量小于15%，确保了骨料的质量。

实验方法的设计遵循了科学严谨的原则。每种配比均包含了不同比例的减缩型聚羧酸减水剂，每种配比中减缩型聚羧酸减水剂的掺量分别为0%、0.2%、0.4%、0.6%和0.8%，每种配比水泥、砂、石用量相同，调整不同掺量此减水剂对应的用水量，以达到相同坍落度为原则，以确保实验结果的全面性和准确性。这些配比不仅考虑了此减水剂的掺量，还综合考虑了水泥、砂、石子等主要原材料的比例，以及水灰比等关键参数，以模拟实际工程中可能遇到的各种情况。实验过程中，我们严格遵循了混凝土制备的标准操作流程，确保了试件的均匀性和一致性。首先，我们按照预定的配比准确称量了各原

材料，并在搅拌机中进行了充分混合。随后，将混合好的混凝土倒入预先准备好的模具中，并进行了适当的振动以排除气泡。最后，试件在恒温恒湿的环境中养护至规定龄期，以便进行后续的抗裂性能测试。这些试件在标准条件下养护，在养护期间，我们定期对试件进行尺寸稳定性、抗压强度以及抗裂性能的测试。



为了进一步探究减缩型减水剂对混凝土抗裂性的影响，我们还采用了微观结构分析技术，如扫描电子显微镜（SEM）和X射线衍射（XRD），以观察混凝土内部的微观结构变化。这些分析方法为我们提供了关于混凝土内部孔隙结构、晶体形态以及界面过渡区的详细信息，从而有助于我们深入理解此减水剂的作用机理。

### 2. 实验结果与分析

在本研究的结果分析中，我们发现减缩型聚羧酸减水剂的添加对混凝土的抗裂性能产生了显著的影响。通过对比不同掺量的减水剂在混凝土中的效果，我们观察到随着减水剂掺量的增加，混凝土的收缩率显著降低，这直接提高了混凝土的抗裂性能。具体来说，当减水剂的掺量为0.2%时，混凝土的收缩率相比未添加减水剂的样品降低了约20%，而当掺量增加至0.8%时，收缩率的降低幅度达到了35%。这一结果表明，适量的减缩型聚羧酸减水剂能够有效减少混凝土的体积收缩，从而减少裂缝的产生。

此外，通过对养护后的试件进行抗压强度测试，我们发现添加此减水剂的混凝土试件在相同龄期下的抗压强度普遍高于未添加此减水剂的试件。特别是在此减水剂掺量为0.4%时，混凝土的抗压强度达到了最高值，与未添加此减水剂的试件相比，抗压强度比达到150%以上。这一发现进一步证实了此减水剂不仅能够提高混凝土的抗裂性能，还能增强其整体力学性能。

通过微观结构分析，我们进一步揭示了此减水剂提高混凝土抗裂性的机理。扫描电子显微镜（SEM）的观察结果显示，添加此减水剂的混凝土内部孔隙结构更加均匀，孔隙尺寸更小，这有助于减少应力集中，从而提

高抗裂性能。X射线衍射(XRD)分析则表明,此减水剂的添加促进了水泥水化产物的均匀分布,改善了水泥石与骨料之间的界面过渡区,这也有助于提高混凝土的整体性能。

综上所述,本研究通过一系列精密的实验和分析,证实了减缩型聚羧酸减水剂在提高混凝土抗裂性能方面的重要作用。通过优化减水剂的掺量,可以有效降低混凝土的收缩率,提高其抗压强度,并通过改善微观结构来增强混凝土的整体性能。这些发现对于指导实际工程中混凝土的配比设计和施工具有重要的参考价值。

### 3. 结果讨论

实验结果的讨论揭示了减缩型聚羧酸减水剂在提高混凝土抗裂性方面的潜在机理。首先,减缩型减水剂通过减少混凝土的收缩,降低了由于干燥收缩和温度变化引起的内部应力,从而减少了裂纹的产生。其次,减缩型减水剂通过改善混凝土的微观结构,增强了其抵抗外部荷载的能力。在深入探讨减缩型聚羧酸减水剂对混凝土抗裂性能的影响时,我们设计了一套严谨的实验方案。首先,我们精心调配了不同配比的混凝土样品,以模拟实际工程中的各种情况。我们分别向混凝土样品中加入了不同剂量的减缩型聚羧酸减水剂,接着在标准化的实验室环境中,对这些样品进行了系统的养护,确保温度和湿度的稳定。在养护过程中,并观察其对混凝土抗裂性能的影响。通过对比分析加入减缩型聚羧酸减水剂前后的混凝土样品,我们发现减缩型聚羧酸减水剂能够显著降低混凝土的收缩率,从而减少裂缝的产生。此外,我们还发现,随着减水剂用量的增加,混凝土的抗裂性能逐渐提高。然而,我们也必须认识到,混凝土的抗裂性能受到多种因素的影响,包括材料配比、养护条件、环境温度和湿度等。因此,在未来的研究中,我们将进一步优化实验方案,综合考虑各种影响因素,以便更全面地评估减缩型聚羧酸减水剂对混凝土抗裂性能的提升作用。同时,我们也期待这种新型减水剂能在实际工程中发挥更大的作用,为提高混凝土结构的耐久性和安全性做出贡献。

## 四、结论与展望

### 1. 减缩型聚羧酸减水剂在提高混凝土抗裂性方面的作用总结

经过一系列严谨的实验和深入的理论分析,本研究明确指出,减缩型聚羧酸减水剂在提升混凝土抗裂性方面发挥了显著的作用。这种减水剂通过其独特的分子结构和化学性质,有效地降低了混凝土的收缩应力,从而减少了裂缝的产生。

减缩型聚羧酸减水剂能够显著降低混凝土的水胶比,提高其工作性能,使得混凝土在施工过程中更加易于操作,减少了因施工不当导致的裂缝。

### 2. 未来研究方向与应用前景

随着建筑行业的不断发展,对混凝土性能的要求日益提高,尤其是在抗裂性方面。减缩型聚羧酸减水剂作为一种新型的混凝土外加剂,其在提高混凝土抗裂性方面展现出了显著的效果。然而,尽管目前的研究已经取得了一定的进展,但仍有许多问题亟待解决,未来的研究方向和应用前景值得我们深入探讨。首先,未来的研究应当集中在减缩型聚羧酸减水剂的分子结构设计上。通过精确调控分子结构,可以进一步优化此减水剂的性能,使其在减少混凝土收缩、提高抗裂性方面发挥更大的作用。此外,研究不同类型混凝土与减缩型减水剂的适应性,以及在不同环境条件下的性能表现,也是未来研究的重要方向。

随着绿色建筑理念的推广,减缩型聚羧酸减水剂的环保性能也成为了研究的热点。未来的研究应当关注减缩型减水剂的生产过程对环境的影响,开发低能耗、低污染的生产技术,以及研究减缩型减水剂在混凝土中的长期稳定性,确保其在使用过程中不会对环境造成负面影响。

## 结语

本文通过对减缩型聚羧酸减水剂的深入研究,揭示了其在提高混凝土抗裂性方面的重要作用。实验结果表明,该减水剂能够显著降低混凝土收缩率,提高抗裂性能,为混凝土结构的耐久性和使用寿命提供了有效保障。然而,目前关于减缩型聚羧酸减水剂的研究仍存在一定局限性,未来需要进一步深入研究其作用机制和长期性能表现,以推动其在实际工程中的广泛应用。同时,随着新材料和新技术的不断发展,减缩型聚羧酸减水剂有望在提高混凝土性能方面发挥更加重要的作用,为建筑工程的可持续发展做出贡献。

## 参考文献

- [1] 张建,毛倩瑾,王子明,等.减缩型聚羧酸减水剂提高混凝土早期抗裂性的作用研究[J].硅酸盐通报,2021.
- [2] 周文,颜哩哩,尤迁,等.减缩型聚羧酸减水剂抗裂性能及作用机理研究[J].新型建筑材料,2015,42(4):4.
- [3] 刘华,闫明,王飞,等.聚羧酸减水剂影响抗裂性能的机理研究[J].山东化工,2006,035(005):3-8.