

高效减水剂在现代混凝土中的应用研究

王文安

银川润恒混凝土工程有限公司

摘要：混凝土作为一种广泛应用的建筑材料，其长期的耐久性和功能性能是工程质量的关键。混凝土是建筑领域的重要组成部分，其坚韧性与抗压能力构成其长久稳定的关键。高效减水剂在现代混凝土中的应用在一定程度上改变了固化混凝土的结构性能和抗老化特点。高效减水剂还被称作“超塑化剂”，可以在混凝土中水泥的用量与其工作性、混凝土可塑性均保持不变的状态下，大幅度降低拌和用水量，并让混凝土的工作性以及强度显著增加。在确保混凝土的强度牢牢不变的基本前提下，使得混凝土中水泥用量减少，基于此，本文针对高效减水剂在现代混凝土中的应用策略进行重点分析。

关键词：高效减水剂；现代混凝土；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.19.016

现代混凝土是现代建筑工程中常用的材料之一，其性能对工程质量至关重要。为了提高混凝土的可塑性和流动性，减水剂被广泛应用于混凝土配合比设计中。高效减水剂以其卓越的性能和环境友好的特点备受关注。本文旨在通过对高效减水剂在现代混凝土中的应用研究进行探讨，分析其对混凝土流动性、抗裂性、强度和耐久性等性能的影响，并总结其应用效果和发展前景。通过深入研究高效减水剂的应用，将为优化现代混凝土配合比设计，提高工程建设质量和效益提供有益的参考。

一、高效减水剂概念分析

高效减水剂是一种可以降低混凝土水胶比、改善混凝土流动性和工作性能的化学添加剂。高效减水剂主要通过吸附、吸水、分散、扩散等作用机理来改变混凝土的物理性能，从而实现减水的效果。根据高效减水剂的化学组成和作用方式，可以将其分为普通减水剂和高效减水剂两大类。高效减水剂是由一系列有机化合物组成的，常见的有萘系、磺酸酯系和聚羧酸系等。这些高效减水剂具有黏度低、表面张力小、分散性能好等特点。高效减水剂通过吸附在混凝土颗粒表面，改变混凝土颗粒间的相互作用力，从而降低混凝土的黏性和内摩擦，提高混凝土的流动性。高效减水剂还能与混凝土中的氢氧化物发生化学反应，形成稳定的水化产物，提高混凝土的抗压强度和耐久性。高效减水剂主要由无机盐类和金属盐类组成，常见的有磷酸盐、硅酸盐和铝酸盐等。高效减水剂通过与混凝土中的水化产物发生化学反应，形成稳定的络合物或胶凝物，从而改善混凝土的流动性和工作性能。

高效减水剂具有耐高温、耐碱性好的特点，适用于高温、碱性环境下的混凝土工程。根据减水剂的用途和效果，还可以将其分为普通减水剂、高效减水剂和超高效减水剂。普通减水剂可以使混凝土的流动性和坍落度得到改善，但其减水效果相对较弱。高效减水剂可以显著降低混凝土的水灰比，提高混凝土的坍落度和流动性，同时还能提高混凝土的强度和耐久性。超高效减水剂具有极强的减水效果，可以使混凝土的水灰比大幅降低，同时还能提高混凝土的抗裂性和耐久性。

二、高效减水剂在现代混凝土中的应用意义

随着全球气候变化的加剧，高温差环境对混凝土结构的影响日益显著。混凝土在高温差环境下容易出现裂缝，严重影响其使用性能和耐久性。因此，如何改善混凝土在高温差气候环境下的性能，成了当前的研究热点。高效减水剂作为一种新型的混凝土外加剂，其在改善混凝土性能方面具有显著的效果。

高效减水剂是一种高分子有机化合物，通常以水溶液形式使用。高效减水剂的主要化学成分是聚羧酸盐，其分子结构中含有羧酸基、萘环和烷基等基团。该减水剂为淡黄色至无色液体，具有优异的水溶性和分散性。高效减水剂可以降低混凝土的水灰比，进而提高混凝土的可塑性和流动性。它通过极化和吸附作用，将水泥颗粒表面的静电荷中和，并使水泥颗粒分散均匀，从而实现减水和分散的作用。高效减水剂可以降低混凝土的表观黏度，从而提高混凝土的流动性和可塑性。这得益于该减水剂具有很高的比表面积和负电性，使得其与水泥颗粒之间发生静电吸引作用。高效减水剂不含有害物质，且具有优异的可持续性和环境友好性。该减水剂在混凝土生产过程中可以减少二氧化碳排放，并可以降低混凝土的碱度，减少对环境的污染。高效减水剂的添加是为了降低混凝土的水灰比，从而提高其工作性和力学性能。然而，不同类型的减水剂对混凝土内部的化学环境产生不同的影响，进而影响钢筋的耐腐蚀性。比如，与碱性混凝土对比，木质素磺酸钙减水剂在提高钢筋与混凝土的黏结性能方面具有明显优势。而羟基羧酸和低聚糖的掺和物，从化学特性角度看，对钢筋与混凝土的黏结性能不产生负面效果。值得注意的是，加入高效减水剂，如不含氯化钙的高效减水剂，可以提高混凝土的密封性，进而在钢筋表面形成一个渗透性较低的保护层，这一保护层可以有效隔绝外部有害物质，延缓钢筋的腐蚀过程。

三、高效减水剂对现代混凝土性能的影响分析

(一) 混凝土流动性的影响

高效减水剂通过在水泥颗粒表面形成一层吸附层，使水泥颗粒之间的摩擦力减小，从而降低水泥颗粒之间的黏聚力。这种吸附层可以有效地降低水泥颗粒与水分之间的相互作用力，从而降低水泥浆体的表观黏度，实现减水效果。高效减水剂可以改善混凝土的流动性，使其更易于施工和浇筑。高效减水剂在改善混凝土流动性方面具有较好的效果。其通过吸附在混凝土颗粒表面，改变颗粒间的相互作用力，降低混凝土的黏性和内摩擦，从而使混凝土更加流动。而高效减水剂通过与混凝土中的水化产物发生化学反应，形成稳定的络合物或胶凝物，改善混凝土的流动性。综合来看，高效减水剂对混凝土流动性的改善效果更为显著。

(二) 混凝土坍落度的影响

高效减水剂中的聚羧酸分子结构可以吸附到水泥颗粒表面，形成一层保护膜，阻止水泥颗粒的胶凝作用延迟。这种保护膜可以防止水泥颗粒与水分的直接接触，延缓水泥的胶凝反应，从而延长混凝土的可操作时间。高效减水剂对混凝土的坍落度提高起到了重要的作用。高效减水剂通过改变混凝土的表面张力和黏性，使得混凝土的坍落度增加。这是因为高效减水剂可以在混凝土中形成稳定的分散状态，改变混凝土颗粒之间的相互作用力，使得混凝土颗粒更加分散，从而提高混凝土的坍落度。而高效减水剂则通过与混凝土中的水化产物发生化学反应，改变混凝土的流动性和可塑性，进而提高混凝土的坍落度。综上所述，减水剂可以有效提高混凝土的坍落度，使得混凝土更加易于施工和成型。

(三) 混凝土抗压强度的影响

高效减水剂对混凝土的抗压强度有着一定的影响。高效减水剂通过参与混凝土中的氢氧化物发生化学反应，形成稳定的水化产物，从而提高混凝土的抗压强度。这是因为高效减水剂可以使混凝土中的水泥颗粒更加紧密地结合在一起，形成更为坚实的混凝土结构。而高效减水剂的影响机制较为复杂，对水泥的分散性能好，因而改善水泥水化程度，形成更多的水化产物降低混凝土的孔隙率。此外，高效减水剂还可以消除混凝土中的内部缺陷，二者有效提高混凝土的密实性，从而增强混凝土的抗压强度。总的来说，减水剂对混凝土的抗压强度有一定的影响，但是具体效果还需要根据不同的减水剂和混凝土试验进行确定。

四、高效减水剂在现代混凝土中的应用策略

(一) 加强改善减水剂与混凝土适应性

现代混凝土是建筑和基础设施建设中最为常见的材料之一。为了满足工程要求，需要通过高效减水剂等手段来改善混凝土的性能，其中减水剂是影响混凝土性能

的关键因素之一。高效减水剂在现代混凝土中的应用已经有了显著的成果，而且，伴随着社会的持续发展以及城市的建设推进，其应用范围以及制备强度均在明显提升，在此之中，新型高效混凝土减水剂的投入应用，将使其质量大幅提高。不过从技术层面分析可知，目前对于新型高效减水剂的应用依然有很多问题，有待解决。高效减水剂本身的分子结构将会对其塑化效果产生影响。而且，其他一些因素，比如减水剂掺量以及形态等，都会在某种程度上影响到高效混凝土减水剂及水泥之间的相容性，并影响最终的混凝土性能。一般来说，若新型高效减水剂的投入量过多，则会让混凝土强度有所延缓，继而使其强度有所降低。同时，在具体的施工中，一些新型高效减水剂，比如三聚氰胺系和氨基磺酸系等，均须以水剂的方式来展开应用，才可发挥出完全的作用。在混凝土中包含的C3A含量如果很低，那么，混凝土与减水剂彼此间的适应性就会比较好。而若其整体含量较高，那么，就要求混凝土与减水剂之间的相容性要足够好，否则就很难获得实际效果。从相关的试验结果中得出的结论可知，减水剂一经溶解之后，就会先吸附于C3A的表面，而后让其他的粒子发挥分散作用，并让减水剂的含量减少。因此，若混凝土中所含有的C3A的含量过高，则必定会生成很多钙矾石，继而让水分明显流失，那么，这必定会导致混凝土的流动度明显降低，并让减水剂的用量增大。

(二) 优化混凝土细度，提升混凝土塑化效果

高效减水剂还被称作“超塑化剂”，其能够在水泥的用量与其和易性、混凝土可塑性均保持不变的状态下，大幅度降低拌和用水量，并让混凝土的和易性以及强度显著增加。通常而言，水泥细度具体所指的是其在水泥中展现的颗粒的大小。在水泥细度显见增大时，水泥的比表面积也会有所增大。故而，若要使其获得足够好的使用效果，则要有充分的分散剂分子在水泥颗粒表面吸附与覆盖。而若水泥颗粒呈现的细度越细，则净浆流动的稳定性就会越差，因此，若要提高混凝土材料的流动性，就要多加入一定量的新型的高效减水剂，而这也加大所投入的成本。第四，混凝土碱的含量。在相关的混凝土外加剂应用规范中，已经有规定，在潮湿或与水接触过的环境中的混凝土，就应当以碱活性骨料为基础，在此之内，外加剂所含的碱量，务必要少于1kg/ms，同时，总碱量必须满足相关的国家标准规定。总而言之，碱含量的大小必定会对水泥与减水剂彼此间的相容性产生影响，并且，若碱的含量过大，则高效减水剂带来的塑化效果将会下降，因此二者成反比。由于目前的各种工程基本都是使用水泥为普通硅酸盐的混凝土，且它们的碱含量本来就高，而在混凝土中掺入其他的材料后，这些掺料也有一定的碱，故而，就会带来相应的

问题，即促使水泥净浆的流动性受到不利的影 响，不利于混凝土塑化效果的提高。

（三）合理选择材料、科学设计配合比

混凝土是建筑工程中广泛应用的材料之一，其性能直接影响到结构的耐久性和安全性。近年来，随着高效减水剂的引入，其在混凝土工程中的应用逐渐引起了研究者的关注。高效减水剂以其优越的分散性和流动性能，对混凝土的性能调控起到了关键作用。然而，在不同配合比下，高效减水剂的最佳使用量和效果仍然存在着一定的研究空白。高效减水剂因其独特的高分子有机化合物聚合结构，使其成为一种环保型混凝土外加剂，其掺量低、减水率高、保坍能力强等特点，使得混凝土在施工中能够更灵活地应用，减少用水量，同时提高混凝土的流动性和可塑性，有力地支持了绿色建筑和可持续发展的理念。具备灵活可设计的分子结构，能够根据不同建筑工程的需求进行调整。经过国标GB/T8076混凝土外加剂相关技术检测，其减水率高达25%以上，流动性保持性好，即使在掺量较少的情况下，仍能有效提升混凝土的坍落度和流动性。这为混凝土施工提供了更大的灵活性和可塑性，使其适用于各种特殊结构的施工需求。此外，高效减水剂在混凝土中的应用不仅显著提高了混凝土的抗压强度，而且能够改善混凝土拌合物的和易性，使混凝土的实体结构更加美观。这使得高效减水剂在建筑工程中不仅能够提升混凝土性能，而且有助于降低对环境的不良影响，符合可持续建筑的理念。另外，减水剂还可以提高混凝土的工作性，从而使混凝土更加密实，减少内部裂缝的形成，进一步抑制碱-骨材反应。

五、高效减水剂在现代混凝土中的应用效果

不同类型和质量的高效减水剂具有不同的性能和适用范围。选择符合工程需要的减水剂类型，并确保减水剂质量符合相关标准，是保证应用效果的重要因素。水泥的品种和质量对减水剂的适应性和效果产生影响。不同水泥配合减水剂可能会有不同的反应，因此在使用高效减水剂时需要考虑水泥的种类、品牌以及其性能指标。混凝土的配合比涉及水胶比、砂率、单位用水量等参数。合理的混凝土配合比可以充分发挥减水剂的作用，提高混凝土的流动性和可塑性，同时保持混凝土的强度和耐久性。减水剂的掺量直接影响其减水效果。过低的掺量可能无法达到预期的减水效果，过高的掺量则可能导致混凝土的其他性能受到影响。因此，需要根据具体情况确定合适的减水剂掺量。混凝土的配制和施工工艺对减水剂的应用效果也有一定影响。合理的搅拌时间、搅拌速度和充填方式可以保证减水剂充分发挥作用，同时避免混凝土中出现分层和凝结不均匀等问题。

高效减水剂的应用效果还受外部环境条件的影响，如温度、湿度和风速等。在极端温度下或特殊气候条件

下施工时，可能需要调整减水剂的类型和掺量，以适应环境的变化。使用高效减水剂可以有效降低水泥用量，同时保持混凝土的强度和性能。减少水泥用量不仅可以降低成本，还有利于减少二氧化碳排放和资源利用。高效减水剂可以显著提高混凝土的流动性，使其更易于施工和浇筑。通过减少水泥浆体的黏稠度，减水剂使混凝土更易于流动和填充，在模板中可以更好地充填细小空隙。减水剂的使用可以提高混凝土的可塑性，使其更易于成型。混凝土的可塑性增加，可以提高施工的灵活性和效率，有助于实现复杂结构的施工。高效减水剂可以延长混凝土的凝结时间，在一定程度上调节混凝土的硬化过程。这对于大体积浇筑、远距离运输和高温环境下的施工有着重要意义。高效减水剂可以改善混凝土的致密性和抗渗性能，降低气孔数量和大小。这有助于减少混凝土中的孔隙和裂缝，提高抗渗性和耐久性，延长混凝土的使用寿命。需要注意的是，在应用高效减水剂时，应根据具体工程要求和混凝土配合比进行合理调整和控制，以确保取得最佳的应用效果。此外，减水剂的使用量应严格按照厂家提供的推荐剂量使用，避免过量使用或与其他化学品不当混合使用。

结束语

综上所述，对于现代工程建设而言，混凝土的耐久性是至关重要的，控制混凝土的水胶比是提高其质量的关键手段。高效减水剂的引入可以有效地调节此比率，进而显著提高混凝土的抗侵蚀性和抗腐蚀性。通过高效减水剂的应用，不仅可以降低混凝土的碳化速度，而且在结合缓蚀剂时，其效果更为明显。总的来说，为了建设更加耐久、安全和环保的建筑物，应正确选择和使用高效减水剂。

参考文献

- [1] 孙超, 孙红宾, 张恒春. 高效混凝土减水剂及其制备方法, CN113968689A [P]. 2023.
- [2] 王彦鹏. 高性能混凝土中聚羧酸减水剂研究与应用 [J]. 中国建材科技, 2023.
- [3] 周思思. 聚羧酸高效减水剂在水化和非水化体系中的吸附特性研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2023.
- [4] 李平辉. 高效减水剂的合成研究与生产设计 [D]. 湘潭大学, 2023.
- [5] 王子明. “混凝土-水-高效减水剂”系统的界面化学现象与流变性能 [D]. 北京工业大学, 2023.
- [6] 李大明, 万里. 材料对混凝土质量的影响及控制措施 [J]. 中国新技术新产品, 2023 (10): 166.
- [7] 张志军. 混凝土原材料质量控制的研究 [D]. 天津: 河北工业大学, 2023.
- [8] 王峰. 试论如何对混凝土生产的品质控制 [J]. 江西建材, 2023 (19): 276.