

# 混凝土外加剂使用存在的问题及对策研究

王 波

新疆北新科技创新咨询有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘 要：**混凝土外加剂对混凝土工程意义重大，但使用中存在选型与需求不匹配、掺量控制不精准、与组分兼容性差、存储使用变质等问题。成因涉及技术、管理、人员层面。本文提出建立科学选型体系、优化掺量控制技术、强化兼容性管控、完善存储使用管理规范等对策，以解决外加剂使用问题，保障混凝土工程质量。

**关键词：**混凝土外加剂；使用问题；成因分析；解决对策

引言：在建筑工程领域，混凝土作为关键材料，其性能直接影响工程质量与耐久性。混凝土外加剂作为改善混凝土性能的重要添加剂，能显著提升混凝土工作性、调节凝结时间、增强强度与耐久性。然而，在实际应用中，外加剂的使用面临诸多问题，这些问题若得不到妥善解决，将严重影响混凝土质量，进而威胁整个工程的安全与稳定。因此，深入探究外加剂使用问题及对策十分必要。

## 1 混凝土外加剂基础认知

### 1.1 外加剂的核心作用与分类

混凝土外加剂在混凝土工程中扮演着举足轻重的角色，核心作用体现在多个关键方面。在改善工作性上，能让混凝土在搅拌、运输、浇筑等过程中更加顺畅，不易出现离析、泌水等现象，保证混凝土均匀性和施工的便捷性。调节凝结时间方面，可根据工程实际需求，使混凝土提前或延迟凝结硬化，满足不同施工环境和工艺要求<sup>[1]</sup>。在提升强度与耐久性上，能有效增强混凝土的抗压、抗折等力学性能，同时提高抗渗、抗冻、抗腐蚀等能力，延长混凝土结构的使用寿命。常见外加剂类型丰富多样，各有独特适用场景。减水剂能显著减少混凝土用水量，在保持工作性不变的情况下提高强度，广泛应用于各类普通混凝土工程以及高强、高性能混凝土工程。缓凝剂可延长混凝土凝结时间，适用于高温环境施工、大体积混凝土浇筑等需要延缓凝结的工程。早强剂能加速混凝土早期强度发展，在抢修工程、低温施工等场景中发挥重要作用。引气剂可在混凝土中引入大量微小气泡，改善工作性，提高抗冻性，多用于有抗冻要求的混凝土工程。防水剂能降低混凝土在静水压力下的透水性，常用于地下室、水池等防水工程。

### 1.2 外加剂使用的基本原理

外加剂与水泥颗粒相互作用机制复杂且精妙。减水剂分子吸附在水泥颗粒表面，使水泥颗粒带有相同电

荷，相互排斥，从而分散水泥颗粒，释放出被包裹的自由水，达到减水效果。外加剂对混凝土水化过程调控原理在于，能改变水泥水化速度和水化产物结构。例如缓凝剂会吸附在水泥颗粒表面，阻碍水化反应进行，延缓水化产物生成；早强剂则促进水化反应，可使水泥水化放热峰提前2至3小时出现，加快水化产物形成。外加剂与混凝土其他组分适配性原理要求外加剂与水泥、骨料、掺合料等相互协调，避免出现不良反应，共同发挥最佳性能，保证混凝土质量稳定。

### 1.3 外加剂应用的发展趋势

绿色环保型外加剂研发与应用成为行业重要方向。这类外加剂在生产和使用过程中对环境影响小，符合可持续发展理念，例如利用工业废渣制备的生物基或工业副产品衍生外加剂，正逐步替代传统化学合成产品。功能复合型外加剂取得技术突破，将多种功能集成于一体，如兼具减水、早强和保坍功能的外加剂，通过精准的分子设计实现性能叠加与协同，满足现代工程对混凝土性能的多样化与严苛需求。智能化适配技术在外加剂选择中展现出广阔应用前景，通过融合智能算法、数据分析和物联网传感技术，能够根据原材料特性及工程环境实时优化外加剂选择与掺量，构建从实验室配比到现场施工的闭环智能决策系统，从而显著提升工程效率并保障混凝土质量的均匀性与可靠性。

## 2 混凝土外加剂使用存在的核心问题

### 2.1 外加剂选型与工程需求不匹配问题

在混凝土工程中，外加剂选型与工程需求不匹配的情况屡见不鲜。部分施工人员在选择外加剂时，没有充分结合混凝土强度等级这一关键因素。不同强度等级的混凝土，对外加剂性能要求差异较大，若选型不当，难以使混凝土达到预期强度<sup>[2]</sup>。施工环境对外加剂选择也至关重要，例如，当环境温度低于5℃或高于35℃时，若不调整外加剂类型，混凝土性能下降风险可达40%，高温、

低温、潮湿或干燥等不同环境，需要不同特性的外加剂来适应。然而，一些工程忽视这一点，导致混凝土在施工过程中出现各种问题。工程特殊要求常被忽视，进而引发外加剂功能偏差。例如，有抗冻要求的工程，若未选用合适引气剂，混凝土抗冻性能无法达标，抗冻等级可能无法达到设计要求的F150甚至F200，在寒冷环境下易遭受冻融破坏；有抗渗要求的工程，若防水剂选型错误，混凝土抗渗能力不足，会出现渗漏现象。还有些工程盲目追求单一性能，如过度看重减水剂的减水率，却忽视与其他组分的适配性，结果虽减少了用水量，但混凝土工作性变差，甚至出现离析、泌水等问题，影响工程质量。

### 2.2 外加剂掺量控制不精准问题

外加剂掺量控制不精准，会对混凝土性能产生极大影响。掺量不足时，外加剂无法充分发挥作用，预期性能难以实现。比如减水剂掺量不够，混凝土用水量无法有效减少，强度提升不明显；缓凝剂掺量不足，混凝土凝结时间达不到要求，给施工带来困难。掺量过高同样会引发严重问题，导致混凝土性能劣化。减水剂过量，混凝土会出现离析现象，骨料与水泥浆分离，均匀性变差；缓凝剂过量，混凝土会缓凝过度，长时间不凝结硬化，影响施工进度，甚至导致工程事故。而且，原材料存在波动，水泥标号、砂石含水率等发生变化时，若未及时调整外加剂掺量，也会使混凝土性能不稳定。

### 2.3 外加剂与混凝土组分兼容性问题

外加剂与混凝土组分兼容性不佳，会引发一系列质量问题。与水泥矿物组成不匹配时，适应性差的问题就会凸显。不同水泥矿物组成对外加剂吸附能力不同，若不匹配，外加剂无法均匀分散水泥颗粒，影响混凝土工作性和强度发展。与掺合料反应异常也会影响混凝土性能。粉煤灰、矿粉等掺合料与外加剂相互作用复杂，若反应异常，可能降低外加剂效果，甚至产生有害物质，损害混凝土耐久性。与砂石骨料特性冲突同样不可忽视，级配不良、含泥量过高的砂石骨料，会吸附大量外加剂，使外加剂有效成分减少，导致混凝土性能下降，出现质量问题。

### 2.4 外加剂存储与使用过程中的变质问题

外加剂在存储与使用过程中，变质问题不容小觑。存储环境对性能影响极大，温度过高或过低、湿度过大，都会使外加剂性能衰减。高温可能使外加剂中有效成分分解，低温可能导致外加剂结晶，影响使用效果；湿度过大可能引发外加剂吸湿结块，降低分散性<sup>[3]</sup>。存储时间过长，外加剂易出现分层、沉淀或失效现象。分

层会使外加剂成分不均匀，使用时难以准确控制性能；沉淀会导致有效成分减少，影响作用效果；失效则直接使外加剂无法发挥功能。使用前未进行性能检测直接投入工程，一旦外加剂变质，会给混凝土质量带来严重隐患，影响工程安全与耐久性。

## 3 混凝土外加剂使用问题的成因分析

### 3.1 技术层面成因

外加剂与混凝土适配性研究不够深入。不同配比的混凝土在成分、性能上存在差异，对外加剂的需求也各不相同。当前很多研究仅停留在基础性能匹配，未结合具体工程环境、施工条件开展针对性试验，导致外加剂无法充分发挥功效，甚至引发和易性变差、强度不足等问题。原材料波动监测与掺量动态调整技术缺失。砂石含水率、水泥强度等级等原材料指标常随产地、批次变化，这些波动直接影响外加剂作用效果。现有技术难以实时捕捉原材料细微变化，也缺乏科学的掺量调整依据，只能沿用固定掺量，造成外加剂用量不足或过量。外加剂性能检测技术与手段滞后。部分检测方法仍依赖传统人工操作，检测周期长、精度低，无法快速识别外加剂生产过程中出现的性能偏差。对新型外加剂的专项检测技术不完善，难以全面评估其在复杂工况下的稳定性和耐久性。

### 3.2 管理层面成因

采购环节对外加剂质量把控不严。采购过程中常以价格为主要考量因素，忽视对生产厂家资质、生产工艺的审核。验收环节缺乏系统的质量检测流程，仅核对外观和出厂报告，无法及时发现产品实际性能与标注不符的情况。存储与使用环节管理制度不健全。外加剂存储场所未划明确区域，不同类型产品混放易发生交叉污染。存储条件未达标，高温、潮湿环境导致外加剂变质失效。使用过程中未建立领用登记制度，难以追溯每批次产品的使用情况。施工过程中技术交底与质量监管不到位。技术方案未明确外加剂使用的关键节点和注意事项，一线人员无法准确掌握操作要求。质量监管频次不足，对掺量控制、搅拌时间等关键工序缺乏有效监督，违规操作现象时有发生。

### 3.3 人员层面成因

技术人员对外加剂特性与应用知识掌握不足。部分技术人员未及时更新专业知识，对新型外加剂的作用机理、适用范围了解有限。制定施工方案时，无法结合工程特点选择合适的外加剂类型，应用指导缺乏针对性。施工人员操作技能参差不齐且缺乏规范指导。施工队伍人员流动性大，新进场人员未接受系统培训就上岗

操作。操作过程中全凭经验控制掺量和搅拌工艺,容易出现计量不准、搅拌不均匀等问题,影响混凝土最终质量。缺乏专业的外加剂应用技术服务支持<sup>[4]</sup>。工程建设中很少引入第三方技术服务,遇到外加剂与混凝土适配不良等问题时,无法获得及时的专业指导。生产厂家提供的技术支持局限于产品说明,难以解决现场复杂的实际问题。

#### 4 解决混凝土外加剂使用问题的对策

##### 4.1 建立科学的外加剂选型体系

外加剂选型需紧密结合工程核心需求,以混凝土设计强度、服役环境条件以及现场施工工艺为基础,构建全面系统的选型指标体系。不同工程对混凝土性能要求差异显著,桥梁工程需侧重抗渗抗冻,高层建筑则对早期强度有明确标准,指标体系需覆盖这些关键维度。选型前必须开展外加剂与混凝土各组分的预适配试验,通过模拟实际搅拌环境,观察坍落度经时变化、凝结时间等关键参数,排除适配风险。同时引入外加剂性能数据库,整合不同厂家产品的成分、适用范围及工程应用案例,借助数据对比分析实现精准匹配,避免盲目选用导致的性能隐患。

##### 4.2 优化外加剂掺量控制技术

外加剂掺量控制需突破固定配比模式,建立基于原材料性能的动态调整模型。水泥强度等级、砂石含水率及细度模数的波动,都会影响外加剂作用效果,模型需实时纳入这些变量进行计算修正。推广使用自动化计量投料设备,通过电子传感技术实现掺量数据的精准传输与控制,将计量误差控制在千分之五以内,替代人工投料的主观偏差。搅拌过程中加强混凝土工作性监测,安排专人使用坍落度筒、扩展度仪等工具实时检测,根据检测结果微调掺量,确保混凝土出机状态符合施工要求,避免因掺量不当引发离析或泌水问题。

##### 4.3 强化外加剂与混凝土组分的兼容性管控

兼容性管控的核心是全面掌握原材料性能,对水泥矿物组成、粉煤灰活性指数、砂石含泥量等指标进行逐项检测,明确不同组分对应的外加剂适配要求。针对单一外加剂适配性不足的情况,采用复合掺配技术,将减水剂与缓凝剂、引气剂等合理搭配,通过协同作用改善

与混凝土组分的融合效果,从而优化整体性能表现<sup>[5]</sup>。对于海砂、碱骨料等特殊原材料,应联合外加剂生产企业开展专项研发,定制专用型外加剂产品,从分子结构层面优化与特殊组分的吸附分散性能,彻底解决兼容性差导致的强度发展缓慢问题。

#### 4.4 完善外加剂存储与使用管理规范

制定标准化存储条件,根据外加剂类型明确存储温度范围,液态产品存储温度宜在5℃至30℃,粉状产品湿度需低于65%,液态产品需避免低温冻结,粉状产品要做好防潮措施,堆放时保持通风且避免挤压破损。建立严格的进场检验与使用前复检制度,进场时核查产品合格证及性能检测报告,使用前抽样检测固体含量、pH值等关键指标,每批次产品抽检率应达到100%,确保产品质量稳定。实行外加剂使用台账管理,详细记录进场批次、使用部位及用量数据,严格把控存储期限,对距保质期不足1个月的产品进行隔离标识,对临近失效的产品及时清理,杜绝使用过期外加剂,从流程管理上保障使用环节的规范性与安全性。

#### 结束语

混凝土外加剂在工程应用中的问题不容忽视,通过建立科学选型体系、优化掺量控制、强化兼容性管控以及完善存储使用管理规范等措施,能有效解决外加剂使用过程中出现的各类问题。这不仅有助于提高混凝土工程质量,还能推动混凝土外加剂行业的健康发展,为各类工程建设提供更可靠的保障,确保工程在安全与质量上达到更高标准。

#### 参考文献

- [1]王媛媛.混凝土外加剂与水泥适应性的改善措施分析探讨[J].科技资讯,2023,21(6):59-62.
- [2]景双红.混凝土外加剂对混凝土性能的影响[J].石材,2023(6):126-128.
- [3]李昊霖.混凝土外加剂对混凝土性能的影响综述[J].建筑与装饰,2022(12):166-168.
- [4]王媛媛.外加剂对混凝土性能的影响因素分析[J].大众标准化,2023(5):36-38.
- [5]董雪.外加剂与掺合料对泡沫混凝土性能的影响研究[J].中国新技术新产品,2023(14):111-113.