

机制砂在高性能混凝土中的应用研究

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: 随着天然砂资源枯竭与生态保护需求提升,机制砂在高性能混凝土中的应用成为研究热点。本文聚焦机制砂在高性能混凝土中的应用研究。首先阐述机制砂的颗粒形貌、级配、石粉含量等特性,接着深入分析其对高性能混凝土工作、力学、体积稳定及耐久等性能的影响。随后探讨机制砂在高性能混凝土应用中的颗粒整形与级配优化、外加剂适配等关键技术。最后展望其未来,指出机制砂将朝着绿色化与低碳化、智能化与数字化、高性能化与多功能化方向发展,旨在为机制砂在高性能混凝土领域的广泛应用提供全面且深入的理论支持与实践参考。

关键词: 机制砂;高性能混凝土;特性;性能影响;关键技术

引言:在建筑工程领域,高性能混凝土凭借卓越性能成为关键材料。然而,天然砂资源日益匮乏且开采受限,机制砂作为替代材料应运而生。机制砂由机械破碎、筛分制成,其特性与天然砂存在差异,这使其在高性能混凝土中的应用效果备受关注。研究机制砂在高性能混凝土中的应用,不仅能缓解天然砂资源紧张问题,降低对环境的破坏,还能推动混凝土行业可持续发展。深入了解机制砂特性、其对高性能混凝土性能的影响以及应用关键技术,对提升混凝土质量、拓展其应用范围具有重要意义。

1 机制砂的特性

1.1 颗粒形貌

机制砂颗粒形貌复杂多样,多呈不规则形态,有棱角且表面粗糙。与天然砂圆润的颗粒相比,这种不规则形貌使得机制砂颗粒间咬合作用更强。在混凝土拌合过程中,不规则颗粒相互嵌锁,能增强骨料间的摩擦力,提高混凝土内部结构的稳定性。不过,过于尖锐的棱角也可能在一定程度上影响混凝土的工作性能,如降低流动性。但通过合理的生产工艺,如整形处理,可改善其颗粒形貌,使其更接近理想状态,在保证混凝土强度的同时,优化其施工性能。

1.2 级配

机制砂的级配是指不同粒径颗粒的搭配比例情况。良好的级配能使机制砂在混凝土中形成紧密堆积,填充骨料间的空隙,减少水泥浆体的用量。合理的级配分布涵盖粗、中、细不同粒径的颗粒,粗颗粒构成骨架,中颗粒填充粗颗粒间的较大空隙,细颗粒进一步填充细微空隙。若级配不良,如粗颗粒过多,会导致混凝土拌合物和易性差;细颗粒过多,则需更多水泥浆体来包裹,增加成本且可能影响强度。因此,严格控制机制砂的级

配是保证混凝土质量的关键。

1.3 石粉含量

石粉是机制砂中粒径小于0.075mm的颗粒。适量的石粉在混凝土中能发挥积极作用,它可以填充水泥颗粒间的空隙,改善混凝土的密实性,增强骨料与水泥石之间的粘结力,从而提高混凝土的强度。同时,石粉还能起到微集料填充和晶核作用,促进水泥水化反应。然而,石粉含量过高会带来负面影响,过多的石粉会吸附大量水分和外加剂,降低混凝土的工作性能,且可能导致混凝土收缩增大,影响其体积稳定性和耐久性,所以需合理控制石粉含量。

1.4 其他特性

机制砂还具备一些其他特性。其吸水率相对天然砂较高,这会影响到混凝土的水灰比和用水量,进而对混凝土强度和工作性能产生影响。在生产过程中,不同岩石原料制成的机制砂,其坚固性存在差异,坚固性差的机制砂在混凝土长期使用过程中易发生破碎,影响混凝土结构的耐久性。此外,机制砂的碱活性也是重要特性之一,若碱活性过高,在特定环境下会引发碱-骨料反应,导致混凝土膨胀、开裂,严重影响混凝土工程的使用寿命,需对其进行严格检测和控制^[1]。

2 机制砂对高性能混凝土性能的影响

2.1 工作性能

机制砂的不规则颗粒形貌和较高吸水率对高性能混凝土工作性能影响显著。其棱角分明的颗粒使骨料间摩擦力增大,降低了混凝土的流动性,拌合物显得干涩、粘聚性变差,不易振捣密实。不过,适量石粉能填充颗粒间空隙,起到润滑作用,改善流动性与粘聚性。但石粉含量过高时,会吸附大量水分和外加剂,使混凝土坍落度损失加快,工作性能劣化。此外,机制砂级配不合

理,如细颗粒过多或粗颗粒偏多,也会破坏混凝土拌合物的和易性,影响施工操作。

2.2 力学性能

机制砂对高性能混凝土力学性能有复杂影响。其不规则颗粒增强了骨料间的咬合力和机械互锁作用,在合理级配和适量石粉情况下,能有效提高混凝土抗压、抗折强度。石粉填充空隙,使混凝土结构更密实,骨料与水泥石界面过渡区得到改善,粘结力增强,进而提升强度。然而,若石粉含量过高,会因需更多水泥浆体包裹,导致水泥石结构疏松,强度降低。同时,机制砂坚固性差时,在受力过程中易破碎,产生微裂缝,削弱混凝土整体强度,影响其力学性能表现。

2.3 体积稳定性

机制砂的特性会影响高性能混凝土的体积稳定性。其吸水率较高,在混凝土硬化过程中,会因水分蒸发产生收缩,若收缩不均匀易引发内部应力,导致混凝土开裂。石粉含量对体积稳定性也有影响,适量石粉可填充孔隙,减少收缩;但含量过高时,会增加混凝土干缩变形。此外,机制砂的碱活性若超标,会与混凝土中的碱发生碱-骨料反应,产生膨胀应力,使混凝土体积膨胀、开裂,严重影响其体积稳定性,降低混凝土结构的耐久性和安全性。

2.4 耐久性能

机制砂对高性能混凝土耐久性能的影响是多方面的。其不规则颗粒和合理级配能提高混凝土密实性,减少有害物质侵入通道,增强抗渗性,从而提升耐久性。适量石粉可填充孔隙,进一步改善抗渗性。但石粉含量过高时,会降低混凝土抗渗、抗冻等性能。机制砂吸水率高,在冻融环境下,内部水分结冰膨胀,易产生微裂缝,降低抗冻性。而且,若机制砂存在碱活性问题,引发碱-骨料反应,会使混凝土结构破坏,严重影响其抗化学侵蚀、抗碳化等耐久性能,缩短混凝土工程的使用寿命^[2]。

3 机制砂在高性能混凝土应用中的关键技术

3.1 颗粒整形与级配优化

机制砂的颗粒形貌与级配状况,对高性能混凝土的性能有着决定性影响,因此颗粒整形与级配优化成为关键技术。颗粒整形旨在改善机制砂不规则的形貌。天然砂颗粒多呈圆润状,而机制砂因机械破碎,棱角分明、表面粗糙。这种不规则形貌虽能增强骨料间咬合力,但会降低混凝土流动性,增加施工难度。通过特定整形设备,如冲击式破碎机,利用高速旋转的转子使砂粒相互碰撞、摩擦,削去尖锐棱角,让颗粒表面趋于平滑圆润。经整形后的机制砂,在混凝土中能更好地流动,减

少内部摩擦,提升工作性能。级配优化则是依据高性能混凝土的性能需求,精准调控不同粒径颗粒的比例。合理的级配可使机制砂在混凝土中紧密堆积,减少空隙,降低水泥用量,提高密实度。借助先进的筛分技术与设备,对机制砂进行多级筛分,再按科学比例混合。同时,结合计算机模拟与试验分析,不断优化级配方案,确保机制砂在混凝土中发挥最佳性能,使混凝土在强度、耐久性等方面达到高性能标准,满足复杂工程的需求。

3.2 外加剂适配技术

外加剂适配技术对于机制砂在高性能混凝土中的应用至关重要,它能够有效调节混凝土性能,弥补机制砂自身特性带来的不足。机制砂因颗粒不规则、表面粗糙且石粉含量不稳定等特点,与天然砂在混凝土中的表现存在差异。减水剂是常用的外加剂之一,针对机制砂高吸水率的特性,需选择高效减水剂并精准控制其掺量。高效减水剂能显著降低混凝土用水量,提高流动性,避免因机制砂吸水导致的工作性能劣化,确保混凝土在搅拌、运输和浇筑过程中保持良好的施工性能。引气剂可引入均匀分布的微小气泡,改善混凝土的和易性,增强其抗冻性和抗渗性。对于机制砂混凝土,合理引入气泡能缓解因颗粒不规则产生的应力集中,减少微裂缝的产生。此外,根据机制砂中石粉含量的变化,适配保塑剂。保塑剂可延长混凝土的坍落度经时损失,保证混凝土在较长时间内仍具有良好的工作性能,满足施工要求。

3.3 智能化生产控制

智能化生产控制是机制砂应用于高性能混凝土领域实现高效、优质生产的核心关键技术,为行业带来全新变革。在生产流程中,借助先进的传感器网络,对机制砂生产的各个环节进行实时数据采集。从原料的进料速度、粒度分布,到破碎设备的运行功率、振动频率,再到筛分环节的筛分效率等,全方位精准监测。这些数据通过物联网技术实时传输至中央控制系统,形成庞大的数据资源库。中央控制系统运用大数据分析人工智能算法,对海量数据进行深度挖掘与分析。依据预设的机制砂质量标准和生产参数模型,自动调整生产设备的运行参数。比如,当检测到机制砂粒度偏粗时,系统自动降低破碎设备的转速或调整破碎间隙;若石粉含量超标,则优化筛分工艺或调整风选设备参数。智能化生产控制还具备远程监控与故障预警功能。管理人员可通过移动终端随时查看生产现场情况,及时发现潜在问题。一旦设备出现异常,系统立即发出警报,并提供故障诊断与解决方案建议,大大缩短故障排除时间,提高生产效率,确保机制砂质量稳定,为高性能混凝土提供优质

可靠的原料保障。

3.4 绿色化制备工艺

绿色化制备工艺是机制砂在高性能混凝土应用中顺应可持续发展潮流的必然选择,对环境保护和资源高效利用意义重大。在原料选取上,优先采用工业废渣、建筑垃圾等固体废弃物作为机制砂的生产原料。例如,将废弃混凝土块、砖块等进行破碎、筛分处理,制成再生机制砂,既减少了固体废弃物对土地的占用和环境污染,又实现了资源的循环利用,降低了对天然砂石的开采需求,保护了自然生态环境。生产过程中,大力推行清洁生产技术。采用封闭式生产车间,配备高效的除尘设备,对破碎、筛分等环节产生的粉尘进行收集和处理,有效控制粉尘排放,减少大气污染。同时,对生产废水进行循环利用,通过沉淀、过滤、净化等工艺处理后,重新用于生产,提高水资源利用率,降低水资源消耗。此外,优化生产工艺流程,选用节能型生产设备,降低能源消耗。通过这些绿色化制备工艺的实施,机制砂生产实现了经济效益与环境效益的双赢,为高性能混凝土的绿色发展提供了有力支撑,推动建筑行业向绿色低碳方向迈进^[3]。

4 机制砂在高性能混凝土中的未来发展趋势

4.1 绿色化与低碳化

随着全球对环境保护和可持续发展的重视,机制砂在高性能混凝土中的应用将更加注重绿色化与低碳化。一方面,机制砂的生产过程将进一步优化,采用更环保的破碎、筛分设备,减少粉尘排放和废水产生,实现清洁生产。例如,新型环保型破碎设备采用封闭式作业,配备高效的粉尘收集和处理装置,可将粉尘排放量大幅降低。另一方面,机制砂的原材料来源将更加多元化,除了传统的矿石外,工业废渣、建筑垃圾等也将得到更广泛的应用,实现资源的循环利用,减少对天然砂石的依赖,降低碳排放。同时,通过优化混凝土配合比,减少水泥用量,采用低碳水泥等措施,进一步降低高性能混凝土的碳排放,推动建筑行业向绿色低碳方向发展。

4.2 智能化与数字化

在数字化和智能化浪潮的推动下,机制砂在高性能混凝土中的应用将迎来智能化与数字化的变革。通过安装传感器和自动化控制系统,实现对机制砂生产过程的实时监测和精准控制,提高生产效率和产品质量稳定

性。例如,利用智能调度系统,根据生产需求自动调整设备运行参数,实现按需生产,避免过度加工导致的能源损耗。同时,数字化技术还将应用于混凝土的质量检测和追溯,通过建立质量追溯系统,实现对混凝土生产、运输、施工等全过程的监控,确保混凝土质量符合标准要求。

4.3 高性能化与多功能化

随着建筑行业对混凝土性能要求的不断提高,机制砂在高性能混凝土中的应用将更加注重新高性能化与多功能化。一方面,通过优化机制砂的颗粒形貌、级配和石粉含量等特性,提高混凝土的强度、耐久性和工作性能,满足不同工程对混凝土性能的多样化需求。例如,采用颗粒整形技术,使机制砂颗粒更加圆润,减少棱角,提高混凝土的流动性;通过优化级配,使机制砂在混凝土中形成紧密堆积,提高混凝土的密实性和强度。另一方面,机制砂还将与其他功能性材料相结合,开发出具有特殊功能的混凝土,如自修复混凝土、自感知混凝土等,提高混凝土的自适应能力和智能化水平,为建筑行业的创新发展提供有力支撑^[4]。

结束语

综上所述,机制砂在高性能混凝土中的应用研究意义深远且成果丰硕。通过颗粒整形与级配优化、外加剂适配、智能化生产控制以及绿色化制备工艺等关键技术的突破,机制砂成功克服自身缺陷,在高性能混凝土中展现出卓越性能,不仅满足了现代建筑工程对混凝土强度、耐久性等的高要求,还顺应了绿色可持续发展潮流。未来,随着技术的持续创新与完善,机制砂的应用将更加广泛和深入,有望进一步推动高性能混凝土行业升级,为建筑领域的可持续发展注入强劲动力,创造更为广阔的发展前景。

参考文献

- [1]韩涛.机制砂在高性能混凝土中的应用研究[J].中国高新科技,2022.131(23):147-148.
- [2]张波,郭俊峰.机制砂在山区高速公路桥梁高性能混凝土中的应用[J].山东交通科技,2022.192(05):72-74.
- [3]邹护国.高速公路工程中机制砂高性能混凝土的应用[J].企业科技与发展,2022.490(08):103-105.
- [4]朱刚.机制砂在高性能混凝土中的应用研究[J].交通世界,2022.611(17):239-241.