

# 高强混凝土泵送施工中堵管问题成因与防治对策

蒲 奎

泰兴一建建设集团有限公司 江苏 泰州 泰兴 225400

**【摘要】**：高强混凝土凭借高强度、高耐久性等优势，在高层建筑、大跨度桥梁等大型工程中应用日益广泛。泵送施工作为高强混凝土浇筑的核心工艺，其施工质量直接影响工程进度与结构安全。堵管是泵送施工中最常见的质量难题，不仅会导致施工中断，还可能引发混凝土离析、强度下降等连锁问题。本文结合工程实践经验，系统分析高强混凝土泵送堵管的主要成因，从材料优化、设备调试、施工管控等方面提出针对性防治对策，为同类工程提供技术参考。

**【关键词】**：高强混凝土；泵送施工；堵管成因；防治对策

DOI:10.12417/2811-0528.26.06.009

## 1 引言

随着建筑工程向高层化、大跨化方向发展，对混凝土材料的强度和耐久性要求不断提高。由于高强混凝土自身组分特殊，黏稠度较高，流动性调控难度大，在泵送过程中极易出现堵管现象。据统计，在泵送施工过程中，堵管问题导致的工期延误占比达30%以上，同时还会造成材料浪费和施工成本增加。因此，深入剖析堵管成因，制定科学合理的防治对策，对保障高强混凝土泵送施工顺利进行具有重要现实意义。

## 2 高强混凝土泵送堵管成因分析

### 2.1 材料因素

高强混凝土需通过提高水泥用量来保障强度，但若水泥用量过大，会导致混凝土黏稠度增加，内摩擦力增大，流动性下降；若选用的水泥细度较细，比表面积过大，会加速水泥水化反应，使混凝土初凝时间缩短，易在管道内提前凝结。粗骨料粒径过大、针片状含量过高，会增加混凝土在管道内的流动阻力，尤其在管道弯头、变径处易形成堆积；细骨料砂率过低，会导致混凝土砂浆含量不足，无法在管道内壁形成有效的润滑层，管道与混凝土之间的摩擦力增大；若骨料含泥量过高，会吸附外加剂，降低外加剂效能，同时增加混凝土黏稠度，进一步恶化泵送性能。

### 2.2 设备因素

若选用的混凝土泵额定排量、泵送压力不足，无法克服高强混凝土在管道内的流动阻力，会导致混凝土在管道内流速过慢，逐渐堆积形成堵塞；泵机液压系统、输送缸等核心部件磨损严重，会导致泵送压力不稳定，出现压力骤降或波动过大现象，影响混凝土输送连续性。此外，泵机料斗内的搅拌装置故障，会导致混凝土在料斗内出现离析、沉淀，大颗粒骨料进入输送管道后易引发堵塞。管道布置不合理，弯头数量过多、转弯角度过小，会导致混凝土在弯头处产生涡流和堆积，长期运

行后形成堵塞；管道内壁磨损严重、附着的旧混凝土未清理干净，会使管道内径变小，同时增加混凝土与管道内壁的摩擦力；管道连接部位密封不严，会导致漏浆现象，使混凝土坍落度损失过快，进而引发堵管。

### 2.3 施工因素

搅拌时原材料计量不准确，会导致配合比偏离设计值，出现混凝土流动性不足或离析现象；搅拌时间过短，会导致混凝土匀质性差，骨料分散不均匀；运输过程中搅拌罐转速过低或停止转动，会导致混凝土离析、沉淀；运输距离过长、等待时间过久，会使混凝土坍落度损失过大，到达施工现场时已无法满足泵送要求。泵送前未对管道进行充分润滑，或润滑砂浆用量不足、质量不佳，会导致混凝土与管道内壁的摩擦力增大，初期就出现流动困难；泵送速度控制不合理，启动时速度过快易导致混凝土离析，运行中速度过慢则会使混凝土在管道内堆积。

## 3 高强混凝土泵送堵管防治对策

### 3.1 优化材料性能，奠定泵送基础

根据工程需求选择合适的水泥品种，优先选用强度等级不低于42.5级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，控制水泥用量在450—550kg/m<sup>3</sup>范围内；合理确定水胶比，一般控制在0.28-0.35之间，在保障强度的前提下尽量提高混凝土流动性；优化砂率，高强混凝土砂率宜控制在38%—45%，确保砂浆能够充分包裹骨料，形成有效的润滑层。粗骨料应选用连续级配的碎石，最大粒径不应超过管道直径的1/3，针片状含量控制在5%以内；细骨料优先选用中砂，细度模数控制在2.6-3.0之间，含泥量不超过2%；骨料进场前需进行严格检验，不合格骨料严禁投入使用。

### 3.2 规范设备管理,保障泵送能力

根据高强混凝土的强度等级、泵送高度和距离,选用额定压力不低于16MPa、额定排量不小于80m<sup>3</sup>/h的混凝土泵;泵机进场前需进行全面检修,重点检查液压系统、输送缸、搅拌装置等核心部件,确保其性能完好;施工前进行设备调试,通过空转试验、压力试验等验证设备运行稳定性,确保泵送压力和排量满足施工要求。

根据混凝土泵送量和骨料粒径选择合适的管道直径,C60-C80高强混凝土宜选用直径125mm的管道,C80以上宜选用150mm的管道;管道布置应尽量缩短长度,减少弯头数量,弯头角度不宜小于90°,水平管道每隔3m设置一个支架,垂直管道每隔2m设置固定装置,防止管道振动;管道连接部位采用密封性能良好的密封圈,避免漏浆;施工前对管道进行彻底清理,去除内壁附着的旧混凝土和杂物,采用水泥砂浆进行润滑,润滑砂浆用量不应少于管道容积的1.5倍,且润滑砂浆应具有良好的流动性。施工过程中定期检查管道状态,发现管道磨损严重、连接松动等问题及时处理;施工结束后立即用高压水冲洗管道,确保管道内壁清洁。

### 3.3 强化施工管控,杜绝堵管隐患

(1) 严格把控搅拌与运输环节:搅拌站应采用自动化计量系统,确保原材料计量精度,水泥、外加剂计量误差控制在±1%以内,骨料、水计量误差控制在±2%以内;混凝土搅拌时间不应少于90s,确保骨料与胶凝材料充分混合;运输车辆选用带搅拌功能的罐车,运输过程中搅拌罐转速控制在2-4r/min,严禁中途停止转动;根据施工距离合理规划运输路线,确保混凝土从搅拌完成到浇筑完成的时间不超过2h,若气温超过30°C,应缩短至1.5h以内,同时采取遮阳、保温等措施,减少坍落度损失。混凝土进场后,施工单位应会同监理单位进行坍落度和扩展度检测,检测不合格的混凝土严禁使

用,严禁在施工现场随意加水调整坍落度。

(2) 规范泵送作业操作流程:泵送前先启动泵机空转,待液压系统压力稳定后,先输送润滑砂浆,再输送混凝土,确保润滑砂浆完全填充管道后再通入混凝土;泵送过程中控制泵送速度,初期采用低速泵送,待混凝土进入管道后逐渐提高至额定速度,正常泵送速度控制在3—5m<sup>3</sup>/min,避免速度过快或过慢;施工过程中尽量减少停机次数,若因特殊情况需停机,停机时间不应超过30min,停机期间每隔10min启动泵机进行正反转操作,防止混凝土凝结;密切关注泵机压力表变化,若压力突然升高超过额定压力的80%,应立即停止泵送,进行反向泵吸操作,排除管道内的堵塞物,严禁盲目加大泵送压力。

(3) 加强施工现场管理:建立完善的质量管控体系,明确各岗位职责,配备专业的技术人员和操作人员,施工人员需经过专业培训后方可上岗;制定详细的施工方案,明确泵送流程、应急预案等内容;加强材料供应管理,确保水泥、骨料、外加剂等原材料及时供应,避免因材料短缺导致泵机闲置;建立堵管应急处置机制,配备高压清洗机、管道疏通工具等应急设备,若发生堵管,应立即停止泵送,先进行反向泵吸,若无效则拆卸管道,清理堵塞物,清理完成后重新安装管道并进行润滑,再恢复泵送。

## 4 结论

高强混凝土泵送堵管成因复杂,涉及材料、设备、施工多个环节,需从源头进行管控。通过优化混凝土配合比、严格控制材料质量,可奠定良好的泵送基础;通过合理选型调试设备、优化管道配置与维护,保障泵送系统的稳定运行;通过强化搅拌运输管控、规范泵送操作、建立应急机制,可有效杜绝堵管隐患。实践证明,采取上述综合防治对策,能显著降低堵管发生率,提高泵送施工效率,保障工程质量和进度。

### 参考文献:

- [1] 段鹏举.超高层高强混凝土泵送的综合施工技术[J].建筑施工,2020,42(10):1927-1928+1933.
- [2] 康晋宇,裴鸿斌,肖大伟,等.超高层建筑混凝土泵送系统堵管因素分析及处理方法[J].施工技术,2017,46(23):95-97.
- [3] 徐亮,樊先平,赵海红.高强高性能混凝土可泵性评价方法研究[J].四川建材,2022,48(07):12-13+32.