

市政工程施工中雨季施工管理策略研究

朱仕军

四川通力达建筑工程有限公司，四川省成都市，610041；

摘要：雨季施工将不稳定降雨、地表径流与高地下水位引入施工现场，使土体强度、结构稳定与交通组织承受叠加风险，若管理与技术响应迟滞，极易诱发边坡滑移、基坑渗涌、路基翻浆、材料失效与环境超标。为提高市政工程在雨季的适应性，本文从气象与水文特征、施工组织与计划、现场工程技术与数字化监测三条主线构建管理框架，阐述分区排水、弃方闭环、材料与工艺窗口、实时监测与应急联动等关键策略，并给出基于目标分解与标准作业包的落地路径。研究旨在以最小扰动、有限资源与稳定节拍保障质量与安全，同时建立数据回流机制，使改进能够在项目群之间复制与扩散。方法上倡导闭环验证与滚动修正，维持效率与环境的协同。

关键词：雨季施工；市政工程；风险管控；排水与防护；数字化监测

DOI：10.69979/3029-2727.25.01.064

引言

市政工程施工常穿行于既有城市空间，线性展开、工序交叉与周边敏感点密集并存。雨季条件下，降雨不确定性、汇水边界变化与地下水位波动会改变土体强度与孔压条件，进而影响临时排水、土方平衡、结构施工窗口与交通导改的稳定性。若缺少系统化的季节性管理，往往出现计划反复、材料报废、环境扰动与安全事件的叠加。因此，需要在组织、技术与数据三个维度同时设定边界条件与调度规则，把风险识别前移，把资源配置与工序节拍与气象与水文过程紧密耦合，并以分级响应与快速复工机制维持施工连续性与质量下限。围绕这一问题域，本文提出一套由目标约束、技术路径与组织机制组成的综合框架，以空间分区与阈值管理为抓手，配合过程监测与分级响应，将雨季风险转化为可度量、可追溯的管理对象。文本聚焦原理与方法，不引入具体工程数据，旨在为不同规模与条件的项目提供可移植的操作指引。

1 雨季施工目标体系与风险识别

1.1 雨季气象与水文特征及其风险机理

降雨过程具有强度突变、空间非均匀与回波滞后的特征，地表产流与明暗沟网络会在短时间内重构径流路径，使施工便道、材料堆场与基坑边坡承受超出常态的排水压力。当雨强超过土体渗透能力，孔隙水压力升高并削弱有效应力，黏性土体出现强度折减，砂性土体易发生管涌与流砂，边坡在降雨入渗一软化一滑移的链路中失稳概率显著上升^[1]。线性工程的汇水汇流时间短，

一旦纵坡与横坡组织不当，水流将沿路拱与沟缘集中，造成局部冲刷与基底掏蚀。对涵洞、临时导流与过水断面而言，漂浮物与泥沙堵塞会引发淹没与回水抬升，使上游分支出现溢流，进一步冲击围挡与支护的安全冗余。材料方面，水泥与沥青类材料的施工温湿区间受扰，集料含水率波动推高拌合误差，钢筋与模板的表面状态更迭加快，给成型质量与界面黏结带来不确定性。上述机理表明，雨季风险来源于水文条件、土体状态与工序窗口的耦合漂移，必须以动态阈值与空间分区的方式进行识别与分级管理。在风险识别方法上，可将雨强、持续时间、前期含水量、地下水位与上游来水量作为主控因子，结合地层类别、边坡几何、开挖深度与支护型式形成多因素矩阵，以等级分区的方式在图上标注“高、较高、中、低”风险带，并把不同风险带对应的预警阈值与控制动作写入现场操作卡。对线性工点，按百米或工序模块建立最小管理单元，每个单元配套截水、排水与应急通道。通过这一空间化的表达，使一线人员在复杂情形下仍能快速判断并执行。对地下水补给显著的河谷与台地过渡区，需单列监测分区与保守阈值，降低突发渗涌的偶发性冲击。

1.2 计划编制与组织调度的体系化策略

体系化的计划与调度以“目标—阈值—流程—记录”为主线展开。在项目启动阶段，将质量、安全、环境与交通维持等目标量化为可计量指标，并将关键工序的允许雨强、累计雨量、地下水位与风速等阈值固化到作业计划中，按路段、标高与工序建立分区日历与备用路径^[2]。时间维度上采用滚动计划：周层面确定主线节拍与

材料到场窗口，日层面结合短临预报与现场监测微调。空间维度上以集水分区与排水走廊为骨架布置临设，材料与机械沿着高程脊线布点，避免在集水洼地形成“二次汇水”。跨参建单位建立统一口径的阈值库与响应级别，从预警、停工、抢险到复工设置明确的责任与交接界面，并以影像与数据台账形成可追溯的闭环。通过连接计划与现场状态维持稳定输出。为进一步降低计划波动，应设置时空缓冲与资源冗余。时序上在关键工序前后布置可替代的机动工序与短周期任务，形成“雨前抢、雨中稳、雨后补”的节拍；空间上预留材料与设备的转移通道，按高程分区配置临时堆场，避免因集中转移造成拥堵。合同与计量应当将雨季产出的不确定纳入支付逻辑，把预案、应急演练与监测维护计入清单，增强执行的刚性。信息流方面，建立从气象服务到现场指挥的直通链路，通过例会与看板统一口径，减少跨单位沟通中的延迟与歧义。为进一步降低计划波动，应实行“计划—资源—现场”三线对齐。所有关键任务以最小作业单元上墙公示，明确责任人与时间窗，并设置“雨前二十四小时—雨中一雨后二十四小时”的三阶段检查表。对于多标段并行的项目群，建立共享拌合、运输与应急资源的统筹平台，从源头缓解因局部停工导致的链条断点，保持整体供给的连续性。季节转换期组织专项复核，及时切换到常态节拍与资源配置，避免长期沿用雨季模式带来效率损失。

2 现场工程技术与工序控制

2.1 路基与基坑的排水、防护与稳定技术

路基与基坑的稳定依赖“截、排、蓄、导、固”的组合。截水以分水脊与临时排水沟为主，优先在高程脊线布置导流，在纵向形成连续水路并与外部雨水系统衔接；排水以明沟配合盲沟，沟底设置反滤与防冲结构，避免细料流失与沟床掏空；在基坑周边设置防水帷幕与反压井，降低渗流引起的坑底隆起风险，对软弱地层采用旋喷、深搅或预压固结提升抗剪强度与抗渗能力^[3]。边坡按分级放坡与分段支护组合，雨前完成坡面防护层，采用喷混植生、挂网与薄层浆砌石抑制表层冲刷，坡脚辅以趾墙或抗滑桩稳固。施工便道选用透水基层与拦砂坎，设置错峰交汇点以避免车辙积水。对涵洞与箱涵开口位置进行临时围护并配置快速拆装的挡水构件，以适应暴雨短时高峰的过水需求。上述措施需要与监测联动，依据水位、孔压与变形数据及时调整排水断面与支护刚度，形成“测—调—验”的小循环，提高结构与地基的

抗扰动能力。排水系统的可靠性取决于连通性与冗余度。在纵向设置分段跌水与消能构造，降低高流速对基层的冲击，在与市政雨水系统衔接处设置格栅与沉砂节点，便于快速清污维护。反滤结构按“粗—细—土”顺序分层，保证渗流通过而细颗粒被拦截，降低渗透变形风险。基坑如需持续降水，应监测周边沉降与结构内力，并以阶段性停抽与回灌减小对邻近建（构）筑物的影响。在软弱与饱和区段，宜采用分层开挖与限速碾压，实时校核路基含水率与压实度，使承载力达到可控阈值后再进入下一道工序。所有排水与支护的临时构造设置日检与雨前必检制度，缺陷闭环到人到点到时限。

2.2 材料、设备与工艺窗口的适配性控制

材料与设备在雨季需要遵循“窗口化”理念。颗粒材料按含水率分仓储放并标识来源，拌合前进行快速含水率校核，通过配合比动态修正控制强度波动；水泥类材料采用密闭储存与短周转策略，外加剂与矿物掺合料的掺量区间与搅拌时间随温湿度校正；钢筋成型后及时除锈与涂覆界面保护层，模板使用前进行表面干燥与清洁，防止界面污染降低黏结性能。机械设备通过防雨罩、绝缘检查与电气接地确保安全运行，土方与吊装设备在软基上配置承载垫板与临时道面，防止陷车与倾覆；关键设备建立备机与备件清单，缩短雨停后的复工准备周期^[4]。工艺方面，混凝土与沥青类工序设定温湿度与雨强上限，在临界区采用可逆工序替换，如转入钢筋与预制构件加工，以保持产出节拍。现场以标准作业包固化“雨前准备—雨中应对—雨后复核”的要点与记录，把经验转化为可执行的步骤，减少个人判断差异带来的波动。质量控制与环境控制需要一体化执行。拌合站配置在线计量与批次追溯，异常批次自动锁定并触发复检；运输环节采用密闭与保温措施，缩短在途暴露时间，摊铺工序设置覆盖与临时雨棚，保障施工窗口内的温湿环境。对易吸水材料采用二次计量与现场复核双通道，减少人为偏差。在劳动力组织上，建立雨季轮值与技能组合梯队，使不同工种能够在换序时快速接力。把质量样板与绿色施工措施合并展示，强化一线的可视化学习与复核。在检验验收上设置见证点与停检点，对关键工序实施旁站与抽样复核；建立样品与试件的留置制度，使质量问题能够追溯到批次与时间。雨后复工前，对在制品开展外观、尺寸与强度三类复核，不满足阈值的部位及时返工或采取补救措施，避免缺陷渗入后续结构层位。人员培训覆盖雨天安全与质量要点，提高对窗口化措施的执行一致性。

3 数字化监测预警与应急协同

3.1 数据驱动的预警、分级响应与动态决策

数字化监测把气象、视频、水位、孔压、位移与能耗等要素纳入统一平台,按照集水分区与风险源布设监测点,实现“点一线一面一流域”的立体感知。通过短临预报与现场传感数据的融合,构建针对雨强、累计雨量与上游来水的预测曲线,把阈值转化为可视化红黄蓝三级预警。当预警触发时,系统自动生成作业清单与资源调用指令,包括封堵口门、启泵时序、人员转移与设备停机 etc 动作,并同步记录执行进度与现场影像。数据平台以数字看板呈现关键断面的水位与排水能力余量,调度据此决定换序施工或局部停工范围。在雨停后,平台依据监测曲线与地面勘查结果评估复工条件,将“是否复工”具体化为水位回落幅度、含水率、承载力与设备完好率等指标,减少主观判断带来的风险。数据的价值在于指导决策。平台将历史项目与本项目数据进行对比,生成“相似天气—相似地貌—相似工序”的参考库,为当前工点提供可借鉴的动作组合与资源配置清单。通过过程数据的统计过程控制方法识别漂移与异常,当排水能力与来水量的差值接近警戒线时,提前开启分区导流或启用备用泵组,把被动处置转化为前置调度。同时,平台记录每次预警的命中率与处置效果,用于持续校正阈值,减少过度反应与漏判。为提升透明度,构建面向多方的共享看板,让参建单位与监管、业主与公众在各自权限内获取信息,减少因信息不对称带来的误解与阻滞。结合地形、管线与排水网络的三维模型,形成“数字孪生”场景,在虚拟空间中预演导流与临时围护的效果,将方案比选前移并以数据支撑取舍。平台对关键指标设置连续性与完整性校核,防止数据“盲点”和“噪声”误导判断。

3.2 应急处置、复工评估与全周期闭环管理

应急处置的核心在于快速动员与标准动作。在项目开工即建立抢险队与物资库,物资涵盖抽排设备、电源、挡水构件、加固材料与个人防护,并通过例行演练检验动员链路 with 协同能力。处置流程强调先人后物、先截后排、先稳后修,以最短时间恢复现场的安全边界与排水能力。复工评估围绕“结构与地基安全、材料与设备完好、环境指标达标、交通秩序可控”四项展开,设置必检清单与见证点,完成签认后方可恢复生产。为形成全周期闭环,将监测与应急数据回流至知识库,通过复盘提炼“阈值—动作—成效”的因果链,修订作业包与合

同条款中的量化要求,推动下一轮计划与资源配置更贴近现场真实。在项目群层面,建立区域共享的雨季物资与抢险力量协同机制,实现资源在不同标段与项目之间的快速流转,提高整体韧性。沟通与协同决定应急效率。在项目与属地、交通与城管多部门之间建立联合值守机制,通过统一频道发布指令与进展,避免相互掣肘。抢险结束后开展图纸与现场对读并更新资料,把临时调整固化 as 新的基线,减少重复讨论。复盘以“事实—原因—对策—验证”为结构,将经验以条目化形式并入标准作业包与培训课程,并对表现优秀的个人与班组进行激励,形成正反馈。项目以应急响应时间、排水恢复速度、复工判定准确率与环境投诉率等指标评价成效,将评价结果纳入绩效与分包管理。面向周边社区,建立临时通行与服务保障方案,对医院、学校与商业区设置专门的沟通接口与时段安排,减少降雨与施工叠加对出行与经营的影响。对交通导改的调整及时同步导航与信息发布渠道,让道路使用者获取清晰路径与时间信息,将外部不确定性对施工组织的反作用降至最低。

4 结语

雨季施工的复杂性来源于气象与水文的不确定、土体与结构的时变特性以及城市运行约束的叠加。以目标分解为牵引、以阈值与分区为抓手、以数字化与标准作业包为支撑,能够把不确定性转化为可管理的边界条件,维持质量、安全与环境的底线。工程实践需要把“截、排、蓄、导、固”的工程措施与“监、预、控、处、复”的管理流程耦合,在计划、工序与资源维度持续校核与纠偏,并通过数据回流实现经验的复制与升级,使雨季施工从被动应对走向主动稳态。

参考文献

- [1] 焦雪伟,李金奎,黄高平.市政工程施工气象条件及气象指数分析研究[J].绿色科技,2021,23(12):30-32. DOI:10.16663/j.cnki.lskj.2021.12.013.
- [2] 代伟,刘红林,高诗凯,等.城市道路路基工程的雨季施工优化技术[J].建筑施工,2020,42(06):1018-1019. DOI:10.14144/j.cnki.jzsg.2020.06.036.
- [3] 阮沛霖.浅议市政综合性项目施工中雨季施工的研究[J].绿色环保建材,2018,(12):175+177. DOI:10.16767/j.cnki.10-1213/tu.2018.12.129.
- [4] 冯如俊.市政路暴雨施工地基处理探析[J].住宅与房地产,2017,(05):241.