

极端天气条件下建筑工程施工进度管理与应急响应策略

汪冬冬

江西中驰建设工程有限公司 江西省南昌 330000

摘要：随着全球气候变化加剧，极端天气事件频发，对建筑工程施工的连续性、安全性和经济性构成严峻挑战。传统的施工进度管理模式在面对极端天气时往往显得被动和脆弱，缺乏有效的预见性和应对能力。本文聚焦于极端天气条件下的建筑工程施工进度管理与应急响应策略，旨在构建一套系统化、科学化的管理体系。首先，深入剖析了极端天气的类型特征及其对施工进度的影响机制，明确了管理中的核心难点。其次，提出了以动态调整为核心的施工进度管理策略，包括计划弹性设计、预警调度协同、资源优化配置及信息化决策支持。再次，系统阐述了应急响应体系的构建原则、预案制定流程、现场安全保障机制以及应急响应与进度恢复的衔接管理。研究表明，将进度管理与应急响应进行一体化设计，能够显著提升建筑工程在极端天气下的风险抵御能力和恢复能力，保障工程目标的顺利实现，对推动建筑业韧性发展具有重要的理论价值和实践指导意义。

关键词：极端天气；建筑工程；施工进度管理；应急响应；风险管理

引言

建筑工程是露天作业、资源密集、周期长且受环境影响显著的复杂系统。施工进度是项目管理三大核心目标之一，其顺利实现是保证项目效益的基础。近年来，全球气候变化使极端天气事件的频率和强度显著增加，这些不可抗力因素成为施工进度延误、成本超支及引发安全事故的主要外部风险源。传统施工进度管理基于历史气象数据和稳定气候假设，制定的是刚性计划，遭遇极端天气时措手不及，会导致停工、工程损毁、设备材料受损，造成工期延误和经济损失，还可能威胁人员生命安全。因此，主动适应气候变化挑战，将极端天气因素纳入施工进度管理框架，建立高效应急响应机制，变被动为主动防控，是当前建筑工程领域亟待解决的关键问题。

一、极端天气对建筑工程施工进度的影响机制

（一）极端天气的类型与特征

影响建筑工程施工的极端天气主要包括强降水型、强风型、温度异常型和复合型。强降水型极端天气如暴雨、特大暴雨，其特征是单位时间降水量大、持续时间长，易引发城市内涝和施工现场积水。强风型极端天气如台风、颶线，其特征是瞬时风速大、破坏力强，对高空作业、大型起重机械和临时设施构成直接威胁。温度异常型包括持续高温和极端低温，高温会导致混凝土水化过快、人员中暑效率下降，低温则会使混凝土受冻、

土方开挖困难。复合型极端天气是指两种或以上类型同时发生，如台风伴随暴雨，其影响更为复杂和严重。

（二）极端天气对施工活动的影响路径

极端天气对施工活动的影响路径是多维度的。首先是直接影响，即恶劣天气直接阻止了特定工序的开展。例如，暴雨天气使土方开挖、室外防水、混凝土浇筑等无法进行；大风天气迫使塔吊等起重设备停止作业；高温或低温天气不符合混凝土、砌体等材料的养护条件。其次是间接影响，极端天气可能导致施工现场道路中断、电力供应中断、材料运输受阻，即使天气转好，也因资源无法及时到位而无法立即复工。此外，极端天气还可能对已完成的分部分项工程造成损害，如洪水浸泡地基、大风损坏幕墙，需要进行返工或修复，从而占用后续工期^[1]。

（三）施工进度延误的成因分析

极端天气导致施工进度延误的深层成因，在于其打破了施工进度计划赖以建立的若干基本假设。传统的网络计划技术如关键路径法，其核心假设是工序持续时间是相对确定的，工序间的逻辑关系是固定的。而极端天气的突发性和不确定性，使得工序的实际持续时间变得高度不确定，并可能破坏原有的工序逻辑。例如，关键路径上的一个关键工序因暴雨停工三天，其后续所有工序均需顺延，造成总工期延误。同时，非关键路径上的工序若因极端天气延误时间超过其总时差，则会转化为新的关键工序，进一步压缩项目总时差，增加进度风险。

（四）极端天气下施工进度管理的难点与挑战

极端天气下的施工进度管理面临诸多难点与挑战。首要挑战是预测的困难性，尽管气象预报技术不断进步，但极端天气发生的确切时间、地点和强度仍存在较大不确定性，使得提前精准调整计划变得困难。其次是管理的复杂性，需要协调的要素增多，不仅要考虑工序逻辑，还要考虑天气窗口、资源调配、安全防护等多重约束。再次是决策的时效性，极端天气往来之势迅猛，留给管理者决策和响应的时间非常有限，要求具备快速反应能力。最后是成本与工期的平衡，采取预防性措施会增加成本，而不采取措施则可能面临更大的损失和延误，如何在二者之间做出最优决策，考验着项目管理者的智慧。

二、极端天气条件下的施工进度管理策略

（一）施工进度计划的动态调整机制

应对极端天气的核心在于变刚性计划为弹性计划，构建动态调整机制。这要求在项目初期编制进度计划时，就充分考虑极端天气的可能性，预留一定的“天气缓冲时间”，并将其作为总时差的一部分进行科学分配。在计划执行过程中，建立基于滚动计划的动态调整模式，以周或月为单位，根据最新的中长期天气预报，对后续计划进行前瞻性调整。当收到极端天气预警时，立即启动应急调整程序，评估受影响的工序范围和延误时长，重新计算关键路径，通过调整工序逻辑关系、压缩非关键工序持续时间、或利用总时差等方式，制定出新的进度基准，确保项目总目标受控^[2]。

（二）极端天气预警与施工调度协同

实现极端天气预警与施工调度的深度协同，是提升管理主动性的关键。这需要建立一套信息畅通、反应迅速的联动机制。项目管理部门应与当地气象部门建立常态化联系，获取权威、及时的气象预警信息。项目内部需设立专门的调度中心，负责接收、研判预警信息，并根据预警级别和影响范围，向各施工班组、分包单位下达明确的调度指令。调度指令应具体到哪些工序需要提前抢工、哪些工序需要暂停、哪些设备需要加固或撤离、哪些材料需要转移或覆盖，确保在极端天气来临前，施工现场处于预设的安全状态，并将对进度的影响降到最低。

（三）资源配置优化与工期保障措施

在极端天气背景下，资源配置的优化必须具备更强的灵活性和前瞻性。人力资源方面，要建立多技能工种储备，当特定工序因天气无法进行时，可将人员调配到不受影响的室内或交叉作业工序上，减少人员闲置。机械设备方面，对于受天气影响大的大型设备，应制定灵

活的租赁和使用计划，避免在可能发生极端天气的时段集中进场。材料方面，要提前规划好材料的采购和进场时间，避开运输可能受极端天气影响的时段，并做好现场的防雨、防潮、防冻等保护措施。工期保障措施则包括在天气好转后，通过增加工作班次、组织平行施工、采用新工艺新工法等方式，将延误的工期追赶回来^[3]。

（四）进度控制中的信息支持与决策辅助

高效的信息支持与决策辅助系统是实施上述策略的技术保障。该系统应集成项目管理软件、地理信息系统、气象信息平台等多个数据源。通过项目管理软件实时跟踪各工序的实际进展，与计划进度进行对比分析。利用GIS技术，将施工现场的地形地貌、临时设施、材料堆场等信息与气象预警图层叠加，直观展示不同区域受影响的程度。系统内置的决策支持模型，可以根据输入的天气参数、当前进度状态和资源情况，自动生成多种应对方案，并对各方案可能导致的工期延误和成本增加进行量化评估，为管理者提供科学、客观的决策依据，避免仅凭经验做出片面判断。

三、极端天气下的应急响应策略

（一）应急响应体系的构建原则与实施要点

构建科学完善的应急响应体系，需要严格遵循系统性、预防性、快速性和协同性四大基本原则。系统性原则要求将应急响应视为一个动态循环的管理过程，这个闭环系统应当包含预防预警、应急准备、快速响应和灾后恢复四个相互衔接的关键环节，并将其有机整合到项目全生命周期的管理体系之中。预防性原则突出“预防为主、防治结合”的理念，在体系设计阶段就要重点考虑潜在风险源的全面识别与分级管控，通过建立常态化的安全检查制度、隐患整改机制和定期应急演练等措施，将事故隐患消除在初始阶段。快速性原则强调建立精简高效的应急指挥架构和多渠道的通信保障系统，确保在突发事件发生时，指挥决策能够快速传达至执行层面，同时现场动态信息也能通过信息化手段实时回传至指挥中枢。协同性原则着重构建“内外联动、多方协同”的应急机制，既要强化项目内部设计、施工、监理等各参建单位之间的配合，也要做好与消防、医疗、公安等外部救援力量的无缝衔接，形成统一指挥、分工协作的应急合力^[4]。

（二）应急预案的编制规范与执行程序

作为应急管理工作的行动纲领，应急预案的编制必须立足实际、注重实效，确保其专业性和可操作性。在预案内容方面，需要针对台风、暴雨、暴雪、高温等不

同类型的极端天气事件，分别制定差异化的专项处置方案，详细规定各类情景的预警阈值、应急启动标准、指挥组织架构、部门职责分工、具体处置流程、应急资源配置方案以及信息报送与发布机制等重要内容。在执行程序上，要严格规范预案启动、应急响应、应急解除和善后处置四个关键环节的工作流程。预案启动阶段由项目负责人根据气象预警信息或突发事件态势评估结果下达启动指令；应急响应阶段各应急小组按照预案分工立即展开行动，有序实施人员转移安置、重要设备防护、危险区域管控和抢险救援等应急处置工作；当险情得到有效控制并经专业评估确认安全后，由指挥长宣布应急状态解除；进入善后处置阶段后，重点开展现场清理整顿、损失统计评估、保险理赔协商和生产恢复准备等工作，同时总结经验教训，完善应急预案。

（三）施工现场安全防护与应急疏散体系建设

保障施工现场安全是应急管理工作的重中之重。在极端天气预警发布后，必须立即组织专业力量对施工现场开展全方位、多层次的安全隐患排查与整改。重点检查内容包括：塔吊、施工电梯等大型起重设备的防风锚固措施，脚手架、模板支撑体系的稳定性，临时用电系统的防水防潮处理，深基坑、高边坡等危险区域的支护状况，以及活动板房、围挡等临时设施的加固情况。对于存在重大安全隐患且短期内无法整改到位的作业区域，必须坚决执行停工撤人、断电隔离等强制措施。在人员疏散方面，要建立科学完备的应急疏散体系，预先规划多条安全可靠的疏散逃生路线，设置符合规范要求的应急照明和疏散指示标识，并定期组织全员参与的疏散演练和培训考核，确保每位作业人员都能熟练掌握疏散路线、避难场所和集结清点程序。当疏散指令下达后，要严格执行“班组负责制”，由各班组长负责本组人员的清点核对和有序引导，确保所有人员都能安全、快速、有序地撤离至预先设定的应急避难场所。

（四）应急响应与生产恢复的协同管理机制

应急响应阶段的结束标志着项目进入关键的恢复重建期，如何实现应急处置与进度恢复的无缝衔接，是最大限度降低损失的重要保障。在应急响应后期，项目管理层应当立即组建由技术、工程、安全、物资等多部门专业人员组成的灾后评估与恢复工作组。该工作组的主要职责是在确保安全的前提下，采用专业检测设备和评估方法，对施工现场的受损情况进行全面细致的勘查评

估，准确记录各类损失情况并建立详细的损失台账。基于评估结果，工作组应当迅速制定科学合理的进度恢复实施方案，该方案需要明确包含受损部位的修复技术方案、所需材料设备的供应保障计划、劳动力组织方案以及后续施工工序的优化调整措施等重要内容。恢复方案需经过专家论证并与建设单位、监理单位充分沟通协调，获得各方认可后组织实施。在恢复施工过程中，要加强现场组织协调和进度动态监控，建立每日例会制度及时解决各类问题，通过优化施工组织、合理调配资源、延长作业时间等措施，最大限度压缩工期延误，推动项目尽快恢复正常生产秩序^[5]。

结语

极端天气冲击建筑工程施工进度，已成行业常态化风险，传统被动应对模式不适应新形势，构建集主动防御、动态管理和高效响应于一体的综合策略体系，是保障项目实施的必然选择。本文的施工进度动态调整与应急响应策略相辅相成，构成管理闭环。动态进度管理提升项目对极端天气的预见与适应能力，化解风险于日常；高效应急响应为项目突发状况提供安全保障与快速恢复能力。整合二者并制度化，可增强项目整体韧性，抵御外部不确定性冲击。未来，应借助大数据、人工智能等技术，探索其在极端天气预测、进度风险模拟、应急资源智能调度等方面的应用，推动施工进度与应急响应管理智能化、精准化，实现项目安全、高效、可持续建设。

参考文献

- [1] 黄思琦, 顾雄萍, 肖志鹏, 曾小团. 城市突发极端气象灾害应急管理的若干思考[J]. 气象研究与应用, 2022, 43(3): 120-124.
- [2] 陈彦君. 《极端天气应对指南》(节选) 汉译实践报告[D]. 云南师范大学, 2021.
- [3] 卢鑫强, 杨柳. 绿色施工理念下的建筑工程管理模式创新思考[J]. 商业2.0(经济管理), 2021(13): 0187-0187.
- [4] 赵道林. 对加强市政给排水施工管理的探讨[J]. 商品与质量, 2020, 000(045): 20.
- [5] 姚尉迟. 浅谈岳阳市南湖电排扩容改造工程建设进度管理[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(10): 3.