雨季市政道路管网施工应急管理技术研究

白斌斌

内蒙古韶泰建设工程有限公司　内蒙古　呼和浩特　010010

摘　要：雨季施工是市政道路管网工程建设中面临的最具挑战性的工况之一，强降雨及其引发的积涝、塌方和漂管等次生灾害严重威胁施工安全和工程质量。本文聚焦于雨季市政道路管网施工的应急管理技术，系统分析了雨季施工面临的主要风险特征，从“预报预警—过程处置—灾后恢复”全链条出发，构建了涵盖雨情监测、防排结合、边坡稳定、抗浮锚固和快速复位的综合应急技术体系，并提出了应急组织管理、物资储备和预案演练等配套保障措施。研究认为，雨季管网施工应急管理的核心在于实现从被动抢险向主动预控的转变，应以雨情信息为驱动、以防排设施为基础、以快速响应为保障，形成系统化、标准化的应急管理技术方案。

关键词：市政道路；管网施工；雨季施工；应急管理；沟槽安全；抗浮措施

引言

市政道路管网工程线路长、埋深大、交叉多，且多采用明挖法施工，对气象条件极为敏感。在我国，雨季常与施工黄金期重叠，导致大量工程在降雨频繁季节作业，安全风险与质量隐患突出。降雨对施工影响多维：沟槽积水削弱边坡稳定性，易引发坍塌；地下水位上升可能导致流砂、管涌，危及基底；已安装管道受浮力作用可能上浮位移（漂管），造成接头脱开或轴线偏位；暴雨冲刷还会导致回填土流失及路面塌陷，恶劣天气更直接威胁人员设备安全。近年因应急管理不到位引发的事故屡见不鲜，引起业界高度重视。本文旨在系统分析雨季管网施工的风险特征，构建涵盖预报预警、过程控制与恢复处置的全链条应急管理技术体系，以期为雨季管网施工的科学组织和安全保障提供理论参考。

1 雨季管网施工的风险特征与应急需求

1.1 降雨对沟槽稳定的影响机理

市政管网施工的沟槽属于临时性土方工程，其稳定性主要依赖于土体自身抗剪强度和边坡角度的合理设计。降雨对沟槽稳定的破坏机理包括三个方面。其一，雨水入渗使土体含水率增加，基质吸力降低，土体抗剪强度显著下降——粘性土在饱和状态下的内聚力可能降低至干燥状态的一半以下，砂性土则可能丧失表观粘聚力。其二，渗流作用在边坡内部产生渗透力，方向与重力叠加后增加了下滑力矩，当渗透力超过土体阻力时即发生浅层滑塌。其三，地表径流对沟槽边坡坡面的冲刷形成冲沟和剥落，进一步削弱坡面完整性，尤其在粉质土和黄土地区，水力侵蚀作用尤为显著。

1.2 已建管道的抗浮失稳风险

已安装但尚未回填或回填不实的管道，在沟槽积水时面临严重的抗浮风险。根据阿基米德原理，管道所受到的浮力等于其排开水的重量，对于大直径管道（管径大于 1000 毫米），浮力可达数十千牛每延米。当浮力超过管道自重及其上部覆土有效重量之和时，管道即发生上浮，造成管节间橡胶圈接头脱开、管轴线偏位甚至管道折断。尤其值得注意的是，管道上浮往往在夜间或暴雨期间悄然发生，不易被及时察觉，一旦发现时损害往往已经形成，修复难度大、成本高。

1.3 雨季施工应急管理的特殊要求

与常规施工管理相比，雨季管网施工的应急管理面临一系列特殊要求。时效性要求极高——降雨预报发布后留给现场的响应窗口期通常只有数小时，必须在此时间内完成设备转移、沟槽防护和人员撤离等应急动作。处置条件的复杂性突出——雨天作业面湿滑、能见度低，应急救援的难度和风险成倍增加[1]。影响范围的广泛性——管网工程线性分布，一个标段的沟槽绵延数公里，同一场降雨在不同区段产生的影响差异巨大，难以实施集中防护。这些特殊要求决定了雨季施工应急管理必须建立系统化的技术方案和高度组织化的响应体系。

2 雨情监测预报与分级预警机制

2.1 施工期气象信息获取与研判

准确及时的气象信息是雨季施工应急管理的首要前提。项目应建立多渠道的气象信息获取体系，包括接入当地气象部门的实时预报数据、订阅专业气象服务商的短临预报产品、在工地现场设置小型自动气象站等。重

点关注的预报要素包括：未来 72 小时逐小时降雨量预测、暴雨预警信号等级、最大小时雨强、风力风向以及强对流天气可能性。项目技术负责人应每日定时会商气象信息，结合工程实际研判降雨对施工的影响程度，提前做出停工或转移的决策。

2.2 现场雨情与水位实时监测

除依赖外部气象信息外，施工现场应建立自主的雨情和水情监测能力。在沟槽沿线关键点位设置雨量筒和水位标尺，降雨期间安排专人定时（每 30 分钟）记录降雨量和沟槽内积水深度。对于深基坑和大型顶管工作井，应安装自动水位监测报警装置，当积水深度达到危险水位时自动触发声光报警。开挖区域的边坡顶部应设置位移观测桩，降雨期间加密观测频次，及时发现边坡变形征兆。

2.3 分级预警响应标准的制定

依据降雨预报等级和现场实际情况，建立三级预警响应机制。黄色预警（一般级别）对应未来 12 小时降雨量在 25 ~ 50 毫米之间或小时雨强超过 10 毫米，启动常规戒备状态，检查排水设施、清理沟槽周边杂物，做好应急物资准备。橙色预警（严重级别）对应未来 12 小时降雨量在 50 ~ 100 毫米之间或小时雨强超过 20 毫米，启动停工撤离程序，人员和机械撤出沟槽区域，实施沟槽覆盖保护和积水抽排准备[2]。红色预警（特别严重级别）对应未来 12 小时降雨量超过 100 毫米或气象部门发布暴雨红色预警，全面停工，所有人员和设备撤离至安全地带，启动 24 小时应急值班，重点监控边坡稳定和周边道路安全。

3 雨季施工应急技术措施

3.1 防排结合的场地水控制技术

“防”与“排”相结合是雨季沟槽施工水控制的基本原则。以防为主，在沟槽开挖线外侧 2~3 米处设置截水沟或挡水埝，拦截坡面径流进入沟槽；对沟槽顶部地面进行硬化或铺设防水布，减少雨水入渗；在沟槽边坡表面覆盖彩条布或土工膜，防止雨水直接冲刷坡面。以排为辅，在沟槽底部设置排水沟和集水坑，配置足够能力的排水泵，确保积水能及时抽排至场地外的市政雨水管网。排水泵应采用电动与柴油泵双配置，防止暴雨期间临时停电导致排水中断。每段沟槽的排水能力应按照最大小时降雨量对应径流量的 1.2 倍进行配置，留有余量。

3.2 沟槽边坡雨季加固技术

雨季期间，沟槽边坡的稳定安全系数明显降低，应采取主动加固措施。对于深度超过 3 米的沟槽，宜在边坡中部设置宽 1 ~ 1.5 米的卸荷平台，减小坡高和坡角。在易滑塌的粉质土或砂性土地层中，可采用土钉或锚喷等浅层加固方式提高坡面稳定性。对已开挖暴露时间较长的边坡，在雨季来临前应采用喷射混凝土或水泥砂浆抹面进行封闭保护。降雨期间应安排专人对所有边坡进行不间断巡查，重点观察有无裂缝发展、局部滑移或渗水异常，发现险情立即启动应急预案。

3.3 管道抗浮应急锚固技术

管道抗浮是雨季施工应急管理的关键技术环节。对于已安装但尚未回填的管道，应在雨季来临前采取临时抗浮措施。最常用的方法是在管道顶部压覆砂袋或预制混凝土压块，增加抗浮配重；或利用已安装的管道接口处设置临时拉锚，将管道与沟槽底部的锚固桩连接。对于大直径管道，宜在管道安装后立即进行分段回填，回填高度至少达到管顶以上 500 毫米，利用回填土的自重抵抗浮力。在暴雨预警发布后，应重点检查低洼地段和穿越水域段管道的抗浮措施是否到位，不足时紧急补强。

3.4 沟槽积水的快速排除技术

当沟槽积水发生后，需以最快速度组织抽排，防止积水浸泡时间过长引发边坡失稳或管道漂移。应预先规划排水路线，确保排水管出口远离沟槽边坡，防止回灌。在积水深度超过 500 毫米时，宜采用大流量潜水泵（单台流量不小于 50 立方米/小时）进行强排水[3]。对于长距离线性沟槽，应分段设置集水坑、分段抽排，避免整段沟槽同时积水。排水过程中应同步监测边坡和支护结构的变形情况，抽水速度不宜过快，防止水位骤降引起边坡内外的水压力失衡。

3.5 已开挖基底的应急保护

雨季施工中，已开挖至设计标高的沟槽基底极易受雨水浸泡而软化，导致地基承载力下降。应对措施包括：在基底预留 300 毫米厚的保护土层，待雨停后恢复施工时再人工清理至设计标高；对已完成垫层或基础施工的沟段，及时覆盖防水布防止积水浸泡；若基底已被水浸泡软化，应在重新施工前清除受扰动的软土层，换填级配砂石或低标号混凝土进行补强处理，严禁直接在软化的基底上进行管道安装。

4 雨后复工的检查与处置

降雨结束后，不可急于恢复施工，应按照规定的程序进行全面的雨后安全检查。首要任务是检查沟槽边坡稳定性——逐段巡视边坡有无裂缝、滑移或坍塌迹象，对疑似不稳定区段采用人工探查或仪器检测确认。其次检查沟槽底部积水是否已彻底排除，基底有无软化现象。再次检查

已安装管道的位置和接口状态，利用经纬仪或全站仪对管轴线进行复测，核查有无上浮位移；对雨水浸泡过的橡胶圈接口进行密封性抽检，确认无渗漏。最后对施工用电系统、排水设备和运输道路进行全面排查，排除雨后漏电、路滑等安全隐患。所有检查合格并由项目技术负责人签字确认后，方可正式复工。对检查中发现的轻微隐患，应制定专项处理方案并及时整改；对严重损害（如大范围塌方或管道漂移），应会同设计单位制定专门的处理方案，严禁擅自处理或隐瞒不报。

5 应急组织管理与物资保障

5.1 雨季施工应急组织体系

有效的应急管理需要健全的组织体系支撑。项目应成立雨季施工应急领导小组，由项目经理任组长，技术负责人和安全总监任副组长，各施工段负责人为成员。小组下设信息组（负责气象跟踪和预警发布）、技术组（负责应急方案制定和现场技术指导）、抢险组（负责现场应急处置和排水作业）、物资组（负责应急物资储备和调配）和后勤组（负责人员安置和医疗救助）[4]。各组职责明确、分工清晰，在预警启动后立即进入待命状态。同时，应与属地街道、防汛办、交警和医院建立应急联络机制，确保外部支援渠道畅通。

5.2 应急物资储备与设备管理

雨季施工应急物资应“专库专用、定点存放、定期检查”。必备物资清单包括：各型排水泵（含备用泵）、防水电缆、柴油发电机、彩条布和土工膜（覆盖用）、编织袋（装土挡水）、砂石料（压重和填堵）、软管和快速接头、应急照明灯具、雨衣雨靴、救生衣等。物资数量应根据工程规模和沟槽长度计算确定，并有 20%以上的富余量。所有水泵和发电机每月进行至少一次试运行，确保紧急情况下随时可用。物资库房应设在不受积水威胁的高位区域，并预留抢险车辆进出通道。

5.3 雨季施工应急预案编制与演练

雨季施工应急预案应作为项目施工组织设计的专项文件单独编制。预案内容应包括：工程基本情况和雨季施工风险评估、气象信息获取与预警发布程序、各级预警对应的应急响应措施、人员撤离路线和安置点、抢险队伍编组和任务分工、应急物资存放位置和调用流程、内外联络方式和报告制度等。预案编制完成后，应组织全体施工人员学习培训，确保每个人知晓自己在应急响应中的角色和任务。在雨季来临前，应至少组织一次实战演练，模拟从暴雨预警发布到现场应急处置的全过程，检验预案的可操作性和各组的协同配合能力，根据演练结果对预案进行修订完善。

6 结语

雨季市政道路管网施工的应急管理是一项系统性、时效性和风险性并重的综合性技术工作。本文从雨季施工面临的沟槽失稳、管道漂浮和积水内涝等核心风险出发，构建了以“预报预警科学、防排措施到位、边坡管道稳固、组织响应高效”为支柱的应急管理技术体系。研究表明，雨季施工应急管理的本质追求不是“避免降雨”，而是“在降雨条件下最大限度地控制风险”——通过雨前充分准备、雨中快速响应和雨后系统恢复，将降雨对施工安全和工程质量的不利影响降至最低。建议施工企业将雨季应急管理从临时性安排上升为制度化、标准化的工作机制，建立基于气象大数据的智能预警系统和区域联动的应急物资共享平台，不断提升雨季施工风险防控的科技含量和管理水平，为市政管网工程的安全、连续、高质量施工提供坚实保障。

参考文献

[1] 赵明华, 陈昌富, 刘杰. 降雨入渗条件下非饱和土边坡稳定性分析方法 [J]. 岩土工程学报,2023,45(1):22-31.

[2] 李广信, 张丙印, 于玉贞. 基坑工程中的地下水控制与应急排水技术 [J]. 岩土力学,2024,45(2):345-354.

[3] 王建华, 陈卫忠, 刘泉声. 城市地下管线施工雨季风险识别与防控体系 [J]. 地下空间与工程学报,2025,21(1):112-120.

[4] 张永兴, 文海家, 陈洪凯. 市政工程深基坑雨季施工边坡失稳机理与防治措施 [J]. 重庆大学学报,2023,46(8):89-97.