基于监理视角的市政道路不均匀沉降综合控制技术实践

程 潜

上海鑫圆建设咨询监理有限公司 上海 201599

【摘 要】：市政道路出现不均匀沉降，是软土地区修路时很常见的质量问题，很容易引发路面开裂、桥头跳车、管线破损等连锁问题，直接影响道路的使用年限和行车安全。本文以上海青浦区达荣路（创达路—创荣路）道路桥梁新建工程作为研究载体，从监理全流程管控的角度，分析软土地暗浜分布、管线密集、桥路衔接、多行业交叉施工等多条件叠加时，沉降病害的内在形成原理，跳出传统监理更看重事后验收的管控模式，搭建起“事前审核方案－事中旁站过程－事后复核验证”一体化的沉降防控监理工作体系。结合项目实际整理出地基处理、管线保护、台背过渡段、交叉工序协调等关键环节的监理管控办法，总结差异化监理处置要点。

【关键词】：市政道路；不均匀沉降；监理管控；软土地基；桥路过渡段

DOI:10.12417/2811-0528.26.21.067

市政道路往往修建在地质情况复杂的城郊工业园区，暗浜老河道、地下管线密集、桥路结构衔接等问题比较突出，不均匀沉降风险被进一步放大。长期以来，部分监理工作更侧重完工后对实体进行检测验收，对沉降隐患的源头预判与过程干预不足，路基和隐蔽工程的缺陷通常要等到路面建好后才集中显现，不仅维修成本高，还会干扰正常交通。达荣路（创达路—创荣路）道路桥梁新建工程位于上海青浦区香花桥街道，属于城市支路，包含道路、雨污水管网和跨河桥梁施工，场地内有暗浜分布，管线排布密集，多专业交叉施工，沉降控制压力突出。本文立足总监理工程师岗位实践，跳出单纯依靠规范条文检查的传统思路，探究面向不均匀沉降的主动型监理管控路径，梳理多风险耦合条件下的成套监理实施策略，为市政道路质量通病治理提供实践借鉴。

1 市政道路不均匀沉降多源风险识别

市政道路不均匀沉降由地质、施工工艺、工序安排、周边环境共同作用。监理事前研判需系统识别地质、构筑物、施工组织三维风险，为控制点设置提供依据。

（1）地质先天缺陷：长三角部分场地分布暗浜、老河道软弱土层，淤泥质土含水量高、压缩性大、固结周期长。清淤范围、换填材料、分层压实控制不到位，后期持续固结形成局部凹陷；软弱土被扰动后结构破坏、承载力下降，加大沉降风险。隐患埋于路基下，属隐蔽工程，仅靠完工检测难全部识别[1]。（2）构筑物交叉扰动：地下雨污水、电力、通信管线密集，沟槽开挖回填扰动土体；回填材料和压实控制不严，易出现条带状沉降，并挤压损坏管线，形成“沉降—管线破损—渗漏—沉降加剧”循环。道路路基与桥梁刚度差异大，桥台为刚性桩基，路基为柔性填土，刚度突变使桥路过渡段成为沉降高发区，处理不当引发桥头跳车[2]。（3）多专业交叉施工组织：道路、桥梁、给排水、附属设施多班组同时施工，工序衔接复杂，易出现前道质量问题被后道掩盖、交接管控缺位。如管线施工后未落实沟槽回填即填筑路基，台背回填与梁板架设顺序混乱，土工合成材料被后续施工破坏，均留下沉降隐患[3]。

结合本项目的风险识别结果，梳理出主要沉降风险点和监理的关注重点，具体内容如表 1 所示。

表 1 市政道路不均匀沉降主要风险点及监理管控重点

风险分类	主要风险表现	监理管控核心重点
暗浜软弱地基	清淤不彻底、换填厚度不足、分层压实不达标，后期路基沉陷开裂	专项方案审查、清淤验槽、换填工序旁站、分层压实见证检测
管线沟槽区域	沟槽回填填料不合格、压实不到位，管线受土体挤压变形	管线现状摸排、回填材料核查、狭窄部位压实工艺监督、严禁机械野蛮开挖
桥路台背过渡段	台背填料不合格、分层厚度超标，刚度差引发桥头跳车	台背专项施工方案，分层填筑旁站，压实度严格复核，搭板施工质量验收
多专业交叉作业	工序颠倒、成品保护缺失，隐蔽缺陷被覆盖	工序报验制度落实，交叉作业协调，成品防护措施检查

2 事前预控：立足方案与源头消除沉降隐患

主动监理管控的核心，是把管控关口提前，不能等病害出现后再做整改。事前预控阶段，监理工作主要围绕施工方案审核、现场条件核查、责任体系落实三方面进行，从源头降低沉降发生概率。

（1）专项施工方案深度审查：对暗浜处理、台背回填、

管线保护等直接影响沉降控制的分部分项工程，不能形式签收。监理结合勘察报告、设计图纸判断工艺可行性。暗浜处理重点核查清淤开挖坡度、换填填料选型、土工布与土工格栅铺设参数、分层压实指标、抛石挤淤块石粒径，明确关键工序旁站。管线保护重点核查探查方法、开挖方式、异常处置流程，明确管线周边禁止机械开挖，改用人工开挖。台背过渡段审核填筑时序、分层厚度、压实机具，明确梁板架设后对称均衡回填。方案缺工艺、参数照搬通用规范而不贴合场地条件的，要求补充完善，未审批不得开工[4]。(2）现场基础条件复核：开工前组织地下管线联合摸排，督促对接权属单位收集档案、现场探测定位、标识并标注到施工平面图，避免盲目开挖。复核勘察报告暗浜、老河道边界，与现场探挖不符时及时会商，不能按原方案盲目施工。进场砂砾、岩渣、土工布、土工格栅等核验质量资料，见证取样送检，不合格清退。（3）督促落实现场管理组织体系：沉降防控多集中在隐蔽工序，监理督促施工单位建立专项管理小组，本项目要求成立管线保护领导小组，设专职管线保护监督员，把地基处理、管线防护责任落实到班组和个人。明确隐蔽工程须自检合格后报验，监理验收签字后方可进入下道工序，杜绝“先施工、后补资料”。

3 事中管控：关键工序的监理过程干预

事中管控是控制不均匀沉降的主要环节，借助巡视、旁站、平行检验三种监理方式，针对暗浜处理、管线周边施工、台背过渡段、多专业交叉界面四个高风险板块进行管控，把质量要求落实到每一层填筑、每一道工序中。

（1）暗浜及软基处理监理管控：本项目存在明确暗浜区段，软基处理是沉降防控重中之重。监理全程参与抽水清淤验槽环节，在现场确认淤泥已经全部清除到原状土层，同时检查边坡开挖坡度是否符合 1:1.5 的设计要求。清淤验收合格后，才能进行后续的换填作业，换填施工过程中，监理全程旁站，监督砾石砂垫层摊铺厚度保持均匀平整；监督土工布铺设过程，核查材料克重、搭接宽度、两侧压边包裹的尺寸，避免土工布出现撕裂、褶皱、搭接不足等问题；宕渣填筑阶段，严格控制每层铺筑厚度，不允许超厚填筑，同时对宕渣粒径级配做现场检查。每一层填筑完成后，见证压实度检测工作，检测指标不达标严禁填筑上一层。针对抛石挤淤工艺，在现场管控块石粒径，要求填筑顺序从中间向两侧扩展，保障淤泥能被有效挤出，避免大块石料集中堆积形成空隙[5]。（2）管线密集区域施工监理管控：管线密集的地段，既要保护管线本体不受损伤，也要控制沟槽回填质量，避免后期沟槽位置出现带状沉降。监理严格落实开挖管控要求，管线周边一定范围内禁止挖掘机直接作业，监督施工单位用人工掏挖方式露出管线；一旦施工中发现管线位置、现状和前期资料不一致，要求立刻停工，联系管线权属单位到场处理，落实好防护措施之后才能复工。沟槽回填阶段，重点管控填料质量，禁止直接使用含有大块硬物、腐殖土的劣质土回填；狭窄作业空间里大型压路机无法作业，监督施工方选用小型夯实机具分层夯实，严格控制分层虚铺厚度。监理巡视时重点检查沟槽边角、管顶周边这些压实盲区，防止漏夯留下隐患。如果发生管线破损，督促施工单位第一时间上报权属单位，启动应急抢修，降低次生风险。（3）桥路台背过渡段监理管控：桥路过渡段刚度差异是桥头跳车的主要诱因，该部位作业空间受限，压实难度大，是监理重点旁站对象。监理严格把控施工时序，桥台周边回填，必须等板梁架设完成后，台前台后对称均匀填筑，禁止桥台没有上部约束就进行大规模回填，避免桥台受单侧土压力发生位移变形。监督分层填筑厚度，严格按照设计参数控制，不同填料的分层界面不能混杂，同时检查土工格栅的铺设方向、搭接长度、锚固措施，防止铺设过程出现卷曲、破损，每层施工完成后见证压实度检测，台背过渡段的压实标准比一般路基更高，不满足指标不得继续施工，同时监督搭板施工质量，搭板下的基层必须充分压实，禁止搭板底部脱空，搭板钢筋、混凝土浇筑质量按照结构构件标准验收。（4）多专业交叉作业协调管控：市政道路多专业交叉极易造成工序混乱，监理需要发挥总协调职能，平衡道路、桥梁、排水、附属各个班组施工顺序。施工要遵循“先地下、后地上”的总体原则，先做完管线施工、沟槽回填验收，再进行大面积路基填筑，避免后期开挖管线对成型路基造成破坏。监理要增加交叉作业区域的巡查次数，做好成品保护监管，已经铺设完成的土工格栅、土工布，要禁止其他专业的机械车辆直接碾压破坏；已经验收合格的路基，禁止随意开挖扰动，要严格执行工序交接检查，上一道隐蔽工序没有通过监理验收，下一道工序不能开工，从管理流程上避免隐患被掩埋。

4 事后复核与动态追踪，闭环处置沉降隐患

很多路基的固结变形不会在施工期全部完成，仅仅依靠完工一次检测不足以评判沉降控制成效。监理单位在路基完工后到路面施工、竣工验收这段时间里，需要建立复核和动态跟踪机制，做到隐患闭环管理。

（1）隐蔽工程资料与实体复核：路基各隐蔽工序完工后，监理不能只是签字整理资料，要把验槽记录、分层压实检测报告、材料检测报告、旁站记录对应起来综合研判，杜绝资料与现场脱节。针对暗浜、台背、管线沟槽这些重点部位，要进行平行检验，必要时用钻芯、挖探坑的方式再次复核，检查实际换填、回填的质量，如果发现局部压实不到位，要及时要求整改加固，不能带着隐患进入路面施工环节。（2）沉降观测数据的监理研判：督促施工单位做好沉降观测工作，在暗浜路段、台背过渡段这类重点位置设置观测点，按照规范要求的频率进

行观测。监理要复核观测的原始记录，重点留意沉降速率、沉降差的变化趋势。如果出现沉降速率异常加快、相邻位置沉降差持续变大，监理要及时组织各参建单位分析原因，暂停后续路面施工，排查内部缺陷，制定出补强方案并处理到位后，才能允许继续施工，不能简单以外观平整作为合格判断标准。（3）竣工验收阶段病害前置排查：竣工验收之前，监理要组织对全线路况进行病害排查，重点检查桥路衔接处、管线沟槽上方路面、暗浜对应路段，看看有没有早期裂缝、局部凹陷这类早期病害痕迹。对于找到的细小早期病害，要追溯对应的隐蔽工程档案，分析产生原因，在竣工验收前处理完毕，不能把和沉降相关的病害留到交付运营之后。

市政道路不均匀沉降防控贯穿项目建设全周期，事前预控、事中过程管控、事后复核追踪这三个阶段的监理工作重点各有不同，如表 2 所示。

表 2 监理管控各阶段工作要点对比

管控阶段	监理核心工作	关键输出内容
事前预控	专项方案审核、现场条件复核、原材料核验、管理体系落实	审批完善的专项方案、原材料复检报告、管线探查记录
事中过程管控	巡视、旁站、平行检验，管控软基、管线沟槽、台背、交叉工序	旁站记录、工序报验验收记录、压实度见证检测记录
事后复核追踪	隐蔽资料复核、沉降观测研判、竣工验收病害排查	隐蔽工程验收资料、沉降观测复核意见、病害整改闭环记录

5 工程实践成效分析

达荣路（创达路—创荣路）道路桥梁新建工程由总监理工程师主导，落实了上述全套不均匀沉降监理管控方案。针对项目里的暗浜区段，监理对抽水清淤、抛石挤淤、砂砾垫层、土工合成材料铺设、分层填筑压实做了全过程旁站监督，并且严格执行分层验收；管线施工阶段落实了管线保护小组机制，严格控制人工开挖和沟槽回填环节，桥路过渡段则严格管控填筑顺序、分层压实，落实比普通路基更高的压实控制标准。

项目竣工验收时，全线路基整体稳定性良好，暗浜处理区段、管线沟槽对应的路面都没有出现明显局部沉陷、纵向开裂问题，桥路过渡段也没有出现桥头跳车这类明显病害，路基所有检测指标都满足设计和规范要求，沉降防控达到了预期效果。从这次实践可以发现，市政道路不均匀沉降治理，不能只依靠施工技术手段，监理主动提前管控、隐蔽工序全过程监督、多专业工序协调，在防治质量通病的过程中发挥着不可替代的作用。

6 结语

市政道路出现不均匀沉降，是多种因素共同作用导致的常见质量问题，软土地区再加上暗浜、管线密集、路桥刚度变化大以及多专业交叉施工，会进一步增加控制沉降的难度。传统监理工作大多只重视后期实体检测，很难从根源上避免隐蔽路基出现问题，达荣路项目的实际经验显示，监理工作要建立完整的管控流程：事前要研判风险、提前制定方案，事中要对关键工序旁站监督，事后要复核沉降数据形成闭环。管控重点要往前放到隐蔽工程和源头工序，重点关注暗浜软基、管线沟槽、桥路过渡段这类容易出风险的位置，落实好巡视、旁站、平行检验这些方式，同时发挥总体协调作用梳理好多专业交叉工序，落实各方的质量责任。监理人员要结合项目地质和结构特点灵活调整管控重点，主动识别潜在风险，完成从“事后处理”到“事前防范”的转变，为市政道路的使用耐久性和运行质量提供监理保障。

参考文献：

[1] 刘智,唐昌意,问建学,等.深厚软土路基沉降预测方法及工程应用[J].公路,2022,67(7):103-108.

[2] 赵江,魏丽敏,邓理明,等.市政道路管道沟槽回填泡沫轻质土数值分析[J].公路工程,2022,47(3):186-193.

[3] 李燕青.市政道路路基施工监理的技术要点与优化路径[C]//首届新技术应用与企业发展学术交流会论文集.2026:1-3.

[4] 纪玉水.高填方路基沉降动态控制与监理方法研究[C]//2025 工程创新与可持续发展经验交流会论文集.2025:1-3.

[5] 房杭,刘萌成,康杰.桥台背回填膨胀填料防治桥头跳车施工技术探讨[J].公路交通技术,2026,42(3):155-160.