

城区学校建设中的基坑工程施工技术与管理应对策略

姜成斌

上海安正建设管理咨询有限公司, 上海 200070

DOI:10.61369/ETQM.2026070011

摘 要： 随着城市化进程加速，城区学校建设中的深基坑工程面临环境复杂、风险高等多重挑战，本文以静安区市北初级中学（基坑深度达到 12.4m）为例，探讨基坑工程技术及管理应对相关策略。在技术方面，通过实施精细化监测、科学降排水、优化开挖支护工艺以及完善应急机制，有效控制变形和风险状况，在管理方面，构建全过程风险管理体系，强化多方协同合作，并且借助信息化智慧工地平台提升管控效能。最终，该工程达成安全、质量与进度的多目标平衡，能够为同类项目提供可供借鉴的经验。

关 键 词： 城区学校；基坑工程；技术策略；管理协同；风险控制

Construction Technology and Management Strategies for Foundation Pit Engineering in Urban School Construction

Jiang Chengbin

Shanghai Anzheng Construction Management Consulting Co., Ltd., Shanghai 200070

Abstract： With the acceleration of urbanization, deep foundation pit projects in urban school construction face multiple challenges, such as complex environments and high risks. Taking Shibei Junior High School in Jing'an District (with a foundation pit depth of 12.4m) as an example, this paper explores relevant strategies for foundation pit engineering technology and management. In terms of technology, by implementing refined monitoring, scientific dewatering and drainage, optimizing excavation and support techniques, and improving emergency response mechanisms, deformation and risk conditions are effectively controlled. In terms of management, a comprehensive risk management system is established throughout the entire process, multi-party collaboration is strengthened, and the efficiency of management and control is enhanced through the use of an information-based smart construction site platform. Ultimately, the project achieves a multi-objective balance of safety, quality, and progress, providing valuable experience for similar projects.

Keywords： urban schools; foundation pit engineering; technical strategies; management collaboration; risk control

引言

随着城市化进程不断加速，城区教育设施建设需求日益增长。然而城区学校建设常面临诸多挑战，如用地紧张、周边环境复杂、施工条件受限等，特别是基坑工程作为地下空间开发前置环节，其施工安全与质量直接关系整体工程成败^[1]。在人口密集且建筑物林立的城区环境当中，基坑开挖不只是技术问题更是社会问题，需要兼顾工程安全、环境保护与社会影响，本文以静安区市北初级中学新建工程作为实例，深入探讨城区学校建设中基坑工程施工技术与管理应对策略，为同类工程提供切实可行实践参考。

一、工程概况

（一）工程自身特点

静安区市北初级中学(分部)新建工程位于静安区芷江西路街道，东至规划育婴堂路，南至中华新路及302a-08保留地块，西至302a-02地块，北至302a-05地块，工程总建筑面积21534.2m²，其中地上建筑面积12693.2m²，地下停车库建筑面积8841m²，地上6层，地下2层，建筑高度23.95m，项目总投资

87984.07万元，建筑功能包括教学及行政办公区、多功能配套区，地下设有餐厅食堂、风雨操场、教辅活动区、下沉广场、地下停车及设备用房，该工程基础形式为桩筏基础，采用钻孔灌注桩，教学楼为装配整体式框架结构，附属楼为钢框架结构，基坑工程普遍挖深为12.4m，属于超深基坑，被列为超过一定规模的重大危险分项工程，工程采用装配式混凝土框架、局部钢框架结构，教学楼预制率不低于40.6%，包括预制叠合梁、预制叠合楼板、混凝土预制柱、预制外墙、预制楼梯等构件，并且，工程基

坑施工呈现显著的“多坑协同、交错施工”特点：项目内1号、2号、3号基坑同期施工，其中由同一单位施工的1号与2号基坑却分属不同主管与监理单位，管理界面复杂。且因1号坑为地下3层、2号坑为地下2层，导致2号坑先行开挖支护后，其关键后续工序须等待相邻1号坑施工至安全节点，以避免受力突变风险。多深大基坑同步作业，对整体场地规划、交通组织、降水及安全监测协调提出了极高要求。

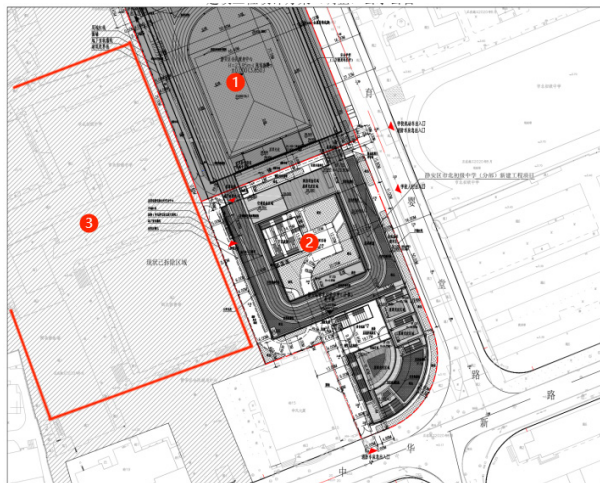


图1 工程基坑剖面示意图

（二）外部环境约束

工程场地处在城区核心位，属于Ⅳ类建筑场地，在设防烈度7度下无地震液化风险，地下水位为-0.5m对混凝土基本不存在腐蚀现象，场地地质总体状况良好。但场地紧挨着既有建筑且东临规划路，南边靠着中华新路以及保留地块，西边和北边连接着相邻地块，空间受到限制无法大范围布置施工。周边的管线十分密集包含给排水电力通信等，基坑施工之前必须要进行全面调查并做好保护工作。由于临近学校施工会受到噪声振动扬尘等环保方面限制，禁止在夜间进行作业，再加上城区交通存在拥堵情况，材料及土方运输需要协调交管部门制定专项路线与时间，这显著增加了施工组织的难度。

二、管理协同难点

城区学校基坑工程管理面临多重协同挑战，参建各方如建设、勘察、设计、施工、监理等职责存在交叉，沟通效率较为低下且决策链条较长，容易导致工期出现延误以及产生质量方面的问题。土方开挖、支护、降水、监测等多个专业存在交叉作业情况，工序衔接十分紧密，任何一个环节出现延误都可能影响整体进度甚至引发安全事故，同时该场地处于环境敏感区域，施工所产生的噪声、振动、扬尘容易引发居民投诉进而导致停工，并且需要对周边建筑物及管线实施实时监测，出现异常情况必须紧急响应并进行多方协调。加之超深基坑本身风险程度较高，土体变形、支护受力与地下水控制等问题较为复杂，一旦发生险情后果会非常严重，所以必须建立并落实高效的风险预警与应急处置机制。

三、基坑工程的技术应对策略

（一）精细化施工监测与数据分析

针对12.4m深基坑施工，建立了全方位、多层次的监测体系，监测内容涵盖支护结构顶部水平位移、支护结构深层水平位移、支撑轴力、立柱桩竖向位移、地下水位、周边地表沉降、周边建筑物倾斜与裂缝以及周边管线变形等方面，监测点布置按照“重点区域加密、一般区域适当”原则执行，在基坑周边每隔15-20m设置一个监测断面，每个断面设置3-5个监测点，对于邻近敏感建筑物区域将间隔加密至10m一个断面，监测频率依据施工阶段进行动态调整。基坑开挖前开展初始值测量工作，开挖初期（深度0-5m）每天进行1-2次监测，开挖中期（深度5-10m）每天进行2-3次监测，开挖后期及地下结构施工期间每天进行1次监测。若出现异常情况则启动加密监测机制，每2-4小时监测一次，监测数据借助专业软件实现实时采集、传输与分析，同时建立变形速率与累计值双控预警机制，当单日变形速率超过3mm每天，或者累计变形值超过设计允许值（通常为0.3%H，H为基坑深度）的70%时触发黄色预警，超过80%时触发红色预警并启动应急预案。

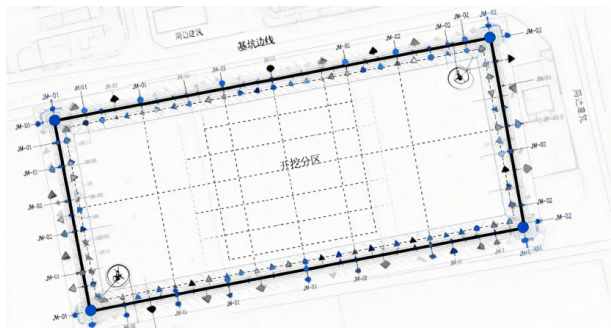


图2: 基坑监测点布置平面图

（二）降水与排水系统施工控制

根据地质报告，场地地下水位为-0.5m，需将水位降至基坑底以下0.5m，即-13.4m以下，采用“管井降水+明沟排水”的综合方案，共布置降水井36口，井深20-25m，间距15-20m，沿基坑周边均匀分布，井点抽水在基坑开挖前14天开始，确保土体有效固结，降水过程中，严格监控坑内外水位差，当水位落差达到35cm或75cm时，立即召集设计、施工方研究处理措施，防止因水位差过大导致土体渗透破坏，为防止降水对周边环境的影响，在基坑外围设置水位观测井12口，实时监测降水影响范围，同时，在基坑底部设置排水明沟和集水井，明沟沿基坑周边布置，断面尺寸400mm×400mm，坡度0.5%，集水井间距30-40米，配备大流量潜水泵，确保暴雨天气下基坑内不积水，

降水效果评估采用“双指标”控制：一是基坑内水位必须保持在开挖面0.5m以下；二是降水后土体含水量满足开挖要求，现场通过手感和简易试验判断，降水井在底板混凝土浇筑完成后方可拆除，拆除顺序遵循“分区、对称、缓慢”原则，防止水位突然回升引发土体回弹，

（三）土方开挖与支护结构施工协同

土方开挖要按照“分层、分段、对称、平衡”的原则，将12.4m基坑分成6层进行开挖，每层厚度保持在2.0 – 2.5m。开挖顺序需遵循“先撑后挖”的原则，先完成上层支撑结构的施工，再进行下层土方的开挖操作。每层土方开挖要在上层支撑结构的混凝土强度达到设计强度的80%后开始，以此确保支护结构能有效工作。因城区环境较敏感，所以采用“岛式开挖 + 盆式开挖”相结合的工艺。在基坑中心区域采用岛式开挖方式来加快出土速度，在周边区域采用盆式开挖方式减少对支护结构的侧向压力并控制变形。挖土机械选用小型挖掘机（1.0 – 1.5m³），同时配备长臂挖掘机（18 – 24m臂长）用于深部土方开挖，从而减少对支撑结构的干扰。出土路线设计成“单进单出”形式，并且设置专用的坡道，将坡道坡度控制在1:8以内，确保运输车辆能够安全通行。每层土方开挖前，必须要完成上层支撑的安装与预应力施加工作，在每层土方开挖过程中，要实时监测支护结构的变形与内力情况，当监测数据接近预警值时，需要暂停开挖，先分析原因然后采取加固措施，每层土方开挖完成之后，要及时进行垫层施工，对基底进行封闭，从而减少基底暴露时间。

（四）应急响应与风险处置机制

深基坑施工因风险高，必须建立完善应急响应机制，首先要组建由项目经理、技术负责人、安全总监等人员组成的应急领导小组，制定专项应急预案并明确职责分工与处置流程^[2-3]。其次要配备速凝水泥、水玻璃、编织袋、水泵、发电机等应急物资与设备，将其存放于现场应急仓库并安排专人管理和定期检查。第三要建立应急响应分级制度，一级响应也就是轻微异常情况由现场工程师处理，二级响应即较严重异常情况由项目技术负责人处理，三级响应也就是重大险情由公司技术委员会处理且必要时上报政府部门，

风险处置采用“快速判断、科学决策、有效实施”原则，例如，当监测发现支护结构位移速率突然增大时，首先判断原因：是开挖过快、降水不足，还是地质条件变化。然后根据原因制定处置方案：如减缓开挖速度、加强降水、增设临时支撑等。最后组织实施，并加强监测验证效果，特别强调“先固后挖”原则，即任何风险处置必须先确保结构安全，再考虑工期与成本，

四、基坑工程的管理应对策略

（一）全过程风险管理体系

本工程构建了系统的全过程风险管理体系，设计阶段组织专家进行多轮论证支护方案工作，重点评估该方案对周边环境的影响，在施工准备阶段仔细识别各类风险源，建立详细风险清单并制定相应控制措施，施工阶段开展动态评估工作，每周更新风险状态信息，对高风险工序实施专项管控举措，验收阶段同时兼顾结构安全和周边环境长期影响问题。推行A、B、C三级风险分级管理模式，A级风险也就是高概率且有严重后果的风险如支护失稳情况由公司总部直接控制，B级风险即中等风险如局部滑移现象由项目部进行重点监控，C级风险也就是低风险如机械操作问题由

班组开展日常管理，针对12.4m深基坑总共识别出A级风险5项、B级风险12项、C级风险25项，对每一项风险都明确具体措施和责任人^[4-5]。

风险预警与处置机制采用“三级预警”制度：蓝色预警（风险初显），由现场工程师处理；黄色预警（风险加剧），由项目技术团队处理；红色预警（风险失控），启动应急预案，公司领导现场指挥，同时，建立风险处置后评估机制，总结经验教训，完善风险库，提升管理能力，

（二）多方协同与施工组织

城区12.4米深基坑工程将高效多方协同当作核心，建立起“1+3+N”机制，其中“1”是由业主来进行统筹协调工作，“3”指的是设计、施工、监理这三方核心团队，实行每日碰头会以快速解决各类问题，“N”涵盖社区、管线单位、交管部门等，通过定期沟通来争取各方支持。在施工组织优化方面，时间上会避开教学与考试季，利用寒暑假集中攻坚关键工序，空间上严格分区设置材料堆场、加工区、办公区与作业区，人员上配置经验丰富的深基坑管理及技术团队，设备上采用低噪低振先进机械以降低环境影响，同时强化周边关系协调工作，施工前走访社区说明方案并发放联系卡，施工中设24小时投诉热线由专人响应居民关切，施工后及时修复受损设施并履行社会责任，有效将“邻避效应”转化为“共建共享”来营造良好外部环境。

（三）信息化管理与智慧工地建设

工程构建起基于BIM的基坑管理平台，将设计、监测、进度以及预警等功能进行集成，从而实现“一图统览、一数共享”的效果，通过设置多级权限来保障协同工作的透明性，采用“云 – 边 – 端”架构能够实时进行数据采集、预警以及分析，一旦数据超限就会自动发出告警。聚焦“人、机、料、法、环”这些关键要素，通过实名定位、设备传感、材料溯源、AI识别、环境监控等手段，推动管理方式从依靠经验向依靠数据驱动转型，达到提高效率并保障安全的目的。

五、成效分析及经验总结

通过综合应用上述技术与管理策略，静安区市北初级中学基坑工程取得显著成效。在安全方面，12.4m深基坑施工期间未发生任何安全事故，支护结构最大水平位移控制在25mm以内，远低于设计允许值37.2mm。在环境影响方面，周边建筑物最大沉降为12mm，远低于预警值30mm且未收到一起有效投诉。在工期方面，基坑开挖与支护施工历时98天，比计划提前7天完成，为后续主体结构施工创造了有利条件。

在这本项目中，我认为成功经验主要体现在三个方面：风险前置、数据驱动、多方协同是工程成功三大关键：首先风险前置，针对12.4m深基坑，预设降水系统 + 应急备用井控水，优化开挖顺序与支撑布局，精准管控变形。其次数据驱动，依托实时监测，动态调整施工——如位移异常即缓挖、加撑，科学避险。最后多方协同，联动社区、管线、政府及气象水务部门，及时沟通、高效应对暴雨等挑战，保障安全推进。

六、结语

静安区市北初级中学基坑工程的实践表明，在城区学校这一环境敏感、风险集中的建设场景下，基坑工程必须坚持“技术主导、风险前置、数据支撑、协同推进”的实施思路。通过精细化施工监测手段，对基坑变形、地下水位及周边环境影响进行全过程动态掌控。依托科学的降水与开挖协同技术，合理控制土体应

力释放节奏。并辅以分级应急响应机制，有效化解超深基坑施工过程中的潜在风险。同时，通过构建全过程风险管理体系、强化参建各方协同联动及引入信息化智慧工地平台，实现了施工安全、工程质量、工期控制与环境保护的多目标平衡。相关技术路径和管理模式在本工程中取得了良好效果，对类似城区学校及公共建筑深基坑工程具有较强的参考价值和推广意义。

参考文献

[1] 朱挺睿. 复杂地质条件下房建施工深基坑支护技术优化研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (34): 131-133.
[2] 胡巍. 住宅建筑工程深基坑施工监理控制要点 [J]. 居舍, 2025, (17): 177-180.
[3] 唐春华. 高层建筑深基坑的设计与施工研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (16): 141-143.
[4] 杨友龙. 基于深基坑支护技术的建筑工程管理优化方案 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(21): 163-165.
[5] 廖军. 深基坑工程施工技术与安全控制的新思路探讨 [J]. 山西建筑, 2025, 51(21): 89-92.