

Research on Technological Innovation and Management Optimization in Elevator Foundation Construction of High rise Buildings—Taking a commercial housing project in Jianye District, Nanjing City as an example

Chengbin He

Yayu Holdings Group Co., Ltd., Shanghai, 201999, China

Abstract

As the core vertical transportation system, the foundation construction quality of elevators has a decisive impact on the overall structural safety and subsequent functional use. This article combines the actual construction experience of the project, which has encountered many challenges such as pipe surge risk, slope collapse, and geothermal pipeline network. It systematically elaborates on the construction background, causes of problems, and current situation analysis. It explores the comprehensive measures adopted on site, including the caisson method construction technology, shotcrete slope protection technology, uninterrupted precipitation, and dynamic emergency management. It also compares the economic feasibility of adopting the method of pulling steel sheet piles. This type of practice provides useful reference for elevator foundation construction similar to deep excavation projects.

Keywords

elevator foundation; Pipe surge; Caisson method; Spraying slope protection; Deep foundation pit; manage

高层建筑电梯基础施工中的技术创新与管理优化研究——以南京市建邺区某商品房工程为例

何成斌

亚宇控股集团有限公司，中国·上海 201999

摘要

电梯作为核心垂直交通系统，其基础施工质量对整体结构安全与后续使用功能具有决定性影响。本文结合该项目的实际施工经历了管涌风险、边坡坍塌、地热管网诸多挑战，系统阐述了施工背景、问题成因与现状分析，探讨了现场采取的沉箱法施工技术、喷浆护坡工艺、不间断降水及动态应急管理综合措施，并对采用拉升钢板桩方案的经济可行性进行了对比。此类实践为类似深基坑工程的电梯基础建设提供了有益参考。

关键词

电梯基础；管涌；沉箱法；喷浆护坡；深基坑；管理

1 引言

本文以南京市建邺区某商品房工程为研究案例，对该项目电梯基础施工中遇到的管涌险情、地热管线保护难题以及施工组织困境进行系统性分析，从而总结出一套较为完善的深基坑施工应对策略。本文还将阐述在施工过程中对沉箱法、喷浆护坡、分段降水等技术措施的运用过程，并对采用U型钢板桩等其他支护方案的优缺点进行简单对比，为今后类似工程提供技术借鉴。

2 项目概况与背景

南京市建邺区地处典型冲积平原，由于地势平坦、地表下浅层土体透水性强，地下水位相对较高。项目所处区域正处于城市开发热点地带，地上空间和地下空间的利用率均已达到较高水平^[1]。该商品房工程建筑主体规划了多部电梯，电梯基础深度在负8米至负9米左右，部分区段由于存在桩基与承台，需要进一步下挖至更深标高。

为满足居住舒适度和节能要求，业主方在项目早期敷设了地热管道，并以地源热泵为核心进行后续供暖及局部制冷。该类地热管线多埋设在地下，对施工区域而言具有位置紧邻、不可破坏、更换费用高的特征。一旦在基坑开挖或降水过程中对管线造成破坏，不仅会产生高昂维修费用，也会

【作者简介】何成斌（1976-），男，中国上海人，本科，工程师，从事建筑工程施工管理研究。

严重影响项目整体工期和开发商利益。

在实际施工过程中,电梯井基坑多次出现涌水和渗水,进而引发局部管涌险情,给现场作业带来极大威胁。同时,由于降水专业分包和地热单位均直接与业主签订合同,呈现平行管理关系,总包单位无法直接调度分包团队行动,进而造成了施工指令传达与落实的延后,也给整个电梯基础施工的协同带来了挑战^[2]。

3 基础的地质问题分析

3.1 地质水文与管涌风险

根据钻探与勘察报告,场地浅层地质以粉细砂为主,黏聚力低且渗透系数高(可达 $10^{-4} \sim 10^{-3} \text{ cm/s}$),属于高透水性土层。结合地下水位埋深较浅的特点,在遇到梅雨季节或集中降雨时,基坑底的水头压力显著增大。当基坑开挖至一定深度,土体承受的水力作用将明显提高,使泥砂随水流一起涌入基坑内而形成管涌^[3]。

在土体颗粒被持续淘空的情况下,基坑周边极易发生沉降或坍塌,并可能波及周边建筑物或市政管道,形成严重的安全隐患。管涌示意图如图1所示,若无法及时处置,后续抢险难度和费用也将大幅提高。

$$Q=K \cdot i \cdot A$$

其中, Q 为地下水渗透流量 (m^3/s), K 为渗透系数 (m/s), i 为水力梯度, A 为过水断面面积 (m^2)。在高水位、松散砂层场地中,随着基坑挖深和外部补给水增多, i 值持续增大,若不采取有效的排水或加固措施,管涌发生概率将迅速上升^[3]。

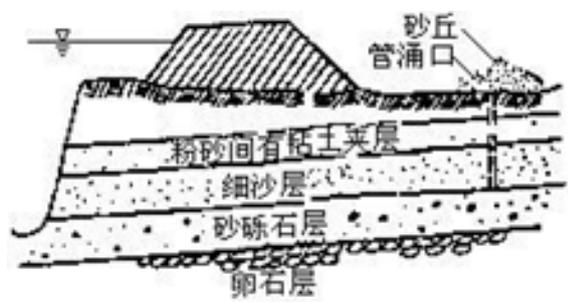


图1 管涌示意图^[3]

3.2 地热管线保护要求

项目周边敷设地热管网,用于后期地源热泵供暖或制冷。此类管线大多一次成型且不可中途改线,也不能破坏或切割,一旦发生渗漏或断裂,需要整段更换,费用极高,并且工期耽搁显著。从成本与安全角度出发,尽量避免大范围降水或大面积钢板桩支护穿越管线,以减小对地热管道的扰动^[3]。

3.3 多方分包的管理协调

降水单位与地热管网单位均与业主方平行签约,总包单位并无直接调度权。在需要紧急增设降水井或调整管线加固方式时,必须通过业主方协调安排。这类管理模式往往导致信息交换与决策实施的时滞。

4 电梯基础降水与风险控制现状分析

4.1 施工进度与降水措施

项目初期按传统井点降水思路,在基坑外围打设数条井点并采用潜水泵连续抽水。然而,在标高接近负8.85m一带,因土体含水量大且雨季雨量偏多,基坑内渗水量仍难以控制。一旦大面积强力抽水,则可能抽空周边土体并波及地热管线基础,造成管线失稳^[4]。

4.2 管涌险情与应急处理

西侧电梯井距地热管出口不足1米,局部软弱土层在高水压冲刷下,于短时间内大量冒出砂水混合物,现场水泵一度无法短时排干。应急人员紧急投入竹夹板、碎石与砂包封堵涌口,增加大功率潜水泵进行连续抽排,并对基坑壁与周边土层实施临时加固。经过约1小时处置,水势才逐渐减弱,基坑底恢复相对可控状态。

在此情况下,施工团队为减小降水规模与抽水半径,将部分基坑区域采取“沉箱法”施工,将垫层混凝土的浇筑集中在箱体内完成,从而将抽水范围限制在局部微区,减少对周边土体和地热管网的扰动。

5 电梯基础施工中的技术创新与管理优化措施

5.1 沉箱法在电梯基础施工中的应用

5.1.1 施工原理与优势

沉箱法是一种在深基坑或局部涌水严重的施工场景下常用的方案^[4]。在铁箱或钢箱底部和侧壁提前开设适配电梯桩头位置的孔洞,然后将该箱体整体吊放至基坑底部。箱体落位后,通过往箱内局部抽水,便可在“干作业”环境中快速浇筑垫层混凝土并做好桩头、承台等相关操作。这种方法有效避免了大范围降水或深井点布设,同时也能减少对地热管道周边土层的抽水影响。

5.1.2 桩位布置与箱体下放

在电梯基础平面布置中,多条桩位与电梯井相互靠近。若采用普通整体开挖方式,既需要大量抽水也会威胁地热管线。经与监理、设计及业主沟通,团队将沉箱法引入该区段施工。箱体制作时,需事先确认各桩头坐标与尺寸,并在钢板或铁板上开孔。待基坑挖至预定标高后,利用塔吊或履带吊将箱体吊运就位,再在箱体外围用碎石或砂土回填稳固。

5.2 边坡喷浆护坡工艺

为防止基坑壁在高含水量土体中发生坍塌或流土,项目针对场地特点采用了喷浆护坡技术^[5]。该技术在修整好的土壁上挂设钢筋网并采用锚固,随后分层喷射混凝土,使之与土壁形成整体支撑。施工流程:先清理与修补坡面,挂设钢筋网并打设锚杆,最后分两至三次喷射混凝土,厚度约5~8cm。完成后需及时洒水或覆盖进行养护,防止混凝土快速失水影响强度。

5.3 比较与放弃 U 型钢板桩围护的原因

项目初期曾考虑采用拉升钢板桩或 U 型钢板桩进行整

体围护,但经成本、场地可操作性及地热管线保护多因素综合分析后放弃。钢板桩施工通常需要振动沉桩机或锤击插打,一方面存在对地热管线的振动破坏风险,另一方面场地狭窄也不便于大型机械进场。此外,钢板桩租赁、插拔与二次运输费用高,一旦出现地热管线意外损毁,产生的额外费用可能更高^[5]。

相比之下,本项目采用的“分区降水+沉箱法+喷浆护坡”方案更具有灵活性与针对性,避免了大规模深井降水以及振动对地热管道的潜在危害,施工成本与组织难度也得到有效控制。

5.4 应急管涌处理与动态管理

基于风险管理理论,项目部在开工前制定了管涌应急预案并备足应急物资(竹夹板、碎石、砂包及高功率水泵等)^[1]。当基坑局部出现涌水苗头时,施工人员可在最短时间内覆盖夹板并大量抛填碎石砂包,使用高功率泵集中抽排,力图将险情限制在小范围内。同时,项目部设置了简易信息化监测系统,对基坑水位与坑壁位移进行每日高频监测。一旦水位异常下降或坑壁位移超限值,立即召集降水分包、地热管网单位等多方进行临时会议,协商调整施工计划或降水强度。

在管理优化方面,项目部结合项目管理理论,将质量控制、进度控制、费用控制和风险控制融为一体;并通过针对关键节点(如基坑底标高、电梯桩头处理工序、垫层浇筑完成时间等)的量化监控,提高现场管理效率。这样不仅能够及时发现问题并采取对策,也为后续竣工验收及结算打下数据基础。

6 数据分析与效果评估

6.1 施工质量与进度表现

在该工程中,通过分段开挖与井点降水的配合,沉箱法在电梯基坑中起到了显著的局部控水与作业面保护作用,喷浆护坡则保障了基坑周边土体稳定。项目实践中多次出现涌水,但在团队有效管控下未引发重大坍塌或设备伤害事故。以下为主要量化分析结果:基坑坍塌事故率:本工程零事故;电梯基础垫层浇筑合格率:经抽检,满足设计和规范要求的合格率达98%以上;工期达成率:较初步计划仅延误约5%,主要由于雨季施工影响。

6.2 质量与安全综合效果

前期通过引入降水分包及地热管道业主方的联合踏勘,对潜在的危險源事先作重点标识,加上施工过程中多次现场专题会议及信息化系统监测,成功实现了以下成果:安全风

险可控:管涌险情虽多,但均在短时间内得以抑制并未发展成为重大事故。周边环境协调:未发生对周边楼栋或地热管网的侵扰,施工噪音与振动也较可控。分包协作顺畅:虽受平行合同体制影响,但通过前期签订专项协作协议、建立应急联动机制,最大程度地减少了决策延迟。

7 结论与建议

7.1 主要结论

南京市建邺区某高层住宅项目的实践表明,面对高水位冲积平原环境下电梯基础深基坑作业时,多种施工技术与管理策略的综合应用可取得显著成效。沉箱法在局部控制抽水规模、降低对地热管线影响以及加速垫层浇筑方面具有突出优势;喷浆护坡有效预防了松散土体的坍塌;应急管涌处理及信息化监测提高了风险应对效率,保障了项目整体质量和安全。放弃大范围U型钢板桩围护的决策也在经济可行性方面得到了证明,为工程节约了可观成本。

7.2 后续改进与推广

深化信息化与智能监测:后续可在基坑周边布置更多高精度传感器,通过无线网络实时传输水位、土压、位移等数据,利用大数据分析或模型预测预警管涌。强化多方协同机制:建议在前期合同或项目策划阶段,将地热管网、降水分包与总包的管理联络机制写入专项条款,缩短决策链条,提高应急响应速度。引入更多对比与量化指标:在后续工程中,可进一步收集单位面积成本、施工效率、混凝土浇筑质量、基坑稳定性等量化指标,与其他项目进行对照,为沉箱法与喷浆护坡在深基坑施工中的适用性提供更充分的数据支撑。结合风险管理与项目管理理论:通过PDCA循环(计划—执行—检查—行动)或EPC总承包模式下的协同管理方法,将质量控制、进度控制、费用控制与安全管理融为一体,提升工程项目管理的整体水平。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑施工安全检查标准(JGJ59-2011)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [2] 吴晓波, 张华. 塔吊基础施工中标高控制的关键技术研究[J]. 建筑机械, 2022, 45(6): 18-21.
- [3] 李海波, 陈晓飞. 高含水量土层基坑坍塌风险与控制对策研究[J]. 建筑技术与应用, 2019, 48(12): 32-37.
- [4] 朱健强, 罗宇航. 喷浆护坡工艺在复杂基坑施工中的应用分析[J]. 施工技术, 2021, 50(7): 54-59.
- [5] 郑建刚, 王伟明. 建筑工程基坑支护与施工技术实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2020.