

# 沈阳市丽阳盛京广场深基坑工程施工安全管理

甘蜀宁<sup>1</sup>, 周洪军<sup>2</sup>

(1. 中国建筑材料工业地质勘查中心辽宁总队, 辽宁 沈阳 110004; 2. 吉林省第二地质探矿工程大队, 吉林 吉林市 132000)

**摘要:**沈阳市三好街丽阳盛京广场项目基坑深度 26.5 m, 属于超大型深基坑。该工程地下水位较高, 降水深度大, 施工困难, 安全风险较高。阐述和分析了其基坑支护与开挖、降水排水、监测等施工技术措施, 以及安全生产管理措施要点, 即领导重视、组织严密、职责分明、管理到位。通过严格的安全生产管理, 顺利完成了深基坑工程的施工。

**关键词:**深基坑; 基坑支护; 降水; 土方开挖; 工程监测; 安全管理

**中图分类号:** TU753 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2018)06-0085-04

**Construction Safety Management of Deep Foundation Pit of Liyangshengjing Plaza in Shenyang/GAN Shu-ning<sup>1</sup>, ZHOU Hong-jun<sup>2</sup>** (1. China Building Materials Industry Geologic Exploration Center Liaoning Branch, Shenyang Liaoning 110004, China; 2. Jilin Second Geological Prospecting Engineering Team, Jilin City Jilin 132000, China)

**Abstract:** The depth of foundation pit is 26.5m in Liyangshengjing Plaza of Shenyang, which is a super large deep foundation pit. Because of the high groundwater level and deep dewatering depth, the construction is difficult with high safety risk. This paper elaborates and analyzes the foundation pit support and excavation, dewatering and drainage, engineering monitoring and other constructin technical measures as well as the main points of construction safety management. By means of strict safety production management, the deep foundation pit construction is smoothly completed.

**Key words:** deep foundation pit; pit support; dewatering; earth excavation; engineering monitoring; safety management

随着城市建设的不断发展, 楼层越来越高, 建筑物基础的开挖深度也越来越深, 客观上促进了基坑开挖及支护技术手段的不断发展, 同时对基坑施工过程中的安全生产管理也提出了更高的要求。沈阳市丽阳盛京广场项目基坑深度达到了 26.5 m, 属于超大型深基坑。该工程地下水位较高, 降水深度大, 加上场内地下管网较多, 给施工带来了很大困难, 安全风险较高。这就要求从施工设计开始一直贯穿整个施工过程中必须采取有效的技术措施和严格的安全生产管理手段。我们编制了可行的安全专项施工方案并组织专家进行论证。为提升深基坑建设效率以及质量, 在工程建设施工过程中采取了严格的安全生产技术措施及安全生产管理措施。

## 1 工程概况

丽阳盛京广场工程坐落于辽宁省沈阳市文化路与三好街交汇处, 总投资额达到 20 亿元, 设计建筑

面积 18 万 m<sup>2</sup>, 建筑上部结构高 192 m, 双塔式综合大楼。其中地下 4 层, 设计深度达到 26.5 m。辽宁总队所属建强岩土工程公司承担了该项工程基坑支护、降水及土石方工程的施工。该项目位于繁华的商业区, 周围楼群林立, 人员往来众多, 给施工带来很大困难。地层土质以砂层为主, 极不稳定, 地下水水位较浅, 流量大, 降水难, 排水距离远, 施工难度很大, 安全风险很高。

## 2 施工技术措施

### 2.1 基坑地质概况

基坑南侧为 4 层居民楼, 地基为毛石基础, 北侧为 6 层建筑, 地基为毛石、挖桩基础, 西侧为学校操场, 东侧紧邻三好街交通主干线。建筑侧壁安全等级为一级。

场地地层情况自上而下依次为: 杂填土、细砂、中砂、圆砾、砾砂、中砂、粉质粘土、中粗砂、砾砂, 粘聚力

收稿日期: 2018-04-17

作者简介: 甘蜀宁, 女, 汉族, 1990 年生, 安全工程专业, 从事地质勘查及岩土工程安全生产管理工作, 辽宁省沈阳市青年大街 322 号昌鑫大厦 F 座 8 层, fony111@163.com。

标准值粉质粘土为 47.8 kPa,其它为 0,内摩擦角标准值在  $12.0^{\circ}\sim 37.0^{\circ}$ ,重力密度  $18.5\sim 19.5\text{ kN/m}^3$ 。

地下水稳定埋深 11 m,相应标高 30.5 m,为第四系孔隙水,赋存于砂石土层中。

## 2.2 基坑支护

基坑支护的目的是控制基坑的水平位移和沉降,保护好周边建筑及地下管网的安全,确保基坑内主体施工的安全。

丽阳盛京广场基坑上口东西向长约 125 m,南北长约 58 m,开挖深度自地面以下 26.5 m,基坑支护结构采用支护桩+预应力锚索、桩间喷射混凝土的支护形式,支护结构的安全等级为一级。护坡桩 299 根,桩长 38.7 m,桩径 800 mm,桩间距 1.2 m,采用旋挖工艺施工。冠梁尺寸  $1000\text{ mm}\times 600\text{ mm}$ 。此工程中护坡桩施工难点为桩位和旋挖垂直的精确度(误差 $\leq 5\%$ ),如有偏差,会对相邻护坡桩施工以及后续锚索施工造成影响。其次上部杂填土埋深较厚,松散,易造成塌孔,我们对此问题采用加长护筒的方法来解决。基坑设置 9 道锚索,锚索自由段 17 m,锚固段 10 m,材料为钢绞线,单个锚索设计特征值为 270~715 kN,难度在于首先要保证锚索的设计长度和注浆量,其次为自由段的保护。桩间喷射混凝土,挂钢筋网,喷射混凝土厚度 100 mm,混凝土强度 C20。

施工主要设备选用:XR280D 型旋挖钻机,YC100 型锚索钻机,泥浆护壁冲击钻机,BW-250 型高压注浆泵,BMY-1.8 型低压注浆泵,PT5 型混凝土喷射机,KVF/2 型空气压缩机,TS350 型灰浆搅拌机,60 m 扬程潜水泵等等。

施工程序:测量放线→支护桩施工(监测准备)→桩顶冠梁施工(监测)→降水井打井施工→桩间排水管抽水→锚索逐排施工→桩间二次支护→开挖至设计标高→竣工退场。

基坑支护要同时与监测紧密配合,控制好超深基坑的水平位移和沉降,保护好周边建筑及地下管网的安全,同时控制地下水,做好降水排水工作。

## 2.3 排水措施

基坑施工过程中,地下水对施工的影响很大。在基坑开挖之后,往往因为基坑与边坡土体抗剪强度存在差异性产生的剪应力而导致失稳滑动情况。若土体中水分过大,往往也会导致土体自重的进一步增大,促使土壤剪应力的增强。除此之外,水分具

有较强的润滑作用,故而土体中若存在大量的水分,其会降低土体内摩阻力。丽阳盛京广场深基坑施工地下水位较高,渗透系数达到了  $100\text{ m/d}$ ,根据施工总体设计,要将水位从 11 m 降到 34 m,降深达到了 23 m。在该项目我们采用管井降水方案,降水井设置为间距 11.0~12.0 m,共 33 眼降水井。另设置 6 眼观测井。降水井井深 45 m,井径 600 mm,井管内径 400 mm。观测井井深 35 m,井径 127 mm。由于场地面积小,给降水井的布置带来影响,设计时,把场地南侧以及东北角处的降水井设置在桩位上,这部分降水井既有降水作用,又要承担护坡桩的作用。重点在于焊接的同心,以及焊点的质量,保证其降水的同时,有足够的强度承担起支护效果。

土方开挖前应根据结构施工安排,提前抽水时间 $< 15\text{ d}$ 。井内安装水泵要求为:泵量  $80\text{ m}^3/\text{h}$ ,扬程 60 m。

降水排水设计方案:根据场地环境条件,排水管线总长 370 m,铺设的纵向坡度 $< 5\%$ 。抽出的水先由泵管接入 4 in( $\text{O}101.6\text{ mm}$ )支排水管,然后汇集到主排水管排出场外。

降水工程施工前必须详细调查核实场区地下管线、构筑物分布情况。井位施放后应采取人工探孔等方法进一步确定,确认地下没有各种管线、构筑物后方可施工。

## 2.4 严格遵循基坑开挖原则,控制基坑边堆放的荷载

在深基坑施工的过程中,施工人员遵循时空效应原则,在操作过程中依托施工区域的地质条件而选择合适的基坑开挖方式。在具体的施工作业过程中,为确保挖土、撑锚操作的有效配合,依据“先撑后挖”原则进行作业,并规避超挖现象的发生。为了实现支护结构与建设区域建筑的稳定以及安全,对初始位移控制在最小范围之内,对建设区域的几何空间进行全面的分析以及掌握,降低挖开部分的无支撑暴露时间,并尽最大的努力解决基坑的变形和稳定等。

丽阳盛京广场项目施工场地面积大,埋藏深,土方量达到  $21\text{ 万 m}^3$ 。施工场地有限,挖出的余土必须全部外运。施工采用分层分段进行开挖,土方开挖必须与基坑支护施工密切配合,以达到在保证安全的基础上充分利用场地,降低造价。在第一层土方开挖后,在场地东北角位置修筑 1:5 的坡道,以

便挖土机及运输车辆进出。每层开挖时都必须按规范要求留置运输土方坡道。土方开挖运输车辆只能在场内行驶,严禁在边坡上部平台行走。土方开挖到基坑底部后,立即施工垫层。

坑边荷载的出现往往会导致土体剪应力呈现出增加的趋势,继而导致坑边失稳的发生。所以,在施工过程中,我们要求施工人员要确保基坑上部边缘 2 m 以内不出现建材、设备以及土方的堆积,随时将弃土用车辆拉走。

### 2.5 基坑工程的监测管理

在基坑开挖过程中,通过技术手段对基坑环境条件、支护结构变位等状况进行监测、分析,为现场施工提供最正确合理的指导。我们从 5 个方面把控工程检测工作,分别是加强对地下水、基坑建筑物及地下管线变形状况、基坑外部地面变形状况、支护结构位移情况、基坑土体变形情况进行勘测。并对监测内容、目的、周期以及结果反馈进行了解,由技术人员依据监测数据进行观测项目曲线图的绘制、整理及分析、预测和评价,对于异常状况及时汇报,并对基坑的支护措施进行相应的调整和加固,以确保基坑施工的安全性。在丽阳盛京广场基坑项目中,我们采用人工巡视与仪器监测相结合的方法。仪器主要为 DTM332 型全站仪,精度 2"。通过监测,基坑开挖至 20 m 时,南部冠梁监测点的水平位移达到 11 mm 后,就基本稳定下来。各项指标位移值均在规范要求范围内。具体数值参见表 1~3。

表 1 丽阳盛京广场锚索拉力监测日报表(第 24 次)

点号	初始内力/kN	本次内力/kN	上次内力/kN	单次变化/kN	累计变化/kN	备注
50979	181.1	178.3	176.9	1.4	-2.8	第一层东
50947	186.0	170.1	172.3	-2.2	-15.9	第一层北
50146	186.6	193.2	191.3	1.9	6.6	第一层西
50722	145.8	149.5	148.1	1.4	3.7	第一层南
50723	242.0	240.5	239.2	1.3	-1.5	第二层东
50132	158.4	162.3	165.1	-2.8	3.9	第二层北
50718	287.1	285.8	288.2	-2.4	-1.3	第二层南
50726	392.2	393.0	392.6	1.0	1.4	第二层西
50712	403.7	401.5	404.8	-3.3	-2.2	第三层东
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
工况	基坑深度西部大约 9 m, 东部大约 9 m, 当日监测的简要分析及判断性结论:无变化					

### 3 安全生产管理措施

在丽阳盛京广场超深基坑工程施工过程中,我们

表 2 丽阳盛京广场基坑竖向位移监测日报表(第 30 次)

点号	初始高程/m	本次高程/m	上次高程/m	本次变化量/mm	上次变化量/mm	累计变化量/mm	变化速率/(mm·d <sup>-1</sup> )
CA1	41.3767	41.3753	41.3755	0.2	-0.3	1.4	0.05
CA2	41.3699	41.3681	41.3684	0.3	-0.1	1.8	0.06
CA3	41.3412	41.3392	41.3392	0.0	0.2	2.0	0.07
CA4	41.0396	41.0381	41.0383	0.2	0.0	1.5	0.05
CA5	41.3133	41.3114	41.3112	-0.2	0.1	1.9	0.06
CA6	40.8373	40.8343	40.8343	0.0	0.4	3.0	0.10
CA8	40.9196	40.9176	40.9174	-0.2	0.0	2.0	0.07
CB3	41.3440	41.3423	41.3422	-0.1	0.1	1.7	0.06
CB4	41.3064	41.3041	41.3043	0.2	0.2	2.3	0.08
CB9	41.1553	41.1535	41.1537	0.2	0.0	1.8	0.06
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
工况	基坑深度东部大约 9 m, 西部大约 9 m, 当日监测的简要分析及判断性结论:无沉降变化						

注:警戒值累计变化量 30 mm。

表 3 丽阳盛京广场水平位移监测日报表(第 32 次)

点号	初始值/m	本次测量值/m	上次测量值/m	本次变化量/mm	累计变化量/mm	变化速率/(mm·d <sup>-1</sup> )
Z1	22.2779	22.2784	22.2784	0.0	0.5	0.02
Z2	41.7195	41.7218	41.7215	0.3	2.3	0.07
Z3	41.7671	41.7689	41.7687	0.2	1.8	0.06
Z4	41.7183	41.7197	41.7194	0.3	1.4	0.04
Z5	41.6871	41.6883	41.6885	-0.2	1.2	0.04
Z6	31.3159	31.3176	31.3177	-0.1	1.7	0.05
Z7	31.2679	31.2698	31.2694	0.4	1.9	0.06
Z8	31.2253	31.2267	31.2264	0.3	1.4	0.04
Z9	31.3134	31.3154	31.3153	0.1	2.0	0.06
Z10	34.0966	34.0989	34.0986	0.3	2.3	0.07
Z11	34.1780	34.1801	34.1804	-0.3	2.1	0.07
Z12	34.1111	34.1135	34.1137	-0.2	2.4	0.08
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴
工况	基坑深度西部大约 9 m, 东部大约 9 m, 当日监测的简要分析及判断性结论:位移无变化					

注:位移向基坑方向为正,外侧为负;警戒值:累计变化量 30 mm。

严格抓好安全生产管理工作。在整个施工过程中做到领导重视,组织严密,职责分明,管理到位。

#### 3.1 建立健全安全生产责任制

成立以项目经理为组长的安全生产领导小组,指定各级安全生产管理人员,配备班组安全生产监督检查员。层层签订安全生产责任书,做到责任到人,职责分明。

#### 3.2 加强项目安全生产教育培训

对项目人员进行全面的安全生产教育培训。做好开工前的培训、职工转岗培训、特种作业培训、各类施工设备操作规程培训、应急预案及演练培训等等。

### 3.3 健全安全生产规章制度,加强安全检查力度,及时整改安全隐患

完善各项施工管理制度,如安全生产检查制度、风险隐患报告及整改制度、作业现场机械安全管理制度、临时用电管理制度、交接班及安全技术交底制度、紧急撤离制度等等。总队安全环保部对项目进行定期安全检查,要求项目组每日进行事故隐患排查,并及时记录整改,不放过任何安全风险。

### 3.4 加强施工现场管理

严格执行施工现场安全管理制度及各项操作规程。新工人进场必须进行身体检查,严禁酒后操作;进入现场施工人员严格进行“三级”教育,做好检查登记记录;施工前进行安全技术交底,办理签字手续;坚持班前 15 min 安全教育并做好记录。

充分了解并观察施工现场地下管线及地下障碍物的情况,发现问题及时报告处理。现场施工人员严格执行劳动防护用品使用制度,特种作业人员严格持证上岗。坚持门卫管理制度,与施工无关人员严禁进入施工现场。设立符合要求的安全警示标志和工地安全围栏。

### 3.5 加强设备设施安全管理

对现场设备质量及技术指标进行严格检查,使用符合技术标准及资质要求的合格合法设备。对职工进行设备使用及操作规程培训,建立设备使用维护台帐,特种设备严格执行持证上岗制度。

### 3.6 职业健康危害预防

严格执行职业健康安全各项规章制度,为职工配备合格的劳动防护用品,投保安全生产责任险,确保施工人员不发生职业健康伤害。

### 3.7 专项安全生产管理措施列表

我们根据深基坑施工特点,建立并实行以下安全生产专项技术管理措施:

- (1)预防边坡土方坍塌措施;
- (2)预防触电措施;
- (3)预防机械伤害措施;
- (4)预防坠落及物体打击措施;
- (5)预防喷射作业伤人措施;
- (6)人员上下通道、护栏、基坑边的限载措施;
- (7)钻机安全技术交底内容及备案措施;
- (8)喷射混凝土安全技术交底内容及备案措施;
- (9)临时用电安全技术交底内容及备案措施;

(10)地下管线及其它地上地下设施的保护措施。

### 3.8 加强应急管理工作

为加强丽阳盛京广场深基坑项目应急管理,我们成立了项目应急救援领导小组,制定符合项目实际的事故应急预案及专项处置方案。配备足够的应急物资,对职工进行应急培训及演练。其中专项应急处置方案包括以下内容:

- (1)基坑边坡坍塌事故应急处置方案;
- (2)高空坠落事故应急处置方案;
- (3)物体打击事故应急处置方案;
- (4)触电事故应急处置方案;
- (5)机械伤害事故应急处置方案。

## 4 结语

超深基坑的施工难度及要求比常规基坑要高很多,出现险情和事故的可能性更大。所以在施工过程中,更要从安全生产技术措施和安全生产管理措施两个方面高度重视,做好每一项工作。超深基坑支护与降水工程设计等技术方案,以及施工过程中的现场安全管理等每个环节都是十分重要的。合理的设计方案、科学的施工与监测是安全生产的技术保证,严格的现场安全生产管理是预防事故发生的有效手段。目前丽阳盛京广场深基坑项目施工已如期顺利完成,通过严格的安全生产管理,该项目没有发生任何生产安全事故。该项目的成功完成为今后类似工程施工的安全生产管理积累了丰富经验。

### 参考文献:

- [1] JGJ 311-2013,建筑深基坑工程施工安全技术规范[S].
- [2] GB 50202-2002,建筑地基基础工程施工质量验收规范[S].
- [3] CECS 22:2005,岩土锚杆(索)技术规程[S].
- [4] 崔政斌,武凤银.建筑施工安全技术[M].北京:化学工业出版社,2009.
- [5] 孙廷仁.基坑竖向位移监测与地表沉降分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(7):76-80.
- [6] 许磊,陈宝义,龙翔.常规锚索与扩大头锚索在复杂深基坑支护工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(9):75-78,84.
- [7] 王德强,安喜坡,李晓慧,等.岩土工程钻探作业危害因素与安全管理应急措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(5):80-84.
- [8] 李芳,李强,于元峰,等.桩锚支护结构设计及支护结构变形监测分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(4):53-57,62.