

超浅埋七连拱地下商场暗挖施工技术

王银献, 唐玉文

(北京中建西诺地下工程有限公司, 北京 100012)

摘要:通过潍坊风筝广场七连拱地下商场的施工实例,介绍了超浅埋多连拱地下商场施工中采取的施工技术与对策。

关键词:超浅埋;七连拱地下商场;暗挖技术

中图分类号:TU94⁺1 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)01-0075-03

1 工程概况

潍坊风筝广场过街地下商场位于潍坊市胜利大街四平路口西侧,地下商场南侧是风筝广场,北侧是国贸大厦和商业银行,属繁华地带。两侧正陆续进行商业开发,通过该地下商场将风筝广场地下 2 层商场与国贸大厦商业区相连。设计过街地下商场为

七连跨单层连拱式结构,南北向长 67.8 m(其中暗挖部分长 54.0 m,其余为两端作业坑内的明挖结构),宽 43.4 m,结构外高 7.523 m(见图 1),断面开挖面积达 326.5 m²,总建筑面积为 2942.5 m²;地下商场单拱跨距 6 m×6 m,纵向柱距为 6 m,结构埋深离地面仅 4.0 m,属超浅埋地下结构。

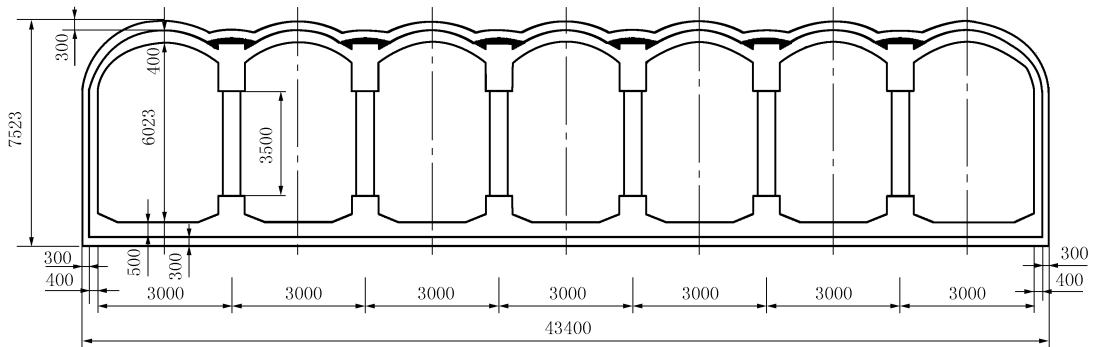


图 1 七连拱地下商场结构断面示意图

地下商场施工区地层主要为素填土、第四系全新世和更新世冲洪积粉土、砂土和粘土。静止水位埋深 15.00 ~ 15.5 m,对施工影响较小。经过区域有煤气、自来水、电缆、污水、通讯等地下管线,其中路中的 1000 mm×800 mm 污水方沟底板埋深 3.80 m,路北人行道内有 Ø300 mm 自来水管,管底埋深 2.6 m 左右。

本工程施工地段为潍坊市区的交通要道和商业繁华地段,因此车流量密度大,白天通行大小客车,夜间开行货车,大吨位重车出现频率较高。由于工程所处位置特殊,设计要求采用浅埋暗挖法施工。

2 工程施工特点分析

2.1 工期紧,环境特殊

本工程属商业开发项目,时间就是金钱,业主要求工程在 3 个月内交付使用,工期紧。同时工程所处位置属闹市处,地面交通繁忙,且构筑物顶板埋深浅,所经区域地质情况、地下管线复杂,为确保施工安全,必须合理安排和组织。

2.2 涉及技术工法多,暗挖技术要求高

七连拱地下商场施工断面大,涉及的施工工法多。除采取控制地表下沉的超长大管棚和小导管注浆加固外,暗挖作业采用了台阶开挖法、中洞法与侧洞法等施工工法,洞室开挖与支护转换频繁。

2.3 施工过程受力复杂,监控量测要求高

该地下结构的特点是扁平、断面大、导洞多,各洞开挖时因先后顺序,造成受力不均匀,开挖过程中引起应力再分配等,使得拱顶范围更不稳定,产生较

收稿日期:2007-07-13

作者简介:王银献(1964-),男(汉族),浙江上虞人,北京中建西诺地下工程有限公司总工程师、高级工程师,地质工程专业,硕士,从事地下工程施工与管理工作,北京市朝阳区来广营新北路 88 号,wyinxian@sohu.com。

大的松弛地压,因此必须加强监控量测,保证施工安全。

3 主要施工技术

为保证高质量按期完成工程任务,我们不仅对施工进行了严密组织,而且在施工技术进行了合理优化。

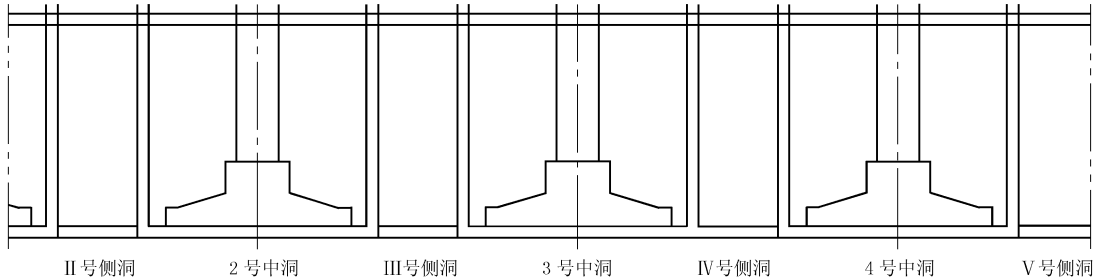


图2 七连拱地下商场结构断面图

其施工流程:基坑施工→1、3、5号中洞初衬→1、3、5号中洞防水与二衬(底纵梁、立柱、顶纵梁)→2、4、6号中洞初衬→2、4、6号中洞防水与二衬(底纵梁、立柱、顶纵梁)→II~VI号侧洞初衬→I、VII号侧洞初衬→各侧洞防水→按顺序施作侧洞二衬→工程收尾、竣工验收。

3.2 基坑的设计与施工

本工程暗挖作业基坑深12.0 m,基坑下口净长44.4 m,南侧基坑宽7.8 m,北侧基坑宽6.0 m。因设计未考虑基坑支护方式,为此我们经过对基坑地质、水文条件的了解,采用了土钉墙支护,考虑并利用了各导洞暗挖土方卸载和初衬支护作用,节省了基坑支护费用。基坑临暗挖作业面放坡坡度为1:0.1,左右两侧与后侧放坡坡度为1:0.3,并根据场地地面荷载情况,对土钉支护进行了不同设计。

在施工布置上,基坑分层分段开挖,并及时进行土钉支护施工作业,在完成管棚施工后,基坑土方开挖至1、3、5号中洞初衬位置时及时开挖各中洞洞门并进行封闭,这样有利于减少地下商场作业面土坡主动土压力,提高基坑整体稳定性。

3.3 超前预支护施工技术

本工程设计要求采用 $\varnothing 108$ mm大管棚作超前预支护,管棚循环段施工长度15.0 m,为增强管棚支护整体性和强度,我们将设计分段施工管棚变更为导向钻进一次通长铺设管棚,并配合小导管超前注浆。导向钻进应用于城市隧道管棚支护是近年来发展起来的新技术,其特点是利用导向钻进技术,先施工导向孔,然后扩孔回拖将管棚铺入预定位置。

3.1 施工步骤与流程

为保证工程按期完成,地下商场施工分别由南北两基坑同时进行,相向对挖。运用了台阶开挖法、中导洞(六导洞)-双侧壁(七个侧洞)开挖法相结合的暗挖技术。在设计的基础上,考虑各洞施工安全和工程进度,对各洞的施工先后顺序进行了合理布置(见图2)。

与传统的管棚法施工比较,其优点是:

- (1)利用了导向探测技术,管棚铺设精度高;
- (2)采用了专门的导向铺管设备,钻机动力大,管棚一次铺设长度长,无需分段铺设,工序简单,施工方便,支护整体性好;
- (3)因为先施工引导孔,因此可有效克服一般地下障碍物的干扰;
- (4)管棚施工可安排在暗挖作业之前进行,无需在洞内进行逐段施工,影响暗挖施工,且可与暗挖交叉进行作业,提高施工进度;
- (5)管棚施工为水平铺设,无需设计外插角,可解决施工空间有限的问题;
- (6)因管棚无需搭接铺设,大大节省了管棚材料。

导向钻进管棚铺设技术的采用为工程安全、按期完成创造了条件。

3.4 暗挖施工技术

本工程暗挖施工对于单导洞施工时采用上下台阶开挖法,中间设一道临时钢支撑;对于整体地下体暗挖施工来说,采用了中导洞(六导洞)-双侧壁(七侧洞)开挖法,这是中导洞-双侧壁三导洞(双联拱隧道常用施工法)的延伸与发展。其特点是:先后贯通6个中导洞并浇筑中隔墙混凝土,然后采用上下台阶法开挖7个左右侧洞,最后进行全断面二次衬砌。

由于洞室开挖与支护转换频繁,在暗挖作业中除了要解决单洞隧道所出现的问题外,必须重视多洞同时施工所出现的问题,特别是正确处理各洞施

工中出现的不对称性受力和各洞先后施工而引起的应力再分配问题。多连拱隧道的受力转换主要发生在以下 2 种情况:一是中洞开挖完成,开始进行各侧洞开挖,这时原先由侧洞土体承受的上部荷载转移到中洞和侧洞初支结构上,特别是中洞与侧洞的节点上将承受侧洞上部的全部荷载;二是侧洞初支完成并进行永久性结构时,这时侧洞初期支护结构分段拆除,原先由侧洞承担的上部荷载将全部落在中洞结构上。这是整个施工过程中受力转换最大的一次,沉降影响也最大。

为此我们采取了以下主要技术措施。

(1) 分部开挖及时封闭。因地下商场距地面仅 4.0 m,且开挖断面高 7.523 m,施工初期虽然采取了中洞间隔施工法,使小间距(1.5 m)导洞变成大间距(7.5 m)导洞施工,减少导洞的不对称受力情况。但因直接采用上下台阶法,导洞整体封闭成环时间过长,作业面产生较大位移,监控量测发现,地表沉降较大。为减少地表沉降,提高施工安全,及时对设计进行调整,将单洞上下台阶法开挖变为准上下导洞开挖,即在洞中间加设一道 I 20a 临时钢支撑,与钢格栅同步设置,一步一设,不喷射混凝土;但在上导洞格栅拱脚处垫入较厚的木板,增加拱脚处的支承力,减少上导洞开挖时的地表变形。实践证明,通过如此变更后,大大缩短了中导洞的封闭成环时间,控制了地表沉降。

在上下导洞施工配合中,为防止上导洞因底板未喷射混凝土,基础承载力差,引起拱顶不稳定,严格控制上导洞施工进尺。同时在下导洞开挖时为防止上导洞出现二次变形,严格控制下导洞上台阶施工进尺,并及时与上导洞相连封闭成环。实践证明,控制上、下导洞的开挖进尺,对于控制地面沉降具有明显的效果。特别是洞口段的及时整体封闭对地表变形意义重大。

单导洞暗挖施工见图 3。

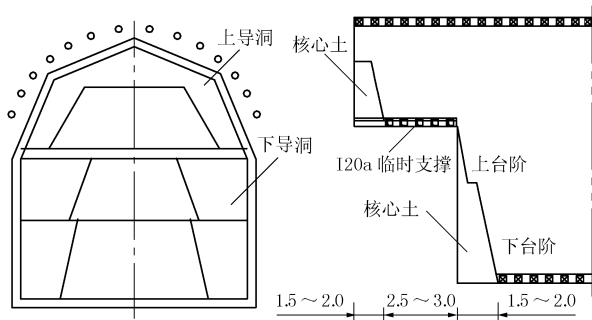


图 3 单导洞暗挖施工断面图

(2) 合理安排各洞施工顺序。对于多连拱地下商场来说,由 6 个中洞与 7 个侧洞组成,必须合理安排各洞间施工先后顺序,根据安排,6 个中洞隔洞施工,这样增大施工导洞间距,由小间距(1.5 m)相邻导洞施工,变成大间距(7.5 m)相隔导洞施工,尽可能使各导洞为独立施工状态,减少群洞施工效应影响,使各导洞所受的垂直压力和水平侧压力相近,减轻导洞不对称受力问题,降低对结构的不利影响。

在施工安排上,当先开挖中洞封闭成环前进 15.0 m 左右时,开始开挖其余中洞。各中洞初衬完成后,及时施作二衬结构柱,以最快的速度提供结构抗力和缩短不对称结构存在时间。

(3) 合理安排中隔墙拆除顺序,确保结构安全。当中洞内构造柱和各侧洞暗挖施工完成后,可拆除各中隔墙,进行二衬浇筑。但在拆除过程中,原先由中洞初支结构承受的荷载一部分转移至中洞结构柱上,另一部分转移到侧洞初支上,因此在二衬结构施工前,应合理安排各中隔墙的拆除,分段分洞拆除,一次性拆除长度最大不超过 10.0 m,拆除结束及时进行结构施工。并采取必要的加固措施,以免因荷载转换,使侧洞初支结构承受较大的荷载,而发生坍塌或出现较大的地面沉降。

3.5 监控量测技术

对于多连拱隧道施工,总体上说不仅缺乏实践经验,而且理论指导也欠缺。如果按照单洞隧道采用的 4 个必测项目和 6 个选测项目进行监测,量测项目不够明确,特别是量测方法、测点布置、测试频率、参考数据等都有待改进与补充。为此在施工中我们对多连拱隧道的监控量测项目除了单洞施工时的监控量测项目外,还增加了多个隧道同时施工时相互影响的监控量测,如先进导洞与后进导洞的对比量测(主要是周边位移、拱顶下沉、地表下沉),中隔墙的倾斜度等。

4 结语

多连拱隧道暗挖施工是一项新技术,技术要求高,其成功应用为城市地下空间的开发和利用积累了经验。对施工中出现的問題,特别是对辅助施工工法的适用性、各洞间的施工顺序、中壁的防水以及施工监控量测项目等,应继续进行总结和分析研究,为多连拱隧道施工提供丰富的实践经验与理论知识。