

临近地铁深基坑施工控制措施研究

郭书刚

中煤光华地质工程有限公司

DOI:10.12238/btr.v4i1.3581

[摘要] 临近地铁区域开展深基坑施工作业,其技术难度较大、建设工艺复杂,应采取有效的施工控制措施,确保工程建设质量。本文结合某临近地铁的地下商业核心建设工程,针对此类地理特征的深基坑施工控制措施进行了研究。本工程基坑占地面积达上万平方米,为某大型城市地下商业中心,临近地铁最近距离仅为9.5m,能够充分借助地铁所带来的人流优势,带动商业经济发展。随着我国城市轨道交通建设速度加快,临近地铁处的深基坑施工已成为施工企业重点关注的热点区域。

[关键词] 临近地铁; 深基坑; 施工控制措施

中图分类号: TV52 文献标识码: A

Study on Construction Control Measures of Deep Foundation Pit Near Subway

Shugang Guo

China Coal Guanghua Geological Engineering Co., Ltd

[Abstract] It is difficult to carry out deep foundation pit construction near the subway area, and the construction process is complex. Therefore, effective construction control measures should be taken to ensure the quality of engineering construction. In this paper, combined with an underground commercial core construction project near the subway, the control measures for the construction of deep foundation pit with such geographical characteristics are studied. The foundation pit of this project covers an area of tens of thousands of square meters. It is an underground commercial center of a large city, and the nearest distance between the foundation pit and the subway is only 9.5m, which can take full advantage of the subway in the flow of people and drive the development of commercial economy. With the rapid development of China's urban rail transit construction, the construction of deep foundation pit near the subway has become the focus of construction enterprises.

[Key words] near the subway; deep foundation pit; construction control measures

1 临近地铁深基坑施工控制措施研究现状

1.1 国内基本概况

随着我国经济发展稳步向前,极大促进了城镇化进程发展速度,使得我国当前已处在城市轨道交通大规模建设的历史新时期。“十二五”规划明确提出,要将我国建设成为世界范围内轨道交通通车里程最长的国家,制定出了详实的城市轨道交通发展远期规划方案。在轨道交通中,地铁是一种运输效率极高的交通形式,为城市建设、疏解交通压力等做出了积极贡献。在城市建筑中,临近地铁线路的深基坑施工项目较多,如何才能保障正常施工,又不会对运营地铁

产生影响,已成为建筑界亟需加以解决的重点问题。

1.2 未来发展趋势

我国的轨道交通起步较晚,当前只有在北京、上海等一线城市建立起了较为完善的轨道交通网络。随着近些年来国内经济发展迅速,轨道交通建设布局范围逐渐扩大,二线及三线城市也纷纷提出了修建城市轨道交通的规划,市场前景极为可观。在轨道交通沿线,出现了一系列的城市综合体项目,有力带动了地铁周边的商业发展。由于城市综合体规模普遍较大,其基坑极深,需制定详实的施工规划,避免对地下轨道交通设施造成破坏。随着此类工程施工项目逐

渐增多,相关建设单位已具备了丰富的施工经验及地下轨道保护措施。但由于地下情况较为复杂,对施工技术的要求极高,因此有必要针对施工过程中出现的诸多问题进行深入分析研究,逐步完善地铁深基坑施工技术,确保地下轨道交通正常运转,提升地铁区域的深基坑施工质量,制定出高标准的管理措施,确保施工安全。

2 项目概况

2.1 项目基本情况

某商业地块项目位于某大型城市繁华处,总占地面积为13901m²,建筑面积为99380m²,项目共分为地上部分及地下部分,其中地上建筑面积为7.3万m²,地下建

筑面积为2.6万 m^2 。此项目商业开发定位为大型城市综合体,既包含商业,又含有餐饮、客房等配套设施。由于项目体量巨大,其基坑总面积为1.28万 m^2 ,项目整体呈南北方向长、东西方向宽的形态,南北走向最长处约为163m,东西走向最宽处为98m,基坑总周长约为467m。基坑位置靠近地铁6号线,最近处仅为9.5m。

此工程项目在基坑围护方面,使用了地下墙及内支撑相结合的方式,为确保施工安全,已使用中隔墙将基坑分为三部分:①区、②a区、②b区。①区使用了3道钢筋混凝土,提升了支护效果。在靠近地铁线路较近的②a区及②b区,使用了3道钢筋及1道混凝土,同时还要在内支撑上增设栈桥板。在外围地下连续墙处采用深层搅拌桩地基,并且在靠近地铁的②区基坑内,使用三轴搅拌桩满堂加固。

2. 地质情况及周边环境

本施工区域内,自地面至地下100m的土层为第四纪所形成的松散物质,依据其形成原因,主要可分为⑧层,大部分土层又可分为多个亚层。拟建场地在25m以下区域的⑥、⑦层内,呈现出较为明显的起伏变化。第⑤2层为粉质粘土层,其与第⑦层相连,此层的摩擦力较大,在水平方向中有着一定的透水性。在含水层中,主要依靠侧面支流补充水源,排水时采用了侧面径流及人工疏导的方式。在拟建场地中,第⑦1层砂性土中含有较多的承压水。初始承压水位处于地下4.1m。经计算得知,承压水可对本次基坑施工有着一定干扰,应降低承压水。

3 临近地铁深基坑施工控制措施

3.1 围护结构

3.1.1 地下室连续墙。在本次深基坑施工中,围护结构主要使用了地下室连续墙。为防止⑦层土承压水层对工程造成破坏,应在临近地铁一侧设置深度不低于50m的地连墙,并确保其它部位地连墙深度不低于30m。据此,可将其分为八种类型。地连墙深度为30~50m不等,墙体厚度分为800mm及1000mm两种,功能为围护及中隔,普遍采取了H型钢及柔性锁扣管接头。

3.1.2 槽壁加固。依据施工区域的地质状况,可在地连墙侧面使用三轴搅拌桩、三重管高压旋喷桩开展槽壁加固工作。在临近地铁40m处采用了三轴搅拌桩,为尽量避免影响到地铁正常运行,可采取如下施工技术。(1)在开展三轴搅拌桩施工前,应首先进行相关试验,于试验桩稍远处设置土体倾斜管,待测点的总量及深度要与三轴搅拌桩数量保持一致,借助本次试验,可认识到各类施工数据对周边土体的影响,并依据试验结果优化施工方案,将三轴搅拌桩施工时产生的挤土效应控制在2mm范围内。(2)开展施工时要先于近地铁侧施工,后进行远地铁侧施工。要在此区域内进行三轴搅拌桩记性软取芯浆液试验,本次实验持续时间应在28天以上,确保无侧限抗压强度 $\geq 1.5\text{Mpa}$,只有此项数据合格,方可开展地连墙工程施工。

3.1.3 分坑设计。在开展深基坑施工时,如一次性土方开挖数量过多,则会引发基坑凸起,甚至会造成基坑严重变形,不利于工程建设持续进行。对此,可采取中隔墙形式,按照一定顺序,将基坑划分为六部分,能够有效降低开挖数量。如临近地铁侧的②基坑,可将其分为两个狭长型的基坑按顺序依次展开施工。在开展基坑开挖施工时,难免会影响到地铁运行,应采取分步施工的方式,尽量将影响降至最低限度。可首先在①区基坑施工,随后即可开展②a区基坑施工,当②a区基坑底板浇筑完毕后,立即进入到②b区基坑施工中,待上述基坑完全浇筑完毕后,可以此开展③、④、⑤基坑施工。

3.1.4 支撑和栈桥。由于施工现场会产生大量的土方,为方便快速运出及交通便捷,需设置好栈桥。可于①、③区基坑中采用3道钢筋混凝土,保障其支护效果。另外因②区基坑临近地铁,应防止靠近地铁一侧出现形变等情况,对此,要在第一道支撑中使用钢筋混凝土,其它支撑可适当采取混凝土极钢支撑混合方式。在钢支撑中,要使用自动轴力补偿系统,在钢支撑顶部位置安放具备自动功能的千斤顶,使其在电脑的控制下,使钢支撑轴力能够实现自动调节,这对于保

持地连墙的压力平衡、避免其出现变形有着重要作用。在②区基坑垫层中,可再设置一道H型钢,待施工至基坑底部,要采用与基坑底部面积相同的H型钢,额外加设3根地连墙,要保证其预应力不低于200KN。

3.1.5 坑内土体加固。因2区基坑临近地铁。可采用 $\phi 850$ 三轴搅拌桩进行满堂加固及抽条加固。在1区基坑距离2区基坑的近地铁侧,还应再次加设 $\phi 850$ 三轴搅拌桩,以满堂加固的方式保障其坚固程度。另外在某些有着局部加深坑的区域,应选择 $\phi 850$ 三轴搅拌桩或者 $\phi 1200$ 三重管高压旋喷桩对其局部进行加固。

3.2 降水工程

在降水工程中,主要采取了地下连续墙开展围护作业,能够将承压水层的⑦层及⑤3层进行阻隔,建立起较为密闭的系统,避免因降水所产生的影响。在①、③、⑤区中,可加置疏干井降潜水,由于②区采用了满堂加固法,可不加置疏干井。通过测算得知,持续开挖到坑底位置后,应密切关注承压水状况,可酌情加置减压井、回灌井。需要布置的各类井数量,如下表所示。

待降水井布置完毕后,可及时开展抽水试验,严密关注各观测井水位变化状况,在保证基坑密闭的情况下,可进行抽水作业。另外,在开展①号基坑开挖作业时,要保持疏干井良好状态,水位线高度不得超过开挖线1m,及时观测开挖出的土方有无湿润现象。当开挖到坑底位置后,如并无渗水现象,则无需使用减压井。

3.3 土方开挖与支撑施工

在开展①区基坑开挖作业过程中,因需要开挖的区域较为宽阔,应在开挖支护时使用限时开挖、限时浇筑混凝土支撑的策略,并在此时加强基坑监测,制定出应对紧急状况的应急预案。土方挖掘与支撑施工时要首先于距离地铁较远的区域进行,待此区域施工完毕后,方可在临近地铁区域开展施工。因靠近②区基坑位置处采用了加固措施,应在施工后及时形成对撑。为保障施工效率,顺利开展施工,应严格控制施工时间,单一区域内的开挖、支撑的总体施工时长要控

井类型	数量(口)	孔径(mm)	井径(mm)	滤管长度(m)	井深(m)	备注
①区降水井	10	650	273	5	40	含两口备用兼观测井
①区疏干井	42	650	273	8.5/9	20.0~21.5	含两口观测井
②a区观测井	1	650	273	5	40	
②b区观测井	1	650	273	5	40	
③区观测井	1	650	273	5	46	
③区疏干井	2	650	273	9	20.0	
⑤区疏干井	1	650	273	9	20.0	
坑外西侧应急回灌兼观测井(⑦层)	10	650	273	5	46	
坑外北侧承压水位观测井(⑦层)	2	650	273	5	40	
坑外东侧承压水位观测井(⑦层)	4	650	273	5	40	
坑外西侧⑤3层应急井	4	650	273	5	32	
	4	650	273	7	36	
坑外浅水水位观测井	13	650	273	10	16	
总布井数量合计：坑内浅层疏干井 45 口，坑外浅水水位观测井 13 口，坑外⑦层深井 16 口，坑外⑤3层深井 8 口。						

象,受到周边环境及地质状况等因素影响,本次施工历经项目论证、现场勘测等过程,在保证工程安全的前提下,提升了施工质量及效率,在规定工期内圆满施工完毕。通过开展本次施工,不仅获得了满意的社会效益、经济效益,并且收获了宝贵的施工经验,为后续类似工程提供了参考及借鉴。本次临近地铁深基坑施工经验如下:

为保障施工效果,避免出现较为严重的问题,应首先在距离地铁较远的区域开展试验,在获取到较为详实的施工数据后,方可在临近地铁区域开展深基坑施工。在进行围护结构施工时,要充分考虑临近地铁的基坑特点,采取地下连续墙及深层搅拌桩的方式予以加固。另外在临近地铁的②区基坑内,为使其具备较强的抗变形能力,避免对地铁线路产生影响,可利用三轴搅拌桩进行满堂加固,这对于较少对地铁侧土体挤压影响有着良好效果。在施工时,要首先于临近地铁侧加设围护,使用间隔施工法将形变影响降至最低限度。要在临近地铁侧向基坑方向施工,待开展基坑开挖时,可在坑内采取预降水方式,保障土体的密实度,一定程度上使被动土压力增加。需避免在地铁运营时段施工,其连续施工时间不得高于16h。

[参考文献]

[1]张吉纯.临近地铁深基坑变形控制措施[J].安徽建筑,2019,26(3):86-87,111.
 [2]王道钢.深基坑施工对邻近地铁盾构隧道的影响分析及对策研究[J].城市建筑,2020,349(08):152-154.
 [3]叶小鹏.临近地铁边深基坑开挖施工技术探讨[J].建筑科技,2019,3(1):43-45.
 [4]张建敏.关于邻近地铁线路深基坑支护技术研究[J].百科论坛电子杂志,2019,(006):292-293.
 [5]武剑伟.浅谈邻近地铁隧道深基坑施工的质量[J].建设监理,2019,(7):75-78.

作者简介:

郭书刚(1976--),男,汉族,河北新乐人,本科,高级工程师,研究方向:临近地铁深基坑施工控制措施研究;从事工作:工程地质勘察,地基与基础施工,基坑支护。

制到16h之内。首先要从中间区域开展施工,由此位置分别向两端抽条开挖,待形成较为理想的工作面后,要暂时停止开挖,此时需加置钢结构支撑及轴力补偿系统,安装完毕后可再次进入到开挖环节中。开挖时必须坚持边挖边撑的原则,当开挖到最后一层时,仍然需要采取边挖边撑的方法,并加装预应力H型钢。

3.4换撑与拆撑

在换撑时,因三面均属于复合墙,因此仅需在临近地铁一侧及距离中隔墙较近的区域开展换撑,换撑时可采取C35强度的临时混凝土传力带,并保证其宽度及厚度均为2m。当换撑的强度合格后,即可将支撑拆除。钢支撑部位能够便捷拆除,在拆除混凝土支撑时,需要使用风镐破坏掉临近地铁一侧的混凝土梁及地连墙,待其断裂后可利用镐头机开展破碎作业,再将其转运至其它区域。在拆除分隔墙时,应确保地下室结构完整及符合相关设计标准,此时可将基坑中间的临时分隔墙采取分段跳仓法,采取自上而下的顺序依次予以拆除。

3.5基坑监测

3.5.1监测指标。在开展基坑施工时,要始终保持自身结构的稳定性,要控制好地铁线路形变因素,避免周边环境变化产生的影响。对此,可采取多项检测方法,

针对地铁、基坑围护、轴力等因素进行全面监控。在开展地铁监测中,主要应关注隧道有无垂直位移现象,另外还要监测电水平自动沉降及隧道直径收敛等情况。在开展基坑监测时,其涉及到多种监测项目,如需要观测围护墙有无位移及倾斜等现象、基坑内外承压水状况、周边建筑物及地下市政管道有无产生沉降等等。

3.5.2主要监测数据的实际情况。

在监测时应重点关注基坑围护及地铁隧道的形变问题,其主要监测指标如下图所示。

基坑围护变形主要控制指标及实际变形值	
在临近地铁侧,其地下连续墙形变值不得高于10mm,日形变值不得高于1mm/24h。	最大累计形变量不得超过30mm
在临近地铁侧,其土体形变值不得高于10mm,日形变值不得高于1mm/24h。	最大累计形变量不得超过20mm
地铁隧道形变控制指标	
在地铁隧道产生位移、沉降等现象时,其数值超过5mm即发出报警,如超过20mm应将基坑回填,采取注浆方式进行隧道修复工作。	最大累计沉降量不得超过19mm
隧道直径收敛激光自动检测时,如大于55mm即发出报警,当检测到隧道内出现较为明显的病害时,采取注浆方式进行隧道修复工作。	最大形变量不得超过8mm

4 结语

从上述论述中可见,在临近地铁深基坑施工过程中,因基坑围护的形式较多,加之各工序存在较多的交叉施工现