

城市轨道交通车站附属工程大深度竖井开挖案例浅析

王文锴

重庆赛迪工程咨询有限公司

DOI:10.32629/bd.v3i6.2419

[摘要] 重庆轨道十号线工程红土地站是全国最深深埋地下车站,其附属 3 号风道竖井处于城市闹市区,周边环境复杂,开挖难度大。在施工过程中充分利用监测数据反馈、动态施工,工程顺利完工。

[关键词] 地铁车站; 竖井; 地下暗挖

当今城市轨道交通飞速发展,城市地下工程规模和范围也远超从前,与既有线交差重叠的情况屡屡发生,导致地下车站的埋深。

1 工程概况

重庆轨道交通十号线(建新东路-王家庄段)工程红土地站位于五红路下方,呈南、北向布置,采用 15 米岛式站台,单拱双层(局部三层)结构,车站主体采用暗挖法施工。新建十号线红土地车站位于六号线红土地车站下方,两者十字正交,最小距离不足 6m。车站起点里程为 K12+192.711,终点里程为 K12+414.711,总长度 222 米。二衬结构宽 25.2 米,高度 20.81 米。车站为复合式衬砌结构。本站设 2 座风道和 4 个出入口(其中 8 号出入口预留),均为复合衬砌结构,采用暗挖法施工。风道净宽 13.4 米。5、6、7 号出入口与既有 6 号线红土地站出入口相接。

3 号风井位于红土地车站南侧,风井南侧 15~30 米范围内有低矮零星的厂房,对风井开挖无明显影响,风井开挖长度为 19.1 米,开挖宽度为 7.5 米,开挖深度约 91 米,围岩等级为 IV 级。3 号风井距离人防洞的水平距离不超过 1 米,人防洞在 3 号风井标高 304~310 米范围内侧穿 3 号风井。该风井是全国城市轨道交通建设领域已建成的最深竖井。

3 号风井位于红土地车站南侧,4 号风井位于红土地车站北侧,3 号风井南侧 15~30 米范围内有低矮零星的厂房,东北侧有单层年代久远的民居,根据设计意图及现场实际情况属于拆迁范围。



红土地站原始地貌属于构造剥蚀斜坡地貌,第四系覆盖层厚度一般较薄;基岩为砂岩和砂质泥岩互层的陆相碎屑岩沉积建造,含水微弱。地下水富水性受地形地貌、岩性及裂

隙发育程度控制,主要为大气降雨补给。根据沿线地下水的赋存条件、水理性质及水力特征,沿线地下水可划分为松散层孔隙水和基岩裂隙水两类。

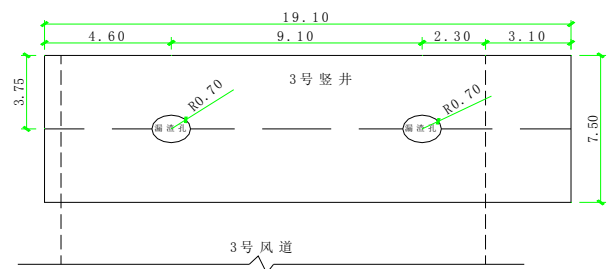
该项目位于重庆主城区,周边情况复杂,既有人防洞在 3 号风井标高 304~310 米范围内侧穿,水平距离为 0.795 米。

序号	建筑物名称	结构形式	与车站位置关系	采取措施	设计风险等级	备注
1	既有人防洞	35cm 厚 C40 钢筋混凝土	风井标高 304~310 米范围 最小水平距离 0.795 米	机械开挖结合 控制弱爆破	二级	侧穿

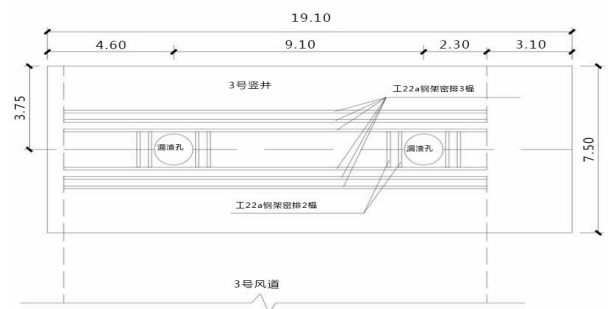
2 施工方案

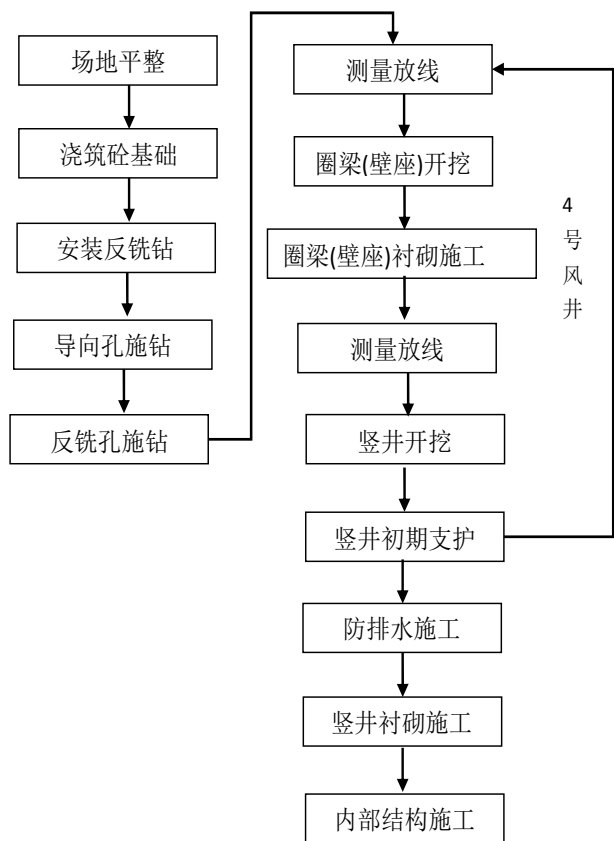
2.1 主要施工工艺

红土地站 3 号风井采用反井正作钻爆(局部非爆)法施工,首先采用钻机在风井口平面范围长边方向约 1/4 处分别自地表向下钻设直径为 270mm 的导向孔,直至已完成开挖支护的风道,风道内安装扩孔钻头,然后自下而上反铣扩孔至井口,形成直径为 1400mm 的孔作为风井爆破施工时的临空自由面及施工过程中的通风和漏渣孔,最后自上而下按设计断面及设计要求爆破(局部非爆破)开挖支护至井底。



3# 风道漏渣孔位置加强支护平面图





风井施工工艺流程图

2.2 反井孔施工

2.2.1 场地平整

3号风井处完成征地拆迁后对施工场地采用装载机进行平整。完成场地平整后根据反井钻施工需要,以钻孔为中心浇筑2.5米长、2.0米宽的混凝土施工平台。

2.2.2 反井钻施工方法及工艺流程

反井钻机是连续钻进导孔的机械化设备,其施工方法是将反井钻机安装在上部浇筑好的混凝土基础上,自上而下钻进小直径导向孔,导向孔和下部风道贯通后,拆掉导孔钻头并安装扩孔钻头,自下而上扩孔至井口。导向孔钻进时破碎下来的岩屑由循环液带出地面,扩孔时破碎掉落下来的岩屑靠自重落到风道,由装载机和出渣车运出。

结合本竖井实际情况,施工中从以下几方面采取措施控制导向孔成孔的偏斜率。

(1) 控制钻压

钻进控制偏斜的方法之一是调整钻压。钻压过大,很容易导致钻孔偏斜;过小则会降低钻机的工作效率。合适的钻压需要根据岩石硬度、钻杆自重、钻孔倾斜角度及钻机能力等有关数据计算。

结合本竖井情况,选用经验丰富的操作人员,在开孔时采用小钻压,待钻杆稳定并全部进孔后,恢复正常钻压,并根据地质情况及钻孔深度实时控制、调整。

(2) 控制转速

钻进导向孔时,保持恒定的钻进速度是控制偏斜最常用

的方法。钻压和转速的调整结合地质情况确定。

3号风井埋深较深,为减小和控制导孔的偏斜率,选用经验丰富的操作人员,实时调整、控制钻压和转速。注意随着钻压的增加,转速应减小;反之,钻压减小时,转速应增加。

(3) 合理布置稳定钻杆

稳定钻杆是避免钻孔偏斜最有效的方法。稳定钻杆的抗斜效果与稳定段的直径和长度有着密切关系。如果稳定钻杆直径小于导向孔直径,钻头在钻孔内将发生轻微晃动,导致孔径增大,从而使稳定钻杆与孔壁间距加大,直至使稳定钻杆作用减小,但稳定钻杆的直径也不能过大,因为这样会增加钻进摩擦阻力。

结合本竖井深度及围岩情况,施工中每10~20m设置一根稳定钻杆。

(4) 合理选择钻井洗井液

3号风井埋深91米,除地表填土(厚约1~2米)外均为IV级围岩,岩体为砂质泥岩、泥岩,为减小钻杆低端岩屑聚集对钻杆偏斜产生的影响,选用携带岩屑能力较强的泥浆,配合泥浆泵进行洗井。

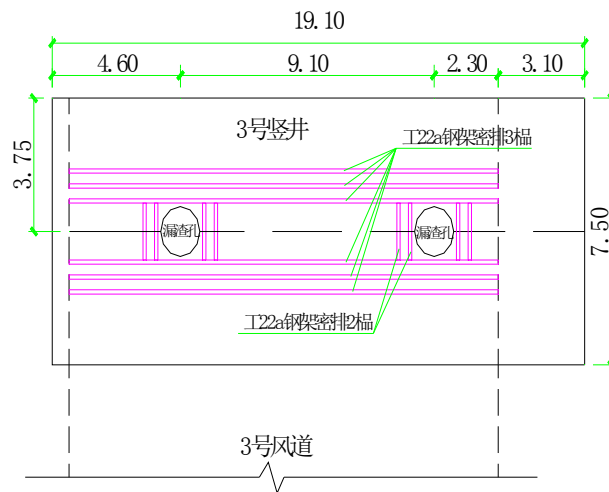
2.3 特殊部位施工工艺

2.3.1 反井孔孔底加强措施

考虑风井施工过程中长期漏渣对反井漏渣孔孔底四周产生较大冲击,为确保风井施工过程中风道的支护结构安全及反井漏渣孔孔底和其周边结构的安全,对反井漏渣孔孔底周边予以加强支护。

孔底加强具体措施为:沿风道纵向(里程方向)在反井漏渣孔两侧10cm起密排3根工22a工字钢,钢架间距30cm;垂直于风道方向在反井漏渣孔两侧10cm起密排2根工22a工字钢,该工字钢架设于环向钢架之上,且两端伸出环向钢架边缘30cm以上,并与环向钢架及锚杆等焊接牢固。锚杆、钢筋网及喷射混凝土等支护参数同风道支护参数。

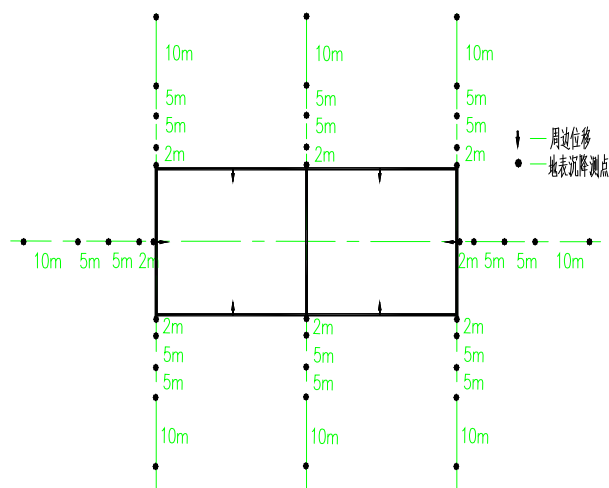
3号风井反井孔孔底周边加强支护图如下:



2.3.2 井底施工

考虑井底施工安全风险较高,当施工至井底距风道初期支护结构距离较小时易产生整体塌落,为防止整体塌落

造成结构失稳及作业人员、设备伤害,当井底施工面至风道初期支护结构距离为 10 米时将爆破进尺调整为 1.0 米,当井底施工面至风道初期支护结构距离为 5 米时,风道内部通过漏渣孔形成的堆渣不再彻底清理,随开挖随清理,开挖多少清理多少,并要求将洞渣堆至距漏渣孔底约 1 米左右,确保安全。



2.4 监控量测

根据本项目实际情况,我们在施工过程中对工程进行了地层及支护情况观察、地表沉降、周边收敛位移、人防洞水平和竖向变形、振速监测、地面建筑、地下管线及构筑物变

化、型钢支撑和格栅应力及变形大小、土压力、爆破振速等常规监测。其中,对特殊部位人防洞进行了水平和竖向变形监测,在人防洞与风井相交段前后各 30 米范围内布点监测,相交段布点间距为 3 米,其他地段为 5 米,每个断面布置 1 个拱顶下沉观测点和 2 个水平位移收敛观测点,水平位移收敛观测点布置于左右边墙,同时监测竖向变形。

3 结束语

重庆地铁十号线红土地车站附属工程 3 号竖井最终顺利完工,我们收获的最大经验是理论、实践及信息化施工的成功结合:施工前经过反复论证确定方案,而在以后的施工过程中又发现新的问题,在对反信息进行认真分析后采用新的措施,解决新问题。

[参考文献]

- [1]王梦恕.地下工程浅埋暗挖技术通论[M].合肥:安徽教育出版社,2004:29.
- [2]北京城建勘测设计研究院有限责任公司、住房城乡建设部城市轨道交通工程质量安全专家委员会.城市轨道交通工程地质风险分析与对策[M].北京:中国建筑工业出版社,2015:26.
- [3]刘松阳.轨道交通暗挖隧道施工质量控制及预防处理措施[J].价值工程,2015,34(33):226-228.