

摘要 介绍了城市轨道交通区间竖井施工穿越沙层段时遇到涌水流砂时的治理方案,总结了综合治理的方法和经验,为今后竖井施工提供了宝贵经验。

关键词 城市地铁 竖井 涌水流砂 监控量测 沉降控制

1 工程概况

西安地铁2号线南门—南稍门区间施工竖井设于南关正街绿化带内,位于南门—南稍门区间左右线中间,横通道中线与区间隧道中线交点里程为YDK74+958.244。竖井井深23.76 m,地面高程为404.950,区间竖井井窝底板高程为382.474,横通道净深7.89 m,横通道底板高程为385.574。

区间竖井支护依据地质情况、结构形式采用结构类比确定支护参数:竖井初期支护为30 cm厚C20网喷混凝土、超前锚管及格栅钢架组成的联合支护,二次模筑为40 cm厚C25模筑钢筋混凝土。横通道拱部为42超前小导管注浆加固,边墙为砂浆锚杆,初期支护为25 cm厚C20网喷混凝土与格栅拱架组成的联合支护,格栅拱架间用20纵向连接筋焊接成整体。横通道采用短台阶法施工,施工中严格按照“管超前、严注浆、强支护、短台阶、早封闭、勤测量”的施工原则进行施作。

2 涌水、流砂情况及原因分析

2008年3月11日凌晨0:40左右,竖井开深度达到19.8 m时,在与东侧横通道交界处中间位置底部出现较大流量的涌水,并带有大量粉细砂涌出,水质浑浊。涌水由点逐渐扩大到面,涌水量逐渐增大,根据现场对水泵出水量的测算及竖井内水位上升速度,推算竖井出水量最大达到150 m³/h以上。

根据地质勘察资料,本区段正洞隧道在里程ZDK14+900~ZDK15+000段,高程386.37~385.37(即竖井19.8 m)处存在厚度约1.0 m的中砂层,距涌水面东侧约6.8 m,即在横通道东侧端头处出现。根据现场情况及地质勘测资料判断,区间竖井开挖到19.8 m时(与地质勘测资料386.37~385.37处厚度约1.0 m的中砂层同一高程),地下水在压力作用下,穿透了<4-4>粉质黏土层形成了水流通道,造成涌水和流砂。

3 涌水流砂出现后采取的应急处理措施

2008年3月11日凌晨0:40左右区间竖井发现涌水流砂后,立即进行了上报。根据现场实际情况,经监理、施工方协商,为确保施工安全,对竖井采取以下处理措施,以确保竖井及周边环境稳定。

(1)在涌水处敷设5道草帘,装填砂袋进行封堵,对涌水进行过滤,以阻止砂粒涌出,防止地层由于大量涌砂形成空洞,从而出现地面下陷现象,确保路面稳定。

(2)加大竖井排水。根据涌水量的实际情况,增加水泵数量,投入备用水泵进行排水,有效延缓了水位的上升,为进一步采取措施赢得了宝贵的时间。

(3)对竖井及横通道所有作业面进行喷锚支护,封闭开挖面,以确保竖井稳定,同时防止被水浸泡后造成坍塌。

(4)对竖井周边环境进行了加密布点,及时进行监控量测。

由于反应迅速,处理及时,措施有效,涌水发生后情况得到了有效控制,确保了竖井的稳定,没有出现继续扩大的趋势。

4 涌水涌砂处理方案

根据地质资料和现场实际情况,对涌水主要采用截、排、堵的措施保证施工,首先区间竖井两侧隔离带上布设降水井,从横通道端头进行截水,切断中砂层的地下水补给;在竖井内开挖排水沟,将水引到竖井内降水井,利用水泵将水排出;采用注浆花管注水泥-水玻璃双液浆封堵地下水,截断水流,加固地层;加密布点监控量测点,及时进行监控量测,加快信息反馈并指导施工。具体措施如下。

(1)在区间竖井左侧砂层段,路面隔离带上布设10口降水井,降水井参数见表1。



表 1 竖井降水设计参数

位置	井径 /mm	管径 /mm	井管类型	竖井深度 /m	井深	井间距 /m	滤料 /mm	井数
竖井	800	700/50	水泥滤水管	23	40	10	3~5	1

注: ①管径为: 外径 /壁厚; ②管井内安装 $30\text{ m}^3/\text{h}$ 潜水泵

(2)砂袋回填竖井至竖井横通道第一层开挖面处,并在竖井与横通道交接处设集水坑,在集水坑内安置大排量抽水泵将地下水排出,为注浆堵水创造施工条件。砂袋回填方案见图 1。

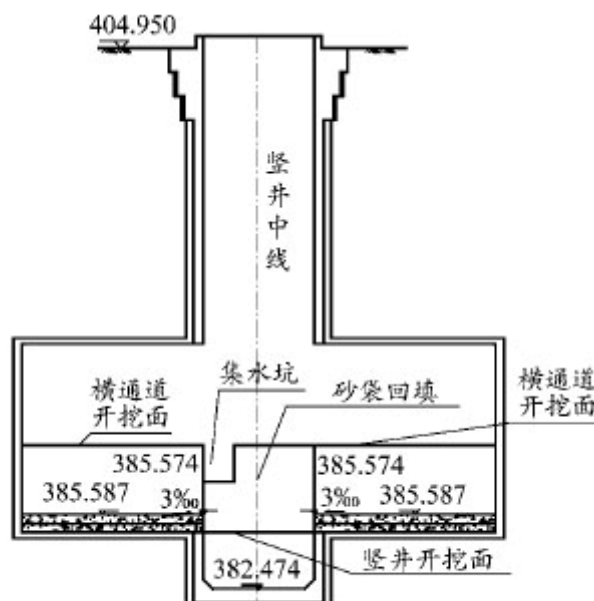


图 1 施工竖井砂袋回填示意

(3)注浆堵水注浆花管采用 $\Phi 42$ 钢管,管长 $6\sim 10\text{ m}$,注浆孔呈梅花形布置。在横通道底部注浆花管与水平呈 45° 角斜向下打设,注浆花管按照梅花形布置,间距 $1.0\text{ m}\times 1.0\text{ m}$,水泥-水玻璃双液浆比例采用 $1:1$ 。

由于东侧横通道已经形成水流通道,为减小此处作用于隧道的水流量及水流压力,对东侧横通道端头外侧 6 m 范围内采用注浆花管水平注浆堵水。注浆花管按照梅花形布置,间距 $1.0\text{ m}\times 1.0\text{ m}$ 。注浆采用 $1:1$ 水泥-水玻璃双液浆。涌水高度以上留 $1\sim 1.5\text{ m}$ 土层作为止浆层。区间竖井左线横通道注浆管布置见图 2、图 3。



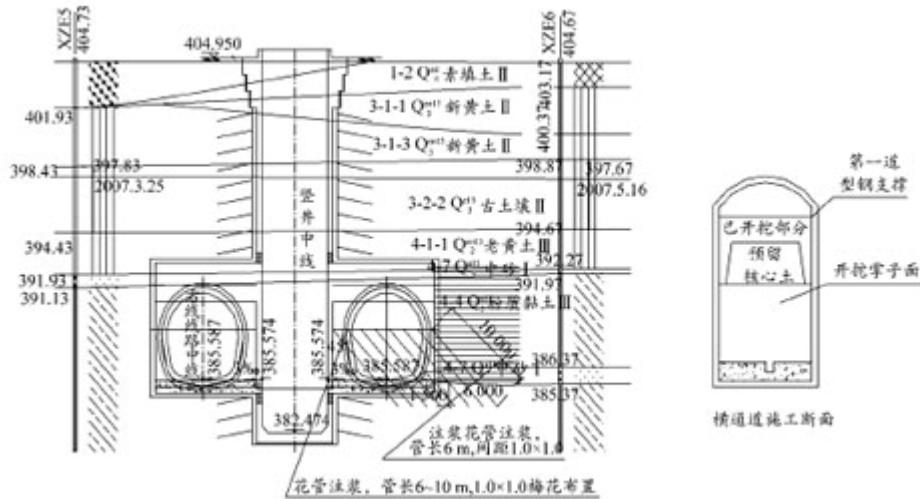


图 2 区间竖井横通道开挖面注浆管布置

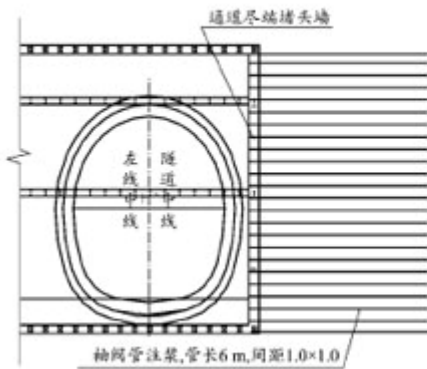


图 3 横通道堵头墙注浆管布置

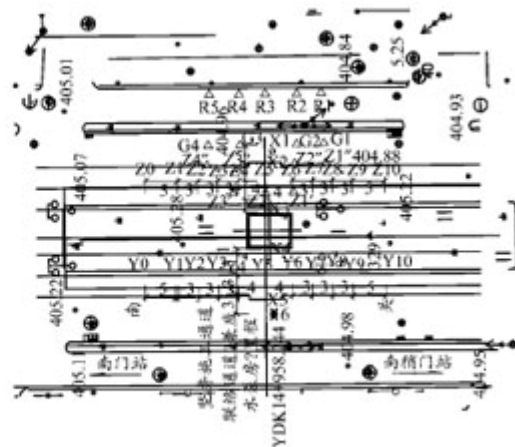


图 4 区间竖井监控量测点布设(加密后)

(4)加强地表观测,增加监测点和监测频率,严密监测路面沉降情况。在横通道顶部路面布设加密量测点,沿横通道中线位置每 3.0 m 布设一加密点,在横通道中线两侧,距中线 3m 处南北两侧各布设 4 排加密点,沿横通道走向间距为 3.0 m。根据实际情况,增加监测频率,每 6 h 检测一次。区间竖井监控量测点布设见图 4。

5 施工保证措施

(1)加强现场施工值班。现场 24 h 项目部领导值班,安排物资、设备、技术、供电等人员昼夜值班,加强对现场施工的调度协调。

(2)由工区技术人员和各工班指定人员加强日常观测,确保在第一时间确认涌水险情,提前发出预警提示。

(3)施工中保证降水、注浆等设备工作正常,设备运转不正常时,及时更换,保证施工要求。

(4)当确认出现涌水时,立即组织所有现场施工人员将施工机械加以安置保护,洞内施工人员由班组长带队全部撤离。

(5)出现涌水应及时组织抢险,组织抢险突击队,由各工班抽调精壮工人组成,负责安装挡护拱架,堆砌砂袋等进行抢险。

(6)在涌水可能危及到洞内变配电设施时,应果断断电,防止个别线路漏电发生意外;险情排除后,经检查确认安全后可恢复供电;启动专用照明线路,保障隧道内必要的照明需要。

