

浅谈江安河小断面电力隧道砂卵石层暗挖施工

梅花雪

中国水利水电第十二工程局有限公司 浙江省 杭州市 310000

摘要: 本文介绍砂卵石层城市小断面电力隧道暗挖施工,除按照新奥法原理施工基础上,还需预留核心土,利用原始土体形成挡墙进行中间支护,掌子面以台阶法进行土工作业掘进,减少塌方漏斗影响范围,实现砂卵石层下的隧道快速安全掘进。小断面隧道开挖主要采用人工锹镐开挖,用风镐辅助,上下台阶依次超前2~3m,掌子面以台阶式掘进。施工过程中还需克服地下管线交叉影响,施工及处理方法对类似工程具有借鉴意义。

关键词: 电力隧道;砂卵石层;降排水;暗挖施工

引言

随着地下工程的日益发展,砂卵石层暗挖的研究对地下空间的施工具有重要意义,如何安全科学施工,是该施工工艺的重要研究内容。特别是富水砂卵石层,一般地下水位较高,常规地下暗挖施工要求旱地作业,暗挖结构支护一般分为初期管棚支护,止水材料施工及二衬施工,本文着重研究砂卵石暗挖施工,如何避免与地下管线交叉,在过河过路高危地段采用相应措施并加以总结,以期对后续富水砂卵石暗挖施工有一定借鉴价值。

1 工程概况

江安河变电站配套电力通道工程位于成都市双流区

九江街办,包含AF线、EG和BC线共三条通道,AF线通道起点位于双九路与文昌路交叉口附近,顺接文昌路已建电力通道,之后在双九路东侧绿化带内由南往北,直至成新蒲快速路南侧,穿过双九路后,沿成新蒲快速路南侧规划绿地内由东往西走线,最终接入现状广都侧双回电缆终端塔,AF线通道包含2.4m×2.7m隧道、1.6m×1.8m暗挖不可开启式电力沟、1.4m×1.4m明挖电力沟。EG线通道为连接AF线与江安河变电站的双控2.4m×2.7m隧道。BC线为连接AF线与九江变电站的3×3排φ200电力排管,具体工程线路详见图1。

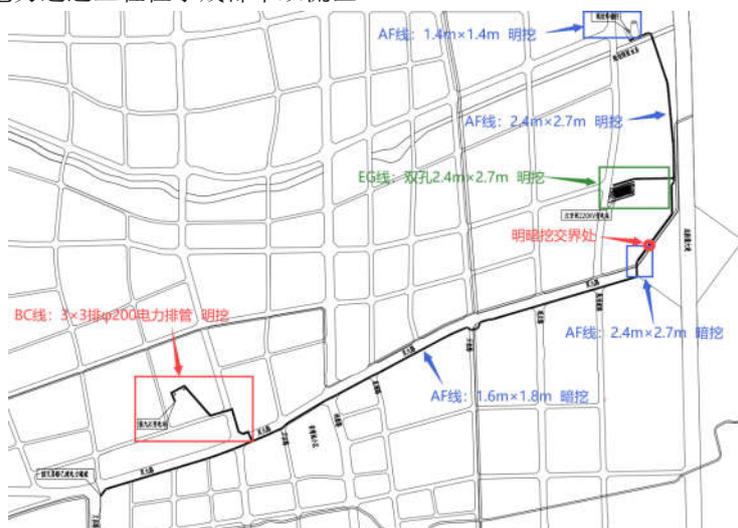


图1 工程线路示意图

2 施工重难点分析

2.1 施工地下水位较高

通讯作者: 梅花雪, 出生年月: 1990年10月, 民族: 汉, 性别: 女, 籍贯: 吉林榆树, 单位: 中国水利水电第十二工程局有限公司, 职位: 业务主办, 职称: 工程师, 学历: 本科, 邮编: 310000, 研究方向: 水利水电工程。

电力管道位于强透水的砂卵石层中,场地内地下水主要为富存于粘性土及砂卵石孔隙中,水量较大,透水性较强。暗挖段施工作为范围位于地表以下4.7~11.5m之间,地下水位位于地表以下5m,且项目处于成都市市区,水系发达,地下水位复杂,给施工期降排水带来较大挑战^[1]。

2.2 地下管线较多

施工位于城区既有管线相对繁多,加之近年来城市更新速度很快,很多施工区域内的管线年久失修且存在管线产权单位难以迅速确认、既有管线是否具有使用功能判定困难等问题,施工过程中耗用大量的人力、物力去进行管线产权确认、使用功能检测,既造成施工资源的增加,又对施工工期的控制极为不利。施工区域对既有老旧管网的保护工作,施工环境苛刻,作业面条件有限,存在许多传统成熟的工艺无法使用的可能性极大,造成对既有管线的保护、迁改等困难增加。

2.3 跨河跨路易冒顶

本项目地下暗挖隧道长度为2840m,本工程位于成都冲积平原,暗挖洞室围岩为沉积砂卵石,围岩松散,抗剪力弱,稳定性差。

隧洞暗挖卵石跨越5条小河沟、3处地铁线、穿越多条马路,临近高层建筑物,整体施工环境较为复杂,施工过程中安全风险高,暗挖地层围岩差,作业面多,现场作业班组多,安全的风险高。隧道暗挖跨越障碍物等施工安全质量控制是本工程的重点难点。

3 重难点应对措施

3.1 降排水施工

本工程工作面位于富水砂卵石层,施工前需进行降排水施工,降排水主要采用管井降水,抽排地下水经三级沉淀后,经过检测符合要求后排放至市政雨污水管,排放前需与水务局做好相关沟通,确保污水处理厂及河道相应指标满足要求。

管井采用冲孔工艺成孔,泥浆护壁。井管采用钢筋混凝土管,在混凝土预制井托上放置井管,在底部中间设导中器,接上节井管,接头处焊接牢固。吊放井管要垂直,并保持在井孔中心,为防止雨、泥砂或异物进入井中,井管要高出地面1m,井口加盖防护。井管下入后立即填入滤料。滤料沿井孔四周均匀填入,宜保持连续,将泥浆挤出井孔。不得用装载机直接填料,应用铁锹下料,以防不均匀或冲击井壁。洗井后,如滤料下沉量过大,应补填至井口下2.5m处,其上用粘土封填。^[2]

3.2 雨污水管交叉施工

3.2.1 施工技术管理

(1) 详细阅读、熟悉掌握设计、建设单位等参建单位提供的地下管线资料,并在工程实施前及时与探明的管线产权单位相关人员进行对接,并组织项目部所有参建人员召开施工配合会议,动土作业必须要有“动土令”,且开工前一定联系产权单位人员到现场交底,开挖过程中安排专职安全生产管理人员到现场进行监督施工。

(2) 根据管线资料和现场排查情况,安排专业管线探测人员使用专业物探仪对地下管线进行探测,并准确标记,并出具由专业公司盖章的物探报告。开工前,安排测量工程师使用徕卡全站仪进行控制点、水准点、水准线等施工点、线的放样,并在每次使用以上点、线时,进行复核。

(3) 开挖施工前,技术质检办和工程管理部专职人员依据物探报告和产权单位提供的资料,将地下管线逐工作点向工区长、现场技术员、作业队现场负责人、安全员、挖掘机操作手进行交底,随即填写《管线交底卡》,并建立“保护公用事业管线责任制”,明确各级人员的责任,做到人人心中有数。

(4) 依据物探交底资料人工探挖地下管线,并按照相关要求保护,待地下管线分布情况核实无误后,用管线保护标识牌进行标识,再进行机械进行开挖,并且现场跟踪作业。

(5) 开挖施工前,组织人员对相应政策文件进行学习,严格遵守相关文件对地下管线的保护要求。

(6) 开挖施工前,按照观测方案对施工范围内地下管线布设测点,施工中定期对受干扰管线进行观测,当管线的沉降量达到预警值时,及时采取纠偏措施,避免因沉降过大,造成管线位移。

3.2.2 质量安全保证措施

(1) 本工程区域内由于存在大量老旧管网、电信、电缆、自来水管线、消防管道、燃气管线等,施工前安排专门物探人员对既有管线进行探明并做好标记,对施工区域内可探明的既有管线提前制定保护或迁改措施,对于不可预见的既有管线做好应急预案并组织进行应急演练。

(2) 竖井开挖过程中,需要对地下管线进行严密交底及位置探测。电力、电信及给排水管道进行悬吊保护,既有管线周边采用人工开挖,各类既有管线人工开挖范围按照以下规定执行:

- ① 燃气管道壁保护范围为管道和实施外缘两侧3.0 m。
- ② 自来水管安全保护范围为管道外缘两侧1.5 m。
- ③ 地下电缆线保护范围为地面标注装两侧各0.75 m。
- ④ 通信光缆安全保护范围为地面标桩两侧各0.75 m。
- ⑤ 排水管道安全保护范围为管道两侧各1.0 m。

3.3 跨河跨路施工

3.3.1 跨河处理措施

本工程暗挖段在杨柳河二支渠及成新蒲大道排洪渠,在隧道中心两侧10m外增设施工围堰,并在围堰内增设导流管,在河道底部铺设土工膜,增大渗透路径以减

少水流渗漏量。

3.3.2 跨路处理措施

(1) 洞身管棚支护

本隧道横穿双九路，隧道穿越道路时，施工使用管棚法进行超前支护，避免开挖过程中出现沉降。施工过程中需对隧洞进行收敛及沉降观测，确保隧道安全掘进。

(2) 路面减震防护

施工过程中，双九路车流量很大，且多为高速行驶的重车，砂卵石暗挖施工，震动控制是重中之重，为减少过流车辆对开挖施工影响，在路面铺设一层20cm袋装砂，在袋装砂上铺设一层木板。并在隧道中轴线两侧50m左右范围设置警示减速标志，实现隧道的安全掘进。

4 竖井及暗挖施工

4.1 竖井施工

本电力隧道竖井为内径5.5m和7m圆形竖井，竖井结构为永久结构，竖井施工采用“喷射混凝土+工字钢钢架+钢筋网支护”+“两层复合式防水结构”+“现浇钢筋混凝土”的复合式衬砌方法。开挖初期锁口深度根据揭示地址情况进行初期锁口施工，当揭示地质情况比较密实时，使用喷砼进行封闭支护。竖井井口要高于地表50cm左右，确保地表雨水及废水流入工作面。部分流入水及时抽排至沉淀池。

竖井开挖主要使用微型小挖机进行竖向掘进，垂直出渣使用25t汽车吊进行出渣。吊运至井口一定距离后，使用装载机结合15t自卸车运送至指定弃渣场。

4.2 砂卵石暗挖施工

暗挖隧道主要采用人工锹镐开挖，用风镐辅助。采用台阶法开挖，上台阶超前2~3m，每次进尺0.5m，开挖后立即素喷5~8cm厚C25混凝土对工作面进行封闭，然后进行工字钢拱架、连接筋、钢筋网片的安装，并打设小导管超前支护。隧道内出渣使用人工手推车进行出渣，运送至井内集渣坑中的吊篮中，后使用25t汽车吊进行垂直运输，水平运输主要施工装载机结合自卸车进行出渣。^[3]

隧道开挖严格按照“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”的原则进行开挖支护施工。砂卵石层隧道开挖，隧洞顶部及掌子面易塌方。根据塌方体的情况，支护分为洞轴线方向支护及垂直支护体系。洞轴线方向支护通过预留核心土，使掌子面呈台阶状，实现利用原土体进行水平方向支护。垂直方向利用工字钢、小导管及网喷形成管棚垂直支护体系，两体支撑系共同作用，实现隧道安全掘进。

5 暗挖工艺及操作要点

5.1 施工工艺流程

施工准备—超前小导管布设—注浆—土方开挖—格栅/钢拱架架立—钢筋网片、连接筋—喷射混凝土—防水施工—二次衬砌。工艺流程图（参见图5.1-1小断面隧道人工暗挖工艺流程图）如下：



图5.1-1 小断面隧道人工暗挖工艺流程图

5.2 操作要点

5.2.1 本电力管廊开挖与支护遵循的原则是管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测的施工原则。具体技术措施如下：

(1) “管超前、严注浆”

开挖前沿拱顶环向施作超前小导管，并及时跟进注浆。

(2) “短进尺、强支护、快封闭”

严格控制每榀进尺长度，每次进尺长度为0.5米，初期支护采用300mm厚的C30P8喷射混凝土。隧道开挖采用预留核心土施工，每一部开挖完成后，均立即施工初支形成封闭环。封闭后及时进行初支背后回填注浆，控制拱顶及地表沉降。

(3) “勤量测”

严格执行制定的量测项目及量测频率，及时发现问题及时信息反馈及时纠正。

隧道施工过程中全面贯彻新奥法施工原则，充分利用围岩的自承能力和开挖面的约束作用，采用锚杆及喷射混凝土为主要施工支护手段，及时对围岩进行加固，约束围岩的松弛和变形，并通过对围岩和支护的量测、监控来指导施工。^[4]

5.2.2 洞身开挖

小断面隧道开挖主要采用人工锹镐开挖，用风镐辅

助。采用台阶法开挖，上台阶超前1.5~2m，每次进尺0.5m，开挖后立即素喷5~8cm厚C25混凝土对掌子面进行封闭，然后进行工字钢拱架、连接筋、钢筋网片的安装，并打设小导管超前支护。初期支护中注意锁脚锚杆的施工，不得遗漏，以防出现掉拱现象。初衬采用内外两层网片，安装时，将网片与工字钢、连接筋点焊在一起，共同形成支撑体系。

下台阶开挖应在上台阶的初期支护基本稳定且进尺1.5~2m后进行，并认真加固拱脚支护，使上部施工支护与围岩形成完整的体系。下台阶土方仍采用人工并铺以风镐开挖，以减少对周边的扰动，并严格控制开挖边线，严禁超挖欠挖。下台阶开挖完成后按照上台阶工序进行支护，并在两侧拱脚打设锁脚锚杆。待上、下两个台阶的初期支护基本稳定且循环进尺1.5m以上，完成底部初期支护，初支封闭成环。

5.2.3 隧道内运输组织

(1) 挖装运设备

隧道150~200m设置一工作竖井，作为施工出入通道及后期检修通道，隧道开挖采用人工开挖，因各竖井之间间距小采用人力斗车运输至竖井，后经施工竖井提升至地面临时堆土场，自卸汽车转运至弃渣场。

(2) 运输组织

隧道运输组织包括出渣和进料的运输组织，其中出渣的运输组织尤其重要。出渣主要包括井下的水平运输、竖井中垂直提升、施工现场临时存土及外运弃土。

1) 组织原则：空重车线分开，保证掌子面来空车、重车互不干扰，减少等待时间。

2) 合理安排工序作业：现场合理安排各洞工序，并采取严格措施保证各工序按时完成，尽量避免掌子面同时出渣。具体施工中可多用矿车先装渣后停在回道上，留出工作面以利下道工序施工，以保证在不干扰下道工序及进料等的情况下继续出渣，以减少循环时间。

3) 运输调度原则：施工网络计划中关键路径上的区段优先；运料车优先，出渣车避让；重车优先，空车避让。

(3) 出渣外运：土方均需通过市区道路外运至弃土场，安排在夜间外运。

(4) 各种材料运输组织

1) 喷砼运输

一次、二次衬砌砼采用商品砼，砼运输车自搅拌站

运至井口，通过导管下放到井底输送泵内，然后通过输送管泵送至工作面，如果距离较远时增设接力输送泵。

2) 一般材料运输

一般材料进洞采用出渣车运输。

3) 大件材料、构件、设备运输

大件材料、构件、设备进洞，根据物件的重量，采用不同吨位的起重机垂直下放至井底矿车或平板车上，至工作面。

初衬工字钢因重量较大，不能整体吊装，因此，初衬工字钢采用分块的办法吊入竖井内，洞内拼装成型。

5.2.4 超前支护

隧道洞身开挖过程中要严格按照设计要求施作超前支护，超前支护采用超前注浆小导管，小导管用直径为 $\Phi 32$ 、长2m的钢管制作而成，注浆小导管环向间距30cm，纵向间距0.5m，注浆浆液采用水泥—水玻璃双液浆，小导管安装完成后，对掌子面喷射早强C25混凝土8cm进行封闭（必要时采用挂钢筋网进行封闭），确保注浆时掌子面安全，同时防止漏浆。小导管的注浆压力控制在0.5~0.7Mpa。注完浆后，立即安装钢拱架，并将钢管牢固地焊接在钢拱架上。

6 结束语

本工程利用管井降排水实现地下水位的降低，实现旱地施工，并合理布置工作井位置，按照90~150m之间进行布置，实现出渣的水平及垂直运输的合理分配，并便于后期运维。在施工过程中遇径流河道及交叉污水管道进行合理导排实现安全跨越。并在施工中加强安全监测，合理安排工序，优化施工方法，如期完成砂卵石层的暗挖施工，顺利实现跨河跨路、跨雨污水管，达到了设计目的和安全质量要求。本工程砂卵石层暗挖处理方法可供类似工程参考。

参考文献：

- [1]郑立飞.市政工程中电力隧道顶管施工技术分析[J].城镇建设,2018(9):265.
- [2]江中泉.市政工程中电力隧道顶管施工技术分析[J].江西建材,2018(4):102-103.
- [3]高磊.市政工程中电力隧道顶管施工技术分析[J].建筑工程技术与设计,2018(9):2537.
- [4]焦立宏.市政工程中电力隧道顶管施工技术分析[J].建筑工程技术与设计,2018(15):2804.