

马头山电站引水隧洞工程地质条件探讨

陈豪伟

(福建省水利规划院 福建 福州 350001)

摘要 对马头山电站引水隧洞开挖后的工程地质条件进行描述,与初步设计阶段的地质资料进行比较,阐述引水隧洞常见的不良地质现象,总结围岩分类的经验,强调台风季节引水隧洞预留段所起的重要作用,总结引水隧洞的前期阶段工程地质勘察经验。

关键词 围岩分类 断层 微裂隙 钢拱架 预留段 马头山电站引水隧洞

中图分类号 :TV732 文献标识码 :B 文章编号 :1006-7647(2007)S2-0109-03

马头山电站工程引水隧洞(见图 1)标段于 2005 年 2 月初动工,2006 年 6 月全线贯通,目前正在进行二期衬砌工作。本工程引水隧洞虽然不算很长,但同样存在一些复杂的地质现象,在隧洞开挖工程中,地质设代积极配合,顺利解决了施工中遇到的各类工程地质问题。通过分析比较初步设计阶段地质资料与开挖后隧洞地质素描成果,探讨总结引水隧洞的工程地质勘察经验,为类似工程提供借鉴。

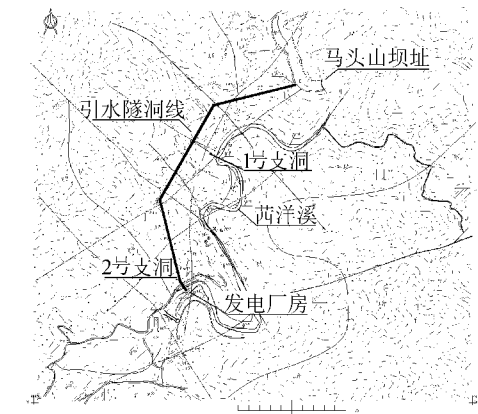


图 1 引水隧洞工程地质图

1 工程概况

马头山水库位于福建省福安市茜洋溪下游,总库容 998 万 m³,主要建筑物有拦河坝、引水隧洞、发电厂房,项目总投资 7326 万元。拦河坝设计最大坝高 43 m,坝顶高程 92.0 m,电站总装机容量为 11 250 kW,设计引用流量 25.1 m³/s。有压引水隧洞总长 3 241.22 m,开挖洞径 4.3 m,洞型为圆形平底(如图 2 所示)。压力斜洞长 55.5 m,调压井桩号

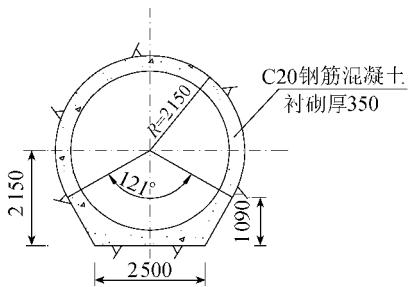


图 2 引水隧洞断面示意图

3+130.07 m,设 1 号支洞(桩号 1+450)和 2 号支洞(3+108.57)。隧洞采用下导洞短台阶法开挖^[1]。

引水隧洞围岩岩性为侏罗系上统南园组第 2 段(J_{3n}^b)和第 3 段(J_{3n}^c)深灰色流纹质晶屑凝灰熔岩,晶屑凝灰结构,块状构造,岩体较完整,局部破碎。

2 初步设计地质结论

引水隧洞沿线为低山地貌,地表多为坡残积层覆盖,隧洞埋深 30~230 m,在拐 1(桩号 1+450)、拐 2(桩号 2+234)和桩号 2+334(上覆公路)较为单薄,埋深只有 20~30 m。沿线主要发育北东向和北西向的陡倾角构造,沿洞线发现有 8 条断层通过(如图 1)。初设阶段对进出洞口进行勘察比选,选择出露好、地质条件优越的位置作为进出洞口。隧洞线靠山脊东南侧基本傍山布置,地下水汇水面积大,围岩岩性为流纹质晶屑凝灰熔岩,地下水主要为基岩裂隙水,开挖过程中,遇到节理裂隙或断层破碎带,可能存在涌水现象,容易诱发隧洞塌方、冒顶。依据隧洞的上覆、侧向围岩厚度、所受的水压力及 SL55—2005《中小型水利水电工程地质勘察规范》,

对引水隧洞进行围岩分类,其中Ⅰ类与Ⅱ类围岩占总长的64%,Ⅲ类围岩占总长的17%,Ⅳ类围岩占总长的19%。

3 引水隧洞开挖后的水文工程地质条件

引水隧洞围岩岩性为侏罗系上统南园组第2段(J_3n^b)和第3段(J_3n^c)深灰色流纹质晶屑凝灰熔岩,验收范围内出露10条沿北西向和东北向侵入的灰黑色辉绿岩脉,其中3条出露于压力斜洞中,岩脉宽度0.3~6.0m不等,部分呈不规则出露。岩脉大部分呈弱风化状,与围岩接触较好,局部面夹方解石薄脉。

引水隧洞主要发育东西向(如 f_1 , f_{18} , Jm_1 , Jm_4 , Jm_6 , F_6 , F_8 , F_{10} 等)和北东向(如 f_{32} , f_{55} , f_{56} , F_4 等)的构造(如图3),特别是东西向的微裂隙形成节理密集带,使部分洞段较为破碎。通过素描,揭露的主要构造有断层(F)11条,小断层(f)57条,节理密集带19条,夹泥裂隙13条,节理92条。已临时钢拱架支护

4段。主要的断层如: F_1 断层,产状 $N35^\circ E, NW/70^\circ \sim 75^\circ$,为压扭性断层,破碎带宽约6m,充填碎裂岩、断层泥和糜棱岩,洞顶掉块深达2m,与洞线交角小,已临时支护28m; F_2 断层,产状 $EW, S/74^\circ$,破碎带宽0.8~1.0m,充填碎裂岩和断层泥,右壁见高岭土充填,最厚1cm,与洞线大角度相交。 F_4 断层,产状 $N70^\circ E, NW/75^\circ$,断层破碎带宽0.8~1.2m,充填碎裂岩和断层泥,局部见高岭土厚1.2cm,起伏延伸,与洞线交角大; F_{10} 断层,产状 $EW, N/77^\circ$,破碎带宽0.8~1.0m,充填碎裂岩和断层泥,充填物如煤渣。

引水隧洞大部分干燥,在裂隙、节理密集带和断层分布位置有连续滴水或渗水现象,且滴水段主要位于1号支洞下游。为避免外江洪水灌入,在桩号0+432处设2.5m宽的隧洞预留段。

引水隧洞地质条件总体而言上游段(1号支洞以上)较下游段优越,这与隧洞下游段区域上断层分布较密集相对应。隧洞发育的断层造成局部洞段掉块和漏水,如 F_6 洞顶塌顶深达2m, F_3 洞顶掉块形成

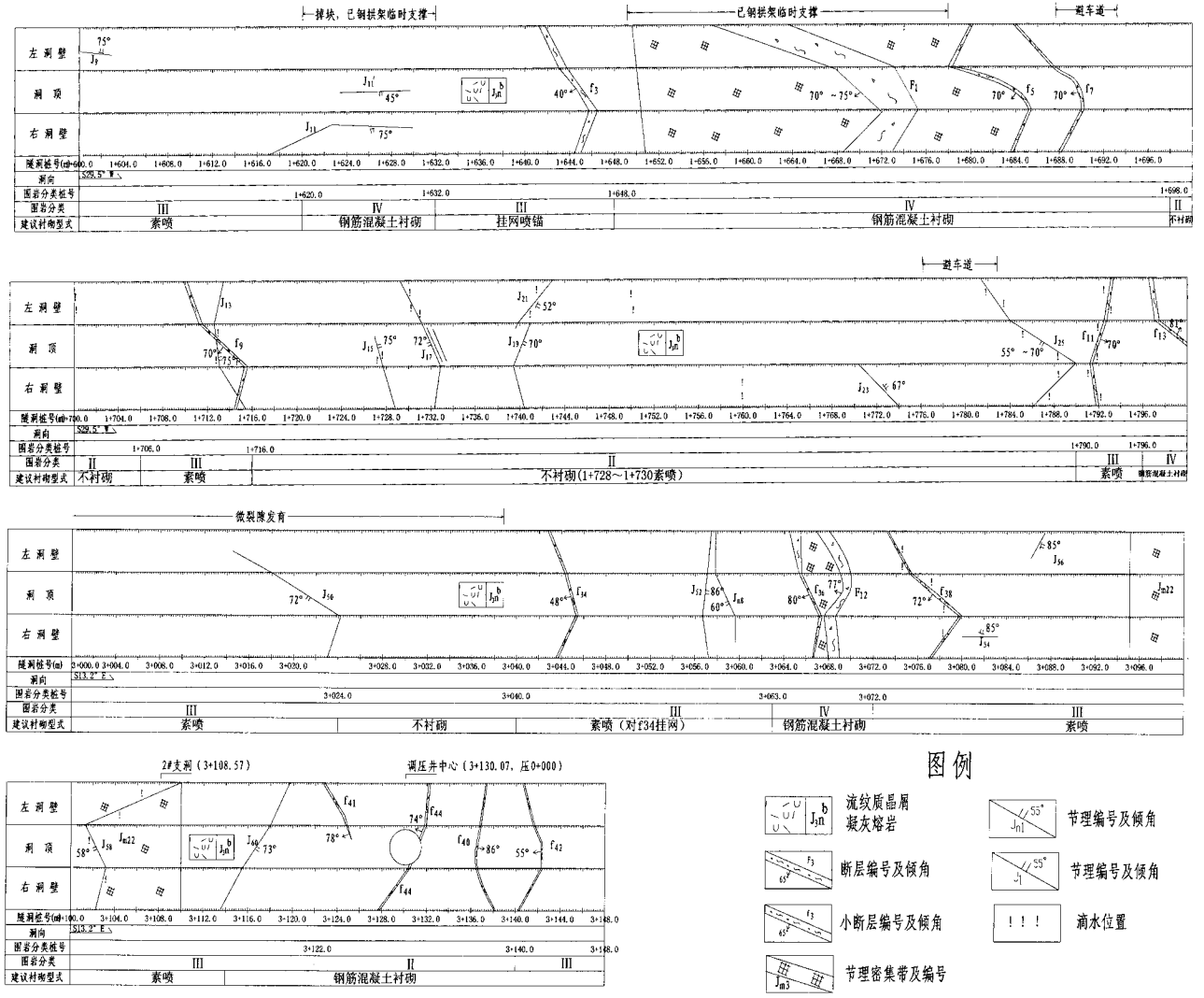


图3 引水隧洞工程地质情况示意图

1 m 的深槽 ,并伴有漏水。断层多充填断层泥和方解石脉 ,局部充填高岭土。部分洞段(例如桩号 0+900~0+940)小断层密集发育 ,是受区域大断层(F_4)的影响所致。在二期施工中对这些不良地质洞段进行衬砌或喷锚处理。

按素描成果对引水隧洞进行围岩分类 ,其中Ⅰ类围岩 204 m ,占总长的 6.3% ;Ⅱ类围岩 1753 m ,占总长的 54.1% ;Ⅲ类围岩 1101.22 m ,占总长的 34.0% ;Ⅳ类围岩 183 m ,占总长的 5.6%。

4 工程经验总结

a. 工程区位于福建闽东火山断拗带北段 ,福安~南靖北东向深断裂带及寿宁~连江南北向大断裂穿过本区域 ,大断层构成区域地质构架。初设阶段通过工程地质测绘、航卫片解译及搜集资料 ,划定对引水隧洞线有影响的 8 条断层(F)及其性状特征 ,隧洞开挖后揭示有 11 条断层(F)。此外小断层(f)也较为发育 ,达 57 条 ,这些小断层的密集发育影响了围岩的完整性与稳定性 ,降低了部分洞段的围岩类别。从小断层的产状及性状分析 ,它们多数可看做区域大断层的派生断层。

b. 分析初设阶段与素描后统计的围岩分类数据 ,两者Ⅰ、Ⅱ类合计数值相近 ,而Ⅲ类围岩所占比例较初设阶段的数值偏小(17%) ,Ⅳ类围岩则偏大(19%)。分析其原因有 :首先 ,本隧洞的小断层(f)与微裂隙较发育。在桩号 0+230~0+310 ,1+268~1+330 ,1+995~2+020 ,2+690~2+710 等洞段微裂隙特发育 ,微裂隙特发育及小断层发育使部分围岩类别由Ⅱ类下降为Ⅲ类 ;其次 ,断层(F)破碎带的总宽度比初设阶段的明显小 ,即Ⅳ类围岩所占比例减小(减到 5.6%) ,而断层的两侧影响带转为微裂隙或小断层密集发育(初设阶段将这部分围岩都划为Ⅳ类) ,导致Ⅲ类围岩增加。所以整洞Ⅲ类围岩所占的比例升高 ,Ⅳ类围岩比例则降低。对Ⅲ类围岩采取素喷或喷锚的方式处理。

c. 引水隧洞大部分干燥 ,连续滴水或渗水现象分布在断层破碎带或张裂隙位置 ,如 J_{m29} , f_{11} , f_{15} , F_5 , f_{15}' , f_{17} , F_8 等 ,如 f_{15}' 渗水量达 0.05 L/s ,局部洞段呈水帘洞。在洞挖过程中 ,局部基岩裂隙水带承压性 ,水压与水量逐渐减小。

d. 受断层影响 ,在洞挖过程中部分洞段出现塌方现象 ,造成施工困难 ,如桩号 0+768~0+780(F_{15}) ,1+620~1+632 ,1+648~1+680(F_1)等 ,特别是性状差的 F_1 断层与洞线斜交 ,断层破碎带及两侧影响带使隧洞塌方段长 32 m。在洞挖中采用超前锚杆开挖及临时钢拱架支撑的方法处理 ,顺利安全地

穿过不良地质洞段²¹。

e. 引水隧洞 1 号支洞上游段采用两头同时掘进方式进行 ,在桩号 0+432 处设 2.5 m 宽的隧洞预留段 ,在今年福建的台风季节发挥了重要的作用。5~9 月份台风珍珠、碧利斯、桑美、宝霞等先后袭闽 ,茜洋溪水位暴涨 ,多次水灌隧洞 ,水退之后留下厚 10 余 cm 的烂泥与垃圾。隧洞预留段的存在大幅度减少了不必要的财物损失 ,大量节省了下游隧洞开挖和二期衬砌时间。

f. 引水隧洞前期的勘察方法通常采用测绘、钻探、洞探和物探等 ,在地质测绘的基础上 ,分析区域航片解译资料 ,辅以钻探、洞探和物探 ,搜集项目区附近已建工程的勘察成果也非常关键和实用。由于地下工程具有隐蔽性 ,做到尽可能准确的定性评价不仅可以节省工程投资 ,还可减小施工难度。

5 结 语

福建省福安市马头山电站工程引水隧洞于 2006 年 8 月通过开挖验收 ,提前合同工期完成 ,工程规模虽不大 ,但“麻雀虽小 ,五脏俱全” ,工程也存在较复杂的工程地质问题 ,本文总结说明了前期勘察深度的重要性。

由于引水隧洞工程前期地质勘察手段的局限性 ,在洞挖过程中总会出现一些不可预见的情况 ,地质工作应做好现场跟踪 ,及时对复杂的地质现象提出临时或永久性处理措施建议 ,以节省工程造价、缩短工期。

参考文献 :

- [1] 连忠灿 ,郑秀芳 ,陈豪伟 ,等 .福建省福安市马头山水库电站工程初步设计报告[R] .福州 :福建省水利规划院 ,2004.
- [2] 韦传恩 .宁波市白溪水库引水工程输水隧洞主要工程地质问题研究[J] .福建水利科技 ,2005(2) :51-54.

(收稿日期 2006-11-17 编辑 高建群)

