

沙壤土层隧洞特大透水事故处理 施工技术研究

潘文峰

(中铁十一局集团第三工程有限公司, 湖北 十堰 442000)

【摘要】 隧洞施工过程中遇到透水时,应坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后进”的原则,采取“防、堵、疏、排、截”的综合治理措施。其中“先探后掘”中的探,即在巷道掘进过程中,在迎头利用直接或间接的方法向前一定范围内进行超前探测,查明前方及其采动影响范围内是否存在富含水地质构造、导含水通道、岩溶空洞等,为工程顺利安全施工提供依据。

【关键词】 沙壤土层隧洞;透水;处理

中图分类号: TV543

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)06-0010-05

Research on processing treatment technology of silty loam layer tunnel ultra-large water inrush accident

PAN Wenfeng

(No. 3 Engineering Co., Ltd. of CR11BG, Shiyan 442000, China)

Abstract: When tunnel construction processes encounter water inrush accidents, the principles of ‘prediction and forecast, exploration for doubts, digging after exploration, and excavation after control’ should be followed, and the comprehensive treatment measures of ‘prevention, blocking, dredging, drainage and cutoff’ should be adopted. Exploration in digging after exploration refers that a direct or indirect method is utilized for advanced exploration within certain scope in the process of drifting. Construction units should investigate whether there are water-rich geological structure, water channels, karst channels, etc. or not in the front portion or the mining influence scope. Basis is provided for the smooth and safe construction of project.

Keywords: silty loam layer tunnel; permeable; treatment

1 工程透水事故背景

新疆克州盖孜水电站工程为新疆克州盖孜河中游河段梯级水电开发项目的第二梯级水电站,电站装机容量 11.60 万 kW。由原施工单位承建的盖孜水电站土建 II 标压力管段引水隧洞下平洞洞段由出口(压 1+203)掘进至压 0+625 时隧洞洞壁开始出现透

水,原施工单位通过多方努力历经近一年时间,掘进至压 0+530 处,隧洞拱顶开始出现透水,且透水量较大(每小时出水量达 1300m³),掘进过程中发生多次垮塌,几经努力仍无进尺,业主要求正在施工盖孜水电站土建 I 标的中铁十一局集团第三工程有限公司(以下简称“项目部”)进行下平洞透水处理并完成剩余洞身掘进任务。

2015年2月,项目部迅速进驻下平洞工地,对施工现场进行了细致的勘察,压0+530处为Q1含碎石沙壤土、泥钙质弱胶结,且拱顶靠左侧有较大透水(每小时出水量达 1300m^3),易发生拱顶垮塌,且压0+530处拱顶已发生多次垮塌,原施工单位在拱顶有许多支护钢材埋在虚渣中,难以再对拱顶进行支护。该工程施工难度大、危险系数高、工期要求紧。

2 围岩地质及富水性超前探测

2.1 工程施工难点

③该洞段拱顶透水、水量较大,且长时间出水量没有减弱迹象;④从洞口到掌子面洞段均为Q1含碎石沙

壤土、泥钙质弱胶结,遇水没有自稳能力,容易垮塌。

2.2 地质探测

为了解洞身掌子面附近地下水分布及隧道掘进方向岩层情况,项目部聘请某公司对隧洞掌子面(压0+530)前方导水构造及围岩岩性变化情况进行超前探测(如图1所示)。

为保证探测准确性和精确性,采用了瞬变电磁法(TEM)和地质探地雷达探测法相结合,相互佐证探测结果。结合现场地质条件、探测深度及探测精度要求,该次采用TERRATEM瞬变电磁主机及瑞典某公司生产的探地雷达进行探测。



图1 路站探测基坑示意图

探测结果显示,在隧洞掌子面前方45~70m,中心偏右侧5~25m范围内,顺层和顶板出现闭口低阻异常区1,围岩富水可能性较大,在开挖过程中涌水量可能较大;隧洞掌子面前方40~70m、中心偏左25~50m范围含一闭口低阻异常区2,其富水可能性较异常区1差,且呈现远离隧洞趋势发育;掌子面前方5m存在一疑似反射剖面,5~15m范围内围岩裂隙发育,且有水体充填,18m以后电磁波能量衰减较大,信号信噪较差。探测结果如下页图2所示。

3 探测结果分析及初步方案选定

根据探测结果分析,洞身前方40m以上地下水丰富且集中在拱顶左右两侧,左侧水源水量相对小且线路逐渐偏离洞身轴线,右侧水源水量相对较大且始终在洞身线路上,在20m范围内岩层变化不大,仍为富水沙壤土。

经多方集体研究,决定采用全断面帷幕注浆的方式将洞身周围土层进行周围固结,以达到将地下水隔离在洞身开挖轮廓线以外的目的。

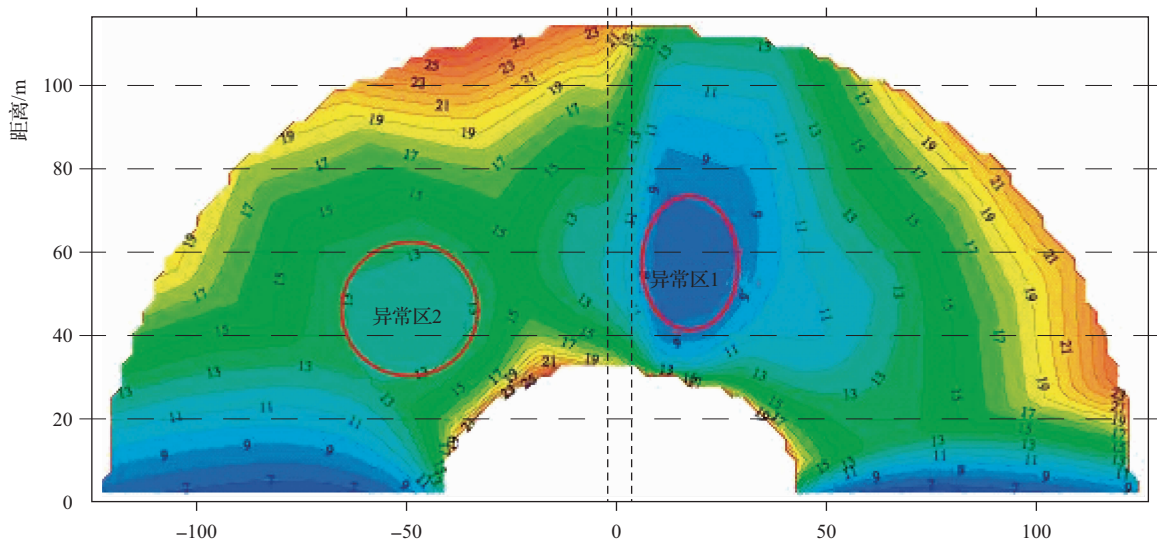


图2 探测结果

4 止透方案实施

4.1 方案及要点

项目部在掌子面往回浇筑6m厚止浆墙,在墙体内预留注浆钻孔钢管、排水管,止浆墙施工完毕后,通过预留注浆钢管钻孔布管,在利用高压注浆机向里注浆固结。

方案关键:需保证透水不从其他孔隙绕渗到隧洞中;注浆压力必须大于透水压力,需时刻观测水压力表。

4.2 方案实施

4.2.1 掌子面塌腔处理

为防止浇筑止浆墙开始高压注浆时,透水沿塌腔向已开挖洞段绕渗,项目部拟对拱顶塌腔进行泵送混凝土回填。

施工前,用沙袋及防水板将透水集中到一处,通过引水管引出。在拱顶按间距15cm、长4.50m进行自进式锚杆,该锚杆与拱架焊接在一起,上部铺设木模,并预留泵浆管3根,泵浆管需尽量伸到塌腔顶部或不低于3m。混凝土通过混凝土罐车运送到作业面,用混凝土泵车泵送入空腔。

4.2.2 浇筑止浆墙前对岩壁进行注浆固结

因为掌子面后已开挖洞段拱顶发生过塌方且为Q1含碎石沙壤土,为保证止浆墙浇筑后,透水不从岩壁绕渗到已开挖洞段,项目部拟对止浆墙后压0+536~

压0+550洞段拱顶及直墙进行注浆固结,其中拱顶按间排距1m布设注浆42钢管,钢管上布设花眼,钢管结合现场打孔情况长度为3~6m,边墙按1.50m间距设注浆42钢管,为防止浆液窜孔,成孔装管1个就注浆固结1个。止浆墙外侧洞段固结注浆管布设如图3所示。

止浆墙施工完毕后,其紧接洞段8米范围内径向布置系统50注浆钢管, L=3.5m, 间排孔距100cm, 进行固结灌浆

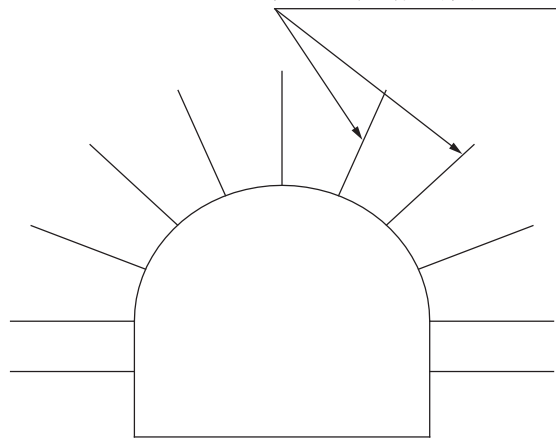


图3 止浆墙外侧洞段固结注浆管布设

4.2.3 止浆墙内预埋注浆及排水管施工

在掌子面塌腔回填及压0+536~压0+550洞身断面固结灌浆完毕后,将掌子面顶部集中引水的钢管延伸到压0+550以外(钢管上安装好闸阀),在压0+536~压0+542段支立模板浇筑混凝土填充该洞段断面,浇筑前分别在底部、中部、顶部开挖轮廓线以内50~100cm内预留注浆钻孔钢管(钢管向轮廓外偏

5°~10°)、底部两侧及断面中部预留两根排出残水的钢管,并预埋压力测试装置,压力表安装在压 0 + 542

外侧。预留完毕后,安装止浆墙模板进行浇筑。止浆墙预埋管道设计如图 4 所示。

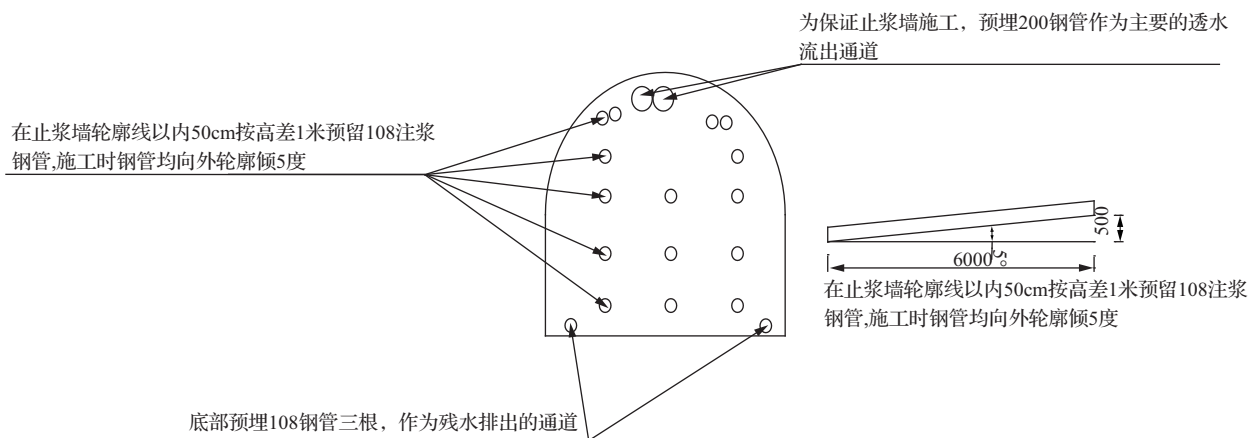


图 4 止浆墙预埋管道设计

4.2.4 注浆通道施工

利用潜孔钻沿预埋注浆钢管周围施工长 40m 注浆通道,由于前方岩层多为 Q1 沙壤土,难以成孔,潜孔钻的中空套管不拔出直接当成注浆通道用(中空套管按 20cm × 20cm 梅花形烧孔)。

4.2.5 注浆固结施工

止浆墙浇筑完毕后,关闭底部排水管闸阀,从底部注浆管向里高压注水泥浆,边注浆边观察测水压设备压力表,始终需保持注浆压力大于压力表数值,当底部注浆管被沉淀水泥浆凝固封住时,关闭底部注浆管闸阀和中部排水管闸阀,打开中间注浆管闸阀,从中间注浆管进行注浆,直到中间注浆管被沉淀水泥浆凝固封住,关闭其闸阀及上部排水管闸阀,从顶部注浆管进行注浆。由于顶部与透水处相近,需将透水反压顶部并改变水路,所以顶部注浆时,需采用大于透水压力两倍以上压力进行注浆。

因为岩层均为富水沙壤土,为保证注入水泥浆能迅速凝固,项目部采用掺入水玻璃双液浆液(掺入量 8%)和单液浆混合注浆的方式进行施工,即单液浆注入 5~10min,双液浆注 2min,循环注入。在注浆通道特别大的顶部,注浆时加入速凝剂,掺量为 2%。

具体注浆参数:每循环注浆长度 40m,开挖长度 33m,留 7m 做止浆岩盘;单孔有效扩散半径 2.50m,终孔间距 3m;注浆压力为出水压力 2~3 倍;注浆范围到

隧道开挖轮廓线外 6m;注浆方式总体采用后退式,单孔采用前进式。

4.2.6 单孔最大注浆量计算

$$Q = 2\lambda\pi Rl n\beta$$

式中 Q ——单孔浆液注入量, m^3 ;

λ ——损失系数,取 1.2;

R ——浆液扩散半径, m ,取 2.5m;

L ——注浆段长度, m ,取 40m;

β ——浆液在裂隙内的有效充填系数,取 0.9;

n ——体积裂隙率,取 20%。

则

$$Q = 2 \times 1.2 \times \pi \times 2.5 \times 40 \times 20\% \times 0.9 = 169.7 m^3$$

若水灰比为 1:1,则需水泥 67.9t。做为主注浆孔,可适当按加大 20% 的注入量考虑,取注入量 81.4t。

4.2.7 注浆注意事项

在注浆顺序上采用先注有水孔、后注无水孔,先外圈后内圈,先施作下部、再施作上部,先近后远的程序进行。密切配合钻孔顺序,即成孔 1 个,注浆 1 个。若钻孔情况证明注浆效果已达到设计要求,可进入下一环的钻孔注浆,不断加快施工进度,将水封堵至加固区以外。

4.2.8 循环注浆段结束标准

全部注浆孔注浆完成后,对该注浆效果的检查和评定。设至少 5 个检查孔,测孔内涌水量,要求一般地段

小于 $0.012\text{m}^3/\text{h}$,且一处涌水量小于 $0.60\text{m}^3/\text{h}$ 。或可进行压水实验,在 0.75MPa 压力下,进水量小于 $0.12\text{m}^3/\text{h}$,若达到上述要求,则可以开挖,否则进行补注浆。

5 止透效果分析

固结注浆结束 5 天后,项目部开始进行洞身掘进,拱顶及洞壁透水基本无渗水,说明经此次注浆对顶部及洞身围岩起到封闭加固效果,降低了拱顶垮塌的概率,经后期二次超前富水性探测,发现地下水与开挖轮廓线之间土层确实得到了较好固结。利用该方案,项目部于 2015 年 6 月成功通过透水洞段。

6 结 语

隧洞施工过程中遇到透水,应坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后进”的原则,采取“防、堵、疏、排、截”的综合治理措施。其中“先探后掘”中的探即在巷道掘进过程中,在迎头利用直接或间接的方法

(上接第 25 页)桥梁基础设计采用桩基础,桩基础埋深 20m,满足抗冲要求。

2.5 对防汛抢险及其他影响分析

桥梁跨越淦阳河左岸无堤防,梁底距地面以上距离为 6.91m,右堤处桥梁设计净空为 5.14m,基本满足防汛车辆正常通行的要求。桥址河段左岸下游 470m 处有村庄,根据规范,村庄防洪标准按 10 年一遇,现状河道断面下 10 年一遇水位 23.41m,桥梁修建后壅水高度为 0.04m,10 年一遇洪水未出主槽,对村庄防洪没有影响。

3 措施及要求

桥墩的布置减小了河道过水断面,断面流速有所增加,同时,桥墩布置在主槽边坡上,一旦行洪,对河道边坡稳定产生一定影响,为保证堤防安全和河势稳定,公路设计中应尽量调整桥墩布置,避开主槽边坡,并应增加桥址附近的主槽岸坡防护工程,防护长度为桥梁投影上游 50m 至下游 50m,护砌深度至冲刷线以下 0.5m。为使主槽河势相对稳定,保证高速公路和河道

向前一定范围内进行超前探测,查明前方及采动影响范围内是否存在富含水地质构造、导含水通道、岩溶空洞等,为工程安全、顺利施工提供依据。一般遇到松散岩石透水洞段可参考本文提出的固结注浆方案,也可以采用引排方案;若是洞身为密实泥层或其他不好达到固结效果的地层时,建议采用分批次、多形式、逐级高压注浆固结方法。◆

参考文献

- [1] 朱永生,朱焕春,石安池,等.基于离散单元法的白鹤滩水电站复杂块体稳定性分析[J].岩石力学与工程学报,2011,30(10):2068-2075.
- [2] 牛运光.工程防汛抢险要则(续)[J].水利建设与管理,1999(4):11-14.
- [3] 张金宏.吸水速凝挡水子堤在抗洪抢险中的应用[J].水利水电技术,2005,36(11):121-124.
- [4] 蔺书钊.岩溶隧洞常见灾害及处理措施[J].山西建筑,2010,36(25):300-301.
- [5] 唐克丽.中国水土保持[M].北京:科学出版社,2004.

的防护安全,桥梁施工时应保护现有堤防,如有破坏必须恢复。

4 结 语

建桥以后,河流受到桥头引道的压缩和墩台阻水的影响,改变了水流和泥沙的天然状况,引起河床的冲淤变形,危及河道堤防安全。应对拟建桥梁做水利规划、防洪标准的适应性分析;对行洪安全的影响分析;对堤防及防汛抢险的影响分析;对河势稳定的影响分析,分析后应提供相应的防治措施。◆

参考文献

- [1] SL 44—2006 水利水电工程设计洪水计算规范[S].北京:中国水利水电出版社,2006.
- [2] GB 50201—1994 防洪标准[S].北京:水利电力出版社,1994.
- [3] GB 50286—2013 堤防工程设计规范[S].北京:中国水利水电出版社,1998.
- [4] JTG C30—2002 公路工程水文勘测设计规范[S].北京:人民交通出版社,2002.
- [5] TB 10017—1999 铁路工程水文勘测设计规范[S].北京:中国铁道出版社,1999.