

引水隧洞工程一处不良地质段处理技术

顾新刚

上海勘测设计研究院有限公司 上海 200434

摘要: 引水隧洞施工要穿越多个浅埋段部位, 洞内地质较差主要为IV、V类围岩, 隧洞上部覆盖层为破碎积碎石土, 部覆盖层为含泥砂砾卵石、土层较松散, 覆盖层分界线在洞顶位置上下起伏。引水隧洞在掘进时洞身顶部失稳坍塌, 未造成较大损失。需要采取技术措施抓紧处理好该不良地质洞段, 以确保工程顺利推进。

关键词: 引水 隧洞 不良地质 处理技术

宁波至杭州湾新区引水工程位于浙江省宁波市中北部, 输水线路起始于宁波市海曙区, 向宁波杭州湾新区和慈溪市调配原水。该工程水资源配水量为8000万 m^3 /年, 同时预留远景年市区北部水厂配水需求。输水主线总长69.2km, 其中主线隧洞长28.8km, 管道长40.4km。引水隧洞开挖断面采用近似马蹄形断面, 非钢衬段隧洞I、II、III1、III2类围岩开挖断面底宽2.6m, 洞径3.2m, IV、V类围岩开挖断面底宽2.6m、洞高3.35m; 钢衬段隧洞开挖断面底宽2.75m, 洞径3.3m。

宁波市地处东海之滨, 杭州湾南岸, 属长三角经济区南翼。地貌类型主要分为侵蚀剥蚀低丘陵、山前坡洪积斜地、冲湖积平原和滨海海积平原等。宁波地区地层属东南地层区, 基岩主要为侏罗系上统高坞组流纹质晶屑熔结凝灰岩、西山头组酸性、中酸性火山碎屑岩、茶湾组火山碎屑岩夹沉积岩、九里坪组流纹岩、流纹斑岩、流纹质含角砾晶屑熔结凝灰岩, 局部发育馆头组白垩系紫红色粉砂岩夹砂砾岩。第四纪地层较发育, 厚度较大, 且层位较稳定, 厚度一般小于100m, 从中更新世至全新世地层发育齐全。主要成因类型有河流相、河湖相及海相等, 从老到新是由一套陆相堆积~海陆交替堆积~海相堆积地层组成, 上部软土层厚。主洞岩性为侏罗系上统b段组(J3b)熔结凝灰岩。主洞洞身走向北偏东 10° ~北偏西 64° , 山体自然坡度一般在 15° ~ 25° 之间, 山体表面以灌木为主, 高大树木以水杉、毛竹、樟树等为主, 杂草丛生, 通行较难。

引水隧洞施工要穿越多个浅埋段部位, 洞内地质较差主要为IV、V类围岩, 在桩号15+970m~16+050m浅埋段顶部覆盖层最薄处为6m、有一条县道和溪流穿过隧洞顶部。^[1]隧洞掌子面为晶屑熔结凝灰岩, 中上部为强风化岩, 上部覆盖层为破碎积碎石土, 部覆盖层为含泥砂砾卵石、土层较松散, 覆盖层分界线在洞顶位置上下起

伏。引水隧洞在掘进至15+975时洞身顶部失稳坍塌。由于及时安排了人员和施工设备撤离并对隧洞顶部进行了安全监测, 未造成较大损失。引水隧洞工程需要采取技术措施抓紧处理好该不良地质洞段, 以确保工程顺利推进。

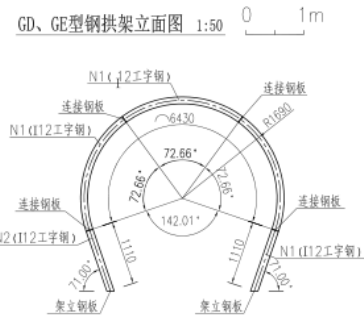
1 处理技术措施

1.1 采取地质超前预报、红外探水技术和安全监测措施。

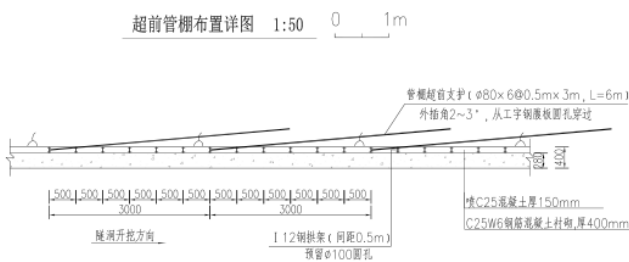
对IV、V类断层破碎带围岩和不良地质带采用地质雷达方法进行探测。地质雷达采用美国GSSI公司SIR-4000型地质雷达。采用100MHz天线, 根据隧洞地质条件的复杂程度, 剖面采用“U”字型、“十”字型或“井”字型布置, 同时还需对左右侧壁进行探测, 测线长度应大于30m, 且与前次表面雷达测线至少重合2m以上。采用红外探水探测是根据红外辐射原理, 通过接收和分析红外辐射信号进行超前地质预报。通过定性判断探测点前方有无水体存在及其方位, 预判掘进前方和隧洞围岩30m范围内有无含水层或含水构造。重点对隧洞拱顶下沉、围岩应力应变、爆破振动及隧洞顶部道路及溪流进行安全监测。拱顶下沉监测主要监控隧洞掘进过程中竖向尺寸的变化情况。在预定量测断面位置初喷混凝土初凝后埋设膨胀挂钩或膨胀螺钉, 用水准仪及钢卷尺或钢尺测读初测值, 以后每次测值与前一次的差值即为每次的变化值。初测读数在开挖后12h内读取, 最迟不晚于24h, 且应在下一循环开挖前获取初读数。测点应牢固可靠, 易于识别并妥为保护。应力应变监测主要及时了解地下隧洞围岩内部应力重新分布从而引起支护结构应力应变的变化, 在每个监测断面上布置了3支锚杆应力计, 对支护锚杆应力的变化进行监测; 在引水水隧洞的15+975m~16+050m桩号监测断面布置了4支钢筋计4支锚杆应力计进行监测。在浅埋段附近的隧洞覆盖层上方, 做好数个沉降观测点, 每日进行测量, 实时掌握高程数

据,如遇到沉降数据过大时立即报告。

1.2 采用超前管棚、超前小导管结合固结灌浆工艺加固岩体。



为了防止在开挖过程中再次发生失稳坍塌的情况,根据现场地质及该段覆盖层较薄的情况拟用隧洞掌子面超前预注浆法、超前小导管、超前管棚相结合施工技术将引水隧洞掌子面前端及顶部的岩层完整性进行提高。施工过程中,遇到土层及大断层等不良地质条件时,采用掌子面周边管棚超前支护并预注浆固结围岩,形成一定厚度的半封闭截水圈,使开挖后的围岩有一定的自稳时间,以满足隧洞施工的要求。超前管棚使用导轨式凿岩钻架(车)采用 $\phi 80\text{mm} \times 6\text{mm}$ (厚)、长6.0m钢管,以倾斜外向 $2 \sim 3$ 角度打入掌子面围岩。待钢管施打完成后才有注浆机灌注水泥(砂)浆,注浆压力选为0.3MPa,终浆压力1.0MPa施工。

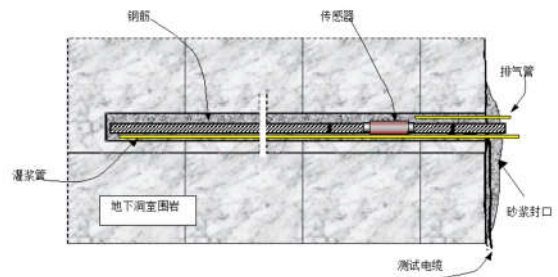


超前小导管采用 $L = 4.5\text{m}$ 的热轧无缝钢管 $\phi 42\text{mm} \times 4\text{mm}$ 以 $@400\text{mm}$ 的间距打入掌子面前端围岩。根据现场实际地质情况,将不良地质段段的小导管数量再增加4根。^[2]对小导管进行注浆,注浆压力及参数参照超前管棚注浆方案,对隧洞顶部及前端围岩进行封闭作业。

1.3 加强引水隧洞的及时支护,调整初期支护的技术参数,确保初期支护能够使隧洞围岩稳定。

将隧洞不良地质段管棚施工钢拱架改为I14工字钢、初期支护钢拱架间距调整至50cm,并增设同型号的底梁,在两侧各增加1根锁脚锚杆(共6根/榀);隧洞顶部局部透水段增设随机排水管引导排水。钢拱架安装就

位后及时进行连接钢筋和钢筋网片施工,钢拱架与围岩之间的间隙应用喷射混凝土充填密实,并使钢架与喷射混凝土形成整体。喷射混凝土应由两侧拱脚向上对称喷射,并将钢架覆盖,临空一侧的喷射混凝土保护层厚度应不小于20mm。钢架应经常检查,如发现破裂、倾斜、弯扭、变形以及接头松脱填塞漏空等异状,必须立即加固。钢筋网应与锚杆或其他固定装置连接牢固,在喷射混凝土时不得晃动。钢筋搭接长度不得小于35倍钢筋直径,并不得小于一个网格长边尺寸。



1.4 对于这两段岩层较差的施工部位,为减少开挖时对岩层的震动,采用控制爆破掘进作业。

采用“短进尺、弱爆破、勤支护”的原理,减少每排钻孔长度、减少装药量、每次爆破进尺不超过1米,为了确保施工安全,在每排炮爆破结束后,马上组织支护人员将支护工作跟进到位,避免隧洞发生失稳坍塌。爆破施工作业严格遵守爆破作业程序:测量放线→炮孔布置→施工准备→钻孔→吹孔→装药→填塞→连接起爆网路→警戒起爆→排烟→爆后检查、找顶→进入下一工序。控制爆破宜采用小药卷、同时使用电子毫秒延时雷管,严格控制齐爆药量和起爆顺序:起爆顺序为先掏槽孔,再辅助孔,辅助孔起爆后再起爆周边孔,底孔最后起爆。

1.5 质量管理体系的保证,加强工程管理。

相关人员到位制定专项应急预案在现场设立指挥场所,如遇大规模塌方发生立即组织实施抢险工作,将人员和机械迅速撤出危险区。在浅埋段附近的隧洞覆盖层上方,做好数个沉降观测点,每日进行测量,实时掌握高程数据。^[3]每隔15米~30在隧洞钢拱上做好沉降观测点,每日进行测量复核、记录数据,观测钢拱架有异常无变形和沉降,如有异常情况并报告指挥部。工程建立纵成线、横成网的严密工程质量和安全组织与管理体系。质量和安全负责人每日对施工现场进行质量和安全检查,对存在质量和安全隐患的施工部位及时提出整改意见,并且督促有关责任人员进行整改落实到位,确保

现场施工现场工程质量和安全。

结束语:

本引水隧洞工程在遇到浅覆盖层不良地质洞段作业时虽造成了隧洞顶部局部塌方,但由于及时采取了应急措施未造成较大影响。在严格遵循“管超前、严注浆、短开挖、少扰动、快加固、勤量测、早封闭”的原则,对埋深浅且地质条件差的工段采取了超前预报、安全监测、超前管棚和超前小导管+固结灌浆、控制爆破、及时支护等一系列科学有效的技术措施后引水隧洞工程成功

穿越了不良地质段,工程全线贯通。

参考文献:

- [1]刘武.安全技术措施在某电站引水隧洞施工中的运用[J].四川水利,2017,02:30-33+41.
- [2]吴毅.赵山渡.引水工程输水渠系隧洞施工的安全管理[J].浙江水利科技,2017,01:27-28.
- [3]刘亮凯.电站引水隧洞施工分析工程安全与经济的关系[J].湖南水利水电,2017,04:9-10.