

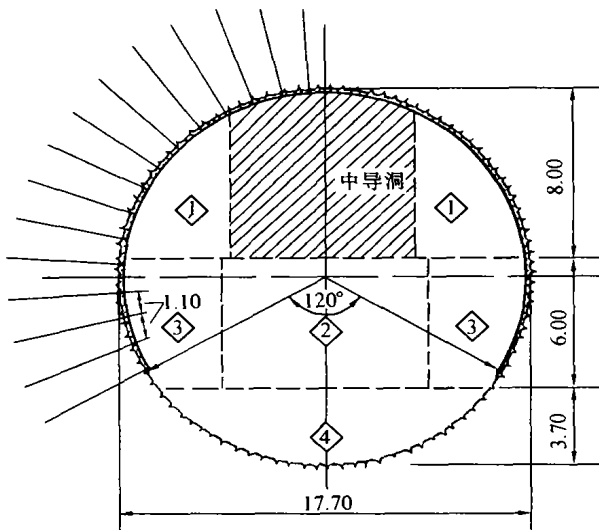


图1 导流洞分阶段开挖示意图(单位:m)

4.5m,Ⅳ类围岩为1.2~2.5m.中间拉槽为10m.二期主要爆破参数见表1.

表1 二期主要爆破参数

阶段	面积 /m ²	进尺 /m	孔深 /m	孔数	孔径 /mm	炸药 总量	单方耗 药量/kg	线装药量 /(g·m ⁻¹)
1	23	2.4	2.7	28	45	34.3	0.62	450
2	54	10.0	6.5	64	64	340.8	0.63	820
3	23	3.5	3.8	29	45	45.9	0.57	544
4	38	3.5	3.8	46	45	62.3	0.48	355

根据技术规范要求,在二期开挖中要对爆破振动进行监测.规定距爆破点半径为30m处测得的质点峰值速度不得大于100mm/s,在半径60m处测得的质点峰值速度不得超过50mm/s.经过现场测试,距爆源30m处的振动峰值波速为2.9~23mm/s,距爆源60m处的振动峰值波速为1.0~5.4mm/s,测试数据远未超过规范的要求.

2.1.2 支护

导流洞锚杆支护设计为系统张拉锚杆,在特殊地段采用管式锚杆、双层钢筋网、钢拱架支护等,取得了良好的支护效果.

针对导流洞实际情况采用了适应断层破碎带的全长粘结式的管式锚杆:用壁厚4~6mm、内径36mm的无缝钢管制成,钢管一端制成封闭的尖状,1/2管长部分每隔10cm打一十字对穿孔,孔径6mm,钢管另一端为20cm长的螺丝段,以便安装垫板和螺帽.由多臂钻将杆体推入锚杆孔,然后从管口注入水泥浆.这种锚杆一方面起到对围岩的固结作用,另一方面起着对围岩的支护作用.此种锚杆配合挂钢丝网、喷混凝土25cm及钢支撑联合支护,成功地穿过部分断层带,进行部分塌方处理.

钢拱架支护一般用于断层带或塌方区,拱架型式为花拱架或工字钢拱架,半圆支护或下接支脚,间

距1.2~1.5m,每半圆拱架分3~4节,每节4~5m,每节之间用螺栓连接,在第一层喷混凝土和挂网之后,利用2台平台车,人工辅助架立钢拱架,锚杆固定后,二次喷射混凝土15~25cm,将钢拱架覆盖.

2.1.3 围岩变形检测

采用新奥法施工,利用围岩变形监测判断围岩的稳定状况并进行预报,必要时修改支护参数,以保证围岩稳定和施工安全.导流洞一期开挖共设检测断面76个,二期开挖检测157个,检测种类为收敛变形量测、顶拱下沉量测、多点位移量测等.一期开挖过程中的检测结果表明:中导洞的开挖引起的围岩变形很小,最大变形值在1mm之内.扩挖试验段的检测结果表明:上半圆扩挖至16.4m后,围岩最大变形值有5mm,这一结果远小于允许变形值(跨度10~20m, $R_b > 15\text{MPa}$,埋深50~100m的Ⅲ类围岩允许变形值为24~40mm).从导流洞多点位移计观测的岩体位移过程线可看出,在洞室的开挖阶段,其围岩位移变化均有近似台阶变化的特点,这是由于开挖爆破引起的空间变形,经过喷锚支护及围岩自身的应力调整,使洞室围岩达到稳定或基本稳定状态.

通过导流洞的施工监测及其后的排沙洞和明流洞的开挖实践说明,只要按新奥法原则,认真做好施工监测工作,并以监测反馈指导施工,采取合理有效的支护措施,一般情况下地下洞室围岩失稳塌方的事故是可以提前预报和避免的.个别发生塌方的洞段,是由于承包商未能按监理工程师的要求进行锁口处理和认真监测.二期开挖过程中的检测结果表明,围岩特性、地质条件、开挖支护的方式和参数对围岩的变形有很大的影响.

2.1.4 挂网喷混凝土支护

在爆破出渣后,清理岩面并立即喷护5cm厚的素混凝土,以封闭开挖面,并防止在喷锚支护施工中产生岩石掉块.喷混凝土时在支护面设置若干“V”形钢丝,预埋到初喷混凝土内,待达到50%强度,即可布设第一层钢筋网($\phi 8@20 \times 20\text{cm}$),并由预埋的“V”形钢丝固定,然后喷护10cm厚的素混凝土.

在第二层素混凝土表面,安装部分管式锚杆,以能固定钢筋网为限.之后,布设第二层钢筋网($\phi 8@20 \times 20\text{cm}$),并喷护第三层10cm厚的素混凝土.最后,按设计方案补全管式锚杆,并注浆.

通过以上措施,使支护和围岩共同作用,产生足够的自承能力以阻止围岩的松弛变形,避免坍塌发生.

2.2 较大塌方的特点及工程处理

2.2.1 导流洞塌方

在地下工程施工中塌方经常发生,尤其在特大

型洞室和不良地质条件下的开挖中,塌方更是在所难免.1993年1月~1996年10月近4年间,导流洞施工中共出现塌方18次,其中一期2次,二期16次.集中发生在 F_{236} , F_{238} 断层带.其中较大规模的塌方4次,均发生在导流洞1阶段扩挖过程中.

2.2.2 塌方的特点及工程处理

1995年5月12日在2号导流洞桩号0+710~0+680发生塌方(3号塌方),塌方量约2147 m^3 .之后塌方逐渐发展,并将导致冒顶.该塌方发生在 F_{238} 断层破碎带内,沿断层走向从宽2m的断层泥开始塌落,随后波及两侧破碎岩体,塌方体将洞室堵塞.该塌方采用“眼镜法”处理方案(见图2(a),(b)),此方法是先开挖支护两侧形似眼镜的导洞,然后开挖支护中上部,最后开挖并拆除中下部的渣体并支护.支护型式为钢拱架,径向管式锚杆固定,挂一层($\phi 8@20 \times 20$ cm)钢丝网,喷混凝土15~25 cm,将钢拱架覆盖.在进行开挖之前沿开挖线安装间距0.3 m,水平夹角 22.5° , $L=5$ m的管式锚杆超前支护.每开挖循环进尺1~1.2 m立1榀钢拱架.拱架共分主、次5节现场组装.主拱架为螺栓连接,次拱架为焊接.由于塌方体多为粘土、碎石,开始掘进之前对渣体进行自地表至洞内的固结灌浆.在地表先造3个 $\phi 10$ cm的导孔,后下 $\phi 36$ mm灌浆管插入渣体至洞顶上部,目的是将洞顶上部渣体固结,避免渣体开挖时塌落.灌浆完毕用C15混凝土沿导孔灌注回填塌方空腔;洞内先喷素混凝土将渣体封闭,安装 $\phi 36$ mm, $L=5$ m钢管向渣体内灌浆,目的是形成直立的开挖面,维持渣体的稳定.大型振动锤和风镐是主要的开挖设备,多臂钻造孔,人工安装锚杆,人工配合平台车挂网、立钢拱架、喷混凝土.

发生在1号导流洞桩号0+600~0+580的8号塌方处在 F_{236} 断层内,塌方量约2636 m^3 ,塌方高度约10 m,将洞室完全堵塞.由于塌方空腔距地表不足40 m,处理方案采用自地表钻孔至塌方空腔,用C15混凝土回填,洞内全断面采用钢拱架支护,每开挖循环进尺1~1.2 m沿开挖线安装 $\phi 36@30$ cm, $L=5$ m的管式超前锚杆.锚杆水平夹角小于 22.5° ,立1榀钢拱架.拱架共分3节现场组装,螺栓连接,径向锚杆固定,挂网 $\phi 8@20 \times 20$ cm,喷混凝土15~25 cm,纵向连接每榀拱架.塌方处理之前,采用钢拱架对塌方体前沿5 m范围内进行加固,出部分渣体使洞顶露出,未封闭处用工字钢做肋,挂网、喷混凝土、编制土袋做支撑,将空腔全部封闭,然后自地表沿导孔缓慢灌注混凝土,回填全部空腔.开挖先由两侧进行,支护完成后,再挖除中部渣体,开挖设备以反铲、装载机为主.多臂钻造孔,人工安装锚杆,人工配合平

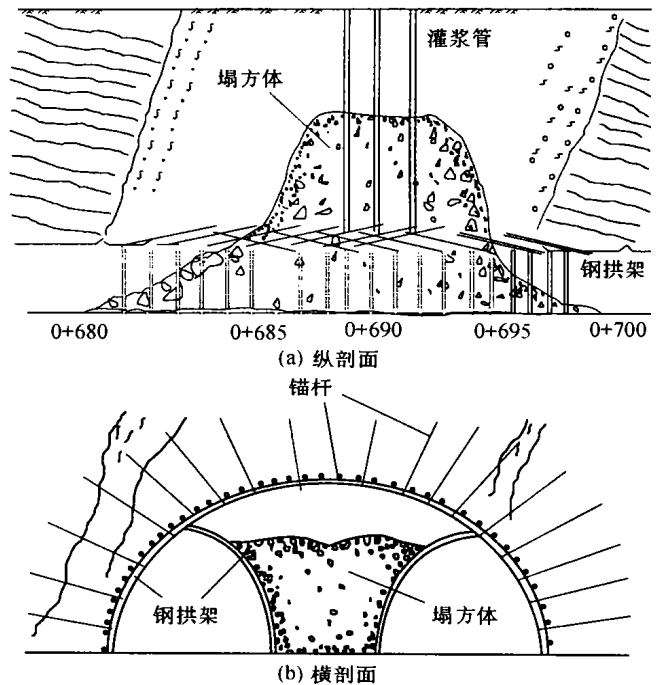


图2 3号塌方处理方案

台车挂网、立钢拱架、喷混凝土.

3 结 语

在导流洞的5个开挖阶段,尤其是塌方处理和不良地质地段的支护中,管式锚杆得到了广泛应用.由于管式锚杆在导流洞使用后效果良好,在以后排沙洞和明流洞的开挖中也采用了相同类型的管式锚杆进行支护,对洞室的稳定起到了很好的作用.

断层带开挖中采用双层钢筋网支护,较传统的钢支撑支护,施工简单且安全,同时加快了施工进度,节约了工程投资.

综合导流洞18次塌方处理方法,归纳为三种.第一种为常规喷锚支护法,第二种为全断面钢支撑一次支护并结合顶部回填混凝土,第三种为“眼镜”法并结合顶部回填混凝土.前一种方法对处理一般中小规模的塌方和具有喷锚支护条件的塌方是有效的,后两种方法对较大规模的塌方处理是有效的.应根据不同的塌方采用不同的处理方法,以达到安全有效地处理塌方的目的.

参考文献:

- [1] 崔学文.小浪底国际工程建设[M].北京:中国水利水电出版社,1998.176~181.
- [2] 袁文传,于守才,金虹.双层钢筋网在地下洞室不良地质地段支护中的应用[J].水利科技与经济,2000,6(4):203~205.

(收稿日期:2002-03-15 编辑:傅伟群)