

黑河龙首二级(西流水)水电站高压水道段施工技术

王兴福

(甘肃省水利水电勘测设计研究院第一分院,甘肃 张掖 734000)

摘要:龙首二级(西流水)水电站引水发电洞高压水道段坡度 50° ,长466.8 m,介绍了该高压水道的超前锚杆加固、初期支护、控制爆破、监控量测等施工技术措施,成功地完成了坡度 50° 的斜管段及平卧管段断层破碎带软弱地层的施工。

关键词:水电站;高压水道;断层破碎带;超前锚杆;初期支护;控制爆破;监控量测

中图分类号:TV554 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2005)05-0060-02

1 工程概况

黑河发源于祁连山冷龙岭(支流小八宝河)和讨赖南山(支流西岔河),由南向北流经青海、甘肃、内蒙古3省(区),注入内蒙古居延海,河流全长800 km,流域面积6.9万 km^2 ,多年平均年经流量15.89亿 m^3 ,是我国第三大内陆河。

龙首二级(西流水)水电站位于黑河峡谷下游段,地处甘肃省肃南裕固族自治县境内,距张掖市西南郊约40 km,施工后交通条件便利,距下游龙首一级水电站上游约15 km,接石羊岭电站梯级尾水,下至龙首一级水电站水库末端,该河段长约10余千米,水头落差百余米,河谷狭窄,岸坡陡峻,具有水电开发的有利自然资源条件。该工程设计大坝为砼面板堆石坝,最大坝高146.5 m,水库正常蓄水位于1920.0 m高程,总库容8620万 m^3 ,电站装机4台,总容量15.7万kW,年发电量5.07亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$,引水发电洞长1.73 km,高压水道长466.8 m(其中平卧管段286.4 m,斜管段180.4 m,坡度为 50°)。引水洞开挖直径6.8 m,砼衬砌后洞径5.4 m,高压水道开挖直径7.4 m,初期支护后洞径6.9 m,钢管安置,砼衬砌后洞径5.4 m,该工程以发电为主。

2 高压水道工程地质条件

高压水道地层岩性单一,为辉绿斑岩,岩石较硬、较脆,斜管段上部岩体完整,裂隙较少,围岩类别为II~III类。斜管段下部与平卧管段交接处30.0~35.0 m长为 F_{67} 断层破碎带,开挖过程中将遇地下水,呈渗水、滴水状,断层破碎带经多次构造运动,虽挤压压实,但遇水后软化,有剥离塌落掉块现象发

生,围岩类别III~IV类。组成平卧管段岩体为辉绿斑岩,岩性单一,管道上部岩体厚度约25~30.0 m,岩体为弱风化层,管道出口遇 F_{66} 、 F_{67} 两断层的影响带,岩体非常破碎,遇水软化,掉块塌落较严重。围岩类别为IV~V类,施工过程中必须采取安全防护措施。

3 施工技术

高压水道从一开始施工到水道全部贯通历时10个月(300天),根据工期要求及岩性软弱、遇水易软化、抗风化能力差、构造发育等特点及斜管段本身的施工难度,施工过程中采用“新奥法”施工,设计到位,施工到位,控制量测到位,掘进在先,支护在后。根据掘进过程中暴露的围岩,及时确定支护参数,促使每个环节、每道工序严格按照程序进行。

3.1 开挖掘进方式

高压水道的开挖根据围岩类别及构造发育情况而选定不同的进尺,IV类围岩及构造发育断层段,采用短循环、弱爆破,循环进尺控制在0.5~0.8 m,单位装药量1.0 kg/m^3 左右,III类围岩每茬炮进尺控制在0.7~1.3 m,单位装药量1.3 kg/m^3 左右,对周边孔装药量及进尺严格控制,尽可能不超挖,对于欠挖部位及时进行处理,由于对进尺和装药量实行严格控制,高压水道在施工过程中超欠挖现象很少。

3.2 超前支护

通常的超前支护手段有超前锚杆、超前小导管注浆、超前管棚。针对龙首二级(西流水)水电站高压水道的具体条件,如采用超前管棚,不仅成本高,而且施工时间长,总体工期不允许,若采用小导管注

收稿日期 2004-12-29

作者简介:王兴福(1956-)男(汉族),甘肃武威人,甘肃省水利水电勘测设计研究院第一分院工程师,钻探工程专业,从事勘测、岩土钻掘工程、水库大坝防渗灌浆施工工作,甘肃省张掖市民主东街(0936)8233501。

浆 ,由于实际岩性为辉绿斑岩(构造影响带) ,断层破碎带物质挤压密实 ,因此注浆时 ,水泥浆液很难充分填于围岩中 ,将影响最终支护效果。经研究决定 ,采用密集超前锚杆 ,锚杆规格为 $\varnothing 25$ mm 螺纹钢 ,长度 4.0 m ,间距 0.3 m ,超前锚杆外插角为 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$,每循环施工一次超前锚杆 ,开挖循环进尺为 0.8 ~ 1.0 m ,因此每次开挖长度范围内的围岩实际是被 3 ~ 4 层超前锚杆所加固 ,形成一个被加固的“拱圈” ,从而保证了拱顶板的稳定。同时我们还将超前锚杆与系统锚杆、格栅拱之间用短钢筋焊接在一起 ,增加了支护系统的整体性。

3.3 初期支护

初期支护是开挖期间施工安全的重要保障 ,又是永久性承载结构的一部分 ,因此初期支护的支护型式和支护参数必须科学合理。在龙首二级(西流水)水电站高压水道中采用的初期支护为 :系统锚杆 + 格栅拱 + 钢筋网 + 连接筋 + C20 喷射砼。系统锚杆规格为 $\varnothing 25 \sim 28$ mm 螺纹钢 ,长 3.5 m ,间距 0.8 ~ 1.0 m ,排距 0.5 ~ 0.8 m ,梅花形布设 ,钢筋网规格 $\varnothing 8$ mm 钢筋 ,网格 0.2 m \times 0.2 m ,喷射 C20 砼厚度 20 ~ 25 cm ,格栅拱规格 0.2 m \times 0.2 m ,由 4 根 $\varnothing 25 \sim 28$ mm 螺纹钢焊接而成 ,中间副筋用 $\varnothing 14$ mm 钢筋加固焊接 ,格栅拱连接处则选用厚度为 10 mm 的钢板 ,并预留固定孔 ,用 M18 的螺栓连接。

高压水道每次循环开挖完毕后 ,由于围岩自稳时间短 ,支撑面岩石容易松弛剥落 ,并波及拱顶部位造成拱顶出现不安全隐患。爆破后为使围岩快速封闭 ,首先喷一层 5 cm 厚的 C20 砼 ,形成柔性的临时支护 ,给下一步施工创造一个安全的空间 ,出渣结束后进行初期支护作业。

C20 砼喷射施工之前 ,要先做实验 ,以确定合理的配合比及速凝剂的掺量。经实验确定混凝土的配合比按水泥 : 砂 : 碎石 : 速凝剂 = 1 : 1.61 : 1.61 : 0.04(质量比) 计算。喷射分 2 次进行 ,喷射厚度为 20 ~ 25 cm。

3.4 监控量测

现场监控量测是“新奥法”施工的核心技术之



(上接第 55 页)

(3)气举反循环钻进过程中通过使用钻铤和扶正器 ,保证了钻孔垂直度。

(4)如果使用更大压力的空压机 ,可使反循环钻进深度进一步提高 ;降低泥浆密度(使用低固相
万方数据

一 ,尤其是在软弱围岩地段 ,通过围岩监控量测 ,监视围岩变化状态 ,了解初期支护受力情况 ,确保施工安全 ,同时掌握围岩变化规律 ,确认或修改设计参数与施工顺序 ,合理安排施工工艺。在本工程软弱地层施工中 ,对不同的断面进行量测 ,根据现场收敛变形量测分析 ,III 类围岩根据地质条件不同 ,处于稳定状态各不相同 ,当初期支护完成后 ,4 ~ 7 天内变形量大 ,一般顶拱沉降量为 6 ~ 10 mm ,最大 12 mm ,腰线与顶拱变形时间相同 ,但变形量最大 10 mm ,一般为 3 ~ 5 mm ,7 天以后水道围岩处于稳定状态 ;IV 类围岩初期支护完成后 8 天内 ,洞顶上的部分岩体垂直力就转移到侧墙边上去 ,出现应力重新分布 ,侧墙和顶拱变形量大 ,顶拱沉降量最大 18 mm ,一般为 6 ~ 8 mm ,腰线 4 ~ 6 mm ,9 ~ 26 天内围岩处于稳定状态。由于岩体初始应力的改变产生应力重分布 ,围岩产生二次变形 ,二次变形量小于一次变形量 ,变形时间长于一次变形时间。本工程每 20 m 布设一个量测断面 ,采用仪器设备有 GY - 85 型收敛计、水准仪、水准尺 ,量测方法及量测频率按施工规范进行。

4 结语

在复杂地层断层破碎带岩体中开挖隧道 ,采用“新奥法”施工是较为切实可行的施工方法 ,能够有效地支护不稳定岩体。重视围岩收敛变形的监测 ,加强对观测资料的科学分析 ,预报围岩变形情况 ,修改设计从而指导施工。通过采取超前锚杆、初期支护、控制开挖及爆破、监控量测等技术施工措施 ,历时 10 个月 ,顺利完成了 466.8 m 高压水道坡度 50° 的斜管段、平卧管段部分断层破碎带软弱地层的施工。施工方法、工艺做到灵活运用才有助于施工技术水平的提高。实践证明 ,采取的施工技术措施是科学合理的 ,施工期间未发生大的塌方或人身事故 ,确保了在安全有序的环境下施工。采取了超前锚杆支护取代小导管注浆和管棚支护 ,既节省了成本 ,创造了经济效益 ,又加快了施工进度 ,为缩短龙首二级(西流水)水电站工程总体工期奠定了基础。

泥浆)至 1.10 kg/L 也是提高反循环钻进深度的有效措施。

(5)气举反循环钻进的关键是根据实际施工条件确定合理的沉没比 ,使循环正常进行 ,确保排渣效果。