

文章编号:1001-4179(2012)04-0039-04

新疆下坂地水利枢纽坝基深厚覆盖层防渗墙施工

甘亚军,戴乐军,扬安元

(长江勘测规划设计有限责任公司 工程建设与监理公司,湖北 武汉 430010)

摘要:下坂地水利枢纽坝基覆盖层厚度达150 m,主要以漂石、块石、砾石及砂为主。坝基防渗采取上部素混凝土防渗墙,下接帷幕灌浆方案。防渗墙最大槽孔深90 m,最大墙深85 m。成墙施工设备为冲击反循环钻机、抓斗和冲击钻机。施工中采用地面钻孔爆破、水下定向聚能爆破、重锤冲凿等特殊生产工艺,成功处理了覆盖层中夹块石、漂石问题。同时还克服了漂石层钻孔成槽、大漏失量地层处理、塌槽等施工困难,保证了防渗墙施工有序进展和施工质量。

关键词:深厚覆盖层;防渗墙;固壁泥浆;新疆下坂地水利枢纽
中图分类号:TV543 **文献标志码:**A

1 地基处理概况

下坂地水利枢纽工程位于新疆塔什库尔干河中下游,流域呈典型的大陆性高原气候。大坝正常挡水高程2 960 m,总库容8.67亿 m^3 ,电站装机150 MW,枢纽建筑物主要由拦河坝、导流泄洪洞、发电引水洞和厂房4部分构成。下坂地坝基覆盖层厚度达150 m,主要以漂石、块石、砾石及砂为主,结构杂乱、岩相变化大,最大粒径达10.0 m以上,渗透系数为100~10⁻¹ cm/s,为强透水-极强透水层。覆盖层地层结构松散、无胶结、均一性差,中间夹有砂层透镜体、大孤石,并存在架空现象。坝基防渗采取上部素混凝土防渗墙,下接悬挂帷幕方案。坝基防渗墙轴线全长313.76 m,总成墙面积18 004 m²。设计墙厚1 m,岸坡段防渗墙墙底垂直嵌入基岩1 m,深槽段防渗墙墙底高程为2 812 m,最大槽孔深90 m,最大墙深85 m。为便于进行后序帷幕灌浆施工,墙体内预埋一排灌浆管,预埋管间距2 m。

2 坝基混凝土防渗墙施工

2.1 施工设备选择

通过防渗墙试验段施工对比,可以看出冲击钻机和冲击反循环钻机的纯钻时间利用率均在65%以上,

生产时间利用率均在75%以上,而抓斗在漂块石地层纯抓时间利用率低,但生产时间利用较高。冲击反循环钻机施工工效比冲击钻机平均高38.31%,其中,在深度0~60 m范围内高74.19%,60~80 m范围内高39.76%,80~102 m范围内高42.95%。同时该机器在砂层中钻孔平均施工工效高于漂块石层的20%左右。其与砂石泵配合使用,在槽深80 m时可达到最大负荷状态,在槽深80 m以下造孔时工效降低。

抓斗在砂层中的施工工效较高,平均为84.19 m/(台·d),而在漂块石地层中平均工效仅为18.88 m/(台·d),但仍比冲击钻机或冲击反循环钻机在漂块石层中的工效要高。其缺点也较为明显,对于过大漂块石难以凑效且斗体易被卡住,但是若配备重凿施工机械,其高效率施工的优势将得以很好发挥。因此,下坂地坝基防渗墙成墙施工设备组合为,冲击反循环钻机、抓斗和冲击钻机。

2.2 施工布置与槽段划分

(1) 施工平台。防渗墙导向槽和横梁由人工立钢模、现浇C15混凝土施工而成。1号防渗墙试验段的导向槽下游侧为倒浆平台,上游侧为钻机平台;2号防渗墙试验段的导向槽上游侧为倒浆平台,下游侧为钻机平台。钻机平台上铺设6道钢轨,倒浆平台的一侧设排浆沟。

(2) 泥浆系统。泥浆系统包括制浆站、输浆和回浆管路。制浆站占地约 150 m², 其内架设 2 台 1 200 L 高速立式泥浆搅拌机。使用 3PN 泥浆泵送浆, 输浆管路和回浆管路均使用直径为 100 mm 的钢管, 从制浆站铺设到槽孔旁。

(3) 混凝土拌和站。混凝土拌和站内设置 2 台 JS500 型混凝土搅拌机、1 台 PLD800 三斗电子混凝土配料机和 1 台 HBTD60-8-75 型液压混凝土泵。

(4) 槽段划分。混凝土防渗墙左岸槽段, 1, 2 期槽段长分别为 6.4, 6.6 m。右岸槽段 1, 2 期槽段长度均为 6.0 m, 另有 3 个槽段长度为 8.0 m。

2.3 固壁泥浆

(1) 制浆材料。施工制浆材料采用乌鲁木齐青年膨润土厂生产的膨润土, 其检验结果见表 1。由表 1 可见, 施工所采用膨润土性能符合防渗墙固壁泥浆施工要求。施工堵漏材料为乌恰红黏土和下坂地 II 号料场白黏土, 品质检验结果见表 2。下坂地 II 号料场的白黏土的黏粒含量低于 50%, 粉砂粒含量高达 66%, 塑性指数低于 20, 按照 SL174-96《水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范》的要求, 下坂地 II 号料场的白黏土不能用于防渗墙固壁泥浆施工。而乌恰红黏土的黏粒含量高于 50%, 达到 67%, 塑性指数接近 20, 可以作为防渗墙固壁泥浆用的黏土, 但需要加入分散剂, 施工制浆中分散剂选用碳酸钠。

表 1 膨润土检验结果

检验项目	Φ600 读值	滤失量/	动切力/	湿度/	0.074mm
		mL	Pa	%	筛余/%
钻井液用膨润土 (SY/T5060-93 标准值)	一级	≥30.0	≤15.0	≤1.5 × PV 值	≤10.0
	二级	≥30.0	≤17.0	≤3 × PV 值	≤12.0
	三级	≥23.0	≤22.0		≤12.0
实测值	32.0	13.0	9.5	9.6	3.0
合格与否	一级	一级	二级	一级	合格

表 2 红黏土和白黏土品质指标

名称	颗粒组成/%					液限/	塑限/	塑性
	>0.1mm	0.1~0.05mm	0.05~0.01mm	0.01~0.005mm	<0.005mm	%	%	指数
乌恰红黏土	0	8	9	16	67	39.58	20.22	19.36
下坂地 II 号 白黏土	0	6	30	30	34	43.57	30.28	12.79

(2) 固壁泥浆性能。对乌鲁木齐膨润土和乌恰红黏土进行了室内泥浆性能试验, 其试验结果见表 3。

表 3 膨润土和红黏土泥浆性能指标

项目	造浆率/ (m ³ · t ⁻¹)	密度/ (g · cm ⁻³)	漏斗黏度/ s	塑性黏度/ cp	含砂量/ %	胶体率/ %	失水量/ (ml · 30min ⁻¹)	1min 静切力/ (N · m ⁻²)	10min 静切力/ (N · m ⁻²)	动切力/ (N · m ⁻²)	pH 值
膨润土 (浓度 5.2%)	19.61	1.035	36 (马氏)	4.0	0.3			6.1		4.6	8.5
膨润土 (浓度 5.9%)	17.24	1.040	39 (马氏)	4.0	0.3			9.7		6.1	8.5
红黏土 (加碱 2%)	3.22	1.20	18.5 (500/700mL 漏斗)		0.5	98.5	10.0	3.6		4.1	8.5

注: 浓度 5.2% 膨润土泥浆配比为: 膨润土 51 kg/m³, 水 982 kg/m³, 碱 1.02 kg/m³。浓度 5.9% 膨润土泥浆配比为: 膨润土 58 kg/m³, 水 976 kg/m³, 碱 1.15 kg/m³。红黏土泥浆配比为: 红黏土 311 kg/m³, 水 890 kg/m³, 碱 0.62 kg/m³。

由表 3 可知, 红黏土泥浆的黏度偏低, 可用于防渗墙堵漏材料, 而当用作防渗墙固壁泥浆时, 则需要与膨润土泥浆混合使用。

因防渗墙试验段槽孔深度大、地质条件复杂, 实际施工时采用膨润土泥浆固壁, 并加大了泥浆的密度和黏度, 其配比为: 膨润土 75 kg/m³, 水 975 kg/m³, 碱 2 kg/m³。制备的泥浆检测结果为: 造浆率 13.33 m³/t, 密度 1.04 ~ 1.05 g/cm³, 500/700 mL 漏斗黏度为 22 ~ 26 s, 含砂量为 0.3% ~ 0.4%。随后的实践证明, 上述配合比制成的泥浆具有良好的固壁性能。

(3) 固壁泥浆制备。泥浆制备采用高速搅拌机, 按泥浆施工配合比, 先注入水, 开动搅拌机, 向机内投放膨润土, 并同时加入碳酸钠, 经 10 min 左右搅拌后, 测试泥浆黏度, 然后继续搅拌一段时间, 再测黏度。若前后两次所测数值不变, 则泥浆制成, 并据此确定以后制备泥浆时的搅拌时间。搅好的泥浆经过一个 20 目的筛网放入储浆池中, 经过膨化 24 h 后方可使用。

2.4 造孔

(1) 主孔施工。根据地质条件, 施工时分别采用传统的冲击钻进抽桶出渣方式和冲击钻进间歇泵吸反循环法排渣管出渣方式, 减少辅助作业时间, 提高纯钻时间, 同时针对漏浆地层在钻孔中投入大量的黏土, 采用此法一方面能达到冲击挤密堵漏效果; 另一方面提高了泥浆黏度悬浮钻渣, 从而使纯钻工时率得到提高。

(2) 副孔施工。副孔施工时, 采用浓浆护壁, “劈打法”施工。采用冲击钻机施工副孔时, 上部以劈打为主, 在两侧主孔内下入接砂斗, 砂卵石直接掉进接砂斗内, 减少对两侧主孔的清孔次数和重复钻进时间, 提高副孔纯钻施工工效。

(3) 槽孔清孔。槽孔终孔后, 进行清孔换浆工作。清除换浆的方法主要有抽筒法、泵吸法、气举法。施工前经试验段确定, 清孔换浆采用泵吸排渣法, 用设置在地面的砂石泵通过排渣管将孔底的泥渣吸出, 经泥浆净化系统除去粒径 65 μm 以上颗粒, 再返回到槽内使用。终孔后, 槽孔的清孔换浆采用泵吸反循环法或抽桶换浆法, 在清除孔内废渣的同时及时向孔内补充新鲜泥浆。

对于 2 期槽,在清孔换浆结束前或清孔过程中用钢丝刷子刷洗两侧槽段接头处混凝土壁的泥皮,至刷子钻头不带泥屑、孔底淤积不再增加为止。

2.5 预埋灌浆管与起拔接头管

(1) 预埋灌浆管。预埋灌浆管采用起吊架吊装,双吊点法安装,在孔口对孔入槽。钢筋骨架在槽口用型钢电焊法固定,防止混凝土浇筑时上浮。

(2) 下设与起拔接头管。下坂地工程坝基防渗墙较深,地层复杂。为确定接头管的起拔时间与混凝土的浇筑和混凝土初终凝时间之间的关系,施工前在试验段进行了接头管下设与起拔试验。为掌握起拔时间,将混凝土放入 SY-01-1 号孔 50 m 处,分别静置 6,7,8 h,确定混凝土初凝时间为 8 h,据此确定接头管起拔时间为 8 h。接头管底部混凝土浇筑时间达到 6 h 后,活动接头管。当起拔接头管的油压达到一定起拔压力时,将接头管起出 1.5 m;当起拔接头管的油压低于该起拔压力时,使用微动装置活动接头管;当起拔接头管的油压较小时,不活动接头管。按照这个实践经验,逐节起出接头管。底节(最后一节)接头管拔出,与终浇时间相隔 14 h。

1 期槽清孔换浆结束后,在槽段两端孔位置下设直径 80 cm 钢制接头管,孔口固定,在混凝土浇筑过程中,根据混凝土初凝时间和混凝土面上升速度及上升高度决定起拔接头管的时机。混凝土浇筑后接头管部位形成 2 期槽端孔,待凝 24 h 后扩孔至原 1 期槽孔终孔深度,2 期槽成槽后连接成墙。接头管分节制作,以插销连接,采用液压拔管机起拔。

2.6 混凝土浇筑

(1) 防渗墙混凝土配合比。坝 0 + 150.00 至坝 300.00 段采用 C20, R180 ≥ 25 MPa 混凝土;坝 0 + 300.00 至坝 0 + 381.20 段采用 C25, R180 ≥ 35 MPa 混凝土。混凝土施工配合比见表 4。

表 4 防渗墙混凝土施工配合比 kg/m^3

强度等级	水	水泥	粉煤灰	砂	中石		外加剂
					5~20mm	20~40mm	
C20W8F100	143	268	90	714	482	590	2.86
C20W10F100	150	297	82	747	462	563	3.76
C25W10F100	150	345	75	720	463	567	5.46

(2) 混凝土浇筑导管下设。防渗墙 1 期槽孔下设 2 根导管,导管距接头管 0.9 m,两导管间距为 2.2 m;2 期槽孔下设 3 根导管,距左、右端孔的距离为 0.9 m,导管间距 3.1 m,遇到和预埋管冲突时将浇筑导管移位 0.5 m。导管由起重机起吊下设,导管底口距槽底距离按 15~25 cm 控制。

(3) 混凝土浇筑。采用水下导管法浇筑,混凝土

输送泵经输送钢管输送至槽孔口的储料槽中,再经溜槽分流进入混凝土浇筑导管入槽。混凝土浇筑强度应满足槽内混凝土面上升速度不小于 2 m/h,埋注导管 1~6 m 的要求。

3 施工中的问题及采取的措施

3.1 块石、漂石、探头石处理

对较浅的大块石、漂石,采用 SM400 型全液压工程钻机潜孔锤跟管(直径 114 mm)钻孔,或采用岩芯钻机配直径 110 mm 金刚石钻头钻孔,钻穿块石、漂石后,在钻孔内下置爆破筒进行爆破。试验段施工共进行了 13 次钻孔爆破,爆破面积达 29.4 m²。

对“探头石”或较深部位的大块石、漂石,使用特制的聚能爆破筒置于漂石表面,进行爆破。聚能爆破筒装置见图 1,2。

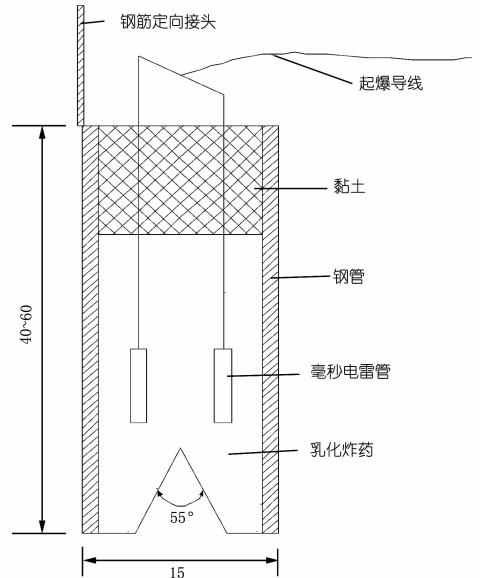


图 1 聚能爆破筒装置(尺寸单位:cm)

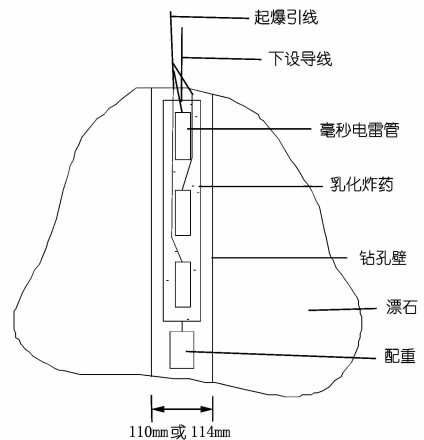


图 2 钻孔爆破筒装置

爆破前,尽量将孔底的沉积物清理干净,搅动孔内泥浆,加大泥浆密度(如倒入黏土)。试验段施工共进行了44次聚能爆破,爆破面积达85.9 m²。

对埋深浅,不宜爆破的块石、漂石,利用重锤以较快的速度冲砸,用钻具刃角将漂石击裂、击碎,再正常钻进。

3.2 孔斜超标处理

若遇到孔斜超标,一般应回填后继续造孔。回填材料一般为坚硬的大块卵石,回填至发生孔斜部位上方约1 m,然后重新钻进,进行纠偏。对于探头石造成的孔斜,常规纠偏方法无效时,采用定向聚能爆破法纠偏。

3.3 陡坡入岩造孔

防渗墙岸坡段入岩深度不小于1 m。防渗墙入岩位置坡度最陡的岩面角度约为70°,使用钻机钻进爆破孔,爆破碎岩后再用冲击钻机修孔。先施工端孔,用冲击反循环钻机钻进,穿过覆盖层至基岩陡坡段,然后在孔内下置定位器和爆破筒,将爆破筒定位于陡坡斜面上,经爆破后,使陡坡斜面产生台阶或凹坑,然后在台阶或凹坑上下置定位管(排渣管)和定位器(套筒钻头)。用SM-400型全液压工程钻机钻爆破孔,下置爆破筒,提升定位管和定位器进行爆破,爆破后用冲击钻头进行冲击破碎,直至终孔。

3.4 渗漏浆、坍塌现象处理

漏浆部位一般发生在地层的变化部位、砂卵石部

位以及覆盖层与基岩的结合部位。当钻进到孔深39.50 m以下时,经常发生漏浆、渗浆现象,出现较大面积漏浆时还伴随坍塌现象。对照钻孔柱状图分析,这些漏、渗部位均位于砂层与冰碛层结合处附近。为此,在施工中采取了如下的措施:开钻前加密槽壁土体,提高其内摩擦角和抗剪强度;槽孔侧旁的施工平台采用钢筋混凝土地板;保证固壁泥浆的质量,严防废水流入槽内,使泥浆质量变坏,造成槽壁失稳;储备足够的泥浆和堵漏材料,一旦发生漏浆或坍塌后,立即回填黏土球堵漏和补充泥浆,避免槽内浆面大幅度降落,然后采用冲击钻头进行冲砸,将黏土挤入漏浆地层中进行封堵。必要时向泥浆中掺加堵漏材料,如黏土、棉仔壳、锯末、纸屑等。如果漏浆严重,立即对槽孔进行黏土回填,处理完毕后,重新造孔。

3.5 未封闭段处理

在坝0+300至坝0+360段进行单排基岩帷幕灌浆施工时,发现已施工防渗墙未封闭,存在渗透通道。经补充勘探孔施工,确定渗透通道为大块石堆积夹砂层。经研究,将未封闭段原单排基岩帷幕灌浆变更为5排覆盖层帷幕灌浆。边排孔覆盖层采用水泥黏土浆液灌注,中间排覆盖层采用纯水泥浆液灌注。经处理,通过检查孔压水试验,满足设计要求。

(编辑:郑毅)

Construction of cutoff wall of deep overburden layer of Xiabandi Hydro-complex in Xinjiang

GAN Yajun, DAI Lejun, YANG Anyuan

(Construction and Supervision Company, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

Abstract: The thickness of deep overburden layer of Xiabandi Hydro-complex reaches 150m, which mainly consist of boulder, rubble, gravel and sand. The plain concrete cutoff wall is designed for upper part of dam foundation and curtain grouting for the lower part. The deepest hole reaches 90 m and the deepest wall reaches 85m. The wall formation equipment includes percussive reverse circulation driller, grab bucket and percussion driller. The rubble and boulder were successfully treated by ground drilling blasting, submerged directional cumulative blasting and impact by heavy hammer. In the meantime, the difficulties of groove formation by hole drilling in boulder stratum, and serious seepage layer treatment and groove collapse were overcome and the construction of cutoff wall was promoted orderly.

Key words: deep overburden layer; cutoff wall; slurry retaining wall; Xiabandi Hydro-complex in Xinjiang