

老挝 Nam Ngum 5 水电站重力拱坝裂缝处理实践

王玉溪, 宋平, 张连顺, 韩小霞

(中国水利水电第十工程局有限公司基础工程分局, 四川 都江堰 611830)

摘要:针对老挝 Nam Ngum 5 水电站重力拱坝裂缝进行的灌浆处理, 采用化学灌浆和水泥灌浆相结合, 取得了良好的治理效果。详细介绍了裂缝深度的检测方法和裂缝止裂措施, 以及灌浆施工工艺。

关键词:水电站; 重力拱坝; 裂缝; 化学灌浆; 水泥灌浆

中图分类号: TV698.2⁺3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2012)06-0068-04

Practice of Crack Treatment in Gravity Arch Dam of Nam Ngum 5 Hydropower Station of Laos/WANG Yu-xi, SONG Ping, ZHANG Lian-shun, HAN Xiao-xia (Sinohydro Bureau 10 Co., Ltd., Foundation Engineering Subbureau, Dujiangyan Sichuan 611830, China)

Abstract: Good effect was received by combining chemical and cement grouting treatment for gravity arch dam of Nam Ngum 5 hydropower station of Laos. Crack depth detection and cementation measurements were detailed as well as grouting construction technology.

Key words: hydropower station; gravity arch dam; crack; chemical grouting; cement grouting

1 大坝裂缝情况

老挝 Nam Ngum 5 水电站拦河坝为碾压砼重力拱坝, 坝顶高程 1103.00 m, 最大坝高 99.00 m, 坝顶宽度 6.00 m, 拱冠梁底宽 42.00 m, 拱冠梁厚高比 0.424, 坝顶中心线弧长 234.848 m, 弧高比 2.42, 顶拱中心角 92.794°。

施工过程中, 由于碾压砼仓面过水、碾压砼间歇时间长、碾压砼表面未及时进行覆盖养护、外界的早晚温差等因素, 造成大坝多处裂缝。在坝表层呈现上下游面连通的 2 号、5 号裂缝是外包围裂缝; 坝右上游防渗区的 1 号、3 号裂缝深度浅, 长度短; 坝中的 4 号裂缝是诱导缝; 纵向裂缝 6 号、7 号裂缝较小、深度较浅。裂缝情况如图 1 所示。

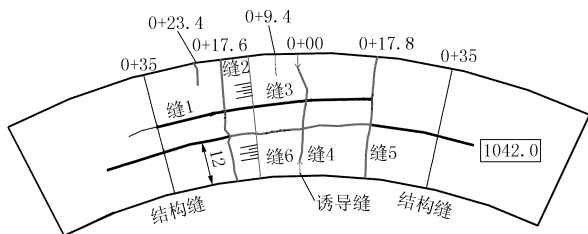


图 1 大坝裂缝分布情况(单位:m)

2 裂缝深度检测

为确定裂缝深度, 采用钻斜孔穿缝探测和超声波测缝相结合方式进行检测。

收稿日期: 2012-05-24

作者简介: 王玉溪(1982-), 男(汉族), 四川眉山人, 中国水利水电第十工程局有限公司基础工程分局助理工程师, 采矿工程专业, 从事水利水电地基与基础工程施工、技术和管理工作, 四川省都江堰市蒲阳路 166 号, 303554249@qq.com。

2.1 钻孔探测

钻孔采用 XY-2B 型地质钻机, 孔径 76 mm, 采用斜孔钻孔, 并根据坝外出露的裂缝深度推测钻孔深度。结合压水试验和砼心样判断裂缝的位置和深度。测试成果如表 1 所示。

表 1 钻孔探测裂缝深度成果表

序号	缝号	部位	探缝深度/m
1	2	上游部分	7.5
		中游部分	4.5
		下游部分	6.5
2	5	上游部分	7.2
		中游部分	0.5
		下游部分	4.2
3	6	第一部分	0.5
		第二部分	0.5
		第三部分	1.3
		第四部分	0.5

2.2 声波探测

采用 XY-2B 型地质钻机在裂缝两侧钻 3 个直孔, 孔径 76 mm, 孔深根据坝外出露的裂缝深度确定钻孔深度, 采用 DJUS-05 型非金属超声波仪进行检测, 检测时, 2 个探测头同时放入, 每 500 mm 测一次, 通过仪器显示波幅变化确定裂缝深度(如图 2、图 3 所示)。

跨缝与不跨缝声波测试成果比较如表 2 所示。

2.3 裂缝深度确定

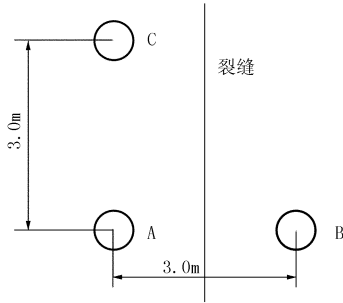


图2 声波测试孔平面布置图

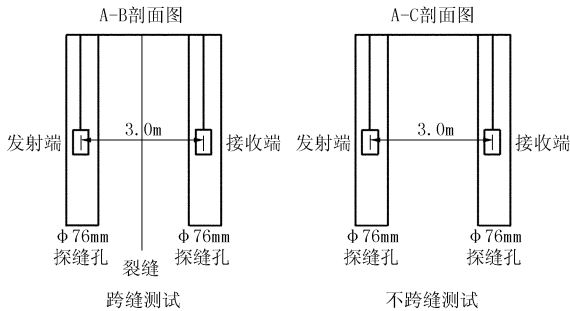


图3 声波测试孔剖面图

表2 跨缝与不跨缝声波测试结果比较

序号	缝号	部位	波幅范围/dB		波幅稳定深度/m
			不跨缝	跨缝	
1	2	上游部分	69.8 ~ 74.9	31.3 ~ 75.9	7.5
		中间部分	69 ~ 83.4	65 ~ 75.9	4.5
		下游部分	71 ~ 78.2	64.7 ~ 75	6.5
2	5	上游部分	69.8 ~ 74.9	32.1 ~ 77.3	7.0
		中间部分	69.3 ~ 74.1	66.3 ~ 72.7	0.5
		下游部分	68.1 ~ 75.3	35.1 ~ 73.7	4.0
3	6	第一部分	69.7 ~ 74.4	60.7 ~ 74.2	0.5
		第二部分	69.1 ~ 72.9	65.7 ~ 73.3	0.5
		第三部分	69.6 ~ 72.9	64.2 ~ 74.1	1.5
		第四部分	68.5 ~ 74.1	60.3 ~ 72.6	0.5

通过钻孔探测和声波物探的结果比较,测试结果基本相符,因此可确定探测位置裂缝深度,进而确定裂缝剖面,见图4~6。

3 裂缝前期处理工作

3.1 止裂孔施工

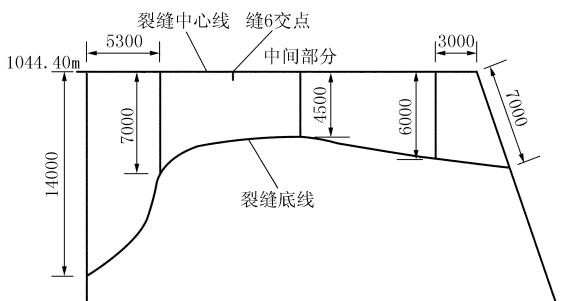


图4 2号缝剖面图

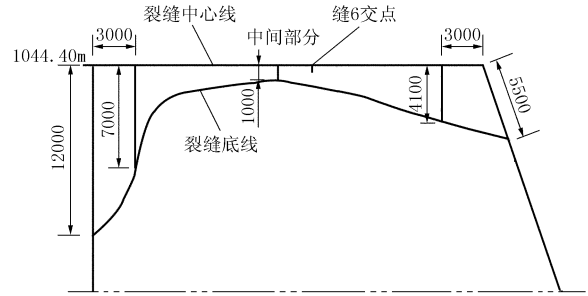


图5 5号缝剖面图

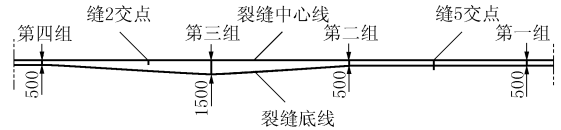


图6 6号缝剖面图

为了防止裂缝继续发展,避免在灌浆过程中浆液扩散到不需要灌浆的区域(如结构缝),首先对裂缝进行止裂和封闭处理。水平止裂孔直径50mm,孔深4m;竖向止裂孔及封闭孔直径90mm,深度超过裂缝深度2m。止裂孔孔内填沥青塑性止水材料,封闭孔(止浆孔)孔内填筑预缩砂浆。

3.2 缝面处理

缝宽 > 1 mm 的裂缝沿裂缝砼表面凿成 U 形槽,宽 100 mm,深 100 mm,并将表面清洗干净再使用预缩砂浆进行填充。

4 裂缝灌浆处理

裂缝灌浆基本顺序:上游面裂缝化学灌浆→EL.1044.40m 高程平面裂缝水泥灌浆→下游面裂缝化学灌浆→上游贴防渗盖片。

4.1 化学灌浆施工

4.1.1 灌浆孔布置

在裂缝两侧交替布置,孔间距 300 ~ 500 mm,孔距缝 200 mm,如图 7 所示。

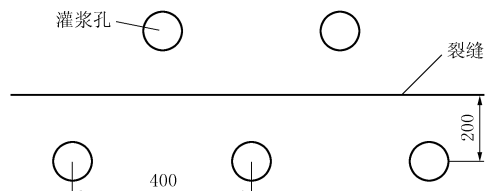


图7 化学灌浆孔布置示意图

4.1.2 施工流程

其工艺流程为:钻孔→裂缝冲洗→孔内卡塞→灌浆→封孔→质量检查。

采用电锤钻孔,沿裂缝两边钻孔斜穿裂缝。孔

径 14 mm, 孔深 500 ~ 800 mm, 孔距 400 mm。排间孔位交错呈梅花型布置, 钻孔后采用风和水冲洗将孔内冲洗干净, 冲洗完成 24 h 后, 下设灌浆塞, 用 HK-EQ 环氧胶泥封堵缝面。

4.1.3 灌浆施工措施

灌浆采用从裂缝下端向上依次连续灌注的方式进行, 采用孔内卡塞法施工。灌浆压力 0.2 ~ 0.3 MPa。灌浆材料采用 Contite PUE 300/301。

灌浆过程中严格控制灌浆压力, 防止灌浆压力过大对裂缝产生劈裂破坏。

灌浆结束标准: 在达到灌浆规定压力下, 孔内停止吸浆, 继续灌注 5 min, 灌浆可以结束。

灌浆结束后, 拆除灌浆塞, 用环氧胶泥抹平孔口。

4.2 水泥灌浆

4.2.1 灌浆孔布置

在裂缝两侧各布置一排灌浆孔, 孔间距 1.5 m, 排距 1 m, 交替布置呈梅花型; 相邻灌浆孔就作为排气孔, 不单独设置排气孔。若裂缝深度超过 8 m, 在裂缝一侧增加一排钻孔, 距裂缝 1.5 m, 并斜穿裂缝下段, 穿缝位置距缝底 2 ~ 3 m。由钻孔倾斜度控制穿缝位置。水泥灌浆孔布置如图 8 所示。

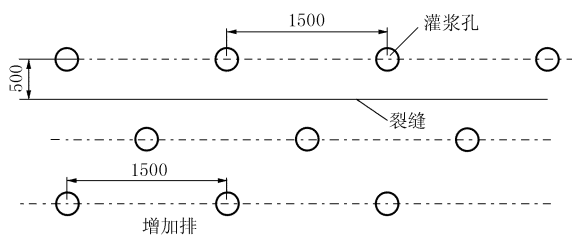


图 8 水泥灌浆孔布置示意图

4.2.2 灌浆施工流程

灌浆采用孔内卡塞法施工。其工艺流程如图 9 所示。

需取心采用 XY-2B 型地质钻机钻孔, 不取心则采用独臂钻机钻孔, 孔径 ≤ 76 mm, 钻斜孔并穿过裂缝。若裂缝深度超过 8 m 时, 先钻灌增加排, 保证裂缝底部灌浆质量。钻孔后将孔内碎屑冲洗干净并用压力水冲洗钻孔与裂缝之间的通道。

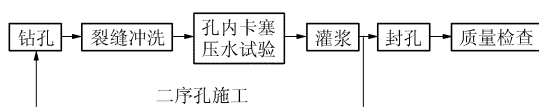


图 9 水泥灌浆施工流程图

4.2.3 灌浆施工措施

灌浆分两序施工, 先施工一序孔, 如果缝深超过

8 m, 先灌底部裂缝孔, 再灌上部裂缝孔。

灌浆压力: 裂缝深度在 5 m 以内 0.3 MPa; 裂缝深度超过 5 m 的 0.5 MPa。灌浆过程中严格控制灌浆压力。

浆液水灰比采用 1、0.8、0.6、0.5 四个比级。

灌浆结束标准: 在该灌浆段最大设计压力下, 当注入率 > 1 L/min, 继续灌注 30 min, 灌浆可以结束。

灌浆结束后, 采用水灰比 0.5 的浓浆封孔, 待孔内浆液干缩后, 采用预缩砂浆封满全孔, 孔口抹平。

5 质量检查

灌浆结束后 7 天, 由设计和管理工程师现场确认检查孔位置, 检查孔深度, 并取心压水检查灌浆质量, 见表 3。

表 3 灌浆检查孔压水试验成果

缝号	灌浆方式	检查孔孔号	压力 /MPa	流量 / $(L \cdot \min^{-1})$	透水率 /Lu
2	化学灌浆	JH2-1	0.25	0.1	0.33
		JH2-2	0.24	0.2	0.64
		JH2-3	0.24	0.1	0.35
		JH2-4	0.25	0.1	0.33
5	化学灌浆	HJ-1	0.24	0.1	0.32
		HJ-2	0.25	0.1	0.27
		HJ-3	0.26	0.1	0.27
		HJ-4	0.26	0.1	0.24
平面	水泥灌浆	DFJ-1	0.24	0.1	0.23
		DFJ-2	0.24	0.1	0.28
		DFJ-3	0.31	0.3	0.25
		DFJ-4	0.21	0.1	0.79
		DFJ-5	0.31	0.3	0.40

从 2、5 号缝化学灌浆成果分析, 透水率在 0.24 ~ 0.64 Lu 之间, 满足碾压砼透水率要求, 化学灌浆效果明显。

从平面水泥灌浆成果分析, 透水率在 0.23 ~ 0.79 Lu 之间, 0.79 Lu 值在坝下游位置, 不在防渗区之内, 灌浆效果明显。

6 防渗盖片施工

在灌浆处理完裂缝 4 个月后进行防渗盖片施工。

6.1 防渗材料

SR 防渗保护盖片是由 SR 塑性止水材料和三元乙丙橡胶片、高强度聚酯土工布、聚酯膜等复合而成的片状防渗卷材, 它既可单独进行砼防裂、防渗施工, 又可作为 SR 塑性止水材料的专用保护材料配套联合使用。具有对砼柔性防渗、防裂、防碳化和防冰冻保护作用, 能够在常温下冷操作施工。

6.2 施工方法

SR表层止水施工工序为:缝面处理→涂刷底胶→SR防渗盖片粘贴→SR材料封边→锚固→刷涂料。
防渗盖片施工如图10所示。

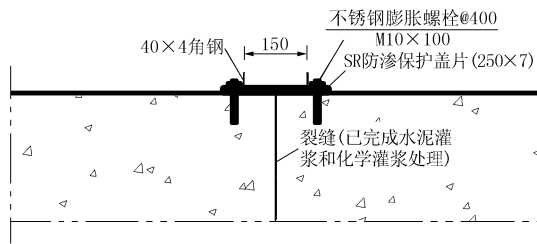


图10 缝面SR防渗盖片施工示意图

7 结语

老挝 Nam Ngum 5 水电站砼重力拱坝裂缝处理

采用水泥灌浆和化学灌浆相结合的方式,治理效果显著。2011年2月施工完盖片后,7月汛期水位超过此裂缝7m高时,坝体未出现任何漏水等现象。本工程的经验可在以后工程出现类似情况时借鉴采用。

参考文献:

- [1] DL 5148-2001, 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S].
- [2] 杨正刚,尹学林,韩道林,等.物探综合技术在大坝混凝土裂缝检测中的应用[J].地质与勘测(贵州水力发电),2009,(4).
- [3] SL 314-2004,碾压混凝土设计规范[S].
- [4] 李海涛.招徕河碾压混凝土拱坝裂缝处理[J].湖北水力发电,2007,(4).
- [5] 方成名,刘炜.高喷灌浆技术在卵砾石层中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(6):62-64.

全国国土资源科技奖励视频会议在京召开

《中国矿业报》消息(2012-06-23) 6月20日,全国国土资源科技奖励视频会议在北京召开。会议通报表扬了荣获2011年度国家科技进步奖特等奖“青藏高原地质理论创新与找矿重大突破”项目的参加单位和个人,颁发了第十二次李四光地质科学奖、第五届黄汲清青年地质科技奖和第二次李四光优秀学生奖,颁发了2011年度国土资源科学技术奖。

国土资源部部长、党组书记、国家土地总督察、李四光地质科学奖委员会主任、黄汲清青年地质科技奖基金委员会主任徐绍史,部党组副书记、副部长、国家土地副总督察徐德明,部党组成员、副部长张少农、胡存智,武警部队黄金指挥部副主任杨永强,黄汲清青年地质科技奖基金委员会副主任孙枢,部总工程师钟自然出席会议。部党组成员、副部长汪民主持会议。

科技部副部长陈小娅、中国科学院副院长丁仲礼、中国科学技术协会副主席冯长根、北京大学党委书记朱善璐、国家科学技术奖励办公室主任邹大挺应邀出席了会议。

为表彰参加青藏高原地质理论创新与找矿重大突破项目的单位和个人,国土资源部授予中国地质调查局机关等77个单位“青藏高原地质理论创新与找矿重大突破先进单位”荣誉称号,授予王达等416名个人“青藏高原地质理论创新与找矿重大突破先进个人”荣誉称号。

杨克明等15人获李四光地质科学奖,化建新等15人获黄汲清青年地质科学技术奖,李诺等15人获李四光优秀学生奖。2011年度国土资源科学技术奖获奖项目69项,其中,《城乡统筹发展路径创新研究——“万顷良田建设工程”探索与实践》等10个项目获一等奖,《中国煤层气开发利用前景研究》等59个项目获得二等奖。

会上,获奖者们领取了奖牌、证书,中国地质科学院矿产资源研究所唐菊兴等5名获奖者分别代表各奖项获奖人员发言。

国土资源部党组副书记、副部长、国家土地副总督察徐

德明在会上讲话。他表示,国土资源科技工作取得了一大批突出成果,涌现出一批优秀科技人才,有力地支撑了国土资源事业改革发展。国土资源科技创新全面开花,产生了重大而广泛的社会影响,铸就了新时期的“青藏精神”,丰富和拓展了国土资源精神文化的时代内涵。应深刻把握新形势、新要求,进一步增强推进国土资源科技事业发展的使命感、紧迫感。

徐德明强调,应强力推动国土资源科技工作再上新台阶,为国土资源事业发展提供有力的科技支撑。应大力推进国土资源重点领域、重点学科的科技攻关,要紧紧围绕现实需求部署开展科技攻关,切实加强国土资源基础研究工作,组织好项目申报工作,实施好国家重大专项。要加快现有科技成果的深化拓展和转化应用,持续深化拓展,强化集成整合,有效转化应用。

徐德明要求广大国土资源科技工作者要再接再厉、再攀高峰,弘扬优良作风,沉下心来钻研,紧紧围绕中心,切实服务发展,坚持科学研究与实践探索紧密结合。国土资源系统各单位要为科技工作和人才成长创造良好的环境和条件,大力学习宣传科技工作先进典型,切实关心爱护科技工作者,积极探索科技人才培养和激励机制。

李四光地质科学奖委员会成员,黄汲清青年地质科技奖基金委员会成员,李四光学生奖委员会成员,李四光、黄汲清亲属,2011年度国家科学技术奖、国土资源科学技术奖获奖人员代表,李四光地质科学奖获奖人员代表,黄汲清青年地质科学技术奖获奖人员代表、李四光优秀学生奖获奖人员代表,国土资源部机关各司局处级以上干部,中国地质调查局在京直属单位主要负责同志,部其他直属单位负责同志,中央管理的地勘单位、有关院校和科研单位负责人,有关社会团体、基金会负责人,在京地学界部分院士参加了北京主会场会议。

各省(区、市)及副省级城市国土资源主管部门,新疆生产建设兵团国土资源局处级以上干部,各派驻地方的国家土地督察局处级以上干部在本单位分会场参会。