

文章编号:1001-5485(2009)08-0024-04

库区爆破对高坡岭水库大坝影响监测分析

周克发¹,张国栋¹,符兴彧²

(1. 南京水利科学研究院 大坝安全与管理研究所,南京 210029;2. 高坡岭水库工程管理所,海南 东方 572600)

摘要:高坡岭水库大坝是一座建于强透水性砂砾石层上以砂土填筑的土坝。华能海南东方电厂一期新建工程(2×350 MW)厂外补给水泵房建于高坡岭水库左坝端上游约120 m处,采用爆破施工。为保证工程安全,建立了高坡岭水库大坝现场安全监测系统,在爆破施工期间进行实时监测。爆破施工期为54 d,其间的人工巡视未发现大坝有明显的异常变形和渗流现象;监测结果表明大坝变形量和坝基渗流压力变化量均极小。由此可判断库区爆破施工未对大坝造成危害,单孔爆破装药量30 kg以内的爆破施工方案是合适的。

关键词:高坡岭水库大坝;库区爆破;监测分析

中图分类号:TV542; TV698

文献标识码:A

1 工程概况

高坡岭水库位于海南省东方市罗带河下游,是一座以灌溉为主,结合防洪、供水、发电等综合利用的中型水库。水库集雨面积156.4 km²,校核洪水位32.25 m,总库容7 070 × 10⁴ m³;正常蓄水位30.50 m。水库枢纽工程主要由大坝、溢洪道、坝后电站、供水涵洞等组成。工程等别为Ⅲ等,主要水工建筑物为3级。水库大坝于1966年动工兴建,1968年建成并投运,几经扩建加固,达到现状规模。主坝为均质土坝,最大坝高26.00 m,坝顶高程34.00 m,坝顶宽4.0 m,坝顶长1 300 m。由于投运后多处坝段的坝基、坝体及溢洪道侧墙渗漏严重^[1],2000年鉴定和核定为“三类坝”,2002-2003年底进行防渗除险加固,对主坝桩号0+510至0+688.6坝段采取塑性混凝土防渗墙截渗,对主坝桩号0+160至0+450坝段和主坝桩号0+767.1至副坝桩号1+490坝段采取水泥土防渗墙截渗。

2 库区爆破及大坝监测布设

2.1 库区爆破

华能海南东方电厂一期新建工程(2×350 MW)供水系统是华能海南东方电厂建设的重要组成部分。华能海南东方电厂一期工程供水系统在高坡岭水库新建泵站,其取水口位于水库大坝左岸上

游约120 m。取水口采用水下爆破方式施工,而大坝建基面下为厚40~190 cm的砂砾石或砂质黏土层,其下分布厚约5 m强风化层及破碎的花岗岩,存在因震动造成液化的可能性^[2]。

2.1.1 爆破施工参数

根据岩石性质,排距参照《水运工程爆破技术规范》(JTJ286-90)和炸礁施工经验,本工程设计爆破参数^[3]:孔距 $a=1.6$ m,由于浅孔钻齿钎头外径110 mm,因此孔径 $d=110$ mm,排距 $b=1.6$ m;超钻深度 $\Delta h=1.5\sim 2.0$ m;炸药单耗 $q=2.2$ kg/m³。

2.1.2 布孔和钻孔

采用潜孔冲击钻钻孔。孔位排距1.6 m、孔距1.6 m,呈梅花形错开布孔。对于孔深超过8 m的孔,为了提高爆破效果,实行分层爆破。

2.1.3 装药

爆破采用特制的圆形塑料筒装药柱,药柱直径 $D=90$ mm,炸药为防水性强、爆炸性能好的岩石乳化炸药。对于岩石孔深大于5 m的炮孔,根据长期水下炸礁施工经验,采用孔内间隔装药结构(孔底装2.0 m的起爆炸药,中间填塞约0.5 m的砂筒,再装一段起爆炸药,然后用砂筒填塞炮孔上部),以达到更好的爆破效果^[3]。实际施工时,炸药量的控制实施可根据钻孔试爆效果,予以合理的调整。不同孔深的炮孔装药量见表1。

2.1.4 爆破施工顺序

爆破施工包括水下和陆地爆破2部分。陆地爆

收稿日期:2008-10-07;修回日期:2008-11-06

基金项目:国家科技支撑计划项目(2006BAC14B01,2006BAC14B03)

作者简介:周克发(1981-),男,安徽含山人,工程师,主要从事大坝安全管理与岩土工程等方面的研究,(电话)025-85828191(电子信箱)zhoukefa@163.com。

表 1 设计岩层炮孔装药量参数

Table 1 Charge volume parameters of design rock hole

孔深/m	装药量/kg	孔深/m	装药量/kg
3.0	14	6.0	29
3.5	17	6.5	31
4.0	19	7.0	34
4.5	21	7.5	36
5.0	24	8.0	38
5.5	26	8.5	41

破区域为泵房基坑和长约 70 m、宽4.8 m的管道;水下爆破为水库实际水位以下的水下管道爆破,长约 200 m,宽4.8 m。爆破后,基坑开挖设计底标高为 14.30 m,管道设计底标高为17.80 m。由于爆破点位于主坝的东南面,最近距离约为 120 m,为确保大坝安全,应考虑到分层爆破及大坝的安全性问题。施工时,从安全方面来考虑爆破顺序,从离大坝远处开始爆破,即由北向南进行钻孔爆破。

2.1.5 爆破施工实际情况

自 2008 年 6 月 5 日 16:35 时进行一次试爆,至 7 月 25 日,累计爆破次数为 34 次。于 2008 年 7 月 26 日、7 月 28 日进行 2 次小规模(孔数较少,不超过 3 个;装药量较少,不超过 10 kg)的爆破。每次爆破孔数一般为 5 孔或 6 孔。

2.2 大坝监测

爆破施工造成大坝坝基液化的典型反应是大坝坝基渗流状态的异常变化。为此,在大坝左坝段近爆破施工区、坝高较高且坝基存在可液化的地层段设置渗流监测断面,监测坝基渗流压力状态。大坝的异常变形与否是判断爆破施工是否造成坝基液化的另一直接依据。由于该水库未设渗流和变形监测设施,为监测爆破施工对大坝安全的影响,对大坝变形(包括水平位移和沉降)、坝基渗流压力(即孔隙水压力)、上游库水位进行监测。

2.2.1 上游库水位监测

利用水库已建人工观测水尺进行人工监测,每日监测一次。

2.2.2 大坝变形监测

在桩号 0 + 300,0 + 450,0 + 500,0 + 580,0 + 630 和 0 + 670 下游坝肩以及在溢洪道中墩(6 号闸墩)下游侧共设 7 个表面变形标点,通过监测各标点与监测基点间相对位置(坐标)的变化来监测大坝变形。变形监测标点的平面布设见图 1。

2.2.3 坝基渗流监测布设

坝基渗流监测在桩号 0 + 452 和 0 + 625 的大坝坝顶各布置 2 个钻孔,埋设 2 只振弦式渗压计,监测坝基渗流状态。渗压计布设情况见表 2。

3 爆破对大坝变形和坝基孔隙水压力的影响分析

3.1 库水位监测分析

2008 年 6 月 5 日至 7 月 25 日为爆破施工期,在此期间,6 月 4 日至 5 日、7 月 8 日和 7 月 16 日有 3 次降雨过程,第一、三次降雨量中等,第二次降雨量较小。库水位采用人工观测方式,库水位过程线见图 2。在爆破施工期间,库水位过程呈下降趋势,水

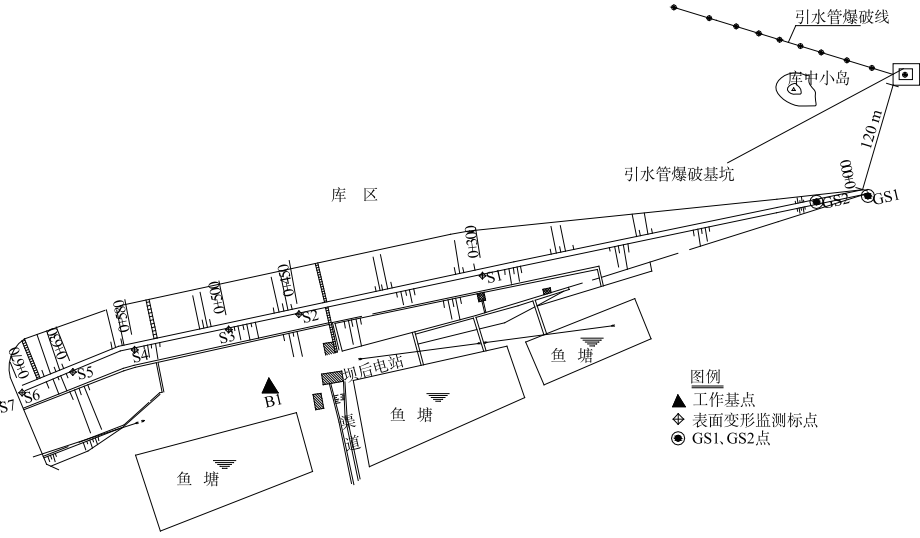


图 1 变形监测基点和标点的平面布设

Fig. 1 Plane arrangement of the base point and the punctuation points of deformation monitoring

表 2 大坝渗流监测布设

Table 2 Plane arrangement of dam seepage monitoring

桩号	孔号	距坝轴线/m	孔口高程/m	孔底高程/m	孔深/m	测头高程/m	电缆长/m			监测目的	埋设层位	量程/kPa
							孔内	孔外	小计			
0 + 452	K1	- 1.4	35.18	11.40	23.78	17.24	35	95	130	坝基渗流	坝基透水层	300
	K2	+ 2.8	35.18	11.28	23.90	16.82	35	90	125	坝基渗流	坝基透水层	200
0 + 625	K3	- 1.4	35.21	9.18	26.03	15.29	35	265	300	坝基渗流	坝基透水层	300
	K4	+ 2.8	35.21	8.80	26.41	13.16	35	260	295	坝基渗流	坝基透水层	200

位变幅约1.2 m。库水位观测结果表明:水库的库水位变幅较小,过程线变化平缓,爆破施工未引起库水位异常变化。

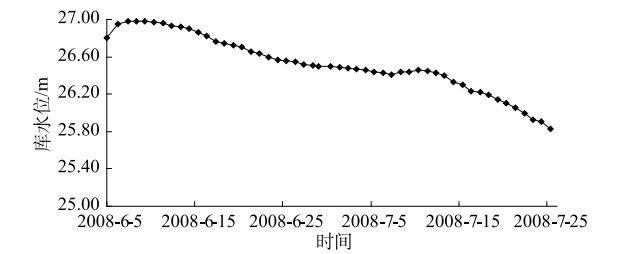


图2 2008年6月5日至7月25日库水位过程线
Fig. 2 Water level process line during June 5, 2008 to July 25, 2008

3.2 爆破对大坝变形的影响分析

对大坝轴线方向位移(向坝左为“+”,以 Δx 表示)、垂直上下游方向位移(向下游为“+”,以 Δy 表示)、沉降位移(竖直向下为“+”,以 Δh 表示)进行监测。 $\Delta x, \Delta y, \Delta h$ 表示首次观测至第*i*次观测的累计位移量。7个变形监测标点的位移情况如表3所示。

表3 变形监测标点位移
Table 3 Punctuation point displacements of deformation monitoring

变形监测标点	$\Delta x/mm$	$\Delta y/mm$	$\Delta h/mm$
S1	-0.3~0.7	-0.1~1.4	0.3~1.5
S2	-0.1~2.1	-0.3~0.6	0.1~1.3
S3	-1.1~0.1	-0.7~0.4	0.1~2.4
S4	-0.4~0.6	-0.6~0.6	0.0~1.9
S5	-0.6~1.1	-0.1~2.0	-1.3~0.4
S6	-0.7~0.2	-0.4~1.3	-0.9~0.3
S7	-0.3~0.2	-0.5~0.4	0.1~1.8

由表3可知,由于始终将单孔爆破装药量控制在30 kg以内,爆破施工地点距离大坝的最近距离约为120 m,爆破震动对大坝变形的影响很小(Δx 最大不超过2.1 mm, Δy 最大不超过2.0 mm, Δh 最大不超过2.4 mm),考虑到坝址处平时风级较大(一般在3级以上)以及全站仪测量精度,可以判定:施工期未引起大坝异常变形,大坝结构处于安全状态。

3.3 爆破对坝基孔隙水压力的影响分析

结合施工爆破期间爆破情况,从34次爆破中选择以下具有代表性的2次爆破前后渗压计所测数据的差值进行分析:①2008年7月9日(爆破时间分别为19:20,19:30);②2008年7月17日(爆破时间分别为18:00,18:05)。在这2次爆破前后2 h内,渗压计 K_1, K_2, K_3 和 K_4 水位受到爆破震动的影响,具有一定的振动变化,但变化幅度都很小,变化幅度最大不超过2 cm,如图3至图6所示。因此,爆破震动对坝基孔隙水压力的影响很小。

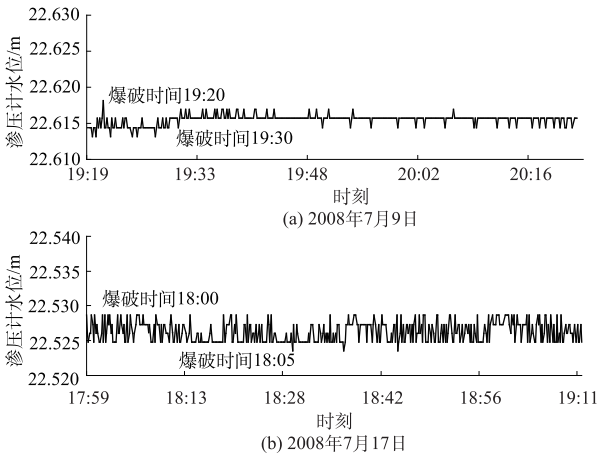


图3 渗压计 K_1 爆破前后水位监测过程线
Fig. 3 Water level duration curve of the osmometer K_1 before and after blasting

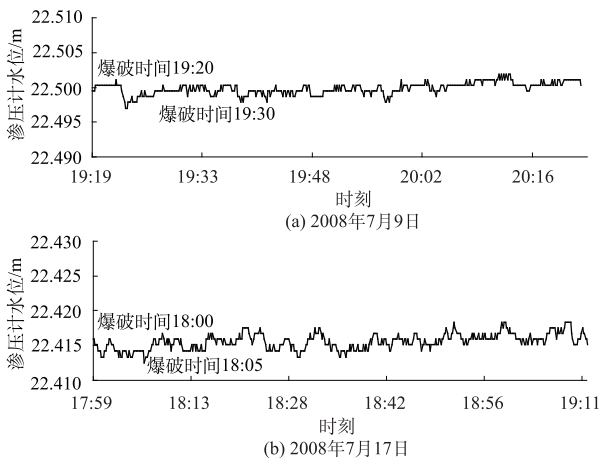


图4 渗压计 K_2 爆破前后水位监测过程线
Fig. 4 Water level duration curve of the osmometer K_2 before and after blasting

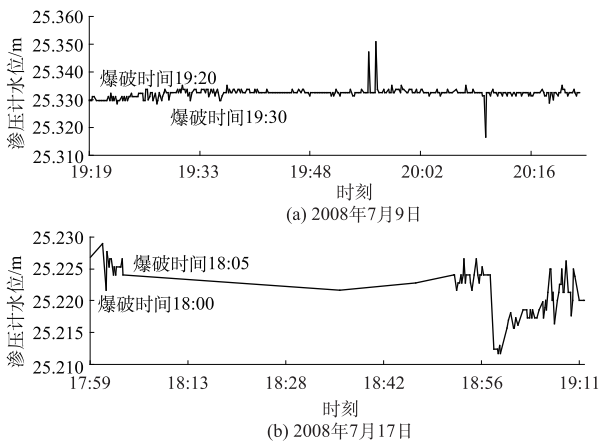


图5 渗压计 K_3 爆破前后水位监测过程线
Fig. 5 Water level duration curve of the osmometer K_3 before and after blasting

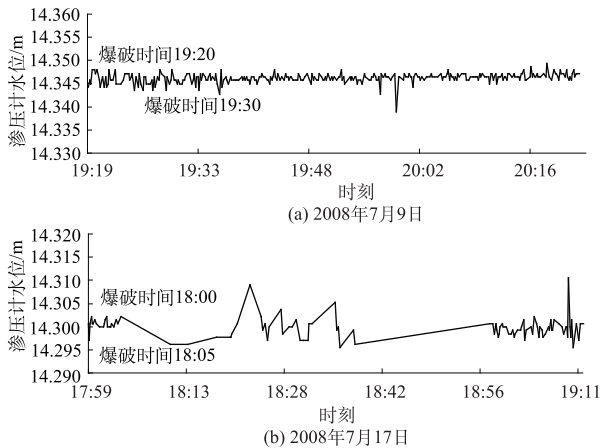


图 6 渗压计 K₄ 爆破前后水位监测过程线

Fig. 6 Water level duration curve of the osmometer K₄ before and after blasting

3.4 爆破施工时人在大坝现场的感受

自从 2008 年 6 月 5 日在库区试爆以来,每次爆破前均由爆破施工单位向大坝现场监测技术人员通报爆破时间及相关爆破情况。爆破时,监测技术人员在离爆破点最近的大坝上观察,每次爆破在爆破点造成高约 1 m 的涌浪,向四周辐射传播,波浪传播至坝前时,坝前有水位变化,波高减弱到约 10 cm,人在大坝上有短暂的微弱震感。爆破后即对大坝现场进行巡视检查,坝面未发现明显的变形或裂缝,坝后亦未发现明显的异常渗流现象。

4 结 语

电厂取水口爆破施工期间设置的大坝监测系统取得了连续、可靠的大坝变形、渗流监测数据,监测结果表明爆破施工所产生的震动冲击波对大坝变形及坝基渗流影响很小,未引起大坝异常变形和异常渗流;巡视检查未发现大坝异常变形、裂缝及异常渗流现象。因此可判定在爆破施工期间大坝处于安全状态。

参考文献:

[1] 陈德皎,王 安,张祥云. 海南省东方市高坡岭水库安全鉴定综合评价报告[R]. 海口:海南省水利水电技术中心,2000.

[2] 王 安. 海南省东方市高坡岭水库工程安全鉴定工程地质勘察报告[R]. 海口:海南省水利水电技术中心,2000.

[3] 吉林电力管道工程总公司. 华能海南东方电厂一期新建工程(2×350MW)厂外补给水泵房工程(炸礁部分施工方案)[R]. 长春:吉林电力管道工程总公司,2008.

(编辑:赵卫兵)

Monitoring Analysis on Impact of Blasting in Gaopoling reservoir area on dam

ZHOU Ke-fa¹, ZHANG Guo-dong¹, FU Xin-yu²

(1. Dam Safety and Management Department, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China;
2. The Management Department of Gaopoling reservoir, Dongfang 572600, China)

Abstract: The Gaopoling Reservoir Earth-filling Dam was built on the strong seeping sand and gravel with extremely seepage. The supply pumping plant of Huaneng Power Plant first new project (2×350 MW) in Hainan Province Dongfang City will be built at about 120 m above the left side of the dam and the engineering construction make use of blasting. In order to ensure the safety of the project, the safety monitoring system at Gaopoling Reservoir Dam site was set up for the real-time monitoring during the period of the construction blasting. During the period of 54 days, the results of the artificial inspection indicated that there was no significantly abnormal phenomenon of dam deformation and seepage to be found; monitoring results showed that the changes of dam deformation and dam foundation seepage pressure were very small. It could be judged that the blasting construction in the reservoir area does not cause dam damage, and the program of the construction blasting controlled by the single hole charge volume within 30 kg is appropriate.

Key words: Gaopoling reservoir dam; blasting in the reservoir area; monitoring analysis