

### 青海盛家峡水库诱发地震活动特征研究

盛家峡水库位于青海湟水河南岸一级支流岗子沟的盛家峡谷(北纬 $36^{\circ}22.5'$ , 东经 $102^{\circ}21'$ ), 库容量450万立方米, 坝高35米, 建于1980年11月。近几年最高蓄水量为120万立方米, 每年10~11月蓄水, 第二年3—4月排空, 属于年调节型水库。

水库地区地处西宁—民和槽地南缘, 地层为加里东期黑云母花岗岩和第三纪灰红色砂岩以及泥岩。库区新构造运动较强, 盛家峡谷便是一条断裂谷, 谷壁陡峭, 倾角约 $70^{\circ}$ , 谷底宽二十余米, 反映了较强的抬升运动。

库区主要构造之一是盛家庄北西向压性断层, 断层破碎带宽约百米, 由构造角砾岩糜、棱岩及碎岩组成, 断层上盘 $\gamma_3$ 花岗岩体推覆于老第三系红层上, 断层规模较大, 延伸达数公里。另一组为北东向构造, 这条断裂从坝区底部通过, 断层破碎带宽20~40米, 由糜棱岩、断层泥和压碎岩组成, 显张扭性, 基本上沿峡谷发育<sup>1)</sup>。

在水库所在地区三十公里范围内, 历史上从未发生过中等以上地震, 中小地震也很少见。与全省地震活动水平比较, 盛家峡地区可视为无震区。

在1978年建库期间, 曾因定向爆破而触发了一些地震。1980年11月水库竣工蓄水, 水位约15米, 1981年3—4月放水并排空, 随后诱发了一系列小震活动, 最大震级为3.5级( $M_L$ )。因库水渗漏严重, 在排空后采取了相应的防漏措施, 当年未曾蓄水, 1982年间没有发生地震。1982年10—11月再度蓄水, 于1983年3月排空。在排水期间, 发生了一次2.0( $M_L$ )级和一次2.7( $M_L$ )级地震, 此后的几年中, 始终是在库水排空后诱发地震(见图1)。诱发地震均分布在库区附近的红庄和盛家庄一带。

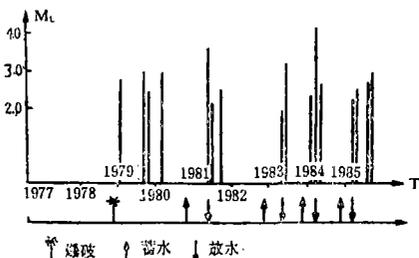


图1 水库诱发地震序列与库水排空时间关系图

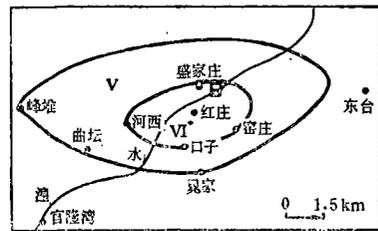


图2 3.6级地震等震线图

水库自蓄水以来, 盛家峡地区地震活动频度和强度均明显增高, 其中最活跃的一次是1984年3月5日至8日出现的震群, 主震震级为3.6( $M_L$ )级, 震源深度为2.5公里(据烈度推算), 库区及邻近一带地震烈度为Ⅵ度强(见图2), 部份地区达Ⅶ度。极震区房屋普遍位移, 大部份墙体开裂并有倒塌, 大坝多处裂缝, 起壁塔水泥栏杆扭裂, 距震中一公里处

1) 王金涛、何韦等, 1984年8月7日盛家峡水库3.6级地震考察报告。

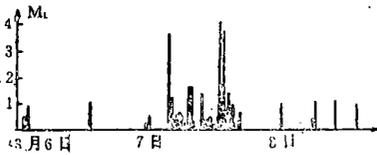
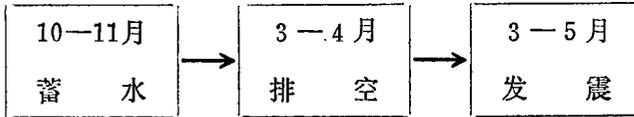


图3 1984年3月7日库区3.6级地震序列图

的石砌双拱桥桥面和侧面裂开约1厘米,震动造成了多处滑坡塌方。发生主震的前二天,弱震频度较高,库区边缘的红庄和盛家庄一带仅有感地震就达二十多次。余震也有十余次(见图3)。

综上所述,盛家峡水库诱发地震活动,具有以下特征:

(1) 排水时或排空后发震。整个过程在时间分布上大致为:



(2) 孕震时间短。从每年库水蓄满到第二年库水排空继而发震,历时仅半年左右。

(3) 具有震级小、震源浅、烈度高和震时伴有地声等一般水库地震的特征。1983年5月28日发生的2.8(Ms)级和1984年3月7日发生的3.6(Ms)级地震都分别造成了很大破坏,两次地震的震源深度均在两公里以内,3.6级地震的烈度接近Ⅷ度,地震影响场仅限于库区及其附近一带。地震时,人们感觉为垂直振动,并听到隆隆的地声从脚下传来,声音低沉。

(4) 地震频度较高,活动持续期短。盛家峡水库诱发地震序列类似于构造地震,呈“前震—主震—余震”型。一个序列一般历时一、二个月,月频度最高达三十余次,每个序列中主震震级在2.5—3.6(Ms)级之间,发震时间相对集中,频度衰减较快。

水库诱发地震机制视水库规模、所处构造部位、库区和坝区底部条件、库水容量和蓄水方式及状态等的不同而有所区别。盛家峡水库坝区底部多为较破碎的花岗岩层,穿过其底部的北东向断裂是库水渗漏的主要通道。水库蓄满后,静水压力达到最大值,库水渗漏最亦为严重(每年11月间库水蓄满后,几十天内水位明显下降,估计有 $\frac{1}{3}$ 的水由底部渗漏。因此,到了12月份还需再补蓄一次),此时,坝底岩体孔隙水压力增加的速度也最快,岩体有效压力降低,改变了原有岩体内应力的平衡状态,于是开始积累应变能而孕育地震。第二年3—4月间,水库开始放水排空,这是一个卸载解除水压力作用的过程。它减小了岩体承受的应力(据耿乃光的研究,应力减小时,可引起地震),改变了坝底岩体受力的环境条件和状态,致使底部部分岩体快速位移而释放所储存的应变能,诱发了地震活动。因此,库区地震活动都出现在放水期间或排空之后。目前,对水库诱发地震的成因解释各有不同,但作者认为,用库水渗流改变岩体孔隙水压力,致使岩体应力的平衡受到破坏,从而诱发地震的观点来解释盛家峡水库诱发地震是较为合适的。

(青海地震局 何 韦)

(本文1986年3月7日收到)

## RESEARCH ON SEISMIC ACTIVITY CHARACTERISTICS OF THE INDUCED EARTHQUAKES IN QINGHAI SHENGJIAXIA REGION

He Wei

(Seismological Bureau of Qinghai Province)