

水库地震的新震例

——东江水库地震简介

肖 安 予

(广东省地震局)

提要 本文简要介绍东江水库地震及地质构造情况,对今后工作提出了建议。

关键词 东江水库 诱发地震 湖南

一

东江水库位于湖南省郴州地区的资兴市(库尾已延入汝城县)境内。大坝座落在湘江水系来水的支流东江上,系混凝土双曲拱坝,高157米,坝顶长438米。水库设计正常高水位为285米高程,相应库容81.2亿立方米。坝后建有水力发电厂,装机容量为50万千瓦。它是一项以发电为主,兼有航运、防洪等综合效益的大型水电工程。

工程所在地属弱震区。建库前,当地地震台网未发现库区有地震活动。水库于1986年8月2日关闸蓄水后,库区出现了较频繁的小震活动,最大地震为 M_L (下同)2.7级¹⁾。湖南省人民政府和郴州行署对此十分关注。1990年3月6日至9日,郴州行署召开了东江水库诱发地震研讨会。湖南省地震办公室、国家地震局地质研究所和地球物理研究所、能源部水利部中南勘测设计院、广东省地震局、湖南省电力工业局和地矿局湘南地质队,以及郴州地区有关市、县(部门)共22个单位(部门)的40多名代表,应邀参加会议,宣读论文、报告14篇。本文是对有关情况的综合分析概述,旨在引起有关单位和学者的共鸣,以促进东江水库地震的研究,为经济建设和社会安定、发展服务。

二

据地震史料记载,水库所在的资兴市及其近邻,共发生过地震10次。其中,郴州3次,汝城2次,桂东1次,宜章4次。最大地震影响接近地震烈度Ⅵ度。资兴市无地震记录。

自七十年代初区域地震台网建立以来,也未发现库区及其所在的资兴市有地震活动。

受中南勘测设计院委托,国家地震局地质研究所胡毓良等,在库区布设了流动地震台

1) 王国英,东江水库地震分析及诱震趋势估计,1989.12.

网,自1986年3月开始观测,至1987年10月即水库截流蓄水后一年零二个月,也未发现库区有地震活动。

可见,在东江水库蓄水前,当地可称为“无震区”。

随着蓄水过程的发展,库水位逐渐上升。当水位超过240米高程后,库区开始出现频繁的小震活动。伴随库水位的上升,地震活动水平有所增强。1988年7月3日,发生1.7级地震,震源深度为0.5公里,当地群众有感。1989年7月24日,发生2.7级地震,震源深度为1.5公里,震中烈度接近V度²⁾。

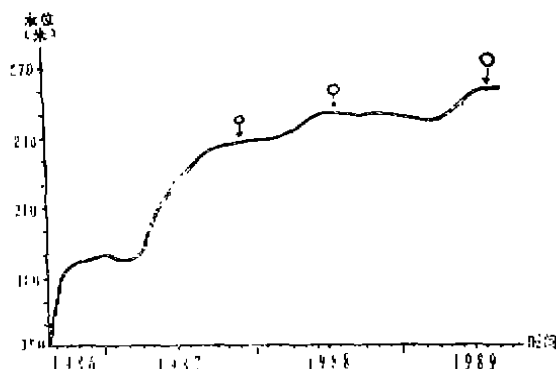


图1 东江水库地震与水库水位的关系

Fig. 1 The relation between water level of reservoir and induced earthquake in Dongjiang reservoir

库水位曲线上的小圆圈及其下的箭头,自左至右分别表示开始出现微震活动时的水位、发生1.7级地震和2.7级地震时的水位。

(据王国英资料改编)

初步研究发现,库区的地震活动显示如下特点:

(1) 库区的地震活动是在长期平静的背景上出现的,且与水库蓄水有着密切的联系。主要表现为,地震活动发生在水库蓄水之后,且活动水平与水库水位有较好的对应关系(图1)。

(2) 地震活动局限于库区,且主要密集于断裂构造和岩溶较发育的石灰岩地段。

(3) 震源浅。从能准确测定参数的地震资料看,震源深度均在4公里以内。震区群众感震较强,与同震级的一般构造地震相比,震中烈度偏高。

(4) 随着蓄水过程的发展,震源深度有所增加。

对照国内外水库地震震例,分析认为,发生在东江水库区的地震活动,属于水库诱发地震。

三

东江水库地震的形成,有其特殊的地质构造背景。

水库位处活动性的大地构造单元东南地洼区赣桂地洼系内。就构造体系而言,则位于南

2) 赵广志,《东江东水电站水库诱发地震》,1990,1,

岭东西复杂构造带的北缘。

库区褶皱和断裂构造发育(图2)。一系列走向北东,彼此平行的背、向斜,基本上

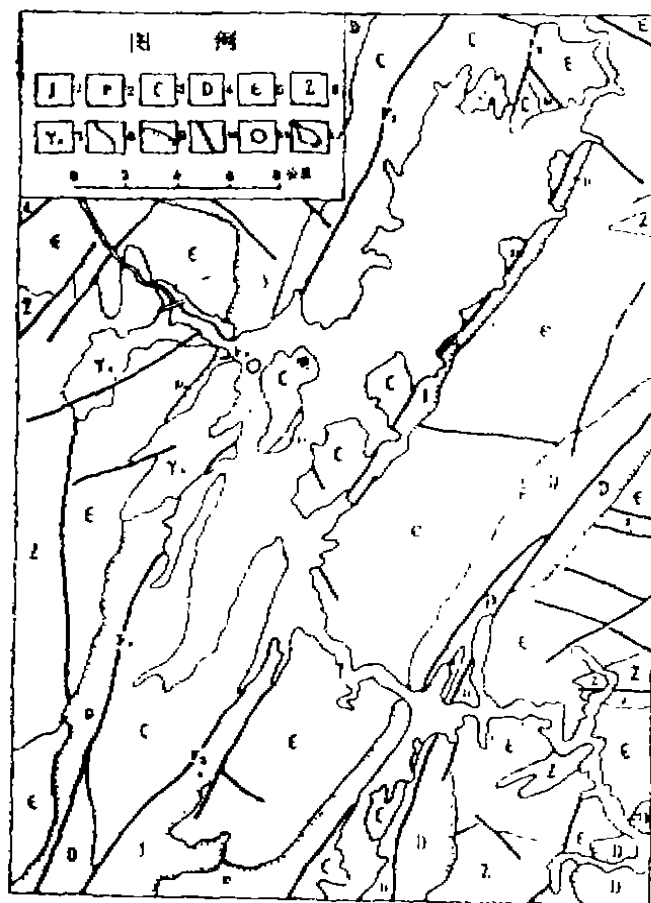


图2. 东江水库地质构造略图

Fig. 2 Schema of geological structure of Dongjiang reservoir

1. 侏罗系砂、页岩夹煤层; 2. 二迭系灰岩及页岩; 3. 石炭系灰岩夹页岩; 4. 泥盆系砂岩及灰岩; 5. 寒武系浅变质砂岩夹薄层页岩或灰岩; 6. 震旦系砂岩、粉砂岩及板岩等; 7. 燕山期花岗岩; 8. 地质界线; 9. 不整合面; 10. 实测与推测断裂; 11. 根据宏观调查资料推测的1989年7月24日2.7级地震震中; 12. 水库与大坝。

(据王国英、邵志富、胡平资料编绘)

所增加的现象,也印证了这一点。

据胡毓良、王国英等宏观调查资料分析,推测1989年7月24日2.7级地震发生在F₁与F₂断裂的交汇处。因为,该处附近(尤其是它的东、西两侧)地震影响最强;仪器测定的小震活动,也主要密集于这一带。

控制了水库的形态。东江水库的主体便座落在一向斜构造上。该向斜轴部主要地层为二叠系灰岩和页岩,石炭系灰岩夹页岩;两翼及背斜核部依次为泥盆系砂岩及灰岩,寒武及震旦系浅变质砂岩等。灰岩地段岩溶发育。在湖心岛见一溶洞,高、宽数米,已知长逾千米。

库区断裂构造主要有北东向、北西向、南北向及北东东向4组,以北东向最为醒目。其中,F₁(资兴—长城岭)断裂和F₂(秀流—曹田)断裂走向北东,纵贯库区。前者长70公里以上,倾向北西,倾角大于55°,在湖心岛西侧呈S型拐弯(该处已淹);后者长度超过100公里,倾向南东,倾角大于60°,在其附近(旧市,已淹)有温泉出露。F₁与F₂断层均属逆断层,在新构造时期有一定的活动性。F₃断层是一条走向北东东,倾向南南东,长约5公里,张剪性质的断层,在新构造时期有一定活动性。该断层大部被库水淹没。

由于水库主体座落在向斜构造上,断裂、节理及岩溶发育,水库周围又有透水性差的砂、页岩及花岗岩隔档,为库水向深部渗透从而诱发地震,提供了良好条件。地震的空间分布,特别是震源随蓄水过程的发展而深度有

如前所述，东江水库区的地震活动是在蓄水过程中发生的，并有伴随库水位的上升而增强的迹象。当库水位达到243米高程后，开始出现微震活动；水位上升到249.7米高程时，诱发了1.7级地震；水位升至258.7米高程（相应库容约45亿立方米）时，便诱发了2.7级地震。今后，在库水位继续上升，以至达到正常高水位285米高程（相应库容81.2亿立方米）的过程中或稍后，是否诱发更强的地震呢？震中位置会不会迁移以及向何处迁移？未来的地震活动对东江水电工程的安全有否威胁？所有这些，都是当地政府和有关方面十分关注的问题。因此，正确地分析、判断库区未来地震的活动趋势，对该工程的安全运营，充分发挥经济技术效益，有着重要意义。

水库诱发地震的强度，主要取决于当地的地质构造条件，包括蕴震条件、构造应变能积累状态和能量释放特点等。水库要素，包括坝高、库容和水库面积等，也有一定影响。兹以坝高为例。一般地说，坝体越高（相应地库水也越深），不仅诱发地震的可能性越大，而且诱发较强地震的概率也较高。

对于坝高157米的东江水库而言，随着库水位的进一步上升，地震活动水平很可能增强。在研讨会上，一些学者依据现有资料，提出的一些初步预测意见，也肯定了这一点。但是要确切地回答上述问题，还需要做专门的观测与研究。

我国的地震工作方针是以预防为主。九十年代是联合国决议的“国际减轻灾害十年”。相信东江水库诱发地震的研究，定会受到有关方面的重视。

NEW EVENTS ABOUT RESERVOIR EARTHQUAKES

—Brief Introduction of Dongjiang Reservoir Earthquakes

Xiao Anyu

(Seismological Bureau of Guangdong Province)

[Abstract] In this paper, the induced earthquakes of Dongjiang reservoir and geological structure in the reservoir area are introduced, and the work in the future are also suggested.

[Key words] Dongjiang reservoir, Induced earthquake, Hunan Province