

温州珊溪水库地质构造特征及其与水库地震的关系

叶帆袁静

浙江省第十一地质大队，温州，325006

摘要：珊溪水库自 2000 年下闸蓄水以来，库区及周边发生了一系列的地震，对温州市造成了较大的影响，为查明地震诱因，给防震减灾提供更多科学依据，笔者对库区的地质构造特征进行了详细的研究，从构造方面论证该区发生地震的基础条件，及库区蓄水是否会影影响构造稳定性，进一步加大大地震发生的概率。

关键词：珊溪水库地质构造特征 水库蓄水 水库地震

Geological structure of Shanxi Reservoir and it's relationship with reservoir earthquake

Ye Fan Yuan Jing

(11th Geology Team of Zhejiang Province, Wenzhou, 325006)

Abstract: Since the storage of water in 2000, A series of earthquake occurred in Shanxi Reservoir and surrounding areas, which has a great impact on Wenzhou. In order to identify the cause of earthquake, provide a basis for earthquake prevention and disaster reduction, the author conducted a detailed study on geological structure of the reservoir area, from the structure aspect, proved the basic conditions of the earthquake, and whether the water storage in the reservoir area will affect the structure stability and further increase the probability of earthquake occurrence.

Keywords: Shanxi Reservoir; geological structure; storage of water; Reservoir earthquake

(一) 引言

自 2002 年以来，温州市文成泰顺交界处发生过系列地震，特别是 2006 年和 2014 年两次较大震群，对温州市造成了较大的影响，一度引起了社会的恐慌。对这些地震的观察研究表明，该区地震多发生于珊溪水库-桥墩水库沿线附近，地震的发生与水库蓄水有些密切的关系。为了给防震减灾提供更多科学依据，也为了加强对普通群众的科普宣传，消除盲目的恐慌心理，温州市科技局（地震局）委托我单

位对珊溪水库地质构造特征及发震机理进行了研究，现就该研究成果与大家进行交流。

（二）库区地震情况

珊溪水库 2000 年开始下闸蓄水，2002 年 7 月 28 日 19:39:10 开始发震，震级为 ML3.6 级。截至 2014 年 12 月 31 日，珊溪水库共记录到 8000 多次地震，其中 $ML \geq 4.0$ 地震 21 次，最大地震为 2006 年 2 月 9 日 ML4.6 地震[1]。库区地震以震群序列活动为主，2006 年和 2014 年曾发生过两次明显的震群序列活动，其它时间相对平静，两次震群均无明显主震，具有典型的水库诱发地震特征。

（三）库区地质构造特征

珊溪水库区地质构造区域上位于浙东南褶皱带次级构造单元温州—临海拗陷带南部的泰顺—青田断拗（图 1）。在太古代陈蔡群的结晶基底上，沉积了巨厚的中生代火山碎屑及河湖相沉积，喜山期，在区域升降运动的背景下，区域地壳全面抬升，老断层表现为继承性活动，如 NE、NNE 向和 NW 向断层都有不同程度的复活[2]。研究区处于泰顺—黄岩大断裂的西边，文成火山构造洼地与泰顺火山构造洼地的交接地带，为断裂构造发育的地段[3]。地表盖层断裂有如下特征：

- 1、水库区地表分布的岩石以火山岩为主，其次为沉积岩，岩层产状较为平缓，成层性好。不同时代不同岩相的裂隙发育程度基本一致，且以构造裂隙为主。在断裂构造通过位置，裂隙发育且与断面平行，远离断裂构造一定距离后，裂隙的发育程度不如构造附近发育。

中生代晚侏罗世、白垩世火山岩中裂隙集中，成组性强，NW 向裂隙最为发育，且具有张性或张扭性。

2、水库区内主要存在北东、北西向两组断裂，规模较小，倾角较大，破碎带宽度较窄，最新活动时代在第四纪晚更新世之前。北西走向的双溪-焦溪垭断裂（F1）由 3 条近于平行的分支组成：北分支 F1-1 断层破碎带宽度不大，带内构造透镜体发育，断层碎裂岩基本胶结，未发育断层泥。中部分支 F1-2 断层受挤压破碎带滑面上有清晰擦痕、破碎带宽度不大，且具有正断性质。南分支 F1-3 断层破碎带规模最大，破碎带内岩石较碎裂且见多个破碎带，并伴有土状岩脉发育，胶结程度相对较差。

3、北西向双溪-焦溪垭断裂（F1）在塘垄码头附近发现一系列的张性构造——张裂隙和正断层，这些构造可能纵向尺度较大，且具有较好的连通性，容易导致库水向深部下渗，为局部导水构造。

（四）珊溪水库蓄水诱发地震分析

1、断裂附近岩性组合利于导水

由于水库蓄水，库水沿着断层及断层两侧成组集中分布的裂隙向下渗透，断层破碎带两侧的层状凝灰岩夹砂岩、泥岩等层状岩层渗透性差，而断层破碎带渗透性相对两侧的岩石地层要好，岩体结构面的这种组合，一方面有利于库水向深部渗透，另一方面容易使断层面孔隙压力升高，降低断层面上的正应力，从而容易诱发地震。特别是 2006 年 2 月最大震级为 ML4.6 级震群和 2014 年 9 月最大震级为 M4.2 级震群，这些地震的活动可能是由于水库蓄水诱发导致。这些地震的

活动引发了双溪-焦溪垵断裂重新活动，特别是破碎带胶结程度较差的双溪-焦溪垵断裂 f1-3 分支断层，由于地震活动更容易使得库水沿着该分支断层渗透，在水的渗透和地震活动的相互作用下，该分支断层的活动更加显著。

2、库区基岩的渗透条件较差

珊溪水库区基岩以火山岩为主。其中泰顺百丈镇有大面积流纹岩出露，坝址珊溪镇及文成县汇溪乡附近也有流纹斑岩分布。经现场实地踏勘，整个库区基岩岩体较完整，唯木湾以东局部库段垂直向节理较发育，但面积不大，比乌溪江等已诱发地震的水库规模要小得多。汇溪附近流纹斑岩水于向节理发育，而垂直向节理却很少出现。整个库区与已发生地震的水库相比，库水的渗透条件有着明显的差别。因此，除木湾以东局部库段，整个库区的库水渗透条件较差[4]。

（五）发震点预测

汇溪附近库段具备诱发地震的构造条件。珊溪水库位于飞云江流域的珊溪至司前河段。白垩纪的泰顺火山构造洼地边缘断裂在汇溪附近横穿库区。有关资料表明，在汇溪附近还有其它几条断裂在此交汇，并有温泉出现。说明该库段几条断裂具有一定的活动性。和本省已发震的几个水库的构造条件相比，汇溪已具备诱发水库地震的构造条件。水库蓄水满库后，汇溪附近水位相对高度将达到 80m 左右，因此在汇溪附近尚存在诱发地震的可能。

（六）结论

珊溪水库本身位于断裂构造较为发育的地区，库区蓄水给周边断

裂施加了应力，再加断裂附近岩性组合的导水特征，以及下部基岩的阻水特征，导致应力进一步加强，增加了地震风险。珊溪水库的地质构造特征为地震的发生提供了基础条件，水库的蓄水加压为地震的发生提供了诱因，两者共同作用，导致了近年来的地震频发。今后应加强对区内活动断裂的监测，提前预警，减小损失。

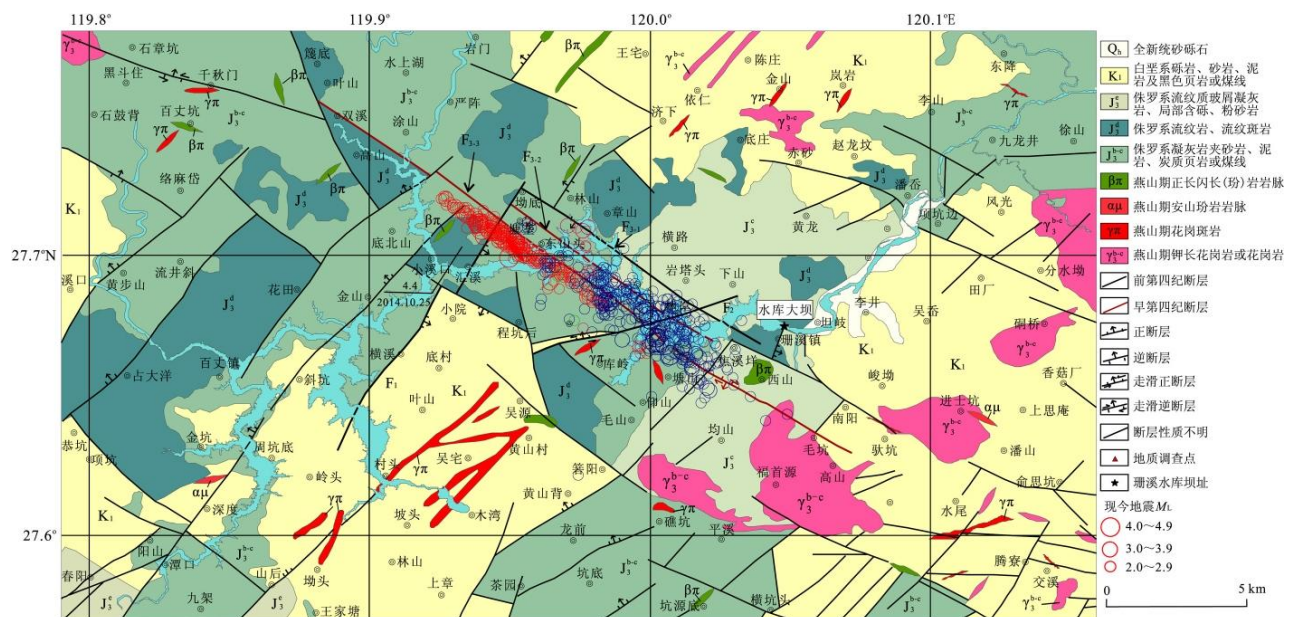


图1 珊溪水库地区地震构造

Fig. 1 The seismic structural sketch of Shanxi reservoir area

2002—2003年地震用粉色表示;2004—2005年地震用绿色表示;2006—2013年地震用蓝色表示;2014年地震用红色表示。F₁、江口—汇溪断层;F₂、岩上—程坑断层;F₃、双溪—焦溪断层

参考文献:

- [1]浙江省第十一地质大队.《浙江省飞云江珊溪水库工程水库诱发地震预测研究报告》[R]. 内部资料.1994.5
- [2]浙江省第十一地质大队.《1/20 万泰顺幅和平阳幅区域地质报告》[R]. 内部资料.1970: 17-23.
- [3]马志江等.温州珊溪水库诱发地震构造条件[J].地球科学.2016, 41 (8) :1414-1422.
- [4] 李祖武等.水库地震与地质构造的关系[J].地震地质 1981,3 (3) : 61-69.

作者简介:叶帆,男,1983年生,地质工程师,理学硕士,地质矿产专业,E-mail:285701693@qq.com。电话 18806876362

