

长江三峡及其邻区断裂活动时间序列

冯希杰

(陕西省地震局)

摘要 本文将断裂活动的年龄值做为断裂活动的事件,通过长江三峡及其邻区断层活动年龄的统计,建立了该区断裂活动的时间序列,将其同中国大陆地壳活动节奏变化相对比,讨论了两者之间的对应关系,获得若干新认识。

关键词 长江三峡及其邻区 断裂活动时间序列 中国大陆地壳活动时间序列。

一、引言

长江三峡及其邻区地处中国大陆内的华南地区。近年来围绕三峡水利枢纽工程和彭水水利枢纽工程,对三峡及其邻区许多断裂开展了多种手段的活动测年工作,取得了一批重要的年龄数据^[1]。但工程中对断裂活动性具体评价中,通常的做法是综合制定最新活动年龄,这样不仅没有充分利用测年数据所带来的断裂活动信息,而且也未能从动态演化上对断裂活动过程给予全面认识。在进行该区域科研和学位论文过程中,我们将每个年龄数据作为断层活动的一次事件,通过区内不同断裂和同一断裂不同部位年龄值的统计,建立区内断裂活动的时间序列,通过同中国大陆地壳活动节奏变化的对比,从一个侧面验证研究区断裂活动与中国大陆地壳活动之间的从属关系,也突出了断裂活动过程的非平稳特征,使活动期次和强度变化更易认识。这种分析思路和方法不仅充分利用了测年数据所反映的活动信息,更全面合理地评价断裂的活动性,而且也可从中看到目前工程勘察研究中有关断裂活动性评价方面值得注意的几个问题。

二、长江三峡及其邻区断裂活动年龄的测定

长江三峡及其外围地区断裂活动性表现在诸如地形、地貌、温泉、地震^[2]、外动力地质作用^[3]、断带微观结构、地球化学异常^[4]、卫片线性影象等多方面。但这些标志只能说明断裂有过活动,不能确切地给出断裂活动发生的具体年代。近年来,围绕三峡工程和四川彭水水利枢纽工程的可行性论证,采用热释光法(TL)、石英颗粒自旋共振法(ESR)、铀系法(U系)和新带石英颗粒表面显微结构电镜扫描法(SEM)分别对区内许多断裂进行了断裂活动的年龄测定,取得一批重要的年龄数据(表1、表2)。

三、长江三峡及其邻区断裂活动时间序列

长期以来,在断裂活动的年龄测定中,人们都期望所测得的结果相差较小,相对集中。

1) 长委会三峡区勘测大队,长江三峡工程坝区及外围主要断裂活动性研究,1990。
四川省地震局,四川省彭水水利枢纽工程区地震基本烈度复核鉴定报告,1989。

表1 长江三峡及其邻区断裂扫描电镜 (SEM) 分析

Tab. 1 SEM analysis on the faults in and near Three Gorges of the

| 序号 | 断裂名称 | 采样地点 | 断裂活动相对地质时代 |
|----|-----------|--------------------|--------------------------------|
| 1 | 仙女山断裂 | 荒口, 周坪 | N_2 晚期— Q_2 |
| 2 | 都镇湾断裂 | 都镇湾, 青林口 | N_2 晚期— Q_2 |
| 3 | 九湾溪断裂 | 高湾溪 | N_2 晚期— Q_2 |
| 4 | 雾渡河断裂 | 界岭垭、杨家大庙、许家垭 | N_2 晚期— Q_2 , Q_3 有频度低活动 |
| 5 | 天阳坪断裂 | 天阳坪, 邓家冲 | N_2 晚期— Q_2 |
| 6 | 青林口—红岩尖断裂 | 青林口 | N_2 晚期— Q_1 |
| 7 | 下路沟断裂 | 下路沟 | N_2 晚期— Q_1 |
| 8 | 巨坊断裂 | 巨坊 | N_2 晚期— Q_1 |
| 9 | 高家冲断裂 | 3002平洞 | N_2 晚期— Q_1 , Q_2 时活活频度低 |
| 10 | 狮子包断裂 | 3001, 3005, 3007平洞 | N_2 晚期— Q_1 , Q_2 时活动频度低 |
| 11 | f54断裂 | 3008平洞 | N_2 晚期— Q_2 |

表2 长江三峡及其邻区断裂活动年龄测定结果表

Tab. 2 The result of the age determination about the faults activity in and near Three Gorges of the Yangzi River

| 序号 | 断裂名称 | 采样位置 | 年龄值 $\times 10^4 a$ | 测定方法 |
|----|-------|--------|---------------------|------|
| 1 | 仙女山断裂 | 荒口 | >60 | U系 |
| 2 | " | " | 88 ± 28 | ESR |
| 3 | " | 荒口黑岩崖 | 189 ± 20 | TL |
| 4 | " | " | >150 | ESR |
| 5 | " | 周坪 | 77.58 ± 3.87 | TL |
| 6 | " | " | >150 | ESR |
| 7 | " | 荒口黑岩屋沟 | 256 ± 27.0 | TL |
| 8 | " | 周坪柯家岭 | 172.0 ± 15.0 | TL |
| 9 | 九湾溪断裂 | 黑龙潭 | 155.72 ± 15.6 | TL |
| 10 | " | " | 114.42 ± 22.88 | ESR |
| 11 | " | 龙马溪 | 176.2 ± 14.0 | TL |
| 12 | " | 迎宾河 | 157.0 ± 14.0 | TL |
| 13 | " | " | 142.0 ± 14.0 | TL |
| 14 | 雾渡河断裂 | 杨家大庙 | 33.3 ± 1.66 | TL |
| 15 | " | " | 19.55 ± 3.01 | ESR |
| 16 | " | 许家垭 | 23.8 ± 1.19 | TL |
| 17 | " | " | 18.68 ± 3.74 | ESR |
| 18 | 天阳坪断裂 | 高家壩 | 23.3 ± 1.16 | TL |
| 19 | " | " | 37.5 ± 7.5 | ESR |
| 20 | 远安东断裂 | 泉水冲 | 98.5 ± 4.93 | TL |
| 21 | " | " | 109.2 ± 21.84 | ESR |
| 22 | " | 石板块水泥厂 | 138.08 ± 7.63 | TL |

续上表

| | | | | |
|----|-------------------|------------|--------------------|-----------------|
| 23 | 远安西断裂 | 双码头 | 28.35 ± 1.7 | TL |
| 24 | 青林口—红岩尖断裂 | 青林口公路旁 | 46.0 ± 2.3 | TL |
| 25 | " | " | 27.87 ± 8.4 | ESR |
| 26 | " | " | 46.09 ± 2.35 | TL |
| 27 | 下路沟东断裂 | 下路沟东边公路 | >50 | U系 |
| 28 | 下路沟西断裂 | 下路沟西边公路 | >50 | U系 |
| 29 | 转勒包断裂 | 转勒包山头 | >50 | U系 |
| 30 | 巨坊断裂 | 巨坊附近长江左岸江边 | 40 ± 15.0 | U系 |
| 31 | " | " | >50 | U系 |
| 32 | " | " | 31.76 ± 9.53 | ESR |
| 33 | 高家冲断裂 | 3002平洞 | 126.5 ± 12.6 | TL |
| 34 | " | " | 75.26 ± 15.0 | ESR |
| 35 | " | " | 105.7 ± 8.14 | TL |
| 36 | " | " | 89.5 ± 6.24 | TL |
| 37 | " | " | 104.0 ± 0.00 | ESR |
| 38 | 狮子包断裂 | 3001平洞 | 81.0 ± 1.16 | TL |
| 39 | " | " | 20.1 ± 4.0 | ESR |
| 40 | " | 3007平洞 | 131.58 ± 11.84 | TL |
| 41 | " | " | 30.02 ± 6.06 | ESR |
| 42 | " | " | 50.84 ± 2.54 | TL |
| 43 | " | " | 44.88 ± 8.98 | ESR |
| 44 | " | " | 46.43 ± 3.33 | TL |
| 45 | f54断裂 | 3008平洞 | 86.7 ± 4.33 | TL |
| 46 | 筒箕滩断层 | 黔江中坝 | 2.05 ± 0.024 | C ¹⁴ |
| 47 | " | 黔江白井寺 | 1.61 ± 0.015 | C ¹⁴ |
| 48 | 郁山断层 | 黔江白石关 | 9.1 ± 0.58 | TL |
| 49 | 郁山断层扬 | 彭水坝址与长溪坝址间 | >50 | U系 |
| 50 | 七漂子断层 | 彭水芦家湾北 | 51.07 ± 10.21 | ESR |
| 51 | 瓦铺子断层 | 彭水长溪河口南 | 68.98 ± 13.79 | ESR |
| 52 | 火石垭断层 | 彭水文家沟附近 | >50 | U系 |
| 53 | F ₁ 断层 | 长溪坝址附近公路涵洞 | 18.6 ± 3.5 | U系 |
| 54 | F ₂ 断层 | 长溪坝址左岸2号平洞 | >50 | U系 |
| 55 | F ₃ 断层 | 长溪坝址左岸1号平洞 | 9.0 ± 0.15 | U系 |
| 56 | 次级断层 | 彭水桑柘诸佛乡 | 11.7 ± 2.5 | U系 |
| 57 | 郁山断层 | 彭水道班房钻孔 | 46.50 ± 9.3 | ESR |
| 58 | " | " | 41.2 ± 2.0 | TL |
| 59 | 金银山断层 | 彭水金银山 | 43.27 ± 8.65 | ESR |
| 60 | 郁山断层 | 彭水白杨坝北 | 35.08 ± 7.01 | ESR |
| 61 | " | 彭水乌江北岸川湘公路 | 14.21 ± 2.89 | ESR |
| 62 | " | 郁江绿豆沟公路处 | >150 | ESR |
| 63 | " | " | 33.35 ± 6.67 | ESR |
| 64 | " | " | 22.0 ± 1.10 | TL |
| 65 | 筒箕滩断层 | 黔江桥滩 | 37 ± 1.85 | TL |
| 66 | 筒箕滩断层次级断层 | " | 68.6 ± 3.4 | TL |

事实上,这与断裂的演化过程是违背的。由于断裂演化是一缓慢过程,整个成生是多次活动而不是一次活动的结果。这样,区域上同条断裂的不同剖面,同一剖面的不同部位以及不同断裂有可能存在差别,比较分散。只有通过大量年龄数据的统计,才能得到可信度较高的结论性认识。本文将年龄数值作为断裂活动事件的反映,通过对区内诸多断裂的统计,建立了

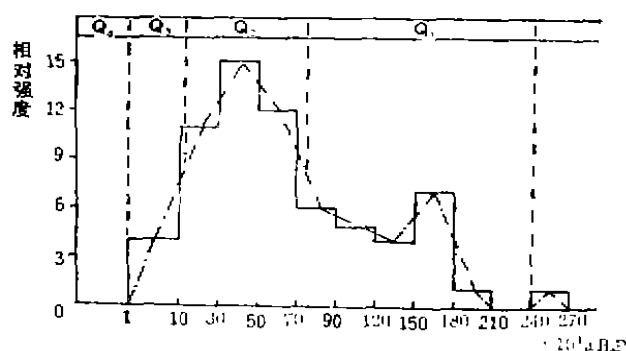


图1 长江三峡及邻区其断裂活动时间序列图
Fig.1 Time series of faults activity in and near Three Gorges of the Yangzi River

长江三峡及其邻区断裂活动的时间序列(图1)。从中可以看出区内断裂活动具有如下特点:

(1) 中更新世区内断裂活动最强,特别是 $30 \sim 50 \times 10^4 \text{ a.B.P.}$ 之间。该阶段断裂活动基本上是由弱到强再到弱的过程。

(2) 早更新世区内断裂活动较强,演化基本上是一个渐强的过程。其中在 $150 \sim 180 \times 10^4 \text{ a.B.P.}$ 之间有过一次较强烈的活动。

(3) 晚更新世区内断裂活动较弱。基本上是一个渐弱的过程。

(4) 全新世无绝对年龄数据。

四、长江三峡及其邻区断裂活动地质背景

长江三峡及其邻区地处中国大陆的内部。因此不论在形式上还是范畴上,该区断裂活动

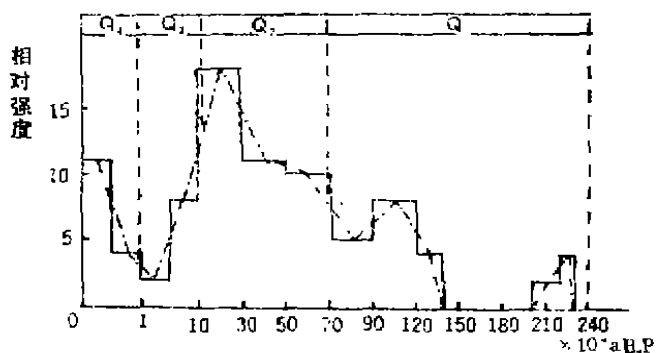


图2 中国大陆第四纪火山活动时间序列图
(孙建中, 1988。)

Fig.2 Time series of Quaternary volcanic activity in China continent

的时间序列应同中国大陆地壳活动的节奏变化存在着某种对应关系。将该区断裂活动时间序列同反映中国大陆地壳运动节奏变化之一的中国大陆第四纪大山活动时间序列^[4](图2)进行对比,不难看出全新世以前两者图形很相似,只是火山活动总体上比断裂活动滞后。总体上表现为 $Q_1 \sim Q_2$ 时期,特别是 Q_2 时期,中国大陆广泛经历着强烈的地壳运动,相应地断裂活动和火山活动强度都较高。晚更新世期间大陆地壳运动强度有所减弱,强度低于早更新世。但全新世以来区内断裂活动同有所增强的火山活动存在着明显差别。

因为从现今区内 $3.0 \sim 6$ 级地震活动看,上述断裂无疑仍在活动,因此上述差别似乎反映了全新世以来断裂活动年龄测定中存在着问题,有待进一步研究,

五、几点认识

(1) 断裂活动作为地壳运动形式之一, 将其时间序列同其它地壳运动形式的时间序列, 诸如火山活动时间序列, 大地构造单元形变时间序列, 古强震活动的时间序列相联合, 可对我国大陆第四纪以来地壳运动进行期次划分, 并可研究其强度变化。这是第四纪地质研究中一项重要课题。

(2) 晚更新世以来, 特别是全新世以来, 长江三峡区及邻区断裂活动乃至中国大陆地壳运动同前期相比, 活动强度明显变弱, 但这并不意味着不在活动。而目前的断裂活动性测年方法, 特别是扫描电镜 (SEM) 方法, 多测得的是以前强烈活动的年龄。鉴于全新世时期断裂活动性在工程勘察研究中的重要性, 建议今后应加强该时期断裂弱活动性的测年工作。

(3) 尽管全新世以来区内断裂活动较弱, 但沿一些断裂带仍有 3.0~6.4 级地震活动。因此加强断裂弱活动性和地震危险性对应关系研究具有理论和实际意义。

最后需要指出的是本文参用了众多单位的断裂活动性测年数据, 在此致谢。此外, 本文旨在提出问题。因此文中难免有不当和错误之处, 恳请指正。

参 考 文 献

- [1] 余永毓, 长江三峡地区的地震活动性, 地震研究, 1984, (5), 511—522
- [2] 冯希杰, 活动断裂与滑坡、崩塌关系的探讨, 西安地质学院学报, 1990(1), 92—99
- [3] 谭周地等, 长江三峡水库库首区断裂带中天气分布特征及断裂活动性分析, 长春地质学院学报, (专辑) 1988, 18—24
- [4] 孙建中, 中国第四纪火山活动的时空分布, 现代地壳运动研究(3), 地震出版社, 1988, 157—163

TME SERIES OF FAULTS ACTIVITY IN THREE GORGES ON THE YANGZI RIVER AND ITS SURROUNDING AREA

Feng Xijie

(Seismological Bureau of Shaanxi Province)

[Abstract] Taking the age of active faults as event of their activity, this paper established the time series of faults activity of Three Gorges on the Yangzi River through statistics of their age. By comparison between the time series of faults activity and the rhythmic variation of crustal activity in China continent, this paper discusses their corresponding relationships and also acquires some new realization.

[Key words] the Three Gorges on the Yangzi River and its surrounding area; time series of faults activity; time series of crustal activity in China continent.