



湖北省地震学会 编

地震研究文集

SEISMIC RESEARCH
SYMPOSIUM

地震出版社

地震研究文集

2

湖北省地震学会 编

地震出版社

1992

内 容 提 要

本书为湖北省地震学会编辑的《地震研究文集》(2),选录了湖北省在地震构造、地震预测预报、地震工程、水库诱发地震等方面的研究成果,共47篇论文。

本文集可供从事地震活动性及预测预报、抗震工程、地震地质、防灾研究的科技人员、工程技术人员以及大专院校有关专业的师生阅读和参考。

地震研究文集

(2)

湖北省地震学会 编

责任编辑 吴 冰 许春福

责任校付 许春福

地 震 出 版 社 出版、发行

北京民族学院南路9号

中国科学院武汉分院印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 17.5 448千字

1992年10月第1版 1992年10月第1次印刷

印数 0001—1000

ISBN 7-5028-0643-1/P. 443

(1034)定价, 12.00元

序 言

在人类所面临的一切自然灾害中,地震灾害对人类社会的威胁性最大。而且,大地震造成的单位面积内的灾度正随着人口的不断城市化与工业经济设施的高度集中不断地加重。如何保障社会经济的长期稳步发展与繁荣昌盛,使人民生命财产免遭地震灾害之涂炭,最大限度地减轻地震灾害,已是多震地区政府和人民共同关心的问题。

我国是一个多震国家,地震减灾工作历来受到党和政府的高度重视,20多年来,在以保卫四大(大城市、大水库、大厂矿、大交通枢纽)为目标的地震工作方针指导下,对重大工程及重要工业设施开展了卓有成效的防震、抗震工作。但是,减轻地震灾害并不指防震一个方面,还包括震后救灾,地震对人民心理影响的消除,以及如何防止次生灾害的发生与处理等。实际上地震减灾是一项涉及众多学科和社会各有关部门的综合性的科学与社会行动。要达到减轻地震灾害的目的,除了需要有政府强有力的领导和有关政府各部门的大力支持与配合、广大民众的积极参与外,在开展减灾综合研究的基础上,建立社会综合减灾系统,制订重要地区和重大工程区的防震减灾预案也将是十分必要的。

但是,科学的减灾规划,还必须建立在地震预测预报水平的不断提高上。地震中、长期预测预报是我们作好地震减灾预案和开展地震短临追踪预报的基础,在我国经济还不允许走全面抗震,以达到减灾目的的情况下,准确的中、长期预测预报对地震综合防御就显得尤为重要。所以,在开展的国际减灾十年活动中,制定与实施一项大力提高地震中、长期预测预报水平的计划是减灾工作不可缺少的。自50年代以来,地震科技工作者在详细研究地震构造、地震活动时空特征的基础上,已总结出大地震发生的某些规律。“七五”期间开展的地震活动构造填图,无疑会对地震孕育过程的研究起到一定的推动作用。我们认为地震的发生必定有其特定的构造环境与形变特征,然而,在地震多发地区特定的构造环境与形变特征有可能被复杂化,以至于很难发现其本身固有特征。对地震频度较低地区大地震或中强地震的详细研究,将有助于对地震孕育与发生过程以及大地震前兆特征标志的正确了解与认识。

近几年来,我省广大地震科技人员围绕湖北地区的地震预报、地震灾害的防、抗、救,城市地震灾害的预测与综合预防,水库诱发地震灾害的预测与防御以及地震灾害的社会反应等问题开展了研究,取得了一些成果。为了促进成果的交流与应用,和有利于地震科技工作者对某些重要课题开展更进一步的深入研究,理事会决定每两年召开一次学术年会,将其论文选编汇集成册,付梓出版,以供参考和借鉴。1990年我们出版了《地震研究文集》(第一集),第一集出版后,受到地震界同行和广大读者的关注与欢迎,认为《地震研究文集》的出版对于推动学术交流,活跃学会工作,促进地震科学研究都有着重要意义和作用。在读者热情支持与鼓励下,我们编辑出版了《地震研究文集》(第二集),并希望把这项工作继续下去。由于水平有限,文集中难免有疏误之处,希望读者斧正。在《地震研究文集》编辑出版过程中,我们得到了广大会员及有关单位的有力支持,在此,我代表理事会向关心和支持我们《地震研究文集》出版工作的同志们以及为编辑出版工作付出辛勤劳动的同志们表示衷心的感谢。

湖北省地震学会理事长 朱煜成

一九九一年八月于武昌

PREFACE

Among the natural calamities which humanity is facing with, the earthquake catastrophe is imperiling human beings the most seriously. Furthermore, with the increasing of urban population and the high centralization of industrial economic facilities, earthquake damages per unit area have been aggravating. It is the common problem concerned by both governments and people in the earthquake active regions how to prolong the stable development and prosperity of social economy, to protect the people's lives and properties from great affliction because of earthquake catastrophes, and how to reduce earthquake disasters as much as possible.

China is a country with high seismicity. The Party and government have been thinking highly of earthquake disaster reduction. For more than 20 years, with the guidance of seismic work policy of safeguarding Four Large (large cities, large reservoirs, large factories and mines, large hubs of communication). We have taken precautions against earthquakes and anti-seismic work for some key projects and important industrial facilities, and achieved outstanding results. However, the earthquake disaster reduction not only means to take precautions against earthquakes, but also to provide disaster relief after earthquakes, remove the influences on the people's psychology due to earthquake disasters, how to prevent secondary earthquakes from occurring and to take measurements to deal with them. In fact, earthquake disaster relief work is a syncretical course, which touches upon numerous subjects and relates to all kinds of concerned social departments and also social activities. In order to reduce earthquake disasters, it is very necessary for us not only to embrace the energetic leadership of our government, support and coordination within social departments, and active participation of masses, but to set up an integrated social disaster — relief work system based on the general research of shock disaster reduction, and to draw up a preparatory scheme of earthquake precaution and disaster reduction for important regions and major engineering area.

However, scientific programme on the shock disaster reduction must be established by raising earthquake prediction level continuously. Long, and medium-term earthquake forecasting and prediction are the foundations on which we base both a good preparatory arrangement concerning earthquake disaster reduction and development of short — term and imminent earthquake tracking prediction. Now with the limit to our present economy, we can't carry out the wide anti-seismic work to reduce earthquake disasters. So it is extraordinary important for us to make precision long and medium — term predictions as well as possible for comprehensive precaution against earthquakes. During the International Decade for National Disaster Reduction, we must work out a great plan for improving

long and medium — term earthquake prediction and carry out it well. Since 50's the seismologists have conducted some laws being fit for large earthquakes occurrences based on the detail research of earthquake structure, the characters of time and space distribution of seismicity. In the period of The Seven — Five — Year, that we have developed seismic active tectonic diagrams to have been filled up to promote the study about earthquake genesis process. We think there exist the peculiar tectonic environment and deformation character about earthquake occurrence. However in seismic active regions, the peculiar tectonic environment and deformation features may be so complicated that we find it difficult to discover those intrinsic features. That we will study carefully strong shocks and medium ones in low frequency areas of earthquake occurrences must greatly help us understand and comprehend earthquake pregnant process correctly and the precursor of a strong earthquake.

Recent years the professional and amateur seismic researchers in our province have been researching a number of problems related to earthquakes, such as earthquake prediction, precaution against earthquakes, anti — seismic and earthquake relief work, forecasting and comprehensive prevention of earthquake disasters in cities, reservoir-induced earthquakes and social reactions to earthquake disasters in Hubei and its vicinity areas, and have made some achievements. In order to stimulate exchanging, applying the fruits mentioned above and help seismic researchers do further study on some important tasks, our council have decided to organize an academic annual conference every other year, compile and publish the papers for references. In 1990, we published Collected Papers on the Seismic Research (vol. 1), which has been paid close attention and welcome by seismic circles and extensive readers. We have known that the publishing of collected papers has contributed to academic interchanges, enlivening learned society and improving seismic study. With vast readers' energetic supports and encouragement we are going to publish Collected Papers on Seismic Research, vol. II and also we hope to do so continuously. Owing to our limit level of compiling and publishing, shortcomings in the papers are inevitable. We will appreciate readers for being kind enough to give us your opinions. In the course of compiling and publishing Collected Papers on Seismic Research, we have received warm supports from many members and concerned departments. On the occasion of publishing, I, on the behalf of our council, thank the comrades who have supported and concerned our publishing work and those who have worked hard for the compilation and publishing.

Director of Hubei Province Seismic Society

Zhu Yucheng

Wuchang

August. 1991

目 录

地 震 构 造

崇阳盆地新构造活动的水系响应与综合判别	黄定华等(1)
大陆板内中强地震震构造环境的一种研究思路	李安然等(9)
利用地球物理资料分析秦巴地区的地壳深部构造	周国藩(15)
南秦岭造山带喜马拉雅期以来的构造变形特征	刘锁旺等(21)
鄂东南地区新构造运动的类型与特征	刘昌茂(30)
武汉地区的断裂构造与地壳稳定性分区研究	徐瑞璐(36)
武汉地区第四纪断层、地震活动与地壳稳定性	丁宝田(40)
鄂西三峡地区的北东向断裂及其地震构造意义	韩晓光等(45)
运用遥感技术研究沙市地区新构造运动	杨裕利(51)
应用卫星图象分析我国东南地区的活动构造特征	孔凡健等(56)
利用遥感信息探索鄂西三峡地区潜在震源区	王清云等(62)
第四系构造变形与非构造变形的识别	李长安等(68)
大别—幕阜地区多层次滑脱拆离与鄂东地震	叶俊林等(73)
三峡工程库首区的断裂力学性质及空间展布特征	刘忠书等(80)

地 震 预 报 研 究

板内强震系统动力学研究进展	周硕愚等(88)
D-S 证据理论与 EMYCIN 模型中期地震预测专家系统	高锡铭等(93)
鄂西地区的 b 值变化与缺震曲线	薛军蓉(101)
长江三峡地区的地震断裂类型与构造应力环境	谭敦才(105)
鄂西地区地震活动特征	龚 平等(109)
不同类型微震仪对测定 M_L 的影响	胡瑞华等(115)
中国东南地震区地震力源问题及其他	赵 诚(121)
平衡剖面原理在地震学研究中的运用	姚运生(126)
江汉盆地及邻区地震活动的灰色系统分析	陈孝元等(132)
湖北省地震群动态变化内在联系	吴应吉(142)
ICHAM 方法的改进及其在潜在震源划分中的应用	申重阳等(147)
华南地震相对活跃时段的预测与检验	李蓉川(152)
长江三峡地区重力变化的分析	张勇军等(155)
鄂中断裂带及邻区地震活动的灰色模糊预测模型	张德柱等(161)
鄂湘川交界区 $M_s > 6$ 地震前中等地震活动的某些特征及未来 强震趋势的研究	许光炳等(168)
马良坪 4.8 级地震前小震活动特征及气象因子异变特征	王之佩(174)

湖北省温泉与地震活动初探.....	邱立云(178)
-------------------	----------

地 震 工 程

数据处理中时域特征采样原理.....	陈中林(182)
随机地震模型及结构反应谱分析.....	戴湘和等(186)
土-桩相互作用体系的非线性地震反应	秦小军等(195)
锤击法桩基动测原理及其应用.....	吴绵拔(201)
鄂西地区滑坡变形破坏的某些特征与早期防治对策.....	王承辉(208)
关于湖北省地震烈度衰减规律的探讨.....	李江华(213)
地震地面运动随机过程模型.....	於三大(218)

水 库 诱 发 地 震

湖北省清江隔河岩水利枢纽水库诱发地震地质条件的初步分析.....	徐瑞春等(222)
水库诱发地震机理的研究.....	杜时贵(228)
水库诱发地震的岩石断裂力学分析.....	唐辉明(233)
河南燕山水库诱发地震的初步评价.....	杨裕云等(236)

观 测 技 术

地壳形变与重力测量数据库系统技术规范及其实施设计方案.....	陈文明(242)
具有静电反馈的拉科斯特重力仪.....	周坤根(247)
鲜水河断裂带虾拉沱地形变整体动态观测技术分析与研究.....	张荣富等(254)

其 它

努力实现丹江口水库调度工作自动化 提高工程防灾兴利的综合效益.....	李治安(260)
宣传地震社会学知识 提高全民防灾意识.....	唐锡托(265)

CONTENTS

Seismo-tectonics

- Synthetic judgement and response in drainage water about
neotectonic activities in Chongyang Basin Huang Tinghua et al. (1)
- A clue for studying tectonic environment about preparation and generation
of moderately strong earthquakes in continental intraplate area ... LI Anran et al. (9)
- Analysis of deep crustal structure of Qin-Ba area (Qinling orogenic zone)
by using geophysical data Zhou Guofan(15)
- A special characteristic of tectonic deformation in the South of
Qinling orogenic zone since Himalaya period Liu Suowang et al. (21)
- Types and features of neotectonic movement in South-western Hubei ... Liu Changmo(30)
- Research about rift tectonics and crustal stability in the divided areas of
Wuhan region Xu Ruihu(36)
- Quaternary faults, seismicity and crustal stability of the earth's crust
in Wuhan area Ding Baotian (40)
- Fault zone of north-eastern direction and its seismotectonics significance
in the Three Gorges of western Hubei Han Xiaoguang et al. (45)
- Application of remote sensing technique in the study of neotectonic
movement in area of Shashi Yang Yuli(51)
- Analysis on features of active structures in south-eastern China
by using satellite imagery Kong Fanjian et al. (56)
- Search for potential source regions beneath the Three Gorges of
western Hubei by using remote sensing Wang Qingyun et al. (62)
- Identification of tectonic and non-tectonic deformation
in quaternary strata Li Changan et al. (68)
- Multi-layers thin-skin sliding off in Dabie mountains and
Mufu region and earthquakes in eastern Hubei Ye Junlin et al. (73)
- Characters on fracture mechanics and spatial distribution
in the first region of reservoir engineering of
Three Gorges, Yangtze River Liu Zhongshu et al. (80)

Earthquake Prediction Research

Development on the study of systematic dynamics about

intraplate earthquake preparation	Zhou Shuoyu et al. (88)
The theory of D-S evidence and EMYCIN model in expert system	
about middle period earthquakes	Gao Ximing et al. (93)
Varities of B-values and curve for absent earthquakes in western Hubei	
.....	Xue Junrong(101)
Seismic rift types and tectonic stress environment in Three Gorge,	
Yangtze River	Tan Duncai(105)
Features of the seismic activity in western Hubei	Gong Ping et al. (109)
Influence on M_L magnitude of earthquakes measured by various	
microseismeters	Hu Rehua et al. (115)
The source of seismic force and other problems about earthquake area	
in the south-eastern China	Zhao Cheng(121)
Applying the theory of balanced profile in seismology study	Yao Yunsheng(126)
Analysis of grey system on earthquake activity in Jiangnan Basin	
and its vicinal areas	Cheng Xiaoyuan et al. (132)
The internal relation of dynamic changes of seismic clusters in Hubei ...	Wu Yingji(142)
Improvement and application of the ICHAN method in division	
of potential earthquake source	Shen Chongxiang et al. (147)
The forecast and test on seismic active episode of earthquake occurrence	
in south-eastern China	Li Rongchuan(152)
Analysis of gravity changes in the Three Gorge ,Yangtze River	
.....	Zhang Yongjun et al. (155)
The grey-fuzzy prediction model on earthquake active in fault zone	
in central Hubei and its vicinal areas	Zhang Dezhu et al. (161)
Some features of moderate seismicities before occurrence of earthquakes($M_s > 6$)	
and tendency research about future strong shocks in the border area of	
Hubei, Hunan and Sichuan	Xu Guangbing et al. (168)
Charateristics of small seismic activities and anomalous meterological factors	
before the earthquake of $M_s 4.8$ in Maliangpin	Wang Zhipei(174)
Initial research about hot springs and seismic activities in Hubei	Qiu Liyun(178)

Earthquake-engineering

Time-domain characteristic sampling theorem in digital processing ...	Chen Zhonglin(182)
A random seismic model and analysis of structure response spectra	
.....	Dai Xianghe et al. (186)

- Nonlinear earthquake response of soil-pile interaction system ... Qin Xiaojun et al. (195)
- The principle of pile's dynamic tests with HHM and its application ... Wu Mianba (201)
- Some characters of landslide destruction in western Hubei and its
prevention measures Wang Chenhui (208)
- Investigation on earthquake intensity attenuation law in Hubei province
..... Li Jianghua (213)
- Stochastic process model about land surface motion owing to earthquakes
..... Yu Shanda (218)

Reservoir Induced Earthquake

- Initial analysis of geology conditions on reservoir induced
earthquakes in the Geheyan key water conservancy
in Qingjiang of Hubei Xu Ruichueng et al. (222)
- Research on mechanism of earthquakes induced by reservoir Du Shigui (228)
- Study on rock fracture mechanics relating to reservoir
induced seismicity Tang Huiming (233)
- Preliminary evaluation of induced seismicity in the Yanshan Reservoir,
Henan Yang Yuyun et al. (236)

Observation Technique

- Technical standards of crustal deformation and gravity database system and
its implementation design plan Chen Wenming (242)
- LaCoste gravimeter with electrostatic feedback system Zhou Kungen (247)
- Analysis and research for entirety dynamic observation technique
on Xialatuo crustal deformation of Xian Shuihe fault zone
..... Zhang Rongfu et al. (254)

Others

- How to realize the automation of dispatch in Danjiang reservoir and
to improve the synthetical effect in disaster precaution and
prosperity of water conservancy Li Zhian (260)
- Propagandizing seismosociology and improving all the people's awareness
of taking precaution against earthquake disasters Tang Xituo (265)

地震构造

崇阳盆地新构造活动的水系响应与综合判别

黄定华 叶俊林

(中国地质大学, 武汉)

地表水系不仅是一种普通发育的构造-地貌产物,也是一种重要而活跃的地质营力,在其演化中具有明显的自反馈机制。因此地壳动力条件的微小变化即足以引起水系的相当响应,使之具有比其他多数地质体更为迅速的演化速率和更为详尽的动态记录。在以整体升降或整体平移为主要方式的地区,水系的变迁尤能反映出新构造活动的细致特征;另一方面,尽管具体过程存在着种种差别,但水系与地貌系统、水系与孕震系统之间,在统一地质背景的制约下仍存在着同态演化的机理与可能,分析它们之间的异同,有可能寻找并建立某些新的判据,为划分新构造活动的不同强度区划乃至作出有关异常与突变迹象的判别,均可提供一种新的思路与途径。

一、崇阳红色盆地及周缘地区的区域构造背景

崇阳红色盆地处于湖北省东隅,幕阜山北麓,平面上为一不规则的菱形。红层由一套快速堆积的陆源碎屑岩系组成,厚约 400—800m。红层产状向北西缓倾,但在靠近盆缘断裂附近变陡,局部近于直立甚至倒转。从区域构造角度来看,红盆的边界断裂实际上属于团麻断裂过长江后的南延分支系统^①,其与近东西向的断裂所围限的崇阳红盆则当属此断裂系统中的一个断片构造。

盆地周缘出露地层从老至新依次有中元古界冷家溪群,震旦—三叠系与燕山期花岗岩。冷家溪群构成本区的结晶基底,系由一套浅变质岩系组成;震旦—三叠系岩性变化复杂,但主要仍属一套海相过渡岩系;燕山期花岗岩分布于盆地西南缘,系幕阜山岩体的边缘相系。地层的差异同时还与地貌分区相吻合:以冷家溪群所组成的中低山地和震旦—三叠系组成的中—低丘陵,同红层与花岗岩组成的残丘平原形成鲜明的对比。

中生代晚期以来,崇阳盆地的应力状态曾经历过四次转变^[1],其规律可概括为两点:一是主压应力指向(特别是浅层应力)持续地沿逆时针方向发生偏转;再是由早期的近水平剪切力

① 叶俊林等,“团麻断裂南延趋势及未来中强震震中位置的研究”课题成果报告,1990。

偶场转变为后期以近水平拉压为主导作用的正应力场,从而最终形成以北西-南东向水平挤压为主的现代应力场格局。

团麻断裂南延系统的影响还远非制约盆地发育的全部因素,以盆地南侧幕阜—九宫山隆起为中心的多期多层次滑脱折离变形,以及在深部构造分区中盆地恰处于武汉慢隆与幕阜慢陷之间斜坡带上的特点,均为盆地演化所不可忽视的背景条件。一方面,正是由于自南而北的滑脱拆离与北北东向的团麻断裂交汇复合,才造就了一系列的成盆断块;另一方面,深部区划中慢隆与慢陷过渡带内的密度-重力调整所造成的构造效应,以及由深部变迁所驱动的新生代岩浆沿断裂带的活动,均在一定程度上牵制着盆地及其周缘地区的新构造活动,从而导致了盆内次级断块之间复杂的差异性运动。本文水系分析的目的之一,即是为了识别叠加于统一的断裂运动机制中的这种次级块体的具体活动差异。

团麻断裂带是鄂东地区最重要的发震构造,近数百年来发生过灾害性地震。因此对崇阳盆地及其周缘地区的新构造地质研究,还可以作为一个窗口,从不同的时空尺度去了解和探讨团麻断裂带的最新活动特征,为预测潜在震害提供可信的地质依据。

二、崇阳盆地活断裂系统与现代应力状态的水系判别

图1中反映了陆水水系沙坪—崇阳区段的一些重要特征。图中标出了陆水的三级水系网络,其中I—II级水系反常地集中于陆水III级水系一侧^①,彼此间相互平行且与后者近直角相交,从而构成一种梳状格式,见图1(a)。

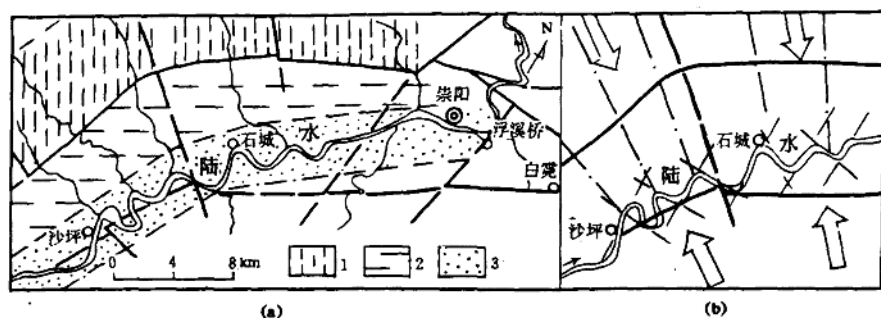


图1 现代陆水水系格式与应力状态图

1——河床纵比降 1/60; 2——河床纵比降 1/150; 3——河床纵比降 1/1400

若将I—II级水系的自由端与交汇点改为用直线相联,并用折线取代陆水曲流以显示河谷走向趋势^[2],这一图象无疑可用一个统一的应力场来加以解释,即将沙坪至崇阳段的陆水区段推测为沿两组共轭断裂发育,而I—II级水系则主要沿张性断裂的方位发展,便可在图1(b)所示应力场影响下形成追踪断裂系统的现有水系格局。野外调查及电测深剖面解释的综合成果,也表明陆水确系沿断裂发育而成。

^① 在河流地貌学中对水系级别的划分有两种不同意见,本文采用国际地理学会推荐的方案,即以最低级水系作为I级水系,两条I级水系交汇者为II级水系等等,余依次类推。且制图比例尺越大,水系级别越多。

图 1 还据河床纵比降值的变化统计结果标明了不同比值的分区, 三种不同比值区划呈平行条带延伸, 与边界断层和陆水主流向一致。而 I、II 级水系纵比降的变化幅度与 III 级水系相比已远远超出正常主、支流间的比降差异, 以第三带(纵比降值 $1/1400$)为对比样本, 则第一带(纵比降值 $1/60$)的变化幅度是其 20 倍以上, 第二带(纵比降值 $1/150$)则高出其近 10 倍。而且第二带和第三带同处于盆地内部, 地貌类型几近一致, 第二带和第一带分界恰为盆缘断裂, 两带不仅分处盆地内外, 地貌类型也不相同, 但纵比降值变化相差仅 2.5 倍。若与 I、II 级水系反常地集中于干流一侧发育的特征联系起来看, 则在第二带与第三带间还可能存在一条隐伏断裂, 断裂两盆的现代差异升降, 不仅造成上述纵比降值有规律的突变分带, 同时也是盆地梳状水系格局的直接导因。

除了沿陆水主流向延伸的隐伏断裂外, 对陆水主流(III 级水系)所作的阶地研究还发现横切河流发育的断裂及其活动迹象。在图 2 中, 姜田与钱家畈等处, T_4 与 T_5 两级阶地的分布高程均有明显的异常现象。其中姜田一带同级阶地的高程比其下游者反而要低, 而钱家畈一带, T_4 与 T_5 两级阶地与其下游者相比则明显高出一截, 由此可推断姜田—钱家畈曾经历过断块式升降过程。而根据同处 T_3 阶地比 T_4 阶地更大来看, 此断块在 T_4 形成后至 T_3 发育之前(Q_2-Q_3)为相对下降, 其边界断层表现为逆断层性质; 在 T_3 形成后至 T_2 发育之前(Q_3-Q_4)为相对上升, 断层转为表现正断层性质; 在 T_2 形成之后(Q_4-Q_5)阶地高程分布已无异常, 反映此断块的变形渐趋于稳定。

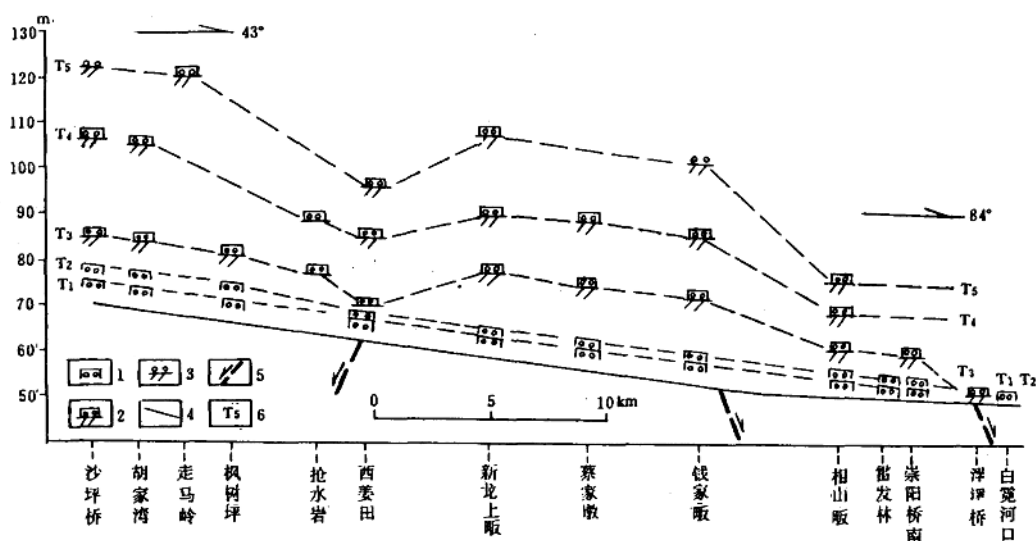


图 2 崇阳盆地陆水河谷阶地相图

- 1—堆积阶地, 2—基座阶地, 3—侵蚀阶地
4—河床纵剖面, 5—推测断层, 6—阶地级别

以水系分析为基础, 结合遥感影像解译及盆地电测深剖面研究, 对盆地活动断裂的结构及分布所作初步厘定如图 3 所示, 现代应力状态已表现于图 1(b)中。

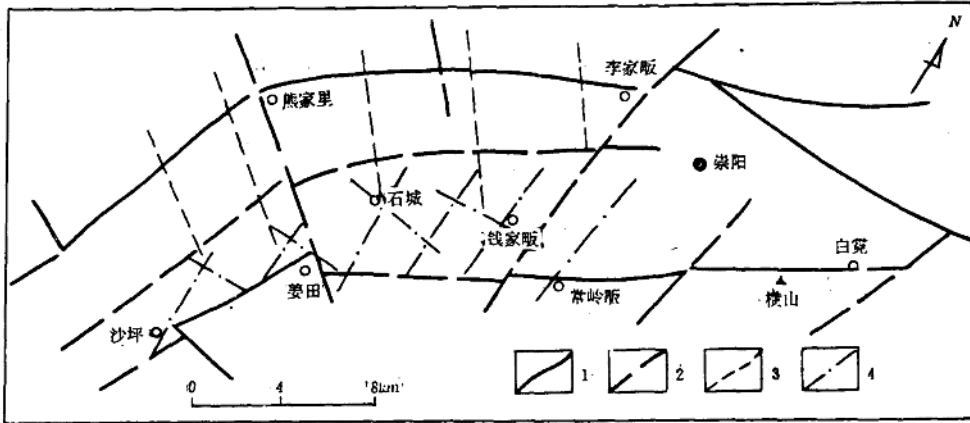


图3 崇阳盆地活动断裂分布
1——实测断层；2——隐伏断层；3——次级张断裂；4——次级剪裂隙

三、崇阳盆地新构造特征的综合判别

1. 斯揣勒积分与崇阳盆地构造-地貌发展阶段的判别

50年代美国地貌学家斯揣勒(A. N. Strahler)提出侵蚀流域的面积-高程分析法^[3],以

$$x = a/A \text{ 和 } y = h/H$$

为坐标,根据一系列 a, h 值绘出曲线

$$y = f(x)$$

其中, a 为每一条等高线上的面积; h 为每条等高线与流域最低点高差; A 为全流域面积; H 为流域最高点与最低点高差。积分

$$S_i = \int_0^{1.0} f(x) dx \quad (1)$$

的大小与流域的地貌发育有关。斯揣勒定义:

$S_i > 0.6$ 为地貌发育的幼年期;

$0.35 \leq S_i \leq 0.6$ 为地貌发育的壮年期;

$S_i < 0.6$ 为地貌发育的老年期。

由于相对高程可用以确定侵蚀过程的强度,而残留的不同高程面积可代表在此强度下地貌形态保持的能力,因此可认为斯揣勒积分提供了地貌发育的定量化信息。

笔者选取了与断层相对应的五个块段共约 56.6 km^2 范围作了 S_i 值计算,求得盆地的斯揣勒积分平均值 $\bar{S}_i$ 为 0.415。这表明盆地的地貌发展仍处于壮年期阶段,但其性质已趋于向老年期过渡。

从陆水沙坪至崇阳城关东(约 40 km)的河床纵比降仅 $1/1400$ 来看,陆水主河道已近于老年期自由河曲的特征。因此在陆水与盆地整体的地貌发展之间存在着不协调现象。而从陆水

的Ⅰ—Ⅲ级水系河床纵比降相对于Ⅲ级水系(即主流)的巨大差异,反映了盆地水系自身以及盆缘与盆内地貌特征的明显变异。笔者认为,这是由于水系的演化周期要比区域地貌格局的整体定形所需的时间更短,因此在适当的地形条件下可以在较短的稳定阶段内即达到老年期,而一旦地壳运动或其他条件(如气候、人为因素等)发生变化,水系又会比其他地貌系统更迅速地变异以反映这种变化。就研究区的具体地质情况来看,由于新构造运动具有阶段性强弱变化的特征,盆地水系的发展也随之作出迅速响应,从而导致了水系与整体地貌系统之间发育阶段的不协调现象。Ⅰ—Ⅲ级水系河床纵比降突变式跃迁的重要构造意义,便是它可看作盆地新构造活动重新活跃的结果。

2. 崇阳盆地内外营力对抗强度的判别

为了从数值上测定和估价各种随机事件的不肯定程度,申农(C. E. Shannon)定义了一个系统的信息熵概念:

$$H = - \sum_i P_i \ln P_i \quad (2)$$

在连续的情况下,

$$H = - \int_{-\infty}^{+\infty} P(X) \ln P(X) dx \quad (3)$$

其中, $P(X)$ 为事件的概率密度函数。

艾南山等^[3]提出,由于斯揣勒曲线是流域相对高程和流域相对面积之比,其中包含了流域高程演化的信息,因而通过恰当的变换可将其表示为地貌系统的信息熵,以此作为流域稳定性的一种判据。

若定义地貌信息熵

$$H = - \int_{-\infty}^{+\infty} g(X) \ln g(X) dx \quad (4)$$

将密度函数 $g(X)$ 定义为:

$$g(X) = \begin{cases} f(x)/f(x)dx, & 0 \leq X \leq 1; \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

其中, $\int_0^1 f(x)dx$ 为斯揣勒积分,则地貌系统的信息熵可表示为:

$$\begin{aligned} H &= - \int_{-\infty}^{+\infty} g(X) \ln g(X) dx \\ &= - \int_0^1 \frac{f(x)}{\int_0^1 f(x)dx} \cdot \ln \frac{f(x)}{\int_0^1 f(x)dx} dx \end{aligned} \quad (5)$$

从构造-地貌发展阶段的特征来看,可以认为它类似于一种半马尔可夫过程。因此地貌高程-面积的不同格局所隐含的演化信息,应能从反映这种格局的特征参量的变化表现出来。对地貌信息熵的研究与水系及地貌发展阶段的研究配合,有助于对一个地区的构造-地貌发展作出定量估计。

笔者据上式计算了地貌发展阶段不同时期的 H 值,列于表 1,其中参考了斯揣勒所定义的积分值。

表1 地貌发展阶段的熵值

戴维斯地貌发展阶段	幼年期	壮年期	老年期
H	>-0.11	$-0.4 \leq H \leq -0.11$	<-0.4

地貌系统信息熵绝对值的增加无疑表明其稳定程度的增强。从地貌发育的矛盾演化过程来看,内、外营力对抗程度的大小,决定着地形发育不同阶段的特征。对抗程度与地势起伏的强度成正比关系,同时也与新构造活动,特别是以垂向升降运动的强弱成正比关系。由于崇阳红盆及其周缘地区在新构造期以来正是以阶段性不均匀升降为主导活动方式,因此用 H 值来估计本区内、外营力对抗强度是可行的。对崇阳盆地部分块段区的 H 值计算列于表2。

表2 崇阳盆地五个块段区的地貌信息熵

块段区	沙坪	虎爪	西庄	香山	白霓	$\bar{H}$
H	-0.27	-0.26	-0.31	-0.32	-0.29	-0.29

地貌信息熵平均值为-0.29,表明在研究区的现代地貌过程中,内、外营力对抗强度为中等偏弱,但各块段区的活动程度并不相同,这一结论与前述分析结果是一致的。

3. 山前带弯曲度指数对边界断层不同区段的活动性估计

山前带弯曲度指数定义为^[4]:

$$S = L_{mf} / L_s \quad (6)$$

其中, L_{mf} 为麓原结合带长度; L_s 为山前带总长度。

考虑到:1)剥蚀速率的影响;2)各块段运动方式的差异;3)工作区构造地质背景;4)参考 Bull 和 McFadden(1980)在分析加里福利劳克斯断层构造活动时曾提出的判别指数^[4],笔者将崇阳盆地边界断层的 S 值作了如下分类:

- 1)活动构造作用 $S < 1.6$
- 2)中-弱活动构造作用 $1.6 \leq S \leq 4.0$
- 3)构造不活动 $S > 4.0$

表3 崇阳盆地边界断层各处 S 值测算表

点位	泉湖	双叶牌	西庄畈	香山	回头岭	横山
S	2.4	2.2	3.2	4.0	2.6	3.7

崇阳盆地三条边界断层上的六个观测点的 S 值测算结果如表3所示。据此,崇阳盆地边界断层的新构造活动强度可定为中等偏弱。此外,在三条边界断层上所测得的 S 值不同,还表明它们在活动程度与活动方式上均有差异。盆地西北侧泉湖—李家畈断层南段的 S 值最小,北