

中国地质科学院

宜昌地质矿产研究所所刊

第 17 号

地质出版社

中国地质科学院

宜昌地质矿产研究所所刊

第 17 号

地质出版社

(京)新登字085号

中国地质科学院
宜昌地质矿产研究所所刊
第17号

•
责任编辑：孙旭荣 史欣然

地质出版社出版发行

(北京和平里)

北京市同兴印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：787×1092 1/16 印张：9.75 铜版图：5页 字数：230000

1991年12月北京第一版·1991年12月北京第一次印刷

印数：1—935册 定价：6.95元

ISBN 7-116-00925-6/P·788

目 录

长江三峡地区新构造运动及其对工程建设影响的研究	唐贵智 陶 明(1)
鄂西三叠纪植物组合序列和几个新种的记述	孟繁松(69)
广西宜山早二叠世栖霞期早期腕足动物群及其意义	杨德骊(81)
湖北五峰上二叠统吴家坪组下部牙形石动物群	李志宏(95)
广西珊瑚矿田构造应力场分析及其在隐伏矿床预测中的应用	战明国(107)
珊瑚、水岩坝脉状钨锡矿床的控矿构造特征及容矿构造分析	刘国庆(123)
广东河台金矿同位素地球化学研究	陈好寿 庄龙池 崔 放(135)
颗粒锆石直接蒸发 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 表面年龄测定	张自超 朱家平(153)

长江三峡地区新构造运动及其对 工程建设影响的研究

唐 贵 智 陶 明

〔内容提要〕 本文应用地质力学的观点和方法,研究了长江三峡地区的新构造运动,确立了两个活动构造体系:1)齐岳山-巫山帚状构造和,2)黄陵旋卷构造。在野外着重观察了第四纪以来断层活动特点和力学性质,并发现了不少的第四纪活动断层,如杨家岭推覆构造、新滩断层、马槽背断层和贺家坪断层等,研究了它们对本区动力地质现象的时空相关性,从而有效地预测预报了新滩大滑坡。最后讨论了新构造运动对长江三峡地区工程建设的影响,明确指出巴东县的新县址是一个大滑坡体,不宜作新县建设基地。

前 言

自从1974年首次提出黄陵旋卷构造^①及其地应力场(构造应力场)对葛洲坝水利枢纽工程有所影响的建议以来,地应力的理论研究和实际应用尤其在工程建设上的应用,有了很大的发展。然而,其发展不是一帆风顺的。回顾当初提出要注意地应力将对葛洲坝工程有所影响的建议时,反应是较为冷淡的。迄至1976年,在二江电站基坑出现边坡异常形变后,地应力的重要性才逐渐引起重视。今天,地壳构造运动与地应力的关系,地震活动与地应力的变化的联系,地应力值的测量和地应力与地壳稳定性的评价等研究和应用,已日益受到地学界和工程界的高度重视。本课题正是在这种背景下提出来的。

长江三峡地区的地质工作从美国地质学家R.Pumpelly1863年开拓迄今已快130a了。在这一漫长的岁月中,中外著名的地学家接踵而来者,不胜枚举。经过他们的努力,取得了卓越的成就,为后来的地质工作奠定了良好的基础。同时,地质工作也从以基础地质理论研究为主发展到应用地质方面,走上地质工作为国民经济建设服务的道路。然而,对本区新构造运动的研究尤其在大面积范围内的新构造运动的研究显得薄弱,本课题就是为了弥补这方面的不足而确定的。

长江三峡巨型水利枢纽工程的建成,对缓解中南以至华东地区能源严重不足的状况,将起到了非常重要的作用。但由于它的兴修,势必引起峡库区生态平衡发生重大变化,峡区地壳中地应力状态重新调整就是其中之一。要获得某一地区的地应力场作用及其参数和变化,主要有两种方法和途径:1)通过现场实测取得地应力资料;2)通过区域新构造运

① 唐贵智等,1976年资料。

动研究。后者主要是分析断裂构造近期活动及所产生的构造岩的特征以及它们在空间展布和彼此组合配套的关系,建立活动构造体系,然后探索该区现今地应力在地壳(岩体)的分布状态。这是本专题研究的主要方法之一。

新构造运动的概念,本文采用起始于新生代的喜马拉雅构造运动的观点。我们坚持“地壳运动一刻也没有停止过”的观点,因此,我们认为新构造运动既有它的继承性、普遍性,同时又有它自己的个性,表现为不均衡性和复杂性。

从1983年起,经过了三年半的努力,涉足的面积约8万km²。其范围介于东经108°—112°,北纬29°—32°之间。获得如下的新认识、新发现和新成果。

第一,初步建立两个活动构造体系和一个巨型推覆构造:

- ① 黄陵旋卷构造体系;
- ② 齐岳山-巫山弧形帚状构造体系;
- ③ 武当山巨型推覆构造。

第二,新发现的具有重大意义的第四纪地质现象有:

- ① 第四纪“仁圣庙”砾石层、麒麟山、野三关和理智坳等地第四纪冰川遗迹和利川河谷平原第四纪晚期古森林淹埋体等;
- ② 一批第四纪活动断裂:杨家岭推覆构造(飞来峰)、新滩断层、新场断层、马槽背顺江河床断层和贺家坪断层等;
- ③ 长江袭夺清江现象。

第三,论证了长江三峡形成和第四纪冰川活动的关系,并推断其形成年代不超过70—100万年左右。

第四,灾害地质险情有效地预测预报的有:

- ① 新滩滑坡险情预报;
- ② 香溪滑坡险情预报;
- ③ 资丘滑坡险情预报;
- ④ 巴东新县址滑坡预测。

第五,提交有关本区新构造运动学术论文八篇。

该研究任务已基本完成。本科研报告,提供有关方面参考。不妥之处,欢迎批评指正。

在整个工作进行中蒙同行大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

一、区域地质

(一) 构造层的特征和划分

在阳日-九道断裂以南,本区大体以走向NNE的丹江-鹤峰大断裂为界,分为二个地貌景观区(图1):西区即齐岳山-巫山中山区,以SW-NE向弧形山脉和水系为特色。山顶海拔高度1500—2100m,相对高度300—1400m;东区即黄陵中山区,以块状山体及环状水系所围绕的穹状山地为特色。山顶海拔高程1200—2000m,相对高度200—800m。

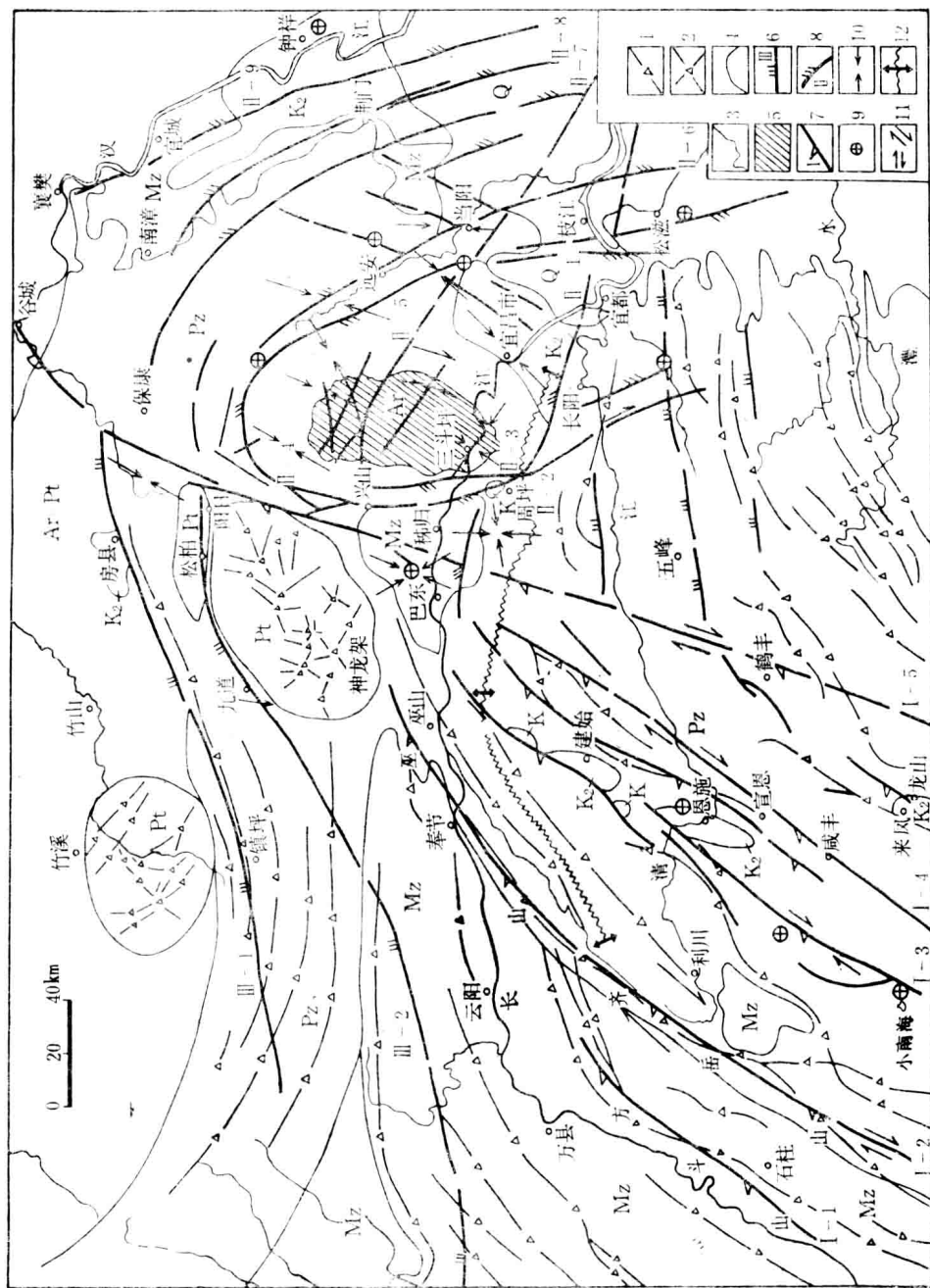


图 1 长江三峡活动构造体系纲要图

(据卫片解译)

1—2—山脉和主峰；3—水系；4—地质界线；5—结晶基底；6—近东西向构造带；7—齐岳山-巫山帚状构造；8—黄陵旋卷构造；9—地震震中位置；10—主压应力轴方向；11—断层或地块运动方向；12—分水岭

Fig. 1 A sketch map of the active tectonic system in the Yangtze

Gorges region, interpreted from landset

长江和清江两大水系从西向东横贯整个鄂西山区。令人惊奇的是,其分水岭紧靠长江南岸。

鄂西山区显示两种形态不同的地貌景观,主要是由于各具有不同的岩石性质结构组合以及地质构造体系和新构造运动等区域地质背景所造成的。

1. 地层系列及岩石组合

表1是大大简化了的本区地层系列及其岩性组合。

2. 构造层

按照陈国达教授^[1]关于构造层是地壳发展过程中在一定大地构造和地壳发展阶段内形成的地层(岩性)组合,反映特定沉积环境及由构造运动而产生的地层岩系间的角度不整合接触关系的定义。本区大体上可划分为三个构造层及一个表层。除表层外,各构造层具有明显不同的地层(岩性)组合、岩石力学性质及结构和形变构造特征。

三个构造层是:①结晶基底构造层——由晚太古代崆岭群变质岩系及花岗杂岩组成;②第一沉积盖层(或地台期)构造层——由震旦系—三叠系组成,岩性以海相碳酸盐岩为主,以海陆相碎屑岩为辅;③第二沉积层盖(或地洼期)构造层——由陆相侏罗—白垩系至第三系的含煤岩系碎屑岩和磨拉石红色岩系组成。

现将各构造层的地层组合、岩石结构及其物理力学性质简述如下:

(1) 结晶岩基底——崆岭群结晶变质岩系:崆岭群一词系1903年 E.Blackwelder 所创,一直沿用至今。它是指出露在黄陵背斜核部一套中深变质岩(云英片岩、大理岩、角闪岩、片麻岩及混合岩)和花岗岩化的花岗杂岩而言。

前者主要分布于雾渡河断裂带以北。后者广泛出露在该断裂带之南。二者往往呈过渡关系,表明它们可能为同一时期沉积的、岩性均一的岩石。其原岩为泥砂质岩、砂岩夹薄层泥质灰岩及火山岩。只是由于变质程度和混合岩化强度不同而显示差异。总厚度由8400m(吕鹤,1980)至12000m(陈步云,1983)。深变质岩呈块状构造中粗粒斑状至花岗结构,片理和片麻理十分发育。受多次构造运动的作用,变质岩系中的构造更加复杂化,诸如褶皱、层内揉皱以及各种异向的断裂、劈理和节理等几乎到处可见,其中,由近期断裂构造活动所产生的角砾岩、碎粒岩和断层泥等,结构松散,使岩石完整性和强度受到很大的破坏。

黄陵斜长花岗岩(或花岗闪长岩),主要分布于雾渡河断裂以南至三斗坪附近的长江南北两岸,面积达800余平方公里。未来三峡高坝坝址就建筑在该岩体上。花岗岩或花岗闪长岩中呈中粗均粒至斑状结构、块状构造。常见有小岩脉侵入。断裂构造也相当发育。但总的来说,它是一个整体较好、质地坚硬的岩体。坝段岩体的岩石力学性质据钟荫乾(1980)资料,花岗岩岩块的湿抗压强度 $>100\text{MPa}$,软化度为 >0.7 ,弹性模量 $>55\times 10^3\text{MPa}$,甚至于半风化岩块的平均湿抗压强度也达 $40.0\text{—}86.0\text{MPa}$,弹性模量为 $22\text{—}30\times 10^3\text{MPa}$ 。因此从岩石力学强度上来说,这里是一个较好的坝址。

总之,崆岭群(混合岩及花岗岩)的岩性和构造虽然复杂,但由于长期以来它经历过多次强大的热事件的作用,使它焊接成为一个刚度较大的弹塑体(地震P波速度 $V=6.02\text{—}6.4\text{km/s}$)。因此它既是本区地壳构造运动的砥柱,而且也是本区弹性能量蓄积的主要岩层和主要发震层位。在强大的构造应力作用下往往发生脆性破裂。破裂的出现既大大地削弱

表 1 长江三峡地区地层简表

Tab. 1 The strata in the Yangtze Gorges region

界	系	统	厚度(m)	岩 石 组 合
新 生 界	第 四 系	全 新 统	5—110	河流相砂粘土、亚砂土、砾石层及崩坡积碎石及块石等
		更 新 统	90—270	河湖相：网纹粘土、亚粘土、亚砂土、砂土及砾石层、淤泥层； 冰川相：泥砾、砾石层、砂砾层、砂质亚粘土及泥炭层、及风成黄土
	上第三系		10—70	泥灰岩、钙质粉砂岩、砂砾岩、中细粒砂岩、粘土岩及砾岩
	下第三系		450—800	砂砾岩、砂岩、粉砂岩、页岩、泥灰岩及白垩土和泥岩
中 生 界	白垩系		1200—2400	红色、灰色泥灰岩、泥岩、砂岩、粉砂岩、砂砾岩、砾岩及角砾岩
	侏罗系		2100—3200	紫红色钙质泥岩、粉砂岩、砂质泥岩、粗砂岩、贝壳灰岩、灰色页岩、煤层、砂砾岩及灰白色粗砂岩、砾岩
	三叠系	上、中统	500—2200	灰绿色长石石英砂岩、炭质页岩、煤层、紫红色泥灰岩、页岩、泥岩、含铜砂岩及砾岩
		下 统	750—1200	灰岩、角砾状灰岩、白云岩夹石膏、页岩及砂岩
古 生 界	二叠系	上 统	24—210	灰岩、燧石灰岩、硅质岩、泥岩、粘土泥岩及煤层
		下 统	300—450	灰色厚层燧石灰岩、灰岩、沥青灰岩、页岩、砂岩、砾岩及煤层
	石炭系	中 统	86—160	灰岩、白云质灰岩、泥质灰岩、泥岩、粘土粉砂岩、砂岩及页岩
		下 统		
	泥盆系		70—160	砂岩、页岩、泥灰岩、赤铁矿层、石英砂岩及砂质页岩
	志留系		500—2300	灰黄、黄绿粉砂岩、砂岩、页岩、泥灰岩、灰岩及炭质页岩
	奥陶系		190—260	泥岩、页岩、泥灰岩、灰岩、角砾状灰岩及白云质灰岩
	寒武系		1200—1570	灰岩、白云质灰岩、燧石结核灰岩、白云岩、页岩及砂岩
元 古 界	震旦系	上 统	450—800	白云质灰岩、白云岩、角砾状白云岩、炭质页岩、砂质页岩、砂岩及砾岩
		下 统	120—330	冰碛泥砾岩、泥岩、砂岩、砂页岩及砾岩
太 古 界	神农架群		5900—6550	灰岩、白云质灰岩、砂岩、页岩、火山碎屑岩、板岩、泥灰岩及赤铁矿层和杂色硅质砾岩
	崆岭群		>8000	长英质混合岩、云英片岩、大理岩、片麻岩、角闪岩及花岗岩、角闪片岩及花岗闪长岩

了岩体的完整，同时沿断裂带中的断层泥和碎粒化构造岩的凝聚力和摩擦系数都很低，大抵与泥质软弱夹层相当。这就大大地降低了岩石的抗剪强度。所以，评价一个坝基的好坏不是决定于岩体岩块的强度，而主要是决定于岩体中的断裂和断裂构造岩的力学性质及水解性质。

(2) 第一沉积盖层: 本沉积盖层主要是指由震旦系至三叠系的岩层(以碳酸盐岩为主)所组成的构造层。它的底部与结晶岩基底呈区域性高角度不整合, 上与第二沉积层(侏罗、白垩—第三系)也呈区域性角度不整合, 而且在岩石组合、结构及力学性质上与上、下构造层有很大的差异。本层累计总厚度超过10000m(以三峡区为准), 分布面积最广, 占全区面积80%左右。

本构造层按构造运动形成的界面性质和岩性组合又可分若干亚构造层。从下往上依次有震旦系(Z_2), 下古生界($\epsilon-S$)和上古生界($D-T$)和中生界(T_2)等四个亚构造层。各亚层间有明显的平行不整合或微角度不整合接触关系, 其中上古生界中的不连续界面尤为发育, 表明这一地质时代内本区地壳振荡构造运动颇为频繁。

除此之外, 本构造层另一特点就是软硬相间和层理构造十分清晰和稳定, 在层面上往往有一层很薄的方解石或粘土质薄膜。在构造应力作用下, 岩层沿软弱夹层及其层面上粘土质薄膜极易发生层间滑动, 严重者可出现层间虚脱现象。黄陵地块周缘盖层中所出现的一系列呈规律性定向排列的花边褶曲, 就是这样产生的。

构成本构造层的岩石主要为可溶性碳酸盐岩和部分细粒碎屑岩及粘土岩。碳酸盐岩类占本构造层65%, 可溶性岩系岩溶现象十分发育, 规模最大的溶洞如利川东北的落水洞, 高、宽皆在60m以上, 深达10km, 岩溶洼地密度大者 1km^2 内可达30余个溶岩漏斗、落水洞、溶洞和天坑(如宜昌县落步端)。从高程1500m高山至负100m深处, 甚至负500m以下仍有岩溶存在。岩溶层状分布反映明显的新构造运动特点。岩溶层间彼此或相互连通或彼此分离, 构成极为复杂的地下水运动系统和工程地质环境。

可溶性碳酸盐岩系具有十分复杂的工程地质条件。首先它并非由单一岩性组成, 除灰岩外, 还有白云质灰岩、沥青灰岩和泥灰岩及灰质硅岩等。岩石结构从致密微晶状、中粗晶粒状至角砾状以及其它形状结构齐全。岩层组合往往是强弱和厚薄相间, 再加上其富水性, 因此, 岩石力学性质和可溶性呈现极大的差异, 完好的岩石的抗压强度从36—100MPa, 抗拉强度3—6MPa, 抗剪强度10—20MPa, P 波速度 $V=6\text{km/s}$ 左右, 而其可溶性年溶蚀率为0.06mm, 其岩溶洞穴平均体积率44—17350 m^3/km^3 ^①。以上说明它是影响本区工程地质条件和边坡不稳定的重要构造岩层之一。

碎屑岩类主要为砂页岩(粘土岩)和细砂岩及少量砂砾岩。它们往往与碳酸盐岩相间出现, 其中以志留纪类复理石砂页岩最厚, 达2000m以上。砂页岩是微含水至不透水的岩石。因此, 它把上、下两个碳酸盐岩系划分为两个含水岩系。砂页岩较为柔和易于风化和泥化, 在层间构造运动中显示强烈的(层间滑动)塑性变形。如上龙咀至路口子一带长江两岸志留系岩层中所见的扭曲现象(图版I-1)。

砂页岩的岩石力学性质, 在一般情况下, 其抗压强度为3—4MPa, 抗拉强度为30—40MPa, 抗剪强度为0.3—4MPa, 据1979年湖北岩体土力学研究所对新滩的炭质页岩的研究, 其力学性质或强度要复杂得多。该岩系节理发育容易发生岩崩, 如咸丰县大路坝地震时发生的巨大山崩, 就是沿岩石节理和构造裂隙发生的。

(3) 第二沉积盖层(地洼层): 本构造层主要由侏罗、白垩—第三纪的构造盆地中

① 桂林岩溶地质研究所陈列馆, 1987年资料。

的陆相河湖沉积形成的红色砾岩、砂砾岩、砂岩及泥岩等具类磨拉石建造特点的岩层组成。红色岩层的岩性变化很大，砾岩中的砾石以石灰岩较多，石英岩次之，含有大量重砂矿物，如磁铁矿、钛铁矿、铬铁矿、锆石等，还发现金刚石一颗。砾石一般磨圆度较好，介于0.4—1.0之间。砾径粗的可达30—50cm，小的仅0.1—0.5cm，大小略具分选性，多由钙质、铁质或泥砂质胶结。砾岩岩性并不十分坚硬。砾岩通常呈厚层至块状，在巨厚层中往往夹有砂质透镜体。砂岩和粉砂质泥岩，碎屑成分更加复杂，但分选性较好，在厚层砂岩或粘土质粉砂岩之间往往夹有很多层软弱粘土岩夹层。粘土岩虽然厚度仅1—10cm，但对构造应力作用反应十分敏感，尤其在湿润条件下，极易引起层间错动或岩体变形，粘土的矿物组成据武汉地质学院水文系资料，主要有伊利石、蒙脱石和绿泥石等片状矿物。它们在水化作用下很不稳定，易起分解或膨胀作用。对工程建设将产生不利后果。

岩石的力学性质据1980年程开庠资料其湿抗压强度为6MPa左右，变形模量为40—80MPa，内聚力为0.2—0.25kg/cm²，内摩擦系数0.30—0.33。葛洲坝泥质夹层内错动带泥化物（以蒙脱石为主的粘土岩）的抗剪强度为0.13kg/cm²，内摩擦角为11°（摩擦系数为0.19—0.20）。

本构造层出露厚度变化很大，由1600—3200m^①，平均在2500m左右，下与第二构造层作区域性高角度不整合接触，上与第四纪松散堆积（冲积）层也呈不整合关系。

由于红层岩性复杂，结构变化多，对构造运动的反应差异很大。总的来说在新构造运动中以断层为主，在砂页岩和粉砂岩中出现的层间滑动和低角度逆断层等构造现象也十分普遍，如图2所示。

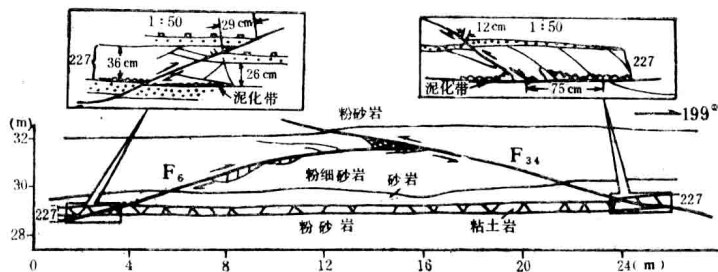


图2 葛洲坝二江基坑断裂构造剖面图

（程开庠，1980年）

F₆, F₃₄—缓倾角逆冲断层；227—泥化粘土岩夹层滑动面

Fig. 2 A section showing the interlayers-gliding faults in red beds on the Gezhouba Dam open foundation pit wall

（4）第四纪沉积层：第四纪松散沉积层，虽不是一个连续的构造层，但因它在确定新构造运动的时代和性质具有特殊的意义，故单独论述之。

① 早更新世（？）“仁圣庙”砾石层^②：[2]：“仁圣庙”砾石层分布在兴山县的东北高程1500m的山坡上（图版Ⅳ—22）。砾石层的成分有来自南面香溪群中的底砾岩砾石和太平溪

① 非累计厚度。

② 唐贵智，1984年资料。

一带的超基性岩体和花岗闪长岩。据高善继分析该砾石层重砂矿物为褐铁矿(含量为3%)、赤铁矿(几十颗)、电气石(十几颗)、角闪石(十几颗)、磁铁矿(几颗)、铬尖晶石(0.1mm的几颗)、钛铁矿(几颗)、白钛矿(几十颗)、风化绿泥石(十几颗)。样品号为G83-0.45。

“仁圣庙”砾石层的时代暂定为早更新世晚期。

“仁圣庙”砾石层除仁圣庙外,还散见其北十字路、贺家湾和苏家垭等地,长达数十公里,而地势则由1500m下降1360m。

以上事实,充分表明当时长江三峡东段地势是南高北低,河流朝北流去,长江三峡尚未出现。

② 中更新世大姑期冰川遗迹:中更新世中国东部发生了一次规模巨大的冰川事件。鄂西山区诚如李四光教授^[8]所说:“满山遍野,……皆为水流所掩覆,鄂西山区悉埋于冰海之中。”孙殿卿教授曾指出,中更新世大姑冰期是一次规模很大,分布很广的高山冰盖或山麓冰泛冰川。据初步分析研究,中更新世时,本区可能存在几个高山冰盖中心或山原冰盖冰川中心。齐岳山-巫山冰盖,就是其中较大的山原冰盖之一。冰盖厚度当在数百米之上。冰体从高山(原)冰盖出发,沿着山谷向低地移动,形成巨大的山谷冰川。发源于齐岳山东麓的清江冰川长达400km,雄厚的冰流移动,曾在恩施盆地中的红色粉砂岩和砂质泥岩中留下颇为美丽的由冲断层和倒转褶曲构成的表皮构造(图3和图版I-2)。

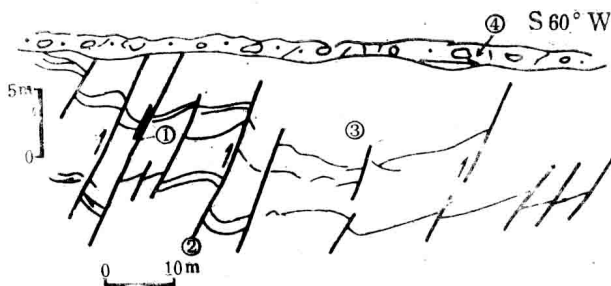


图3 恩施盆地红色粉砂质泥岩中的表皮构造

①—褐色铁锰质薄膜褶曲;②—冲断层;③—红色粉砂质泥岩;④—砾石层

Fig. 3 A sketch map showing the epigenetic structures of red siltstones and mudstones in the Enshi basin

恩施以下,清江冰川冰流作用形成一条长200km以上的平直和宽狭相间底部平坦的U形谷和葫芦谷,在卫片图象上反映尤为醒目。在横剖面上清江河谷显示上半部为宽广的U形谷下半部为V形谷双层结构套谷特征(图4)。此外,在U形谷的两旁还偶尔可以看到悬谷和边缘排水沟。

清江冰川遗迹除冰蚀地貌外,尚留有大量冰碛物及冰碛地貌。

漂砾和泥砾 发现在宜都西麒麟山顶和山坡上的漂砾由石英岩和石英砂岩组成,漂砾最大者可达 $1.0 \times 1.5 \times 1.8 \text{ m}^3$,通常在60—70cm,呈块状至半滚圆状,表面多被磨光并带有压坑和刻槽。泥砾由大小砾石与沙土混合一起,砾石杂乱无章,无分选性,堆积山坡谷地(图版I-3)。石英岩质漂砾和砾石均来源于远处泥盆纪石英岩分布区。

冰水沉积和冰水河湖沉积 前者广泛分布于麒麟山以东山麓地带,由大量砾石和砂砾

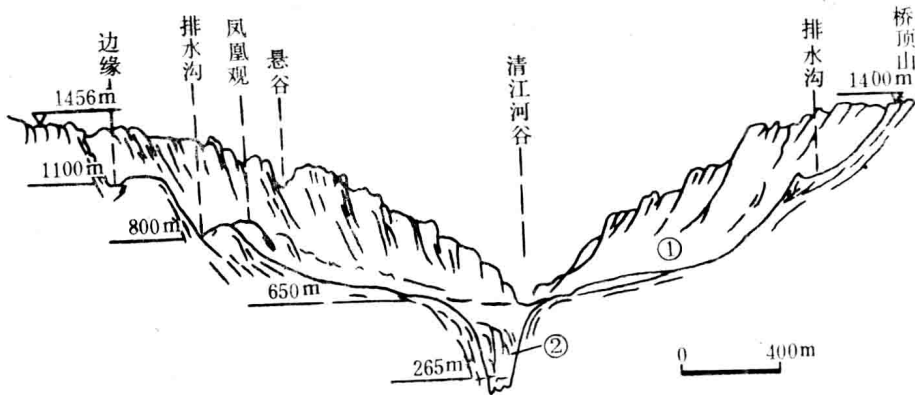


图4 凤凰观附近清江河谷横剖面素描图

①—清江冰川U形谷；②—清江V形河谷

Fig. 4 A block diagram showing the V-shaped valley of Qingjiang in U-shaped valley near Fenghuangguan

组成，粗具分选性，下粗上细和近粗远细。砾石层由少量棕色砂粘土胶结，厚度在10m左右。后者分布于长江左岸善溪窑至紫荆岭一带低洼地，由黄褐—红棕色并具网纹结构的砂粘土及粘土组成，显示层理构造，厚度在20m以上。

上述由西往东从高到低，由泥砾依次递变为砾石层和含砾砂粘土层的分带沉积，较好地反映了冰川沉积序列，如图5所示。

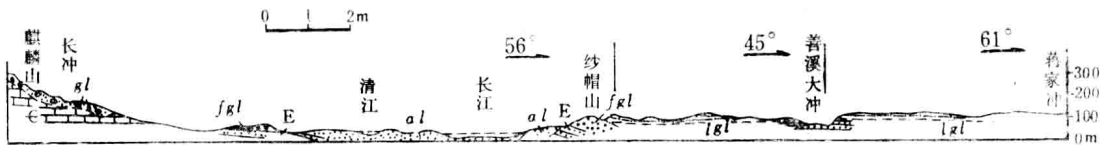


图5 宜都麒麟山至蒋家冲清江冰川前缘冰水沉积剖面示意图

E—寒武纪灰岩；E—第三纪紫红色粉砂岩、泥岩；gl—中更新世冰碛泥砾和漂砾；fgl—中更新世冰水沉积砂砾层；lgl—中更新世冰水河湖沉积粘土层；al—全新世长江冲积层

Fig. 5 A sketch map showing different types of Q₂ Dagu glacial deposits from Qilinshan to Jiangjiachong, Yidu

大姑冰期的冰碛物和冰水沉积物还散见于宜昌附近丘陵山顶等地。如宜昌东山寺（高程150m）和丰宝山（高程225—240m）的砾石层和泥砾。前者砾石成分复杂，主要来源于峡东地区，泥砾中混有直径达60—70cm的花岗岩和灰岩，看来与峡江（长江三峡东段前身）冰川有关，后者砾石成分以石英岩为主并含有玛瑙，属发源于黄陵背斜东翼黄柏河冰川的冰水沉积物。

从上述分析，可见大姑冰期在本区分布广，规模大，完全可以和东部庐山区大姑冰川相对比，其时代属中更新世（相当70—100万年左右）。顺便指出，大姑冰期的冰川作用对本区地貌发育和长江三峡的形成有着极为密切的关系。在大姑冰期期间，整个鄂西山区全为山原冰盖和山谷冰川所覆盖，其中以齐岳山—巫山山原（高原）冰盖最大。冰盖沿山原边

该古森林的死亡可能与庐山期冰川有关^①。

至于更晚的大理冰期冰川遗迹也有发现,但多分布在高程为2700m以上的神农架地区,其规模也小,就不多述了。

总结本区构造层的主要特征如下:

除神农架群外,本区基本可分为三个构造层:结晶基底、第一沉积盖层和第二沉积盖层及一个表层(第四系)。

第四纪地质反映该时期以来鄂西地区的地势的变化和长江三峡形成的成因和时代,而第四系本身对农业开发和地下水利用关系密切。

结晶基底岩体整体性较好,刚度较大,在地壳构造运动中呈整体性运动。地震上属高弹性能层。在构造应力作用下易产生断裂构造和沿顶面(不整合面)发生界面滑动。本区较强的地震,多发生在该层内或其顶界面附近。

二个沉积盖层具有明显的共同性,层理构造清晰和碎粒结构,并且在岩系组合上也总是软硬相间和富含水性。在构造应力场下,以塑性变形为主,如褶皱和层间滑动,断裂次之。难以积蓄较大应变能量,地震以弱震为主,中强震较少属低水平应力分布层。

沉积盖层在本区分布面积达90%以上,也是动力地质现象主要发育层。但以往对它的物理力学性质物质组成和结构及含水性,都研究得很不够,这是今后本区工程地质研究重点之一。

(二) 区域构造(构造体系)

关于崆岭群结晶岩系的形成时代,早在1939年李四光教授在《中国地质(英文版)》中就主张它的时代为太古代。近年来根据同位素年龄测定其锆石U-Pb一致曲线年龄, $2855 \pm 15 \text{ Ma}$ 和 $2432 \pm 28 \text{ Ma}$ (刘观亮, 1987年), 结合其变质和混合岩化程度和花岗岩化等分析, 则崆岭群属晚太古代时代是可信的。毫无疑问, 长期以来它曾经历过多次构造运动、改造作用和热变质作用, 最后成为坚硬、完整变质结晶岩系。目前发育于崆岭群中的主要构造线方向为NW—NWW向(如片麻理、片层理及脉状岩体和褶曲断裂等)与其上盖层构造线呈高角度不整合复合构造关系。

晚古生代海西期构造运动, 本区主要表现为频繁的地壳振荡运动, 从而产生晚古生代各岩系之间平行不整合或超覆现象。

然而影响较深, 并控制中生代以来本区构造发展, 主要是印支运动以来的地壳运动。

印支运动是奠定本区构造格架的一次强大的地壳(或构造)运动。在这次地壳运动中, 产生一系列近NWW至E—W向的隆起和凹陷以及方向相同为时稍晚的褶皱构造和断裂带。前者如中、上三叠统及下侏罗统之间不整合, 后者如长阳近东西向背斜和天阳坪断裂及相应的NNW和NNE扭裂面(如仙女山断裂和刘家场龙坑子断裂等)。扭裂面有规律地把东西向构造带扭断。错距大者达3—4km。

印支运动的证据还表现于宜都松木坪西窑湾附近早侏罗世香溪群与早三叠世大冶群间的角度不整合接触。

① 唐贵智, 1984年资料。

在秭归九孔岩也见到类似接触关系^①。

印支构造运动在本区西南部形成一巨大帚状弧形构造。它们由许多弧形褶皱和断裂带组成。弧形构造大体由西南向东北至北东东向展布,呈有规律地向西南收敛和向北东撒开,指示它的外旋层从西南向东北方向旋转扭动(即按顺时针方向旋转扭动),内侧作反时针方面旋转扭动。但这些构造形迹在侏罗纪岩层中却没有得到反映。

本帚状构造与东部的近E-W向构造体系的复合或联合关系如何,尚不十分明了。

该弧形帚状构造,唐贵智在70年代曾命名为八面山弧形帚状构造。

始于侏罗纪末期并贯穿整个白垩纪的燕山运动,是一次席卷整个东亚的天翻地覆的造山运动。在本区,它一方面产生了白垩系与以前的地层之间的区域性角度不整合接触;另一方面又大大分解或改造了以前所有的构造体系,出现新的构造体系图案,即一系列以NNE向构造线为主的隆起带和沉降带以及相应的褶皱和断裂与相配套伴生构造等所组成的新华夏构造体系。在本区从东往西大体可分三带,即:①荆当向斜;②黄陵背斜;③秭归-咸丰复式褶皱带。各带往往伴有巨大断裂带和断陷盆地。新华夏构造带强烈地复合印支运动形成的近E-W向构造和帚状构造。长期以来,把出现在E-W向长阳复向斜西端的弯头看作是新华夏系与东西向构造联合弧,实质上是NNE向(新华夏系)构造对近E-W向构造复合改造形成的反接复合的现象。该复合构造在卫片上反映尤为清晰。在八面山帚状构造带内,我们也往往可以看到由三叠纪地层构成的NNE向紧密褶皱和断层穿插于八面山弧形构造的现象。如宣恩至长潭一带所见。

喜马拉雅运动是新生代中期(10—20Ma)以来一次十分重要而强大的造山运动。它在本区表现为:①大面积的带间歇性差异升降运动和巨大的断裂活动与局部玄武岩类火山活动;②出现二个活动构造体系即黄陵旋卷构造体系和齐岳山-巫山帚状弧形构造体系,二者大致以丹江-鹤峰断裂构造带为分界线。

关于本区喜马拉雅运动的构造特点将在后面新构造运动一节中加以详述。

(三) 深部构造

地球是一个整体。地壳运动也是一个整体过程,并始终贯穿全部地球生命,只是不均衡而已。因此,在一定地质时代内,地壳上部(硅铝层)的构造运动总是和深部(硅镁层和上地幔)运动密切相联的。也就是说某一时代的某一地区区域性的构造运动及其产生的一系列的构造现象(如隆起、沉降、褶皱及断裂)和地表地形形态(如山脉、盆地、海洋)都或多或少是深部构造的某些反映。本此原理,我们就可以根据地表新构造体系的特点及其展布和地貌形态来推测深部构造的大致轮廓或发展趋势。

中国东部深部构造主要形成于燕山运动晚期,而在喜马拉雅运动进一步加强,至今仍在继续。深部构造轮廓显示以NNE向带状展布的特点。

根据近年来的重力测量、航磁测量和人工地震反射剖面的资料研究表明,有一条纵贯中国东部的非常巨大的NNE向重力异常梯度带(或称为地壳厚度陡变带)。它北起外兴安岭向南偏西经大兴安岭、燕山、太行山、黄陵庙、武陵山、苗岭全长4000余公里,并与地表

① 湖北省区域地质调查大队, 1984年资料。

地貌(如山地、山脉和平原)分界线大体相一致,也与新生代的构造带和岩浆活动(新生代玄武岩火山活动)带和现代中国东部地震活动带相吻合。总之,这是一条反映中国东部深部物质分布状况,岩石圈结构和地表构造相对应并对现今地壳运动起控制作用的重力异常梯度带。它在鄂西地区南北长约350—400km,东西宽约80—150km(图7)。

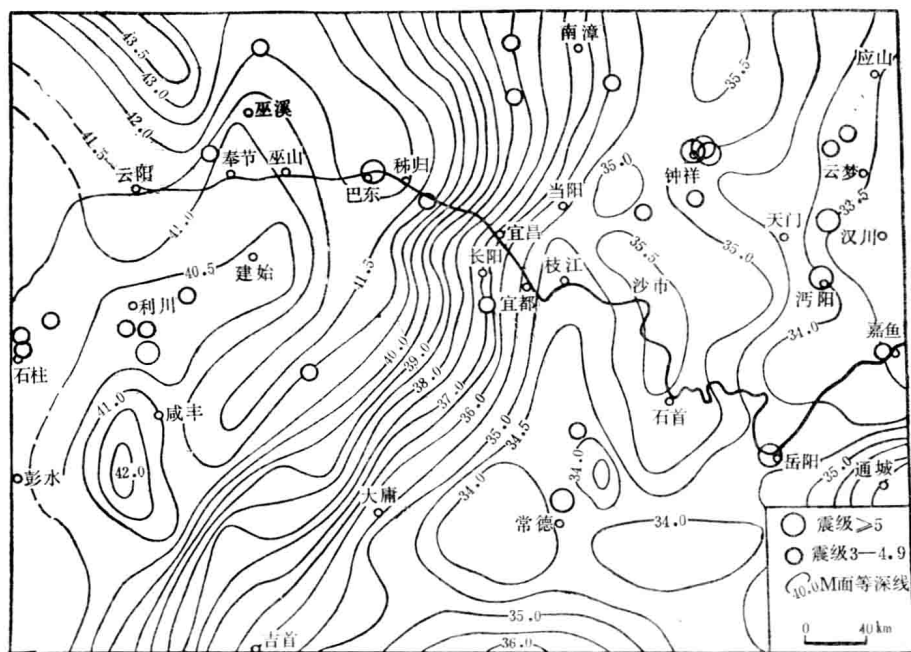


图7 鄂西—川东地区莫氏面等深线(km)和地震震中分布略图

(据长办505地质队, 1984年)

Fig. 7 A contour map of the depth (in km) of the Moho. and the distribution of the epicentres in the study area

图7显示本梯度带将湖北深部地质划分为两个截然不同的重力区。该带之西深部莫氏面深度等值线呈NNE向展布,显示地幔拗陷构造的特点;该带之东莫氏面大大升高,显示地幔隆起的特点。该带的本身反映为急剧向西倾斜的地幔坡。黄陵地块正位在该斜坡上。因此,黄陵地块的运动特点,自然与地幔斜坡构造有密切关系。

1983年陈步云等根据人工地震剖面资料,指出本区地壳具多层结构特点,大体可分为三层:上层——沉积盖层,厚10—14.3km;中层——花岗岩质层(硅铝层),厚11—15km;下层玄武岩质层(硅镁层)厚9—15km。各层的地震平均波速是不同的(图8)。

宜昌地壳厚度为36.5km,向西地壳厚度渐增,兴山43.1km,湾潭44.7km,燕子46.8km,恩施达53.7km。

以上从地震剖面反映地壳厚度变化总的趋势是东薄西厚,而变化最大的地段在三斗坪(34.8km)和兴山(43.1km)之间,在平距40—50km内,高差竟达8.3km之巨。其坡度为约9°—12°。因此,二地之间很可能存在一些较大的基底断裂带。丹江—鹤峰基底断裂或许就是其中之一。

据天然地震得出的震源深度在黄陵背斜西翼,周坪一带为8km,在龙会观为16km。这