

508122

874048

000001

二滩电站地震基本烈度复核 鉴定综合研究报告



四川省地震局

前 言

渡口二滩电站位于雅砻江下游河段。该电站坝高245米，库容58亿立方米，装机容量300万千瓦，属重大水电工程。因此，较准确的确定该电站的地震基本烈度十分重要。

1973年国家地震局西南烈度队曾对该电站的地震基本烈度鉴定为Ⅶ度。十年来，由于不少单位围绕着二滩地区的地壳稳定性和地震基本烈度相继作了大量的工作，积累了不少新的资料，提出了一些新的认识。有的专家认为，二滩电站地震基本烈度定为Ⅶ度可能偏低，需要重新进行复核。为此，国家地震局根据中国人民解放军00300部队(1982)团技字第09号“关于委请国家地震局进行二滩水电站地震基本烈度复核鉴定工作的函”，以(82)震科函字第576号文，将二滩电站地震基本烈度的复核鉴定任务下达给我局。

我局对该任务十分重视，多次进行研究，并积极组织技术力量，成立了二滩电站烈度复核鉴定技术负责小组，制定了实施方案，列进了计划的重点项目。1983年9月与00300部队正式签订了“二滩电站地震基本烈度复核鉴定工作协议书”。根据协议书内容，我局从地震地质、地震活动性、地壳形变、历史地震及地震影响场、深部构造、水库诱发地震等六方面进行综合研究，并在1984年年底提交“二滩电站地震基本烈度复核鉴定综合研究报告”和各专题研究报告以及有关的图件。

二滩电站所在的西昌—渡口地区，前人曾作过大量工作。1959—1960年中国科学院南水北调综合考察队、1965—1966年中国科学院昆明地球物理所和地质部西南地震地质队在本区进行了地震地质、地震活动性、地震影响场、重力测量和地壳测深等方面的综合研究，编制了不同比例尺的地震烈度区划图，并对重点工程区进行过基本烈度鉴定。1971—1975年，国家地震局西南烈度队在西昌—渡口地区全面系统地开展了地震烈度区划工作，编写了该区地震烈度区划综合研究报告和说明书以及五十万分之一的烈度区划等一套图件；同时对该区的一些工程项目（包括二滩电站）进行过基本烈度鉴定。1973年成都地震大队抗震队对二滩坝段的场地曾作过地震场地烈度鉴定。1977年四川省地震局地震地质队对渡口地区进行过地震基本烈度区划。近几年，中国科学院地质所、遥感所、工程力学所、武汉岩土力学所、成都地理所，水科院抗震所，国家地震局地质所、地震地质大队，水电部成都勘测设计院，中国人民解放军00300部队等单位进行了关于加速二滩水力开发的前期科学研究工作。上述研究成果，为我们这次开展的烈度复核鉴定工作创造了有利的条件。

本报告所指的渡口二滩地区，东起米易一线，西迄华坪，北自盐边和盐源之间，南至永仁，即东经 $101^{\circ}12'$ — $102^{\circ}10'$ ，北纬 $26^{\circ}00'$ — $27^{\circ}20'$ ，面积约14208平方公里。

为二滩电站地震基本烈度复核鉴定，我们开展了以下八项工作：

1.地震地质工作：重点是对前人分歧意见较大的李河久断裂作了较为详细的考察；对昔格达断裂、树河—普威断裂作了重点研究；其余的断裂进行了一般了解。此外，对区内各种新构造形迹和可能存在的古地震遗迹亦作了重点考察。定地质点76个，采集和鉴定岩石标本28个，取 C^{14} 绝对年龄测定样品8个，取得鉴定成果的样品6个，作了第四纪阶地信手剖面7条，剥土槽探揭露的新构造点6处，挖掘土方约50立方米。在上述考察工作的基础上编制了渡口二滩地区地质构造图、新构造与地震震中分布图，编写了“渡口二滩地区地震地质调查报告”，编制了渡口二滩地区地震地质照片集。

2.地震活动性研究：查阅和收集了1970年7月—1983年底渡口、平地、米易、盐边、会理等地震台、站的弱震资料，共计780余次。布置了普威、小得石流动台，并分析处理了两台一年来的地震记录资料。对92次地震用电子计算机重新定位。求得了该区小震平均应力场。利用历史强震资料，采用Gumbert型分布、修正的Gumbert型分布和正态分布，线性预测和马尔科夫模型等方法进行了概率统计预测，最后编写了“渡口二滩地区地震活动及危险性的研究”专题报告，并编制了渡口二滩及其邻区的强、弱地震目录。

3.地壳形变测量：对长267公里的米易—渡口—盐边—米易—会理水准环旧线进行了第三次复测，对新测设长35公里的茅（茅坪子）—桐（桐子林）线进行了第一次观测。对二滩坝区周围几条主要断裂带上的跨断层水准场地（六处）共观测了五个周期，编写了“二滩地区地壳形变测量报告”。

4.历史地震及地震影响场：收集了区内现有的宏观地震资料，调查访问了居民点近400个，对1955年6月7日华坪6级地震，1955年9月23日鱼鲜6.7级地震，1962年2月27日米易南坝5.5级地震，1914年8月12日华坪东南5.5级地震，1955年9月28日渡口东南的5.5级地震以及1956年8月24日盐边4.7级地震等进行了复核和补充调查，并进一步考证了1467年1月19日盐边地震。在上述复核和调查的基础上，通过综合分析和计算得出了本区未来强震的烈度分布规律及其烈度衰减数据，编写了“渡口二滩地区的地震影响场”专题研究报告。

5.深部构造：收集了前人曾在本区及邻区所作的深部构造资料，根据现有的1:10万的航磁 ΔT 异常图经过频率域内的化极和伪重力异常变换，对所表现的异常形态特征结合地表地质构造作出其深部构造的定性解释，编制了二滩地区航磁 ΔT 化极异常图和二滩地区磁源重力异常图，编写了“渡口二滩地区地球物理资料研究报告”。

6.水库诱发地震：收集了现有的国内外水库地震资料，结合二滩地区的地震地质、地震活动性、地震影响场等考察研究成果，对二滩电站水库诱发地震的可能性进行了分析。

7.应用地震模式识别研究该区的地震危险性：布置了130个对象和选取了12个参数，经过模式识别编写了“应用模式识别预测二滩地区的强震危险区”的研究报告。

8.古地震研究：在第四系堆积层中具揉皱现象的桐子林、椒栏坡、三堆子、金江等地进行了现场考察，采集了有关样品，进行了镜下鉴定和理论计算，最后编写了“关于

渡口市米易县桐子林一带第四系堆积层中揉皱现象是否古地震遗迹的研究”专题报告。

关于7、8两项工作，因研究程度不够，且协议书中也未作要求，故未列入总报告中，也未作附件处理，仅将古地震问题作为附录进行了讨论。

本报告是在野外考察和实地观测以及各专题研究报告的基础上，参考前人的资料进行综合分析研究后编写而成的。报告中的前言由黄祖智执笔；第一章由伍先国、陆联康执笔；第二章由唐荣昌、黄祖智执笔；第三章由韩渭宾、夏大德、陈德顺执笔；第四章由陈德顺执笔；第五章由黄祖智、唐荣昌执笔；结束语由唐荣昌执笔；附录由张文甫执笔。报告中的附图由黄祖智、伍先国、蒲玉泰编制。报告中的插图由黄祖智、夏彩芳绘制。地震地质照片集由蔡长星、黄祖智编辑。文德华、张文甫、陆联康、曹阳国对报告的附图进行了审核。整个报告由唐荣昌、韩渭宾、黄祖智负责修改定稿。罗灼礼同志对报告的全文进行了审核。

该报告于1985年3月16日经国家地震局烈度评定委员会审查通过。

在实地考察和编写报告中，曾得到中国人民解放军00300部队，成都地质学院，水电部成都勘测设计院，成都地理所，中国科学院贵阳地球化学研究所，兰州大学，水科院抗震所，渡口市地震办公室，渡口基准地震台等单位的大力支持和协助，在报告编写过程中，黄圣畴、文德华、钱洪、闻学译、陈维廷等同志对报告的部分章节提出了宝贵意见，在此谨致谢忱。

国家地震局文件

(85)震发科字第116号

关于二滩电站建设地区地震 基本烈度审定意见

中国人民解放军00300部队：

国家地震局地震烈度评定委员会于一九八五年三月十六日在北京召开了关于二滩电站建设地区地震基本烈度审定会议，经审定，同意四川省地震局《二滩电站地震基本烈度复核鉴定综合研究报告》的结论：二滩坝区的地震基本烈度为七度。

国家地震局

一九八五年四月三日

抄送：四川省地震局

二滩电站地震基本烈度复核鉴定 综合研究报告

报告技术负责小组：唐荣昌 韩渭宾
黄祖智 陆联康
张文甫

报告主编人：唐荣昌 韩渭宾 黄祖智

报告编写人：唐荣昌 韩渭宾 黄祖智
陆联康 张文甫 伍先国
夏大德 陈德顺 蒲玉泰
蔡长星

报告审核人：罗灼礼

责任编辑：江在雄

四川省地震局
一九八四年十二月成都

目 录

前言	(1)
第一章 地震地质概况	(1)
第一节 地层和岩浆岩	(1)
一、地层	(1)
二、岩浆岩	(1)
第二节 地震地质构造特征	(3)
一、昔格达断裂	(3)
二、李明久断裂	(6)
三、桐子林断裂	(8)
四、树河—普威断裂	(9)
五、其它断裂	(10)
第三节 区域地质发展简史	(14)
第二章 新构造活动特征及构造应力场分析	(14)
第一节 新构造活动特征	(14)
一、本区第四纪地层分布	(14)
二、活动构造地貌	(18)
1、活动构造地貌基本特征	(18)
2、河流阶地的时代与形变	(19)
三、关于坝区外围几条主要活动断裂带的近代活动特征	(23)
第二节 构造应力场分析	(29)
一、第四纪构造的力学运动特征	(30)
二、震源机制解	(30)
三、小震平均应力场的结果	(31)
四、地应力解除资料	(31)
第三章 地震活动性分析	(33)
第一节 历史强震	(33)
一、1955年9月23日鱼鲊6.7级地震	(33)
二、1955年9月28日鱼鲊5.5级余震	(34)
三、1955年华坪6级地震	(36)
四、1962年盐源树河5.5级地震	(37)
五、1467年1月19日盐源地震	(38)

第二节 地震活动性.....	(39)
一、二滩工区在川滇地震活动区中的地位.....	(39)
二、二滩工区附近的地震带及其活动特点.....	(40)
三、二滩工区附近弱震活动特点.....	(46)
第三节 两地震带未来百年内发生强震的统计预测.....	(50)
一、线性预测结果.....	(50)
二、极大地震孕育及其在地震危险性判定方面的应用.....	(50)
三、用马尔科夫过程计算地震发生的概率.....	(54)
第四章 坝区外围地震影响场的基本特征及烈度衰减的统计	(55)
第一节 地震影响场的基本特征.....	(55)
一、地质构造对烈度的影响.....	(55)
二、土质条件对烈度的影响.....	(56)
三、地形对烈度的影响.....	(57)
第二节 地震影响场的统计计算.....	(57)
一、烈度衰减的统计计算.....	(57)
二、震中烈度与震级之间关系的统计计算.....	(58)
第五章 坝区地震基本烈度复核评定	(60)
第一节 前人对二滩坝区地震基本烈度的看法.....	(60)
第二节 坝区本身发生强震可能性的判断.....	(60)
第三节 坝区外围潜震源区的综合判定.....	(61)
一、昔格达—鱼鲊潜在震源区.....	(62)
二、南坝潜在震源区.....	(64)
三、桐子林潜在震源区.....	(65)
四、华坪潜在震源区.....	(66)
第四节 坝区外围潜在震源区和历史强震的烈度衰减对坝区的影响.....	(67)
一、1955年鱼鲊6.7级地震和昔格达—鱼鲊潜在震源区烈度衰减对坝区的影响.....	(68)
二、1962年盐源树河5.5级地震和南坝潜在震源区烈度衰减对坝区的影响.....	(68)
三、桐子林潜在震源区烈度衰减对坝区的影响.....	(68)
四、1955年华坪6级地震和华坪潜在震源区烈度衰减对坝区的影响.....	(68)
五、西昌附近1536年、1732年、1850年三次历史强震的烈度衰减对坝区的影响.....	(68)
六、盐源1467年6级地震、1976年6.7、6.4级地震的烈度衰减对坝区的影响.....	(69)
第五节 坝区地震危险性概率分析.....	(69)

第六节 坝区能否造成高烈度异常区的讨论.....	(70)
结语	(71)
附录：关于古地震问题的讨论	(73)
参考文献	(75)
附图： 附图一、渡口二滩地区地质构造图（1：40万）， 附图二、渡口二滩地区新构造与地震震中分布图（1：40万）	
照片剪辑： 渡口二滩地区地震地质照片剪辑.....	(79)
附件： 1.渡口二滩地区地震地质调查报告 2.渡口二滩地区地震活动及危险性的研究 3.二滩地区地壳形变测量报告 4.渡口二滩地区四个历史地震考察考证报告 5.一九五五年鱼鲊6.7级地震复核调查报告 6.渡口二滩地区的地震影响场 7.渡口二滩地区地球物理资料研究报告 8.二滩电站水库诱发地震可能性分析	

第一章 地震地质概况

第一节 地层和岩浆岩

一、地层

本区出露的地层以元古界、古生界和中生界最发育，新生界分布少而零星。总厚度36010—47870米。前震旦纪变质岩主要分布在图幅的北部盐边、共和及田坝子一带，东部出露零星。上覆震旦系与其呈不整合接触。震旦系和古生界主要分布在金河—箭河断裂两侧及林蛇南北一带。中生界亦主要分布在金河—箭河断裂的两侧及东部南北构造带内。新生界则零星分布于河谷两侧的宽缓地带〔1〕〔2〕〔3〕〔4〕(附图一)。各地层接触关系、岩性及宽度详见渡口二滩地区地层综合柱状图(图1)。

二、岩浆岩

区内岩浆活动具有活动频繁，岩石种类较多，由侵入到喷发，由基性到酸性，其侵入活动由老到新逐渐减弱，分布范围也缩小，它们严格受构造控制，特别是受南北向构造控制的特点。以北东向金河—箭河断裂为界，各类岩体主要集中分布在其东南的南北构造带内，形成一南北向延展的“杂岩带”；其西北角除玄武岩有大片分布外，其它岩类出露很少。大型岩体(岩基、岩株)多沿背斜核部和大断裂出露，小岩体(岩墙、岩脉)沿次级断裂和层间裂隙侵入〔1〕。现将各时期岩浆活动及岩石类型分述如下：

1. 晋宁期岩浆活动

该期岩浆活动较为强烈，早期以基性玄武岩浆喷发为主，由于受区域构造运动影响，产生不同程度的区域变质，形成深灰色、灰绿色具气孔状、杏仁状及枕状构造之变质玄武岩；继后有中、小型基性岩侵入，也已变质成绿片岩等，共同组成了会理群最老地层。嗣后有中酸性岩浆喷溢和侵入于前震旦纪地层中，如安山岩类，其侵入岩有呈岩基、岩株产出之似斑状闪长岩类和花岗岩等。

2. 海西期—印支期岩浆活动

这期岩浆活动以基性玄武岩浆喷发为主，侵入次之。喷出岩主要是二迭纪玄武岩，侵入岩有基性辉长岩、辉绿辉长岩及分异的超基性橄榄岩、闪辉橄榄岩和橄闪辉石岩，以及碱性黑云母正长岩、石英霓石正长岩和少量酸性花岗岩。

3. 燕山期岩浆活动

该期岩浆活动微弱，规模小，以浅成岩墙、岩床和岩脉产出。岩石类型有正长斑岩、石英二长斑岩和花岗斑岩等(图1)

第二节 地震地质构造特征

二滩水电站坝区位于金河—普河断裂南东侧与昔格达断裂西侧的盐边—共和断块上。其东北边为树河—普威断裂,东侧为李明久断裂,西侧为西番田断裂和纳拉普断裂,南边为保果断裂(图2)。现就该区主要断裂构造特征简述如下:

一、昔格达断裂

昔格达断裂即指磨盘山—绿汁江断裂的中段,于九道沟以北分为东西两支,向南经昔格达、红格至鱼鲊以南,区内长达150公里。总体走向呈南北向,倾向时东时西,倾角一般 60° — 70° ,局部地段达 85° ,为压性。该断裂切割了前震旦纪至中生代地层,断裂破碎带的宽度一般多在1—5米,局部达30—80米(图3)。

在回箐沟见昔格达断裂发育在会理群和震旦纪大理岩中(图3-1),破碎带宽大于80米,靠断面处见强烈挤压现象,由碎裂岩、角砾岩、挤压劈理及杂色断层泥组成,并具绿泥石化、砂化现象。断面走向北 10° 西,倾北东,倾角 80° 。向南在米易干田堡见昔格达断裂西盘前震旦纪会理群片岩逆冲在东盘侏罗纪紫红色粉砂岩和泥岩之上(图4、照片1)。破碎带宽1—1.5米,由扭劈理、碎裂岩、糜棱岩、断层泥组成。断面走向北 15° 东,倾北西,倾角 85° 。再向南,于九道沟附近见前震旦纪千枚岩、板岩逆冲在震旦纪灰岩之上(图3-2)。破碎带宽3—8米,由碎裂岩和压劈理组成。断面走向北 25° 东,倾向北西,倾角 60° 。于昔格达村北1.5公里处,断裂发育在震旦纪灰岩中(图5),破碎带宽达12米,由碳酸盐化、糜棱岩化、强烈蚀变的玄武质岩脉和灰质碎裂岩及压劈理组成。断面走向北 15° 西,倾向南西,倾角 66° 。于河漂子以南金沙江西岸一大冲沟中见该断层发育在前震旦纪会理群千枚状板岩与奥陶纪灰岩间(见图3-3、照片2)。破碎带宽大于20米,由挤压透镜体、压劈理、杂色泥状物组成。上盘会理群粉砂质板岩和千枚岩揉皱现象发育,显示了强烈的挤压。断面走向南北,倾向东,倾角 70° 。

综上所述可以看出,该断裂总体倾向在普隆村北以倾西为主,普隆村南以倾东为主。此外,在该断裂东侧于昔格达村震旦纪大理岩、灰岩中发育有次一级的北东向挤压带,与其组成“入”字型,显示该断裂具反扭特征[5]。在断层西盘下更新统昔格达地层中发育有北东向的褶皱束,该断裂呈现出在第四纪以来仍具左旋特征。

根据对云南“下关—昆明布格重力异常图”分析,磨盘山—绿汁江断裂带正位于重力梯度带上,重力值东高西低,在红格一带重力梯度带陡而窄,说明该断裂带的深部物质有明显的差异[6]。重力资料还表明在昔格达组之下,断距达2公里;而人工地震查明在红格附近的盖层内断距为1.1公里,向下由5.1—6.1公里的结晶基底及花岗质层中增大为1.6公里,这与重力计算结果接近[7]。在航磁异常图上,其东侧异常走向主要为近南北向,而西侧异常走向比较零乱[8]。实地考察结合航片分析,该断裂线性形迹清楚,地貌反映明显。如昔格达至红格一线,断裂之东为陡峻的高山,其西为相对的低地,沿断裂带并有第四纪断陷盆地分布,如新九盆地、昔格达盆地和红格盆地等(附图二)。

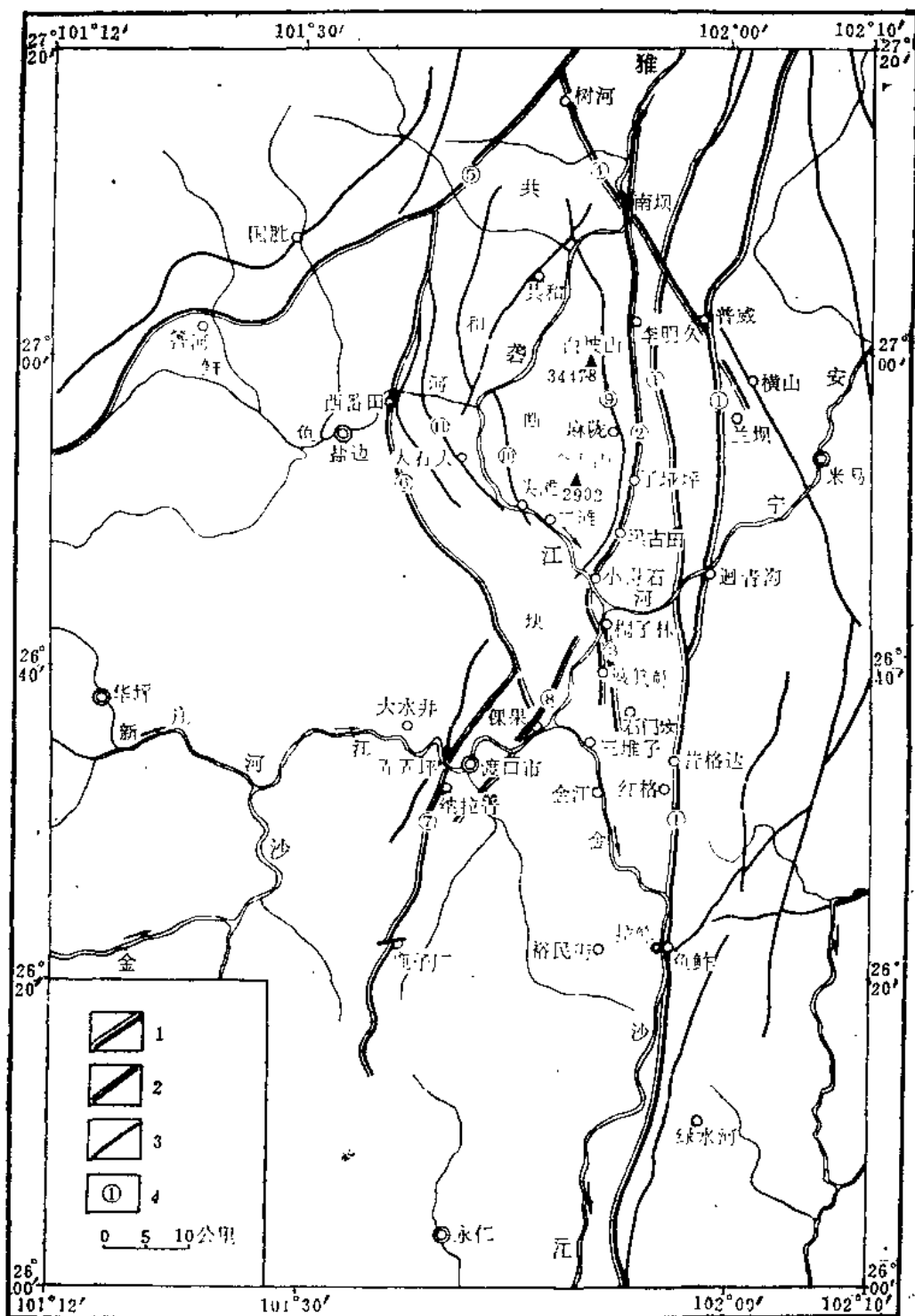


图2 二滩地区主要断裂构造展布图

1.第四纪以来强烈活动的断裂；2.第四纪以来一般活动的断裂；3.一般区域主干断裂；4.断裂名称编号；①昔格达断裂；②李明久断裂；③桐子林断裂；④树河—普威断裂；⑤金河—普河断裂；⑥西番田断裂；⑦纳拉普断裂；⑧保果断裂；⑨麻陇断裂；⑩头滩断裂；⑪大石头断裂。

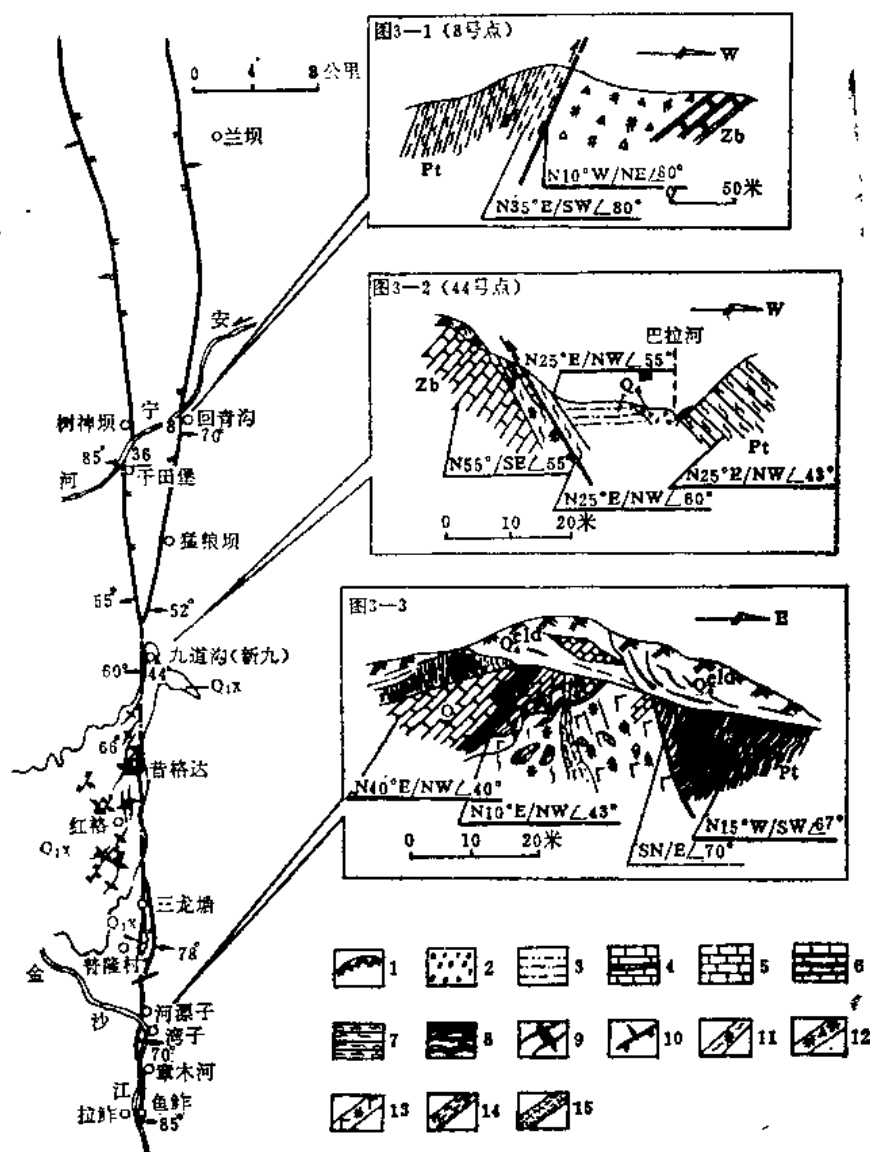


图3 昔格达断裂平面展布图及其部分断点剖面图

1. 第四纪残坡积层 (Q₄^{al});
2. 第四纪河床砾石层 (Q₄^{al});
3. 第四纪河漫滩亚砂土 (Q₄^{al});
4. 奥陶纪灰岩夹薄层泥质粉砂岩 (O);
5. 震旦纪灰岩 (Zb);
6. 震旦纪大理岩 (Zb);
7. 前震旦纪绿片岩 (Pt);
8. 前震旦纪千枚状板岩 (Pt);
9. 向斜和背斜轴;
10. 断层;
11. 断层破碎带;
12. 断层角砾岩带;
13. 受挤压的基性岩脉;
14. 压劈理带;
15. 破碎带中的断层泥。

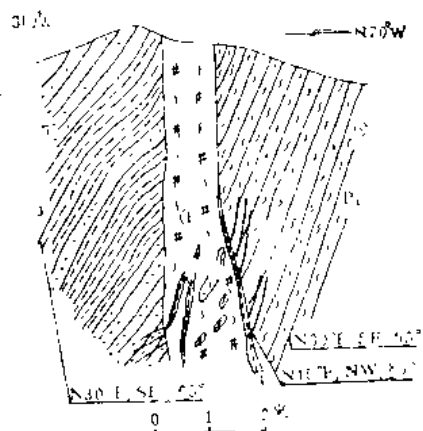


图4 干田堡昔格达断层(西支)剖面
①断层破碎带; ②紫红色泥质条带; ③绢云母片岩挤压透镜体; ④断层泥; ⑤侏罗纪紫红色砂岩、泥岩(J); ⑥会理群绢云母片岩(P₁)。

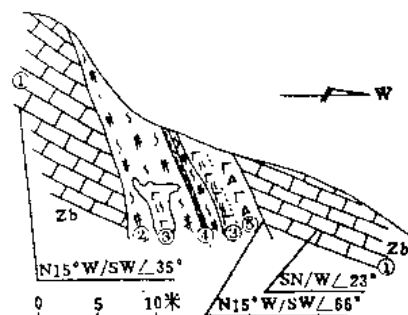


图5 昔格达村北1.5公里处昔格达断层剖面
① Permian 灰岩(Zb); ②断层破碎带; ③碳酸盐化、糜棱岩化强烈蚀变玄武岩质岩脉; ④裂隙中充填的红色粘土; ⑤强烈蚀变玄武岩质岩石。

昔格达断裂始于晋宁期,在海西—印支期、燕山期和喜山期均有活动,其中以海西—印支期最为强烈,伴随这次活动有玄武岩浆喷发以及大量的基性、碱性和酸性岩浆沿断裂侵入(附图一)。该断裂不断控制了更新统昔格达组的沉积和分布,同时由于断裂的后期活动,使昔格达组甚至全新世地层都产生强烈变形,现今又有强烈地震发生(1955年鱼鲊6.7级地震),表明它是一条多期性、继承性,现今仍在活动的断裂。

二、李明久断裂

对李明久断裂的展布前人有过不同的认识。经过我们实地工作认为该断裂北起田坝子北雅砻江东岸,向南经溜爬湾、李明久、了垭坪丫口、黑古田、小得石,过雅砻江经柳树湾转为南东向,呈略向西凸的弧形,再过雅砻江经簸箕坪消失于安宁滩附近,长约70公里。断层面主要倾向东,局部倾向西,倾角一般在53°—85°之间(图6)。断层主要发育在白果湾群(T₃—J₁)砂页岩与晋宁期石英闪长岩的接触带上。东盘为晋宁期石英闪长岩,西盘为白果湾群(T₃—J₁) (图6、7、8、9)。以压性为主,个别点显示张性(图7、照片4、图8)。根据主断层旁侧发育的次级压性结构面与其组成的“入”字型判断,该断裂具压扭性(反扭)特征。断层破碎带宽一般0.5—5米。北段破碎带宽度最大可达20米,向南破碎带宽度变窄,仅数十厘米至2米左右。现从北向南择其主要断点剖面描述如下:

在南坝火烧桥西近东西向的冲沟中和溜爬湾附近,均见断层东盘晋宁期石英闪长岩逆冲在西盘白果湾群(T₃—J₁)砂页岩之上(图6-1、图6-2、照片3)。溜爬湾附近,断层走向北10°东,倾向南东,倾角80°。破碎宽约5米,由砂岩透镜体,挤压劈理、糜棱岩和断层泥组成,并有方解石脉充填,旁侧发育有次一级小裂面。往南,在了垭坪丫口

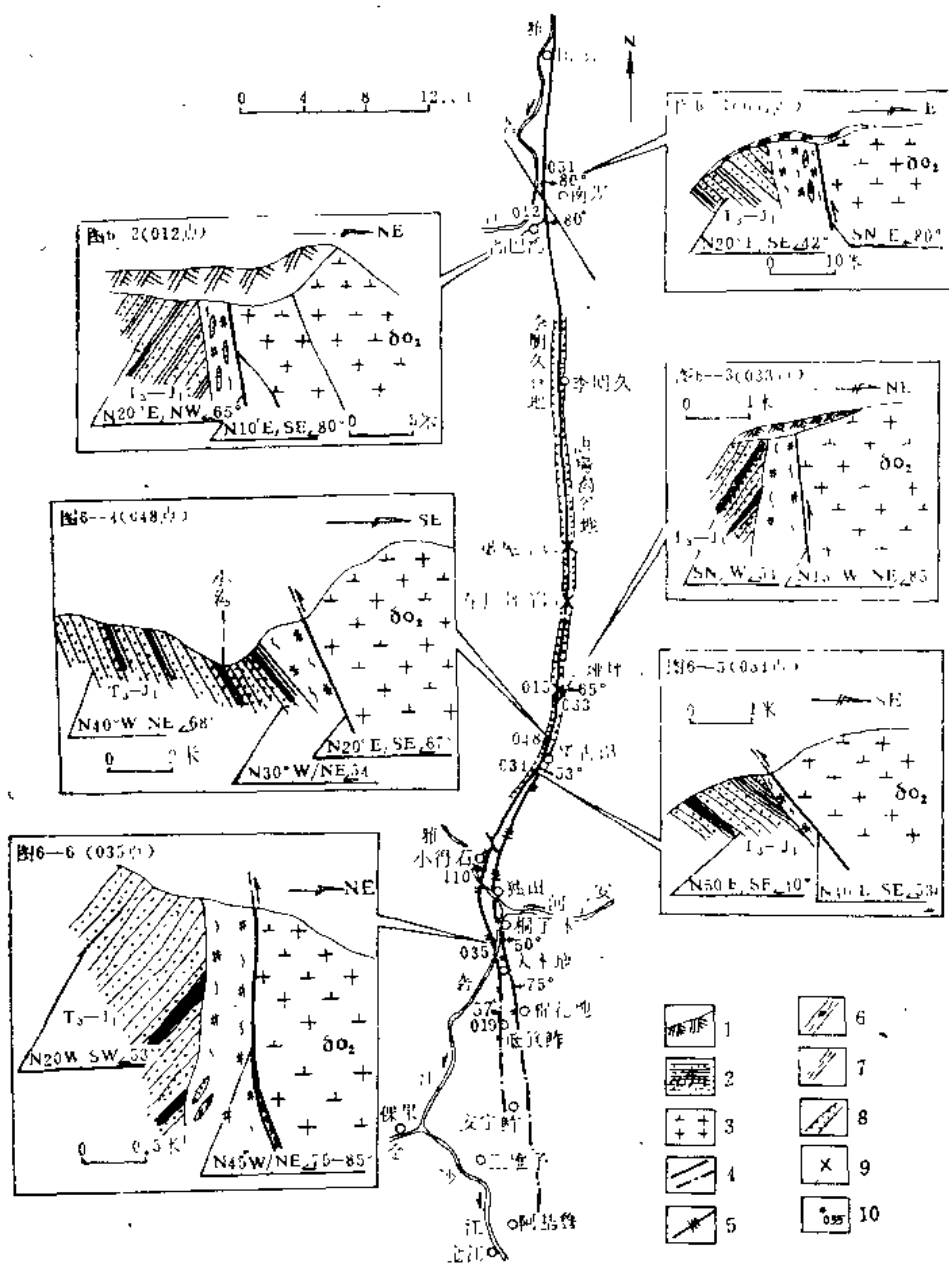


图6 李明久断裂及桐子林断裂平面展布图及部分断点剖面图

残坡积层 (Q_4^{st+cl})；2.白果湾群砂页岩 (T_3-J_1)；3.晋宁期石英闪长岩 (δO_2)；4.实测断层及隐伏断裂；5.挤压带；6.断层破碎带；7.断层泥；8.断裂谷；9.断裂丫口；10.地质点及编号。

之南的冲沟中也见该断层东盘晋宁期石英闪长岩与西盘白果湾群 (T_3-J_1) 呈断层接触 (图6-3)，断层走向北15°西，倾向北东，倾角85°。破碎带可见宽度0.5—0.8米，主要由压碎角砾岩和黑色泥状物组成，并有绿帘石化现象。下黑古田的南西向冲沟中，仍见断层东盘晋宁期石英闪长岩逆冲在白果湾群 (T_3-J_1) 之上 (图6-5)，断层走向北40°东，倾向南东，倾角53°。破碎带宽约20—30厘米，主要由上下盘岩石挤压破碎角砾



图7 小得石李明久断层剖面
①残坡积层；②白果湾群砂页岩 (T₃-J₁)；③断层破碎带；④碎裂状基性岩脉；⑤晋宁期石英闪长岩 (δo₂)。

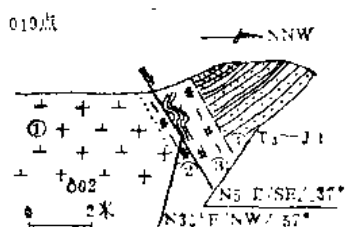


图8 簸箕钵尖山李明久断层剖面
①晋宁期石英闪长岩 (δo₂)；②闪长岩破碎带；③白果湾群砂页岩破碎带；④白果湾群砂页岩 (T₃-J₁)。

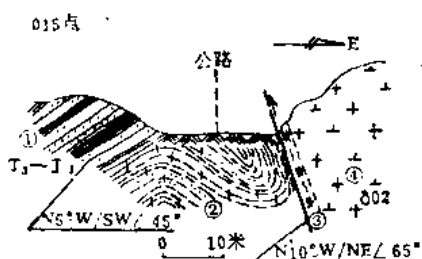


图9 了坪坪丫口李明久断层剖面
①白果湾群砂页岩 (T₃-J₁)；②白果湾群砂页岩褶皱破碎带；③晋宁期石英闪长岩破碎带；④晋宁期石英闪长岩 (δo₂)。

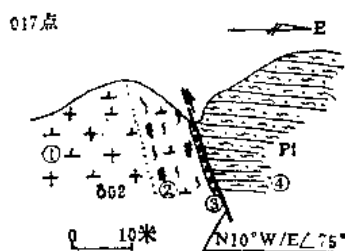


图10 方家沟桐子林断层剖面
①晋宁期石英闪长岩 (δo₂)；②糜棱岩化石英闪长岩破碎带；③灰绿色断层泥；④前震旦纪会理群角闪片岩 (Pt)。

岩及压劈理组成，靠近石英闪长岩一侧，断面具磨光镜面，并有基性岩脉侵入。在桐子林西南雅砻江右岸，仍见该断层东盘晋宁期石英闪长岩逆冲在西盘白果湾群 (T₃-J₁) 之上 (图6-6)，断层走向北15°西，倾向北东，倾角75°—85°。断层破碎带可见宽度50厘米左右，主要由压碎岩及泥状物组成，近断面处的石英闪长岩有绿泥石化现象。在此处经00300部队坑道揭露，地表与地下 (该部队定名为F₁断层) 的产状一致。此外，在小得石、簸箕钵附近，该断层仍发育于晋宁期石英闪长岩和白果湾群 (T₃-J₁) 之间 (图7、8)，但为正断层性质。

该断层在航片上线性形迹清楚 (特别是北段)，地形地貌反映也很明显，如黑古田以北沿断裂走向往往形成规模宏大的直线形的断裂“V”型谷地 (李明久谷地、油房沟谷地与黑古田谷地) 和丫口地貌 [破屋丫口和了坪坪丫口等 (照片5)]。航磁图上，该断裂东西两侧异常形态也有明显的差异。

李明久断裂形成于晋宁期，之后在印支期和燕山期有基性岩脉侵入，至今沿断裂有年青的断裂谷地和丫口地貌存在，以及断裂旁侧第四纪地层有变形现象。上述表明该断裂具多期性、继承性活动的特点，并在第四纪仍有活动。

三、桐子林断裂

桐子林断裂主要展布于桐子林之南，往南经老台子梁岗、大坪地、棉花地、石门坎至喇叭河桥一带消失，而桐子林以北大槽沟到小沟丫口一带，则以挤压带的形式出现 (图6)。在棉花地以北形迹清楚，以南主要隐伏在昔格达组 (Q_{1x}) 之下。总体走向呈近南北向，与李明久断裂平行展布，断层面倾东，倾角50°—60°，局部地段达75°。该断裂为前震旦纪会理群角闪片岩或片麻岩逆冲在晋宁期石英闪长岩之上 (图10、11)，为逆冲断层。根据断面上的擦痕和主断层旁侧发育的次级压性裂面与其组成的“入”字型判断，该断层具压扭性 (反扭) 特征。断层破碎带宽几米至10米，局部地段仅