

吉林白山地区 构造活动性研究

翟文杰 高常波 钟以章 编著

地震出版社

吉林白山地区构造活动性研究

翟文杰 高常波 钟以章 编著

地震出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

吉林白山地区构造活动性研究/翟文杰等编著. —北京: 地震出版社, 2006. 8
ISBN 7-5028-2899-0

I. 吉... II. 翟... III. 区域地质-地质构造-研究-吉林省 IV. P548.234

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 095610 号

地震版 XT200600153

吉林白山地区构造活动性研究

翟文杰 高常波 钟以章 编著

责任编辑: 薛广盈

责任校对: 孙铁磊

出版发行: **地震出版社**

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 88421706

门市部: 68467991

传真: 68467991

总编室: 68462709 68423029

传真: 68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大彩印厂

版 (印) 次: 2006 年 8 月第一版 2006 年 8 月第一次印刷

开本: 787×1092 1/16

字数: 326 千字

印张: 12.75

印数: 001~800

书号: ISBN 7-5028-2899-0/P·1296 (3588)

定价: 35.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

前 言

白山地区位于吉林省的东部，这里有较新的火山活动和地震活动，该地区的构造活动性一直是规划建设工作中十分关注的问题。在地质构造上，白山地区跨越了两个大地构造单元，大体上以开原—桦甸—和龙一线为界，南部属中朝地台区；北部属天山—兴安地槽。区内断裂较为发育，由北北东向、北东向、北西向和近东西向4组断裂组成，且经过多期次、多旋回的岩浆活动，使得本区的构造变得十分复杂。

区域新构造运动大体上以长春—四平断裂为界，东部为由张广才岭、老爷岭和长白山等山系组成的北东向中、低山区；西部为广阔的松辽平原。白山地区所在区域的新构造运动有三个显著特点：一是山区以整体大面积的垂直升降运动为主；二是断块运动明显；三是区内火山活动普遍。新构造运动是最新地质时期的地壳构造运动，它对地震活动有一定的控制作用。区域内没有6级以上的浅源地震，而只有中小地震发生，表明本区的构造活动是以火山活动强烈、地震活动微弱为其特点。

通过多次地震安全性评价工作，我们收集整理了白山地区地震及构造方面的资料，对该地区的地震地质、地震活动、区域新构造运动等进行了全面地分析研究，阐述了区域主要断裂的分布特征和区域地壳稳定性。本书以吉林核电站平岗、赤松候选场址和红石蓄能电站场址两个地震安全评价项目的基础资料为依据，综合论述了白山地区范围的地质、地层、地貌、岩浆岩、地质构造等相关问题，对该地区地震活动时间、空间、强度等特征进行了分析研究，给出了本地区的地震活动背景。我们还通过卫星照片、航测遥感等资料解释区域内

断裂的规模、性质和活动特点，用于评价区域地壳稳定性工作。

结合野外地震地质调查、近区域活动构造的鉴别和区域地震活动水平的分析，对区域内主要的地震潜在震源区进行了划分，给出相应的地震活动性参数，并进行地震危险性概率分析。结果表明，该地区属于东北地震区，整体的地震活动水平较低。根据核电站工程项目的要求，我们对吉林核电站平岗、赤松候选场址附近地区地震活动水平进行了详尽的分析研究，利用最大历史地震法、概率法和最大潜在地震法对平岗、赤松候选场址的基岩水平加速度进行了高值估算。

由于场址位于山地丘陵地区，地形起伏较大，而且白山水库距离较近。因此，我们还对址位附近地区的岩性、构造、水文地质和水库诱发地震等进行了分析研究，同时对附近的边坡稳定性进行了计算，全面评价了场址的工程地质条件。

本书给出的工作成果是多年来辽宁、吉林两省地震工作者共同努力而取得的，先后有多人参加本项工作，在此对他们表示感谢。我们将这些成果汇总并编辑出版，供今后工作参考，使其更好地为该地区的防震减灾工作服务。

目 录

第一章 区域地震构造	(1)
1.1 区域地质构造特征	(1)
1.2 区域新构造运动特征	(4)
1.3 主要断裂的活动性及其与地震的关系	(6)
1.3.1 依兰-伊通断裂	(6)
1.3.2 松辽盆地东缘断裂带(长春-四平断裂)	(6)
1.3.3 赤峰-开原断裂	(6)
1.3.4 鸭绿江断裂	(7)
1.3.5 第二松花江断裂(丰满-二道甸子断裂)	(7)
1.3.6 富尔河断裂	(9)
1.3.7 敦化-密山断裂	(10)
1.4 区域地球物理场及深部构造	(18)
1.4.1 资料依据	(18)
1.4.2 地球物理场特征	(19)
1.4.3 深部构造特征	(20)
1.5 区域地震活动性	(20)
1.5.1 地震的空间分布	(20)
1.5.2 地震的时间分布	(22)
1.5.3 现代构造应力场	(22)
1.6 区域地震构造	(25)
1.6.1 地震构造背景	(25)
1.6.2 区域6级地震地震构造的分析	(26)
1.7 地壳动力学背景	(27)
第二章 平岗、赤松核电站场址可行性研究	(29)
2.1 近区域地震地质	(29)
2.1.1 地质构造概况	(29)
2.1.2 地表断裂的活动性鉴定	(30)

2.1.3	近区域地震活动	(66)
2.1.4	地震构造条件评述	(70)
2.1.5	近区域地壳稳定性评价	(71)
2.2	场址附近地区地震地质及与地震有关的潜在地质灾害评估	(72)
2.2.1	场址附近地区的地震地质	(72)
2.2.2	水库诱发地震危险性评估	(76)
2.2.3	其他与地震有关潜在地质灾害评估	(78)
2.3	场址基岩地震动 SL—2 高值的初步估算	(83)
2.3.1	评定依据和步骤	(83)
2.3.2	用简化方法估算 SL—2 高值	(83)
2.4	讨论与认识	(87)
第三章	红石蓄能电站场址稳定性研究	(89)
3.1	近区域稳定性评价	(89)
3.1.1	地质构造概况	(89)
3.1.2	地表断裂的活动性鉴定	(92)
3.1.3	近区域地震活动	(153)
3.2	场址区稳定性评价	(155)
3.2.1	工程概况	(155)
3.2.2	场址区地形、地貌	(155)
3.2.3	地层和岩石	(156)
3.2.4	地质构造	(157)
3.2.5	场址区的地震活动	(177)
3.2.6	白山水库的地震活动对场址影响分析	(178)
3.2.7	其他潜在地质灾害危险性评估	(178)
3.3	地震危险性分析	(180)
3.3.1	潜在震源区划分	(180)
3.3.2	地震活动性参数的确定	(183)
3.3.3	地震动衰减关系	(185)
3.3.4	地震危险性概率分析及地震动参数确定	(186)
3.4	讨论与认识	(191)
参考文献		(193)
参考资料		(194)

第一章 区域地震构造

区域地震构造的研究是在广泛收集前人资料基础上,对重点地区开展实地考察,经综合分析得出阶段性成果。主要使用的参考资料包括:《辽宁省区域地质志》《吉林省区域地质志》《吉林省区域地质构造图》(1:100万)《吉林省地质图》(1:50万)《中国岩石圈动力学图集》《东北地区地质图》(1:100万)《东北地区构造体系图》(1:100万)《吉林省地震区划基础图件及其说明》《地矿部航测大队编制的航磁异常图》地矿部地球物理、地球化学勘察局编制的《布格重力异常图》(1:100万)以及辽宁省地震局和吉林省地震局近年来完成的地震地质和工程地震研究报告等。

1.1 区域地质构造特征

地质构造上,区域跨越了两个大地构造单元,大体上以开原—桦甸—和龙一线为界,南部属中朝地台区,北部属天山—兴安地槽。区域正处在中朝地台的北缘,而且邻近天山—兴安地槽。中朝地台自太古宙以来,经历了褶皱基底形成、地台盖层发育和大陆边缘活动等三个阶段,中朝地台的基底形成于前中元古代,是由变质岩系组成的双层式褶皱基底,形成时间为太古宙和早元古代,即形成于阜平期、五台期和中条山期。基底由两套变质岩系组成,下部为斜长角闪片麻岩、浅粒岩等,上部为黑云片岩、角闪片岩等。盖层由中元古代—中三叠世的地台型沉积组成,早期为浅海相的碎屑岩和碳酸岩建造,晚期为海、陆交替相的陆屑建造和含煤建造。印支、燕山和喜山期为陆缘活动期,经历了强烈的构造活化作用,由于断块构造活动,在区域上形成了隆、坳相间的构造格局。

天山—兴安地槽的构造则经历了地槽发育和陆缘活动两个发展阶段,寒武纪—二叠纪时期经历了加里东期、华力西期和早印支期三次大的地壳构造运动后,于二叠纪末地槽褶皱回返。中生代以后,地槽同中朝地台一起共同进入了陆缘活动时期。

区域内断裂较为发育,有北北东向、北东向、北西向和近东西向等4组断裂,北东向的主要断裂有:松江—集安断裂(鸭绿江断裂),依兰—伊通断裂和敦化—密山断裂等;近东西向的断裂有赤峰—开原断裂和辽源—盘石断裂;北西向断裂有:吉林—丰满断裂(第二松花江断裂),伊通—辉南断裂,富尔河断裂;北北东向断裂有:红土崖—蛟河断裂,松辽盆地东缘断裂等(图1-1,表1-1)。

由于经过多期次、多旋回的岩浆活动,使区域的岩石类型变得十分复杂,伴随每一次构造运动都有岩浆活动,侵入岩以中酸性岩类为主,形成众多的杂岩体。值得提出的是,新生代火山喷发活动十分活跃,喷出物主要是玄武岩浆。第四纪时期有类似的玄武岩浆持续喷发,活动期次达4~6次之多,以致玄武岩在区域内广泛分布。

根据区域内基底形成时间,沉积建造、岩浆活动及断裂活动特征等因素,可将区域分成两个一级构造单元,两个二级构造单元(图1-2),区域位于中朝地台辽东台隆北部的三级构造单元,即铁岭—靖宇台拱上。

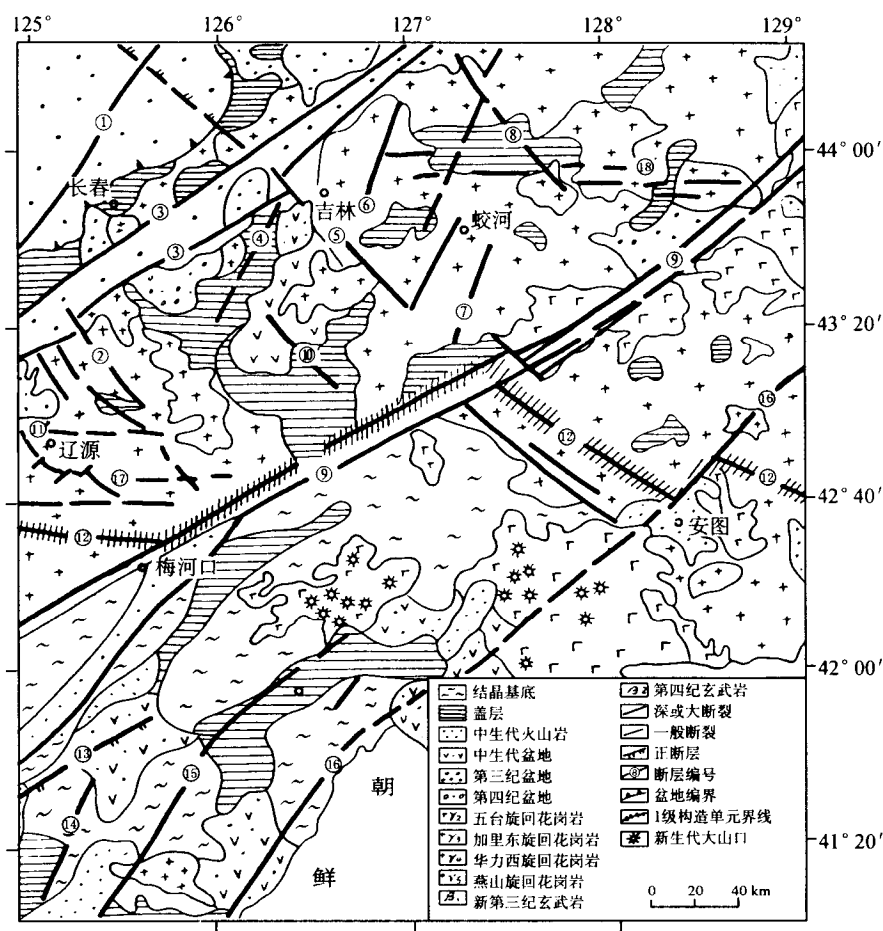


图 1-1 区域地质构造图

断裂带：①长春-四平断裂；②伊通-辉南断裂；③依兰-伊通断裂；④大岗子-大绥河断裂；⑤丰满-二道甸子断裂；⑥柳河-吉林断裂；⑦红土崖-蛟河断裂；⑧新安-额穆断裂；⑨敦化-密山断裂；⑩桦甸-双河镇断裂；⑪辽源-东丰断裂；⑫赤峰-开原断裂；⑬红高-四棚店断裂；⑭普乐堡-拐磨正断裂；⑮浑江-湾沟断裂；⑯鸭绿江断裂；⑰辽源-磐石断裂；⑱三北-尔之沾断裂

表 1-1 区域断裂特征表

序号	断裂名称	走向	深度	长度/km	地质特征
1	松辽盆地东缘（长春-四平）	25°~30°	岩石圈断裂	360	形成于侏罗纪初期，新生代有活动，沿断裂有第四纪玄武岩喷溢
2	伊通-辉南	NW	壳断裂	90	由三条压扭性断层和摩棱岩化带组成，它生成于晚古生代，中生代又有活动，向西北切割依兰-伊通断裂
3	伊兰-伊通	50°~55°	岩石圈断裂	900	分东西两支，又称依兰-伊通地堑，形成于白垩纪末第三纪初

续表

序号	断裂名称	走向	深度	长度/km	地质特征
4	大岗子-大绥河	25°	壳断裂	60	断裂生成于晚古生代末，中生代活动较强烈，新生代仍有活动
5	丰满-二道甸子	310°	壳断裂	110	断裂切割由二叠系组成的北东向褶皱及中、新生代地层，地球物理场反映明显
6	柳河-吉林	20°~25°	壳断裂	350	由南、北两支断裂组成，生成于元古代、中生代继续活动
7	红土崖-蛟河	NNE	壳断裂	400	主要由压性、压扭性断裂及破碎带组成，生成于晚古生代末中生代，新生代有活动
8	新安-额穆	310°~320°	壳断裂	100	由延伸长度不等的相互平行的多条压扭性断裂组成，它生成中生代，新生代有活动
9	敦化-密山	45°~50°	岩石圈断裂	1000	分为东西两支，形成于晚古生代，后期经多次活动白垩纪末期断裂活动最为强烈
10	桦甸-双河镇	NW	壳断裂	70	形成于早古生代，压性、压扭性断层，断裂多次活动
11	辽源-东丰	NW	壳断裂	80	由近平行的南带和北带两条断裂组成，均控制和切割中生界，它生于华力西末期，中新生代活动较为强烈
12	赤峰-开原	近 EW	超岩石圈断裂	1000	中朝地台和天山-兴蒙地槽的分界线，规模巨大，影响很深，发育时间长久
13	红高-四棚店	60°	壳断裂	70	形成于侏罗纪，后经多次活动
14	普乐堡-拐磨	20°	壳断裂	60	为压扭性断层，生成于侏罗纪，后经多次活动
15	浑江-湾沟	50°	壳断裂	100	由南、北两支断裂组成，生成于元古宙，在古生代，中生代继续活动
16	鸭绿江	45°	岩石圈断裂		由多条平行展布的断层，组成宽数百米，挤压破碎强烈，局部地段控制侏罗系和白垩系地层及上更新世玄武岩
17	辽源-磐石	EW	壳断裂	100	由南北两支断裂带组成，始于华力西期，燕山期有强烈的活动
18	天北-尔沾	近 EW	壳断裂	140	该断裂带可分为三支，形成于古生代末，中生代活动较强烈

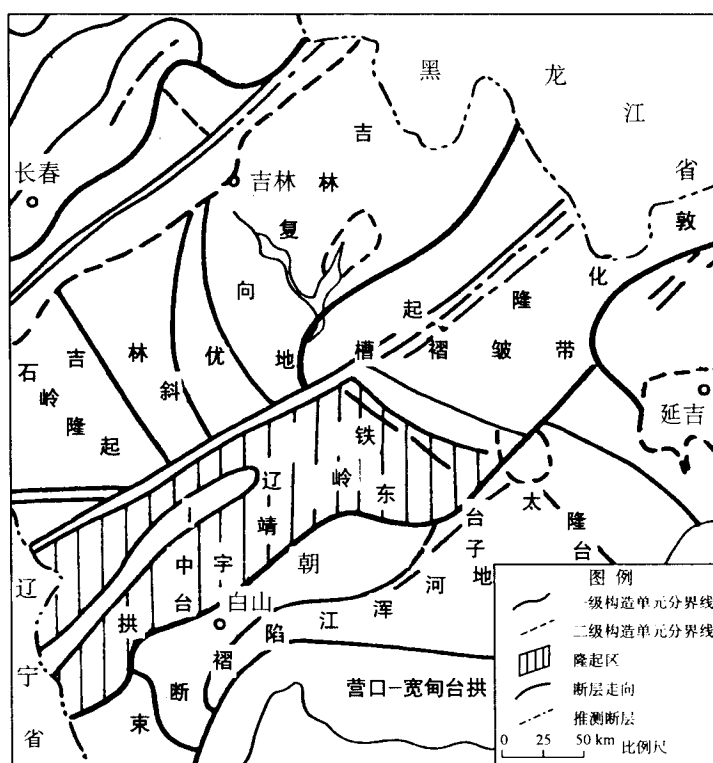


图 1-2 区域地质构造单元划分图

1.2 区域新构造运动特征

区域新构造运动特征大体以长春-四平断裂为界，东部为由张广才岭、老爷岭和长白山等山系组成北东向中、低山区，海拔 800~1600 m，切割深度为 500 m。西部为广阔的松辽平原，新生界的沉积厚度 500 多米，从早第三纪起这种格局已基本形成，由于工作区绝大部分在东部山区，因此，着重叙述这一地区的新构造运动特点。归纳起来，东部山区的新构造运动表现在三个方面：其一，山区以整体大面积的垂直升降运动为主，自第三纪以来，山地发生间歇性抬升，形成了二级夷平面和三级—六级河流阶地。一级夷平面海拔高度 1000 m 左右，于古新世时期形成，二级夷平面的海拔高程是 500 m 左右，地貌上表现为平缓的丘陵，它形成于晚第三纪中新世。区内河流阶地十分发育，三级河流阶地以辉发河最为典型，在吉林市附近的第二松花江，六级河流阶地发育完好。其二，断块差异运动明显，依兰-伊通地堑和敦化-密山地堑在山地内部表现为负地形，形成长条形槽地。新生代时期，两个槽地强烈下陷，沉积了较厚的第三纪和第四纪沉积。其三，火山活动普遍是区域新构造运动的又一个显著特点，区域内存在三大火山带，即沿依兰-伊通、敦化-密山两条断裂带分布的具有裂隙—中心式喷发的火山带；龙岗山区近东西向展布的狭长火山带；以长白山天池为中心的长白山火山带。由于多旋回的岩浆活动形成了多期玄武岩。

新构造运动在不同地区的表现形式和特征是有差异的。根据隆起和沉降造成的地貌差异、升降幅度的不同,火山活动的特点等因素可将本区分为2个一级新构造运动区,即松辽盆地沉降区和张广才岭—龙岗山中、低山隆起区。在此基础上可以进一步划分出7个二级新构造运动区,分别为:Ⅰ₁松辽盆地东缘缓慢沉降区;Ⅱ₁景山—其塔木丘陵隆起区;Ⅱ₂依兰—伊通地堑强烈沉降区;Ⅱ₃辽源—蛟河低山微弱隆起区;Ⅱ₄敦化—密山地堑强烈沉降区;Ⅱ₅敦化—靖宇中低山微弱隆起区;Ⅱ₆白头山强烈隆起区(图1-3)。

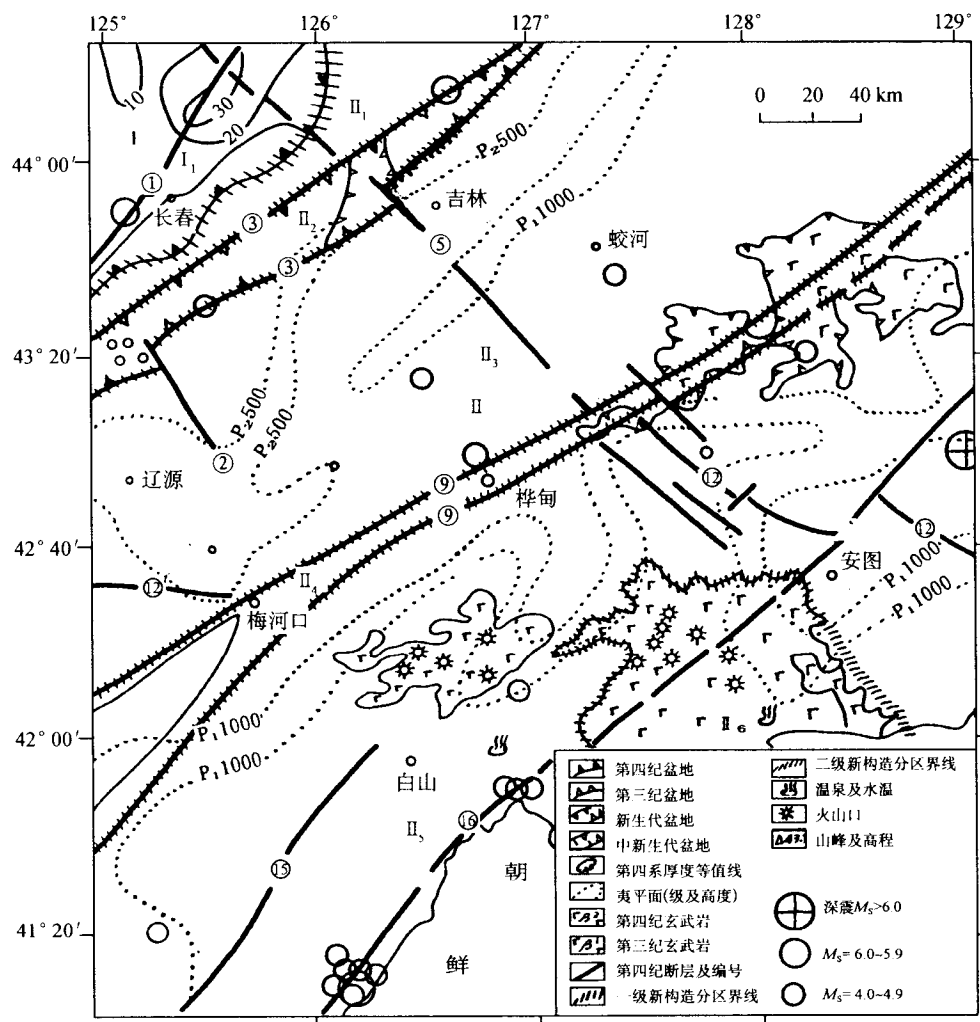


图 1-3 区域新构造运动图

新构造分区:Ⅰ松辽盆地沉降区;Ⅰ₁松辽盆地东缘缓慢沉降区;Ⅱ张广才岭—龙岗隆起区;Ⅱ₁景台—其塔木丘陵隆起区;Ⅱ₂依兰—伊通地堑强烈沉降区;Ⅱ₃辽源—蛟河低山微弱隆起区;Ⅱ₄敦化—密山地堑强烈沉降区;Ⅱ₅敦化—靖宇中低山微弱隆起区;Ⅱ₆白头山强烈隆起区。第四纪断层:①长春—四平断裂;②伊通—辉南断裂;③依兰—伊通断裂;⑤丰满—二道甸子断裂;⑨敦化—密山断裂;⑫赤峰—开原断裂;⑬浑江—湾沟断裂;⑯鸭绿江断裂

新构造运动是最新地质时期的地壳构造运动,它对地震活动起着一定的控制作用,区域内历史上没有 6 级以上的浅源地震发生。表明本区的新构造运动,尤其是全新世以来的构造运动,以火山活动强烈,地震活动微弱为其特点。新构造运动的分区边界一般是升降差异较明显的地带,也是地震活动带。例如,松辽盆地东缘断裂位于两个一级新构造区的交界部位,在这里发生了 1966 年怀德范家屯 5.2 级地震。伊舒地堑沉降带边缘发生过 1937 年缸窑 5.0 级地震,敦化—密山沉降区边缘发生过 4 $\frac{3}{4}$ 级地震。

1.3 主要断裂的活动性及其与地震的关系

前面已论及,区域内的断裂可分为 NNE 向、NE 向、近 EW 向和 NW 向 4 组断裂。据不完全统计,区内共有长度大于 50 km 的断裂约 18 条。下面简述区域主要断裂的地质特征及其活动性。

1.3.1 依兰-伊通断裂

依兰-伊通断裂是一条规模巨大的新生代断陷带,该带南自营口经沈阳、伊通、舒兰和依兰,一直延伸到俄罗斯境内,断裂带由东、西两支平行的断裂组成,形成地堑式构造,走向 50°~55°,在区域内的出露长度为 200 km。

东、西两支断裂平行展布,但间距不等,沿走向有变化,自 8~25 km,成为狭长状的槽地。断层面面向外倾斜,向内对冲现象明显。在狭长的槽地中堆积了巨厚的新生代沉积,自西南至北东,有伊通大孤山、双阳奢岭、永吉桦皮厂和舒兰水曲柳等四个沉降中心。

断裂切割了晚白垩世以前的地层和岩体,并严格控制了第三纪沉积,其形成时间为白垩世末—第三纪初,断裂形成初期活动性不强,到了始新世时期,活动加剧,沉降幅度加大,沉积厚度最大达 8000 m,同时有基性岩浆喷溢活动。伊通火山岩为早更新世中心式喷发产物,据原国家地震局地质研究所的研究报告,从断层内部物质年龄测定的结果看,断层最后一次活动发生在西支断裂的伊丹河-乌拉街段和大口钦-舒兰段,时间距今 30 万年左右,在整个依兰-伊通断裂上共记录到中、小地震近 90 次,绝大部分为 2.0~3.9 级地震,最大地震为 1937 缸窑 5.0 级地震。这些地震主要集中在方正-鹤岗、乌拉街到四平一带,其他段落上地震活动较少。该带近期地震活动较弱,1970 年以来记录到的最大地震只有 3 级。

1.3.2 松辽盆地东缘断裂带(长春-四平断裂)

该断裂位于松辽盆地与张广才岭隆起区之间,区内出露长度约 100 km,总体走向 25°~30°。它由四条断裂组成,宽达 20 余公里,该断裂形成于侏罗纪初期,新生代仍有活动。沿断裂有第三纪范家屯玄武质火山锥和哈福一带晚第三纪玄武岩喷发,沿该断裂的地震活动较强,断裂上的最大地震是 1960 年榆树 5.8 级地震。

1.3.3 赤峰-开原断裂

该断裂由内蒙古赤峰经辽宁开原进入吉林海龙、桦甸、和龙向东延伸至朝鲜境内,它实际是中朝地台和天山-兴蒙地槽的分界线,总体走向近东西,区内出露长度 300 多公里,宽 5~20 km,由于受后期断裂的干扰、错切,使其走向在不同地段发生偏转和位移,从而成为折线状断裂构造。该断裂形成于太古宇,以后多次活动,它控制了自太古宙至新生代的岩浆活动,严格控制了断裂两侧地质历史的发展和演化,这是一条延伸距离长、规模大、发育历史长的构造断裂。

1.3.4 鸭绿江断裂

该断裂起始于何处,目前还不清楚,一般认为它始于吉林天桥岭一带,往西南经明月镇、松江、集安、辽宁丹东,一直延伸入黄海,总体走向 $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$,该断裂可能形成于古生代,多见于中生代及前中生代地层和岩浆岩中,断续出露,以压性为主,在局部地段控制了晚侏罗统和白垩系地层以及上更新世船底山玄武岩浆的喷溢活动。该断裂延至水丰、清城一带可分为两支,东支位于鸭绿江东岸的朝鲜境内,西支基本沿鸭绿江西岸展布,第四纪时期,在断裂不同地段的活动性有所不同,在临江以南的良民甸子一带,断层泥的热释光年龄为 (7.98 ± 0.64) 万年,属晚更新世,在古楼子至丹东以南地区,断裂活动的最新年龄为 $(13\sim 37)$ 万年,属中更新世活动。沿断裂带的地震活动,在空间分布上是不均匀的,在集安以北地段有多次4级左右地震发生,在丹东市附近有2.0~3.0级小震活动,在断裂南部端点的黄海海域有2次6.0级以上地震发生,最大震级达6 $\frac{1}{4}$ 级。因此,沿这条断裂有较强的地震活动。

1.3.5 第二松花江断裂(丰满-二道甸子断裂)

区域内北西向断裂相当发育,比较重要的是第二松花江断裂,该断裂北西起于莽卡,经吉林市九站,呈北西—南东方向展布,向北可能与扶余—其塔木断裂相接,往南与富尔河断裂相联。断裂切割了由二叠系地层组成的北东向褶皱以及中、新生代地层,沿断裂有第四纪玄武岩浆溢出,原国家地震局地质研究所曾对该断裂的活动特征作了详细研究(图1-4)。有关该断裂的论述直接引用了他们的资料。该断裂的几何形态、展布特征及其结构构造等表现出有以下几个特点:

(1) 从整体上看,该断裂呈 $330^{\circ}\sim 340^{\circ}$ 方向延伸,由若干断续延伸的断层组成,它们的组合呈斜列式或雁列式。

(2) 据统计,断层走向主要有三组,一组 $310^{\circ}\sim 315^{\circ}$;二组是 $325^{\circ}\sim 330^{\circ}$;三组是 340° 。

(3) 单条断层规模一般不大,延长数百米至数公里。

(4) 断层产状以高倾角为主,既具有正断层性质,也具有逆断层性质。

(5) 该断裂被北东向的舒兰-伊通地堑东支断裂和阿什-口前断裂分割成三段,其中以九站-阿什段(中段)最宽,可达7 km。

该断裂的形成演化可分三个阶段,华力西晚期断裂业已形成,并且具有左旋走滑性质,表现在断裂东北侧的构造线显示出整体、同步地向西北方向错移,断裂对侏罗纪的火山岩分布有明显的制约作用。另外,它还控制了位于其两侧的伊舒地堑的活动,断裂西侧地堑较宽,而东北侧变窄,在喜山早期和中期,该断裂对伊舒地堑的沉积作用仍有影响,第四纪早期,沿断裂的局部段落有少量玄武质岩浆喷溢,以后,活动逐渐减弱。到了第四纪晚期基本停止了活动。对断裂在莽卡—旺起区间的活动,见如下描述。

在莽卡—九站一带发现断层错开了白垩系地层,从舍岭北沟剖面上见到,断层未错断上覆第四系地层,经年代测定,第四系覆盖层年龄为9.39万年,断层破碎物质年龄为 (68.5 ± 1.9) 万年,说明断裂在中更新世早期有过活动。

在九站—阿什区间共观察了8个剖面,除在吉林市炮台山西麓见到断层断切了上覆第四系地层外(图1-5),其余剖面均未见到断层错切第四系地层的现象,断层泥的年龄在13万年至大于15.0万年之间,也说明断层只是在中更新世有活动。

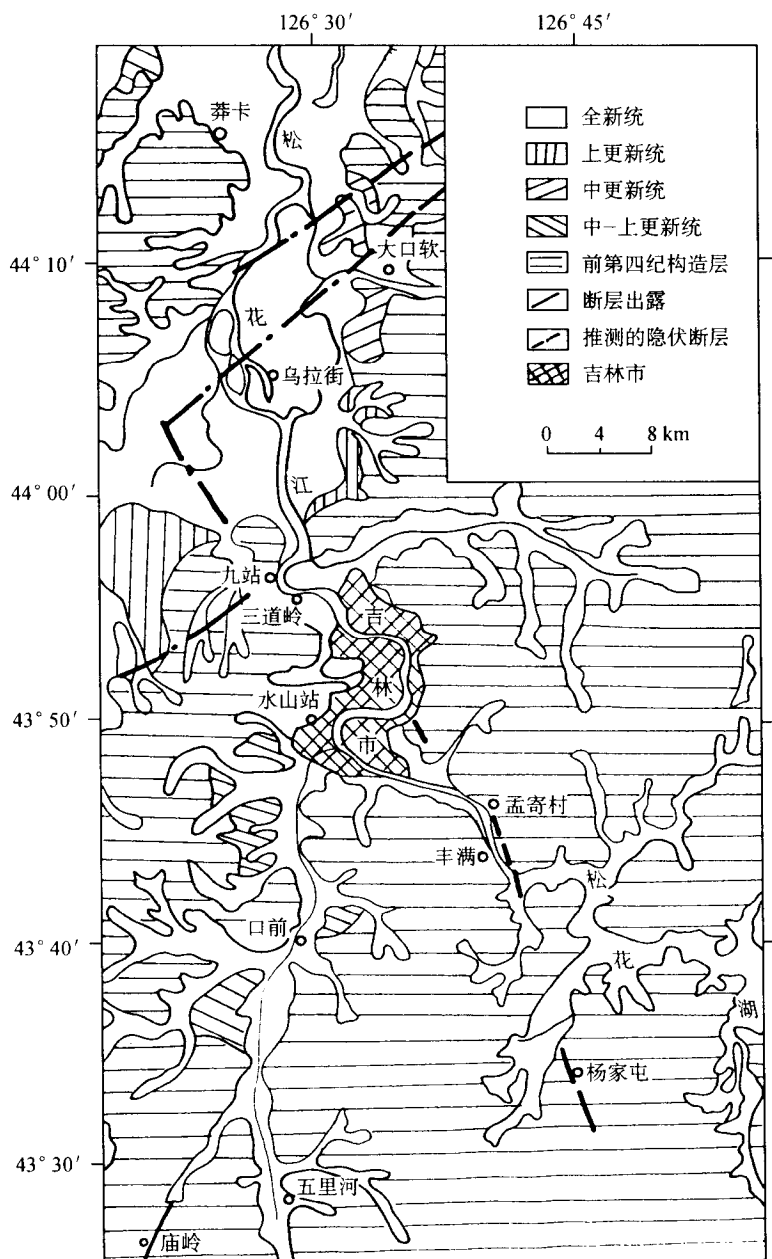


图 1-4 第二松花江断裂构造带断层出露分布图

阿什—旺起区间共有三条观察剖面，在孟家村砖瓦厂剖面见到断层使第四系砂层及砾石层有小的位错，在丰满北见玄武岩覆盖在砂砾石层之上，表明沿松花江断裂有第四纪玄武岩浆喷溢活动和距今（25~16）万年有一次小的断错。

总之，第二松花江断裂是一条在中更新世有过多期活动的断裂，近地表所见最大位移仅 32 cm，最晚的活动时间距今 13 万年，晚更新世以来没有活动，历史上无 $M \geq 4\frac{3}{4}$ 级地震记载，现代也未记录到 $M \geq 2.0$ 的地震，因此，认为第二松花江断裂的莽卡—旺起段不是发震构造。

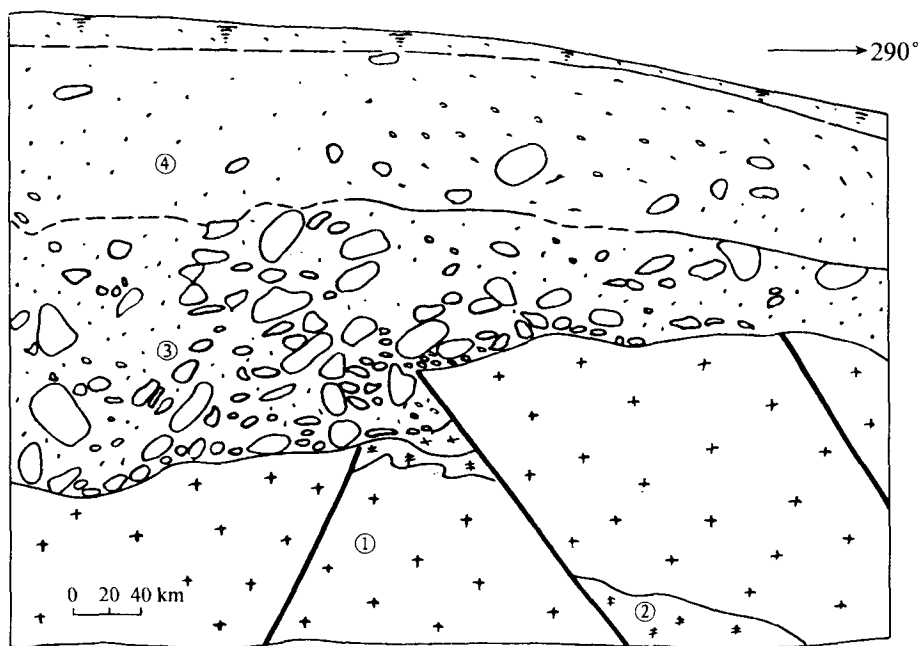


图 1-5 吉林市火葬场东（炮台西麓）冲沟开挖剖面

①半风化花岗岩；②伟晶岩脉；③桔红色黏土胶结的砾石层；④风化花岗岩
砂土胶结的砾石、胶结土，表面染有巧克力色

1.3.6 富尔河断裂

该断裂往北与第二松花江断裂相接，它位于敦化县柳树河子至大蒲柴河一带，包括富尔河断裂、清茶馆-白水滩断裂及夹皮沟-老牛沟断裂等三条断裂，其主要特征是，以强烈挤压逆冲为主，伴有华力西期—喜山期的各期岩浆活动，地层褶皱倒转现象普遍，工作过程中，我们对夹皮沟-老牛沟断裂，清茶馆-白水滩断裂作了专门研究。而夹皮沟-老牛沟断裂属近区域范围的构造，其地质特征和活动性将在后面作论述。这里只讨论清茶馆-白水滩断裂。

该断裂北西始于清茶馆，向西南经五间房、金银别、白水滩一直延伸至荒沟农场一带，长约 60 km，断裂由 2~4 条相互平行的次级断裂组成，走向 320° ，倾向北东，倾角 $30^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，断裂北段的五间房至清茶馆一带，断裂发育在花岗岩中，表现为单一的挤压破碎带，在断裂南端白水滩，荒沟农场一带，破碎带较宽，表现出压性。破碎带由片理、挤压扁豆体和断层泥组成。在清茶馆苗圃东门山脚下，断裂发育在花岗岩中(图 1-6)，断层泥的热释光年龄为 31 万年，为中更新世活动断层。

总的来看，沿松花江发育的在区域上规模较大的北西向断裂，自形成之后多次活动；第四纪时期也有多期活动，但主要以中更新世时期的活动为主，晚更新世以来的活动不明显。

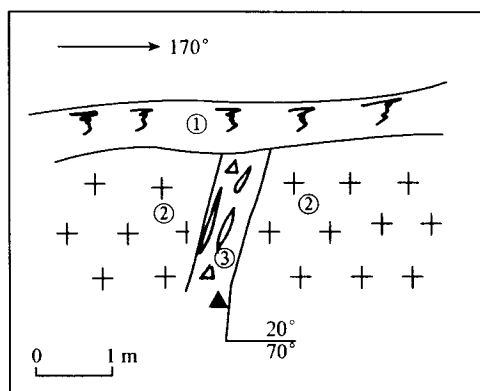


图 1-6 清茶馆苗圃清茶馆-白水滩断裂素描图
①第四系；②花岗岩；③挤压破碎带；▲采样点

1.3.7 敦化-密山断裂

1) 展布特征

该断裂横贯辽、吉、黑三省，西南始于沈阳苏家屯，经辽宁抚顺、清原、吉林海龙、辉南、敦化、循辉发河和黑龙江省的穆棱河向东北延伸至密山以北，总体走向北东 50° ，全长 1000 km。

从总体上看，敦化-密山断裂在辽宁地区的大部分地段主要由两条乃至多条平行的断裂组成，清原县草市至抚顺段表现为由两条对冲型断裂构成的断陷带，两条支断裂规模大，连续性好，多处可以见到韧性变形的糜棱岩及强烈的揉皱，并严格控制了第三纪煤系地层。沿该带有数个中、新生代沉积盆地。在吉林省范围内，所表现出的特征是断裂由两条高角度的逆断层构成，并相向对冲，倾角 $30^\circ \sim 80^\circ$ ，两条断裂大体平行，距离 10~20 km，断裂控制了中、新生代断陷盆地，所控制的最老地层为晚侏罗统沉积岩，火山岩及火山碎屑岩。岩浆沿断裂的侵入和喷发活动也相当频繁，辉南一二道甸子间有燕山晚期花岗岩侵入。桦甸以东，第三纪、第四纪基性岩浆喷发强烈，构成带状玄武岩台地，俗称敦化火山岩带。它们由中新统土门子组，上新统船底山组，早更新统白金组 and 晚更新统马连河组构成（图 1-7）。

该断裂往北东方向延伸在敦化以北地区，形成黑石—镜泊湖和高松树—敦化第三纪盆地，沉积有中新统土门子组地层，最厚达 985 m，该段火山活动频繁，从中新世到晚更新世共有 5 期玄武岩浆喷发。

2) 发育历史

敦化-密山断裂规模大，发育历史长，断裂西南部分的浑河段生成较早，推测在古生代早期形成，断裂的北东部分生成较晚，可能生成于古生代晚期。

该断裂在不同的地史时期，力学性质有所不同，早期活动表现为剪切性质。古生代以后整个断裂带表现为以挤压和剪切为主，断裂的性质在中生代发生改变，晚侏罗世时期转变为以拉张为主，两条断裂带之间的地质体发生大规模陷落，中生代末期，断裂再次受到强烈挤压，挤压力方向来自北西方向。新生代早期又变为拉张性质，新构造运动时期，升降运动表现为两头跳动的特点，以敦化西南的张广才岭为支点，老第三纪时期，支点以南陷落、北段