

文章编号: 1009-3850(2014)04-0105-06

西藏角木日地区活动断裂及其研究意义

杨运军^{1,2}, 梁群峰¹, 王明志¹

(1. 陕西省地质调查院, 陕西 西安 710065; 2. 中国地质大学(北京), 北京 100083)

摘要:角木日地区位于羌塘盆地中部,构造位置处于冈瓦纳和欧亚大陆板块结合部的北缘。新生代以来,青藏高原的强烈隆升使得角木日地区新构造运动活跃,在江爱藏布、冈塘错一带发育有多条NE向和近NS向活动断裂带。这些断裂包括新近纪以来的新活动断裂,也包括一些基底老断裂的复活,其活动强烈制约了该区的地形地貌、水系格局、沉积物分布、地下热液活动和生态环境。长期以来,沿着这些活动断裂带地震活动频繁,严重影响了当地的人类生存自然地理环境。通过对区内湖泊、沼泽、温泉的水文、第四纪地质方面观察和活动构造研究,发现江爱藏布西热泉中含有较高浓度的有机质,不仅具有重要的构造意义,而且对寻找油气资源具有指示意义。

关键词:活动断裂; 油气; 角木日地区; 西藏

中图分类号: P542

文献标识码: A

新生代以来,随着印度板块向北俯冲及其与欧亚板块碰撞,青藏高原强烈隆升,新构造运动活跃。西藏角木日地区江爱藏布、冈塘错、清水河一带发育有多条NE向和近NS向活动断裂带,包括新近纪以来形成的新断裂以及各构造块体之间一些基底断裂在新生代重新复活。这些基底断裂既表现出继承性,又有一定的改造性和新生性。

活动断裂指更新世以来一直在活动,现在正在活动,未来一定时期内仍会活动的各类断裂^[1-2]。新构造运动主要是新近纪(N)以来的构造运动和构造事件,泛指晚近时期高原地貌、活动断裂、地热活动、新生代断陷盆地、地震活动等,具有类型多、规模大的特点,是地质历史上最近的一期构造活动。西藏角木日地区的NE向和近NS向活动断裂不仅属于活动断裂范畴,而且均为新构造运动。

本文在进行中国地质调查局“西藏1:5万双湖区角木日地区”区域地质调查项目过程中,对角木日地区江爱藏布、冈塘错、清水河一带的新构造运动进行了系统的野外调查,重点研究了活动断裂形成的地形地貌、水系格局、沉积物分布、地下热液活

动和生态环境等方面的基本标志,并对研究区内湖泊、沼泽、温泉进行了水文、地质方面的综合研究。野外调查过程中在江爱西上升泉中发现了较高浓度的有机质,这一发现对在羌塘盆地寻找油气资源具有重要指示意义。

1 研究区构造特征

角木日地区位于青藏高原羌塘盆地腹地,构造位置处于冈瓦纳大陆和欧亚大陆的结合部北缘,具有典型的俯冲增生带特征,区内各构造块体之间多以断层接触(图1)。研究区广泛发育晚古生代俯冲增生杂岩,地层体间多呈断层接触。新构造运动活动强烈,主要表现为NE向和近NS向活动断裂,并在清水河一带发育NWW向活动断裂,地裂缝、高原地貌、地热活动、泉点发育。

区内构造活动主要表现为3期。

早期构造为同造山作用过程中形成的各类断裂、褶皱构造。该期构造目前表现为各构造块体(岩片)之间及其内部的不同级别的韧性剪切断层、同斜等厚及相似褶皱、透入性劈理(片理、千枚理、

收稿日期: 2014-04-28; 改回日期: 2014-05-04

作者简介: 杨运军(1972-), 博士研究生, 高级工程师, 主要从事大地构造与矿产调查研究。E-mail: sxddyjy@163.com

资助项目: 西藏1:5万双湖区角木日地区四幅区调(项目编号: 1212010818014) 资助

分异条纹条带等)、拉伸线理、矿物生长线理等。



图1 西藏角木日地区构造单元划分图

Fig.1 Tectonic division of the Jiaomuri area, Xizang

中期构造最显著的表现是使研究区中南部地层发生了大角度的变位,原来的近东西向的构造线被改造为南北向甚至北东东向。该期断裂构造改造了早期的区域断裂,形成了一组不均匀的 NS-NEE 破裂理。

晚期(新生代)构造主要表现为断裂、断陷构造,形成了新生代沉积盆地,也塑造了现在的地貌形态。本文所讨论的活动断裂属于此期构造范畴。

2 主要活动断裂

近 NS 向活动断裂:以冈塘错-雪水河断裂为代表,断层两侧地层和岩石组合有较大差异,具张性正断裂性质,地貌上沿断裂发育负地形, TM 波段假彩色合成图像及比值图像上呈现一条被错断的狭窄浅色影像,与两侧正地形差异极大。该断层沿冈塘错-雪水河展布,图幅内出露长度大于 22km,总体近南北走向,对现今地貌格局具有明显的控制作用,特别是对湖泊的控制作用极为表显。沿断裂发育冈塘错湖、泉点、地裂缝,岗塘错山下及岗塘错西见温泉出露。

NE 向活动断裂:以角木日西江爱藏布活动断裂为代表,具左行走滑性质。在 ETM 图像上见断裂错断现代冲积扇现象,说明该断裂在晚更新世以来一直发生活动。该断裂沿角木日山体的北西分布,整体延伸方向为 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$,向南西接依布查卡湖,向北东延入相邻区域。此断裂在本研究区延伸超

过 44km,是现代活动断裂的典型标志。在江爱藏布一带基岩和第四系交界处可见泉水出露,并有古钙华分布。

NWW 向活动断裂:分布于测区西南部戎马乡清水河口一带,地貌上线状影像清晰,断裂北西西向展布(走向 310°)。NWW 向活动断裂错断北东东向早期断裂,沿断裂带交叉部位分布大量热水塘、温泉点和钙华锥,明显受活动断裂控制(图 2)。

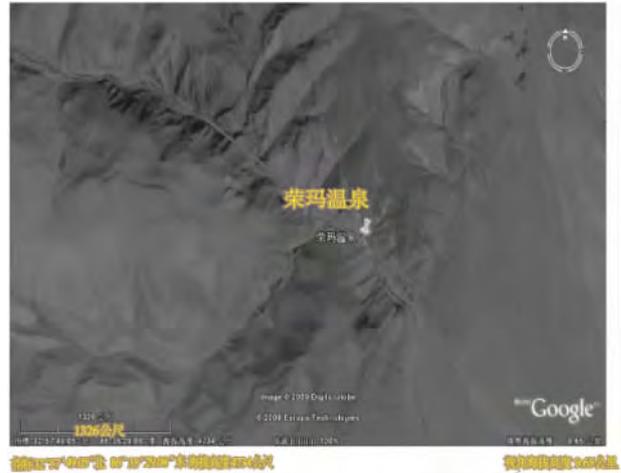


图2 西藏尼玛县戎马乡清水河口 NWW 向活动断裂和温泉分布

Fig.2 Distribution of the NWW-trending active faults and hot springs along the Qingshui River in Nyima, northern Xizang

3 活动断裂的表现形式

研究区内的活动断裂继承区域构造格架,主要发育北东向和近南北向两组活动断裂,规模均较大。具有构造单元划分意义的基底断裂被活化,在新生代有明显活动迹象,甚至在全新世沉积物中表现明显。在新生代,断裂进入主要活动期,新构造运动除了以整体性、差异性、阶段性隆升的垂直运动外,还表现出沿断裂块体边界断裂走向滑动为主的水平运动。运动过程既表现出继承性复活,又有一定的改造性和新生性,南北向断裂主要表现为伸展性正断层性质,北东向断裂主要表现为走滑断层边界断裂。

研究区的活动断裂不仅表现为一些老构造的重新活动,同时,不同强度和不同表现形式的新构造运动也相当发育,强烈影响了研究区的地形地貌、水系格局、沉积物分布、火山地震分布、地下热液活动、生态环境等。

3.1 地形地貌

活动断裂对现今地形地貌格局具有明显的控制作用,山体形态变化是反映区内新构造运动最直接的地貌标志。在挤压作用下,地貌上形成高山与盆地相间的格局,造成山脊坡降的急剧变化,黑石山一带山体出现直线形的陡崖等;在伸展作用下,形成正断层,形成许多高原湖泊及河流,局部见规模较小的火山喷发,并于研究区西喇叭湖一带见泥火山分布。活动断裂还影响现代沉积物分布范围、边界及空间展布,包括冲积扇、洪积扇形态和迁移活动形迹等。沿江爱藏布活动断裂发育第四系断层三角面,在角木日山体与第四系接触部位见角木日山体向西推覆到第四系冲积物之上。靠近断裂的沙砾石层强烈变形,ETM卫星影像上明显见到断裂错断现代冲积扇现象。受断裂影响,第四系产状发生明显倾斜,整体向西缓倾,角度在 5° 左右。在江爱藏布西测的沉积物中获得86.9ka B. P.的铀系法等时线年龄(李才,2006),说明该断裂在晚更新世以来一直在不均匀升降运动。

能够表现活动构造的地貌标志还有河流、湖泊阶地的发育。阶地是发生间歇性升降运动的重要标志。研究区冈塘错一带由于差异性升降导致河流湖泊侵蚀不断加强,形成了三级湖泊阶地,绝对高差3~10余米。雪水河下游、江爱藏布沿岸间断发育1~3级阶地,一级阶地河拔2~3m左右,二级阶地河拔6~8m左右,三级阶地河拔10~15m左右。

另外在冈塘错地区可见明显的二级构造夷平面。黑石山一带主夷平面海拔5600~5800m,发育石海、湿地及冻土地貌,夷平面地势平坦,起伏甚微,浑圆状残丘与宽浅坳沟发育;冈塘错北二级夷平面海拔5000~5250m。夷平面的高度差异,是受活动断裂影响的结果。从夷平面的形成过程可知,夷平面是地壳运动从长期稳定到大幅度抬升的重要标志之一,是本区新构造运动的重要表现形式。

3.2 水系格局

研究区水系格局明显受新构造运动和活动断裂的控制。区内主要水系有南流河、清水河、雪水河、江爱藏布等,水系流向和分布形态与断裂构造方向基本一致,即主要以近北向、近东西向和北东东向为主,河流的流向异常处和交汇部位往往是断层发育部位。同时断裂构造对研究区湖泊有明显控制作用,角木日地区发育以湖盆为中心的内流

向心水系,区内主要湖泊依布茶卡和岗塘错均分布在近北向断裂之间,均受断裂控制。

3.3 沉积物分布

活动断裂主要影响区内第四系分布。

研究区内全新统沉积物较发育,其沉积物由砂、粉砂、砂砾及粘土等组成,除基岩裸露区外,基本被全新统沉积物覆盖,分布在各山间沟谷、河流两侧,开阔平原等低洼处及冈塘错湖、依布查卡湖附近。在冰水河以西出露已干涸的湖泊,湖边可见到原湖底及围岸沙坝的松散沉积物。由于活动断裂强烈的垂直差异错动,造成断裂抬升盘隆起成为山地,下降盘发育了一系列冲-洪积物,在活动断裂活动不均时,沿断裂的洪积扇呈不规则状。

研究区内只发育有上更新统半固结沉积物,受活动断裂影响,均已发生倾斜,倾角一般在 5° ~ 10° 之间,并可见有断层错动现象。断层线常为基岩与第四系堆积物的分界线,也是隆起带与断陷带的分界线,构成河床两侧I、II级阶地。在研究区西扇子河上游地区,沉积层倾斜度达到 15° 。在大沙河北岸,上更新统的河流相砂砾岩段向北倾斜约 5° ~ 8° ,李才(2006)在钙质沙层中取样获得125.7ka B. P.的铀系法等时线年龄,说明在第四纪,区内的部分地区仍有比较强烈的构造作用发生。

3.4 地震、地裂缝及火山活动

地震与活动断裂的关系密切,地震带常与断裂带相吻合。羌塘地区是我国现代地震多发区,区内地震活动具有密度大、频率高、震级大、破坏性强等特点,历史上大多数的地震沿活动断层和走滑断裂分布。

角木日地区发育有多条NNE向和近NS向活动断裂带,地震频繁。近50年来,区内大于里氏5级地震记录有5次,其中,1973年有4次,1987年有1次。

NNE向和近NS向活动断裂附近,地裂缝多见。从江爱藏布活动断裂卫星影像上明显见到断裂错断现代冲积扇现象,岗塘错北有新鲜地裂缝,走向 170° ,长55m,总宽度1.5m,说明该断裂在晚更新世以来一直在活动。

研究区在上新世晚期,平沙沟和喇叭湖北附近发生了规模较小的火山活动。泥火山突出地表,至今还不断喷出气泡和向外流出咸水。

3.5 地下热液活动

受活动断裂控制的现代温泉活动的地下热液

活动是该区活动断裂的又一种表现形式。

角木日地区地壳热流值高,热能资源丰富,区内热水活动主要表现为温泉和钙华,分布于清水河、江爱藏布、岗塘错一带。温泉总体沿断裂带分布,局部受岩性、地形控制,区内的主要温泉有:

绒马温泉:位于绒马乡西清水河口地段,地理坐标为北纬 $32^{\circ}58'00''$,东经 $86^{\circ}34'18''$ 。泉水沿清水河出露总长达680m,主要分布于清水河下游,发育大小泉眼百余处,最高水温 72°C 。热水塘和钙华是温泉区最显著的热显示类型。绒马温泉发育钙华石林,形成的钙华桥长度大于4m,横跨清水河,钙华桥上生长钙华锥,高达12m,直径大于3m,钙华形成时间晚于断裂形成时间,早于清水河的形成。清水河源短流激,其形成与黑石山的隆升有直接关系。根据已有资料,ESR年龄表明0.5Ma以来热水活动主要发生于4个时期:0.5~0.47Ma、0.4~0.35Ma、0.27~0.2Ma和0.1Ma。清水河河床海拔4700m,附近黑石山海拔6024m,也说明钙华桥形成后的几十万年内,区内局部地形升降高达1300m。因而大致推算出黑石山相对清水河河谷的隆升速率介于2.648~13.24mm/a之间。热水区发育二级泉华阶地,由于温泉集中分布于断裂交叉部位,断裂为泉水(热水)提供了良好的流体运移通道及活动范围。

岗塘错温泉:分布于岗塘山下,岗塘错西岸湖中和岸上,规模较小。

江爱藏布西温泉:泉点出露于基岩和第四系交界处,并有古钙华沿雪水河冲洪积扇到吉瓦村之间大面积分布,风化严重,钙华锥直立(图3)。



图3 西藏角木日地区清水河温泉钙华群

Fig. 3 Calcareous sinters within the Qingshui River hot springs in the Jiaomuri area, northern Xizang

3.6 生态环境

地壳运动导致的高原持续隆升是研究区环境恶化的根源,是不可逆的,引发了一系列生态问题。

随着青藏高原的强烈隆升,构造运动在影响了本区地貌、沉积物、地下热液活动等同时,也严重影响了研究区生态环境(图4),包括草地植被荒漠化、草场退化和盐渍化、湿地面积的缩小、河川径流的减少、湖泊干缩,导致整体生态环境出现退化等问题。



图4 西藏冈塘错地区发育地裂缝

Fig. 4 Geofractures developed in the Gangtango Lake area, northern Xizang

4 活动构造研究意义

(1) 研究区地处青藏高原腹地,发育多条活动构造带,地震频繁。由于活动构造导致众多的径向河流溯源和袭夺作用加剧,影响人类活动的崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝等地质灾害发育,且有进一步发展的趋势。

(2) 江爱藏布活动构造带规模巨大,尽管区内人口稀少,传统藏民居住在帐篷里,抗震能力强,但是当今藏民也多在此区内定居,建造房屋时必须考虑以上因素,否则,就会影响生命财产安全。

(3) 本区活动断裂构造研究,对工程地质勘察、地质灾害调查与评价、矿产普查与勘探、工程稳定性评价、旅游资源的合理开发和利用、资源及环境效应研究等方面具有重要的现实意义。

(4) 对区内湖泊、温泉等进行了水文、地质方面观察和研究,在依布茶卡、岗塘错一带发现了大量钙华沉积(图5),在江爱西上升泉中发现了较高浓度的有机质(表1),这一发现既有重要的构造意义也有重要的寻找油气资源指示意义。



图5 西藏江爱藏布一带温泉水化学现场测试

Fig. 5 Hydrochemical survey of the hot springs in the Jangngai Zangbo zone , northern Xizang

表1 测区部分温泉水化学样分析结果

Table 1 Hydrochemical analyses of the hot springs in the Jangngai Zangbo zone , northern Xizang

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0.92	0.2	<0.02	0.8	0.02	<0.02	8.6	9
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0.16	3.85	3.83	1.5	14	0.91	<0.05	0.35
锂(mg/L)	2.02	2.18	2.32	24.1	33.8	0.145	7.7	7.68
偏硼酸(mg/L)	21	35	14	100	400	1.64	50	60
氧化还原电位(mv)	358.9	229.9	155.4	72.6	327	261.3	60.4	-59.1
温度(°C)	36.6	42.3	30.4	13.6	12.9	8	54.7	39.5
矿化度(mg/L)	1.97 × 10 ³	2.09 × 10 ³	2.16 × 10 ³	5.86 × 10 ⁴	6.88 × 10 ⁴	200	5.54 × 10 ³	5.58 × 10 ³
水化学类型	Na-HCO ₃	Na-HCO ₃	Na-HCO ₃	Na-Cl-SO ₄	Na-Cl	Ca-Mg-HCO ₃	Na-Cl-HCO ₃	Na-Cl-HCO ₃
热储温度(°C)	110	120	118				127	126
循环年龄(a)	11	12	14				37	25
循环深度(m)	2007	2184	2150				2315	2285

参考文献:

- [1] 李海兵, 司家亮, 潘家伟. 活动断裂的变形特征及其大地震复发周期的估算[J]. 地质通报, 2008, 27(12): 1968-1991.
- [2] 李祥根. 中国新构造运动概论[M]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [3] 王岫岩, 云金表, 罗笃清, 滕玉洪, 林铁锋. 西藏羌塘盆地动力学演化与油气前景探讨[J]. 石油学报, 1999, 20(3): 38-43.
- [4] 黄继钧, 伊海生, 林金辉. 羌塘盆地构造特征及油气远景初步分析[J]. 地质科学, 2003, 39(1): 1-10.
- [5] 谭钦银, 余谦, 李明辉. 羌塘盆地双湖地区新构造运动探讨[J]. 特提斯地质, 1999, (23): 121-127.
- [6] 崔作舟, 尹周勋, 高恩元等. 青藏高原地壳结构构造及其与地震的关系[J]. 中国地质科学院院报, 1990, 21: 215-226.
- [7] 许志琴, 姜枚, 杨经绥. 青藏高原北部隆升的深部构造物理作用—以“格尔木-唐古拉山”地质及地球物理综合剖面为例[J]. 地质学报, 1996, 70(3): 195-206.
- [8] 方斌, 杨运军, 王根厚等. 藏北羌塘中部吉瓦地热田的特征及其资源评价[J]. 地质通报, 2009, 28(9): 1335-1341.

注: 李才, 程立人等, 1:25 玛依岗日幅(I45C003002) 区域地质调查报告[R]. 2006.

Active faults in the Jiaomuri area , Xizang and their geological implications

YANG Yun-jun^{1,2} , LIANG Qun-feng¹ , WANG Ming-zhi¹

(1. *Shaanxi Institute of Geological Survey , Xi'an 710065 , Shaanxi , China*; 2. *China University of Geosciences , Beijing 100083 , China*)

Abstract: The Jiaomuri area in Xizang is located geographically in the central part of the Qiangtang Basin , Qinghai-Xizang Plateau and tectonically on the northern margin of the plate suture zone of the Gondwana and Eurasian continents. From the Cenozoic onwards , the intense uplifting of the Qinghai-Xizang Plateau gave rise to very active neotectonic movements in the Jiaomuri area , Xizang. Several NE- and nearly NS-trending active faults and associated frequent earthquakes , old and new , are developed in the Jangngai Zangbo and Gangtangco areas , and have important effects on the topography and geomorphology , drainage patterns , sediment distribution , underground hydrothermal activity and ecological environments. The discovery of the organic matter with higher concentrations in the hot springs in the Jangngai Zangbo area on the basis of hydrology of the lakes , swamps and hot springs , Quaternary geology and active structures in the Jiaomuri area is important not only to the tectonic aspects but also to the petroleum exploration in the study area.

Key words: active fault; petroleum; Jiaomuri area; Xizang