

西藏角木日地区活动断裂表现及其研究意义

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, 100083

新生代以来, 随着印度板块北向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 SN 向活动断裂带, 包括新近系以来形成的新断裂以及各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复活, 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 SN 向活动断裂属于新构造运动的表现。

本文在进行中国地质调查局 2008 年下发的“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、清水河一带新构造进行了系统野外调查, 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, 这一发现为羌塘地块寻找油气资源有重要指示意义。

1 研究区概况

1.1 概况

研究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杂岩特征, 区内各构造块体之间多以断层接触。测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, 主要为 NE 向和近 SN 向活动断裂, 并在清水河一带发育 NWW 向活动断裂; 地裂缝、地震、高原地貌、地热活动、泉点发育。

1.2 主要活动断裂特征

近 SN 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, 现今沿断裂发育冈塘错湖、泉点、地裂缝发育, 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 图像上明显见到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。该断层沿角木日山体的北西分布, 整体延伸方向为 35°~45°, 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纪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。

2 区内活动断裂的主要表现

测区内活动断裂继承区域构造格架, 主要为北

注: 本文为西藏 1:5 万双湖区角木日地区四幅区调(项目编号: 1212010818014)资助的成果。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 杨运军, 1972 年生, 中国地质大学(北京)在读博士, 高级工程师, 主要从事大地构造与矿产调查研究, Email: sxddyjy@163.com。

东向和近南北向两组, 规模均较大; 具有构造单元划分意义的断层基底断裂活化, 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走向滑动为主的水平运动, 运动过程级表现出继承性复活, 又有一定的改造性和新生性, 南北向断层主要表现为伸展性正断层, 北东向断层主要表现为走滑断层。

测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, 强烈影响了本区地形地貌、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。

2.1 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, 并于测区西喷呐湖一带见泥火山分布, 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判断, 在角木日山体与第四系接触部位, 多处见到角木日山体向西推覆到第四纪冲积物之上, 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 86.9kaBP 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, 阶地是区域发生间歇性升降运动的重要标志。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, 二级阶地为河拔 6~8m 左右, 三级阶地河拔 10~15m 左右。

另外在冈塘错地区可见二级明显的构造夷平面, 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; 冈塘错北发育二级夷平面海拔 5 000~5250m, 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非常重要标志之一, 是本区新构造运动的重要表现。

2.2 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, 流向和分布形态与断裂构造方向基本一致, 即主要以近南北向、近东西向和北东东向为主, 河流的流向异常处和交汇部位常, 往往是断层发育部位。同时断裂构造对测区湖泊有明显控制作用, 角木日地区内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南北向断裂之间, 它们均受断裂控制。

2.3 沉积物分布

活动断裂主要影响区内第四系分布, 第四系包括更新统和全新统。

测区内全新统沉积物较发育, 其沉积物由砂、粉砂、砂砾及粘土等共同组成, 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。由于活动断裂强烈的垂直差异错动, 造成断裂抬升的一盘隆起成为山地, 下降的一盘发育了一系列冲—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。

测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° , 并可见有断层错动, 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。在测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沙砾岩段向北倾斜约 5° ~ 8° , (李才, 2006) 在钙质沙层中取样获得 125.7ka Bp 的铀系法等时线年龄。说明在第四纪区内的部分地区仍有构造作用发生且在部分地段是比较强烈的。

2.4 地震、地裂缝及火山活动

地震与活动断裂的关系甚为密切, 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, 历史山大多地震沿活动断层和走滑断裂分布。

角木日地区发育有多条活动构造带, NNE 向和近 SN 向活动断裂发育, 地震频繁, 地震活动至今仍时有发生。近年来, 区内大于里氏 5 级地震记录有 5 次: 1973 年有 4 次; 1987 年 1 次。

NNE 向和近 SN 向活动断裂附近、地裂缝多见: 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, 地裂缝比较多见; 岗塘错北有新鲜地裂缝, 走向 170° , 长 55m, 总宽度范围 1.5m, 说明该断裂在晚更新世以来一直在活动。

测区上新世晚期, 平沙沟和喷呐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流出咸水。

2.5 地下热液活动

角木日地区地壳热流值高, 热能资源丰富, 以受活动断裂控制的现代温泉活动为代表的地下热液活动是该区又一种表现形式。

区内水热活动主要表现为温泉和钙华普遍分布, 主要分布于清水河、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。

绒马温泉: 位于绒马乡西清水河口地段, 地理坐标北纬 $32^{\circ}58'00''$, 东经 $86^{\circ}34'18''$, 泉水沿清水河出露总长达 680m, 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, 反应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: $0.5\sim 0.47$, $0.4\sim 0.35$, $0.27\sim 0.2$ 和 0.1Ma。清水河河床海拔 4700m, 附近黑石山海拔 6024m, 也就是说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: $2.648\text{mm/a}\sim 13.24\text{mm/a}$ 。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)提供了良好的流体开移通道及活动范围。

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纪交界处, 并有古钙华沿雪水河冲洪积扇到吉瓦村之间大面积分布, 风华严重, 钙华锥直立。

2.6 生态环境

地壳运动导致的高原持续隆升是环境恶化的根源, 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, 也严重影响了测区生态环境。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。

3 活动构造研究意义

(1) 研究区地处青藏高原腹地, 角木日地区地有多条活动构造带, 地震频繁, 同时由于构造活动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。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。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。

(2) 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, 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导意义。

已有资料综合研究表明羌塘盆地及青藏高原具有南北分带、东西成块的构造格局, 羌塘盆地与中东一些特大油田的大地构造背景、沉积特征有一定的相似之处, 在波斯湾等大型含油气盆地同属特提斯构造域并发现了以隆鄂尼古油藏为代表的大量油气显示, 油气前景可观^[3-5]; 早泥盆世到三叠纪, 羌塘普遍发育浅海碳酸岩建造, 是一套未变质的潜在烃源岩和储集岩, 为找油目的层。研究并证实羌塘盆地存在两次生油过程, 其中新生代为盆地主要生油阶段, 新生代构造形成了良好的构造圈闭, 为盆地油气聚集成藏提供了良好场所, 油气形成之后高原总体表现为整体隆升的特点, 对油气藏改造程度较小, 使油气藏得以较好保存, 盆地具有良好的

油气资源远景^[3]。这些新认识不仅为羌塘盆地油气远景评价提供了科学依据,也为高原其他含油气盆地研究提供了可借鉴的实例;另外地球物理研究表明青藏高原地壳纵向明显具分层性,即上、中、下地壳^[6],与中下地壳相比,上地壳内部具有较为复杂的分层性,且含有梯度层和低速层(20~15km);天然地震研究成果表明:地壳内低速层、高速层间互带特征,盆—山体系的形成是上地壳挤压叠复的结果^[7];水文资料推测热水循环深度初步估计为:2000~2280m,推测在 2300m 深度范围内存在烃源岩。

但是羌塘盆地新生代以来的强烈构造破坏作用对油藏的保存更为不利。结合区域资料,进一步推测,区内古近系以来两大板块发生碰撞发生了大范围推覆构造,极有可能使古生代地层覆盖于中生代地层之上,从而使油气得以保存,江爱西上升泉中发现了较高浓度的有机质,为羌塘盆地寻找油气提供了有益信息。

注 释 / Note

李才,程立人等,2006.1:25 玛依岗日幅(I45C003002)区域地质调查报告.

参 考 文 献 / References

- 李海兵,司家亮,潘家伟.2008.活动断裂的变形特征及其大地震复发周期的估算.地质通报,27(12): 1968~1991.
- 李祥根.2003.中国新构造运动概论.地质出版社.
- 王岫岩,云金表,罗笃清,滕玉洪,林铁锋.1999.西藏羌塘盆地动力学演化与油气前景探讨.石油学报,20(3): 38~43.
- 黄继钧 伊海生 林金辉.2003.羌塘盆地构造特征及油气远景初步分析.地质科学,39(1): 1~10.
- 谭钦银,余谦,李明辉.1999.羌塘盆地双湖地区新构造运动探讨.特提斯地质,(23):121~127.
- 崔作舟,尹周勋,高恩元等.1990.青藏高原地壳结构构造及其与地震的关系.中国地质科学院院报,2号.
- 许志琴,姜枚,杨经绥.1996.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.地质学报,70(3):195~206.