

柴达木盆地两条中央断裂的特征及其 发生上限震级地震的位移量估算

王赞军, 张晓青, 江志萍, 张晓梅
(青海省地震局, 青海 西宁 810001)

摘要:在收集整理最新取得的柴达木盆地南、北中央断裂物、化探资料的基础上, 分析了这两条断裂的构造活动特征及其未来发生地震的危险性并粗略计算了各断层段发生上限震级地震的地表位移量以供工程界参考.

关键词:柴达木; 地震; 中央断裂; 上限震级; 位移

中图分类号: P315.2; P315.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(1999)02-0183-06

0 引言

为满足工程建设的技术需要, 近年来青海省地震局先后在柴达木盆地开展了多项工程场地地震安全性评价工作. 在区域地震地质背景、地震活动性及活动断层鉴定等方面积累了大量资料. 研究发现, 柴达木盆地中部的南中央断裂和北中央断裂是三湖(通常指达布逊湖、南霍布逊湖、北霍布逊湖)地区规模最长、活动时代最新的全新世活动断裂, 具有发生7.0级地震的潜在危险性. 鉴于这一地区经济的迅猛发展, 工程建设大幅度增加, 本文在综合分析最新取得的资料的同时, 采用经验公式对这两条断裂发生上限震级地震时产生的地表位移量作了粗略的估算以便引起工程设计者们的注意.

1 断裂展布与活动特点

1975年之前, 在航卫片解译与物探工作中就有人提出, 柴达木盆地中部存在两条呈北西方向展布的隐伏断裂. 之后, 青海石油管理局为寻找油气构造在盆地内进行了比较详细的地球物理勘探和研究工作, 再次证实了两条断裂的存在, 并将其分别命名为柴达木盆地中部“南中央断裂”和“北中央断裂”^①

1.1 北中央断裂(F_1)

北中央断裂是指柴达木盆地中央控制第四纪三湖凹陷的北边界断裂. 它西起一里坪东南25 km处, 往东南经东台吉乃尔湖-达布逊湖一线北侧, 东延至北霍布逊湖北缘与锡铁山断裂交汇处, 全长约250 km. 断裂总体呈北西西向展布, 倾向南西, 倾角60°左右(图1). 沿断裂呈现重、磁异常和地壳形变变异带.

收稿日期: 1998-01-04

第一作者简介: 王赞军, 男, 1968年生, 工程师, 现从事工程地震研究工作.

① 青海石油管理局物探处. 柴达木盆地涩北、达布逊地区高精度重磁精查成果报告. 1993.

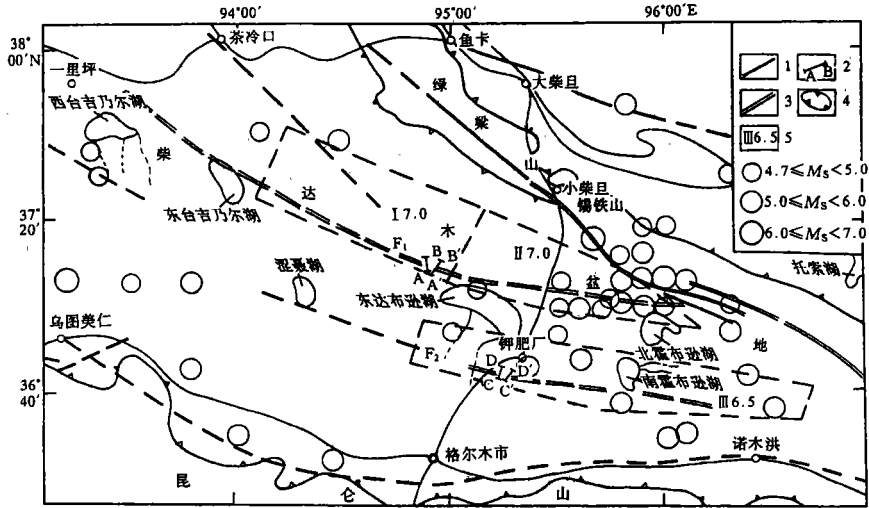


图1 柴达木盆地中部地震构造

Fig.1 The earthquake structures in middle of the Qaidam basin.

- 1 更新世活动断裂; 2 物化探测线; 3 全新世活动断裂;
- 4 第四纪盆地; 5 潜在震源及编号

图2给出了浅层人工地震勘测水平迭加剖面及地质解释, 测线A—B位于达布逊湖西北约13 km处. 图上显示在测点处北中央断裂由7条断层组成, 断层切割的最新地层为上更新统(Q_3)并影响到全新统下部(Q_4), 断层在地表以下25~75 m深处, 因而并非基底断裂. 次级断层 f_1, f_6, f_7 表现为逆冲性质, 倾向北东; f_2, f_4 表现为正断层, 倾向北东. 主断层 f_3, f_5 表现为正断层, 倾向南西, 倾角为 $60^\circ \sim 85^\circ$ (表1)^①.

图3为跨断层测氦曲线, 测线位于达布逊湖西北. 图上显示, R_n 值出现6个峰值, 峰值与背景值之差为5.0~12.5 Bq/L, 峰值所对应的地面点为各断层位置. 这一结果与人工地震勘探结果(图2)基本一致, 即断层位置、倾向基本一致. 除图2中的 f_4 和 f_6 外, 其余5条断层在测氦曲线上皆有清晰显示, 表明该断裂带现今具有一定的活动性. 而 f_4 和 f_6 距地表较深, 活动性略差, 断裂面胶结较好, 因而不利于氦气的逸出.

据盆地重力反演成果得知, 北中央断裂明显断错了 $E_{1+2} \sim N_2^2$ 各地层, 在该地质时期表现为倾向南西的逆断层, 而且在深部西

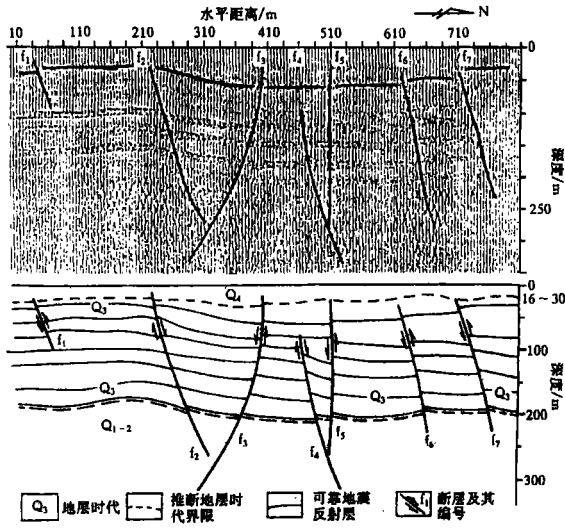


图2 A—B 浅层人工地震勘测水平迭加剖面及地质解释

Fig.2 The A—B horizontal stacking profile of the shallow artificial earthquake sounding and geological explanation.

① 西安工程学院水工系. 涩—格输气管线场地地震安全性评价近场区活断层人工地震勘测成果报告. 1995.

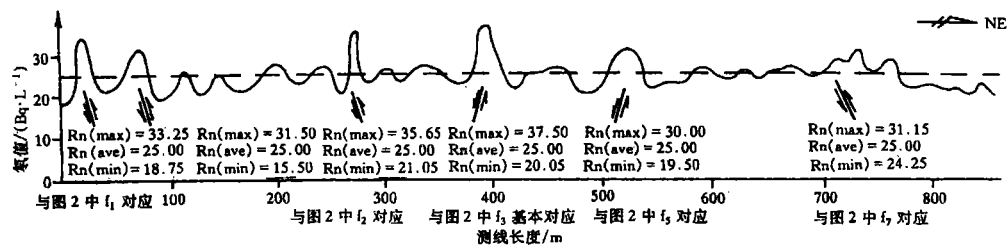


图 3 A'-B'跨断层氡气测量曲线

Fig.3 A'-B' across-fault measuring curve of radon.

段的连续性强于中东段。

航卫片解译结果表明,该断裂控制了全新世中期(¹⁴C 年龄距今 7 500~3 600a^[1,2])形成的干盐滩和现代卤水湖的分布,全新世以来它们显示有一定的活动.尤其是向东延至北霍布逊湖与锡铁山断裂交汇部位这一段,是现今中强地震多发地段.1962 年 5 月 21 日发生的 6.8 级地震及其一系列 5.5~6.0 级中强余震的主破裂面(表 2)与该断裂展布方向相吻合^①.各个时期的 4.7 级以上地震震中也多沿该断裂带分布(图 1).自 1978 年以来小震活动密集分布于断裂东段^②,1991~1997 年沿该断裂曾发生多次规模较大的震群活动,最大震级为 M_L4.6.这些情况表明,北中央断裂是第四纪以来具有强烈的多期活动性,晚更新世晚期~全新世活动明显,现今仍在继续活动的活断层,而且其中东段的现今活动明显强于西段。

表 1 柴达木盆地南、北中央断裂浅层地震勘探结果

断裂及测线	断层编号	走向	倾向	倾角	断层性质	断层深度/m	切割最新地层
北中央断裂 测线 A-B	f ₁	NWW	NE	60°	逆	25	Q ₃
	f ₂	NWW	NE	60°	正	20~25	Q ₃ ~Q ₄
	f ₃	NWW	SW	75°	正	20~25	Q ₃ ~Q ₄
	f ₄	NWW	NE		正	50~75	Q ₃
	f ₅	NWW	SW	85°	正	20~30	Q ₃
	f ₆	NWW	NE	71°	逆	40	Q ₃
	f ₇	NWW	NE	71°	逆	25	Q ₃
南中央断裂 测线 C-D	f ₁	NWW	NE		正	25	Q ₃
	f ₂	NWW	SW		逆	50~60	Q ₃
	f ₃	NWW	SW		逆	20~30	Q ₃
	f ₄	NWW	SW		逆	20	Q ₃ ~Q ₄

表 2 部分地震震源机制解参数^[3]

发震日期	震中位置		地点	震级	深度	节面 I			节面 II			P 轴		T 轴		N 轴	
	φ_N	λ_E				M_s	d/km	走向	倾向	倾角	走向	倾向	倾角	方位	倾角	方位	倾角
1962-05-21	37.1°	96.0°	北霍布逊湖	6.8	25	92°	SW	60°	92°	NE	30°	3°	15°	183°	75°		
1962-05-21	37.1°	95.8°	北霍布逊湖	5.9	25		329°	69°		64°	77°	197°	24°	105°	5°	3°	65°
1964-03-16	37.0°	95.6°	北霍布逊湖	5.8	50	110°	SW	75°	110°	NE	15°	20°	30°	200°	60°		

1.2 南中央断裂(F₂)

南中央断裂是柴达木盆地中央控制第四纪三湖凹陷形成和发展的南边界断裂.它西起涩

① 青海省地震局.青海涩北 1 号气田场地地震安全性评价报告.1995.
② 青海省地震局.南八仙—敦煌天然气长输管道地震安全性评价报告.1997.

聂湖以西约 10 km 处,往东经涩聂湖-钾肥厂-南霍布逊湖一线南侧,终止于南霍布逊湖东偏南 40 km 处,全长约 200 km,总体呈北西西向展布,倾向南西,倾角 75°左右.沿断裂呈现重、磁异常和地壳形变变异带.

图 4 给出了人工浅层地震勘测水平迭加剖面及其地质解释,测线 C—D 位于察尔汗盐厂西南 12 km 处.图上显示该断裂由 4 条断层组成,断层切割的最新地层为上更新统(Q_3)及全新统(Q_4)下部,各断层距地表 20~60 m 不等.次级断层 f_1 表现出正倾滑性质,倾向北东; f_2 和 f_3 及主断层 f_4 表现为逆冲性质,倾向南西,倾角 75°左右.人工浅层地震勘探可信分辨深度有限,因而主断裂向更深处无显示,但并不能说明它在深部不存在.

图 5 为跨该断裂测氡曲线,测线 C'—D' 位于察尔汗盐厂西南 12 km 处.图上显示 R_n 值存在 3 个峰值,峰值与背景值之差为 12.0~18.0 Bq/L,峰值所对应的地面点为各断层位置,与人工地震勘探结果(图 4)基本一致.图 4 中的 f_2 和 f_3 在测氡曲线上无所显示,而 f_1 和 f_4 则清晰可见,表明该断裂现今仍有活动,各次级断裂埋深不一致, f_1 和 f_4 埋深较浅,断裂面破碎,活动更新,活动性强,因而有利于氡气逸出.

航卫片显示,南中央断裂也基本控制了全新世中期形成的干盐滩和现代卤水湖的分布.察尔汗盐厂附近及其以东沿断裂有 $M_S \geq 5$ 中强地震及小震活动(图 1).研究表明,该断裂第四纪以来有明显活动且晚更新世晚期~全新世具有一定活动表现,但其活动强度弱于北中央断裂,其主要依据是:南中央断裂在重力反演资料中的 $E_{1+2} \sim N_2^2$ 地层显示微弱或不明显^[4],而且受该断裂控制的中强地震较少,但小震活动不断发生.

南中央断裂和北中央断裂共同控制

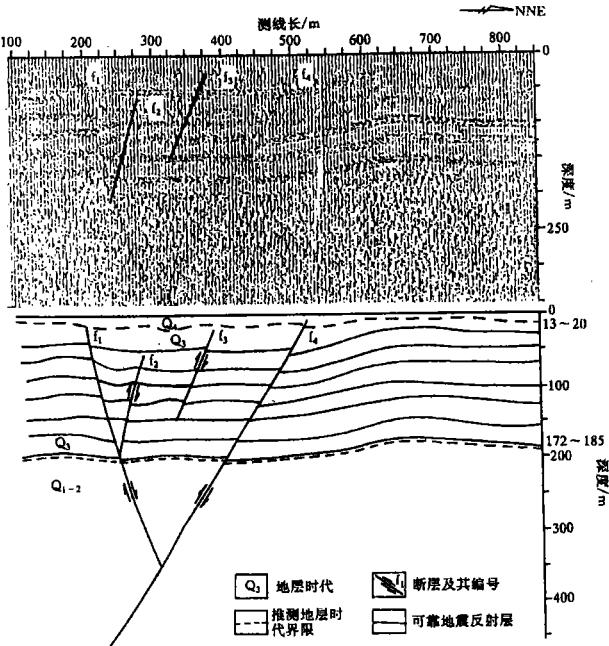


图 4 C—D 浅层人工地震勘测
水平迭加剖面及地质解释

Fig. 4 The C—D horizontal stacking profile of
shallow artificial earthquake sounding
and geological explanation.

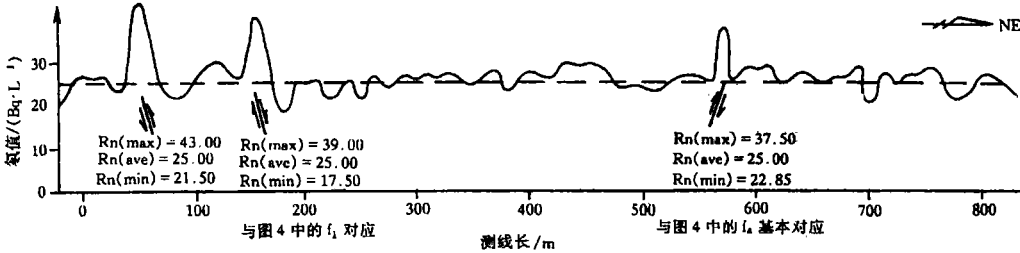


图 5 C'—D' 跨断层氡气测量曲线

Fig. 5 C'—D' across-fault measuring curve of radon.

三湖凹陷和第四纪盆地沉降中心的演化和发展,这两条断裂不仅断错了沉积基底,而且断错了第四纪晚期地层(Q_3 和 Q_4),是柴达木盆地中部现今仍在活动的隐伏断裂,而非基底断裂.它的存在与活动就构成了该区2个重要的潜在震源区.

2 地震构造与潜在震源区

2.1 地震构造

地震构造是指与孕育和发生破坏性地震有关的构造.柴达木盆地中部北中央断裂是本区新构造分区的边界断裂,同时又是控制第四纪三湖凹陷的北侧边界.该断裂中东段在 $Q_3 \sim Q_4$ 时期强烈活动.尤其是它与锡铁山断裂的交汇部位是现今中强地震多发地区,曾发生过的最大地震震级为6.8级,因此,按照地震构造的识别标志,可以将其判定为7级地震构造.南中央断裂的中东段具有与北中央断裂中东段相类似的特征,但发生在其上的最大地震震级只有5.7级,因而将其判定为6级地震构造.南、北中央断裂带的中东段是三湖地区最重要的两条地震构造.

2.2 潜在震源区

按照潜在震源区的划分原则(历史地震重演原则和构造类比原则),结合前述断裂活动特征,我们将北中央断裂中段和东段划定为两个7.0级地震的潜在震源区,各潜源的展布范围和方向如图1所示.而将南中央断裂的中东段划分为一个6.5级地震的潜在震源区,主要依据是:南中央断裂与北中央断裂共同控制三湖凹陷和第四纪盆地沉降中心的发展演化,并且在晚更新世晚期~全新世多次活动,具有相类似的地震地质条件,但该断裂的活动程度明显弱于北中央断裂,与其相关的最大历史地震为1930年3月26日5.7级地震.由于该地区历史地震记录时间短,地震台网密度小,资料可靠程度低,因而增加0.5~1.0级也是比较合理的,其展布范围和方向如图1所示.这3个潜在震源区是柴达木盆地中部三湖地区最重要的潜在震源区,它们对这一地区的资源开发和经济发展威胁最大.

3 地震位移量的估算

Chinnery(1969)总结出地震震级与断层错动位移量的关系式^①:

$$M = 1.32 \times \log u + 4.27$$

式中 u 为位移量,单位为cm.我们将上述3个潜在震源区的震级上限分别代入上式计算,得到北中央断裂中段和东段的位移量皆为 $u = 116$ cm,属地表最大正滑位移量.南中央断裂中东段位移量 $u = 49$ cm,属地表最大逆滑位移量.经验公式本身是根据多次地震产生的地表位移量回归得出的,因而上述位移量为各潜源区内活动断层发生上限震级地震在地表产生最大位移量的概略估计数值.对于断层附近或跨断层的某个具体工程场点或管道场地而言,直接采用上述数据设防则过于粗糙,还必须精确计算各危险断层发生上限震级地震的位移场分布,并以此为依据进行工程设计和采取相应的技术措施.

4 结束语

地震灾害不只是由地震波造成的地表建(构)筑物或场地破坏及其次生灾害,而跨断层的管道工程,如输油、输气、供水管道,伴随地震发生的断层错动,其危害是直接的,也是巨大的.

① 国家地震局地球物理研究所.新疆独山子乙烯工程第二水源输水管线地震位移场研究报告.1994.

鉴于柴达木盆地新兴工业区飞速发展, 尤其输油管道、天然气管道、工业与民用供水管道的不断兴建, 本文讲述了三湖地区最重要的两条断裂的浅层物、化探特征, 并粗略计算了各潜源发生上限震级地震的地表位移量以便为工程设计部门提供依据, 从而最大限度地减轻地震地质灾害。

参考文献

- [1] 青海省地质矿产局. 青海省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [2] 徐宽, 等. 青藏高原区域地层简表[M]. 北京: 地质出版社, 1982.
- [3] 张诚, 等. 中国地震震源机制[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1990.
- [4] 朱允铸, 等. 柴达木盆地新构造运动及盐湖发展演化[M]. 北京: 地质出版社, 1994.

STUDY ON THE CHARACTERS OF THE NORTH AND SOUTH CENTRAL FAULTS IN QAIDAM BASIN AND ESTIMATION OF THE DISPLACEMENT CAUSED BY FUTURE EARTHQUAKES WITH UPPER LIMIT MAGNITUDES

WANG Zan-jun, ZHANG Xiao-qing, JIANG Zhi-ping, ZHANG Xiao-mei
(*Seismological Bureau of Qinghai Province, Xining 810001, China*)

Abstract

Based on the data of geophysical prospecting and geochemical exporation about the north and south central faults in the Qaidam basin, structure activity characteristics of the faults and risk of earthquakes occurring along the faults in the future are analyzed and displacements caused by the future earthquakes with upper limit magnitudes are approximately estimated for reference of architectural designers.

Key words: Qaidam; Earthquake; Central faults; Upper limit magnitude; Displacement