

# 阿尔金断裂微量气体分布与断层 现今活动性讨论\*

何跟巧 张必敖 廖元模 常秋君 万夫领 郭玉英

(国家地震局兰州地震研究所)

## 摘 要

本文研究了阿尔金断裂东北段大鄂博头—宽滩山约340多公里范围内九个剖面的断层微量气体 $R_n$ 、 $H_2$ 、 $CO_2$ 、 $Hg$ 的浓度沿断裂的变化特征,根据微量气体的浓度变化对断层作了分段,并对断层的现今活动性进行了讨论。指出,大鄂博头—三个泉为现今强烈活动段;三个泉—昌马车路口为活动段;昌马车路口—宽滩山为相对稳定段。在此基础上对阿尔金断裂东北段未来强震作了初步预测。

## 一、前 言

阿尔金断裂属阿尔金断裂系的一部分。西起新疆的西日克土斯代牙河谷,东至甘肃的花海盆地,全长1700多公里。总体走向北东东,为我国西部规模巨大的断裂构造之一。

该断裂具有多期活动的特点。新构造时期以来以左旋滑动为主。沿断裂带山脊位错,水系(包括纹沟)呈同向肘状弯曲,断坎清晰,破碎带宽800—3000米,断层泥厚数十米至几百米。其活动的强烈程度引起国内外学者的极大兴趣。

所以,在阿尔金断裂开展断层气研究有十分重要的意义。加之这里少雨,干旱,地表植被覆盖面小,使断层气体的研究更具有得天独厚的条件。

笔者在文献[1]的基础上于1987年又作了大量工作,从而完成了对西起大鄂博头,东至宽滩山,全长二百多公里的阿尔金断裂东北段断层气体的考察。考察中,先后采气样250个,进行了2250项次的测试,取得了系统的断层气体地球化学资料。本文根据微量气体浓度变化对断层进行了分段并对断层的现今活动性进行了讨论。

## 二、断层微量气体的纵向分布及其分段特征

在250个断层气体样品的分析结果中, $He$ 和 $CH_4$ 都未检测到, $N_2$ 、 $O_2$ 和 $Ar$ 三个气体

\*何文贵、宋玉兰参加了部分工作。

组份的变化范围基本在测试误差之内，其在断层气中的含量与空气相近。 $R_n$ 、 $H_2$ 、 $CO_2$ 、 $Hg$ 在所有样品中变化幅度最大，它们在断层气中的含量远远大于在空气中的含量，因此，本文以这四种气体组份为主进行讨论。

为了研究方便，对 $R_n$ 、 $H_2$ 、 $CO_2$ 、 $Hg$ 在断层外的浓度基值作了测试。在离开断层一定距离处采集了20多个土壤气样和断层处空气样，测得这四个气体组份的基值是： $R_n \leq 1 Bq/L$ ； $H_2 \leq 3 \times 10^{-4} \%$ ； $CO_2 \leq 0.030 \%$ ； $Hg \leq 60 \times 10^{-13} g/L$ 。与250个样品中这四种气体组份的最高测值相比较，基值所占比例很小。因此，可以忽略不计。

我们在阿尔金断裂东北段的大鄂博头、小鄂博头、长草沟、三个泉、尕秀、红柳峡、昌马车路口、赤金峡、宽滩山等地布设剖面，进行了断层气体测试。剖面的具体位置见图1。剖面的长度依地质条件和采气条件而定，长的达几千米(如长草沟)，短的仅几十米(如宽滩山)。按从西到东的顺序，以上述各地间的实际距离为横坐标，以 $R_n$ 、 $H_2$ 、 $CO_2$ 、 $Hg$ 的测值为纵坐标，分别取各剖面四种气体组份的最高测值作图，得到断层气体沿断裂走向的浓度变化图，即纵向分布图(图2)。

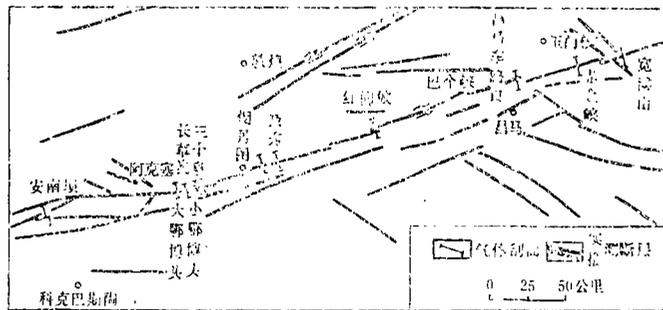


图1 阿尔金断裂东北段取气剖面位置示意图

Fig. 1 The location diagram of sampling profiles on the northeastern segment of Aerjin fault

### 1. 断层微量气体的浓度分段特征

从图2看出， $R_n$ 、 $H_2$ 、 $CO_2$ 、 $Hg$ 四种微量气体的浓度基本上呈同步变化，显示出西高东低的特征。根据这一变化特征，可将阿尔金断裂东北段分为以下三段。

#### (1) 大鄂博头—三个泉段(长约40公里)

本段包括了大鄂博头、小鄂博头、长草沟、三个泉四个剖面。该段的显著特点是四种微量气体组份的浓度值最高。如：三个泉的 $R_n$ 高达 $139 Bq/L$ ， $H_2$ 达 $580 \times 10^{-4} \%$ ， $CO_2$ 达 $0.707 \%$ ， $Hg$ 为 $1500 \times 10^{-13} g/L$ ；长草沟的 $H_2$ 达到 $460 \times 10^{-4} \%$ ， $Hg$ 达 $1800 \times 10^{-13} g/L$ ；小鄂博头的 $R_n$ 也达 $70 Bq/L$ (图2)。此外，在该段各剖面上，四种气体组份在断层处与断层外的浓度差极大，整个剖面图显示了气体浓度峰值突出、变化明显的特点<sup>[1]</sup>。

#### (2) 三个泉—昌马车路口段(长约200公里)

本段包括了尕秀、红柳峡、昌马车路口三个剖面。该段微量气体组份 $R_n$ 、 $H_2$ 、 $CO_2$ 、 $Hg$ 的浓度值大大低于安南坝—三个泉段，形成明显的突降趋势。红柳峡的 $R_n$ 为 $31.6 Bq/L$ ， $H_2$ 为 $196.6 \times 10^{-4} \%$ ， $CO_2$ 为 $0.180 \%$ ， $Hg$ 为 $1417.7 \times 10^{-13} g/L$ 。尕秀和昌马车路口的微量气体测值更低。与此相对应的是，尕秀、红柳峡、昌马车路口各剖面的微量气体浓度变化

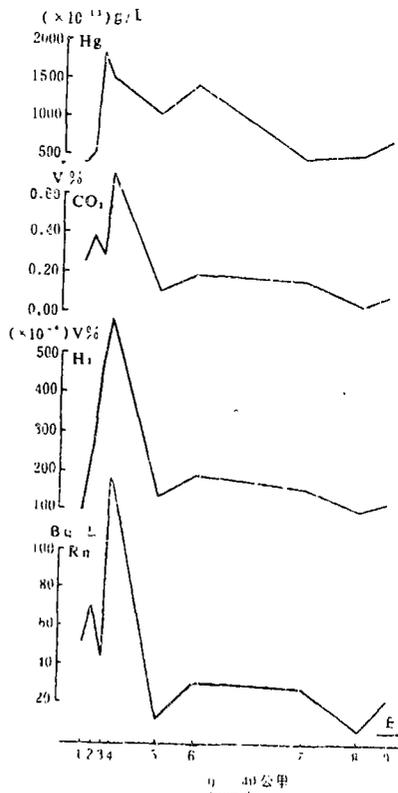


图2 阿尔金断裂东北段断层  
气体纵向分布图

1.大鄂博头 2.小鄂博头 3.长草沟 4.三个泉 5.尔秀  
6.红柳峡 7.昌马车路口 8.赤金峡

Fig.2 The distribution diagram of gases  
on ordinate on the northeastern  
segment of Aejin fault

幅度也低于长草沟和三个泉剖面，气体浓度与断层的对应峰值显示也不像安南坝—三个泉地段那样突出〔1〕。

(3) 昌马车路口—宽滩山段 (长约100公里)

位于本地段的赤金峡和宽滩山剖面的 $\text{Rn}$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{Hg}$ 的浓度比前面两地段都低。赤金峡的 $\text{Rn}$ 仅为 $6 \text{ Bq/L}$ ， $\text{CO}_2$ 仅为 $0.042\%$  (略高于正常空气值)。在宽滩山，微量气体浓度略有升高，但仍在很低范围内 (图2)。在赤金峡和宽滩山剖面上，四种气体组份与断层的对应峰值显示也十分平缓。

2. 断层气体浓度段的地质特征

考察表明，上述三个气体浓度段在地质上也具有不同特征。

大鄂博头—三个泉地段由一系列长度不等的雁列断裂组成，呈北东东向展布，断层破碎带较宽。经断层多次活动、强烈挤压，沿断层带产生了不同程度的动力变质带，并多处见到发育在晚更新世地层上的地貌陡坎。垂直断距从大鄂博头到三个泉逐渐加大，水系冲沟水平位移量也有类似变化趋势。探槽揭露，该地段晚更新世以来曾发生过2--3次7级以上强震。

三个泉—昌马车路口地段，断裂作北东东向展布达150多公里。断层陡坎屡见不鲜，破碎带宽窄不一。有巨厚断层泥分布是本地段的显著特征。第四纪以来水平位移量在三叉河一带达5000米。芦草沟一带纹沟左旋位移8—25米，垂直断距也较显著，并发现有两次全新世古地震遗迹。在一碗泉等地有花岗岩的崩塌体、滑坡及山剥皮等现象，这很可能是1951年6级地震的产物。

昌马车路口—宽滩山地段的断裂多在低山丘陵处通过。没有较宽的破碎带和较厚的断层

泥，而且局部地段的断层泥已经胶结。水系的变迁特别是纹沟错动现象也不明显。该地段历史地震和现今弱震都很少。

从上述地质特征看出，断层微量气体的三个不同浓度区段与活动断层分段基本吻合。

### 三、阿尔金断裂东北段现今活动性讨论 及未来强震预测

#### 1. 现今活动性讨论

地壳内的许多气体在很大程度上受断层及其活动性控制<sup>[2]</sup>。断层气体的测试结果也表明了测量地段断层的现今活动情况。断层的现今活动越强，地面测试到的微量气体浓度也就越高。由此推断，大鄂博头—三个泉一带应为现今活动相对强烈地段；三个泉—昌马车路口一带应为活动地段；而昌马车路口—宽滩山一带应为相对稳定地段。

实际考察发现，虽然断裂破碎带为深部断层气体的逸出提供了通道，但并不是在所有的破碎带都能测到微量气体的高值。尕秀和昌马车路口的很多测点都在破碎带中，微量气体的测值却都比较低。相反，长草沟剖面上 $R_n$ 、 $H_2$ 、 $CO_2$ 、 $Hg$ 四组份的最高浓度值都出自于主断面的封闭性最好的断层泥之中。另外，所作气体剖面都是横穿断层主断面，并在地形变所反映的断裂最新活动地带采集了气样。可见，断层微量气体浓度的高低并不取决于破碎带的宽窄，而在于断层活动的程度。断层的活动性越强，深部气体逸出的越多，测试到的微量气体浓度则越高。对已停止活动或活动较弱的断层，即使具有较宽的破碎带，但由于地壳深部已处于封闭或半封闭状态，不能提供气源，所以断层微量气体不可能显示高浓度值。

肃北的一碗泉（尕秀以东，红柳峡以西）可能是1951年6级地震的震中地区。因受自然条件的限制，未能作气体剖面考察。但从东西两相邻剖面（距离约25公里）的气体浓度推断，该地段的微量气体浓度不会太高。是否因6级地震的发生，该地能量被释放，使断层的现今活动性出现相对减弱趋势，还需进一步深入研究。

综上所述，从阿尔金断裂东北段九个气体剖面所得初步实验结果看出，用断层微量气体在断裂纵向分布中所显示的浓度大小来判断断裂的现今活动是一个可行的方法。

#### 2. 未来地震危险区的预测

进一步研究图2所示的断层微量气体纵向分布特征还可以看出，大鄂博头—三个泉段的微量气体浓度远比昌马车路口—宽滩山段高。前段断层气中 $R_n$ 的浓度为后段的23倍， $H_2$ 为5倍， $CO_2$ 为16倍， $Hg$ 为3倍。可见，大鄂博头—三个泉地段的现今活动要比昌马车路口—宽滩山地段显著得多。地震与断层的现今活动有密切关系，所以阿尔金断裂东北段未来强震在大鄂博头、小鄂博头、长草沟、三个泉一带发生的可能性较大。

### 结 束 语

断层气体地球化学是目前国内外地学专家感兴趣的研究课题。它能为断层的现今活动提供一定依据，对寻找隐伏断层、预测未来强震也有一定作用。所以它的发展对地震研究有重要意义。这项工作在我国才刚刚起步，笔者仅在阿尔金断裂作了一些初步研究，很多实验结

果还有待进一步探讨并作出解释。

(本文1988年4月12日收到)

### 参 考 文 献

- [1]张必敖、何跟巧等,阿尔金断裂东北段断层气体的初步研究,西北地震学报, Vol.9, No.2, 1987.  
[2]Chi Yuking, Gas geochemistry applied to earthquake prediction; An overview, Journal of Geophysical Research, Vol.91, No.B12, 1986.

## DISCUSSION OF THE MICROGAS DISTRIBUTION AND THE RECENT ACTIVITY OF AERJIN FAULT

He Genqiao, Zhang Bi'ao, Liao Yuanmo, Chang Qiujun,  
Wan Fuling, Guo Yuying  
(The Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB)

This paper deals with the features of concentration variation of the microgases ( $R_n$ ,  $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $Hg$ ) along the northeastern segment of Aerjin fault, on which we do 10 plus profiles from Annanba to Kuantanshan about 400 plus km. The fault is segmented according to the concentration variation of microgas and the recent fault activity is also discussed. It is suggested that it is a obvious segment of the recent activity from Annanba to Sangequan; it is general from Sangequan to Chelukou of Changma; it is relatively stable from Chelukou of Changma to Kuantanshan. Finally, the preliminary strong earthquake forecast on the northeastern segment of Aerjin fault is made.