

安宁河活动断裂中断层泥扫描电子显微结构 组合特征与断层活动方式研究

徐叶邦

(四川省地震局)

摘 要

本文研究了安宁河断裂中断层泥七类SEM微结构类型,揭示了微结构类型的组合方式。首次应用微结构组合特征,讨论了断层粘滑与稳滑的两种运动方式。

研究活断层中断层泥的扫描电子显微(SEM)结构组合特征,即断层泥微结构类型与这些类型组合方式,对于判断活断层的运动方式有一定意义。所谓断层泥微结构,即断层泥的各组分颗粒形态及其排列组合的电子显微特征;所谓断层泥微结构的组合,即实际断层剖面中,断层泥带由不同类型微结构有序结合的方式。笔者对安宁河活动断裂中断层泥SEM微结构类型进行了研究,揭示了微结构组合特征,并据此对断层运动方式的判断进行了初步探索。

一、构造背景及断层泥宏观特征

安宁河断裂主要分为两支:东支是主干断裂,北西起于田湾,向南东经鹿子坪、拖乌、冕宁、西昌、德昌至会理以南,全长约350公里;西支由冶勒东三岔河开始,向南经大桥、冕宁后沿安宁河谷西侧延伸至德昌以南消失。自晋宁运动以来,断层活动显著,迄今地震频繁。断层泥发育于主断裂破碎带或破碎带附近次级断错面内。本次研究试样采集于断裂带主要活动段(田湾—西昌)。

如图1所示,主要采集剖面为5个,其中西支两个:冶勒3206剖面(剖面Ⅰ)和大桥南剖面(剖面Ⅱ);东支三个:两河口剖面(剖面Ⅲ)、呷拖巴呷西剖面(剖面Ⅳ)和高山堡剖面(剖面Ⅴ)。各剖面断层泥主要宏观特征如下:

剖面Ⅰ:断层泥分为东西两带,西带为黄褐色、灰色,略具叶理,碎砾含量较少,粒径约0.5cm左右;东带为灰色,含砾少,砾径0.2—0.4cm左右。

*唐荣昌、文锦华、伍先国、蔡长星等参加了野外考察。

剖面Ⅰ：断层泥带灰白色，含砾很少。

剖面Ⅱ：有三带断层泥，灰白色或灰黑色，含砾。

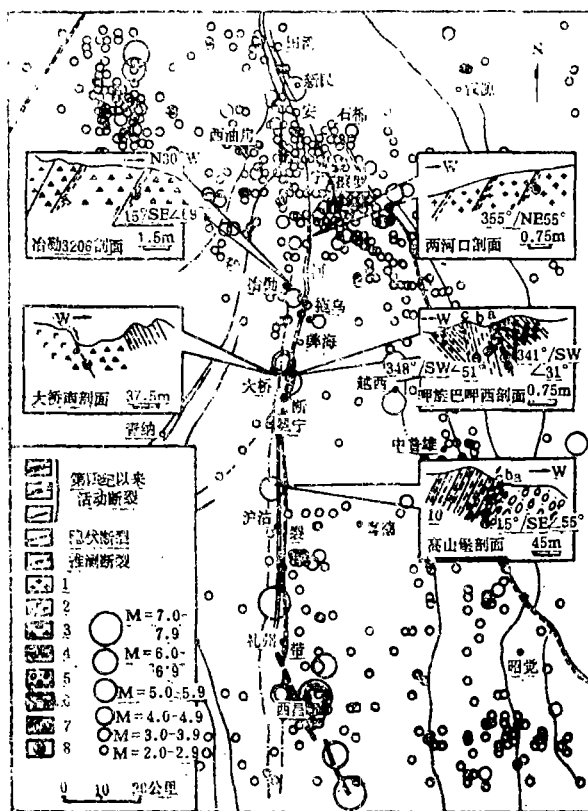


图1 安宁河断裂带断层泥主要采样点示意图*

1. 晚元古代花岗岩 2. 三迭纪辉长岩 3. 三迭纪石英闪长岩 4. 早更新世泥质粉砂岩 5. 全新世沙砾层
6. 断层破碎带 7. 断层泥 8. 采样位置

Fig. 1 A sketch map of Anninghe fault zone and sampling site of gouges

剖面Ⅳ：a层断层泥为黄灰色，具叶理（叶理厚0.3—0.4cm），少含砾屑；C层断层泥黄灰色，具叶理（叶理厚0.1—0.2cm），少含砾屑；b层断层泥黄灰色，粉砂状。

剖面Ⅴ：a层断层泥黄色，胶结紧密，叶理不明显，具平行于断面的扁平砾石；b层断层泥呈灰黑色，叶理较厚，不明显（有的叶理甚至厚约0.5cm左右），含砾少；C层断层泥呈灰黑色，叶理较薄（0.2cm以下），含砾少。

二、断层泥SEM微结构类型

取垂直于叶理方向的弱固结的断层泥小长方块（约1.5cm×8cm），粘于贴有双面胶带的铝片上。在标准真空镀膜机中喷镀金膜。继后，置于Combridge Stereoscan S4—10型扫描电子显微镜下观察其自然断面。

扫描观察研究表明，安宁河活动断裂带中断层泥SEM微结构类型主要有以下七

* 图中地震资料据夏大经、张跃国。

类(1、2)。

- (1) 片一片叠聚定向结构(照片1);
- (2) 裹粒片一片叠聚定向结构(照片2);
- (3) 定向颗粒—基底结构(照片3);
- (4) 不定向颗粒—基底结构(照片4);
- (5) 团粒镶嵌胶结结构(照片5);
- (6) 粒状镶嵌接触—胶结结构(照片6);
- (7) 粒状架空接触—胶结结构(照片7)。

在以上七类断层泥SEM微结构中,前五类以粘土矿物为主;后两类以碎屑类为主。从另一角度看,前三类为具定向性微结构断层泥;而其余四类为具非定向性微结构断层泥。

三、SEM微结构组合特征与断层运动方式初探

对于不同的断层泥带;这些微结构类型组合方式不同。断层泥的微结构类型是断层运动的标志。因而,研究断层泥带所具有的微结构类型组合特征,有助于揭示断层运动的方式。安宁河活动断裂带五个主要剖面中断层泥带的微结构类型组合特征为:

冶勒3206剖面(剖面I):东西两个断层泥带均为单一的片一片叠聚定向结构。

大桥南剖面(剖面II):断层泥带为单一的定向颗粒—基底结构。

两河口剖面(剖面III):断层泥带或具粒状架空接触—胶结结构,或具不定向颗粒—基底结构,两者组合无序。

呷拖巴呷西剖面(剖面IV):断层泥带由三个微结构类型有序组合而成。其组合型式为:a层具裹粒片一片叠聚定向结构;b层具粒状镶嵌接触—胶结结构;c层具不定向颗粒—基底结构。

高山堡剖面(剖面V):断层泥带由三至四个微结构类型有序组合而成。其组合型式为:a层具不定向颗粒—基底结构或团粒镶嵌胶结结构;b层具裹粒片一片叠聚定向结构;c层具片一片叠聚定向结构。

综上所述,安宁河断裂带西支断裂中(剖面I、II)断层泥微结构类型单一,均属定向型,粘土类。东支(剖面III、IV、V)断裂中断层泥微结构类型复杂,其中东支北段(剖面III)属非定向型、碎屑类或粘土类;东支南段为定向型与非定向型、粘土类与碎屑类组合式,碎裂泥化与定向性沿断剪活动界面强烈集中(如在剖面IV中,向a层集中;在剖面V中,向c层集中)。

构造物理实验表明^[3-7],无论是碎屑类还是粘土类断层泥,它们在高围压下强烈变形和碎裂泥化,並沿断剪活动界面集中可能是断层由稳滑转为粘滑的标志。而低围压下的均匀破裂,是稳滑的特征。根据以上SEM实验结果分析並结合对断层泥的宏观特征的分析表明,安宁河主干断裂(即东支断裂)北段断层泥具均匀破裂、非定向型特征,可能是断层稳定滑动形成的;南段断层泥具变形与碎裂泥化特征,並且其分布沿断剪活动界面高度集中,这是断层剧烈粘滑(即地震)活动的结果。据此,作者认为,安宁河主干断裂北段以稳滑运动方式为主,南段以粘滑运动方式为主。这一看法与安宁河断裂带断层泥中石英碎屑表面SEM

机械作用构造分析结果¹⁾大致符合。1970—1985年的弱震(2.0—4.9级)活动表明,安宁河断裂主要活动段(田湾—西昌)附近共发生弱震422次。其北段(田湾至托巫山北—两河口一带)长仅65公里,所发生的弱震占总数的73%;而南段长达115公里左右,但弱震却相对较少。再者,历史上有证可查的中强地震,如1536年和1850年西昌7 $\frac{1}{4}$ 级和7 $\frac{1}{2}$ 级地震、1913年冕宁6.0级地震、1952年冕宁6.7级地震、1977年冕宁洛瓦5.3级地震等均发生在南段(图1)。这一事实与根据断层泥SEM微结构组合特征分析得出的结论一致。

此外,对安宁河断裂断层泥中石英碎砾表面SEM溶蚀类型的分析结果¹⁾表明:西支断裂主要活动时期可能在上新世末—早更新世、中更新世。在漫长的地质时期中,断层反复运动和退变质作用使断层泥完全碎裂泥化,成为单一定向型。而东支断裂全新世活动特征显著,其断层泥微结构类型复杂。

四、结 论

(1) 实验分析表明,安宁河活动断裂中断层泥SEM微结构有七类,即片一片叠聚定向结构、裹粒片一片叠聚定向结构、定向颗粒—基底结构、不定向颗粒—基底结构、团粒镶嵌胶结结构、粒状镶嵌接触—胶结结构和粒状架空接触—胶结结构。此七类分别属于粘土型或碎屑型、定向或非定向型。

(2) 本文首次应用构造物理实验结果,区分了实际断层的粘滑型和稳滑型两类断层泥的微结构组合特征标志。据此,初步认为,安宁河主干裂南段以粘滑运动方式为主,北段以稳滑为主。

(3) 由于实际工作条件限制,本工作未涉及隐伏于地表之下或尚未发现的断层泥,采集剖面及试样尚少,这可能使研究结果有一定的局限性,值得今后进一步工作。此外,应用实验结果对实际断层运动方式进行判断,尚属探索性工作,有待进一步深入研究。

在本工作过程中,张天刚、白兰香、夏彩芳同志曾给予热情帮助,谨此致谢。

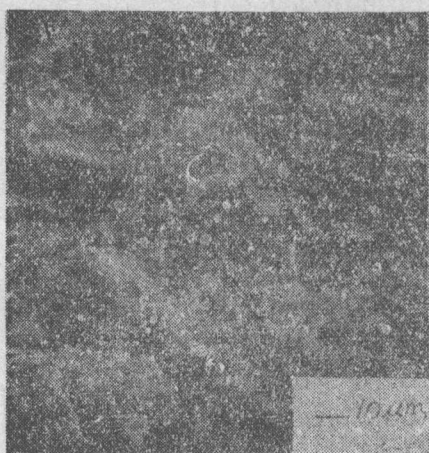
(本文1986年11月26日收到)



照片1: 片一片叠聚定向结构

照片2: 裹粒片一片叠聚定向结构

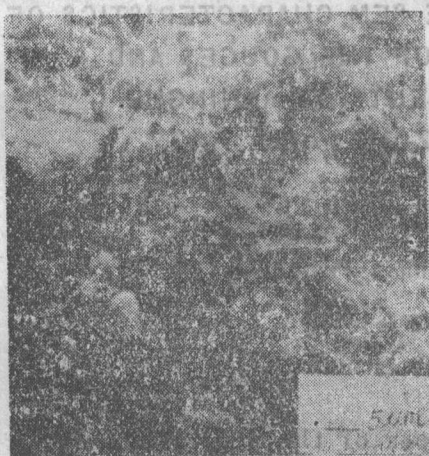
1) 徐叶邦, 哈勒盆地砾岩、石英砂岩及安宁河断裂带断层泥中石英碎砾SEM分析报告。



照片3 定向颗粒—基底结构



照片4 不定向颗粒—基底结构



照片5 团粒镶嵌胶结结构



照片6 粒状镶嵌接触—胶结结构



照片7 粒状架空接触—胶结结构

参 考 文 献

- [1] 徐叶邦, 海原活动断裂中断层泥的特征、成因及其对断层滑动性能影响, 西北地震学报, Vol.25, №20, 1986.
[2] 高国瑞, 中国黄土的微结构, 科学通报, Vol.25, №20, 1980.
[3] T. Shimamoto et al., Effect of simulated fault gouge on the sliding behavior of tennessee sandstone, Nonclay gouges, Journal of Geophysical Research, Vol.86, No.B4, 1981.
[4] T. Shimamoto et al., Effect of simulated clay gouges on the sliding behavior of tennessee sandstone, Tectonophysics, Vol.75, 243—255, 1981.
[5] Engelder, J. T. et al., Pageophy., Vol.113, No.1, 1975.
[6] Rutter, E.H., Int.l. Rock, Mech.Min.Sci.Geomech.Abstra., Vol.16, No.6, 1979.
[7] 马胜利, 模拟断层带摩擦滑动性状与变形特征, 中国地震, Vol.2, №2, 1986.

STUDY ON THE COMBINATIONS OF THE SEM CHARACTERISTICS OF
THE MINERAL ARRANGEMENTS OF THE GOUGES AND
THE PATTERNS OF THE MOVEMENTS OF ANNINGHE
ACTIVE FAULT ZONE

Xu Yebang

(*Seismological Bureau of Sichuan Province*)

Abstract

This paper makes a study for seven types of the SEM characteristics of the mineral arrangements of the gouges in Anninghe fault zone. The Combinations of the mineral arrangements are discovered. The movements of the stick slip and the steady-state slip of the fault zone are discussed by the combinations for the first time.