

浙东沿海海蚀地貌及其与断块差异运动的关系

高中和 季幼庭 陈晓明 徐映深 秦承昌

(江苏省地震局, 南京)

提 要 本文阐述了浙江东部沿海海蚀地貌的分布特征, 认为高位古海蚀地貌是浙江东部一种普遍存在的现象, 这些海蚀地貌确系古海面遗迹, 但它们今日之分布高度乃是长时期构造抬升作用的结果。同期海蚀地貌的分布高度不同, 除在形成时受到各种因素制约外, 断块间的差异升降运动也是其影响因素之一。

关键词 浙江省东部 高位海蚀地貌 断块差异运动

浙江东部沿海发育有多种形态的海蚀地貌, 其分布范围自现海面附近直至数百米的中低山坡, 其中高于现海面的海蚀阶地与海蚀洞较为常见, 它们无疑是古海面留下的遗迹。本文仅从海蚀地貌的分布规律探讨该地区断块差异运动的表现及其与古海面变化的关系。

一、古海蚀地貌分布的普遍性

近年来, 在许多论文和研究报告中^{1) 2) 3) 4) 5)}, 提及我国东部的一些地区在海拔数10m至数100m的地方有海蚀遗迹分布。如刘维坤、陈国田等在厦门南太武山海拔400~450m处发现有海蚀柱, 在海拔339m的云顶岩山顶发现有海蚀柱与蜂窝状洞穴^{1) 2)}; 王颖在连云港北云台山海拔600m的大桅尖、海拔400m的竹园等地发现有古海蚀穴、古海滩、海蚀崖等遗迹³⁾; 李凤林等在辽东半岛复县墩台山、西平山、小磨盘山等地海拔约200m发现有多种形态的海蚀遗迹⁴⁾。至于我国东部沿海普遍发育3~5级海成阶地(多数为海蚀阶地)的事实已为许多人所接受⁵⁾, 其中海蚀阶地的最大高程达80~110m⁵⁾。

浙江东部沿海大陆及近海岛屿上几乎到处可以找到海蚀地貌遗迹。在沿海岸线的窄长地带里普遍发育4级海蚀阶地(见书后图版中照片1, 2,), 高程分别为8~10m、15~20m、

• 1) 地质部南海地质调查指挥部综合研究大队, 南海北部沿岸第四纪地质地貌调查报告, 1981, 10

2) 江苏省地震局, 华东浙江核电厂初步可行性研究HD—H3016—G0308—02, 健跳厂址区断层活动性评定研究报告, 1984, 10

3) 福建省地震局核电站初步可行性研究组, 福建省核电站厂址区活动断层地震地质调查初步研究报告, 1984, 12

4) 江苏省地震局, 温州电厂厂址可行性研究, 厂址断裂活动性评定研究报告, 1986, 6

5) 山东省地震地质队, 鲁南地震地质研究报告, 1987, 5

• 本项研究得到国家地震局地震科学联合基金会的资助。

1991年4月1日收稿

30~40m、60~80m、高程为100m、150m、200m的海蚀平台也较为发育。除沿海岸和近海岛屿上见有大量现代海蚀洞以外，在三门湾沿岸，在曹娥江、飞云江、瓯江上游，在南、北雁荡山、括苍山、四明山等地都可找到高程为数10m至数100m的海蚀洞、海蚀崖、海蚀平台、海蚀柱、海蚀穿（见书后图版中照片3、4、5、）等地貌景观。这说明高位海蚀遗迹是我国东部沿海长期隆起区的普遍现象。

二、古海蚀地貌的真实性

浙江东部沿海地区的高位古海蚀地貌，无论在单个地貌形态上，还是在组合类型上，都与现代海面附近的海蚀地貌具有可比性，是一种客观存在的自然现象。低者，如普陀山梵音洞、潮音洞，海拔约20m，早已被著名学者陈吉余等确认为海蚀洞。高者，如三门县仙岩洞（见书后图版中照片6），海拔高度250m，洞体位于一高达100m的古海蚀崖下方，海蚀崖上满布大小不等的蜂窝状海蚀龛，洞外接海蚀平台，且有数条同一高度的平台相互平行排列。完全具备了李从先所提出的“海蚀三要素”^[7]。不仅如此，洞内尚可见到多个水流掏蚀的凹穴，洞底向洞口方向缓缓倾斜，从洞的形态、规模及组合地貌标志判断，绝非风蚀所能形成，而是一个典型的古海蚀洞。类似的海蚀洞仅在三门县的东郭至湮浦镇一带就有数十个之多。

在有些地方，可见到古海穹或“海蚀穿”，当地往往以此形态作为地名，称为“穿岩”或“穿鼻”。在上述三门县仙岩洞东北约3km处，见一古海穹（见书后图版中照片7），海拔高度约115m，位于一海蚀崖下方，并同样见有缓倾的平台与之相接。

在著名风景区南、北雁荡山，往往见到层层出现的海蚀洞、海蚀崖、海蚀平台以及海蚀穿、海蚀柱。“犀牛望月”景点实质上是一个古海穹崩塌后留下的海蚀柱。我国古代著名地理学家沈括，在《梦溪笔谈》中就已确认雁荡山千姿百态的风景乃水流冲蚀所成，有关章节现已成为中学语文教材。

野外考察中，也曾见到由于机械风化或风蚀作用而形成的“风动石”以及古人废弃的矿洞。根据形态特征，组合地貌标志及形成环境分析，可以把它们与真正的海蚀地貌区别开来。

三、古海蚀地貌的分布特征

1. 海蚀阶地

主要分布在沿海岸线的窄狭地段、近海岛屿及海积平原中的孤山残丘坡缘。

I级阶地：一般为高程5~8m的低级阶地，在浙南沿海高程达10~15m。分布零星，往往沿近海岛屿边缘断续分布。阶地面长度约10m，面积多为十几平方米至几十平方米。阶地面基岩裸露，微向海倾斜。前缘陡立，后缘可和不同高程的高级阶地连接。

II级阶地：高程15~20m，浙南沿海为25~35m，沿海岸线及岛屿边缘断续分布。阶地面平坦，长度为30~150m，多数为基岩裸露，少数有薄层风化残积物。有些阶地前缘接一级阶地，后缘接三级阶地（见书后图版中照片8）；有些则直接濒临大海或突兀于海湾平原之上。

III级阶地：高程30~40m，浙南沿海可达60~65m，发育广泛。阶地面长度为几十米至上百米。有的前缘接低级阶地，有的直接濒临大海。在个别阶地面上可发现零星的园度很好的海积砾石。沿海岛屿上可见高程相近的海蚀台地。

IV级阶地：高程为70~80m，陆上发育较差。后缘往往与海蚀崖相接，崖壁上可见蜂窝

状海蚀穴。在浙南沿海，本级阶地面目难以辨认。

2. 海蚀洞及其它海蚀地貌

据笔者考察，海蚀洞和其它海蚀地貌主要分布在镇海～温州断裂以东的沿海地带。此外在一些较大河流的上游，如椒江、甌江、飞云江上游也有少量海蚀洞分布。分布高程以20m以下数量最多，越往高处保存得越少，但在括苍山、北雁荡山等地仍可见到少数海拔400m以上的海蚀洞和其它海蚀地貌遗迹。这些古海蚀地貌除前已叙及的与现代海蚀地貌在形态上有可比性和具有典型的组合地貌特征外，尚有以下特点：

(1) 出现在构造上或地层上的薄弱部位

据调查，绝大多数古海蚀地貌出现在火山岩、次火山岩软弱岩段里，而古海蚀洞则出现在这些岩段的裂隙发育处、断层破碎带通过处或不同断层交汇处。这些岩段多为流纹质玻屑凝灰岩、玻屑熔结凝灰岩，有的岩段含有少量角砾，并夹有一些泥质、钙质疏松状沉积岩。这类岩石晶屑含量一般小于5%，而塑变玻屑和火山尘含量大于90%，甚至大于95%。它们质地疏松，裂隙发育，抗侵蚀能力弱。还有的岩段夹有较多的球泡状流纹岩，易于碎裂。由较坚硬岩石构成的岛屿，即使地处风口浪尖，也不易形成海蚀洞，如舟山群岛中由前中生代变质岩组成的大巨山岛就没有发现海蚀洞。

(2) 在某一区域范围内，显示“平面上成带，剖面上成层”的分布特点

如在三门县境内，呈北东向分布于健跳江南侧。海蚀洞集中分布在6个层次上，海拔高度分别为：240～250m（仙岩洞，石笋山洞，下岙山洞），190m（万松洞，虎芦头洞以及三角塘的岩洞），150～165m（上仙洞，白虹洞，孟平洞），100～110m（纺车岩洞，东郭门洞，穿岩），40m（老虎洞，白岩前洞），以及现代海面高潮位上下（灶窝山岛岩洞，断坝附近岩洞）。又如，在北雁荡山大荆镇，海拔约300m的有古竹洞、梅花洞、方洞，海拔约250m的有七星洞、将军洞、观音洞、龙王洞、红岩洞、石佛洞、朝阳洞等，海拔约200m的有凤凰洞、北斗洞、梅花桩洞（2个）、芭蕉洞、云后洞等，海拔约150m的有响板洞、明阻洞，海拔约100m的有三星洞、虎口洞、岩建洞等。在南雁荡山、舟山群岛等地也都可见到层状分布的海蚀洞，有时甚至在同一个海蚀崖上见到几个海蚀洞并排成层出现。

(3) 往往位于较大河谷（或古河谷）两侧，濒临海水进出通道

现已发现的高位海蚀洞及海蚀地貌，除一部分位于岛屿和沿岸山脉外，多分布在甌江、椒江、飞云江两侧以及海湾平原内侧的低山丘陵上，在地理位置上是海水可以大出大进并能形成较大风浪的开阔地段。

四、古海蚀地貌与断块差异运动

1. 关于古海蚀地貌的年龄

海蚀地貌的年龄实质上是留下这些遗迹的古海面的时代问题。目前，这一问题尚没有令人满意的答案。从现有资料看，仅最低一级海蚀阶地在个别地方由于附近伴有高程相近的海相沉积或泥炭层，有 ^{14}C 测龄资料佐证其形成时代为全新世（但具体年龄数据仍相差甚大），其余Ⅰ—Ⅳ级海蚀阶地的年龄，推测形成于第四纪，位置更高一些的海蚀地貌目前基本上无年龄数据。

从目前对海平面的研究结果看，一般认为，我国全新世时期最高海面位置高于现海面2～4m，个别学者认为可达7m。笔者对下扬子地区的研究认为高于现海面约2.8m，时间

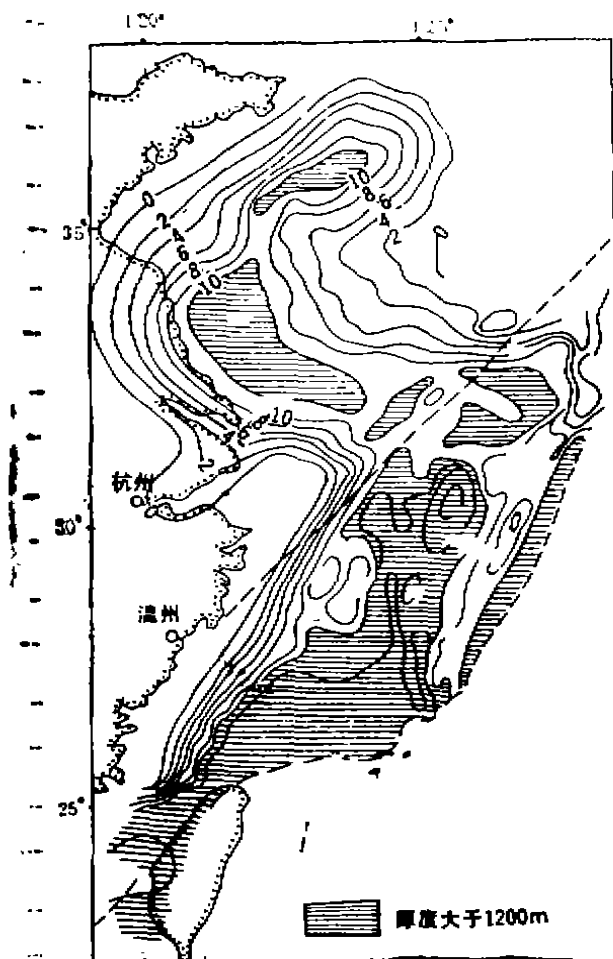


图1. 我国东部海域上第三系等厚线图
(据J. M. Wageman等, 1970)

Fig 1 The Neogene isopach map on
the East-chinese sea

2. 海蚀地貌与断块差异运动的关系

浙东沿海一带, 发育有北东向的镇海—温州大断裂, 中街山列岛—韭山列岛断裂, 北西向的宁波—余姚断裂, 温州—丽水断裂, 古市—平阳断裂等。这些断裂在第四纪时期仍有弱活动性, 控制了断裂两侧地貌形态的发育、河流流向、新生代玄武岩的分布, 在卫片上有清晰的影象特征⁷⁾。笔者曾在甌江北岸永嘉县仁浦小学后山采得温州—丽水断裂中的断层泥样品, 经国家地震局地质研究所采用热释光法测得样品年龄值为 20.42 ± 0.03 万年, 表明该断裂在中更新世晚期仍有活动。

上述断裂构成了浙江东部断块构造格架, 并把浙江东部围限成若干次一级断块(图2)。

在中全新世初期⁶⁾。也就是说, 除最低一级海蚀阶地外, 其余高位海蚀地貌并不是全新世“水动型”海平面变化的遗迹。至于更新世时期的最高海面位置, 国内外较为普遍的看法, 是不会高于现海面10m⁶⁾。在整个浙东沿海, 除海湾平原外普遍缺失R~Q₁沉积。另据J. M. Wageman等(1970年)对黄海、东海综合地球物理调查资料的解释结果⁸⁾上第三系沉积等厚线的零值线距现代海岸 $\geq 50\text{km}$, 大体位于水深40~50m等深线附近, 由此往冲绳方向沉积厚度逐渐增大(图1)。以上事实表明, 浙东及其近海大陆架处于长期隆起状态, 新构造期海陆的差异升降仍很明显。高位海蚀地貌现今分布高程乃是长期隆起抬升所致, 并非“水动型”高海面遗迹。这种长期隆起范围很大, 在远离海岸的浙西、皖南都可找到证据, 那里存在着高达数百米的多级夷平面、多层喀斯特溶洞, 多级河流阶地和洪积阶地, 甚至红盆地也位于高山之上。经估算, 隆起的平均速率每年尚不到mm级。因此, 这是一种长时期大面积低速率间歇性整体抬升, 其北界约在杭州湾附近, 东界在东海海域—50m等深线附近, 西界和南界有待于进一步研究确定。

6) 地质部海洋地质调查局科技情报资料室, 1980, 海洋地质调查——东海地质译文汇编(一)。

7) 江苏省地震局, 华东浙江核电站乍浦厂址, 健跳厂址地震基本烈度综合研究报告, 1984, 10

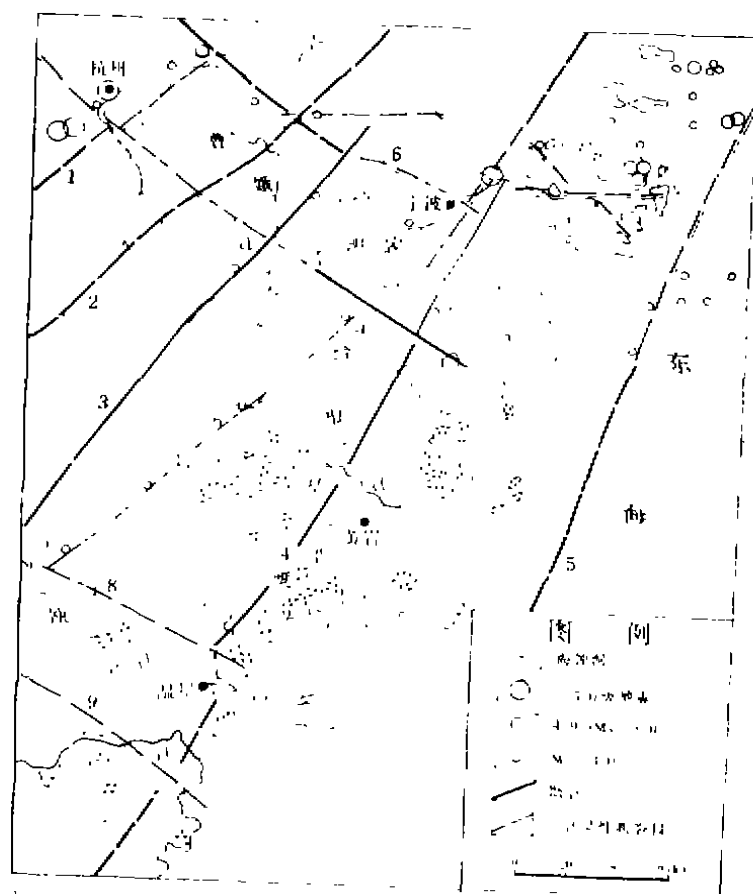


图2 浙东沿海海蚀洞分布与断块分区图

Fig. 2 Distribution of the sea-caves and partition of the faultblocks in the east of Zhejiang province

这些断块在总体缓慢间歇性隆起的背景上,彼此间又存在着升降差异,在海蚀地貌的分布高度上也可见到这种差异性。表1是我国东南沿海部分地区海蚀阶地高程对比表,从中可见各级阶地高程皆有差异,且级数越高差异越大。

从最低一层海蚀洞的洞底高程也可看出这种差异。在温州沿海,只有每年中秋前后特大高潮位时,海水才可以到达洞底(黄华镇等地);而在三门湾沿岸,一般高潮位时海水即可淹没一半洞身(灶窝山、断坝等地)。

影响高位海蚀地貌分布高度的因素较多,如古海面高度、海岸类型、水动力条件、该地貌形成时所处的构造环境等。但从统计的结果看,次一级断块的差异升降运动也是其影响因素之一。如在温州一镇海断裂以东的舟山群岛,海蚀洞分布的优势高度为海拔0~20m,其次为海拔90m以下,尽管这里存在着海拔超过500m的低山,但在海拔300m以上

表1 中国东南沿海海蚀阶地高程对比表

Table 1 Degree of abrasion terrace in the southeast of China

地 点	T1	T2	T3	T4	资料来源
南海北部	5~8m	13~20m	35~50m	65~80m	薛万俊等
福建长乐	10~15m	25~35m	50~55m		王洪涛等
温 州	10~15m	25~35m	60~65m		笔 者
三门湾沿岸	5~8m	15~20m	30~40m	70~80m	笔 者
舟山群岛	10m	20m	30m	60m	浙江省地质局

已很难见到海蚀地貌遗迹。在瓯江小断块内,海拔20m以下未见有海蚀洞分布,较为发育的是海拔90m左右及海拔约290m的海蚀地貌。而在括苍山小断块里,则以海拔190m左右的海蚀地貌最为发育,少数海蚀洞高度已超过海拔400m。因此,笔者认为,不同期的古海面使海蚀地貌具有不同层次的分布,新构造期以来的长期缓慢隆起使其抬升至一定高度,而各次级断块之间的差异运动又使同期形成的海蚀地貌分布高度难以一一对比,但仔细的野外工作将有可能从海蚀地貌分布的高度中提炼出断块差异运动幅度的信息,笔者将在今后工作中注意加强收集这方面的资料。

参 考 文 献

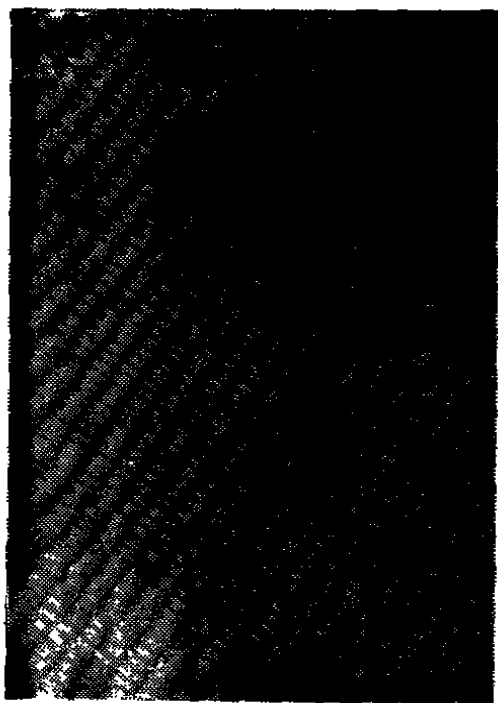
- 〔1〕刘维坤,1983,厦门岛及其邻近地区新构造运动基本特征,《台湾海峡》,2,(1)
- 〔2〕陈国田,1982,关于福建海岸升降的几个问题,《台湾海峡》,1,(1)
- 〔3〕王颖,1983,关于海岸升降标志问题,《南京大学学报(自然科学版)》,(4),
- 〔4〕李凤林等,1985,依据辽东半岛海蚀海积遗迹分布特征探讨海平面变化问题,中国第四纪海岸线学术讨论会论文集,海洋出版社,
- 〔5〕中国科学院《中国自然地理》编委会,1980,中国自然地理(地貌),科学出版社,
- 〔6〕夏怀宽等,1986,辽东半岛沿海地区海岸地貌及其所反映的新构造运动,地震地质,8,(1),
- 〔7〕李从先等,1985,我国东部古海岸线的沉积标志,中国第四纪海岸线学术讨论会论文集,海洋出版社,
- 〔8〕徐映深等,1989,下扬子地区全新世海平面变化特征的初步研究,地震学刊,(3),
- 〔9〕奈须纪幸,1983,海洋地质,地质出版社,

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE MARINE—CUT LANDFORMS AND THE BLOCK DIFFERENTIAL MOVEMENT IN THE EAST ZHEJIANG COAST

Gao Zhonghe, Ji Youting, Xu Yingshen, Chen Xiaoming, Qin Chengchang
(Seismological Bureau of Jiangsu Province)

[Abstract] In this paper, the distributive characters of the marine—cut landforms in the East Zhejiang coast is described. The high—location marine eroded landform is a common phenomenon in the study area. Exactly, it was remainder of the old sea level, but its existing altitude was long upsisen result. The difference of distributive altitude for synchronous marine—cut landforms mirrors exactly the block differential movement.

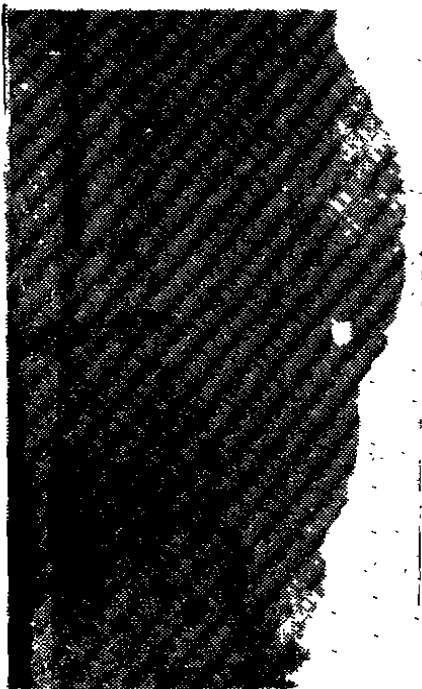
[Key words] East part of Zhejiang Province; Marine-cut landforms at high level; Block differential movement



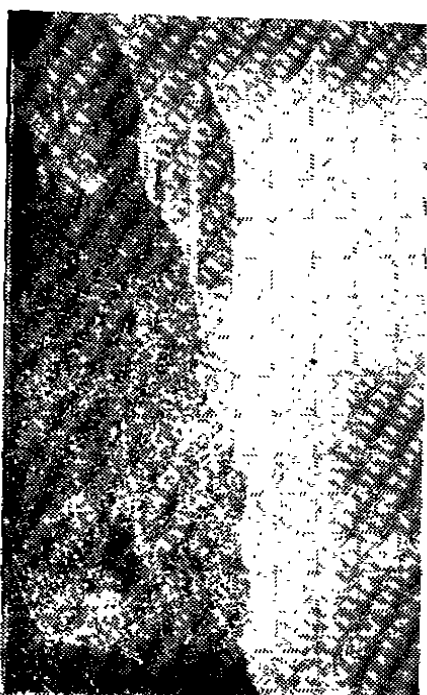
照片 5. 临海白水洋镇海蚀洞(海拔270m)
Pic. 5 Sea cave at Balshuyang town of Linhai area (270m
above sea level)



照片 6. 三门县仙岩洞(海拔250m)
Pic. 6 The grotto at Sanmen area (250m above sea level)



照片 8. 三门县健跳镇外岗一、二、三级海蚀阶地
Pic. 8 One, two and three stage marine-cut benches at
Jiantiao area of Sanmen county



照片 7. 三门县“穿岩”(海拔115m)
Pic. 7 "Penetrating rock" at Sanmen County