

文章编号: 0451-0712(2005)03-0065-03

中图分类号: P642

文献标识码: B

# 宜兴市南部山区边缘断裂特征及其对线路工程的制约性

唐善普<sup>1</sup>, 徐春明<sup>1</sup>, 张于<sup>2</sup>

(1. 江苏省交通规划设计院 南京市 210005; 2. 江苏省地质调查研究院 南京市 210029)

**摘 要:** 根据区域地质研究成果,以勘察钻孔资料为基础,揭示出江苏省宜兴市南部山区边缘断裂与区域性纬向断裂有着共同的属性,即断裂性质具多期活动性,且与第四纪新构造运动具明显的关联性。由于断裂位于山区与平原的接壤地段,并控制了地层分布、岩溶发育以及现代地貌、水系分布格局,故成为宁杭地区线路工程(公路、铁路等)选线及桥涵工程施工建设所考虑的重要地质因素之一。

**关键词:** 断裂特征; 制约性; 结构面; 稳定性

## 1 边缘断裂特性

### 1.1 空间分布

边缘断裂系指江苏省宜兴市南部山区边缘的近东西向断裂,位于离墨山~铜官山北侧山前坡麓地带,断裂南侧为低山丘陵,标高为25~100 m,北侧为坡洪积岗地及湖积平原(太湖流域区),标高分别为20~25 m、6~20 m。断裂所处构造单元为溧阳~宜兴纬向构造带之周城~铜官山复式背斜与堰头~百合场断裂之间的褶断束(图1),上覆第四系中、上更新统棕红、灰黄色粘性土,最大厚度为7~15 m,断裂错断地层为二叠系栖霞灰岩( $P_{1q}$ )及志留系石英砂岩( $S_{1-2m}$ )。据勘察地质平面图、横剖面图可知:

断裂走向 $N82^{\circ}E$ 、倾向 $NNW$ ,倾角为 $32^{\circ}$ ,上陡下缓;断裂带视厚度为4~7 m、真厚度为3~6 m,在基岩面出露宽度为6~11 m(图2、图3)。

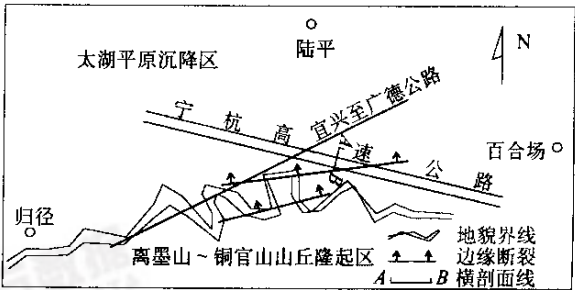


图2 边缘断裂平面位置示意

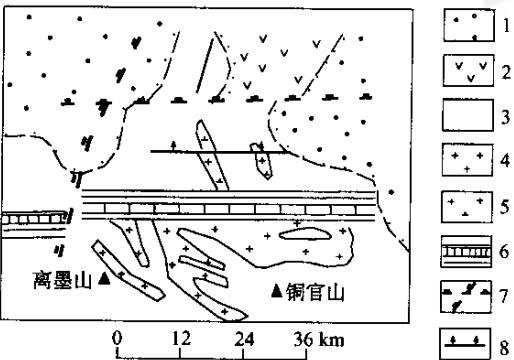
### 1.2 断裂特征

该断裂是在区域纬向构造(周城~铜官山背斜、堰头~百合场断裂)应力场作用下派生的二级纬向断裂,其生成特征与区域纬向构造颇为类似。

#### 1.2.1 区域构造简介

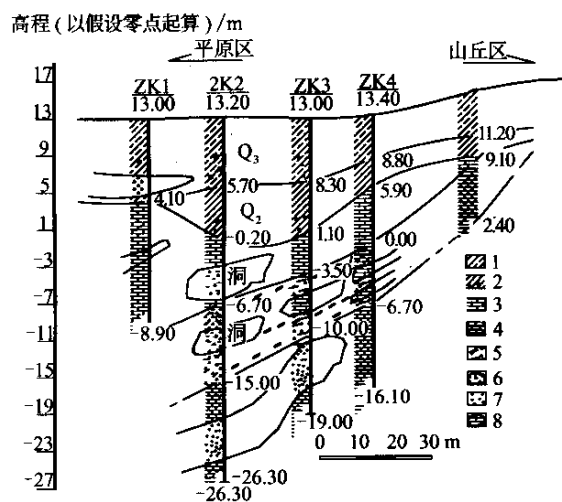
(1)周城~铜官山复式背斜。

位于离墨山~铜官山一带,长为48 km,宽约6 km,为纬向一级褶皱,核部地层残露于归径~百合场一带,岩性为志留系坟头组。北翼被堰头~百合场断裂及其与背斜之间的二级断裂所破坏,保留部分志留系茅山砂岩( $S_{1-2m}$ )、二叠系栖霞灰岩( $P_{1q}$ );南翼地层保存相对完整。



注:1为白垩系;2为侏罗系;3为志留系~三叠系;4为花岗岩;5为花岗闪长斑岩;6为周城~铜官山复式背向斜;7为堰头~百合场断裂构造;8为纬向断裂。

图1 区域地质构造示意



注: 1 为上更新统 ( $Q_2$ ) 亚粘土; 2 为中更新统 ( $Q_3$ ) 粘土; 3 为二叠系栖霞灰岩; 4 为志留系石英砂岩; 5 为断裂破碎带; 6 为洞穴堆积粘土含砾石; 7 为花岗闪长斑岩; 8 为断裂带内挟持岩块。

图 3 边缘断裂横剖面示意

## (2) 堰头~百合场断裂。

断裂走向近东西向, 向北倾斜, 长达 24 km, 为沉降盆地边缘的一级纬向断裂, 南侧上升盘地层为二叠系、三叠系, 北侧下降盘地层为三叠系、侏罗系、白垩系及火山岩系。据钻孔地质资料揭示, 破碎带厚 340 m, 岩性由黑灰、浅绿色角砾和断层泥组成, 角砾成分为灰岩和火成岩, 火成岩被挤压成糜棱状, 可见规模之大、活动之强烈。

## 1.2.2 边缘断裂性质

(1) 根据两盘位移关系分类。钻孔资料已证实上盘岩性为二叠系栖霞灰岩, 呈斜向滑移; 下盘岩性大部分为志留系石英砂岩, 呈相对抬升, 为缓倾角正断层。断层面走向与地层走向呈锐角斜交, 又称走向正断层。

(2) 以地质力学性质分类。从断裂带角砾岩及断层泥的结构、构造及其相互关系, 可知断裂受力方式多变, 早期显示为压扭性, 后期为张扭性断裂。

(3) 断裂结构面特点。从多条构造剖面图可知: 断层面走向及倾向均呈舒缓波状, 可见斜向擦痕、磨光面, 断面上有砂泥质、碳酸盐薄膜, 不少钻孔岩芯可见结构面相间分布。

## (4) 构造岩性质。

断层泥: 大部分为紫红色、灰绿色, 少量为褐灰色、灰黑色, 原岩结构、构造已破坏, 难以辨认, 多以粘土状出现, 一般厚 1~2.2 m。如第 16 号孔, 孔深 27.3~29.5 m 为紫褐色断层泥, 其断面可见大量的

挤压擦痕及劈理, 反映为压扭特性。

断层角砾岩: 全部断层揭露钻孔均发育有构造角砾岩, 紫红色杂灰色, 角砾成分以灰岩为主, 部分角砾为栖霞灰岩底部“煤线”层之炭屑, 大者粒径达 8 cm, 小者如豆, 棱角显著, 排列无序, 并见后期方解石脉穿插, 其性质反映为张扭性断层; 另外, 不少角砾岩之角砾被磨圆, 其长轴作定向排列, 形成挤压劈理带中的扁豆体 (图 4), 反映为压扭性角砾岩。

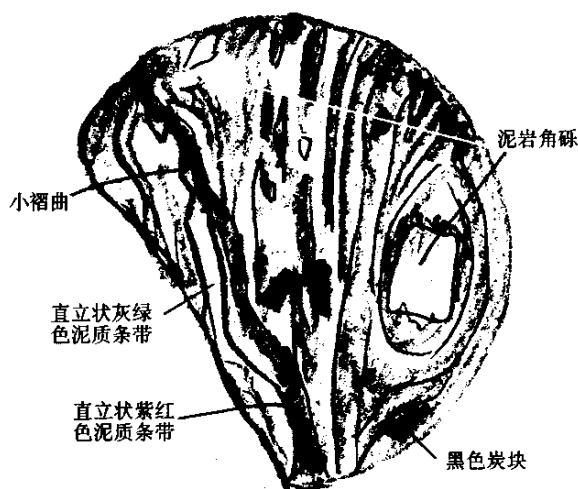


图 4 ZK23 (19.2 m) 岩芯断层带挤压扁豆体素描

角砾岩胶结物有 3 种类别: 一为碳酸盐胶结, 状态如坚硬岩石, 岩芯坚固完整, 该类为早期构造活动的产物; 二为次生碳酸盐及方解石脉胶结, 其状态半坚硬, 岩芯裂隙较多, 且有小溶孔发育, 该类胶结物改造了前期角砾岩; 三为粘土质泥质胶结, 状态较松软, 手捏易碎或变形, 为最晚期构造活动的结果。

(5) 脉岩穿插。断层角砾岩被方解石脉穿插现象非常广泛, 脉宽者 5 cm, 细者 1~2 cm, 可见早期细脉有被后期错位现象, 并有次生溶蚀晶洞, 大者 5 cm, 小者 0.5 cm。另外, 尚有部分钻孔揭露到断裂带内侵入的花岗闪长斑岩脉被后期构造破碎而角砾岩化、泥化, 最大揭露厚度 3~5 m。由此可判断, 脉岩沿早期张性断裂侵入后, 又经受过后期构造运动的破坏。

## 1.3 边缘断裂赋存规律

### 1.3.1 赋于山丘与平原的接壤地带

经地表观察、钻孔验证, 边缘断裂为隆起山区及沉降盆地之间过渡地带的次级断裂, 现今山前分布的夷平面、剥蚀台地以及部分水系都受到该断裂的影响。

### 1.3.2 发育规模不等的断裂破碎带

钻孔资料已证实,断裂以破碎带形式出现,组成物质为角砾岩、断层泥,一般宽度为 1~2 m,较宽者可达 10 余 m。

### 1.3.3 断裂的分布特点

断裂多成组出现、平行展布,阶梯状滑落区域资料已表明该组断裂具成组、阶梯状滑落的特点,如兰右山地表素描剖面(图5)。施工的钻孔岩芯也可见多个断裂结构面,在本断裂北侧数十米范围内仍遇类似断层分布。



图5 中、更新统棕红色粘土芯内的挤压劈理透镜体素描(ZK2孔)

### 1.3.4 多期活动且性质多变

构造形迹反映了断裂有 4 个活动期,并在断裂性质上相应发生着变化。

#### (1) 区域压性构造活动期。

该期为区域性褶皱与断裂的基本形成时期,伴随区域断裂的形成,产生一系列次级断裂(含本文之边缘断裂)。

#### (2) 区域张性断裂活动期。

随着区域构造活动阶段的不同,应力方式随之改变,原压应力转为张应力,原构造岩在拉张滑落过程中连同部分围岩进一步破碎胶结,形成新的角砾岩。与此同时,产生一系列张性裂隙,为后期的岩浆岩侵入、岩溶发育打开了通道。

#### (3) 区域岩浆侵入活动期。

大约于燕山运动的中后期,岩浆沿断裂裂隙带侵入,形成花岗闪长岩,由于高温、高压作用,部分围岩破碎,角砾岩、碎裂岩化,并局部变质、大理岩化。岩浆活动期后,由于低温热液作用,破碎带被碳酸盐、方解石脉充填、胶结,致使其力学强度有所增高。

#### (4) 新构造运动期。

自燕山运动末期以来至第四纪早、中期,与边缘断裂构造活动有关的形迹如下。

#### ① 断裂自身活动形迹。

由钻孔岩芯观察可知:花岗闪长岩侵入后再次受到构造破坏,表现为岩芯劈理化、蚀变后泥化。灰岩层内方解石脉普遍穿插,且见新、老细脉互相错移现象,小褶曲发育。断层泥进一步退色变质,不少煤炭角砾被烘烤变质而灰化。

#### ② 覆盖层的构造活动迹象。

在边缘断裂的北侧(上盘)钻孔中,均发现中、更新统棕红色粘土层已明显受挤压而出现劈理条带,灰绿色、紫红色粘土呈条带状平行于岩芯轴向排列,并于条带中见挤压扁豆体、定向角砾,局部可见褶曲现象(图4)。其平面走向与边缘断裂走向基本平行,构造岩特征有较多的共性,故推断为基岩断裂继承活动的结果。

## 2 断裂对工程的制约性

由于断裂所处部位的独特性(山丘坡脚处农田少,民房、工矿设施稀疏),宁杭高速公路、宜广公路等均由此而过,故其对线路工程的影响颇为严重。

### 2.1 断裂带力学强度显著降低

断裂带岩样测试结果表明,是基岩最软弱结构面之一,以抗压强度分类为软弱~较软弱岩类。由于角砾岩及断层泥的物理力学性能差异较大,作为建筑地基又存在着很大的不均匀性。正因为此,构造破碎带已被视为地基选择上的“红灯区”。

### 2.2 断裂降低了地基的整体稳定性

一般情况下,线路工程长度大,容易跨越到不同地貌、构造单元,无论是沿断层走向或倾向布设,均会产生不均匀性问题,因为两盘的岩性不一,不同岩盘地层厚度及标高变化较大,特别是在下伏有软弱结构面的情况下更易引起侧向滑移或不均匀沉降。

### 2.3 断裂上盘具新构造运动的继承性活动

理论与实践均已证实,断裂上盘为构造运动的主动盘,岩石破碎程度强烈;新构造运动相对明显,前述第四系所反映的新构造形迹与此相吻合。

### 2.4 断裂制约了岩溶发育

如前所述,该断裂主结构面为易溶岩(灰岩)与难溶岩(石英砂岩)相接触。毫无疑问,上盘岩石破碎、裂隙密集,岩溶较发育;相反,下盘岩石为难溶盐,岩石完整,力学强度高而均匀。

文章编号: 0451-0712(2005)03-0068-04

中图分类号: P642.24

文献标识码: B

# 风化岩组及其工程勘察概要

汪春桃, 赵为民, 陈希祥

(江苏省交通规划设计院 南京市 210005)

**摘 要:** 如果岩石经受不同程度的风化作用而降低了其力学强度, 不仅给工程勘察与评价带来难度, 且在某种程度上影响了勘察成果在工程设计中的合理利用。为加深对风化岩的认识, 促进风化岩划分标志的统一, 提高工程勘察质量, 对风化岩组的形成、分带、风化类型及其组合做了概要讨论, 并对工程勘察要点提出了建设性意见, 旨在供岩基工程地质勘察时参考和应用, 也为工程设计提供宏观决策依据。

**关键词:** 风化岩组; 勘察; 评价

## 1 风化岩组的形成及制约因素

风化岩组是典型的次生岩组, 是地壳表面岩石在大气、水和生物等外力的长期联合作用(物理风化、化学风化和生物风化)下, 促使母岩的物质成分、组织结构及色泽逐渐变化而形成的岩组。不同岩性、不同的环境条件, 风化程度均不相同。一般情况下, 靠近地表者, 风化剧烈, 向深部则依次减弱, 直至新鲜岩组。风化过程是: 沿岩体表面及结构面向岩块内

部纵深发展, 表面退色泥化, 内部解体分离, 岩石大部分破碎, 局部残留硬质岩块; 当风化层达一定深度后, 则岩石微弱退色, 基本沿裂隙风化, 出现裂隙面退色、壁面矿物轻微变质现象, 并有锈染薄膜及泥质污染, 风化岩块击开后, 若断面新鲜, 结构构造清晰, 矿物晶形完好, 该岩面即为微风化岩; 如再向深处延伸, 即为新鲜岩体了。理论与实践业已证明, 岩石风化的制约因素主要有以下几种。

收稿日期: 2005-01-10

## 2.5 断裂带改变了地下水运移和补排条件

断裂下盘(上升侧)岩性为石英砂岩, 含有弱裂隙水, 由于断层带的隔水性, 形成了上盘(下降侧)岩溶层接受地下水、地表水补给的相对隔水边界, 截断了来自山体的地下水径流, 同时也缩短了地下水的补给、运移途径。由此可知, 在含水介质构成上, 断裂促进了岩溶发育, 在地下水补、排条件上, 断裂又抑制了岩溶继续发展。

## 3 结语

(1) 边缘断裂为区域纬向构造的组成部分, 根据其成生序次及规模判断为二级派生断裂, 虽然其规模较一级纬向断裂窄小, 但其对交通、工矿建设的影响更加显著。

(2) 断裂赋存形态为张扭性断裂(走向正断层), 如揭开内幕, 却有不同性质、不同期次和不同活动度的发展演化阶段, 尤其是结合新构造运动形迹分析,

可归为“活动性断裂”。

(3) 从宏观角度分析, 断裂的存在无疑恶化了相应区段的工程地质条件。如: 基岩面深浅不一, 岩性及其力学强度差异大, 岩溶发育不均等。如果查清其发生和发展规律, 就可以扬长避短, 化弊为利。譬如, 将拟建工程置于上升盘石英砂岩上, 那就绕避了复杂的岩溶问题。当然, 最佳的布局方案尚需经综合因素比选后确定。

## 参考文献:

[1] 江苏省地质矿产局. 江苏省及上海市区域地质志[M]. 地质出版社, 1984.

[2] 工程地质手册编写委员会. 工程地质手册(第三版)[M]. 中国建筑工业出版社, 1992.

[3] 河北省地质局水文地质四大队. 水文地质手册[M]. 地质出版社.