

文章编号 :1006 - 544X(2001)03 - 0213 - 05

桂林市西部地区地质构造与成热关系

张明华, 梁锦叶, 欧阳成甫, 韦炜烈, 缪钟灵

(桂林工学院资源与环境工程系, 广西桂林 541004)

摘要:遥感和地质构造研究及水文调查表明, 桂林市西部地区地热主要和断裂有关, 泉水点多沿断裂展布, 成热主要受龙胜-永福断裂带控制, 该断裂带是主要的导、储热构造, 两江-渡头复向斜中的次级褶皱及层间破碎带也是重要的储热构造, 热储类型以断裂破碎型为主, 龙胜-永福断裂带张性断裂活动明显的地段以及和 NE, NW, EW 向断裂交汇地段是最有利的成热部位。

关键词:地质构造; 地热; 线性影像; 桂林

中图分类号: P542.3; P314.1

文献标识码: A^①

1 地热地质背景

工作区位于桂林弧形构造的西缘, 桂林-全州复向斜的西南。基底为寒武系清溪组、边溪组浅变质砂板岩, 在测区西缘的渡头乡以西的太平山中高山区出露; 盖层广泛发育泥盆系、下石炭统的碳酸盐岩和碎屑岩, 另发育有白垩系红色碎屑岩及第四系地层^[1,2]。地质构造相对较为简单, 褶皱平缓开阔, 断裂较为发育, 龙胜-永福断裂带呈近南北向、北北东向纵贯全区, 并控制中生代断陷盆地的发育(图1), 在永福一带与灵川-永福断裂带交汇。从成热条件来看^[3], 区内无岩浆活动, 中生代盆地规模小, 储、盖热条件差, 地热主要与断裂有关。

工作区含水层主要为信都组、莲花山组的砂岩, 及东岗岭组、融县组、大塘组的石灰岩, 前者以裂隙水的形式存在, 后者以岩溶水的形式出现, 另还有第四系1、2级阶地上沉积物砂砾石层中的孔隙水。隔水层为寒武系的砂板岩、榴江组的硅质岩、页岩, 及泥盆系、石炭系岩层中的页岩、泥岩和硅质岩夹层。泉、水点主要沿断裂展布。

2 成热构造特征

2.1 龙胜-永福断裂带

龙胜-永福断裂带是研究区内一条重要的大型断裂带, 它不但对区内沉积作用、岩相分异、地质构造演化起重要的控制作用, 而且与成热关系密切, 具有形态复杂、变形多层次、活动多期的特点。在卫片上该断裂带呈明显的近南北向线性色调(彩)异常带, 在茶洞乡、永福县城附近沿走向上出现多级分枝、复合现象, 形态复杂。地貌上表现为陡峻的山岭或深切的河谷, 进入义江河谷盆地后, 大部分被第四系覆盖, 面貌不清。大量野外调查、研究发现, 龙胜-永福断裂带的断裂活动经历了多层次的变形, 早期表现为深层次的韧性变形特征, 后期表现为浅构造层次的继承性的断裂改造活动。在茶洞、永福一带, 这一特征表现十分突出。

茶洞乡江州村龙江寨东小河边该断裂带产出在寒武系浅变质岩与白垩系不整合接触带上(图2), 断裂带动力变质现象明显, 寒武系浅变质砂岩已蚀变为石英砂岩, 硅化现象十分明显, 最突

① 收稿日期: 2000-04-24; 修订日期: 2000-06-07

基金项目: 桂林市计委基金资助项目(GJ1999)

作者简介: 张明华(1965-), 湖北孝感人, 硕士, 讲师, 构造地质专业。

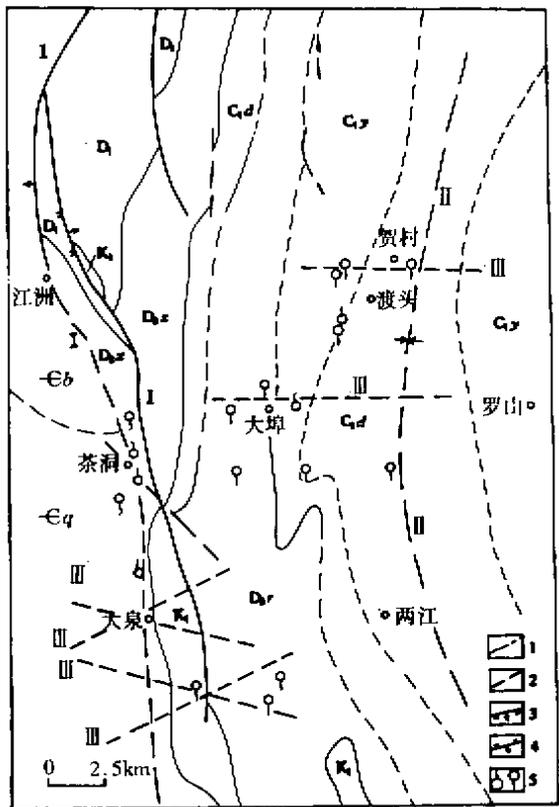


图1 桂林市西部渡头-茶洞地质略图

Fig.1 Geological sketch map of Dutou - Chadong in west Guilin

K₁—下白垩统；C_{1d}—下石炭统大塘组；C_{1y}—下石炭统岩关组；D_{3r}—上泥盆统融县组；D_{2d}—中泥盆统东岗岭组；D_{2x}—中泥盆统信都组；D₁—下泥盆统（未分）；E_b—寒武系边溪组；E_q—寒武系清溪组；I—龙胜-永福断裂带；II—两江-渡头向斜；III—遥感解译断层；1—地质界线（实测，推测）；2—断层（实测，推测）；3—正断层；4—逆断层；5—上升泉、下降泉

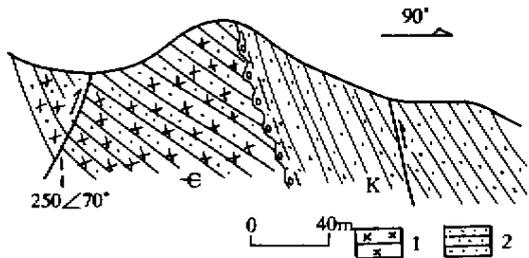


图2 龙江寨东断层剖面图

Fig. 2 Section of east Longjiang fault

1—浅变质岩；2—紫红色砂岩

出的特征是早期逆冲、剪切作用形成的韧性剪切带形迹非常清楚。石英砂岩中流动构造发育，变形分异明显，硬的石英砂岩因韧性剪切形成粘滞型石香肠，薄层的石英砂岩呈形态复杂的被动褶皱楔入到石香肠之间（图3），呈现典型的韧性变形特征。与之形成鲜明对比的是，断裂带中的白垩系紫红色砂岩发育脆性挤压破碎带，密集的剪切破裂面将岩石切割为板状体，并发育多组伴生的剪节理，表现出浅构造层次的脆性变形特征。

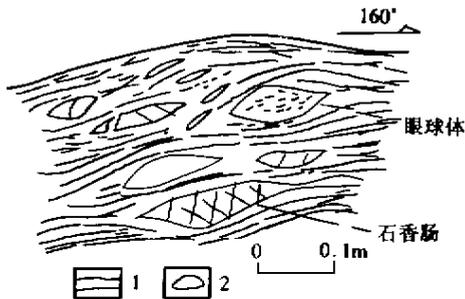


图3 龙江寨东断裂带韧性变形素描图

Fig.3 Sketch of east Longjiang fault zone

1—流动构造；2—石英岩

永福县城郊西边的山门口、蒋家、平岭一带，龙胜-永福断裂带分为多枝，且特征清楚。平岭一带（断裂带东支）断裂带两侧的 C_{1y} 碳质页岩普遍变质为板岩，因强烈的挤压，逆冲及剪切作用，在断裂带中发育构造片岩，片理面上纤维状的变质矿物（绿泥石、黑云母等）拉伸线理发育；山门口（断裂带西支）断裂带寒武系板岩中发育折劈理及褶皱线理，也表现出较强的韧性变形特征；而在蒋家一带，断裂带中发育强烈硅化的张性角砾岩带，脆性变形特征典型。

龙胜-永福断裂带又是一个多期次的断裂活动带，经历了加里东、海西、印支、燕山期等多次的构造运动，断裂活动复杂，不同时期表现出不同的特征（表1）。因断裂活动的不均一性，及多期次的叠加改造，使得该断裂带在不同地段断裂活动差异较大。

2.2 灵川-永福断裂带

灵川-永福断裂带是区内另一条重要的大型断裂破碎带，是桂林-南宁区域性基底复活性大断裂的中段。在永福县小江一带与龙胜-永福断裂交汇，和成熟也有一定的关系，只有少部分在工作区内。卫片上该断裂带呈NE向展布，线性

表 1 龙胜—永福断裂带特征

Table 1 Feature of Longshen - Yongfu fault zone

构造期	断裂性质	断裂特征
加里东期	早期拉张	基底断裂, 控制早古生代沉积
	晚期挤压	韧性逆冲、剪切, 发育韧性剪切带, 断裂热液活动较强
海西期	拉张	控制晚古生代沉积盆地及岩相古地理
印支期	挤压	以脆-韧性为主、局部韧性的挤压、逆冲变形、改造
燕山期	早期拉张	控制中生代白垩系断陷盆地的发育。
	晚期挤压	以脆性为主的继承性的逆冲改造活动, 弱的动力变质及较强的热液活动

影像清晰, 控制着第四系和水系的发育, 并且新构造活动频繁, 1599 年灵川发生过近 5 级地震, 1917 年全州大西江发生过 3 级地震, 反映其仍为活动断裂。

野外调查发现, 灵川—永福断裂带断裂活动复杂, 沿走向上断裂特征变化也较大。在灵川县定江乡龙口村西北一带, 逆冲挤压现象及早期的韧性变形特征清楚: 断裂带及两侧的 C_{1y} 地层普遍变质, 发育折劈理及褶皱纹理, 上盘地层出现大型平卧褶皱, 在强应变域发育豆夹状褶皱及鞘褶皱, 反映其早期强烈的韧性剪切作用及物质的塑性流动。在临桂县、永福县一带其脆性变形特征也较明显: 临桂县北机场路旁的 D_{3r} 地层中发育宽数百米的断裂破碎带, 局部发育劈理化带, 有多期的角砾岩、擦痕及方解石脉, 反映有多期的断裂活动。永福县西的龙溪电站、石磨平一带, 在 C_{1y} , K 的地层中发育数十米宽的张性硅化破碎带、角砾岩带 (图 4), 热液活动较强。

2.3 隐伏断裂

发育在义江河谷盆地中及茶洞乡一带, 多为第四系覆盖, 断裂规模较小, 延伸到盆地边缘或盆-岭交接处消失。在卫片上遥感影像尚可辨别, 主要有 NW, NE, EW 向三组。

2.3.1 EW 向断裂 主要发育在渡头乡一带河谷盆地及茶洞乡大泉水库附近。卫片上表现为线状的色调 (彩) 异常界面或异常带, 山脊错移, 河流拐弯及水体沿断裂带两侧呈带状分布。具代表性的是渡头乡大埠村东的断层。该断层上为第四系河流冲积物覆盖, 只在义江河谷凹岸谷坡陡壁上出露, 在追索 C_1d 地层时偶尔发现。断裂带变形较强, 上、下盘岩层都发生褶皱, 下盘褶皱强烈, 局部倒转 (图 5)。断层平移特征明显, 沿断裂走向上, 发育轴面、枢纽近直立的倾竖褶皱及构造透镜体 (图 6), 反映有多期活动的特征。另外, 有多个泉水点沿断裂带展布, 义江因断裂错动而呈近 90° 明显拐弯。卫片上该断裂有一定规模的延伸, 向东延至罗山水库, 西至茶洞东部。茶洞北边的贺村一带也呈现清晰的 EW 向线性影像, 也有多个泉水点展布。

2.3.2 NE 向断裂 主要分布在五通镇对岭界北部、中庸乡、及宛田乡南部, 茶洞乡企业办及大泉水库较为发育, 野外调查未见出露。遥感影像表现为线状的色调 (彩) 异常带, 地貌上表现为山体、洪积扇明显错移, 具平移断层性质, 多为左行特征。

2.3.3 NW 向断裂 主要分布在五通镇对岭界一带。卫片上线性影像特征较为清晰, 山体被切割, 山脊被错移, 水体沿断裂带呈串珠状分布。

2.3.4 层间滑动破碎带 厚度、能干性差异大的岩层间, 易发生层间滑动而形成层间破碎带。在 C_1d 下部中厚层灰岩中的泥岩、泥灰岩夹层, C_{1y} 碳质页岩中的泥岩、薄层灰岩夹层, D_2d 疙瘩状灰岩中的薄层灰岩、泥灰岩、碳质页岩中层间破碎带十分发育。

3 构造与导、储热的关系

3.1 主要的导、储热构造

从野外泉、水点调查结果看, 龙胜—永福断裂控制着泉水的展布, 绝大多数有意义的泉水点均分布在该断裂带上, 反映龙胜—永福断裂带是

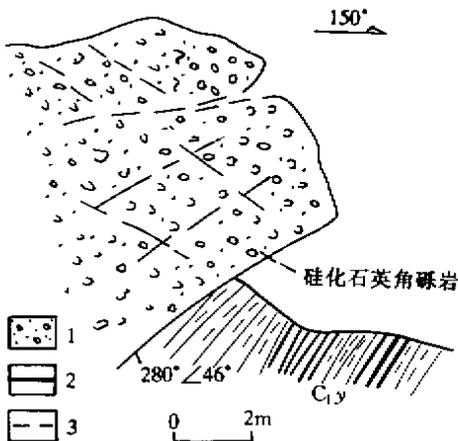


图 4 石磨坪断裂带素描图

Fig. 4 Sketch of Shimping fault zone
1—硅化角砾岩; 2—页岩; 3—泥岩

主要的导、储热构造。一方面，从断裂带上的众多泉水出露点及所表现出的正断层特征（图7、图8）看，在断裂处于拉张活动时期，龙胜—永福断裂带是良好的导热通道，中深循环的地下水沿断裂上升到地表浅层而在断裂带上具有良好隔热、贮热条件的部位出露为泉（下盘为隔热岩层、上盘为贮热岩层）。另一方面，在断裂处于挤压活动时期，该断裂带是一个强应变带，强烈挤压、逆冲、甚至推覆、韧性剪切形成的热能被封存在断裂破碎带中，而形成断裂破碎带型热储。断裂带普遍存在着较强的动力变质及蚀变现象（绢云母化、硅化、毒砂化等），说明这一点。随着断裂性质从挤压向拉张转变，其控制作用也随之从储热构造向导热构造变化。特别是断裂带应力的多次变化，有利于地热的形成。至于灵川—永福断裂带，除了在与龙胜—永福断裂带交汇部位及附近有较好泉水出露外，其它地段似乎并无特别之处，其与成熟的关系有待深入研究。

3.2 次级导热构造

NW, NE, EW 向隐伏断裂及层间滑动破碎带是重要的次级导热构造。从 NW, NE, EW 向

这3组断裂发育在白垩系或第四系盆地中，并错切洪积扇、阶地、水系判断，应为中、新生代以来的活动断裂。极可能是近东西挤压（龙胜—永福断裂挤压活动时期），沿 NW, NE 剪裂面和 EW 向张裂面发育的3组断裂。调查结果显示，相当部分的泉水点分布在这3组断裂或其交汇点上，在盆地两侧洪积扇前，或阶地前缘（多为二级阶地）出露为上升泉。局部泉群沿断裂带呈线状分布。NE, NW, EW 向断裂将从深部沿龙胜—永福断裂带上升的热能部分分散运移到地表和盆地中。在该断裂带处于挤压活动时期，这3组断裂是主要的运移通道。特别是 EW 向断层，因其具有明显的张性特征，在运移热能的过程中起着重要作用。层间滑动破碎带也是盆地中热能运移的重要通道，大型的层间滑动破碎带还兼具有储热的双重作用。部分泉水点发育在 D_3l 或 C_1y 透水性差的硅质岩中，显然与层间滑动破碎带有密切关系。

3.3 次级储热构造

调查结果显示，泉、水点除受龙胜—永福断裂带控制、沿其作线状展布外，还有部分分布在

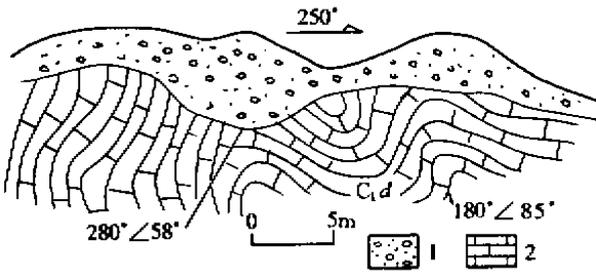


图5 大埠头东义江谷壁断层素描图

Fig.5 Sketch of east Dabutou fault on Yijiang valley wall
1—坡积物；2—灰岩

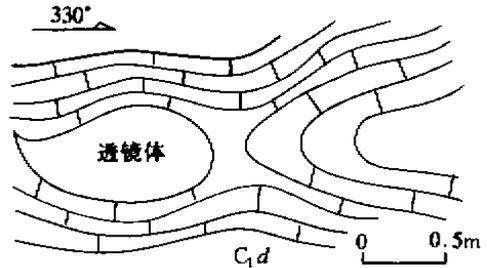


图6 大埠头东义江谷壁断裂剪切变形素描图（平面）

Fig.6 Skech of share deformation of east Dabutou fault on Yijiang valley wall

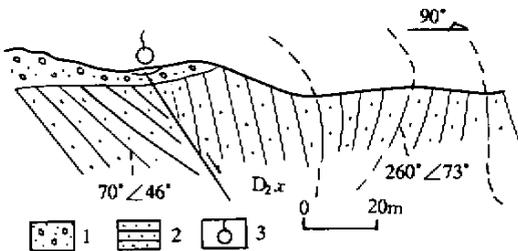


图7 柳山塘泉水出露点及断裂剖面图

Fig.7 Section of Liushantang spring and fault
1—坡积物；2—中厚层砂岩；3—上升泉

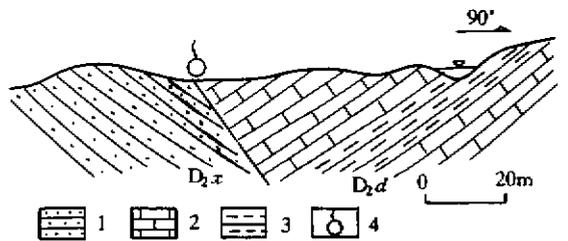


图8 葡萄村泉水出露点及断裂剖面图

Fig.8 Section of Putao village spring and fault
1—中厚层砂岩；2—灰岩；3—泥岩；4—上升泉

两江 - 渡头向斜盆地中, 这些点既远离龙胜 - 永福断裂带, 地面调查及遥感解译又未有明显断裂存在, 反映其成热应与两江 - 渡头向斜相关, 反映两江 - 渡头向斜盆地也是重要的储热构造。该向斜是一个复向斜, 其轴部为栗村背斜, 背斜隆起部分有 D_3l 出露, 核部为 D_2 和 D_1 地层, 夹于石炭系和泥盆系塑性岩层 (泥岩) 中的脆性岩层, 在褶皱时易形成虚脱, 转折端形成张裂隙和层间滑动破碎带, 使得这些夹层有可能成为导、储热层位, 尤其在复向斜中的次级背斜核部更容易形成储热构造。

3.4 断裂带交汇、复合部位是有利的成热部位

从统计结果看, 水温高或流量大的泉、水点几乎都是分布在龙胜 - 永福断裂带, EW, NW, NE 向断裂以及灵川 - 永福断裂的交汇处, 特别是 NE, NW, EW 向断裂与龙胜 - 永福断裂带交汇部位或龙胜 - 永福断裂带与灵川 - 永福断裂带的复合部位。如: 茶洞乡的大泉水库、企业办, 五通镇的葡萄、柳山塘, 永福县的龙溪电站、石磨平等。一方面, NW, NE, EW 向断裂多为中生代以来的活动断裂, 且多发育在盆地中, 挽近期的断裂活动在交汇部位对成热有利。另一方面, NW, NE, EW 向断裂的断裂活动使龙胜 - 永福断裂带在与 NW, NE, EW 向断裂的交汇、复合部位使被封闭或堵塞的通道变得畅通 (特别是在其挤压活动时期), 不断产生新的通道及改造老的通道, 更有利于热液的运移。

3.5 寻找地热的重要部位

前已述及, 龙胜 - 永福断裂带是一个多期次活动的复杂构造, 其与成热的关系不能一概而论。仅从龙胜 - 永福断裂带具有逆断层性质, 断层面的产状差异很大, 甚至相反, 就认为对成热不利的观点显然是不科学的, 必须全面、系统、客观地加以分析。从野外调查结果发现, 龙胜 - 永福断裂带张性活动明显的地段 (并非一定是正断层), 只要有合适的条件如: 其他断层的切割、交汇及较理想的贮、隔热岩层等, 一般都有泉水出露, 龙胜 - 永福断裂带的张性活动地段是寻找地热的重要部位。

4 结 论

(1) 桂林市西部地区地热受断裂控制, 龙胜 - 永福断裂为主要的成热构造。

(2) 龙胜 - 永福断裂张性活动明显的地段, 及与 NW, NE, EW 向断裂交汇部位, 两江 - 渡头复式向斜的次级背斜转折端部位, 是最有利的成热部位。

(3) 断裂韧性剪切、逆冲、挤压活动形成的破碎带型热储为主要的地热类型。

参考文献:

- [1] 广西地质局. 融安幅区域地质调查报告 (1:20 万) [R]. 南宁: 广西地质局, 1982.
- [2] 广西地质局. 桂林幅区域地质调查报告 (1:20 万) [R]. 南宁: 广西地质局, 1967.
- [3] 陈墨香, 汪集易, 邓 孝. 中国地热资源——形成特点和潜力评价 [M]. 北京: 科学出版社, 1994. 10 ~ 100.

The relation between geological structure and heat-generating in western area of Guilin

ZHANG Ming-hua, LIANG Jin-ye, OUYANG Cheng-pu, WEI Wei-lie, MIAO Zhong-ling

(Department of Resource and Environment Engineering, Guilin Institute of Technology, Guilin 541004, China)

Abstract :By an enormous study of remote sensing, geological structure and watergeology in west Guilin, it is found that geoheat is mainly relative to fractures. Springs distribute along fractures. Heat-generating is controlled by Longshen-Yongfu fault zone. Longshen-Yongfu fault zone is the main heat-conducting and heat-storage structure. The second-order fold and fracture zone between layers in Liangjiang-Dutou multiple syncline are also important heat-storage structure. The majority of heat-storage reservoirs are fault-fractures. The most advantageous position where heat generates is Longshen-Yongfu fault which acts tensile and interacts northeastwards, northwestwards and east-westwards.

Key words :lineal image ;geoheat ;geological structure ;Guilin