

我国福建陆缘地带的地热活动 与地球物理场特征

魏斯禹

(中国科学院地球物理研究所)

刘绍成 敖光华

(地质矿产部福建省地矿局)

滕红渊

(中国科学技术大学地球和空间科学系)

摘 要

本文根据近年来在福建陆缘地区所进行的热流测量与浅井温度场测定, 以及对综合地球物理场的研究, 探讨了我国福建沿海地带的地热活动特征及其与岩浆活动、地震活动和深部构造的关系, 还探讨了该地区地热的开发前景。

一、引 言

福建省地处我国东南沿海, 这里温泉众多, 地热资源丰富, 在地热能的开发和应用方面有广阔的前景。基于此, 在该地区进行了综合地球物理探测, 本文根据探测结果, 对该地区的地热活动特征及其综合利用前景进行了研究。

二、福建地区的水热活动、热流值的分布及地球物理场特征

1. 水热活动特征

区内北西向的断裂控制了大多数温泉的分布, 形成了该区主要的温泉分布带。至今查明的热水点已有192处(图1), 水温一般为40—60℃, 最高泉水温度可达89℃。钻孔(300—500米)内最高水温在漳州为120℃, 福州为105℃。

这些温泉带均分布于主干断裂附近和这些断裂的交汇部位, 其温度梯度约6℃/100m—8℃/100m。但应当指出, 大约有85%的温泉集中分布在沿海地带。其中59%分布在燕山期

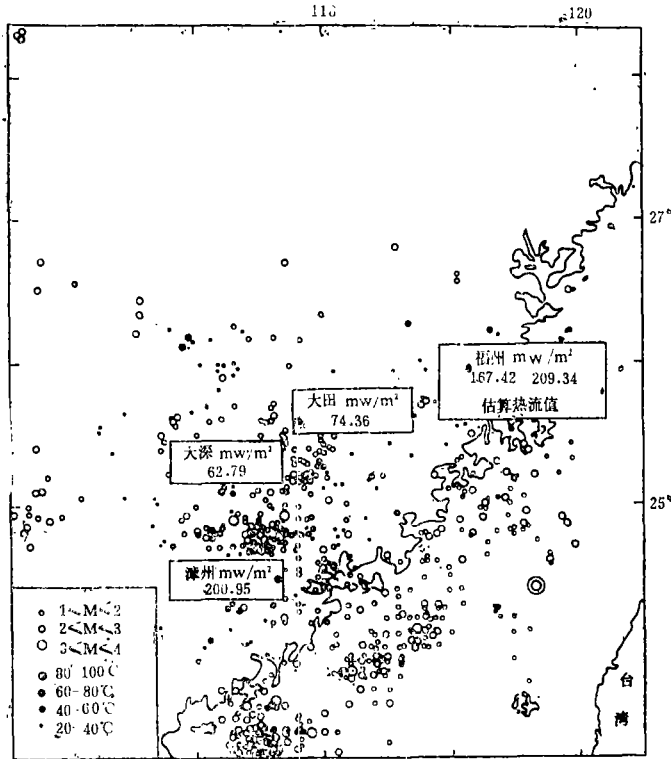


图1 福建省温泉分布图

Fig. 1 Distribution of hot springs in Fujian province

花岗岩区，其余分布在火山岩区。在温泉区常见有晚期中、基性岩的侵入。该区的热水主要为陡倾角断层裂隙水，全省总流量为1325升/秒。含热水构造的磁性、电性和地球化学特征均与围岩差异明显，所以利用地球物理勘探和化学勘探方法研究其构造背景和控制构造断裂的效果良好。

1984年，在龙岩、漳州、大深、大田、福州各地进行了井下温度梯度的测量，漳州地区地温梯度为7.5℃/100m—8.0℃/100m，福州地区为7.5℃/100m—8.0℃/100m。据此，求得的大地热流值在大田为74.4mw/m²，大深为62.8mw/m²，漳州地区平均值为201mw/m²。

2. 地球物理场特征

(1) 重力场

从布格重力异常图(图2)可以看出，福建省为重力低区域，反映了区内沉积盖层(包括酸性岩浆岩)厚度大，或在地壳与上地幔中，由于热物质运移而在深部存在着低密度体。

(2) 地壳形变与等温居里面

由图3可见，漳州—连城为一北西向隆起区，年变化率大于1毫米/年。围绕隆起中心的温泉区有厦门、漳州、安溪、大田、永安、连城、永定等。这些温泉有规律地分布在隆起区的周边地带。微震及人工地震探测资料证明，区内存在着低速层，其埋深为11公里。等温居里面埋深为10公里左右(图4)。由此推断，漳州—连城隆起区深部有可能存在地幔热物质上涌或岩浆运移。

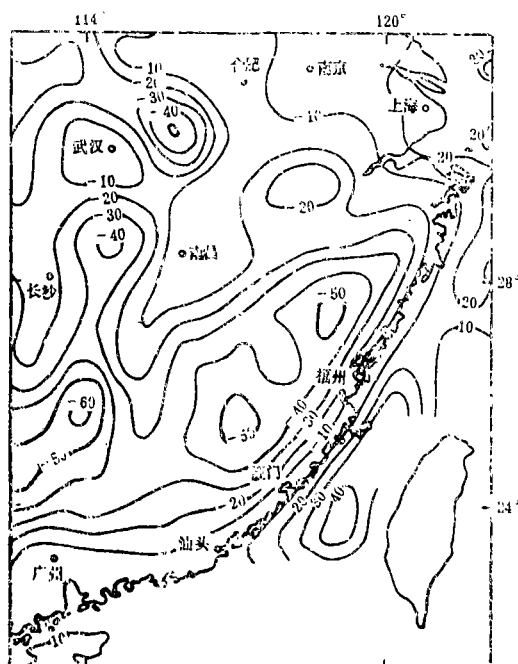


图2 福建省布格重力异常图

Fig. 2 Map of gravity anomaly in Fujian province

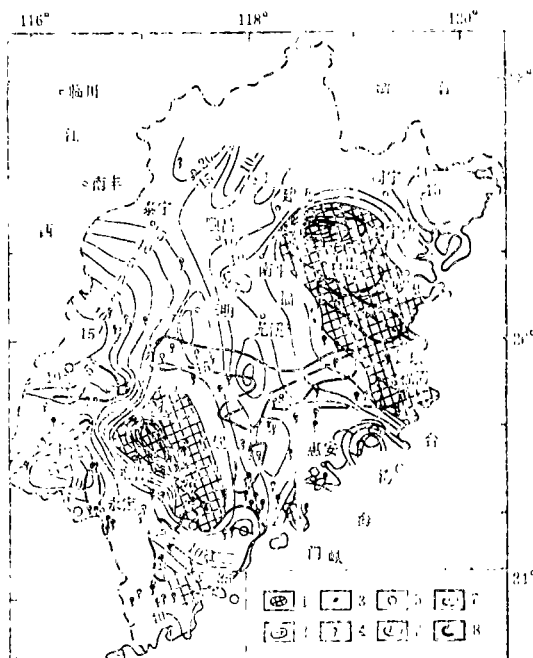
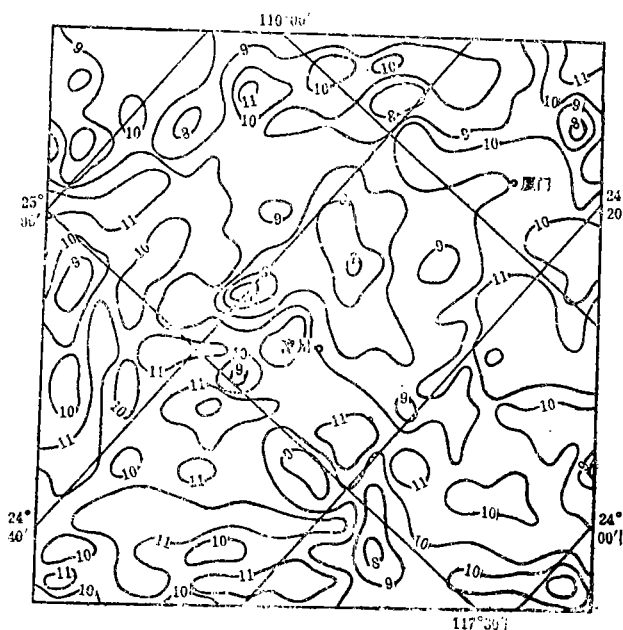


图3 福建境内地壳形变图

1. 年变率 >1 2. 新第三纪 3. 喜马拉雅期基性侵入体 4. 温泉 5. 地震震中 6. 地壳垂直形变等值线(1952—1976) 7. 年变率 <1 8. 地热异常等值线(大于 60°C)

Fig. 3 Map of crustal deformation in Fujian province



a 漳州地区

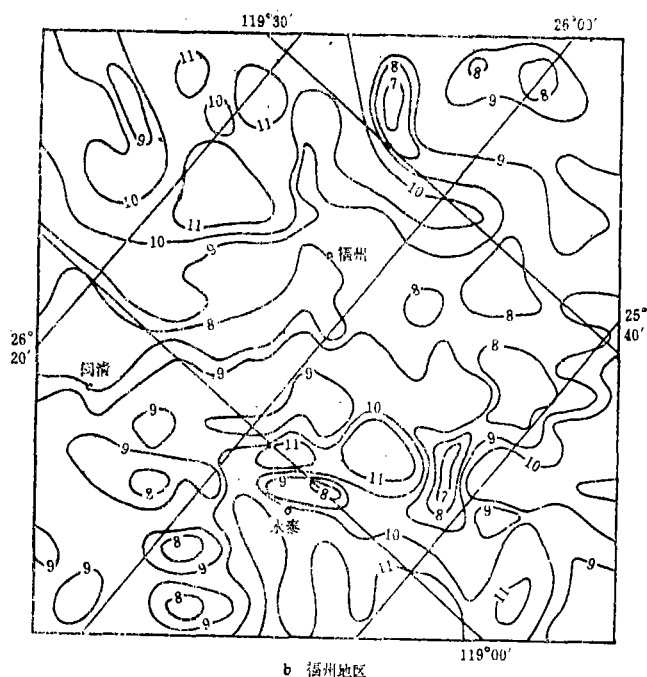


图4 等温居里面深度分布图

Fig. 4 Distribution of depth of isothermal Curie surface

在福州地区存在着一条福州—莪洋北西向闽江断裂。区内地壳形变速率大于1毫米/年，闽江北岸上升幅度较大。航磁等值线图清晰表明，沿闽江有走向北西的线状异常分布，反映有岩浆岩沿闽江断裂侵入。这一地区的温泉分布受北西向的闽江断裂控制。在布格异常图上顺昌—莆田有一走向北西的重力高区域，这是由于结晶基底抬升形成地堑构造所致，其北侧与闽江断裂位置相当。福州地区的等温居里面等深线图显示：相对于闽江构造带有一等温居里面的隆起区，其走向北西，深度为8—10公里。综上所述，在福州地区的深部存在着热物质上涌，并成为地表温泉补给热源。

此外，在连江—德化有北东东向的大樟溪断裂，德化—惠安北东东向航磁负异常与大樟溪断裂一致。惠安温泉与光明温泉与大樟溪沿岸温泉的分布显示受同一条断裂控制。与这一温泉分布区相对应，在深部有一条北东东走向的等温居里面隆起，其南段深约8公里，北段深约10公里。德化南埕温泉水温高达89℃，是福建省自流泉中水温最高的，其所处构造位置为漳州—连城隆起边缘的环状断裂与德化—连江北东东向断裂的交汇部位。综上所述，沿连江—德化，其深部可能存在着热物质上涌。

根据重力和航磁资料认为，兴化湾—仙游的东西向断裂也是控热构造。兴化湾是北东、北西、东西向几组构造的交汇点，也是福建新构造运动最活跃的地区之一。

三、福建陆缘地带地热活动与地震活动和岩石圈的构造特征

1. 地震活动与地热异常

本区地震主要分布在沿海地区，地震的强度和频度都有自沿海向内陆减弱的趋势，粤

东、闽南地区又为全区地震最密集的地带(图5)。震源深度自东向西逐渐变浅,福建境内由沿海向内陆震源深度由20公里减为10公里或5公里(万天丰,1985),见图6。

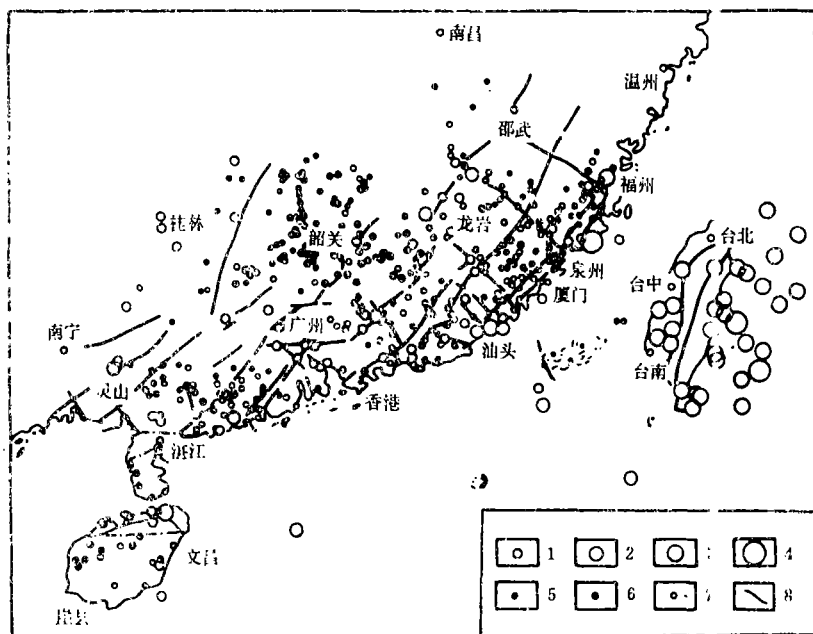


图5 福建地震震中与热泉分布

Fig. 5 Distribution of hot spring and epicenters in Fujian province

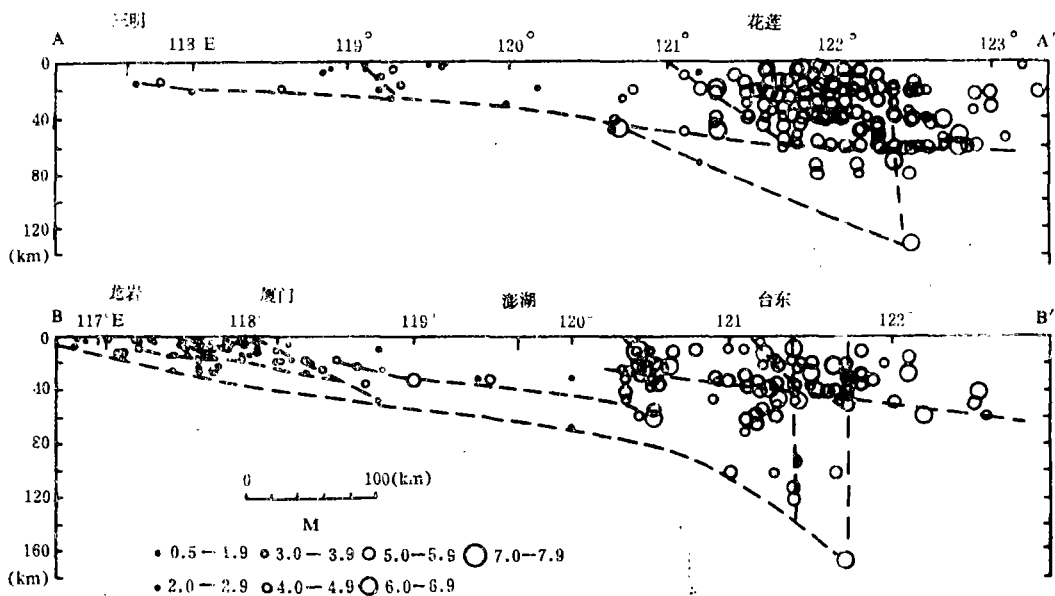


图6 台湾—福建地区地震震源深度分布图

Fig. 6 Distribution of focal depth from Taiwan to Fujian

该区地震只发生在地热异常区内，且高地热异常区只有小地震。由于地热、地震活动均与构造有关，地热异常的高、低值区分别反映了近代地壳构造的隆起区和拗陷区，因此，地热分布与地震分布证实了近代地壳拗陷区边缘多为强震孕育的场所〔2〕。

2. 地热活动地区的地壳结构特征

从重力异常资料反演的结果来看，地壳由西向东减薄，陆缘地带为重力异常和Moho界面深度变化的高梯度地带。

在东山县—安源湖头镇一带的深部地震探测结果表明，在地壳内深约11—17公里处有一厚约6公里的低速层，其速度为5.9公里/秒；上地幔顶部速度为7.8公里/秒（熊绍柏，1986）。应当指出，这条剖面仅切过闽东南隆起区的东坡，故推断隆起块体顶部地壳低速层有可能埋藏更浅，速度更低，地壳厚度也可能更薄。由此向南在泉州—汕头一带地壳厚度为30公里，低速层埋深为13—14公里，厚度近3公里，速度为5.9公里/秒〔8〕，上地幔顶部速度为7.85公里/秒（图7）。基于以上两条深部地震探测剖面可见，我国福建陆缘地区地壳低速层埋深浅，上地幔顶部是上隆的。上地幔顶部地震波速度低则是由于深部热物质上涌所致。等温居里面的埋深也与此相吻合。该区地壳内低速层的存在表明，在浅处（8—10公里）可能存在着物质的部分熔融，又由于该区地震均发生在地壳内10公里左右，故低速层可能对地震的孕育和发生有着抑制作用。

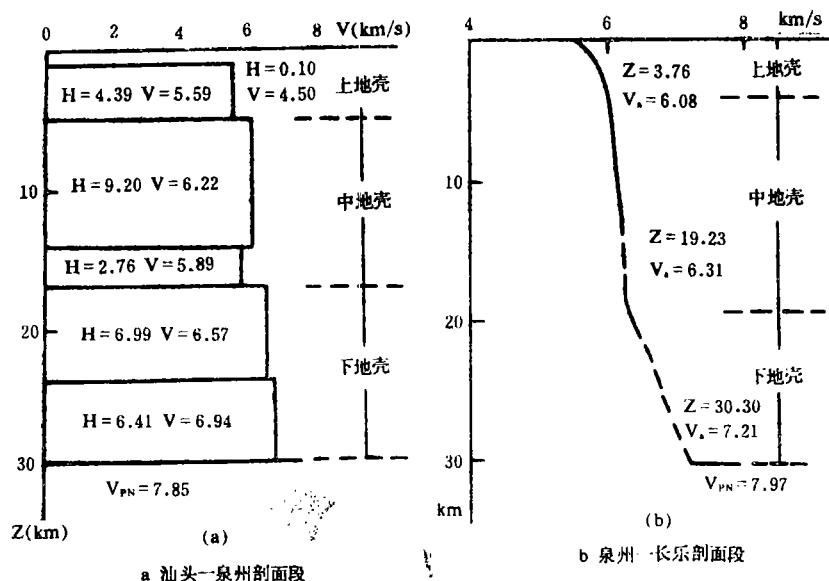


图7 泉州—汕头地区地壳结构与速度分布图

Fig. 7 Crustal structure and seismic velocity from Quanzhou to Shantou

参考国外已得到的经验，在地壳中有低速层透镜体的地方，其上方浅部有可采热田。在我国东南地区寻找高温地热最有前途的地区当然是陆缘地带。

此外应当指出，在剩余均衡异常图上和布格重力异常图上显示，在我国东南沿海一带有四个负异常区（图2），应给予足够的重视。四处负异常区是：温州—临海、福州—漳州、丰顺—梅县和阳春一带，这些地区也是地壳隆起区，地壳厚度为28—32公里。岩浆活动以燕山期花岗岩、燕山中晚期喷出岩为主，但也有零星的第四纪以来的玄武岩分布。它们受近代

构造运动影响很大,且有东山—长乐、福安—南靖、政和—海丰、崇安—宁德、龙岩—漳州、吴州—四会、海丰—香港、惠阳—紫金等断裂分布¹⁾,总之,上述各区是开发热能的远景区(图8)。

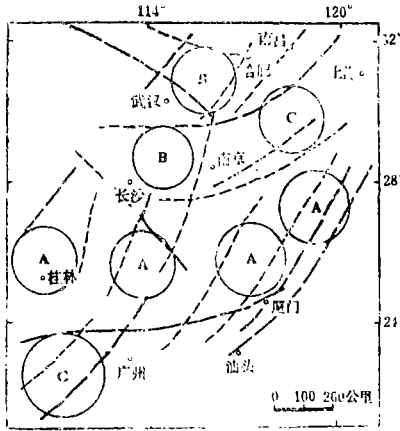


图8 我国东部及沿海地带地热
田前景地区预测示意图

A.最有远景区 B.有远景区 C.可能有希望地区
Fig. 8 Sketch map of forecasting prospect
areas with recoverable geotherm in
coastal areas of Fujian province
and the east of China

根据综合地球物理场及地壳与上地幔结构的研究推断,在福建陆缘地区地下2--3公里深处,出现150℃—200℃的高温热水的可能性是存在的,主要是福州地区和漳州地区。但必须明确指出,它们属于断层裂隙热水,而关于热水的补给和可能的热源循环系统至今尚不十分清楚。在该区中,低温水的应用以及部分地区高温热水的综合利用有着广泛的前景。

参 考 文 献

- [1]王洪涛等,闽粤板内断块构造活动及其热震效应,西北地震学报, Vol. 5, No. 4, 1983.
- [2]黄坤荣,华南地区温泉热释放与地震关系,华南地震, Vol. 3, No. 4, 1983.
- [3]廖其林、王振明等,我国华南沿海地区地壳与地幔速度结构特征,科学通报, No. 12, 1987.

1) 王翥基,我国区域应力场和地热分布的若干规律问题, 1986.

THE GEOTHERMAL ACTIVITY AND THE CHARACTERISTICS OF
GEOPHYSICS FIELD IN CONTINENTAL MARGIN
OF FUJIAN PROVINCE

Wei Siyu

(*Institute of Geophysics, Academic Sinica*)

Liu Shaocheng, Ao Guanghua

(*The Geological and Mineral Bureau of Fujian Province*)

Teng Hongyuan

(*Science and Technology University of China*)

Abstract

In this paper, the characteristics of geothermal activity and relations between these characteristics and magma activity, seismicity and deep structure in coastal areas of Fujian province are discussed, depending on the measurement of heat current, the shallow well temperature field and the study on the synthetic geophysical field in continental margin of Fujian province. The exploiting prospect of geotherm is discussed in this paper.