

地热专辑

第一辑

地质科学研究院地质力学研究所主编

限国内发行

地质出版社

地 热 专 辑

第 一 辑

地质科学研究院地质力学研究所主编

(限国内发行)

地 质 出 版 社

地 热 专 辑

第 一 辑

地质科学研究所地质力学研究所主编

(内部发行)

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

1976年5月北京第一版·1976年5月北京第一次印刷

印数1—5,300册·定价0.85元

统一书号: 15038·新145

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

目 录

为祖国探索新能源——地下热能而努力

- 地质科学研究院地质力学研究所地热组 (1)
- 广东某地热区构造分析..... 梁炳泉 (7)
- 某区地下热水的构造控制及其与围岩的蚀变现象..... 广东省地质局 (12)
- 暖水塘地热异常区地质构造条件和热水分布特征..... 董玉辰 执笔 (18)
- 关中温泉分布与构造体系的关系..... 陕西省地质局第一水文队 (25)
- 热水村岩溶地区地下热水..... 刘金荣 执笔 (29)
- 浙江南溪温泉地下热水..... 何文选 (39)
- 云南热海地热蒸汽资源..... 热海地热资源联合调查组 (42)

技 术 方 法

- 地热研究与热水勘探中的地温测量方法..... 王庆樟 李德录 邢历生 黄尚瑶 (46)
- 物探方法在汤坑地热勘探中的应用..... 陈彦杰 (90)
- 用人工补给增大地下热水储量的试验 刘振忠 执笔 (96)
- 地下热水对矿床开采的影响 詹景荣 (105)

地 热 利 用

- 北京地区地下热水的综合利用..... 杨期隆 郑克桢 刘树芳 (108)
- 后郝窑地热试验电站..... 后郝窑地热发电组 (112)

消 息 报 导

- 煤炭工业部召开煤矿地温工作技术座谈会..... 刘特音 (118)
- 山东省煤炭工业局举办地温测量训练班 山东省煤炭工业局科学研究所 (119)

图 片 报 导

西藏东部的温泉..... 刘树桐 康文华 (120)

国 外 资 料

匈牙利热水开发及其利用..... L. 贝尔泰基 (126)

捷克区域大地热流及测定导热率的全自动装置..... M. 克雷斯尔 V. 诺瓦克 (136)

为祖国探索新能源—地下热能而努力

地质科学研究院地质力学研究所地热组

地下热能是赋存于地球内部的一种巨大能源。它和煤、石油、天然气及其它矿产一样，也是一种宝贵的矿产资源。目前，人们对于地下热能的利用，基本是通过开采地下热水（汽）来实现的，因为地下热水（汽）是从地球内部将地下热能携带到地表的一种重要媒介。即使是对岩浆或干热岩体的开发，也要通过人工灌注冷水最终获得热水（汽）而加以利用。因此，地下热水（汽）是重要的地下热能资源。它作为一种新能源，具有分布广、成本低、易于开采、可直接利用、无环境污染等优点，如能充分开发，可节省大量的煤炭和石油，对于落实毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针，加速我国工农业生产的发展，改变能源布局，消除城市公害，都有着重要的意义。

（一）

我们伟大的社会主义祖国，“地大、物博”，“贮藏了丰富的矿产”，不仅煤、石油、天然气及其它矿产资源丰富，而且蕴藏着极为丰富的地热资源。目前已知的热水点（包括温泉、钻孔及矿坑热水），遍布全国各地。而且，随着各种矿产资源的普查与勘探工作的进行，随着矿山事业的发展，新发现的热水点每年都在增加。

我国温泉出露最多的省份是：云南省，有四百八十余处；广东省，有二百三十余处；福建省，有一百五十余处；台湾省，有一百余处。约占全国温泉总数的二分之一。其次是辽宁、山东、江西、湖南、湖北、四川等省及西藏自治区，温泉露头都在五十处以上。

我国温泉水温超过 90°C 的也多分布在上述各省和自治区之内。台湾省南部的某温泉，水温高达 140°C ，是我国目前水温最高的温泉点。云南及西藏高原有许多温泉和间歇喷泉，有的热水（汽）温度高于当地沸点 $2-3^{\circ}\text{C}$ ，喷泉喷射的高度从几米至几十米。在“地下热水”影片中，可看到“滚锅”、“喷泉”等壮丽的景象。

除热水的天然露头外，在我国广大平原地区，在石油、天然气、地下水及其它矿产资源勘探过程中，相继发现了隐伏在地下深处储量极为丰富的地下热水（汽）资源，如四川盆地某井揭露 79°C 热水，矿化度达 180克/升 ；江汉盆地某井揭露 97°C 热水，矿化度达 330克/升 。这些地区由钻孔揭露的地下热水，一般来说，水温高，压力大，矿化度高，富含溴、碘、硼、锂、锶、钡、铷、铯等有用元素，除提供地下热能外，还可为国防工业、化学工业及农业等提供大量的原料和肥料。

近年来，在许多矿山的开拓过程中，不断揭露出热水，对矿山生产及矿工身体健康

造成严重威胁，成为“热害”。但事物都是一分为二的，有关部门正在着手探索热水的规律，积极防治所谓“热害”，同时考虑对矿坑热水加以利用，为矿山服务，从而变害为利。

综上所述，从我国的南方到北方，从东南沿海到青藏高原，广泛分布着极为丰富的地下热能资源，为开发利用地下热能提供了极为有利的自然条件。

(二)

我国不仅是一个地热资源极为丰富的国家，而且是世界上地热开发利用和研究最早的国家之一。但在旧中国，由于反动社会制度的束缚，经济十分贫困，科学技术极端落后，丰富的地热资源，长期埋没地下，得不到开发和广泛利用。只在一些温泉区建有疗养所，为少数统治者所享有。我国地热工作几乎处于停滞状态。

毛主席说：“社会主义不仅从旧社会解放了劳动者和生产资料，也解放了旧社会所无法利用的广大的自然界。”解放后，在党和毛主席的英明领导下，地热资源同祖国的其它财富一样，收归劳动人民所有，在一些适宜的地区，先后为工农兵扩建和新建温泉疗养院(所)共一百余处。随着社会主义建设的发展、科学技术的进步及工农业生产发展的需要，地下热能的研究、开发与利用已被提到日程上来。无产阶级文化大革命以前，由于受刘少奇反革命修正主义路线的干扰，迷信洋人、洋框框，依靠少数“专家”、“权威”，不相信群众，不依靠群众，使地热工作搞得冷冷清清。无产阶级文化大革命以来，广大革命群众狠批了刘少奇、林彪的反革命修正主义路线，狠批了洋奴哲学、爬行主义和宣扬复辟、倒退、卖国的孔孟之道，捍卫和执行了毛主席的无产阶级革命路线，坚持党的领导，大搞群众运动，走独立自主，自力更生的道路，使地热工作得到了迅速的发展。全国有二十多个省、市、自治区开展地热普查、勘探及综合利用等工作，取得了可喜的成绩。在新的形势下，许多科研、教学单位如中国科学院综合科学考察队、中国科学院地质研究所、地质科学院水文地质工程地质研究所、北京大学、天津大学、长春地质学院、武汉地质学院等，坚持为无产阶级政治服务，与生产劳动相结合的方针，配合有关生产部门，在地热研究、开发与利用方面开展了大量工作，取得了显著成绩。国家地震局系统有关生产、科研单位结合地震预报在一些地热区开展热水动态及地温观测工作，探索水温及地温变化的规律，目前，已积累了大量的宝贵资料，对于预报地震及研究地热与地震的关系，具有重要的科学意义。

近年来，我国各地在地热普查、勘探和综合利用等方面取得了一些基本经验，概括起来有以下几条：

(1) 坚持党的领导，用毛主席哲学思想指导地热工作

党的领导是地热事业蓬勃发展的基本保证。许多省、市、自治区都在党委的领导下建立了专门机构，如地热会战指挥部、地热办公室、地热领导小组等，加强对地热研究与开发利用的领导，使地热工作取得显著成果。

毛主席的哲学思想是打开地下热库的锐利武器。许多省、市、自治区地质局的水文地质队实行工人、技术人员、领导干部三结合，刻苦攻读毛主席的哲学著作《矛盾论》和《实践论》，指导地热勘探，取得了辉煌成果。广东、福建、湖南等省的水文地质

队，在地热勘探过程中抓住主要矛盾，解决了防烫、防喷问题，战胜了“热老虎”，广东省一地质队抓住了热水的构造通道这个主要矛盾，有效地指导了勘探工作，经钻探揭露出水温为90℃、压力达2.5—3个大气压的地下热水。参加某市地热会战的生产、使用、科研、教学等有关单位（市城建局、公用局、鸭厂、宾馆、染化厂、棉纺厂及电厂等；地质科学院地热组^①、北京大学、天津大学、武汉地质学院、长春地质学院等单位），以毛主席的光辉哲学思想为指针，先抓主要矛盾，应用地质力学的观点研究构造体系的规律，摸清了基底断裂构造情况及性质，圈出了地热异常带的位置，正确指导了勘探。布置在此带上的钻孔，都打出了45—82℃的地下热水。在综合利用方面，反复实践，打破了洋框框，闯出了我国独特的中、低温热水利用的新路子。

广东、广西、福建、江西、湖南、陕西、青海等省、自治区地质局水文地质队，在区域地热地质调查中，抓住构造体系这一主要矛盾，运用地质力学的观点与方法，已经编制或正在编制本省区内构造体系与地下热水分布关系图，总结了地下热水的区域分布规律。

（2）坚持走“独立自主、自力更生”的道路

我国在一些地热区开展了以发电为目的的地热勘探工作，坚持“独立自主、自力更生”的方针，没有设备自己造，土法上马，修旧利废，相继建成了我国首批地热试验电站，为我国新能源的开发与利用做出了新贡献。当前，帝国主义和社会帝国主义掠夺第三世界的地热资源，企图通过所谓经济技术援助以达到经济掠夺和政治上控制等目的。我国在地热开发事业中坚持走“独立自主、自力更生”的道路，对第三世界抵制两霸的阴谋具有重大的政治意义。

（3）发动群众，大搞群众运动

伟大领袖毛主席指出：“什么工作都要搞群众运动”，地热工作也不例外。我国卓越地质学家李四光同志把开发利用地下热能看成是人类开辟新能源的一场革命。在这场革命中，不发动群众，不依靠群众，光靠几个专业人员或部分专业队伍是搞不成的。某市组织地热会战曾召开全市两千人誓师大会，发动群众开发利用地下热能。这一创举对全国起了推动作用。江西省地质局九〇九地质队在某温泉区进行勘探时，得到当地贫下中农的大力支持。他们义务修建了一条三十多里长的公路，大大加快了按装钻机和勘探工作的进程。广东一地质队在开展地热勘查工作时，发动群众找“热”报“热”，在所发现的四十七处热水露头中，有四十三处是当地贫下中农找到的。贫下中农对当地的一山一水，一草一木最为熟悉，他们积极性很高，迫切要求开发地下热水为农业生产服务。没有广大群众的积极性和大力支持，则将一事无成。只有依靠群众，大搞群众运动，地热开发利用事业才能更快更好地发展。

（4）综合勘探、综合找热水，达到多快好省的效果

一些省、市、自治区地质局的水文地质队及地质勘探队，在地热勘探中，采用了综合勘探方法，取得了多快好省的效果。某市地质局水文地质队调查了全市一千多眼机井的水温，圈出了浅层地热异常区，并结合重力测量，查明了基底的起伏及断裂带位置，在综

^① 地质科学院地热组系由地质科学院水文地质工程地质研究所、地质力学研究所及物探研究所等单位的有关人员参加组成。

合分析的基础上正确布置了钻孔，找到了覆盖层下的地下热水，为覆盖区寻找地下热水提供了宝贵经验。广东地质局水文队总结了几年来的勘探实践，把地温测量方法及水化学方法作为圈定浅部地热异常区寻找地下热水的向导；把物探方法作为查明露头区低阻带及覆盖层下基底形态及断裂构造的有效手段；用地质力学方法，研究构造体系对地下热水分布的控制作用等，进行综合勘探，为布置钻孔提供了可靠依据，大大节省了勘探工作量。

此外，有关兄弟部门，如煤炭部、冶金部、石油化工部、二机部等，在勘探开发煤、石油、天然气、盐矿、铁矿及铀矿过程中，不断揭露出深部的地下热水，为社会主义建设提供了越来越多的宝贵资源。许多热水井已被地方工农业生产所利用，并取得很好的经济效益。

（5）大搞地热综合利用，做到“一水多用”

毛主席指出：“综合利用大有文章可做”。无产阶级文化大革命以来，短短几年中，各地根据我国地下热水多数为中、低温这一特点，大搞综合利用，积累了许多宝贵经验。实践证明，中、低温地下热水的用途是十分广泛的。目前，我国已将其用于灌溉农田、育秧、繁殖水生动物和植物（如非洲鲫鱼、水浮莲、水葫芦等）、孵化、纺织印染、制革、空调、发电、民用热供水、冬季游泳池、医疗等方面，做到了“一水多用”，每年为国家节省大量的煤炭。

目前，世界上由于煤炭、石油、天然气的大量消耗，能源逐渐减少，地下热能的开发与利用，引起了许多国家的重视。尤其是资本主义世界发生能源危机，一些资本主义国家想从开发利用地下热能方面寻找出路，摆脱困境。但由于它们的社会制度腐朽，资本家的唯利是图，不可能全面合理地开发与利用地热资源。而在我们这样一个伟大的社会主义国家里，在广泛开发与利用地下热能的问题上，有极其优越的政治条件，一定能够攻破科学技术上的难关，打开这个庞大无比的热库，让它为社会主义革命与社会主义建设服务。

（三）

我国地下热能的研究、开发与利用，仅仅是开始，但已显示出它在国民经济中的作用。

地热与工业

地下热水在工业上的应用很广，可节省大量燃料及软化水用的食盐。目前我国已利用于锅炉热供水、烤胶、造纸、纺织、印染、水泥制品、制革、空调及发电等方面。某染织厂轧染机和退浆机直接利用48℃的地下热水，每年节约蒸汽一万五千吨（相当于节约煤二千五百吨），节约软化水用的食盐一百三十五吨，不到一年时间，用地下热水节约的资金就相当于热水井的全部投资。某水泥制品厂利用71℃的地下热水，每年节约煤二千八百吨，某皮革厂将93℃的地下热水用于锅炉及烤革，每年节煤近千吨。

利用地热发电，不用燃料，不用锅炉，也不需要运输，可消除环境污染，改变能源布局，因此已成为新能源利用的一个重要方面。地质、电力系统的生产、科研部门及教学单位进行大量工作，已建成我国首批地热试验电站，填补了我国地热发电的空白。有的单位

已对祖国一些边远地区地热蒸汽资源进行了初步调查，提出了开发评价。目前我国在地热发电方面，虽然尚处在试验阶段，设备尚未定型生产。但是，各地因地制宜开发地热，实行大、中、小并举，对于发展五小工业，解决山村农业的部分电力需要，支援边疆建设，具有重要意义。

在化工方面，从地下热水、热卤水中提取有用组分，如食盐、芒硝、硫磺、溴、碘、锂、铯、铷、铊及重水等。我国四川、湖北、青海、山东、贵州等省一些地区的化工部门，从热卤水中提取了碘、钾、锂等元素，为国防、化工及农业提供了重要的原料和化肥。我国云南一些温泉区也盛产硫磺。

地热与农副业生产

我国广大贫下中农因地制宜，将地下热水广泛用于农副业生产，已积累了丰富的经验。如用于灌溉农田，调节灌溉水温，解决了天旱水源不足及春寒早稻烂秧问题，有利于农业稳产高产。河北某地贫下中农利用疗养院浴池废热水及温泉水种植水稻800余亩，不仅提前育秧15天，而且亩产量增加100—200斤。广东某地红土影响稻谷生长，当地贫下中农利用三十九度的地下热水灌溉七十亩地，每亩增产约两倍，不仅获得丰收，而且改良了土壤，群众称此水为“地下肥水”。湖北省某县经试验表明，地下热水应用在农业生产上很见效，因此省农业局曾提出在温泉区建立水稻良种培育站。湖北某地利用六十多度的地下热水建立孵化室，每年节约煤一百三十余吨。辽宁省某地利用八十三度的地下热水建立温室冬季种植瓜菜，并用热地育地瓜秧，每年节约煤三千五百吨。

地下热水还用于繁殖水生植物越冬，促进了养猪事业的发展。此外，有些地方利用地下热水养殖非洲鲫鱼和越南鱼，取得良好效果。

地热与人民生活

在人民生活方面，我国地下热水已用于饮用、洗浴、洗涤及取暖等方面，不仅能节省大量煤炭和人力，而且可改善环境卫生及劳动条件。某市一机械厂用热水洗浴，每年节省煤六百多吨。辽宁某疗养院用70℃热水取暖，每年节约煤约五百吨，湖北某医院6500平方米病房全部用温泉热水取暖，每年节约煤二百吨。广东某市热水井水温35—42℃，供市民饮用、洗涤等；在个别机关院内，还修有专门水塔，建立了热供水系统。广东某温泉也实现了现代化热供水系统，利用61℃的热水向疗养院、旅社、宾馆供水。广东某地建有大型浴池，在服务行业中如饭店、理发店也广泛利用地下热水，整个县城基本上都以地下热水作为生活热供水。福建一些城市利用九十度左右的地下热水修建公共浴池，每年节约煤达万吨。由此可见，在南方少煤地区，如广泛开发利用地下热水，可为国家节省大量燃料，对于落实毛主席“扭转北煤南运”的指示，也具有重大意义。

地热与医疗卫生

地下热水以其温度和含有某些特殊元素而具有医疗价值。据有关卫生部门的调查与试验，对治疗皮肤病（牛皮癣、湿疹）、关节炎及肠胃病等有特殊疗效。各地温泉疗养院的大量病例表明，地下热水对于治疗疾病，增进人民健康方面具有积极作用。多少年来经各种药物治疗无效的皮肤病、关节炎等症，用热水洗浴1—2个月后，即可使病情显著减轻或彻底治愈。

由上述可知，地下热能的研究、开发与利用，与工农业生产、人民生活及医疗卫生等方面有着密切的关系。实践证明，地下热水的利用，可以节省工业、农业及人民生活

等方面的耗煤量。我们知道，煤炭是工业的粮食，而且是宝贵的化工原料，把它白白地烧掉是很可惜的。如果将全国已知的地热资源都能逐步地充分开发与利用，其节约煤炭的数字就很可观了。这样，就能把可以不烧掉的一部分燃料节省下来，作为储备，或用到最需要的地方去。煤、石油等是我们社会的宝贵财富，我们不仅考虑将它们用于建设社会主义，我们还应考虑有大量的储备，以备子孙后代长期利用。

此外，地热研究对于预报地震、研究一部分矿床的成因以及探讨地球起源和内部构造、地壳运动等理论问题方面，也具有一定的科学意义。

应当指出，地热工作是一件新生事物，任何新生事物的成长都是要经过艰难曲折的。我国广大地热工作者已取得一些经验，在今后工作中，我们必须“逐步地学会使用辩证法这个科学方法”，进一步开展地下热能的普查、勘探与综合利用工作。加强地热研究，应用地质力学的方法，研究构造体系与地热异常分布的关系，结合地下热能勘探、矿山开拓及油田开发，大力开展地质构造研究、地温测量、热流研究及温度场模拟试验等工作，为寻找地下热水指出远景区，为矿山开拓及油田开发提供地热地质资料。从生产实践中不断积累资料，研究地热与地壳形变的关系、地热与地震的关系，进一步探讨地壳运动、地球起源及地球热历史等问题，丰富地热学理论，促进学科的发展。我们决心和有关兄弟部门加强协作、团结战斗，为祖国探索新能源——地下热能而努力，为社会主义革命和社会主义建设作出应有的贡献。

我们在毛主席的无产阶级革命路线指引下，有极其优越的社会主义制度，只要我们加深理解和坚持党的基本路线，坚持无产阶级对资产阶级的全面专政，独立自主，自力更生，我国地下热能的研究、开发与利用工作，一定会走在世界的前列！

广东某地热区构造分析

梁炳泉

(广东省地质局第二水文队)

在地热普查勘探中,有不少实际问题需要从地质构造的角度进行分析,诸如:区域地热异常带的展布规律;局部地热异常区的控制条件;地下热水的运移和排泄通道等。为了探索这些问题,我们对某地热区的构造现象进行了调查研究。经过两年多的反复实践,积累了一些资料,本着互通情报的精神,将这些资料整理成文,供大家讨论。

一、东西向构造带

本区最显著的东西向构造为伯公前-坪上冲断层,它位于伯公前、汤坑、坪上一带,全长达30余公里。其西段倾向北,倾角 70° — 80° ;东段倾向南,倾角 80° 。断层带内常见到厚度不等的构造岩擦痕、阶步等特征,它们均显示着断层属仰冲性质。本区北部一带,于上侏罗统火山岩系中,存在明显的东西向挤压带,其宽度为600—700米,长达20余公里。挤压带岩层陡立,流纹斑岩具强烈的片理化现象,片理面绢云母化、绿泥石化现象普遍,沿片理走向略呈舒缓波状。河谷中东西向压性破裂面也很发育,因受其他构造系统的干扰,使其走向转为北 70° — 80° 东。上述东西向压性结构面在该地热区均受到北北东向和北西向断层的干扰和改造,使其走向略为偏转。

在东西向冲断层、挤压带、压性破裂面展布的地区,常常发育有北东和北西向两组扭性破裂面。例如,河谷中的上侏罗统英安斑岩内,北 40° 东和北 40° 西两组扭性破裂面非常发育,其倾角陡立,具水平擦痕,把岩石切成菱块体,构成典型的棋盘格式构造,一些近南北向张性断层则沿这两组扭性破裂面发育成追踪断层(图1)。

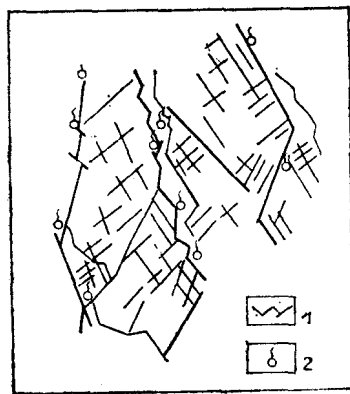


图1 河谷中火山岩节理格式图

1. 追踪断层

2. 温泉

二、新华夏系构造

新华夏构造体系构成了本区乃至粤东地区的基本构造骨架。其特点是以断裂为主，规模大，时代较新，它不仅控制了中生代的岩浆活动和红色盆地沉积，而且与近代地震活动有密切的关系。据现有资料分析，在本区存在一个北北东向的上侏罗世火山喷发盆地，其南北长达110公里，东西宽20—30公里。盆地东缘为一北25°—30°东向的断裂所切，断裂带延伸达40余公里，宽4公里。其东侧为毛岭断裂，位于毛岭、汤坑、虎局一线，沿上侏罗统火山岩系和燕山期花岗岩接触带发育，长30余公里，走向北30°东，倾向南东，倾角70°—80°。断裂带内岩石遭到强烈挤压破碎，在主断面附近还可见糜棱岩。断裂带的西侧为赤狗岭断裂，其特点是由一系列北北东向斜列式断层组成，走向北25°—28°东，倾向南东，倾角60°—70°，在北北东向河谷和高车田一带，可见强烈压碎花岗岩、糜棱岩化凝灰熔岩，断层面常见近水平擦痕，显示着断层呈反钟向扭动。

伴随上述断裂带发生的还有一些旋卷构造，北东东向扭性破裂面和北西西向张性结构面。北东东向扭性破裂面在本地热区非常发育，其特征是密集，像刀切一样平直。北西西向张性结构面在本区亦有所显示，或以断层角砾岩的形式出现，或为细粒花岗岩所充填。这些北西西向张性断层可能与下述北西向断裂互相迭加作用在一起。

三、北西向断裂

在本区乃至粤东其他地区，北西向断裂构造甚为显著，其走向大致为北40°—50°西之间。本区最显著的北西向构造是汾水断层，走向为北40°西，倾向南西，倾角70°左右。在汾水的竹竿岭和石桥头河谷中均可见到该断层的踪迹，并发育有5—15米宽的白色硅质构造岩。北西向构造中的另一断裂位于本区北部狗石麻一带，全长十余公里，走

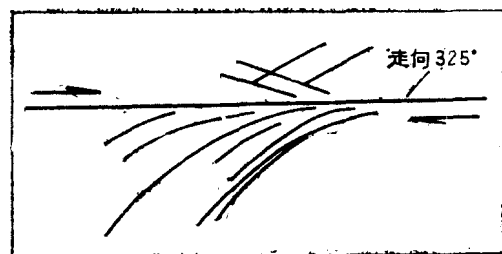


图2 石桥头河谷北西向断裂旁侧构造特征

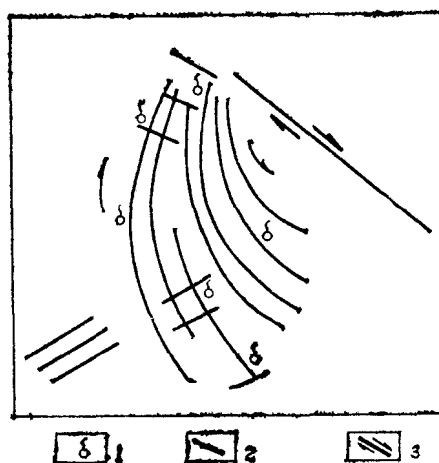


图3 小汤池边北西向断层南西测之带状节理

1. 热泉；2. 节理；3. 断层

向大致为北30°—50°西，断层的西北段倾向北东，倾角75°—80°。据钻孔揭露资料，上侏罗统英安斑岩遭到强烈的挤压破碎，石英斑晶具强烈波状消光，黑云母片弯曲，并全部蚀变为白云母和白钛石，基质中的霏细物质产生不均匀的蚀变作用。

在北西向断裂的两侧可见小型的入字型构造和帚状构造，如汾水断层于石桥头河谷中见入字型构造，显示了汾水断层顺钟向扭动（图2）；小汤池边北西向断层南西侧的帚状构造（图3），成为地下热水的排泄通道。

关于北西向断裂的生成时代问题，尽管我们没有直接见到上述两条断层与北北东向断裂的交接关系，但从它们的展布规律来看，似乎早于新华夏系构造。然而，也遇到相反的情况，即北西向的低级压性破裂面切割了北北东向的压性破裂面，毛岭断层在汤坑一带走向的变化也可能是受北西向断层后期活动干扰的结果。因此，它们之间的互相干扰切割可视为一种截接的复合关系，其成生时代应较接近。

四、地质构造与地热异常分布

1. 区域地热异常带的分布与新华夏系构造的关系

前已述及，北北东向构造组成了本区乃至粤东地区的基本构造骨架，它不仅控制了中生代的岩浆活动、红色盆地沉积，而且与近代地震活动有关，说明本区自中生代至现代新华夏系构造活动频繁。它的一级构造支配着区域地热异常带的展布。事实表明，本地热区乃至其西南部地热区的分布与新华夏系主干断裂的伸展具有明显的一致性。汤坑地热区自西北面的窑前坝到东南面的塔下，共有十一个温泉点，其中紧靠北北东向断裂带的邓屋、汤坑、石湖、石桥头温泉点的温度都在80℃以上，而远离此断裂带的窑前坝、塔下温泉点温度仅有30°—40°。有的地热区的热中心位置距北北东向断裂带仅有500米，从钻孔揭露深部的测温资料来看（表1），热中心的东南面较西北面温度高，这似乎也说明热源是靠近东南面北北东向断裂带。

表 1

孔深（米）	位置 水温（℃）	热中心东南面		热中心西北面		备 注
		ZK ₂₇	ZK ₂₈	ZK ₂₉	ZK ₂₈	
50		45.78	31.73	34.43	31.74	1. ZK ₂₉ 、ZK ₂₇ 及ZK ₂₉ 三个钻孔均已揭露热水带
100		55.29	36.58	37.40	35.82	
150		67.34	42.97	40.75	39.85	
200		70.03	52.29	44.35	44.14	2. ZK ₂₇ 在569.6米处测得水温为90.30℃
250		74.72	73.62	48.50	48.43	
300		74.92	82.30	53.40	52.13	3. ZK ₂₉ 在1972年注水试验期间（注水孔为ZK ₁₂ 、ZK ₁₈ ）测得最高温度为89.35℃
350		80.40	—	62.34	55.36	
400		80.30	—	78.10	58.48	
450		84.20	—	—	60.52	
500		87.13	—	—	62.78	
550		89.33	—	—	64.04	
600		—	—	—	65.18	
640		—	—	—	65.78	

2. 构造体系的复合与地热异常区的关系

各地热异常区地下热水的赋存和运移与构造体系的复合有密切的关系。从目前资料来看，两个主要地热区位于上述三类构造的交汇点，这三类构造的主要成分以及与其伴生或透导出来的低序次、低级别的构造成分在这两个地热区互相交叉穿插，致使岩石十分破碎。在其中一个地热区，除了存在上述三类构造的复合外，还有与东西向构造伴生的北东、北西向两组扭性破裂面构成的棋盘格式构造。这些构造形迹在该地热区交织在一起，导致上侏罗统英安斑岩强烈破碎，成为地下热水运移、赋存的有利构造，其中沿西北—东南向的导水性和富水性最佳，抽水试验资料和 200 米深等温线的长轴方向（图 4），均证明这一结论是正确的。这可能是受新华夏系的横张断层与北西向断裂迭加作用所控制。

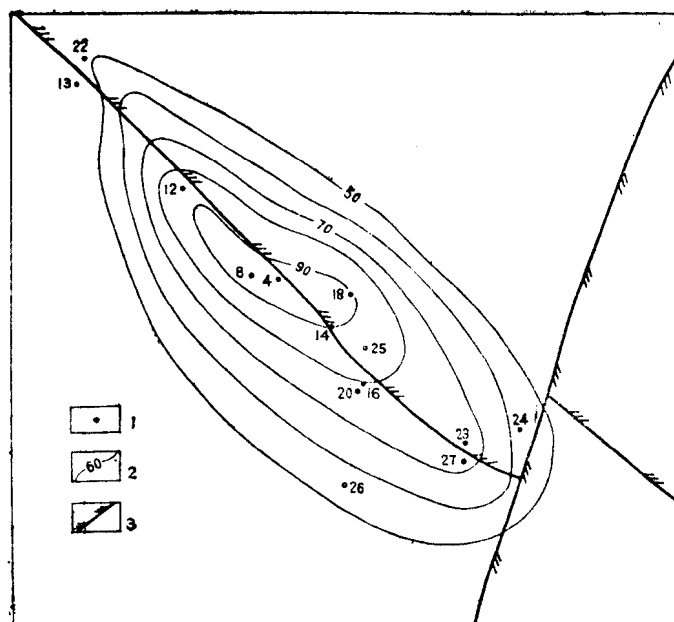


图 4 某地热区 200 米深等温线图

1. 钻孔及编号；2. 等温线；3. 新华夏系压扭性断层

邓屋热水区的构造也很复杂，其东北面为北西向构造的汾水断裂，区内的构造，主要为新华夏系的北东东向扭性破裂面和北西向破裂面，同时还有沿北西西向伸展的细粒花岗岩体（可能沿新华夏系的横张断裂侵入），这些结构面在同一地区出现，造成岩石破碎，所以岩石的导水性和富水性也是很好的。该区有三个热中心，而每个热中心区 100 米深 70°C、80°C 的等温线长轴方向不尽相同，中区和南区为北东东向，北区近南北向。但是，三个热中心区的连线和整个地热区 100 米深 40°C、50°C、60°C 等温线的长轴方向均呈北西向（图 5）。

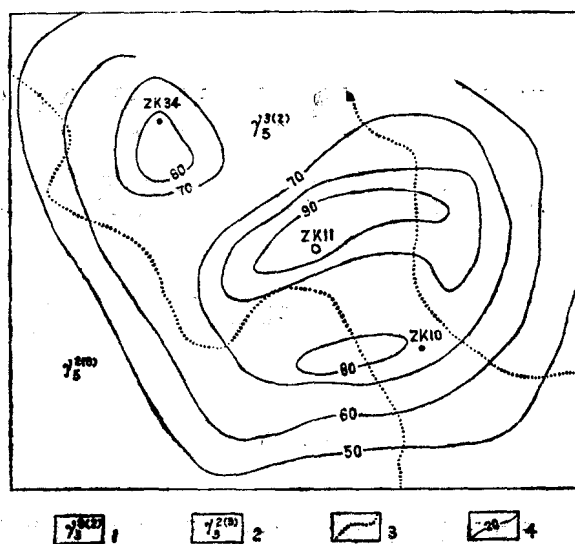


图5 邓屋地热区等温线图

1. 细粒花岗岩; 2. 中粒花岗岩; 3. 地质界线; 4. 等温线

3. 低序次、低等级的构造形迹是地下热水的排泄通道

在本区地表能观察到的或为钻探资料所证实的温泉点(或带)出露的构造条件,多半受低序次、低等级的构造所控制。例如某一地热区东西向构造的初次低级构造,即北东和北西向扭性破裂面组成的棋盘格式构造以及近南北向的“X”追踪断裂,由北西向断裂透导出来的帚状构造,是地下热水的排泄通道(图1、图3)。邓屋热水区的中区和南区的北北东向扭性破裂带是地下热水溢出的主要通道(图5)。