

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

西藏羊八井地热田简介

杨 期 隆

(中国地质工程公司, 北京)

辛 奎 德

(地质矿产部科学技术高级咨询中心, 北京)



在1988年, 羊八井地热田的北部水热蚀变区的一个地热孔在970 m深度上测得温度为202℃^①。此事实证明了羊八井地热系统具有从西北往东南的侧向地热流体的运移。本文叙述该地热田的地热系统、资源评价和勘探方法。

西藏羊八井地热田位于拉萨市西北90 km处, 面积虽小(约10 km²), 但具有多种地热活动显示。如: 西沸泉, 最高温度达到92℃, 超过了当地的沸点——86℃; 地热田的南部, 喷汽孔、沸泥塘等, 比比皆是; 地热田的东侧有个热水湖, 面积7.3 km²; 地热田北部有一片水热蚀变区, 区内的“热沟”地面冒汽、触之炙手, 几厘米以下的地层温度就超过当地的沸点; 蚀变区的“硫磺沟”里, 半透明的硫磺晶体积聚在直立的地层裂隙内, 被作为硫磺矿正在开采; 蚀变区最西边的“臭沟”还不时散发出一阵阵臭鸡蛋味——硫化氢气味。蚀变区面积达4 km²。显然, 它的形成与其下部有向上运移的高温热流体有关。

羊八井地热地质勘探始于1975年, 并于1977年建成1 000千瓦地热试验电站。现在, 在南部地区已建成13 000千瓦的地热电站, 供应半数以上的拉萨市电力需求。另外, 在北部地区容量为20 000千瓦的地热电站正在建设中^②。

在1975—1979年施工的地热勘探孔内曾测得172℃的最高温度(靠近北部蚀变区的位置), 鉴于对上述一些勘探孔热流体的温度、化学成分和载体地层的综合分析, 当时作者曾提出了一个重要的论点, 即“热流体的主要通道是在西北部, 很可能是在硫磺矿的下面”^[1,2,3]。

1988年, 在北部蚀变区的边缘施工了一个地热勘探孔, 在970 m深度的花岗岩处测到了202℃的高温, 证实了上述的论点。

一、地质背景简述

羊八井地热田位于念青唐古拉山前由于构造断裂所形成的断陷盆地内, 地热田以北的念青唐古拉山出露的主要地层是古生代的花岗片麻岩, 东部和南部出露有燕山末期至喜马拉雅期的花岗岩, 石炭—二叠纪的板岩、大理岩和白垩纪的火山碎屑岩等(见图1)。

① 据西藏地热地质大队提供的实测数据。② 据西藏自治区电力部门提供的数据。

本文1990年6月收到, 11月改回, 王子国编辑。

念青唐古拉山经新生代的强烈抬升形成了许多山峰,标高在6 000米以上,终年积雪并发育冰川地形。山前断陷盆地内的新构造运动亦十分强烈,在许多出露的第四纪地层剖面上可见到明显的断裂现象和地层的扭曲错动等。

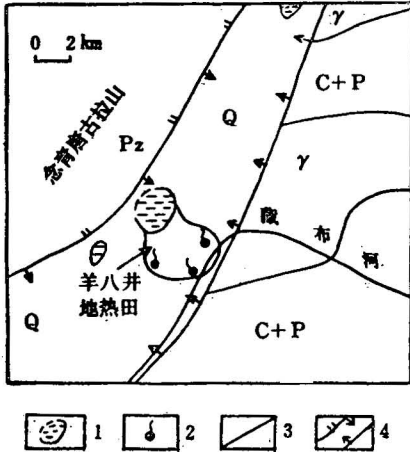


图 1 羊八井地热田附近地质略图(拉萨市西北 90km)

Fig. 1 Location and geological map of the Yangbajain area

1—水热蚀变区露头 (hydrothermal alteration area);
2—温泉、沸泉 (hot or boiling springs); 3—地质界线 (geological boundary); 4—断层 (faults); Q—第四纪砂砾、粘土层 (Quaternary sediments); C+P—石炭—二叠纪板岩、大理岩 (Permo-Carboniferous slate, marble); Pz—古生代花岗岩片麻岩 (Paleozoic gneiss); γ—花岗岩 (granite)

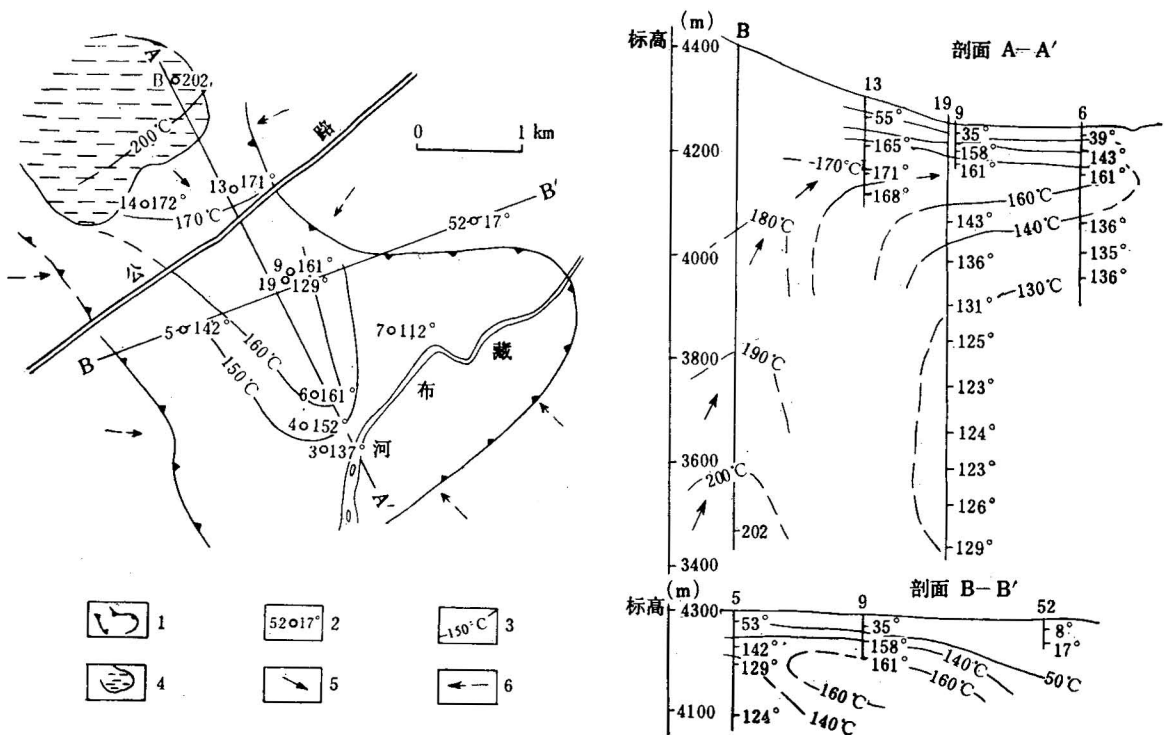


图 2 羊八井地热田温度分布图

Fig. 2 Temperature distribution of the Yangbajain geothermal field

1—5m深10°C等温线 (isotherm 10°C at depth of 5m); 2—钻孔号 (左) 与钻孔中最高测温度 (右) (number of boreholes and maximum measured temperature in bores); 3—等温线 (isotherms); 4—水热蚀变区 (hydrothermal alteration area); 5—来自深部的热流体运动方向 (direction of movement of geothermal water flow); 6—浅层冷水运动方向 (direction of movement of the cold water)

二、地热田热储特征

地热流体储存于第四系硅化砂砾岩和基底花岗岩。砂砾岩的分布呈“舌头”状，从西北的水热蚀变区至东南的藏布河畔，其顶板埋深由西北地段的250m降至东南地段的70m，其厚度亦由西北约250m减至东南100m。由于硅化砂砾岩层裂隙发育，其透水性较好，地热井的单井流量能达到每小时191吨之多（见图2与图3）。

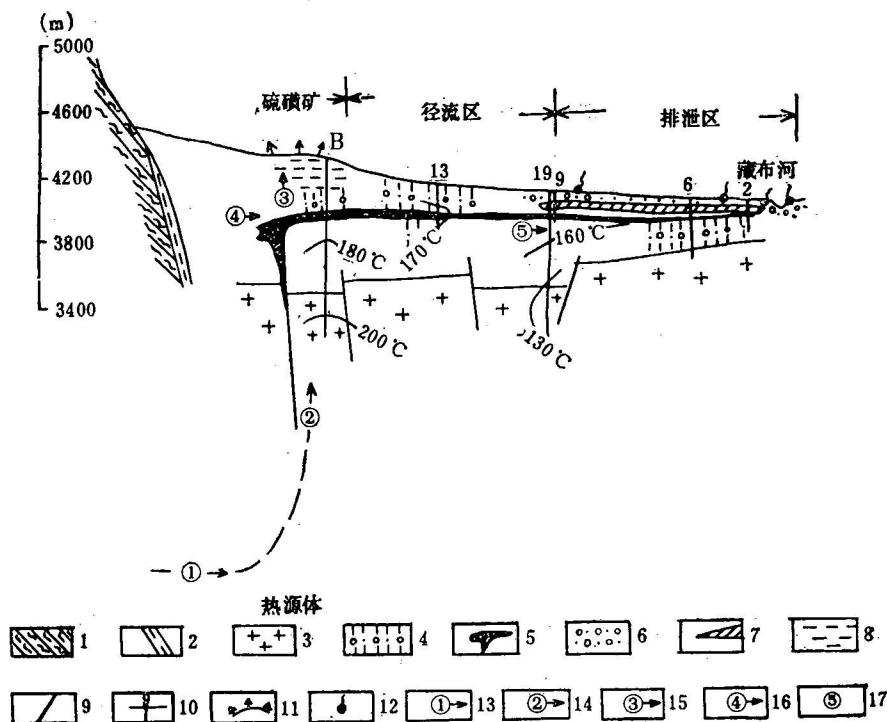


图 3 羊八井地热田水热系统示意图 (据杨期隆^[1], 1980)

Fig. 3 Schematic diagram of the Yangbajain geothermal system^[1] (Yang Qilong, 1980)

1—古生代片麻岩 (Palaeozoic gneiss); 2—糜棱岩带 (mylonite zone); 3—基底花岗岩 (granite); 4—第四纪泥砾层 (Quaternary till); 5—硅化砂砾岩层 (silicified grit); 6—砂砾层 (grit); 7—纹泥层 (clay); 8—水热蚀变区 (alteration area); 9—断层 (faults); 10—钻孔 (boreholes); 11—冒气地面, 硫质汽孔 (steam ground); 12—温沸泉 (hot or boiling springs); 13—深循环冷水补给源 (cold recharge water); 14—深部热流体 (deep thermal flow); 15—硫质蒸汽 (sulphur steam); 16—山前冷水流体 (cold water at the foot of Mt. Nyaigantanglha); 17—混合热流体 (mixed geothermal water flow).

从图 2 可见, 邻近北部水热蚀变区的 13 井与 14 井有当时 (1988 年前) 的最高温度 171—172℃, 而且 13 井的热流体的矿化度为 2.21g/l Cl 离子 651mg/l 和 HBO_2 为 298mg/l, 均是当时所有钻孔和泉水中最高的。位于热田南部的 7 井, 矿化度和 Cl 离子含量仅为 1.25g/l 和 279mg/l。这种现象表明, 具有高矿化度和高 Cl 离子等的高温热流体来源于与第四纪岩浆活动相关联的北部蚀变区的下部。高温热流体 (Cl-Na 类型水) 与低矿化度 (约 0.1g/l) 和 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ 类型的来自地热田以西和以东的外围潜水相混合, 最终在东南部的硅化砂砾岩层中形成了 Cl- $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$ 类型混合水。

三、地热田地热系统

羊八井地热系统可简述如下：(1) 大气降水等地表水入渗到地下，成为冷水补给源①(见图3)，它在基底岩石深循环过程中受到热源体的加热(可能混入一些来自岩浆体的成分如Cl, B等)，比重减轻。(2) 热流体②上升，造成对流循环。(3) 热流体向上运移时压力降低使部分带硫质蒸气③分离出来，硫被蒸气带到岩石的裂隙表面，形成硫磺矿。(4) 由于受到来自山前冷水流④的压力推动，热流体转向东南(向地势低的潜水的排泄方向)，并在沿途进一步受到两侧冲洪积扇中浅层冷水流的混合，形成了混合热流体⑤。(5) 混合热流体向东南方向运移时，由于南部基底较浅和第四纪沉积物颗粒较细使其顺断裂向地面溢出和向两侧延伸，因此在东南部形成了众多的温—沸泉和较宽广的地热区。

由此看来，羊八井地热田形成于第四纪，其水热蚀变和硫蒸气作用至今还在继续。

四、地热田资源评价

当热储层的分布范围、厚度和温度为已知时，可用体积法计算其资源。排水温度对羊八井的具体条件取90℃。对裂隙热储层比容取0.6卡/cm³·℃，回采系数取0.2^[1]。热储分布面积、厚度和温度均取实测数据，并假设管道和电厂效率是0.1和开采期为25年，那末第四系硅化砂砾岩层的发电容量为2.6万千瓦。因为羊八井地热田有强的侧向热水流体的运移补给，按垂直于水流方向的断面计算，热水流量约5363m³/时，换算成发电容量为5.4万千瓦。因此，对羊八井地热田第四系热储层而言，总的查证发电容量是8万千瓦。

此外，羊八井花岗岩基底的温度按K/Na温标法计算为207—222℃，可能的发电容量大于6.2万千瓦^[1]。

五、结 束 语

1. 在1988年，在北部水热蚀变区边缘的钻孔发现了202℃的高温证明了羊八井地热田具有进一步的开发潜力，同时也表明以往预言高温热流体来自北部蚀变区的下面是正确的。

2. 因为发现202℃的钻孔位于蚀变区的边缘(海龙沟内)，很可能会在其中心部位的硫磺矿一带发现更高温度。

3. 主要的地热发电开发区应逐渐由南部转移到北部地区。据资源评价，北部30 000千瓦的发电容量是可以有保证的。

4. 应大力推行约90℃的废热水综合利用用于蔬菜温室和羊毛加工工业等。

5. 发电后约90℃的废热水的流量达1 m³/秒之多，应充分重视回灌，减少对环境的影响。我们建议进行一项可行性研究：利用废热水使藏布河的水升温后，通过管道输入拉萨市作为工业和民用热水。

参 考 文 献

- [1] 杨期隆，“西藏羊八井地热田地质勘探初步成果”，《全国地热学术会议论文选集》，科学出版社，1981年，42—55页。
- [2] Yang Qilong, 1980, Geothermal resources and their present state of research. Special paper presented at a meeting of the Standing Advisory Committee on Geothermal Training, Pisa, Italy.

- [3] Yang Qilong, 1982, Geotemperature measurement in geothermal exploration. 4th New Zealand Geothermal Workshop, Part 2, pp. 485—489.
- [4] Yang Qilong, Xi Kuide and Zhang Zhenguo, 1985, Preliminary assessment of the geothermal resources of China. 1985 International Symposium on Geothermal Energy, Hawaii, pp. 43—52.
- [5] Muffler, L. J. P. and Rybach, L., 1981, Geothermal Systems: Principles and Case Histories.

A BRIEF INTRODUCTION TO THE GEOTHERMAL SYSTEM OF THE YANGBAJAIN GEOTHERMAL FIELD

Yang Qilong

(China Geoeengineering Corporation, Beijing)

Xin Kuide

(Higher Advisory Center for Science and Technology, Ministry of Geology and
Mineral Resources, Beijing)

Abstract

In 1988 a geothermal borehole with a measured temperature of 202℃ at a depth of 970m was drilled in the north hydrothermal alteration area of the Yangbajain geothermal field, which proved that the Yangbajain geothermal system is characterized by lateral geothermal fluid migration from NW to SE. This paper describes the geothermal system and resources assessment of the field and the method of exploration as well.

作者简介

杨期隆, 1936年生, 1960年毕业于苏联第聂泊尔彼得罗夫斯克矿业学院水文地质专业, 从事北京地区和西藏羊八井地热地质研究十余年, 现任中国地质工程公司高级工程师。通讯处: 北京海淀区大慧寺20号, 邮政编码: 100081。