

广元地区地热水资源成藏条件分析及有利勘探区预测^{*}

程 建, 王多义, 王帅成, 庞河清, 乐锦波, 毛树林

(成都理工大学能源学院, 四川 成都 610059)

摘 要: 本文运用构造地质学, 水文地质学和遥感地质解译方法综合研究广元地区龙门山推覆构造带和米仓山推覆构造带认为: 由三迭系下统嘉陵江组、中统雷口坡组碳酸盐岩为热储层, 下伏下三迭统铜街子组和飞仙关组页岩为垫层, 上覆上三迭统须家河组煤系地层为盖层的中生界含地热水组合是最重要的含地热水组合。大气降水是地热水的水源。地热水热储构造主要沿龙门山构造带前沿和米仓山构造带前沿分布。划分出龙门山前沿和米仓山前沿两个地热资源有利勘探区。

关键词: 龙门山; 米仓山; 含地热水组合; 有利勘探区

中图分类号: P641.5⁺4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7981(2010)07—0136—03

广元位于四川盆地北部, 嘉陵江上游, 北邻陕西、甘肃两省。被称为“入川门户、蜀北重镇”。区内气候温和, 雨量充沛, 多年平均气温 16℃, 年降雨量一般为 800~1200mm。境内有南北向的嘉陵江、白龙江、李家河、东河等大江大河和东西向的清水河、苍溪河、唐家河、南河等河流。水源充足。该地地热水资源丰富, 在石油钻井过程中发现盘龙温泉(图 4 编号 3), 川北温泉(图 4 编号 4), 鹿亭温泉(图 4 编号 5)等多处温泉。温泉主要分布在人口密集, 交通便利的工农业生产发达地区和风景名胜。地热水的勘探和开发利用都很便利, 能最大的发挥其经济效益和社会效益。

1 区域地质概况

1.1 地质构造

广元地跨龙门山构造带和大巴山构造带两个构造带(图 1)。西部龙门山推覆构造带呈北东—南西向的狭长条带状斜贯北部。东部米仓山构造带为大巴山推覆构造带的一部分, 呈东西向展布。

龙门山北东向构造带向米仓山东西向构造带过渡时构造线呈现出弧形转折的特点: 上寺至宝轮院, 构造线皆呈北东向稳定延展, 宝轮院至广元间, 渐转为北东东向; 过广元后至元坝区一带形成一个弧形凹陷构造, 弧顶朝向北东; 过元坝至白水镇一带, 构造线又转向南北, 最后往南江方呈东西向延伸。

龙门山构造带前沿和米仓山构造带前沿地区构造形态上表现为向盆地不均匀缓倾斜的单斜构造。

西部龙门山地层倾角由北西向南东, 有渐次减缓, 以至水平的总的变化趋势。东部米仓山前沿地层由北向南倾向盆地。

1.2 岩石地层

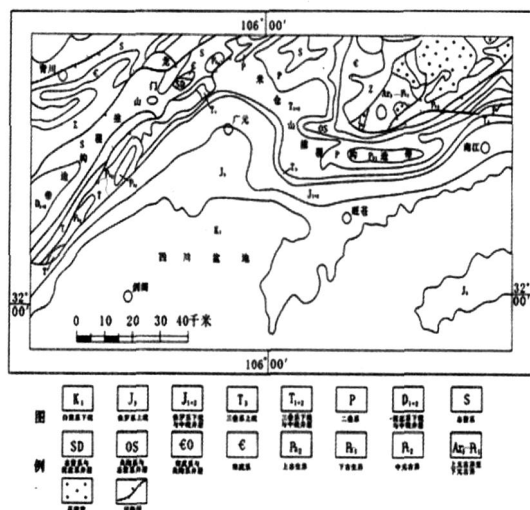


图 1 广元地区区域构造略图

(据四川省、重庆市 1:250 万地质图修改)

本区从震旦系到第四系地层都有发育。西部地层呈北西—南东向展布, 以侏罗系/三叠系不整合面为界, 北西部龙门山古生代寒武系至中生代三叠系海相地层发育较完整, 南东部为四川盆地地层分区, 以发育侏罗系, 白垩系陆相含煤建造, 红色碎屑岩建造和类磨拉石建造为特征。东部米仓山地层呈南—

^{*} 收稿日期: 2009-12-14

作者简介: 程建(1984-), 男, 成都理工大学能源学院矿产普查与勘探专业硕士研究生, 主要从事构造地质学研究。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

北向展布,以侏罗系/三叠系不整合面为界,北部发育震旦系—三叠系海相地层,其间缺失泥盆系和石炭系。南部也为四川盆地地层分区,以发育侏罗系,白垩系陆相含煤建造,红色碎屑岩建造和类磨拉石建造为特征^[1]。

2 含地热水地层岩石组合特征

地热水热储构造的三个基本要素是储层、盖层和垫层。热储层一般是裂隙发育的碳酸盐岩或高孔隙率高渗透率的碎屑岩。垫层是发育于热储层之下的一套岩层,一般是低孔低渗透的砂泥岩。盖层是发育于热储层之上的一套岩层,一般也是由低孔低渗透砂、泥岩组成。盖层、储层、垫层三个地热水热储构造的基本地层岩石单位组合简称为含地热水地层岩石组合。简称为含地热水组合。

通过分析产于龙门山前沿的川北温泉,剑门关温泉^[2](图4编号1),盘龙温泉,以及产于东部米仓山构造带大型褶皱—大两会背斜西端的鹿亭温泉的地质成因,认为中三叠系雷口坡组(T_{2l})和嘉陵江组(T_{1j})碳酸盐岩是良好的热储层,配合其下伏垫层和上覆盖层,组成的中生界含地热水地层岩石组合是本区最重要的含地热水组合。

热储层包括上部中三叠统雷口坡组,下部下三叠统嘉陵江组碳酸盐岩,岩性为厚层~块状白云岩,白云质灰岩,泥质灰岩,灰岩。裂隙发育,水量丰富,既是深部热储的主要储层,也是主要水源岩和含水层。水源层不仅有丰富的大气降水补给,而且还有白龙江、嘉陵江、清水河等大江河的补给。

下伏垫层为下三叠统铜街子组(T_{1t})和飞仙关组(T_{1f})起阻水作用的砂页岩、泥岩、泥页岩。

上覆盖层为上三叠统须家河组(T_{3x})砂页岩为主的煤系地层和侏罗系沙湖相红色碎屑岩层,厚度大,岩性致密。

3 地热水热储构造特征

广元地区西部为龙门山—北东—南西向推覆构造带,东部为大巴山—米仓山—东西向推覆构造带。在这两个构造带的前沿地区有良好的热储构造。

3.1 龙门山构造带

区域构造线方向为北东—南西向。发育众多活动断裂,断裂倾向北西,地表倾角较陡,一般在50°以上,向深部倾角变缓。断裂上盘多为砂、页岩等较软的岩层,阻水作用好,而下盘多为脆性碳酸盐岩,致使岩石破碎。破碎带有时宽达数十米。沿破碎带岩溶发育,据统计,溶洞、落水洞、漏斗达30个/ km^2 之多。为地下水的渗入创造了十分良好的条件。

龙门山构造带前沿总体上表现为单斜地层。在西部由北西南东倾斜。地层倾角由北而南,渐次减缓,以至水平(图2,实测剖面见图4)。在向米仓山构造带交接部位地层由北东向南西倾斜。

野外考查和遥感地质解译发现,龙门山前沿存在大量南北向、北西向、北—北西向张性、张扭性和扭性断层或破碎带(图3),错切北东—南西向构造,江河沟谷则沿着这些断层或破碎带发育。这些错切北东向大断裂的断层和破碎带将渗入大断裂下盘破碎带的地下水沿山前倾向盆地的单斜地层渗流,运移,可在一定深度形成良好的热储层。

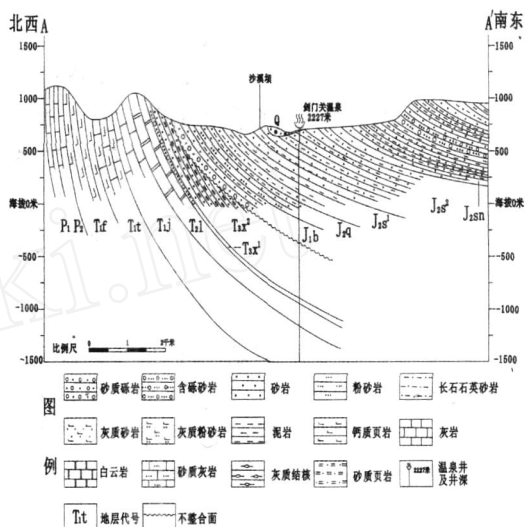


图2 龙门山前沿地区过沙溪坝A-A剖面图
(实测剖面见图4)

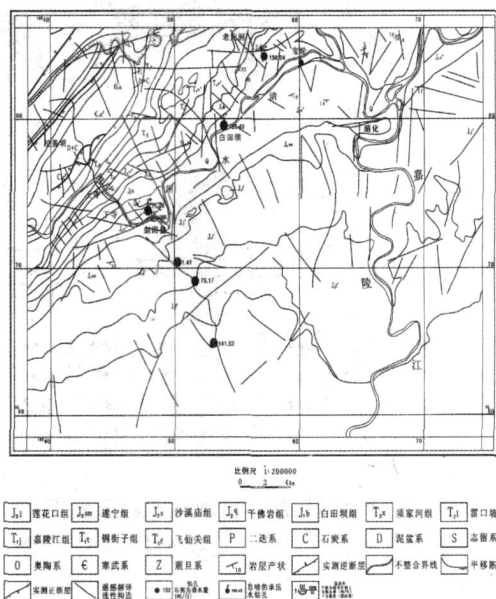


图3 龙门山前沿沙溪坝—宝轮地区遥感地质解译图

龙门山山前的剑门关温泉主产水层即中生界下三迭统组嘉陵江组和中统雷口坡碳酸盐岩地层。热储深度在1742m~2187m之间,井口温度48℃。另外,盘龙温泉和川北温泉两个温泉井的地热水均产自下三迭统嘉陵江组和中三迭统雷口坡组碳酸盐岩地层。说明中生界含地热水组合是良好的热储。

3.2 大巴山(米仓山)构造带

该构造带前缘断裂不发育,但褶皱作用强烈。山前仍以单斜构造为主,倾向盆地,从山中向山前岩层产状逐渐变缓。山中下,中三迭统产状 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$;至前沿上三迭统须家河组则岩层产状多为 30° 左右。至中侏罗统沙溪庙组则倾角多为 20° 左右,至旺苍南几公里范围内的白垩系中岩层倾角一般 $< 10^{\circ}$ 。

岩层产状较陡表明构造作用强烈,岩石易破碎。同时,东部地区米仓山前缘南北向张扭性断层和破碎带发育,为南北向河流的沟谷形成创造了条件,也为地下水渗流,运移提供了良好通道。

倾向盆地的单斜地层是能够形成地热水热储层的基本条件。龙门山前沿和米仓山前沿单斜地层倾角从北向南逐渐变缓,有利于地下水的渗流。加之水源层受大量垂直和斜交区域构造线的张性、张扭性、扭性断层或破碎带的影响和改造,岩石裂隙十分发育,这就为地表大气降水向下渗流提供了良好的通道。

4 有利勘探区及地热资源评价

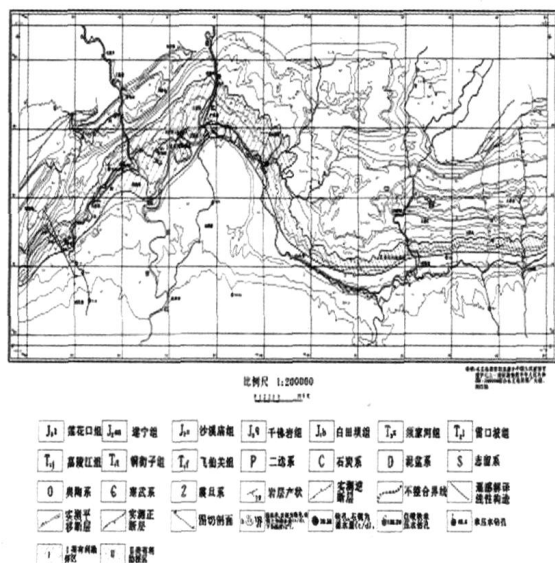


图4 广元地区地热水资源有利勘探区范围图

在当前的技术经济和地质环境条件下勘探成功

率高,开发利用后的经济效益好的基本原则下。地热水勘探有利地区应该具备如下条件: 地下热储构造可靠。地热水资源量丰富,且具有相当规模。地热水具有较高的温度。在当前的技术经济条件下可开采性好。

据上述有利勘探区划分条件和中生界含地热水组合特征,划分出1个I类有利勘探区: 龙门山前沿有利勘探区; 1个II类有利勘探区: 米仓山前沿有利勘探区(II)(图4)。有利勘探区资源量评价见表1。

表1 广元地区地热水资源有利勘探区资源量评价表

类别及名称	面积 (km ²)	预测热储温度 (℃)	预测热 储深度 (m)	资源量(t/d)	
				地下水径流 模数法计算	渗入系数 法计算
I 龙门山前沿 勘探区	375.6	> 54 (2000m 深)	1818-	159852	19 124055
		> 63 (2500m 深)	2708		
II 米仓山前沿 勘探区	169.6	> 54 (2000m 深)	> 2000m	187103	63 145204
		> 63 (2500m 深)			

(注: 地温梯度按1.9℃/100m 计算)^[3]

可见龙门山前沿热储层埋藏深度适中,地热水开采更为有利。加之该地区交通十分便利,人口稠密,经济发达,地热水勘探前景更广阔。

5 结论

5.1 广元地区含地热水组合以中生界含地热水组合为主。三迭系下统嘉陵江组、中统雷口坡组碳酸盐岩作为热储层,下伏下三迭统铜街子组和飞仙关组砂泥岩、页岩、泥页岩为垫层,上覆盖层为上三迭统须家河组砂页岩和侏罗系致密碎屑岩。

5.2 地热水资源主要分布在龙门山构造带前沿和米仓山构造带前沿。

5.3 龙门山前沿有利勘探区,分布面积375.6km²,资源量124055.4t/d。米仓山前沿有利勘探区,分布面积169.6km²,资源量145204.3t/d。地热水资源很丰富。

[参考文献]

- [1] 汪明进, 李林, 李建中, 等. 四川省广元市剑门关地区地下热水勘查论证报告[R]. 四川省地质矿产勘查开发局化探队, 2003
- [2] 马天才, 王冰, 杜文举, 等. 广元市剑门关热矿泉水产出特征与成因探讨分析[J]. 中国西部科技, 2009, 8(14): 1~3
- [3] 王均, 黄尚瑶, 黄歌山, 等. 中国地温分布的基本特征[M]. 北京: 地震出版社, 1990