江苏泰州地区可能存在增强型地热系统（干热岩）

孙贤恺

（扬州天源地质勘查技术服务有限公司　扬州　225007）

摘　要：江苏省泰州地区若干地质信息中，数十口钻井在不同深度、不同地层层位中井温大于100℃，大面积、大厚度的白垩系浦口组地层可能存在干热岩的线索和可能性。

关键词：地热资源勘查评价，新信息，干热岩

江苏省有50多年的油气勘探开发历史，拥有国内油气供销一体并有一定规模的石油企业。伴随着油气普查和勘探开发工作，发现该地区地下蕴藏有丰富的各种类型地热资源。通过大量温度较高的地质勘探钻井，取得了卓有成效的地热资源勘查评价成果。

1　地热资源开发现状

在扬州蜀冈—瘦西湖风景名胜区，地热钻采工作中有3口井在侏罗系中获得日产热水1540 m^3/d、968 m^3/d和720 m^3/d，井口水温为40℃、70℃、30℃，在地层测试中，井深为2396 m，温度为84℃，压力系数为0.9928，产水指数为50.24 $m^3/d \cdot MPa$，可确认为含锂、硼、氡、锶的复合型重碳酸钠偏硅酸医疗热矿水，具有很高的医疗保健作用。

相毗邻的泰州地区在1407.8 m井深试采出热水4006.5 m^3/d，井口水温为70℃，出水地层为下古生界奥陶系。

2　可能存在增强型地热系统（干热岩）的线索

泰州地区数十口油气勘查井中有不少井温较高，最浅的为2000 m，井温达103.50～106℃；最深的为4300 m，井温达129 ℃。据初步统计，本区井温大于100℃的井有21口，按地层时代划分，∈的一口井，井深为2700 m，井温100 ℃，井深为3490 m，井温达122 ℃；$J_{1,2}$的一口井，井深为3100 m，井温达103.6℃。

C—P的1口井，井深为3620 m，井温达110℃，井深为4300 m，井温达129℃，K_2p的4口井，井深为2900 m，井温达110℃，井深为3420 m，井温113.3℃。

Ef_{1-4}的10口井，井深为2400 m，井温达102℃，井深为2800 m，井温达107℃，井深为3495 m，井温达127℃。

E*d*的4口井，井深为2800 m，井温达103℃，井深为2864 m，井温达110℃。

Es的4口井，井深为2800 m，井温达100℃，井深为2000 m，井温达106℃。

我们目前对该区地热水资源赋存的地下地质情况有较明晰的认识。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

地热资源为重要的可再生能源矿产，采取合理开发利用方式，是一种取之不竭、用之不尽的清洁能源。目前江苏省开发利用的仅为低温地热资源，尚待开发利用的还有中温地热资源、高温地热资源和增强型地热系统（干热岩）。

3 江苏泰州地区存在增强型地热系统（干热岩）的可能性

增强型地热系统（干热岩）是埋藏于地面 1 km 以下，温度大于 200℃的，内部不存在流体或仅有少量地下流体的岩体。增强型地热系统（干热岩）技术就是开发利用增强型地热系统（干热岩）来抽取地下热能的技术。作为一种新能源，具有很高的开发利用价值。江苏省泰州地区可能具有潜力巨大的增强型地热系统（干热岩）（图 1），应给予足够重视。

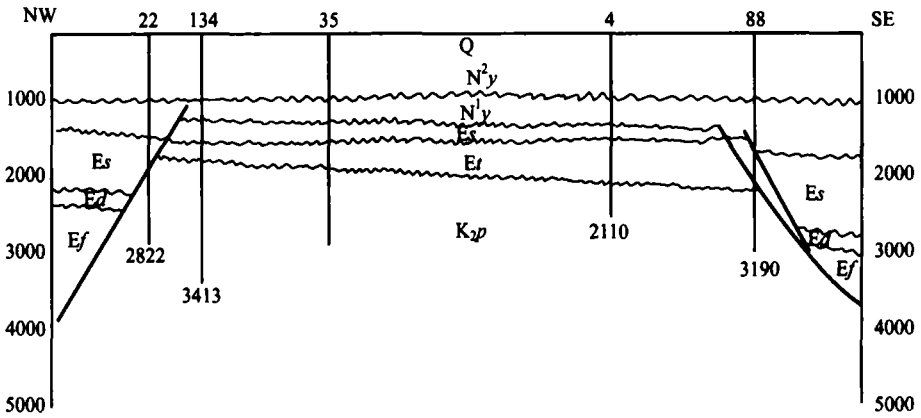


图 1　江苏省泰州地区可能存在增强型地热系统（干热岩）地质剖面示意图

3.1 温度超过 100℃的井

江苏省泰州地区有 10 km^2 范围内，已发现有 21 口钻井，在不同井深范围内井温超过 100 ℃，最浅的钻井在 2000 m 处井温达到 103.5 ~ 106 ℃，一般的钻井在 2800 m 处达到井温 103 ~ 110 ℃，3500 m 处井温达到 122 ~ 127 ℃，最深的钻井 4300 m 处井温达 129 ℃。

3.2 超过 100℃井的地层

（1）中生界白垩系浦口组

岩性上部为一套暗棕、咖啡色粉砂质泥岩与灰白、灰、灰棕色灰质砂泥岩。中部为膏质砂泥岩、粉砂质泥岩、咖啡色泥岩夹白色石膏层。下部为浅绿灰、灰白色砂砾岩、砾岩、泥质粉砂岩、含砾砂岩、粉细砂岩夹紫红、紫灰、灰棕色含砾砂岩和粉砂岩。总厚度 >3000 m。

据已有资料表明，大套砂泥质岩含膏层是有利的增强型地热系统（干热岩），没有裂隙、孔隙，没有渗透性，没有地热流体。

（2）下古生界寒武系

超过 100 ℃井温的钻井有 1 口，井深为 2700 m，井温达 100 ℃，井深为 3490 m，井温达 122℃。岩性为灰、深灰、灰黑色粉晶白云岩，凝块白云岩、砂屑白云岩、泥晶白云岩、硅化白云岩。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3.3 超过100℃井的地层视厚度

中生界白垩系浦口组除钻遇100℃钻井以外在本区还有钻井20口钻遇不同视厚度。钻遇视厚度最大的有2098.0 m，最小的112.1 m，未钻穿。据统计，钻遇视厚度大于2000 m的钻井1口，大于1500 m未钻穿的钻井3口，大于1000 m未钻穿的钻井6口，大于600 m未钻穿的钻井8口，小于500 m未钻穿的钻井2口。据地震勘探资料显示视厚度大于3000 m

下古生界寒武系除已钻遇100℃钻井，井深为3503.62 m，视厚度为1520.12 m未钻穿以外，还有钻遇3553.4 m视厚度1144.4 m未钻穿的钻井。

4 有用的资料信息

江苏省科学勘查和评价地热资源起步较晚，涉及面不全。60多年来进行过煤炭、油气、地热大规模的勘探开发，已钻深井近千口，积累了丰富的地热地质信息和勘查评价新技术。但是目前地热资源勘查评价程度低，大部分地区尚未开展地热资源勘查评价工作，基础地热地质勘查工作薄弱，影响地热资源勘查开发规划的制定和地热产业发展，中、高温地热能、增强型地热系统（干热岩）工作滞后，急需积极进行地热能综合利用工程开发研究。

地热能属于清洁、环保、可再生能源，综合科学评价、系统开发利用能缓解全球能源紧张、保护环境，有积极意义。为探索江苏省增强型地热系统，现将我们积累的地质信息作一介绍，见图2、表1、表2。

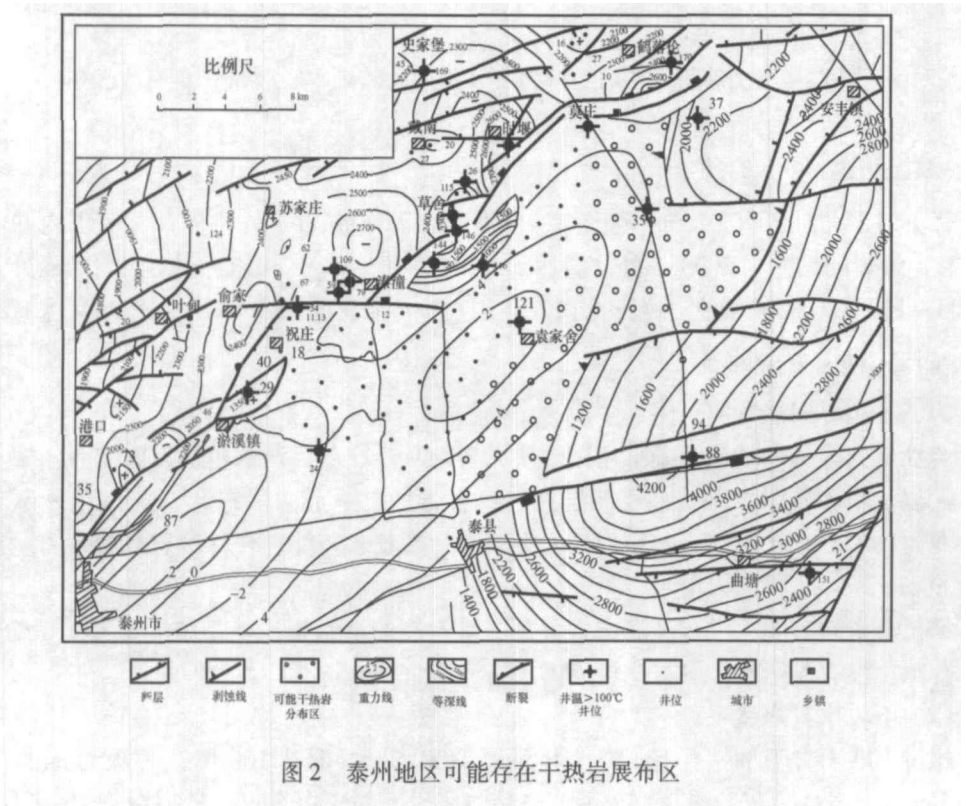


图2 泰州地区可能存在干热岩展布区

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1　部分井温大于100℃可能存在干热岩展布区钻井数据表

序号	井号	完井井深 m	构造位置	地层时代	井深 m	井温 ℃	地层视厚度 m
1	7	3161.48	断阶	E_f^1	2800	104	563.0
2	38	3142.50	断阶	E_f^1	3060	105	52.5 未穿
3	50	3263.28	断阶	E_f^3	2900	100	273.5
4	59	3071.00	断阶	E_d^1	2800	103	234.5
			断阶	E_d^1	2900	106	
5	79	3100.00	断阶	E_*^1	2800	100	184.5
6	88	3190.22	断阶	E_f^3	2900	104	172.5
7	121	3503.62	隆起	ϵ	2700	100	1520.12
				ϵ	3000	110	
				ϵ	3490	122	
8	126	3239.81	隆起	E_f^4	2400	102	116.5
				E_f^1	2800	107	270.0
9	129	3466.34	隆起	E_d^2	2392	90	147.0
				E_f^3	2790	100	29.5
				K_2c	2900	110	370.5 未穿
				K_2c	3218	112.3	
10	134	3413.23	隆起	K_2p	2255	80	1739.73 未穿
				K_2p	2610	90	
				K_2p	2927	100	
				K_2p	3260	110	
11	136	4137.45	断陷	E^1d	3080	90	537.0
				E^4f	3395	100	333.0
				E^3f	3553	103	311.0
12	146	4513.00	隆起	J_21	3100	103.6	619.5
				C_2h	3620	110	88.5
				P_1g	4010	120	219.0
				P_1q	4300	129	92.5
13	149	3060.00	断阶	E_d^1	2864	110	261.0
14	151	3440.00	斜坡	K_2p	2475	90	1536.0
				K_2p	2950	100	
				K_2p	3230	110	
				K_2p	3420	113.3	
15	161	3520.00	斜坡	E_f^4	2900	92	445.0
				E_f^4	3100	100	
				E_f^4	3190	104	

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

续表

序号	井号	完井井深 m	构造位置	地层时代	井深 m	井温 ℃	地层视厚度 m
16	167	3051.13	斜坡	K_2p	2830	90	571.13 未穿
				K_2p	3030	96	
17	169	3501.20	斜坡	E_s^1	1860	80	349.5
				E_f^4	2280	90	293.0
				E_f^2	2750	100	255.0
				E_f^1	3170	110	611.2 未穿
				E_f^1	3425	120	
				E_f^1	3495	127	
18	170	3303.50	斜坡	E_f^2	2900	91	276.5
				E_f^2	3000	96.5	
				E_f^1	3100	98.5	214.0 未穿
				E_f^1	3200	102	
				E_f^1	3265	106.5	
19	C180	3250.00	凹陷	E_s^1	2000	103.5	
20	C181	3254.00	凹陷	E_d^2	2600	90	
				E_d^2	2800	105	
				E_d^1	2980	105	
21	Z182	3045.67	斜坡	E_s^1	2000	106	

表 2　白垩系浦口组钻遇情况表

序　号	井　号	K_2p		
		顶深/m	钻遇底深/m	视厚度/m
1	T2	854.0	1082.04 未穿	228.04
2	C3	2738.0	3114.50 未穿	376.50
3	S19	2016.0	2772.67 未穿	756.67
4	D22	2001.5	2822.08	820.58
5	D24	1158.0	2002.60 未穿	844.60
6	S35	1593.0	3006.28 未穿	1413.28
7	S37	2715.0	2827.10 未穿	112.10
8	S103	1307.0	2409.00	1102.00
9	S110	2860.0	3500.26 未穿	640.26
10	S111	2483.0	3146.50	663.50
11	S117	1711.5	2515.04 未穿	803.54
12	S127	754.0	995.00	241.00
13	S129	2997.5	3368.00	370.50

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

续表

序　号	井　号	K_2p		
		顶深/m	钻遇底深/m	视厚度/m
14	S134	1673.5	3413.23	1739.73
15	S146	1753.0	2932.00	1179.00
16	S151	1342.0	3440.00	2098.00
17	S159	1333.5	2927.00	1593.50
18	S164	2046.0	2686.31 未穿	640.31
19	S165	1185.0	1932.66 未穿	747.66
20	S167	2490.0	3061.13 未穿	571.13

Probably Existed Enhanced Geothermal System in Taizhou Area of Jiangsu Province

Sun Xiankai

(Yangzhou Tianyuan Geological Survey Technology Service Co. Ltd., Yangzhou 225007)

Abstract: From abundant geological information in Taizhou area, Jiangsu Province, several tens of wells showed temperature more than 100℃ in different depth and different strata. The large distribution and thickness of Cretaceous Pukou Group is likely to form hot dry rock.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net