

天津地区雾迷山组地热资源潜力区划

刘杰¹, 宋美钰², 秦莉红¹, 于彦¹, 林激¹, 康楠¹

(1. 天津地热勘查开发设计院, 天津 300250;

2. 天津地质资料馆, 天津 300042)

摘要: 天津地区属于典型的中低温沉积盆地型地热区, 地热资源丰富, 现已被广泛地应用于地热供暖、生活用水、温泉洗浴等各个方面, 取得了显著的社会经济效益。雾迷山组地热资源在天津地区分布广泛, 是天津地区最主要的开采层之一。本文通过收集截至2015年底150眼雾迷山组地热井的数据资料, 计算出区内雾迷山组热储在回灌条件下地热资源可采量为 $14.108 \times 10^8 \text{ m}^3$, 地热流体可采热量 $47.021 \times 10^{16} \text{ J/a}$, 折合标准煤 $1604.814 \times 10^4 \text{ t/a}$, 并对雾迷山组热储层的地热流体热量开采系数、最大水位降速和地热流体热量潜力模数三个指标综合考虑, 确定地热资源开发利用潜力, 可为今后雾迷山组地热流体的勘查和开发利用提供参考。

关键词: 地热资源; 雾迷山组; 开采系数; 潜力区划; 天津

中图分类号: P314 **文献标识码:** A

0 引言

我国GDP保持高速增长在各个方面都映射出对能源的需求, 针对化石资源消耗产生大量的温室气体、全球气候变暖、全国雾霾不断加剧的严峻形势, 地热资源以其分布广, 开发利用稳定、安全、清洁、高效的独特优势, 成为实现能源生产革命、缓解环境压力的战略性资源。

天津地热开发利用可追溯至70年代, 在李四光教授的指导下进行了地热会战, 开始地热资源普查。1981—2000年, 针对天津地热资源, 圈定了10个地热异常区, 先后完成了8个地热田及市区深部地热资源的勘查工作, 勘查深度已达4000m。2006—2015年, 先后对市区、滨海新区、塘沽、大港等多个地区的地热资源可持续开发潜力进行评价^[1]。

本文通过收集截至2015年底的150眼雾迷山组地热井的数据资料, 对雾迷山组热储层的地热流体热量开采系数、最大水位降速和地热流体热量潜

力模数三个指标综合考虑, 确定地热资源开发利用潜力, 为今后地热流体的勘查和开发利用提供依据。

1 研究区概况及热储层特征

1.1 研究区概况

天津市位于华北平原东北部, 全境面积11919 km²。以成因分类, 天津地热资源分为隆起山地型和沉积盆地型两类。沉积盆地型地热资源在宝坻—宁河断裂以南的平原区分布^[2]; 赋存于孔隙型热储层和基岩裂隙型热储层两大地热流体系统中^[3]。本次研究的蓟县系雾迷山组热储层为基岩裂隙型热储之一。

1.2 热储层特征

蓟县系雾迷山组热储层在天津南部普遍分布, 本次区划4000m以浅的区域, 主要分布在天津断裂以东的沧县隆起区、该断裂以西仅在大城凸起区的西南角有小面积分布; 而在两侧的坳陷区埋藏深度普遍大于4000m, 仅在冀中坳陷的东北角和港西

收稿日期: 2017-10-24; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 中国地质科学院基金项目“天津市地热资源现状调查评价与区划”(编号:12120113077300)资助。

作者简介: 刘杰(1984—), 男, 高级工程师, 硕士, 主要从事水工环、地热地质及数值模拟研究。通信地址: 天津市河东区卫国道189号, 天津地热勘查开发设计院; 邮政编码: 300250; E-mail: 287909443@qq.com

考虑热储岩性,岩溶型层状热储层取 90%、裂隙型层状热储层取 50%), $Q_{\text{允}}$ 为回灌条件下允许开采量(m^3/a), A 为评价区面积(m^2), H 为热储层厚度(m)。

根据回灌条件下,雾迷山组地热流体可采量计算结果如下表 2、表 3 所述。雾迷山组热储层在各构造单元分布范围内的 C_E 值如图 2 所示,在各构造单元的详细情况如表 4 所述。

表 2 各温度段回灌条件下雾迷山组地热流体可采量

Table 2 Recoverable volume of Jxw geothermal fluid in each temperature section under the condition of reinjection

温度等级	热储层	地热流体可开采量($\times 10^8 \text{ m}^3$)	地热流体可开采热量($\times 10^{16} \text{ J}$)	折合标准煤($\times 10^8 \text{ t}$)
60~90℃	雾迷山组	1.774	5.216	178.021
90~150℃	雾迷山组	12.334	41.805	1426.793
合计		14.108	47.021	1604.814

表 3 各构造单元回灌条件下雾迷山组地热流体可采量

Table 3 Recoverable volume of Jxw geothermal fluid in each structural unit under the condition of reinjection

热储类型分区	热储层	计算分区	评价区面积(km^2)	考虑回灌条件下		
				地热流体可采量($\times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$)	地热流体可采热量($\times 10^{16} \text{ J/a}$)	折合标准煤($\times 10^4 \text{ t/a}$)
武清凹陷	雾迷山组	I	255.85	0.360	1.270	43.345
王草庄凸起	雾迷山组	II ₁	775.11	1.538	5.496	187.577
潘庄凸起	雾迷山组	II ₂	644.62	4.146	14.302	488.123
大城凸起	雾迷山组	II ₃	372.94	0.354	0.984	33.584
双窑凸起	雾迷山组	II ₄	734.17	4.359	13.915	474.915
白塘口凹陷	雾迷山组	II ₅	212.74	0.844	2.727	93.072
小韩庄凸起	雾迷山组	II ₆	445.35	2.507	8.327	284.198
合计				14.108	47.021	1604.814

表 4 各构造单元雾迷山组地热流体热量

开采系数 C_E 值资源潜力区划表

Table 4 Potential area division of Wumishan Formation in each tectonic unit according to heat mining coefficient C_E

构造单元	评价指标 C_E 值(%)	潜力分区
武清凹陷	139.01	严重超采区
王草庄凸起	0	极具开采潜力区
潘庄凸起	172.37	严重超采区
大城凸起	0	极具开采潜力区
双窑凸起	149.72	严重超采区
白塘口凹陷	193.56	严重超采区
小韩庄凸起	49.22	具有开采潜力区

表 5 根据最大水位降速指标划分的潜力分区界限表

Table 5 Potential area division determined by the maximum water level deceleration

分区	最大水位降速(m/a)
严重超采区	$X \geq 4.0$
超采区	$2.0 \leq X < 4.0$
基本平衡区	$1.0 \leq X < 2.0$
具有一定开采潜力区	$0.5 \leq X < 1.0$
具有开采潜力区	$0.2 \leq X < 0.5$
极具开采潜力区	$X < 0.2$

2.2 地热流体最大水位降速指标

采用地热流体最大水位降速指标来衡量地热资源开发利用潜力是最为直观的方法^[8],根据此次研究技术要求,其评价界限值如表 5 所述。

根据天津各热储层的水位长观资料,绘制了雾迷山组的 2015 年水位年降幅等值线图(图 3),根据降幅等值线图与地热井动态长观资料可以得出评价结果(表 6)。

表 6 天津沉积盆地区各构造单元

最大水位降幅资源潜力区划表

Table 6 Potential area division determined by the maximum water level drop in each tectonic unit in the Tianjin sedimentary basin

构造单元	评价指标水位降幅(m/a)	潜力分区
武清凹陷	1~2	基本平衡区
王草庄凸起	1~2	基本平衡区
潘庄凸起	2~8	超采~严重超采区
大城凸起	1~2	基本平衡区
双窑凸起	2~8	超采~严重超采区
白塘口凹陷	3~7	超采~严重超采区
小韩庄凸起	3~7	超采~严重超采区

2.3 地热流体热量潜力模数指标(M 值)

根据本次工作技术要求,流体开采量分类统计方法主要依据地热井、温泉的流体开采量监测数据和行政区内地热田历年井、泉数统计数据,对地热田的开采量按各热储段和各利用方向进行分类统计。

天津地区有较齐全的长观数据,故此次计算的 E_k 值以 2015 年的雾迷山组地热井开采量监测结果

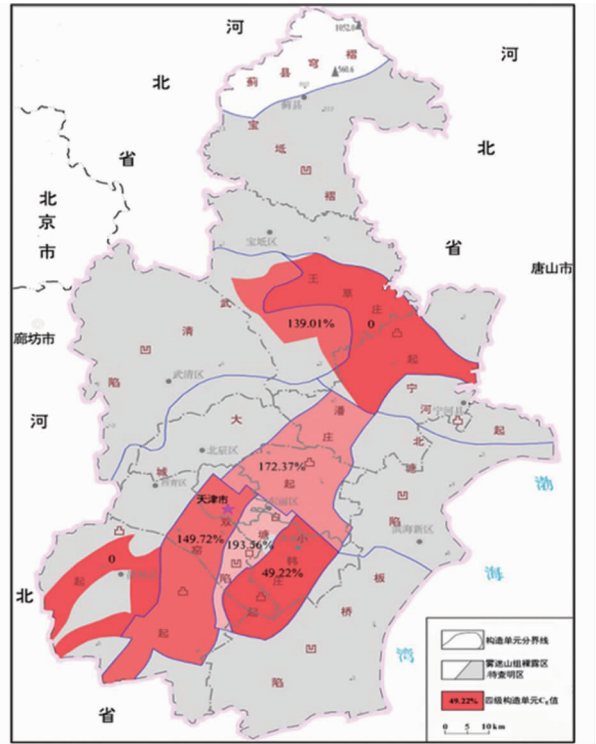


图 2 各构造单元雾迷山组 C_E 值区划图

Fig. 2 The heat mining coefficient C_E division map of Wumushan Formation in each tectonic unit

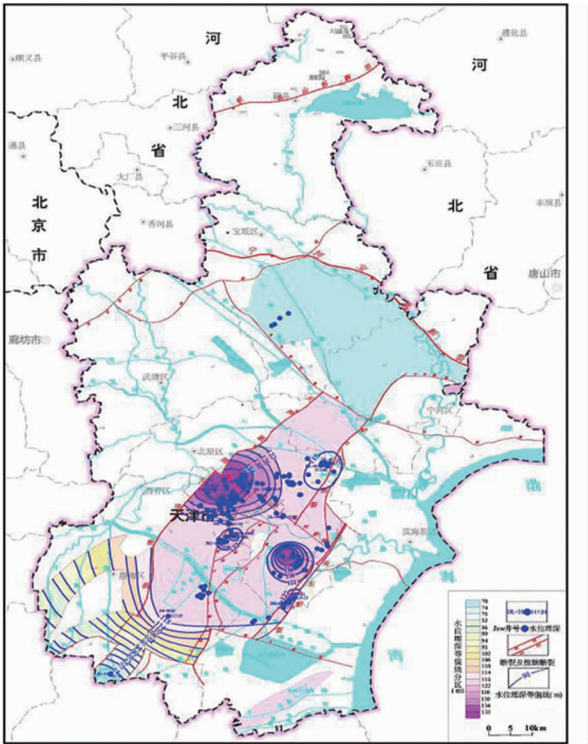


图 3 2015 年 Jxw 20℃ 液面静水位埋深线

Fig. 3 The hydrostatic depth line of 20℃ liquid level of Jxw in 2015

为准,按基准温度 13.5℃ 计算出单井的实际开采热量,按各单井的影响范围计算其单位热量开采模数(即 E_k 与影响面积的比值),采用地热流体热量潜力模数指标来衡量地热资源开发利用潜力^[9],地热流体热量潜力模数依据以下公式进行计算:

$$M = (E_y - E_k + R) / A = E_y / A - E_k / A + R / A \quad (5)$$

若 R/A 忽略不计,各剖分三角形的地热资源热量潜力模数 M 值可结合前面的 E_y 值求得。根据各层的统计结果,分为六级(表 7),绘制 M 值分区图(图 4)。

表 7 根据地热流体热量潜力模数的潜力分区界限表

Table 7 Potential area division determined by geothermal fluid heat potential modulus

参照评价分区	分级	地热流体热量潜力模 M 值 ($\times 10^8$ kJ/km ² · a)
严重超采区	一级	<1
超采区	二级	10~20
基本平衡区	三级	20~40
具有一定开采潜力区	四级	40~60
具有开采潜力区	五级	60~80
极具开采潜力区	六级	>80

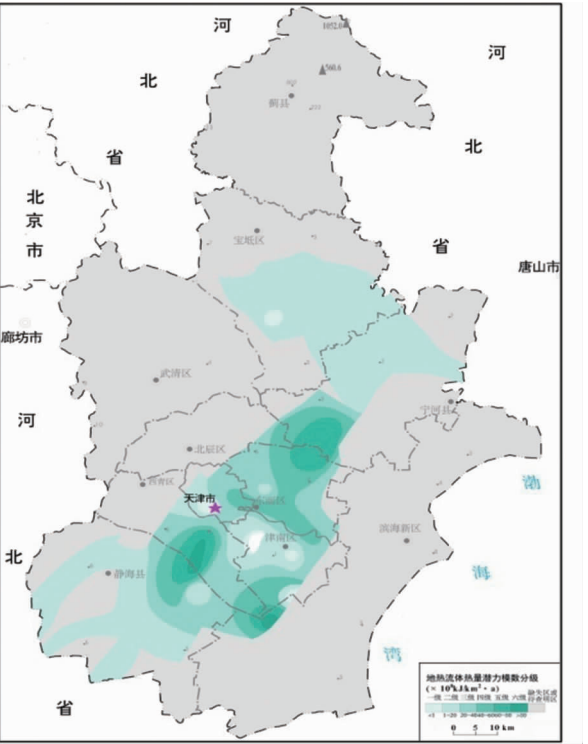


图 4 雾迷山组 M 值分区图

Fig. 4 The map of M value in Jxw

2.4 综合评价结果

根据上述三种潜力分析方法^[10]的比较,主要以 C_E 值和水位降幅为评价依据,参考 M 值分级情况,综合评价各构造单元的雾迷山组地热资源潜力分区结果如表8所述。

表8 天津雾迷山组地热资源潜力各构造单元综合区划表

Table 8 The comprehensive division of geothermal resource of Jxw in each tectonic unit in Tianjin

构造单元	综合潜力分区
武清凹陷	基本平衡区
王草庄凸起	基本平衡区
潘庄凸起	超采-严重超采区
大城凸起	具有一定开采潜力区
双窑凸起	超采-严重超采区
白塘口凹陷	超采-严重超采区
小韩庄凸起	超采-严重超采区

3 结论

通过对天津地区雾迷山组地热资源潜力区划,初步得出如下结论:

(1)天津地区雾迷山组地热资源是天津市地热资源最为丰富的热储层,经过选取合理的方法与参数,计算得出区内雾迷山组热储在回灌条件下地热资源可采量为 $14.108 \times 10^8 \text{ m}^3$,地热流体可采热量 $47.021 \times 10^{16} \text{ J/a}$,折合标准煤 $1\ 604.814 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。

(2)本次工作分别根据雾迷山组热储层地热流体热量开采系数、最大水位降速和地热流体热量潜力模数三个指标对地热资源开发潜力进行了综合考虑,并最终综合确定地热资源开发利用潜力,取指标

中最不利者将其分为严重超采区、超采区、基本平衡区、具有一定开采潜力区、具有开采潜力区和极具开采潜力区六个区,为未来天津市地热资源开发利用提供了科学依据。

(3)从区划结果中可以看出:地热资源集中开采区由于热储层开采量过大,造成这些地区超采以及严重超采,建议主管部门根据利用规划,加强宏观调控和管理,避免无序开采和浪费,以获得最大限度的地热资源量,为经济建设服务。

参考文献:

- [1] 胡燕,林黎,孙宝成,等.天津市地热资源可持续发展潜力评价报告[R].天津:天津地热勘查开发设计院,2015.
- [2] 天津市地质矿产局.天津市区域地质志[M].北京:地质出版社,1992.
- [3] 何满潮,李春华,朱家玲,等.中国中低焓地热工程技术[M].北京:科学出版社,2004.
- [4] GB/T 11615—2010 地热资源地质勘查规范[S].
- [5] 宗振海,刘杰,等.2015年天津地热资源开发利用动态监测项目[R].天津:天津地热勘查开发设计院,2015.
- [6] 于彦,秦莉红,林激,等.天津地热资源开采情况实际与理论计算对比研究[J].地质调查与研究,2016,39(3):221-225.
- [7] 李俊峰,贾志,张芬娜,等.天津市蓟县系雾迷山组热储层水位动态变化及趋势预测研究[J].地质调查与研究,2013,36(3):221-225.
- [8] 李学元,何满潮.天津市热储规划分区和地热井审批系统研发[J].吉林大学学报:地球科学版,2015,45(2):546-551.
- [9] 张金华,魏伟,杜东,等.地热资源的开发利用及可持续发展[J].中外能源,2013,18(1):30-35.
- [10] 尚宇宁,高明志,吴立进,等.济南北部地热资源区划研究[J].中国地质,2012,39(3):778-783.

Division of potential geothermal resources zones in the Wumishan Formation in Tianjin

LIU Jie¹, SONG Meiyu², QIN Lihong¹, YU Yan¹, LIN Wei¹, KANG Nan¹

(1. Tianjin Geothermal Reconnaissance And Exploitation Design Institute, Tianjin 300250, China;

2. Tianjin Geological Data Archives, Tianjin 300042, China)

Abstract: Tianjin area is the typical medium-low temperature sedimentary basin-type geothermal area with abundant geothermal resources. The resources has been widely used in central heating, domestic use, hot springs bath and other aspects, and significant social and economic benefits achieved. Geothermal resource in Wumishan Formation of Jixian System (Jxw) is widely distributed in Tianjin area and the formation is one of the most important mining layer. Calculation based on the data colected from 150 geothermal wells by the end of 2015 shows that the recoverable geothermal resource under the condition of re-injection is $14.108 \times 10^8 \text{ m}^3$, the recoverable heat of geothermal fluid is $47.021 \times 10^{16} \text{ J/a}$, equivalent to $1\ 604.814 \times 10^4 \text{ t/a}$ of standard coal. The geothermal fluid heat mining coefficient, the maximum water level deceleration and geothermal fluid heat potential modulus are comprehensively considered to determine exploitation and utilization potential of the resource and provide the basis for the exploration and development of geothermal fluid of Jxw in the future.

Key Words: geothermal resources; Wumishan Formation; mining coefficient; potential zoning; Tianjin