

水文地质环境地质

临沂城区浅层地热能利用方式适宜性分区研究

张宗元¹,孙晓涛¹,王飞¹,潘锦铭²

(1.山东省第一地质矿产勘查院,山东 济南 250014;2.天津理工大学自动化学院,天津 300380)

摘要:临沂城区浅层地热容量丰富,利用潜力大,具有较好的开发利用前景。通过对该区进行埋管勘查和地下水换热方式勘查研究,结合水文地质条件、工程地质条件等控制因素对该区进行了适宜性分区,区内只有部分区域适宜采用地下水换热方式,绝大部分区域较适宜采用埋管换热方式。

关键词:浅层地热能;埋管;地下水换热;适宜性;临沂城区

中图分类号:TK521 **文献标识码:**B

引文格式:张宗元,孙晓涛,王飞,等.临沂城区浅层地热能利用方式适宜性分区研究[J].山东国土资源,2015,31(8):42-44.ZHANG Zongyuan,SUN Xiaotao,WANG Fei,etc. Study on Suitability Partition of Shallow Geothermal Energy Utilization Modes in Linyi City[J].Shandong Land and Resources, 2015,31(8):42-44.

临沂城区浅层地热能资源丰富、开采条件便利,浅层地热能可以通过热泵技术进行供暖和制冷,环境效益好,应用潜力巨大,开发利用浅层地热能对我国构建资源节约型和环境友好型社会、保障国家能源安全、改善现有能源结构、促进国家节能减排战略目标的实现具有非常重要的意义。目前国内浅层地热能开发利用主要方式有埋管换热方式和地下水换热方式,这两种利用方式主要由水文地质条件、工程地质条件、环境地质条件、岩土体物理、热物理性质等条件控制,不同地质条件的区域浅层地热能利用方式存在较大差异。对该区进行浅层地热能利用方式的适宜性分区进行系统研究,为该地区浅层地热能合理的开发利用提供可靠、科学的设计依据具有十分重要的意义^[1-2]。

1 研究区地质水文地质特征

研究区位于沂河与沭河交汇处,地势较平坦,区内地面标高 66.4~75.6 m,多被第四系覆盖,整个工作区基岩较少出露,可知第四系厚度较薄,小于 25 m,岩性主要为细砂、中粗砂、细砾石、砂砾石层,未发现卵石。西南部下伏岩层主要为奥陶纪灰岩,地下水类型主要为松散岩类孔隙潜水和裂隙岩溶水,

其他下伏岩层主要为白垩纪安山岩,地下水类型主要为松散岩类孔隙潜水和碎屑岩类裂隙水,松散岩类孔隙潜水平均含水层利用厚度 3.65 m,碎屑岩类裂隙水平均含水层利用厚度 61.30 m,裂隙岩溶水平均含水层利用厚度 66.30 m,根据山东省地质环境监测总站《山东省临沂市三区地质灾害防治区划图》,在工作区西南部兰山小区一小涑河河床及沿岸地段、苗庄小区及南部地段是岩溶塌陷地质灾害高易发区,需要避让,加强监测及预警警报,限制地下水开采。

2 研究区开发利用现状

临沂城区浅层地热容量约为 3.00×10^{13} kJ/℃,折合标准煤 102.34 万 t,目前临沂市已有浅层地热利用,埋管热泵工程利用区有三合里花园、桃园小区、杏花村委办公楼;地下水源热泵利用区有河东区地税局、九州超市临西七路店等 50 余项热泵项目,其中临沂市国土资源局三和里花园宿舍区埋管热泵工程规模较大,总建筑面积约 12.7 万 m²,总冷负荷约为 6 800 kW,总热负荷约为 7 400 kW,运行费用可比传统中央空调系统降低约 30%~50%,夏季 3 个月冬季 4 个月每天运行时间 10 h 负荷率 80%,

收稿日期:2015-02-03;修订日期:2015-04-02;编辑:陶卫卫

作者简介:张宗元(1980—),男,山东临沂人,工程师,主要从事水工环地质工作;E-mail:zhzykuaile@126.com

估算合计每年节省用电约 260 万度,减少二氧化碳排放约 2 592 t。

3 浅层地热能利用方式适宜性分区

浅层地温能利用适宜性主要由水文地质条件、工程地质条件、环境地质条件、岩土体物理、热物理性质等因素控制,本次研究根据规范和目前开发利用方式,主要采用资料收集、浅层地热能地质调查、地埋管换热方式浅层地热能勘查和地下水换热方式浅层地热能勘查方法^[3]。

3.1 地埋管换热方式适宜性分区研究

该方式以岩土体作为热储介质,主要取决于水文地质条件、岩土温度场、热物性等因素^[4]。该方式适应范围广,利用深度一般在 100 m 以浅,投资成本相对较小,从节约地下空间的角度,结合目前临沂城区的开发利用现状,该次研究工作只考虑竖直地埋管方式,对于该方式适宜性分区主要考虑岩土体特性、地下水的分布和渗流情况、地下空间利用等因素。全区第四系厚度小于 25 m,卵石层厚度小于 5 m,含水层总厚度大于 10 m,根据规范(竖直)地埋管换热系统适宜性分区主要指标及区内已开发利用情况,全区均属较适宜区,但东南部兰山小区及苗庄小区附近为地质灾害高易发区,其对地埋管工程有破坏作用,故将地质灾害易发区为不适宜区。

根据以上较适宜性评价,在适宜区临沂市三和里花园国土局宿舍 B,I,G 区分别施工 3 个代表性的地埋管换热勘查孔 K1,K2,K3;三孔皆为安山岩孔,钻孔口径通孔为 $\Phi 150$ mm,孔深 100 m,在孔内安装 HDPE $\Phi 32$ 等效双 U 型管换热器,采用原孔岩屑混水回填,测试孔安装完成 2 天后进行岩土换热能力测试,测试设备采用北京华清公司生产的浅层地热能冷、热响应试验台,测试首先对换热孔进行岩土体平均初始温度测试,之后进行稳定热流测试。通过对测试数据整理、分析取得该区的有效传热系数、岩土体平均导热系数、地层初始温度等参数^[5-6],所得参数见表 1。

根据规范采用换热量现场测试法进行计算,计算公式如下:

$$Q_h = D \times n \times 10^{-3}$$

$$D = K_z \times \Delta T \times L$$

$$n = \frac{M \times \tau}{5 \times 5}$$

式中: Q_h 为工作区换热功率(kW); D 为单孔换热功率(W); n 为计算面积内换热孔数量; K_z 为综合热传导系数(W/m·k); ΔT 温差,U形管内循环液平均温度与岩土体原始温度之差($^{\circ}\text{C}$); L 为 U 型地埋管换热器长度(m); M 为工作区面积(m^2); τ 为土地利用系数。

表 1 稳定热流测试参数

孔号	岩土平均初始温度	设定加热功率 kW	平均加热功率 kW	单位换热量 W/m	k	导热系数 W/m·K
K1	16.8	6	5.991	59.91	1.8049	2.64
K2	17.2	6	6.013	60.13	1.7715	2.70
K3	16.9	6	5.964	59.64	1.846	2.57

综合热传导系数,取该次工作现场热响应试验测定的值 2.64 W/m·k,温差 ΔT ,根据现场热响应试验数据,并参考其已有的地埋管地源热泵工程利用情况,岩土体原始温度为 17.0 $^{\circ}\text{C}$,冬季 U 形管内循环液平均温度取 6 $^{\circ}\text{C}$,夏季 U 形管内循环液平均温度取 32 $^{\circ}\text{C}$ 。该次工作冬季温差取 11 $^{\circ}\text{C}$,夏季温差取 15 $^{\circ}\text{C}$ 。地埋管换热器长度 L 取 100 m。根据经验取土地利用系数为 3.94%(面积百分率 $\times 0.3$)。地埋管换热功率,冬季为 5.79×10^5 kW;夏季为 7.90×10^5 kW^[5]。

3.2 地下水换热方式适宜性分区研究

该方式以地下水为热储介质,通过抽灌地下水与机组的冷凝器(蒸发器)进行热交换实现利用目的,地下水的换热能力主要取决于地下水赋存条件、动态特征、水化学特征等因素^[7-8]。该次研究主要采用单位涌水量、采灌比、地下水位埋深、地下水位年降幅等因素进行适宜性分区。为了查明工作区范围内地层岩性结构、含水层类型及埋藏条件、地下水位,该次研究在区内三和里花园国土局宿舍 B 区施工了地下水换热方式浅层地热能勘查井 J1 和临沂临西七路民井 J3。J1 井揭露地层 0~5 m 为第四纪沂河组黄褐色粉质粘土,5~196.6 m 为白垩纪八亩地组玄武安山岩;J3 井揭露地层 0~6.5 m 为第四系沂河组黄褐色粉质粘土,6.5~160 m 为奥陶纪马家沟群灰岩。并对 J1,J3 井进行了抽水试验和回灌试验,通过抽水试验获得单井涌水量及相应的降深、水温,通过回灌试验获得单井回灌量及相应的水位上升值。根据适宜性分区指标和区内已开发利用情况(表 2),研究区西部及北部为基岩裂隙水,为地下水

换热方式不适宜区,西南部为裂隙岩溶水区,为较适宜区。

表 2 工作区地下水换热方式适宜性分区

井孔 编号	单项指标				评价
	单位涌水量/ $\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$	单位回灌量 单位涌水量	地下水位 埋深/m	地下水年 下降量/m	
J1	122.51	31.0%	6.35	0.14	不适宜区
J3	340.42	51%	6.70		较适宜区

4 结语

临沂城区具有良好的工程地质条件和水文地质条件,浅层地热容量约为 $3.00 \times 10^{13} \text{ kJ}/\text{C}$,折合标准煤 102.34 万 t,有很好的利用前景。经勘查研究,研究区东南部兰山小区及苗庄小区附近浅层地热能利用为不适宜区,其他区域为埋管换热方式较适宜区,埋管换热功率冬季为 $5.79 \times 10^5 \text{ kW}$,夏季为 $7.90 \times 10^5 \text{ kW}$ 。研究区西部及北部为地下水换热方式不适宜区,西南部为较适宜区。

参考文献:

- [1] 李悦.天津地区地热利用工程实例分析[J].煤气与热力,2009,29(3):1-2.
- [2] 尹航,朱能.地热水水源热泵在校园建筑的应用[J].煤气与热力,2006,26(1):56-60.
- [3] DZ/T0225-2009.浅层地热能勘查评价规范[S].
- [4] 毕文明,郭艳春,王琳.埋管地源热泵系统岩土热物性参数研究[A]//地温资源与地源热泵技术应用论文集[C].北京:地质出版社,2009:105-111.
- [5] 王松涛,吴振,王华军.基岩地区埋管换热器传热特性的测试研究[J].河北工业大学学报,2012,41(6):69-73.
- [6] 刁乃仁.埋管换热器的传热问题研究及其工程应用[D].北京:清华大学,2005:16-18.
- [7] 唐永香,李媛媛,俞初安,等.滨海新区浅层地热能利用方式适宜性分区评价[J].煤气与热力,2014,34(1):21-25.
- [8] 祖秉新,孟凡利,张丕,等.吉林省浅层地热开发利用适宜性[J].吉林地质,2013,32(3):105-107.

Study on Suitability Partition of Shallow Geothermal Energy Utilization Modes in Linyi City

ZHANG Zongyuan¹, SUN Xiaotao¹, WANG Fei¹, PAN Jingming²

(1.No.1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China; 2.Tianjin university of technology institute of automation, Tianjing 300380, China)

Abstract: There is rich shallow geothermal energy in Linyi city with great utilization value. It has good development and utilization prospect. Through exploration and study on heat transfer of underground water, combining with hydrogeological condition and geo-engineering condition, suitability partition has been carried out. It is thought that only few regions are suitable for heat transfer, while most regions are suitable for burying pipes.

Key words: Shallow geothermal energy; buried pipe; heat transfer of underground water; suitability partition