

山西省奇村地热田超采引起的水温动态变化

邓安利¹, 孙和平²

(1. 山西省水利建设开发中心, 山西太原 030002; 2. 奇村地热站, 山西忻州 034400)

奇村地热田位于山西省忻州市忻府区西北方向, 处于奇村镇与南高村之间, 地热田面积 2.5 km², 属中低温热水, 其水温最高达 70 °C, 平均 55 °C. 该地热田于 1972 年被意外发现.

奇村地热田的水化学特征自地热田中心向周围呈明显的变化规律(表 1). 从表中可以看出, 地热田由中心向外围水化学特征呈现明显的规律性. 硬度、碱度由地热田中心向外围逐渐增大, 水温、矿化度由中心向外围逐渐变小等. 正是奇村地热田的水化学特征明显, 特别是地热水中含有对人体有益的硼、铬、锶等微量元素存在, 其水疗价值相当明显.

表 1 奇村热水化学基本特征

Table 1 Basic characteristics of hydrothermal chemistry in Qicun County

位置	地热田中心	地热田附近	地热田边界	地热田外围
水温/°C	61.7	51.2	38	13~17
矿化度	0.75~0.96	0.63~0.72	0.22~0.41	0.15~0.29
pH 值	7.5~8.7	7.5~7.8	7.3~7.9	7.5
硬度	50.1~96.6	44.0~123.2	68.6~117.1	120.6~235.7
碱度	41.5~85.1	71.6~92.6	99.1~121.1	127.6~199.7
水化学类型	Cl·SO ₄ ⁻ Na	Cl-Na	Cl·HCO ₃ ⁻ Na	HCO ₃ ⁻ Ca·Na

奇村地热田初勘范围为 2.5 km². 到了 20 世纪 80~90 年代, 随着温泉开发力度的不断加大, 各家争先恐后地建疗养院, 从热水上大做文章, 据统计, 温泉内日开发水量从 500 t, 增加到 2 000 t, 特别到了每年的疗养旺季, 对地热水的开发达到非常无序的地步, 各疗养院从各自的自备井中大量开采地下水(表 2), 使有限的地热水资源出现衰竭趋势.

从地下水动态来看, 地下水位埋深持续下降, 地热水温下降明显, 水化学特性出现变化, 更为严重的是地热田面积出现萎缩现象, 据勘测, 现在地热田面积为 2.18 km², 比初勘时减少了 0.32 km².

表 2 奇村地热田 1992—1999 年实际开采量统计

Table 2 Practical exploration quantity of terrestrial heat field in Qicun from 1992 to 1999

时间	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
开采量	31.4	43.9	52.5	56.6	59.5	69.3	84.8	84.3

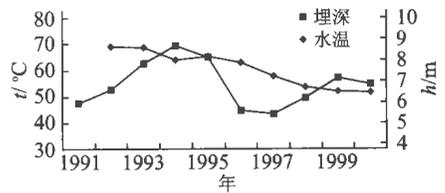


图 1 1991—2000 年奇村地热站地下水埋深及水温变化
Fig. 1 Groundwater depth and temperature change of Qicun terrestrial heat station from 1991 to 2000

地下水的动态与降水量及季节开采息息相关, 奇村地热水的开发从动态特征上看, 已印证了这一点. 从观测记录上可以得出, 地下水的总体趋势是持续下降的, 年下降速率 0.3 m/a, 最大年下降值达 4.7 m, 已出现了严重的超采现象, 这与奇村温泉保护区的管理不善有关, 在地热田内, 除了疗养开采热水以外, 当地农灌开采也相当巨大, 其日开采量达 2 000 m³ 以上, 与热田可开采量 1 300 m³ 相比, 净超采 700 m³, 是可开采量的 54%. 其动态埋深曲线见图 1.

地热水的动态不但表现在水位埋深的变化上, 还表现在水温、水化学的变化上. 从奇村多数热水井井温的长观资料显示, 呈逐渐降低趋势, 基本与地下水位的升降相一致, 即地下水位下降期, 外围冷水回灌, 井中水温下降. 分析原因与地下水的开采量息息相关, 特别是无序地施凿新井, 常使潜水与承压水相互沟通, 使原地质构造形成的热储层发生变化, 造成承压水水温下降.

从近年来监测结果看, 热水的水化学成分也发生了较大变化. 与 20 世纪 80 年代相比, 地热田中心

Discussion on Hydraulic Loading and Effluent Effect in Wastewater Infiltration land Treating Systems

HE Jiang-tao¹, DUAN Guang-jie², ZHANG Jin-bing², TANG Ming-gao², ZHONG Zuo-shen²

(1. China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China; 2. Department of Water Resources and Environmental Engineering, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: In the wastewater infiltration land treating systems, the relation between hydraulic residence time and effects of effluent is directly associated with the relation between system scale and effects of effluent. The relation between pollutants' removals and hydraulic residence time following first order dynamic equation is commonly accepted. This paper further discusses this question from the point of microorganism increasing dynamics. Results show that, strictly speaking, the relation between concentrations of different pollutants in effluent and hydraulic residence time is an analogous exponential relation, but actually, its curve shows a superposition of a straight line and a negative exponential curve, but not a pure negative exponential curve. Application results verify that, treating efficiency of different systems can be compared and evaluated by the first order rate constants, K_T . To improve the treating efficiency and reduce the land using and investment, we can adopt measures to improve the activities of microorganisms around the first order rate constants, K_T , integrated indexes reflecting the purifying capability of different systems.

Key words: wastewater land treatment; hydraulic residence time; effect of effluent; first order dynamics.

(上接 134 页)

Cl^- , Na^+ 和 SO_4^{2-} 含量有所增加, 向四周推移有所减少, HCO_3^- 含量由中心向外围逐渐加大. 这种水化学成分的变化, 直接影响着奇村地热田的开发利用.

奇村地热田自发现至今已有 30 年, 由于多年的无序开采, 热田内地下水开采量不断增加, 而地下水的补给源相对减少, 冷水大量混入, 使地下热水水温下降, 同时地热田面积也由原来的 $2.5 km^2$ 减至 $2.18 km^2$, 它带来的不良后果使人们逐渐感到开发地热资源的同时保护的重要性. 为此, 本文提出以下对策: (1) 建立地热水资源保护带, 统一管理, 节约用水. 根据热田的分布范围和地下水的开采现状, 圈定奇村热水资源保护带. 在地热田保护带范围内出台政府政策, 严禁在保护带内未经审批施凿新井, 并且能用水资源统一管理的方法, 把地热田内的热井统一管理起来, 建立一套优化管理机制, 采取集中开

采, 集中供水, 使抽水与用水达到达到其自然动态平衡, 这既可达到节水的目的, 还可使热水资源达到保护的目的, 使奇村热水资源为国民经济可持续发展服务, 造福人民. 可考虑适当提高水资源补偿费, 用市场经济的运作规律, 在人民承受能力允许的前提下, 提高水价, 用经济杠杆实现节约用水的目的. (2) 封闭农灌热水井. 地热田内现有农灌热水井 4 眼, 年开采量近 $30 万 m^3$. 因目前的开采量已处于临界状态, 已有部分冷水混入, 必须停止农灌热水井的开采, 这样既可保证浴疗热水的温度与质量的要求, 又可消除灌溉热水引起的土地环境污染. 同时建议在地热田外围补打几眼冷水井, 解决当地农灌问题, 但要控制井深, 不能超过 50 m, 避免农灌井大量开采引起地下水位下降, 而影响热水资源. (3) 热水回灌. 这样可延长地热田的使用寿命. 回灌时必须将热废水中的有害物质进行净化处理, 然后将热水回灌到基岩顶面第一孔隙含水层中.