



济南名泉舜井成因探讨

黄薛, 曾纯品, 何瑞, 雷炳霄

(山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:通过对济南名泉舜井的研究, 查明了舜井的成因及其水文地质条件, 对舜井的地质构造、水质、涌水量、影响范围进行较深入的探讨, 为工程建设保护舜井名泉提供了较科学的资料。

关键词:舜井名泉; 泉水成因; 水文条件; 济南

中图分类号: P641 **文献标识码:** B

舜井作为济南市区的名泉, 被历代列为济南 72 名泉名录, 是济南名泉保护的對象之一^[1]。舜井位于济南市泉城路南侧的舜井街上, 地处济南泉域的核心区, 以往的工作多涉及四大泉群, 而对泉群附近的散泉研究不够, 大多通过水质分析对舜井成因进行探讨, 有关舜井的研究资料较少, 更没有直接的地质资料证据。舜井附近进行的工程建设需要进行基坑开挖及降水, 山东省地矿工程勘察院通过有关项目的保泉工作^①, 收集了丰富的资料, 查明舜井的成因及其水文地质条件, 对泉水保护具有重要的意义。

1 济南泉水成因概述

济南泉水的形成与地形、地层、地质构造和水文地质条件密切相关, 大气降水和地表水入渗补给岩溶水系统后, 岩溶水由南向北运动, 在市区泉城路以北由于地下有大面积的岩浆岩体分布, 又受到 NW 向千佛山断裂和文化桥断裂的切割, 两断裂间地层相对上升, 普利门以东到文化桥以西石灰岩地层向北突出, 岩浆岩在西、北、东三面将由南向北径流的岩溶水阻挡, 在较高的水头压力下, 岩溶水沿石灰岩裂隙岩溶通道和局部岩浆岩裂隙穿过松散层或被溶蚀的砾石层涌出地面, 形成济南市区诸泉^{②[2]}。除区域地质、水文地质条件、地形、地势、地貌外, 济南泉水形成必须具备 2 个主要因素: ①石灰岩岩溶、裂

隙必须很发育, 如黑虎泉、趵突泉。②构造发育, 存在较大的构造断裂、裂隙, 如五龙潭、珍珠泉。石灰岩岩溶不发育或构造裂隙不发育的地段均不易形成泉。

2 舜井形成的地质及水文地质条件

2.1 含水层特征

根据舜井附近水文地质资料, 舜井附近含水层可划为: 第四系孔隙含水层、裂隙岩溶含水层^[3,4]。

(1) 第四系孔隙含水层: 主要含水介质为粘土混碎石或碎石土及上部填土, 含水层厚度约 17.80 m。水位埋深 2.16 m, 水位标高 29.50 m。该层抽水试验降深 3.05~6.49 m, 涌水量 6.43~115.21 m³/d, 渗透系数 0.114~4.54 m/d。

(2) 裂隙岩溶含水层: 主要赋存于奥陶纪石灰岩裂隙岩溶中, 为承压水, 该层水位埋深约 2.6 m, 水位标高 28.74 m。

2.2 舜井水化学特征

山东省地矿工程勘察院在有关项目的保泉工作中收集了舜井附近地下水及四大泉群丰富的水质分析成果资料(表 1)。从舜井与其周边的各类型水及黑虎泉水质、珍珠泉水质的比较看(图 1), 舜井中 Ca²⁺, NO₃⁻ 含量、矿化度介于黑虎泉与珍珠泉之间,

收稿日期: 2013-03-29; 修订日期: 2013-07-09; 编辑: 陶卫工

作者简介: 黄薛(1973—), 男, 安徽明光人, 高级工程师, 主要从事水工环地质工作; E-mail: 1037719588@qq.com。

①山东省地矿工程勘察院, 济南世茂国际广场项目保泉论证报告, 2011 年。

②山东省地矿局八〇一队, 山东省济南市保泉供水水文地质勘探报告, 1988 年。

③山东省地矿工程勘察院, 济南市城市轨道交通线网规划、建设规划阶段泉水地下流场特征研究, 2010 年。

HCO₃⁻, Cl⁻ 接近孔隙水, 说明孔隙水对舜井中泉水水质有一定的影响, 对舜井泉水存在补给能力。

表 1 舜井与附近场地地下水及泉水水质对比 (mg/L)

项目		Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	矿化度
舜井西侧场地	孔隙水	113.2~118.21	20.66~21.87	295.44~328.26	95.0~110.47	44.88~57.12	68.11~89.96	735.34~782.26
	裂隙水	89.10~104.19	0.61~16.27	95~254.81	19.88~134.24	6.68~28.42	35.98~72.93	332.12~669.69
	岩溶水	58.10~95.17	9.72~23.69	90.27~196.96	141.40~161.28	28.27~45.0	59.12~77.11	520.94~626.01
舜井	岩溶水	114.21	21.26	284.49	139.19	30.42	64.26	727.30
黑虎泉	岩溶水	118.67	20.94	258.84	102.43	47.29	57.01	643.89
珍珠泉	岩溶水	88.56	21.48	256.57	293.62	24.71	27.23	740.88

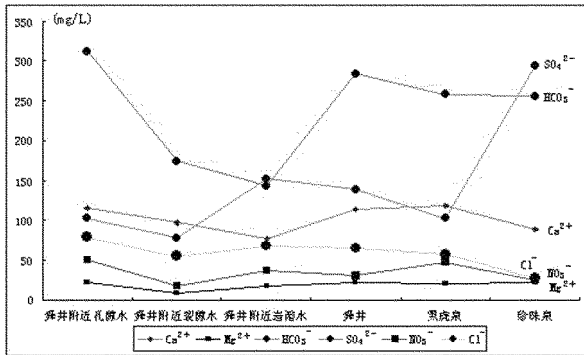


图 1 孔隙水、岩溶水、舜井水水质对比图

2.3 舜井涌水量及抽水试验得出的影响半径

根据对舜井的抽水试验分析, 在舜井中采用 25 m³/h 泵抽水时, 20 min 可以抽干; 采用 15 m³/h 泵抽水时, 水位降深 2.2 m, 稳定抽水时间约 14 h, 舜井涌水量约为 260 m³/d。

通过分别对舜井北侧、南侧、西侧 40~80 m 的 3 组水文井组抽水试验分析, 第四系、闪长岩、石灰岩(最大揭露厚度 12 m)富水性差, 揭露的石灰岩岩溶不发育。

从舜井周边的闪长岩分布情况分析, 舜井石灰岩“天窗”分布范围较小, 由于场区闪长岩阻水性较好, 舜井岩溶水扩散影响范围有限, 考虑局部可能存在闪长岩裂隙极发育的情况, 根据地层结构及抽水试验等因素分析认为舜井的影响范围在以舜井为半径 40 m 范围以内。

3 舜井成因

舜井井深约 6.0 m, 井径约 1.0 m, 石灰岩质井壁, 上小下大, 水位埋深约 2.6 m, 水位标高约 28.74 m, 水位随季节性变化, 舜井附近自然地面标高约 31.66 m。

根据舜井周边地质资料, 舜井南侧——黑西路

一线揭露石灰岩埋深 18.1~20.4 m; 从解放阁石灰岩裸露, 至舜井一线第四系覆盖层厚约 11~28.8 m, 局部稍厚, 碳酸盐岩顶板埋深 11~28.8 m, 局部稍厚; 舜井北侧至泉城路第四系覆盖层厚约 17~18 m, 碳酸盐岩顶板埋深约 52 m; 舜井西侧至天地坛街一线碳酸盐岩顶板埋深约 50 m, 舜井附近石灰岩分布情况见图 2。

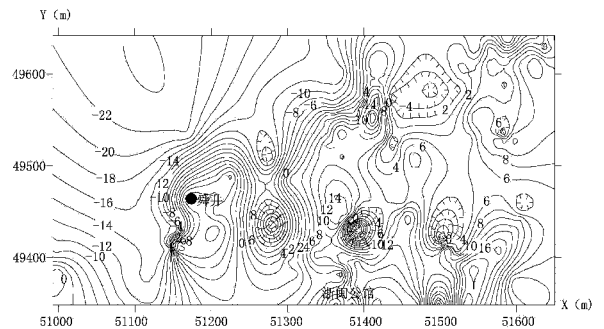


图 2 舜井附近石灰岩顶板标高等值线图

以舜井中心 20 m 半径的范围内石灰岩顶板基本无闪长岩覆盖, 石灰岩顶板直接覆盖第四系, 形成石灰岩“天窗”, 为舜井的形成创造了地质条件(图 3)。

泉的形成与石灰岩的岩溶、裂隙存在密切的关系。为了查明舜井附近石灰岩岩溶发育情况, 于 2011 年 4 月 12—13 日在舜井南侧约 6.0 m 处施工了一个水文钻孔, 揭露了舜井的地层结构为: 0~9 m 为杂填土, 9~20.4 m 为碎石, 20.4 m 以下为白云岩, 其中 24.6~24.9 m 为溶洞, 钻探至此深度时, 漏水严重, 钻孔内泥浆迅速渗流进入舜井, 影响舜井泉水的水质, 经过对舜井长达 18 h 的抽水工作才使舜井泉水变清, 说明舜井下部岩溶极发育, 石灰岩“天窗”为舜井的形成起到了非常重要的作用。

通过对舜井南侧 6.0 m 处 TS6 水文钻孔及舜井抽水试验资料分析, 在舜井中采用 25 m³/h 泵抽

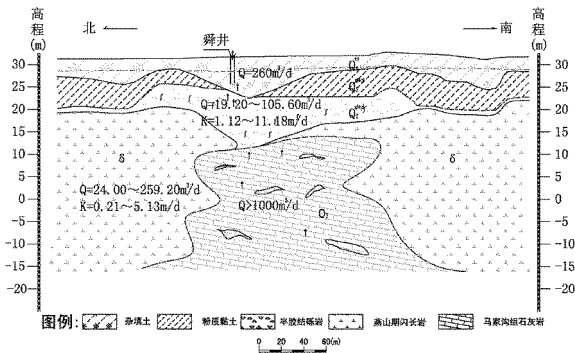


图 3 舜井泉地质成因图

水时, 20 min 抽干, 水位下降 2.5 m, 水位恢复时间 22 min, TS6 孔水位下降 0.5 m, 说明舜井下部的岩溶水与 TS6 孔岩溶水连通性较好, 同时也说明舜井下部石灰岩岩溶极发育。另外, 舜井水质与黑虎泉岩溶水水质相近, 舜井水位与黑虎泉水位基本一致, 变幅也相差不大。

通过以上分析, 认为舜井主要由于石灰岩“天窗”分布、上覆土层为透水层, 岩溶水沿溶蚀孔洞、裂隙、碎石层通道, 以泉水形式出露, 形成了舜井, 从而证明舜井下部存在较强岩溶水的涌水通道。

4 结语

(1) 通过对舜井的研究, 定性和定量相结合的分析方法, 以定量分析方法为主能可以更好地理解济南泉水的成因、水文地质条件。

(2) 对舜井片区的石灰岩地质条件的研究, 反映了石灰岩岩溶、裂隙发育程度的差异性, 岩溶、裂隙不发育的地段钻孔涌水量较小, 而裂隙、溶孔、溶洞发育地段钻孔涌水量较大, 说明裂隙、溶孔、溶洞发育为舜井的形成起到了非常重要的作用, 工程建设时尽可能保护石灰岩层不受破坏对保护泉水有利。

(3) 济南泉水研究是长期复杂的系统工程, 需要长期努力, 找出形成济南泉水大量溶沟、溶孔、溶洞等共同组成能够储存和输送地下水的脉状地下网道的相关直接证据, 为泉水保护提供科学依据, 使工程建设与泉水保护相协调。

参考文献:

[1] 济南市名泉保护条例[S]. 2005.
 [2] 李铁锡, 李岚, 刘业筠, 等. 济南泉水特征及影响因素系统分析[J]. 山东国土资源, 2003, 19(3): 48-51.
 [3] 王大纯. 水文地质学基础[M]. 北京: 地质出版社, 1995.
 [4] 费特(美). 应用水文地质学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.

Study on Origins of Famous Springs in Jinan City

HUANG Xue, ZENG Chunpin, HE Rui, LEI Bingxiao

(Shandong Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Through study on famous Shunjing spring, its origins and hydro-geological conditions have been identified. Geological structures, water quality, water inflow and influence scope of Shunjing spring have been studied deeply. It will provide relative scientific datas for engineering construction and spring protection.

Key words: Famous Shunjing spring; origins of springs; hydro-geological condtion; Jinan city