

济南张夏组灰岩岩溶地下水供水潜力探讨

韩祥银¹, 韩亮², 付春升³, 方庆海³, 王集宁³, 刘广哲⁴

(1. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013; 2. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 3. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014; 4. 山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100)

摘要:济南南部广布巨厚张夏组灰岩, 其中赋存优质丰富的岩溶地下水。出露众多泉水, 其流量为 800 ~ 8000 m³/d。该文通过简述济南地区张夏组灰岩岩溶地下水的赋存条件与水文地质特征, 概略计算与评价其资源量, 论证开发利用这一新水源的可行性, 以期济南供水与保泉开辟新途径。

关键词:张夏组灰岩; 岩溶地下水; 供水潜力; 济南市

中图分类号: P641.134

文献标识码: A

1 基本概况

济南泉域水源地大体包括黄河以南济南市区的中西部和长清区的东部地区^[1]。其东北部的章丘市石匣庄、赵庄, 经历城区的中泉、西营、柳埠、二仙、西渴马和长清区的崮山宋村、崮头、马岭, 至西南部平阴县李沟、洪范、旧县一带, 广布巨厚的张夏组灰岩。张夏组灰岩给予济南丰富的岩溶地下水, 出露的泉水主要有历城区的中泉、突泉, 长清区的房峪泉, 平阴县的洪范泉、书院泉、丁泉、白雁泉, 其流量为 800 ~ 8000 m³/d。早在 20 世纪 60 年代已有不少缺水的山村开发利用张夏组灰岩岩溶地下水, 诸如历城区的两河、宝峪、店子, 长清区的南黄崖、陈峪, 平阴县的东蛮子、分水岭、马边岭等皆有凿井、钻孔取水于张夏组灰岩含水层, 单井出水量达 500 ~ 1000 m³/d, 既解决了吃水困难, 又改善了生产条件, 使山村面貌发生了显著变化。尤其是平阴县自来水公司的大石坑和化肥厂的葛庄等钻孔, 张夏组灰岩含水层富水性更强, 单井涌水量达 2000 ~ 3000 m³/d, 分别满足了城镇生活和工业生产供水的需要。

多年来, 济南地区中奥陶纪灰岩岩溶地下水的研究已取得了显著成就, 在城市和工业、农业供水中发挥了巨大的经济和社会效益。但是, 对张夏组灰

岩岩溶地下水的研究程度却很低, 尚未进行专门性的供水水文地质勘察工作, 因此忽视了张夏组灰岩岩溶地下水的开发价值。笔者多年在济南地区从事山区找水和区域水文地质调查工作, 取得对张夏组灰岩含水层的认识, 试图通过简述济南地区张夏组灰岩岩溶地下水的赋存条件与水文地质特征, 概略计算与评价其资源量, 论证开发利用这一新水源的可行性, 以期济南供水与保泉开辟新途径。

2 区域地质特征

济南地区的张夏组地层所处大地构造部位属泰山断块凸起的北部。其产状在中泉与石匣间走向 NWW, 倾向 NNE; 在西营与西渴马间走向近 EW, 倾向 N; 在崮山与旧县间走向 NEE, 倾向 NW。其倾角平缓, 一般为 8° 左右。南端仰起, 与馒头组地层覆盖于新太古界泰山岩群变质岩系之上; 北端倾伏, 与上寒武纪、奥陶纪地层隐伏于石炭纪、第四纪地层或侵入岩体之下, 形成一扇状展布的单斜构造。

3 地下水供水潜力分析

3.1 水文地质条件

济南地区的灰岩厚度大、分布广, 灰岩总厚度为 150 ~ 180 m, 境内面积达 777.5 km²。其岩性主要为

* 收稿日期: 2008-01-17; 修订日期: 2008-06-23; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 韩祥银(1964-), 男, 山东长清人, 高级工程师, 主要从事水工环技术工作。

鲕状灰岩、含黛色条带灰岩、豹皮状灰岩等,由于岩石质地纯,具有厚层、巨厚层构造,尤其是粗颗粒的鲕状结构,皆有利于岩溶发育。地表溶沟、溶槽、溶洞多见,往往将灰岩岩层切割成石矛等形态,地面下的岩溶形态期以溶洞、溶孔、溶蚀裂隙为主。这一上下沟通、宽广巨厚的岩溶发育带构成了完整的储水、导水系统——张夏组灰岩含水层,为地下水运动与富集提供了必要条件。

3.2 地下水径排条件

地下水补给、径流、排泄是决定含水富水性的充分条件,张夏组灰岩含水层的不同部位,其补给、径流、排泄条件不同,富水位具有明显的差异。

在低山丘陵区,张夏组石灰岩岩溶主要发育在浅部,虽然有利于降水渗入,却因地形陡,降水渗入后则顺岩层倾向迅速向下游排泄,导致地下水贫乏,单井涌水量小于 $500\text{ m}^3/\text{d}$ 。在走向与岩层倾向垂直的断层或岩脉贯穿其间时,由于角砾岩胶结紧密或因岩脉、背水面岩层阻水,使迎水面岩溶地下水产生回水。于坡麓迎水面的张夏组灰岩赋存上层滞水,往往形成下降泉出露,如历城区柳埠林场和长清区马岭诸泉;于谷底迎水面的张夏组灰岩往往形成独立的储水构造,其水位埋深变浅,低洼处常有泉水出露。如李沟岩脉,其南侧迎水面的岩溶地下水水位埋深只有 $2\sim 3\text{ m}$,北侧背水面的岩溶地下水水位埋深竟达 35 m ,两者相差悬殊;再如历城区的中泉和突泉,皆出露于断层南侧迎水面的谷底处。在断层、岩脉迎水面一侧,张夏组灰岩岩溶十分发育,含水层富水性增强,如历城区店子、突泉等钻孔,单孔涌水量达 $1200\text{ m}^3/\text{d}$ 。经考证,济南地区中泉断层南侧中泉,侯家断层南侧陈家土屋,雄家山断层东南侧东沟与突泉、李沟岩脉南侧李沟等地段张夏组灰岩皆具备了这类储水构造,可开辟为中、小型水源地。

在山间河谷平原,隐伏于冲积砂砾石层之下的张夏组灰岩由于长期经受水流溶蚀,其岩溶发育程度强、深度大,为地下水赋存提供了有利条件。张夏组灰岩厚度大,倾斜平缓,组成面积广大的低山丘陵,其间的岩溶地下水源源不断地向河谷汇集,侧向补给隐伏的张夏组灰岩含水层,张夏组灰岩区的山间河谷,多发源于广袤的新太古界泰山岩群变质岩山区,不仅其河床上有常年不尽的流水,于其宽厚的冲积砂砾石层中尚容纳丰富的潜流,它们无休止地垂向渗入补给张夏组灰岩含水层。如玉符河、北沙

河至隐伏张夏组灰岩分布的河段,分别于西渴马、大彦漏失殆尽。上述情况充分表明,山间河谷平原的隐伏张夏组灰岩,既有绰余的储水空间,又有充沛的补给来源,必然赋存有丰富的岩溶地下水。张夏组灰岩岩溶地下水沿山间河谷向下游径流,遇崮山组页岩受阻,便于河谷的深耕区——崮山组页岩豁口处集中排泄。历经长期的构造运动,张夏组灰岩与崮山组页岩的接触面因岩石刚柔性质不同,变形差异显著,其层裂隙发育强烈,且经地下水不断冲刷、溶蚀,使附近岩溶更加发育,水量更加丰富,如崔马庄、大彦、东阿等地。

张夏组灰岩岩溶地下水的补给来源主要是大气降水和来自变质岩山区的河流及其冲积层孔隙水渗入补给;并且所处地形为低山丘陵和山间河谷平原,水循环交替频繁,水化学作用以溶滤为主,从而形成低矿化的淡水。在张夏组灰岩分布范围内,无大型城镇和厂矿企业,地下水未遭受“三废”污染。其物理性质为无色、透明,无味、无嗅,水温 $15\sim 18^\circ\text{C}$,水化学类型为重碳酸钙型水,矿化度 0.5 g/L 左右,pH值为 $7.5\sim 7.7$,总硬度 $375\sim 425\text{ mg/L}$,氯离子含量 $29\sim 35\text{ mg/L}$,硫酸根含量 $38\sim 55\text{ mg/L}$,水中挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬等有毒物质含量皆不超饮用水水质标准。以上水质资料表明,张夏组灰岩岩溶地下水为很好的饮用水。

3.3 地下水资源量评价

根据济南地区张夏组灰岩含水层分布区内各地段水文地质条件的差异性及其多年平均降水量分配不均匀性,将该区自西南向东北划分为东阿、双泉、仲官、柳埠、西营、垛庄中泉等6个地段,可分别计算出该组灰岩岩溶地下水资源量(表1)。

$$Q = a \cdot P \cdot F$$

式中: Q 为多年平均天然补给资源; a 为入渗系数; P 为多年平均降水量; F 为计算地段面积。

计算地段面积采用MapGIS制图系统测量获得,经验证误差极小,多年平均降水量是采用计算地段所属气象站观测降水量的平均值,符合实际;灰岩入渗系数是根据1975年1:20万济南幅区域水文地质调查报告中岩溶水资源计算资料^①,引用东阿—洪范计算小区这一完整水文地质单元汇水范围内6个

① 山东省801水文地质大队,1:20万济南幅区域水文地质调查报告,1975年。

泉群实测枯季流量算得的该区灰岩入渗系数,并参考邻幅报告灰岩入渗系数,采用偏低值,较为可靠。故分别计算的张夏组各地段灰岩岩溶水多年平均天然补给资源符合实际,则全区累计多年平均天然补给总资源是可靠的。

表1 张夏组灰岩岩溶水多年平均天然补给资源计算

计算地段	F (km^2)	P (mm)	a	Q (m^3/a)	备注
平阴东阿	287.5	658.6	0.210	39726750.0	平阴气象站年降水量资料
双泉	52.5	658.6	0.210	725450.0	
仲宫	170.5	644.4	0.196	21458080.0	长清气象站年降水量资料
柳埠	92.5	644.4	0.196	11675720.0	
西营	75.0	685.0	0.196	10069500.0	济南气象站年降水量资料
垛庄中泉	110.0	685.0	0.196	14768600.0	

4 结论与建议

综上所述,济南地区张夏组灰岩岩溶水水质优

良,资源丰富,概算全区多年平均天然补给总资源为 $1.05 \text{ 亿 m}^3/\text{a}$ ($287542.7397 \text{ m}^3/\text{d}$)。预测玉符河崔马庄、北沙河大彦、郎溪河东阿等为大、中型远景供水水源地。在今后的工作中应加强张夏组灰岩岩溶地下水的勘察与研究。在张夏组灰岩分布的山间河谷平原及外围地区进行大比例尺的水文地质调查,在预测的富水地段水文地质钻探试验工作,选择典型地段开展水均衡试验,以便查明其岩溶发育与地下水赋存规律,了解其富水性等水文地质特征,并求得可靠的水文地质参数、正确计算与评价地下水资源量,为济南经济及早开发张夏组灰岩岩溶地下水水源提供依据。

参考文献:

- [1] 孔庆友,张天祯,于学峰,等. 山东矿床[M]. 济南:山东科学技术出版社,2006.

Study on Potentiality of Karstic Underground Water

Supplement in Limestone of Zhangxia Formation in Jinan City

HAN Xiang-yin¹, HAN Liang², FU Chun-sheng³, FANG Qing-hai³, WANG Ji-ning³, LIU Guang-zhe⁴
(1. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 3. Shandong Monitoring Center of Geological Environment, Shandong Jinan 250014, China; 4. Lunan Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China)

Abstract: Thick limestone of Zhangxia formation distributed widely in south of Jinan city, which developed rich karstic underground water with good quality. Many springs exposed in this area with the flow amount of $800 \sim 8000 \text{ m}^3/\text{d}$. Occurrence condition and hydro-geological characteristics of karstic underground water in limestone of Zhangxia formation in Jinan city are briefly introduced in this paper, resource amount is calculated and evaluated, and feasibility for using and developing this new water sources is analyzed as well. Thus, it will provide new way for water supply and springs protection.

Key words: Limestone in Zhangxia formation; karstic underground water; water supply potentiality; Jinan city