

济南保泉供水近期与长远对策

李传谟¹, 李岚², 陶卫卫³

(1. 山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272000; 2. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014; 3. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013)

摘要:根据济南市地下水动态资料, 拟定判断泉水出流状态的两种标准: 低标准, 济南泉水流量年均 $17 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 市(泉)区喀斯特水年均水位 28 m; 高标准, 泉水流量年均 $33 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 市(泉)区喀斯特水年均水位 30 m。依据保泉的低、高两种标准, 建议分两步走: 第一步为近期对策, 解决可利用水量 $70 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 可基本满足市区生活用水, 泉水基本上可常年出流; 第二步为长远对策, 解决可利用水量 $120 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 市区人民可常年用上优质地下水, 泉水可保持较佳的常年喷涌状态。

关键词: 保泉供水; 判断标志; 喀斯特水资源; 对策; 山东济南

中图分类号: P968:P641.8 文献标识码: A

为解决济南保泉供水, 山东省和济南市有关部门做了不少工作, 但时至今日济南泉水仍不能常年出流, 而市区人民也喝不上优质地下水。解决济南保泉供水涉及面广, 非确定性因素多, 走点弯路难以避免, 但有必要进行反思, 及时调整决策路线, 避免再走弯路。解决济南保泉供水, 必须搞清楚济南泉域的范围、泉域内补给水量、泉水出流的年均流量及市(泉)区喀斯特水年均水位、泉域内外可供利用的喀斯特水资源。只有依据正确可靠的水文地质资料信息, 科学地进行决策, 按程序、规范进行立项、施工, 才能从根本上全面、彻底地解决济南保泉供水问题。

1 关于济南泉域范围

对济南泉域范围, 有关单位、专家尚没有统一的看法, 其主要分歧点是东、西边界问题。

济南泉域东边界为文祖断裂(或埠村向斜轴部, 两者相距很近), 西边界为长清境内的马山断裂(图

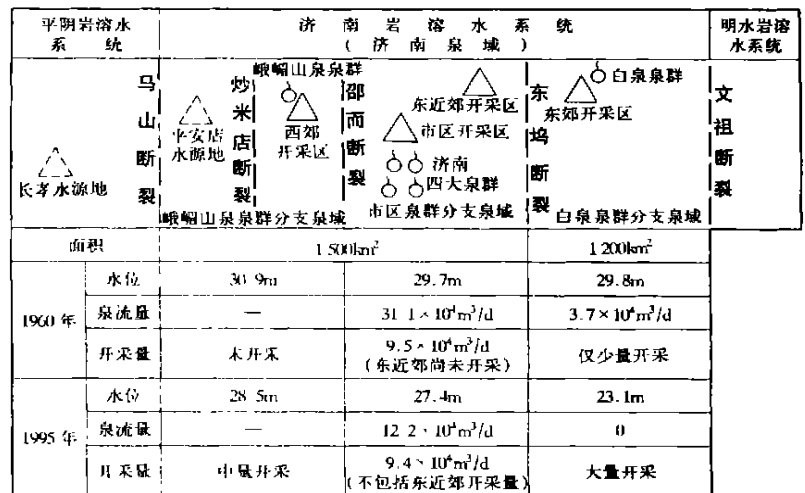


图 1 济南喀斯特水系统结构与开采区和可利用的水源地示意图
Fig. 1 Sketch showing karstic systematic structures, mining areas and available water source areas

1)。东郊开采区(包括杨家屯、裴家营等水源地)喀斯特水、西郊开采区(包括腊山、大杨庄、峨嵋山等水源地)喀斯特水与市(泉)区喀斯特水、泉水处于同一泉域内, 即处于同一个具有统一水动力场、化学场的喀斯特水系统中。济南泉域为一大型喀斯特水系统, 它包括市区泉群、白泉泉群及峨嵋山泉群等 3 个分支泉域, 面积近 3 000 km²。3 个分支泉域喀斯

特水的空间状态、时间动态虽有一定的差异,但在空间、时间的总体上都是有联系的。济南泉域是以溶隙、溶孔为主及少量洞穴、管道组成的网络型导水通道和蓄水系统,喀斯特含水介质导水、富水程度具有各向异性和不均一性特点,仅以少量钻孔、试验工作确定水文地质边界,是有局限性的。只有从区域整体上进行勘察、研究和水动力场、化学场、物理场、温度场、同位素场等系统分析,并利用喀斯特水动态长期观测资料进行数理分析,才能更准确地确定泉域边界。

笔者利用具有代表性且资料齐全的 20 世纪 80 年代济南地区喀斯特水动态长期观测资料(表 1),计算了市(泉)区与东、西郊开采区喀斯特水水位的相关性。

表 1 20 世纪 80 年代济南市东、西郊区喀斯特水水位表

Table 1 Karstic water level in civil area, east and west districts in 80 of 20 century in Jinan

年份	市(泉)区 喀斯特水水位 (m)	东郊开采区 喀斯特水水位 (m)	西郊开采区 喀斯特水水位 (m)	趵突泉 断流时间 (d)
1980	27.4	—	—	184
1981	26.7	—	—	282
1982	26.5	24.3	28.3	365
1983	27.0	24.1	28.8	273
1984	27.2	24.6	29.3	81
1985	27.4	24.1	29.9	71
1986	26.5	23.1	28.8	82
1987	26.2	23.2	27.7	227
1988	26.1	22.2	25.0	360
1989	24.0	18.5	25.5	365

(1) 东郊开采区喀斯特水水位与市(泉)区喀斯特水水位相关系数 $r = 0.96$, 显著相关(图 2)。

(2) 西郊开采区喀斯特水水位与市(泉)区喀斯特水水位相关系数 $r = 0.79$, 较显著相关(图 3)。

根据以上相关分析,得出两点看法: 济南东、西郊开采区喀斯特水与市(泉)区喀斯特水是有联系的,处于同一个泉域内; 喀斯特水开采对市(泉)区喀斯特水、泉水的影响,东郊大于西郊。

在 20 世纪 50 年代末及 60 年代,济南市(泉)区和东、西郊区喀斯特水水位差异并不大,都在 30 m 左右(图 1),显而易见存在统一的区域地下水位,这有力地佐证了市(泉)区和东、西郊区喀斯特水处于同一泉域内。只是在喀斯特水被大量开采以后,市

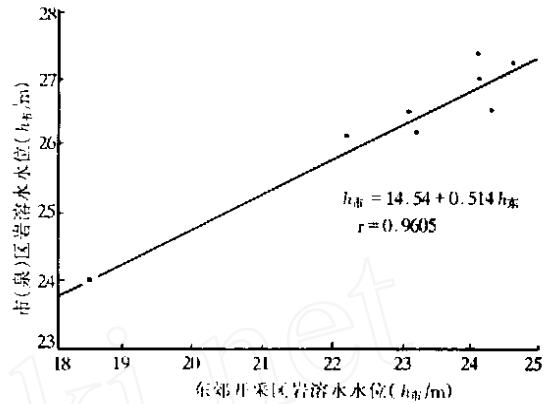


图 2 20 世纪 80 年代济南市(泉)区与东郊开采区喀斯特水水位相关图

Fig. 2 Relative sketch showing water level in civil areas and east district mining areas in 80 s of 20 century

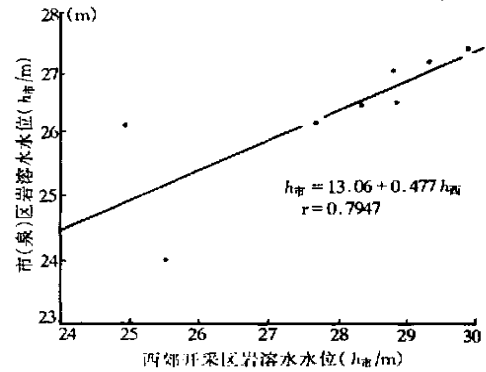


图 3 20 世纪 80 年代济南市(泉)区与西郊开采区喀斯特水水位相关图

Fig. 3 Relative sketch showing water level in civil areas and east district mining areas in 80 s of 20 century

(泉)区和东、西郊区喀斯特水水位发生了不同程度的变化。从具代表性的 20 世纪 80 年代资料看,西郊开采区水位 > 市(泉)区水位 > 东郊开采区水位。

众所周知水往低处流,东郊开采区喀斯特水位较市(泉)区喀斯特水水位低,那么补给区流到东郊开采区的水量要增加,而流到市(泉)区的水量要减少,由此可以理解东郊喀斯特水的开采对市(泉)区喀斯特水、泉水的严重影响。

2 关于济南泉水常年出流的流量与市(泉)区相应的喀斯特水水位的判断

济南保泉,就是让泉水恢复到以前面貌,即常年喷涌的状态。那么以什么作为标志(或标准)? 这一点非常重要,因为这个标志是济南保泉供水规划、设计、决策、实施等主要依据之一。近一二年来,人们

用四大泉群主泉是否冒出水来作为泉水出流的标志。若是市(泉)区喀斯特水水位高于这4泉口(眼)标高(表2),泉水就出流,否则就不出流。把济南主要泉水泉口(眼)标高作为标志看起来简单明白,但对控制各有关要素及其量值,可操作性是不强的。

笔者认为,把济南泉水作为一个整体,找出泉水出流的年均流量和相应市(泉)区喀斯特水年均水位,以此作为泉水出流的标志,为保泉控制有关要素及其量值,可操作性较强。用数理统计方法可取得泉水出流的标志性数值;据喀斯特水动态长期观测资料分析也可做到这一点,而且更容易,更便于参照。

表2 济南四大泉群主泉泉口(眼)标高

Table 2 Hypsography of major springs in four spring groups in Jinan

泉名	趵突泉	黑虎泉	珍珠泉	五龙潭
泉口(眼)标高(m)	26.8	27.2	25.6	25.8

根据20世纪70年代前5年喀斯特水动态资料分析,济南泉水年均流量 $16.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,市(泉)区喀斯特水年均水位28.2 m,济南泉水基本常年出流,趵突泉仅少次短期断流。建议采用泉水年均流量 $17 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,市(泉)区喀斯特水年均水位28 m作为济南保泉常年出流的低标准。

根据20世纪60年代喀斯特水动态资料分析,济南泉水年均流量 $32.9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,市(泉)区喀斯特水年均水位30 m,泉水涌出气势较佳,趵突泉无断流现象,“家家泉水”、“趵突腾空”历历在目。建议采用泉水年均流量 $33 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,市(泉)区喀斯特水年均水位30 m,为济南保泉常年出流并保持较佳喷涌气势的高标准。

这里为什么提出判断济南泉水常年出流的高、低两种标准?这是因为全面彻底解决济南保泉供水不是“一蹴而就”的事,不能以为采取一定措施,短期内济南泉水就能呈现较佳状态的常年出流,市区人民就能永远用上优质地下水。2001年曾采取了引黄、水库放水、关停部分开采井等多种措施,泉水也出现了一段时间,但没有从根本上解决问题,到2002年泉水还是未能出流。看来急功近利是不行的。所以提出保泉出流的高、低两种标准,旨在建议有计划地、分期地采取措施,逐步地全面解决济南保

泉供水问题,争取尽早地使泉水出流达到较佳状态。

下面论证泉水常年出流高标准值的合理性:年均流量 $33 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,相当于 $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 。我国北方流量 $1 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上的喀斯特大泉近百眼,最大的山西娘子关泉多年平均流量达 $12 \text{ m}^3/\text{s}$ 。作为包括号称天下第一泉趵突泉在内的泉城泉水年均流量保持在 $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$,是不算太大的。在自然条件下,济南泉水不稳定系数为1.5,那么 $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 的年均流量,于一般年份枯水期只有 $3 \text{ m}^3/\text{s}$ 左右,于连续枯水年的枯水期还要低于这个数值。因此争取达到年均 $3.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 的流量标准,对维护泉水甲天下的泉城形象来说,也不能认为太高。

保泉标准定的再高些,当然更好,但不现实。因为济南泉水主要补给来源是大气降水。据多年记录统计,近年来济南地区年降水量呈现减少的趋势。济南地区多年平均降水量676 mm,在今后若干年内再出现20世纪60年代年均719 mm降水量的可能性不大。因此,济南泉水流量要达年均 $33 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的20世纪60年代水平,还必须采取植树造林涵养水源和坚持“采外停内”等多项有力措施才能实现。济南保泉流量的高标准不宜定的太高。

3 关于济南西部可供利用的喀斯特水资源问题

解决济南保泉供水,主要依靠地下水,采外停内,这两点大部分专家已基本形成共识;尽管对泉域东、西边界看法有分歧,但在主张开发利用济南西部喀斯特水方面,大部分专家的认识接近统一。因此有必要分析一下济南西部可供利用的喀斯特水资源。

(1) 济南西郊开采区。该区处于济南泉域范围内,但开采这里喀斯特水对市(泉)区喀斯特水的影响,远小于开采东部喀斯特水对市(泉)区喀斯特水的影响。西部喀斯特水源已开采到 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,2001年已停采。建议恢复开采 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,作为近期保泉供水措施之一。但为保持济南泉水较佳的常年喷涌状态,在长远对策中仍应全部停采。

(2) 平安店水源地(包括老张庄、王宿铺等地段)。经勘查这里喀斯特水可采资源量为 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。该水源址虽处于济南泉域范围内,但位于远离市区的西部边缘,特别是其北部边界并非全封闭,开采喀斯特水可袭夺部分外泄水量。所以开采这里喀斯特水对市(泉)区喀斯特水的影响相对较小。

(3) 长清—孝里水源地(包括归德、国庄等地段)。该水源地处于济南泉域外,属平阴喀斯特水系统。经勘查评价喀斯特水可采资源量为 $13 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。这一数值是 10 多年以前勘查确定的,现在看来偏保守。据勘察、研究喀斯特水资源的多年实践经验判断,这里除当地留用外,可供济南市区利用的可采资源量有 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d} \sim 20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

关于济南西部喀斯特水可利用资源量的确定,有人坚持以早年勘探资料为依据;也有人认为其可利用的资源量潜力很大,达 $50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 以上;其确切数值尚需进一步勘查、研究核准。

4 济南保泉供水应采取的对策

保泉、供水是对立统一的一对矛盾,是复杂的系统工程。解决济南保泉供水,既要从根本上全面地解决问题,又要从现实出发逐步地处理问题。依据济南保泉高、低两个标准,建议解决济南保泉供水分两步走。

第一步,近期对策:开发长清—孝里水源地喀斯特水,预计可解决水量 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;开发平安店水源地喀斯特水,预计可解决水量 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;

东郊开采区喀斯特水,停采 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,只开采 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;西郊开采区喀斯特水,恢复开采 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;市区喀斯特泉水先观后用,预计可有 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 水量用于工业;市(泉)区及东近郊喀斯特水全部停采。

以上共计可利用喀斯特水 $70 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,供水不足部分引黄解决。这样可以满足济南生活用水;泉水基本上可恢复到常年出流状态,即达到年均 $17 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的低标准出流量。这一过程需要 2 年左右时间。第二步,在充分节水,特别是农业节水前提下,采取以下长远对策:开发长清—孝里水源地喀斯特水,预计解决水量 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;开发平安店水源地喀斯特水,只考虑解决水量 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;市区喀斯特泉水先观后用,预计将有 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 水量用于工农业;市区污水资源化,污水经处理后供工农业用,可用水量至少有 $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;对广大补给区植树造林以养源,修建拦水低坝以增渗,喀斯特水可增源增采 $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。这一数值,是根据滕州羊庄盆地喀斯特水试验研究成果^[1]与济南市林业局资料综合分析确定的;东郊、西郊两开采区喀斯特水全部停采。

以上共计可利用喀斯特水达到 $120 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,济南泉域内喀斯特水基本上大部分可停采,黄河水可少用或不用。这样济南人民可常年用上优质地下水,济南泉水可保持较佳的常年喷涌状态,即达到年均 $33 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的高标准出流量,重现泉城独有的泉水景观。预计 5 年时间可以基本实现这一景象。

参考文献:

- [1] 李传谟,康凤新.岩溶水资源及增源增采模型[M].济南:山东科学技术出版社,1999.

Current and Long - term Countermeasures of Protection Spring to Provide Water in Jinan City

LI Chuan - mo¹, LI Lan², TAO Wei - wei³

(1. Lunan Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272000, China; 2. Shandong Geologic - engineering Institute, Shandong Jinan 250014, China; 3. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Protect spring to provide water in Jinan city is a complicated and systematic construction. It should be done entirely from basis and step by step from facts. According to low and high protection standard, it is suggested to be done in two steps: first step is current countermeasures, which can provide $70 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ amount of water, meet the demand of living water in civil, and spring can keep flowing all the year round; second step is long - term countermeasures, which can provide $120 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ amount of water, civil people can use qualified underground water all the year round, and spring keep a good sprouting condition.

Key words: Protect spring and provide water; judgement symbol; karstic water resource; countermeasures; Jinan in Shandong province